

交通部公路總局蘇花公路改善工程處

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫
施工期間工程碳管理委託服務工作

102 年度年中進度報告書
(修正報告)

中興工程顧問股份有限公司

中華民國 102 年 9 月

目 錄

目錄	I
圖目錄	IV
表目錄	VIII
第一章 計畫背景分析	1-1
1.1 計畫緣起	1-1
1.2 計畫目標及預期成果	1-2
1.3 計畫範圍與工作項目	1-4
1.3.1 計畫範圍	1-4
1.3.2 計畫工作項目	1-6
1.4 計畫執行流程及方法	1-7
1.5 計畫進度規劃及現階段執行成果	1-10
1.5.1 計畫進度規劃	1-10
1.5.2 現階段執行成果	1-11
第二章 工程碳足跡評估與我國道路工程碳管理發展	2-1
2.1 碳足跡盤查及查證規範	2-1
2.1.1 碳足跡盤查規範與程序	2-2
2.1.2 碳足跡盤查準則：產品類別規則	2-6
2.1.3 工程相關產品類別規則之發展	2-10
2.2 先進國家道路工程碳管理制度與案例	2-18
2.2.1 先進國家碳管理及減碳管理架構	2-18
2.2.2 英國碳排放計算器	2-27
2.2.3 先進國家碳排放推估案例	2-31
2.2.4 先進國家碳盤查案例	2-45
2.3 國內道路工程相關碳管理政策規範與案例	2-54
2.3.1 國內相關政策說明與趨勢研析	2-54
2.3.2 我國道路工程碳足跡產品類別規則之發展	2-61

第三章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查執行進度	3-1
3.1 工程碳足跡盤查執行進度	3-3
3.1.1 啟始會議辦理說明	3-4
3.1.2 教育訓練辦理說明	3-5
3.1.3 現場訪查與輔導工作辦理說明	3-6
3.2 工程碳足跡盤查資料庫系統設計與建置	3-7
3.2.1 碳足跡盤查表單說明	3-8
3.2.2 碳管理資料流程分析結果	3-11
3.2.3 碳足跡盤查資料庫管理系統功能設計與建置	3-13
3.2.4 碳足跡盤查活動資料蒐集介面說明	3-14
3.2.5 碳足跡盤查活動資料鎖定及分析介面說明	3-25
3.2.6 後續系統更新構想	3-27
3.3 碳足跡係數蒐集與選用原則	3-29
3.3.1 係數選用原則	3-29
3.3.2 係數資料庫系統設計與建置	3-30
3.3.3 係數蒐集與分析方法說明	3-34
3.3.4 係數計算結果	3-36
3.4 本期工程碳足跡盤查執行成果說明(102.01~102.06)	3-38
3.4.1 東澳東岳段新建工程(A3 標)	3-38
3.4.2 中仁隧道新建工程(C1 標)	3-54
3.4.3 東澳隧道新建工程(A2 標)	3-68
3.4.4 蘇澳永樂段新建工程(A1 標)	3-82
第四章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查結果分析	4-1
4.1 工程碳足跡盤查結果分析研究	4-1
4.1.1 東澳東岳段新建工程(A3 標)工區碳足跡盤查結果分析	4-1
4.1.2 中仁隧道新建工程(C1 標)	4-3
4.1.3 東澳隧道新建工程(A2 標)	4-6
4.2 工程特性與工程碳足跡關聯分析	4-8

4.2.1 東澳東岳段新建工程(A3 標)特性與碳足跡分析	4-8
4.2.2 中仁隧道新建工程(C1 標).....	4-13
4.3 工程碳足跡環境影響因子探討	4-14
4.4 南澳和平段(B 段)土建標工程碳足跡推估資料需求分析	4-14
第五章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查結果分析	5-1
5.1 工程減碳措施回顧.....	5-1
5.1.1 施工機具	5-2
5.1.2 工程材料	5-11
5.2 蘇花改工程減碳措施及預期減碳效益	5-16
5.2.1 生質柴油替代柴油之減碳效益	5-16
5.2.2 飛灰爐石替代水泥之減碳效益	5-18
5.3 檢討減碳措施之實際減碳成效.....	5-20
第六章 後續執行規劃.....	6-1
6.1 下期工作重點.....	6-2
6.2 後續工作執行建議.....	6-4
6.3 後續協助事項	6-5
參考文獻	參-1
附錄 I 蘇花改工程碳足跡盤查表單	
附錄 II A1 標啟始會議與 A1 標教育訓練辦理資料	
附錄 III A3、C1、A2 及 A1 標現場訪查與輔導工作辦理資料	
附錄 IV 歷次審查意見回覆	

圖目錄

圖 1.2-1	本計畫整體目標與執行構想.....	1-2
圖 1.3.1-1	本計畫各工作重點執行範圍示意圖.....	1-5
圖 1.4-1	本計畫執行流程圖.....	1-9
圖 1.5.1-1	本計畫預定進度圖.....	1-12
圖 2.1-1	國際碳管理趨勢.....	2-1
圖 2.1.1-1	碳足跡相關標準發展進程示意圖.....	2-5
圖 2.1.3-1	營造產品類別規則基本模組邊界界定示意圖.....	2-10
圖 2.1.3-2	瑞典運輸工程相關產品類別規則及基本模組發展構想.....	2-12
圖 2.1.3-3	瑞典交通部草擬道路工程產品類別規則進程.....	2-13
圖 2.1.3-4	道路工程產品類別規則文件目錄.....	2-15
圖 2.1.3-5	道路工程產品系統流程圖.....	2-16
圖 2.2.1-1	不同範疇之溫室氣體排放項目示意圖.....	2-20
圖 2.2.1-2	營造業可能涵蓋之事業體.....	2-20
圖 2.2.1-3	工程計畫碳排放評估項目示意圖.....	2-22
圖 2.2.1-4	美國 I-93 州際公路橋梁上構替換工程示意圖.....	2-22
圖 2.2.1-5	美國 I-93 州際公路橋梁上構替換工程碳排放計算結果.....	2-23
圖 2.2.1-6	英國公路局碳管理相關計畫發展進程.....	2-24
圖 2.2.1-7	英國公路局碳管理架構.....	2-24
圖 2.2.1-8	英國公路局重大工程計畫排碳評估與管理內容項目.....	2-25
圖 2.2.2-1	英國公路局碳排放量計算器.....	2-28
圖 2.2.2-2	英國環境署工程計畫碳足跡計算器.....	2-29
圖 2.2.2-3	英國環境署工程計畫碳足跡計算案例.....	2-30
圖 2.2.3-1	CRC 計畫區位及交流道位置示意圖.....	2-31
圖 2.2.3-2	日本道路鋪面維修工程排碳量評估邊界.....	2-36
圖 2.2.3-3	日本道路鋪面維修工程各方案排碳量評估結果.....	2-39
圖 2.2.3-4	日本道路鋪面維修工程方案材料製程及運輸排碳量分析.....	2-40

圖 2.2.3-5	日本道路鋪面維修方案 2、3 材料製程與施作排碳量分析.....	2-40
圖 2.2.3-6	法國 A71 鋪面構造圖.....	2-41
圖 2.2.3-7	法國道路鋪面排碳量推估範疇界定.....	2-42
圖 2.2.3-8	法國道路鋪面排碳量評估運輸距離假設.....	2-43
圖 2.2.3-9	法國 A-71 公路排碳量評估結果.....	2-44
圖 2.2.3-10	瑞典道路生命週期評估：6 種道路鋪面排碳量計算結果.....	2-45
圖 2.2.4-1	米克勒姆路施工階段排碳量評估邊界.....	2-46
圖 2.2.4-2	澳洲米克勒姆路建造計畫碳排放源貢獻比.....	2-47
圖 2.2.4-3	澳洲米克勒姆路建造計畫主要排碳工料及貢獻比例.....	2-48
圖 2.3-1	我國道路工程碳管理相關政策發展示意圖.....	2-54
圖 2.3.1-1	公路總局道路工程碳管理架構.....	2-57
圖 2.3.1-2	公共工程碳排放量估算試辦案例推動流程.....	2-60
圖 2.3.2-1	產品類別規則文件訂定流程.....	2-62
圖 3-1	工程碳足跡盤查範圍示意圖.....	3-1
圖 3.1-1	蘇花改計畫碳管理工作內容.....	3-4
圖 3.1.1-1	蘇澳永樂段新建工程(A1 標)碳足跡盤查啟始會議實況.....	3-5
圖 3.1.2-1	A1 標工程碳足跡盤查教育訓練實況.....	3-6
圖 3.2.1-1	碳足跡盤查日誌填報、檢核與矯正回覆流程.....	3-10
圖 3.2.2-1	蘇花改計畫碳管理資料流示意圖.....	3-12
圖 3.2.3-1	蘇花改計畫碳足跡盤查資料庫管理系統運作機制.....	3-13
圖 3.2.4-1	蘇花改碳排盤查活動數據蒐集資料庫系統登入頁面.....	3-15
圖 3.2.4-2	蘇花改碳排盤查活動數據蒐集資料庫系統功能說明.....	3-16
圖 3.2.4-3	蘇花改碳排盤查登錄清冊資料填查頁面.....	3-17
圖 3.2.4-4	蘇花改碳排盤查系統：「日誌一般」填報頁面.....	3-18
圖 3.2.4-5	蘇花改碳排盤查系統：「日誌運輸」填報頁面.....	3-19
圖 3.2.4-6	蘇花改碳排盤查系統日報檔下載之 Excel 檔.....	3-20
圖 3.2.4-7	蘇花改碳排盤查系統：「碳盤月報」頁面.....	3-21
圖 3.2.4-8	蘇花改碳排盤查系統月報檔下載之 Excel 檔.....	3-22

圖 3.2.4-9	蘇花改碳排盤查系統：「監造檢核」頁面.....	3-23
圖 3.2.4-10	蘇花改碳排盤查系統監造日、月檢核下載檔案格式.....	3-24
圖 3.2.5-1	蘇花改碳排盤查系統：核定資料頁面.....	3-26
圖 3.2.5-2	蘇花改碳排盤查系統：日誌綜理頁面及下載檔案格式.....	3-26
圖 3.2.5-3	蘇花改碳排盤查系統：耗能統計頁面.....	3-27
圖 3.2.6-1	蘇花改碳排盤查年報填報系統架構.....	3-28
圖 3.3.2-1	碳排放係數資料庫系統頁面.....	3-31
圖 3.3.2-2	碳足跡盤查係數率定與詮釋資料填寫程序.....	3-33
圖 3.3.2-3	碳足跡盤查係數詮釋資料主/副表填寫頁面.....	3-33
圖 3.3.2-4	碳足跡盤查係數詮釋資料查詢頁面.....	3-34
圖 3.4.1-1	東澳東岳段新建工程(A3 標)工程範圍示意圖.....	3-39
圖 3.4.2-1	中仁隧道新建工程(C1 標)工程範圍示意圖.....	3-55
圖 3.4.2-2	中仁隧道新建工程(C1 標)工程範圍變更案路線方案示意圖.....	3-55
圖 3.4.3-1	東澳隧道新建工程(A2 標)工程範圍示意圖.....	3-69
圖 3.4.4-1	蘇澳永樂段新建工程(A1 標)工程範圍示意圖.....	3-83
圖 4.1.1-1	A3 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析.....	4-2
圖 4.1.1-2	A3 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析.....	4-3
圖 4.1.1-3	A3 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析.....	4-4
圖 4.1.2-1	C1 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析.....	4-4
圖 4.1.2-2	C1 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析.....	4-5
圖 4.1.2-3	C1 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析.....	4-6
圖 4.1.3-1	A2 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析.....	4-7
圖 4.1.3-2	A2 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析.....	4-7
圖 4.1.3-3	A2 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析.....	4-8
圖 4.2.1-1	A3 標迄今不同工程項目之碳排放源佔比分析.....	4-10
圖 4.2.1-2	A3 標基樁長度與混凝土實際用量碳排放關聯分析.....	4-12
圖 4.2.2-1	C1 標迄今不同工程項目之碳排放源佔比分析.....	4-14
圖 5.1-1	承包商活動對溫室氣體排放影響的潛力.....	5-1

圖 6-1 本計畫重點課題.....6-1

表目錄

表 1.3.1-1	本計畫工作項目與範圍彙整表.....	1-6
表 1.5.1-1	蘇花改計畫各標工程預定期程.....	1-10
表 2.1.1-1	PAS 2050 準則摘要說明.....	2-3
表 2.1.2-1	國內外碳足跡規範於邊界界定應參考 PCR 之論述.....	2-8
表 2.2.3-1	加州交通部法單位工程經費能耗係數表.....	2-33
表 2.2.3-2	CRC 計畫各方案施工排碳量評估結果.....	2-33
表 2.2.3-3	CRC 工程各方案交通日排碳量評估結果.....	2-34
表 2.2.3-4	日本道路鋪面維修工程排碳量分析方案內容比較.....	2-36
表 2.2.3-5	日本道路鋪面維修工程機具耗能係數表.....	2-37
表 2.2.3-6	日本道路鋪面維修工程材料排碳係數表.....	2-37
表 2.2.3-7	日本道路鋪面維修工程各方案活動強度.....	2-38
表 2.2.3-8	日本道路鋪面維修工程各方案排碳量推估結果.....	2-39
表 2.2.3-9	法國 A71 道路鋪面工程物料用量及運輸量彙整表.....	2-43
表 2.2.4-1	澳洲道路工程建造階段碳排放量計算項目.....	2-46
表 2.2.4-2	亞洲開發銀行道路工程碳足跡計算內容項目.....	2-49
表 2.2.4-3	亞洲開發銀行道路工程建造階段碳足跡計算項目.....	2-50
表 2.2.4-4	亞洲開發銀行道路工程碳足跡計算案例基本資料.....	2-51
表 2.2.4-5	亞洲開發銀行道路工程各階段碳排放量計算結果.....	2-52
表 2.2.4-6	亞洲開發銀行道路工程各級道路建造階段碳足跡.....	2-53
表 2.3.1-1	公共工程碳排放量估算試辦作業-試辦工程一覽表.....	2-59
表 3-1	本計畫碳足跡盤查輔導範圍.....	3-2
表 3-2	本計畫執行盤查輔導之工程期程.....	3-3
表 3.2.1-1	日誌及月報表單填報、提交、檢核與矯正回覆時程.....	3-11
表 3.3.2-1	碳足跡盤查係數資料庫-詮釋資料主表.....	3-32
表 3.3.2-2	碳足跡盤查係數資料庫-詮釋資料副表.....	3-32
表 3.3.3-1	柴油-移動源半本土化係數建立.....	3-35
表 3.3.4-1	工區碳排放係數彙整.....	3-36

表 3.4.1-1	東澳東岳段新建工程(A3 標)工程構築型式配置表	3-40
表 3.4.1-2	A3 標登錄清冊登錄狀況彙整表	3-40
表 3.4.1-3	A3 標本期機具使用紀錄	3-42
表 3.4.1-4	A3 標本期協力廠商機/運耗油量統計	3-45
表 3.4.1-5	A3 標本期工程材料使用量統計結果	3-46
表 3.4.1-6	A3 標本期工程材料使用活動強度數據	3-48
表 3.4.1-7	A3 標本期運輸所用運具類型及載運物品彙整	3-50
表 3.4.1-8	A3 標本期碳足跡量化結果	3-51
表 3.4.1-9	A3 標本期機/運具使用碳足跡計算	3-52
表 3.4.1-10	A3 標本期工料使用碳足跡計算	3-52
表 3.4.2-1	中仁隧道新建工程(C1 標)工程構築型式配置表	3-56
表 3.4.2-2	C1 標登錄清冊登錄狀況彙整表	3-57
表 3.4.2-3	C1 標本期機具使用紀錄	3-58
表 3.4.2-4	C1 標本期運具使用紀錄	3-59
表 3.4.2-5	C1 標本期工程材料使用量統計結果	3-60
表 3.4.2-6	C1 標本期工程材料使用活動強度數據	3-61
表 3.4.2-7	C1 標本期運輸所用運具類型及載運物品彙整	3-63
表 3.4.2-8	C1 標本期碳足跡量化結果	3-64
表 3.4.2-9	C1 標本期機/運具使用碳足跡計算	3-65
表 3.4.2-10	C1 標本期工料使用碳足跡計算	3-67
表 3.4.3-1	東澳隧道新建工程(A2 標)工程構築型式配置表	3-69
表 3.4.3-2	A2 標登錄清冊登錄狀況彙整表	3-70
表 3.4.3-3	A2 標本期機具使用紀錄	3-71
表 3.4.3-4	A2 標本期運具使用紀錄	3-73
表 3.4.3-5	A2 標本期機/運具活動強度統計	3-73
表 3.4.3-6	A2 標本期工程材料使用量統計結果	3-74
表 3.4.3-7	A2 標本期工程材料使用活動強度數據	3-76
表 3.4.3-8	A2 標運輸所用運具類型及載運物品彙整	3-78

表 3.4.3-9	A2 標本期碳足跡量化結果.....	3-79
表 3.4.3-10	A2 標本期機/運具使用碳足跡計算.....	3-79
表 3.4.3-11	A2 標本期工料使用碳足跡計算.....	3-81
表 3.4.4-1	蘇澳永樂段新建工程(A1 標)工程構築型式配置表.....	3-83
表 3.4.4-2	A1 標登錄清冊登錄狀況彙整表.....	3-84
表 3.4.4-3	A1 標本期機具使用紀錄.....	3-85
表 3.4.4-4	A1 標本期工程材料使用量統計結果.....	3-86
表 3.4.4-5	A1 標本期碳足跡量化結果.....	3-87
表 4.2.1-1	A3 標各工程項目機/運具操作及工料使用碳足跡計算結果.....	4-9
表 4.2.1-2	A3 標基樁工程規格與碳排放量計算結果.....	4-11
表 4.2.1-3	A3 標基樁鋼筋及混凝土設計與實際用量碳排放分析.....	4-12
表 4.2.2-1	C1 標各工程項目機/運具操作及工料使用碳足跡計算結果.....	4-13
表 4.4-1	B 段各標土木工程碳排放量推估方案說明表.....	4-15
表 4.4-2	B 段各標土木工程碳排放量推估方案分析表.....	4-17
表 5.1.1-1	道路工程常見機具設備型式與對應之碳排放量.....	5-3
表 5.1.1-2	不同型式機具對應不同燃料的碳排放量比較.....	5-7
表 5.1.1-3	生物燃料與傳統燃料之單位排碳量比較.....	5-9
表 5.1.2-1	施工材料碳排放量.....	5-11
表 5.1.2-2	再生材料碳排放量降低潛力比較表.....	5-13
表 5.1.2-3	HMA 和 WMA 鋪設路面碳排放量比較.....	5-15
表 5.2.1-1	生質柴油排放係數蒐集結果.....	5-17
表 5.2.1-2	本期各標柴油機/運具選用替代燃料之可能減碳量分析.....	5-17
表 5.2.2-1	各標混凝土使用量及之水泥及水泥替代材料重量.....	5-18
表 5.2.2-2	A3 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析.....	5-19
表 5.2.2-3	C1 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析.....	5-19
表 5.2.2-4	A2 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析.....	5-20
表 5.2.2-5	A1 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析.....	5-20
表 6.1-1	102 年度下半年工作項目與查核點.....	6-2

第一章 計畫背景分析

1.1 計畫緣起

因應全球溫室效應與氣候變遷問題的持續升溫，國際碳管理重點已由過去各組織營運範圍內的組織型碳盤查，轉而成為強調生命週期考量的碳足跡盤查；節能減碳也因此成為各部門皆必須重視與落實的原則。近年來，工程碳排放量化評估與管制作為，也已開始成為英國、瑞典、美國等先進國家環保及工程主管機關共同關注的議題。

我國對於工程排碳與減碳的重視亦可由政策發展進程看出：行政院民國 97 年核定之「永續公共工程-節能減碳政策白皮書」，為我國最早將公共工程生命週期節能減碳構想付諸於文字的政策文件；而後於民國 98 年核定「振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳執行方案」中，又更進一步以綠色內涵經費必須佔公共工程預算一定比例為具體要求；民國 99 年又將「推動節能減碳公共工程」列為國家節能減碳總計畫中的十大標竿方案之一。接續公共工程節能減碳政策，交通部於民國 99 年公告「交通部節能減碳規劃設計參考原則」；並由其所屬研究機構運輸研究所於民國 100 年執行交通運輸工程碳排放量推估模式建立之研究，率先建立公路工程碳排放量評估之程序與方法。

基於前述國際潮流與國內公共工程節能減碳的政策目標，以及交通部於交通運輸工程碳排放評估原則和方法的先期探討，公路總局遂進一步以碳管理循環為考量，推動以取得國際碳足跡規範查證聲明為前提的工程碳盤查，確實瞭解國內道路工程生命週期碳排放情形，進而回饋於更多的工程設計與評估，有效發展本土化減碳策略、達成減碳目標。

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫(以下簡稱蘇花改計畫)為交通部回應東部民意「安全回家的路」之訴求，從「社會正義」之觀點切入，並兼顧「環境保護」之理念推動的工程計畫。為此，公路總局及蘇公路改善工程處以蘇花改計畫為標的，配合 A、C 段工程施作期程，於 101 年 6 月正式啟動國內第一個道路工程碳管理及施工期間碳足跡盤查工作。

藉由工程碳管理及施工期間碳足跡盤查工作之執行經驗與分年度階段性成果，將可望依據本土營建業承攬工程之特性，形成一套我國道路工程碳足跡盤查作業程序與方法；並由蘇花改計畫碳足跡量化與分析結果，研擬減碳策略、確認減碳成效，作為未來國內外道路工程於施工建造階段進行碳足跡盤查、提出環境宣告之示範。此外，透過碳足跡盤查數據資料的綜整分析，還可累積本土化碳排放係數、完成道路工程特性與碳足跡之關聯性分析，產出適當的道路工程碳足跡評估參數，作為相關工程規劃設計階段碳排放量推估之參考。

1.2 計畫目標及預期成果

本計畫為國內第一個推動道路工程碳足跡管理、盤查及取得查證聲明之案例，計畫整體目標與執行構想及如圖 1.2-1，另分項依執行程序說明於後。

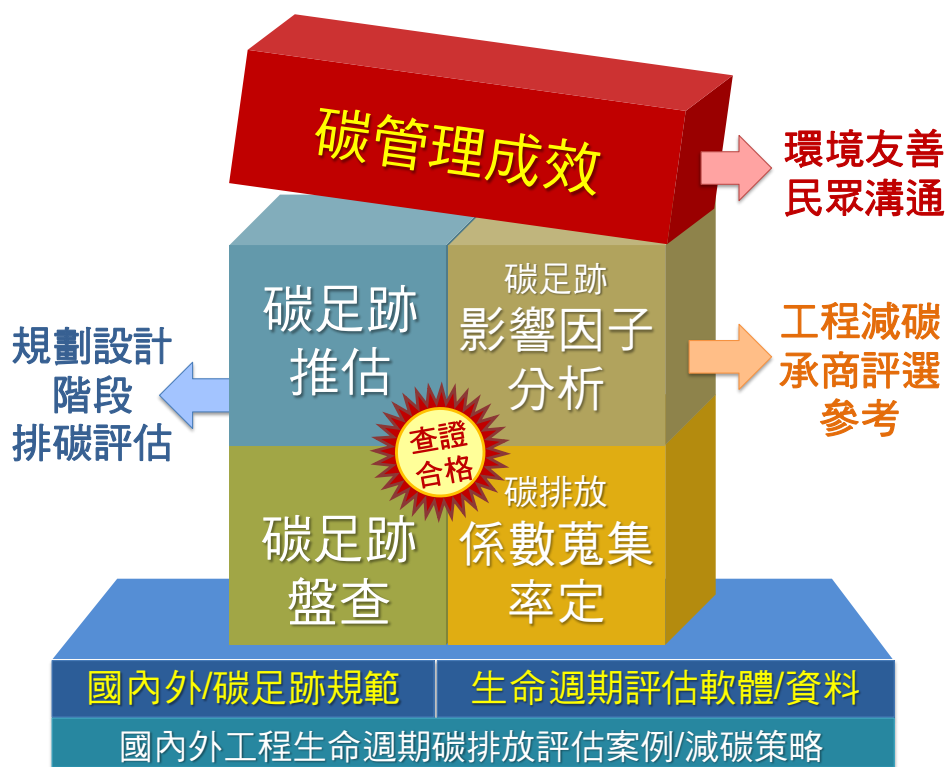


圖 1.2-1 本計畫整體目標與執行構想

- 一、本計畫將蒐集國內外工程生命週期碳排放評估案例及減碳策略等文獻資料，並參考國內外碳足跡規範及國內工程管理實施狀況，研擬我國道路工程碳管理架構及碳足跡盤查執行情序與方法。
- 二、本計畫將在蘇花改工程處督導下，與蘇花改計畫承包商、監造單位及第三方查驗機構組成碳足跡盤查推動小組，執行工區與各級管理單位(非工區)之碳足跡盤查輔導，蒐集各類碳排放活動數據與佐證資料，並透過盤查或率定確認可用於本工程碳足跡計算之碳排放係數，完成年度碳足跡排放清冊與減碳策略研提；並最終於工程完工後，通過查驗機構查證、取得碳足跡查證聲明書。
- 三、本計畫執行過程將分析不同承商分工方式、工程類型或環境影響因子對於工程碳足跡之影響，進而對於承商碳管理能力評價指標項目、不同工程或特定環境條件下的碳足跡參數，除作為推估蘇花改計畫整體碳足跡之依據外，亦為未來其他相關工程計畫於規劃設計階段進行工程排碳與減碳方案效益評估，以及遴選具有碳管理能力之承包商的參考。
- 四、本計畫執行過程之進度報告與最終的總結報告內容，都將具體說明蘇花改計畫工程碳管理工作執行進度與成效。為此，相關成果將可透過網頁或座談會等途徑，適時、適度讓民眾了解蘇花改計畫於節能減碳考量下的努力與成果，提升蘇花改計畫環境友善形象與民眾溝通程度。

根據上述目標與執行構想說明，本計畫預期成果包括：

- 一、完成道路工程碳足跡盤查執行計畫書，建立道路工程施工期間碳足跡盤查作業程序。
- 二、完成蘇花改計畫蘇澳東澳段(A段)及和中大清水段各標土建及機電照明工程，及南澳和平段(B段)機電照明工程，與全線交控工程等之施工期間碳足跡盤查輔導作業。
- 三、取得蘇花改計畫蘇澳東澳段(A段)及和中大清水段(C段)範圍內各土

建分標路段(蘇澳東澳段、東澳隧道段、東澳東岳段、中仁隧道段及仁水隧道段等共 5 區段)之道路工程(含土建、機電及交控)碳足跡查證聲明書(以 ISO 14067 為原則；若標案已竣工並完成碳足跡盤查總結報告及查證程序，但 ISO 14067 尚未公告，則以取得 PAS 2050 查證聲明取代之)。

四、建置本土道路工程施工階段碳足跡計算參數資料庫。

五、依據實際盤查結果，推估蘇花改計畫南澳和平段(B 段)各標土建工程碳足跡，並調查蘇花改計畫總體碳匯變化量，瞭解蘇花改計畫整體工程之碳排放量。

六、建議蘇花改計畫施工期間進行減碳作為，展現整體工程減碳成效。

藉由工程碳足跡查證聲明的取得，即相當於本計畫執行碳足基盤查的程序是一套通過國際規範符合度與國內可執行性兩項條件、適用於我國營造環境的本土化工程碳管理程序與方法。除可再作簡化、發展成為公路總局推動工程碳管理的制度外，執行過程中累積與分析的相關成果，可再應用於其他工程計畫於規劃設計階段，提升我國道路工程排碳量與減碳效益評估的準確性，以及評選減碳設計方案效益與可行性。

透過本計畫執行過程中與監造單位、承包商及協力廠商或供應商等人員的長期溝通與協調，相信能夠一定程度帶給甚而養成施工管理人員節能減碳的風氣，更可望因積極蒐集或協助盤查工程材料、機具製造業的排放資料，對於相關產業鏈產生關聯影響與效應，藉以帶動我國公共工程碳管理意識，輔助達成我國溫室氣體減量之短、中、長程目標。

1.3 計畫範圍與工作項目

1.3.1 計畫範圍

蘇花改計畫包括蘇澳至東澳段(以下簡稱「A 段」、南澳至和平段(以下簡稱「B 段」)及和中至大清水段(以下簡稱「C 段」)三個路段，除土

建工程外，尚包括機電照明及交控工程。本計畫空間範圍即以蘇花改計畫工區範圍為主，相關管理單位之辦公範圍為輔，依據不同工作重點再作大小不同之範圍區分。

茲彙整本計畫執行各工作重點之空間範圍如圖 1.3.1-1 及表 1.3.1-1 所示，並依不同工作重點內容之執行範圍分述於後。



圖 1.3.1-1 本計畫各工作重點執行範圍示意圖

- 一、文獻資料蒐集與盤查制度之建立：文獻蒐集以綜整國內外近期資料為範圍，碳足跡盤查制度則以全計畫為範圍考量，著手規劃與建立。
- 二、實際工程碳足跡盤查輔導、檢查與查證：此部份範圍包括蘇花改計畫蘇澳至東澳(A段)及和中至大清水(C段)路段內之各標土建及機電照明工程、南澳至和平(B段)路段內之機電照明工程，以及全線(含A段、B段、C段及既有台9線配合新增工作)之交控工程。
- 三、碳匯變化量調查：此部分範圍包括蘇花改計畫(A、B、C段)改善路段用地範圍內之碳匯變化量。

四、工程碳排放量推估：此部分範圍為 B 段的各標土建工程。

表 1.3.1-1 本計畫工作項目與範圍彙整表

區段	工程碳足跡盤查輔導作業			檢查及查證聲明	碳匯變化	工程排碳量推估
	土建標	機電標	交控標			
蘇澳至東澳段 (A 段)	A1 (蘇澳永樂段新建工程)	A4 (本項需分配至 A1、A2、A3)	全線 (含 A 段、B 段、C 段，及既有台 9 線配合新增工作；本項需分配至各 A、C 段各	每月/年檢查 1 張查證聲明	調查 評估	-
	A2 (東澳隧道新建工程)			每月/年檢查 1 張查證聲明	調查 評估	-
	A3 (東澳東岳段新建工程)			每月/年檢查 1 張查證聲明	調查 評估	-
南澳至和平段 (B 段)	-	B5	土建標及 B 段)	B5 每月檢查	評估	各土建標依據 A1、A2、A3、C1、C2 標實際盤查結果推估
	-					
	-					
	-					
和中至大清水段 (C 段)	C1 (中仁隧道新建工程)	C3 (本項需分配至 C1、C2)	土建標及 B 段)	每月/年檢查 1 張查證聲明	調查 評估	-
	C2 (仁水隧道新建工程)			每月/年檢查 1 張查證聲明	調查 評估	-

1.3.2 計畫工作項目

依據招標文件之委託服務工作說明書內容，本計畫工作執程序可分四階段，各階段重點工作項目如下：

一、分析及規劃準備階段

1. 撰寫工程碳足跡盤查執行計畫書；
2. 盤查執行計畫書應經查證機構簽認。

二、輔導及盤查階段

1. 召開啟始會議；
2. 召開教育訓練課程；
3. 工程使用之產品碳排放活動數據資料調查或收集；

4. 進行現場訪查與輔導工作；
5. 盤查結果之分期查驗(檢查)；
6. 撰寫進度報告書；
7. 資料庫建置及分析、維護；
8. 彙整各標案年度碳足跡盤查清冊及完成預審程序；
9. 召開年度座談會；
10. 出席相關會議並提供技術諮詢。

三、查證及發證階段

1. 撰寫各標案工程碳足跡盤查總結報告及完成查證程序；
2. 辦理授證儀式。

四、成果彙整階段

1. B段各土建標工程碳排放量推估；
2. 完成碳排放量評估及減碳成效成果報告。

1.4 計畫執行流程及方法

依據前述之計畫緣起、目標及工作項目，規劃本計畫執行流程如圖 1.4-1；工作方法與執行構想說明如後。

一、盤查執行計畫書擬訂

本計畫將參考國內外相關工程評估案例與執行內容，依據國際碳管理趨勢與碳足跡計算規範，建立我國道路工程碳足跡盤查執行計畫書。內容包括：本計畫執行碳足跡盤查輔導之標的、盤查邊界與內容項目，物料清單建立與施工建造活動數據紀錄方法、盤查表單等，作為輔導工程監造與承包商有效執行蘇花改計畫工程碳足跡盤查之依據。

二、盤查輔導與資料處理

此階段為本計畫主要執行工作，碳足跡之量化將以排放係數法，即「排碳量=活動數據×排放係數」進行。根據前述盤查計畫書所載之邊界與範疇等內容，本計畫將在蘇花改工程處的指導下，配合工程施工時程，透過承包商進行各式碳排放活動數據蒐集、監造單位及輔導單位負責資

料查核彙整、查驗機構逐月監督確認的方式，累積可用於碳足跡查證及減碳策略研析之各碳排放源活動量數據；過程中本計畫(包括輔導單位與查驗機構)將定期及視需求不定期進行現場輔導與工區訪查。

配合活動數據蒐集的進度與狀況，將依據碳排放源項目，蒐集、率定符合本計畫碳足跡查證所需之排放係數，並進行資料建置及歸檔；每年彙整完成年度碳足跡盤查清冊並由查驗機構預審，確保歷年調查結果。此外，本計畫將持續於盤查輔導工作執行過程中，彙整國內外工程生命週期評估案例，關注相關標準及規範訂定狀況，並適當安排國際參訪，確保本工作執行內容與成果能夠與國際接軌。

本計畫將於各區段工程竣工後，彙總各工程分年度分項之碳足跡量化成果，產出各區段工程碳足跡盤查清冊及盤查總結報告書。

三、查證準備與發證作業

本作業係由輔導單位彙整各區段工程碳足跡盤查清冊及盤查總結報告書，提報予第三方查驗機構依規範要求執行查證及發證程序。

四、成果總結

本計畫於各標碳足跡盤查與查證完成後，將綜整碳足跡盤查資料累積、彙總、分析與查證之經驗，就碳足跡量化數據與相關影響因子分析結果，對於未進行碳足跡盤查之 B 段土建標工程進行評估，進而提出蘇花改計畫全線碳足跡及碳匯變化量盤查及推估結果，併同本計畫執行過程中落實減碳策略之成效，彙整為蘇花改計畫工程碳管理成果總結報告書，完整呈現本計畫執行成果。

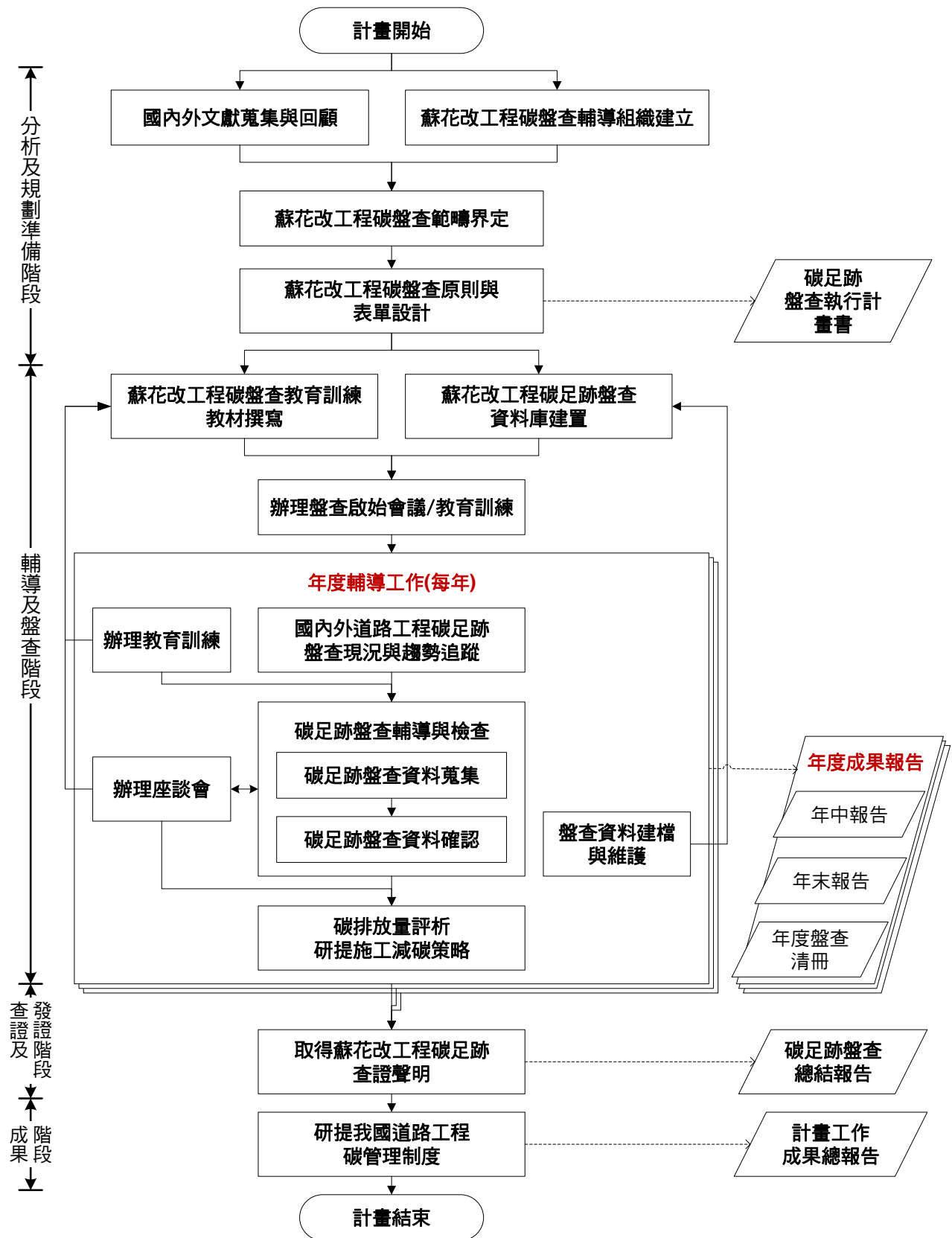


圖 1.4-1 本計畫執行流程圖

1.5 計畫進度規劃及現階段執行成果

1.5.1 計畫進度規劃

本計畫自民國 101 年 6 月 1 日開始執行，至驗收完成日止。工作項目中除「工程碳足跡盤查執行計畫書」應於契約生效後 2 個月內提出之期限規定較明確外，其餘工作則是配合蘇花改計畫各標工程期限及機關書面通知後開始辦理。初步就目前已開工之各標工程(A1、A2、A3 及 C1)開工時間，配合本計畫委託服務工作說明書原定之各標工程預定期程，整理現階段蘇花改計畫各標工程預定期程如表 1.5.1-1。

表 1.5.1-1 蘇花改計畫各標工程預定期程

路段	標別(名稱)	預定期程(開工~完工)
蘇澳至東澳段 (A 段)	A1 (蘇澳永樂段新建工程)	42 個月(102.04~105.10)*
	A2 (東澳隧道新建工程)	43 個月(101.12~105.08)*
	A3 (東澳東岳段新建工程)	42 個月(101.09~105.03)*
	A4 (蘇澳東澳段機電相關工程)	24 個月(104.01~105.12)
南澳至和平段 (B 段)	B1 (南澳武塔段新建工程)	預定至 106 年 12 月完工
	B2 (觀音隧道新建工程)	
	B3 (谷風隧道新建工程)	
	B4 (和平路段橋梁新建工程)	
	B5 (南澳至和平段機電相關工程)	42 個月(103.06~106.12)
和中至大清水段 (C 段)	C1 (中仁隧道新建工程)	49 個月(101.11~105.12)*
	C2 (仁水隧道新建工程)	58 個月(102.01~106.10)
	C3 (和中大清水段機電相關工程)	33 個月(104.04~106.12)
全線(含 A、B、C 段及既有台 9 線配合新增工作)	蘇花改計畫交通控制工程	36 個月(104.01~106.12)

備註：「*」係為已開工各標依據目前預定完工日期調整。

另就上述各標工程期程配合修正本計畫執行期間之預定進度如圖 1.5.1-1，並概略說明各進度查核點如下；各工作實際執行進度仍將依據工程確實發包、開工和施工狀況進行調整。

- 一、於民國 101 年 7 月 31 日提出工程碳足跡盤查執行計畫書。
- 二、自民國 101 年起，每年 7 月底前提出該年度年中進度報告書；自民國 102 年起，於每年 1 月底前提出前一年度年末進度報告書。
- 三、自民國 102 年起，於每年 3 月底前提出前一年度各標案年度碳足跡盤查清冊及預審結果報告。
- 四、於各區段整體標案竣工後 3 個月內，以書面提出可供查證之各區段碳足跡盤查總結報告書初稿，並進行後續查證程序。
- 五、於查證單位製作完成第一個區段及最後一個區段查證聲明書後，1 個月內辦理公開授證儀式。
- 六、於完成各標工程碳足跡盤查總結報告書及取得全部區段查證聲明書後 3 個月內，以書面提送本工作成果報告書初稿。

1.5.2 現階段執行成果

依據計畫進度規劃及目前各標工程發包情形，本計畫現階段執行成果說明如後：

一、文獻資料持續蒐集分析

本計畫執行期間已持續蒐集與工程碳管理及碳足跡計算有關之標準、規範及案例，作為計畫執行之參考；目前重點追蹤項目之近況包括：瑞典交通部會同挪威交通管理單位擬訂中的交通設施產品類別規則，經公開討論後仍在持續進行修訂作業，最新預定公告日期已修正為今年八月底；我國公共工程委員會自今年 3 月起著手推動公共工程碳排放量估算試辦作業工作；國際標準組織已於今年 5 月公告碳足跡評估技術規範 ISO/TS 14067；及本團隊因應國際道路 PCR 和碳足跡規範公告進度，以公路總局為發起者，向我國環保署申請研定本土道路工程碳足跡產品規則(CFP-PCR)。上述資料蒐集與彙整成果，詳本報告第二章。

工作項目	年 季 月	101年				102年				103年				104年				105年				106年				107年																		
		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4														
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.分析及規劃準備階段																																												
(1)盤查執行計畫		※				※				102年度				103年度				104年度																										
2.輔導及盤查階段						101年度				102年度				103年度				104年度																										
(1)國內外文獻持續蒐集		■																																										
(2)盤查輔導作業	A1標*	■				■				■				■				■				■				■																		
	A2標*	■				■				■				■				■				■				■																		
	A3標*	■				■				■				■				■				■				■																		
	A4標																																											
	B5標																																											
	C1標*	■				■				■				■				■				■				■																		
	C2標																																											
	交控標																																											
(3)年度座談會		■																																										
(4)年度教育訓練(視需要)		■																																										
(5)資料庫建置與維護		■																																										
(6)進度報告	年中	※																																										
	年末	※																																										
3.查證及發證階段																																												
(1)碳足跡盤查總結報告		■																																										
(2)查證/發證/授證		■																																										
4.工作成果報告		■																																										
工作進度估計百分比		3%	5%	6%	9%	11%	15%	18%	22%	26%	30%	34%	40%	46%	52%	58%	64%	70%	76%	81%	84%	88%	91%	94%	95%	98%	100%																	
預定查核點	第1季					1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊				1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊				1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊				1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊				1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊				1.提送年末進度報告書 2.提送各標碳足跡盤查清冊																		
	第3季	1.提出盤查執行計畫書 2.提送年中進度報告書				提送年中進度報告書				提送年中進度報告書				提送年中進度報告書				提送年中進度報告書				提送年中進度報告書				提送成果報告書																		

備註：※為報告預定提交時間；*為已通知開始作業標別，結束時間仍需依據工程施作狀況調整；
-----為規劃進度，實際執行進度仍需依據各標發包及執行狀況調整；■為會議預定辦理時程，實際執行時間仍需待業主核定後確認。

圖 1.5.1-1 本計畫預定進度圖

二、啟始會議、教育訓練辦理及現場輔導工作

依據盤查輔導工作內容，本計畫本期已配合蘇澳永樂段新建工程(A1標)決標與開工時間，於102年4月12日辦理啟始會議、於5月29日辦理教育訓練。其中，為配合公共工程委員會及交通部要求「已辦理碳管理之公共工程，於後續辦理講習或宣導時，擴大辦理範圍，邀請工程會及交通部所屬機關與會，加強教育與宣導。」，此次蘇澳永樂段新建工程(A1標)教育訓練即採擴大辦理方式，除此標承包商榮工公司及蘇花改計畫其他標承包商、監造人員外，亦邀集到公路總局、鐵政局、國工局、高鐵路、西濱中工處等機關人員參與。

另本計畫持續於盤查輔導期間，每月赴工程現場與承包商、協力廠商及供應商人員確認活動數據蒐集內容的適宜性，以利及時改正填報數據或補充佐證資料，確保本計畫執行結果能夠滿足碳足跡查證所需。上述各項會議辦理及現場輔導作業之辦理情形說明，詳本報告3.1節。

三、盤查輔導作業

蘇花改計畫中仁隧道新建工程(C1標)、東澳東岳段新建工程(A3標)及東澳隧道新建工程(A2標)皆已於去年(民國101年)底前決標並開始進行盤查輔導工作。本年度另有蘇澳永樂段新建工程(A1標)已於102年3月20日決標，本計畫亦已依據貴處4月8日之開始作業通知，展開該標工程碳足跡輔導及盤查工作；總計至本期(102年1月至6月)結束前，已同時有4個土建標開始執行碳足跡盤查輔導作業。

為提升碳足跡盤查程序與活動數據蒐集之效率，本計畫已分別完成：碳足跡盤查資料庫管理系統及排放係數資料庫系統之規劃與建置，並持續依據承包商填報意見回饋，調整資料處理程序及系統介面；最新版本之操作說明詳本報告第三章3.2節。另本計畫於本期完成之碳排放係數蒐集與率定、各標活動數據蒐集與彙整，及對應之碳足跡計算結果，詳本報告第三章3.4節。

四、工程碳足跡特性分析與管制策略研擬

結合本計畫去年度第四季起，至本年度前兩季所完成之各標工程碳足跡盤查資料與計算結果，本報告初步分 A3、C1 及 A2 標進行工程碳足跡分析，釐清主要碳排放源，再進一步就排放源、排放量與環境因子或工程內容與特性之關聯進行評析，作為選擇或提出減碳措施之參考；此部分內容詳本報告第四章 4.1 至 4.3 節。

另根據前述各標碳盤查資料整理狀況，及碳足跡量化結果之關聯評析內容，本計畫本期特以有效推估南澳和平段碳足跡為訴求，就該段工程碳足跡推估資料蒐集需求完成初步規劃，作為給予該段監造及各標施工廠商參考，並初步彙整其施工期間主要排碳活動量數據資料之依據。

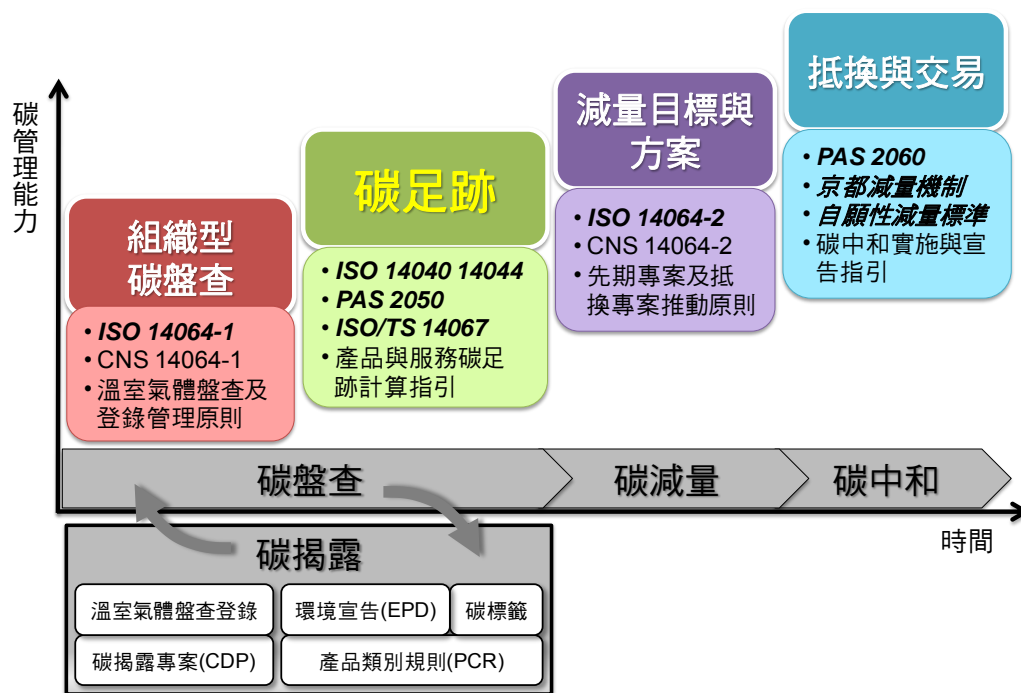
五、工程節能減碳措施

由於本計畫執行工程碳足跡盤查最早的標別(A3 標)自開工至今尚未滿 1 年，故在減碳措施部份，本計畫目前係以文獻蒐集與評析方式進行，預期在工程碳排放量盤查資料更充份、主要減碳源可釐清的情況下，再以年度減碳措施之推動方法與預期成效提出論述。此部份文獻回顧內容與後續執行規劃詳本報告書第五章。

第二章 工程碳足跡評估與我國道路工程碳管理發展

2.1 碳足跡盤查及查證規範

自 1992 年聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)通過後，各國政府與民間組織持續推動溫室氣體減量與能源管理相關措施。目前國際間碳管理趨勢可以圖 2.1-1 表示；整體發展係由圖左之組織型碳盤查管制開始，再逐漸將盤查的範圍擴展至上游供應鏈及下游使用與廢棄物處置，以掌握完整生命週期之產品與服務碳足跡為重。



註：斜體字為國際規範或制度。

圖 2.1-1 國際碳管理趨勢

在完成組織型碳盤查或碳足跡計算、完成碳排放量化後，則應透過碳揭露方式公開組織或產品與服務之碳排放資訊，作為社會溝通、訂定減量目標與減量承諾的基礎。而後為達成減量目標，進一步應執行減碳專案或碳削減措施，再透過國際規範或自願性減碳的碳抵換(Carbon Offsets)與交易機制，

抵減無法透過減量降低的碳排放量，達到特定邊界內整體零淨排放(即碳排放量不再增加)或稱碳中和的境界。

本計畫係以碳足跡觀點推動道路工程碳管理與盤查，故以下首先說明國內外碳足跡規範發展狀況與內容重點，再說明碳足跡盤查規範中提及之參考文件：產品類別規則(Product Category Rule, PCR)的存在意義，以及目前工程相關產品類別規則發展進度，作為本計畫執行工程碳足跡盤查、取得碳足跡查證聲明的依據。

2.1.1 碳足跡盤查規範與程序

一、碳足跡盤查規範

碳足跡(Carbon Footprint)之所以成為當前碳排放量評量與削減的重要評估項目，主要是為了以污染者付費的觀念、釐清碳排放量歸屬問題。英國(Wiedmann and Minx, 2007)對於溫室氣體排放來源的一項調查顯示，1992年至2004年間，其全國溫室氣體排放量雖下降5%，但若加入消費所導致的間接溫室氣體排放量，則其排放量反而增加18%。另有中國研究指出：中國的總溫室氣體排放量雖已成為世界第一，但其中有高達23%的溫室氣體排放係由製造滿足先進國家生活所需產品所產生。為此，才開始有以結合生命週期與碳排放量評估、釐清產品或活動全生命週期的溫室氣體排放量的方式，即所謂碳足跡的考量檢視污染者與排放源，透過系統性關連供應鏈碳排放量的方式，掌握實際排放狀況、有效促成節能減碳。

碳足跡的定義與評估方法，最早付諸於文字、形成規範，是在英國標準協會(BSI)、碳信託(Carbon Trust)和英國環境、食品與農村事務部(Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra)聯合發佈的PAS 2050：2008 商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範(Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services)中。PAS 2050的定位屬於公開可取得規範(Publicly Available Specification)，為英國國家標準或國際標準制訂前的暫行性標

準，通常三年後會再審查以確認下一個三年是否該重新修訂為國家標準或撤銷，屆時若未成為正式的英國國家標準(BS)將不再具指引效力。然而在碳足跡議題的持續發燒，而國際標準仍然無法推出的狀況下，英國標準協會遂於 2011 年 10 月份，參考碳足跡國際標準草案(ISO 14067 DIS 版)，推出 PAS 2050 : 2011，作為國際標準通過前，與未來的國際標準不至於差異過大的碳足跡評估參考標準。

PAS 2050 的內容重點與準則規範彙整如表 2.1.1-1，其特色在於以標準化的方法，作為產品和服務之生命週期溫室氣體排放量的評估依據，並在產品和服務生命週期溫室氣體排放基礎上，輔助評估替代產品之配置、採購和生產方法、原材料和供應商的選擇，提升評估結果的可信度及可比較性。目前國際間推動產品碳足跡查證與規範之制定，主要即參考 PAS 2050 而訂，該指引亦為國際標準化組織制定產品碳足跡標準(ISO 14067)之重要參考。

表 2.1.1-1 PAS 2050 準則摘要說明

內容重點	準則內容
適用對象	適用於所有產品與服務
計算對象	IPCC 所列之溫室氣體，包括：CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ , HFES, CFCs, HCECs, PFPE, 含溴的鹵化烷類(海龍)、碳氫化合物及其他
計算範疇	Cradle to Grave(搖籃至墳墓)及 Cradle to Gate(搖籃至大門)
引用標準	ISO 14040、ISO 14044 (生命週期評估原則與框架) ISO 14064 (溫室氣體排放與減量) 其他補充要求文件(如：ISO 14025 環境宣告之產品類別標準)
計算方式	特定活動碳足跡 = 活動強度(體積、耗能量、燃料用量、距離、時間等) × 排放係數(每單位活動之二氧化碳當量排放量)
數據要求	遵照 ISO 14044，包含：時間、地理特性、技術規範、正確性、精確度、完整性、一致性、再現性、資料來源
分配方法	1.區分各製程細項；2.擴充系統範圍； 3.按比例分配(經濟價值、產品貢獻量等)
溝通方法	1.獨立第三者查證；2.經其他人查證；3.自行查證

除了英國訂定 PAS 2050 標準外，其他以碳足跡為考量建立生命週期碳排放量評估方法與準則的國家還包括：日本於 2009 年公布依據產品碳足跡評估與標示之一般原則所訂之技術規範(TS Q0010)；我國環保署於 2010 年公告產品與服務碳足跡計算指引，加強國內產業界推動產品與服務碳足跡盤查，並於 2011 年公告產品與服務碳足跡查證技術指引，作為查驗機構或業者自身進行內部查證作業之參考，以提升國內碳足跡評估結果之品質。

世界資源協會(WRI)與世界企業永續發展協會(WBCSD)在 1998 年共同發起溫室氣體盤查議定書倡議行動(GHG Protocol Initiative)，並在 2001 年公布企業溫室氣體會計與報告標準，成為企業開始推動組織型碳盤查的重要基礎。伴隨碳足跡觀念的發展，該組織另於 2011 年 10 月，同時推出產品生命週期會計與報告標準(The Product Accounting & Reporting Standard)及企業供應鏈(範疇三)會計與報告標準(Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard)，將以產品和企業為主體的其他間接排放源納入企業組織溫室氣體盤查議定書標準(GHG Protocol standards)的補充條款，擴大全球企業組織進行碳排放量評估時的考量範圍。

至於國際標準組織研擬多時的碳足跡標準：ISO 14067 產品碳足跡量化與溝通要求與指引(Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication)，雖已於去(2012)年 6 月註冊為國際標準草案(DIS 版)，但在交付委員會投票時，又因為條文近似 ISO 14040 和 14044、不夠明確以作為量化或溝通的查證規範，故未能通過表決、進入核准階段(FDIS 版)。直至今(2013)年 5 月 21 日，國際標準組織改以技術規範的型式，公告 ISO/TS 14067 產品碳足跡量化與溝通標準原則、要求與指引(Specifies principles, requirements and guidelines for the quantification and communication of the carbon footprint of a product (CFP))，成為目前國際最新的碳足跡評估準則。

至於國內碳足跡規範發展狀況，我國環保署也在民國 99 年參考 PAS

2050：2008 訂定產品與服務碳足跡計算指引，並陸續提出配套的碳足跡推廣與應用相關政策，包括建立臺灣產品碳足跡資訊網，公佈多項產品碳足跡產品類別規則(CF-PCR)，並於 2011 年訂定產品與服務碳足跡計算指引與查證技術指引，核發碳標籤(目前已經有 47 家廠商 132 件產品)等，但主要是以消費性產品為主。除了由產品製造商自發地進行碳足跡盤查驗證外，為因應碳足跡議題日漸受到重視，環保署已自今年起、規劃以三年為期，透過國內各產業統計資料提出數百項碳足跡係數，作為供應鏈較下游廠商彙算產品碳足跡之依據。

綜整上述說明，目前國內外公告與碳足跡相關之標準與其發展期程如圖 2.1.1-1，其中，各國(含我國)所提出之碳足跡評估標準或指引皆有提及將參採國際標準(ISO 14067)進行修正或終止，唯目前國際標準組織所公告的僅是技術規範，未來會轉為國際標準或廢止尚有待後續 3 年一度的審查確認；故未來各國規範的轉變，尚有待追蹤了解。

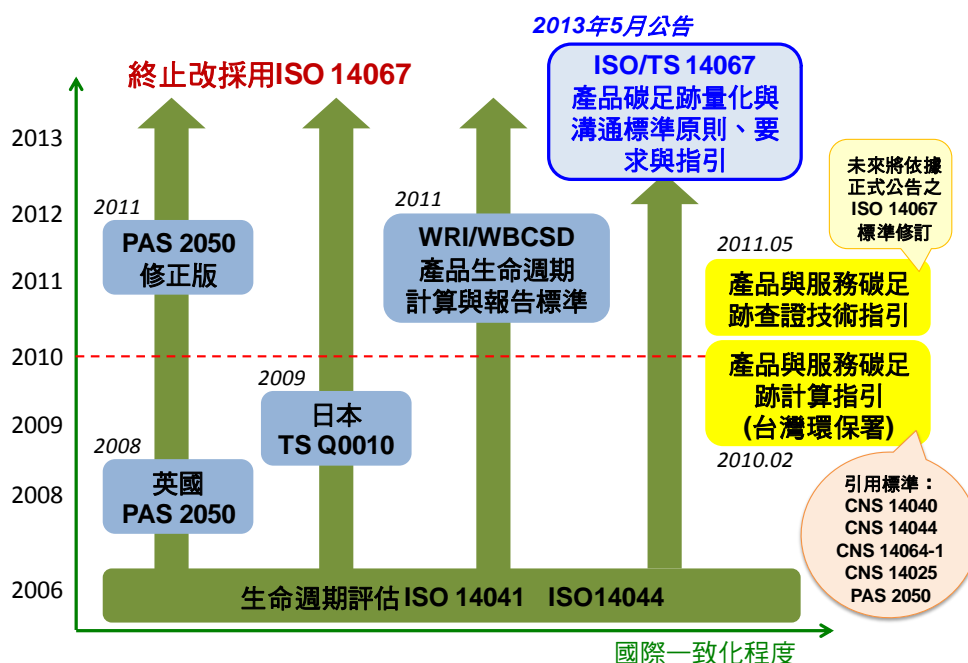


圖 2.1.1-1 碳足跡相關標準發展進程示意圖

本計畫也將持續追蹤國際間碳足跡標準與指引的發展進程，掌握國際標準修正版條文內容與制定進度，為取得 ISO 14067 查證聲明作準備。

二、碳足跡評估程序

本計畫彙整國內外碳足跡評估指引的內容，分析碳足跡評估的流程如下：

1. 界定產品碳足跡量化的目標；
2. 選擇並載明該產品系統的功能單元，使得碳足跡評估結果能夠以每功能單元之二氧化碳排放當量報告之；
3. 釐清產品系統相關供應商，制定供應商參與計畫；
4. 繪製產品生命週期流程；
5. 確認產品系統邊界；
6. 收集產品生命週期所有階段的材料用量、活動和排放因子等量化數據資料。基於計算內容的完整性考量，除使用階段之排放外，碳足跡計算應包含至少 95%的功能單位預期的生命週期溫室氣體排放量；而一般與產品供應鏈本身無直接關聯之過程，則可排除於系統邊界之外，包含：人力、行政管理與維護、行銷與銷售等。
7. 計算產品碳足跡，並分析碳足跡評估結果的準確性。

2.1.2 碳足跡盤查準則：產品類別規則

如表 2.1.1-1 所列，PAS 2050 引用標準包括一項：ISO 14025；這個標準不僅在英國碳足跡標準中被提及，在各國碳足跡相關標準中皆有相關表述。不同於 ISO 14040、ISO 14044(生命週期評估原則與框架)與 ISO 14064(溫室氣體排放與減量)直接與碳足跡以生命週期為考量進行碳排放量計算的概念直接相關，ISO 14025(第三類環境宣告)由標準名稱無法看出其與碳足跡評估之直接關連，但卻是國內外碳足跡規範一致強調須被引用的標準。

ISO 14025 第三類環境宣告(Environmental Labels and Declarations - Type III environmental declarations - Principles and Procedures)係指由供應商提供、經獨立性確認之量化的環境生命週期產品資訊。此類宣告的目

的在於提供消費者一產品完整(生命週期中)的環境衝擊或影響資訊，幫助消費者能夠自行選擇最環保之產品。依據 ISO 14025 之規定，廠商要申請進行第三類環境宣告(Environmental Product Declaration, EPD)時，必須依據該項產品的產品類別規則(Product Category Rules, PCR)進行數據之蒐集與宣告。因此，第三類環境宣告的過程可分為兩部分，首先為 PCR 的驗證，再者才是 EPD 的確認及宣告。

ISO 14025 的設計精神在於：經過認定且相同的評估方法所產生出來的生命週期數據，才具有一定的比較性及正確性。故訂定並驗證 PCR 的功能在於：規範一個或多個產品類別發展 EPD、進行生命週期環境衝擊評估的過程與內容所應遵循的一組特定規則、要求與指引。如此，則可確保基於相同的產品類別規則、分別提出其環境宣告的不同產品，其所提報告才具備「可比較性」，也才能滿足產品環境宣告作為消費者進行產品選擇之參考資訊的目的。

同理，碳足跡是一項服務或一個產品的全生命週期碳排放量評估結果，惟有此結果具備可比較性，才能作為消費者選擇產品或製造商對於產品進行減碳設計的依據。因此，在碳足跡計算規範中要求引用 ISO 14025 標準，是在強調同類產品或服務應依據一致的規則；即以 PCR 進行產品系統邊界界定、量化產品碳足跡具一致原則，以確保碳足跡資訊揭露能如同 EPD 一般，具有應用的價值與意義。綜整前小節所回顧之國內外碳足跡評估規範或指引中，在系統邊界界定時應參考產品類別規則的論述如於表 2.1.2-1。

目前國際間開發共同的產品類別規則是國際組織 GEDnet 努力的目標，我國環境與發展基金會為該組織(GEDnet)之創始會員，提供第三類環境宣告之查證服務，並進行國際宣告。為整合各國現有 EPD 系統，瑞典發起國際產品環境宣告系統：International EPD® System，目的在促進各國的第三類環境宣告達成一致化，以利全球產品能一致且正確地依循經過驗證的 PCR 進行產品生命週期評估、提出具有國際代表性的 EPD，減少未來出口其他國家時遇到不必要的貿易障礙，並避免因各國方法不

同而造成製造商的人、物力消耗。目前該系統提供有搜尋既有 PCR 和 EPD 的功能。

表 2.1.2-1 國內外碳足跡規範於邊界界定應參考 PCR 之論述

碳足跡規範	PAS 2050	TS Q0010	環保署產品與服務碳足跡計算指引	ISO/TS 14067
系統邊界之論述內容	<ul style="list-style-type: none"> ■ 第一優先：依據 ISO 14025 發展之產品類別規則； ■ 第二優先：選定之系統邊界應明確告知； ■ 2011 年版 4.3 補充要求強調：碳足跡不僅應依循產品類別規則，還應廣納既存相關規範為參考準則。 	依據產品類別規則界定	<ul style="list-style-type: none"> ■ 凡存在與考慮中產品相關且依據 CNS 14025 所發展的產品類別規則，而該產品類別規則系統邊界與本條款建立之系統邊界互不衝突，該產品類別規則所詳述之系統狀況應構成此產品的系統邊界； ■ 若無產品類別規則，該產品的系統邊界根據 5.4.2 節系統邊界的基本程序應清楚定義。 	凡存在依據 ISO 14025 所發展之相關產品類別規則或碳足跡產品類別規則，或有其他符合本技術規範、且在系統邊界、模組性、分配與數據品質等各方面被認為合適的文件，則應該被採納為該產品碳足跡量化方法。

為能更有系統地整合各類別標準，International EPD® System 近年來開始以聯合國中央產品分類標準 (united nations central product classification, UN CPC) 為產品的系統性分類參考，提倡優先建立 PCR 基本模組，即由每大類產品類別(編號為 2 碼)進行 PCR 基本模組(PCR basic module)的建立；該類別下的細項產品(編號為 3~5 碼)再依必要性，依據基本模組制定各別的 PCR。

另 International EPD® System 建議，PCR 文件之內容應至少包括：一般資料(General information)、產品定義(Definition of product category type)、單位定義(Definition of functional unit)、系統邊界(System boundaries)、截斷準則(Cut off criteria)、分配原則(Allocation rules)、資料來源(Source of data)、計量單位(Units of measurement)、係數來源(Parameters to be declared)及參考文獻(References)共 10 大項說明。

而國際碳足跡技術規範 ISO/TS 14067 亦以專節(6.2 碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)的使用)說明採行產品類別規則的重點原則；除了同標準初稿(ISO 14067(DIS))一樣，將應採用相關已存在之產品類別規則或碳足跡產品類別規則、應由一個以上的相關產品類別規則或碳足跡產品類別規則中合理選擇試用版本、應依據所採用的產品類別規則或碳足跡產品類別規則進行碳足跡量化外，亦針對碳足跡產品類別規則所必須包含的內容，提出應包括但不限於以下各項(minimum requirement)：

1. 介紹建構產品碳足跡溝通的內容；
2. 如果前項未包括全生命週期階段時，應說明涵蓋或未涵蓋哪些階段，並說明其理由；
3. 產品類別的定義與描述(例如：功能、技術性能及使用)；
4. 目的與範疇的定義，包括：功能單位、系統邊界、數據描述、涵蓋投入產出之規則、數據品質要求等；
5. 生命週期清冊，包含：資料蒐集、量化程序及流量與釋放的分配；
6. 有效期限。

我國環保署為使同一種類型、功能之商品或服務在計算碳足跡時能有一致的基準，除了在產品與服務碳足跡計算指引中提到應參考既存產品類別規則進行碳足跡量化程序外，也已於民國 99 年 7 月公告碳足跡產品類別規則訂定指引，作為製造商或提供該類服務業者所組成之同業公(協、商)會，透過標準化與程序化之流程，完成該類產品於國內碳足跡評估的標準；目前環保署在進行產品碳足跡標籤審查時，該產品是否已有對應之產品類別規則或碳足跡產品類別規則亦為重點考量之一。

目前我國雖陸續有碳足跡產品類別規則文件(CF-PCR)經環保署審議通過，但主要仍是以食品、家電等民生消費產品為主，主要工程材料如鋼筋、水泥、混凝土等皆尚未有對應標準，惟去(101)年 5 月陸續有混凝土磚類、陶瓷面磚類的碳足跡產品類別規則通過並公告；對此，環保署已公開於工程會召集之座談會中，表達歡迎各公共工程申請碳足跡產品類別規則之意。

2.1.3 工程相關產品類別規則之發展

考量國內外碳足跡規範對於參考國際間共通產品類別規則的要求，特別是 ISO/TS 14067 技術規範的一般原則(6.2.1)中，已明訂產品碳足跡的量化應依據產品類別規則的要求執行，並以專節(6.2.2)詳述碳足跡產品類別規則(CFP-PCR)應包含的項目內涵，故本團隊於計畫開始執行之初，即密切地追蹤工程設施及材料之相關產品類別規則發展情形，茲彙整說明國際上相關產品類別規則制定之最新狀況於後。

International EPD® System 系統已於 2010 年 11 月公告營造(CPC Division 53: Constructions)及營造服務(CPC Division 54: Construction Services)產品類別規則基本模組；其中，營造產品類別規則基本模組在第 6 章一般系統邊界(General System Boundaries)中，將評估內容劃分為上游模組、核心模組及下游模組三個區塊，如圖 2.1.3-1 所示。

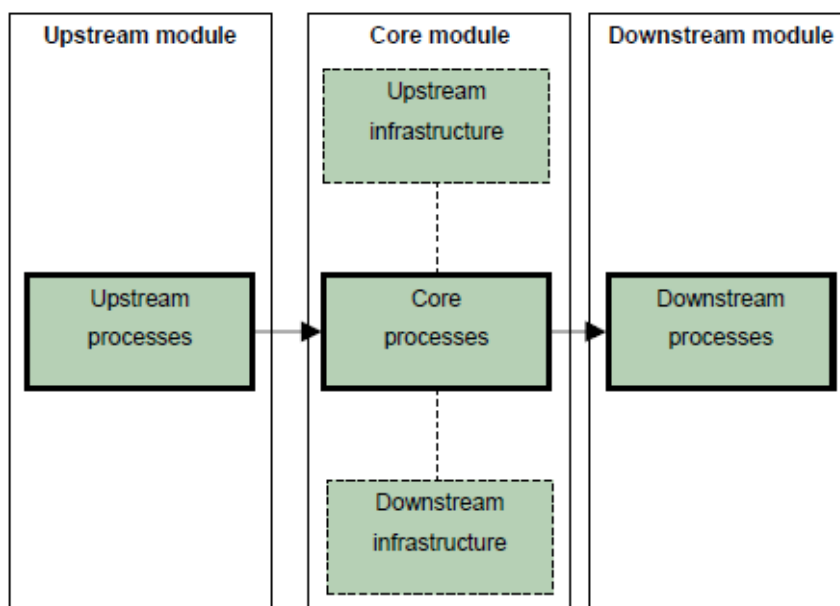


圖 2.1.3-1 營造產品類別規則基本模組邊界界定示意圖

上游模組應列入評估的程序包括原料開採、回收料再生及原料運輸等；下游模組則應包含設施供應予使用者的運輸程序、生命週期間的操作、維護及部分重建程序，以及生命週期末端的處置程序等。而其中最

重要的核心模組邊界，則是先簡要以設施之建造、組合程序，建造組合過程中產出的廢棄物的處置，以及區內或區外運輸等表示。

至於核心模組則另於第 7 章有詳述，內容包含技術系統範圍、地理邊界、時間邊界、自然邊界及生命週期考量邊界。根據 7.1 節技術系統之文述，可將核心模組應納入評估內容之考量原則條列如下：

1. 各部份組成之製造過程排碳(含原料生產)皆應計入；
2. 委外製造的組成是否計入可在細項 PCR 再作進一步界定；
3. 至少佔所宣告之產品的 99%之材料組成應被計入；
4. 最終以掩埋處置之廢棄物，應分為一般及有害兩種、並以重量宣告；
5. 產品製造過程中所使用機具若生命週期超過 3 年，以及建築物等其他資本財(capital goods)應不計入；
6. 維護頻率高於每 3 年一次的相關活動應計入；
7. 公務往返之人員運輸可計入，但人員上下班交通過程則不須計入；
8. 相關研究發展活動可計入，但亦可在細項 PCR 進一步界定。

在聯合國 CPC 分類標準中，道路(5321 Highways (except elevated highways), streets, roads, railways and airfield runways)、隧道及橋梁工程(5322 Bridges, elevated highways and tunnels)皆歸屬於 532 土木工程(Civil Engineering works)項下，故位屬於其上層、應依循的產品類別規則基本模組，即為 53 營造(Constructions)產品類別規則基本模組。

承續國際間對於建立營造構造物及活動相關產品類別規則的探討，瑞典交通部自 2010 年 2 月起，即致力於運輸工程相關之產品類別規則之研擬；其最近期提出之產品類別規則發展構想如圖 2.1.3-2 所示。其中，圖中以深色色塊呈現的三份文件，包括：運輸工程產品類別規則基本模組(PCR Basic Module for Transport Infrastructure)、道路工程產品類別規則(PCR for Road Infrastructure)及軌道工程產品類別規則(PCR for Railway Infrastructure)，已於 2012 年 11 月在系統上公告，開放利害相關者提供意見。

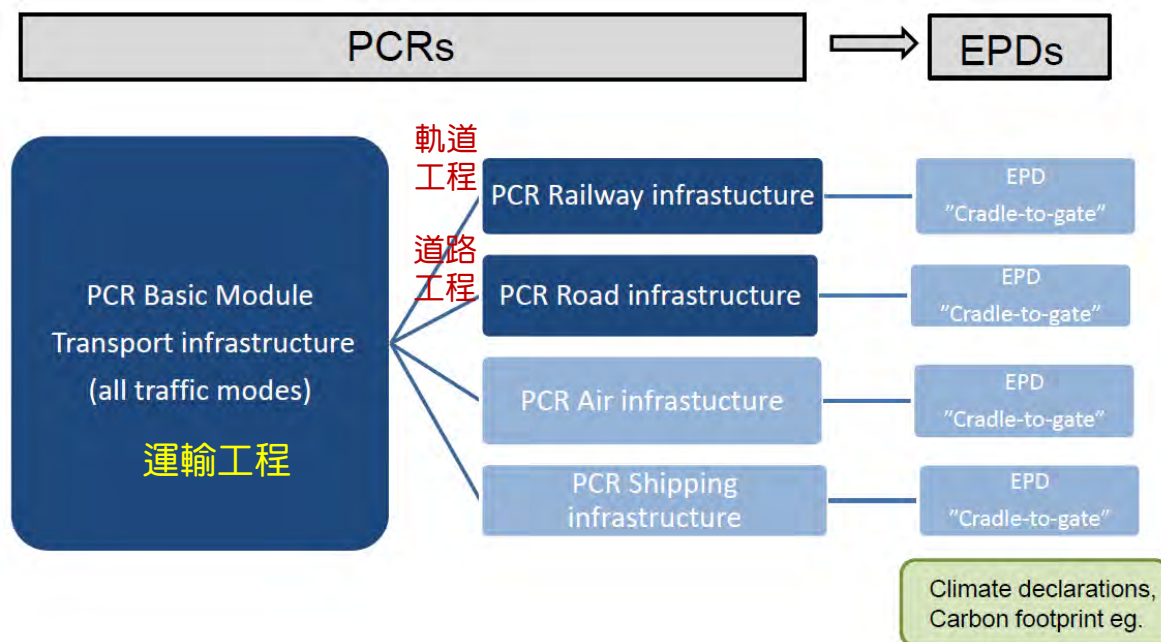


圖 2.1.3-2 瑞典運輸工程相關產品類別規則及基本模組發展構想

為配合 International EPD® System 系統所倡導、產品類別規則需對應聯合國 CPC 分類標準的原則，前項所提之道路工程產品類別規則將其對應之 CPC 編號訂為 53211，但此編碼在聯合國 CPC 分類名稱係為不含高架部份的公路(Highways (except elevated highways))。其實此份產品類別規則在最早、於 2010 年甫登錄於網站上時，係以與 CPC 編碼之相同名稱作為文件名稱，如圖 2.1.3-3(a)所示；直至去(2012)年才將名稱改為現在的道路工程(Road Infrastructure)，如圖 2.1.3-3(b)。

由圖 2.1.3-3(a)、(b)比較 2010 年登錄版與 2011 年底公告版(道路工程產品類別規則初稿)之基本資料可知，此份產品類別規則在過去三年的主要轉變包括：(1)負責單位持續擴充，由原本僅瑞典交通部主稿分次加入挪威鐵路局、公路局及學研單位、工程顧問公司等；以及(2)產品類別規則名稱的改變。另由多次展延公開討論及預定公告時間可看出，研訂公共工程產品類別規則實具有相當的複雜度，並非如一般消費性產品可在短時間內明確界定出評估內容。

HIGHWAYS (EXCEPT ELEVATED HIGHWAYS)

INITIATED
2010-02-19

Start open consultation 2011-06-01 Deadline open consultation 2011-07-04 PCR review and approval 2011-07-25 Publication 2011-08-01

Preliminary dates are in italics

PCR INFORMATION

COMMENTS ON THIS PCR

Be the first discussing this PCR

[Start a discussion](#)

DETAILED INFORMATION

Name: Highways (except elevated highways)
CPC Code: 53211
CPC name: Highways (except elevated highways), streets and roads
GPI version: GPI 1.0
Based on: [Constructions](#)
Prepared by: Tyréns AB
PCR moderator(s): [Ulif Wiklund](#) Tyréns AB

(頁面擷取時間：2011/7/10)

(a) 瑞典交通部初登錄之道路工程產品類別規則資訊頁面

ROAD INFRASTRUCTURE

INITIATED
2011-09-28

Start open consultation 2012-11-05 Deadline open consultation 2012-12-31 PCR review and approval 2013-07-30 Publication 2013-08-30

Preliminary dates are in italics

PCR INFORMATION

This PCR is under development. All dates are preliminary.

Questions may be sent directly to the PCR moderator or posted on the forum.

PCR DOCUMENTS

[PCR Draft CPC 53211 Road infrastructure](#)
Login required

COMMENTS ON THIS PCR

2013-04-30 [When is the expected publishing date?](#)

[Start a discussion](#)

DETAILED INFORMATION

Name: Road infrastructure
CPC Code: 53211
CPC name: Highways (except elevated highways), streets and roads
GPI version: General Programme Instructions 1.0 (2008-02-29)
Based on: [Constructions](#)
[Transport infrastructure](#)
Contributor(s): The Norwegian National Rail Administration
The Norwegian Public Roads Administration
Asplan Viak
MISA
Swedish University of Agricultural Sciences
Tyréns
WSP
VTI (The Swedish National Road and Transport Research Institute)
Prepared by: The Swedish Transport Administration
PCR moderator(s): [Linus Karlsson](#) The Swedish Transport Administration

(頁面擷取時間：2013/7/11)

(b) 瑞典交通部最新道路工程產品類別規則資訊頁面

圖 2.1.3-3 瑞典交通部草擬道路工程產品類別規則進度

研析瑞典交通部研提之道路工程產品類別規則初稿，其封面與目錄頁如圖 2.1.3-4 所示，內容共包括 10 章，包括：

1. General Information 概論
2. Declared unit 單位宣告
3. Content declaration 內容宣告
4. Units and quantities 單位和數值
5. System boundaries 系統邊界
6. Description of data and data quality requirements (6.1~6.4)
資料描述與資料品質要求
7. Additional information 附加資訊
8. Declaration Requirements and Format 宣告要求與格式
9. Validity of the EPD EPD 的有效性
10. Changes in this document 文件改版說明

其中，與本計畫執行蘇花改計畫工程碳足跡盤查最相關的文述為第五章系統邊界及第六章資料描述與資料品質要求，即對於盤查內容完整性與資料代表性的規範。茲簡要說明第五章系統邊界劃定原則中，與執行碳足跡盤查及宣告相關的部分於後。

1. 生命週期邊界

道路工程製程地圖如圖 2.1.3-5 所示，包括道路工程之建造、操作和維護的所有程序，但排除規劃階段及道路工程運輸服務(車輛排放及工程拆除廢棄階段)部分。如圖，核心模組(RI core module)中又包含有若干個子系統，目前共列出有 6 大項：道路鋪面、道路基礎、道路設備、道路儀控設備、隧道及橋梁。這些子系統中又各包含有眾多應列入評估的子項；以橋梁為例，橋梁子系統應包括所有建造任何型式的橋梁(混凝土、鋼構、木材或鋁結構)過程所需之所有產品和建造過程。例如：混凝土/鋼梁、橋面單元、橋面防水材料與試劑(如瀝青砂膠、預製的瀝青片、樹脂/聚氨酯)，澆注成型、預力鋼腱、擋土牆等。


PRODUCT CATEGORY RULES	
DATE 2012-11-01	
UN CPC 53211	
ROAD INFRASTRUCTURE	
2013:XX	
VERSION DRAFT OPEN CONSULTATION	
	
TABLE OF CONTENT	
1	General information 5
2	Declared unit 6
3	Content declaration 6
4	Units and quantities 6
5	System boundaries 6
5.1	boundaries in the life cycle 6
5.2	Boundary in time 8
5.3	Boundary towards nature 9
5.4	Boundaries towards other technical systems 9
5.5	BOUNDARIES REGARDING GEOGRAPHICAL COVERAGE 9
5.6	Cut-of rules 9
5.7	Allocation rules 9
6	Description of data and data quality requirements 10
6.1	Rules for using generic data 11
6.2	Data quality requirements explanations 12
6.3	Specific rules and requirements for transport infrastructure 13
6.4	Specification for GWP calculation 13
7	Additional information 14
7.1	Additional environmental information 14
7.2	Conversion to a functional unit 15
8	Declaration requirements and format 16
8.1	Programme related information 16
8.2	Product related information 16
8.3	Environmental performance-related information 17
8.4	Potential environmental impact 18
8.5	Mandatory Statements 19
8.6	References 19
9	Validity of the EPD 19
10	Changes in this document 20

圖 2.1.3-4 道路工程產品類別規則文件目錄

其中關於子系統邊界有一項非常重要的論述：如果部分運輸基礎設施有對應公告之產品類別規則，則子系統產品類別規則中所定義的系統邊界，應在評估該子系統時被採用；若子系統產品類別規則與此道路工程產品類別規則間存有衝突，則應採用子系統產品類別規則所訂之系統邊界。由此可看出產品類別規則的採用邏輯，當子系統有其專屬產品類別規則時，應較上位類別之產品類別規則更優先被採用。

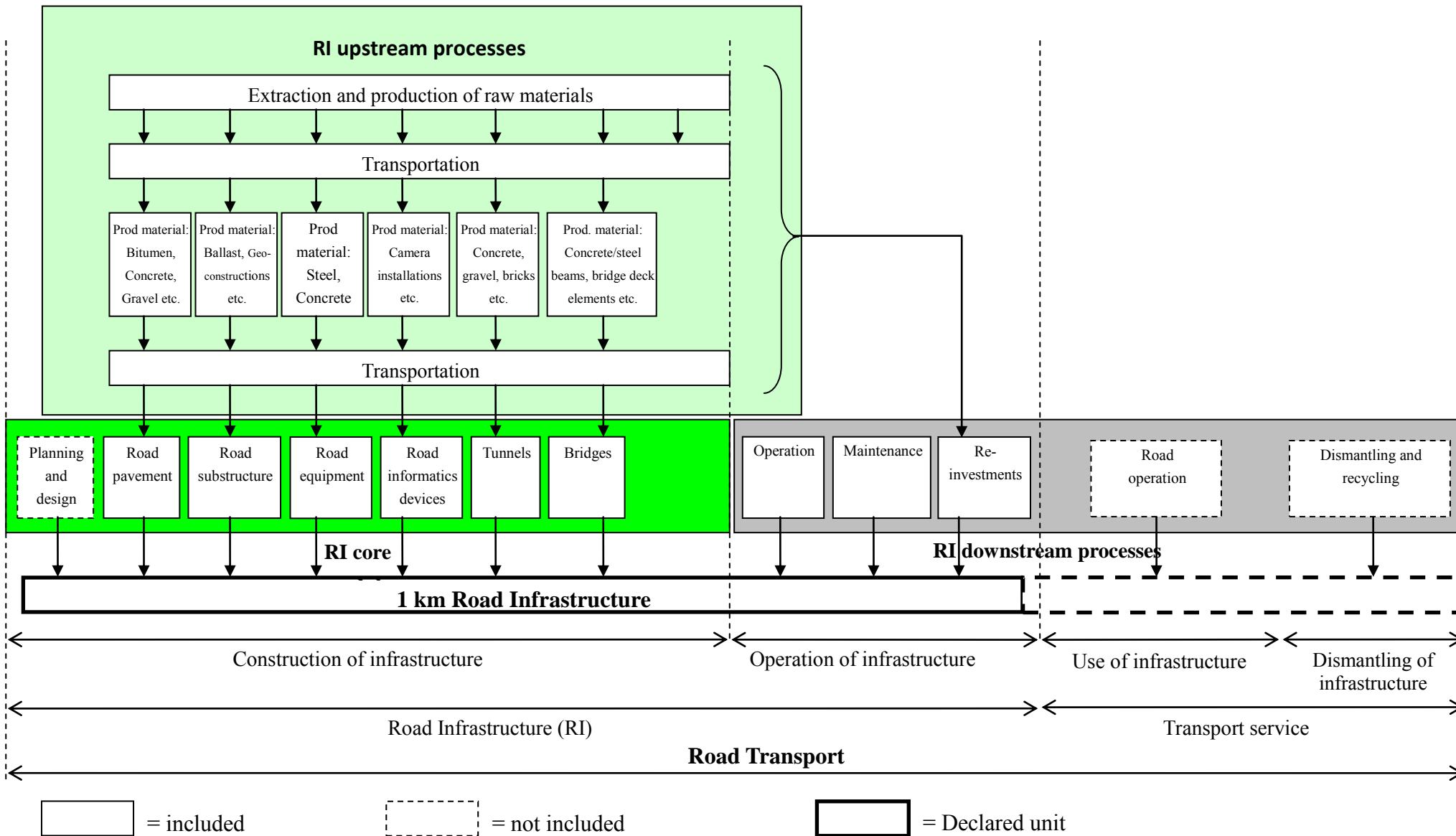


圖 2.1.3-5 道路工程產品系統流程圖

2. 時間邊界

生命週期盤查(LCI)之資料記錄應至少 1 年一次；另所有的假設(生命週期期程(life times)、重建的時間間隔、服務時間間隔等)皆必須在揭露環境產品宣告(EPD)時定義和綜整。

3. 截斷原則

截斷情境需滿足涵蓋此產品系統至少 99%能源、質量及整體關聯流的定性資訊。能確認此截斷原則的唯一方法，是結合在相近產品系統具有實務經驗的專家判斷，和可能瞭解未調查的輸入和輸出對於最終 LCA 和 LCIA 結果可能造成影響之敏感性分析。

4. 分配原則

選擇分配方法應以對產品系統越有效越佳為通則，但對於產品的製造流程中和下游流程中的分配可能有所不同。

除上述列於第五章的邊界定原則外，在第六章數據描述和數據品質要求部份，則是針對盤查進行過程中所必須蒐集的資料詳列要求，包括：特定數據(Specific data)及通用數據(Generic data)使用原則；主要是依數據使用於上下游模組或核心模組而有不同要求。茲說明通用原則重點如下：

1. 對於核心流程(core processes)必須使用特定數據；若上下游流程(upstream/downstream processes)之特定數據不足，則可使用通用數據(Generic data)；
2. 任何數據最好能是代表特定年度的平均值；
3. 若有邊界相近的相關 EPD 或 PCR 存在時，則相近 EPD 所載之資料可視為特定數據；而相近 PCR 則可用來產出特定數據。
4. 材料的運輸型式和距離未知時，須述明假設的距離，並以適當之貨/卡車運輸參數計算之。

本計畫曾於瑞典道路工程產品類別規則初稿公開討論階段(2012 年 12 月)，根據「道路工程碳足跡盤查邊界與範疇界定」專家學者暨碳足跡盤查推動小組座談會所研議之內容與綜整之結論，就道路工程碳足跡盤

查範圍與考量要點與該文件內容之差異或疑義，提供瑞典交通部參考。惟由圖 2.1.3-3(b)可知，該道路工程產品類別規則目前仍在審查階段，預定於今年 8 月底公告。

能確保本計畫執行蘇花改計畫工程碳足跡盤查工作之執程序、方法與成果能夠與國際接軌並滿足碳足跡規範要求，本計畫亦將持續追蹤國際間道路工程相關 PCR 之研訂進展與內容，強化國際共識；並同時間基於本計畫回顧相關文獻之結果及現階段執行經驗，循我國環保署碳足跡產品類別規則(CF-PCR)登錄及審議程序，率先建立我國運輸工程相關碳足跡產品類別規則。

2.2 先進國家道路工程碳管理制度與案例

2.2.1 先進國家碳管理及減碳管理架構

一、歐洲營造業碳管理議定書(2012)

世界資源研究院(WRI)與世界企業永續發展協會(WBCSD)在 1998 年共同發起溫室氣體盤查議定書倡議行動(GHG Protocol Initiative)，期能藉由訂定標準化的溫室氣體評估方法，供國際間各大企業及政府組織發展因應氣候變遷所需之政策與作為。截至目前為止，溫室氣體盤查議定書倡議行動陸續制定了溫室氣體盤查議定書標準(GHG Protocol standards)，使企業組織進行碳排放量評估時的考量範圍越趨完整；包括：

1. 企業會計與報告標準(Corporate Accounting and Reporting Standards, 2005)；
2. 減量專案會計議定書與指引(Project Accounting Protocol and Guidelines, 2006)；
3. 產品生命週期會計與報告標準(The Product Accounting & Reporting Standard, 2011)；及
4. 企業供應鏈(範疇三)會計與報告標準(Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, 2011)。

為能確保營造業能夠遵循一致的方法進行碳排放計算，並且將關鍵排放源納入於評估與報告之範疇中，歐洲營造商研究與發展網絡(European Network of Construction Companies for Research and Development, ENCORD)遂於 2010 年開始，參考企業溫室氣體會計與報告標準，研議營造業碳管理議定書(Construction CO₂e Measurement Protocol)，以下即重點說明營造業碳管理議定書 1.0 版(2012)內容。

1. 溫室氣體會計準則與範疇

溫室氣體盤查議定書所指之溫室氣體即為京都議定書中之六類溫室氣體氣體：二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫。在溫室氣體盤查議定書之架構下，溫室氣體排放的計算與報告均須合乎以下準則：

- (1) Relevance 相關性：確保溫室氣體盤查適切地反映企業之溫室氣體排放，以供資訊使用者決策時參考。
- (2) Completeness 完整性：記錄並報告在所設定之盤查邊界中的所有溫室氣體排放源與活動強度，並說明特定之排除狀況。
- (3) Consistence 一致性：使用一致的方法學，使得在不同時間進行的碳排放可以有意義地被比較。
- (4) Transparency 透明度：在可供稽核的基礎上，以實際並一致的方法處理相關議題；揭露所有假設並註明引用計算方法，以及使用數據之出處。
- (5) Accuracy 正確性：確保溫室氣體的量化不會系統性地被低估或高估，並將不確定性降至最低；以充分的精確度確保揭露資訊的誠信，並合理保障資訊使用者的決策。

溫室氣體的排放又可再區分為直接排放與間接排放；直接排放係指來自公司所擁有或控制之排放源的溫室氣體排放，亦可稱為範疇一(Scope 1)排放；間接排放指係為公司作業活動造成，但排放源由其他公司擁有或控制，可分為範疇二(Scope 2)與範疇三(Scope 3)排放。各種排放範疇之示意圖如圖 2.2.1-1 所示。範疇一、二、三的分類目的在於避免

不同企業間重複計算相同範疇之排放量，以明確釐清企業對於碳排放之責任。

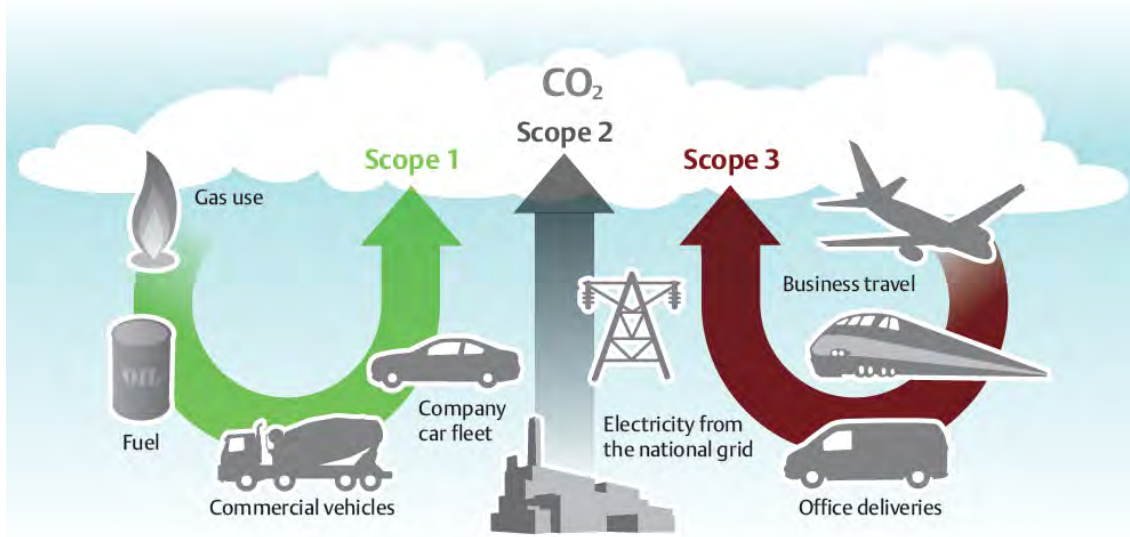


圖 2.2.1-1 不同範疇之溫室氣體排放項目示意圖

2. 營造業主要營運範圍

不同之營造業領域、事業體與工程種類，皆可能影響溫室氣體排放，但其影響程度會有不同，將其分類將有利於更有效率地找出排碳熱點，並提出相應之減碳措施。為此，營造業碳管理議定書 1.0 版(2012)將營造業領域分為公共工程、住宅建築、商辦建築等；依事業體區分則包括：工料產製與運輸、施工、使用與管理及整建，如圖 2.2.1-2 所示。

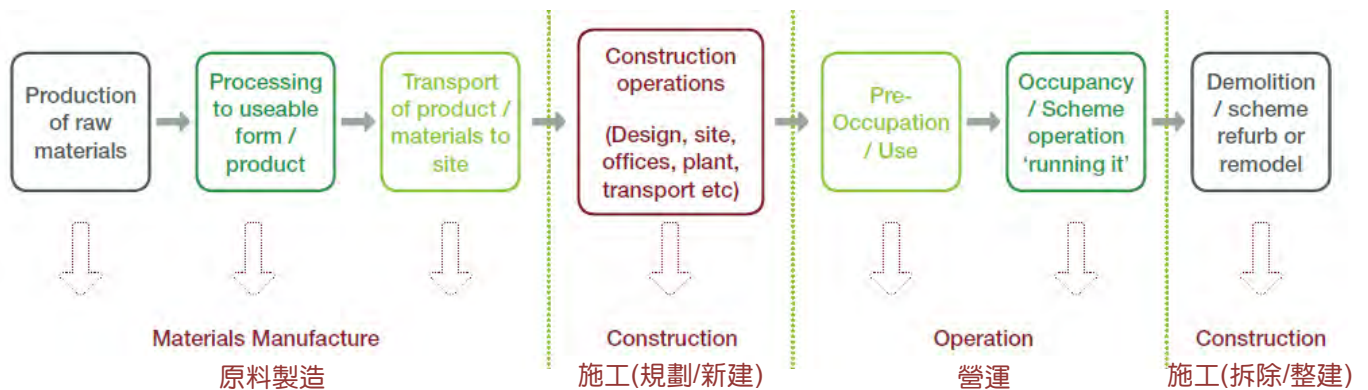


圖 2.2.1-2 營造業可能涵蓋之事業體

另以工程種類區分，則可分類為：道路、軌道、商辦、住宅、展售中心、醫院、娛樂設施、工廠、學校等。

3. 營造業主要排放源

依據企業溫室氣體會計準則，營造業主要排放源可依範疇別概列如下：

- (1) 範疇一：工區/辦公室燃料燃燒、機具操作與設備逸散、公務車燃油燃燒；
- (2) 範疇二：工區/辦公室使用汽/電間接排放；
- (3) 範疇三：下包商於工區內活動所造成之排放、廢棄物、工程材料隱含碳(embodied carbon)；營造業中常用之高排碳材料包括鋼/鐵製品、其他金屬製品、水泥、瀝青產品、玻璃等。

上述碳排放源並未將使用階段納入計算，但由於使用階段為相當具有溫室氣體減量潛力之階段，且該階段之排放量實為規劃設計結果之具體展現，故營造業碳管理議定書提及：若營造商碳排放於設計階段已被納入，則應將其基於工程經驗所提出之減碳策略納入設計考量。整體而言，營造業碳管理議定書為可輔助營造商評估與報告自身碳排放量之文件，評估範圍係以廠商營運控制權為考量，包括：行政、支援部門之運轉及其執行中之所有工程案件。評估與報告結果將可供營造商了解自身之碳排放量以及影響程度，以及更進一步、可究其營運模式中各環節排放源再作審視，尋求營造作業或流程改良及碳排放減量雙贏的機會。

二、美國工程計畫碳排放協議(2012)

美國馬里蘭大學土木及環工系教授(Cui, et al.)提出以計畫層級(project level)為評估範圍之工程計畫碳排放協議(Carbon Emission Protocol for Construction Project Accounting)，評估範圍包含：工址準備、材料製造、施工、營運、廢棄物管理及環境影響減量。邊界內之詳細評估項目如圖 2.2.1-3 所示。依據協議之內容，圖中的營運一項僅適用於建築工程(Building Construction)，於公共工程(Infrastructure)則可排除；而工

址準備與環境影響減量意指該工程對於工區範圍中、林木與土壤之碳匯改變等影響。其他排碳源則概分為：燃油燃燒、工料製程以及電力使用。

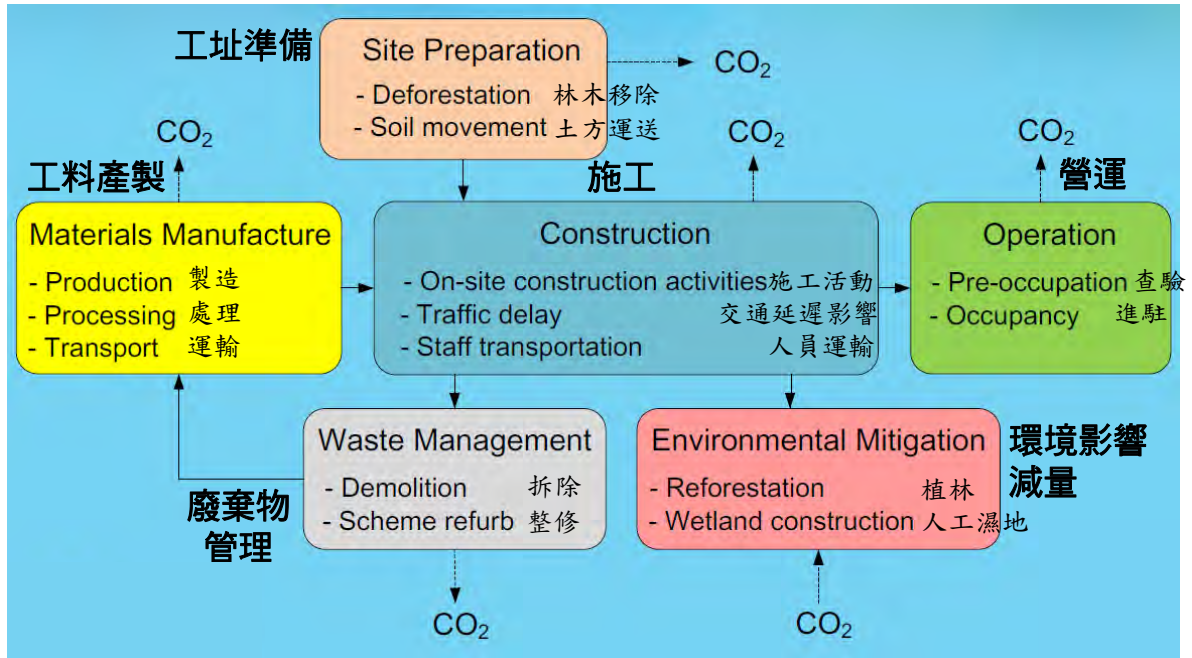


圖 2.2.1-3 工程計畫碳排放評估項目示意圖

該協議另以美國馬里蘭州 I-93 州際公路之橋梁上構替換工程為例，說明如何應用此協議進行工程計畫層級碳排放計算之案例。該工程使用之主要工程材料為預鑄節塊，工程內容包括原橋梁上構拆除、預鑄節塊安裝、鋪面施工等；其工區範圍及施工示意圖如圖 2.2.1-4。

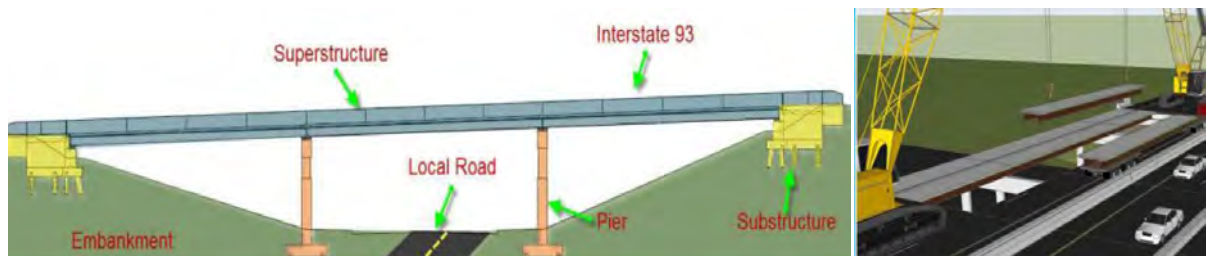


圖 2.2.1-4 美國 I-93 州際公路橋梁上構替換工程示意圖

由於該案例工程內容係由移除原有橋梁上構開始，故在工址準備及

環境影響兩個評估項目並無對應之碳增減量；此外，該案例還將廢棄物管理、交通延遲及人員運輸排除，但其並未明確說明排除之原因；又該工程之機具與工料運輸距離皆假設為 25 英哩，時速則假設為 40 英哩/小時。案例評估結果(如圖 2.1.1-5)顯示，工料製程占總工程排放量之比例高達 83%，機具操作約佔 14.6%，而工區用電及運輸之總和則僅占 2.1%。

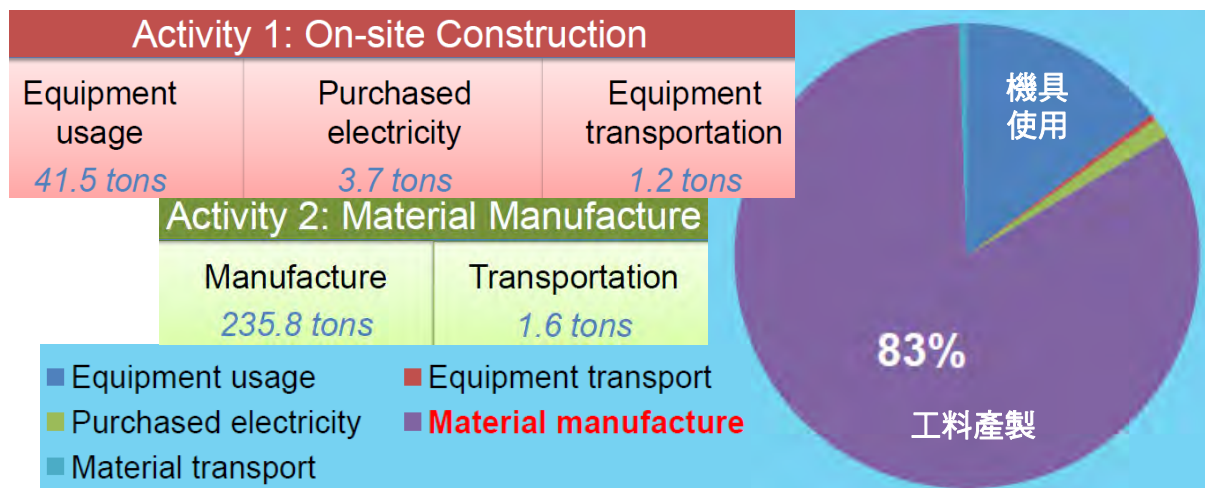


圖 2.2.1-5 美國 I-93 州際公路橋梁上構替換工程碳排放計算結果

三、英國重大工程碳管理計畫(2009)

英國政府早於 2003 年公布之能源白皮書(Energy White Paper)中，即承諾其國內長期減量目標為 2050 年之溫室氣體排放量要比 1990 年排放基準量再減少 60%；並於 2008 年通過之氣候變遷法案(The Climate Change Act 2008)中，納入此長程減碳目標，並再加嚴標準至減量 80%，且要求每 5 年制訂碳預算與訂定明確減排目標，實施相關減排措施，成為國際上第一個通過立法制定減碳目標之國家。

因應英國重視節能減碳的風氣，英國公路局(Highways Agency)亦於 2004 年即開始對道路工程建造及維護活動的碳排放計算進行邊界與計算方法的探討(Fry, et al., 2004)。而後又接續以碳會計架構為主軸，發展輔助碳排放計算之工具與指引，最後彙集而成一套碳管理架構，進程如圖 2.2.1-6 所示。

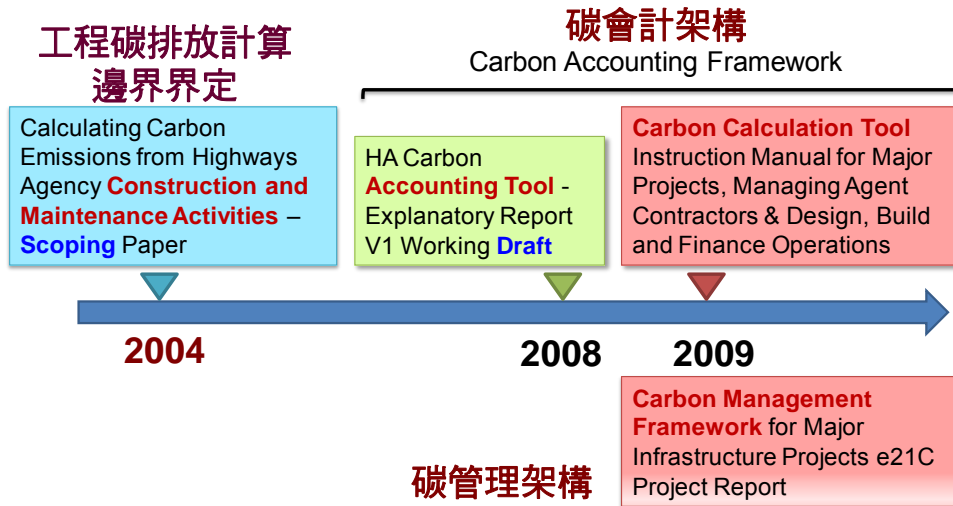


圖 2.2.1-6 英國公路局碳管理相關計畫發展進程

2009 年底發表的重大工程碳管理計畫 (Carbon Management Framework for Major Infrastructure Projects) 報告，係集合產官學界之鐵路、公路及工程機關所共同發表，內容以重大交通工程全生命週期的碳排放為評估對象及工程生命週期為考量，發展一套碳管理架構，如圖 2.2.1-7。

應考量工程計畫全生命週期

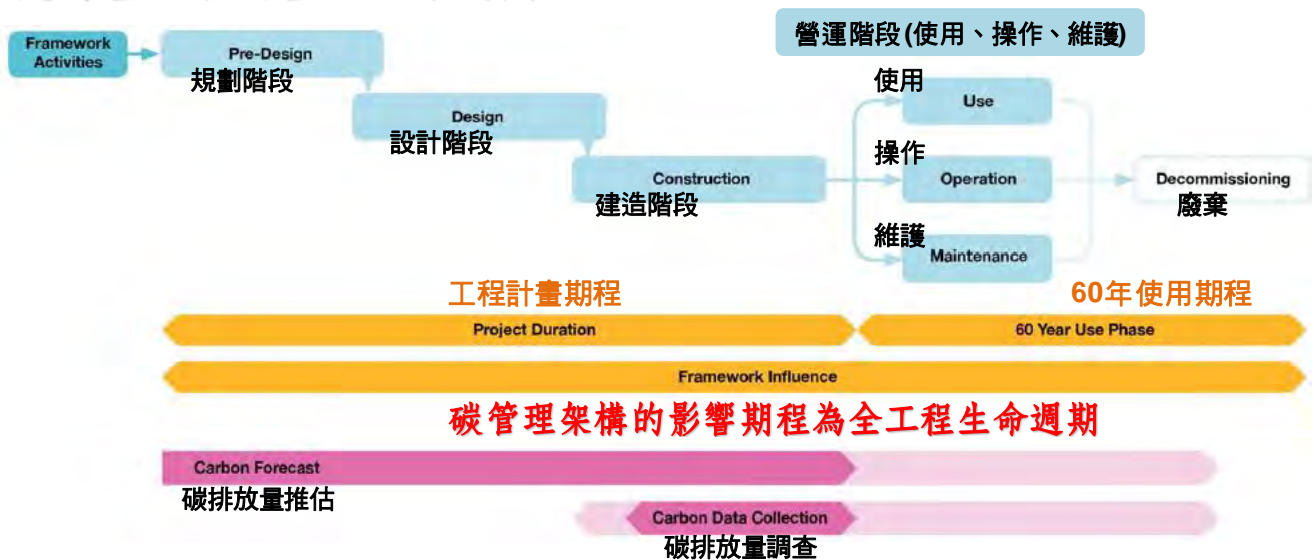


圖 2.2.1-7 英國公路局碳管理架構

為利於落實上圖碳管理架構，英國公路局強調以既有專案管理系統為雛形建立碳管理系統，期能據以更有效地引導工程活動透過管理的方式達成碳排放減量。該報告建議工程進行碳管理與減量的8步驟應包括：界定動機與目的、設定目標與邊界、尋求減碳經費和標的、界定減碳機會、設定量測、監測和撰寫報告的權責機關、執行碳管理策略、監測專案進程、撰寫專案績效報告。

該報告係以工程全生命週期的碳排放為評估對象，提出：碳管理架構範疇與適用對象、重大工程碳排放量計算邊界說明、碳排放量的量化與評估方法及碳管理與減量策略發展程序等，以作為重大工程生命週期溫室氣體排放評估管理之依據準則。其排碳評估及管理內容項目如圖 4-2 虛線框格內所示。

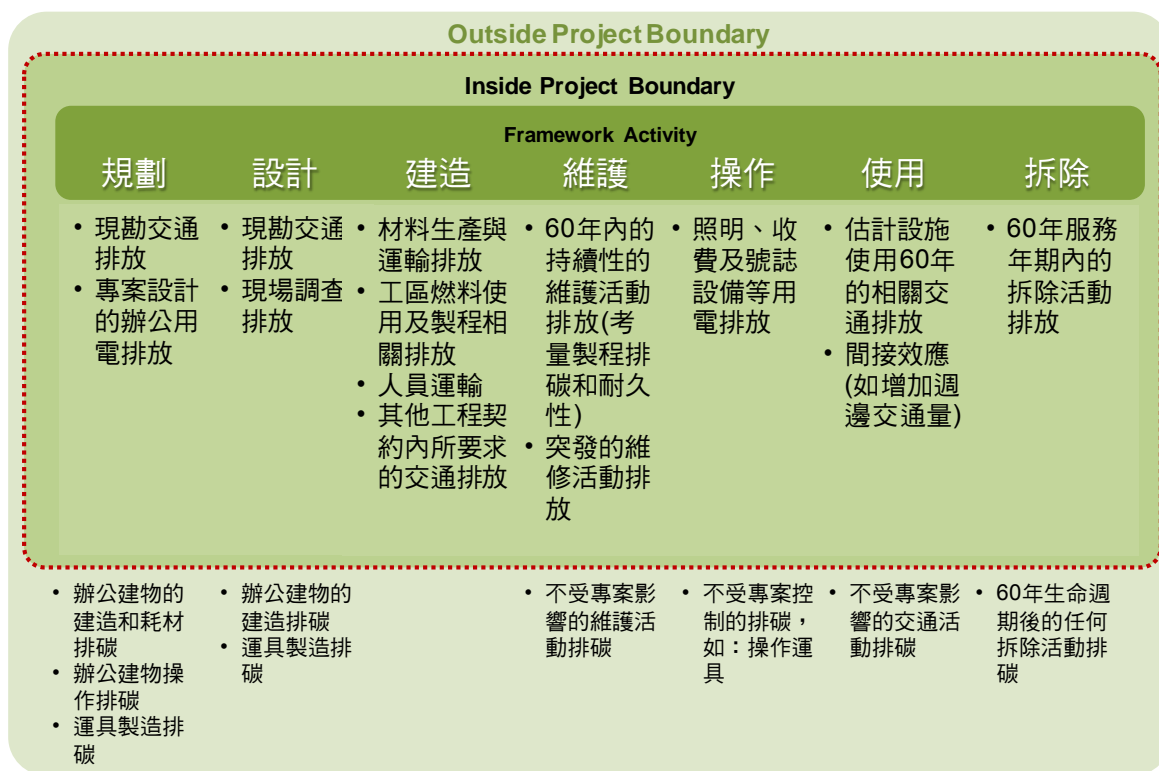


圖 2.2.1-8 英國公路局重大工程計畫排碳評估與管理內容項目

四、美國永續道路工程生命週期溫室氣體衝擊評估之參考工具(2011)

Mukherjee 與 Cass(2011)整理目前美國政府相關部門所提出，可用於

道路工程生命週期溫室氣體衝擊評估之參考工具有三，分別說明如下：

(一)國家再生能源實驗室生命週期清冊(National Renewable Energy Laboratory (NREL) Life Cycle Inventory)

此工具為美國能源部於 2009 年提出，內容提供各式燃料的排碳係數和少量的物料排碳係數，可作為道路工程活動燃料或替代燃料及部分物料使用計算排碳量之參數來源。

(二)簡約式溫室氣體排放計算器(Simplified GHG Emissions Calculator)

該工具係由美國環保署於 2010 年提出，使用對象為一般組織，用於輔助評估固定和移動源燃燒所造成的溫室氣體排放量、外購電力排碳量，以及冷凍空調的碳排放量。對應到道路工程碳排放量計算，可輔助計算施工機具、車輛運輸以及道路用電之排碳量。

(三)永續道路自評工具(Sustainable Highways Self-Evaluation Tool)

該工具係為美國聯邦道路主管機關(Federal Highway Administration, FHWA)於 2011 年所提出，以 30 個項目進行評量，對於道路全生命週期的永續性給予評分，例如施工階段的減碳即為得分的項目之一。由於該工具隱含鋪面生命週期評估工具(PaLATE)及前述 NREL 等學術及政府研發成果的方法論，未來可望透過評分方法展現道路工程生命週期溫室氣體排放情形。

五、美國溫室氣體減量策略(2010)

美國州道路及運輸官員協會(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)於 2010 年針對交通運輸工程建造、維護及操作活動提出溫室氣體減量策略，內容建議由五個面向著手，包括：用於道路設施的電力排放管制、行駛於路上(on-road)的車輛排放管制、非行駛於路上(off-road)的機具排放管制、材料使用排放管制及交通管理。並於附件中附上相關排碳係數，如：燈具單位流明排碳量、各式車輛單位里程排碳量、各式施工機具單位工時排碳量、各式材料單位用量排碳量，以及各式燃料單位用量的排碳量等。

其中，非行駛於路上的機具排放即指建造階段及營運階段修繕工程的施工機具，工程材料亦包含建造階段及修繕維護所需的用料。此兩部份的減碳策略核心為減少機具活動及材料用量、提高燃料使用的效率、選取替代燃料或材料，及材料處理方式改善(如：熱拌合瀝青)等。

六、加拿大永續工程：技術、工具與指引(2006)

加拿大國家研究會(National Research Council)2006年發表的永續工程：技術、工具與指引(Sustainable Infrastructure : Techniques, Tools & Guidelines)報告，內容提及工程生命週期碳排放量應以工程建造、使用及廢棄階段的隱含碳(embodied carbon)量進行評估，報告中以混凝土鋪面和瀝青鋪面的不同等級道路，計算其生命週期排碳量，並進行比較說明。

該報告將生命週期評估工具分為四層：第一層為最底層，主要是指如 Simapro、Gabi 等商用生命週期軟體，適用於鉅細靡遺了解各項細節後，據以建立評估模式。第二層為簡約模式，適用於尚未掌握所有活動項目，如可行性評估或基礎設計階段，對於特定衝擊項目(如能源耗用量)進行評估時，其本土軟體 EE4 或 Athena 環境衝擊評估器(Environmental Impact Estimator)即屬於此層級工具。第三層則為更整體的評量工具，能夠輔助對於工程生命週期的環境、社會及經濟等面向進行多方評估，再利用給予權重的方式，得到量化評估結果，屬於該階層的參考工具有：GreenGlobes 和 LEED。另外第四層是未來希望能夠發展的，即較第三層的工具更進一步，能夠就多個方案的各面向分析結果，進行區域性或國家級的決策輔助。

2.2.2 英國碳排放計算器

一、英國公路局碳會計架構：碳計算器(2009)

參考本報告 2.2.1 節對於英國公路總局推動碳管理相關計畫的進程，該單位在提出碳排放管制的理念後，已於 2008 年提出較為完整的道路工程碳計算方法及初版試算工具，並於 2009 年完成具備碳足跡考量的道

路工程碳排放計算器(Highway Agency Carbon Calculation for DBFOs)。其中因應排碳量計算所需蒐集的資料包括四類，分別為：能源電力使用、工程材料、運輸及廢棄物處置。

另依英國公路局的行政管理結構，又分為主要計畫(Major Projects)、代理機構承包商(Managing Agent Contractors, MACs)及承包商(Design, Build and Finance Operations, DBFO)三類試算表，詳如圖 2.2.2-1，顯見英國公路局鼓勵各管理階層全面推動碳排放量評估的企圖心。

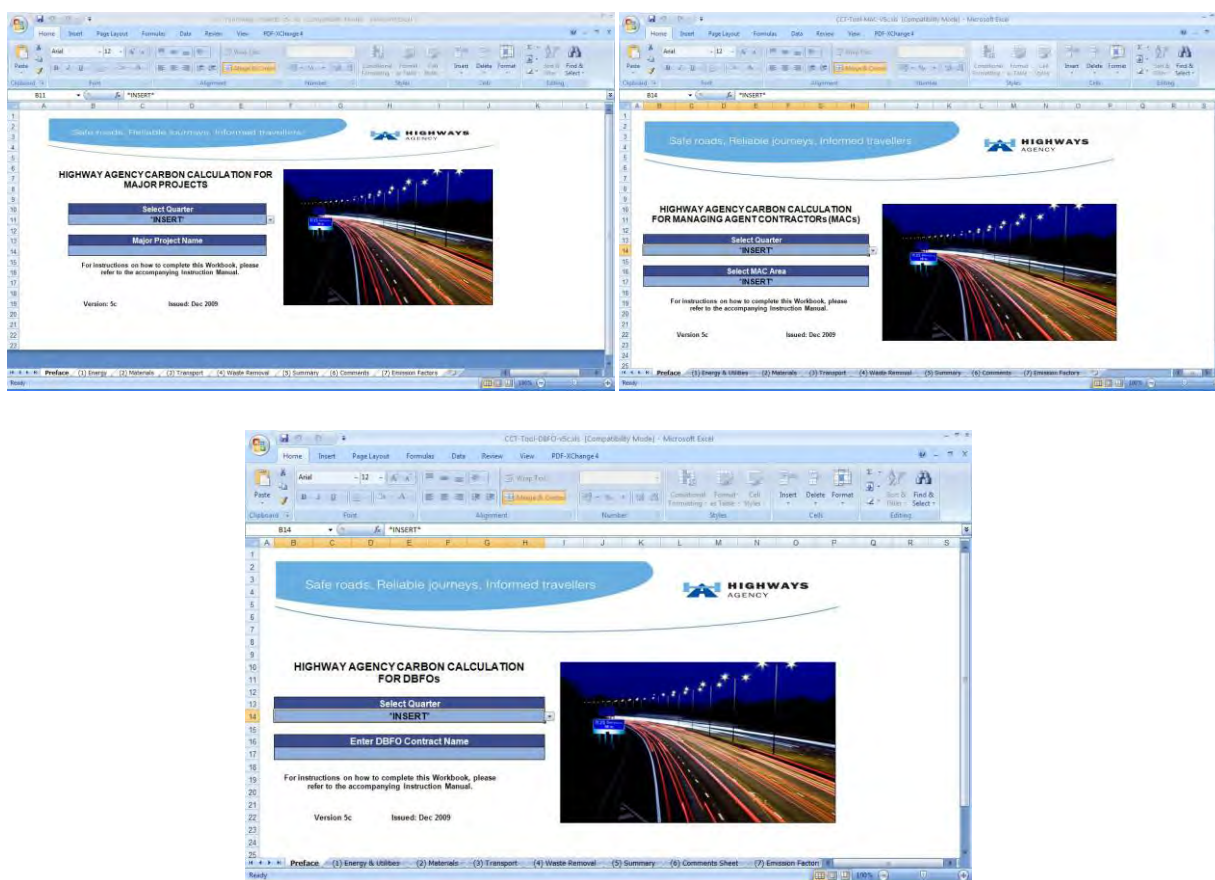


圖 2.2.2-1 英國公路局碳排放量計算器

由圖下方試算表標籤列可看出，該工程碳排放計算工具共包含 7 個工作表，(1)到(4)可分別輸入能源及電力使用量、工程材料用量、運輸及廢棄物量與清運距離，(5)為前述各項填入值計算後的統計分析，(6)為使用者對於使用該計算器進行碳排放量運算的補充說明，使用者需就填報

資料內容是否詳實的是非和問答題提出回應，共有 8 題；最後(7)即含(1)~(4)表中填入數量，及計算出碳排放量所引用的參數項目、排放係數值、單位與出處。

二、英國環境署工程計畫碳足跡計算器(2010)

英國環境署(Environmental Agency)統計其管理範圍內於 2007~2008 年之工程建造成本發現，建造相關經費約 2 億歐元，相當於全國建造與工程部門經費的 3%，致使該單位開始關心工程活動排放量評估議題，並發展且逐年陸續更新工程活動排碳量計算模式與參數，作為其國內工程活動碳排放量之評估工具。

在歷經 11 次改版後，目前其網站提供下載的工程計畫碳足跡計算器版本為 2011 年 10 月更新的 3.2 版，整體架構如圖 2.2.2-2。不同於過去稱之為碳排計算器，由圖最右方欄可看出，利用該計算器所求出的將會是工程計畫的總碳足跡；需要蒐集、輸入的資料(圖最左方欄)包括有 6 類：工程材料量、廢棄物量、工廠和機具操作量、工區內油水電氣等資源用量、工程材料運輸(運送至工區)及人員排放。

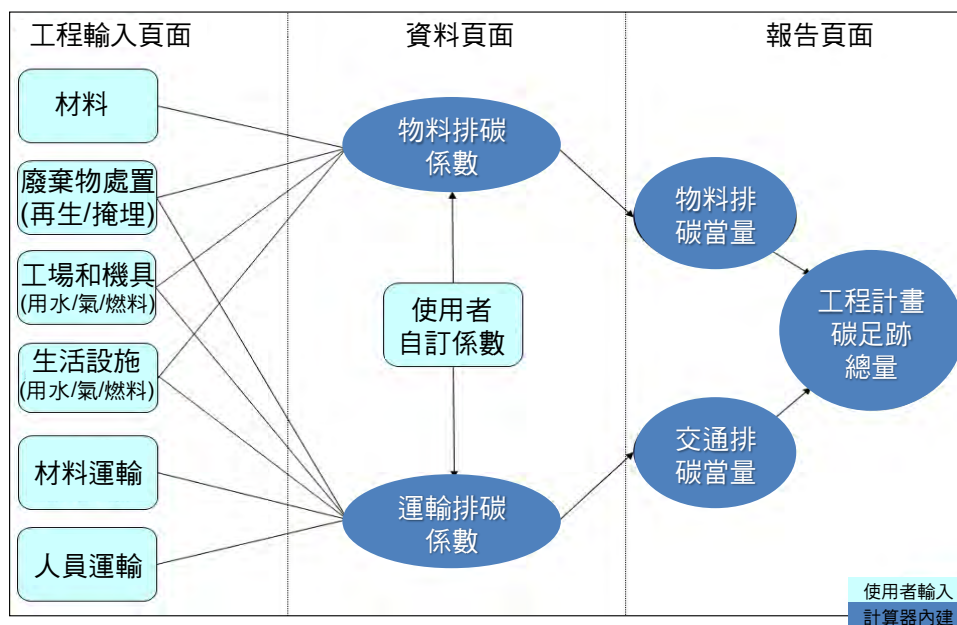


圖 2.2.2-2 英國環境署工程計畫碳足跡計算器

在提供工程計畫碳足跡計算器下載的頁面下，另附有數個以該計算器進行工程碳足跡及減碳策略施行後的減碳量之案例。以其中一個建造成本約 38 萬歐元的橋梁改建計畫碳足跡與減碳量計算案例(如圖 2.2.2-3)進行回顧，該計畫在尋求減碳策略前的碳足跡評估結果為 125 tonCO₂e，實施減碳策略後碳足跡評估結果為 63 tonCO₂e，減碳成效為 62 tonCO₂e，減碳百分比達 49.6%。



圖 2.2.2-3 英國環境署工程計畫碳足跡計算案例

達到該減碳成效之減碳策略包括：將原本設計以大跨度水泥厚塊建造的橋面改為以鋼架和相對較小的預鑄水泥厚塊鋪設。新方法可以較小型的吊車進行施工，減少操作吊車用於懸吊和固定所需的時間，進而減少油耗量。該項減碳策略之實施前後之碳足跡經計算分別為 48 及 8 tonCO₂e。

此外，原橋面拆除後的廢料經現場破碎後再利用，減少廢棄物外運和級配料輸入的碳排放量；該方法估計可減少約 2 tonCO₂e 的碳排放量。另該改建計畫在橋面胸牆的設計上，由原本設計量的 1.5 m 縮減為 1 m，藉以同時達到美觀和鋼材減量的效果，減碳量估計為 2 tonCO₂e。最後，在兩側橋台護堤的部分，該計畫係以既有經沖刷的基樁再利用於右岸，透過減少物料用量和運輸量達成減碳約 18 tonCO₂e。

2.2.3 先進國家碳排放推估案例

一、美國 CRC 哥倫比亞跨河工程(2008)

哥倫比亞河跨河工程計畫(Columbia River Crossing Greenhouse Gas Emission Analysis, 簡稱 CRC 計畫)為美國針對跨州道路 I-5 公路進行改善的重大工程計畫,由美國交通署、華盛頓州交通部以及奧瑞岡州交通部共同參與,並結合地方運輸權責單位(波特蘭市與溫哥華市交通運輸處)、華盛頓州西南部區域交通委員會及捷運公司等配合辦理。

CRC 計畫內容包括:在哥倫比亞河上建造新橋梁、延伸奧勒岡州波特蘭(Portland)與溫哥華間的輕軌鐵路,修建七處連絡道,並增加行人與自行車道等工作;工程計畫之完整範圍如圖 2.2.3-1 所示。



圖 2.2.3-1 CRC 計畫區位及交流道位置示意圖

該專案於 2008 年即公布工程內容的環境衝擊評估初稿(Draft Environmental Impact Statement),內容為五個不同方案(含零方案)的累積性環境衝擊評估結果。在此之後才以氣候變遷議題為考量,成立一個溫室氣體專家小組(Greenhouse Gas Expert Review Panel),負責檢核 CRC 專案中的溫室氣體排放量推估方法與結果。

(一) CRC 計畫方案內容

CRC 計畫共提出五個替代方案,內容為:

1. 零方案(即維持現狀不作改善);

2. 將 I-5 公路轉型為高速公車專用道，徵收標準過路費；
3. 以輕軌鐵路取代 I-5 公路，徵收標準過路費；
4. 拓寬 I-5 公路、增加高速公車專用道，徵收較高過路費；
5. 拓寬 I-5 公路、增加輕軌鐵路，徵收較高過路費；

其中拓寬的意思是將原來橋面為雙向各 3 線道、共 6 線道寬的 I-5 公路，擴充成雙向各 6 線道、共 12 線道寬的橋梁。方案中並假設未來將以電子計費方式收取過橋費。

(二)溫室氣體計算方式及初步結果

CRC 計畫用以計算溫室氣體排放量的運算式為：

$$EM = FC \times EF \times CDE$$

EM 為二氧化碳排放當量，以 lb CO₂e 為單位；FC 為建造及交通過程的燃料或能源耗用量，以加侖(gallons)或 kWh 為單位；EF 是指燃料或能源之排碳係數，如每加侖柴油排碳約 22.2 lbs CO₂e；CDE 則是二氧化碳等效係數，代表溫室氣體與二氧化碳排碳量的比例，該報告全數以 1.053(=100/95)計。

由運算式即可知，該報告係以能源耗用量為推估工程排碳量的依據。為推估工程能源耗用量，該計畫引用美國加州交通部(Caltrans)於 1983 年提出的「加州交通部法」(Caltrans methodology)，作為分析與評估工程中能源耗用量的法則。其計算式為：

$$E = C \times EF \times DC$$

E 為能源耗用量，以 Btu 為單位；C 為 2007 年推估的工程建造費用；EF 為加州交通部提出之單位工程經費能耗係數(Btu/1973\$)，如表 2.2.3-1 所示；DC 則是因為 1973 年與 2007 年的貨幣價格差異，即幣值轉換係數 0.086546(1973\$/2007\$)。根據該方法所得之各方案建造排碳量推估結果如表 2.2.3-2 所示。由表中可看出，以加州交通部法推估求得之工程排碳量，以方案四為最低排碳方案。

表 2.2.3-1 加州交通部法單位工程經費能耗係數表

工程活動項目	工程經費能耗係數(Btu/1973\$)
Track Work	50,100
Structures	50,100
Overhead Electrical System	21,079
Electrical Substations	77,000
Signals	21,079
Stations, Stops and Terminals	50,100
Parking	61,615
Manufacture (auto)	141,000,000
Manufacture (bus)	1,041,000,000
Manufacture (LRV)	2,614,000,000

表 2.2.3-2 CRC 計畫各方案施工排碳量評估結果

方案項次與內容	能耗量 (MBtu)	碳排放量 (tonCO ₂ e)
方案二 將 I-5 公路轉型為高速公車專用道		
含 16th street 隧道	7,055,867.3	590,178.3
含 McLoughlin 隧道	6,997,371.9	585,536.1
方案三 以輕軌鐵路取代 I-5 公路		
含 16th street 隧道	7,281,549.3	608,224.0
含 McLoughlin 隧道	7,221,671.3	603,472.0
方案四 拓寬 I-5 公路、增加高速公車專用道	5,903,553.0	494,010.0
方案五 拓寬 I-5 公路、增加輕軌鐵路	6,084,733.6	509,171.2

由前述計算過程可知，CRC 計畫對於各方案進行碳排放量評估時，其實並未如國內外排碳量評估規範所要求，就工程內容中的工程材料用量、機具操作時數或人員運輸量等類別進行直接和間接排碳量計算，而僅以工程總價概估能源耗用量的方式，以假設總耗用量之 70% 為柴油耗用量及 30% 為汽油耗用量的方式，根據柴油及汽油的排碳係數推估求得溫室氣體排放量。因此，該報告也特別指出，以加州交通部法進行工程排碳量推估係屬保守的推估，這種以過去的單位工程經費能

耗係數計算的結果，將無法展現實際上工程機具經改良或改變作業習慣、提升能源使用效率後的減碳成效。

另外在交通的能源耗用量推估部分，該方案又分別就快速道路能源耗用量(Highway Operations Energy Consumption)及公共轉運能源交通量(Transit Operations Energy Consumption)兩項，以至 2030 年的交通量進行推估。其能量消耗計算式為：

$$E = V \times L \times FCR \times CF$$

V 代表的是每日交通量，在快速道路方案中是指車輛數，在公共轉運方案中是指列車數。L 表示車行距離，在快速道路方案中表示路長，約為 0.9 英里；在公共轉運方案中則表示站距。FCR 為單位交通耗油量，在快速道路方案是指不同車種車速的燃料消耗率，以 gallon/mile 為單位；在公共轉運方案中即為列車在平均速度下的能源消耗率，以 kWh/mile 為單位。CF 則是燃料轉換係數，車輛單位為 Btu/gallon(汽油為 19.4 lbs CO₂e/gal；柴油為 22.2 lbs CO₂e/gal)，而列車單位則為 Btu/kWh。根據上述計算內容與運算式內容，初步評估得到五種方案在道路使用階段之平均日排碳量如表 2.2.3-3 所示。

表 2.2.3-3 CRC 工程各方案交通日排碳量評估結果

方案項次與內容	碳排放量(tonCO ₂ e)
現況	342.5
方案一 零方案	463.3
方案二 將 I-5 公路轉型為高速公車專用道	452.3
方案三 以輕軌鐵路取代 I-5 公路	452.4
方案四 拓寬 I-5 公路、增加高速公車專用道	493.7
方案五 拓寬 I-5 公路、增加輕軌鐵路	490.7

綜合整理 CRC 計畫於工程排碳量及交通排碳量的推估結果可知，CRC 計畫僅考量建造與交通部分的排碳量，並未將道路操作維護過程的排碳量納入考量。工程排碳量與交通排碳量所得的最低排碳方案並不相同，工程排碳量較低者為方案四，卻是交通排碳量最大的方案。

(三)綜合分析

上述內容係由哥倫比亞跨河工程就溫室氣體排放議題於 2008 年提出的報告(Materials provided to the Greenhouse Gas Expert Review Panel)所彙整，該報告於提出後還邀集專家檢視並提出評論報告(Greenhouse Gas Emissions Analysis Expert Review Panel Report)。由其網站中公布的資訊判斷，雖然溫室氣體方案評估報告已產出，但其實溫室氣體排放情形並非該工程方案決策的唯一依據。

該工程已於 2011 年 12 月公告最終環境衝擊評估報告書(Final Environmental Impact Statement)後，正式結束基本設計階段，將付諸詳細運輸計畫的設計。由其最終環境衝擊評估報告書內容初步了解，未來該工程建設將以方案三但又有修正的版本為決選，但該修正方案則未見有針對碳排放量進行評估的結果；預計將於今(2013)年開始動工。

二、日本再生瀝青道路鋪面工程排碳量研究(2009)

日本獨立法人土木研究所於 2009 年針對道路鋪面維修工程中，使用再生瀝青混凝土與否以及不同的再生方式，進行排碳量差異評估，其評估邊界為考量物質生命週期，由工程材料用量、機器運輸和操作的燃料使用量進行排碳量估算。其中，材料製造部分包括從原料取得到處理；廢棄物處置則是指瀝青混凝土廢棄物的運輸(運送至再生骨材廠)。其邊界定如圖 2.2.3-3 所示。

該研究以一條 3.25 m 寬、200 m 長、2 線道、工作面積為 1,300 m² 的既有道路為對象，鋪面維修工程內容為：刨除現有 3 cm 厚的瀝青路面，覆蓋 5 cm 厚的新路面。在該工程規模下，依使用再生瀝青混凝土與否、不同比例，以及依使用刨除覆蓋法和就地再生路面表層法，共列舉 3 種不同的方案進行排碳量評估。

如表 2.2.3-4 所示，方案 1 為使用原碎石刨除覆蓋法；方案 2 為使用再生瀝青廠再生骨材的刨除覆蓋法；方案 3 則是使用現地面層再生法。

各方案之排碳量推估皆是以排放係數法進行，計算範疇包括：工料製造、工料運輸、工程施作及廢棄物處置四大類。其中，工料運輸距離如圖 2.2.3-3 所標示，即再生瀝青骨材為 100 公里、原碎石骨材為 60 公里、瀝青混合料為 20 公里。

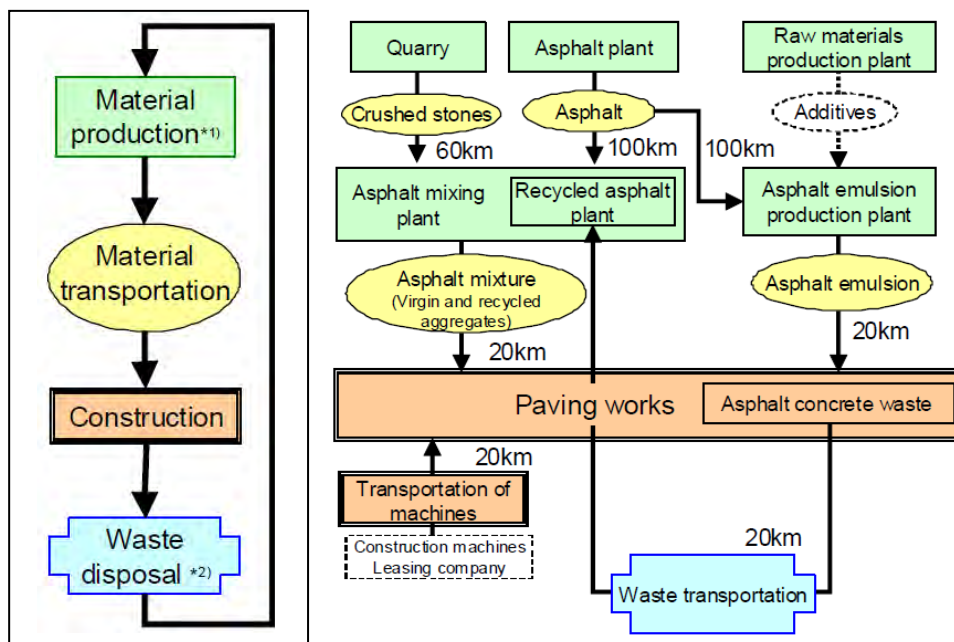


圖 2.2.3-2 日本道路鋪面維修工程排碳量評估邊界

表 2.2.3-4 日本道路鋪面維修工程排碳量分析方案內容比較

方案別 內容說明	方案 1	方案 2	方案 3
道路修護 方法	原碎石骨材	再生廠再生骨材	現地再生骨材
修護厚度	刨除現有 3 公分厚的瀝青路面，覆蓋 5 公分厚的新路面		
再生骨材 混合比例	0%	60%	60%

另工程材料標準和機具數量以及所消耗的燃料量，則是依據鋪路工程規模、材料運輸量和日本地政部編譯的土木工程標準手冊和其他參考資料進行估算。該研究納入工程材料製程排碳量評估的項目包括：瀝青、

碎石(初級骨材)、再生骨材、瀝青混合、再生瀝青混合物和乳化瀝青；各工程材料排碳係數採用其他文獻提出的數據，而現有參考資料中沒有乳化瀝青的排碳係數，是直接訪查製造商方式取得資料。該研究所採用之機具耗能係數與物料生產排碳係數彙整如表 2.2.3-5 及表 2.2.3-6。另各階段物料及燃料用量統計如表 2.2.3-7 所示。

表 2.2.3-5 日本道路鋪面維修工程機具耗能係數表

工程機具	燃油種類	燃料耗用率
道路切割機(Road cutter)	柴油	0.132 L/m ²
路面清掃機(Road sweeping vehicle)	柴油	0.039 L/ m ²
瀝青整修機(Asphalt finisher)	柴油	0.019 – 0.053 L/ m ²
壓路機(Road roller)	柴油	0.015 – 0.030 L/ m ²
膠輪壓路機(Tire roller)	柴油	0.018 – 0.036 L/ m ²
震動壓路機(Vibratory roller)	柴油	0.031 L/ m ²
路面加熱器(Road heater)	煤油	0.8 – 0.16 L/ m ²
	液化石油氣	1.000 kg/ m ²
現地面層再生機具(In-place surface course recycling equipment)	柴油	0.065 L/ m ²
傾卸卡車(2t-25t)	柴油	4.90 – 19.72 L/h

表 2.2.3-6 日本道路鋪面維修工程材料排碳係數表

工程材料項目	單位	碳排放係數(kgCO ₂ e)
電力(Electric power)	kWh	0.40
汽油(Gasoline)	L	2.47
柴油(Diesel)	L	2.69
瀝青(Asphalt)	kg	0.248
碎石 Crushed stone (初級骨材)	T	0.905
再生骨材(Recycled aggregate)	T	4.28
瀝青混合(Asphalt mixture)	T	26.2
再生瀝青混合物(Recycled Asphalt mixture)	T	28.9
乳化瀝青	kg	0.16

根據活動強度(物料、燃料用量)以及相對應排碳係數的蒐集，即可求得各方案排碳量如表 2.2.3-8 及圖 2.2.3-4 所示。另各階段物料及燃料用量統計如表 2.2.3-7 所示。

表 2.2.3-7 日本道路鋪面維修工程各方案活動強度

排碳階段	物料及燃料用量				
	項目(單位)		方案 1	方案 2	方案 3
工料製造	瀝青混合(T)	瀝青(T)	8.9	3.6	3.4
		碎石(T)	154.5	61.8	57.7
		再生骨材(T)	-	98.0	-
		總計	163.4	163.4	61.1
	乳化瀝青(L)		1,638.0	1,638.0	705.7
工料運輸	柴油(L)		1,187.2	646.0	482.0
工程施作	機具運輸	柴油(L)	99.0	99.0	100.0
	鋪面作業	柴油(L)	300.9	300.9	295.2
		煤油*(L)			1,560.0
		液化石油氣*(T)	-	-	1.3
廢棄物處置	廢棄物運輸	柴油(L)	131.2	131.2	-

*：用於路面加熱器。

根據活動強度(物料、燃料用量)以及相對應排碳係數的蒐集，即可求得各方案排碳量如表 2.2.3-8 及圖 2.2.3-4 所示。由整體排碳量結果分析，方案 1 與方案 2 的排碳量皆是以工料製造碳排放量貢獻最大，約佔總排放量的 70%。而方案 2 因使用再生骨材代替碎石材料，工料運輸出發點由採石場改為鋪設工地，使得物料運輸排碳量因距離縮短而減少，使得材料運輸的排碳量僅為方案 1 的 60%，而造就其整體排碳量較低的結果。

另比較同樣使用再生瀝青混合料的方案 2 和方案 3 的排碳量推估結果，方案 3 因為採用的是現地面層再生法(in-place surface course recycling)，故不需要廢棄物運輸且工料運輸較少，但鋪設過程較為複雜，必須在現場加熱和粉碎現有的路面，再將其與原碎石瀝青混合料混合。

表 2.2.3-8 日本道路鋪面維修工程各方案排碳量推估結果

工程方案		方案 1	方案 2	方案 3
碳排放量(kgCO ₂ e)				
工料製造		6.67E + 03	6.08E + 03	2.62E + 03
工料運輸		3.19E + 03	1.73E + 03	1.29E + 03
工程施作	機具運輸	2.66E + 02	2.66E + 02	2.68E + 02
	鋪面作業	8.08E + 02	8.08E + 02	4.59E + 03
廢棄物處置	廢棄物運輸	3.52E + 02	3.52E + 02	0.00E + 00
總計		1.13E + 04	9.24E + 03	8.77E + 03

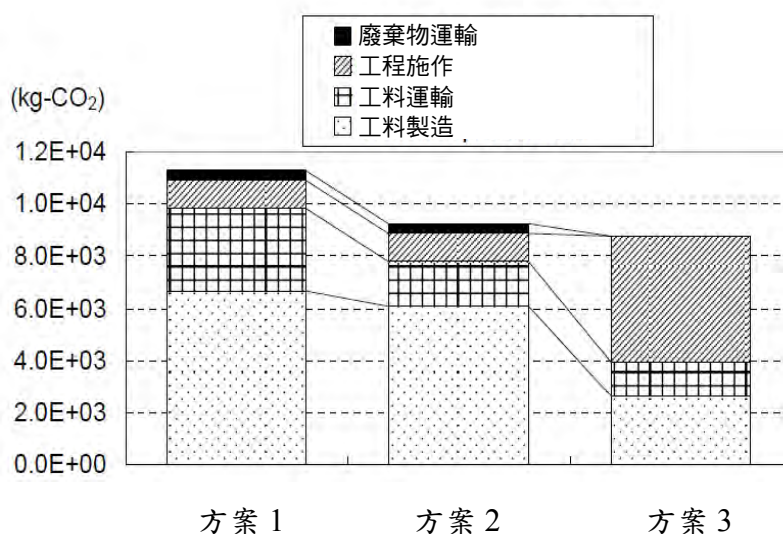


圖 2.2.3-3 日本道路鋪面維修工程各方案排碳量評估結果

方案 1 與方案 2 兩者皆是採刨除覆蓋法(cut-and-overlay)為工程施作方法，從鋪設階段到廢棄物處置階段的作業內容是完全相同的，僅工料生產及運輸階段的排碳量有相異。就工程材料製造與運輸排碳量進行比較，如圖 2.2.3-5，由於再生瀝青取代瀝青製造的減碳量，超過再生骨材和再生瀝青混合料的排碳量，再加上工料運輸排碳減量，故方案之總排碳量少於方案 1。

若僅考量材料製程與施作之排碳量以方案 3 較高(圖 2.2.3-6)，但將工料運輸和廢棄物處置一併考量進來，則以方案 3 之排碳量較低(圖 2.2.3-4)。因此，刨除覆蓋法與現地面層再生法不適合僅以工程施作階段

排碳量進行比較，因為再生骨材和瀝青混合料製造排碳量是包含在刨除覆蓋法的工料製造階段中，而現地面層再生法是將工料製造排碳量納在工程施作階段中。

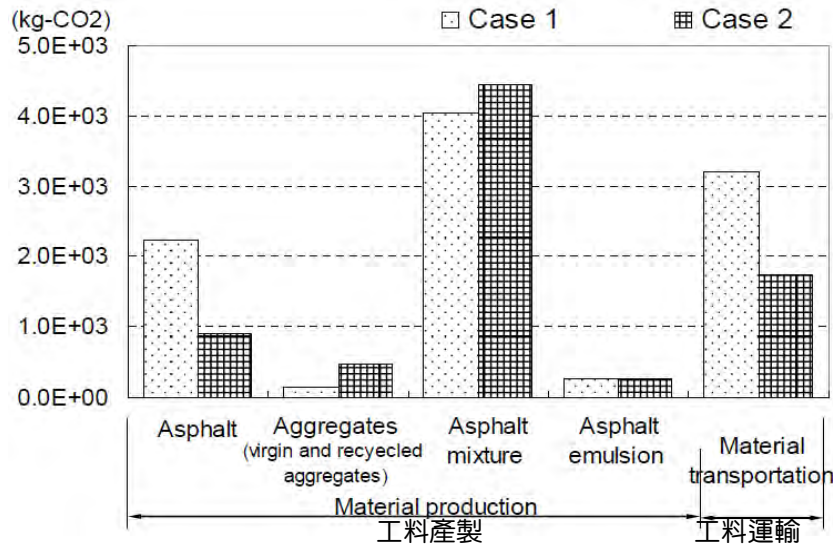


圖 2.2.3-4 日本道路鋪面維修工程方案材料製程及運輸排碳量分析

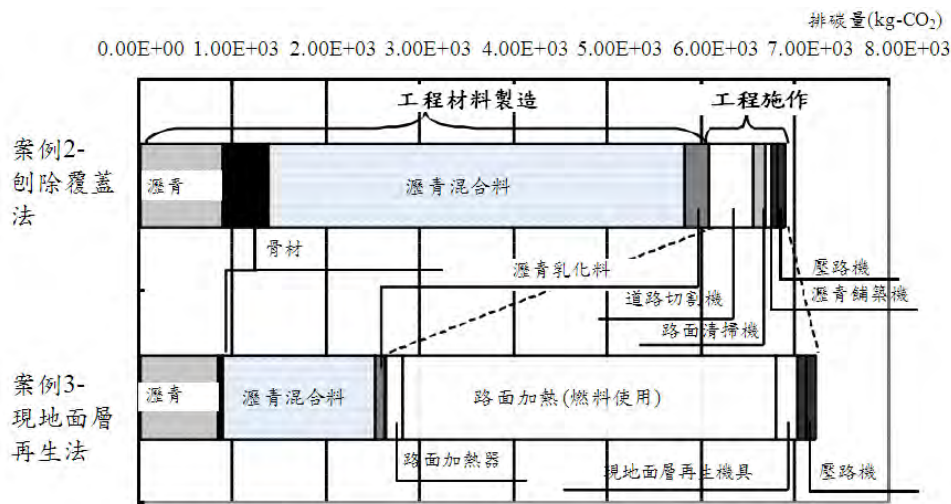


圖 2.2.3-5 日本道路鋪面維修方案 2、3 材料製程與施作排碳量分析

三、法國 A71 高速公路工程排碳評估(2005)

該論文於 2005 年在歐洲交通運輸機構研討會發表，並公告於歐洲運

輸研究機構(European Conference of Transport Research Institutes)網站，主題為道路環境影響評估工具於道路建置運輸量的應用(A global tool for environmental assessment of roads - Application to transport for road building)。其評估對象為法國境內於 1986 年建造，長 50 公里的雙向兩線道路 A71 公路；碳排放量則為環境影響評估項目之一。

為因應每日每線道行駛 750 輛次重車的高車流量規劃，A21 公路的鋪面構造如考量的鋪面材料為混凝土與瀝青混合結構，其第 0 年(建造完成)、第 16 年及第 30 年之鋪面構造預期如圖 2.2.3-7 所示。該研究即以 A71 公路鋪面的建造與維護為對象，計算施工過程可能造成的排碳增量。根據文獻內容，該研究即參考碳足跡的概念進行排碳量推估；其排碳量推估邊界界定如圖 2.2.3-8 中粗框線所示。

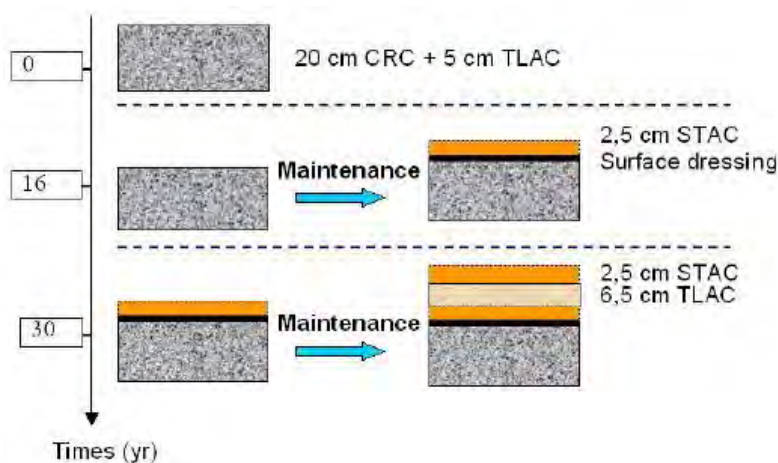
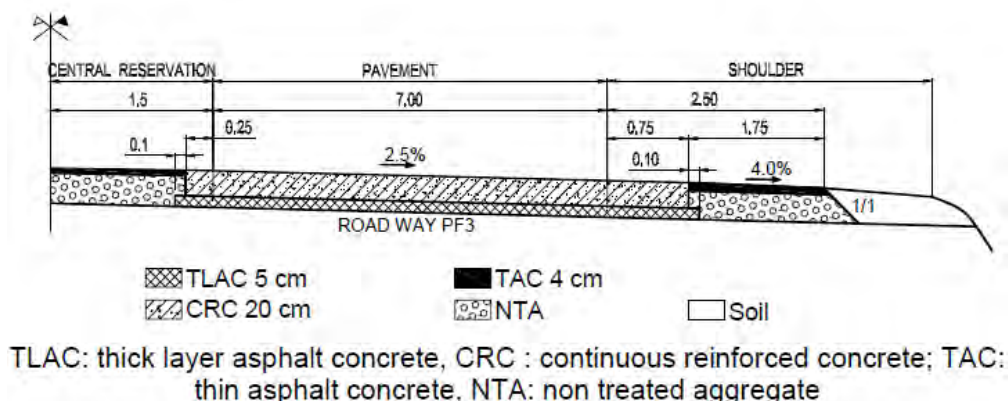


圖 2.2.3-6 法國 A71 鋪面構造圖

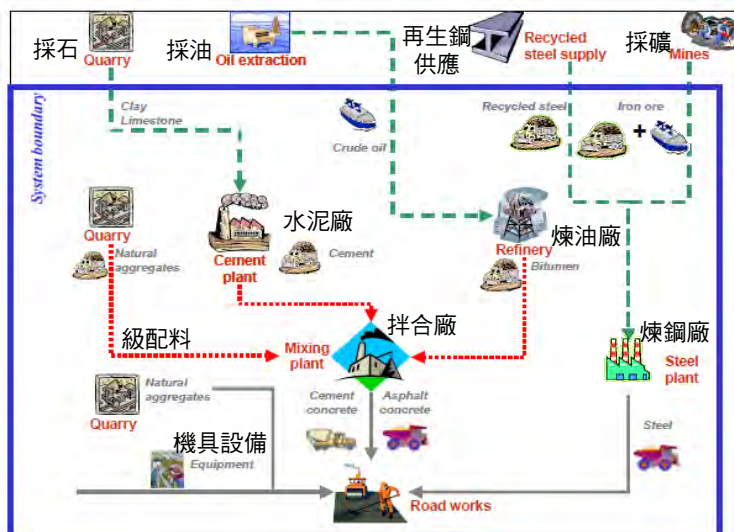


圖 2.2.3-7 法國道路鋪面排碳量推估範疇界定

由圖可看出，原物料如礦石、原油的開採並未在該研究的評估邊界內，而是由各項物資運送至加工製造或使用部分開始計算。各階段物資運送的方式(路運、海運)與運輸距離如圖 2.2.3-9 所示。其中，原油運輸考量 70%來自中東，30%來自委內瑞拉，運輸距離有所不同；鐵礦由特定礦場送至煉鋼廠，瀝青送至瀝青混凝土拌合廠的距離亦依照實際情形訂定；而工程材料運至工地的距離則全部假設為 25 公里。

該研究之排碳量推估方法是採用排碳係數法，即以活動強度乘上排放係數計算排碳量。在工程材料的部分，該研究就單位 CRC(Continuous Reinforced Concrete)、STAC(Super Thin Asphalt Concrete)、表層處理(surface dressing)、TLAC(Thick Layer Asphalt Concrete)及 TAC 鋪面所需的原物料用量進行分析，彙整出各物料於建造、第 16 年養護及第 30 年養護時的總用量與交通運輸型式及距離如表 2.2.3-9。

根據表中所統計之原物料用量及運輸起迄點和運輸方式的分析，該研究進一步引用其他文獻所載的物料排碳係數以及運輸能耗量進行排碳量計算，計算結果如圖 2.2.3-10 所示。由其推估結果顯示，鋪面建造時的排碳量約為 33,000 tonCO₂e，第 16 年維護工程之排碳量約 1,900 tonCO₂e，第 30 年的維護工程排碳量約 4,850 tonCO₂e。

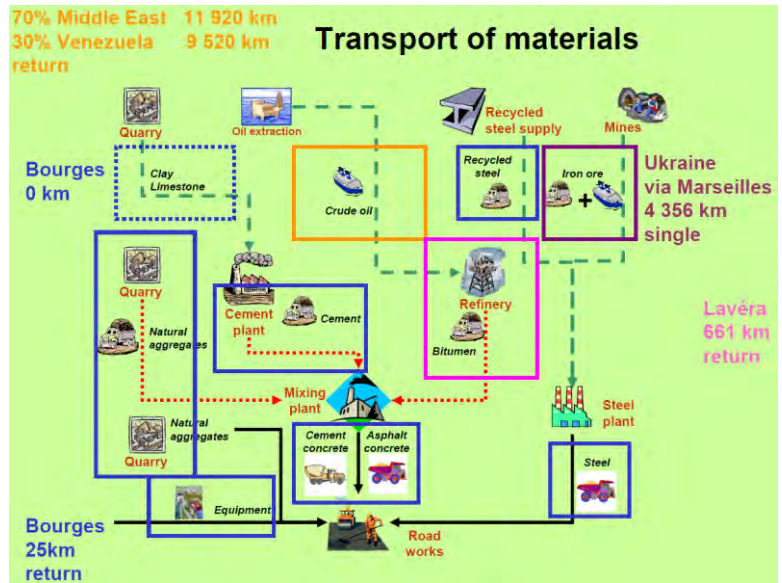


圖 2.2.3-8 法國道路鋪面排碳量評估運輸距離假設

表 2.2.3-9 法國 A71 道路鋪面工程物料用量及運輸量彙整表

物料	物料量(tons/yr)			運輸		運距				單程 / 來回
	施工	維護				船運	貨運			
	0	16	30	起點	迄點		高速 公路	一般 道路	總 計	
機具	-	-	-	Bourges	A71	-	25	-	25	來回
瀝青混凝土	60,712	30,641	92,328	Bourges	A71 工區	-	25	-	25	來回
水泥混凝土	183,737	-	-			-	25	-	25	來回
鋼	4,293	-	-			-	25	-	25	來回
水泥	26,000	-	-			-	25	-	25	來回
天然骨材	294,567	50,679	87,399			-	25	-	25	來回
瀝青	3,265	5,292	13,154			Lavéra (France)	Bourges	-	649	12
原油	6,530	10,585	26,309	Middle East	Lavéra (France)	11,920	-	-	-	來回
	1,632	2,646	6,577	Venezuela	Lavéra (France)	9,520	-	-	-	來回
鐵礦	2,590	-	-	Ukraine	Bourges	3,400	649	307	956	單程
再生鋼	4,225	-	-	Bourges	Bourges	-	25	-	25	來回
黏土	25,792	-	-	Bourges	Bourges	-	-	-	-	來回
石灰石	6,448	-	-			-	-	-	-	-

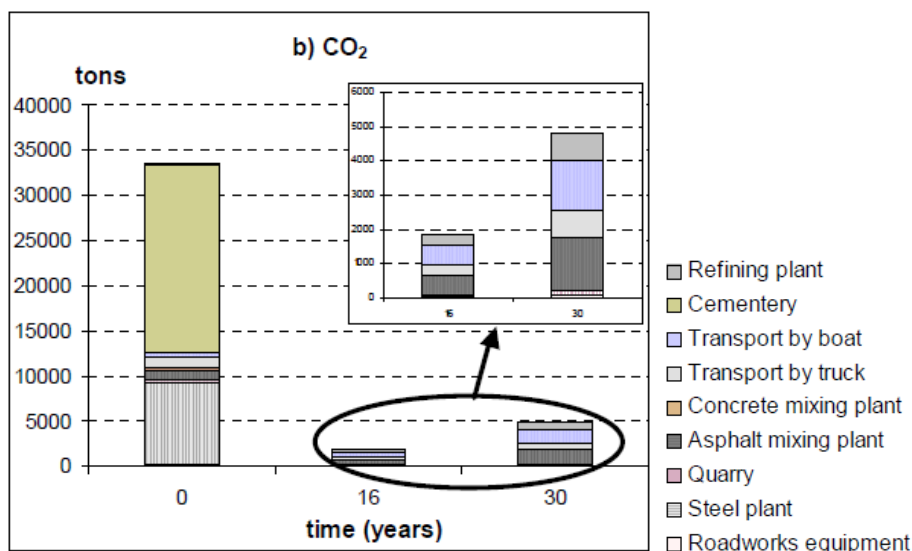


圖 2.2.3-9 法國 A-71 公路排碳量評估結果

另由其推估結果分析，施工建造階段物料運輸排碳量僅佔總排碳量之 4%；但在維護階段則超過 40%(佔第 16 年維護排碳量的 46%、佔第 30 年維護排碳量的 47%)，歸納主要因為施工建造階段使用大量水泥和鋼，維護階段則無。若單就建造階段來看，則是以混凝土工程的貢獻量最大，佔建造排碳量的 62%。

四、瑞典道路生命週期排碳量評估研究(2001)

瑞典 IVL 環境研究所(IVL Swedish Environmental Research Institute)與瑞典國家道路管理局(Swedish National Road Administration)合作，於 2001 年提出盤查分析先期研究成果。內容強調以道路的完整生命週期為考量，從原料採取、材料生產、工程施作、維修與營運，乃至於廢棄物處理與再生各階段進行探討。該研究針對道路建造、維護與操作相關作業界定範疇，再根據界定之各作業項目，逐一就該作業內容使用的物料生產與運輸，以及機具的耗能，以排放係數法進行排碳量計算。計算程序係由機具與物料排放係數求得各單位作業活動的排碳係數，再結合案例道路的相關資料，求得特定道路類別的生命週期排放量；施工人員的運輸排碳量並未納入考量。

根據上述計算流程，該研究分別對於六種不同路面，以服務年限 40

年推估其生命週期排碳量，並就建造、維護與操作區分其排碳貢獻量，以不同色塊繪製其建造、維護及運作過程之排碳量，結果如圖 2.2.3-11 所示。以同樣交通等級(low emission vehicles)、不同類型路面之建造排碳量相比較，熱拌瀝青混凝土路面和冷拌瀝青混凝土路面差異不大，但水泥混凝土路面施工階段排碳量則明顯較瀝青混凝土路面大近 1.4 倍。

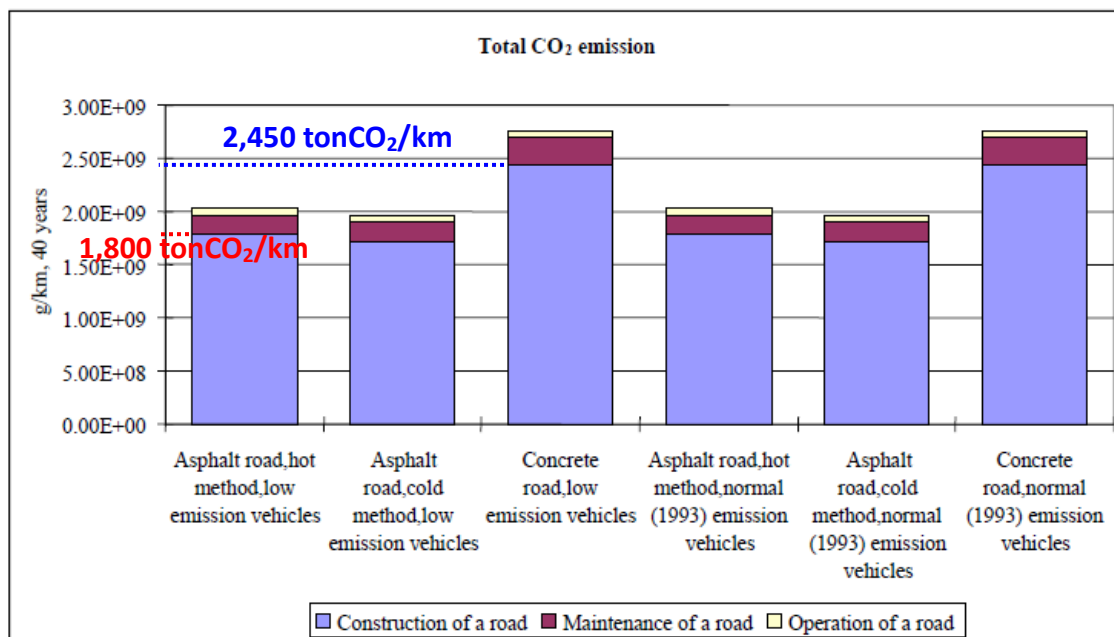


圖 2.2.3-10 瑞典道路生命週期評估：6 種道路鋪面排碳量計算結果

2.2.4 先進國家碳盤查案例

一、維多利亞州道路碳足跡評估(2009)

澳洲維多利亞州道路管理局(VicRoads)於 2009 年提出道路工程施工階段碳足跡研究計畫，目標為：建立可供評估道路工程施工碳排放量之架構、探討工程減碳的可行方法及發展減量策略。

該計畫執行過程中以長 2.4 km 的米克勒姆路建造計畫(Mickleham Road duplication project)為對象，就該道路施工階段碳排放活動量進行調查，進而提出排碳量計算結果，並於第二期工程(stage 2)以植林的方式宣告碳中和。以下就該計畫排碳量計算範疇、結果分析及減碳建議分項說

明如後。

(一)碳足跡計算邊界

該計畫僅以道路「建造階段」為考量，包含直接排放(現場機具使用之油電排碳)及間接排放(材料含碳及運輸排碳)，未包括營運交通及未來維護之碳排放量。計算項目如圖 2.2.4-1 及表 2.2.4-1 所示。

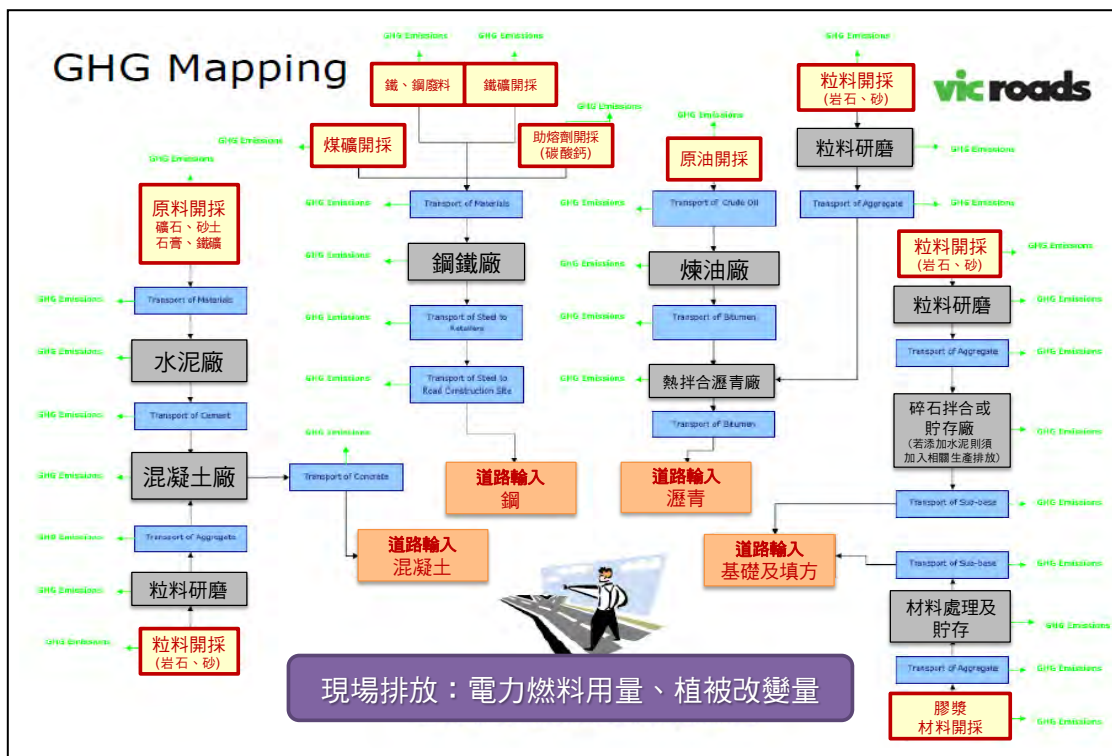


圖 2.2.4-1 米克勒姆路施工階段排碳量評估邊界

表 2.2.4-1 澳洲道路工程建造階段碳排放量計算項目

排碳活動類別	項目
現場排放(on-site)	用電(kWh)、燃料(L/m ³)、植被等
材料運輸	材料運輸至工區
材料含碳量	混凝土(m ³)、鋼材(T)、瀝青等

(二)碳足跡計算結果分析

該計畫提出米克勒姆路建造階段之碳足跡總量為 1,820 tonCO₂e，

以單位道路長度或單線道-長度為功能單位分析，則評估結果可換算為 760 tonCO₂e/km 或 190 tonCO₂e/km/lane。其中，約有 75%的排碳係數來自於工程材料的製程排碳，22%來自現場機具耗能排碳，2%為材料運輸排碳，現場電力使用則僅貢獻約 1%的排碳量，如圖 2.2.4-2 所示。

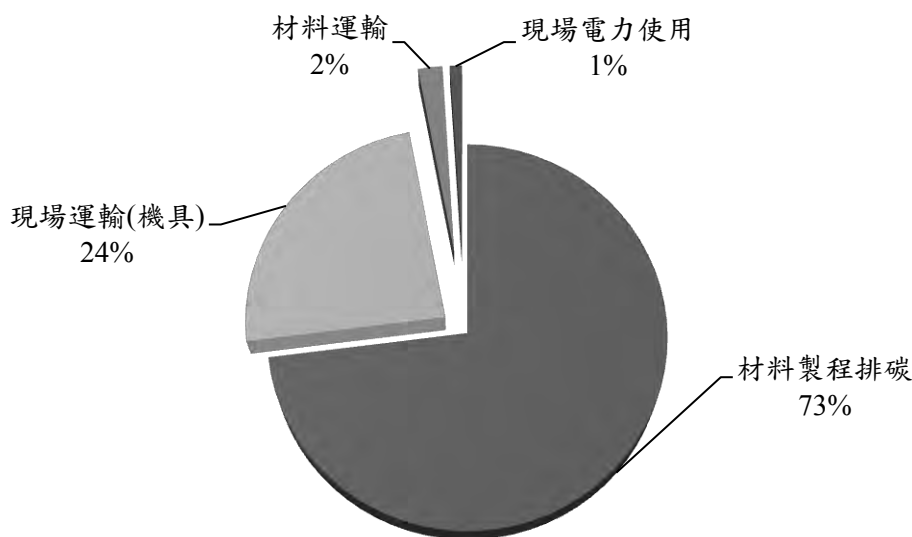


圖 2.2.4-2 澳洲米克勒姆路建造計畫碳排放源貢獻比

再進一步就材料製程排碳部分進行分析，則其中最大的貢獻源為混凝土(佔 37%)，其次為水泥處理及碎石(佔 29%)，再者為基礎骨材(佔 21%)，瀝青貢獻 7%，鋼材則貢獻 6%；如圖 2.2.4-3 所示。由圖可知，米克勒姆路建造計畫工程碳排放量中，最大宗的排碳工料為混凝土，其次是水泥處理及碎石和基礎骨材，推測是因為該新建工程並不包括任何橋梁或隧道等特殊結構，故混凝土和骨材即佔超過 85%的物料排碳量。

(三)不同道路工程碳足跡比較

該研究另提出：若一道路計畫中包含有橋梁等結構較複雜的組成，則其碳足跡將明顯較高。以 Doonybrook 道路交流道專案為例，就該案中一座 96 m 長、3 跨、2 線道、雙向混凝土橋進行碳足跡調查結果，得其碳足跡為 1,530 tonCO₂e。

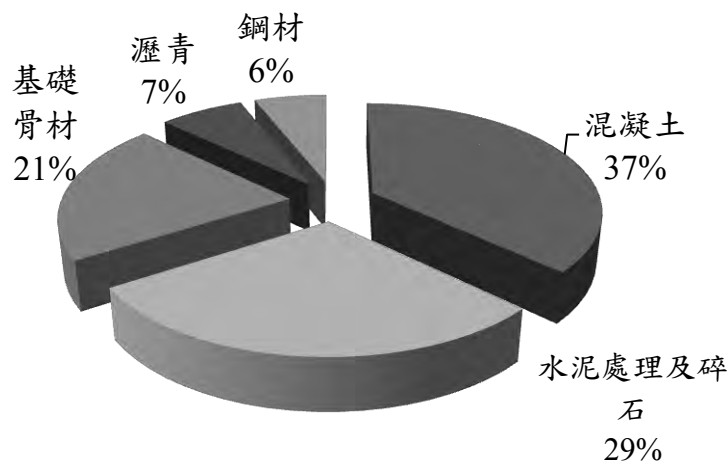


圖 2.2.4-3 澳洲米克勒姆路建造計畫主要排碳工料及貢獻比例

另一座較小規模的 37 m 長、1 跨、2 線道、雙向橋梁，其碳足跡約為 600 tonCO₂e。兩項碳足跡評估數值可平均出每單位橋面積(m²)之碳足跡約為 1.5 tonCO₂e。若以單位長度表示，該兩座橋梁之碳足跡係數分別為 15,938 tonCO₂e/km 及 16,216 tonCO₂e/km。

以前述兩座橋梁工程的碳足跡評估數值與米克勒姆路工程計畫的碳足跡計算結果 760 tonCO₂e/km 相較，可發現橋梁碳足跡高於一般道路工程；且單位橋長度碳足跡甚至可達單位路長碳足跡的 20 倍。

(四)減少道路工程碳足跡之建議

該計畫進行排碳量調查的目的是希望減少道路建造過程中的碳足跡，並規劃購買碳權抵換排碳量，讓米克勒姆路成為澳洲第一個碳中和的道路工程建設。由其網站資料顯示，此目標最終以利用購買澳洲北部植林計畫(約 7,500 棵數)的碳權達成，但詳細資料(如是否經查驗或成本等數據)並未在網站中提出。

值得參考的是，在執行該工程計畫碳足跡盤查後，施工廠商提出若干道路工程施工階段減碳措施建議，包括：(1)使用含有高含量再生物質之原料；(2)土方挖填平衡，減少挖填方之輸入或輸出；(3)在現場進行砂石破碎，減少重要骨材的需求；(4)廠區中使用生質燃料或混合燃料；(5)使用本地產品。

二、亞洲開發銀行道路工程碳足跡計算指引(2010)

亞洲開發銀行(Asian Development Bank, ADB)為了解其投資於開發中國家進行交通工程基礎建設之碳排放狀況，由其南亞運輸和通信部門(South Asia Transport and Communication Division)針對道路工程全生命週期碳足跡進行相關計畫，工作包括發展一套全面的方法來估算道路工程的碳足跡、收集印度計畫的有關數據來驗證方法論，並分析 2008 年南亞部門之道路計畫的總碳足跡。

該計畫初步建立了一套用以評估道路碳足跡的評估架構，內容包括兩部分：第一部分先以印度境內 4 種不同等級的道路為對象，計算其碳排放量，並轉換為各類別道路之碳足跡(每公里二氧化碳當量排放量)；第二部分再以第一部分求得之碳足跡值，推估全印度道路工程之總碳排放量。以下即就其第一部分碳排放量計算內容與方法，以及碳足跡的計算結果進行分項說明。

(一)碳足跡計算邊界與內容

該計畫所發展之碳足跡計算方法，不同於前項澳洲米克勒姆路僅調查施工階段碳排放量，而是以生命週期整體為時間邊界，除設施建造和維護外，還額外考量建造完成後的交通服務所造成的碳排放量，可歸納為「道路建造、使用(車輛運輸)及道路維護」三部分。各部分納入考量之排碳源彙整如表 2.2.4-2 所示。

表 2.2.4-2 亞洲開發銀行道路工程碳足跡計算內容項目

道路 生命週期	溫室氣體 排放源	燃料使用			植被清除		工程機具及 車輛
	建築材料	製程* 排碳	直接 排碳	固碳能力 喪失	直接 排碳	製程* 排碳	
建造階段	○	○	○	○	○	×	
使用階段	×	○	○	×	×	×	
維護階段	○	○	○	×	×	×	

*：製程排碳，係指建材或燃料製造過程中耗能之碳排放量。

備註：○ 表示有列入計算之項目；× 表示未列入計算之項目。

以建造階段為例，造成排碳的活動項目包括：物料使用量、燃料使用量、用電量及植被移除量。各大項內容又包含若干細項，如表 2.2.4-3。

表 2.2.4-3 亞洲開發銀行道路工程建造階段碳足跡計算項目

計算項目	溫室氣體排放源	單位	排放係數
(一)工地現場用電及燃料使用			
電網購電	電	kWh	kgCO ₂ e/kWh
發電機使用燃料	柴油	L	kgCO ₂ e/L
固定及移動機具使用燃料	柴油/燃料油/輕柴油	L	kgCO ₂ e/L
車輛用柴油	柴油	L	kgCO ₂ e/L
車輛用汽油	汽油	L	kgCO ₂ e/L
其他燃料	燃料	L/m ³	kgCO ₂ e/L/m ³
(二)植被清除			
木材燃料	木材燃料	kg	kgCO ₂ e/kg
(三)運輸建築材料來去現場使用燃料			
移出廢棄物	柴油	L	kgCO ₂ e/L
填土	柴油	L	kgCO ₂ e/L
骨料	柴油	L	kgCO ₂ e/L
水泥	柴油	L	kgCO ₂ e/L
瀝青	柴油	L	kgCO ₂ e/L
乳膠	柴油	L	kgCO ₂ e/L
鋼筋	柴油	L	kgCO ₂ e/L
鋼材	柴油	L	kgCO ₂ e/L
燃料油/輕柴油	柴油	L	kgCO ₂ e/L
柴油	柴油	L	kgCO ₂ e/L
其他建築材料	柴油	L	kgCO ₂ e/L
(四)建築材料及燃料之製程碳排			
建築材料	骨料	T	kgCO ₂ e/T
	水泥	T	kgCO ₂ e/T
	瀝青	T	kgCO ₂ e/T
	乳膠	T	kgCO ₂ e/T
	鋼筋	T	kgCO ₂ e/T
	鋼材	T	kgCO ₂ e/T
	其他	T	kgCO ₂ e/T

表 2.2.4-3 亞洲開發銀行道路工程建造階段碳足跡計算項目(續)

計算項目	溫室氣體排放源	單位	排放係數
(四)建築材料及燃料之製程碳排			
燃料	燃料油/輕柴油	L	kgCO ₂ e/L
	柴油	L	kgCO ₂ e/L
	汽油	L	kgCO ₂ e/L
	其他	L/m ³	kgCO ₂ e/L/m ³

基於表 2.2.4-3 所界定之建造階段排碳活動項目，該計畫先選擇 4 個不同工程類型案例，作為推估印度境內道路碳足跡的參考。各案例環境條件與工程內容如表 2.2.4-4 所示。報告中依序對於前述可能的、直接的和間接的碳排放源，針對此 4 種道路進行生命週期碳排放量試算，結果如表 2.2.4-5 所示。

表 2.2.4-4 亞洲開發銀行道路工程碳足跡計算案例基本資料

道路工程計畫名稱	道路類型	位置	地形	既有道路寬度或線數	工程內容概要
EW-II(MP-1,MP-2 and MP/UP-1)	國道 (NH)	Madhya Pradesh and Uttar Pradesh	平坦	2 線道	道路修復與拓寬為 4 線道
MPSRSP-II, Package 4(Rd. No. 7) Barwah-Dhamnood road, Khalghat-Manawar road, and Khalghat-Kasarwad road	省道 (SH)	Madhya Pradesh	平坦	7 m	路面加鋪、拓寬與新建道路
USRIP-I, Package 1 (District Dehradun Kalsi-Chakrata road)	省道 (SH)	Uttarakhand	丘陵	6 m	既有撲面的拓寬、強化與維護
WB-05-ADB-09 (Jamalpur Block, Bardhaman District) Karalaghat-Krihnarampur road	鄉道 (RR)	West Bengal	平坦	1 線道 (有效寬度)	將既有泥土路新建成為全天後可通車的鄉間道路

由各階段碳排放量計算結果可看出，無論任何道路型式都屬「使用階段」的碳排放量最高，佔總排碳量的 93~98%。主要原因為即使

案例道路僅為拓寬工程，但交通量的計算卻是以該道路整體交通狀態、以印度各運具平均單位里程碳排放量所推估，故相較於工程碳排放量，其使用階段之交通碳排放量佔比會更加顯著。

表 2.2.4-5 亞洲開發銀行道路工程各階段碳排放量計算結果

道路計畫	長度(km)	時程(年)			碳排放量(tonCO ₂ e)						
		建造	使用	維護	建造	%	使用	%	維護	%	合計
NH, MP/UP	128.3	3	22	17	271,380.2	2.8	9,334,322.9	97.2	1,429.2	0.01	9,607,132.4
SH, MP	123.0	2	30	27	46,481.5	1.7	2,763,279.4	98.3	2,172.5	0.08	2,811,933.4
SH, Uttarakhand	40.0	2	16	13	4,382.5	6.0	67,810.6	93.0	709.0	0.97	72,902.1
RR, W. Bengal	5.8	2	10	5	281.0	3.3	8,266.3	96.5	15.7	0.20	8,562.9

備註：NH= national highway (國道高速公路)，SH= state highway (省道公路)，RR= rural road (鄉間道路)

備註：建造階段的時程是依據道路的實際開始日期和實際和/或預期完工日期。

使用階段的時程是基於詳細的計畫報告估計道路使用壽命。

維護階段的時程是假設從道路建造完成後 3~5 年開始計算道路維護階段時程直到使用壽命結束。

從承建商和相關單位調查的結果，四項道路工程其道路建造完成後，分別於第 5 年、第 3 年、第 3 年及第 5 年後開始進入維護階段。

另由表中總排碳量計算結果，可進一步由各類型道路路長，推導各類型道路碳足跡(單位公里碳排放量)並彙整如表 2.2.4-6。由建造階段碳足跡計算結果可看出，碳足跡值與道路等級有直接的關係：以國道高速公路的碳足跡值最高，相當於次一級省道的 6 倍；而後隨道路等級遞減，鄉村道路碳足跡最小，僅高速公路碳足跡的 3%。

根據上述第一部分排碳量與碳足跡計算結果，該報告於結論中提出：道路建造及維護階段之排碳貢獻比起道路上行駛車輛的排碳量要小得多，故在其第二部份進行全印度道路工程排碳進行推估時，僅收集道路使用階段的數據，省去廣泛收集道路建造和維護階段資料所需的成本，而簡化以道路使用階段排碳量計算結果的 5%的來代表建造

及維護兩階段的碳足跡。即便如此，由於碳排放計算與推估必須考量地區性的差異，故該研究仍表示對於道路工程建造維護碳排放量進行試算的必要性。

表 2.2.4-6 亞洲開發銀行道路工程各級道路建造階段碳足跡

道路計畫	長度(km)	建造階段碳足跡 (tonCO ₂ e/km)	工程碳足跡 (tonCO ₂ e/km)
NH, MP/UP	128.3	2,115	74,880
SH, MP	123.0	378	22,861
SH, Uttarakhand	40.0	110	1,823
RR, W. Bengal	5.8	48	1,476

為了推廣該研究結果，該研究報告於結論中提出，欲應用此評估架構進行碳排放量推估時，必須調整部分項目，包括：

1. 國家特有的排放因子、製程排碳數據；
2. 數據收集清單，需按當地的環境進行修改；
3. 增補和/或刪除清單中數據時，碳足跡工具亦需隨之修改更新。

後續為輔助開發中國家減少碳足跡、進而達成碳中和，亞洲開發銀行將進一步發展的研究方向則包括：

1. 從印度或其他國家進一步收集數據以驗證方法論的可行性；
2. 進行鐵路工程的碳足跡研究，證明可減少燃料使用和碳排放模式計算轉變的效益；
3. 將碳足跡為視為主流估算項目。

亞洲開發銀行希望能藉由該計畫對於道路工程碳足跡分析研究的結果，強調道路擴建後順暢的交通條件能夠同時減少碳排放量，並提升市場和服務的品質，展現開發投資單位兼顧經濟與環境的責任和成效。

2.3 國內道路工程相關碳管理政策規範與案例

因應未來可預見的溫室氣體管制與減量潮流，我國政府自民國 97 年起即開始一系列將節能減碳概念納入政策規範的作為，如圖 2.3-1 所示，強調政策規劃應符合碳中和(Carbon Neutral)原則，建構碳足跡、碳揭露等制度。以下即分小節就我國目前與道路工程較具相關性的參考準則、交通部運輸研究所 100 年度發展碳排放量評估模式的研究成果、公路總局初步發展及應用於蘇花改計畫之碳管理循環架構、工程會公共工程碳估算與管理試辦案例作業進度，及我國道路工程碳足跡產品類別規則研議之現況進行簡要說明，作為本計畫發展蘇花改計畫碳管理架構之依據。

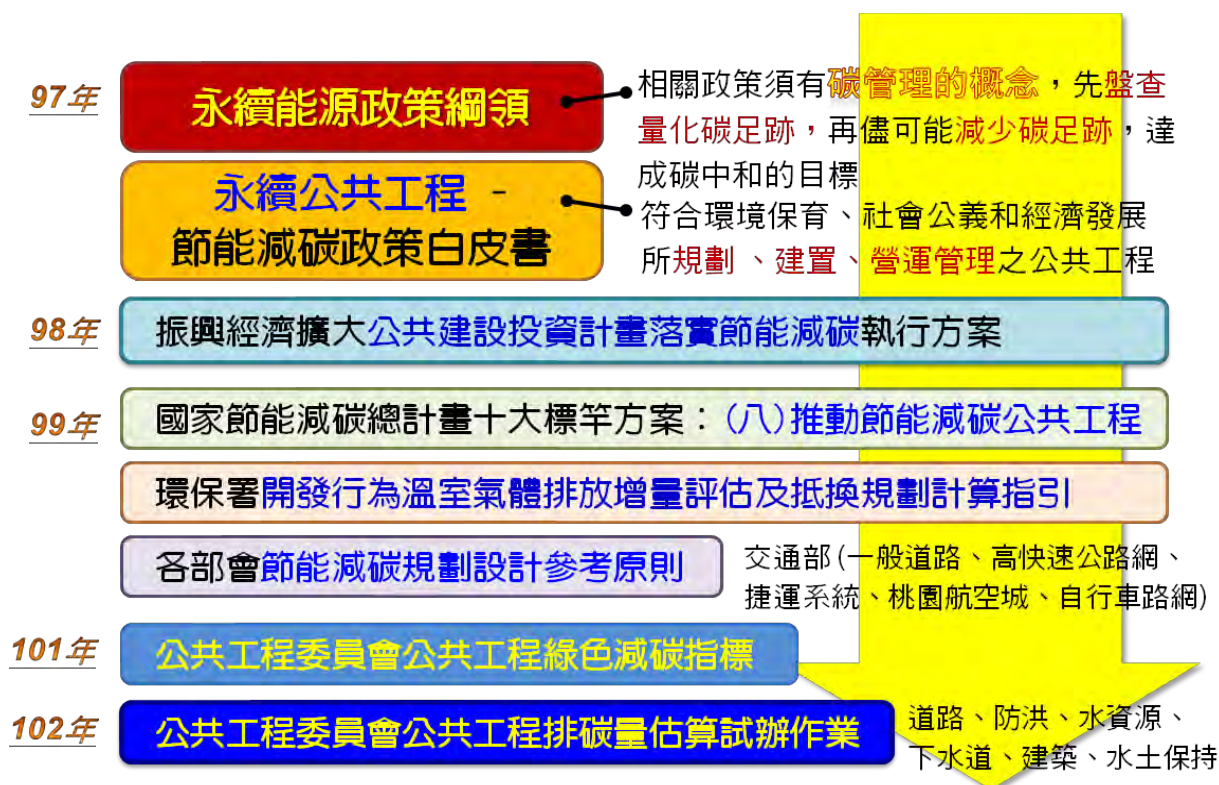


圖 2.3-1 我國道路工程碳管理相關政策發展示意圖

2.3.1 國內相關政策說明與趨勢研析

一、永續公共工程-節能減碳政策

行政院於民國 97 年核定通過「永續公共工程-節能減碳政策白皮書」，

旨在推動符合環境保育、社會公義和經濟發展所規劃、建置、營運與管理的公共工程。公共工程由提出開始，均需歷經可行性評估、規劃設計、發包、施工及維護管理等各階段的工作，並經由良好的經營來達成其預期的經濟目標。因此在公共工程的永續性考量下，應以工程全生命週期探討節能減碳策略，確保公共工程整體的減碳效益。

為具體推動公共工程節能減碳，並協助國內綠色產業發展、增進國內綠色能源產業競爭力，行政院於民國 98 年進一步指示，在「振興經濟擴大公共建設投資計畫中，各項公共建設應有適當比例之經費採用綠色工法或綠色能源相關產品」。目前振興經濟擴大公共建設投資計畫中，不論是重大工程、危險校舍的重建，或是都市更新，皆須遵行「綠色能源原則應不低於預算 6%」、「用於再生能源及節能減碳綠建築之預算原則不低於 10%」的原則。

二、交通部節能減碳規劃設計參考原則

因應國家整體節能減碳的目標與行動，交通部於民國 99 年 5 月提出節能減碳規劃設計參考原則，內容主要分為五大交通型式：一般道路、高快速公路網、捷運系統、航空城以及自行車路網。

一般道路的節能減碳重點策略包括：(1)應配合永續公共工程強調之重點，融入綠色環境、綠色工法與綠色材料概念於規劃設計和土建工程中；(2)考量綠色能源的比例，營運階段建議多採用再生能源及節約能源產品或設備。在節能減碳成效評量部分，參考原則中建議，分別以綠色環境、綠色工法和綠色材料三面向提出評估細項進行評估。

三、環保署開發行為溫室氣體排放增量評估及抵換規劃計算指引

為因應環評審查程序對開發行為之溫室氣體排放量評估、減量及抵換規劃之要求，並確保開發單位在規劃階段已確實考量各項可行節能及減量措施，提出對應之盤查、查證與登錄作業並針對增量部份提出抵換規劃，環保署於民國 99 年 11 月公告「開發行為溫室氣體排放增量評估

及抵換規劃計算指引」，提供開發單位進行溫室氣體排放管理及環保署審查開發案件溫室氣體提報內容之依據。

該指引內容包括溫室氣體排放量化評估、最佳可行技術、減量措施分析與量化、抵換規劃等程序說明，並將相關排放源鑑別格式、產業可行減量措施及開發行為增量評估及抵換規劃格式列為附件，提供開發單位進行排碳源鑑別與排碳量計算之記錄參照。

四、交通部運研所交通運輸工程碳排放量評估模式建立與效益分析之研究

為打造具節能減碳效果之交通運輸工程，交通部運研所於民國 100 年委託該案，發展可用於交通運輸工程之可行性評估、規劃設計等階段的排碳及節能減碳效益評估方法，作為相關工程在節能減碳議題之決策參考。該計畫成果除了提出一套適用於工程碳排放量評估的方法外，另藉由廣泛蒐集國內外碳排放係數及配合蘇花改計畫基本設計進度，初步完成我國道路工程碳排放量評估首例。

由於是採用設計資料進行排碳量計算，故評估內容並非如方法論所設計、包含各類碳排放活動內容，而僅含機具操作使用柴油、電力及主要工程材料用量排碳三部份，並未包含材料、機具、人員和廢棄物運輸以及碳匯變化量。排碳量推估結果顯示，施工機具能耗的排碳量約佔 6~16%，工程材料使用碳排放量約佔 64~70%；其中，無論工程內容是以隧道或橋梁工程為主，混凝土之於總土建標工程活動碳排放量之佔比皆維持在 23~29%，但以橋梁工程為主的標案鋼筋排碳量佔比即明顯高於隧道工程許多。

由於該案例為我國首度以工程設計資料進行整體碳排放量計算，欲對於相關評估結果提出正確論證，還需透過增加試評案例或進行實務調查的方式，才能逐步降低用以計算碳排放量之活動量或排碳係數之不確定性。為此，運研所於 101 年度持續進行交通運輸工程節能減碳規劃設計手冊研究與編定計畫，內容包含國內外相關研究與案例的持續追蹤以及國內更多道路工程設計案例的試算，作為後續我國道路工程規劃設計

階段導入碳排放量計算之時機與執行流程的參考依據。

五、公路總局道路工程碳管理構想

基於國外碳管理制度與案例的發展，公路總局自 100 年度起即開始致力於思考如何將排碳量管制和節能減碳的概念應用於道路工程計畫中。隨著交通部運研所的計畫發展脈絡，公路總局遂於民國 101 年初發展出工程碳管理架構與機制，如圖 2.3.1-1 所示，係以工程生命週期為考量，戴明管理循環(PDCA)為參考的滾動式、持續漸進式的碳管理循環。

碳管理循環程序係由最上方的範疇與邊界定開始，必須先進行碳管理邊界的劃定，例如是以一個工程整體或僅以某部分(如土建工程)為邊界，作為碳排放量化與管制的範圍。而後依據工程生命週期，首先於規劃、基本設計階段進行碳排放量的推估，作為了解可能的碳排放量、主要的碳排放源，以及提出減量方案的基礎。在對於碳排放總量及主要排放源有所了解後，則應以低碳為考量，進行方案設計與評估，進而在道路功能目的可達成、工程施作可行的情況下，優先採行減碳策略作為施工計畫。



圖 2.3.1-1 公路總局道路工程碳管理架構

公路總局期能以蘇花改計畫為我國道路工程推動碳管理之首例，成為公共工程碳管理之典範，故配合蘇花改計畫規劃設計進度，於本計畫執行前，即已責成蘇花改工程處及 A、C 段設計單位，共同完成碳管理架構的第一階段：排碳量評估和減碳效益分析與方案選擇；並基於這些成果，繼續向下推動施工階段與營運階段的碳足跡盤查、報告與排碳量管制工作。

本計畫執行中之工程碳足跡盤查工作，即為銜接此前期設計單位之碳排放推估結果所啟動，除於工程竣工後取得查證聲明、作為我國道路工程碳管理的成效外，更重要的意義與價值在於將盤查過程中的調查取得的數據資料整理成我國本土的道路工程碳排放量計算參數，並就工程排碳量推估與盤查結果進行差異性分析，最後回饋於碳排放量評估方法中，提升我國道路工程於規劃設計階段進行碳排放評估結果的正確性，並加強道路工程碳管理的有效性。

六、公共工程委員會公共工程排碳量估算試辦作業

為推動永續公共工程及配合國家節能減碳政策，公共工程委員會已於 101 年委託之公共工程綠色減碳指標計畫，初步完成公共工程碳排放估算模式初步研究及試算案例，而後依該研究之結論與建議，於去(101)年 12 月 13 日召開「公共工程計畫落實節能減碳考量及二氧化碳排放量估算模式座談會」，邀請本計畫及環保署進行蘇花改計畫工程碳排放量及減碳效益評估結果及我國碳足跡推動進程之簡報；並於會中達成：洽請交通部、內政部、經濟部及農委會提出試辦案例之結論。

基於前項會議的結論，公共工程委員會進一步又於今(102)年 3 月 6 日召開「公共工程排碳量估算試辦作業研商會議」，請各主管或經常辦理之 6 工程類別(道路工程、防洪工程、水資源工程、下水道工程、建築工程及水土保持工程)分別提出試辦工程案例，進行碳排放估算及碳盤查作業。依據工程會在 5、6 月份所辦理之公共工程碳排放量估算試辦作業工作會議討論內容，目前交通部、內政部、經濟部、教育部、農委會等

部會已提出試辦工程共計 20 件，如表 2.3.1-1；本計畫亦列於其中。

表 2.3.1-1 公共工程碳排放量估算試辦作業-試辦工程一覽表

部會	主辦機關	工程名稱	工程類別
交通部	公路總局蘇花改工程處	台9線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作	道路工程
	高公局	國道1號鼎金系統交流道改善工程增設鼎力路南下出口匝道	
	國工局	國道4號臺中環線豐原潭子段計畫	
經濟部	水利署	102年度石門水庫上游段羅浮橋下淤積物挖裝作業及附屬設施工程-含水庫庫區周邊清淤	水資源工程
	水利署	湖山水庫工程計畫-湖山水庫下游梅林溪護岸修復工程	
	水利署	湖山水庫工程計畫-湖南壩左岸遷建道路水土保持工程	
	水利署	新北市三芝區後厝海岸環境營造工程	防洪工程
	水利署	新北市淡水區油車口海岸環境營造工程	
	水利署	鶯歌溪余厝橋上游右岸環境營造工程	
農委會	水保局	牛欄山上游野溪整治工程	水土保持工程
	水保局	龍蛟溪野溪整治六期工程	
	水保局	萬得野溪整治工程	
內政部	內政部入出國及移民署	內政部入出國及移民署臺中辦公廳舍新建工程	建築工程
	內政部營建署	新竹市茄苳接西濱連絡道路新闢工程	道路工程
	新北市政府水利局	新北市樹林地區污水下水道系統第一期工程第七標(支(分)管及用戶接管)	下水道工程
	營建署下水道工程處中區分處	苗栗地區污水下水道系統南苗主次幹管工程(一)	
	營建署下水道工程處南區分處	臺南市永康區污水下水道系統(PB 分區)管線工程第二標	
教育部	國立政治大學	藏書空間暨學生宿舍興建工程	建築工程
	國立臺灣藝術大學	多功能活動中心新建工程	
	國立臺北科技大學	精勤樓新建工程	

不同於其他工程計畫皆還在規劃設計階段故被提出作為執行碳估算與盤查試辦案例，本計畫係以經驗分享為考量所提報，為其中唯一已成案且執行中之施工期間工程碳管理專案。目前其他試辦計畫的執行程序如圖 2.3.1-2 所示，各試辦單位將須循蘇花改 A、C 段模式：於設計階段先提出碳排放量評估報告，並於其中提出工程碳盤查範圍的建議；在成本效益、空間時間範圍可行性等考量下，於工程開工後，推動盤查工作。

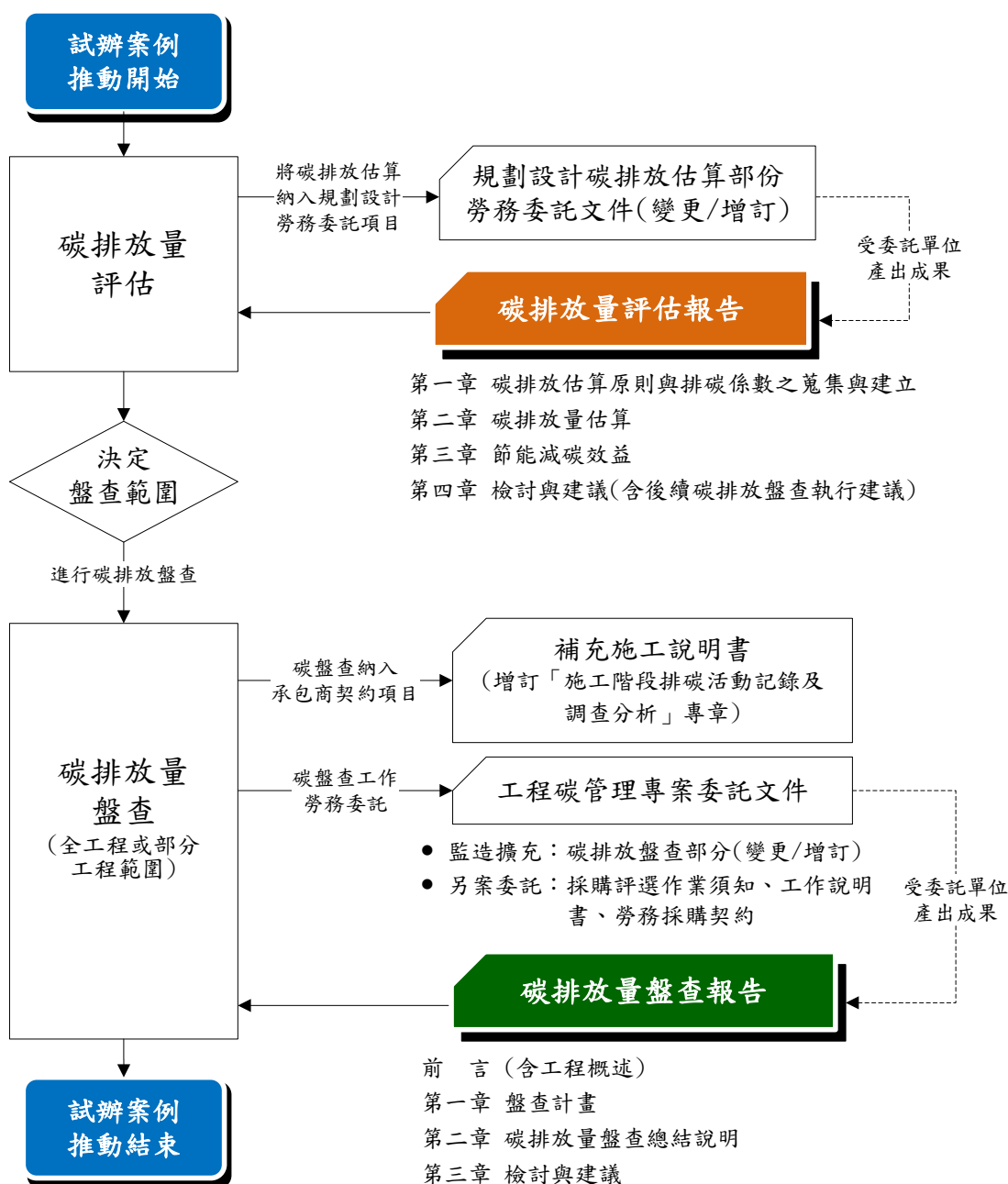


圖 2.3.1-2 公共工程碳排放量估算試辦案例推動流程

2.3.2 我國道路工程碳足跡產品類別規則之發展

我國環保署為使同一種類型、功能之商品或服務在計算碳足跡時能有一致的基準，除了在產品與服務碳足跡計算指引中提到應參考既有 PCR 進行碳足跡量化程序外，亦訂有碳足跡產品類別規則文件(CF-PCR) 制訂流程，協助製造商或提供該類服務業者所組成之同業公(協、商)會，透過標準化與程序化之訂定程序，完成該類產品於國內的碳足跡評估標準，作為產品碳足跡評估時系統邊界範疇界定和數據計算之依據，使得同類別產品碳足跡排放量計算時能有相同的基準。

目前已通過環保署審議或認可的碳足跡產品類別規則文件(CF-PCR) 共計 47 項，惟我國產品碳足跡的查證與碳標籤的核發於現階段是以食品和家用之民生產品為主，尚未有公共工程相關類別的碳足跡產品類別規則公布。為此，本團隊已報請 公路總局同意，將依循我國 CF-PCR 的審議程序，建立本土的道路、橋梁、隧道工程碳足跡 CF-PCR，而訂定完成之道路、橋梁及隧道工程 CF-PCR 將公告於環保署之台灣產品碳足跡資訊網，可供未來國內同類型之公共工程於執行碳足跡計算及碳盤查工作時參考使用，以達到公共工程節能減碳、永續發展的目標。

依據環保署之規定，CF-PCR 審查文件之準備流程如圖 2.3.2-1，茲分項說明各流程之作業要點如下：

1. 初始階段：依照產品特性並援引相關規範，指派產品類別規則文件訂定計畫主持人，考量既有文件，成立工作小組，並界定利害相關團體及對象。
2. 準備階段：於國內登錄平台宣告將訂定之產品類別規則文件，擬定產品類別規則文件草案，將草案提供給相同產品事業與供應鏈廠商。
3. 磋商階段：應將產品類別規則文件草案公告於國內平台，邀集利害相關團體及對象召開研商會議，並參酌各方評論修改草案。
4. 完成階段：召開產品類別規則文件內部審查會議，邀請至少一位具生命週期評估與溫室氣體查驗相關技術資歷或經驗之專家學者，與

其他專家學者組成三人(含)以上小組進行審查，並由工作小組列席報告；經內部審查修正後，完成產品類別規則文件擬定。

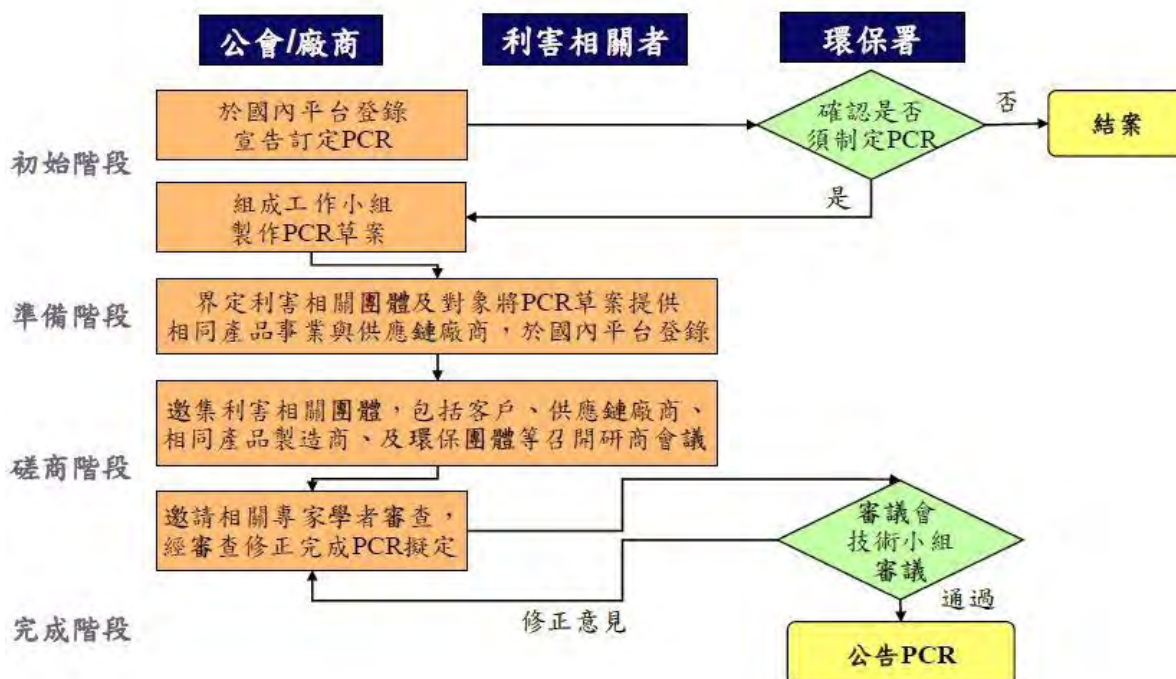


圖 2.3.2-1 產品類別規則文件訂定流程

本團隊提出之道路、橋梁、隧道 CF-PCR 之登錄申請，目前已於今(102)年7月份通過環保署技術小組審議會之審查，相當於完成初始階段、現正進入準備階段，後續將首先著手於 CF-PCR 之草案製作。未來與本工程施工作業執行有關之相關單位(設計及監造單位、承包商、供應商等)，將配合 CF-PCR 訂定程序需求，受邀參與利害相關者會議，可對於相關 CF-PCR 訂定內涵提出建議。

茲條列已獲核定之 CF-PCR 正式文件中英文名稱與適用範圍如下：

1. 道路工程(Road Infrastructure)：台灣地區各種類型之道路工程，包含瀝青混凝土、鋼筋混凝土等各種類型路面。功能為提供各類型載具行駛，並包含滿足此功能所需之交控、照明與其他必要附屬設施。
2. 橋梁工程(Bridge Infrastructure)：台灣地區各種類型之橋梁工程，包含木橋、鋼筋混凝土橋、鋼構橋梁及組合式橋梁等各種類型橋梁。

功能為提供各類型載具跨越地形，連結河流或山谷兩側，並包含滿足此功能之交控、照明與其他必要附屬設施。

3. 隧道工程(Tunnel Infrastructure)：台灣地區各種類型之隧道工程，包含公路、鐵路、人行、水流及捷運等各種隧道類型。功能為提供車輛通行或輸送物資穿越山岳、平地或海底之通路，並包含滿足此功能所需之環控、照明與其他必要附屬設施。

本團隊預估在本(102)年度下半期完成上述各項 CF-PCR 之準備與磋商階段，以盡早交付環保署召開審議會、完成公告，為本計畫碳足跡盤查工作和取證程序提供明確而有力的依據。

第三章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查執行進度

依據招標文件中、委託服務工作說明書之內容，本計畫執行實際工程碳足跡盤查輔導及檢查之範圍包括：A 段及 C 段各標土建及機電照明工程、B 段之機電照明工程，及全線(含 A 段、B 段、C 段及既有台 9 線配合新增工作)之交控工程；詳細範圍說明如表 1.3-1。為符合國際碳足跡評估指引 PAS 2050 及國際標準技術規範 ISO/TS 14067 查證之資料完整性要求，本計畫執行盤查輔導的範圍包括：工區(工程主體之排碳活動及所造成之碳匯變化)，以及非工區施工管理(各單位設置之辦公及住宿場所)兩大部分，如圖 3-1 所示。其中，工區的工程人員運輸和施工管理兩部份，目前尚未涵蓋於瑞典道路工程產品類別規則初稿中；惟考量現階段國內外工程碳足跡盤查與查證相關標準、指引及參考文件皆未成定案，故本計畫仍維持以最完整範圍所涵蓋內容為盤查項目。

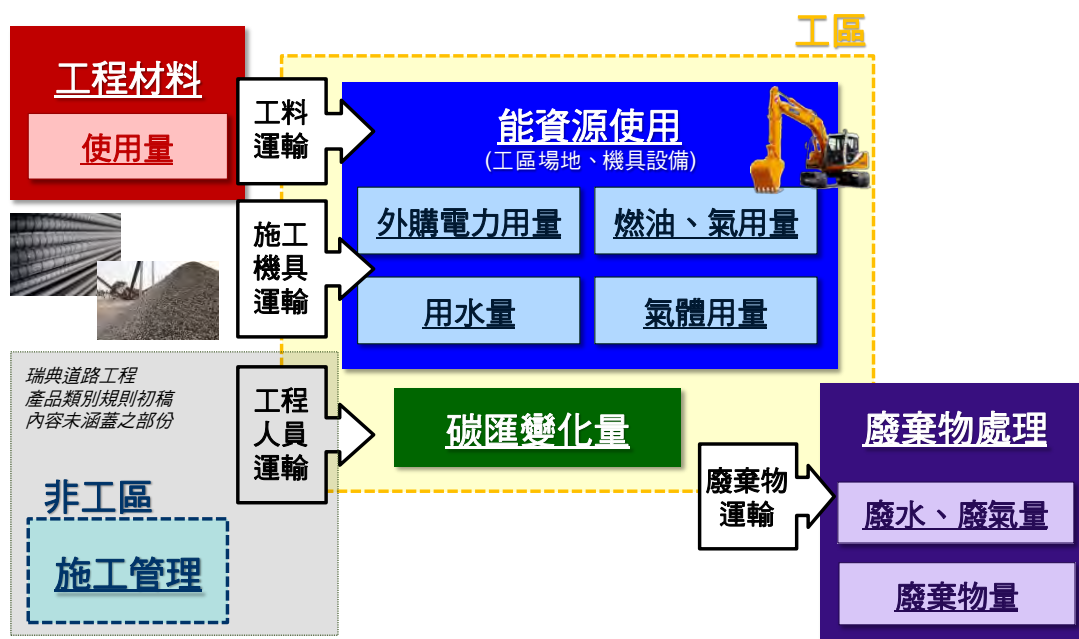


圖 3-1 工程碳足跡盤查範圍示意圖

工區施工範圍即為道路設施之建造範圍，參考碳足跡規範之原則性描述及目前瑞典交通部所提出之道路工程產品類別規則內容，舉凡：道路鋪面、基礎、設

備、儀控裝置、隧道、橋梁等主體及附屬設施建造過程中，所使用的能資源(油、氣、水、電)、工程材料生產及使用碳排放量、所產生的廢棄物處置碳排放量，以及所造成的碳匯增減量及相關運輸行為的能源耗用排碳，皆為工區碳足跡盤查之必要項目。

惟工程人員上下班交通能耗部份，本為 International EPD® System 系統中營建 PCR 基本模組所排除之項目，考量部分國外案例(如：英國環境署工程活動碳足跡計算器)仍有將其納入，故本計畫仍將之列入調查，但此部份排放量將排除在查證聲明範圍外。另碳匯變化調查及量化結果是否及如何納入於查證聲明中，仍待資料蒐集狀況和相關產品類別規則發展情形，再作進一步確認。

非工區之施工管理部分則是指因應蘇花改計畫所設置的管理單位，包括有：蘇花改工程處、工務段及監造工程處、承包商工務所，此部分在瑞典交通部所提之道路工程產品類別規則初稿及營造產品類別規則基本模組中皆未提及，故本計畫目前的作法為先一併針對此部份資料以年報方式進行蒐集與碳足跡量化，避免損及資料的完整性。本計畫將持續追蹤國內外對於工程碳足跡盤查範圍之研商結果，並以計畫內碳足跡盤查及量化結果為依據進行排碳貢獻度分析，進而檢討盤查範圍並提出調整建議，作為後續完成蘇花改計畫盤查清冊彙整、通過查證程序並取得聲明之依據。

由上述盤查輔導範圍(工區、非工區)對應於蘇花改計畫，又可依標別特性與涵蓋範圍之分列如表 3-1 所示。本計畫執行碳足跡盤查輔導工作，係自接受開始作業通知開始，依據工程實際決標、開工時間，於開工前辦理啟始會議暨教育訓練，再於開工後隨工程進度逐日進行碳排放活動數據資料蒐集調查。

表 3-1 本計畫碳足跡盤查輔導範圍

盤查輔導範圍		涵蓋範圍
工區 (工程主體：含預鑄場、混凝土預拌場及碳匯調查)	土建	A1、A2、A3、C1、C2
	機電	A4、B5、C3
	交控	全線
非工區(施工管理)		蘇花改工程處、各段監造辦公室、宿舍及各標承包商辦公房舍

承上述盤查範圍與執行說明，茲彙整屬本計畫碳足跡盤查範圍內之各標別已定及暫定之工程期程如表 3-2 所示。以下即分別就本計畫本期(民國 102 年 1 月至 6 月)依據各標工程期程所完成之碳足跡盤查輔導會議與教育訓練、資訊系統，及碳排放係數蒐集與彙算和各標碳足跡量化成果，進行分節之說明。

表 3-2 本計畫執行盤查輔導之工程期程

路段	標別(名稱)	決標時間	期程(開工~完工)	開始作業 通知時間
蘇澳 東澳段 (A 段)	A1(蘇澳永樂段新建工程)	102.03.20	42 個月(102.04~105.10*)	102.04.08
	A2(東澳隧道新建工程)	101.11.29	43 個月(101.12~105.08*)	101.11.30
	A3(東澳東岳段新建工程)	101.06.28	42 個月(101.09~105.03*)	101.07.13
	A4(蘇澳東澳段機電相關工程)	-	24 個月(104.01~105.12)	-
南澳 和平段 (B 段)	B5(南澳至和平段機電相關工程)	-	42 個月(103.06~106.12)	-
和中 大清水段 (C 段)	C1(中仁隧道新建工程)	101.06.07	49 個月(101.11~105.12*)	101.06.15 開始 101.10.08 暫停 101.11.15 再開始
	C2(仁水隧道新建工程)	-	58 個月(102.01~106.10)	-
	C3(和中大清水段機電相關工程)	-	33 個月(104.04~106.12)	-
全線	蘇花改計畫交通控制工程	-	36 個月(104.01~106.12)	-

備註：「*」係為已開工各標依據目前預定完工日期調整。

3.1 工程碳足跡盤查執行進度

依據本計畫目的與主要工作項目，工程碳足跡盤查輔導之階段性工作如圖 3.1-1 所示。本計畫已於 102 年 3 月完成提送前年末進度報告修正稿，並經查驗機構簽核與蘇花改工程處審核後，同月完成修正並提送正式 101 年度碳盤查清冊；而後自 3 月份 A1 標決標後，即正式展開辦理碳足跡盤查輔導階段的各項工作，包括開工前的啟始會議、教育訓練辦理，開工後的盤查輔導矯正暨現場訪查，以及年度座談會辦理等。

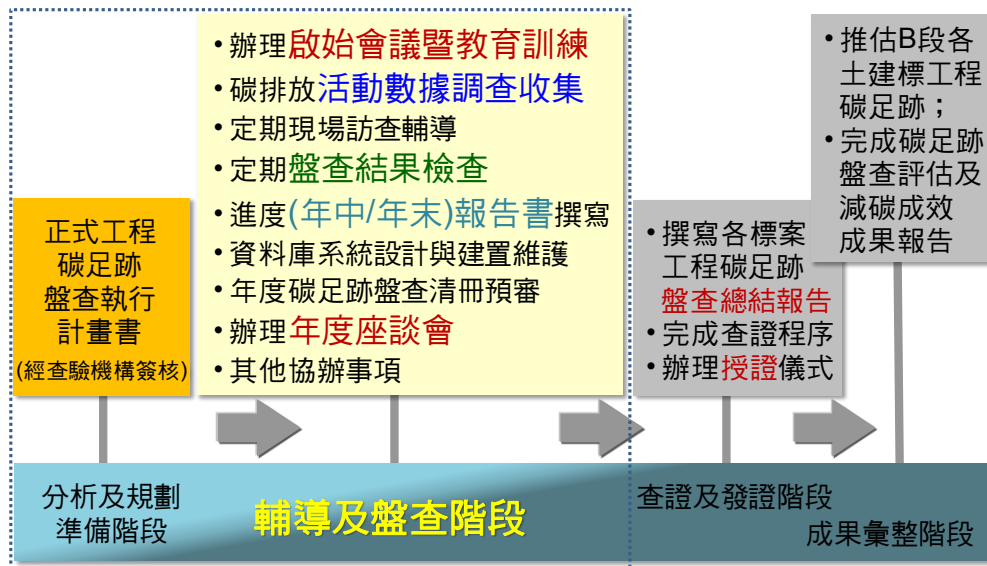


圖 3.1-1 蘇花改計畫碳管理工作內容

以下即就本計畫於 102 年 4 月份陸續辦理之蘇澳永樂段新建工程(A1 標)啟始會議、教育訓練，及本團隊於本(102 年上)期赴各標工區辦理之歷次現場輔導情形，進行分小節說明。

3.1.1 啟始會議辦理說明

配合盤查範圍內之工程招標、決標與開工期程，本期(102 年度上期)僅有蘇澳永樂段新建工程(A1 標)決標，故本計畫僅辦理 1 場次碳足跡盤查啟始會議，辦理時間為 102 年 4 月 12 日，辦理地點為蘇花改工程處。此次會議同樣集結了工程處、施工廠商(即承包商)、監造單位、輔導單位及第三方查驗機構高層代表，共同宣示啟動東澳隧道新建工程施工期間工程碳管理作業，會議中各單位代表皆表示對於碳足跡盤查工作的認同，並在宣讀宣言後進行簽署儀式，宣示未來將共同致力於取得工程碳足跡查證聲明的決心。

當日會議辦理、宣言簽署及與會者團拍見證如圖 3.1.1-1；另整理會議議程、與會來賓簽到單、工程碳足跡盤查合作宣言簽署結果，詳於本報告書附錄 II-1。



圖 3.1.1-1 蘇澳永樂段新建工程(A1 標)碳足跡盤查啟始會議實況

3.1.2 教育訓練辦理說明

本次教育訓練為配合交通部及公路總局擴大辦理教育訓練辦理範圍之指示，特於籌辦時即邀請公共工程委員會及交通部所屬機關等單位人員與會，並將辦理時間稍作延後，於 102 年 4 月 29 日假蘇花改工程處舉辦。此次參訓對象除 A1 標承包商人員外，還包括 A2 及 C1 標承包商、協力廠商，以及公路總局新工組、蘇花改工程處、鐵改局、高鐵局、工務段、監造等單位人員共襄盛舉。當日課程進行實況如圖 3.1.2-1，課程內容包括：碳足跡背景與查證程序說明、本計畫工作說明、碳足跡盤查表單內容介紹與系統線上填報操作方法說明四部份。

此次教育訓練之議程、參訓人員簽到單以及教育訓練教材另整理於附錄 II-2。



圖 3.1.2-1 A1 標工程碳足跡盤查教育訓練實況

3.1.3 現場訪查與輔導工作辦理說明

為確保各標承包商及監造單位相關人員在工程進行中所填查之碳排放活動數據與所蒐集之佐證資料，能夠符合工程活動的實際施作情況並滿足碳足跡查證需求，本計畫自各標工程開工後，即安排盤查輔導團隊每月至少一次前往各標工程現場，進行文件填查輔導、討論及工區狀況巡查。

在各標工程開工之初，現場輔導的討論主要是以登錄清冊撰寫及日誌填報方式說明與討論為主，並對佐證資料提出型式、未來表單更新情形等作說明，加強承商碳管理專員填查相關資料的能力。透過面對面地討論、系統操作流程的現場示範，以及透過工區巡訪、直接就各式碳排放活動項目與計量狀況及所遭遇的問題研議解決方法，著實對於提升各標碳足跡盤查資料的正確性與完整性大有幫助，並輔助本計畫順利通過查驗單位的每月文件審查。

本計畫本期除去年度即已開工之 A3、C1 及 A2 標外，自 4 月份起再加入 A1 標；為此，本計畫本(102 年度上)期共計辦理 7 場次現場輔導，辦理時間如下：

- A1 標碳足跡現場輔導辦理日期：4/25、5/23、6/24
- A2 標碳足跡現場輔導辦理日期：1/24、2/21、3/27、4/25、5/23、6/24
- A3 標碳足跡現場輔導辦理日期：1/24、2/21、3/27、4/25、5/23、6/19
- C1 標碳足跡現場輔導辦理日期：1/21、2/22、3/26、4/26、5/21、6/20

其中，考量工程進度、工區位置、資料填寫量及熟悉度，本團隊今年度 1~3 月份辦理 A 段現場輔導會議的方式，係將 A2 標併同 A3 標於蘇澳東澳段監造工程處辦理，而後 A1 標再於開工後(4、5 月份)亦加入，透過共同會議加速 A1 標承包商碳管理人員熟悉相關作業的速度，而後自 6 月份開始，則依工區所在位置將 A 段現場輔導分為蘇澳及東澳兩處辦理，初次分開辦理情形係將 A1、A2 標現場輔導併於中興公司蘇澳監造工程處會議室辦理；而 A3 標則獨立於承包商新亞建設開發股份有限公司東澳施工處辦理。後續規劃視工區巡查需求，選擇 A2 標現場輔導辦理地點併與 A3 標(東澳)或 A1 標(蘇澳)共同辦理。

上述各場次現場輔導會議主要參與人員包括：本團隊人員、該段監造單位碳管理專員及各標承包商與其協力廠商等碳盤查參與人員；另工程處及工務段各標工程司亦不定期參與會議、了解並給予指導，以實質參與的方式，有效確保了各標承包商碳足跡盤查作業辦理的配合度與流暢度。本計畫已依時序整理本期現場輔導會議辦理實況，詳如附錄 III。

3.2 工程碳足跡盤查資料庫系統設計與建置

依據本計畫目的及前述已開工之各標盤查執行狀況，以下即就本計畫執行至今的最新版工程碳足跡盤查表單、活動數據及係數資料處理流程、資料庫系統設計與建置成果，以及目前各單位執行碳管理作業之系統操作介面與規劃於下期完成建置之年報填查系統等，進行分小節說明。

3.2.1 碳足跡盤查表單說明

依據本計畫工程碳足跡盤查執行計畫書所規劃，工程碳盤查表單共分為四部分，包括：登錄清冊、日誌、月報與年報。以下即分項就各類表單之設置目的與填報內容作分項說明。

一、登錄清冊

設置登錄清冊的目的為釐清施工過程中，不同工程項目的主要碳排放源，包括：工區使用的機具/設備、能源、材料及各式運輸行為等。為此，本計畫已基於本期工程活動資料蒐集經驗，修正登錄清冊內容為：施工項目、廠商登錄、機具耗能、用電登錄、用水登錄、工程材料、植生登錄、運具設備及人員交通共 9 項。

登錄清冊的填報方式係由施工廠商於開工前先行造冊，並隨開工後施工所需，持續新增、更新清冊內容，作為填寫盤查日誌資料之基礎。本計畫於登錄清冊表單格式設計完成後，一併撰述了登錄清冊的填寫說明，作為施工廠商填寫與監造單位協助確認時的參考，目前最新表單內容詳如附錄 I 附表 I-3 至附表 I-11。

二、日誌

日誌的設計目的在於記錄各工程排碳活動的日排放強度，並與工程活動內容聯結，以利分析不同工程項目之碳排放差異。考量相關佐證資料的要求程度不同，本計畫依據碳排放活動範圍(工區內、外)之差異，將日誌設計為兩部份：一是針對工區內各式工程活動內容及碳排放源活動量進行紀錄，內容包含：當日施作的工程項目、機具使用、用電、用水、工料使用、廢棄物、碳匯變化以及人員出勤紀錄 8 大項；表單名稱為「DR-1 道路工程施工碳足跡盤查日誌」。

另一部份用以記錄工區外，因內送或外運工程所需之機具、工料及廢棄物而產生的運輸事件，資料項目包括：日期、運具類別、能源類別、運進/出、運送項目、運輸量、運距、起迄點、運具規格、運具油耗等；表單名稱為「DR-2 道路工程施工碳足跡盤查日誌(運輸)」。

依據承包商可配合執行之狀況與監造單位之協助檢核，本計畫目前的日誌填報方式係由承包商每日於線上填報，並將佐證資料一併上傳至系統中留存；而後再於當日各項資料皆填報完成後，由系統下載輸出 Excel 報表，經填報人員、工區主管簽核後，提報監造單位檢核，上傳簽核版表單於系統留存。前述日誌表單(DR-1 與 DR-2)詳如附錄 I 附表 I-1 與附表 I-2。

三、月報

月報設計的目的在於總結單月活動數據與補充記錄周期以月為單位之活動資訊，故表單設計上相對單純，填報項目皆與日誌一致(詳如附錄 I 附表 I-12)。施工廠商在核對當月日誌內容無誤後，即可於線上自動產生輸出，月報待簽核後與佐證資料一併上傳至系統留存。

四、年報

年報的設計目的是為了記錄計算工區外、蘇花改計畫各管理單位的辦公房舍碳排放活動情況，依據本計畫盤查範圍，須執行年報填報之工程管理單位包括：工程處、工務段、監造工程處，及各標工程承包商辦公室與宿舍等。基於碳足跡盤查規範(PAS 2050:2011)對於資本財和耗材的說明，由於房舍本身並非工程設施的一部份，故房舍的建造碳排放量不列入計算，僅需由各級管理單位因應蘇花改計畫的年度營運管理碳排放活動項目與強度作紀錄，並於每年 1 月前彙整提交。

根據去(101)年度盤查經驗，可歸納出工程管理單位碳足跡盤查年報之應紀錄項目，包括：用油、用水、用電、廢棄物、冷凍空調設備逸散等直接排放、間接排放與其它間接排放活動總量，且必須留存相關單據供備查。上述最新版年報表單格式及逸散設備填寫附表，詳如附錄 I 附表 I-13 至附表 I-14。

對應前述承包商日誌與月報資料蒐集程序，本計畫另設計有資料檢核表單，作為監造單位負責就承包商提出之資料作初步檢核之依據；包

括日檢核表及月檢核表兩部份。目前監造單位之資料檢核亦為線上作業，日檢核表及月檢核表內容詳附錄 I 附表 I-15 及附表 I-16。以碳足跡盤查日誌之填報、檢核與矯正回覆程序為例，執行流程如圖 3.2.1-1 所示；係由承商完成資料填報後，經第一層監造單位檢核，再轉送輔導單位彙整分析，期間另不定期由工程處或工務段進行抽查。

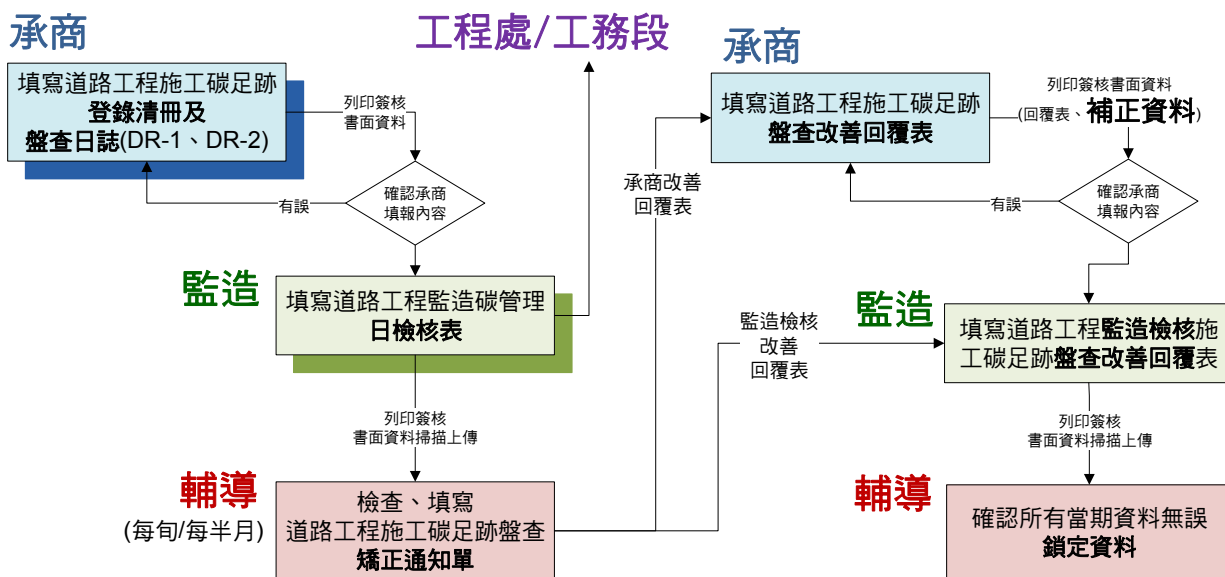


圖 3.2.1-1 碳足跡盤查日誌填報、檢核與矯正回覆流程

必須強調的是，本計畫工作團隊所執行之資料矯正與監造單位進行的單日檢核並不相同，係針對承包商提出資料與監造單位檢核結果作定期(每半月)綜整後，就各式碳排放活動項目與數量之疑義、錯誤及佐證資料之缺漏狀況，提出澄清、改正、補齊等項目說明，以確保及時掌握資料的完整性，滿足碳足跡查證需求。為此，本計畫設計有輔導矯正通知單、承商改善回覆表及監造檢核改善回覆表的三聯單，作為盤查資料矯正之用；三聯單內容詳附錄 I 附表 I-17 及附表 I-19。

另整理本計畫目前偕同監造單位，與 A3、C1、A2 及 A1 各標承包商共同協商遵循的每月資料填查日程表如表 3.2.1-1。其中，月報填查與矯正的流程與圖 3.2.1-1 之日誌填報、檢核與矯正回覆相同，僅資料確認

的時間點與頻率不同。

表 3.2.1-1 日誌及月報表單填報、提交、檢核與矯正回覆時程

表單日期	承商	監造	輔導
1~15 日 日誌提送	每日提報 當期佐證資料 於 16 日提出	每 2~3 日 (15 日的請於 18 日前 提送)	20 日前 發出矯正通知
1~15 日 日誌矯正	23 日前 完成矯正	25 日前 完成矯正檢核	28 日 完成矯正檢查 日誌資料鎖定備查
16~31 日 日誌提送	每日提報 當期佐證資料 於 1 日提出	每 2~3 日 (30/31 日的請於 3 日 前提送)	5 日前 發出矯正通知
16~31 日 日誌矯正及 月報提送	7 日前 完成矯正並 提送月報	9 日前 完成矯正檢核 並提送月報檢核	10 日 完成矯正檢查 日誌資料鎖定備查 發出月報矯正通知
月報矯正	12 日前 完成月報矯正	13 日前 完成月報矯正檢核	15 日前 完成月報矯正檢查 月報資料鎖定備查

3.2.2 碳管理資料流程分析結果

由於本計畫執行碳足跡盤查過程中，須處理來自不同承包商、監造單位提供之各式資料與單據；另外還需要對應這些排碳活動項目進行碳排放係數之蒐集，才能夠進行碳足跡計算、建立盤查清冊。為此，本計畫在盤查執行計畫中即已說明：會透過開發資料庫及資訊系統的方式，簡化資料處理流程中所需耗費的時間與人力，並減少資料錯誤與降低不確定性，以利有效蒐集、彙整、儲存資料並完成資料運算與分析。

本計畫目前既定之碳足跡盤查資料流如圖 3.2.2-1 所示。資料流由圖左而右包括三階段，分別為：活動資料蒐集、資料處理與資訊生產及碳

足跡資訊。其中，活動資料蒐集部份係由承包商和監造單位負責，針對每日執行之工程項目與排碳活動數據與佐證資料進行填報與初步檢核；而後提交予輔導單位進行總整、分析與再次檢核，經矯正回覆程序確認所有資料無誤後，再由本計畫將相關活動數據與經率定確認的係數作關連，以排放係數法完成碳足跡計算，至此完成資料處理與資訊生產部份。最後，在累積各工程或較長時間的碳足跡計算結果後，則可進一步完成統計分析，整理成為可供民眾了解的碳排放與減量資訊，為相關資料與資訊增添溝通或回饋於其他工程設計的價值。

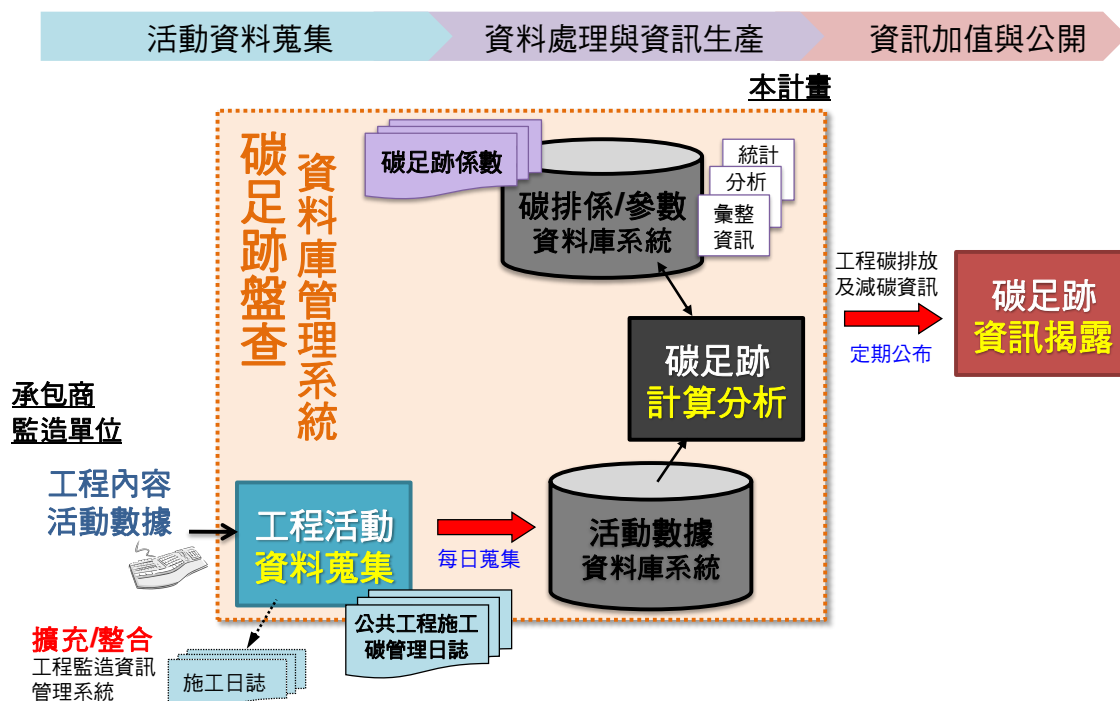


圖 3.2.2-1 蘇花改計畫碳管理資料流示意圖

如圖 3.2.2-1 所框之碳足跡盤查資料庫系統範圍，目前本計畫已依據輔助盤查資料蒐集、碳排放係數蒐集與率定兩項不同的功能需求，分別完成碳盤查資料庫管理系統及工程碳足跡評估與計算係數資料管理系統。其中碳盤查資料庫管理系統為開放予各級碳管理單位人員、依據不同權限進行碳足跡盤查資料填報、檢核、統計分析及鎖定的資訊系統，內容包含前述不同功能表單之操作介面；而係數資料管理系統則尚屬本計畫

碳管理工作執行人員專用，輔助工程碳足跡量化所需之係數資料的蒐集彙整與查詢應用。以下即進一步分小節說明碳足跡盤查資料庫管理系統及係數資料管理系統之發展現況。

3.2.3 碳足跡盤查資料庫管理系統功能設計與建置

本計畫規劃完成之蘇花改計畫碳足跡盤查資料庫系統架構如圖 3.2.3-1 所示。

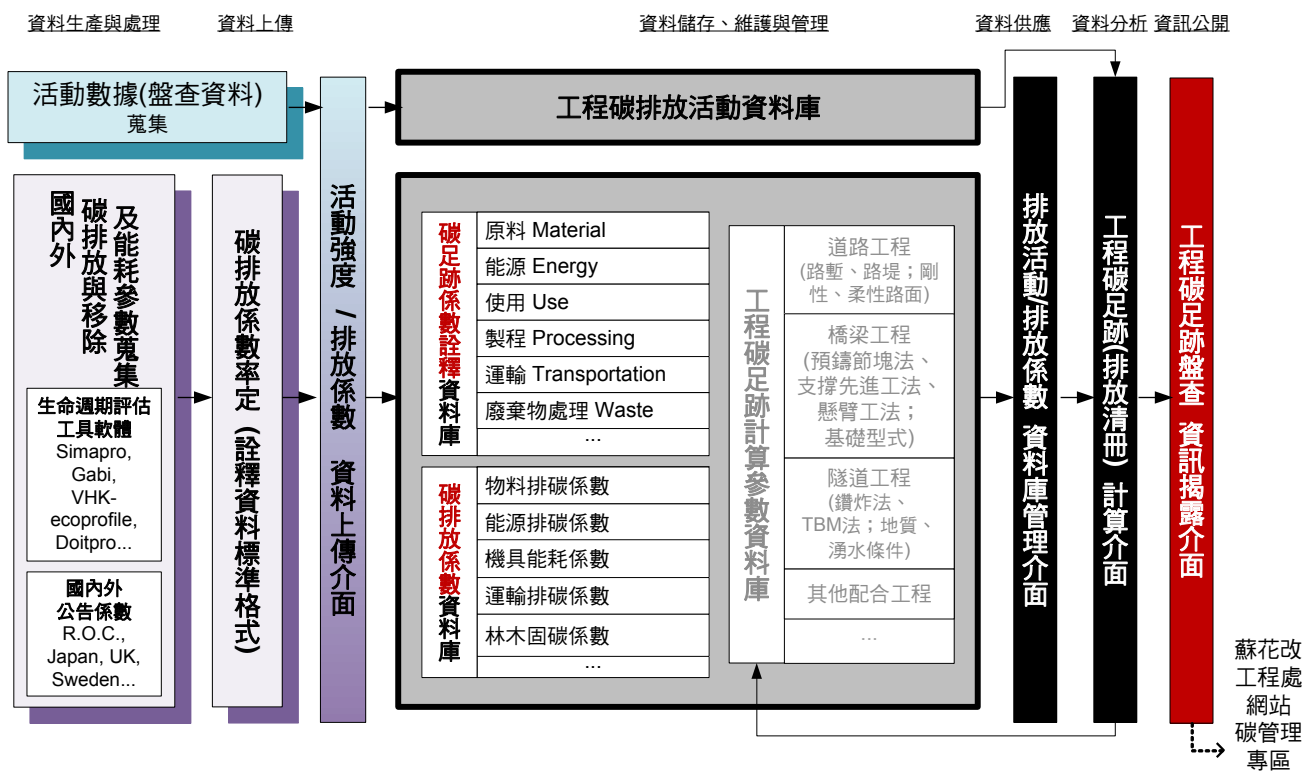


圖 3.2.3-1 蘇花改計畫碳足跡盤查資料庫管理系統運作機制

由圖左開始，首先是資料生產與處理功能，包括活動數據與排放係數的蒐集兩類。其中，活動數據係由承包商和監造單位協助提供與確認，排放係數則為本計畫負責依據活動項目進行搜集，並就係數所代表的邊界、出處及使用限制等資料，以標準的格式進行率定。此兩類資料將分別透過各自的資料上傳介面，適切地彙整進入排放活動及排放係數兩類

資料庫中。

配合資料儲存、維護與管理需求，本計畫係分別建置碳排放活動資料庫及碳排放係數資料庫，分別儲存排放活動數據和係數原始資料。兩系統皆有其配套的資料庫管理介面，透過不同權限使用者的區分，確保資料的維護過程不致於因為人為疏失而導致原始資料遺失或受到損害；另資料庫管理維護介面，同時也將是各式原始資料查詢與供應的操作介面。

現階段整個資料庫系統已開發完成至前述活動數據及係數蒐集介面與資料庫，操作介面則另說明於後續各小節。本計畫規劃未來能透過系統化的方式，在資料庫已累積相當的資料量的同時，陸續開發工程碳足跡計算與分析界面，期將目前先以人工執行、確認運算邏輯的碳足跡排放清冊彙整工作，成為自動化的碳足跡運算與統計介面，以利能更有效且正確地產出盤查暨排放清冊，提升蘇花改計畫工程碳足跡計算與查證效益。

3.2.4 碳足跡盤查活動資料蒐集介面說明

目前已開放為承包商、監造單位碳管理專責人員使用的資料填報及檢查的介面包括：碳盤查登錄清冊、碳盤查日誌、碳盤查月報以及監造日/月檢核表。為使蘇花改工程監造與碳管理相關資料的內容與控管機制能有一致性，本計畫所設計之資訊系統，目前已建構於蘇花公路改善工程 A、C 段監造資訊管理系統中，登入頁面及網址如圖 3.2.4-1(a)，供使用者填入帳號密碼進行驗證；進入後即依不同使用者權限、可看到具有不同功能鍵的操作頁面，使用者可由左側欄位點選碳排盤查選項，如圖 3.2.4-1(b)；進入碳排盤查活動數據資料蒐集系統畫面則如圖 3.2.4-1(c)。

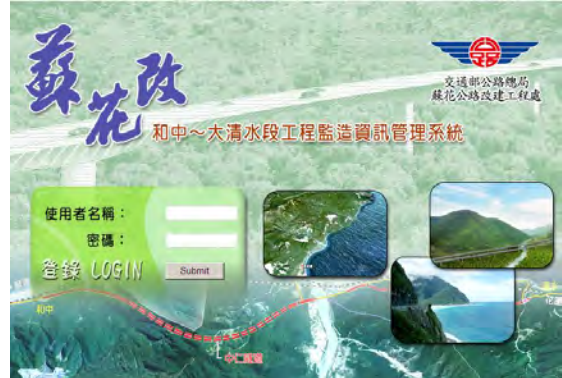
其中，又依承包商、監造、輔導單位等三種不同使用者角色，有不同的功能設計，如圖 3.2.4-2 所示，包括如 3.2.1 節所述，輔導承包商填報盤查資料的：日誌一般、日誌運輸、登錄清冊、上傳檔案及碳盤月報 5 項功能；提供監造人員填報資料檢核結果的監造檢核功能，以及輔助

輔導單位管理資料的輔導查核功能。



蘇澳東澳段(A段)

<http://suhua-a.secpm.sinotech.com.tw/>



和中之大清水段(C段)

<http://suhua-c.secpm.sinotech.com.tw/>

(a) 監造資訊管理系統登入頁面



蘇澳東澳段(A段)-盤查輔導人員畫面



和中之大清水段(C段)- 承包商人員畫面

(b) 登入後之系統首頁



蘇澳東澳段(A段)



和中之大清水段(C段)

(c) 碳排盤查活動數據蒐集資料庫系統頁面

圖 3.2.4-1 蘇花改碳排盤查活動數據蒐集資料庫系統登入頁面



圖 3.2.4-2 蘇花改碳排盤查活動數據蒐集資料庫系統功能說明

以下即簡要介紹本計畫目前已完成之盤查資料蒐集、檢核與分析介面。

一、登錄清冊

依據本計畫設計之登錄清冊表單，目前系統所提供的登錄清冊資料填查頁面共有 9 頁，如圖 3.2.4-3 所示。由圖 3.2.4-2 框線處可看出，目前登錄清冊內容共包含 9 項，分別為：

1. 施工項目登錄；
2. 供應商/協力廠登錄；
3. 機具/耗能設備登錄；
4. 用電計量設備登錄；
5. 用水計量設備登錄；
6. 工程材料登錄；
7. 植生登錄；
8. 運具設備登錄；及
9. 人員交通方式登錄。

蘇花公路改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

回至碳盤首頁 施工項目 廠商登錄 機具耗能 用電登錄 用水登錄 工程材料 植生登錄 運具設備 人員登錄

標別: A3 台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程

資料過濾條件

登錄日期從 [] 至 [] 本日 昨日 本月 今年 全部

作業識別碼 [] (關鍵字) 作業名稱 [] (關鍵字) 執行查詢 清除查詢條件

每頁筆數: 全部 新增一筆 Excel報表輸出

登錄日期	更新日期	工區	作業識別碼	作業名稱	開始日期	完成日期	施工結束	備註
編輯	20120918	20130520	全工區	A0100 蘇花改A3標開工	20120917	20120917	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20120918	20130522	全工區	BA0100 動員及準備(包含危評)	20120917	20121130	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20120912	20130606	全工區	BA0105 清除掘除 拆除及圍籬工程	20121012	20130630	☐	電子檔 地圖位置 附件-整體網圖.pdf
編輯	20120919	20130603	全工區	BA0110 施工便道及便橋	20121029	20130630	☐	電子檔 地圖位置
編輯	20121220	20130401	幸福高架橋	DAA0150 PS2井基	20121219	20130325	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20121228	20130711	幸福高架橋	DAA0170 PS3井基	20121227	20130711	☐	電子檔 地圖位置
編輯	20130104	20130530	東澳北溪河川橋	DBB0130 PS1井基	20130104	20130531	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20130109	20130604	東澳北溪河川橋	DBB0120 PN1井基	20130108	20130603	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20120920	20130225	東澳北溪河川橋	DBA0100 基樁載重試驗(P6 試驗載重2.181T)	20130113	20130222	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20121220	20130425	幸福高架橋	DAA0140 PN2井基	20130115	20130424	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20120920	20130522	東澳北溪河川橋	DBA0120 PS2基樁(16支)	20130116	20130220	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20130127	20130522	東澳北溪河川橋	DBA0180 P6基樁(16支)	20130124	20130208	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20130130	20130630	幸福高架橋	DAA0160 PN3井基	20130130	20130627	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20130218	20130522	東澳北溪河川橋	DBA0220 P13基樁(25支)	20130217	20130317	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20120920	20130522	東澳北溪河川橋	DBA0110 PN2基樁(16支)	20130221	20130318	☑	電子檔 地圖位置
編輯	20130224	20130417	東澳北溪河川橋	DBB0190 PS10井基	20130221	20130420	☐	電子檔 地圖位置

圖 3.2.4-3 蘇花改碳排盤查登錄清冊資料填查頁面

登錄清冊的最佳填寫時機為承包商明確掌握將進入工區之材料、機運具或廠商後但工作真正開始前；以協力廠商為例，應在簽約、確定其負責之工作內容時即填入登錄清冊中，並將採購相關資料(規格、數量等)一併列為佐證資料，作為可明確釐清該標工程碳排放源的清單。

為確保能登錄資料至少能在特定施工項目施作、廠商或人員開始進駐作業，及機具、電力、水、工料等被操作、使用或運入之際，能夠確實被登錄，故部份登錄資料係為碳盤查日誌中部份項目之下拉式選單內容來源，使得承商在日誌填報某項活動量資料、但無對應的選項可選擇時，即必須補進入登錄清冊表單填寫相關項目內容，藉以提升資料蒐集的完整性。

二、日誌

日誌部份又分為日誌一般和日誌運輸兩種功能頁面。進入日誌一般選項後，即可看到用於記錄工程活動內容及各碳排放源活動量的9個分頁，包含：作業項目、機具使用、用電、用水、工料使用、廢棄物、碳匯改變、人員出勤紀錄及累計工期；如圖 3.2.4-4 所示。

蘇花公路改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【破盤查】 wanchi5926@ms.kimoledn.gov.tw

首頁 日誌一般 日誌運輸 登錄清冊 上載檔案 破盤月報 監造檢核 輔導查核

標別: A3 台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程 日期: 2013/07/17

日報檔下載

作業項目 機具使用 用電 用水 工料使用 廢棄物 碳匯改變 人員出勤紀錄 累計工期

工程進行情況(填入作業識別碼及作業名稱)

今日作業項目			
工區	作業名稱	備註	
移除	東澳北溪河川橋 北口洞口平台、邊坡保護	編輯	
移除	幸福高架橋 PS3墩柱(15.4m)	編輯	
移除	東澳北溪河川橋 PS1墩柱(9.6m)	編輯	
移除	東澳北溪河川橋 PN2墩柱(14.4m)	編輯	
移除	東澳北溪河川橋 PS5墩柱(14.7m)	編輯	
移除	全工區 排水工程	編輯	

六月	2013年7月						八月
週日	週一	週二	週三	週四	週五	週六	
30 7 項	1 5 項	2 7 項	3 9 項	4 9 項	5 6 項	6 7 項	
7 7 項	8 6 項	9 5 項	10 6 項	11 7 項	12 8 項	13 1 項	
14 7 項	15 6 項	16 7 項	17 8 項	18 1 項	19 2 項	20 3 項	
21 4 項	22 5 項	23 6 項	24 7 項	25 8 項	26 9 項	27 10 項	

已建檔作業項目

關鍵字: 符合施工期間內 過濾

工區	作業名稱
<-加入	幸福高架橋 南口洞口平台、邊坡保護
<-加入	幸福高架橋 PN3墩柱(15.2m)
<-加入	東澳北溪河川橋 PS3基礎
<-加入	東澳北溪河川橋 PS4基礎
<-加入	東澳北溪河川橋 PS2墩柱(13.8m)
<-加入	東澳北溪河川橋 PN5墩柱(14.7m)
<-加入	東澳北溪河川橋 PN6墩柱(18.8m)

複製日期: 資料至本日

圖 3.2.4-4 蘇花改碳排盤查系統：「日誌一般」填報頁面

另點選日誌運輸選項後即可進入用於記錄機具、工料及廢棄物等內送或外運的運輸事件表單，填寫資料項目包括：日期、運具類別、能源類別、運進/出、運送項目、運輸量、運距、起迄點、運具規格、運具油耗等；如圖 3.2.4-5。



圖 3.2.4-5 蘇花改碳排盤查系統：「日誌運輸」填報頁面

承包商完成日誌填報、提供適當的佐證資料作為填報數據的檢核參考，並進行必要的登錄清冊資料新增或修改後，即可於返回日誌一般頁面、點選日報表下載按鈕(如圖 3.2.4-4 虛線圈選處)，進行下載及列印簽核程序。下載後的 Excel 檔案如圖 3.2.4-6 所示，與附錄 I 所整理的各式表單相同；承包商可在下載後略作格式整理，並以此列印進行書面簽核。

三、月報

點選碳盤月報之畫面如圖 3.2.4-7，即為由系統自動加總整理如 3.2.1 所述之月報填報項目，目的為幫助承包商將已填入之數據資料作統計整理，提升承包商每月進行自我檢查的效率。經承包商確認當月之資料無缺漏後，即可點選頁面上方月報報表輸出按鈕(虛線圈選處)，進行月報下載及列印簽核程序。下載後的 Excel 檔案如圖 3.2.4-8 所示，與附錄 I 所整理的月報表單相同；承包商可在下載後以此列印進行書面簽核。

DR-1道路工程施工碳足跡盤查日誌										
表報編號：A3-20130707-1					填報日期：2013年7月7日 (星期日)					
工程名稱			台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程			承攬廠商名稱			新亞建設開發股份有限公司	
契約工期		1265	天	累計工期		294	天	開工日期		2012/09/17
剩餘工期		971	天	工期展延天數		0	天	預定完工日期		2016/03/04
工程進行情況(填入作業職別碼及作業名稱)：										
CA0130 北口洞口平台、邊坡保護										
DAC0170 PS3墩柱(15.4m)										
DBC0150 PS3基礎										
DBD0120 PN1墩柱(10.0m)										
DBD0210 PS5墩柱(14.7m)										
DBD0220 PN6墩柱(18.8m)										
DW1010 排水工程										
1-1 機具使用(包含公務車及交通車) <input checked="" type="checkbox"/> 有										
機運具編號	機運具名稱	施工項目	施作時數(hr)*	行駛里程(km)	總耗能	耗能單位	油料來源	耗能量附件		
ME-田大01	吊車(35T)	DBD0120 PN1墩柱(10.0m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大02	吊卡車(15T)	DBD0220 PN6墩柱(18.8m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大03	吊卡車(23T)	DBD0120 PN1墩柱(10.0m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大04	發電機(大型)	DBC0150 PS3基礎	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大05	發電機(大型)	DBD0210 PS5墩柱(14.7m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大06	泵浦車()	DBC0150 PS3基礎	5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大07	發電機(中型)	DBD0210 PS5墩柱(14.7m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大08	發電機(小型)	DAC0170 PS3墩柱(15.4m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大14	吊車(25T)()	DBD0210 PS5墩柱(14.7m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-益群豐01	挖土機(19.8	DW1010 排水工程	7			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-益群豐04	打樁機(PC300)	DW1010 排水工程	7			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特01	挖土機(PC40)	CA0130 北口洞口平台、邊坡保護	7			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特05	挖土機(PC228)	CA0130 北口洞口平台、邊坡保護	1			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
1-2 機具運輸 <input type="checkbox"/> 無										
2 用電 <input type="checkbox"/> 無										
用電編號	抄表時間	度數	耗電量(度)			用電度數附件				
							<input type="checkbox"/> 相片			
3 用水 <input type="checkbox"/> 無										
用水編號	抄表時間	度數	用水量(度)			用水水度數附件				
4-1 工料使用 <input checked="" type="checkbox"/> 有										
工料編號	工料名稱	施工項目	使用數量	工料數量單位	施工範圍		工料數量附件			
MA-宜興04	混凝土280(280	DBC0150 PS3基礎	73	m3	PS3 PC		<input type="checkbox"/> 進料單			
4-2 工料運輸(包含土方、油料及植物) <input checked="" type="checkbox"/> 有										
5-1 廢棄物 <input type="checkbox"/> 無										
廢棄物編號	廢棄物名稱	廢棄量	廢棄量單位	性質	處置方式		廢棄量附件			
5-2 廢棄物運輸 <input type="checkbox"/> 無										
6 碳匯改變** <input type="checkbox"/> 無										
植物編號	植物名稱	施工項目	植生/移除量	植生/移除量單	施工範圍		改變型態	植生情形附件		
7 人員出勤紀錄										
工別編號	工別	人數	出勤人數附件							
A3-01	新亞建設	10	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							

DR-2道路工程施工碳足跡盤查日誌(運輸)																
表報編號：A3-20130707-2					填報日期：2013年7月7日 (星期日)											
工程名稱					台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程											
承攬廠商名稱					新亞建設開發股份有限公司											
契約工期		1265	天	累計工期		294	天	開工日期		2012/09/17						
剩餘工期		971	天	工期展延天數		0	天	預定完工日期		2016/03/04						
運輸流水號	運輸日期	運進/出	運具類別	廠牌型號	規格(噸(cc))	能源類別	運送項目編號	運送項目名稱	運輸總量	運輸量單位	單向運距(km)	運輸起點	運輸終點	距離資料品質	附件	備註
001	20130707	運進	混凝土攪拌車			柴油	MA-宜興04	混凝土280	73	m3	15	南澳	東澳	估計值	<input type="checkbox"/> 進貨單/送驗報告; <input type="checkbox"/> 油單	
※ 附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以表示已確實檢查表單附件是否完備。																
填表人：										工地主任：						

圖 3.2.4-6 蘇花改碳排盤查系統日報檔下載之 Excel 檔

蘇花公路改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 [碳盤查] wanchi5926@gmail.com/sin9024.com.tw

首頁 日誌一般 日誌運輸 登錄清冊 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

標別: A3 台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程 月報報表輸出

2013 年 6 月

季別 月份
 第1季 1 2 3
 第2季 4 5 6
 第3季 7 8 9
 第4季 10 11 12

月報附件影像檔上傳

- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案
- 選擇檔案 未選擇檔案

上傳

102.06新亞電費單.pdf 刪除 檢視
 配特-加油明細.pdf 刪除 檢視
 田大-加油明細.pdf 刪除 檢視
 順運-加油單-1.pdf 刪除 檢視
 102.06新亞-加油明細.pdf 刪除 檢視
 102.06.30新亞電表.pdf 刪除 檢視
 益群豐-加油明細.pdf 刪除 檢視

◆工程進行情況(輸入作業識別碼及作業名稱)

作業識別碼	作業名稱	填寫次數	最早日期	最晚日期	明細資料
BA0105	清除掘除 拆除及圍籬工程	19	2013/06/10	2013/06/30	明細資料
BA0110	施工便道及便橋	10	2013/06/01	2013/06/25	明細資料
CA0100	南口洞口平台、邊坡保護	4	2013/06/05	2013/06/14	明細資料
CA0130	北口洞口平台、邊坡保護	14	2013/06/07	2013/06/28	明細資料
DAA0120	PN1井基	3	2013/06/01	2013/06/03	明細資料
DAA0180	PN3井基	4	2013/06/23	2013/06/26	明細資料
DAC0140	PN2墩柱(8.6m)	12	2013/06/02	2013/06/30	明細資料
DAC0150	PS2墩柱(8.9m)	5	2013/06/05	2013/06/19	明細資料
DAC0160	PN3墩柱(15.2m)	2	2013/06/27	2013/06/28	明細資料
DBB0120	PN1井基	3	2013/06/01	2013/06/03	明細資料
DBC0150	PS3基礎	9	2013/06/20	2013/06/30	明細資料
DBC0170	PS4基礎	5	2013/06/19	2013/06/30	明細資料
DBC0180	P5基礎	24	2013/06/04	2013/06/30	明細資料
DBD0100	AN1牆身	20	2013/06/01	2013/06/28	明細資料
DBD0120	PN1墩柱(10.0m)	7	2013/06/04	2013/06/30	明細資料
DBD0130	PS1墩柱(9.6m)	11	2013/06/02	2013/06/25	明細資料
DBD0150	PS2墩柱(13.8m)	2	2013/06/04	2013/06/19	明細資料
DBD0230	PS6墩柱(18.8m)	22	2013/06/07	2013/06/30	明細資料
DBD0360	PN13墩柱(17.4m)	2	2013/06/05	2013/06/06	明細資料

◆1-1機具使用(包含公務車及交通車)

機具編號	機具名稱	累計施工時數 (hr)	累計行駛里程 (km)	總耗能	耗能單位	填寫次數	最早日期	最晚日期	明細資料
JP-125	小客車		1,563	164.38	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
JP-139	客貨兩用車		2,119	109.7	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-552	機車		260	7.67	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-553	機車		299	8.31	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-554	機車		317	11	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-555	機車		849	20.4	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-556	機車		526	14.9	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-557	機車		14	9.24	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料
MC-558	機車		870	22.38	L	1	2013/06/30	2013/06/30	明細資料

圖 3.2.4-7 蘇花改碳排盤查系統：「碳盤月報」頁面

交通部公路總局蘇花公路改善工程處 蘇花公路改善計畫工程碳管理委託服務工作

表報編號：A3-201306		版次：v1.3		填報日期：2013年7月19日	
工程名稱	台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程	PT-252	客貨兩用車	0	1950
承攬廠商名稱	新亞建設開發股份有限公司	PT-254	小貨車	0	493
填報期間	102年06月01日(星期六)-102年06月30日(星期日)	PT-258	客貨兩用車	0	2256
工程進行情況(填入作業類別及作業名稱):	田大-共用油箱	PT-259	客貨兩用車	0	889
BA0105	清除掘除、拆除及圍籬工程	PT-260	客貨兩用車	0	755
BA0110	施工便道及便橋	WT-16	其他	0	577
CA0100	南口洞口平台、邊坡保護	田大-共用油箱		0	0
CA0130	北口洞口平台、邊坡保護				
DAA0120	PN1井基				
DAA0160	PN3井基				
DAC0140	PN2墩柱(8.6m)				
DAC0150	PS2墩柱(8.9m)				
DAC0160	PN3墩柱(15.2m)				
DBB0120	PN1井基				
DBC0150	PS3基礎				
DBC0170	PS4基礎				
DBC0180	PS5基礎				
DBD0100	AN1牆身				
DBD0120	PN1墩柱(10.0m)				
DBD0130	PS1墩柱(9.6m)				
DBD0150	PS2墩柱(13.8m)				
DBD0230	PS6墩柱(18.8m)				
DBD0360	PN13墩柱(17.4m)				
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)		1-2 機具運輸			
機運具編號	機運具名稱	本月累計施作時數			
JP-125	小客車	0			
JP-139	客貨兩用車	0			
MC-552	機車	0			
MC-553	機車	0			
MC-554	機車	0			
MC-555	機車	0			
MC-556	機車	0			
MC-557	機車	0			
MC-558	機車	0			
MC-559	機車	0			
MC-560	機車	0			
ME-弘大鑫06	吊車	15			
ME-弘大鑫09	發電機	19			
ME-弘大鑫10	空壓機	4			
ME-弘大鑫11	吊卡車	23			
ME-弘大鑫13	噴漿機	4			
ME-弘大鑫20	泵浦車	9			
ME-田大01	吊車	263			
ME-田大02	吊卡車	137			
ME-田大03	吊卡車	246.5			
ME-田大04	發電機(大型)	259			
ME-田大05	發電機(大型)	66.5			
ME-田大06	泵浦車	81.5			
ME-田大07	發電機(中型)	139			
ME-田大08	發電機(小型)	240			
ME-田大09	發電機(小型)	116.5			
ME-田大10	發電機(小型)	8.5			
ME-田大11	挖土機	17			
ME-田大12	挖土機	106			
ME-田大13	挖土機	25.5			
ME-田大14	吊車(25T)	17			
ME-田大16	高空作業車	39			
ME-益群豐01	挖土機	209			
ME-配特01	挖土機	9			
ME-配特02	挖土機	0			
ME-配特03	發電機	70			
ME-配特04	空壓機	66			
ME-配特05	挖土機	72			
ME-順運03	打樁機	26			
ME-順運04	發電機	25			
ME-順運09	框式附加吊桿車	38			
MO-田大01	傾卸車	80.5			
MO-田大02	傾卸車	72			
MO-田大03	傾卸車	25.5			
PT-252	客貨兩用車	0			
PT-254	小貨車	0			
PT-258	客貨兩用車	0			
PT-259	客貨兩用車	0			
PT-260	客貨兩用車	0			
WT-16	其他	0			
田大-共用油箱		0			
1-2 機具運輸		2 用電			
		3 用水			
		4-1 工料使用			
		4-2 工料運輸(包含土方、油料及植物)			
		5-1 廢棄物			
		5-2 廢棄物運輸			
		6 碳匯改變			
		7 人員出勤紀錄			
		編號 協力廠商別/工別 本月總人次			
		A3-01 新亞建設 623			
		A3-02 弘大鑫 40			
		A3-03 益群豐 58			
		A3-04 順運 58			
		A3-07 豐達 90			
		A3-08 田大 738			
		A3-10 配特 201			
		田大-共用油箱 0			
		填表人：			
		工地主任：			

圖 3.2.4-8 蘇花改碳排盤查系統月報檔下載之 Excel 檔

四、日/月檢核表

監造檢核功能畫面如圖 3.2.4-9，內容又分為日檢核表及月檢核表兩個子頁，作為監造單位碳管理人員就承包商所提出之資料，進行初步檢核之依據。監造人員在線上完成檢核表點選確認後，即可利用頁面上方按鈕下載檢核表 Word 檔案，檔案畫面如圖 3.2.4-10。

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【碳盤查】 wanchi5320@mail.sroads.ctb.gov.tw

回至碳盤首頁 | **日檢核表** | 月檢核表

標別: A3 台9線蘇花公路東澳東岳段新建工程 | 日期: 2013/07/07 | 日檢核表檔下載

五月 | 2013年六月 | 七月

週日	週一	週二	週三	週四	週五	週六
26	27	28	29	30	31	1
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填
2	3	4	5	6	7	8
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填
9	10	11	12	13	14	15
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填
16	17	18	19	20	21	22
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填
23	24	25	26	27	28	29
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填
30	1	2	3	4	5	6
已填	已填	已填	已填	已填	已填	已填

契約資料

契約工期 1265 天
開工日期 2012/09/17
預定完工日期 2016/03/04
契約變更次數 0 次
工期展延天數 0 天

承商進報工期

契約工期 1265 天
累計工期 294 天
剩餘工期 971 天
工期展延天數 0 天

日檢核表-簽核後影像檔上傳

檔案 選擇檔案 | 未選擇檔案
上傳
102.07.07日檢核表.tif | 刪除 | 檢視

承商日誌-簽核後影像檔上傳

檔案 選擇檔案 | 未選擇檔案
上傳
102.07.07碳盤查日誌.tif | 刪除 | 檢視

工程進行情況查核：重要施工項目及數量是否相符 是 有誤 有缺

1-1 機具使用(包含公務車及交通車) 有 無

查核項目內容	查核結果	補充說明
所用機具是否符合工程內容所需?	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
所用機具是否皆已登錄	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
所用機具操作時數是否合理	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
所用機具能耗量是否合理	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
油料來源與佐證資料是否相符	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	

1-2 機具運輸 有 無

2 用電(含橋梁、道路、隧道各工區) 有 無

3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區) 有 無

4-1 工料使用(包含土方、油料及植物) 有 無

查核項目內容	查核結果	補充說明
所用工料是否符合工程內容所需?	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
所用工料是否皆已登錄	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
所用工料數量與施工範圍比對是否合理	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
工料進場數量與佐證資料是否相符	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	

4-2 工料運輸 有 無

查核項目內容	查核結果	補充說明
到場之工料是否符合工程內容所需?	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
載運之工料量是否合理	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
運輸距離是否合理	<input checked="" type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
運具能耗量是否合理	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	
能耗量與佐證資料是否相符	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 誤 <input type="radio"/> 缺	

圖 3.2.4-9 蘇花改碳排盤查系統：「監造檢核」頁面

版次: v1.1		第 1 頁 共 2 頁		版次: v1.1		第 2 頁 共 2 頁																	
道路工程監造碳管理日檢核表				道路工程監造碳管理日檢核表																			
系統編號: A3-20130707		報核日期: 102年07月07日(星期五)		系統編號: A3-20130707		報核日期: 102年07月07日(星期五)																	
工程名稱	台9線蘇花公路改善計畫建設工程	承攬廠商名稱	新亞建設開發股份有限公司	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">7 人員出勤紀錄</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無</td> </tr> <tr> <td>量控項目內容</td> <td>量控頻率</td> <td colspan="2">補充說明</td> </tr> <tr> <td>出勤人員簽印交通方式是否皆已登錄</td> <td><input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>有缺 <input type="checkbox"/>有缺</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>出勤人員簽印後機號是否皆符合</td> <td><input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>有缺 <input type="checkbox"/>有缺</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				7 人員出勤紀錄		<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		量控項目內容	量控頻率	補充說明		出勤人員簽印交通方式是否皆已登錄	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺			出勤人員簽印後機號是否皆符合	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺		
7 人員出勤紀錄		<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無																					
量控項目內容	量控頻率	補充說明																					
出勤人員簽印交通方式是否皆已登錄	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																						
出勤人員簽印後機號是否皆符合	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																						
契約工期	1265天	契約工期	294天	契約工期	971天	二期底結式數	0天																
開工日期	2012/09/17	報完工日期	2014/03/04																				
工程進行情況彙報: 重要施工項目及數量是否相符				<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																			
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無																			
量控項目內容		量控頻率		補充說明																			
所用機具是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
所用機具是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
所用機具操作紀錄是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
所用機具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
機具來源與機號是否皆相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
1-2 機具運輸				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			
2 用電(含檢測、道路、隧道各工區)				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			
3 用水(含檢測、道路、隧道各工區)				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			
4-1 工料使用(包含土方、油料及復物)				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無																			
量控項目內容		量控頻率		補充說明																			
所用工料是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
所用工料是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
所用工料數量與施工範圍比例是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
工料堆場數量與機號是否皆相符		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
4-2 工料運輸				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無																			
量控項目內容		量控頻率		補充說明																			
到場之工料是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
到場之工料是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
運具型號機號與是否皆合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
運輸紀錄是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
運具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
運輸量與機號是否皆相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																					
5-1 廢棄物				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			
5-2 廢棄物運輸				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			
6 碳匯改變				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無																			

版次: v1.1		第 1 頁 共 2 頁		版次: v1.1		第 2 頁 共 2 頁													
道路工程監造碳管理月檢核表				道路工程監造碳管理月檢核表															
系統編號: A3-201306		報核日期: 102年07月15日(星期一)		系統編號: A3-201306		報核日期: 102年07月15日(星期一)													
工程名稱	台9線蘇花公路改善計畫建設工程	承攬廠商名稱	新亞建設開發股份有限公司	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">運具型號機號與是否皆合理</td> <td colspan="2"><input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>有缺 <input type="checkbox"/>有缺</td> </tr> <tr> <td colspan="2">運輸紀錄是否合理</td> <td colspan="2"><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>有缺 <input type="checkbox"/>有缺</td> </tr> <tr> <td colspan="2">運具維修紀錄是否合理</td> <td colspan="2"><input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>有缺 <input type="checkbox"/>有缺</td> </tr> </table>				運具型號機號與是否皆合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺		運輸紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺		運具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號機號與是否皆合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
運輸紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
運具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
報核期間	102年06月01日(星期五)-102年06月30日(星期五)	契約工期	294天																
工程進行情況彙報: 重要施工項目及數量是否相符				<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺															
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無															
量控項目內容		量控頻率		補充說明															
所用機具是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
所用機具是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
所用機具操作紀錄是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
所用機具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
1-2 機具運輸				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無															
量控項目內容		量控頻率		補充說明															
到場之機具是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
運具型號機號與是否皆合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
到場之機具數量與運輸量是否相符		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
運輸紀錄是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
運具維修紀錄是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
2 用電(含檢測、道路、隧道各工區)				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無															
量控項目內容		量控頻率		補充說明															
用電狀況是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
電表是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
耗電量是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
3 用水(含檢測、道路、隧道各工區)				<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無															
4-1 工料使用(包含土方、油料及復物)				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無															
量控項目內容		量控頻率		補充說明															
所用工料是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
所用工料是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
所用工料數量與施工範圍比例是否合理		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
4-2 工料運輸				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無															
量控項目內容		量控頻率		補充說明															
到場之工料是否符合工程內容需求?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	
到場之工料是否皆已登錄		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有缺 <input type="checkbox"/> 有缺																	

圖 3.2.4-10 蘇花改碳排盤查系統監造日、月檢核下載檔案格式

以上即為目前本計畫自碳盤查工作開始執行至今，為利承商填報及監造檢核所持續修正、改善之盤查資料庫系統操作介面內容。目前歷次的修正，都是為了使承包商及監造單位碳管理人員能夠更有效填報各式碳排放活動數據，並集中儲存各式佐證資料，以確保資料能夠最有效地走完流程並完整保存，提升盤查結果的可信度。

3.2.5 碳足跡盤查活動資料鎖定及分析介面說明

除前述目前已開放為承包商、監造單位碳管理專責人員使用的系統介面外，目前本計畫也已設計幾項活動數據管理與交叉分析功能，以確保進入系統中、經查核完成之資料能夠妥善保存，並及早或及時發現盤查資料之缺漏或問題點，進而維持碳盤查資料蒐集結果的正確性；茲分項說明目前已開發完成之資料鎖定、日誌綜理和測試中之耗能統計分析功能頁面。

一、資料鎖定及日誌綜理功能頁面

目前提供資料鎖定及日誌綜理功能之頁面如圖 3.2.5-1 所示；其中，核定資料部份係在盤查矯正程序完成後，為確保系統內的數據資料與簽核版本一致而作的鎖定功能，一旦核定則承商即無法更動前述日誌與月報資料，同時也關閉日、月報表下載功能。另日誌綜理部份則是提供下載特定時段的日誌一般或日誌運輸 Excel 檔，以 6 月下半月茲料檢核所需為例，則可輸出資料區間、分別得到所有日誌及日誌運輸之 excel 表單共兩份，如圖 3.2.5-2 所示；作為本計畫連續核對歷史資料的輔助工具。

二、耗能統計分析頁面

耗能統計分析頁面之目的是為了能夠持續彙整各機具能耗量與操作時間的填報情形，透過每期油耗率之計算結果比對，了解各式機具的能耗量資料是否有缺漏或誤填，並可於計畫執行完成後提出累算而得的機具能耗參數。以分析挖土機之能耗為例，可藉由輸入查詢條件得到分析結果，頁面如圖 3.2.5-3 所示。

蘇花公路改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【碳盤查】 wanchi5926@gmail.com/sinotech.com.tw

回至碳盤首頁 核定資料 日誌綜理 耗能統計 工料庫存 差異分析 異常管理 活動紀錄

標別: A1 台9線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程

2013年6月						
五月	週一	週二	週三	週四	週五	週六
26 已核 取消	27 已核 取消	28 已核 取消	29 已核 取消	30 已核 取消	31 已核 取消	1 已核 取消
2 已核 取消	3 已核 取消	4 已核 取消	5 已核 取消	6 已核 取消	7 已核 取消	8 已核 取消
9 已核 取消	10 未核 核定	11 已核 取消	12 已核 取消	13 已核 取消	14 已核 取消	15 已核 取消
16 未核 核定	17 未核 核定	18 未核 核定	19 未核 核定	20 未核 核定	21 未核 核定	22 未核 核定
23 未核 核定	24 未核 核定	25 未核 核定	26 未核 核定	27 未核 核定	28 未核 核定	29 未核 核定
30 未核 核定	1 未核 核定	2 未核 核定	3 未核 核定	4 未核 核定	5 未核 核定	6 未核 核定

圖 3.2.5-1 蘇花改碳排盤查系統：核定資料頁面

蘇花公路改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【碳盤查】 wanchi5926@gmail.com/sinotech.com.tw

回至碳盤首頁 核定資料 日誌綜理 耗能統計 工料庫存

標別: A2 台9線蘇花公路東澳隧道新建工程

日期從: 2013/06/16 至: 2013/06/30

DR1資料下載 DR2資料下載

DR-2 道路工程施工碳足跡盤查日誌(運輸)

DR-1 道路工程施工碳足跡盤查日誌

表號編號: A2-20130616-1

工程名稱	開始日期	結束日期	總計工數	工數單位	核定日期	核定日期
台9線蘇花公路東澳隧道新建工程	1942	1158	天	184	天	2012/12/15

工程運行情況(輸入作業類別及作業名稱):

編號	機具名稱	機具規格	機具項目	操作時間(h:m)	行駛里程(km)	總耗電	耗電單位	油料來源	耗油附件
14	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
15	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
16	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
17	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
18	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
19	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
20	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	
21	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	7		L	自行添加	□機具專用設備(附表4)	

1-1 機具管理 (同為公路局及交通部) 圖例

編號	機具名稱	機具規格	機具項目	使用數量	工料數量單位	機具總重	工料數量
31	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0010 水保設施	184	m ³	南口工區	~進料單
32	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0010 水保設施	0.46	ton	南口工區	~進料單
33	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0010 水保設施	3.2	m ³	南口工區	~進料單
34	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0016 永樂車場土方暫置區	21	m ³	北口工區	~進料單
35	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0010 水保設施	14.2	m ³	北口工區	~進料單
36	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0013 東澳車場土方暫置區	53	m ³	南口工區	~進料單

1-2 機具運輸 圖例

編號	用電設備	抄表時間	度數	耗電量度	用電度數附件
24	用電設備	抄表時間	度數	耗電量度	用電度數附件

1-3 用水 圖例

編號	用水設備	抄表時間	度數	用水量度	用水量度數附件
27	用水設備	抄表時間	度數	用水量度	用水量度數附件

1-4 用水 圖例

編號	工程名稱	機具項目	使用數量	工料數量單位	機具總重	工料數量	
31	3.5E 震動夯	震動夯(規格)	A0010 水保設施	184	m ³	南口工區	~進料單

圖 3.2.5-2 蘇花改碳排盤查系統：日誌綜理頁面及下載檔案格式



圖 3.2.5-3 蘇花改碳排盤查系統：耗能統計頁面

由圖可以看出許多挖土機未能於介面中自動帶出算出能耗率，其一是因為部份挖土機操作時數尚短，尚未有油耗資料；其二則是因為部份協力廠商的機具油料來源為無法提出分油紀錄的共用桶槽，故這些協力廠商所用之挖土機，亦無法由系統中自動計算出其能耗率，此即為共用油箱對於工程碳足跡盤查結果的查證雖不會造成影響，但本計畫仍致力於與協力廠商協商、改善加油紀錄方式之原因。本計畫也將利用機具能耗分析頁面功能，再進一步整合登錄資料，分析不同規格、功率及機齡之同型機具的能耗差異。

3.2.6 後續系統更新構想

比對本章 3.2.1 節及 3.2.4 節內容可知，本計畫為工程碳足跡盤查設

計之各式表單中，登錄清冊、日誌及日檢核表、月報及月檢核表皆已對應建置有線上填報與輸出頁面，作為承包商與監造碳管理人員完成碳足跡盤查紀錄之依據；惟年報部份因為今(102)年度 1 月是第一次填報，故先是以提供單機版表單的方式，要求各級管理單位進行資料填寫，並以書面的方式提送相關佐證資料。

本計畫今年度已基於 101 年度年報資料蒐集與彙整經驗，更新年報資料報表及逸散設備格式，如附錄 I 表 I-13 及附表 I-14。依據盤查資料項目與年報填報人員之意見回饋方式，本計畫目前規劃建置之年報填查系統架構如圖 3.2.6-1。

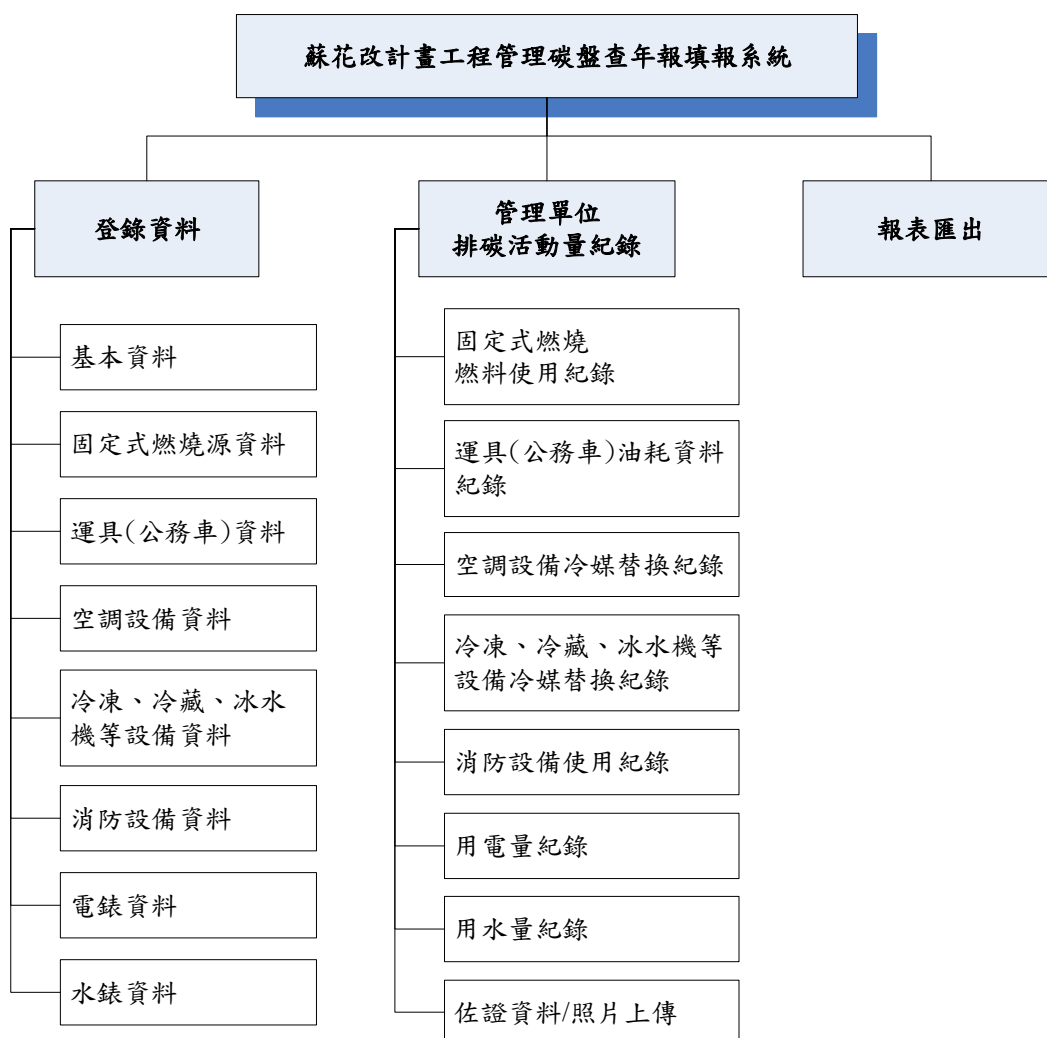


圖 3.2.6-1 蘇花改碳排盤查年報填報系統架構

此系統後續將與目前的碳足跡盤查系統相關連，並透過資料自動篩選方式，將承包商已在日誌、月報系統中登錄的資料抓取至年報系統中，如公務車登錄資料及油耗料紀錄、電錶水錶登錄資料及用電、用水量等，避免資料重覆填寫。此部份各頁面之資料表單尚在設計確認階段，故本計畫目前係規劃於 9 月份上線，開放各級管理單位人員能夠以分項、不限期填寫的方式，持續累積今年度各項排碳活動記錄與佐證資料，以利於年底時能夠完整且更有效地彙整完成蘇花改計畫工程管理部份碳足跡盤查結果。

3.3 碳足跡係數蒐集與選用原則

3.3.1 係數選用原則

基於碳足跡盤查結果的代表性，在同樣符合碳足跡計算規範與查證要求的情況下，本計畫蒐集係數的來源主要有三種，包含：由資料庫或相關文獻篩選與率定之係數、國內公告碳排放係數及資料庫係數組合之半本土化係數、供應商提供產品碳足跡或進行盤查取得之本土化係數三種。以下即分別說明不同來源之係數選用原則。

一、資料庫及文獻係數

由資料庫篩選適用係數時，需充份了解該係數所代表的特性與內涵，本計畫的考量條件包括：是否符合規範要求、盤查範疇、技術、地理特性及時間性，除規範要求為必須符合的條件外，因資料庫系統以歐美國家為主，在地理特性方面，則需優先採用區域性的平均值，其餘條件必須經由綜合考量後，再作出最佳化選擇。若為論文、期刊文獻或國家公告之碳足跡係數值，如同資料庫係數篩選原則，符合規範為必要條件外，亦需綜合考量盤查範疇、技術、地理特性及時間性，惟此則必須優先採用國內本土係數。

二、半本土化係數

由於我國環保署公布之溫室氣體排放係數管理表 6.0 版及「台灣產

品碳足跡資訊網」公開之碳足跡計算係數資料庫，如：電力、燃料、油品等排放係數值，並非考量完整生命週期之碳排放量，僅包含使用階段的直接排放，若直接採用將無法通過國際碳足跡評估準則的查證。因此，本計畫將另從資料庫中蒐集同品項之原料開採、製造等階段的係數，再加上我國環保署公布之排放係數，組合出具備生命週期概念之半本土化排放係數；其中資料庫係數之選用原則如前項所述。

三、本土化係數

選用本土化係數之首要條件為符合碳足跡計算標準與評估範疇之排放係數，將優先採用經過碳足跡查證之本土化係數，另將視供應商意願及必要性，進行盤查及建立本土化係數值。

3.3.2 係數資料庫系統設計與建置

為有效且正確進行碳足跡計算工作，本計畫另設計與開發完成碳排放係數資料庫系統及蒐集介面，除作為本團隊人員蒐集與建置工程碳排放係數資料之介面外，亦為未來查驗機構進行蘇花改計畫碳足跡查證時的重要參考基礎。如本章圖 3.2.3-1 所規劃，本計畫目前已係同時建立有碳足跡盤查係數資料庫及碳排放係數資料庫兩部份。

碳排放係數資料庫的資料內容，主要是本團隊廣泛蒐集目前已公開的國內外碳排放係數資料的結果，其資料來源或所代表的邊界可能還需要進一步找到其原始文獻才能確認；而碳足跡盤查係數資料庫內容主要來源為由生命週期評估軟體(Simapro、Gabi 等)中，經由本計畫人員完成率定程序、填寫詮釋資料後的係數資料。簡而言之，此兩係數資料庫間的差異在於是否有經過率定程序、建立詳細的詮釋資料及初始資料。

以下即分別就碳排放係數資料庫及碳足跡盤查係數資料庫建置成果作分項說明。

一、碳排放係數資料庫

根據一般工程特性，本計畫依據前期計畫所歸納出的碳排放係數類別，包括：原物料、能資源、機運具能耗、碳匯及運輸 5 大類，各別彙

整來自不同資料來源的係數蒐集結果；並建立參考文獻資料表作為各類表單內係數來源的參照依據。此碳排放系統畫面如圖 3.3.2-1 所示。

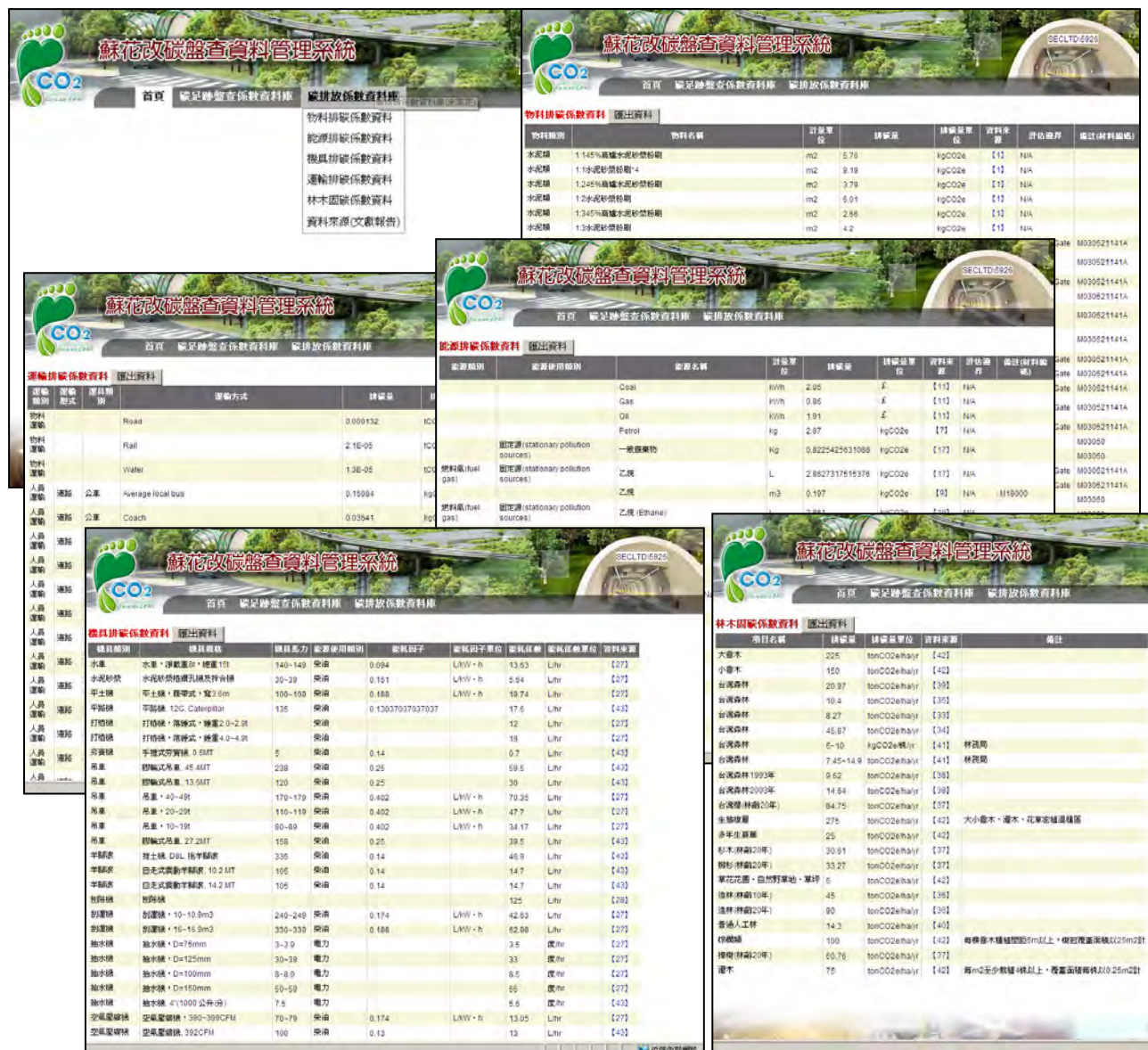


圖 3.3.2-1 碳排放係數資料庫系統頁面

二、碳足跡盤查係數資料庫

為使本計畫在評選適用係數時，能夠作出正確的比對，本團隊首先考量係數資料彙整的一致性，設計碳排放係數詮釋資料表，如表 3.3.2-1、表 3.3.2-2 所示；再設計由生命週期評估軟體之碳排放係數資料庫中擷取排碳係數之係數率定程序，如圖 3.3.2-2。

表 3.3.2-1 碳足跡盤查係數資料庫-詮釋資料主表

欄位名稱		資料庫欄位型態	表單欄位型態
中文名稱	英文名稱		
識別編號	uid	(key)	自動產生
係數類別	category	nvarchar	下拉單選 1
中文名稱	name_ch	nvarchar(50)	文字
英文名稱	name_en	varchar(80)	文字
係數生產時間	data_generation_date	year	下拉單選 2
資料建置者	register_id	varchar(20)	隱藏欄位
資料建置時間	register_date	datetime	隱藏欄位

表 3.3.2-2 碳足跡盤查係數資料庫-詮釋資料副表

欄位名稱		資料庫欄位型態	表單欄位型態
中文名稱	英文名稱		
識別編號	uid	(foreign key)	
計量方式	quantity_type	varchar(50)	下拉單選 3
計量單位	quantity_unit	varchar(50)	下拉單選 4(承 3)
排碳量	co2_emission	varchar(20)	文字
排碳量單位	co2_unit	varchar(20)	下拉單選 5
換算後排碳量	exchange_co2_emission	varchar(20)	隱藏欄位
邊界	boundary	varchar(50)	CheckBox 多選
邊界及一般註解	note_01	nvarchar(500)	文字
最近更新時間	data_update_date	year	下拉單選 6
時間註解	note_02	varchar(50)	文字
代表地區	area	varchar(50)	下拉單選 7
技術說明	process	nvarchar(500)	文字
資料來源類別	ref_category	varchar(20)	下拉單選 8
資料來源	source	nvarchar(100)	下拉單選 9
資料庫	database	varchar(50)	下拉單選 10
參考文獻	reference	nvarchar(100)	文字
附件	attachment	file	資料上傳(pdf 檔)
資料使用分級	level	varchar(20)	下拉單選 11
初始檔案	raw	file	資料上傳(Excel 檔)
資料建置者	register_id	varchar(20)	隱藏欄位
資料建置時間	register_date	datetime	隱藏欄位

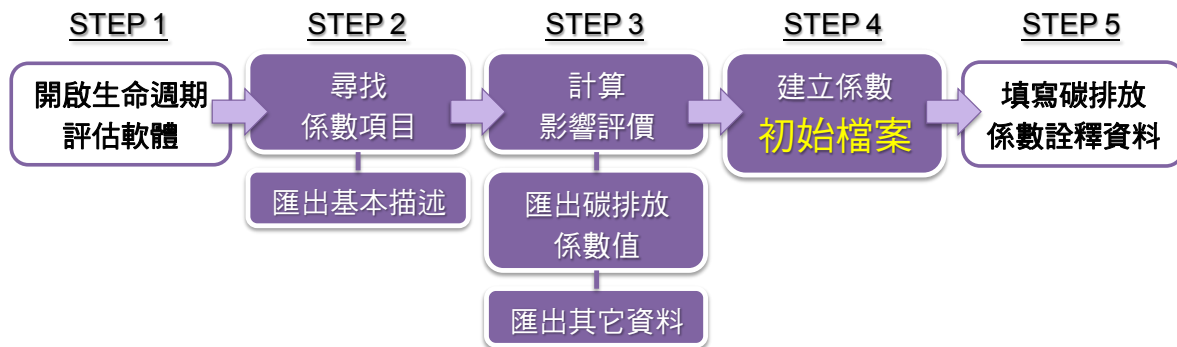


圖 3.3.2-2 碳足跡盤查係數率定與詮釋資料填寫程序

最後即可據以完成具備一致性、可參考性之排放係數詮釋資料庫系統，本計畫初步完成之係數資料填寫頁面如圖 3.3.2-3，在主表頁面填入適當資料後，則會出現相近的係數資料列表，作為填入係數更新資料的參考。此時若是要建置一筆新的係數，則可以頁面最下方「新建碳足跡盤查係數」按鈕進行副表內容填寫。

待資料建置完成後，則可由查詢頁面(如圖 3.3.2-4)依據：關鍵字、年份或類別三種條件，由資料庫篩選出適當係數。若欲對特定係數進行資料維護，則可由係數列表的最右欄點選進入資料編修頁面。

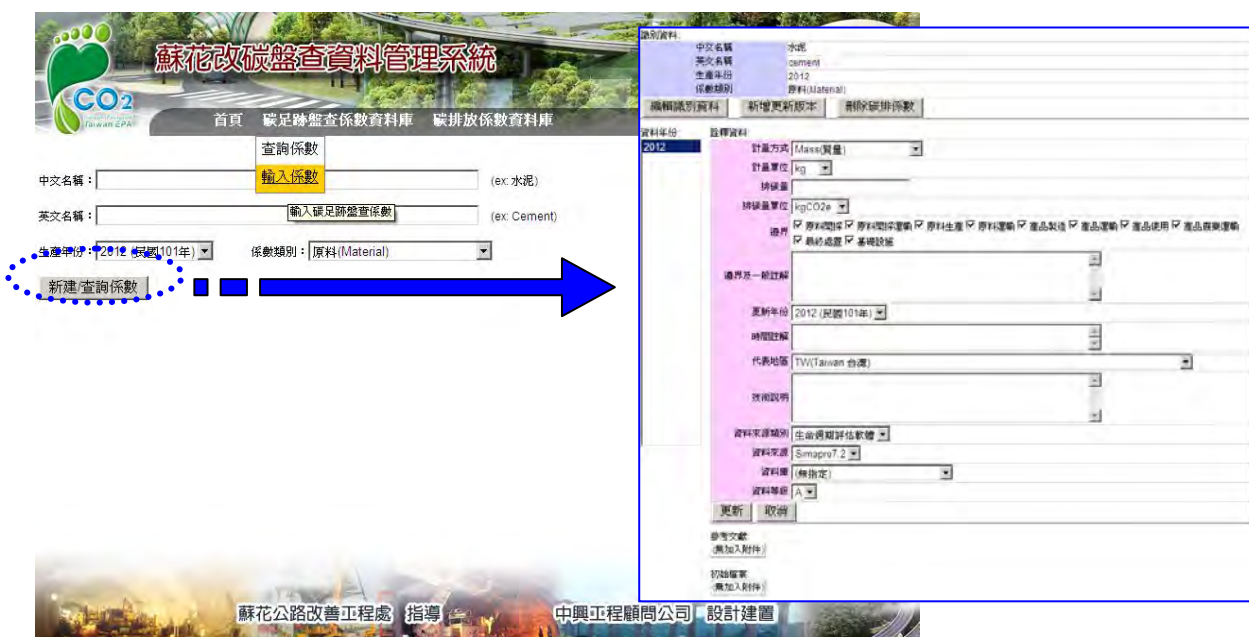


圖 3.3.2-3 碳足跡盤查係數詮釋資料主/副表填寫頁面

蘇花改碳盤查資料管理系統

首頁 碳足跡盤查係數資料庫 碳排放係數資料庫

係數名稱篩選 關鍵字: 查詢係數

生產年份篩選 全部年份 輸入年份查詢碳足跡盤查係數

係數類別篩選 原料(Material) 篩選查詢

係數查詢列表 (共 11 筆)

係數編號	中文名稱	英文名稱	係數類別	生產年份	最新年份	邊界代號	詮釋資料
1	卜特蘭水泥	Portland cement, at plant/kg/US	原料(Material)	2008	2008	[m][m][1][1][2]	>維護管理
2	卜特蘭水泥, 強度Z42.5	portland cement, strength class Z 42.5, at plant/kg/CH	原料(Material)	2004	2004	[1][1][2][0]	>維護管理
3	卜特蘭水泥, 強度Z52.5	portland cement, strength class Z 52.5, at plant/kg/CH	原料(Material)	2004	2004	[1][1][2][0]	>維護管理
4	水泥	cement, unspecified, at plant/kg/CH	原料(Material)	2004	2004	[1][1][2][0]	>維護管理
5	水泥	cement	原料(Material)	2012	2012		>維護管理
6	水泥	cement-test	原料(Material)	2012	2012		>維護管理
7	水泥(CEM I 32.5)	Cement (CEM I 32.5); technology mix, production mix, at plant	原料(Material)	2009	2009	[m][m][1][1][2][2]	>維護管理
8	水泥(CEM I 42.5)	Cement (CEM I 42.5); technology mix, production mix, at plant	原料(Material)	2009	2009	[m][m][1][1][2][2]	>維護管理
9	水泥(CEM I 52.5)	Cement (CEM I 52.5); technology mix, production mix, at plant	原料(Material)	2009	2009	[m][m][1][1][2][2]	>維護管理
10	水泥(CEM III 32.5)	Cement (CEM III 32.5); technology mix, production mix, at plant	原料(Material)	2009	2009	[m][m][1][1][2][2]	>維護管理

蘇花公路改善工程處 指導 中興工程顧問公司 設計建置

圖 3.3.2-4 碳足跡盤查係數詮釋資料查詢頁面

本計畫將持續依據蘇花改工程盤查結果所列之項目，著手蒐集國內外相關碳排放及碳足跡盤查係數資料，並以一致的型式、建立重要碳足跡盤查係數之詮釋資料、累積於資料庫中，作為後續本計畫碳足跡計算與查證之依據。

3.3.3 係數蒐集與分析方法說明

基於本計畫目前針對道路工程特性設計完成的碳足跡盤查日誌表單內容(詳附錄 I)，未來工程碳足跡排放源類別將至少包括：燃料、用電、用水、工料、土地利用型式與林木種類及廢棄物處置六類，再根據 3.4 節所彙整之工程排放活動數據資料，選出適合的排放係數。由工區碳排放活動項目彙整結果顯示，主要排放項目可劃分為機具燃料使用(柴油、汽油)、用電、用水、工程材料及運輸等類別，以下即分別就本計畫蒐集與分析燃料、電力、工程材料及運輸等排放係數之方法作簡要說明。

一、燃料

如前小節所述，我國環保署公布之溫室氣體排放係數管理表與碳足跡計算係數資料庫並非生命週期排放係數。為此，本計畫係以建立半本

土化排放係數的方式，求得本計畫用以計算之燃料生命週期排碳係數。以柴油-移動源為例，目前國內公告係數與生命週期評估軟體中可得之不同生命週期階段的排碳係數，數據如表 3.3.3-1 所示。

表 3.3.3-1 柴油-移動源半本土化係數建立

燃料名稱	評估邊界	排放係數 (kgCO ₂ e/L)	係數來源
柴油	開採提煉	0.266*	Gabi PE 「Diesel mix at refinery」
	儲存運輸	0.424*	Ecoinvent 「Diesel, at regional storage /RER S」
	使用	2.650	溫室氣體排放係數管理表 6.0 版
	生命週期	3.340	PE、Ecoinvent、國內公告係數

註：以柴油平均密度 0.83 kg/L 換算而得。

本計畫即以開採提煉、儲存運輸及使用階段的排放係數加總，求取本計畫量化碳足跡所用之半本土化柴油-移動源生命週期係數 3.340 kgCO₂e/L。另以相同方式，可建立汽油-移動源係數 3.360kgCO₂e/L、柴油-固定源係數 3.305kgCO₂e/L 為本計畫機/運具燃料耗用排放量計算所用。

二、電力

以電力使用碳排放之計算為例，我國能源局最新公告之民國 100 年，使用單位電力碳排放係數為每度電(kWh)排放 0.536 公斤二氧化碳當量，僅涵蓋發電程序的碳排放量，並不符合國際碳足跡評估規範要求。為此，本計畫參考查證單位之建議，選擇由工業技術研究院(2012)計算台灣電力相關排放係數之方法一文中，所計算出的台灣之電力排放係數：0.78 kgCO₂e/kWh，作為本計畫用電碳足跡計算之電力排放係數。

三、工程材料

由前小節工程碳排放活動項目綜整結果可知，目前(工程開始初期)

所用的工程材料，大多係以「產品」形式編列，部份並無可直接對應的產品碳足跡係數可採用。對於此類工程材料，則必須先了解該產品的組成、原物料種類及重量百分比等，進而由各組成的碳排放係數著手，利用前一小節所述之篩選原則逐一率定分析，進而選出最適合的排放係數、計算求得該產品之碳排放係數。

四、運輸

由於運輸工料或機具之運輸車輛並非承包商本身所有，本計畫可蒐集之排放活動資料為運輸車輛之規格、運輸距離及所載運之物品種類，在無法取得對應的能耗量(油單)情況下，係由資料庫中分別蒐集不同噸數或規格之貨(卡)車滿載貨物及空車時，每單位噸公里之碳排放係數，作為本計畫運輸部份的排放係數。Gabi-PE 資料庫將貨車運輸係數分為 8 種區間：7.5t~12t、12t~14t、14t~20t、20t~26t、26t~28t、28t~34t、34t~40t、大於 32t 以上。本計畫即依據上述運具規格類別，選擇符合承商填報之運具型式的該區間運輸碳排放係數進行計算；惟 3.49 噸小貨車未符合上述分類區間，故本計畫以最接近規格 7.5t~12t 替代。

3.3.4 係數計算結果

依據前述之排放係數選用原則、蒐集及分析方法，彙整工程施工碳足跡盤查填報資料所對應之碳排放係數，結果如表 3.3.4-1 所示。

表 3.3.4-1 工區碳排放係數彙整

類別	項目	規格	排放係數	單位	係數來源
燃料	柴油	移動源	3.340	kgCO ₂ e/L	Gabi-PE、Ecoinvent、國內公告係數
		固定源	3.305	kgCO ₂ e/L	
	汽油	移動源	3.360	kgCO ₂ e/L	Gabi-PE、Ecoinvent、國內公告係數

表 3.3.4-1 工區碳排放係數彙整(續一)

類別	項目	規格	排放係數	單位	係數來源
工料	混凝土	175 II kgf/cm ²	0.0726	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	混凝土	210 II kgf/cm ²	0.0875	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	混凝土	245 II kgf/cm ²	0.088	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	混凝土	280kgf/cm ²	0.0919	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	混凝土	350kgf/cm ²	0.112	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	混凝土	水中 210 II kgf/cm ²	0.088	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	噴凝土	210 II kgf/cm ²	0.0875	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	鋼纖噴凝土	255SFS	0.09	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	竹節鋼筋	13 ϕ SD280W	1.240	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
		16 ϕ SD280W			
		19 ϕ SD420W			
	鋼筋續接器	-			
	防撞鋼板	-			
	焊接鋼線網	100*100*5 mm			
		10*10*3.2mm			
	鐵絲	-			
	鐵線	-			
	鋼筋混凝土管	D1000mm、 D1500mm	0.143	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	氧氣瓶	-	0.122	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	乙炔瓶	-	5.67	kgCO ₂ e/kg	Ecoinvent、 化學平衡式
	油漆	溶劑型	2.550	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	去漬油	-	0.497	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	速凝劑	硫酸鋁鹽	0.493	kgCO ₂ e/kg	Ecoinvent
	桁架支保	鋼筋(93.43%)、 鋼鈹(6.57%)	1.298	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	自鉗式岩釘	R32*8M	1.24	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	蘭花黑網	聚乙烯(PE)	1.58	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
全阻隔式圍籬	鋼板(94.64%)、 鋼筋(5.36%)	2.04	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE	

表 3.3.4-1 工區碳排放係數彙整(續二)

類別	項目	規格	排放係數	單位	係數來源
工料 (續)	半阻隔式圍籬	鋼板(89.49%)、 鋼筋(10.51%)	2.08	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	立柱護蓋	聚氯乙烯(PVC)	1.58	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	鍍鋅亞管	-	2.47	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	鍍鋅立體菱形網	14#*50*30H* 2M*15M*34 捲	2.47	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	臨時集水井	150*150*165*15cm	0.14	kgCO ₂ e/kg	Gabi-PE
	成型填縫板	-	3.38	kgCO ₂ e/kg	Ecoinvent
	膠管	50mm*30mm*4M	3.210	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	散裝水泥	I 型低鹼	0.76	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
運輸	全拖車	35t	0.0471	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	全拖車	43t	0.0512	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	大貨車	11t	0.1343	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	大貨車	17t	0.0729	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	大貨車	20t	0.0598	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	大貨車	26t	0.0598	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	大貨車	35t	0.0471	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	小貨車	3t、3.49t	0.1343	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	小貨車		0.1343	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE
	混凝土預拌車	6m ³	0.0598	kgCO ₂ e/tkm	Gabi-PE

3.4 本期工程碳足跡盤查執行成果說明(102.01~102.06)

本期盤查內容係針對 102 年 1 月 1 日至 102 年 6 月 30 日，本計畫開始執行碳盤查輔導之各標工程、工區碳排放項目，以下即依據開工時間先後，分小節說明 A3、C1、A2 及 A1 標本期執行碳足跡盤查後，各類排放活動強度與碳排放量計算結果。

3.4.1 東澳東岳段新建工程(A3 標)

本小節首先簡要介紹東澳東岳段新建工程(A3 標)內容，再接續逐項

說明 A3 標本期(102 年度 1 月至 6 月)之登錄清冊累積項目、各項目包括機具、工料、能資源、廢棄物、人員出勤與運輸部份活動量數據與碳足跡計算結果。

一、盤查範圍說明

東澳東岳段新建工程(A3 標)工程範圍如圖 3.4.1-1,全長約 2.1 公里,其,中橋梁段約 1.5 公里、隧道段約 0.22 公里、路堤路塹段約 0.33 公里;工程項目包括:東澳北溪河川橋跨越東澳北溪支流及主流,東岳隧道通過幸福水泥廠北側之蛇山,經東岳隧道南路堤,以幸福高架橋跨過幸福水泥廠鐵路,最後沿幸福路堤漸降與台 9 線平面交叉,匯回台 9 線主線。本標係於 101 年 6 月 28 日決標,並於同年 9 月 17 日開工;截至 102 年 6 月底止,累積工期為 287 天,實際進度 21.5%;主要工程進度在於已完成工區內所有的樁式基礎及部份井式基礎工程,將展開墩柱昇層及上構材料及工作車零件之運入及組立等準備工作。

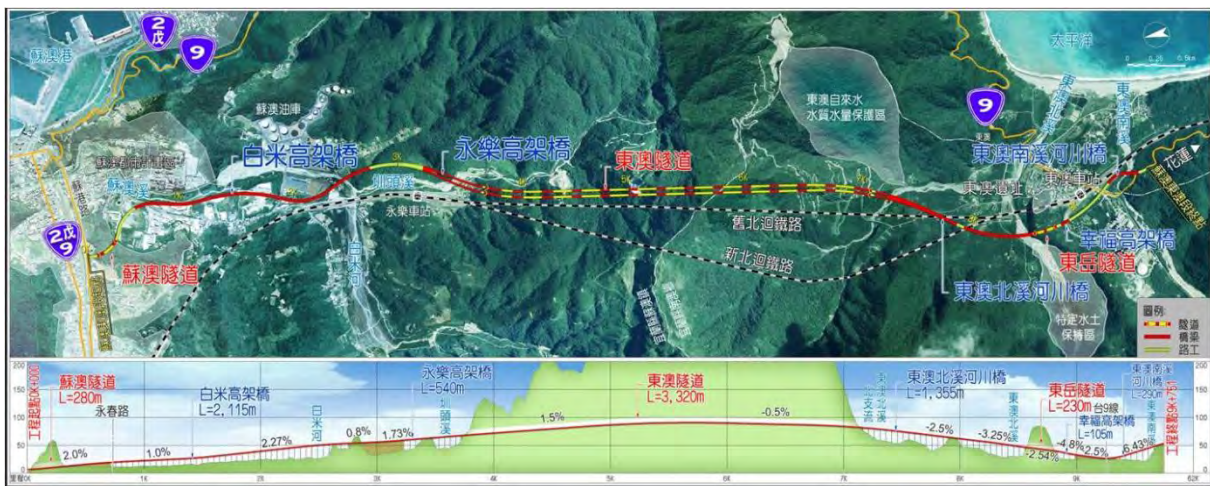


圖 3.4.1-1 東澳東岳段新建工程(A3 標)工程範圍示意圖

另彙整本標工程構築型式設施配置則如表 3.4.1-1, 包含路堤路塹、橋梁及隧道三種工程型式。東澳北溪河川橋採南北向分離設計;基礎型式視場地是否受限而採樁基礎或井式基礎;上構採場鑄懸臂工法施工。東岳隧道為雙孔各單車道隧道,採眼鏡型隧道設計,亦以機械開挖為主。

幸福高架橋為南北向共構，基礎型式採展式基礎或井式基礎；上構採場鑄逐跨工法施工。

表 3.4.1-1 東澳東岳段新建工程(A3 標)工程構築型式配置表

標別	構築型式	設施名稱	起迄里程(m)			工程型式
A3 標	橋梁	東澳北溪	7+213.000	8+565.000	(SB)	樁基礎或井式基礎，場鑄懸臂工法
		河川橋	7+240.000	8+565.000	(NB)	
	隧道	東岳隧道	8+560.000	8+775.000		雙孔各單車道(眼鏡型隧道)，機械開挖
	路堤路塹	東岳隧道南路堤	8+775.000	8+783.000		-
	橋梁	幸福高架橋	8+783.000	8+963.000		展式基礎或井式基礎，場鑄逐跨工法
	路堤路塹	幸福路堤	8+963.000	9+284.105		-

二、碳足跡盤查登錄清冊

根據本計畫盤查範圍與項目要求，目前應登錄於盤查清冊之排放源類別包括：施工機具/耗能設備、用電、用水、工程材料、植生、運具及人員七項，另基於不同工程項目的碳足跡分析需求與承商資料管理之便利性，目前已另於登錄清冊中加入工程施工項目及協力廠商/供應商的登錄表單，作為承包商執行碳足跡盤查資料填報之參照。

截至 102 年 6 月底，A3 標施工碳足跡盤查之登錄清冊各項目累計登錄數量如表 3.4.1-2 所示。

表 3.4.1-2 A3 標登錄清冊登錄狀況彙整表

表單編號	表單名稱	目前總筆數	本期新增筆數
CP	工程施工項目登錄表	57	45
CC	廠商登錄	14	14
ME	施工機具/耗能設備登錄表	72	41
ES	用電登錄表	1	-

表 3.4.1-2 A3 標登錄清冊登錄狀況彙整表(續)

A3 標施工碳足跡盤查登錄清冊			
表單編號	表單名稱	目前總筆數	本期新增筆數
WS	用水登錄表	1	-
MA	工程材料登錄表	80	26
PL	植生登錄表	4	-
MO	運具設備登錄表	27	5
HR	工區人員交通方式登錄表	241	157

其中，廠商登錄表為 102 年度新增登錄清冊類別，故僅 102 年度有新增項目；用水、用電及植生登錄部份皆未有新增資料，工程項目、施工機具和工程材料皆隨工程進度而持續增加，又最大幅增加的項目為人員部分。

三、本期盤查日誌數據彙整結果

本計畫依據工程碳盤查日誌與月報表格內容，蒐集 A3 標從 102 年 1 月 1 日至 102 年 6 月 30 日之活動資料，並透過一致的轉換標準，進行活動強度數據整理。整體而言，可將 102 年度 1 月至 6 月碳足跡盤查結果分為 6 大類進行統計，包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物、碳匯改變、人員出勤和運輸記錄。其中因 A3 標工區目前仍未接用台電的臨時電或自來水，故本期本標同 101 年度無工區之用電用水活動數據。

以下即進一步分項說明其他各類活動度數據彙整與統計結果。

(一)機/運具使用

截至 102 年 6 月 30 日止，A3 標已進行的工程項目包括：清除掘除、拆除及圍籬工程、施工便道及便橋、幸福高架橋及東澳北溪河川橋井基、東澳北溪河川橋基樁、基礎、墩柱及牆身等；過程中共計使用機具 60 台、運具 4 台，類型包括挖土機、發電機、空壓機、吊卡車、噴漿機、夯壓機、吊桿車、打樁機、輪型起重機、高空作業車、搖管機、鑽堡機、泵浦車、傾卸車及大貨車。

其中，幸福高架橋工區井基工程係自 101 年 12 月即開始施作，目前仍持續施作業中；東澳北溪河川橋工區在 1 至 5 月的主要工程內容為基樁工程。考量機/運具操作所造成的工程碳足跡，係以其能耗量(用油量)為活動強度，本計畫遂將機/運具使用紀錄整理如表 3.4.1-3，含機具操作時數、耗油量(L)等資料。

表 3.4.1-3 A3 標本期機具使用紀錄

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	耗能別	備註	
ME-弘大鑫 01	挖土機	655.0	50,981.70	柴油		
ME-弘大鑫 02	挖土機	141.0		柴油		
ME-弘大鑫 03	挖土機	150.0		柴油		
ME-弘大鑫 04	挖土機	160.0		柴油		
ME-弘大鑫 05	挖土機	493.0		柴油		
ME-弘大鑫 06	吊車	683.0		柴油		
ME-弘大鑫 07	吊車	164.0		柴油		
ME-弘大鑫 08	吊卡車	161.0		柴油		
ME-弘大鑫 09	發電機	768.0		柴油		
ME-弘大鑫 10	空壓機	356.0		柴油		
ME-弘大鑫 11	吊卡車	841.0		柴油		
ME-弘大鑫 14	發電機	433.0		柴油		
ME-弘大鑫 15	發電機	418.0		柴油		
ME-弘大鑫 17	空壓機	88.0		柴油		
ME-弘大鑫 18	發電機	284.0		柴油		
ME-弘大鑫 19	發電機	155.0		柴油		
ME-弘大鑫 20	泵浦車	171.0		柴油		
ME-弘大鑫 13	噴漿機	363.0		-	kWh	
ME-弘大鑫 16	噴漿機	88.0		-	kWh	
ME-田大 01	吊車	923.0		2,631.76	柴油	
ME-田大 03	吊卡車	854.0	2,577.21	柴油		
ME-田大 06	泵浦車	238.5	400.01	柴油		
ME-田大 12	挖土機	541.0	10,327.69	柴油		

表 3.4.1-3 A3 標本期機具使用紀錄(續一)

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	油耗來源	備註
ME-田大 02	吊卡車	142.0	9,117.29	柴油	
ME-田大 04	發電機(大型)	950.0		柴油	
ME-田大 05	發電機(大型)	376.5		柴油	
ME-田大 07	發電機(中型)	235.0		柴油	
ME-田大 08	發電機(小型)	452.5		柴油	
ME-田大 09	發電機(小型)	176.0		柴油	
ME-田大 10	發電機(小型)	8.5		柴油	
ME-田大 11	挖土機	116.0		柴油	
ME-田大 13	挖土機	227.5		柴油	
ME-田大 14	吊車(25T)	211.5		柴油	
ME-田大 15	泵浦車	44.5		柴油	
ME-田大 16	高空作業車	39.0		柴油	
MO-田大 01	傾卸車	403.5		柴油	
MO-田大 02	傾卸車	356.0		柴油	
MO-田大 03	傾卸車	67.5		柴油	
ME-益群豐 01	挖土機	1,205.0	14,107.92	柴油	
ME-益群豐 02	挖土機	96.0	864.00	柴油	推估
ME-益群豐 03	夯壓機	40.0		柴油	
ME-配特 01	挖土機	49.0	257.00	柴油	
ME-配特 02	挖土機	9.0	182.00	柴油	
ME-配特 03	發電機	72.0	141.67	柴油	
ME-配特 04	空壓機	68.0	510.00	柴油	
ME-配特 05	挖土機	72.0	121.12	柴油	
ME-通傑 01	鑽堡機	48.0		柴油	
ME-順運 02	框式附加吊桿車	69.0	483.00	柴油	推估
ME-順運 03	打樁機	73.0	639.10	柴油	
ME-順運 04	發電機	44.0		柴油	
ME-順運 09	框式附加吊桿車	134.0	92.62	柴油	
ME-達和 02	發電機	176.0	164.60	柴油	

表 3.4.1-3 A3 標本期機具使用紀錄(續二)

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	油耗來源	備註
ME-頤達 01	挖土機	872.0	97,372.67	柴油	
ME-頤達 02	挖土機	920.0		柴油	
ME-頤達 03	吊車	864.0		柴油	
ME-頤達 04	吊車	912.0		柴油	
ME-頤達 05	搖管機	765.0		柴油	
ME-頤達 06	發電機	893.0		柴油	
ME-頤達 07	發電機	871.0		柴油	
ME-頤達 08	發電機	48.0		柴油	
ME-頤達 09	吊車	875.0		柴油	
ME-頤達 10	搖管機	800.0		柴油	
ME-頤達 11	吊車	16.0		柴油	
MO-頤達 01	大貨車	190.0		柴油	

註：操作時數小於 50 小時且未有油單者，則未列入本年度盤查活動量計算。

A3 標為本計畫盤查範圍中，最早動工同時也是目前工程進度最快的一標，故本期所執行的工程項目相較於其他標要多：目前所有基樁工程已於 5 月底全數完工，至 6 月底工程已開始部份牆身與墩柱工程施作。

另由於工程進行方式係將不同類型工作委由協力廠商分項負責，因而使用機具數量較多。由表 3.4.1-2 機具編號可看出，A3 標協力廠商包括有：弘大鑫、田大、通傑、益群豐、順運、達和、配特與頤達等；茲依表列順序分別說明各協力廠商本期負責之工程內容及機具使用狀況。

1. 弘大鑫：主要負責井基工程，本期共使用 19 台機具，其中有 2 台是透過發電機燃油送電進行操作；
2. 田大：主要負責橋梁基礎與墩柱施作，本期共使用 16 台機具及 3 台運具；
3. 益群豐：主要負責施工便道工程，本期使用機具共計 3 台，但主

要是集中使用 ME-益群豐 01(挖土機)作業；

4. 配特：主要負責東岳隧道工程，本期使用共計 5 台機具；
5. 通傑：主要負責地質鑽探，所用機具僅鑽堡機 1 台；
6. 順運：主要負責便橋工程，所用之機具較不固定，本期使用共 4 台機具；
7. 頤達：主要負責全套管基樁工程，已在 5 月底前全數完成；共計使用 11 台機具及 1 台運具。

考量部分機具於本期操作時數尚低、未有加油紀錄，以及特定類型機具之使用情形為操作完當日離場、當日並未在工區內添加燃料兩種狀況，本報告目前係暫未將操作時數在 50 小時以下，且未有加油紀錄之機具活動量納入活動強度統計；而其他使用時間超過 50 小時但無加油紀錄的機具，則是基於與查證人員討論的結果，先參考目前其他相近之工程機具單位操作時間能耗量，以推估的方式進行機/運具耗油量推估；本期採用此推估方法的機具分別為 ME-益群豐 02 的耗油量 864L 以及 ME-順運 02 的耗油量 483L。

根據表 3.4.1-3 之分機/運具項目油耗量彙整結果，A3 標本期機/運具總活動強度，可進一步依協力廠商別再加總進行表列，如表 3.4.1-4，作為 A3 標本期機/運具碳足跡計算之依據。

表 3.4.1-4 A3 標本期協力廠商機/運耗油量統計

協力廠商名稱	耗油量(L)
弘大鑫	50,981.70
田大	25,053.96
益群豐	14,971.92
配特	1,211.79
順運	1,214.72
達合	164.60
頤達	97,372.67
合計	190,971.36

(二)工料使用

A3 標本期所進行工程包括：圍籬工程、施工便道及便橋、幸福高架橋及東澳北溪河川橋井基、東澳北溪河川橋基樁、基礎、墩柱及牆身等，使用工料項目共計有 31 項，以竹節鋼筋與各型混凝土為主，茲羅列目前已填報之總用量如表 3.4.1-5。其中，用於構築施工便橋、圍籬等假設性工程的基礎鐵模、H 型鋼、覆工板、施工圍籬材料、養生池鋼棚材料、角鋼、樓梯、清水模板、施工架，以及墩柱鐵模與鋼梁材料等，因屬於各協力廠商之資本財，未來在本工程使用完畢後，可毋須再製即直接拆卸至其他工程繼續使用，故經與查證人員討論後，初步將這些材料歸類為可回收再利用的材料，並依據碳足跡盤查規範，僅將材料運輸的排碳量計入、而毋須如一次性使用之工料，需納入工料自原料開採、製造乃至於廢棄的全生命週期排碳。

表 3.4.1-5 A3 標本期工程材料使用量統計結果

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-弘大鑫 01	速凝劑	40,700.00	kg	一次性使用
MA-弘大鑫 02	桁架支保	152.00	組	一次性使用
MA-田大 05	鐵絲	26.00	箱	一次性使用
MA-田大 06	鐵線	100.00	kg	一次性使用
MA-田大 09	防撞鋼板	28.00	ton	一次性使用
MA-田大 10	鋼筋續接器	156.00	組	一次性使用
MA-宜興 01	混凝土 175	222.50	m3	一次性使用
MA-宜興 02	混凝土 210	2,422.50	m3	一次性使用
MA-宜興 04	混凝土 280	14,980.00	m3	一次性使用
MA-宜興 05	混凝土 350	1,025.50	m3	一次性使用
MA-宜興 07	混凝土 210 水中	17,622.00	m3	一次性使用
MA-宜興 10	噴凝土	2,178.00	m3	一次性使用
(多項合併)	竹節鋼筋	4,463,512.60	kg	一次性使用
MA-益群豐 04	成型填縫板	535.00	片	一次性使用
(多項合併)	點焊網	26,961.02	m2	一次性使用

表 3.4.1-5 A3 標本期工程材料使用量統計結果(續)

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-達和 10	油漆	100.00	桶	一次性使用
MA-達和 11	去漬油	2.00	桶	一次性使用
(多項合併)	氧氣瓶	33.00	瓶	一次性使用
(多項合併)	乙炔瓶	15.00	瓶	一次性使用
MA-頤達 03	膠管	4,500.00	支	一次性使用
MA-田大 03、 MA-田大 04	墩柱鐵模	12.00	組	回收再利用
MA-田大 07	基礎鐵模	46.00	組	回收再利用
MA-田大 08	鋼管施工架	406.00	支	回收再利用
(多項合併)	清水模板	186.00	組	回收再利用
MA-順運 01	覆工版	621.00	片	回收再利用
(多項合併)	H 型鋼	191.00	支	回收再利用
MA-順運 04	角鋼	67.00	個	回收再利用
MA-順運 05	樓梯	3.00	個	回收再利用
MA-達和 01	施工圍籬材料	403.00	組	回收再利用
MA-達和 03	養生池鋼棚材料	1.00	組	回收再利用
MA-頤達 04	鋼樑材料	60.00	組	回收再利用

扣除前述屬於廠商資本財、可回收再利用的材料後，A3 標本期需計算生命週期排碳量的工程材料尚包括：速凝劑、桁架支保、竹節鋼筋、混凝土、噴凝土、點焊網、氧氣、乙炔、鐵絲、鐵線、防撞鋼板、鋼筋續接器、成型填縫板、油漆及去漬油；其中，使用工料最大量為竹節鋼筋與混凝土。為符合碳足跡計算與查證要求，本計畫係循去年度排放清冊彙整期間、經查證單位認可的計算方式，以各項工程材料碳排放量係數所使用的單位作為活動強度計量單位，在活動數據填報單位與計量單位不一致的情況下，以文獻資料或承包商、供應商所提供的實際測量與計算資料進行數據換算。綜整本期 A3 標需納入排碳計算之工程材料項目及轉換後之活動強度單位與數量，可詳列如表 3.4.1-6。

表 3.4.1-6 A3 標本期工程材料使用活動強度數據

工料編號 (承商料號)	工料名稱	規格/類別	單位	使用數量	轉換後 單位	轉換後 使用數量
MA-弘大鑫 01	速凝劑	Teamshot AF80	kg	40,700.00	kg	2,442.00
MA-弘大鑫 02	桁架支保	G150	組	152.00	kg 鋼筋	74,757.48*
					kg 鋼板	5,176.08**
(多項合併)	點焊網	-	m ²	26,961.02	kg	91,357.42
MA-宜興 01	混凝土	175 II kgf/cm ²	m ³	222.50	kg	522,875.00
MA-宜興 02	混凝土	210 II kgf/cm ²	m ³	2,422.50	kg	5,692,875.00
MA-宜興 04	混凝土	280 II kgf/cm ²	m ³	14,980.00	kg	35,203,000.00
MA-宜興 05	混凝土	350kgf/cm ²	m ³	1,025.50	kg	2,409,925.00
MA-宜興 07	混凝土	水中 210 II	m ³	17,622.00	kg	41,411,700.00
MA-宜興 10	噴凝土	噴凝土	m ³	2,178.00	kg	5,118,300.00
(多項合併)	竹節鋼筋	-	kg	4,463,512.60	kg	4,463,512.60
MA-田大 05	鐵絲		箱	26.00	kg	5,200.00
MA-田大 06	鐵線	-	kg	100.00	kg	100.00
(多項合併)	氧氣瓶	6000L	瓶	33.00	kg	282.81
(多項合併)	乙炔瓶	400L	瓶	15.00	kg	6.96
MA-田大 09	防撞鋼板	-	ton	28.00	kg	28,000.00
MA-達和 10	油漆	5 加侖	桶	100.00	kg	1,500.00
MA-達和 11	去漬油	50 加侖	桶	2.00	kg	300.00
MA-田大 10	鋼筋續接器		組	156.00	kg	93.29
MA-益群豐 04	成型填縫板		片	535.00	kg	507.86
MA-頤達 03	膠管	50mm*30mm*4M	支	4,500.00	kg	14,805.00

註：桁架支保組係由鋼筋和鋼板材料所組合，故轉換後包含*鋼筋及**鋼板材料重量。

其中，鋼筋之使用量填報單位與係數單位一致，故毋須進一步的單位轉換；其他工程材料之單位轉換原則如下：

1. 混凝土依照規強度可分為 175II、210II、280II 與 210II 噴凝土，依據 Gabi-PE 資料庫所使用係數，單位為 kg，惟本標供應商進料單無說明運送車輛總重、淨重等重量數據，且 A3 標工地尚未建置地磅站，故本計畫以混凝土平均密度 2,350 kg/m³ 進行換算、求

得各型混凝土使用總重量。

2. 桁架支保每組可依據進料單分析包括桁架、繫桿、接合板等主要材料，其中主筋、副筋與繫桿材質近似於鋼筋，接合板材質則較近似鋼板；故桁架支保總用量經換算後相當於鋼筋用量 74,757.48kg 與鋼板材料用量 5,176.08kg。
3. 點焊網是依據 1 m² 點焊網使用直徑 5mm 長 1,000mm 鋼筋共 22 根，鋼筋密度使用 7.85ton/ m³ 換算，換算後可得點焊網用量相當於鋼筋用量 91,357.42kg。
4. 氧氣與乙炔使用量係以氧氣瓶單瓶 6000L、乙炔瓶單瓶 400L，並利用氣體密度將體積換算為重量，換算結果一瓶氧氣瓶與乙炔瓶內容物重量為 8.57kgO₂ 與 0.46kgC₂H₂。
5. 油漆與去漬油則是依據登錄清冊所填之規格：5 加侖與 50 加侖依密度換算，油漆一桶 15kg；去漬油一桶重 150kg 計算。
6. 鋼筋續接器部份，依據續接器廠商所提供資料，號數#11 之續接器一組重量為 0.598kg。
7. 成型填縫板係依據工程法規、比重最低 0.015 計算，每 m³ 成型填縫板重 15kg，換算後可得成型填縫板總用量 507.86kg。
8. PVC 膠管部分係依據協力廠商所提供資料，以膠管每支重量 3.29kg 換算，得總用量為 14,805kg。

(三)廢棄物：本期 A3 標工區因所產生土方廢棄物皆是以回填方式處理，故未有廢棄物處理紀錄、活動強度為零。

(四)碳匯改變：本期 A3 標工區雖已進行部份林地移除或植被栽種，但因工程仍在持續中、尚無法填報精確的林地移除面積數據，故本期碳匯改變量部份之活動強度亦暫計為零；本計畫將持續追蹤此部份資料、於碳匯改變區域面積量測值取得後即納入計算。

(五)人員出勤

工區人員出勤會造成碳排放的活動類型包括：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放。A3 標目前列入登錄清冊之人員交通資

料共計有 170 筆，其中有 28 人並非住宿；為能符合碳足跡計算之保守性原則且更有效率地計算人員出勤運具排放量，本計畫此次在計算上係假設：新亞公司之非住宿人員本期出勤 181 天(6 個月每日出勤)、協力廠商之非住宿人員則視該公司出工日數計算出勤天數。

另在人員出勤造成的化糞池逸散與廢棄物處置排放部分，依據盤查日誌之人員出勤資料統計結果，扣除屬於承包商新亞公司內業職員後，本期工區總出勤人員數為 9,195 人，此人數即為本期用以計算 A3 標工區化糞池逸散與生活廢棄物處理排碳量之活動強度數據。

(六)運輸(含機運具、工料、廢棄物)

A3 標本期共填報 215 筆運輸紀錄，運具類型包括：全拖車、大貨車、小貨車與預拌混凝土車；其他還包括自走式機具的到場與離場，如：框式附加吊桿車、吊卡車、輪型起重機等，茲綜整各類運具之運輸內容如表 3.4.1-7 所示。

表 3.4.1-7 A3 標本期運輸所用運具類型及載運物品彙整

運具類型	載運物品
全拖車	H 型鋼、挖土機、覆工版、打樁機、發電機、搖管機、鑽堡機、泵浦車、角鋼、樓梯、鋼樑材料、墩柱鐵模、基礎鐵模、竹節鋼筋與鋼筋續接器
大貨車	施工圍籬材料、挖土機、空壓機、速凝劑、發電機、
小貨車	氧氣瓶、乙炔瓶
自走機具	框式附加吊桿車、吊卡車、輪型起重機
預拌混凝土車	混凝土 175、混凝土 210 II、混凝土 210 II 水中、混凝土 350 II、混凝土 280 II、噴凝土

本計畫即依據所運載物品重量、車次與距離，計算各筆運輸活動強度；回程部分排放量則以運入活動強度之一半估算，故每筆日誌運輸活動強度為單趟噸公里(tkm)×1.5 計算。部分載運物品有無法計算或推估重量的情況時，則以載運物品重量本計畫以該車輛最大載運能力估算。

四、本期碳足跡盤查結果

依據前節所蒐集之碳排放係數及前項綜整之 A3 標碳足跡盤查結果，即可對應批次進行包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物處理、碳匯改變、人員出勤、工料運輸共六類碳足跡量化。經計算，A3 標本期總排放量約為 14,899.99tonCO₂e；其中，以工程材料使用的排放量最大，佔總排放量的 93.7%；其它機具使用、運輸與人員出勤部份佔比皆小於 5%，分別為 4.3%、1.8%與 0.2%。茲綜整各類碳足跡計算結果如表 3.4.1-8，另逐項說明各類別碳排放量計算過程與結果於後。

表 3.4.1-8 A3 標本期碳足跡量化結果

類別	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
機具使用	637.83	4.3%
工料使用	13,960.67	93.7%
人員出勤(運輸、逸散、廢棄物)	29.41	0.2%
運輸	272.07	1.8%
合計	14,899.99	100%

(一)機/運具使用碳排放

A3 標本期機/運具盤查紀錄項目如表 3.4.1-2 所列、活動強度(耗油量)則統計如表 3.4.1-3。對應各活動強度及本章 3.2.3 節所列之碳排放係數資料，機/運具使用碳排放量之量化係採用 Gabi、Simapro 與我國資料合成之半本土化數據，以移動源、固定源柴油碳排放係數分別為 3.340、3.305kgCO₂e /L 計算，排放量量化結果如表 3.4.1-9；碳排放量合計約為 637.83tonCO₂e。

其中，機運具排碳量佔比最大的是頤達公司，為本期總機/運具排碳量的 50.99%，原因係基樁工程是為本期最主要的工程項目，另一項主要工程：井基工程的協利廠商弘大鑫即為次要排碳源，佔比達 26.70%，惟 5 月至 6 月因為工作面減少的關係，使得其機/運具使用量下降；益群豐公司本期亦持續進行便道與便橋施作，但因使用機具

數量較少，故排碳量僅佔 7.84%；而田大與配特公司雖亦是負責主要工程，但係自今年 5 月底才開始參與本標工程，故本期機/運具使用量尚少，排碳量佔約為 13.12%與 0.63%。

表 3.4.1-9 A3 標本期機/運具使用碳足跡計算

廠商名稱	耗油量(L)	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
弘大鑫	50,981.70	170.28	26.70%
田大	25,053.96	83.68	13.12%
益群豐	14,971.92	50.01	7.84%
配特	1,211.79	4.04	0.63%
順運	1,214.72	4.06	0.64%
達合	164.6	0.54	0.09%
頤達	97,372.67	325.22	50.99%
合計	190,107.36	637.83	100.00%

(二)工料使用碳排放

依據前節係數蒐集及本小節前段之本標本期工程材料使用量統計與活動強度換算(表 3.4.1-6)結果，A3 標本期各項工料使用碳排放量計算內容如表 3.4.1-10 所示，合計約為 13,960.67tonCO₂e。

表 3.4.1-10 A3 標本期工料使用碳足跡計算

工料編號	工料名稱	規格/類別	轉換後單位	轉換後用量	排放係數(kgCO ₂ e/kg)	碳排放量(tonCO ₂ e)
MA-弘大鑫 01	速凝劑	Teamshot AF80	kg	2,442.0	0.493	1.20
MA-弘大鑫 02	桁架支保	G150	kg	74,757.5	1.240	92.70
			kg	5,176.1	2.130	11.03
(多項合併)	點焊網	-	kg	91,357.4	1.240	113.28
MA-宜興 01	混凝土	175 II kgf/cm ²	kg	522,875.0	0.073	37.96
MA-宜興 02	混凝土	210 II kgf/cm ²	kg	5,692,875.0	0.088	498.13

表 3.4.1-10 A3 標本期工料使用碳足跡計算(續)

工料編號	工料名稱	規格/類別	轉換後 單位	轉換後 用量	排放係數 (kgCO ₂ e/kg)	碳排放量 (tonCO ₂ e)
MA-宜興 04	混凝土	280 II kgf/cm ²	kg	35,203,000.0	0.092	3,235.16
MA-宜興 05	混凝土	350kgf/cm ²	kg	2,409,925.0	0.112	270.39
MA-宜興 07	混凝土	水中 210 II kgf/cm ²	kg	41,411,700.0	0.088	3,623.52
MA-宜興 10	噴凝土	噴凝土	kg	5,118,300.0	0.088	447.85
(多項合併)	竹節鋼筋	-	kg	4,463,512.6	1.240	5,534.76
MA-田大 05	鐵絲	-	kg	5,200.0	1.240	6.45
MA-田大 06	鐵線	-	kg	100.0	1.240	0.12
(多項合併)	氧氣瓶	6000L	kg	282.8	0.122	0.03
(多項合併)	乙炔瓶	400L	kg	7.0	5.675	0.04
MA-田大 09	防撞鋼板	-	kg	28,000.0	1.240	34.72
MA-達和 10	油漆	5 加侖	kg	1,500.0	2.550	3.83
MA-達和 11	去漬油	50 加侖	kg	300.0	0.497	0.15
MA-田大 10	鋼筋續接器	-	kg	93.3	1.240	0.12
MA-益群豐 04	成型填縫板	-	kg	0.5	3.38	1.72
MA-頤達 03	膠管	50mm*30mm*4M	kg	14,805.0	3.210	47.52
					合計	13,960.67

其中，主要碳排放源為用量最大的混/噴凝土、其次為竹節鋼筋，兩者碳排放量及佔總工程材料排放量近 97.8%；點焊網、桁架支堡、膠管及防撞鋼板合計約佔總工程材料排放量的 2.1%；其他工料如：鐵絲、鐵線、油漆、填縫板、速凝劑、氧氣乙炔、油漆去漬油等，排放量皆非常小，合計佔不到總工程材料排放量的 0.1%。

(三)人員出勤碳排放

依據前段分析 A3 標人員出勤碳排放源：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放之活動強度內容，在出勤運具造排放量部份，以 A3 標承包商與協力廠商非住宿人員出勤天數與通勤方式(自行開車或搭乘火車)計算，先求得汽油、柴油耗用量及搭乘火車之延人公里數，再對應移動員燃料係數及運輸係數，計算出 A3 標本期總出勤運

具排放量約為 26.11tonCO₂e。

工區人員出勤產生的化糞池逸散與廢棄物處理部份排放量則是以本期總出勤人日數 9,195 人，以化糞池碳排放係數每人時排放係數為 1.59×10^{-6} kgCO₂e/人時，及一般廢棄物處理排放係數(宜蘭縣)0.504kgCO₂e/kg 計算，分別求得 A3 標本期工區化糞池溫室氣體逸散量約 1.40tonCO₂e，以及一般廢棄物處理排放量約 1.90tonCO₂e。

綜合 3 項人員出勤碳排放源之排放量計算結果，可得 A3 標本期人員出勤總排放量約為 29.41 tonCO₂e。

(四)運輸(含機運具、工料、廢棄物)碳排放

經與查證單位討論確認，運輸排碳量之計算範圍需包含所有工程材料與機具的運輸排放量，故即使是無須列入工程材料使用排碳量計算的廠商資本財或可回收再利用之工料，其運入或運出的排放量都必須被納入於運輸排放量計算項目；另機具運輸則包含自走或拖運的排放量。如本章 3.3.3 節係數選用說明及表 3.3.4-1 所列之係數計算結果，本計畫首先將 A3 標碳足跡盤查日誌運輸部份填報內容逐一換算為活動強度(噸公里數，tkm)，再依據各趟次運具規格、分 8 類選用對應的運輸係數進行計算，求得 A3 標本期運輸碳排放量為 272.07tonCO₂e。

3.4.2 中仁隧道新建工程(C1 標)

本小節首先簡要介紹中仁隧道新建工程(C1 標)內容，再接續逐項說明 C1 標本期(102 年度 1 月至 6 月)之登錄清冊累積項目、各項目包括機具、工料、能資源、廢棄物、人員出勤與運輸部份活動量數據與碳足跡計算結果。

一、盤查範圍說明

中仁隧道新建工程(C1 標)原設計工程範圍如圖 3.4.2-1；路線由和中路堤起，以長約 1.5 公里之路工段銜接長約 3.8 公里之中仁隧道，於和仁派出所北邊山坡出露後，續以路塹路堤方式銜接台 9 線，路線全長約 5.4 公里。本標雖早於 101 年 6 月 7 日決標，惟於開工前經歷蘇拉颱風造成

原設計路線隧道北口遭受土石流災害，故開工日期因路線變更方案研擬而展延。

依據 C1 標目前辦理環評變更中的資料內容，本標路線修正方案如圖 3.4.2-2，即配合水土保持局和中溪整治工程，將路線向山側內移並增加隧道長度，以隧道型式穿越和中溪溪底。由圖可知，本標變更重點為工程北段，改由台 9 線里程約 160k+750 處為工程起點，以約 1 公里之路工段銜接隧道，隧道長度由約 3.8 公里增長為約 4.7 公里；南段則與原案無異。整體而言，全線將變更為 5.6 公里。

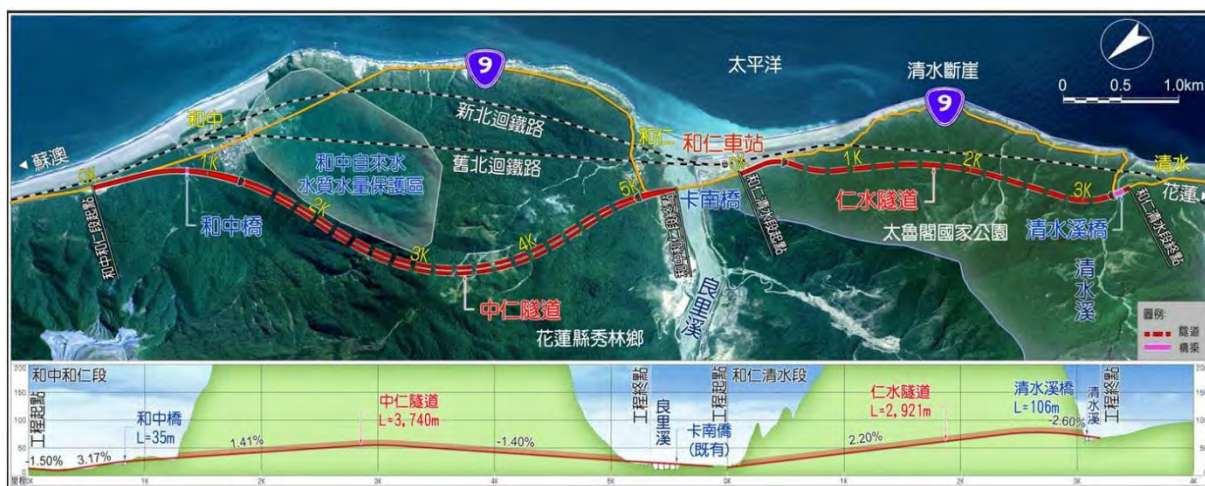


圖 3.4.2-1 中仁隧道新建工程(C1 標)工程範圍示意圖



圖 3.4.2-2 中仁隧道新建工程(C1 標)工程範圍變更案路線方案示意圖

由於變更案對於本標南段並無影響，考量施工期程，本標亦已於 101

年 11 月 20 日開工，由南口開始進行整地、降挖等進洞前準備工作。整體工程項目將涵蓋：中仁隧道、和中橋及其路堤路塹段，另有中仁隧道南北口管制站兩處建築工程及排水工程；截至 102 年 6 月底止，C1 標累積工期為 223 天，實際進度 0.82%；主要工程進度在於完成南口隧道洞口工程與排水工程。

另整理本標工程構築型式與設施配置如表 3.4.2-1。其中，里程 3+230 以前(北段)因尚待環差審查通過才會進一步完成設計，故構築型式與施工方法還有待確認。中仁隧道則維持為雙孔各單車道隧道，採鑽炸法開挖。

表 3.4.2-1 中仁隧道新建工程(C1 標)工程構築型式配置表

標別	構築型式	設施名稱	起迄里程(m)			工程型式
C1 標	路堤、橋梁	未定	0+000.000	3+280.000		待環差通過進行設計
	隧道	中仁隧道 (南段)	3+280.000	5+077.200	(SB)	雙孔各單車道，鑽炸法開挖
			3+280.000	5+048.200	(NB)	
	路堤路塹	中仁隧道南 路堤	5+077.200	5+379.500	(SB)	-
			5+048.200	5+351.500	(NB)	-
	橋梁	既有卡南橋	5+379.500	5+469.235	(SB)	維持原橋體基本結構，僅加強 附屬設施
			5+351.500	5+441.201	(NB)	
			5+469.235	5+544.308		

二、碳足跡盤查登錄清冊

根據本計畫盤查範圍與項目要求，目前應登錄於盤查清冊之排放源類別包括：施工機具/耗能設備、用電、用水、工程材料、植生、運具及人員七項，另基於不同工程項目的碳足跡分析需求與承商資料管理之便利性，目前已另於登錄清冊中加入工程施工項目及協力廠商/供應商的登錄表單，作為承包商執行碳足跡盤查資料填報之參照。

截至 102 年 6 月底，C1 標施工碳足跡盤查之登錄清冊各項目累計登錄數量如表 3.4.2-2 所示。其中，廠商登錄表為 102 年度新增項目，故全數為新增資料；用水及植生登錄部份皆未有新增資料；工程項目、施工

機具和工程材料則是隨工程進度而持續增加，又最大幅增加的項目為工程材料。

表 3.4.2-2 C1 標登錄清冊登錄狀況彙整表

表單編號	表單名稱	目前總筆數	本期新增筆數
CP	工程施工項目登錄表	14	5
CC	廠商登錄	3	3
ME	施工機具/耗能設備登錄表	30	9
ES	用電登錄表	4	1
WS	用水登錄表	1	-
MA	工程材料登錄表	107	49
PL	植生登錄表	-	-
MO	運具設備登錄表	28	13
HR	工區人員交通方式登錄表	49	18

三、本期盤查日誌數據彙整結果

本計畫依據工程碳盤查日誌與月報表格內容，蒐集 C1 標從 102 年 1 月 1 日至 102 年 6 月 30 日之活動資料，並透過一致的轉換標準，進行活動強度數據整理。整體而言，可將 102 年度 1 月至 6 月碳足跡盤查結果分為 6 大類進行統計，包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物、碳匯改變、人員出勤和運輸記錄。其中 C1 標工區本期雖已著手設置變電站為後續隧道進洞後之機具、照明與通風所用，惟本期仍尚未接用台電供電或自來水，故本期本標同 C1 標無工區之用電用水活動數據。

以下即進一步分項說明其他各類活動度數據彙整與統計結果。

(一)機/運具使用

截至 102 年 6 月 30 日止，C1 標已進行的工程項目包括：隧道洞口工程、排水工程、路工工程、環境保護設施、機具保養及物料整理等，過程中共計使用機具 21 台、運具 14 台，類型包括挖土機、發電機、空壓機、鑽堡機、噴漿機、平路機、裝載機、震動壓路機、

鑽機、高空作業車、傾卸車、大貨車、小貨車、吊卡車、混凝土預拌車等。

不同於前小節 A3 標機具又分各協力廠商且多採用共用油箱方式提供加油單據、累計加油量，C1 標工區機/運具所用油料，絕大部分由自有油罐車在工區內巡迴添加，並且以分油紀錄的方式準確記錄批次購油總量及各式機/運具之加油量，故各單項機/運具之加油量即可直接作為機/運具排碳量計算之活動強度數據。

表 3.4.2-3 C1 標本期機具使用紀錄

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	油耗來源
AC-05	柴油空壓機(AC-05)	355.7	5,099.0	工區內添加
AC-16	柴油空壓機(AC-16)	53.2	1,906.0	工區內添加
BH-77	挖溝機(BH-77)	94.1	974.0	工區內添加
BH-88	挖溝機(BH-88)	597.5	6,554.0	工區內添加
BH-91	挖溝機(BH-91)	503.0	6,204.0	工區內添加
BH-92	挖溝機(BH-92)	522.3	10,823.0	工區內添加
BH-93	挖溝機(BH-93)	407.4	7085.7	工區內添加
CSR-02	濕式噴漿機(CSR-02)	24.5	171.0	工區內添加
GR-07	柴油發電機(GR-07)	317.4	4,533.0	工區內添加
GR-13	柴油發電機(GR-13)	85.1	707.0	工區內添加
GR-14	柴油發電機(GR-14)	124.4	984.0	工區內添加
GR-21	柴油發電機(GR-21)	240.8	4,381.0	工區內添加
JB-01	油壓式鑽堡機(JB-01)	7.8	158.0	工區內添加
JB-06	鑽堡機	26.1	224.0	工區內添加
LR-02	高空作業車(LR-02)	611.3	890.0	工區內添加
MG-01	平路機(MG-01)	213.0	1,107.0	工區內添加
PL-10	裝載機	0.0	100.0	工區內添加
PL-11	裝載機(PL-11)	8.7	602.0	工區內添加
RR-05	震動壓路機(RR-05)	217.2	1,577.0	工區內添加

表 3.4.2-3 C1 標本期機具使用紀錄(續)

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	油耗來源
昱揚-1 鑽機	鑽機	99.3	1,960.0	工區內添加
昱揚-2 空壓機	空壓機	117.3	2,754.0	工區內添加

表 3.4.2-4 C1 標本期運具使用紀錄

運具編號	運具名稱	累計行駛里程(km)	耗油量(L)	油耗來源	備註
CP-01	大貨車	2,309.00	986.97	自行添加 工區內添加	使用柴油
DT-08	傾卸車	1,406.50	970.00	工區內添加	使用柴油
DT-32	傾卸車	2,748.00	2,186.00	工區內添加	使用柴油
DT-33	傾卸車	2,439.30	3,132.00	工區內添加	使用柴油
DT-34	傾卸車	2,000.20	2,385.00	工區內添加	使用柴油
DT-61	傾卸車	3,226.30	3,310.00	工區內添加	使用柴油
FT-01	大貨車	1,217.80	987.00	工區內添加	使用柴油
MC-08	大貨車	1,693.10	1,824.38	自行添加 工區內添加	使用柴油
MT-13	預拌混凝土車	3,530.20	2,101.01	自行添加 工區內添加	使用柴油
MT-23	預拌混凝土車	1,727.23	961.00	工區內添加	使用柴油
TR-26	小貨車	6,224.10	895.34	自行添加 工區內添加	使用柴油
TR-27	小貨車	858.00	232.00	工區內添加	使用柴油
TR-28	小貨車	6,031.00	590.46	自行添加	使用汽油
WT-03	大貨車	3,377.80	2,802.00	工區內添加	使用柴油

(二)工料使用

C1 標本期所進行工程包括：隧道洞口工程、排水工程、路工工程、環境保護設施隧等，使用工料項目共計 28 項，以散裝水泥與各型混凝土為主，茲羅列目前已填報之總用量如表 3.4.2-5。其中，用於構築圍籬的萬向活扣、連接棒等，因屬於廠商之資本財，未來在

本工程使用完畢後，可毋須再製即直接拆卸至其他工程繼續使用，故經與查證人員討論後，初步將這些材料歸類為可回收再利用的材料，並依據碳足跡盤查規範，僅將材料運輸的排碳量計入、而毋須如一次性使用之工料，需納入工料自原料開採、製造乃至於廢棄的全生命週期排碳。

表 3.4.2-5 C1 標本期工程材料使用量統計結果

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-00002	鍍鋅立體菱形網	25.00	捲	一次性使用
MA-00005	混凝土	428,712.00	kg	一次性使用
MA-00006	蘭花黑網	5.00	捲	一次性使用
MA-00007	混凝土 280	3,473,617.00	kg	一次性使用
MA-00035	混凝土	66,860.00	kg	一次性使用
MA-00039	點焊鋼絲網	300.00	片	一次性使用
MA-00047	半阻隔式圍籬	142.00	面	回收再生
MA-00052	萬向活扣	180.00	個	回收再利用
MA-00053	連接棒	36.00	個	回收再利用
MA-00055	鍍鋅亞管	93.00	支	一次性使用
MA-00056	鋼筋	3.76	ton	一次性使用
MA-00059	全阻隔式圍籬	22.00	面	回收再生
MA-00060	混凝土	1,067,571.00	kg	一次性使用
MA-00062	自鈷式岩釘	415.00	支	一次性使用
MA-00064	噴凝土	407.50	m ³	一次性使用
MA-00071	有機土	32.00	斗	一次性使用
MA-00083	鋼纖噴凝土 255	12.00	m ³	一次性使用
(多項合併)	竹節鋼筋	92,435.00	kg	一次性使用
MA-104	散裝水泥	1,004,980.00	kg	一次性使用

扣除前述屬於廠商資本財、可回收再利用的材料後，C1 標本期需計算生命週期排碳量的工程材料尚包括：鍍鋅立體菱形網、蘭花黑網、混凝土、噴凝土、鋼纖噴凝土、點焊鋼絲網、半阻隔式圍籬、全

阻隔式圍籬、鍍鋅亞管、鋼筋、竹節鋼筋、自鉗式岩釘、散裝水泥等。其中，使用工料最大量為散裝水泥與混凝土。為符合碳足跡計算與查證要求，本計畫係循去年度排放清冊彙整期間、經查證單位認可的計算方式，以各項工程材料碳排放量係數所使用的單位作為活動強度計量單位，在活動數據填報單位與計量單位不一致的情況下，以文獻資料或承包商、供應商所提供的實際測量與計算資料進行數據換算。綜整本期 C1 標需納入排碳計算之工程材料項目及轉換後之活動強度單位與數量，可詳列如表 3.4.2-6。

表 3.4.2-6 C1 標本期工程材料使用活動強度數據

工料編號 (承商料號)	工料名稱	規格/類別	單位	使用數量	轉換後 單位	轉換後 使用數量
MA-00002	鍍鋅立體 菱形網	14#*50*30H*2M* 15M*34 捲	捲	25.0	kg	28.75
MA-00005	混凝土	210kg/cm ²	kg	428,712.0	kg	325,312.00
MA-00006	蘭花黑網	12 尺*50M	捲	5.0	kg	5.00
MA-00007	混凝土 280	280kg/cm ²	kg	3,473,617.0	kg	3,473,617.00
MA-00035	混凝土	175kg/cm ²	kg	66,860.0	kg	66,860.00
MA-00039	點焊鋼絲網	3.2m/m*10cm*2M* 3M	片	300.0	kg	2,499.00
MA-00047	半阻隔式圍籬	1.8M	面	142.0	kg	510.94
MA-00055	鍍鋅亞管	φ42mm 1/4"(32mm)x6M	1 支	93.0	kg	836.28
MA-00056	鋼筋	-	ton	3.76	kg	3,760.00
MA-00059	全阻隔式圍籬	2.25M	面	22.0	kg	2,587.64
MA-00060	混凝土	245kg/cm ²	kg	1,067,571.0	kg	1,067,571.00
MA-00062	自鉗式岩釘	R32*8M	支	415.0	kg	22,127.80
MA-00064	噴凝土	210kg/cm ²	m ³	407.5	kg	957,625.00
MA-00071	有機土	-	斗	32.0	kg	672,000.00
MA-00083	鋼纖噴凝土 255	255SFS	m ³	12.0	kg	28,200.00
(多項合併)	竹節鋼筋	-	kg	92,435.0	kg	92,435.00
MA-104	散裝水泥	I 型低鹼	kg	1,004,980.0	kg	1,004,980.00

其中，竹節鋼筋與散裝水泥之使用量填報單位與係數單位一致，故毋須進一步的單位轉換；其他工程材料之單位轉換原則如下：

1. C1 標本期所用之混/噴凝土依照規強度可分為：175、210、245、280 及 210 噴凝土與 255SFS 鋼纖噴凝土，其中，210 噴凝土與 255SFS 鋼纖噴凝土用量係以方數統計。惟依據 Gabi-PE 資料庫、混凝土類係數單位為 kg，故本計畫暫以混凝土平均密度 2,350 kg/m³ 進行換算、求得各型混凝土使用總重量作為活動強度。
2. 部份工程材料之換算參數係由 C1 標承包廠或供應商實際量測所提供，包括：資料鍍鋅立體菱形網(14#*50*30H*2M*15M*34)單位重量為 1.15kg/m²；半阻隔式圍籬每面約 59.97kg；鍍鋅亞管(φ 42mm 1 1/4"(32mm)x6M)每支約 8.99kg；全阻隔式圍籬每面約 117.62kg；及自鉗式岩釘(R32*8M)每支約 53.32kg。
3. 另有部分工程材料係參考文獻資料進行活動強度之換算，包括：蘭花黑網(12 尺*50M)每捲約 1kg；點焊鋼絲網(3.2m/m*10cm*2M*3M)每片約 8.33kg；及有機土每斗約 14m³且土壤密度(soil Bulk density)約為每方 1,500kg。

(三)廢棄物：本期 C1 標工區因所產生土方廢棄物皆是以回填方式處理，故未有廢棄物處理紀錄、活動強度為零。

(四)碳匯改變：本期 C1 標工區雖已進行部份林地移除或植被栽種，但因工程仍在持續中、尚無法填報精確的林地移除面積數據，故本期碳匯改變量部份之活動強度亦暫計為零；本計畫將持續追蹤此部份資料、於碳匯改變區域面積量測值取得後即納入計算。

(五)人員出勤

工區人員出勤會造成碳排放的活動類型包括：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放。C1 標目前列入登錄清冊之人員交通資料共計有 49 筆，通勤方式皆為住宿，毋需計算出勤運具排碳量。

另在人員出勤造成的化糞池逸散與廢棄物處置排放部分，依據盤查日誌之人員出勤資料統計結果，扣除屬於承包商介興公司內業職員

後，本期工區總出勤人員數為 295 人，此人數即為本期用以計算 C1 標工區化糞池逸散與生活廢棄物處理排碳量之活動強度數據。

(六)運輸(含機運具、工料、廢棄物)

C1 標本期共填報 503 筆運輸紀錄，運具類型包括：全拖車、半拖車、大貨車、小貨車與混凝土攪拌車。另有一項其他，是指承包商以自有小貨車進行小型工料採購運進；此部份由於公務車油耗已列入管理單位碳足跡計算內容，故此種運輸方式不列入工區運輸碳足跡計算項目內。茲綜整各類運具之運輸內容如表 3.4.2-7。

表 3.4.2-7 C1 標本期運輸所用運具類型及載運物品彙整

運具類型	載運物品
全拖車	有機土
半拖車	機具、止水帶、有機土、竹節鋼筋、水玻璃、皂土、洞口支保組、管幕支保組
大貨車	機具、點焊鋼絲網、超級柴油、電箱、變壓器、菱形網、灌漿鋼管、自鉗式岩栓、紐澤西護欄、PE 黑管、CNSII 類不織布、HDPE 透水管、管塞頭、中間接頭、管幕鋼管、PC300 挖斗、藍白帆布、水泥砂漿
小貨車	水泥砂漿、填縫版、鷹架樓梯、菱形網、散裝水泥(密斗)、蘭花黑網、液態速凝劑、自鉗式岩釘、5T 水塔、腳趾板、液壓油、三角楔木、中空板
預拌混凝土車	混凝土 175、混凝土 210、混凝土 245、混凝土 280、噴凝土 210、鋼纖噴凝土 255
其他	蘭花黑網、乾拌水泥砂

本計畫即依據所運載物品重量、車次與距離，計算各筆運輸活動強度；回程部分排放量則以運入活動強度之一半估算，故每筆日誌運輸活動強度為單趟噸公里(tkm)×1.5 計算。部分載運物品有無法計算或推估重量的情況時，則以載運物品重量本計畫以該車輛最大載運能力估算。

四、本期碳足跡盤查結果

依據前節所蒐集之碳排放係數及本小節前項所綜整之 C1 標碳足跡盤查結果，即可對應批次量化包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物處理、碳匯改變、人員出勤、工料運輸共六類碳足跡。經計算，C1 標本期總排放量約為 1,913.92tonCO₂e；其中，以工程材料使用的碳排放量最大，佔總排放量之 84.6%；機/運具使用次之，佔總排放量之 14.3%；其他運輸與人員出勤排碳佔比皆小於 2%，分別為 1.1%與 0.0%。茲綜整各類碳足跡計算結果如表 3.4.2-8，另逐項說明各類別碳排放量計算過程與結果於後。

表 3.4.2-8 C1 標本期碳足跡量化結果

類別	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
機具使用	274.04	14.3%
工料使用	1,618.45	84.6%
人員出勤(運輸、逸散、廢棄物)	0.16	0.0%
運輸	21.26	1.1%
合計	1,913.92	100.00%

(一)機/運具使用碳排放

C1 標本期機/運具盤查紀錄項目及活動強度(耗油量)如表 3.4.2-3 與 3.4.2-4 所列，對應各活動強度及本章 3.2.3 節所列之碳排放係數資料，機/運具使用碳排放量之量化係採用 Gabi、Simapro 與我國資料合成之半本土化數據，以移動源、固定源柴油碳排放係數分別為 3.340、3.305kgCO₂e /L 計算，排放量量化結果如表 3.4.2-9，本期機具操作碳排放量合計為 196tonCO₂e，運具操作碳排放量合計為 78.04tonCO₂e，碳排放量合計約為 274.04tonCO₂e。

其中，機具部份以挖土機(BH-77、BH-88、BH-91、BH-92、BH-93)使用的排碳佔比最高，約佔總機具排放量之 54%；其次則為柴油發電

機(GR-07、GR-13、GR-14、GR-21)，排碳佔比約為總機具排放量之18%。

表 3.4.2-9 C1 標本期機/運具使用碳足跡計算

機/運具編號	機具名稱	耗油量(L)	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
AC-05	柴油空壓機(AC-05)	5,099.00	17.03	8.69%
AC-16	柴油空壓機(AC-16)	1,906.00	6.37	3.25%
BH-77	挖土機(BH-77)	974.00	3.25	1.66%
BH-88	挖土機(BH-88)	6,554.00	21.89	11.17%
BH-91	挖土機(BH-91)	6,204.00	20.72	10.57%
BH-92	挖土機(BH-92)	10,823.00	36.15	18.44%
BH-93	挖土機(BH-93)	7,086.00	23.67	12.07%
CSR-02	濕式噴漿機(CSR-02)	171.00	0.57	0.29%
GR-07	柴油發電機(GR-07)	4,533.00	14.98	7.64%
GR-13	柴油發電機(GR-13)	707.00	2.34	1.19%
GR-14	柴油發電機(GR-13)	984.00	3.25	1.66%
GR-21	柴油發電機(GR-21)	4,381.00	14.48	7.39%
JB-01	油壓式鑽堡機(JB-01)	158.00	0.53	0.27%
JB-06	鑽堡機	224.00	0.75	0.38%
LR-02	高空作業車(LR-02)	890.00	2.97	1.52%
MG-01	平路機(MG-01)	1,107.00	3.70	1.89%
PL-10	裝載機	100.00	0.33	0.17%
PL-11	裝載機(PL-11)	602.00	2.01	1.03%
RR-05	震動壓路機(RR-05)	1,577.00	5.27	2.69%
昱揚-1 鑽機	鑽機	1,960.00	6.55	3.34%
昱揚-2 空壓機	空壓機	2,754.00	9.20	4.69%
	機具小計	58,794.00	196.00	-
CP-01	大貨車	986.97	3.30	4.22%
DT-08	傾卸車	970.00	3.24	4.15%
DT-32	傾卸車	2,186.00	7.30	9.36%
DT-33	傾卸車	3,132.00	10.46	13.40%
DT-34	傾卸車	2,385.00	7.97	10.21%
DT-61	傾卸車	3,310.00	11.06	14.17%
FT-01	大貨車(油罐車)	987.00	3.30	4.22%
MC-08	大貨車	1,824.38	6.09	7.81%

表 3.4.2-9 C1 標本期機/運具使用碳足跡計算(續)

機/運具編號	機具名稱	耗油量(L)	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
MT-13	預拌混凝土車	2,101.01	7.02	8.99%
MT-23	預拌混凝土車	961.00	3.21	4.11%
TR-26	小貨車	895.34	2.99	3.83%
TR-27	小貨車	232.00	0.77	0.99%
TR-28	小貨車	590.46	1.98	2.54%
WT-03	大貨車(灑水車)	2,802.00	9.36	11.99%
運具小計		23,363.16	78.04	-
機/運具合計		82,157.16	274.04	-

運具部分則是以傾卸車(DT-08、DT-32、DT-33、DT-34、DT-61)使用排碳佔比最高，約佔總運具排放量之 51%；其次則為預拌混凝土車(MT-13、MT-23)，排碳佔比約為總運具排放量之 13%；又小貨車(TR-26、TR27、TR28)排碳佔比最小，僅佔總機具排放量的 7%。

(二)工料使用碳排放

依據前節係數蒐集及本小節前段之本標本期工程材料使用量統計與活動強度換算(表 3.4.2-6)結果，C1 標本期各項工料使用碳排放量計算內容如表 3.4.2-10 所示，合計約為 1,618.45tonCO₂e。其中，主要碳排放源為用量最大的散裝水泥、其次為混/噴凝土，兩者碳排放量佔總工程材料排放量近 80.64%；有機土、竹節鋼筋合計約佔總工程材料排放量之 16.63%；其他工料如：自鉗式岩釘、全阻隔式圍籬、半阻隔式圍籬、點焊鋼絲網、鍍鋅亞管、鍍鋅立體菱形網、蘭花黑網等，排放量皆非常小，合計後佔比小於總工程材料排放量的 3%。

(三)人員出勤碳排放

依據前段分析 C1 標人員出勤碳排放源：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放之活動強度內容，在出勤運具造排放量部份，由於 C1 標承包商與協力廠商人員通勤方式皆為住宿，C1 標本期總出勤運具排放量為零。

表 3.4.2-10 C1 標本期工料使用碳足跡計算

工料編號	工料名稱	規格/類別	轉換後 單位	轉換後用量	排放係數 (kgCO ₂ e/kg)	碳排放量 (tonCO ₂ e)
MA-00002	鍍鋅立體 菱形網	14#*50*30H*2M *15M*34 捲	kg	28.75	2.47	0.07
MA-00005	混凝土	210kg/cm ²	kg	428,712.00	0.088	37.51
MA-00006	蘭花黑網	12 尺*50M	kg	5.00	1.65	0.01
MA-00007	混凝土 280	280kg/cm ²	kg	3,473,617.00	0.09	319.23
MA-00035	混凝土	175kg/cm ²	kg	66,860.00	0.07	4.85
MA-00039	點焊鋼絲網	3.2m/m*10cm*2 M*3M	kg	2,499.00	1.24	3.10
MA-00047	半阻隔式圍籬	1.8M	kg	510.94	2.17	1.11
MA-00055	鍍鋅亞管	φ 42mm 1 1/4"(32mm)x6M	kg	836.28	2.47	2.07
MA-00056	鋼筋	-	kg	3,760.00	1.24	4.66
MA-00059	全阻隔式圍籬	2.25M	kg	2,587.64	2.23	5.78
MA-00060	混凝土	245kg/cm ²	kg	1,067,571.00	0.09	93.41
MA-00062	自鉗式岩釘	R32*8M	kg	22,127.80	1.24	27.44
MA-00064	噴凝土	210kg/cm ²	kg	957,625.00	0.09	83.79
MA-00071	有機土	-	kg	672,000.00	0.23	154.56
MA-00083	鋼纖噴凝土 255	255SFS	kg	28,200.00	0.09	2.47
(多項合併)	竹節鋼筋	-	kg	92,435.00	1.24	114.62
MA-104	散裝水泥	I 型低鹼	kg	1,004,980.00	0.76	763.78
					合計	1,618.45

工區人員出勤產生的化糞池逸散與廢棄物處理部份排放量則是以本期總出勤人日數 295 人，以化糞池碳排放係數每人時排放係數為 0.0398kgCO₂e/人時，及一般廢棄物處理排放係數(花蓮縣)0.504kgCO₂e/kg 計算，則可求得 C1 標本期工區化糞池溫室氣體逸散量約 0.09tonCO₂e，以及一般廢棄物處理排放量約 0.07tonCO₂e。

綜合上述 3 項人員出勤碳排放源之排放量計算結果，可得 C1 標本期人員出勤總排放量約為 0.16tonCO₂e。

(四)運輸(含機運具、工料、廢棄物)碳排放

經與查證單位討論確認，運輸排碳量之計算範圍需包含所有工程材料與機具的運輸排放量，故即使是無須列入工程材料使用排碳量計算的廠商資本財或可回收再利用之工料，其運入或運出的排放量都必須被納入於運輸排放量計算項目；另機具運輸則包含自走或拖運的排放量。如本章3.3.3節係數選用說明及表3.3.4-1所列之係數計算結果，本計畫首先將C1標碳足跡盤查日誌運輸部份填報內容逐一換算為活動強度(噸公里數，tkm)，再依據各趟次運具規格、分8類選用對應的運輸係數進行計算，求得C1標本期運輸碳排放量約為21.26tonCO₂e。

3.4.3 東澳隧道新建工程(A2標)

本小節首先簡要介紹東澳隧道段新建工程(A2標)內容，再接續逐項說明A2標本期(102年度1月至6月)之登錄清冊累積項目，各項目包括機具、工料、能資源、廢棄物、人員出勤與運輸部份活動量數據與碳足跡計算結果。

一、盤查範圍說明

東澳隧道新建工程(A2標)工程範圍如圖3.4.3-1，全長約3.5公里，其中隧道段約3.4公里、路堤路塹段約0.1公里；工程項目包括東澳隧道北路堤、東澳隧道、東澳隧道南路堤及附屬工程。

本標係於101年11月29日決標，並於同年12月15日開工；截至102年6月底止，累積工期為198天，實際進度0.48%；主要工程進度在於南北口隧道洞口邊坡施工、水保設施與展示館建置工程。

另彙整本標工程構築型式設施配置則如表3.4.3-1，包含路堤路塹與隧道兩種工程型式。東澳隧道為雙孔各單向行車隧道，隧道設計為近似馬蹄型之斷面，分為有仰拱段及無仰拱段。

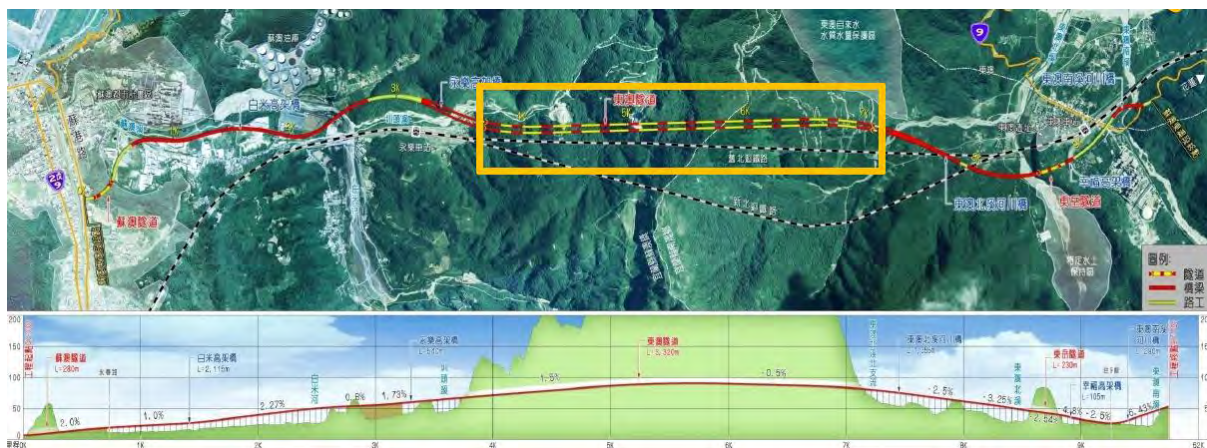


圖 3.4.3-1 東澳隧道新建工程(A2 標)工程範圍示意圖

表 3.4.3-1 東澳隧道新建工程(A2 標)工程構築型式配置表

標別	構築型式	設施名稱	起迄里程(m)			工程型式
			起	迄	標	
A2 標	路堤路塹	東澳隧道北路堤	3+824.000	3+830.000	(SB)	-
			3+785.000	3+790.000	(NB)	
	隧道	東澳隧道	3+830.000	7+180.000	(SB)	雙孔各單車道
			3+790.000	7+170.500	(NB)	
	路堤路塹	東澳隧道南路堤	7+180.000	7+213.000	(SB)	
			7+170.500	7+240.000	(NB)	

二、碳足跡盤查登錄清冊

根據本計畫盤查範圍與項目要求，目前應登錄於盤查清冊之排放源類別包括：施工機具/耗能設備、用電、用水、工程材料、植生、運具及人員七項，另基於不同工程項目的碳足跡分析需求與承商資料管理之便利性，目前已另於登錄清冊中加入工程施工項目及協力廠商/供應商的登錄表單，作為承包商執行碳足跡盤查資料填報之參照。

截至 102 年 6 月底，A2 標施工碳足跡盤查之登錄清冊各項目累計登錄數量如表 3.4.3-2 所示。由於 A2 標係為 101 年 11 月底開工、初期僅為人員集結與文書作業，故多數登錄項目皆為本期所新增；又最大幅新增的項目為人員部分。

表 3.4.3-2 A2 標登錄清冊登錄狀況彙整表

A2 標施工碳足跡盤查登錄清冊			
表單編號	表單名稱	目前總筆數	本期新增筆數
CP	工程施工項目登錄表	18	16
CC	廠商登錄表	46	46
ME	施工機具/耗能設備登錄表	63	58
ES	用電登錄表	7	5
WS	用水登錄表	3	3
MA	工程材料登錄表	45	45
PL	植生登錄表	7	7
MO	運具設備登錄表	19	16
HR	工區人員交通方式登錄表	151	135

三、本期盤查日誌數據彙整結果

本計畫依據工程碳盤查日誌與月報表格內容蒐集 A2 標本期活動資料，並透過一致的轉換標準，進行活動強度數據整理，包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物、碳匯改變、人員出勤、運輸記錄。其中因 A2 標工區目前仍未接用台電的臨時電或自來水、尚無電表與水表，僅有辦公區使用電表，故本期本標尚無工區之用電用水活動數據。

以下即進一步分項說明其他各類活動度數據彙整與統計結果。

(一)機/運具使用

截至 102 年 6 月 30 日止，A2 標已進行的工程項目包括：清除掘除、拆除及圍籬工程、施工便道及便橋、告示牌作業、隧道洞口邊坡施工等；過程中共計使用機具 47 台、運具 5 台，類型包括挖土機、發電機、空壓機、吊卡車、噴漿機、鑽機、泵浦車及傾卸車等。其中，目前東澳隧道南北口自 102 年 6 月開始洞口邊坡施工作業，兩洞口工程目前持續進行。

考量機/運具操作所造成的工程碳足跡，係以其能耗量(用油量)為活動強度，本計畫遂將機/運具使用紀錄整理如表 3.4.3-3、表 3.4.3-4，

含機具操作時數、耗油量(L)等資料。

表 3.4.3-3 A2 標本期機具使用紀錄

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	能源類別	備註
ME-奇聯 01	吊車	1.5	-	柴油	低於 50 小時
ME-長鴻 01	挖土機	91.0	1049.23	柴油	註 1
ME-長鴻 02	挖土機	81.5	939.70	柴油	註 1
ME-咸臨 01	挖土機	6.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-咸臨 02	挖土機	17.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-景躍 01	吊車	8.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-景躍 03	發電機	74.5	880.59	汽油	註 2
ME-景躍 04	發電機	15.0	-	汽油	低於 50 小時
ME-景躍 05	吊卡車	11.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-景躍 06	發電機	10.0	-	汽油	低於 50 小時
AA216	挖土機	47.0	-	柴油	低於 50 小時
AL008	噴漿機	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-弘大鑫 01	噴漿機	65.0	453.70	柴油	註 3
ME-弘大鑫 02	空壓機	65.0	715.00	柴油	註 4
ME-弘大鑫 03	發電機	65.0	768.30	柴油	註 2
ME-弘大鑫 04	挖土機	6.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-永瑞 01	鑽機	17.0	47.62	柴油	
ME-永瑞 02	發電機	24.0		柴油	
ME-永瑞 03	灌漿機	15.0		柴油	
ME-安迪 01	吊卡車	13.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-利全 01	吊卡車	2.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-利全 02	吊卡車	3.5	-	柴油	低於 50 小時
ME-利全 03	自走式吊車	6.5	-	柴油	低於 50 小時
ME-育明 01	泵浦車	35.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-奇昱 01	挖土機	20.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-金吉 03	挖土機	32.0	-	柴油	低於 50 小時

表 3.4.3-3 A2 標本期機具使用紀錄(續)

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	能源類別	備註
ME-長鴻 01	挖土機	237.0	14,087.18	柴油	
ME-長鴻 02	挖土機	290.0		柴油	
ME-長鴻 04	挖土機	249.0		柴油	
ME-長鴻 05	挖土機	280.5		柴油	
ME-長鴻 06	挖土機	85.0		柴油	
ME-咸臨 01	挖土機	24.0		-	柴油
ME-建拓 01	履帶式高空作業車	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-茂田 01	挖土機	41.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-茂田 02	壓路機	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-昶逸 01	空壓機	58.0	579.67	柴油	
ME-昶逸 02	發電機	78.0		柴油	
ME-昶逸 03	發電機	4.0		柴油	
ME-益德 01	壓路機	8.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-國裕 01	打樁機	21.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-國裕 02	吊車(自走式)	40.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-國裕 03	吊卡車	36.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-景躍 01	吊車	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-景躍 03	發電機	11.0	59.78	汽油	
ME-景躍 06	發電機	58.0		汽油	
ME-景躍 05	吊卡車	12.0	-	柴油	
ME-智為 01	破碎機	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-智為 02	挖土機	61.0	703.33	柴油	註 1
ME-智為 03	破碎機	11.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-運財 01	振動壓路機	8.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-運財 02	振動壓路機	4.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-鈺達 01	噴漿機	58.0	404.84	柴油	註 3
ME-福清 06	壓路機	1.0	-	柴油	低於 50 小時
ME-寰達 01	泵浦車	39.0	-	柴油	低於 50 小時

備註:1.能資源使用量為推估值(採用 C1 標 1-3 月 PC200 型挖土機油耗平均 11.53L/hr)

2.能資源使用量為推估值(採用 C1 標 1-3 月柴油發電機油耗平均 11.82L/hr)

3.能資源使用量為推估值(採用 C1 標 1-6 月噴漿機(CSR-02)油耗平均 6.98L/hr)

4.能資源使用量為推估值(採參考中華工程機具使用費率表 11 L/hr)

表 3.4.3-4 A2 標本期運具使用紀錄

運具編號	運具名稱	累計行駛里程(km)	耗油量(L)	能源類別	備註
MO-智豪 01	傾卸車	63	138.82	柴油	
MO-智豪 02	傾卸車	31	211.18	柴油	
MO-金吉 04	傾卸車	9	-	柴油	低於 50 小時
MO-金吉 05	傾卸車	9	-	柴油	低於 50 小時
MO-致和 01	傾卸車	8	-	柴油	低於 50 小時

機/運具操作之碳排放量活動強度係以用油量為基準，考量部分機具時數較低，且原機具於進場時已備有油量，機具內之存油量難以計量，且機具常有當日離場情形(無油料添加)，故本報告暫排除機具操作時間在 50 小時以下且未有加油紀錄之機具，其餘使用時間超過 50 小時但無加油紀錄的機具，則利用查驗機構所建議、參考其他相近之工程機具單位操作時間能耗量，進行該項機具用油量推估。

根據以上原則，可綜整 A2 標機具活動強度數據統計與計算結果如表 3.4.3-5。

表 3.4.3-5 A2 標本期機/運具活動強度統計

機具編號	機具名稱	耗油量(L)
ME-長鴻 01	挖土機	1,049.23
ME-長鴻 02	挖土機	939.70
ME-景躍 03	發電機	880.59
ME-弘大鑫 01	噴漿機	453.70
ME-弘大鑫 02	空壓機	715.00
ME-弘大鑫 03	發電機	768.30
ME-永瑞 01	鑽機	47.62
ME-永瑞 02	發電機	
ME-永瑞 03	灌漿機	

表 3.4.3-5 A2 標本期機/運具活動強度統計(續)

機具編號	機具名稱	耗油量(L)
ME-長鴻 01	挖土機	14,087.18
ME-長鴻 02	挖土機	
ME-長鴻 04	挖土機	
ME-長鴻 05	挖土機	
ME-長鴻 06	挖土機	
ME-昶逸 01	空壓機	
ME-智為 02	挖土機	703.33
ME-鉦達 01	噴漿機	404.84
MO-智豪 01	傾卸車	138.82
MO-智豪 02	傾卸車	211.18

(二)工料使用

A2 標本期所進行工程包括：清除掘除、拆除及圍籬工程、施工便道及便橋、告示牌作業、隧道洞口邊坡施工等，使用工料項目共計有 23 項，以各型混凝土為主，茲羅列目前已填報之總用量如表 3.4.3-6。其中，巨額工程告示牌、全阻隔式圍籬、半阻式圍籬、安全欄杆、模板、鷹架、H 型鋼及覆工板等，因屬於資本財，未來在本工程使用完畢後，可毋須再製即直接拆卸至其他工程繼續使用，故經與查證人員討論後，初步將這些材料歸類為可回收再利用的材料，並依據碳足跡盤查規範，僅將材料運輸的排碳量計入、而毋須如一次性使用之工料，需納入工料自原料開採、製造乃至於廢棄的全生命週期排碳。

表 3.4.3-6 A2 標本期工程材料使用量統計結果

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-宜興 01	混凝土 245kg/cm ²	1,238.0	m ³	一次性使用
MA-宜興 02	混凝土 210kg/cm ²	256.0	m ³	一次性使用
MA-宜興 03	混凝土 280kg/cm ²	112.0	m ³	一次性使用

表 3.4.3-6 A2 標本期工程材料使用量統計結果(續)

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-元山 01	銲接鋼線網	9,674.2	m ²	一次性使用
MA-元山 02	銲接鋼線網	2,712.2	m ²	一次性使用
MA-台普 01	速凝劑	5,310.0	kg	一次性使用
MA-志成 01	氧氣	6.0	瓶	一次性使用
MA-志成 02	乙炔	5.0	瓶	一次性使用
MA-宜興 04	混凝土 175kg/cm ²	83.5	m ³	一次性使用
MA-宜興 05	噴凝土 210kg/cm ²	389.5	m ³	一次性使用
MA-偉盟 01	鋼筋混凝土管	12.0	支	一次性使用
MA-偉盟 02	鋼筋混凝土管	29.0	支	一次性使用
MA-國裕 02	氧氣	11.0	瓶	一次性使用
MA-國裕 03	乙炔	11.0	瓶	一次性使用
MA-聯合 01	臨時集水井	2.0	座	一次性使用
MA-景躍 07	巨額工程告示牌	2.8	ton	回收再利用
MA-景躍 08	全阻隔式圍籬	119.0	組	回收再利用
MA-景躍 09	半阻式圍籬	8.0	組	回收再利用
MA-三統 01	安全欄杆	110.0	支	回收再利用
MA-吉峰 01	模板	120.0	片	回收再利用
MA-吉翁 01	鷹架	24.0	組	回收再利用
MA-國裕 01	H 型鋼	71.0	支	回收再利用
MA-國裕 04	覆工板	204.0	片	回收再利用

扣除前述屬於廠商資本財、可回收再利用的材料後，A2 標本期需計算生命週期排碳量的工程材料尚包括：混凝土、噴凝土、銲接鋼線網、速凝劑、氧氣、乙炔、鋼筋混凝土管、臨時集水井；其中，使用工料最大量為各類混凝土。

為符合碳足跡計算與查證要求，本計畫係循去年度排放清冊彙整期間、經查證單位認可的計算方式，以各項工程材料碳排放量係數所使用的單位作為活動強度計量單位，在活動數據填報單位與計量單位不一致的情況下，以文獻資料或承包商、供應商所提供的實際測量與

計算資料進行數據換算。綜整本期 A2 標需納入排碳計算之工程材料項目及轉換後之活動強度單位與數量，可詳列如表 3.4.3-7。

表 3.4.3-7 A2 標本期工程材料使用活動強度數據

工料編號 (承商料號)	工料名稱	規格/類別	單位	使用 數量	轉換後 單位	轉換後 使用數量
MA-宜興 01	混凝土	245 II kgf/cm ²	m ³	1,238.0	kg	2,909,300.00
MA-宜興 02	混凝土	210 II kgf/cm ²	m ³	256.0	kg	601,600.00
MA-宜興 03	混凝土	280 II kgf/cm ²	m ³	112.0	kg	263,200.00
MA-元山 01	銲接鋼線網	100*100*5 mm	m ²	9,674.2	m ³	32,795.54
MA-元山 02	銲接鋼線網	10*10*3.2mm	m ²	2,712.2	kg	3,769.96
MA-台普 01	速凝劑	TamShot 80AF	kg	5,310.0	kg	318.60
MA-志成 01	氧氣	6000L	瓶	6.0	kg	51.42
MA-志成 02	乙炔	400L	瓶	5.0	kg	2.32
MA-宜興 04	混凝土	175 II kgf/cm ²	m ³	83.5	kg	196,225.00
MA-宜興 05	噴凝土	210 II kgf/cm ²	m ³	389.5	kg	915,325.00
MA-偉盟 01	鋼筋混凝土管	D1500mm	支	12.0	kg	53,304.00
MA-偉盟 02	鋼筋混凝土管	D1000mm	支	29.0	kg	63,539.00
MA-國裕 02	氧氣	6000L	瓶	11.0	kg	94.27
MA-國裕 03	乙炔	400L	瓶	11.0	kg	5.06
MA-聯合 01	臨時集水井	150*150*165*15cm	座	2.0	kg	7,840.80

其中，鋼筋之使用量填報單位與係數單位一致，故毋須進一步的單位轉換；另列其他工程材料之單位轉換原則如下：

1. 混凝土依照規強度可分為 175II、210II、280II 與 210II 噴凝土，依據 Gabi-PE 資料庫所使用係數，單位為 kg，惟福清公司協力廠商進料單無說明運送車輛總重、淨重等重量數據，且 A2 標工地尚未建置地磅站，故本計畫以混凝土平均密度 2,350 kg/m³ 進行換算，求得各型混凝土使用總重量。
2. 銲接鋼線網 MA-元山 01 與 MA-元山 02 係依據 1 m² 點焊網使用

直徑 5mm 長 1,000mm 鋼筋共 22 根與 42 根，鋼筋密度以 7.85ton/m³ 換算，則可得焊接鋼線網用量相當於共使用鋼筋用量 36,565.50kg。

3. 氧氣與乙炔使用量係以氧氣瓶單瓶 6,000L、乙炔瓶單瓶 400L，並利用氣體密度將體積換算為重量。
4. 鋼筋混凝土管重量計算方式係依據 B 型鋼筋混凝土管參考重量，內徑 1,500mm 與 1,000mm 分別為 4,442kg 與 2,191kg 鋼筋混凝土計算
5. 臨時集水井主要材料鋼筋混凝土，依具協力廠商所提供之長寬資料，一座以 3,920.4kg 計算。

(三)廢棄物：本年度截至 6 月 30 日止，A2 標工區已填報委由其他廠商回收再利用營建廢棄物共 70.74 公噸；依據碳足跡盤查規範，此部分僅需計入營建廢棄物之運輸排碳量，毋須列入後端處置部分排碳。

(四)碳匯改變：本期 A2 標工區雖已進行部份林地移除或植被栽種，但因工程仍在持續中、尚無法填報精確的林地移除面積數據，故本期碳匯改變量部份之活動強度亦暫計為零；本計畫將持續追蹤此部份資料、於碳匯改變區域面積量測值取得後即納入計算。

(五)人員出勤

工區人員出勤會造成碳排放的活動類型包括：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放。本標目前列入登錄清冊之人員交通資料共計有 241 人，其中有 17 人為非住宿人員，為能符合碳足跡計算之保守性原則且更有效率地計算人員出勤運具排放量，本計畫此次在計算上係假設福清公司之非住宿人員本期出勤 181 天(6 個月每日出勤)，其、協力廠商之非住宿人員則視該公司出工日數計算出勤天數。

另在人員出勤造成的化糞池逸散與廢棄物處置排放部分，依據盤查日誌之人員出勤資料統計結果，扣除屬於承包商福清公司內業職員後，本期工區總出勤人員數為 1,957 人，此人數即為本期用以計算 A2 標工區化糞池逸散與生活廢棄物處理排碳量之活動強度數據。

(六)運輸(含機運具、工料、廢棄物))

A2 標本期共填報 289 筆運輸紀錄，運具類型包括：全拖車、半拖車、大貨車、小貨車與預拌混凝土車，茲綜整各類運具之運輸內容如表 3.4.3-8 所示。

表 3.4.3-8 A2 標運輸所用運具類型及載運物品彙整

運具類型	載運物品
全拖車	挖土機、鑽堡、打樁機、壓路機、H 型鋼、覆工板、鋼筋混凝土管、臨時集水井
半拖車	壓路機、H 型鋼、覆工板
大貨車	通風機、高空作業車、氧氣瓶、乙炔瓶、風管、鷹架、清水模板、營建廢棄物
小貨車	破碎機、噴漿機、速凝劑、安全欄杆、鐵扇門、止水帶、鍍鋅菱形網、氧氣瓶、乙炔瓶
預拌混凝土車	混凝土 175、混凝土 210 II、混凝土 350 II、混凝土 280 II、噴凝土

本計畫即依據所運載物品重量、車次與距離，計算各筆運輸活動強度；回程部分排放量則以運入活動強度之一半估算，故每筆日誌運輸活動強度為單趟噸公里(tkm) \times 1.5 計算。部分載運物品有無法計算或推估重量的情況時，則以載運物品重量本計畫以該車輛最大載運能力估算。

四、本期碳足跡計算結果

依據前節所蒐集之碳排放係數及前項綜整之 A2 標碳足跡盤查結果，即可對應批次進行包括：機/運具使用、工料使用、廢棄物處理、碳匯改變、人員出勤、工料運輸共六類碳足跡量化。經計算，A2 標本期總排放量約為 584.26 tonCO₂e；其中，以工程材料使用的排放量最大，佔總排放量的 83.7%；機運具使用約佔 12.0%、其它運輸與人員出勤部份佔比皆小於 5%，分別為 3.3%與 1.0%。

茲綜整各類碳足跡計算結果如表 3.4.3-9，另逐項說明各類別碳排放量計算過程與結果於後。

表 3.4.3-9 A2 標本期碳足跡量化結果

類別	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
機具使用	70.20	12.0%
工料使用	489.12	83.7%
人員出勤(運輸、逸散、廢棄物)	5.60	1.0%
運輸	19.34	3.3%
合計	584.26	100%

(一)機/運具使用碳排放

A2 標本期機/運具盤查紀錄項目如表 3.4.3-3、表 3.4.3-4 所列、活動強度(耗油量)則統計如表 3.4.3-5。對應各活動強度及本章 3.2.3 節所列之碳排放係數資料，機/運具使用碳排放量之量化係採用半本土化係數，以移動源、固定源柴油碳排放係數 3.340、3.305kgCO₂e/L 計算，可得排放量量化結果如表 3.4.3-10；碳排放量合計約為 70.2tonCO₂e。

表 3.4.3-10 A2 標本期機/運具使用碳足跡計算

機具編號	機具名稱	耗油量(L)	排碳量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
ME-長鴻 01	挖土機	1,049.23	3.50	4.99%
ME-長鴻 02	挖土機	939.70	3.14	4.47%
ME-景躍 03	發電機	880.59	2.88	4.10%
ME-弘大鑫 01	噴漿機	453.70	1.52	2.16%
ME-弘大鑫 02	空壓機	715.00	2.39	3.40%
ME-弘大鑫 03	發電機	768.30	2.57	3.66%
ME-永瑞 01	鑽機	47.62	0.16	0.23%
ME-永瑞 02	發電機			
ME-永瑞 03	灌漿機			

表 3.4.3-10 A2 標本期機/運具使用碳足跡計算(續)

機具編號	機具名稱	耗油量(L)	排碳量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
ME-長鴻 01	挖土機	14,087.18	47.05	67.02%
ME-長鴻 02	挖土機			
ME-長鴻 04	挖土機			
ME-長鴻 05	挖土機			
ME-長鴻 06	挖土機			
ME-昶逸 01	空壓機			
ME-昶逸 02	發電機			
ME-昶逸 03	發電機			
ME-景躍 03	發電機	59.78	0.20	0.28%
ME-景躍 06	發電機			
ME-智為 02	挖土機	703.33	2.35	3.35%
ME-鉦達 01	噴漿機	404.84	1.35	1.93%
MO-智豪 01	傾卸車	138.82	0.46	0.66%
MO-智豪 02	傾卸車	211.18	0.71	1.00%
		合計	70.20	100%

其中，機運具排碳量佔比最大的是長鴻公司所用機具(ME-長鴻 01~06)，其單獨加油及共用油箱之總油耗排放即佔機具總排碳量約 76%；其他協力廠商之各機具能耗排碳佔比皆小於 5%。

(二)工料使用碳排放

依據前節係數蒐集及本小節前段之本標本期工程材料使用量統計與活動強度換算結果(詳表 3.4.3-7)，A2 標本期各項工料使用碳排放量計算內容與結果如表 3.4.3-11 所示；排放總量為 489.12tonCO₂e。此部分排放之主要來源係為混凝土及噴凝土，兩者排碳量佔比達工料使用總排碳量的 87%。

(三)人員出勤碳排放

依據前段分析 A2 標人員出勤碳排放源：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放之活動強度內容，在出勤運具造成排放量部份，

以 A2 標承包商與協力廠商非住宿人員出勤天數與通勤方式(自行開車或搭乘火車)計算，先求得汽油、柴油耗用量及搭乘火車之延人公里數，再對應移動源燃料係數及運輸係數，計算出 A2 標本期總出勤運具排放量約為 4.57tonCO₂e。

表 3.4.3-11 A2 標本期工料使用碳足跡計算

工料編號	工料名稱	規格/類別	轉換後單位	使用量	排放係數(kgCO ₂ e/kg)	工料排碳量(tonCO ₂ e)
MA-宜興 01	混凝土	245kg/cm ²	kg	2,909,300.00	0.09	254.56
MA-宜興 02	混凝土	210kg/cm ²	kg	601,600.00	0.09	52.64
MA-宜興 03	混凝土	280kg/cm ²	kg	263,200.00	0.09	24.19
MA-元山 01	銲接鋼線網	100*100*5mm	kg	32,795.54	1.24	40.67
MA-元山 02	銲接鋼線網	10*10*3.2mm	kg	3,769.96	1.24	4.67
MA-台普 01	速凝劑	TamShot 80AF	kg	318.06	0.49	0.16
MA-志成 01	氧氣	-	kg	51.42	0.12	0.01
MA-志成 02	乙炔	-	kg	2.32	5.68	0.01
MA-宜興 04	混凝土	175kg/cm ²	kg	196,225.00	0.07	14.25
MA-宜興 05	噴凝土	210kg/cm ²	kg	915,325.00	0.09	80.09
MA-偉盟 01	鋼筋混凝土管	D1500mm	kg	53,304.00	0.14	7.62
MA-偉盟 02	鋼筋混凝土管	D1000mm	kg	63,539.00	0.14	9.09
MA-國裕 02	氧氣	-	kg	94.27	0.12	0.01
MA-國裕 03	乙炔	-	kg	5.06	5.68	0.03
MA-聯合 01	臨時集水井	150*150*165 *15cm	kg	7,840.80	0.14	1.12
合計						489.12

工區人員出勤產生的化糞池逸散與廢棄物處理部份排放量則是以本期總出勤人日數 1,957 人，以化糞池碳排放係數每人時排放係數為 0.0398kgCO₂e/人時，及一般廢棄物處理排放係數(宜蘭縣)0.504kgCO₂e/kg 計算，分別求得 A2 標本期工區化糞池溫室氣體逸散量約 0.62 tonCO₂e；以及一般廢棄物處理排放量約 0.4 tonCO₂e。

綜合 3 項人員出勤碳排放源之排放量計算結果，可得 A2 標本期人員出勤總排放量約為 5.60tonCO₂e。

(四)運輸(含機運具、工料、廢棄物)碳排放

經與查證單位討論確認，運輸排碳量之計算範圍需包含所有工程材料與機具的運輸排放量，故即使是無須列入工程材料使用排碳量計算的廠商資本財或可回收再利用之工料，其運入或運出的排放量都必須被納入於運輸排放量計算項目；另機具運輸則包含自走或拖運的排放量。如本章 3.3.3 節係數選用說明及表 3.3.4-1 所列之係數計算結果，本計畫首先將 A2 標碳足跡盤查日誌運輸部份填報內容逐一換算為活動強度(噸公里數，tkm)，再依據各趟次運具規格、分 8 類選用對應的運輸係數進行計算，求得 A2 標本期運輸碳排放量為 19.34tonCO₂e。

3.4.4 蘇澳永樂段新建工程(A1 標)

本小節首先簡要介紹蘇澳永樂段新建工程(A1 標)內容，再接續逐項說明 A1 標本期(102 年度 1 月至 6 月)之登錄清冊累積項目、各項目包括機具、工料、能資源、廢棄物、人員出勤與運輸部份活動量數據與碳足跡計算結果。

一、盤查範圍說明

蘇澳永樂段新建工程(A1 標)工程範圍如圖 3.4.4-1，全長約 3.8 公里，其中橋梁段約 3.1 公里、隧道段約 0.3 公里、路堤路塹段約 0.5 公里。於民國 102 年 3 月 20 日決標，並於同年 4 月 16 日開工；截至 102 年 6 月底止，累積工期 76 天，實際進度 0.01%，工程項目包括蘇澳隧道北路堤、蘇澳隧道、蘇澳隧道南路堤、白米高架橋、永樂路塹、永樂高架橋及附屬工程等，另含地磅管制站建築等相關工程，因為 A1 標本年度 4 月中旬開工，故至 6 月底止，主要為動員及準備；至 6 月底才開始零星補充地質鑽探工程。

另彙整本標工程構築型式設施配置則如表 3.4.4-1，包含路堤路塹、橋梁及隧道三種工程型式，其中白米高架橋採合併線，其上部結構採預

力混凝土箱型梁為主；而永樂高架橋施工以懸臂工法施做；蘇澳隧道為雙孔各單車道隧道，採眼鏡型隧道設計，以機械開挖為主。



圖 3.4.4-1 蘇澳永樂段新建工程(A1 標)工程範圍示意圖

表 3.4.4-1 蘇澳永樂段新建工程(A1 標)工程構築型式配置表

標別	構築型式	設施名稱	起迄里程(m)			工程型式
A1 標	路堤路塹	蘇澳隧道北路堤	0+000.000	0+052.000		
	隧道	蘇澳隧道	0+052.000	0+306.000		雙孔各單車道(眼鏡型隧道)，機械開挖
	路堤路塹	蘇澳隧道南路堤	0+306.000	0+640.000		
	橋梁	白米高架橋	0+640.000	2+800.000		預力混凝土箱型梁
	路堤路塹	永樂路塹	2+800.000	2+870.000	(SB)	
			2+800.000	2+880.000	(NB)	
橋梁	永樂高架橋	2+870.000	3+824.000	(SB)	懸臂工法	
		2+880.000	3+787.000	(NB)		

二、碳足跡盤查登錄清冊

根據本計畫盤查範圍與項目要求，目前應登錄於盤查清冊之排放源類別包括：施工機具/耗能設備、用電、用水、工程材料、植生、運具及

人員共 7 項，另基於不同工程項目的碳足跡分析需求與承商資料管理之便利性，目前已另於登錄清冊中加入工程施工項目及協力廠商/供應商的登錄表單，作為承包商執行碳足跡盤查資料填報之參照。

截至 102 年 6 月底，A1 標施工碳足跡盤查之登錄清冊各項目累計登錄數量如表 3.4.1-2 所示。其中，因為 A1 標為本期才開工之工程，故所有資料皆為本期所新增。

表 3.4.4-2 A1 標登錄清冊登錄狀況彙整表

表單編號	表單名稱	總筆數
CP	工程施工項目登錄表	13
CC	廠商登錄	10
ME	施工機具/耗能設備登錄表	10
ES	用電登錄表	3
WS	用水登錄表	1
MA	工程材料登錄表	5
PL	植生登錄表	0
MO	運具設備登錄表	4
HR	工區人員交通方式登錄表	44

三、本期活動數據收集結果

蘇澳永樂段新建工程(A1 標)之碳足跡盤查日誌係自 102 年 4 月 16 日開工日開始填寫，至 102 年 6 月 30 日為止，總填寫天數為 76 天；其中運輸日誌填寫共 3 筆。本計畫彙 A1 標目前所填報之所有資料，並透過一致的轉換標準，將活動強度數據分為 6 大部分進行整理統計，包括：機具使用、工料使用、廢棄物、碳匯改變、人員出勤、運輸記錄。其中，因 A1 標工區目前尚未接臨時電或自來水、尚無電表與水表，僅有辦公區使用電表，故本期並無工區之用電用水活動數據。

以下即進一步分項說明其他各類活動強度數據彙整與統計結果。

(一)機具使用

截至 102 年 6 月 30 日止，A1 標已進行中的工程項目為動員及準備、地質測量，過程中使用機具共有 5 台，包括挖土機、發電機、抽水機、吊卡車與鑽機，機具使用紀錄詳表 3.4.4-3。蘇澳永樂段(A1 標)本期所執行工項尚少，至 6 月底才開始地質鑽探工項，故主要所使用機具為鑽機及抽水機。

考量部分機具於本期操作時數尚低、未有加油紀錄，以及特定類型機具之使用情形為操作完當日離場、當日並未在工區內添加燃料兩種狀況，本報告目前係暫未將操作時數在 50 小時以下，且未有加油紀錄之機具活動量納入活動強度統計；故本期僅 ME-通傑 01、ME-通傑 02 為 A1 標機具使用排放源。

表 3.4.4-3 A1 標本期機具使用紀錄

機具編號	機具名稱	累計施作時數(hr)	耗油量(L)	能源類別
ME-通傑 01	鑽機	77	132.70	柴油
ME-通傑 02	抽水機	77		柴油
ME-榮工 01	挖土機	8	-	柴油
ME-榮工 02	吊卡車	8	-	柴油
ME-榮工 03	挖土機	8	-	柴油

註*：操作時數小於 50 小時且尚未有油單者，則未列入本年度盤查活動量計算。

(二)工料使用

A1 標本期進行工程為動員及準備、地質測量，地質測量工項並未使用工料，本期使用工料僅動員及準備工項所使用之混凝土與告示牌，詳細使用數量詳表 3.4.4-4。其中，巨額工程告示牌因屬於各協力廠商之資本財，未來在本工程使用完畢後，可毋須再製即直接拆卸至其他工程繼續使用，故經與查證人員討論後，初步將這些材料歸類為可回收再利用的材料，並依據碳足跡盤查規範，僅將材料運輸的排碳量計入、而毋須如一次性使用之工料，需納入工料自原料開採、製造乃至於廢棄的全生命週期排碳。

表 3.4.4-4 A1 標本期工程材料使用量統計結果

工料編號	工料名稱	累計使用數量	單位	備註
MA-宜興 01	混凝土	8.00	m ³	一次性使用
MA-榮工 01	巨額工程告示牌	1.00	面	回收再利用

扣除前述屬於廠商資本財、可重覆利用的材料後，A1 標至 102 年 6 月底需計算生命週期排碳量的工程材料則僅有混凝土 210II，使用量為 8m³；因應本計畫選用 Gabi-PE 資料庫混凝土係數活動強度單位需為 kg 之需求，本計畫係以混凝土平均密度 2,350 kg/m³ 為換算參數，可得 A2 標本期混凝土 210II 型用量為 18,800kg。

(三)廢棄物：截至 6 月 30 日止蘇澳永樂段(A1 標)尚未有廢棄物處理記錄，故本年度廢棄物處理排碳量為零。

(四)碳匯改變：截至 6 月 30 日止蘇澳永樂段(A1 標)亦尚未有植生移除紀錄，故本年度碳匯改變量為零。

(五)人員出勤

工區人員出勤會造成碳排放的活動類型包括：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放。A1 標目前列入登錄清冊之人員交通資料共計有 44 筆，其中有 15 人並非住宿；為能符合碳足跡計算之保守性原則且更有效率地計算人員出勤運具排放量，本計畫此次在計算上係假設：非住宿人員本期出勤 69 天(至開工後每日出勤)、協力廠商之非住宿人員則視該公司出工日數計算出勤天數。

另在人員出勤造成的化糞池逸散與廢棄物處置排放部分，依據盤查日誌之人員出勤資料統計結果，扣除屬於承包商榮工工程內業職員後，本期工區總出勤人員數為 44 人，此人數即為本期用以計算 A1 標工區化糞池逸散與生活廢棄物處理排碳量之活動強度數據。

(六)運輸(含機運具、工料、廢棄物)

A1 標截至 6 月底止共填報 3 筆運輸紀錄，運具類型包括：吊卡車、小貨車與預拌混凝土車，本計畫即依據所運載物品重量、車次與距離，計算各筆運輸活動強度；回程部分排放量則以運入活動強度之

一半估算，故每筆日誌運輸活動強度為單趟噸公里(tkm) \times 1.5 計算。部分載運物品有無法計算或推估重量的情況時，則以載運物品重量本計畫以該車輛最大載運能力估算。

四、本期碳足跡盤查結果

本計畫依據工程碳盤查日誌所記錄活動強度數據與所蒐集用電、用水、工料碳排放係數，分別計算機具使用、工料使用、廢棄物處理、碳匯改變、人員出勤、工料運輸等 6 項碳排放量。惟目前部分項目尚無碳排放量或尚未有可供計算之佐證資料，故本節僅針對前段所述、具活動強度數據之項目進行計算。

總計蘇澳永樂段新建工程(A1 標)自開工至 6 月底止，工區碳足跡約為 22tonCO₂e；因為其主要工程項目皆尚未開始，故相較於其他標而言總量非常小，主要排放源為人員出勤排碳，佔比近 90%；其他依續為工料使用(8%)、機具使用(2%)，及幾近於零(0.4%)的運輸。各類別排放量彙整於表 3.4.4-5，各項碳排放量計算內容詳於後續各小節說明。

表 3.4.4-5 A1 標本期碳足跡量化結果

類別	碳排放量(tonCO ₂ e)	排碳佔比
機具使用	0.44	2.2%
工料使用	1.65	8.0%
人員出勤(運輸、逸散、廢棄物)	18.31	89.4%
運輸	0.09	0.4%
合計	20.49	100.0%

(一)機具使用碳排放

A1 標本期可列入計算碳排放之工程機具僅有鑽機和抽水機，所使用的能源類別為柴油。由表 3.4.4-3 所列之油耗量對應本章 3.2.3 節所列之半本土化移動源柴油生命週期碳排放係數 3.340kgCO₂e/L 作計算，可得碳排放量約為 0.44tonCO₂e。

(二)工料使用碳排放

截至 101 年底，A1 標所用之工程材料僅混凝土 210II 型一項，排放量約為 1.65 tonCO₂e。

(三)人員出勤碳排放

依據前段分析 A1 標人員出勤碳排放源包括：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放之活動強度內容，在出勤運具造成排放量部份，以 A1 標承包商與協力廠商非住宿人員出勤天數與通勤方式(自行開車或搭乘火車)計算，先求得汽油、柴油耗用量及搭乘火車之延人公里數，再對應移動員燃料係數及運輸係數，計算出 A1 標本期總出勤運具排放量約為 18.28tonCO₂e。

工區人員出勤產生的化糞池逸散與廢棄物處理部份排放量則是以本期總出勤人日數 49 人，以化糞池碳排放係數每人時排放係數為 0.0398kgCO₂e/人時，及一般廢棄物處理排放係數(宜蘭縣)0.504kgCO₂e/kg 計算，分別求得 A1 標本期工區化糞池溫室氣體逸散量約 0.02tonCO₂e；而處理廢棄物產生量則為 0.01tonCO₂e。

綜合 3 項人員出勤碳排放源之排放量計算結果，可得 A1 標本期人員出勤總排放量約為 18.31 tonCO₂e。

(四)運輸(含機運具、工料、廢棄物)碳排放

如本章 3.3.3 節係數選用說明及表 3.3.4-1 所列之係數計算結果，本計畫首先將 A1 標碳足跡盤查日誌運輸部份填報內容逐一換算為活動強度(噸公里數，tkm)，再依據各趟次運具規格、分 8 類選用對應的運輸係數進行計算，求得 A1 標本期運輸碳排放量約為 0.09tonCO₂e。

第四章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查結果分析

本計畫之執行目的除取得碳足跡查證聲明外，亦期能使盤查結果具備加值效益，故規劃將由實際盤查結果鑑別主要工程排放源，並透過環境因子對碳足跡之實際影響以及工程特性與碳排放量之關聯分析，提出工程碳足跡的推估參數。目前本計畫範圍內已開始執行碳足跡盤查之工程為4個土建標，依開工順序分別為：A3、C1、A2及A1標，各式活動數據、對應係數以及碳足跡計算結果已說明於前章3.3及3.4節。其中，由於A1標開工日期為4月下旬，尚無具代表性的工程活動項目與排放源可供分析，故本章以下先就A3、C1及A2標自開工至本期(102年6月底)為止之碳足跡計算結果，進行工程足跡盤查結果分析、提出主要碳排放源鑑別結果。至於環境影響因子與工程特性探討部份，因需要較多元的工程碳足跡盤查資料與環境資料才能對應分析，故本次報告僅先研提分析構想，待資料隨工程進度持續累積、各標間具有同質性工程的碳足跡計算結果後，再作進一步的分析與探討。

4.1 工程碳足跡盤查結果分析研究

以下即分小節就東澳東岳段新建工程(A3標)、中仁隧道新建工程(C1標)及東澳隧道之工程(A2標)碳足跡盤查與計算結果，提出三標工程開始進行至101年12月底為止之主要碳排放源鑑別說明與分析。其中，人員出勤部份在前章有說明，又可細分為：出勤運具排放、化糞池逸散與廢棄物處理排放3項，其中的出勤運具排放部分，係本計畫考量國外案例文獻評估內容、擬於盤查過程中一併釐清之部分，未來將不會納入蘇花改碳足跡查證的總量中，故以下排碳活動類別分析時，人員出勤部份僅包含工區人員出勤所產生的化糞池逸散與廢棄物處理排放，出勤運具排放量未列入分析。

4.1.1 東澳東岳段新建工程(A3標)工區碳足跡盤查結果分析

A3標自開工(101年9月)至本期結束(102年6月底)期間，工區碳足

跡(不含工程管理單位碳足跡)計算結果約為 15,137 tonCO₂e，各類型排碳活動佔比分析如圖 4.1.1-1；由圖可知，目前對於 A3 標工區碳足跡貢獻最大者為工程材料的使用，約佔總工區碳足跡之 93%。

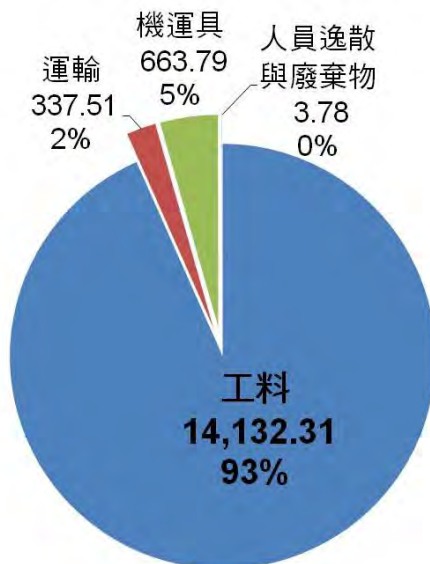


圖 4.1.1-1 A3 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析

工程材料排碳於 A3 標工區碳足跡佔比最高之原因，主要在於累計至今的工程材料使用量大，且碳排放係數相較於其他類型排碳源都高。單以工程材料排碳佔比部份與去(101)年度計算結果相較，由於 A3 標去年度前期(9~11 月底)主要是進行動員及準備作業及假設工程的施作，直自 12 月底才開始進行井基工程，故前期工程材料排碳量僅約 172 tonCO₂e，佔當期工區碳足跡約 55%。但延續至今(102)年度，由於是全面展開始井基、基樁、基礎與墩柱牆身等主要工程，致使本期(102 年 1 月到 6 月)混凝土、鋼筋用量大增，僅混凝土使用總量就達 9 萬公噸，相當於約 8,133tonCO₂e 碳排放量；故總計由開工至本期結束(102 年 6 月底)之工程材料排碳量，相當於去年度的 82 倍，約為 14,132tonCO₂e。

其他類型的碳排放活動：機運具使用、運輸與人員出勤在 A3 標的工區碳足跡佔比都低於 5%；機運具使用排放約佔 4.39%、運輸排放約佔 2.23%；人員出勤排放則未達 0.1%。合計工程材料與機具使用排放量即

佔總工區碳足跡之 98%；預估未來伴隨著主要工程項目的施作，人員出勤部份排放量也將循去年度迄今的佔比趨勢變化(由 0.2%下降為 0.02%)持續下降。

另分析工料使用中的各類工程材料碳排放量如圖 4.1.1-2，以活動數據比較，目前工程所用之工程材料數量以混凝土和竹節鋼筋最高，故由圖中可看出此兩項排放量亦遠高於其它工料。以混凝土與竹節鋼筋兩項排放量加總約 13,783 tonCO₂e 計算，即佔工程材料排碳總量的 97.5%；其他工程材料因相較於前述兩者用量少，故僅有點焊網排放量達工料排碳總量的 1%，其餘工程材料的排放量佔比皆小於 1%。

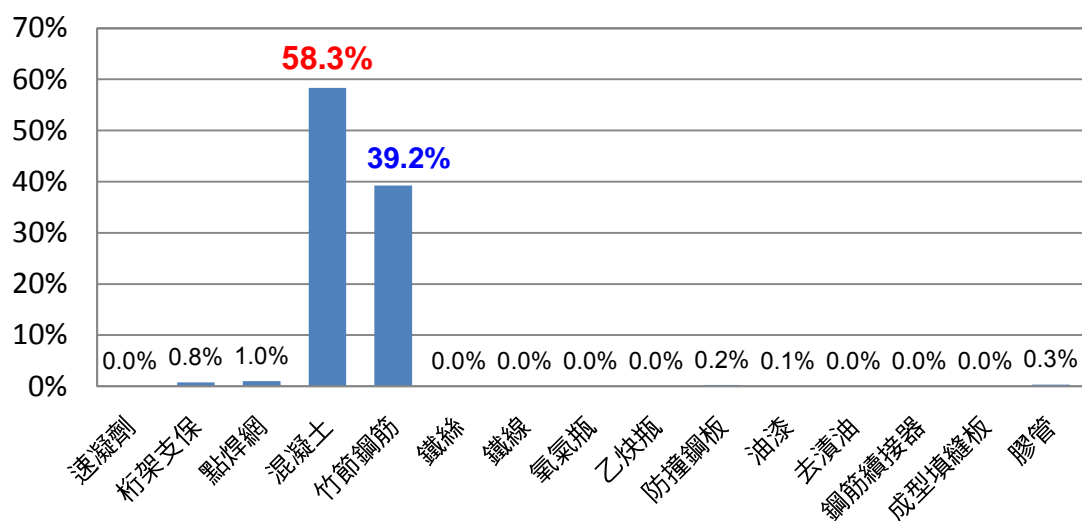


圖 4.1.1-2 A3 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析

另同去年度盤查結果分析、以運輸碳足跡計算結果，分析機具、工料、鋼筋及混凝土運輸之排碳量佔比，結果如圖 4.1.1-3 所示。由圖可知，A3 標大約有近 89%的運輸排碳量都是為運輸工程材料所產生；其中，混凝土與竹節鋼筋各佔 41%和 24%；機具運輸則佔約 11%。

4.1.2 中仁隧道新建工程(C1 標)

C1 標自開工(101 年 11 月)至本期結束(102 年 6 月底)期間，工區碳

足跡(不含工程管理單位碳足跡)計算結果約為 1,995 tonCO₂e，各類型排碳活動佔比分析如圖 4.1.2-1。

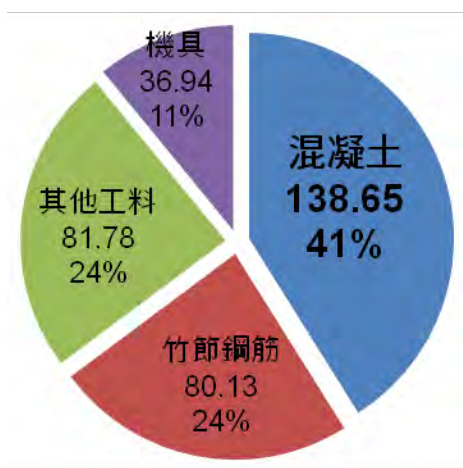


圖 4.1.1-3 A3 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析

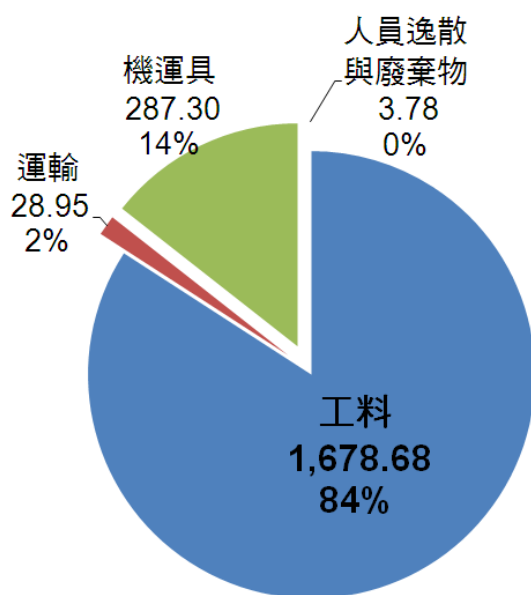


圖 4.1.2-1 C1 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析

由圖可看出，目前對於 C1 標工區碳足跡貢獻度最大者與 A3 標相同，為工程材料使用排放，約為總工區碳足跡的 84%；造成工程材料排碳佔比最大的原因為主要工程材料的使用量極大或碳排放係數較高；以散裝水泥為例，雖然排碳係數為每公斤排放 0.76kgCO₂e，但本期散裝水泥用量就達 1,000 公噸，相當於約 764 tonCO₂e 的碳排放。

單以工程材料排碳佔比部份與去(101)年度計算結果相較，C1 標去年度盤查期間因尚處於動工前準備階段，故工程材料排碳量僅約 60tonCO₂e，佔當期工區碳足跡約 74%。然而自今(102)年度 1 月份即開始隧道洞口及排水工程等主要工程，故截至本期結束為止，工料部份新增約有約 1,618 tonCO₂e，為去年度的 27 倍；總計 C1 標開工迄今累計工程材料排碳量約為 1,679tonCO₂e。

其他類型的碳排放活動：機運具使用、運輸與人員出勤在 C1 標的工區碳足跡佔比分別約為 14.4%、1.5%及 0.01%；與去年分項排放佔比分析結果相較，機具排放佔比約略持平，由去年度的 16.3%微幅下降為 14.4%；運輸排碳則是大幅減小，由去年度的 9.5%變為 1.5%。預估未來伴隨著主要工程項目的施作，人員出勤部份排放量也將循去年度迄今的佔比趨勢變化(由 0.07%下降為 0.01%)持續下降。

另分析工料使用中的各類工程材料碳排放量如圖 4.1.2-2，以活動數據相較，自開工至 102 年 6 月底止，C1 標使用的主要工程材料為混凝土與散裝水泥，故此兩者的排放量遠高於其它工料，以混凝土與散裝水泥加總計算，其總排放約為 1,332tonCO₂e，即佔工程材料排碳總量之 79%。

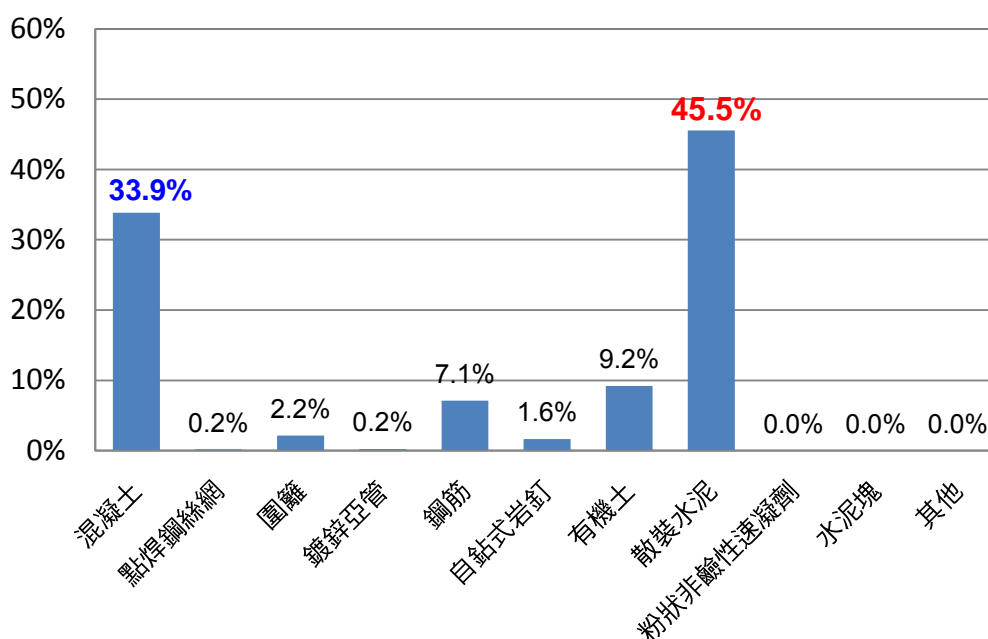


圖 4.1.2-2 C1 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析

其他工程材料除了洞口工程植草種所需之有機土、鋼筋用量較大，排放量分別佔工程材料排碳總量的 9%、7%外，其餘工程材料的排放量佔比皆小於 3%。另同去年度盤查結果分析、以運輸碳足跡計算結果，分析機具、工料、鋼筋及混凝土運輸之排碳量佔比，結果如圖 4.1.2-3 所示。由圖可知，C1 標大約有近 88%的運輸排碳量都為運輸工程材料所產生；其中，混凝土與散裝水泥皆各佔 23%；機具運輸佔約 12%。

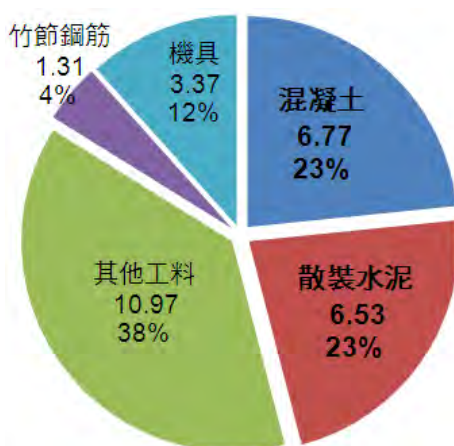


圖 4.1.2-3 C1 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析

4.1.3 東澳隧道新建工程(A2 標)

A2 標係於去(101)年 12 月底開工，去年度僅有人員出勤而未有尚未其他工區碳足跡計算結果；截至本期結束(102 年 6 月底)期間，除動工前準備作業外，已開始進行施工便道及便橋、水保設施及隧道洞口邊坡施工等工程；整體而言，A2 標工區開工迄今之碳足跡(不含工程管理單位碳足跡)計算結果約為 584 tonCO₂e，進一步依機具使用、工料使用及運輸進行排放類型與排放量佔比分析，可得結果如圖 4.1.3-1。

如圖，A2 標工區碳足跡貢獻量最大之排放源與 A3、C1 標亦同，為工程材料使用排放，約為總工區碳足跡的 85%；其次為機運具使用及運輸，分別佔總排碳量之 12%及 3%。由排碳量佔比最高之工料使用作進一步分析，A2 標所用之不同工程材料排碳量佔工程材料排碳量之比例可分

析如圖 4.1.3-2 所示。

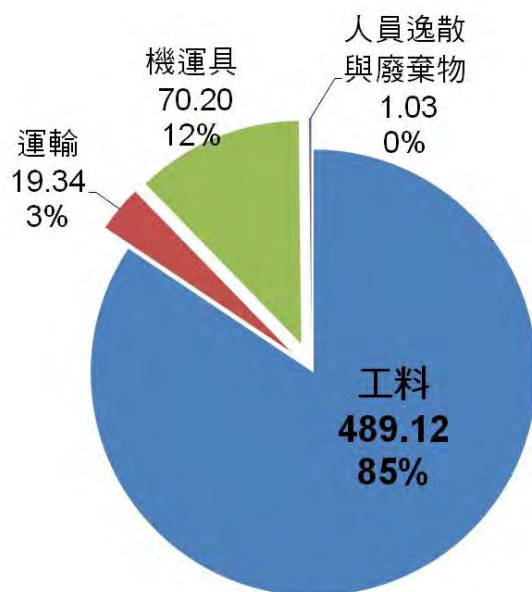


圖 4.1.3-1 A2 標開工迄今各類型排碳佔工區碳足跡比例分析

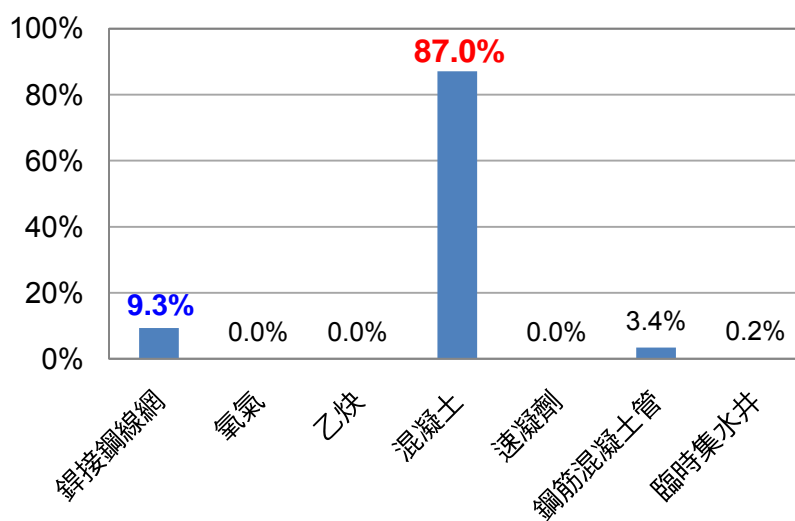


圖 4.1.3-2 A2 標開工迄今不同工料佔工料排放總量比例分析

如前所述，A2 截至本期結束為止，施作的工程內容主要為工程開始前期準備作業以及施工便道及便橋，故單就工程材料使用之排碳量分析可發現，以施工便道及便橋使用之混凝土工料排碳量佔比最高，約佔工程材料排碳總量的 87%；其次為鉚接鋼線網，佔工程材料排碳總量的 9%。

另同其他兩標分析運輸碳足跡計算結果，A2 標目前的機具、工料、

鋼筋及混凝土運輸排碳總量及分項佔比如圖 4.1.3-3 所示。由圖可知，A2 標近 71% 的運輸排碳量都為運輸工程材料所產生，機具運輸則佔約 29%，較其他兩標為高；但由於去年度 A3 標運輸排放量分析結果顯示：運具運輸佔總運輸排放總量之 28%，故可合理推測工程開工初期，機具運輸需陸續到位，故有一定的排放佔比，但其排碳貢獻度會隨工程進度遞減。

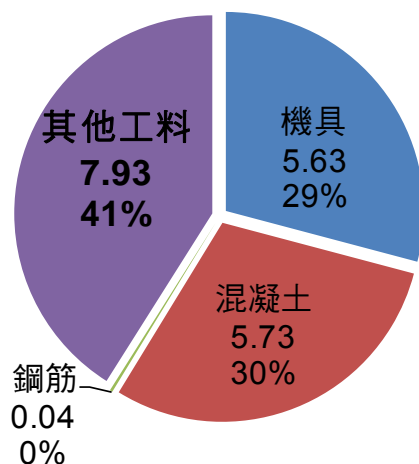


圖 4.1.3-3 A2 標開工迄今工料及機具運輸佔運輸排放總量比例分析

4.2 工程特性與工程碳足跡關聯分析

考量目前已執行盤查輔導之各標工程進行狀況，本計畫初步已目前資料累積量較多的 A3 及 C1 標為例，就其開工至本期結束(102 年 6 月底)之碳足跡量化結果可比對工程項目作分析探討的部份(僅機/運具及工程材料使用排放)，進行分小節說明。

4.2.1 東澳東岳段新建工程(A3 標)特性與碳足跡分析

A3 標開工至今已施作之工程項目內容可概略區分為：圍籬工程、便橋工程、井基工程、基樁工程、基礎與墩柱工程，及其他雜項，究各工程之機/運具使用能耗量及工料使用量進行排碳量計算之結果，可整理如表 4.2.1-1；其中，以本期已完成的基樁工程排放量最高，約為 6,239 tonCO₂e，佔機/運具操作及工料使用排碳總量的 42%；尚有部分未完成

的井基工程與部份已開始的墩柱工程排放量為其次，約為 3,867tonCO₂e 與 3,720 tonCO₂e，佔機/運具操作及工料使用排碳總量的比例為 26%與 25%；三者排碳總量即佔機/運具操作及工料使用排碳總量的 93%。

由井基、基樁及基礎與墩柱工程的排放量計算內容可知，此三類工程的主要工料排放為來自於大量的混凝土與竹節鋼筋用量。

表 4.2.1-1 A3 標各工程項目機/運具操作及工料使用碳足跡計算結果

單位：tonCO₂e

工程項目	機具使用排碳量	工料使用排碳量	小計	百分比
圍籬工程	64.52	328.49	393.01	2.66%
施工便道及便橋	8.68	267.39	276.07	1.87%
井基工程	177.64	3,689.44	3,867.08	26.14%
基樁工程	325.22	5,914.62	6,239.84	42.17%
基礎與墩柱工程	83.68	3,636.29	3,719.97	25.14%
洞口工程	4.04	32.31	36.36	0.25%
其它	-	263.77	263.77	1.78%
合計	663.79	14,132.31	14,796.10	100.00%

與 101 年度盤查結果比較，本期機/運具使用排放及運輸排放對於排碳量的佔比皆降低，主要原因是去(101)年度盤查期間(9~12 月)的主要工程內容為圍籬工程與施工便道施作兩工程，其主要工料如：H 型鋼、覆工板與施工圍籬材料等皆屬於可回收再利用之材料，故依據碳足跡盤查規範內容、該類型工程材料的製程排碳量是毋須納入計算的，故 101 年度工料排碳佔比較累積至本期結束的工料排碳佔比低，相對應地機具使用與運輸排放的排碳量佔比就較高。

隨著工程的進行與主要工程項目的展開，一次性使用的工料用量也持續且大幅增加，故可得 A3 標開工迄今、工程材料使用所造成的碳排放對於不同工程項目而言，都是最主要排放源，如圖 4.2.1-1 所示。

另就東澳東岳段新建工程(A3 標)本期已完成之東澳北溪河川橋工區所有基樁工程，包括載重試驗共 13 座樁式基礎共 184 支基樁，進行基樁

排碳量彙整分析。由於基樁工程協利廠商使用機具加油方式為共用油箱方式加油，且同一機具可能於同日執行不同基樁施作，故此次尚未就基樁工程之機具油耗量進行分配，僅先就各基樁之工料使用排放量進行計算與分析。

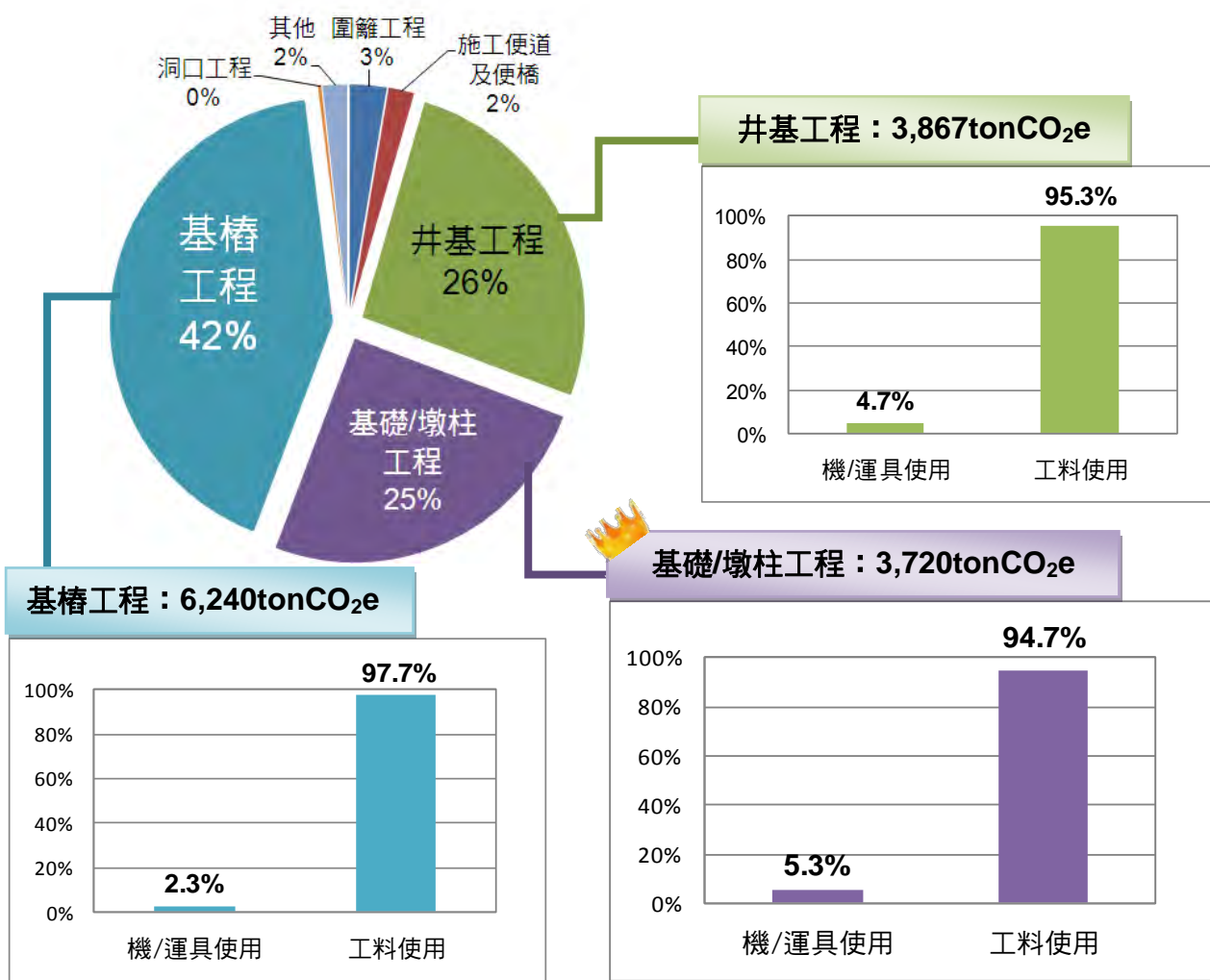


圖 4.2.1-1 A3 標迄今不同工程項目之碳排放源佔比分析

基樁工程中主要使用之工程材料包括：水中 210 混凝土、竹節鋼筋、PVC 膠管及氧氣乙炔等，茲彙整 A3 標東澳北溪河川橋工區、各樁式基礎之規格與分項排碳量計算結果如表 4.2.1-2。

如表 4.2.1-2 所示，東澳北溪河川橋之樁式基礎依設計條件之不同，所包含的基樁數量分別在 8 至 25 支不等，以編號 PN4 樁式基礎之設計

量最小、P12 與 P13 樁式基礎的設計量最大；而所屬於各支基樁之單位長度又有 20m、25m 及 30m 三種規格(直徑同為 2 米)，與基樁數無直接關聯。

表 4.2.1-2 A3 標基樁工程規格與碳排放量計算結果

工項代碼	樁式基礎名稱	基樁數量 (A) (支)	單位 基樁長度 (B) (m/支)	樁基礎 排碳量 (C) (tonCO ₂ e)	單位基樁 排碳量 (D)=(C)/(A) (tonCO ₂ e/支)	單位長度 排碳量 (E)=(D)/(B) (tonCO ₂ e/m)
DBA0100	載重試驗	-	-	164.99	-	-
DBA0110	PN2	16	30	604.88	37.81	1.26
DBA0120	PS2	16	30	557.52	34.84	1.16
DBA0130	PN3	12	25	367.40	30.62	1.22
DBA0140	PS3	12	25	373.21	31.10	1.24
DBA0150	PN4	8	25	246.32	30.79	1.23
DBA0160	PS4	9	25	275.00	30.56	1.22
DBA0170	P5	16	25	492.71	30.79	1.23
DBA0180	P6	16	25	485.10	30.32	1.21
DBA0190	P7	12	20	301.39	25.12	1.26
DBA0200	P11	12	20	303.67	25.31	1.27
DBA0210	P12	25	30	898.28	35.93	1.20
DBA0220	P13	25	30	838.99	33.56	1.12

經計算，A3 標各基樁工料的碳排碳量除了基樁載重試驗一項較低外，其他樁式基礎之總工料排放量約在 246.32 tonCO₂e 至 898.28 tonCO₂e 之間。此排碳量數值乍看之下有很大差異，但若就各樁式基礎之基樁支數與長度規格作進一步分析，則可得單位(每支)基樁之排碳量約在 25.12 tonCO₂e 至 37.81 tonCO₂e 之間，單位長度基樁之排碳量則約在 1.12tonCO₂e 至 1.27 tonCO₂e 之間。

基樁工料使用排碳量的主要排放源係為混凝土與竹節鋼筋，其中，鋼筋因無法在每次使用時皆秤重，故目前各基樁鋼筋用量係以設計量填報，未來將會再以總鋼筋用量進行檢討與分配。但各基樁混凝土用量則

已可用實際澆置量進行彙整計算，並與設計量進行排放量比較如表 4.2.1-3，可發現在 A3 標的基樁工程中，不同長度之基樁、其混凝土實際澆置量平均值皆略高於設計量，致使排碳量亦微幅提升。

表 4.2.1-3 A3 標基樁鋼筋及混凝土設計與實際用量碳排放分析

基樁長度	主要工料	使用量	排碳量(kgCO ₂ e)	備註
L=20m	鋼筋(kg)	8,591.00	10,652.84	
	混凝土-設計(m ³)	66.00	13,648.80	
	混凝土-實際(m ³)	72.13	14,915.45	2 支平均值
L=25m	鋼筋	10,050.00	12,462.00	
	混凝土-設計(m ³)	81.70	16,895.56	
	混凝土-實際(m ³)	89.06	18,417.65	6 支平均值
L=30m	鋼筋	11,437.00	14,181.88	
	混凝土-設計(m ³)	97.40	20,142.32	
	混凝土-實際(m ³)	99.78	20,634.25	4 支平均值

考量混凝土用量實際值與設計值有差異，本計畫另以基樁長度和混凝土實際用量繪製成圖 4.2.1-2 進行比較，可發現混凝土實際用量與基樁長度具有明顯的正相關性。

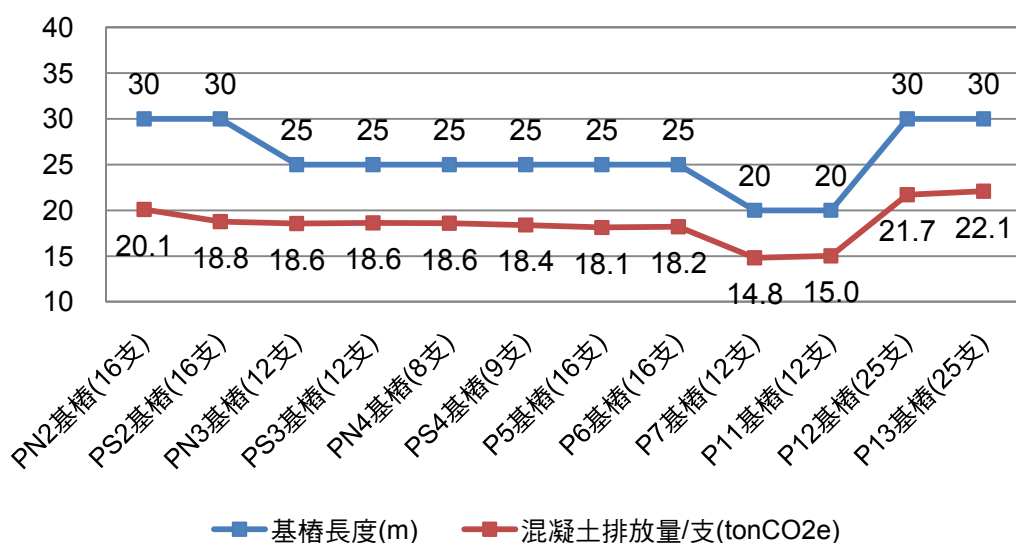


圖 4.2.1-2 A3 標基樁長度與混凝土實際用量碳排放關聯分析

4.2.2 中仁隧道新建工程(C1 標)

C1 標開工至今已施作之工程項目內容可概略區分為 7 類，包括：隧道洞口工程、排水工程、路工工程、交通維持、機具保養及物料整理、假設設施施作及其他雜項。如表 4.3.2-1 所示。究各工程之機/運具使用能耗量及工料使用量進行排碳量計算之結果，可整理如表 4.2.2-1。其中，排碳量佔機/運具操作及工料使用排碳總量最大的是隧道工程，排碳量約為 1,513tonCO₂e、佔比為 77%。其次分別為排水工程及路工工程，排碳量約為 221 tonCO₂e 及 56tonCO₂e，分別佔機/運具操作及工料使用排碳總量的 11%及 3%。

總計前述三項工程之機/運具操作及工料使用排放即佔累計迄今之 C1 標機/運具操作及工料使用排碳總量的 91%；與 A3 標的基樁、井基等工程相同，C1 標隧道工程與排水工程排碳量較高之原因，係因為工程材料的大量使用，主要工程材料包括：竹節鋼筋、混凝土及散裝水泥。另由表可看出路工工程的總排放量雖不大，但排放量全數皆來自於機具使用，主要原因是該項工程內容目前僅只於挖土機、傾卸車及壓路機等機具操作所致。

表 4.2.2-1 C1 標各工程項目機/運具操作及工料使用碳足跡計算結果

單位：tonCO₂e

工程項目	機具使用排碳量	工料使用排碳量	小計	百分比
隧道工程	149.08	1,363.66	1,512.75	76.93%
排水工程	2.31	218.97	221.28	11.25%
路工工程	55.52	0.00	55.52	2.82%
其他	81.81	95.06	176.88	8.99%
合計	288.74	1,677.69	1,966.43	100.00%

另整理 C1 標開工迄今各工程項目及主要工項之不同碳排放源排碳佔比情形如圖 4.2.2-1。同 A3 標主要工程項目碳排放源佔比分析結果，工程材料佔總機/運具操作及工料使用碳足跡的比例皆高於 90%。

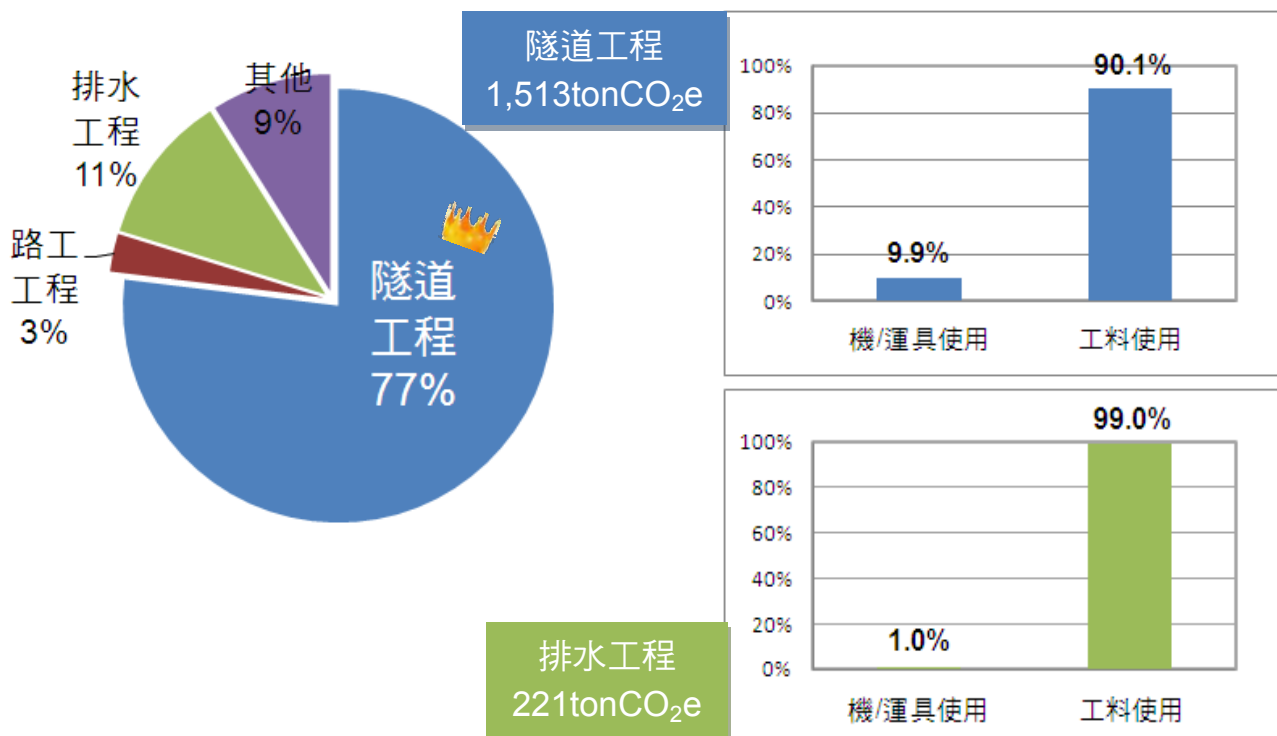


圖 4.2.2-1 C1 標迄今不同工程項目之碳排放源佔比分析

4.3 工程碳足跡環境影響因子探討

由前期計畫之評估結果顯示，隧道工程中地質條件對於碳足跡將有影響；橋梁工程部分，橋梁所在區位(路上或水上)、長度、兩端地理狀況，亦可能影響規劃設計(例如橋台之規格)。故本計畫初步考量之環境影響因子將包括：地質、湧水、區位等。惟由前章和本章前面兩小節文述可知，目前各標工程僅完成少部分工項，即使是進度最快的 A3 標也僅完成大部份基礎工程，尚無法有效進行碳足跡與環境影響因子的關聯性探討。

本計畫將待後續更多主要工程項目施作、並持續累積對應之碳足跡盤查資料後，再於後續進度報告中分析探討。

4.4 南澳和平段(B 段)土建標工程碳足跡推估資料需求分析

蘇花改計畫南澳和平段(B 段)各土建標因早於工程碳管理工作前展開，

故在各式數據及佐證資料可及性及查證要求符合度的考量下，並未列入於碳足跡盤查範圍內，而是另列為工程碳排放量推估作業之範圍，詳如本報告書 1.3 節所述。

為使未來在成果報告中進行 B 段土建標工程碳足跡推估時，所採用的活動數據與結果表述皆能夠更貼近實際工程狀況，本計畫本期即就啟動工程碳足跡盤查工作實務至今、約三季之資料蒐集整理及一次的年度碳足跡彙算經驗，提出的 B 段各土建標工程碳足跡推估方案，並就監造單位及承包商對應各推估方案所應提送之資料，作為後續主管單位進行方案、要求監造及承包商配合提出各項數據資料的參考。

茲就工區碳排放量之三個推估方案內容要點摘錄於表 4.4-1 中，並分項說明後續資料蒐集與碳足跡推估方法於後。

表 4.4-1 B 段各標土建工程碳排放量推估方案說明表

方案	方案說明	活動資料需求說明	推估時機
一	以 A、C 段土建標工程碳盤查經驗為參考，以各工程碳排放活動項目進行推估	工料項目與用量、機/運具項目與操作時數或總用油量、自來水用量、用電量、廢棄物量與處置方式、出勤人數	可依資料提供區間批次推估
二	以 A、C 段土建標工程碳足跡分析結果，以不同特性工程之工料排碳佔比為參數進行推估	不同特性工程之主要工程材料量	特定工程完工後、已有對應之工料量項目與使用總量時推估
三	以 A、C 段土建標工程碳足跡計算結果為參數，依工程特性、以各類工程之功能單元為單位，進行推估	不同特性工程之規模數據(路長、橋基礎/墩柱體積、橋面板面積、隧道總挖方等)	A、C 段各土建標工程碳足跡計算及不同工程特性碳足跡影響因子完成後

一、詳細推估法(方案一)

此方案係參考目前本計畫執行碳足跡盤查之各項碳排放活動項目，推估時需有監造及承包商依施工日誌或估驗紀錄提供之工區使用之工程材料項目與用量、機/運具項目與操作時數或總用油量、自來水

用量、用電量、廢棄物量與處置方式及出勤人數，以逐項推估其工程碳足跡；若上述各項活動量能夠依工程特性分別提供，則可更進一步同 A、C 段進行工程碳排放量與工程特性之分析。

如此進行碳排放量推估與實際工程碳足跡盤查之差異，主要是在於前數各項數據資料並未有相對應佐證單據的蒐集與檢核確認，故不符合取得碳足跡查證聲明所需；但已是無法查證的情況下，可作到地最詳細同時也最接近工區實務的推估方式。此外，此方法可隨活動量統計資料的區間(如分年度)進行碳排放量推估。

二、比例推估法(方案二)

此方案係參考目前本計畫執行碳足跡盤查與計算之經驗與文獻回顧結果：工程材料應為整體工程碳足跡最主要的貢獻源，故提出以此原則為簡化前項詳細推估法之考量，僅需由監造及承包商依據施工日誌或估驗紀錄、提出工程材料項目與用量的統計結果，作為推估工料排放量之依據，而後再以此工程材料排放量結合本計畫執行碳足跡盤查計算後的工料排碳佔總工程碳足跡的比例，推算出 B 段各土建標之工程碳排放量。

與詳細推估法相同的是，若在進行工料項目與用量時能夠依工程特性分別提供，則可分別依不同工程特性之工料排碳佔比，推估出 B 段不同工程的碳放差異。惟比例推估法需在取得工料排碳佔比後才能進行，故必須在蒐集到 B 段之特定工程所用工料量，且 A、C 段有相同或相近工程已完成碳足跡計算、得到碳排放比例後，才能完成推估作業。

三、工程概估法(方案三)

此方法為本計畫最初的想法，即於 A、C 段各土建標碳足跡盤查作業及計算工作完成後，進一步分析出各式不同特性工程之單位量體碳足跡排放參數，如單位面積鋪面碳足跡、單位墩柱體積碳足跡、單位基礎體積碳足跡、單位隧道挖方體積碳足跡...等，再透過 B 段工程規模資料的蒐集，隨參數推算出 B 段各土建標工程排放量。

惟此方法必須等到完全掌握 A、C 段之工程碳足跡計算結果，透過適當的排放量分配，所需蒐集的活動量資料最為簡單，但相較於前述兩推估方案，此法所推算之碳排放量，將較無法展現不同標別於施工期間遭遇狀況或施工方法所造成的差異性。

上述三推估方案可進一步依據活動資料蒐集複雜度、可進行推估之頻率及推估結果的代表性進行高、中、低的分析比較，如表 4.4-2 所示。在監造單位及承包商可配合的情形下，方案一的成果效益最高；但是否可行還需視工程處的要求及與 B 段監造單位、承包商的討論結果，再進一步確認；另亦可就工程項目的重要性，於一標內同時採方案一與方案二進行評估，以兼具執行性與有效性。

表 4.4-2 B 段各標土建工程碳排放量推估方案分析表

分析項目	方案一	方案二	方案三
活動數據蒐集之簡易度	低	中	高
排碳量推估之頻率	高	中	低
推估結果之代表性	高	中	低

另上述方案主要是以工區碳排放量的評估為考量所擬定的方案。在工程管理部份，以去(101)年度排放清冊彙整結果可發現主要排放源為用電量及用油量，但相對於工區碳排放量都屬微量，預期今(102)年主要工程開展，工程管理碳排放量的重要性會更為減小。為此，本計畫建議尊重監造及承包商意願，進行用電量及用油量統計資料蒐集；若無法配合則要求提供伴隨工期之工程師額編制或出工量、並提供工務所樓地板面積作為概估之依據即可。

第五章 蘇花改計畫工程碳足跡盤查結果分析

5.1 工程減碳措施回顧

道路工程設計階段材料和站點的選擇，通常是由主管機關與工程設計單位決定，並非承包商所能控制；然而在施工期間，承包商具有原物料、燃料和水、電等能資源使用的控制權，則應可透過有效掌握並控管能資源與物料使用效率，達成溫室氣體排放量控制與減量。工程承包商可控制溫室氣體排放的潛力所在如圖 5.1-1；其中可發揮較大影響的為機具設備相關的部分，如：燃料選擇、機具選擇及維護與怠速狀況、電力使用，另材料是否再利用亦為承包商可有效掌控的部分。而在材料選擇、人員交通和植被移除則屬可控制但影響力較小的部分。

Most Influence		
Fuel selection	Equipment idling	Electricity use
Equipment maintenance	Equipment selection	Materials recycling
Some Influence Possible		
Materials selection	Employee commuting	
Materials shipment	Vegetation removal	
Little Influence		
Site selection	Structure design and performance	

資料來源：Potential for Reducing Greenhouse Gas Emissions in the Construction Sector.
(US EPA ,2009)

圖 5.1-1 承包商活動對溫室氣體排放影響的潛力

由此可知，承包商於施工階段可施行的減碳措施，應由施工機具及工程材料兩方面著手：在機具方面，用於道路工程的機具設備類型非常廣泛，從手持設備到重型推土機、從內部的液體或氣體燃料的燃燒，或者是從場外發電的電網提供設備電力等，都是可發展減量措施的考量點；工程材料方面，由於工程活動的供應鏈和廢棄物管理的整個生命週期排放量都納入碳排放量的計算範疇，故必須考量的包括所有建築材料生產、使用和處置的溫室氣體

排放。

為建立適用於蘇花改計畫之工程減碳措施，本計畫首先彙整美國環保署(US EPA)、美國州道路及運輸官員協會(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)及國外研究中所提及之針對工程減碳措施，作為從中比對蘇花改工程特性與主要碳排放源，提出適用於蘇花改工程各標之減碳策略的依據。以下即分別以施工機具、工程材料兩面向，分小節綜整文獻所提的減碳措施。

5.1.1 施工機具

一、減少設備活動的數量或選用適合的機具

(一) 減少機械設備使用

在某些情況下，可以選用替代性做法減少施工過程中所需的機械設備操作。以景觀綠化為例，替代機械割草的方案包括自然管理方案：選擇低維護植物以減少除草的需求，或生物管理方案：引入生物捕食不需要的植物等。

(二) 選擇合適的機具

文獻建議應確定合適的尺寸設備的工作內容，例如使用過大噸數的卡車，因為增加不必要的重量，將使用多餘的馬力，導致額外的、非必要的燃料耗用；若使用過小噸數的引擎，則可能因為過度使用，導致引擎消耗而有多餘的油耗。因此，使用適當規格的機具，並參考平均油耗提出適當的燃料蓄存與消耗量，是為減少相關溫室氣體排放量的作法之一。

茲彙整文獻中提出的常見機具單位操作時間(每 100 小時)碳排放量如表 5.1.1-1，不同案例可就自場機具能耗進行統計，並參照平均油耗量了解可控制或調整的部分，進而擬訂可減少設備活動量之策略，節省燃料也達到減碳效果，還有助於長期的成本節省。

表 5.1.1-1 道路工程常見機具設備型式與對應之碳排放量

機具型式	燃料使用	碳排放量(kgCO ₂ /100hr)
Aerial Lifts	柴油	739
Air Compressors	Gas 4-Stroke	777
Bore/Drill Rigs	Gas 4-Stroke	326
Cement and Mortar Mixers	Gas 4-Stroke	521
Concrete/Industrial Saws	Gas 2-Stroke	255
Cranes	柴油	4,600
Crawler Tractors	柴油	27,030
Crushing/Proc. Equipment	Gas 4-Stroke	935
Dumpers/Tenders	Gas 4-Stroke	467
Excavators	柴油	5,774
Forklifts	LPG	1,353
Generator Sets	Gas 4-Stroke	830
Graders	柴油	6,585
Off-Highway Tractors	柴油	27,030
Off-Highway Trucks	柴油	27,078
Other Construction Equipment	柴油	10,190
Other General Industrial Equipment	Gas 4-Stroke	474
Other Material Handling Equipment	柴油	1,673
Pavers	柴油	3,810
Paving Equipment	Gas 4-Stroke	655
Plate Compactors	Gas 4-Stroke	367
Pressure Washers	Gas 4-Stroke	750
Pumps	Gas 4-Stroke	621
Rollers	柴油	3,070
Rough Terrain Forklifts	柴油	3,200
Rubber Tired Dozers	柴油	7,815
Rubber Tired Loaders	柴油	7,815
Scrapers	柴油	12,412
Signal Boards	柴油	513
Skid Steer Loaders	柴油	724
Surfacing Equipment	Gas 4-Stroke	543
Sweepers/Scrubbers	柴油	2,220
Tractors/Loaders/Backhoes	柴油	1,342

表 5.1.1-1 道路工程常見機具設備型式與對應之碳排放量(續)

機具型式	燃料使用	碳排放量(kgCO ₂ /100hr)
Trenchers	柴油	2,512
Water Trucks	柴油	27,078
Welders	柴油	619

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

註：Average load factors (LF) and horsepower derived from EPA's NONROAD model. 操作時間包含怠速和不活動的時期；排放速率係以各類型機具最常見之引擎型式為參考基準。

二、提高機具設備燃料之燃燒效率或改變設備類型、更有效地操作設備

由於燃料費用佔總工程經費比例相對較低，導致燃料的節省在工程管理上長期以來多被忽視。然而，燃油使用為工程施作的主要溫室氣體排放源之一，故提高機具的燃油效率或藉由操作人員培訓、更有效地使用機具設備，以及改善、維修與零件更新等方式，亦為可減少溫室氣體及空氣污染物排放，同時節省燃料成本、延長機具使用年限的可行作法。

(一)減少空轉

不必要的空轉一般發生於卡車等待長時間或是裝卸載時，仍提供冷暖氣以維持駕駛的舒適性的狀況下，為此應可透過操作班次、減少怠速與設備空轉時間，以有效降低非必需的能源消耗與碳排放量。

此點在我國近期亦有同質規範頒布與執行中：行政院環境保護署於 101 年 2 月 16 日公告「機動車輛停車怠速熄火管理辦法」，依該管理辦法規定，機動車輛於公私立停車場、道路(不包含高速公路、快速公路及快速道路)及其他供機動車輛停放、接駁、轉運之場所，停車怠速等候逾 3 分鐘者，應關閉引擎熄火。但目前對於施工場所所用之車輛，因屬於作業中之符合道路交通安全規則規定之特種車，故並不適用。

然而仍有相當多的研究顯示，車輛空轉造成額外的摩擦，會加速發動機的磨損。為了減少空轉和相關的溫室氣體排放量，承包商應可透過檢討燃料單據的彙整、比對其他專案或部門的燃料消耗情形，或經由與操作人員面談及工地實際訪查評估，掌握機具設備空轉發生的

時機和情況，進而設法減少機具空轉怠速發生的頻率或狀況；對於涉及駕駛舒適度的部分，則可透過教育訓練或提供車輛輔助電源，擬訂必要的、可確保駕駛舒適性的配套方案。

(二)機器的定期保養

機器的定期保養是為提高燃油使用效率的可行方案之一；定期更換機油和機油濾清器，保持發動機零件適當的潤滑，將可減少發動機的磨損、提高燃油效率進而節省燃料。目前已有公路測試結果提出，改進機油過濾器可提升 2-3%的燃油效率。另過度換油同樣會對於油耗量造成影響，同樣有公路測試結果發現，過度換油會造成約 18%的動力損耗，如此的動力損失將轉化成燃料浪費的經濟性損失。

適當的維護保養可節省燃油，惟不同的機具設備類型與規格，以及操作條件等，將有不同的節省幅度。在此所稱的維護內容包括：機具設備與系統的檢查，潛在的故障檢測和及時的修正等。以下以兩案個例子進一步說明可減少溫室氣體排放的維護活動。

1. 堆高機(Forklift)的維護：美國研究顯示，全美約 50%的堆高機因未能妥善保養，以致每台堆高機每年浪費超過 400 加侖的燃料；以排碳量估計，則導致每年每台多排放約 2.3 公噸二氧化碳當量。
2. 卡車輪胎充氣和車輪定位：未適當充氣或定位不良的車輪會影響卡車燃油效率達 3~4%，同時，充氣不足的輪胎會造成滾動阻力增加，致使更多的燃料被耗用。以傳統柴油卡車正常載重情況而言，3~4%的燃油效率提升，將可以減少 0.3~0.4 公噸二氧化碳當量的排放量。

(三)人員訓練

透過操作人員的訓練，使其在操作機具或使用設備時，能夠有正確的操作行為、減少燃油消耗。有文獻顯示，操作員的訓練可減少燃料消耗達 5%或更多，以下列舉透過人員的訓練、可在施工過程具體提升燃油效率。

1. 堆土作業：利用槽溝推土法(slot dozing)可較傳統方法提高機具作業效率達 20%。
2. 挖掘機(excavator)操作：透過調整液壓控制桿在最大容量，每年即可節省約 225 加侖的燃料；另可減少機具挖掘的角度，將挖掘機吊臂旋轉 30 度到 90 度再傾倒負載，則可減少 3%的燃料使用。
3. 開挖作業：利用兩階段分段開挖斜坡，比起一段式開挖，可減少約 8%的燃料使用。

(四)設備更新

新型的機具製造技術一般可減少設備的重量，甚至搭配新式的混合動力技術，成為更省油的新設備；因此以新型機具取代老舊機具，可能有助於減少能耗量、並促成溫室氣體的減量。有製造商報告顯示，配戴新型發動機的施工機具可改善燃油效率約 5%。

此外，一般機具多半配備皮帶驅動的風扇，氣流方向依賴於發動機轉速而非冷卻需求，若改為安裝具有可變速度的液壓風扇，配合發動機有冷卻需要時啟動，則可降低燃料消耗和相關的排放量。但設備的全面更換設備所需費用相對昂貴，故僅用於汰換設備時考量。不同於前幾項策略對應的多是提升現有設備的使用效率，將併同成本的節省，但此項設備更新措施將可能大幅增加成本，降低廠商採行意願。

三、使用替代發動機技術和燃料

目前工區大多數機具設備多半是使用柴油或汽油的發動機，另有其他類型機具設備也使用燃燒丙烷、液化石油氣(LPG) 或壓縮天然氣(compressed natural gas, CNG)的發動機；汽柴油之外的這些就是所謂的替代燃料。使用替代燃料的設備主要優點是普遍能夠減少空氣污染物排放量，然而，大多數 LPG 和 CNG 燃燒設備相較他們的柴油替代品，可能造成更多的二氧化碳排放；具體排放量比較如表 5.1-2 所示。

由美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)提出的資料顯示，以電力或油電混合的設備，較柴油機具減碳效益。由於設備發動機類型的選擇既取決於工作的類型，像是環境偏好在一種特定的燃料類型，由於柴

油是最高能量密度的燃料用於非道路設備，最廣泛、最強大功能的設備一般都是以柴油作為燃料。

表 5.1.1-2 不同型式機具對應不同燃料的碳排放量比較

機具型式	碳排放量(gCO ₂ /馬力-小時)						
	柴油	二行程	四行程	LPG	CNG	電力	油電混合
Aerial Lifts	694			963	733		
Air Compressors	581	1,094	1,148	675	632	468	
Bore/Drill Rigs	555		1,143	777			417
Cement and Mortar Mixers	586		1,184			468	
Concrete/Industrial Saws	592	800	1,135	638		468	
Cranes	538		963	760			403
Crawler Tractors	535						401
Crushing/Proc. Equipment	565	1,094	1,161	757			424
Dumpers/Tenders	691		1,186				
Excavators	549						412
Forklifts	581		699	636	614		
Generator Sets	582	1,094	1,166	776	686		
Generator Sets	582	1,094	1,166	776	686		
Graders	537						403
Off-Highway Tractors	535						401
Other Construction Equip.	541		848	766	678		406
Other General Industrial Equip.	563	1094	1185	648	620		
Other Material Handling Equip.	654		1027	757			490
Pavers	564		1,121	664			423
Paving Equipment	576	1,094	1,171	759			
Plate Compactors	588	1,094	1,193				
Pressure Washers	579		1,181	761		468	
Pumps	582	1,094	1,172	705	643	468	
Rollers	574		1,118	645			
Rough Terrain Forklifts	577		760	680			
Rubber Tired Dozers	547						

表 5.1.1-2 不同型式機具對應不同燃料的碳排放量比較(續)

機具型式	碳排放量(gCO ₂ /馬力-小時)						
	柴油	二行程	四行程	LPG	CNG	電力	油電混合
Rubber Tired Loaders	547		720	656			411
Scrapers	535						401
Signal Boards	587	1,094	1,178			468	
Skid Steer Loaders	694		1,014	713			
Surfacing Equipment	587		1,164	668			
Sweepers/Scrubbers	565	1,094	1,020	643	620		
Tractors/Loaders/Backhoes	673		1,138	645			
Trenchers	588		1,145	665			
Water Trucks	535						401
Welders	694		1,130	677		468	

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

註：Average load factors (LF) and horsepower derived from EPA's NONROAD model. 操作時間包含怠速和不活動的時期。

前表所列之電氣設備的排放因子係以 1 千瓦小時等同於 1.34 馬力假設，柴油-電力混合(Diesel Hybrid)引擎的燃油效率提高 25%。由於引擎類型並非可經常改變的，故僅以機具設備的規格和功耗為考量，尋找替代的發動機類型或機具設備在大多數情況下是不恰當的。柴油-電力混合機具或設備才剛開始進入市場，目前有報告顯示，大型機具設備如推土機、拖拉機，若改用柴油混合動力機型，約可提升 25% 的燃油效率，甚至有一些製造商預測可提高燃油效率達 35%。對於較小的設備如鋸、水泵和焊接設備，電力則是一個可行的替代能源，此替代方案的效益乃是基於國家的平均發電組合，以美國而言，單位設備出力(每馬力小時)使用電網電力所排放的二氧化碳，較少於使用液態或氣態燃料。

生物燃料的使用為另外一種較容易採行的替代方案，此方案將可在不改變發動機類型的情況下減少二氧化碳排放量。目前已有報告指出，低級別乙醇與汽油的混合物可以用在許多的汽油發動機，如低級別生物柴油混合物與傳統柴油可用於柴油發動機、更高級別的生物燃料混合物，

特別是 E85 和 B100，可能只能用於已改進的發動機。但實務上是否真的可應用，還有待對各式發動機進行各別的適合性測試。一般來說，以生命週期為考量比較傳統燃料與生物燃料的單位使用量排放量，主要取決於燃料的來源。茲整理文獻所列生物燃料減少二氧化碳排放量在之不同燃料碳排放量比較如表 5.1-3。

表 5.1.1-3 生物燃料與傳統燃料之單位排碳量比較

燃料種類		碳排放量(kgCO ₂ /100 Gasoline Gallons Equivalent)
汽油及 生質酒精	汽油	881
	E10(玉米)	863
	E10(纖維素)	828
	E85(玉米)	608
	E85(纖維素)	220
柴油及 生質柴油	柴油	893
	生質柴油 B5	860
	生質柴油 B20	759
	生質柴油 B100	188

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

註：油井到車輪的燃料類型的碳排放量來自 GREET version 1.8 使用所有預設的假設條件。高級混合的生物燃料，特別是 E85，通常需要特殊的發動機類型。

與更新設備的減碳措施相同，替代燃料和發動機技術在施工機具、設備無法兼顧節省成本：混合動力引擎較傳統引擎的成本通常是不可忽視的，而在替代燃料方面，因為其原料來源、生產技術皆尚未如傳統汽油的提煉技術一般穩定，故除其價格較高外，還可能會有較大幅度的波動，致使施工廠商採行此項減碳措施時有較高的風險，而影響到推動此措施的意願。

四、工程進度控制與施工策略改善

美國密西根理工大學教授 Mukherjee 等人曾探討以要徑法(critical path method, CPM)與線性法(linear scheduling method, LSM)兩種不同方法安排施工進度，以及包商之施工策略對於碳排放量的差異。

要徑法常用於非連續性之工程，如住宅、廠房建築等，係以鑑別施工中之關鍵活動(critical activities)，並考量可利用之資源、各個關鍵活動間之相互關係，計算出要徑與所需工期；線性法則常用於連續性工程，如管道、公路及軌道等，係以時間為橫軸、距離(長度)為縱軸，利用圖像化的方式，呈現施工活動、完成進度與時間之對應關係。由於要徑法與線性法是以不同之邏輯考量資源、時間、空間及物流等限制求得施工時程與進度安排，故所產生的施工活動路徑會不同，造成工期內施工機具之安排與使用時數亦有差異，因此所造成工程碳排放量有所不同。

另此研究將工程承包商因應工程中斷或延遲的策略被分為兩類，一為控制策略(control strategy)，另一為追趕策略(CatchUp strategy)。控制策略係以最少之資源處理工程中斷或延遲，例如工期延宕時不特意趕工、臨時缺工但不另補充人力；追趕策略則為積極地解決施工遇到的問題，如機具故障立即排除。

該研究最後以一段密西根運輸部之剛性鋪面重建工程(約 16 公里之雙向單車道公路)為案例，蒐集施工項目、工程材料數量以及各工項所需日數，綜合考量包商遭遇可能發生之偶發事件-包括惡劣天候、機具故障、工料退料-時之策略，分別以原實際施工計畫、要徑法及線性法安排施工進度、所需施工機具種類/時數、所需人工，並比較不同進度安排策略所造成之排碳量差異。其分析結果如表 5.1.1-4 所示，當包商採取控制策略時，使用要徑法可減少約 12%之機具排碳；若包商採用追趕策略，則要徑法與線性法皆可減少約 5%之機具排碳。

表 5.1.1-4 不同時程安排及包商策略之排碳量

策略別	施工進度排程方法	碳排放量(kg CO ₂ e)	減量幅度
控制策略	CPM	103,603.40	12%
	LSM	119,772.89	-14%
	實際	118,252.41	-
追趕策略	CPM	102,872.20	5%
	LSM	101,587.29	6%
	實際	107,914.46	-

5.1.2 工程材料

道路工程所產生的二氧化碳排放量，除了來自施工過程中使用的機具設備，還包括所使用的材料及運輸材料導致二氧化碳排放量。工程材料的主要減量措施，包括：採用回收/再利用的材料、縮短運輸距離、減少材料浪費或選擇替代材料等。茲重點整理美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)所提出，分項說明由工程材料面可採行之減碳措施於後。

一、減少所使用的材料量

以整個道路的生命週期為考量，則道路建造和養護所減少的材料耗用量，將具體減少道路碳排放量。因應這樣的原則，目前已有材料或道路設施(如鋪面)的延壽技術正廣為討論中，目標為透過最初建造或養護施工時，及時使用持久耐用的材料，確保道路設施的耐用期限能夠延長，減少路面翻新或重建的材料耗用。例如美國華盛頓州交通部(WSDOT)推廣使用接縫鋼筋(dowel bar)，以延長混凝土面板(jointed concrete panel, JCP)鋪面的壽命。另整理文獻中提出的單位工程材料碳排放量資料如表 5.1.2-1 所示。

二、使用再生材料

一般而言，再生的材料相較於原始材料的生產製程，能夠以較少的能源用量生產。因此，搭配營建廢棄物回收再利用的政策推動，在工程建造過程中回收廢棄材料、並部分或完全取代未加工的材料，包括骨料、水泥和瀝青等，將可顯著地減少工程材料耗用所造成的排碳量。

表 5.1.2-1 施工材料碳排放量

材料名稱	碳排放量(kg CO ₂ /100 公噸)
混凝土板(Concrete Panels)	15,484
瀝青(Asphalt)	9,181
水泥穩定碎石(Cement Treated Aggregate)	9,407
地基(Base Aggregate)	1,204

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

註：使用 GreenDOT tool 所有預設的假設條件。

除了能夠以較少的能源生產，再生材料還可能因為所需的運輸距離較短，因而減少運輸距離、降低材料運送到工區的能源耗用量；透過回收的程序，這些原本被視為廢棄物的再生材料、必需被運送到廢棄物處理或處置場所的運輸排碳量，也間接的消除了。另外在某些情況下，再生材料可能就來自於工區本身，如退役鋪面翻修時，可利用現地再生設備直接重新鋪設，此點在本報告書 2.2.3 第二項所回顧的日本案例已展現其減碳效果。

茲整理文獻中所提用於道路鋪面的常見再生或替代材料說明如下：

1. 廢棄混凝土再生材料(RCM)：退役的混凝土板或其他結構可以被壓碎和重複使用作為骨料，部分能源消耗在壓碎混凝土的階段。
2. 瀝青路面(RAP)：退役的瀝青路面也可以被壓碎和重複使用作為骨料。此外，可以取代部分在 RAP 內既有的瀝青，就未加工的瀝青而言，當瀝青表面使用 PAP 的時候，部分能源消耗在粉碎舊瀝青的階段。
3. 鑄造用砂：廢砂過去用於製造金屬鑄件，其可以被使用作為細骨料。
4. 高爐礦渣：來自高爐的鋼鐵生產的廢料，可以被用來作為骨料替代品。
5. 底灰(coal bottom ash)：來自煤的燃燒的廢料，可以被用來作為骨料替代品。
6. 碎玻璃：粉碎的廢棄玻璃可以被用來作為骨料的替代品；但玻璃破碎亦會消耗能源。
7. 再生輪胎、膠粉：廢舊輪胎及其他橡膠製品可以部分地被用來作為骨料和在瀝青路面的瀝青；但橡膠切絲和使輪胎成為粒狀的過程亦會消耗能源。
8. 飛灰(coal fly ash)：來自煤的燃燒的廢料，可以部分地被用來作為在生產混凝土中水泥。因為它是一種廢棄產品，所以從生產到被使用於混凝土添加物的過程中，不會有額外的排放量。
9. 細粒化高爐爐渣(GGBFS)：高爐爐渣已經磨成粉，可以部分地被用來作為生產混凝土中的水泥；但會在爐渣粉碎的過程中造成能源消

耗。

10. 地表石灰石：雖然不是一種再生材料，但石灰石粉也可以部分地被用來作為混凝土中的水泥；相較於水泥，石灰石粉是較少的能源密集的生產。

除上述所列舉之品項外，亦可思考其他廢棄物被用在工程施工過程中，作為骨料或水泥替代品的可能性，特別是這些物品若是不需要額外處理即可為施工所需，將可大幅降低溫室氣體的排放量。除了減少溫室氣體排放量外，因為許多回收材料的價格較原始材料為低，故以再生材料替代原始工程材料還可望降低成本。

以再生或廢棄物再利用替代原生料的措施，可造就的實質效益案例如下：美國密西根州交通部在一項 300 萬美元的計畫經由再生骨材的使用，省下約 115,000 美元，約為總工程款的 3.8%；另美國亞利桑那州交通部在一項公路建設計畫中，藉由納入廢棄橡膠省下近 1,800 萬美元。惟文獻中並未對於所減少的排放量提出數據資料，但節省成本將是促使承包商或管理機關推動此策略的重要誘因。

茲彙整文獻中所提出、道路工程建設使用不同再生材料的排放量降低潛力分析結果，如表 5.1.2-2 所示。

表 5.1.2-2 再生材料碳排放量降低潛力比較表

替代材料類別	替代型式	替代材料名稱	減碳量 (kgCO ₂ /ton)
混凝土板 (Concrete Panels)	全替代	廢棄混凝土再生材料(RCM) (Recycled Concrete Material)	7
		鑄造用砂(Foundry Sand)	12
		高爐礦渣(Blast Furnace Slag)	12
		燃煤底灰(Coal Bottom Ash)	12
		碎玻璃(Glass Cullet)	2
	替代水泥	燃煤飛灰(Coal Fly Ash)	583
		細粒化高爐爐渣(GGBFS) (Ground Granulated Blast Furnace Slag)	554

表 5.1.2-2 再生材料碳排放量降低潛力比較表(續一)

替代材料類別	替代型式	替代材料名稱	減碳量 (kgCO ₂ /ton)
混凝土板 (Concrete Panels)	替代水泥	其他廢棄物(沒有處理需要) Other Waste Products (no processing required)	583
		石灰石粉(Ground Limestone)	540
瀝青 (Asphalt)	全替代	再生瀝青路面 (Recycled Asphalt Pavement, RAP)	73
		廢棄混凝土再生材料 (Recycled Concrete Material, RCM)	7
		鑄造用砂(Foundry Sand)	12
		高爐礦渣(Blast Furnace Slag)	12
		燃煤底灰(Coal Bottom Ash)	12
		碎玻璃(Glass Cullet)	2
	再生輪胎/橡膠粉 (Recycled Tires/Crumb Rubber)	-131	
瀝青替代	再生輪胎/橡膠粉 (Recycled Tires/Crumb Rubber)	1,093	
水泥穩定碎石 (Cement Treated Aggregate)	全替代	再生瀝青路面 (Recycled Asphalt Pavement, RAP)	11
		廢棄混凝土再生材料(RCM) (Recycled Concrete Material)	7
		鑄造用砂(Foundry Sand)	12
		高爐礦渣(Blast Furnace Slag)	12
		燃煤底灰(Coal Bottom Ash)	12
		碎玻璃(Glass Cullet)	2
水泥穩定碎石 (Cement Treated Aggregate)	水泥替代	燃煤飛灰(Coal Fly Ash)	584
		細粒化高爐爐渣(GGBFS) (Ground Granulated Blast Furnace Slag)	554
		其他廢棄物(沒有處理需要) Other Waste Products (no processing required)	584
		石灰石粉(Ground Limestone)	540

表 5.1.2-2 再生材料碳排放量降低潛力比較表(續二)

替代材料類別	替代型式	替代材料名稱	減碳量(kgCO ₂ /ton)
地基 (Base Aggregate)	全 替代	再生瀝青路面 (Recycled Asphalt Pavement, RAP)	11
		廢棄混凝土再生材料(RCM) (Recycled Concrete Material)	7
		鑄造用砂(Foundry Sand)	12
		高爐礦渣(Blast Furnace Slag)	12
		燃煤底灰(Coal Bottom Ash)	12
		碎玻璃(Glass Cullet)	2

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

三、替代性調和方法

溫拌瀝青混合料(Warm mix asphalt, WMA)是一種替代的瀝青材料調製方法，相較於熱拌瀝青混合料(hot mix asphalt, HMA)，溫拌瀝青混合料能夠減少拌合過程的能源使用量。WMA 是在許多歐洲國家已被公認的技術，可減少瀝青的粘度，從而允許在較低的溫度下的產出瀝青；目前 WMA 技術已在美國日漸普遍。相較於 HMA，WMA 可減少的能源使用約為 30%。

另有一種新興技術稱為冷拌瀝青混合料(Cold mix asphalt, CMA)，又可進一步額外節約瀝青生產的能耗，但目前 CMA 技術主要被用於路面修護，而非為新鋪設路面所用。茲彙整文獻所提之單位用量 HMA 和 WMA 所鋪設的路面之碳排放量比較，如表 5.1.2-3 所示。

表 5.1.2-3 HMA 和 WMA 鋪設路面碳排放量比較

材料類別	碳排放量(kgCO ₂ /100 公噸)
熱拌瀝青混合料(Hot Mix Asphalt, HMA)	9,181
溫拌瀝青混合料(Warm Mix Asphalt, WMA)	8,625

資料來源：美國國家公路與運輸官員協會(AASHTO)，2010。

針對材料部分，文獻建議可制定的減碳措施包括：

1. 訂定工程材料規格(及材料物理性質):研訂可使用於哪些類型工程的再生材料、材料配比等規格規範。對於新興材料的類型，則必須針對在不同的環境(如氣候)條件及不同的工程項目，其物理性質需求的差異作進一步的研究確認。
2. 掌握材料成本：再生材料於道路工程上的應用程度，會受到其財務面的可行性，意即回收和替代材料的成本所影響。在許多情況下，廢棄物再利用的材料和其他再生材料，相對於原始材料有更便宜的價格，在這樣的情況下才有促使承包商採用再生材料為減碳措施的誘因。

5.2 蘇花改工程減碳措施及預期減碳效益

目前蘇花改計畫已開始接受盤查輔導的土建標，依其開工順序分別為 A3、C1、A2 及 A1 標，相關活動數據與碳排放量計算結果本報告書 3.4 節。截至本期結束為止(102 年 6 月底)，A3、C1、A2 標皆開始有主要工作項目開始或完成部分階段性工程，A1 標則仍在動員及準備階段。

有鑒於各標工程尚處於動工階段，主要工程項目的活動量及數據紀錄尚有限，故本計畫今年度即先以前節之文獻回顧說明工程減碳策略之發展方向，再以各標本期之機/運具能耗量及混凝土用量，分別以替代燃料及替代材料為減碳措施，量化說明各標工程可能與實質的減碳效益。

5.2.1 生質柴油替代柴油之減碳效益

中油自民國 99 年 9 月起，開始提供 B2 生質柴油，亦即在柴油中添加 2% 以上的生質柴油(脂肪酸甲酯)，以降低二氧化碳及其他污染排放，目前歐盟已採用 5.75% 之生質柴油，我國能源局期望能在民國 106 年全面使用 B5 生質柴油。

根據中油 B2 生質柴油特性介紹，我國生質柴油係由植物油或廢食用油製造而成。本計畫即自資料庫中蒐集利用油菜籽油製成生質柴油(含原

料生產、製造、運輸儲存之排放)之排放係數為 1.837 kgCO₂e/L，而利用廢食用油產製的生質柴油排放係數為 0.364 kgCO₂e/L，如表 5.2.1 所示；相較於本計畫所率定之柴油排放係數 3.477 kgCO₂e/L 要低很多。

表 5.2.1-1 生質柴油排放係數蒐集結果

項目	排放係數	單位	係數來源
生質柴油-油菜籽	1.837*	kgCO ₂ e/L	Ecoinvent
生質柴油-廢食用油	0.364*	kgCO ₂ e/L	Ecoinvent

*：以生質柴油密度 0.88 g/cm³ 換算。

以上表所列兩種生質柴油排放係數平均後，依據中油目前所產的生質柴油添加比 2% 進行換算，則可得 B2 生質柴油的排放係數約為 3.429 kgCO₂e/L，即使用 B2 生質柴油替代傳統柴油，每公升的柴油使用量約可減少 0.048 kgCO₂e；若以 5% 的配比作計算，則 B5 生質柴油排放係數約為 3.358 kgCO₂e/L，即使用 B5 生質柴油替代傳統柴油，每公升約可減少 0.119 kgCO₂e。

根據本計畫的統計，本期 4 工程標所使用柴油的機/運具能耗量加總分別為：A3 標 198,820 公升、C1 標 81,566 公升、A2 標 19,808 公升及 A1 標 133 公升。以這樣的用量、採用 B2 生質柴油為機具燃料初估，則各標可能減碳量如表 5.2.1-2 所示；相當於原柴油耗用排碳量的 1.38%。

表 5.2.1-2 本期各標柴油機/運具選用替代燃料之可能減碳量分析

標別	柴油總用量 (L)	柴油排碳量 ¹ (kgCO ₂ e)	以 B2 生質柴油為替代燃料之排碳量 ² (kgCO ₂ e)	減碳量 (kgCO ₂ e)
A3	190,971.36	664,007.40	654,840.79	9,166.63
C1	81,566.40	283,606.40	279,691.20	3,915.19
A2	19,808.35	68,873.63	67,992.83	950.80
A1	132.70	461.40	455.03	6.37

註：¹以柴油排放係數 3.477 kgCO₂e/L 計算；²以 B2 生質柴油排放係數 3.429 kgCO₂e/L 計算。

5.2.2 飛灰爐石替代水泥之減碳效益

本期各標之各型混凝土使用情況，對應其水泥、飛灰、爐石用量如表 5.2.2-1 所示。以 A3 標混凝土供應商所提供的單據為例，除噴凝土未使用水泥替代材料外，其餘各型混凝土皆是以爐石 35%、飛灰 10% 的水泥重量替代率作為現場使用的材料。

表 5.2.2-1 各標混凝土使用量及之水泥及水泥替代材料重量

標別	混凝土型式	使用量(m ³)	水泥(kg)	爐石粉(kg)	飛灰(kg)
A3 標	175 II	222.5	34,487.5	21,805.0	6,230.0
	210 II	2,422.5	433,627.5	276,165.0	77,520.0
	280 II	14,980.0	3,295,600.0	2,097,200.0	599,200.0
	350-SCC	1,025.0	268,550.0	170,150.0	48,175.0
	水中 210 II	17,622.0	3,876,840.0	2,467,080.0	704,880.0
	噴凝土	2,178.0	871,200.0	-	-
C1 標	175 II	28.0	4,088.0	2,604.0	728.0
	210 II	180.0	29,160.0	19,620.0	5,220.0
	245 II	451.5	79,464.0	50,568.0	14,448.0
	280 II	1,474.5	317,017.5	202,006.5	57,505.5
	255-SFS	12.0	4,788.0	-	-
	噴凝土	407.5	155,665.0	-	-
A2 標	175 II	83.5	12,942.5	8,183.0	2,338.0
	210 II	256.0	45,824.0	29,184.0	8,192.0
	245 II	1,238.0	238,934.0	151,036.0	43,330.0
	280 II	112.0	24,640.0	15,680.0	4,480.0
	噴凝土	389.5	155,800.0	-	-
A1 標	210 II	8.0	1,432.0	912.0	256.0

經與查驗單位共同討論與檢視目前國內外可供參考選用之係數資料，本計畫初步以中聯爐石經查證公告的高爐石粉碳足跡：0.0522 kgCO₂e/kg，及英國的乾、濕燃煤飛灰碳足跡：0.004 kgCO₂e/kg，進行本計畫各標案

以飛灰、爐石粉替代水泥之減碳量初估。為此，可就表 5.2.2-1 所列之本期各標混凝土用量組成、對應水泥及前述替代材料之排放係數，求得本期各標因使用水泥替代材料所產生的減碳量，如表 5.2.2-2 至表 5.2.2-5 所示。

表 5.2.2-2 A3 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析

混凝土型式	原排碳量 (kgCO ₂ e)	飛灰、爐石粉替代水泥 排碳量(kgCO ₂ e)	減碳量 (kgCO ₂ e)	減碳百分比
175II	53,456.74	30,649.95	22,806.78	43%
210II	673,152.19	385,477.41	287,674.78	43%
280II	5,123,160.00	2,929,608.64	2,193,551.36	43%
350-SCC	416,278.13	238,684.78	177,593.35	43%
水中 210	6,026,724.00	3,446,299.30	2,580,424.70	43%
噴凝土	744,876.00	744,876.00	-	
合計	13,037,647.05		5,262,050.98	40%

表 5.2.2-3 C1 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析

混凝土型式	原排碳量 (kgCO ₂ e)	飛灰、爐石粉替代水泥 排碳量(kgCO ₂ e)	減碳量 (kgCO ₂ e)	減碳百分比
175 II	6,344.10	3,634.08	2,710.02	43%
210 II	46,170.00	25,976.84	20,193.16	44%
245 II	123,530.40	70,639.16	52,891.24	43%
280 II	492,932.72	281,824.72	211,108.00	43%
255-SFS	4,093.74	4,093.74	-	0%
噴凝土	133,093.58	133,093.58	-	0%
合計	806,164.54		286,902.41	36%

相較於完全不採用替代材料的原排放量，在噴凝土未採用水泥替代材料的情況下，減碳量及已約為原排放量 34~43%。由此可見，未來在主要工程全面進行施工、有更大的混凝土使用量時，採用水泥替代材料的

減碳效益也將隨之增加。

表 5.2.2-4 A2 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析

混凝土型式	原排碳量 (kgCO ₂ e)	飛灰、爐石粉替代水泥 排碳量(kgCO ₂ e)	減碳量 (kgCO ₂ e)	減碳百分比
175 II	20,061.29	11,502.34	8,558.95	43%
210 II	71,136.00	40,735.69	30,400.31	43%
245	370,471.50	212,345.97	158,125.53	43%
280 II	38,304.00	21,903.62	16,400.38	43%
噴凝土	133,209.00	133,209.00	-	0%
合計	633,181.79		213,485.17	34%

表 5.2.2-5 A1 標以飛灰、爐石粉替代水泥之排碳與減碳量分析

混凝土型式	原排碳量 (kgCO ₂ e)	飛灰、爐石粉替代水泥 排碳量(kgCO ₂ e)	減碳量 (kgCO ₂ e)	減碳百分比
210II	2,223.00	1,272.99	950.01	43%

5.3 檢討減碳措施之實際減碳成效

由於本計畫執行工程碳足跡盤查之各土建標皆未滿一年，且前期大多為非主要工程項目的施作，故目前尚未產出針對蘇花改計畫特性、可具體交付承包商推行之減碳措施，也因而尚無對應之減碳措施之實施成效檢討。此項作業預計將在本計畫掌握完整的年度盤查結果、研提減碳相關措施、獲主管機關同意並交付承包商試行後，再配合後續對應之盤查輔導數據進行減碳成效之追蹤、分析與檢討。

第六章 後續執行規劃

本計畫執行共分為 5 個重點課題(如圖 6-1 所示)，包括前期的制度建立(課題 1)，中期的盤查輔導執行、資料庫建置及查證聲明取得(課題 2~4)，及盤查輔導執行過程中及完成後所產出之資料加值應用(課題 5)。截至本期為止，本計畫已完成道路工程碳盤查制度建立之建議(課題 1，成果詳另冊之正式工程碳足跡盤查執行計畫書)；並依據中仁隧道新建工程(C1 標)、東澳東岳段新建工程(A3 標)、東澳隧道新建工程(A2 標)及蘇澳永樂段新建工程(A1 標)之開始作業通知要求，開始執行此 4 標之盤查輔導準備工作(課題 2)，包括辦理啟始會議、教育訓練等；並於工程實際開工、承包商開始填報盤查資料後，每月進行現場輔導至今，開始於充實資料庫系統中的資料量(課題 3)，並以取得聲明為目標(課題 4)、開始探討與擬訂蘇花改計畫工程碳足跡減量策略(課題 5)，期能在最終本計畫執行完成後，由蘇花改計畫碳管理經驗形成一套適用於我國的道路暨公共工程碳管理模式。



圖 6-1 本計畫重點課題

以下即分節說明本計畫承接 102 年上半年度之執行成果以及未來的工程規劃期程，就 102 年下半年度之工作重點及後續需協助事項說明於後。

6.1 下期工作重點

依據本報告第一章計畫預定進度，102 年下半年度預期執行之工作項目與進度管控時間點，如表 6.1-1 所示；另就各項目內容概述於後。

表 6.1-1 102 年度下半年工作項目與查核點

工作項目	工作細項及重點	102 年						103 年
		7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
盤查制度與執行規劃	盤查表單維護與更新							
文獻蒐集與回顧	1. 制度與案例蒐集回顧							
	2. 碳足跡規範與道路工程相關產品類別規則追蹤							
盤查輔導作業	1. A1 標							
	2. A2 標							
	3. A3 標							
	4. C1 標							
資料庫系統維護與擴充	1. 碳排放活動資料庫系統功能擴充(矯正檢核、依工作項目綜整數據等)							
	2. 係數資料庫系統功能擴充							
	3. 碳足跡計算介面設計與建置							
	4. 碳足跡計算與分析邏輯建立							
參訪規劃	國內外參訪行程規劃							
辦理座談會	辦理 102 年度座談會							
工作成果提送	1. 年中報告(102.07)							
	2. 年中報告(103.01)							

一、盤查制度與執行流程規劃

本計畫將持續依據各標工程碳足跡盤查輔導經驗，就盤查資料填報、檢核、矯正程序與時間點，以及各式表單內容進行檢討與修正，提升各式數據及佐證資料的提供、檢核與彙整分析的效率，確保工程碳足跡盤

查資料品質。

二、工程碳足跡盤查相關文獻蒐集與回顧

本計畫將持續追蹤國內外與工程碳足跡盤查或查證相關之參考文件及規範的應用狀況，包括：國際碳足跡技術規範(ISO/TS 14067)的查證案例、瑞典交通設施產品類別規則模組及道路工程產品類別規則、工程會推動公共工程碳排放估算與盤查狀況及環保署碳排放係數公告資料等；並進一步蒐集分析國內外工程減碳策略與成效分析方法與結果，作為本計畫研定我國道路、隧道、橋梁工程碳足跡產品類別規則，提出可行減碳策略予承商施行，進而量化蘇花改計畫工程減碳成效的參考。

三、盤查輔導與查證作業執行

目前已開始 A1、A2、A3 及 C1 標的碳足跡盤查輔導工作，盤查進度與相關成果業已詳述於本報告書第三章；本計畫專案查證小組亦固定每月執行前月碳足跡盤查資料的月檢查工作，包括書面資料檢查與不定期的現場抽訪，及時確保碳足跡盤查進度與資料品質。考量 102 年下半年工程進度，本計畫盤查輔導重點將為持續循目前的盤查輔導模式，進行此 4 個土建標碳足跡盤查資料檢核、矯正與現場輔導。並依據計畫執行情形，規劃並辦理本(102)年度專家座談會。

四、資料庫維護與功能擴充

目前本計畫已建置完成碳足跡盤查活動數據資料庫系統及排放係數資料庫系統，惟目前僅著重於資料蒐集界面的開發，下期將首先以建立年報填查系統界面為主；其他如資料矯正三聯單的核發及其他進階的資料處理功能，將待資料蒐集界面完整後進一步確認運算邏輯、再行開發。本計畫將持續參採工程處、工務段及監造單位和承包商相關人員的建議與意見，進行資料填查或維護界面的檢討與改善，提升碳足跡盤查資料資料庫系統的應用價值。

五、工作成果提送及國內外參訪規劃

本計畫 102 年度下半期除需在 7 月底前提交年中進度報告、103 年 1 月底前提交年末進度報告外，還會在每月 5 日前提交本計畫之每月工作

報告，以利工程處掌握碳足跡盤查執行狀況。另本計畫將以提升碳足跡盤查工作的成效與能見度為考量，於 102 年下半年度提出國內外工程碳足跡盤查參訪規劃，包括參訪團成員、參訪地點、內容等，並於完成後提交蘇花改工程處審核確認。

6.2 後續工作執行建議

結合本計畫 101 年度執行碳足跡盤查及查驗機構逐月檢核的經驗，初步提出工程碳足跡盤查輔導與查證工作之執行建議如下：

一、 施工前資料提供

為利於碳足跡盤查日誌的檢核，除設計單位應提供資源統計表、工程數量計算書外，承商亦應於計畫決標後，將其所完成的施工計畫書、細項施工計畫書等具備工程活動項目、數量之參考資料，於通過審定的第一時間，一併提送予監造及輔導單位，作為輔導填報登錄清冊資料的依據。另於開工後、填報碳足跡盤查日誌時，承商或監造單位還應一併提供施工日誌及當期估驗紀錄，作為碳盤查日誌、月報資料項目完整性比對及查驗機構抽驗之依據。

二、 資料填報、檢核與矯正

考量資料項目眾多且佐證單據蒐集耗時，碳盤查日誌中，除與工程緊密相關的機具操作、用電、用水、用料等部分須每日分工項填報外，承商公務車及各佐證單據可批次或逐月整合填報，以提升資料蒐集效益。惟日誌、月報資料及相關佐證資料皆應配合矯正通知，於限制時間完成改善、修正與補遺，再由輔導單位鎖定歷史資料，以確保碳盤查日誌、月報資料內容的正確性及與時俱進持續累積。

三、 盤查及佐證資料的提供

承包商依據公司規模及經營管理方式之不同，對於可提供的各式資料品質也有差異。例如具有較多自有機具與技術工的承包商，即能夠配合碳足跡盤查所需、對於機具油耗控管進行改良作業(例如：加裝計數器、加強宣導)，進而較精確掌握機具操作與油耗量；反觀委由協力廠商施作特定工項的承包商，在協力廠商僅願意或僅能對於所有機具提出一個油耗量的情況下，則無

助於對於機具油耗率提出一個平均數值、回饋予設計階段的工程碳排放估算。

此部分建議應於施工前協調會即加強說明，讓承包商更早且明確地了解碳足跡盤查應配合事項，誘導承包商能夠根據碳盤查需求選擇或要求協力廠商，或要求承包商對應碳足跡盤查擬訂實施計畫書(比照分項施工計畫書)，據以提升碳足跡盤查素質並確保碳盤查日誌、月報資料內容的有效性。

四、工務段及監造單位的協助與監督

與輔導單位相比，工務段和監造單位都是更直接管理工程品質與進度的單位，也因此，更能對於工程活動項目與數據的合理性提出認可或質疑。建議除了會同承商辦理的現場輔導外，亦能定期與工務段及監造單位進行資料檢核與疑義探討會議，加強監造及工務段人員對於碳足跡盤查結果查核的重點概念，補強輔導單位對於承包商填報資料的掌控程度，確保碳盤查日誌、月報資料內容的代表性。

6.3 後續協助事項

基於本計畫迄今執行工程碳足跡盤查之經驗，為確保各層及管理單位、監造單位以及承包商能夠適時提報滿足碳足跡盤查要求的各項數據及佐證資料，未來在本計畫執行過程中，尚需要工程處協助資料提供與進度監督等事宜，以利 A、C 段碳足跡盤查及 B 段碳足跡推估工作的順利執行。

茲羅列本計畫後續推動待工程處協助之事項如下：

- 一、提供審定通過之各標之施工計畫書及分項施工計畫書；
- 二、協助要求施工廠商提供碳足跡盤查專責人員執行表單填報及佐證資料蒐集作業，必要時協助要求承包商及協力廠商或供應商人員參加教育訓練或現場輔導會議，以提升盤查資料的正確性與可信度；
- 三、協助督導施工廠商及監造單位按時提交或修正登錄清冊及盤查日誌；
- 四、協助督導施工廠商及監造單位提送或修正盤查日誌、月報及年報；
- 五、協助提報工程處所轄機關(工程處及工務段辦公房舍)之盤查年報數據及佐證資料；

- 六、協助派員參與碳足跡盤查現場輔導會議及工區訪查；
- 七、依據 B 段標推估方式選定結果，協調 B 段設計監造單位及承包商提供相關數據資料與佐證文件；
- 八、協助派員並要求施工廠商及相協力廠商或供應商人員出席座談會；
- 九、協調大宗材料(鋼筋、水泥、混凝土)供應商參與工程碳足跡盤查作業之意願與合作模式。

參考文獻

- [1] Wiedmann, T. and Minx, J. (2007). A Definition of Carbon Footprint, ISA-UK Research Report.
- [2] PAS 2050:2011 (2011). Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. <http://www.bsigroup.com/upload/Standards%20&%20Publications/Energy/PAS2050.pdf> (accessed date: 2012/7/10)
- [3] TS Q0010 (2009) 。 General principles for the assessment and labeling of Carbon Footprint of Products. <http://www.cfp-japan.jp/english/specifications/pdf/CFP%20TS%20Q%200010%20En.pdf> (accessed date: 2012/07/10)
- [4] ISO/CNS 14040 (2006) 。 環境管理-生命週期評估-原則與架構。
- [5] ISO/CNS 14044 (2006) 。 環境管理-生命週期評估-要求事項與指導綱要。
- [6] ISO/CNS 14025 (2006) 。 環境標誌與宣告-第3類環境宣告原則與程序。
- [7] 行政院環保署，(2010)。產品與服務碳足跡計算指引。<http://cfp.epa.gov.tw/downloadFiles/%E7%A2%B3%E8%B6%B3%E8%B7%A1%E8%A8%88%E7%AE%97%E6%8C%87%E5%BC%95.pdf> (瀏覽日期：2012/07/10)
- [8] 行政院環保署，(2011)。產品與服務碳足跡查證技術指引。[http://ghgregistry.epa.gov.tw/upload/Tools/%E7%94%A2%E5%93%81%E8%88%87%E6%9C%8D%E5%8B%99%E7%A2%B3%E8%B6%B3%E8%B7%A1%E6%9F%A5%E8%AD%89%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%8C%87%E5%BC%95\(100.05\).pdf](http://ghgregistry.epa.gov.tw/upload/Tools/%E7%94%A2%E5%93%81%E8%88%87%E6%9C%8D%E5%8B%99%E7%A2%B3%E8%B6%B3%E8%B7%A1%E6%9F%A5%E8%AD%89%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%8C%87%E5%BC%95(100.05).pdf) (瀏覽日期：2011/07/10)
- [9] WRI/WBCSD (2011). Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Product%20Life%20Cycle%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf> (accessed date: 2012/07/10)
- [10] WRI/WBCSD (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/Corporate%20Value%20Chain%20%28Scope%203%29%20Accounting%20and%20Reporting%20Standard.pdf> (accessed date: 2012/7/10)
- [11] ISO/DIS 14067 (2012). Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59521
- [12] International EPD® System, (2011). PCR for Highways, streets and roads. <http://www.environdec.com/en/Product-Category-Rules/Detail/?Pcr=5952>

- [13] United Nations Statistics Division, 2012, CPC Ver.2(Central Product Classification, Ver.2). <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=25>
- [14] PCR Basic Module for CPC Division 53 Constructions. (2010) <http://nywww.environdec.com/en/Product-Category-Rules/Detail/?Pcr=7070>
- [15] 行政院環保署，(2010)。產品類別規則(PCR)訂定指引。<http://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/News/OpenWindow/OpenWinPublishItem.aspx?SerialNo=37>
- [16] 行政院環保署，臺灣產品碳足跡資訊網。<http://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLPCR/FLPCRDoneList.aspx>
- [17] UK (2003). Energy White Paper: Our energy future -creating a low carbon economy. http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/legislation/white_papers/white_paper_03/white_paper_03.aspx
- [18] Fry, C., Ellis, S., McColl-Grubb, V., Griffiths, P., (2004). Calculating Carbon Emissions from Highways Agency Construction and Maintenance Activities – Scoping Paper. TRL Limited, Unpublished Project Report PR/SE/954/04.
- [19] Arup, (2008). Sustainability of Geotechnical & Structural Assets - Review of Embodied Energy in Construction of Geotechnical Highway Structures. Project report of UK Highway Agency. http://www.highways.gov.uk/knowledge_compendium/assets/documents/Portfolio/Sustainability%20of%20sturctural%20and%20geotechnical%20assets%20-%20embodies%20energy%20-%201131.pdf
- [20] Arup, (2010). Strategic Forum for Construction & Carbon Trust, Construction carbon 15% target by 2012, Scoping paper. <http://www.strategicforum.org.uk/pdf/0005%20Baseline%20carbon%20assessment%20Rev%20A%20for%20public%20release.pdf>
- [21] UK Highways Agency, (2008). Carbon Accounting Framework: HA Carbon Accounting Tool - Explanatory Report V1 Working Draft. http://www.highways.gov.uk/business/documents/CCP-Explanatory_Report_ISSUE.pdf
- [22] UK Highways Agency, (2009). Carbon Accounting Framework: Carbon Calculation Tool Instruction Manual for Major Projects, Version 5c. http://www.highways.gov.uk/business/documents/CCT-Instruction_Manual-MP-v5c.pdf
- [23] UK Highways Agency, (2009). Carbon Accounting Framework: Carbon Calculation Tool Instruction Manual for Managing Agent Contractors (MACs), Version 5c. <http://www.highways.gov.uk/business/documents/CCT-Instruction>

Manual-MAC-v5c.pdf

- [24] UK Highways Agency, (2009). Carbon Accounting Framework: Carbon Calculation Tool Instruction Manual for Design, Build and Finance Operations (DBFO) , Version 5c. http://www.highways.gov.uk/business/documents/CCT-Instruction_Manual-DBFO-v5c.pdf
- [25] UK Highways Agency, (2009). Carbon Management Framework for Major Infrastructure Projects e21C Project Report. <http://www.forumforthefuture.org/files/EC21-Carbon-Framework-FINAL.pdf>
- [26] Mukherjee, A. and Cass, D., (2011). “Organizational Challenges of Implementing Greenhouse Gas Emission Control Tools.” Engineering Project Organizations Conference Estes Park, Colorado. http://www.epossociety.org/EPOC2011/papers/mukherjee_cass.pdf
- [27] US DOE, National Renewable Energy Laboratory (NREL), (2009). U.S. Life-Cycle Inventory Database.
- [28] US Environmental Protection Agency (EPA), (2010). EPA Climate Leaders Simplified GHG Emissions Calculator (SGEC), U.S. Environmental Protection Agency.
- [29] US Federal Highway Administration (FHWA), (2011). Sustainable Highways Self-Evaluation Tool. <https://www.sustainablehighways.org/>
- [30] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), (2010). Greenhouse gas mitigation measures for transportation construction, maintenance, and operations activities. [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP25-25\(58\)_FR.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP25-25(58)_FR.pdf)
- [31] Trusty, W. (National Research Council Canada), (2006). The Environmental Side of Sustainability: Using Life Cycle Assessment to Assess True Performance. <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc48691/nrcc48691.pdf>
- [32] IVL Swedish Environmental Research Institute, (2010). Life cycle assessment of railways and rail transport-Application in environmental product declarations (EPDs) for the Bothnia Line. <http://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a416800072122/B1943.pdf>
- [33] International EPD® System, (2011). PCR for Highways, streets and roads. <http://www.environdec.com/en/Product-Category-Rules/Detail/?Pcr=5952>
- [34] UK Environment Agency, (2011). Carbon calculator for construction activities (v3_1_2). <http://www.environment-agency.gov.uk/business/sectors/136252.aspx>
- [35] McGourty, K., Beimborn, E., Dunlap, K., (2009). Columbia River Crossing Greenhouse

- Gas Emission Analysis Expert Review Panel Report.
http://www.columbiarivercrossing.org/FileLibrary/TechnicalReports/GHG_Panel_Report_010809.pdf
- [36] Caltrans (California Department of Transportation), (1983). Energy and Transportation Systems. California Department of Transportation, Division of Engineering Services, Office of Transportation Laboratory. Sacramento, California.
- [37] Kawakami, A., Nitta, H., Kanou, T. and Kubo, K., (2009). Study on CO2 Emissions of Pavement Recycling Methods, REAAA 13th Conference.
<http://www.pwri.go.jp/eng/activity/pdf/reports/kawakami090923.pdf>
- [38] Tung, H., Cédric, D., Anne, V., Agnès, J., Gilles, L., (2005). A global tool for environmental assessment of roads – Application to transport for road building.
<http://www.ectri.org/YRS05/Papiers/Session-3bis/ventura.pdf>
- [39] Stripple, H. (IVL Swedish Environmental Research Institute), (2001). Life Cycle Assessment of Road: A Pilot Study for Inventory Analysis. Project Report of Swedish National Road Administration. <http://www.ivl.se/download/18.2f3a7b311a7c806443800055078/B1210E.pdf>
- [40] VicRoads (State Government of Victoria, Australia), (2008). Victoria's first carbon neutral road construction project.
<http://www.ipwea.com/Microsoft%20Word%20-%20Carbon%20footprint%20of%20road%20construction%20-%200060308.pdf>
- [41] VicRoads (State Government of Victoria, Australia), (2009). Calculating the Carbon Footprint of Road Construction. 2009 National Local Government Asset Mgt & Public Works Engineering Conference, Apr. 28.
http://www.ipwea.org.au/AM/Template.cfm?Section=2009_National_Local_Government_Asset_Management_and_Public_Works_Conference&Template=/CM/HTMLDisplay.cfm&ContentID=8854
- [42] Asian Development Bank (ADB), (2010). Methodology for estimating carbon footprint of road projects, case study: India. ISBN: 978-92-9092-028-1.
<http://www.adb.org/publications/methodology-estimating-carbon-footprint-road-projects-case-study-india>
- [43] 行政院公共工程委員會，(2008)，永續公共工程-節能減碳政策白皮書(核定本)。
- [44] 行政院交通部，(2010)，節能減碳規劃設計參考原則。
- [45] 行政院環保署，(2010)，開發行為溫室氣體排放增量評估及抵換規劃計算指引。
- [46] 交通部運輸研究所，(2012)，「交通運輸工程碳排放量評估模式建立與效益分析之

- 研究」，研究計畫報告。ISBN: 978-986-03-2635-2
- [47] Medgar, L. M., Michael A. N., and Martha G. V. (2010). Life Cycle Inventory of Portland Cement Manufacture, Portland cement association, SN2095b.02, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA.
- [48] Daniel, K., Hans-Jörg A., Tina K. and Martin, L. (2007). Life Cycle Inventories of Building Products, Final report ecoinvent Data v2.0 No. 7. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, Online-Version under: www.ecoinvent.org.
- [49] 行政院環保署，(2011)。水泥業溫室氣體公告排放強度。
<http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/search/LordiDispFull.aspx?ltype=19&lname=4110>(瀏覽日期：2012/07/10)
- [50] PE INTERNATIONAL, GaBi Database Documentation, http://gabi-dataset-documentation.gabi-software.com/xml_data/processes/38304ac2-fdcb-4a0b-863e-8f18a98bd19f_05.00.000.xml (accessed date: 2012/07/10)
- [51] 朱志弘、丁浣屏、盧怡靜、劉謹銓，(2012)。計算台灣電力相關排放係數之方法，工業技術研究院綠能與環境研究所。
- [52] 經濟部能源局，(2011)。99年度電力排放係數。
- [53] US EPA ,(2009). Potential for Reducing Greenhouse Gas Emissions in the Construction Sector.
- [54] American Association of State Highway and Transportation Officials, (AASHTO), (2010). Greenhouse Gas Mitigation Measures for Transportation Construction, Maintenance, and Operations Activities

附錄 I 道路工程施工碳足跡盤查表單

附錄 I 道路工程施工碳足跡盤查表單

表單目錄

附表 I-1	DR-1 道路工程施工碳足跡盤查日誌(一般)	附 I-1
附表 I-2	DR-2 道路工程施工碳足跡盤查日誌(運輸)	附 I-2
附表 I-3	碳足跡盤查登錄清冊-CP-工程施工項目登錄表	附 I-3
附表 I-4	碳足跡盤查登錄清冊-CC-廠商登錄表	附 I-4
附表 I-5	碳足跡盤查登錄清冊-ME-施工機具/耗能設備登錄表	附 I-5
附表 I-6	碳足跡盤查登錄清冊-ES-用電登錄表	附 I-6
附表 I-7	碳足跡盤查登錄清冊-WS-用水登錄表	附 I-7
附表 I-8	碳足跡盤查登錄清冊-MA-工程材料登錄	附 I-8
附表 I-9	碳足跡盤查登錄清冊-PL-植生登錄表	附 I-9
附表 I-10	碳足跡盤查登錄清冊-MO-運具設備登錄表	附 I-10
附表 I-11	碳足跡盤查登錄清冊-HR-工區人員交通方式登錄表	附 I-11
附表 I-12	道路工程施工碳足跡盤查月報	附 I-12
附表 I-13	道路工程施工管理碳足跡盤查年報	附 I-15
附表 I-14	年報逸散設備填報附表	附 I-16
附表 I-15	道路工程監造碳管理日檢核表	附 I-17
附表 I-16	道路工程監造碳管理月檢核表	附 I-20
附表 I-17	道路工程施工碳足跡盤查矯正通知單	附 I-23
附表 I-18	道路工程施工碳足跡盤查改善回覆表	附 I-25
附表 I-19	道路工程監造檢核施工碳足跡盤查改善回覆表	附 I-27

附表 I-1 DR-1 道路工程施工碳足跡盤查日誌(一般)

填報日期： 2013年6月30日 (星期日)

工程名稱					承攬廠商名稱					
契約工期	1265	天	累計工期	287	天	開工日期	2012/09/17			
剩餘工期	978	天	工期展延天數	0	天	預定完工日期	2016/03/04			
工程進行情況(填入作業識別碼及作業名稱)：										
BA0105 清除掘除-拆除及圍籬工程										
DAC0140 PN2墩柱(8.6m)										
DBC0150 PS3基礎										
DBC0170 PS4基礎										
DBC0180 PS5基礎										
DBD0120 PN1墩柱(10.0m)										
DBD0230 PS6墩柱(18.8m)										
1-1 機具使用(包含公務車及交通車) <input checked="" type="checkbox"/>有										
機運具編號	機運具名稱	施工項目	施作時數(hr)*	行駛里程(km)	總耗能	耗能單位	油料來源	耗能量附件		
JP-125	小客車(車牌:4321-VE;5人座/1495cc)	(其他)		1563	164.38	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
JP-139	客貨兩用車(車牌:4182-J9;5人座/2261cc)	(其他)		2119	109.7	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
MC-552	機車(車牌:073-KSX;124cc)	(其他)		260	7.67	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
MC-553	機車(車牌:075-KSX;124cc)	(其他)		299	8.31	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
ME-田大01	吊車(35T)	DAC0140 PN2墩柱(8.6m)	11		938.67	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大03	吊卡車(23T)	DBD0120 PN1墩柱(10.0m)	8.5		657.34	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大05	發電機(大型)()	DBD0230 PS6墩柱(18.8m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-田大12	挖土機(PC-300)	(其他)	0		3200.08	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 油單		
ME-田大16	高空作業車()	DBD0230 PS6墩柱(18.8m)	8.5			L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-益群豐01	挖土機(19.8噸)	BA0105 清除掘除-拆除及圍籬工程	7		2448.62	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特01	挖土機(PC40)	(其他)	0		35	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特02	挖土機(PC15)	(其他)	0		95	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特03	發電機()	DBC0150 PS3基礎	5		130	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特04	空壓機()	DBC0150 PS3基礎	5		450	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-配特05	挖土機(PC228)	DBC0150 PS3基礎	5		121.12	L	工區內添加	<input type="checkbox"/> 機具使用紀錄(附表4)		
ME-順運03	打樁機(HD-1880)	(其他)			639.1	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
PT-252	客貨兩用車(車牌:4008-J9;5人座/2378cc)	(其他)		1950	256.3	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
PT-254	小貨車(車牌:8371-L5;3人座/4009cc)	(其他)		493	93.75	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
田大-共用油箱	()	(其他)			1836.36	L	自行添加	<input type="checkbox"/> 油單		
1-2 機運具運輸 <input type="checkbox"/>無										
2 用電 <input checked="" type="checkbox"/>有										
用電編號	抄表時間	度數	耗電量(度)		用電度數附件					
ES-01	0800	1166.5	182.5		<input type="checkbox"/> 相片					
3 用水 <input type="checkbox"/>無										
用水編號	抄表時間	度數	用水量(度)		用水度數附件					
4-1 工料使用 <input checked="" type="checkbox"/>有										
工料編號	工料名稱	施工項目	使用數量	工料數量單位	施工範圍	工料數量附件				
MA-宜興10	噴凝土(噴凝土)	DBC0150 PS3基礎	12	m3	PS3護坡	<input type="checkbox"/> 進料單				
4-2 工料運輸(包含土方、油料及植物) <input checked="" type="checkbox"/>有										
5-1 廢棄物 <input type="checkbox"/>無										
廢棄物編號	廢棄物名稱	廢棄量	廢棄量單位	性質	處置方式	廢棄量附件				
5-2 廢棄物運輸 <input type="checkbox"/>無										
6 碳匯改變** <input type="checkbox"/>無										
植物編號	植物名稱	施工項目	植生/移除量	植生/移除量單	施工範圍	改變型態	植生情形附件			
7 人員出勤紀錄										
工別編號	工別	人數	出勤人數附							
A3-01		16	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							
A3-03		2	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							
A3-07		3	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							
A3-08		25	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							
A3-10		4	<input type="checkbox"/> 出勤紀錄							

*：施作時數僅以小時計之機具需依照機具使用紀錄(附表4)填寫；若以里程計算之機具及運具應填寫行駛里程。

**：碳匯改變型態如為移除，則無需填寫編號、植物名稱與植被狀況之欄位。

所有附件欄位應於列表單後進行附件確認並勾選，以確實檢查表單附件是否完備。

填表 _____

工地主任： _____

附表 I-2 DR-2 道路工程施工碳足跡盤查日誌(運輸)

版次：v1.3

填報日期： 2013年6月30日 (星期日)

工程名稱						承攬廠商名稱												
契約工期		1265				天	累計工期				287				天	開工日期		2012/09/17
剩餘工期		978				天	工期展延天數				0				天	預定完工日期		2016/03/04
運輸流水號	運輸日期	運進/出	運具類別	廠牌型號	規格(噸/cc)	能源類別	運送項目編號	運送項目名稱	運輸總量	運輸量單位	單向運距(km)	運輸起點	運輸終點	距離資料品質	附件	備註		
001	20130630	運進	混凝土攪拌車			柴油	MA-宜興10	噴凝土	12	m3	15	南澳	東澳	估計值	<input type="checkbox"/> 進貨單/送驗報告； <input type="checkbox"/> 油單			

※ 附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以表示已確實檢查表單附件是否完備。

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-3 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- CP-工程施工項目登錄表

標別：

版次：v1.0

CP-工程施工項目登錄表								
流水號	登錄日期	更新日期	工區	作業識別碼	作業名稱	開始日期	完成日期	備註
001	2013013	2013063	幸福高	DAA0160	PN3井基	20130130	20130627	

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-4 碳足跡盤查登錄清冊-CC-廠商登錄表

標別：

版次：v1.1

CC-廠商登錄表												
流水號	登錄日期	更新日期	廠商類別	廠商名稱	廠商地點/地址	交通/運輸方式	運輸起點	運輸終點	單向運距(km)	距離資料品質	附件	備註

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-5 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- ME-施工機具/耗能設備登錄表

標別：

版次：v1.2

ME-施工機具/耗能設備登錄表																
流水號	登錄日期	更新日期	機具編號	機具名稱	廠牌型號	規格	功率	功率單位	能源類別	能耗	單位	數據品質	機齡	計數器	機具能耗附件*	備註

*：機具能耗附件欄之能耗數據品質佐證資料，請填寫機具油耗計算報告(附表1)、運具油耗計算報告(附表2)或文獻來源(附表3)，並檢附其所需所有附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以確實檢查表單附件是否完備。

填表人：_____ 工地主任：_____

附表 I-6 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- ES-用電登錄表

標別：

版次：v1.1

ES-用電登錄表							
流水號	登錄日期	更新日期	用電編號	電表表號	供電用途	供電區域	供電區域附件

附 I - 6

所有附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以確實檢查表單附件是否完備。

填表人： _____

工地主任： _____

附表 I-7 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- WS-用水登錄表

標別：

版次：v1.1

WS-用水登錄表							
流水號	登錄日期	更新日期	用水編號	水源	水表表號*	供水用途	供水區域

*：水表表號欄僅水源為自來水才需填寫。

填表人：_____ 工地主任：_____

附表 I-8 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- MA-工程材料登錄表

標別：

版次：v1.5

MA-工程材料登錄表																		
流水號	登錄日期	更新日期	工料編號	工料名稱	規格/類別	供應商名稱	運輸方式	產地類別	製造地(城市)/製造商	出口點	進口點	是否回收	再生材料名稱	再生材料比例	主要用途	是否為化學品	工料組成附件	備註

填表人：_____ 工地主任：_____

附表 I-9 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- PL-植生登錄表

標別：

版次：v1.1

PL-植生登錄表								
流水號	登錄日期	更新日期	植物編號	植物名稱	類別	原生地	科別	樹齡(年)

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-10 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- MO-運具設備登錄表

標別：

版次：v1.2

MO-運具設備登錄表(含工區使用所有公務車、交通車)															
流水號	登錄日期	更新日期	運具編號	運具類別	廠牌型號	規格(噸/人座/cc數)	能源類別	能耗	能耗單位	數據品質	車齡	用途	車牌	運具油耗附件*	備註

*：運具油耗附件欄之能耗數據品質佐證資料，請填寫機具油耗計算報告(附表1)、運具油耗計算報告(附表2)或文獻來源(附表3)，並檢附其所需附件之影本。
所有附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以確實檢查表單附件是否完備。

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-11 道路工程施工碳足跡盤查登錄清冊- HR-工區人員交通方式登錄表

標別：

版次：v1.1

HR-工區人員交通方式登錄表															
流水號	登錄日期	更新日期	人員姓名	協力廠商別	運具類別	單向行駛里程(km)	廠牌型號	規格(噸/人座/cc數)	能源類別	能耗量	能耗單位	能耗數據品質	車齡	車牌	能耗附件*

*：能耗附件欄之能耗數據品質佐證資料，請填寫機具油耗計算報告(附表1)、運具油耗計算報告(附表2)或文獻來源(附表3)，並檢附其所需附件之影本。所有附件欄位應於列印表單後進行附件確認並勾選，以確實檢查表單附件是否完備。

填表人：_____ 工地主任：_____

附表 I-12 道路工程施工碳足跡盤查月報(1/3)

工程名稱	台9線蘇花公路○○段新建工程				
承攬廠商名稱					
填報期間	102年06月01日(星期六)~102年06月30日(星期日)				
工程進行情況(填入作業識別碼及作業名稱):					
BA0105	清除掘除、拆除及圍籬工程				
BA0110	施工便道及便橋				
CA0100	南口洞口平台、邊坡保護				
CA0130	北口洞口平台、邊坡保護				
DAA0120	PN1井基				
DAA0160	PN3井基				
DAC0140	PN2墩柱(8.6m)				
DAC0150	PS2墩柱(8.9m)				
DAC0160	PN3墩柱(15.2m)				
DBB0120	PN1井基				
DBC0150	PS3基礎				
DBC0170	PS4基礎				
DBC0180	P5基礎				
DBD0100	AN1牆身				
DBD0120	PN1墩柱(10.0m)				
DBD0130	PS1墩柱(9.6m)				
DBD0150	PS2墩柱(13.8m)				
DBD0230	PS6墩柱(18.8m)				
DBD0360	PN13墩柱(17.4m)				
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)			■有		
機/運具編號	機/運具名稱	本月累計施作時數(hr)	本月累計行駛里程(km)	能耗單位	本月總能耗量
JP-125	小客車	0	1563	L	164.38
JP-139	客貨兩用車	0	2119	L	109.7
MC-552	機車	0	260	L	7.67
ME-田大01	吊車	263	0	L	938.67
ME-田大02	吊卡車	137	0	L	0
ME-田大03	吊卡車	246.5	0	L	657.34
ME-田大04	發電機(大型)	259	0	L	0
ME-田大06	泵浦車	81.5	0	L	0
ME-田大12	挖土機	106	0	L	3200.08
ME-田大14	吊車(25T)	17	0	L	0
ME-田大16	高空作業車	39	0	L	0
ME-益群豐01	挖土機	209	0	L	2448.62
ME-配特01	挖土機	9	0	L	35
ME-配特02	挖土機	0	0	L	95
ME-配特03	發電機	70	0	L	130
ME-配特04	空壓機	66	0	L	450
ME-配特05	挖土機	72	0	L	121.12
ME-順運03	打樁機	26	0	L	639.1
ME-順運09	框式附加吊桿車	38	0	L	0
MO-田大01	傾卸車	80.5	0	L	0
MO-田大02	傾卸車	72	0	L	0
PT-252	客貨兩用車	0	1950	L	256.3
PT-254	小貨車	0	493	L	93.75
PT-258	客貨兩用車	0	2256	L	216.11
PT-259	客貨兩用車	0	889	L	173.89
PT-260	客貨兩用車	0	755	L	160.8
WT-16	其他	0	577	L	812.1
田大-共用油箱		0	0	L	1836.36

附表 I-12 道路工程施工碳足跡盤查月報(2/3)

1-2機具運輸		<input type="checkbox"/> 無			
2用電		<input checked="" type="checkbox"/> 有			
用電編號	本月總耗電量(度)				
ES-01	182.5				
3用水		<input type="checkbox"/> 無			
4-1工料使用		<input checked="" type="checkbox"/> 有			
工料編號	工料名稱	工料數量單位	本月總使用數量		
MA-田大03	墩柱鐵模	組	8		
MA-田大05	鐵絲	箱	26		
MA-田大06	鐵線	kg	100		
MA-田大08	鋼管施工架	組	294		
MA-田大10	鋼筋續接器	個	156		
MA-宜興01	混凝土175	m3	24		
MA-宜興02	混凝土210	m3	375		
MA-宜興04	混凝土280	m3	1091.5		
MA-宜興05	混凝土350	m3	463		
MA-宜興10	噴凝土	m3	208		
MA-宜聯(冬山廠)	竹節鋼筋	kg	157671.2		
MA-益群豐03	點焊網	m2	2816		
MA-益群豐04	成型填縫板	片	535		
MA-配特01	點焊網	M2	1500		
MA-配特02	清水模板	片	90		
MA-順運01	覆工版	片	206		
MA-順運02	H型鋼	支	46		
MA-順運05	樓梯	件	3		
MA-頤達01	氧氣瓶	瓶	11		
MA-頤達02	乙炔瓶	瓶	1		
4-2工料運輸(包含土方、油料及植物)		<input checked="" type="checkbox"/> 有			
工料編號	工料名稱	運輸次數	運輸量單位	本月運輸總量	本月最大單向運距(km)
MA-田大10	鋼筋續接器	1	個	410	123
MA-宜興01	混凝土175	1	m3	24	15
MA-宜興02	混凝土210	10	m3	375	15
MA-宜興04	混凝土280	7	m3	1091.5	15
MA-宜興05	混凝土350	8	m3	463	15
MA-宜興10	噴凝土	13	m3	208	15
MA-宜聯(冬山廠)	竹節鋼筋	1	kg	148360	23.4
MA-宜聯(冬山廠)	竹節鋼筋	2	kg	312550	419
MA-宜聯(冬山廠)	竹節鋼筋	1	kg	66880	337
MA-宜聯(冬山廠)	竹節鋼筋	1	kg	66880	123
MA-益群豐01	氧氣瓶	2	瓶	4	23.4
MA-益群豐02	乙炔瓶	2	瓶	4	23.4
MA-益群豐05	止水帶	1	M	1220	94.5
MA-配特01	點焊網	1	M2	1500	142
MA-配特02	清水模板	1	片	90	50
MA-配特03	水泥砂漿	1	包	400	172
MA-順運01	覆工版	3	片	79	163
MA-順運02	H型鋼	1	支	17	163
MA-順運03	H型鋼	1	支	44	163
MA-順運04	角鋼	1	支	7	163

附表 I-12 道路工程施工碳足跡盤查月報(3/3)

4-2 工料運輸(續)(包含土方、油料及植物)		■有			
MA-順運06	氧氣瓶	1	瓶	20	113
MA-順運07	乙炔瓶	1	瓶	40	113
MA-順運07	乙炔瓶	1	瓶	20	113
MA-達和10	油漆	1	桶	100	111
MA-達和11	去漬油	1	桶	2	111
MA-樂志01	預力鋼腱	1	kg	145035	3506
MA-樂志01	預力鋼腱	1	kg	145035	127
MA-頤達01	氧氣瓶	1	瓶	12	23.4
MA-頤達02	乙炔瓶	1	瓶	4	23.4
5-1 廢棄物		<input type="checkbox"/> 無			
5-2 廢棄物運輸		<input type="checkbox"/> 無			
6 碳匯改變		<input type="checkbox"/> 無			
7 人員出勤紀錄					
編號	協力廠商別/工別	本月總人次			
A3-01	新亞建設	623			
A3-02	弘大鑫	40			
A3-03	益群豐	58			
A3-04	順運	58			
A3-07	豐達	90			
A3-08	田大	738			
A3-10	配特	201			

填表人： _____ 工地主任： _____

附表 I-13 道路工程施工管理碳足跡盤查年報

表報編號：

填表日期：2013/1/7

盤查邊界設定					
邊界範疇	範例1：本項盤查之邊界範疇為蘇花改計畫00標之承商辦公室。				
	範例2：本項盤查之邊界範疇包含蘇花改計畫00標之承商辦公室及宿舍(因其共用同一電表，且用電分配部份不易切割，故合併進行盤查作業)。				
基本資料					
盤查期間	開工日~2012.12.31				
盤查標的	○○○○○公司XXXX工程處/施工處				
單位主管(工地主任)					
樓地板面積	(平方公尺)				
地址					
填表人					
聯絡電話	(03)868-XXXX				
傳真					
電子郵件信箱					
範疇一、直接排放					
排放源類別	設施或活動別	原燃物料	活動強度	單位	附件
固定式燃燒	緊急發電機	柴油		公升	油單
	熱水鍋爐	柴油		公升	油單
		天然氣		度	繳費單
	熱水器、瓦斯爐	天然氣		度	繳費單
		液化石油氣		公斤	發票(收據)
	乙炔熔接裝置	乙炔		公斤	發票(收據)
移動式燃燒	公務車	柴油		公升	油單
	公務車	汽油		公升	油單
逸散	二氧化碳/乾粉滅火器	二氧化碳		公斤	補充量單據
	環保滅火器	HFC-227ea		公斤	補充量單據
		HFC-236fa		公斤	
	空調、冰箱、飲水機	R134a		公斤	補充量單據
		R22		公斤	
		R407C		公斤	
		R410a		公斤	
高/中壓電盤	SF6		公斤	補充量單據	
化糞池	排泄物		人-天	出勤紀錄	
範疇二、間接排放					
排放源類別	設施或活動別	排放源種類	活動強度	單位	附件
能源間接排放	電表號07890401112	外購電力		度	電費單
範疇三、其他間接排放					
排放源類別	設施或活動別	排放源種類	活動強度	單位	附件
其他	廢棄物	委外處理廢棄物		人-天	出勤紀錄
其他	水表號1121565641	水		度	水費單

填表人：_____ 單位主管：_____

附表 I-14 年報逸散設備填報附表

盤查範圍：蘇花改工程C1標之承包商辦公室

空調設備

設備編號	設施或活動別	型號	數量	冷氣能力	冷氣能力單位	冷媒種類	冷媒填充總量(kg)	年補充量(kg)
A-1	冷氣機	TW-502DCU	2	1.648	冷凍噸(RT)	R-22	1.15	0

冷凍、冷藏、冰水機等設備

設備編號	設施或活動別	型號	數量	冷媒種類	冷媒填充總量(kg)	年補充量(kg)
B-1	冰箱	SU-123	1	R-134a	0.2	0
B-2	飲水機	偉志 GE-R0117C	2	R-134a	0.2	0

消防設備

設備編號	設施或活動別	類別/型號	數量	填充物種類	年補充量或使用量(kg)
C-1	滅火器	二氧化碳滅火器	2	二氧化碳	
C-2	滅火器	乾粉滅火器	2	NaHCO ₃	

附表 I-15 道路工程監造碳管理日檢核表

表報編號：A1-2013MMDD

填報日期：102 年 月 日(星期)

工程名稱	台 9 線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程			承攬廠商名稱			
契約工期	0 天	累計工期	天	剩餘工期	天	工期展延天數	0 天
開工日期	1900/01/01			預定完工日期	1900/01/01		
工程進行情況查核：重要施工項目及數量是否相符					<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺		
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)					<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
查核項目內容		查核結果		補充說明			
所用機具是否符合工程內容所需？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
所用機具是否皆已登錄		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
所用機具操作時數是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
所用機具能耗量是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
油料來源與佐證資料是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
1-2 機具運輸					<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
查核項目內容		查核結果		補充說明			
到場之機具是否符合工程內容所需？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
運具型號規格資料是否合理完備		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
載運之機具重量與運輸量是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
運輸距離是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
運具能耗量是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
能耗量與佐證資料是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
2 用電(含橋梁、道路、隧道各工區)					<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
查核項目內容		查核結果		補充說明			
用電狀況是否符合工程內容所需？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
電表是否皆已登錄		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
耗電量是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
登錄度數與佐證資料是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區)					<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
查核項目內容		查核結果		補充說明			
用水狀況是否符合工程內容所需？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
水表是否皆已登錄		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
用水量是否合理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					
登錄度數與佐證資料是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺					

附表 I-15 道路工程監造碳管理日檢核表

表報編號：A1-2013MMDD

填報日期：102 年 月 日(星期)

4-1 工料使用(包含土方、油料及植物) <input type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無		
查核項目內容	查核結果	補充說明
所用工料是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用工料是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用工料數量與施工範圍比對是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
工料進場數量與佐證資料是否相符	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
4-2 工料運輸 <input type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無		
查核項目內容	查核結果	補充說明
到場之工料是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
載運之工料量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運輸距離是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
能耗量與佐證資料是否相符	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
5-1 廢棄物 <input type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無		
查核項目內容	查核結果	補充說明
廢棄物是否符合工程內容所產出？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
廢棄物數量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
廢棄物性質及處置方式與佐證資料是否相符	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
5-2 廢棄物運輸 <input type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無		
查核項目內容	查核結果	補充說明
出場之廢棄物是否為工程內容所產生？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
載運之廢棄物量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運輸距離是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
能耗量與佐證資料是否相符	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
6 碳匯改變 <input type="checkbox"/>有 <input type="checkbox"/>無		
查核項目內容	查核結果	補充說明
植物名稱是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
碳匯改變型態與範圍是否正確	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	

附表 I-15 道路工程監造碳管理日檢核表

表報編號：A1-2013MMDD

填報日期：102 年 月 日(星期)

碳匯改變量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
碳匯改變佐證資料是否可佐證	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
7 人員出勤紀錄		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
出勤人員資料交通方式是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
出勤人員資料與佐證資料是否符合	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
8 其他		
本日查核結論： <input type="checkbox"/> 正確 <input type="checkbox"/> 有誤，共_____項 <input type="checkbox"/> 缺，共_____項		
缺失處理情形追蹤： <input type="checkbox"/> 今日提供表報編號：_____之修正資料 <input type="checkbox"/> 今日提供表報編號：_____之缺漏資料		
填表人		主辦工程師
		工程處經理

附表 I-16 道路工程監造管理月檢核表

表報編號：A1-201306

填報日期： 年 月 日(星期)

工程名稱	台 9 線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程	
承攬廠商名稱		
填報期間	年 月 日(星期)~ 年 月 日(星期)	
工程進行情況查核：重要施工項目及數量是否相符		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺
1-1 機具使用(包含公務車及交通車)		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
所用機具是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用機具是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用機具操作時數是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用機具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
1-2 機具運輸		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
到場之機具是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
載運之機具重量與運輸量是否相符	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運輸距離是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
2 用電 (含橋梁、道路、隧道各工區)		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
用電狀況是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
電表是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
耗電量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區)		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
用水狀況是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
水表是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
用水量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
4-1 工料使用(包含土方、油料及植物)		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
所用工料是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	

附表 I-16 道路工程監造碳管理月檢核表

表報編號：A1-201306

填報日期： 年 月 日(星期)

所用工料是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
所用工料數量與施工範圍比對是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
4-2 工料運輸		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
到場之工料是否符合工程內容所需？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
載運之工料量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運輸距離是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
5-1 廢棄物		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
廢棄物是否符合工程內容所產出？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
廢棄物數量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
5-2 廢棄物運輸		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
出場之廢棄物是否為工程內容所產生？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
載運之廢棄物量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具型號規格資料是否合理完備	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運輸距離是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
運具能耗量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
6 碳匯改變		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
植物名稱是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
碳匯改變型態與範圍是否正確	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
碳匯改變量是否合理	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
7 人員出勤紀錄		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
查核項目內容	查核結果	補充說明
出勤人員資料交通方式是否皆已登錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 有誤 <input type="checkbox"/> 有缺	
8 其他		

附表 I-16 道路工程監造碳管理月檢核表

表報編號：A1-201306

填報日期： 年 月 日(星期)

本月查核結論： <input type="checkbox"/> 正確 <input type="checkbox"/> 有誤，共_____項 <input type="checkbox"/> 缺，共_____項					
填表人		主辦 工程師		工程處 經理	

附表 I-17 道路工程施工碳足跡盤查矯正通知單

表報編號：○○-2012MM-C01

填報日期： 年 月 日

工程名稱			
承攬廠商名稱			
資料查核內容	<input type="checkbox"/> 日誌 <input type="checkbox"/> 月報		
資料查核期間	102.01.01~102.01.15 或 101.01		
資料檢核結果說明			
1-1 機/運具使用(包含公務車及交通車) <input checked="" type="checkbox"/>無			
澄清	1.		
改正			
缺漏			
提醒			
其他			
1-2 機具運輸 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
2 電力使用(含橋梁、道路、隧道各工區) <input checked="" type="checkbox"/>無			
3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區) <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
4-1 工料使用(包含土方、油料及植物) <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
4-2 工料運輸 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
5-1 廢棄物 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
5-2 廢棄物運輸 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
6 碳匯改變 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		
7 人員出勤紀錄 <input checked="" type="checkbox"/>無			
	1.		

本月查核結論：正確 待澄清，共 1 項

有誤，須改正共 3 項 有缺，須補遺共 1 項

(日誌) 惠請承商就錯誤部分進行線上修正，並再次列印修正版日報表、改善回覆表進行簽核後，連同缺漏部分，一併提送紙本予監造單位確認。

(月報) 惠請承商再次列印修正版月報表、連同機/運具油耗計算報告及改善回覆表進行簽核後，一併送監造確認簽核。

附註：

填表		主辦工程師		計畫主管	
----	--	-------	--	------	--

附表 I-18 道路工程施工碳足跡盤查改善回覆表

表報編號：○○-2013MM-R01

填報日期： 年 月 日

工程名稱	
承攬廠商名稱	
矯正通知單編號	○○-2013MM-C01
資料查核內容	<input type="checkbox"/> 日誌 <input type="checkbox"/> 月報
資料查核期間	102.01.01~102.01.15 或 102.01
改善結果檢核清單	
1-1 機/運具使用(包含公務車及交通車)	<input type="checkbox"/> 已完成修正(共 3 項)
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
1-2 機具運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
2 電力使用(含橋梁、道路、隧道各工區)	<input type="checkbox"/> 已完成修正(共 2 項)
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區)	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
4-1 工料使用(包含土方、油料及植物)	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
4-2 工料運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
5-1 廢棄物	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
5-2 廢棄物運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
6 碳匯改變	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

7 人員出勤紀錄		<input type="checkbox"/> 已完成修正(共 1 項)	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
改善狀況： <input type="checkbox"/> 完成資料線上修正(共 4 項) 提報附件： <input type="checkbox"/> 提報碳足跡盤查日誌(共 4 份) <input type="checkbox"/> ○○-20130108-1 <input type="checkbox"/> ○○-20130109-2 <input type="checkbox"/> ○○-20130114-1 <input type="checkbox"/> ○○-20130115-1			
補充說明：(自行填寫)			
填表人		工地主任	

附表 I-19 道路工程監造檢核施工碳足跡盤查改善回覆表

表報編號：○○-2012MM-R01

填報日期： 年 月 日

工程名稱					
承攬廠商名稱					
矯正通知單編號	○○-2013MM-C01				
資料查核內容	<input type="checkbox"/> 日誌 <input type="checkbox"/> 月報				
資料查核期間	102.01.01~101.11.15 或 102.01				
改善結果檢核清單					
1-1 機/運具使用(包含公務車及交通車)	<input type="checkbox"/> 已完成修正				
1-2 機具運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
2 電力使用(含橋梁、道路、隧道各工區)	<input type="checkbox"/> 已完成修正				
3 用水(含橋梁、道路、隧道各工區)	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
4-1 工料使用(包含土方、油料及植物)	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
4-2 工料運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
5-1 廢棄物	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
5-2 廢棄物運輸	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
6 碳匯改變	<input checked="" type="checkbox"/> 無須改善				
7 人員出勤紀錄	<input type="checkbox"/> 已完成修正				
改善狀況： <input type="checkbox"/> 已完成資料線上修正(共 4 項)					
提報附件： <input type="checkbox"/> 已提送碳足跡盤查日誌(共 4 份)					
補充說明：(自行填寫)					
監造單位 覆核人		主辦 工程師		工程處 經理	

附錄 II A1 標啟始會議與 A1 標教育訓練辦理資料

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

啟始會議暨教育訓練

本計畫配合台 9 線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程(A1 標)，辦理該標啟始會議暨教育訓練。規劃內容如下：

一、 辦理目的

集結蘇花公路改善工程處、監造單位、承包商、碳足跡盤查輔導單位及查驗機構代表，共同宣示啟動台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理作業，完成啟始會議。

二、 啟始會議議程

1. 時間：102 年 4 月 12 日(星期五) 9：30～10：20
2. 地點：交通部公路總局 蘇花公路改善工程處 2 樓會議室
3. 主持人：交通部公路總局蘇花公路改善工程處 邵處長厚潔
4. 議程

時間	內容	講者
9:30~9:40	報到	
9:40~9:55	處長致詞	邵處長厚潔
9:55~10:10	碳管理計畫簡介	中興公司
	輔導單位暨監造單位代表自我介紹	中興公司代表
	查驗單位代表自我介紹	BSI 代表
	承包商代表自我介紹	榮工工程股份有限公司代表
10:10~10:15	宣讀宣言與簽署	各單位代表
10:15~10:20	團體拍照	各單位代表

5. 邀請與會對象

蘇花改工程處、監造單位(中興工程顧問股份有限公司)、承包商(榮工工程股份有限公司)、碳足跡盤查輔導單位(中興工程顧問股份有限公司)及查驗機構(BSI 英國標準協會)等單位高階代表共同參與。

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫

蘇澳永樂段新建工程碳足跡盤查啟始會議 簽到單

會議時間：民國 102 年 4 月 12 日(星期五) 上午 9 時

會議地點：交通部公路總局蘇花公路改善工程處

主 持 人：交通部公路總局蘇花公路改善工程處 邵處長厚潔

出(列)席單位及人員：

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名
<p>蘇花公路改善工程處</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">黃鳳圖 吳明忠</p> <p style="text-align: right; font-size: 1.2em;">葉雅雲</p>
<p>蘇花公路改善工程處蘇澳工務段</p>
<p>蘇花公路改善工程處東澳工務段</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">項授青 吳德清 孫志</p>
<p>蘇花公路改善工程處和中工務段</p>
<p>蘇花公路改善工程處清水工務段</p>
<p>英國標準協會台灣分公司</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">黃美貞 詹嘉煒</p>

機關或單位名稱及姓名

中興工程顧問股份有限公司

曾良堯

許佩蓓

黃曉貝

林秀亭

葉維祐

中興工程顧問股份有限公司蘇澳東澳段監造工程處

王云夏

林國忠 蔡煥民

中興工程顧問股份有限公司和中清水段工程處

榮工工程股份有限公司

曾國華

柯明濤

鄧展長

葉維維

許奇軒

葉飛霞



蘇澳永樂段新建工程 碳足跡盤查合作宣言

交通部公路總局蘇花公路改善工程處秉持「推動工程計畫兼顧環境保護」之理念，與台9線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程之施工廠商榮工工程股份有限公司、監造及碳足跡盤查輔導單位中興工程顧問股份有限公司，以及查驗機構英國標準協會台灣分公司，共同組成蘇澳永樂段新建工程碳足跡盤查推動小組，願於工程施工期間會同各方資源，致力信守落實碳足跡盤查之承諾，共同為取得工程碳足跡查證聲明、落實工程碳排放控制而努力，進而持續提升減碳成效、豎立工程碳管理標竿。



主管單位

交通部公路總局蘇花公路改善工程處
處長

邵志傑

查驗單位
英國標準協會
台灣分公司

董美榮

輔導單位
中興工程顧問
股份有限公司

吳宗

監造單位
中興工程顧問
股份有限公司

江文英

施工廠商
榮工工程
股份有限公司

吳同基

中華民國 102 年 4 月 12 日

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

『台 9 線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程 (A1 標)』教育訓練課程表

1. 時間：102 年 5 月 29 日(星期三) 9：30 ~ 14：00
2. 地點：交通部公路總局蘇花公路改善工程處會議室
3. 主持人：交通部公路總局蘇花公路改善工程處 吳副處長明恩
4. 課程表：

時間	內容	報告單位
09:30~10:30	碳足跡評估背景說明	BSI 英國標準協會
10:30~10:40	休息	
10:40~11:00	道路工程碳足跡盤查執行說明	中興工程顧問股份有限公司
11:00~12:00	道路工程碳足跡盤查表單介紹 及填寫說明	中興工程顧問股份有限公司
12:00~13:00	午餐	
13:00~13:20	碳盤查日誌線上填報系統操作 說明	中興工程顧問股份有限公司
13:20~13:40	道路工程碳足跡查證程序說明	BSI 英國標準協會
13:40~14:00	問題與討論	中興工程顧問股份有限公司 BSI 英國標準協會
14:00~	賦歸	

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作

台 9 線蘇花公路蘇澳永樂段新建工程 (A1 標) 教育訓練

簽到單

會議時間：民國 102 年 5 月 29 日(星期三) 上午 9 時 30 分

會議地點：交通部公路總局蘇花公路改善工程處會議室

項次	機關 (公司) 名稱	姓名	職稱	簽到
1	行政院公共工程委員會	黃雅娟	技正	
2	行政院公共工程委員會	✓張碧蓉	副研究員	
3	交通部公路總局新工組	朱建東	科長	朱建東
4	交通部公路總局新工組	陳承胤	副工程司	陳承胤
5	交通部公路總局新工組	陳文豪	助理工務員	陳文豪
6	交通部公路總局 蘇花公路改善工程處	吳明恩	副處長	吳明恩
7	交通部公路總局 西部濱海公路中區工程處	✓徐政安	幫工程司	徐政安
8	交通部公路總局 西部濱海公路中區工程處	劉振得	幫工程司	劉振得
9	交通部鐵路改建工程局	廖振遠	科長	
10	交通部鐵路改建工程局	鄭佳邦	副工程司	
11	交通部鐵路改建工程局	✓李美貞	技術員	李美貞
12	交通部鐵路改建工程局	✓潘明儀	技術員	潘明儀

項次	機關(公司)名稱	姓名	職稱	簽到
13	交通部國道 高速公路 ^新 工程局	李純純	工程員	李純純
14	交通部國道 高速公路 ^新 工程局	彭繼賢	工程員	彭繼賢
15	交通部高速鐵路工程局	林傳銘	正工程司	林傳銘
16	交通部高速鐵路工程局	趙志鴻	幫工程司	
17	交通部高速鐵路工程局	李安平	幫工程司	李安平
18	交通部高速鐵路工程局	簡敦頤	副工程司	簡敦頤
19	榮工工程股份有限公司	柯明鋒	主任	
20	榮工工程股份有限公司	郭展宏	工程師	郭展宏
21	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	葉政雄	主任	葉政雄
22	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	陳東昇	副主任	陳東昇
23	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	黃飛發	站長	黃飛發
24	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	張智文	站長	
25	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	王志軒	站長	王志軒
26	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	葉時萌	隊長	葉時萌
27	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	李煜明	站長	
28	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	陳榮吉	工程師	陳榮吉
29	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	楊行一	工程師	
30	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	賴寶晨	工程師	賴寶晨

項次	機關(公司)名稱	姓名	職稱	簽到
31	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	劉永傑	工程師	劉永傑
32	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	張乃令	工程師	
33	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	張育萍	工程師	張育萍
34	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	楊浩	工程師	楊浩
35	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	江嘉翔	工程師	
36	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	李豪剛	工程師	李豪剛
37	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	周金山		周金山
38	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	游田義		游田義
39	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	董冠群		董冠群
40	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	張志清		張志清
41	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	陳素珠		陳素珠
42	榮工工程股份有限公司 蘇花永樂施工所	洪劍坤	技術員	洪劍坤
43	福清營造股份有限公司	朱秀雯	工程師	朱秀雯
44	福清營造股份有限公司	王雅芬	工程師	王雅芬
45	羅東鋼鐵廠公司	尤盛須	業務	尤盛須
46	配特工程有限公司	張偉智	工地負責人	張偉智
47	配特工程有限公司	俞惠珠	行政	俞惠珠
48	田大營造有限公司	陳慶霖	工地負責人	

項次	機關(公司)名稱	姓名	職稱	簽到
49	樂志營造有限公司	吳松霖		吳松霖
50	樂志營造有限公司	黃鴻志		黃鴻志
51	介興營造股份有限公司	李佩岑	工程師	
52	介興營造股份有限公司	謝馥羽	工程師	謝馥羽
53	介興營造股份有限公司	陳昕詮	工程師	陳昕詮
54	英國標準協會台灣分公司	林文華	副協理	林文華
55	中興工程顧問股份有限公司	劉永輝	工程師	劉永輝
56	中興工程顧問股份有限公司	林國光	工程師	林國光
57	中興工程顧問股份有限公司	蔡煥民	工程師	
58	中興工程顧問股份有限公司	詹峰	工程師	陳即
59	中興工程顧問股份有限公司	許珮蒨	計畫主任	許珮蒨
60	中興工程顧問股份有限公司	黃琬淇	工程師	黃琬淇
61	中興工程顧問股份有限公司	林彥宇	工程師	林彥宇
62	中興工程顧問股份有限公司	周松霖	工程師	周松霖
63	中興工程顧問股份有限公司	蔡昀達	工程師	蔡昀達
64	中興工程顧問股份有限公司	鄭維祐	工程師	鄭維祐
65				
66				

項次	機關(公司)名稱	姓名	職稱	簽到
67	高建公路局	陳仲良	繪圖員	陳仲良
68	蘇花改工程處	曹嘉永	工程師	曹嘉永
69	榮工公司	蔡宗傑	技術員	蔡宗傑
70	誼興營造	蔡宗傑	技術員	蔡宗傑
71	誼興營造	林相儒		林相儒
72	榮工公司	吳以明	工程師	吳以明
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				

課程一：碳足跡評估背景及查證程序說明

認識碳足跡及工程上的運用

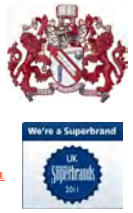


英國標準協會(BSI)
林文華
2013年05月



BSI 英國標準協會發展沿革

- 1901- 全球第一家國際性標準組織
- 1926- 全球第一國際性產品認證標章- 風箏標誌 (Kite Mark)
- 1929- 英國皇家特許機構
- 1948- 國際驗證標準組織(ISO)創始會員
- 1979- 世界第一個頒佈國家品質標準系統
- 1979- BS 5750 (ISO 9001前身)正式公告
- 1992- BS 7750 (ISO 14001前身)正式公告
- 1999- BSI 正式公告 OHSAS 18001
- 1995- 頒佈BS 7799 (已轉換為 ISO 27001)
- 2007- BS 25999 企業營運持續管理系統標準公告
- 2008- PAS 2050 產品與服務生命週期階段之溫室氣體評估標準
- 2009- 2008 AA 1000 系列標準繁體中文版(6月)
- 2010- PAS 2060 展現碳中和標準



學歷：

- 國立中央大學環境工程研究所碩士

經歷：

- BSI英國標準協會驗證部副協理
- 環境管理協會資深經理
- 富積電子(股)品質保證部及綠色產品規劃經理
- BSI 14064-1 查證員暨合格講師
- PAS 2050 查證員暨合格講師

專長：

1. 溫室氣體管理與查證與LCA評估
2. 品質、綠色產品及環安衛管理系統建制
 - 內部稽核/系統建制 (Internal Audit / Lead Auditor)
3. BCM 營運持續管理 (Business Continuity Management)

林文華

BSI英國標準協會
驗證部副協理
PAS 2050 產品經理
水足跡產品經理

Content



- ◆ 氣候變遷的發展及國際發展趨勢
- ◆ 何謂生命週期與溫室氣體的關係
- ◆ 如何執行工程碳足跡的計算
- ◆ 查證流程簡介

Content

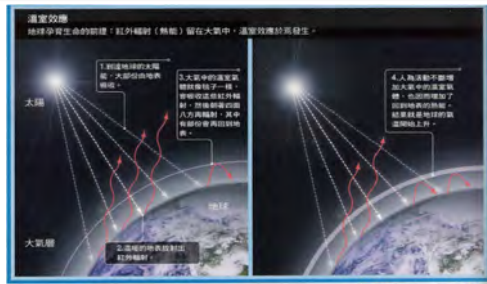


- ◆ 氣候變遷的發展及國際發展趨勢
- ◆ 何謂生命週期與溫室氣體的關係
- ◆ 如何執行工程碳足跡的計算
- ◆ 查證流程簡介

不願面對的真相



溫室效應形成的原因



bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved. 27022012

科學人雜誌 10/20, 2009 第 11 期

1

氣候變遷所造成的影響



食物與農作物生產
清潔與充足水源供應
生物多樣性之維持
人類健康之維護
碳、氮、磷循環與穩定

資料來源: www.ipcc.ch

bsi

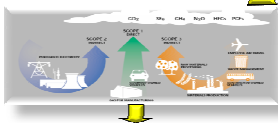
Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

2

碳足跡盤查標準

即台灣目前組織型之
GHG盤查與查證

組織碳足跡(ISO 14064-1)



配合國家總量管制或交易體系之要求
進行減量進行抵換或交易

bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

3

產品碳足跡(PAS 2050)



依國家碳標示之要求進行宣告
滿足客戶或消費者產品碳宣告之要求

先期專案及抵換專案推動作業原則 -適用對象-

先期專案

- 係指在總量管制開始實施之前，由具公告排放源者於公告排放源所屬邊界內執行減量作業，其成果若優於本署會同中央目的事業主管機關公告之排放強度，且經查驗機構查證屬實者，可以提出先期專案減量額度認定申請。先期專案減量額度起始年可溯及自民國89（西元2000）年起開始認定。

抵換專案

- 係針對非屬公告排放源邊界內之排放源，依公告之減量方法（CDM方法學）與評估工具規劃減量專案，其經審議、確證、登錄、監測、查證程序確認其減量實績後，檢具相關證明文件向本署提出減量額度認定申請，通過後，由本署核發減量額度於提案人之國家登錄平台帳戶。

資料來源:環科公司, 2009

bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

4

各國之碳標示



bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

5

我國的碳標籤產品



bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

6

從標準與管理看國際碳管理的過程



Content



- ◆ 何謂碳足跡與國際碳管理標準
- ◆ 何謂生命週期與溫室氣體的關係
- ◆ 何謂產品碳足跡與碳管理
- ◆ 何謂碳管理

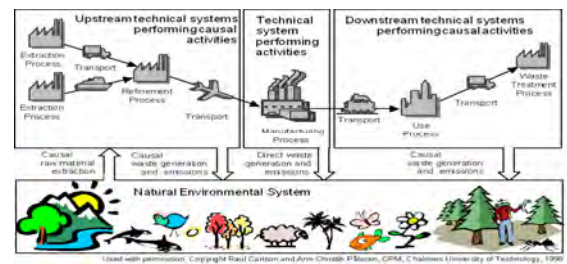
何謂碳足跡

碳是一個總稱

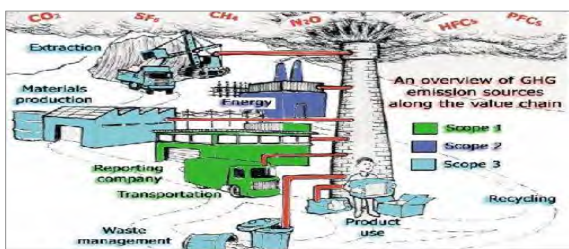


二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氟氯碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)、氣氟碳化物(CFCs)

何謂生命週期



產業溫室氣體盤查來源、分類及物種



產品的碳足跡



溫室氣體常見的排放源

◎溫室氣體常見排放源

排放源類別	排放源名稱	溫室氣體排放種類
燃燒 排放源	固定式燃料燃燒	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O
	外銷電力蒸汽	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O
	汽機共生 之排	CO ₂
	廢棄物燃燒	CO ₂
	VOCs燃燒	CO ₂
	移動式 移動源燃料燃燒	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O
逸散 排放源	廢棄物掩埋	CH ₄
	廢水或可萃取氣處理	CH ₄
	液體、殘留劑與冷媒等氣 氟化物的逸散	HFCs、PFCs、SF ₆
	二氧化碳/海陸火雷	CO ₂ 、HFCs
	VOCs逸散/燃燒	CH ₄
	乳糞池	CH ₄ 、N ₂ O

排放源類別	排放源名稱	溫室氣體排放種類
製程 排放源	木炭製程	CO ₂
	鋼鐵製程	CO ₂
	半導體晶圓製程	PFCs
	石灰製程	CO ₂
	鋁酸鈉（製造A使用） 矽化物製程（製造A提 煉）製程	CO ₂ 、CH ₄
	硝酸製程	N ₂ O
己二酸製程	N ₂ O	
二氯一氟甲烷	HFC-21	



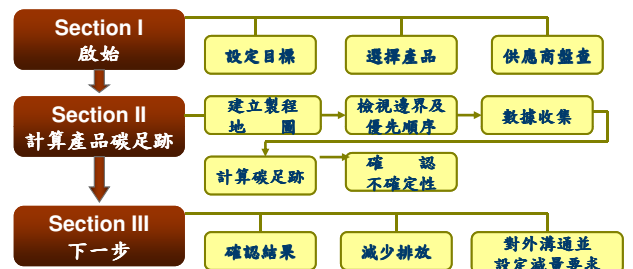
Content



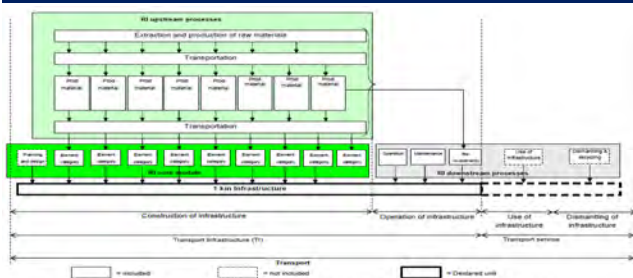
PAS 2050:2011標準主要要求事項

- 包括蒙特婁議定書所管制的溫室氣體
 - 即CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆ and CFCs
- 整個產品生命週期
- 與ISO 14064標準要求五大原則一致
 - 相關性
 - 完整性
 - 一致性
 - 準確性
 - 透明性

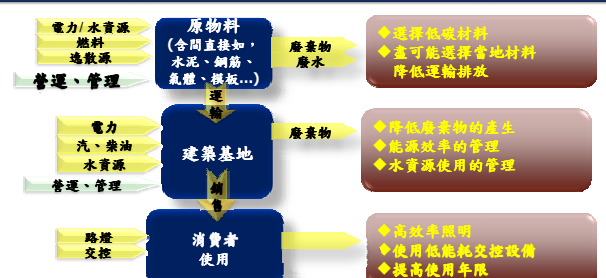
產品及服務碳足跡評估流程



建立系統邊界




道路建築生命週期-數據的收集



以高鐵為例-盤查系統邊界

Table 1.1: Considered Life cycle phases in this study

1. Conception		Energy in offices Paper Informatics and Electronic materials
2. Construction		Earthwork Transport of construction materials Civil Engineering Structures (Bridges, Tunnels, etc.) Tracks with Ballast, Rail & Sleeper Equipments for Signaling & Electrical transport Railway Stations & Maintenance Centers Rolling Stock Construction
3. Operation		Energy Consumptions for Rolling Stock (traction, air conditioning, recovery braking energy) Maintenance of Rolling Stock
4. Disposal		Disposal of Rolling Stock

Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways

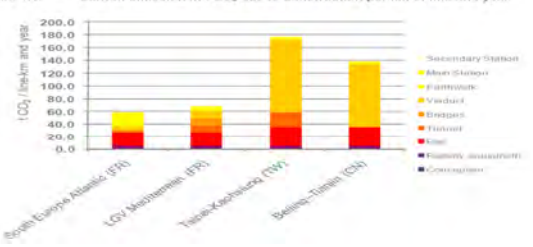


Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



4條高鐵建造碳足跡排放評估

Figure 1.1: Carbon emission in t CO₂ due to construction per km of line and year



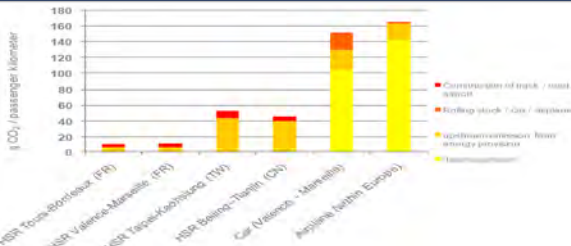
Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



高鐵與其他運輸生命週期碳足跡排放評估比較



Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



台灣高鐵-工程描述

Taipei-Kaohsiung High Speed line
 1. Description
 Taipei-Kaohsiung High Speed Rail (THSR) is a high speed rail line that runs along the west coast of Taiwan. It is 345 km long and runs from Taipei to Kaohsiung. For most of its length, the track runs on viaducts or in tunnels. The Taiwan High Speed train is based on the 700 Series Shinkansen.

Table 2.13: Facts & Figures from the Taipei-Kaohsiung High Speed train Source: Takashi (2007), Tang (2006), UIC (2009)

Length	345 km, 6 stations (Taipei, Barcelona, Taoyuan, Hsinchu, Taichung, Chiayi, Tainan, Zuoying)
Track	73% (251 km) on viaduct, 13.6% or 47km tunnel (39 km bored, 8km cut-and-cover), 9% (342 km) in standard track. Gauge: 1,435 mm, 25kV 50Hz AC catenary
Trains	Taiwan High Speed 700T train, each train has 989 seats (UIC 2009)
Transport performance	6,863,000,000 passenger kilometer (UIC 2009)
Speed & Frequency of trains	300 km/h, 65 trains in each direction per day, 99.25% punctuality
Passengers	32.3 million riders (2009); seat occupancy: 46%
Current status	Start of construction in May 2000, opening of the line in January 2007



Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



台灣高鐵-工程碳足跡計算

2. Carbon footprint calculation
 The calculation for the Taipei-Kaohsiung high speed train is also calculated with the same assumptions as above, only the emission factor for the rail and track has been adjusted to the slab track (higher emission factor of 31.6 t CO₂ per km and year. As no specific data about civil construction is available, the emission factors from the section 2.1.4 and 2.1.5 (based on German condition) has been taken.

Table 2.14: Carbon Footprint "Taipei-Kaohsiung High Speed line"

	Quantity	Carbon Footprint of construction
Conception	0.45 t CO ₂ per km and year	345 km
Railway equipment	3.5 t CO ₂ per km and year	345 km
Rail	31.6 t CO ₂ per km and year	345 km
Tunnel	171 t CO ₂ per km and year	47 km
Viaduct	156 t CO ₂ per km and year	251 km
Bridges	68 t CO ₂ per km and year	0 km
Earthwork	22 t CO ₂ per km and year	47 km
Main Station	82 t CO ₂ per unit and year	2 stations
Secondary Station	33 t CO ₂ unit and year	6 stations
Total	-	60900.75 t CO ₂ /per year

Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



台灣高鐵-rolling stock

Table 2.19: Carbon Footprint of the Rolling Stock of High Speed Lines

	S-E Atlantic	LGV Méditerranée	Taipei-Kaohsiung	Beijing-Tianjin
Number of trains	[Nr] 20	18	30	10
Emission per train due to construction, maintenance and disposal	[t CO ₂] 6500	6500	6500	6500
Total emission for rolling stock	[t CO ₂] 130000	117000	195000	65000
Total emission for rolling stock per year (lifetime train, 30 years)	[t CO ₂] 4333	3900	6500	2167
Carbon footprint per passenger-km	0.93	0.99	0.95	0.80
Average load factor	% 70%	70%	42%	70%

The carbon footprint due to the construction, maintenance and disposal of the train is composed of 0.93 g CO₂ and 0.99 g CO₂ per passenger kilometer.

Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways



Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.



台灣高鐵-High Speed Operation

Type of trainset		TGV Duplex & TGV Réseau	TGV Duplex & TGV Réseau	THSR 700T	CRH3
a) Weight per trainset	t / trainset	418	418	503	447
b) Seat capacity per trainset	seats / train	414	414	989	556
c) trainset per train derived from UIC-statistics (2009)	number	1.3	1.3	1.00	1.3
d) Seat capacity per train	seats / train	551	551	989	750
e) Weight per train	t / train	556	556	503	603
f) Energy consumption (as for German ICE)	kWh / train-km			24.1	
g) Emission per kWh	g CO ₂ / kWh	91	91	747	856
h) Emission per train-km	g CO ₂ / km	2192	2192	17995	20619
i) Load factor	%	70%	70%	42%	70%
k) Number of passenger per train	Passenger	385	385	419	526
l) Carbon footprint of operation per passenger-kilometer	g CO ₂ / pkm	5.7	5.7	42.9	39.2

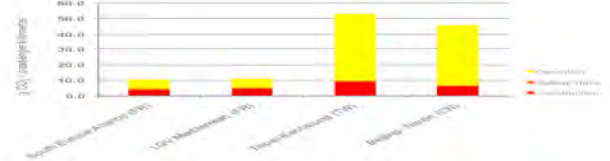
The calculation is done in the following way: d = c * b, h = g * f, k = d * i, l = h / k. Row g is explained in the footnote and annex 4.3.

Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways

高鐵服務碳足跡

Table 2.20: Carbon Footprint of High Speed transportation services

		S-E Atlantic	LOV Mediterranean	Taipei-Kaohsiung	Beijing-Tianjin
Construction	g CO ₂ / pkm	3.7	4.3	8.9	6.0
Rolling Stock	g CO ₂ / pkm	0.9	1.0	0.9	0.8
Operation	g CO ₂ / pkm	5.7	5.7	42.9	39.2
Grand sum	g CO ₂ / pkm	10.3	11.0	52.7	46.0

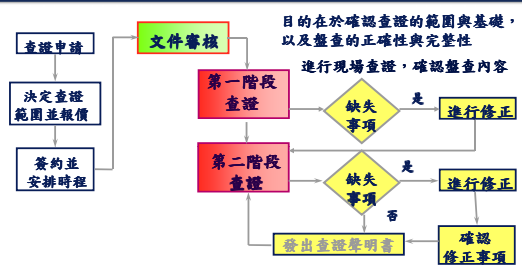


Copy right: Carbon Footprint of High Speed Rail, International Union of Railways

Content

- ◆ 查證申請的條件及國際標準
- ◆ 如何申請查證及查證的步驟
- ◆ 如何進行查證及查證的計算
- ◆ 查證流程簡介

BSI產品碳足跡查證程序



Document Review(文件審查)

文件	內涵
系統邊界文件	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 企業生產資訊，例如主要產品、產能、廠區面積等 ◆ 產品盤查邊界與製程圖 (process map) ◆ 該終端產品供應鏈層級(Tier)及基本資料 ◆ 該終端產品之溫室氣體排放特性
盤查清冊	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 溫室氣體排放特性，例如能源消耗種類與耗用量、溫室氣體排放種類、排除項目等 ◆ 排除或截斷項目
盤查報告書	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 功能單位 ◆ 分配原則 ◆ LCA評估方法及相關參數設定

Stage 1

- 1 資訊蒐集流程查核
- 2 一級數據查核(收集來源含供應商如發票、年報、單據、ERP系統)
- 3 二級數據查核/排放係數查核(LCA軟體係數選用合理性)
- 4 方法
- 5 查證/追溯/重新計算/確認
- 6 現場Scope一致性的確認
- 7 查證發現事項追查

Stage 2

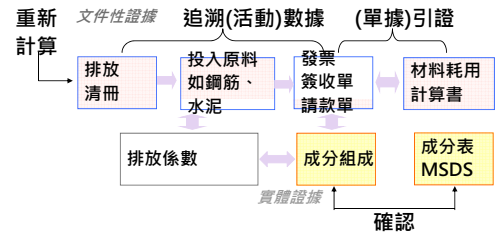


bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

2

查證技巧與證據-原料投入

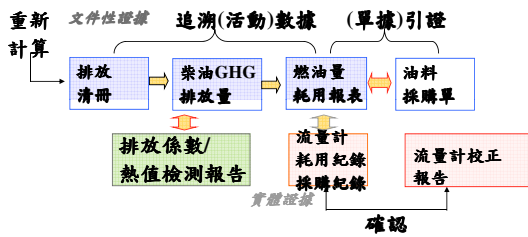


bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

3

查證技巧與證據-燃料

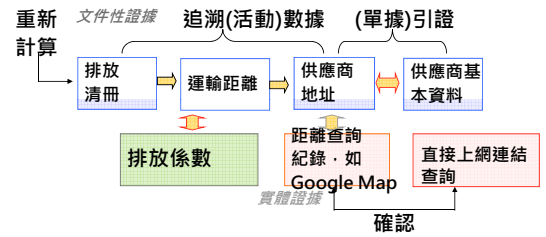


bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

4

查證技巧與證據-運輸

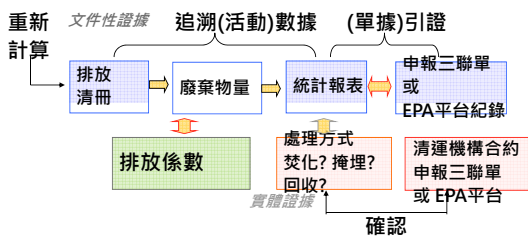


bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

5

查證技巧與證據-廢棄物



bsi

Copyright © 2012 BSI. All rights reserved.

6

Thank You

bsi.

...making excellence a habit.™



課程二：道路工程碳足跡盤查執行說明

道路工程碳足跡盤查 執行說明

簡報人：許珮蓓 技師

2013/5/29

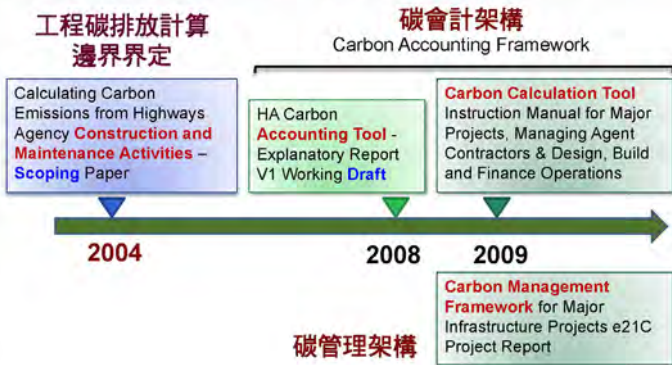
中興工程顧問股份有限公司

簡報大綱

- 壹、工程碳足跡盤查背景說明
- 貳、蘇花改計畫碳管理工作簡介
- 參、工程碳足跡盤查內容與程序說明
- 肆、結語



英國道路工程碳管理進程



2

英國重大工程碳管理架構

- 由鐵路、公路及工程產官學界專家學者共同發表



3

英國重大工程碳管理內涵



4

法國-A-71道路鋪面工程評估



5

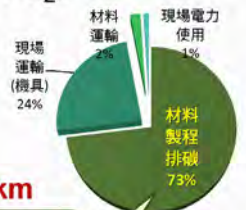
澳洲-維多利亞州道路工程評估

- 米克勒姆路(Mickleham Road)：**建造**排碳

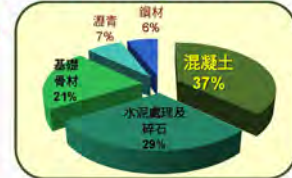


澳洲-維多利亞州道路工程評估

- 建造排碳總量：1,820 tonCO₂e
- 單位**道路**建造碳足跡
 - 730 tonCO₂e/km
 - 183 tonCO₂e/lane-km
- 單位**橋梁**建造排碳量
 - 15,938、16,216 tonCO₂e/km



混凝土橋梁
與道路碳足
跡較高出
約20倍?!



亞洲開發銀行-印度

- 道路工程全生命週期碳足跡計算

- 建造、
維護及
交通排碳

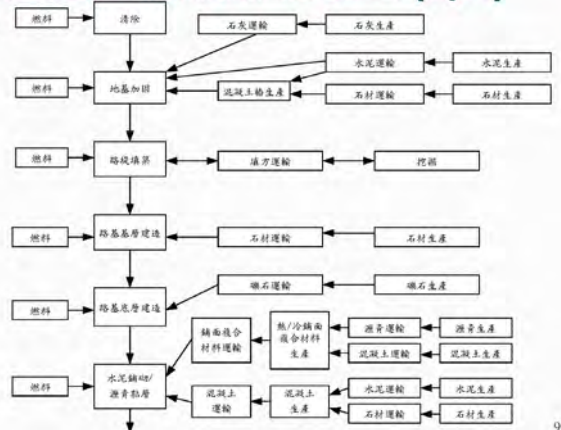
碳排放源	生命週期		營運階段	
	製程排碳	建造階段 排碳量	維護排碳	交通排碳
工程	製程排碳	○	○	-
燃料	製程排碳	○	○	○
	直接排碳	○	○	○
植生	碳匯損失	○	-	-
	直接排碳	○	-	-

道路類型(名稱)	長度(km)	施工建造時程(年)	碳足跡(tonCO ₂ e/km)
國道(MP/UP)	128.3	3	2,115
州際公路(MP)	123.0	2	378
州際公路(Uttarakhand)	40.0	2	110
鄉間道路(W.)	5.8	2	48

不同等級道路
工程排碳
有顯著差異!

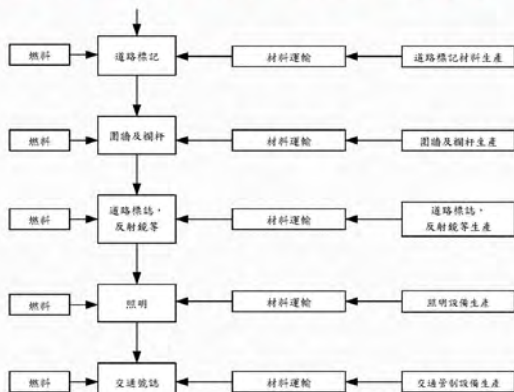
瑞典-道路工程碳評估邊界(1/4)

- 建造



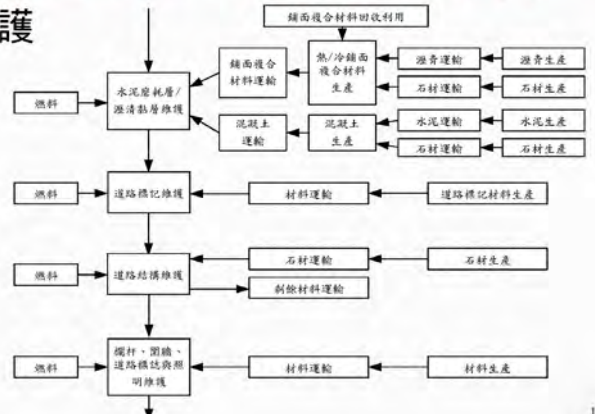
瑞典-道路工程碳評估邊界(2/4)

- 建造

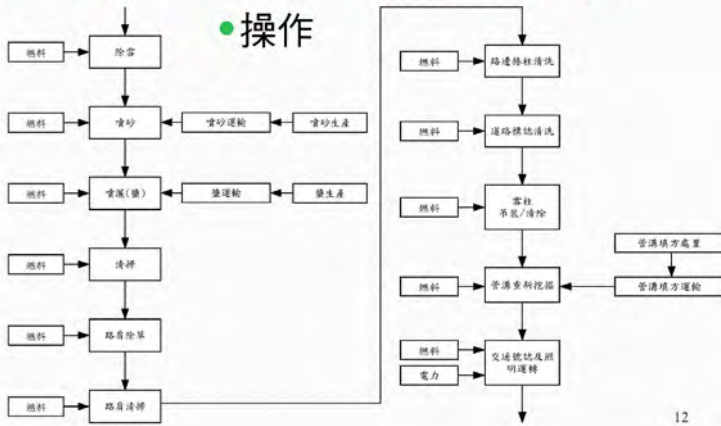


瑞典-道路工程碳評估邊界(3/4)

- 維護

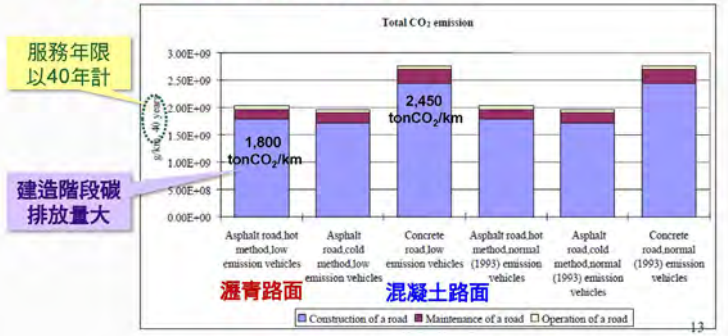


瑞典-道路工程碳評估邊界(4/4)

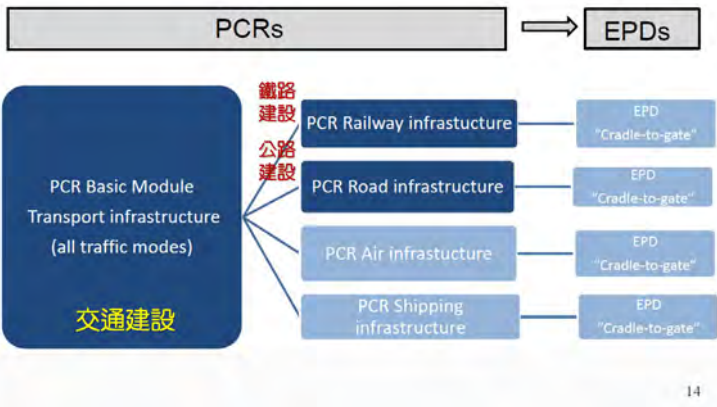


瑞典-道路工程碳評估結果

- 考量道路全生命週期碳排放
- 建造、維護、操作及廢棄



瑞典-交通建設系列產品類別規則

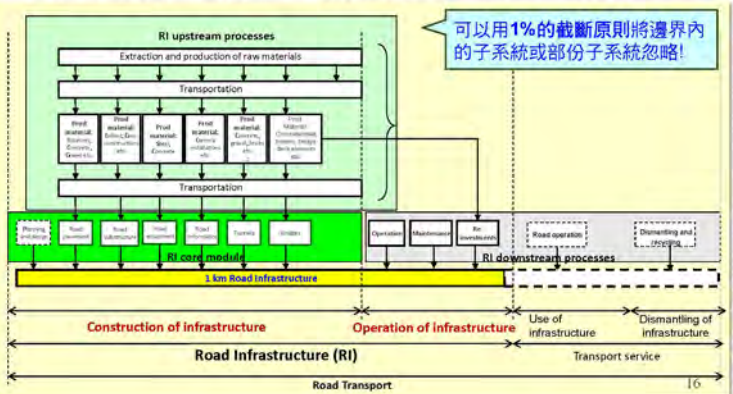


瑞典-道路工程產品類別規則

15

瑞典-道路工程產品類別規則

- 5.1 生命週期邊界：設施的建造、操作、維護



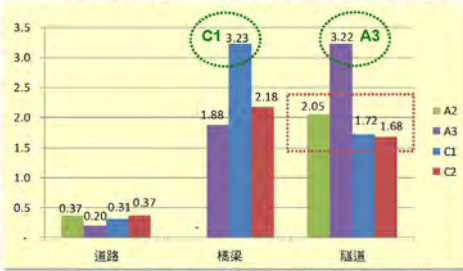
國內工程碳管理政策

- 97年 永續能源政策綱領**：相關政策須有**碳管理的概念**，先盤查量化碳足跡，再儘可能減少碳足跡，達成碳中和的目標
 - 98年 永續公共工程 - 節能減碳政策白皮書**：符合環境保育、社會公義和經濟發展所規劃、建置、營運管理之公共工程
 - 99年 振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳執行方案**
 - 99年 國家節能減碳總計畫十大標準方案：(八)推動節能減碳公共工程**
 - 環保署開發行為溫室氣體排放增量評估及抵換規劃計算指引**
 - 各部會節能減碳規劃設計參考原則**：交通部(一般道路、高快速公路網、捷運系統、桃園航空城、自行車路網)
 - 101年 公共工程委員會公共工程綠色減碳指標**
 - 102年 公共工程委員會公共工程排碳量估算法試辦作業** (道路、防洪、水資源、下水道、建築、水土保持)
- 17

蘇花改工程碳排放量評估

- 交通部運研所 & 蘇花改工程處
- 評估方法發展、係數蒐集 with 設計數量資料

- 國外案例分析
- 廣納專業意見
- 考量生命週期
- 蒐集本土係數
- 案例評估分析



評估成果仍具不確定性
活動數據準確性、排放係數代表性

公路總局工程碳管理機制

- 規劃設計階段**
 - 排碳量評估
 - 低碳化設計
- 施工/營運階段**
 - 排碳量盤查
 - 碳管制與低碳措施
- 持續改善**
 - 回饋修正評估方法、邊界及設計原則



工程碳管理進程



工程碳足跡盤查推動進程



契約專章-碳排放活動記錄及調查分析

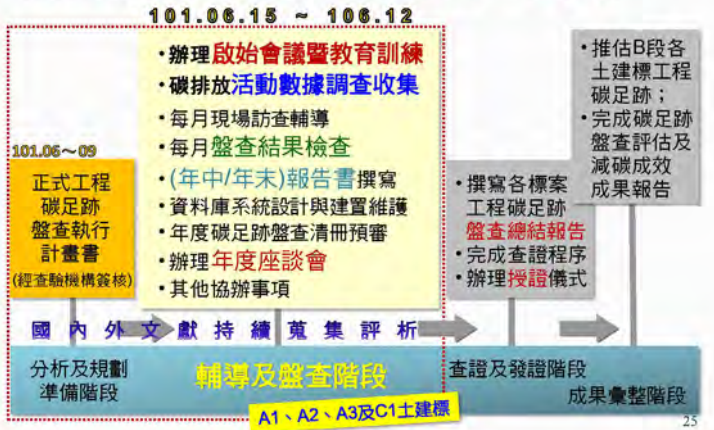


貳、蘇花改計畫碳管理工作簡介

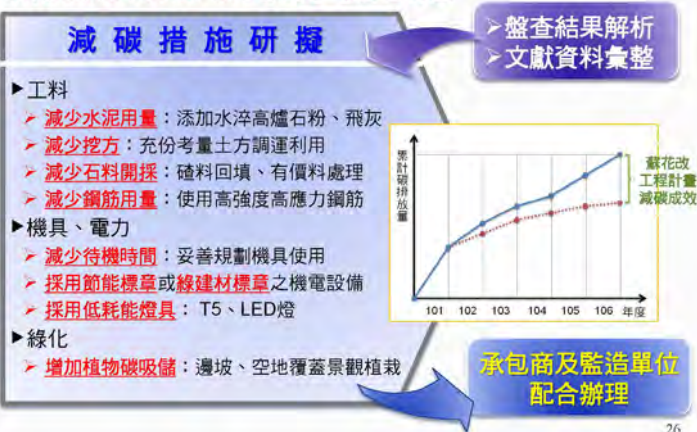
蘇花改工程碳管理空間範圍



蘇花改工程碳管理工作要項



減碳策略研擬與實施



工程/環境特性vs.碳足跡關連分析



- 盤查邊界及內容
- 執行架構與流程
- 資料蒐集
- 初步成果



參、工程碳足跡盤查內容與程序說明

工程碳足跡盤查邊界及內容



盤查執行架構及流程



各單位間之關連性：「實線」表資料提供，「虛線」表查核。
備註：級數為公共工程三級品管之分級方式。

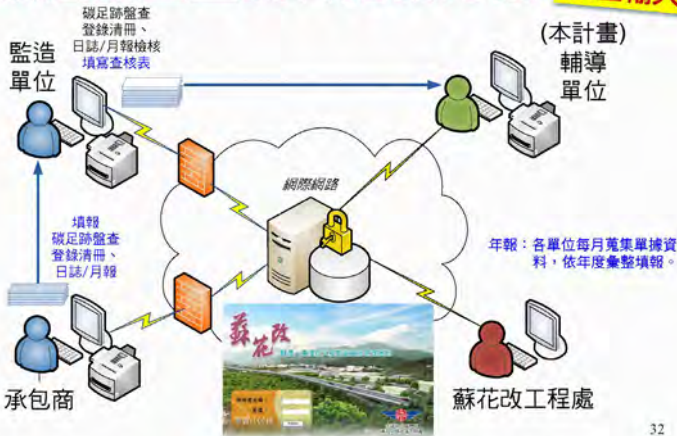
A1標啟始會議(102.04.12)



隨工期開始(102.4.16)執行碳足跡盤查查證資料填報



碳足跡盤查查證資料蒐集方法 **線上輸入**



結語

- 碳管理工作需要碳足跡盤查查證推動小組各級單位專責人員的共同努力
- 工區實況與各式佐證資料蒐集決定查證等級



盤查查證工作全紀錄持續更新



結語

- 碳管理 = 能源管理 = 成本管理

具備節能減碳
環境友善考量的
開發單位



具備節能減碳
技術的
優質承商

- 承包商的配合

- 提高本工程碳足跡盤查查證結果的可靠度
- 提升其他工程碳足跡評估的正確性

簡報完畢

敬請指教

蘇花改礮管理專線：02-37655843



課程三：道路工程碳足跡盤查表單介紹及填寫說明

道路工程碳足跡盤查表單 介紹及填寫說明

簡報人：黃琬淇 博士

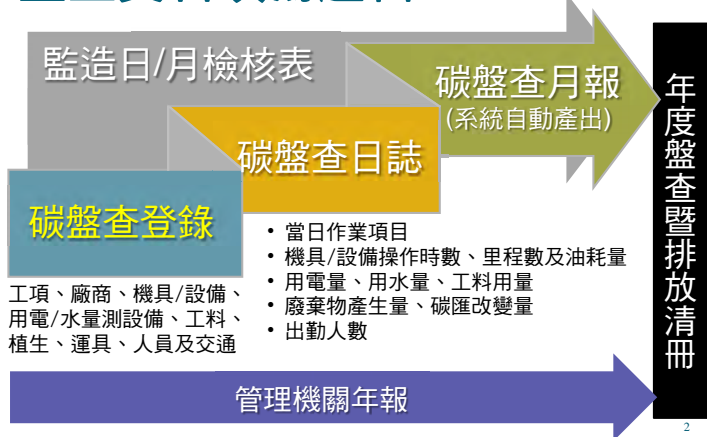
2013/5/29

中興工程顧問股份有限公司

盤查資料及填寫時間說明

1	碳盤查登錄清冊	有必要 新增/修正時	附錄A
2	碳盤查日誌	開工後每日	附錄B
3	碳盤查月報	開工後每月	附錄C
4	管理機關年報	開工後每年	附錄D
5	監造日/月檢核表	開工後每日/月	附錄E

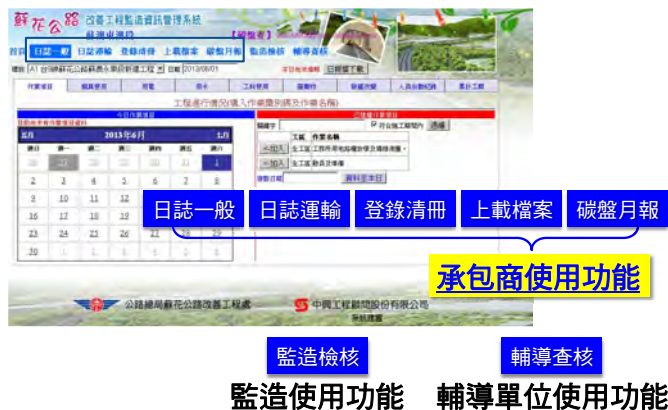
盤查資料填寫邏輯



蘇花改碳足跡盤查系統



碳排盤查系統頁面



碳盤查登錄清冊

填寫工程內容中
碳排放源相關基本資料

1	碳盤查登錄清冊	◆ CP-工程施工項目 ◆ CC-廠商登錄項目
2	碳盤查日誌	◆ ME-施工機具/耗能設備
3	碳盤查月報	◆ ES-用電 ◆ WS-用水
4	管理機關年報	◆ MA-工程材料 ◆ PL-植生
5	供應商資料	◆ MO-運具設備 ◆ HR-工區人員交通方式

碳排盤查系統頁面

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

登錄清冊

監造檢核 輔導查核

監造使用功能 輔導單位使用功能

登錄清冊內容編輯

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

登錄清冊內容編輯

項目 日期 數量 單位 備註

CP-工程施工項目

依照施工計畫書所規劃之
作業項目填寫

關聯詳細資料

登錄日期 2012/10/23 上午 11:05:11
更新日期 2012/10/23 上午 11:05:11

作業說明
作業名稱
開始日期 2012/10/23
完成日期 2012/10/23

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

項目編號 項目名稱 項目位置 項目狀態 項目類型

上傳相關附件
檔案 (施工網
圖、地圖標
示、照片等)

顯示已上傳檔
案名稱、格式

CP-工程施工項目

佐證資料檔案上傳

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

佐證資料檔案上傳

項目編號 項目名稱 項目位置 項目狀態 項目類型

CC-廠商登錄項目

將持續擴充供應商資料
於日誌運輸自動帶出之功能

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

廠商代號 廠商名稱 地址 交通方式 備註

廠商類別

由下拉式選單選擇
承攬廠商、協力廠商、供應商、其他

Excel報表輸出

附表A-2

ME-施工機具/設備耗能

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

機具編號 機具名稱 機具位置 機具狀態 機具類型

尚未填報資料
畫面

已有資料畫面

ME-施工機具/設備耗能

- 機具編號**：依照承包商之機具管理進行編號，並選擇所屬公司，其編號不得重複
- 廠商名稱**：由下拉式選單選擇於登錄清冊之CC-廠商登錄表所列承攬或協力廠商
- 機具名稱**：填寫使用機具全名
- 廠牌型號**：填寫機具廠牌及型號
- 規格**：填寫機具規格，如噸數等
- 功率單位**：由下拉式選單選擇機具功率，如瓦數(kW)、馬力(hp)等
- 能源類別**：由下拉式選單選擇電力、汽油、柴油、液化石油氣等

ME-施工機具/設備耗能

- 能耗**：填寫機具能耗量
- 能耗單位**：由下拉式選單選擇，包含km/L、L/hr、kW/hr
- 數據品質**：由下拉式選單選擇計算值或推估值
- 機齡**：填寫機具使用年齡
- 計數器**：由下拉式選單選擇機具有、無加裝計數器
- 機具能耗附件**：由下拉式選單選擇；
計算值需檢附機具油耗計算報告；
推估值需填寫文獻來源報告
- 備註**：填寫其他事項

ME-施工機具/設備耗能

已上傳之佐證資料電子檔

機具/設備商提供

ME-施工機具/設備耗能

佐證資料檔案上傳

ES-用電

附表A-4

- 用電編號**：依表單代號ES進行編號
- 電表表號**：填寫電表表號
- 供電用途**：填寫供電用途，如宿舍、辦公室及施工等
- 供電區域**：填寫該電表所涵蓋之供電區域，如工務段別、標別等
- 供電區域附件**：檢附區域電力配置圖

WS-用水

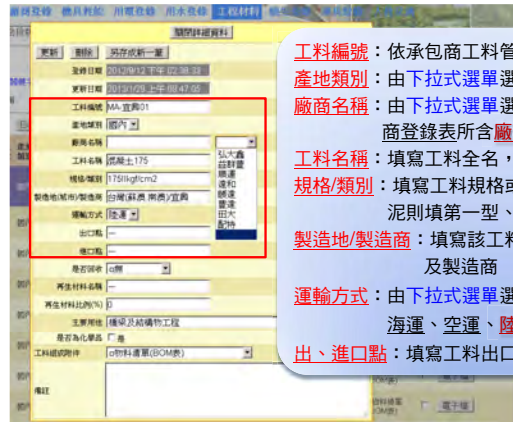
附表A-5

- 用水編號**：依表單代號WS進行編號
- 水源**：由下拉式選單選擇用水來源，包括：自來水、溪水或山泉水、地下水及滲流水
- 水表表號**：填寫水表表號(僅自來水填寫)
- 供水用途**：由下拉式選單選擇供水用途，如：施工用水、生活用水及緊急消防用水等
- 供水區域**：填寫涵蓋之供水區域，如工務段別、標別等

MA-工程材料



MA-工程材料



- 工料編號**：依承包商工料管理進行編號
- 產地類別**：由下拉式選單選擇產地為國內或國外
- 廠商名稱**：由下拉式選單選擇；選項為：CC-廠商登錄表所含**廠商名稱**
- 工料名稱**：填寫工料全名，如水泥、竹節鋼筋等
- 規格/類別**：填寫工料規格或類別，如第一型水泥則填第一型、混凝土則填強度等
- 製造地/製造商**：填寫該工料製造地(包含城市)及製造商
- 運輸方式**：由下拉式選單選擇運輸方式，包括：海運、空運、陸運、軌道
- 出、進口點**：填寫工料出口、進口之位置(城市)

MA-工程材料

是否回收：由下拉式選單選擇是否回收，選項包括：回收再利用、回收再生、無
再生材料名稱：如本材料組成含有再生材料，則需填寫再生材料名稱()
再生材料比例：承上，提供再生材料佔比()
主要用途：由下拉式選單選擇此工料主要用於哪一工項
工料組成附件：由下拉式選單選擇，選項包括：
物料清單(BOM表)、**化學成份表**、**物質資料表/材料組成說明書**
(化學物品或組成中具有再生材料者盡可能提供)
備註：填寫其他事項

MA-工程材料

- 規格/類別
- 製造地/製造商
- 進出口資料
- 是否回收、為化學品
- 主要用途
- 工料組成附件

供應商提供

已上傳之佐證資料電子檔

MA-工程材料

佐證資料檔案上傳

Excel報表輸出
附表A-7

供應商提供

PL-植生

植物編號：依表單代號PL進行編號
植物名稱：填寫植物全名
類別：由下拉式選單選擇喬木或灌木
原生地：填寫該植物之原生地(台灣)
科別：填寫該植物之科別
樹齡：填寫該植物之樹齡

MO-運具設備

運具編號：依表單代號MO或車牌進行編號
運具類別：由下拉式選單選擇(小客車)
廠牌型號：填寫使用運具之廠牌及型號
規格：填寫規格，如噸數、人座、cc數等

MO-運具設備

能源類別：由下拉式選單選擇，包括：電力、汽油、柴油、液化石油氣
能耗：填寫該運具之能耗量
能耗單位：由下拉式選單選擇單位(km/L)
數據品質：由下拉式選單選擇計算值或推估值
車齡：填寫運具使用年齡
用途：由下拉式選單選擇包括：公務車、交通車、工區用車
車牌：填寫該運具之車牌號碼
能耗附件：由下拉式選單選擇；計算值需檢附機具油耗計算報告；推估值需填寫文獻來源報告
備註：填寫其他事項

MO-運具設備 佐證資料檔案上傳

MO-運具設備：由下拉式選單選擇；包括：CC-廠商登錄表所含廠商名稱及預設工別

HR-工區人員交通方式

協力廠商別(工別)：由下拉式選單選擇；包括：CC-廠商登錄表所含廠商名稱及預設工別

HR-工區人員交通方式

運具類別：由下拉式選單選擇運具類別(小客車)
單向行駛里程：填寫單向距離
廠牌型號：填寫使用運具之廠牌及型號
規格：填寫如噸數、人座數或cc數等
能源類別：由下拉式選單選擇，包括：電力、汽油、柴油、液化石油氣
能耗：填寫該運具之能耗量
能耗單位：由下拉式選單選擇(km/L)
數據品質：由下拉式選單選擇計算值或推估值
車齡：填寫運具使用年齡
車牌：填寫該運具之車牌
能耗附件：由下拉式選單選擇；計算值需檢附機具油耗計算報告；推估值需填寫文獻來源報告

碳盤查日誌

填寫每日施工過程中排碳活動項目及強度

DR-1 道路工程施工工碳足跡盤查日誌

- 1 碳盤查登錄清冊
- 2 碳盤查日誌
- 3 碳盤查月報
- 4 管理機關年報
- 5 監造日/月檢核表

DR-2 道路工程施工工碳足跡盤查日誌

- ① 機具使用
- ② 用電
- ③ 用水
- ④ 工料使用
- ⑤ 廢棄物
- ⑥ 碳匯改變
- ⑦ 人員出勤紀錄

運輸

碳排盤查系統頁面

承包商使用功能

監造使用功能 輔導單位使用功能

日誌一般 - 作業項目

CP-工程施工項目登錄表

- 篩選開始-完成日期期間的作業項目
- 可由關鍵字或施工期間篩選

選擇當日實際施工之工程項目點選 <-加入

1-1 機具使用

上傳佐證資料電子檔

機/運具類別：由下拉式選單選擇機具或運具
 機/運具編號：由下拉式選單(ME/MO)選擇機/運具編號
 機/運具名稱：由下拉式選單(ME/MO)選擇機/運具名稱
 作業編號：由下拉式選單(CP)選擇作業編號
 作業名稱：由下拉式選單(CP)選擇作業名稱
 施作時數/行駛里程：擇一填寫，單位為小時(hr)/公里(km)
 加油量：填寫當日耗能量，單位為公升(L)、度(kWh)
 油料來源：由下拉式選單選擇工區內添加、自行添加
 耗能量附件：檢附機具使用紀錄、運具行駛紀錄或油單

1-1 機具使用

佐證資料 - 機具使用紀錄

範例一：有計數器、單機具作業紀錄表

一般機具作業日報表

日期	使用日期	機具名稱	機具編號	作業紀錄	供養、修理紀錄	里程	油料	油價	油費	人員機具出勤紀錄
2013年5月1日	2013年5月1日	自來水	001	自來水	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
2	2	引擎機油	002	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
3	3	引擎機油	003	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
4	4	引擎機油	004	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
5	5	引擎機油	005	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0

● 將機具操作與保養檢修紀錄合併為一張管表控

範例二：無計數器、由各協力商提供所屬機具使用紀錄表

日期	機具名稱	機具編號	作業紀錄	供養、修理紀錄	里程	油料	油價	油費	人員機具出勤紀錄
2013年5月1日	自來水	001	自來水	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
2	引擎機油	002	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
3	引擎機油	003	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
4	引擎機油	004	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0
5	引擎機油	005	引擎機油	檢查、加油更換	0	0	0	0	0

1-1 機具使用

佐證資料檔案上傳

上傳檔案

機具使用紀錄表

2 用電、3 用水

附繳費通知作為佐證單據

用電/用水編號：由下拉式選單選擇編號
 抄表時間：填寫當日抄表時間
 度數：填寫當日電表度數
 耗電量：按計算則會自動將當日度數扣除前次填寫度數求得耗電量
 用電度數附件：由下拉式選單選擇(相片)

4-1 工料使用



- 工料編號**：由下拉式選單(MA表)選擇使用工料編號
- 工料名稱**：由下拉式選單(MA表)選擇使用工料名稱
- 作業編號**：由下拉式選單(CP)選擇作業編號
- 作業名稱**：由下拉式選單(CP)選擇作業名稱
- 使用數量**：填寫實際使用數量，單位為ton、m³、株、其他
- 施工範圍**：填寫該工料使用之施工範圍，如路段或工作面等
- 工料數量附件**：由下拉式選單選擇，包括：購買證明、發票、進料單或送貨單

5-1 廢棄物



- 廢棄物編號**：依廢棄順序於WT-後自訂編號
- 廢棄物名稱**：填寫廢棄物名稱
- 廢棄量**：填寫實際廢棄數量
- 廢棄量單位**：由下拉式選單選擇ton、m³、株、其他等
- 性質**：由下拉式選單選擇一般或有害
- 處置方式**：由下拉式選單選擇回收或焚化等
- 廢棄量附件**：預設為清運紀錄



6 碳匯改變



- 植物編號**：由下拉式選單(PL表)選擇植物編號
- 植物名稱**：由下拉式選單(PL表)選擇植物名稱
- 作業編號**：由下拉式選單(CP)選擇作業編號
- 作業名稱**：由下拉式選單(CP)選擇作業名稱
- 植生/移除量**：填寫植生或移除數量
- 植生/移除量單位**：由下拉式選單選擇，包括：公頃或株
- 施工範圍**：填寫該植生改變之範圍，如路段或工作面等
- 改變型態**：由下拉式選單選擇碳匯改變為植生或移除
- 植生情形附件**：預設為造成碳匯改變之施工前、後照片

6 碳匯改變 佐證資料檔案上傳



7 人員出勤



- 廠商(工)別編號**：由下拉式選單(CC表)選擇廠商(工)別編號
- 廠商(工)別**：由下拉式選單(CC表)選擇廠商名稱及預設工別人數
- 人數**：填寫每日各協力廠商之出勤工人數

碳盤查日誌

- 1 碳盤查登錄清冊
- 2 碳盤查日誌
- 3 碳盤查月報
- 4 管理機關年報
- 5 監造日/月檢核表

- ◆ DR-1 道路工程施工碳足跡盤查日誌
 - ① 機具使用
 - ② 用電
 - ③ 用水
 - ④ 工料使用
 - ⑤ 廢棄物
 - ⑥ 碳匯改變
 - ⑦ 人員出勤紀錄
- ◆ DR-2 道路工程施工碳足跡盤查日誌
 - 運輸

碳排盤查系統頁面

承包商使用功能

監造使用功能 輔導單位使用功能

日誌運輸

已有資料畫面

尚未填報資料畫面

日誌運輸 - 新增、編輯

運進/出：由下拉式選單選擇運進、運出、近運、加工

運具類別：由下拉式選單選擇運具類別或自車(MO表)編號

廠牌型號：填寫使用運具之廠牌及型號

規格：填寫規格，如噸數、cc數等

能源類別：由下拉式選單選擇汽油或柴油

單向運距：填寫當次單向運送之里程(km)

運輸起/終點：填寫運輸起/終點位置(明確位置、地址或定位點，並需加註廠別)

日誌運輸 - 新增、編輯

距離資料品質：由下拉式選單選擇；
量測值：里程表讀值
計算值：以定位資料計算
估計值：粗略地點估算

附件：由下拉式選單選擇
工料/機具運進：進貨單/送驗報告及油單
工料運出：退貨單及油單
廢棄物運出：清運紀錄及油單

備註：填寫其他事項(車次、操作方式等)

日誌運輸 - 新增、編輯

自動帶出

運送項目：由下拉式選單選擇運送項目編號(機具、工料或廢棄物)

運送項目名稱：由下拉式選單選擇運送項目名稱

運輸總量：填寫運輸總數量

運輸量單位：由下拉式選單選擇單位為ton、m³、株或其他(自訂)

日誌運輸 佐證資料檔案上傳

由供應商提供：
• 單向運距
• 運輸起/終點

上傳佐證資料電子檔

日誌運輸 佐證資料檔案上傳

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 【碳盤查】

功能：日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

運輸日期: 2013/05/01
運集類別: 國際土產材料
運集項目編號: MA-宜南07
前序: 0501蘇澳東澳段改善工程
運輸類別: 國際土產材料(含供澳式)

上載檔案 選擇檔案

目前所屬之檔號

日期: 2013年5月

上載檔案

碳排盤查系統頁面

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 【碳盤查】

功能：日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

日期: 2013年5月

日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報

監造檢核 輔導查核

監造使用功能 輔導單位使用功能

承包商使用功能

上載檔案

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 【碳盤查】

功能：日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

提供同時上傳多個檔案 (最多10個) 的功能

可在此頁先上傳當日全部佐證資料，再於個別資料填報時，以「加入」的方式與資料列建立關聯

上載檔案

上載檔案 佐證資料與填報項目關連

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 【碳盤查】

功能：日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

可在此頁就已登入活動量，以勾選方式連結當日所上傳之佐證資料，並完成上傳資料與填報項目之關連

已完成關連

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段 【碳盤查】

功能：日誌運輸 登錄清單 上載檔案 碳盤月報 監造檢核 輔導查核

日報檔下載 附表B-1、B-2

表單簽核

- 填表人
- 工地主任 (或經監造認可之代理人)

連同施工日誌書面資料送交監造檢核備查

書面簽核小提醒

每日填報

- 書面資料列印後有誤可塗改
→ 但務必同步更新系統上的資料
- 選擇適當的佐證資料、上傳
→ 於列印書面簽核時勾選確認

碳盤查月報簡介

1	碳盤查登錄清冊	<ul style="list-style-type: none"> 統計當月之碳盤查日誌 依照各項目分別小計後，填寫其月活動總量 由系統自動產生報表
2	碳盤查日誌	
3	碳盤查月報	
4	管理機關年報	
5	監造日/月檢核表	

每月月底填報

碳排盤查系統頁面

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【歡迎者】

首頁 | 日誌運輸 | 日誌運輸 | 登錄清冊 | 上傳檔案 | 碳盤查報表 | 輔導查詢

歡迎 [AT] 台9線蘇花公路山區路段改善計畫工程 | 日期: 2013/6/10

工程進行進度輸入/查詢/刪除/匯出/匯入/匯出

2013年6月

日誌一般 | 日誌運輸 | 登錄清冊 | 上傳檔案 | 碳盤查報表

監造檢核 | 輔導查詢

監造使用功能 | 輔導單位使用功能

承包商使用功能

月資料統計頁面及輸出表單

蘇花公路 改善工程監造資訊管理系統
蘇澳東澳段

【歡迎者】

首頁 | 日誌運輸 | 登錄清冊 | 上傳檔案 | 碳盤查報表 | 輔導查詢

歡迎 [AT] 台9線蘇花公路山區路段改善計畫工程 | 日期: 2013/6/10

月報報表輸出

附表C-1

附表C-2

附表C-3

附表C-4

附表C-5

附表C-6

機/運具能耗紀錄

以機具使用紀錄計算機具油耗

附表C-3 機具油耗計算報告

附表C-2 機具使用紀錄
附表C-2.1、C-2.2
掛置於機/運具上；使用時記錄

附表C-4 運具行駛紀錄
附表C-4.1、C-4.2

實際紀錄

以運具行駛紀錄計算運具油耗

附表C-5 運具油耗計算報告

參考引用

附表C-6 文獻來源

實際紀錄型式不拘
可以承包商公司
既有管登表單替代

附表C-2

機具使用紀錄參考格式

(附表C-2.1、C-2.2)

每日拍照或掃描上傳

機具編號	ME-1	機具名稱	廠牌型號	管理人員			
規格		機齡					
操作日期	使用者	開始操作時間	結束操作時間	操作時數(hr)	加油量(L)	使用情形	備註(加油時間)
2013/5/16	陳大雄	08:20	12:20	4	70	良好	10:10
2013/5/16	陳大雄	13:30	17:30	4.1	—	良好	
2013/5/28	陳大雄	07:11	12:29	5.3	50	良好	
2013/6/10	陳大雄	08:10	12:40	4	30	良好	
2013/6/10	陳大雄	13:40	17:40	4	—	良好	
2013/6/23	陳大雄	—	—	—	53	良好	

填寫注意事項：

- 此表應於機具操作前由使用者進行操作紀錄填寫。
- 加油量為每次油箱加滿之數量。
- 需確實紀錄機具使用時間。
- 如有損壞或缺件情形，請填寫於備註欄位，以供管理人員掌握機具狀況進行維修工作。
- 本表如不敷使用可自行向下新增欄位。
- 各項機具設備使用紀錄表應由管理人員留存成冊備查。

於機具開始操作前製作並填寫機具編號、名稱、廠牌型號、規格、機齡及管理人員

建議可將空白紀錄表掛於機具上

根據實際機具使用情形，每次紀錄操作日期、使用者、操作時間、加油量、使用情形及加油時間

附表C-4

運具行駛紀錄

(附表C-4.1、C-4.2)

每月填寫並檢附油單上傳

運具編號	NO-2	車牌	廠牌型號	管理人員			
規格		車齡					
行駛日期	使用者	開始里程數	結束里程數	行駛里程(km)	加油量(L)	使用情形	備註(加油里程)
2013/6/12	陳大雄	1026	1031	5	10	良好	1030
2013/6/13	陳大雄	1031	1055	24	—	良好	
2013/6/15	陳大雄	1055	1065	10	—	良好	
2013/6/18	陳大雄	1065	1079	14	—	良好	
2013/6/19	陳大雄	1079	1088	9	—	良好	
2013/6/21	陳大雄	1088	1099	11	6	良好	1096

填寫注意事項：

- 此表應於運具行駛前後由使用者進行行駛紀錄填寫。
- 加油量為每次油箱加滿之數量。
- 需確實紀錄運具行駛里程。
- 如有損壞或缺件情形，請填寫於備註欄位，以供管理人員掌握。
- 本表如不敷使用可自行向下新增欄位。
- 各項運具設備行駛紀錄表應由管理人員留存成冊備查。

於運具開始操作前製作並填寫運具編號、車牌、廠牌型號、規格、車齡及管理人員，並將此紀錄表掛於運具上

根據實際運具使用情形，每次紀錄行駛日期、使用者、行駛里程、加油量、使用情形及加油里程

運具油耗計算報告

每月填寫並檢附油單上傳

運具編號	填表人			林小孜	
次序	加油日期	加油量(L)	加油里程(km)	附件	
1	2013/8/18	10.0	1030	運具行駛紀錄 (1份/1月)	
2	2013/8/27	6.0	1096		
小計		6.0	66	油耗(km/L)	11.00

- 根據附表C-4 運具行駛紀錄填寫
- 計算油耗值
- 檢附油單

日期	車號	油料	里程表	領用人簽名	備註
4/15	1330	40.6	47677		
4/29	1350	37.45	47983		
4/30	1350	82.82	48396		



文獻來源

附表3-機具/運具油耗引用文獻來源

機具/運具編號	文獻名稱	年份	出處	填寫日期	填寫人
MO-2	車輛油耗指南-99年測試合格銷售車型	2010	經濟部能源局	20120315	林小孜

無法取得實際油耗數據者，需填寫油耗引用文獻來源
填寫項目包括：機/運具編號、文獻名稱、年份、出處、填寫日期及填寫人

休息一下

以上為**承商**目前以**線上系統**執行碳足跡盤查日誌填報的內容

碳盤查年報簡介

- 1 碳盤查登錄清冊
- 2 碳盤查日誌
- 3 碳盤查月報
- 4 管理機關年報
- 5 監造日/月檢核表

提報各級施工管理單位(辦公房舍)
碳排放活動項目與強度紀錄

- ◆ 邊界範疇
- ◆ 基本資料
 - ✓ 盤查期間
 - ✓ 盤查標的
 - ✓ 聯絡資訊
- ◆ 範疇一(直接排放)
- ◆ 範疇二(間接排放)
- ◆ 範疇三(其他間接排放)

資料持續蒐集
每年1月填報

工程管理排碳活動鑑別結果

活動/設施	排放源	範疇	排放源類別		
			固定	移動	逸散
緊急發電機/熱水鍋爐	柴油	1	V		
熱水鍋爐/熱水器/瓦斯爐	天然氣	1	V		
熱水器/瓦斯爐	液化石油氣	1	V		
乙炔熔接裝置	乙炔	1	V		
公務車	汽油, 柴油	1		V	
化糞池	排泄物	1			V
二氧化碳滅火器	CO ₂	1			V
乾粉滅火器	NaHCO ₃	1			V
環保滅火器	HFC-227ea, HFC-236fa	1			V
飲水機	HFC-R134a	1			V
空調	R410a, R-22	1			V
冰箱	HFC-R134a, R410a, R600a	1			V
高/中壓電盤	SF ₆	1			V
用電設施	外購電力	2	V		
用水設施	外購水量	3	V		
廢棄物產出		3	V		

基本資料

道路工程管理機關碳足跡盤查年報

表報編號：C1-2012

填表日期：2013/1/28

依實際情形
擇一填寫

盤查邊界設定	
邊界範疇	範例1：本項盤查之邊界範疇為蘇花改工程C1標之監造辦公室。 範例2：本項盤查之邊界範疇包含蘇花改工程C1標之監造辦公室及宿舍(因其共用同一電表，且用電分配部份不易切割，故合併進行盤查作業)。
基本資料	
盤查期間	開工日~2012.12.31
盤查標的	中興工程顧問股份有限公司和中清水段工程處
單位主管(工地主任)	楊明昭
地址	
填表人	周佳瑜
聯絡電話	(03)868-2227
傳真	
電子郵件信箱	iaayu@mail.sinotech.com.tw

範疇一 直接排放

需留存**油單、繳費單、發票**
(收據)、**補充量單據**及**員工**
出勤紀錄(簽到單)等單據

範疇一、直接排放

排放源類別	設施或活動別	原燃物料	活動強度	單位	附件
固定式燃燒	緊急發電機	柴油	年 使用 量	公升	油單
	熱水器、瓦斯爐	天然氣		度	繳費單
移動式燃燒	熱水器、瓦斯爐	液化石油氣		公斤	發票(收據)
	公務車	柴油		公升	油單
逸散	公務車	汽油		公升	油單
	二氧化碳/乾粉滅火器	二氧化碳		公斤	補充量單據
	環保滅火器	HFC-227ea/HFC-236fa	公斤	補充量單據	
	空調、冰箱、飲水機	冷媒(R134a、R22、R407C、R410a)	公斤	補充量單據或設備型號、冷媒總填充量及冷媒種類	
	化糞池	排泄物	人·天	出勤紀錄	

固定式燃燒：分別填寫柴油、天然氣及液化石油氣之年使用量

移動式燃燒：分別填寫車輛使用之汽油及柴油之年使用量

逸散：分別填寫噴霧劑、冷媒年補充量，化糞池填寫辦公人數即可

範疇二 用電間接排放 範疇三 其他間接排放

外購電力：填寫電表號及年用電量，並檢附電費單

委外處理廢棄物：填寫年廢棄量

水：填寫水表表號及年用水量，並檢附水費單

範疇二、間接排放

排放源類別	設施或活動別	排放源種類	活動強度	單位	附件
能源間接排放	電表號07890401112	外購電力		度	電費單

範疇三、其他間接排放

排放源類別	設施或活動別	排放源種類	活動強度	單位	附件
其他	廢棄物	委外處理廢棄物		公斤	出勤紀錄
	水	水		度	水數單

填表人：_____ 單位主管：_____

完成年報填寫後，由**填表人簽名**，再交由**單位主管**審閱後簽名，**提交** (施工廠商請循日誌/月報相同程序提交監造)

恭喜您已完整了解 所有工程碳管理盤查表單

以上已完成所有**承商**需填報的表單內容說明

年報部分除承商外，
各**監造工務處**、**蘇花改工程處**與各**工務段**之
辦公房舍亦皆需填報

監造日/月檢核表

1 碳盤查登錄清單

2 碳盤查日誌

3 碳盤查月報

4 管理機關年報

5 監造日/月檢核表

◆日檢核表

➢確認

- ✓工程**項目正確性**
- ✓工程**數量合理性**
- ✓表單**完整性**

➢查核**結論及追蹤情形**

◆月檢核表

監造日檢核表編輯

自動代入
影像檔上傳
簽核後



填寫各項內容為**正確/有誤/有缺**並加以**補充說明**

監造日檢核表編輯

填寫**查核結論**

總計**正確**或有誤/有缺
共幾項並加以**補充說明**

追蹤**承包商資料修正**及
補充情形，並填寫其**表報**
編號作進一步核對

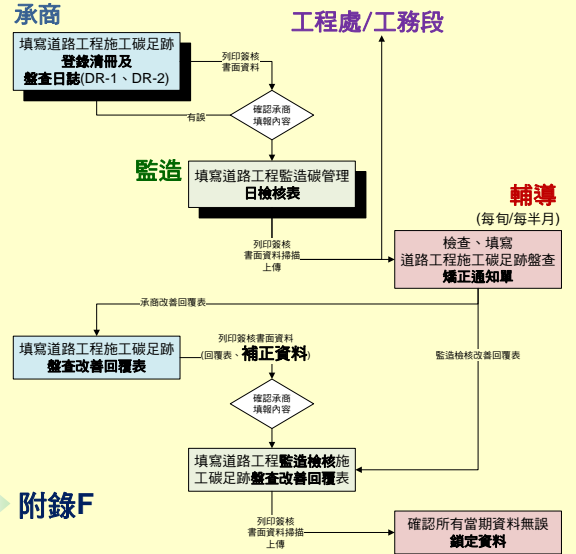


下載、簽名、上傳

監造月檢核表編輯

與日檢核表非常相近
(設計成對應月報各大項之check box，
最後留有查核結論欄位供撰述文字)

碳足跡盤查輔導與資料檢核



工程碳足跡盤查檢核時間參考表

表單日期	承商	監造	輔導
1~15日 日誌	每日提報日誌 當期佐證資料於 16日提出	每2~3日 (15日的 最晚18日提送)	20日前 發出矯正通知
1~15日 日誌矯正	23日前 完成矯正回覆	25日前 完成矯正檢核	28日 完成矯正檢查 資料鎖定備查
16~31日 日誌	每日提報日誌 當期佐證資料於 1日提出	每2~3日 (月底最後一日的 最晚3日提送)	5日前 發出矯正通知
月報	每月7日前提報	9日前提送	10日前 發出矯正通知
16~31日 日誌及 月報矯正	12日前 完成矯正	13日前 完成矯正檢核	15日 完成矯正檢查 資料鎖定備查 提送前月盤查結果

小結

- 工區實況與各式佐證資料蒐集決定查證等級
- 各級單位專責人員
 - 養成專業能力，配合度高
 - 工作連貫性佳，具變通能力



供應商的角色 - 資料提供

機具	<ul style="list-style-type: none"> □廠牌型號 □規格 □功率 □使用能源類別 □機齡 	機具、植物或工料皆 需提供產品運輸之 運具類別、廠牌型號、 油耗(含油耗相關佐 證資料)
植物	<ul style="list-style-type: none"> □植物類別 □植物科別 □原生地 □樹齡 	
工料	<ul style="list-style-type: none"> □規格 □製造商/製造地(城市) □運輸方式 □進出口點 	<ul style="list-style-type: none"> □是否為化學品(是需檢附物質安全資料表) □是否含再生材料(是需檢附再生材料名稱及使用比例) □工料組成附件(物料清單、化學成份表、產品規格書或原料分析表)

供應商配合盤查

滿足一級數據
佔比要求!!

- 目前已協調大宗物料供應商(混凝土、鋼筋)
- 提供工料產量、廠區能耗及運輸油耗資料
- 進行產品碳足跡盤查(由特定期間某一工料製程著手)
- 盤查時間：固定製程**至少一年**
- 盤查效益
 - 找出製程排碳熱點，減少碳排放及能資源消耗
 - 可進一步申請**碳足跡查證或碳標籤**
 - 對外宣告，**提升企業形象**

Q & A

我國工程碳足跡盤查 需要您的配合!

歡迎提出問題、給予指教

蘇花改計畫碳管理專線：02-3765-5843

附錄Ⅲ A3、C1、A2 及 A1 標現場訪查與
輔導工作辦理資料

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段(A 段)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作填報狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 A 段(A3 標及 A2 標) 102 年度第 1 次現場輔導會議辦理內容如下：

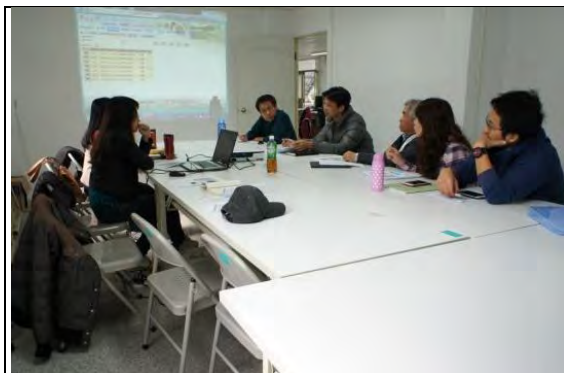
一、辦理時間：民國 102 年 1 月 24 日 (星期四) 10:40 ~ 15:30

二、辦理地點：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2樓會議室

三、討論議題

1. 12 月施工日誌及碳管理日誌確認；
2. 碳盤查日誌及月報版本更新通知；
3. 工料單位確認；
4. 臨時動議；
5. 工區巡查。

四、照片集錦



➤ 碳管理日誌檢核說明與問題討論



➤ A3 標工區實景：已完成之井基



➤ A3 標工區實景：工料登錄編號「MA-弘大鑫 01」速凝劑



➤ A3 標工區實景：工料登錄編號「MA-頤達 01&」氧氣瓶與乙炔瓶



➤ A3 標工區實景：工料登錄編號「MA-弘大鑫 03」點焊網(含規格標籤)



➤ A3 標工區實景：工料登錄編號「MA-達和 01」施工圍籬材料



➤ A3 標工區實景：碳足跡盤查進度與執行狀況說明討論



➤ A3 標工區實景：基樁工程用套管



➤ A3 標工區實景：基樁工程用鑽頭



➤ A3 標工區實景：基樁工程作業機具(左：吊車；中：搖管機；右：混凝土預拌車)

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 C1 標 102 年度第 1 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、辦理時間：民國102年1月21日(星期一) 11：00 ~ 15：00

二、辦理地點：中興公司和中清水段工程處 會議室

三、討論議題

1. 盤查登錄清冊內容討論；
2. 施工日誌及碳管理日誌內容討論；
3. 監造單位日誌檢核內容討論；
4. 後續執行方法確認
5. 臨時動議；
6. 工區巡查。

四、照片集錦



➤ 施工日誌及碳管理日誌內容討論



➤ 監造單位日誌檢核內容討論



➤ C1 標工區實景：承商說明現場工作情形



➤ C1 標工區實景：隧道洞口保護及排水工程



➤ C1 標工區實景：工程材料-速凝劑



➤ C1 標工區實景：臨時沉砂池



➤ C1 標工區實景：油罐車



➤ C1 標工區實景：改良式圍籬組成討論

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段(A 段)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往進行之工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 A 段 102 年度第 2 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、辦理時間：民國 102 年 2 月 21 日（星期四） 10:40 ~ 14:30

二、辦理地點：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2 樓會議室

三、討論議題

1. 2 月份上半月碳管理日誌內容確認；
2. 碳盤查月報版本更新討論；
3. 工料規格(單位、重量、材質)確認；
4. 臨時動議；
5. 工地參訪。

四、照片集錦



➤ A3 標工區巡查：工料編號 MA-頤達 04，測試完成後，將運送至其他地區，故為可回收材料。



➤ A3 標工區巡查：工料編號 MA-東和(高雄廠)。

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理 中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 C1 標 102 年度第 2 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、辦理時間：民國 102 年 2 月 22 日（星期五） 11:00 ~ 15:00

二、辦理地點：中興公司和中清水段監造工程處 會議室

三、討論議題

1. 盤查登錄清冊內容討論；
2. 施工日誌及碳管理日誌內容討論；
3. 監造單位日誌檢核內容討論；
4. 後續執行方法確認；
5. 臨時動議；
6. 工區巡查。

四、照片集錦



➤ 施工日誌及碳管理日誌內容討論



➤ 監造單位日誌檢核內容討論



➤ C1 標工區實景：承商說明南口邊坡降挖及保護工程現場工料暫存及工作情形



➤ C1 標工區實景：邊坡保護工程



➤ C1 標工區實景：機具暫置場觀摩



➤ C1 標工區實景：替代道路之填方工區

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段(A 段)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 A 段工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。茲摘要說明 A3 標暨 A2 標 102 年度第 3 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國102年3月27日(星期三) 10:40 ~ 15:30

二、**辦理地點**：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2樓會議室

三、討論議題

1. 登錄清冊內容與填寫方法澄清；
2. 3月碳管理日誌：機具使用紀錄及運輸紀錄確認；
3. 線上系統功能更新與調整說明；
4. 工程管理單位進駐時間、施工計畫及供應商相關資料索取；
5. 臨時動議；
6. 工地巡查。

四、照片集錦



➤ 現場輔導會議實況。



➤ A3 標工區巡訪：樁頂劣質混凝土敲除。



➤ A3 標工區巡訪：田大公司吊卡車(ME-田大 03)。



➤ A3 標工區巡訪：墩柱鐵模。



➤ A3 標工區巡訪：墩柱柱筋(田大公司負責)。



➤ A3 標工區巡訪：井式基礎工程與吊車(ME-田大 01)。



➤ A3 標工區巡訪：井式基礎井筒鋼筋綁紮。



➤ A2 標工區巡訪：清除掘除所使用之挖土機(ME-長鴻 02)。



➤ A2 標工區巡訪：鋪築施工便道將使用之銲接鋼線網(MA-元山 01)



A2 標工區巡訪：工區圍籬鐵柵門銲接組立

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。茲摘要說明 C1 標 102 年度第 3 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、辦理時間：民國102年3月26日(星期二) 11:00 ~ 15:00

二、辦理地點：中興公司和中清水段監造工程處 會議室

三、討論議題

1. 盤查登錄清冊內容討論；
2. 碳管理日誌及月報填報狀況討論；
3. 線上系統功能更新與調整說明；
4. 工程管理單位進駐時間、施工計畫及供應商相關資料索取；
5. 臨時動議；
6. 工區巡查。

四、照片集錦





➤ C1 標工區巡訪：混凝土塊試體模板組立



➤ C1 標工區巡訪：截水溝牆身模板組立



➤ C1 標工區巡訪：臨時鋼筋加工場



➤ 介興公司工務所逸散設備確認

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段(A 段)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 A 段工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 A 段 102 年度第 4 次(本月新加入 A1 標)現場輔導會議辦理內容如下：

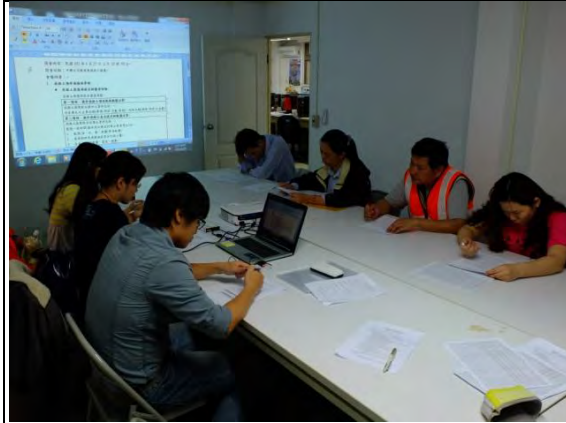
一、**辦理時間**：民國 102 年 4 月 25 日(星期四) 10:40 ~ 15:30

二、**辦理地點**：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2 樓會議室

三、**討論議題**

1. 混凝土供應商(宜興)碳足跡盤查一級數據蒐集討論；
2. A 段各標碳足跡盤查日誌及月報討論；
3. 線上系統功能調整說明；
4. 監造單位執行碳盤足跡查檢核及材料試驗資料內容討論；
5. A1 標碳盤查日誌資料填寫教學與範例說明；
6. 臨時動議；
7. 工地巡查。

四、**照片集錦**



➤ 混凝土供應商提供碳足跡盤查一級數據資料可行性討論



➤ A3 標盤查登錄清冊及碳管理日誌內容討論



➤ A3 標監造工程處巡訪：瞭解監造材試組備存資料內容，並索取混凝土配比設計總表



➤ A3 標工區巡訪(雨中)：ME-田大01 吊車(35t)

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理 中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 C1 標 102 年度第 4 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國 102 年 4 月 26 日(星期五) 9:00 ~ 13:00

二、**辦理地點**：中興公司和中清水段監造工程處 會議室

三、**討論議題**

1. 混凝土供應商(龍贏、亞東)碳足跡盤查一級數據蒐集討論；
2. C1 標盤查登錄清冊內容討論；
3. C1 標碳足跡盤查日誌及月報填報狀況討論；
4. 線上系統功能更新與調整說明；
5. 監造單位執行碳盤足跡查檢核及材料試驗資料內容討論；
6. 臨時動議；
7. 工區巡查。

四、**照片集錦**



➤ 混凝土供應商提供碳足跡盤查一級數據資料可行性討論



➤ C1 標盤查登錄清冊及碳管理日誌內容討論



➤ C1 標工區巡訪：混鋼筋加工區



➤ C1 標工區巡訪：氣體鋼瓶暫置區



➤ C1 標工區巡訪：排水箱涵鋼筋綁紮作業

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段(A 段)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 A 段工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 A 段 102 年度第 5 次現場輔導會議辦理內容如下：

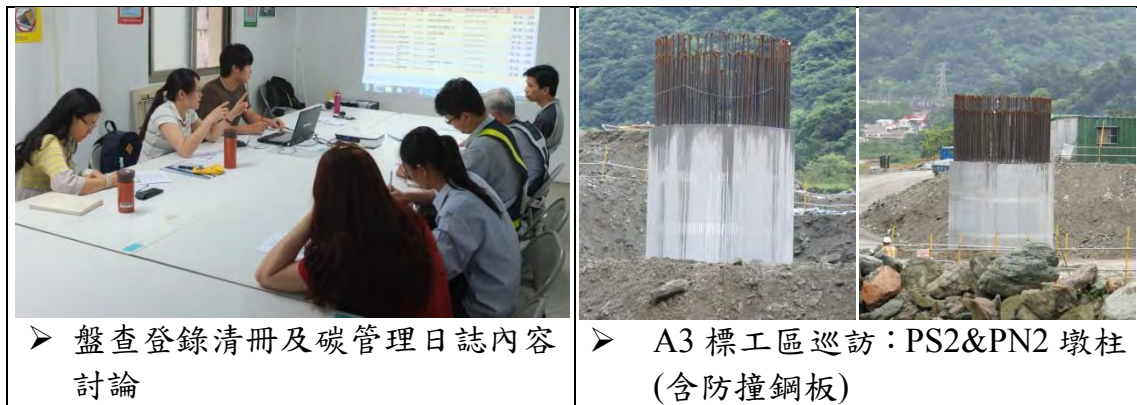
一、**辦理時間**：民國 102 年 5 月 23 日(星期四) 10:40 ~ 15:30

二、**辦理地點**：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2 樓會議室

三、討論議題

1. 登錄清冊填報方式討論與格式更動；
2. 施工日誌及碳管理日誌確認；
3. 碳盤查日誌及月報系統更新說明；
4. 監造協助事項確認；
5. 臨時動議；
6. 工地參訪。

四、照片集錦





➤ A3 標工區巡訪：MA-田大 09 防撞鋼板



➤ A3 標工區巡訪：施做中井基



➤ A2 標工區巡訪：沉砂池進水口



➤ A2 標工區巡訪：沉砂池與沉砂池出水口



➤ A2 標工區巡訪：A2 標與 A3 標交接之橋臺-1(A3 標施作)



➤ A2 標工區巡訪：A2 標與 A3 標交接之橋臺-2(A3 標施作)

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理 中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 C1 標 102 年度第 5 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國 102 年 5 月 21 日（星期二） 11:00 ~ 15:00

二、**辦理地點**：中興公司和中清水段監造工程處 會議室

三、討論議題

1. C1 標盤查登錄清冊內容討論；
2. C1 標碳足跡盤查日誌及月報填報狀況討論；
3. 線上系統功能更新與調整說明；
4. 臨時動議；
5. 工區巡查。

四、照片集錦



➤ C1 標盤查登錄清冊及碳管理日誌內容討論



➤ 監造單位日誌檢核內容討論



➤ C1 標工區巡訪：先撐管幕鋼管鑽設作業



➤ C1 標工區巡訪：截水溝



➤ C1 標工區巡訪：水泥置放桶



➤ C1 標工區巡訪：排水箱涵鋼筋綁紮

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段-東澳部份現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往蘇澳東澳段各標工程現場進行現場輔導說明與查核；透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

考量本段 3 個土建標的地理位置及工區巡訪的便利性，本團隊自本月份起即將開始蘇澳東澳段現場輔導區分為蘇澳、東澳兩部份分別辦理。茲摘要說明 102 年度 6 月份東澳部份(A3 標)現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國 102 年 6 月 19 日(星期三) 10:40 ~ 15:30

二、**辦理地點**：新亞建設開發股份有限公司東澳施工處 2 樓會議室

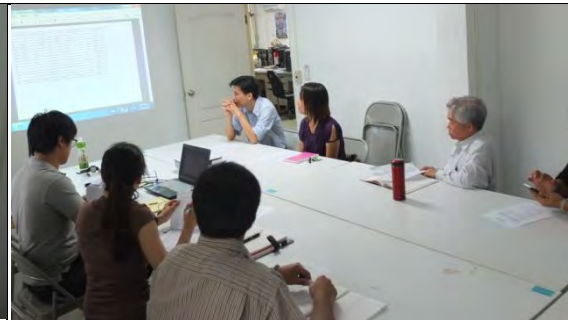
三、**討論議題**

1. 協力廠商機具用油填報狀況討論；
2. 碳足跡盤查登錄清冊填報內容討論；
3. 碳管理日誌、月報內容討論；
4. 工務段與監造單位檢核內容討論；
5. 線上系統更新；
6. 臨時動議；
7. 工地參訪。

四、**照片集錦**



➤ 協力廠商共用油箱協助事項討論



➤ 登錄清冊填報內容討論



➤ A3 標工區：PN1 井基與墩柱



➤ A3 標工區：AN1 井基牆身



➤ A3 標工區：鋼筋續接器(母)



➤ A3 標工區：鋼筋續接器(公)



➤ A3 標工區：墩柱主筋鋼筋綁紮



➤ A3 標工區：運具編號 WT-16(灑水車)



➤ A3 標工區：洞口平台與邊坡保護(ME-配特 04 空壓機)

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理 中仁隧道新建工程(C1 標)現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往 C1 標工程現場進行現場輔導說明與查核。透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

茲摘要說明 C1 標 102 年度第 6 次現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國 102 年 6 月 20 日(星期四) 11:00 ~ 15:00

二、**辦理地點**：中興公司和中清水段監造工程處 會議室

三、討論議題

1. 碳管理日誌、月報填報狀況討論；
2. 工務段與監造單位檢核內容討論；
3. 線上系統功能更新與調整說明；
4. 臨時動議；
5. 工區巡查。

四、照片集錦



➤ C1 標盤查登錄清冊及碳管理日誌內容討論



➤ C1 標監造單位日誌檢核內容討論



➤ C1 標工區：地盤改良孔鑽設



➤ C1 標工區：封堵材灌注



➤ C1 標工區：地盤改良作業用料-水玻璃桶暫存區



➤ C1 標工區：南口北上線地盤改良作業-灌漿水泥漿液調和槽

台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理

蘇澳東澳段-蘇澳部份現場輔導辦理實錄

為確保本標承包商及監造單位相關人員執行碳足跡盤查的能力，「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間碳管理委託服務工作」計畫團隊配合碳盤查執行狀況，每月前往蘇澳東澳段各標工程現場進行現場輔導說明與查核；透過面對面地討論，具體確認碳足跡盤查工作執行狀況、所遭遇的問題，以及後續推動方法與進程。

考量本段 3 個土建標的地理位置及工區巡訪的便利性，本團隊自本月份起即將開始蘇澳東澳段現場輔導區分為蘇澳、東澳兩部份分別辦理。茲摘要說明 102 年度 6 月份蘇澳部份(A1、A2 標)現場輔導會議辦理內容如下：

一、**辦理時間**：民國 102 年 6 月 24 日(星期一) 10:30 ~ 15:30

二、**辦理地點**：中興公司蘇澳監造工程處會議室

三、**討論議題**

1. 協力廠商機具用油填報狀況討論；
2. 碳管理日誌、月報內容討論；
3. 工務段與監造單位檢核內容討論；
4. 線上系統更新；
5. 臨時動議；
6. 工地參訪。

四、**照片集錦**



➤ 協力廠商共用油箱協助事項討論



➤ A2 標工區：展示館基地



➤ A2 標工區(北口)：全新購入鑽堡



➤ A2 標工區(北口)：氧氣乙炔暫存區



➤ A2 標工區(北口)：洞口施工情形



➤ A2 標工區(北口)：排水工程



➤ A2 標工區：告示牌



➤ A2 標工區：福清公司工務所



➤ A1 標工區巡訪：告示牌

➤ A1 標工區：地質調查鑽探作業

附錄IV 歷次會議意見回覆及處理情形

「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作」

101 年度年末進度報告審查意見及處理情形

審查意見	處理情形
查證單位	
1. 簡報 61 頁，添加飛灰爐石之係數，將再與輔導單位確認。	遵照辦理。本計畫已與查證單位確認飛灰爐石係數，並修正減碳部分計算資料，詳 101 年度年末修正報告書第 5.2 節。
2. 簡報 55 頁，A、C 段，A 段範疇一部分較高，該部份將再與現場人員討論。	遵照辦理。本計畫已與查證單位確認各管理單位碳足跡盤查活動數據與排放量，並修正碳足跡計算與分析結果，詳 101 年度年末修正報告書第 3.6 節。
3. 簡報 51 頁，針對電力係數，建議採用工研院研究所得台灣生命週期電力係數評估報告之係數。	遵照辦理。本計畫已改採工研院文獻所載之台灣生命週期電力係數，並修正相關碳足跡計算結果，詳 101 年度年末修正報告書第 3.5 及 3.6 節。
4. 機具、油料部份，應由整個油槽的使用量進一步確認各機具使用平均之效率，以作為工程碳足跡的油耗管理，請承商再協助。	遵照辦理。本計畫已向各工程承包商暨協力廠商宣導油號分車紀錄方式，部分承商也已配合於機具及油灌車加裝計數器，協助提供較為準確的油耗及操作時數資料。但仍有部分協力廠商因現有設備限制仍無法提供準確數據，此部分將盡可能尋求參考數據卻認其油耗合理性。
5. 人員出勤條文 6.5 中已將人員上下班排除，僅有在報告書中揭露說明，但不納入蘇花改計畫碳足跡之總排碳量。	謝謝指教。人員出勤部份係本計畫考量國外案例文獻評估內容、擬於盤查過程中一併釐清之部分，不納入蘇花改碳足跡查正總量中。本計畫已據此修正碳足跡盤查結果分析內容，詳 101 年度年末修正報告書第 4.1 節。
6. 查核時，針對總投入與總產出，總產出包括實際真正跑到工地中的材料及廢棄物會去作一個平衡的動作，其用意在於計算所投入的能源與材料成為最後產出物時的使用率，如此可評估材料與能源管理是否適宜，是否有浪費。	遵照辦理。考量目前工程尚於開始階段，未有廢棄物輸出的紀錄，故本計畫已先將累計進料量(總投入量)設為盤查清冊建立時的必要統計項目，已利比對確認使用量的合理性。後續將於今年度再加入累計廢棄量統計，以利於資料累積的同時，輔助分析該工程材料與能源管理是否合宜。
7. 未來查核時煩請工務段提供施工計畫，俾利比對是否有遺漏項目。	遵照辦理。本計畫已將各項施工計畫的提供納入後續執行建議文述中，詳 101 年度年末修正報告書第 6.3 節。

審查意見	處理情形
工程處	
1. 簡報 49 頁，C 段用水 2000 多度漏水，意外狀況是否排除？或以備註說明？以釐清實際正常狀況的排碳量。	謝謝指教。本計畫後續進度報告中新增以假設情境的方式，說明排除非正常狀況(如漏水)造成之碳足跡增量後，以及正常狀況的排碳量。
2. 相對應油耗的問題，A2 標以上下班均通勤的油耗納入計算，惟其他標亦非每個同仁均住宿舍，故建議僅計算辦公室到工地的運輸油耗。	謝謝指教。人員出勤部份係本計畫考量國外案例文獻評估內容、擬於盤查過程中一併釐清之部分，除 A2 標因開供初期上無宿舍，故人員以通勤方式出勤居多外，A3 標亦有少部分人員係以通勤方式出勤；即各標的計算標準皆相同。惟此部分排碳並不列入查證，故本計畫已修正碳足跡盤查結果分析內容，詳 101 年度年末修正報告書第 4.1 節。
3. 簡報第 53 頁，C1 標 101 年總工程碳排放量為 82.04tonCO ₂ e，另簡報第 55 頁，C 段 101 年度工程管理碳足跡為 40.09tonCO ₂ e，兩者關係為何？	謝謝指教。C1 標 101 年度總工程碳排放量係指工區活動所造成的總碳足跡計算結果，C 段 101 年度工程管理碳足跡係指 C1 標、和中監造工程處及蘇花改和中段辦公室及宿舍碳足跡計算結果。為避免混淆，總工程碳排放量已修正為工區碳足跡計算結果，詳 101 年度年末修正報告書第 3.6 節；工程管理碳足跡則修正為管理單位碳足跡計算結果，詳 101 年度年末修正報告書第 3.7 節。
4. 以目前 A 段與 C 段之盤查結果是否可推估 B 區之碳排放量？或是否可與當初設計時推估值比對？	謝謝指教。配合工程進度，本計畫 101 年度盤查內容主要為各土建標於開工初期、非主體工程(如：清除掘除、圍籬、便橋工程等)，故碳足跡量化結果尚不足以進行 B 段隧道工程的碳足跡推估及設計階段推估結果的比對。此部份有待盤查作業持續執行，累積更多工程特性與碳足跡之關聯分析結果後，再配合 B 段工程特性進行排放量推估及 A、C 段設計階段推估值評析。
5. 未來推估 B 段之排碳量時，是否以功能單位推估？或以其他方法推估？	謝謝指教。本計畫將持續對於盤查資料與碳足跡計算結果進行關聯分析，盡可能整合出較工程碳足跡之功能單元更為細緻、更能展現工程差異性的碳排放推估參數，如：單位體積之井式基礎或樁基礎之碳足跡，作為推估 B 段工程碳足跡之依據。

審查意見	處理情形
6. 格框護坡工程，播撒草種植生是否可抵扣排碳量？	謝謝指教。依據國際碳足跡評估標準，碳匯(植生)變化量必須納入於碳足跡盤查範圍中；惟目前瑞典交通部提出之道路設施產品類別規則初稿中提及，植生對於碳吸存量的貢獻可量化表述但不得直接抵扣。故本計畫未來對於播灑草種可造成的碳匯增加量，將參考盤查規範與盤查結果進行計算，但與碳足跡分別表述而不直接抵扣。
7. 報告 2-8 頁，基本模組 7.1 系統邊界所列之工程生命週期評估範圍界定原則第 5 項：工程過程使用機具、建物若生命週期超過 3 年則可不計入。本計畫是否適用？	謝謝指教。該營建基本模組內容所述：使用機具、建物生命週期超過 3 年可不計入的原則，係指該機具製造與建物建造過程的排碳量可不計入，與目前本計畫執行盤查、量化碳足跡時，不計入的範圍相符。
8. 報告 3-32 頁，101 年座談會中，專家學者有意見提及道路設施使用年限將涉及盤查邊界，該邊界是否已有初步的想法？	謝謝指教。此部份本計畫規劃待瑞典道路設施產品類別規則正式公告，並配合本計畫第 4 年度營運管理之碳足跡評估範疇座談會之辦理，於會議中綜整國內學者專家之建議後，再作確認與定案。
9. 減碳策略研析中，在養護工程中有排除除草劑，請再確認。	謝謝指教。本計畫於報告書 5.1 節所述，皆為國外文獻所提之減碳策略回顧彙整之結果，而非本計畫建議之減碳策略。考量我國道路養護工程有排除除草劑之規範，本報告已移除除草劑替代機具使用之文述，詳 101 年度年末修正報告書第 5.1.1 節。
10. 簡報檔中 P.53「挖溝機」，請修正為挖土機，報告中亦請一併修正。	謝謝指教。本計畫已將挖溝機一致修正為挖土機。
11. 爐石飛灰取代描述的方式，各工程界都採相同的方式，故描述方式建議採實際用量與設計用量比較。	謝謝指教。本計畫將於後續進度報告中，再加入設計階段研提之爐石飛灰替代量，於減碳策略評析時，與實際替代量一併說明。
12. B 區、A 區施工特性不同，B 區隧道由舊北迴隧道開工作面施工，故運距較 A 段隧道長，建議就 B 區施工特性再予以評估後續推估之方式。	謝謝指教。本計畫將依據 A、C 段盤查內容與結果，比對 B 段工程數量計算書、施工計畫書、分項施工計畫書及施工日誌或監造月報等資料，了解 B 段施工特性及其與 A、C 段施工條件之差異，再據以選擇適當的參數，進行碳足跡推估。
13. 每種機具的油耗若可以真實記錄	遵照辦理。本計畫將再與監造單位向承包商進

審查意見	處理情形
量測，對於承商機具的利用率及保養可有相對應的成果比較，對我們也有實質幫助。請監造配合承包商想出方法可忠實的記錄油耗資料。	行宣導，尋求能夠盡可能確實記錄工區機具操作時數與油耗量的方法。
結論	
1. 請南澳段儘速提供碳管理窗口，並繳交年度報告。	遵照辦理。本計畫已於 102 年 3 月份陸續收到蘇澳、和平及南澳工務段年報暨佐證資料，相關資料待檢核後再進行碳足跡量化計算，結果將整理於後續進度報告中。
2. 本計畫已納入由本國主辦的 2015 國際橋梁會議，請輔導單位預為準備。	遵照辦理。
3. 請各工務段協助提供分項施工計畫，俾利碳盤查比對與推估。	遵照辦理。本計畫已於 3 月份現場輔導會議中提出此需求，將由工程處、工務段與監造單位人員共同協助確認資料索取時機與排程。
4. 未來年度報告後應有站在第三人公正的立場提出之建議，以利本計畫推展。	遵照辦理。本計畫已新增由第三人公正的立場提出之碳足跡盤查工作推展建議，詳 101 年度年末修正報告書第 6.3 節。

「台9線蘇花公路山區路段改善計畫施工期間工程碳管理委託服務工作」

102年度年中進度報告審查意見及處理情形

審查意見	處理情形
查證單位	
<p>1. 簡報檔 P7 頁提及為取得 ISO/TS 14067 查證聲明作準備一案，目前公路總局共有 4 段公路工程同時執行碳足跡之評估，然 ISO/TS 14067 為技術規範之位階，並非為國際標準 ISO 之位階，故其他團隊對於有關 ISO/TS 14067 之適用性，可能有所疑慮，為求其一致性，建議應達成共識後再決議是否改採用 ISO/TS 14067 作為查驗標準之依據。(決議：應由公路總局統一後本處據以執行)</p>	<p>遵照辦理。本計畫將依公路總局決議據以執行。</p>
<p>2. 有關 PCR 使用階段維護之計算年限的制定，目前尚未有明確之決議，年限之訂定應有所依據，如依據政府財產管理所訂定之年限，或其他相關規定之依據來源。</p>	<p>遵照辦理。本計畫將納入此議題於本年度座談會之研議項目中，提供公路總局研定我國道路、隧道及橋梁工程碳足跡產品類別規則參考，並作為本計畫後續量化工程碳足跡之依據。</p>
工程處	
<p>1. 簡報檔 P37 頁，宜興公司於運量大時會使用到外車，應納入盤查內容。</p>	<p>謝謝指教。由於外車並非固定僅服務於宜興公司之混凝土運輸，故相較於自車的油耗量與里程數可持續累計、按月紀錄，外車的盤查必需是逐車記錄每趟次運輸里程，並記錄逐次加油量以進行各趟次油耗量分配；無論是紀錄的可取得性或正確性都有疑義。在運輸排放僅佔總工區碳足跡小於 5%(混凝土運輸為其中的一部份)，且宜興公司無可要求所有外車提出每趟次里程數與油耗量之依據的情況下，本計畫將先限縮以混凝土廠自車排放盤查為主。</p>
<p>2. 建議可調查拌合車運輸路徑之高程變化及容量等變因，研究分析。</p>	<p>謝謝指教。由於混凝土廠拌合車在調派時並不會以特定車輛行駛特定路線，故較無法由混凝土廠提供之資料進行運輸路徑高成、容量等油耗因子分析。此部分本計畫</p>

審查意見	處理情形
	將試以承包商自有混凝土預拌車進行分析研究。
3. 請將歷(前)次審查意見與結論之應將辦理情形列入審查會簡報內容。	遵照辦理。本計畫已將歷次審查意見已列入 102 年度年中修正報告書附錄IV。
結論	
1. 請中興計畫團隊將需調查之上游原料資料，製成簡表陳報工程處，由本處函請相關廠商配合填寫。	遵照辦理。本計畫將就擬盤查之上游原料廠商別及調查資料製成簡表，再陳報工程處函請相關廠商配合填寫。
2. B 區工程碳足跡推估方案原則採方案二(以不同特性工程之工料排碳為單元)，並請計畫團隊設計所需資料表格後，邀集 B 區廠商研議細節。	遵照辦理。本計畫將採 102 年度年中修正報告書第 4.4 節方案二設計 B 段碳足跡推估資料調查表，再據以邀集 B 區廠商研議細節。
3. 年末進度報告請就各標相同工項之盤查結果進行比對分析，並提出實質施工階段減碳措施建議。	遵照辦理。
4. 未來年度進度報告將聘請專家學者參與審查，請計畫團隊提供專家學者資料庫。	遵照辦理。
5. 東澳段將有土方外運，請計畫團隊協助量化比較卡車、火車運輸排碳量。	遵照辦理。
6. 申請 CF-PCR 產品類別規則所需辦理之利害相關者會議、專家諮詢會議是否與本契約之座談會合併舉行，請中興公司再予研議，必要時再專案提出。	遵照辦理。本計畫已隨 8 月份工作報告提送本年度座談會辦理規劃書(附件五)，初步建議與申請 CF-PCR 產品類別規則所需辦理之會議分開辦理，以利事先凝聚並彙整成為蘇花改工程碳足跡盤查經驗與建議，再於其他會議中提出供參。

