



NLSC-110-18

# 110 年度水利數值地形資料測製工作 (第 4 作業區)

## 工作總報告

Report of Mapping for Hydraulic Topography Dataset in 2021  
(4th Work zone)

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：自強工程顧問有限公司

中華民國 110 年 12 月 31 日

## 摘要

內政部報經行政院核定推動「落實智慧國土-國土測繪圖資更新及維運計畫(105-109)」，自 105 年度起分年委外以 LiDAR (空載光達) 技術更新高精度及高解析度之數值地形模型 (DTM, 包括 DEM 及 DSM) 資料，該資料為國家各項重大建設基礎，並廣泛應用於防減災規劃與國土保育、潛在大規模崩塌調查、水資源管理、洪氾地區溢淹模式模擬、工程設計與規劃及飛航安全管理等領域提供重要決策資訊，成效顯著。

有鑑於此，內政部國土測繪中心(以下簡稱主辦機關)於 110 年持續辦理第 1 作業區 (159 幅)、第 2 作業區 (163 幅)、第 3 作業區 (172 幅) 及第 4 作業區 (156 幅) 範圍合計 650 幅，由自強工程顧問有限公司(以下簡稱測製廠商)承攬第 4 作業區，辦理水利數值地形分類點雲、水利數值地形模型及三維水利圖徵等成果。另，由主辦機關另案委由專業服務廠商 (以下簡稱監審廠商) 協助成果檢核與監審工作，俾達成計畫預期成效。

本計畫 156 幅圖幅共分為 3-4-1 以及 3-4-2 兩個子測區，因受疫情因素影響，於 110 年 7 月 23 日獲得主辦機關同意，展延履約期程(含第 2 階段、第 3 階段以及第 4 階段)至 111 年 1 月 12 日，遂於 110 年 12 月 8 日完成第 4 階段工作總報告成果提送主辦機關。期間各階段成果皆經過監審廠商審查核可，依契約規定逕送相關成果至主辦機關。

**關鍵字：**空載光達、數值地形模型、水利圖徵資料集、水利數值地形模型、三維水利圖徵

## Abstract

Approved by Executive Yuan, Ministry of the interior (MOI) promoted plan having outsourced the update of DTM data (include DEM and DSM) by LiDAR technique since 2016. DTM is the basic data of every major infrastructure in modern time, providing great information in aspect of hazard management, large-scale landslide surveying, water resource management, hydrological modeling, engineering design, and flight management.

Therefore, National Land Surveying and Mapping Center, MOI (NLSC) start the annual project of HyDEM in 2021, which has 4 different work zones in this year, including 159 map sheets for the first zone, 163 map sheets for the second zone, 172 map sheets for the third zone, and 156 map sheets for the fourth zone. Strong Engineering Consulting Co, Ltd is responsible for the fourth work zone, and produces data such as Hydrologic Topography Dataset, HyDEM and 3D Hydraulic Feature. In addition, an independent checking team, assigned by agencies, will examine the effectiveness of project during progress.

The work zone of 156 map sheets was split into two sub area, Zone 3-4-1 and Zone 3-4-2. Due to the impact of COVID-19, the project (including second to fourth stages) was extend to January 12 th, 2022 under the approval of agencies on July 23 th, 2021. We submit our final stage report to agencies on December 8th,2021. Result of Each stage was approved by the checking company, and submit to agencies according to the contract.

**Keywords:** Airborne LiDAR, DEM, Hydrologic Topography Dataset, HyDEM, HyDEM, 3D Hydraulic Feature

# 目錄

摘要 .....	I
Abstract.....	II
目錄 .....	III
附件目錄 .....	VI
圖目錄 .....	VII
表目錄 .....	X
第一章 計畫概述 .....	1
1-1 計畫緣起.....	1
1-2 測製範圍.....	2
1-3 工作項目 .....	4
1-3-1 作業說明 .....	4
1-3-2 產製水利數值地形分類點雲 .....	4
1-3-3 建置三維水利圖徵 .....	5
1-3-4 製作水利數值地形模型（含圖幅接邊處理） .....	7
1-3-5 各項報告書、工作總報告 .....	7
1-3-6 成果格式 .....	8
1-4 驗收辦法.....	8
1-5 其他相關規定.....	9
第二章 計畫執行方法與步驟.....	11
2-1 作業規劃與程序.....	11
2-2 既有資料蒐集.....	12
2-2-1 空載光達案點雲資料（含水域線） .....	12
2-2-2 正射影像 .....	13
2-2-3 臺灣通用電子地圖 .....	13
2-2-4 經濟部水利署所提供之海堤與水門資料 .....	14
2-2-5 建物區塊 .....	15
2-3 水利數值地形點雲分類.....	16

2-3-1 點雲分類作業原則 .....	17
2-3-2 水利設施構造物點雲分類 .....	18
2-3-3 常見點雲分類錯誤類型 .....	20
2-4 三維水利圖徵建置 .....	23
2-4-1 25cm 數值地形模型建置 .....	24
2-4-2 三維水利圖徵繪製 .....	24
2-4-3 三維水利圖徵位相關係檢核 .....	37
2-4-4 三維水利圖徵之屬性資料表 .....	38
2-4-5 圖徵接邊 .....	43
2-4-6 成果資料格式 .....	45
2-5 製作水利數值地形模型 .....	45
2-5-1 HyDEM 製作 .....	45
2-5-2 圖幅接邊 .....	46
2-5-3 成果資料格式 .....	47
2-5-4 詮釋資料製作 .....	48
第三章 品質管制 .....	49
3-1 成果產製教育訓練 .....	49
3-1-1 內政部水利數值地形模型教育訓練 .....	49
3-1-2 計畫監審單位教育訓練 .....	50
3-1-3 內部教育訓練 .....	51
3-2 計畫成果自主檢核成果 .....	52
3-2-1 內業自主檢核 .....	53
3-2-2 外業自主檢核 .....	55
第四章 執行團隊 .....	58
4-1 團隊組織編制 .....	58
4-2 性平統計 .....	58
4-3 主要參與人員名冊 .....	59
4-4 軟硬體設備 .....	60
4-5 資訊安全管理作業 .....	61

4-5-1 資料管理原則 .....	61
4-5-2 資訊安全管理作業方式 .....	62
第五章 成本因子分析 .....	63
5-1 作業期程 .....	63
5-2 成果製作人員編制 .....	64
5-2-1 點雲分類編修/三維水利圖徵建置人力配置 .....	64
5-2-2 三維水利圖徵屬性資料編輯與建置 .....	64
5-3 成本分析 .....	65
第六章 檢討與建議 .....	66
6-1 檢討 .....	66
6-2 建議 .....	67
參考文獻 .....	1

## 附件目錄

- 附件一 各次工作會議結論與追蹤事項及相關函文
- 附件二 參與作業人員學經歷專長與相關證照
- 附件三 自主檢查紀錄(含電子檔)
- 附件四 採購評選委員會議審查意見與回復
- 附件五 工作計畫書監審廠商審查意見與回復
- 附件六 工作計畫書主辦機關審查意見與回復
- 附件七 工作總報告(初稿)監審廠商審查意見與回復

## 圖目錄

圖 1-1	110 年辦理測製範圍 .....	2
圖 1-2	3-4-1 測區地形與特性示意圖 .....	3
圖 1-3	3-4-2 測區地形特性示意圖 .....	3
圖 2-1	工作流程圖 .....	11
圖 2-2	DEM LAS 成果 .....	12
圖 2-3	水域線套疊正射影像與點雲資料 .....	12
圖 2-4	臺灣通用電子地圖之水系與重要地標 .....	13
圖 2-5	中央管海堤套疊臺灣通用電子地圖正射影像 .....	14
圖 2-6	中央管河川水門套疊臺灣通用電子地圖正射影像 .....	14
圖 2-7	通透建物地標位置分布 .....	15
圖 2-8	水利設施構造物示意圖 .....	16
圖 2-9	水利數值地形模型點雲分類作業畫面 .....	17
圖 2-10	水利數值地形點雲分類成果示意圖 .....	18
圖 2-11	寬度小於 1 公尺之人工組水構造物於 DSM 與正射影像上表示 .....	20
圖 2-12	地面點分類錯誤影響 HyDEM 成果 .....	20
圖 2-13	地面點分類錯誤 TerraSolid 修正作業畫面 .....	21
圖 2-14	不可阻水之道路護欄誤分類為地面點-1 .....	21
圖 2-15	不可阻水之道路護欄誤分類為地面點-2 .....	22
圖 2-16	水線錯誤導致水點分類錯誤(上)與修正點雲分類後成果(下) .....	22
圖 2-17	三維水利圖徵建置作業流程 .....	23
圖 2-18	25cm 數值地形模型建置成果展示(東港溪攔河堰) .....	24
圖 2-19	溢堤線繪製於鄰水側高點 .....	25
圖 2-20	溢堤線繪製示意圖 .....	26
圖 2-21	溢堤線繪製原則：無法判斷渠道流通性 .....	26
圖 2-22	溢堤線繪製原則：可以判斷渠道流通性 .....	27
圖 2-23	溢堤線遇水閘門繪製原則(1) .....	27
圖 2-24	溢堤線遇水閘門繪製原則(2) .....	28

圖 2-25	Global Mapper 溢堤線繪製畫面.....	28
圖 2-26	計畫範圍溢堤線繪製成果.....	29
圖 2-27	CAD 格式資料轉換為 SHP 格式作業流程.....	30
圖 2-28	既有 CAD 格式水域線資料轉換為 SHP 格式.....	30
圖 2-29	移除河流溝渠等流動水域(溢堤線範圍)內水域區塊.....	31
圖 2-30	水域區塊屬性賦予作業畫面.....	31
圖 2-31	指引規定之水域高程賦予方法.....	32
圖 2-32	水域區塊繪製原則.....	33
圖 2-33	本計畫水域區塊繪製成果.....	33
圖 2-34	本計畫海陸線成果.....	34
圖 2-35	本計畫海堤線繪製成果.....	35
圖 2-36	本計畫水閘門成果.....	36
圖 2-37	位相關係合理性檢查.....	37
圖 2-38	建物區塊(資料表)成果展示.....	39
圖 2-39	溢堤線屬性資料表成果展示.....	39
圖 2-40	水域區塊屬性表成果展示.....	40
圖 2-41	海陸線屬性表成果展示.....	41
圖 2-42	海堤線屬性表成果展示.....	42
圖 2-43	水閘門屬性表成果展示.....	42
圖 2-44	圖徵接邊處理示意圖(紅黃線為不同圖幅).....	43
圖 2-45	圖幅接邊權責範圍.....	44
圖 2-46	重新內插計算小於 1 公尺寬度之阻水人工構造物.....	46
圖 2-47	網格資料接邊處理示意圖.....	46
圖 2-48	網格資料接邊自主檢查畫面.....	47
圖 2-49	內政部「詮釋資料建置系統」作業畫面.....	48
圖 2-50	HyDEM 詮釋資料成果展示.....	48
圖 3-1	參與內政部 HyDEM 教育訓練課程.....	49
圖 3-2	本計畫監審單位教育訓練課程照片.....	50
圖 3-3	自主建立 Global Mapper 軟體操作手冊.....	51

圖 3-4	三維水利圖徵繪製內部教育訓練.....	52
圖 3-5	自主建立 HyDEM 三維水利圖徵繪製作業手冊.....	52
圖 3-6	自主檢核畫面紀錄.....	53
圖 3-7	自主建立自動化品質管制表格.....	54
圖 3-8	自主外業檢核現地工作照.....	56
圖 3-8	自主外業檢核圖幅分布圖.....	57
圖 4-1	團隊組織架構圖.....	58
圖 4-2	資訊安全管理系統.....	62
圖 6-1	不同年度間資料落差提高內部接邊困難度.....	66

# 表目錄

表 1-1	點雲分類圖層及編碼 .....	4
表 2-1	點雲資料分類項目 .....	18
表 2-2	點雲常見分類錯誤與原則 .....	18
表 2-3	空載光達點雲於水利構造物上表現成果示意圖 .....	19
表 2-4	圖層名稱命名方式 .....	38
表 2-5	建物區塊（資料表）屬性欄位 .....	38
表 2-6	溢堤線屬性資料表 .....	39
表 2-7	水域區塊屬性資料表 .....	40
表 2-8	海陸線屬性資料表 .....	41
表 2-9	海堤線屬性資料表 .....	41
表 2-10	圖層檔案名稱與格式 .....	45
表 3-1	編修作業人員品質狀況統計 .....	55
表 3-2	三維水利圖徵外業自主檢核成果 .....	55
表 4-1	本案作業人員男女統計 .....	58
表 4-2	軟體設備清單 .....	60
表 4-3	資訊安全管理紀錄文件清單 .....	62
表 4-4	資訊安全管理專案硬體設施 .....	62
表 5-1	成果繳交項目及期限 .....	63
表 5-2	各批次成果及送審查時程與說明 .....	64
表 5-3	成本單價分析表 .....	65

# 第一章 計畫概述

## 1-1 計畫緣起

內政部報經行政院核定推動「落實智慧國土-國土測繪圖資更新及維運計畫(105-109)」，自 105 年度起分年委外以 LiDAR (空載光達) 技術更新高精度及高解析度之數值地形模型 (DTM, 包括 DEM 及 DSM) 資料，該資料為國家各項重大建設基礎，並廣泛應用於防減災規劃與國土保育、潛在大規模崩塌調查、水資源管理、洪氾地區溢淹模式模擬、工程設計與規劃及飛航安全管理等領域提供重要決策資訊，成效顯著。

由於 DTM 資料為落實智慧國土相關工作所需重要資料且為國家三維底圖基礎資料之一，並因應目前各單位對國土管理與決策之需求，其中防淹防汛已為重大議題，淹水模擬分析已漸由區域等級提升至即時的社區等級決策需求，DTM 與水利相關之三維地形圖徵資料為淹水模擬運算所需之基礎背景資料，目前以純網格形式提供高程值之 DTM 資料已略顯不足，倘能搭配三維地形圖徵資料，則可兼顧計算效率與細緻表達地形資訊之效果，故自 107 年起內政部地政司與經濟部水利署水利規劃試驗所合作，產製適合建置水理數值模型之水利數值地形資料，推廣細緻化淹水模擬之應用，並於 108 年度研擬水利數值地形資料測製及檢核技術指引(草案)並試辦臺南市鹽水溪及三爺溪排水流域合計 53 幅(比例尺 1/5,000)水利數值地形模型相關成果。

內政部 109 年依據「水智慧防災計畫(109-113 年)」以臺南市將軍溪集水區範圍及港尾溝溪排水集水區之流域周邊範圍計 100 幅水利數值地形模型相關成果。110 年持續辦理第 1 作業區(159 幅)、第 2 作業區(163 幅)、第 3 作業區(172 幅)及第 4 作業區(156 幅)範圍合計 650 幅，由測製案廠商辦理水利數值地形分類點雲、水利數值地形模型及三維水利圖徵等成果，由機關另案委由專業服務廠商(以下簡稱監審廠商)協助成果檢核與監審工作，俾達成計畫預期成效。

## 1-2 測製範圍

一、本計畫（3-4 測區）辦理面積共 156 幅五千分之一圖幅，全數位於屏東縣，河川流域範圍包含東港溪、林邊溪、北勢溪、率芒溪、南湖溪、枋山溪、獅子頭沿海、楓港溪、四重溪、楓港沿海、保力溪、九棚溪、洪土溪、港口溪、墾丁國家公園。另依據作業計畫，劃分第 1 子測區（3-4-1）及第 2 子測區（3-4-2），其中第 1 子測區包含 66 幅五千分之一圖幅（約 42%）、第 2 子測區 90 幅五千分之一圖幅（約 58%），兩子測區計畫範圍如圖 1-1。

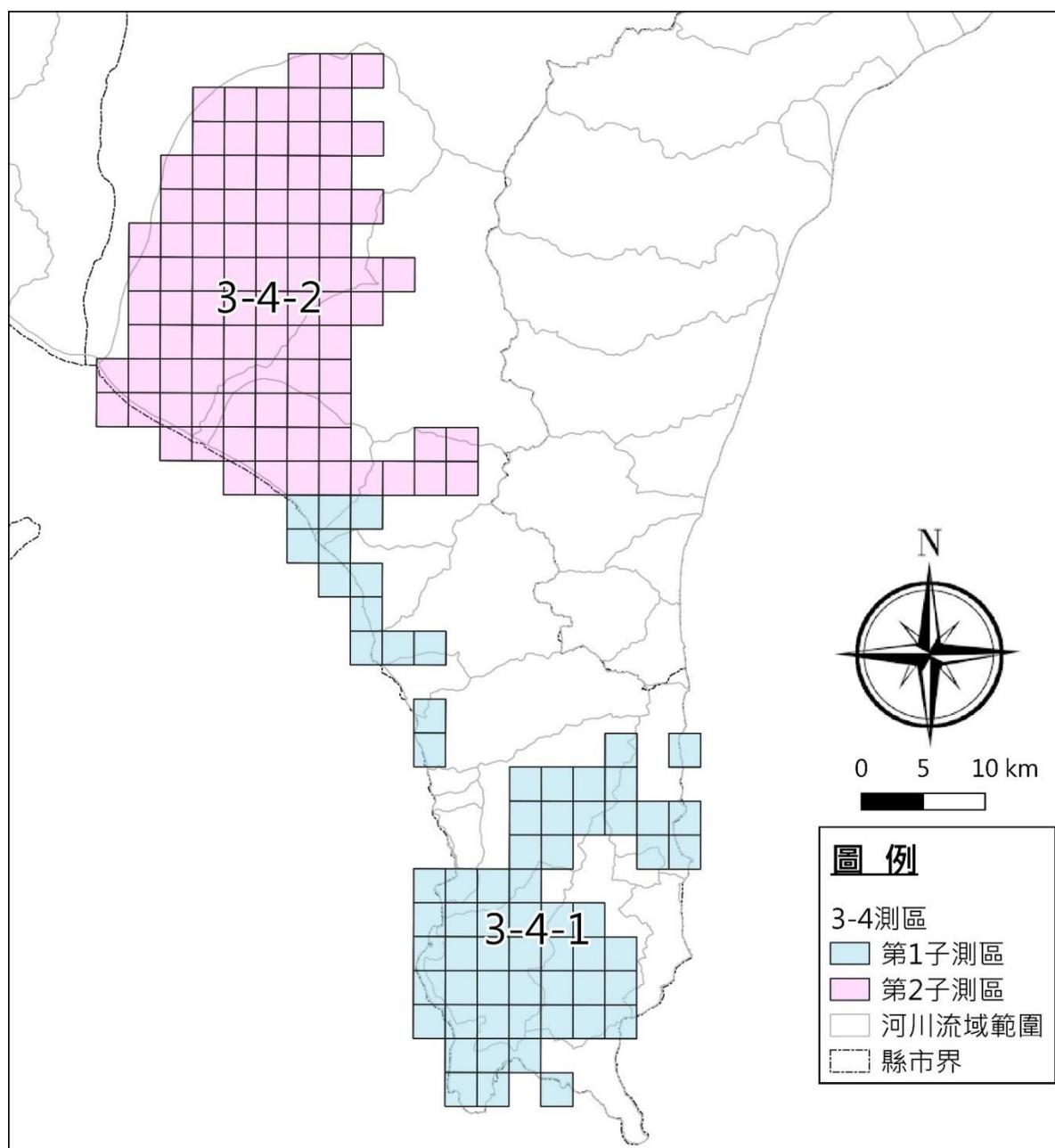


圖 1-1 110 年辦理測製範圍

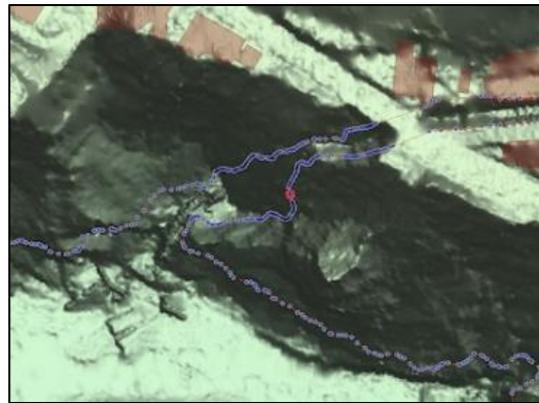
## 二、作業範圍特性分析

### (一) 3-4-1 測區

本測區除了包含龍鑾潭水庫以及牡丹水庫之外，其主要水域多為自然地景地貌(圖 1-2)，以為河海港向內陸延伸至山谷溪流，延水路較少多功能田圳與灌溉系統等人工構造物，對於本計畫所需繪製的溢堤線有較大的不確定性以及挑戰。因此，有鑑於本計畫為國內首發大型 HyDEM 測製案，特以此區域作為優先測製區，提升測繪人員對於成果繪製的認知。



(a)牡丹水庫



(b)自然邊坡網格模型

圖 1-2 3-4-1 測區地形與特性示意圖

### (二) 3-4-2 測區

本測區由屏東縣枋寮鄉、春日鄉以北，多為沿海魚塢以及內陸稻田水圳灌溉區域(圖 1-3)，其三維水利圖徵數量大，且多此區域橫跨 4 種不同既有資料的測製時間，雖地形不似 3-4-1 測區複雜，但因數量高，實際作業所需時間可能為 3-4-1 測區的 1~1.5 倍不等。

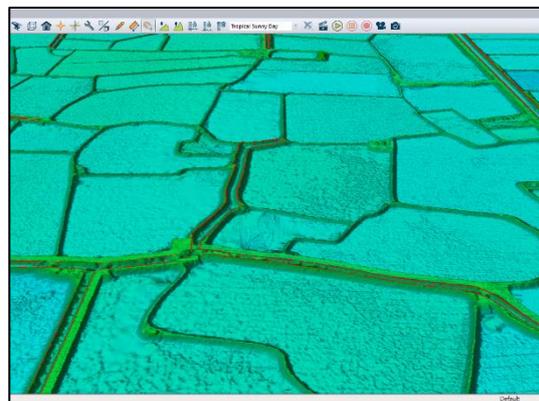
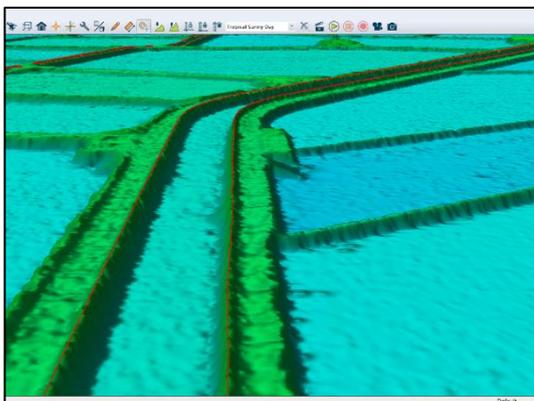


圖 1-3 3-4-2 測區地形特性示意圖

### 1-3 工作項目

本案測製規定、精度及產製成果項目與格式參照「水利數值地形資料測製及檢核技術指引」辦理，包含產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵及製作水利數值地形模型（含圖幅接邊處理）等工作，作業說明及各工作項目擇要說明如下：

#### 1-3-1 作業說明

- 一、廠商應以機關所提供空載光達技術更新數值地形模型成果測製案點雲資料（含水域線）、正射影像、三維建物近似化模型、臺灣通用電子地圖及經濟部水利署所提供之海堤等資料，產製水利數值地形資料。
- 二、水利數值地形資料包含水利數值地形分類點雲（簡稱 HyDEMLAS）、三維水利圖徵及水利數值地形模型（簡稱 HyDEM）等成果。
- 三、平面坐標系統採用配合內政部空載光達案成果測製坐標系統，如 TWD97【2010】、TWD97【2020】或最新公告之坐標系統。高程系統採用內政部 2001 臺灣高程基準（TWVD2001），量度單位為公尺，若光達點雲資料之高程系統為橢球高，須化算到 TWVD2001 正高（Orthometric Height）系統。正高化算採用內政部最新公告之大地起伏模式（TWHYGEO 2014）。
- 四、水利數值地形模型網格間距為 TM 二度坐標系內整數 1 公尺網格。

#### 1-3-2 產製水利數值地形分類點雲

以機關提供現有經平差處理過後之點雲資料，重新過濾分類點雲資料，點雲資料分為 4 類（如表 1-1），重新過濾原則說明如下：

表 1-1 點雲分類圖層及編碼

項目	圖層名稱	Code
地面點	Ground	2
水面點	Water	9
雜點	Noise	30
非地面點	Nonground	31

##### 一、水利設施構造物分類

加強分類水利結構物至地面點圖層，如溝渠兩側立面、各式堤防、寬度小於 1 公尺之防洪牆、胸牆或護欄等。由於光達資料為他案之成

果，部分寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物無法完整表示，僅以影像及光達點雲能判斷之連續水利設施構造物分類為地面點，作為後續工作項目（建置三維水利圖徵及製作水利數值地形模型）之資料依據。

## 二、補正原資料分類錯誤

如取得之光達點雲（DEM LAS）成果內，包含錯誤分類以致影響後續 HyDEM 網格內插及三維水利圖徵之繪製時，應予以補正。

### 1-3-3 建置三維水利圖徵

本案測製區所建置之三維水利圖徵資料為帶有高度資訊之水利特徵資料，須包括建物區塊（資料表）、溢堤線、水域區塊、海陸線及海堤線等 5 類，建置原則說明如下：

#### 一、建物區塊（資料表）

直接引用機關提供之三維建物近似化模型之建物編號及臺灣通用電子地圖之地標資料，並透過地標與建物關聯產製標註三維建物模型為一般阻水之建物或為水流通透之建物（如加油站亭）等資訊之資料表。

#### 二、溢堤線

(一) 利用光達資料描繪寬度超過 3 公尺以上之河川、渠道、排水幹道、溝渠等之行水範圍，須繪製兩側邊緣線。

(二) 若有水利人工構造物者，溢堤線繪製於水利人工構造物鄰水側高點，即淹水時滿水位處，針對寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物（如護欄、胸牆等），僅繪製以影像及點雲能判斷之連續阻水設施的頂部；若為自然護坡者，則繪製於相對高點，並且避開保全對象，其中：

1. 若保全對象在兩岸地勢較高側，另一側有類似河濱公園的區塊，則溢堤線非繪製於鄰水側高點，其位置之高程必須提升至與保全對象該側溢堤線相同高程之位置，反之則繪製於相對高點即可。
2. 若保全對象於兩岸地勢較低側，則另一側溢堤線繪製之高程位置不能低於保全對象該側。
3. 除此之外，溢堤線須保有上下游之連續性，避免高程差異過大之情況。

(三) 寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物，僅繪製以正射影像及光達點雲能判斷之連續阻水設施，並保持溢堤線之連續。

- (四) 以渠道內水流流通特性，保持溢堤線通暢為考量，若有橋梁等構造物橫越，溢堤線保持連續不中斷；若支線渠道交會於主線渠道堤防上的水閘門時，則支線渠道溢堤線需終止，維持主線渠道溢堤線完整性。
- (五) 溢堤線上至少每 200 公尺有 1 個節點為原則，高程落差超過 0.5 公尺亦須新增 1 節點，節點具有平面及高程資訊，以採用空載光達點雲之高程值，建立溢堤線各節點高程。
- (六) 平面位置與光達位置的平面差異不得超過 1.25 公尺。

### 三、水域區塊

- (一) 建置面積大於 5 公尺x5 公尺之靜止水域與高程，不包含流動水域，原則以空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之水線資料修正，移除無明顯蓄水功能之水域（如水稻田、地面積水、游泳池、自來水廠淨水池等）及河流溝渠等流動水域範圍。
- (二) 主要建置以下三類水域
  1. 養殖為目的：TerrainID 為 9740100，如漁塭、養鴨池等。
  2. 非養殖目的：TerrainID 為 9520700，如滯洪池、池塘、鹽田。
  3. 水庫：TerrainID 為 9520600。

### 四、海陸線

利用光達資料描繪建置航拍當時海岸邊界及河川出海口等海岸線特徵物作為海域及陸域交界情形，並賦予各節點高程資訊。

### 五、海堤線

由機關提供經濟部水利署之海堤資料作為參考依據進行加值，並參考正射影像及光達資料修正海堤位置，並賦予各節點高程資訊。

### 六、水閘門

依據本計畫第 2 次工作會議結論，為提供水利端進行淹水模擬時之參考，依據水利署提供既有水閘門資料，補充增加設置水閘門點位資訊三維水利圖徵成果，屬性內容須包含 Terrain ID(9510206)以及 JudgeType(判定類型)。其中，判定類型之欄位填寫方式：繪製人員若判斷確實為水閘門時，於判定類型欄位中填入” 1” ，若無法明確判定是否為水閘門時，則該欄位填入” 0” 。

### 1-3-4 製作水利數值地形模型（含圖幅接邊處理）

- 一、利用水利數值地形分類點雲之地面點以及三維水利圖徵之溢堤線、海陸線、海堤線約制內插產製 1 公尺網格資料。
- 二、由於部分人工阻水構造物不到 1 公尺寬度，須針對此部分補足 1 公尺 HyDEM 成果，不得使資料有破洞產生。
- 三、各作業區相鄰圖幅須完成接邊且維持一致性，另本計畫範圍與內政部 108 及 109 年水利數值地形測製技術發展工作之成果無相鄰，不進行接邊處理。

### 1-3-5 各項報告書、工作總報告

#### 一、提報作業計畫

作業計畫至少包含以下項目：

- (一) 各批次作業範圍規劃（作業區域應以連續接連為原則）。
- (二) 作業項目、流程及方式說明。
- (三) 作業時程（含各項工作權重配比）及進度管控方式說明。
- (四) 精度檢核及品質管控方式。
- (五) 建議及配合事項。
- (六) 其他相關資料及附件。

#### 二、提報工作進度報告

- (一) 每月進度報告：廠商應於決標次月起每個月 28 日前提出當月之工作執行書面報告交付監審廠商檢查並副知機關，內容包含預定及實際執行工作進度，作業與成果檢查情形，視需要提出工作協調事項及工作遭遇困難，並於召開工作會議時提出報告。
- (二) 監審廠商於作業期間視需要召開工作會議，廠商應指派計畫主持人或主要參與作業人員參加，由機關針對廠商各項工作辦理監督及檢查作業，擇期召開工作會議，廠商應確實配合辦理，並依工作進度以書面通知機關據以辦理監督及檢核作業。

#### 三、提送工作總報告

工作總報告內容至少包含以下項目：

- (一) 中英文摘要（含關鍵字）。

- (二) 計畫概述。
- (三) 作業規劃及作業範圍特性分析(如作業期程規劃、作業程序及方法說明)。
- (四) 工作項目、內容、執行方法、情形及成果。
- (五) 檢核方式及處理原則說明。
- (六) 成本分析(如成本因子說明、各項工作成本計算等)。
- (七) 檢討與建議。
- (八) 其他相關資料及附件(含性別平等資訊、檢查報表、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形及函文)。

- 四、作業計畫與工作總報告繳交電子檔均包含 Microsoft Office Word 檔格式及 PDF 檔案格式，報告書面文件則採 A4 雙面列印(加註書背)。
- 五、本案各項成果須經執業測量技師依據「經營或受聘於測繪業之測量技師簽證規則」規定備齊應備文件並簽證方可繳交，所繳交成果如有虛偽不實，該執業測量技師須連帶負責。

#### 1-3-6 成果格式

- 一、水利數值地形分類點雲：點雲分類完成，並經人工編修後，交付分幅之 LAS 檔及各圖幅對應編修人員清冊。
- 二、水利數值地形模型：交付分幅檔頭資料檔(hdr 檔)、網格化之 HyDEM 正高成果檔(內政部 XYZ 格式、LAS 格式、IMG 格式、GeoTIFF 格式)、詮釋資料(XML 格式)及內政部檢核報表。
- 三、三維水利圖徵：交付分幅資料，以五千分之一圖幅為資料夾，存放地理資訊圖層成果檔(除建物區塊圖層為 csv 格式外，其餘圖層為 shp 格式)，各類圖層命名規則請參考水利數值地形資料測製及檢核技術指引。

#### 1-4 驗收辦法

- 一、機關針對廠商繳交成果實施檢查，內、外業檢查時使用之儀器、操作人員由廠商及監審廠商負責。驗收得採初驗程序辦理，採初驗程序者，成果通過初驗後，由機關召開審查會辦理驗收，審查會議紀錄視為驗收紀錄。驗收項目及辦理方式說明如下：

##### (一) 外業檢查：

- 1. 檢查內容：水利數值地形資料成果實地抽驗地面檢核點位。

2. 檢查數量：第 2 階段辦理外業檢查，至少抽查 6 個圖幅、合計至少 30 個檢核點。第 3 階段辦理外業檢查，至少抽查 8 個圖幅、合計至少 40 個檢核點。
3. 通過標準：水利數值地形資料成果外業檢查，以實測點位量測高程與化算至內業繪製之溢堤線點位高程較差，計算總點數之高程較差均方根值，不得大於 0.3 公尺。

(二) 書面審查：作業計畫。

(三) 召開審查會：工作總報告。

- 二、倘廠商繳交之成果、因產製時間點與檢查時間點不同，致實際其成果無法通過檢查標準，廠商得提出合理佐證，則該處不視為缺點，惟廠商應予以修正後並經監審廠商複查至合格為止。
- 三、各階段驗收（含初驗）未通過時，經機關通知廠商於期限內就不合格項目全面檢測及修正，各階段修正成果須經監審廠商查核通過後提交至機關，監審廠商應於接獲機關通知期限內辦理複查完竣，各項成果如複查未通過時，即各項成果複查過程中發現嚴重的系統性問題或不合格幅數已超過拒收數，監審廠商得不須檢查完畢該階段（批次）抽驗成果並將該階段（批次）成果退回。複查作業次數第 2 次以上，所須檢查費用由作業廠商全額負擔，亦不得據以為延長工期之理由。
- 四、機關得就廠商提送各階段修正成果，依上述驗收方式就不合格項目辦理複驗工作，抽查圖幅不限前次已抽查圖幅；倘仍發生複驗未通過情形，廠商除全面檢測及修正外，將自驗收（含初驗）機關通知限期改正之次日起計算逾期日數及計算逾期違約金。
- 五、各式報告經機關審查後，廠商應依機關審查意見修訂報告內容，並於機關指定期限內重新提送修正後報告至機關。

## 1-5 其他相關規定

- 一、機關得於作業期間隨時派員監督了解各項作業辦理情形，如發現廠商作業疏失時提出糾正，廠商應立即改善，並將改善後結果提報機關。
- 二、本案作業期間，如需機關函文其他機關協調者，應以書面向機關提出。
- 三、廠商將本案相關成果、作業技術投稿相關期刊或研討會論文時，應徵得機關同意。

- 四、本案如遇匯率或物價波動時，決標廠商不得因此要求調整單價及物價補貼，決標廠商應考量波動風險並確實核算工作成本。
- 五、本案工作自第 4 階段驗收合格次日起 1 年內為保固期，保固期間內遇有成果疑義等情事，廠商應於接獲機關通知 30 個日曆天內辦理補正並交由監審廠商檢查完竣，檢附證明資料送交機關，機關必要時得至實地確認。
- 六、廠商對於履約所僱用之人員，應遵守性別工作平等法之規定，保障其性別工作權之平等，不得有歧視婦女、原住民或弱勢團體人士之情事。

## 第二章 計畫執行方法與步驟

### 2-1 作業規劃與程序

採用內政部之空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之點雲資料等，進行水利數值地形資料產製，包括「既有資料蒐集」、「水利數值地形點雲分類」、「三維水利圖徵繪製」、「水利數值地形模型產製」。本計畫範圍面積廣大，工作項目繁多，彙整各工作項目以及相關資料於工作流程圖如圖 2-1。



圖 2-1 工作流程圖

## 2-2 既有資料蒐集

蒐集機關所提供之空載光達技術更新數值地形模型成果測製案（後稱空載光達案）點雲資料（含水域線）、正射影像、三維建物近似化模型、臺灣通用電子地圖及經濟部水利署所提供之海堤等資料。

### 2-2-1 空載光達案點雲資料（含水域線）

將點雲資料分類為地面點、水面點、雜點及非地面點等 4 類之成果資料（後稱 DEM LAS），如圖 2-2。可進一步內插為數值高程模型（Digital Elevation Model, DEM），以呈現土地表面自然地貌起伏，即不含地表植被及人工構造物的裸露地表。

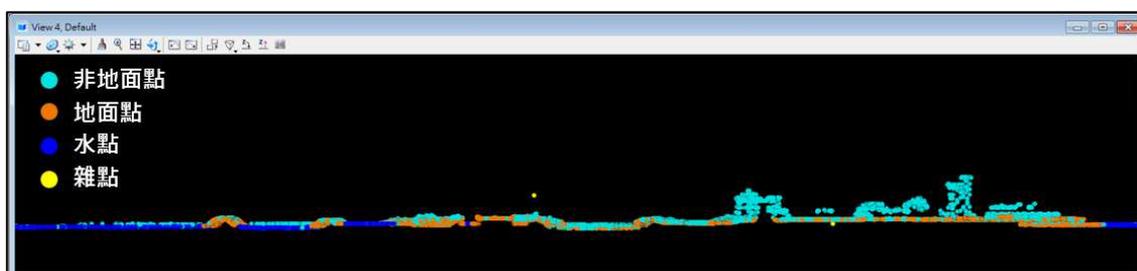


圖 2-2 DEM LAS 成果

水域線為空載光達案中呈現航拍當時水體現況的線資料，並以此作為分類水點的依據(圖 2-3)。水域線於空載光達案中的作法為以正射影像進行水域數化，最後以水域線（為內陸水域線及海域線的統稱）分類水點，完成 DEM LAS 點雲分類編修。

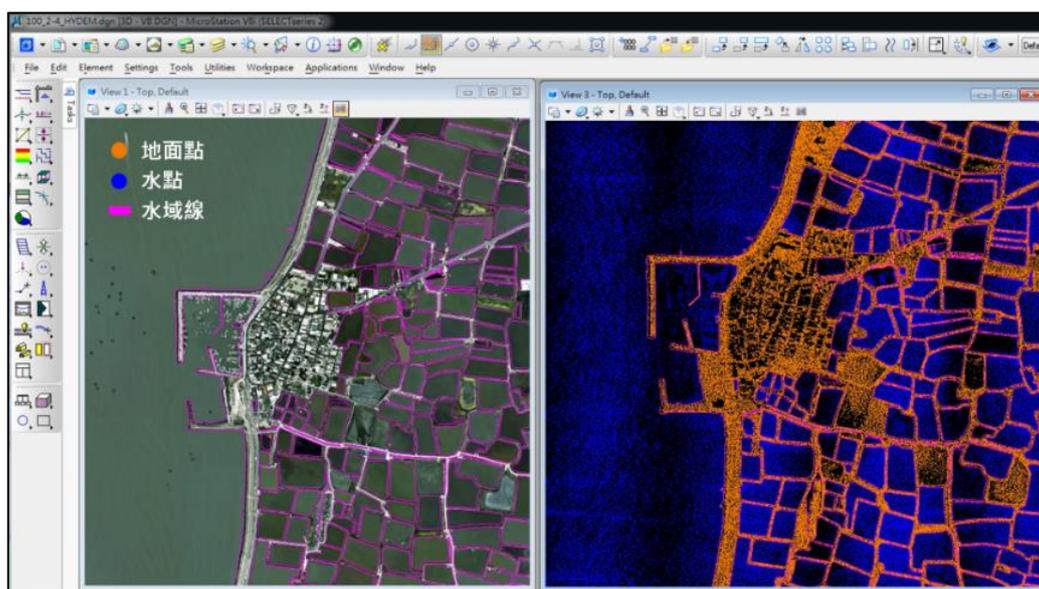


圖 2-3 水域線套疊正射影像與點雲資料

### 2-2-2 正射影像

主要採用空載光達案之正射影像成果作為水利數值地形點雲分類，以及後續繪製三維水利圖徵之參考依據。空載光達案所產製之正射影像所使用之航拍影像是以空載光達掃瞄飛航時同步取得為原則，故空載光達案的點雲資料與正射影像基本上一致。

### 2-2-3 臺灣通用電子地圖

臺灣通用電子地圖為一套完整涵蓋全臺灣地區，具備全國性、共通性、一致性及定期更新維護之電子地圖，以地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）分層套疊概念規劃，包括道路、鐵路、水系、行政界、區塊、建物、重要地標、控制點、門牌資料及彩色正射影像等 10 大類，並依照圖資內容細分為 23 個圖層。其中，臺灣通用電子地圖中之水系資料，可作為後續建置三維水利圖徵中溢堤線之參考依據，以釐清需要建置溢堤線之處；而重要地標則為後續搭配三維近似化建物模型之建物區塊，用以標記既有建物是否作為可阻水建物之依據，如圖 2-4。

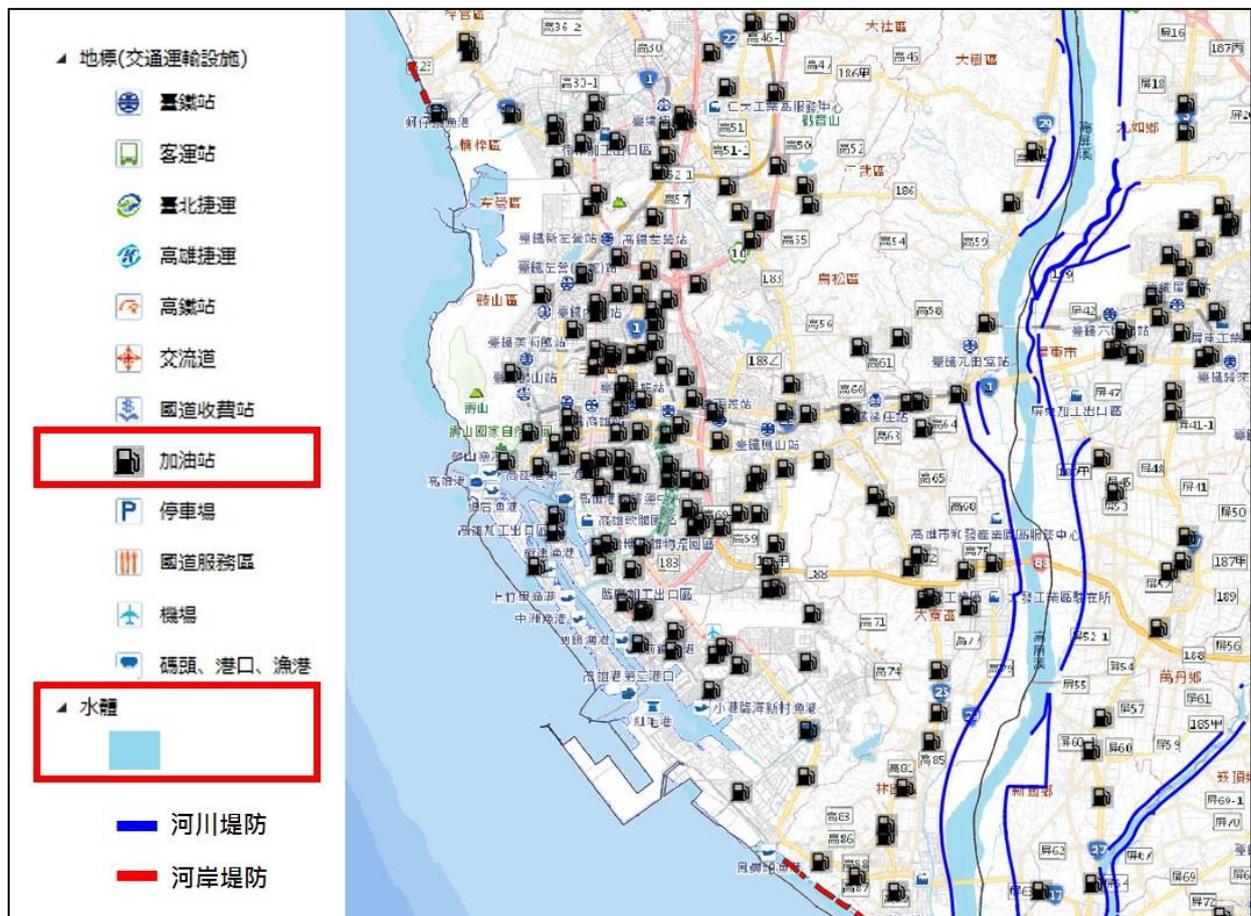


圖 2-4 臺灣通用電子地圖之水系與重要地標

### 2-2-4 經濟部水利署所提供之海堤與水門資料

由經濟部水利署所提供之海堤資料，其中已記錄海堤之地理位置、坐標系統、唯一識別碼、海堤名稱、海堤種類、縣市、鄉鎮、管轄單位、長度等，再於本計畫中以空載光達案點雲資料作為依據，修正海堤資料與點雲資料不相符處，並賦予高程資料，以建置更為全面的海堤資料。

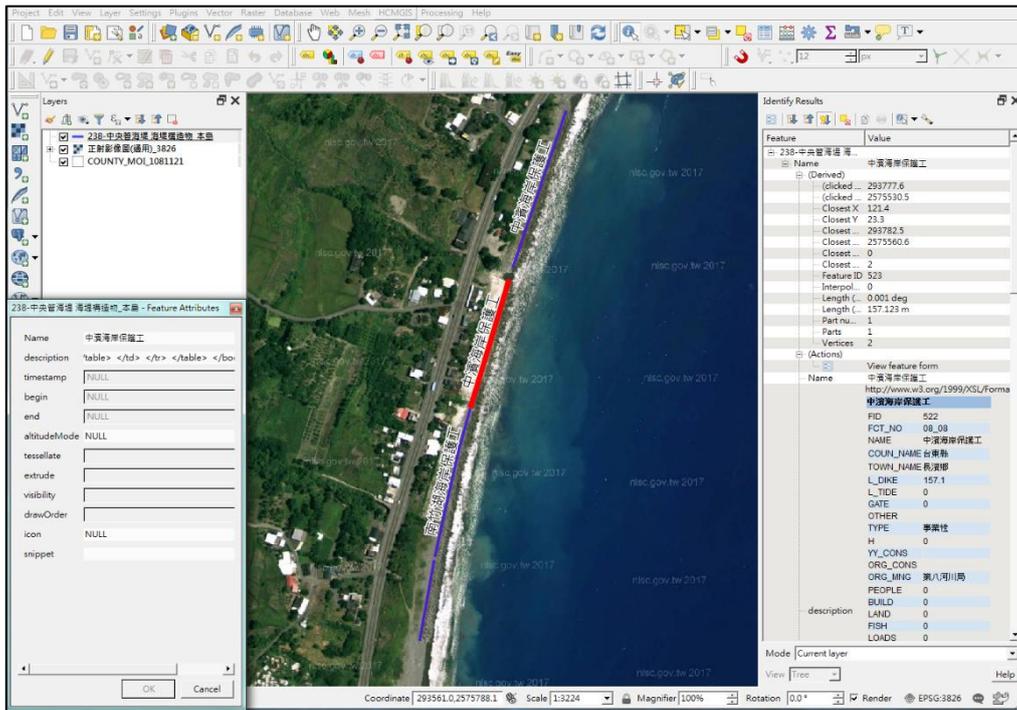


圖 2-5 中央管海堤套疊臺灣通用電子地圖正射影像

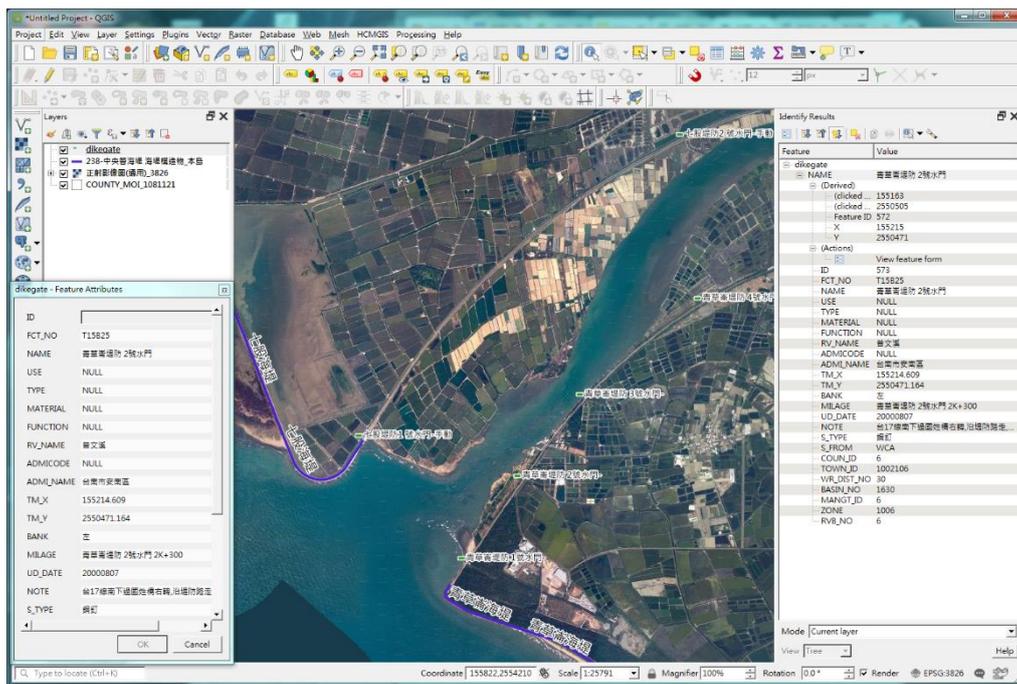


圖 2-6 中央管河川水門套疊臺灣通用電子地圖正射影像

### 2-2-5 建物區塊

直接引用機關提供之三維建物近似化模型之建物編號及臺灣通用電子地圖之地標資料，並透過地標與建物關聯產製標註三維建物模型為一般阻水之建物或為水流通透之建物(9960101 車站、9960203 加油站)等資訊之資料表，相關地標位置資料展示如圖 2-7。

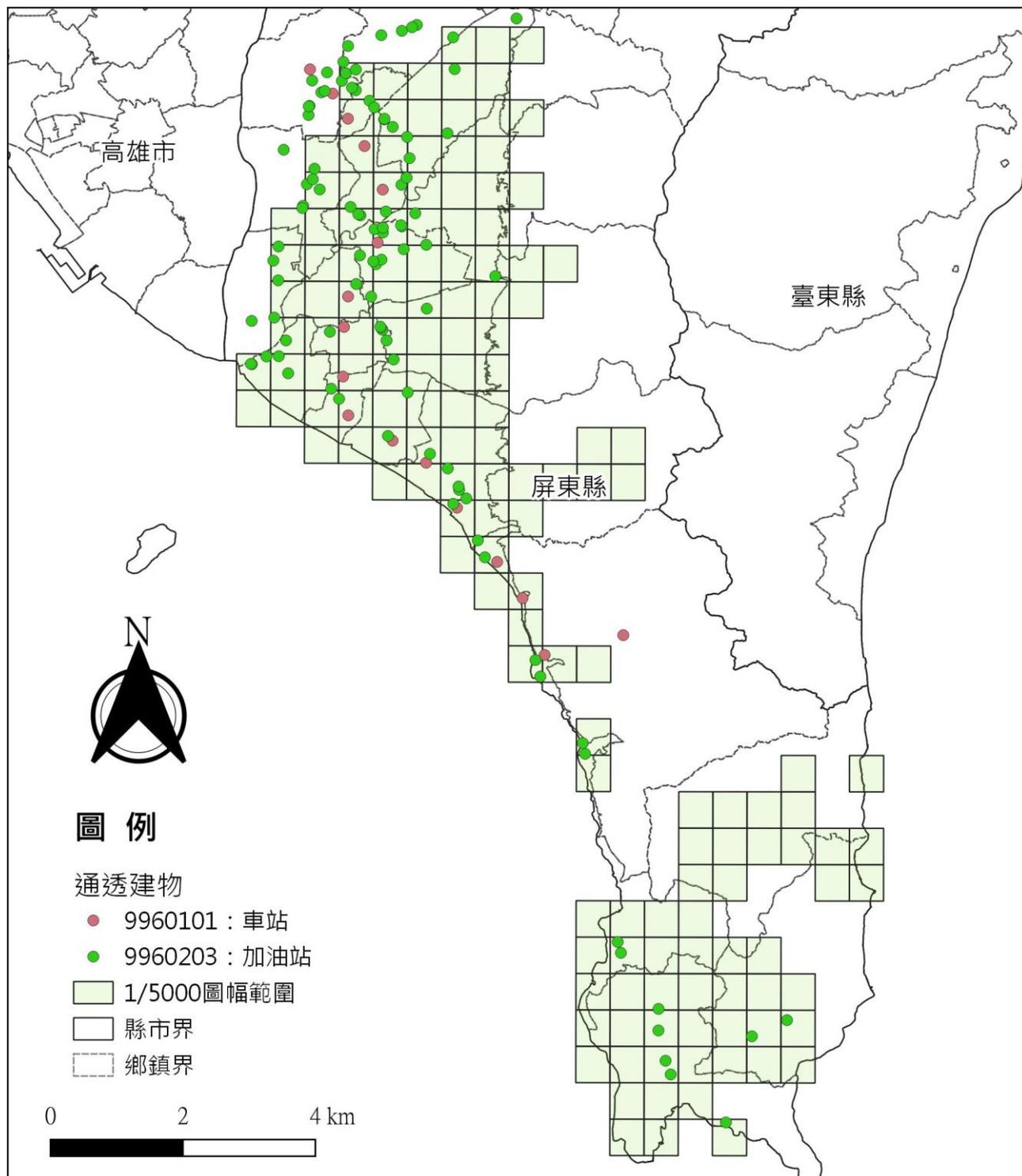


圖 2-7 通透建物地標位置分布

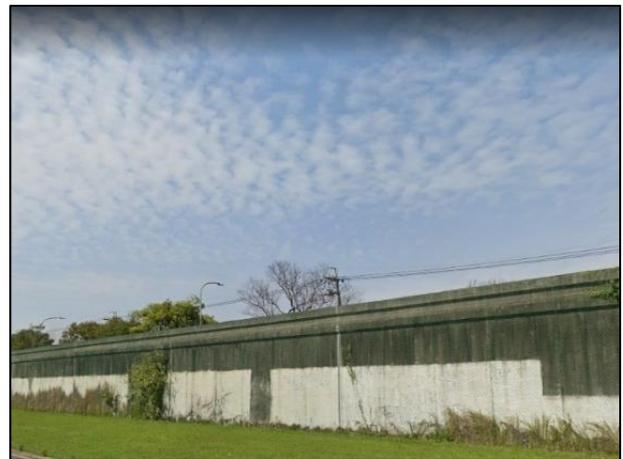
### 2-3 水利數值地形點雲分類

為能提供水利相關更為廣泛之應用，利用原本空載光達計畫所獲得之點雲資料(DEMLAS)，進一步針對水利相關構造物進行點雲分類，建置適合作為水理數值模型之水利數值地形。依據前述作業需求，本計畫需先了解水利相關設施構造物表徵，以及在空載光達點雲上相對應的表現，再進行點雲的分類與補正(如溝渠兩側立面、防洪牆、胸牆、各式堤防等，示意如圖 2-8)，以作為後續繪製三維水利圖徵與製作水利數值地形模型依據。

另外，如取得之既有 DEM LAS 成果包含錯誤分類以致影響後續 HyDEM 網格內插及三維水利圖徵之繪製時，須予以補正水利設施點雲分類成果，並與點雲分類完成後提交監審廠商審核。



(a)溝渠立面



(b)防洪牆



(c)胸牆



(d)土堤

圖 2-8 水利設施構造物示意圖

### 2-3-1 點雲分類作業原則

光達點雲掃描資料是三維空間中呈不規則分布的點雲 (Points Cloud) 資料。這些點雲是代表真實地形表面、人工建築物 (房屋、煙囪、塔、輸電線等) 或自然植被 (樹、草) 的真實世界地理位置，有些則是粗差資訊 (雜訊)。光達資料過濾處理結果與實際地貌起伏及地物之分布有關，過濾演算法對困難地貌的處理會有不同的準確性與適應性的問題，因此需進行人工辨識與編修。

點雲分類編修作業依據相關計畫作業原則辦理，唯本案主要目的為三維水利圖徵繪製，因此點雲分類編修是以「是否影響三維水利圖徵繪製」作為點雲分類作業評估標準，僅針對會影響後續三維水利圖徵繪製之空載光達點雲進行點雲分類編修，相關作業原則如下：

- 一、單一幅五千分之一圖幅範圍由同一人員處理，作業內容包含「水利數值地形模型點雲分類」與「三維水利圖徵繪製」，並以此作人員分配為後續檢核、追蹤修訂、品質管控的統計單位。
- 二、本計畫針對水利數值地形模型點雲分類所採用的軟體為 Microstation 搭配 TerraScan 以及 TerraModeler 模組，結合前述已蒐集之既有資料(正射影像、三維近似化建物模型建物區塊以及臺灣通用電子地圖等)，以連動性視窗進行點雲分類與編輯，相關作業畫面如圖 2-9。

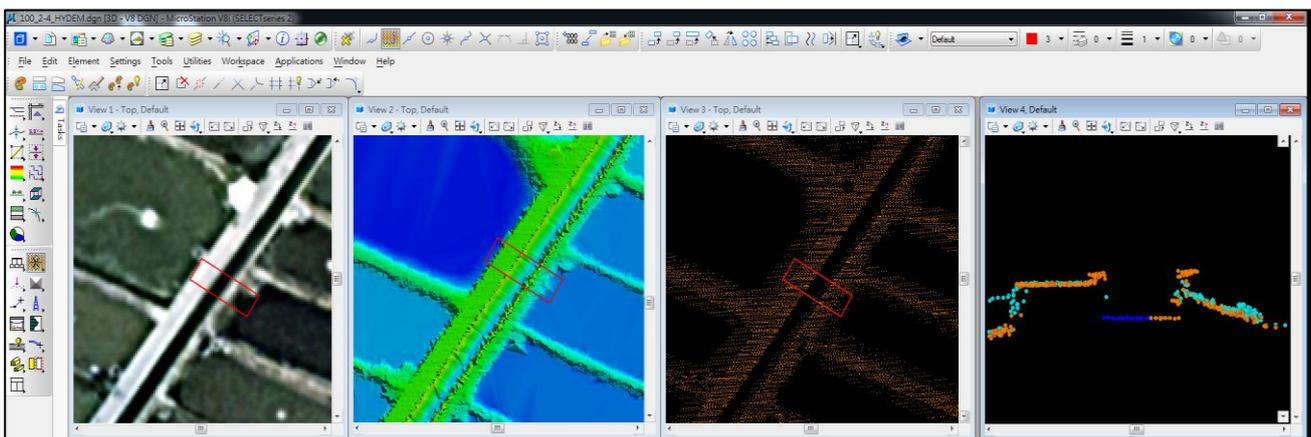


圖 2-9 水利數值地形模型點雲分類作業畫面

- 三、分類後點雲資料共分為四大類，包含「地面點」、「水面點」、「雜點」以及「非地面點」，分項資訊以及類別代碼如表 2-1。
- 四、一般常見點雲錯誤點類型包括堤防或實心道路、消波塊、低點、孤立點、空中點等，相關原則以及應正確分類方式如表 2-2。

表 2-1 點雲資料分類項目

項次	項目	圖層名稱	Code(編碼)
1	地面點	Ground	2
2	水面點	Water	9
3	雜點	Noise	30
4	非地面點	Nonground	31

表 2-2 點雲常見分類錯誤與原則

項次	類型	正確分類
1	堤防或實心道路	地面點
2	地形反曲位置	地面點
3	消波塊	地面點
4	橋梁、高架道路	非地面點
5	涵洞	非地面點
6	非永久性土堆	非地面點
7	水域	水點

### 2-3-2 水利設施構造物點雲分類

- 一、依據不同水利設施於點雲地形結構上的表現，應將水利設施構造物點雲以人工方式分類為地面點(Ground)，作為後續三維水利圖徵建置依據，完成分類後成果如圖 2-10。

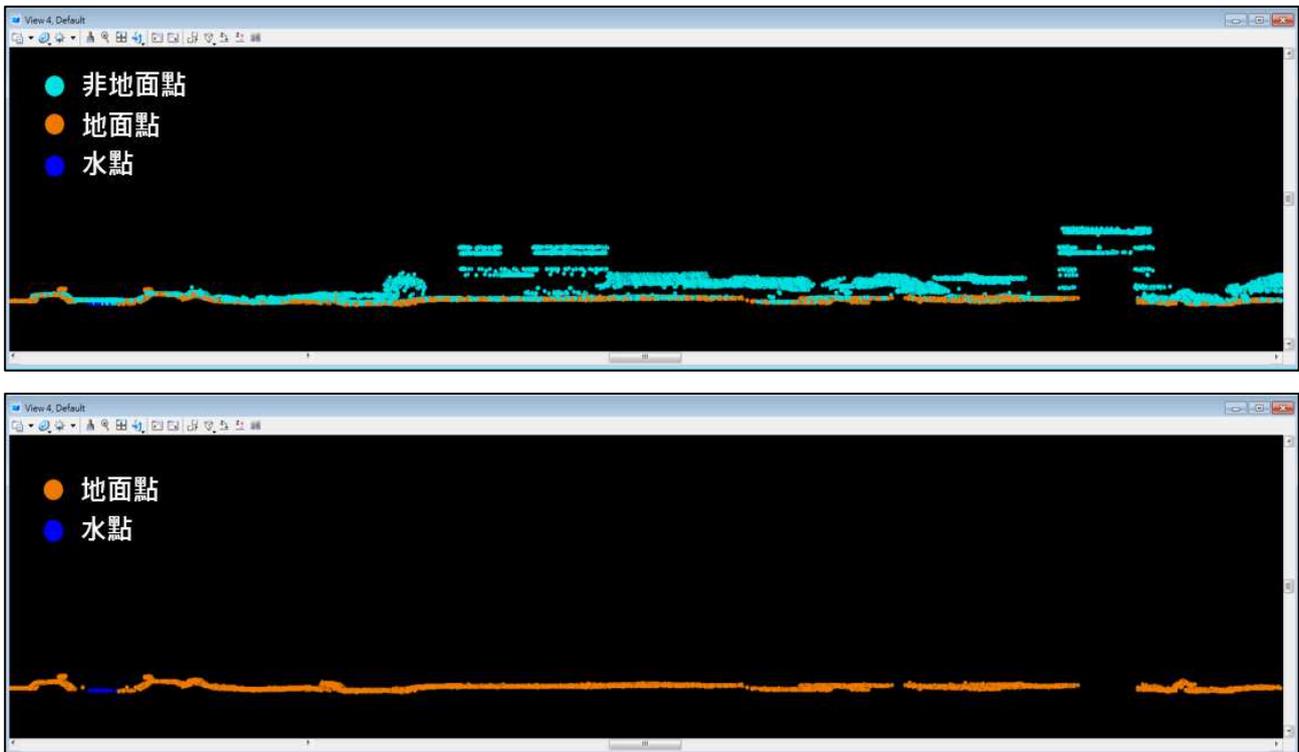


圖 2-10 水利數值地形點雲分類成果示意圖

二、本團隊彙整各類型水利構造物於空載光達上的表現與實地照片如表 2-3，並製作相關點雲分類判釋手冊作為內部人員訓練與知識文件，以統一各點雲分類編修人員分類標準，並提升作業品質以及效率。

表 2-3 空載光達點雲於水利構造物上表現成果示意圖

<p>(a) 溝渠 立面</p>		
<p>(b) 水門 與 防洪牆</p>		
<p>(c) 水閘 門</p>		
<p>(d) 土堤</p>		

三、由於空載光達相關計畫的資料成果於溝渠兩側立面、各式堤防、寬度小於 1 公尺之防洪牆、胸牆或護欄等部分寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物可能無法完整表示，如能以正射影像及空載光達點雲(或高於 1 公尺解析度之 DSM)判斷為連續水利設施構造物，則應分類為細部水利構造物點(圖層 6)(圖 2-11)。

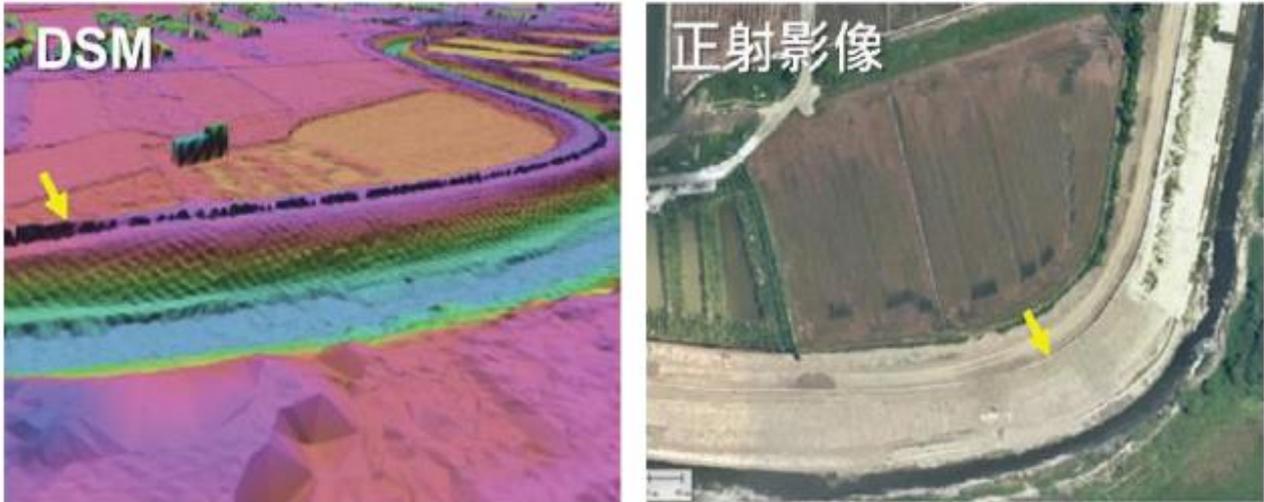


圖 2-11 寬度小於 1 公尺之人工組水構造物於 DSM 與正射影像上表示

### 2-3-3 常見點雲分類錯誤類型

#### 一、地面點分類錯誤

因地面點分類錯誤未移除，進而影響後續進行 HyDEM 網格內插，造成 HyDEM 成果有不合理之地形表現（如圖 2-12 所示），因此需修正該點雲分類，如圖 2-13 黃框所示，將其從地面點分類為雜點。

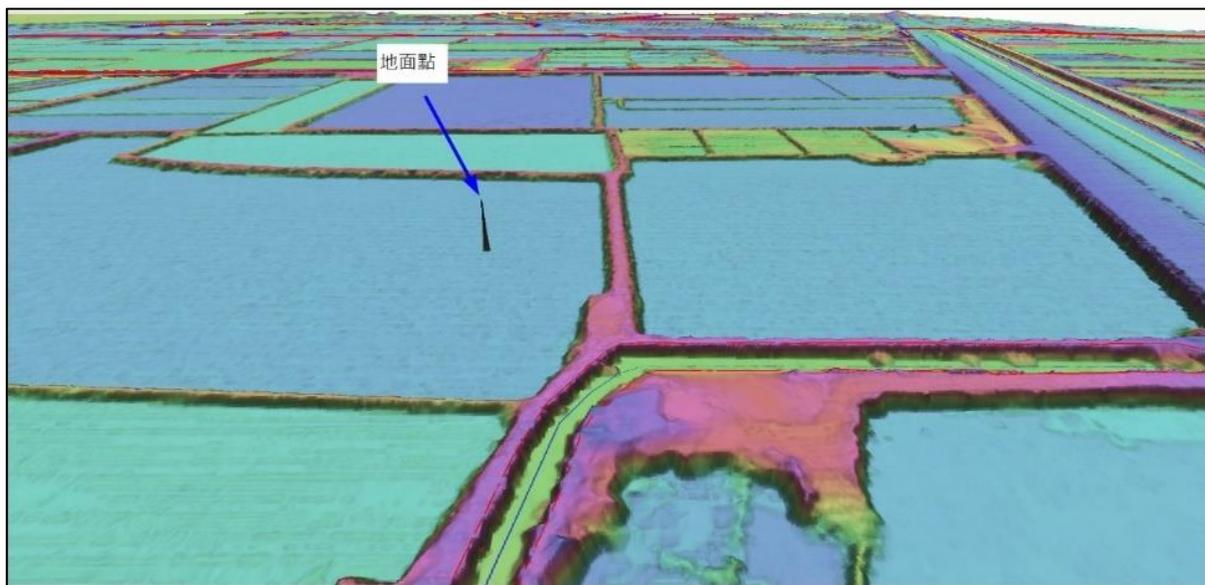


圖 2-12 地面點分類錯誤影響 HyDEM 成果

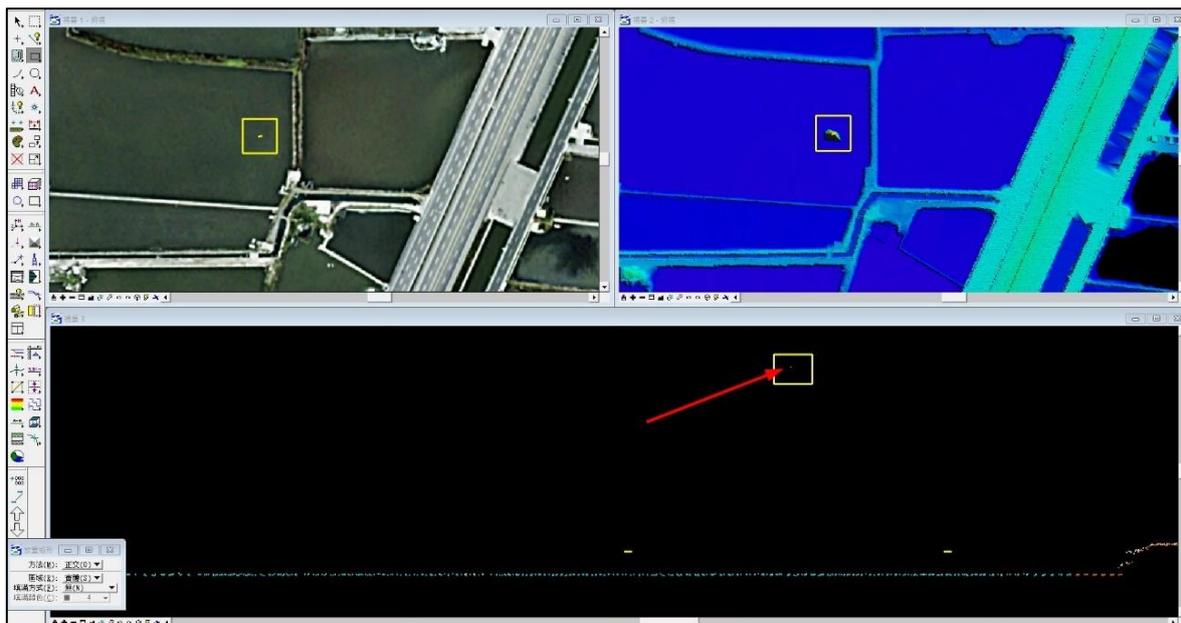


圖 2-13 地面點分類錯誤 TerraSolid 修正作業畫面

### 二、不可阻水之道路護欄分類為地面點

原點雲分類誤將不可阻水之道路護欄視為堤防而將其分類為地面點，如圖 2-14 所示。如未修正將影響後續組成繪製三維水利圖徵之模型地形表現，造成三維水利圖徵建置錯誤（如圖 2-14 以及圖 2-15），因此需修正該點雲分類。

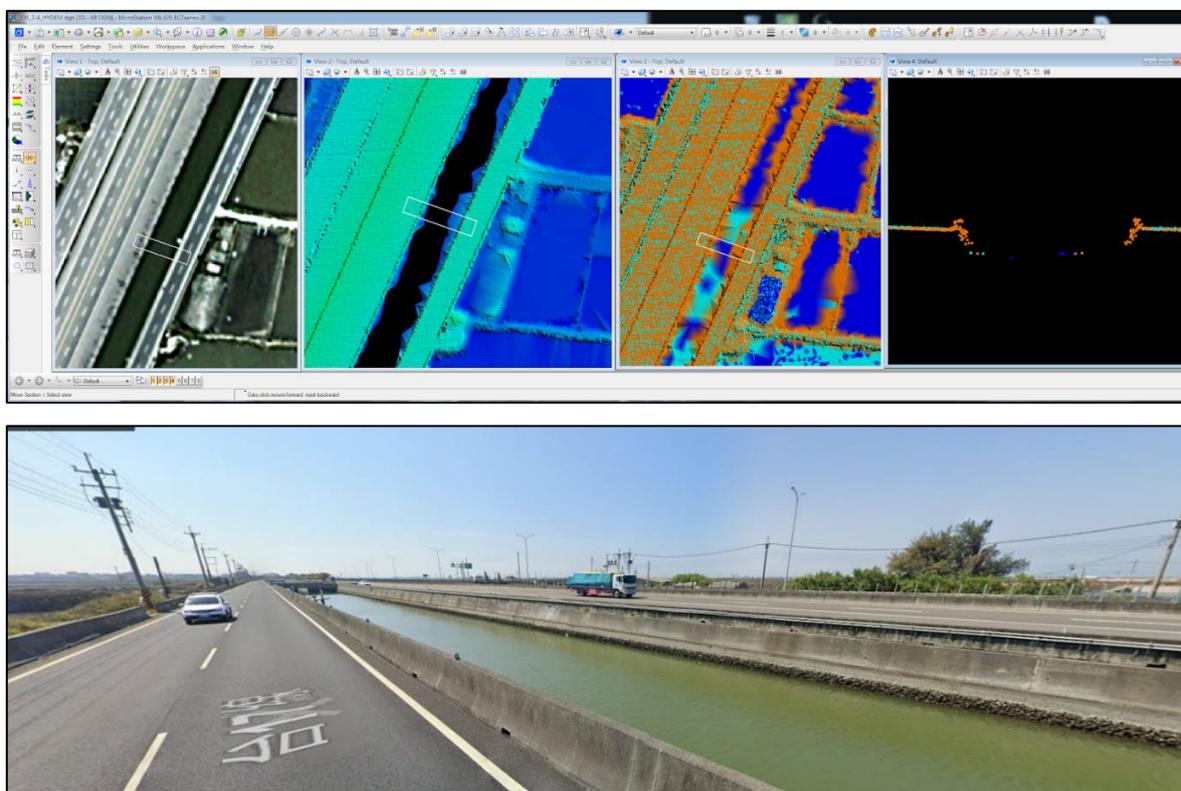


圖 2-14 不可阻水之道路護欄誤分類為地面點-1



圖 2-15 不可阻水之道路護欄誤分類為地面點-2

### 三、水點分類錯誤(水線需修正)

點雲資料與正射影像資料間的時間不一致，使得以正射影像進行數化的水線直接分類水點時出現分類錯誤。圖 2-16 即為因水線繪製錯誤導致將阻水的牆面分類為水點，進而影響後續建置三維水利圖徵與 HyDEM 成果，需修正點雲分類成果。

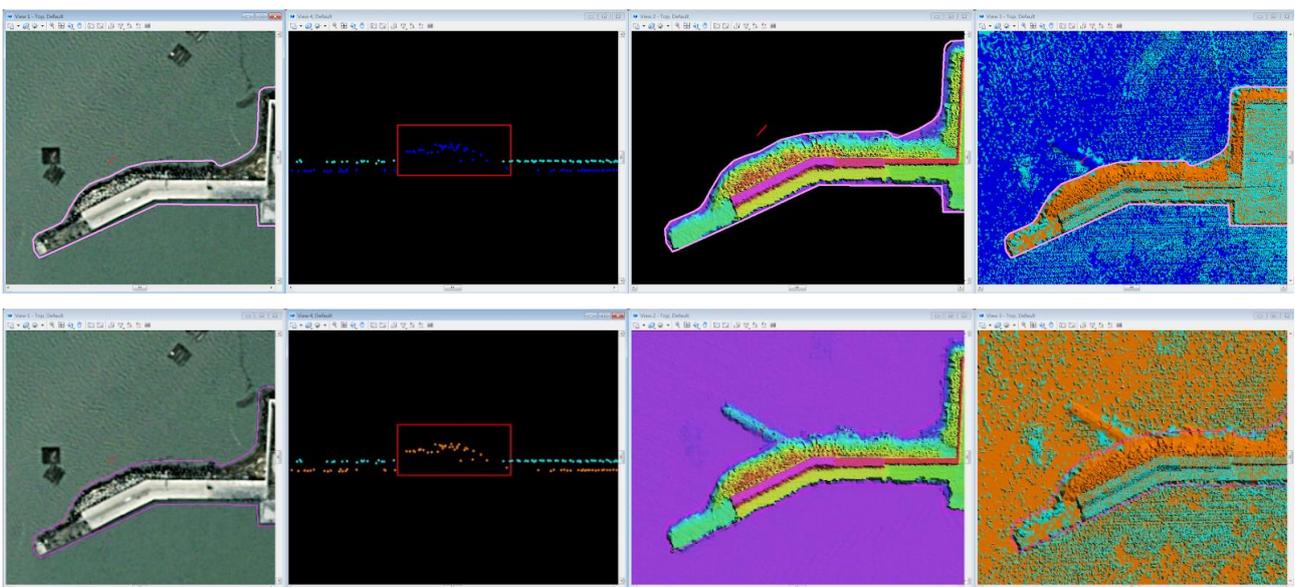


圖 2-16 水線錯誤導致水點分類錯誤(上)與修正點雲分類後成果(下)

### 2-4 三維水利圖徵建置

三維水利圖徵為帶有高度資訊之水利特徵資料，主要為建置符合後續淹水模擬所需之特徵資料，且需要多重資料(正射影像、既有建物區塊、海堤線等)輔助圖徵判釋以及繪製。以下依序詳述「三維水利圖徵繪製所需的數值地形模型建置」、「既有資料初步檢視」、「三維水利圖徵繪製原則」，及其「屬性資料表建置規則」，整體作業以及各項工作使用的相應軟體繪製為作業流程如圖 2-17。

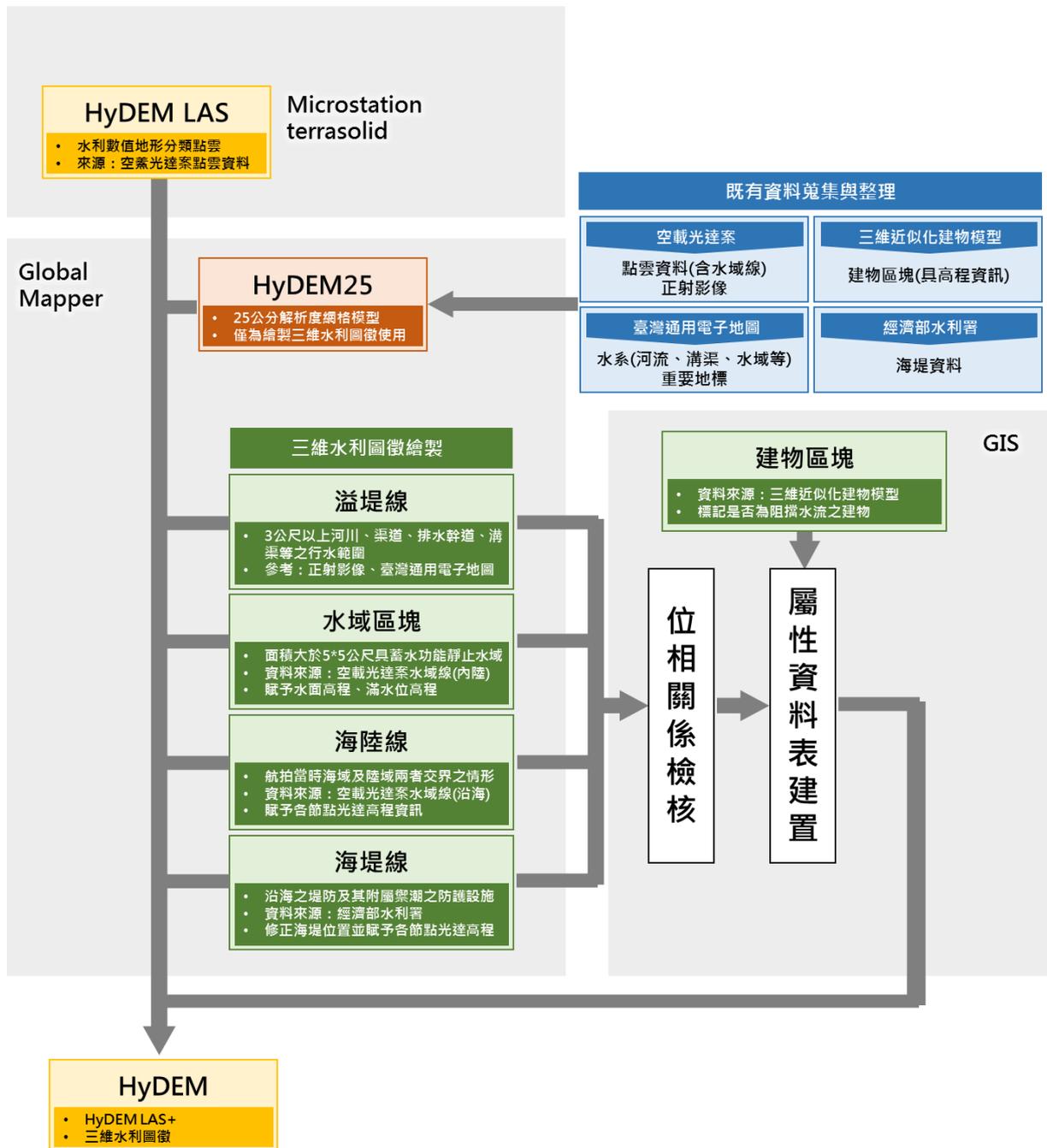


圖 2-17 三維水利圖徵建置作業流程

### 2-4-1 25cm 數值地形模型建置

本計畫三維水利圖徵係利用既有高精度光達資料建立，相關計畫點雲密度作業規定約為每平方公尺 1.5 點~2 點，又光達掃瞄特性較難在同一特徵上連續獲得點雲資料，在繪製細緻水利圖徵時難以表現物徵連續性。依據本計畫監審單位所舉辦的教育訓練課程內容，為能補強空載光達點雲解析度上的不足，三維水利圖徵繪製時可利用原始光達點雲內插為 25cm 解析度網格模型，避免可能因點雲先天特性不足所導致相關圖徵繪製錯誤，並同時提高作業效率。

為能確保圖幅邊緣的溢堤線在繪製時不會因為模型組成導致圖幅間成果不一致，本計畫依原計畫範圍框再向外延伸 200 公尺作為初步模型範圍，內插為 25 公分解析度之網格模型，以作為建置三維水利圖徵之依據。

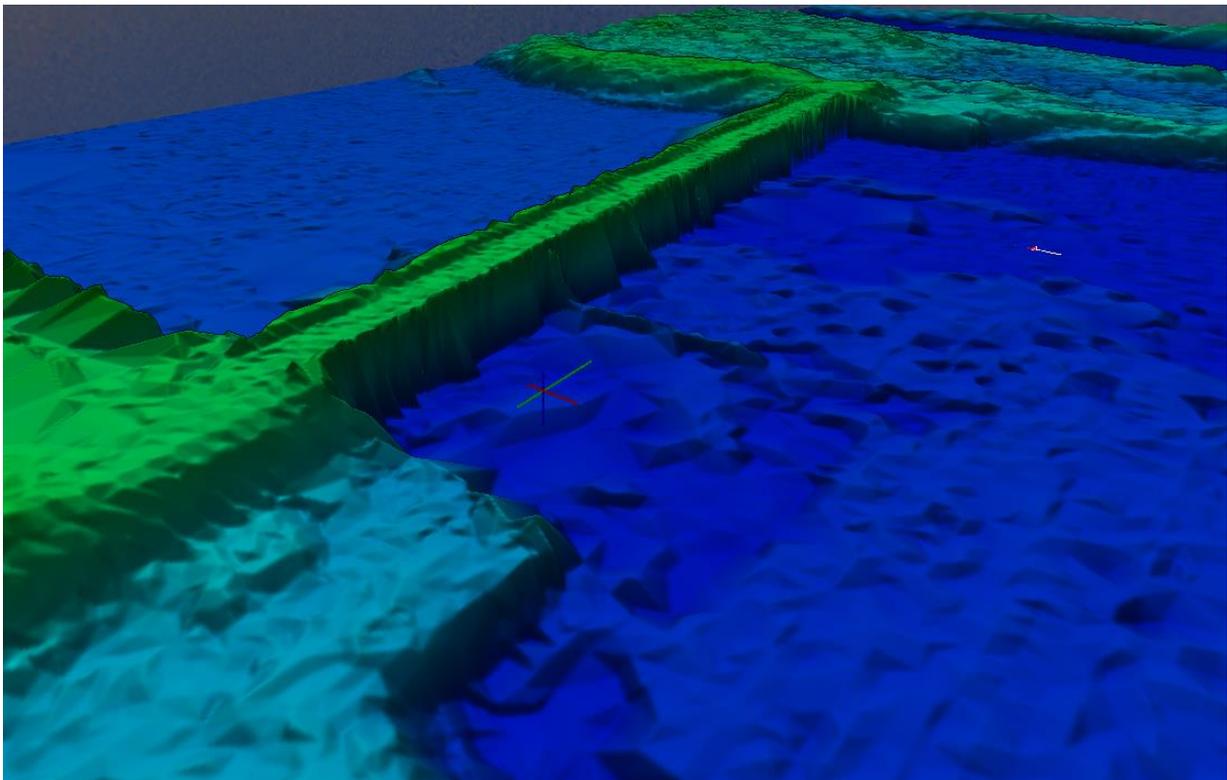


圖 2-18 25cm 數值地形模型建置成果展示(東港溪攔河堰)

### 2-4-2 三維水利圖徵繪製

依據本計畫教育訓練，採用 Global Mapper (含 LiDAR module) 軟體作為主要繪製軟體，匯入前述以 Surfer Kriging 組成的 25 公分網格模型進行三維水利圖徵繪製，以下分述各類三維水利圖徵繪製原則，並展示本計畫作業成果。

## 一、溢堤線

- (一) 建置寬度超過 3 公尺以上之河川、渠道、排水幹道、溝渠等之行水範圍。
- (二) 寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物，僅繪製以影像及光達點雲能判斷之連續阻水設施。
- (三) 若有水利人工構造物者，溢堤線繪製於水利人工構造物鄰水側高點，即淹水時滿水位處（如圖 2-19），針對寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物（如護欄、胸牆等），僅繪製以影像及點雲能判斷之連續阻水設施的頂部；若為自然護坡者，則繪製於相對高點，並且避開保全對象，其中：
  1. 若保全對象於兩岸地勢較低側，則另一側溢堤線繪製之高程位置不能低於保全對象該側。
  2. 若保全對象在兩岸地勢較高側，另一側有類似河濱公園的區塊，則溢堤線非繪製於鄰水側高點，其位置之高程必須提升至與保全對象該溢堤線相同高程之位置，反之則繪製於相對高點即可。
  3. 除此之外，溢堤線須保有上下游之連續性，避免高程差異過大之情況。

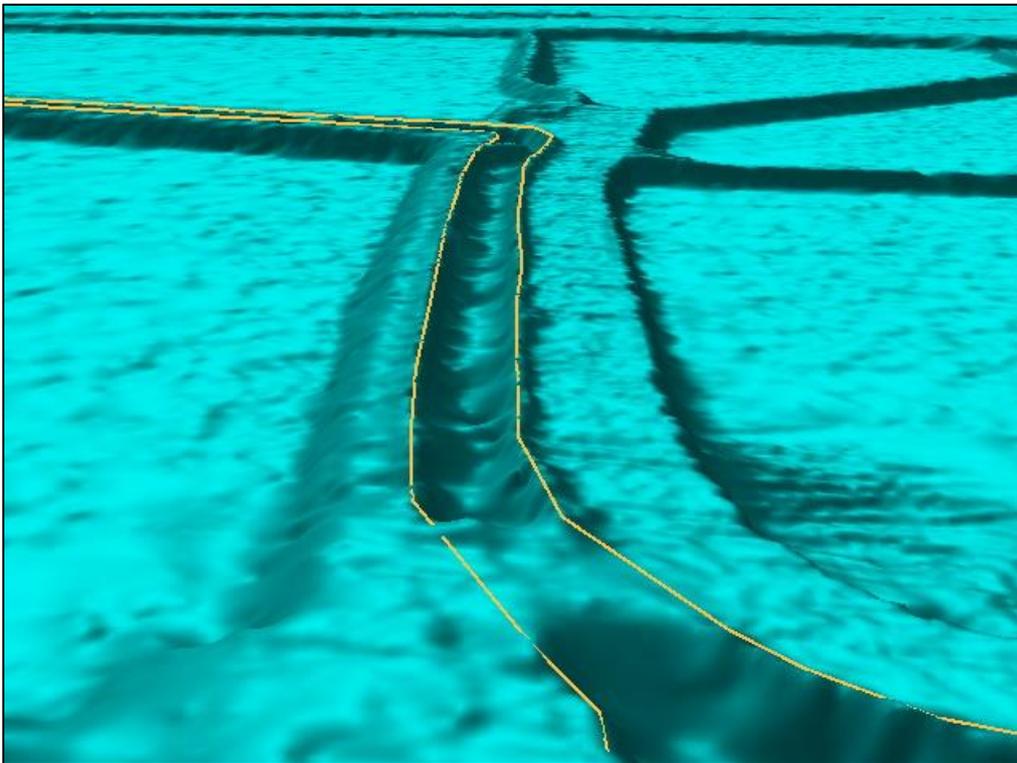


圖 2-19 溢堤線繪製於鄰水側高點

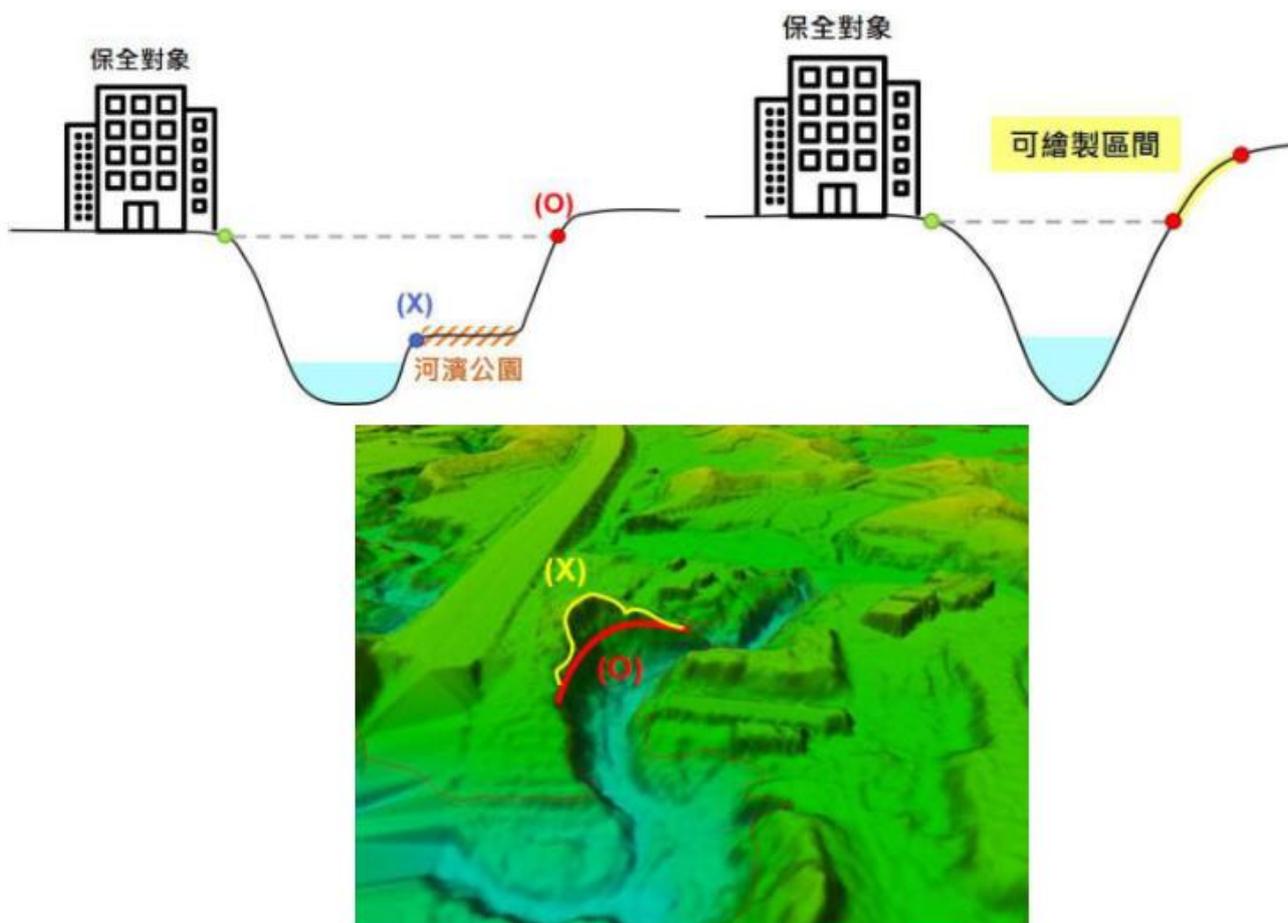


圖 2-20 溢堤線繪製示意圖

(四) 溢堤線圖徵不需補充暗溝資訊，遇有局部遮蔽之管箱涵亦不須接通，如圖 2-21 所示，因以點雲資料、正射影像無法判斷溝渠是否流通及其溢堤線位置，故不予繪製。如因橋梁橫越造成部分遮蔽且可判斷流向之渠道，應濾除橋梁面點雲(HyDEM LAS)，保持渠道的流通性，如圖 2-22 所示。

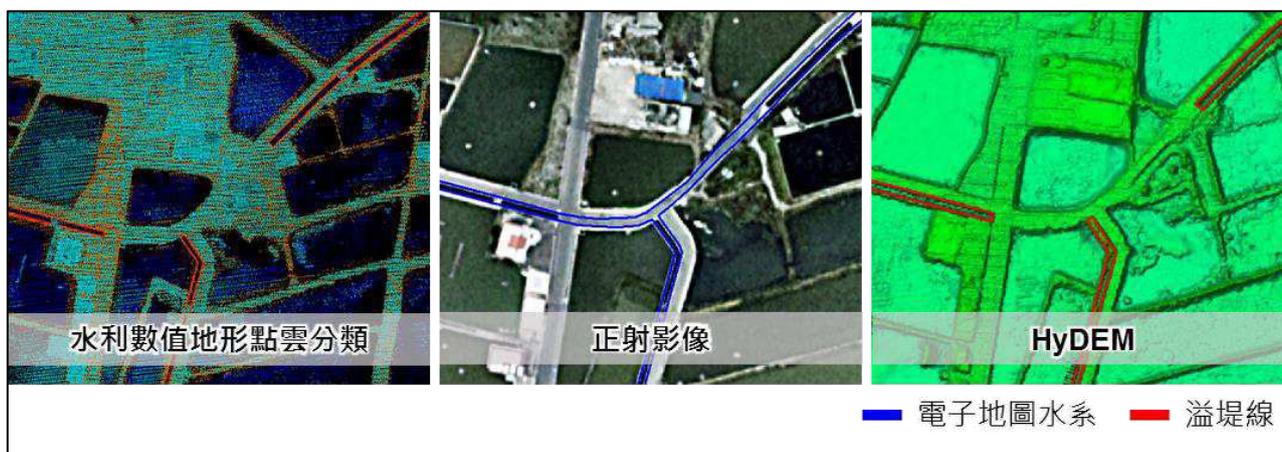


圖 2-21 溢堤線繪製原則：無法判斷渠道流通性

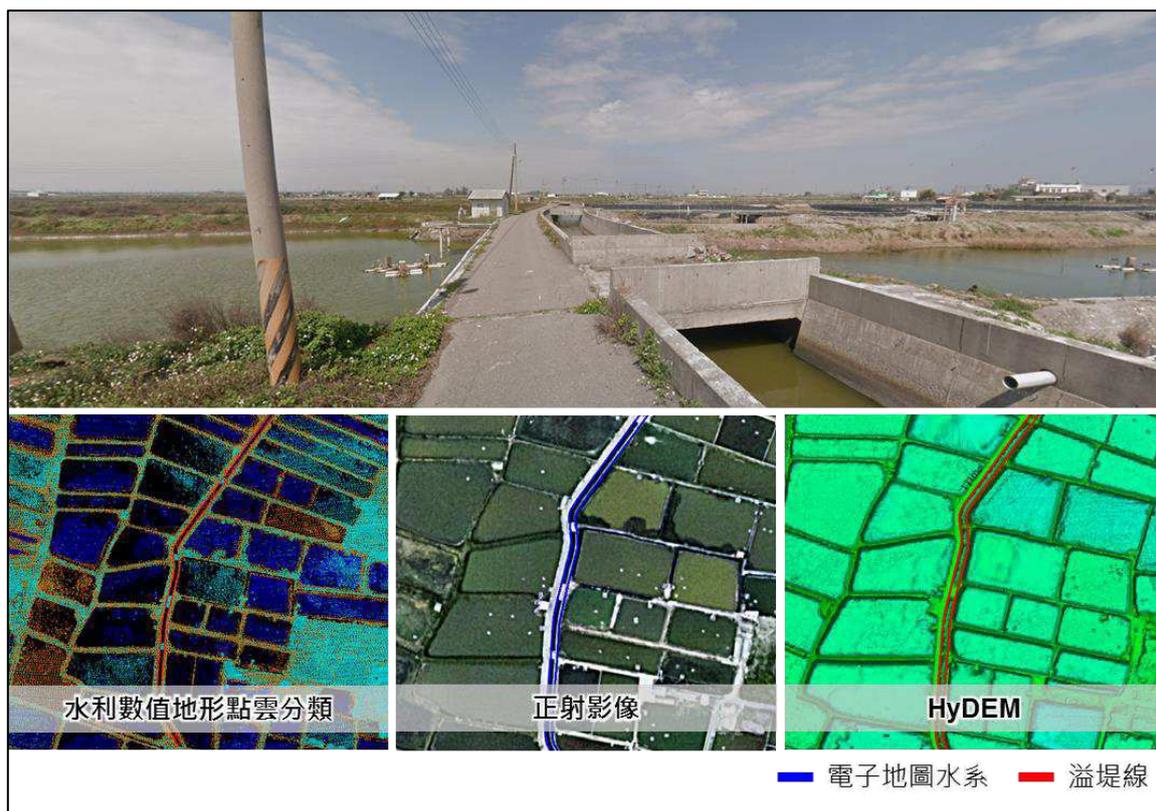


圖 2-22 溢堤線繪製原則：可以判斷渠道流通性

(五) 溢堤線若遇到渠道上的水閘門，則應通過保持水流流通，即溢堤線不斷如圖 2-23 所示；然而堤防上的水閘門則不可讓溢堤線通過，維持堤防資料的完整性，如圖 2-24 所示。



圖 2-23 溢堤線遇水閘門繪製原則(1)



圖 2-24 溢堤線遇水閘門繪製原則(2)

(六) 於 Global Mapper 內匯入已建置之 HyDBM25 作為繪製的模型基礎，並匯入空載光達案水域線以及臺灣通用電子地圖的水系作為參考資料，以 3D 畫面進行溢堤線繪製(圖 2-25)。

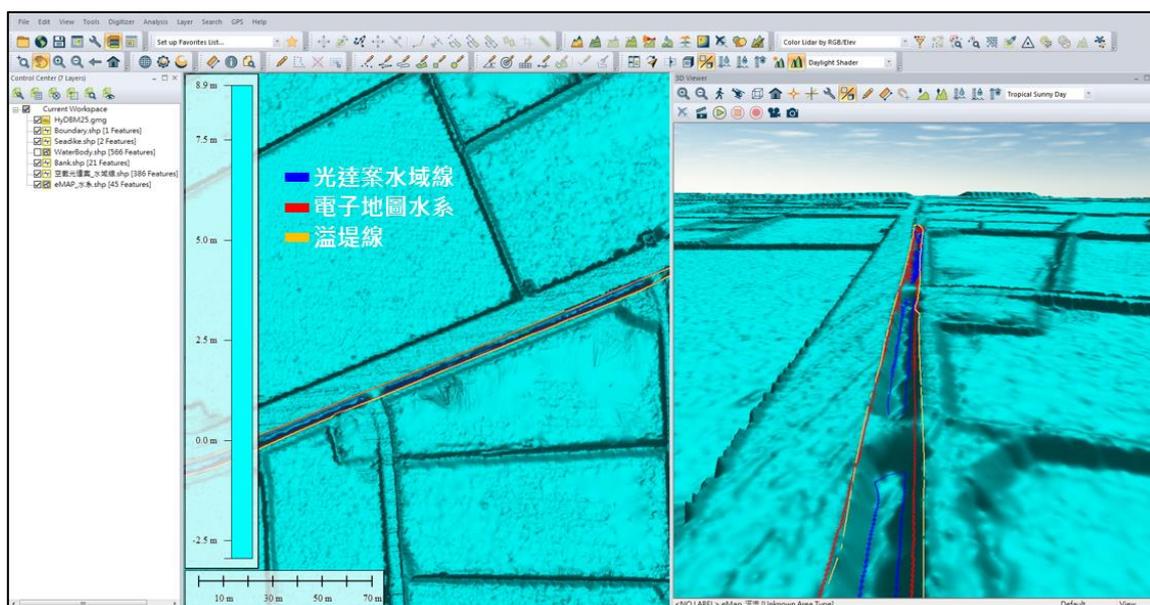


圖 2-25 Global Mapper 溢堤線繪製畫面

- (七) 採用空載光達點雲所建立的 HyDEM25 網格模型之高程值，建立溢堤線各節點高程。
- (八) 溢堤線上至少每 200 公尺有一個節點為原則，高程落差超過 0.5 公尺亦需新增一節點。
- (九) 平面位置與光達位置的平面差異不得超過 1.25 公尺。
- (十) 本計畫溢堤線繪製成果展示如圖 2-26。

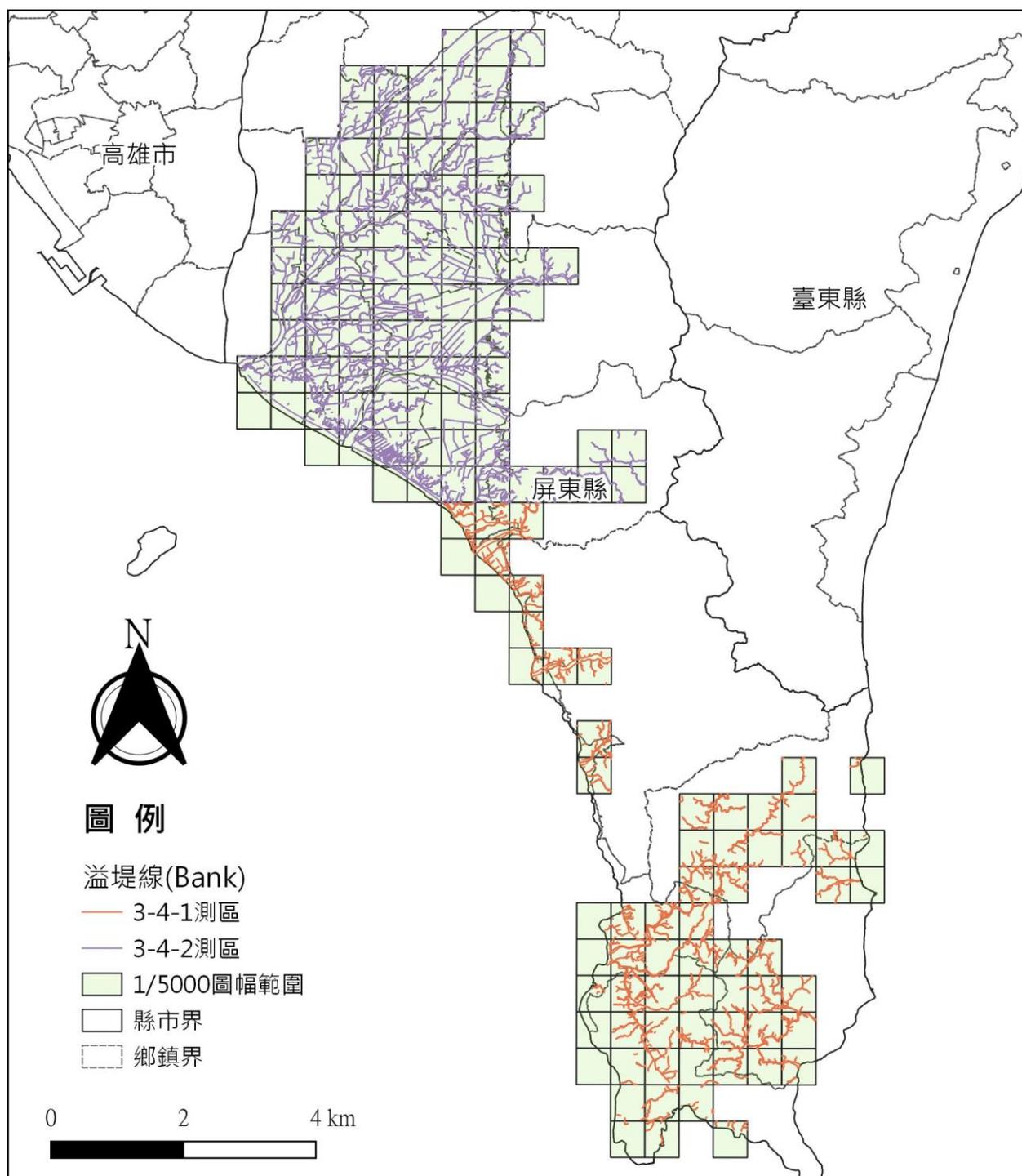


圖 2-26 計畫範圍溢堤線繪製成果

## 二、水域區塊

水域線為空載光達案中呈現航拍當時水體現況的線資料，其成果於光達案中為 CAD 檔案，須轉為 SHP 檔案並以內陸水域線及海域線分層儲存（圖 2-28），以作為後續繪製水域區塊、海陸線的參考依據。

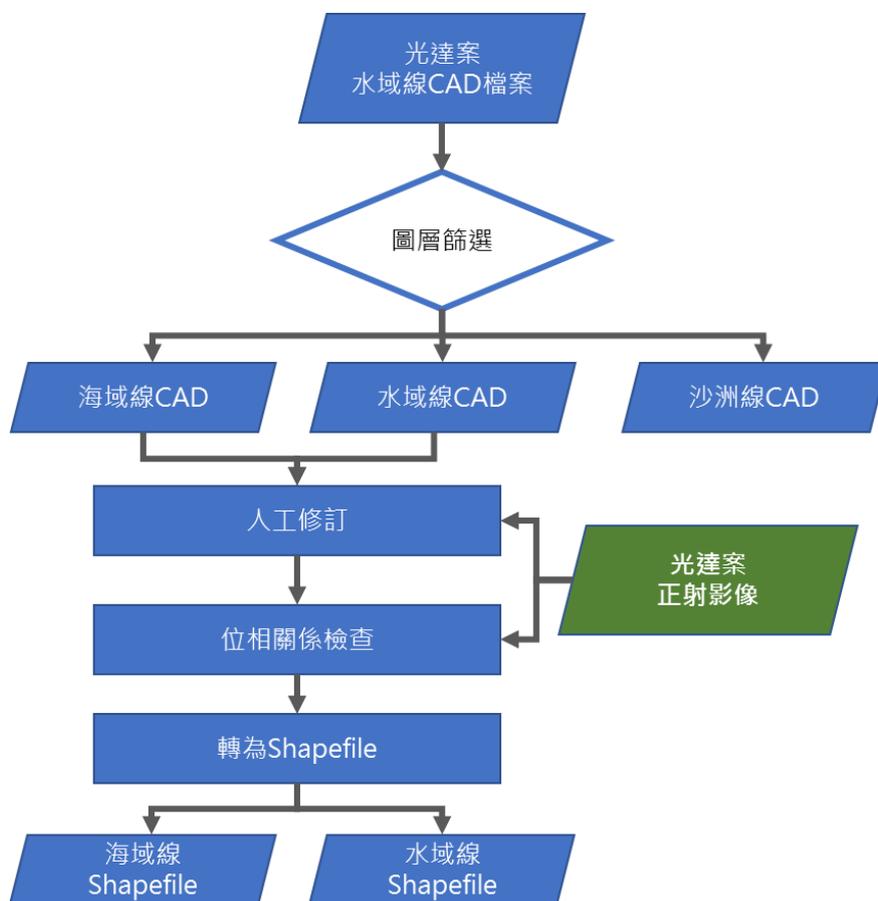
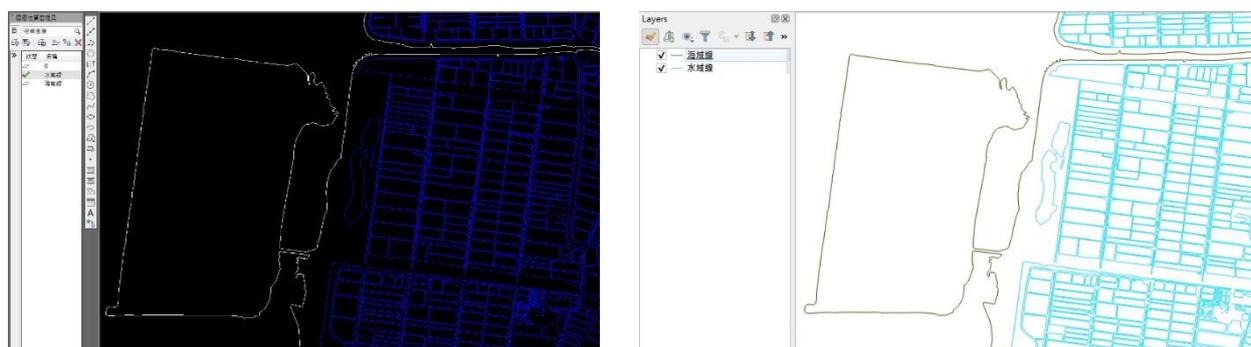


圖 2-27 CAD 格式資料轉換為 SHP 格式作業流程



(a) CAD 檔案格式

(b) SHP 檔案格式

圖 2-28 既有 CAD 格式水域線資料轉換為 SHP 格式

(一) 建置面積大於 5 公尺×5 公尺之靜止水域，原則以光達測製案之水域線資料修正，搭配正射影像、臺灣通用電子地圖與國土利用現況調查

成果圖，進行辨識，移除無明顯蓄水功能之水域(如水稻田、地面積水、游泳池、自來水廠淨水池等)及河流溝渠等流動水域範圍(圖 2-29)。

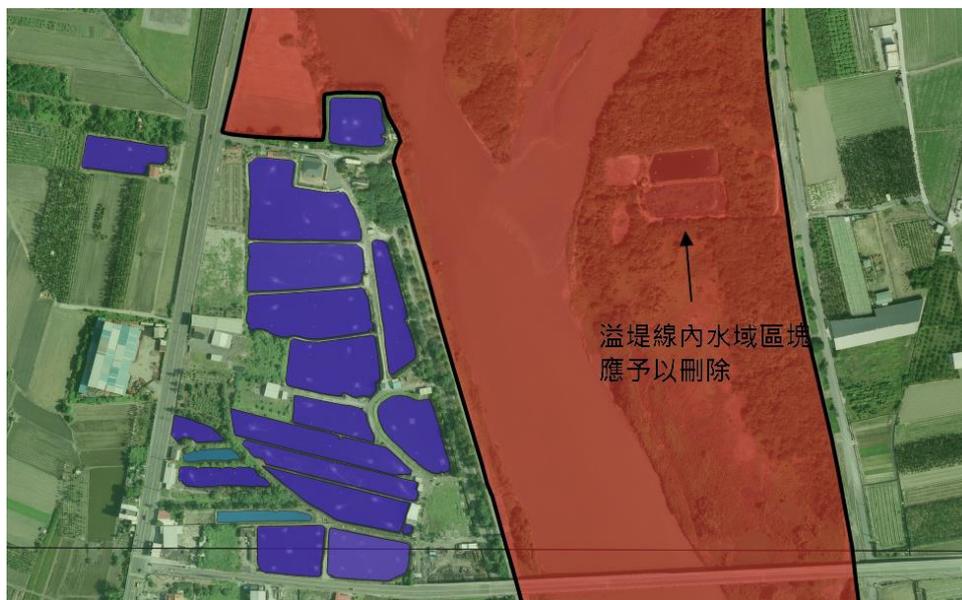


圖 2-29 移除河流溝渠等流動水域(溢堤線範圍)內水域區塊

(二) 採用 GIS 軟體套疊臺灣通用電子地圖與國土利用現況調查成果圖，確認水域區塊屬性(養殖為目的、非養殖為目的、水庫)，並賦予相應的水域區塊 TerrainID，實際作業畫面如圖 2-30。

1. 養殖為目的：TerrainID 為 9740100，如漁塭、養鴨池等。
2. 非養殖目的：TerrainID 為 9520700，如滯洪池、池塘、鹽田。
3. 水庫：TerrainID 為 9520600。

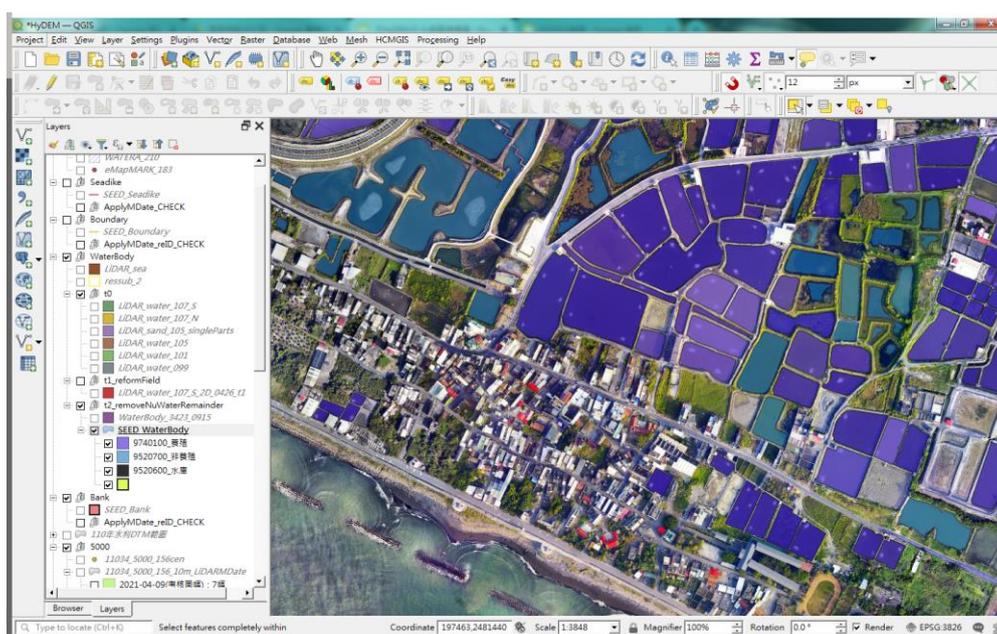


圖 2-30 水域區塊屬性賦予作業畫面

## (三) 水面高程以及滿水位高程計算

1. 水面高程(Height\_W)採用各水域區塊圖徵節點鄰近高程最低的地面點雲中位數代表之，滿水位高程(Height\_FW)則採用鄰近高程最高的地面點雲中位數代表之。
2. 建立水域區塊物件唯一識別 ID。
3. 依據指引規定之水域高程賦予方法(圖 2-28)，利用 GIS 軟體萃取原 2D Shapefile 物件節點(Vertex)，並建立外擴 3 公尺圓形物徵，利用 Terrasolid 軟體建立物件範圍定義檔(\*.PRJ 檔案)，續將已完成分類之 HyDEMLAS 匯入圓形物徵中，並開發程式計算各圓形物徵中地面點雲最高點、最低點之中位數。
4. 利用水域區塊唯一 ID 作為屬性關連依據，連結計算結果，獲得水域區塊水面高程以及滿水位高程計算結果屬性欄位。
5. 應用水面高程值作為 2D 水域區塊之高程依據，將 2D shapefile 轉為 3D shapefile。



圖 2-31 指引規定之水域高程賦予方法

- (四) 水域區塊之圖徵節點高程為水面高程，水庫經討論後以常態最高滿水位(NWL\_MX)高度為水庫高度，並以該高度繪製等高線作為其水庫蓄水範圍。若實際地形與 NWL\_MX 高度有落差時，則另案處理。
- (五) 水域範圍線應套合拍攝當時之正射影像繪製，並移除水域內不必要之細小沙洲。同時以 GIS 空間分析方式，將空載光達案的水域區塊去除河流、溝渠等流動水域，並合併水域區塊內的小沙洲。

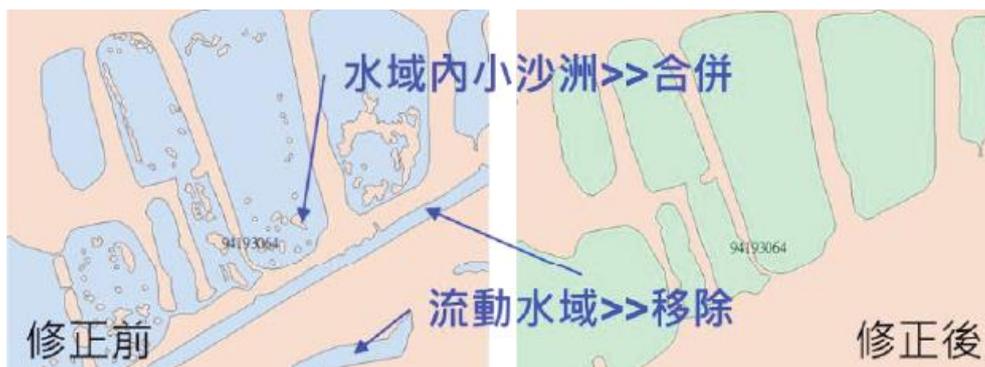


圖 2-32 水域區塊繪製原則

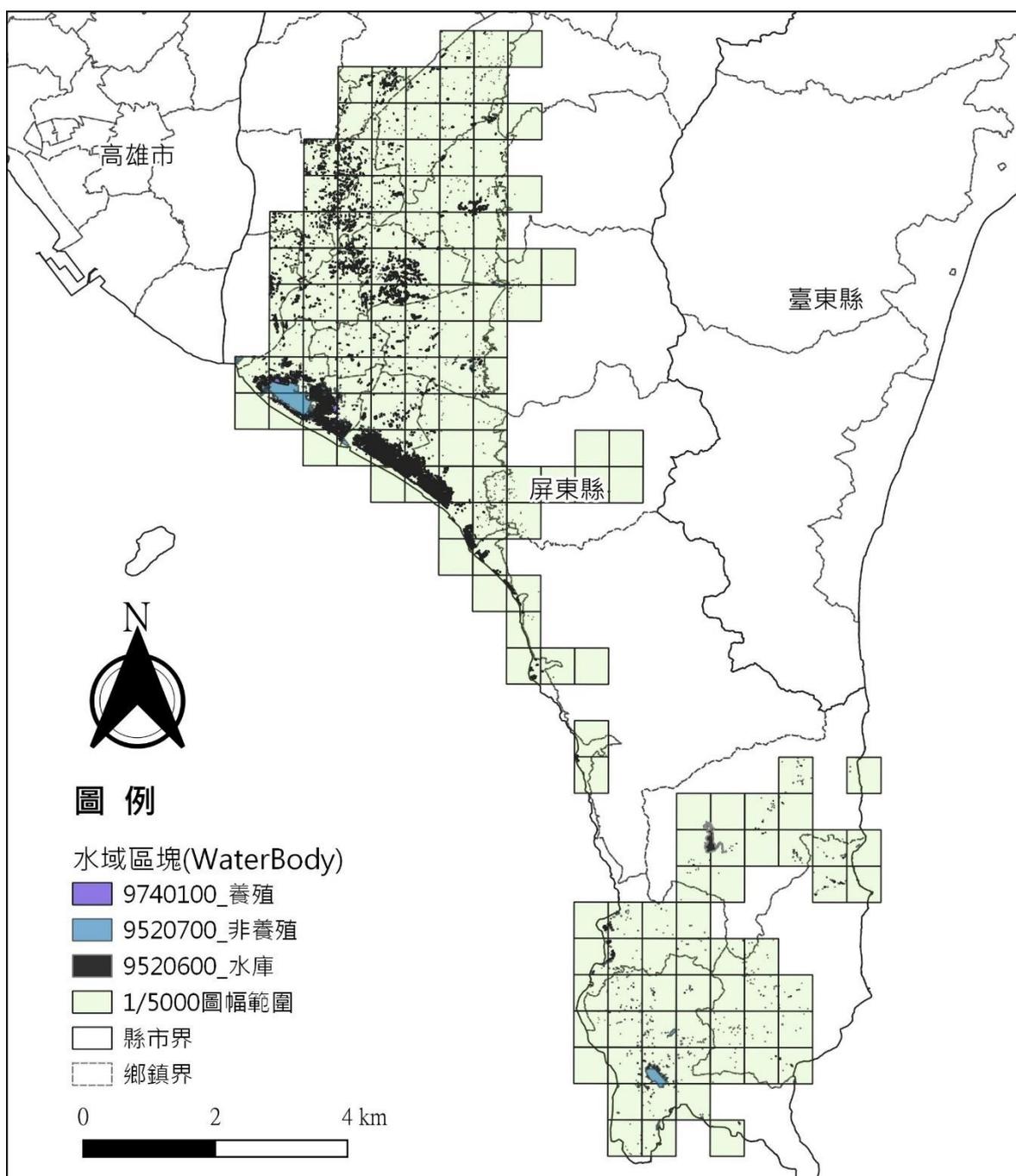


圖 2-33 本計畫水域區塊繪製成果

### 三、海陸線

(一) 建置航拍當時海域及陸域兩者交界之情形，其位置使用光達資料描繪獲得，並賦予各節點光達高程資訊。

(二) 本計畫以光達資料描繪方式，於 Global Mapper 中以空載光達案水域線中之海域線，搭配正射影像，建置海陸線位置並賦予各節點光達高程資訊，成果如圖 2-34，局部成果套疊。

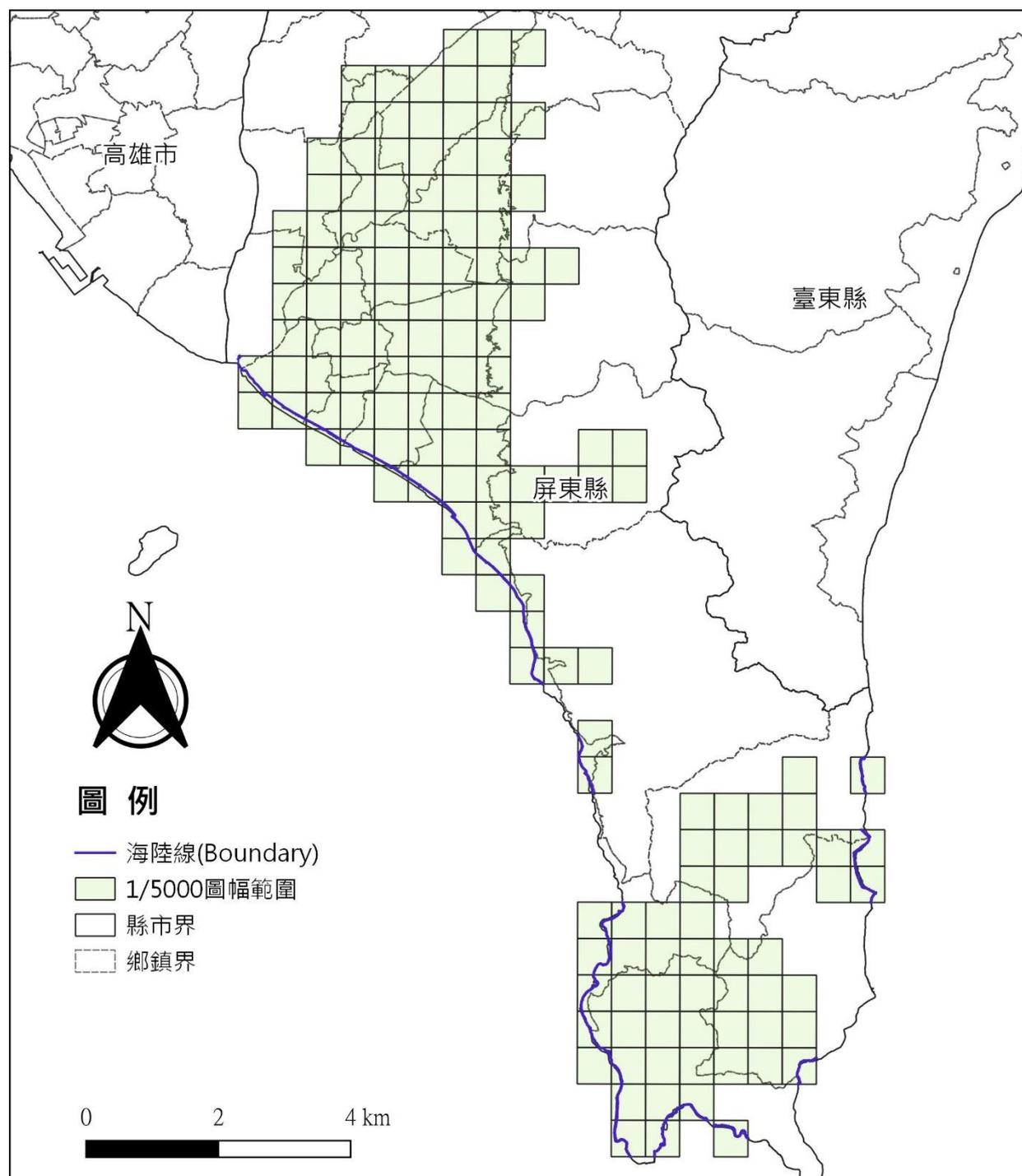


圖 2-34 本計畫海陸線成果

#### 四、海堤線

- (一) 海堤係指建造在沿海之堤防及其所屬防洪、禦潮閘門或其他附屬建造物或建於沿海感潮範圍內之河口防潮堤或其他以禦潮為主要目的之各種防護設施，與海陸線同樣用於界定水利數值高程模型的沿海邊界，以作後續暴潮位、越波分析之計算應用。
- (二) 以經濟部水利署提供之海堤構造物資料為依據，參考正射影像及光達點雲資料，修正海堤位置以及賦予各節點高程，成果如圖 2-35。

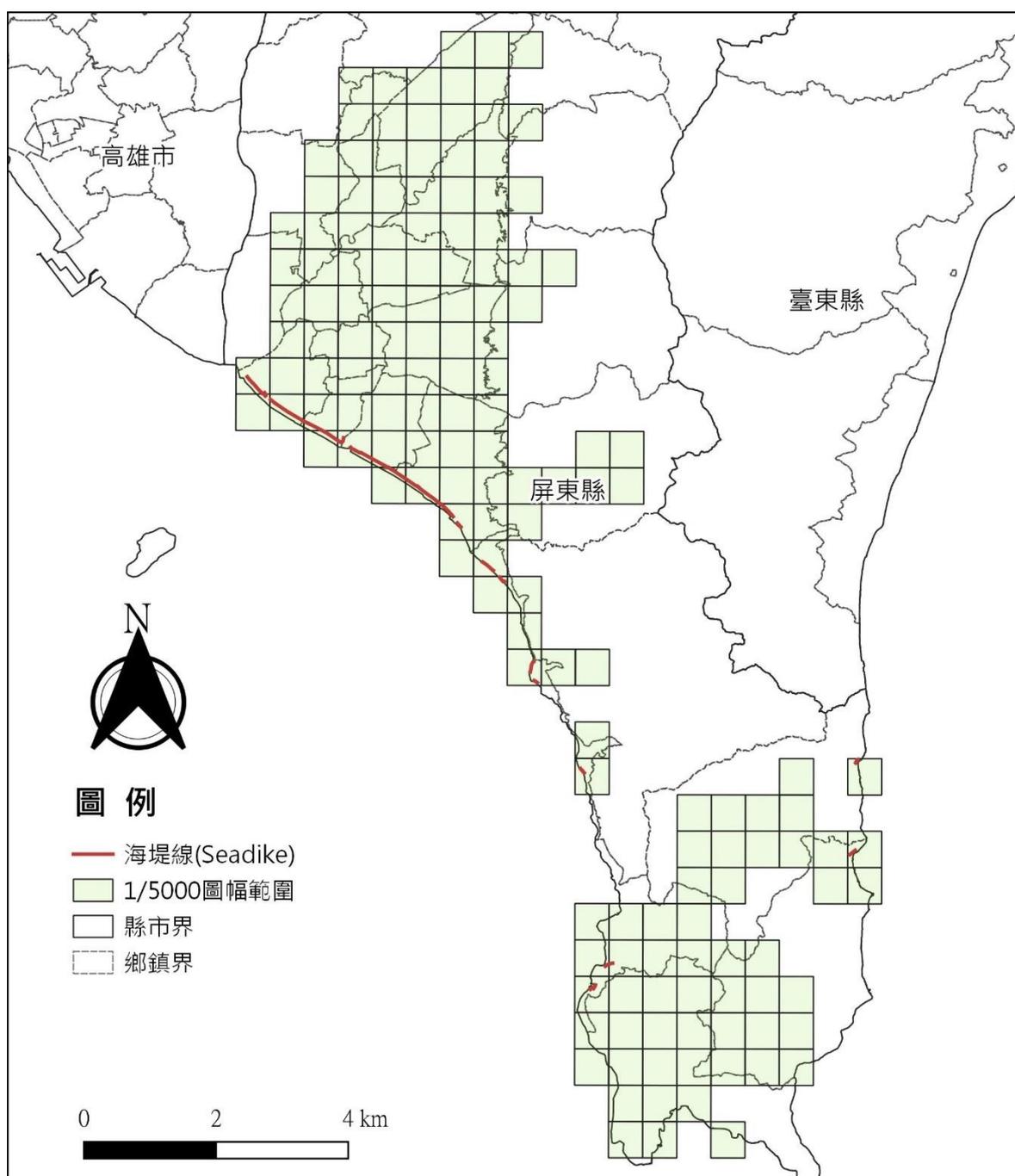


圖 2-35 本計畫海堤線繪製成果

## 五、水閘門

(一) 依據本計畫第 2 次工作會議結論，為提供水利端進行淹水模擬時之參考，依據既有之水閘門位置資料，增加補充設置水閘門點位資訊三維水利圖徵成果，屬性內容須包含 Terrain ID(9510206) 以及 JudgeType(判定類型)。其中，判定類型之欄位填寫方式：繪製人員若判斷確實為水閘門時，於判定類型欄位中填入” 1”，若無法明確判定是否為水閘門時，則該欄位填入” 0”。

(二) 本計畫作業成果如圖 2-36。

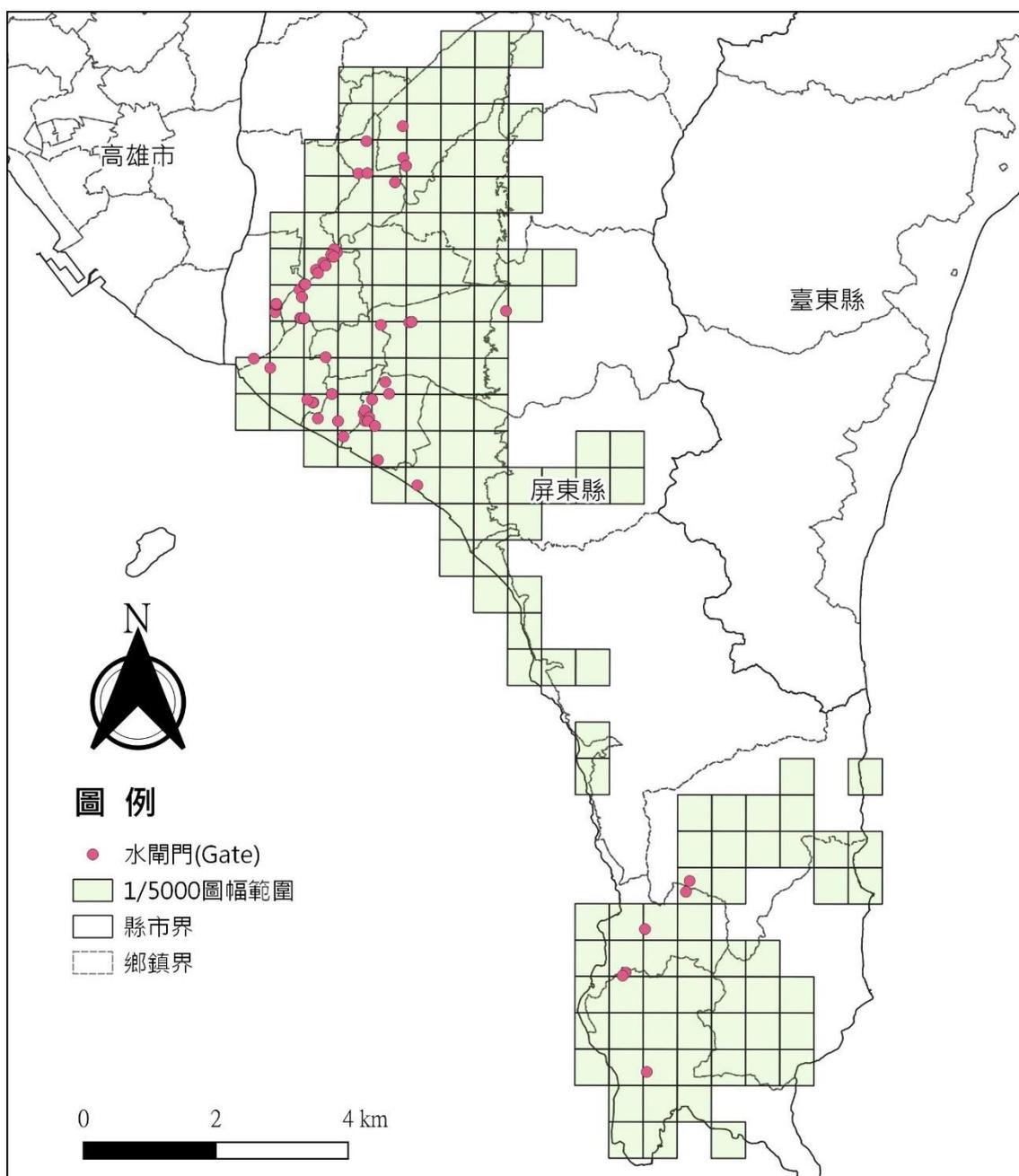


圖 2-36 本計畫水閘門成果

### 2-4-3 三維水利圖徵位相關係檢核

一、本計畫所產製之三維水利圖徵 Shapefile 檔，除既有建物區塊之外，全數需經過位相關係(topology)檢查，各類型位相關係合理性檢查示意圖如圖 2-37，包含：

- (一) 所有三維水利圖徵物件互不重疊(no overlapping features)。
- (二) 所有三維水利圖徵不重複(no duplicate features)。
- (三) 線段不得有自我交叉之情況(no self-intersecting)。
- (四) 單一物件連續節點平面坐標不重複、繪製線段不重疊且不重複。
- (五) 水域區塊需為閉合面狀物件，溢堤線、海陸線及海堤線為線狀物件，其中溢堤線為閉合線狀物件(頭尾兩個節點坐標一致)。

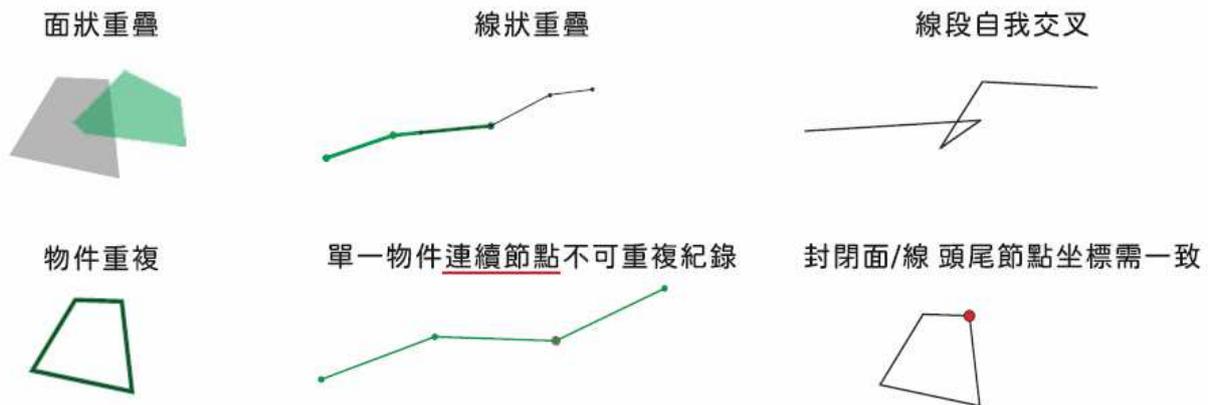


圖 2-37 位相關係合理性檢查

二、位相關係作業方式結合 Global Mapper 以及 GIS 軟體進行。

- (一) Global Mapper：主要為編修人員繪製完成後必須進行，主要項目包含懸掛端點、虛擬節點、重複物件以及修復不合理區域。
- (二) GIS：使用 Global Mapper 輸出後 shapefile 進行位相檢核，分為兩大階段。第一階段為基礎誤建清理，動作包含切分多重物件為單一物件 (Multipart to singleparts)、刪除重複幾何物件 (Remove duplicate geometries)、刪除重複節點 (Remove duplicate vertices) 以及刪除非幾何物件 (Remove null geometries)。第二階段使用位相幾何檢核工具 (Geometry checker)，真前述所提及五大類型為向關係進行檢核，全數成果必須全數通過檢核後方可進行後續屬性資料編輯。

## 2-4-4 三維水利圖徵之屬性資料表

本計畫針對建置建物區塊、溢堤線、水域區塊、海陸線及海堤線等五大類別，成果除建物區塊主要更新相關資料表格之外(幾何屬性不變更)，以及海堤線是採用經濟部水利署提供之海堤資料並保有其原屬性資料之外，其餘各類圖徵資料皆須全數建置包含幾何位置與屬性資料之 Shapefile 檔案。相關檔案命名規則如表 2-4，且檔案需分幅裁切，裁切範圍與 HyDEM 網格及 HyDEM LAS 一致。以下分別針對所需建置之屬性資料作業規定進行相關說明。

表 2-4 圖層名稱命名方式

圖層名稱	圖層代碼	型態	檔案格式	檔名
建物區塊	Building	資料表	csv	包含圖層代碼與 1/5,000 圖幅編號，如 Building_94192051、Bank_94193059
溢堤線	Bank	線	shp	
水域區塊	Water Body	面	shp	
海陸線	Boundary	線	shp	
海堤線	Seadike	線	shp	

一、建物區塊(資料表)：屬性欄位如表 2-5，記錄之屬性引用內政部國土測繪中心三維近似化建物模型之建物編號，以及臺灣通用電子地圖地標之測製年月，並透過地標與建物關聯，標記其是否為水流通透之建物，如加油站亭，其成果展示如圖 2-38。

表 2-5 建物區塊(資料表)屬性欄位

欄位名稱		欄位型態	長度	內容說明
英文	中文			
BUILD_ID	建物編號	文字	16	引用三維建物模型成果之編號(利用建物中心點 TWD97 坐標資料以 32 位元編碼)
MARK_MDATE	地標測製年月	文字	8	引用臺灣通用電子圖之地標測製時間(以西元年表示至月，如 2019 年 5 月，則填 201905)
BUILD_TYPE	建物種類	數字	2	0：水流阻擋建物 1：水流通透建物

	A	B	C	D	E
1	BUILD_ID	MDATE	BUMARK	MDATE	
2	1WKDK4PK6G	201711	1	201009	
3	1WTJ54NTNQ	201009	1	201911	
4	1WN3F4NT4K	201009	0		
5	1WNFL4NTAP	201009	0		
6	1WKN94NTCA	201009	0		
7	1W61014NTCZ	201009	0		

圖 2-38 建物區塊(資料表)成果展示

二、溢堤線：溢堤線之圖元應封閉且為線型態，其每一節點所帶之高度資訊皆不同，依點雲之高度變化而定。屬性欄位如表 2-6，包含唯一識別碼、地形分類編碼、點雲資料航拍時間及測製之坐標系統等，成果展示如圖 2-39。

表 2-6 溢堤線屬性資料表

欄位名稱		欄位型態	長度	內容說明
英文	中文			
ID	唯一識別碼	數字	10	
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	依據「基本地形資料分類編碼表」填寫，新增 9510109 圖層代表溢堤線類別。
MDate	航拍資料時間	文字	8	以西元年表示至月，如 2019 年 5 月，則填 201905
CoordSYS	坐標系統	文字	12	

ID	TerrainID	MDate	CoordSYS
1	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
2	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
3	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
4	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
5	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
6	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
7	9510109	201606	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001

圖 2-39 溢堤線屬性資料表成果展示

三、水域區塊：水域區塊圖元應封閉且為面單元，圖元各節點所帶之高度資訊為水面高程(Height\_W)，而水庫則為滿水位高程(Height\_FW)，屬性欄位如表 2-7，包含唯一識別碼、地形分類編碼、點雲資料航拍時間、航拍當下之水面高程、該水域之滿水位高度及測製之坐標系統，成果展示如圖 2-40。

表 2-7 水域區塊屬性資料表

欄位名稱		欄位型態	長度	內容說明
英文	中文			
ID	唯一識別碼	數字	10	
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	依據「基本地形資料分類編碼表」填寫 (1)養殖為目的：9740100。 (2)非養殖目的：9520700。 (3)水庫：9520600。
MDate	航拍資料時間	文字	8	以西元年表示至月，如 2019 年 5 月，則填 201905
Height_W	水面高程	數字	10.2	拍攝當下水域高度
Height_FW	滿水位高程	數字	10.2	水域滿水位高度
CoordSYS	坐標系統	文字	12	

SEED\_WaterBody — Features Total: 14002, Filtered: 14002, Selected: 0

ID	TerrainID	MDate	Height_W	Height_FW	CoordSYS	
1	9999	9520700	201808	15.77	16.22	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
2	9998	9520700	201606	15.76	15.92	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
3	9997	9740100	201808	15.75	16.27	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
4	9996	9740100	201606	15.74	16.87	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
5	9995	9520700	201606	15.73	17.08	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
6	9994	9740100	201606	15.73	17.86	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
7	9993	9740100	201606	15.73	16.39	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
8	9992	9740100	201606	15.73	16.61	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
9	9991	9740100	201808	15.72	16.46	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
10	9990	9740100	201808	15.72	16.67	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
11	999	9740100	201101	0.18	1.31	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
12	9989	9740100	201808	15.71	16.16	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001
13	9988	9740100	201808	15.71	16.14	TWD97[2010]_TM121、TWVD2001

Show All Features

圖 2-40 水域區塊屬性表成果展示

四、海陸線：海陸線之幾何型態為線型態，每一節點所帶之高度資訊皆不同，依點雲之高度變化而定，屬性欄位如表 2-8，包含唯一識別碼、地形分類編碼、點雲資料航拍時間及測製之坐標系統等。

表 2-8 海陸線屬性資料表

欄位名稱		欄位型態	長度	內容說明
英文	中文			
ID	唯一識別碼	數字	10	
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	依據「基本地形資料分類編碼表」填寫
MDate	航拍資料時間	文字	8	以西元年表示至月，如 2019 年 5 月，則填 201905
CoordSYS	坐標系統	文字	12	

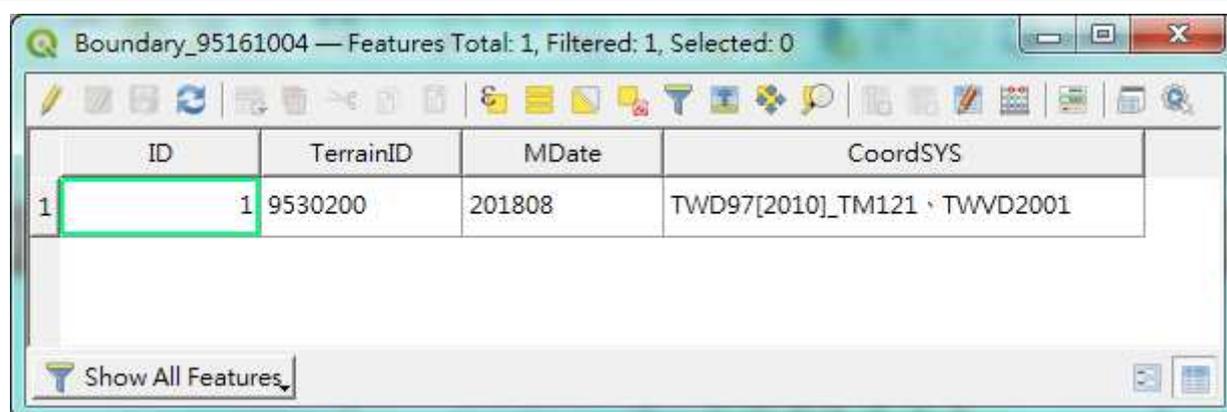


圖 2-41 海陸線屬性表成果展示

五、海堤線：採用經濟部水利署提供之海堤資料作為參考依據進行加值，每一節點所帶之高度資訊皆不同，依點雲之高度變化而定，原則保有其來源之屬性(表 2-7)，若因依照點雲修正位置、長度，則重新計算長度 (Length) 欄位。

表 2-9 海堤線屬性資料表

欄位名稱		欄位型態	內容說明
英文	中文		
OBJECTID	唯一識別碼	數字	
DIKE_NAME	海堤名稱	文字	
CLASS	海堤種類	文字	
COUN_NAME1	縣市	文字	
TOWN_NAME	鄉鎮	文字	
ORG_MNG	管轄單位	文字	

欄位名稱		欄位型態	內容說明
英文	中文		
Length	長度	數字	單位：公尺
CoordSYS	坐標系統	文字	

OBJECTID	DIKE_NAME	CLASS	COUN_NAME1	TOWN_NAME	ORG_MNG	Length	CoordSYS
1	1054 水利村海堤	事業性	屏東縣	林邊鄉	第七河川	298.259...	TWD97[2010]_TM121、TWWD2001
2	1055 水利村海堤	一般性	屏東縣	林邊鄉	第七河川	0	TWD97[2010]_TM121、TWWD2001
3	1056 水利村海堤	事業性	屏東縣	林邊鄉	第七河川	327.963...	TWD97[2010]_TM121、TWWD2001
4	1059 埤豐海堤	事業性	屏東縣	佳冬鄉	第七河川	294.163...	TWD97[2010]_TM121、TWWD2001
5	1060 埤豐海堤	一般性	屏東縣	佳冬鄉	第七河川	0	TWD97[2010]_TM121、TWWD2001

圖 2-42 海堤線屬性表成果展示

六、水閘門：依據本計畫第 2 次工作會議結論，為提供水利端進行淹水模擬時之參考，增加設置水閘門點位資訊三維水利圖徵成果，屬性內容須包含 Terrain ID(9510206)以及 JudgeType(判定類型)。其中，判定類型之欄位填寫方式：繪製人員若判斷確實為水閘門時，於判定類型欄位中填入” 1”，若無法明確判定是否為水閘門時，則該欄位填入” 0”，成果展示如圖 2-43。

id	TerrainID	JudgeType
1	9510206	1
2	9510206	1
3	9510206	1
4	9510206	1
5	9510206	1
6	9510206	1
7	9510206	1
8	9510206	1

圖 2-43 水閘門屬性表成果展示

### 2-4-5 圖徵接邊

三維水利圖徵經分幅裁切後成果，相鄰兩圖幅之同一物件，屬性資料表各欄位屬性值應一致、重疊區繪製範圍應一致。圖徵接邊作業原則：

- 一、萃取圖幅接邊之物件(相鄰兩圖幅皆有之物件)，檢查其物件屬性欄位值於兩個相鄰檔案中是否一致。
- 二、萃取圖幅接邊之物件(相鄰兩圖幅皆有之物件)，檢查其物件之節點三維坐標於兩個相鄰檔案中是否一致(重疊區繪製範圍應一致)。
- 三、兩側重疊區內物件需一致，不得有一側多繪或漏繪之情形。

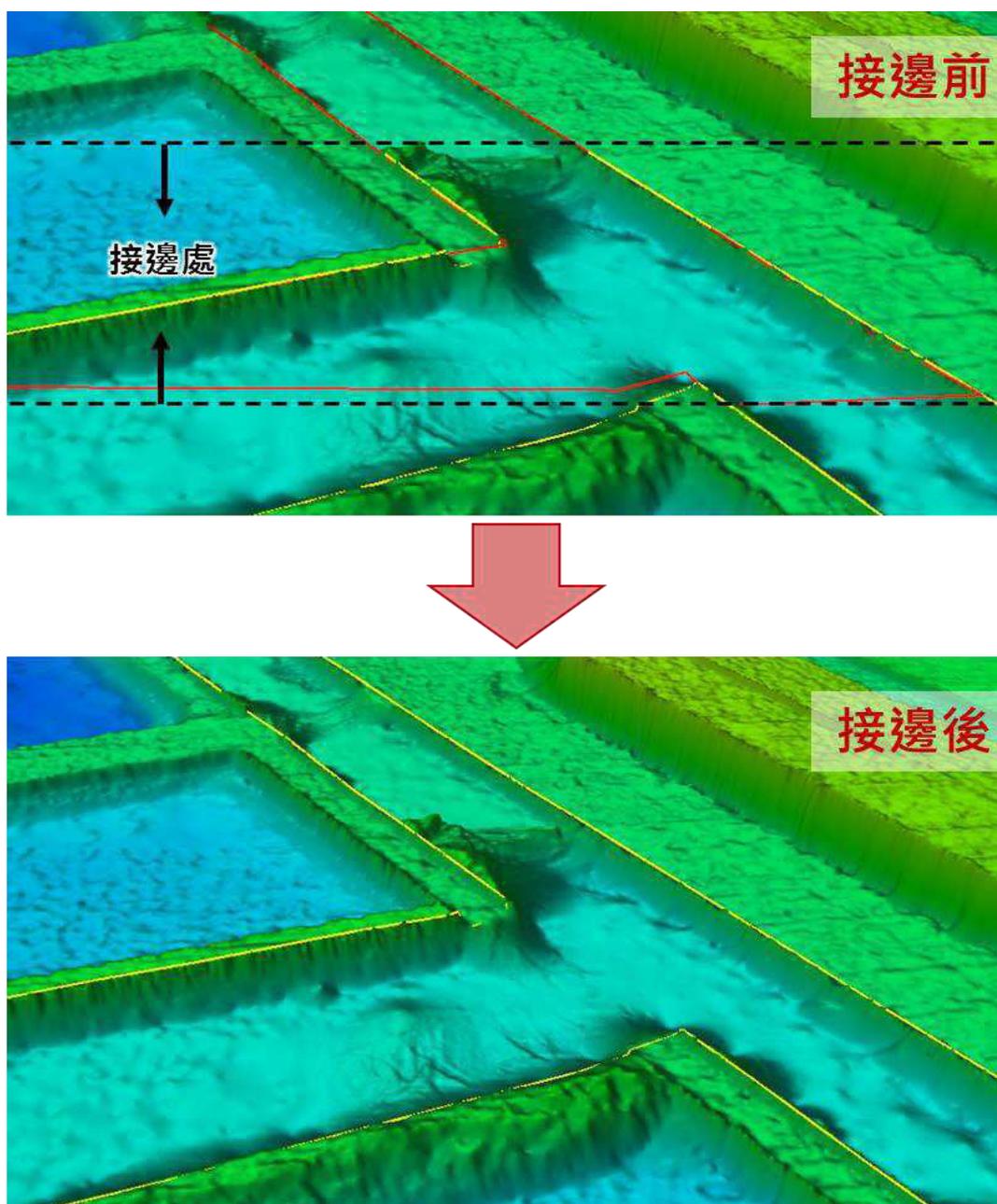


圖 2-44 圖徵接邊處理示意圖 (紅黃線為不同圖幅)

四、110 年度水利署執地形資料測製工作共有四家測製廠商，圖徵街邊作業權責分配如圖 2-45。其中，本計畫為第 4 作業區，負責圖徵接邊為測區北端與第 3 作業區相鄰處圖幅。

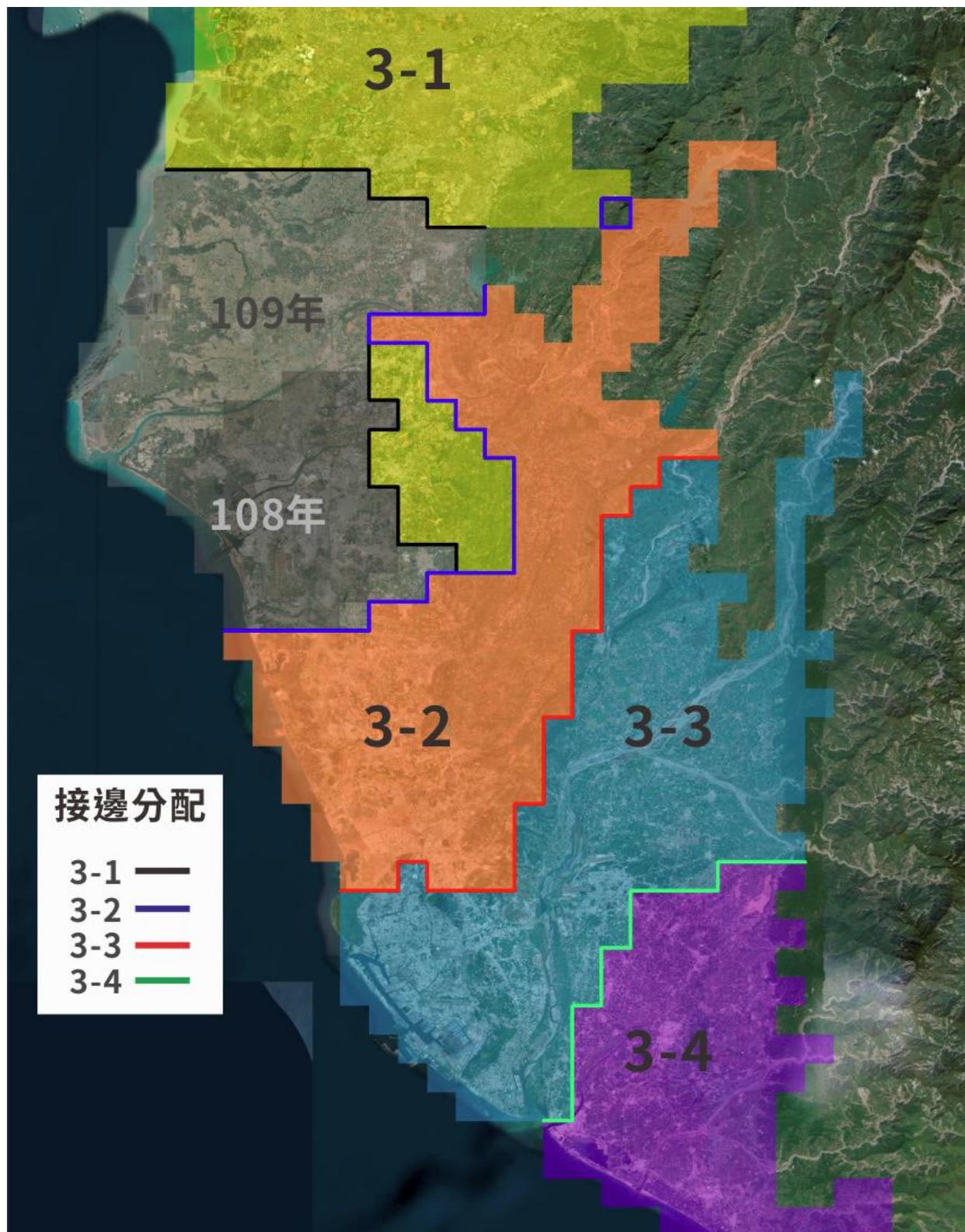


圖 2-45 圖幅接邊權責範圍

## 2-4-6 成果資料格式

- 一、交付分幅資料，以五千分之一圖幅為資料夾，存放地理資訊圖層成果檔。
- 二、除建物區塊圖層為 csv 格式外，其餘圖層皆為 shp 格式，詳細圖層檔案名稱與格式如表 2-10。

表 2-10 圖層檔案名稱與格式

圖層名稱	圖層代碼	型態	檔案格式	檔名
建物區塊	Building	資料表	csv	包含圖層代碼與 1/5,000 圖幅編號，如 Building_94192051、Bank_94193059
溢堤線	Bank	線	shp	
水域區塊	Water Body	面	shp	
海陸線	Boundary	線	shp	
海堤線	Seadike	線	shp	
水閘門	Gate	點	shp	

## 2-5 製作水利數值地形模型

於水利數值地形分類點雲以及三維水利圖徵建置完成，且經檢核通過後，方可進行 HyDEM 製作之工作。

### 2-5-1 HyDEM 製作

- 一、網格間距：TM 二度坐標系內整數 1 公尺網格。
- 二、圖幅範圍劃分：HyDEM 以分幅方式建置成果，採 TM 二度坐標系縱橫距為分幅界線。原則上以五千分之一基本圖之圖幅為分幅依據，但因基本圖分幅時係以經緯度為分幅界線，其圖廓在 TM 二度坐標系內既非直線且長度亦非 5 公尺之整數倍，並不適合 HyDEM 分幅界線。因此 HyDEM 分幅界線不會恰巧與五千分之一基本圖之圖廓線重疊。為使一幅 HyDEM 能完整涵蓋一幅基本圖，且能以 TM 二度坐標系內 5 公尺整數倍為四個圖隅點，其實際涵蓋範圍一定較基本圖略為大，且相鄰之 HyDEM 必會有重疊現象，重疊處資料應一致。
- 三、應採用一致之內插方法，產製 1 公尺間距之規則網格資料。
- 四、DEM 製作原則

- (一) 將水利數值地形分類點雲之地面點，以及三維水利圖徵之溢堤線、海陸線、海堤線，約制內插產製 1 公尺網格資料。

(二) 由於部分人工阻水構造物不到 1 公尺寬度，須針對此部分補足 1 公尺 HyDEM 成果，不得使資料有破洞產生。

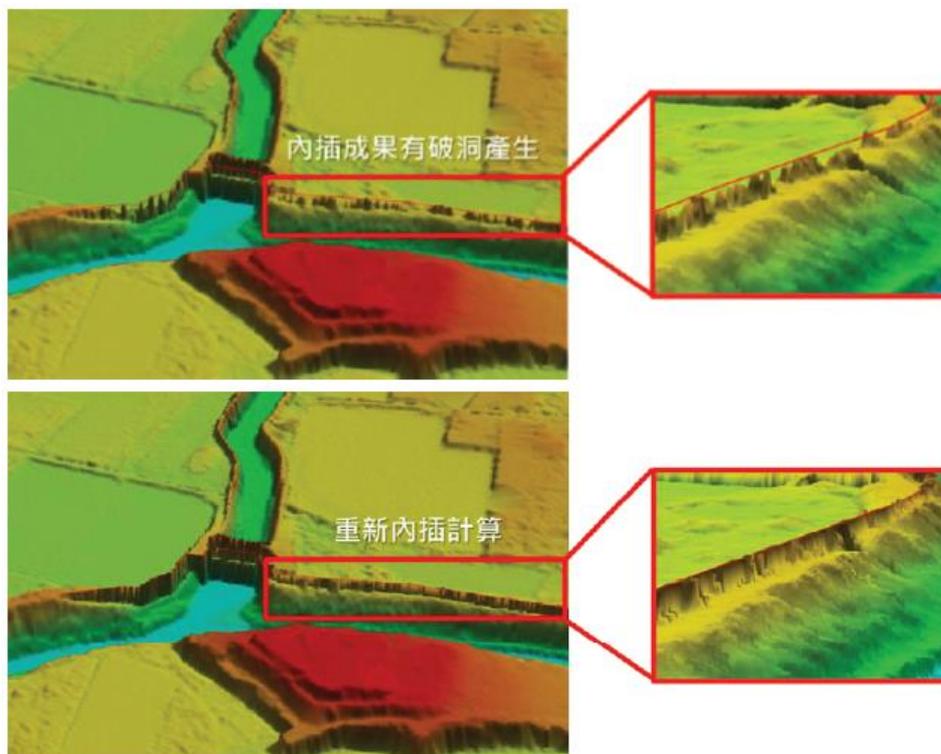


圖 2-46 重新內插計算小於 1 公尺寬度之阻水人工構造物

### 2-5-2 圖幅接邊

- 一、測區內部及測區外部圖幅重疊區域之 HyDEM 網格資料成果應一致。
- 二、各作業區相鄰圖幅須完成接邊且維持一致性，並須與內政部 108 及 109 年水利數值地形測製技術發展工作之成果進行接邊處理。

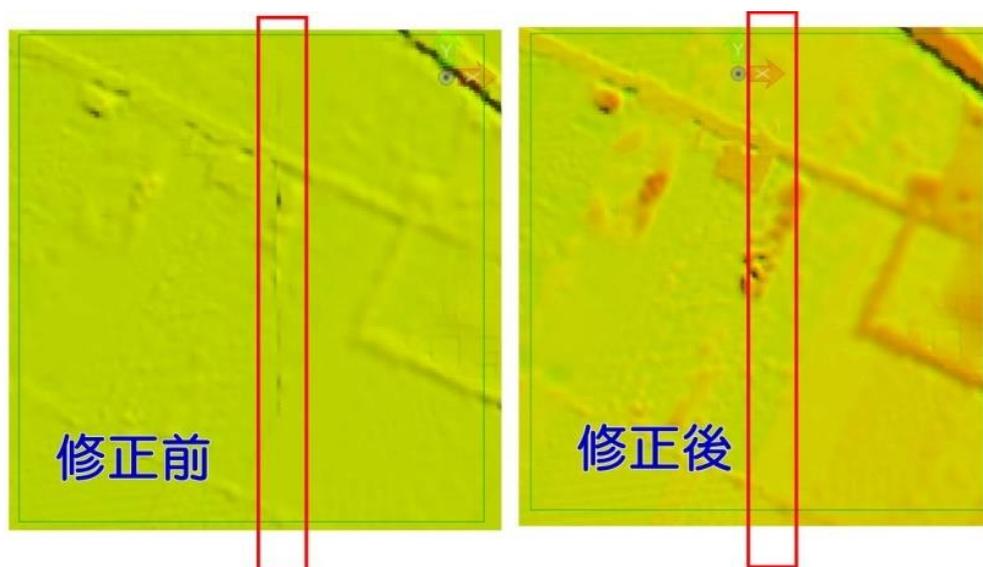


圖 2-47 網格資料接邊處理示意圖

三、檢查內容：網格資料接邊需一致無差異，所有接邊重疊格點高程值必須一致，即差異值為 0。網格資料接邊自主檢查檢核示意畫面如圖 2-48。

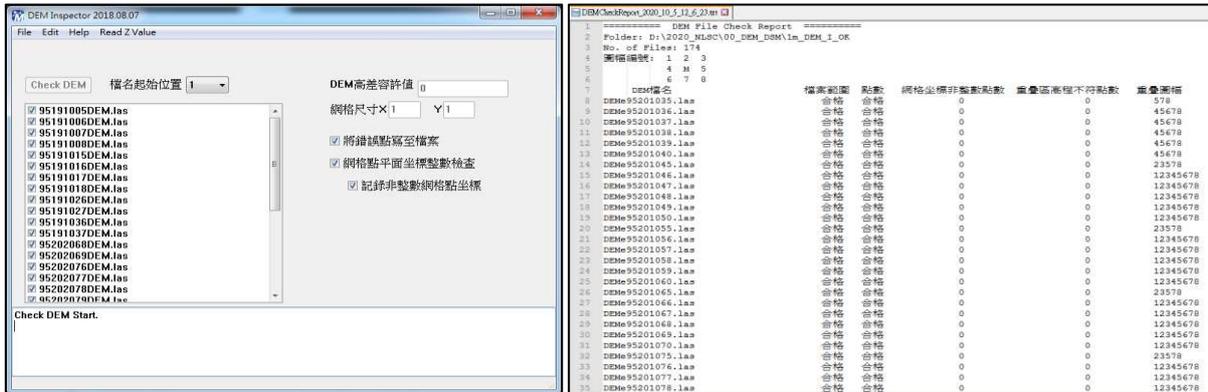


圖 2-48 網格資料接邊自主檢查畫面

### 2-5-3 成果資料格式

- 一、成果依照五千分之一基本圖之圖幅分幅儲存，儲存格式應包含內政部訂定之「空載光達測製數值地形模型標準作業指引」所採用之標準及格式。
- 二、檔頭資料檔（hdr 檔）：包括圖幅名稱、圖幅編號、平面坐標基準、高程坐標基準、比例尺等級、東西向網格間距、南北向網格間距、總網格點數、行數(東西向行數)、列數(南北向列數)、圖幅西南隅 E 坐標、圖幅西南隅 N 坐標、生產方式代碼、生產設備名稱、原始資料採集設備名稱、飛行高度、最高地面高度、最低地面高度、原始資料生產日期(西元年、月)、原始資料生產單位、HyDEM 生成日期(西元年、月)、HyDEM 製作單位名稱。
- 三、網格化之 HyDEM 資料：每一網格點是一組 E、N、H 三個坐標值，組成右旋坐標系的三個 X、Y、Z 坐標(如 250000.00 2670000.00 123.00)，坐標之間以一空格隔開，依序由圖幅西南角開始由西向東排完一列後再向北由第二列排起，最後一個點為圖幅之東北角。網格點與點間之數據也以一空格隔開，網格資料內除每一網格點之 E、N、H 三個坐標值外，不得含有任何其它數據。網格資料紀錄之位數應至小數點下第二位。
- 四、網格化之 HyDEM 正高成果檔，檔案格式包含內政部 XYZ 格式、LAS 格式、IMG 格式、GeoTIFF 格式。
- 五、HyDEM 網格資料命名方式：1/5000 圖幅號前加上 HyDEMg(範例：HyDEMg94193022)，網格資料 ASCII 格式之檔名為\*.xyz(或\*.grd)。

六、資料建置完成後，應執行內政部「DTM 成果資料檢核程式」，輸出檢核成果報表，並應通過檢核。

### 2-5-4 詮釋資料製作

- 一、依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」(TaiWan Spatial Metadata Profile ; TWSMP) 2.0 版相關規定填寫各項成果之詮釋資料。
- 二、利用內政部「詮釋資料建置系統」針對詮釋資料資訊、識別資訊、限制資訊、資料品質資訊、資料歷程資訊、空間展示資訊、供應資訊、範圍資訊、維護資訊、引用資訊、參考系統資訊等類別按規定之項目填寫。
- 三、全數成果皆以內政部網格與檔頭檢核程式確認成果正確性(圖 2-49)，並以內政部「詮釋資料建置系統」進行詮釋資料撰寫，且成果為 XML 格式(圖 2-50)。

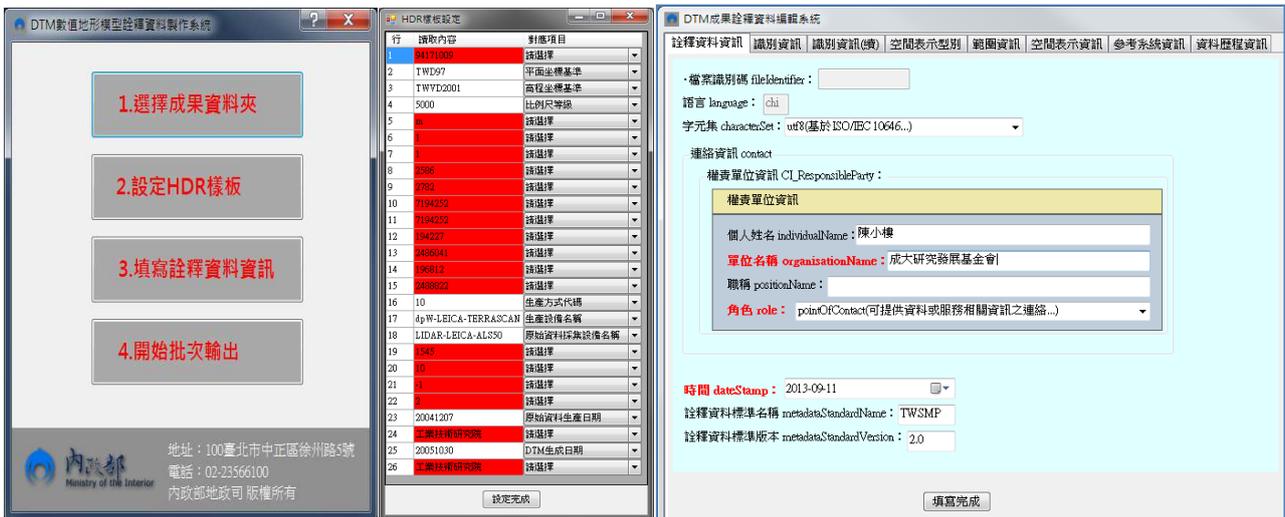


圖 2-49 內政部「詮釋資料建置系統」作業畫面

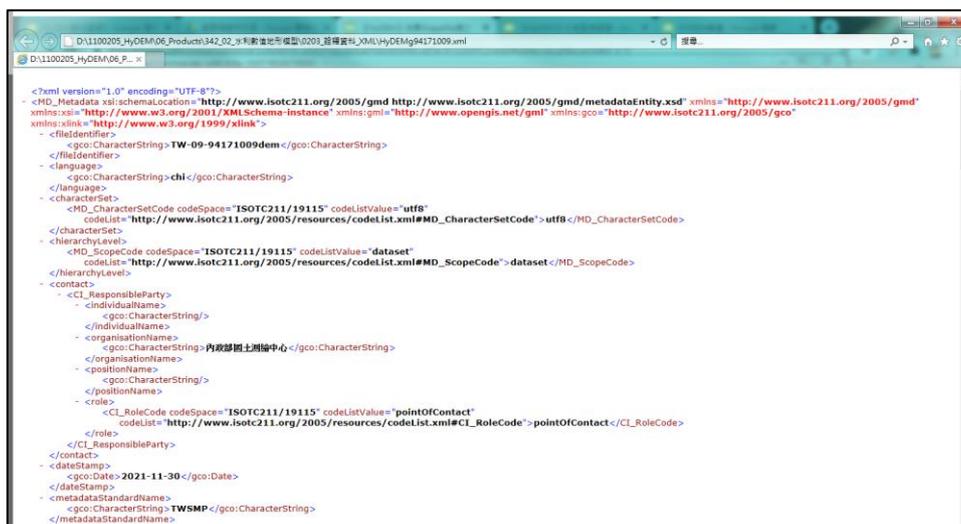


圖 2-50 HyDEM 詮釋資料成果展示

## 第三章 品質管制

### 3-1 成果產製教育訓練

本計畫為國內首次大範圍建置 HyDEM 計畫，為能確保成果品質，計畫參與測製廠商共 7 位編修人員在完成第 1 幅成果後，提送監審廠商辦理初期檢查，以確保編修人員可進行後續其他圖幅編修作業，並於修正後全數通過監審廠商檢查。

計畫執行前，本團隊由楊豐毓測量技師帶領 4 位資深點雲編修作業人員參與內政部「109 年度水利數值地形資料測製與檢核工作案」計畫於 109 年 10 月 21 日所舉辦的教育訓練，並於參與教育訓練後長達三個月持續練習相關作業方式，超前布署熟悉軟體運用及建置方法。本計畫監審單位依據計畫契約規定，於 110 年 3 月 16 日舉辦本計畫教育訓練，課程內容依據履約期限、資料分批、資料提送檢核等作業內容進行說明與討論，並於 110 年 3 月 17 日偕同水利規劃試驗所安排本計畫作業人員現地查看水利設施構造物與編修標的。

依據前述相關經驗，本團隊結合計畫作業規定、軟體操作以及現地照片與相關經驗，彙整相關知識並製作內部教育訓練說明手冊，各項成果詳如後述。

#### 3-1-1 內政部水利數值地形模型教育訓練

- 一、時間：109 年 10 月 21 日
- 二、地點：台北金融研究發展基金會
- 三、內容：背景介紹、水利數值地形分類點雲作業流程、三維水利圖徵說明、水利數值地形模型建置方法、水利數值地形模型測製檢核項目與方法。

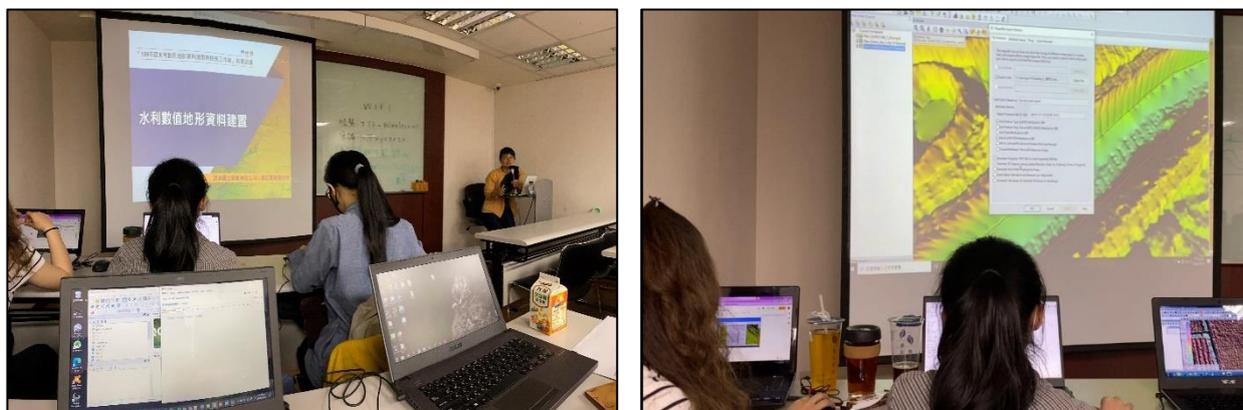


圖 3-1 參與內政部 HyDEM 教育訓練課程

### 3-1-2 計畫監審單位教育訓練

一、時間：110 年 3 月 16 日(內業)~110 年 3 月 17 日(外業)

二、地點：成功大學衛星資訊研究中心/台南成功大學成功校區資源系 1 樓系史及多功能教室

三、內容

- (一) 進度報表及預檢規劃。
- (二) 既有資料格式及特性。
- (三) 編修人員考核方法。
- (四) HyDEM 檢核項目說明。
- (五) HyDEM 網格資料內插說明。
- (六) HyDEM 各項成果測製要點。
- (七) 錯誤樣態說明。
- (八) 特徵線繪製及檢核上機展示。

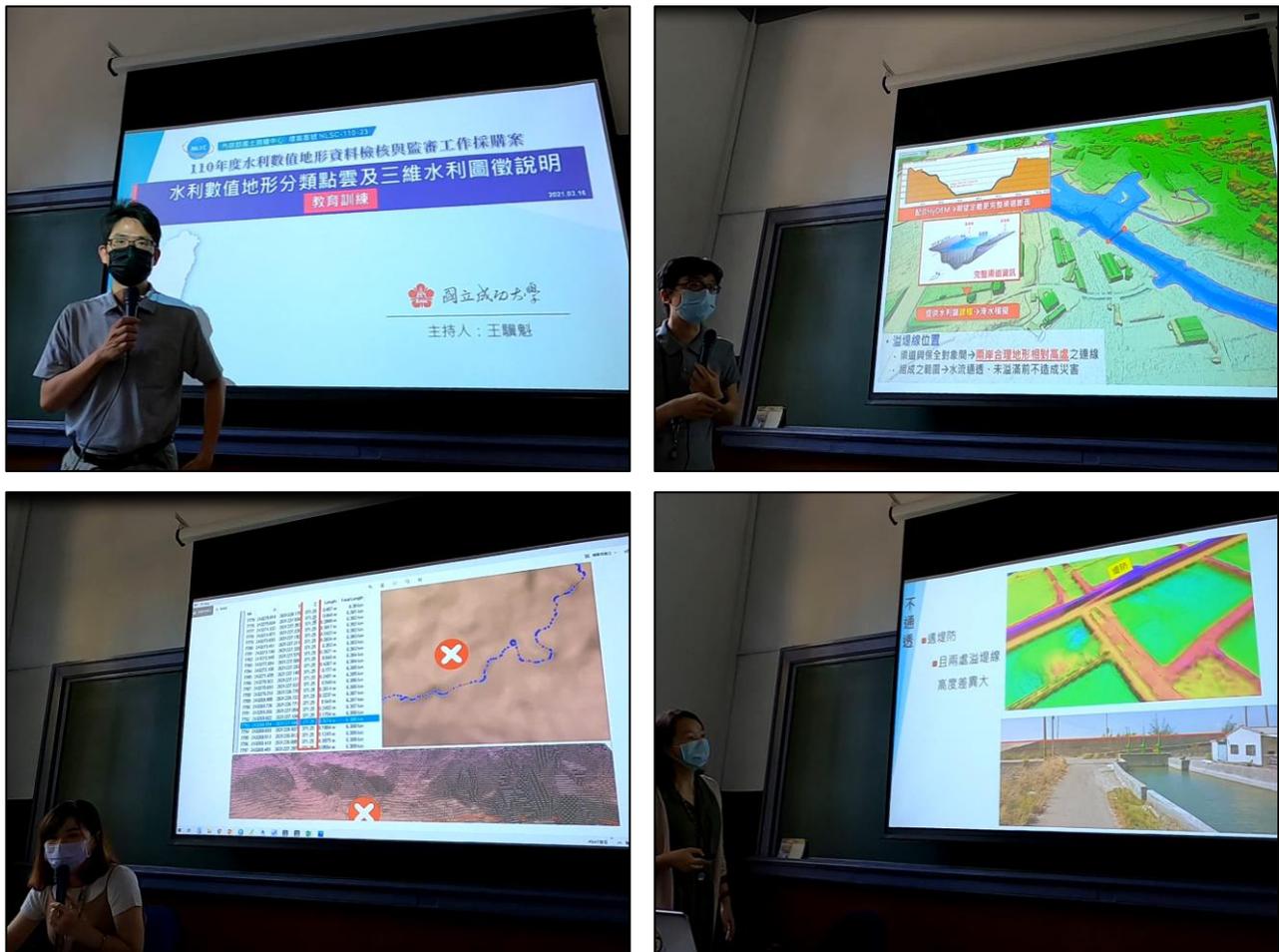


圖 3-2 本計畫監審單位教育訓練課程照片

### 3-1-3 內部教育訓練

為能快速教授作業人員學習本計畫作業所需相關軟體，除派遣資深且經驗豐富之作業人員參與相關計畫教育訓練之外，本計畫於準備期間即由本計畫主持人邱俊榮測量技師向作業人員傳達與說明計畫原意以及作業需求，確保作業人員能完整了解成果需求。

#### 一、軟體使用

本團隊擁有多年豐富的點雲分類編修與計畫參與經驗，本計畫主要使用 TerraSolid 以及 Global Mapper (LiDAR module)進行成果產製，了解作業的成效取決於作業人員對於作業方式的理解以及熟悉度，已於 109 年 10 月採購 6 套 Global Mapper 軟體後，針對 HyDEM 作業方式建置相應軟體操作手冊，並舉辦多次內部教育訓練，提升作業同仁軟體操作的知識與熟悉度。

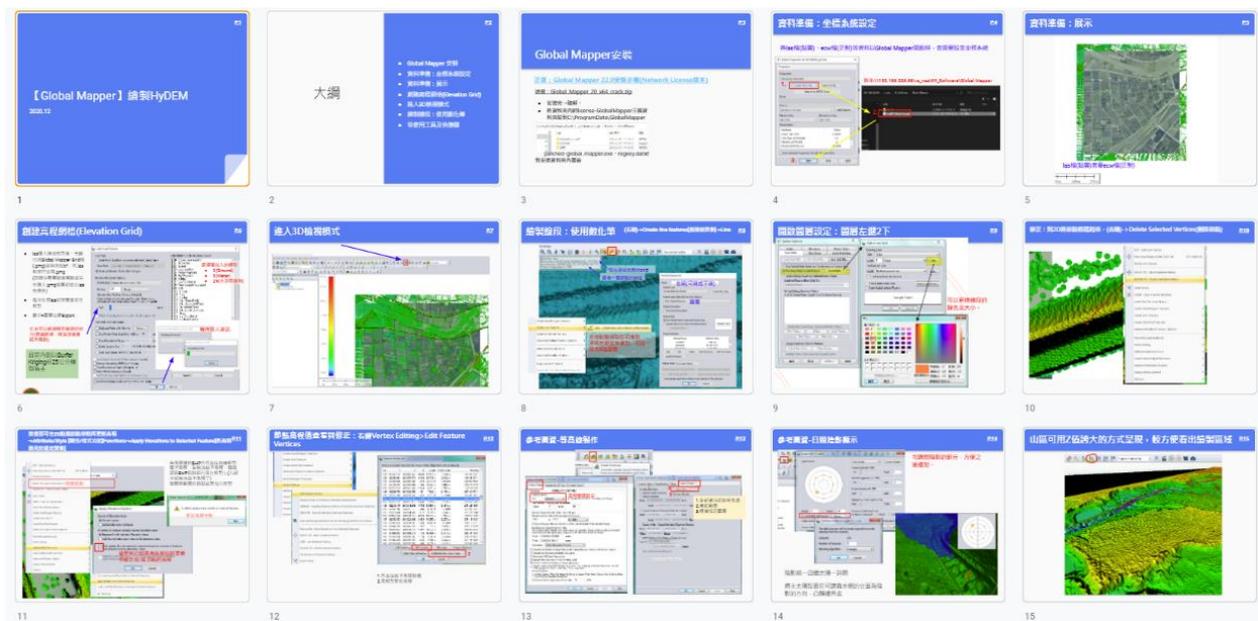


圖 3-3 自主建立 Global Mapper 軟體操作手冊

#### 二、三維水利圖徵繪製

本計畫主要工項為三維水利圖徵繪製，其中因涉及許多水利相關知識以及水理演算需求，利用內政部「109 年度水利數值地形資料測製與檢核工作案」計畫教育訓練相關資訊，實地演練三維水利圖徵繪製作業方式，依據實戰經驗進行議題探討以及教育訓練(圖 3-4)，並自主建立 HyDEM 三維水利圖徵繪製作業手冊(圖 3-5)，以確保本團隊相關作業會有一致且優良的作業成果。

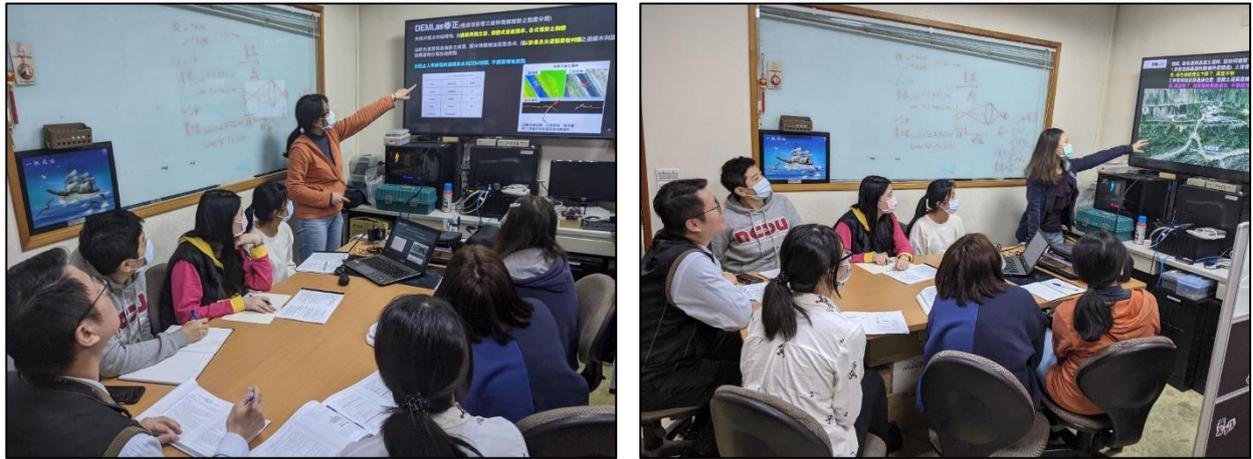


圖 3-4 三維水利圖徵繪製內部教育訓練

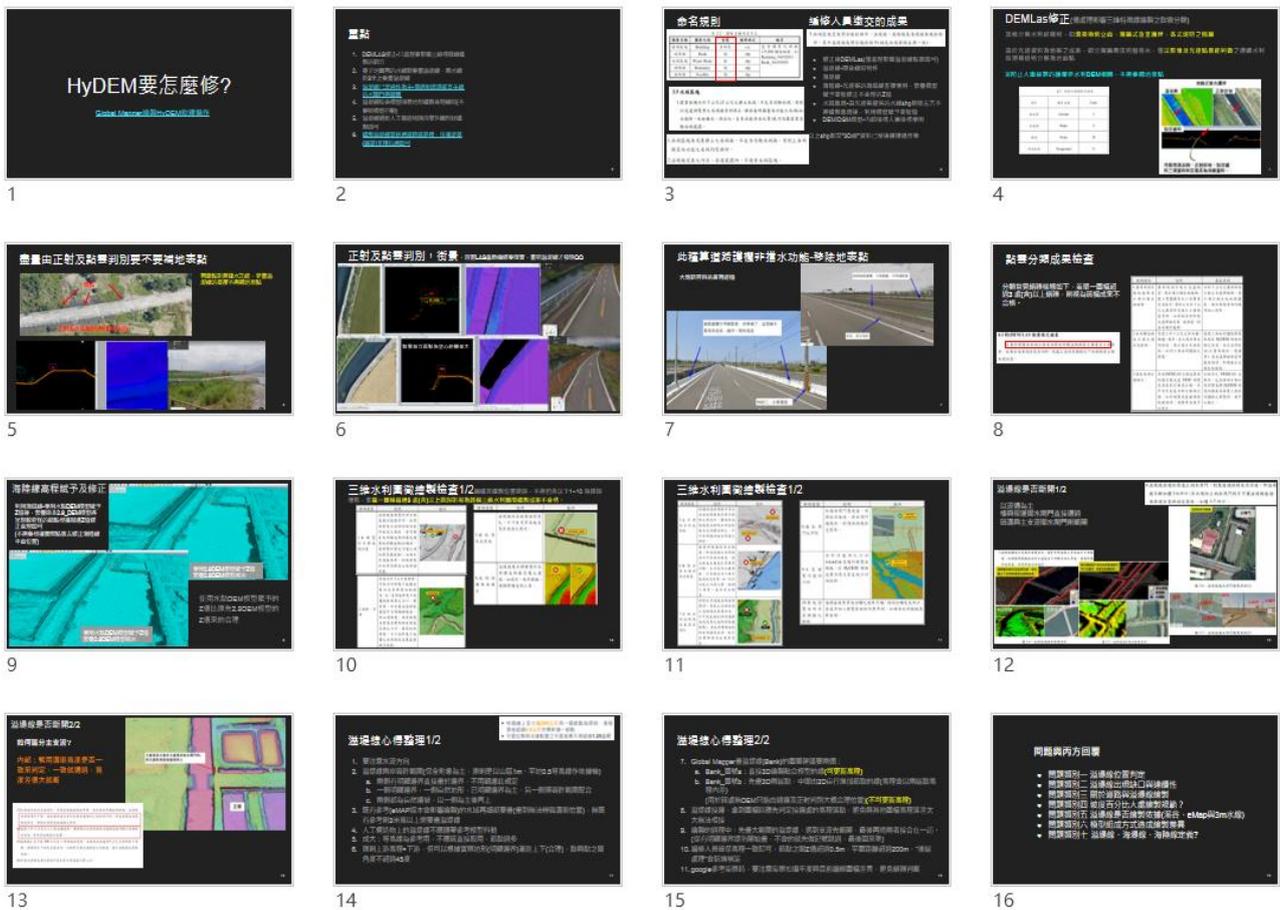


圖 3-5 自主建立 HyDEM 三維水利圖徵繪製作業手冊

### 3-2 計畫成果自主檢核成果

本計畫特別設立「資料品管中心」管制成果品質，擬定主要工作項目之檢查方式，並由計畫協同主持人楊豐毓測量技師與多年空載光達資料處理同仁進行檢核，以確保各個階段性成果品質。自主檢核內容分為「內業自主檢核」以及針對溢堤線之「外業自主檢核」兩大部分，相關內容詳如後述。

### 3-2-1 內業自主檢核

本團隊維持一貫品質的要求，在研究成果製作的同時，也逐步建立成果製作檢核流程。使用與成果繪製相同的作業環境(Microstation + Terrasolid 以及 Global Mapper)，以圖像化方式標註記錄檢核結果(圖 3-6)，協助繪製作業人員釐清作業觀念。

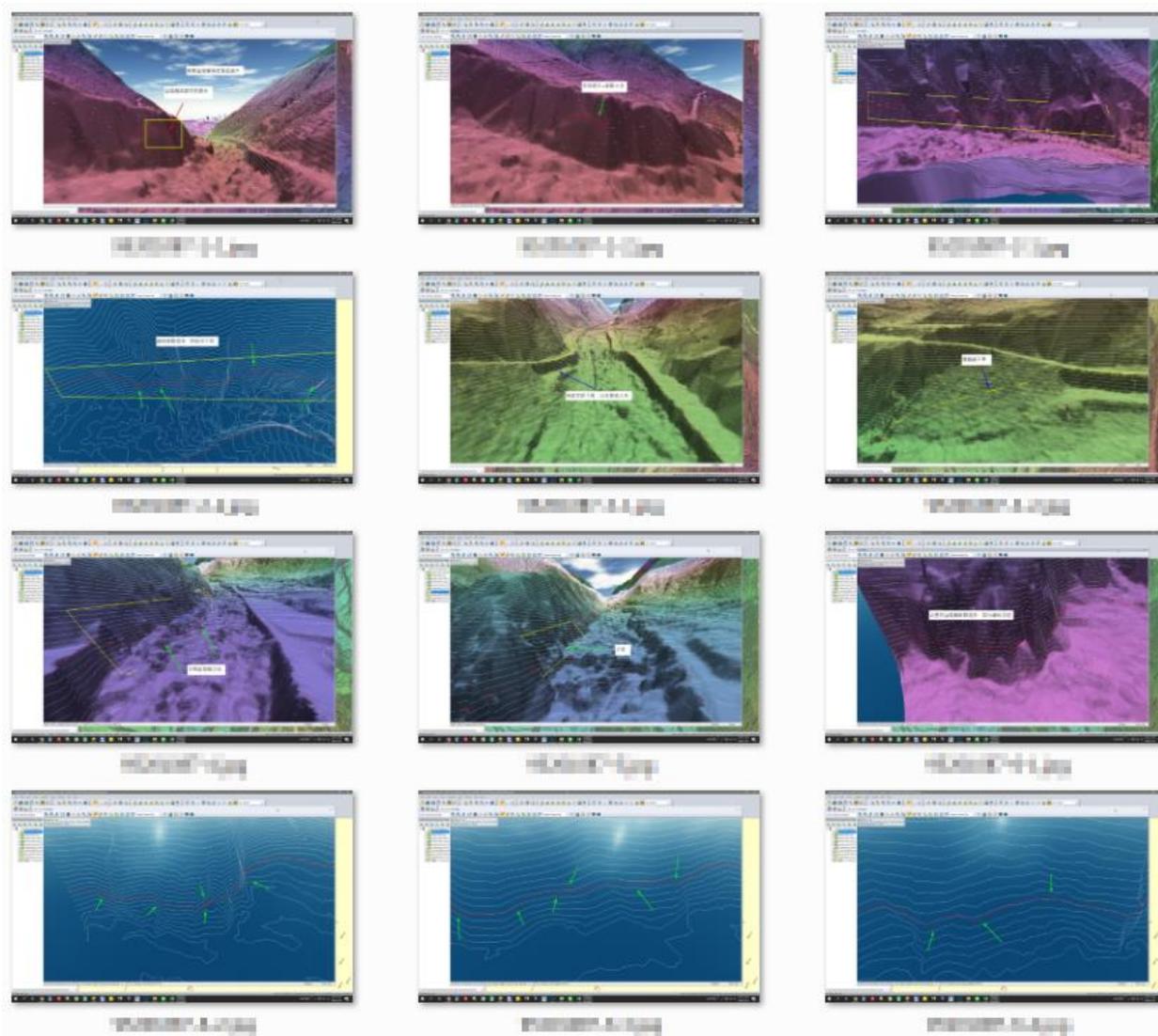


圖 3-6 自主檢核畫面紀錄

除此之外，本團隊自主設計 HyDEMLAS 分類與三維水利圖徵繪製進度表格(如圖 3-7)，記錄編修人員開始繪製日期、內部審查人員、內部審查日期、監審廠商審查結果等詳細資訊，並於每月進度會議時統計、討論並檢討每位編修人員點雲分類與三維水利圖徵繪製品質，藉此改進編修人員點雲分類與三維水利圖徵繪製技術與所需觀念，確保本計畫水利點雲分類與三維水利圖徵繪製進度以及品質的完整性，相關資料電子檔詳如附件三。

圖幅號	子圖區	編修/繪製負責人	編修/繪製完成日期	檢核人	狀態	第一次提送日期	第一次提送結果
1	94171009 3-4-2	黃潔玫	8月16日	黃立婷	已編修	9月15日	待修正
2	94171010 3-4-2	黃潔玫	8月20日	黃立婷	已編修	10月28日	待修正
3	94171018 3-4-2	黃潔玫	8月2日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
4	94171019 3-4-2	黃潔玫	8月4日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
5	94171020 3-4-2	洪雨潔	8月16日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
6	94171028 3-4-2	黃立婷	7月28日	黃潔玫	已編修	9月8日	待修正
7	94171029 3-4-2	黃立婷	7月28日	黃潔玫	已編修	9月8日	待修正
8	94171030 3-4-2	彭皓琪	8月17日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
9	94171040 3-4-2	周胤宜	7月21日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
10	94182060 3-4-2	周胤宜	9月17日	黃立婷	已編修	10月23日	待修正
11	94182070 3-4-2	周胤宜	9月13日	黃立婷	已編修	10月23日	待修正
12	94182079 3-4-2	洪雨潔	9月8日	黃立婷	已編修	10月23日	待修正
13	94182080 3-4-2	凌子騫	9月10日	黃立婷	已編修	10月23日	待修正
14	94182089 3-4-2	凌子騫	9月1日	黃立婷	已編修	9月15日	待修正
15	94182090 3-4-2	凌子騫	9月3日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
16	94182099 3-4-2	彭皓琪	8月20日	黃立婷	已編修	9月15日	待修正
17	94182100 3-4-2	彭皓琪	8月25日	黃立婷	已編修	9月15日	待修正
18	95161001 3-4-1	黃潔玫	3月29日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
19	95161002 3-4-1	黃潔玫	3月25日	黃立婷	已編修	考核備備	待修正
20	95161003 3-4-1	黃潔玫	3月6日	黃立婷	已編修	5月10日	待修正
21	95161004 3-4-1	黃潔玫	4月6日	黃立婷	已編修	5月10日	待修正
22	95161011 3-4-1	黃立婷	4月7日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
23	95161022 3-4-1	黃立婷	4月9日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
24	95161048 3-4-1	黃潔玫	4月6日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
25	95161009 3-4-1	黃潔玫	4月7日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
26	95164010 3-4-1	洪雨潔	3月10日	黃立婷	考核備備	待修正	
27	95164019 3-4-1	黃立婷	3月29日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
28	95164020 3-4-1	黃立婷	3月5日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
29	95164029 3-4-1	黃立婷	4月6日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
30	95164030 3-4-1	黃立婷	4月6日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
31	95172004 3-4-1	周胤宜	5月2日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
32	95172005 3-4-1	黃潔玫	4月9日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
33	95172001 3-4-1	黃立婷	5月3日	黃潔玫	已編修	6月2日	待修正
34	95172032 3-4-1	黃立婷	4月27日	黃潔玫	已編修	6月2日	待修正
35	95172033 3-4-1	周胤宜	5月4日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
36	95172034 3-4-1	周胤宜	5月6日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
37	95172041 3-4-1	洪雨潔	5月5日	黃潔玫	已編修	6月2日	待修正
38	95172042 3-4-1	凌子騫	5月24日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
39	95172043 3-4-1	周胤宜	4月28日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
40	95172044 3-4-1	洪雨潔	4月27日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
41	95172045 3-4-1	洪雨潔	5月12日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
42	95172046 3-4-1	黃潔玫	4月8日	黃立婷	已編修	6月7日	待修正
43	95172051 3-4-1	凌子騫	5月11日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
44	95172052 3-4-1	凌子騫	5月18日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
45	95172055 3-4-1	洪雨潔	5月19日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
46	95172056 3-4-1	黃潔玫	4月8日	黃立婷	已編修	6月2日	待修正
47	95172061 3-4-1	凌子騫	4月20日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
48	95172071 3-4-1	凌子騫	4月26日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
49	95172072 3-4-1	凌子騫	4月29日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
50	95172073 3-4-1	凌子騫	5月3日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
51	95172081 3-4-1	彭皓琪	4月6日	黃立婷	已編修	5月10日	待修正
52	95172082 3-4-1	彭皓琪	4月7日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
53	95172083 3-4-1	彭皓琪	4月13日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
54	95172084 3-4-1	彭皓琪	4月15日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
55	95172091 3-4-1	周胤宜	4月19日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
56	95172092 3-4-1	周胤宜	3月5日	黃立婷	已編修	考核備備	待修正
57	95172093 3-4-1	周胤宜	4月22日	黃立婷	已編修	5月10日	待修正
58	95172094 3-4-1	周胤宜	4月26日	黃立婷	已編修	5月10日	待修正
59	95173016 3-4-1	彭皓琪	4月19日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
60	95173028 3-4-1	彭皓琪	4月23日	黃潔玫	已編修	5月10日	待修正
61	95173068 3-4-1	凌子騫	3月29日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
62	95173069 3-4-1	凌子騫	3月4日	黃潔玫	考核備備	待修正	
63	95173070 3-4-1	凌子騫	4月13日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
64	95173078 3-4-1	凌子騫	3月30日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
65	95173079 3-4-1	凌子騫	4月6日	黃潔玫	已編修	4月28日	待修正
66	95173080 3-4-1	黃秀琪	3月5日	黃潔玫	考核備備	待修正	
67	95173088 3-4-1	彭皓琪	3月30日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
68	95173089 3-4-1	彭皓琪	3月5日	黃立婷	已編修	考核備備	待修正
69	95173090 3-4-1	彭皓琪	3月31日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
70	95173098 3-4-1	周胤宜	4月7日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
71	95173099 3-4-1	周胤宜	4月6日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
72	95173100 3-4-1	周胤宜	3月29日	黃立婷	已編修	4月28日	待修正
73	95174001 3-4-2	周胤宜	8月16日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
74	95174002 3-4-2	彭皓琪	8月7日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
75	95174003 3-4-2	黃潔玫	8月20日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
76	95174004 3-4-2	彭皓琪	8月13日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
77	95174005 3-4-2	彭皓琪	8月18日	黃立婷	已編修	10月21日	待修正
78	95174011 3-4-2	彭皓琪	8月11日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
79	95174012 3-4-2	彭皓琪	8月9日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
80	95174013 3-4-2	黃潔玫	8月11日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
81	95174014 3-4-2	黃潔玫	8月6日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
82	95174015 3-4-2	凌子騫	8月12日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
83	95174021 3-4-2	周胤宜	8月2日	黃潔玫	已編修	9月8日	待修正
84	95174022 3-4-2	周胤宜	8月10日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
85	95174023 3-4-2	凌子騫	8月3日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
86	95174024 3-4-2	黃秀琪	7月28日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
87	95174025 3-4-2	黃秀琪	8月2日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
88	95174031 3-4-2	黃潔玫	7月23日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
89	95174032 3-4-2	凌子騫	7月29日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
90	95174033 3-4-2	周胤宜	7月30日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
91	95174034 3-4-2	周胤宜	8月4日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
92	95174035 3-4-2	黃立婷	8月5日	黃潔玫	已編修	9月8日	待修正
93	95174038 3-4-2	彭皓琪	7月26日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
94	95174039 3-4-2	彭皓琪	7月27日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
95	95174042 3-4-2	凌子騫	6月9日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
96	95174043 3-4-2	凌子騫	6月16日	黃立婷	已編修	8月8日	待修正
97	95174044 3-4-2	凌子騫	6月23日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
98	95174045 3-4-2	彭皓琪	7月14日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
99	95174046 3-4-2	彭皓琪	7月16日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
100	95174047 3-4-2	彭皓琪	7月19日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
101	95174048 3-4-2	彭皓琪	7月21日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
102	95174049 3-4-2	彭皓琪	7月23日	黃立婷	已編修	9月8日	待修正
103	95174054 3-4-1	黃秀琪	5月28日	黃潔玫	已編修	6月7日	待修正
104	95174055 3-4-1	黃秀琪	6月2日	黃潔玫	已編修	6月7日	待修正
105	95174056 3-4-1	黃秀琪	6月7日	黃潔玫	已編修	6月7日	待修正
106	95174064 3-4-1	周胤宜	5月17日	黃立婷	已編修	6月7日	待修正
107	95174065 3-4-1	周胤宜	5月22日	黃立婷	已編修	6月7日	待修正

**110年HyDEM第4作業區(156幅)圖幅分布自動展示區(請勿更動)**

**基本資訊**

編修中	凌子騫
已編修	黃立婷
已修正	黃潔玫
OK	黃秀琪
去修	周胤宜
待修正	彭皓琪
不備修	
未分配	

**第一次審查統計**

編修人員	編修圖數	1st合格數	1st不合格
凌子騫	13	9	21
黃立婷	2	0	11
黃潔玫	30	10	20
黃秀琪	10	2	8
周胤宜	28	5	23
彭皓琪	34	11	23
總和	145	39	106

圖 3-7 自主建立自動化品質管制表格

本計畫在三維水利圖徵繪製工作項目共擁有 7 位主要編輯作業人員，並於計畫執行初期階段提送第一幅繪製成果予監審單位審查，並於獲得審查通過後加入本計畫相關成果繪製。利用自動化表格紀錄每位編修人員編修圖幅數量、所

需時間以及提送監審單位審查後第一次審查結果，彙整相關資訊如表 3-1。各項成果自主檢核成果如附件三。

表 3-1 編修作業人員品質狀況統計

編號	編修人員	編修圖數	1st 合格數	1st 待修正	1st 不合格	第 1 次通過審查合格率
HyOP-34-01	黃立婷	14	2	12	0	14.3%
HyOP-34-02	黃潔玟	29	8	21	0	27.6%
HyOP-34-03	凌子晴	28	9	19	0	32.1%
HyOP-34-04	周佩宜	31	7	24	0	22.6%
HyOP-34-05	彭暄淇	29	11	18	0	37.9%
HyOP-34-06	董秀琪	15	2	13	0	13.3%
HyOP-34-07	洪雨慈	10	1	9	0	10.0%

### 3-2-2 外業自主檢核

依據本計畫工作會議結論(附件一)，於 3-4-1 測區執行 4 幅(約 6.0%)、3-4-2 測區執行 5 幅(約 5.6%)的自主檢核，執行圖幅號以及檢核結果統計彙整如表 3-2，相關現地工作照如圖 3-8，圖幅分布如圖 3-9，外業測量原始資料詳如附件三電子檔，全數符合作業規定。

表 3-2 三維水利圖徵外業自主檢核成果

測區	檢核圖幅	檢核點數	檢核點高程差(m)					
			1	2	3	4	5	6
2003/4/1	95164010	6	0.15	0.10	0.15	0.07	0.13	0.16
		6	0.33	0.21	0.41	0.28	0.36	0.32
	95173079	6	0.01	0.28	0.28	0.27	0.16	0.17
		6	0.12	0.23	0.19	0.26	0.22	0.25
	95174054	6	0.10	0.02	0.17	0.12	0.05	0.18
		6	0.02	0.03	0.15	0.12	0.17	0.09
	95174076	6	0.06	0.08	0.12	0.10	0.09	0.03
		6	0.23	0.27	0.19	0.22	0.19	0.24
2003/4/2	95183042	6	0.16	0.13	0.04	0.19	0.10	0.13
		6	0.37	0.34	0.31	0.35	0.39	0.41
	95174004	6	0.17	0.12	0.05	0.02	0.09	0.07
		6	0.21	0.22	0.19	0.36	0.15	0.34
	94182099	6	0.06	0.13	0.02	0.13	0.13	0.02
		6	0.09	0.10	0.11	0.08	0.09	0.10
	94171020	6	0.17	0.02	0.09	0.03	0.03	0.12
		6	0.15	0.16	0.15	0.19	0.28	0.10
	95183062	6	0.15	0.01	0.01	0.17	0.18	0.07
		6	0.02	0.08	0.01	0.09	0.06	0.06
合計點數							108	
高程RMSE(cm)							0.102	



圖 3-8 自主外業檢核現地工作照

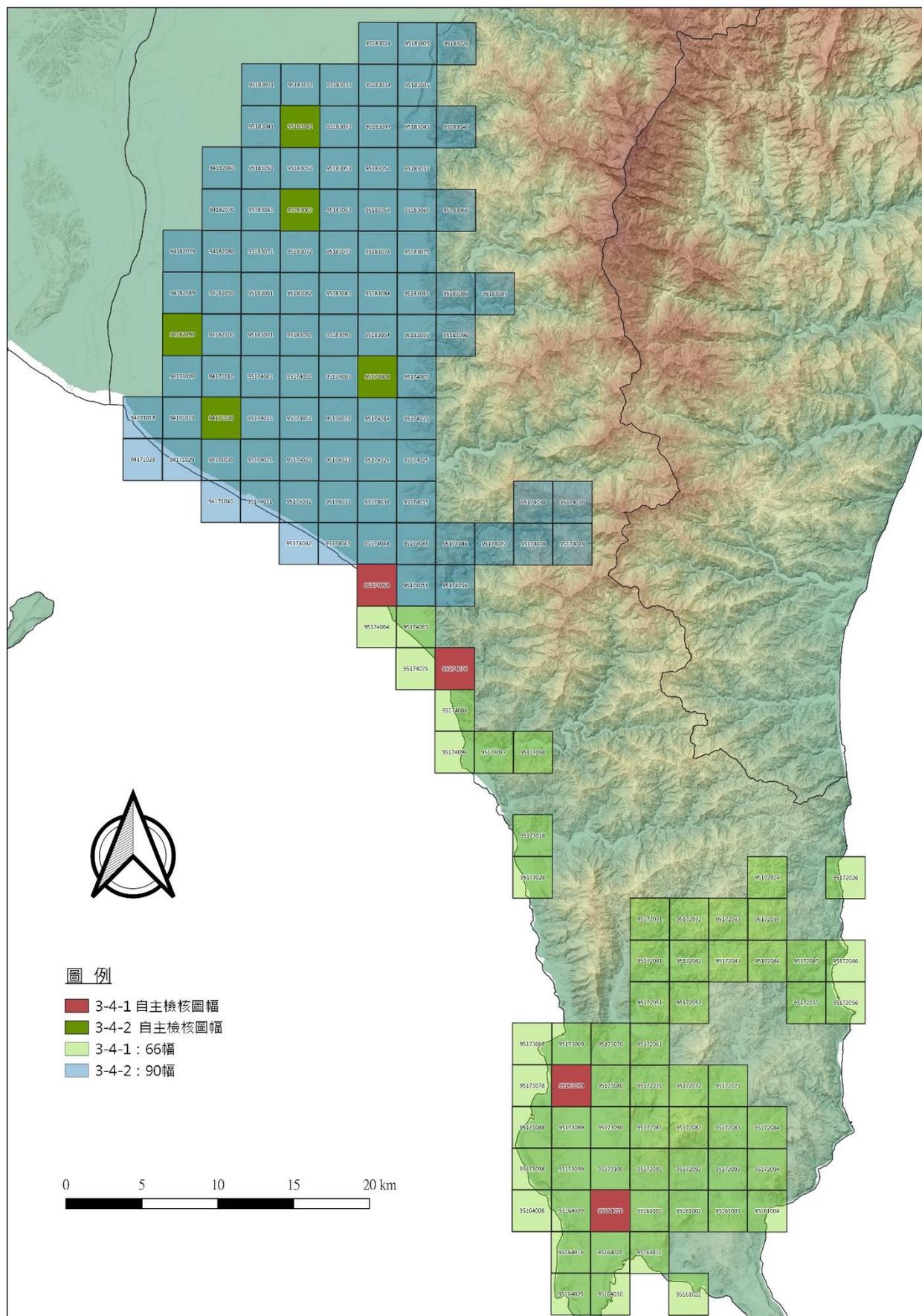


圖 3-9 自主外業檢核圖幅分布圖

## 第四章 執行團隊

### 4-1 團隊組織編制

本團隊由賴澄漂董事長擔任計畫綜合督導，邱俊榮測量技師擔任計畫主持人，並由楊豐毓測量技師以及總經理賴澄燦博士擔任協同主持人，擁有 7 名點雲編修以及三維水利圖徵繪製的人力，以及 4 位三維圖徵 GIS 資料處理組，整體團隊組織架構如圖 4-1。



圖 4-1 團隊組織架構圖

### 4-2 性平統計

本案契約規定測製廠商對於履約所僱用之人員，應遵守性別工作平等法之規定，保障其性別工作權之平等，不得有歧視婦女、原住民或弱勢團體人士之情事，本案作業人員性別統計資訊如表 4-1。

表 4-1 本案作業人員男女統計

項次	作業項目	男(人數)：女(人數)
1	水利數值地形分類點雲	2：7
2	建置三維水利圖徵	5：9
3	製作水利數值地形模型（含圖幅接邊處理）	0：2

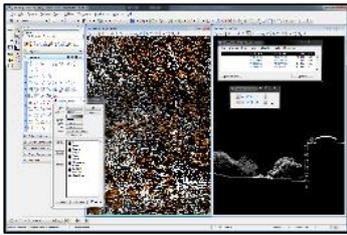
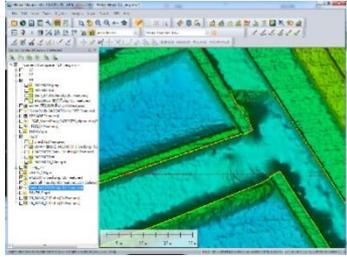
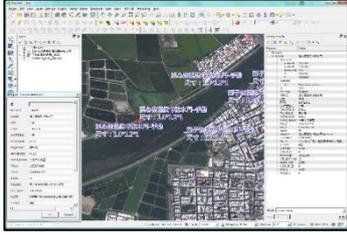
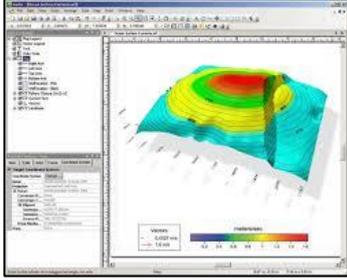
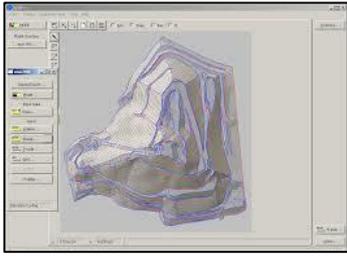
## 4-3 主要參與人員名冊

編號	組別	計畫職務	姓名	職稱	工作項目
1	綜合督導	綜合督導	賴澄漂	董事長	策略規劃/綜合督導
2	專案管理	計畫主持人	邱俊榮	副總經理/ 測量技師	策略規劃/綜合督導/專案管理
3		協同主持人	楊豐毓	經理/ 測量技師	三維圖徵 HyDEM 資料處理/專案管理
4		協同主持人	賴澄燦	總經理/ 博士	程式開發/資料處理/專案管理
5	品質管制	品質管制組長	藍國華	副總經理/ 測量技師	品質管制
6	資訊安全	資安管理組長	吳秋芸	副總經理	資訊安全管理
7		資安管理組員	蔡宛諭	副理	資訊安全管理
8	行政文書	行政事務組長	賴淑晶	行政部經理	會計業務/行政業務/採購人員
9		行政事務組員	林沂珊	行政部特助	會計業務/行政業務
10		行政事務組員	廖煥貞	行政部助理	會計業務/行政業務
11	點雲處理/ 三維圖徵 繪製組	點雲處理組長	李明軒	研發長 測量技師	HyDEM 資料處理/專案管理
12		點雲處理副組長	陳韋灯	測量組長	HyDEM 資料處理/專案管理
13		副組長	黃立婷	點雲處理 組長	點雲編修/三維水利圖徵繪製/ HyDEM 資料處理
14		組員	黃潔玟	點雲處理 副組長	點雲編修/三維水利圖徵繪製/ HyDEM 資料處理
15		組員	凌子晴	製圖工程師	點雲編修/三維水利圖徵繪製
16		組員	周佩宜	製圖工程師	點雲編修/三維水利圖徵繪製
17		組員	彭暄淇	製圖工程師	點雲編修/三維水利圖徵繪製
18		組員	洪雨慈	製圖工程師	點雲編修/三維水利圖徵繪製
19		組員	陳品蓉	製圖工程師	點雲編修/三維水利圖徵繪製
20	資料處理 屬性建置	組員/專案協辦	簡睿怡	專案工程師	三維圖徵資料處理/專案管理
		組員	陳俊偉	專案工程師	三維圖徵資料處理/圖徵繪製
22		組員	康祐程	專案工程師	三維圖徵資料處理/圖徵繪製
23		組員	董秀琪	製圖組長	三維圖徵資料處理/圖徵繪製
24	點雲處理/ 三維圖徵 繪製組備援	組員	曾淑枝	製圖組長	三維水利圖徵繪製
25		組員	吳家惠	製圖副組長	三維水利圖徵繪製
26		組員	涂茵蓀	製圖工程師	三維水利圖徵繪製

#### 4-4 軟硬體設備

本計畫使用軟、硬體皆非為大陸廠商品牌，主要使用軟體包含 Microstation、Global Mapper(include LiDAR module)、QGIS、Surfer 以及 SCOP++，各項軟體主要功能以及本團隊所擁有數量如表 4-2。

表 4-2 軟體設備清單

項次	軟體名稱	操作畫面	數量
1	<b>Microstation</b> ：點雲資料處理/數值繪圖 TerraScan/ TerraModeler/ TerraMatch 點雲分類與編修。		6
2	<b>Global Mapper(include LiDAR module)</b> ：三維水利圖徵繪製、網格模型組成 同時具有二維、三維的編輯畫面，並能處理點雲資料編及、分類、產制規則網格模型等。		6
3	<b>QGIS</b> ：三維水利圖徵編輯 為開放資源的地理資訊系統，可依據需求撰寫擴充，提高使用效率。		10
4	<b>Surfer</b> ：DEM/DSM 網格內插 專門為了數值地形模型內插、管理、以及視覺化應用的軟體，具有多種不同的內插方法，可依據成果需求選擇最適合的方式。		2
5	<b>Scop++</b> ：DEM/DSM 網格內插 專門為了數值地形模型內插、管理、以及視覺化應用的軟體，其最適性內插演算能呈現自然地形起伏與走勢，成果廣為國內各級單位肯定。		2

## 4-5 資訊安全管理作業

本團隊作為優良專業測量公司，秉持資訊安全與資訊保密原則，自 96 年起成立資訊安全小組，並制定相關資安政策，本計畫由計畫協同主持人楊豐毓測量技師擔任專案作業室管制負責人，確保計畫成果管制，相關資料管理原則以及管理作業方式詳述於本節。

### 4-5-1 資料管理原則

- 一、廠商於契約執行期間，自機關取得飛航（影像及空載點雲）之資料與成果，不得私自使用與轉售、贈與他人使用，亦不得做任何形式之加值用，非經國防部同意，不得攜出國外，應於契約完成後（保固期滿）繳回機關辦理銷毀作業。
- 二、機敏圖號之正射影像、空載光達點雲等資料，應確實依據內政部「測繪成果申請使用辦法」、機關「機敏測繪成果資料使用及管理注意事項」、「國家機密保護法」及其他相關規定妥善使用，由專人負責造冊保管及存放於辦公處所保險箱或其他具安全防護功能之金屬箱櫃，並應遵循配合辦理下列事項：
  - (一) 廠商履約過程中產製水利數值地形點雲資料、水利數值地形模型及機敏圖號之正射影像等皆屬機敏成果資料，廠商應於辦公處所設置可供作業人員專門處理機敏資料之作業室，作業室應具備門禁管制設備、監視器及無連接網路之作業專用電腦及工作站，並經機關派員查核合格，始得使用機敏資料及影像。
  - (二) 使用機敏資料之作業人員，應填寫機敏資料使用紀錄表。
  - (三) 廠商應於每月 28 日前將該月門禁管制設備記錄之進出資料及機敏資料使用紀錄表等資料函送機關；至監視器影像資料，廠商應自行存放於儲存媒體，並留存至委辦案保固期結束為止。
  - (四) 機關得隨時派員抽查機敏資料保管使用及機敏資料作業室監視器影像資料留存保管情形並作成紀錄。抽查結果如有不合格事項，廠商應停止使用機敏影像及成果資料，並儘速改善缺失，經機關人員複查合格後，始得繼續使用機敏資料。廠商不得因停止使用機敏資料而要求延長工期，如因此造成作業延誤，悉由廠商承擔，並依契約規定辦理。

(五) 使用原因消滅或工作完成後，應消除作業電腦及工作站中機敏資料，並經機關派員確認後，將機關原交付廠商機敏資料之儲存媒體送交機關辦理銷毀作業。

#### 4-5-2 資訊安全管理作業方式

為確保資訊安全與保密原則，本公司之資訊安全小組，制定「資訊安全政策」、「資安管理要點」以及「資訊安全事件通報應變作業計畫」(詳如表 4-3)，嚴格管制出入人員以及分區門禁管制計畫。另外依據本計畫作業需求，制定專案作業室資訊安全管理作業方式，並設置相關軟硬體設備，其相關硬體設施如表 4-4 以及圖 4-2。

表 4-3 資訊安全管理紀錄文件清單

項次	項目	形式	備註
1	機房人員出入記錄	數值檔(*.xlsx)	人員指紋/RFID 辨識
2	專案作業室人員出入記錄	數值檔(*.xlsx)	人員指紋/RFID 辨識
3	專案處理切結書(公司)	紙本電子掃描檔(*.pdf)	需作簽署與用印
4	專案處理切結書(個人)	紙本電子掃描檔(*.pdf)	需作簽署與用印
5	機敏資料使用記錄表	紙本電子掃描檔(*.pdf)	需作簽署與用印

表 4-4 資訊安全管理專案硬體設施

項次	項目	內容	備註
1	門禁管制設備	主要作業人員清單	人員指紋
2	24 小時監視器	拍攝涵蓋所有作業電腦及工作站	110 年
3	監視器影像資料儲存設備	獨立儲存於機房	110 年
4	無連接網路之作業專用電腦及工作站		110 年
5	專案作業儲存設備	約 30T，僅限專案作業室內存取	110 年

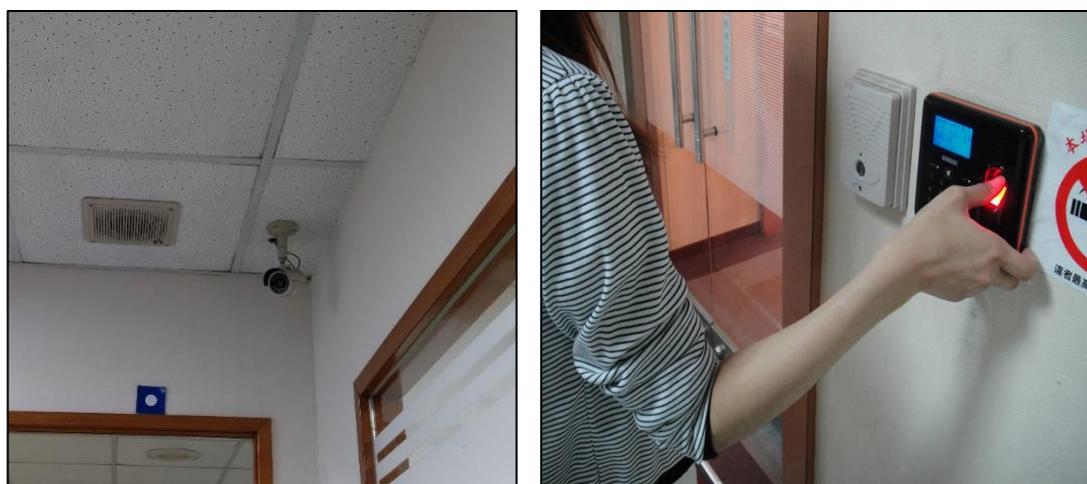


圖 4-2 資訊安全管理系統

## 第五章 成本因子分析

### 5-1 作業期程

本案作業期程自決標日(110年2月5日)次日起至110年12月10日止(本案履約期限皆以日曆天計算,其星期例假日、國定假日或其他休息日均計入)。本案共分4階段辦理,各階段計畫成果應經監審廠商檢查合格後繳交予機關,各階段應交付項目及期限如表5-1。廠商成果繳送監審廠商辦理檢查時,應以公文遞送並副知機關。本計畫為能快速有效回應計畫執行進度狀況。

本計畫作業期間適逢新冠肺炎災情影響,主辦機關於110年6月23日(測形字第1101570267號)通知本案契約展期之審認原則,本計畫遂於110年6月24日(自工字第110067414號)提出本計畫自第2階段起,因受疫情因素影響執行進度,延遲本案履約時程,並於110年7月21日(自工字第110077470號)函文主辦機關說明疫情展延履約期限結算,展延後相關時程如表5-1。

本計畫3-4-1測區(第2階段成果)以及3-4-2(第3階段成果)於110年7月27日(成大產創字第1101102233號)以及110年12月7日(成大產創字第1101103998號)獲得監審廠商審查合格,並於110年7月27日(自工字第110077484號)以及110年12月7日(自工字第110127768號)提送主辦機關,符合計畫作業規定,相關函文詳如附件一。本計畫成果分批次提送與監審廠商審查,各批次成果送審之期程、數量及監審廠商意見詳如表5-2。

表 5-1 成果繳交項目及期限

階段	交付項目	繳交期限	實際繳交日期
第1階段	作業計畫初稿10份及電子檔3份。	110年2月25日	110年2月25日
第2階段	水利數值地形資料成果(辦理範圍40%以上圖幅)。	110年6月30日	110年7月27日
		110年8月2日 (中午12時30分)(展延後)	
第3階段	水利數值地形資料成果(辦理範圍之剩餘圖幅數)。	110年11月20日	110年12月7日
		110年12月23日 (中午12時30分)(展延後)	
第4階段	工作總報告(初稿)10份及電子檔3份。	110年12月10日	110年12月16日
		111年1月12日 (中午12時30分)(展延後)	
	修正後工作總報告8份及電子檔3份。	依機關指定期限內繳交。	111年1月4日

表 5-2 各批次成果及送審查時程與說明

項次	工作項目	繳交圖幅數量	繳交日期	審查結果	辦理情形
1	水利數值地形分類點雲、 三維水利圖徵	32 幅	09/08	依審查意見修正	遵照辦理修正完畢
2	水利數值地形分類點雲、 三維水利圖徵	13 幅	09/15	依審查意見修正	遵照辦理修正完畢
3	水利數值地形分類點雲、 三維水利圖徵	11 幅	10/21	依審查意見修正	遵照辦理修正完畢
4	水利數值地形分類點雲、 三維水利圖徵	34 幅	10/23	依審查意見修正	遵照辦理修正完畢
5	水利數值地形模型	90 幅	11/26	合格	無

## 5-2 成果製作人員編制

### 5-2-1 點雲分類編修/三維水利圖徵建置人力配置

本計畫最大人力需求工項即為「水利數值地形點雲分類」以及「三維水利圖徵建置」，本團隊擁有 7 位點雲編修/三維水利圖徵繪製作業人員，其中兩位作為主要內部檢核人員（點雲編修經驗 5 年以及 4 年），於作業前期加入點雲編修以及三維水利圖徵繪製，並於成果繪製完成後交互檢核，確保彼此檢核作業標準一致。作業中、後期由其中較為資深之檢核人員作為全計畫主要內部檢核人，檢核其餘 6 位點雲編修人員編修後成果。

依每人每幅五千分之一圖幅編修時間平均約為 4~5 日、每月工作 21 日計算，每月可產製圖幅約為 28 幅（6 人 x 21 天 / 4.5 天 1 幅）。趕工作業期間可於星期一~五增加 2~4 小時加班，另於星期六（非國定假日）加班 8 小時趕工，每人每月可提升約 1~2 幅五千分之一之作業量，每月約增加 10 幅進度。

### 5-2-2 三維水利圖徵屬性資料編輯與建置

三維水利圖徵完成建置後，需利用地理資訊系統軟體進行位相檢核以及屬性資料建置，本團隊特別建立「GIS 資料處理組」，並搭配一位資深圖徵繪製作業人員，輔助相關地理資訊圖層檢核作業以及成果修正需求，並加速本組成果產製。

本組工項主要是接續三維水利圖徵建置後始得進行，主要成員由熟悉空載光達案成員主導，結合熟知地理資訊系統的背景知識，帶領其餘 2 位

進行成果建置以及檢核。另外，本計畫協同主持人楊豐毓測量技師於本階段加入成果檢核，並建置自動化作業模式，確保成果品質符合本計畫需求。

其中，GIS 圖徵位相檢查與修正 1 天約可完成 10 幅五千分之一圖幅，屬性建置約可於 3 天完成一階段建置。因此工項主要為成果製作最後階段作業。

### 5-3 成本分析

依據前述相關作業以及人力時程，彙整本計畫作業成本單價分析如表 5-3。

表 5-3 成本單價分析表

項次	工作項目	單位	數量	單價	總價
1	產製水利數值地形分類點雲				
(1)	水利設施構造物分類	幅	156	3,000	468,000
(2)	補正原資料分類錯誤	幅	156	2,000	312,000
	小計			5,000	780,000
2	建置三維水利圖徵				
(1)	建物區塊(資料表)	幅	156	1,500	234,000
(2)	溢堤線	幅	156	18,000	2,808,000
(3)	水域區塊	幅	156	1,500	234,000
(4)	海陸線	幅	156	1,000	156,000
(5)	海堤線	幅	156	1,000	156,000
	小計			23,000	3,588,000
3	製作水利數值地形模型(含圖幅接邊處理)				
(1)	內插產製 1 公尺水利數值地形模型	幅	156	800	124,800
(2)	1M HyDEM 補足	幅	156	1,200	187,200
(3)	圖幅內部接邊	幅	156	1,000	156,000
(4)	圖幅外部接邊	幅	156	1,000	156,000
(5)	資料彙整及成果繳交	幅	156	500	78,000
	小計			4,500	702,000
二	各項報告書、工作總報告等				
1	各項成果報告製作	式	1	55,000	55,000
2	工作總報告製作	式	1	45,000	45,000
	小計			100,000	100,000
	總計				5,170,000

## 第六章 檢討與建議

### 6-1 檢討

- 一、本團隊今年首度參與 HyDEM 成果產製，於計畫執行前期容易因為軟體熟練度以及 HyDEM 概念不足，導致 3-4-1 測區圖幅成果待修正比例較高(待修正約 89%)。此現象在監審廠商的協助下，以及軟體熟練程度提升後，於 3-4-2 測區的審查結果合格率有明顯的提高(待修正為 62%)。
- 二、本計畫成果繳交時皆是使用 1/5000 外廓範圍，相鄰圖幅有一定的重疊範圍，然其中因為既有資料相鄰圖幅可能因測製年份不同，導致點雲地形表現方式不同(點雲分類有差異)，使得 HyDEMLAS 在重疊區域容易出現難以接邊的情況，提高 HyDEMLAS 內部接邊困難度(圖 6-1)。

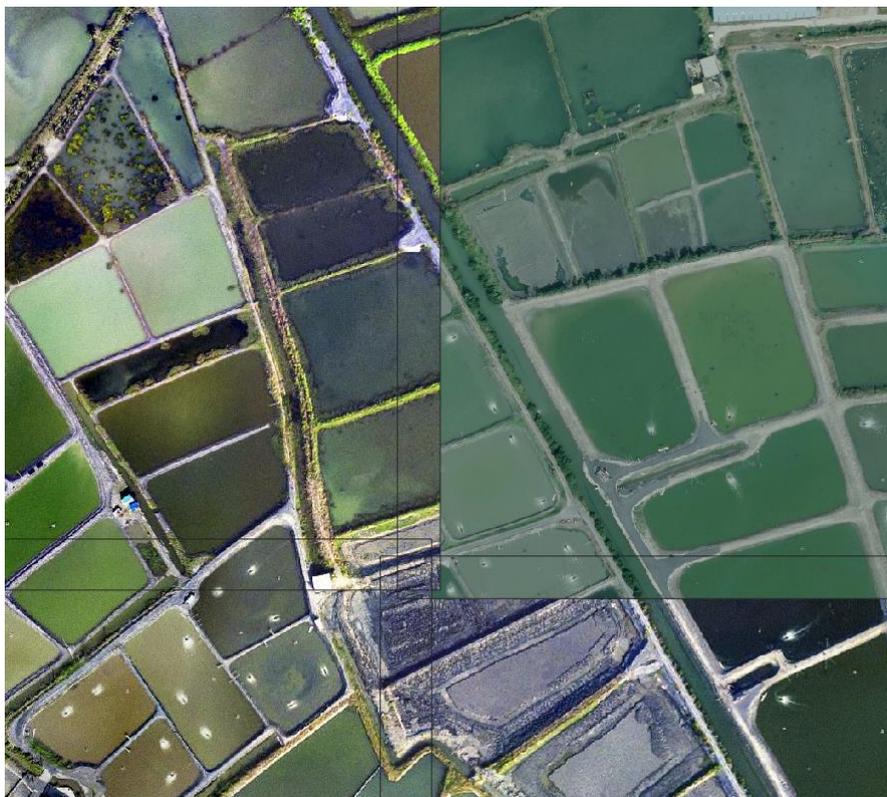


圖 6-1 不同年度間資料落差提高內部接邊困難度

- 三、本計畫三維水利圖徵繪製完成後 shapefile 會有許多島(Island)型態的表現，導致在成果資料分幅時容易因為幾何結構問題造成資料遺漏或是幾何錯誤。經監審單位協助與討論，此一現象多發生在人工灌溉溝渠以及魚塢地區，必須加入重複偵查 Island 作業以及相關處理才得以排除，提高作業難度以及所需時間。

## 6-2 建議

- 一、本計畫主要目的為使用既有空載光達作業成果產製三維水利圖徵，皆為內業圖資產製，與外業實測關聯性較低。因此，本計畫規劃外業驗收項目檢核結果並不能代表三維圖徵繪製精度的驗證。如主辦機關有驗收作業需求，建議驗收方式改為內業檢核，可規劃於各測製廠商或監審廠商地點上機進行檢核，以符合成果測製精神。
- 二、因既有空載光達作業成果資料皆為 1/5000 圖幅外擴範圍，計畫相鄰圖幅如遭遇不同年度成果，在 HyDEMLAS 點雲分類以及三維水利圖徵內部接邊上會有許多不明確之處，建議後續提供既有資料如遭遇不同年度，建議提供明確分界線(如 1/5000 圖幅重疊處中心線)作為依據，以免成果爭議。
- 三、本計畫主辦機關於 108 年起擔任國內空載光達計畫主辦單位，建議後續規劃空載光達計畫範圍時，可考慮水利數值地形三維圖徵測製端需求，提高計畫執行成效。

## 參考文獻

1. 內政部，2005。LiDAR 測製數值高程模型及數值地表模型標準作業程序(草案)。
2. 內政部，2012。空載光達測製數值地形模型標準作業指引(草案)。
3. 內政部，2014。公告 103 年臺灣地區大地起伏模型成果。
4. 內政部國土測繪中心，2018。臺灣通用電子地圖測製更新作業說明。
5. 內政部國土測繪中心，2019。108 年度臺中市部分地區三維近似化建物模型建置工作採購案工作總報告。
6. 張哲豪，2018。108 年 DTM 資料開放與加值介接使用者交流研討會，HyDEM 應用於淹水模擬建模與展示之研究。
7. 經濟部水利署，2015。淹水潛勢圖製作手冊。
8. 經濟部水利署水利規劃試驗所，2017。高時空解析度淹水模式之研究應用。
9. 國家高速網路與計算中心，2018。二維淹水模式編修作業程序。
10. Kosovich, J., 2016. Overview of Lidar and DEM Hydro Treatments, USGS.
11. Maune, D. F. (Ed.), 2007. Digital elevation model technologies and applications: the DEM users manual. Asprs Publications.
12. Terrasolid, 2015. TerraScan User's Guide.