

# 公路分等級開發及復建之評估及建設準則

主辦單位：交通部公路總局

執行單位：環興科技股份有限公司

中華民國 102 年 10 月



## 交通部公路總局委託研究計畫摘要表

研究計畫名稱：公路分等級開發及復建之評估及建設準則		計畫編號：10047
主辦單位：交通部公路總局 主管：吳盟分局長 承辦人員：楊秀隆 地址：臺北市中正區忠孝西路1段70號 聯絡電話：02-2311-3456 傳真號碼：02-2371-8247	委託研究單位：環興科技股份有限公司 計畫主持人：周南山 博士 研究人員：謝奇良 博士 地址：台北市松山區南京東路五段171號 聯絡電話：02-2769-1366 傳真號碼：02-2769-1377	研究時間 自 101 年 01 月 至 102 年 10 月
關鍵詞：地震(earthquake)、天然災害(natural disasters)、氣候變遷(climate change)		
中文摘要： <p>台灣位於西太平洋颱風及環太平洋地震帶，颱風、地震等天然災害相當頻繁。加以現今遭受氣候變遷(極端異常天氣)影響下，經常發生交通公路中斷等災害，使得政府在減災及救災上極為困難。所以未來如何保障人民生命安全，強化整體公路設施，實為現階段之重要任務。</p> <p>本計畫針對省道公路系統進行「公路分等級復建之評估及建設準則」以及「公路分等級開發之評估及建設準則」之探討與分析，期災後能輔助決策者獲得明確之公路復建或開發的建議。並提出具體公路設施整建策略及相關配套措施，以及未來全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式。</p>		
英文摘要： <p>Located in the West Pacific, Taiwan is frequently confronted with challenges from natural disasters, such as typhoons and earthquakes. Once natural disasters attack, particularly under the influence of climate change (extreme weather), life and properties are under serious threat, and highway transportation is very often interrupted, further blocking the disaster reduction and rescue efforts by the government.</p> <p>The research reviews and analyzes “The Assessment and Construction Guidelines in Highway Recovery by Class,” as well as “The Assessment and Construction Guidelines in Highway Construction by Class” in the hope of supporting useful suggestions to decision makers. The research also presents specific overall strategies and aligned measures for highway network design, and recommends methods in promoting evaluation on highway interruption potentials in the future.</p>		
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密 <input type="checkbox"/> 公布後解密 <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密 <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密 <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密)		
<input checked="" type="checkbox"/> 普通		
備註：		

## 摘要

台灣位於西太平洋颱風及環太平洋地震帶，颱風、地震等天然災害相當頻繁，且隨著社會之進步及工業生產和商業活動的不斷增加，交通事業日益發展，公路交通在國民經濟活動中的作用和地位也愈來愈為人所重視。然而儘管現代科技不斷開發與進步，對於天然災害仍無法有效掌握，一旦遭受天然災害之侵襲，對生命財產將造成重大威脅，加以現今遭受氣候變遷(極端異常天氣)影響下，經常發生交通公路中斷等災害，使得政府在減災及救災上極為困難。近幾年來，國內陸續發生數起因氣候變遷影響產生之重大天然災害，如莫拉克颱風之八八風災、梅姬颱風之蘇花公路災害、山地土石流災害等，每每皆造成重大損失，所以未來如何保障人民生命安全，強化整體公路設施，實為現階段之重要任務。

本研究針對省道公路系統進行「公路分等級復建之評估及建設準則」以及「公路分等級開發之評估及建設準則」之探討與分析，期災後能輔助決策者獲得明確之公路復建或開發的建議。並提出具體公路設施整建策略及相關配套措施，以及未來全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式。故研究內容主要分為「公路復建與開發需求性評分系統」、「因應氣候變遷之公路設施整建策略」、「全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式」三個部分，分別如后所述。

### 1. 公路復建與開發需求性評分系統部分

本研究藉由考量「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」及「工程風險」等五個影響因子，進而建立一套公路復建與開發需求性之評分系統(如圖 0.1 所示)，輔助決策者是否復建或開發之決策依據。且因國家財務有限，故可藉需求程度排列復建或開發之順序，供公路災後復建或開發使用。



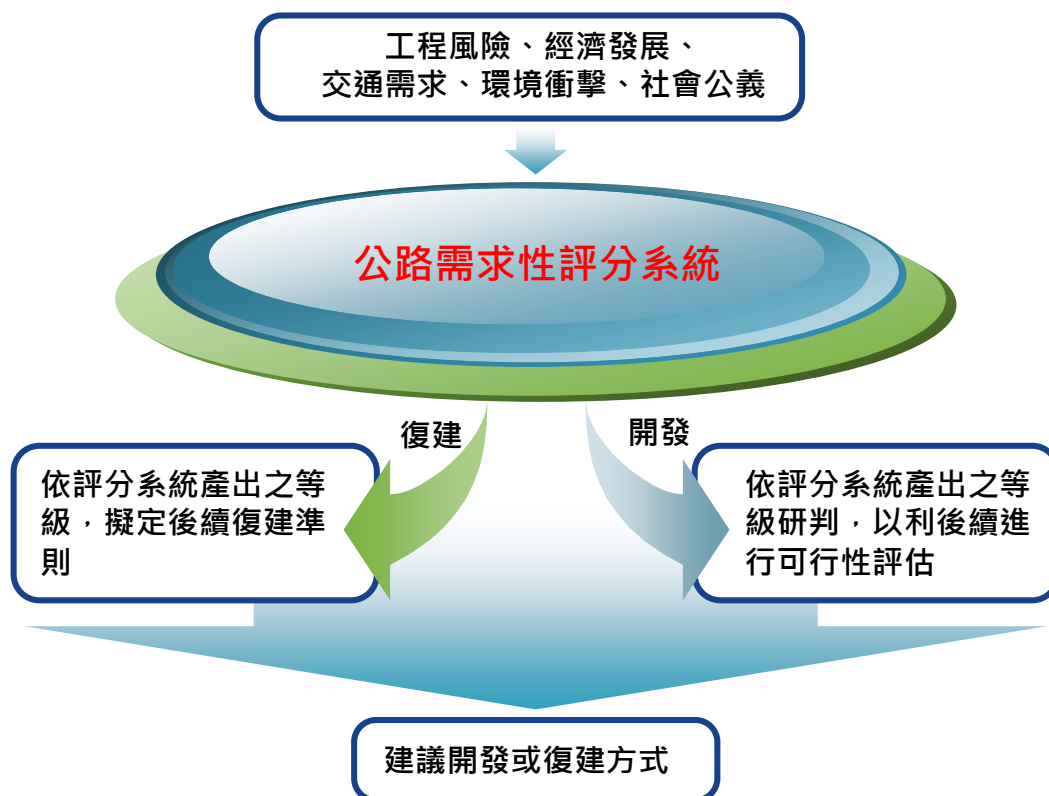


圖 0.1 公路開發與復建需求性評分系統之建置

### (1) 公路復建需求性評分系統

本研究將經濟發展影響因子分為「地區」及「產業」兩個層面，評估公路復建對經濟發展的影響，共得 3 個評估指標。地區評估「平均服務人口」指標；產業評估「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等 2 個指標。交通需求影響因子分為「運輸現況」及「替代運輸」兩層面，運輸現況評估「道路公路等級」、「評估路段尖峰小時交通量」、「車輛型式及限重」、「終點站(中途站)特性」等 4 個指標。替代運輸評估「可使用的替代道路」、「旅行時間」等 2 個指標。環境衝擊影響因子之評估指標，分為「生態環境衝擊」、「水環境衝擊」、「開挖施工造成之環境衝擊」及「空氣品質衝擊」四個層面，共有 4 個評估指標。社會公義影響因子分為「居民感受」及「在地居民意見表達」二個層面，共 4 個評估指標。評估路段少數族群評估「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、

「孤島效應」等 3 個指標。在地居民意見表達評估「公開參與流程及意見回饋」。本研究針對工程風險影響因子部分，為考量公路安全與經費等問題，在此分為五個評估指標，分別為「重覆致災的頻率」、「未來氣候變遷造成的風險」、「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」等評估指標。

公路復建需求性評分系統主要有「高需求性」、「中需求性」、「低需求性」與「暫不復建」四個復建機制。復建機制中的低需求性復建準則對應「原有功能修復並實施道路管制」及「簡易修復及整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」兩種復建準則。中需求性復建對應「原有功能修復並加強安全性之補強」、「原有功能修復」及「原有功能修復並實施道路管制」三種復建準則。高需求性復建則對應「道路升級及改善」及「原有功能修復並加強安全性之補強」兩種復建準則(如圖 0.2 所示)。

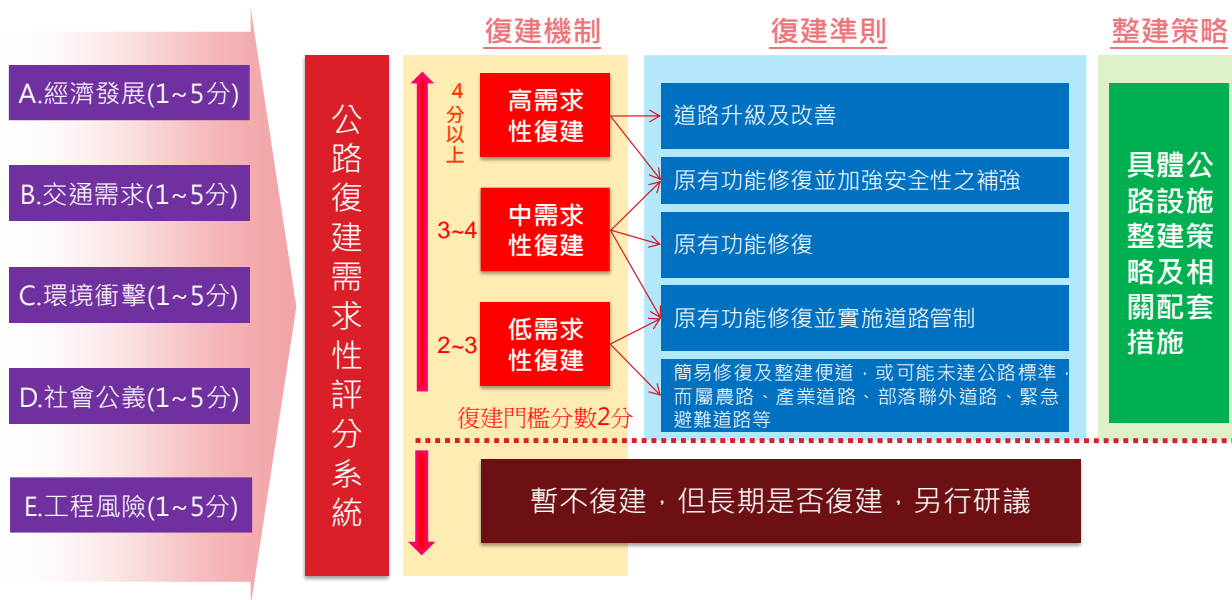


圖 0.2 公路復建需求性評分系統

## (2) 公路復建需求性評分系統案例分析

本研究選取台 27 線新發大橋 3K+480 至台 20 線復興村，全長 33.4KM，作為公路復建需求探討之案例。在此則針對台 20 線 29.96km 與台 27 線 3.44km 分別進行公路復建需求性評分。依據本研究研擬之公路復建機制與準則得知，台 20 線公路復建需求性評分之總分為 2.6 分，復建機制屬於低需求性復建，復建準則為「原有功能修復並實施道路管制」及「簡易修復及整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」兩種復建準則(二者擇一)。台 27 線公路復建需求性評分之總分為 3.4 分，復建機制屬於中需求性復建，復建準則為「原有功能修復並加強安全性之補強」、「原有功能修復」及「原有功能修復並實施道路管制」三種復建準則(三者擇一)。

## (3) 公路開發需求性評分系統

本研究在此亦將將經濟發展影響因子之評估指標分為「平均服務人口」、「產業種類及工作機會」以及「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」3 個評估指標。交通需求影響因子之評估指標分為「評估路段尖峰小時交通量」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」、「旅行時間」等 4 個評估指標。環境衝影響因子之評估指標，分為「台灣自然保護區指標」、「水環境指標」、「二氧化碳指標」、「環境承載量指標」以及「土體破壞指標」等 5 個評估指標。社會公義影響因子之評估指標分為「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」等 4 個評估指標。本研究針對公路開發需求性評分系統之工程風險影響因子部分，為考量公路安全與經費等問題，在此分為五個評估指標，分別為「開發路廊之環境風險」、「未來氣候變遷造成的風險」、「施工難易度」、「建造成本」、「長期維護成本」等評估指標。

公路開發需求性評分系統亦分為「高需求性」、「中需求性」、「低需求性」與「不建議開發」之開發機制。開發機制中之低需求性開發則對應「公路等級六級路，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」及「公路等級五級路」兩種開發準則；中需求性開發則對應「公路等級五級路」、「公路等級四級路」及「公路等級三級路」三種開發準則；高需求性開發則對應「公路等級三級路」、「公路等級二級路」及「公路等級一級路」三種開發準則(如圖 0.3 所示)。

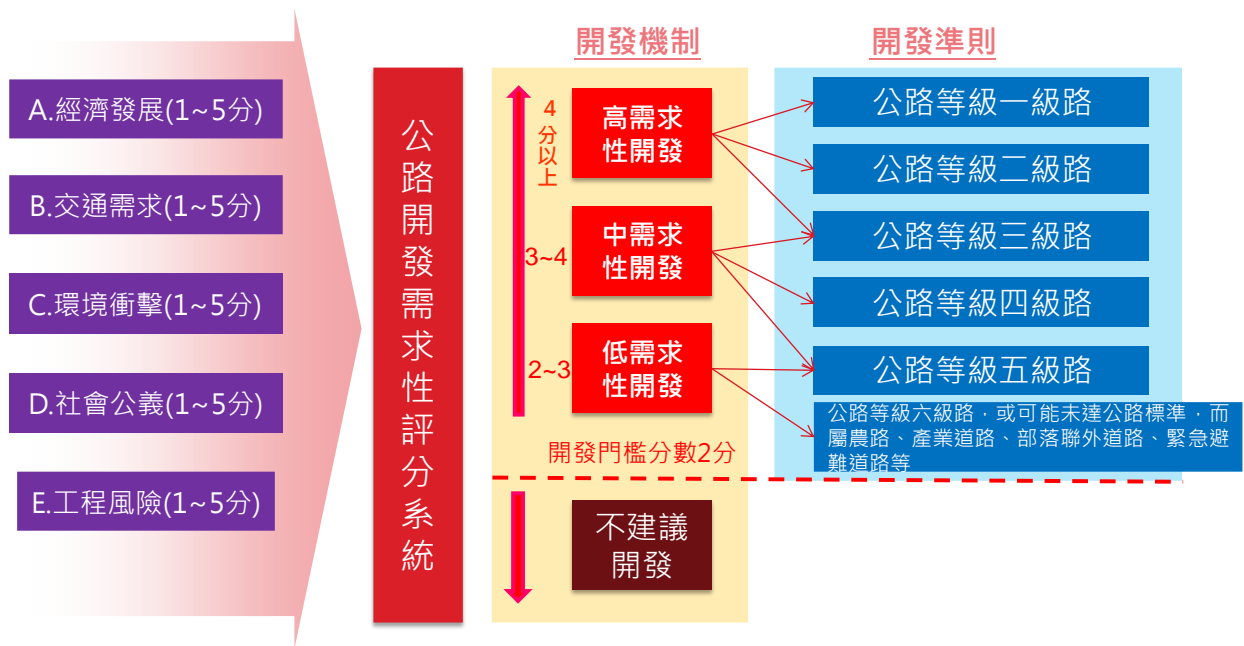


圖 0.3 公路開發需求性評分系統

#### (4) 公路開發需求性評分系統案例分析

本研究選取為配合發展中部地區觀光與運輸需求所延長之國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線(全長 18.54KM)，作為公路開發需求性探討之案例分析。依據本研究研擬之公路開發機制與準則得知，國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線之總分為 2.7 分，開發機制屬於低需求性開發。藉本系統亦得知，目前該開發路段之需求性不高，沒有國道的需求，只建議「公路等級五級路」及「公路等級六級路，或可能未達公路標

準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」二種開發準則。公路等級五級路則可依行政系統分為省道、縣道、鄉道以及專用公路。

## 2. 因應氣候變遷之公路設施整建策略部分

擬定整建策略前，本研究先將可能情況區分為緊急與常時兩種情境，緊急狀況時多已成災且影響交通，因此時效上並不允許詳細調查分析，此時宜直接進入短期整建之搶修方案；其餘情況則有賴養護單位平日巡檢以求防微杜漸。本報告以邊坡巡檢為例，結合現行之公路養護手冊內容，配合事先建置之基本背景資料庫，藉以研判各公路設施之致災原因，作為後續選取對策之依據。

公路設施整建與否，所需考量之因素眾多。根據本研究所研擬之評分系統，涵蓋經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義及工程風險等五大區塊。由此可知，技術性課題並非是決定整建改善之唯一考量，需綜合評比各要素之影響後加權評分，期能以有限的社會資源進行最佳化之配置利用。

另，山河路橋共治已是近年來工程界普遍接受的觀念。因為公路整建時若僅單獨考量公路邊坡、橋梁或是隧道結構體，而不進一步探討其與大自然間之互制關係，將可能造成戰術成功、戰略失敗之結果；惟有整合思考才可能畢其功於一役。然而，由於山、河、路、橋權責機關有所不同，執行公路整建時更應注意橫向聯繫與協調，以「整體規劃、分工辦理」之方式執行，始可能克盡全功。

## 3. 全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式部分

本研究以公路設施安全性為考量，採用地調所坡地災害潛勢及水保局 1,664 條土石流潛勢溪流圖資建立道路阻斷潛勢評估方法，分析結果可反映各路段受崩塌或土石流影響之潛在危害程度。

本研究已完成西部麓山帶八條山區道路阻斷潛勢評估成果，除可獲知每公里路段道路阻斷潛勢外，也能依據評估結果進行道路易致災排序及公路設施風險執行順序排序，對於全臺公路設施風險評估推動執行方式研擬有益，並有利後續工務單位維護與災害防治應用。



## Abstract

Located in the West Pacific, Taiwan is frequently confronted with challenges from natural disasters, such as typhoons and earthquakes. Transportation network on the island, on the other hand, has been expanding thanks to social development, increasing industrial as well as commercial activities. Highway transportation has taken up an important role, and yet the impact from natural disasters could hardly be completely managed in spite of advancing technologies. Once natural disasters attack, particularly under the influence of climate change (extreme weather), life and properties are under serious threat, and highway transportation is very often interrupted, further blocking the disaster reduction and rescue efforts by the government. In the past few years, in Taiwan we have witnessed several major natural disasters such as Typhoon Morakot, Typhoon Megi, landslides, etc., all of which resulted in major loss. At present, the most important task is to ensure people's safety and strengthen highway network.

The research reviews and analyzes "The Assessment and Construction Guidelines in Highway Recovery by Class," as well as "The Assessment and Construction Guidelines in Highway Construction by Class" in the hope of supporting useful suggestions to decision makers. The research also presents specific overall strategies and aligned measures for highway network design, and recommends methods in promoting evaluation on highway interruption potentials in the future. The research consists of three parts: "assessment system for highway recovery and development demands", "strategies for highway network construction in response to climate change", and "methods in promoting evaluation on highway interruption potentials in the future".

## **I. Assessment system for highway recovery and development demands**

Impact factors considered by the research include “economic development”, “transportation needs”, “environmental impacts”, “social justice”, and “engineering risk”. These factors are covered by highway recovery and development needs assessment system, supporting decision makers in prioritizing projects, especially when recovery or development budget is very limited.

### **(i) Assessment system for highway recovery demands**

Economic development factors in this research cover “regional” and “industrial” aspects in three indexes. Regional aspect relies on “average number of service users” while industrial aspect relies on “industry types and career options” and “dependence of economic activities on designated highway transportation”.

Transportation needs factors refer to “current transportation status” and “alternative transportation”. Current transportation assesses “road service”, “peak hour traffic assessment”, “vehicle types and weight limits” and “terminal station features”. Alternative transportation covers “available alternative road” and “travel time”.

Environmental impacts cover four aspects, including “ecological environment impact”, “hydrological impact”, “construction impact” and “air quality impact”.

Social justice factors cover two aspects, “community reaction” and “community expression”, and four index. Community minority should be assessed via "community features", "community expectation (safe trip home)", and "island effect". In addition, "open participation and feedback" index evaluates feedbacks from local community.



Regarding engineering risk, five index are "frequency of repetitive disaster", "risk of future climate change", "difficulty of recovery construction", "reconstruction cost" and "long-term maintenance cost".

Assessment system for highway recovery demands consists of four modules, "high-demand", "intermediate demand", "low demand" and "no recovery at present". The low-demand module may respond to principles including "recovering original function with traffic control" and "basic recovery or shortcut, as it is not necessarily highway". The intermediate-demand module includes "recovery of original functions with safety enhancement", "recovery of original functions", and "recovery of original functions with traffic control". The high demand module corresponds to "upgrade and realignment of highways including widening, safety enhancement and service upgrade" and "recovery of original functions with traffic control".

## **(ii) Case study on assessment system for highway recovery demands**

This research chose Tai 27 Hsin-Fa Bridge 3K+480 to Tai 20 Fuhsing Villiage as the case study for assessment of highway recovery demand. The demand evaluation here is based on Tai 20 at 29.96km and Tai 27 at 3.44km, respectively. According to the guidelines presented, the score for Tai 20 recovery demand is 2.61, on low demand level. The modules applied shall be "recovery to original functions with traffic control" or "basic recovery". The score for Tai 27 recovery demand is 3.45, on intermediate demand level. The modules applicable are "recovery of original functions with safety enhancement", "recovery of original functions", and "recovery of original functions with traffic control".

### **(iii) Assessment system for highway development demands**

This research also uses “average number of service users”, “industry types and career options” and “dependence of economic activities on designated highway transportation” for economic development factors.

Transportation needs factors refer to “peak hour traffic assessment”, “terminal station features”, “available alternative road” and “travel time”.

Environmental impacts cover “Taiwan habitat indicator”, “hydro-environment indicator”, “CO2 indicator”, “environmental burden indicator” and “construction impact”.

Social justice factors cover "community features", "community expectation (safe trip home)", and "island effect" and "open participation and feedback".

Regarding engineering risk, five index are "environment hazard on road building", "risk of future climate change", "difficulty of construction", "construction cost" and "long-term maintenance cost".

Assessment system for highway construction demands also consists of four modules, "high-demand", "intermediate demand", "low demand" and "not recommended for development". The low-demand module correspond to 6th and 5th grade highways. The intermediate-demand module includes 5th, 4th and 3rd grade highways. The high demand module corresponds to 3rd, 2nd and 1st grade highways.

### **(iv) Case study on assessment system for highway development demands**

This research chose the extended section for central Taiwan tourism and transportation needs, National Highway No.6 from Puli to Renai, Nangtou as the case study. According to the modules presented, the score for this route is 2.76 on low demand level. We also find out from this

system that the demand for this route is high enough to justify a national highway, but only on the scale of 5th or even 6th grade of roads.

## **II. Strategies for highway network construction in response to climate change**

Before working out the network construction strategies, this research distinguishes the situations into emergency and ordinary. In emergent situations, disaster has often caused damages to transportation so detailed investigations would not be possible but emergent repair plan shall be put into place. In ordinary situations routine check is necessary. This report takes side slope check for example to analyze the reasons for damage with database so as to serve as basis for policy recommendations.

There are many factors for consideration on whether road networks shall be constructed. This research proposes five criteria on “economic development”, “transportation needs”, “environmental impacts”, “social justice”, and “engineering risk”. Technical consideration is by no means the only consideration. A wholisitc review of the impact factors would improve the utilization and allocation of resources.

An overall planning on highway and bridges is a commonly accepted principle in engineering. Without a consideration for balance with natural environment, the development would not succeed. However, as the wholistic planning involves many parties. A careful communication and division of labor deserves great attention.

## **III. Methods in promoting evaluation on highway interruption potentials in the future**

This research considers the safety of highway facilities and applied methods of highway interruption adopted by geographical institute and water resource bureau. The result can reflect the potential danger and damages of impact from landslide.

This research has completed evaluations on 8 mountain area on highway interruption. In addition to risk of interruption at each sections of the highway, we can also rank the risk of disaster and prioritize risk management procedures. This is beneficial to the research on risk assessment system and also to the actual maintenance and risk prevention measures by relevant agencies.

## 目 錄

交通部公路總局委託研究計畫摘要表 .....	I
摘要 .....	II
Abstract .....	IX
圖目錄 .....	XX
表目錄 .....	XXVIII
<b>第一章 前言 .....</b>	<b>1</b>
1.1 計畫緣起與目的 .....	1
1.2 計畫定位與用途 .....	2
1.3 工作項目與研究流程 .....	3
1.4 計畫工作期程 .....	6
<b>第二章 資料蒐集與研析 .....</b>	<b>7</b>
2.1 國內公路分級、復建及建設相關資料彙整 .....	7
2.1.1 國內現行公路分級 .....	7
2.1.2 國內公路復建及建設相關資料彙整 .....	10
2.2 國外公路分級、復建及建設相關資料彙整 .....	60
2.2.1 美國相關資料彙整 <sup>[21][22][23][24][25]</sup> .....	60
2.2.2 日本相關資料彙整 <sup>[31][32][33][34][35][36][37]</sup> .....	65
2.3 資料研析與小結 .....	70
<b>第三章 現行公路復建評估準則及檢討 .....</b>	<b>72</b>
3.1 莫拉克風災公路分級復建評估準則 .....	72
3.2 檢討現行公路復建評估準則 .....	77
<b>第四章 公路設施脆弱度及衝擊度評估 .....</b>	<b>80</b>
4.1 公路設施脆弱度探討 .....	80
4.1.1 邊坡(含路基) <sup>[43][44][45][46][47][48][49][50][51][52]</sup> .....	80
4.1.2 橋梁 <sup>[53][54][55][56][57][58][59][60][61][62]</sup> .....	83

4.1.3	隧道 <sup>[63]</sup> .....	88
4.1.4	複合型災害 .....	90
4.1.5	小結.....	96
4.2	公路設施脆弱度評估 .....	100
4.3	公路設施衝擊度評估 .....	101
4.4	氣候變遷的影響.....	102
4.4.1	台灣氣候變遷情形 <sup>[67][68][69]</sup> .....	102
4.4.2	氣候變遷對台灣公路的影響.....	107
<b>第五章</b>	<b>公路復建需求性評分系統之建置.....</b>	<b>111</b>
5.1	經濟發展 .....	113
5.2	交通需求 .....	118
5.3	環境衝擊 .....	124
5.4	社會公義 .....	128
5.5	工程風險 .....	135
<b>第六章</b>	<b>公路復建需求性評分系統權重分析.....</b>	<b>153</b>
6.1	五場區域座談會 .....	153
6.2	公路復建需求性評分系統之影響因子權重分析 .....	155
6.2.1	第一場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析	156
6.2.2	第二、三、四、五場座談會後公路需求性評分系統之影響 因子權重分析.....	162
6.2.3	公路復建需求性評分系統之評估指標權重分析.....	164
6.3	小結 .....	168
<b>第七章</b>	<b>公路復建需求性評分系統案例說明.....</b>	<b>170</b>
7.1	經濟發展成果說明 .....	171
7.2	交通需求成果說明 .....	175
7.3	環境衝擊成果說明 .....	179
7.4	社會公義成果說明 .....	185
7.5	工程風險成果說明 .....	187

7.6	小結 .....	199
<b>第八章</b>	<b>公路開發需求性評分系統之建置.....</b>	<b>202</b>
8.1	經濟發展 .....	203
8.2	交通需求 .....	203
8.3	環境衝擊 .....	204
8.4	社會公義 .....	204
8.5	工程風險 .....	205
<b>第九章</b>	<b>公路開發需求性評分系統之權重分析.....</b>	<b>208</b>
9.1	公路開發需求性評分系統之影響因子權重分析 .....	208
9.2	第一場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析.....	208
9.3	第二、三、四、五場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析 .....	209
9.4	公路開發需求性評分系統之評估指標權重分析 .....	216
9.5	小結 .....	221
<b>第十章</b>	<b>公路開發需求性評分系統案例說明.....</b>	<b>222</b>
10.1	經濟發展成果說明 .....	223
10.2	交通需求成果說明 .....	226
10.3	環境衝擊成果說明 .....	229
10.4	社會公義成果說明 .....	234
10.5	工程風險成果說明 .....	237
10.6	小結 .....	241
<b>第十一章</b>	<b>公路安全度(風險)評估機制.....</b>	<b>243</b>
11.1	安全度的計算 .....	245
11.2	評分流程 .....	246
11.3	安全度評分表建置 .....	248
11.4	安全性子評分表評分原則說明 .....	257
11.5	公路安全度(風險)實際案例成果說明 .....	282
11.5.1	公路安全度成果說明 .....	283

11.5.2	台 20 線公路安全度成果說明 .....	286
11.5.3	台 27 線公路安全度成果說明 .....	295
<b>第十二章</b>	<b>公路設施整建策略 .....</b>	<b>296</b>
12.1	公路設施之整建策略概念 .....	297
12.2	短期整建策略 - 緊急搶修 .....	304
12.2.1	緊急搶修對策 .....	305
12.2.2	其他 .....	309
12.3	公路設施之中、長期整建策略 .....	311
12.3.1	邊坡(含路基) .....	311
12.3.2	橋梁 .....	359
12.3.3	隧道 .....	365
12.3.4	複合型災變下之山河路橋共治整體考量 .....	367
<b>第十三章</b>	<b>因應氣候變遷之現有公路規範修訂建議 .....</b>	<b>372</b>
13.1	公路排水設計規範 <sup>[110]</sup> .....	373
13.2	公路橋梁設計規範 <sup>[111]</sup> .....	379
13.3	公路隧道設計規範 <sup>[113]</sup> .....	382
13.4	公路路線設計規範 <sup>[5]</sup> .....	382
13.5	其他 .....	382
<b>第十四章</b>	<b>全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式 .....</b>	<b>383</b>
14.1	道路阻斷潛勢分析 .....	383
14.2	公路全面評估執行推動說明 .....	396
<b>第十五章</b>	<b>結論與建議 .....</b>	<b>414</b>
15.1	結論 .....	414
15.2	建議 .....	421
	<b>參考文獻 .....</b>	<b>422</b>
	<b>附錄 A 用人計畫 .....</b>	<b>430</b>
	<b>附錄 B 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期初會議紀錄及意見答覆 .....</b>	<b>441</b>



附錄 C 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期中會議紀錄及意見答覆 .....	459
附錄 D 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期末會議紀錄及意見答覆 .....	488
附錄 E 公路復建需求性評分系統指標評估工具 .....	512
附錄 F 第一場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單) .....	520
附錄 G 第二場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單) .....	526
附錄 H 第三場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單) .....	533
附錄 I 第四場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單) .....	541
附錄 J 第五場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單) .....	547
附錄 K 公路開發需求性評分系統指標評估工具 .....	554
附錄 L 「國道六號南投段東延至霧社可行性研究」精簡報告摘要 .....	562
附錄 M 公路全面評估執行推動方式之劃分 .....	567
附錄 N 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期末審查後之工作會議紀錄及意見答覆 .....	583

## 圖目錄

圖 0.1	公路開發與復建需求性評分系統之建置 .....	III
圖 0.2	公路復建需求性評分系統 .....	IV
圖 0.3	公路開發需求性評分系統 .....	VI
圖 1.1	本計畫工作流程圖 .....	5
圖 1.2	工作執行進度 .....	6
圖 2.1	台 8 線 36 公里處谷關隧道 .....	13
圖 2.2	台 8 線明隧道 .....	14
圖 2.3	設置於風化邊坡之防落石網 .....	14
圖 2.4	台 8 線之鋼鈹排樁 .....	15
圖 2.5	台 8 線之松鶴一溪之排水涵管 .....	16
圖 2.6	苗栗縣 140 火炎山隧道 .....	16
圖 2.7	臨時貨櫃穩定坡趾 .....	17
圖 2.8	格框柵欄 .....	18
圖 2.9	噴凝土工法用於道路邊坡 .....	18
圖 2.10	地工格框進行邊坡坡面防護 .....	19
圖 2.11	崩塌潛勢評估參數 .....	27
圖 2.12	防治操作手冊規劃流程圖 .....	46
圖 2.13	公路災害應變流程 .....	48
圖 2.14	公路災害復舊流程 .....	57
圖 2.15	山區道路綜合路廊研選與環境評估作業流程圖 .....	60
圖 2.16	美國 I-70 州際公路雙階棧橋 .....	61
圖 2.17	美國 I-70 州際公路地錨擋土牆 .....	63
圖 2.18	美國 I-10 雙跨度橋梁於卡翠娜風災後修復情形 .....	64
圖 2.19	日本道路防災管理流程圖 .....	66
圖 2.20	道路管理評估指標案例示意圖 .....	67
圖 2.21	日本交通災害復建主要流程 .....	68
圖 2.22	日本交通設施復舊概念示意圖 .....	68

圖 2.23	日本 311 震後高速公路復建狀況.....	69
圖 4.1	落石災害 .....	81
圖 4.2	邊坡滑動災害.....	81
圖 4.3	土石流災害 .....	82
圖 4.4	潛移災害 .....	82
圖 4.5	上游山坡地崩塌之巨量土石流造成下游橋梁損毀 .....	83
圖 4.6	河岸侵蝕或堤防潰堤.....	84
圖 4.7	通水斷面不足導致上部結構損壞 .....	84
圖 4.8	通水斷面不足而淤積 .....	85
圖 4.9	橋址位處河道窄縮處洪水溢流衝擊導致橋面版傾覆 .....	85
圖 4.10	土石淤積致使洪水溢流衝擊導致橋面版傾覆 .....	86
圖 4.11	台 20 線利稻橋河床土近端引道邊坡滑落路基掏空 .....	86
圖 4.12	橋址位於河道彎曲處或洪水攻擊角，導致基礎與護岸掏空，局部橋跨沖毀 .....	87
圖 4.13	橋址位於河道彎曲處或洪水攻擊角，導致基礎與護岸掏空，局部橋跨沖毀 .....	87
圖 4.14	洪水沖刷導基礎破壞而塌落 .....	87
圖 4.15	上邊坡坍方或落石壓垮明隧道 .....	89
圖 4.16	靠山壁之側牆(或側柱)因土壓力過大而破壞 .....	89
圖 4.17	下邊坡因河流沖刷或海岸充蝕引起基礎破壞 .....	90
圖 4.18	強降雨→山體、邊坡崩塌→阻斷道路交通災害鏈 .....	92
圖 4.19	強降雨→河川、野溪暴洪→路基流失→阻斷道路交通災害鏈 .....	93
圖 4.20	強降雨→河川、野溪暴洪→堤防、護岸潰決災害鏈 .....	94
圖 4.21	集集地震在中橫產生大規模的山崩引發土石流 .....	96
圖 4.22	1990~2007 年歷史道路災點分佈圖 .....	97
圖 4.23	2008-2012 年公路歷史災點分佈圖 .....	98
圖 4.24	影響公路之衝擊度 .....	101
圖 4.25	台灣年際降雨分佈圖 .....	103
圖 4.26	雨量站分佈圖.....	104
圖 4.27	降雨型態趨勢分析圖 .....	105
圖 4.28	1990-2010 各颱風事件造成之最大總雨量示意圖 .....	107

圖 4.29	2000-2010 台灣地區主要水災災情示意圖.....	109
圖 4.30	坡地災害風險地圖.....	110
圖 5.1	公路復建需求性評分系統影響因子.....	112
圖 5.2	公路分等級復建需求性評分系統.....	113
圖 5.3	公路復建需求性評分系統之經濟發展評估指標.....	115
圖 5.4	公路復建需求性評分系統之交通需求評估指標.....	119
圖 5.5	公路復建需求性評分系統之環境衝擊評估指標.....	124
圖 5.6	台灣自然保護區域圖.....	126
圖 5.7	公路復建需求性評分系統之社會公義評估指標.....	130
圖 5.8	台灣地區原住民分佈圖.....	131
圖 5.9	2008-2012 年公路歷史災點分布圖.....	136
圖 5.10	高屏溪流域 A1B 情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖.....	138
圖 5.11	高屏溪流域極端降雨情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖.....	139
圖 5.12	風險矩陣圖.....	142
圖 5.13	崩塌地(含土石流)風險評估流程圖.....	142
圖 5.14	高屏溪流域脆弱度分布圖.....	149
圖 5.15	蘇花公路 115.8 公里處路基淘空.....	151
圖 6.1	復建五個考量層面是否足夠.....	156
圖 6.2	復建五層面權重均等是否適當.....	157
圖 6.3	復建五層面的重要程度.....	158
圖 6.4	公路復建之工程風險權重增減建議.....	159
圖 6.5	公路復建之交通需求權重增減建議.....	159
圖 6.6	公路復建之環境衝擊權重增減建議.....	160
圖 6.7	公路復建之經濟發展權重增減建議.....	161
圖 6.8	公路復建之社會公義權重增減建議.....	161
圖 6.9	復建五個考量層面是否足夠.....	162
圖 6.10	復建五層面權重均等是否適當.....	163
圖 6.11	復建五層面的重要程度.....	164
圖 6.12	經濟發展評估指標百分比圖.....	165
圖 6.13	交通需求評估指標百分比圖.....	166
圖 6.14	環境衝擊評估指標百分比圖.....	166

圖 6.15	社會公義評估指標百分比圖 .....	167
圖 6.16	工程風險評估指標百分比圖 .....	168
圖 7.1	案例分析試評路段 .....	170
圖 7.2	中華民國統計資訊網之縣市政府統計資料庫 .....	172
圖 7.3	台 20 評估路段自然保護區指標評估結果 .....	180
圖 7.4	台 27 評估路段自然保護區指標評估結果 .....	181
圖 7.5	試評路段水環境指標評估結果(台 20 線) .....	182
圖 7.6	試評路段水環境指標評估結果(台 27 線) .....	182
圖 7.7	台 20 試評路段二氧化碳指標評估結果 .....	184
圖 7.8	台 27 試評路段二氧化碳指標評估結果 .....	184
圖 7.9	試評路段歷史災點情形 .....	189
圖 7.10	A1B 情境對試評路段(台 20 線)之衝擊 .....	196
圖 7.11	極端降雨情境對試評路段(台 20 線)之衝擊 .....	196
圖 7.12	A1B 情境對試評路段(台 27 線)之衝擊 .....	197
圖 7.13	極端降雨情境對試評路段(台 27 線)之衝擊 .....	197
圖 8.1	公路開發需求性評分系統影響因子 .....	202
圖 8.2	公路開發需求性評分系統 .....	203
圖 8.3	開發路廊之環境風險圖 .....	206
圖 9.1	開發四個考量層面是否足夠 .....	209
圖 9.2	開發五個考量層面是否足夠 .....	210
圖 9.3	開發五層面權重均等是否適當 .....	211
圖 9.4	開發五層面的重要程度 .....	211
圖 9.5	公路開發之工程風險權重增減建議 .....	212
圖 9.6	公路開發之交通需求權重增減建議 .....	213
圖 9.7	公路開發之環境衝擊權重增減建議 .....	213
圖 9.8	公路開發之經濟發展權重增減建議 .....	214
圖 9.9	公路開發之社會公義權重增減建議 .....	215
圖 9.10	經濟發展評估指標百分比圖 .....	216
圖 9.11	交通需求評估指標百分比圖 .....	217
圖 9.12	環境衝擊評估指標百分比圖 .....	218
圖 9.13	社會公義評估指標百分比圖 .....	219



圖 9.14	工程風險評估指標百分比圖 .....	220
圖 10.1	國道六號埔里至霧社虛擬開發路廊 .....	222
圖 10.2	自然保護區指標評估結果 .....	230
圖 10.3	水環境指標評估結果 .....	231
圖 10.4	二氧化碳指標評估結果 .....	233
圖 10.5	開發路廊之環境風險圖 .....	238
圖 11.1	破壞模式與影響分析(FMEA)執行流程 .....	244
圖 11.2	地下水狀況之照片說明 .....	257
圖 11.3	坡高評分之照片說明 .....	258
圖 11.4	植被狀況之照片說明 .....	259
圖 11.5	地質災害潛勢圖例 .....	260
圖 11.6	岩(土)體滑動定性評分之照片說明 .....	261
圖 11.7	落石定性評分之照片說明 .....	261
圖 11.8	岩(土)屑崩滑定性評分之照片說明 .....	262
圖 11.9	土石流定性評分之照片說明 .....	262
圖 11.10	河岸淘刷定性評分之照片說明 .....	263
圖 11.11	排水系統輕微阻塞例 .....	265
圖 11.12	洞門結構為鋼筋混凝土材料例 .....	266
圖 11.13	隧道襯砌採磚造材料例 .....	266
圖 11.14	隧道襯砌現場些微破壞(補丁)徵兆例 .....	267
圖 11.15	兩向均單柱式橋墩 .....	269
圖 11.16	壁式橋墩或橋台 .....	269
圖 11.17	一向具多柱式橋墩 .....	270
圖 11.18	橋柱(或橋台)高度計算示意圖 .....	271
圖 11.19	鋼便橋伸縮縫狀況不良 .....	272
圖 11.20	河川整治中之寶來一橋 .....	274
圖 11.21	以混凝土結構保護橋台基礎 .....	275
圖 11.22	阻水面積比大 .....	277
圖 11.23	阻水面積比小 .....	277
圖 11.24	未考慮計畫洪水位 .....	277
圖 11.25	洪水將橋護欄沖毀 .....	277

圖 11.26	建山一橋支承現況 .....	278
圖 11.27	建山二橋支承現況 .....	278
圖 11.28	新發大橋磨耗層狀況良好 .....	280
圖 11.29	橋台狀況良好 .....	281
圖 11.30	山區路段限速 20km/hr .....	282
圖 11.31	現勘路段 .....	283
圖 11.32	現勘路線及周邊現況 .....	284
圖 12.1	工作流程 .....	296
圖 12.2	山河路橋水毀災害之因果災害鏈示意圖 .....	299
圖 12.3	山河路橋共治內涵 .....	301
圖 12.4	交通設施與環境生態之整合架構圖 .....	302
圖 12.5	國道五號坪林高架橋 .....	302
圖 12.6	國道五號烏塗隧道 .....	303
圖 12.7	國道六號埔里隧道西洞口橋隧道交接 .....	303
圖 12.8	道路災害緊急搶修作業流程 .....	304
圖 12.9	坡頂削坡減載示意圖 .....	306
圖 12.10	坡趾加載阻滑示意圖 .....	307
圖 12.11	貨櫃撐擋系統 .....	308
圖 12.12	以開挖棄土拌製 CLSM 填築路基 .....	310
圖 12.13	公路邊坡破壞模式彙整圖 .....	312
圖 12.14	漫地流造成路基流失實例 .....	313
圖 12.15	漫地流造成邊坡路基流失破壞示意圖 .....	314
圖 12.16	針對漫地流配置之排水措施 .....	316
圖 12.17	林務局宜專一線路基因雨水入滲造成滑動 .....	317
圖 12.18	宜專一線以土石籠及鋼軌樁作為臨時支撐 .....	317
圖 12.19	新竹縣大鹿林道邊坡因豪雨造成路基流失 .....	318
圖 12.20	南二高 310K+430 邊坡排水溝因沖蝕溝而破壞 .....	318
圖 12.21	台 1 線坡面沖蝕 .....	319
圖 12.22	台 21 線坡趾無尾溝沖刷造成下邊坡擋土構造物損毀 .....	319
圖 12.23	大鹿林道邊坡地表沖蝕裸露 .....	321
圖 12.24	大鹿林道之沖蝕溝 .....	322

圖 12.25	尖石鄉竹 60-1 上邊坡因缺乏排水溝形成沖蝕溝 .....	322
圖 12.26	向源侵蝕示意圖 .....	323
圖 12.27	力行產業道路下邊坡向源侵蝕破壞情況 .....	324
圖 12.28	力行產業道路向源侵蝕形成回頭彎 .....	326
圖 12.29	力行產業道路沿線河谷地形呈向源頭侵蝕之勢 .....	327
圖 12.30	力行產業道路之上邊坡崩塌與下邊坡向源侵蝕 .....	327
圖 12.31	道路臨河川凹岸之沖刷示意圖 .....	328
圖 12.32	竹 37 線凸岸之土砂堆積與凹岸沖刷造成道路坍方 .....	329
圖 12.33	大鹿林道 2K+700 下邊坡凹岸沖刷 .....	331
圖 12.34	大鹿林道 2K+700 邊坡凹岸沖刷影響深度達數百公尺 .....	331
圖 12.35	尖石鄉竹 60-1 凹岸沖刷造成路基流失 .....	332
圖 12.36	深地下水位邊坡土壤飽和度分布剖面 .....	333
圖 12.37	無限長之邊坡穩定分析 .....	333
圖 12.38	台 21 線塔塔加鞍部大回頭彎之大規模淺層坍滑 .....	336
圖 12.39	大鹿林道下邊坡發生淺層破壞 .....	336
圖 12.40	尖石鄉竹 60-1 上邊坡淺層破壞 .....	337
圖 12.41	深層滑動示意圖 .....	338
圖 12.42	力行產業道路邊坡圓弧滑動 .....	339
圖 12.43	深層滑動分析方式 .....	342
圖 12.44	南二高東山服務區外側泥岩邊坡發生深層滑動 .....	343
圖 12.45	臺北市文山區指南路 3 段(貓空)近圓弧深層滑動 .....	343
圖 12.46	順向坡滑動破壞示意 .....	344
圖 12.47	竹 60-1 線道路下邊坡因凹岸沖刷導致大規模順向坡滑動 .....	347
圖 12.48	民國 86 年林肯大郡順向坡滑動災變 .....	348
圖 12.49	暨南大學聯絡道於 921 後沿硬黏土層之大規模順向坡滑動 .....	348
圖 12.50	九份二山於 921 地震後順向坡滑動場址 .....	349
圖 12.51	德行東路 338 巷土石流災變 .....	350
圖 12.52	各種土石流防治工法之配置範例 .....	352
圖 12.53	力行產業道路集水區於暴雨後形成土石流 .....	353
圖 12.54	力行產業道路 34K+200 道路上邊坡左右側土石流 .....	354
圖 12.55	小林村於莫拉克風災前後之照片 .....	355



圖 12.56	落石破壞示意.....	356
圖 12.57	尖石鄉竹 60-1 扁平石塊掉落.....	358
圖 12.58	力行產業道路岩石楔型破壞造成落石.....	359
圖 12.59	區域治理規劃設計策略.....	371
圖 14.1	研究範圍與流域分布圖.....	385
圖 14.2	道路阻斷潛勢分析流程.....	386
圖 14.3	道路阻斷潛勢分析計算範例示意圖.....	389
圖 14.4	台 7 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	390
圖 14.5	台 8 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	390
圖 14.6	台 14 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	391
圖 14.7	台 18 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	391
圖 14.8	台 20 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	392
圖 14.9	台 21 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	393
圖 14.10	台 24 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	394
圖 14.11	台 27 道路阻斷潛勢分級成果圖.....	395
圖 14.12	公路全面評估執行推動分區路段分布圖.....	397
圖 14.13	台 7 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	408
圖 14.14	台 8 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	408
圖 14.15	台 14 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	409
圖 14.16	台 18 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	409
圖 14.17	台 20 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	410
圖 14.18	台 21 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	411
圖 14.19	台 24 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	412
圖 14.20	台 27 中高潛勢以上路段空間分布成果圖.....	413
圖 A.1	計畫團隊組織.....	430

## 表目錄

表 2.1	台灣公路等級與設計速率 .....	9
表 2.2	公路復建及建設相關文獻彙整表 .....	10
表 2.3	橋梁破壞模式統計 .....	20
表 2.4	各勘查區域主要道路及坡地災害總表 .....	22
表 2.5	公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃定線及施工管理作業考量因子表 .....	36
表 2.6	山區國道公路設施對環境生態景觀之影響與對策 .....	40
表 2.7	二廊坑溪與流籠坑溪治理對策表 .....	44
表 2.8	公路緊急搶通與修復優先順序評估表(範例：路段一).....	54
表 2.9	美國公路服務性質功能分級 .....	61
表 2.10	日本道路種類 .....	65
表 2.11	311 地震東日本公路受災情況 .....	69
表 2.12	國內文獻報告摘要表 .....	71
表 3.1	公路災損復建等級與災損復建之重要性分類表 .....	74
表 3.2	公路系統搶修及復建類型個數統計表 .....	74
表 3.3	「區域重建綱要計畫 <sup>[42]</sup> 」道路設施重建策略表 .....	77
表 4.1	堤岸破壞型態 .....	94
表 4.2	公路系統易致災脆弱點位置說明 .....	99
表 5.1	經濟發展可能的評估指標 .....	114
表 5.2	交通需求可能的評估指標 .....	118
表 5.3	車輛型式及限重指標 .....	122
表 5.4	社會公義可能的評估指標 .....	129
表 5.5	孤島分級說明表 .....	133
表 5.6	符號說明表 .....	134
表 5.7	土石流危險度潛勢因子評分表 .....	144
表 5.8	崩塌規模及植生因子分類標準 .....	144
表 5.9	崩塌地危險度潛勢因子評分表 .....	145

表 5.10	土石流及崩塌地脆弱度評分標準.....	146
表 5.11	各子集水區建物及交通密度統計表.....	147
表 5.12	各子集水區各級脆弱度面積權重一覽表.....	148
表 5.13	各情境累積雨量統計表.....	150
表 6.1	公路復建需求性評分系統之權重分配.....	169
表 7.1	民國 97 年至 101 年案例範圍歷史災情資料表(台 20 線).....	190
表 7.2	民國 97 年至 101 年案例範圍歷史災情資料表(台 27 線).....	194
表 7.3	台 20 線實際案例探討結果.....	200
表 7.4	台 27 線實際案例探討結果.....	201
表 9.1	公路開發需求性評分系統之權重值.....	215
表 9.2	公路開發需求性評分系統之權重分配.....	221
表 10.1	開發路廊案例探討結果.....	242
表 11.1	路段安全性分數之代表意義.....	245
表 11.2	影響交通程度分數之代表意義.....	246
表 11.3	公路各路段安全度評比(範例表).....	247
表 11.4	公路安全度評級標準.....	247
表 11.5	邊坡(含路基)安全度評分表.....	249
表 11.6	邊坡(含路基)安全性子評分表.....	250
表 11.7	隧道安全度評分表.....	251
表 11.8	隧道一般結構安全性子評分表.....	252
表 11.9	橋梁安全度評分表.....	253
表 11.10	橋梁安全性子評分表.....	253
表 11.11	橋梁受地震破壞之可能性.....	254
表 11.12	橋梁受洪泛破壞之可能性.....	255
表 11.13	橋梁承载力不足導致破壞之可能性.....	256
表 11.14	現勘出發前所蒐集之相關資訊.....	285
表 11.15	台 20 線現勘路段之元件安全度總表.....	286
表 11.16	邊坡(含路基)安全度評分表.....	288
表 11.17	邊坡(含路基)子評分表-路段安全性.....	288
表 11.18	橋梁 FMEA 評分表.....	289
表 11.19	橋梁路段安全性評分表.....	289

表 11.20	橋梁受地震破壞之可能性 .....	290
表 11.21	橋梁受洪泛破壞之可能性 .....	291
表 11.22	橋梁承载力不足導致破壞之可能性 .....	292
表 11.23	塔拉拉魯芙隧道 FMEA 評分表 .....	293
表 11.24	塔拉拉魯芙隧道一般結構子評分表-路段安全性 .....	294
表 11.25	台 27 線現勘路段之元件安全度總表 .....	295
表 12.1	各種邊坡破壞類型受降雨之影響 .....	312
表 12.2	因漫地流造成路基流失相關之養護檢查項目 .....	315
表 12.3	與地表沖蝕相關之養護檢查項目 .....	320
表 12.4	與向源侵蝕相關之養護檢查項目 .....	325
表 12.5	與凹岸沖刷相關之養護檢查項目 .....	330
表 12.6	與淺層滑動相關之養護檢查項目 .....	335
表 12.7	與深層滑動相關之養護檢查項目 .....	339
表 12.8	與順向坡滑動相關之養護檢查項目 .....	345
表 12.9	與土石流相關之養護檢查項目 .....	351
表 12.10	與落石破壞相關之養護檢查項目 .....	357
表 12.11	明隧道破壞之防治策略 .....	366
表 13.1	本計畫蒐集之既有公路相關規範 .....	372
表 13.2	公路排水設計規範修訂建議 1 .....	373
表 13.3	公路排水設計規範修訂建議 2 .....	374
表 13.4	公路排水設計規範修訂建議 3 .....	375
表 13.5	公路排水設計規範修訂建議 4 .....	376
表 13.6	公路排水設計規範修訂建議 5 .....	377
表 13.7	公路排水設計規範修訂建議 6 .....	378
表 13.8	公路橋梁設計規範修訂建議 1 .....	379
表 13.9	公路橋梁設計規範修訂建議 2 .....	380
表 13.10	公路橋梁設計規範修訂建議 3 .....	381
表 14.1	道路阻斷潛勢分級原則 .....	389
表 14.2	分區路段之潛勢中高以上路段里程數結果 .....	402
表 15.1	公路復建需求性評分系統之權重分配 .....	416
表 15.2	公路開發需求性評分系統之權重分配 .....	417

表 A.1	計畫主持人學經歷簡介 .....	432
表 A.2	協同主持人學經歷簡介 .....	433
表 A.3	協同主持人學經歷簡介 .....	434
表 A.4	協同主持人學經歷簡介 .....	435
表 A.5	協同主持人經歷簡介 .....	436
表 A.6	本計畫參與工作人員學經歷 .....	439
表 F.1	第一場座談會座談會簽到表(1/3).....	523
表 F.2	第一場座談會座談會簽到表(2/3).....	524
表 F.3	第一場座談會座談會簽到表(3/3).....	525
表 G.1	第二場座談會座談會簽到表(1/4).....	529
表 G.2	第二場座談會座談會簽到表(2/4).....	530
表 G.3	第二場座談會座談會簽到表(3/4).....	531
表 G.4	第二場座談會座談會簽到表(4/4).....	532
表 H.1	第三場座談會座談會簽到表(1/4).....	537
表 H.2	第三場座談會座談會簽到表(2/4).....	538
表 H.3	第三場座談會座談會簽到表(3/4).....	539
表 H.4	第三場座談會座談會簽到表(4/4).....	540
表 I.1	第四場座談會座談會簽到表(1/4) .....	543
表 I.2	第四場座談會座談會簽到表(2/4) .....	544
表 I.3	第四場座談會座談會簽到表(3/4) .....	545
表 I.4	第四場座談會座談會簽到表(4/4) .....	546
表 J.1	第五場座談會座談會簽到表(1/4).....	550
表 J.2	第五場座談會座談會簽到表(2/4).....	551
表 J.3	第五場座談會座談會簽到表(3/4).....	552
表 J.4	第五場座談會座談會簽到表(4/4).....	553



# 第一章 前言

## 1.1 計畫緣起與目的

台灣位於西太平洋颱風及環太平洋地震帶，颱風、地震等天然災害相當頻繁，且隨著社會之進步及工業生產和商業活動的不斷增加，交通事業日益發展，公路交通在國民經濟活動中的作用和地位也愈來愈為人所重視。然而儘管現代科技不斷開發與進步，對於天然災害仍無法有效掌握，一旦遭受天然災害之侵襲，對生命財產將造成重大威脅，加以現今遭受氣候變遷(極端異常天氣)影響下，舊有結構物無法達到其設計的功能及其使用年限，經常發生交通公路中斷等災害，使得政府在減災及救災上極為困難。近幾年來，國內陸續發生數起因氣候變遷影響產生之重大天然災害，如莫拉克颱風之八八風災、梅姬颱風之蘇花公路災害、山地土石流災害等，每每皆造成重大損失，所以未來如何保障人民生命安全，強化整體公路設施，實為現階段之重要任務。

有鑑於氣候變遷導致災害之頻率及損害日趨嚴重，行政院經建會<sup>[1]</sup>2010年研提我國「氣候變遷調適政策綱領<sup>[2]</sup>」與「國家調適計畫<sup>[3][4]</sup>」，按照管理階級的不同，分為政策綱領、行動方案與行動計畫三個層級。本研究案即為「國家氣候變遷調適行動方案(2012-2017)-維生基礎設施領域」項下之行動計畫。為配合國土開發與保育計畫，擬定維生基礎設施分等級之開發與復建原則，公路總局乃辦理「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」之邀標，以委託進行該項研究。另依環境氣候變化、設施老化脆弱程度、公路使用需求、地方產業發展等，分析評估公路設施整建成本、經濟效益、設施損害風險損失(社會成本)與社會公義等各層面需要性，建立一套公路復建及開發需求性評分系統，輔助策者決策時使用，以獲得最初復建及開發之需求程度與準則。

## 1.2 計畫定位與用途

本計畫為改善受天然災害影響災損之維生基礎設施領域的網完整，運輸之安全與暢通，維護往來遊客及地方居民行車安全，並有助於地方產業之運輸需求，促進地方之觀光與經濟發展，提昇民眾對交通設施服務信賴與滿意度。針對省道公路系統進行「公路分等級復建之評估及建設準則」以及「公路分等級開發之評估及建設準則」之探討與分析，期災後能輔助決策者獲得明確之公路復建或開發的建議。並提出具體公路設施整建策略及相關配套措施，以及未來全台公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式。計畫內容除了探討台灣地區遭受自然災害後，相關之聯外公路，除公路本身沿線受災環境狀況外，另針對因應氣候變遷對於所聯絡之環境敏感區域(如：莫拉克風災後，台 21 線對於高雄市那瑪夏區)之整體發展以及其對外聯外之交通路網等，探討評估公路復建之等級。另延伸因應在氣候變遷下公路開發之等級及準則。

本計畫最終目標係以全國省道為主，現階段先做一先期研究，針對重點地區進行分析，再階段性推展至全國，非一次將全國公路在一年內評估完成。

### 1.3 工作項目與研究流程

本委託服務工作分為四階段，各階段工作項目如下條列所述：

1. 第一階段工作項目：於契約簽訂（民國 101 年 1 月 19 日）生效後 30 日內提送期初報告。
  - (1) 研究計畫定位、目的、用途等。
  - (2) 用人計畫，該用人計畫應與參加評選所提服務建議書所列之計畫主持人、各項專業分工之主管或專業技師、各類顧問人員之名單及工作時間相符。但經訂約雙方在同等條件原則下協議變更者得調整之，該同等條件認定應以學經歷、證照、及人月數條件為綜合考量。
  - (3) 蒐集國內外對於公路分級、建設及復建相關資料，並摘要說明本局及各部會所屬單位過去對於公路系統之相關研究計畫，彙整各資料與本計畫相關之數據成果。除相關研究計畫成果外，亦考量歷年來公路系統相關規範。
  - (4) 現行公路復建評估準則檢討(例如莫拉克風災分級復建方法)。
  - (5) 氣候變遷下公路設施老化脆弱度、衝擊度及風險評估方法(分析方法可參考國科會國家科技防災中心(NCDR)相關研究成果，再依公路系統需求加以修正)。
  - (6) 後續期中及期末工作規劃架構及方向，並明訂各工作項目預計執行及完成日期。
2. 第二階段工作項目：(於期初報告經甲方審定後 150 天內，提送期中報告)



- (1) 提出公路設施老化脆弱度、衝擊度評估準則及風險評估機制，包括：
    - A. 不同公路設施之脆弱度、衝擊度評估準則。
    - B. 依脆弱度、衝擊度資料建立風險評估機制。
  - (2) 提出因應氣候變遷未來公路分等級開發及復建之評估準則(可延續莫拉克災後復建以來公路系統分級辦理之方向，並納入自莫拉克風災以來歷次災害之公路復建經驗)。
  - (3) 於提送期中報告前，應至少舉辦 5 場之區域座談會，建議可分為台中以北、台中以南及東部地區辦理，並邀集公路總局所屬工程處及相關縣市政府單位，針對公路在實際整建過程及現階段極劇氣候變遷下所遭遇問題等議題進行探討，納入本計畫在準則擬定之參考依據。
3. 第三階段工作項目：（於期中報告經甲方審定後 150 天內，提送期末報告）
- (1) 提出具體公路設施整建策略及相關配套措施研擬。
    - A. 依環境氣候變化、設施老化脆弱程度、公路使用需求、地方產業發展等，分析評估公路設施整建成本、經濟效益、設施損害風險損失(社會成本)與社會公義等各層面之需要性。
    - B. 建立公路設施整建策略及現有公路規範修訂建議。
  - (2) 針對未來全台公路全面評估執行推動方式，如分區域分期辦理。
  - (3) 綜合上述工作成果，選取台灣地區一條公路，並經甲方同意後進行準則案例實際探討（含補強評估）。
  - (4) 提出研究結論與建議。

4. 第四階段工作項目：（於期末報告經甲方審定後 30 天內，提送期末報告定稿本）

- (1) 製作期末報告定稿本及簡報資料，並建成電子資料提交公路總局。
- (2) 依據期末報告定稿本，建立公路設施整建策略報告書及簡報資料，並以電子資料提交公路總局，以做為公路養護管理之使用。

本計畫之研究內容主要可分為三個階段，報告書的第一至第四章內容，主要探討第一階段(期初)的工作內容；第五至第十一章則為第二階段(期中)的工作內容；第十二至十四章則探討第三階段(期末)的工作內容。研究流程如圖 1.1 所示。

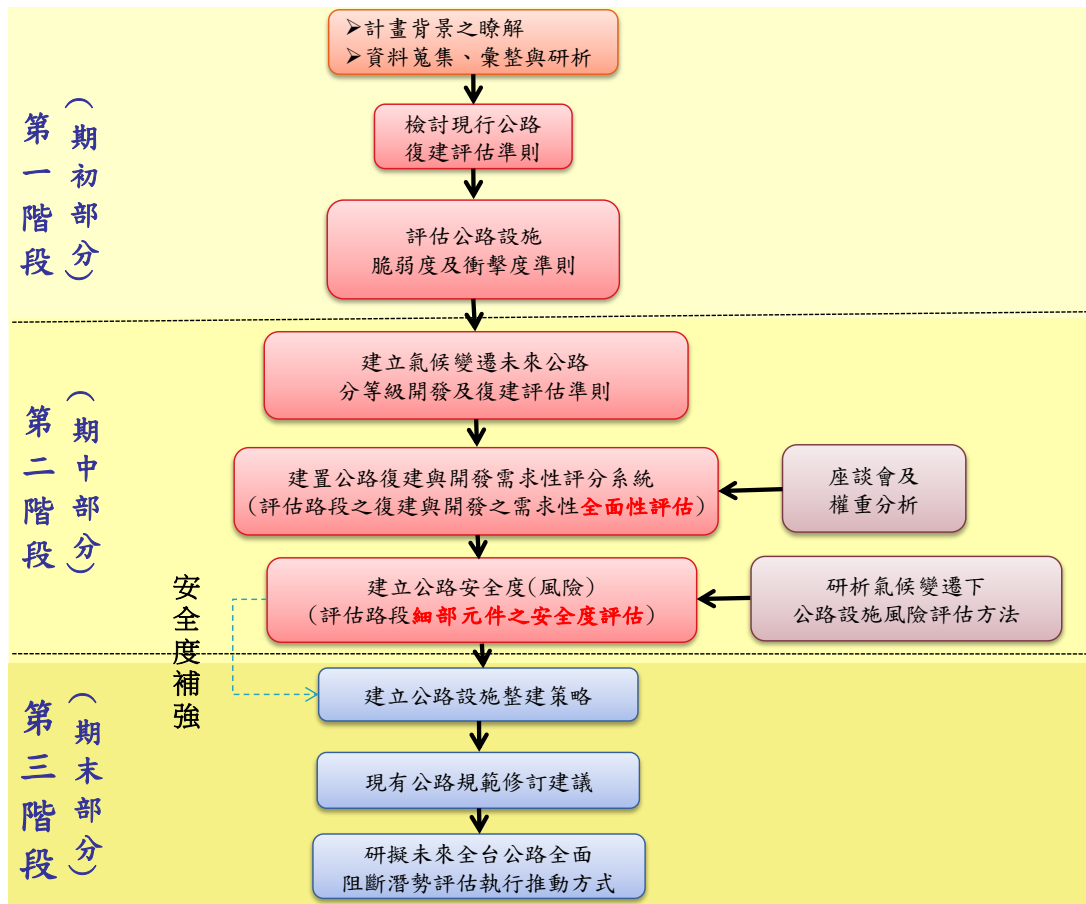


圖 1.1 本計畫工作流程圖

## 1.4 計畫工作期程

本計畫期程係自簽約日（民國 101 年 1 月 19 日）起 360 日曆天，不含機關審查時間。本計畫將由研究團隊依照計畫時程及合約工作項目內容分組進行(附錄 A 為用人計畫說明)，同時按照工作流程完成各項作業，其執行期間之工作進度如圖 1.2 所示。

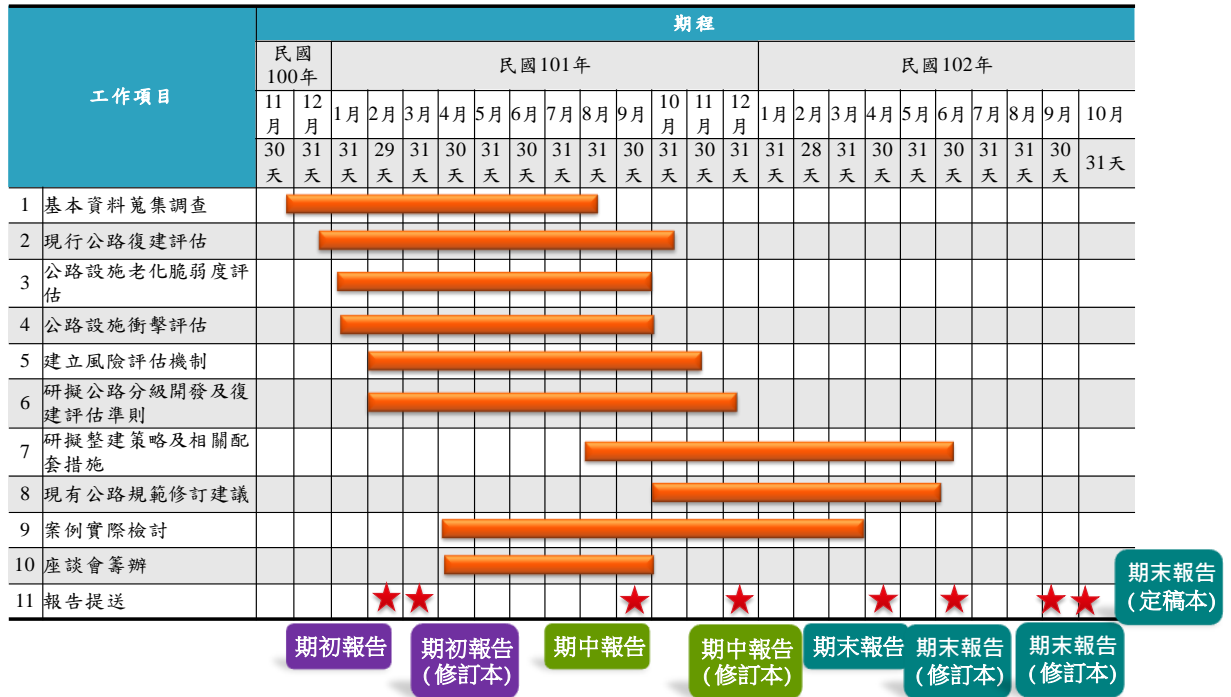


圖 1.2 工作執行進度

## 第二章 資料蒐集與研析

### 2.1 國內公路分級、復建及建設相關資料彙整

#### 2.1.1 國內現行公路分級

根據公路路線設計規範<sup>[5]</sup>(交通部, 2011)指出, 台灣目前現行之公路等級制度共分為六級(見表 2.1)。依行政系統、交通功能、地域特性與最低設計速率等分類原則判定其等級。其中行政系統分類, 包含: 國道、省道、縣道、鄉道及專用公路等五類。

公路依交通功能分為下列五類, 其易行性依序遞減, 可及性依序遞增。

##### 1. 高速公路

- (1) 為公路之最高型式, 屬於完全出入管制之公路, 除起迄點外, 出入口均設有交流道。
- (2) 為雙向分隔行車與單方向為雙車道以上之公路。

##### 2. 快速公路

- (1) 為公路之次高級型式, 屬於完全或部分出入管制之公路, 出入口原則應設交流道; 但必要時, 其與主、次要公(道)路相交之出入口可為號誌管制路口。
- (2) 為雙向分隔行車與單方向為雙車道以上之公路。

### 3. 主要公路

- (1) 以服務通過性交通為主之公路，或為連接區域內中心商業區與周圍住宅區、市郊中心區與市內主要社區間之交通幹線。得設有行人與機、慢車使用之交通設施。
- (2) 為部分或無出入管制之公路。
- (3) 為雙向雙車道以上之公路。

### 4. 次要公路

- (1) 為連接主要公路系統間之公路，具有汽車、慢機車與行人混合之多種交通服務功能。
- (2) 為無出入管制；必要時得部分出入管制之公路。
- (3) 為雙向雙車道以上之公路。

### 5. 地區公路

- (1) 為提供地區性出入連接次要公路之公路，具有汽車、慢機車與行人混合之多種交通服務功能。
- (2) 為無出入管制之公路。
- (3) 為雙向雙車道或可供雙向行車之單車道公路。

公路若依所經地域之地形，則可分為平原區(地形平坦)、丘陵區(地形起伏)與山嶺區(地形複雜)。所經地域之發展程度，則分為市區與鄉區，如下所述。

## 1. 市區

都市計畫區以內；或直轄市及行政區以內；及其他經中央主管機關核定人口集居之地區。

## 2. 鄉區

市區以外之地區。

表 2.1 台灣公路等級與設計速率

公路等級	地域特性分類		最低設計速率 $V_d$ (公里/小時)	交通功能分類	行政系統分類
一級路	鄉區	平原區	120	高速公路	國道 省道
		丘陵區	100		
		山嶺區	80		
	市區	80			
二級路	鄉區	平原區	100	高速公路 快速公路	國道 省道 縣道
		丘陵區	80		
		山嶺區	60		
	市區	60			
三級路	鄉區	平原區	80	快速公路 主要公路	國道 省道 縣道
		丘陵區	60		
		山嶺區	50		
	市區	60			
四級路	鄉區	平原區	60	主要公路 次要公路	省道 縣道 鄉道
		丘陵區	50		
		山嶺區	40		
	市區	50			
五級路	鄉區	平原區	50	主要公路 次要公路	省道 縣道 鄉道 專用公路(註二)
		丘陵區	40		
		山嶺區	30(註一)		
	市區	40			
六級路	鄉區	平原區	40	地區公路	縣道 鄉道 專用公路(註二)
		丘陵區	30		
		山嶺區	20		

註一：按 30 公里/小時設計將對環境造成劇烈衝擊或經費劇增時，其最低設計速率得採用 20 公里/小時。

註二：專用公路之等級，由興建機構視需要擬定，並報請主管機關核定。

資料來源：公路路線設計規範<sup>[5]</sup>，2011。

## 2.1.2 國內公路復建及建設相關資料彙整

公路復建及建設方面，本研究彙整近期國內相關重要文獻資料(表 2.2 所示)，各計畫或論文之重要內容摘述與彙整如后文所述。

表 2.2 公路復建及建設相關文獻彙整表

編號	計畫名稱	主管機關	委託單位	計畫主持人
1	交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究 <sup>[6]</sup> (2011)	交通部 運輸研究所	成大研究 發展基金會	陳景文
2	八八水災災害調查成果與復建工程建議 <sup>[7]</sup> (2010)	中興集團	中興集團	周南山 (召集人)
3	山區道路坡地災害防治技術整合研究 <sup>[8]</sup> (2010)	交通部 運輸研究所	逢甲大學	蘇人輝
4	莫拉克颱風災後基礎建設重建方案 <sup>[9]</sup> (2009)	交通部 等 6 部會	交通部 等 6 部會	交通部 等 6 部會
5	公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃評估研究 <sup>[10]</sup> (2009)	交通部 公路總局	台灣世曦 工程顧問公司	孟曉蘭
6	台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究 <sup>[11]</sup> (2008)	交通部國道 新建工程局	堅尼士 工程顧問公司	周南山
7	台 21 線等公路橋梁歷年颱洪土石流沖刷災害復建資料編纂 <sup>[12]</sup> (2006)	交通部 公路總局	國立 中興大學	林呈
8	坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究 <sup>[13]</sup> (2006)	交通部 運輸研究所	國立台灣 科技大學	廖洪鈞
9	運輸設施快速建造與修復技術之研究－公路設施快速重建及修復技術之研究 <sup>[14]</sup> (2006)	交通部 運輸研究所	昭凌工程顧問 公司、臺灣營建 研究院	張嘉峰
10	大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究 <sup>[15]</sup> (2005)	交通部 科技顧問室	臺灣 營建研究院	林主潔
11	台灣地區山區道路規劃設計參考手冊 <sup>[16]</sup> (2005)	行政院公共 工程委員會	堅尼士 工程顧問公司	周南山

### 文獻 1. 「交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究」<sup>[6]</sup>

過去相關單位在設計山區跨河道路及橋梁時，僅考量溪流洪水的水位及流速，並未充分考量洪水現象差異頗大之土石流衝擊效應。在路堤、橋墩結構型式及材料選用方面，對於如何強化結構設計及選用加勁材料等橋梁主體改善對策則並未深入探討。「交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對



策研究<sup>[6]</sup>」報告中，透過數值模擬分析工具，深入了解道路及橋梁橋墩受土石流衝擊破壞成因及規模程度，並檢討現有設計準則，進而提出未來強化結構設計及加勁材料選用等改善對策。貼切本計畫之「提出具體公路設施整建策略及相關配套措施研擬」工作項目，其相關研究成果，如下說明。

橋梁及橋墩受土石流撞擊之防治工法，可區分為硬性工法和軟性工法兩大類，如下所述。

### (1) 硬性方法

即一般各型攔砂結構物，以直接攔阻抑制或減輕土石流之危害，工法形式可區分如下：

#### A. 抑制工

抑制工法主要用在溪谷之上游處，以防止溪床及側岸沖蝕，阻止土石流獲得土石材料之補充為主。此類工法包含：(a)固床工、(b)潛壩、(c)連續壩、(d)山腹工。

#### B. 攔阻工法

攔阻工法主要用在溪谷之中上游，當土石流在上游獲得充分之土石材料後，其土石濃度近乎飽和，因此對溪床沖刷能力也相對降低，然而動量仍相當大，且先端之巨礫與流木破壞力仍強，因此以直接攔阻為原則。此類工法包括封閉式攔砂壩及開放式攔砂壩。封閉式攔砂壩為完全攔阻之功能，期能穩定河床防止縱向侵蝕，保護側岸，如：蛇籠、重力式攔砂壩等；而開放式攔砂壩為部份攔阻之功能，除減緩土石流速外，亦可讓土水分離，進而及早讓土石流停止流動。由於土砂和水可自由穿過壩體，可減少

對壩址下游河床局部之沖刷。常見開放式之攔砂壩如：框格式、梳子型、橫樑式攔砂壩與透水柵等。

#### C. 淤積工法

淤積工法主要是局部加大溪床之寬度或局部減緩溪床之坡度，使土石流在事先規劃妥當之沈砂池內產生淤積再予以清除。

#### D. 疏導工法

疏導工法主要用於河床或槽溝之中、下游段或扇狀地上，以渠道或導流堤等誘使土石流沿一安全之路線流動。

#### E. 緩衝林帶

森林之樹木被土石衝倒時可自然形成攔阻及分流效應，降低土石流集體衝擊之力道，故以樹林帶為緩衝區，避免土石流直接侵襲。此工法主要應用於土石流扇狀地上。

### (2) 軟體方法

針對土石流之流動性質、發生機制、堆積範圍、流出土砂量，配合當地溪流調查所得之地形因子、地質資料、氣候條件與地圖判釋，求得土石流可能形成時之雨量強度，作為預測並建立基礎警戒避難體制，包括避難場所及路線安排、宣導教育、維護管理與緊急災害處理單位的成立或適當之土地利用計畫。

山區道路邊坡災害發生後常因各項主、客觀因素之影響無法迅速加以完善處理。然而山區道路交通為當地民眾生活之所繫亦悠關使用民眾之安全，因此當道路邊坡災害發生後，在確定整治方案之前，應執行緊急搶修或長期整治以維持當地基本交通與安全需求。山區道路邊坡災害之相關整治工法，如下所述：

### (1) 隧道工程

於台 8 線 36 公里處之谷關隧道(圖 2.1)即為最好之案例，當道路經過一順向坡崩塌地時，亦可以隧道工程之方式避開潛在的危險區域，並可於隧道上方以噴凝土之方式穩定其邊坡。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.1 台 8 線 36 公里處谷關隧道**

### (2) 明隧道

於台 8 線之明隧道(如圖 2.2 所示)即為最好之案例，當道路須經過於大型崩塌地之危險區域，以明隧道之方式除可方便道路直接穿越危險區域，亦可避免因崩塌而造成往後道路中斷之問題。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.2 台 8 線明隧道**

### (3) 防落石網

於隧道之前後經常有小規模之落石，亦可於邊坡設置平面或立式防落石網(如圖 2.3 所示)，可將落石擋住或使其沿防落網掉至坡底，以保護用路人之安全。若於逆向陡坡處因常有落石掉落之現象，可設置如漁網狀之防落石網，使其落石不會掉落至公路上。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.3 設置於風化邊坡之防落石網**



#### (4) 臨時擋土排樁

下邊坡路基流失或因擋土牆損毀所造成之路基陷落，均可以打設臨時擋土排樁之方式予以搶修。排樁之種類一般多使用鋼軌樁、H型鋼樁或鋼板樁(如圖 2.4 所示)。於道路外側界線打設排樁，打設貫入深度應至少為設計擋土深度之 1.3~1.5 倍或至少入岩 3m。若為鋼軌樁或 H 型鋼樁，則其樁間距一般約為 0.25~0.50m。樁與樁之間可鋪設鋼板或木板以增加圍束土壤之功能。使用排樁除具有側向保護作用外，亦可避免路基於暴雨或洪水再次侵襲時流失。



照片來源：朝陽科大 林基源 教授拍攝。

圖 2.4 台 8 線之鋼板排樁

#### (5) 水工構造物

於台 8 線之松鶴一溪土石流潛勢溪流，因受大規模土石流之影響，於該流域設置多道擋土構造物，並利用現有之構造物做為道路來使用(如圖 2.5 所示)。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.5 台 8 線之松鶴一溪之排水涵管**

(6) 明挖覆蓋隧道(原文指假隧道)

於苗栗縣 140 之火炎山隧道(如圖 2.6)即為最好之案例，當公路需經過大規模之土石流沖積扇時，以可採用此工法，讓土石經由隧道上方通過，以達到人車之安全。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.6 苗栗縣 140 火炎山隧道**

### (7) 臨時路基基礎

豪雨引致之流動型破壞，其坍落土石含水量極高，亦不利直接清除，增加道路修復之困難度與危險性。此種狀況之搶修應以先撐後移之方式進行，視道路工作範圍之大小，將現場坍落土石填入貨櫃或土石籠(如圖 2.7)，於坡趾處構築臨時簡易重力式垛牆，此時路面之土石即可安全且迅速的加以清除，在安全之前提下，恢復部份交通功能。



照片來源：朝陽科大 林基源 教授拍攝。

**圖 2.7 臨時貨櫃穩定坡趾**

### (8) 格框柵欄

以現地石材為主，將其填入格框柵欄後方，以作為邊坡穩定之工法，其施工快速且材料來源方便(圖 2.8 所示)。





照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.8 格框柵欄**

### (9) 噴凝土

噴凝土摻加鋼纖維施工，利用鋼纖維之高抗拉特性可大幅提昇噴凝土襯砌層材料之抗彎強度及抗壓強度。其施工效率快速施工安全，並可視需要採用乾式或濕式工法施工(如圖 2.9 所示)。



照片來源：成功大學 陳景文 教授拍攝。

**圖 2.9 噴凝土工法用於道路邊坡**

### (10) 地工格框(或蜂巢格網)

地工合成材料製作之地工防沖蝕網墊及地工格框，利用植物之表面阻滯及根系之握持力，達到防護之目的。將防沖蝕網墊以錨釘固定，鋪設於邊坡坡面之上並配合噴植工法，可防止坡面草籽和客土因雨水而大量流失，增進植生之著根性，其適用範圍包括礫石或高度風化岩石之坡面、表層不穩定之坡面、需鋪網以利藤類植物攀緣生長之岩石或水泥噴漿坡面、邊坡陡峭表土淺薄之岩石坡面，以及環境因素不利植草之初期成長或坡面易受沖刷之邊坡(如圖 2.10 所示)。



照片來源：周南山 教授拍攝。

**圖 2.10 地工格框進行邊坡坡面防護**

## 文獻 2. 「八八水災災害調查成果與復建工程建議」<sup>[7]</sup>

本報告書中，提及「橋梁」與「坡地及山區道路」之災害成因及分析，內容如下所述：

### (1) 橋梁災害成因與分析

莫拉克風災導致 100 多座橋梁毀損，其成因與降雨量直接相關。而山崩、土石流、堰塞湖、潰壩現象則為災情擴大之主因。茲就橋梁致災原因概分上、中、下游檢討，並整理如表 2.3。

表 2.3 橋梁破壞模式統計

破壞原因 橋梁位置	路基 坍方	河床 淤積	土石 流衝擊	出水高 度不足	夾帶 物衝擊	局部 沖刷	河床 下降
上游	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★	★	★
中游	★	★★	★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★
下游	-	-	-	★★	★	★★★★	★★★★

註：★號表影響程度

上游橋梁受災多與土石流相關，或為土石流直接掩埋，如台 21 線利稻橋、勤和村少年溪吊橋。或因出水高不足為土石流所推移破壞，如台 21 線建山一橋。嘉 9 線巴沙娜大橋雖未發生移位，其上部結構預鑄預力 I 型梁遭土石流中之大塊石撞擊腹板以致嚴重損毀。台 27 線新發大橋則因橋址位於支流匯入口致遭土石流之大型塊石衝擊，以致橋墩折斷。

中、上游橋梁受災多因：(1)河床堆積導致出水高不足；(2)高流速（堰塞湖潰決有關）所造成之基礎沖刷或(3)洪水夾帶之漂流物（下層為卵塊石、上層為漂流木）攻擊橋墩、橋梁所造成，如楠梓仙溪橋、四德橋、甲仙便橋等。河川下層夾帶物以沿河床底部滾動之卵石為主，對橋墩及基礎常造成局部性之破損或磨損。上層夾帶物以漂流木為主，

除造成橋墩局部破損外，當出水高不足，漂流木直接攻擊上部結構時，對腹版較薄（20公分）之預鑄預力I型梁會造成較大之破損。

中、下游橋梁則大多與河床下降、與河爭地、道路高程過低及基礎沖刷有關，如雙園大橋。目前尚未觀察到直接證據顯示中、下游橋梁因流水壓力及漂流木之推力而倒塌（上游因堰塞湖潰決及河道束縮造成之高速水流例外），洪水夾帶之流木及卵石通常只造成結構物局部破損。部分橋梁毀損可能與橋墩-基礎間之施工縫有關。

## (2) 坡地及山區道路災害成因與分析

針對陳有蘭河流域、南化水庫集水區、旗山河流域、荖濃河流域、隘寮河流域及台東地區各流域下游兩岸區域現勘結果，歸納各種災害之受災機制(如表2.4所示)。其中山區道路破壞主要分為上邊坡破壞、下邊坡破壞與河道沖刷路基流失等三大類，初步分析致災原因如下：

- A. 降雨量太大，造成道路上邊坡與下邊坡產生嚴重崩塌（主要類型為岩屑崩滑）。其中道路下邊坡破壞所造成之路基流失，更為中斷道路之主因，亦致使後續之救災困難。
- B. 河川上游集水區崩塌嚴重，大量土石隨洪水運移至主河道及其支流，造成河道嚴重淤高。加上洪水挾砂量太大，及漂流木太多，致使洪水破壞力加大。或對岸山坡崩落，或有大量土石之支流與主流交會處造成河道淤積，致改變河道流路，直接沖刷兩岸堤防及沿岸之道路基礎。



表 2.4 各勘查區域主要道路及坡地災害總表

破壞模式	陳有蘭 溪流域	南化水庫 集水區	旗山 溪流域	荖濃 溪流域	隘寮 溪流域	台東 地區	合計
下邊坡 基礎流失	3	4	5	18	2	3	35
上邊坡破壞	3	6	2	19	10	0	40
土石流	5	15	0	7	0	6	33
河道沖刷住戶	2	0	0	0	0	3	5
河道沖刷路基	7	0	0	6	0	8	21
重大崩塌	2	0	1	6	0	4	13
其他（堰塞湖 或淹水等）	2	4	0	0	0	0	6
總計	24	29	8	56	12	24	153

針對坡地災害部分，歸納各種受災機制主要分為土石流、重大崩塌與河道沖刷保全住戶等三大類，分析致災原因如下：

- A. 降雨量太大，造成大面積或多處崩塌並誘發土石流，大量土石沿坡面而下，直接造成保全對象之嚴重災害。
- B. 部分保全聚落居住之河岸台階地，本身即位於河岸攻擊側，或因為河道淤高致使台階地直接受挾砂量大之洪水淘刷，造成部分住戶房屋毀損或人員傷亡。
- C. 由於九二一集集大地震強度高達芮氏規模 7.3。依據牛頓出版社 1999 年 11 月 5 日初版之「地震大怪獸<sup>[17]</sup>」乙書所述，九二一地震所釋放出來的能量約相當於 38 顆原子彈在地底一公里深處爆炸所產生的威力，又據該書敘述，至該年 10 月 9 日為止，根據學者專家的統計，全台灣共有 1,807 處的崩塌點，其中塌陷面積超過 100 公頃的就有五處之多，約共有 7,000 多公頃的山頭崩落。2001 年 8 月 19 日（桃芝颱風災害後）自由時報第 13 頁有一篇苗栗縣泰安鄉鄉長黃

津之投書<sup>[18]</sup>，敘述「我有一位表哥告訴我『遠看台灣的高山，狀似青蔥鬱茂，但是這幾年打獵的經驗中，發現森林中處處裂縫，甚至連綿數公里長』」，這些大範圍的山地崩坍、崩坍後土石的流動及莫拉克颱風豪雨灌入山頂及山坡裂縫產生大滑動面，由高山而下的大面積崩坍之土石流。

- D. 部分河階台地之保全住戶係位於土石流潛勢溪流或高崩塌潛勢邊坡之對岸，受對岸崩塌或土石流所產生之大量土石直接衝擊，造成保全住戶受災。

前文獻主要係探討八八水災之「災害狀況」、「致災原因」與「破壞模式分析」。後面文獻則針對「坡地及山區道路」與「橋梁工程」之復建工程建議作說明。

#### (1) 坡地及山區道路

依據勘查結果得知，坡地及山區道路災害之預防及治理可分類成四大項，依序為：野溪整治與土石流防治、崩塌地處理、道路水土保持、坡地水土保持。針對各項災害發生之機制，宜分別研訂以防砂壩、潛壩、梳子壩、固床工、護岸、打樁編柵、掛網噴植、加勁擋土牆、蝕溝控制、橋梁及道路水土保持治理工程俾便實施整治，並依工程效果及經費籌措排列優先順序。其因應策略可分短期應急策略與長期治理策略兩部分，分別說明如下：

##### A. 短期應急策略

- (A) 設置臨時疏導設施（指示標誌、臨時土堤、臨時滯洪池、導水路、清淤）。

- (B) 監測降雨、流量，重新核對疏散、避難路線及避難中心。

## B. 長期治理策略

- (A) 上策為開發規劃時應儘可能避免干擾邊坡，如土石流與順向坡均應優先考慮迴避，如無法迴避時需採用破壞最小，施工中及完工後能兼顧安全、經濟、生態及景觀的工法。
- (B) 邊坡保護標準提高檢討。
- (C) 防洪與保育山林土地使用結合。
- (D) 土石流預警系統規劃建置。
- (E) 建置完整之邊坡管理系統，結合 GIS 系統，利用相關地質、水系、路網、崩塌地、危險溪流等圖層與現勘點位工程資料分級之相互套疊與交叉分析，建立區域性之道路風險圖與危險分級制度。
- (F) 疏散、避難計畫重新核對與加強推動。

研擬山區道路規劃設計改進方案包括有：

- A. 設計時須考慮可能之各種破壞模式。
- B. 上邊坡應加強導水排水處理，設置容量足夠之消能沉砂設施。增加路面橫向截水、路邊排水及路基邊坡保護，水流方向則應考量道路縱橫向斜率之向量和。
- C. 道路定線時須預留空間，以避免下邊坡遭河流或淹水淘刷路基，位居河流凹岸攻擊坡更應留意(因蘇花公路每一、二十



年屢有大坍滑，如清水隧道自民國五十年代、七十年代，今通行者已是第三代隧道，而東澳-南澳間之烏石鼻路段於民國七十幾年自山頂全部滑坍入海中，原路線全段廢棄，路線改向內陸之新澳隧道，故今日之蘇花改公路可以暫不改該善路段。而民國 101 年 9 月 17 日聯合報<sup>[19]</sup>A8 版登載有 2010 年梅姬颱風來襲，蘇花公路 116k 路段發生大陸旅行團遊覽車落入海中之地點，懷疑崩塌面積擴大，影響東澳嶺之空軍防空雷達站之安全)。

- D. 應考量上邊坡沖蝕，下邊坡路基淘刷，上下夾攻會造成道路完全中斷。
- E. 下邊坡路基以擋土牆設計時，應考慮以深基礎穩定，避免淘刷。
- F. 土石流嚴重區域，應考慮採隧道、明隧道、假隧道或橋梁通過。
- G. 不與河爭地。(苗栗前泰安鄉鄉長黃津的投書<sup>[18]</sup>上寫著『泰雅族的祖先一代傳一代地對子孫說「孩子呀，千萬要記得水走過的，水必定再來。」』)

## (2) 橋梁工程

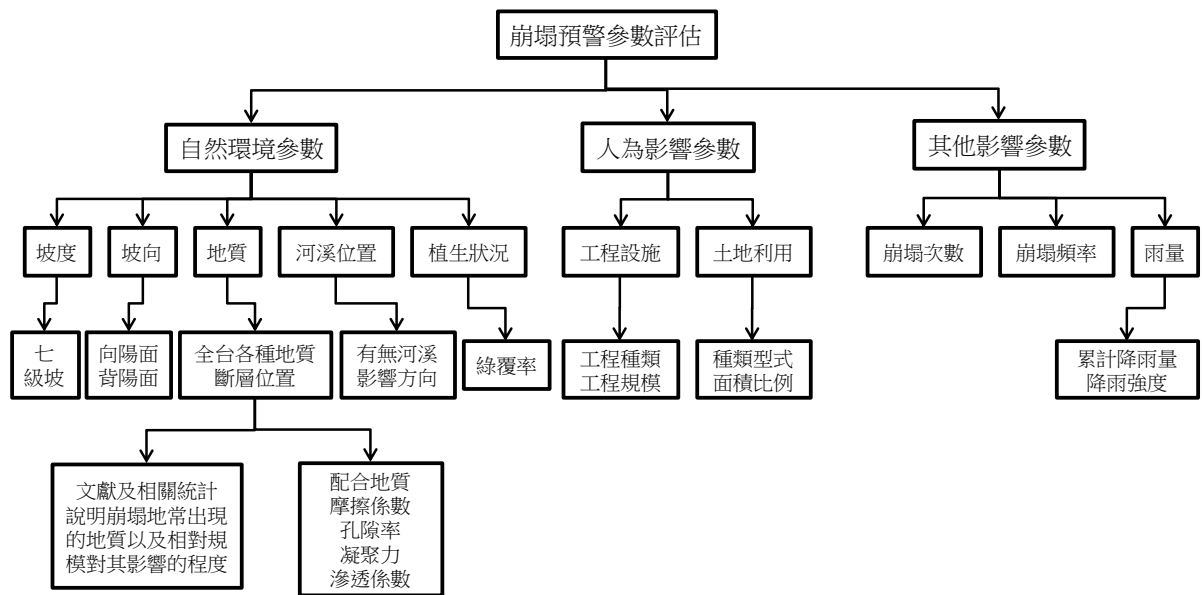
- A. 橋梁及道路之復建工程必須配合國土保育之上位計畫，訂定優先順序及預定時程，並避開環境敏感地區。橋梁及道路應依損害類別及未來之損害作用潛勢，擬定在土石流、水害、崩塌地作用下之復建對策。

- B. 復建地址及附近區（河系上、下游及感潮地帶）之地質、水文、水理、沖刷、淤積、河道變遷、土石流潛勢區、堰塞湖等可能形成之地點與規模等基礎資料應儘量蒐集與調查。
- C. 橋梁復建之位址、型式、長度、跨度、方向、高度、基礎之選擇以抗衝擊作用為重點，考慮流水壓力及衝擊力、防撞、阻水斷面不足所受的推力、土石流作用力等。對於安全有疑慮之橋梁，可裝設簡易監測設備，作安全預警。
- D. 上游河道及集水區內仍積存大量不穩定土石，短期內河床變異大。重要橋梁復建應考慮其影響，次要橋梁可考慮以臨時便橋替代，俟河床相對穩定後再予復建。
- E. 中、下游橋梁復建對河床下切及沖刷作用宜保守估計，並適度加大跨度。
- F. 出水高（梁底至最高洪水水位間之淨高）不足為橋梁受損主因之一，未來橋梁設計應妥為因應。
- G. 橋梁規劃設計應與上、下游水利設施協調配合，鄰近治理計畫線及治理計畫線內之橋梁基礎設計應避免過度依賴水利設施（堤防）。
- H. 設計單位宜將設計最高洪水水位及最大設計沖刷深等相關資訊移交橋梁管理單位，以為橋梁管理依據。

### 文獻 3. 「山區道路坡地災害防治技術整合研究」<sup>[8]</sup>

報告中根據各項判別方法，將過去各路段的崩塌調查資料結合崩塌地點自然物理環境特性，利用邏輯斯分析或是類神經評估方法，可將複雜的山崩潛勢，透過統計與分析，找出各項影響參數的關係，以作為潛勢評估

的依據。以往國內學者所利用的影響參數，不難發現，地形、地質、坡度、坡向、降雨量、岩性等相關自然環境參數作為潛勢評估參考數值，但其實還有其他易觀測的數值，如崩塌的頻率、崩塌的量體、斷層的位置等，皆為影響崩塌發生的關鍵影響參數。藉此，利用這些參數，搭配現場調查，可作為評估的依據，其評估項目，以圖 2.11 呈現，不難發現，其項目可分為自然環境參數、人為影響參數以及其他影響參數。



資料來源：山區道路坡地災害防治技術整合研究

圖 2.11 崩塌潛勢評估參數

「山區道路坡地災害防治技術整合研究<sup>[8]</sup>」報告中並提及山區道路坡地災害於災後復建之復建方法，如下所述：

- (1) 現場勘查與調查
- (2) 排水法

## A. 緊急地表排水

邊坡若為降雨後發生之破壞，則地表逕流必為致災之重要因素。此時應立即執行緊急地表排水，避免災情之繼續擴大。執行內容建議如次：

- (A) 坍方所產生之裂隙，應儘速覆以塑膠布或以混凝土、控制性低強度填料等低透水性材料予以封填。
- (B) 設置縱橫交錯之臨時排水系統用以截洩或引離來自滑動區內外之地表水，以防止其滲、流入滑動之土體內，誘發進一步之滑動。緊急排水系統可以砂包或拍漿溝為之。若滑動範圍廣闊，則應依水土保持相關法規於適當地點設置跌水、沉砂、滯洪等水保設施。
- (C) 排除滑動區內及其附近窪地、池塘或蓄水池內之積水，以避免大量滲流持續注入地層，誘發進一步之滑動。

## B. 緊急地下水排除

一般而言，地下水常是誘發邊坡破壞之重要因素，而地下水之存在往往亦是造成邊坡破壞之主要條件，所以排除滑動體內，以及截斷和引出滑動面周邊之地下水，為整治邊坡破壞之必要措施。坍方發生後，對淺層(深度小於 2m)之地下水可於滑動區頭部外緣設置盲溝，用以截斷、引離地下水，洩除地下水壓。地下水分佈狀況未知或滑動體前緣出現滲水時，則於滑動體前緣施以一至二排橫向排水孔。一般而言，橫向排水孔之坡度應大於 10%，仰角 5~10°左右，孔徑 100~130mm，孔間距 5~10m，其鑽設長

度應穿越推測滑動面至少 5~10m。若滑動面位置不詳時，則其鑽設長度以頭部裂隙下方 10~15m 處為目標。

### (3) 修坡法

#### A. 緊急挖方(坡頂減載)

緊急挖方可以減輕邊坡滑動體自重，降低滑動體之下滑力，使邊坡趨於穩定。開挖部位應位於邊坡之致滑段(一般皆位於滑動邊坡之上部)。適用於推移式或坍塌式之邊坡滑動，而且滑動體後緣及兩側之地層亦較穩定，不致因削坡而誘發邊坡向後或兩側再次滑動。

#### B. 緊急填方(坡趾堆載)

伴隨地層滑動，而在邊坡底部或趾部的地表有拱起或隆起現象時，可於邊坡阻滑段(一般皆位於滑動邊坡之趾部)附近予以填重處理。一般而言，若地形條件許可，填重可以土方直接堆填，惟若使用空間有限則可以貨櫃或土石籠裝填土石之方式為之。挖方與填方均為道路邊坡災害處理最直接且有效的方法，惟其施作部位應由專家謹慎判別，否則可能進一步惡化邊坡之滑動。在一般情況下，減載和堆載阻滑均只能減小滑動體之下滑力或增加阻滑力，並未完全消除邊坡發生破壞之原因及其下滑之趨勢，因此就長期穩定而言，仍須與後續整治措施配合使用。

### (4) 結構法

對於一般規模或範圍不大的破壞，施以簡易的結構支撐工程，即可維持基本的交通與安全需求，相關內容說明如次。

## A. 垛牆

上邊坡崩落於路面之土石如直接清除，形同切除崩積土之坡趾，極可能誘發再次滑動。此外，豪雨引致之流動型破壞，其坍落土石含水量極高，亦不利直接清除，增加道路修復之困難度與危險性。此種狀況之搶修應以先撐後移之方式進行，視道路工作範圍之大小，將現場坍落土石填入貨櫃或土石籠，於坡趾處構築臨時簡易重力式垛牆，並以跳島方式施工，即挖即填，逐層堆置，直至垛牆完成為止。此時路面之土石即可安全且迅速的加以清除，在安全之前提下，恢復部份交通功能。

## B. 排樁

下邊坡路基流失或因擋土牆損毀所造成之路基陷落，均可以打設臨時擋土排樁之方式予以搶修。排樁之種類一般多使用鋼軌樁、H型鋼樁或鋼板樁。於道路外側界線打設排樁，打設貫入深度應至少為設計擋土深度之 1.3~1.5 倍或入岩至少 3m。若為鋼軌樁或 H 型鋼樁，則其樁間距一般約為 0.25~0.50m。樁與樁之間可鋪設鋼板或木板以增加圍束土壤之功能。使用排樁除具有側向保護作用外，亦可避免路基於暴雨或洪水再次侵襲時流失。為節省邊坡整治成本，上述臨時擋土排樁亦可與永久性擋土牆合併不另取出，以增加邊坡之穩定性，惟若擋土排樁未深入穩定之地盤，則其擋土功效不佳，坍方仍可能再次發生。

### C. 坡面防護

雨水之衝擊及逕流之沖刷對邊坡之穩定影響甚鉅，故欲避免或抑止災害之惡化，除應立即執行前述地表及地下排水工法外，另應執行坡面之保護。傳統坡面之防護方法以植生為主，利用植物之表面阻滯及根系之握持力，達到防護之目的，惟植物之生長需要時間，因此較不利邊坡災害之搶修時效需求。使用地工合成材料製作之地工防沖蝕網墊及地工格框則可以具體改善此種缺點。將防沖蝕網墊以錨釘固定，鋪設於邊坡坡面之上並配合噴植工法，可防止坡面草籽和客土因雨水而大量流失，增進植生之著根性，其適用範圍包括礫石或高度風化岩石之坡面、表層不穩定之坡面、需鋪網以利藤類植物攀緣生長之岩石或水泥噴漿坡面、邊坡陡峭表土淺薄之岩石坡面，以及環境因素不利植草之初期成長或坡面易受沖刷之邊坡。防沖蝕網墊須緊貼坡面鋪設，其長度須超過坡頂 1m 以上並設置凹槽加以確實固定。接縫處應重疊至少 10cm 以上並以錨釘固定。地工合成材料構材亦可與抗拉強度較高之地工加勁格網合併編織，用以抑止坡面較為鬆散之土石或坡度較為陡峭，防沖蝕網強度要求較大之坡地。

#### 文獻 4. 「莫拉克颱風災後基礎建設重建方案」<sup>[9]</sup>

方案中納入防災設計以避免嚴重損害再發生，「交通設施」類基礎建設之重建基本理念如下所述：



- (1) 以國土保安及復育為中心理念，環境敏感地區公路及市區村里聯絡道路橋梁修復將以維持基本物資運送為原則，以減少大規模開發，讓災區自然復育。
- (2) 因應氣候變遷，加強調適策略，強化災害預防及應變能力。
- (3) 重視跨域整體重建工作，落實「山、河、路、橋共治」，確保國土安全並降低災害。
- (4) 善用政府、民間等各方資源，加速完成重建工作。

在國土保安及災後重建綱領的整體性上位指導原則下，納入環境變遷，氣候異常之永續發展及防救災考量，以流域整合架構提高效率，如期、如質完成基礎建設推動。各項建設目標為：

- A. 採因地制宜工法，以恢復其原有交通運輸功能。
- B. 提高工程結構安全，避開地質環境敏感地區，避免再度受災。
- C. 有效減災、避災規劃，減少再度受災，加速重建效率，重建災區舒適家園。
- D. 重整雨水下水道系統，復建雨水下水道相關設施，確保排水防洪功能。
- E. 搶修及復建農田水利設施及灌溉排水路，恢復農田水利灌排機能，以利早日回復農業生產。
- F. 辦理農地重劃區農水路復建工程，改善農村地區農業產銷經營交通機能，便利農業生產資材、農產品運輸及大型農機進出。

- G. 加速養殖漁業之設施重建，提供完善的海水養殖公共設施，減少抽取地下水。
- H. 防止林地沖蝕崩塌，搶修林業經營及森林保育必要之林道，以利山區森林復育工作進行，及鄰近部落通行與運輸。
- I. 結合「治山、防災、保育、永續」四個面向，期達成保育水土資源、涵養水源、減免災害等。
- J. 重整水利系統，加強河川疏浚，復建水利設施，確保河域安全穩定供水。

交通設施之執行策略部分，如下所述：

- (1) 透過國土區域整體規劃檢討釐定新規範新準則來確保復建效果。有效避開淹水潛勢敏感區位之開發，及根據水利單位、水保單位於災後重新檢討之最新規範及準則進行設計，以落實「山、河、路、橋共治」之精神。
- (2) 道路橋梁設施復建原則：
  - A. 橋梁復建策略：
    - (A) 橋址盡量迴避土石流潛勢區。
    - (B) 原則採大跨徑方式配置以減少落墩數。
    - (C) 避開於深槽區落墩。
    - (D) 橋墩採對導流有助益之形狀。
    - (E) 提高結構物抗衝擊能力。
    - (F) 加深基礎及增長基樁長度。
    - (G) 抬高橋梁之高程，以避免土石淤積，抬起橋面。

**B. 公路復建策略：**

- (A) 採長路段分標施工：將道路不同型態災害(路基流失、邊坡滑動、橋梁斷裂等)集中於同一工程內施工，以減少施工界面，增加施工效率，縮短復建完成期限。
- (B) 路廊儘量迴避：復建工程規劃階段避開土石流潛勢區、水災潛勢區及環境敏感地區。
- (C) 衝擊減輕：山區道路採最適斷面(車道寬 3.0m~3.5m)，彈性運用單車道搭配設置避車道，以降低復建工程規模及經費，縮短復建期程。
- (D) 路(橋)河共治：受損道路橋梁重建工程設計、施工階段洽請水利機關會同審查與協助。

**C. 將省縣鄉道公路災損復建等級分甲、乙、丙三類：**

- (A) 甲類(原功能復建者)：工程分標原則以大標段方式處理，以增加大型優良廠商投標意願，減少施工介面，掌握工期。
- (B) 乙類(部分原功能修復)：編列預算時暫按原功能修復編列預算(高難度路段可於設計及施工階段依實際狀況調整，該類路段可暫以替代道路或便橋通行)。
- (C) 丙類(簡易修復)：維持少數村落及居民必須維生基本物資運送。

**D. 省道公路橋梁搶修及復建工程由交通部公路總局各區養護工程處辦理，縣、鄉道公路橋梁搶修及復建工程由各縣政府辦理，其中屬代養縣道部分得委託公路總局各區養護工程處**

辦理，如涉及用地取得（含地上物拆遷）作業，則由各相關縣政府辦理。

E. 市區村里聯絡道路橋梁部分依災損復建之重要性分為甲、乙、丙三類：

(A) 甲類（原功能復建者，照現有法令原地復建）：內政部辦理之都市計畫區域內道路及人口集居區域內之村里聯絡道，屬於區域重建綱要計畫第三類策略分區者，依原設計規範辦理。

(B) 乙類（部分原功能修復）：介於甲、丙之間，屬於區域重建綱要計畫第二類策略分區者，編列預算時暫按原狀修復編列預算或先編列規劃經費，俟擬妥可行方案後再編列重建經費。

(C) 丙類（簡易修復）：屬於區域重建綱要計畫第一類策略分區者，僅先採簡易修復以維持沿線少數村落及居民其維生物資運送，未來並配合國土規劃之土地利用及居民安置。

F. 後續配合地區交通特性及國土整體規劃，採滾動式檢討調整。

#### 文獻 5. 「公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃評估研究」<sup>[10]</sup>

此評估研究考量公路建設全生命週期融合機制中生態、景觀、防災之各階段工作項目、調查及需要資料等，依城鄉發展狀況、公路路線等級、地形特性及環境生態之不同各考量因子亦不同，該研究綜合整理分階段列出公路工程之生態、景觀、防災主要考量因子，如表 2.5 所示。

表 2.5 公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃定線及施工管理作業  
考量因子表

作業項目	考量因子
一、公路建設背景條件	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境特性、工程基地區位、公路等級、公路交通功能、設計速率、生命週期階段、工程特性</li> </ul>
二、資料蒐集	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本資料：水文、地質、地形、氣象、土壤、交通、法令及相關規範、社經環境、周邊土地利用狀況、民意調查資料/地方意見、相關/上位(發展)計畫、歷史文化、社區意象或風俗、前階段作業回顧</li> <li>生態資料：生態敏感區(含公告之生態敏感區、學術研究及保育團體關切範圍)、植群類型、棲地生態、補充生態環境調查項目及方法擬定、基本景觀生態結構</li> <li>景觀資料：重點景觀區、歷史古蹟與文化遺產、計畫範圍土地利用狀況、觀光遊憩系統、地方特產或特色、自然人文之景觀資源、景觀空間結構</li> <li>防災資料：航照圖及判釋成果、災害潛勢區範圍、相關環境敏感區資料、地質鑽探試驗、區域地質調查、區域歷史災害範圍、岩石土壤試驗分析、特定水保區、治理計畫、保安林、現有防災道路體系、潛勢溪流、穩定水保區</li> </ul> <p>註 1：內政部將環境敏感區分為：1.生態敏感區 2.文化景觀敏感區 3.優良農田區 4.地表水維護區 5.地表水補助區 6.地質災害敏感區 7.洪氾地區 8.限制發展區</p> <p>註 2：景觀法中「重點景觀地區」：指景觀資源豐富，需特別加以規劃、保育、管理及維護，或景觀混亂，需特別加以改善之地區</p>
三、現場勘查	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本勘查：工址現況、道路現況、房屋聚落、鄰近水路、公共設施、地形檢核、既有結構物現況</li> <li>生態：潛在生態敏感區位勘查、保護標的勘查確認、潛在植被</li> <li>景觀：重點景觀區位勘查確認、保護標的勘查確認、視野分析、景觀空間結構勘查與記錄、重要景觀視域與視點之勘查與記錄、綠帶寬度</li> <li>防災：災害潛勢區範圍確認(斷層帶、液化潛勢區、淹水潛勢區、洪氾區、地層嚴重下陷潛勢區、土石流潛勢區、崩塌地、落石潛勢區、湍急河道)、週遭既有防災道路體系確認</li> </ul>
四、資料分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本資料：交通調查與運輸需求分析、車種需求、地方需求、車道數需求分析</li> <li>生態：生態敏感區套疊分析、生態衝擊預測、生物棲地連結與移動路徑、棲地生態敏感區迴避之優先順序、生態敏感價值評等(高、中、低)分佈圖</li> <li>景觀：視覺景觀分析(視域分析、景觀美質分析、視覺評估、環境色彩分析)、重點景觀區/景觀保護區之劃設、公路不宜通過區域分析、視覺焦點分析</li> <li>防災：破壞模式及災害範圍預測、各項災害潛勢區之確認(例如：</li> </ul>



作業項目	考量因子
	斷層帶、液化潛勢區、淹水潛勢區、洪氾區、地層嚴重下陷潛勢區、土石流潛勢區、崩塌地、落石潛勢區、湍急河道)、鑽探資料分析、地質調查資料分析研判、相關水理分析、邊坡穩定分析
五、路廊及路線考量	<ul style="list-style-type: none"> <li>平縱面線形整合生態、景觀、防災、迴避、縮小、減輕及補償原則；道路斷面/配置整合生態、景觀、防災；路權訂定考量生態、景觀、防災所需空間；構築型式/結構區位/量體高低整合生態、景觀、防災之考量；辦理環境影響評估程序、零方案探討、替代方案探討、考量生態環境成本、全生命週期成本考量、局部路段降低路線設計標準以減輕生態、景觀、防災之影響；動物移動路徑及棲地破碎化減輕措施；配合生態、景觀、防災考量調整交流道位置或型式</li> </ul>
六、工程設施考量	<ol style="list-style-type: none"> <li>結構型式：構築形式整合生態、景觀、防災之考量；結構型式與施工法避免對生態環境造成影響、地形地貌改變最小化、結構量體輕量化、橋梁落墩數量及位置適當、橋梁護欄減少或穿透性、橋梁附屬設施景觀設計、結構美感、考量景觀照明之需求、結構外型與環境協調或具有地標性、橋梁避難、逃生系統考量；基礎工法選擇考慮坡擾動、基腳開挖避免造成坡面崩塌</li> <li>整地土方工程：臨時堆置，或土石方交換位置及運土動線考量生態、景觀、防災；表土保留、裸坡防沖刷措施、水質污染控制、工地及施工便道復原計畫；表土、土石方等自然資材再利用；邊坡穩定及挖填最適化、水土保持計畫、臨時沉砂池設置</li> <li>邊坡工程：安全效益與生態效益綜合評估、考量擋土工法之生態性及景觀性、生態走廊、多樣化生態環境營造、侵入路權之阻隔設施、邊坡坡度之變化融於自然地形、植生設計及邊坡保護措施、潛在災害破壞模式確認、長期監測計畫、避免地滑地、順向坡及崖錐下方挖掘或上方填土；岩坡落石防止網、防石棚設計、土坡蝕溝控制，地頂裂縫填補、邊坡之排水、穩定岩坡保留天然岩面質感之考量</li> <li>排水工程：溝渠斷面整合生態、景觀、防災之考量；多孔隙空間考量、溝渠綠美化、區域排水檢討與改善、排放水質改善措施、地下水有效安全之排阻、雨水再利用、考量自然排水系統、下游環境之影響</li> <li>隧道工程：避免經過敏感地區、隧道洞口的形式良好及位置適當、橫坑豎井位置及施工方式考量生態、景觀；明隧道的生態、景觀和防災考量；通風排放廢氣對周遭環境之影響、減輕洞口機房之視覺衝擊、洞口量體減量或景觀化、湧水及地下水文環境改變、鑽炸法爆破噪音及振動對生態影響、出渣棄土動線環境考量、隧道避難、維生及救援系統、隧道(防災)交控策略及系統建置</li> <li>照明工程：減少（夜行動物或光敏感動植物）光害問題，調整照明光源、亮度、高度、波長、範圍與佈設位置；節能照明設計、燈具造型景觀性考量、養護成本及備品</li> <li>植草/植栽工程：植栽保護及移植考量、植草尚未生長前之沖刷評估與防沖蝕設計、植草工法考量表土保護功能、植栽選種考量適地</li> </ol>



作業項目	考量因子
	<p>性、多樣性；複層植被考量、潛在優勢物種選擇、駕駛者視線通透、誘導、防眩考量；綠廊塑造、避免外來種、林緣植栽、考量季節色彩變化、苗源充足、植栽選種配合建物使用機能、防災緩衝林帶設置等</p> <p>8.景觀工程：交通工程設施景觀考量、街道傢俱設計之需求、借景與避景設計、遊憩設施(系統)整合、自行車/人行步道系統、視覺焦點設計、植物廊道、創造人文特色、公路景觀定位、沿線景觀風貌形塑、不良景觀之屏蔽、公共藝術、交流道及沿線路權土地多目標使用、人行天橋之考量</p> <p>9.生態工程：環評承諾落實設計、施工中環境保護、生物地下穿越通道(涵管、陸橋)、水溝生物逃生坡道、生態考量之警告標誌與速限設計、生態監測</p> <p>10.其他工程：交維/安衛/環保設計、水保計畫、生態設計之相關規範、綠資材回收與利用、透排水鋪面、高性能鋪面、節能減碳、輕量化填土材料(如 EPS)之利用、防災監測</p>
七、施工階段考量	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 綜合考量：水土保持計畫確實施工、環評承諾事項檢核落實、假設工程已考量生態、景觀、防災衝擊減少；安衛/環保計畫確實執行、工地及施工便道復原</li> <li>• 生態：施工對棲地干擾情形監測、工區廢水符合排放標準、圍堰施工或河溪臨時改道污染控制；低噪音、低振動施工機具及施工方式；臨時隔音設施、施工噪音振動管制、空氣污染及粉塵控制、施工生態保護、生態異常狀況通報機制、環境監督組織成立、施工生態保護、生態教育訓練、廢棄物管理、整地作業鄰近生態敏感區，分期施工、棲地恢復/營造；定期巡察/監測阻隔設施、動物廊道及脫困設施</li> <li>• 景觀：施工區景觀整潔之管理</li> <li>• 防災資料：施工監測計畫、隧道湧水之排水控制、臨時排水及滯洪設施、營建廢棄物的妥善處理、特殊工法之災害及污染研析及預防/減輕、緊急應變計畫、災害敏感區施工程序之擬訂、施工防災(土石流、崩塌地、河川水位、沉陷區及落石)監測</li> </ul>
八、營運維管階段考量	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一般維管：檢討交通成效功能；生態、景觀維護、防災資料庫建立；環境監測分析、降低長期維護成本考量、生態 景觀、防災教育訓練；辦理檢討改善及回饋</li> <li>• 生態：生態監測計畫、環境教育宣導、建立生態監督小組、道路致死(roadkill)事件記錄、編列生態研究或改善的費用、適用之生態工程長期安全性檢討；生物廊道/阻隔設施/脫困設施/生態照明/棲地補償效益檢討分析</li> <li>• 景觀：設施物外觀維護計畫、植栽維護計畫、道路兩側影響安全及景觀違建查報、違規廣告物查報、路權外景觀管制計畫</li> <li>• 防災：路權外上下邊坡水土保持巡查、濫墾濫伐查報、邊坡及結構(橋梁、隧道)監測、建立防災監督組織、災害搶修程序之建立及演練、水土保持設施及道路設施維護、鄰近災害潛勢區的逃生、避難</li> </ul>

作業項目	考量因子
	及預警之防救災措施建置、沉砂池年度清淤
九、專業與溝通	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生態、景觀及防災人員參與工作團隊，且各專業參與之時機適當；生態、景觀及防災專家參與諮詢或審查、辦理相關計畫/單位協調會、民眾及關切團體意見蒐集(地方座談會/說明會)、主辦人參與生態、景觀、防災之教育課程；利用網路平台蒐集資料、規設單位之各領域人員充分溝通協調，且力求溝通結果或爭議性問題獲得共識</li> </ul>

另外，此研究於組織與行政、制度建立、技術作業與研究、訓練與宣導、資料庫建立等五個層面，提出公路總局公路建設融合生態、景觀、防災觀念之發展策略之建議。茲將其中技術與研究面之建議，摘述如下：

- (1) 建立完整之全生命週期作業流程
  - A. 初期試用本研究生命週期作業流程。
  - B. 確實執行可行性研究階段。
  - C. 環境考量之設計落實於發包文件。
- (2) 招標文件增修訂
  - A. 可行性、規劃階段契約修訂。
  - B. 設計階段契約修訂。
  - C. 編列合理的期程、執行費用及相關內容。
- (3) 導入生態景觀復育研究
- (4) 導入快速生態評估法技術運用
- (5) 區域生態應用性研究

## (6) 建立環境異常處理程序

- A. 於施工階段加強生態監造、生態異常通報系統。
- B. 於養護階段加強生態異常通報機制。

## (7) 研擬生態監造程序

- A. 施工階段之生態景觀考量須於設計階段納入。
- B. 直接於設計納入監造規定、監造表單內增訂生態項目。
- C. 增加生態監造專業人員、辦理生態追蹤監測。

文獻 6. 「台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究」<sup>[11]</sup>

報告提及山區國道建設因多採橋梁、隧道，其設施對生態之影響與對策可列表如后(表 2.6)。

表 2.6 山區國道公路設施對環境生態景觀之影響與對策

國道設施	對環境生態景觀之影響	對策
橋梁	1.施工便道興建時對環境生態景觀均可能造成破壞。	考慮對環境生態友善的施工方式，例如鋼索吊裝、流籠、運輸帶等方式，以替代傳統之施工便道。若必須採用施工便道，需限制其路徑，以免濫挖；廠商並需提出施工計畫，以確認其採行之方式對環境生態之干擾最小。
	2.橋梁施工可能造成環境、生態、景觀之破壞。	橋梁之施工以預鑄或懸臂式施工對環境生態干擾最小。
	3.大量使用混凝土將增加CO <sub>2</sub> 之排放量。	1.建議考慮採用美國最新研發成功之加勁式橋台與橋墩，利用加勁材搭配現地砂石替代部分混凝土。 2.此工法可減少對環境生態之破壞。
護坡	護坡常採用噴漿、RC 擋土牆、橋梁等混凝土結構物，造成視覺汙染，並不利動植物棲息。	1.挖方區儘可能採用土釘等現地加勁工法，配合植生綠化。 2.填方區以回包式加勁擋土牆等柔性結構替代 RC 擋土牆，表面植生綠化。 3.噴凝土應全面禁止。格樑可考慮以蜂巢格網或掛網植生配合土釘工法替代，以減少水泥用量。

隧道	1.出碴可能破壞生態環境與景觀。	1.可考慮挖填平衡，在洞口附近以路堤之方式填築。 2.建議採用加勁擋土牆之方式逐皆夯實回填，一方面可增加穩定性，另一方面可植生綠化。
	2.施工後及完工後均可能發生大量湧水，造成地下水位下降，影響水量及農作物生長。	1.定線時進行詳細水文地質調查，以避免大量湧水。 2.施工中若遇大量湧水，可採用熱瀝青工法或其他適當工法自開挖面灌入止水。
	3.隧道洞口常以格樑、噴漿及地錨處理，景觀雜亂。	可以假隧道將洞口延伸，以免落石；或以加勁擋土結構等適當工法，將洞口包覆並綠化。

「台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究<sup>[11]</sup>」彙整並分析國內外近年來有關山區公路（道路）開發對山區環境影響之相關研究，指出山區公路為維持我國區域經濟平衡發展及民生交通安全需求之必要建設，亦為提昇國家總體競爭力之關鍵，惟道路之興建必然造成山區環境生態之負面影響，因此研議道路建設與環境共生之永續策略實為目前山區國道、公路建設首要課題。依據研究可歸納以下結論：

- (1) 建立以自然資源保育為目的之工程規範，納編相關專業人才，並長期持續追蹤、檢討道路對於生態環境造成之影響，以管理策略達到推動生態保育之目的。
- (2) 研發先進關鍵技術，引用新工法、新材料與嚴謹之工程管理制度因應生態環境保護之工程需求，以降低山區公路施工產生之負面影響。
- (3) 對於大規模山區國道之興建，必須進行長期審慎而完整之規劃與設計並委請環境生態專業人員參與工程作業，儘可能降低公路建設對週邊環境生態之衝擊。
- (4) 政府推行「道路建設與環境共生」之目標下，環境生態保護為目前公路建設必須考慮的重點，尤其是生態系統與工程間的關係與連結。

- (5) 公路建設應以生態廊道的概念為基礎，不同的保護對象選擇不同的道路形式或補償方法。常見的設計包括植生與水域的保留與營建、地下穿越涵洞、空中動物天橋、路側溝設計，與雜項工程的配合等。
- (6) 為了降低道路對環境生態之干擾與破壞至最小程度，應執行縝密而詳盡之環境生態調查，並委請學有專精、饒富經驗的環保生態相關專業人員參與工程作業。生態調查內容包含文獻資料查訪、蒐集與現場觀察。調查對象應具有代表性並需注意地域與時間對物種之影響。
- (7) 考量山區公路、國道與環境條件融合所採行之選線考量因素，可概分為地形與地質、交通、環境生態、經濟發展及民意需求，而各因素另包含許多因子需加以考慮。
- (8) 在眾多選線考慮因素下，當面臨不同考量的情況，各個決策將可能產生相當程度上的牴觸與矛盾。此時，建議藉由先進資訊及科技方法建立適當的評選系統，篩選出重要性達一定程度以上之因素項目，去除未達門檻值之項目，再使用層級分析法獲得相對比例權重，以所得之權重比例為依據，進行多元尺度決策模式整體考量，建立統整性之決策規劃原則，求得最佳規劃考量。
- (9) 橋梁、隧道為山區公路、國道之重要構造，可具體降低道路沿線環境生態之干擾與破壞。為了降低橋梁、隧道工程施工期間對於環境生態之干擾與破壞，應訂定紅色警戒區域，限制工程行為與施工方式。發包時並以最有利標或統包模式將水土防災、景觀、環境、生態之保護對策列為優先決標條件，從而避免橋梁、隧道施工週邊產生難以恢復之破壞。



(10) 路塹與路堤係山區公路、國道為因應山區複雜的高低起伏地形條件必要之構造型式，在維護環境生態之前提下，考量道路建設之整體需求，路塹與路堤之規劃設計必須適度加以修正，進行多方案評選並積極引用創新工法或材料方符合國道建設與環境生態融合之目標。

#### 文獻 7. 「台 21 線等公路橋梁歷年颱風土石流沖刷災害復建資料編纂」<sup>[12]</sup>

報告中，將橋梁及公路路段之土石流沖刷災害做詳實的歷史資料蒐集，且做有系統的整理分析，由災害中記取經驗與教訓、並從中謀求相關之技術工法以防治災害再次發生，亦為刻不容緩的重要課題。報告中部分內容陳述台 21 線 86K+901 郡安橋，詳細內容如下所述。

郡安橋位於南投縣水里鄉台 21 線 86K+901 處，橫跨流籠坑溪並鄰近於北邊二廊坑溪之郡坑橋與南邊三廊坑溪之上安橋，始建於 1981 年 6 月，舊橋梁為單跨之 RCT 結構，橋面淨寬 7.6m、跨徑 20.0m。

2001 年 7 月 29 日至 7 月 31 日，桃芝颱風由花蓮登陸台灣，其路徑貫穿台灣本島，導致中部山區豪雨成災。由南投縣信義測站之雨量紀錄，最高時雨量達到 125mm，最大 24 小時累積雨量也達到 472mm，導致原本地質條件不甚穩定的二廊坑溪與流籠坑溪上游山區發生大規模土石流災害。搶修與復建情形，如下所述。

##### (1) 二廊坑溪與流籠坑溪整治

對於災後二廊坑溪與流籠坑溪集水區之整治，乃依據水土保持技術規範第 171 條之相關規定，於土石流發生段(上游)、輸送段(中游)及堆積段(下游)等不同區段，分別實施抑制、攔阻、疏導、淤積、緩衝等處理措施及對策，如表 2.7 所示。並於此集水區內規劃 RC 梳子



壩、防砂壩、潛壩、節制壩與蝕溝處理、固床工與跨越橋梁等各項處置措施。

表 2.7 二廊坑溪與流籠坑溪治理對策表

	二廊坑溪		流籠坑溪
	主流	支流	
源頭處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 植生</li> <li>■ 打樁編柵</li> <li>■ 山腹工</li> <li>■ 張力裂縫填補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 植生</li> <li>■ 打樁編柵</li> <li>■ 山腹工</li> <li>■ 張力裂縫填補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 植生</li> <li>■ 打樁編柵</li> <li>■ 山腹工</li> <li>■ 張力裂縫填補</li> </ul>
發生段	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 舊有橋梁修復補強</li> <li>■ 舊有攔砂壩修復補強</li> <li>■ 舊有梳子壩修復及除石</li> <li>■ 舊有梳子壩上、下游增建壩、固床工處理</li> <li>■ 蝕溝控制處理、節制壩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新建連續性潛壩</li> <li>■ 新建防砂壩及 R.C.梳子壩</li> <li>■ 固床工處理</li> <li>■ 護岸、擋土牆</li> <li>■ 農路復舊改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 蝕溝控制處理、節制壩</li> <li>■ 新建連續性潛壩</li> <li>■ 護岸、擋土牆</li> <li>■ 頁岩邊坡整治</li> <li>■ 農路復舊改善</li> </ul>
輸送段	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 舊有攔砂壩修復補強</li> <li>■ 河道疏浚、攔砂壩除石作業</li> <li>■ 新建透過性 R.C.梳子壩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新建連續性潛壩</li> <li>■ 新建透過性 R.C.梳子壩</li> <li>■ 農路橋梁復建</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新建透過性梳子壩</li> <li>■ 固床工處理</li> <li>■ 護岸、擋土牆</li> </ul>
淤積段	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 導流堤或圍堤貯砂池</li> <li>■ 局部加大溪床寬度</li> <li>■ 固床工處理局部減緩溪床坡度</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 護岸、擋土牆</li> <li>■ 連續式固床工</li> </ul>
排導段	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 導流堤與導流渠道</li> <li>■ 新建台 21 線郡安橋</li> </ul>		

資料來源：2002 年水土保持局<sup>[20]</sup>。

## (2) 郡安橋搶修與復建

郡安橋原橋長 20m(單孔)、寬 7.5m，上部結構為 RCT 梁，下部結構為重力式橋台。桃芝颱風土石流發生後土石料直接淤積於台 21 線公路上，淤積土石擴寬河道斷面沖毀橋梁及周圍房舍。交通部公路總局為求道路儘速搶通，使電力、電信搶災車輛、救援物資及人員能儘速進入災區，遂埋設涵管完成便道、便橋之搶通。因便道或便橋乃為臨時設施，為求道路之永久通行，於橋梁原址處委託顧問公司設計復建工程之發包新建，並由營造廠承攬施做。復建工程之橋面設計高

程維持與原路面高程，並於規劃橋梁工程施設後，再由水土保持局參照郡安橋橋下河床高程，整體考量設計整治二廊坑溪河床。

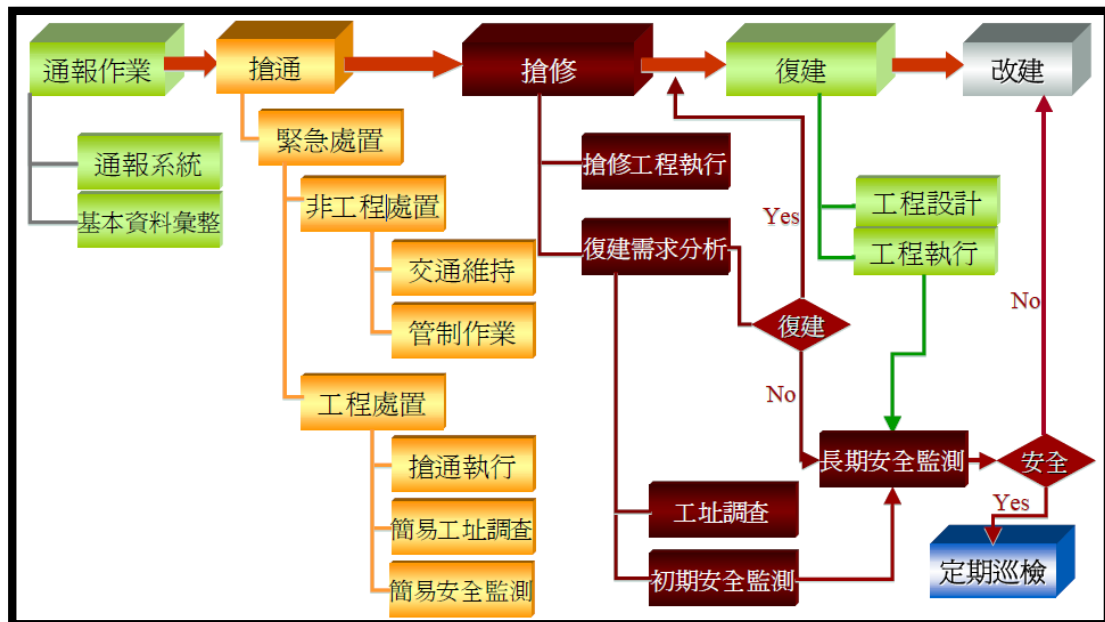
於桃芝風災後，原先並無連接的二廊坑溪與流籠坑溪，因土石流由二廊坑溪改道流籠坑溪的緣故，致使二廊坑溪產生一條新的支流與流籠坑溪相接。水土保持局於災後針對二廊坑溪與流籠坑溪進行土石整治工程，包括崩塌處植生處理、部分溪岸設置導流護岸及施設多道的跌水工(落差工)與消能工以及部分河道之跨越橋梁...等等。郡安橋的復建工程，已於 2003 年 2 月完工，梁身為單跨之 RCI 結構，橋面淨寬 10m、跨徑 35m，新橋完工後仍保有舊橋之 A1 橋台，並緊鄰於其側邊新修築 P1 橋墩以作為支撐大梁與橋面版。2003 年 7 月 2~4 日敏督利颱風與 2003 年 8 月 25 日艾利颱風等颱風侵襲，二廊坑溪與流籠坑溪雖有部分土砂流出，惟僅少量，並未造成本橋之災損，河道中之淤砂業已清除。

#### 文獻 8. 「坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究」<sup>[13]</sup>

九二一地震後，台灣地區中部山區道路邊坡損害極為嚴重，令工程界深刻體認邊坡崩塌對道路運輸所造成的影響。同時，亦體認到提昇道路邊坡崩塌防治技術對維護道路運輸的重要性。有鑑於此，交通部研提「坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究<sup>[13]</sup>」一書報告，內容研擬道路邊坡崩塌緊急搶修至復建整治階段一體考量之系統化防治對策與防治操作手冊，目的在於加強現場人員災變緊急處理能力、遏阻崩塌後之二次災害損失，以及維護用路人及現場工程師之安全。並進一步實施適當之工程處置，以有效降低邊坡崩塌或處置不當對環境之衝擊，以及社會、經濟與生態之損失。道路邊坡崩塌緊急搶修與復建防治操作手冊研擬之內容如后所述。

針對道路邊坡崩塌緊急搶修與復建防治操作手冊之研擬，考量系統化防治對策已針對災害前、中、後期進行概念性之敘述。同時，為使研究成

果可確實提供現地工程人員於災害緊急搶救與復建工程執行時之參考依據，故防治操作手冊之架構則擬針對災中與災後兩階段進行較多之著墨。執行期間，除致力於道路邊坡崩塌及土石流整治工法，以及監測技術系統等相關文獻資料之蒐集彙整作業外，亦於2006年4月27日召開座談會議，會中將所擬定操作手冊之具體研擬方向與大綱，提交專家會議討論後，參考彙集相關專家學者之各方意見進行修正或補充後將「道路邊坡崩塌緊急搶修與復建防治操作手冊」分為：「搶通作業」、「搶修作業」與「復建作業」等三個階段進行規劃（規劃流程圖詳見圖 2.12 所示）。



資料來源：坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究<sup>[13]</sup>。

圖 2.12 防治操作手冊規劃流程圖

道路邊坡崩塌緊急搶修與復建防治操作手冊內容之研擬，係參考圖 2.12 之流程架構，並依作業順續共分為：搶通作業(主要在快速恢復通車)、搶修作業(主要在防止災害擴大，即防止二次災害)與復建作業(主要在恢復原有通行功能)等三章，由於考量報告篇幅與基層人員之使用便利性，將完整之手冊內容附於報告附冊中，以下僅摘錄手冊內容目錄。

### (1) 第一章-搶通作業

1.1、作業登錄（原資料調閱）；1.1.1、基本資料調閱（SMS 資料庫）；1.1.2、現場勘查（工址初步調查）與災況登錄；1.2、緊急處置作業；1.2.1、非工程處置；1.2.2、工程處置；1.3、簡易安全監測執行與分析；1.3.1、簡易監測儀器安裝；1.3.2、目視檢查表；1.4、工作成果回報。

### (2) 第二章-搶修作業

2.1、作業登錄；2.1.1、資料調閱；2.1.2、工址補充調查；2.2、搶通作業成果評估；2.3、搶修工程執行；2.4、復建需求分析；2.4.1、工址調查；2.4.2、初期安全監測；2.4.3、長期安全監測；2.5、工作成果回報。

### (3) 第三章-復建作業

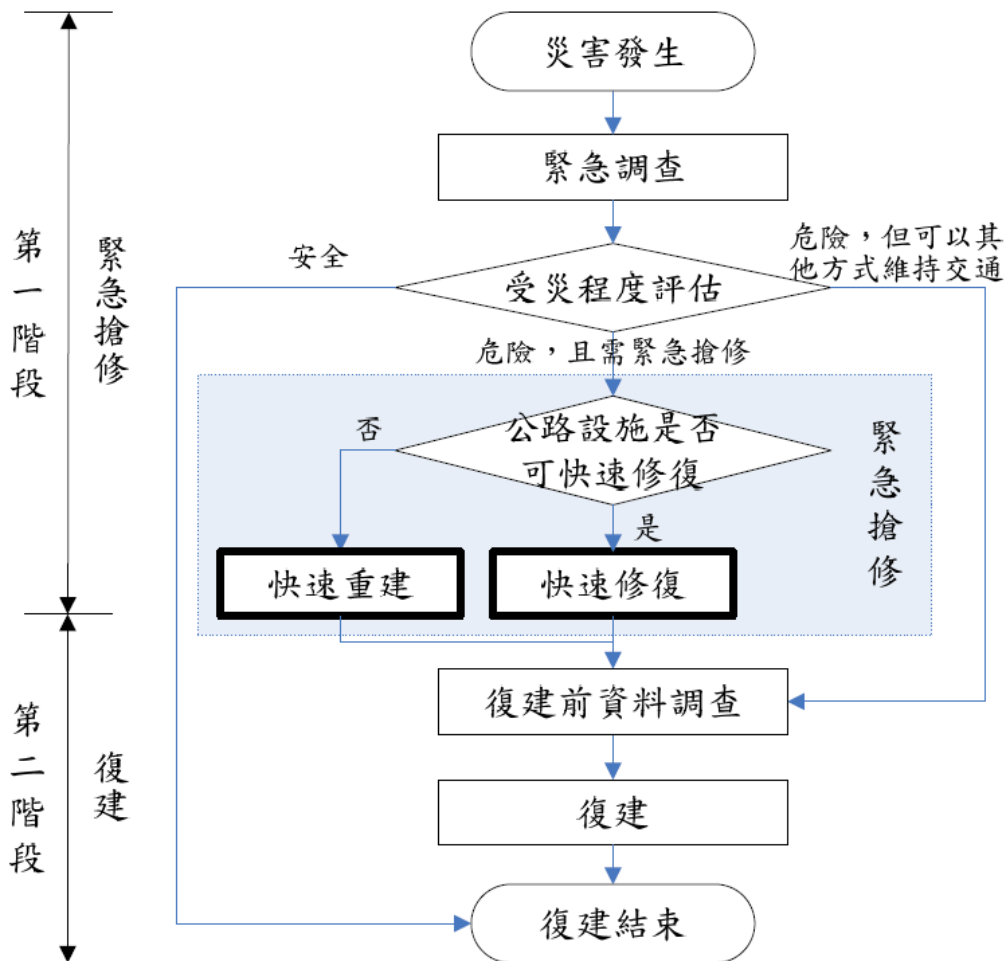
3.1、作業登錄；3.2、復建工程；3.2.1、工程設計；3.2.2、工程執行；3.3、長期安全監測執行與分析；3.4、定期巡檢機制；3.5、工作成果回報。

## 文獻 9. 「運輸設施快速建造與修復技術之研究－公路設施快速重建及修復技術之研究」<sup>[14]</sup>

天然災害發生後，可能對公路運輸產生程度不等之破壞，輕者造成交通局部中斷或阻礙，搶修較為容易，大規模災害則易造成公路嚴重損毀，復建費時。因此，公路受損時，必須依災害規模、受損程度、周圍環境及公路之重要性，並配合可用之救災資源，評估公路緊急搶通與修復之策略。災害發生時，受損最嚴重的，首推橋梁、路基，因此執行「運輸設施快速建造與修復技術之研究－公路設施快速重建及修復技術之研究<sup>[14]</sup>」，以利

能達到快速搶通之目的，而有緊急修復工法之研究。報告中關於公路災害應變流程與內容如下所述。

公路災害應變流程如圖 2.13 所示，二階段流程包括第一階段之緊急調查、緊急搶修等，及第二階段之復建前資料調查、復建等。



資料來源：運輸設施快速建造與修復技術之研究-公路設施快速重建及修復技術之研究<sup>[14]</sup>。

圖 2.13 公路災害應變流程

第一階段之緊急調查、緊急搶修以迅速搶通及維護用路人安全為原則，由於此階段之主要目的為搶救災，功能為維持搶救災人員及物資之輸運。因此，此階段期程為災害發生至搶修至小型車可通行為止。其中，快速重建及修復以維持短期至公路復建完成前之交通運輸功能為原則，其主要功



能為滿足當地居民之基本生活需求。而第二階段之復建則以安全、經濟、最佳設計為原則，功能為恢復公路原有服務水準，相對而言，此階段之時間壓力小了許多，期程則為緊急搶修結束至復建完成。以下分述各階段作業項目施行內容。

### (1) 緊急調查

災害發生後，救災之首要任務即掌握災情，故應實施緊急調查，掌握公路設施結構及其週邊結構物之受災狀況、通阻情形，同時發現可能引致二次災害之公路設施異狀，以規劃公路緊急搶修之優先順序及工法。其中，如為無替代方案之聯外道路發生阻斷，將難以進行搶救或緊急物資輸送。因此，應優先掌握此區域之公路通阻情形，並予以搶通。

### (2) 緊急搶修

依據緊急調查結果，針對可能引致大規模二次災害之公路設施異狀實施交通管制、危險通報，及排除交通障礙等措施，其主要目的為確保救援及物資輸送道路暢通，故對於阻斷公路之緊急處理除封閉道路外（於嚴重損毀之公路兩端設置清楚、醒目之拒馬、護欄、交通錐、警示帶等禁止或限制通行標誌，並派員看守，如有需要，可協調警力進行交通疏導及管制）外，尚須公佈替代道路（公路管理單位平時即應妥善規劃適當之替代道路網），並進行緊急搶修，以維護用路人權益。於發生大規模災害時，如阻斷公路之數量龐大，在請求支援後，預估人力、機具、材料等仍不敷使用時，則應評估各公路之重要性及修復急迫性，依其優先順序對公路設施施行緊急搶修措施。而公路設施之搶修優先順序除依據公路重要程度外，尚應視災害情形及有無替代道路而定。



茲將公路緊急搶修之適用時機說明如下：

A. 需要緊急搶修

如阻斷公路有下列情況，則公路維護管理單位應全力搶通或予以快速重建及修復，以利救災行動之進行。

- (A) 位於救災路線。
- (B) 重要公路全部阻斷且無替代道路。
- (C) 阻斷公路災害持續擴大之可能性高。
- (D) 阻斷公路發生二次災害之危險度高。

B. 不需要緊急搶修

如替代道路在一般民眾可忍受之範圍內，或阻斷公路位於修復困難之山區路段、生態環境敏感區域等，則可考慮封閉原有公路，直接規劃替代道路供用路人使用，此時，阻斷暫不予以搶修，俟災害搶修資源較為充裕，或由專家學者評估其修復成效提高後決定其修復時機與工法。

然而，以替代道路方式疏導受阻橋梁之交通量，將造成替代道路之交通流量增加，故規劃替代道路時，應同時考量增加之交通流量對民生經濟之影響層面及用路人權益。此外，若規劃之替代路線同時為救援或緊急物資輸運道路，則應考慮限制此路線僅供救援機具、車輛或緊急物資輸運使用，以利救災、搶險，及維護當地居民之權益。緊急搶修所使用之工法包含快速重建及快速修復二大類，而公路之快速重建及修復對策僅係維持其在復建前

保有原有輸運功能之臨時性措施，以防止短期內災情持續擴大或發生二次災害，並恢復公路設施復建完成前之交通運輸功能，因此可能採取架設、縮小淨空斷面、非生態工法等暫時無法滿足一般設計規範準則要求之措施。

在逐步搶通各公路後，應依救災工作進行現況、各公路修復狀況、用路人需求等綜合考量，逐步開放各路段之通行限制，包括緊急輸送道路、救災專用道路、限重路段、限速路段、限量路段等，以抒民怨。

### (3) 復建前相關資料調查

復建前相關資料調查之首要目的為進一步瞭解公路受災現況，持續掌握公路異狀之程度及發展，研判進一步之復建處理對策，以確保交通安全與順暢，並防止異狀再度發生或擴大。復建前相關資料調查除以目視鑑別異狀外，可輔以簡單工具，且仍以行車安全為主要之安全等級分類重點，若發現影響行車安全之異狀，應即採取快速重建及修復措施，並檢討進一步實施復建之需求性，以深入瞭解公路實際穩定狀態。

### (4) 復建

#### A. 規劃復建工法與期程

在救災工作及公路緊急搶修作業底定後，應檢討災損原因，並以時程、經費、社會經濟需求等考量為原則，著手規劃復建工法、期程及進行步驟，以儘速恢復公路設施之原有服務水準。公路復建應依據災因及當地環境因素，評估原公路路線、結構型式、材質等之合適性，並考量復建工法時程及經濟性，綜合研判後決

定是否「原貌復舊」或「拆除重建」。復建應考量復建工程之速度，防止災害再度發生或造成二次災害，復建經費之合理性，公路路線及結構型式最佳化，適合當地生態環境等事項。

## B. 復建

公路復建之目的在於恢復損壞公路設施結構之承重、抗剪及抗彎功能，並維持原公路設施之服務水準。復建工法選擇係依據現場調查檢測參數、公路受損情況等，研判是否需提高原設計標準，並依據施工現場之空間環境條件，綜合考量工期、經費及復建後景觀等因素。

C. 復建工作完成，全部開放通行復建完成後，應儘速開放全面通行。

以公路管理實務上而言，緊急搶修作業可能分階段進行，例如，橋梁之災害應變流程可以分為二階段緊急搶修（首先搶修安全性較低之溪底土堤便道，以供救災車輛通行；再搶修安全性較高之便橋，以供一般車輛通行，維持公路原有交通功能），及復建（原橋復舊或重建新橋）。而隧道、邊坡、路面等公路設施則多僅有緊急搶修（搶修一般小型車可通行之貨櫃便道、乾砌塊石便道或臨時支撐）與復建（原公路設施復舊或重建新公路設施）二階段。

## 文獻 10. 「大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究」<sup>[15]</sup>

公路系統為交通運輸與民生活動的重要管道，若因災害發生造成破壞，勢將對災後的聯絡、急難救助與物資運輸造成重大衝擊，影響救災工作。報告中提及公路緊急搶通與修復策略及工法，如下所述。

### (1) 緊急搶通與修復策略

公路於大規模災變後之緊急搶通與修復策略可概分為短期、中期及長期策略。短期策略為對受阻之公路提供替代路線或予以緊急搶通，供救災或搶修之機具、車輛通行，必要時，可依公路搶修現況實施縮減車道或限速、限重等措施；中期策略為正式復建，在評估各路段之受損程度及災損原因後，依工期、經費、社會經濟需求等考量選擇適當工法，以恢復公路原有功能；長期策略則為平時之養護、監測、補強，此外，各公路管理單位應於平時即建立搶救災資源資料庫，儲備相關材料，調派備用機具，其目的在降低公路災變之損害風險，提昇公路緊急搶修之應變能力，並儘速恢復公路災變後之交通功能，降低公路災害對社會經濟之衝擊。以下僅就短期策略作探討。

公路災變後之短期策略主要為確保救援運輸道路暢通，故對於受阻路段除應緊急搶通外，尚須公佈替代道路，此外，如受阻路段數量龐大，在請求支援後，預估人力、機具等仍不敷使用時，則應評估各公路路段之重要性及急迫性，依其優先順序對公路施以緊急搶通及修復措施。緊急搶通與修復優先順序評估表如表 2.8 所示，由管理該路段之站長提報災情，工務段段長參酌災區環境等各項因素，完成優先順序評估。

表 2.8 公路緊急搶通與修復優先順序評估表(範例：路段一)

評分項目	權重	5分	20分	40分	60分	80分
一、對救災之影響						
1.公路分類*	4	產業道路等	其他鄉鎮市區道路	連接國道或快速道路之鄉鎮市道路	省道、縣道	國道或快速道路
2.服務水準*	2	F、E	D	C	A、B	—
3.救災使用程度	4	其他	—	工程機具輸送路線	緊急物資輸送路線	救災路線
4.阻斷情形	3	可雙向多線通行，阻斷路寬<1/2	可雙向多線通行，阻斷路寬>1/2	可單線雙向通行所有車種	可單線雙向通行小型車	全部阻斷
二、對民生經濟之影響						
1.替代道路數	3	4以上	3	2	1	0
2.替代道路繞行距離(公里)	1	0~5	5~20	20~40	大於40	無法繞行
3.替代道路繞行時間(分鐘)	1	0~10	10~30	30~60	大於60	無法繞行
4.無替代道路之影響	3	無	小	中	大	極大
5.經過地區*	3	—	山區部落	邊遠鄉鎮市	重要鄉鎮市	都市人口集中區
6.對周邊地區造成之影響*	3	極小	小	中	大	極大
三、對災情之影響						
1.預估修復時間	3	大於10天	3~10天	24~72小時	6~24小時	小於6小時
2.災害持續擴大之可能性	4	極小	小	中	大	極大
3.二次災害發生之危險度	2	極低	低	中	高	極高
4.二次災害產生之影響	2	—	非結構體損害	影響結構體使用年限	部份交通受阻	交通阻斷或結構體損害
5.下次災害致災程度	2	—	影響小	可能擴大災害	必定擴大災害	—
分數合計						
分數總計						

註：1.\* 表示可於災前先行評估、勾選，其餘項目則於災變發生時視災害狀況勾選。

2. 服務水準為依公路幾何設計條件所能提供之最低服務程度，此處為設計之服務水準。  
資料來源：大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究<sup>[15]</sup>。

以表 2.8 為例，其分數計算方式如下：

A. 80 分之欄位： $80 \times (3+2) = 400$

其中，第一.4 項阻斷情形權重為 3，第三.4 項二次災害產生之影響權重為 2。

B. 60 分之欄位： $60 \times (4+2+3+3+2) = 840$

其中，第一.1 項公路分級權重為 4，第一.2 項服務水準影響權重為 2，第二.1 項替代道路數影響權重為 3，第二.6 項周遭地區造成之影響權重為 3，依此類推。

C. 40 分之欄位： $40 \times (1+3+3+4+2) = 520$

D. 20 分之欄位： $20 \times 1 = 20$

E. 5 分之欄位： $5 \times (4+3) = 35$

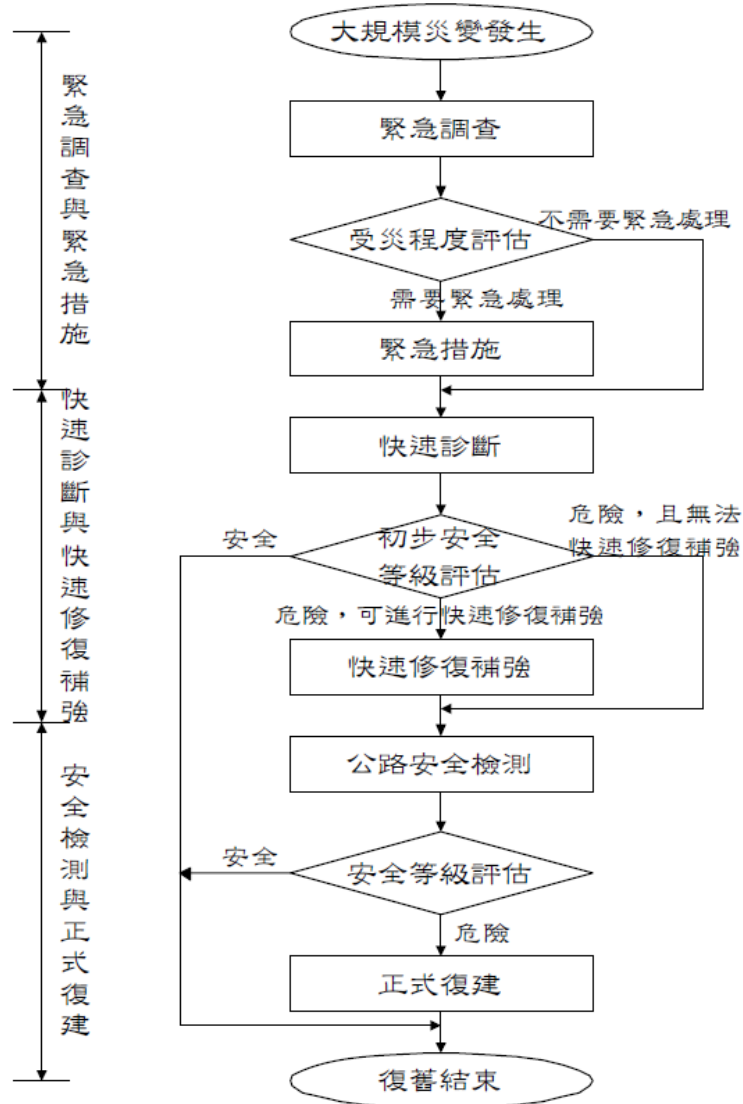
## (2) 工作要項及評估標準

研究中將公路遭遇災變後之搶通與修復程序分為三階段，如圖 2.14，公路災變後第一階段工作為緊急調查及緊急措施。緊急調查可依各公路主管機關之人員編制、維護管理機制、區域特性等實施，且必須在最短時間內瞭解公路路段受損概況，並掌握災害持續擴大或發生二次災害的可能性。調查應著重在(1)道路是否可通行，(2)掌握橋梁、隧道等重要結構物之受損狀況，(3)掌握發生二次災害或災害持續擴大之危險性，並立即研判應採取之緊急措施（如禁止通行或設定危險範圍，指定通行限制區域，實施單線雙向交通管制措施），必要時，進行除去崩積土石，排除路面積水及地下水等緊急措施。



公路災後第二階段工作為快速診斷及快速修復補強。快速診斷之首要目的為於緊急措施實施後，進一步瞭解公路受災現狀，並持續掌握公路異狀之程度及進展性，研判是否採取快速修復補強措施，如已發生橋梁落橋、隧道大規模落磐或道路阻斷等情形，致人車無法通行時，可直接進入正式復建階段，以確保交通安全與順暢。快速診斷除以目視鑑別異狀外，可輔以簡單工具，且仍以行車安全為公路安全等級分類重點，本階段之檢查重點為(a)調查緊急調查中未發現或無法調查區域內是否有重大災情；(b)評估快速修復補強之必要性及決定快速修復補強工法；(c)調查確保交通順暢之方法，及正式復建前是否有災情擴大之可能性。

公路災後第三階段之工作為安全檢測與正式復建。安全檢測之目的在補充快速診斷不足之公路異狀資料，及取得完整量化資料，以進一步掌握公路現況、災損原因、異狀範圍及復建設計所需之參數，並評估正式復建之必要性及緊急性。公路系統之災害復建應依據災損原因及當地環境因素，評估原公路路線、結構型式、材質等之合適性，並考量復建時程及經濟性，綜合研判後決定採取「原貌復舊」或「拆除重建」。唯拆除重建後之功能須不低於或與原有設施相同。正式復建考量事項包括：(a)復建工程之迅速化；(b)防止災害再度發生或造成二次災害；(c)復建經費之合理化；(d)公路路線及結構型式最佳化；(e)適合當地環境。



資料來源：大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究<sup>[15]</sup>。

圖 2.14 公路災害復舊流程

文獻 11. 「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊」<sup>[16]</sup>

研究報告重點內容如下所述：

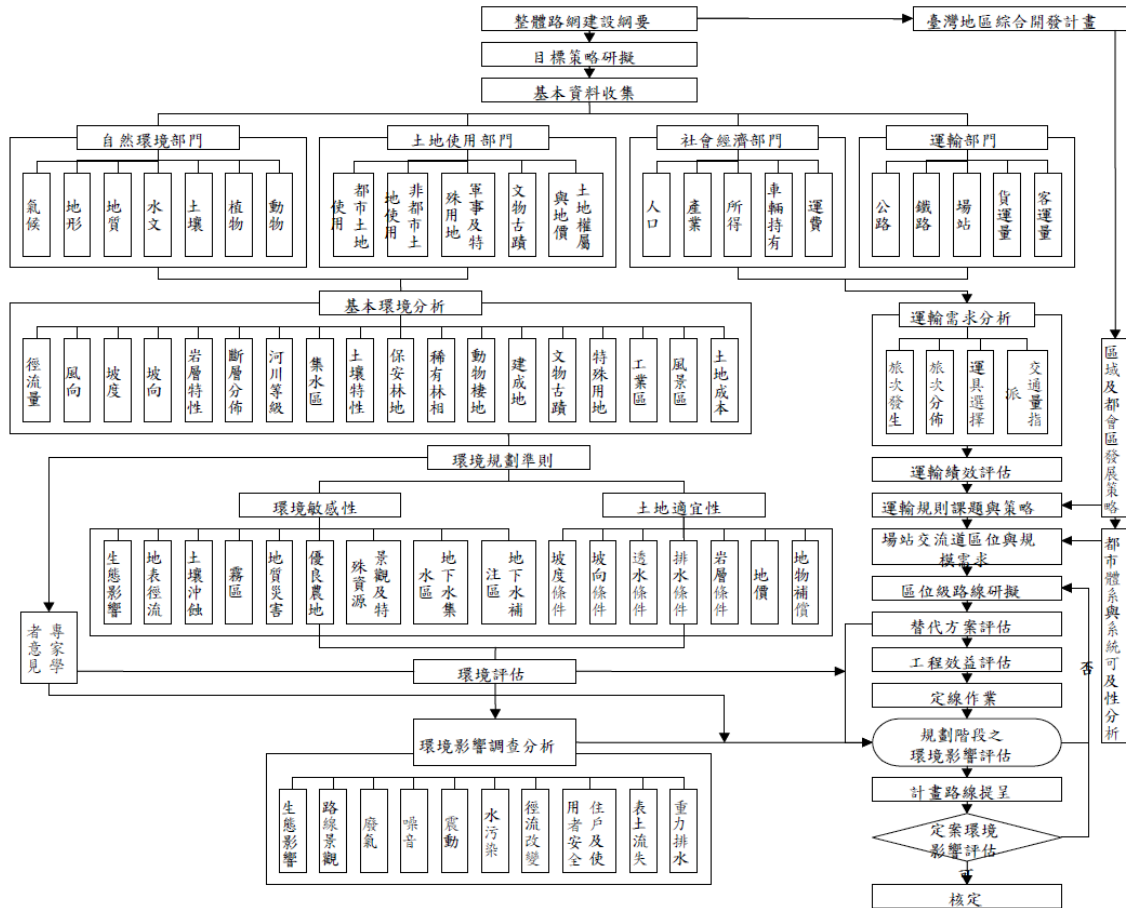
- (1) 我國山區道路災害之種類以邊坡災害為主。致災誘因依序為豪雨、地震及人為因素；潛因則為地形與地質條件不良。邊坡破壞之類型以道路路面為界，可區分為上邊坡、下邊坡二大類，唯為利於工程師就破壞現象直接觀察，復將破壞機制區分為向源侵蝕型、

地表沖蝕型、路基流失、深層滑動型、淺層滑動型、順向地滑型、落石型、土石流等八大類。

- (2) 邊坡破壞之人為影響，於上邊坡方面，主要為坡面過度開發、超限利用。就道路工程而言，則多為規劃與設計不良、開挖不當，坡面任意棄碴等因素所致。下邊坡之破壞，主要係因支撐結構及填方施工品質欠佳，排水系統設計與維護不良，以及坡址防護不當等因素之影響。此外，許多下邊坡之整體坍塌亦與分析時未注意非飽和土壤浸水強度之折減，以及填方界面之特殊破壞模式有關。針對我國山區道路邊坡災害之類型與致災原因，山區道路新建與拓寬於規劃與設計時均應納入考量，方可避免災害之發生。
- (3) 山區道路災害之整治無論規模或範圍其方案之研擬皆可概分為調查、分析，以及規劃與設計三大步驟，其中調查為後續破壞類型與破壞原因研判之依據；分析、規劃與設計則為整治方案正確與否之所繫。三者任一環節錯誤皆足以導致整治失效。
- (4) 山區道路災害發生後，影響民生安全與經濟至鉅，因此必須儘速整治修復，惟因各種主、客觀條件之影響，災害之處理必有輕重緩急、先後主次之別，故依時程而言，可概分為緊急搶修及長期維護二個階段。各階段之整治對策亦應依災害規模與破壞對民生、安全之影響層級依序處理。邊坡整治工法甚多，惟依整治概念可分為避讓、消滅、攔阻、支撐、加固、防護六大類；依整治內涵則可概分為排水法、工程結構法、植生工法，以及系統維護與改善四大類。臺灣地狹人稠且地質條件不良，因此山區道路邊坡安全多必須施以工程結構方可予以改善。工程結構設施種類繁多，依其原則分類包括修坡、護坡、擋土牆、擋土結構、河岸路基結構，以及落石防護工等。

- (5) 整治工法類型眾多，其應用亦各有其利弊得失，因此評選邊坡災害整治工法，首要工作即為確認邊坡破壞之類型，分析造成邊坡災害之主、次要因素及相互關聯，並綜合考量道路之重要程度、施工條件，以及其他非技術因素之影響等，逐一探討方可求出最佳整治方案。一般而言，邊坡災害之整治甚少使用單一工法即可奏效，而需數種工法同時或先後依序應用方可達到徹底整治之目的。此外，整治工程之施工程序，以及完工後之長期維護與管理均對整治成效具有極重要之關聯。
- (6) 近年來臺灣山區道路災害頻傳，致災原因雖可部份歸責於自然因素，然而環境條件不良，地質、地形惡劣並非始自今日。若干山區道路於規劃與設計時未能將防災避險原則充份納入考量實亦難辭其疚。此外，災害發生後之搶修、整治與長期維護未針對致災原因加以整體考量亦具有嚴重影響。為改善此一現象，研究中自實務觀點出發，考量我國山區道路災害特質，以及國人工程習性，對於山區道路防災避險對策概念詳予探討，提供相關工程人員於執行山區道路規劃與設計之參考，對於負責搶災、復建之基層工程人員亦應具有實質助益。

「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊<sup>[16]</sup>」編撰之內容分為 8 篇，逐一介紹山區道路相關規劃設計所需注意之事項，其中第三篇-規設篇提到山區道路開發流程如圖 2.15 所示。除開發流程外，該篇亦說明路廊研選原則、道路型式之研選、邊坡之規劃設計與監測、山區道路之生態景觀考量、山區道路之水土保持以及山區道路之工程經費概算等。



資料來源：台灣地區山區道路規劃設計參考手冊<sup>[16]</sup>。

圖 2.15 山區道路綜合路廊研選與環境評估作業流程圖

## 2.2 國外公路分級、復建及建設相關資料彙整

本計畫在此蒐集美國與日本之公路分級、復建及建設相關文獻資料，詳細說明如后所述。

### 2.2.1 美國相關資料彙整<sup>[21][22][23][24][25]</sup>

全美公路約 5% 是由聯邦政府管理，約 16% 是屬於州政府管轄，其餘 79% 則屬當地地方政府管轄。美國的公路系統包括超過 630 萬公里的道路。其中，500 萬公里位於郊區，其餘的 130 萬公里為市區街道。這些道路依提供之服務進行功能分類，主要可分為幹道、聯絡道及地方道路(詳表 2.9)。



其中，幹道之下可再分為州際公路、高速公路、主要幹道、次要幹道。而聯絡道路也可再分為主要聯絡道、次要聯絡道及一般聯絡道。

**表 2.9 美國公路服務性質功能分級**

系統	性質
幹道 (Arterial)	提供最長的不間斷的距離、最快速度、最高的服務水平。
聯絡道 (Collector)	以較短距離、在較低的速度連接當地的道路和主要幹道。
地方道路 (Local)	非幹道與聯絡道外的所有道路，主要提供少數運量以到達目的地。

資料來源：<http://www.fhwa.dot.gov><sup>[26]</sup>。

以美國科羅拉多州 I-70 州際公路為例，說明公路開發時考量的重點。該公路因穿越洛磯山脈而成為地形陡峭、施工困難且環境敏感的公路。沿途經 Vail、Copper Mountain、Beaver Creek 等世界級的滑雪勝地，加上怒濤洶湧的科羅拉多河貫穿其中，是全美聞名的景觀與生態道路。以下即說明該公路主要特色：

#### 1. 以高架橋與半橋半牆(棧橋)通過環境敏感地區

由於狹谷地區空間有限，為避免開挖造成環境破壞及落石問題，多以高架橋及雙階棧橋 (Terrace Viaduct) 方式通過，採取雙階棧橋可以減少開挖量，並增加線型的優美，如圖 2.16 所示。



圖片來源：周南山 教授。

**圖 2.16 美國 I-70 州際公路雙階棧橋**



棧橋部份以預鑄、預力式雙 T 型擋土牆為主，以取其施工快速、面版統一而美觀之優點。在棧橋之上則為懸臂式預力混凝土鋪面，懸臂之寬度為 2 公尺。懸臂不僅可節省空間，亦因日照之陰影而造成擋土牆較低之錯覺，可減少駕車者之壓迫感。此外，所有的橋墩和擋土牆皆漆上與峽谷岩石背景（多為黃褐色砂、頁岩互層）相仿的顏色，以降低結構物對周遭環境的衝擊。I-70 Glenwood Canyon 因雨量稀少、植被不易，為避免高架橋之興建破壞生態，乃廣用懸臂式平衡預鑄節塊工法（Cantilever-Balance Method），可避免眾多的假設工程破壞植物之生長。

## 2. 生態與環境的保護措施

為避免橋墩施工破壞周遭環境，在規劃時特就預定路線詳細調查其植被，在設計時儘量避免將橋墩之位置座落於樹叢中。此外，懸臂式橋面較傳統式垂直面牆所造成的擾動要少很多，亦可減低施工範圍對植物的損害程度。雖然全線儘量避免開挖，但隧道口與部分落石區之開炸仍難避免。此時，爆炸雷管之位置均經仔細規劃，以避免造成岩壁凹凸不平。開挖或劈裂後之岩壁亦經染色，與背景之風化砂岩顏色相仿，以與周遭環境相吻合。為免公路之興築阻隔了該路段動物的行經路線，並在適當地點設置動物專用涵洞。此外，施工結束的地段，承包商立即植生，並補植 315 萬棵樹苗及設置噴灌系統，按時灑水以利植栽生長。由於濕地對於動植物之生態助益甚大，復原工作尚包括新增數個濕地，以利野生動植物之棲息。

## 3. 擋土結構

該路段之擋土系統可分填方與挖方兩大類；在填方部分，多採用雙 T 型預鑄、預力擋土牆以及加勁式擋土牆等類擋土結構。在 I-70 Glenwood Canyon 加勁擋土牆之面版方面，則以預鑄式直條紋混凝土面版為主，線條簡單，適合於高速通過時之視覺焦點。此外，在次要公路邊坡則採用經過處理後的原木面版，採用不織布或織布為加勁材料，成效卓著。在挖方

方面，以階梯式自上而下的地錨工法（與巴西地錨工法相似）較為常見。Glenwood Canyon 採用的地錨，乃經特殊設計，將錨頭隱藏於預鑄面版中，且在緩衝段中廣植白樺，與擋土牆之背景植被相符，不但與自然融合，並可軟化牆面，又可降低牆高，如圖 2.17 所示。



圖片來源：周南山 教授。

**圖 2.17 美國 I-70 州際公路地錨擋土牆**

在橋梁安全評估方面，美國著重橋梁破壞案例的探討與分析，藉以釐清橋梁破壞的機制，並從中學習、修訂與建立橋梁設計、維護時所應注意的事項與執程序。另透過橋梁長期性能資料收集，資料庫的建立，以作為提供橋梁維護策略與災害預警分析之用。美國交通部聯邦公路總署<sup>[26][27][28][29]</sup>(FHWA)已經展開長期橋梁執行計畫，在未來 20 年要經由此一計畫對全國代表性的橋梁作檢查、記錄、評估及利用先進技術作週期性的監測。其所蒐集的資料及資料分析將可增加對橋梁長期性能的瞭解，進而改進橋梁生命週期的成本與預測模式，對已受損的橋梁，有較佳的瞭解及更有效的維修策略，而此計畫最後的結果也能回饋原始設計，作為爾後設計方法之改進及發展下一代的橋梁與橋梁管理系統。

2005 年的卡翠娜颶風，於美國路易斯安那州和墨西哥灣沿岸地區帶來了前所未有的破壞。在新奧爾良地區，路易斯安那州 23 公路對接結構沿密西西比河倒塌。10 號州際公路 (I-10) 段雙跨度橋梁坍塌，造成數以百計的 20 公尺長的混凝土橋面泡在水中，僅餘 8.9 公里的橋面結構仍完整，如圖 2.18 所示。遭到嚴重破壞的 I-10 雙大跨度橋梁，跨越龐恰特雷恩湖 (Lake Pontchartrain) 為新奧爾良和斯萊德爾 (Slidell) 之間的交通要道。風災後費時 111 天打造新的 I-10 橋梁，該橋設有兩個平行的跨度，其路面皆為 18 米寬的四線道 (含路肩)。新的橋梁橋底高於湖面 9 公尺，且比原橋高了 6 公尺。架高的橋面提供了湖面船隻航道，其垂直為淨空 24 公尺高。新的雙跨度橋梁不僅重新設計以承受強烈的暴潮事件，亦也配備一個特殊且複雜的監控系統。該系統配備許多感應器自橋基往上延伸至路面，當橋梁結構被任何物體撞擊時，小自潮水大至船隻，感應器皆能偵測，此監測能力能使當局於災害發生時立即採取應變措施，並能有效延長橋梁壽命。



圖 2.18 美國 I-10 雙跨度橋梁於卡翠娜風災後修復情形

美國交通部<sup>[30]</sup>於 2009 年提出國家交通復建策略 (National Transportation Recovery Strategy, NTRS), 其旨在幫助運輸業界和地方、州政府官員準備和管理交通重大災害後的恢復過程。該策略的總體目標是運輸網絡, 以促進恢復過程, 期交通於災後有更好的回復力。復建是緊急事件管理的一環, 透過社區進行規劃、培訓、演練、實施適當的技術, 建立和加強在重建的參與。每個過程的步驟, 為發展可行的恢復方案和措施, 在緊急事件管理的準備階段都是必要的。

## 2.2.2 日本相關資料彙整<sup>[31][32][33][34][35][36][37]</sup>

依據日本道路法<sup>[35][36][37]</sup>之分類, 日本道路分為高速自動車國道、一般國道、都道府縣道、市町村道(詳表 2.10)。依據不同道路種類由國土交通省、各地方政府等單位管理。

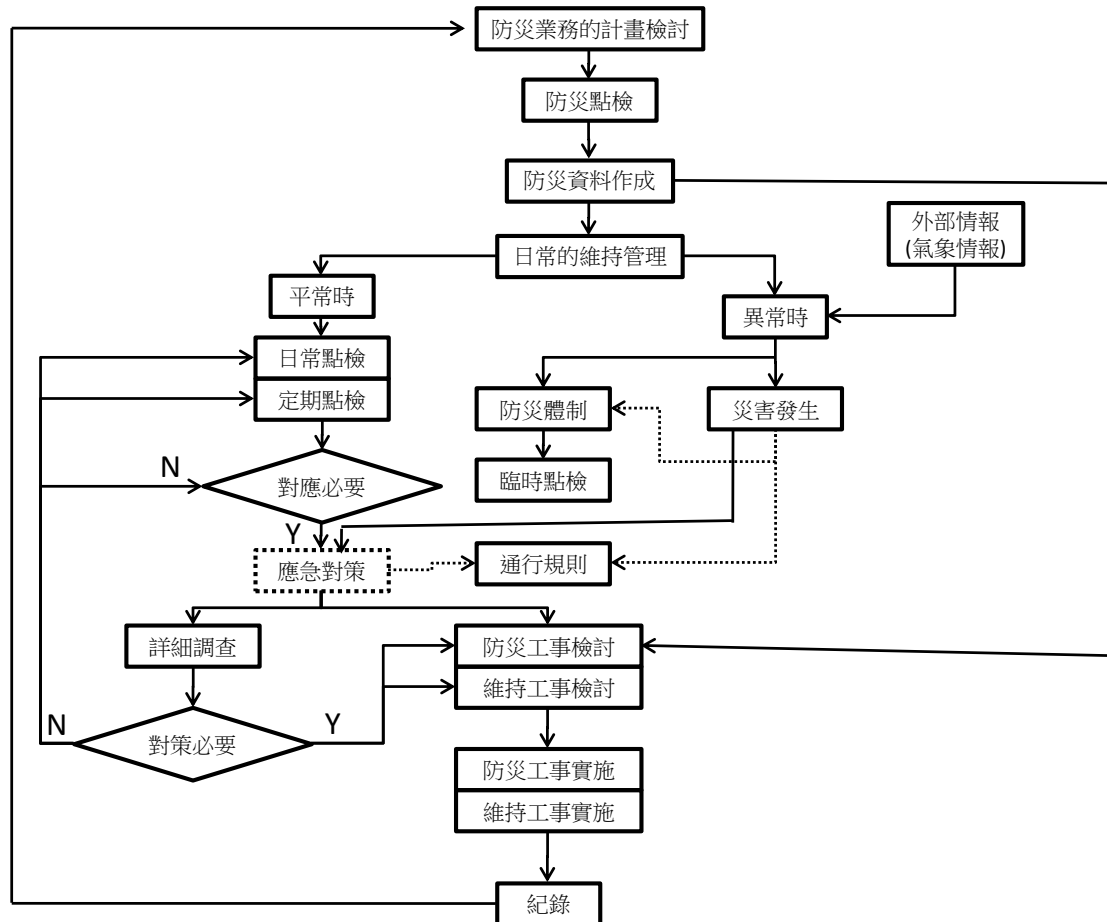
表 2.10 日本道路種類

道路種類		定義	道路管理者	費用負擔
高速自動車國道		提供汽車高速行駛, 連結日本各地交通網, 以及重要都市的關鍵道路。這種道路全部都是高速公路, 而且全部是收費道路。	國土交通大臣	高速道路會社 (國、都道府縣 (政令市))
一般國道	直轄國道	「高速自動車國道」以外的國道, 就是所謂的「一般國道」。	國土交通大臣	國都道府縣 (政令市)
	補助國道		都府縣(政令市)	國都府縣(政令市)
都道府縣道		一部分的道路是連接國道的重要道路, 這種道路稱為「主要地方道」。而在一些大都市裡, 也有屬於「都道府縣」級的高速公路, 其它的道路則叫作「一般都道府縣道」。	都道府縣 (政令市)	都道府縣 (政令市)
市町村道		市、町、村、區所管理的道路	市町村	市町村

資料來源：<http://www.mlit.go.jp/road/index.html><sup>[35]</sup>。



日本地區的地質與氣候災害極為頻繁，故日本國土交通省中部整備處就道路防災提供相關策略建議與運作流程，如圖 2.19 所示，將日常管理、定期檢查、緊急對策與後續工事之相互關係提出說明。

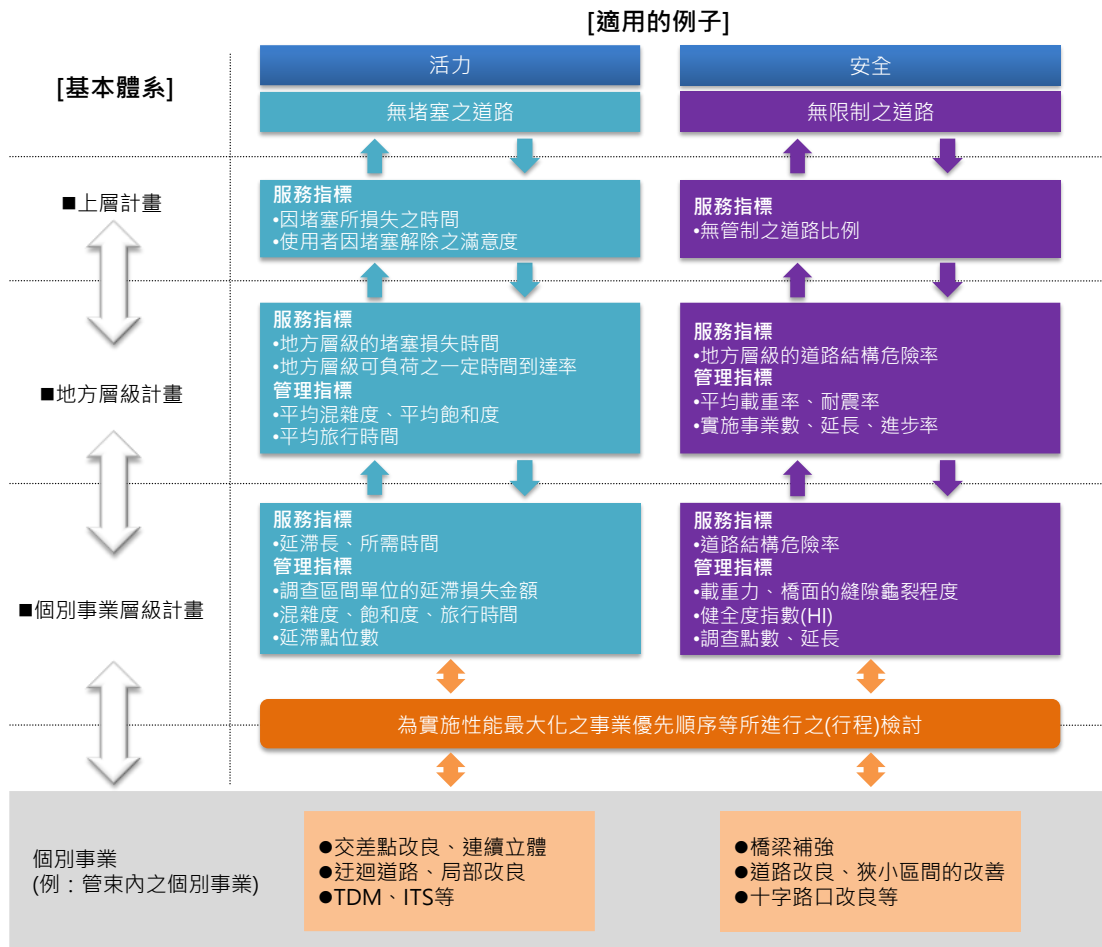


資料來源：道路設計要領(設計編)<sup>[36][37]</sup>，2008。

圖 2.19 日本道路防災管理流程圖

日本的道路設施多半構築已久，除有設計強度不足與材料老化之疑慮外，由於人口與聚落變遷，導致部分道路之利用程度有所改變，故近年來亦將資產概念帶入道路管理之中，藉由重新規劃評定原則，重視道路使用者與納稅人之權益，透明而有效率的執行道路管理程序，減少資本之浪費。於管理過程中，就不同之需求建構各式評估指標，如圖 2.20 所示之指標

管理案例，即就安全性與活力性兩種需求提供不同管理階層之適用指標，藉此以評估施作之優先順序。

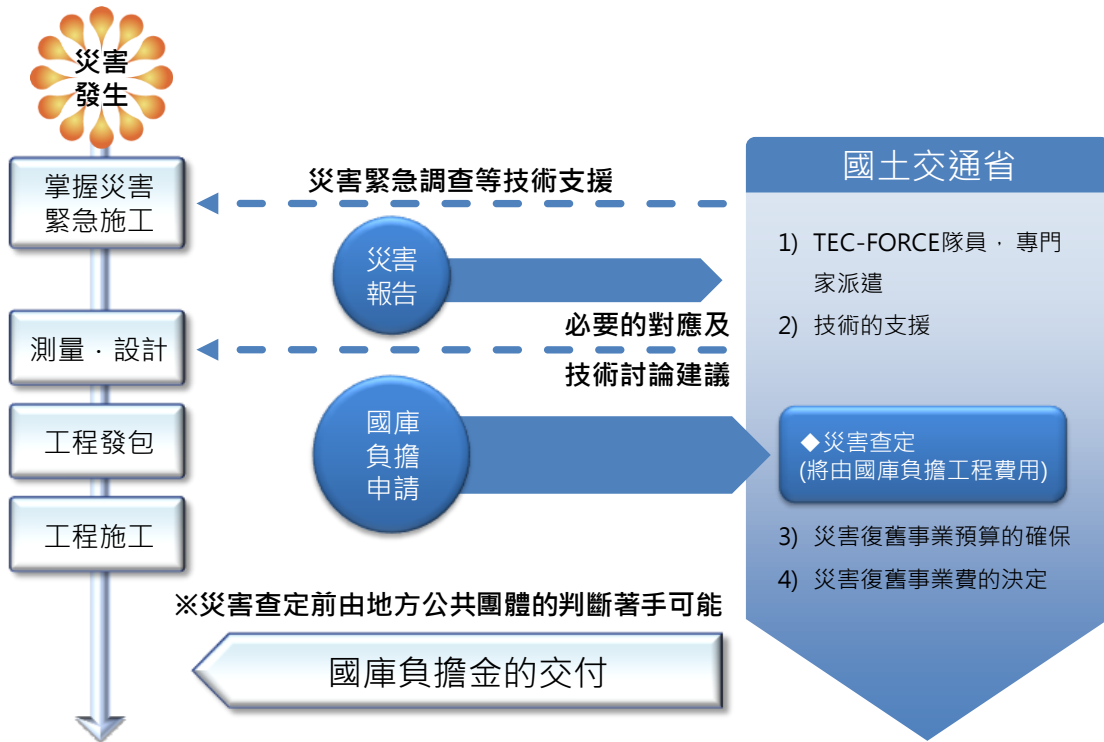


資料來源：道路資產管理手冊<sup>[36]</sup>，2010。

圖 2.20 道路管理評估指標案例示意圖

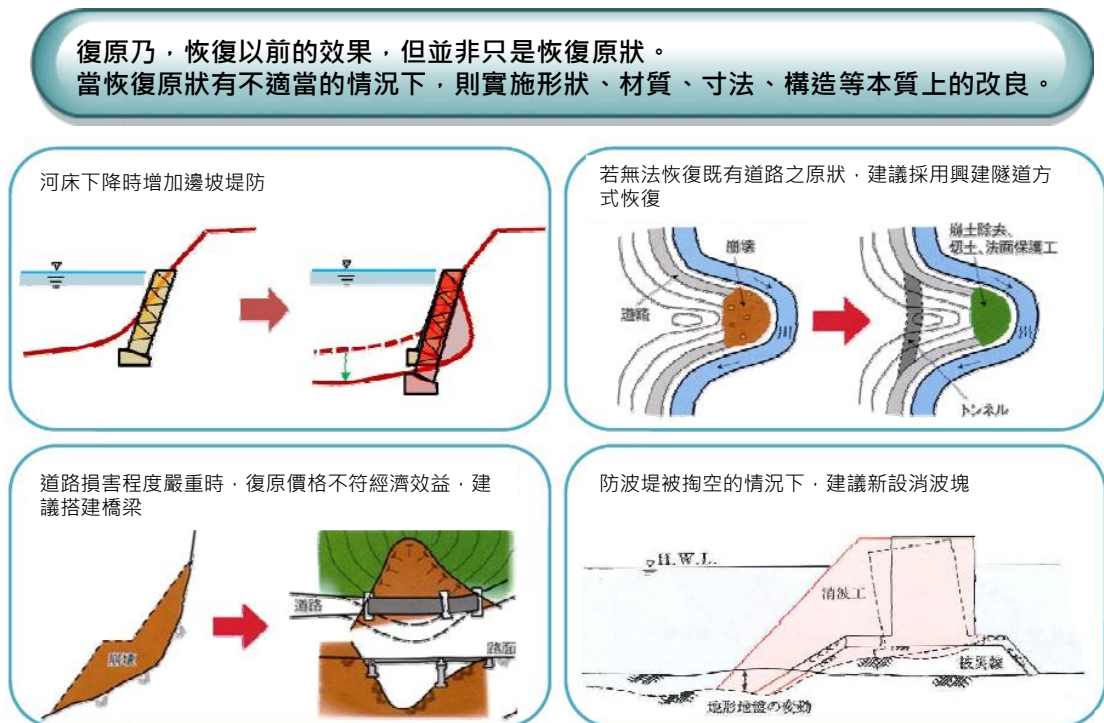
日本於災害發生後復建進行的流程如圖 2.21 所示，復建的原則為復舊回原貌並加強單元功能，如圖 2.22 所示。





資料來源：災害復舊事業（補助）的概要，日本國土交通省<sup>[34]</sup>。

圖 2.21 日本交通災害復建主要流程



資料來源：災害復舊事業（補助）的概要，日本國土交通省<sup>[34]</sup>。

圖 2.22 日本交通設施復舊概念示意圖

2011年3月11日的地震，造成日本嚴重災情，依據東日本高速道路株式會社<sup>[37]</sup>統計東日本公路受災情況如表 2.11 所示，部份公路復建情況則如圖 2.23 所示。

表 2.11 311 地震東日本公路受災情況

道路名	影響距離 (公里)	受災情況
東北自動車道	347.1	路面裂縫 27 處、連接點段差 26 處、路面沉陷 7 處、路面段差 61 處
磐越自動車道	85.5	路面裂縫 13 處、連接點段差 6 處、路面沉陷 4 處、路面段差 5 處、邊坡錨突出
常磐自動車道	166.4	路面裂縫 29 處、連接點段差 2 處、路面沉陷 2 處、路面段差 14 處
仙台東部道路	18.5	路面裂縫 1 處、連接點段差 7 處、路面沉陷 1 處、路面段差 5 處
其他道路合計	869.8	路面裂縫 97 處、連接點段差 56 處、路面沉陷 23 處、路面段差 174 處

資料來源：金田和男、長尾和之、橫田聖哉(2011)，「高速道路における地震災害の復旧事例」<sup>[37][38]</sup>。



圖片來源：東日本高速道路株式會社<sup>[37][38]</sup>。

圖 2.23 日本 311 震後高速公路復建狀況

緊急修復的首要目標為搶通，恢復其交通聯絡機能，在緊急修復時需考量以下數點原則（小橋秀俊<sup>[33]</sup>，2011）：

- (1) 需確認施工作業進行時之安全性，避免二次災害發生。
- (2) 應先規劃好其他替代道路，以紓緩工程進行時交通。
- (3) 緊急搶修時應考量是否可利用未來完整復建的工法。
- (4) 緊急修復工法的選擇需考量相關有材料可使用。

## 2.3 資料研析與小結

透過檢視相關資料並回顧災害事件(表 2.12 國內文獻報告摘要表)，可瞭解道路復建工程，需視災害成因與影響程度有不同的因應措施，而除了道路功能、安全、經濟等面向外，與因地制宜、環境共存、永續發展也是在工程規劃時需考量之重點。

表 2.12 國內文獻報告摘要表

編號	計畫名稱	與本研究相關之重點
1	交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究 <sup>[6]</sup>	內容研析山區公路災害受土石流破壞之機制，並提出交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策(詳見 2.1.2 節)。
2	八八水災災害調查成果與復建工程建議 <sup>[7]</sup>	提及公路復建之工程，並建議坡地及山區道路、橋梁工程之因應策略，並提出「山河路橋共治」之復建原則，可供本計畫參考。
3	山區道路坡地災害防治技術整合研究 <sup>[8]</sup>	報告內容透過過去歷史資料的蒐集與統計，將崩塌地相關自然環境與致災資料予以彙整及分析，透過簡易的參數量測與地理資訊系統之沿用，提高對崩塌地判別發生潛勢度與致災規模之探討。並透過統計迴歸的方式，將重要路段建立完整的降雨與崩塌潛勢預警模式，並開發完成其管理系統與資料庫。
4	莫拉克颱風災後基礎建設重建方案 <sup>[9]</sup>	以國土保育及復育為理念，提出全方位家園重建計畫，並涵蓋住宅、生活、文化、原住民、教育、產業及農村等各部門之策略計畫，以確保家園生活重新恢復。
5	公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃評估研究 <sup>[10]</sup>	公路因路線等級、地形特性及環境生態之不同各考量因子亦不同，該研究綜合整理分階段列出公路工程之生態、景觀、防災主要考量因子。
6	台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究 <sup>[11]</sup>	歸納未來山區國道之興建，應建立以自然資源保育為目的之工程規法，並研擬適當之規劃設計方案，以符合政府「道路建設與環境共生」之永續發展目標。
7	台 21 線等公路橋梁歷年颱洪土石流沖刷災害復建資料編纂 <sup>[12]</sup>	根據橋梁及公路路段之土石流沖刷災害做詳實的歷史資料蒐集與分析，從中謀求相關之技術工法以防止災害再次發生。
8	坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究 <sup>[13]</sup>	並利用道路邊坡崩塌基本資料庫之建置，協助道路管理單位掌握各路段邊坡之崩塌特性，進而提供作為道路邊坡崩塌緊急搶修方案研究之基本資料。同時調查現有部分災損之擋土結構物案例，研擬災損擋土結構物功能評估準則與量化指標，以應即時搶修方案擬訂參考。
9	運輸設施快速建造與修復技術之研究—公路設施快速重建及修復技術之研究 <sup>[14]</sup>	提出公路設施災損模式及其對應之快速工法，如：說明公路設施快速重建及修復階段之相關技術工法之工法原理、優缺點、適用性分析、維修養護重點、後續處置，及其案例介紹，供相關單位作為災害發生後研選快速工法之參酌資料。
10	大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究 <sup>[15]</sup>	探討國內公路系統防救災體系，提出公路緊急搶通與修復策略及工法，並分析易致災公路路段及規劃替代道路，以利災變時搶救災人員、機具之進駐及緊急物資之輸送，最後再回饋修正公路系統防救災體系，提出現行公路系統防救災體系之問題與對策，進而研提出一套完整的公路系統災害防救因應策略。
11	台灣地區山區道路規劃設計參考手冊 <sup>[16]</sup>	報告所提之山區道路開發、路廊研選原則、道路型式之研選、邊坡之規劃設計與監測、山區道路之生態景觀考量、山區道路之水土保持等原則，有利後續公路分級開發(與復建)之參考。



## 第三章 現行公路復建評估準則及檢討

莫拉克颱風於 2009 年 8 月 7 日~10 日侵襲台灣，四日內於南台灣所降累積雨量達 2,965 公釐，打破中央氣象局歷史紀錄，其所帶來之豪大雨引發大規模洪水及土石流，致使台灣中部及南部縣市受創嚴重，經濟損失創歷史新高。事後，交通部推動「因應莫拉克風災搶救及復建計畫書<sup>[39]</sup>」，內容提及莫拉克風災系統搶修及復建計畫<sup>[40]</sup>。本章節將敘述莫拉克風災分級復建方法內容，並加以檢討復建評估準則。

### 3.1 莫拉克風災公路分級復建評估準則

公路災害復建之目標首在搶通，尤其是「主要維生路線」及「重要道路」更應列為優先搶修搶通對象。當重大災害發生後通訊中斷情況不明時，先以直升機或其它可飛行器具瞭解災情」以爭時效。並以先搶通一車道進入災區進行其他搶災行動，使全部災區得以對外聯絡及得到補給。災後並進行災情研訂搶修計畫及施工方法，並編製災害搶修及復建明細表。復建工作應按計畫全面動員機械人力積極趕辦，除坍方路段應先搶修通車外，須以結構物搶修之工法，應選擇以簡易、速效及安全可靠為原則。橋基保護工程、道路邊坡保護工程或相關重建工程設計時，除依現行設計規範辦理外，並應考量歷年損壞之災情，採以更完善、更高穩固之保護工法，以維護橋梁、道路邊坡等之安全。2009 年交通部推動之「莫拉克風災公路系統搶修及復建計畫<sup>[41]</sup>」係期符合國土保安及災後重建綱領下，達成下列三項目標：

1. 維持省、縣、鄉道公路系統路網之完整性。
2. 恢復省、縣、鄉道公路交通功能，減少天然災害造成損壞與百姓生命財產損失，提昇政府正面形象。
3. 增進地方公路網運作效率及交通安全，有助於地方產業之運輸需求並促進地方經濟之發展。

莫拉克颱風超過 2,000 公釐以上強降雨造成南部地區災害，道路橋梁受損交通中斷；災害後除積極辦理搶修通車外，亦依據交通之必需性及國土整體規劃等，其復建類別分為甲、乙、丙三類(如表 3.1)辦理搶通及復建，並據此先行估算搶通及復建經費，詳細內容如下所述。

1. 甲類(原狀復建者)：沿線村落眾多，無法大規模遷村，必須提供居民交通服務及滿足基本經濟、觀光需求。評估結果如台 17 線雙園大橋、台 9 線太麻里~楓港、台 18 線觸口~自忠~塔塔加、台 20 線縣界~桃源、台 21 線水里~塔塔加、台 24 線德文~霧台、台 27 甲六龜~大津等。
2. 乙類(部分原狀修復)：介於甲、丙之間；如台 20 線桃源~啞口、啞口~向陽、台 24 線霧台~阿禮等。
3. 丙類(簡易修復)：沿線仍有少數村落及居民，必須維持其維生物資運送，僅先提供基本交通服務再決定後續重建方式，未來並配合國土規畫之土地利用及居民安置；如台 21 線小林~那瑪夏、台 27 線扇平~葫蘆谷等。



表 3.1 公路災損復建等級與災損復建之重要性分類表

公路類別	分類	說明
省縣鄉道 公路 (災損復建 等級)	甲類	工程分標原則以大標段方式處理，以增加大型優良廠商投標意願，減少施工介面，掌握工期。
	乙類	編列預算時暫按原功能修復編列預算（高難度路段可於設計及施工階段依實際狀況調整，該類路段可暫以替代道路或便橋通行）。
	丙類	維持少數村落及居民必須維生基本物資運送。
市區村里 聯絡道路 橋梁部分 (災損復建 之重要性)	甲類	內政部辦理之都市計畫區域內道路及人口集居區域內之村里聯絡道，屬於區域重建綱要計畫第三類策略分區者，依原設計規範辦理。
	乙類	介於甲、丙之間，屬於區域重建綱要計畫第二類策略分區者，編列預算時暫按原狀修復編列預算或先編列規劃經費，俟擬妥可行方案後再編列重建經費。
	丙類	屬於區域重建綱要計畫第一類策略分區者，僅先採簡易修復以維持沿線少數村落及居民其維生物資運送，未來並配合國土規劃之土地利用及居民安置。

依上述評估方式，並檢視「莫拉克風災公路系統搶修及復建計畫<sup>[41]</sup>」可知，省道災損合計 41 個路段、縣道災損合計 25 個路段、鄉道災損合計 177 個路段，如表 3.2 所示。

表 3.2 公路系統搶修及復建類型個數統計表

公路系統	復建類型			搶修
	甲類	乙類	丙類	
省道	31	2	3	5
縣道	20	4	0	1
鄉道	138	33	3	3
小計	189	39	6	9

資料來源：「莫拉克風災公路系統搶修及復建計畫<sup>[41]</sup>」。

現行相關政策部分，行政院於 2009 年 10 月 9 日核定以「國土保育為上位之區域重建綱要計畫<sup>[42]</sup>」為政策指導計畫，相關部會就「基礎設施重建」、「家園重建」、「產業重建」3 大部門，提出重建作法及具體執行計畫。另縣（市）政府可將災區劃為數個重建單元區，分區擬訂地區重建計畫落實執行。由於重建區脆弱敏感目前不宜大肆開挖坡地，行政院莫拉克重建會推動基礎建設重建原則是先儘量減少開發，確保山林休養生息俟坡地穩定後，再另外勘選適當路線復建。對於部分山區聚落，則暫時以溪底便道（橋）方式，維持居民交通及民生產業基本需求。莫拉克颱風造成交通工程重創，非人力可抗拒，受摧毀的中南部地區數十年累積的重大交通建設成果，要在短期內全數重建完成確屬不易，其破壞型態、重建條件及階段策略均與 921 震災有明顯不同，不宜僅以重建時間來相提並論。

政府在莫拉克風災後第一時間對於道路交通即採搶修搶通救險為原則，排除孤島情形。中期則提高便道便橋抗洪能力，長期建設則以國土復育保安為重要指導原則，避免二次災害，規劃選擇穩固永久長期性之交通路廊，降低災害發生風險。莫拉克颱風造成洪水、土石流災害是沿著河川流域摧毀整個交通路廊，沖毀沿線道路及橋梁。而 921 震災交通破壞型態是路網各路線局部路段之損壞，修復後即可恢復該路線通車，兩者在破壞型態、重建條件與策略階段上有明顯之不同。表 3.3 為「區域重建綱要計畫<sup>[42]</sup>」道路設施重建策略表。

重建綱要計畫之「環境敏感適宜性分析與策略分區」工作，依據環境敏感適宜性分析，將重視規劃分區內之土地分為三類策略分區，分別有不同之重建原則與策略：

1. 第 1 類策略分區：係指已依法劃定之禁止發展地區，及本次風災後經勘查並依法公告之危險地區。
2. 第 2 類策略分區：係指依現行各目的事業主管機關法令或行政院核定計畫、方案之限制發展地區，並依發生災害潛勢分為 A、B 區。
  - (1) A 區：指限制發展地區中，屬山崩高、中潛感地區、土石流高、中潛勢溪流影響範圍、嚴重地層下陷地區(低於海平面地區)、低位河階地、河岸侵蝕等易發生災害地區。
  - (2) B 區：非前述之限制發展地區。
3. 第 3 類策略分區：非第一、二類地區。

綜上，災後交通復建首要之急在於搶通，除重大交通要道必須加速辦理外，坡地山區道路更需兼顧環境國土保育以及永續工程。

表 3.3 「區域重建綱要計畫<sup>[42]</sup>」道路設施重建策略表

策略分區	道路設施
第 1 類	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 除既有之省道、縣道、鄉道、國有林森林鐵路及林道得為原來之使用外，不再新闢及拓寬。除經行政院專案核准者，現有道路等級不得提昇。</li> <li>2. 道路災損復建原則採簡易修復(丙類)辦理，維持少數聚落居民必須之物資運送。惟經中央目的事業主管機關勘定有國土保安需要者，得禁止其修復。</li> </ol>
第 2A 類	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 屬非計畫道路者，不再新闢及拓寬。</li> <li>2. 道路災損復建原則採部份原狀修復(乙類)辦理。並應採用輕型、易建工程措施，以即壞即修方式，維持其基本功能為原則。</li> <li>3. 受損橋梁之改建長度、寬度，應檢討河道及深槽區之變化情形，並洽請水利機關協商河川治理計畫是否會變更堤防法線、堤防高度等。並於辦理重建工程設計、施工階段洽請水利機關會同審查與協助，以落實「路、橋、河共治」之精神。</li> </ol>
第 2B 類	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 道路災損復建原則採部份原狀修復(乙類)辦理。並應先檢討、決定其合適服務功能水準及兼具考量安全性，惟以恢復其原有功能水準為上限。</li> <li>2. 受損橋梁之改建長度、寬度，應檢討河道及深槽區之變化情形，並洽請水利機關協商河川治理計畫是否會變更堤防法線、堤防高度等。並於辦理重建工程設計、施工階段洽請水利機關會同審查與協助，以落實「路、橋、河共治」之精神。</li> </ol>
第 3 類	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 新闢及拓寬道路依現行法令辦理。道路災損復建原則採原狀復建(甲類)辦理。</li> </ul>

資料來源：行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會<sup>[42]</sup>。

### 3.2 檢討現行公路復建評估準則

依據前一節所敘述，本研究在此針對莫拉克風災分級復建準則進行檢討，內容如下：

1. 表 3.1 得知，無論是省縣鄉道公路(災損復建等級)或是市區村里聯絡道路橋梁部分(災損復建之重要性)，復建方式係以甲、乙、丙三類區分，然甲、乙、丙三類之區分過於模糊並無明確之定義，導致無法完整論述。

2. 由表 3.3 得知，道路設施重建策略分為：第 1 類、第 2A 類、第 2B 類以及第 3 類，然其定義方面卻不明確，易導致決策者主觀性之判定。且第 3 類之辦理方式屬表 3.1 中之甲類；第 1 類之辦理方式屬丙類，配合對應部份不貼切決策者第一時間之判斷，容易產生誤判之機。
3. 表 3.3 中所提及之原狀修復(復建)過於限制，若原設計不當，發生災變後應考慮變更設計，以免一再重蹈覆轍。因此，依原狀修復並非良策，而宜依實際情況尋求最佳設計方案
4. 現今復建工程如何施工，並無一致之意見，概略可區分為兩派：
  - (1) 環保生態派：工程之執行盡量採取最低之設計標準，避免破壞環境與周遭生態系統。
  - (2) 一勞永逸派：為防止災害之發生結構破壞機率太高，故採高或超高之設計標準，以進行永續工程。

表面上看來，這兩派似乎矛盾，但實際上，只是因應不同復建等級之需而採取不同的手段。例如：某道路經整體評估(包括：經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義等影響因子)後，其復建之優先順序頗高，值得投入較大資源進行永久性復建，即可採較高標準另行改線，以橋梁、隧道方式通過危險地區。另一道路若經整體評估，其優先順序較低，或經評估不需或不宜復建，只需維持最低通行標準，隨坍隨修，甚至封山封路，避免破壞環境。

5. 目前公路災害復建之準則欠缺一套有效之公路風險管理評分系統，本計畫第二階段(期中階段)之工作項目即為建置一套適用於公路復建與開發需求性評分系統，藉由評分排列出各公路開發或復建之優先順序。

6. 後續應納入氣候變遷、社會經濟、水文、地質及災害規模等相關因子，以利未來建置一套完善的公路復建需求性評分系統，以在災害發生後能快速明確的完成修復方式評估。此外，不論是分階段或是分等級，也能研提復建之建設準則及相關配套措施，以作為未來交通部開發與復建政策及對外論述之參考。

本研究建議將公路復建分為五個等級：最高等級、次高等級、一般等級、管制等級與簡修等級。各等級之內容敘述如下：

1. 最高等級：道路升級及改善，例如：目前正積極進行之蘇花改善公路。
2. 次高等級：原有功能修復並加強安全性之補強，例如：蘇花公路。
3. 一般等級：原有功能修復。
4. 管制等級：原有功能修復並實施道路管制，例如：阿里山公路。
5. 簡修等級：簡易修復或整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等。



## 第四章 公路設施脆弱度及衝擊度評估

### 4.1 公路設施脆弱度探討

由過往重大公路災害案例中可以發現，災害類型主要在於邊坡坍方、路基滑移、河床沖刷變遷及土石流等地質災害，而造成災害的主因除臺灣地區的地質條件之外，人為因素如山坡地濫墾、破壞水土保持生態、人為盜採砂石及任意改變河道等行為尤其不能忽視。本章節將分別針對公路系統之邊坡(含路基)、橋梁及隧道三個主要公路致災脆弱點探討發生之原因。

#### 4.1.1 邊坡(含路基)<sup>[43][44][45][46][47][48][49][50][51][52]</sup>

台灣坡地地質本屬破碎且山高坡陡，於強震、強風、豪雨等大規模災變後，易造成山崩落石、邊坡滑動、土石流，及各種擋土結構之破壞，對開築於其中之山區公路衝擊甚大。茲將公路系統之道路邊坡易致災脆弱點分述如下：

##### 1. 落石

以 921 地震為例，自然邊坡破壞模式最多者為落石，落石大多發生在陡峭之斷崖、高度節理破碎區域，或人為開發之路塹邊坡上，其可能因強烈風化、裂隙水之滲入、暴雨、久雨、強震、開挖改變應力分布等因素，導致不連續面之抗剪強度降低，造成落石(詳如圖 4.1)。大規模者可摧毀路基、橋梁、堵塞隧道洞口、壓毀人車等，因其瞬間發生，無法即時預測落石方向，來勢兇猛且範圍分佈廣。

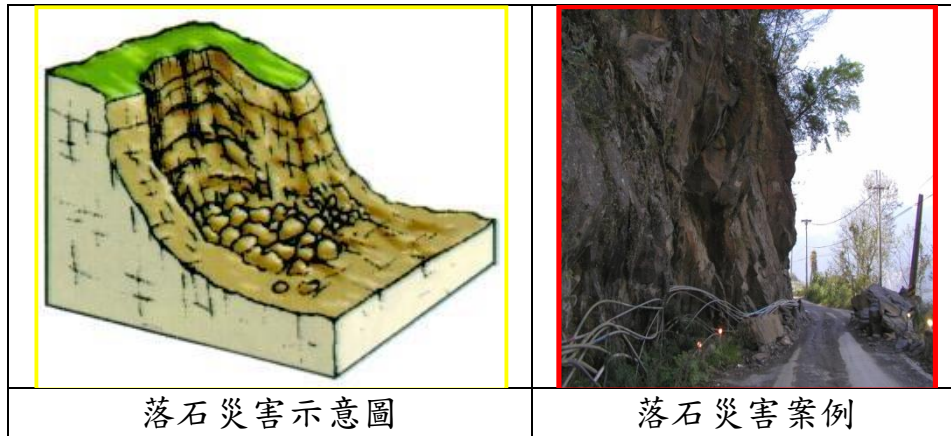


圖 4.1 落石災害

## 2. 邊坡滑動

邊坡上大量之土體或岩體在重力之作用下，沿一定的滑動面或滑動帶整體向下坡方向滑移的現象稱為滑動(詳如圖 4.2)，常因地層排水不良或坡腳被砍除而引發。滑動又可分為圓弧型滑動、楔形滑動、順向坡滑動、淺層滑動及複合型滑動等類型。

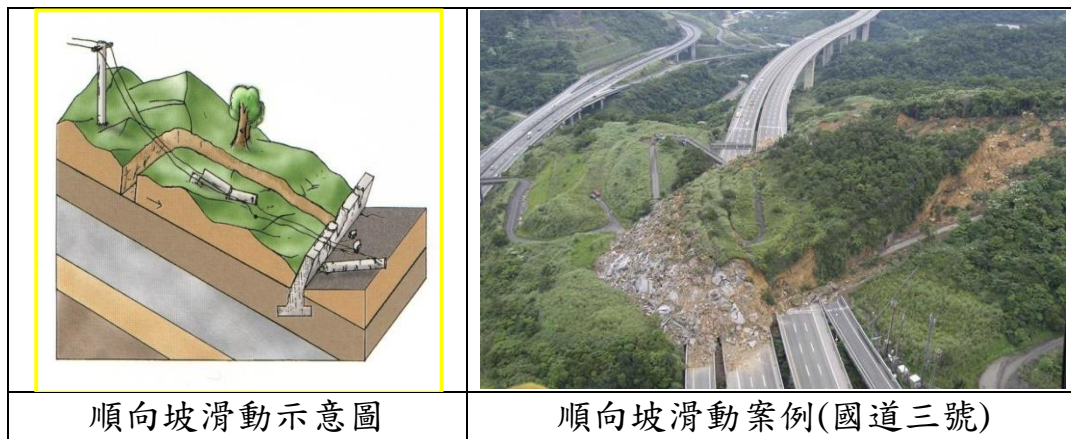


圖 4.2 邊坡滑動災害

### 3. 土石流

土石流是一種突然暴發，含有大量泥砂、石塊之特殊洪流(詳如圖 4.3)。它的持續時間短，而侵蝕、搬運及沉積過程異常迅速，比一般洪水具有更大之能量。土石流沿著溝谷，從發源地到堆積扇，可達數公里遠，土石流可以摧毀房屋村鎮，淹沒農田、沖毀路基橋梁、堵塞河道、造成山區交通中斷及嚴重威脅居民之身家性命。

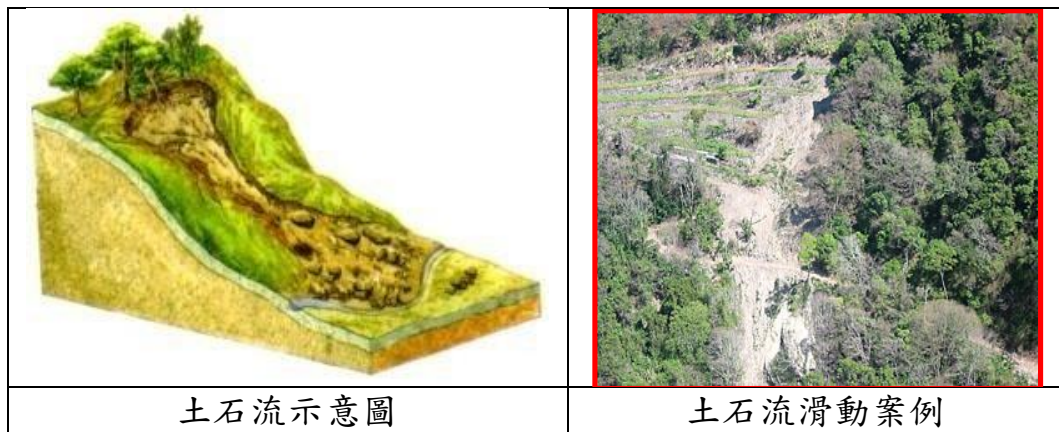


圖 4.3 土石流災害

### 4. 潛移

有的邊坡在重力的作用下會慢慢地向下坡方向流動，其流動速度緩慢，每年可能只有數公厘至數公分，但已足以威脅基礎的安全。潛移(詳圖 4.4)可分為深、淺兩種，淺者只有表土部份發生滑動，深者會導致岩層彎曲。

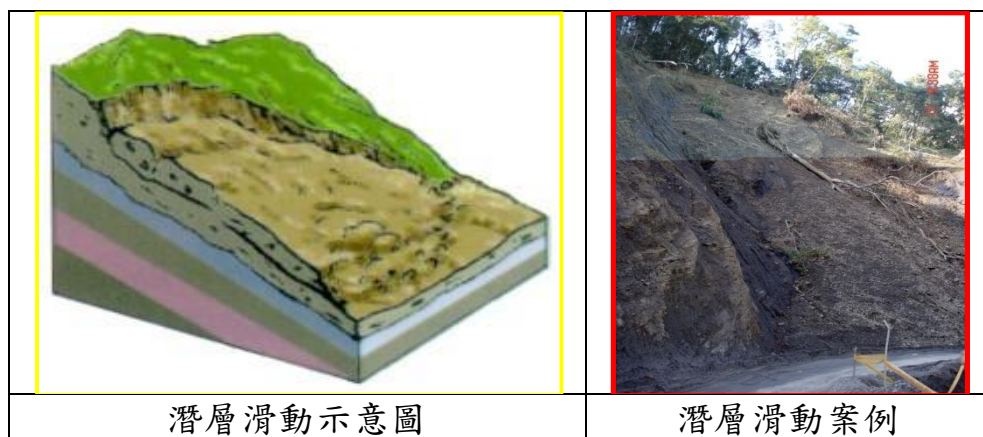


圖 4.4 潛移災害

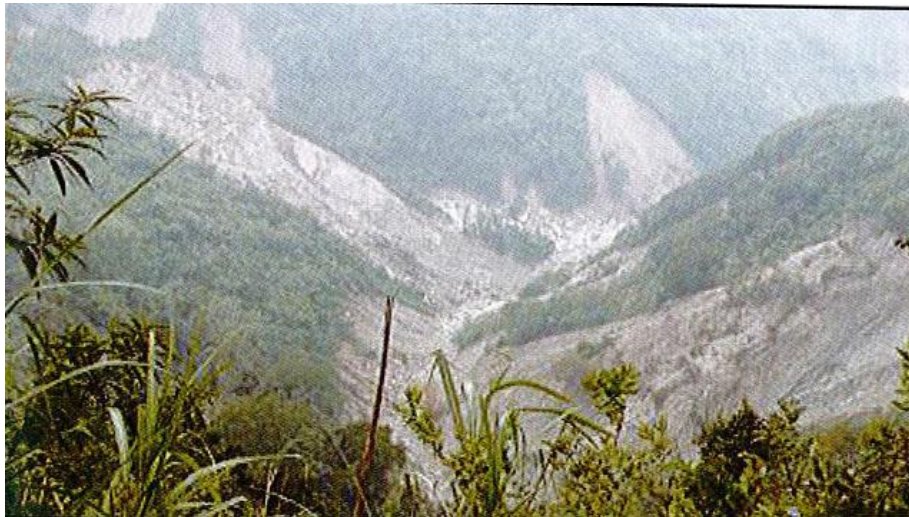


## 5. 斷層

斷層為岩體中的破裂面，沿此破裂面曾發生永久性相對錯移者，錯移量小者數公分，大者至數千公里。其主要成因為大地應力超過岩石之強度所引致。斷層帶附近岩石大小不一、級配不良、軟硬相差大，易造成差異沉陷；斷層泥透水性差，常造成湧水，若解壓吸水回脹，則易造成基礎破壞；又斷層活動會造成結構物破壞。

### 4.1.2 橋梁<sup>[53][54][55][56][57][58][59][60][61][62]</sup>

橋梁破壞類型勘查與橋梁災害成因探討為災後重建及改善計畫重要的參考依據，就「2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實<sup>[53]</sup>」報告成果(中華顧問工程司, 2009)，觀察各地區邊坡、河道、橋梁之受損情形，初步歸納八八水災之災害造成橋梁毀損的主因為短時的大量雨水，使得山區土石鬆動、岩土裂隙擴大進而產生大面積的崩落(如圖 4.5)，密度高且動量大的土石流由上游沖刷下來，所經路徑上之橋梁、路堤若無法抵抗其沖擊及切削作用，即產生傾覆、移動、損壞。常見的破壞模式可歸納為以下幾類：



照片來源：王仲宇 教授拍攝。

**圖 4.5** 上游山坡地崩塌之巨量土石流造成下游橋梁損毀

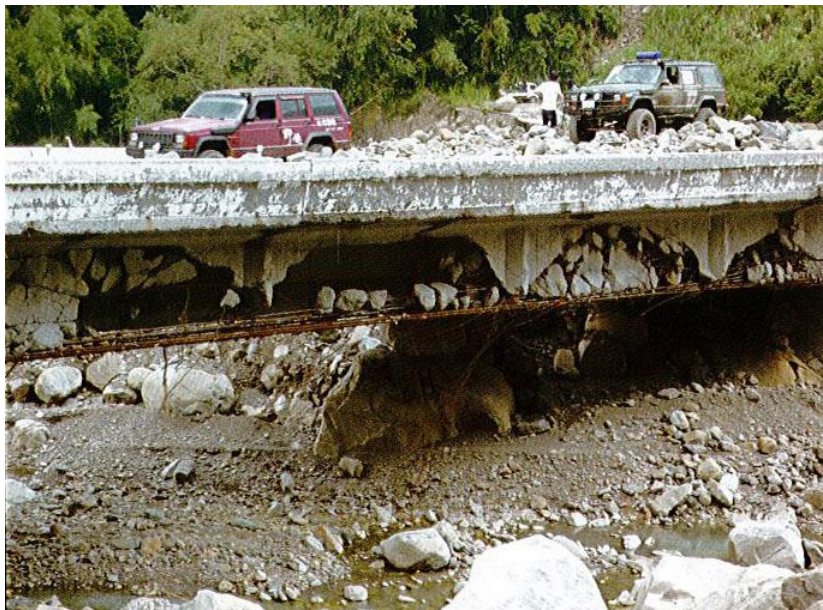
1. 河岸侵蝕或堤防潰堤導致河道變寬、兩側橋台背填土流失或路堤及護岸沖毀(如圖 4.6)。



照片來源：高雄縣六龜鄉新發大橋，廖先格拍攝。

**圖 4.6 河岸侵蝕或堤防潰堤**

2. 通水斷面不足致使巨石、漂流木或消波塊等上游構造物撞擊導致結構破壞上部結構損壞(如圖 4.7 與圖 4.8)。



照片來源：嘉義縣阿里山鄉巴沙娜大橋，陳建州、吳文華拍攝。

**圖 4.7 通水斷面不足導致上部結構損壞**





照片來源：嘉義縣梅山鄉全仔社橋，簡弘傑拍攝。

**圖 4.8 通水斷面不足而淤積**

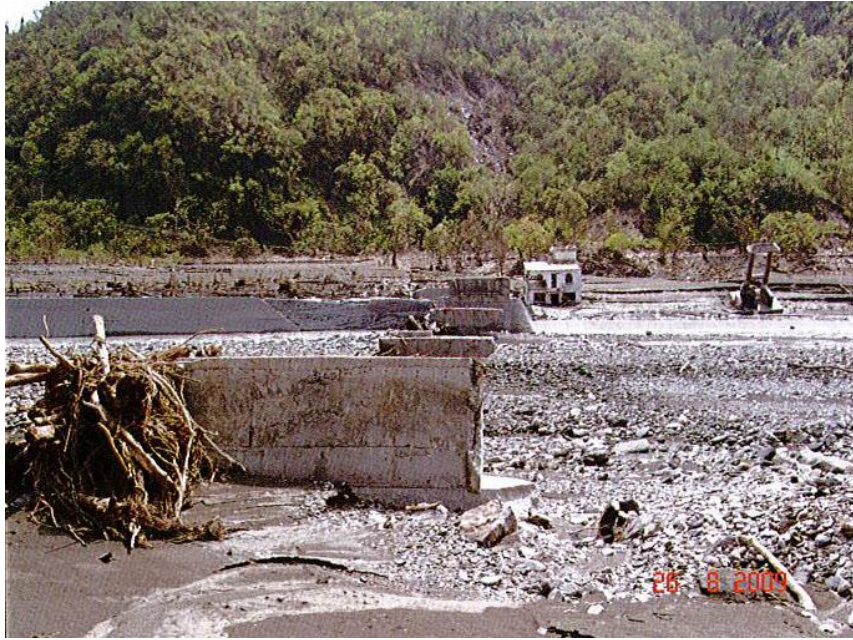
3. 溪水暴漲、洪水溢流衝擊導致橋面版傾覆，橋墩與橋台末倒塌(如圖 4.9 與圖 4.10)。



照片來源：高雄縣甲仙鄉四德橋，呂佳賢拍攝。

**圖 4.9 橋址位處河道窄縮處洪水溢流衝擊導致橋面版傾覆**





照片來源：高雄縣茂林鄉羅木斯大橋，楊文賢拍攝。

**圖 4.10** 土石淤積致使洪水溢流衝擊導致橋面版傾覆

4. 大量土石淤積覆蓋，如圖 4.11 所示，台 20 線利稻橋河床土石墊高約 30m，隧道淤泥約 2m，近端引道邊坡滑落路基掏空。

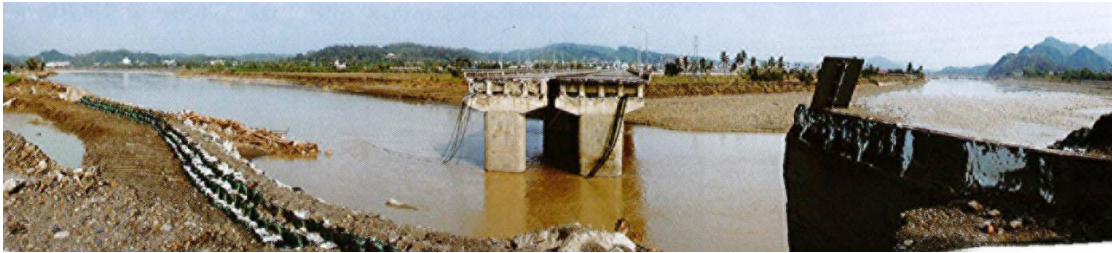


照片來源：台東縣海端鄉利稻橋，曾乙庭拍攝。

**圖 4.11** 台 20 線利稻橋河床土近端引道邊坡滑落路基掏空



5. 橋址位於河道彎曲處或洪水攻擊角，導致基礎與護岸掏空，局部橋跨沖毀(如圖 4.12 與圖 4.13)。



照片來源：高雄縣旗山鄉新旗尾大橋，馬俊強拍攝。

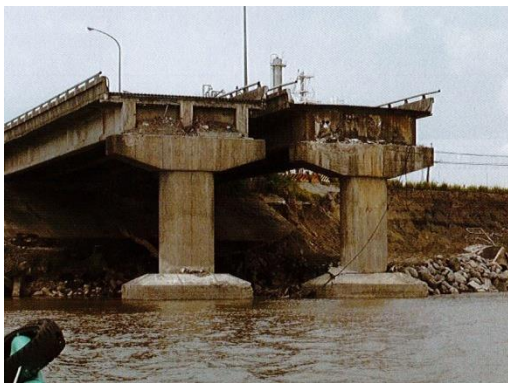
**圖 4.12 橋址位於河道彎曲處或洪水攻擊角，導致基礎與護岸掏空，局部橋跨沖毀**



照片來源：高雄縣六龜橋六龜大橋，馬俊強拍攝。

**圖 4.13 橋址位於河道彎曲處或洪水攻擊角，導致基礎與護岸掏空，局部橋跨沖毀**

6. 洪水沖刷導致沈箱基礎傾覆或基樁破壞(如圖 4.14)。



照片來源：高雄縣林園鄉雙園大橋，劉興昌拍攝。

**圖 4.14 洪水沖刷導致基礎破壞而塌落**

### 4.1.3 隧道<sup>[63]</sup>

除了明隧道外，一般隧道屬地中結構物，氣候變遷對於隧道之影響僅限制於洞口之邊坡。如隧道洞口上方之邊坡較陡峭、岩盤節理發達，且未設置任何人為邊坡保護設施之情況下，洞口極可能在受到強風豪雨侵襲時遭大型落石掩埋而阻斷交通，或因邊坡巨石滑落而壓毀明隧道。

明隧道係為落石疏導法的一種方式，主要是為控制或改變落石運動之方向與距離，引導落石從隧道頂通過至另一側下邊坡。明隧道若設置在上方邊坡容易坍方、整治困難或落石清理不易的路段，建議採斜頂式設計，以利落石通過，減少土石堆積提昇結構體安全係數。

一般常於隧道頂部鋪設如廢輪胎或覆蓋層等具有彈性的緩衝層並配合斜頂，將坍落擊中頂部的落石彈落山谷，以避免屋頂遭直接衝擊受損。

一般明隧道結構多採鋼造或鋼筋混凝土造樑柱韌性抗彎矩構架系統，以抵抗落石所造成之衝擊力，避免結構系統發生立即性之破壞，保障下方人車安全。

明隧道雖是落石、土石流、坍方有效的保護結構，但明隧道本身亦可能受限邊坡破壞而遭致結構體損壞，因此，對於上下邊坡之保護極為重要。

明隧道受邊坡影響之破壞模式有：

1. 上邊坡大量坍方或落石壓垮明隧道之結構體，如圖 4.15 所示。



圖 4.15 上邊坡坍方或落石壓垮明隧道

2. 明隧道靠山壁之側牆(或側柱)因土壓力過大而破壞，如圖 4.16 所示。



圖 4.16 靠山壁之側牆(或側柱)因土壓力過大而破壞



3. 明隧道下邊坡因河流凹岸沖刷或海岸沖蝕而引起基礎破壞，甚至造成路基流失，如圖 4.17 所示。

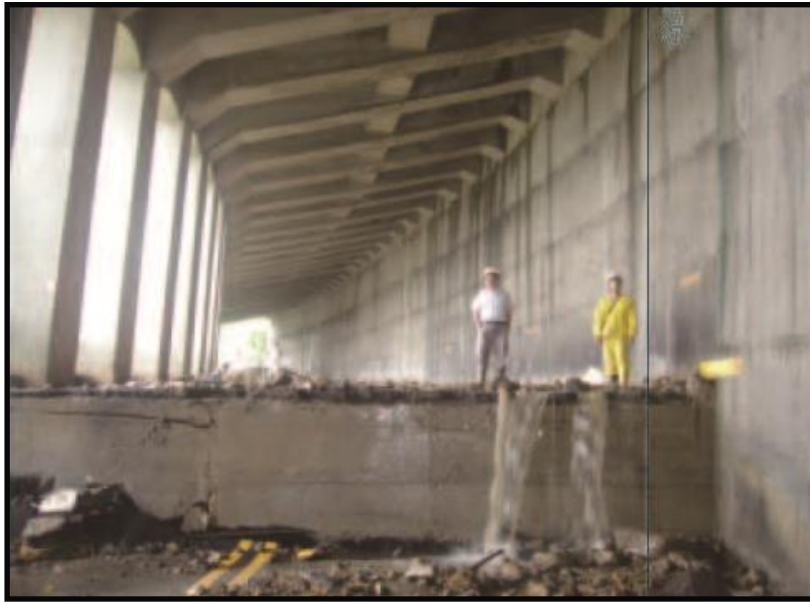


圖 4.17 下邊坡因河流沖刷或海岸充蝕引起基礎破壞

#### 4.1.4 複合型災害

由於全球暖化、氣候變遷之影響，自 1996 年之賀伯颱風重創至今，台灣在先天地質條件極其不良的狀況下，強降雨引發大規模或毀滅性、複合型災害已幾近成為常態。台灣目前山河路橋災害已由於因果的關係形成災害鏈(Chain of Disaster)現象。茲就強降雨所誘發之災害鏈說明如下：

1. 強降雨引致之山體、邊坡崩塌災害鏈包括：
  - (1) 強降雨→山體、邊坡崩塌→阻斷道路交通災害鏈
  - (2) 強降雨→山體、邊坡崩塌→土石流→阻斷道路交通災害鏈
  - (3) 強降雨→山體、邊坡崩塌(土石流)→阻斷河川形成堰塞湖→堰塞湖潰決災害鏈



#### (4) 強降雨→山體、邊坡崩塌→土石流→橋梁沖毀→阻斷道路交通災害鏈

強降雨侵襲時，雨水迅速匯集成為山洪，其對山體、邊坡之作用可分為地表逕流沖刷、下滲、浸潤、形成滲流、軟化破壞等五個階段。由於山體、邊坡之先天地質不良作用或山區道路人為破壞之影響，在強降雨激化之下，各階段均可能依作用程度及地質條件而發生邊坡、路面沖刷破壞、路基流失、邊坡失穩等輕重不等程度的邊坡或道路的水毀災害(圖 4.18)。依據統計，邊坡破壞是道路水毀災害發生最多的類型，其次是路基與下邊坡擋土結構，再次是橋梁、箱涵的破壞。

強降雨所造成之山體、邊坡破壞除了會直接阻斷道路交通之外，其坍塌體於運動過程中極可能因大量逕流、暴雨之匯入而處於過飽和狀態，導致部分或全部崩塌物質演化為土石流，並依重力作用持續向下方移動，形成災害鏈次一環節的災害。由於土石流移動速度快、動能高，對於溝谷、溪床可產生劇烈的下切、側蝕，再度引起崩塌或滑坡之發生，增加土石流的濃度與規模，加乘累積效應使得災害範圍愈益擴大。當其匯入河川後，大量提高河洪的衝擊能量，造成橋梁結構損毀或土石淤埋。在特定條件下，坍塌山體或暫態停滯堆積之土石流可束縮河道，產生堵江效應甚至形成堰塞湖。結構鬆散的堆積體在持續升高的水壓作用下隨即潰決造成暴發且含泥量、衝擊能量極高的山洪，衍生災害鏈後續一系列環環相扣的災害。由於山區道路依附山體興建，因此強降雨引致之山體、邊坡崩塌災害鏈應為探討山河路橋共治之首要課題。



照片來源：2009.08 投 60 線 2.5k，中興工程顧問公司，2010。

**圖 4.18 強降雨→山體、邊坡崩塌→阻斷道路交通災害鏈**

2. 強降雨引致之河川暴洪災害鏈包括：

- (1) 強降雨→河川、野溪暴洪→路基流失→阻斷道路交通災害鏈
- (2) 強降雨→河川、野溪暴洪→山體、邊坡崩塌→阻斷道路交通災害鏈
- (3) 強降雨→河川、野溪暴洪→山體、邊坡崩塌→土石流→阻斷道路交通災害鏈
- (4) 強降雨→河川、野溪暴洪→山體、邊坡崩塌→土石流→阻斷河川形成堰塞湖→堰塞湖潰決災害鏈
- (5) 強降雨→河川、野溪暴洪→山體、邊坡崩塌→土石流→橋梁沖毀→阻斷道路交通災害鏈
- (6) 強降雨→河川、野溪暴洪→橋梁沖毀→阻斷道路交通災害鏈
- (7) 強降雨→河川、野溪暴洪→堤防、護岸潰決災害鏈

邊坡安全與坡趾之穩定息息相關，依據本研究之調查，山區道路為減少施工成本常沿河川而行，因此位於河彎、對岸挑流、支流匯入，以及河道收窄等地段之道路下邊坡，極易於河洪暴漲、水勢湍急時遭受嚴重沖刷，導致坡趾流失，下邊坡坍塌、路基損毀(圖 4.19)。崩落的土石匯入河中，大幅增加河洪的泥砂濃度進而形成土石流，造成災害鏈後續環節的災害。



照片來源：2009.08 高 133 線 9k+200，中興工程顧問公司，2010。

圖 4.19 強降雨→河川、野溪暴洪→路基流失→阻斷道路交通災害鏈

如表 4.1 所示，強降雨引致之河川、野溪暴洪對於沿岸堤防、護岸可造成極大之破壞作用包括漫頂、淘刷、滑坡及滲漏，其中並以漫頂與淘刷所造成破壞佔多數。堤防、護岸潰決將導致暴洪直接攻擊堤後設施造成建築物損毀及嚴重水患(圖 4.20)。

堤岸的破壞機制亦屬於災害鏈的結果，首先是堤岸結構的弱化，形成滲漏、滑坡造成堤岸的局部破壞，而後由於持續淘刷使得破壞擴大，最終導致漫頂或堤岸決口。換言之，僅因為單純的河水漫頂並不會造成洪水災害，而是因為漫頂而後相繼產生的淘刷和滑坡方可使得堤岸決口而誘發全



面破壞，因此堤岸的規劃與設計必須遵循「溢堤而不潰堤」的原則，自大地工程的觀點切入方能掌握堤岸的破壞機制，保障堤岸的安全。

**表 4.1 堤岸破壞型態**

原因	發生位置	條件	破壞型態
漫頂	全體	非常洪水 斷面高度不足	漫頂洪水之掃流作用，導致河堤頂部和表面遭受洗刷，土體流失，斷面逐漸減少，最後造成潰堤。
淘刷	前坡面 前坡趾	河道凹岸 護岸不連續部	因洪水的掃流與沖擊作用，河堤側面土體流失或坡趾因沖刷而造成坡面崩塌，誘發堤岸決口。
滑坡	前坡面 背坡面	雨水滲透 洪水滲透	雨水、洪水大量或長期滲透導致土體浸潤軟化，誘發堤岸決口。
滲漏	河堤、護岸	防滲性差 堤岸結構存在滲漏路徑	洪水經由滲漏，造成土體孔隙中細粒料流失，發生管湧，降低堤岸的穩定性。
	地基	防滲性差 地層存在滲漏路徑	經由地基滲漏路徑造成背面坡趾及地表發生噴砂，形成空洞發生坍塌誘發堤岸決口。



照片來源：2009.08 台東知本溪堤防、護岸潰決、金帥飯店倒塌災害，聯合報。

**圖 4.20 強降雨→河川、野溪暴洪→堤防、護岸潰決災害鏈**

橫跨河川、山溝或野溪的橋梁、涵洞其設計目的為延續二岸的交通，其墩柱或支撐結構先天即有阻滯河流的狀況，而水流亦必產生相對沖擊，因此河橋、橋河相互不利影響至為明顯，構成災害鏈的第一環節。當強降雨的激發環節出現後即可能因此產生災害及其後續的損害環節。強降雨形成的暴洪對橋涵的水毀作用說明如次。

### (1) 過水涵洞水毀

過水涵洞可概略分為進口、洞身及出口三部分，最常見的涵洞水毀破壞為進「口端被堵塞或掩埋」以及「出口端及進口端遭受強大山洪水流沖刷」兩種。其中，出口端及進口端遭受強大山洪水流沖刷，造成土石流失，涵洞進出口失去支撐而斷裂，基礎土石沖蝕並進一步向另一端發育，最後導致全面破壞。我國山區道路過水涵洞出口端多未重視消能設施之設置，形成無尾溝狀況，因此經常造成此一類型的水毀破壞。此外，強降雨山洪暴發，過水涵洞設計排水量不足或土石淤積未定期維護清理，山洪溢流沖刷亦經常造成過水涵洞水毀破壞。

### (2) 橋梁水毀

強降雨引發之暴洪會對河床產生強烈的沖刷下切，使橋基裸露，支承力下降，而暴洪挾帶的漂流木、孤石對墩柱的直接撞擊，均可造成橋梁的損毀或土石淤埋。河床盜採或濫採砂石，以及河床、橋基保護工或河川跨河構造物的不良工程實踐均可能構成災害鏈的致災環，誘發一連串的后續橋梁水毀災害。

由於地質脆弱，坡陡流急，因此強降雨時，暴漲的山洪極易引致山區土石流的發生。近年來，臺灣土石流危險溪流已從原本的 485 條暴增至 1,420 條。由於山區地形起伏劇烈，形成複雜的水系，道路繞行其中往往必須以橋梁橫跨眾多野溪、溝谷，若橋梁規劃與設計未盡周延，充分考量土石流之影響，例如落墩位置阻滯河道或橋面版淨空



不足，土石流對墩柱、橋面版的撞擊或托浮，極可能因此而造成橋梁的損毀。關於橋梁水毀的幾種破壞模式詳見 4.1.2 節。

### (3) 地震水毀

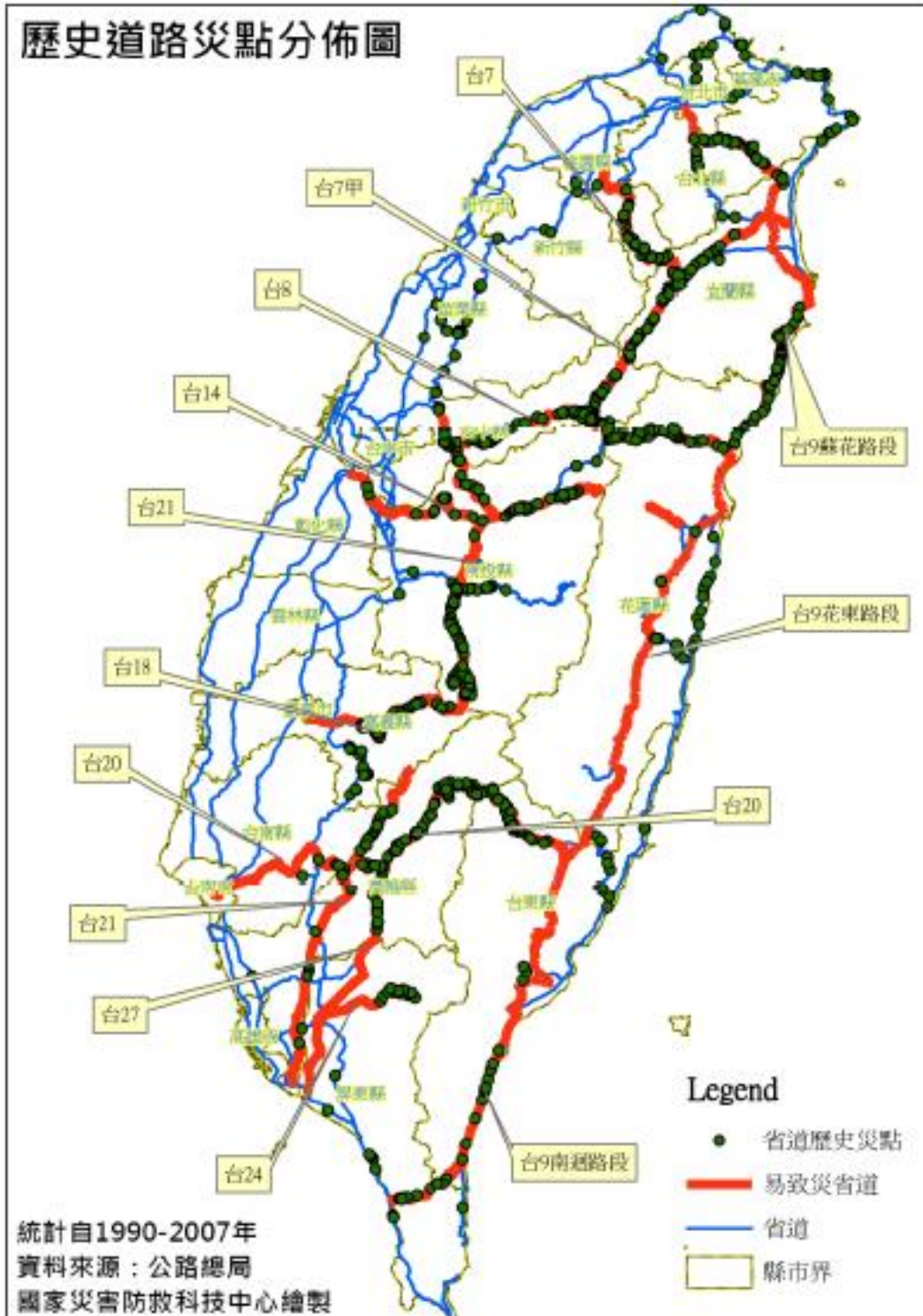
地震引起落石、邊坡表層滑動，而聚積於山谷中，強降雨時引發土石流(詳圖 4.21)。



圖 4.21 集集地震在中橫產生大規模的山崩引發土石流

## 4.1.5 小結

關於公路系統設施老化脆弱點部份，交通部公路總局已蒐集 1990~2007 年歷史道路災點資料(見圖 4.22)。本研究則彙整交通部公路總局 2008-2012 年紀錄之民全台省道(含邊坡、橋梁與隧道)之歷史災點分布圖(見圖 4.23 所示)。表 4.2 所示則為交通部運輸研究所於 2006 年所列公路系統易致災脆弱點位置之說明表。



註：交通部公路總局<sup>[64][65]</sup>。

圖 4.22 1990~2007 年歷史道路災點分佈圖

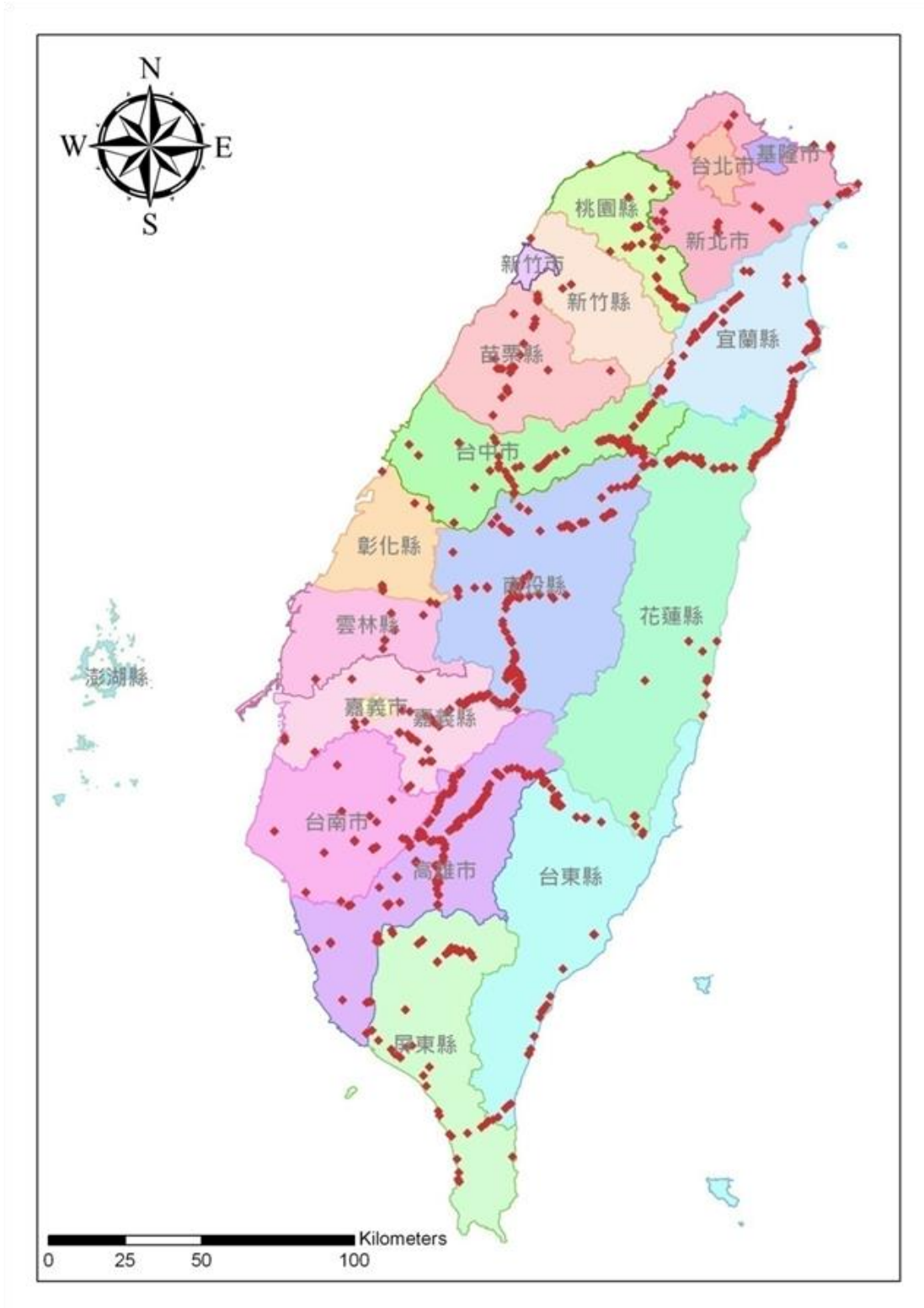


圖 4.23 2008-2012 年公路歷史災點分布圖

表 4.2 公路系統易致災脆弱點位置說明

類型	易致災位置	災損情形	案例
橋梁	河川冲刷處	盜採砂石、橋基裸露	跨越高屏溪之里港大橋、高屏大橋
	邊坡易致災處	邊坡災害阻斷壓毀橋梁	—
	河川上游易致土石流、洪水之下游	橋墩橋面版易遭沖毀淹埋	郡坑橋、新興橋
	斷層帶通過或近斷層	斷層錯動落橋、土壤液化倒塌	石圍橋、埤豐橋、東豐大橋、名竹大橋
	材料、結構不良	載重、老舊使材料與結構劣化	—
隧道	隧道洞口上方坡面不穩	邊坡陡峻、落石淹埋	—
	隧道內襯切破壞	襯切震後壓應力增大，碎裂掉落	—
	穿越斷層、破碎帶	斷層錯動襯切破壞	—
	長隧道發生火災、車禍等人為災害	通風不良、搶修不易衍生大災害	—
一般道路路堤	地質材料及構造不良	經過脆弱地質區或崩塌地	新中橫公路回頭彎處（臺21線 139K+500）
	侵蝕型海岸地形	下邊坡掏空路基流失	臺灣東海岸
	崖錐地形	持續崩移作用	—
	河川侵蝕作用	位於曲流攻擊坡，坡角掏空	—
	沖積扇	地質變動頻繁、河川侵蝕率高	臺11線 34K+500之19號橋谷口沖積扇有土石流發生遺跡
	斷層、岩體破碎帶通過	地層錯動使地表產生變形、開裂	—
	基盤土壤液化	地震引發路面凸起下陷，路基塌陷	—
一般道路邊坡	落石	摧毀路基、橋梁、堵塞隧道洞口	北部濱海公路
	邊坡滑動	地層排水不良或坡腳砍除而引發	921地震的九份二山
	土石流	突然爆發且含泥沙土塊之特殊洪流	豐丘
	潛移	威脅基礎安全	—
	斷層	差異沉陷、基礎破壞、結構物破壞	埤豐大橋

資料來源：交通部運輸研究所，「臺灣區救災公路系統建立之研究<sup>[66]</sup>」，2006年。

## 4.2 公路設施脆弱度評估

不同的公路設施其脆弱度因子並不相同，因此本研究研提三種重要公路設施，包括：邊坡(含路基)、橋梁與隧道之脆弱度評估準則，以利後續進行公路安全度評分項目使用。下列所述為此三種重要公路設施將造成之脆弱度因子。

### 1. 邊坡(含路基)

台灣坡地地質本屬破碎且山高坡陡，於強震、強風、豪雨等大規模災變後，易造成山崩落石、邊坡滑動、土石流，及各種擋土結構之破壞，對開築於其中之山區公路衝擊甚大。據統計，921 集集大地震後，中部新增崩坍地多達 2,365 處，面積達 8,300 萬公頃，其中以草嶺所形成之堰塞湖、震央附近之九份二山及台 14 線沿線之九九峰邊坡坍滑最慘重；而台 8 線、台 8 甲線之中橫公路，更是花了將近 4 個月的時間才初步搶通，顯見邊坡之破壞屬全面性。

邊坡災害又可分為落石、邊坡滑動以及土石流等。而邊坡滑動又可分為圓弧型滑動、楔形滑動、順向坡滑動、淺層表面滑動及複合型滑動等。本研究研擬之道路邊坡(含路基)重要脆弱度因子甚多，詳見本報告第十一章表 11.6 之評分項目。

### 2. 橋梁

由於國內目前於公路的橋梁設計部分，已進行全面耐震評估與補強，其耐震之安全係數相當安全，故橋梁之設計安全規範部分，受地震影響較小。然而真正造成橋梁損壞、結構破壞甚至導致封橋的原因大多是颱風及豪雨的影響。故本研究在此研擬出颱風及豪雨影響公路設施老化並遭受損的脆弱度評估因子，以作為脆弱度評估準則之用。本研究研擬之橋梁重要脆弱度因子甚多，詳見本報告第十一章表 11.11~11.13 之評分項目。



### 3. 隧道

1999 年 921 集集大地震造成隧道災害之數量遠少於橋梁，大多為上邊坡土石坍方或巨石坍方掩埋洞口，或隧道內襯砌出現裂縫等。可知隧道受地震及颱風、豪雨之威脅相對較小。本研究研擬之隧道重要脆弱度因子甚多，詳見本報告十一章表 11.8 之評分項目。

### 4.3 公路設施衝擊度評估

依據永續發展的觀點，公路開發與復建之衝擊層面可分為；安全面、環境面、社會面、經濟面、交通面(詳見圖 4.24)。對於可量化的衝擊度因子，則依其代表的衝擊程度給予適當的評分。本研究各項衝擊度因子之評估，皆採取正向角度之思考，其數值越大代表開發與復建之需求性越高。而對於不可量化的衝擊度因子，則依不同程度進行分級(本研究將公路復建分 1~5 級；開發分 1~6 級，詳見本報告第五~十章)。



圖 4.24 影響公路之衝擊度

## 4.4 氣候變遷的影響

氣候急遽變遷，全球災害頻傳。鑒於近年來辛樂克、莫拉克、梅姬、蘇拉及天秤等颱風所挾帶之超大豪雨，陸續造成公路嚴重災情，後文將針對氣候變遷所造成的影響進行說明與探討。

### 4.4.1 台灣氣候變遷情形<sup>[67][68][69]</sup>

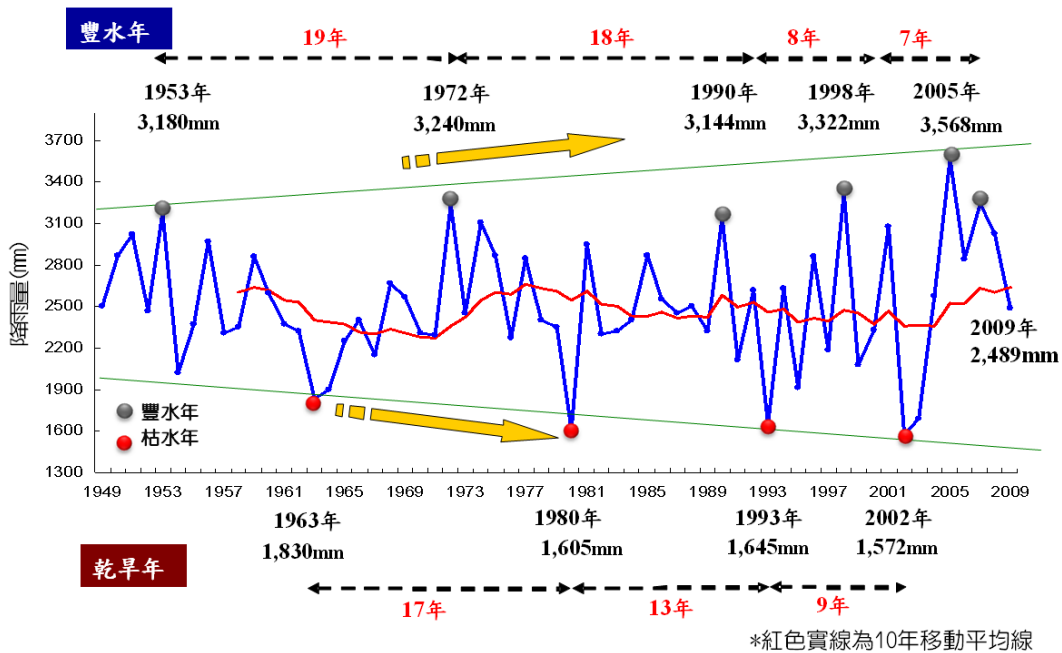
由全球氣候變遷的趨勢來看，氣候變遷對於環境所造成影響的因子，可大致歸納於 3 類：(1)氣溫特性改變、(2)降雨特性改變與(3)極端事件(颱風)發生強度增加。爰此，本節即針對於此 3 類因子描述台灣過去發生氣候變遷的現象與說明。

#### 1. 氣溫特性改變

根據「台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫<sup>[70]</sup>」(TCCIP)分析結果，使用台北、台中、台南、恆春、台東、花蓮等 6 個具 100 年以上完整觀測記錄的氣象測站資料計算，發現臺灣年平均溫度在 1911 年至 2009 年期間上升了 1.4 °C，增溫速率相當於每 10 年上升 0.14°C，較全球平均值高一倍(每 10 年上升 0.074 °C)。惟此處，台灣的年增溫率計算是採用陸地之平地測站，而全球平均值則包含海洋及陸地的平均值。此外，全球增溫有地域性的差異，增溫速率較全球平均值高，並非台灣獨有的現象。根據 IPCC<sup>[71]</sup>(Intergovernmental Panel on Climate Change)第四次評估報告，台灣所在的東亞沿岸(自日本、韓國至南海一帶)是全球增溫較快速的數個區域之一，鄰近的中國、日本與韓國，過去百年來的增溫速率分別為每 10 年上升 0.081°C、0.113°C 及 0.187°C，均較全球平均值高。台灣近 30 年(1980~2009)氣溫的增加明顯加快，每 10 年的上升幅度為 0.29°C，幾乎是百年趨勢值的兩倍，與 IPCC 第四次評估報告結論一致。

## 2. 降雨特性的改變

圖 4.25 顯示台灣雨量近 60 年之統計變化圖，台灣地區的年際雨量變化非常大，從降雨量最多的 3,568mm，至最少的 1,572mm，高低相差達約 2,000mm，顯現出台灣降雨量的高度變異性。

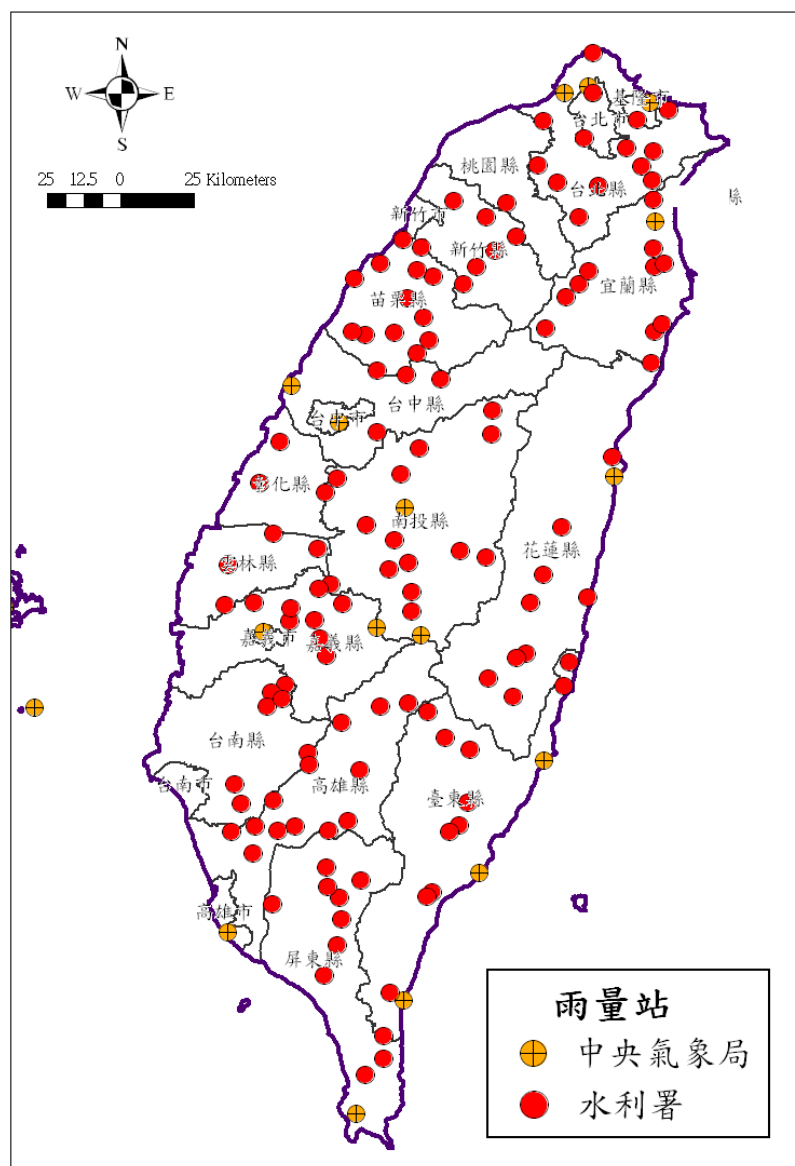


資料來源：淡江大學水資源管理及政策研究中心<sup>[72]</sup>

圖 4.25 台灣年際降雨分佈圖

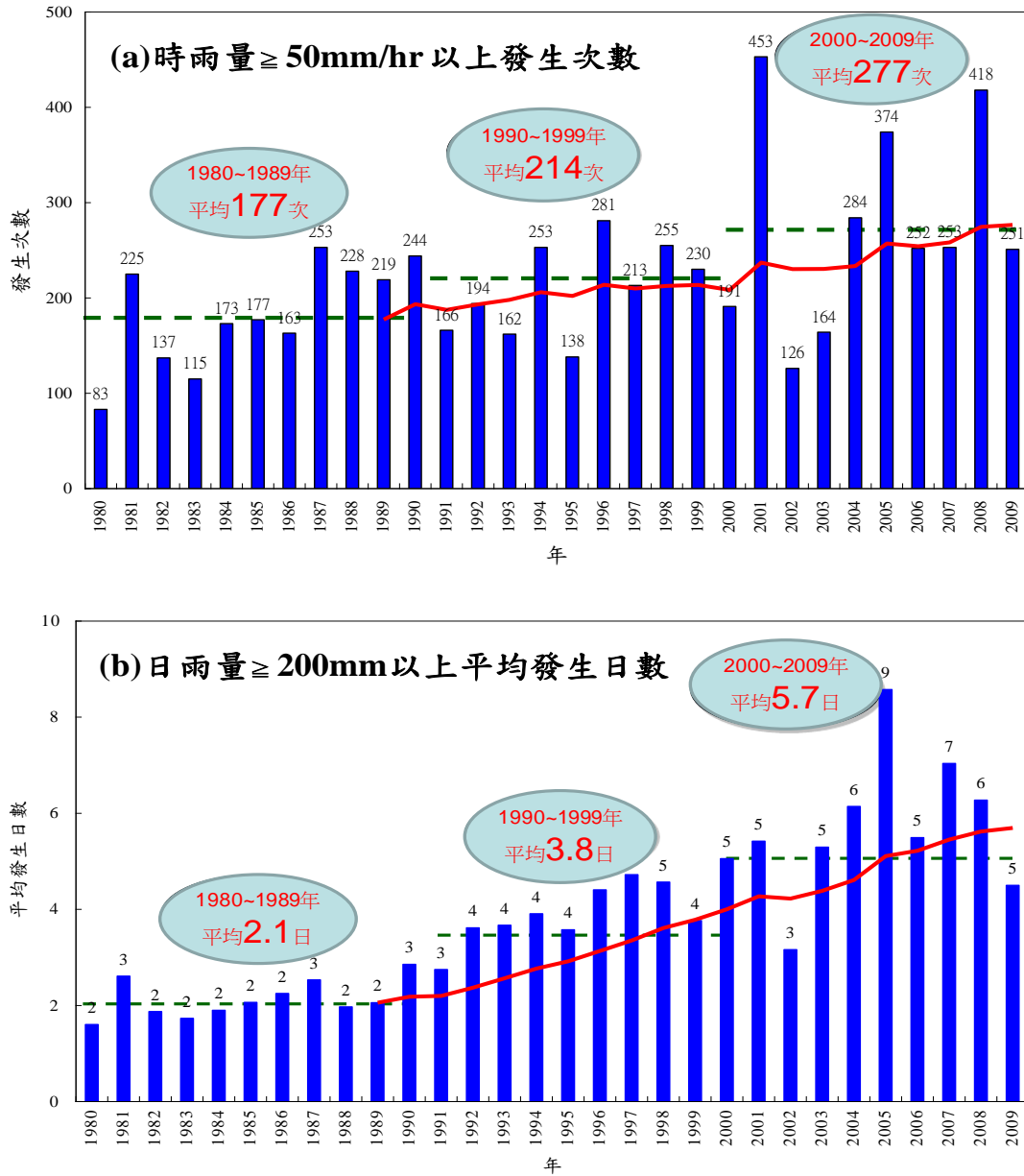
另外分析從 1980 至 2009 年間台灣的降雨型態，欲探討全台 148 個雨量站(氣象局 19 站，水利署 129 站，如圖 4.26 所示)每年所觀測之時雨量資料，統計大於或等於 50mm 之降雨次數。其中年發生次數之計算方式，採全台共 148 站時雨量記錄超過一定量之次數總合，其結果如圖 4.27(a) 所示。從圖中可以看出，不論是移動平均線或是十年平均線，發生時雨量大於或等於 50mm 的次數皆呈現上升趨勢，即意指台灣的降雨有逐漸集中的現象。

除了分析時雨量外，亦針對全台 148 個雨量站每年所觀測之日雨量資料，統計大於或等於 200mm 之降雨日數/有效站數。其計算方式為先計算各年全台日雨量超過 200mm 之測站總數(n)，並計算各測站日雨量超過 200mm 之日數總合(d)，再求其平均發生日數即(d/n)，分析結果如圖 4.27(b) 所示。從圖中可以看出，不論是移動平均線或是十年平均線，發生日雨量大於或等於 200mm 的平均發生日數皆呈現上升趨勢，更能夠說明台灣的降雨型態於時間尺度上有逐漸集中的現象。



資料來源：淡江大學水資源管理及政策研究中心<sup>[72]</sup>。

圖 4.26 雨量站分佈圖



資料來源：淡江大學水資源管理及政策研究中心<sup>[72]</sup>。

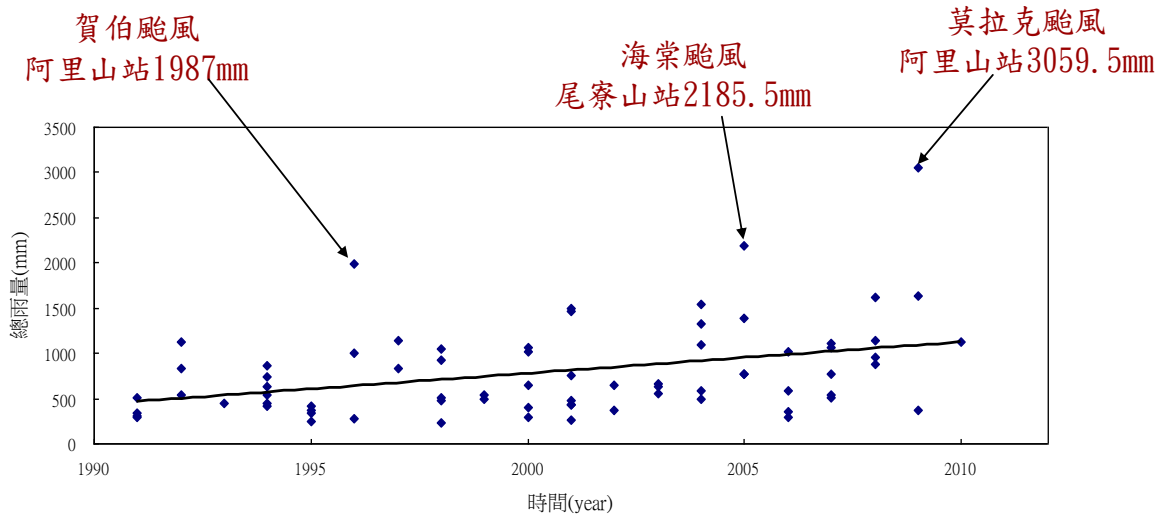
圖 4.27 降雨型態趨勢分析圖



### 3. 極端事件(颱風)發生強度增加

根據 2009 年中央研究院環境變遷研究中心「溫室效應影響下的全球極端降雨變化<sup>[73]</sup>」研究報告指出，近 45 年來全球增溫約 0.7 度，全台灣前 10%強降雨已增加約 100%，而前 20%小雨則相對減少約 50%，這意味著颱風帶來的強降雨在過去 45 年間已增加一倍。

依據國家災害防救科技中心全球天然災害發生次數統計資料，由受颱風侵襲次數統計資料，台灣由 1897 至 2007 年間，歷經 101 年，總計侵襲颱風台次數約 403 次，平均 1 年 3.63 次。但 2000 年至 2007 年，年內僅 2002 年未超過 4 次，且 2001 與 2010 年則高達 17 次颱風，顯示台灣地區除颱風侵襲次數遽增外，也出現降雨日數減少及降雨集中之趨勢，造成受災範圍與程度日益嚴重。如 2000 年 10 月象神颱風、2001 年 8 月桃芝颱風及 9 月納莉颱風、2004 年 7 月敏督利豪雨、2005 年 7 月海棠颱風、2007 年 9 月韋帕及 10 月柯羅莎、2008 年卡玫基颱風、2009 年 8 月莫拉克颱風至 2010 年 9 月凡那比颱風等，皆造成相當程度的災害及損失；而統計 1991 年迄 2010 年共 20 年歷史侵台颱風事件資料，總降雨量超過 1,000mm 之事件高達 22 場，平均一年至少發生 1 場。圖 4.28 則顯示各颱風事件與總降雨量之示意圖，說明極端事件(颱風)的發生機率不但升高，還帶來愈益增加的降雨量。



資料來源：國家災害防救科技中心<sup>[74]</sup>。

圖 4.28 1990-2010 各颱風事件造成之最大總雨量示意圖

#### 4.4.2 氣候變遷對台灣公路的影響

全球氣候變遷對未來可能帶來的衝擊及影響日益受到世界各國之重視，各先進國家已陸續進行發展評估工具、界定問題、擬定與推動調適策略等工作。較積極的國家則藉由此課題通盤檢視相關工作，進行系統性之補強與革新。聯合國政府間氣候變遷委員會(IPCC<sup>[71]</sup>)於最近出版的第四次評估報告中(IPCC, AR4, 2007)指出，過去百年全球氣候變遷的特性直接影響公路脆弱度、衝擊度與風險的情形是「降雨強度增加提高淹水、坡地土砂與複合型災害」，造成公路災害之風險上升。

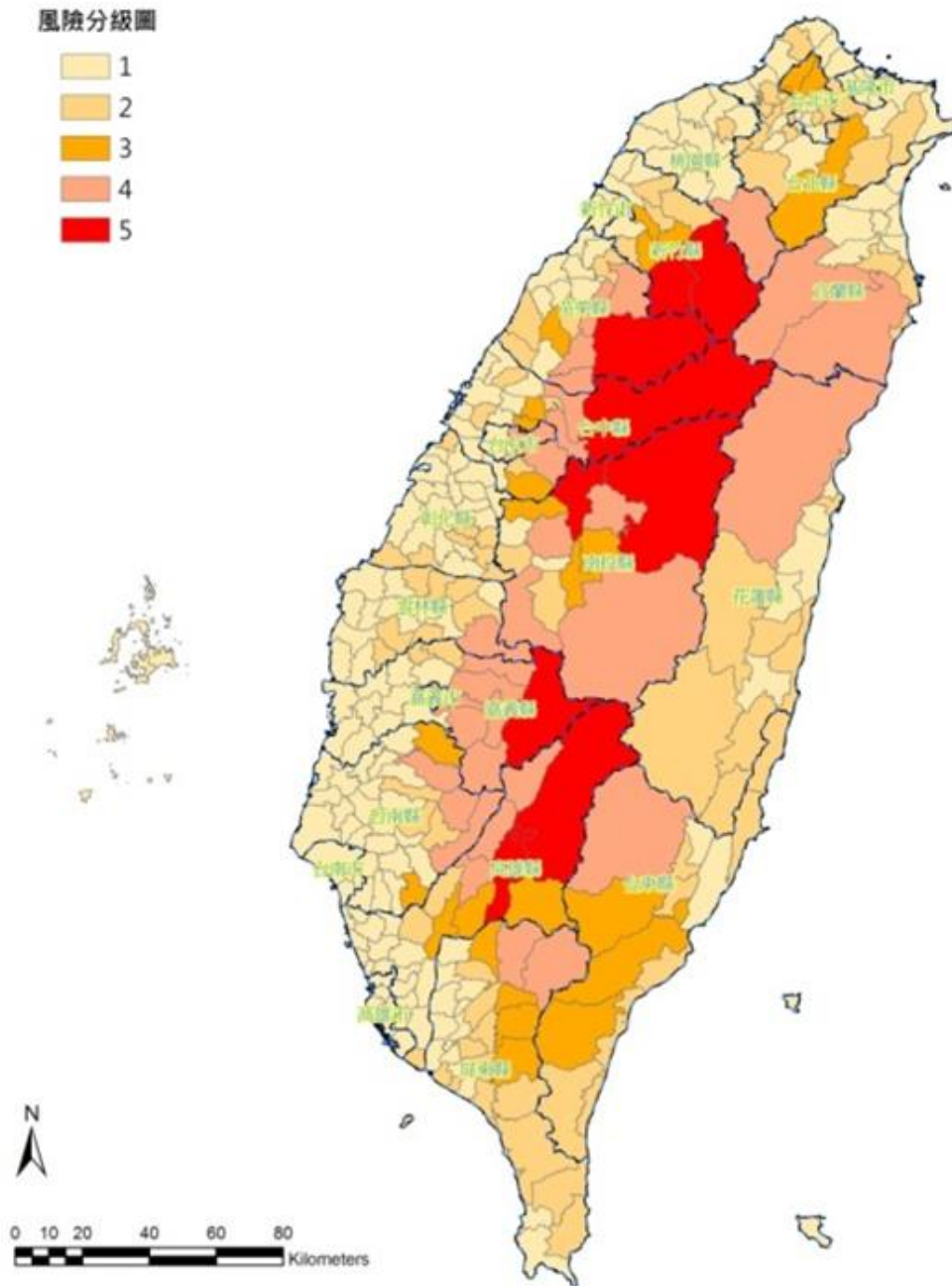
暴雨強度增強與次數增加，其增強後之降雨強度若是降在河川中、下地區，將可能高於既有橋墩之安全警戒線，並影響結構體之抵禦強度，進而引發公路災害的產生。圖 4.29 為台灣近 10 年所發生之水災災情地區示意圖，過程中造成多處橋墩損害與公路災情的發生。而現階段之因應作為應是提早建置因應氣候變遷下的「公路復建需求性評分系統」以及「公路開發需求性評分系統」，提早發現並避免易發生災害之公路路段的災情發生。

而暴雨若是降在河川上游集水區，將可能造成坡地土砂災害風險上升。國家災害防救科技中心(NCDR)根據歷史災害記錄及各鄉鎮土石流潛勢溪流警戒雨量值(莫拉克颱風之前警戒值)等因子，建立臺灣地區山坡地脆弱度分級圖(以鄉鎮為單元)，並進行坡地災害脆弱區位分析與安全度(風險)評估。其中坡地災害脆弱度包含歷史災害頻率與土石流警戒值，社會經濟脆弱度考量人口密度、高等教育人口、死亡率及所得等因素。綜合以上脆弱度指標之坡地災害風險地圖，如圖 4.30 所示。結果顯示台灣現階段坡地災害風險相對高的地方為：新竹、苗栗、臺中、南投山區以及嘉義、高雄山區。因此，本研究更應提早建置因應氣候變遷下的「公路復建及開發需求性評分系統」。



資源來源：水利署水利建設因應全球氣候變遷白皮書(2010)<sup>[75]</sup>。

圖 4.29 2000-2010 台灣地區主要水災災情示意圖



註：考量降雨分布、坡地災害警戒值、坡地歷史災害頻率，社會經濟脆弱度與人口暴露量等指標，深色代表風險相對較高。

資料來源：國家災害防救科技中心。

圖 4.30 坡地災害風險地圖



## 第五章 公路復建需求性評分系統之建置

本研究為評估復建與開發之需求程度，考量「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」及「工程風險」等五個影響因子(如圖 5.1)，藉由 5 個影響因子進行建置「公路復建需求性評分系統」與「公路開發需求性評分系統」。影響因子內容係以多個評估指標方式進行評分，當完成復建初步需求程度之評估後，可再針對欲進行細部評估之路段，執行各元件公路安全度(詳見本報告第十一章)評估，以利後續公路之復建(含補強)。

影響因子內之評估指標基本上可分為量化與質化兩類。量化績效指標必須簡單、容易收集與應用，不會造成現場人員過大的負擔。例如每張設計圖或表格填寫不宜太多。質化指標並不像量化指標容易在績效評估活動中被接受，因為不容易量測，例如品質，然而質化指標能夠描述人員的行為(Cox et al. 2003)<sup>[76]</sup>。質化指標可以層級或評分記點加上敘述，易區別績效好壞亦方便後續資料分析，所需資料應於衡量過程或相關報告即能獲得，不用額外再收集(Staniškis and Arbačiauskas 2009)。績效指標的挑選應考量可衡量、可靠、全球性、資料可獲性、可理解、與管理連結等原則(Niemeijer and de Groot 2008)<sup>[77]</sup>。指標不要多，盡量選最常用、最簡單的指標，以利資料收集，使用者也容易了解(Tanguay et al. 2010)<sup>[78]</sup>。

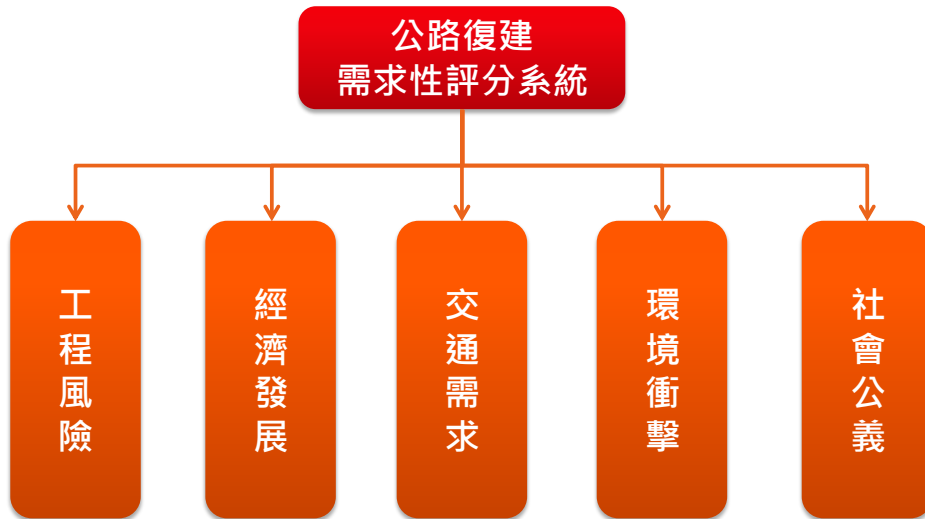


圖 5.1 公路復建需求性評分系統影響因子

公路復建與開發兩套需求性評分系統所考量的影響因子雖皆相同，但其影響因子內之評估指標仍有不同處，且影響因子之間的權重亦存在差異性。簡單來說，公路復建影響環境衝擊面勢必少於公路開發所帶來的嚴重，故公路開發對環境衝擊之權重值勢必高於公路復建。影響因子之權重，可經由訪談、問卷調查、多元迴歸分析、層級分析等方法訂出。本研究採用訪談及五場專家學者座談會問卷調查方法分析權重值(詳如本報告第七章)。

公路分等級復建需求性評分系統係藉由評估路段之工程風險、經濟發展、交通需求、環境衝擊與社會公義等影響因子之分數等級進行加權評分，圖 5.2 所示為公路復建需求性評分系統之架構與內容。

評分系統將總分 2 分(不包含 2 分)以下列為暫不復建，但長期是否復建，另行研議；2~3 分(不包含 3 分)列為低需求性復建；3~4 分(不包含 4 分)列為中需求性復建；4 分以上則列為高需求性復建。

復建機制中的低需求性復建準則對應「原有功能修復並實施道路管制」及「簡易修復及整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、

部落聯外道路、緊急避難道路等」兩種復建準則。中需求性復建對應「原有功能修復並加強安全性之補強」、「原有功能修復」及「原有功能修復並實施道路管制」三種復建準則。高需求性復建則對應「道路升級及改善」及「原有功能修復並加強安全性之補強」兩種復建準則。

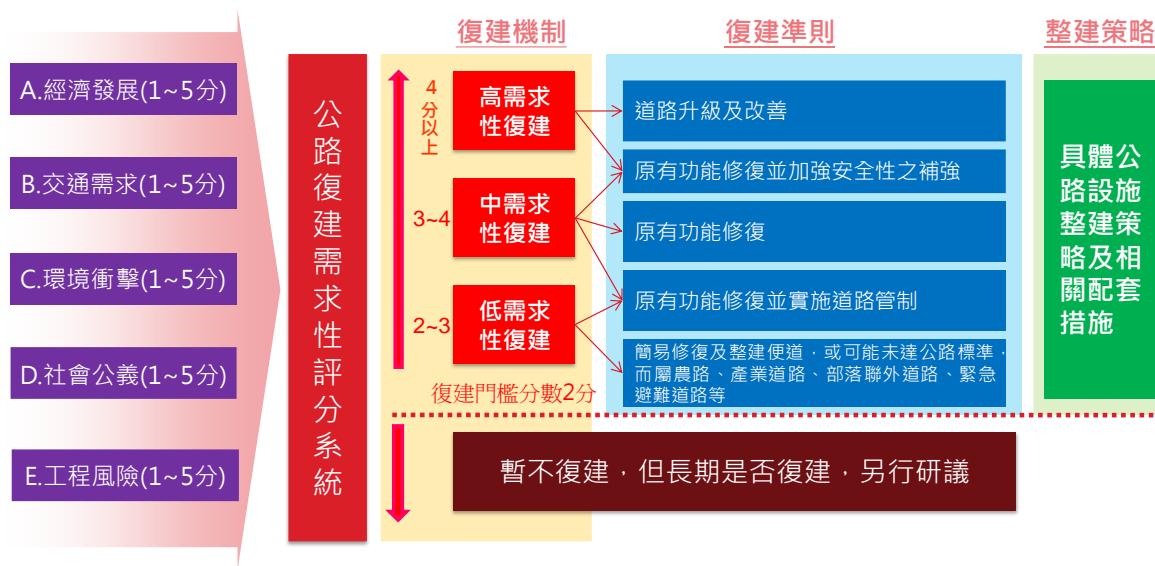


圖 5.2 公路分等級復建需求性評分系統

后文將針對公路復建需求性評分系統之「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」及「工程風險」等五個影響因子，進行說明與探討。

## 5.1 經濟發展

本研究「公路復建需求性評分系統」之經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五個影響因子的評估指標，每個影響因子至多六個評估指標，其兼具量化及質化指標。

本節將介紹本系統中經濟發展影響因子之評估指標，並說明每個指標的定義、資料來源及衡量方式。然影響經濟發展的因子或指標很多，相關研究提出的考量因子或指標都不太相同，整理如表 5.1 所示。

表 5.1 經濟發展可能的評估指標

研究	評估指標
1. 「東西向快速公路八里新店縣八里五股段可行性研究及工程規劃 <sup>[79]</sup> 」(國工局, 2002)	人口、產業發展、家戶所得、車輛持有、觀光遊憩等。
2. 「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊之研究 <sup>[46]</sup> 」(工程會, 2005)	人口、產業、所得、車輛持有、運費等。
3. 「永續運輸綜合評估指標系統之研究 <sup>[80]</sup> 」第一年期(運研所, 2005)	路網密度、車輛持有、人口分佈等。
4. 「台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究計畫 <sup>[81]</sup> 」(國工局, 2008)	地方社會經濟現況、人口、產業特色、觀光需求、既有運輸系統、土地使用狀況等。
5. Jeon and Amekudzi <sup>[82]</sup> (2005)	人口密度、受雇情況、GDP、稅收等。
6. Lee and Huang <sup>[83]</sup> (2007)	人口密度、家戶所得、車輛持有、大眾運輸系統涵蓋面積、土地使用等。
7. GRI <sup>[84]</sup> (2008)	社區經濟、受雇情況、家戶所得、土地使用、稅收等。
8. Tanguay et al <sup>[78]</sup> . (2010)	人口密度、家戶所得、每人生活支出、工作機會等。

由表 5.1 文獻研究整理得知，影響經濟發展的評估指標有：人口、產業發展、家戶所得、受雇情況、工作機會、車輛持有、土地使用、稅收、運輸系統等。其中，人口、家戶所得、受雇情況(工作機會)、產業等因子最常被提及。此外，表 5.1 中運輸系統、觀光需求也是相關經濟發展指標之一，但經分析此指標與交通需求較相關，故將於下一節(5.2 節)中進行討論。

本研究將經濟發展影響因子分為「地區」及「產業」兩個層面，評估公路復建對經濟發展的影響，共得 3 個評估指標，如圖 5.3 所示。地區評估「平均服務人口」指標，是量化指標；產業評估「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等 2 個指標，都是質化指標。此 3 個指標亦是表 5.1 中文獻研究較常提出的評估指標，此等指標的資料也容易從公開的統計資料庫網站取得，資料可獲性無虞。每個指標皆分成 5 個得分層級，1 分最低，代表評估路段復建的需求性低。5 分最高，代表評估路段復建的需求性高。本章節僅列出部分評估指標之之準則，各評估指標的詳細得分層級、敘述，詳見指標工具(附錄 E)所示。

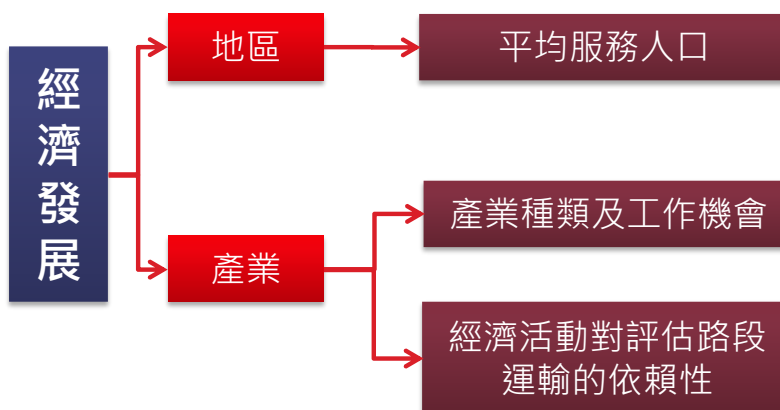


圖 5.3 公路復建需求性評分系統之經濟發展評估指標

### 1. 地區-平均服務人口

$$\text{平均服務人口} = \text{評估路段人口數} / \text{評估路段里程長度(人/公里)}$$

表 5.1 中，文獻研究提及的人口指標，多數是評估地區的人口密度。由於本研究評估指標係針對公路復建，如要計算人口密度，需要統計評估路段經過的鄉、鎮或縣市的人口數，及經過地區的面積，計算相對複雜，且如何定義距離公路多少公里內的區域面積為公路影響的範圍，也沒有一定的標準。因此，本研究經濟發展的人口指標，調整成計算評估路段的平均服務人口，以了解該路段復建可能影響多少人的運輸行為。



路段平均服務人口由統計評估路段經過的鄉、鎮或縣市的人口數，除以評估路段的里程長度後得出，其為量化指標。鄉、鎮或縣市人口數及道路里程長度資料，可由中華民國統計資訊網<sup>[85]</sup>之縣市重要統計指標查詢系統檢索得出(<http://ebas1.ebas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9.asp>)。指標得分層級設計為平均服務人口低於 100 人，可得 1 分；平均服務人口高於或等於 1,000 人，可得 5 分。例如，2010 年台灣地區人口數 23,054,815 人，道路里程長度共 41,383 公里，道路平均服務人口為 557 人，於指標系統中可得 3 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 產業

### (1) 產業種類及工作機會

表 5.1 提及，產業(特色)、受雇情況也為影響經濟發展的指標。從路段範圍內涵蓋的產業種類可分析產業特色，各產業提供的工作機會可了解居民受雇情況。因此，本指標結合產業種類及工作機會，以質化方式敘述，評估路段地區的產業發展情況。

本指標產業分類依主計處<sup>[86]</sup>2011 年 3 月第九次修訂版所述，共分成 19 類，依序為 A 農林漁牧業、B 礦業及土石採取業、C 製造業、D 電力及燃氣供應業、E 用水供應及汙染整治業、F 營造業、G 批發及零售業、H 運輸及倉儲業、I 住宿及餐飲業、J 資訊及通訊傳播業、K 金融及保險業、L 不動產業、M 專業科學及技術服務業、N 支援服務業、O 公共行政及國防；強制性社會安全、P 教育服務業、Q 醫療保健及社會工作服務業、R 藝術、娛樂及休閒服務業、S 其他服務業(<http://www.dgbas.gov.tw/>)<sup>[87]</sup>。

產業種類與工作機會指標以質化指標方式呈現，例如，若評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，提供大部分居民工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術，可得 4 分。其中，特色產品指當地主打的生產產品，譬如拉拉山以水蜜桃為主要的特色產品；重點技術，如新竹土地使用狀況以科學園區為主，科學園區提供製造技術服務，製造技術服務為該區域的重點技術(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## (2) 經濟活動對評估路段運輸的依賴性

產業活動對路段運輸的依賴性，會決定道路復建的迫切性。產業活動定義包含維生基礎系統，維生基礎系統包含能源供給系統、供水及水利系統、交通系統、通訊系統等相關的基礎設施(交通部，2011)。

經濟活動對評估路段運輸的依賴性指標以質化指標方式呈現，例如，若所有產業活動(含維生基礎系統)皆不需要倚賴評估路段運輸，得 1 分；若部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，但主要產業活動需要倚賴評估路段運輸，得 3 分。主要產業定義為評估路段範圍內產量最多、單價較高的產品之所屬產業。例如，高雄縣六龜鄉以蓮霧聞名，蓮霧產量最多、單價也高，若評估路段位於六龜鄉範圍內，則主要產業為農業(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 5.2 交通需求

交通運輸需求為公路選線開發主要的考量因素(國工局<sup>[88]</sup>，2008)，對於公路復建亦是主要考量因素。本節介紹交通需求的評估指標，整理相關研究提出的考量指標，如表 5.2 所示。表中文獻研究整理得知，影響交通需求的指標有：運輸現況、道路服務等級、交通量、旅次、運具選擇、延人公里數、行車公里數、運輸乘載率、大眾運輸使用量、旅行時間、土地使用現況、起訖點、停車設施需求等。其中，交通量、道路服務等級、運具選擇、旅行時間、延人公里數等指標最常被提及，本研究建立交通需求的評估指標可以從這幾個指標著手，分析其資料可獲性，評估是否可衡量。

表 5.2 交通需求可能的評估指標

研究	交通需求因子或指標
1. 「東西向快速公路八里新店縣八里五股段可行性研究及工程規劃 <sup>[79]</sup> 」(國工局，2002)	運輸現況、道路服務水準、交通量、旅次、運具選擇、車道需求等。
2. 「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊之研究 <sup>[46]</sup> 」(工程會，2005)	交通量、運具選擇、旅次等。
3. 「永續運輸綜合評估指標系統之研究 <sup>[80]</sup> 」第一年期(運研所，2005)	延人公里數、運輸乘載率、尖峰交通量、道路旅行時間等。
4. 「力行產業道路提升為縣道之可行性評估 <sup>[89]</sup> 」(公路總局，2005)	道路分佈現況、交通量、道路服務水準、觀光遊客人次等。
5. 「台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究計畫 <sup>[81]</sup> 」(國工局，2008)	土地使用現況、起訖點、道路服務水準等。
6. Jeon and Amekudzi <sup>[82]</sup> (2005)	延人公里數、行車公里數、交通量、大眾運輸使用量、路網長度及密度、旅行時間、停車設施需求等。
7. Tanguay et al. <sup>[78]</sup> (2010)	大眾運輸使用者數量。

本研究將交通需求分為「運輸現況」及「替代運輸」兩層面，評估公路復建對交通需求的影響，共得 6 個評估指標，如圖 5.4 所示。運輸現況評估「道路公路等級」、「評估路段尖峰小時交通量」、「車輛型式及限重」、「終點站(中途站)特性」等 4 個指標，各為質化、量化、質化指標。替代運輸評估「可使用的替代道路」、「旅行時間」等 2 個指標，各為質化、量化指標。選擇此 6 個指標評估交通需求，除參考表 5.2 中文獻研究較常提出的影響因子，也納入交通部公路總局建議的評估因子(終點站特性)，亦確認此指標的資料可從公開的統計資料庫網站獲得。每個指標皆分成 5 個得分層級，1 分最低，代表評估路段復建的需求性低，5 分最高，代表評估路段復建的需求性高。各指標內容如下所述，各指標的詳細得分層級、敘述，詳見指標工具(附錄 E)。

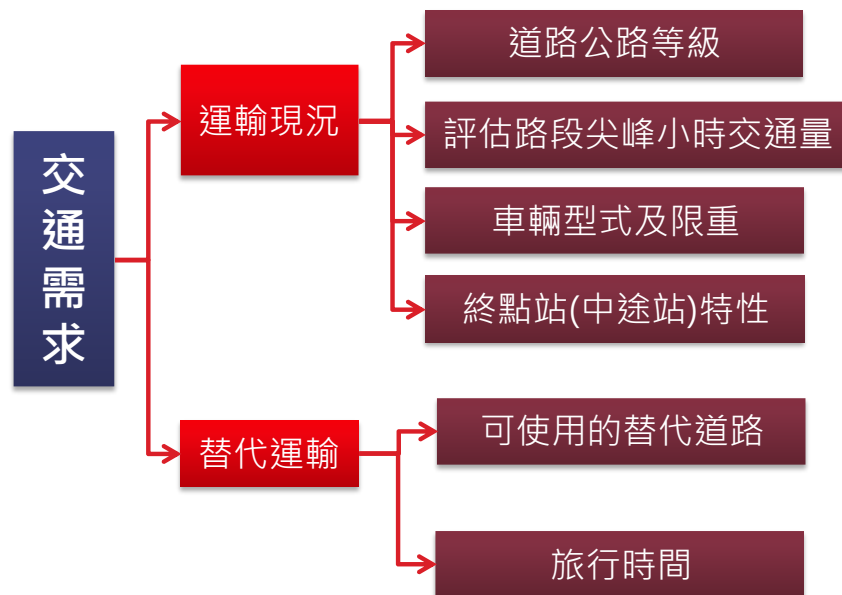


圖 5.4 公路復建需求性評分系統之交通需求評估指標

## 1. 運輸現況

評估運輸現況須了解評估路段的公路等級、尖峰小時交通量、車輛型式及限重、終點站(中途站)特性等現況，以作為路段復建的參考依據。

### (1) 道路公路等級

道路復建前，先評估道路的公路等級，可了解評估路段的服務功能及重要性。根據公路路線設計規範<sup>[5]</sup>(交通部，2011)指出，台灣目前現行之公路等級制度共分為六級(表 2.1)。可依行政系統、交通功能、地域特性、最低設計速率等分類原則，判定其等級。其中行政系統包含國道、省道、縣道、鄉道及專用公路等五類；交通功能分為高速公路、快速公路、主要公路、次要公路、地區公路等五類；地域特性包含地形與地區兩種，前者分為平原區、丘陵區與山嶺區，後者分為市區與鄉區。

道路公路等級指標是以質化方式呈現，例如，評估路段公路等級為六級道路，代表該路段行車速率低，屬於地區公路，交通重要性低，其復建或開發的需求性最低，得 1 分；評估路段服務等級為一級或二級道路，代表該路段行車速率高，屬於高速公路或快速道路，交通重要性高，其復建的需求性最高，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### (2) 評估路段尖峰小時交通量

欲了解運輸需求程度，最直接的方法為現況調查現行道路的交通量，分析尖峰小時交通量。將一臨近路段各時段連續 1 小時流量轉換為小客車單位數，取其中最大數者即為尖峰小時交通量，其單位為 PCU/小時。



台灣地區道路交通量可由高速公路局 (<http://www.freeway.gov.tw>、交通部公路總局<sup>[64]</sup>等公開的公路統計資訊查詢得出。評估路段若是既有道路，尖峰小時交通量大，代表影響的行車使用者多，一旦破壞，需要復建需求性則高。評估路段若為新設道路，則評估路段周邊的交通量現況，若交通量大，周邊的道路乘載容量不足，代表評估路段需要拓寬整建之復建需求性高。

指標以量化方式呈現，得分層級設計為若評估路段之尖峰小時交通量小於 200PCU/小時，得 1 分；評估路段之尖峰小時交通量大於 2,000PCU/小時，得 5 分。例如，由公路總局<sup>[65]</sup>2010 年交通量統計得知 (<http://www.thb.gov.tw>)，台 1 線台南市大同路至高雄縣二層行橋路段，尖峰小時交通量為 1,975PCU/小時，於指標系統中得 4 分；台 21 線民生至甲仙路段，尖峰小時交通量為 406PCU/小時，於指標系統中得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### (3) 車輛型式及限重

道路復建前，先評估道路災前可通行之車輛型式及限重條件，以評估路段的車輛通行狀況。本研究在車輛的限重指標訂定上，主要係以大型車的載重限制作為指標訂定的依據。參考頒布之「道路交通安全規則」第三十八條第三款，各型式大型車之總重量皆有量化的限制，如該道路通行車輛載重限制在 15 公噸以下者，視為復建需求性較低，得 1 分；反之若該道路通行車輛無特別限制時，其復建的需求性最高，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。表 5.3 為車輛型式及限重指標的等級表。

表 5.3 車輛型式及限重指標

車輛載重限制	等級
總重量十五公噸以下 (前後均為單軸車輛)	1
總重量為十五公噸至二十一公噸 (前單軸後雙軸車輛)	2
總聯結重量為二十一公噸至三十五公噸 (半聯結車)	3
總聯結重量為三十五公噸至四十二公噸 (全聯結車)	4
總重量四十二公噸以上之車輛	5

#### (4) 終點站(中途站)特性

終點站(中途站)特性指標為因應業主建議，並整合 5.1 節表 5.1 中提及的觀光需求因子後提出。此指標評估路段之終點站或中途站是否有觀光需求、旅客人次狀況，及道路負載容量是否足夠。

終點站(中途站)特性指標以質化指標方式呈現，例如，若評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多，易塞車，道路負載容量不足，於指標系統中得 4 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 替代運輸

交通需求除分析運輸現況外，周邊替代運輸的狀況也是衡量道路是否應該復建的參考依據。

### (1) 可使用的替代道路

可使用的替代道路指標以質化指標方式呈現，衡量評估路段經過區域可使用的替代道路。若評估路段經過區域可使用的替代道路多，其需要復建的需求性相對較低。例如，若評估路段經過區域有可使用

的替代道路，且至少包含二條以上替代公路(或鐵路)，於指標系統中得 1 分，代表需要復建的需求性低。若評估路段經過區域未有可使用的替代道路，如道路封閉或中斷，將形成孤島，於指標系統中得 5 分，代表此路段急需復建(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## (2) 旅行時間

旅行時間指車輛行駛於路段兩點間之時間，包括一切延滯及中途停車時間。總旅行時間指車輛行駛某一路線之總時間，為該路線之各路段旅行時間之總和。

替代道路旅行時間指標以量化方式呈現，計算替代道路所需總旅行時間與評估路段所需總旅行時間，公式如下：

替代道路旅行時間(X) = (替代道路所需總旅行時間/評估路段所需總旅行時間)

例如，替代道路所需的總旅行時間為 120 分鐘，評估路段所需總旅行時間為 60 分鐘，則替代道路旅行時間(X)=(120/60)=2，於指標系統中得 3 分。若總旅行時間未能細估至多少分鐘，但可知替代道路所需的總旅行時間約為評估路段所需總旅行時間的 2 倍，則替代道路旅行時間(X)可改以倍數方式計算，意即 X=(2/1)=2，於指標系統中得 3 分。若替代道路所需的總旅行時間相同於評估路段所需總旅行時間，則替代道路旅行時間(X)=(1/1)=1，於指標系統中得 4 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 5.3 環境衝擊

公路復建工程將造成地表一定程度上的破壞，將對生態圈引起不利的影響。除了直接的衝擊外，道路對於生態的影響還具有其餘兩種特性：衍生效應與協同效應。即道路對於生態圈的某一種作用可能演變產生後續問題，或因其他相關因子導致更大的傷害，如此嚴重的連貫效應，更應仔細謹慎思考。

本節將介紹本系統環境衝擊因子之評估指標，分為「生態環境衝擊」、「水環境衝擊」、「開挖施工造成之環境衝擊」及「空氣品質衝擊」四個層面，共有四個評估指標，如圖 5.5 所示。台灣自然保護區指標與水環境指標等 2 個指標，都是質化指標；土體破壞指標及二氧化碳指標則屬量化指標。每個指標皆分成 5 個得分層級，1 分最低，代表評估路段復建的需求性最低。5 分最高，代表評估路段復建的需求性最高。各指標內容如下所述，各指標的詳細得分層級、敘述，詳見指標工具(附錄 E)。

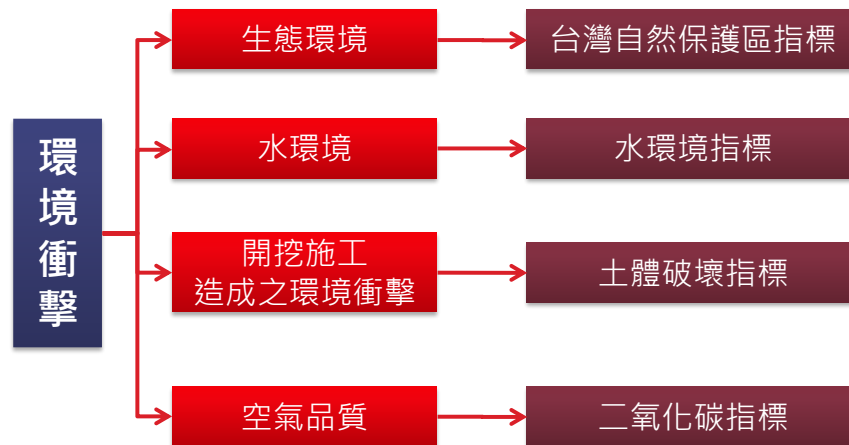


圖 5.5 公路復建需求性評分系統之環境衝擊評估指標

## 1. 台灣自然保護區指標

生態環境衝擊部份，考慮公路復建對自然環境可能造成的影響，以「自然保護區設置管理辦法」所劃設之自然保護區域圖(圖 5.6 所示)作為評估指標，包含野生動物重要棲息環境、自然保留區、自然保護區、野生動物保護區及國家公園等自然保護區。

依據森林法第十七條之一，我國劃設有野生動物重要棲息環境、自然保留區、自然保護區、野生動物保護區及國家公園等自然保護區，在此以上述作為生態環境之評估標準，以開發公路或復建公路對台灣自然保護區之最短距離( $X$ )作為評估準則。當預復建之道路穿越保護區中間或偏中間位置，得 1 分；側面穿越保護區，則得 2 分；緊鄰保護區( $X \leq 1\text{km}$ )，得 3 分；鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )，得 4 分；非位於保護區範圍及其附近區域( $X > 5\text{km}$ )，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。



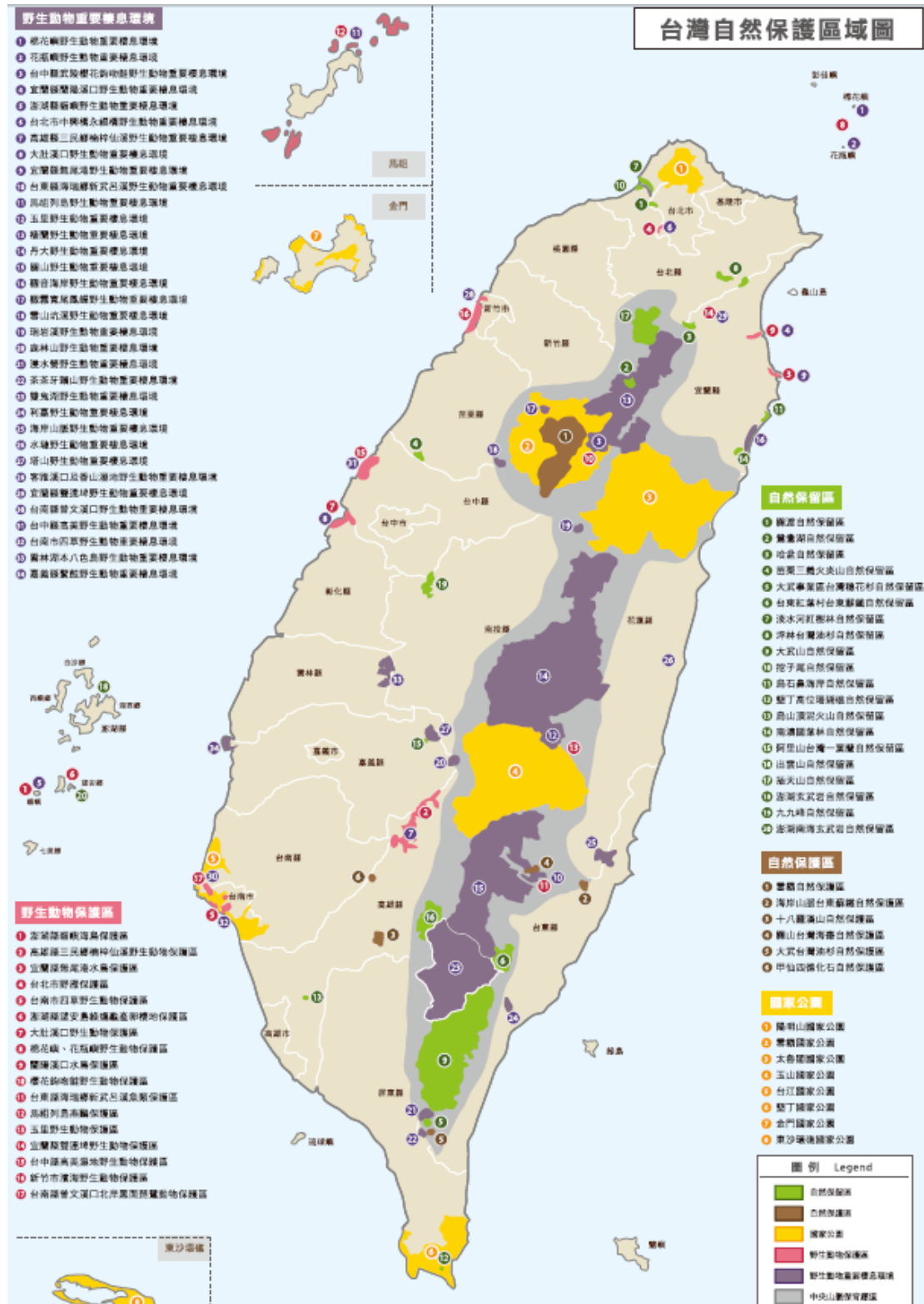


圖 5.6 台灣自然保護區域圖

## 2. 水環境指標

依據公路易致災點歷史紀錄及參考文獻(蔡厚男<sup>[90]</sup>, 2003)得知, 凡道路兩旁有邊坡及河川之路段最易導致河川水質受落石、土石流、崩屑及道路的排放水等汙染。其中道路逕流水的沖刷及污水的排放, 對鄰近水域生態系之衝擊最大, 其排放之油污、粉塵、泥沙、礦物質及營養鹽等, 對週邊環境均造成干擾, 其中以其化學污染源的沉澱與堆積, 若透過食物鏈的傳遞造成之衝擊頗為深遠。故在此以水環境作為評估指標之一。

當公路兩側分別為山及河, 且距離 20m 內, 得 1 分; 公路兩側距離山及河 20-50m 內, 得 2 分; 公路兩側距離山及河 50-100m 內, 得 3 分; 公路兩側距離山及河 100-500m 內, 得 4 分; 公路兩側距離山及河大於 500m, 得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 3. 土體破壞指標

無論道路之開發或復建, 其開挖程度將嚴重影響環境之破壞, 故在此將以開挖邊坡與開挖路工之土體破壞作為土體破壞之評估指標。

當施工過程將有大規模邊坡開挖, 挖方量 $\geq 100,000$ 方, 得 1 分; 施工過程有中等規模邊坡或基礎之開挖, 挖方量介於 10,000~100,000 方, 得 2 分; 施工過程將有小規模邊坡或基礎之開挖, 挖方量介於 1,000~10,000 方, 得 3 分; 施工過程邊坡或基礎之開挖, 挖方量介於 1~10,000 方之間, 得 4 分; 施工過程不須開挖與破壞土體, 得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

#### 4. 二氧化碳指標

本評估項目之林地係為土地法所劃設之林地，以公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y)作為評估。

當  $Y/X > 50\%$ ，得 1 分； $30\% < Y/X \leq 50\%$ ，得 2 分； $20\% < Y/X \leq 30\%$ ，得 3 分； $10\% < Y/X \leq 20\%$ ，得 4 分； $Y/X \leq 10\%$ ，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 5.4 社會公義

公路復建對生活於評估路段的居民影響最大，如何整合居民的需求與意見，尋求居民對公路復建作法的共識，是社會公義指標設計的主要課題。本節介紹社會公義的評估指標，整理相關研究提出的考量因子或指標，如表 5.4 所示。表中文獻研究整理得知，影響社會公義因子有：居民參與、居民意願、特定族群使用大眾運輸的比例、民意反映、教育程度、文化、低收入戶比例、原住民、平等的受雇機會等。

本研究建立社會公義的評估指標可以從這幾個指標以及本計畫召開之專家學者座談會匯整意見著手，分析其資料可獲性，評估是否可衡量。

表 5.4 社會公義可能的評估指標

研究	社會公義因子或指標
1. 「永續運輸綜合評估指標系統之研究 <sup>[80]</sup> 」 第一年期(運研所, 2005)	特定族群(學生、老人)使用大眾運輸比例、 教育、居民參與等
2. 「力行產業道路提升為縣道之可行性評估 <sup>[89]</sup> 」 (公路總局, 2005)	民意反映、文化、原住民等
3. 「台灣山區國道公路規劃原則與環境條件 融合之研究計畫 <sup>[81]</sup> 」(國工局, 2008)	居民意願、居民參與(說明會)
4. Jeon and Amekudzi <sup>[82]</sup> (2005)	低收入戶比例、居民參與、文化等
5. GRI <sup>[84]</sup> (2008)	平等的受雇機會、意外數、工作人力多樣 性、社區參與、教育程度、低收入戶等
6. Tanguay et al <sup>[78]</sup> . (2010)	公共事務居民參與程度、低收入戶比例、居 民教育程度等

本研究將社會公義影響因子分為「居民感受」及「在地居民意見表達」二個層面，共 4 個評估指標，如圖 5.7 所示。評估路段少數族群評估「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」等 3 個指標，其兼具量化、質化指標。在地居民意見表達評估「公開參與流程及意見回饋」，為質化指標。此 4 個指標大致已涵蓋表 5.4 中文獻研究常提出的評估指標，量化指標所需的資料也容易從公開的統計資料庫網站獲得。每個指標皆分成 5 個得分層級，1 分最低，代表評估路段復建的需求性低；5 分最高，代表評估路段復建的需求性高。各指標內容如下所述，各指標的詳細得分層級、敘述，詳見指標工具(附錄 E)。

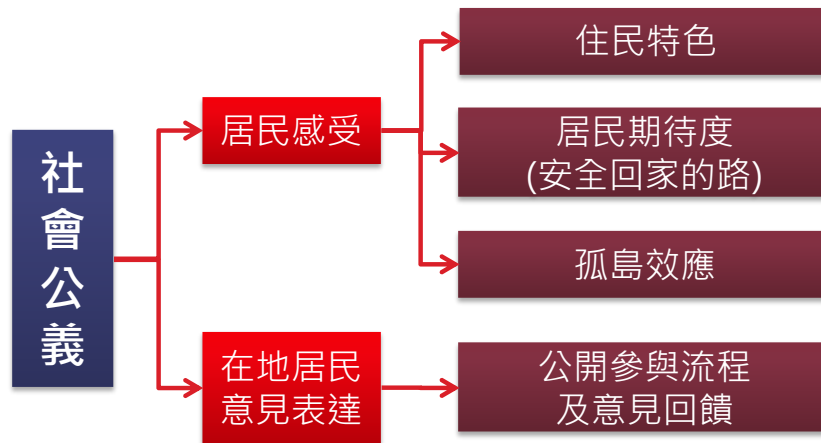


圖 5.7 公路復建需求性評分系統之社會公義評估指標

## 1. 居民感受

### (1) 住民特色

山區公路經過的區域，常有原住民駐居，原住民族是歷史與文化的重要根源，各族群擁有自己的文化、語言、風俗習慣和社會結構，山區公路復建或開發時，若途經原住民人口比例較多的區域，需考量評估道路與原住民族生活需求的相依性。經台灣政府認定的原住民族有：阿美族、泰雅族、排灣族、布農族、卑南族、魯凱族、鄒族、賽夏族、雅美族、邵族、噶瑪蘭族、太魯閣族以及撒奇萊雅族及賽德克等 14 族，大部分集中於中央山脈以東，分佈圖如圖 5.8 所示。





圖 5.8 台灣地區原住民分佈圖

住民特色的指標內容係為量化方式呈現，若原住民居住在評估路段範圍內之比例小於 10%，可得 1 分；若原住民居住在評估路段範圍內之比例高於 50%，得 5 分。

$$\text{原住民比例} = \text{原住民人口數(或戶數)} (X) / \text{總人口數(或戶數)} (Y)$$

各縣、市及其鄉、鎮、區的原住民人口數或戶數，及總登記人口或戶數，亦可查詢中華民國統計資訊網<sup>[85]</sup>之縣市統計資料庫後得出。例如，2010 年台灣地區人口數 23,054,815 人，原住民人口數 512,701 人，原住民人口比例 2.22%。台東縣卑南鄉總人口數 18,231 人，原住民人口數 6,397 人，原住民人口比例 35.09%(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## (2) 居民期待度(安全回家的路)

本研究在此探討復建路段之居民對復建路段之期待度(安全回家的路)，在此每個指標皆分成 5 個得分層級，1 分最低，代表復建評估路段的居民期待度非常低；5 分最高，代表復建評估路段的居民期待度非常高(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。

## (3) 孤島效應

聚落是否容易造成孤島與下列三項因素有最直接關係：(1)聚落聯外道路數目；(2)道路沿線橋梁與溪底便道；(3)道路沿線土砂災害(山崩與土石流)規模與數量。本研究在此依據行政院農委會水土保持局 2011 年之「土石流致災潛勢分析與資料庫建置<sup>[91]</sup>」中，提及之孤島地區評估方法，該評估方法將孤島效應分為三個等級，然為了配合本計畫之系統故調整為五個等級之孤島效應。本計畫提出之孤島效應評估原則如下表 5.5 所示；各符號說明如表 5.6 所示。1 分最低，代表評估路段的孤島效應非常嚴重；5 分最高，代表復建評估路段無孤島效應(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。

表 5.5 孤島分級說明表

孤島分級	聯外道路	溪底便道或便橋	土砂災害	示意圖說明			
				聯外方向	溪底便道	土砂災害	聚落
非常嚴重 (1分)	R1	TR1	D1				
	R1	TR3	D1				
	R2	TR2	D4				
	R2	TR3	D4				
嚴重 (2分)	R1	TR1	D2				
	R1	TR3	D2				
中 (3分)	R2	TR2	D1/D2/D3/D5				
輕 (4分)	R1	TR1	D3				
	R1	TR1	D6				
	R2	TR1	D1/D4/D5				
無 (5分)	其他	其他	其他	---			

表 5.6 符號說明表

符號	聯外道路分類說明
R1	一條聯外路線
R2	兩條聯外路線
TR1	其一對外聯絡路線有一個以上溪底便道或便橋
TR2	所有對外聯絡路線皆有溪底便道或便橋
TR3	所有對外聯絡路線皆無溪底便道或便橋
D1	其一對外聯絡路線至少經過一個以上高潛勢土石流或山崩
D2	其一對外聯絡路線至少經過一個以上中潛勢土石流或山崩
D3	其一對外聯絡路線至少經過一個以上低潛勢土石流或山崩
D4	所有聯外路線皆經過一個以上高潛勢土石流或山崩
D5	所有聯外路線皆經過一個以上中潛勢土石流或山崩
D6	所有聯外路線皆無任何土石流潛勢溪流及山崩

## 2. 公開參與流程及意見回饋

由表 5.4 得知，居民參與是最常被文獻研究提及的社會面評估指標，包含居民的參與流程、居民意願表達、民意反應等。因此，設計社會公義指標時，在地居民的意見表達是必要列入的評估指標。

美國華盛頓大學 2010 年發展綠道路評估系統，類似 LEED 綠建築評估作法，分工程要求、環境與水、通路與權益、施工活動、材料與資源、鋪面技術，及自訂項目等評估領域，認證道路設計與施工的永續(Muench et al. 2011)<sup>[92]</sup>。其中，通路與權益領域提及，道路建設應有一標準作業程序及公眾參與流程，納入利害關係人的需求。公開的公眾參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，及利害關係人(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)的意見回饋，是在地居民意見表達的兩個要素，應納入指標敘述中。

本指標內容以質化方式呈現；若決定公路是否復建或開發之前，主辦單位沒有舉行公開的參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，且在地居民(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)也沒有給予意見回饋，則於指標系統中僅得 1 分。若有公開的參與流程，所有在地居民都有出席，並

積極參與，且過程中給予許多意見回饋，則可得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。

## 5.5 工程風險

本研究針對工程風險影響因子部分，為考量公路安全與經費等問題，在此分為五個評估指標，分別為「重覆致災的頻率」、「未來氣候變遷造成的風險」、「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」等評估指標(詳附錄 E)。

### 1. 重覆致災的頻率

公路復建之需求性，基本必須先探討公路復建之環境是否屬於易重覆致災的路段，當重覆致災性越低，則復建之需求性高；反之，重覆致災性越高，則復建之需求性低。例如：蘇花公路 115.8 公里處 2012 年 12 月 14 日發生路基淘空，其 115.8 公里處（蘇澳至東澳間大坑橋）附近曾於 2010 年 10 月梅姬風災重創，造成下邊坡坡面嚴重坍方與裸露，上邊坡也有土石流刷深坡面。2011 年 10 月，又因奈格颱風與後續的東北季風引發豪雨影響，造成約 25 公尺長的路基缺口。

本項目以 1 分最低，代表復建評估路段經常發生災害(例如：過去五年曾發生 20 處以上之災點)；4 分代表評估路段甚少發生災害(例如：過去五年曾偶而發生 1-5 處之災點)；5 分最高，代表評估路段無發生重覆致災點紀錄。圖 5.9 所示為交通部公路總局 2008-2012 年紀錄之民全台省道(含邊坡、橋梁與隧道)之歷史災點分布圖(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。



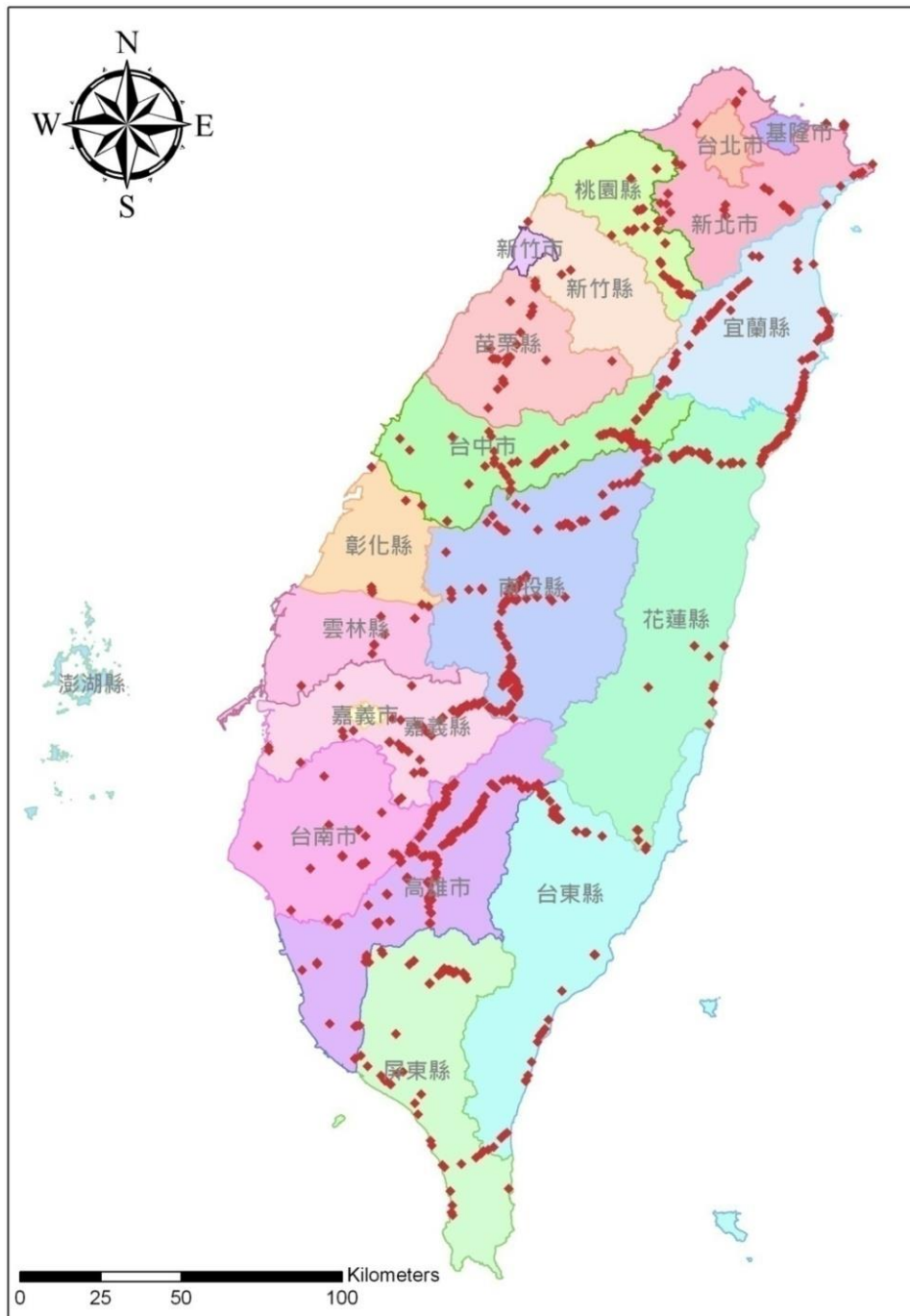


圖 5.9 2008-2012 年公路歷史災點分布圖

## 2. 未來氣候變遷造成的風險

為考量氣候變遷對公路安全度之影響，本研究在此針對氣候變遷對公路風險之探討，參考經濟部水利署(2011)「氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例<sup>[69]</sup>」之南部高屏河流域風險地圖，並重新繪製 A1B 情境與極端降雨(莫拉克重現)情境之崩塌(含土石流)風險地圖(如圖 5.10 與 5.11 所示)。圖中高屏河流域在氣候變遷影響下之崩塌(含土石流)風險，分成非常低、低、中、高以及非常高等級。圖 5.10 與 5.11 所示，分別為高屏河流域 A1B 情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖以及極端降雨情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖。藉由評估路段中所佔之高風險以上路段的比例進行分級，若路段無受氣候變遷高風險以上之影響路段，則得 5 分；受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 0-10%，則得 4 分；受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 10-20%，則得 3 分；受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 20-30%，則得 2 分；受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 30%以上，則得 1 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

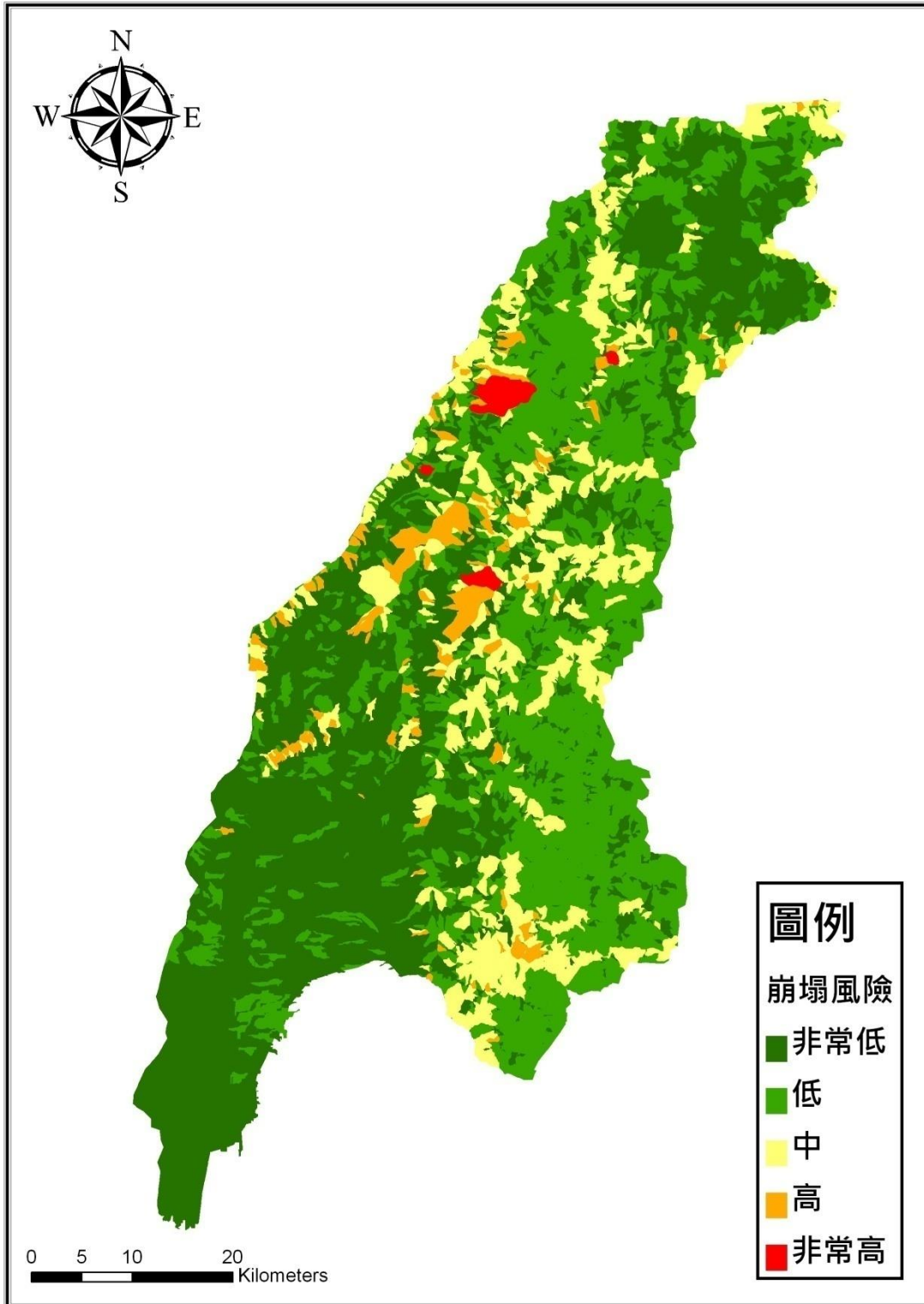


圖 5.10 高屏溪流域 A1B 情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖

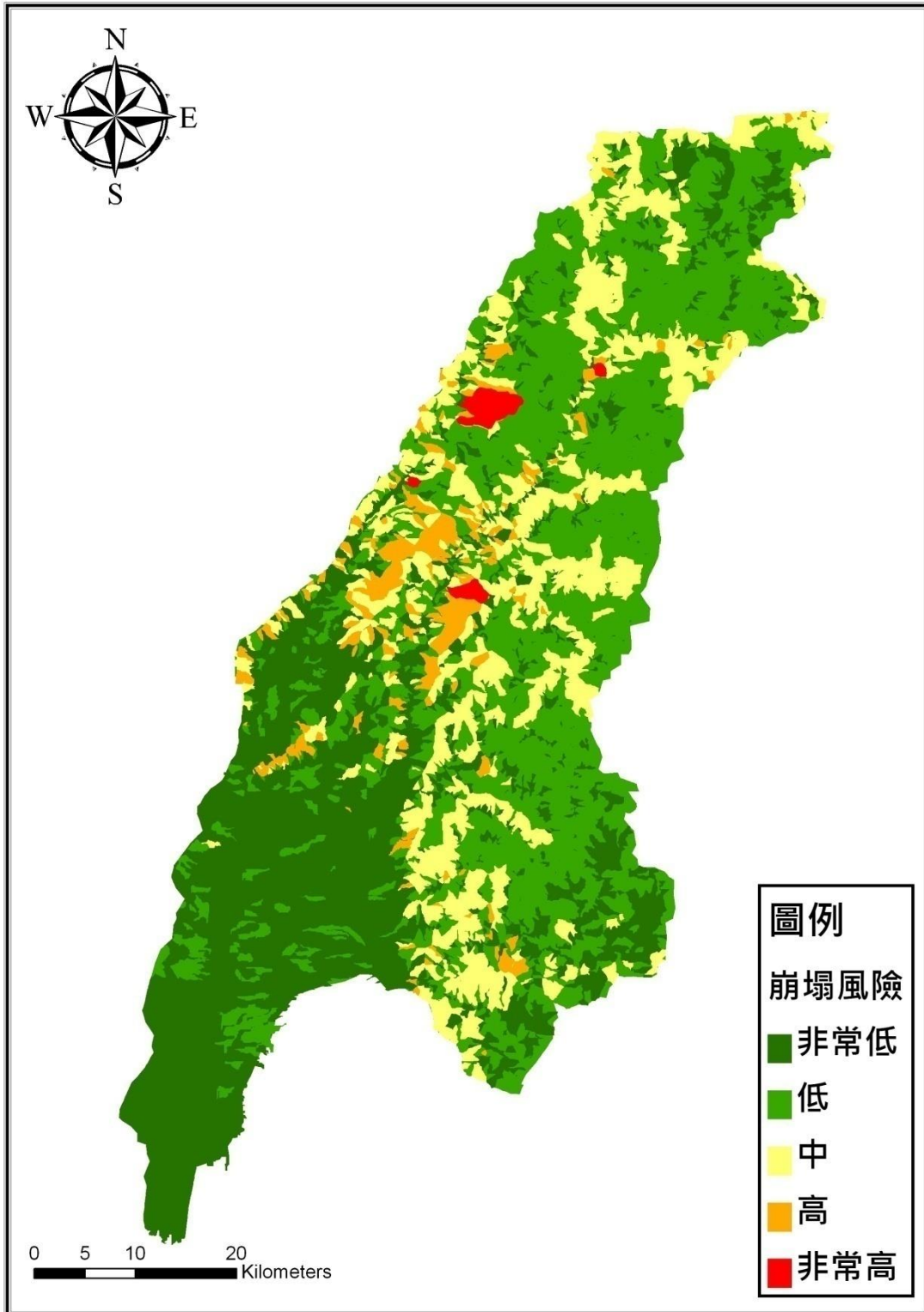


圖 5.11 高屏河流域極端降雨情境崩塌(含土石流)風險等級分布圖

關於，氣候變遷溫室氣體排放情境設定以及南部高屏河流域風險地圖之繪製，詳如后文所述。

所謂的溫室氣體排放情境是 IPCC 用來描述未來世界可能的特性，它可能是定性、定量或是兩者皆是描述。目前 IPCC 常用的情境，常伴隨著故事情節的敘述，如社經因素可能的變化（例如人口、經濟成長、能源效率與結構、土地利用與農業生產等），並且推估未來全球溫室氣體的可能排放量，並進一步為科學家用於推估 21 世紀的氣候狀態。考慮未來可能致力於經濟發展，或是朝永續利用的目標等不同程度的可能情形，以及考慮全球性或是區域性不同發展帶來的影響，主要分成 A1、A2、B1、B2 四種情境，其中 A1 情境又分 A1B、A1T、A1F1 三種，以下簡述常用的六種情境類別。

#### (1) A1 情境

全球經濟大幅成長，市場經濟導向，窮國與富國之間的差距消失，人類大幅投資教育與提高生活水準，科技的成長與資訊流通順暢，包含以下幾個次情境：

- A. A1B：再生能源與石化燃料並用，土地使用變遷速度適中。
- B. A1T：再生能源進展迅速，未來人類不使用石化燃料。
- C. A1F1：人類仍然大幅使用石化燃料。

#### (2) A2 情境

全球經濟成長幅度不等，而導致工業國家與開發國家的收入差異仍大，科技與人口流動較不暢通，強調家庭或族群生產力，A2 的人口成長率是 4 個情境中最高者。



### (3) B1 情境

全球的環境與社會意識高漲，並結合全世界的力量來追求永續的發展，經濟發展程度適中，科技發展扮演重要的角色，世界各國的貧富差距縮小。

### (4) B2 情境

世界各國的人類對於環境與社會的永續發展日趨重視，政府政策為有環境意識的公民所影響，全球化的腳步減緩，而地域性的決策機制顯得更受重視。

風險評估計算方式種類繁多，各國學者採用的風險計算公式不盡相同，近來大部分的國內外學者及國際減災計畫(International Strategy for Disaster Reduction, ISDR)都將災害風險定義為危險度(hazard)與脆弱度(vulnerability)的乘積，數學式為如下所示。

$$\text{風險度} = \text{危險度} \times \text{脆弱度}$$

以相對風險的概念，將危險度及脆弱度依大小劃分不同等級，以風險矩陣的方式呈現如圖 5.12 所示，圖中得知風險度由危害度與脆弱度所組成之矩陣，可分為「非常低」、「低」、「中等」、「高」及「非常高」五級。藉由預評估之路段套圖於風險地圖上，以求得氣候變遷對公路安全度的影響路段及程度。詳細風險地圖產出過程，如后「脆弱度與風險度評估方法檢討與建立」、「流域脆弱度整體評估」及「流域風險分布圖製作」之介紹。

		危險度				
		非常低	低	中等	高	非常高
脆弱度	非常低	非常低	非常低	非常低	非常低	低
	低	非常低	非常低	低	低	中等
	中等	非常低	低	低	中等	高
	高	非常低	低	中等	高	非常高
	非常高	低	中等	高	非常高	非常高

圖 5.12 風險矩陣圖

(1) 脆弱度與風險度評估方法檢討與建立

A. 評估方法選用及建立

近來大部分的國內外學者及國際減災計畫都將災害風險定義為危險度與脆弱度的乘積。風險地圖製作流程圖如圖 5.13 所示。

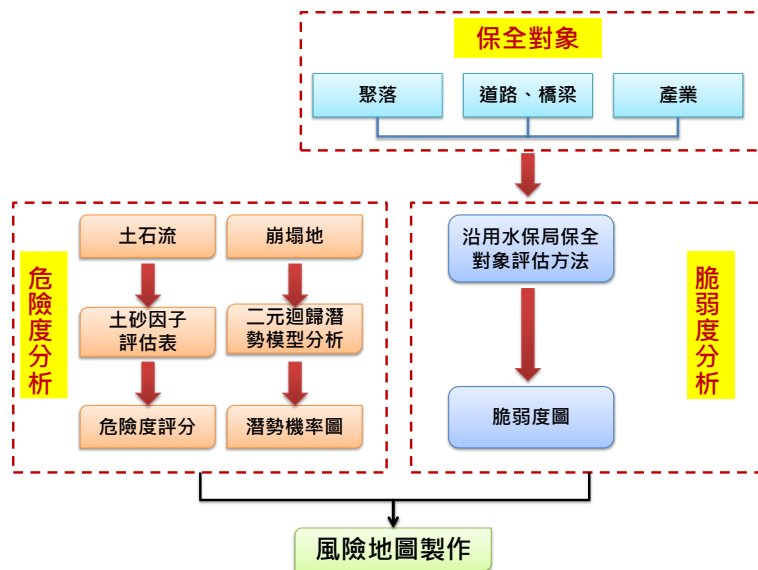


圖 5.13 崩塌地(含土石流)風險評估流程圖

## B. 危險度評分標準

### (A) 土石流

土石流發生之三大條件為足夠堆積物、水、及坡度，根據水保局選定影響土石流發生最顯著之因子做為土石流危險度的評估指標，分別為崩塌規模、坡度因子、岩性因子、材料破碎情形及植生因子，利用此 5 項因子將土石流發生危險等級量化，並依各因子與發生潛勢之影響關係配分，詳表 5.7 所示，最高分為 1 分。其中崩塌規模及植生因子兩項因子之分類參考楊明德<sup>[93]</sup>及蘇東青等人(2005)使用之標準評分，崩塌規模及植生因子分類標準如表 5.8。發生潛勢危險指標等級以 0-0.2 分為非常低潛勢，0.2-0.4 分為低潛勢，0.4-0.6 分為中潛勢，0.6-0.8 分則為高潛勢，0.8-1.0 分則為非常高潛勢。惟材料破碎現地資料相當龐大，且需現地量測判斷致難以進行危險等級評分，為安全考量，一般將材料破碎情形統一設定為最危險等級(0.2 分)。

表 5.7 土石流危險度潛勢因子評分表

發生潛勢因子	分類	評分
崩塌規模(0.25)	明顯大面積崩塌	0.25
	小規模崩塌	0.15
	無明顯崩塌	0.05
坡度因子(0.25)	上游區坡度大於 50°	0.25
	上游區坡度介於 30°~50°	0.15
	上游坡度小於 30°	0.05
材料破碎(0.20)	平均粒徑大於 30cm	0.2
	平均粒徑介於 7.5~30cm	0.13
	平均粒徑小於 7.5cm	0.02
	無明顯堆積材料	0.02
岩性因子(0.15)	第一類(A、D、F 地質區)	0.15
	第二類(C、E 地質區)	0.15
	第三類(B、G 地質區)	0.05
植生因子(0.15)	裸岩、落石堆積	0.15
	植被稀疏	0.15
	植被中等稀疏	0.06
	植被密集	0.03
最高評分合計 1 分		

A:東部海岸山脈；B:廣域變質岩；C:亞變質岩；D:沈積岩；E:紅土台地；F:火成岩資料；G:平原。資料來源：土石流防災資訊網。

表 5.8 崩塌規模及植生因子分類標準

崩塌規模	崩塌率	分類
	≤1%	無明顯崩塌
	1%-5%	小規模崩塌
	≥5%	明顯大面積崩塌
植生因子	植生面積	分類
	植生面積 ≥80%	植被密集
	30%<植生面積<80%	植被中等稀疏
	10%<植生面積≤30%	植被稀疏
	植生面積 ≤10%	裸岩、落石堆積

資料來源：整理自楊明德及蘇東青(2005)。

**(B) 崩塌地**

依據平均累積雨量 800 毫米分為兩種崩塌發生潛勢模式，其中模式一適用於平均累積雨量大於 800 毫米的降雨事件，模式一的顯著因子包含：坡面最大坡度、坡向(正弦、餘弦)、離河道及主要山稜線距離、岩層條件、累積雨量。經以極端降雨事件及氣候變遷 100 年重現期 48 小時降雨(A1B)兩種情境，計算崩塌潛勢，並依據圖 5.5-3 的危險度分類方法，將崩塌潛勢分為非常、高、中、低及非常低等 5 個危險度等級。因崩塌潛勢值 50%為崩塌發生之臨界值，故以崩塌潛勢小於 50%視為非常低危險度，如表 5.9。

**表 5.9 崩塌地危險度潛勢因子評分表**

崩塌潛勢值	危險度評分	備註
≤ 50%	非常低	利用崩塌預測模式 進行評估分類
50%-60%	低	
60%-70%	中	
70%-80%	高	
≥ 80%	非常高	

**C. 脆弱度評分標準****(A) 土石流**

脆弱度指標以保全對象為基礎，主要考慮建物、交通設施及現地整治成效等 3 項因子，評分標準沿用水保局保全對象評分標準如表 5.10 所示。建物包含住戶、學校、醫療設施及公共建築物等，因公共建築一般使用人數較多，故評分等級最高，另外保全戶數越多，評分也越高，坡單元內若有防災措施相關之公共場所如學校、



醫療設施及避難公共場所等評分佔 0.5 分為最高。交通則以橋梁受損對交通之危害較高，故給予較高分數，橋梁、道路分別佔 0.2 及 0.1 分。現地整治措施係依據水土保持局所公告之整治設施視為成效良好，可降低土石流潛勢溪流對保全對象之危害。整治成效良好或無整治設施之坡單元佔 0 至 0.3 分，合計最高得分為 1 分。若脆弱度指標評分結果大於或等於 0.8 分者，列為非常高脆弱度；介於 0.6-0.8 者列為高脆弱度；介於 0.4-0.6 者列為中脆弱度；介於 0.2-0.4 者列為低脆弱度；小於 0.2 者列為非常低脆弱度。

#### (B) 崩塌地

為區分脆弱度在土砂災害來臨時所代表的重要程度，並且能客觀評估與比較崩塌地災害對各保全對象造成的損害情形，沿用水保局保全對象評分標準，詳表 5.10。

**表 5.10 土石流及崩塌地脆弱度評分標準**

保全危害度因子分配表		
評估因子	分類	評分
建物 (0.5)	與防災措施相關之公共場所 (學校、醫療設施及避難公共場所等)	0.5
	5 戶民宅以上	0.45
	1 戶至 4 戶間之民宅	0.2
	無住戶	0
交通設施 (0.2)	橋梁	0.2
	道路	0.1
	無	0
現地整治成效 (0.3)	待改進或無整治設施	0.3
	尚可	0.15
	良好或不需整治	0
最高評分合計 1 分		

資料來源：土石流防災資訊網。

## (2) 流域脆弱度整體評估

## A. 坡地脆弱度評估

本研究預試評之路段位於高雄地區之台 20 與台 27 線，故在此僅討論高屏河流域之脆弱度整體評估。高屏河流域建物、道路及橋梁分布統計如表 5.11。高屏河流域之建物、道路及橋梁多分布在高屏溪本流、旗山溪、隘寮溪子集水區的下游一帶。而整治成效採用水保局 2005 年至 2008 年的整治工程位置，共 51 處，多分布在旗山溪子集水區，其餘零星分布在荖濃溪及高屏溪中下游。假設有整治地區成效皆視為良好，在脆弱度評分時皆給予 0 分。住戶及公共場所以高屏溪本流子集水區的每公頃 0.1 戶為最高，以旗山溪子集水區每公頃 0.04 戶最低；學校及醫療設施以高屏溪本流子集水區每公頃 0.005 所為最高，荖濃溪子集水區每公頃 0.0001 所最低；道路與橋梁則以高屏溪本流子集水區最為密集，平均每公頃有 0.34 條道路，而荖濃溪子集水區每公頃 0.02 條最低。

表 5.11 各子集水區建物及交通密度統計表

項目	分類	高屏溪本流	荖濃溪	隘寮溪	旗山溪
建物	住戶、公共場所 (戶/公頃)	0.1	0.05	0.08	0.04
	學校、醫療設施 (所/公頃)	0.005	0.0001	0.0002	0.0005
交通	道路、橋梁 (條/公頃)	0.34	0.02	0.03	0.06
整治成效	整治工程(處)	5	4	0	42

註：戶數資料由各區域戶政事務所提供。

將保全對象資料數化後，計算各坡單元脆弱度值，全流域最低為 0 分，最高為 1 分，依前述脆弱度評分標準將其分為非常高、高、中等、低、及非常低脆弱度五個等級，結果如表 5.12 及圖 5.14。由於高屏溪本流子集水區內多建地及道路，故此區有較高的脆弱度值。受到莫拉克颱風重創的災區如小林村、民族村、新發村中的新開部落及寶來等地區皆屬於高脆弱度等級，其他子集水區的山區地帶因交通設施及建物較少，故脆弱度普遍較低。

**表 5.12 各子集水區各級脆弱度面積權重一覽表**

脆弱度面積及 權重		子集水區			
		高屏溪本流 (374 平方公里)	荖濃溪 (1,439 平方公里)	旗山溪 (826 平方公里)	隘寮溪 (618 平方公里)
面積 (平方 公里)	非常低	16.01	853.33	221.78	308.01
	低	74.73	424.79	236.24	219.64
	中	66.61	90.37	129.02	36.21
	高	79.59	57.56	201.05	38.32
	非常高	137.06	12.95	37.91	15.82
權重 (%)	非常低	4.28	59.30	26.85	49.84
	低	19.98	29.52	28.60	35.54
	中	17.81	6.28	15.62	5.86
	高	21.28	4.00	24.34	6.20
	非常高	36.65	0.90	4.59	2.56

資料來源：經濟部水利署(2011)「氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例」。

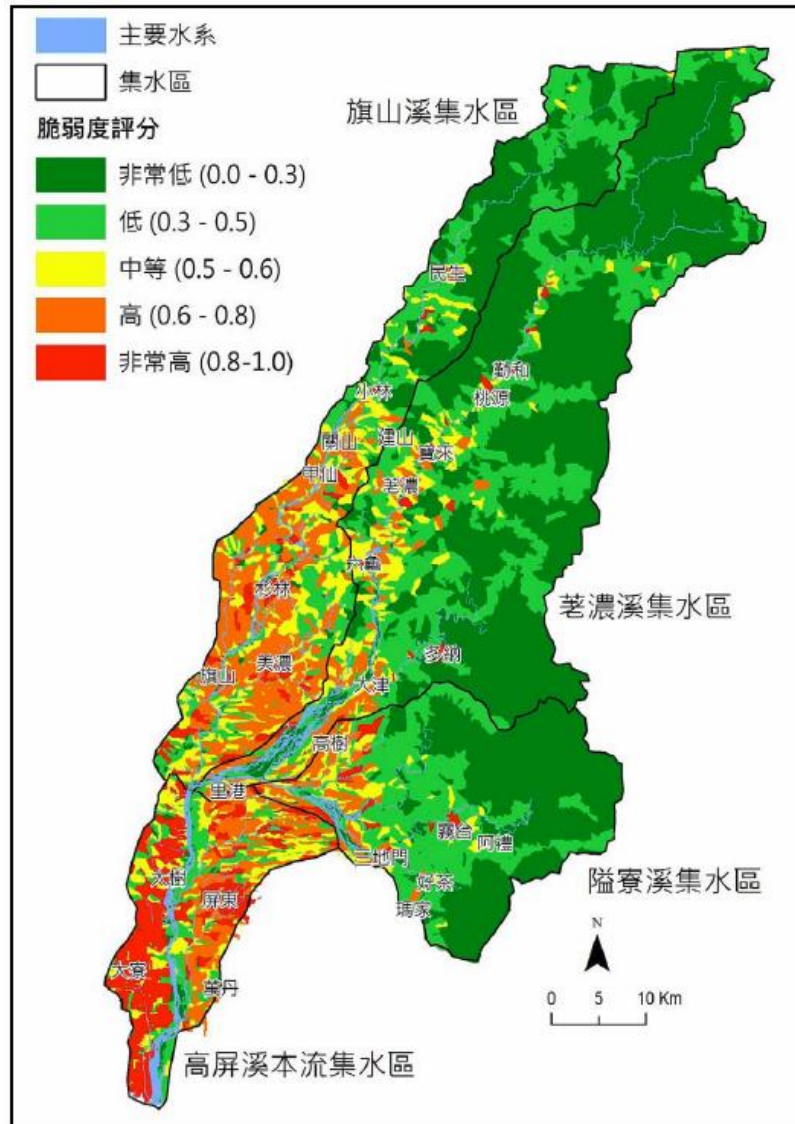


圖 5.14 高屏河流域脆弱度分布圖

### (3) 流域風險分布圖製作

#### A. 降雨情境設定與分布

情境一設定是使用水利署氣候變遷情境(鄭克聲教授以 A1B 的情境下模擬 48 時之最大降雨量)，詳表 5.13。情境二設定則以極端降雨作為崩塌潛勢計算的依據(以莫拉克颱風事件代表)，由於情境一與情境二雨量平均值皆大於 800 毫米，基於建立崩

塌發生潛勢模式時的假設，情境一與情境二皆採累積降雨大於 800 毫米之計算公式。

表 5.13 各情境累積雨量統計表

情境	集水區	累積雨量範圍(毫米)	流域平均雨量(毫米)	備註
情境一	荖濃溪	903~2,664	2,071	極端降雨
	旗山溪	898~2,232	1,676	
	隘寮溪	957~2,889	1,701	
	高屏溪本流	877~1,412	1,147	
	高屏溪流域	1143~2,316	1,811	
情境二	荖濃溪	1,153~2,166	1,819	A1B
	旗山溪	1,165~1,995	1,544	
	隘寮溪	1,156~2,252	1,847	
	高屏溪本流	1,152~1,310	1,221	
	高屏溪流域	1143~2,316	1,697	

#### B. 流域崩塌風險分布

由危險度結合脆弱度，以風險矩陣概念計算流域內崩塌風險度等級，建置崩塌風險地圖。

### 3. 復建工程施工難易度

本研究在此針對復建工程施工難易度進行分等級之探討，以施工情形分為五個等級，分別為「復建工程屬極難施工」、「復建工程屬難施工」、「復建工程屬普通施工」、「復建工程屬易施工」、「復建工程屬極易施工」五級。其中 1 分最低，代表復建評估路段的工程屬極難施工，如懸崖峭壁等施工環境。圖 5.15 所示，為蘇花公路 115.8 公里處 2012 年 12 月 14 日發生路基淘空，工人冒著風雨，在搖晃的工作平台上搶修，腳底下就



是 80 多尺深的溪谷。5 分最高，代表復建評估路段的復建工程屬極易施工。



圖片來源：中央社記者沈如峰宜蘭縣攝 2012 年 12 月 18 日

**圖 5.15 蘇花公路 115.8 公里處路基淘空**

#### 4. 復建成本

本研究在此針對復建成本進行分等級之探討，以簡單之程度分為五個等級，分別為「復建成本極高」、「復建成本高」、「復建成本普通」、「復建成本低」、「復建成本極低」五級。1 分最低，代表復建成本極高，例如：成本高於每公里平均復建成本之 10 倍以上。5 分最高，代表復建成本極低，例如：成本低於每公里平均復建成本 0.25 倍以下(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

#### 5. 長期維護成本

本研究在此針對長期維護成本進行分等級之探討，以簡單之程度分為五個等級，分別為「長期維護成本極高」、「長期維護成本高」、「長期維護成本普通」、「長期維護成本低」、「長期維護成本極低」五級。1

分最低，長期維護成本極高，例每年維護成本高於平均值 5 倍。5 分最高，代表復建成本極低，例如：成本低於每公里平均復建成本 0.25 倍以下(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。

## 第六章 公路復建需求性評分系統權重分析

本研究案已於計畫過程中，完成 5 場區域座談會的舉辦。舉辦場次與方式係以交通部公路總局所屬各區養護工程處(第一~五區養護工程處)為單位，並邀請鄰近工程單位及相關領域之專家學者，針對公路復建與開發評分系統等議題進行討論，藉座談會集思廣益，提出卓見，以供本研究之參考。

### 6.1 五場區域座談會

#### 1. 第一場區域座談會

第一場區域座談會邀請國立台灣大學土木系洪如江 榮譽教授以及中華大學土木系吳淵洵 教授與會。相關機關單位則有邀請交通部路政司、交通部運輸研究所、國家災害防救科技中心、交通部公路總局第一區養護工程處(含所屬工務段)、臺北市政府工務局新建工程處、新北市政府養護工程處、基隆市政府工務處、新竹市政府工務處、新竹縣政府工務處、桃園縣政府工務局、交通部公路總局西部濱海公路北區工程處(含所屬工務段)。

開會日期為 2012 年 06 月 25 日(星期一)，開會地點於交通部公路總局第一區養護工程處景美工務段一樓會議室。(台北市文山區三福街 12 號)。本次區域座談會產官學界共有 27 位與會參加，會議中專家學者會議記錄與意見回覆及簽到表詳如附錄 F。

#### 2. 第二場區域座談會

第二場區域座談會邀請了中興大學水土保持學系林德貴 教授、中興大學土木工程學系結構組林其璋 特聘教授、中興大學土木工程學系水利組林呈 教授、中興大學土木工程學系大地組林炳森 教授、國立雲林科技

大學企業管理系鐘從定 教授與會。相關機關單位則有邀請交通部公路總局第二區養護工程處(含所屬工務段)、苗栗縣政府工務處、台中市政府建設局養護工程處、彰化縣政府工務處、南投縣政府工務處、交通部公路總局西部濱海公路中區工程處(含所屬工務段)。

開會日期為 2012 年 7 月 25 日(星期一)，開會地點於交通部公路總局第二區養護工程處六樓第一會議室。(台中市西區大全街 127 號)。本次區域座談會產官學界共 27 位與會參加，會議中專家學者會議記錄與意見回覆及簽到表詳如附錄 G。

### 3. 第三場區域座談會

第三場區域座談會邀請國立高雄第一科技大學營建工程系范嘉程 教授、國立屏東科技大學土木工程系丁澈士 教授、國立屏東科技大學土木工程系謝啟萬 教授、國立屏東科技大學土木工程系柯亭帆 教授與會。相關機關單位則有邀請交通部公路總局第三區養護工程處(含所屬工務段)、高雄市政府工務局、屏東縣政府工程處、台東縣政府建設處、交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處(含所屬工務段)。

開會日期為 2012 年 08 月 01 日(星期三)，開會地點於交通部公路總局第三區養護工程處三樓會議室。(屏東縣潮州鎮光復路 259 號)。本次區域座談會產官學界共 22 位與會參加，會議中專家學者會議記錄與意見回覆及簽到表詳如附錄 H。

### 4. 第四場區域座談會

第四場區域座談會邀請國立宜蘭大學土木工程學系趙紹錚 教授、林添福 技師、王宏相 技師與會。相關機關單位則邀請交通部公路總局第四區養護工程處(含所屬工務段)、宜蘭縣政府工務處、花蓮縣政府建設處、交通部公路總局蘇花公路改善工程處(含所屬工務段)。

開會日期為 2012 年 08 月 10 日(星期五)，開會地點於交通部公路總局第四區養護工程處三樓大禮堂。(宜蘭縣蘇澳鎮中山路 2 段 3 號)。本次區域座談會產官學界共 18 位與會參加，會議中專家學者會議記錄與意見回覆及簽到表詳如附錄 I。

## 5. 第五場區域座談會

第五場區域座談會邀請國立成功大學土木工程學系大地工程組黃景川特聘教授、國立成功大學土木工程學系工程管理組張行道教授、國立嘉義大學土木與水資源工程學系暨研究所周良勳教授與會。相關機關單位則邀請交通部公路總局第五區養護工程處(含所屬工務段)、雲林縣政府工務處、嘉義縣政府建設處、台南市政府工務局、交通部公路總局西部濱海公路南區工程處(含所屬工務段)。

開會日期為 2012 年 08 月 17 日(星期五)，開會地點於交通部公路總局第五區養護工程處第一會議室。(嘉義市安和街 209 號)。本次區域座談會產官學界共 33 位與會參加，會議中專家學者會議記錄與意見回覆及簽到表詳如附錄 J。

## 6.2 公路復建需求性評分系統之影響因子權重分析

影響因子之權重，一般可經由訪談、問卷調查、多元迴歸分析、層級分析等方法訂出，本研究在此則採用訪談及問卷調查方法進行權重分析。

本研究案於期中階段共召開五場專家學者座談會，會議中採用訪談及問卷調查方法，由與會人士表達對公路復建需求性評分系統之各影響因子權重的看法與建議，再經統計方式進行問卷結果分析，以訂出復建各影響因子最適切的權重。本研究於第一場座談會前，初擬「公路復建需求性評分系統」各項影響因子之權重皆為 20%。藉由第一場座談會問卷資料，再設計出影響因子權重值，並藉由此權重值再去進行後面四場的座談會的問



卷調查，最後則可得「公路復建需求性評分系統」各影響因子之適合權重，詳細過程如后所述。

### 6.2.1 第一場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析

第一場座談會結束總計回收 18 份有效問卷，以下則分別針對「公路復建影響因子權重進行討論與分析。從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面，評估公路復建與否，是否已足夠涵蓋公路復建應考量的面向，由問卷資料繪圖得圖 6.1 所示。圖中的趨勢可知，大多數的問卷資料認為以經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面評估公路復建，大致足夠，僅少數與會者認為不足。因此，本研究從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面發展公路復建評估準則，已足夠涵蓋公路復建應考量的面向。

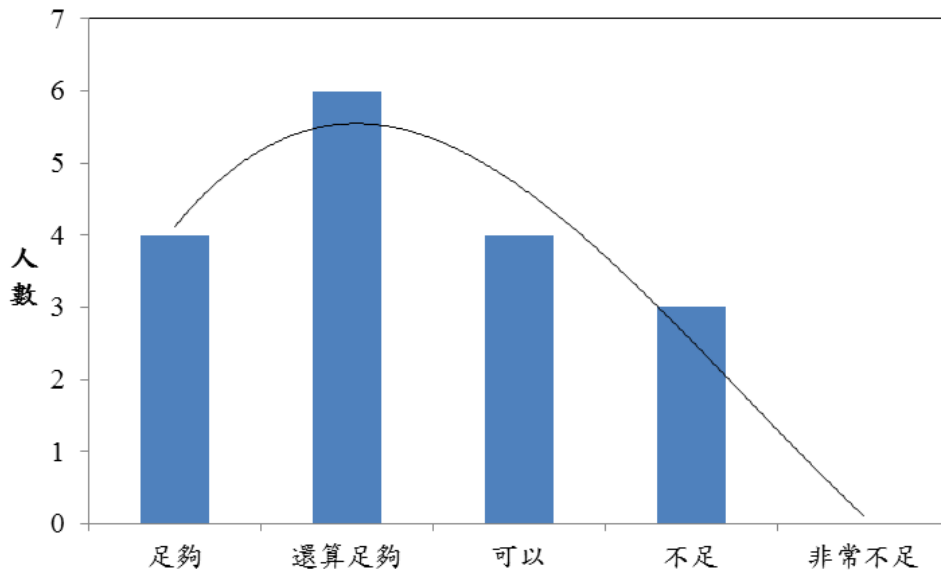


圖 6.1 復建五個考量層面是否足夠

五層面評估權重初始設定皆為 20%，意即每層面重要程度相當。並藉由問卷提問，每層面重要程度相當是否適當？由圖 6.2 中得知，五個層面評估權重均等並不適當。問卷中並進一步請與會者指出五層面的重要程度，1 為最重要、5 為最不重要。計算復建五層面的重要程度，將 1 最重要設為 5 分，5 最不重要設為 1 分。經統計 18 份問卷得分，算出各層面的平均分數，結果如圖 6.3 所示。由圖 6.3 得知，與會者認為公路復建五個層面的重要性，由重要至最不重要，依序為工程風險、交通需求、環境衝擊、經濟發展、社會公義。後續五個層面的權重設定，則以圖 6.3 指出的重要程度，進行調整(增或減)權重比例，詳細調整權重比例如后所述。

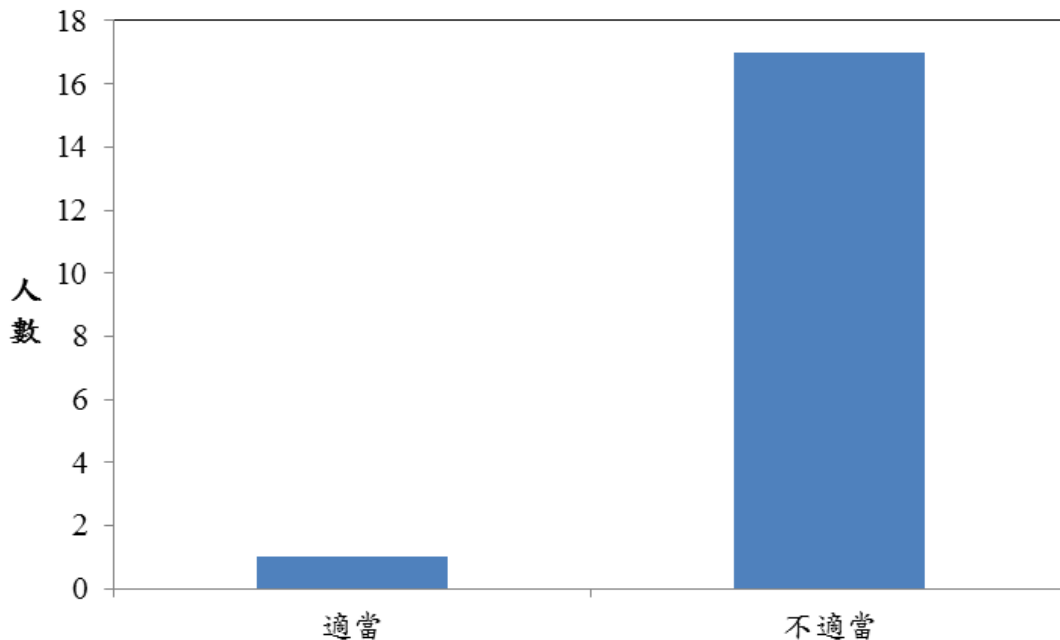


圖 6.2 復建五層面權重均等是否適當

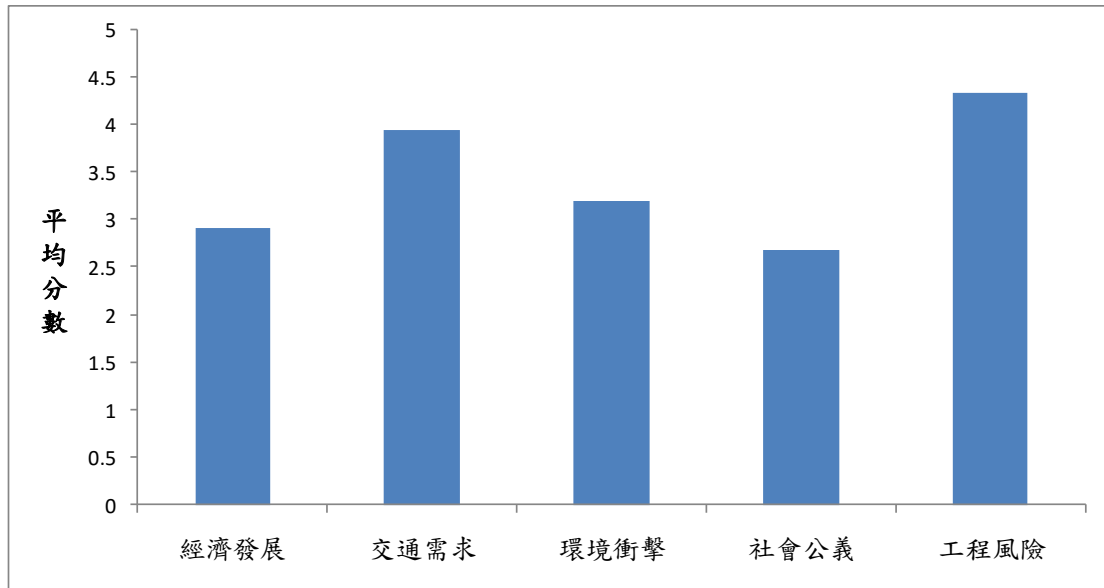


圖 6.3 復建五層面的重要程度

### 1. 工程風險

工程風險影響因子權重部份，本研究問卷設計該權重應該增加或減少的比例為+10%、+5%、0%、-5%及-10%五項，本研究由 18 份問卷資料則繪出圖 6.4，圖中顯示較多數的與會者認為工程風險的權重應該增加 10%，意即由目前設定的 20%調整為 30%。本研究之問卷僅調供最大 10% 的調整幅度，但由座談會專家學者之意見回覆得知，復建工程之工程風險極為重要，必須特別加以重視，故在此藉由專家學者之意見將其調整為 40%。

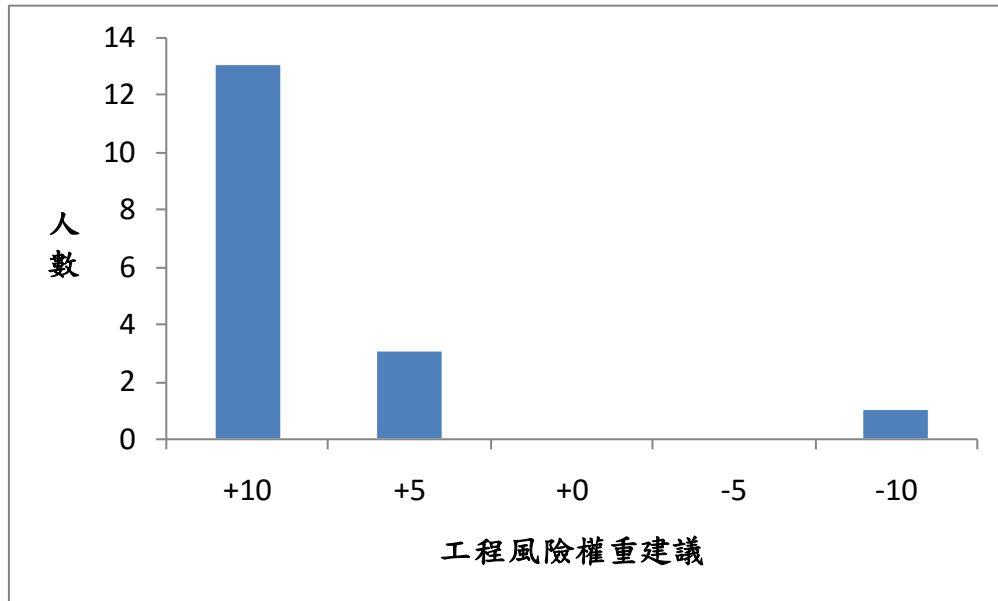


圖 6.4 公路復建之工程風險權重增減建議

## 2. 交通需求

交通需求影響因子權重部份，本研究由 18 份問卷資料則繪出圖 6.5，圖中顯示較多數的與會者認為交通需求的權重應該增加 5% 或減少 5%，意即由目前設定的 20% 調整為 25% 或 15%。然交通需求影響因子在五項影響因子中排序第二，故在此則維持在原先設定之 20%。

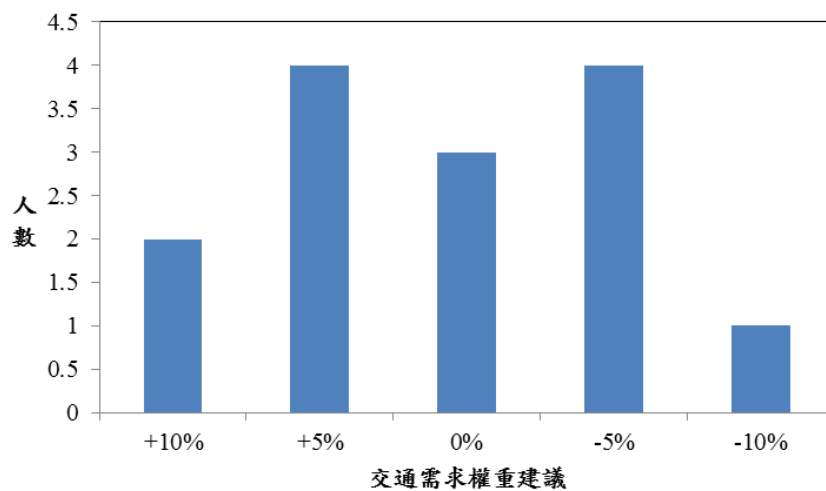


圖 6.5 公路復建之交通需求權重增減建議

### 3. 環境衝擊

環境衝擊影響因子權重部份，本研究由 18 份問卷資料則繪出圖 6.6，圖中顯示較多數的與會者認為環境衝的權重應該維持不變(0%)或增加 5% 或減少 5%，然重要程度位居第二之交通需求影響因子權重為 20%，故環境衝擊影響因子之權重，則進行減少 5%之調整，意即由目前設定的 20% 調整為 15%。

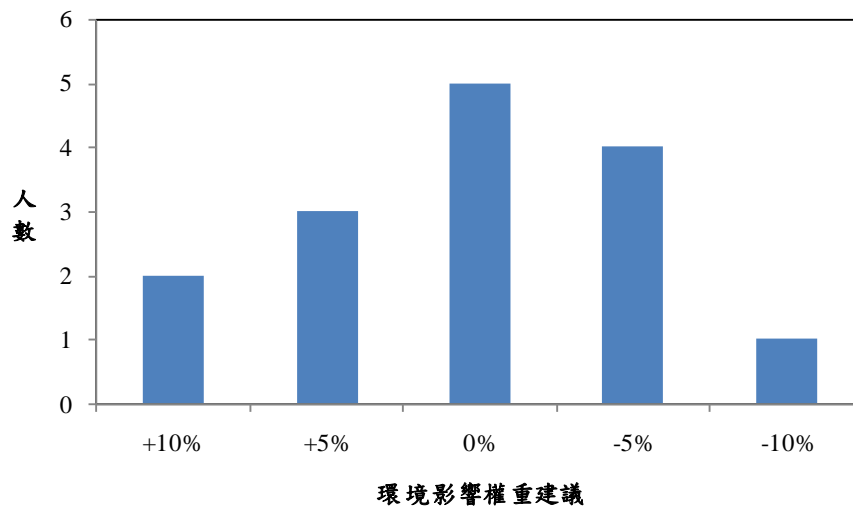


圖 6.6 公路復建之環境衝擊權重增減建議

### 4. 經濟發展

經濟發展影響因子權重部份，本研究由 18 份問卷資料則繪出圖 6.7，圖中指出，較多數的與會者認為經濟發展的權重應該減少 5%，意即由目前設定的 20%調整為 15%。



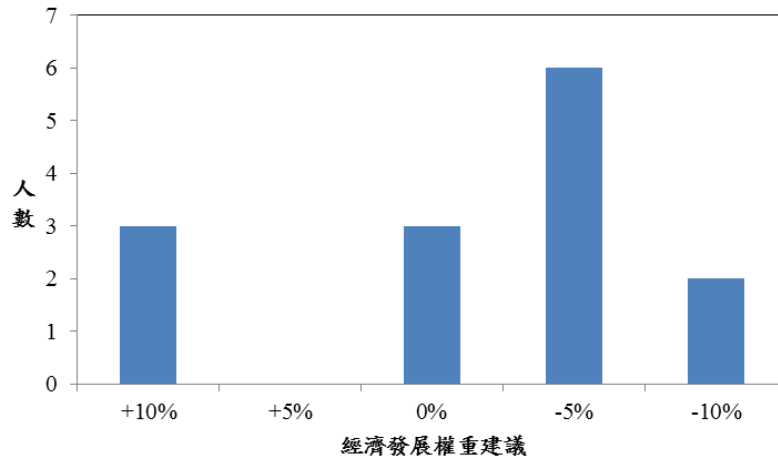


圖 6.7 公路復建之經濟發展權重增減建議

## 5. 社會公義

社會公義影響因子權重部份，本研究由 18 份問卷資料則繪出圖 6.8，圖中顯示較多數的與會者認為社會公義的權重應該減少 10%，意即由目前設定的 20%調整為 10%。

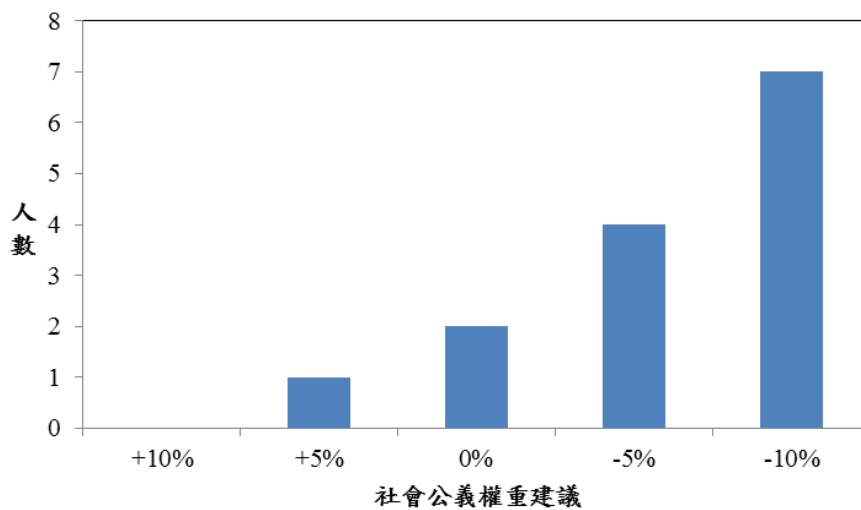


圖 6.8 公路復建之社會公義權重增減建議

經第一場座談會後之統計分析則可得知，公路復建需求性評分系統之暫擬權重值，其工程風險 40%；交通需求 20%；環境影響 15%；經濟發展 15%；社會公義 10%。

## 6.2.2 第二、三、四、五場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析

第二、三、四、五場座談會總計回收 141 份問卷（包含專家學者、一般民眾及原住民），有效問卷則有 137 份。以下分別針對「公路復建影響因子權重」進行討論與分析。

從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面，評估公路復建與否，是否已足夠涵蓋公路復建應考量的面向，由問卷資料繪圖得圖 6.9 所示。圖中的趨勢可知，大多數的問卷資料認為以經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面評估公路復建，大致足夠，僅少數與會者認為不足。因此，本研究從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面發展公路復建評估準則，已足夠涵蓋公路復建應考量的面向。

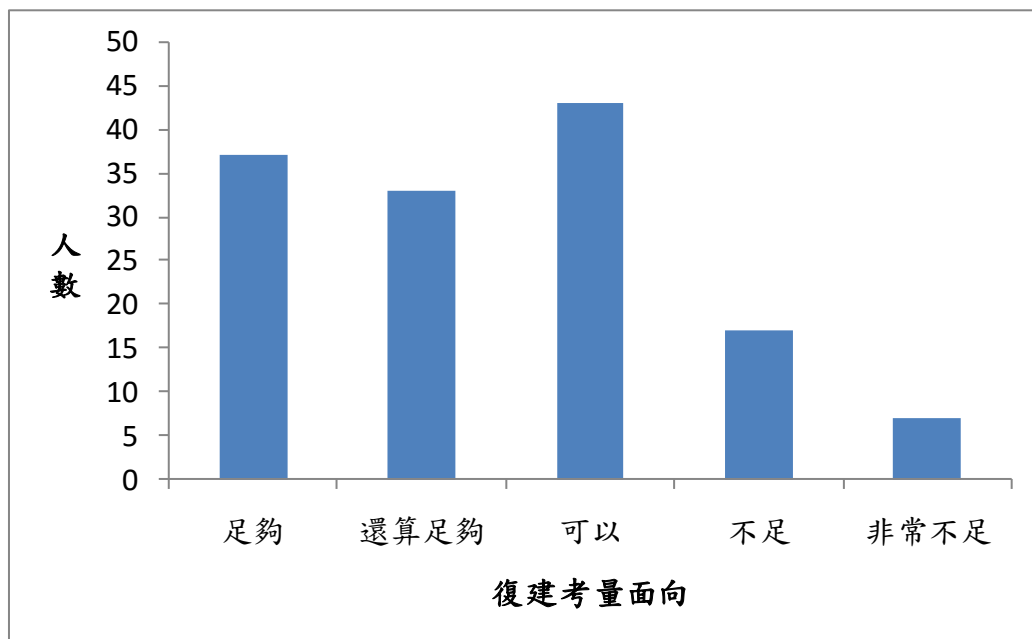


圖 6.9 復建五個考量層面是否足夠

第一場座談會後，五個層面評估權重設定為經濟發展佔 15%、交通需求佔 20%、環境衝擊佔 15%、社會公義佔 10%、工程風險佔 40%。並藉由問卷提問，每層面重要程度相當是否適當？由圖 6.10 中得知，五個層面評估權重分配已屬適當。問卷中並進一步請與會者指出五層面的重要程度，1 為最重要、5 為最不重要。計算復建五層面的重要程度，將 1 最重要設為 5 分，5 最不重要設為 1 分。經統計 137 份問卷得分，算出各層面的平均分數，結果如圖 6.11 所示。由圖 6.11 得知，與會者認為公路復建五個層面的重要性，由重要至最不重要，依序為工程風險、交通需求、環境衝擊、經濟發展、社會公義。其影響因子之重要程度順序與第一場座談會後相同，因此，則沿用第一場座談會後之影響因子權重值，分別為工程風險 40%；交通需求 20%；環境影響 15%；經濟發展 15%；社會公義 10%。

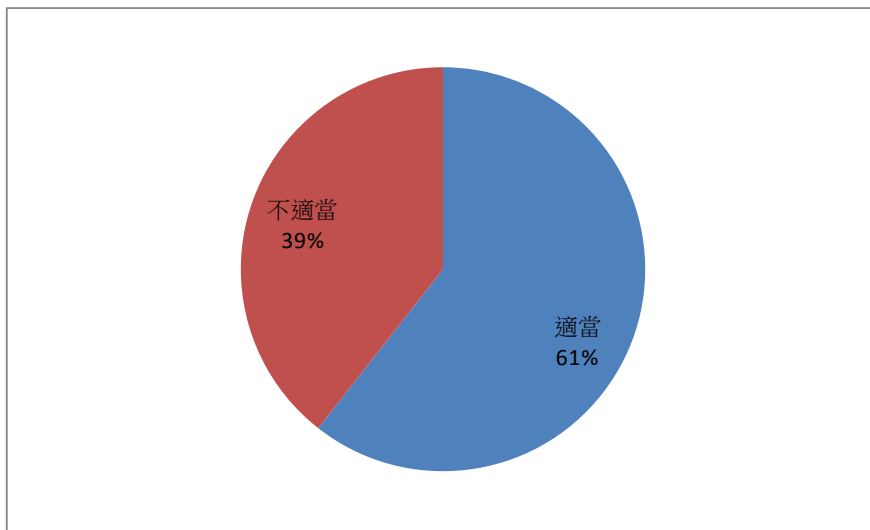


圖 6.10 復建五層面權重均等是否適當

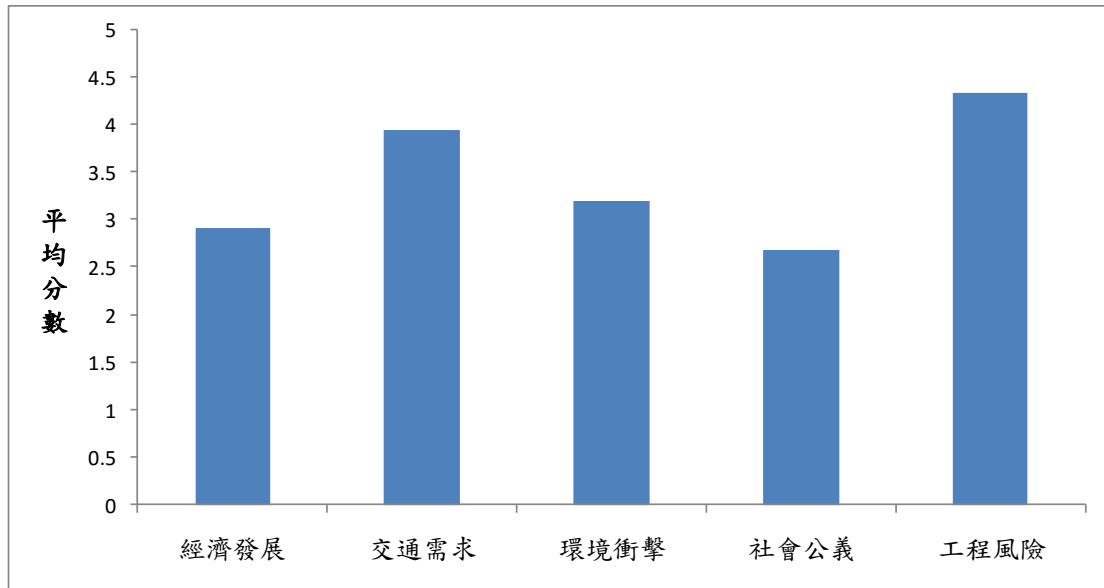


圖 6.11 復建五層面的重要程度

### 6.2.3 公路復建需求性評分系統之評估指標權重分析

前一小節所述的公路復建之影響因子權重分析，是由專家學者、一般民眾及原住民問卷統計分析而得。至於各影響因子內部細項評估指標之權重分析，則是由專業工程師進行權重統計。以下則針對「復建評估指標權重」進行討論與分析。

公路復建需求性評分系統共有，經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義以及工程風險等影響因子。在此將分別針對五個影響因子之評估指標進行權重分析與探討。

#### 1. 經濟發展

公路復建需求性評分系統中，經濟發展影響因子中包含 3 個評估指標，分別為「平均服務人口」、「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 6.12 所示，為 3 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知經濟發展影響因子佔系統中的 15%，故得知「平均服務人口」佔有 5%之權重；「產業種類

及工作機會」佔有 3%之權重；「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」佔有 7%之權重。

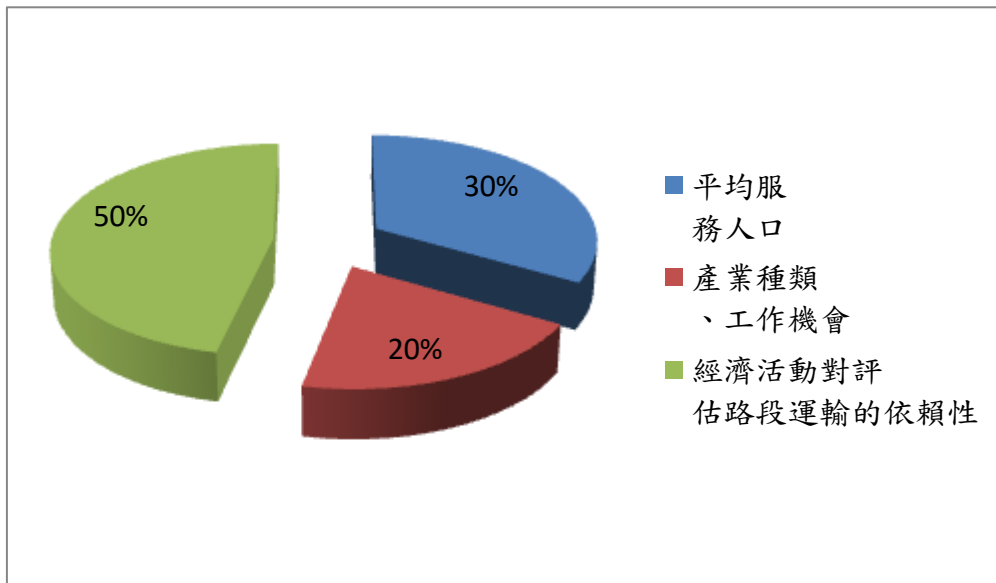


圖 6.12 經濟發展評估指標百分比圖

## 2. 交通需求

公路復建需求性評分系統中，交通需求影響因子中包含 6 個評估指標，分別為「道路公路等級」、「評估路段尖峰小時交通量」、「車輛型式及限重」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」、「旅行時間」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 6.13 所示，為 6 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知交通需求影響因子佔系統中的 20%，故得知「道路公路等級」佔有 5%之權重；「評估路段尖峰小時交通量」佔有 2%之權重；「終點站(中途站)特性」佔有 3%之權重；「可使用的替代道路」佔有 5%之權重；「旅行時間」佔有 3%之權重；「車輛型式及限重」佔有 2%之權重。



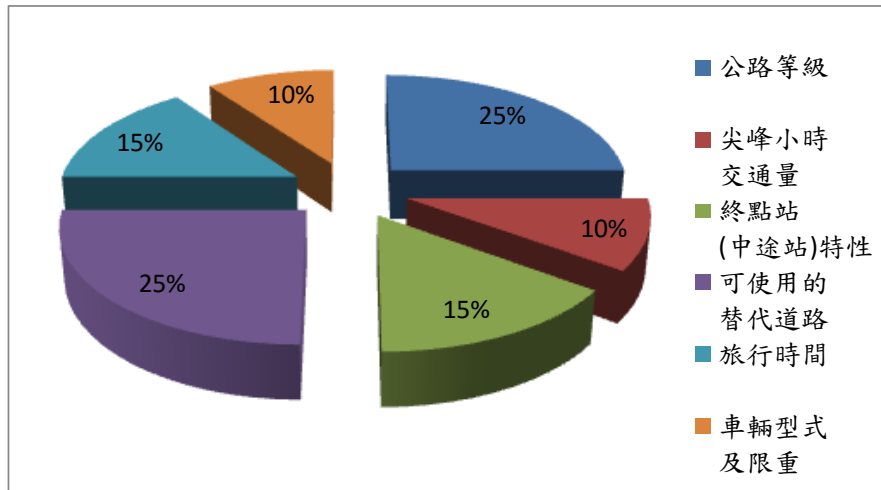


圖 6.13 交通需求評估指標百分比圖

### 3. 環境衝擊

公路復建需求性評分系統中，環境衝擊影響因子中包含 4 個評估指標，分別為「台灣自然保護區指標」、「水環境指標」、「土體破壞指標」、「二氧化碳指標」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 6.14 所示，為 4 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知環境衝擊影響因子佔系統中的 15%，故得知「台灣自然保護區指標」佔有 4%之權重；「水環境指標」佔有 4%之權重；「土體破壞指標」佔有 4%之權重；「二氧化碳指標」佔有 3%之權重。

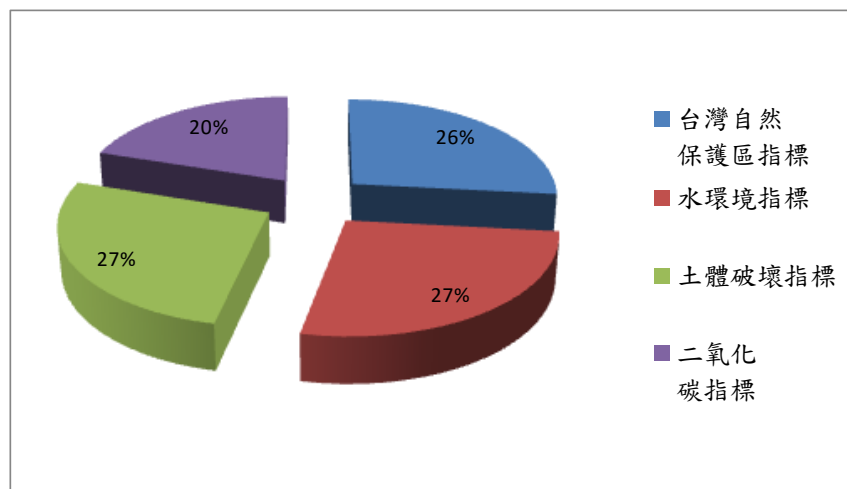


圖 6.14 環境衝擊評估指標百分比圖

#### 4. 社會公義

公路復建需求性評分系統中，社會公義影響因子中包含 4 個評估指標，分別為「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 6.15 所示，為 4 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知社會公義影響因子佔系統中的 10%，故得知「住民特色」佔有 2%之權重；「居民期待度(安全回家的路)」佔有 3%之權重；「孤島效應」佔有 3%之權重；「公開參與流程及意見回饋」佔有 2%之權重。

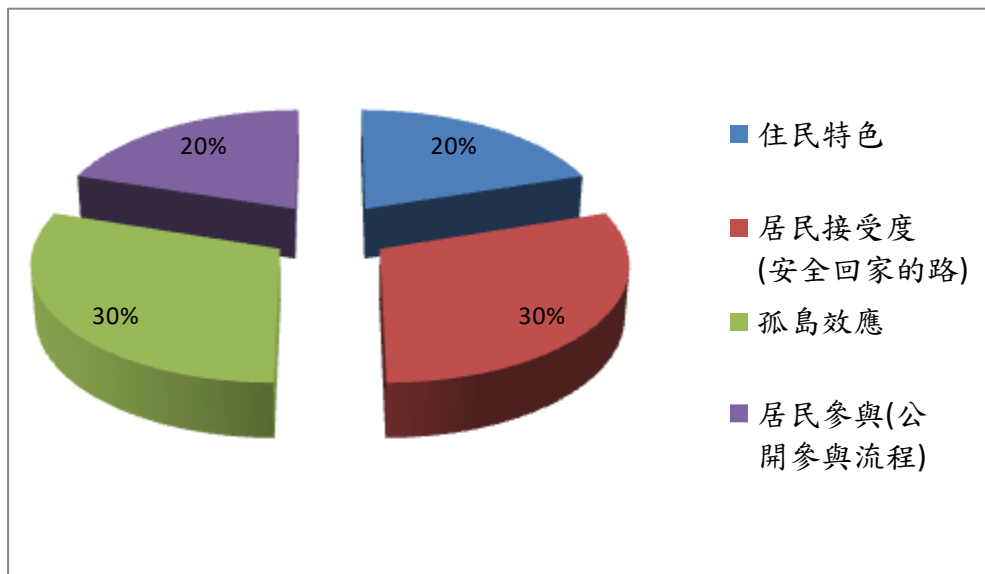


圖 6.15 社會公義評估指標百分比圖

#### 5. 工程風險

公路復建需求性評分系統中，工程風險影響因子中包含 5 個評估指標，分別為「重覆致災的頻率」、「未來氣候變遷造成的風險」、「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 6.16 所示，為 5 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知工程風險影響因子佔系統中的 40%，故得知「重覆致災的頻率」佔有 12%之權重；「未來氣候變遷造成的風險」佔有 7%之權重；「復

建工程施工難易度」佔有 7%之權重；「復建成本」佔有 7%之權重；「長期維護成本」佔有 7%之權重。

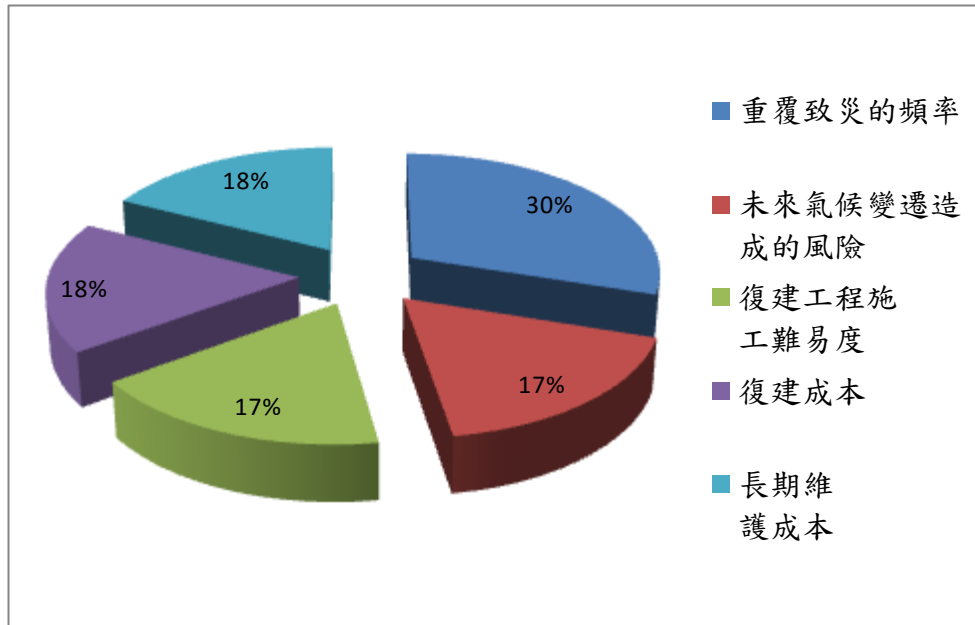


圖 6.16 工程風險評估指標百分比圖

### 6.3 小結

綜整以上章節內容，本研究建置之公路復建需求性評分系統之權重值分配情形，如表 6.1 所示。

表 6.1 公路復建需求性評分系統之權重分配

影響因子與 權重分配值	考量項目	評估指標	評估指標 權重分配	
公路復建需求性 評分系統	經濟發展 (15%)	地區	平均服務人口	(5%)
		產業	產業種類、工作機會	(3%)
			經濟活動對評估路段運輸的依賴性	(7%)
	交通需求 (20%)	運輸現況	道路公路等級	(5%)
			評估路段尖峰小時交通量(PCU/小時)	(2%)
			車輛型式及限重	(2%)
			終點站(中途站)特性	(3%)
		替代運輸	可使用的替代道路	(5%)
			旅行時間	(3%)
	環境衝擊 (15%)	生態環境	台灣自然保護區指標	(4%)
		水環境	水環境指標	(4%)
		開挖施工 造成之環境衝擊	土體破壞指標	(4%)
		空氣品質	二氧化碳指標	(3%)
	社會公義 (10%)	居民感受	住民特色	(2%)
			居民期待度(安全回家的路)	(3%)
			孤島效應	(3%)
		在地居民 意見表達	公開參與流程及意見回饋	(2%)
	工程風險 (40%)	重覆致災的頻率		(12%)
		未來氣候變遷造成的風險		(7%)
		復建工程施工難易度		(7%)
復建成本		(7%)		
長期維護成本		(7%)		

## 第七章 公路復建需求性評分系統案例說明

為檢視公路復建需求性評分系統之適用性及實務性，本計畫選取莫拉克災後一段公路進行案例分析。本研究選取之案例路段南起台 27 線新發大橋 3K+480，北至台 20 線復興村(南橫公路)103K，全長約 33.4km，相關位置如圖 7.1。選擇該路段之主要原因係該路段乃八八水災受災區且兼具邊坡、橋梁、隧道 3 種結構。本研究期藉由建置之公路復建需求性評分系統，提供決策者或相關單位於爾後公路分等級復建之評估及建設準則參考用。

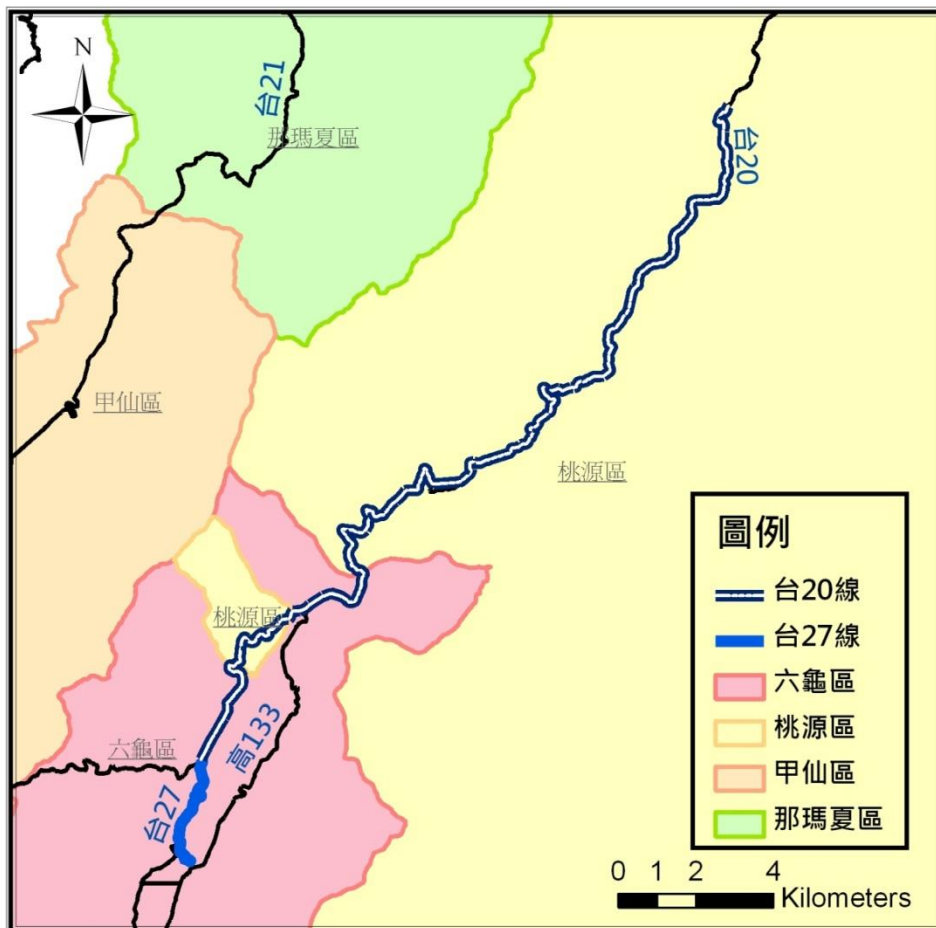


圖 7.1 案例分析試評路段



## 7.1 經濟發展成果說明

本研究影響經濟發展影響因子分「地區」、「產業」兩個項目，共 3 個評估指標。地區評估「平均服務人口」指標；產業評估「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等 2 個指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 地區-平均服務人口(X) (人口數/公里)

= 評估路段人口數 / 評估路段長度

=  $\frac{19,121}{33.4}$

=  $\frac{572}{}$

1 分：  $X < 100$

2 分：  $100 \leq X < 400$

3 分：  $400 \leq X < 700$

4 分：  $700 \leq X < 1,000$

5 分：  $1,000 \leq X$

評估實際路段全長約 33.4 公里，途經高雄市六龜區及桃源區，故計算評估路段平均服務人口指標，應查詢六龜區及桃源區目前的人口數，加總後，除以評估路段長度，得出評估路段每公里服務人口。案例試評估的統計資料，以 2011 年的資料為優先，如果各縣市政府沒有提供 2011 年的資料，則以 2010 年的資料為準。該指標之資料查詢步驟如下所述：

- A. 先從中華民國統計資訊網<sup>[85]</sup>之縣市政府統計資料庫 (<http://ebas1.ebas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9.asp>)，由左側點選高雄市(見圖 7.2)，系統會直接連結至高雄市政府統計資訊服務網。

- B. 進入高雄市政府統計資訊服務網後，點選新高雄市(2011 以後)中人口成長類別，再選擇戶籍登記人口之戶量。
- C. 進入系統畫面後，點選 2011 年、六龜區及桃源區、戶數及人口數、合計，然後按下繼續鍵，即可得出 2011 年高雄市六龜區及桃源區的人口總數。由系統查詢出 2011 年高雄市六龜區共 14,421 人、桃源區共 4,700 人，兩者加總後共為 19,121 人，即為評估路段的人口總數。
- D. 計算評估路段的平均服務人口， $19,121/33.4=572$  人/公里，落於指標層級 3，得分 3 分。

中華民國統計資訊網  
National Statistics

縣市重要統計指標 查詢系統

回主計網 回統計網 總體 統計資料庫

查詢方式

改制後縣市別 改制前縣市別

樹狀選單查詢 GO 全表查詢 GO 樹狀選單查詢 GO 全表查詢 GO

【改制後】樹狀清單查詢：(資料更新日期2012/05/03)

- 土地面積 [查詢]
- 人口概況 [查詢]
- 人力資源 [查詢]
- 行政組織與人力 [查詢]
- 社會治安 [查詢]
- 公共安全 [查詢]
- 老人福利服務 [查詢]
- 少年、兒童福利服務 [查詢]
- 婦女福利服務 [查詢]
- 身心障礙福利服務 [查詢]
- 社會工作 [查詢]
- 社區發展 [查詢]
- 社會救助 [查詢]
- 教育文化 [查詢]
- 農業概況 [查詢]
- 林業概況 [查詢]
- 漁業概況 [查詢]
- 農林漁牧業產值 [查詢]
- 都市計畫 [查詢]

完成挑選  
清除重選

家庭收支資料因部分縣市樣本數甚為有限，據以排名或比較均不具嚴謹統計意義，使用時應多加留意。

(Flash動畫若無法正常顯示，請安裝Flash Player軟體)

圖 7.2 中華民國統計資訊網之縣市政府統計資料庫

## 2. 產業

### (1) 產業種類及工作機會

1分：評估路段範圍內涵蓋的產業屬於同一種產業分類，且無法提供居民工作機會。

2分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，僅能提供少數居民工作機會，大部分居民需至外地尋求工作機會。

3分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，可提供大部分居民工作機會，僅少數居民需至外地尋求工作機會。

4分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，提供大部分居民工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。

5分：評估路段範圍內涵蓋的產業種類多樣化，至少涵蓋三種以上的產業分類，提供所有居民工作機會，居民不需至外地尋求工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在的縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。

評估路段經過高雄市六龜區及桃源區，行經荖濃溪、寶來溫泉等觀光遊憩地點，主要的產業為觀光業及農業，但僅能提供少數居民工作機會。例如，寶來溫泉區設有多家溫泉旅館或飯店，但本研究就現地實際探查，經營者多有一定年紀，居民也反應近幾年寶來溫泉區觀光人次下降，生意不若以往熱絡，僅有少數居民留在該地區工作，路段區域內的大部分居民還是須至外地尋求工作機會。因此，評估路段產業種類及工作機會現況，於指標系統中，符合層級 2 的描述，得 2 分。

## (2) 經濟活動對評估路段運輸的依賴性

- 1 分：所有產業活動(含維生基礎系統)皆不需要倚賴評估路段運輸。
- 2 分：僅少部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，大部分產業活動不需倚賴評估路段運輸。
- 3 分：部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，但主要產業活動需要倚賴評估路段運輸。
- 4 分：大部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，僅少部分產業活動不需要倚賴評估路段運輸。
- 5 分：所有產業活動(含維生基礎系統)皆需要倚賴評估路段運輸。

評估路段區域以觀光業及農業為主，都需要倚賴評估路段運輸，符合層級 5 指標內容的描述，得 5 分。

## 7.2 交通需求成果說明

本研究影響交通需求影響因子分「運輸現況」與「替代運輸」兩個項目，共 6 個評估指標。運輸現況評估「道路公路等級」、「評估路段尖峰小時交通量」、「車輛型式及限重」、「終點站(中途站)特性」等 4 個指標；替代運輸評估「可使用的替代道路」、「旅行時間」等 2 個指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 運輸現況

#### (1) 道路公路等級

- 1 分：評估路段公路等級為六級道路、產業道路或便道
- 2 分：評估路段公路等級為五級道路
- 3 分：評估路段公路等級為四級道路
- 4 分：評估路段公路等級為三級道路
- 5 分：評估路段公路等級為一級或二級道路

評估路段為台 27 線及台 20 線，都是屬於省道、主要公路，在平原區的速限為 60 公里/小時，於台灣公路等級分類中屬於四級道路，得 3 分。

#### (2) 評估路段尖峰小時交通量(X) (PCU/小時)

- 1 分： $X < 200$
- 2 分： $200 \leq X < 500$
- 3 分： $500 \leq X < 1,000$
- 4 分： $1,000 \leq X < 2,000$
- 5 分： $2,000 \leq X$



評估路段包含台 27 線及台 20 線，現行的尖峰小時交通量經至公路總局網站，點選公路統計資訊<sup>[65]</sup>，下載 2011 年公路交通量調查統計表。由統計資料得知，台 27 線新發大橋至台 20 線交接處 893PCU/小時、台 20 線至桃源國小 536PCU/小時(<http://www.thb.gov.tw/>)。兩段的尖峰小時交通量都介於 500PCU/小時至 1,000PCU/小時之間，若將兩段交通量取平均，其尖峰小時交通量約為 715PCU/小時，也介於 500PCU/小時至 1,000PCU/小時之間，都落於指標層級 3，得 3 分。

### (3) 車輛型式及限重

- 1 分：總重量十五公噸以下(前後均為單軸車輛)
- 2 分：總重量為十五公噸至二十一公噸(前單軸後雙軸車輛)
- 3 分：總聯結重量為二十一公噸至三十五公噸(半聯結車)
- 4 分：總聯結重量為三十五公噸至四十二公噸(全聯結車)
- 5 分：總重量四十二公噸以上之車輛

評估路段包含台 27 線及台 20 線，經由交通部公路總局網站並點選「下載 2011 年公路交通量調查統計表」，可得知現行的車輛型式及限重。由統計資料得知，台 20 線之評估路段車輛型式及限重符合指標層級 3 的描述，得 3 分。台 27 線之評估路段車輛型式及限重符合指標層級 4 的描述，得 4 分。

#### (4) 終點站(中途站)特性

- 1分：評估路段之終點站(中途站)不為觀光遊憩景點。
- 2分：評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，但平日與假日遊客人次相差不大。
- 3分：評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多一些，偶有塞車，但平均行車速度與原道路行車速限相差不大。
- 4分：評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多，易塞車，道路負載容量不足。
- 5分：評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多很多，嚴重塞車，道路負載容量嚴重不足。

評估路段經過高雄市六龜區及桃源區，行經荖濃溪、寶來溫泉等地，荖濃溪每年有泛舟活動、寶來溫泉區設有多家溫泉旅館或飯店，都為觀光遊憩景點。但本研究至現地探查，居民反應近幾年寶來溫泉區觀光人次下降，生意不若以往熱絡，除連續假期較容易塞車外，一班的周休假日車況都還算良好。依上述現況，評估路段終點站(中途站)特性符合指標層級3的描述，得3分。

## 2. 替代運輸

### (1) 可使用的替代道路

- 1分：評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含二條以上替代公路。
- 2分：評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含一條以上替代公路。
- 3分：評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且道路服務水準低於評估路段。
- 4分：評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且僅屬於臨時施工便道之服務水準。
- 5分：評估路段經過區域未有可使用的替代道路，如道路封閉或中斷，將形成孤島。

經至評估路段現勘，評估路段經過地區有可使用的替代道路，但僅屬於臨時施工便道之服務水準，符合指標層級 4 的描述，得 4 分。

### (2) 旅行時間(X)

= (替代道路所需總旅行時間 / 評估路段所需總旅行時間)

= ( 90 / 75 )

= 1.2

1分：  $X < 1.2$

2分：  $1.2 \leq X < 1.5$

3分：  $1.5 \leq X < 2.0$

4分：  $2.0 \leq X < 3.0$

5分：  $3 \leq X$

經至評估路段現勘，周邊的替代道路所需要的旅行時間與評估路段所需時間相差不多，假設替代道路所需總旅行時間為 90 分鐘，原評估路段所需總旅行時間為 75 分鐘，計算旅行時間指標(X)=1.2，落於層級 2，得 2 分。

### 7.3 環境衝擊成果說明

本研究影響環境衝擊影響因子分「生態環境衝擊」、「水環境衝擊」、「開挖施工造成之環境衝擊」、「空氣品質衝擊」四個項目，共 4 個評估指標。生態環境衝擊評估「台灣自然保護區」指標；水環境衝擊評估「水環境」指標；開挖施工造成之環境衝擊評估「土體破壞」指標；空氣品質環境衝擊評估「二氧化碳」指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

#### 1. 台灣自然保護區指標

- 1 分：穿越保護區中間或偏中間位置
- 2 分：側面穿越保護區
- 3 分：緊鄰保護區( $X \leq 1\text{km}$ )
- 4 分：鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )
- 5 分：非位於保護區範圍及其附近區域( $X > 5\text{km}$ )

經電腦軟體套疊圖層得知，台 20 評估路段鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )，落於層級 4，得 4 分。台 27 評估路段現勘位於台灣自然保護區 5km 以外之範圍，落於層級 5，得 5 分(詳圖 7.3 與 7.4 所示)。

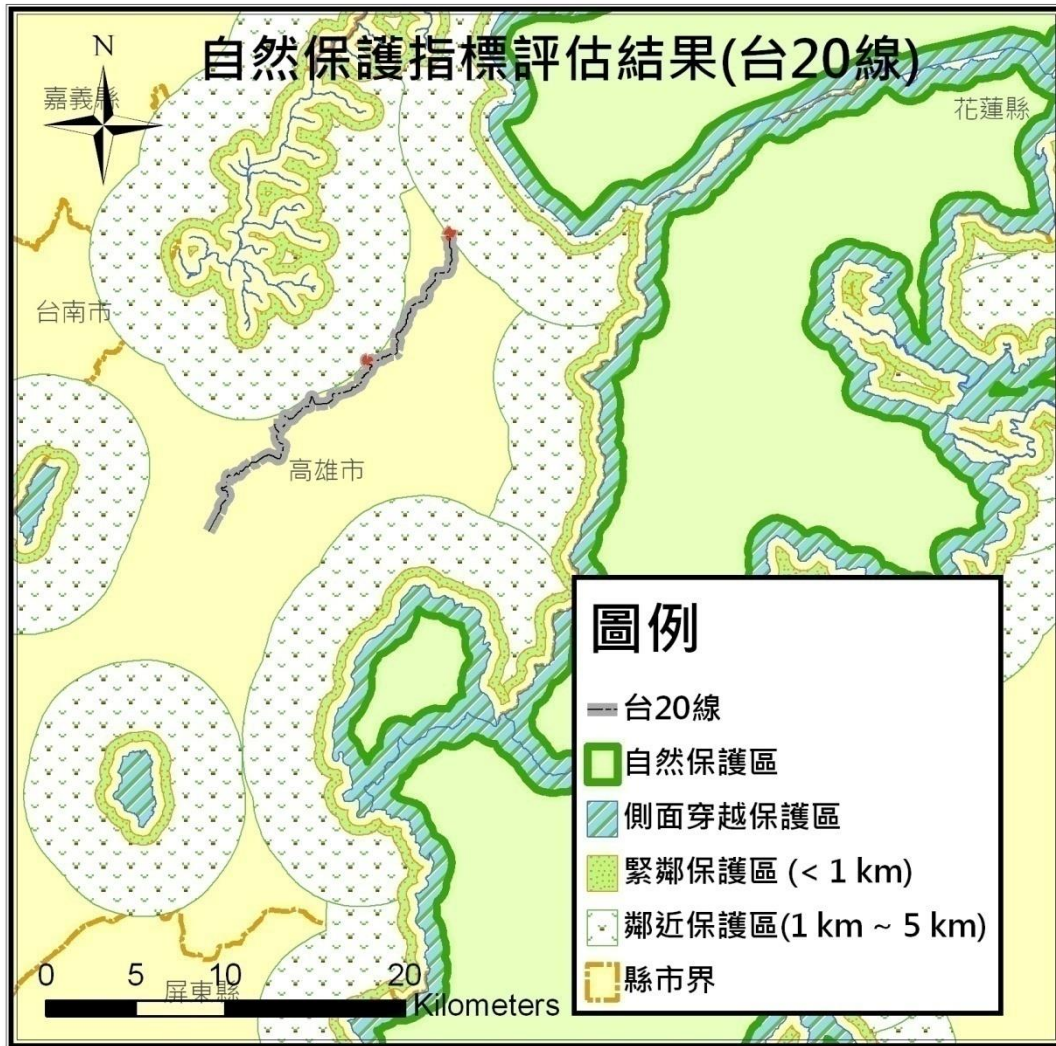


圖 7.3 台 20 評估路段自然保護區指標評估結果



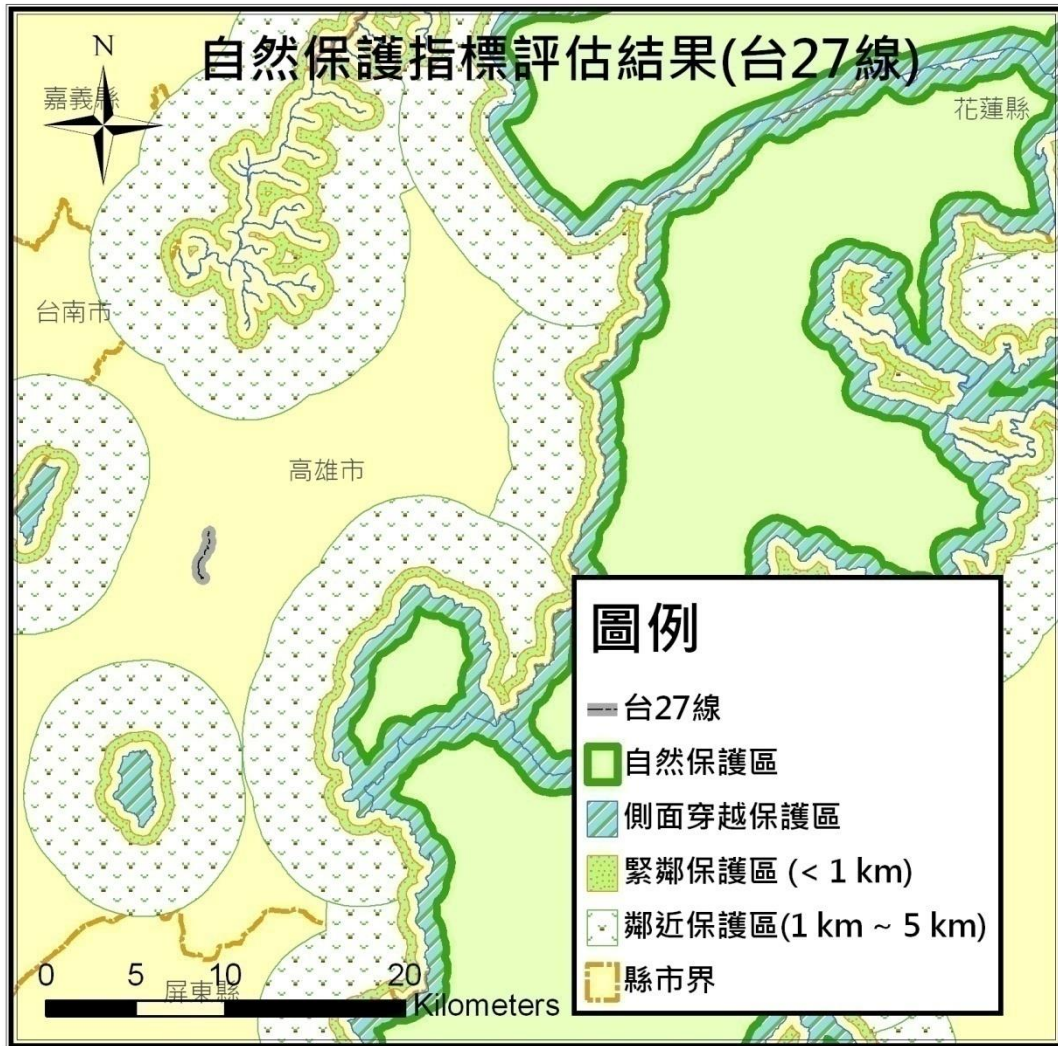


圖 7.4 台 27 評估路段自然保護區指標評估結果

## 2. 水環境指標

- 1 分：公路兩側分別為山及河，且距離河川 20m 內
- 2 分：公路距離河川 20-50m 內
- 3 分：公路距離河川 50-100m 內
- 4 分：公路距離河川 100-500m 內
- 5 分：公路距離河川大於 500m

經套疊圖層得知，台 20 與台 27 評估路段之公路兩側 20m 內皆有為山及河，如圖 7.5 與圖 7.6 所示。圖中得知，符合指標層級 1 的描述，得 1 分。



圖 7.5 試評路段水環境指標評估結果(台 20 線)



圖 7.6 試評路段水環境指標評估結果(台 27 線)

### 3. 土體破壞指標

- 1 分：施工過程將有大規模邊坡開挖，挖方量 $\geq 100,000$  方。
- 2 分：施工過程有中等規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於 10,000~100,000 方。
- 3 分：施工過程將有小規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於 1,000~10,000 方。
- 4 分：施工過程邊坡或基礎之開挖，挖方量介於 1~1,000 方之間。
- 5 分：施工過程不須開挖與破壞土體。

經實際路段之現勘得知，該路段已有多處正在進行整建的工程，藉此獲知施工過程屬中等規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於 10,000~100,000 方。符合指標層級 2 的描述，得 2 分。

### 4. 二氧化碳指標

=以公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y)作為評估。

- 1 分： $Y/X > 50\%$
- 2 分： $30\% < Y/X \leq 50\%$
- 3 分： $20\% < Y/X \leq 30\%$
- 4 分： $10\% < Y/X \leq 20\%$
- 5 分： $Y/X \leq 10\%$

經套疊圖層得知，台 20 路段公路開發總長度為 29.9km(X)中林地所佔長度 2.4km(Y) $\leq 10\%$ ，故  $Y/X \leq 10\%$ ，如圖 7.7 所示，符合指標層級 5 的描述，得 5 分。台 27 路段公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y) $\leq 10\%$ ，如圖 7.8 所示，符合指標層級 5 的描述，得 5 分。

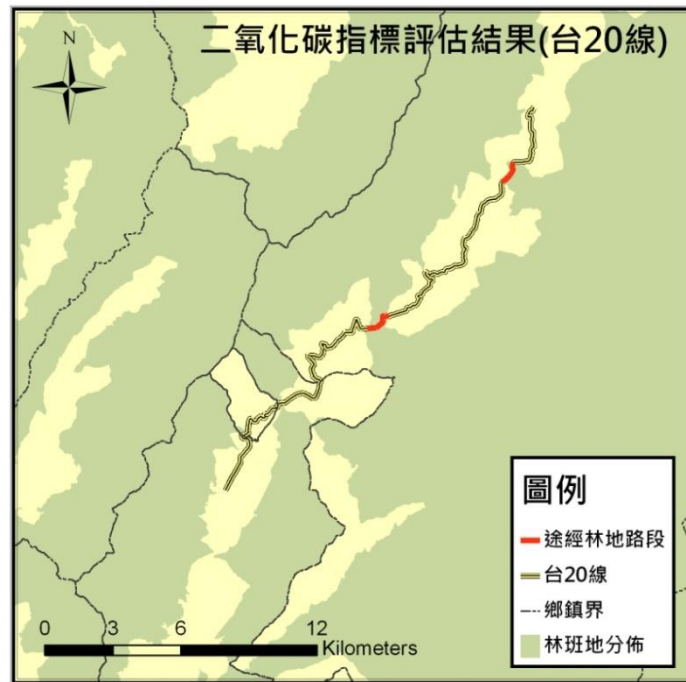


圖 7.7 台 20 試評路段二氧化碳指標評估結果

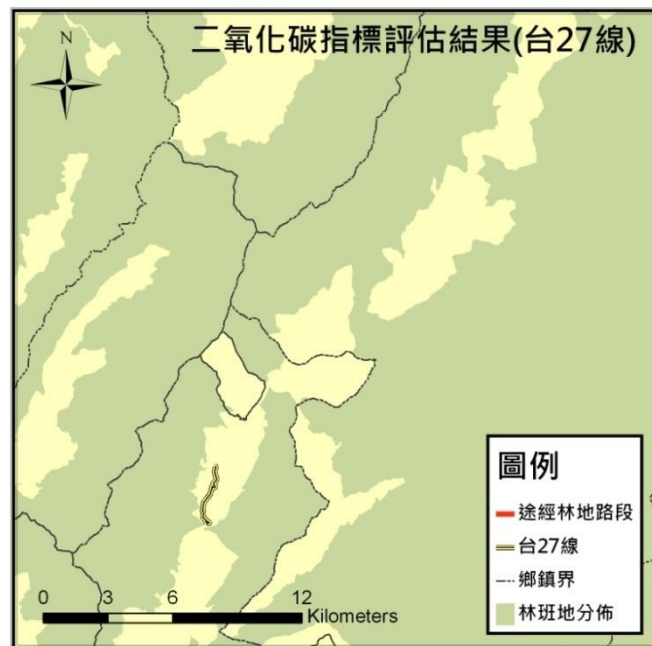


圖 7.8 台 27 試評路段二氧化碳指標評估結果

## 7.4 社會公義成果說明

本研究影響社會公義影響因子分「居民感受」、「在地居民意見表達」兩個項目，共 4 個評估指標。居民感受評估「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」等 3 個指標；在地居民意見表達評估「公開參與流程及意見回饋」指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 居民感受

#### (1) 住民特色

$$\begin{aligned} \text{原住民比例} &= \text{原住民人口數 } \underline{4,868} \text{ (X)} / \text{總人口數 } \underline{19,121} \text{ (Y)} \\ &= \underline{25.46\%} \end{aligned}$$

- 1 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例小於 10%。
- 2 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 10~20%。
- 3 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 20~30%。
- 4 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 30~50%。
- 5 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例大於 50%。

評估路段行經高雄市六龜區及桃源區，其原住民人口數，可由高雄市政府統計資訊服務網<sup>[94]</sup>查詢得出(<http://kcgdg1.kcg.gov.tw/>)，資料查詢步驟如下。

- A. 進入高雄市政府統計資訊服務網後，點選新高雄市(2011 以後)中人口成長類別，再點選原住民戶籍登記人口(按族別分)。
- B. 進入系統畫面後，點選 2011 年、六龜區及桃源區、合計、總計，然後按下繼續鍵，即可得出 2011 年高雄市六龜區及桃源區的原住民人口數。



- C. 由該處得知，2011 年高雄市六龜區原住民人數有 516 人、桃源區原住民人數有 4,352 人。兩地區加總後，原住民人數共 4,868 人。
- D. 計算評估路段原住民人口比例為  $4,868/19,121=25.46\%$ 。

### (2) 居民期待度(安全回家的路)

- 1 分：居民期待度非常低
- 2 分：居民期待度低
- 3 分：居民期待度尚可
- 4 分：居民期待度高
- 5 分：居民期待度非常高

本研究藉由現勘時同步進行居民訪問與問卷調查，訪問結果得知，評估路段大部分居民對復建工程的執行，有高度之期待，符合指標層級 4 的描述，得 4 分。

### (3) 孤島效應

- 1 分：無孤島效應
- 2 分：孤島效應屬輕
- 3 分：孤島效應屬普通
- 4 分：孤島效應屬嚴重
- 5 分：孤島效應屬非常嚴重

參考 5.4 節所提之孤島效應理論，由地圖資料以及現場現勘之結果得知，本研究試評路段之孤島效應屬嚴重程度，符合指標層級 4 的描述，得 4 分。

2. 在地居民意見表達-公開參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)、意見回饋(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)

1分：沒有公開的參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，且在地居民(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)也沒有給予意見回饋。

2分：有公開的參與流程，但在地居民沒有出席，且沒有給予意見回饋。

3分：有公開的參與流程，僅少數在地居民出席，且沒有給予意見回饋。

4分：有公開的參與流程，大部分在地居民都有出席，且有給予意見回饋。

5分：有公開的參與流程，所有在地居民都有出席，並積極參與，且過程中給予許多意見回饋。

由於試評估時還未有公開的公眾參與流程，使在地居民得以表達意見，因此此項指標假設主辦評估路段是否需復建的政府單位有舉辦公開的公眾參與流程，且大部分居民都有出席，於現場也有給予意見回饋，符合指標層級4的描述，得4分。

## 7.5 工程風險成果說明

本研究工程風險因子分「重覆致災的頻率」、「未來氣候變遷造成的風險」、「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」，共5個評估指標。各評估指標之分數，如后所述。

## 1. 重覆致災的頻率

- 1分：評估路段經常發生災害(例如：過去五年曾發生平均每公里 20 處以上之災點)
- 2分：評估路段少數段路經常發生災害(例如：過去五年曾發生平均每公里 1-2 處之災點，或少數路段曾發生平均每公里 2 處以上災點)
- 3分：評估路段不甚穩定，豪雨時可能發生災害(例如：過去五年曾發生 5-10 處之災點)
- 4分：評估路段甚少發生災害(例如：過去五年曾發生 1-5 處之災點)
- 5分：無發生重覆致災點紀錄

公路復建之風險性，必須先探討公路復建之環境是否屬於易重覆致災的路段，當重覆致災性越低，則復建之有效性較高，故復建就具價值需求性高；反之，重覆致災性越高，則復建常會浪費，其需求性低。

圖 7.9 所示試評路段中曾發生歷史災點之分布圖。圖中得知，台 20 線試評路段全長 29.96KM，自 2008 年 1 月~2012 年 8 月共發生 60 次災害(含邊坡、橋梁與隧道)，詳細災害情形如表 7.1 所示。符合指標層級 1 的描述，得 1 分。圖中亦可得知台 27 線試評路段全長 3.44KM，自 2008 年 1 月~2012 年 8 月發生 7 次道路災害(詳表 7.2)，符合指標層級 4 的描述，得 4 分。

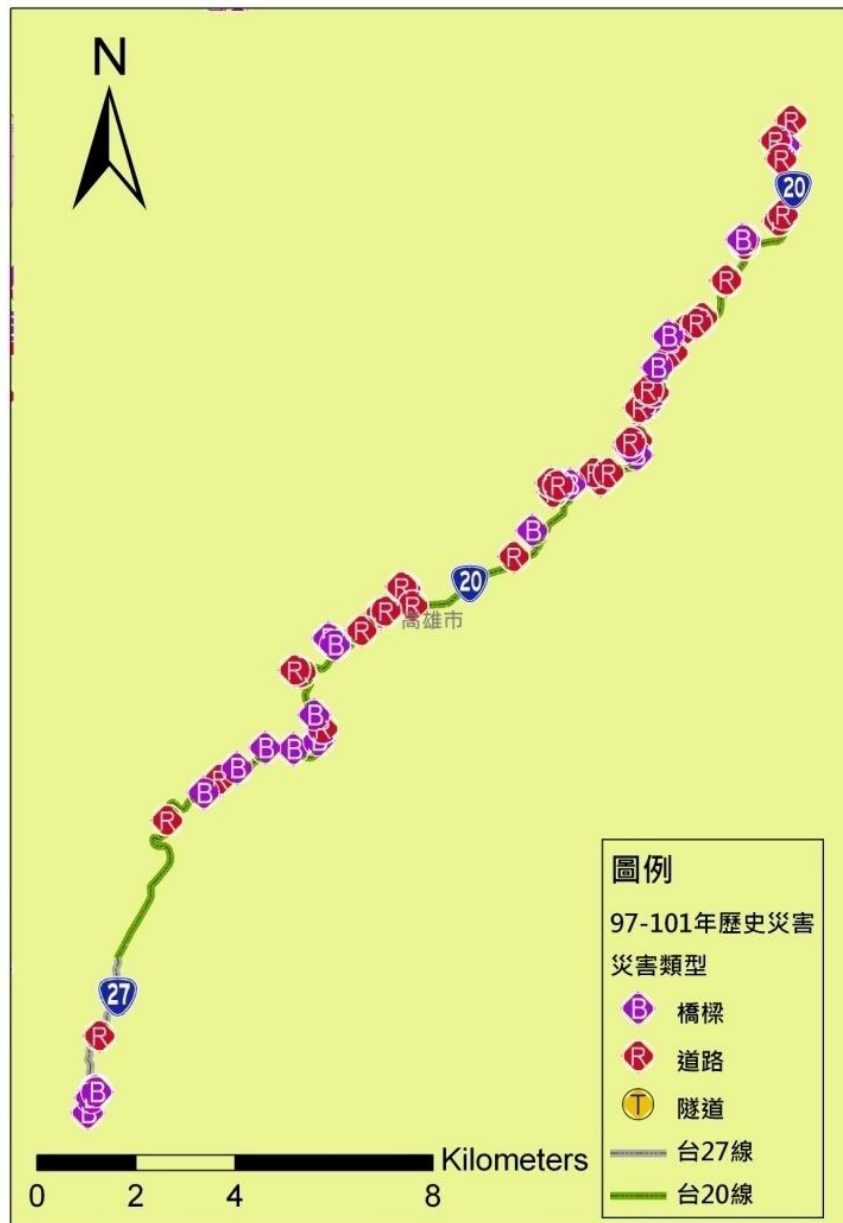


圖 7.9 試評路段歷史災點情形

表 7.1 民國 97 年至 101 年案例範圍歷史災情資料表(台 20 線)

年	類型	災害名稱	路線樁號	縣市鄉鎮	災害程度	受損情形
97	道路	蕃蜜颱風(97.9.27)	台 20 線 091K+500~091K+570	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡坍方交通阻斷
97	道路	蕃蜜颱風(97.9.27)	台 20 線 093K+700~093K+750	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡坍方交通阻斷
97	道路	辛樂克颱風(97.9.11)	台 20 線 101K+300	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。
97	道路	辛樂克颱風(97.9.11)	台 20 線 091K+550	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡坍方，長 50M，寬 6M
97	道路	卡玖基颱風(97.07.16)	台 20 線 076K+000~076K+100	高雄市六龜區	中度	道路，土石流阻斷。路基流失約 100m 長，交通阻斷
98	道路	981003 芭瑪颱風	台 20 線 088K+000~095K+000	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。河床便道因溪水暴漲
98	道路	980805 莫拉克颱風	台 20 線 092K+800	高雄市桃源區	輕微	道路，土石流阻斷。邊坡持續坍方長 70 公尺寬 7 公尺高 2 公尺
98	道路	980805 莫拉克颱風	台 20 線 091K+600~091K+700	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡土石持續坍方長 100 公尺寬 7 公尺寬 7 公尺高 2 公尺
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 095K+506	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。撒拉啊塢橋遭沖毀流失交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 096K+223	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。東莊橋遭沖毀流失交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 098K+976	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。勤和橋遭沖毀流失交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 093K+588	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。桃源一橋遭沖毀流失交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 089K+859	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。萬年橋 AI 橋台沖毀落 1 墩交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 091K+929	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。勝境橋遭沖毀流失交通阻斷
98	道路	980805 莫拉克颱風	台 20 線 085K+000	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡持續坍方長 60 公尺寬 7 公尺高 1.5 尺
98	道路	980805 莫拉克颱風	台 20 線 080K+500	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。邊坡持續坍方長 60 公尺寬 6 公尺高 2 公尺
98	橋樑	98 年 09 月災情	台 20 線 078K+987~079K+030	高雄市六龜區	輕微	橋梁，預警性封閉。新設河床便道，因土石流道路阻斷。目前已搶通車輛可通行。
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 078K+030	高雄市六龜區	重度	橋梁，預警性封閉。建山一橋橋面版遭沖毀流失，阻斷交通
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 085K+169	高雄市桃源區	重度	橋梁，預警性封閉。炳才橋橋面版遭沖毀流失，阻斷交通



年	類型	災害名稱	路線樁號	縣市鄉鎮	災害程度	受損情形
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 078K+987	高雄市六龜區	重度	橋梁，預警性封閉。建山二橋橋面版遭沖毀流失，阻斷交通
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 080K+807	高雄市六龜區	重度	橋梁，預警性封閉。寶來二橋 A2 橋台遭沖毀流失交通阻斷
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 20 線 083K+863	高雄市桃源區	重度	橋梁，橋梁沖毀。綠茂橋遭沖毀流失，交通便道已完成。
99	道路	99 年 07 月災情	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。因山區豪大雨土石流淹過路面，道路封閉
99	道路	99 年 11 月災情	台 20 線 095K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，預警性封閉。台 20 線勤和~復復興溪底便道經搶修已於 11010900 搶通
99	道路	99 年 09 月災情	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，預警性封閉。台 20 線勤和~復興溪底便道經巡查便道涵管沖毀受損
99	道路	99 年萊羅克颱風	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，預警性封閉。台 20 線 98k~103k 溪底便道因山區豪雨河水暴漲 09011230 執行預警性封閉。
99	道路	99 年 08 月災情	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，預警性封閉。因土石流影響交通阻斷全線雙向封閉
99	道路	99 年 06 月災情	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。台 20 線 98k~103k 溪底便道溪水暴漲已達封路值 06281640 封閉水退後經巡查土石流沖毀部份涵管交通阻斷
99	道路	99 年 06 月災情	台 20 線 095K+000~103K+000	高雄市桃源區	重度	道路，土石流阻斷。台 20 線 95k~103k 溪底便道因溪水暴漲於 06251500 交通阻斷
99	道路	0528 豪雨	台 20 線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	重度	道路，土石流阻斷。山區持續豪大雨溪底便道河水暴漲車道封閉持續豪雨溪水暴漲，河道漂流木淤積，淹過涵管便道，多處便道沖毀
99	道路	99 年 06 月災情	台 20 線 092K+500	高雄市桃源區	輕微	道路，土石流阻斷。邊坡坍方交通阻斷
99	道路	99 年 06 月災情	台 20 線 091K+080	高雄市桃源區	輕微	道路，土石流阻斷。交通阻斷
99	道路	0523 豪雨	台 20 線 095K+000~103K+000	高雄市桃源區	重度	道路，土石流阻斷。台 20 線 95k~103k 溪底便道因達本段預設道路封閉值要件，位原道路 99k 處土石流阻斷便道，目前山區仍下豪雨。
99	道路	99 年 02 月災情	台 20 線 101K+800~101K+800	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。因溪水暴漲未消退，河床溪底便

年	類型	災害名稱	路線樁號	縣市鄉鎮	災害程度	受損情形
						道涵管沖毀交通阻斷，目前開口契約廠商仍持續搶修中
99	道路	99年02月災情	台20線 096K+020~096K+020	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。因溪水暴漲未消退，河床溪底便道涵管沖毀交通阻斷，目前開口契約廠商仍持續搶修中。現況涵管已埋設完成，現路面鋪設土石完成後即可通行。
99	道路	99年02月災情	台20線 100K+100~100K+100	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。因溪水暴漲未消退，河床溪底便道涵管沖毀交通阻斷，目前開口契約廠商仍持續搶修中。
99	道路	0528 豪雨	台20線 083K+863	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。持續豪雨溪水暴漲，河道漂流木淤積，溪水淹過涵管便道車道封閉
99	道路	0528 豪雨	台20線 083K+863	高雄市桃源區	輕微	道路，土石流阻斷。溪底便道河水瀑漲車道封閉
99	道路	0528 豪雨	台20線 085K+169	高雄市桃源區	中度	道路，土石流阻斷。炳才橋便道路基流失交通中段
99	道路	0523 豪雨	台20線 082K+000~093K+000	高雄市旗山區	重度	道路，土石流阻斷。台20線 82k~93k等5處便道因達本段預設道路封閉值要件，並多處坍方，目前山區仍下豪雨
99	橋樑	99年凡那比颱風	台20線 079K+500~079K+950	高雄市六龜區	輕微	橋樑，預警性封閉。無
99	橋樑	99年凡那比颱風	台20線 080K+250~080K+500	高雄市六龜區	輕微	橋樑，預警性封閉。無
100	道路	0718 豪雨	台20線 085K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，路基流失。台20線勤和~復興段(92K~103K)，因目前溪水暴漲，待水位下降搶修後，檢查道路安全無虞再行開放通車。
100	道路	100年06月災情	台20線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，預警性封閉。山區持續降雨，實施預警性封閉
100	道路	100年05月災情	台20線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，土石流阻斷。預警性封閉
100	道路	100年05月災情	台20線 098K+500	高雄市桃源區	輕微	道路，路基流失。路基回填段20M，遭玉?溪暴漲沖刷流失，交通阻斷
100	道路	100年05月災情	台20線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，預警性封閉。台20線 98k~103K溪底便道因溪水暴漲，有部份路段受損，道路封閉，預計05181700搶通
100	道路	100年05月災情	台20線 099K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，預警性封閉。

年	類型	災害名稱	路線樁號	縣市鄉鎮	災害程度	受損情形
100	橋樑	100年奈格颱風	台20線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	橋梁，預警性封閉。因山區持續降雨，23:00 預警性橋梁封閉
100	道路	100年南瑪都颱風	台20線 082K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，便道沖毀。目前搶通至桃源區勤和里削山便道，台20線101K便道流失約100m 俟溪水消退預計9月7日搶通。102.5k 復興鋼便橋A2引道流失約40m 俟溪水消退預計9月10日搶通。
100	道路	0718 豪雨	台20線 078K+030	高雄市六龜區	輕微	道路，預警性封閉。因山區降雨趨緩於 07200730 開放通行(建山一號便道及二號便橋)
100	道路	100年米雷颱風	台20線 086K+000~095K+000	高雄市桃源區	輕微	道路，預警性封閉。因山區持續降雨，恐危及用路人生命財產安全，實施道路預警性封閉
101	道路	1010821 天秤颱風	台20線 102K+361	高雄市桃源區	輕微	道路，其他。台20線復興橋便橋(102k+361),涵管沖失交通阻斷，因天秤颱風二次侵台，延至 8/30 搶通
101	道路	1010821 天秤颱風	台20線 093K+783	高雄市桃源區	輕微	道路，其他。預警性封閉，因天秤颱風溪水暴漲，台20線撒拉啊塢橋便橋(93k+783)橋台掏空封閉
101	道路	1010609 豪雨水情監看	台20線 098K+000~103K+000	高雄市桃源區	中度	道路，便道沖毀。便道路基流失嚴重
101	橋樑	1010730 蘇拉颱風	台20線 094K+720~095K+506	高雄市桃源區	中度	橋梁，橋梁引道流失。引道路基流失
101	橋樑	1010609 豪雨水情監看	台20線 102K+200~102K+250	高雄市桃源區	重度	橋梁，便橋沖毀。便橋全部流失
101	橋樑	1010609 豪雨水情監看	台20線 093K+500~094K+000	高雄市桃源區	中度	橋梁，其他。
101	道路	101年08月災情	台20線 084K+100~084K+100	高雄市桃源區	輕微	道路，道路落石。道路落石
101	道路	1010730 蘇拉颱風	台20線 084K+000~084K+100	高雄市桃源區	輕微	道路，邊坡坍方。邊坡坍方
101	道路	101年07月災情	台20線 085K+169~085K+169	高雄市桃源區	輕微	道路，道路落石。無
101	道路	101年泰利颱風	台20線 086K+630	高雄市桃源區	重度	道路，便道沖毀。因溪水沖毀引道交通阻斷
101	道路	1010609 豪雨水情監看	台20線 086K+300~093K+000	高雄市桃源區	中度	道路，邊坡坍方。邊坡坍方阻斷交通
101	道路	1010609 豪雨水情監看	台20線 084K+100~084K+100	高雄市桃源區	中度	道路，道路落石。無

表 7.2 民國 97 年至 101 年案例範圍歷史災情資料表(台 27 線)

年	類型	災害名稱	路線樁號	縣市鄉鎮	災害程度	受損情形
98	橋樑	981003 芭瑪颱風	台 27 線 003K+480~003K+980	高雄市六龜區	中度	橋梁，預警性封閉。荖濃溪溪水暴漲，新發大橋便道自 98 年 10 月 5 日 PM：0500 封閉
98	橋樑	98 年 09 月災情	台 27 線 003K+480~003K+980	高雄市六龜區	輕微	橋梁，預警性封閉。新設河床便道，因河水高漲路面有略微沉陷，目前車輛可雙向單線通行
98	橋樑	980805 莫拉克颱風	台 27 線 003K+480	高雄市六龜區	重度	橋梁，預警性封閉。新發大橋遭沖毀流失，阻斷交通。
99	道路	0726 豪雨	台 27 線 003K+500	高雄市六龜區	輕微	道路，預警性封閉。因荖濃溪上游持續降雨溪水暴漲已達警戒值道路封閉因山區持續下雨水流湍急預計延長搶通時間至 07281700
99	道路	99 年 06 月災情	台 27 線 003K+500	高雄市六龜區	中度	道路，土石流阻斷。新發橋便道因溪水暴漲於 06132300 沖毀預計 06221200 搶通(已於 0619-1800 搶通)
99	道路	0523 豪雨	台 27 線 003K+300~003K+500	高雄市六龜區	重度	道路，土石流阻斷。99 年 5 月 28 日已埋設 80 支涵管，於當日下午 2000 完成，因山區持續豪雨溪水暴漲，於當日晚間 12 時沖毀 (06092300 時搶通)
99	橋樑	99 年凡那比颱風	台 27 線 003K+800~004K+100	高雄市六龜區	中度	橋梁，預警性封閉。新發大橋便橋引道流失

## 2. 未來氣候變遷造成的風險

- 1分：受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 30%以上
- 2分：受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 20-30%
- 3分：受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 10-20%
- 4分：受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 0-10%
- 5分：無受氣候變遷高風險以上之影響路段

本研究在此探討氣候變遷下試評路段之風險等級分布，圖 7.10 所示為氣候變遷 A1B 情境下試評路段(台 20 線)之衝擊路段呈現。圖中得知台 20 線試評路段全長 29.96KM，其中高風險路段合計 10.99KM，佔全長比例 36.7%。圖 7.11 所示為氣候變遷極端降雨情境下試評路段(台 20 線)之衝擊路段呈現，圖中得知台 20 線試評路段全長 29.96KM，其中高風險路段合計 17.21KM，佔全長比例 57.4%。符合指標層級 1 的描述，得 1 分。

圖 7.12 所示則為氣候變遷 A1B 情境下試評路段(台 27 線)之衝擊路段呈現，圖中得知台 27 線試評路段全長 3.44KM，其中並無高風險路段的情形。圖 7.13 所示則為氣候變遷極端降雨情境下試評路段(台 27 線)之衝擊路段呈現，圖中得知台 27 線試評路段全長 3.44KM，其中高風險路段有 1 處長 0.83KM，佔全長比例 14%。藉此得知，試評路段(台 20 線)對氣候變遷之衝擊遠高於試評路段(台 27 線)。符合指標層級 2 的描述，得 2 分。



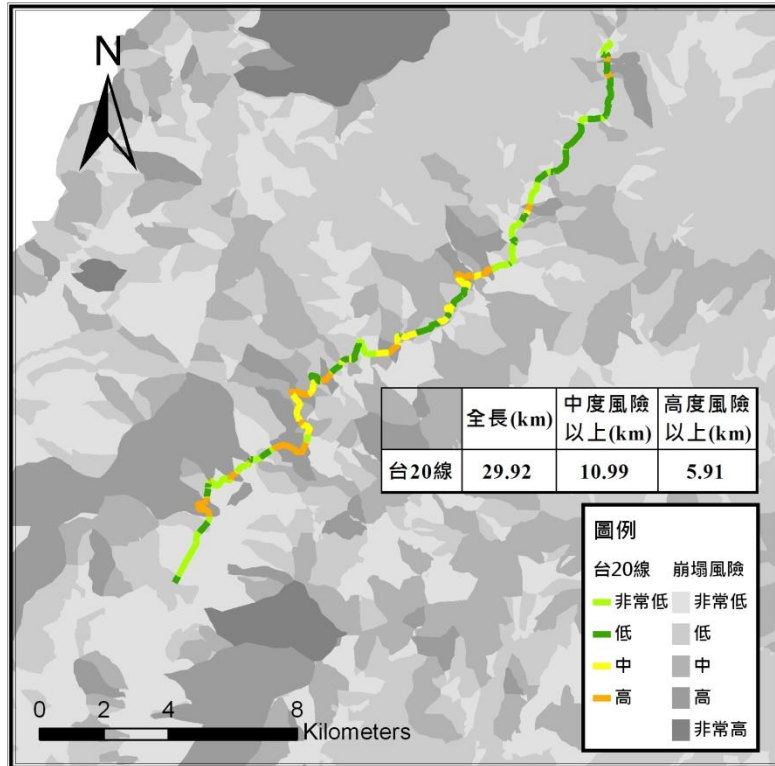


圖 7.10 A1B 情境對試評路段(台 20 線)之衝擊

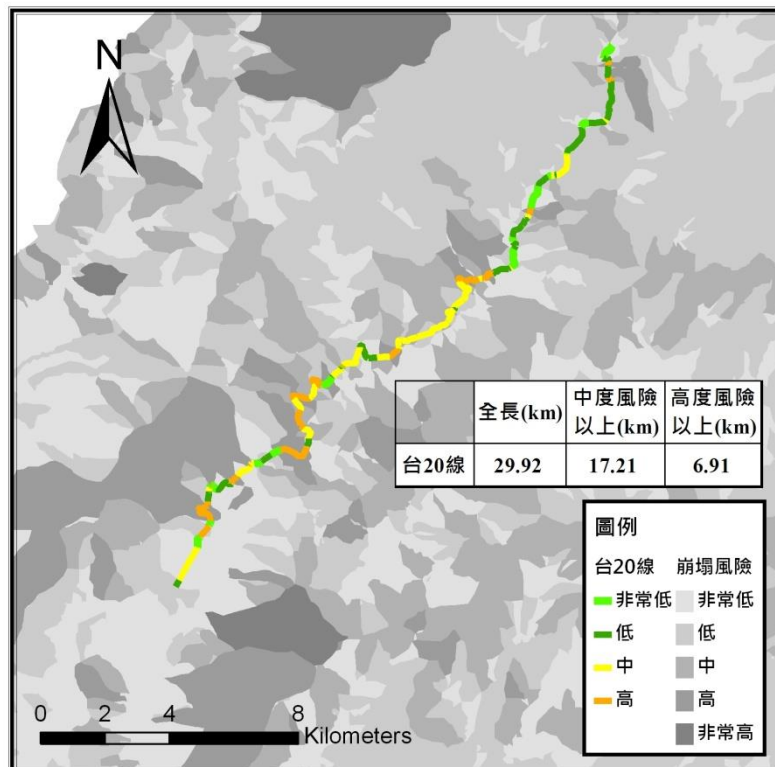


圖 7.11 極端降雨情境對試評路段(台 20 線)之衝擊

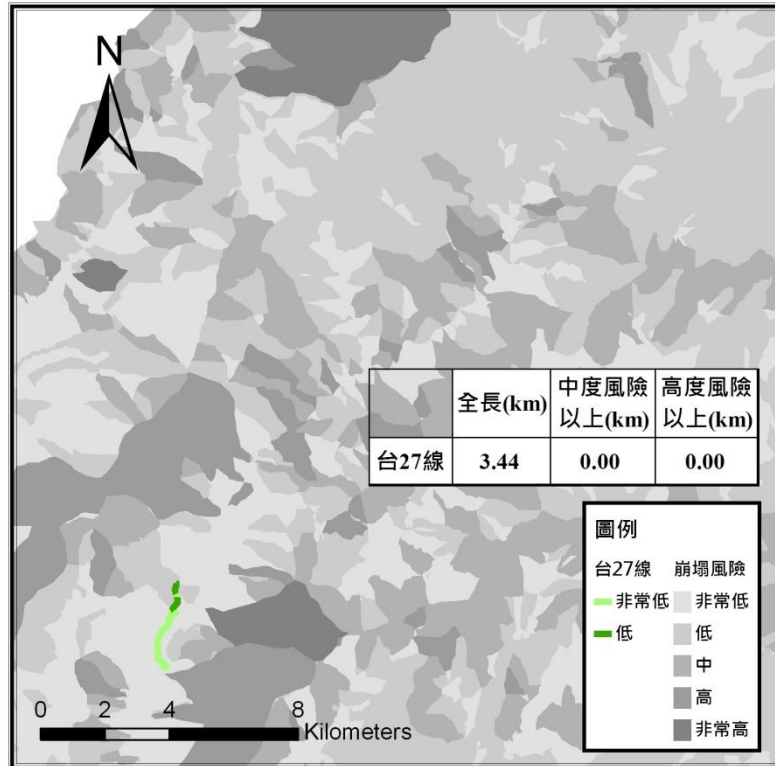


圖 7.12 A1B 情境對試評路段(台 27 線)之衝擊

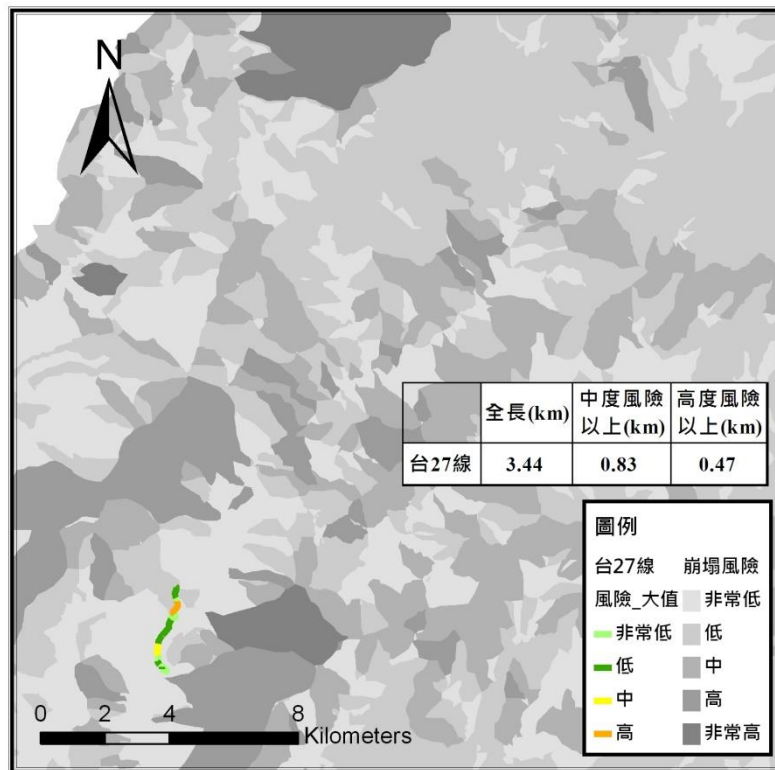


圖 7.13 極端降雨情境對試評路段(台 27 線)之衝擊

### 3. 復建工程施工難易度

- 1 分：復建工程屬極難施工
- 2 分：復建工程屬難施工
- 3 分：復建工程屬普通施工
- 4 分：復建工程屬易施工
- 5 分：復建工程屬極易施工

本研究在此針對復建工程施工難易度進行分等級之探討，藉由本研究團隊之專業工程師至評估路段現勘得知，試評路段之台 20 線的復建工程屬難施工程度，得 2 分。試評路段之台 27 線的復建工程屬易施工程度，得 4 分。

### 4. 復建成本

- 1 分：復建成本極高(例如：成本高於每公里平均復建成本之 5 倍以上)
- 2 分：復建成本高(例如：成本介於每公里平均復建成本 1.5~5 倍之間)
- 3 分：復建成本普通(例如：成本介於每公里平均復建成本 0.75~1.5 倍之間)
- 4 分：復建成本低(例如：成本介於每公里平均復建成本 0.5~0.75 倍之間)
- 5 分：復建成本極低(例如：成本低於每公里平均復建成本 0.5 倍以下)

本研究在此針對復建成本進行分等級之探討，藉由本研究團隊之專業工程師至評估路段現勘得知，試評路段之台 20 線的復建成本高，得 2 分。試評路段之台 27 線的復建成本低，得 4 分。

## 5. 長期維護成本

- 1 分：長期維護成本極高(例：每年維護成本高於平均值 5 倍)
- 2 分：長期維護成本高(例：每年維護成本介於平均值 1.5~5 倍)
- 3 分：長期維護成本普通(例：每年維護成本介於平均值 0.75~1.5 倍)
- 4 分：長期維護成本低(例：每年維護成本介於平均值 0.5~0.75 倍)
- 5 分：長期維護成本極低(例：每年維護成本低於平均值 0.5 倍)

本研究在此針對長期維護成本進行分等級之探討，藉由本研究團隊初步判斷得知，試評路段之台 20 線的長期維護成本高，得 2 分。試評路段之台 27 線的長期維護成本低，得 4 分。

## 7.6 小結

本研究選取台 27 線新發大橋 3K+480 至台 20 線復興村，全長 33.4KM，作為本研究實際案例之探討。在此則針對台 20 線 29.96km 與台 27 線 3.44km 分別進行公路復建需求性評分，各評估指標分述如表 7.3 與表 7.4 所示。依據本研究研擬之公路復建機制與準則(圖 5.2)得知，台 20 線公路復建需求性評分之總分為 2.6 分，復建機制屬於低需求性復建，復建準則為「原有功能修復並實施道路管制」及「簡易修復及整建便道，或可能未

達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」兩種復建準則(二者擇一)。台 27 線公路復建需求性評分之總分為 3.4 分，復建機制屬於中需求性復建，復建準則為「原有功能修復並加強安全性之補強」、「原有功能修復」及「原有功能修復並實施道路管制」三種復建準則(三者擇一)。

本系統之評估結果可提供決策者復建之優先次序，可再配合本報告第五章之公路安全度(風險)之細部評估，評估結果若路段之公路安全度小於 9，則應參考第十二章整建策略中之適用工法的建議，以利安全度之補強。

表 7.3 台 20 線實際案例探討結果

影響因子	考量項目	評估指標	分數	得分	總分
經濟發展 (15%)	地區	平均服務人口	(5%) 3	0.56	2.6
	產業	產業種類及工作機會	(3%) 2		
		經濟活動對評估路段運輸的依賴性	(7%) 5		
交通需求 (20%)	運輸現況	道路服務等級	(5%) 3	0.62	
		評估路段尖峰小時交通量	(2%) 3		
		車輛型式及限重	(2%) 3		
	替代運輸	終點站(中途站)特性	(3%) 3		
		可使用的替代道路	(5%) 4		
		旅行時間	(3%) 2		
環境衝擊 (15%)	生態環境	台灣自然保護區指標	(4%) 4	0.43	
	水環境	水環境指標	(4%) 1		
	開挖施工造成之環境衝擊	土體破壞指標	(4%) 2		
	空氣品質	二氧化碳指標	(3%) 5		
社會公義 (10%)	居民感受	住民特色	(2%) 3	0.38	
		居民期待度(安全回家的路)	(3%) 4		
		孤島效應	(3%) 4		
	在地居民意見表達	公開參與流程及意見回饋	(2%) 4		
工程風險 (40%)		重覆致災的頻率	(12%) 1	0.61	
		未來氣候變遷造成的風險	(7%) 1		
		復建工程施工難易度	(7%) 2		
		復建成本	(7%) 2		
		長期維護成本	(7%) 2		



表 7.4 台 27 線實際案例探討結果

影響因子	考量項目	評估指標	分數	得分	總分	
公路復建需求性評分系統	經濟發展 (15%)	地區	平均服務人口 (5%)	4	0.61	3.4
		產業	產業種類及工作機會 (3%)	2		
			經濟活動對評估路段運輸的依賴性 (7%)	5		
	交通需求 (20%)	運輸現況	道路服務等級 (5%)	3	0.64	
			評估路段尖峰小時交通量 (2%)	3		
			車輛型式及限重 (2%)	4		
		替代運輸	終點站(中途站)特性 (3%)	3		
			可使用的替代道路 (5%)	4		
			旅行時間 (3%)	2		
	環境衝擊 (15%)	生態環境	台灣自然保護區指標 (4%)	5	0.47	
		水環境	水環境指標 (4%)	1		
		開挖施工造成之環境衝擊	土體破壞指標 (4%)	2		
		空氣品質	二氧化碳指標 (3%)	5		
	社會公義 (10%)	居民感受	住民特色 (2%)	3	0.38	
			居民期待度(安全回家的路) (3%)	4		
孤島效應 (3%)			4			
在地居民意見表達		公開參與流程及意見回饋 (2%)	4			
工程風險 (40%)	重覆致災的頻率 (12%)		3	1.35		
	未來氣候變遷造成的風險 (7%)		2			
	復建工程施工難易度 (7%)		4			
	復建成本 (7%)		4			
	長期維護成本 (7%)		4			

## 第八章 公路開發需求性評分系統之建置

本研究建置之公路開發需求性評分系統，考量「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」及「工程風險」等五個影響因子(圖 8.1 所示)，影響因子是以評估指標方式進行評分。

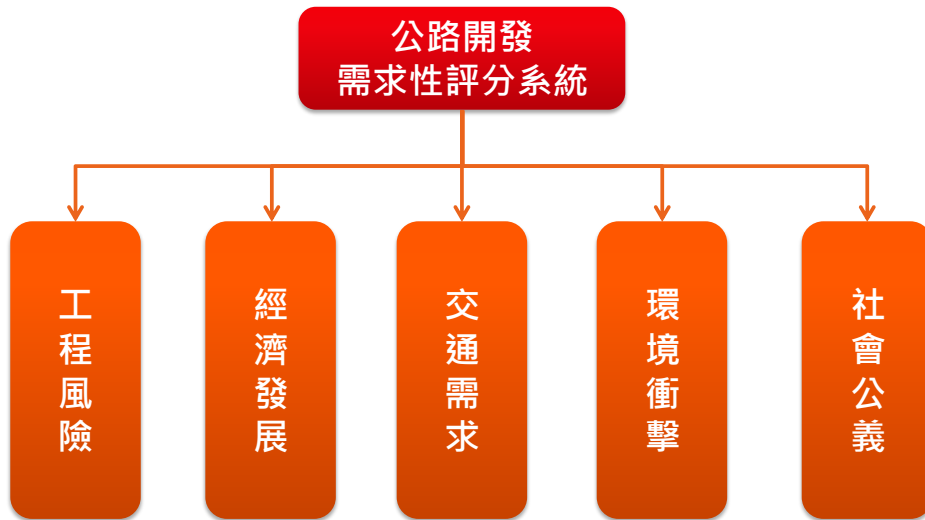


圖 8.1 公路開發需求性評分系統影響因子

公路開發需求性評分系統係藉由評估路段之工程風險、經濟發展、交通需求、環境衝擊與社會公義等影響因子之分數等級進行加權評分，圖 8.2 所示為公路分等級開發需求性評分系統架構內容。本系統將總分 2 分(不包含 2 分)以下列為目前不建議開發；2~3 分(不包含 3 分)列為低需求性開發；3~4 分(不包含 4 分)列為中需求性開發；4 分(含 4 分)以上則列為高需求性開發。開發機制中之低需求性開發則對應「公路等級六級路，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」及「公路等級五級路」兩種開發準則；中需求性開發則對應「公路等級五級路」、「公路等級四級路」及「公路等級三級路」三種開發準則；高需求性開發

則對應「公路等級三級路」、「公路等級二級路」及「公路等級一級路」三種開發準則。

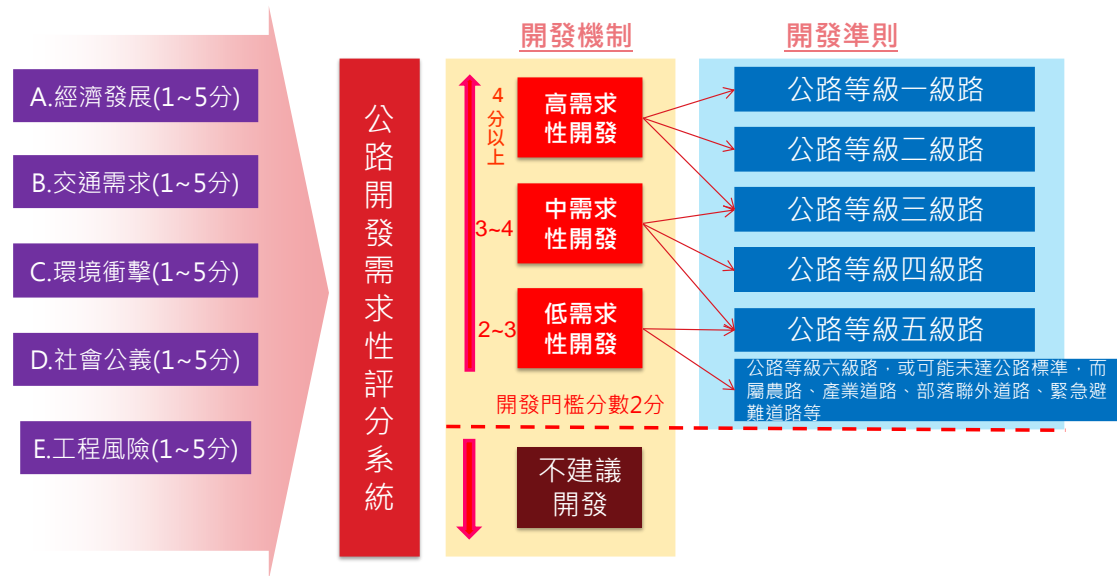


圖 8.2 公路開發需求性評分系統

后文將針對公路開發需求性評分系統之「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」及「工程風險」等五個影響因子，進行說明與探討。

## 8.1 經濟發展

本研究建置之「公路開發需求性評分系統」，其中之經濟發展影響因子所選定之評估指標同「公路復建需求性評分系統」，分別為「平均服務人口」、「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等，詳細內容參閱本報告 5.1 節與附錄 K。

## 8.2 交通需求

本研究「公路開發需求性評分系統」所選定之交通需求影響因子評估指標，主要係參考「公路復建需求性評分系統」之交通需求影響因子評估指標。其差異性在於未開發的公路系統中，無法評估「道路公路等級」以

及「車輛型式及限重」評估指標，故公路開發需求性評分系統之交通需求影響因子評估指標，經調整後將評估指標訂為「評估路段尖峰小時交通量」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」以及「旅行時間」等，詳細內容參閱本報告 5.2 節與附錄 K。

### 8.3 環境衝擊

本研究「公路開發需求性評分系統」所選定之環境衝擊影響因子評估指標，主要亦係參考「公路復建需求性評分系統」。然為更有效評估公路開發之機制，故在公路開發需求性評分系統中新增「環境承載量」評估指標，藉此以利公路開發之評估。故環境衝擊影響因子之評估指標分別有，「台灣自然保護區指標」、「水環境指標」、「土體破壞指標」、「二氧化碳指標」以及「環境承載量指標」等。前四項評估指標之詳細內容參閱本報告 5.3 節與附錄 K。「環境承載量」之評估指標則如下所述。

本研究在此針對開發後之交通環境對社會衝擊之環境承載量進行分等級之探討，以未來可能的承載量分為五個等級，分別為「環境承載量極高」、「環境承載量高」、「環境承載量不變」、「環境承載量降低」、「環境承載量極低」五級。5 分最高，表示未來環境承載量會降低；4 分其次，表示未來環境承載量變化不大；1 分最低，表示未來環境承載量嚴重超過(詳附錄 K)。

### 8.4 社會公義

本研究建置之「公路開發需求性評分系統」，其中之社會公義影響因子所選定之評估指標同「公路復建需求性評分系統」，分別為「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」等，詳細內容參閱本報告 5.4 節與附錄 K。

## 8.5 工程風險

本研究針對公路開發需求性評分系統之工程風險影響因子部分，為考量公路安全與經費等問題，在此分為五個評估指標，分別為「開發路廊之環境風險」；「未來氣候變遷造成的風險」；「施工難易度」；「建造成本」；「長期維護成本」等評估指標(詳附錄 K)。

### 1. 開發路廊之環境風險

本研究為探討開發路廊之環境風險，在此採用經濟部中央地質調查所 2007~2011 年「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫 [95][96][97][98][99]」中的落石潛勢圖、岩體滑動潛勢圖、順向坡岩體滑動潛勢圖、土石流發生潛勢圖等項，綜合開發路廊受地質災害影響下可能阻斷之潛勢。圖 8.3 所示為部份高屏河流域之阻斷潛勢圖，圖中得知，本研究將開發路廊之環境風險分為五個潛勢等級，分別為非常低、低、中、高、非常高潛勢。





圖 8.3 開發路廊之環境風險圖

2. 未來氣候變遷造成的風險

詳本報告 5.5 節與附錄 K。

3. 工程施工難易度

本研究在此針對開發工程施工難易度進行分等級之探討，以簡單之程度分為五個等級，分別為「開發工程屬極難施工」、「開發工程屬難施工」、「開發工程屬普通施工」、「開發工程屬易施工」、「開發工程屬極易施工」五級。

#### 4. 建造成本

本研究在此針對公路開發之建造成本進行分等級之探討，以簡單之程度分為五個等級，分別為「建造成本極高」、「建造成本高」、「建造成本普通」、「建造成本低」、「建造成本極低」五級。5分最高，表示建造成本極低，例如：成本低於每公里平均開發成本 0.25 倍以下。1分最低，表示建造成本極高，例如：成本高於每公里平均建造成本之 10 倍以上(詳附錄 K)。

#### 5. 長期維護成本

本研究在此針對長期維護成本進行分等級之探討，以簡單之程度分為五個等級，分別為「長期維護成本非常高」、「長期維護成本高」、「長期維護成本中等」、「長期維護成本低」、「長期維護成本非常低」五級。5分最高，表示長期維護成本非常低，例如：每年維護成本低於平均值 0.25 倍。1分最低，表示長期維護成本非常高，例如：每年維護成本高於平均值 5 倍(詳附錄 K)。

## 第九章 公路開發需求性評分系統之權重分析

### 9.1 公路開發需求性評分系統之影響因子權重分析

本研究案於期中階段召開五場專家學者座談會，會議中採用訪談及問卷調查方法，由與會人士表達對公路開發需求性評分系統之各影響因子權重的看法與建議，再經統計方式進行問卷結果分析，以訂出開發各影響因子最適切的權重。本研究於第一場座談會前，初擬「公路開發需求性評分系統」四項影響因子(經濟發展、交通需求、環境衝擊與社會公義)之權重則各為 25%。

藉由第一場座談會問卷資料，再設計出影響因子權重值，並藉由此權重值再去進行後面四場的座談會的問卷調查，最後則可得「公路開發需求性評分系統」各影響因子之適合權重，詳細過程如后所述。

### 9.2 第一場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析

第一場座談會結束總計回收 18 份有效問卷，以下則針對「公路開發影響因子權重」進行討論與分析。

本研究於公路開發需求性評分系統規劃內容中，第一場座談會前僅規劃經濟發展、交通需求、環境衝擊與社會公義等四項影響因子，權重皆初擬為 25%。但經第一場專家學者座談會問卷意見回覆得知，本研究從此四個層面發展公路開發評估準則，不足以涵蓋公路開發應考量的面向(圖 9.1 所示)。故本研究增列「工程風險」於公路開發需求性評分系統中，並將五項影響因子之權重皆調整為 20%。待後續 4 場座談會問卷都回收之後，再評估五個指標權重值設定是否適當，再行修正開發評估指標之權重值。

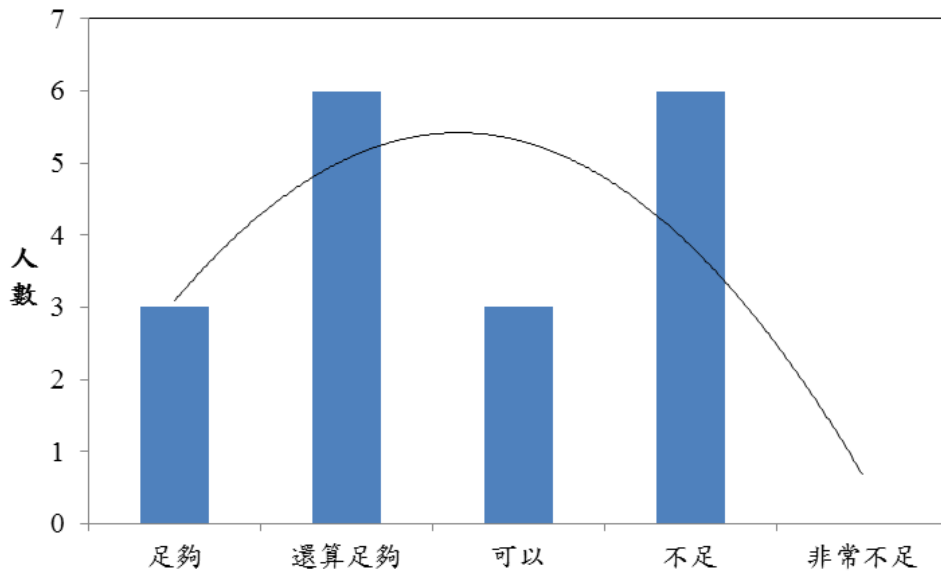


圖 9.1 開發四個考量層面是否足夠

### 9.3 第二、三、四、五場座談會後公路需求性評分系統之影響因子權重分析

第二、三、四、五場座談會總計回收 141 份問卷（包含專家學者、一般民眾及原住民），有效問卷則有 137 份。以下針對「公路開發影響因子權重」進行討論與分析。

從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面，評估公路開發與否，是否已足夠涵蓋公路開發應考量的面向，由問卷資料繪圖得圖 9.2 所示。由圖 9.2 的趨勢可知，大多數的問卷資料認為以經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面評估公路開發，大致足夠，僅少數與會者認為不足夠。因此，本研究從經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險等五層面發展公路開發評估準則，已足夠涵蓋公路開發應考量的面向。

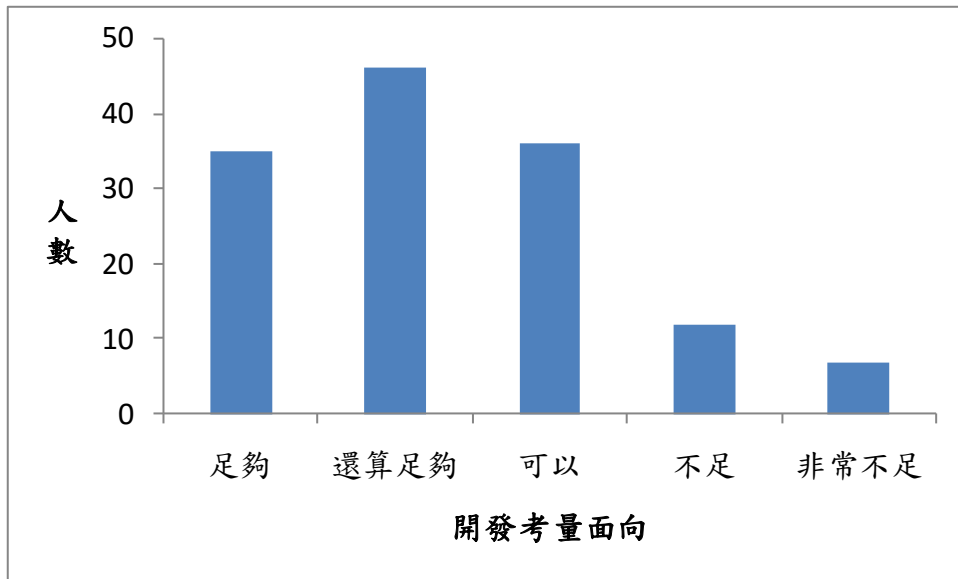


圖 9.2 開發五個考量層面是否足夠

五層面評估權重初始設定皆為 20%，意即每層面重要程度相當。藉由問卷提問，每層面重要程度相當是否適當？由於圖 9.3 指出五層面評估權重均等並不適當，進一步請與會者指出五層面的重要程度，1 為最重要；5 為最不重要。計算復建五層面的重要程度，將 1 最重要設為 5 分，5 最不重要設為 1 分，統計 137 份問卷得分，算出各層面的平均分數，結果如圖 9.4 所示。由圖 9.4 得知，與會者認為公路開發五個層面的重要性，由重要至最不重要，依序為工程風險、交通需求、環境衝擊、經濟發展、社會公義。後續五層面的權重設定，應以圖 9.4 指出的重要程度，調整權重比例增或減。詳細調整權重比例增或減如后所述。

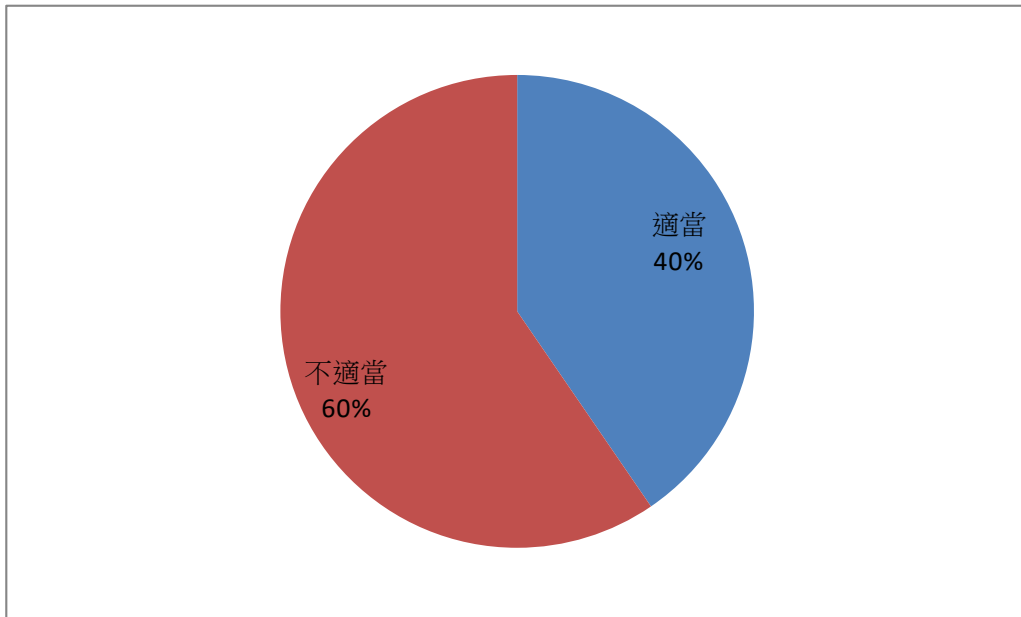


圖 9.3 開發五層面權重均等是否適當

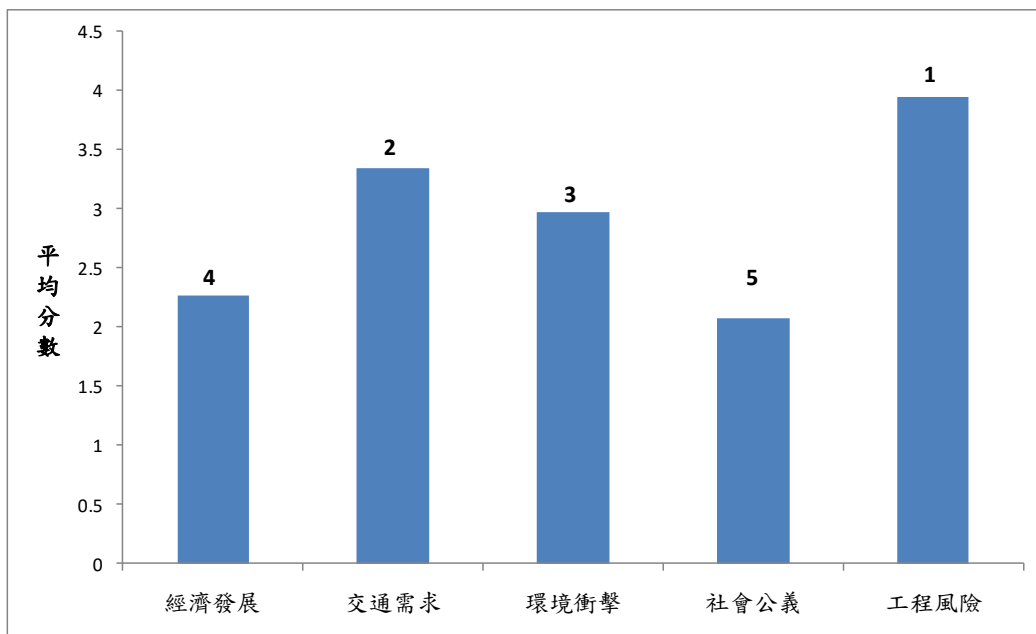


圖 9.4 開發五層面的重要程度



## 1. 工程風險

工程風險影響因子權重部份，本研究問卷設計該權重應該增加或減少的比例為+10%、+5%、0%、-5%及-10%五項，由 137 份問卷資料則繪出圖 9.5，圖中顯示較多數的與會者認為公路安全度的權重應該增加 10%或增加 5%，意即由目前設定的 20%調整為 30%。

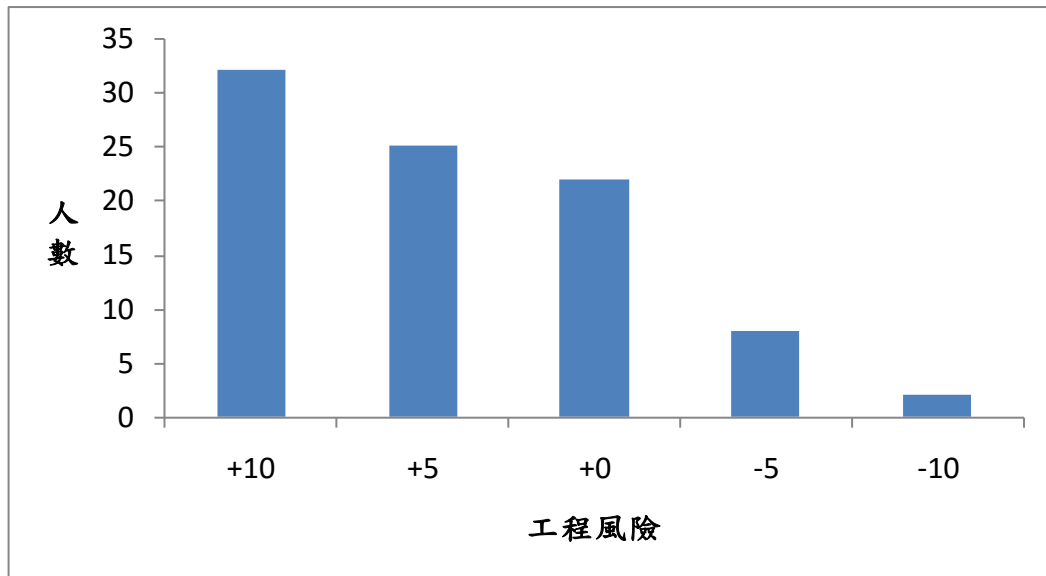


圖 9.5 公路開發之工程風險權重增減建議

## 2. 交通需求

交通需求影響因子權重部份，本研究由 137 份問卷資料則繪出圖 9.6，圖中顯示較多數的與會者認為交通需求的權重應該增加 5%，意即由目前設定的 20%調整為 25%。

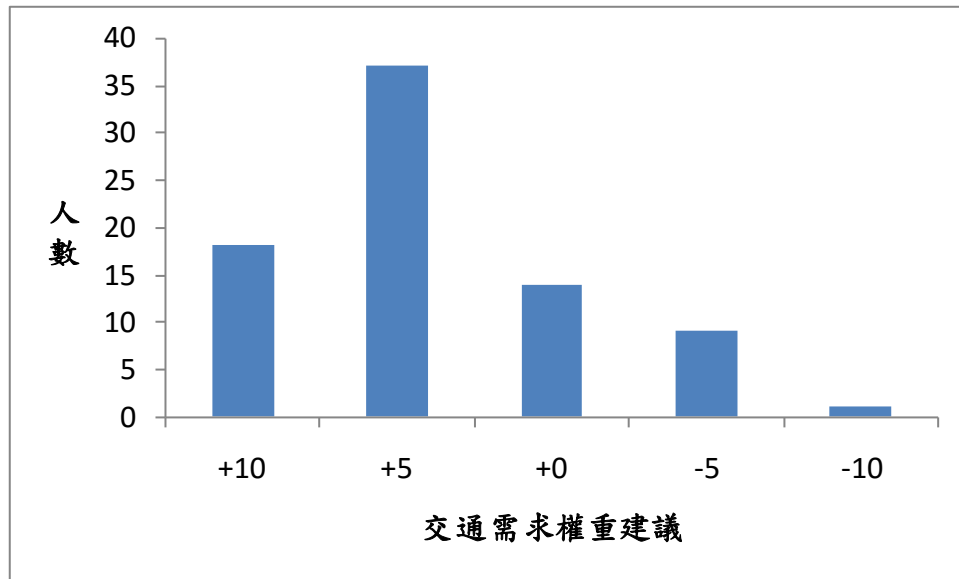


圖 9.6 公路開發之交通需求權重增減建議

### 3. 環境衝擊

環境衝擊影響因子權重部份，本研究由 137 份問卷資料則繪出圖 9.7，圖中顯示較多數的與會者認為環境衝的權重應該維持不變(0%)，意即維持目前設定的 20%。

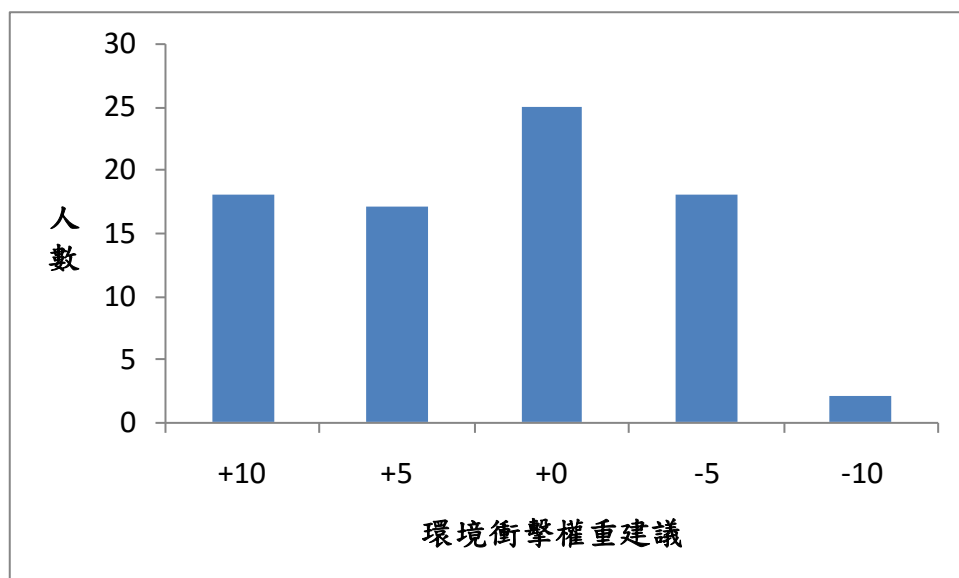


圖 9.7 公路開發之環境衝擊權重增減建議

#### 4. 經濟發展

經濟發展影響因子權重部份，由 137 份問卷資料則繪出圖 9.8，圖中指出較多數的與會者認為經濟發展的權重應該增加 5%或減少 5%，意即由目前設定的 20%調整為 15%。

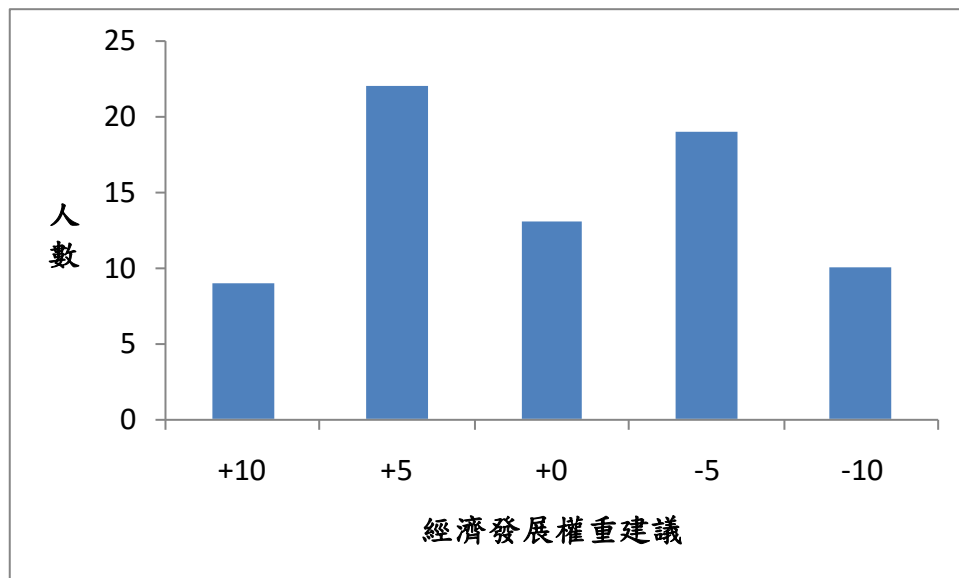


圖 9.8 公路開發之經濟發展權重增減建議

#### 5. 社會公義

社會公義影響因子權重部份，本研究由 137 份問卷資料則繪出圖 9.9，圖中顯示較多數的與會者認為社會公義的權重應該減少 10%或 0%，意即由目前設定的 20%調整為 10%。

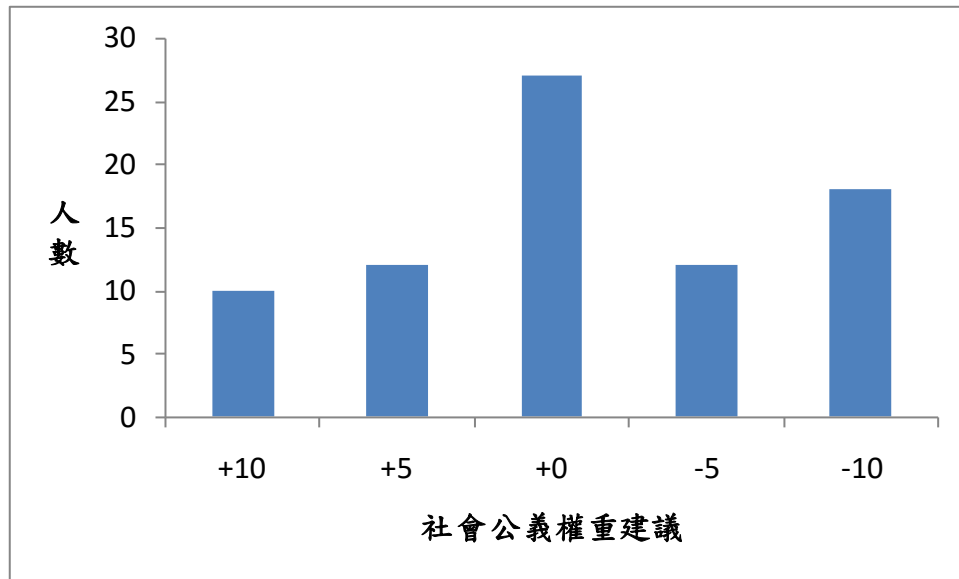


圖 9.9 公路開發之社會公義權重增減建議

經上述分析匯整得知，四場座談會後公路開發需求性評分系統之權重值適宜取，工程風險 30%；交通需求 25%；環境影響 20%；經濟發展 15%；社會公義 10%(表 9.1 所示)。

表 9.1 公路開發需求性評分系統之權重值

項目	權重	評分
1.經濟發展	15%	(1~5)
2.交通需求	25%	(1~5)
3.環境衝擊	20%	(1~5)
4.社會公義	10%	(1~5)
5.工程風險	30%	(1~5)
R值總和		

## 9.4 公路開發需求性評分系統之評估指標權重分析

前一節所述的公路開發之影響因子權重分析，是由專家學者、一般民眾及原住民問卷統計分析而得。至於各影響因子內部細項評估指標之權重分析，則是由專業工程師進行權重統計。以下則針對「開發評估指標權重」進行討論與分析。

公路開發需求性評分系統共有，經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義以及工程風險等影響因子。在此將分別針對五個影響因子之評估指標進行權重分析與探討。

### 1. 經濟發展

公路開發需求性評分系統中，經濟發展影響因子中包含 3 個評估指標，分別為「平均服務人口」、「產業種類、工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 9.10 所示，為 3 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知經濟發展影響因子佔系統中的 15%，故得知「平均服務人口」佔有 5%之權重；「產業種類、工作機會」佔有 3%之權重；「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」佔有 7%之權重。

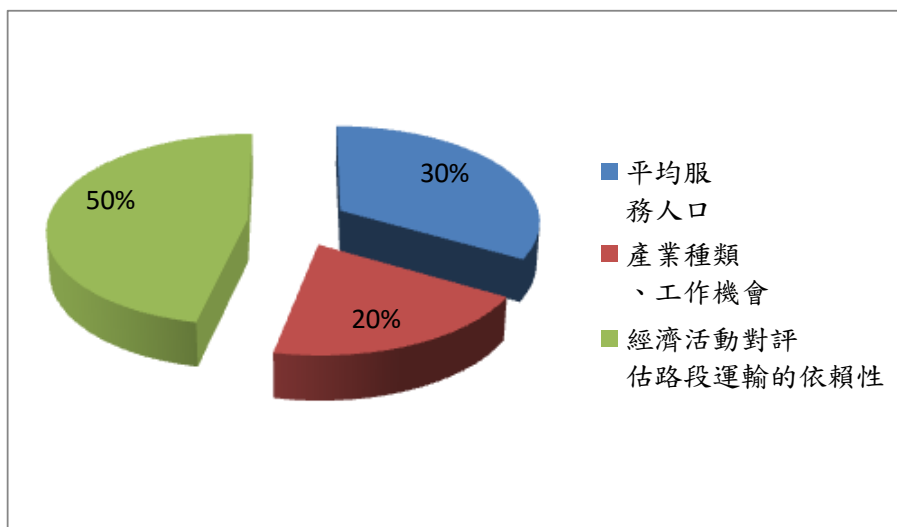


圖 9.10 經濟發展評估指標百分比圖

## 2. 交通需求

公路開發需求性評分系統中，交通需求影響因子中包含 4 個評估指標，分別為「評估路段尖峰小時交通量」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」、「旅行時間」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 9.11 所示，為 4 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知交通需求影響因子佔系統中的 25%，故得知「前路段尖峰小時交通量」佔有 10% 之權重；「終點站(中途站)特性」佔有 4% 之權重；「可使用的替代道路」佔有 6% 之權重；「旅行時間」佔有 5% 之權重。

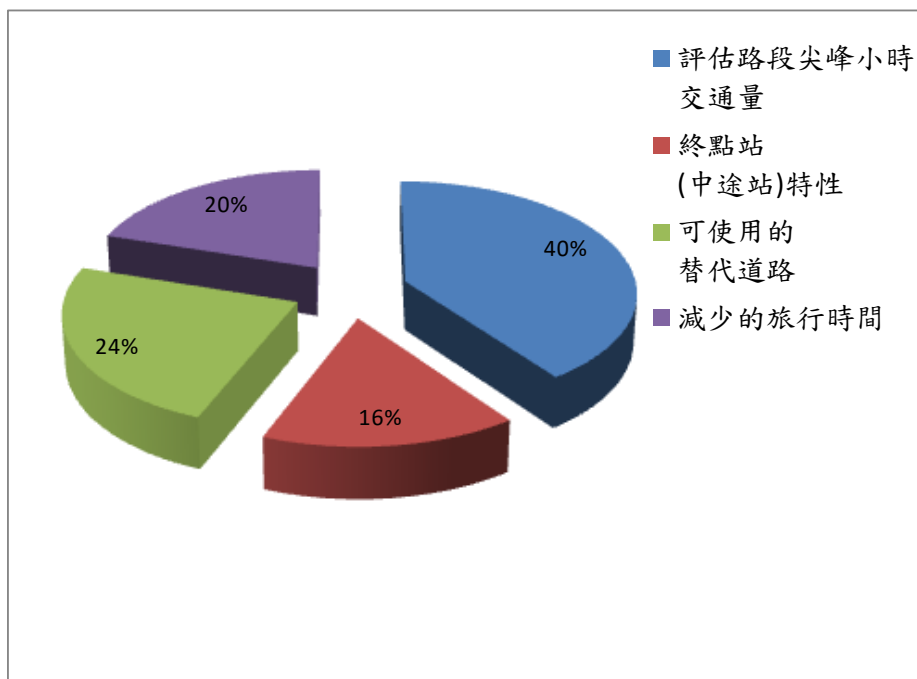


圖 9.11 交通需求評估指標百分比圖

## 3. 環境衝擊

公路開發需求性評分系統中，環境衝擊影響因子中包含 5 個評估指標，分別為「台灣自然保護區指標」、「土體破壞指標」、「水環境指標」、「環境承載量指標」、「二氧化碳指標」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 9.12 所示，為 5 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節



獲知環境衝擊影響因子估系統中的 20%，故得知「台灣自然保護區指標」佔有 4%之權重；「土體破壞指標」佔有 7%之權重；「水環境指標」佔有 3%之權重；「環境承載量指標」佔有 4%之權重；「二氧化碳指標」佔有 2%之權重。

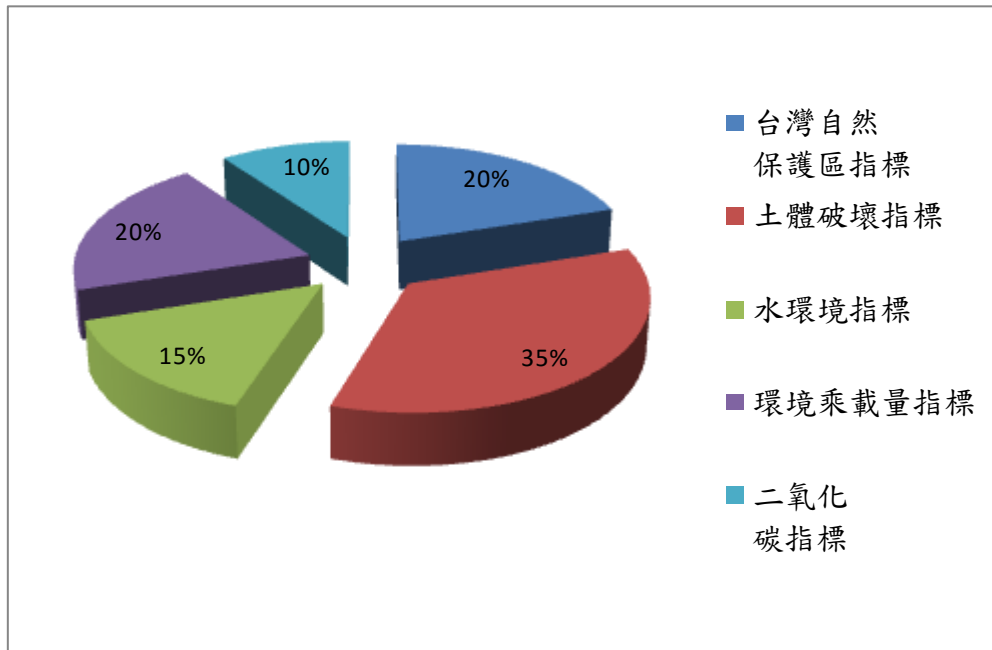


圖 9.12 環境衝擊評估指標百分比圖

#### 4. 社會公義

公路開發需求性評分系統中，社會公義影響因子中包含 4 個評估指標，分別為「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 9.13 所示，為 4 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知社會公義影響因子估系統中的 10%，故得知「住民特色」佔有 2%之權重；「居民期待度(安全回家的路)」佔有 3%之權重；「孤島效應」佔有 3%之權重；「公開參與流程及意見回饋」佔有 2%之權重。

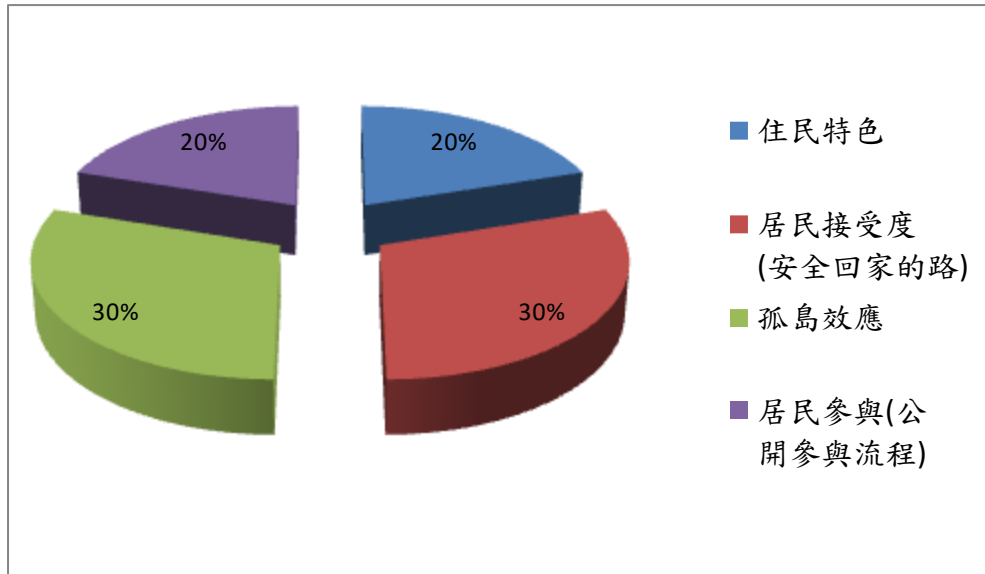


圖 9.13 社會公義評估指標百分比圖

## 5. 工程風險

公路開發需求性評分系統中，工程風險影響因子中包含 5 個評估指標，分別為「開發路廊之環境風險」、「未來氣候變遷造成的風險」、「施工難易度」、「建造成本」、「長期維護成本」等。藉由專業工程師問卷資料分析，得圖 9.14 所示，為 5 個評估指標各佔之百分比圓形圖。並由上一節獲知工程風險影響因子佔系統中的 30%，故得知「開發路廊之環境風險」佔有 9%之權重；「未來氣候變遷造成的風險」佔有 5%之權重；「施工難易度」佔有 6%之權重；「建造成本」佔有 5%之權重；「長期維護成本」佔有 5%之權重。

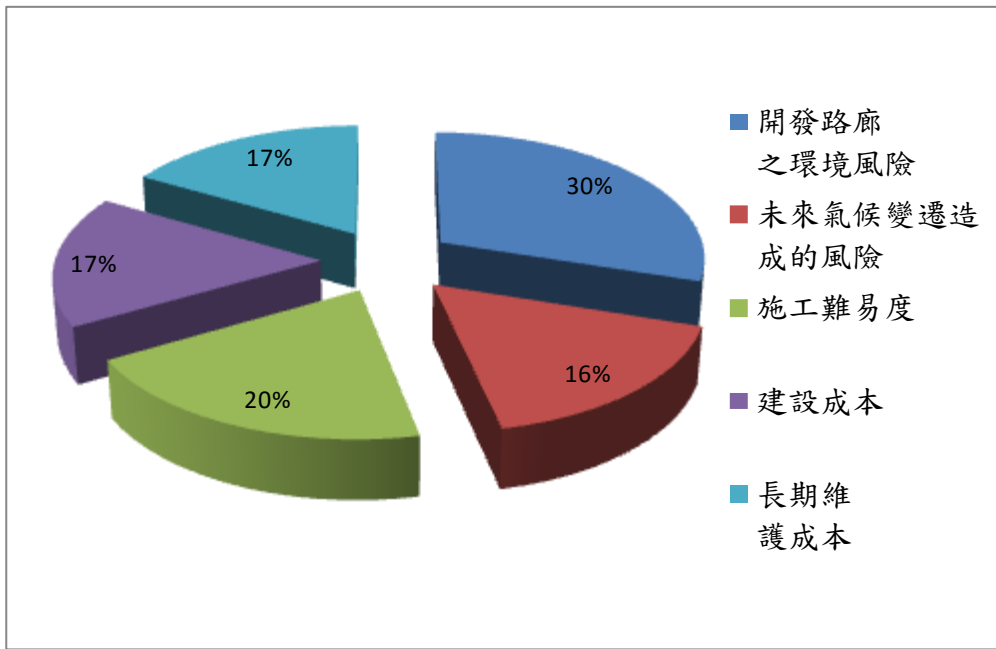


圖 9.14 工程風險評估指標百分比圖

## 9.5 小結

綜整以上章節內容，本研究建置之公路開發需求性評分系統之權重值分配情形，如表 9.2 所示。

表 9.2 公路開發需求性評分系統之權重分配

影響因子與 權重分配值	考量項目	評估指標	評估指標 權重分配	
公路開發需求性 評分系統	經濟發展 (15%)	地區	平均服務人口	(5%)
		產業	產業種類、工作機會	(3%)
			經濟活動對評估路段運輸的依賴性	(7%)
	交通需求 (25%)	運輸現況	評估路段尖峰小時交通量 (PCU/小時)	(10%)
			終點站(中途站)特性	(4%)
		替代運輸	可使用的替代道路	(6%)
			旅行時間	(5%)
	環境衝擊 (20%)	生態環境	台灣自然保護區指標	(4%)
			土體破壞指標	(7%)
		水環境	水環境指標	(3%)
		承載量衝擊	環境承載量指標	(4%)
	社會公義 (10%)	居民感受	二氧化碳指標	(2%)
			居民特色	(2%)
			居民期待度(安全回家的路)	(3%)
		在地居民 意見表達	孤島效應	(3%)
	工程風險 (30%)	公開參與流程及意見回饋		(2%)
		開發路廊之環境風險		(9%)
		未來氣候變遷造成的風險		(5%)
		施工難易度		(6%)
		建造成本		(5%)
長期維護成本		(5%)		

## 第十章 公路開發需求性評分系統案例說明

本章節為檢視開發系統之適用性及實務性，在此選取為配合發展中部地區觀光與運輸需求所研擬之國道六號高速公路延伸線，即南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線，如圖 10.1 所示之紅色虛線開發路廊，虛擬開發路廊約 18.54 公里，以進行案例分析。此虛線路廊係根據中興工程顧問公司接受國工局委託正執行之「國道六號南投段東延至霧社<sup>[100]</sup>」可行性研究成果，所研選之三條最佳路廊之一。其詳細地形、地質及規劃資料詳見部分可行性報告(詳見本報告附錄 L 之「國道六號南投段東延至霧社可行性研究成果<sup>[100]</sup>」精簡摘要)。在此僅根據該報告之資料進行公路開發需求性進行評分，期藉由本研究建置之公路開發需求性評分系統，提供爾後公路分等級開發之評估及建設準則之參考。



圖 10.1 國道六號埔里至霧社虛擬開發路廊

## 10.1 經濟發展成果說明

本開發系統經濟發展影響因子分「地區」、「產業」兩個項目，共 3 個評估指標。地區評估「平均服務人口」指標；產業評估「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」等 2 個指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 平均服務人口(X) (人口數/公里)

= 評估路段人口數 / 評估路段長度

=  $\frac{32,970}{18.54}$

=  $\underline{1,778}$

1 分：  $X < 200$

2 分：  $200 \leq X < 500$

3 分：  $500 \leq X < 1,000$

4 分：  $1,000 \leq X < 2,000$

5 分：  $2,000 \leq X$

國 6 埔里端(台 14 線 59K)至霧社(台 14 線 80K)長約 18.6 公里，為雙向雙車道，途經南投縣埔里鎮及仁愛鄉，故計算評估路段平均服務人口指標，應查詢埔里鎮及仁愛鄉目前的人口數，加總後，除以評估路段長度，得出評估路段每公里服務人口。案例試評估的統計資料，以 2011 年的資料為優先，如果各縣市政府沒有提供 2011 年的資料，則以 2010 年的資料為準。該指標之資料查詢步驟如下所述：



- A. 先從中華民國統計資訊網<sup>[85]</sup>之縣市政府統計資料庫 (<http://ebas1.ebas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9.asp>)，由左側點選南投縣，系統會直接連結至南投縣政府統計資訊服務網。
- B. 進入南投縣政府統計資訊服務網後，點選埔里鎮及仁愛鄉人口成長類別，再選擇戶籍登記人口之戶量。
- C. 進入系統畫面後，點選 2009 年埔里鎮及仁愛鄉、戶數及人口數、合計，然後按下繼續鍵，即可得出 2009 年南投縣埔里鎮及仁愛鄉的人口總數。由系統查詢出 2009 年南投縣埔里鎮共 28,061 人、仁愛鄉共 4,909 人，兩者加總後共為 32,970 人，即為評估路段的人口總數。
- D. 計算評估路段的平均服務人口， $32,970/18.54=1,773$  人/公里，落於指標層級 4，得分 4 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 產業

### (1) 產業種類、工作機會

- 1 分：評估路段範圍內涵蓋的產業屬於同一種產業分類，且無法提供居民工作機會。
- 2 分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，僅能提供少數居民工作機會，大部分居民需至外地尋求工作機會。
- 3 分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，可提供大部分居民工作機會，僅少數居民需至外地尋求工作機會。

- 4分：評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，提供大部分居民工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。
- 5分：評估路段範圍內涵蓋的產業種類多樣化，至少涵蓋三種以上的產業分類，提供所有居民工作機會，居民不需至外地尋求工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在的縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。

評估路段經過南投縣埔里鎮及仁愛鄉，主要的產業為觀光業及農業，且僅能提供少數居民工作機會，路段區域內大部分居民還是須至外地尋求工作機會。因此，評估路段產業種類及工作機會現況，於指標系統中，符合層級 2 的描述，得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」。

## (2) 經濟活動對評估路段運輸的依賴性

- 1分：所有產業活動(含維生基礎系統)皆不需要倚賴評估路段運輸。
- 2分：僅少部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，大部分產業活動不需倚賴評估路段運輸。
- 3分：部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，但主要產業活動需要倚賴評估路段運輸。
- 4分：大部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，僅少部分產業活動不需要倚賴評估路段運輸。
- 5分：所有產業活動(含維生基礎系統)皆需要倚賴評估路段

運輸。

評估路段區部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，符合層級3指標內容的描述，得3分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 10.2 交通需求成果說明

本研究影響交通需求影響因子分「運輸現況」與「替代運輸」兩個項目，共4個評估指標。運輸現況評估「評估路段尖峰小時交通量」、「終點站(中途站)特性」等2個指標；替代運輸評估「可使用的替代道路」、「旅行時間」等2個指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 運輸現況

#### (1) 評估路段尖峰小時交通量(X) (PCU/小時)

- 1分： $X < 200$
- 2分： $200 \leq X < 500$
- 3分： $500 \leq X < 1,000$
- 4分： $1,000 \leq X < 2,000$
- 5分： $2,000 \leq X$

至公路總局網站<sup>[64]</sup>，點選公路統計資訊，下載2011年公路交通量調查統計表。由統計資料得知，試估路段相鄰之台14線，現行的評估路段尖峰小時交通量為1,267PCU/小時，落於指標層級4，得4分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## (2) 終點站(中途站)特性

- 1分：評估路段之終點站(中途站)不為觀光遊憩景點。
- 2分：評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，但平日與假日遊客人次相差不大。
- 3分：評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多一些，偶有塞車，但平均行車速度與原道路行車速限相差不大。
- 4分：評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多，易塞車，道路負載容量不足。
- 5分：評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多很多，嚴重塞車，道路負載容量嚴重不足。

評估路段行經霧社、清境農場、奧萬大等都為觀光遊憩景點。經本研究至現地探查，居民反應評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多很多，嚴重塞車，道路負載容量嚴重不足。評估路段終點站(中途站)特性符合指標層級 5 的描述，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 替代運輸

### (1) 可使用的替代道路

- 1分：評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含二條以上替代公路。
- 2分：評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含一條以上替代公路。

3分：評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且道路服務水準低於評估路段。

4分：評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且僅屬於臨時施工便道之服務水準。

5分：評估路段經過區域未有可使用的替代道路，如道路封閉或中斷，將形成孤島。

經至評估路段現勘，評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路(參考圖 10.1)，且道路服務水準低於評估路段，符合指標層級 3 的描述，得 3 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## (2) 旅行時間(X)

= ( 替代道路所需總旅行時間 / 評估路段所需總旅行時間 )

= ( 50 分 / 20 分 )

= 2.5

1分：  $X < 1.2$

2分：  $1.2 \leq X < 1.5$

3分：  $1.5 \leq X < 2.0$

4分：  $2.0 \leq X < 3.0$

5分：  $3.0 \leq X$

經初步研判，評估路段之開發，將有效縮短原先之旅行時間。本研究在此假設原道路花費時間為 2.5 倍。符合指標層級 4 的描述，得 4 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 10.3 環境衝擊成果說明

本研究影響環境衝擊影響因子分「生態環境衝擊」、「水環境衝擊」、「空氣品質環境衝擊」、「土體破壞衝擊」、「承載量衝擊」4 個項目，共 5 個評估指標。生態環境衝擊評估「台灣自然保護區」與「土體破壞」指標；水環境衝擊評估「水環境」指標；承載量衝擊之環境衝擊評估「環境承載量」指標；空氣品質環境衝擊評估「二氧化碳」指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

#### 1. 台灣自然保護區指標

- 1 分：穿越保護區中間或偏中間位置
- 2 分：側面穿越保護區
- 3 分：緊鄰保護區( $X \leq 1\text{km}$ )
- 4 分：鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )
- 5 分：非位於保護區範圍及其附近區域( $X > 5\text{km}$ )

經電腦軟體套疊圖層得知，評估路段現勘位於保護區範圍及其附近區域 5km 以外之範圍，如圖 10.2 所示。由圖得知，落於層級 5，得 5 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。





圖 10.2 自然保護區指標評估結果

## 2. 水環境指標

- 1 分：公路兩側分別為山及河，且距離河川 20m 內
- 2 分：公路距離河川 20-50m 內
- 3 分：公路距離河川 50-100m 內
- 4 分：公路距離河川 100-500m 內
- 5 分：公路距離河川大於 500m

經套疊圖層得知，評估路段兩側 20m 內皆有為山及河，如圖 10.3 所示。由圖中得知，符合指標層級 1 的描述，得 1 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。



圖 10.3 水環境指標評估結果

### 3. 環境承載量指標

- 1分：未來環境承載量將嚴重超過負荷
- 2分：未來環境承載量將超過負荷
- 3分：未來環境承載量將偶會塞車超過負荷
- 4分：未來環境承載量變化不大
- 5分：未來環境承載量將降低

依據「國道 6 號南投段東延至霧社可行性研究報告<sup>[100]</sup>」以及目前南投縣觀光人口情形判斷，評估路段埔里至霧社之道路未來環境承載量將偶會塞車。符合指標層級 3 的描述，得 3 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 4. 二氧化碳指標

=以公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y)作為評估。

- 1分： $Y/X > 50\%$
- 2分： $30\% < Y/X \leq 50\%$
- 3分： $20\% < Y/X \leq 30\%$
- 4分： $10\% < Y/X \leq 20\%$
- 5分： $Y/X \leq 10\%$

經套疊圖層得知(圖 10.4)，該路段公路開發總長度 18.54km(X)中林地所佔長度 5.8km(Y)=31.3%，符合指標層級 2 的描述，得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。



圖 10.4 二氧化碳指標評估結果

#### 5. 土體破壞衝擊

- 1分：施工過程將有大規模邊坡開挖，挖方量 $\geq 100,000$ 方。
- 2分：施工過程有中等規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於10,000~100,000方。
- 3分：施工過程將有小規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1,000~10,000方。
- 4分：施工過程邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1~1,000方之間。
- 5分：施工過程不須開挖與破壞土體。

經專業技師初步研判，開發路段之開挖，挖方量介於 10,000~100,000 方。符合指標層級 2 的描述，得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 10.4 社會公義成果說明

本研究影響社會公義影響因子分「居民感受」、「在地居民意見表達」兩個項目，共 4 個評估指標。居民感受評估「住民色色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」等 3 個指標；在地居民意見表達評估「公開參與流程及意見回饋」指標。各評估指標之分數勾選，如下所述。

### 1. 居民感受

#### (1) 住民特色

$$\begin{aligned} \text{原住民比例} &= \text{原住民人口數 } \underline{4,878} (X) / \text{總人口數 } \underline{32,970} (Y) \\ &= \underline{15\%} \end{aligned}$$

- 1 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例小於 10%。
- 2 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 10~20%。
- 3 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 20~30%。
- 4 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例介於 30~50%。
- 5 分：原住民居住在評估路段範圍內之比例大於 50%。

開發路段經由埔里至霧社其原住民人口數，可由南投縣政府便民查詢之統計資訊服務網<sup>[101]</sup>查詢得出(<http://www.nantou.gov.tw/>)，資料查詢步驟如下。

- A. 進入南投縣政府統計資訊服務網後，點選查詢人口統計資訊，再點選原住民戶人口數。

- B. 由該處得知，2011 年南投縣仁愛鄉與埔里原住民人數共 4,878 人；總人口數為 32,970 人。
- C. 計算評估路段原住民人口比例為  $4,878/32,970=15\%$ 。符合於指標層級 2 的描述，得分 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

(2) 居民期待度(安全回家的路)

- 1 分：居民期待度非常低
- 2 分：居民期待度低
- 3 分：居民期待度尚可
- 4 分：居民期待度高
- 5 分：居民期待度非常高

本項指標可藉由現地居民問卷之訪問調查，在此假設預開發路段居民期待度尚可，符合指標層級 3 的描述，得 3 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。



### (3) 孤島效應

- 1分：無孤島效應
- 2分：孤島效應屬輕
- 3分：孤島效應屬普通
- 4分：孤島效應屬嚴重
- 5分：孤島效應屬非常嚴重

參考 5.4 節所提之孤島效應理論，由地圖資料以及現場現勘之結果得知，本研究開發路段之孤島效應屬普通程度，符合指標層級 1 的描述，得 1 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 在地居民意見表達-公開參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)、意見回饋(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)

- 1分：沒有公開的參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，且在地居民(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)也沒有給予意見回饋。
- 2分：有公開的參與流程，但在地居民沒有出席，且沒有給予意見回饋。
- 3分：有公開的參與流程，僅少數在地居民出席，且沒有給予意見回饋。
- 4分：有公開的參與流程，大部分在地居民都有出席，且有給予意見回饋。
- 5分：有公開的參與流程，所有在地居民都有出席，並積極參與，且過程中給予許多意見回饋。

由於開發路段還未有公開的公眾參與流程，使在地居民得以表達意見，因此此項指標假設開發路段的政府單位有舉辦公開的公眾參與流程，且大部分居民都有出席，於現場也有給予意見回饋，符合指標層級 4 的描述，得 4 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 10.5 工程風險成果說明

本研究工程風險因子分「開發路廊之環境風險」、「未來氣候變遷造成的風險」、「施工難易度」、「建造成本」、「長期維護成本」，共 5 個評估指標。各評估指標之分數，如后所述。

### 1. 開發路廊之環境風險

- 1 分：非常高潛勢
- 2 分：高潛勢
- 3 分：中潛勢
- 4 分：低潛勢
- 5 分：非常低潛勢

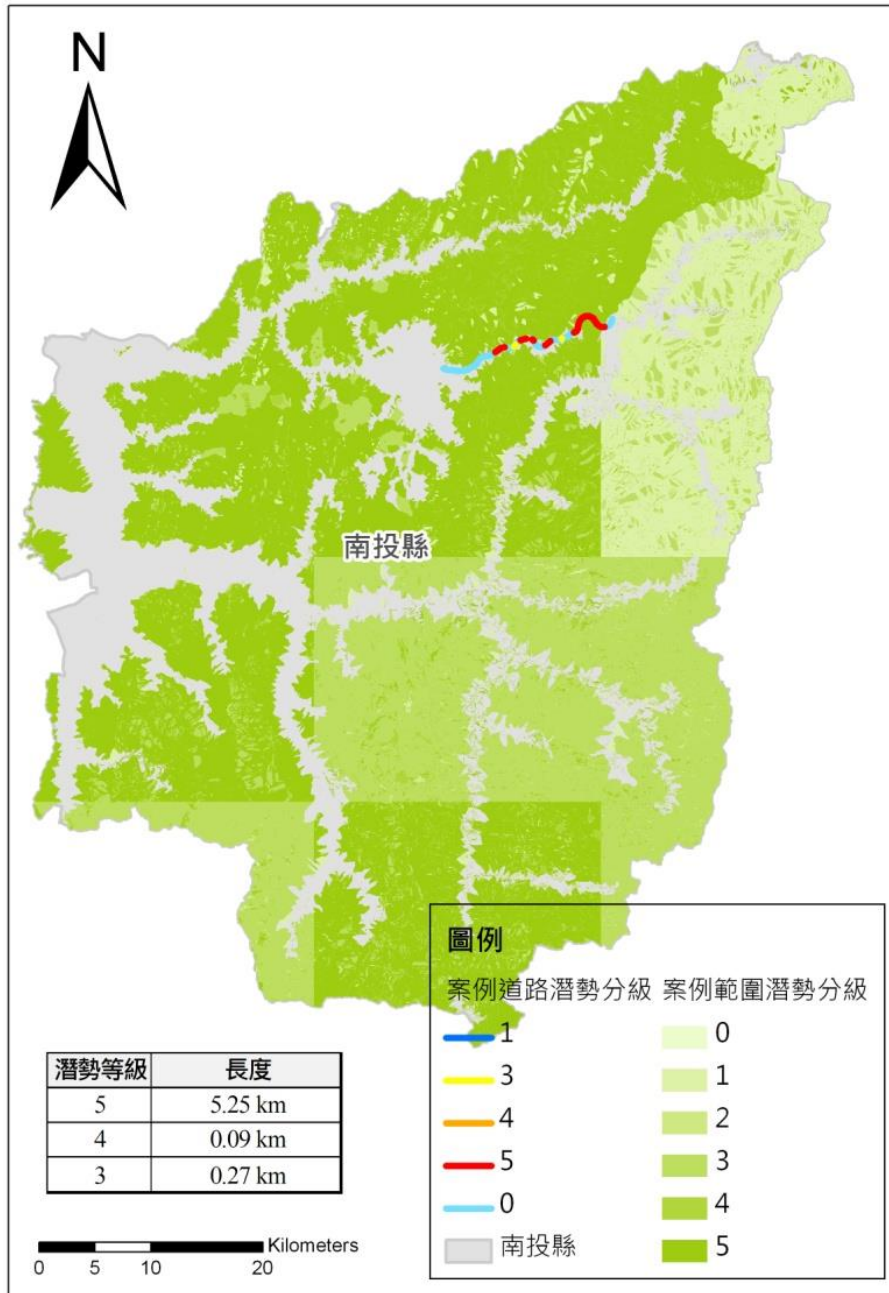


圖 10.5 開發路廊之環境風險圖

本研究為探討開發路廊之環境風險，在此採用經濟部中央地質調查所 2007~2011 年「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫<sup>[99]</sup>」中的岩屑崩滑-落石潛勢圖、岩體滑動潛勢圖、順向坡岩體滑動潛勢圖、土石流發生潛勢圖等項，綜合開發路廊受地質災害影響下可能阻斷之潛勢。

圖 10.5 所示為開發路廊之環境風險圖(包含：非常低、低、中、高、非常高潛勢)。圖中得知，本研究將開發路廊之環境風險有非常高潛勢等級，符合指標層級 1 的描述，得 1 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 2. 未來氣候變遷造成的風險

- 1 分：受氣候變遷影響甚大(例如：高風險以上之影響路段佔 30%以上)
- 2 分：受氣候變遷影響大(例如：高風險以上之影響路段佔 20-30%)
- 3 分：受氣候變遷影響中(例如：高風險以上之影響路段佔 10-20%)
- 4 分：受氣候變遷影響不大(例如：高風險以上之影響路段佔 0-10%)
- 5 分：無受氣候變遷影響(例如：無高風險以上之影響路段)

經濟部水利署「氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究第 2 階段管理計畫<sup>[102]</sup>」，其中關於中部地區 A1B 情境與極端降雨(莫拉克重現)情境之崩塌(含土石流)風險地圖，預計於 2013 年底產出。本研究依據試評路段所在位置以及位處較高高程之山區，初步認定受氣候變遷影響大，故在此假設本項評估指標得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 3. 施工難易度

- 1分：開發工程屬極難施工
- 2分：開發工程屬難施工
- 3分：開發工程屬普通施工
- 4分：開發工程屬易施工
- 5分：開發工程屬極易施工

本研究在此針對開發工程施工難易度進行分等級之探討，藉由本研究團隊之專業工程師至評估路段現勘得知，開發路段的施工工程屬難施工程度，得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

### 4. 建造成本

- 1分：建造成本極高
- 2分：建造成本高
- 3分：建造成本普通
- 4分：建造成本低
- 5分：建造成本極低

本研究在此針對建造成本進行分等級之探討，藉由本研究團隊之專業工程師至評估路段現勘得知，開發路段穿經山區，由於大部分路段需採隧道及橋梁型式構建，工程費高，故開發路段的建造成本極高，得 1 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 5. 長期維護成本

- 1分：長期維護成本極高
- 2分：長期維護成本高
- 3分：長期維護成本普通
- 4分：長期維護成本低
- 5分：長期維護成本極低

本研究在此針對長期維護成本進行分等級之探討，藉由本研究團隊之專業工程師至評估路段現勘得知，開發路段的長期維護成本高，得 2 分(詳細操作流程請參考本研究撰寫之「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」)。

## 10.6 小結

本研究選取選取為配合發展中部地區觀光與運輸需求所延長之國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線(全長 18.54KM)，作為公路開發需求性探討之案例分析。各評估指標分述如表 10.1 所示。

依據本研究研擬之公路開發機制與準則(圖 8.2)得知，國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線之總分為 2.76 分，開發機制屬於低需求性開發。藉本系統亦得知，目前該開發路段之需求性不高，沒有國道的需求，只建議「公路等級五級路」及「產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路公路等級六級路，或可能不屬公路標準，而屬農路、產等」二種開發準則。公路等級五級路則可依行政系統分為省道、縣道、鄉道以及專用公路(詳表 2.1)。



表 10.1 開發路廊案例探討結果

影響因子	考量項目	評估指標	分數	得分	總分	
公路開發需求性評分系統	經濟發展 (15%)	地區	平均服務人口 (5%)	4	0.47	2.76
		產業	產業種類及工作機會 (3%)	2		
			經濟活動對評估路段運輸的依賴性 (7%)	3		
	交通需求 (25%)	運輸現況	前路段尖峰小時交通量(PCU/小時) (10%)	5	1.08	
			終點站(中途站)特性 (4%)	5		
		替代運輸	可使用的替代道路 (6%)	3		
			減少的旅行時間 (5%)	4		
	環境衝擊 (20%)	生態環境	台灣自然保護區指標 (4%)	5	0.45	
			是否容易通過環評 (7%)	2		
		水環境	水環境指標 (3%)	1		
		乘載量衝擊	環境乘載量 (4%)	1		
	社會公義 (10%)	居民感受	住民特色 (2%)	5	0.3	
			居民期待度(安全回家的路) (3%)	3		
			孤島效應 (3%)	1		
		在地居民意見表達	公開參與流程及意見回饋 (2%)	4		
	工程風險 (30%)	開發路廊之環境風險(地形、地質與水文等) (9%)		1	0.46	
		未來氣候變遷造成的風險 (5%)		2		
		施工難易度 (6%)		2		
建造成本 (5%)		1				
長期維護成本 (5%)		2				

## 第十一章 公路安全度(風險)評估機制

本研究於報告前文所建置之公路需求性評分系統是屬於大區域之初步評估，考量層面相對較廣(含經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險)。本章節所建立之公路安全度(風險)則屬公路元件(小區域)之細部評估，考量層面僅針對工程風險項目進行現場勘查與深入探討。

針對公路安全度(風險)評估方法之開發，本研究參考破壞模式與影響分析法(Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)。此法以往多應用於製造業與加工業，國內常翻譯為「失誤模式效應分析」，為風險定性評估之常用工具。中興工程顧問公司曾將 FMEA 應用於水壩之安全評估<sup>[103]</sup>，獲得不錯的成績(2007 年破壞模式與影響分析應用於土石壩風險管理案例探討<sup>[103]</sup>)。進行破壞模式與影響分析時，先將目標物分解為子系統及元件，再判斷元件破壞模式。FMEA 並非僅考慮目標物的全面破壞模式，而是考慮維持目標物功能之各系統元件的潛在破壞模式及其對系統功能的影響。

圖 11.1 所示為 FMEA 執行流程，FMEA 係由專業團隊實地訪察及閱讀相關文件之後，判定某段公路結構(如邊坡、橋梁、隧道等)破壞發生的可能性與後果嚴重性，決定其對目標物(某路段)性能之影響，計算出公路各子系統之「破壞風險度」，經由綜合評估某段公路所面臨的各項風險，作為後續管理工作控制風險的依據。因此，FMEA 是否有效，執行團隊專業能力及資料充足程度，佔相當重要的角色。

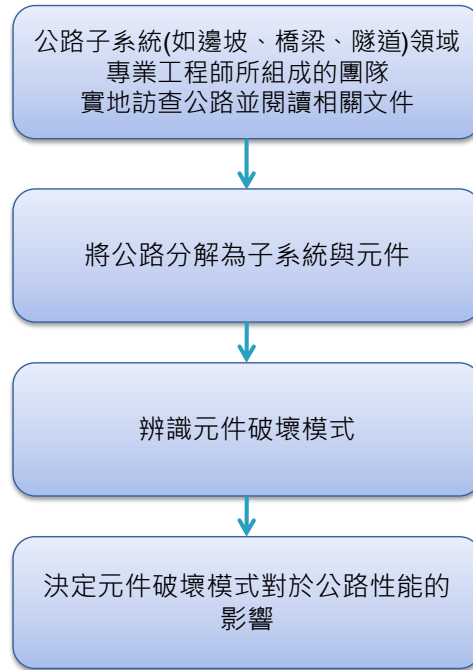


圖 11.1 破壞模式與影響分析(FMEA)執行流程

FMEA 的目的在於全面了解子系統的組成結構，辨識所有元件的功能，辨識所有元件的破壞模式及其對系統功能的影響，以下為大致之執行步驟。

1. 了解系統及其功能：描述所有元件的特徵、作用與功能，了解目前狀況(包括修復及可靠度)，元件與元件之間的功能關係，子系統與元件的上、下層關係，及施工前、設計文件、施工紀錄、後續補強維護與監測紀錄等資料或報告的蒐集。
2. 系統拆解：系統拆解取決於系統的複雜度、系統破壞結果、元件個體之關鍵性及分析的範疇。
3. 元件拆解的過程中，需明確了解元件的功能性，其功能可能有多項及次要的功能。

4. 篩選元件：有助於了解有哪些元件可能很重要，而需要仔細的分析評估。
5. 需針對每一元件破壞的影響，決定所有可能的影響，這包括元件破壞不影響其他元件或含有該元件之子系統的功能、間接影響一個或多個元件、直接影響系統運作或上述可能影響的組合等。
6. 以分析表或工作表展示子系統、子系統名稱、元件功能與編號、元件破壞模式及其對系統的影響或對其他元件的影響或互制等，以呈現分析結果。

進行公路之破壞模式與影響分析時，針對公路之特性，首先將公路區分成「子系統」，包括：邊坡(含路基)、橋梁、隧道，再分解為各構造型式之元件，最後再判斷元件破壞模式，決定其對公路性能之影響。而本研究定義之「安全度」係將「破壞風險度」反向思考，以轉換成正向之定義。

## 11.1 安全度的計算

依邊坡(含路基)、橋梁及隧道分別建置評分表格，其中，「路段安全性」及「影響交通程度」各分為 5 分，兩者相乘即為安全度。計算公式如下，分數代表意義如表 11.1 與表 11.2。

$$\text{安全度} = \text{路段安全性} \times \text{影響交通程度}$$

表 11.1 路段安全性分數之代表意義

路段安全性	分數
極高	4.2~5.0
高	3.4~4.2(不含)
持平	2.6~3.4(不含)
低	1.8~2.6(不含)
極低	1.0~1.8(不含)

註：分數越高越安全。

表 11.2 影響交通程度分數之代表意義

影響交通程度	分數
不影響交通	5
輕微影響(需封閉部分車道)	4
有影響(需封閉全部車道 1~3 天)	3
嚴重影響(需封閉全部車道 3 天以上)	2
6 個月以上無法恢復交通	1

註：分數越高越無影響。

## 11.2 評分流程

Step 1：將擬評分之公路(ex：台 21、台 8、台 9 等)，依里程及其構造型式，包括邊坡(含路基)、橋梁、隧道，分段拆解成各元件。需注意的是，構造型式相同而里程切割後即屬不同元件；另針對部分長度較長之邊坡，可依地工特性再由評估者依其專業判斷細分為不同長度之數個元件。表 11.3 為台 27 線公路某路段之元件分段結果範例表。

Step 2：將各分析元件依其構造型式所對應之評分表進行評分，以求得各路段之安全度（即各元件之「路段安全性」與「影響交通程度」之乘積），並進行彙整如表 11.3 之試算例。【註：路段安全度可能介於 1~25 分，得分越高、安全度越高】

Step 3：綜合公路各元件之評分結果，將元件安全度小於 9 之長度累加以及計算其佔公路總長之比例(二者取平均值)，即可由表 11.4 判定公路安全度評級。評級分數介於 1~5 級，分數越高公路越安全。

表 11.3 公路各路段安全度評比(範例表)

公路	起點	終點	長度	構造型式	區段特性	路段安全性評分	影響交通程度	路段安全度
台 27	3K+480~3K+945		465	橋梁	鋼橋	4	4	16
台 27	3K+100	2K+600	500	邊坡 (含路基)	山區	4.3	5	21.5
台 27	2K+600	2K+450	135	邊坡 (含路基)	山區	2.9	5	14.5
台 27	2K+500~2K+515		15	橋梁	RC 橋	1	3	3
台 27	2K+450	1K+250	1180	邊坡 (含路基)	山區	2.5	3	7.5
台 27	1K+400~1K+420		20	橋梁	RC 橋	1	3	3
台 27	1K+250	0K+750	500	邊坡 (含路基)	山區	2.9	4	11.6
台 27	0K+750	0K	750	邊坡 (含路基)	平原	4.3	5	21.5

表 11.4 公路安全度評級標準

元件安全度<9 之 累積長度(km)	元件安全度<9 之累積長 度佔公路總長之比例	公路 安全度評級
0	0	5
0~1.0km(含)	0~15%	4
1.0~5.0km(含)	15~30%	3
5.0~10.0km(含)	30~50%	2
>10.0km	>50%	1

註：安全度與安全度評級，評級越高越安全。



### 11.3 安全度評分表建置

本研究分為三個子系統，分別為邊坡(含路基)、橋梁、隧道。依據第四章之公路設施脆弱度及衝擊度評估，在此研擬出邊坡(含路基)之安全度評分表，如表 11.5 所示。影響交通程度之評分應依表 11.2 進行分析；針對路段安全性之評估則需依可能之地質災害包括岩(土)體滑動、落石、岩(土)屑崩滑及土石流進行分類，各個地質災害所需包括之評分項目則參考「經濟部中央地質調查所之地質災害潛勢評分項目」、「RHRS 落石風險評估準則」及「國道高速公路局中區工程處轄區邊坡監測分析與評估技術服務工作」等進行制定。各項目之評分原則分為 4 級，其分數分別為 5、3.7、2.3 及 1（分數間距採等分原則）。整個邊坡(含路基)安全性子評分表如表 11.6 所示。

隧道之安全度評分表如表 11.7，其中包括隧道一般結構及洞口邊坡兩個部分。針對影響交通程度之評估均依表 11.2 進行分析；對於隧道一般結構之安全性則分為襯砌、洞門結構及路面等三項進行評估。應評估之項目包括隧道排水系統、斷層影響、隧道使用年、隧道二次襯砌材料及現場破壞徵兆等。各項目之評分原則分為四級，其分數分別為 5、3.7、2.3 及 1（分數間距採等分原則）。整個隧道一般結構安全性子評分表如表 11.8 所示。隧道洞口邊坡之安全性則參考上述邊坡(含路基)安全性子評分表(表 11.6)進行分析。

至於橋梁子系統之評分項目如表 11.9~11.13 所示。主要係修改自公路總局「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究<sup>[104]</sup>」之計畫成果。考量橋梁破壞可能受地震、洪泛之影響或承载力不足之情況，因此分別針對此三種情境進行分析評分（評分表格詳表 11.11~表 11.13），而後加權得到該橋梁之安全性評分（如表 11.10），再與「橋梁結構完善程度」（意即等同於邊坡、隧道之「影響交通程度」）之乘積，以求得該橋梁元件之安全度評分（如表 11.9）。

表 11.5 邊坡(含路基)安全度評分表

公路/里程		長度(m)	
路段特性	<input type="checkbox"/> 山區段 <input type="checkbox"/> 平原段		
破壞模式 <sup>a</sup>	路段安全性 <sup>b</sup>	影響交通程度 <sup>c</sup>	安全度 (=bxc)
岩(土)體滑動			
落石			
岩(土)屑崩滑			
土石流			
此邊坡(含路基)之安全度【取最小值】			
評估者		評估日期	

<sup>a</sup> 岩(土)體滑動包含平面型、圓弧型、楔型及複合型等破壞模式；岩(土)屑崩滑則指表層材料滑動。

<sup>b</sup> 參考邊坡(含路基)子評分表。

<sup>c</sup> 參考表 11.2。

表 11.6 邊坡(含路基)安全性子評分表

評分項目 <sup>註1</sup>	分數			
	5	3.7	2.3	1
1 地下水(滲流)	乾	溼	滲水	湧水
2 坡高(m)	<15	15~25	25~35	>35
3 植被	完整岩石或完全覆蓋(覆蓋面積 $\geq 90\%$ )	茂密(90%>覆蓋面積 $\geq 50\%$ )	稀疏(50%>覆蓋面積 $\geq 10\%$ )	裸露或落石堆積(覆蓋面積<10%)
4 地質災害潛勢(參考中央地調所資料, 並依現況修正)				
岩(土)體滑動	未納入分析	低	中	高
落石	未納入分析	低	中	高
岩(土)屑崩滑	未納入分析	低	中	高
土石流	低	中	中高	高
5 現場坡面型態或破壞徵兆				
岩(土)體滑動	完整岩體或正交坡、逆向坡	斜交坡	順向坡, 惟坡趾未出露; 坡面無明顯破壞徵兆	順向坡坡趾出露或坡面有凹陷隆起等破壞徵兆
落石	坡面平坦( $\leq 20$ 度)	坡面較陡(20~45度)	坡面陡峻( $\geq 45$ 度)且岩石節理發達, 坡高大於 30m	坡面倒懸有危石
岩(土)屑崩滑	無岩(土)屑堆積物	岩(土)屑堆積物不顯著	有岩(土)屑堆積惟無滑動跡象	有明顯或新鮮岩(土)屑堆積且曾滑動
土石流	無溪流通過	有溪流通過	似有土石流型態, 惟近期無活動跡象	顯見之逆級配堆積或土石流型態
6 河岸淘刷	無	輕微	中等	嚴重
7 單日超大豪雨 <sup>註2</sup>	近 5 年不曾發生	近 5 年至少 1 次	近 2 年至少 1 次	近 2 年至少 2 次
8 場址地震加速度(g)	<0.2	$0.2 \leq Z < 0.28$	$0.28 \leq Z < 0.32$	$\geq 0.32$
9 保護設施設置妥適性 <sup>註3</sup>				
岩(土)體滑動	佳	良	可	差
落石	佳	良	可	差
岩(土)屑崩滑	佳	良	可	差
土石流	佳	良	可	差
10 排水措施妥適性	佳	良	可	差
路段安全性評分(評分項目之分數加總平均)				
岩(土)體滑動				
落石				
岩(土)屑崩滑				
土石流				

註 1：各邊坡元件請分別依「岩(土)體滑動」、「落石」、「岩(土)屑崩滑」、「土石流」評分。

註 2：超大豪雨依中央氣象局標準為「24 小時內累積雨量達 350mm 以上」。

註 3：明隧道需納入「9 保護設施設置妥適性」評估。

表 11.7 隧道安全度評分表

隧道/里程		長度(m)	
<b>隧道一般結構</b>			
分析元件	路段安全性 <sup>a</sup>	影響交通程度 <sup>b</sup>	安全度 (=a×b)
襯砌內部結構 等			
洞門結構			
路面			
此隧道一般結構之安全度【取最小值】			
評估者		評估日期	

<sup>a</sup> 參考隧道一般結構子評分表。

<sup>b</sup> 參考表 11.2。

隧道/里程		長度(m)	
<b>隧道洞口邊坡</b>			
分析元件	安全性 <sup>a</sup>	影響交通程度 <sup>b</sup>	安全度 (=a×b)
岩(土)體滑動			
落石			
岩(土)屑崩滑			
土石流			
此隧道洞口邊坡之安全度【取最小值】			
評估者		評估日期	

<sup>a</sup> 參考邊坡(含路基)子評分表。

<sup>b</sup> 參考表 11.2。

表 11.8 隧道一般結構安全性子評分表

評分項目	分數			
	5	3.7	2.3	1
1 通風、照明及安全措施	佳	良	可	差
2 排水系統	正常無水	有水且排水正常	阻塞或排水容量不足	失效或未設置
3 斷層影響	>1km	<1km 且不相交	非平行相交	近平行相交
4 隧道使用年(年)	使用年<10	10≤使用年<25	25≤使用年<50	使用年≥50
5 隧道二次襯砌材料				
襯砌內部結構等	RC	磚造	無	/
洞門結構	RC	磚造	無	
6 現場破壞徵兆				
襯砌內部結構等	無	輕微	中度	顯著
洞門結構	無	輕微	中度	顯著
路面	無	輕微	中度	顯著
路段安全性評分(評分項目之分數加總/參與評分之項目總數)				
襯砌內部結構等				
洞門結構				
路面				
備註				

註：隧道一般結構，請分別依「襯砌」、「洞門結構」、「路面」3 項進行評分(前兩者有 6 個評分項目、路面則有 5 個評分項目)。

表 11.9 橋梁安全度評分表

橋梁/里程		長度(m)	
橋梁型式	<input type="checkbox"/> 涵管便橋 <input type="checkbox"/> 鋼便橋 <input type="checkbox"/> RC橋 <input type="checkbox"/> 鋼橋 <input type="checkbox"/> 其他(請註明):		
橋梁安全性 <sup>a</sup> (P)	P=5【路段安全性極高】		
	P=4【路段安全性高】		
	P=3【路段安全性持平】		
	P=2【路段安全性低】		
	P=1【路段安全性極低】		
橋梁結構完善程度 (C)	C=5【外觀無明顯異狀，且基礎無外露現象】		
	C=3【護欄擠壓、體結構龜裂、附屬設施破壞，且基礎明顯淘刷外露】		
	C=1【橋梁崩塌、傾斜、陷落，或橋面錯位】		
橋梁安全度 <sup>c</sup>	橋梁安全性 P x 橋梁結構完善程度 C		
評估者		評估日期	

<sup>a</sup> 參考橋梁安全性評分表(表 11.10) 評分。

<sup>b</sup> 橋梁結構完善程度應依橋梁安全性評分表之各破壞誘因綜合考量。

<sup>c</sup> 安全度為「橋梁安全性」與「橋梁結構完善程度」兩者乘積。

表 11.10 橋梁安全性子評分表

破壞誘因	評分 <sup>a</sup>	權重	加權總分 S <sup>b</sup>	路段安全性
受地震破壞	(A)	0.3		$20 \geq S > 0$ P=5【路段安全性極高】
				$40 \geq S > 20$ P=4【路段安全性高】
受洪泛破壞	(B)	0.6		$60 \geq S > 40$ P=3【路段安全性持平】
				$80 \geq S > 60$ P=2【路段安全性低】
承載力不足	(C)	0.1		$100 \geq S > 80$ P=1【路段安全性極低】

<sup>a</sup> 各破壞誘因之評分(A)、(B)、(C)分別取自表 11.11~11.13，滿分均各為 100。

<sup>b</sup>  $S = 0.3x$ 「受地震破壞之評分」+  $0.6x$ 「受洪泛破壞之評分」+  $0.1x$ 「承載力不足之評分」。



表 11.11 橋梁受地震破壞之可能性

橋梁名稱：\_\_\_\_\_ 編號：\_\_\_\_\_ 里程：\_\_\_\_\_

設計年度：民國 49 年以前 民國 49~76 年 民國 76~84 年 民國 84~89 年 民國 89 年以後

	評分項目	配分	權重評估方式	權重 (W)	評分
工址環境	震區係數	20	$W=(Z-Z_0)/Z_0 \leq 1.0$ 【Z：現行規範之工址水平加速度係數；Z <sub>0</sub> ：設計之工址等值水平加速度係數】		
	液化潛能	4	<input type="checkbox"/> 橋址位於液化區 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 砂質土層 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 無 (W=0)		
	基礎裸露深度	8	<input type="checkbox"/> 基樁裸露或 $R \geq 2.0$ ，(W=1.0)； <input type="checkbox"/> $1.0 \leq R < 2.0$ ，(W=R-1)； <input type="checkbox"/> $R < 1.0$ ，(W=0)； 【R=基礎裸露深度(m)/1.2m 或 R=基礎裸露深度(m)/基礎版厚度(m)】		
結構系統	靜不定度	6	<input type="checkbox"/> 兩向均單柱式 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 壁式橋墩或橋台 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 一向具多柱式 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 兩向均多柱式 (W=0)；		
	橋柱高寬比	8	$R < 2$ 或 $R > 4$ ，W=0； $2 \leq R \leq 4$ ，W=(4-R)/2 【R=橋柱高寬比】		
	橋柱高度	4	W=橋柱高度 H(m)/15；若 $H \geq 15m$ ，則 W=1.0		
	振動單位中橋柱最高與最低之比值	6	<input type="checkbox"/> 大於 1.5 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 1.5~1.1 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 小於 1.1 (W=0)；		
	斜交角度	6	W=0°/45° (≤1.0)；【θ°：斜交角度】		
	基礎型式	4	<input type="checkbox"/> 具直接基礎 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 具樁基礎 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 沉箱基礎 (W=0)；		
	橋柱裂損程度	10	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 裂損 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 微裂損 (W=0.25)； <input type="checkbox"/> 無裂損 (W=0)		
其它異常現象	8	橋柱不直、跨度差異大、曲線橋、橋墩型式不同、基礎受損、未曾受強烈地震考驗之新型橋梁...等(W=0~1.0，由評估者斟酌給分)			
設計年代	16	<input type="checkbox"/> 民國 76 年以前 (W=1.0)； <input type="checkbox"/> 民國 76~84 年 (W=0.75)； <input type="checkbox"/> 民國 84 年~89 年 (W=0.5)； <input type="checkbox"/> 民國 89 年以後(W=0)；			
小計	100	A、「公路橋梁受地震破壞之可能性」評分			
備註					

註：修改自公路總局「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究<sup>[104]</sup>」計畫成果。

表 11.12 橋梁受洪泛破壞之可能性

橋梁名稱：\_\_\_\_\_ 編號：\_\_\_\_\_ 里程：\_\_\_\_\_

評分項目		配分	權重評估方式	權重 (W)	評分
河川 環境	主河道變遷	5	<input type="checkbox"/> 嚴重變遷(W=1.0) <input type="checkbox"/> 輕微變遷(W=0.5) <input type="checkbox"/> 無(W=0)		
	河川整治辦理情形	5	<input type="checkbox"/> 尚未辦理 (W=1.0) <input type="checkbox"/> 1000公尺以內完成，其他未辦理(W=0.5) <input type="checkbox"/> 已完成 (W=0)		
	河川沖刷潛能	5	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input type="checkbox"/> 低(W=0)		
	採砂行為	5	<input type="checkbox"/> 1000公尺以內 (W=1.0); <input type="checkbox"/> 1000公尺以上 (W=0.5) <input type="checkbox"/> 無採砂行為 (W=0)		
	主河道土石流影響	10	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input type="checkbox"/> 低(W=0)		
	支流土石流影響	7.5	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input type="checkbox"/> 低(W=0)		
	基礎保護工現況	10	<input type="checkbox"/> 不良(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中等(W=0.5) <input type="checkbox"/> 良好或無須保護(W=0)		
橋梁 配置	橋墩型式	5	<input type="checkbox"/> 單柱橋墩(W=1.0); <input type="checkbox"/> 雙柱橋墩(W=0.5); <input type="checkbox"/> 多柱或壁式橋墩(W=0)		
	基礎剩餘長度與原有長度比值	10	(1)基樁：當 $(H_{left}/H) < 0.6$ ， $W = 1.0$ ； 當 $0.6 \leq (H_{left}/H) \leq 1.0$ ， $W = 2.5 - 2.5(H_{left}/H)$ (2)沉箱：當 $(H_{left}/H) < 0.4$ ， $W = 1.0$ ； 當 $0.4 \leq (H_{left}/H) \leq 1.0$ ， $W = 3/5 - 3/5(H_{left}/H)$ (3)直接基礎： <input type="checkbox"/> 置於砂礫層，有沖刷之虞(W=1.0); <input type="checkbox"/> 置於岩盤表層(W=0.5); <input type="checkbox"/> 深入岩盤(W=0)		
	橋墩等值寬度 $b_{eff}$	5	當 $b_{eff} > 8$ ， $W = 1.0$ ；當 $2 \leq b_{eff} < 8$ ， $W = -1/3 + (1/6)b_{eff}$ ；當 $2 < b_{eff}$ ， $W = 1.0$		
	橋墩方向與河川流向角度	5	當 $K \leq 2.0$ ， $W = K - 1$ ；當 $K > 2.0$ ， $W = 1.0$ 【 $K = [(l/b_{eff})\sin\theta + \cos\theta]^{0.65}$ ；其中 $l$ ：橋墩沿垂直車行方向深度； $b_{eff}$ ：橋墩等值寬度】		
	阻水面積比 $R_A\%$	5	$W = (R_A - 5)/5 \leq 1.0$		
	梁底高程	5	$W = 1 - (\text{梁底高程} - \text{計畫洪水位})/2$ 或 $W = 1 - (\text{梁底高程} - \text{堤頂高程})/1.5$		
	支承現況與防落長度	7.5	<input type="checkbox"/> 劣(W=1.0) <input type="checkbox"/> 尚可(W=0.5) <input type="checkbox"/> 良好(W=0)		
	橋墩形狀	5	<input type="checkbox"/> 平頭墩(W=1.0) <input type="checkbox"/> 圓形或圓頭墩(W=0.5) <input type="checkbox"/> 尖頭墩(W=0)		
其他影響耐洪能力之異常現象	5	橋墩及基礎變位傾斜、下部結構被撞擊損害...等(W=0~1.0，由評估者斟酌給分)			
小計	100	B、「公路橋梁受洪泛破壞之可能性」評分			
備註					

註：修改自公路總局「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究<sup>[104]</sup>」計畫成果。

表 11.13 橋梁承載力不足導致破壞之可能性

橋梁名稱：\_\_\_\_\_ 編號：\_\_\_\_\_ 里程：\_\_\_\_\_

評分項目		配分	權重評估方式	權重 (W)	評分
基本資料	設計載重	6	<input type="checkbox"/> HS-20 以下(W=1.0); HS-20+0~25%( W=0.5) <input type="checkbox"/> HS-20+25% 以上(W=0)		
	重車流量	10	<input type="checkbox"/> 2000 以上(W=1.0); <input type="checkbox"/> 1000~2000(W=0.5) <input type="checkbox"/> 0~1000(W=0)		
	結構型式	6	<input type="checkbox"/> 簡支(W=1.0) <input type="checkbox"/> 非簡支(W=0.5)		
橋面版	磨耗層表面平整度	6	<input type="checkbox"/> 嚴重不平整(W=1.0); <input type="checkbox"/> 略不平整(W=0.5) <input type="checkbox"/> 平整(W=0)		
	磨耗層厚度	10	$\frac{h_E - h_0}{0.5(h_0 + h_p)} \leq 1.0$ ; $h_E - h_0 \geq 0$		
	混凝土橋面版	9	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損(W=1.0); <input type="checkbox"/> 裂損(W=0.5) <input type="checkbox"/> 微裂損(W=0.25); <input type="checkbox"/> 無裂損(W=0)		
伸縮縫	構造現況及功能	6	<input type="checkbox"/> 劣(W=1.0); <input type="checkbox"/> 尚可(W=0.5); <input type="checkbox"/> 良好(W=0)		
上部結構	主梁	12	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損(W=1.0); <input type="checkbox"/> 裂損(W=0.5) <input type="checkbox"/> 微裂損(W=0.25); <input type="checkbox"/> 無裂損(W=0)		
	隔梁數	4	$\frac{L}{N+1} - 6 \leq 1.0$ 【L: 跨徑, N: 不含端隔梁之中隔梁數】		
	隔梁功能	4	<input type="checkbox"/> 劣(W=1.0); <input type="checkbox"/> 尚可(W=0.5); <input type="checkbox"/> 良好(W=0)		
	支承現況	6	<input type="checkbox"/> 劣(W=1.0); <input type="checkbox"/> 尚可(W=0.5); <input type="checkbox"/> 良好(W=0)		
下部結構	帽梁、橋墩、橋台、基礎	6	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損(W=1.0); <input type="checkbox"/> 裂損(W=0.5) <input type="checkbox"/> 微裂損(W=0.25); <input type="checkbox"/> 無裂損(W=0)		
限重及限速		4	<input type="checkbox"/> 兩者皆無(W=1.0); <input type="checkbox"/> 有其中一種(W=0.5) <input type="checkbox"/> 兩者皆有(W=0)		
其他		10	影響載重安全之異常現象 (W=0~1.0, 由評估者斟酌給分)		
小計		100	C、「公路橋梁承載力不足導致破壞之可能性」評分		
備註					

註：修改自公路總局「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究<sup>[104]</sup>」計畫成果。

## 11.4 安全性子評分表評分原則說明

本節主要說明 11.3 節中，各子系統之安全性評估項目的評分原則，包括邊坡(含路基)、隧道一般結構及橋梁等，其中隧道洞口邊坡之內容因與邊坡(含路基)之安全性評估表相同，在此即不重覆說明。

### 1. 邊坡(含路基)安全性子評分表

#### (1) 地下水(滲流)

表 11.6 所述之地下水狀況評估為定性化之描述，所分類之等級包括乾、溼、滲水及湧水等。為使評估能更加客觀，建議評比地下水狀態時可依以下照片說明（圖 11.2）進行分類。



圖 11.2 地下水狀況之照片說明



## (2) 坡高

坡高分級之劃分基準為 15、25 及 35m。由於係採定量描述，故在評估上較無爭議，在現場評估時建議攜帶掌上型測距儀進行量測。

圖 11.3 為坡高評分之照片說明。



圖 11.3 坡高評分之照片說明

## (3) 植被

邊坡植被狀況為求易於評估，故採半定量之描述方式，所分類之等級包括：(1)完整岩石或完全覆蓋(覆蓋面積 $\geq 90\%$ )；(2)茂密( $90\% >$  覆蓋面積 $\geq 50\%$ )；(3)稀疏( $50\% >$  覆蓋面積 $\geq 10\%$ )；(4)裸露或落石堆積(覆蓋面積 $< 10\%$ )等 4 級。為使評估能更加客觀，建議現場評估植被狀態時可依圖 11.4 照片說明進行分類。

#### (4) 地質災害潛勢

各元件之地質災害潛勢建議參考「經濟部中央地質調查所<sup>[99]</sup>」之地質災害潛勢圖進行初步評分。圖 11.5 為臺灣南部某圖幅之地質災害潛勢圖。由於該地質災害潛勢圖係以 10mx10m 之數值地形圖進行製作，此精度不一定能完整反應實際情況，建議配合現場勘察，視情況由評分者進行必要之調整。

#### (5) 現場坡面型態或破壞徵兆

現場坡面型態或破壞徵兆項目中係依不同地質災害進行區分，每種地質災害分為 4 個等級，各分級之定性描述及照片說明如圖 11.6 至圖 11.9 所示。



圖 11.4 植被狀況之照片說明



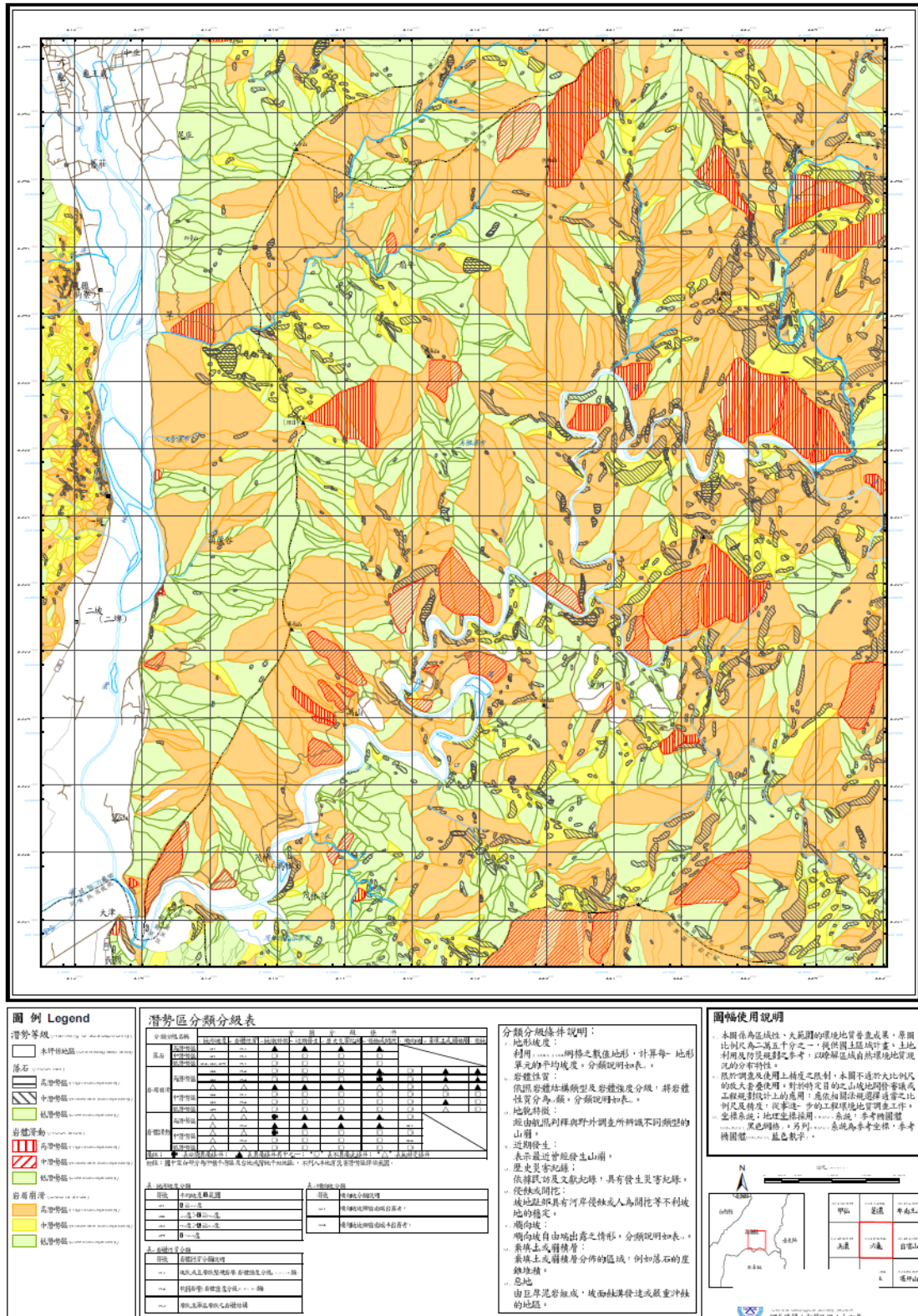


圖 11.5 地質災害潛勢圖例



逆向坡(凡坡面與層面、坡面與劈理面之走向交角不超過二十度，且傾向相反者)



斜交坡(凡坡面與層面、坡面與劈理面之走向交角二十度以上者)



順向坡，惟坡趾未出露；坡面無明顯破壞徵兆



順向坡坡趾出露或坡面有凹陷隆起等破壞徵兆

圖 11.6 岩(土)體滑動定性評分之照片說明



坡面平坦



坡面凹凸



坡面倒懸有危石

圖 11.7 落石定性評分之照片說明





無岩(土)屑堆積物



岩(土)屑堆積不明顯



有岩(土)屑堆積惟無滑動跡象



有明顯或新鮮岩(土)屑堆積且曾滑動

圖 11.8 岩(土)屑崩滑定性評分之照片說明



無溪流通過



有溪流通過



似有土石流型態，惟近期無活動跡象



顯見之逆級配堆積或土石流型態

圖 11.9 土石流定性評分之照片說明

## (6) 河岸淘刷

河岸淘刷評估同樣亦為定性化之描述，所分類之等級包括無、輕微、中等及嚴重。相關定性評分之河岸照片說明詳參圖 11.10。惟此項目需留意若現況已設置護岸工程時，評分可適度提升。



無



輕微



中等(河道與河岸平行)



嚴重(攻擊坡)

**圖 11.10 河岸淘刷定性評分之照片說明**

## (7) 單日超大豪雨

單日超大豪雨之分級包括：近 5 年內不曾發生單日雨量達 350mm 以上、近 5 年內至少發生 1 次、近 2 年內至少發生 1 次及近 2 年內至少發生 2 次以上等 4 種情況。由於單日超大豪雨係依據中央氣象局之定義，在執行時較無爭議，僅需蒐集評估地區之鄰近雨量站資料，即可進行此分數之估算。

### (8) 場址地震加速度

場址地震加速度分級標準為 0.2、0.28 及 0.32g。由於定義明確，在評分時應無爭議。執行時可採公路橋梁設計規範分析或建築物耐震設計規範及解說等進行評估計算，再由計算求得之場址地震加速度進行評分。

### (9) 保護設施設置妥適性

保護設施設置妥適性應綜合評估邊坡之保護工是否依其可能之各項地質災害進行保護。例如：針對具落石危害之邊坡應觀察是否設有防落石網；具岩屑崩滑潛勢之邊坡是否設置護坡工程；以及針對順向坡是否避免邊坡砍腳見光等。

## 2. 隧道一般結構安全性子評分表

### (1) 排水系統

排水系統之分級標準已於表 11.8 明確說明，在此即不重覆贅述。在進行現場勘查時，應依排水系統配置及當時運作情況評估；惟若現場無法判斷排水系統運作情況時(如隧道盲溝)則建議以保守評估。評分例如圖 11.11。





圖 11.11 排水系統輕微阻塞例

## (2) 斷層影響

針對斷層影響之項目，本系統考量斷層與隧道之相對位置，距離斷層越近甚至相交則影響越大。然由於斷層與隧道之相對位置難以由現場觀察，因此在分析時應將隧道線形及斷層分布套疊於同一平面，再進行評估分析。

## (3) 隧道使用年

隧道使用年之分級標準為 10、25 及 50 年。此項目為隧道完工後之使用年，使用年越長代表隧道結構系統材料老化、劣化之情形可能愈嚴重，故評估分數也愈低。

## (4) 隧道二次襯砌材料

隧道二次襯砌材料須依隧道一般段襯砌及洞門結構分別評分，其標準主要分為鋼筋混凝土、磚造（圖 11.12 及圖 11.13）或無二次襯砌三大類。值得一提的是即使隧道沒有二次襯砌仍不屬最危險等級，



主要原因乃隧道開挖後之穩定性係仰賴一次襯砌及圍岩自身之拱效應；況且若經設計評估不須設置二次襯砌時，通常亦代表岩盤具備足夠之自立性，因此，在一般狀況下，隧道即使未設置二次襯砌保護仍可屬相對穩定，僅須考量受震時可能產生局部零星落石危及路段安全，故仍給予基本分數 2.3 分。

#### (5) 現場破壞徵兆

現場破壞徵兆須依襯砌、洞門結構及路面三者分別評分，其標準分為無（圖 11.14）、輕微、中度及顯著四級。由於此處定義僅為定性說明，因此評估時需由工程師針對現場裂縫發展或結構劣化情況進行判斷評分。



圖 11.12 洞門結構為鋼筋混凝土材料例



圖 11.13 隧道襯砌採磚造材料例



圖 11.14 隧道襯砌現場些微破壞(補丁)徵兆例

### 3. 橋梁安全性子評分表 - 受地震破壞之可能性

橋梁受地震破壞之可能性檢查表(表 11.11 所示)係考量工址環境、結構系統與設計年代等要素。每一項目有其配分，根據評估內容可得該項目的權重，乘以配分後得該項目的評分，將各項目評分加總後，即為受震破壞之可能性總評分，以 100 分為滿分。評分愈高者，表示安全疑慮愈大。本評估檢查表共計 12 個評分項目，為說明各項目之相關背景，及評比時之客觀標準，謹就該表撰寫解說如后。

#### (1) 震區係數

橋址若位於第一類活動斷層(10,000 年內以來曾經發生錯移之斷層)近域，當此斷層錯動致發生地震時，其所受之地震力與產生的位移通常不小，自然增加強度韌性破壞的可能性。2006 年版以前的規範尚未考量第一類活動斷層近域的效應，但交通部 2006 年 12 月頒布之『公路橋梁耐震設計規範<sup>[105]</sup>』已列出台灣地區 7 條第一類活動斷層近域所屬之鄉、鎮、市、區，評估時可據此決定橋址是否位處第一類活動斷層近域。

第一類活動斷層近域之橋梁，容易受到地震的威脅，考量配分訂為 20 分，因此，若位於第一類活動斷層近域則給予權重 1.0，若否則給予權重 0。

### (2) 液化潛能

地震時如造成液化現象，基面可能會降低，影響橋墩與基樁的內應力，因此降伏或破壞的位置可能改變，譬如不在柱底產生塑鉸，或落在樁頂降伏，或在樁的某一斷面產生剪力破壞，因而影響其耐震能力。評估時宜配合現地勘查及參考附近地質之相關文獻資料，考量水位、是否為砂性土層及地震危害度大小等因素加以綜合研判。自 2000 年的規範開始，已有液化潛能的評估規定，並採用折減後之土壤參數設計，因此對 2000 年以後設計之橋梁，本項目之權重可取 0。

液化定量之計算，如須根據規範計算液化抵抗率(FL)，再計算土壤參數折減係數(DE)，等同於詳細評估工作，相當耗時費力。故初步評估時只要根據水位、土壤種類及 475 年回歸期之地表加速度等影響土壤液化最重要的參數進行綜合判定即可。對於高液化可能性給予權重 1.0，砂質土層可能性給予權重 0.5，無液化可能性及 2000 年以後(含)設計之橋梁給予權重 0。

### (3) 基礎裸露程度

台灣地區因河川沖刷問題嚴重，致使許多橋梁有基礎裸露的問題。橋梁基礎裸露會降低橋墩的勁度，改變內力的分配，使塑鉸不發生在柱底而產生在樁頂，甚至在樁身產生剪力破壞。如基礎裸露嚴重，地震時可能因基礎承载力不足而產生平移、傾斜等現象，均會降低橋梁的耐震能力。其權重之計算如下：



基樁裸露或  $R \geq 2.0$  ,                     $(W=1.0)$

$1.0 \leq R < 2.0$  ,                     $(W=R-1)$

$R < 1.0$  ,                     $(W=0)$

其中，R 為基礎裸露深度(m)/1.2m 或基礎裸露深度(m)/基礎版厚度(m)。

#### (4) 靜不定度

單柱式橋墩多在柱底產生塑鉸，但多柱式構架橋墩因靜不定度高，亦可能於柱頂產生塑鉸，韌性自然較佳。壁式橋墩如與主梁剛接，靜不定度提高，除應力能重分配外，亦可提高韌性，耐震能力自然較佳。對於兩向均單柱式之系統給予權重 1.0，如圖 11.15 所示；壁式橋墩或橋台給予權重 0.5，如圖 11.16 所示；一向具多柱式給予權重 0.5，如圖 11.17 所示；兩向均多柱式給予權重 0。



圖 11.15 兩向均單柱式橋墩



圖 11.16 壁式橋墩或橋台



圖 11.17 一向具多柱式橋墩

(5) 橋柱高寬比

柱高除以沿地震剪力方向之寬度超過 4.0 時之橋墩柱，及柱高除以沿地震剪力方向之寬度小於 2.0 之壁式橋墩，權重均採 0。若介於兩者之間，採內差計算其權重。行車向與垂直行車向均須計算，但取兩向計算所得之大值，圖 11.18 為橋柱(或橋台)高度計算示意圖，其權重之計算為如下。

$$R < 2 \text{ 或 } R > 4, \quad W=0;$$

$$2 \leq R \leq 4, \quad W=(4-R)/2$$

其中，R 為橋柱高寬比。

(6) 橋柱高度

同一振動單元中，若橋柱高度越高受地震力越大，圖 11.18 為橋柱(或橋台)高度計算示意圖，以此計算橋柱高度，其權重計算方式如下。

$W = \text{橋柱高度 } H(\text{m}) / 15$ ；當  $H \geq 15\text{m}$  時， $W = 1.0$

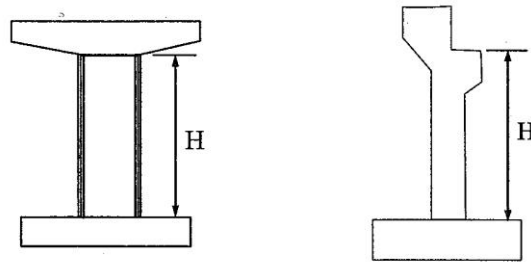


圖 11.18 橋柱(或橋台)高度計算示意圖

(7) 振動單位中橋柱最高與最低之比值

同一振動單元中，若橋柱或壁式橋墩高低差異大，其內力分布以動力分析較準。以往大都採靜力分析，可能低估較低矮橋柱或壁式橋墩（勁度較大）承受之地震力，因其易先行破壞。其權重之計算為：當比值大於 1.5 時，權重 1.0；當介於 1.5~1.1 時， $W = 0.5$ ；其餘則  $W = 0$ 。

(8) 斜交角度

斜交角度  $\theta^\circ$  是橋墩或橋台支承連線與垂直行車方向之夾角，橋梁正交時此夾角為 0，若夾角不為 0，則稱為非正交橋梁。此種斜橋具有高度的不規則性，如採靜力分析設計，恐不易掌握其行為，會影響其韌性發展的過程及耐震能力。其權重之計算為  $w = \theta^\circ / 45^\circ \leq 1.0$ ，如圖 11.17 新發大橋為正交設計，故權重為 0。

(9) 基礎型式

基礎型式對於承载力、耐洪及結構耐震能力有相當的關聯性。直接基礎則權重採用 1.0；樁基礎權重為 0.5；沉箱基礎權重則為 0。如圖 11.17 新發大橋為沉箱基礎，故權重為 0。



### (10) 橋柱裂損程度

橋柱局部所受彎曲應力大於混凝土的開裂應力則會發生張力裂縫，一般張力裂縫約保持固定寬度，張力越大處裂縫越寬。橋柱尺寸略小則可能因地震造成張力裂縫。有水平向固定寬度之裂縫且量多者給予權重 1.0，有水平向固定寬度之裂縫且量少者給予權重 0.5，無水平向固定寬度之裂縫者權重為 0，如圖 11.15 及圖 11.17 均為鋼板保護橋柱，故權重為 0。

### (11) 其他異常現象

橋柱(墩)與基礎如已劣化，表示其強度已經折減，而主筋與箍筋也可能鏽蝕，直接影響橋柱(墩)與基礎的強度與韌性。

如受評估之橋梁具有上述表格項次中未述及之異常現象，譬如支承強度與損壞狀況、橋柱垂直度、跨度差異大、橋柱型式不同等現象時，評估者可自行研判其影響強度韌性發展的程度，給予適當的權重，如圖 11.19 所示，鋼便橋伸縮縫狀況不良，受震時可能造成行車危險。



圖 11.19 鋼便橋伸縮縫狀況不良

## (12) 設計年代

對於 1987 年(不含)以前給予權重 1.0，1987 年(含)~1995 年(不含)者給予權重 0.75，1995 年(含)~2000 年(不含)者給予權重 0.5，2000 年(含)以後者權重為 0。

## 4. 橋梁安全性子評分表 - 受洪泛破壞之可能性

本研究採用 2007 年 08 月交通部公路總局專案研究計畫「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究<sup>[104]</sup>」成果報告，以辦理橋梁耐洪能力初步評估。該評估法經由修正後係選用決定橋梁沖刷潛勢的 16 個重要項目並訂出各項目配分，由專業人員決定各項目配分之權數（0.0 至 1.0），將各項目配分乘以權數即為得分，再累計出總得分，據以初步判定橋梁沖刷潛勢，評估表詳見表 11.12。茲將各評估項目說明如下。

### (1) 主河道變遷

若近 3 年來歷次洪水在河川彎道之凹岸處，造成 1~1.5 個大梁範圍或一次洪水通過後造成 1/4~1/2 個大梁範圍之岸側河道侵蝕者，則視為「嚴重變遷」；若無明顯侵蝕者，則為「無變遷」；介於兩者之間者，則為「輕微變遷」之程度，並對照表中權重加以評分。

### (2) 河川整治辦理情形

河川整治辦理情形可依表格所述原則，並視現場狀況研判。若有歷年河川整治資料者，依現有資料作為評分依據。圖 11.20 為河川整治中之寶來一橋。



圖 11.20 河川整治中之寶來一橋

(3) 河川沖刷潛能

可參考上下游其他橋梁之受沖刷情形與其他初步檢測之相關異常現象，而據其現象給予適當分數，若其他橋梁無沖刷問題亦無相關之異常現象，本項權重可為零分。

(4) 採砂行為

依表 11.12 中之評估內容進行評估。

(5) 主河道土石流影響

由八八風災之經驗，橋梁受土石流之影響甚大。土石流可能改變河道，其挾帶之巨石及漂流木具龐大之衝擊力，可能撞及橋台及橋墩。而堆積之土石更可能將大梁及橋板抬起而破壞。

### (6) 支流土石流影響

除了主河道之土石流對橋梁之影響外，上游支流之土石流亦可能改變河道，造成不利影響。例如八八水災時原新發大橋即因支流之土石流而破壞。

### (7) 基礎保護工現況

橋台或橋墩基礎有時需設置保護工。如圖 11.20 即以鋼板保護橋墩，以防止沖刷。圖 11.21 則是在河道劇烈沖刷處，以混凝土版保護橋台基礎。故此項評分之目的即是藉由檢視現場基礎保護工之現況並據以評定權重。部分無沖刷疑慮之基礎亦可因無須保護，而給予權重 0。



圖 11.21 以混凝土結構保護橋台基礎

### (8) 橋墩型式

依表 11.12 中之評估內容進行評估。

### (9) 基礎剩餘長度與原有長度比值

「基樁」部份，基樁式橋基埋置深度比為橋基埋置深度 (Hleft)/橋柱高度(H)小於 0.6 為嚴重裸露，權重取 1；Hleft/H 介於 0.6~1 者則定義為輕微裸露，權重取  $2.5-2.5(Hleft/H)$ 。

「沉箱式」部份，沉箱式之橋基埋置深度比 Hleft/H 小於 0.4 視為嚴重裸露；Hleft/H 介於 0.4~1 者則定義為輕微裸露，權重取  $3/5-3/5(Hleft/H)$ 。

「直接基礎」部份，直接如表 11.12 中評估內容進行評估。

### (10) 橋墩等值寬度(beff)

依表 11.12 中之評估內容進行評估。

### (11) 橋墩方向與河川流向角度

依表 11.12 中之評估內容進行評估。

### (12) 阻水面積比 $R_A\%$

阻水面積比即垂直河川流向之柱寬除以河道寬度之比值。如圖 11.22 因綠茂橋為鋼便橋，故於河道中落墩之阻水面積比相當大；若阻水面積比為 5%以下則權重為 0，如圖 11.23 為建山二號橋阻水面積相當小。





圖 11.22 阻水面積比大



圖 11.23 阻水面積比小

## (13) 梁底高程

若梁底高程大於計畫洪水位 2.0 公尺(或高於堤頂高程 1.5 公尺)以上時，因有足夠(或適當)出水高，仍採用 2.0(或 1.5)公尺計算之，其權數為 0。如梁底高程在計畫洪水位(或堤頂高程)之上，但不足 2.0(或 1.5)公尺時，則依公式(內差法)計算其權數。若梁底高程在計畫洪水位(或堤頂高程)以下，則其權數為 1.0。圖 11.17 為考量設計洪水位之新建橋梁，可防止洪水沖毀橋梁；如圖 11.24 為鋼便橋，係未考量計畫洪水位之臨時橋梁，無法防止洪水沖毀橋梁，建議新建橋梁；如圖 11.25 為第一號橋，同樣係未考量計畫洪水位之臨時橋梁，其護欄曾遭洪水沖毀，建議維修護欄或新建橋梁。



圖 11.24 未考慮計畫洪水位



圖 11.25 洪水將橋護欄沖毀



#### (14) 支承現況與防落長度

依表 11.12 中之評估內容進行評估，如圖 11.26 及 11.27 分別為建山一號橋及建山二號橋，其支承狀況良好。



圖 11.26 建山一橋支承現況



圖 11.27 建山二橋支承現況

#### (15) 橋墩形狀

依表 11.12 中之評估內容進行評估。如圖 11.26 和圖 11.27 之建山一號橋及建山二號橋均為圓形墩。

#### (16) 其他影響耐洪能力之異常現象

若經初步檢測發現有其他(異常)現象，譬如：下部構造有破裂、損害、沖蝕等撞損，或橋墩及基礎有變位傾斜，橋梁靠近陡峭山壁或橋梁通過彎曲河道凹岸、橋基保護工配置形成弱面、不當的導水路開挖而引致水流過度集中於狹窄的流路、樁基礎垂直承载力大幅下降或形成細長樁效應或長樁之接樁位置已漸出露等，可根據其現象給予適當分數。若無其他異常現象，本項得分可為 0 分。

## 5. 橋梁安全性子評分表 - 承載力不足導致破壞之可能性

該檢查表係考量基本資料、橋面版、伸縮縫、上部結構與下部結構，並加計限重及限速與其他共 7 項要素，如表 11.13 所示。每一項目有其配分，根據評估內容可得該項目的權重，乘以配分後求得該項目之評分，最後將各項目之評分加總後即得到總分，以 100 分為滿分。評分愈高者，表示安全愈有疑慮。茲將該表評分方式解說如后。

### (1) 設計載重

依橋梁設計年份（考量衝擊係數）及車輛載重評估權重。

### (2) 重車流量

依表 11.13 中之評估內容進行評估。

### (3) 結構型式

依表 11.13 中之評估內容進行評估。如圖 11.15 及 11.16 之寶來二橋及第一號橋為簡支橋梁；如圖 11.17 之新發大橋及建山一橋為非簡支連續橋梁。

### (4) 磨耗層表面平整度

依表 11.13 中之評估內容進行評估，如圖 11.28 為新發大橋，其磨耗層狀況良好、表面平整。



圖 11.28 新發大橋磨耗層狀況良好

(5) 磨耗層厚度

依表 11.13 中之評估內容進行評估。

(6) 混凝土橋面版

依表 11.13 中之評估內容進行評估。如圖 11.17 之新發大橋及建山一號橋橋面版狀況良好。

(7) 伸縮縫構造現況及功能

依表 11.13 中之評估內容進行評估。

(8) 主梁

依表 11.13 中之評估內容進行評估。如圖 11.17 之新發大橋及建山一號橋主梁狀況良好。

(9) 隔梁數

依表 11.13 中之評估內容進行評估。

### (10) 隔梁功能

依表 11.13 中之評估內容進行評估。

### (11) 支承狀況

依表 11.13 中之評估內容進行評估，如圖 11.26 及圖 11.27 之建山一號橋及建山二號橋，其支承狀況良好。

### (12) 帽梁、橋墩、橋台及基礎

依表 11.13 中之評估內容進行評估，如圖 11.29 之建山一號橋橋台狀況良好。



圖 11.29 橋台狀況良好

### (13) 限重及限速

依表 11.13 中之評估內容進行評估，如圖 11.30 之山區路段限速 20km/hr。



圖 11.30 山區路段限速 20km/hr

### (14) 其它

影響載重安全之異常現象，由評估者斟酌給分，其權重介於 0~1.0。

## 11.5 公路安全度(風險)實際案例成果說明

為檢視公路安全度(風險)之適用性及實務性，本節綜合前文工作成果，選取莫拉克災後一段公路進行案例分析。本研究選取之案例路段為南起台 27 線新發大橋 3K+480，北至台 20 線(南橫公路)92.0K 桃源 1 號鋼便橋，全長約 22.4km，相關位置如圖 11.31。選擇該路段之主要原因係該路段乃八八水災受災區且兼具邊坡、橋梁、隧道 3 種結構，可供本研究公路安全度進行全面之評估。



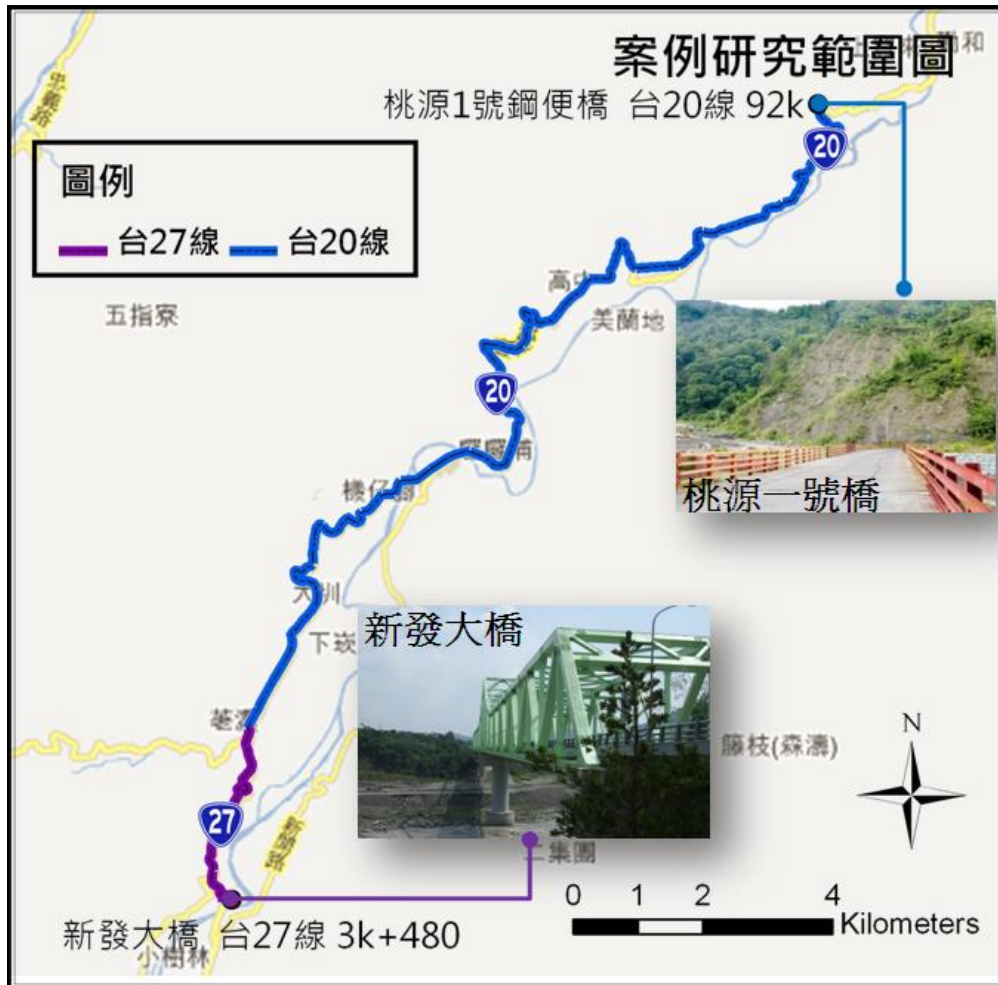


圖 11.31 現勘路段

### 11.5.1 公路安全度成果說明

為驗證本案提出之公路安全度(風險)評估可行性，本工作團隊選定八八水災受災區，兼具邊坡、橋梁、隧道三種結構之路線，進行公路安全度試評。整個工作路線詳圖 11.32，路線自台 27 線新發大橋出發往北，交會台 20 線於 73.1K 再往北，終點為桃源 1 號鋼便橋。整條勘查路線共計約 22.4km，共動員 8 名工程師，全路段以徒步勘查之方式進行為期 3 天之現勘。出發前根據所能掌握之資料，蒐集彙整相關資訊如表 11.14，以便於現勘時參考應用。





圖 11.32 現勘路線及周邊現況



表 11.14 現勘出發前所蒐集之相關資訊

型式	里程	地標	相關資訊	高雄市行政區	工務段	
橋梁	台 27 線 3K+480	新發大橋	長約 465m、2 跨、鋼構桁橋(跨荖濃溪)	六龜區/新發村	旗山	
邊坡			長約 1980m；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
橋梁	台 27 線 1.5K 附近	第一號橋	長約 20m(跨直瀨溪)	六龜區/荖濃村		
邊坡			長約 1500m；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
台 27 線 0K 與 台 20 線 73.4K 交會點-荖濃						
邊坡			長約 600m；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)		甲仙	
橋梁	台 20 線 74K	長份橋	長約 20~30m(跨荖濃溪支流)	六龜區/荖濃村		
邊坡			長約 2500m，高市 DF097** (74.5K 附近)；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 76.5K 附近	建山一橋*	長約 50m 雙層涵管便橋(跨高市 DF073**)	桃源區/建山村		
邊坡			長約 2000m，高市 DF045, 046** (77.5K 附近)；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 78.5K 附近	建山二橋*	長約 30m 鋼便橋(跨高市 DF064**)	桃源區/建山村		
邊坡			長約 1000m；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 79.5K 附近	寶來一橋	(跨荖濃溪)，高市 DF047** (西橋台西北側)	六龜區/寶來村		
邊坡			長約 500m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(低)			
台 20 線 80K 寶來						
邊坡			長約 300m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 80.3K 附近	寶來二橋	(跨荖濃溪)	六龜區/寶來村		
邊坡			長約 3000m，高市 DF092** (83K 附近)；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 83.5K 附近	綠茂橋*	長約 250m、4 跨、鋼箱型梁橋(跨綠茂溪)	桃源區/高中村		
邊坡			長約 1000m；岩體滑動(無)、落石(中)、岩屑崩滑(中)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 84.5K 附近	炳才橋*	長約 140m、3 跨、預力箱型梁橋(跨埔頭溪)	桃源區/高中村		
邊坡			長約 2600m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 87.1K 附近	塔拉拉魯芙橋*	長約 250m、3 跨、預力箱型梁橋(跨塔羅留溪)	桃源區/高中村		
邊坡			長約 500m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(中高)			
隧道	台 20 線 87.6K 附近	塔拉拉魯芙隧道	長約 800m	桃源區/高中村		
邊坡			長約 1700m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(中高)			
橋梁	台 20 線 89.3K 附近	萬年橋*	長約 123m、2 跨、預力箱型梁橋(跨萬年松溪)	桃源區/高中村		
邊坡			長約 2200m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(低)			
橋梁	台 20 線 91.5K 附近	勝境橋*	長約 163m、3 跨、預力箱型梁橋(跨深溝溪)	桃源區/桃源村		
邊坡			長約 1900m；岩體滑動(無)、落石(高)、岩屑崩滑(高)、土石流(中高)			
橋梁	台 20 線 93.4K 附近	桃源一橋*	長約 298m、4 跨、預力箱型梁橋(跨桃源溪)	桃源區/桃源村		

註：\*號表易致災路段；\*\*號表土石流潛勢溪流。

## 11.5.2 台 20 線公路安全度成果說明

台 20 線現勘路段之元件安全度整理如表 11.15。整個現勘路線總長約 19.1km，其中元件安全度<9 之長度累加為 8.945km，對照表 11.4 之公路安全度評級為 2 分；另計算其佔現勘路段總長之比例為 46.8%，對照表 11.4 之公路安全度評級亦為 2 分；另將元件安全度<9 之安全度累加則為 77，依表 11.4 之公路安全度評級為 1 分。取上述平均值之評估結果，故台 20 線現勘路段之公路安全度評級為 2 分。

已評估得知其路段安全度小於 9 之路段，可提供主管機關與養護單位進行補強，補強工法之選擇可參考本報告第十二章所建議。表 11.16~11.24 則為實際現勘中，邊坡、橋梁及隧道評分表之呈現。

表 11.15 台 20 線現勘路段之元件安全度總表

公路	起點	終點	長度	構造型式	區段特性	路段 安全性評分	影響 交通程度	路段 安全度
台 20	73K+100	75K+500	2370	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5
台 20	73K+500		30	橋梁	RC 橋	4	4	16
台 20	75K+500	76K+500	915	邊坡(含路基)	山區	2.5	2	5
台 20	76K+500		170	橋梁	鋼橋	4	5	20
台 20	76K+500	76K+650	65	邊坡(含路基)	山區	2.6	2	5.2
台 20	76K+650	76K+800	150	邊坡(含路基)	山區	3.2	3	9.6
台 20	76K+800	77K+100	300	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5
台 20	77K+100	77K+450	350	邊坡(含路基)	山區	3.1	4	12.4
台 20	77K+450	78K+100	490	邊坡(含路基)	山區	2.8	3	8.4
台 20	77K+800		160	橋梁	鋼橋	4	5	20
台 20	78K+100	78K+400	300	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5
台 20	78K+400	78K+500	100	邊坡(含路基)	山區	2.9	4	11.6
台 20	78K+500		180	橋梁	RC 橋	4	4	16
台 20	78K+500	79K+600	770	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5
台 20	79K+500		150	橋梁	RC 橋	3	3	9.0
台 20	79K+600	80K+350	750	邊坡(含路基)	山區	2.9	3	8.7
台 20	80K+350	80K+450	100	邊坡(含路基)	山區	3.1	4	12.4

公路	起點	終點	長度	構造型式	區段特性	路段 安全性評分	影響 交通程度	路段 安全度
台 20	80K+450	80K+600	150	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5
台 20	80K+600	81K+500	900	邊坡(含路基)	山區	2.9	4	11.6
台 20	81K+500	82K+500	970	邊坡(含路基)	山區	2	1	2.0
台 20	82K+500		60	橋梁	鋼便橋	2	1	2.0
台 20	82K+500	83K+000	470	邊坡(含路基)	山區	1.7	2	3.4
台 20	83K+000	83K+500	500	邊坡(含路基)	山區	3.2	4	12.8
台 20	83K+500	84K+360	820	邊坡(含路基)	山區	1.7	1	1.7
台 20	84K+000		40	橋梁	鋼便橋	3	1	3.0
台 20	84K+360	85K+800	1440	邊坡(含路基)	山區	3.5	5	17.5
台 20	85K+800	86K+200	360	邊坡(含路基)	山區	2.5	2	5.0
台 20	86K+000		40	橋梁	鋼便橋	3	1	3.0
台 20	86K+200	86K+800	600	邊坡(含路基)	山區	1.7	3	5.1
台 20	86K+800		50	隧道	西口邊坡	3.2	5	16.0
台 20	86K+800	87K+500	700	隧道	一般結構	3.4	4	13.6
台 20	87K+500		50	隧道	東口邊坡	4.2	5	21.0
台 20	87K+500	87K+700	200	邊坡(含路基)	山區	3.8	4	15.2
台 20	87K+700	88K+000	285	邊坡(含路基)	山區	1.7	1	1.7
台 20	88K+000		30	橋梁	鋼便橋	3	1	3.0
台 20	88K+000	88K+100	85	邊坡(含路基)	山區	2.6	4	10.4
台 20	88K+100	88K+500	400	邊坡(含路基)	山區	2	1	2.0
台 20	88K+500	89K+100	600	邊坡(含路基)	平原	4.1	5	20.5
台 20	89K+100	90K+400	1280	邊坡(含路基)	山區	1.7	1	1.7
台 20	90K+000		20	橋梁	鋼便橋	3	1	3.0
台 20	90K+400	90K+700	300	邊坡(含路基)	山區	2.2	3	6.6
台 20	90K+700	91K+050	350	邊坡(含路基)	山區	2.6	4	10.4
台 20	91K+050	92K+000	950	邊坡(含路基)	山區	2.5	2	5.0
台 20	92K+000		100	橋梁	鋼便橋	3	1	3.0



表 11.16 邊坡(含路基)安全度評分表

公路/里程	台20 75k+500 ~ 76k+500 (連山-橋便橋)	長度(m)	1000
路段特性	<input checked="" type="checkbox"/> 山區段 <input type="checkbox"/> 平原段		
破壞模式 <sup>a</sup>	路段安全性 <sup>b</sup>	影響交通程度 <sup>c</sup>	安全度
岩(土)體滑動		5	
落石		4	
岩(土)屑崩滑		3	
土石流		2	
此路工(含邊坡)之安全度【取最大值】			
評估者		評估日期	101.5.23

表 11.17 邊坡(含路基)子評分表-路段安全性

評分項目 <sup>註1</sup>	分數			
	5	3.7	2.3	1
1 地下水	乾	溼	滲水	湧水
2 坡高(m)	<15	15~25	25~35	>35
3 植被	完整岩石或完全覆蓋	茂密	稀疏	裸露或落石堆積
4 地質災害潛勢(依中央地調所資料為原則)				
岩(土)體滑動	未納入分析	低	中	高
落石	未納入分析	低	中	高
岩(土)屑崩滑	未納入分析	低	中	高
土石流	低	中	中高	高
5 現場坡面型態或破壞徵兆				
岩(土)體滑動	完整岩體或正交坡、逆向坡	斜交坡	順向坡·惟坡趾未出露；坡面無明顯破壞徵兆	順向坡坡趾出露或坡面有凹陷隆起等破壞徵兆
落石	坡面平坦		坡面凹凸	坡面倒懸有危石
岩(土)屑崩滑	無岩(土)屑堆積物	岩(土)屑堆積物不顯著	有岩(土)屑堆積惟無滑動跡象	有明顯或新鮮岩(土)屑堆積且曾滑動
土石流	無溪流通過	有溪流通過	似有土石流型態·惟近期無活動跡象	顯見之逆級配堆積或土石流型態
6 河岸淘刷	無	輕微	中等	嚴重
7 單日超大豪雨 <sup>註2</sup>	近10年不曾發生	近10年至少1次	近5年至少1次	近2年至少1次
8 設計地震加速度(g)	<0.2	0.2~0.28	0.28~0.32	>0.32
9 保護設施設置妥適性 <sup>註3</sup>				
岩(土)體滑動	佳	良	可	差
落石	佳	良	可	差
岩(土)屑崩滑	佳	良	可	差
土石流	佳	良	可	差
路段安全性評分(評分項目之分數加總平均)				
岩(土)體滑動				
落石				
岩(土)屑崩滑				
土石流				
備註				

表 11.18 橋梁 FMEA 評分表

橋梁/里程	新發大橋 / 台 27 線 3K+480		
橋梁型式	<input type="checkbox"/> 涵管便橋 <input type="checkbox"/> 鋼便橋 <input type="checkbox"/> RC 橋 <input checked="" type="checkbox"/> 鋼橋 <input type="checkbox"/> 其他(請註明):		
路段安全性 <sup>a</sup>	橋梁結構損壞程度 <sup>b</sup>		安全度 <sup>c</sup>
5	外觀無明顯異狀	C=5	5 25
	橋體結構龜裂	C=4	
	護欄擠壓、附屬設施破壞	C=3	
	橋梁傾斜、橋面錯位	C=2	
	橋梁崩塌、陷落	C=1	
評估者	王國書	評估日期	101/05/23

<sup>a</sup> 參考橋梁路段安全性評分表(表 11.19)評分

<sup>b</sup> 橋梁結構損壞程度請依表 11.19 之各破壞誘因綜合考量

<sup>c</sup> 安全度為「路段安全性」與「橋梁結構損壞程度」兩者乘積

表 11.19 橋梁路段安全性評分表

破壞誘因	評分 <sup>a</sup>	權重	加權總分 S <sup>b</sup>	路段安全性
受地震破壞	10	0.3	11.38	$20 \geq S > 0$ P=5 【路段安全性極高】
				$40 \geq S > 20$ P=4 【路段安全性高】
受洪泛破壞	13	0.6		$60 \geq S > 40$ P=3 【路段安全性持平】
				$80 \geq S > 60$ P=2 【路段安全性低】
承載力不足	5.8	0.1		$100 \geq S > 80$ P=1 【路段安全性極低】

<sup>a</sup> 各破壞誘因之評分，請參考表 11.20~11.22

<sup>b</sup>  $S = 0.3x$  「受地震破壞之評分」 +  $0.6x$  「受洪泛破壞之評分」 +  $0.1x$  「承載力不足之評分」

表 11.20 橋梁受地震破壞之可能性

橋梁名稱：新發大橋 / 台 27 線 3K+480 編號： 1 振動單位： 3

設計年度：□民國 49 年以前 □民國 49~76 年 □民國 76~84 年 □民國 84~89 年 ■民國 89 年以後

	評分項目	配分	權重評估方式	權重 (W)	路段安全性評分
工址環境	震區係數	20	$W=(Z-Z_0)/Z_0 \leq 1.0$ 【Z：現行規範之工址水平加速度係數；Z <sub>0</sub> ：設計之工址等值水平加速度係數】	0	0
	液化潛能	4	□橋址位於液化區 (W=1.0)； □砂質土層 (W=0.5)； ■無 (W=0)	0	0
	基礎裸露深度	8	□基礎裸露或 $R \geq 2.0$ ，(W=1.0)； □ $1.0 \leq R < 2.0$ ，(W=R-1)； ■ $R < 1.0$ ，(W=0)； 【R=基礎裸露深度(m)/1.2m 或 R=基礎裸露深度(m)/基礎版厚度(m)】	0	0
結構系統	靜不定度	6	□兩向均單柱式 (W=1.0)；□壁式橋墩或橋台 (W=0.5)； ■一向具多柱式 (W=0.5)；□兩向均多柱式 (W=0)；	0.5	3
	橋柱高寬比	8	$R < 2$ 或 $R > 4$ ，W=0； $2 \leq R \leq 4$ ， $W=(4-R)/2$ 【R=橋柱高寬比】	0	0
	橋柱高度	4	W=橋柱高度 H(m)/15；若 $H \geq 15m$ ，則 W=1.0	1	4
	振動單位中橋柱最高與最低之比值	6	□大於 1.5 (W=1.0)； ■1.5 ~ 1.1 (W=0.5)； □小於 1.1 (W=0)；	0.5	3
	斜交角度	6	$W=\theta^\circ/45^\circ (\leq 1.0)$ ；【 $\theta^\circ$ ：斜交角度】	0	0
	基礎型式	4	□具直接基礎 (W=1.0)；□具橋基礎 (W=0.5)；■沉箱基礎 (W=0)；	0	0
	橋柱裂損程度	10	□嚴重裂損 (W=1.0)；□裂損 (W=0.5)； ■微裂損 (W=0.25)；□無裂損 (W=0)	0	0
其它異常現場	8	橋柱不直、跨度差異大、曲線橋、橋墩型式不同、基礎受損、未曾受強烈地震考驗之新型橋梁...等(W=0~1.0，由評估者斟酌給分)	0	0	
設計年代	16	□民國 76 年以前 (W=1.0)；□民國 76~84 年 (W=0.75)； □民國 84 年~89 年 (W=0.5)；■民國 89 年以後(W=0)；	0	0	
小計	100	A、「公路橋梁受地震破壞之可能性」評分			10
備註					

表 11.21 橋梁受洪泛破壞之可能性

橋梁名稱：新發大橋 / 台 27 線 3K+480 編號： 1

評分項目	配分	權重評估方式	權重 (W)	評分	
河川環境	主河道變遷	5	<input type="checkbox"/> 嚴重變遷(W=1.0) <input type="checkbox"/> 輕微變遷(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 無(W=0)	0	0
	河川整治辦理情形	5	<input type="checkbox"/> 尚未辦理 (W=1.0) <input checked="" type="checkbox"/> 1000公尺以內完成，其他未辦理 (W=0.5) <input type="checkbox"/> 已完成 (W=0)	0.5	2.5
	河川沖刷潛能	5	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 低(W=0)	0	0
	採砂行為	5	<input type="checkbox"/> 1000公尺以內 (W=1.0); <input type="checkbox"/> 1000公尺以上 (W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 無採砂行為 (W=0)	0	0
	主河道土石流影響	10	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 低(W=0)	0	0
	支流土石流影響	7.5	<input type="checkbox"/> 高(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 低(W=0)	0	0
	基礎保護工現況	10	<input type="checkbox"/> 不良(W=1.0) <input type="checkbox"/> 中等(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 良好或無須保護(W=0)	0	0
橋梁配置	橋墩型式	5	<input checked="" type="checkbox"/> 單柱橋墩(W=1.0); <input type="checkbox"/> 雙柱橋墩(W=0.5); <input type="checkbox"/> 多柱或壁式橋墩(W=0)	1	5
	基礎剩餘長度與原有長度比值	10	(1)基樁：當 $(H_{le}/H) < 0.6$ ， $W = 1.0$ ； 當 $0.6 \leq (H_{le}/H) \leq 1.0$ ， $W = 2.5 - 2.5(H_{le}/H)$ (2)沉箱：當 $(H_{le}/H) < 0.4$ ， $W = 1.0$ ； 當 $0.4 \leq (H_{le}/H) \leq 1.0$ ， $W = 3/5 - 3/5(H_{le}/H)$ (3)直接基礎： <input type="checkbox"/> 置於砂礫層，有沖刷之虞(W=1.0); <input type="checkbox"/> 置於岩盤表層(W=0.5); <input checked="" type="checkbox"/> 深入岩盤(W=0)	0	0
	橋墩等值寬度 $b_{ef}$	5	當 $b_{ef} > 8$ ， $W = 1.0$ ；當 $2 \leq b_{ef} < 8$ ， $W = -1/3 + (1/6)b_{ef}$ ；當 $2 < b_{ef}$ ， $W = 1.0$	0.5	2.5
	橋墩方向與河川流向角度	5	當 $K \leq 2.0$ ， $W = K - K_t - I$ ；當 $K > 2.0$ ， $W = 1.0$ 【 $K = [(l/b_{ef}) \sin \theta + \cos \theta]^{0.85}$ ；其中 $l$ ：橋墩沿垂直車行方向深度； $b_{ef}$ ：橋墩等值寬度】	0.1	0.5
	阻水面積比 $R_A\%$	5	$W = (R_A - 5)/5 \leq 1.0$	0	0
	梁底高程	5	$W = 1 - (\text{梁底高程} - \text{計畫洪水位})/2$ 或 $W = 1 - (\text{梁底高程} - \text{堤頂高程})/1.5$	0	0
	支承現況與防落長度	7.5	<input type="checkbox"/> 劣(W=1.0) <input type="checkbox"/> 尚可(W=0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 良好(W=0)	0	0
	橋墩形狀	5	<input type="checkbox"/> 平頭墩(W=1.0) <input checked="" type="checkbox"/> 圓形或圓頭墩(W=0.5) <input type="checkbox"/> 尖頭墩(W=0)	0.5	2.5
其他影響耐洪能力之異常現象	5	橋墩及基礎變位傾斜、下部結構被撞擊損害...等(W=0~1.0，由評估者斟酌給分)	0	0	
小計	100	B、「公路橋梁受洪泛破壞之可能性」評分		13	

表 11.22 橋梁承載力不足導致破壞之可能性

評分項目		配分	權重評估方式	權重 (W)	路段安全性評分
基本資料	設計載重	6	□HS-20 以下(W=1.0); → HS-20+0~25%(W=0.5); ■HS-20+25%以上(W=0)	0	0
	重車流量	10	□2000 以上(W=1.0); → □1000~2000(W=0.5); ■0~1000(W=0)	0	0
	結構型式	6	□簡支(W=1.0)→ → ■非簡支(W=0.5)	0.5	3
橋面板	磨耗層表面平整度	6	□嚴重不平整(W=1.0); → □略不平整(W=0.5); ■平整(W=0)	0	0
	磨耗層厚度	10	$\frac{h_i - h_o}{0.5(h_o + h_p)} \leq 1.0$ ; $h_i - h_o \geq 0$	0	0
	混凝土橋面板	9	□嚴重裂損(W=1.0);→□裂損(W=0.5); □微裂損(W=0.25);→■無裂損(W=0)	0	0
伸縮縫	構造現況及功能	6	□劣(W=1.0);→ □尚可(W=0.5);■良好(W=0)	0	0
上部結構	主梁	12	□嚴重裂損(W=1.0);→□裂損(W=0.5); □微裂損(W=0.25);→■無裂損(W=0)	0	0
	隔梁數	4	$\frac{L}{N+1} - 6 \leq 1.0$ 【L: 跨徑, N: 不含端隔梁之中隔梁數】	0.2	0.8
	隔梁功能	4	□劣(W=1.0);→ □尚可(W=0.5);■良好(W=0)	0	0
	支承現況	6	□劣(W=1.0);→ □尚可(W=0.5);■良好(W=0)	0	0
下部結構	橋梁、橋墩、↓ 橋台、基礎	6	□嚴重裂損(W=1.0);→□裂損(W=0.5); □微裂損(W=0.25);→■無裂損(W=0)	0	0
限重及限速		4	□兩者皆無(W=1.0);→■有其中一種(W=0.5); □兩者皆有(W=0)	0.5	2
其他		10	影響載重安全之異常現象↓ (W=0~1.0, 由評估者斟酌給分)	0	0
小計		100	C、「公路橋梁承載力不足導致破壞之可能性」評分		5.8
備註					



表 11.23 塔拉拉魯芙隧道 FMEA 評分表

隧道/里程	台20 87k+500 86k+800	長度(m)	
隧道一般結構			
分析元件	路段安全性 <sup>a</sup>	影響交通程度 <sup>b</sup>	安全度
襯砌		5	
洞門結構		5	
路面		5	
此隧道一般結構之安全度【取最大 <small>小</small> 值】			
評估者		評估日期	

隧道/里程		長度(m)	
隧道洞口邊坡			
分析元件	路段安全性 <sup>a</sup>	影響交通程度 <sup>b</sup>	安全度
岩(土)體滑動			
落石			
岩(土)屑崩滑			
土石流			
此隧道洞口邊坡之安全度【取最大 <small>小</small> 值】			
評估者		評估日期	101.5.24

表 11.24 塔拉拉魯芙隧道一般結構子評分表-路段安全性

評分項目	分數			
	5	3.7	2.3	1
1 隧道斷面淨寬(m)	<8	8~12	12~15	>15
2 排水系統	正常	輕微阻塞	嚴重阻塞	失效或未設置
3 設計地震加速度(g)	<0.28	0.28~0.32	>0.32	
4 隧道使用年(年)	<10	10~25	25~50	>50
5 隧道二次襯砌材料				
襯砌	RC	磚造	無	
洞門結構	RC	磚造	無	
路面	不列入評分			
6 現場破壞徵兆				
襯砌	無	輕微	中度	顯著
洞門結構	無	輕微	中度	顯著
路面	無	輕微	中度	顯著
破壞模式之可能性評分(評分項目之分數加總/參與評分之項目總數)				
襯砌				
洞門結構				
路面				
備註	路面有車轍			

### 11.5.3 台 27 線公路安全度成果說明

台 27 線現勘路段之安全度整理如表 11.25。整個現勘路段長度約 3.6km，其中元件安全度<9 之長度累加為 1.215km，對照表 11.4 之公路安全度評級為 3 分；另計算其佔現勘路段總長之比例為 33.7%，對照表 11.4 之公路安全度評級為 2 分。取上述三種準則平均值之評估結果，故台 27 線現勘路段之公路安全度評級為 2.5 分。

已評估得知其路段安全度小於 9 之路段，可提供主管機關與養護單位進行補強，補強工法之選擇可參考本報告第十二章所建議。

表 11.25 台 27 線現勘路段之元件安全度總表

公路	起點	終點	長度	構造型式	區段特性	路段 安全性評分	影響 交通程度	路段 安全度
台 27	3K+480		465	橋梁	鋼橋	4	4	16
台 27	3K+100	2K+600	500	邊坡(含路基)	山區	4.3	5	21.5
台 27	2K+600	2K+450	135	邊坡(含路基)	山區	2.9	5	14.5
台 27	2K+500		15	橋梁	RC 橋	1	3	3
台 27	2K+450	1K+250	1180	邊坡(含路基)	山區	2.5	3	7.5
台 27	1K+400		20	橋梁	RC 橋	1	3	3
台 27	1K+250	0K+750	500	邊坡(含路基)	山區	2.9	4	11.6
台 27	0K+750	0K	750	邊坡(含路基)	平原	4.3	5	21.5

## 第十二章 公路設施整建策略

本研究針對因應氣候變遷之公路設施整建策略之工作流程，如圖 12.1 所示。研究先就國內公路復建及開發相關資料進行彙整蒐集(詳本報告第二章)，再針對氣候變遷之趨勢及其對公路設施之衝擊進行探討，並針對氣候變遷可能誘發之災害鏈進行整理探討(詳本報告第四章)。爾後即進行整建策略進行操作流程之研擬，並建議公路設施之整建策略，其中包括整建策略考量因子、各公路設施之整建工法介紹及區域複合型災害之整建策略。研究最後將針對氣候變遷進行現有公路規範修訂建議(見本報告第十三章)。

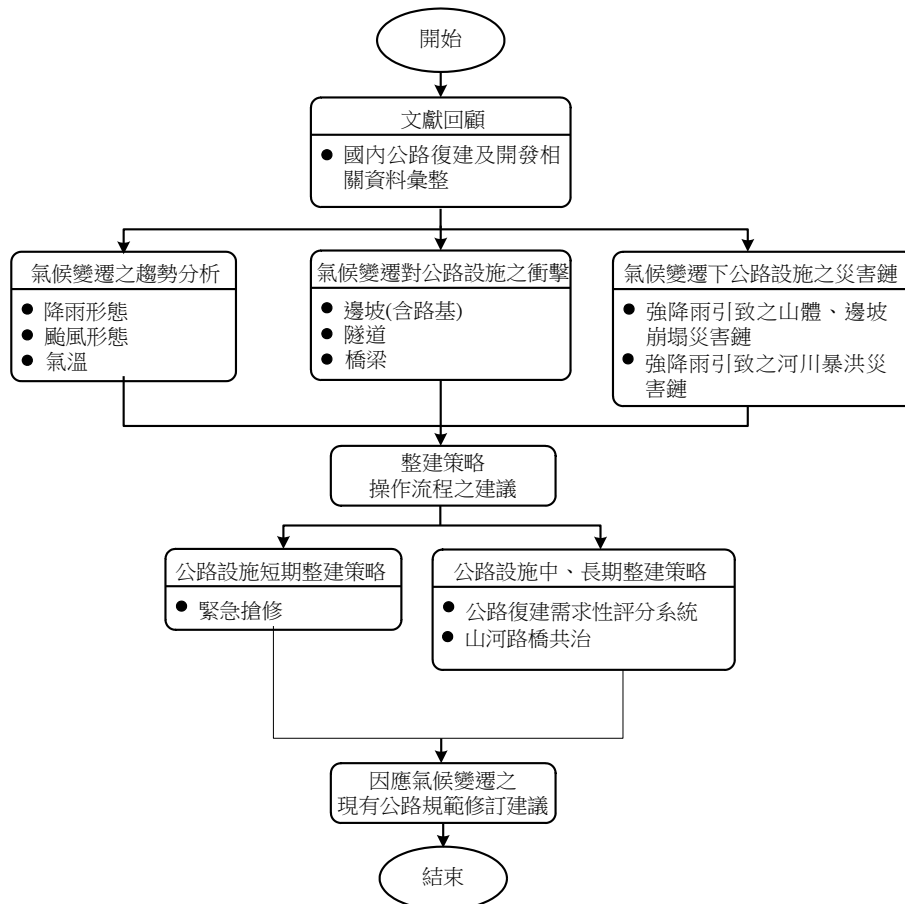


圖 12.1 工作流程

公路之修復策略可概分為短期、中期及長期策略，短期策略為對受阻之公路提供替代路線或予以緊急搶通，供救災或搶修之機具、車輛通行，必要時，可依公路搶修現況實施縮減車道或限速、限重等措施；中期策略為正式復建，在評估各路段之受損程度及災損原因後，依經費、社會經濟及交通需求等考量選擇適當工法，以恢復公路原有功能；長期策略則為平時之養護、監測、補強(公路安全度)，詳細說明與探討如下文所述，或亦可參見本研究另行撰寫之「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書。

## 12.1 公路設施之整建策略概念

由於近年來因為全球暖化、氣候異常，再加上 921 等地震，誘發之邊坡災害之活躍。因此強降雨發生後，容易改變了環境生態平衡，激化了山河路橋系統中不穩定的因子。自 1996 年之賀伯颱風重創至今，台灣在先天地質條件極其不良的狀況下，強降雨引發大規模或毀滅性、複合型災害已幾近成為常態。以山區道路交通運輸安全為保全對象而言，山河路橋類型雖然有異，實則為一體。相對於大自然的山、河，人造建設的路、橋雖然渺小，惟其開發卻與大自然環境之安危息息相關，不良的工程實踐足以誘發山、河大規模的失穩，進而造成路、橋難以復原的災害，甚至是徹底的毀滅。天然山、河之穩定性與路、橋工程建設的安危實互為因果，形成因果鏈關係，並與依時變化的環境因素形成動態平衡。圖 12.2 為山河路橋水毀災害之因果災害鏈示意圖。



考量大區域水土災害對於我國民生經濟，以及政治、社會均可造成深遠之負面影響，故其防治策略之擬訂極其重要且屬刻不容緩，其根本之道當屬制訂上位國土整體規劃法案，以政府公權力及完善配套措施，徹底解決山區水土失衡、過度開發、超限利用之現況。惟法案之制訂尚待時日，且法案之成效亦須仰賴工程手段之配合，因此鑑於水土災害為環境作用、地質條件與人為因素共同複合而成，三者互為因果，其治理必須整體為之，缺其一即無法竟全功，因此八八水災災後政府單位與工程界即理解到災害之防治策略除應自源頭著手外，更應以「山河路橋共治」之原則進行整體規劃，並以河川流域為單位加以整治，方可望事半功倍，克竟全功。

依現有法規規定，山岳及河川等自然環境之管理單位應為水利、水保與林務等單位，至於公路及橋梁等交通設施則屬交通單位主管。為防止水土災害之發生，「山河路橋共治」之概念即為應考量以河川流域為單位加以整治，並採「整體規劃、分工辦理」（詳圖 12.3）方式執行，亦即先由交通單位或其它合適單位進行整體規劃，之後再將山坡地與河川治理、道路與橋梁開發等工作交由相關主管單位分工辦理。

此外，山河路橋共治之另一內涵為規劃設計橋梁與道路時，應將上游之土石流、邊坡崩坍及河流因淤積、刷深、侵蝕或改道所造成之影響列入考量。換言之，山、河、路、橋間存在互制(interaction)之影響，如僅單獨考量橋梁或道路，可能造成“戰術成功，戰略失敗”。唯有通盤考量山、河對於路、橋之不利影響，才能完善地進行整體規劃設計，畢其功於一役。茲將山、河、路、橋間之互制關係略述如下(詳參圖 12.4)：

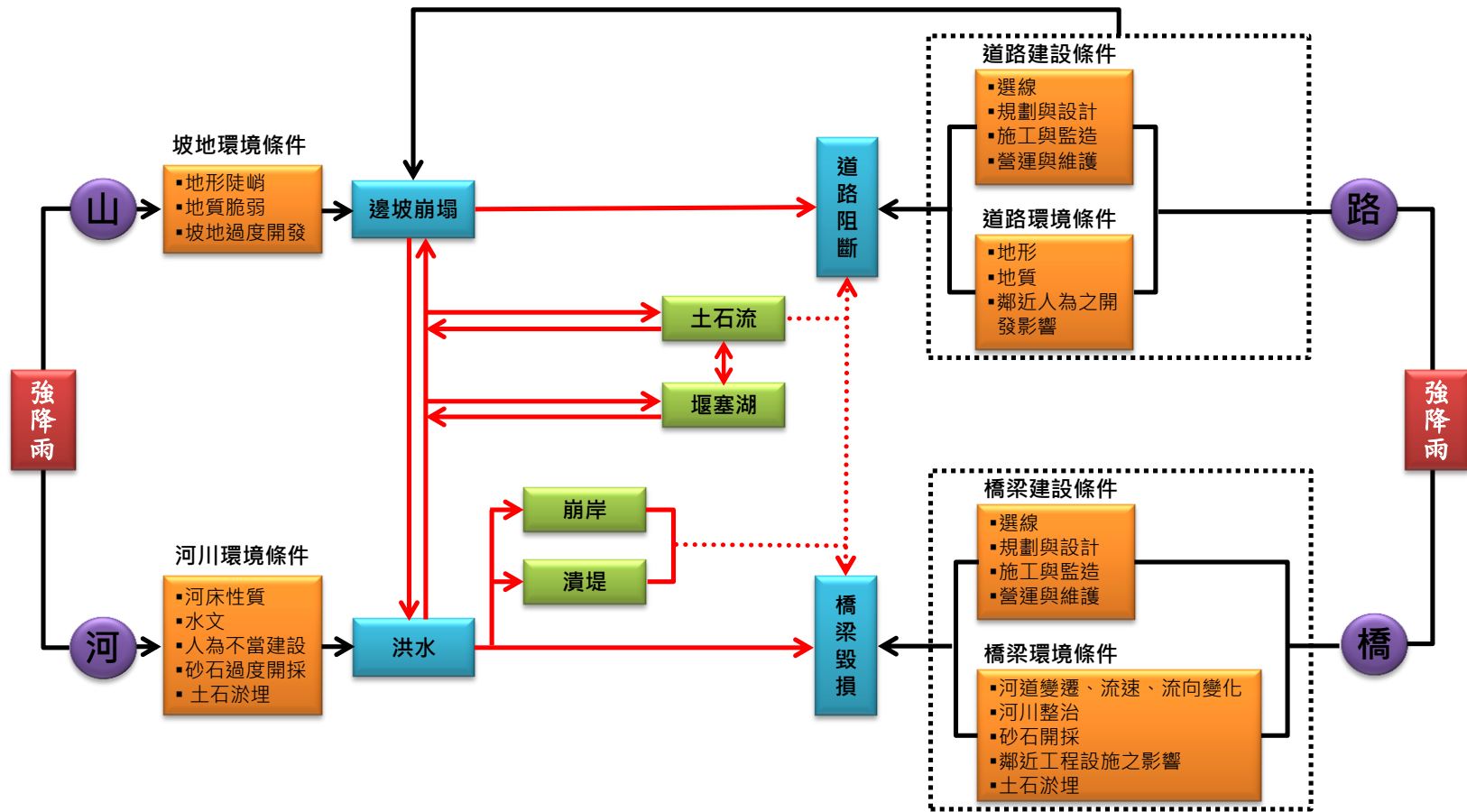


圖 12.2 山河路橋水毀災害之因果災害鏈示意圖

**互制關係①：**因自然條件所引發的山、河質變，其實常常互為因果。舉例來說：局部邊坡失衡所引發的崩坍、土石流甚至是順向坡滑移，往往增加其鄰近野溪、河川流動時負載物的濃度，進而增加河道之淤積量；此外，土石流流動時由於衝擊力較大，亦常造成河道變遷及刷深等情形。至於河川遭遇暴洪時，其突增的流量不僅造成自身侵蝕改道或淘刷之外，亦將影響局部坡地的穩定性。

**互制關係②：**河川流路斷面、流量大小、流速高低對於橋梁設計有直接之影響，當暴洪發生時，流體衝擊橋墩甚至淹過橋體之事件時有所聞，常直接導致橋毀；而河川本身之淘刷行為，亦將使橋墩基礎穩定性受到影響，間接導致橋體受損或破壞。因此橋梁設計時應將上述影響因子納入考量。

**互制關係③：**道路規劃設計時，沿線邊坡之穩定性向來是設計考量因子中相當關鍵的一項。選線階段即應該盡可能避開局部坡地不穩的區域，如：山崩、土石流潛勢區及順向坡危險區；否則易於道路營運後發生交通中斷甚至重大傷亡事故。即便因故無法避開時，亦應整治相關坡地，並施作護坡、擋土等人造設施，以確保用路人之安全。

**互制關係④：**道路與橋梁設計亦是環環相扣，道路選線時之平面線形，即直接影響沿線結構配置之型式，遇有天然或人造流路通過之區段，設計橋梁便成了必然的選擇；相反地，橋梁跨度過長、現地地形施工困難或造價過高時，有時亦會反過來檢討道路改線的可能性，以尋求經濟、安全與施工性兼顧的替代方案。

**互制關係⑤：**坡地災害（如：山崩、落石、順向坡滑坡、土石流等）常直接導致橋梁毀損，甚而造成兩地交通中斷。因此當地坡地的穩定性，

常影響橋梁結構的選擇、基礎型式的配置乃至坡地穩定工法的選用；而橋梁設計時的考量，如：橋梁落墩位置、跨距、通水斷面大小等，亦可能影響坡地災害發生時的災害規模，甚至影響土石流的流向。

**互制關係⑥**：暴洪發生時，河川淘刷的結果常造成下邊坡路基流失，進而影響道路工程的穩定性，因此設計時須妥為考量河道走向、未來河道變遷的可能性與流體特性等，必要時設置護岸或堤防等穩定工；反之，道路選線設計之成果，亦將在河川侵蝕、淤積的改道過程中，影響河道擺盪的幅度。

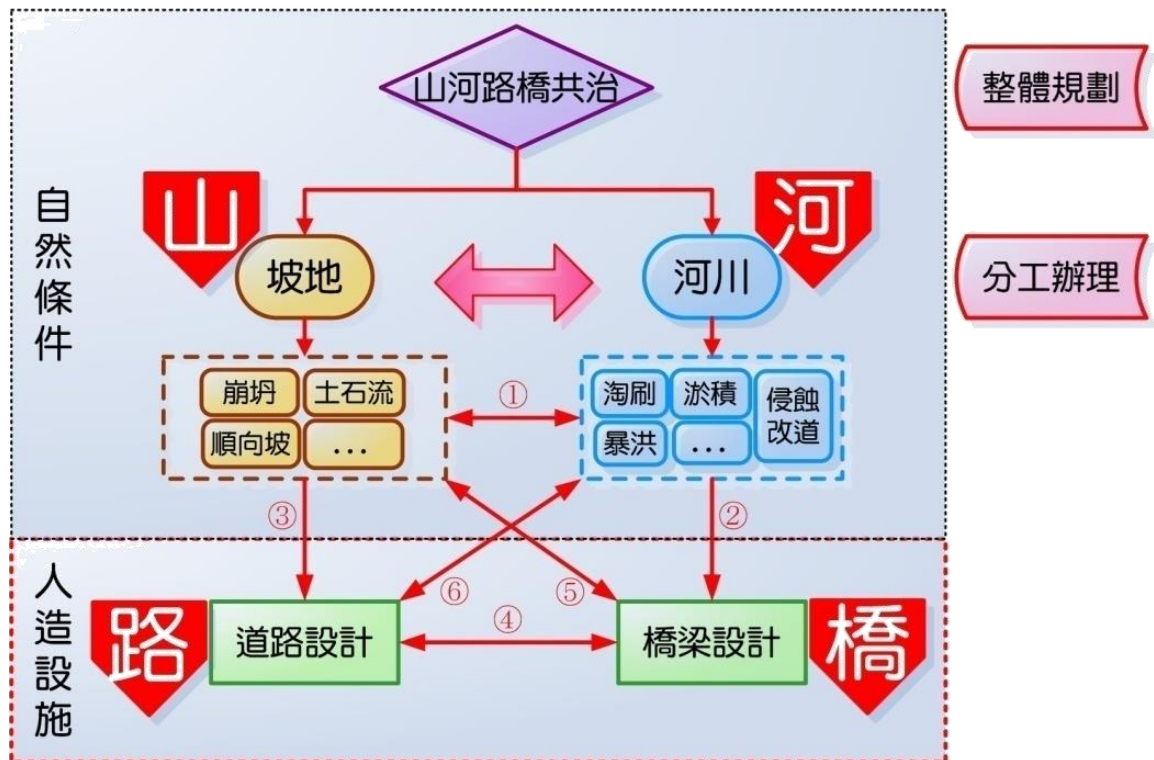


圖 12.3 山河路橋共治內涵

事實上，近年來國內重大交通建設計畫之執行，除滿足計畫功能、安全及成本等需求外，已將環境與生態之影響納入重要考量(示意詳圖 12.4)，其即隱含有「山河路橋共治」之概念，並有諸多案例可供未來工程參考。



圖 12.4 交通設施與環境生態之整合架構圖

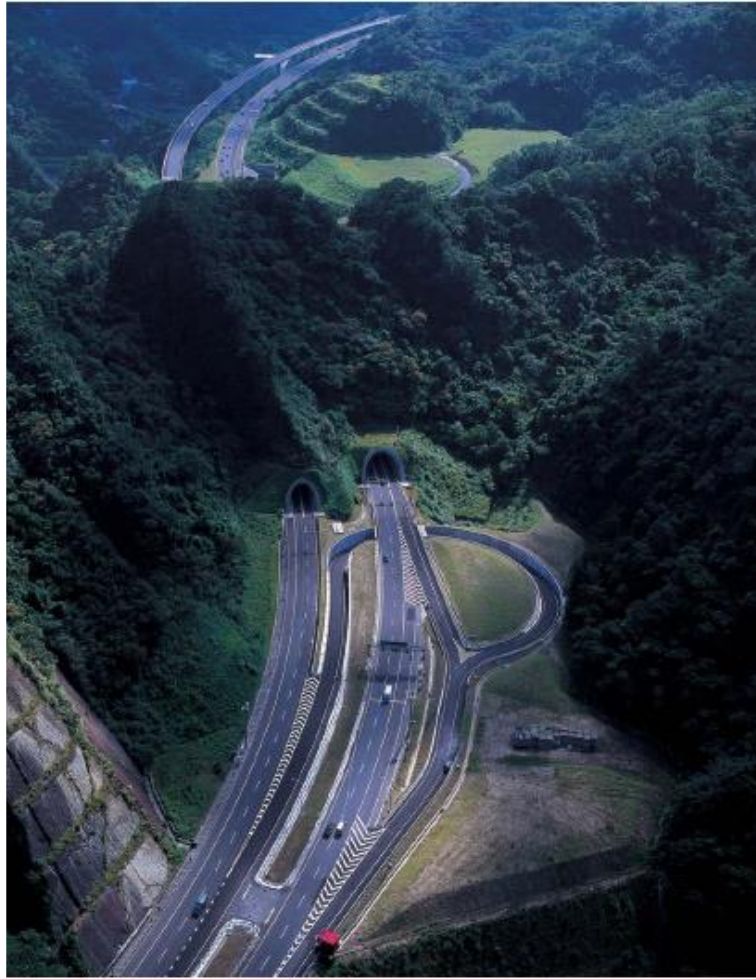
例如：中興工程顧問公司在國道五號新建工程於定線作業時，即將四周山、河及生態環境納入考量，配合地形佈置線形，以高架橋方式(詳圖 12.5)形成蜿蜒通過山區之道路，避免切削山壁，必要時開挖隧道(詳圖 12.6)，以降低工程對環境之影響。此外，國道六號之埔里隧道西洞口(圖 12.7)係與洞外高架橋之橋台共構，此舉可大幅減少開挖面積，維護周遭山河環境。



照片來源：國道五號南港蘇澳段攝影專輯。

圖 12.5 國道五號坪林高架橋





照片來源：國道五號南港蘇澳段攝影專輯。

**圖 12.6 國道五號烏塗隧道**



**圖 12.7 國道六號埔里隧道西洞口橋隧道交接**

## 12.2 短期整建策略 - 緊急搶修

任何公路設施發生緊急災變時應先記錄並拍攝災害現場地形、地貌及地物之變化。採取土石樣品，於現場進行初步辨識，並記錄破壞範圍與特徵，再依據調查結果審慎判斷破壞類型，由此推估致災原因，作為選擇整治工法之依據。如涉及人車傷亡，需立即通報警方並保持現場。如涉及災變原因之鑑定可邀請民間公正之專業團體進行。整個緊急搶修之流程整理如圖 12.8 所示；常見之緊急搶救對策分述如后。

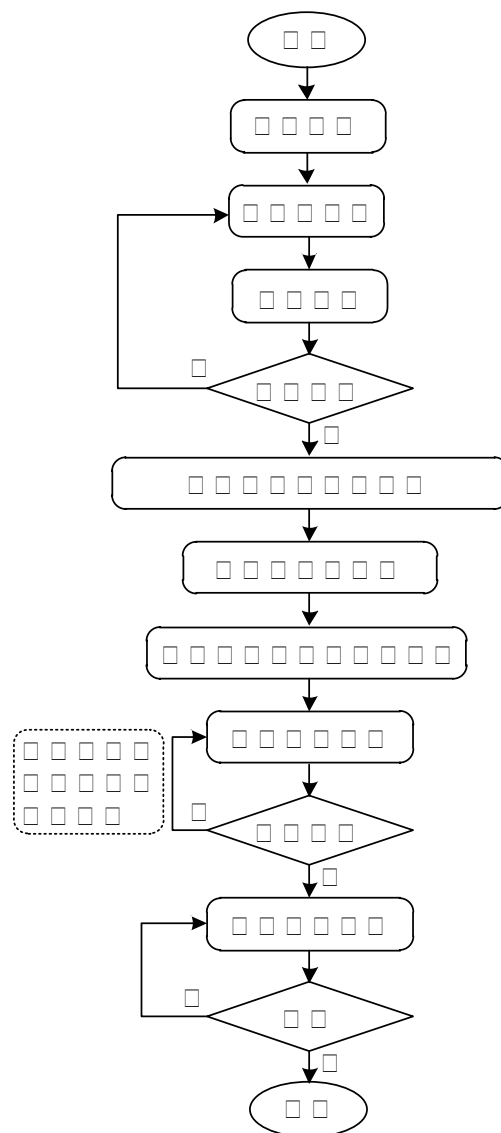


圖 12.8 道路災害緊急搶修作業流程

## 12.2.1 緊急搶修對策

本小節整理目前常見之緊急搶修對策，以供現場工程師參考運用。在實際之救災行動時，現場工程師應依現場情況斟酌採用。若遇所提之求災對策不符實際需求時，亦應調整或是改採更合適之救災對策。

### 1. 緊急地表排水

- 坍方所產生之裂隙，應儘速覆以塑膠布或以混凝土、控制性低強度填料(CLSM)、黏土等予以封填。
- 設置縱向與橫向之臨時排水系統截流滑動區內外之地表水。
- 以砂包、太空包或噴漿溝構築緊急排水溝，排水溝斷面寬度約為 0.4~0.6m，深度約為 0.6~0.8m，坡度大於 3%。
- 排除滑動區內及附近窪地、池塘或蓄水池之積水。

### 2. 緊急地下水排除工程

- 淺層(深度小於 2m)之地下水可於滑動區冠部外緣設置盲溝，截流地下水。
- 地下水分布狀況未知或滑動體前緣出現滲水時，則於滑動體前緣設置 1~2 排水平橫向排水孔。
- 水平橫向排水孔之坡度應大於 10%，仰角 5~10°左右，孔徑 100~130mm，孔間距 2~5m。
- 若滑動體冠部明顯坍塌時，則鑽設長度應穿越推測滑動面至少 5~10m。

- 若滑動面位置不詳時，則其鑽設長度以冠部裂隙下方 10~15m 處為目標。

### 3. 緊急挖方(坡頂減載)工程

- 挖方可以減輕邊坡滑動體自重，降低滑動體之下滑力，使邊坡趨於穩定。開挖部位應位於邊坡之上端部，詳圖 12.9。
- 開挖之順序應自上至下，逐階向下。不宜在坡趾處開挖，以免誘發上部土壤下滑。
- 本法較適用於邊坡滑動。

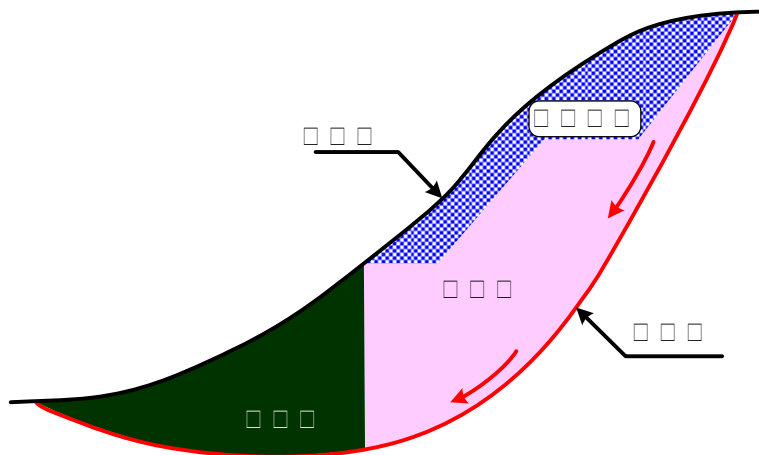


圖 12.9 坡頂削坡減載示意圖

### 4. 緊急填方(坡趾加載)工程

- 邊坡趾部的地表有隆起現象時，可於邊坡阻滑段(一般皆位於滑動邊坡之趾部)附近予以填重處理，若地形條件許可，填重可以土方直接堆填，惟若堆置空間有限則可以貨櫃填石之方式為之。其配置示意圖詳圖 12.10。

- 堆置重量約為滑動土重之 1/10 即可見效，可進行加載後之邊坡穩定分析加以確認。

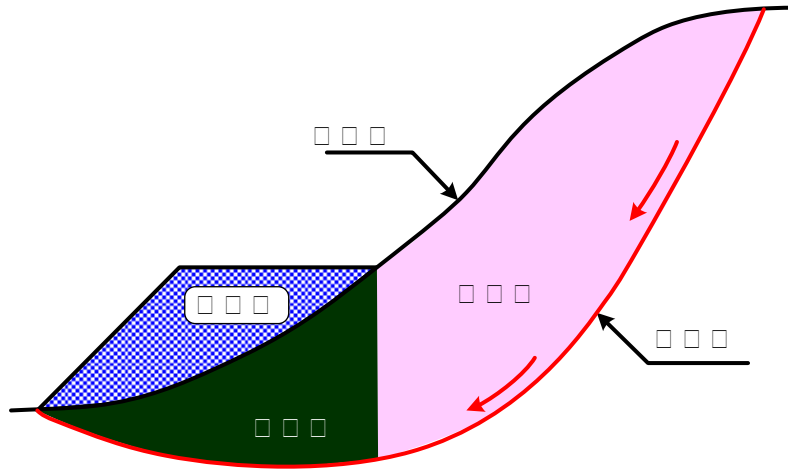


圖 12.10 坡趾加載阻滑示意圖

## 5. 緊急支撐工程

- 垛牆：上邊坡崩落於路面之土石如直接清除，形同切除崩積土之坡趾，將誘發再次滑動。此種狀況之搶修應以先撐後移之方式進行，視道路工作範圍之大小，以貨櫃或土石籠填入土石之方式，於坡趾處構築臨時簡易垛牆，並以跳島方式施工，即挖即填，逐層堆置，直至垛牆完成為止。此時路面之土石即可安全且迅速的加以清除。
- 排樁：下邊坡路基流失或因擋土牆損毀所造成之路基陷落，均可以打設臨時擋土排樁之方式予以搶修。排樁之種類一般多使用鋼軌樁、H 型鋼樁或鋼板樁（鋼板樁不適合岩層，僅適用於較鬆軟之土層）。於道路外側界線打設排樁，打設貫入深度應至少為設計擋土深度之 1.3~1.5 倍，或入岩至少 3m。若為鋼軌樁或 H 型鋼樁，則其樁間距一般約為 0.25~0.50m。



## 6. 其他搶修工法

- 以貨櫃裝填土石做為側向撐擋系統(見圖 12.11)：其優點包括：機動、快速、一體成型、可堆疊、廢品再利用等。
- 石籠或土石籠：優點包括：就地取材、透水性高、不需夯實。
- EPS(輕質保麗龍塊)：優點包括：質輕、易搬運；但價格高，且易浮於水。
- 修坡：將邊坡修緩，或將落石、坍方清除。



資料來源：取材自 <http://cpatch.org/kiiali/index.htm><sup>[106]</sup>

圖 12.11 貨櫃撐擋系統

## 12.2.2 其他

### 1. 回填料

- 控制性低強度材料(Controlled Low Strength Materials, CLSM)為一具有自硬性之可膠結材料,可用以取代傳統需夯實之填方材料。
- 與傳統回填土壤相較,CLSM 具有自流动性、免夯實、高承载力、低沉陷量等優良工程性質。圖 12.12 為以開挖棄土拌製 CLSM 填築路基施工狀況。
- CLSM 於國內相關研究與推展已超過 10 年,應用技術漸趨成熟,已成功地將剩餘土石方與此技術結合,應用於路基、管溝及擋土牆等結構之回填(吳淵洵等人<sup>[43]</sup>, 1994; 李維峰等人<sup>[51][52][54]</sup>, 2002)。公共工程委員會亦已頒訂綱要規範(03377 章)供業界參考遵循。

### 2. 棄土

- 山區道路之新建與拓寬盡可能做到挖填平衡,土方以外棄為原則,並以既有合法棄土場為優先棄土場地,若既有合法棄土場容量不足時,應依營建署「營建剩餘土石方處理方案」申請合法棄土場,以容納多餘之土方量。
- 若土方無法平衡,可考慮增加下列措施:
  1. 增加填(或挖)方路段。
  2. 拓寬原有路基或彎道改善。

3. 填築公路所需之機修廠站、養護中心、休憩區或公園綠地等相關設施。

- 棄方需做好水土保持計畫之防災處理，並盡可能以綠化之加勁土壤結構取代傳統之 RC 擋土結構。



照片來源：余德全，2002。

**圖 12.12 以開挖棄土拌製 CLSM 填築路基**

### 3. 臨時便道

- 使用貨櫃裝填土石做為臨時橋梁之橋台，以快速搭設便橋。
- 鑽炸作業應使用預裂法，控制開炸影響範圍，避免未開挖岩盤之傷害。
- 分期分區施工，限制道路全面施工以避免水土流失災情之擴大。
- 嚴格審核便道施工、水土保持防災，以及完工復舊計畫，限制施工便道數量與範圍並依實作價格編列預算。

## 12.3 公路設施之中、長期整建策略

本節將針對各公路設施包括邊坡(含路基)、橋梁及隧道之整建策略進行整理及描述，並針對各整建策略提出常見之工法，供設計工程師參考運用。惟道路工程在實務設計上，受地形、地質、水文及其他現場環境之影響，其變異性較大，因此設計工程師仍應依實際現況，進行通盤之考量，以提出較合理之設計。

### 12.3.1 邊坡(含路基)

臺灣地區近年來在極端氣候影響下，強降雨事件益趨頻繁，再加上臺灣地質年輕、地質構造發達，因此岩體較為破碎，使水分容易流入岩體，進而降低岩體強度。一般公路邊坡常見的破壞模式已如圖 12.13。由於道路破壞型態與降雨有明顯正相關，表 12.1 即降雨對於各類破壞型態之影響。在面對未來漸趨嚴重之氣候變遷挑戰，公路設施發生上述破壞型態之情況將越來越多，土木工程師面臨的考驗亦將更加艱鉅。以下將先針對邊坡(含路基)於不同破壞模式下之整建工法進行介紹，亦可參見本研究另外撰寫之「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書。



表 12.1 各種邊坡破壞類型受降雨之影響

破壞類型	降雨之影響
漫地流造成路基流失	排水溝阻塞，再加上紐澤西護欄阻礙水流時，將使雨水漫流，當水流遇紐澤西護欄缺口時，路面大量逕流即傾洩而出，造成水力沖蝕，使路基流失。
地表沖蝕	植生不佳、排水系統不足之邊坡在雨水之沖蝕作用下易形成沖蝕溝，若未適當處理，蝕溝延伸至坡趾造成坡面之坍滑。
向源侵蝕	在降雨過後，在谷地且為流水匯集之處，因河床邊坡陡峭使逕流流速加大、侵蝕力隨之增大，導致下邊坡支撐力喪失產生邊坡逐階向上游侵蝕的循環破壞模式。
凹岸沖刷	在強降雨後，暴漲後之河川水流經凹岸(即攻擊岸)時，流速加快，於凹岸地形成離心渦漩水流沖刷凹岸使得路基崩塌、路寬縮小，甚至因基礎淘刷，引起破壞。
淺層滑動	地下水位以上的邊坡因降雨入滲形成飽和浸潤帶，基質吸力因而降低、導致凝聚力折減並形成長邊坡之淺層滑動。
深層滑動	強降雨後因地下水位上升，造成邊坡潛在滑動面之抗剪強度因有效應力降低而減少，進而誘發深層滑動。
順向坡滑動	降雨過後之雨水入滲在岩層弱面後方除了增加層面間之潤滑，另將會造成層面內部細料流失，使層面之凝聚力及摩擦角降低，進而導致大規模之順向坡滑動，特別是在坡趾出露之邊坡更容易發生。
土石流	在豪雨作用下，再配合地形、地質因素，將使得泥、砂、礫石及巨石等物質與水之混合物受重力作用而產生流動。
落石	邊坡坡面在降雨過程中受到雨水之淘刷及浸潤，除了降低坡面岩石與邊坡表層間之摩擦力外，漫流於邊坡表層之逕流亦將推擠坡面孤石，進而易於誘發落石破壞。

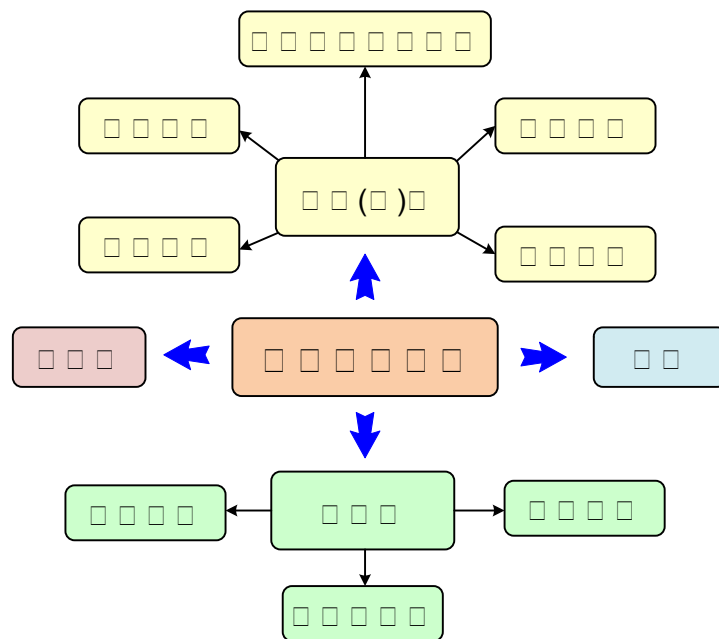


圖 12.13 公路邊坡破壞模式彙整圖



## 1. 漫地流造成路基流失

### (1) 災害成因

- 排水溝阻塞
- 路面漫地流



照片來源：周宗裕提供。

**圖 12.14 漫地流造成路基流失實例**

### (2) 破壞位置與現象

國內山區道路常採用紐澤西護欄，由於紐澤西護欄常形成水流之障礙，而使得道路成為“排水跑道”。水流遇紐澤西護欄缺口時，路面大量逕流即傾洩而出，造成水力沖蝕，使路基流失。路基因漫地流而造成流失破壞情況示意詳圖 12.15。

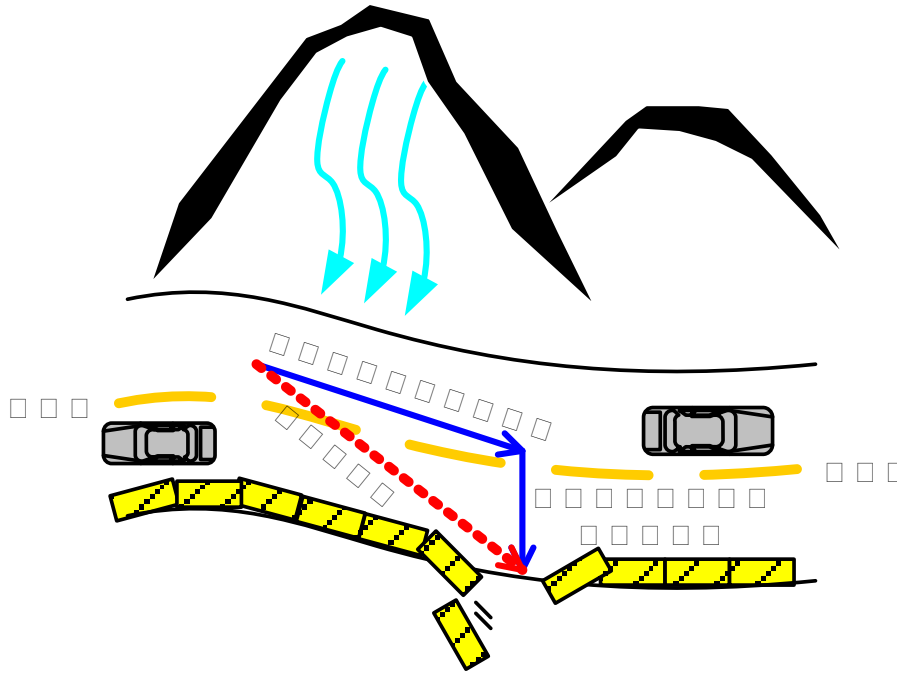


圖 12.15 漫地流造成邊坡路基流失破壞示意圖

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.2，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

### (4) 整建策略

- 上邊坡設置排水系統(包含橫向與縱向排水)
- 邊坡植生
- 下邊坡避免無尾溝
- 路邊溝定期清理，避免淤積

- 針對漫地流造成邊坡路基流失破壞之排水整建策略詳

圖 12.16

## (5) 參考採用之工法

- 採可穿透性護欄
- 設置排水溝、截流邊坡與收集地表水
- 設路面橫向截流溝，截流漫地流防止形成排水跑道
- 復建工程路基宜採用柔性擋土牆
- 下邊坡設置洩槽，避免無尾溝

表 12.2 因漫地流造成路基流失相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	3.表土剝落、雨蝕溝	檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查坡面周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截、排水設施
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
結構體	7.空洞	填補整平，以防雨水入滲
	15.回填材料流失	填補回填材料，並覆以保護材料
	21.沖刷	鋪設臨時性覆蓋物，如：帆布等
	22.排水、湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施，必要時加強水位觀測

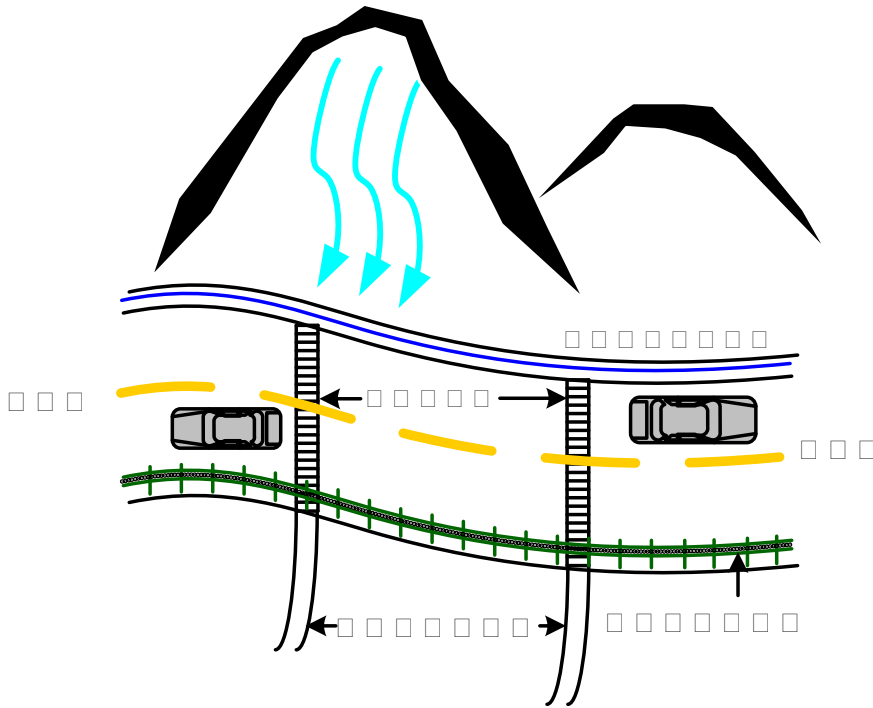


圖 12.16 針對漫地流配置之排水措施

#### (6) 相關案例說明

林務局羅東林管處宜專一線道路蜿蜒，常見銜接彎道之下坡路段有路面下陷或路基流失的情形。因雨量大時路面水係以水流向量和之方向（詳見圖 12.15）沿彎道切線方向流動，若排水設計考慮未周，大量的路面水將匯流至下邊坡坡面，造成破壞（圖 12.17）。

林務局羅東林管處宜專一線因沖蝕形成路基流失與溝谷，而擬興建擋土結構。唯不宜採用透水性差之擋土措施，因溝谷通常為原有水路，阻隔式之擋土措施易形成圍堰效果，擋土牆因基礎掏蝕而下滑，造成路面下陷，甚至路基流失（圖 12.18）。

新竹縣五峰鄉大鹿林道沿線邊坡岩層為頁岩夾薄層砂岩，因有背斜軸通過，岩坡之岩體較破碎。崩塌路段長約 60m，上邊坡垂直高約

40m，下邊坡高約 80m，均為陡坡，因豪雨造成路基流失，AC 路面損毀（如圖 12.19）。

南二高 N310K+430 之邊坡趾排水溝，其底部與土壤界面以及排放口之處易為逕流水所淘空而破壞，導致排水溝基礎流失（如圖 12.20）。



圖 12.17 林務局宜專一線路基因雨水入滲造成滑動



圖 12.18 宜專一線以土石籠及鋼軌樁作為臨時支撐





圖 12.19 新竹縣大鹿林道邊坡因豪雨造成路基流失



圖 12.20 南二高 310K+430 邊坡排水溝因沖蝕溝而破壞

## 2. 地表沖蝕

### (1) 災害成因

- 坡面因植生不佳，岩土裸露，造成沖蝕（圖 12.21）
- 上邊坡缺乏適當之排水系統
- 路邊溝淤積阻塞
- 坡趾無尾溝沖蝕破壞（圖 12.22）



圖 12.21 台 1 線坡面沖蝕



圖 12.22 台 21 線坡趾無尾溝沖刷造成下邊坡擋土構造物損毀

## (2) 破壞位置與現象

道路上下邊坡在雨水之衝擊與沖蝕作用下，沿坡面逕流形成沖蝕溝，若未設置任何防護措施，蝕溝逐漸擴大，延伸至坡趾即造成坡面之陷落或坍滑。

## (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.3，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

表 12.3 與地表沖蝕相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	1.崩落	清除崩塌土石
	3.表土剝落、雨蝕溝	檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查坡面周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截、排水設施
	4. 平臺上堆積物	清除堆積物
	5. 湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施
	6.樹木傾倒、雜草異常茂盛	清除傾木及雜草，以免影響行車安全視距
	7.植生枯損	再植生、追肥或使用其他方法外，對植生被覆狀況應充分掌握
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
結構體	4.附屬結構物損壞	換修或拆除更新
	7.空洞	填補整平，以防雨水入滲
	15.回填材料流失	填補回填材料，並覆以保護材料
	21.沖刷	鋪設臨時性覆蓋物，如：帆布等
	22.排水、湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施，必要時加強水位觀測



#### (4) 整建策略

- 上邊坡設置排水系統（包含橫向與縱向排水）
- 邊坡植生
- 下邊坡避免無尾溝
- 路邊溝定期清理，避免淤積

#### (5) 參考採用之工法

- 設置截水溝、排水溝、縱向洩槽及跌水工
- 打樁編柵、植生或其他護坡工法
- 延長無尾溝之出水口至穩定坡趾

#### (6) 相關案例說明

新竹縣五峰鄉大鹿林道某路段為一山谷地形，上下邊坡破壞高度各約為 130m，沿山谷發展成沖蝕溝，夾帶大量土石沖刷至下邊坡，沖蝕溝兩側之岩體破碎（如圖 12.23 及圖 12.24）。



圖 12.23 大鹿林道邊坡地表沖蝕裸露



圖 12.24 大鹿林道之沖蝕溝

新竹縣尖石鄉竹 60-1 (產業道路) 上邊坡因無適當之排水，導致水流從上邊坡坡面流至下邊坡，造成上邊坡地表沖蝕，形成沖蝕溝，除植被破壞外，表層土壤亦流失，日後植被復育更為不易，而造成惡性循環 (圖 12.25)。



圖 12.25 尖石鄉竹 60-1 上邊坡因缺乏排水溝形成沖蝕溝



### 3. 向源侵蝕

#### (1) 災害成因

河床邊坡陡峭使水流速加大、侵蝕力增大，使下邊坡支撐力喪失，而逐階向上游或源頭（集水區水路）侵蝕。向源侵蝕示意圖詳圖 12.26。

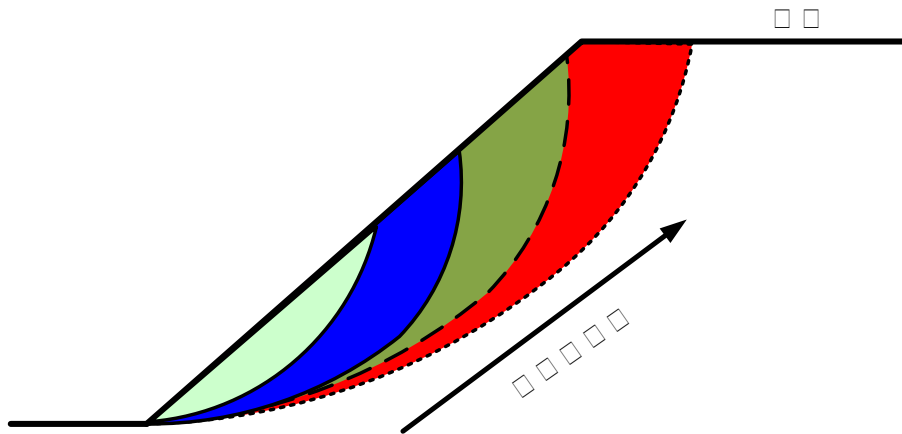


圖 12.26 向源侵蝕示意圖

#### (2) 破壞位置與現象

此現象通常發生於集水區之谷地，且為流水匯集之處。另因河水升高及地表水之滲透，使地下水位升高，土壤有效應力降低，產生邊坡滑動的循環破壞模式，使谷地切割產生向源侵蝕造成道路破壞。圖 12.27 為力行產業道路下邊坡向源侵蝕，迫使道路向內改線，形成回頭彎。



圖 12.27 力行產業道路下邊坡向源侵蝕破壞情況

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.4，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

### (4) 整建策略

- 設置消能設施。
- 逕流通過道路時需以箱涵方式穿越，或需設置過水路面 (RC 路面)。
- 下邊坡應避免形成無尾溝，並做好固床工。

表 12.4 與向源侵蝕相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	1.崩落	清除崩塌土石
	2.裂縫、鼓出、坍塌	坡面整平及裂縫填補，以防雨水入滲
	3.表土剝落、雨蝕溝	檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查坡面周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截、排水設施
	5.湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
結構體	3.本體結構損壞	整修或拆除更新，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	4.附屬結構物損壞	換修或拆除更新
	15.回填材料流失	填補回填材料，並覆以保護材料
	21.沖刷	鋪設臨時性覆蓋物，如：帆布等
	22.排水、湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施，必要時加強水位觀測

## (5) 參考採用之工法

上邊坡：

- 設置截水溝、過路箱涵、縱向洩槽及跌水工
- 排水系統清理
- 打樁編柵、植生護坡或其他護坡工法

下邊坡：

- 設置洩槽及河岸護堤
- 路基採柔性擋土牆
- 重新選擇路廊

## (6) 相關案例說明

臺中和平鄉至南投仁愛鄉之間力行產業道路多處下邊坡因坡趾土壤不斷流失，侵蝕持續往上延伸，迫使道路向內改道，因而形成回頭彎（圖 12.28 及圖 12.29）。道路沿線亦有河谷地形，呈向源頭侵蝕之勢（見圖 12.30）。



圖 12.28 力行產業道路向源侵蝕形成回頭彎





圖 12.29 力行產業道路沿線河谷地形呈向源頭侵蝕之勢



圖 12.30 力行產業道路之上邊坡崩塌與下邊坡向源侵蝕



#### 4. 凹岸沖刷

##### (1) 災害成因

河川水流流經凹岸(即攻擊岸)時，流速加快，於凹岸地形成離心渦旋水流沖刷凹岸，並搬運土砂淤積於凸岸(見圖 12.31)。

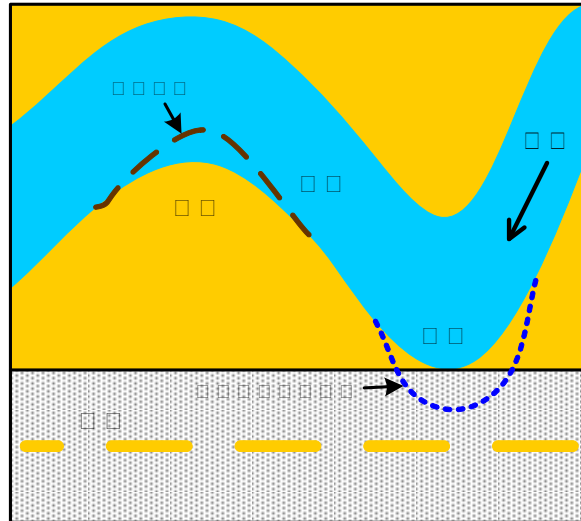


圖 12.31 道路臨河川凹岸之沖刷示意圖

##### (2) 破壞位置與現象

河道彎曲凹岸半徑愈小表示流速越快，沖刷愈為嚴重，使得路基因遭河水沖刷，道路路基崩塌，路寬縮小，甚至因基礎淘刷，引起破壞現象(見圖 12.32)。



圖 12.32 竹 37 線凸岸之土砂堆積與凹岸沖刷造成道路坍方

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.5，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

### (4) 整建策略

河川設置石籠及石籠丁壩護岸以防止河岸沖刷。此外，亦可考慮設置樁基或加深基礎至淘刷深度(scour depth)以下，並加拋石保護河岸邊坡。

### (5) 參考採用之工法

- 護岸
- 樁基礎配合拋石保護河岸邊坡
- 重新選擇路廊

## (6) 相關案例說明

新竹縣五峰鄉大鹿林道 2K+700 處有一明顯小型背斜軸，及多處斷裂面。現場觀察到擋土牆破壞、路基流失，為一老崩塌地持續崩壞、道路下方有大型侵蝕溝形成。上邊坡崩塌高度約為 100m，下邊坡崩塌高度約為 290m，為一山谷地形，下邊坡坡趾瀕臨上坪溪支流。本崩塌區範圍相當廣，崩塌類型為凹岸沖蝕往上邊坡延伸，演變為整個邊坡之崩塌及向源侵蝕之形式（如圖 12.33 及圖 12.34）。

新竹縣尖石鄉下文光竹 60-1 道路某路段下邊坡臨溪流凹岸，經年累月對下邊坡坡趾淘刷，沖蝕持續往上延伸，遂演變為向源侵蝕，導致路基流失，路面毀損，圖 12.35 可看出凹岸沖刷後，坡趾岩層裸露，下邊坡亦破壞。

表 12.5 與凹岸沖刷相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	3.表土剝落、雨蝕溝	檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查坡面周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截、排水設施
	11.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治
結構體	3.本體結構損壞	整修或拆除更新，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	4.附屬結構物損壞	換修或拆除更新
	5.基礎損壞	查明原因，並整修或拆除重建基礎
	15.回填材料流失	填補回填材料，並覆以保護材料
	21.沖刷	鋪設臨時性覆蓋物，如：帆布等



圖 12.33 大鹿林道 2K+700 下邊坡凹岸沖刷



圖 12.34 大鹿林道 2K+700 邊坡凹岸沖刷影響深度達數百公尺





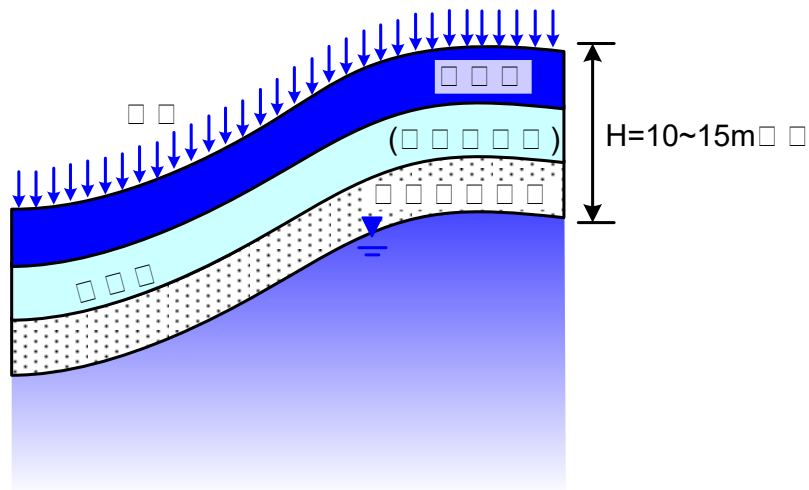
圖 12.35 尖石鄉竹 60-1 凹岸沖刷造成路基流失

## 5. 淺層滑動

### (1) 災害成因

地下水位以上的邊坡長時間處於不飽和狀態，降雨入滲形成飽和浸潤帶(見圖 12.36)，降低基質吸力，導致凝聚力折減而形成長邊坡之淺層滑動。



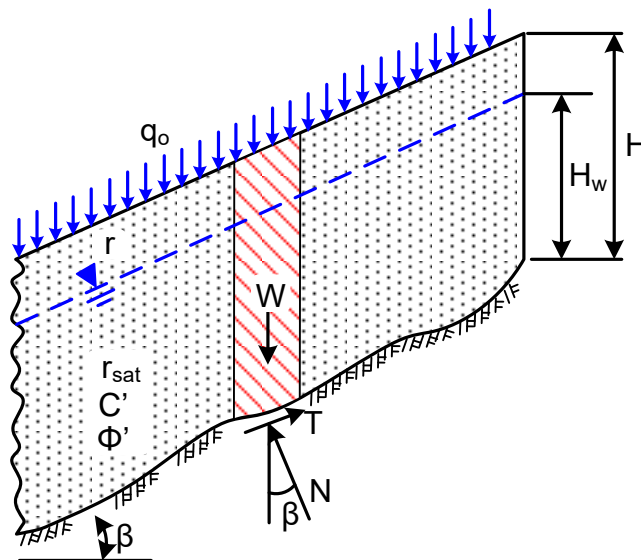


來源：范嘉程等人<sup>[108]</sup>，2003。

圖 12.36 深地下水位邊坡土壤飽和度分布剖面

## (2) 破壞位置與現象

此破壞多發生於土層中，或岩土界面間。一般淺層破壞之深度不會超過 3m，破壞面平行於邊坡，一般可以無限長之邊坡破壞模式進行分析如圖 12.37。



來源：Gray & Sotir, 1996

圖 12.37 無限長之邊坡穩定分析

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.6，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

### (4) 整建策略

- 無限長之邊坡穩定分析 (見圖 12.37)
- 以軟體進行淺層平面滑動分析
- 截水及坡面植生保護
- 若坡度甚陡，可考慮以土釘加強

### (5) 參考採用之工法

- 設置坡面橫向截水溝及縱向洩槽導水與跌水工
- 坡面打樁編柵、植生或其他類似之工法，以植物根系力穩固土壤
- 若坡度甚陡，植生工法效果不彰，或曾發生坍塌，可考慮採用土釘工法配合植生

表 12.6 與淺層滑動相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	1.崩落	清除崩塌土石
	2.裂縫、鼓出、坍塌	坡面整平及裂縫填補，以防雨水入滲
	3.表土剝落、雨蝕溝	檢查坡面風化程度、侵蝕狀況，並將坡面整平、加強植生，另應檢查坡面周圍排水設施之排水情形，必要時改善或加設截、排水設施
	4.平臺上堆積物	清除堆積物
	6.樹木傾倒、雜草異常茂盛	清除傾木及雜草，以免影響行車安全視距
	7.植生枯損	再植生、追肥或使用其他方法外，對植生被覆狀況應充分掌握
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
結構體	1.材料老化程度、斷裂、腐蝕及損壞情形	更換
	2.變形	填補換修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	3.本體結構損壞	整修或拆除更新，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	4.附屬結構物損壞	換修或拆除更新
	7.空洞	填補整平，以防雨水入滲
	9.框梁鬆脫、填敷材料突出、下沉	填補整修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	11.裂縫、龜裂	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	12.接縫異樣、接縫不符合	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	13.剝落	填補整修
	14.鋼筋曝露、銹蝕	填補混凝土
	15.回填材料流失	填補回填材料，並覆以保護材料
	21.沖刷	鋪設臨時性覆蓋物，如：帆布等

## (6) 相關案例說明

台 21 線（新中橫）水里至玉山線路段，此處地質構造為砂頁岩互層，經長期風化後，岩土結構鬆散，後經公路開挖開炸，對於土層、岩層解壓，而導致大規模之淺層滑動（如圖 12.38）。

新竹縣五峰鄉大鹿林道某路段上邊坡裸露 4m 部分為土坡，下邊坡崩塌約 15m（如圖 12.39），由現場情形判斷，上邊坡土坡裸露平整，應為下邊坡及路基崩塌後，將上邊坡修坡使路基內移所致。

新竹縣尖石鄉竹 60-1 道路上邊坡坍塌（如圖 12.40），淺根植物之根系保護亦不能防止整體之淺層滑動。圖中可見破壞之後植物根系裸露。



圖 12.38 台 21 線塔塔加鞍部大回頭彎之大規模淺層坍塌



圖 12.39 大鹿林道下邊坡發生淺層破壞





圖 12.40 尖石鄉竹 60-1 上邊坡淺層破壞

## 6. 深層滑動

### (1) 災害成因

- 坡趾開挖，使邊坡失穩
- 雨水入滲：含水量升高使其土壤有效應力降低，安全係數就會遞減
- 地形、地質因素：常發生於均勻土層，偶爾亦可能發生於極風化之岩盤（如礫岩）



## (2) 破壞位置與現象

- 深層破壞常以圓弧型、近圓弧型或部分圓弧、部分順向坡之形狀產生(見圖 12.41)。可能發生於上邊坡或下邊坡，亦可能跨越上、下邊坡，使道路完全阻斷(見圖 12.42)。
- 深層破壞之深度與高度成正比，且破壞面多非平行於坡面，且具一定之深度(一般常大於 3m)。



資料來源：摘自地質材料試驗室。

圖 12.41 深層滑動示意圖



照片來源：堅尼士工程顧問公司提供。

**圖 12.42 力行產業道路邊坡圓弧滑動**

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.7，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

**表 12.7 與深層滑動相關之養護檢查項目**

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	2.裂縫、鼓出、坍塌	坡面整平及裂縫填補，以防雨水入滲
	5.湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施
	6.樹木傾倒、雜草異常茂盛	清除傾木及雜草，以免影響行車安全視距
	7.植生枯損	再植生、追肥或使用其他方法外，對植生被覆狀況應充分掌握
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
	11.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治

設施類別	檢查項目	養護措施
結構體	1.材料老化程度、斷裂、腐蝕及損壞情形	更換
	2.變形	填補換修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	3.本體結構損壞	整修或拆除更新，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	4.附屬結構物損壞	換修或拆除更新
	5.基礎損壞	查明原因，並整修或拆除重建基礎
	6.背面堆積土，超載	開挖移除
	9.框梁鬆脫、填敷材料突出、下沉	填補整修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	10.擠(鼓)出、隆起、鬆動	填補整修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	11.裂縫、龜裂	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	12.接縫異樣、接縫不符合	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	13.剝落	填補整修
	14.鋼筋曝露、銹蝕	填補混凝土
	16.結構之整體沉陷、移動	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，或於擋土牆背側開挖解壓，以增加其穩定性
	17.結構之整體傾倒(斜)	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並加強持續觀測，另考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，以增加其穩定性
	18.地(岩)錨預力損失	調整地(岩)錨預力或補強
	19.地(岩)錨預力抗張材(鋼鍵)斷裂	增補地錨，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
20.地(岩)錨錨頭脫落、變形或銹蝕	採用保護蓋或混凝土加以保護	
22.排水、湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施，必要時加強水位觀測	
23.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治	

#### (4) 整建策略

- 邊坡穩定分析：採極限平衡法探討邊坡於各種狀況下之圓弧破壞或指定破壞模式，近年來亦常採用有限元素/差分法進行分析，特別是針對動態地震力作用下邊坡穩定行為之探討(見圖 12.43)
- 邊坡穩定工法配合植生綠化
- 選線時應盡量避開具深層滑動潛勢之區域

#### (5) 參考採用之工法

- 地表、地下排水系統
- 坡趾擋土排樁或擋土牆
- 坡趾地盤改良
- 坡面裂縫灌漿
- 坡面台階處理
- 坡面格梁地錨穩定
- 改線，以隧道型式通過
- 改線，以橋梁型式通過

#### (6) 相關案例說明

- 南二高東山服務區外側邊坡為泥岩地質，每逢豪雨，則遇水軟化，產生大規模之深層滑動，排水溝亦斷裂(如圖 12.44)。此外，坡頂、坡面、坡趾均有裂紋，易滲水，發生二次坍滑機率大。

- 台北市文山區指南路三段因長期降雨使土層含水量升高及抗剪強度降低。初始時造成下邊坡小型坍塌，繼而因下方支撐力減弱產生大規模之近圓弧深層滑動(如圖 12.45)。

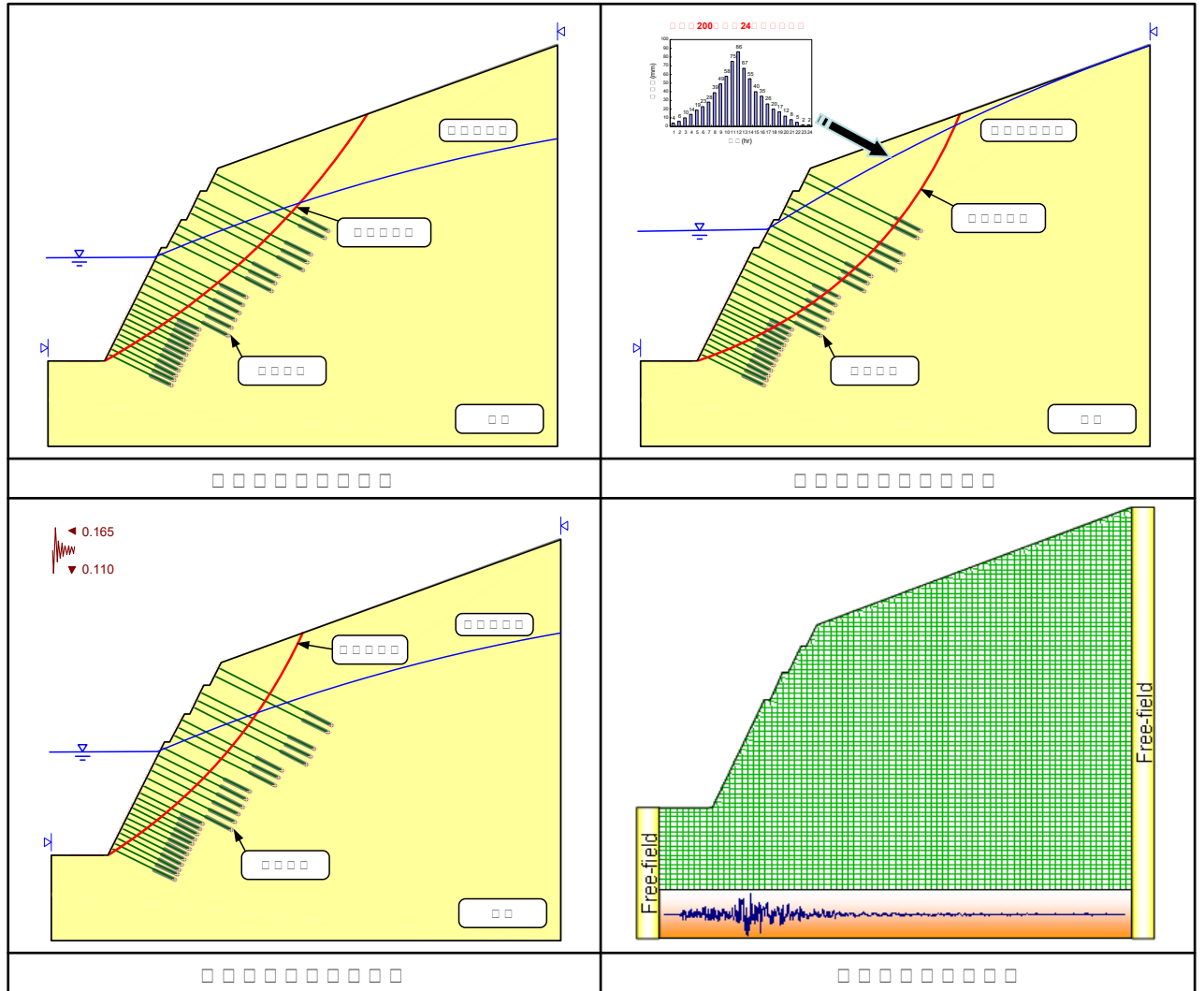


圖 12.43 深層滑動分析方式





圖 12.44 南二高東山服務區外側泥岩邊坡發生深層滑動



圖 12.45 臺北市文山區指南路 3 段(貓空)近圓弧深層滑動

## 7. 順向坡滑動

### (1) 災害成因

- 坡趾開挖
- 降雨入滲
- 地形、地質因素

## (2) 破壞位置與現象

順向坡多發生於砂頁岩或土岩介面(沿岩盤之層面方向)，於公路開發時被砍去坡腳後會形成自由端之不穩定狀態，當土壤孔隙及坡面裂隙遭雨水入滲，於不透水面形成濕潤面，將減少抗滑力而產生平面滑動。圖 12.46 為順向坡破壞示意圖。

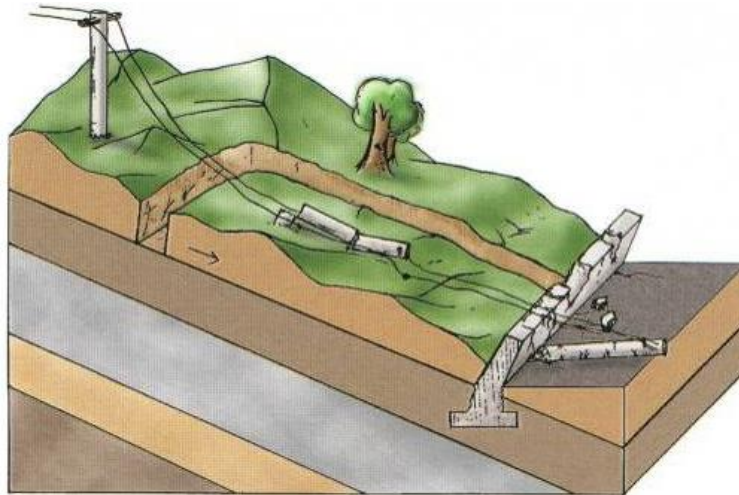


圖 12.46 順向坡滑動破壞示意

## (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.8，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

表 12.8 與順向坡滑動相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	2.裂縫、鼓出、坍塌	坡面整平及裂縫填補，以防雨水入滲
	5.湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施
	10.坡頂與坡面截水、排水設施	裂縫修補、截排水設施破壞修復、淤塞清除
	11.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治
結構體	1.材料老化程度、斷裂、腐蝕及損壞情形	更換
	5.基礎損壞	查明原因，並整修或拆除重建基礎
	6.背面堆積土，超載	開挖移除
	11.裂縫、龜裂	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	12.接縫異樣、接縫不符合	填補整修，必要時以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	13.剝落	填補整修
	14.鋼筋曝露、銹蝕	填補混凝土
	16.結構之整體沉陷、移動	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，或於擋土牆背側開挖解壓，以增加其穩定性
	17.結構之整體傾倒(斜)	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並加強持續觀測，另考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，以增加其穩定性
	18.地(岩)錨預力損失	調整地(岩)錨預力或補強
	19.地(岩)錨預力抗張材(鋼鍵)斷裂	增補地錨，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	20.地(岩)錨錨頭脫落、變形或銹蝕	採用保護蓋或混凝土加以保護
22.排水、湧水	檢查湧水之水質，改善或加設截、排水設施，必要時加強水位觀測	

設施類別	檢查項目	養護措施
	23.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治

#### (4) 整建策略

- 邊坡穩定分析採用極限平衡法之平面破壞模式(沿指定破壞面滑動)
- 順向坡切忌開挖坡腳，使滑動面出露。若必需開挖坡腳時，需先以排樁、地錨或土釘等工法加以穩固後，方能開挖
- 選線時應盡量避開順向坡

#### (5) 參考採用之工法

- 坡趾擋土排樁(常配合地錨)
- 坡趾加載，避免潛勢之滑動面出露
- 坡頂截排水系統
- 坡面擋土
- 坡面格梁、地錨或土釘
- 改線，以隧道型式通過
- 改線，以橋梁型式通過



## (6) 相關案例說明

新竹縣尖石鄉竹 60-1 道路為大寮層之砂頁岩互層地質，受下邊坡受凹岸沖刷，使坡趾失去支撐，造成整體順向坡滑動(見圖 12.47)。

林肯大郡複合功能住宅社區位處地質屬於順向坡(地層與斜坡走向平行)，因下邊坡自由端出露。於 1997 年 8 月溫妮颱風經過台灣北部，挾帶之雨量破壞地基，使擋土牆崩落，造成 28 人死亡，一百多人房屋損壞、全毀，無家可歸(見圖 12.48)。

暨南大學校門口聯絡道邊坡在 1994 年 11 月至 1999 年 9 月間的近 5 年間即發現有潛變之情況。經台灣省大地技師公會進行監測，發現此邊坡有若干側向變形。於 1999 年 9 月 21 日大地震後，過大之地震動進一步造成此邊坡大規模下滑，並撞及警衛室，其範圍長達 180m，高度達 80m。其破壞為沿硬黏土層順向坡之破壞(見圖 12.49)。



圖 12.47 竹 60-1 線道路下邊坡因凹岸沖刷導致大規模順向坡滑動





照片來源：洪如江，2010。

**圖 12.48 民國 86 年林肯大郡順向坡滑動災變**



**圖 12.49 暨南大學聯絡道於 921 後沿硬黏土層之大規模順向坡滑動**

九份二山位於臺灣南投縣中寮鄉合興村與國姓鄉南港村交界處，屬順向坡地質。在 1999 年 9 月 21 日的集集大地震過程中，整個邊坡沿著頁岩層面滑動，滑動量體達 3600 萬  $m^3$ ，造成 39 人罹難。圖 12.50 為九份二山順向坡崩坍場址。

國道 3 號 3.1 公里處邊坡位於台灣基隆市七堵區瑪陵坑山區之「師公格山」，順向坡發生之崩塌後造成雙向車道遭埋面積達  $200 \times 60$  平方公尺，大埔跨越橋也隨著山崩斷成兩截而掉落至高速公路主線。南北雙向六個車道全遭土石覆蓋，造成 4 人死亡，交通完全中斷。據統計倒坍塌下來的石

堆約有 10 萬立方公尺。為中華民國國道通車 36 年來，除了 1974 年 9 月 28 日中山高速公路八堵交流道附近造成 36 人死亡的山崩事件外，最嚴重的崩塌意外。



圖 12.50 九份二山於 921 地震後順向坡滑動場址

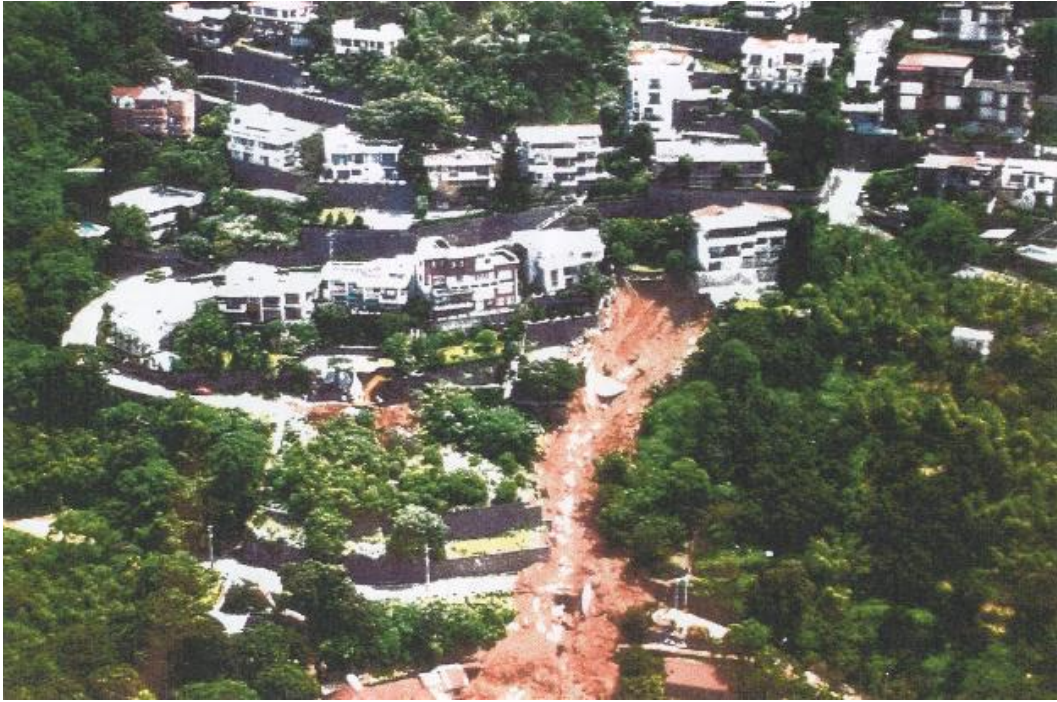
## 8. 土石流

### (1) 災害成因

- 豪雨
- 地形、地質因素

### (2) 破壞位置與現象

土石流係指泥、砂、礫石及巨石等物質與水之混合物受重力作用後所產生之流動體。典型土石流分 3 個區段：發生區、流動區及淤積區(詳見水土保持技術手冊)。大規模的土石流往往使道路、橋梁、房屋及農田損毀淹沒，造成很大的損失及傷亡。圖 12.51 為德行東路 338 巷因溫妮颱風夾帶暴雨所誘發之土石流災變。



照片來源：臺北市土木技師公會，1997。

**圖 12.51 德行東路 338 巷土石流災變**

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.9，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。



表 12.9 與土石流相關之養護檢查項目

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	11.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治
結構體	2.變形	填補換修，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	3.本體結構損壞	整修或拆除更新，並以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制
	5.基礎損壞	查明原因，並整修或拆除重建基礎
	16.結構之整體沉陷、移動	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，或於擋土牆背側開挖解壓，以增加其穩定性
	17.結構之整體傾倒(斜)	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並加強持續觀測，另考量於坡趾加築擋土牆、臨時支撐，或加填土石、加強地錨預力，以增加其穩定性
	23.發現深層滑動現象	以監測系統及地質調查，確定滑動規模及破壞機制，並持續觀測，必要時需疏散居民，進行大規模整治

#### (4) 整建策略

- 依水保技術手冊，可分為：抑制工法、攔阻工法、淤積工法、疏導工法及緩衝林帶
- 土石流之整治極為困難，且因土石流衝撞能量頗鉅，抵抗不易，一般以避開法（如採橋梁、隧道等）為宜。另源頭整治與水土保持不失為正本清源之良方。

#### (5) 參考採用之工法

- 抑制工法：如防砂壩、固床工、潛壩、連續壩、打樁、山腹工等
- 攔阻工法：如非透過性壩及透過性壩

- 淤積工法：如沉砂池、圍堤方式等
- 疏導工法：如渠道、導流堤等
- 緩衝林帶：如樹林帶作為緩衝區
- 避開工法：如以橋梁跨越或以明挖覆蓋隧道穿越以及改線等方式避開土石流之影響。橋梁需注意落墩之位置避免位於土石流之流徑。隧道則需注意覆土壓力不超過設計土壓，且隧道洞口需加以保護以避免土石流入侵。

土石流所影響之範圍極大，在進行整治時往往需要整合上述各工法，於各個位置配置不同之工程措施，圖 12.52 係整個土石流整治工法配置示意。

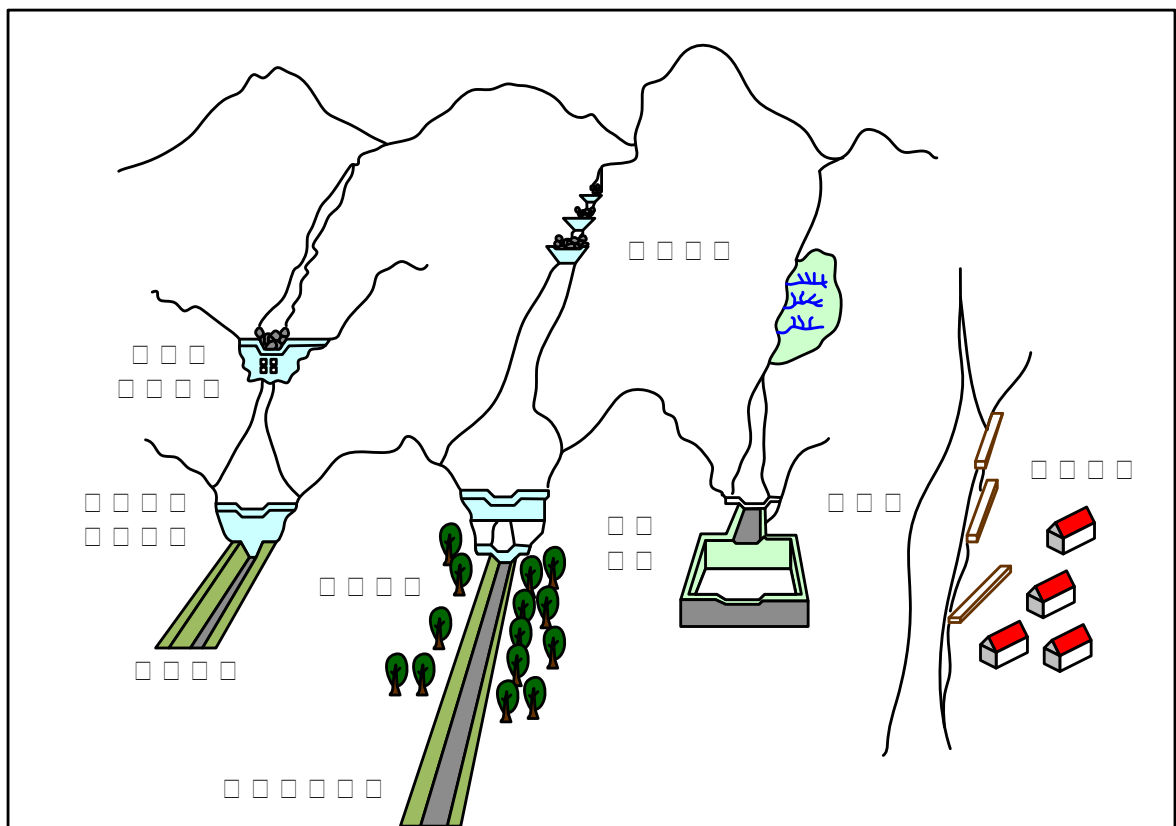


圖 12.52 各種土石流防治工法之配置範例



## (6) 相關案例說明

臺中和平鄉至南投仁愛鄉間之力行產業道路，暴雨時集水區上、中游兩側邊坡易發生崩塌，溝谷集水區溪床與中、下游兩側的地質材料產生沖刷破壞，遂誘發土石流。巨大土石與水之衝擊力乃造成土石流區道路之全面破壞（如圖 12.53 及圖 12.54）。



圖 12.53 力行產業道路集水區於暴雨後形成土石流



圖 12.54 力行產業道路 34K+200 道路上邊坡左右側土石流

民國 98 年 8 月 8 日莫拉克颱風侵襲台灣，在高雄縣甲仙鄉小林村附近 24hr 累積降雨超過 1,000mm，48hr 累積降雨超過 1,600mm，引致小林村後方獻肚山發生大規模的土石崩壞，崩坍之土石造成小林村滅村之慘劇(見圖 12.55)。





照片來源：網站照片。

(a)土石掩埋前之小林村



照片來源：臺灣光華雜誌提供。

(b)遭土石掩埋後之小林村

**圖 12.55** 小林村於莫拉克風災前後之照片

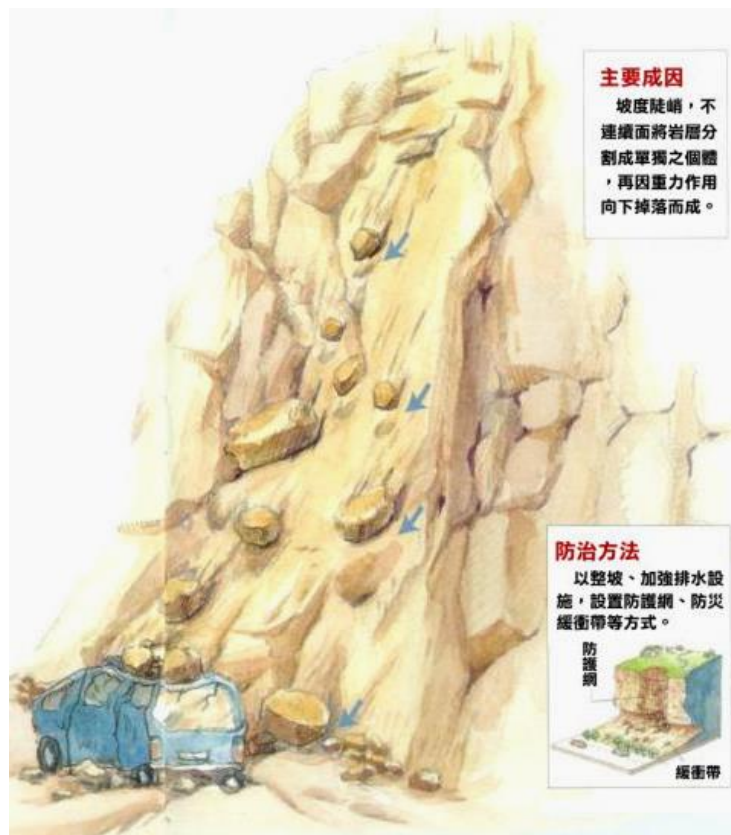
## 9. 落石

### (1) 災害成因

- 岩體因解壓產生節理，且多為楔形破壞而產生落石現象
- 砂頁岩互層，頁岩風化較速，砂岩失去支撐而墜落
- 碎岩堆積於邊坡，因雨水或地震因素而崩落

### (2) 破壞位置與現象

岩體因解壓產生節理之楔形破壞落石現象。通常發生於開闢道路時切割岩體，因解除岩體之圍壓，形成張力縱橫裂縫之節理，再由雨水、風化及地震之外力影響而發生落石，此現象於陡峭的上邊坡較常發生。圖 12.56 為落石破壞示意圖。



資料來源：摘自地質材料試驗室。

圖 12.56 落石破壞示意

### (3) 破壞情況與養護巡查手冊之對照

本項邊坡破壞特徵與公路局養護手冊<sup>[107]</sup>中之項目有對照之情況如表 12.10，應於歷次巡查後，進行檢視、判斷，以釐清邊坡破壞原因，並擬訂整建策略，以進行補強措施(詳見「因應氣候變遷之公路設施整建策略」報告書)。

**表 12.10 與落石破壞相關之養護檢查項目**

設施類別	檢查項目	養護措施
植生邊坡	1.崩落	清除崩塌土石
	9.鬆動浮石、滾石	挖除浮石、滾石，並依邊坡現況設置落石防護設施

### (4) 整建策略

- 以立體投影法(Structural Geology Contoured Stereo Net)找出岩坡破壞的可能位置與滑動方向
- 採用主動式防護或被動式防護工法

### (5) 參考採用之工法

主動式防護工法：

- 岩栓固定
- 鋼索固定
- 化學藥劑填充裂縫
- 危石或孤石敲除移走



被動式防護：

- 落石防護柵(網)
- 明隧道
- 重新選擇路廊

#### (6) 相關案例說明

新竹縣尖石鄉竹 60-1 道路上邊坡層面與道路一致(呈順向坡)，且節理發達，風化程度甚高，常有巨大塊石掉落於道路中(如圖 12.57)。此集水區之落石成因疑為砂頁岩互層，頁岩風化較速，砂岩失去支撐而墜落。

臺中和平鄉至南投仁愛鄉力行產業道路 22K+200、24K+200、24K+600、24K+650、31K+700、33K+600、34K+600 等處道路上邊坡岩盤節理發達，與道路沿線板岩之劈理或砂岩之層面組合，發展成岩坡之楔型破壞，因而產生落石(如圖 12.58)。



圖 12.57 尖石鄉竹 60-1 扁平石塊掉落



圖 12.58 力行產業道路岩石楔型破壞造成落石

### 12.3.2 橋梁

下列條列係針對橋梁之災後復建所提出之整建策略：

1. 於可能發生土石流(堆積型)之土石流潛勢溪流、或上游集水區具有土石流潛勢溪流、或強震區之山區河川，應注意下列事項：
  - (1) 橋梁之梁底高程應高於計畫洪水位加出水高，再加土石流最大粒徑，若河川之堆積情形嚴重，應視橋梁之重要性及經費於深槽區予以適當加高。
  - (2) 河道兩側若有堤防或護岸設施，亦仍須審慎評估橋台設置位置，並根據歷年或上游土石流流量及流路，適當加長跨河橋梁長度，使橋台設置與堤防或河岸保持適當距離，以防土石流繞過堤防衝擊橋台及引道。
  - (3) 於峽谷地形設置橋梁，可依地形適當選擇路線，以提高橋梁梁底高程，增加通洪能力。

2. 橋梁設置於河道中，應注意橋址處上、下游附近之河工構造物或其他橋梁可能對河道主流變遷之影響。尤其與水流流向間具有攻角之結構物，將可能影響流路變遷，而土堰壩之設置則可能影響河床高程及坡度之變化，且此等跨河構造物若遭局部破壞，亦可能造成河道環境及流向之大幅變遷，影響橋梁安全。
3. 在橋址之選擇方面，宜以避災為原則，若否，亦應考慮減災，或復建容易、保護加固容易之設計。道路定線與橋梁定址應避免設於地形坡降變化激烈處，如河流彎曲段、分(合)流及水流頂沖之地點，及土石流高度潛勢區域等地質破碎的敏感地帶。若橋梁位置受到諸多條件限制，實無法避開土石流發生潛勢較高之區域，則施工方法上可研選用不同的橋梁結構型式(如長跨距拱橋、涵洞、土石流遮避棚、明隧道等)以因應處理。倘若上述方法仍不可行，則考量橋梁位址時，以經過土石流流動區較通過淤積區為佳(林、周，1997),儘量避免沖積扇與河道變遷頻繁的不穩定性因素，並配合採用搶修容易、迅速有效之結構型式，以降低土石流危害的工程損失。
4. 橋長宜大於河寬，以避免束縮河道。橋梁跨越河床的方式盡可能採拱橋或長跨距的橋型，可減少河道中之橋墩數量及阻水面積，以降低土石流損毀橋墩之可能性。
5. 若為斜橋或曲線橋跨越土石流高潛勢危險區時，則儘可能採大跨距，以增加土石流的流通斷面。對於河寬較小之土石流潛勢溪流，建議盡量採大跨徑(不落墩)方式跨越。
6. 梁底高程應高於計畫堤防堤頂高程外;梁底淨空設計則需考慮土石流運動的行為，例如適度抬高路線高程，並配合長跨距橋梁以增加淨空，避免上部結構因承受土石流之橫向力或流木、流石、浮流物之撞擊，而導致橋梁災損。

7. 橋墩與橋台的基礎，需視橋梁現地之河床坡度判斷土石流通過該橋梁時，對河床與該橋之基礎進行的是淘深或淤積，並以此點為設計橋梁基礎的參考資料之一。若土石流通過橋梁時進行淘深沖刷作用，則除了以河川整治工程補救之外，橋梁基礎部分，也應盡量採用深基礎(如沈箱、樁基礎等)，以提高橋梁基礎抵抗沖刷之能力。
8. 考量橋基周邊之局部沖刷特性，建議鋼鈹包覆等防撞設施採 360 度全圍繞式設計。
9. 復建地址及附近區(河系上、下游及感潮地帶)之地質、水文、水理、沖刷、淤積、河道變遷、土石流潛勢區、堰塞湖等可能形成之地點與規模等基礎資料應儘量蒐集與調查。
10. 橋梁復建之位址、型式、長度、跨度、方向、高度、基礎之選擇以抗衝擊作用為重點，考慮流水壓力及衝擊力、防撞、阻水斷面不足所受的推力、土石流作用力等。對於安全有疑慮之橋梁，可裝設簡易監測設備，作安全預警。
11. 上游河道及集水區內仍積存大量不穩定土石，短期內河床變異大。重要橋梁復建應考慮其影響，次要橋梁可考慮以臨時便橋替代，俟河床相對穩定後再予復建。
12. 設計單位宜將設計最高洪水位及最大設計沖刷深等相關資訊移交橋梁管理單位，以為橋梁管理依據。

後文則詳細介紹橋梁支承補強及防止斷(落)橋工法、裂縫或斷面缺損維修工法、橋面交通確保維修工法、混凝土構材之維修及補強工法、結構體之維修及補強工法、基礎之維修及補強工法。

## 1. 支承補強及防止斷(落)橋工法

- (1) 支承置換工法：以新設之支承置換舊有支承，藉以提昇恢復支承機能，並防止斷橋之工法。
- (2) 支承補強工法：補強既有支承，藉以提昇恢復支承機能，並防止落橋之工法。
- (3) 支承座補強工法：補強既有支承之邊緣部或加以擴大，藉以恢復維持支承機能，或防止上層結構斷橋之工法。
- (4) 設置限制移動裝置工法：於既有構材上設置新的限制移動裝置，藉以抑制支承或主桁之過量位移，防止落橋之工法。
- (5) 連結主梁工法：將橋軸方向之相鄰主梁相互連結，藉以抑制主梁之過量位移而防止落橋之工法。本工法亦可用於以降低噪音為目的之橋梁連續化之工法。
- (6) 天秤工法：於既有絞接之撐縱梁上，再增設以 PC 鋼材等之新撐縱梁，藉以防止吊梁之沉陷或落橋之工法。
- (7) 彈性拘束工法：以外加鋼索將上部及下部結構連結，並施加適度之拉力，藉以限制上部結構之移位及防止落橋之工法。

## 2. 裂縫或斷面缺損維修工法

- (1) 裂縫注入工法：於既有混凝土構材發生裂縫處，注入低粘滯性之樹脂或超微粒水泥漿，以填塞裂縫並與鋼筋二度膠結(恢復粘裹力)為目的之工法。



- (2) 充填工法：於既有混凝土構材發生裂縫、蜂巢、空洞或剝離等之小規模斷面缺損處，以樹脂或水泥砂漿充填之，藉以恢復斷面之工法。
- (3) 斷面修復工法：先將既有混凝土構材中之劣化或損傷部份鑿除後，再選用能使與既有混凝土呈一體性之優質材料補修，藉以恢復構材原有斷面之工法。

### 3. 橋面交通確保維修工法

- (1) 鋪面修復工法：針對鋪面損傷部份加以修復，藉以確保行駛時安全且舒適之工法。
- (2) 伸縮縫修復工法：將損傷之伸縮縫予以修復或更換，藉以確保行駛之安全與舒適之工法。

### 4. 混凝土構材之維修及補強工法

- (1) 連續纖維片貼附工法：於既有結構物之表面貼附連續纖維片藉以提昇恢復耐載重性之工法。
- (2) 連續纖維片捲覆工法：於既有結構物四周捲覆連續纖維片，藉以提昇恢復耐載重性及變形特性之工法。
- (3) PC 捲覆工法：於既有構材斷面外圍配置 PC 鋼線或 PC 鋼絞線以取代箍筋，並以水泥砂漿或混凝土予以一體化之補強工法。為提昇內部混凝土之圍束效果，通常以一邊配置鋼線或鋼絞線，一邊施拉居多。此外，本工法亦有與水泥砂漿噴附工法或與預鑄版捲覆工法併用之情形。
- (4) 施預力(內置鋼索)工法：於既有混凝土構材採用內置鋼索並施加預力，藉以提昇恢復構材之耐載重性之工法。

- (5) 置換工法：於既有混凝土構材之局部或全部以預鑄構材或於現場打設新構材予以取代，藉以提昇恢復耐載重性之工法。

#### 5. 結構體之維修及補強工法

- (1) 增設橫梁(縱梁)工法：於既有 RC 橋面版之主桁間增設新的橫梁以縮短橋面版墩間距，藉以提昇恢復 RC 橋面版耐載重性之工法。
- (2) 增設支撐點工法：於橫梁等既有結構物構材之中間處，增設新構材予以支撐，以縮短構材支撐點間距，藉此提昇恢復結構物耐載重性之工法。
- (3) 隔震工法：採用隔震支承等試圖減低結構物所受之地震能量，藉以提昇各種耐震性能之工法。

#### 6. 基礎之維修及補強工法

- (1) 增設基樁、基腳工法：若基樁有損傷或殘留變位時，增設基樁及基腳以提昇基礎承载力之工法。
- (2) 地盤改良工法：以水泥系改良材等予以改良基礎四周地盤，藉以提昇地盤承载力或水平耐力之工法。同時亦可作為抑制超額孔隙水壓力，防止地盤液化之對策。
- (3) 鋼板(管)樁圍束工法：於基腳外圍打設鋼板(管)樁而與既有基腳呈一體化，藉以提昇承载力及水平耐力之工法。
- (4) 基礎加固工法：因沖刷洗掘可能引起基礎承载力不足之顧慮時，可於基礎四周澆置混凝土予以加固，藉以恢復承载力之工法。
- (5) 地錨工法：因地震等造成如橋台等之側向移動或傾斜時，以打設地錨藉以穩定橋台等之工法。

### 12.3.3 隧道

氣候變遷之影響主要來特徵為「強降雨」，因此受氣候變遷之衝擊較大之公路設施為邊坡、橋梁。隧道因屬地中結構，受降雨之影響較小。氣候變遷對於隧道之影響僅限於洞口之邊坡與明隧道。邊坡整治策略可參考本報告 12.3.1 節。

明隧道部分主要可分為鋼結構明隧道、RC 明隧道以及單側防護棚，各優點與缺點如下所述。

#### 1. 鋼結構明隧道

##### (1) 優點

- A. 現場吊裝施工快速，交通影響時間較短。
- B. 頂部斜度施作控制較簡易。

##### (2) 缺點

- A. 跨度較大時須採用鋼箱型柱，所需經費較高。
- B. 防銹能力較差。

#### 2. RC 明隧道

##### (1) 優點

- A. 適合大跨度、載重大之隧道型態。
- B. 施工方式較為簡易，耐候性佳。

##### (2) 缺點

- A. 施工前須先進行模板支撐等假設工程，工期長，易影響交通。

B. 損壞修補較為困難。

### 3. 單側防護棚

#### (1) 優點

A. 工程量體小，工期短，交通影響最小。

B. 所需經費較少。

#### (2) 缺點

安全防護較差，需搭配主動或被動防護網措施。

明隧道之破壞模式及防治策略如下表 12.11 所述。

表 12.11 明隧道破壞之防治策略

破壞模式	防治對策
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 上邊坡坍塌或落石壓垮明隧道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 加強結構梁柱系統</li> <li>▶ 增加緩衝材厚度(降低頂版勁度)</li> <li>▶ 頂版坡度 <math>\geq</math> 崖錐堆積安息角</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 靠山壁之側牆(或側柱)因土壓力過大而破壞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 加強側向擋土結構</li> <li>▶ 加強梁柱系統側向支撐力</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 下邊坡因河流沖刷或海岸沖蝕引起基礎破壞，甚至造成路基流失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 以樁基礎抵抗下滑力</li> <li>▶ 河川凹岸處使用水利設施(如丁壩、固床工、鼎塊)減少衝擊力</li> </ul>

--	--

### 12.3.4 複合型災變下之山河路橋共治整體考量

依據本研究所蒐集之資料與案例之彙整、歸納與研析，複合型因果環環相扣的災害鏈之整治源頭當屬國土規劃與開發的上位計畫，以及上中下游流域的綜合治理藍圖，惟此均將涉及複雜的政府跨部會整合，以及法令規章的修訂，本研究此處不予討論，僅就技術層面提出山河路橋共治之規劃與設計建議。

山河路橋水毀災害之致災根源當為強降雨引發之巨量洪水四處衝擊、沖刷，導致水土流失，使得路、橋等工程設施基礎失去穩定的大地承載而產生變形，終致破壞。山河路橋水毀災害鏈牽涉相關因素眾多，因案而異、分析複雜，惟若依據災害鏈之演化歷程並彙整災害風險之評估，即可以釐清災害修復與整治之重點及輕重緩急的優先次序，執行斷鏈的有效工程措施，阻斷災害鏈的後續演化與發展。

我國道路、橋梁工程方案之執行通常於規劃階段即同時進行初步設計，工作內容包括選線、定線、各工項設計規範與標準、初步工程分析、結構型式，以及排水與水土保持規劃等，因此工程之成敗安危往往於規劃階段即已決定，必須審慎為之，針對山河路橋水毀災害之重建方案提出原則性之規劃與設計建議如次。圖 12.59 為區域治理規劃設計策略。

#### 1. 工址調查

工址調查為工程方案執行之首要工作其正確性具有關鍵之影響。調查項目與內容視工程方案及規模而定，然而對於山河路橋水毀災害而言，水文及地質實為最重要的二項因素，此處以橋梁為例說明水文及地質調查之重點。流路變遷及河床之變異性為橋梁水毀的主因之一，橋址位於流路、河床變動頻繁地區即不適宜落墩，因此水文狀況之調查必須包含橋址上、下游河床變遷史與遙測圖資以檢討危險地帶並避免於河道束縮或彎曲處建橋。此外，橋址上、下游之雨量與水位變化趨勢對於橋梁淨高及跨度亦



有決定性之影響；位於土石流通過區之橋梁必須審慎評估原址重建之適宜性並盡可能以繞避為規劃與設計之原則。傳統橋梁之地質調查項目多僅著重橋基之鑽探，然而針對水毀防治而言，則必須包含橋址上游邊坡崩塌潛勢之探討，以評估邊坡因強降雨而崩塌，直接造成橋梁損毀之可能性，邊坡坍塌形成土石流對於橋梁安全之影響亦應加以評估。

## 2. 工程方案評選

選線是路、橋建設規劃與設計之始，正確的選線減少道路開發成為致災環的可能性，是工程永續的保障，因此首先應建立適當的工程評估與決策系統，作為正確選線的依據，遵循「以終為始(Beginning with the End)」的原則，評估工程設施依時動態的老化影響，以工程設施之生命週期各階段安危及與週邊環境因果關係變化為規劃與設計之考量重點，採行「全面規劃、綜合治理」的方針，以開發區域或流域為單位，同時納入山河路橋相互影響之所有因子，針對各項可能致災因素詳加考量，並輸入因地制宜、因案而異之權重比例，評選最佳方案。繞避是最佳理論方案，然而現實往往不能牽就，正確的工程手段即成為山河路橋安全的保障。因此，工程評估與決策系統的次系統即應為各類型防治水毀災害的工法與材料的評估方案，提供工程師規劃與設計之參考。山區道路因地形限制常必須截彎取直以符合「公路路線設計規範」，而丘陵地區平曲線最小半徑或豎曲線坡度常不易達到規範要求，因而必須以大規模挖填修正，若以橋梁或隧道代替雖可避免挖填破壞，惟造價過高，因此規劃與設計必須針對不同方案之利弊加以比較評選，必要時應以生態、環境、景觀及減災為考量重點，降低局部路段之設計速率，使線形符合規範之要求。

## 3. 結構型式與施工方案

依據本研究之案例探討，道路或橋梁結構之型式與水毀災害之發生具有直接之關聯。道路為節省成本，常以傳統挖填工法為之，然而路堤阻斷

水路；路塹切削坡趾，處理不慎均可能成為致災環。傳統跨河橋梁跨距之設計以施工便利性及節省成本為考量重點，將橋梁置於河道最窄處因而常導致水毀災害。國內橋梁長跨工法發展已相當成熟，因此考量強降雨之影響，橋梁規劃與設計時宜盡可能以長跨為之，減少落墩。此外，近年來道路、橋梁之設計除交通需求外亦極為重視環境與景觀之和諧，因此配合長跨橋梁之安全設計可使得道路、橋梁之環境與景觀功能大幅提昇並兼具促進災區觀光產業之效果。高風險土石流潛勢區之橋梁規劃與設計應導入生命週期原則，選擇輕型、易建的便橋或永久性橋梁型式。無法確保足夠淨空的狀況，可以參照國外，選擇升降橋(Bascule Bridge)型式，避免土石流破壞。

#### 4. 基礎之水毀防治

沖刷為山河路橋水毀災害的主要原因，然而大地工程領域至今對於土壤的水穩定性卻並未深入的探討，因此工程界應儘速研議創新抗水性或水穩定性(water resistance or hydraulic stable)之道路及堤岸材料，以及浸水路基、護岸或水毀防治工法。依據本研究結果，因擋土牆破壞而引致之山區道路崩塌比例極高，有效提昇擋土牆的水穩定性即可發揮整治山區道路災害立竿見影之效。此外，暴洪夾帶漂流物撞擊為眾多橋梁墩柱破壞原因之一，而工程單位之局部補強又欠缺整體安全考量，形成短柱效應造成橋梁易於地震時垮塌，因此規劃與設計時必須針對墩柱撞擊應力之影響加以完整分析並設計適當之撞擊防護措施。

#### 5. 排水與水土保持

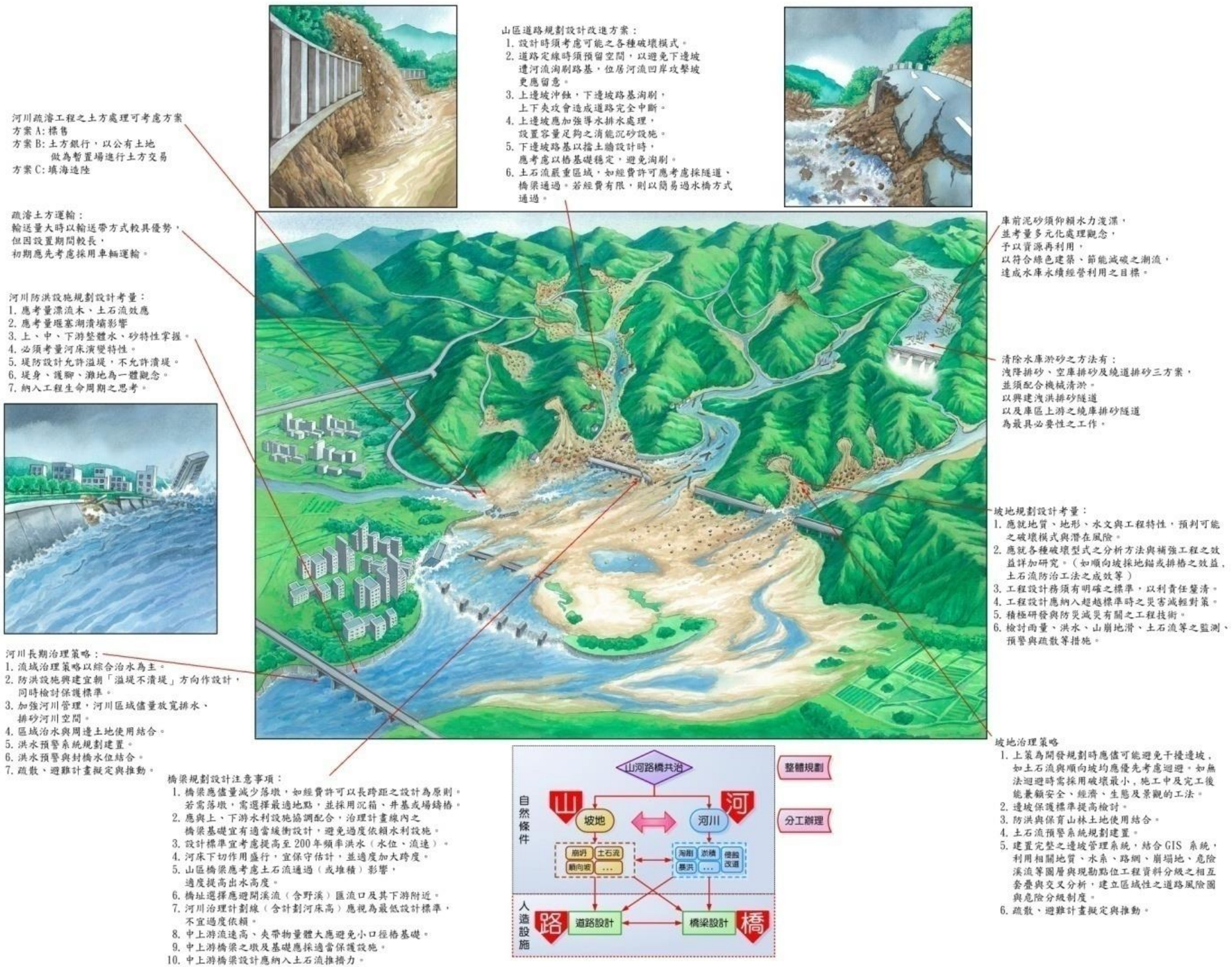
山區道路的興建徹底改變了山區原有的自然排水系統，不透水路面及排水系統往往造成逕流大量且快速的沿路匯集，而我國山區道路排水系統欠缺完整性的規劃與設計，著重導引、排放；輕忽滯洪、消能，且道路上、下邊坡主管機構不同、事權不一，因而經常顧此失彼。因此治山即應配合

治水，以集水區為分析單位，綜合彙整山與路之排水系統，設置足量之消能、滯洪、沉砂設施。分級截引、縱橫結合；表裡排水、內外一體。截排之水量應分期分區排放，避免集中、大量渲洩。

## 6. 堤岸設計

堤坊、護岸之水毀破壞多由滲漏開始，伴隨著土壤浸潤所產生的強度弱化最後導致堤岸的決口，因此堤岸的水毀防治規劃與設計關鍵即為「溢堤不潰堤」原則，使用適當材料與工法，並予以正確的分析，保證堤岸的安全。中上游河段之堤岸復建方案另應考量高含砂水流、土石流及漂流物衝擊影響，提高堤岸結構強度或設置消能防撞保護構造。





圖片來源: 摘自中興工程顧問公司(2010)「八八水災災害調查成果與復建工程建議」。

圖 12.59 區域治理規劃設計策略

## 第十三章 因應氣候變遷之現有公路規範修訂建議

本研究蒐集目前最新版本之公路相關規範，如表 13.1 所示。經考量規範公佈之所屬機關以及部分規範與設計領域相關性有限，而因應氣候變遷之相關作為，惟有從公路設計之初著手方有事半功倍之效。因此，以下僅針對涉及交通部相關規範與公路設計相關規範受氣候變遷影響之部分進行研議，初步提供建議修訂方向如后，以供權責機關未來規範修訂之參考。

表 13.1 本計畫蒐集之既有公路相關規範

編號	規範名稱	公佈機關
1	跨河建造物設置審核要點 <sup>[109]</sup>	經濟部
2	公路排水設計規範 <sup>[110]</sup>	(交通部)
3	公路橋梁設計規範 <sup>[111]</sup>	(交通部)
4	水土保持技術規範 <sup>[112]</sup>	農委會
5	公路隧道設計規範 <sup>[113]</sup>	(交通部)
6	公路路線設計規範 <sup>[5]</sup>	(交通部)
7	公路工程規劃設計之邊坡處理原則	行政院
8	道路相關設施景觀設計準則之研究	(交通部)
9	柔性鋪面設計規範	(交通部)
10	公路總局 99 年施工說明書	(交通部)
11	公路養護手冊	(交通部)
12	公共工程施工綱要規範 <sup>[114]</sup>	行政院
13	公路橋梁耐震設計規範 <sup>[105]</sup>	(交通部)
14	交通工程手冊 <sup>[115]</sup>	(交通部)
15	道路交通標誌標線號誌設置規則	(交通部)



## 13.1 公路排水設計規範<sup>[110]</sup>

初步檢視「公路排水設計規範」相關條文後，建議修訂方向表列如后：

表 13.2 公路排水設計規範修訂建議 1

公路排水設計規範	
條項款目	3.1 節之 9.
內容摘錄	<p>第三章 設計流量決定</p> <p>3.1 基本原則</p> <p>...</p> <p>9. 設計流量之推算應注意集水區之未來土地利用情況，必要時應採保守方式推估。</p>
建議修訂方向	<p>關於「保守方式推估」建議可再具體化描述，以提供設計人員參考之方向。舉例來說：可先進行該區域之環域分析並視未來土地利用規畫，參酌調整逕流係數、已開發區域之集水面積，並適當預留出水高餘裕。</p> <p>此外，設計前除蒐集氣象水文資料外，尚應進一步針對降雨資料進行迴歸分析，歸納未來降雨強度變化之可能趨勢，同時考量公路設計之使用年限，綜合評估該場址之流量變化、出水高餘裕與流速，以設計合適之溝渠斷面與坡度。</p>

表 13.3 公路排水設計規範修訂建議 2

公路排水設計規範	
條項款目	3.2 節之表 3-1.
內容摘錄	<p>3.2 設計重現期距</p> <p>...</p> <p>橋梁跨中央及直轄市管河川為 100 年以上，跨縣(市)管河川為 50 年以上，跨區域排水路為 25 年以上，跨其他排水路為 20 年以上。</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>該表雖只訂定下限值，但是容易讓設計者誤用成為參考值，而且目前許多主要城市，由於地狹人稠，保全對象為數眾多且重要性較高之故，已適度提高設計重現期距，更有達 200 年重現期之設計實例。莫拉克風災高屏溪流域災情慘重，多半係因設計重現期距不足直接或間接導致災害。因此，建議上述數值或可考慮調高，或是在該條文內容加註設計重現期距應適當考量該區域歷史降雨資料之演變與趨勢，以及當地災害實例，適度調高設計重現期距。以本計畫之現勘路線為例，包括：建山一橋、寶來二橋均是類似情形下成災之案例。</p>

表 13.4 公路排水設計規範修訂建議 3

公路排水設計規範	
條項款目	5.6.1 節
內容摘錄	<p>5.6 陡槽溝(豎溝)</p> <p>...</p> <p>5.6.1 設計要求</p> <p>豎溝應避免線型及坡度轉折，陡峭坡面長度過長或土質不良之豎溝，應視需要加設止滑或錨碇措施，末端應設消能或防沖蝕措施；...</p>
建議修訂方向	<p>豎溝坡度過陡的確會使得水流速度加大，增加沖毀豎溝之機率。本條文立意良好且有其必要性，惟語意略嫌模糊，建議可加註參考值。如：坡度、豎溝長度超過一定值或是土壤摩擦角低於一定值時，視需要加設止滑或錨碇措施，以免「陡峭」、「過長」或「不良」等形容詞容易流於主觀判斷而造成設計上之疏忽。</p>

表 13.5 公路排水設計規範修訂建議 4

公路排水設計規範	
條項款目	7.5.1 節
內容摘錄	<p>7.5 橋墩</p> <p>7.5.1 方向及位置</p> <p>橋墩方向以與洪水主流方向平行為原則，其位置應避免設於深水河槽、河川彎道，並應考慮對水流阻礙及橋墩沖刷之影響。</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>本節內容已明定避免於深水河槽、河川彎道處落墩，然而莫拉克風災時卻仍發現多座橋梁有類似情況而受損。建議在本章節加註若在非得落墩之情況下，應多調查河床變動史，以評估落墩之可行性。若該場址河床變動頻繁，必須另覓橋址，以確保橋梁安全。本計畫現勘路線沿線之寶來二橋及建山二橋亦曾遭遇上述類似問題。</p>

表 13.6 公路排水設計規範修訂建議 5

公路排水設計規範	
條項款目	7.5.3 節
內容摘錄	<p>7.5 橋墩</p> <p>...</p> <p>7.5.3 基腳深度</p> <p>基腳深度應考慮河道長期沖淤趨勢及橋基周圍遭遇最大可能沖刷深度，並應有足夠之基礎承载力。</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>建議可以低水河槽之橋基最大可能沖刷深度做為基準，且其樁底高程亦可與深槽區之樁底高程相同。因為如果位處於高灘地之基腳受到河水沖刷，通常會較低水河槽處更易造成橋基裸露而崩塌。本計畫現勘路線沿線之寶來二橋、塔拉拉魯芙橋過去即曾因為類似情形而受災。</p> <p>此外，由於國外河川流況與臺灣不盡相同，故探討河道沖淤趨勢及最大可能沖刷深度時，建議儘量利用國內研發之推估模式進行計算，再採用國外公式交叉比對檢核以降低誤差。此點亦可考慮加註於該章節條文中。</p>



表 13.7 公路排水設計規範修訂建議 6

公路排水設計規範	
條項款目	7.8.1 節
內容摘錄	<p>7.8 橋墩最大可能沖刷深度</p> <p>...</p> <p>7.8.1 橋墩局部沖刷深度計算</p> <p>橋墩局部最大沖刷深度，根據河性(水深、流速、流向.....)、河床質、墩柱形狀，選用適當公式計算之，必要時以動床模型試驗驗證之。如位於彎曲河道凹岸、匯流點等橫向流發達河段，應另以適當公式計算其所增加之沖刷深度。</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>彎曲河道凹岸、匯流點均為河床高度變動區，變異範圍大。且根據莫拉克風災之經驗，上述地點之橋墩常為受災點，建議未來若欲重建或新建橋梁時，宜避開於類似場址落墩。以本計畫現勘路線沿線之橋梁為例：寶來二橋、建山二橋均曾於類似橋墩位置受創，應可作為未來設計之借鏡。</p> <p>此外，由於國外河川流況與臺灣不盡相同，故探討最大可能沖刷深度時，建議儘量利用國內研發之推估模式進行計算，再採用國外公式交叉比對檢核以降低誤差。此點亦可考慮修改、調整或加註。</p>

## 13.2 公路橋梁設計規範<sup>[11]</sup>

初步檢視「公路橋梁設計規範」相關條文後，建議修訂方向表列如后：

表 13.8 公路橋梁設計規範修訂建議 1

公路橋梁設計規範	
條項款目	2.2 節
內容摘錄	<p>2.2 橋梁位置</p> <p>初步決定路線時，應考慮地形、地質、河道、公路或鐵路等條件，選擇適當之橋梁位置，以節省建造、維護及改建費用，並保持環境的調和。</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>建議可酌以闡述「適當之橋梁位置」並補充說明不宜作為橋址之處。否則，選線者可能誤以為橋跨最短處係橋址首選，反而可能引發嚴重之橋梁損壞。以本計畫現勘路線沿線之橋梁為例：新發大橋、炳才橋以及勝境橋，過去均曾因為不當橋址之故，直接或間接釀成災害。</p> <p>至於橋梁最適跨越位置應為河川流況較為穩定、未來河道變遷機率相對較小之處。亦即橋梁選址時，不應以最短距離以及施工便利性做為首要考量。而河道束縮處以及河道彎曲處等河道斷面變化處則應適當規避，不宜作為預定橋址。</p>

表 13.9 公路橋梁設計規範修訂建議 2

公路橋梁設計規範	
條項款目	2.3 節第 2 段
內容摘錄	<p>2.3 橋址河道</p> <p>...</p> <p>通常橋梁墩柱間之通水斷面，應能排洩河川重現期流量以符合該公路型式及等級之設計洪流。選擇之通水斷面，應考慮上游之洪水流量、漂流物之通過，與對橋梁基礎之可能沖刷。當洪水超過設計流量或超量洪水可能導致附近財物遭受重大損害或重要結構物之損失時，宜採用較大之通水斷面。...</p> <p>...</p>
建議修訂方向	<p>莫拉克風災中多數受災橋梁均由於超量洪水而損壞，且目前在易致災區之設計原則多已遵循減少落墩、增加通水斷面之精神。因此本章節上述內容之「宜」字建議改為「應」字，畢竟若橋址鄰近有重要保全對象時，盡可能採用較大之通水斷面似已逐漸成為共識，建議可酌予修改。</p>

表 13.10 公路橋梁設計規範修訂建議 3

公路橋梁設計規範	
條項款目	5.3.5 節
內容摘錄	<p>第五章 基礎</p> <p>...</p> <p>5.3.5 室內試驗</p> <p>工址調查計畫之相關試驗工作需進行之室內試驗項目，係視所需決定之工程性質而訂，包括地層構成材料之單位重量、剪力強度、壓縮強度與壓縮性質。倘欠缺室內試驗時，地層之相關工程性質可由蒐集之試驗結果或區域性經驗推估之。</p>
建議修訂方向	<p>橋梁基礎須設置於穩定地盤中，因此地質探查與相關室內試驗結果十分重要。若於設計階段因故確實有困難無法採取樣本進行試驗時，亦應於完工前補充缺漏之地質探勘與試驗報告，以證實當時之設計參數，足以滿足所需之承载力及安全性。倘若依據補充調查結果顯示設計基礎承载力不足時，應進行後續補強設計以確保其安全性。</p>

### 13.3 公路隧道設計規範<sup>[113]</sup>

隧道是抵抗氣候變遷引致之強降雨時較為理想之結構型式。由於隧道乃地中結構物，受極端氣候的影響極微，較容易曝露在風險中的即是洞口結構物（包含洞口段、洞門段及洞外銜接設施）。徵諸歷史災害案例，鮮少有隧道因為強降雨而致災，僅洞口邊坡較可能因為落石、邊坡滑動甚或土石流之侵襲而造成隧道公路之交通中斷。

經初步檢視本規範（含解說）之內容，在第六章「洞口設計」中，其實已明確說明洞口設計之原則，亦已包含維持既有邊坡穩定之精神，端看設計人員如何落實。因此，該章節內容暫無修正之必要；至於其餘章節多為隧道洞內相關設計要點，受氣候變遷之影響相當有限。綜上所述，目前該規範之適用性良好，暫無修正需求。

### 13.4 公路路線設計規範<sup>[5]</sup>

本規範首章僅提及適用範圍及一般分類分級基本原則與相關定義，其餘章節則多為各公路設施路線設計之參數標準與相關限制。若針對氣候變遷之影響加以探討，其實影響較為深遠的乃是路線之選線原則，惟此部分並不在本規範之範疇，其餘設計參數之微調恐難生立竿見影、正本清源之效。因此，建議本規範暫不配合修正。

### 13.5 其他

至於其他規範內容包羅萬象，涵蓋：景觀、鋪面設計、施工、養護、耐震、交通及標誌標線號誌等。原則上，上述領域受氣候變遷之影響甚微，其互制關連性亦不高，故本研究並未將其納入檢討修訂之審閱範圍。



## 第十四章 全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式

本研究參考經濟部中央地質調查所(簡稱地調所)坡地災害潛勢結果，因目前東部成果未臻完成，故研究範圍(全面)定義係指西部八條主要山區道路阻斷潛勢評估結果，阻斷定義係指受各類地質災害可能造成道路破壞或無法通行之意義。

本研究依據各類災害潛勢圖研擬全臺公路全面評估執行推動方式，除建議西部八條道路優先執行公路設施風險評估路段外，並研擬分期分區辦理方式，期對公路總局推動及執行公路設施風險評估工作有所助益。茲就本工作分析方法及規劃內容說明如后。

### 14.1 道路阻斷潛勢分析

本研究以公路設施安全性為考量，採地調所坡地災害潛勢資料及農委會水土保持局(簡稱水保局)1,664 條土石流潛勢溪流圖資，進行道路阻斷潛勢評估。據以規劃未來全臺公路設施風險評估推動執行方式。

本研究係以現有公部門災害潛勢圖資進行評估，評估限制如下所述：

1. 未考量強震影響之坡地災害影響。
2. 未考量氣候變遷下坡地災害影響。
3. 未考量替代道路(臨時道路、便橋、施工便道等)。
4. 未考量因道路阻斷衍生之孤島效應。
5. 未考量道路阻斷衍生之直接或間接經濟損失。

本研究分析方法參考水保局(2011)「土石流致災潛勢分析與資料庫建置計畫<sup>[116]</sup>」中「土石流潛勢地區道路阻斷分析應用規劃」建議，使用圖資計有以下各項：

1. 地調所 2007~2011 年「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫<sup>[95][96][97][98][99]</sup>」中的 100 年重現期流域型山崩潛勢圖(岩屑崩滑潛勢圖、落石潛勢圖、岩體滑動潛勢圖、順向坡岩體滑動潛勢圖)、土石流發生潛勢圖。
2. 近期颱風山崩目錄(2009 年莫拉克颱風及 2010 年凡那比颱風)因素。
3. 水保局 2013 年公開的 1,664 條土石流潛勢溪流分布。
4. 交通部運輸研究所(簡稱運研所)(2011)路網數值圖。

經上揭分析方法獲致之成果，再透過公路總局提供之 2008~2012 年歷史道路災害分布與本研究團隊專業技師現地調查災害資訊，以地理資訊系統(GIS)進行西部八條山區道路阻斷潛勢分析結果驗證及修訂。研究範圍及分布流域如圖 14.1 所示；道路阻斷潛勢分析流程如圖 14.2 所示。

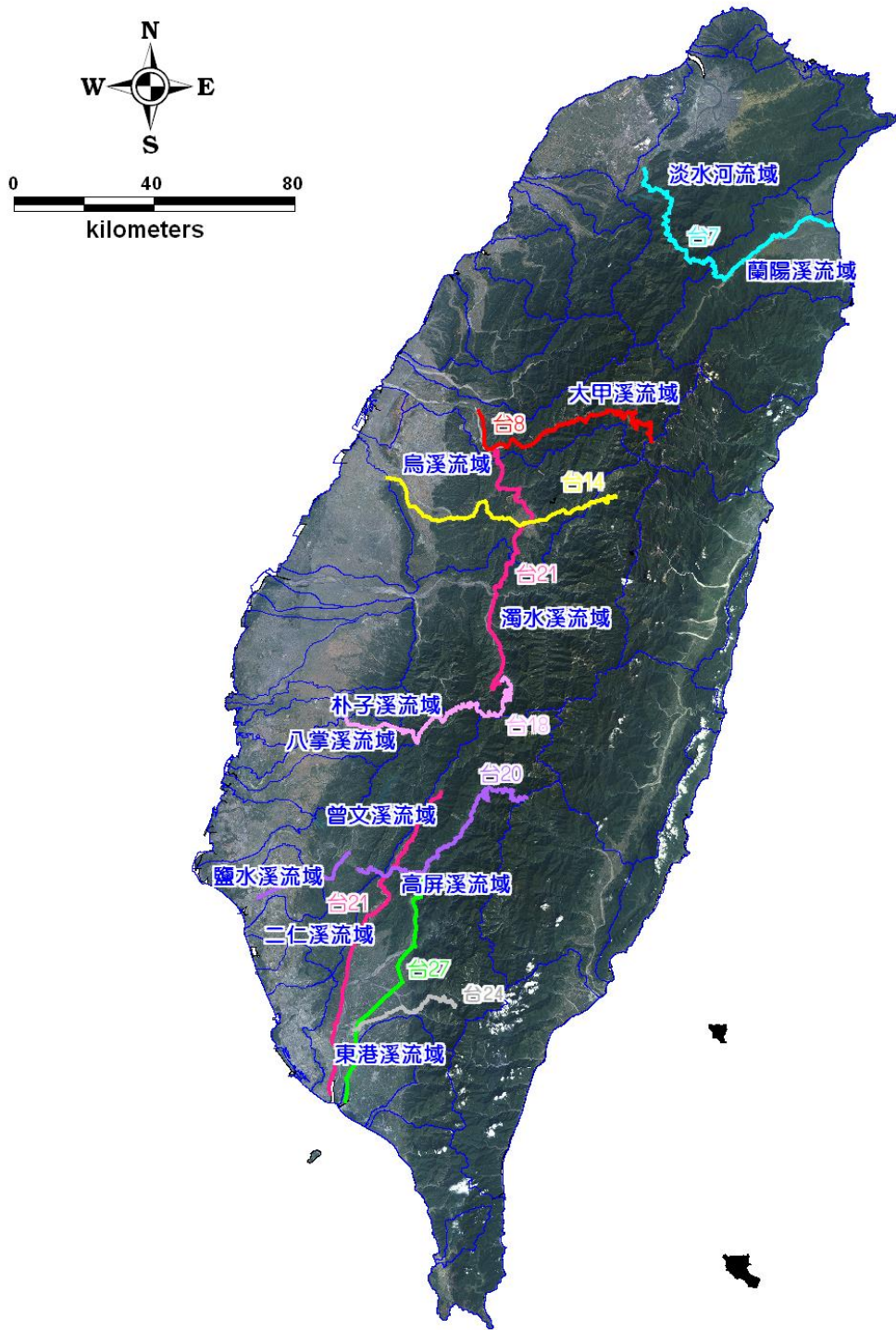
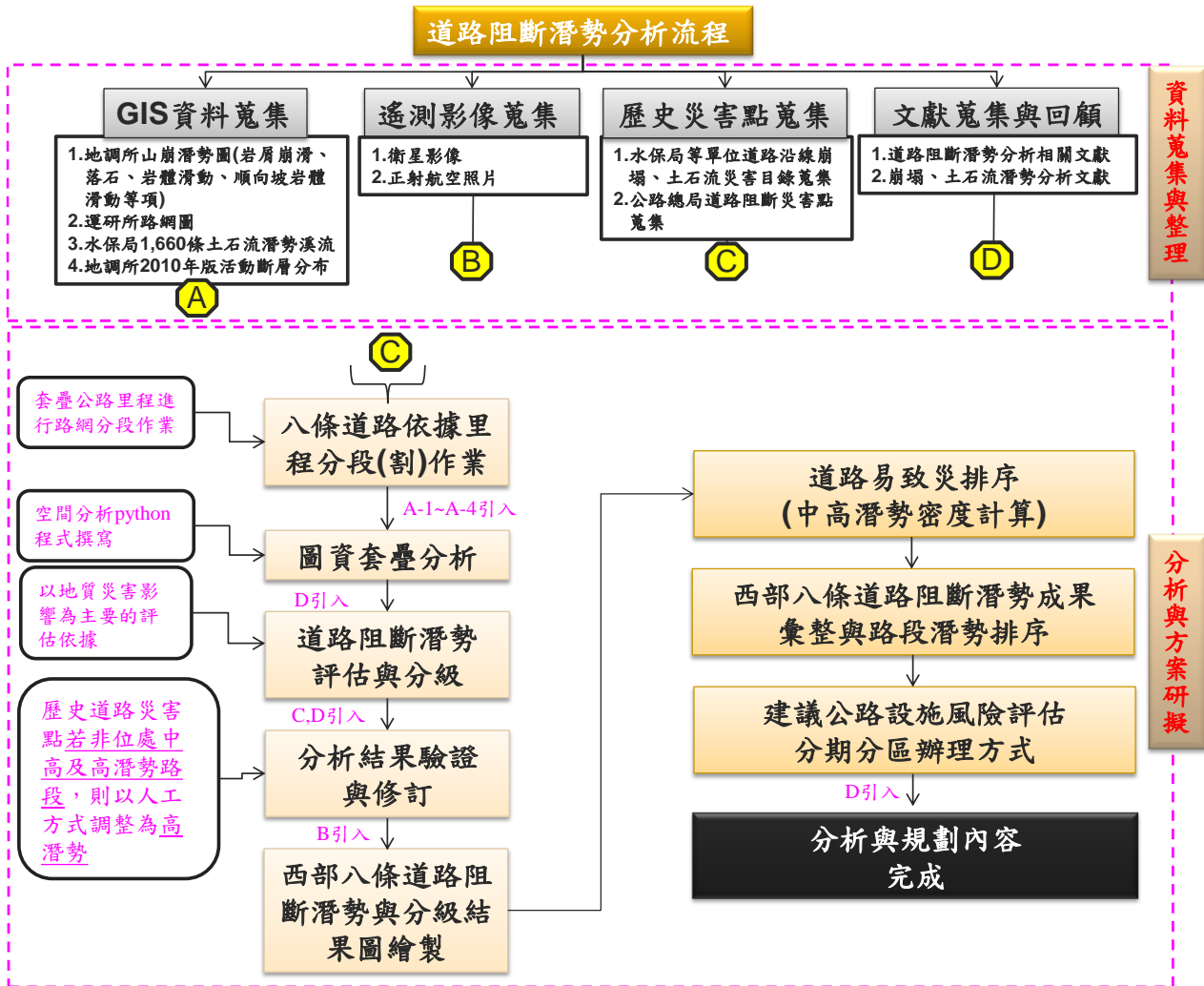


圖 14.1 研究範圍與流域分布圖



茲就道路阻斷潛勢分析流程及步驟進行說明如下：

### 1. 文獻蒐集與回顧

以國內外道路阻斷相關研究文獻為主，運研所、水保局及地調所研究計畫與成果報告為輔。

### 2. 資料蒐集與整理

主要蒐集(1)GIS 資料、(2)遙測影像及(3)歷史災害點(蒐集 2008~2012 年全臺山區道路災害分布)。

### 3. 道路阻斷潛勢評估與分等級

依據地調所(2007-2011)「易淹水地區上游集水區地質調查與資料庫建置計畫—子計畫：集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫」流域型山崩潛勢圖(岩屑崩滑、岩體滑動、落石、順向坡岩體滑動等潛勢圖)、土石流潛勢圖、水保局 1,664 條土石流潛勢溪流及近期颱風山崩目錄為基礎，套疊運研所西部八條山區道路路網圖，編撰 python 程式批次計算八條山區道路沿線可能受崩塌或土石流阻斷之潛勢，計算單元為每公里道路里程，計算道路沿線每公里(1km)受崩塌或土石流不同潛勢等級影響之次數，各潛勢等級權重參考陳韻如等人<sup>[117]</sup>(2011)莫拉克颱風潛勢路段災害發生比率成果(高潛勢 0.64、中潛勢 0.40、低潛勢 0.27)，將其災害發生比率正規化成加總為 1 的值域(高潛勢約為 0.5、中潛勢 0.3、低潛勢 0.2)，將此視為不同潛勢等級之權重，透過(14.1-1)式計算「道路里程(每公里)沿線阻斷潛勢值」，分析範例如圖 14.3 所示。

基於上揭分析結果，統計八條山區道路阻斷潛勢值分布，依據道路阻斷潛勢值分為五級，分級原則如表 14.1，如此即可完成西部八條山區道路阻斷潛勢值與分級圖，評估成果如圖 14.4~圖 14.11 所示。

$$(RCS)_{1KM} = \frac{(HSC)_{1KM} \times 0.5 + (MSC)_{1KM} \times 0.3 + (LSC)_{1KM} \times 0.2}{(TSC)_{1KM}} \quad (14.1-1)$$

其中，

(RCS)1KM：1 公里路段道路阻斷潛勢值(加權後之潛勢)，其定義為每公里路段受各種災害潛勢等級影響之頻率，透過實際災害發生比例加權計算獲致的潛勢結果，即為本處所謂之道路阻斷潛勢值。



(HSC)1KM：1 公里路段崩塌及土石流高潛勢影響次數(包含近期颱風山崩目錄之影響次數)。

(MSC)1KM：1 公里路段崩塌及土石流中潛勢影響次數。

(LSC)1KM：1 公里路段崩塌及土石流低潛勢影響次數。

(TSC)1KM：1 公里路段崩塌及土石流不同潛勢等級影響總次數。若地調所土石流潛勢圖與農委會土石流潛勢溪流重複溪流不重複計算。

列舉一公里道路阻斷潛勢分析試算結果如下，以利了解分析方法及計算原理。

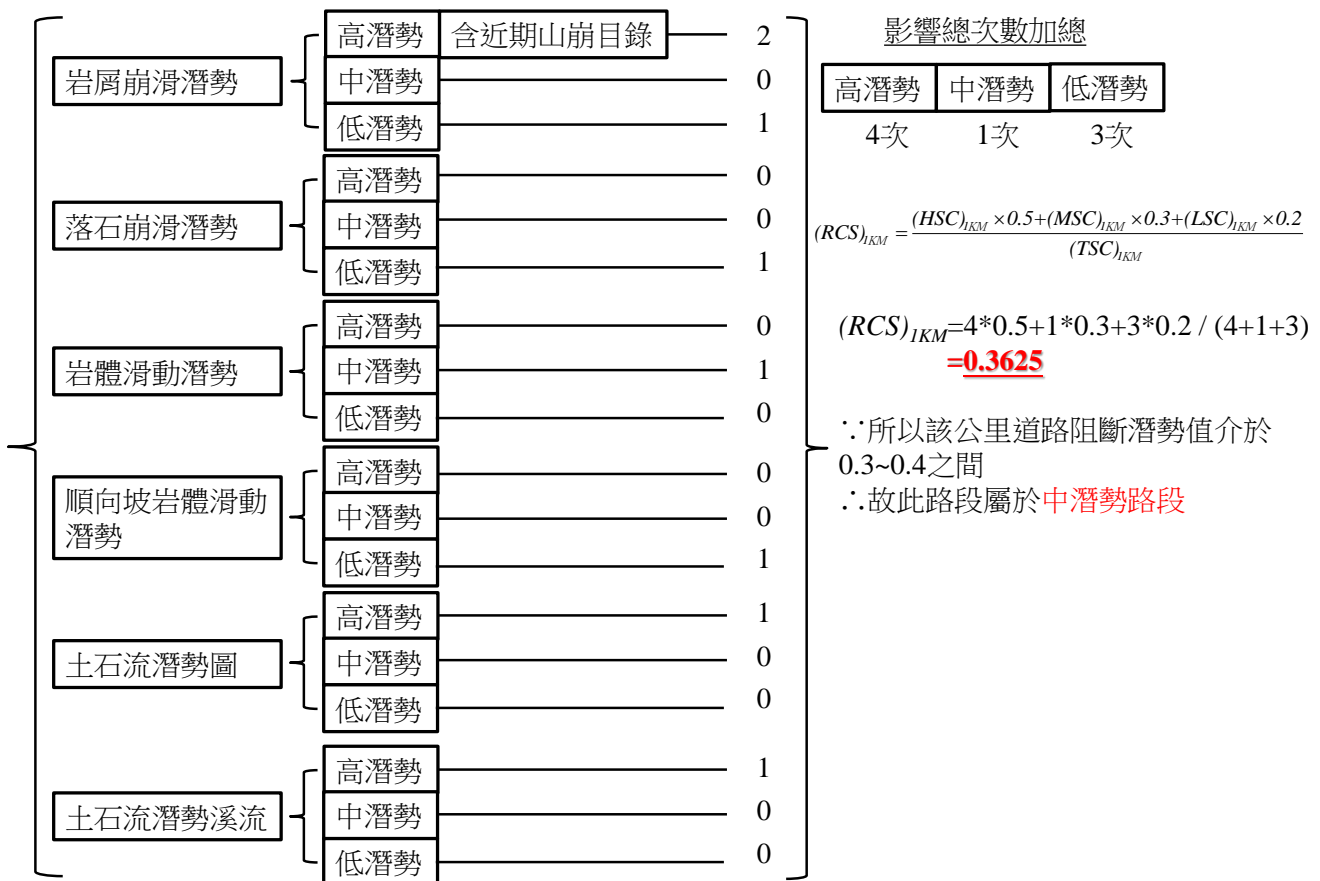


表 14.1 道路阻斷潛勢分級原則

道路阻斷潛勢值, $(RCS)_{1KM}$	道路阻斷潛勢分級
$0.00 \leq (RCS)_{1KM} < 0.20$	低(L)
$0.20 \leq (RCS)_{1KM} < 0.30$	中低(ML)
$0.30 \leq (RCS)_{1KM} < 0.40$	中(M)
$0.40 \leq (RCS)_{1KM} < 0.5$	中高(MH)
$(RCS)_{1KM} \geq 0.5$	高(H)

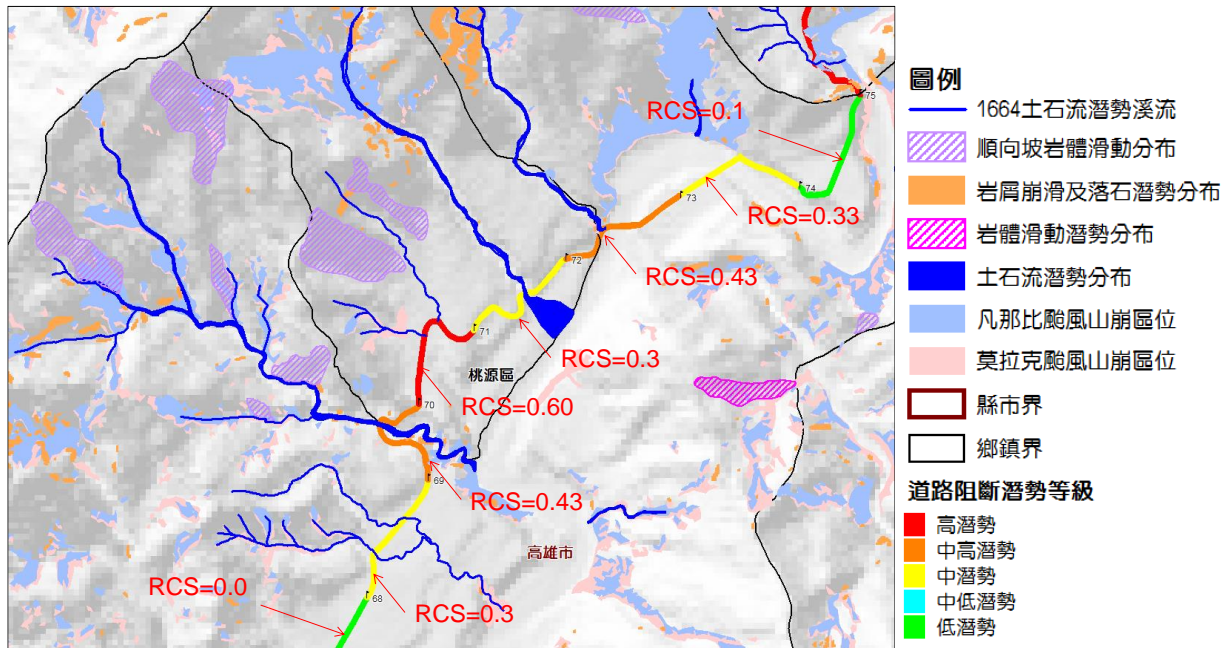


圖 14.3 道路阻斷潛勢分析計算範例示意圖

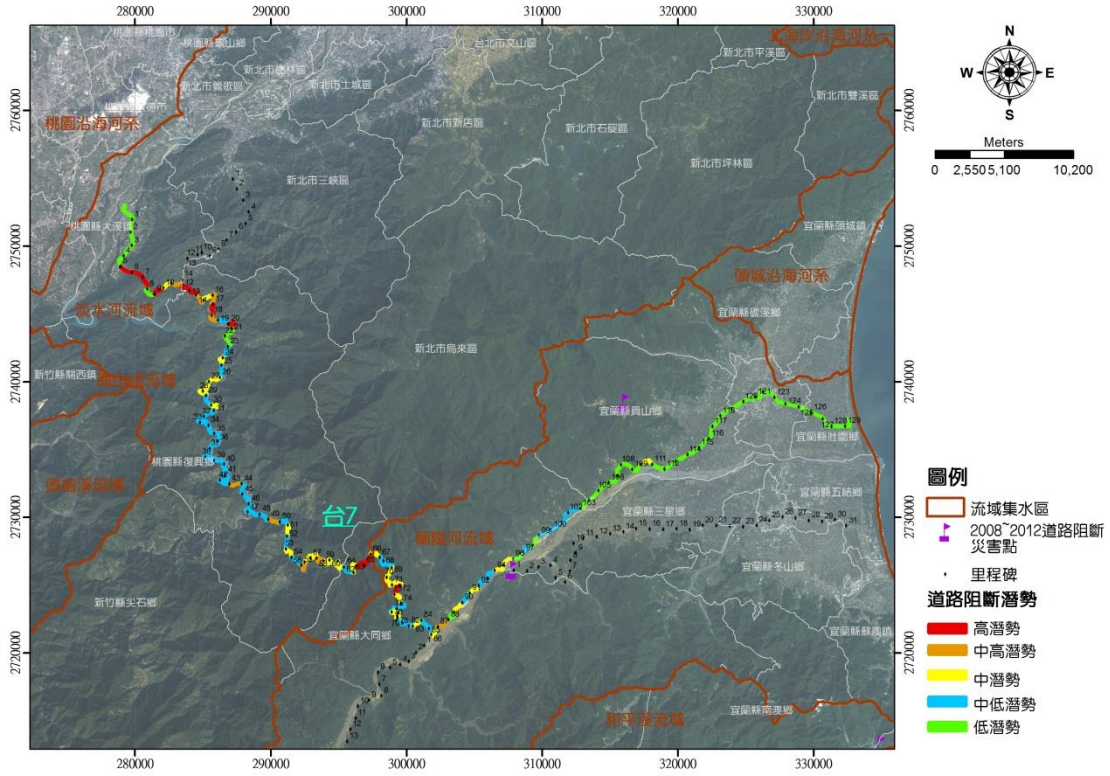


圖 14.4 台 7 道路阻斷潛勢分級成果圖

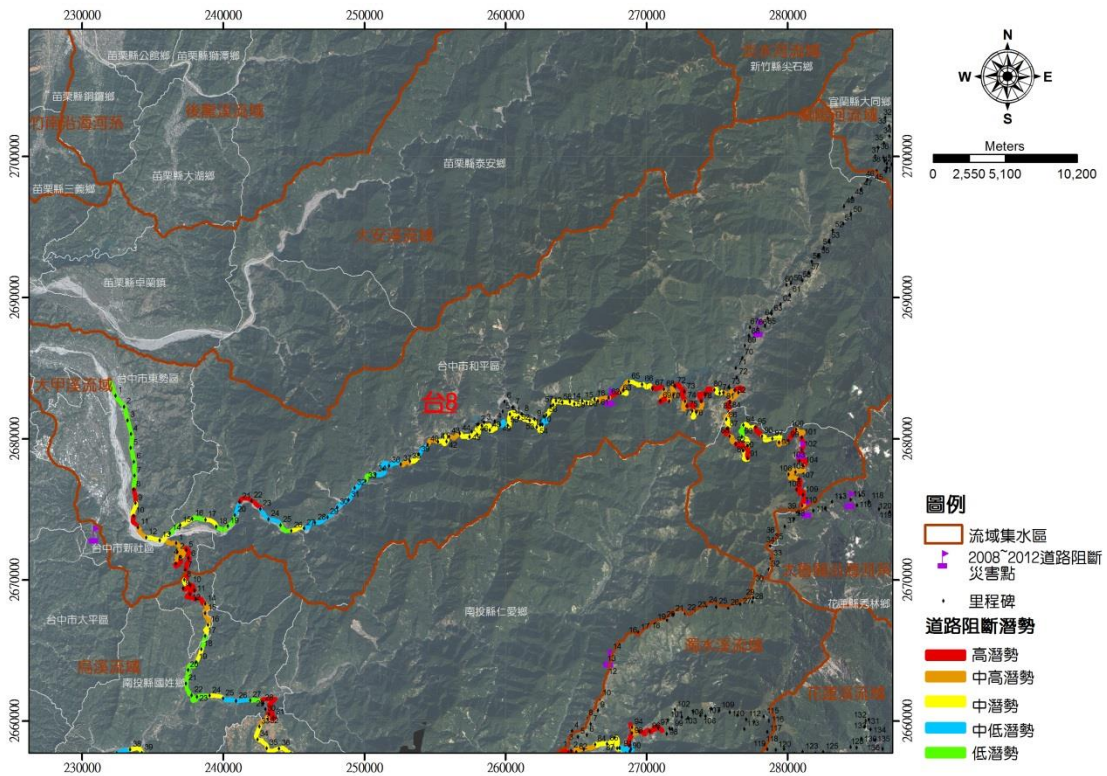


圖 14.5 台 8 道路阻斷潛勢分級成果圖



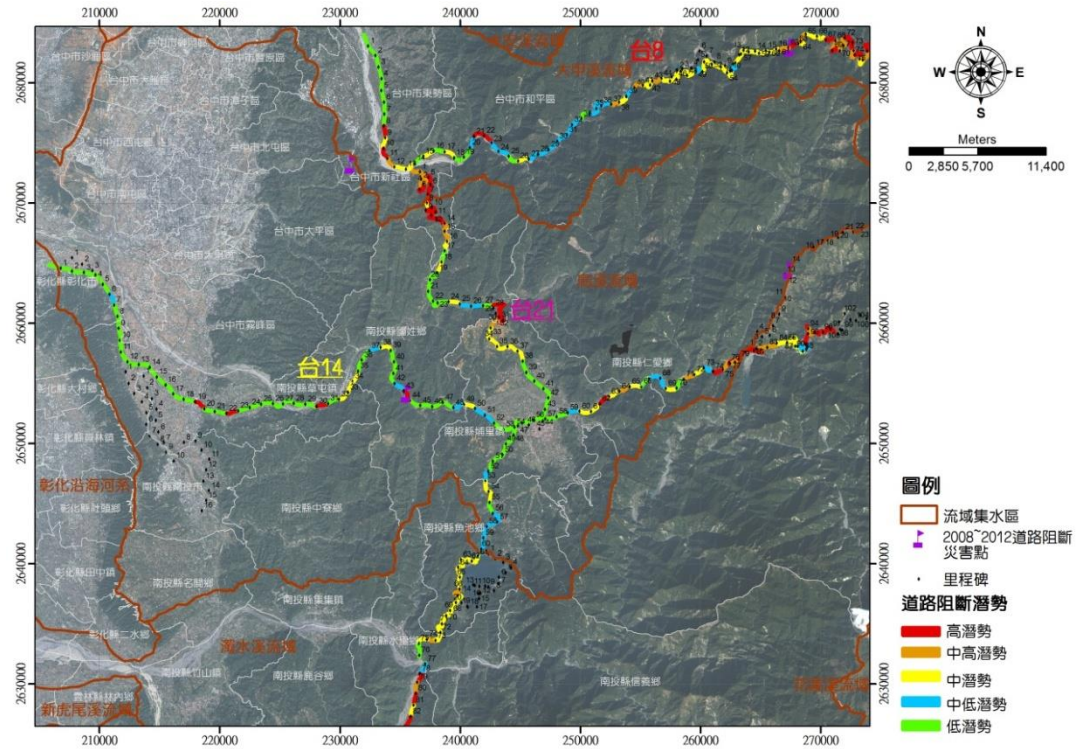


圖 14.6 台 14 道路阻斷潛勢分級成果圖

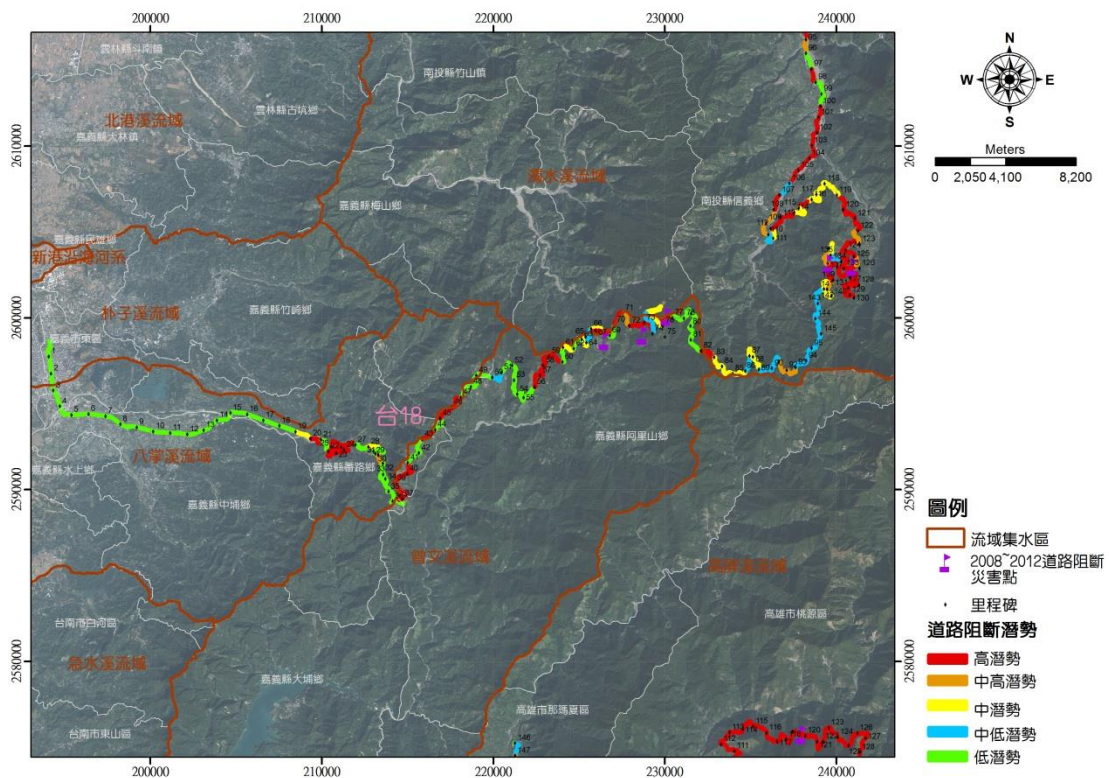


圖 14.7 台 18 道路阻斷潛勢分級成果圖

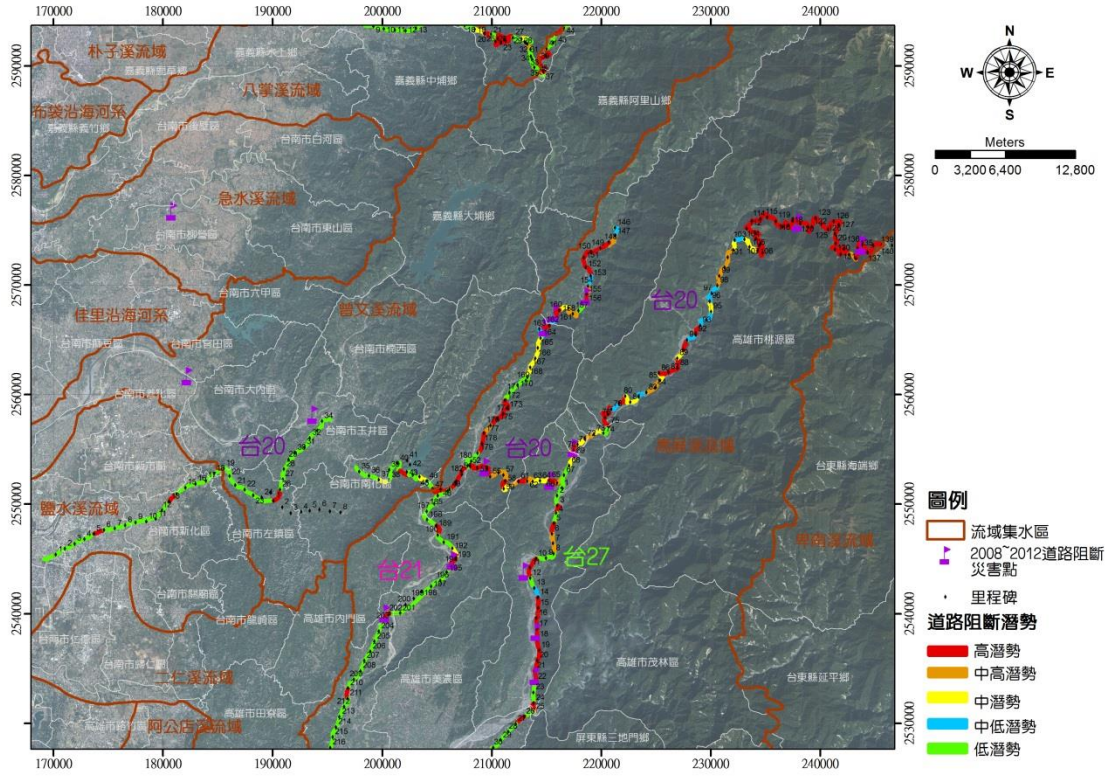


圖 14.8 台 20 道路阻斷潛勢分級成果圖



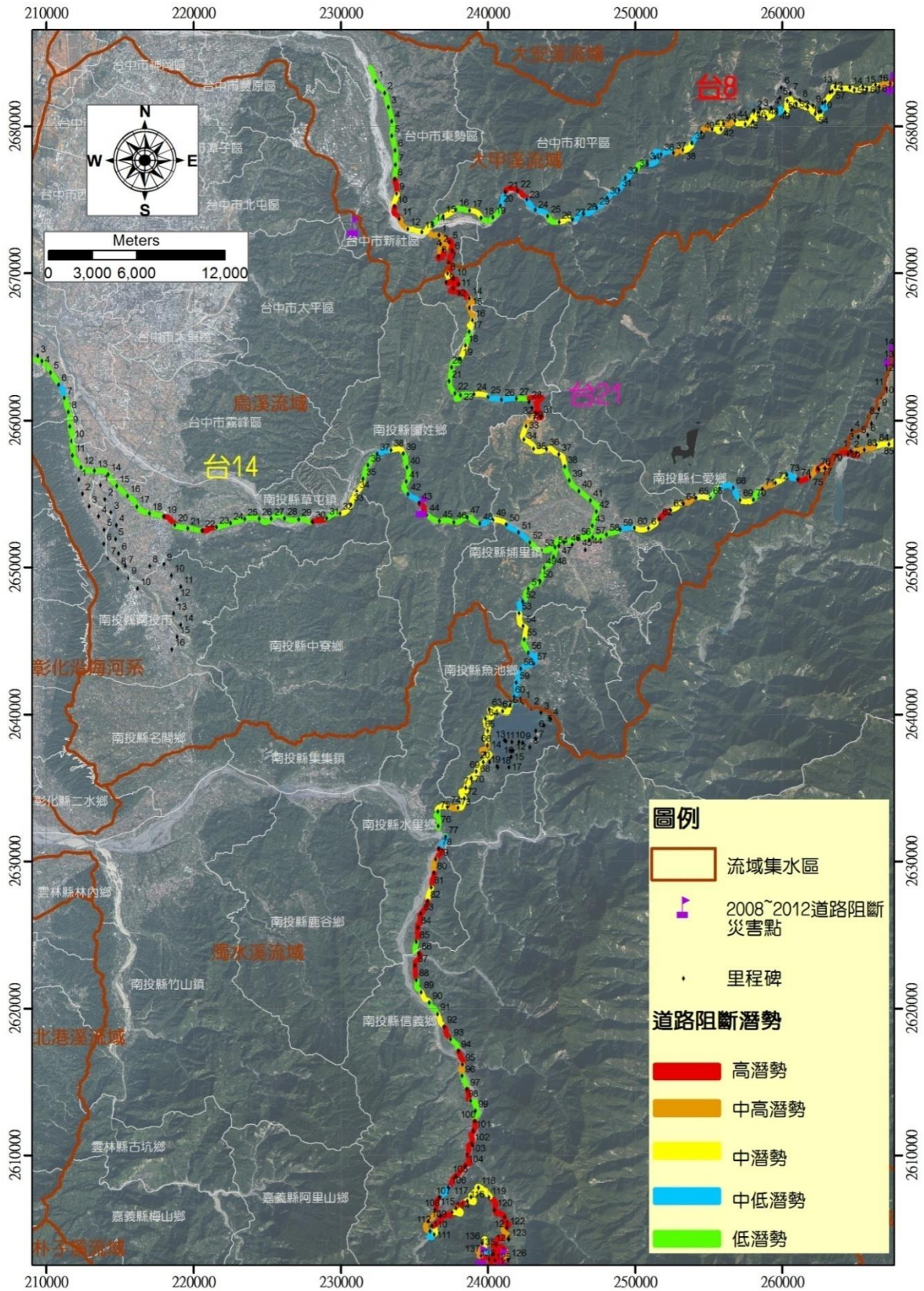


圖 14.9 台 21 道路阻斷潛勢分級成果圖

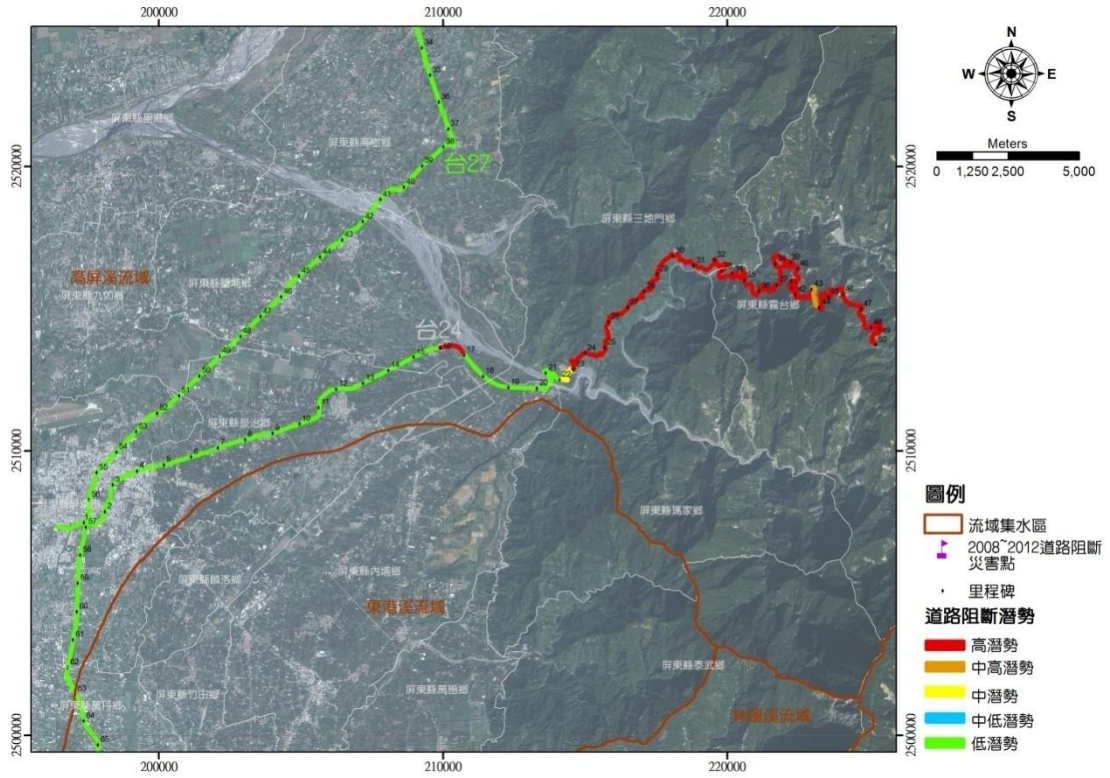


圖 14.10 台 24 道路阻斷潛勢分級成果圖



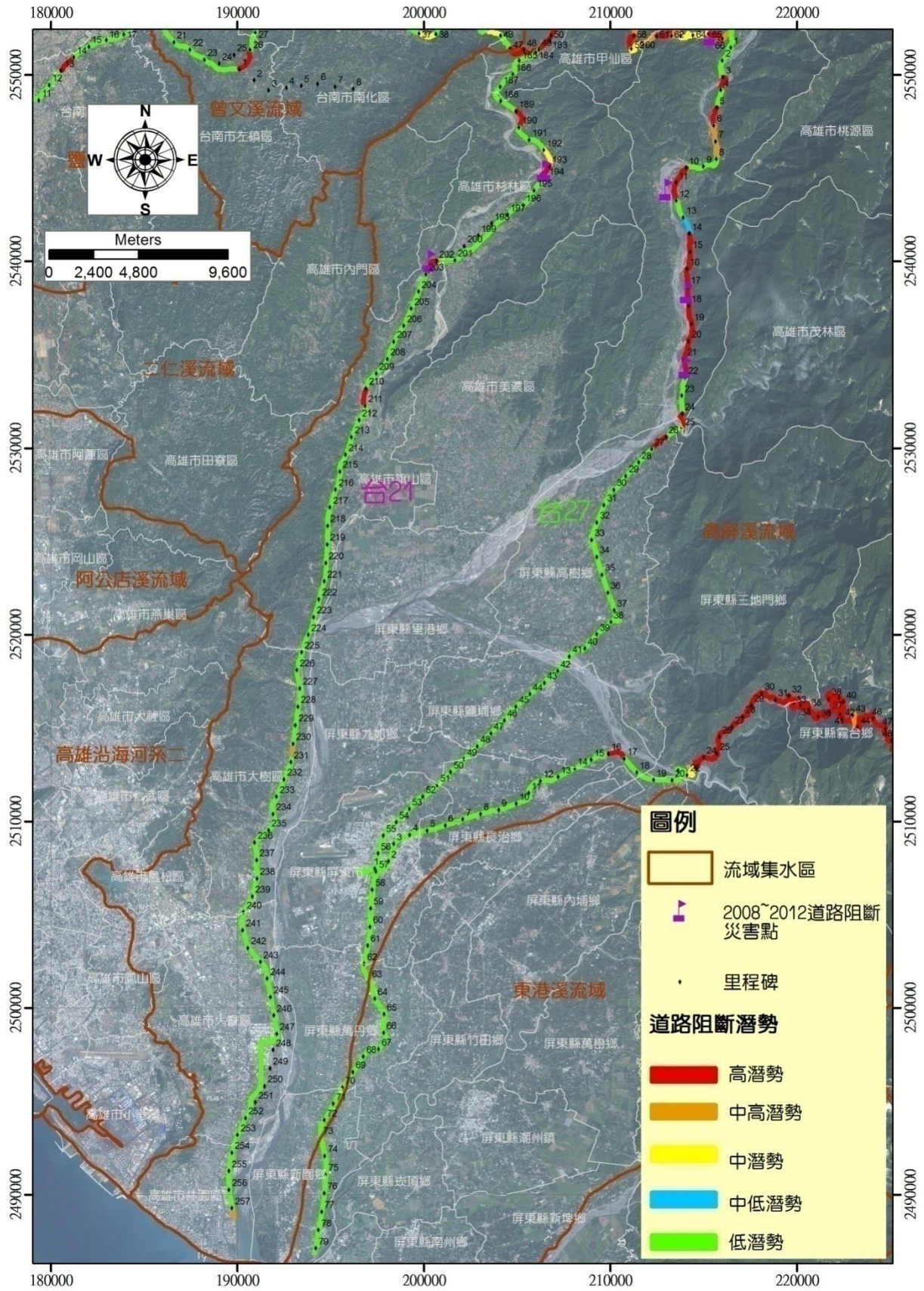


圖 14.11 台 27 道路阻斷潛勢分級成果圖

#### 4. 分析結果驗證與修訂

依據 2008~2012 年全臺山區道路災害分布進行潛勢分析結果驗證，係驗證歷史道路災害點是否位處中高及高潛勢路段。若否，則須進行道路阻斷潛勢分級調整，將以人工方式調整該公里路段為「高潛勢」，期使分析成果與實際歷史災害分布吻合，以利後續公路設施風險評估路段篩選參考。

#### 5. 建議分期分區辦理方式

依據道路易致災排序及每公里道路阻斷潛勢評估結果，以各養護工程處工務段業務職掌與縣市界區分分期執行範圍，規劃分區執行年度及執行工項等內容。

### 14.2 公路全面評估執行推動說明

公路全面評估執行推動工作係以道路阻斷潛勢評估結果進行分期分區規劃，構想上擬以公路總局各區養護工程處業務範圍與鄉鎮界進行區分，規劃分區執行年度及工項等內容。茲簡述規劃構想內容如下：

#### 1. 執行路段分區說明

公路全面評估執行推動工作係以優先執行公路設施風險評估路段進行分期分區規劃，分區原則上以公路總局各區養護工程處業務範圍與鄉鎮界進行劃分，劃分分區結果如圖 14.12 與附錄 M 所示。

概念上以各區養護工程處中高潛勢公里數、中高潛勢密度進行各區排序，輔以道路阻斷潛勢分級挑選優先執行路段，再透過前述道路阻斷潛勢值評估執行路段推動順序，如此由大至小的評估與排序，將有助於研擬各區養護工程處及優先執行路段推動順序與期程。



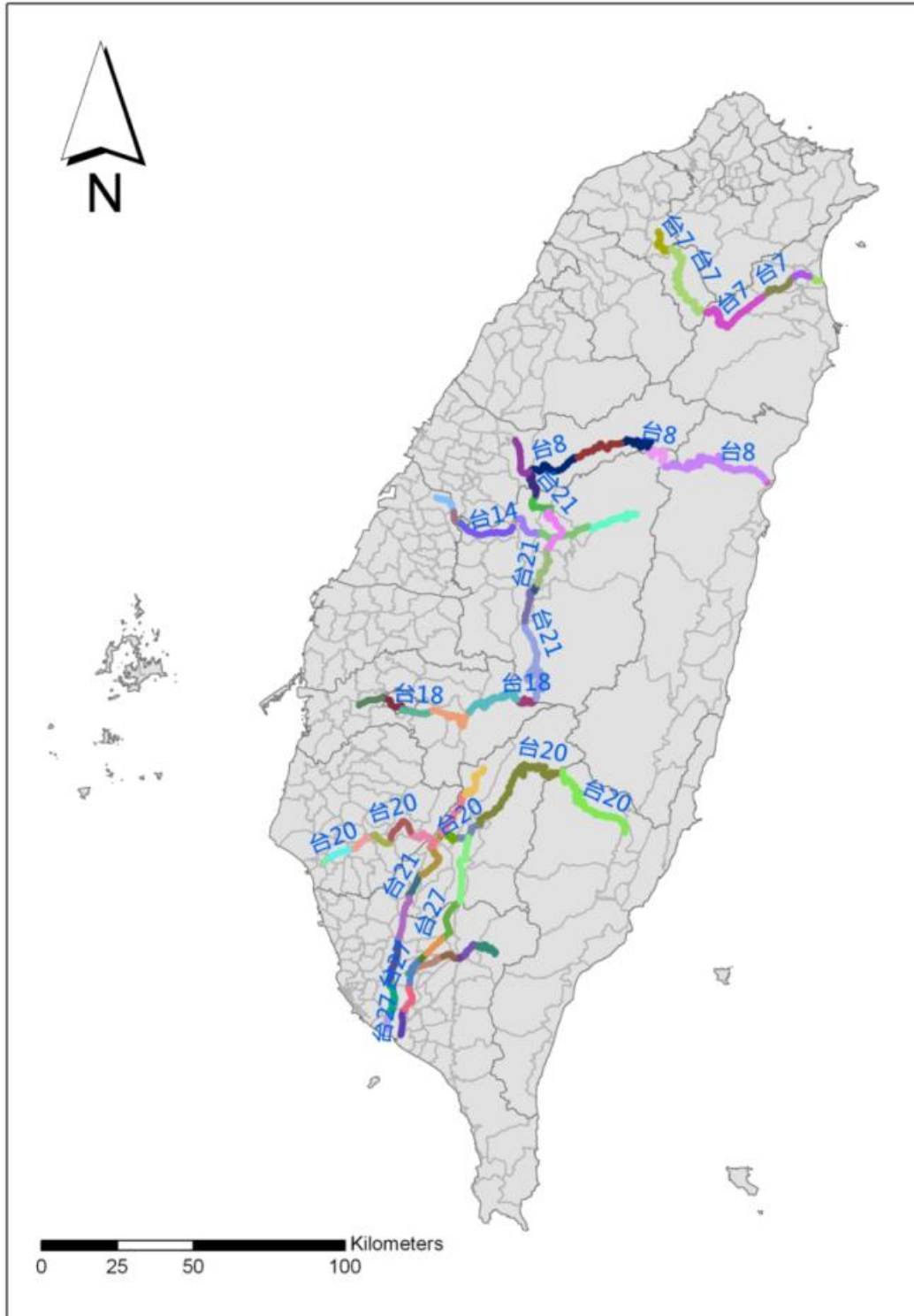


圖 14.12 公路全面評估執行推動分區路段分布圖



## 2. 執行規劃

依據上述道路阻斷潛勢分析結果規劃全臺公路設施風險評估推動執行方式，規劃期程建議不超過三年，且因工作量龐大與具專業性，故建議委託專業團隊執行。以下茲就執行年度、經費與工項進行說明：

- (1) 第一年-北部及東部重大公路風險與調適能力之評估(預估經費950萬)
  - A. 國內道路阻斷災例相關彙整
  - B. 國內外氣候變遷相關文獻蒐集與研析
  - C. 氣候變遷對我國公路建設之衝擊
  - D. 北部及東部重大省道易阻斷路段優先防治區域劃設
  - E. 北部及東部重大省道阻斷引致聚落形成孤島潛勢評估
  - F. 建立邊坡崩塌三維運移及影響範圍評估模式-以10處邊坡為原則
  - G. 國內外氣候變遷下公路邊坡之脆弱度評估指標及風險評估探討
  - H. 建立廣域公路邊坡之脆弱度評估指標與風險地圖
  - I. 北部及東部重大省道風險評估結果現地驗證與易致災因子調查
  - J. 針對北部及東部重大省道高風險路段進行現地安全度(風險)評分
  - K. 考量氣候變遷帶來之環境變遷，強化北部及東部重大省道現有監測系統或增設危險熱點設置處

- L. 針對北部及東部重大省道低安全度(風險)路段提出適宜之整建策略與適宜工法
  - M. 針對北部及東部重大省道公路邊坡提出氣候變遷調適目標與策略
  - N. 建置公路建設脆弱度、風險與調適平台資訊系統
- (2) 第二年-中部重大公路風險與調適能力之評估(預估經費 850 萬)
- A. 國內道路阻斷災例相關彙整
  - B. 國內外氣候變遷相關文獻蒐集與研析
  - C. 氣候變遷對我國公路建設之衝擊
  - D. 中部重大省道易阻斷路段優先防治區域劃設
  - E. 中部重大省道阻斷引致聚落形成孤島潛勢評估
  - F. 建立邊坡崩塌三維運移及影響範圍評估模式-以 10 處邊坡為原則
  - G. 國內外氣候變遷下公路邊坡之脆弱度評估指標及風險評估探討
  - H. 建立廣域公路邊坡之脆弱度評估指標與風險地圖
  - I. 中部重大省道風險評估結果現地驗證與易致災因子調查
  - J. 針對中部重大省道高風險路段進行現地安全度(風險)評分
  - K. 考量氣候變遷帶來之環境變遷，強化中部重大省道現有監測系統或增設危險熱點設置處

- L. 針對中部重大省道低安全度(風險)路段提出適宜之整建策略與適宜工法
  - M. 針對中部重大省道公路邊坡提出氣候變遷調適目標與策略
  - N. 建置公路建設脆弱度、風險與調適平台資訊系統
- (3) 第三年-南部重大公路風險與調適能力之評估(預估經費 850 萬)
- A. 國內道路阻斷災例相關彙整
  - B. 國內外氣候變遷相關文獻蒐集與研析
  - C. 氣候變遷對我國公路建設之衝擊
  - D. 南部重大省道易阻斷路段優先防治區域劃設
  - E. 南部重大省道阻斷引致聚落形成孤島潛勢評估
  - F. 建立邊坡崩塌三維運移及影響範圍評估模式-以 10 處邊坡為原則
  - G. 國內外氣候變遷下公路邊坡之脆弱度評估指標及風險評估探討
  - H. 建立廣域公路邊坡之脆弱度評估指標與風險地圖
  - I. 南部重大省道風險評估結果現地驗證與易致災因子調查
  - J. 針對南部重大省道高風險路段進行現地安全度(風險)評分
  - K. 考量氣候變遷帶來之環境變遷，強化南部重大省道現有監測系統或增設危險熱點設置處
  - L. 針對南部重大省道低安全度(風險)路段提出適宜之整建策略與適宜工法

M. 針對南部重大省道公路邊坡提出氣候變遷調適目標與策略

N. 建置公路建設脆弱度、風險與調適平台資訊系統

### 3. 各路段道路阻斷潛勢評估結果彙整

茲以執行分區歸納各路段道路阻斷潛勢評估結果如下：

依據公路總局各區養護工程處業務範圍與鄉鎮界進行道路劃分，並依據前述道路阻斷潛勢評估結果進行彙整，以中高潛勢路段為篩選目標，記錄各分區中高潛勢路段里程數，以利後續工務單位維護與災害防治應用。分析與規劃結果如表 14.2 所示。各公路中高潛勢以上路段空間分布如圖 14.13~圖 14.20 所示。

表 14.2 分區路段之潛勢中高以上路段里程數結果

養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段 中高潛勢里 程數 排序	各區養護單 位中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A} * 100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)
一工處	復興段	桃園縣	大溪鎮	11.934	台 7	北 部 橫 貫 公 路	5	2	18	41.9	1	12	5~8k
													9~10k; 11~12k
一工處	復興段	桃園縣	復興鄉	49.640	台 7	北 部 橫 貫 公 路	11	1	11	22.2	2	20	12~15k
													16~19k
													20~21k
													43~44k;49~50k;55~56k;58~59k
二工處	谷關段	南投縣	仁愛鄉	26.121	台 8		8	5	15	30.6	7	18	87~90k
													98~110k
													85~86k; 91~92k;95~96k
二工處	谷關段	台中市	和平區	45.956	台 8		19	2	3	41.3	5	13	67~76k
													81~85k
													77~80k
													61~63k
													64~65k
二工處	谷關段	台中市	東勢區	14.635	台 8		3	8	21	20.5	9	22	10~12k
													8~9k
二工處	谷關段	台中市	和平區	23.514	台 8 臨 37 縣		3	8	21	12.8	11	28	37~38k;40~41k;43~44k
二工處	南投段	南投縣	國姓鄉	3.031	台 14		0	11	38	0.0	15	38	暫無中高以上路段
二工處	南投段	南投縣	草屯鎮	19.551	台 14		3	8	21	15.3	10	24	19~20k;22~23k;30~31k
二工處	南投段	彰化縣	芬園鄉	2.446	台 14		0	11	38	0.0	15	38	暫無中高以上路段
二工處	埔里段	南投縣	仁愛鄉	30.851	台 14		17	3	4	55.1	3	7	74~84k
													92~98k
													71~72k
二工處	埔里段	南投縣	國姓鄉	12.126	台 14		1	10	29	8.2	13	34	43~44k
二工處	埔里段	南投縣	埔里鎮	17.974	台 14		2	9	25	11.1	12	32	62~63k;64~65k



養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段中高 潛勢里程數 排序	各區養護單位 中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A}*100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)
二工處	彰化段	彰化縣	彰化市	8.417	台 14		0	11	38	0.0	15	38	暫無中高以上路段
二工處	彰化段	彰化縣	芬園鄉	3.538	台 14		0	11	38	0.0	0.0	38	暫無中高以上路段
二工處	信義段	南投縣	信義鄉	12.670	台 18	新中 橫山 玉景 觀路	3	8	21	23.7	23.7	19	82~83k;91~93k
二工處	南投段	南投縣	信義鄉	59.960	台 21		37	1	2	61.7	61.7	6	119~134k 100~106k 136~140k 107~110k 86~88k;94~96k; 112~114 92~93k;97~98k;115~116k
二工處	南投段	南投縣	水里鄉	13.761	台 21		7	6	17	50.9	6	9	78~81k;82~85k 73~74k;
二工處	南投段	南投縣	魚池鄉	3.733	台 21		0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
二工處	埔里段	南投縣	國姓鄉	15.529	台 21		5	7	18	32.2	7	17	28~33k
二工處	埔里段	南投縣	埔里鎮	17.592	台 21		0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
二工處	埔里段	南投縣	魚池鄉	15.771	台 21		1	10	29	6.3	10	36	66~67k
二工處	谷關段	台中市	新社區	17.189	台 21		15	4	7	87.3	4	1	0~8k 9~16k
三工處	甲仙段	台東縣	海端鄉	2.348	台 20	南 部 橫 貫 公 路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	甲仙段	高雄市	六龜區	15.001	台 20	南 部 橫 貫 公 路	8	7	15	53.3	7	8	60~63k 65~67k;69~71k 72~73k

養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段中高 潛勢里程數 排序	各區養護單位 中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A} * 100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)																									
三工處	甲仙段	高雄市	桃源區	64.256	台 20	南 部 橫 貫 公 路	48	1	1	74.7	1	3	106~139k																									
													98~102k																									
													75~78k;86~89k																									
													79~80k;83~85k																									
三工處	甲仙段	高雄市	甲仙區	13.817	台 20	南 部 橫 貫 公 路	12	4	9	86.8	4	2	47~59k																									
													三工處	關山段	台東縣	海端鄉	57.970	台 20	南 部 橫 貫 公 路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段												
																										三工處	甲仙段	高雄市	旗山區	9.355	台 21	2	8	25	21.4	8	21	202~203k;210~211k
																																						三工處
三工處	甲仙段	高雄市	甲仙區	22.609	台 21		11	5	11	48.7	5	11	172~179k																									
三工處	甲仙段	高雄市	那 瑪 夏 區	16.334	台 21		11	5	11	67.3	5	4	181~184k																									
													162~163k																									
													147~153k																									
三工處	高雄段	高雄市	大寮區	14.004	台 21		0	11	38	0	11	38	154~156k;157~159k																									
													160~161k																									
三工處	高雄段	高雄市	大樹區	15.092	台 21		1	9	29	6.6	9	35	暫無中高以上路段																									
三工處	高雄段	高雄市	旗山區	14.258	台 21		0	11	38	0	11	38	230~231k																									
三工處	高雄段	高雄市	林園區	4.002	台 21		0.5	10	37	12.5	10	29	暫無中高以上路段																									
三工處	潮州段	屏東縣	三 地 門 鄉	24.975	台 24		10	6	14	40	6	15	257~257.5k																									
三工處	潮州段	屏東縣	內埔鄉	4.508	台 24		0	11	38	0	11	38	23~33k																									
三工處	潮州段	屏東縣	屏東市	9.185	台 24		0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段																									
三工處	潮州段	屏東縣	長治鄉	19.164	台 24		0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段																									
三工處	潮州段	屏東縣	霧台鄉	34.323	台 24		17	2	4	49.5	2	10	暫無中高以上路段																									
三工處	潮州段	屏東縣	鹽埔鄉	7.416	台 24		1	9	29	13.5	9	27	33~50k																									
													16~17k																									

養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段中高 潛勢里程數 排序	各區養護單位 中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A}*100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)
三工處	潮州段	屏東縣	屏東市	11.063	台 27	新發公路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	潮州段	屏東縣	新園鄉	8.937	台 27	新發公路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	潮州段	屏東縣	萬丹鄉	8.349	台 27	新發公路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	潮州段	屏東縣	長治鄉	2.615	台 27	新發公路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	潮州段	屏東縣	高樹鄉	16.142	台 27	新發公路	1	9	29	6.2	9	37	26~27k
三工處	潮州段	屏東縣	鹽埔鄉	7.091	台 27	新發公路	0	11	38	0	11	38	暫無中高以上路段
三工處	甲仙段	高雄市	六龜區	24.928	台 27	新發公路	16	3	6	64.2	3	5	13~22k
													5~8k
													10~12k
													3~4k;24~25k
四工處	獨立山段	宜蘭縣	員山鄉	2.250	台 7	北部橫貫公路	0	2	38	0	2	38	暫無中高以上路段
四工處	獨立山段	宜蘭縣	大同鄉	42.529	台 7	北部橫貫公路	4	1	20	9.4	1	33	64~66k
													72~73k;87~88k
四工處	頭城段	宜蘭縣	員山鄉	12.565	台 7	北部橫貫公路	0	2	38	0	2	38	暫無中高以上路段
四工處	頭城段	宜蘭縣	壯圍鄉	4.135	台 7	北部橫貫公路	0	2	38	0	2	38	暫無中高以上路段
四工處	頭城段	宜蘭縣	宜蘭市	6.192	台 7	北部橫貫公路	0	2	38	0	2	38	暫無中高以上路段

養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段中高 潛勢里程數 排序	各區養護單位 中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A}*100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)
五工處	水上段	嘉義市	東區	1.724	台 18	新橫山觀路 中玉景公	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段
五工處	水上段	嘉義市	西區	7.447	台 18	新橫山觀路 中玉景公	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段
五工處	水上段	嘉義縣	太保市	8.494	台 18	新橫山觀路 中玉景公	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段
五工處	阿里山段	嘉義縣	中埔鄉	10.668	台 18	新橫山觀路 中玉景公	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段
五工處	阿里山段	嘉義縣	番路鄉	29.298	台 18	新橫山觀路 中玉景公	12	2	9	41	2	14	22~27k
													37~41k
													20~21k;;31~32k;43~44k
五工處	阿里山段	嘉義縣	阿里山鄉	36.812	台 18	新橫山觀路 中玉景公	14	1	8	38	1	16	56~60k;70~74k
													66~69k
													45~47k
													76~77k
五工處	新化段	台南市	北區	3.194	台 20	南橫公路 部貫路	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段

養護單位	路段	縣市	鄉鎮	分區路段長(A) (km)	省道	路名	中高潛勢里程數 (B) (km)	各區養護單位 中高潛勢里程數 排序	所有路段中高 潛勢里程數 排序	各區養護單位 中高潛勢 密度 $(\frac{B}{A}*100\%)$	各區養護單位 中高潛勢 密度 排序	所有路段 中高潛勢 密度 排序	中高潛勢以上路段 (按照潛勢高低由上至下排序)
五工處	新化段	台南市	山上區	1.121	台 20	南 部 橫 貫 公 路	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段
五工處	新化段	台南市	新化區	8.814	台 20	南 部 橫 貫 公 路	1	4	29	11.3	4	31	13~14k
五工處	新化段	台南市	永康區	6.898	台 20	南 部 橫 貫 公 路	1	4	29	14.5	4	25	5~6k
五工處	曾文段	台南市	南化區	11.520	台 20	南 部 橫 貫 公 路	2	3	25	17.4	3	23	41~43k
五工處	曾文段	台南市	左鎮區	8.656	台 20	南 部 橫 貫 公 路	1	4	29	11.6	4	30	25~26k
五工處	曾文段	台南市	玉井區	12.146	台 20	南 部 橫 貫 公 路	0	5	38	0	5	38	暫無中高以上路段



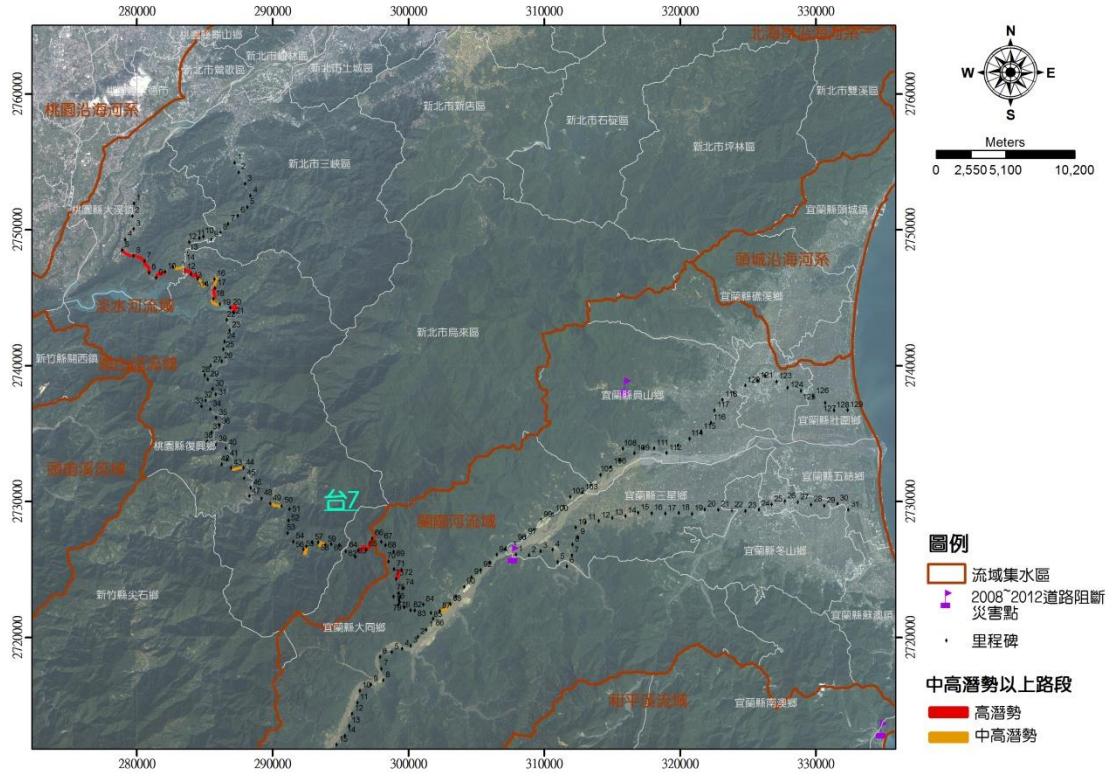


圖 14.13 台 7 中高潛勢以上路段空間分布成果圖

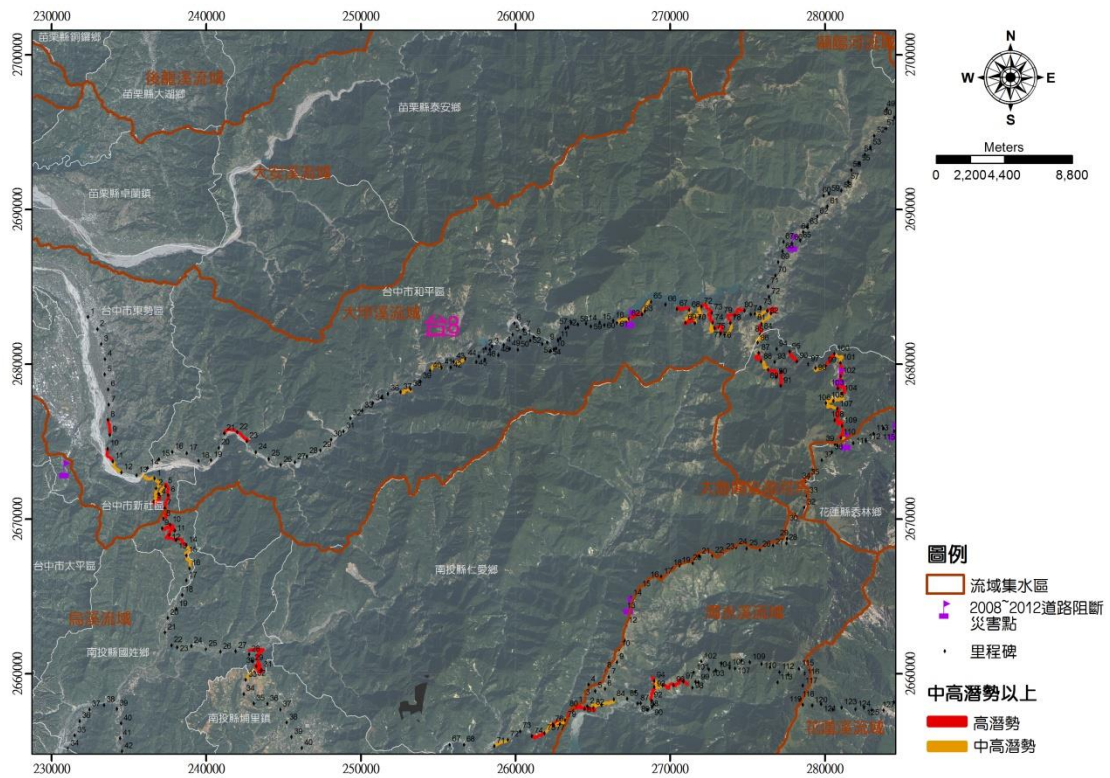


圖 14.14 台 8 中高潛勢以上路段空間分布成果圖



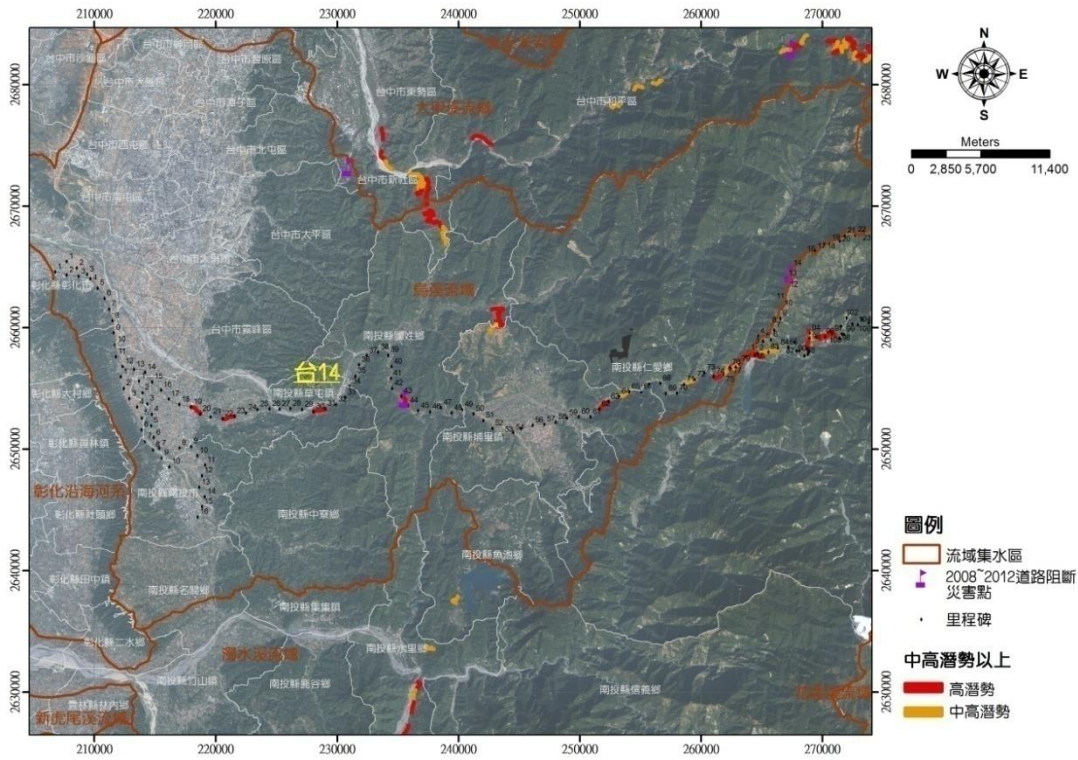


圖 14.15 台 14 中高潛勢以上路段空間分布成果圖

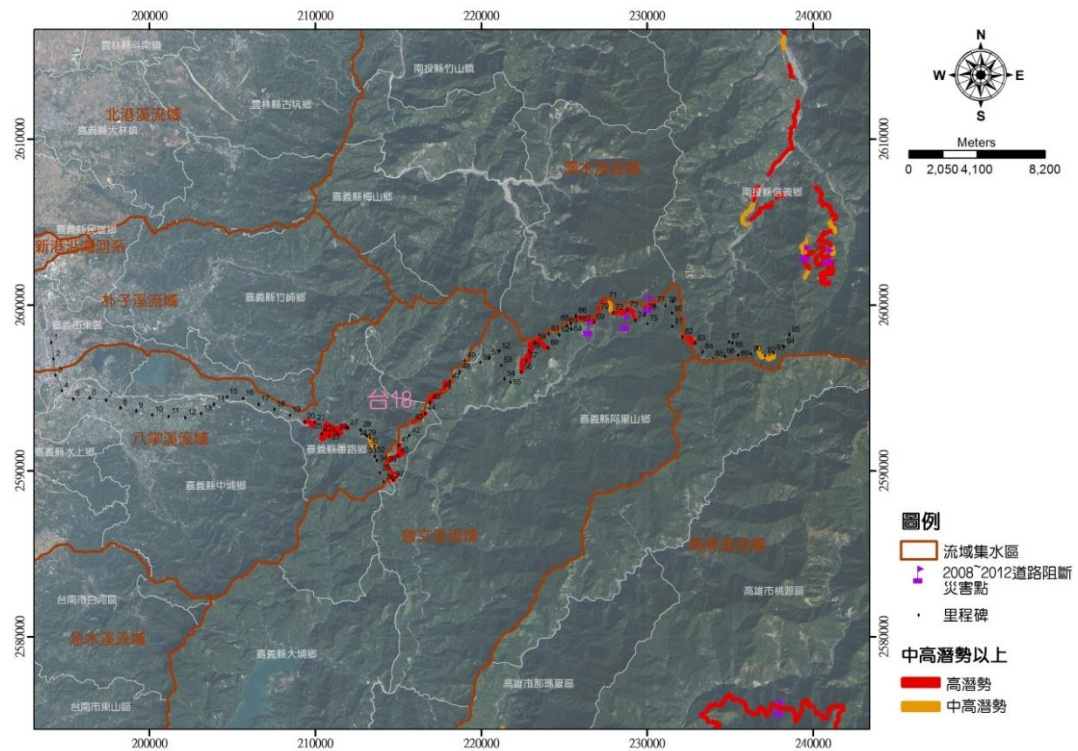


圖 14.16 台 18 中高潛勢以上路段空間分布成果圖

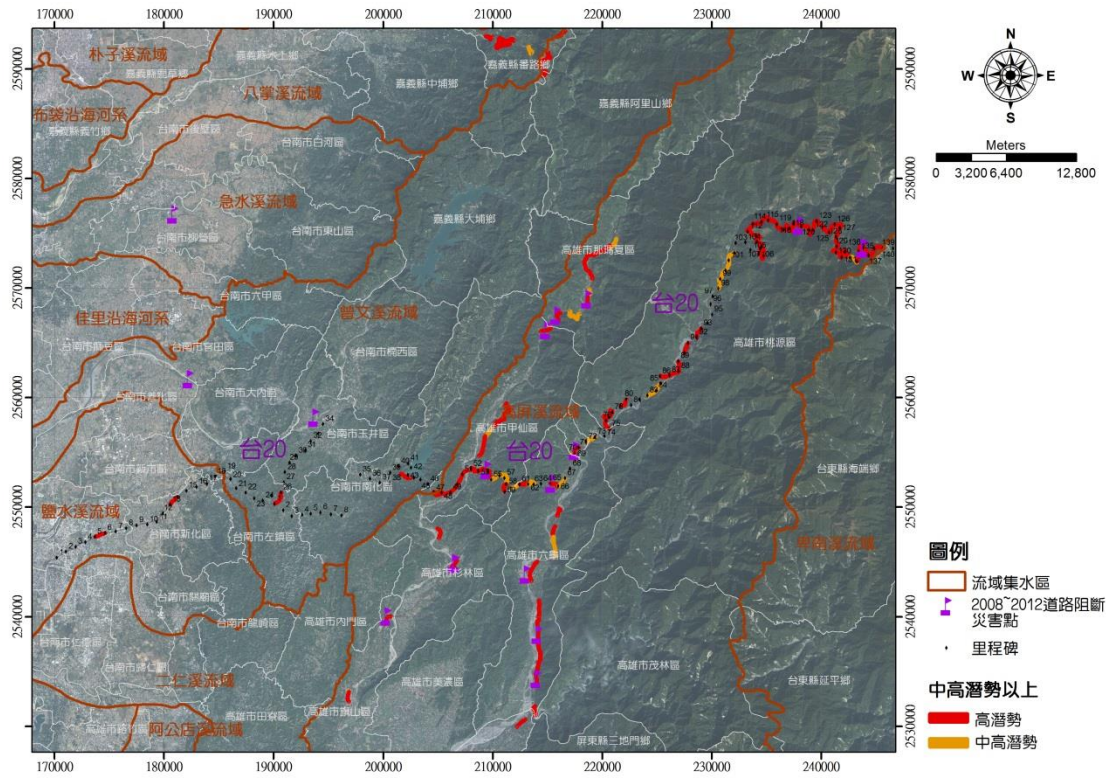


圖 14.17 台 20 中高潛勢以上路段空間分布成果圖



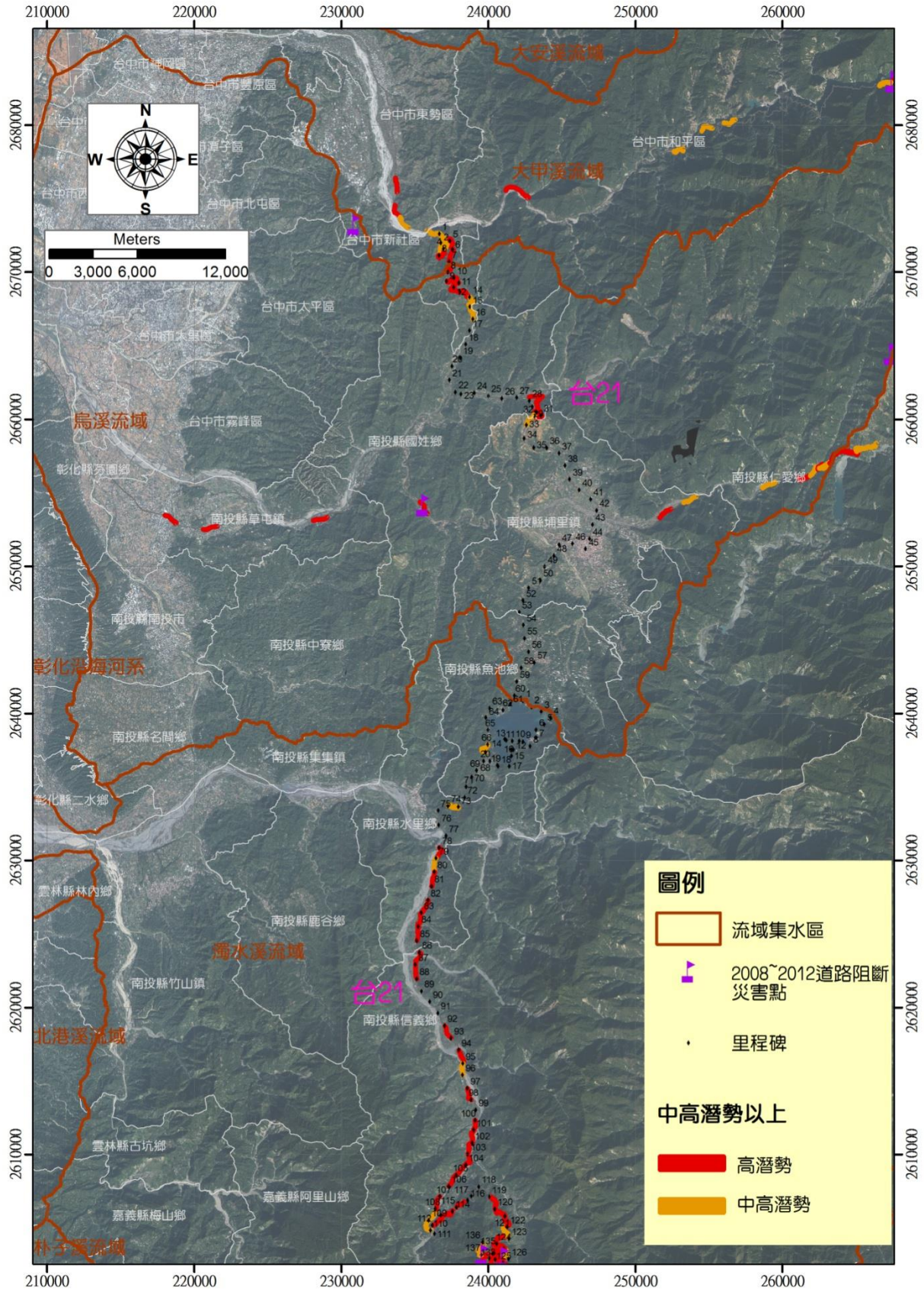


圖 14.18 台 21 中高潛勢以上路段空間分布成果圖

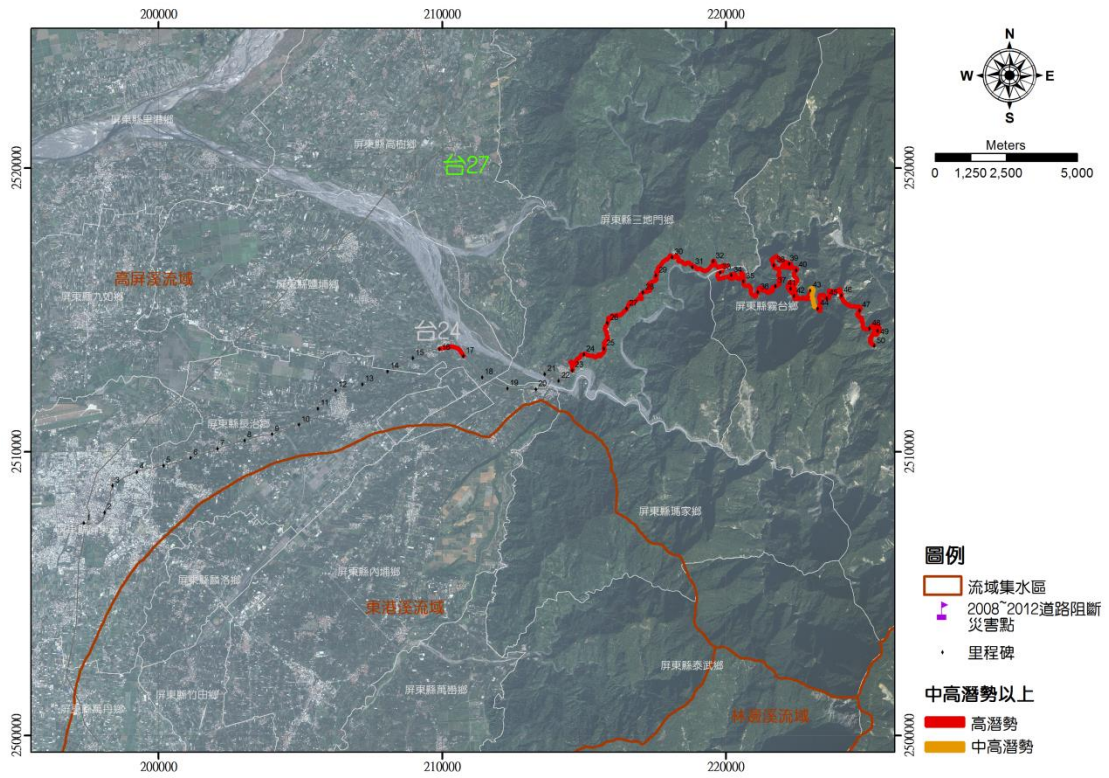


圖 14.19 台 24 中高潛勢以上路段空間分布成果圖



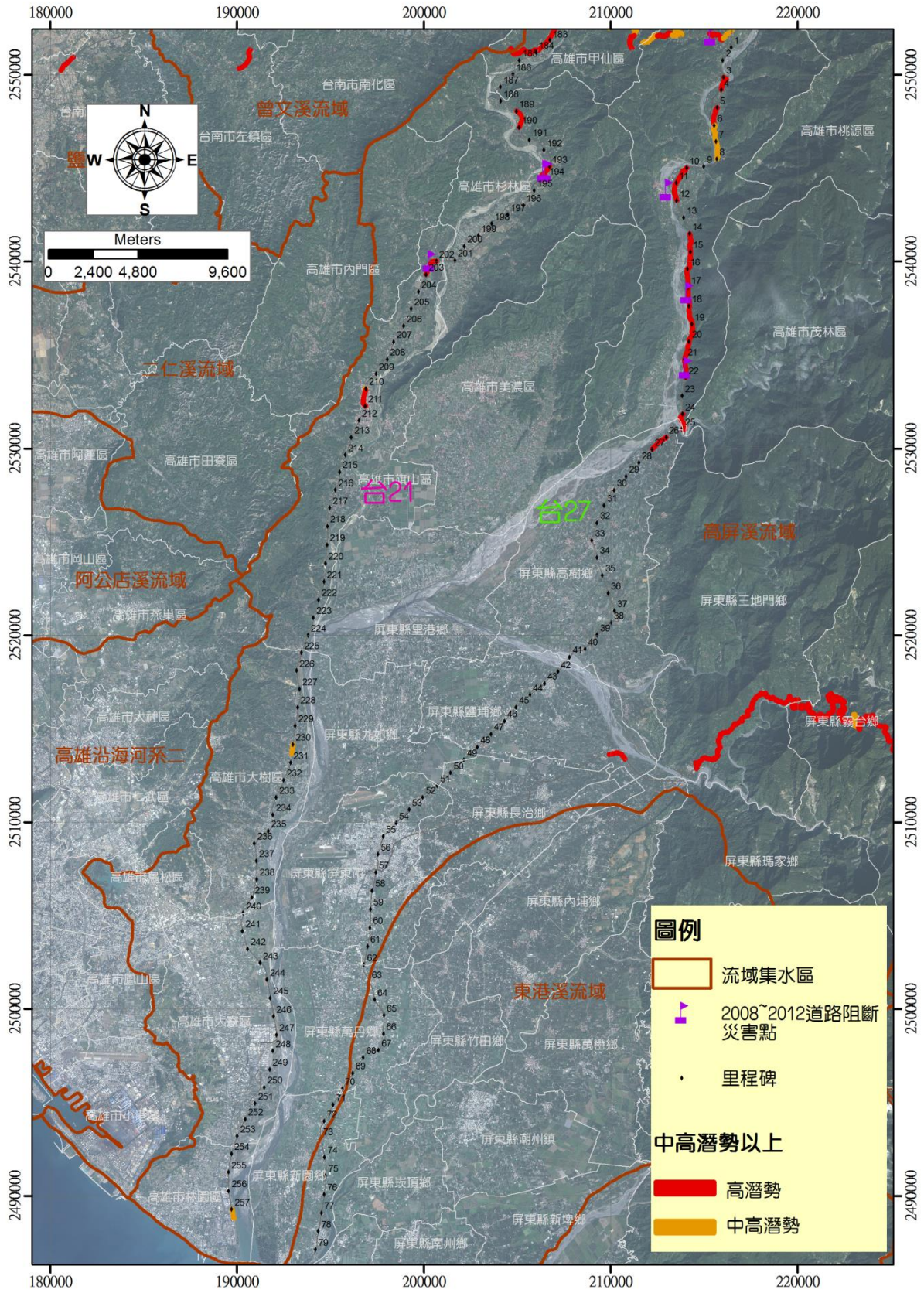


圖 14.20 台 27 中高潛勢以上路段空間分布成果圖

## 第十五章 結論與建議

### 15.1 結論

本研究主要成果可分為三大部分，分別為「公路復建與開發需求性評分系統」、「因應氣候變遷之公路設施整建策略」以及「全臺公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式」。以下分別陳述各項研究內容之結論。

#### 1. 公路復建與開發需求性評分系統

本研究藉由考量「經濟發展」、「交通需求」、「環境衝擊」、「社會公義」、「工程風險」等五項影響因子，完成建置「公路復建需求性評分系統」與「公路開發需求性評分系統」。

本研究建置之「公路復建需求性評分系統」，復建機制分為「高需求性復建」、「中需求性復建」、「低需求性復建」以及「不建議復建」。復建準則則分為五級，分別為「最高等級(道路升級及改善)」、「次高等級(原有功能修復並加強安全性之補強)」、「一般等級(原有功能修復)」、「管制等級(原有功能修復並實施道路管制)」、「簡修等級(簡易修復及整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等)」。

復建需求性評分系統中的經濟發展影響因子中，包含「平均服務人口」、「產業種類及工作機會」、「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」3 個評估指標。交通需求影響因子包含「道路公路等級」、「評估路段尖峰小時交通量」、「車輛型式及限重」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」、「旅行時間」6 個評估指標。環境衝擊影響因子中包含「生態環境衝擊」、「水環境衝擊」、「開挖施工造成之環境衝擊」及「空氣品質衝擊」4 個評估指標。社會公義影響因子包含「住民特色」、「居民期



待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」4 個評估指標。工程風險影響因子包含「重覆致災的頻率」、「未來氣候變遷造成的風險」、「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」5 個評估指標。

「公路開發需求性評分系統」之開發機制分為「高需求性開發」、「中需求性開發」、「低需求性開發」以及「不建議開發」。開發準則分為六級，依序為「公路等級一級路」、「公路等級二級路」、「公路等級三級路」、「公路等級四級路」、「公路等級五級路」、「公路等級六級路，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」。

開發需求性評分系統中的經濟發展影響因子中，包含「平均服務人口」、「產業種類及工作機會」以及「經濟活動對評估路段運輸的依賴性」3 個評估指標。交通需求影響因子包含「評估路段尖峰小時交通量」、「終點站(中途站)特性」、「可使用的替代道路」、「旅行時間」4 個評估指標。環境衝影響因子中包含「台灣自然保護區指標」、「水環境指標」、「二氧化碳指標」、「環境承載量指標」以及「土體破壞指標」5 個評估指標。社會公義影響因子包含「住民特色」、「居民期待度(安全回家的路)」、「孤島效應」、「公開參與流程及意見回饋」4 個評估指標。工程風險影響因子中包含「開發路廊之環境風險」、「未來氣候變遷造成的風險」、「施工難易度」、「建造成本」、「長期維護成本」5 個評估指標。

本研究並利用舉辦之五場區域座談會，藉由專家學者之訪談以及問卷方式，評估及分析公路復建與開發需求性評分系統之權重分配，如表 15.1 與表 15.2 所示。

表 15.1 公路復建需求性評分系統之權重分配

公路復建需求性評分系統	影響因子 (權重)	評估指標	評估指標 權重分配
	經濟發展 (15%)	平均服務人口	
產業種類、工作機會			(3%)
經濟活動對評估路段運輸的依賴性			(7%)
交通需求 (20%)	道路服務等級		(5%)
	評估路段尖峰小時交通量(PCU/小時)		(2%)
	車輛型式及限重		(2%)
	終點站(中途站)特性		(3%)
	可使用的替代道路		(5%)
	旅行時間		(3%)
	台灣自然保護區指標		(4%)
環境衝擊 (15%)	水環境指標		(4%)
	土體破壞指標		(4%)
	二氧化碳指標		(3%)
	居民特色		(2%)
社會公義 (10%)	居民期待度(安全回家的路)		(3%)
	孤島效應		(3%)
	公開參與流程及意見回饋		(2%)
	重覆致災的頻率		(12%)
工程風險 (40%)	未來氣候變遷造成的風險		(7%)
	復建工程施工難易度		(7%)
	復建成本		(7%)
	長期維護成本		(7%)

表 15.2 公路開發需求性評分系統之權重分配

公路開發需求性評分系統	影響因子 (權重)	評估指標	評估指標 權重分配
	經濟發展 (15%)		平均服務人口
產業種類、工作機會			(3%)
經濟活動對評估路段運輸的依賴性			(7%)
交通需求 (25%)		前路段尖峰小時交通量 (PCU/小時)	(10%)
		終點站(中途站)特性	(4%)
		可使用的替代道路	(6%)
		減少的旅行時間	(5%)
環境衝擊 (20%)		台灣自然保護區指標	(4%)
		是否容易通過環評	(7%)
		水環境指標	(3%)
		環境承載量指標	(4%)
		二氧化碳指標	(2%)
社會公義 (10%)		住民特色	(2%)
		居民期待度(安全回家的路)	(3%)
		孤島效應	(3%)
		公開參與流程及意見回饋	(2%)
工程風險 (30%)		開發路廊之環境風險	(9%)
		未來氣候變遷造成的風險	(5%)
		施工難易度	(6%)
		建造成本	(5%)
		長期維護成本	(5%)



本研究藉由建置完成之公路復建與開發需求性評分系統進行案例分析，案例路段南起台 27 線新發大橋 3K+480，北至台 20 線復興村(南橫公路)103K，全長約 33.4km。相關之成果結論如下：

- (1) 本研究選取台 27 線新發大橋 3K+480 至台 20 線復興村，全長 33.4KM，作為公路復建需求探討之案例。在此則針對台 20 線 29.96km 與台 27 線 3.44km 分別進行公路復建需求性評分。依據本研究研擬之公路復建機制與準則得知，台 20 線公路復建需求性評分之總分為 2.6 分，復建機制屬於低需求性復建，復建準則為「原有功能修復並實施道路管制」及「簡易修復及整建便道，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」兩種復建準則(二者擇一)。
- (2) 台 27 線公路復建需求性評分之總分為 3.4 分，復建機制屬於中需求性復建，復建準則為「原有功能修復並加強安全性之補強」、「原有功能修復」及「原有功能修復並實施道路管制」三種復建準則(三者擇一)。
- (3) 本研究以台 20、台 27 線之復建為例，經試評結果得知「公路復建需求性評分系統」具實務操作之可行性。
- (4) 本研究建置的開發評分系統係選取國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線(全長 18.54KM)，作為公路開發需求性探討之案例分析。依據本研究研擬之公路開發機制與準則得知，國道六號高速公路南投埔里至仁愛鄉霧社村的路線之總分為 2.76 分，開發機制屬於低需求性開發。藉本系統得知，目前該開發路段之需求性不高，沒有國道的需求，只建議「公路等級五級路」與「公路等級六級路，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路等」二種開發準則。公路等級

五級路則可依行政系統分為省道、縣道、鄉道以及專用公路；公路等級六級路為縣道、鄉道以及專用公路(詳表 2.1)。

- (5) 本研究案以國六東延路段為例，經試評結果得知「公路開發需求性評分系統」具實務操作之可行性。
- (6) 本研究建置之「公路復建需求性評分系統」及「公路開發需求性評分系統」，已考量專家學者認同之各層面(經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義、工程風險)影響因子，故系統具完整性之建置。
- (7) 「公路復建需求性評分系統」及「公路開發需求性評分系統」能有效呈現復建及開發之需求程度，並提供執行之準則。

## 2. 因應氣候變遷之公路設施整建策略

- (1) 近年來，全球氣候顯著變遷已是不爭的事實且有相關數據佐證。臺灣自然也無法置身事外，事實上，根據統計臺灣過去百年來之年增溫率正位處於全球數個快速增溫的區域之一，且近 30 年來之年增溫率更是過去的 2 倍之譜！而在降雨型態上，臺灣近年來強降雨的趨勢日益顯著，且旱澇交替亦趨頻繁，來不及宣洩的雨勢往往是致災的關鍵。上述現象多少受到了颱風發生次數及強度增加，且伴隨雨勢較過去顯著的影響。
- (2) 本研究將公路設施區分為邊坡(含路基)、橋梁、隧道三種主要結構型式，其中以邊坡及橋梁受豪大雨影響較大。一般隧道結構體則甚少因氣候而發生破壞，適合作為山區公路易致災路段之避災手段。
- (3) 本研究先將可能情況區分為緊急與常時兩種情境，緊急狀況時多已成災且影響交通，因此時效上並不允許詳細調查分析，此時宜

直接進入短期整建之搶修方案；其餘情況則有賴養護單位平日巡檢以求防微杜漸。本報告以邊坡巡檢為例，結合現行之公路養護手冊內容，配合事先建置之基本背景資料庫，藉以研判各公路設施之致災原因，作為後續選取對策之依據。

- (4) 公路設施整建與否，所需考量之因素眾多。根據本研究所研擬之評分系統，涵蓋經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義及工程風險等 5 大區塊。由此可知，技術性課題並非是決定整建改善之唯一考量，需綜合評比各要素之影響後加權評分，期能以有限的社會資源進行最佳化之配置利用。
- (5) 山河路橋共治已是近年來工程界普遍接受的觀念。因為公路整建時若僅單獨考量公路邊坡、橋梁或是隧道結構體，而不進一步探討其與大自然間之互制關係，將可能造成戰術成功、戰略失敗之結果；惟有整合思考才可能畢其功於一役。然而，由於山、河、路、橋權責機關有所不同，執行公路整建時更應注意橫向聯繫與協調，以「整體規劃、分工辦理」之方式執行，始可能克盡全功。

### 3. 全臺公路道路阻斷潛勢評估執行推動方式

- (1) 本研究以公路設施安全性為考量，採用地調所坡地災害潛勢及水保局 1,664 條土石流潛勢溪流圖資建立道路阻斷潛勢評估方法，分析結果可反映各路段受崩塌或土石流影響之潛在危害程度。
- (2) 本研究完成西部麓山帶八條山區道路阻斷潛勢評估成果，除可獲知每公里路段道路阻斷潛勢外，也能依據評估結果進行道路易致災排序及公路設施風險執行順序排序，對於全臺公路設施風險評估推動執行方式研擬有益。
- (3) 本研究依據道路阻斷潛勢分析結果篩選出八條山區道路中高以上潛勢路段，以利後續工務單位維護與災害防治應用。

- (4) 本研究已完成全臺公路設施風險評估工作項目、期程、預估經費等內容初擬，可供公路總局推動全臺公路設施風險評估工作推動參考。

## 15.2 建議

1. 建議就全台受災損之公路全面進行復建需求性評分，根據評分結果進行復建優先順序之排序。
2. 建議後續針對全台進行分區(北、中、南、東部)重大公路建設氣候變遷調適策略與脆弱度評估指標之研究。
3. 建議後續針對全台進行分區(北、中、南、東部)執行重大公路風險與調適能力之評估。
4. 為避免個人主觀判斷，建議公路需求性評估方式，以評估團隊(至少三人)之平均評分為判定標準。
5. 目前本研究案已完成建置公路復建與開發需求性評分系統，建議後續可建置公路復建與開發需求性之決策支援系統，以利決策者能夠快速操作。
6. 為因應氣候變遷，工程界需跳脫以往窠臼，因地制宜地選用最適合工址的整建策略與工法。本研究僅提供一般從業人員思考之方向，公路設施之整建絕非一成不變的標準作業，個別案例均須另依據其既有特性進一步研析評估，以山河路橋共治的思維，整合跨領域之專業，以謀求長治久安的解決之道。

## 參考文獻

1. 行政院經濟建設委員會：<http://apf.cier.edu.tw/>
2. 中華民國都市計劃學會，氣候變遷調適政策綱領，行政院經濟建設委員會，2010。
3. 行政院經濟建設委員會，國家氣候變遷調適政策綱領，交通部、經濟部、國家通訊傳播委員會，2012。
4. 行政院經濟建設委員會，國家氣候變遷調適行動方案，交通部、經濟部、國家通訊傳播委員會，2012。
5. 公路路線設計規範，交通部。
6. 陳景文、李維峰、賴瑞應、林伯融、陳俊吉、張浣珣、曾韋禎、郭澄伊、林孟慧、張文瑋，交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究，交通部運輸研究所，2011。
7. 財團法人中興工程顧問社、中興工程顧問公司，八八水災災害調查成果與復建工程建議，2010。
8. 張道光、蘇人輝、李維峰、連惠邦、葉昭憲、林秉賢、王昭雯，山區道路坡地災害防治技術整合研究，交通部運輸研究所，2010。
9. 交通部、原民會、內政部、農委會、經濟部、工程會，莫拉克颱風災後基礎建設重建方案，2009。
10. 交通部公路總局，公路融合生態、景觀、防災觀念之規劃評估研究，台灣世曦工程顧問股份有限公司，2009。
11. 周南山，台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究計畫，交通部台灣區國道新建工程局，2008。



12. 國立中興大學，台 21 線等公路橋梁歷年颱風土石流沖刷災害復建資料編纂，交通部公路總局第二區養護工程處，2006。
13. 交通部運輸研究所，坡地災害緊急搶修與復建整合技術研究（2/2），2007。
14. 交通部運輸研究所，運輸設施快速建造與修復技術之研究-公路設施快速重建及修復技術之研究，2007。
15. 交通部，大規模災變之公路系統防救災規劃與修復策略研究（二），2003。
16. 周南山，台灣地區山區道路規劃設計參考手冊，行政院公共工程委員會，2005。
17. 牛頓出版社，地震大怪獸，1999。
18. 葉昭雄，莫拉克颱風後陸續造成台20線桃源復興段及其周邊聯絡道路之災損勘查，2012，臺灣公路工程 第38 卷 第12 期，pp.2-30。
19. 聯合報：<http://www.udngroup.com/2c/index.jsp/>
20. 行政院農業委員會水土保持局全球資訊網：<http://www.swcb.gov.tw/>
21. Alberta Infrastructure and Transportation, “Standard Specifications for Highway Construction”, 2007.
22. Austroads, “Urban Road Design, Austroads, Sydney”, 2002, Australia.
23. Azapagic, A., “Systems approach to corporate sustainability: a general management framework”, 2003, Trans IChemE, Part B, 81, 303-316.
24. Bunz, K. R., Henze, G. P., and Tiller, D. K., “Survey of sustainable building design practices in North America, Europe, and Asia.” Journal of Architectural Engineering, 2006, ASCE, 12(1), 33-62.
25. Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Chau, C. K., Poon, C. S., and Chun, K. P. (2009), “Integrating green specifications in construction and overcoming barriers in their use.” Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, ASCE, 135(4), 142-152.
26. FHWA：<Http://www.fhwa.dot.gov/>

27. FHWA, Integration of Context Sensitive Solutions in the Transportation Planning Process: Final Report, 2007.
28. FHWA, Public Involvement/Public Participation Transportation Planning Process Resource Guide, Resource Center Planning Team, 2008.
29. FHWA and Context Sensitive Solutions :  
<http://www.fhwa.dot.gov/context/index.cfm/>
30. 美國交通部：<http://www.dot.gov/>
31. JICA 地球環境部氣候變動對策室 J I C A 氣候變動對策支援ツール (JICA Climate Finance Impact Tool) 適應對策概要; 2011.
32. 加知範康; 加藤博和; 林良嗣 Social Hazard 概念に基づく都市システムの氣候變動に対する脆弱性評価; 2005.
33. 小橋秀俊，道路工程未來的災後重建，地盤工學會誌，2011，Vol.59 No.11-646。
34. 日本國土交通省網站：<http://www.mlit.go.jp/>
35. <Http://www.mlit.go.jp/road/index.html/>
36. 中部地方整備局，道路設計要領(設計編)，2008。
37. 東日本高速道路株式會社網站，<http://www.e-nexco.co.jp/>
38. 金田和男、長尾和之、橫田聖哉，地盤工学会誌，2011，Vol.59 No.11-646。
39. 交通部，因應莫拉克風災搶救及復建計畫書，2009。
40. 行政院國家科學委員會，「莫拉克颱風之災情勘查與分析」，國家災害防救科技中心，2009。
41. 交通部，莫拉克風災公路系統搶修及復建計畫，2009。
42. 行政院經濟建設委員會，以國土保育為先之 區域重建綱要計畫，2009。
43. 吳淵洵，山河路橋共治規劃設計參考手冊，中興工程顧問股份有限公司，2011。

- 44.周南山，山區公路建設前、中、後在工程管理方面參考作業手冊，行政院公共工程委員會，2003。
- 45.周南山，山區公路建設檢討之研究，行政院公共工程委員會，2003。
- 46.周南山，台灣地區山區道路規劃設計參考手冊之研究，行政院公共工程委員會，2005。
- 47.賴俊仁，台 14 線公路邊坡崩塌影響因子之探討，朝陽科技大營建工程系，2001。
- 48.楊智堯、李德河、黃士昌、田坤國，楠梓地區邊坡破壞調查研究，1999，第八屆大地工程學術研究討論會，第 953-968 頁。
- 49.農委會水土保持局，98 年土石流潛勢地區易致災因子調查與危害頻率分析，2009，水土保持局委託計畫報告，南投。
- 50.農委會水土保持局，土石流致災潛勢分析與資料庫建置計畫，水土保持局委託研究報告，南投，2011。
- 51.董家鈞、劉家男、李維峰，莫拉克颱風引致之阿里山公路邊坡崩塌與機制，地工技術，2009，第 122 期，第 31-40 頁。
- 52.李維峰等人，莫拉克風災地工災情統計分析，地工技術，2009，第 122 期，第 5-12 頁。
- 53.財團法人中華顧問工程司，2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實，2009。
- 54.李維峰等人，莫拉克風災引致公路橋梁災害與案例分析，地工技術，2009，第 122 期，第 115-122 頁。
- 55.林呈，橋梁水力災害學，2012。
- 56.林呈、施邦築、羅慶瑞、黃進坤，跨河橋梁訂定封橋水位，交通部公路總局，2004。
- 57.林呈、高明哲、蔡榮峻、何鴻文，橋基沖刷災害與相關之維護管理(1) —動態橋梁安全管理機制與碧利斯颱風高屏大橋沖刷斷橋過程，臺灣公路工程，2006，第 32 卷，第 17、18 期，第 2-43 頁。

58. 林呈等人，跨河橋梁基礎洪水沖刷之安全檢測與因應作為，臺灣公路工程，2007，第33卷，第8期，第2-48頁。
59. 交通部公路總局第一區養護工程處，納莉颱風公路橋梁災害搶修及復建工程專輯，2002。
60. 交通部公路總局，高、快速公路橋梁鄰近區域之自然災害度潛勢分析，2004。
61. 葉昭雄，莫拉克風災毀損60座省道橋梁致災原因之探討，臺灣公路工程，2012，第38卷，第1、2期。
62. 童才燧，由后豐大橋落橋事件淺談公路橋梁養護之道，臺灣公路工程，2009，第35卷，第3期，第33-35頁。
63. 交通部公路總局，北部地區省道公路公共工程(含隧道、橋梁)維護管理制度之研究，2008。
64. 交通部公路總局網站：<http://www.thb.gov.tw/tm/>
65. 交通部公路總局公路統計資訊：<http://www.thb.gov.tw/>
66. 交通部運輸研究所，臺灣區救災公路系統建立之研究，2006。
67. 中興工程顧問公司，氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究第1階段管理計畫，經濟部水利署，2010。
68. 國家科學委員會自然科學發展處，臺灣氣候變遷科學報告，2011。
69. 經濟部水利署水利規劃試驗所，氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例(2/2)，2011。
70. 台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫：  
<http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/NCDR/main/index.aspx/>
71. IPCC, The Fourth Assessment Report (AR4), <http://www.ipcc.ch/>, 2007.
72. 淡江大學水資源管理及政策研究中心：<http://www.water.tku.edu.tw/>
73. 劉紹臣，符淙斌，許乾忠，陳正平，吳福婷，Geophysical Research Letters 2009, 36 L17702, doi:10.1029/2009GL040218
74. 國家災害防救科技中心：<http://ncdr.nat.gov.tw/>
75. 經濟部水利署，水利署水利建設因應全球氣候變遷白皮書，2010。

76. Cox, R. F., Issa, R.R.A., and Ahrens, D, “Management’s perception of key performance indicators for construction.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 2003, ASCE, 129(2), 142-151.
77. Niemeijer, D., and de Groot, R. S. (2008), “A conceptual framework for selecting environmental indicator sets.” *Ecological Indicators*, 8, 14-25.
78. Tanguay, G. A., Rajaonson, J., Lefebvre, J. F., and Lanoie, P. (2010). “Measuring the Sustainability of Cities: An Analysis of the Use of Local Indicators.” *Ecological Indicators*, 10, 407-418.
79. 交通部國道新建工程局，東西向快速公路八里新店縣八里五股段可行性研究及工程規劃，2002。
80. 交通部運輸研究所，永續運輸綜合評估指標系統之研究，第一年期，2005。
81. 交通部國道新建工程局，台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合之研究計畫，2008。
82. Jeon, C. M., and Amekudzi, A. (2005), “Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics.” *Journal of Infrastructure Systems*, ASCE, 11(1), 31-50.
83. Lee, Y. J., and Huang, C. M. (2007), “Sustainability Index for Taipei.” *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 505-521.
84. Global Reporting Initiative (GRI). (2008), *A Snapshot of Sustainability Reporting in the Construction and Real Estate Sector*, Boston, MA.
85. 中華民國統計資訊網：<http://ebas1.ebas.gov.tw/>
86. 行政院主計處，社會指標統計年報，2011：<http://www.stat.gov.tw/>
87. 行政院主計總處：<http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1/>
88. 交通部臺灣區國道新建工程局：<http://www.taneeb.gov.tw/>
89. 交通部公路總局，力行產業道路提升為縣道之可行性評估，2005。
90. 蔡厚南、邱銘源、呂慧穎，道路建設與生態工法，2003。



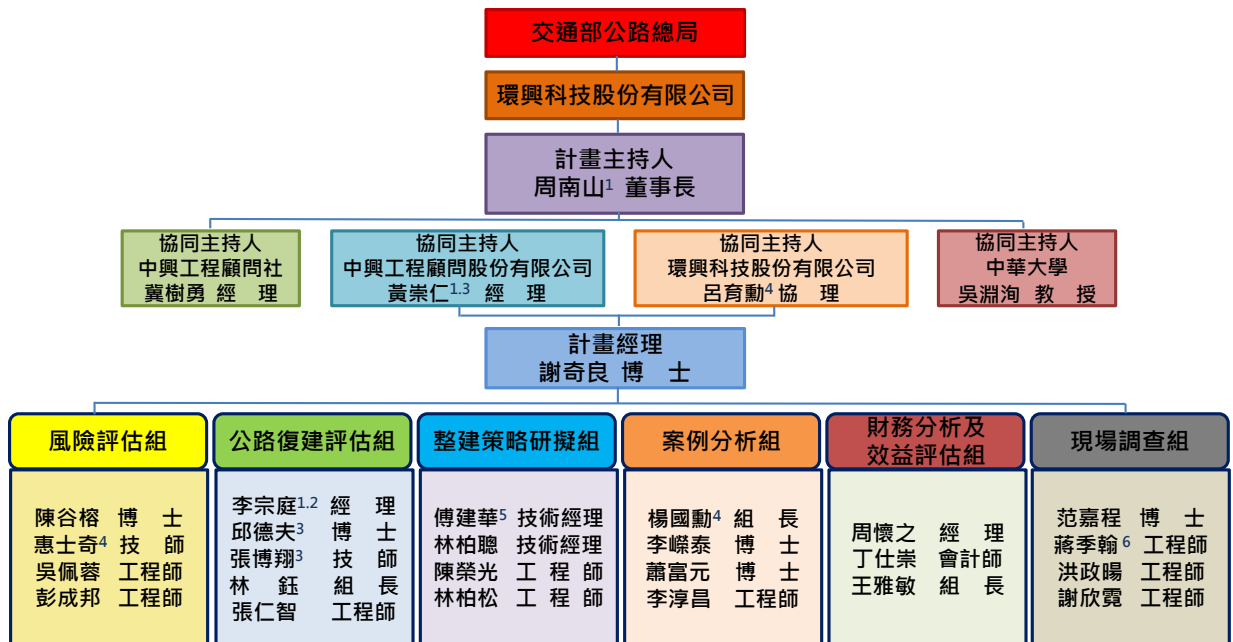
91. 行政院農委會水土保持局，土石流致災潛勢分析與資料庫建置，行政院農委會水土保持局委託研究計畫，2010。
92. Muench, S.T., Anderson, J.L., Hatfield, J.P., Koester, J.R., and Söderlund, M. (2011), Greenroads Manual v1.5 (J.L. Anderson, C.D. Weiland, and S.T. Muench, Eds.), Seattle, WA: University of Washington.
93. 楊明德、蘇東青、楊擘分，草嶺地區土石流潛勢調查與評估，中華水土保持學報，2005，36(3)：301-312。
94. 高雄市政府統計資訊服務網：<http://kcgdg1.kcg.gov.tw/>
95. 經濟部中央地質調查所，集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估，南投，2007。
96. 經濟部中央地質調查所，集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估，南投，2008。
97. 經濟部中央地質調查所，集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估，南投，2009。
98. 經濟部中央地質調查所，集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估，南投，2010。
99. 經濟部中央地質調查所，集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估，南投，2011。
100. 中興工程顧問股份有限公司，國道6號南投段東延至霧社可行性研究，交通部臺灣區國道新建工程局，2012。
101. 南投縣政府便民查詢：<http://www.nantou.gov.tw/>
102. 經濟部水利署，氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究第2階段管理計畫，2012。
103. 黃崇仁、朱英茂、林義評、侯秉承，破壞模式與影響分析(FMEA)應用於土石壩風險管理案例探討，中興工程顧問股份有限公司，2012。
104. 台灣世曦工程顧問股份有限公司，省道老舊橋梁整建計畫可行性研究，交通部公路總局，1997。
105. 公路橋梁耐震設計規範，交通技術標準規範公路類公路工程，2008。

106. [Http://cpatch.org/kiiali/index.htm/](http://cpatch.org/kiiali/index.htm/)
107. 公路養護手冊，交通技術標準規範公路類公路工程部，2012。
108. 范嘉程，簡進龍，山區崩塌道路生態路堤工法復救技術與力學行為研究，2004 海峽兩岸地工技術/岩土工程交流研討會，第 575-582 頁，台北。
109. 跨河建造物設置審核要點，2012。
110. 公路排水設計規範，交通部，2009。
111. 公路橋梁設計規範，交通技術標準規範公路類公路工程部，2009。
112. 水土保持技術規範，農委會，2012。
113. 公路隧道設計規範，交通技術標準規範公路類公路工程部，2003。
114. 公共工程施工綱要規範，行政院，2001。
115. 交通工程手冊，交通技術標準規範公路類公路工程部，2004。
116. 水保局，土石流致災潛勢分析與資料庫建置計畫，2011。
117. 陳韻如、林聖琪、王俞婷、李宗融，山區道路崩塌災害潛勢評估，臺灣公路工程第37卷，2011，第1期，第5-24頁。

## 附錄 A 用人計畫

本計畫團隊由環興科技股份有限公司領銜，針對本計畫相關領域之工作，全力動員相關部門之人員組成。並搭配在氣候變遷議題及災害監測計畫等研究相當優異的中興工程顧問社及具全方位工程顧問能力的中興工程顧問股份有限公司共同組成，以期為公路總局提供最有效整合的專業服務。

本計畫組成之工作組織如圖 A.1 所示，依計畫內容將各專業區分為：「風險評估」、「公路復建評估」、「整建策略研擬」、「案例分析」、「財務分析及效益評估」、「現場調查」等 6 組，咸信能於合約規定之工作期限內，如期如質完成 貴局所交付之各項工作。組織中各單元執掌之任務大致界定如后所述。



註：1.土木技師；2.結構技師；3.大地技師；4.水利技師；5.地質技師；6.水保技師。

圖 A.1 計畫團隊組織

本計畫由環興公司周南山董事長擔任計畫主持人，並由環興公司呂育勳協理、中興工程顧問社冀樹勇經理、中興工程股份有限公司黃崇仁經理及中華大學吳淵洵教授共同擔任協同計畫主持人，謝奇良博士擔任計畫經理。另為確保本計畫之順利執行，環興公司、中興公司與中興社將指派多位具有公路、環工、土木、結構工程規劃設計及永續工程規劃等經驗豐富之工程師，編組 30 人工作團隊執行本服務工作。

### 1. 計畫主持人專長與經驗

周南山先生為環興公司董事長兼任總經理，其專長為山區公路、邊坡整治、工程與環境生態之結合、大地工程、公路定線與路工規劃設計之規劃設計研究等。於民國 81 年自美國科羅多大學取得博士學位，曾兼任中華、台北科技等大學教授，目前兼任於台灣大學土木工程研究所，主授“永續營建與生態工程”。

周博士具有三十餘年之工程實務經驗，曾在美國科羅拉多州公路總局擔任正工程師達九年，對本案之相關議題甚具經驗。並擁有土木工程技師、亞太工程師(APEC Engineer)、美國職業工程師(PE)、國際工程師(EMF Engineer)等證照，並為美國土木工程學會(ASCE)之 Fellow 及中國土木水利工程學會之會士，曾獲中國土木水利工程學會設計金質獎(97 年)及第一屆大地工程學會技術獎個人獎(96 年)。曾發表論文七十餘篇，及山區公路研究報告數冊(詳見參考文獻)。旅居國外期間，曾在美國南卡羅萊納州 Law Engineering 擔任大地工程師兼實驗室主任、丹佛 Geotek 顧問公司擔任計畫經理，以及美國科羅拉多州公路總局(Colorado Dept. of Transportation)擔任正工程師兼地工組長；在國內也曾任職於中華顧問工程司、山地工程顧問公司，並曾創立堅尼士工程顧問公司十餘年。

中興工程顧問公司於民國 97 年禮聘其擔任總經理職務，民國 100 年調任至中興公司之子公司環興公司擔任董事長兼總經理，希冀借重其專長，

引領環興公司邁向國內外專業及頂尖公司之行列。本計畫所牽涉之氣候變遷、公路設施(如：橋梁、邊坡、路基、隧道等)之分析評估等工作，周董事長將以其豐富之工程經驗，帶領本公司團隊完成本計畫之執行，其計畫主持人履歷詳表 A.1。

表 A.1 計畫主持人學經歷簡介

任務編組	姓名	現職	學歷	專長	經歷(年)
計畫主持人	周南山	董事長兼總經理 (土木技師)	博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 山區公路定線與規劃設計</li> <li>■ 工程與環境生態景觀之融合</li> <li>■ 邊坡工程</li> <li>■ 氣候變遷下之永續工程</li> <li>■ 加勁擋土結構設計施工</li> </ul>	35
	曾參與之相關計畫： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊(含災害成因對策分析)」</li> <li>2. 「山區公路建設檢討之研究」</li> <li>3. 「山區公路建設前、中、後在工程管理方面參考作業手冊」</li> <li>4. 「引進地工新技術以保護公路之環境、生態與景觀研究」</li> <li>5. 「加勁擋土牆結構之設計施工手冊」</li> <li>6. 「邊坡維修手冊」</li> <li>7. 「國道三號北部路段邊坡體檢技術服務」</li> <li>8. 「台北市邊坡安全技術手冊」</li> <li>9. 「國道大地工程事故調查鑑定作業準則」</li> <li>10. 「結合生態與景觀之加勁擋土結構設計及施工規範」</li> </ol>				

## 2. 協同主持人專長與經驗

本計畫協同計畫主持人分別由環興公司呂育勳協理、中興工程顧問社冀樹勇經理、中興工程股份有限公司黃崇仁經理及中華大學吳淵洵教授共同擔任，其學經歷詳如表 A.2~A.5 所示。



表 A.2 協同主持人學經歷簡介

任務編組	姓名	冀樹勇
協同 計畫主持人	經歷	17 年
	學歷	國立成功大學土木工程學系博士
	職稱	中興工程顧問社經理
	專長	土壤力學、深基礎與淺基礎分析與設計、大地工程數值模擬分析
	技師證照	
	曾參與之相關計畫：	
	1. 蓄水庫風險評估	
	2. 土石流危險聚落易致災因子調查與整治對策	
	3. 花蓮集水區土砂影響範圍及災損評估分析	
	4. 地質敏感區災害潛勢評估與監測—都會區周緣坡地山崩潛勢評估(4 年期計畫)	
	5. 易淹水地區上游集水區地質調查與資料庫建置—集水區水文地質對坡地穩定性影響之調查評估(8 年期計畫)	
	6. 土石結構物與深基礎耐震設計	
	7. 寶二水庫施工中築壩材料試驗與壩體安全評估	
	8. 大地工程網路作業平台開發	

表 A.3 協同主持人學經歷簡介

任務編組	姓名	黃崇仁
協同 計畫主持人	經歷	28 年
	學歷	國立中央大學土木工程研究所大地工程組碩士
	職稱	中興工程顧問股份有限公司經理
	專長	土壤工程規劃設計、岩石工程規劃設計、山岳隧道工程規劃設計、大地監測系統規劃設計、基礎工程規劃設計、潛盾隧道工程規劃設計、土石壩工程規劃設計、水庫工程規劃設計與安全評估
	技師證照	土木技師、大地技師
	曾參與之相關計畫：	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 臺灣高鐵路堤段沉陷調查及潛能評估。</li> <li>2. 臺電霧社水庫排洪隧道右山脊 950609 豪雨災害修復工程調查評估規劃設計。</li> <li>3. 臺電德基水庫集水區中橫公路(台 8 線)63K 地滑區調查規劃。</li> <li>4. 桃園縣政府復興鄉蘇樂、小烏來地層滑動調查。</li> <li>5. 台電青山分廠修復工程地工調查評估設計</li> <li>6. 大甲溪發電廠青山分廠復建工程廠區對外聯絡通道、廠房通風直井、尾水隧道、施工橫坑及分支隧道之規劃設計</li> <li>7. 臺灣高鐵路堤段沉陷調查及潛能評估</li> <li>8. 牡丹水庫水力排砂可行性規劃—排砂隧道工程規劃評估</li> </ol>

表 A.4 協同主持人學經歷簡介

任務編組	姓名	呂育勳
協同 計畫主持人	經歷	20 年
	學歷	國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士
	職稱	環興科技股份有限公司協理
	專長	水土保持工程規劃設計、水工結構物規劃設計、灌溉排水工程規劃設計、工程程式發展
	技師證照	水利技師
	曾參與之相關計畫：	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 曾文溪水情預警系統檢討規劃建置</li> <li>2. 關渡及社子島地區環境分析與整體規劃構想案</li> <li>3. 臺北市排水系統調查檢討及資料建檔規劃總顧問水理審查</li> <li>4. 跨河橋梁水文水理設計考量準則研究</li> <li>5. 二高後續計畫南投路段工程設計</li> <li>6. 二高後續計畫大甲彰濱路段工程設計</li> <li>7. 中油桃園沙崙廠區開發水土保持工程設計</li> <li>8. 八輕工業區可行性評估計畫排水及整地工程規劃</li> <li>9. 高雄捷運系統穿越河道河床沖刷評估研究</li> <li>10. 我國因應氣候變遷之水庫排砂與清淤對策研析</li> <li>11. 臺北市水災危險潛勢地區保全計畫檢討工作委託技術服務</li> </ol>	

表 A.5 協同主持人經歷簡介

任務編組	姓名	吳淵洵
協同 計畫主持人	經歷	30 年
	學歷	美國新澤西科技大學大地 工程 博士
	職稱	中華大學土木系系主任
	專長	基礎/基樁工程、邊坡穩定/擋土結 構、山坡地工程、創新材料與工 法、道路及土工結構、廢棄物力 學
	技師證照	土木技師
	曾參與之相關計畫：	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台灣山區國道公路規劃原則與環境條件融合 之研究</li> <li>2. 台灣地區山區道路規劃設計參考手冊(含災害 成因對策分析)</li> <li>3. 結合生態與景觀之加勁擋土結構設計及施工 規範</li> <li>4. 國道三號北部路段邊坡體檢技術服務</li> <li>5. 加勁擋土牆結構之設計施工手冊</li> <li>6. 國道大地工程事故調查鑑定作業準則</li> <li>7. 層級分析法於評選道路邊坡整治工法之應用</li> <li>8. 引進地工新技術以保護公路之環境、生態與景 觀研究</li> <li>9. 高速鐵路加勁擋土結構之研究</li> <li>10. 高速鐵路路堤結構與技術碎石回填料沈陷性 質之研究</li> <li>11. 高速鐵路夯實路堤沈陷機制與對策之探討</li> </ol>

### 3. 工作分配

本計畫參與工作人員學經歷如表 A.6 所示。各項工作分配如下所述：

#### (1) 計畫主持人

- A. 代表環興公司執行服務合約，並綜理所轄計畫之相關執行工作。
- B. 核准各項計畫文件。

#### (2) 協同主持人

- A. 計畫進度之研擬、追蹤與報告，審查各項成果文件。
- B. 檢核、協調工作界面整合，提送服務成果，並綜合回應業主審查意見。

#### (3) 計畫經理

- A. 負責本研究團隊與承辦單位及相關業務單位進行溝通與聯繫。
- B. 負責計畫督導與報告整合之任務。
- C. 工作月報之撰寫。

#### (4) 風險評估組

- A. 近年氣候變遷資料及災害蒐集調查。
- B. 分析氣候變遷對公路建設之影響，進行氣候變遷下不同公路設施老化脆弱度、衝擊度評估準則，並依脆弱度、衝擊度資料建立風險評估機制。



- (5) 公路復建評估組
  - A. 國內外對於公路分級、建設及復建相關資料分析。
  - B. 統整公路系統之相關研究計畫與本計畫相關之數據成果。
  - C. 檢討現行公路復建評估準則。
- (6) 整建策略研擬組
  - A. 延續莫拉克災後復建以來公路系統分級辦理之方向，及歷次災害之公路復建經驗，研擬未來公路分等級開發及復建之評估準則。
  - B. 提出公路設施整建策略及相關配套措施。
  - C. 現有公路規範修訂建議。
  - D. 分析評估公路設施整建成本、經濟效益、設施損害風險損失與社會公義等各層面之需要性。
- (7) 案例分析組
  - A. 評估未來全台公路，執行分區分期推動方式，選取台灣地區一條公路，進行準則案例實際探討，含補強評估。
  - B. 舉辦區域座談會，針對公路在實際整建過程及現階段極劇氣候變遷下所遭遇問題等議題進行探討。
- (8) 財務分析及效益評估組：針對本計畫評估整體效益，以及各項財務分析。
- (9) 現場調查組：進行本計畫過程中之現地勘察。

表 A.6 本計畫參與工作人員學經歷

任務編組	姓名	現職	學歷	經驗	專長
計畫主持人	周南山	環興公司董事長	博士	36	山區公路、邊坡穩定、永續營建、生態工程、加勁擋土牆及規劃設計
協同主持人	冀樹勇	中興社經理	博士	17	土壤力學、深基礎與淺基礎分析與設計、大地工程數值模擬分析
協同主持人	黃崇仁	中興公司經理	碩士	28	大地監測系統規劃設計、基礎工程規劃設計、土壤工程規劃設計
協同主持人	呂育勳	環興公司協理	碩士	20	工程程式發展、工程規劃設計
協同主持人	吳淵洵	中華大學土木工程學系系主任	博士	30	山坡地工程道路及土工結構
計畫經理	謝奇良	工程師	博士	3	氣候變遷、環境風險評估、水利工程
風險評估組	陳谷榕	綠能組組長	博士	4	環境變遷、風險評估、水資源規劃與管理
	惠士奇	淹水預測組副組長	碩士	11	水資源工程規劃、工程程式發展
	吳佩蓉	工程師	碩士	4	生態工程、地理資訊系統應用
	彭成邦	工程師	碩士	6	河川治理工程規劃設計、水土保持工程規劃設計
公路復建評估組	李宗庭	經理	碩士	21	基礎工程規劃設計、工程品質管理、施工規劃及審查
	邱德夫	技術經理	博士	22	基礎工程規劃設計、大地監測系統規劃設計、結構物保護規劃設計
	張博翔	工程師	碩士	13	大地監測系統規劃設計、基礎工程規劃設計、整地排水工程規劃設計
	張仁智	工程師	學士	18	道路定線與路工規劃設計、整地設計
	林鈺	淹水預測組組長	碩士	15	環境影響評估、防洪工程規劃設計
整建策略研擬組	傅建華	技術經理	碩士	18	岩石工程規劃設計、隧道工程監造
	林柏聰	環境復育組組長	碩士	8	水資源規劃與管理、地下水污染整治

任務編組	姓名	現職	學歷	經驗	專長
	陳榮光	工程師	碩士	31	山岳隧道工程規劃設計、水土保持工程規劃設計
	林伯松	工程師	碩士	16	橋梁工程規劃設計、捷運/鐵路場站規劃設計
案例分析組	楊國勳	河川組組長	碩士	14	水資源規劃與管理、工程程式發展
	李嶸泰	工程師	博士	12	大地監測系統規劃設計、基礎工程規劃設計
	蕭富元	工程師	博士	18	工程地質、岩石力學、隧道與地下開挖工程、大地工程數值分析
	李淳昌	工程師	碩士	21	結構物保護規劃設計、大地監測系統規劃設計
財務分析及效益評估組	周懷之	經理	碩士	43	財務分析、成本分析、預算及決算編製
	丁仕崇	會計師	碩士	6	財務分析
	王雅敏	組長	學士	6	人事管理、文書管理
現場調查組	范嘉程	國立高雄第一科技大學教授	博士	24	山坡地工程與生態工法、土壤-結構互制、大地工程動力問題、
	蔣季翰	工程師	碩士	2	水土保持工程規劃設計
	洪政暘	工程師	碩士	2	水文分析、水理分析
	謝欣霓	工程師	碩士	2	電腦繪圖、工程程式發展

## 附錄 B 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期初會議紀錄及意見答覆

時間：101 年 3 月 5 日(星期一)下午 2 時

地點：本局 4 樓第二會議室

主持人：趙副局長興華

紀錄：楊秀隆

審查意見	廠商答覆意見
王委員泰典	
<p>一、公路分“等級”，請問分級的依據與目的為何。是依據公路的重要性、風險的高低或是其他因素？等級高的公路係優先開發、優先復建，或是路線等級(標準)較高，結構安全係數較高？本計畫之等級與既有公路標準之分級、風險等關係，建議應先釐清。</p>	<p>一、感謝委員的寶貴意見，本計畫所謂之等級係指開發及復建之優先順序。本計畫擬建立之公路復建(或開發)評分系統即具有分等的功能。分數越高的公路越值得優先復建(或開發)。考量因子含社會公義(居民需求)、經濟發展、環境衝擊、工程風險、交通需求、社會公義等。等級高且達復建(或開發)門檻時，則表示優先復建(或優先開發)。</p>
<p>二、本計畫屬公路定位高位階之研究計畫，與其他單位計畫以及法令之競合關係宜加釐清，如地調所莫拉克颱風地質敏感區調查、地質法有關地質敏感區之對應，建議應納入考慮並說明。其他計畫提出之地質、環境等空間資訊，如何納入本計畫結果應用，對於本計畫之評估是否足夠，亦應考慮。</p>	<p>二、感謝委員的建議，本研究團隊已於公路開發需求性評分系統中的工程風險影響因子，加入「開發路廊之環境風險」評估指標。為探討開發路廊之環境風險，在此採用經濟部中央地質調查所 2007~2011 年「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫」中的岩屑崩滑-落石潛勢圖、岩體滑動潛勢圖、順向坡岩體滑動潛勢圖、土石流發生潛勢圖等項，綜合開發路廊受地質災害影響下可能阻斷之潛勢。</p>

<p>三、風險評估的因子，係採量化評估或等級評估，目前的資訊是否足夠。不同標準的公路如省道、縣道、林道經風險評估後，開發與復建的標準是否相同？</p>	<p>三、感謝委員意見，關於風險評估的因子資訊是否足夠問題，本計畫已於期中階段召開 5 場專家學者座談會，並納進專家學者對風險評估因子的建議，完成建置公路開發及復建需求性評分系統。另，因道路開發與復建分屬兩不同事件，故其所屬影響因子之權重亦有所不同、標準亦不盡相同。</p>
<p>四、簡報 P50 之 5 個評分因子似乎過於模糊，是否有對應的細項。何者可以應用國土既有空間資訊，何者必須進一步調查，何者為主觀評分，建議進一步探討。</p>	<p>四、感謝委員的寶貴建議，已於期末第二次修訂報告中的第五章及第七章中進行修正。</p>



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
沈委員得縣	
一、期初簡報解說詳細，主持人針對研究計畫定位、目的及用途均已相當瞭解，值得肯定。	一、感謝委員的肯定。
二、研究計畫期初報告文獻蒐集完整，但期初報告欠缺中英文摘要，且期中及期末工作規劃架構與方向仍欠具體明確。	二、感謝委員意見，已於期末報告第二次修訂本中補齊中英文摘要以及完整計畫之架構與內容。
三、研究計畫「分等級開發及復建」及「評估級復建準則」，其中工作項目包括：等級、開發、復建、評估準則及建設準則等。但本研究並未作明確規劃或作定義。	三、感謝委員意見，已於期末報告第二次修訂本中的第五章及第七章中詳加說明。
四、本研究建議之復建(或開發)之評估系統，考慮之項目有社會公義、經濟發展、環境影響、破壞之風險度及復建成本等，但並未考量政府政策、節能減碳、工程永續發展及評估系統之適用性質。	四、感謝委員建議，本研究已考量政府政策、節能減碳、工程永續發展及評估系統之適用性質。惟政府政策應係經整體評估後才予修定。節能減碳似為決定復建(開發)之後的採行之手段，如目前蘇花改正採行的施工中碳足跡之追蹤。
五、本研究案建議能建立一套合理可行之標準作業系統，如評估因子、評估指標、評估基準及評估表格等，以利於推動執行。	五、感謝委員的建議，本計畫已於期末階段，完成建置「公路開發需求性評分系統」與「公路復建需求性評分系統」之軟體系統。
六、本研究案應舉辦專家學者座談會，座談會及公聽會以確認公路分等級開發、復建之方式及評分系統之項目及權重。	六、感謝委員的建議，本計畫已於期中階段，完成舉辦5場區域座談會，並確認公路分等級開發、復建評分系統之項目及權重。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
王委員仲宇	
一、期初報告 P24 莫拉克風災橋梁毀損模式，建議考慮河道水流反射對橋基之衝擊攻角作用。	一、感謝委員的意見，期初報告 P24 莫拉克風災橋梁破壞模式統計部份，內容僅為本計畫參考之文獻內容。河道水流反射對橋基之影響，亦端視橋墩基礎之形狀、基樁之深度因子而定。這些因子已列在期末報告第二次修訂報告第十一章之橋梁安全度考慮項目中。
二、本案為十分重要之議題，建議公路總局作長遠之規劃，逐漸建立本土公路開發及復建之評估技術，並可與公路之養護管理業務密切結合。	二、感謝委員的意見，本計畫已全力配合公路總局之需求，建立本土公路開發及復建之評估技術，並與公路之養護管理業務密切結合。
三、期初報告 P29 表 3.1.2-4 中所列之邊坡破壞因子眾多，宜使用統計分析方法，對其各自之權重作合理之評定。否則過多之因子會造成日後作業(資料收集、分析)之困擾。	三、感謝委員意見，期初報告中，表 3.1.2-4 所列之破壞因子僅代表本計畫文獻資料之展示。計畫中採用主要影響之破壞因子，作為公路風險評分系統使用。各因子由訪談問卷方式求得各自之權重。
四、本計畫完成之後，宜用所研擬之準則，檢視莫拉克災後復建工作是否符合所提之準則並作修改建議。	四、感謝委員的寶貴建議，莫拉克風災復建進行驗證部分，本計畫已於期末簡報內說明(台 20 與台 27 線)。
五、期初報告 3.2.2 節日本相關資料宜中文化。	五、遵照辦理。
六、公路分等級開發及復建之評估及建設對地理資訊系統(GIS)之依賴度相當大，建議本計畫可考慮如何和公路總局或國家災害防救科技中心之 GIS 系統作結合。	六、感謝委員的建議，研究過程已與公路總局或國家災害防救科技中心多次討論系統作結合。
七、公路開發可否考慮該區域之“孤島效應”潛勢，並作相關之改善建議。	七、感謝委員的意見，遵照辦理。
八、建議用所研發之風險評估方法，重新檢視莫拉克風災前各受災地區之風險值與其災後損壞模式之對應關係。	八、感謝委員的寶貴建議，莫拉克風災復建進行驗證部分，本計畫已說明(台 20 與台 27 線)。

九、研究團隊可協助公路總局檢視其目前現有評估表之合理性(耐震能力、邊坡、承载力、沖刷)。

九、感謝委員的意見，本研究團隊已全力協助及配合公路總局。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>李委員宗德</b>	
<p>一、</p> <p>(1) 期初報告第二章「用人計畫」中，有很好工作組織團隊及工作分配，但整合方式如何？建議以工作項目及完成時程進度流程圖說明本案工作整合及達成目標流程。</p> <p>(2) 本案計畫經理之角色功能及整合任務應很重要，請補充說明。</p>	<p>一、</p> <p>(1) 感謝委員的意見，已於期末第二次修訂報告中附錄 A「用人計畫」中修改。且本計畫案於每月 5 號提交工作月報，有效達成各工項預期成果之追蹤。</p> <p>(2) 感謝委員的意見，已於期末第二次修訂報告中附錄 A「用人計畫」中增文解釋。</p>
<p>二、</p> <p>(1) 第一階段工作項目中蒐集國內外資料在期初報告中 P19~P67，似乎稍多篇幅。建議以研究內容為主軸，國內外文獻資料就本研究可供參考應用者予補充說明。</p> <p>(2) 在本研究綱領下，請補充說明各分組工作之階段性成果及如何整合以達成本研究目標。</p>	<p>二、</p> <p>(1) 感謝委員的意見，國內外文獻資料部分，僅列入期初報告，期中及期末報告將僅說明可供參考之內容部分。</p> <p>(2) 感謝委員的意見，已於期末第二次修訂報告中附錄 A「用人計畫」中，補充說明各分組工作之階段性成果。</p>
<p>三、期初報告中表 6.1.4-1 與表 4.1-3 似重複。</p>	<p>三、感謝委員的意見，已刪除表 6.1.4-1。</p>
<p>四、期初報告第五章提出三種公路設施風險評估之改良方法，建議將三種評估方法予以比較其優劣及合理性、適用性，並提出最適合本研究目標達成之風險評估建議方案。</p>	<p>四、感謝委員建議，本計畫期初階段提出三種評估方法，其中之一的破壞模式與影響分析法 (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)，已於期末階段之公路安全度中進行運用與分析。</p>
<p>五、期初報告第 5.3.2 節「改良式 NCDR 風險評估法」中似僅說明「脆弱度」，建議補充「衝擊度(Impact)」評估方法？有無量化方式？</p>	<p>五、感謝委員的意見，已於期末第二次修訂報告中的第四章說明。</p>

<p>六、期初報告在 P93 圖 5.3.2-2「邊坡脆弱度因子」評分示意雷達圖中，有關「下邊坡河流因子」應不只是「有無河流」，建議改成「下邊坡河流之有無及水文水理」較妥適。</p>	<p>六、遵照辦理。</p>
<p>七在期初報告中第 5.4.1 節「破壞模式與影響分析法(FMEA)」中之風險評估公式似僅為個別元件破壞模式造成之風險值。但設施係由多個元件組成，各元件風險權重如何考量？整體設施風險如何評估？請補充說明。</p>	<p>七、感謝委員的寶貴意見，公路設施由許多個元件組成，各元件之風險值相加，即為公路之風險度，風險度越高者及越危險，並不需要加權處理。例如某段公路僅有邊坡風險，另一段則除邊坡外，亦有橋梁風險，故後者之風險度自然較高，並不需加權處理。</p>
<p>八、期初報告中 P98 第 5.4.2 節提到表 5.4.2-3、表 5.4.2-4 及表 5.4.2-5 等三個表似乎缺少？</p>	<p>八、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修正。</p>
<p>九、期初報告中 P99~P101 第 5.5.2 節「改良土石流風險管理方式」如何應用於公路設施？若有案例可套入以說明評估風險，更容易讓人了解如何應用。</p>	<p>九、感謝委員的建議，本計畫於期中階段已優選出適用於公路需求性評估的方法。並已於期末階段進行實際案例探討。</p>
<p>十、期初報告中 P101 圖 5.5.2-1「改良後土石流風險管理評估流程圖」，似應為「公路設施風險管理流程圖」較妥適。與土石流似不太直接相關？</p>	<p>十、感謝委員的意見，原圖係摘自中興社之研發成果，僅供本案參考，並非本案之研究成果、文字。</p>
<p>十一、期初報告中 P121 圖 6.2.2-1「山河陸橋災害之因果鏈」示意圖中，左下角「河川環境條件中「水文」一項建議改為「水文及水理」」較妥。</p>	<p>十一、遵照辦理。</p>



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
胡委員智超	
<p>一、題目為「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」，但研究重點看重於災後復建，不知是否會針對新建部分，進行研究，請釐清工作內容項目，因未來氣候變遷的影響下是會影響開行為。</p>	<p>一、感謝委員的寶貴建議，本計畫所提之公路風險評估方法，將同時適用於開發及復建工程，僅考量之因子及權重略有不同，又氣候變遷之影響將列入開發評估項目之”工程風險”中，詳細研究已完整呈現於期末第二次修訂報告中。</p>
<p>二、期初報告書中部分文字誤繕請修正，例如 P95 風險公式，風險：形成元件破壞模式之可能性×影響大壩性能的可能性×嚴重性。大壩非公路設施，請修正。</p>	<p>二、感謝委員的意見，已於期初報告修訂本中進行修正。</p>
<p>三、未來實務操作上，在評分上建議加入對照表格，以利工程師有一相同標準評分基準，否則不同人評估會不同等級狀況發生。</p>	<p>三、感謝委員的建議，已於期末階段完成建置公路開發與復建評分系統，並建議由三位專業工程師進行評分，以避免主觀性評分。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
鄧委員敏政	
<p>一、目前本中心之氣候變遷現階段成果，尚屬無法直接納入公路設計準則，建議先以歷史災例（莫拉克風災分級復建方法）或易致災區域，潛勢分析等分階段產製評估機制與方法。</p>	<p>一、感謝委員的寶貴建議，遵照辦理。</p>
<p>二、公路復建之評估準則，建議可參考國科會「莫拉克颱風之災情勘查與分析」研究計畫(2010)，相關公路建議事項。</p>	<p>二、感謝委員的寶貴建議，本計畫過程已參考國科會「莫拉克颱風之災情勘查與分析」研究計畫(2010)。</p>
<p>三、期初報告中，現行公路等級表 3.1.1-1（依行政,交通,⋯）分類，未考量公路受災層面，也不符合災害管理分類。故於第二階段工作項目（一）需提出公路設施老化脆弱度衝擊度評估準則機制時，在衝擊度評估方面建議可採環境潛勢因子、脆弱因子及社經衝擊因子等三方面加以考量。</p>	<p>三、感謝委員的寶貴意見，本計畫已考量環境潛勢因子、脆弱因子及社經衝擊因子等。</p>
<p>四、公路設施為路網系統，橋、隧道與公路皆有相依關連性，此類因子與衝擊關連性較高，建議納入評估考量。</p>	<p>四、感謝委員的寶貴意見，本計畫已將衝擊關連性較高之橋與路基邊坡後納入評估考量。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>本局規劃組</b>	
<p>一、本研究「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」，主要係架構於行政院經建會99年研提之「氣候變遷調適綱領」與「國家調適計畫」下之一項行動計畫，亦為莫拉克風災後，政府為探討災區相關之維生基礎設施如何復建以及評估復建之等級，故希望各相關基礎設施主管機關予以研究探討，並提出相關之行動計畫，先於述明。</p>	<p>一、感謝委員的陳述與說明。</p>
<p>二、本研究案於最初研訂題目與研究方向前，已邀請協助經建會擬定「氣候變遷調適綱領」之相關委員討論擬訂，因此本研究目的係探討台灣地區遭受自然災害後，相關之聯外公路，除公路本身沿線受災環境狀況外，另應就因應氣候變遷對於所聯絡之環境敏感區域(如莫拉克風災後，台21線對於高雄市那瑪夏區；台8線德基谷關對於梨山地區)之整體發展以及其對外聯外之交通路網等，探討評估公路復建之等級。另延伸回應在氣候變遷下公路開發之等級及建設準則。</p>	<p>二、感謝委員的闡述，本研究團隊全力配合公路總局，歸納之整體發展及其影響特別研究，以完成計畫之目的與用途。</p>
<p>三、為因應氣候變遷對於公路既有設施之影響，請研究團隊參考合約內容辦理，若有需求可洽本局承辦單位協助。</p>	<p>三、感謝委員，本研究團隊隨時與承辦單位保持密切聯繫。</p>

<p>四、期初簡報部分</p> <p>(1)P11，公路相關法規請加註由何單位，何時核定（或何時公佈）。</p> <p>(2)P32，三種災害是哪些？二種災害是哪些？</p> <p>(3)P41，公路僅分解為「橋梁」及「邊坡」是否足夠？建議把「隧道」一併納入。</p> <p>(4)P50，「環境影響」請說明「對環境影響程度大」得分高或低？「公路破壞之風險度」，請說明「風險度大」得分高或低？「復建成本考量」請說明「復建成本高」得分高或低？</p> <p>(5)P52，5場區域座談既然以各區養護工程處為單位辦理，無需贅述「可分為台中以北、台中以南及東部地區辦理」。</p>	<p>四、期初簡報部分</p> <p>(1)遵照辦理。</p> <p>(2)感謝委員的意見，天然災害包含地震、颱風、洪水、乾旱等四種。三種災害是指包含上述其中任何三種災害。</p> <p>(3)感謝委員的意見，遵照辦理。然公路災害形成的主因，主要為颱風、豪雨及地震。隧道因屬地中結構，受颱風、豪雨之影響較小。</p> <p>(4)感謝委員的意見，本計畫所提之影響越大其得分與風險度相當較高。</p> <p>(5)遵照辦理。</p>
<p>五、期初報告書部分</p> <p>(1)P3，「...提送期中報告前，應至少舉辦3場之區域座談會...」，因本案已於簽約議價時，修正改以「增加座談會(或專家座談)場次為5次，舉辦方式以本局各養護工程處為單位，並邀鄰近新工工程處及相關單位共同召開」，請修正。</p> <p>(2)P17，「根據公路技術規範(交通部，2008)指出台灣目前現行之公路等級制度共分為六級...」，其應為「公路路線設計規範」，且目前最新版本為2011年4月，請修正。</p> <p>(3)P65，表3.2.2-2，「影響距離」意思為何？或是指「影響長度」抑是「路段長度」？</p> <p>(4)P67，表3.3-1，請增加「公佈單位」及「發佈日期」。</p> <p>(5)P93，「隧道受地震及颱風、豪雨之威脅相對較小，故本研究暫不納入脆弱度因子之考量」建議將「隧道」仍納入考量因子。</p> <p>(6)P105，縣道，除花蓮縣外，皆由縣政府委託公路總局所屬養護工程處辦理，是指101年？</p> <p>(7)P116，辦理區域座談會以本局各養護工程處為單位，並邀鄰近新工工程處及相關單位共同召開，無需說明「在台中以北—台中以南及東部地區辦理」，請修正。</p>	<p>五、期初報告書部分</p> <p>(1)感謝委員的意見，已進行修正。</p> <p>(2)感謝委員的意見，已進行修正。</p> <p>(3)感謝委員的意見，「影響距離」是指「影響長度」。</p> <p>(4)遵照辦理。</p> <p>(5)感謝委員的意見，遵照辦理。</p> <p>(6)感謝委員的意見，此處係指98年。</p> <p>(7)感謝委員的意見，已進行修正。</p>

<p>六、本案係依交通部指示辦理，為使計畫成果符合要求，依報告書第六章後續期中及期末工作規劃架構與方向所述內容，在召開相關專家學者座談會時，一併副知本局出席。</p>	<p>六、遵照辦理。</p>
<p>七、第一階段工作包含蒐集國內外對於公路分級、建設及復建相關資料，建議於後續第二階段(期中)及第三階段(期末)持續進行，並採用彙整表方式顯現。</p>	<p>七、遵照辦理。</p>
<p>八、期初報告中進行修正 P30 表 3.1.2-2 橋梁破壞模式統計以星號表示，上中下游模式及實際差異，建議改以數值比例表示為之。</p>	<p>八、感謝委員的意見，表 3.1.2-2 屬「八八水災災害調查與復建工程建議」參考文獻之成果，僅以星號呈現橋梁破壞模式的程度。</p>
<p>九、期初報告中 P56 表 3.1.2-5 公路緊急搶修與修復優先順序評估，未說明評估分數計算判定方式及評估後所得分數如何處置。</p>	<p>九、感謝委員的意見，評估分數計算判定方式已於期初報告修訂本中增文說明。表 3.1.2-5 僅提供公路緊急搶修與修復優先順序評估，並無對應策略。</p>
<p>十、期初報告中表 3.1.2-5 之路段範圍如何界定，是指工務段所轄管路線全部，亦或單指災害路段範圍。</p>	<p>十、感謝委員的意見，期初報告中表 3.1.2-5 之路段範圍係指災害路段範圍。</p>



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局養路組	
一、公路復建評估方式及建設準則擬訂上要簡易明確，在作業上容易操作運用，建議一併擬訂標準作業程序。	一、感謝委員的寶貴建議，本計畫已於期末階段完成建置公路開發與復建評分系統，以及使用手冊。
二、例如本局莫拉克風災台 21 線長期復建工作，雖採丙類簡易修復方式辦理，但局部路段兩側山體脆弱，河床淤高 20-30 公尺，現地簡易修復風險相當高，請考量如何因應不同環境條件擬訂建設準則。	二、感謝委員的寶貴建議，本計畫研擬之公路需求性評估系統，已考量不同環境的條件。
三、期初報告內容有關歷史道路災點分佈資料不足，需更新以做為後續分析使用，如需要業務單位協助請提出。	三、感謝委員的提議，遵照辦理。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>本局公路防災中心</b>	
一、因本案包含開發及復建，主要重點強調復建工程，以防救災長遠觀點，是否可納入既有設施的等級評估，如既有道路橋梁強度不足則予以補強，既有路線屬於危險易致災區域則予以規畫興建較為安全之替代路線。	一、感謝委員的寶貴建議，本計畫建立之評估系統已考量既有設施的評估。並於期末報告第二次修訂本中提出補強之評估。
二、本案之分級部分內容須避免過於主觀，應以宏觀角度評估全台公路，考慮各工程處或各工務段若依據研究成果評量轄區分級是否造成差異。	二、感謝委員的意見，本計畫分級部分已經納入 5 場舉辦的專家座談會之委員意見，以及問卷調查之參考內容。
三、地區之分級應考量全台路網如國道、鐵路、縣道、鄉道與本局省道之關聯，如路網較薄弱之區域可能較易形成孤島，應強化路線開發；如省道雖易致災中斷但仍有國道或鐵路可供交通則省道之開發或復建則必要性降低。	三、感謝委員的意見，本計畫已歸納之完整性納入評分系統。
四、工程構造物之設計已考量耐震性能評估，依據所處地震分區設計可能遭遇之地震力，但目前尚無規劃因氣候造成之災害設計，公路受邊坡影響甚鉅，橋梁則受河流所制，應加以考量工程構造物現地氣候狀況，如強降雨頻繁地區邊坡較易崩落，流域上之橋梁易受高水位河流威脅。	四、感謝委員的意見，本計畫已於公路安全度及工程風險中，納入氣候變遷之影響。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第一區養護工程處	
一、做為本局日後公路開發及復建之準則，建議承包顧問公司多考量如何取得各方共識。	一、感謝委員的意見，遵照辦理。
二、若依循準則評估後，環評遭到反彈，反而浪費公務資源，故建設本準則應考量環境影響項目列入。	二、感謝委員的寶貴建議，本計畫會已將環境影響項目列入考量。
三、是否將準則建立為評分表或流程圖，以方便局屬各單位使用。	三、感謝委員的意見，本計畫已完成建置公路復建與開發需求性評分系統，有利局屬各單位使用。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第二區養護工程處	
一、全文主要篇幅為災害復建評估檢討，關於新建公路分等級開發說明篇幅著墨較少，請補充說明。	一、感謝委員的意見，本計畫已於期末報告第二次修訂本中第補充說明新建公路分等級開發。
二、期初報告中 P.17「3.1.1 國內現行公路分級」內文中，公路等級表(表 3.1.1-1)應屬「公路路線設計規範(100 年 4 月)」所規範內容，請查明修正。	二、感謝委員的意見，已於期初報告修訂本中修正。
三、期初報告第四章「現行公路復建評估準則及檢討」中，僅針對莫拉克風災進行評估檢討說明，地震災害或其它災害(如土石流)部分並未提及，有關地震災害或其它災害(如土石流)復建評估是否一體適用，請補充說明。	三、感謝委員的意見，地震災害或其它災害(如土石流)部分，已於公路安全度(風險)與工程風險中考量。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第三區養護工程處	
一、颱風豪雨所致之公路災害非僅破壞，如易淹水地區公路因雨造成淹水以致交通中斷，本案風險評估機制是否僅針對公路破壞影響因子。	一、感謝委員的意見，本計畫評估機制已探討易淹水地區公路因雨造成淹水以致交通中斷情形。唯淹水僅係暫時現象，其造成之衝擊較道路破壞要輕微，可在評分時呈現其差異性。
二、隧道設施建議亦納入脆弱度因子，因本處南橫公路沿線山岳隧道亦多，若遇豪雨隧道湧水滲漏亦增多，且部分隧道因岩層滑動已具風險性。	二、感謝委員的意見，遵照辦理。
三、期初報告第 117 頁本處業務職掌請以概括性敘述即可，不必將省縣道編號範圍列出。因高雄市、屏東縣部分縣道未委託代養由地方政府自行收回養護。	三、感謝委員的建議，遵照辦理。
四、本案評估準則建議納入交通運輸量考量、環境敏感地區之考量，建議參考整合公路、橋梁設計規範之設計考量因素，作為本案評估準則之依據。	四、感謝委員的建議，本計畫已納入交通運輸量、環境敏感地區之考量。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期初會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第五區養護工程處	
一、本案題目為「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」，惟報告中僅對復建部分描述開發部分。	一、感謝委員的意見，本計畫已於期末報告中補充開發部份之描述。
二、整體架構不明確，公路如何分等級開發及復建，其分級是否與現有公路路線設計規範之公路等級之關係，或是要與莫拉克復建分級劃上關係，或要自擬一分級規定。	二、感謝委員的意見，本計畫已藉由莫拉克復建分級與公路路線設計規範之探討，重新檢討並自擬一分級規定。
三、其擬定之風險評估在期初簡報 P50 只能決定復建的優先順序，但復建到何等級(如原狀功能復建或簡易修復等)好像沒有幫助。	三、感謝委員的意見，本計畫建置之評估系統，除決定復建(或開發)的優先順序外，亦就復建係何種等級加以探討，已於期末報告中。
四、本案是「國家氣候變遷調適行動方案(2011-2016)-維生基礎設施領域」下之執行計畫，故應把如何將「氣候變遷」納入開發及復建之等級劃分做說明。	四、感謝委員的寶貴意見，本計畫已於工程風險影響因子中納入氣候變遷之影響，並於期末報告中詳細說明與討論。

## 附錄 C 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期中會議紀錄及意見答覆

時間：101 年 10 月 1 日(星期一)上午 10 時

地點：本局 4 樓第一會議室

主持人：趙副局長興華

紀錄：楊秀隆

審查意見	廠商答覆意見
公路總局前局長 葉昭雄委員	
<p>一、依據第 1 頁第 2 段本研究案為「國家氣候變遷調適行動方案(2011~2016)-維生基礎設施領域」項下之行動計畫。公路局辦理本計畫「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」則有公路「開發」及「復建」兩大方面，及「評估」與「建設準則」兩大項，建議期末報告按上述兩大方面及兩大項敘述清楚。</p>	<p>一、感謝委員的意見，本計畫期末已依照公路「開發」、「復建」兩大方面及「評估」、「建設準則」兩大項，分別描述清楚。</p>
<p>二、公路局以往約每 10 年均會與交通部運輸研究所(或其前身)等單位合作辦理「台灣地區公路建設規劃」，如民國 70 年、民國 80 年等等，又新建工程如新中橫公路、西濱提升為快速公路、東西向快速公路等均有其計畫送審核定後實施，交通部復頒布有公路養護規範，並由各級公路養護機關據以訂定轄管道路之養護手冊，公路總局於 101 年 8 月頒布該局之公路養護手冊在案，該手冊附錄附有各種報告表及檢測表等。本評估及建設準則宜與各項現有規定配合或檢討建議修訂，俾免重複或不一致。</p>	<p>二、感謝委員的建議，本計畫之「公路復建需求性評分系統」以及「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」，已參考公路總局於民國 101 年 8 月頒布之公路養護手冊。並持續參考其他公路總局的相關報告與規範，以避免重複或不一致。</p>

<p>三、P.2 計畫定位與用途：擬探討評估公路復建之等級及建設準則。建議考慮 P.43 圖 2.1.2-12 中搶通、搶修、復建、改建各階段之等級及建設準則。蓋因各階段將有不同標準及公路或道路等級，以交通部頒公路設計標準規範為例，單車道最小寬度為 5.5m，但 P.31 第 1 行採最適斷面是否可符合公路標準，故建議考慮圖 5.1-4 開發準則除公路等級 1~6 級路外，另與不建議開發間增列非公路等級之道路標準。</p>	<p>三、感謝委員的意見與建議，本計畫期末報告書中，其公路開發需求性評分系統之開發準則，除公路等級 1~6 級路外，並增列非公路等級之道路標準。</p>
<p>四、P.10~P.55 文獻一~文獻十一我個人有不同意見如下：</p> <p>1.文獻一</p> <p>(1)「過去相關單位在設計山區跨河道路及橋梁時，僅考量....並未充份考量....土石流衝擊效應」，但以日治時代桃源鄉許多長吊橋，及台 8 線路線較台 8 甲高，則似已考慮河床被土石流淤高之後果。</p> <p>(2)P.16(六)溪底隧道為“假隧道”之誤，且該假隧道係位於 140 線並非溪底。</p>	<p>四、</p> <p>1.文獻一</p> <p>(1)感謝委員的指導。</p> <p>(2)感謝委員的指正及指導，已完成修正。</p>
<p>四、</p> <p>2.文獻二</p> <p>(1)P.20 第二段中上游橋梁受災原因，據我觀察係下游水利單位建造南化水庫取水攔河堰(全河寬)造成淤滿土石，以致楠梓仙溪橋、四德橋排洪斷面不足，沖毀堤防及橋梁引道，而該取水攔河堰抬高河床之跌水效應造成甲仙(便)橋沖刷加劇。另直接原因可能係小林村以上形成堰塞湖潰堤所致。</p> <p>(2)P.20 最後一行致災原因建議增列「與河爭地」、「道路高程過低」。</p> <p>(3)P.21 倒數第 6 行致災原因建議增列 921 集集大地震後高山森林中處處裂縫，甚至連綿數公里長(民國 90 年 8 月 19 日自由時報登載之苗栗泰安鄉長黃津之投書)。</p> <p>(4)P.22 長期治理策略建議增加「重新選擇路廊」。</p> <p>(5)P.23 倒數第 10 行明隧道後增加假隧道。</p> <p>(6)P.23 第 6 行研議山區道路規劃設計改進方案包括有：建議增加</p> <p>a.不與河爭地(黃津鄉長的投書上寫著『泰雅族的祖先一代傳一代地對子孫說「孩子呀，千萬要記得水走過的，水必定再來。」』)。</p>	<p>四、</p> <p>2.文獻二</p> <p>(1)感謝委員的指導。</p> <p>(2)感謝委員的建議，遵照辦理。</p> <p>(3)感謝委員的意見，已於期末報告中新增該內容。</p> <p>(4)感謝委員的建議，本計畫已於「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」中，說明重新選擇路廊內容。</p> <p>(5)感謝委員的建議，已於期末報告中進行修改。</p> <p>(6)</p> <p>a.感謝委員的建議，遵照辦理。</p>

<p>b.第3項道路定線或改線須預留空間，以避免下邊坡遭河流或海水淘刷路基(因蘇花公路每一、二十年屢有大坍滑，如清水隧道自民國五十年代、七十年代，今通行者已是第三代隧道，而東澳-南澳間之烏石鼻路段於民國七十幾年自山頂全部滑坍入海中，原路線全段廢棄，路線改向內陸之新澳隧道，故今日之蘇花改公路可以暫不改該善路段。而101年9月17日聯合報A8版登載有2010年梅姬颱風來襲，蘇花公路116k路段發生大陸旅行團遊覽車落入海中之地點，懷疑崩塌面積擴大，影響東澳嶺之空軍防空雷達站之安全)。</p>	<p>b.感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>四、 3.文獻五 P.33「資料分析」建議增加考慮「車種需求」，而「工程設施考量之結構型式」增加「小型車通行吊橋」。</p>	<p>四、 3.感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>四、 4.文獻六第6行，新工法新材料之使用建議應符合政府採購法規定，注意合理之經濟性及行政院公共工程委員會民國100年3月31日工程技術10000120021號函檢送「各機關對新材料、新技術及新工法使用試辦作業要點」予行政院各部會行處局署及縣市政府，供機關使用無現行國家標準或規範可依循之新材料、新技術及新工法等之作業參考之規定。</p>	<p>四、 4.感謝委員的指導與指教。</p>
<p>五、建議於適當頁次增加「重大災害發生後通訊中斷情況不明時，先以直升機或其它可飛行器具瞭解災情」，以爭時效。</p>	<p>五、感謝委員的建議，已新增於報末報告中。</p>
<p>六、P.71第12行以溪底便道(橋)方式維持居民交通及民生產業基本需求時，建議注意投下經費規模之大小及可使用天數及其風險，以免巨額再災損，並注意汛期之風險。</p>	<p>六、感謝委員的意見，本計畫已於期末階段之全台公路評估中，針對再災進行潛勢分析，可有效避免巨額再災損的機會發生。</p>
<p>七、P.75所建議之公路復建分為五個等級中，簡修等級之便道或簡易修復是否仍屬公路等級或應建議降級改類，譬如不屬公路標準，而改為農路標準、部落聯外道路標準(似尚未建立設計標準)，或緊急避難道路等等。</p>	<p>七、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>

<p>八、P.76 第四章建議考量以下事項：</p> <p>1.道路與河爭地</p> <p>2.河川堤防等以洪水頻率為整治河道依據，但縮小了既有河域寬度，以致與河爭地。</p> <p>3.上下游及附近河工構造物影響橋梁安全，如親水公園、低水護岸、固床工、取水攔河堰等。</p> <p>4.大自然之極端氣候並不會照我們預估頻率才出現，可能隨時會來，「水走過的，水必定再來」才是長遠的經驗。</p>	<p>八、感謝委員的意見，本計畫所建置之公路復建需求性評分系統中(原公路復建必要性評分系統)，已考量委員所提之意見在評分項目中。</p>
<p>九、P.78 倒數第 3 行脆弱點</p> <p>1.增加「影響橋梁安全之河工構造物」</p> <p>2.堰塞湖之突然潰堤</p>	<p>九、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>十、P.79 第八、九點建議改由橋梁檢測辦理。</p>	<p>十、感謝委員的指導與指教。</p>
<p>十一、P.83 第 3 行，建議加「邊坡擋土牆」，不只「邊坡(含路基)」。</p>	<p>十一、感謝委員的建議，本計畫所評估之邊坡(含路基)，其安全度亦有探討邊坡擋土牆部份。</p>
<p>十二、P.125 設計年代之權重有可能失當，如台 20 線武雄橋及塔拉拉魯芙橋才 3 年，寶來二橋 5 年，民族橋(台 21)、舊潭橋(台 27)、雪峰橋、撒拉阿塢橋 7 年，頭坑橋(台 21)8 年就損壞等等。</p>	<p>十二、感謝委員的建議，設計年代乃橋梁受地震破壞之評估指標，主要係反映橋梁耐震設計規範之修訂沿革。委員所述受損橋梁主要似非受震破壞，因此兩者不宜一概而論，且本評估指標之權重係根據公路總局「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究」，業已經 貴局審查在案，建議沿用為宜，請諒察。</p>
<p>十三、P.228 第 3 行自 1996 年賀伯颱風「再經 1999 年 921 集集大地震至今」，增加「」內文字。</p>	<p>十三、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>十四、為使用者便於使用，建議另製成評分手冊，內含說明、使用者、分級權責及評分表。</p>	<p>十四、感謝委員的建議，本計畫已建置完程評分系統以及使用手冊，供使用者使用。</p>
<p>十五、中興工程顧問公司已在高雄市桃源區設計多座淨寬 2.4m 之通行小型車吊橋，鄉民接受度頗高，網絡民意，如山美村長亦曾希望建工期短之吊橋。建議將小型車吊橋納入維生基礎設施之考慮，但經常維護經費宜適當編列。</p>	<p>十五、感謝委員的指導與指教。</p>



<p>十六、本案之評估及建設準則應屬執業技師工作者，並包括有大地、水利、水保、土木等專業人員，P.2 第 17 行「用人計畫」中，建議將各章之頁次前敘明技師姓名，並於報告目錄之前一頁列表列出各項專業分工專業技師姓名及由其依技師法第 16 條親自簽署並加蓋執業圖記之欄位。</p>	<p>十六、感謝委員的意見，然本報告並非設計圖說，依合約並不需技師簽證。</p>
<p>十七、由於前述公路養護規範及公路養護手冊已訂有公路養護人員應辦事項，本案之評估及建設準則工作位階將高於前者，建議考慮基層人力、能力，擬定本案之評估及建設準則之研擬、審核、轉報、核定究竟有何種職位者始可辦理及分工，以落實評估及建設準則之準確度。</p>	<p>十七、感謝委員的意見，本案之評估及建設準則工作將適用於公路體系之工程背景人員。</p>
<p>十八、附錄「交通需求評估指標工具」建議「運輸現況」增列車種、車型，若無經常性重車或大型車需求或有限制者(如大型遊覽車禁入者)則可列入建設準則之依據，降低道路等級。</p>	<p>十八、感謝委員的意見，已於期末報告中增列車種、車型之指標。</p>
<p>十九、附錄「2.水環境指標」係以公路距離河川遠近者為指標，但事實上莫拉克颱風之影響則以高程較能符合需要。</p>	<p>十九、感謝委員的意見，本計畫之「水環境指標」影響因子，主要係評估公路開發或復建對於水體環境之影響，故與河川間之距離關係甚大。若委員所指為山區邊坡滑動(或土石流)造成水體汙染，的確其影響甚大。原評估指標將修正為與山及河距離若干公尺，且可能造成坍滑者。</p>
<p>二十、試作評估時，建議第一~五區工程處各選一路段，讓各工程處均有參與機會，如一工處之北濱(台 2)或北宜(台 9)，二工處之台 21、台 8、台 8 甲、台 16(集集-水里段)，三工處之台 20、台 21、台 27、台 27 甲、台 24，四工處之台 9 線蘇花公路，五工處之台 18 阿里山公路、149 甲草嶺太和段等均可考慮當為試作評估路段之選擇。</p>	<p>二十、感謝委員的建議，本計畫契約工項，僅須針對台灣地區一條公路去進行評估，因此暫無評估其它路段之考量。期末階段時間已安排公路總局(含第一~五區工程處)進行本系統之教育訓練，可供各區處進行試評。</p>

<p>二十一、附錄國立成功大學土木系張教授行道所提「是否可結合公路總局的歷史資料以期產出更多豐富的成果」乙節，公路總局之「公路工程」過去刊載過不少歷史災害資料(如 85/11/15 第 23 卷第四、五期為賀伯颱風災害專刊，後續九二一地震、桃芝颱風等災害亦於第 28 卷有多篇之刊載)可供參考，而各工程處之檔案亦有頗多可參考資料(例如本人曾於 72/4/15 於精省前之「交通建設」刊物第 32 卷第 4 期及其後 35 卷第 4 期，將第四區工程檔案資料查得自民國 54 年起蘇花公路清水斷崖開始一連串的隧道新建及改善及配合行駛貝德福金馬號車行駛蘇花公路之改善路段長度，開工、完工均予以登載，蘇花公路終於在民國 79 年 10 月 25 日解除行車管制)。</p>	<p>二十一、感謝委員的指導與指教，將盡量參考。</p>
<p>二十二、對於第五章公路復建與開發必要性評分系統之實用性，建議再檢討。因行政院經建會 2010 年研提我國「氣候變遷調適政策綱領」與「國家調適計畫」應屬極端氣候可能造成之重大災損，則必然與平常維護之使用時機不同，所以何時展開使用、使用團隊、評估執行人員之職級、準則核定層級等等，均宜予以研議，以免重複並造成基層員工無力負荷，亦無足夠經驗負荷。</p>	<p>二十二、感謝委員的意見，本計畫建置之公路復建需求性評分系統中之經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義影響因子，可於一般時間進行評分，而工程風險影響因子則於災後進行評分。團隊及評估人員之職級，可由工程處高階技術人力(如處長)配合委託顧問公司進行全面評估。至於使用團隊，評估者職級、準則核定層級等，可由具工程背景之工程師進行使用本案之系統。</p>
<p>二十三、公路局以往有資深工程司及高階工程司(或兼主管)帶領執行重大災損勘災及評估、核轉，但自六年國建開始大量工程委外辦理，則資料之累積與技術之在職訓練與傳承相對減弱。而工程技術顧問公司基於成本考量及委辦工作若非全面性及關聯性且因其非屬公務系統，有時難以有累積完整之災害歷史資料，導致資料之分散。</p>	<p>二十三、感謝委員的指導與指教。若能結合顧問公司之專業與業主之經驗及資料，應可相輔相成。</p>

<p>二十四、本案之評估及建設準則，首先評分方面請再檢討有無其它類似第十二點意見之非單項可單獨評分，至於建設準則部份則非純專業技術，而屬民意或其它非技術專業，而係由政策決定者，則列入評分將有困難。建議適當調整以釐清事務官與政務官之權責。</p>	<p>二十四、感謝委員的指導與指教。本案係提供較公正的第三者專業建議，至於非技術(如民意等)部份，則係由政務官自行判斷。</p>
<p>二十五、上述第二十一點成大張行道教授似看出本報告對於公路局以往累積之經驗及尚在職之資深人員之可用部份缺乏著墨，予以探討及參與者甚少，所附參考文獻亦缺乏過去公路局實務之作為及效果。這些實務作為資料不少成功案例，但需由檔案資料或「台灣公路工程」(或其前身)或早期「養路」等前人留下之出版品或資料、或尚在職之資深人員之參與，則可融合委外及內部之合成效果。</p>	<p>二十五、感謝委員的意見，本計畫團隊針對本計畫之發展已將加強融合委外及內部之合成效果，以完善本研究案之內容。</p>
<p>二十六、建議貴局每月與受委託單位環興科技股份有限公司舉行1~2次工作會議，檢討期中報告應修正之部份及協商期末報告依契約應完成之工作，因為期初報告到期中報告期間長達六、七個月，但受委託單位完成之期中報告缺點尚待改進甚多，為使期末報告能符合委託單位之契約規定及要求，故宜經常協商檢討，以避免偏離預定目標，期末報告完成時難以修正。</p>	<p>二十六、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>二十七、本評分系統過於繁瑣，有待改進。未來究於何時機使用？何職等工程司負責評估或需委外等，請列入考慮。</p>	<p>二十七、感謝委員的意見，本評分系統已於期末報告中進行修正，以較簡易方式進行評估。且期末階段已完成建置評分系統軟體，利於將來各單位具工程背景之工程師使用。</p>
<p>二十八、本案屬大原則之研擬，似非公路總局工務段基層員工所能勝任，建議將開發、復建、評估、建設準則分成四類編成小冊並說明適用時機、使用者資格、職級、注意事項等，以利實用之方便性。</p>	<p>二十八、感謝委員的建議，本研究團隊期末報告，已依照公路「開發」、「復建」兩大方面及「評估」、「建設準則」兩大項，分別描述清楚。然使用者職級問題，本系統可由具工程背景之工程師使用。</p>

<p>二十九、九二一集集大地震前後，洪水之破壞因土石流嚴重程度不同導致差異甚大，建請列入考慮，並酌列大地震影響預估之可能年期(有預估四十年者)，使本案顯出與未來大地趨於穩定，可能作法上之差異。</p>	<p>二十九、感謝委員的意見，本評估系統中橋梁與邊坡(含路工)結構型式均已考量土石流之影響(隧道一般結構不受土石流影響故除外)。此外，大地震之影響週期雖有學者推論，然尚未形成共識。學理上，若土壤受長時間壓密作用後，土壤剪力強度將有所提昇，且植生狀況亦因大地調養生息而漸趨恢復，其根系將增加涵養水分之能力並減緩表土沖刷，土石流問題應可漸趨緩和。</p>
<p>三十、「原狀修復」應先考慮有無「重覆致災」風險或可能。</p>	<p>三十、感謝委員的意見，本計畫期中報告在3.2節即已提及若原設計不當造成破壞，應變更設計，以免重覆致災。</p>
<p>三十一、「研擬公路之復建等級」，建議增加改類或降低等級等，於大環境無法復建為「公路」或屢建屢壞，或不符經濟原則時，可適用非公路之類別及等級。</p>	<p>三十一、感謝委員的意見，遵照辦理。</p>
<p>三十二、「交通需求」建議加列車種、車型及汛期不必然需提供大型車或重型機具之通行服務，以符合山區地形及地理環境之實況。</p>	<p>三十二、感謝委員的意見，已於期末報告中增列車種、車型之指標。</p>
<p>三十三、「社會公義」若民眾意見有不一情形或民代之要求，但以工程技術觀點無法抵抗大自然之破壞力量或甚不經濟時，則「社會公義」不必要符合其強求「人定勝天」的要求。</p>	<p>三十三、感謝委員的指導與指教。</p>
<p>三十四、基於人權及人生而平等，故評估指標之教育程度、年齡、收入等建議淡化或取消。</p>	<p>三十四、感謝委員的意見，已於期末報告中進行修正。</p>
<p>三十五、「公路安全度」之考量宜評估是否局部改善即可或需較長路段一併改線以茲徹底改善。</p>	<p>三十五、感謝委員的意見，無論局部改善或長路段一併改線部份，皆已納入後續整建策略之方法，將視現場環境擇優進行適當工法之整建。</p>
<p>三十六、期中報告之結論過於簡略只有3點，無顯著可看出之成果，則期末報告是否可符合委託單位之要求難以預料。</p>	<p>三十六、感謝委員的指導，遵照辦理。</p>

三十七、結論二之台 20、台 27 兩項，其中台 27 尚非屬無可替代者，全省以台 21 甲仙-民族村段及台 8、台 8 甲之上谷關至德基段更具代表性，建議考量納入評估路段。

三十七、感謝委員的意見，當初選擇台 20 及 27 係經與承辦單位商議而決定者，其原因為此乃莫拉克風災的代表公路，兼有橋梁、邊坡與隧道破壞之路段。然代表路段未必是極端嚴重者。本研究案契約內容僅要求完成一條公路之評估，因此台 8、台 8 甲等路段建議將列入後續全面性評估之優先路段，另案辦理。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立台北科技大學材料與資源工程系	王泰典教授
一、公路復建與開發必要性評分系統之名稱，建議再探討。	一、感謝委員的建議，本研究團隊已於期末報告中，將「公路復建與開發必要性評分系統」修正為「公路復建與開發需求性評分系統」。
二、系統架構已具雛型，影響因子涵括不同的層面，已較既有系統更全面。為求評分操作標準一定，部份不易量化的影響因子應詳細說明或舉例。參考相關單位之成果部份亦應說明。	二、感謝委員的建議，遵照辦理。
三、公路路網綿密，評分的單元為路段(例如蘇澳-東澳)，公里數(例如台9線115-116k)，結構型式(如邊坡、結構、隧道)等，建議詳細說明。	三、感謝委員的意見，本計畫期末階段之全台公路全面評估推動方式工項中，目前係由各養工處所掌路段與鄉鎮邊界進行劃分公路之評估路段。
四、評分路線長度不同時，不同評分單元/路段之安全度如何比較？復建與開發必要性如何在不同的路線之間評比，建議補充。	四、感謝委員的意見，評分路線長度不同時，可藉由公路安全度評級標準進行比較安全度。公路安全度評級標準則是由元件安全度小於9之累積長度與元件安全度小於9之累積長度佔公路總長之比例去進行評比。
五、多數路段具有替代道路，復建與開發的「必要性」如何納入替代道路網之影響？如何評比？建議探討。	五、感謝委員的意見，本計畫已於期末報中，將公路復建與開發的「必要性」調整為「需求性」，以避免字面上之誤會。且替代道路網之影響亦將列入本計畫之交通需求考量項目。

<p>六、表 5.2.3-3 至 5.2.3-4 隧道安全度評分表，一般結構安全性評分表相對邊坡、橋梁而言過於簡略，建議參考國內外其它研究成果強化。評估的考慮基準如耐震、耐洪或人物災害等，亦應力求一致。</p>	<p>六、感謝委員的建議，然公路安全評估系統中，邊坡、橋梁兩者係屬地表結構物，無土壓力束縛，地震時具放大效應。隧道則係屬地中結構，且多為圓形或馬蹄形之封閉系統，具有拱效應，故在力學行為及束制條件上不盡相同。其中，隧道耐震、耐洪（豪雨）能力均明顯優於其他結構，實務上亦較少發生受震破壞（除洞口邊坡）或受洪泛侵襲之案例，故建議評估時繁簡度應有所區隔，請諒察。</p>
<p>七、復建評分時，非表 2.2.2-1 所列道路是否納入？是否有例外部份？建議補充說明。</p>	<p>七、感謝委員的意見，表 2.2.2-1 所列道路係本計畫針對日本所蒐集之文獻回顧。</p>
<p>八、開發或復建後的安全度以及短期再致災的風險是否納入評分影響因子，建議討論。</p>	<p>八、感謝委員的意見，本計畫已於期末階段修正評分系統，將開發或復建後的安全度以及短期再致災的風險列入評估。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立台灣科技大學營建工程系 沈得縣教授	
一、期中報告文獻蒐集完整，內容豐富，值得肯定，但缺中英文摘要。又結論與建議欠具體明確，且缺初步研究成果。	一、感謝委員的意見，期末報告已增添中英文摘要，結論與建議等資料。
二、研究計畫為「分等級開發及復建之評估及建設準則」，目前內容著重於復建部份，而開發部份仍偏少，建議能將復建部份與開發部份分章節說明或探討。	二、感謝委員的建議，期末報告中已分章節說明復建與開發部份。
三、研究計畫中復建與開發之評估及建設準則相同，似乎不妥，因復建著重復舊，而開發著重規劃，請作深入探討。	三、感謝委員的意見，本計畫已於期末報告中，重新調整開發評估之影響因子與權重及建設準則之影響因子與權重。
四、期中報告已初步完成評估指標，但如何執行評估則著墨甚少，包括執行單位、執行組織、執行人員及評估基準等均應加以說明。	四、感謝委員的意見，本計畫建置之公路復建與開發需求性評分系統之執行單位、執行組織等問題，其將由公路總局單位，具工程背景之工程師使用。
五、期中報告中針對計畫定位及工作項目欠具體明確，建議能以流程圖予以說明。	五、感謝委員的意見，遵照辦理。
六、期中報告在計畫工作期程中(p.6)應標示工作預定進度及目前執行進度，以利查核。	六、感謝委員的意見，遵照辦理。
七、本計畫完成評估準則或建設準則後，應研擬相關標準作業程序及舉辦教育訓練加以推廣。	七、感謝委員的建議，本計畫完成評估準則或建設準則後，期末階段將撰寫評分手冊，屆時將有助於相關人員之操作與使用。
八、本研究計畫建議能考量工程技術可行性及工程經濟可行性，並考量政府政策執行之可行性。	八、感謝委員的建議，本計畫已於期末階段之評分系統中，增加工程技術之影響因子，內含施工難易度及建造與維護經費。
九、本研究計畫中評估指標權重考慮之因素如何？應作深入探討，以免造成執行上之困難。	九、感謝委員的意見，本計畫評估指標之權重，皆係由問卷調查方式進行分析，具客觀、公平及合理性。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立中央大學土木工程學系 王仲宇教授	
一、本研究案對交通功能之維護及國家經濟建設效益提昇有極重要的價值與意義，公路總局應長期支持建立完整資料庫及評估體系，並和現有之國土資訊系統作有效結合。	一、感謝委員的意見。
二、由公路復建及建設相關文獻之彙整討論觀之，各部門及單位所擬定之準則方針有重覆及不一致之處，建議研究單位作總整理，擬定一有條理、步驟，說明公路復建及建設準則，可作為工程人員執行之參考。	二、感謝委員的意見，遵照辦理。
三、橋梁安全性評分之填寫表格及所需填寫之資料應考慮和現有之台灣橋梁管理系統結合，減少檢測人力資源的重覆浪費，其中沖刷潛勢評估表格交通部運研所近期之研究報告已有新的建議可參考。	三、感謝委員的意見，本案採用的橋梁評估係公路總局已審查通過的「老舊橋梁整建計畫可行性研究」之評估表格。其中沖刷潛能僅為橋梁受洪泛破壞中之一項評估因子，所佔權重有限，考量未來執行之方便性，目前僅由專業評估者依其經驗進行定性簡易評估即可。至於此評分表格是否和橋梁管理系統結合部分，亦已參酌橋梁檢測系統之重要項目進行評分。
四、建議評估系統可分成二階段，第一階段為基於已有資料庫之簡易迅速初評，初評在某些等級之區段再作細部詳評。	四、感謝委員的意見，本計畫期末報告之公路復建與開發需求性評分系統，已做相當幅度之變更，使表格之使用更為簡易，相當於初評之作業程序。至於原有邊坡、橋梁、隧道之安全性子評分表，將不列入評分系統，而改列公路設施脆弱度、衝擊度評估準則及風險評估機制之一部分。
五、一條公路有許多子系統(橋梁、隧道、邊坡)，各子系統皆有其安全度，如何定義一條公路之安全度？以合理地納入公路復建必要性之評分架構中。	五、感謝委員的意見，本計畫係藉由公路安全度評級標準進行比較安全度。公路安全度評級標準則是由元件安全度小於 9 之累積長度與元件安全度小於 9 之累積長度佔公路總長之比例去進行評比。

六、復建必要性中是否應考慮復建之費用等級及災害重覆發生之潛勢機率之高低。

六、感謝委員的意見，已於期末報告中，列入復建需求性中視考慮復建之費用等級及災害重覆發生之潛勢機率之高低。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
台灣電力營建處 李宗德副處長	
<p>一、本研究有關『公路復建(開發)必要性評分系統』之影響因子及其權重分配分別為：經濟發展(15%)、交通需求(25%)、環境衝擊(20%)、社會公義(10%)、公路安全度(公路施工難易度及經費多寡)(30%)，係經由五場區域座談會及其回收問卷調查所分析評估之成果，自有其依據，原則上應可行，惟其細節似仍有部分討論空間，意見如下供參考：</p> <p>1. 社會公義(10%)因部分指標項目其實就是指弱勢團體，似有重複考量疑慮，其權重或可考量稍減少。而環境衝擊(20%)其實有部分(如土體破壞指標)已在公路不安全度亦有考量，故似可稍減。上述權重減少的一部分建議可加入公路不安全度項目之權重內。</p> <p>2. 各『影響因子』下訂定幾個『考量項目』自有其意義，但似未定各『考量項目』之權重。各『影響因子』之各『考量項目』權重實際上似非相同，例如以『環境衝擊』之考量項目為例，其『開挖施工造成之環境衝擊』權重似應大過於『生態環境』、『空氣品質』，惟結果是『生態環境』5分、『空氣品質』9分之評分超過『開挖施工造成之環境衝擊』2分很多，此不甚合理的現象似因各考量項目未定權重所致，建議可在此方面可稍作考量以趨更合理。</p> <p>3. 各『考量項目』下所訂的『評估指標』項目若較多項指標，在該『影響因子』的必要性評分似及較多分，此結果似亦不甚合理。請問是否『評估指標』項目若較多項即表示其該『考量項目』的權重較高？若有評估指標漏列或指標細分較多項則其結果將趨不合理。建議是否各『評估指標』亦定其權重似較合理？</p> <p>4. 不同影響因子項下的評估指標似有重複考量現象，例如在『經濟發展』影響因子向下的『平均家戶所得』與『社會公義』項下的『幼年及老年人口比例』、『低收入戶比例』相關性似不小，但評分原則似相反，是否合</p>	<p>一、</p> <p>1. 感謝委員的建議，本計畫權重部份係採問卷調查方式進行分析。社會公義之子項目已於期末報告中進行修改與調整。</p> <p>2. 感謝委員的意見，原訂之各『影響因子』下訂定的『考量項目』權重相等。修正版則依本團隊人員及公路總局參與人員之意見加以修正，採專家為卷之方式以平均值加以調整。又委員所提之評分差異部份，其分數愈高代表影響越小之義。</p> <p>3. 感謝委員的意見，評估指標之權重已於期末報告中重新進行專家評估分析。</p> <p>4. 感謝委員的意見，已於期末報告中進行修正。</p>

<p>理？請澄清。</p> <p>5.在『經濟發展』項下之『對評估路段運輸之依賴性』指標與『交通需求』項下『尖峰小時交通量』、『可使用的替代道路』似亦有部分有重複考量之情況，請澄清說明。</p> <p>6.第四章『公路設施脆弱度及衝擊度評估』，實際上本章為評估原則，並未述及評估脆弱度或衝擊度之評分方法，建議是否本章標題可修正為第四章『公路設施脆弱度及衝擊度評估原則』。</p>	<p>5.感謝委員的意見，已統一於期末報告中進行評估指標之調整與修正。</p> <p>6.感謝委員的意見，已於期末報告中進行修正。</p>
<p>一、</p> <p>7.個別『評估指標』之疑義：</p> <p>(1)關於表 5.2.3-8『橋梁受洪泛破壞之可能性幾項指標評分項目』中，有無考量附近施工之不當抽砂行為？多年前中興大橋斷裂就疑似與附近建新橋墩時之抽砂不當有密切關聯。</p> <p>(2)為何隧道評分提到斷層之影響，而邊坡及橋梁則未提到斷層影響？請澄清並補充說明。</p> <p>(3)第 205 頁～206 頁，第 7.1.2 節『台 27 線現勘路段安全度成果說明』，其內容數據是否有問題，請澄清。建議將計算過程及結果詳細列出，供使用者很容易應用各評分方法及計算。</p> <p>(4)第 206 頁表 7.1.2-1 之最後三欄：為何『路段安全度』是『路段安全性評分』與『影響交通度』之乘積？有何依據？請補充說明。</p> <p>(5)第 208 頁，台 20 線試評路段中高風險路段有 12 處佔 28%，須特別針對該 12 處高風險路段進行整治(皆須整治？)；而台 27 線試評路段中高風險路段 1 處佔 14%，惟未提到須整治，是否意味不必整治？各路段須整治與不須整治的界線為何？</p> <p>(6)第 216 頁，第 7.4 節『環境衝擊成果說明』第一項『台灣自然保護區指標』評分為 5 分因距離大於 1 公里，是否意味公路穿越保護區(評分 0 分)依此評分不必復建？</p>	<p>一、</p> <p>7.</p> <p>(1)感謝委員的意見，本計畫『橋梁受洪泛破壞之可能性幾項指標評分項目』中，已有考量採砂之行為。</p> <p>(2)感謝委員的意見，學理上，斷層與地震互為因果，然邊坡與橋梁係屬地表結構，具放大效應，受地震影響較大，即使斷層未經過亦可能受災；惟隧道乃周圍束縛之地中結構，受震影響小，除非斷層穿越並錯動，才可能導致破壞。此即評分系統差異之主因。</p> <p>(3)感謝委員的意見，已進行修正。</p> <p>(4)感謝委員的意見，『路段安全度』是『路段安全性評分』與『影響交通度』之乘積，乃本計畫所規劃之內容，詳細說明如期中報告修訂本 5.2 節。</p> <p>(5)感謝委員的意見，期中報告第 208 頁處提及台 20 線試評路段中高風險路段有 12 處；台 27 線試評路段中高風險路段 1 處。但無論 12 或 1 處，其皆需進行整治，故無整治與不須整治的界線存在。</p> <p>(6)感謝委員的意見，期中報告第 216 頁第 7.4 節『環境衝擊成果說明』第一項『台灣自然保護區指標』評分為 5 分因距離大於 1 公里，其意味復建之工程對環境破壞低，可進行復建之需求性則高。</p>

<p>二、第五章為『公路復健(開發)必要性評分系統』，其中 5.2 節討論『公路安全度』，有下列幾點疑義供參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.公路安全度評級(0~5)愈高分，表示該路段安全度愈高，但本第五章為公路復建(開發)必要性評分系統，評分愈高表示復建必要性愈高，亦即不安全度愈高，是否亦產生混淆？建議表示方法一致，是否可考量前述『公路安全度評級(0~5)』改以『公路不安全度評級(0~5)』或其他類似方式表示較不會混淆？</li> <li>2.公路安全度影響因子包括邊坡、橋梁及隧道，各影響因子是否權重相同？或有文獻或案例可舉出其不同分配權重？若有，建議予以考量似更合理。</li> <li>3.建議將第五章公路安全度之影響因子、各影響因子項下之考量項目、指標項目等成果之權重及評分可再整理並予以列表說明，俾更容易供查閱及使用。</li> </ol>	<p>二、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.感謝委員的意見，本計畫已於期末報告中，重新修正公路復建與開發需求性評分系統，不再採安全度做為評分系統之一，而以其他指標替代，以解決該問題之存在。</li> <li>2.感謝委員的建議，本計畫公路安全度影響因子之邊坡、橋梁及隧道並無權重之問題。其原因為公路係線性系統，不論邊坡、橋梁、隧道，若其中之一破壞則將全面影響該路段之通行(類似串聯)。</li> <li>3.感謝委員的意見，已於期末報告中進行修正。</li> </ol>
<p>三、可能筆誤部分如下供參考：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.報告第 51 頁第 5 行：<math>60 \times (4+2+3+2) = 840</math> 似應為 <math>60 \times (4+2+3+3+2) = 840</math></li> <li>2.報告第 101 頁表 5.2.2-1 第 3 行：20.5 似應為 21.5</li> </ol>	<p>三、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.謝委員的意見，已進行修正。</li> <li>2.感謝委員的意見，已進行修正。</li> </ol>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部運輸研究所 胡智超副研究員	
一、有關路段安全性評估部分，由表 5.2.1-1 可知其區隔所代表之意義，但在實際案例計算中，卻無說明其計算流程及方式，請補充之。例如 P198 表 7.1.1-2 中只填列影響交通程度數據，而無路段安全性資料，而在 P206 表 7.1.2-1 中台 27 線 3K+100~2K+600 確有路段安全性評分資料 4.3，請詳細敘述評定流程，避免工程人員使用錯誤。	一、感謝委員的意見，實際案例之計算流程，詳見表 7.1.1-3。表 P198 表 7.1.1-2 與 P206 表 7.1.2-1 之錯誤將予修正。
二、有關公路開發必要性評分系統中影響因子，公路施工難易度及經費多寡其考慮項目於本次報告中未詳細說明，因此無法得知其詳細評估方式。	二、感謝委員的意見，本計畫已於期末報告中重新修正公路復建與開發評分系統，並將施工難易度與經費列入評分項目。
三、有關評分系統之權重乙節，從報告資料中發現參與填寫問卷者大都以土木相關工程背景為主，亦造成權重失其公正性與合理性，建議是否可與納入其他領域之專家學者或一般民眾之意見，避免權重真正效益失真。	三、感謝委員的意見，本計畫有關評分系統之權重乙節部份，期中報告修訂本 6.6.2 節詳述問卷包含專家學者、一般民眾以及原住民。
四、報告 P101 表 5.2.2-1 公路各路段安全度評比範例中路段安全度第 2 及第 4 欄位計算錯誤。	四、感謝委員的意見，已進行修正。
五、表 5.2.2-1 與表 7.1.2-1 中數據資料前後不一，請修正。	五、感謝委員的意見，已進行修正。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國家災害防救科技中心 鄧敏政博士	
<p>一、建議於大規模災害情境下，根據使用者需求，分階段進行評估準則研擬，誠如本中心於期初建議，先依歷史災例、易致災區域、潛勢分析或工程復健經費等項目，以區域或流域概念決定評估項目，俟需求再進一步由選定區域實施詳細評估；並於評估準則中納入特殊需求，如災後緊急救援道路應立即搶修復建。</p>	<p>一、感謝委員的意見，本計畫期末報告已將公路復建與開發需求性評分系統修正，改為歷史災例、易致災區域、氣候變遷之不利影響、工程經費等列入評分之項目。又緊急救援道路屬搶修工作，應非屬復建工程。</p>
<p>二、公路設施為路網系統因遭受危害不同，其衝擊影響因子及權重亦有所不同，目前僅在橋梁安全性中有地震及洪泛區分，建議增加公路、邊坡相關不同危害之評估因子。</p>	<p>二、感謝委員的意見，本計畫中之邊坡評分表亦已包含地震因子及受暴雨侵襲導致破壞之評估因子惟九二一地震之經驗顯示，大地震後累積於山區中之鬆動土石，極易在豪雨中沖刷而形成土石流，呈複合型災害。故邊坡破壞有時非因單一事件或誘因直接造成，因此表格採綜合評判之方式評估。</p>



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>本局規劃組</b>	
<p>一、P.1 有關「國家氣候變遷調適行動方案(2011-2016)-維生基礎設施領域」描述，目前研擬行動方案之交通部運研所已檢討修正為「國家氣候變遷調適行動方案(2012-2017)-維生基礎設施領域」。而本案於招標時已敘明本計畫係配合該上位計畫並採滾動式修正辦理，請顧問公司修正該段敘述，未來並注意各項上位計畫之修正版本再納入本計畫。</p>	<p>一、感謝規劃組的指導與指教。</p>
<p>二、1.2「計畫定位與用途」一節，其敘述過於簡短，且於各場次之區域座談會上，大多數人亦無法立即瞭解本案未來之用途及使用時機，請顧問公司應再加強說明，並開宗明義的點出本案主要目的，例如本計畫所提公路分等級係指台灣地區省道而言等等。</p>	<p>二、感謝規劃組的建議，已於期末報告中，針對「計畫定位與用途」一節加強說明。又公路復建分等級復建可分為最高等級、次高等級、一般等級、管制等級與簡修等級(詳見期中報告 3.2 節)，似乎與省道無關。依葉前局長之意見甚至應包括非公路系統。至於開發等級，則可分為一~六級公路。</p>
<p>三、依契約規定於期末報告時選定一條省道公路並經本局同意後進行準則實際案例分析，而貴公司為使計畫順利執行，於期中報告時先行選定台 20 及台 27 線進行分析探討，惟目前台 20 線較具爭議性之路段為撒拉阿塢橋至復興村(95k~103k)，建議貴公司以該路段進行案例評估，對於評估之結果將有助於本局後續推動復建之參考及評估準則的適用性。另台 20 線 95k~103k 路段目前因災損未開放通行，若貴公司需進行踏勘可請本局協助辦理。</p>	<p>三、感謝規劃組的意見，已新增於本計畫中。</p>
<p>四、本局已委請防災中心提供帳號使顧問公司可進入本局系統查詢歷年公路災損情形，請貴公司於案例分析時，統計該條道路歷年災損次數，並訪談所屬工程處瞭解復建或修復經費額度，此可協助判斷該路段重複致災情形，以及每年投入人力、物力之經費與一次改線或改建之費用比較。</p>	<p>四、感謝規劃組的意見，遵照辦理。</p>

<p>五、本次報告書所提送實際案例探討路段，依契約議價事項承諾包含「一般民眾問卷調查工作」，於本次報告書內未見有一般民眾訪談之問卷結果。</p>	<p>五、感謝規劃組的意見，本計畫有關評分系統之權重乙節部份，期末報告已詳述其問卷包含專家學者、一般民眾以及原住民。</p>
<p>六、P.68 表 2.3-2 工程相關規範，目前部份規範版本已有更新，請修正。</p>	<p>六、感謝規劃組的意見，已進行更新與修正。</p>
<p>七、報告第 2 章蒐集很多文獻，惟於第 5 章研擬公路分等級等各項評估因子時卻未見提及與文獻比較或參考之項目，請補充加強文獻資料如何應用於本案中，及其比較說明。</p>	<p>七、感謝規劃組的意見，然可參考之文獻不多，故本計畫則多為參考其相關文獻所規劃之研究案。</p>
<p>八、先定義「開發」與「復建」行為，開發是否為「新闢」抑是「拓寬」；復建為「原路修補、修復」抑是「原路不堪使用另闢新線」？不同行為應有不同的「影響因子與權重分配值」及「評估指標」。</p>	<p>八、感謝規劃組的意見，本計畫所提之開發有可能是「新闢」亦可能是「拓寬」；復建可能是「原路修補、修復」亦可能是「原路不堪使用另闢新線」。將視工程之需求而異，不宜限定其內容。</p>
<p>九、「環境衝擊」評估指標</p> <p>1.環境影響評估法具有「否決權」，開發案件能否獲得環保署同意開發，將會影響案件開發內容，此部份並未納入「評估及建設準則」。</p> <p>2.指標內容：</p> <p>(1)「生態環境」部份，僅以台灣自然保護區（野生動物棲息環境、自然保護區、國家公園等）為指標，指標代表性似乎不足，「國家重要濕地」、「海拔高度 1500 公尺以上」及「山坡地」等，請考量納入指標內？</p> <p>(2)「水環境」部份，「水庫集水區」及「土石流潛勢區域」請考量納入指標內？</p> <p>(3)缺少歷史文物指標。</p>	<p>九、</p> <p>1.感謝規劃組的意見，期末報告內容已增添環境影響評估致公路開發需求性評分系統中。</p> <p>2.</p> <p>(1)感謝規劃組的意見，台灣自然保護區意指野生動物棲息環境、自然保護區、國家公園等，其已包含高程、濕地、山坡地等考量在其中，故不須再重覆探討「國家重要濕地」、「海拔高度 1500 公尺以上」及「山坡地」等。</p> <p>(2)感謝規劃組的意見，水環境指標內容已涵蓋水庫集水區。至於「土石流潛勢區域」部份，已於公路安全度中討論。「水環境」部份僅針對公路開發或復建對於水質的影響，而非水(或土石流)對公路的影響。</p> <p>(3)感謝規劃組的意見，本計畫原先規劃有歷史文物指標，然期中階段五場座談會之專家學者中，有委員建議刪除，故在此則暫不考慮加入歷史文物指標。(若有古蹟在環評時即須討論)</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局新工組	
一、「開發」與「復建」之評估準則考量因素及方式不同，建議分別考量。	一、感謝新工組的意見，本計畫期末報告部份，已將「開發」與「復建」兩部分分開撰寫。
二、公路「分等級」評估，「分等級」與報告中「必要性」是否一致，請再考量。	二、感謝新工組的意見，本計畫「分等級」(分為五級)與必要性間之關係，詳見圖 5.1-3。二者具有一定之邏輯關係，但為讓決策者保持彈性，並考量國家財務之情形，並非呈一對一之關係。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>本局養路組</b>	
一、p.6 圖 1.4-1 工作預定執行進度與 p5 圖 1.3-1 計畫工作內容期中階段辦理工作項目不一致，請檢討修正。	一、感謝養路組的意見，已進行修正。
二、p.68 表 2.3-2 工程相關規範 1.各規範之頒布時間，請檢視版本修訂更新之年期。 2.經濟部「跨河建造物設置審核要點」名稱已修正為「申請施設跨河建造物審核要點」，不屬規範類，請另分項列出。 3.請補充新頒規範，如交通部 100 年 12 月頒布「橋基保護工設計規範」。	二、 1.感謝養路組的意見，已進行修正。 2.感謝養路組的意見，遵照辦理。 3.感謝養路組的意見，遵照辦理。
三、p.93 圖 5-1 流程圖中公路必要性評分系統影響因子與 p.95 圖 5-1-2 公路開發必要性評分系統影響因子內容並不相同，請檢討流程圖表達方式。	三、感謝養路組的意見，已進行修正。
四、公路開發評估作業中，生命週期內工程建設及養護經費常列為重要評估項目，本案評分系統影響因子中並未納入，請說明考量因素。	四、感謝養路組的意見，本計畫已於期末報告中，針對評分系統進行修正與調整，並將生命週期內工程建設及養護經費納入考量，。
五、p.93 圖 5-1-3 及圖 5-1-4 評分系統請補充詳細流程圖及各步驟說明，以利操作運用。	五、感謝養路組的意見，遵照辦理。
六、p.97 圖 5-1-3 及圖 5-1-4 評分系統中，復建及開發機制所研門檻值與準則間關聯性是否合適，請補充案例驗證說明。	六、感謝養路組的意見，本計畫係以均分分數方式進行門檻值之設定。
七、5.2.1 安全度計算所列各項子系統評分表內考量項目相當多，實務上如何運用，請再考量整合。	七、感謝養路組的意見，遵照辦理。
八、各評分表內部份項目以主觀、定性方式描述，例如 p.104 表 5.2.3-2 第 6 項河岸淘刷以無、輕微、中等及嚴重表示，如何界定？宜有量化說明。	八、感謝養路組的意見，評分表內部份因子不易量化，同時考量現場評分時之便利性與可行性，建議仍應由專業工程師依其經驗，以定性評分方式進行評分。由五場區處座談會及審查委員之意見，多認為評分表格以轉簡為宜，不易由目視觀察之量化指標恐增加評分之難度。報告中已檢附相關範例照片供參。

九、為考量未來實際作業上容易操作運用，建議一併擬訂標準作業程序。

九、感謝委員的意見，遵照辦理。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局公路防災中心	
<p>一、影響因子「社會公義」之考量項目「評估路段居民特性」，其評估指標包含幼年及老年人口比例、教育程度、低收入戶比例，惟無論公路復建或開發應以服務民眾為原則，不應因民眾身份而有所不同，故其評估指標是否適用，建議再行研議。</p>	<p>一、感謝防災中心的意見，本計畫已於期末報告中進行修正與檢討。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第二區養護工程處	
<p>一、本研究報告第 3 項提到期末報告將提出具體公路設施整建策略，且評估系統高度複雜，爰建議是否比照實際案例台 20、台 27 線評估成果，將較重要的公路系統尤其山區公路，例如二區工程處所管轄的台 21 線、台 8 線、台 14 線、台 6 線及台 3 線等易致災路段提出評估報告成果，以為使用。</p>	<p>一、感謝養工處的意見，然此工作內容已超出契約之工項，建議列入後續之全面評估內容，另案審理。</p>
<p>二、本研究報告第 95 頁談到公路開發與復建之兩套必要性評分系統所考量的影響因子雖皆相同，但其影響因子之間的權重卻存有差異性，其中環境衝擊面影響因子復建與開發勢必不一樣，研究報告亦坦言環境衝擊面對於復建勢必少於開發所帶來的影響，但五場座談會下來，兩者的權重卻是一樣，與實際有落差，建議報告內再補充酌予說明。</p>	<p>二、感謝養工處的意見，本計畫針對公路開發與復建兩套需求性評分系統之權重，已於期末報告中重新進行分析及檢討。</p>
<p>三、研究報告第 75 頁提到本研究計畫將公路復建分為五個等級，最高等級、次高等級、一般等級、管制等級、與簡修等級，惟在第 97 頁公路等級復建必要性評分系統分為高必要性、中必要性、低必要性、不建議復建四個等級，前後復建等及區分不一，建議整合。</p>	<p>三、感謝養工處的意見，本計畫所提及之公路復建五個等級與四個復建機制是不同事件的描述。圖 5.1-3 及 5.1-4 分別為復建與開發復建機制(需求)與復建準則間之關係，彼此並無矛盾。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第三區養護工程處	
一、本期中報告第六章依五場座談會結果分別說明公路復建及公路開發評分系統分配權重，惟在第七章僅提出公路復建評分之實際案例，而未對公路開發提出案例說明。	一、感謝養工處的意見，期末報告已針對公路開發之案例進行說明。
二、現第七章係對莫拉克風災復建案例說明，建議應將受災前狀況列於報告書比對分析。	二、感謝養工處的建議。
三、本案評分系統中評估指標與權重應求簡易明瞭易懂，以利執行單位易填寫評估。	三、感謝養工處的建議，遵照辦理。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
本局第四區養護工程處	
一、建議橋梁評估部份可利用本局現有之橋梁管理系統，及已完成耐震評估補強之橋梁是否可利用，以降低人力負擔。	一、感謝養工處的建議，已深入瞭解並與業主承辦單位討論。
二、所提公路分為五個等級，其中有三個等級佔大部份為原有功能修復，例如颱風後即要立即修復是否需經評估再行修復。	二、感謝養工處的意見，本計畫為災後復建之研究，至於搶修並不需評估，除非無法搶修(如台8線)。
三、本評估需辦理時機為何？	三、感謝養工處的意見，本評估辦理時機為災後之評估，惟部分項目(如經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義)可於平時進行評估，災後僅需就工程技術面及公路受損情況(如安全度)進行評估。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期中會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>本局第五區養護工程處</b>	
一、「高必要性開發」對應「公路等級二級路」「公路等級一級路」，是否有對應必要性？如一山區道路如評估出來有高必要性，但要以一、二級路去開發是否可行？	一、感謝養工處的意見，本系統山區道路之開發仍須經由經濟發展、交通需求、環境影響以及社會公義等影響因子去進行評分。因此，發生山區道路評估出來有高必要性，要以一、二級路去開發之可能性不高，但若真有需要(如蘇花改)，當以高標準(採用隧道、橋梁)進行開發或復建。
二、評分表部份評分未量化(如簡報 p.25 佳、良、可)或河岸沖刷用無、輕微、中等、嚴重，如何區分？可否以後在準則中做說明，以利實際評估人員判別。	二、感謝養工處的意見，無論是佳、良、可、差，或是無、輕微、中等、嚴重等描述，其皆由專業技術人員進行現場評分所得。
三、橋梁受地震破壞之可能性評估表中考量了設計年代，但是否需考量省、縣道已執行了橋梁耐震補強計畫執行，橋梁耐震補強是否需納入考量。	三、感謝養工處的建議，已與業主承辦單位討論並修改之。
四、復建評估是在災後評估結構物已受損或毀壞，為什麼需再做結構物評估計分(如橋梁靜不定度、橋柱高寬比、基礎型式、設計年代等)？	四、感謝養工處的意見，橋梁結構系統之幾何尺寸、靜不定度、基礎型式及表面異常現象或受損情況等對於橋體穩定性均有所影響，相當於橋梁體檢之項目。若橋梁受損而非全面毀壞，則目前之受損情況及健檢資訊當可做為是否需復建之評估參數。若已完全損壞，則亦可將原橋梁何以致災做一檢討，應對復建之設計如何避免重蹈覆轍有所助益。



## 附錄 D 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期末會議紀錄及意見答覆

時間：102 年 05 月 27 日(星期一)上午 9 時 30 分

地點：本局 4 樓第一會議室

主持人：趙副局長興華

紀錄：楊秀隆

審查意見	廠商答覆意見
公路總局前局長 葉昭雄委員	
一、第 447 頁至 454 頁，本人於 101 年 10 月 1 日之期中會議意見之答覆是否妥處，建議主辦單位審酌。	一、感謝委員的建議。
二、上項意見第十六項回覆意見所述，本報告非設計圖說，依合約並不需要技師簽證，然依據行政院公共工程委員會 98.12.2 工程技字第 09800526520 號函核釋技師法第 16 條規定，應逐頁或封面或內容首頁簽署，並加蓋執業圖記，文中有評估報告、可行性報告，請主辦單位參辦，並注意技師法及技師執業範圍之相關規定。(P2 倒數第 2 行有專業技師之工作。)	二、感謝委員的意見，本報告所述之工法僅供設計工程師參考，並斟酌採用。在實務設計上，仍應依現地情況，提出符合實際現況之設計。
三、本案既屬「準則」，則屬因地制宜之「工法」如第 327 頁「坡趾擋土牆(加勁牆或 RC 牆)」第 332 頁第 2 行「坡面擋土微型樁」等，其工法屬技師執行業務時，宜視現場情況斟酌者，且擋土牆不只加勁牆或 RC 牆兩種，尚有乾砌、漿砌塊石，重力式、三明治格梁式(預力地錨)等多種，而坡面擋土亦有多種，非只微型樁乙種，建議非屬準則需敘述者，予以刪除。	三、感謝委員的建議，本報告所述之工法僅供設計工程師參考，並斟酌採用。在實務設計上，仍應依現地情況，提出符合實際現況之設計。相關敘述已於期末報告修訂本 12.3 節與「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」中補充說明。有關較具爭議性之工法說明亦已進行修正。
四、第 II 頁第二段倒數第 2 行及 P76 之改線，並非只用於高需求性或最高等級之復建，因中低需求性及其他等級之復建者，若原路線不宜復建亦宜考慮改線。	四、感謝委員的寶貴意見，已進行修正。改線將屬採取之手段，可同時適用於高、中、低需求性。

<p>五、第 III 頁倒數第 6 行之「公路等級六級路」不宜列入非公路類之基地道路內，以維持公路及非公路兩大類別。</p>	<p>五、感謝委員的意見，本報告中低需求性之敘述為「公路等級六級路，或可能未達公路標準，而屬農路、產業道路、部落聯外道路、緊急避難道路」開發準則，並未將非公路類列入「公路等級六級路」。</p>
<p>六、P80 圖 4.1.2-2，P83 圖 4.1.2-8，P84 圖 4.1.2-9 建議增加檢討是否上游那瑪夏區堰塞湖潰決所致。</p>	<p>六、感謝委員的寶貴建議，經文獻探討得知，2009 年八八水災確實造成南部山區大面積坡地崩塌，土石堆積旗山溪上游，在那瑪夏鄉達卡努瓦村上方形成堰塞湖。</p>
<p>七、P84 倒數第 1 行「平頂式設計」建議不採用。</p>	<p>七、感謝委員的意見，遵照辦理。</p>
<p>八、P91 倒數第 8 行「進口端遭受…沖刷」，似乎係進口端被堵塞或掩埋。</p>	<p>八、感謝委員的意見，P91 倒數第 8 行，已進行修正。</p>
<p>九、P138 圖 5.4-21，P139 圖 5.4.23 係便橋，與 P157 表 5.6.1-1 相關資料之橋型不符，請核對。</p>	<p>九、感謝委員的意見，已修正相關圖表資料。</p>
<p>十、P173「服務等級」是否應為「公路等級」請核對。</p>	<p>十、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行全面修正。</p>
<p>十一、P267 小結之「台 27 線新發大橋 3k+480 至台 20 線復興村全長 33.4 公里」其探討範圍可能於頂新發一荖濃、荖濃一寶來，寶來一桃源（鄉公所所在地），桃源至復興四路段分別之差異甚大，且需求性亦不同，建議先瞭解地區情況妥為區分路段評分。</p>	<p>十一、感謝委員的意見，本計畫期末工項之「全台公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式」中，已針對各養護單位工務段之執掌範圍以及縣市邊界進行評估路段之劃分。</p>
<p>十二、P300 臨時便道使用之先進工法似與實際差距過大，請檢討。</p>	<p>十二、感謝委員的意見，已修正相關內容。</p>
<p>十三、P302「漫地流造成路基流失」最大災害成因，係路線縱橫向排水措施之問題，而非紐澤西護欄之問題，建議將災害原因妥為研析。</p>	<p>十三、感謝委員的意見，已修正相關內容。</p>
<p>十四、P304 第 1 行「採用加勁擋土牆或石籠」有指定工法之不妥，建議由設計者負責因地制宜之工法設計，準則則採概括性之敘述，其他頁次有類似情形者，建議核對處理（含第十五、十六頁意見）。</p>	<p>十四、感謝委員的建議，已將相關說明修正為「復建工程路基宜採用柔性擋土牆」。</p>

十五、P317 適用工法，建議只敘明護岸、丁壩，不必指定「石籠」護岸，「石籠」「護岸」丁壩。	十五、感謝委員的意見，遵照辦理。
十六、P332 第 2 行「坡面擋土微型樁」之「微型樁」刪除。	十六、感謝委員的意見，遵照辦理。
十七、P69 表 2.3-2 公路養護手冊交通部已另頒佈 101 年 2 月版本之「公路養護規範」及公路總局 101 年 3 月之「公路養護手冊」。	十七、感謝委員的意見，已修正相關內容。
十八、P9 六級路無省道則目前不符一～五級路之省道，建議檢討改善。	十八、感謝委員的建議，該規範僅提及適用範圍、一般分類分級原則與相關定義，其餘多為路線設計之參數標準與相關限制。針對氣候變遷，影響較深遠的乃是選線原則，惟此部分並不在本規範之範疇。設計參數微調恐難生立竿見影、正本清源之效。故本研究未針對該規範進行修正
十九、二工處委辦之中橫地貌變異分析工作期末報告中，關東大地震後區域崩坍地變遷，經歷過四個階段約 40 年才進入安定期，則本準則建議考慮各階段作為之適用準則。	十九、感謝委員的建議，本計畫之研究目的，期使用於災後之中、長期復建與開發之評估。後續，可待二工處委辦之中橫地貌變異分析工作結束，另起研究計畫，執行兩計畫準則之接軌研究與分析，相信有利於災後復建及開發之風險評估。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立台北科技大學資源工程研究所 王泰典 副教授	
一、第 5.3 節安全度評分表建置有關邊坡、隧道之評分表未註明引用出處，如係本計畫所提出，雖經台 20、台 27 線特定路線實例評分驗證其應用性，然於不同道路、不同路段的應用與結果比較，有待更多案例驗證與修正，建議說明其使用限制與驗證修正的必要性。	一、感謝委員的意見，本報告第 5.3 節所撰寫之邊坡與隧道安全度評分表，係由本研究團隊所建置。由於，本計畫期末階段因契約期程緊迫，故僅採用台 20 與台 27 線進行實例評分驗證。
二、第 5.5 節氣候變遷的六種可能情境對公路安全度的影響，建議補充說明六種情境對應的因子與量級。	二、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中補充說明。
三、交通需求之運輸現況考慮車輛型式及限重、環境衝擊的二氧化碳指標以通過林地路段長度比為評分依據，其考慮為何，建議說明。	三、感謝委員的意見，交通需求之運輸現況考慮車輛型式及限重，以及環境衝擊的二氧化碳指標以通過林地路段長度比為評分依據，係經由五場專家學者座談會之委員意之建議所擬定。
四、第七與十章公路開發需求性評分的环境衝擊之評估指標「是否容易通過環評」，建議考慮修改用詞與評分描述，避免開發計畫評估階段已評估，不會通過環評但仍提出計畫的誤解。	四、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中修正相關內容。
五、第十三章公路全面阻斷潛勢評估之「全面」，「阻斷」定義，建議加以說明。	五、感謝委員的意見，本研究參考經濟部中央地質調查所坡地災害潛勢結果，因目前東部成果未完成，故研究範圍「全面」定義係指西部八條主要山區道路，「阻斷」定義係指受各類地質災害可能造成道路破壞或無法通行之意義，本研究採用阻斷潛勢表示可能阻斷程度。
六、第十三章未全線評估之公路應加註評估里程。道路易致災排序似以路段為單位為宜。	六、感謝委員的意見，本研究參考經濟部中央地質調查所坡地災害潛勢結果，因目前東部成果未完成，故有路段無法全線評估，遵照委員意見以路段進行易致災排序，整個路段排序結果將予以刪除。

七、部份照片大小不一，圖表中文字亦有字體不一，不易閱讀，定稿版建議版面加以調整。	七、感謝委員的建議，遵照辦理。
八、部份評估指標存在時間變異，本計畫評估準則應用時機建議加註。	八、感謝委員的意見，本計畫評估準則應用時機，已於期末報告修訂本中說明。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立中央大學土木工程學系 王仲宇 教授	
一、本研究對於此一複雜之課題考慮用五個影響因子，經濟發展，交通需求、環境衝擊、社會公義及工程風險去建立整個復建，開發必要性之評估系統，並建立各項中之評估細項指標，堪稱周全，值得肯定。	一、感謝委員的肯定。
二、報告之內容豐富，但略顯雜亂，建議重新調整撰寫格式讓工程人員較易有條理的閱讀研習，並依循其進行評估之工作。	二、感謝委員的指導與指教，已於期末報告修訂本中重新調整。
三、評分系統中影響因子之權重由座談結果而定，是否會因受訪對象屬性影響結果？(例如工程風險因子和經濟發展權重之互易或等權重)	三、感謝委員的意見，本計畫所召開之五場區域座談會，其邀請之對象包含不同領域之專家學者。其權重最後係以專家、學者以及民眾之問卷方式決定。
四、是否可多作一些案例之演算以檢視評估系統之合理性。	四、感謝委員的建議，本計畫所選用之案例，皆於工作會議上獲得業主的同意，且本計畫目前於期末階段，因契約期程緊迫，故僅採用台20與台27線進行實例評分驗證。
五、目前之評估建設系統之工程風險評估部份對地區橋梁邊坡之沖刷、滑動、潛勢地震等級、腐蝕劣化環境等因素未作考量，似乎稍嫌簡略。宜有較深入而量化之核算方法，計算後再作一單項之評分。	五、感謝委員的建議，為統一評分標準(包括：工程風險、經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義等五大類)且為方便使用者，故對工程風險之量化亦採簡易方式評分。較深入之風險評估，包括橋梁、邊坡(含路基)、隧道三類公路結構物之安全度詳細評估，已列入期末報告修訂本第五章評估成果中，可依據第五章估評成果，綜合研判工程風險，列入復建需求性評分系統。
六、開發復建評估系統之施作區域範圍是否應有所界定。	六、感謝委員的意見，本計畫期末工項之「全台公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式」中，已針對系統之施作區域範圍進行討論，將由各養護單位工務段之執掌範圍以及縣市邊界進行評估路段之劃分。

七、本研究十分有開創性及實用價值，應結合局內其他相關之規劃管養資訊系統，持續此一計劃作長期之使用驗證及修正維護。

七、感謝委員的意見，本計畫已於「全台公路全面阻斷潛勢評估執行推動方式」工項中，研析出中高潛勢之路段，可供各養護工程處加強養護與維護之參考。另，建議公路總局後續可針對中高潛勢之路段進行本案之復建需求性評估。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國立台灣科技大學營建工程係 沈得縣 教授	
一、期末報告文獻蒐集詳實，內容豐富，值得肯定，但摘要與結論內容相似，欠具體明確且內容繁瑣。建議摘要應針對研究成果具體呈現且加以精簡。結論與建議應呼應研究目的及工作項目作修正或整理。	一、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修正。
二、本研究係針對國內公路系統進行「公路分等級開發之評估及建設準則探討」及「公路分等級復建之評估及建設準則探討」，但期末報告內容著眼於「公路復建開發需求性評分系統之建議」是否造成與研究目的不符，應作說明或作修正。	二、感謝委員的意見，因國內對災後復建並未有明確之復建準則，故本研究著重於「公路分等級復建之評估及建設準則探討」。公路開發之建設部分，則依據交通部頒布之「公路路線設計規範」為準。
三、本研究藉由經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義及工程風險等五個影響因子建立「公路復建需求性評分系統」及「公路開發需求性評分系統」，可供工程決策者依據，值得肯定，但建議分成二大部份，或分上下冊研擬，或另編數個附冊，以利推廣應用。	三、感謝委員的建議，本計畫於期末階段除產出「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」報告以外。將另產出「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」以及「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」。
四、建議將期末報告第六章與第九章合併，第七章與第十章合併，以使評分系統與評分系統範例一致。	四、感謝委員的建議，已於期末報告修訂本中進行修正。
五、期末報告針對評分系統之建立尚可，但針對建設準則之探討偏少，建議能在評分系統中加入評估準則、評估指標、評估方法及建設準則等說明。	五、感謝委員的建議，本計畫於期末階段除產出「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」報告以外。將另產出「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」以及「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」。
六、期末報告中有部分名詞不一致請修正，如 p158 邊坡(含路基)，而 p159(含路工)，p487 原住民，而 p488 為居民。	六、感謝委員的意見，p159(含路工)已修正為(含路基)。p487 住民特色是考量原住民比例，p488 是考量為居民期待度(安全回家的路)。

七、請說明本研究中「公路復建需求性評分系統」與「公路開發需求性之評分系統」之適用範圍。

七、感謝委員的意見，本研究所建置之「公路復建需求性評分系統」與「公路開發需求性之評分系統」，最終目標係以全國省道為主，現階段先做一先期研究，針對重點地區進行分析，再階段性推展至全國，非一次將全國公路在一年內評估完成。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>台灣電力公司營建處 李宗德 委員</b>	
一、(p.210~p.211) 表 8.6-1「公路復建必要性評分系統之暫擬權重」及表 8.6-2「公路開發必要性評分系統之暫擬權重」,其中『必要性』建議統一修正為『需求性』,期與文章內容前後能一致。(p.411) 第 1 行『必要性評分系統』亦建議修正為『需求性評分系統』。文章內容其他類似情形建議亦修正之。	一、感謝委員的意見,已於期末報告修訂本中進行修正。
二、(p.217) 表 6.6.1-1 編號似應改為表 8.6.6-1。該表「公路復建需求性評分系統之暫擬權重(第一場座談會後)」,其中權重總和 R 值達 105%,似有誤,表中『2.交通需求』權重值 25%似應為 20%。	二、感謝委員的意見,已於期末報告修訂本中進行修正。
三、(p.346) 倒數第 5 行『(五)連結結主梁工法…』請更正為『(五)連結主梁工法…』。	三、感謝委員的意見,已於期末報告修訂本中進行修正。
四、(p.356) 表 12.1-1「跨河建造物設置審核要點修訂建議 1」之『建議修訂方向』內容之修訂建議似不甚明確?若實際狀況必須設置於河川突縮處、河川河流點、河道彎曲處時,原要點該條款已要求申設單位檢討詳細水理分析並擬具保護跨河建造物及河防設施之適當措施;若是建造物因毀壞需改建,似亦應依循此要點之該條款規定。此與本報告建議『宜立即進行現況安全評估以衡量是否有改建之必要性』的作法類似,請問是否建議前述條文修訂得更具體點?若仍必須改建時應如何規範?	四、感謝委員意見,誠如委員所述,若屬需改建之建造物,仍應遵循該條款之規定。本報告所述建議修訂方向,係建議增加考量當地歷年來之河道變遷、土石流災害潛勢及近年來氣候變遷之影響;至於針對既有結構物,則建議進行現況評估,此乃提供主管機關後續執行之建議,並不宜放入設計原則性質之本要點中,為免造成混淆,已調整本報告之建議修訂方向內容。
五、(p.357) 表 12.1-2「跨河建造物設置審核要點修訂建議 2」有關施設橋臺的規定,本報告建議修訂方向為『…若既有橋臺位於水道治理計畫線內,宜評估改建或補強之必要性。』是否建議加入此補強條款?若仍需改建,應如何規範補強措施於本條款?	五、感謝委員意見,該要點已明訂不得設置於水道治理計畫線內。因此本報告係針對現況提供機關後續執行建議,未來橋臺不論改建或新設仍不應設置在治理計畫線內,故無加入補強條款之必要性,請諒察!



<p>六、(p.359)表 12.2-1「公路排水設計規範修訂建議 1」為基本資料蒐集及調查相關條款，惟『建議修訂方向』內容似為分析設計之建議，似應於該規範後面關於分析及設計之相關章節中建議較妥適。</p>	<p>六、感謝委員意見，已於期末報告修訂本中進行調整與修訂，併入相關章節。</p>
<p>七、(p.368)表 12.3-3「公路橋梁設計規範修訂建議 3」之『建議修訂方向』內容建議『若於設計階段因故確實有困難無法採取樣本進行試驗時，亦應於完工前補充缺漏之地質探勘與試驗報告，以證實當時設計參數，足以滿足所需之承載力及安全性。』此建議似僅建議一半，若完工前證實設計參數所計算之承載力、抗壓抗剪力等確有不足時，似應進一步規範該情況如何補救及後續處理才是重要。</p>	<p>七、感謝委員意見，已補充加註相關建議於期末報告修訂本中。</p>
<p>八、有關第十三章第 13.1 節「道路阻斷潛勢分析」，在 p.376 中 13.1-1 式中 1 公里路段道路阻斷潛勢值（加權後之潛勢）（RCS）1km 係以高潛勢（HCS）、中潛勢（MCS）及低潛勢（LCS）各自權重綜合評估結果，但在 p.384 中表 13.1-2 僅以高潛勢（即權重佔 100%）分析道路阻斷潛勢排序，而 p.389~p.395 之表 13.2-1「各路段阻斷潛勢評估結果彙整表」中，卻又以中高潛勢（各自權重似未說日）路段分析。上述結果顯示前後的阻斷潛勢分析方式不盡相同，是否有何考量？建議是否前後採一致性的方式分析較妥適？</p>	<p>八、感謝委員意見，遵照辦理。將以路段排序為主，統一採中高潛勢以上進行易致災排序與評估，整個路段排序結果將予以刪除，以免因東路災害潛勢圖未完成無法全線評估而造成排序結果誤解之疑慮。</p>
<p>九、(p.385~389)第 13.2 節「公路全面評估執行推動說明」中第二項「執行規劃」，分第一年為北部及東部重大公路、第二年為中部重大公路，第三年為南部重大公路，評估工作有 14 項，但各年度的 14 項工作為何不盡相同？是否有何考量？是否可採相同的 14 項工作為何不盡相同？是否有何考量？是否可採相同的 14 個工作項目？如此三個年度規劃的各自工作項目就不需分別列項。</p>	<p>九、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修正。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>公路總局養路組</b>	
一、4.1.4 複合型災害中引用浙江省公路管理局 2010 年道路水毀災害統計資料是否合適，建議以本土化災害事件統計資料分析，說明影響關聯性。	一、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修正。
二、4.2 公路設施脆弱度評估、4.3 公路設施衝擊度評估及第五章公路安全度評估機制中所採用評估用詞及內容敘述不一致。	二、感謝委員的意見，4.2 節係針對公路設施脆弱面進行評估；4.3 節則是針對公路衝擊面進行評估；第十一章公路安全度則是本計畫建置之公路風險之評估。各章節內容描述之目的不同，故敘述不同。
三、第五章公路安全度評估機制 p104 圖 5-1 執行流程圖不易理解，請依該章節內容整合出完整公路系統評估之執程序說明。	三、感謝委員的意見，圖 5-1 係指公路系統破壞模式與影響分析法之概念說明。其執行流程已於期末報告中詳細說明。
四、安全度計算所列各項子系統評分表內考量項目相當多，實務上如何運用，請考量。	四、感謝委員的建議，本研究所設計之邊坡(含路基)及隧道評分表中，已將各影響因子進行簡化，在實務執行上應無問題。橋梁評分表則參考自公路總局之「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究」計畫，其研究成果已運用於多座橋梁之整建工作，應無實務運用之問題。
五、安全度評分表建置對於橋梁子系統評分項目，計有表 5.3 至 5.9 等 7 張表格，項目過多，請考量與本局已委託辦理完成之省道橋梁內耐震補強工程以及使用中的橋梁管理資訊系統資料內容，予以整合簡化。	五、感謝委員的意見，橋梁評分表係參考公路總局之「省道老舊橋梁整建計畫可行性研究」計畫。其研究成果已運用於多座橋梁之整建工作，應無實務運用之問題。若過度簡化恐無法反應實際情況，得到合理之評估結果。
六、5.6.2 台 20 線公路安全度成果說明內容不易理解，且評分表錯置台 27 線評估資料，請加強內容說明及補充各子評分表評估資料。	六、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中修正相關圖表。

七、第六章公路復建需求性評分系統及第七章公路開發需求性評分系統章節，請補充詳細流程圖及步驟說明，並建議與案例說明整合。	七、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修正。
八、為考量未來實際作業上容易操作運用，建議擬訂標準作業程序。	八、感謝委員的意見，本計畫於期末階段除產出「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」報告以外。將另產出「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」以及「因應氣候變遷之公路設施整建策略報告書」。
九、第十一章公路設施整建策略，較著重於工法之說明，與本計畫第三階段所要求「依環境氣候變化、設施老化脆弱程度、公路使用需求、地方產業發展等，分析評估公路設施整建成本、經濟效益、設施損害風險損失（社會成本）與社會公義層面等需要性」之工作項目，缺乏整體性考量，建議依圖 6-2 公路分等級復建需求性評分系統架構，進一步論述在不同層面需要下之整建策略，以符合計畫要求。	九、感謝委員的意見，本計畫於建置公路需求性評分系統即考量各項影響因子，故公路設施整建策略則著重於工法之說明。
十、第十二章因應氣候變遷建之現有公路規範修訂建議，其中非屬公路規範類別建議刪除，如第 1 項「跨河建造物設置審核要點」（查經濟部已於 101 年修正為「申請施設跨河建造物審核要點」）及第 4 項水土保持技術規範。	十、感謝委員的意見，本計畫現納入檢討之規範種類，業已經工作會議確認在案，但仍將依照期末審查會議結論，配合刪除非交通部公佈之規範。
十一、對於現有公路規範修訂，請依所建議修訂條文，整理為修訂內容理由說明及具體建議事項。	十一、感謝委員的意見，本計畫旨在提供現行公路規範之相關修訂建議，修訂理由說明均已納入報告中；至於具體修正條文，由於牽涉層面甚廣，一般類似規範之修正工作均另案由專家學者另行研討後據以修正。
十二、公路全面評估執行推動構想，建議參照道路易致災排序為南(東)、中、北區。	十二、感謝委員的意見，遵照辦理。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>公路總局規劃組</b>	
<p>一、期末工作包含實際案例分析，惟顧問公司考量呈現方式，將其於期中報告內提出，而本案於契約內容說明期末報告應包含提出具體公路設施整建策略及相關配套措施研擬、進行準則案例實際探討(含補強評估)，其中即表明案例分析含補強評估，因此目前顧問公司僅針對復建與開發準則探討最後結果，為使後續整建策略研擬能適用本局各項公路整建，應將所選案例(台 20 及台 27)評估之復建結果再依整建策略所研擬如何復建、採用之工法等進行實際案例分析，使本工作項目能連貫。</p>	<p>一、感謝委員的意見，經本復建評分系統試評台 20 及台 27 線，可獲知其屬低需求與中需求性復建準則，再藉由已細評之台 20 及台 27 線公路安全度得知，安全度小於 9 之路段屬於何種災害誘因，再藉由本計畫之整建策略即可提供適宜之補強工法。然實際之選擇工法，仍需由專業技師進行可行性評估。</p>
<p>二、期末報告內所附期中審查意見回覆表，為利閱讀者能檢視修正結果，請顧問公司再加註修正處之頁碼，而非僅寫明「感謝委員意見，已於期末報告中修正」。另請顧問公司再逐一檢視各委員及與會單位所提意見及回覆辦理情形是否如回覆結果辦理，部份回覆內容敘明「遵照辦理」，於報告中卻無修正。</p>	<p>二、感謝委員的意見，然期中報告與期末報告修訂本之內容有明顯不同，故無法於期末報告修訂本中加註期中審查意見回覆之修正處頁碼。但將針對期末審查意見回覆時，詳加說明修正處。</p>
<p>三、目前交通部運研所委託貴公司辦理「重大鐵公路建設氣候變遷調適策略與脆弱度評估指標之研究」，因氣候變遷調適策略項下之各行動計畫均採滾動式檢討修正，其中有關脆弱度評估指標內容建議未來該研究報告所評估之結果應納入本研究案中考量並適時修正，使公路脆弱度評估方面有一致性。</p>	<p>三、感謝委員的意見，目前「重大鐵公路建設氣候變遷調適策略與脆弱度評估指標之研究」計畫仍為期初階段，故暫時無法將其成果納入本研究案中。且本案與該案之脆弱度評估皆是依據 IPCC(AR4)，可知差異性不大。</p>



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
<b>交通部運輸研究所</b>	
一、本研究已針對公路開發及復建進行詳實之研究，評定標準已有完整之架構與方法，建議後續報告完成後可具體執行於各項工程規劃上。	一、感謝委員的肯定，期後續公路總局可研提新計畫案，以進行全台公路安全之評估。
二、有關公路復建評估指標中「未來氣候變遷造成的風險」，案例分析係採用經濟部水利署(2011)「氣候變遷下台灣南部河川流域土沙對策研究-以高屏溪為例」之南部高屏流域風險圖，並重新繪製 A1B 情境與極端降雨情境之崩塌；未來其他區域分析時，相關資料將如何取得，建議詳細說明。	二、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本第六章中詳細說明。
三、有關公路復建評估指標中「復建工程施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」建議有量化計算方式，否則似乎以人為經驗判斷為主，則缺乏主觀之判定。	三、感謝委員的意見，復建成本及長期維護成本兩項已考量平均成本之係數予以量化。惟施工難易度甚難量化，故借根據評估者之專業判斷為評分標準。為避免個人主觀判斷，建議評估方式，以評估團隊(至少三人)之平均評分為判定標準。
四、有關公路開發評估指標中「未來氣候變遷造成的風險」之相關資料取得及判定，建議再詳述說明；另「施工難易度」、「復建成本」、「長期維護成本」建議有量化計算方式，否則缺乏主觀判定。	四、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本第六章中，新增說明「未來氣候變遷造成的風險」之相關資料取得及判定。復建成本及長期維護成本兩項已考量平均成本之係數予以量化。惟施工難易度甚難量化，故借根據評估者之專業判斷為評分標準。為避免個人主觀判斷，建議評估方式，以評估團隊(至少三人)之平均評分為判定標準。
五、有關公路設施整建策略中有關短期整建策略-緊急搶修，似乎只針對路工及邊坡部分說明，橋梁及隧道在短期整建策略方面請再補述。	五、感謝委員的建議，此章節內容主要闡述在氣候變遷下各公路設施之緊急搶修策略。在各公路設施中，僅邊坡(含路基)及橋梁受氣候變遷之影響較巨，隧道則無緊急搶修之需求。因此本研究僅摘錄整理邊坡(含路基)及臨時橋梁之搶修策略。



六、本研究已完成公路復建與開發需求性評分架構，建議後續可利用此架構建立決策支援系統，以利工程人員快速使用本準則並判定結果。

六、感謝委員的建議，建議後續可由公路總局另行新提計畫，建立決策支援系統。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
國家災害防救科技中心 林聖琪 助理研究員	
一、文中有許多的名詞使用，包括了引用不同文獻的圖表，例如風險安全度、環境敏感度、脆弱度、衝擊度…等，建議應於報告前，先將所指相同意思之名詞予一列表說明。	一、感謝委員的建議，本計畫已於期末報告修訂本中重新編排。
二、上位計劃包含山區與平原，但內容以山區道路評估為主或著墨較多，因此，對於易淹水區域地層下陷區之公路評分表是否也符合。	二、感謝委員的意見，本系統適用於山區與平原之公路，只因選擇之案例屬於山區道路。
三、報告中常有公路設施「老化」脆弱度的文字，「老化」文字與使用年限或耗損（折損）有關，但評估內容未包含，文字使用上前後建議統一。	三、感謝委員的意見，本報告於公路安全度(風險)部分，已有針對公路設施「老化」脆弱度進行安全度之評估。
四、報告中建議引用大陸文獻的名詞使用與台灣不同，尤其非文獻論述，例如 P87 引用浙江省公路管理局，2010 說明水毀災害，但對台灣的災害特性應自行討論說明，而非直接引用，大陸用語也儘量避免。	四、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
五、p92 土石流潛勢溪流數量 485 已為 1664 條，建議修正。	五、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
六、p93 地震水毀，引用汶川地震案例，建議以 921 地震為例較為適當。	六、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
七、p143 使用極端事件是以累積雨量 800mm 作為風險影響，p149 時雨量致災關係並未納入，如何界定此量值，建議應將公路引致災害雨量關係考量後，配合各流域特性後才定出此值。	七、感謝委員的意見，極端事件以累積雨量 800mm 作為風險影響，是依據水利署「氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例」計畫。
八、p151 脆弱度以平均面積多少人口、戶數或機關數量，但已有明確的坡單元與數化建物，為何忽略原本的精度。平均面積不易看出聚落集中現象，使其脆弱度降底。	八、感謝委員的意見，該處內容是本案參考水利署「氣候變遷下台灣南部河川流域土砂處理對策研究-以高屏溪為例」計畫之內容。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
經濟部中央地質調查所 陳勉銘 科長	
一、結論與建議 (p406) 「復建準則」分為五級，但內容少了「管制等級」。	一、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
二、p391 表 13.2-1 部分欄位資料錯置。	二、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
三、有關道路阻斷潛勢分析 (P377) 將「土石流潛勢圖」及「土石流潛勢溪流」皆納入分析，建請檢視是否有重複計分。	三、感謝委員意見，若地調所土石流潛勢圖與農委會土石流潛勢溪流重複溪流並未重複計算，已補充說明內容。
四、部分圖例宜視原圖面呈現之點線面形態，給予合適對應之圖例及顏色。如圖 10.5-1(p283)圖例顏色與環境風險等級不對應且分級有誤；圖 13.1-3~13.1-11 圖例宜採線段，而非色框或色塊。	四、感謝委員意見，已於期末報告修訂本中進行修正。
五、有關公路設施整建策略中提及河床變異大，重要橋梁整建應考慮其影響。本所「易淹水地區上游集水地質調查及資料庫建置」總計畫項下，自 96 年至今針對曾有致災的流域進行中、長期中上流河道斷面測量及土砂生產、運移、堆積之調查評估，並有主、次、子集水區尺度的評估成果可供本案或實際設施整建之應用參考。	五、感謝委員的意見，本案主要以建置公路需求性評分系統為主，後續建議公路總局可另行增案，以進行「易淹水地區上游集水地質調查及資料庫建置」案與實際設施整建之應用參考。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第一區養護工程處	王韻瑾 副處長
一、本案將來是否適用道路各等級皆可採用評估？或僅是參考之用？另如改線措施應不只是適用高需求性，應適用於低需求性？且不易執行上手使用？尤其監造單位。	一、感謝委員的寶貴意見，已進行修正。改線將屬採取之手段，可同時適用於高、中、低需求性。另，本案於期末階段將產出「公路復建與開發需求性評分系統操作手冊(含準則說明)」，有利於使用人員操作。
二、相關參考手冊與實務有出入，應請釐清並改正。	二、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
三、台 20、台 27 經評估為低需求性開發，是否為合理？另是否適用於本局其它公路？執行結果成效又為何？	三、感謝委員的意見，依據本案公路需求性評分系統之操作得知，台 20 為低需求性復建；台 27 為中需求性復建。由案例分析亦可得知，本評估系統適用於省道等級以上之公路評估。
四、各等級道路將來藉由本準則評估後與實際不一致時，是否仍須依此準則執行？抑或仍照實際執行？因涉及基層監造單位執行，應有必要釐清？	四、感謝委員的意見，本案建立之公路復建及開發需求性評分系統，係輔助策者決策時使用，以獲得最初復建及開發之需求程度與準則。且因國家財務有限，故可藉需求程度排列復建或開發之順序，供公路災後復建或開發使用。
五、建議定稿本中相關照片（圖片）仍以彩色列印；以利辨視，另部分圖示之圖例，如 p123 頁，5.4-4 之地質災害潛勢圖例模糊不清，字體過小，難以辨視。	五、感謝委員的意見，遵照辦理。
六、本案是否預計如 p451 頁，辦理教育訓練？可實際進行本系統於 1-5 區工程處轄內之道路系統作試評估之教育訓練？	六、感謝委員的意見，因在研究計畫須於合約規定日期結案(原合約中並未列入教育訓練項目)，目前因時間有限，且使用手冊獨立成冊，操作簡易，故目前未安排進行各區處之教育訓練。
七、p300：提及臨時便道使用「支撐先進」，與實務不相一致？	七、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中修正相關內容。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第二區養護工程處	李西瑩 正工程司
一、報告內談到台 8 線經公路復建需求評分系統評分為 2 分，低於復建門檻，建議不復建，該評分報告內並無詳細評分表，建議補充。	一、感謝委員的意見，期末報告修訂本已刪除低於復建門檻之台八線。
二、公路復建需求性評分系統不僅複雜且涉及專業評估（如定性等級的勾選、逆路配件拆解），將來基層是否有能力使用不無虞慮，故教育訓練不可少！在期中報告回覆委員意見中亦提及辦理分區教育訓，並在各區擇一路段進行試評。報告內未說明，不知是否已辦理，或將來擇期辦理系統說明。	二、感謝委員的意見，因在研究計畫須於合約規定日期結案(原合約中並未列入教育訓練項目)，目前因時間有限，故邀請相關單位舉辦一場教育訓練。
三、報告第 110 頁評分流程 step3 綜合公路各元件之評分結果，將元件安全度小於 9 之長度累加以計算其佔公路總長之比例判定安全度評級、安全度 9 之界定從何而來？報告內未說明，建議補充。	三、感謝委員的意見，元件安全度為路段安全性乘上影響交通程度之結果。安全度 9 代表路段安全性及影響交通程度中間值之乘積。因此安全度小於 9 代表該路段安全性及影響交通程度均低於持平、可接受之條件，故將安全度小於 9 判定為路道危險之依據。相關說明已補充於報告。
四、本研究前言針對省道進行探討研究，但公路開發需求性評分選取國道 6 號高速公路延伸線為案例，放在本局之研究報告內，且評估結果是低分數的，低需求性開發，這結果是正式或試評，是否洽當？宜考量。	四、感謝委員的意見，本評估系統係輔助策者決策時使用，以獲得最初復建及開發之需求程度與準則。



## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第三區養護工程處	陳素玉 幫工程司
<p>一、公路開發需進行可行性評估後辦理環評作業環評作業是否通過將影響開發計畫推動，建議將本處辦理台 20 線勤和至復興段進行新線開發評估（地質水文調查→可行性評估→環評作業→新建計畫）納入報告書說明。</p>	<p>一、感謝委員的意見，本案目前開發之案例係於工作會議中與業主達成之共識，其選擇國道六號東延為案例，且目前已逾期末階段，故暫無辦理台 20 線勤和至復興段之考量。</p>

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第四區養護工程處	顏錫堅 幫工程司
一、期末報告 p19 頁表 2.1.2-2 橋梁破壞模式統計，建議以數值表示之。	一、感謝委員的意見，表 2.1.2-2 屬「八八水災災害調查與復建工程建議」參考文獻之成果，僅以星號呈現橋梁破壞模式的程度。
二、p114 頁隧道一般結構安全性評分表，是否有考量，常見隧道火災所造成隧道結構損壞。建議納入相關監測、灑水設施。	二、感謝委員的意見，表 5.3-4 隧道一般結構安全性子評分表中可包含火災所造成之結構損壞評估。
三、公路復建開發評分系統，1-5 分，評分依據以（良、輕微、優劣）質化說明，建議可以量化表示，可較為精確。另日後該系統由何單位辦理填列。	三、感謝委員的建議，公路復建與開發需求性評分系統已經是量化之方式呈現。
四、p131 基礎裸露程度，橋梁基礎有直接基礎、沉箱、基樁等，權重計算是否相同。	四、感謝委員的意見，在基礎裸露程度之計算中，沒有區分直接基礎沉箱，基樁等，權重計算相同。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第五區養護工程處 沈瑞欽 委員	
一、p486 環境承載量指標難以填寫判別，相關名詞應定義清楚，如什麼是環境承載量？嚴重超過負荷與超過負荷的分別？為什麼新開發道路未來還有承載超過負荷的選項？	一、感謝委員的意見，該指標屬定性之描述，故係以敘述之方式加以說明。
二、p356「跨河建造物設置審核要點」為河川局收受跨河申請時審核依據，故建議修訂方向對於既有結構物已位於上述場址，宜立即進行現況安全評估等，應非屬該審核要點的權責，p357之建議亦同。	二、感謝委員意見，此與本計畫看法一致，惟當初在報告表達上稍有疏漏，已配合修正。
三、p489 工程風險評分項目應儘量量化。	三、感謝委員的意見，為統一評分標準(包括：工程風險、經濟發展、交通需求、環境衝擊、社會公義等五大類)且為方便使用者，故對工程風險之量化亦採簡易方式評分。較深入之風險評估，包括橋梁、邊坡(含路基)、隧道三類公路結構物之安全度詳細評估，已列入期末報告修訂本之評估成果中。可依據第五章估評成果，綜合研判工程風險，列入復建需求性評分系統。
四、p487 環境衝擊中「是否容易通過環評」其判斷因項應就是環境衝擊之綜合評估，故列入此項目可能有指標重覆考量之疑慮。	四、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行調整。

## 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫 畫期末會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局新工組 黃啟瑞 工務員	
一、p130(一)震區係數部分，請研究單位蒐集地調所最新資料，及公路橋梁耐震設計規範最新版據以修正，p127(八)場址地震加速度部份亦修正。	一、感謝委員的意見，本計畫採用交通部 98 年公路橋梁耐震設計規範為目前最新之版本。
二、參考文獻部份：應詳細逐筆確認，其中有多次規範已具新版，如水源技術規範，公路橋梁設計規範，施工說明書。	二、感謝委員的意見，已於期末報告修訂本中進行修改。
三、有關本報告公路「開發」案例成果，目前選取國 6 延伸案為例，建議研究單位可選取本局目前刻正規劃中之公路作一案例分析，如台 86 線向東延伸，台 82 線向東延伸，台 61 線西濱快曾文溪段。	三、感謝委員的意見，本案目前開發之案例係於工作會議中與業主達成之共識，其選擇國道六號東延為案例，且目前已逾期末階段，故暫無辦理台 86 線向東延伸、台 82 線向東延伸、快台 61 曾文溪段之考量。

# 附錄 E 公路復建需求性評分系統指標評估工具

## 1. 經濟發展

### (1) 地區-平均服務人口 (人口數/公里) (X)

= 評估路段人口數 / 評估路段長度

= \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

= \_\_\_\_\_

- 1             $X < 100$
- 2             $100 \leq X < 400$
- 3             $400 \leq X < 700$
- 4             $700 \leq X < 1,000$
- 5             $1,000 \leq X$

### (2) 產業種類及工作機會

- 1 評估路段範圍內涵蓋的產業屬於同一種產業分類，且無法提供居民工作機會。
- 2 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，僅能提供少數居民工作機會，大部分居民需至外地尋求工作機會。
- 3 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，可提供大部分居民工作機會，僅少數居民需至外地尋求工作機會。
- 4 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，提供大部分居民工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。
- 5 評估路段範圍內涵蓋的產業種類多樣化，至少涵蓋三種以上的產業分類，提供所有居民工作機會，居民不需至外地尋求工作



機會，且生產的產品或提供的服務為所在的縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。

### (3) 經濟活動對評估路段運輸的依賴性

- 1 所有產業活動(含維生基礎系統)皆不需要倚賴評估路段運輸。
- 2 僅少部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，大部分產業活動不需倚賴評估路段運輸。
- 3 部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，但主要產業活動需要倚賴評估路段運輸。
- 4 大部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，僅少部分產業活動不需要倚賴評估路段運輸。
- 5 所有產業活動(含維生基礎系統)皆需要倚賴評估路段運輸。

## 2. 交通需求

### (1) 道路公路等級

- 1 評估路段公路等級為六級道路、產業道路或便道
- 2 評估路段公路等級為五級道路
- 3 評估路段公路等級為四級道路
- 4 評估路段公路等級為三級道路
- 5 評估路段公路等級為一級或二級道路

### (2) 評估路段尖峰小時交通量(PCU / 小時) (X)

評估路段(既有道路)現行的尖峰小時交通量= \_\_\_\_\_

或評估路段(新設道路)周邊道路現行的尖峰小時交通量= \_\_\_\_\_

- 1  $X < 200$
- 2  $200 \leq X < 500$
- 3  $500 \leq X < 1,000$
- 4  $1,000 \leq X < 2,000$
- 5  $2,000 \leq X$

### (3) 車輛型式及限重

- 1 總重量十五公噸以下(前後均為單軸車輛)
- 2 總重量為十五公噸至二十一公噸(前單軸後雙軸車輛)
- 3 總聯結重量為二十一公噸至三十五公噸(半聯結車)
- 4 總聯結重量為三十五公噸至四十二公噸(全聯結車)
- 5 總重量四十二公噸以上之車輛

### (4) 終點站(中途站)特性

- 1 評估路段之終點站(中途站)不為觀光遊憩景點。
- 2 評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，但平日與假日遊客人次相差不大。
- 3 評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多一些，偶有塞車，但平均行車速度與原道路行車速限相差不大。
- 4 評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多，易塞車，道路負載容量不足。
- 5 評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多很多嚴重塞車，道路負載容量嚴重不足。

### (5) 可使用的替代道路

- 1 評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含二條以上替代公路。
- 2 評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含一條以上替代公路。
- 3 評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且道路服務水準低於評估路段。
- 4 評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且僅屬於臨時施工便道之服務水準。
- 5 評估路段經過區域未有可使用的替代道路，如道路封閉或中斷，將形成孤島。

**(6) 旅行時間**

$$\begin{aligned} &= (\text{替代道路所需總旅行時間} / \text{評估路段所需總旅行時間}) \\ &= ( \quad / \quad ) \\ &= \quad (X) \end{aligned}$$

- 1  $X < 1.2$   
2  $1.2 \leq X < 1.5$   
3  $1.5 \leq X < 2.0$   
4  $2.0 \leq X < 3.0$   
5  $3.0 \leq X$

**3. 環境衝擊****(1) 台灣自然保護區指標**

1. 穿越保護區中間或偏中間位置  
2. 側面穿越保護區  
3. 緊鄰保護區( $X \leq 1\text{km}$ )  
4. 鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )  
5. 非位於保護區範圍及其附近區域( $X > 5\text{km}$ )

**(2) 水環境指標**

1. 公路兩側分別為山及河，且距離山及河 20m 內  
2. 公路距離山及河 20-50m 內  
3. 公路距離山及河 50-100m 內  
4. 公路距離山及河 100-500m 內  
5. 公路距離山及河大於 500m

### (3) 土體破壞指標

- 1. 施工過程將有大規模邊坡開挖，挖方量 $\geq 100,000$ 方
- 2. 施工過程有中等規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於10,000~100,000方
- 3. 施工過程將有小規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1,000~10,000方
- 4. 施工過程邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1~1,000方之間
- 5. 施工過程不須開挖與破壞土體

### (4) 二氧化碳指標

以公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y)作為評估。

- 1.  $Y/X > 50\%$
- 2.  $30\% < Y/X \leq 50\%$
- 3.  $20\% < Y/X \leq 30\%$
- 4.  $10\% < Y/X \leq 20\%$
- 5.  $Y/X \leq 10\%$

## 4. 社會公義

### (1) 住民特色

原住民比例= 原住民人口數或戶數=\_\_\_\_\_(X)/總人口數或戶數=\_\_\_\_\_(Y)

- 1 原住民居住在評估路段範圍內之比例小於10%
- 2 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於10~20%
- 3 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於20~30%
- 4 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於30~50%
- 5 原住民居住在評估路段範圍內之比例大於50%

**(2) 居民期待度(安全回家的路)**

- 1 期待度非常低
- 2 期待度低
- 3 期待度中
- 4 期待度高
- 5 期待度非常高

**(3) 孤島效應**

- 1 非常輕
- 2 輕
- 3 中
- 4 嚴重
- 5 非常嚴重

**(4) 在地居民意見表達—公開參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)、意見回饋(包含當地居民、地區意見領袖、學校等。)**

- 1 沒有公開的參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，且在地居民(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)也沒有給予意見回饋
- 2 有公開的參與流程，但在地居民沒有出席，且沒有給予意見回饋
- 3 有公開的參與流程，僅少數在地居民出席，且沒有給予意見回饋
- 4 有公開的參與流程，大部分在地居民都有出席，且有給予意見回饋
- 5 有公開的參與流程，所有在地居民都有出席，並積極參與，且過程中給予許多意見回饋



## 5. 工程風險

### (1) 重覆致災的頻率

- 1 評估路段經常發生災害(例如：過去五年曾發生平均每公里 20 處以上之災點)
- 2 評估路段少數段路經常發生災害(例如：過去五年曾發生平均每公里 1-2 處之災點，或少數路段曾發生平均每公里 2 處以上災點)
- 3 評估路段不甚穩定，豪雨時可能發生災害(例如：過去五年曾發生 5-10 處之災點)
- 4 評估路段甚少發生災害(例如：過去五年曾發生 1-5 處之災點)
- 5 無發生重覆致災點紀錄

### (2) 未來氣候變遷造成的風險

- 1 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 30% 以上
- 2 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 20-30%
- 3 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 10-20%
- 4 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 1-10%
- 5 無受氣候變遷高風險以上之影響路段

### (3) 復建工程施工難易度

- 1 復建工程屬極難施工
- 2 復建工程屬難施工
- 3 復建工程屬普通施工
- 4 復建工程屬易施工
- 5 復建工程屬極易施工

### (4) 復建成本

- 1 復建成本極高(例如：成本高於每公里平均復建成本之 5 倍以上)
- 2 復建成本高(例如：成本介於每公里平均復建成本 1.5~5 倍之間)
- 3 復建成本普通(例如：成本介於每公里平均復建成本 0.75~1.5 倍之間)
- 4 復建成本低(例如：成本介於每公里平均復建成本 0.5~0.75 倍之間)
- 5 復建成本極低(例如：成本低於每公里平均復建成本 0.5 倍以下)

**(5) 長期維護成本**

- 1 長期維護成本極高(例：每年維護成本高於平均值 5 倍)
- 2 長期維護成本高(例：每年維護成本介於平均值 1.5~5 倍)
- 3 長期維護成本普通(例：每年維護成本介於平均值 0.75~1.5 倍)
- 4 長期維護成本低(例：每年維護成本介於平均值 0.5~0.75 倍)
- 5 長期維護成本極低(例：每年維護成本低於平均值 0.5 倍)

## 附錄 F 第一場區域座談會會議紀錄及意見答覆 (含簽到單)

1. 時間：民國 101 年 6 月 25 日(星期一)上午 9 時 30 分
2. 地點：交通部公路總局第一區養護工程處景美工務段一樓會議室
3. 主席：交通部公路總局第一區養護工程處李副處長順成
4. 出席及與會人員：如表 F.1~表 F.3
5. 主席致詞：(略)
6. 廠商簡報：(略)
7. 專家學者意見：

專家學者意見	廠商答覆意見
<b>國立台灣大學土木系 洪名譽教授如江</b>	
一、考量已有山區公路歷年維修復建費用。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。
二、考量已有山區公路，自從有路以來，交通中斷時間/完全通車時間。	二、感謝委員的建議，本計畫僅探討歷史災害位置，並未針對交通中斷時間與完全通車時間進行討論。
三、公路開發系統須考慮公路安全度。	三、感謝委員的建議，遵照辦理。
<b>中華大學土木系 吳教授淵洵</b>	
一、座談會專家學者宜邀請非工程專長者參加，以強化「非工程項目」指標之合理性。	一、感謝委員的意見，本研究已有邀請不同領域之專家學者一同與會。
二、評估系統是否包含電腦程式設計？否則僅憑勾選可能無法快速達到答案。若電腦程式未包括於合約中，建議公路總局列入後續計畫，使本系統更臻完善。	二、感謝委員的意見，本研究團隊已於期末階段完成建置公路復建與開發之需求行評分系統及軟體。

三、問卷對像之專長、年資、經驗等，是否有一定之比例要求？	三、感謝委員的意見，問卷對像並無特定之專長、年資、經驗限制或比例。
四、邊坡(含路基)之評分表項目，建議加入「現地排水系統」或「現地水保系統」之優劣評估，以及「坍塌歷史」頻率。	四、感謝委員的建議，本研究於公路安全度部分已探討排水系統。
五、原有功能恢復不等於原地、原狀、原物重建。	五、感謝委員的建議。
<b>國家災害防救中心</b>	
一、建置的評估系統相當完整，但所評估系統中並無明確的風險定義，建議是否將風險兩字移除，直接採用「公路復建必要性評分系統」與「公路開發必要性評分系統」。	一、感謝委員的建議，本系統過程中有考量機率現象，固然有風險存在。
二、水資源指標似乎不能合理反應水資源供需的影響，只能反應水環境的問題，故建議修改該指標名稱。	二、感謝委員的建議，本研究團隊已將水資源指標修正為水環境指標。
三、目前必要性評分系統，尚未包含風險完整概念，故簡報中有關公路復建”風險”評分系統有修正空間。	三、感謝委員的建議，本系統過程中有考量機率現象，固然有風險存在。
四、期初報告中曾有風險分析方法介紹，目前在公路安全度中採用 FMEA 方法，不知是否已經定案此方法。	四、感謝委員的意見，目前公路安全度中確實已採用 FMEA 方法。
五、未來建議納入公路生命週期概念，建置完整之分析系統。	五、感謝委員的意見，因公路生命週期概念不屬本研究按工項，故未再行探討。
<b>公路總局新工組設計科 曾恭慶</b>	
一、環境保護問題，有環境保護法規範，有關修護工程此項之權重是否應降低。	一、感謝委員的意見，權重問題已於五場座談會之問卷進行統計分析，故並不再行調整。
二、有關修復之評估，可能需納入改線之評估考量。	二、感謝委員的意見，遵照辦理。
<b>交通部公路總局規劃組 陳工務員王利</b>	
一、養路費用亦應於評估中考慮給予 1-5 分。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。

交通部公路總局第一養護工程處新竹段李段長文雄	
一、經濟發展與交通需求是相對的，建議合併為 30%，或各 15% 取代。	一、感謝委員的意見，權重問題已於五場座談會之問卷進行統計分析，故並不再行調整。
二、權重，安全：(經濟與交通)：環境：社會=4：3：2：1。	二、感謝委員的意見，權重問題已於五場座談會之問卷進行統計分析，故並不再行調整。
三、環境指標建議乘上長度比例。	三、感謝委員的建議，權重問題已於五場座談會之問卷進行統計分析，故並不再行調整。
公路總局養路組道工科鄭欽宗	
一、土方量較為敏感，多少屬安全、多少則表示危險，請工路段人員實際操作以反應該系統之實務性。	一、感謝委員的建議，已詢問工路段人員經驗，以反應最適當之土方量。
二、維修成本應再行考量。	二、感謝委員的建議，遵照辦理。



表 F.1 第一場座談會座談會簽到表(1/3)

公路分等級開發及復建之評估及建設準則 專家學者座談會簽到單			
姓名	機關單位	職稱	簽名
洪如江	國立臺灣大學土木工程學系	榮譽教授	洪如江
吳淵洵	中華大學土木工程學系	教授 (土木技師)	吳淵洵
顏久榮	行政院公共工程委員會	主任秘書	
江才健	國立臺灣大學新聞研究所	講師	
管長青	台灣世曦工程顧問股份有限公司	副總經理	
李忠璋	交通部公路總局規劃組	組長	
詹益祥	交通部公路總局規劃科	科長	
楊秀隆	交通部公路總局規劃科	工務員	楊秀隆
	交通部路政司		
	交通部運輸研究所		
	國家災害防救科技中心	研習委員 研習委員	張文政 陳耀如
	臺北市政府工務局新建工程處		
	新北市政府養護工程處		蔡學文
	基隆市政府工務處		
	新竹市政府工務處		
	新竹縣政府工務處		
	桃園縣政府工務局		

表 F.2 第一場座談會座談會簽到表(2/3)

公路分等級開發及復建之評估及建設準則 專家學者座談會簽到單			
姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局第一區養護工程處	副處長	王順成
	交通部公路總局第一區養護工程處景美工務段	工務員	王沖翔
	交通部公路總局第一區養護工程處中和工務段	副段長	黃厚仰 黃冰智
	交通部公路總局第一區養護工程處中壢工務段	第1組員	陳彥廷
	交通部公路總局第一區養護工程處新竹工務段	段長	李文雄
	交通部公路總局第一區養護工程處復興工務段	副段長	謝金峰
	交通部公路總局第一區養護工程處基隆福隆段公路新建工務所		
	交通部公路總局西部濱海公路北區工程處	約聘工程師	陳明志 代出席
	交通部公路總局西部濱海公路北區工程處第一工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路北區工程處第二工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路北區工程處第三工務段		
陳文琦	公路總局建設工程科	科長	陳文琦
黃宜文	管理科		黃宜文
鄭欽奇	養路通道工科		鄭欽奇
曾恭慶	新工組設計科		曾恭慶

表 F.3 第一場座談會座談會簽到表(3/3)

公路分等級開發及復建之評估及建設準則 專家學者座談會簽到單			
姓名	機關單位	職稱	簽名
王立山	環興科技公司	董子長	王立山
張晉瑛	第一區公路工程處	幫工在司	張晉瑛
陳王利	交通部公路總局規劃組	工務員	陳王利
傅卓德	環興科技公司	工程師	傅卓德
謝奇良	環興公司	工程師	謝奇良
楊戶貴	"	會計	楊戶貴
盧志杰	中興工程顧問股份有限公司	工程師	盧志杰
江文忠	"	工程師	江文忠
王國書	"	工程師	王國書

## 附錄 G 第二場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單)

1. 時間：民國 101 年 7 月 25 日(星期一)上午 10 時 00 分
2. 地點：交通部公路總局第二區養護工程處六樓第一會議室
3. 主席：環興科技股份有限公司周董事長南山
4. 出席及與會人員：如表 G.1~表 G.4
5. 主席致詞：(略)
6. 廠商簡報：(略)
7. 專家學者意見：

專家學者意見	廠商答覆意見
<b>國立中興大學土木系水保組 林教授德貴</b>	
一、公路風險評分系統有開發與復建，其亦各有評估之指標，故須有完整性之流程圖。	一、感謝委員的建議，已於期末報告中繪製完整性之流程圖。
二、簡報 P33 與 P34 應交換順序描述。	二、感謝委員的意見，已進行簡報調整。
三、應重新檢視環境衝擊影響因子中空氣汙染指標之評估意義。	三、感謝委員的意見，評估指標部分已於期末報告中完整呈現。
<b>國立中興大學土木系水利組 林教授呈</b>	
一、建議於各評估表中盡量納入「多重災害」之相關專有名詞（例如：堰塞湖、潰決流等等），以彰顯國內近年之災害特性。	一、感謝委員的建議，本研究已於期末報告中，內入易重複致災之相關專有名詞。
二、由各項評估表所作之評分至最後之總評過程，建議以流程化及必要之簡易計算公式（方法）列示之，以利閱讀。	二、感謝委員的建議，已於期末報告中繪製完整性之流程圖。

三、以桃源區（含桃源一橋）至梅山口之台 20 線路段試作評估，將是更為具挑戰性之工作。	三、感謝委員的意見，因期末新增撰寫系統使用手冊以及教育訓練事項，故無法再以桃源區（含桃源一橋）至梅山口之台 20 線路段試作評估。
四、易受災點之累積長度相對於公路總長之比值作為一個權重因子，大致是可行的，然而對於一個 critical point（即使其長度不大，所占比值很小）可能屢次受災而使整條公路癱瘓者，應予特別注意（例如目前所見台 20 線 99K~101K 之路段）。	四、感謝委員的意見。
五、簡報第 77 頁~79 頁表格中所列之安全度分數是如何計算的？	五、感謝委員的意見，安全度=路段安全性 x 影響交通程度。
國立中興大學土木系大地組 林教授呈	
一、本計畫所提列之開發及復健評估項目應簡化、好評分（實用）、資料容易取得。	一、感謝委員的意見，本研究所規劃之評分指標，確實簡化、好評分（實用）、資料容易取得。
二、權重考量，應再評估以橋梁受地震…等。	二、感謝委員的意見，本研究團隊針對橋梁安全度之評分已有考慮地震因素。
三、氣候變遷不包括風險定義=脆弱度x危險度，應考慮降雨強度與延時。	三、感謝委員的建議，降雨強度與延時係產出風險地圖前之 INPUT 資料。
四、應多與實例比較。	四、感謝委員的建議，目前實際案例分別有台 27 與台 20。
公路總局規劃組科長	
一、該系統開發部分，未來可套用於國道六號至霧社段。	一、感謝委員的建議，本研究團隊於期末階段已提供本系統進行國道六號至霧社段之評分。
二、該系統評估之範圍應加大，以整體性災害為考量。	二、感謝委員的建議，期末階段之「全台公路全面評估執行推動方式」工項內容，係為大尺度之評估災害發生。
三、簡報中關於不補強安全之字眼應進行修飾。	三、感謝委員的建議，遵照辦理。
第二區養護工程處信義工務段 張工務員景嵐	



一、復建機制與復建準則應區分清楚，並考量復建經費問題。	一、感謝委員的意見，遵照辦理。
<b>第二區養護工程處規設中心</b>	
一、建議以非固定權重進行評估市區道路及山區道路個影響狀況不同，使用同一權重是否適合。	一、感謝委員的意見，本研究團隊所建置之公路評分系統，其權重已由各地區之專家學者進行問卷調查。
<b>公路總局規劃組 陳副工程司澄輝</b>	
一、評估準則為法律條例之用語，多算用評估模式取代用語。	一、感謝委員的意見，「評估準則」為本研究案工項之名稱，故目前仍暫定為「評估準則」。
二、研究案所描述之復建，係為短期復建或長期復建；小型開發或大型開發。	二、感謝委員的意見，本研究公路復建評分系統主要是針對長期之復建；公路開發評分系統則可適用於小型開發與大型開發。
三、公路復建及開發之評分系統，後續將以人工或軟體方式呈現結果。	三、感謝委員的意見，本研究團隊已於期末階段建置公路復建及開發需求行之評分系統軟體。
<b>第二區養護工程處谷關工務段 黃站長陳全</b>	
一、公路復建及開發系統是否可依公路等級與不同區域去評估。且權重是否應各路段有不同權重。	一、感謝委員的意見，本研究團隊所建置之公路評分系統適用於各公路等級之評估，而權重已由各地區之專家學者進行問卷調查。
<b>西濱公路中區工程處 李課長正道</b>	
一、問卷所列之山區道路是否應刪除，使問卷更單純。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。
二、工程經費是復建與開發之主要問題，而非報告中所描述之補強安全性等。	二、感謝委員的意見，遵照辦理。
三、簡報 P60 是否可改為生態敏感區。	三、感謝委員的意見，本研究於簡報 P60 所呈現之台灣自然保護區，係由林務局所公告之自然保護區，故無考慮修改成生態敏感區。

表 G.1 第二場座談會座談會簽到表(1/4)

## 公路分等級開發及復建之評估及建設準則 專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
林呈	中興大學土木工程學系水利組	教授	林呈
林炳森	中興大學土木工程學系大地組	教授	林炳森
林德貴	中興大學水土保持學系	教授	林德貴
鐘從定	國立雲林科技大學企業管理系	教授	請假
李忠璋	交通部公路總局規劃組	組長	
林義弘	交通部公路總局規劃組	副組長	
詹益祥	交通部公路總局規劃科	科長	詹益祥
楊秀隆	交通部公路總局規劃科	工務員	楊秀隆
	交通部公路總局	副工程司	陳澄輝
	交通部公路總局		
	苗栗縣政府工務處		
	台中市政府建設局養護工程處	股長	邱永毅
	彰化縣政府工務處		
	南投縣政府工務處		

表 G.2 第二場座談會座談會簽到表(2/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局第二區養護工程處	主任	吳錫堯
	交通部公路總局第二區養護工程處苗栗工務段	站長	郭世華
	交通部公路總局第二區養護工程處臺中工務段	助理工務員	林文迪
	交通部公路總局第二區養護工程處彰化工務段	站長	姜惠芬
	交通部公路總局第二區養護工程處南投工務段	工務員	陳士麟
	交通部公路總局第二區養護工程處谷關工務段	站長	黃澤全
	交通部公路總局第二區養護工程處埔里工務段	站長 助理工務員	陳貽湖 楊政峰
	交通部公路總局第二區養護工程處信義工務段	工務員	吉信銘
	交通部公路總局第二區養護工程處員林工務段	工務員	張景崗
	交通部公路總局第二區養護工程處卓蘭工務段		
	交通部公路總局第二區養護工程處	助理工務員	石孟衡
	二區養護課	工務員	張裕閔

曾德  
黃啟瑜

吳美靜

表 G.3 第二場座談會座談會簽到表(3/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
周南山	環興科技股份有限公司	董事長 (計畫主持人)	周南山
謝奇良	環興科技股份有限公司	工程師	謝奇良
	環興科技股份有限公司	工程師	林佳蓉
	環興科技股份有限公司	工程師	黃自惠
	環興科技股份有限公司	工	
	中興工程顧問股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		

表 G.4 第二場座談會座談會簽到表(4/4)  
**公路分等級開發及復建之評估及建設準則**  
**專家學者座談會簽到單**

姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處	課長	李進道
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處第一工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處第二工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處第三工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處第五工務段		
	交通部公路總局西部濱海公路中區工程處第六工務段		



## 附錄 H 第三場區域座談會會議紀錄及意見答覆(含簽到單)

1. 時間：民國 101 年 8 月 1 日(星期三)上午 10 時 00 分
2. 地點：交通部公路總局第三區養護工程處三樓會議室
3. 主席：第三區養護工程處徐副處長積圓
4. 出席及與會人員：如表 H.1~表 H.4
5. 主席致詞：(略)
6. 廠商簡報：(略)
7. 專家學者意見：

專家學者意見	廠商答覆意見
高雄第一科技大學 范教授嘉程	
一、計畫中評估各項目之流程與結果是否可能與現實面（目前已有多量復建路段）之執行結果衝突，建議可考慮增加彈性空間。	一、感謝委員的建議，本研究案之公路復建機制與準則處，已加入彈性之空間，可提供決策者 2 至 3 個復建準則彈性使用。
二、人為因素對各項之評估結果是否可能造成影響，例如公路安全度評估一項。	二、感謝委員的意見，本研究所設計之公路安全度評估內容，經現場試評，評分項目及權重均不至誤導，且經五次座談會修正，能有效縮減人為因素之誤差。
三、臨時、簡易與永久構造（例如橋梁）應考慮納入為一評估項目。	三、感謝委員的建議，本研究之評分系統在公路安全度評分中，已考量臨時(便橋)、簡易與永久構造物。
四、氣候變遷影響風險等級之區分依據為何？是否依據降雨量分布或其他指標？	四、感謝委員的意見，氣候變遷風險地圖之等級係依據不同情降(降雨量大小：GCM A1B 與極端降雨情境)所模擬的結果。

<p>五、安全度小於 6 之公路累積長度作為安全度評估等級是否適當，公路關鍵路段或元件之安全度評估亦為重要因素。</p>	<p>五、感謝委員的意見，目前將安全度小於 9 之公路累積長度、佔全線百分比及安全度小於 9 之總分三項均列入整體公路安全評估衡量。至於關鍵路段或元件代表其單一元件之破壞，屬於緊急搶修部分。</p>
<p>屏東科技大學土木系 丁教授澈士</p>	
<p>一、在方法論上屬完整，唯評分指標之評估內容要避免人為干擾（亦即內容較不明確不容易去採用）。例如在個案研究中，以水資源指標（公路與河川距離為評估指標）似乎不明確，即環境衝擊與水資源指標（與河川距離似乎不相干），建請檢對採用環境衝擊與水資源之關係。</p>	<p>一、感謝委員的意見，本研究中所設計之評估系統，各項評估皆劃分清楚，有效縮小人為因素對各項之評估結果之誤差。本研究以「水環境指標」評估公路開發及復建對水環境之衝擊，而非「水資源指標」。公路與河川之距離越近，對水環境之影響則越大，此為一簡單而不需任何監測儀器之標準。</p>
<p>二、橋梁受洪泛破壞之可能性中河川環境之評分項目以「上下游攔河堰」來作為項目似乎太狹窄，建議改成「跨河結構物」。</p>	<p>二、感謝委員的意見，該評分項目已進行修改。</p>
<p>三、對於排水系統在公路分等級開發，建議「工程及管理」在設計時要考量地勢各環境特性，在逕流量計算時，請考量時效性及環境變遷性。</p>	<p>三、感謝委員的建議，已於公路安全度中進行評估。</p>
<p>屏東科技大學土木系 謝教授啟萬</p>	
<p>一、能否加強說明本案之背景及目的以利後續成果說明順暢。</p>	<p>一、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>二、各項目之定義宜加強。</p>	<p>二、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>三、氣候變遷評比部分要再加強描述。</p>	<p>三、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>公路總局規劃組</p>	
<p>一、公路分等級開發及復建計畫，其「分等級」之定義於報告及座談會應詳細說明，使參與單位與相關人員了解本計畫目的。</p>	<p>一、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>

<p>二、分級目前顧問公司大多延續莫拉克復建計畫之分級，顧問公司應於計畫內提出較新思維，以利後續交通部及公路總局評估使用。</p>	<p>二、感謝委員的建議，然本研究團隊所建置之公路開發及復建需求性評分系統，屬較新之思維，有利後續交通部及公路總局評估使用。最後導引之復建分級為五級，亦較莫拉克復建分三級為多。</p>
<p>三、簡報內容多，且涉及非常多評估因子，而座談會目的亦希望一線工程人員能提供過去實務經驗，檢示 1~2 場的座談會簡報差異不大，故第四場及第五場座談會簡報資料應提前通知並函送各工程處，以利顧問公司廣募同仁意見。</p>	<p>三、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>四、座談會之會議紀錄詳列於簡報。</p>	<p>四、感謝委員的建議，因簡報內容偏多，且為預留更多時間進行內容討論用，故五場座談會之會議紀錄將詳列於期末報告附錄中。</p>
<p>五、權重是否可如公路路線設計規範分級。丘陵區、平原區、山嶺區所估權重各不相同。</p>	<p>五、感謝委員的建議，本研究案之重點應為丘陵區及山嶺區公路，二者之權重應無較大差異。本研究案之另一目的為當財務及資源有限時，各公路復建之優先順序，故宜訂定統一標準。</p>
<p>六、有關公路復建等級，各等級之復建準則與復建工法說明易混淆，相關文字內容請再修正。</p>	<p>六、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>七、有關社會公義部分，「幼年及老人人口比例」、「教育程度」、「低收入戶比例」及「原住民比例」與公路復建等級之相關性為何？請檢討說明。</p>	<p>七、感謝委員的意見，經五場專家學者座談會結論，本研究社會公義部分考量住民特色、居民期待度、孤島效應、公開參與流程及意見回饋。</p>
<p>八、古蹟文化是否列入環境衝擊項目？又其評分標準是否合理？請再研議。</p>	<p>八、感謝委員的意見，經五場專家學者座談會結論，本研究已刪除古蹟文化。</p>
<p>九、有關交通需求部分，因「服務水準」屬公路等級分類，故建議修正名稱為「服務等級」。</p>	<p>九、感謝委員的建議，遵照辦理。</p>
<p>第三區養護工程處</p>	

一、P64.社會公義—幼年及老年人口比例分母總人口數建議改「實際在地人口數」。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。
二、P34.橋梁安全性評分，S 路段安全性愈高安全性愈低，與安全度分數高越安全衝突。	二、感謝委員的意見，S 路段安全性愈高安全性愈低部份，並未影響本系統之操作，故無修改之必要。
三、P26.安全度與 P27「公路安全度」易混淆。	三、感謝委員的意見，P26.安全度是指 25 分之評分；P27「公路安全度」則為安全度之評級。
四、指標及權重基本上沒意見，惟貴公司目前研究之準則需找多個道路狀況比較，極端之路段做試算，檢視其結果是否會偏頗，失真。尚若有，就必須回歸檢討原設定之指標或權重，盡可能面面顧及及符合大家之需求。	四、感謝委員的意見，本研究屬前期之研究，且目前已有台 20 與台 27 之案例分析，其他事件應以下年度之相關計畫再行分析。
五、另公平正義指標需慎重給權重，過去其他類似評估準則皆有失真情況，造成某些競爭型計畫、某些案子根本沒有被實行的機會。	五、感謝委員的建議，權重已由五場專家學者座談會之問卷統計得知。
<b>公路總局第三區養護工程處旗山工務所</b>	
一、復建研擬中最高等級：道路升級及改線，其過程中時間可能會拉長，在復建過程中可能時間上不允許。	一、感謝委員的意見，本研究復建工程係以長時間之復建為考量而非緊急復建，故最高等級仍具實務性。

表 H.1 第三場座談會座談會簽到表(1/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
范嘉程	國立高雄第一科技大學營建工程系	教授	范嘉程
丁澈士	國立屏東科技大學土木工程系	教授 兼系主任	丁澈士
謝啟萬	國立屏東科技大學土木工程系	教授	謝啟萬
柯亭帆	國立屏東科技大學土木工程系	教授	
李忠璋	交通部公路總局規劃組	組長	
林義弘	交通部公路總局規劃組	副組長	
詹益祥	交通部公路總局規劃組	科長	
楊秀隆	交通部公路總局規劃組	工務員	楊秀隆
	交通部公路總局		洪育凱
	交通部公路總局		
	高雄市政府工務局		
	屏東縣政府工務處		
	台東縣政府建設處		



表 H.2 第三場座談會座談會簽到表(2/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

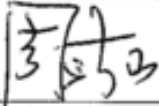
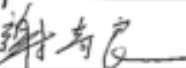

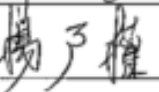
姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局第三區養護工程處	副處長 幫工程師	待禮圓 <del>陳素玉</del> 陳素玉
	交通部公路總局第三區養護工程處高雄工務段	工務員	王志豪 黃炳輝 TI
	交通部公路總局第三區養護工程處潮州工務段	助理工務員	黃一段
	交通部公路總局第三區養護工程處臺東工務段		
	交通部公路總局第三區養護工程處甲仙工務段	工務員	呂修賢 司機+1
	交通部公路總局第三區養護工程處關山工務段	段長	李秉仁 +1
	交通部公路總局第三區養護工程處澎湖山工務段	幫工程師	張陽鴻
	交通部公路總局第三區養護工程處楓港工務段	工務員	陳啟敏
陳嘉佑	交通部公路總局第三區養護工程處旗山工務段	助理工務員	陳嘉佑
	交通部公路總局第三區養護工程處里嶺工務段	幫工程師	楊志宏 +1
	交通部公路總局第三區養護工程處東濱工務段		
	規設中心	主任	余俊峰
	工務課	幫工程師	吳國臣

表 H.3 第三場座談會座談會簽到表(3/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處		
	交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處第一工務段		
	交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處第二工務段		
	交通部公路總局東西向快速公路高南區工程處第三工務段		

表 H.4 第三場座談會座談會簽到表(4/4)

**公路分等級開發及復建之評估及建設準則**  
**專家學者座談會簽到單**

姓名	機關單位	職稱	簽名
周南山	環興科技股份有限公司	董事長 (計畫主持人)	
謝奇良	環興科技股份有限公司	工程師	
	環興科技股份有限公司	會計	
	環興科技股份有限公司		
	環興科技股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		

# 附錄 I 第四場區域座談會會議紀錄及意見答覆 (含簽到單)

1. 時間：民國 101 年 8 月 10 日(星期五)下午 1 時 30 分
2. 地點：交通部公路總局第四區養護工程處三樓大禮堂
3. 主席：環興科技股份有限公司周董事長南山
4. 出席及與會人員：如表 1.1~表 1.4
5. 主席致詞：(略)
6. 廠商簡報：(略)
7. 專家學者意見：

專家學者意見	廠商答覆意見
國立宜蘭大學土木系 趙教授紹錚	
一、過去研究多僅針對單獨面向進行，本研究考量五大層面，深入且廣泛，相當不易，值得鼓勵。	一、感謝委員的鼓勵。
二、各單獨層面先以 25 分為基礎，再轉換為 1~5 分，最後再以權重進行調整，是否過於複雜。	二、感謝委員的意見，本系統因「公路安全度」影響因子較為複雜，故將橋梁、邊坡及隧道構造物之評分，細分為 25 分，再轉換為 1~5 分，其餘影響因子則保持 5 分。
三、五個面向的評分差距是否相同，若差距之難易度相差過大，則權重之調整便不具代表性。	三、感謝委員的意見，本系統經五次座談會之修正，已有效縮減人為因素之誤差。
四維工程顧問有限公司 林技師添福	

一、部份評估因子宜再考量，如社會公義項是否分年齡與教育程度等。	一、感謝委員的建議，評估指標部分係由專家學者意見所擬定，故未考量年齡與教育程度等。
二、公路安全度之「隧道寬度」評分項目是否適當。	二、感謝委員的建議，經本研究團隊研析，無修改「隧道寬度」評分之需要。
<b>蘇花公路改善工程處和平工務段 莊幫工程司志輝</b>	
一、評估結果以「必要性」作區分，是否適當，於人民觀感上是否可能產生衝擊。	一、感謝委員的意見，公路復建必要性已於期末報告修正為公路開發與復建需求性。



表 1.1 第四場座談會座談會簽到表(1/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
趙紹錚	國立宜蘭大學土木工程學系	教授	趙紹錚
王宏相		技師	
林添福		技師	林添福
李忠璋	交通部公路總局規劃組	組長	
林義弘	交通部公路總局規劃組	副組長	
詹益祥	交通部公路總局規劃組	科長	
楊秀隆	交通部公路總局規劃組	工務員	楊秀隆
	交通部公路總局		
	交通部公路總局		
	宜蘭縣政府工務處	技術員	李政倫
	花蓮縣政府建設處	技士	鍾錚

表 1.2 第四場座談會座談會簽到表(2/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局第四區養護工程處		
	交通部公路總局第四區養護工程處頭城工務段	林正源	郭靜源
	交通部公路總局第四區養護工程處南澳工務段	周文錦	周文錦
	交通部公路總局第四區養護工程處花蓮工務段		
	交通部公路總局第四區養護工程處洛韶工務段	黃維強	黃維強
	交通部公路總局第四區養護工程處獨立山工務段		
	交通部公路總局第四區養護工程處玉里工務段	林志強	林志強
	交通部公路總局第四區養護工程處花蓮工務段		



**表 1.4 第四場座談會座談會簽到表(4/4)**  
**公路分等級開發及復建之評估及建設準則**  
**專家學者座談會簽到單**

姓名	機關單位	職稱	簽名
周南山	環興科技股份有限公司	董事長 (計畫主持人)	
謝奇良	環興科技股份有限公司	工程師	
楊乃權	環興科技股份有限公司	行政人員	
	環興科技股份有限公司		
	環興科技股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		

## 附錄 J 第五場區域座談會會議紀錄及意見答覆 (含簽到單)

1. 時間：民國 101 年 8 月 17 日(星期五)下午 1 時 30 分
2. 地點：交通部公路總局第五區養護工程處第一會議室
3. 主席：環興科技股份有限公司周董事長南山
4. 出席及與會人員：如表 J.1~表 J.4
5. 主席致詞：(略)
6. 廠商簡報：(略)
7. 專家學者意見：

專家學者意見	廠商答覆意見
<b>國立成功大學土木系 張教授行道</b>	
一、本案是否可結合公路總局的歷史災點資料，以期產出更多豐富的成果。且評分系統中，公路安全度若可參考公路總局歷史災點資料去進行評分，將更具實用性。	一、感謝委員的建議，目前本案已蒐集完成公路總局歷史災點資料，該資料運用於本評估系統之「公路安全度」「公路復建需求性評分系統」、及期末階段「全台公路全面評估」中。
二、可多試評 4~11 個評估路段，以利系統完整性。	二、感謝委員的意見，本案之評估路段若拆成委員所說的元件條件評分，則本案之評估路段案例確實已多達 30 件以上之元件。
<b>國立嘉義大學土木系 周教授(系主任)良勳</b>	
一、橋梁 W 分數小者可定義為不安全，W 分數大者可定義為安全，是否應與邊坡及隧道一致。	一、感謝委員的意見，本研究案針對橋梁評分部分，因公路總局已有針對省道老舊橋梁進行可行性評分，故本案為不增加另一套橋梁之評分系統，故沿用目前公路總局已經使用的橋梁評分表。



二、平均家戶所得等五分級之依據為何？	二、感謝委員的意見，家戶所得也是經濟評估指標中常被提及的一項指標。公路復建或開發對生活於評估路段的居民影響最大，評估路段地區的平均家戶所得，可大致窺探當地經濟發展的現況。故本研究整合居民的需求與意見，尋求居民對公路復建或開發作法的共識，是本案社會公義指標設計的主要課題。
三、地下水水流於不同時間點會有不同結果，如何定義？宜訂定評估時間點。	三、感謝委員的意見，本研究團隊針對滲水之評分是透過有無水漬的痕跡去加以評分。
四、土石流是否依公告的潛勢溪流訂定。	四、感謝委員的意見，本案之土石流確實為公告的潛勢溪流。
五、車輛數量是否可納入評估。	五、感謝委員的意見，本案於交通需求影響因子中，已有尖峰小時交通量之評估指標。
六、本評分系統建議可拍成評估教學錄影帶或 DVD，供教育訓練使用。	六、感謝委員的建議，因要拍成完整之評估教學 DVD 較不容易，故目前無拍成評估教學錄影帶或 DVD 想法。但本研究團隊已撰寫系統之評分手冊，並添加大量照片，以供教學使用。
<b>交通部公路總局</b>	
一、考慮評估路段的分段原則。	一、感謝委員的建議，本研究分段原則係藉由鄉鎮分界與工務段之區分。
二、氣候變遷有其風險地圖，其他四項影響因子是否也可產出復建(或開發)影響程度之地圖。	二、感謝委員的建議，因評估路段的不確定性，故無其他四項影響因子影響程度之風險地圖。
三、公路安全度部份應考量大範圍災害發生之潛勢，如梅姬颱風造成之蘇花公路災情。	三、感謝委員的意見，目前本案已蒐集完成公路總局歷史災點資料，該資料已運用於期末階段「全台公路全面評估」之工項中，已產出豐富的成果。
<b>第五區養護工程處</b>	

一、建請增加判釋之根據，如參考之技術及工具，以利評分。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。
二、當公路受災需修復時，通常以恢復其原有之功能為原則。若日後使用本準則，評估出低等級之維護結果時，即與用路人之期望有落差時，是否尚有其他機制可供選擇。	二、感謝委員的意見，本計畫之公路需求性評分系統中，每個復建等級皆對應2個以上之復建準則，即提供決策者彈性空間使用。
三、邊坡之評分項目應加入排水設施項目。	三、感謝委員的建議，遵照辦理。
四、隧道之評分項目應加入有無通風、照明等評分項目。	四、感謝委員的建議，遵照辦理。
五、建議將來有該系統之評分手冊供參考。	五、感謝委員的建議，遵照辦理。
六、請於期中報告中寫明社會公義部分的理由。	六、感謝委員的建議，遵照辦理。
七、公路安全度部份，是否應考量國土開發規劃限制。	七、感謝委員的建議，本研究案建置之公路復建與開發需求性評分系統，係屬於在可行性評估前之先前評估行為。故國土開發規劃限制部份可歸納於後續進入可行性研究中再行討論。
八、古蹟與原住民比例是否要分成兩個評估指標進行討論。	八、感謝委員的建議，本研究經五場專家學者座談會之結論，其刪除古蹟但保留原住民比例指標。

表 J.1 第五場座談會座談會簽到表(1/4)  
公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單

姓名	機關單位	職稱	簽名
黃景川	國立成功大學土木工程學系大地工程組	特聘教授	黃景川
張行道	國立成功大學土木工程學系工程管理組	教授	張行道
周良勳	國立嘉義大學土木與水資源工程學系暨研究所	教授 (系主任)	周良勳
李忠璋	交通部公路總局規劃組	組長	李忠璋
林義弘	交通部公路總局規劃組	副組長	
詹益祥	交通部公路總局規劃組	科長	詹益祥
楊秀隆	交通部公路總局規劃組	工務員	楊秀隆
	交通部公路總局		
	交通部公路總局		
	台南市政府工務局	工程師	顏如心
		技師	黃瑞麟
	雲林縣政府工務處		
	嘉義縣政府建設處	技士	葉永興

表 J.2 第五場座談會座談會簽到表(2/4)

## 公路分等級開發及復建之評估及建設準則 專家學者座談會簽到單

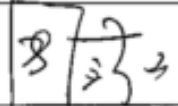
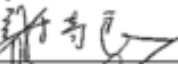

姓名	機關單位	職稱	簽名
	交通部公路總局第五區養護工程處		
	交通部公路總局第五區養護工程處 <del>非南工務段</del> 規劃中心	主任	沈瑞欽
	交通部公路總局第五區養護工程處水上工務段	協工師司	李新模 朱木本
	交通部公路總局第五區養護工程處新營工務段		
	交通部公路總局第五區養護工程處新化工務段	協工師司	林銘凱
	交通部公路總局第五區養護工程處曾文工務段	專工程師	曾富隆
	交通部公路總局第五區養護工程處阿里山工務段		
	交通部公路總局第五區養護工程處嘉太工務段		
	交通部公路總局第五區養護工程處雲林工務段	約編審	李以晃
	(斗南)工務段	李友茂	李俊儒
	(斗南)工務段	王品松	王品松
	工務課(課)	陳錦恩	陳文治
	許漢輝	宋文城	宋文城
	許漢輝	黃碧玲	謝忠和
	〃	林昌國	蔡漢卿
		王松敏	





表 J.4 第五場座談會座談會簽到表(4/4)

**公路分等級開發及復建之評估及建設準則  
專家學者座談會簽到單**

姓名	機關單位	職稱	簽名
周南山	環興科技股份有限公司	董事長 (計畫主持人)	
謝奇良	環興科技股份有限公司	工程師	
楊乃權	環興科技股份有限公司	行政人員	
	環興科技股份有限公司		
	環興科技股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		
	中興工程顧問股份有限公司		

# 附錄 K 公路開發需求性評分系統指標評估工具

## 1. 經濟發展

### (1) 地區-平均服務人口 (人口數/公里) (X)

= 評估路段人口數 / 評估路段長度

= \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

= \_\_\_\_\_

- 1             $X < 200$
- 2             $200 \leq X < 500$
- 3             $500 \leq X < 1,000$
- 4             $1,000 \leq X < 2,000$
- 5             $2,000 \leq X$

### (2) 產業種類及工作機會

- 1 評估路段範圍內涵蓋的產業屬於同一種產業分類，且無法提供居民工作機會。
- 2 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，僅能提供少數居民工作機會，大部分居民需至外地尋求工作機會。
- 3 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，可提供大部分居民工作機會，僅少數居民需至外地尋求工作機會。
- 4 評估路段範圍內涵蓋的產業涵蓋兩種以下的產業分類，提供大部分居民工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在縣市政府或鄉鎮主打的特色產品或重點技術。
- 5 評估路段範圍內涵蓋的產業種類多樣化，至少涵蓋三種以上的產業分類，提供所有居民工作機會，居民不需至外地尋求工作機會，且生產的產品或提供的服務為所在的縣市政府或鄉鎮主

打的特色產品或重點技術。

### (3) 經濟活動對評估路段運輸的依賴性

- 1 所有產業活動(含維生基礎系統)皆不需要倚賴評估路段運輸。
- 2 僅少部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，大部分產業活動不需倚賴評估路段運輸。
- 3 部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，但主要產業活動需要倚賴評估路段運輸。
- 4 大部分產業活動(含維生基礎系統)需要倚賴評估路段運輸，僅少部分產業活動不需要倚賴評估路段運輸。
- 5 所有產業活動(含維生基礎系統)皆需要倚賴評估路段運輸。

## 2. 交通需求

### (1) 評估路段尖峰小時交通量(PCU / 小時) (X)

評估路段尖峰小時交通量= \_\_\_\_\_

- 1  $X < 200$
- 2  $200 \leq X < 500$
- 3  $500 \leq X < 1,000$
- 4  $1,000 \leq X < 2,000$
- 5  $2,000 \leq X$

**(2) 終點站(中途站)特性**

- 1 評估路段之終點站(中途站)不為觀光遊憩景點。
- 2 評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，但平日與假日遊客人次相差不大。
- 3 評估路段之終點站(中途站)為觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多一些，偶有塞車，但平均行車速度與原道路行車速限相差不大。
- 4 評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多，易塞車，道路負載容量不足。
- 5 評估路段之終點站(中途站)為著名觀光遊憩景點，假日遊客人次比平日多很多嚴重塞車，道路負載容量嚴重不足。

**(3) 可使用的替代道路**

- 1 評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含二條以上替代公路。
- 2 評估路段經過區域有可使用的替代道路，且至少包含一條以上替代公路。
- 3 評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且道路服務水準低於評估路段。
- 4 評估路段經過地區有可使用的替代道路，但只有一條替代道路，且僅屬於臨時施工便道之服務水準。
- 5 評估路段經過區域未有可使用的替代道路，如道路封閉或中斷，將形成孤島。

**(4) 旅行時間**

= ( 替代道路所需總旅行時間 / 開發路段所需總旅行時間 )

= ( \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ )

= \_\_\_\_\_ (X)

- 1  $X < 1.2$
- 2  $1.2 \leq X < 1.5$
- 3  $1.5 \leq X < 2.0$
- 4  $2.0 \leq X < 3.0$
- 5  $3.0 \leq X$

### 3. 環境衝擊

#### (1) 台灣自然保護區指標

- 1. 穿越保護區中間或偏中間位置
- 2. 側面穿越保護區
- 3. 緊鄰保護區( $X \leq 1\text{km}$ )
- 4. 鄰近保護區( $1\text{km} < X \leq 5\text{km}$ )
- 5. 非位於保護區範圍及其附近區域( $X > 5\text{km}$ )

#### (2) 水環境指標

- 1. 公路兩側分別為山及河，且距離山及河 20m 內
- 2. 公路距離山及河 20-50m 內
- 3. 公路距離山及河 50-100m 內
- 4. 公路距離山及河 100-500m 內
- 5. 公路距離山及河大於 500m

#### (3) 環境承載量指標

- 1. 未來環境承載量將嚴重超過負荷
- 2. 未來環境承載量將超過負荷
- 3. 未來環境承載量將偶會塞車超過負荷
- 4. 未來環境承載量變化不大
- 5. 未來環境承載量將降低



#### (4) 二氧化碳指標

以公路開發總長度(X)中林地所佔長度(Y)作為評估。

- 1.  $Y/X > 50\%$
- 2.  $30\% < Y/X \leq 50\%$
- 3.  $20\% < Y/X \leq 30\%$
- 4.  $10\% < Y/X \leq 20\%$
- 5.  $Y/X \leq 10\%$

#### (5) 土體破壞指標

- 1. 施工過程將有大規模邊坡開挖，挖方量 $\geq 100,000$ 方
- 2. 施工過程有中等規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於10,000~100,000方
- 3. 施工過程將有小規模邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1,000~10,000方
- 4. 施工過程邊坡或基礎之開挖，挖方量介於1~1,000方之間
- 5. 施工過程不須開挖與破壞土體

### 4. 社會公義

#### (1) 住民特色

原住民比例= 原住民人口數或戶數=\_\_\_\_\_ (X)/總人口數或戶數=\_\_\_\_\_ (Y)

- 1 原住民居住在評估路段範圍內之比例小於10%
- 2 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於10~20%
- 3 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於20~30%
- 4 原住民居住在評估路段範圍內之比例介於30~50%
- 5 原住民居住在評估路段範圍內之比例大於50%

**(2) 居民期待度(安全回家的路)**

- 1 期待度非常低
- 2 期待度低
- 3 期待度中
- 4 期待度高
- 5 期待度非常高

**(3) 孤島效應**

- 1 非常輕
- 2 輕
- 3 中
- 4 嚴重
- 5 非常嚴重

**(4) 在地居民意見表達—公開參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)、意見回饋(包含當地居民、地區意見領袖、學校等。)**

- 1 沒有公開的參與流程(如公聽會、座談會、意見調查等)，且在地居民(包含當地居民、地區意見領袖、學校等)也沒有給予意見回饋
- 2 有公開的參與流程，但在地居民沒有出席，且沒有給予意見回饋
- 3 有公開的參與流程，僅少數在地居民出席，且沒有給予意見回饋
- 4 有公開的參與流程，大部分在地居民都有出席，且有給予意見回饋
- 5 有公開的參與流程，所有在地居民都有出席，並積極參與，且過程中給予許多意見回饋

## 5. 工程風險

### (1) 開發路廊之環境風險

- 1 非常高潛勢
- 2 高潛勢
- 3 中潛勢
- 4 低潛勢
- 5 非常低潛勢

### (2) 未來氣候變遷造成的風險

- 1 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 30% 以上
- 2 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 20-30%
- 3 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 10-20%
- 4 受氣候變遷高風險以上之影響路段佔 1-10%
- 5 無受氣候變遷高風險以上之影響路段

### (3) 施工難易度

- 1 開發工程屬極難施工
- 2 開發工程屬難施工
- 3 開發工程屬普通施工
- 4 開發工程屬易施工
- 5 開發工程屬極易施工

### (4) 建造成本

- 1 建造成本極高(例如：成本高於每公里平均建造成本之 10 倍以上)
- 2 建造成本高(例如：成本介於每公里平均建造成本 2~10 倍之間)
- 3 建造成本普通(例如：成本介於每公里平均建造成本 0.5~2 倍之間)
- 4 建造成本低(例如：成本介於每公里平均建造成本 0.25~0.5 倍之間)
- 5 建造成本極低(例如：成本低於每公里平均建造成本 0.25 倍以下)

### (5) 長期維護成本

- 1 長期維護成本極高(例：每年維護成本高於平均值 5 倍)
- 2 長期維護成本高(例：每年維護成本介於平均值 1.5~5 倍)
- 3 長期維護成本普通(例：每年維護成本介於平均值 0.75~1.5 倍)
- 4 長期維護成本低(例：每年維護成本介於平均值 0.5~0.75 倍)
- 5 長期維護成本極低(例：每年維護成本低於平均值 0.5 倍)

# 附錄 L 「國道六號南投段東延至霧社可行性研究」精簡報告摘要

## 1. 地形

計畫路廊自埔里鎮起，沿眉溪溪谷東行，途經本部溪、南山溪、東眼溪及諸多野溪，眉溪流域北側分水嶺由西關刀山(1,265 公尺)、關刀山西峰(1,924 公尺)、關刀山(2,017 公尺)、守關山(2,323 公尺)、守城大山(2,426 公尺)、南東眼山(1,872 公尺)、中央東眼山(2,012 公尺)、北東眼山(2,078 公尺)、新鷹山(2,219 公尺)等組成，分水嶺北側為烏溪-北港溪流域。

烏溪流域東側及南側為濁水溪流域，流域間以新鷹山、朗士府山(1,762 公尺)、巴蘭山(1,243 公尺)、高峰山(1,563 公尺)、關頭山(1,536 公尺)、對萬山(1,524 公尺)、埋石山(1,484 公尺)及舊武界越山(1,668 公尺)為分水嶺，濁水溪流域臨近計畫路廊主要支流為塔羅灣溪及馬海濮溪。

本計畫路廊眉溪流域位於雪山山脈帶板岩及變質砂岩區，水系型態由斷層及劈理等地質構造線型主導，例如眉溪上游屬順層河地形，其地形發育由眉溪斷層控制，地形與斷層走向大致相近呈北偏東 20 度；東眼溪亦屬順層河，地形發育由眉溪砂岩與佳陽層之岩性變化控制，地形線型大致呈北偏東 17 度。眉溪上游和塔羅灣溪位於脊樑山脈帶板岩、千枚岩夾變質砂岩區，地形上巨觀地被變質砂岩區隔，屬岩性之控制，但砂岩層間之板岩強度均弱，地形發育轉由地質構造及劈理等線型所主導，例如霧社水庫東側水系接近南偏東 80 度之一組弱面位態，馬海濮溪水系發育接近北偏西 20 度及北偏西 80 度之斷層線型走向。



## 2. 地質

本計畫路廊位於中央山脈地質區之西地質亞區，由西而東分屬雪山山脈帶與中央山脈西翼地質區區域。雪山山脈帶主要由古第三紀之輕度變質岩組成，沿線通過之地層(由老到新)分別為達見砂岩、佳陽層及眉溪砂岩；中央山脈西翼地質區以古第三紀硬頁岩及板岩系為主，主要地層為廬山層，西側與眉溪砂岩接觸，東緣至能高山稜線，主要由黑色至深灰色之板岩、千枚岩及灰色硬砂岩薄層所組成，且有零星散佈之泥岩、砂岩及少數火成岩侵入凸鏡體。計畫區內岩石的劈理發達，另外有許多規模大小不等且各具不同型式的褶皺及斷層，褶皺包括大滴背斜、獅子頭複背斜、佳陽層內之等斜緊密褶皺、霧社複向斜；中視規模以上的斷層有關刀山斷層、眉溪斷層。

## 3. 氣象及水文

本計畫氣象資料係基於鄰近路廊並且與地形大致相當等條件考量，選擇中央氣象局所設之廬山氣象站(站號：C0I010)，依據「中央氣象局氣候資料年報」歷年統計結果(1993~2010)，本地區六至九月為高溫期，但由於受高山、天然廣大林區及河川等自然調節，氣候隨海拔高度概分為副熱帶及溫帶季型氣候，全區日夜溫差極大，平均氣溫為 $16^{\circ}\text{C}$ ；平均風向方面，大部分都吹東風，風向平均為 $110^{\circ}$ ，各月份之平均風速均在 $1.5\text{m/sec}$ 以上。

前階段採用日月潭測站之氣象及水文資料，考量該站離計畫路廊較遠，因此本階段降雨量分析建議採用鄰近路廊之仁愛雨量站(站號：C1H870)，該站為1992年1月設立之自計式測站，因1992年之雨量紀錄有未觀測的紀錄，因此採用1993年~2010年的雨量資料進行分析。結果顯示集水區的降雨量多集中在6~7月之間，月平均雨量最大有 $428\text{mm}$ ，最少亦有 $35\text{mm}$ ；年平均雨量達 $2,332\text{mm}$ ，其中以2005年的 $3463.5\text{mm}$ 為近年最

大值；最大一日降雨量及最大二日降雨量發生於2008年辛樂克颱風期間，分別為478mm及887mm。

#### 4. 路廊之觀光資源

台14線自然景觀變化萬千，植生四季林相色彩多變，春粉櫻、夏濃綠、秋楓紅、冬晴朗，沿線觀光資源豐富，有地熱溫泉、瀑布、水庫、高海拔草原、泰雅族、賽德克族、布農族原住民等風貌。

#### 5. 產業發展

根據85~95年工商普查結果得知，臺中市以三級產業較多，民國95年三級產業占52%；南投縣亦以三級產業較多，民國95年三級產業人口南投縣占56%。若依各鄉鎮市之年平均成長率進行探討即發現，臺中市二級產業以西屯區最高(3.48%)、三級產業以南屯區最高(5.71%)；南投縣二級產業以信義鄉最高(18.75%)、三級產業以仁愛最高(9.89%)。

#### 6. 觀光旅遊人數預測

觀光旅遊人數資料與所得資料相同，僅統計至縣市，並未細分至鄉鎮市，故本研究僅預測至縣市。因受到開放陸客來臺觀光之影響，故各觀光旅遊人數將持續成長中，尤其是南投縣之觀光旅遊人數。根據預測結果可知民國138年臺中市觀光旅遊人數為912.6萬人次/年，99-138年之年平均成長率為0.25%；南投縣觀光旅遊人數為2,840.7萬人次/年，99-138年之年平均成長率為0.87%。

#### 7. 路廊方案研擬

霧社北路廊起點0K至5.5K觀音吊橋路段，由於水利主管機關(三河局)已公告本路段眉溪治理計畫，同時左岸地勢平坦，因此建議路廊改沿眉溪左岸並採與堤防共構方式構築。自5.5K觀音吊橋至8.5K眉溪與本部溪匯流口路段經研析與二階路廊相同，沿眉溪右岸構築。自8.5K眉溪與本

部溪匯流口至 11K，於二階路廊係沿眉溪右岸，構築方式包括 1 座長 310 公尺之#8 隧道，其餘大多為橋梁段與少許路堤路塹段。經赴現地比對發現二階路廊與當地南豐國小過於近接，因此路廊稍做修正遠離該處，修正後路廊隧道(重新編號為#1 隧道)長為 500 公尺。本路廊 11K 之後經檢討並調整二階路廊改走東眼溪河谷。本路廊自南山溪起沿眉溪及東眼溪右岸佈設，以#2 隧道(長 620 公尺)穿過東眼溪右岸丘陵。之後，路廊跨過東眼溪，以#3 隧道(長 3,420 公尺)穿過東眼山，再跨過眉溪，以#4 隧道(長 3,810 公尺)穿過清境農場，至霧社水庫東側濁水溪上游出洞，以聯絡道(長 2.7 公里)於春陽與台 14 線銜接。本路廊自 0K 至 22K+194，全長約 22.194 公里。

霧社中路廊 0K 至 11K 同北路廊。由於霧社北路廊至濁水溪上游才能出洞，再銜接聯絡道才能服務春陽、霧社及清境農場地區，用路人繞行較遠。經進一步研析，主因為自東眼溪至霧社地區現地高程自 750 公尺陡升至 1,150 公尺，路廊受限於隧道縱坡度無法立即爬高，致使路廊無法直接服務霧社地區。有鑑於此研析霧社中路廊以為因應。霧社中路廊自南山溪起沿眉溪及東眼溪左岸佈設，儘量爬高後以#2 隧道(長 1,630 公尺)穿過東眼山，再跨過眉溪，以#3 隧道(長 870 公尺)穿過霧社水庫西側丘陵，至霧社水庫西北方出洞，再以聯絡道於霧社與台 14 線銜接。由於霧社水庫西北側現地高程為 1,050 公尺，利用較高的橋梁與較陡的隧道縱坡度爬升抵達。本路廊自 0K 至 18K+540，全長約 18.540 公里。

霧社南路廊 0K 至 11K 同北路廊。霧社南路廊自南山溪起沿眉溪及東眼溪左岸佈設，儘量爬高後以#2 隧道(長 850 公尺)穿過東眼山，再跨過眉溪，以#3 隧道(長 3,120 公尺)穿過霧社水庫西側丘陵，至霧社水庫西北方出洞，以聯絡道於霧社與台 14 線銜接。本路廊自 0K 至 18K+740，全長約 18.74 公里。

## 8. 聯絡道

北路廊聯絡道即二階可行性研究之春陽聯絡道。主線以霧社交流道銜接聯絡道，本聯絡道與主線路廊銜接處低於台 14 線約 100 公尺，最大縱坡度為 5.06%，聯絡道全長約 2.7 公里，設計速率為 60 公里/小時。聯絡道與台 14 線銜接點距霧社約 3 公里。

由於中、南路廊終點低於台 14 線約 100 公尺，以霧社交流道銜接聯絡道，聯絡道受地形限制採螺旋式規劃，全長約 2 公里，設計速率為 40 公里/小時。本路廊與台 14 線銜接點位於霧社地區台 14 線及台 14 甲線交叉口，可直接服務清境農場地區。螺旋式聯絡道可採門架式雙柱共構方式。

## 附錄 M 公路全面評估執行推動方式之劃分

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
一處	中和段	台 1 線	00K+000	06K+000	臺北市中正區、萬華區、三重區
		台 1 線	06K+000	14K+000	新北市泰山區、新莊區
		台 1 甲線	00K+000	04K+000	臺北市中正區、中山區、大同區
		台 1 甲線	04K+000	09K+000	新北市三重區
		台 1 甲線	09K+000	15K+000	新北市新莊區
		台 3 線	00K+000	05K+000	臺北市中正區、大同區、萬華區
		台 3 線	05K+000	12K+000	新北市板橋區
		台 3 線	12K+000	18K+500	新北市土城區
		台 3 線	18K+500	30K+500	新北市三峽區
		台 9 甲線	00K+000	10K+000	新北市新店區
		台 9 甲線	10K+000	19K+500	新北市烏來區
		台 15 線	00K+000	13K+500	新北市淡水區
		台 15 線	13K+500	22K+500	新北市林口區
		台 15 甲線	00K+000	01K+500	桃園縣大園鄉
		台 61 線	12K+600	22K+300	新北市八里區、林口區、桃園縣蘆竹鄉
		台 61 甲線	00K+000	02K+970	新北市八里區
		台 64 線	00K+000	03K+900	新北市八里區
		台 64 線	03K+900	13K+600	新北市五股區
		台 64 線	13K+600	17K+800	新北市新莊區、三重區
		台 64 線	17K+800	22K+600	新北市板橋區
台 64 線	22K+600	28K+668	新北市中和區		
台 65 線	00K+000	02K+900	新北市五股區、泰山區、新莊區		
台 65 線	08K+100	12K+300	新北市板橋區、土城區		
一處	中壢段	台 1 線	14K+000	24K+000	桃園縣龜山鄉、新北市樹林區
		台 1 線	24K+000	29K+500	桃園縣桃園市
		台 1 線	29K+500	38K+500	桃園縣八德市、中壢市
		台 1 線	38K+500	43K+000	桃園縣平鎮市
		台 1 線	43K+000	52K+000	桃園縣楊梅鎮



處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 1 甲線	15K+000	27K+000	桃園縣龜山鄉、桃園市
		台 3 乙線	00K+000	03K+500	桃園縣大溪鎮
		台 4 線	00K+000	05K+500	桃園縣大園鄉
		台 4 線	05K+500	11K+500	桃園縣蘆竹鄉、龜山鄉
		台 4 線	11K+500	18K+500	桃園縣桃園市
		台 4 線	18K+500	24K+000	桃園縣八德市
		台 4 線	24K+000	27K+000	桃園縣大溪鎮
		台 15 線	22K+500	26K+000	桃園縣蘆竹鄉
		台 15 線	26K+000	38K+000	桃園縣大園鄉
		台 15 線	38K+000	51K+000	桃園縣觀音鄉
		台 15 線	51K+000	61K+000	桃園縣新屋鄉
		台 31 線	00K+000	07K+500	桃園縣蘆竹鄉、大園鄉
		台 31 線	07K+500	17K+500	桃園縣中壢市、新屋鄉
		台 61 線	22K+400	25K+800	桃園縣蘆竹鄉
		台 61 線	25K+800	36K+800	桃園縣大園鄉
		台 61 線	36K+800	48K+890	桃園縣觀音鄉
		台 66 線	00K+000	07K+700	桃園縣觀音鄉
		台 66 線	07K+700	10K+200	桃園縣新屋鄉、觀音鄉
		台 66 線	10K+200	14K+100	桃園縣新屋鄉
		台 66 線	14K+100	17K+600	桃園縣楊梅鎮
台 66 線	17K+600	27K+300	桃園縣平鎮市、大溪鎮		
一處	復興段	台 2 乙線	00K+000	04K+500	臺北市大同區、士林區
		台 3 線	30K+500	45K+000	桃園縣大溪鎮、龍潭鄉
		台 3 線	45K+000	55K+500	桃園縣龍潭鄉、平鎮市
		台 3 乙線	03K+500	12K+000	桃園縣龍潭鄉
		台 4 線	27K+000	39K+000	桃園縣大溪鎮、龍潭鄉
		台 7 線	00K+000	12K+500	桃園縣大溪鎮
		台 7 線	12K+500	62K+000	桃園縣復興鄉
		台 7 乙線	00K+000	08K+500	新北市三峽區
台 7 乙線	08K+500	14K+206	桃園縣大溪鎮、復興鄉		
一處	景美段	台 2 線	00K+000	14K+000	新北市淡水區
		台 2 線	14K+000	22K+000	新北市三芝區
		台 2 線	22K+000	35K+000	新北市石門區
		台 2 線	35K+000	43K+000	新北市金山區
		台 2 線	43K+000	52K+000	新北市萬里區
		台 2 線	52K+000	62K+500	基隆市安樂區、中山區、仁愛區
		台 2 線	62K+500	71K+000	基隆市中正區
		台 2 線	71K+000	85K+000	新北市瑞芳區
台 2 線	85K+000	114K+000	新北市貢寮區		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域		
		台 2 甲線	00K+000	09K+000	新北市金山區		
		台 2 甲線	09K+000	13K+500	臺北市士林區		
		台 2 甲線	13K+500	24K+000	臺北市北投區		
		台 2 甲線	24K+000	36K+500	臺北市士林區、中山區		
		台 2 乙線	04K+500	11K+000	臺北市北投區		
		台 2 乙線	11K+000	23K+500	新北市淡水區		
		台 2 丙線	09K+000	12K+500	新北市平溪區		
		台 2 丙線	12K+500	24K+000	新北市雙溪區		
		台 2 丙線	24K+000	29K+500	新北市貢寮區		
		台 2 丁線	00K+000	03K+500	基隆市暖暖區		
		台 2 丁線	03K+500	13K+000	新北市瑞芳區		
		台 2 己線	0k+000	3k+500	基隆市中山區、安樂區		
		台 5 線	00K+000	04K+000	臺北市中山區、大安區		
		台 5 線	04K+000	11K+000	臺北市信義區、南港區		
		台 5 線	11K+000	19K+000	新北市汐止區		
		台 5 線	19K+000	24K+000	基隆市七堵區		
		台 5 線	24K+000	28K+000	基隆市暖暖區、仁愛區		
		台 5 甲線	00K+000	08K+500	新北市汐止區、基隆市七堵區		
		台 5 乙線	00K+500	02K+000	新北市汐止區		
		台 9 線	00K+000	07K+500	臺北市中正區、大安區、文山區		
		台 9 線	07K+500	21K+000	新北市新店區		
		台 9 線	21K+000	31K+000	新北市石碇區		
		台 9 線	31K+000	57K+000	新北市坪林區		
		台 13 線	0K+000	1K+000	新竹市香山區		
		台 15 線	61K+000	69K+000	新竹縣新豐鄉		
		台 62 線	00K+000	08K+400	基隆市安樂區、七堵區		
		台 62 線	08K+400	11K+800	基隆市暖暖區		
		台 62 線	11K+800	18K+700	新北市瑞芳區、基隆市信義區		
		一處	新竹段	台 1 線	52K+000	62K+500	新竹縣湖口鄉
				台 1 線	62K+500	71K+500	新竹縣新豐鄉、湖口鄉、竹北市
台 1 線	71K+500			77K+000	新竹市東區、北區		
台 1 線	77K+000			89K+500	新竹市香山區		
台 3 線	55K+500			63K+500	新竹縣關西鎮		
台 3 線	63K+500			74K+500	新竹縣橫山鄉		
台 3 線	74K+500			78K+500	新竹縣竹東鎮		
		台 3 線	78K+500	83K+000	新竹縣北埔鄉		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 3 線	83K+000	93K+500	新竹縣峨眉鄉
		台 10 線	11K+000	21K+000	臺中市大雅區、神岡區、豐原區
		台 10 乙線	0K+000	5K+000	臺中市沙鹿區、清水區
		台 15 線	69K+000	73K+000	新竹縣竹北市
		台 15 線	73K+000	78K+000	新竹市北區、香山區
		台 61 線	76K+000	85K+829	新竹市香山區
		台 68 線	01K+300	06K+500	新竹市北區
		台 68 線	06K+500	10K+900	新竹市東區
		台 68 線	10K+900	23K+500	新竹縣竹東鎮
		台 68 甲線	00K+000	00K+900	新竹縣竹東鎮
二處	工 台中段	台 1 線	143k+500	158k+000	臺中市大甲區
		台 1 線	158k+000	166K+000	臺中市清水區
		台 1 線	166K+000	170K+500	臺中市梧棲區
		台 1 線	170K+500	176K+500	臺中市龍井區
		台 1 線	176K+500	186k+500	臺中市大肚區、烏日區、彰化縣彰化市
		台 1 乙線	000K+000	004K+000	臺中市大雅區、西屯區
		台 1 乙線	004K+000	012K+000	臺中市北屯區、北區、西區
		台 1 乙線	012K+000	021K+500	臺中市南區、烏日區
		台 3 線	149K+500	158K+500	臺中市東勢區
		台 3 線	158K+500	165K+000	臺中市石岡區
		台 3 線	165K+000	172K+500	臺中市豐原區
		台 3 線	172K+500	178K+000	臺中市潭子區
		台 3 線	178K+000	185K+500	臺中市北屯區、北區、東區
		台 3 線	185K+500	192K+500	臺中市南區、大里區
		台 3 線	192K+500	201K+000	臺中市霧峰區、南投縣草屯鎮
		台 7 甲線	46K+000	74K+000	臺中市和平區
		台 8 線	0K+000	15K+000	臺中市東勢區
		台 10 線	0K+000	4K+500	臺中市清水區
		台 10 線	4K+500	11K+000	臺中市沙鹿區
		台 12 線	0K+000	4K+000	臺中市梧棲區
		台 12 線	4K+000	10K+000	臺中市沙鹿區
台 12 線	10K+000	20K+000	臺中市龍井區、西屯區		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 12 線	20K+000	23K+000	臺中市西區、中區
		台 17 線	0K+000	8K+500	臺中市清水區
		台 17 線	8K+500	14K+000	臺中市梧棲區
		台 17 線	14K+000	19K+000	臺中市龍井區
		台 21 線	0K+000	17K+500	臺中市東勢區、新社區
		台 61 線	131K+000	135K+000	臺中市大甲區
		台 61 線	135K+000	144K+400	臺中市大安區
		台 61 線	144K+400	152K+600	臺中市清水區
		台 61 線	152K+600	157K+500	臺中市梧棲區
		台 61 線	157K+500	163K+300	臺中市龍井區、彰化縣伸港鄉
		台 63 線	000K+000	005K+400	臺中市南區、大里區
		台 63 線	005K+400	014K+400	臺中市霧峰區
		台 63 線	014K+400	018K+900	南投縣草屯鎮
		台 63 甲線	0K+000	2K+000	南投縣草屯鎮
二處	工 谷關段	台 8 線	15K+000	86K+500	臺中市和平區
		台 8 線	86K+500	112K+000	南投縣仁愛鄉
		台 8 臨 37 線	0K+000	24K+500	臺中市和平區
		台 16 線	7K+000	13K+000	南投縣集集鎮
		台 16 線	13K+000	28K+500	南投縣水里鄉
		台 16 線	28K+500	41K+000	南投縣信義鄉
二處	工 信義段	台 14 乙線	0K+000	10K+000	彰化縣芬園鄉、南投縣草屯鎮
		台 14 乙線	10K+000	18K+000	南投縣南投市
		台 14 丁線	0K+000	7K+000	彰化縣芬園鄉
		台 18 線	97K+000	109K+500	南投縣信義鄉
二處	工 南投段	台 3 線	201K+000	208K+000	南投縣草屯鎮
		台 3 線	208K+000	216K+500	南投縣南投市
		台 3 線	216K+500	224K+500	南投縣名間鄉
		台 3 線	224K+500	237K+000	南投縣竹山鎮
		台 3 甲線	0K+000	5K+000	南投縣草屯鎮
		台 3 甲線	5K+000	11K+500	南投縣南投市
		台 3 丙線	0K+000	7K+000	南投縣竹山鎮、集集鎮
		台 13 線	1K+000	8K+000	苗栗縣頭份鎮、竹南鎮
台 13 甲線	0k+000	4k+500	苗栗縣頭份鎮、竹南鎮		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 13 甲線	4k+500	13k+500	苗栗縣造橋鄉、後龍鎮
		台 14 線	12K+000	34K+000	彰化縣芬園鄉、南投縣草屯鎮
		台 14 線	34K+000	37K+000	南投縣國姓鄉
		台 14 丁線	7K+000	10K+000	南投縣南投市
		台 16 線	0K+000	7K+000	南投縣名間鄉、集集鎮
		台 21 線	69K+000	73K+000	南投縣魚池鄉
		台 21 線	73K+000	86K+500	南投縣水里鄉
		台 21 線	86K+500	144K+900	南投縣信義鄉
二處	埔里段	台 14 線	37K+000	49K+500	南投縣國姓鄉
		台 14 線	49K+500	67K+500	南投縣埔里鎮
		台 14 線	67K+500	99K+000	南投縣仁愛鄉
		台 14 甲線	0K+000	32K+500	南投縣仁愛鄉
		台 21 線	17K+500	33K+500	南投縣國姓鄉
		台 21 線	33K+500	53K+500	南投縣埔里鎮
		台 21 線	53K+500	69K+000	南投縣魚池鄉
		台 21 甲線	0K+000	20K+500	南投縣魚池鄉
二處	苗栗段	台 1 線	89K+500	100K+500	苗栗縣竹南鎮、頭份鎮
		台 1 線	100K+500	107K+500	苗栗縣造橋鄉
		台 1 線	107K+500	116K+500	苗栗縣後龍鎮
		台 1 線	116K+500	123K+500	苗栗縣西湖鄉、後龍鎮
		台 1 線	123K+500	139K+500	苗栗縣通霄鎮
		台 1 線	139K+500	143k+500	苗栗縣苑裡鎮
		台 1 己線	0k+000	4k+000	苗栗縣竹南鎮、頭份鎮
		台 3 線	93K+500	100K+500	苗栗縣頭份鎮、三灣鄉、南庄鄉
		台 3 線	100K+500	106K+000	苗栗縣三灣鄉
		台 3 線	106K+000	126K+500	苗栗縣獅潭鄉
		台 3 線	126K+500	142K+000	苗栗縣大湖鄉
		台 3 線	142K+000	149K+500	苗栗縣卓蘭鎮、臺中市東勢區
		台 6 線	0K+000	5K+000	苗栗縣後龍鎮
		台 6 線	5K+000	18K+000	苗栗縣苗栗市
		台 6 線	18K+000	29K+000	苗栗縣公館鄉
		台 6 線	29K+000	31K+500	苗栗縣獅潭鄉、大湖鄉
台 13 線	8K+000	15K+500	苗栗縣頭份鎮		



處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 13 線	15K+500	19K+000	苗栗縣造橋鄉
		台 13 線	19K+000	25K+500	苗栗縣頭屋鄉
		台 13 線	25K+500	36K+000	苗栗縣苗栗市
		台 13 線	36K+000	45K+500	苗栗縣銅鑼鄉
		台 13 線	45K+500	56K+500	苗栗縣三義鄉
		台 13 線	56K+500	64K+500	臺中市后里區
		台 13 線	64K+500	69K+000	臺中市豐原區
		台 14 線	000K+000	008K+500	彰化縣彰化市
		台 14 線	008K+500	12K+000	彰化縣芬園鄉
		台 14 丙線	0k+000	2k+500	彰化縣彰化市
		台 61 線	85K+829	094K+800	苗栗縣竹南鎮
		台 61 線	094K+800	111K+500	苗栗縣後龍鎮
		台 61 線	111K+500	127k+000	苗栗縣通霄鎮
		台 61 線	127k+000	130k+900	苗栗縣苑裡鎮
		台 72 線	2k+700	9k+000	苗栗縣後龍鎮
		台 72 線	9k+000	12k+100	苗栗縣頭屋鄉
		台 72 線	12k+100	17k+200	苗栗縣公館鄉、苗栗市
		台 72 線	17k+200	23k+700	苗栗縣銅鑼鄉
		台 72 線	23k+700	31k+000	苗栗縣公館鄉、獅潭鄉
二處	員林段	台 74 線	000K+000	003K+100	彰化縣彰化市、臺中市烏日區
		台 74 線	003K+100	007K+700	臺中市南屯區
		台 74 線	007K+700	014K+400	臺中市西屯區
		台 74 線	022K+300	026K+500	臺中市北屯區、太平區
		台 74 線	026K+500	029K+100	臺中市東區、太平區
		台 74 線	029K+100	037K+800	臺中市大里區、霧峰區
		台 74 甲線	000K+000	002K+000	彰化縣彰化市
		台 76 線	10K+860	16K+500	彰化縣埔鹽鄉、秀水鄉、溪湖鄉
		台 76 線	16K+500	22K+800	彰化縣埔心鄉
		台 76 線	22K+800	30K+200	彰化縣員林鎮
台 76 線	30K+200	32K+600	南投縣南投市、草屯鎮		
二處	彰化段	台 1 線	186k+500	194k+500	彰化縣彰化市
		台 1 線	194k+500	201k+000	彰化縣花壇鄉
		台 1 線	201k+000	204k+500	彰化縣大村鄉
		台 1 線	204k+500	209k+000	彰化縣員林鎮、埔心鎮
		台 1 線	209k+000	213K+000	彰化縣永靖鄉
		台 1 線	213K+000	218K+000	彰化縣田尾鄉、北斗鎮

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 1 線	218K+000	228K+000	彰化縣溪州鄉、西螺鎮
		台 1 丙線	0K+000	7k+500	彰化縣彰化市
		台 11 線	100K+000	131K+000	臺東縣成功鎮
		台 11 線	154K+500	178K+000	臺東縣台東市、太麻里鄉
		台 11 乙線	0K+000	7K+405	臺東縣台東市
		台 17 線	19K+000	28K+500	彰化縣伸港鄉、線西鄉
		台 17 線	28K+500	39K+000	彰化縣鹿港鎮
		台 17 線	39K+000	45K+500	彰化縣福興鄉
		台 17 線	45K+500	62K+000	彰化縣芳苑鄉
		台 17 線	62K+000	70K+000	彰化縣大城鄉
		台 19 線	0K+000	4K+500	彰化縣彰化市
		台 19 線	4K+500	10K+000	彰化縣秀水鄉、福興鄉
		台 19 線	10K+000	14K+000	彰化縣埔鹽鄉
		台 19 線	14K+000	20K+500	彰化縣溪湖鎮
		台 19 線	20K+500	29K+500	彰化縣埤頭鄉
		台 19 線	29K+500	38K+000	彰化縣竹塘鄉、雲林縣二崙鄉
		台 61 線	163K+300	169K+000	彰化縣伸港鄉
		台 61 線	169K+000	171K+800	彰化縣線西鄉
		台 61 線	171K+800	180K+200	彰化縣鹿港鎮、福興鄉
		台 61 乙線	0K+000	4K+500	彰化縣伸港鄉
		台 61 乙線	4K+500	6K+000	彰化縣和美鎮
		台 74 甲線	002K+000	005K+500	彰化縣彰化市
		台 74 甲線	005K+500	010K+500	彰化縣花壇鄉
三處	台東段	台 9 線	357K+500	370k+500	臺東縣卑南鄉
		台 9 線	370k+500	392k+000	臺東縣台東市
		台 9 線	392k+000	423k+500	臺東縣太麻里鄉
		台 9 線	423k+500	443k+500	臺東縣大武鄉
		台 9 線	443k+500	456k+500	臺東縣達仁鄉、獅子鄉
		台 9 乙線	004K+000	009K+000	臺東縣卑南鄉
		台 11 線	073K+000	100K+000	臺東縣長濱鄉
		台 11 線	131K+000	150K+500	臺東縣東河鄉
		台 11 線	150K+500	154K+500	臺東縣卑南鄉
		台 20 線	053K+000	066K+500	高雄市甲仙區

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 20 線	066K+500	081K+500	高雄市六龜區
		台 20 線	081K+500	148K+000	高雄市桃源區、臺東縣海端鄉
		台 23 線	16K+500	040K+500	臺東縣東河鄉
		台 23 線	040K+500	045K+085	臺東縣成功鎮
		台 30 線	29K+000	35K+000	臺東縣長濱鄉
三處	甲仙段	台 17 線	186K+000	194k+000	高雄市茄萣區
		台 17 線	194k+000	199k+000	高雄市湖內區、路竹區
		台 17 甲線	19K+000	26K+000	高雄市茄萣區、湖內區
		台 21 線	198K+000	214K+500	高雄市三民區
		台 21 線	214K+500	240K+000	高雄市甲仙區
		台 21 線	240K+000	254K+000	高雄市杉林區
		台 21 線	254K+000	263K+000	高雄市旗山區
		台 27 線	000K+000	025k+500	高雄市六龜區、屏東縣高樹鄉
		台 27 甲線	000K+000	014k+000	高雄市六龜區
三處	高雄段	台 1 線	344K+500	350K+000	高雄市湖內區
		台 1 線	350K+000	356K+500	高雄市路竹區
		台 1 線	356K+500	362K+500	高雄市岡山區
		台 1 線	362K+500	367K+500	高雄市橋頭區
		台 1 線	367K+500	371K+000	高雄市楠梓區、仁武區
		台 1 線	371K+000	375K+000	高雄市仁武區、左營區
		台 1 線	375K+000	381K+500	高雄市三民區
		台 1 線	381K+500	385K+000	高雄市鳳山區
		台 1 線	385K+000	391K+500	高雄市大寮區
		台 1 戊線	000K+000	003K+500	高雄市三民區、苓雅區
		台 1 戊線	003K+500	008K+500	高雄市鳳山區、大寮區
		台 3 線	390k+000	403K+000	高雄市內門區
		台 3 線	403K+000	409K+500	高雄市旗山區、美濃區
		台 3 線	409K+500	413k+500	高雄市旗山區
		台 17 線	199k+000	204k+500	高雄市永安區
		台 17 線	204k+500	211k+500	高雄市彌陀區、梓官區
		台 17 線	211k+500	218K+000	高雄市橋頭區、楠梓區
		台 17 線	218K+000	222K+000	高雄市左營區
		台 17 線	222K+000	228K+000	高雄市鼓山區、三民區、前金區、新興區
		台 17 線	228K+000	234K+000	高雄市苓雅區、前鎮區
台 17 線	234K+000	243K+500	高雄市小港區		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 17 線	243K+500	251K+500	高雄市林園區、屏東縣新園鄉
		台 19 甲線	55K+000	61K+000	高雄市阿蓮區
		台 19 甲線	61K+000	72K+000	高雄市岡山區
		台 19 甲線	72K+000	76K+000	高雄市梓官區
		台 21 線	263K+000	277K+500	高雄市旗山區
		台 21 線	277K+500	292K+500	高雄市大樹區
		台 21 線	292K+500	307K+000	高雄市大寮區
		台 21 線	307K+000	310K+000	高雄市林園區
		台 22 線	000K+000	004K+500	高雄市楠梓區、大社區
		台 22 線	004K+500	014K+000	高雄市燕巢區
		台 22 線	014K+000	019k+000	高雄市大樹區、旗山區、屏東縣九如鄉、里港鄉
		台 25 線	000K+000	003K+500	高雄市鳳山區
		台 25 線	003K+500	014K+500	高雄市大寮區
		台 25 線	014K+500	018K+000	高雄市林園區
		台 28 線	000K+000	003K+000	高雄市湖內區
		台 28 線	003K+000	008K+500	高雄市路竹區
		台 28 線	008K+500	014K+500	高雄市阿蓮區
		台 28 線	014K+500	024K+500	高雄市田寮區
		台 28 線	024K+500	032K+500	高雄市內門區、田寮區、旗山區
		台 28 線	032K+500	042K+500	高雄市美濃區
台 28 線	042K+500	049K+000	高雄市六龜區		
台 39 線	16K+500	18K+500	高雄市阿蓮區		
台 88 線	000K+000	003K+200	高雄市鳳山區		
台 88 線	003K+200	012K+800	高雄市大寮區、屏東縣萬丹鄉		
三 工 處	楓港段	台 1 線	436k+000	441k+500	屏東縣枋寮鄉
		台 1 線	441k+500	460k+500	屏東縣枋山鄉
		台 9 線	456k+500	473k+000	屏東縣獅子鄉
		台 9 線	473k+000	476k+072	屏東縣枋山鄉
		台 17 線	251K+500	260K+500	屏東縣新園鄉、東港鎮
		台 17 線	260K+500	264K+000	屏東縣林邊鄉
		台 17 線	264K+000	269K+000	屏東縣佳冬鄉
		台 26 線	0k+000	4k+500	屏東縣枋山鄉、獅子鄉

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 26 線	4k+500	8k+500	屏東縣枋山鄉、獅子鄉
		台 26 線	8k+500	19k+000	屏東縣車城鄉
		台 26 線	19k+000	53k+000	屏東縣恆春鎮
		台 26 線	53k+000	74k+500	屏東縣滿州鄉
		台 26 線	74k+500	80k+024	屏東縣牡丹鄉
		台 26 線	88K+600	93k+994	屏東縣達仁鄉
三處	工 潮州段	台 1 線	391K+500	400k+500	屏東縣屏東市
		台 1 線	400k+500	403k+500	屏東縣麟洛鄉、竹田鄉
		台 1 線	403k+500	409k+500	屏東縣內埔鄉
		台 1 線	409k+500	413k+000	屏東縣竹田鄉、萬巒鄉
		台 1 線	413k+000	421k+500	屏東縣潮州鎮
		台 1 線	421k+500	424k+500	屏東縣新埤鄉、南州鄉
		台 1 線	424k+500	430k+000	屏東縣新埤鄉、佳冬鄉
		台 1 線	430k+000	436k+000	屏東縣枋寮鄉
		台 3 線	413k+500	422k+000	屏東縣里港鄉
		台 3 線	422k+000	428k+000	屏東縣九如鄉
		台 3 線	428k+000	436k+500	屏東縣屏東市
		台 9 線	320K+500	326K+500	屏東縣池上鄉
		台 17 線	269K+000	272K+500	屏東縣枋寮鄉
		台 20 線	148K+000	208K+000	屏東縣海端鄉
		台 20 甲線	0K+000	5K+500	屏東縣海端鄉、池上鄉
		台 22 線	019k+000	027k+500	屏東縣里港鄉
		台 22 線	027k+500	034k+000	屏東縣高樹鄉
		台 24 線	0K+000	5K+000	屏東縣屏東市
		台 24 線	5K+000	14K+500	屏東縣長治鄉
		台 24 線	14K+500	21K+000	屏東縣鹽埔鄉、長治鄉
		台 24 線	21K+000	33K+000	屏東縣三地門鄉
		台 24 線	33K+000	47K+500	屏東縣霧台鄉
		台 27 線	025k+500	041k+500	屏東縣高樹鄉
		台 27 線	041k+500	051k+000	屏東縣鹽埔鄉、九如鄉、長治鄉
		台 27 線	051k+000	062k+500	屏東縣屏東市
		台 27 線	062k+500	070k+000	屏東縣萬丹鄉
台 27 線	070k+000	079k+000	屏東縣新園鄉		
台 88 線	012K+800	017K+000	屏東縣萬丹鄉		
台 88 線	017K+000	022K+500	屏東縣竹田鄉		
三處	工 關山段	台 9 線	326K+500	339K+500	臺東縣關山鎮、海端鄉
		台 9 線	339K+500	357K+500	臺東縣鹿野鄉
		台 17 線	82K+500	91K+500	雲林縣台西鄉



處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 17 線	91K+500	96K+000	雲林縣四湖鄉
		台 17 線	70K+000	82K+500	雲林縣麥寮鄉、東勢鄉
四處 工	玉里段	台 9 線	247K+500	260K+500	花蓮縣光復鄉
		台 9 線	260K+500	279K+500	花蓮縣瑞穗鄉
		台 9 線	279K+500	296K+500	花蓮縣玉里鎮
		台 9 線	300K+000	320K+500	花蓮縣富里鄉、臺東縣池上鄉
		台 11 甲線	0K+000	9k+000	花蓮縣光復鄉
		台 11 甲線	9k+000	19k+250	花蓮縣豐濱鄉
		台 11 丙線	000K+000	018K+000	花蓮縣吉安鄉、壽豐鄉
		台 30 線	21K+500	29K+000	花蓮縣富里鄉、臺東縣長濱鄉
四處 工	花蓮段	台 2 戊線	3k+500	9k+000	宜蘭縣蘇澳鎮
		台 9 線	99k+500	120k+500	宜蘭縣蘇澳鎮、南澳鄉
		台 9 線	120k+500	128k+500	宜蘭縣蘇澳鎮、南澳鄉
		台 9 線	181K+500	184K+500	花蓮縣秀林鄉
		台 9 線	184K+500	201K+500	花蓮縣新城鄉
		台 9 線	201K+500	207K+500	花蓮縣花蓮市
		台 9 線	207K+500	215K+000	花蓮縣吉安鄉
		台 9 線	215K+000	232K+000	花蓮縣壽豐鄉
		台 9 線	232K+000	247K+500	花蓮縣風林鎮
		台 9 丙線	000K+000	012K+000	花蓮縣花蓮市、吉安鄉
		台 9 丙線	012K+000	015K+500	花蓮縣秀林鄉
		台 9 丙線	015K+500	022K+500	花蓮縣壽豐鄉
		台 11 線	000K+000	006K+000	花蓮縣吉安鄉
		台 11 線	006K+000	030K+500	花蓮縣壽豐鄉
		台 11 線	030K+500	073K+000	花蓮縣豐濱鄉
四處 工	南澳段	台 8 線	112K+000	189K+750	花蓮縣秀林鄉
		台 9 線	128k+500	136k+000	宜蘭縣蘇澳鎮、南澳鄉
		台 9 線	136k+000	156k+000	宜蘭縣南澳鄉
		台 9 線	156k+000	181K+500	花蓮縣秀林鄉
		台 14 甲線	33K+000	37K+000	花蓮縣秀林鄉、南投縣仁愛鄉
		台 14 甲線	37K+000	41K+500	花蓮縣秀林鄉
四處 工	洛韶段	台 7 甲線	0k+000	46K+000	宜蘭縣大同鄉
		台 7 丙線	0k+000	6k+500	宜蘭縣大同鄉、三星鄉

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 7 丙線	6k+500	23k+000	宜蘭縣三星鄉、冬山鄉
四 處	獨立山 段	台 2 線	114K+000	141K+500	宜蘭縣頭城鎮
		台 2 戊線	0k+000	3k+500	宜蘭縣五結鄉、蘇澳鎮
		台 2 庚線	0K+000	3K+500	宜蘭縣頭城鎮
		台 7 線	62k+000	107K+000	宜蘭縣大同鄉、員山鄉
四 處	頭城段	台 2 線	141K+500	152K+000	宜蘭縣壯圍鄉
		台 2 線	152K+000	160K+000	宜蘭縣五結鄉
		台 2 線	160K+000	169K+500	宜蘭縣蘇澳鎮
		台 7 線	107K+000	119K+500	宜蘭縣員山鄉
		台 7 線	119K+500	126K+000	宜蘭縣宜蘭市
		台 7 線	126K+000	129K+500	宜蘭縣壯圍鄉
		台 7 丙線	23k+000	31k+500	宜蘭縣冬山鄉、羅東鎮、五結鄉
		台 9 線	57K+000	70K+500	宜蘭縣頭城鎮
		台 9 線	70K+500	77K+500	宜蘭縣礁溪鄉
		台 9 線	77K+500	86k+000	宜蘭縣宜蘭市
		台 9 線	86k+000	91K+500	宜蘭縣五結鄉、羅東鎮
		台 9 線	91K+500	99k+500	宜蘭縣冬山鄉、蘇澳鎮
		台 9 甲線	50K+000	66K+000	宜蘭縣員山鄉、宜蘭市
五 處	斗南段	台 1 線	228K+000	230K+500	雲林縣西螺鄉
		台 1 線	230K+500	237K+500	雲林縣莿桐鄉、虎尾鎮
		台 1 線	237K+500	248K+500	雲林縣斗南鎮、大埤鄉
		台 1 丁線	0K+000	4K+000	雲林縣莿桐鄉
		台 1 丁線	4K+000	14K+000	雲林縣斗六市、斗南鎮
		台 3 線	237K+000	246K+000	雲林縣林內鄉
		台 3 線	246K+000	256K+000	雲林縣斗六市
		台 3 線	256K+000	266K+000	雲林縣古坑鄉
		台 17 線	96K+000	113K+500	雲林縣四湖鄉、口湖鄉
		台 17 線	113K+500	124K+500	嘉義縣東石鄉
		台 17 線	124K+500	138K+000	嘉義縣布袋鎮、臺南市北門區
		台 19 線	38K+000	44K+500	雲林縣二崙鄉
		台 19 線	44K+500	48K+500	雲林縣崙背鄉
		台 19 線	48K+500	55K+000	雲林縣褒忠鄉、土庫鎮
		台 19 線	55K+000	60K+500	雲林縣元長鄉
		台 61 線	214K+000	216K+700	雲林縣麥寮鄉
		台 61 線	225K+000	232K+300	雲林縣台西鄉
		台 61 線	232K+300	238K+800	雲林縣四湖鄉
台 78 線	0K+000	5K+500	雲林縣四湖鄉、台西鄉		
台 78 線	5K+500	11K+500	雲林縣東勢鄉		

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
		台 78 線	11K+500	13K+800	雲林縣褒忠鄉、東勢鄉
		台 78 線	13K+800	17K+100	雲林縣元長鄉
		台 78 線	17K+100	23K+400	雲林縣土庫鎮
		台 78 線	23K+400	26K+200	雲林縣虎尾鎮
		台 78 線	26K+200	29K+600	雲林縣斗南鎮
		台 78 線	29K+600	32K+600	雲林縣大埤鎮、斗南鎮
		台 78 線	32K+600	36K+900	雲林縣斗南鎮
		台 78 線	36K+900	39K+400	雲林縣斗六市
		台 78 線	39K+400	42K+800	雲林縣古坑鄉
五 處	工 水上段	台 1 線	248K+500	253K+500	嘉義縣大林鎮
		台 1 線	253K+500	262K+500	嘉義縣溪口鄉、民雄鄉
		台 1 線	262K+500	266K+000	嘉義市東區
		台 1 線	266K+000	270K+500	嘉義市西區
		台 1 線	270K+500	278K+000	嘉義縣水上鄉
		台 18 線	0K+000	9K+000	嘉義縣太保市
		台 18 線	9K+000	18K+500	嘉義市西區、東區
		台 18 線	18K+500	28K+500	嘉義縣中埔鄉
		台 18 線	28K+500	52K+500	嘉義縣番路鄉、阿里山鄉
		台 18 線	52K+500	59K+000	嘉義縣番路鄉
		台 19 線	60K+500	65K+000	雲林縣元長鄉
		台 19 線	65K+000	70K+500	雲林縣北港鎮
		台 19 線	70K+500	83K+000	嘉義縣六腳鄉
		台 19 線	83K+000	91K+500	嘉義縣朴子市
		台 19 線	91K+500	100K+500	嘉義縣義竹鄉
		台 37 線	0K+000	6K+000	嘉義縣新港鄉
		台 37 線	6K+000	14K+000	嘉義縣六腳鄉、太保市
		台 61 線	238K+800	240K+900	雲林縣四湖鄉
		台 61 線	240K+900	256K+400	雲林縣口湖鄉
		台 61 線	256K+400	268K+500	嘉義縣東石鄉
		台 61 線	268K+500	279K+500	嘉義縣布袋鎮、臺南市北門區
台 82 線	10K+000	13K+600	嘉義縣朴子市		
台 82 線	13K+600	15K+900	嘉義縣鹿草鄉、太保市		
台 82 線	15K+900	22K+500	嘉義縣鹿草鄉		
台 82 線	22K+500	33K+900	嘉義縣水上鄉、中埔鄉		
五 處	工 阿里山 段	台 3 線	266K+000	274K+500	嘉義縣梅山鄉
		台 3 線	274K+500	281K+500	嘉義縣竹崎鄉
		台 3 線	281K+500	288K+000	嘉義縣番路鄉、中埔鄉
		台 18 線	59K+000	64K+000	嘉義縣阿里山鄉、竹崎

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
					鄉
		台 18 線	64K+000	97K+000	嘉義縣阿里山鄉、南投縣信義鄉
		台 20 線	20K+500	29K+000	臺南市山上區、左鎮區
		台 20 線	29K+000	41K+000	臺南市玉井區
		台 20 乙線	0K+000	8K+000	臺南市左鎮區、南化區
五處	工 曾文段	台 3 線	288K+000	313K+500	嘉義縣中埔鄉、大埔鄉
		台 3 線	313K+500	324K+500	嘉義縣番路鄉
		台 3 線	324K+500	354K+500	嘉義縣大埔鄉
		台 3 線	354K+500	371K+500	臺南市楠西區
		台 3 線	371K+500	379K+000	臺南市玉井區
		台 3 線	379K+000	390k+000	臺南市南化區
		台 17 甲線	0k+000	11k+000	臺南市安定區、安南區、北區、中西區
		台 17 甲線	11k+000	19K+000	臺南市南區
		台 17 乙線	0K+000	5K+500	臺南市安南區
		台 20 線	41K+000	053K+000	臺南市南化區、高雄市甲仙區
五處	工 新化段	台 1 線	311K+000	316K+000	臺南市善化區
		台 1 線	316K+000	323K+000	臺南市新市區
		台 1 線	323K+000	334K+000	臺南市永康區
		台 1 線	334K+000	339K+500	臺南市東區、南區
		台 1 線	339K+500	344K+500	臺南市仁德區
		台 17 線	138K+000	147K+500	臺南市北門區、學甲區
		台 17 線	147K+500	152k+500	臺南市學甲區、將軍區、七股區
		台 17 線	152k+500	163k+500	臺南市七股區、安南區
		台 19 線	123K+500	130K+500	臺南市佳里區、西港區
		台 19 線	130K+500	134K+500	臺南市安定區
		台 19 線	134K+500	140K+000	臺南市安南區、永康區
		台 19 甲線	0K+000	7K+000	臺南市新營區
		台 19 甲線	16K+500	27K+000	臺南市麻豆區、善化區
		台 19 甲線	27K+000	33K+000	臺南市新市區
		台 19 甲線	33K+000	38K+500	臺南市新化區

處	段	省道名稱	起	迄	所在區域
五 處 工	新營段	線			
		台 19 甲 線	38K+500	54K+500	臺南市關廟區
		台 20 線	0k+000	3k+500	臺南市中西區、北區
		台 20 線	3k+500	10k+500	臺南市永康區
		台 20 線	10k+500	20K+500	臺南市新化區、山上區
		台 39 線	0k+000	16K+500	臺南市新化區、永康 區、歸仁區
		台 86 線	02K+300	10K+700	臺南市南區、仁德區
		台 86 線	10K+700	18K+500	臺南市歸仁區、關廟區
	新營段	台 1 線	278K+000	288K+500	臺南市後壁區
		台 1 線	288K+500	292K+000	臺南市新營區
		台 1 線	292K+000	297K+000	臺南市柳營區
		台 1 線	297K+000	301K+000	臺南市六甲區
		台 1 線	301K+000	311K+000	臺南市官田區、善化區
		台 19 甲 線	7K+000	16K+500	臺南市下營區、麻豆區
		台 19 線	100K+500	111K+500	臺南市鹽水區、學甲區
		台 19 線	111K+500	118K+500	臺南市學甲區
		台 19 線	118K+500	123K+500	臺南市佳里區
		台 30 線	0K+000	8K+000	花蓮縣卓溪鄉
		台 30 線	8K+000	21K+500	花蓮縣玉里鎮
		台 61 線	279K+500	290K+500	臺南市北門區
台 61 線	290K+500	294K+300	臺南市將軍區		
台 84 線	14K+800	17K+000	臺南市下營區		
台 84 線	17K+000	20K+800	臺南市麻豆區		
台 84 線	20K+800	29K+300	臺南市官田區		
台 84 線	29K+300	38K+100	臺南市大內區		
台 84 線	38K+100	41K+400	臺南市玉井區		



## 附錄 N 「公路分等級開發及復建之評估及建設準則」委辦計畫期末審查後之工作會議紀錄及意見答覆

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第二區養護工程處	
一、公路復建與開發需求性評分系統係將由誰去進行評估？	一、感謝委員的意見，本系統建議由三位專業工程師去進行評估，再平均三位專業工程師所打之分數，避免主觀性評分的發生。
二、公路復建與開發需求性評分系統之權重修改，將由誰去決定修改。另，定性之評估指標該如何評估，以不失主觀性？	二、感謝委員的意見，本系統之預設值權重，係由五場專家學者座談會問卷統計分析而得，建議盡量採此權重進行分析。除非，決策者有其他因素之考量，再行調整權重而進行評估。本系統建議由三位專業工程師去進行評估，再平均三位所打之分數，避免主觀性評分發生。

審查意見	廠商答覆意見
交通部公路總局第三區養護工程處	
一、權重因子系統的修正，其依據為何？不同工程師修改之結果皆不同，造成評估結果不同。	一、感謝委員的意見，本系統之預設值權重，係由五場專家學者座談會問卷統計分析而得，建議盡量採此權重進行分析。除非，決策者有其他因素之考量，再行調整權重而進行評估。

審查意見	廠商答覆意見
<b>交通部公路總局第四區養護工程處</b>	
一、系統操作，修復路線評估，建議依現況致災路段作評估，而非以全線方式來作評估。	一、感謝委員的意見，建議公路總局後續針對本計畫利用鄉鎮市與工務段劃分之路段去進行本案之復建與開發需求性評估。
二、系統操作應有教育訓練及操作手冊，俾利後續執行。	二、感謝委員的建議，遵照辦理。
三、權重修改，建議以專家、學者以及居民問卷方式決定。	三、感謝委員的意見，本系統之預設值權重，係由專家學者以及一般民眾(含原住民)問卷所統計分析而得。
四、日後系統維護單位為何？	四、感謝委員的意見，本系統屬單機版之軟體，故暫無維護之疑慮。
五、公路設施之整建，邊坡部分，建議加入地質考量。	五、感謝委員的建議，本計畫經由需求性評分系統之初評至公路安全度之細評後，將提供公路之整建策略。然，在挑選適宜之整建策略後，應由相關單位再行地質探勘與量測，以掌握地文因子之情形。

審查意見	廠商答覆意見
<b>交通部公路總局第五區養護工程處</b>	
一、有關「公路復建與開發需求性評分系統」定量網頁查詢部分，建議將查詢網址以類似超連結方式附於勾選項旁，以利查詢。譬如：社會公義影響因子之住民特色查詢，操作手冊上寫「藉由評估路段之所在地縣市政府的便民查詢之統計資訊網查詢得出」，是否能於操作系統上作直接選擇縣市後連結該網頁之功能。	一、感謝委員的建議，本計畫契約並無開發系統軟體之工項，然研究團隊仍於期末階段建置單機版之軟體以及操作手冊，故建議貴局後續可另行增案，以建置「線上版公路復建與開發需求性評分系統」。
二、有關系統套圖部分，建議使用手冊增加每一步驟詳細之操作畫面圖，以利操作。例如：該選項按鈕顯示位置，另手冊部分操作程序圖無顯示。	二、感謝委員的意見，使用手冊已有詳細之操作畫面步驟，且本計畫已於2013年8月16日召開教育訓練。

審查意見	廠商答覆意見
<b>交通部公路總局規劃組</b>	
一、增加公路復建與開發需求性評分系統之權重修改的預設值回復功能。	一、感謝委員的建議，遵照辦理。
二、評分系統使用手冊報告書需提及定性評估需三位以上進行評估，以利後續使用者了解。	二、感謝委員的建議，遵照辦理。
三、對於評分系統需使用 GIS 系統判定之指標，請考量納入本局已發展之資訊系統平台中(Safe Taiwan)，對於本局使用者將較為方便。	三、感謝委員的意見，本研究案結案前將提供業主 KML 或 KMZ 檔案，以利公路總局使用。
四、公路分等級開發及復建期末報告內之章節，建議環興公司可依判定開發(或復建)之流程編排，如從大範圍的開發或復建評分系統，到安全度評估，再到整建策略等，可使閱讀者易瞭解整體計畫概念及後續應用。	四、感謝委員的建議，遵照辦理。

審查意見	廠商答覆意見
<b>交通部公路總局養路組</b>	
一、請於報告書中說明復建準則對應之整建策略，以符合契約提出具體公路設施整建策略(依環境氣候變化、設施老化脆弱程度、公路使用需求、地方產業發展等，分析評估公路設施整建成本、經濟效益、設施損害風險損失(社會成本)與社會公義等各層面之需要性。)之工項。	一、感謝委員的意見，感謝委員的建議，遵照辦理。

審查意見	廠商答覆意見
<b>規劃組李組長忠璋 會議主席結論</b>	
一、為使本案落實應用，請承辦單位與環興公司協商招開教育訓練事宜。	一、感謝主席的意見，已於 2013 年 8 月 16 日舉辦教育訓練。
二、今日各單位意見納入會議紀錄，請環興公司依各單位意見修正報告書內容。	一、感謝主席的意見，遵照辦理。