

# 離島小型災修工程督導紀實 -以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

陳宇彥 台灣省水利技師公會理事

## 一、緣起

民國 101 年 8 月下旬天坪颱風夾帶 17 級強風暴雨，兩度重創台灣東南部及離島蘭嶼，其所帶來大量降雨沖毀野溪兩岸農地，加上野溪尚未整治，造成大量土石下移堆積，影響公路、橋梁及兩旁農地影響甚鉅，瞬間 17 級強風亦造成學校機關房舍教室受損嚴重，在馬英九總統親臨離島蘭嶼勘察災情後，遂指示行政院相關權責單位分別編列經費辦理天秤颱風災後修繕工程。

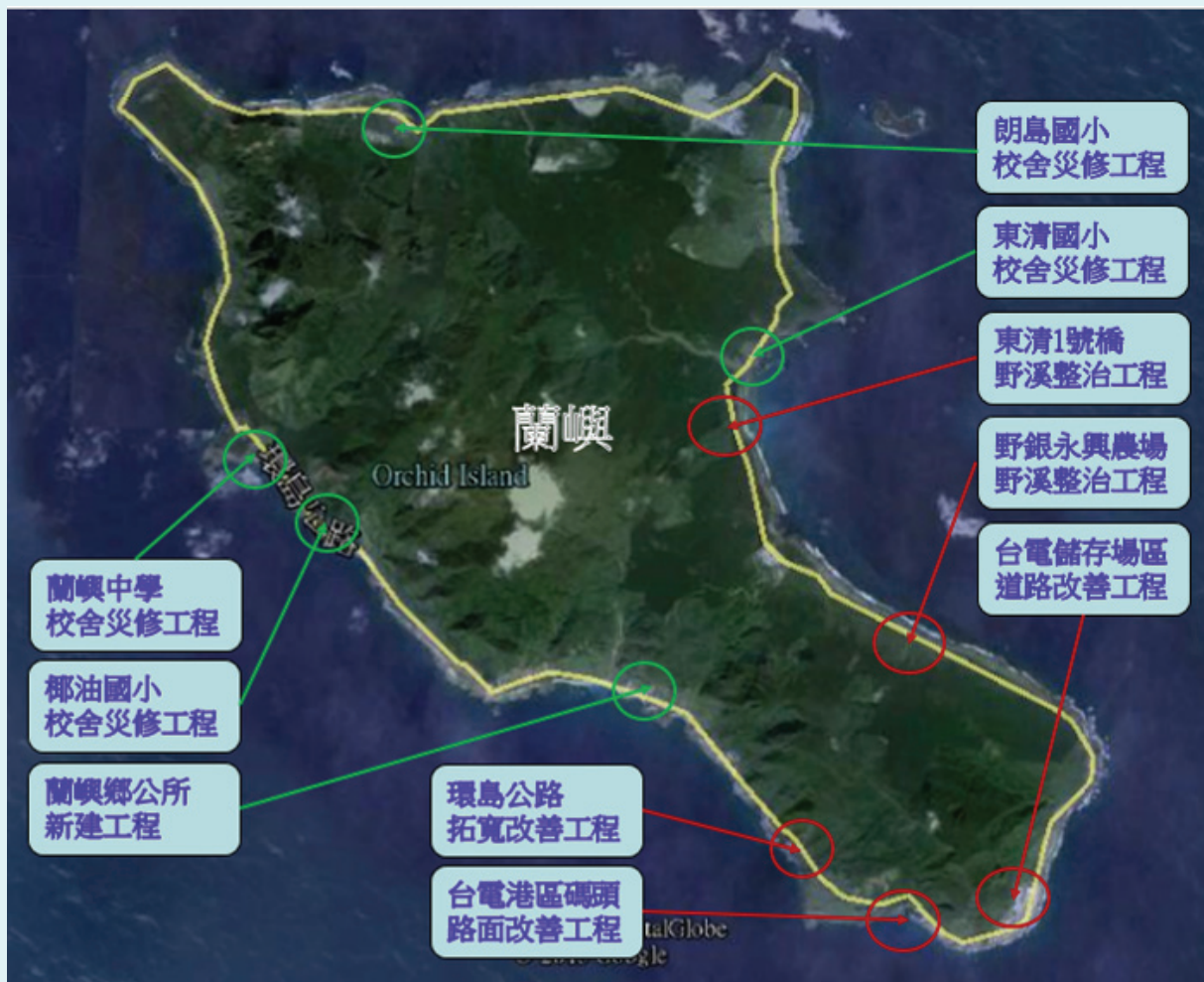
除機場、港口已於颱風過後緊急搶修完成外，各權責單位分頭從調查分析、規劃設計、部落住民協調說明、施工保固，並於隔年全面開展施工，民國 102 年正是離島蘭嶼進行天秤颱風災修工程的高峰期，工程位置如圖 1 所示，其中所面臨之挑戰，筆者有幸參與並以專任工程人員角度忠實記錄，結集成文提供同業先進參考。

## 二、離島蘭嶼(摘錄自蘭嶼鄉公所網站資料)

蘭嶼島位於台東縣東南 49 海浬，面積約 45 平方公里，隸屬台東縣，為台灣第二大附屬島嶼。島上戶籍人口約 4 千 3 百多人，實際居住 3 千多人，蘭嶼島雖然面積不大，但島上豐饒的自然生態卻蘊藏著雅美/達悟人豐厚的傳統知識及足以延續生命的資源，宛如一座天然博物館。

蘭嶼島地形屬熱帶高溫的多雨型氣候，高溫的日子大都集中在五月至九月，除了遇上颱風會有稍微的涼意之外，這裡的夏天幾戶沒有一天不是烈日當頭；冬天受到東北季風影響，天氣多變且雨水充沛，年平均濕度約 90%，與夏天大不相同。尤其東北季風襲來的狂風及突如其來的暴雨宛如颱風來臨。

蘭嶼全島多為陡峭山地，僅海岸邊有小面積的平地。島上至高點位於中央偏西北處的紅頭山，海拔約 548 公尺，高峻多變的山勢為茂密的雨林植被覆蓋，形成具有原始熱帶島嶼的地形景觀。蘭嶼島河流不長且水量小，成放射狀水系。向西南流有椰油溪、漁人溪、紅頭溪；向北流有朗島溪；向東與東北流有東清溪、野銀溪。溪床礫石磊磊，常成伏流。蘭嶼地形受到火山、風化、侵蝕和潮汐作用，海岸岩石多成峭壁或海蝕洞穴，情人洞、五孔洞等都是島上著名的景點。



圖片來源：Google Earth 網站

圖 1 台東蘭嶼天秤颱風災後修繕工程位置示意圖

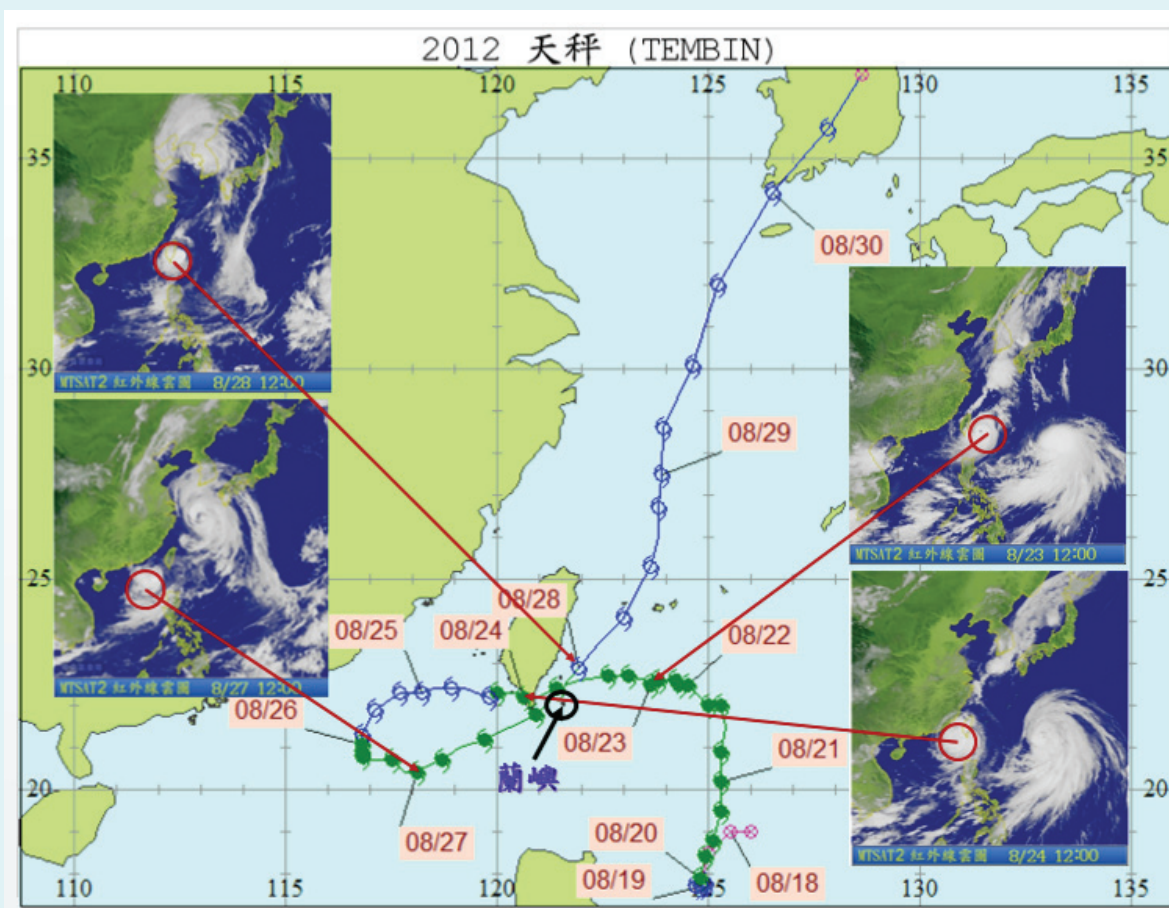
### 三、天秤颱風

民國 101 年 8 月下旬在呂宋島東方海域上所形成的第 14 號天秤颱風夾帶 17 級強風豪雨，於 8 月 22 日至 25 日間侵襲台灣東部及離島蘭嶼，其暴風圈西南向橫掃通過台灣南部進入南海地區，隨後受台灣東北邊氣流牽引，天坪颱風又回馬槍於 8 月 27 日至 29 日間由西南向東北通過，再次重創台灣東南部及離島蘭嶼。颱風路徑暨衛星雲圖如附圖 2。

天秤颱風重創離島蘭嶼災情慘重，島上唯一的超市和加油站，幾乎被夷為平地，連港口、機場還有環島公路也都慘不忍睹，島上公共設施損失計一億多元，最慘的是停水、停電、對外通訊中斷，還得面臨斷糧危機。機場港口暨各地災情如照片 1、照片 2。

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例



(摘錄自中央氣象局颱風資料庫)

圖 2 2012 年天秤颱風路徑暨衛星雲圖



(摘錄民航局提供照片)

照片 1 天秤颱風重創蘭嶼，蘭嶼機場跑道地基淘空，機場關閉



(摘錄台灣世界展望會救災人員拍攝照片)

照片 2 天秤颱風重創蘭嶼災情慘重

#### 四、小型災修工程概述

##### (一)水土保持工程

1. 蘭嶼野銀永興農場野溪整治工程—因天秤颱風夾帶超大豪雨致使野銀部落永興農場野溪洪水暴漲，兩岸嚴重沖蝕沖刷，土石流淤積阻斷環島公路，為保護道路暢通及野溪兩岸農地安全，爰辦理本工程，工程項目有 RC 箱護岸、固床工、橋涵及排水溝(含生態廊道)。
2. 蘭嶼東清 1 號橋野溪整治工程—因天秤颱風侵襲大量降雨及野溪尚未整治，沖毀兩旁農地，造成大量土砂下移堆積，河道上游土砂嚴重淤積；環島公路橋梁通水斷面淤積及下游段橋墩外露，爰辦理本工程，工程項目有 RC 箱護岸、固床工及格框水墊。
3. 蘭嶼零星水土保持設施工程—天秤颱風夾帶超大豪雨致使蘭嶼多處野溪洪水暴漲，兩岸嚴重沖刷，為保護野溪兩岸農地安全，爰辦理本工程，工程項目有 RC 箱護岸、固床工、沉砂池及護岸基礎。

##### (二)學校機關房舍修繕新建工程

1. 蘭嶼椰油部落學校房舍修繕暨防波牆工程—天秤颱風 17 級強風及海浪，致使椰油部落椰油國小學校操場及教室屋頂受損嚴重，蘭嶼中學校舍設備亦遭受損害，台東縣政府教育處爰辦理本修繕工程，工作項目有防波牆、屋頂浪板更新、工藝教室設備整修、欄杆設置及圖騰油漆。

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

2. 蘭嶼朗島部落學校房舍修繕工程—天秤颱風 17 級強風及海浪，致使朗島部落朗島國小學校教室屋頂及設備受損嚴重，台東縣政府教育處爰辦理本修繕工程，工作項目有屋頂整修及圖騰油漆。
3. 蘭嶼鄉公所新建工程—原蘭嶼鄉公所位於椰油部落開元港附近，辦公廳舍已老舊且空間不足，遂另覓適當地點在紅頭部落橫貫公路起點處附近，辦理蘭嶼鄉公所新建工程。

### (三)場區道路工程—

1. 台電公司蘭嶼儲存場場區道路混凝土路面多有破舊，爰辦理路面重鋪工程，工程項目混凝土路面及排水溝。
2. 專用港區碼頭修繕工程—台電公司蘭嶼專用港區防波堤碼頭混凝土路面多有破舊，爰辦理路面修繕工程，工程項目混凝土路面及基礎灌漿補強。
3. 蘭嶼環島公路改善工程—受颱風重創環島公路多處損壞，加上 38 公里長尚有多處路幅寬度小於 3 公尺，縣政府爰辦理環島公路改善工程，期望全面提升全島公路的服務水準。

## 五、災修工程施工執行

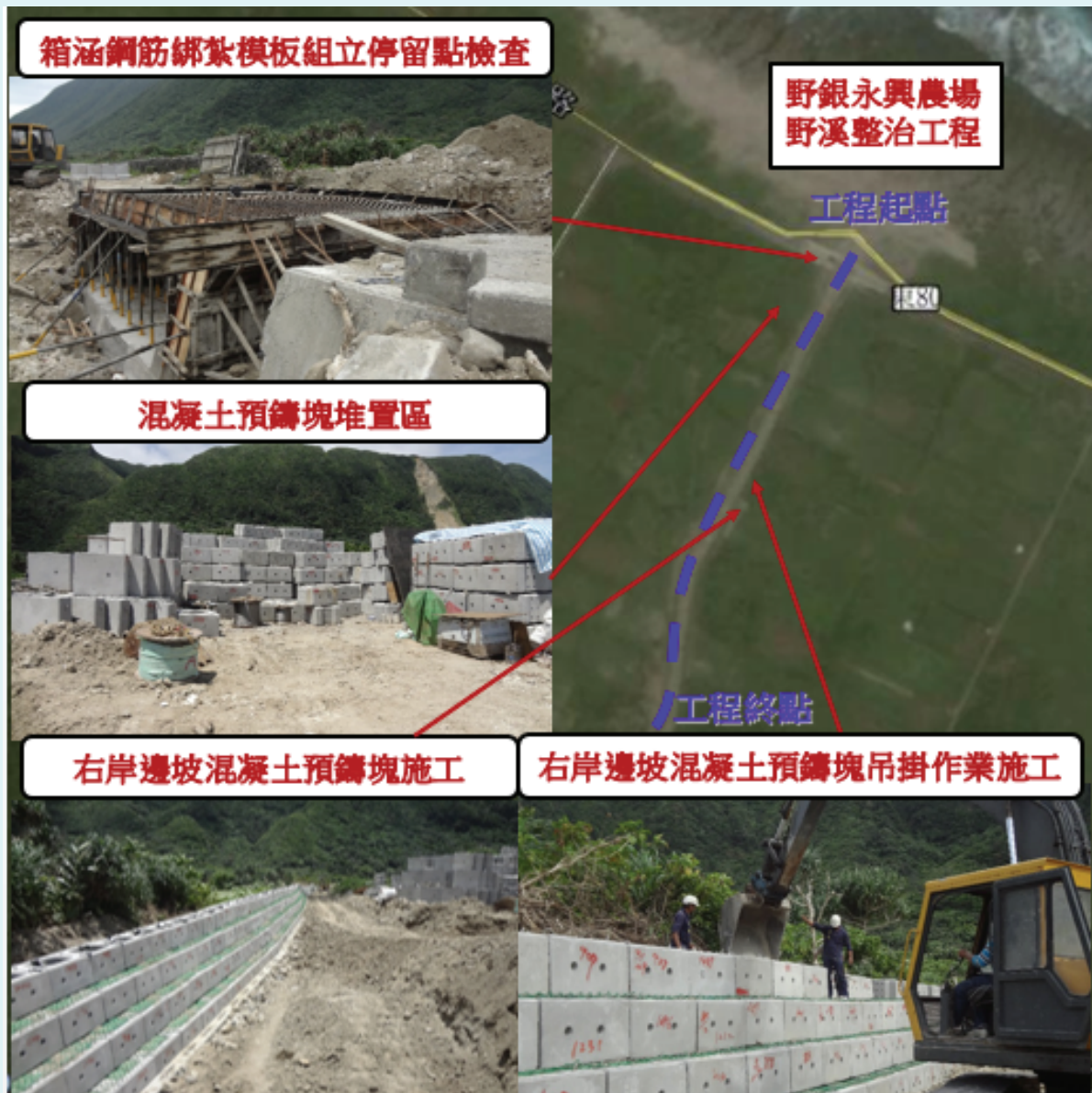
(一)水土保持工程—蘭嶼野銀永興農場野溪整治工程如圖 3，蘭嶼東清 1 號橋野溪整治工程如圖 4，其他小型工程如照片 3 及照片 4。

1. RC 箱護岸預鑄工作：特別先在台灣本島台東富岡漁港附近租用場地，從預鑄基座及預鑄箱確實製作、鋼筋編紮、模板組立到混凝土澆置搗實。
2. 重型施工機具、施工模板及結構鋼筋分批以貨船運抵蘭嶼開元港，轉運至現場進行放樣整地工作。
3. 箱涵施工採現場放樣整地、鋼筋編紮、模板組立到混凝土澆置搗實，其中預拌混凝土運送效能(運距較長及運輸道路條件較差)的掌握是順利完成箱涵結構體混凝土澆置的最大關鍵因素。
4. 右岸 RC 箱護岸組立工作：野溪整治河道之施工採半半斷面施工法進行，首先以右岸為線形基準放樣整平，先佈設 L 型預鑄基座，使用不銹鋼索聯結，前後兩組固結於同支吊筋，基座上再澆置混凝土基礎並整平表面，以利 RC 箱堆疊，接續 RC 箱錯縫堆疊，並以不銹鋼索串聯，RC 箱內以 4 個土包袋回填後鋪設石籠網，如此確實掌握右側護岸施作線形逐層向上堆疊，並以縱向及橫向不銹鋼索固結。

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

5. 固床工及左岸 RC 箱護岸組立工作：當完成右岸施工後，著手佈設 15 座固床工，從放樣整平、佈設對向兩組 L 型預鑄基座，密接右岸，以不銹鋼棒、不銹鋼索加強聯結，表面鋪排塊石，再以不銹鋼索固定。接續比照右岸施作左岸 RC 箱護岸組立，密接固床工及全斷面河道線形的掌握。
6. 河道護岸及兩側植生維護則委請蘭嶼野銀部落住民共同施工完成。

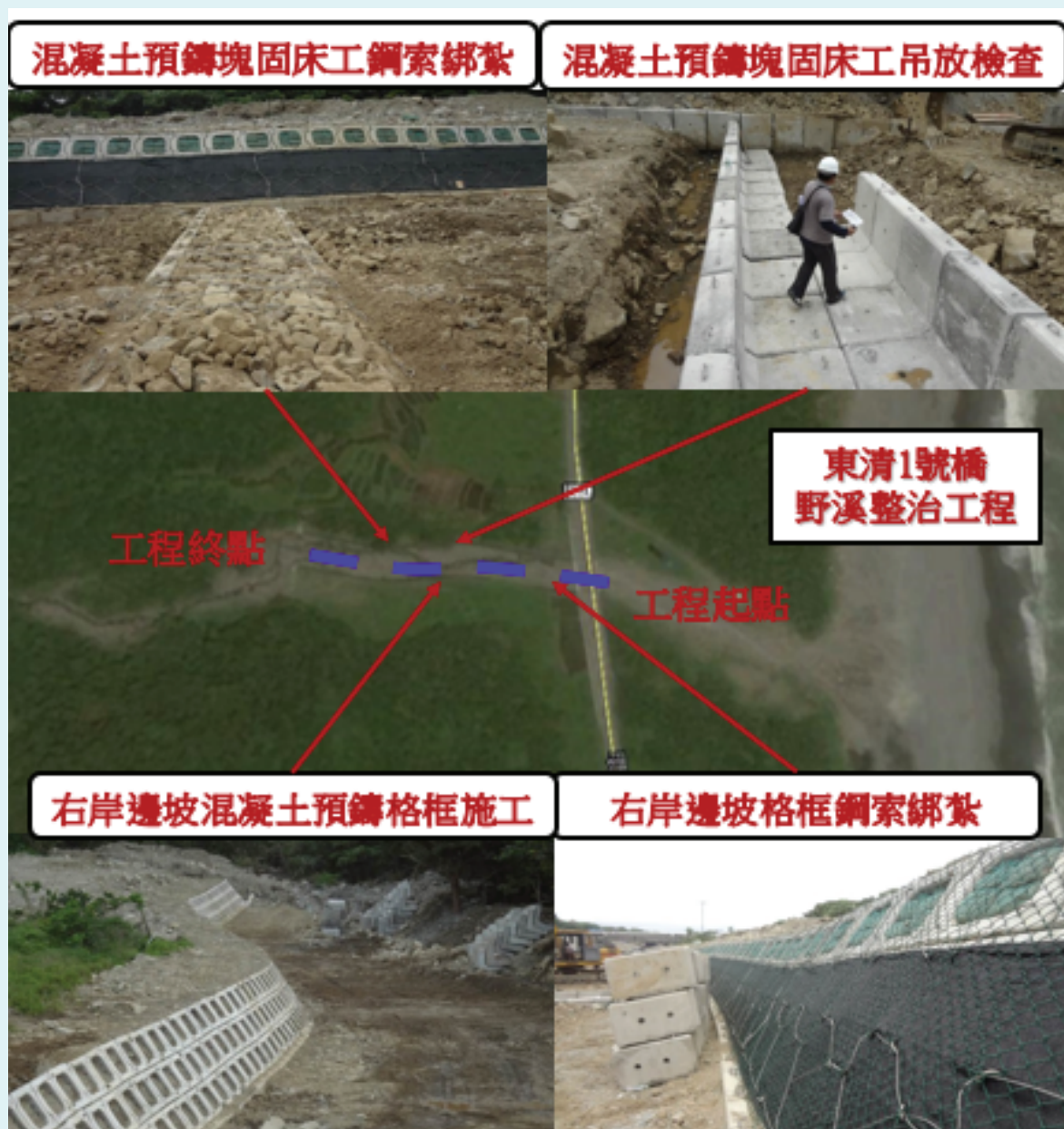


圖片來源：Google Earth 網站

圖 3 蘭嶼野銀永興農場野溪整治工程施工照片及工程位置圖

# 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例



圖片來源：Google Earth 網站

圖 4 蘭嶼東清 1 號橋野溪整治工程施工照片及工程位置圖



照片 3 其他小型野溪治理工程一



照片 4 其他小型野溪治理工程二

#### (二)學校機關房舍修繕新建工程—

1. 學校修繕工作具有零星多樣性的特色，首先準備施工材料、安排專業技術師傅，同時以一般性土木類的椰油國小學校操場防波牆工程先施作，採現場放樣整地、模板組立到混凝土澆置搗實。如照片 5。
2. 在施工材料運抵蘭嶼後，接續進行學校教室屋頂浪板更新工作，並由木工師傅整修工藝教室設備，欄杆設置連工帶料進場施工，最後是防波牆獨木舟圖騰油漆工作。如照片 6。
3. 而蘭嶼朗島部落學校房舍修繕工程包括屋頂圖騰油漆，數量大而工作面受限，則在超過合約期限後才完成。如照片 7。另蘭嶼鄉公所新建工程亦在斷斷續續施工後完成使用。如照片 8。



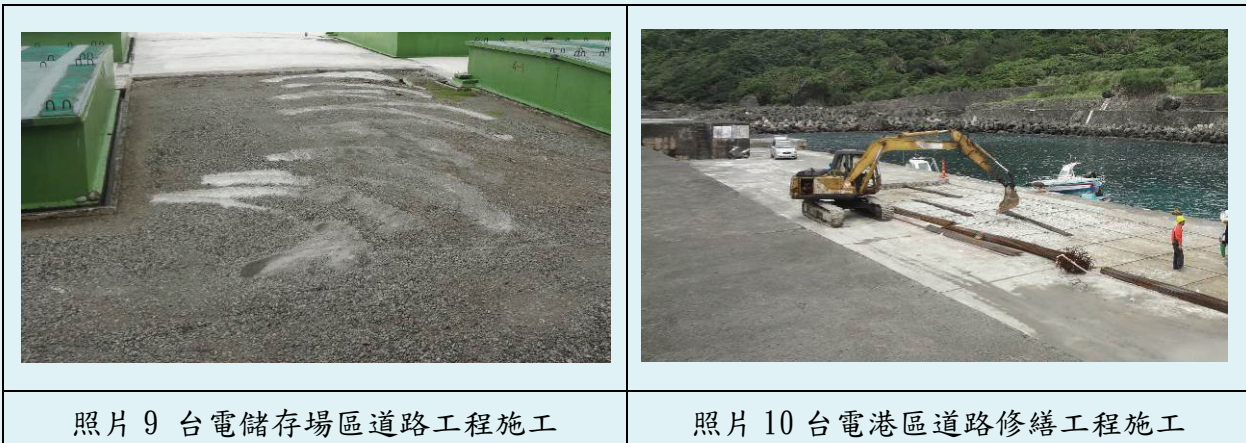
#### (三)道路鋪面工程—

屬一般性的混凝土澆置施工，卻在蘭嶼碰上最困難執行的問題。除了台電儲存場區道路工程(如照片 9)、台電蘭嶼港區道路修繕工程(如照片 10)尚能完成之外，蘭嶼環島公路寬改善工程卻在預拌混凝土場關場斷料下停工，迫使業主台東縣政府與施工廠商進入合約爭議困擾。



## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例



### 六、災修工程督導

專任工程人員並非常駐工地之現場施工人員，如何的督導才能讓災修工程順利進行，並在勞安、品管及按圖施工的三方面兼顧下完成合約工作。

#### (一)施工前的準備工作--

施工前研讀合約文件、瞭解工程圖說及施工規範，進而現場勘查與施工團隊研討整體施工計畫，對於工程圖說上控制點的資料與現場位置的掌握核對是最大關鍵。工程材料的進場與施工機具人員的調度，尤其是隔著大海的離島，確實是一大考驗，而不同業主的不同考量，加上不同工作團隊的差異，產生天南地北的結果。

#### (二)施工中停留點的督導檢查--

小型災修工程對於專任工程人員，雖然在專業技術上較少需特別指導的地方，但對於放樣、整地、鋼筋工程、模板組立、混凝土澆置及養護的停留點，仍須進場督導，協助確認按圖施工，並符合施工規範的要求：L 型預鑄塊及預鑄箱之吊放施工督導，除在線形位置及高程的覆核外，在施工場地的安全維護也詳加督促；但對於學校房舍及設備修繕的督導仍有其不足之處。

#### (三)停工時合約文件的協助釐清--

環島公路的停工所衍生的合約爭議，在工期認定、合約終止及先期動員費用上已走上協調、仲裁及訴訟的路上，此次施工廠商因天秤颱風特殊災情的多項大小工程規模的災修工程交互搭配，而進入離島蘭嶼來採購施工，而非單一工程獨立進場施作，在工率及施工風險的評估是採較樂觀的態度，當其中一項較具規模的工程停擺後，自然其施工計畫隨之調整，筆者也就合約文件協助釐清。

### 七、離島小型災修工程特性及困難度

離島災修工程或專案工程其施工機具、工程材料及施工人員都是臨時性的暴增，而非一般性建築房舍或傳統建物的修繕屬例行性。

#### (一)施工機具的彈性調度使用——

離島災修工程或專案工程其施工機具一動員大部分均須由工作貨船運至離島、專業機械操作手及施工機械的費用計算均是以日計算，施工機具的彈性運用加上多功能調度使用，正考驗施工人員，搬運、吊卸、開挖、整地、滾壓夯實。

挖土機是比較普遍的施工機械，道路工程的滾壓夯實機械、屋頂更新的吊車(10 公尺以下)，臨時性預拌混凝土場，預拌混凝土運送車，板車，是否需要都需詳加思考。

#### (二)施工材料的天時、地利、人和——

鋼筋、水泥、砂石級配料、模板均須由貨船運至離島，安排船期的考慮因素就在海象，其中混凝土材料所需之水泥、砂石級配料則因所需量體多，必須考量堆置場大小及常時用量來分批多次運送。

施工基地條件，首先是工程用地所有權與使用權的差異要求，而當地名產芋頭苗卻是常常一夜出現在施工範圍內，所以整個施工場地事先需要與部落頭目、意見領袖及使用權人協調。

臨時施工人員、臨時住所及原生種植生材料盡量與現地住民共同和氣生財。

#### (三)施工品質的管控——

離島蘭嶼小型災修工程或專案工程其正常施工品質，除施工材料在台灣本島訂貨後，進行契約要求之檢驗外，在特別的海運過程更應嚴加要求督導，進場前則由品管人員進行三級品管的標準程序，除專任工程人員在各個停留點辦理督導外，現場品管人員更應對各個停留點詳加核對符合契約上之工程圖說及施工規範的要求，直到澆注混凝土搗實維護保養。當然施工團隊對於災修工程的純熟度施工經驗更能保障施工品質的良好。

#### (四)工期及施工進度——

離島蘭嶼小型災修工程或專案工程考量東北季風海象所造成工程材料的運補不易，施工期只有 4 月至 10 月，所以其正常施工進度大部分均需掌握在施工團隊對災修工程的純熟度施工經驗所展現出的工率上，當工程用地、施工機具、施工材料及預拌混凝土供料等前置作業都備齊後，施工團隊即能按圖說逐項施作，而颱風、遊客及鄰近農民的干擾對工程進度影響有限。

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

### (五)施工人員的調度與訓練—

離島蘭嶼災修工程或專案工程其施工人員，除了由施工廠商全職施工人員由台灣本島進入離島施工外，搭配當地臨時施工人員也是必要，如何運作調度讓團隊發揮最大工率是重要的，至於當地調集施工人員更應作好訓練，尤其是勞工安全部分。

### (六)缺乏專業技術人員—

目前施工機械作業手均須取得執照，加上建築工程及學校修繕工作屬於零星修整，專業師傅仍須由台灣本島安排前往，而零星材料的搭配備料確實是困難的。

### (七)勞工安全及施工人員的團隊相互照料—

離島蘭嶼由於人口較少，當地的醫療照護機構就是衛生所，由台灣本島前進之施工團隊，在 6 個月的施工期，在異鄉工作生活加上衛生醫療的有限，勞工安全的管理變成是 24 小時機制，所以其正常施工時間需對於施工場地依勞工安全教育訓練的要求，做好工地零事故。而下工後在宿舍區也須發揮一家人互相照料的勉勵關懷，整組工班人員的健康出勤，才能保證工程進度的順利，當施工人員有工安受傷甚至是受寒感冒都會影響團隊運作，如果受傷人員需後送台灣本島則會造成更大的困擾。

## 八、民國 102 年台東縣蘭嶼鄉小型災修工程執行結果

### (一)小型災修工程執行成效良好者

民國 102 年小型災修工程執行成效良好者，主要集中在蘭嶼島東側太平洋之水土保持工程之野溪整治工程，其最大成功關鍵採混凝土預鑄塊在台灣本島先行製作後，再以工作船運抵離島蘭嶼，吊放組立，其優點在品質控制可在本島預鑄場地執行、施工期也不受離島海象之影響，故可提前於 4 月前的時間施作，加上業主水土保持局及兩家施工廠商共同努力下，終能順利完成，其中野銀永興農場野溪整治工程亦獲得行政院農業委員會 102-103 年度優良農建工程之殊榮。如照片 11 至照片 16。



照片 11 業主及專家委員現場查核指導



照片 12 業主評選優良農建簡報資料



照片 13 野銀永興農場野溪整治工程  
(102 年 10 月完工照片)



照片 14 野銀永興農場野溪整治工程  
(隔一年後 103 年 10 月照片)



照片 15 東清 1 號橋野溪整治工程  
(102 年 10 月完工照片)



照片 16 東清 1 號橋野溪整治工程  
(隔一年後 103 年 10 月照片)

(二)小型災修工程執行成效較差者

學校房舍修繕工程由於專業技術人員調度不當、材料備品不足等項之重要缺失，導致工期有所延誤；另外，因為預拌混凝土場的設置爭議，東岸東清部落臨時預拌混凝土場申設在自然環境較敏感的地點(軍艦岩附近)，遂遭遇地方住民強烈的阻力無法設立；西岸椰油部落既有預拌混凝土場亦因為工廠設立資料文件不齊全，而被勒令停工不得出料，導致

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

自 102 年 8 月份起，全島無預拌混凝土可供料，改採機械拌和混凝土方式施工，因此環島公路改善工程未能如期施工，停工超過半年造成合約爭議，至 103 年 11 月底尚未恢復運轉，這兩項工程均屬於執行成效較差的災修工程。現有預拌混凝土場停工斷料如照片 17，申請新設預拌混凝土場遭受當地住民抗議無法設置如照片 18。



照片 17 現有預拌混凝土場停工斷料



照片 18 申請新設預拌混凝土場遭受當地住民抗議無法設置

## 九、建議與結論

- (一)工程用地問題—離島蘭嶼在土地問題上存在著「屬於國有土地」與「達悟祖先自行分配遺留後代子孫」的雙重認定標準，所以工程用地的取得必須採國有土地與使用權人雙管齊下的方式，才能順利開展。
- (二)採購契約對採購金額規模及工期規劃—離島小型災修工程考量東北季風海象所造成工程材料的運補不易，施工期只有 4 月至 10 月，故工程採購金額規模及工期的規劃應在 6 個月內可執行完成者較適當。
- (三)自然環境—離島蘭嶼珍貴的自然資源，常常因主體工程及假設工程的規劃設計施工不當而遭致破壞，因此主體工程的設計融入離島在地文化確實是最大的挑戰，災修工程在災害發生後如何的修復，其最大的考量絕對不能製造二次災害；而假設工程包括開挖面、回填面、臨時堆置場、臨時施工場(含臨時預拌混凝土場)的規模和復舊都需要審慎考量。
- (四)工程材料及施工機具—經上述研討離島小型災修工程以混凝土為最大宗，其他鋼筋、鋼索及扣件、模板等應可一次運補到位，考量混凝土的管控、運輸距離及品質的一致性，臨時預拌混凝土場的設置是必須去規劃面對的，當然使用已廢棄的國有房舍基地是可以列入考量的。

## 《經驗交流》

離島小型災修工程督導紀實~以民國 102 年台東縣蘭嶼鄉為例

- (五)施工期與觀光業的重疊—離島蘭嶼在夏季是觀光旺季不論是開元港口船隻運補，環島公路使用都與施工場地多少有重疊，對於船隻的調配、運輸車輛的動線及施工場地安全維護(含夜間)都必須詳加佈設。
- (六)材料檢驗及品質保證—檢驗場所的選定，混凝土抽心檢查試體檢驗組數，均與工程品質息息相關，應有因地制宜的相關配套考量。
- (七)設計施工簡單化—由於離島蘭嶼的災修工程有地域性、工期短，專業技術人員缺乏，不宜大型施工機具，所以設計上應朝簡單化、一般化方向辦理。
- (八)離島管理條例的修訂—建議將土地的使用權是確實劃設錄案存檔，提供給進場施工廠商有協調的依據，離島特殊自然敏感區的劃設及其限制使用條件的明確(全島均屬於敏感區則較難)。
- (九)採購契約特別條款的彈性調整—合約數量的差異會發生在工地測量資料的變動，在一定比率內彈性調整合約數量及工法應該可在特別條款內規範。另原生種植生的施作最好時機應該是初冬 12 月份，契約上對於植生維護亦有一年內次數上的要求，而契約工期往往會在 10 月底結束，故執行上如何週全也是需研議。

投稿 104.04.16  
校稿 104.04.23  
定稿 104.04.24