

ISSN:1812-2868

臺灣公路工程

第 49 卷 第 1 期

〈每月 15 日出刊〉



TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

Vol. 49 No.1 Jan. 2023

交通部公路總局

中華民國 112 年 1 月 15 日



封面說明

台3線 79K-80K- 蜿蜒綠緻

楊國治 提供



臺灣公路工程

TAIWAN HIGHWAY ENGINEERING

中華民國 41 年 11 月 11 日創刊

第 49 卷 第 1 期 目錄

本刊為中華民國 41 年 11 月 11 日創刊，至 63 年 3 月 1 日發行第 22 卷第 5 期，經合併本局發行之臺灣公路工程、養路及公路機料等三種月刊，仍以臺灣公路工程為名，於 63 年 7 月 15 日起重訂為第 1 卷第 1 期繼續發行

臺灣公路工程

發行人

陳文瑞

社長

林聰利

總編輯

蘇先知

總幹事

李崇堂

編輯

鄧文廣 陳進發

李忠璋 蔡宗成

劉雅玲 陳松堂

葉双福 李順成

陳俊堯 劉世桐

吳昭煌 林文雄

郭清水 詹益祥

江金璋 李宗仁

王韻瑾

混凝土品質管理導入無線射頻辨識 (RFID) 技術之可行性
.....邱瑞昌、朱建東(2)

淡江大橋環境生態施工檢測預警制度
.....王隆呈、朱衍宇、陳奇蔚、林仲倫(24)

混凝土品質管理導入無線射頻辨識 (RFID) 技術之可行性

邱瑞昌¹ 朱建東²

摘要

水泥混凝土為營建工程主要材料之一，混凝土的強度對結構物的安全性有著絕對與直接的影響。水泥混凝土品質評估依據現場取樣製作圓柱試體進行 28 天抗壓強度試驗，惟當工區偏遠或人力短缺時，試體送驗管理的人力時間耗費成了監造單位的一大難題。公路總局鄧總工程司文廣為解決監造單位人力短缺問題，思索發想應用 RFID 晶片追蹤管理水泥混凝土圓柱試體方式以改善此現象，責成材料試驗所訪查 RFID 晶片種類與價格，並就晶片埋入圓柱試體後是否影響抗壓強度試驗結果，以及晶片埋入深度、位置等細節進行研議評估工作。材料試驗所研究選用 2 種 RFID 標籤 (低頻的寵物晶片與超高頻的 UHF 標籤)，在水泥混凝土品質管理 (抗壓強度試驗) 的生命週期內均能被有效辨識，故 2 種 RFID 標籤皆能作為混凝土試體品質管理之用。回顧過去的文獻研究以及本次實驗室試辦與工地試辦成果，應用統計學中的統計檢定方法，檢定結果均為無法拒絕『控制組抗壓強度平均數 = 實驗組抗壓強度平均數』的假設，可推論植入 RFID 標籤對圓柱試體抗壓強度無明顯影響。因此利用 RFID 標籤唯一識別碼做為試體身分識別之用，透過妥善規劃送驗流程並導入 RFID 技術於混凝土抗壓試體品質管理作業，減省送驗所需人力與時間，確實可行。

關鍵詞：RFID、抗壓強度、混凝土品質管理。

¹ 交通部公路總局材料試驗所技術科長

² 時任交通部公路總局材料試驗所副所長，現任交通部公路總局第一區養護工程處副處長

一、前言

水泥混凝土為營建工程主要材料之一，混凝土的強度對結構物的安全性有著絕對與直接的影響。為管控水泥混凝土品質，除在工程施工前依 CNS 12891 及 ACI 211.1 之要求辦理配比設計，並應審慎選擇預拌混凝土材料供應商及評估預拌混凝土廠產製能力；在施工階段於預拌混凝土進場時進行取樣檢驗，最終混凝土強度的判定仍端賴現場取樣製作圓柱試體進行 28 天抗壓強度試驗，與規定強度比較後判定合格與否，作為混凝土品質評估的依據。

依據交通部公路總局（以下簡稱「總局」）現行「工程施工品質管理作業規定」[1]，『廠商應依品質計畫，辦理相關材料設備之檢驗，由廠商自行取樣、送驗及判定檢驗結果；如涉及契約約定之檢驗，應由廠商會同監造單位取樣、送驗，並由廠商及監造單位依序判定檢驗結果，以作為估驗及驗收之依據。』；『(二) 監造單位得於監造計畫明訂材料設備抽驗頻率，由監造單位會同廠商取樣、送驗，並由監造單位判定抽驗結果。』因此監造單位應會同廠商辦理混凝土圓柱試體取樣及運送試體至 TAF 實驗室檢驗，然而當工區偏遠或人力短缺時，送驗的人力時間耗費成了監造單位的一大難題。

總局鄧總工程司文廣為降低工務段第一線監造同仁因會同取樣、送驗作業耗費過多時間及人力，思索發想水泥混凝土圓柱試體應用 RFID 晶片追蹤管理方式以改善此現象，責成交通部公路總局材料試驗所（以下簡稱「本所」）訪查 RFID 晶片種類與價格，並就晶片埋入圓柱試體後是否影響抗壓強度試驗結果，以及晶片埋入深度、位置等細節進行研議評估工作。

二、RFID 系統簡介與文獻回顧

2.1 RFID 系統簡介 [2] [3] [4] [5]

2.1.1 無線射頻辨識 RFID 的由來

無線射頻辨識 (英語：Radio Frequency Identification，縮寫：RFID) 是一種無線通訊技術，可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，而無需識別系統與特定目標之間建立機械或者光學接觸。無線射頻辨識技術最早被應用在第二次世界大戰，當時英國軍方首先發展非接觸式技術與系統以辨識從歐洲大陸返回英國本島之友機或敵機身分，該系統稱為 IFF 敵我辨識系統 (Identify：Friend or Foe)。

2.1.2 RFID 的組成架構

RFID 係利用無線射頻電波自動辨識資料之系統，基本架構如圖 2-1 所示，目前已呈蓬勃發展並應用於許多層面。RFID 系統最重要的兩個關鍵組成部分分別為標籤

(Tag，由 IC 晶片與天線所構成) 及讀取器 (Reader)，標籤附著於實體物件，藉由與讀取器之無線電波通訊，使讀取器可以辨識標籤內容，進而達到資料交換與辨識之目的。

RFID 標籤可儲存各項識別資訊，透過天線感應磁場生成感應電流發射無線電波將資料傳輸至讀取器，依照標籤本身是否有電池等自行提供電力來源分為被動式、半被動式及主動式標籤。讀取器為 RF 發射器及接收器，可發送電波給標籤也可接收來自標籤之電波。

2.1.3 RFID 的分類

RFID 系統依使用的頻率區分為低頻 (Low Frequency, LF, 頻帶範圍為 10KHz~1MHz, 主要應用在 125KHz 與 135KHz)、高頻 (High Frequency, HF, 頻帶範圍為 1MHz~400MHz, 主要應用在 13.56MHz)、超高頻 (Ultra High Frequency, UHF, 頻帶範圍為 400MHz~1GHz, 主要應用在 433MHz 及 868~950MHz) 及微波 (Microwave, 頻帶範圍為 1GHz 以上, 主要應用在 2.45 GHz 與 5.8GHz) 四大類。

RFID 的特點為不需實體接觸，只要通過 RFID Reader 即可直接讀取訊息，且可一次處理多個標籤。RFID 標籤容易小型化並可客製多樣化的形狀以應用在不同產品，且 RFID 標籤較不受環境影響，即使在黑暗或髒污的情形下，或是被紙張、木材和塑料等非金屬或非透明的材質包覆時，仍可以進行穿透性通訊讀取數據。由於 RFID 為電子數據，可以反覆讀寫，尤其被動式 RFID，不需要電池就可以使用，沒有維護保養的需求。

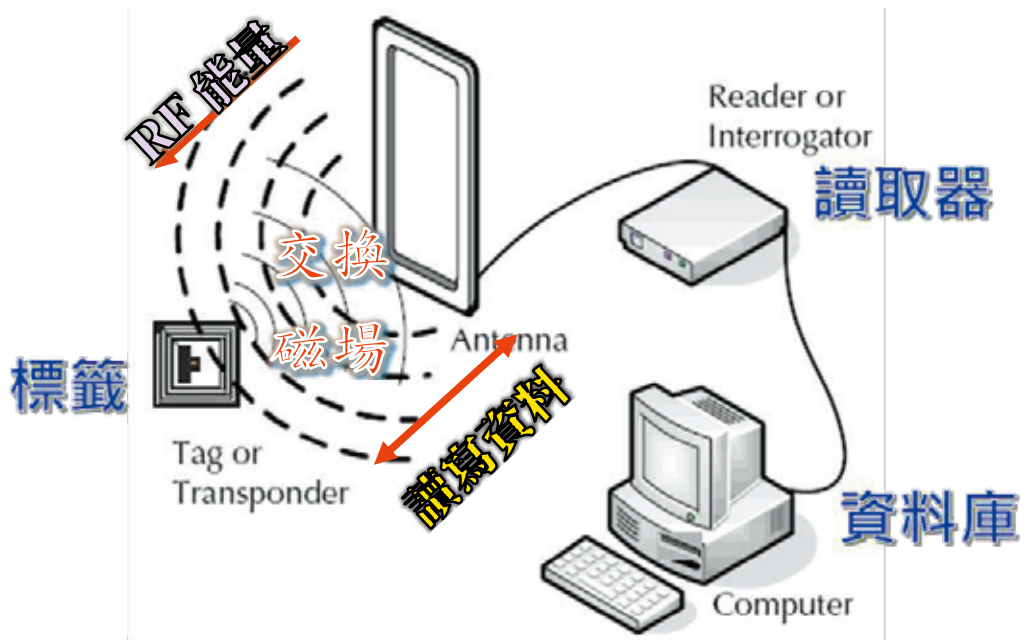


圖 2-1 RFID 基本架構圖

2.2 文獻回顧

呂芄逢 [6] 的研究指出，針對 RFID 於濕潤混凝土試體之實驗測試結果為可行，並建議採用低頻 RFID 系統較為妥適；標籤於不同水灰比下，皆具有通信能力，惟低水灰比之通信距離稍差於高水灰比時；不同混凝土試體強度下，RFID 仍具有通信能力；標籤以垂直方式植入試體時，因通信方位不易掌控造成讀取不便，建議以水平方式植入試體；標籤以水平方式植入時，若因標籤尺寸過大且植入深度過深時，導致標籤受阻力不易植入，且可能破壞試體搗實後之粒料結構恐有影響強度之疑慮，建議採薄小型的標籤；考量實作時之便利性，建議標籤植入位置宜於離試體表層 0~3 公分處之位置；藉由 RFID 內嵌於晶片之 ID 可做為試體驗明正身之功用，能防止人為蓄意破壞、仿造之問題。

顏漢輝 [7] 的研究成果顯示，針對 RFID 於現地工程進行混凝土試體實做測試其結果為可行，建議採用高頻 RFID 系統較為妥適；將 RFID 技術導入混凝土試體管控作業，藉由 RFID 標籤內晶片的 UID 可作為試體身分識別之用，具備降低人為疏失與防範試體遭不當仿造之問題；RFID 標籤在不同強度、水灰比、試體齡期下仍具有通信能力；RFID 標籤以水平方式植入試體表面中央區域，距離表面深度約 0~3 公分處為原則，如此可避免將標籤植入於混凝土可能通過的破壞路徑上，並讓使用者能掌握較佳的通信方位避免讀取時的不便性。

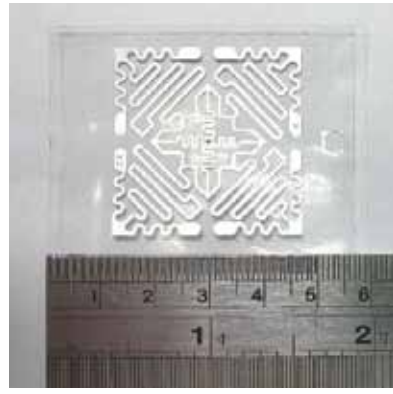
顏漢輝 [7] 的研究亦針對 RFID 標籤植入混凝土圓柱試體是否影響其強度加以分析，應用統計學中的統計檢定方法，檢定同一批材料製作之混凝土圓柱試體，植入標籤試體 (實驗組) 的抗壓強度均值與未植入標籤試體 (控制組) 的抗壓強度均值是否有所差異。依據顏漢輝的實驗成果，植入 RFID 標籤對試體抗壓強度無明顯影響。

2.3 研究選用之 RFID 標籤差異分析

本次研究計畫採用 2 種不同頻率之 RFID 標籤，分別為屬低頻 LF 之寵物晶片標籤與屬超高頻 UHF 之薄片型標籤，評估其在混凝土試體管控作業流程之可行性。2 種 RFID 標籤基本資料如下：



低頻 LF 之寵物晶片標籤



超高頻 UHF 晶片標籤



低頻 LF 之寵物晶片讀取器



超高頻 UHF 晶片讀取器

圖 2-2 研究採用之 RFID 標籤與讀取器

1. 寵物晶片：頻率 134.2 KHz，顆粒狀，約 2.1mm(D) X 12mm(L)
2. UHF 標籤：頻率 860-960MHz，約 4.5cm X 6cm 薄片狀 (厚度 <0.1mm)

不同工作頻率有不同的優缺點及其應用範圍，傳輸距離約為數公分到數公尺，傳輸速率約為數十到數百 Kbps。茲將本研究使用的 RFID 工作頻率介紹說明如下：

- (1) 低頻 LF(135KHz 以下)：此頻段最大特性則是不受周圍金屬和水份等障礙物之影響；一般而言，電波波長越長越具有能在障礙物間轉折穿梭之特性，而此頻段之電波波長比其他頻段長，因此即使含有水份的人體或木材、鐵板等障礙物，皆不影響它讀寫資料之功能。但是，此頻段之 RFID 的電波波長很長，所以不適合加工為貼紙狀，且通信距離也不長 (約 10cm)，通信速度較慢，主要應用於水份容易附著的滑雪場纜車券、迴轉壽司店的盤子、車用防盜器、寵物晶片及門禁管制等。
- (2) 超高頻 UHF(860~960MHz)：此頻段使用標籤體積比較大，電波較不容易被水份吸收，通信損失相對較少，其通信距離為所有頻段中最長。UHF 被動式標籤的典型讀取範圍是 2.4 公尺至 9.14 公尺以及更遠的距離。由於 UHF 在傳輸距離上優於其他頻率，故近年來全球 RFID 技術發展均以此為主要目標。惟相較於低頻系統，超高頻對干擾較敏感，在金屬或水環境下讀取能力較差。

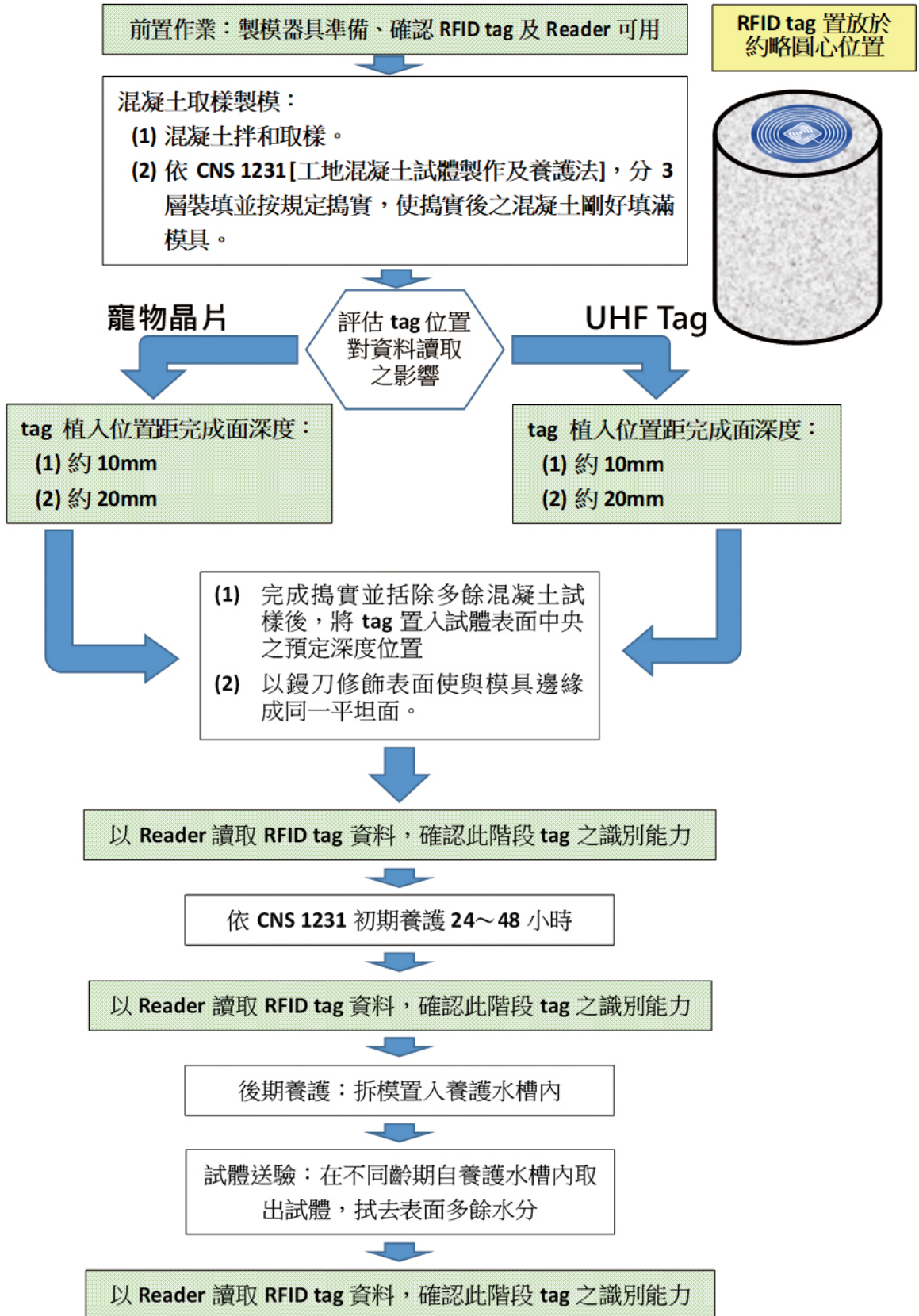


圖 2-3 RFID 標籤對圓柱試體抗壓強度影響評估研究流程圖

三、研究方法與研究成果

3.1 RFID 標籤對圓柱試體抗壓強度影響評估

3.1.1 試體製作

水泥混凝土為水、粗細粒料、膠結材料與化學摻料拌和成的複合材料，為避免不同拌和批次間的差異，影響後續評估植入 RFID 標籤對混凝土試體抗壓強度的結果，本次試驗過程特別洽請預拌混凝土廠協助，所有的混凝土圓柱試體均取自於同一盤預拌混凝土材料製作而成。

製作試體時使用工地取樣用鋼模 ($\phi 150 \times h300$ mm)，分 3 組共製作 90 顆圓柱試體，各組資訊如下：

1. 控制組：無植入 RFID 標籤，共 30 顆圓柱試體。
2. UHF 組：植入 UHF RFID 標籤，依植入深度區分約 1cm 處與 2cm 處各 15 顆，合計共 30 顆圓柱試體。
3. Pet 組：植入寵物晶片標籤，依植入深度區分約 1cm 處與 2cm 處各 15 顆，合計共 30 顆圓柱試體。

3.1.2 模製試體過程與試體編號方式

試體製作當日分三隊人員 (甲、乙、丙) 同步進行模製試體作業，為降低模製順序與搗實過程對抗壓強度的影響，採每隊人員一回合模製 10 顆試體，共進行三回合試體製作，每回合結束後各隊人員應交換試體組別，讓各組別之混凝土圓柱試體在製作順序與模製人員儘量平均分配。實際模製試體順序與人員詳下表 3-1：

表 3-1 試體製作編組與分工表

組 別		試體製作人員 (模製編號時間序)		
		第一回合	第二回合	第三回合
控制組		甲 (01~10)	乙 (11~20)	丙 (21~30)
UHF 組	深度約 1 cm	丙 (01~05)	甲 (11~15)	乙 (21~25)
	深度約 2 cm	丙 (06~10)	甲 (16~20)	乙 (26~30)
Pet 組	深度約 1 cm	乙 (01~05)	丙 (11~15)	甲 (21~25)
	深度約 2 cm	乙 (06~10)	丙 (16~20)	甲 (26~30)

試體編號方式為簡化故取各組組別 (分控制組、UHF 組與 Pet 組) 第一字與模製編號時間序記錄為 [◎ -XX]，例如 [P-18] 代表為 Pet 組序號 18 之圓柱試體。

3.1.3 圓柱試體製作與植入 RFID 標籤

將拌和完成之水泥混凝土依 CNS 1231[工地混凝土試體製作及養護法]，分 3 層裝填並按規定搗實，使搗實後之混凝土填滿模具，刮除模具頂面多餘混凝土，控制組以鍍刀修飾表面使與模具邊緣成平坦面；UHF 組使用已預先刻畫深度位置之木質印章，將 UHF 標籤壓入混凝土設定深度位置，再以木槌輕輕敲模具側邊，使因植入標籤導致之表面凹陷區域縮小，最後以鍍刀修飾表面使與模具邊緣成平坦面；Pet 組利用其產品本身之注射器，將寵物晶片自針筒推入混凝土設定深度位置，再以鍍刀修飾表面使與模具邊緣成平坦面。(圖 3-1~圖 3-4)

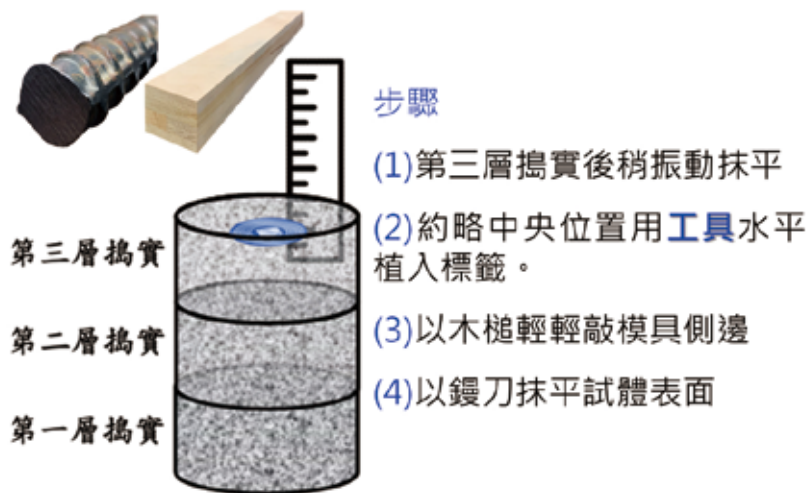


圖 3-1 圓柱試體製作與植入 RFID 晶片流程圖



圖 3-2 試體製作現場照片

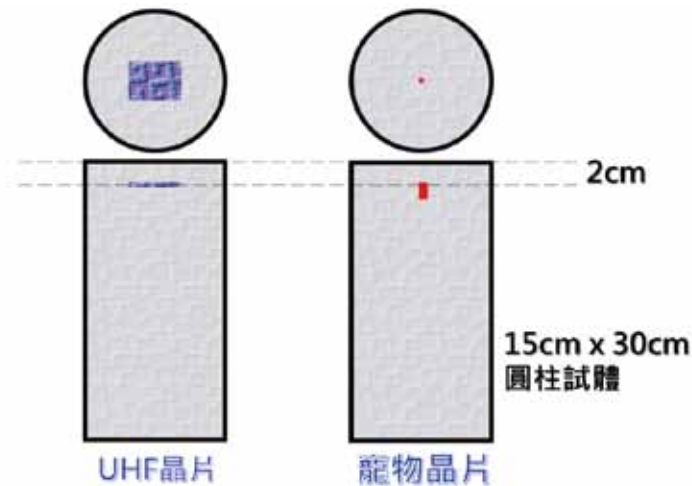


圖 3-3 RFID 標籤尺寸大小相對於圓柱試體尺度



圖 3-4 RFID 標籤之植入與辨識確認

3.1.4 以讀取器確認各階段 RFID 標籤之辨識性

完成混凝土試體製作及植入 RFID 標籤後，立即以讀取器確認實驗組每個試體內的標籤辨識成果，經逐一查核後確認皆可讀取標籤之識別碼。在混凝土試模上覆蓋不透水封蓋防止水分散失，依 CNS 1231 辦理初期養護至少 24 小時後拆模。

拆模後再次以讀取器逐一確認實驗組，經檢核皆可讀取每個試體內標籤之識別碼後，將混凝土圓柱試體移入養護水槽內。之後分別於試體齡期 22 天時及齡期 28 天辦理抗壓強度試驗前，從養護水槽內取出實驗組試體，逐個檢核確認標籤之識別碼皆可順利讀取。(表 3-2 與圖 3-5)

表 3-2 不同階段下 RFID 標籤之辨識確認成果表

RFID 晶片		寵物晶片		UHF 標籤	
晶片植入深度		約 1cm	約 2cm	約 1cm	約 2cm
RFID Tag 之辨識性	製模	OK	OK	OK	OK
	拆模入池	OK	OK	OK	OK
	齡期 22 天	OK	OK	OK	OK
	齡期 28 天	OK	OK	OK	OK



圖 3-5 不同階段時 RFID 標籤之辨識確認

3.1.5 關於 RFID 標籤補充說明

本次研究所選用的 2 種 RFID 標籤均屬自身不帶電源的被動式標籤，其優勢是價格相對低廉且尺寸較小，惟也因為需要靠標籤的天線部分感應讀取器發射的電磁波產生電流，才能讓標籤與讀取器間交換資訊，所以天線設計形狀關係著後續 RFID 標籤在混凝土試體內時的辨識性與讀取距離。寵物晶片標籤目前為規格化產品，本研究僅討論標籤植入後之辨識性；UHF 標籤的應用領域近 10 年來蓬勃發展，因應不同的狀況與環境發展出各式各樣的標籤，圖 3-6 為一些 UHF 標籤的尺寸與天線配置。

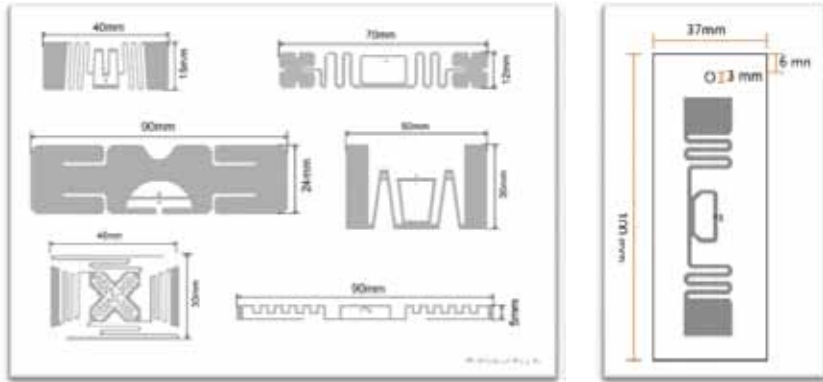


圖 3-6 各種不同樣式與尺寸的 UHF 標籤

本次研究選用的 UHF 標籤為約 4.5cm X 6cm 薄片狀標籤，IC 晶片與天線被封裝於具基礎防水性能之塑膠薄片內，係經本所與專業廠商討論後，由廠商推薦之標籤。為評估 RFID 標籤的耐水性，取本次研究選用 2 種 RFID 標籤各 3 個完全浸入混凝土圓柱試體養護水槽 (飽和石灰水) 內約 50 天後取出，均能順利讀取標籤資訊。

3.2 RFID 標籤對圓柱試體抗壓強度影響評估

3.2.1 辦理混凝土圓柱試體抗壓強度試驗

圓柱試體置於養護水槽內完成 28 天養護後，由本所依 CNS 1232〔混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法〕進行強度試驗，抗壓強度試驗結果整理如圖 3-7 與表 3-3。

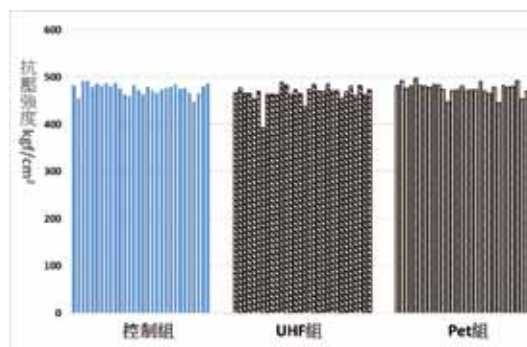


圖 3-7 圓柱試體抗壓強度試驗結果直條圖

表 3-3 圓柱試體抗壓強度試驗結果

試體編號	抗壓強度 kgf/cm ²	試體編號	抗壓強度 kgf/cm ²	試體編號	抗壓強度 kgf/cm ²
控 01	482.7	U01	466.1	P01	481.6
控 02	454.7	U02	477.0	P02	492.6
控 03	491.9	U03	465.6	P03	475.9
控 04	491.8	U04	465.5	P04	480.4
控 05	478.7	U05	452.2	P05	497.2
控 06	485.9	U06	468.8	P06	482.1
控 07	481.5	U07	392.4	P07	480.8
控 08	486.5	U08	463.3	P08	478.0
控 09	480.7	U09	463.2	P09	483.8
控 10	487.2	U10	462.1	P10	482.9
控 11	476.2	U11	488.3	P11	474.2
控 12	463.0	U12	483.0	P12	446.9
控 13	461.0	U13	462.4	P13	472.4
控 14	482.9	U14	473.3	P14	473.4
控 15	473.2	U15	464.9	P15	480.9
控 16	463.6	U16	437.4	P16	472.1
控 17	480.2	U17	473.8	P17	473.1
控 18	471.9	U18	483.4	P18	473.5
控 19	466.8	U19	470.3	P19	490.4
控 20	474.4	U20	469.5	P20	471.2
控 21	476.8	U21	484.9	P21	464.7
控 22	479.3	U22	472.4	P22	478.7
控 23	484.6	U23	471.8	P23	445.3
控 24	474.7	U24	455.1	P24	481.3
控 25	476.5	U25	468.3	P25	478.4
控 26	466.4	U26	480.6	P26	480.1
控 27	448.5	U27	460.7	P27	492.3
控 28	465.0	U28	482.0	P28	452.7
控 29	480.7	U29	462.4	P29	469.6
控 30	486.6	U30	472.9	P30	473.9
平均值	475.8	平均值	466.5	平均值	476.0
標準差	10.68	標準差	17.56	標準差	11.87
最大值	491.9	最大值	488.3	最大值	497.2
最小值	448.5	最小值	392.4	最小值	445.3
全 距	43.4	全 距	95.9	全 距	51.9

抗壓強度試驗過程中逐個檢視 UHF 組與 Pet 組破裂後試體，實驗組計 60 個試體並未發現植入之 RFID 標籤位於破壞面上，經測試也能用讀取器辨識完成抗壓試驗後破裂試體內之 RFID 標籤資訊，故本次研究植入之 RFID 標籤並未因抗壓試驗而破壞其可辨識性。（圖 3-8）



圖 3-8 實驗組圓柱試體破壞型態與 RFID 標籤辨識過程

3.2.2 異常試驗數據檢定與剔除

由表 3-3 與圖 3-7 發現，試體編號 U07 之抗壓強度試驗結果明顯低於其他試體。為避免異常數據影響後續統計檢定結果，依中華民國國家標準 CNS 11771(化學分析與物理試驗許可差總則) [8] 之附錄 4(共同實驗中之異常值處理法) 及 ASTM E178 [Standard Practice for Dealing With Outlying Observations] [9] 規定，分析檢定試體編號 U07 之試驗結果是否為異常值。檢定結果說明如下：

1. 因可疑之值僅為 1 個且為最小值，採用 CNS 11771 附錄 4 第 3.2 節 Grubbs 之方法檢定。
2. 可疑之值為 392.4，計算 T_1 如下：

$$T_1 = \frac{\bar{x} - \hat{x}_1}{\sigma} = \frac{466.5 - 392.4}{17.56} = 4.22$$

3. 查 CNS 11771 附錄 4 表 2 與 ASTM E178 TABLE 1，數據數 $l=30$ 時，若以冒險率 ($\alpha=0.005$) 之最小值捨棄界限為 3.236；若以冒險率 ($\alpha=0.001$) 之最小值捨棄界限為 3.507， $T_1=4.22$ 皆超過捨棄界限，故得以冒險率 0.001 捨棄試體編號 U07 之試驗結果。

3.2.3 依 ACI 214R 評估抗壓試驗結果

依前節檢定結果捨棄試體編號 U07 之試驗數據後，重新計算整理各組抗壓強度成果如表 3-4。依據 ACI 214R 混凝土管制水準評估準則 [Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete][10] 表 3-4(圖 3-9)，查試驗室試拌（適用於評估試驗室作業水

準) 標準，本研究各組抗壓強度之變異係數均在 3.5% 以下，屬最佳 (Excellent) 等級。

表 3-4 圓柱試體抗壓強度試驗結果彙整表 (剔除異常值後)

組別	個數 (n)	平均值	標準差	變異係數	最大值	最小值	全 距
控制組	30	475.8	10.68	2.2%	491.9	448.5	43.4
UHF 組	29	469.0	10.80	2.3%	488.3	437.4	50.9
Pet 組	30	476.0	11.87	2.5%	497.2	445.3	51.9

Table 4.4—Standards of concrete control for $f'_c \geq 5000$ psi (35 MPa)

Overall variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	Below 7.0	7.0 to 9.0	9.0 to 11.0	11.0 to 14.0	Above 14.0
Laboratory trial batches	Below 3.5	3.5 to 4.5	4.5 to 5.0	5.0 to 7.0	Above 7.0
Within-batch variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

圖 3-9 ACI 214R 表 4.4

3.2.4 RFID 標籤植入混凝土試體對抗壓強度影響分析與計算

針對 RFID 標籤植入水泥混凝土圓柱試體是否影響其抗壓強度試驗結果，應用統計學中的統計檢定方法，建立兩個母體平均數相對水準之假設檢定架構，依據從兩個母體蒐集到的資料建立合理的假設，再由樣品資料來測驗此假設是否成立，作為決策之依據的方法。

參考 ACI 214R，假設混凝土抗壓強度試驗結果為常態分布 (Normal Distribution)，其分布可以平均數 μ 及標準差 σ 來表示。本次研究採用兩母體平均數差 ($\mu_1 - \mu_2$) 之檢定，以檢定同一批材料製作之混凝土試體，植入標籤試體 (實驗組: UHF 組與 Pet 組) 的抗壓強度均值與未植入標籤 (控制組) 的抗壓強度均值是否有所差異。假設檢定步驟如下：

1. 先以 F 檢定判定母體的變異數是否相等

虛無假設 (Null Hypothesis) $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

對立假設 (Alternative Hypothesis) $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

計算顯著水準 $\alpha = 0.05$ 時之檢定統計量 $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

觀測值 $F < F_{\alpha}(n_1, n_2)$ 時，接受 H_0 ；否則，接受 H_1 。

2. 建立假設及明確指出可能的選擇

令 μ_1 為控制組之抗壓強度均值， μ_2 為實驗組之抗壓強度均值，本研究想了解兩母體抗壓強度均值是否有差異，因此設立虛無假設 H_0 與對立假設 H_1 ：

虛無假設 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

對立假設 $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

拒絕 H_0 ：控制組抗壓強度均值與實驗組抗壓強度均值有差異

拒絕 H_1 ：控制組抗壓強度均值與實驗組抗壓強度均值無差異

3. 選擇檢定程序及檢定統計量：本研究以 T 檢定進行樣本平均差之計算，作為檢定之基礎。

4. 建立顯著水準：本研究選擇型 I 誤差機率 $\alpha = 0.01$ 。

5. 計算檢定統計量的觀察值

(1) T 檢定 ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 時)

$$\text{檢定統計量 } T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - \delta_0}{\sqrt{\frac{S_p^2}{n_1} + \frac{S_p^2}{n_2}}}$$

$$\text{其中 } S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

$$\text{拒絕域 } T > t_{\frac{\alpha}{2}}(n_1 + n_2 - 2) \text{ 或 } T < -t_{\frac{\alpha}{2}}(n_1 + n_2 - 2)$$

(2) T 檢定 ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ 時)

$$\text{檢定統計量 } T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - \delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{其中自由度 } \nu = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1}\right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{n_2 - 1}}$$

拒絕域 $T > t_{\frac{\alpha}{2}}(v)$ 或 $T < -t_{\frac{\alpha}{2}}(v)$

6. 進行決策

計算 T 值落在接受域或拒絕域，以進行分析。

7. 檢定數據結果計算如表 3-5 所示。

8. 決策說明

(1) 從表 3-5 中 F 檢定的結果皆為：無法拒絕 $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 。

(2) 從表 3-5 中計算之 T 值皆為：無法拒絕 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ 。

(3) 根據常態分布觀點而論，當控制組與實驗組兩者平均數 μ 相同、變異數 σ^2 相同時，其兩組之常態分布曲線一致，所以可推論植入 RFID 標籤（無論植入 UHF 標籤或寵物晶片標籤，也無論植入深度為 1cm 或 2cm）對試體抗壓強度無明顯影響。

表 3-5 實驗組與控制組抗壓強度均值檢定統計表

標籤類型	觀測數 n_i	平均數 \bar{X}_i	標準差 S_i	F 檢定			T 檢定			備註
				F 值	$F_{\alpha}(n_1-1, n_2-1)$	σ_1^2 與 σ_2^2 是否相等	T 值	$t_{\alpha/2}$ 或 $-t_{\alpha/2}$	是否拒絕 H_0	
控制組	30	475.8	10.68	—	—	—	—	—	—	
UHF 組	29	469.0	10.80	0.978	1.875	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	2.431	2.66	否	
UHF(1cm) 組	15	470.1	10.26	1.084	2.314	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	1.709	2.70	否	
UHF(2cm) 組	14	467.9	11.63	0.843	2.386	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	2.222	2.70	否	
Pet 組	30	476.0	11.87	0.810	1.861	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	-0.069	-2.66	否	
Pet(1cm) 組	15	474.9	14.05	0.578	2.314	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	0.240	2.70	否	
Pet(2cm) 組	15	477.1	9.58	1.243	2.314	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	-0.398	-2.70	否	

3.3 RFID 技術應用於水泥混凝土圓柱試體工地試辦評估

3.3.1 工地實做混凝土圓柱試體植入 RFID 標籤

透過前項試驗室取樣抗壓試驗結果，經統計檢定評估植入 RFID 標籤對試體強度無明顯影響。為進一步了解工地現場下，RFID 標籤對混凝土試體抗壓強度的影響，

本所商請本局西部濱海公路北區臨時工程處協助，於該處主辦工地取樣製作 8 組混凝土圓柱試體，同組 3 顆試體均自同一預拌混凝土車中卸料取樣，每組 3 顆其中 1 顆為控制組（不植入 RFID 標籤），另 2 顆為實驗組分別植入寵物晶片與 UHF 標籤後抹平混凝土表面，再讀取確認試體內 RFID 標籤識別碼。

本次試辦 8 組共 24 顆混凝土圓柱試體編號方式整理如下表 3-6：

表 3-6 工地試辦 8 組圓柱試體編號方式

組別	寵物晶片	UHF 標籤	未植入晶片
	Pet 組	UHF 組	控制組
第 1 組試體編號	1-1	1-2	1-3
第 2 組試體編號	2-1	2-2	2-3
第 3 組試體編號	3-1	3-2	3-3
第 4 組試體編號	4-1	4-2	4-3
第 5 組試體編號	5-1	5-2	5-3
第 6 組試體編號	6-1	6-2	6-3
第 7 組試體編號	7-1	7-2	7-3
第 8 組試體編號	8-1	8-2	8-3

3.3.2 辦理 RFID 標籤工地試體抗壓強度試驗

完成混凝土初期養護後將 24 顆混凝土圓柱試體移入養護水槽內執行標準養護，於齡期 28 天時依 CNS 1232[混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法] 辦理抗壓強度試驗，試驗結果整理如表 3-7 與圖 3-13。

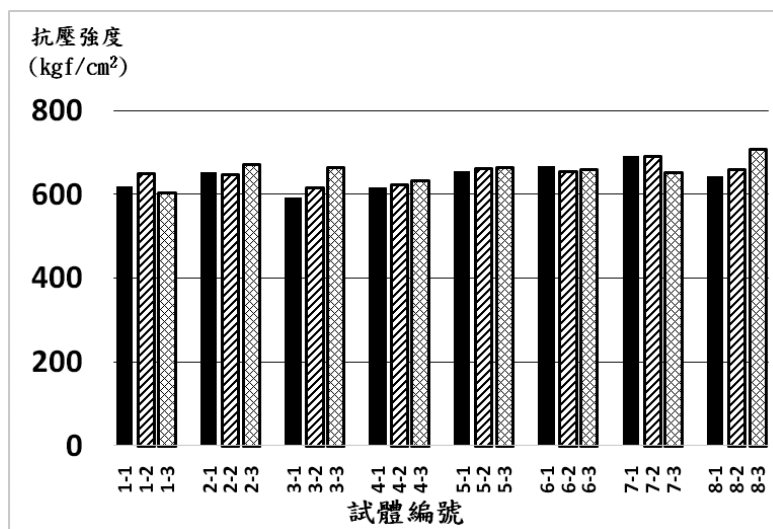


圖 3-13 工地試辦混凝土圓柱試體抗壓強度試驗結果

表 3-7 工地試辦混凝土圓柱試體抗壓強度試驗結果彙整表

試驗 編號	直徑 (mm)			高度 (mm)			長徑比	承壓 力量 (kgf)	面積 (cm ²)	抗壓 強度 (kgf/cm ²)
	直徑 1	直徑 2	平均 直徑	高度 1	高度 2	平均 高度				
1-1	150.43	150.19	150.31	292.0	293.1	292.5	1.95	110,067	177.422	620.4
1-2	150.43	149.97	150.20	291.6	291.5	291.6	1.94	115,242	177.186	650.4
1-3	150.51	150.22	150.37	294.4	294.5	294.4	1.96	107,327	177.658	604.1
2-1	149.90	149.69	149.80	293.0	292.7	292.8	1.95	115,338	176.244	654.4
2-2	152.27	152.41	152.34	294.3	295.1	294.7	1.93	118,094	182.175	648.2
2-3	150.03	149.99	150.01	293.4	293.4	293.4	1.96	118,762	176.715	672.1
3-1	150.08	150.18	150.13	291.2	291.3	291.2	1.94	104,840	176.950	592.5
3-2	150.50	150.37	150.44	288.9	288.7	288.8	1.92	109,588	177.658	616.8
3-3	150.09	150.40	150.25	292.7	292.7	292.7	1.95	117,993	177.186	665.9
4-1	150.07	150.52	150.30	289.7	290.1	289.9	1.93	109,310	177.422	616.1
4-2	149.93	149.67	149.80	284.8	284.2	284.5	1.90	109,989	176.244	624.1
4-3	150.09	150.72	150.41	290.6	290.5	290.5	1.93	112,714	177.658	634.4
5-1	149.98	150.29	150.14	294.5	293.8	294.2	1.96	115,962	176.950	655.3
5-2	150.84	150.06	150.45	295.4	295.2	295.3	1.96	117,745	177.895	661.9
5-3	150.46	149.73	150.10	290.8	290.3	290.6	1.94	117,807	176.950	665.8
6-1	150.43	150.71	150.57	287.9	288.4	288.1	1.91	119,114	178.131	668.7
6-2	150.26	149.91	150.10	294.4	294.4	294.4	1.96	116,173	176.950	656.5
6-3	150.87	151.14	151.01	291.7	292.8	292.2	1.93	118,074	179.079	659.3
7-1	148.35	149.05	148.70	294.1	293.7	293.9	1.98	120,367	173.665	693.1
7-2	150.28	151.72	151.00	293.3	293.4	293.4	1.94	123,711	179.079	690.8
7-3	150.02	150.33	150.18	294.5	295.0	294.8	1.96	115,729	177.186	653.1
8-1	150.60	150.28	150.44	290.6	291.8	291.2	1.94	114,229	177.658	643.0
8-2	151.99	151.39	151.69	289.7	289.2	289.4	1.91	119,413	180.743	660.7
8-3	150.03	149.70	149.87	290.9	290.6	290.8	1.94	124,921	176.479	707.9

3.3.3 工地植入 RFID 標籤對混凝土圓柱試體抗壓強度影響評估

為分析工地實作植入 RFID 標籤對混凝土圓柱試體抗壓強度的影響，利用本次試辦 8 組混凝土試體（成對樣本^A），以統計學有關成對母體平均數差的統計推論方法評估 RFID 標籤對工地試體抗壓強度的影響。

1. 本次試辦抽樣 8 組混凝土試體，同組 3 顆試體均取樣自同一預拌混凝土車，故可視每組混凝土圓柱試體之抗壓強度為「成對樣本」，同一組試體（成對樣本）的抗壓強度差異稱為「成對差異」，以符號 D 表示。定義符號如下：

n ：樣本數（ $n=8$ ）

D ：成對差異（同組試體抗壓強度之差值）

$D_{\text{pet}} = (\text{植入寵物晶片試體強度} - \text{未植入晶片試體強度})$

$D_{\text{UHF}} = (\text{植入 UHF 標籤試體強度} - \text{未植入晶片試體強度})$

μD ：母體成對差的平均數，即 $\mu D = \mu 1 - \mu 2$

\bar{D} ：成對差的樣本平均數，即 $\bar{D} = \sum D / n$

S_D^2 ：成對差的樣本變異數

$$s_D^2 = \frac{\sum D^2 - n(\bar{D})^2}{n - 1}$$

2. 建立假設

$\mu 2$ 為控制組之抗壓強度， $\mu 1$ 為實驗組（Pet 組或 UHF 組）之抗壓強度， D 為同組試體之抗壓強度差值（ D_{pet} 與 D_{UHF} ）。本研究想了解兩母體（實驗組與控制組）抗壓強度均值是否有差異，因此設立虛無假設 H_0 與對立假設 H_1 如下：

虛無假設 $H_0 : \mu_D = 0$ （實驗組與控制組抗壓強度相等）

對立假設 $H_1 : \mu_D \neq 0$ （實驗組與控制組抗壓強度不相等）

3. 選擇檢定程序及檢定統計量：因 $n=8$ 屬小樣本，成對母體差（混凝土抗壓強度差值）為常態分配但變異數未知，故以 T 分配來做假設檢定。

4. 建立顯著水準： $\alpha = 0.05$ 。

5. 決定拒絕域及接受域

因為對立假設的符號為 \neq ，故採取雙尾檢定。

而 $\alpha = 0.05$ ， $(\alpha/2) = 0.025$ ， t 的自由度 $df = n-1 = 8-1 = 7$ 。

^A 成對樣本：自母體中抽取元素，對同一元素蒐集實驗前後兩個觀察值所構成的樣本稱為成對樣本（paired samples）。（現代統計學修訂版，105 年 7 月，林惠玲、陳正倉）[11]

因此 T 分配的臨界值為 $-t_{(7,0.025)} = -2.365$

$$t_{(7,0.025)} = 2.365$$

6. 計算檢定統計量 T

$$T = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_{\bar{D}}}, \text{ 其中 } s_{\bar{D}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

7. 進行決策

計算 T 值落在接受域或拒絕域，以進行分析。

8. 檢定數據結果計算如表 3-8 與表 3-9 所示。

9. 決策說明

從表 3-9 中計算之 T 值均落於臨界值內（接受域），代表無法拒絕虛無假設（實 $H_0 : \mu_D = 0$ 驗組與控制組抗壓強度相等）。所以可推論植入 RFID 標籤（無論植入 UHF 標籤或寵物晶片）對工地試辦之圓柱試體抗壓強度無明顯影響。

表 3-8 實驗組與控制組抗壓強度差值檢定統計表（一）

組別	試驗編號			抗壓強度差(kgf/cm ²)		(D _{pet}) ²	(D _{UHF}) ²
	抗壓強度(kgf/cm ²)			D _{pet}	D _{UHF}		
第 1 組	1-1	1-2	1-3				
	620.4	650.4	604.1	16.3	46.3	265.69	2143.69
第 2 組	2-1	2-2	2-3				
	654.4	648.2	672.1	-17.7	-23.9	313.29	571.21
第 3 組	3-1	3-2	3-3				
	592.5	616.8	665.9	-73.4	-49.1	5387.56	2410.81
第 4 組	4-1	4-2	4-3				
	616.1	624.1	634.4	-18.3	-10.3	334.89	106.09
第 5 組	5-1	5-2	5-3				
	655.3	661.9	665.8	-10.5	-3.9	110.25	15.21
第 6 組	6-1	6-2	6-3				
	668.7	656.5	659.3	9.4	-2.8	88.36	7.84
第 7 組	7-1	7-2	7-3				
	693.1	690.8	653.1	40	37.7	1600.00	1421.29
第 8 組	8-1	8-2	8-3				
	643	660.7	707.9	-64.9	-47.2	4212.01	2227.84
總和				-119.1	-53.2	12312.05	8903.98
平均值 \bar{D}				-14.89	-6.65		
標準差 s_D				38.80	34.95		

表 3-9 實驗組與控制組抗壓強度差值檢定統計表 (二)

標籤類型	n	\bar{D}	S _D	顯著水準	T 檢定 (雙尾檢定)				是否拒絕 H ₀
					df	-t _(7,0.025)	t _(7,0.025)	T 值	
Pet 組	8	-14.89	38.80	$\alpha=0.05$	7	-2.365	2.365	-1.09	否
UHF 組	8	-6.65	34.95	$\alpha=0.05$	7	-2.365	2.365	-0.54	否

四、結論與建議

1. 本次研究選用的 2 種 RFID 標籤 (低頻的寵物晶片與超高頻的 UHF 標籤), 在水泥混凝土品質管理 (抗壓強度試驗) 的生命週期內均能被有效辨識, 故 2 種 RFID 標籤皆能作為混凝土試體品質管理之用。
2. RFID 標籤唯一識別碼 (RF tag unique identifier, 簡稱 UID), 為識別 RF 標籤之唯一編碼 [12], 這個號碼是在晶圓廠出廠時就寫入每顆 IC 裡。每顆 IC 號碼都不相同, 讀取器可以讀取 UID 但無法重寫。藉由 UID 可做為試體身分識別之用, 除能改善人力辨識效果不佳之疑慮, 更能預防試體遭掉包抽換等問題。
3. 根據過去的文獻研究, 以及本次研究成果應用統計學中的統計檢定方法, 檢定結果均為無法拒絕『控制組抗壓強度平均數 = 實驗組抗壓強度平均數』的假設, 故可推論植入 RFID 標籤對圓柱試體抗壓強度無明顯影響。
4. 建議將 RFID 標籤以水平方式植入混凝土試體, 植入位置為中央區域離試體完成面約 1 ~ 2cm 深度處, 以利後續使用者能快速掌握讀取器較佳的通信方位。
5. 本次研究選用低頻之寵物晶片標籤與超高頻之 UHF 標籤, 雖同屬 RFID 技術範疇, 惟因通訊頻率不同故 2 種系統並不相容, 需各自對應特定頻率之讀取器, 標籤單價與讀取器性能價格亦有所差異, 建議使用單位審慎評估後選用。尤其 UHF 標籤樣式多變、規格及尺寸不一, 建議使用單位採購前應就 UHF 標籤規格、防水等級與辨識距離等性能評估。
6. 本次研究僅探討植入 RFID 標籤後及進行抗壓試驗前各階段標籤之辨識性, 後續要完整利用 RFID 技術的優勢, 可委請廠商就實際需求開發後端應用軟體與資料庫整合等部份。
7. 綜整以上結論, 混凝土品質管理導入無線射頻辨識 (RFID) 技術, 藉以減省送驗所需人力與時間, 為可行方案。

致 謝

本研究主題承蒙鄧總工程司文廣發想並於過程中指導研究方向，龍形企業股份有限公司協助提供預拌混凝土及工作場地，本局西部濱海公路北區臨時工程處及該處第三工務段協助辦理工地試辦作業，中興工程顧問有限公司與工信工程股份有限公司協助工地試辦試體取樣製作與導入 RFID 晶片評估試做，謹申謝忱。

參考文獻

1. 交通部公路總局 . 工程施工品質管理作業規定 . 2020/01.
2. RFID 無線射頻辨識 . [線上] [引用日期 : 2021 年 02 月 05 日 .] <http://kevin.hwai.edu.tw/~kevin/material/EAssistant/RFID.htm>.
3. 無線射頻辨識 . [線上] [引用日期 : 2021 年 02 月 05 日 .] <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%84%E9%A2%91%E8%AF%86%E5%88%AB>.
4. 淺談 RFID 無線射頻辨識系統技術 . 朱耀明、林財世 . 第二期 , 生活科技教育月刊 , 2005 年 , 第三十八卷 冊 .
5. 黃傑珉 . E-Tag 應用在臺灣高速道路管理之實務探討 . 中國科技大學企業管理研究所碩士學位論文 , 2013.
6. 呂筦逢 . 無線射頻辨識 (RFID) 應用於混凝土試體電子化管理之研究 . 台北 : 國立台北科技大學碩士論文 , 2006.
7. 顏漢輝 . RFID 技術應用於混凝土試體管控作業流程之研究 . 台北 : 國立台北科技大學碩士論文 , 2008.
8. 中華民國國家標準 . CNS 11771 [化學分析與物理試驗許可差總則] . 1986.
9. ASTM. E178 [Standard Practice for Dealing With Outlying Observations]. 2016a 年 .
10. ACI 214R-11,2011,"Recommended Practice for Evaluation of Strength Test Results of Con-crete"
11. 林惠玲、陳正倉 . 現代統計學修訂版 . 105 年 7 月 .
12. 中華民國國家標準 . CNS 15324 [資訊技術—品項管理之無線射頻識別—無線射頻標籤唯一識別] . 2010.

淡江大橋環境生態施工檢測預警制度

王隆呈¹ 朱衍宇² 陳奇蔚³ 林仲倫⁴

摘要

淡江大橋興建計畫於 88 年 11 月通過環境影響評估審查，因規劃設計起點線型變更、匝道起訖里程更動，分別於民國 91 年及 98 年提出變更內容對照表審查並經環保署核可變更。民國 100 年 9 月因匝道型式調整以及輕軌捷運共構設計，提出第 1 次環境影響差異分析報告書審查，於 102 年 6 月 19 日環保署環境影響評估審查委員會第 237 次審查會議獲准通過。

依據第 237 次環評審查會決議，開發單位應於施工前成立環境保護監督小組，並將資料上網公告。以及制訂文化資產及生態資訊停復工機制。102 年 6 月環評審查會議通過環差分析報告後，經提送定稿本及公開評選環境監測執行廠商後，本局於同年 12 月 30 日依據「淡江大橋及其連絡道路規劃環境影響差異分析報告(定稿本)」內容，進行淡江大橋及其連絡道路施工前、施工中及營運階段環境監測作業。

環境監測計畫依環評書件中規定之工作內容逐項進行，本文則以執行環境監測作業所得之數據，檢視停復工條件門檻，如有異常狀況則啟動異常通報機制向監造施工單位反應，提出調整工項施作及環境保護因應對策，以共同維護環境。

本計畫由 102 年起檢視停復工機制及運作異常通報，並提出各項因應對策，已驗證淡江大橋工程施作對於工區周圍生態環境影響並無顯著影響。同時也驗證監測團隊配合工項進度以及異常狀況之通報，運作生態停復工機制，持續提出污染預防管制作為及因應對策之建議，確已達逐步強化環境保護之成果。

關鍵字：淡江大橋、環保署、審查結論、環境監測作業、環境保護監督小組、停復工機制。

¹ 公路總局西部濱海公路北區臨時工程處勞安科科長

² 公路總局西部濱海公路北區臨時工程處正工程師

³ 亞新工程顧問股份有限公司環境永續部正工程師

⁴ 亞新工程顧問股份有限公司環境永續部工程師

一、前言

淡江大橋興建計畫於 88 年 11 月通過環境影響評估審查，因規劃設計起點線型變更、匝道起訖里程更動，分別於民國 91 年及 98 年提出變更內容對照表審查並經環保署核可變更。民國 100 年 9 月因匝道型式調整以及輕軌捷運共構設計，提出第 1 次環境影響差異分析報告書審查，於 102 年 6 月 19 日環保署環境影響評估審查委員會第 237 次審查會議獲准通過。

本局依第 237 次審查會議記錄之初審意見第 (一) 條第 2 項第 (3) 款規定：文化資產及生態資訊應制訂停工復育機制。及第 (4) 款規定：本案開發單位應於施工前成立環境保護監督小組。由 102 年 12 月 30 日起執行環境監測作業 (以下簡稱本計畫)，同時成立環境保護監督小組 (以下簡稱監督小組)，並制訂了紅樹林、蟹類、彈塗魚及鳥類的停復工機制 (以下簡稱停復工機制)。

環境監測作業範圍涵蓋淡江大橋及其連絡道全程，由八里台 61 線至淡水端沙崙路底，監測項目包括物化環境、自然生態、文化資產、陸上及水下考古，每季進行環境監測作業，依據環保署公告之季監測報告格式進行數據資料彙整分析及編寫成環境監測季報告書。淡江大橋及其連絡道路線圖如下圖所示。



圖 1-1 淡江大橋及其連絡道路線圖

由 17 位監督小組委員每季進行環境監測季報告書書面審查，如有必要再進行現地查核作業。監督小組主要任務為依據環差分析報告內容及環評審查結論，監督文化、生態及其他專業事項執行之情形，以及監督環境調查、監測及相關資料公開作業執行情形。

停復工機制則為環評書件明訂執行範圍為八里端 (3.8K~5.3K) 工區 250 公尺內，制訂調查統計生態物種數量變化，並設立停工的條件門檻，如達停工條件，則需立即停工，召開專家學者諮詢會議，依專家學者決議是否持續調查或是復工施作。環境監測期程分為施工前 1 年，施工中 10 年以及營運階段 2 年，生態停復工之條件制定則

以施工前 1 年之生態調查數據為比較之基準，於施工中執行生態調查所得數據，與施工前同一季數據相比，如符合設定之百分比則進入停復工機制。

環差分析報告書除了要求監測作業外，須另執行三項生態調查研究計畫，因繁殖巢位調查研究計畫內容與本計畫生態調查內容部分重疊，經協議之後，發展相互比對標準作業程序，以確保符合環評規定。另針對各季次環境調查、採樣分析後之數據，如有遭遇不符環保法規或數據異常現象發生，本計畫亦發展出異常通報機制，以備忘錄方式通報監造及施工單位，內容包括瞭解污染成因、進行文獻資料比對、釐清污染源責任及提出污染防制措施相關因應對策。本計畫進行至今已滿 9 年，與研究計畫調查數據勾稽比對後，尚未發生符合停工之條件項目，上述作業內容陸續於本文各節中說明。

二、周邊生態敏感區概述

計畫道路周邊生態敏感區位如圖 2-1，鄰近環境敏感區位包含淡水河流域濕地 (國家級)、挖仔尾濕地 (國家級)、挖仔尾自然保留區、重要野鳥棲息環境、八里地區十三行博物館、中崙地區密集住宅及訊塘社區，計畫道路另位經 1052 保安林地 (防風



圖 2-1 周邊生態敏感區位圖

林)。因此必須於開發過程中提出降低周邊生態環境具體可行之環境保護措施。

三、環境監測作業

環境監測期程分為施工前 1 年，施工中 10 年以及營運階段 2 年，各階段監測項目及起訖時間如下：

1. 施工前階段環境監測 (103 年 12 月至 104 年 11 月)

包含河川底質、空氣品質、噪音振動、河川水質、海域水質、陸域植物、陸域動物、水域生物、海域生物、交通運輸、文化資產及水下考古等 12 項目。

2. 施工中階段環境監測 (104 年 12 月至 113 年 11 月)

監測項目包含空氣品質、工區空氣品質、噪音振動、營建噪音、河川水質、放流水水質、海域水質、陸域植物、陸域動物、水域生物、海域生物、交通運輸及文化資產等 13 項目。另於施工期間若因停工機制啟動時，則需進行生態連續監看工作。

3. 營運階段環境監測 (113 年 12 月至 115 年 11 月)

監測項目包含空氣品質、噪音振動、河川水質、海域水質、陸域植物、陸域動物、水域生物、海域生物、交通運輸及樹木移植地點活存率調查等 10 項目。

施工中階段及營運階段監測項目及點位如圖 3-1。圖中可看出施工中及營運階段之環境監測點位及監測項目，營運階段與施工中階段監測項目主要差別在於施工中階段之工區環境監測項目以及文化資產施工監看作業，營運階段則無該類項目。但營運階段除延續各類監測項目外，於新增樹林移植存活率調查項目，其點位標示於圖 3-1。監測及採樣作業方式均依據環境保護署公告之標準方法或技術規範進行，由圖 3-1 可看出監測點位沿計畫道路分布以確保可取得淡江大橋周邊具代表性之數據，進行完整分析，充分反應環境現況。

施工中階段環境監測項目、點位、參數及頻率示如表 3-1，表中將第 2 次環差分析報告由 106 年新增之項目以粗體字標示為註 1，包括水下文化資產遺址及鳳頭蒼鷹及八哥之巢位監測。第 3 次環差分析報告由 110 年起新增項目以粗體字標示為註 2，包括物化環境監測項目外，特別在陸域動物項目中新增台 61 線增設南向匝道向外 100 公尺衝擊區及 101-1000 公尺對照區調查，以完備生態調查作業。請詳閱表 3-1。

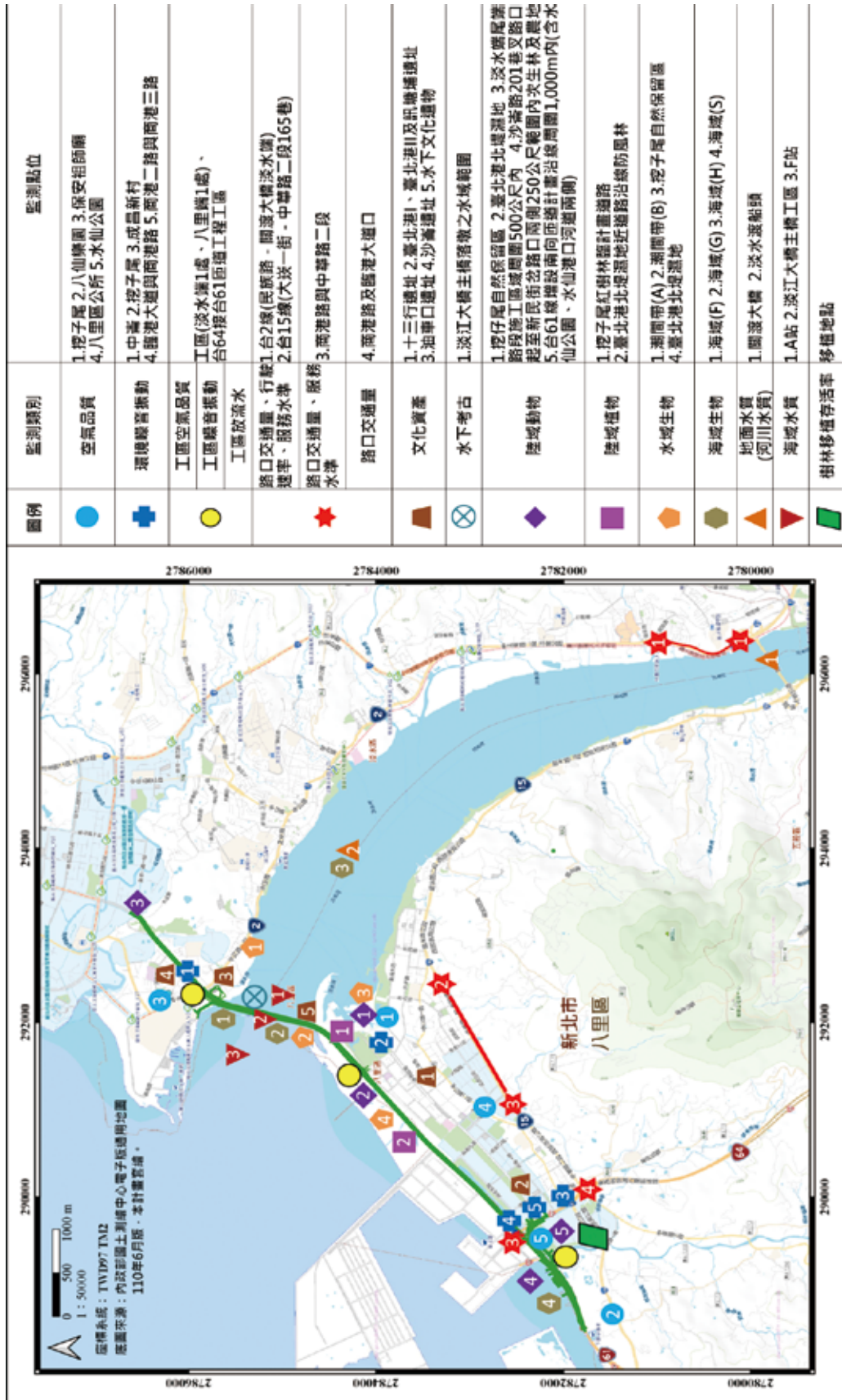


圖 3-1 本計畫監測類別及監測點位示意圖

表 3-1 本計畫施工中階段環境監測計畫表

類別 監測	監測項目	監測地點	監測頻率
空氣品質 (含工區空氣品質)	細懸浮微粒 (PM2.5)	1. 各工區周界 2. 挖仔尾 3. 八仙樂園 4. 保安祖師廟 5. 八里區公所 6. 水仙公園 ^{註2}	每季一次 每次連續 監測 24 小時。
	懸浮微粒 (PM10)		
	總懸浮微粒 (TSP)		
	二氧化氮		
	二氧化硫		
	一氧化碳		
	臭氧		
	溫度		
	濕度		
	風向		
	風速		
營建噪音	均能音量 (Leq)	1. 八里端工區周界處 2. 淡水端工區周界處 3. 台 64 接台 61 匝道工程 工區周界 ^{註2}	每兩週於 各工區周 界依最新 公告之營 建噪音量 測方法量 測。
	最大音量 (Lmax)		
	低頻噪音 (Leq,LF(20Hz~200Hz))		
噪音振動	噪音 (Leq、Lmax、Lx(x=5,10,50,90,95))	1. 中崙 2. 挖仔尾 3. 成昌新村 4. 臨港大道與商港路 ^{註2} 5. 商港二路與商港三路 ^{註2}	每半年進 行一次 平、假日 各連續 24 小時監 測。
	振動 (Lveq、Lvmax、Lv(x=5,10,50,90,95))		
	低頻噪音 (Leq,LF(20Hz~200Hz))		
放流水質 (含工區放流水)	水溫	1. 八里端工區放流口 2. 淡水端工區放流口 3. 台 64 接台 61 匝道工程 工區周界 ^{註2}	每月一次
	氫離子濃度指數		
	氟鹽		
	氨氮		
	生化需氧量		
	化學需氧量		
	懸浮固體		
	真色色度		

河川水質	水溫	1. 關渡大橋 (淡水河) 2. 淡水渡船頭 (淡水河)	每月一次
	氫離子濃度指數		
	溶氧量		
	生化需氧量		
	懸浮固體		
	比導電度		
	硝酸鹽氮		
	氨氮		
	總磷		
	大腸桿菌群		
	一般重金屬		
	重金屬 (汞)		
	重金屬 (砷)		
	酚類		
	陰離子界面活性劑		
	油脂		
化學需氧量			
海域水質	水溫	1.A 站 (上游 500 公尺) 2. 淡江大橋主橋工區 3.F 站 (下游 500 公尺)	每季一次
	氫離子濃度指數		
	溶氧量		
	生化需氧量		
	大腸桿菌群		
	鹽度		
	透明度		
	總油脂		
	礦物性油脂		
	一般重金屬		
	重金屬 (汞)		
	重金屬 (砷)		

海域水質	濁度	1.A 站 (上游 500 公尺) 2. 淡江大橋主橋工區 3.F 站 (下游 500 公尺)	每季一次
	懸浮固體		
	葉綠素 a		
陸域植物	臺北港北堤濕地樹冠覆蓋度、葉黃化程度、葉的大小或葉子稀疏。	臺北港北堤濕地近道路沿線防風林 3 處監測樣區及 2 處比較樣區	每季二次
	挖仔尾紅樹林實地定點觀測照相、淤泥高度、族群結構、凋落物 (含枝葉) 量。	挖仔尾紅樹林臨計畫道路 3 處監測樣區及 2 處比較樣區	每季二次
陸域植物	鳥類種類、數量、分佈、行為及歧異度	1. 挖仔尾自然保留區 2. 臺北港北堤濕地 3. 淡水端尾端路段 (約 7k+900 至 8k+100) 施工區域周圍 500 公尺內	每季二次
		4. 台 61 線增設南向匝道向外 100 公尺衝擊區及 101-1000 公尺對照區調查 註 2	每季一次
	鳳頭蒼鷹及八哥之巢位監測 ^{註 1}	5. 沙崙路 201 巷叉路口起至新民街叉路口兩側 250 公尺範圍內次生林及農地 註 1	每年 3 月到 7 月之間，每月一次。
水域生物	浮游植物、大型藻類、浮游動物、底棲動物、文蛤苗 (測站 B 及文蛤保護區之測站 A)	1. 潮間帶 (測站 A,B)	每季一次
	1. 底棲動物 (蟹類及彈塗魚) 2. 各個監測位置分別各設置 3 處監測樣區及 2 處比較樣區 (單一様區面積為 2 公尺 *2 公尺)。 3. 比較樣區設置考量為可提供生態背景基礎資料，比較樣區及監測樣區若毀損或其他因素影響導致無法持續進行監測調查時，則需另擇適當地點設置新樣區。	2. 挖仔尾自然保留區 3. 臺北港北堤濕地	每季二次

海域生物	浮游植物、浮游動物、魚類、仔稚魚	海域 (測站 F, G,H,S 註 2)	每季一次
交通運輸	路口交通量、行駛速率、服務水準	1. 台 2 線 (民族路－關渡大橋淡水端) 2. 台 15 線 (大崁一街－中華路二段 165 巷)	每季一次 進行平、 假日各連 續 24 小 時監測。
	路口交通量、服務水準	商港路與中華路二段	
	路口交通量	商港路及臨港大道口	
文化資產	1. 臺北港 I、II 遺址 2. 訊塘埔遺址 3. 油車口遺址 4. 沙崙遺址 5. 水下文化遺物註 1	1. 計畫路線臨港大道與台 64 連絡道進行施工監看 2. 本計畫台 64 連絡道進行施工監看 3. 計畫路線淡水匝道進行施工監看 4. 計畫路線沙崙路段進行施工監看 5. 主橋塔及其他涉及水域之橋墩基礎開挖期間進行施工監看 ^{註 1}	施工整地、橋墩基礎開挖期間每日一次 (各標段承商執行)

註 1：106 年 7 月 25 日第 2 次環差報告通過審查之增加點位及項目。

註 2：110 年 7 月 14 日第 3 次環差報告通過審查之增加點位及項目。

四、環境保護對策及補償措施

4.1 環境保護監督小組

依行政院環境保護署環境影響評估審查委員會第 237 次會議決議，設置淡江大橋及其連絡道路計畫環境保護監督小組（以下簡稱監督小組）。

監督小組共有 17 位委員，除召集人及副召集人為當然委員外，另置機關委員 4 人、專家學者委員 5 人，其中二人由民間團體推薦名單中遴選，以及一般委員 6 人，由民間團體推薦名單中遴選。委員任期為二年，期滿得續聘之。

小組會議以每三個月召開一次為原則，必要時得召開臨時會議及現場勘查。每屆委員產生時視情形進行現場勘查，使當屆委員能快速了解工程進度及環境現況。會議應有全體委員半數以上之出席及出席委員半數以上之同意，始得通過決議，正反意見同數時，主席得裁決之。監督小組委員審查及現勘如圖 4-1 所示。



委員審查



現地勘查

圖 4-1 監督小組委員審查會議及現地勘查

4.2 臺北港北堤溼地保護對策及補償措施：

1. 生態教育訓練

第 2 次環差分析報告中針對濕地保護對策及補償措施要求於施工期間每年針對新進施工員進行生態教育訓練。本局除遵照辦理外更增加辦理施工期間的文化資產、環境保護的教育訓練場次，提昇施工人員環保意識，111 年度態教育訓練如圖 4-2 所示。



主席致詞



生態環境教育訓練課程



文化資產教育訓練課程



環境保護教育訓練課程



課程結訓測驗



主席結訓

圖 4-2 教育訓練課程

2. 防風林補植

因淡江大橋八里端預定路權範圍行經保安地，聯絡道施作而減少之防風林，依環差分析報告環評承諾，補償面積為損失面積之 1.5 倍 (5.92 公頃, 如圖 4-3)，現勘選定林口區沿海區域進行補植，並編列 6 年管理經費。



圖片來源：交通部 111 年度工程查核淡江大橋新建工程防風林新植及撫育工作，主辦機關簡報 P.A2

圖 4-3 補植位置圖

3. 生態研究計畫

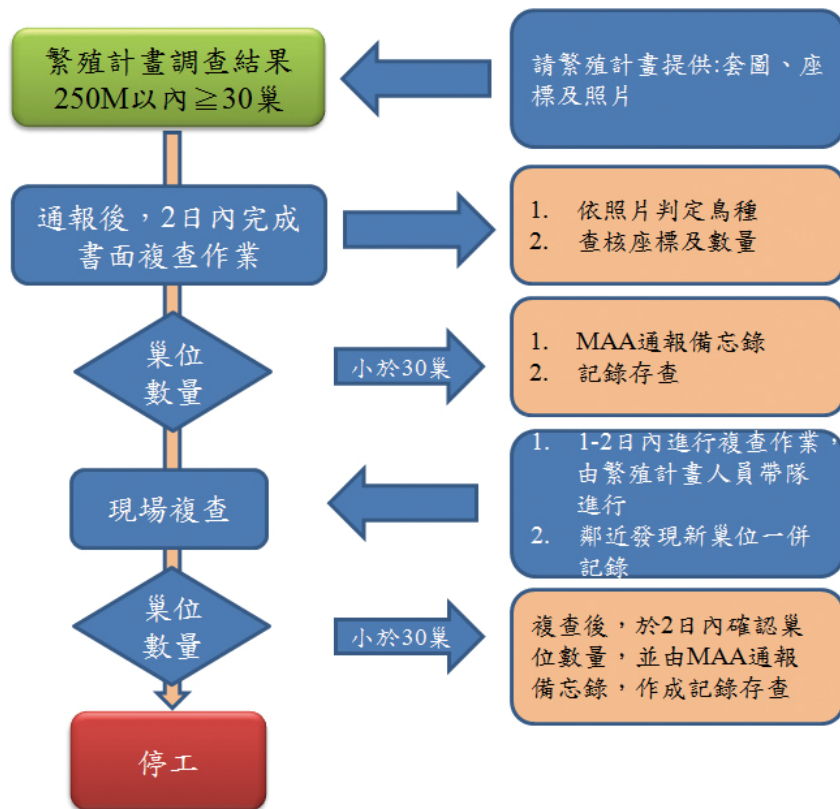
依據環評承諾，為掌握工程施工對生態環境的影響程度，於 102 年起啟動「淡水河河口溼地紅樹林及底棲生物」、「臺北港北堤溼地水鳥長期監測及繁殖生態」與「淡水河河口鷗科及雁鴨科等鳥類飛行之影響」三項生態研究計畫，配合生態監測之時程進行調查，以作為相關生態對策研擬依據，避免因工程進行而使區域內野生動、植物組成有明顯變化或造成物種消失。

三項研究計畫中之「臺北港北堤溼地水鳥長期監測及繁殖生態」因調查水鳥繁殖巢位，與停復工機制東方環頸鴿繁殖巢位數量調查數量重疊，因研究計畫調查頻率較為密集 (每年 3~8 月)，調查範圍 (北堤濕地) 涵蓋環境監測調查之區位 (八里端 (3.8K~5.3K) 施工區域周圍 250 公尺內)。

經協議後依環差分析報告停復工機制為準，每季接受研究計畫同一區位調查數量進行勾稽比對調查數量，以確保符合環評承認事項。調查區位及查核比對流程示如圖 4-4 及圖 4-5 所示。



圖 4-4 環境監測計畫及繁殖巢位研究計畫調查區位圖



註：MAA 為亞新工程顧問股份有限公司英文縮寫。

圖 4-5 查核比對流程圖

五、生態停復工機制

為降低施工期間對周圍生態環境的影響，依環差分析環評決議制定預警性及補救性二大項停工機制，其調查範圍如圖 5-1 所示，各項停工機制分述如下：



圖 5-1 本計畫各停工機制調查範圍示意圖

5.1 補救性停工機制 - 紅樹林

本計畫於挖仔尾自然保留區內設置 3 處監測樣區及 2 處比較樣區，監測樣區定義為監測樣區表示調查位置距離計畫道路較近，可能受到干擾較多。

比較樣區定義為表示調查位置離計畫道路施工區域較遠，可視為較無干擾之地區，可當作對照組比對。

停工條件為監測樣區調查結果符合 1. 相鄰 2 次調查之紅樹林成株死亡率高於 20%。2. 花、果、枝、葉等凋落物量高於施工前同季調查凋落物量之 150%。任一情形時即達停工標準。

若監測樣區與比較樣區皆發生異常情形，則判斷異常狀況並非本工程影響所致，可恢復施工作業。若監測樣區發生異常但比較樣區並未出現異常情形，則停工並召開專家會議，評估影響因素並擬定保護對策或訂定復工標準。監測樣區收集網如圖 5-2 所示。紅樹林生態停復工標準作業流程如圖 5-3 所示。



委員審查

現地勘查

圖 5-2 監測樣區收集網

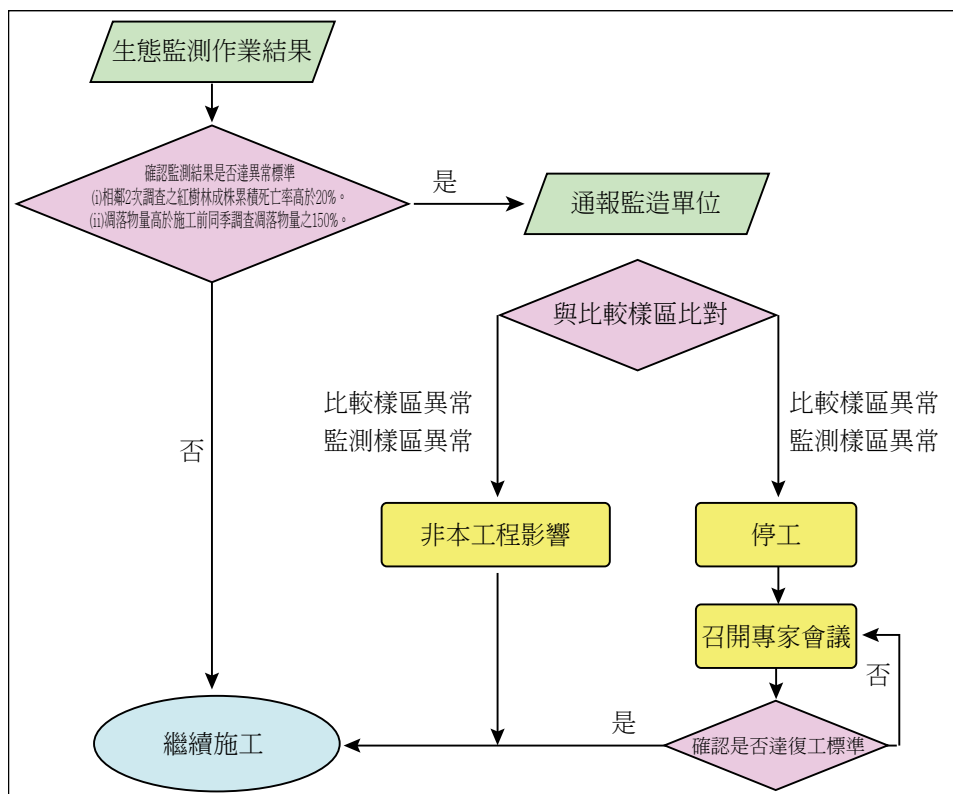


圖 5-3 生態(紅樹林)停、復工標準作業流程

5.2 補救性停工機制 - 蟹類及彈塗魚

本計畫分別於挖仔尾自然保留區、臺北港北堤濕地之潮間帶灘地環境，各設置 3 處監測樣區及 2 處比較樣區。若單一監測位置內，單次調查發現達 50 隻或以上之蟹類或彈塗魚 (總計) 屍體，即應於 1 日內通報監造單位。

停工流程：若監測樣區與比較樣區皆發生異常情形，則判斷異常狀況並非工程影響所致，可繼續施工。若監測樣區發生異常但比較樣區並未出現異常情形，則停工並召開專家會議，評估影響因素並擬定保護對策或訂定復工標準。調查物種如圖 5.4，作業流程如圖 5.5 所示。



彈塗魚



弧邊招潮蟹

圖 5-4 調查物種 - 蟹類及彈塗魚

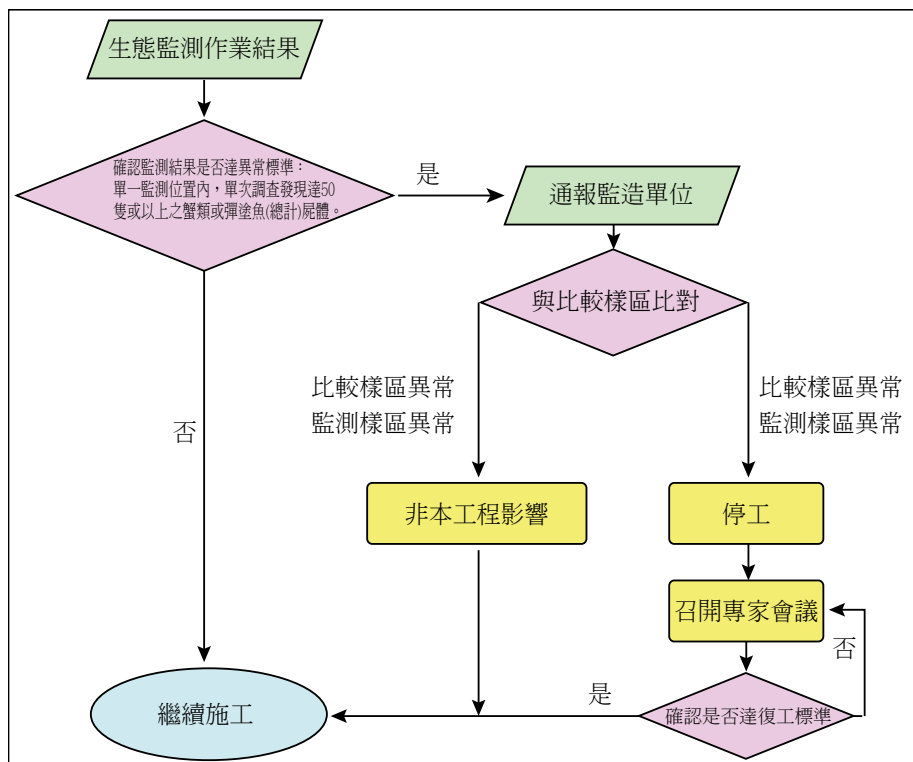


圖 5-5 生態(蟹類、彈塗魚)停、復工標準作業流程

5.3 預警性停工機制

1. 鳥類停棲情形及繁殖巢位

本計畫於計畫道路八里端 3.8K~5.3K 施工區域周圍 250 公尺範圍內進行調查。停棲情形為當監測調查敏感鳥種結果符合以下任一情形時，即是發現異常現象達停工標準。

- (1) 保育類鷗科鳥類如鳳頭燕鷗、黑嘴鷗和紅燕鷗等，合併有 10 隻以上或唐白鷺與黑面琵鷺合併有 3 隻以上同時於八里端 (3.8K~5.3K) 施工區域周圍 250 公尺內停棲。
- (2) 同時停棲於八里端 (3.8K~5.3K) 施工區域周圍 250 公尺內的鷗科鳥類總數量達 50 隻以上。

停工流程為生態監測達上述停工標準時，即通報監造單位，在完成工程安全維護作業後，並立即停工，同時開始進行每日 1 次的連續監看作業，確認停工因素是否仍存在。若連續 3 日的監看作業發現停工因素存在或達停工標準，則繼續停工並連續監看。連續監看時間內，連續 3 日未發現異常現象或經召開專家會議同意則復工，相關調查物種如圖 5-6 所示。



鳳頭燕鷗¹



黑嘴鷗¹



紅燕鷗¹



唐白鷺



黑面琵鷺¹



小燕鷗

註：1 為網路截圖，其他為本計畫拍攝。

圖 5-6 調查物種 - 鳥類停棲

2. 繁殖巢位

本計畫於計畫道路八里端 3.8K~5.3K 施工區域周圍 250 公尺範圍內進行調查。每年 4-6 月屬於黃鸝主要繁殖期，停止淡水端明挖覆蓋路段之土工工程。

於八里端 (3.8K~5.3K) 施工區域周圍 250 公尺內同一時期發現 30 巢以上的東方環頸鴿繁殖巢位，停工 30 天。停工流程為依據停工天數確實執行停工機制，待滿足停工天數後，即可恢復施工作業，相關調查物種如圖 5-7 所示，流程如圖 5-8 所示。



黃鸝¹



東方環頸鴿

註：1 為網路截圖，其他為本計畫拍攝。

圖 5-7 調查物種 - 繁殖巢位

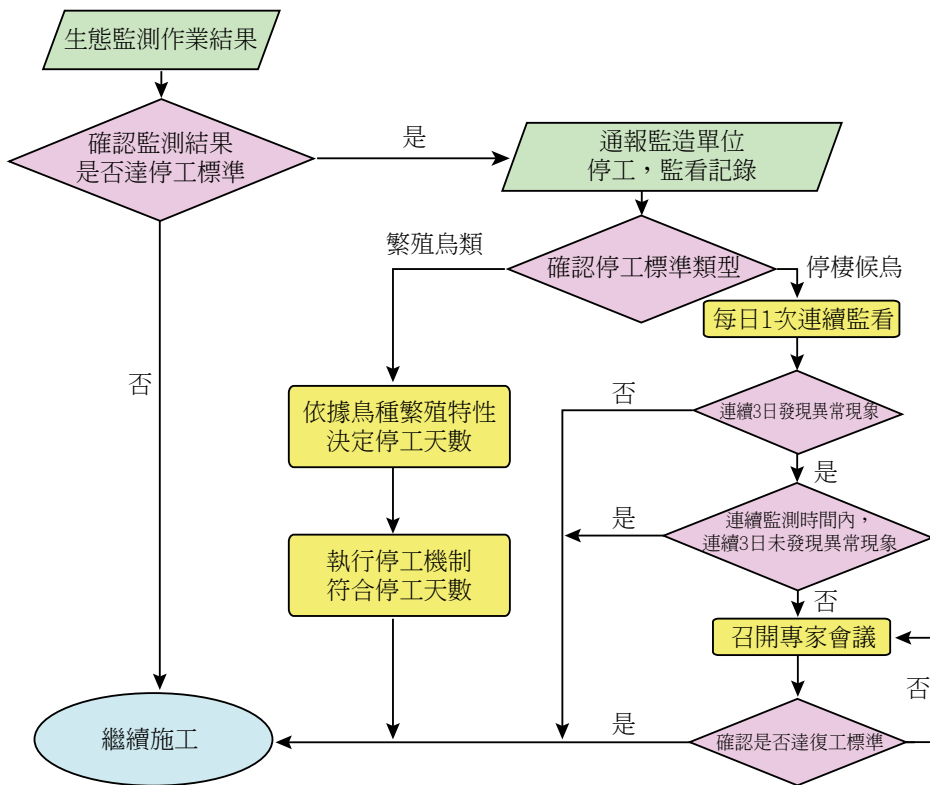


圖 5-8 生態（鳥類）停、復工標準作業流程

5.4 暫停施工作業範圍

本計畫所擬定各項停工標準均包含於施工階段陸域動物和水域監測計畫監測參數，施工階段執行監測結果若發現異常現象時，在完成工程安全維護作業後，即啟動停工機制，其暫停施工作業範圍示意圖如圖 5-9。

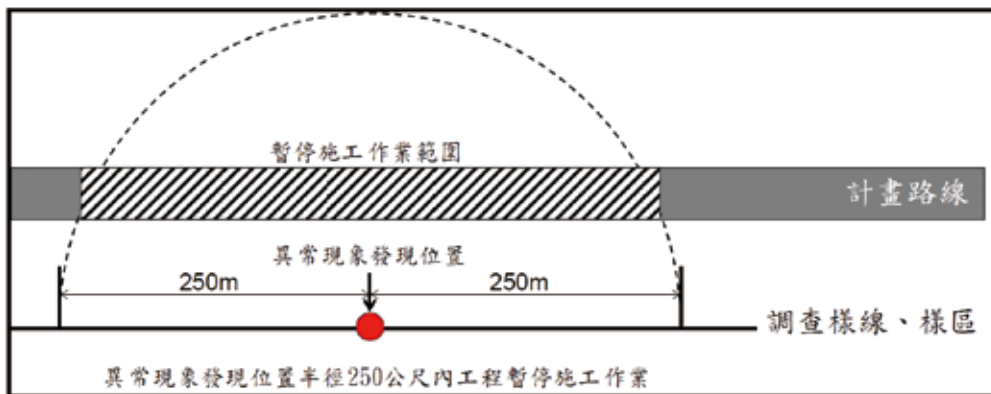
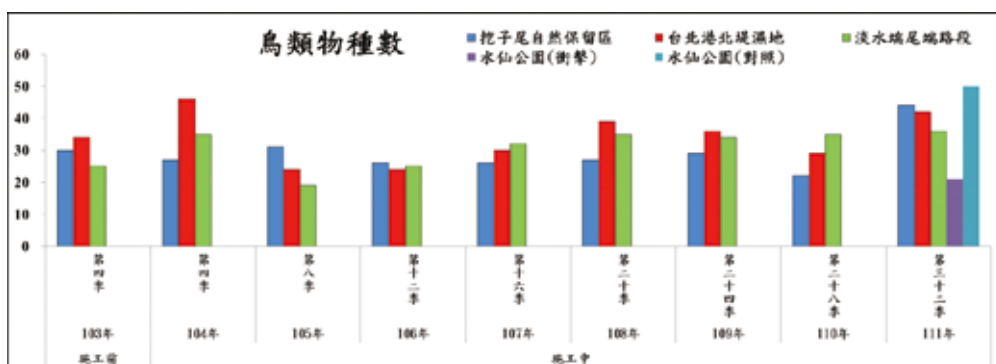


圖 5-9 暫停施工作業範圍示意圖

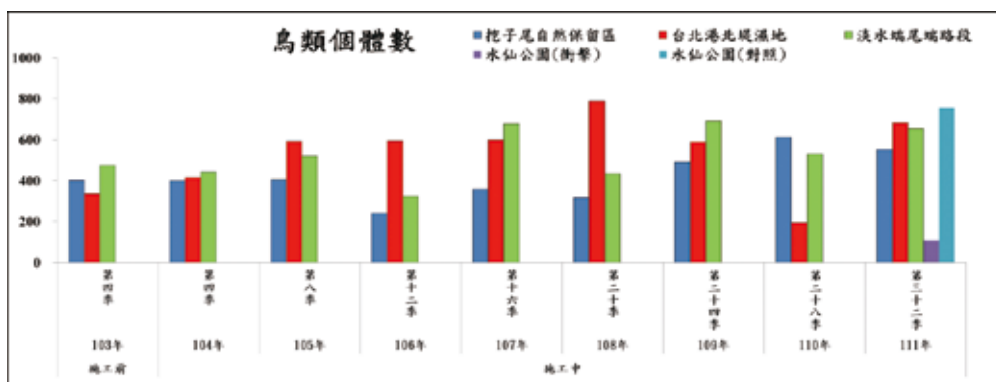
六、執行成果說明

6.1 環境監測作業成果：

綜整本計畫各季監測項目及結果，不符合標準之項目有空氣品質總懸浮微粒 (TSP)、細懸浮微粒 (PM2.5)、臭氧 (O3) 等。放流水質中有懸浮微粒 (SS)。河川水質中重金屬錳 (Mn) 及溶氧量 (DO) 等項目。海域水質則有 pH 值及溶氧量 (DO)。歷次生態調查結果，截至第 32 季 (111 年 09 月至 111 年 11 月) 止，顯示工程施作對於自然環境並無明顯的影響，歷次生態調查如下圖所示。



第三十二季鳥類物種數以挖仔尾自然保留區與水仙公園（對照）較多。



第三十二季鳥類個體數，以臺北港北堤濕地與水仙公園（對照）較多。

以上數據於每季召開之環境監督小組會議時經委員逐項審閱，並確定各項測值的成因、評估影響範圍及釐清本工程污染責任。如河川水質中重金屬錳 (Mn) 經文獻比對及環保署同時段測站測值比對，於會議中已確認為環境背景值。另溶氧測值的變化與水域環境中溫度測值呈反比關係，已於各季審查會議中檢視歷次環境監測數據確認。針對各季次不符合標準之項目均於當季釐清污染源責任，本工程對環境影響直接相關性偏低。

環境監測異常值發生後，本計畫均於實驗室測得濃度後 5 日內收到監測單位通報以及針對污染物建議實施的環保策略，確實回饋至監造單位落實監督管制作業，以維護施工環境符合環評書件之規定，不致遭受環保單位稽查時有所處分。

現場測值如有異常立即通報監造單位。實驗數據異常則以電子郵件通知監測團隊，再依下列異常通報機制進行相關資料彙整分析釐清污染源及提出具體因應對策之建議，異常通報作業流程示意如圖 6-1 所示。

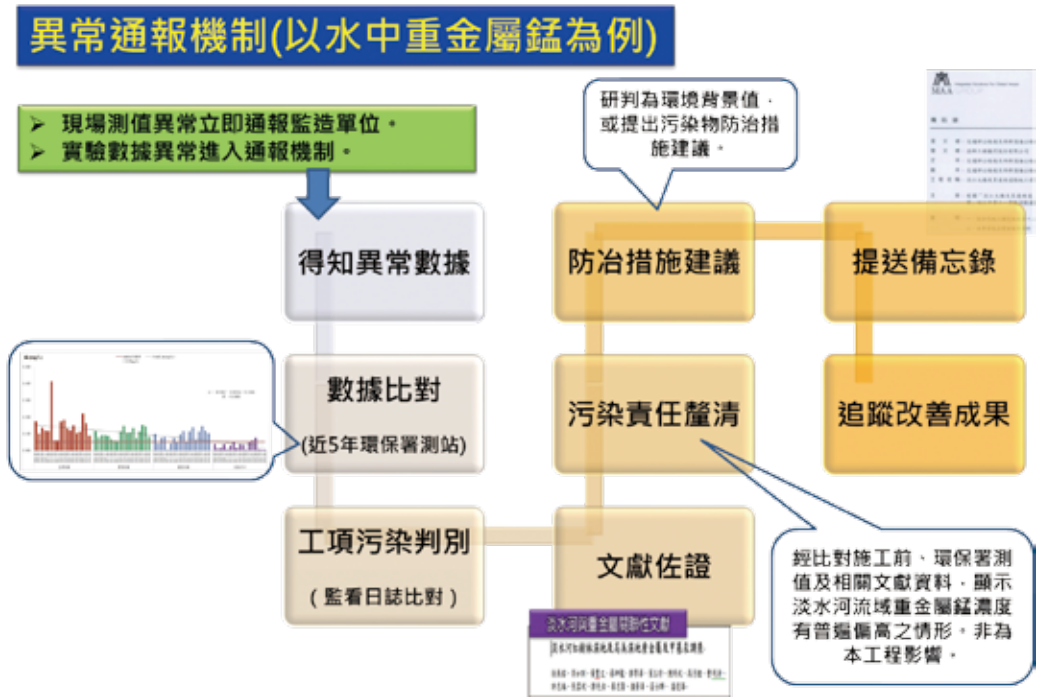


圖 6-1 異常通報作業流程示意圖

6.2 相關濕地生態保護對策及補償措施成果：

針對防風林移植計畫，本局西濱北工處於規劃防風林綠覆補償之初，受限高架橋匝道、路堤及相關橋體結構，可種植面積較少，故於林口電廠附近另覓 1.5 倍防風林補償面積，並經林務局防風林解編會議審查通過。本局西濱北工處防風林綠覆補償成果如圖 6-2 所示。



圖片來源：交通部 111 年度工程查核淡江大橋新建工程防風林新植及撫育工作，主辦機關簡報 P.A12

圖 6-2 現場空拍照片

6.3 生態保護對策之停復工標準作業

1. 補救性停工機制 - 紅樹林

依據環差報告書針對陸域植物調查劃分 10 處固定樣區 (6 處監測樣區及 4 處比較樣區)，其中監測樣區為北堤濕地之北堤 1、北堤 2 及北堤 3，與挖仔尾紅樹林之挖仔尾 1、挖仔尾 2 及挖仔尾 3；而比較樣區為北堤 4 及北堤 5 與挖仔尾 4 及挖仔尾 5。

北堤濕地監測對象係以黃槿為主的防風林，設置樣區大小為 10 公尺 × 10 公尺；挖仔尾濕地監測對象為以水筆仔為主的紅樹林，設置樣區大小為 1 公尺 × 1 公尺。點位如圖 6-3 所示。

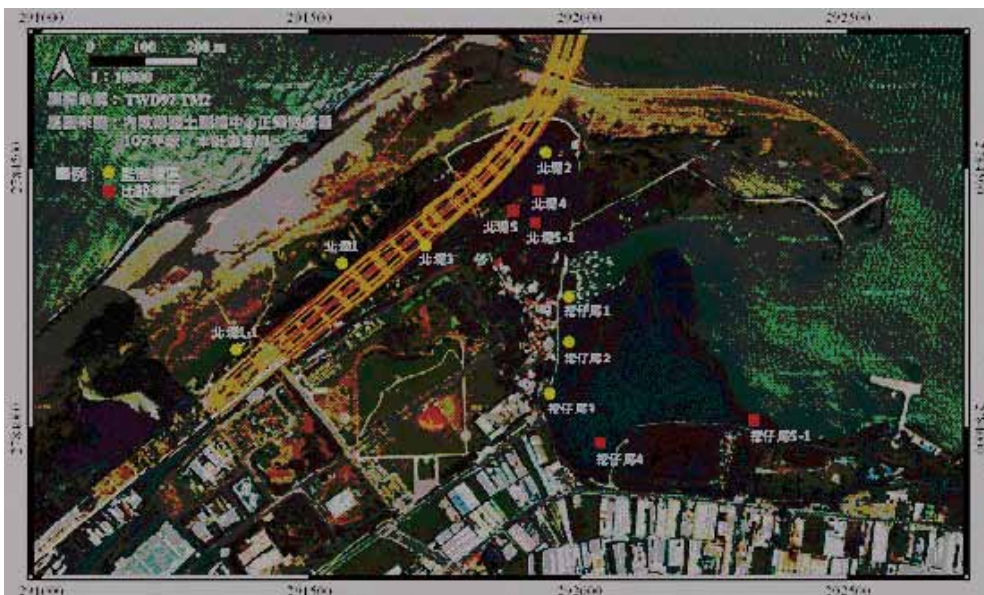


圖 6-3 陸域植物調查樣區點位圖

紅樹林生態調查異常狀況包括 104 年 8 月 17 日發生蘇迪勒風災折毀比較樣區挖仔尾 5 的植物 (圖 6-4)，造成當季數據異常，臺北八里挖仔尾紅樹林區域發生星天牛危害，致使紅樹林多洞空及斷枝，挖仔尾自然保留區的水筆仔亦遭受蛾咬的蟲害現象 (圖 6-5)，以上情形均已釐清非工程所致。



圖 6-4 風災折毀植物 - 比較樣區挖仔尾 5



圖 6-5 星天牛及蛾咬蟲害

2. 補救性停工機制 - 蟹類及彈塗魚

蟹類及彈塗魚調查樣區點位如圖 6-6，本計畫分別調查蟹類及彈塗魚，蟹類數量每季均有發現，惟彈塗魚樣區內多數季次均無在樣區內發生彈塗魚屍體，監督小組委員質疑與現況不符，經說明為計數調查樣區所致，仍為呈現挖仔尾自然保留區水域生物生態，監測團隊於 103 年 12 月起於北堤濕地及挖仔尾地區，採用穿越線調查法進行進行普查。以「+」表示 1~10 隻；「++」表示 11~20 隻；「+++」表示超過 30 隻。110 年度至 111 年 10 月為止調查成果如表 6-1 所示。



圖 6-6 蟹類及彈塗魚調查樣區點位圖

表 6-1 蟹類及彈塗魚普查調查結果

次記錄	科名	中文名	學名	110								111					
				1月	3月	4月	6月	7月	9月	10月	12月	1月	3月	4月	6月	7月	9月
	沙蟹科	乳白南方招蟹	<i>Austruca lactea</i>		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
		北方丑招蟹	<i>Gelasimus borealis</i>		15	+++	3	3	+++	7		+++	4	+++	+++	+++	+++
		弧邊招蟹	<i>Tubuca arcuata</i>		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	招蟹科	中亞招蟹	<i>Scopimera intermedia</i>	4	8	9	4	4	1		1	3	15			7	
		臺灣招蟹	<i>Ilyoplax formosensis</i>	11	+++	9	11	+++	21	15	17	+++	+++	+++	5	1	6
		淡水招蟹	<i>Ilyoplax taiwanensis</i>					2									
		角眼非招蟹	<i>Imethypocoelis ceratophora</i>											1			
	招蟹科	屬大招蟹	<i>Macropilumnus bairdii</i>	+++		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
	招蟹科	扁甲招蟹	<i>Paracleistostoma depressum</i>	4	7	5	6	13	+++	15	3	+++	+++	+++	13	1	10
	招蟹科	雙齒招蟹	<i>Parasarcina tripunctata</i>	11	11	+++	17	+++	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+++	
		招蟹科	招蟹招蟹	<i>Parasarcina plicatana</i>											2		
	招蟹科	臺灣招蟹	<i>Helice formosensis</i>		5	10	2	2						1	2	1	
		德氏招蟹	<i>Helicena doerpsi</i>		+++	+++	+++	+++	24	14	6	6	12	16	+++	+++	
		似方招蟹	<i>Pseudohelice subquadrata</i>	1		+++	+++	3	1			1	1	1	5	1	
		秀麗長方蟹	<i>Metaplax elegans</i>	1	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	
	招蟹科	大彈塗魚	<i>Bolopilumnus peccinotrostris</i>		10	10	+++	+++	+++	+++		3	+++	+++	+++	+++	
		青彈塗魚	<i>Scutellaus histoplorus</i>		7	+++			10	+++	5		+++	+++	+++	1	+++

3. 預警性停工機制 - 鳥類停棲情形

鳥類調查樣區點位如圖 6-7，調查範圍包括挖仔尾自然保留區、臺北港北堤濕地，每季兩次監測。以及淡水端尾端路段 (約 7k+900~8k+100) 施工區域周圍 500 公尺內，每季一次監測。沙崙路 201 巷叉路口起至新民街叉路口兩側 250 公尺範圍內次生林及農地。調查鳥類種類、數量、分佈、行為及歧異度，以及鳳頭蒼鷹及八哥之巢位監測 (106 年 6 月起每年 3 月到 7 月間每月一次)。歷次調查以北堤濕地調查得到數量較多，不論是留鳥物種數、候鳥 / 過境鳥物種數、引進種物種數，皆以臺北港北堤濕地數量最多。歷次調查亦無達到停復工機制之條件。



圖 6-7 鳥類調查樣區點位圖

4. 預警性停工機制 - 鳥類繁殖巢位

本計畫每年 4-6 月屬於黃鸝主要繁殖期，無需任何調查數據，直接於此期間停止淡水端明挖覆蓋路段之土木工程，直至黃鸝繁殖期過後再開始動工。

本項作業與「濕地水鳥長期監測及繁殖生態研究計畫」調查範圍多有重疊，因此，監測團隊與研究團隊協商，研究團隊將調查數量通報至監測團隊，再由座標標示位置，同時進行現場勘查，確認巢位數量及種類。

歷年來研究團隊僅於 106 年 4 月 22 日於臺北港北堤濕地調查到東方環頸鴿巢位 31 巢，如表 6-2 所示，於 106 年 4 月 27 日由設計科通知監測團隊彙整巢位資訊，並由第三工務段於 5 月 2 日提供最新施工區域。將巢位位置、施工區域範圍 250 公尺及計畫路線 250 公尺範圍線套繪於地圖中，如圖 6-8 所示。經套繪結果，施工區域周圍 250 公尺內巢位數量為 0 巢，未符合停工標準無須停工。

表 6-2 東方環頸鴿巢位資訊

流水編號	E	N	發現日期	流水編號	E	N	發現日期
2017-C049	121.40525	25.16372	04/15	2017-B074	121.41169	25.16744	04/22
2017-C011	121.40561	25.16389	04/01	2017-B072	121.41111	25.16775	04/22
2017-C012	121.40594	25.16419	04/01	2017-B073	121.41158	25.16775	04/22
2017-C067	121.40725	25.16475	04/22	2017-B015	121.41186	25.16775	04/01
2017-C037	121.40669	25.16492	04/15	2017-B054	121.41231	25.16775	04/15
2017-C068	121.40803	25.16525	04/22	2017-B075	121.41208	25.16792	04/22
2017-B069	121.40878	25.16583	04/22	2017-B031	121.41217	25.16792	04/08
2017-B070	121.40967	25.16631	04/22	2017-B032	121.41253	25.16797	04/08
2017-B013	121.40919	25.16639	04/01	2017-B002	121.41122	25.16811	03/18
2017-B051	121.40925	25.16653	04/15	2017-B056	121.41275	25.16836	04/15
2017-B050	121.40931	25.16656	04/15	2017-B016	121.41231	25.16839	04/01
2017-B071	121.40947	25.16675	04/22	2017-B055	121.41189	25.16850	04/15
2017-B030	121.41058	25.16678	04/08	2017-B033	121.41286	25.16881	04/08
2017-B052	121.41014	25.16711	04/15	2017-B057	121.41261	25.16894	04/15
2017-B014	121.41122	25.16731	04/01	2017-B076	121.41231	25.16897	04/22
2017-B053	121.41069	25.16744	04/15				

註：設計科提供。灰底為不在計畫路線 250 公尺範圍線內之巢位。



圖 6-8 東方環頸鴿巢位位置圖

七、結論：停復工機制具體可行

本計畫由 102 年 12 月 30 日開始進行環境監測作業，起始就成立了環境監督小組，在施工期間展開三項研究計畫，與監測團隊作業相輔相成，形成共好共識，使本工程進度得以順利進行。

每季召開的監督小組會議，其委員為跨功能具文化、生態、工程及環境相關專業背景之學者專家所組成，以及相關鄰里的里長代表居民共同參與會議。針對各段工程施做進度之簡報內容，提出相關議題討論（交通、水質、異味等），進行各面向的充分討論及審閱。至 111 年 11 月已歷經 32 季報告審查。

淡江大橋停復工機制關鍵在管制數量變化，除了明定每年 4-6 月屬於黃鸝主要繁殖期，停止淡水端明挖覆蓋路段之土建工程外，於鳥類停棲數量、巢位數量、蟹類及彈塗魚等數量增加至門檻值即停工，該項遞增管制的機制可能已成為全台最具特色的停復工機制。

近 9 年的停復工機制搭配異常通報機制的運作，在自然生態的變化並沒有因為工程施作而有明顯的變化，再搭配教育訓練提昇施工相關人員的環保意識，對於環境的影響有正面的效應。本工程在監測團隊及研究團隊共同遵照此機制運作之下，對工程施工有具體可行的管制作用，可供以後本局其他工程借鏡。

標示先看清 吃的健康又安心

隨著健康飲食觀念的普及，
有機農產品需求以及素食食用人口也隨之增加，
不論素食或有機農產品，
都有一定的標示規範，
消費者要看清標示才能吃的健康又安心！

★ 新素食標示上路

素食食品製造日自98年7月1日起算，均需標示
「全素或純素」、「蛋素」、「奶素」、「奶蛋素」
及「植物五辛素」（蔥、蒜、韭、薤及興渠）等，
供消費者選購參考。

★ 有機農產品標示

- ◆ 國產：標示台灣有機農產品「CAS」標章及有機農產品驗證證書字號。
- ◆ 進口：標示有機同意文件字號（有機農糧入字第○○○號、有機農牧入字第○○○號）、原產地（國）。



行政院消費者保護處 <http://www.cpc.ey.gov.tw>
全國消費者服務專線 1950

警示分級看分明 快樂出國最安心

灰色警示：提醒注意

黃色警示：特別注意旅遊安全並檢討應否前往

橙色警示：高度小心，避免非必要旅行

紅色警示：不宜前往



上述分級表公布於外交部領事事務局全球資訊網（www.boca.gov.tw），歡迎出國旅遊民眾事先查詢。



行政院消費者保護處 <http://www.cpc.ey.gov.tw>
全國消費者服務專線 1950

臺灣公路工程

出版者：臺灣公路工程月刊社

地 址：10863 臺北市萬華區東園街 65 號

電 話：(02)2307-0123 轉 8112

網 址：<http://www.thb.gov.tw/> 本局資訊 / 影音及出版品

編 者：臺灣公路工程編輯委員會

出版年月日：中華民國 112 年 1 月 15 日

創刊年月日：中華民國 41 年 11 月 11 日

刊期頻率：每月 15 日出刊

本期定價：新臺幣 30 元

展售處：

五南文化廣場

地 址：40042 臺中市中山路 6 號

電 話：(04)2226-0330

國家書店松江門市

地 址：10485 臺北市中山區松江路 209 號 1 樓

電 話：(02)2518-0207 (代表號)

國家網路書店：<http://www.govbook.com.tw>

三民書局

地 址：10045 臺北市重慶南路一段 61 號

電 話：(02)2361-7511

印刷者：台灣身心障礙生活促進協會

地 址：23586 新北市中和區中正路 988 巷 15 號

電 話：02-22227689

中華民國 112 年 1 月初版一刷

GPN：2004100003

ISSN：1812-2868

著作財產權：交通部公路總局

本刊內容不代表本局意見，發表之文字如需轉載或引用
請先徵得本刊之同意。

(請洽臺灣公路工程月刊社，電話：(02)2307-0123轉8112)

半年新臺幣 150元
一年新臺幣 300元
軍人及學生半價優惠

訂閱匯款至中央銀行國庫局(代號000022)
帳號(共14碼)：1 2 2 9 7 1 0 2 1 0 8 0 1 9
戶名：交通部公路總局其他雜項收入戶

ISSN 1812-2868



9 771812 286005

GPN2004100003

定價新臺幣30元