



NLSC-110-18

110 年度水利數值地形資料測製工作
(第 1 作業區)

工作總報告

Report of Mapping for Hydraulic
Topography Dataset in 2021
(1st Work zone)

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司

中華民國 110 年 12 月 31 日

摘要

數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM) 為國家三維底圖基礎資料之一，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。由於近年防淹防汛已為國土管理重大議題，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，故對於淹水模擬所使用之 DTM 精度需求已相對提升。目前純網格式高程值之 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。

本計畫即使用既有空載光達(LiDAR)平差處理後之掃描點雲資料、原始航拍影像等成果圖資，並參考內政部國土測繪中心「臺灣通用電子地圖」及水利署相關水利圖資，以及參照【水利數值地形資料測製及檢核技術指引】草案內容，產製水利數值地形模型(Hydraulic Digital Elevation Model，以下簡稱 HyDEM)。

台灣世曦工程顧問股份有限公司於 110 年度承辦本計畫第 1 作業區，範圍包含部分嘉義縣、嘉義市、臺南市等區域，水流域包括朴子溪、八掌溪、急水溪、鹽水溪、新港沿海、布袋沿海等，共計 159 幅，產製成果包括：1.水利數值地形分類點雲；2.三維水利圖徵(含：建物區塊、溢堤線、水域區塊、海陸線、海堤線、水閘門等)；3.水利數值地形模型(含圖幅接邊處理)等三種成果。

關鍵字：淹水模擬、空載光達、三維水利圖徵、水利數值地形模型

Abstract

Digital Terrain Model(DTM) is one of the basic data of the national 3D basemap, widely used in disaster prevention planning and land conservation, potential large-scale collapse investigation, water resources management, flooding mode simulation in flood areas, engineering design and planning and aviation safety management and other fields. As flood prevention has been a major issue in land management in recent years, flood simulation analysis has been gradually raised from regional level to real-time community level decision-making needs, so the DTM accuracy requirements used in flood simulation have been relatively improved. At present, the DTM data of the elevation value of pure mesh form is slightly insufficient, and if it can be combined with the three-dimensional topographic mapping data, it can take into account the effect of computational efficiency and the detailed expression of topographic information.

This program uses the existing Airborne LiDAR flat-difference scanning point cloud data, original aerial images and other results of the map capital, and refers to the Ministry of the Interior Land Mapping Center "Taiwan Electronic Map" and the Water Resources Department related water map capital, as well as reference to the "water numerical topographic data measurement and verification technology guidelines" draft content, the production of Hydraulic Digital Elevation Model(HyDEM).

CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan. in 2021 to undertake the program's 1st area, the scope includes part of Jiayi County, Jiayi City, Tainan City areas, water basins including Puzi creek, Bazhang creek, Chishui creek, Yanshui creek, Xingang coast, Budai coast, etc., a total of 159, production results include: 1. water resources numerical terrain classification point cloud; 2. 3D Hydraulic feature (including: Building, Bank, Water Body, Boundary, Seadike, Gate, etc.); 3. Hydraulic Digital Elevation Model (including frame-to-edge processing).

Keywords: Inundation Simulation, Airborne LiDAR, 3D Hydraulic Feature, Hydraulic Digital Elevation Model.

目 錄

第一章	計畫概述	1
第二章	作業規劃及範圍特性分析	3
2.1	工作範圍	3
2.2	工作項目	3
2.3	作業時程與交付成果	4
2.4	作業流程規劃	6
第三章	作業項目及執行方法	8
3.1	作業規劃	8
3.2	產製水利數值地形分類點雲(HYDEM LAS)	12
3.2.1	點雲資料前處理	18
3.2.2	二維圈選水利設施區	20
3.2.3	三維點雲分類	21
3.2.4	點雲分類前後分析比對	24
3.3	建置三維水利圖徵(3D HYDRAULIC FEATURE)	25
3.3.1	溢堤線(Bank)	25
3.3.2	水域區塊(Water Body)	29
3.3.3	水閘門(Gate)	34
3.3.4	海陸線(Boundary)	35
3.3.5	海堤線(Seadike)	35
3.3.6	三維水利圖徵圖幅接邊處理	36
3.3.7	建物區塊(Building)	37
3.3.8	建物區塊分棟切割優化處理	39
3.4	製作水利數值地形模型(HYDRAULIC DIGITAL ELEVATION MODEL)	43
3.5	水利數值地形模型補充河床資訊加值試辦	45
3.6	航測立體模型繪製三維水利圖徵驗證比較	52
3.7	作業環境及資安管制措施	57
第四章	成果檢核及處理原則說明	60
4.1	設立品質檢核點	60
4.2	檢核方式及處理原則	61
4.2.1	點雲分類檢核	61
4.2.2	三維水利圖徵檢核	62
4.2.3	三維水利圖徵屬性欄位內容檢查	66
4.2.4	水利數值地形模型作業檢核	67
4.2.5	外業幾何精度檢查	69
4.3	成果送審與修正情形	73
第五章	成本分析	75

110 年度水利數值資料測製工作

5.1	成果統計	75
5.2	作業人員性別平等資訊統計	76
5.3	成本分析	76
第六章	檢討與建議	79
6.1	作業檢討	79
6.2	建議事項	80

圖 目 錄

圖 2.1-1 水利數值地形資料測製工作範圍(第 1 作業區).....	3
圖 2.3-1 各階段作業圖幅範圍(第 1 作業區).....	5
圖 2.4-1 作業流程規劃圖.....	7
圖 3.1-1 各年度點雲分布.....	8
圖 3.1-2 108 年及 109 年度 HyDEM 接邊圖幅區域.....	9
圖 3.1-3 既有圖資搭配正射影像圈選水利設施區域	10
圖 3.2-1 水利結構物分類.....	13
圖 3.2-2 水利結構物點雲分類作業流程.....	14
圖 3.2-3 參考圖資套疊正射影像	15
圖 3.2-4 TerraScan 作業示意圖	16
圖 3.2-5 Global mapper 作業示意圖	17
圖 3.2-6 水利構造物點雲分類示意圖	18
圖 3.2-7 作業區點雲非主檔案位置圖幅.....	18
圖 3.2-8 點雲未滿圖幅替換示意圖	19
圖 3.2-9 不同年份水體點修正案例	20
圖 3.2-10 圈選水利構造物範圍	20
圖 3.2-11 點雲水體分類錯誤剖面圖展示.....	21
圖 3.2-12 非水利構造物無明顯阻水功能.....	22
圖 3.2-13 地面點分類錯誤案例	23
圖 3.2-14 地面點分類錯誤案例	24
圖 3.3-1 寬度小於 1 公尺之阻水設施	26
圖 3.3-2 溢堤線數化位置示意圖	27
圖 3.3-3 溢堤線遇橋梁繪製案例	28
圖 3.3-4 溢堤線遇水閘門繪製原則	28
圖 3.3-5 溢堤線遇堤防之水閘門時測繪原則	29
圖 3.3-6 靜止水域分類.....	30
圖 3.3-7 水域內細小沙洲應予移除	31
圖 3.3-8 利用臺灣通用電子地圖地標篩選出非蓄水功能之靜止水域...32	
圖 3.3-9 實際水庫高程高於常態最高滿水位(鹿寮溪水庫).....	33
圖 3.3-10 水閘門	34
圖 3.3-11 出海口處溢堤線、海堤線、海陸線銜接位置.....	36
圖 3.3-12 溢堤線圖幅接邊處理	37
圖 3.3-13 建物屬性資訊紀錄水流通透建物(如加油站).....	37
圖 3.3-14 無建物加油站分布情形	39
圖 3.3-15 1/1000 模型區域分布情形	40
圖 3.3-16 1/1000 建物模型分棟情形	40
圖 3.3-17 臺灣通用電子地圖建物模型分棟情形	41

110 年度水利數值資料測製工作

圖 3.3-18 1/1000 建物模型_加油站無建置.....	41
圖 3.3-19 臺灣通用電子地圖建物模型(加油站)	42
圖 3.3-20 切分作業	43
圖 3.4-1 水利數值地形模型製作流程圖.....	43
圖 3.4-2 HyDEM 模型破碎調整示意圖.....	44
圖 3.5-1 補充河床資訊加值試辦位置圖.....	46
圖 3.5-2 水利數值地形模型補充河床資訊作業流程圖.....	47
圖 3.5-3 河道斷面以 HEC-RAS 內插地形作業過程截圖.....	47
圖 3.5-4 HEC-RAS 作業過程(斷面匯入、內插地形)介面截圖	48
圖 3.5-5 檢核差異較小斷面(編號 12、30、34) 範例截圖.....	49
圖 3.5-6 檢核差異較大斷面(編號 16、20、38) 範例截圖.....	49
圖 3.5-7 補充河床資訊之水利數值地形模型暈渲圖(試辦區)	50
圖 3.5-8 補充河床資訊之水利數值地形模型局部暈渲圖(補充前) ...	51
圖 3.5-9 補充河床資訊之水利數值地形模型局部暈渲圖(補充後) ...	51
圖 3.6-1 航測及點雲數化水利特徵線成果(94191052).....	53
圖 3.6-2 人工溝渠比對.....	53
圖 3.6-3 自然河道比對.....	53
圖 3.6-4 比對點位分布圖.....	54
圖 3.7-1 工作場所現況.....	58
圖 3.7-2 機密資料專用保險櫃	58
圖 3.7-3 專屬門禁管制圖資作業室	59
圖 4.2-1 點雲格式檢查程式介面	61
圖 4.2-2 位相關係法則檢核介面	63
圖 4.2-3 坡度百分比計算方式	64
圖 4.2-4 向量圖徵接邊檢核程式	65
圖 4.2-5 向量圖徵檢核之錯誤態樣	65
圖 4.2-6 網格成果與特徵線段一致	67
圖 4.2-7 內政部 GRD 格式規範檢核程式	68
圖 4.2-8 成果接邊檢查示意圖	68
圖 4.2-9 DEM 自我檢核工具	69
圖 4.2-10 特徵線繪製成果外業實測檢查比對示意	70
圖 4.2-11 e-GNSS 檢核溢堤線.....	70
圖 4.2-12 特徵線繪製成果自我實測檢查比對示意	71
圖 4.2-13 第 2 階段成果自檢抽驗點位分布圖	72
圖 4.2-14 第 3 階段成果自檢抽驗點位分布圖	73
圖 5.1-1 完成圖幅範圍分布圖	76
圖 5.3-1 成本分析佔比圖.....	78

表 目 錄

表 2.1-1 第 1 作業區辦理地區及圖幅數.....	3
表 2.3-1 作業成果繳交時程表(原契約期程).....	5
表 2.3-2 非歸責乙方因素核定展延時間.....	6
表 2.3-3 各階段展延後作業成果繳交時程表.....	6
表 3.1-1 108 年及 109 年度 HyDEM 接邊圖幅	9
表 3.1-2 其他水利相關之既有圖資蒐集.....	10
表 3.1-3 引用圖資資料內容說明	11
表 3.2-1 點雲分類圖層及編碼	13
表 3.2-2 水利構造物點雲數量	24
表 3.3-1 圖層格式命名方式.....	25
表 3.3-2 有自然護坡者，溢堤線數化方式.....	27
表 3.3-3 溢堤線屬性欄位.....	29
表 3.3-4 靜止水域種類.....	30
表 3.3-5 水域區塊屬性欄位.....	32
表 3.3-6 水閘門屬性欄位.....	34
表 3.3-7 海陸線屬性欄位.....	35
表 3.3-8 海堤線屬性欄位.....	35
表 3.3-9 建物區塊(資料表)屬性欄位.....	38
表 3.3-10 加油站地標交集筆數表	38
表 3.6-1 航測立測水利圖徵成果比較.....	54
表 3.6-2 航測立測成本分析.....	56
表 3.6-3 測繪特性分析比較.....	57
表 4.1-1 各工作階段之檢核表單	60
表 4.2-1 位相關係檢核項目表單	63
表 4.2-2 三維水利圖徵屬性欄位內容	66
表 4.2-3 外業實測精度檢核表(自我檢核).....	71
表 4.2-4 外業實測精度驗收表(國土測繪中心驗收).....	72
表 4.3-1 三維水利圖徵成果送審情形	73
表 5.1-1 本案完成各項成果統計表	75
表 5.2-1 本案作業人員男女統計	76
表 5.3-1 本案各項作業成本統計表	77

附 錄

- 附錄一、檢核表單
- 附錄二、計畫收發文紀錄
- 附錄三、作業審查核可函文
- 附錄四、歷次工作會議決議與辦理情形
- 附錄五、監審單位工作總報告審查意見
- 附錄六、國土測繪中心審查意見修正情形

第一章 計畫概述

數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM)為國家各項重大建設基礎，各項重大工程設計與規劃、水文模擬應用、洪氾地區淹水模擬、軍事應用、飛航安全應用與航遙測影像糾正等作業，均須有詳盡確實數值地形資料應用。

自 105 年度起內政部以 LiDAR(空載光達)技術建置更新全臺灣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 資料為國家三維底圖基礎資料之一，而目前防淹防汛為管理單位重大議題，故 DTM 亦為淹水模擬運算所需之重要基礎背景資料，為因應國土管理與決策之需求，經濟部水利署水利規劃試驗所(以下簡稱水規所)於 106 年執行「高時空解析度淹水模式之應用研究」，可於短時間內提供未來數小時高精度淹水模擬資料，由於該案測試成效良好，為使淹水模擬成果更加細緻，由區域等級逐漸提升至即時的社區等級決策需求，純網格形式提供高程值之 DTM 資料已略顯不足。

水規所於 107 年起與內政部地政司合作，產製適合水理模式之水利數值地形資料，以擴大細緻化淹水模式應用，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。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。

本(110)年度內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)持續辦理「110 年度水利數值地形資料測製工作」(以下簡稱本案或本計畫)，並分為 4 個作業區(第 1 作業區 159 幅、第 2 作業區 163 幅、

110 年度水利數值資料測製工作

第 3 作業區 172 幅、第 4 作業區 156 幅，合計 650 幅)由測製廠商辦理產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵與製作水利數值地形模型等成果。台灣世曦工程顧問股份有限公司(以下簡稱本公司)有幸參與本案，負責辦理第 1 作業區各項工作。並由國土測繪中心另案委由專業服務廠商(以下簡稱監審單位)協助成果檢核與監審工作，俾達成計畫預期成效。

第二章 作業規劃及範圍特性分析

2.1 工作範圍

本案主要工作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)，第 1 作業區作業範圍主要包括部分嘉義市、部分嘉義縣及部分臺南市，主要含括新港沿海、朴子溪、布袋沿海、八掌溪、急水溪、鹽水溪等流域，如圖 2.1-1 與表 2.1-1 所示。

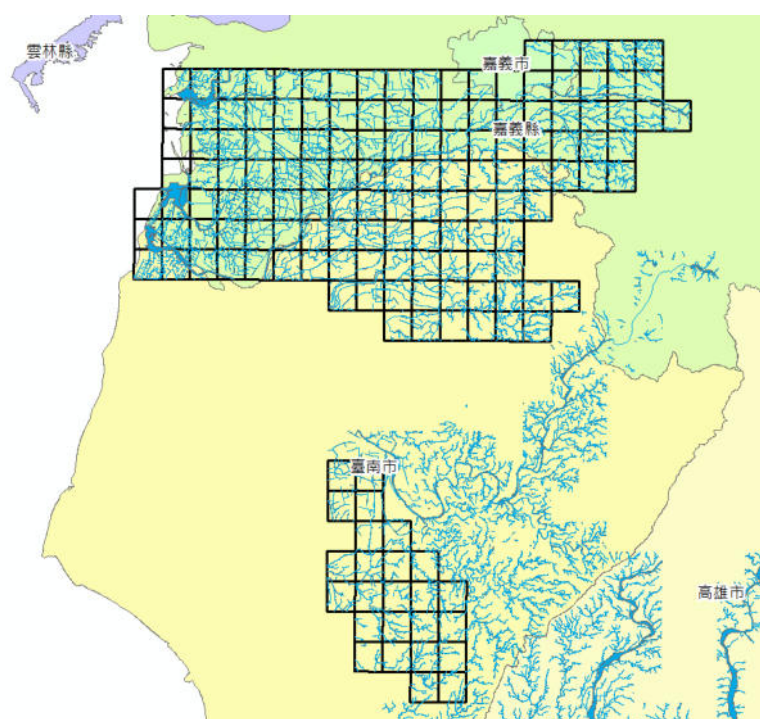


圖 2.1-1 水利數值地形資料測製工作範圍(第 1 作業區)

表 2.1-1 第 1 作業區辦理地區及圖幅數

作業區	辦理地區	幅數
第 1 作業區	新港沿海、朴子溪、布袋沿海、八掌溪、急水溪、鹽水溪	159 幅

2.2 工作項目

110 年度水利數值資料測製工作

本案依據需求規格書執行工作項目內容包括：提報作業計畫、專案工作項目執行(水利數值地形分類點雲、三維水利圖徵、水利數值地形模型(含圖幅接邊處理))、進度報告、工作總報告等，分述如下：

一、提報作業計畫：本案之作業計畫應於決標次日起 20 個日曆天內，依本案作業區規劃、作業項目、工作方法及步驟、工作時程規劃、品質管制、評選與會人員意見等撰寫作業計畫，並送交國土測繪中心審查，俟通過後實行相關作業。

二、專案工作項目：本案主要工作項目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)。測製規定、精度及產製成果項目與格式均參照「水利數值地形資料測製及檢核技術指引」辦理。繳交項目有：

1. 水利數值地形分類點雲
2. 三維水利圖徵
 - (1) 建物區塊(資料表)
 - (2) 溢堤線
 - (3) 水域區塊
 - (4) 海陸線
 - (5) 海堤線
3. 水利數值地形模型(含圖幅接邊處理)

三、進度報告、工作總報告：每月 28 日前繳交工作進度報告，內容包含預定及實際執行作業進度，作業與成果檢查情形。工作總報告內容至少須包含：(1)中英文摘要；(2)計畫概述；(3)作業規劃及作業範圍特性分析(如工作項目、內容、作業期程規劃、作業程序及方法說明、執行情形)；(4)工作項目、內容、執行方法、情形及成果；(5)檢核方式及處理原則說明；(6)成本分析(如成本因子說明、各項工作成本計算等)；(7)檢討與建議。

2.3 作業時程與交付成果

本計畫契約期程自決標日(110 年 2 月 5 日)次日起至 110 年 12 月 10 日止，全案共分 4 階段，各階段成果繳交項目及日期如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1 作業成果繳交時程表(原契約期程)

階段	交付項目	繳交期限
第 1 階段	作業計畫初稿10份及電子檔3份	決標次日起20個日曆天
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
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
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
	修正後工作總報告8份及電子檔3份	依國土測繪中心指定期限內繳交

圖幅繳交規劃主要分配於第 2 階段(第一子測區)及第 3 階段(第二子測區)繳交，各階段作業圖幅範圍如圖 2.3-1。

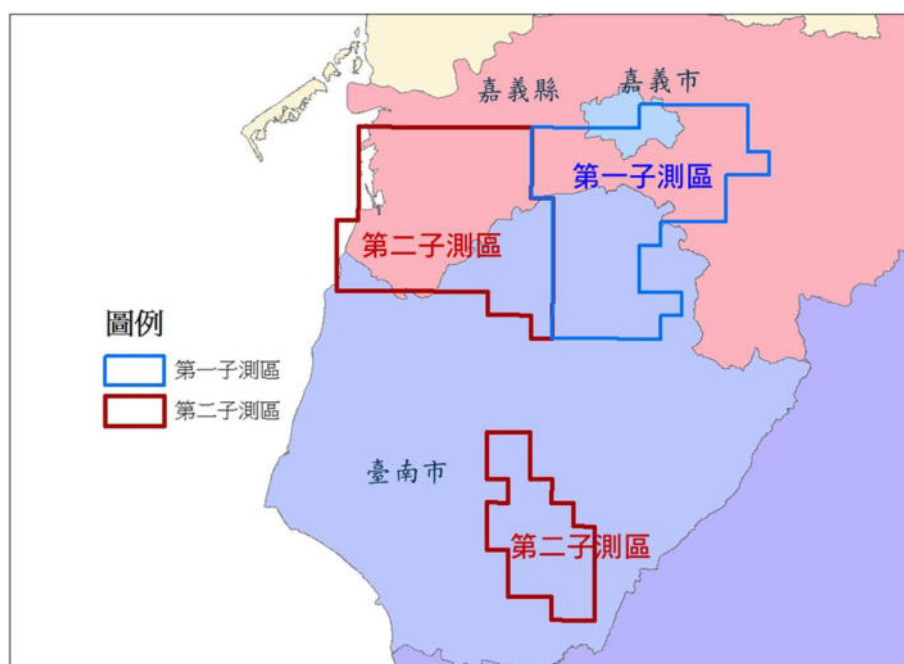


圖 2.3-1 各階段作業圖幅範圍(第 1 作業區)

由於本案執行過程中分別受「台電匯流排事故」、「新冠肺炎疫情三級警戒」及「璨樹颱風」等事件影響，本公司依約申請工期展延，經國土測繪中心核定展延 36.5 日曆天，前述相關事件奉核定展延時間如表 2.3-2，受影響階段展延後成果繳交時間表詳如表 2.3-3。

110 年度水利數值資料測製工作

表 2.3-2 非歸責乙方因素核定展延時間

事 件	發生時間	展延天數
台電匯流排事故	110年5月13日	0.5個日曆天
新冠肺炎疫情三級警戒	臺北市、新北市第三級警戒期間 (110年5月15日~110年7月26日)	35個日曆天
璨樹颱風	110年9月12日	1 個日曆天
	合 計	36.5個日曆天

表 2.3-3 各階段展延後作業成果繳交時程表

階 段	交付項目	繳交期限
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 8 月 5 日 中午12:30
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 12 月 27 日 中午12:30
第 4 階段	工作總報告(初稿)10份及電子檔3份	111 年 1 月 16 日 中午12:30

2.4 作業流程規劃

本計畫作業流程規劃依「水利數值地形資料測製及檢核技術指引」之作業程序訂定如圖 2.4-1 所示，主要工作項目分為三大項：點雲分類(HyDEM LAS)、建置三維水利圖徵(3D Hydraulic Feature)、水利數值地形模型(含圖幅接邊處理)(HyDEM)，各作業方式流程將於第二章作業方法分述。

110 年度水利數值資料測製工作

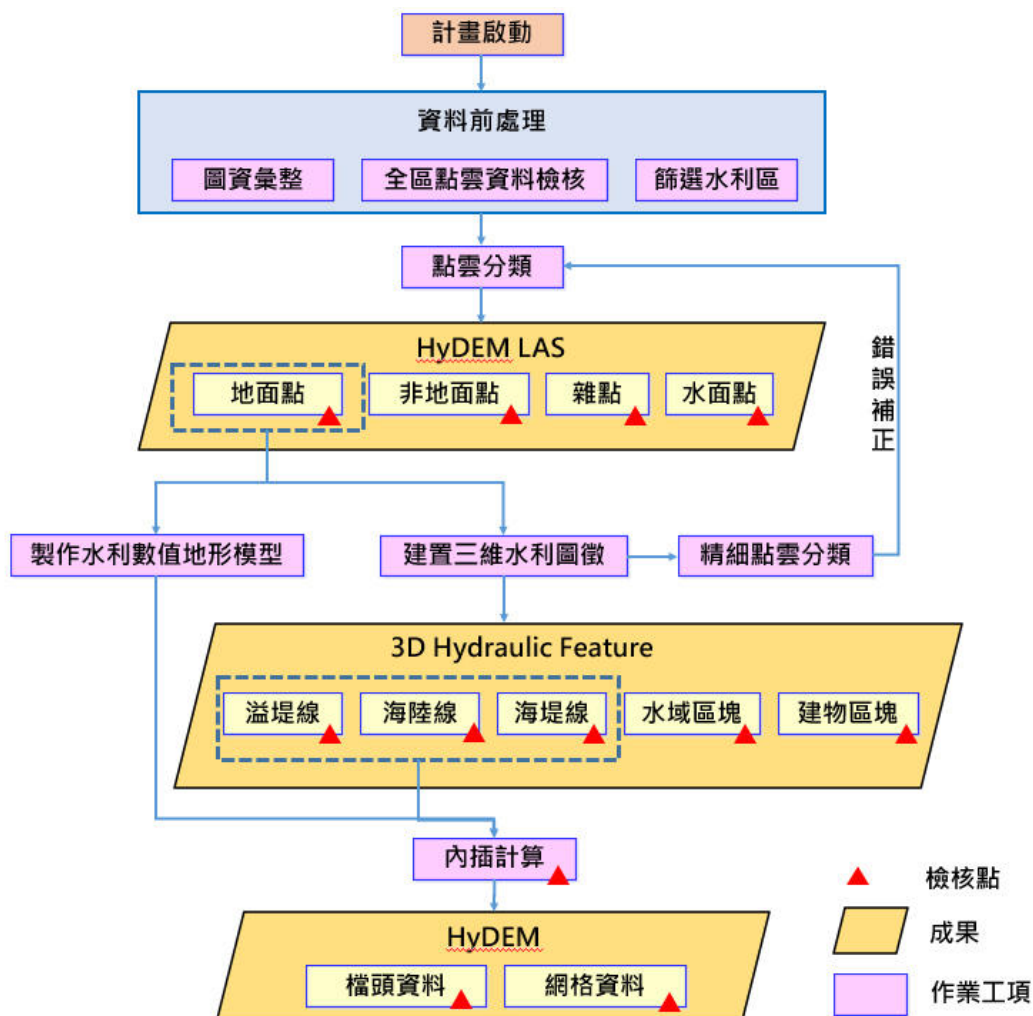


圖 2.4-1 作業流程規劃圖

第三章 作業項目及執行方法

3.1 作業規劃

一、作業範圍及點雲資料年度

第 1 作業區包含新港沿海、朴子溪、布袋沿海、八掌溪、急水溪、鹽水溪流流域等，共計 159 幅，其光達點雲資料來源為 99、105-106、107 年度，各年度點雲分布如圖 3.1-1。本計畫水利圖徵測製均以前述國土測繪中心提供之光達點雲資料為依據，本公司於取得資料後即先進行不同年份資料接邊處檢查，以確認資料完整無遺漏。本作業區亦會與 108 年及 109 年度所完成之 HyDEM 成果接邊，接邊圖幅區域如圖 3.1-2，並由國土測繪中心提供 108 及 109 年度 HyDEM 接邊資料如表 3.1-1。

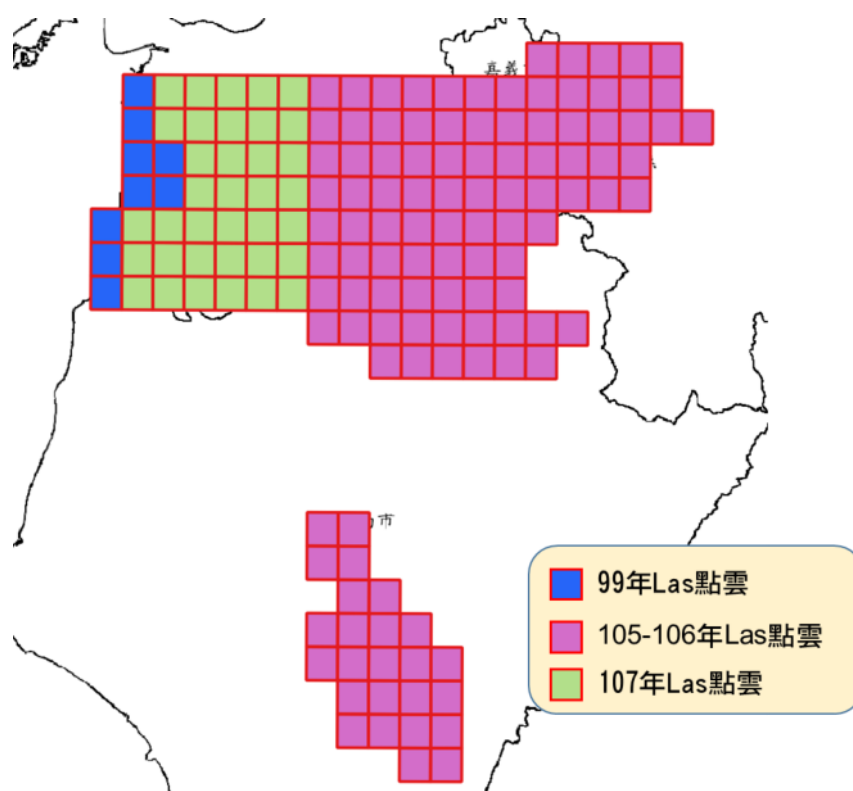


圖 3.1-1 各年度點雲分布

110 年度水利數值資料測製工作

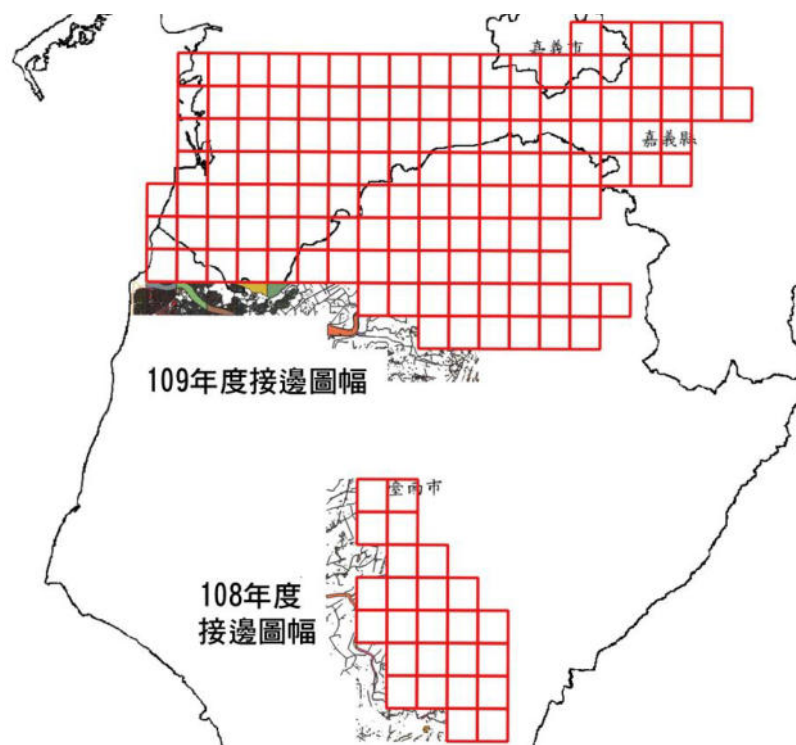


圖 3.1-2 108 年及 109 年度 HyDEM 接邊圖幅區域

表 3.1-1 108 年及 109 年度 HyDEM 接邊圖幅

序號	圖號	序號	圖號	序號	圖號	序號	圖號	序號	圖號
1	94181002	7	94192062	13	94194085	19	94191081	25	94192005
2	94181012	8	94192071	14	94194086	20	94191091	26	94192041
3	94181013	9	94192081	15	94194087	21	94191092		
4	94181014	10	94192091	16	94194088	22	94191093		
5	94192051	11	94192092	17	94194089	23	94192003		
6	94192061	12	94194084	18	94194090	24	94192004		

本公司依據作業工項及內容規劃作業流程如圖 2.4-1 所示，各階段作業皆設有檢核點，工作項目之程序及方法說明如下列各小節。

二、作業準備既有資料蒐集

本公司依據蒐集之既有水利相關圖資作為本案之輔助資訊，如表 3.1-2 所示。可協助快速找出水利相關設施如堤防、護岸、水門、蓄水池等區域，也能減少人為誤判及漏篩等錯誤。由於在純三維點雲資料中，較難明確且有效率地進行篩選，本公司結合正射影像及

110 年度水利數值資料測製工作

自行蒐集之水利相關圖資，先於二維環境下快速進行水利設施區域圈選作業(如圖 3.1-3)，此方式可快速且完整篩選出水利設施區域，有助於後續作業之進行。

表 3.1-2 其他水利相關之既有圖資蒐集

相關圖層	年份	內容	來源	取得方式
建物區塊	2020	加油(氣)站類別	臺灣通用電子地圖	國土測繪中心提供
溢堤線	2020	河道及溝渠 水利構造物	水利署	水利署
	2000	堤防或護岸位置圖 _rivdike	水利署	開放資料
	2001	水門位置圖_dikegate	水利署	水利署
	2018	水規所_排水、水規所_ 河川	水利署	水利署
	-	水道治理計畫線	河川圖籍	水利署
水域區塊	2020	蓄水設施	臺灣通用電子地圖	國土測繪中心提供
	2020	水庫蓄水範圍_ressub	水利署	開放資料
海陸線	2020	海面	國土利用	國土測繪中心提供
海堤線	2019	海堤區域_coastdik	水利署	開放資料

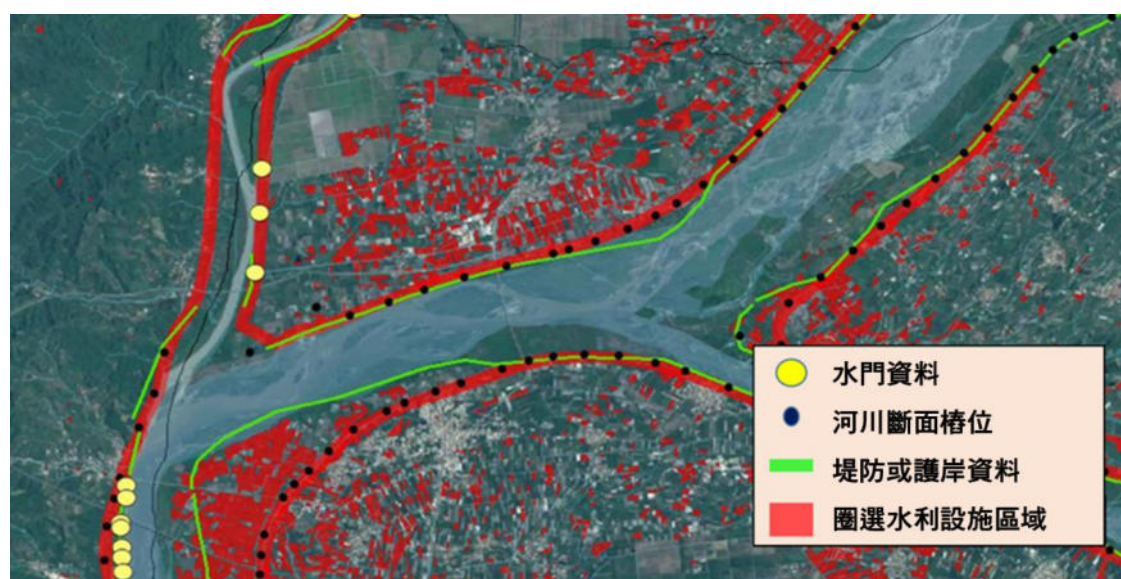


圖 3.1-3 既有圖資搭配正射影像圈選水利設施區域

110 年度水利數值資料測製工作

有效運用既有圖資資料，使水利設施區域圈選成果能完整且不遺漏是本案重點。本公司依據過去參與國土測繪中心之「國土利用調查」、「基本地形圖」及「臺灣通用電子地圖建置」等相關計畫經驗，對於水利圖資類型已有充分掌握，對於相關圖資內容及使用方式說明如表 3.1-3 所述。

表 3.1-3 引用圖資資料內容說明

內容	資料說明
堤防或護岸位置圖	此資料包含堤防位置，套疊後搭配正射影像圈選，並進一步確認溢堤線繪製區。
水門位置圖	水門資料完整，且其每一點皆有註記其水門精確位置及與堤防相對應關係，除可找到水門位置，也可完善與堤防之空間位相建置。
水規所_排水 水規所_河川	此參考資料主要可快速對應出河流之位置，由於山區正射影像相對難以辨識，此資料可供山區快速及完整查找水利相關位置及溢堤線之參考。
橋梁資料	此為臺灣通用電子地圖圖層，其位置與正射影像相符，可快速篩選出溢堤線位置，並作為溢堤線高程參考。
水庫蓄水範圍	水庫蓄水範圍可供三維水利圖徵水域面參考。
面狀水域 地標	搭配臺灣通用電子地圖面狀水域圖層，其資料及精度皆符合 1.25 公尺，且其設定之圖層類別可完整呼應水域區域所需類別，再搭配地標成果，將非蓄水區域進行過濾，避免錯誤分類。
海岸線	此為光達案之海陸線位置，依光達案點雲高度賦予海陸線高程值，描繪航拍當時之海域及陸域交界情形。
海堤區域	此資料為海堤範圍面，可供圈選使用。
水道治理計畫線	水道治理計畫之臨水面堤肩線或計畫水面寬度範圍線，在河川圖籍上常用黃色線表示，俗稱「黃線」，可作為溢堤線重要參考。

三、作業人員內部教育訓練及考核

監審單位(成功大學衛星資訊研究中心)於 110 年 3 月 16、17 日二日辦理教育訓練，本公司即依監審單位所提供教育訓練提供圖片、

110 年度水利數值資料測製工作

影片進行內部人員教育訓練，本公司參與作業人員於第一幅完成皆提送監審單位考核，考核通過後即可參與本計畫作業。且於水利案繪製編輯過程中遭遇問題即洽詢監審單位，對於各次監審單位審查意見亦定時彙整與作業同仁開會溝通。本公司對於作業人員亦進行內部考核，以確保作業人員均能正確作業，考核內容如下：

1. 繪製編輯人員第一幅依規範定義全面檢查，修正後再次檢查至合格。
2. 後續繪製編輯進行交換檢查，查核人員抽樣檢查 50%。
3. 節點程式檢核，每幅溢堤線段高程突然高起或突然低落之情況。
4. 接邊程式檢核，每幅三維特徵線接邊情況。

3.2 產製水利數值地形分類點雲(HyDEM LAS)

本案原始資料來源為空載光達案之分類點雲，其分類圖層為：地面點、水面點、雜點、非地面點。為產製適合淹水模式之地文資料，須將原點雲資料中水利結構物加強分類，將未被分類到地面點的點雲分類至地面點，以利後續 HyDEM 產製。須加強分類的水工設施如溝渠兩側立面、各式堤防、寬度小於 1 公尺之防洪牆、胸牆或護欄等，如圖 3.2-1。點雲分類參考規範的分類編碼，如表 3.2-1。



(a) 水利結構物_溝渠立面



(b) 水利結構物_堤防

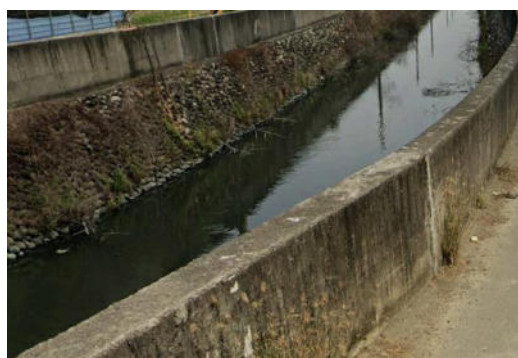
110 年度水利數值資料測製工作



(c) 水利結構物_寬度小於 1 公尺之防洪牆



(d) 水利結構物_胸牆



(e) 水利結構物_護欄



(f) 非水利結構物

圖 3.2-1 水利結構物分類

表 3.2-1 點雲分類圖層及編碼

項目	圖層名稱	編碼
地面點	Ground	2
水利設施	Building	6
水面點	Water	9
雜點	Noise	30
非地面點	Nonground	31

點雲分類作業流程如圖 3.2-2 所示。作業方式及說明如下：

1. 作業開始前，先行蒐集作業區內相關圖資，及國土測繪中心提供之正射影像、臺灣通用電子地圖及經濟部水利署所提供之海堤等資料進行彙整。
2. 參考正射影像及既有圖資向量資料套疊，如圖 3.2-3，畫出

110 年度水利數值資料測製工作

- 水利區域範圍。
3. 將點雲資料依水利區域切割出水利區點雲，此步驟可將點雲資料減量，提升處理效率。
 4. 將水利區點雲於 TerraScan 或 Global mapper 軟體重新過濾分類，分類時參考正射影像，作業時切換點雲不同剖面視角，經由不同角度做更細部的框選。將原本被分類在「非地面點、雜點、水面點」的水利構造物正確分類至地面點。TerraScan 軟體作業畫面如圖 3.2-4， Global mapper 軟體作業畫面如圖 3.2-5。
 5. 過濾分類後水利構造物點雲展示如圖 3.2-6。分類成果中地面點將提供後續製作 HyDEM 應用。分類成果依自我檢核機制，檢查水利設施構造物分類之正確性，以確保品質的完整性，檢核項目詳見 4.2.1 小節。

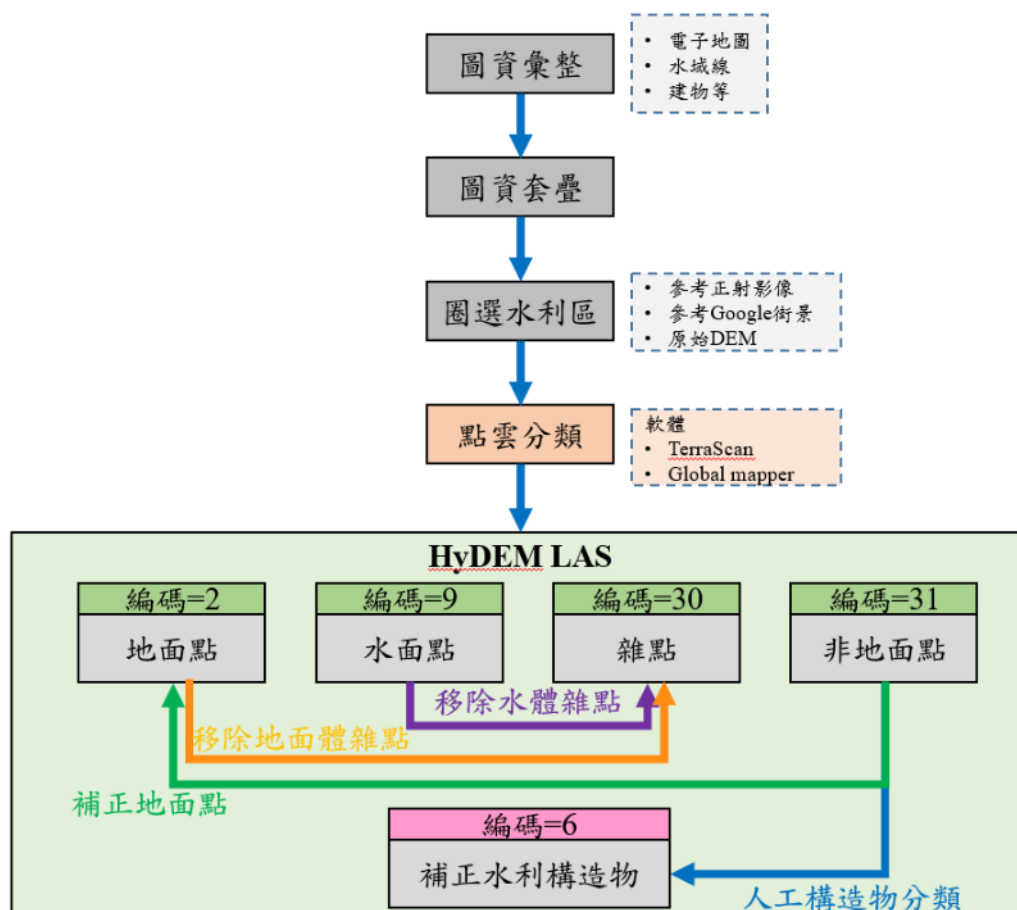


圖 3.2-2 水利結構物點雲分類作業流程

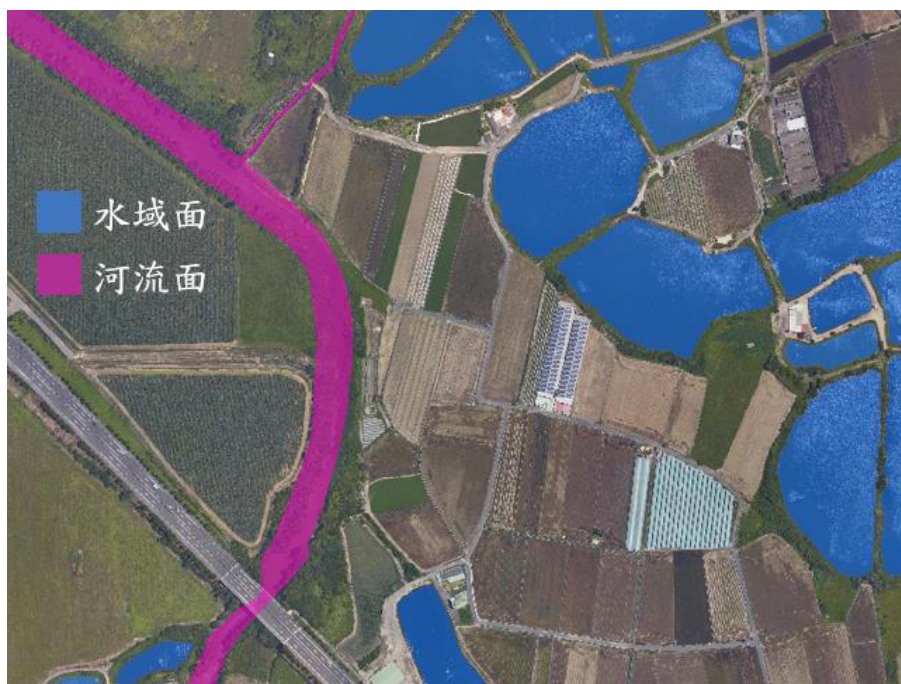
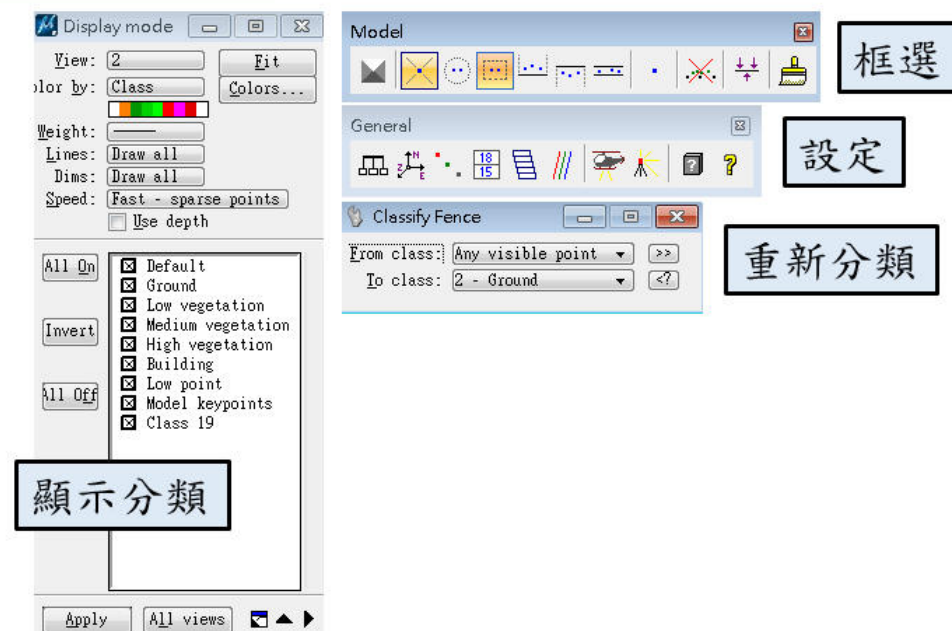
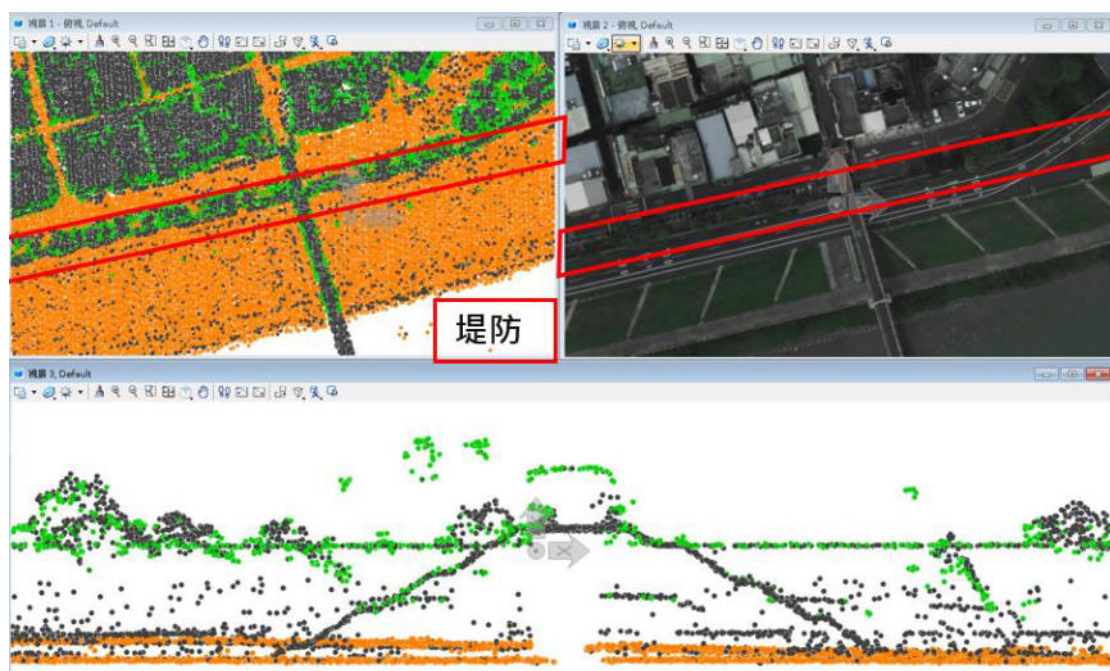


圖 3.2-3 參考圖資套疊正射影像

點雲分類軟體



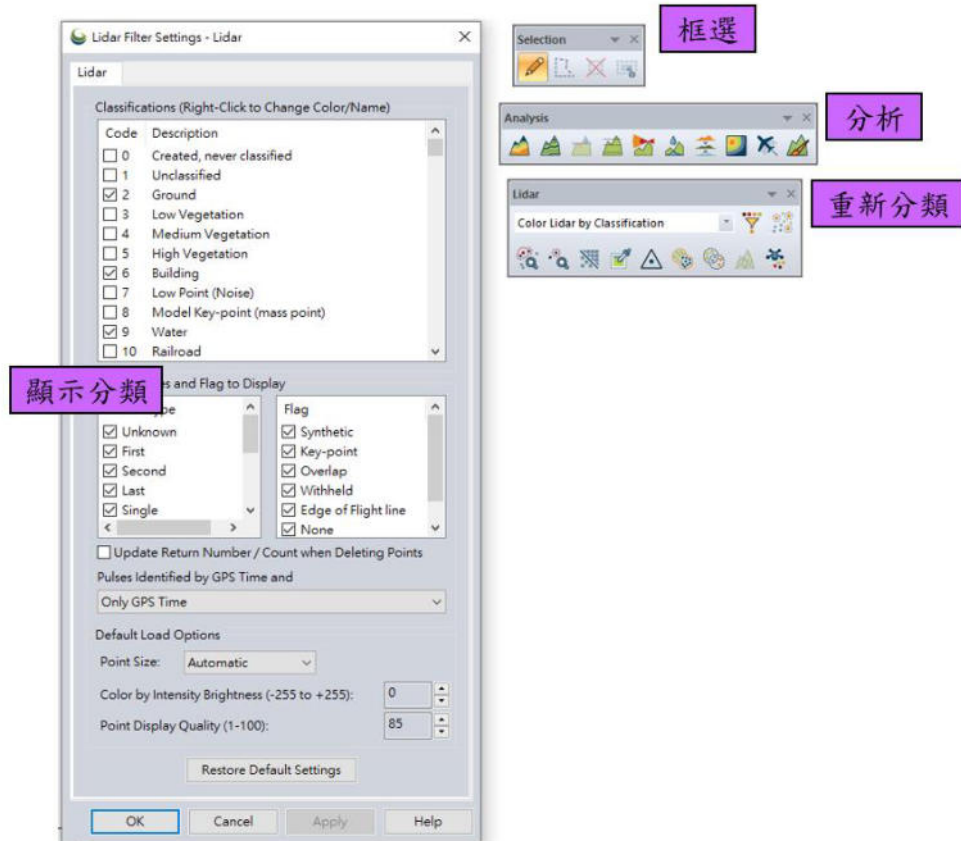
(a) TerraScan 點雲分類功能



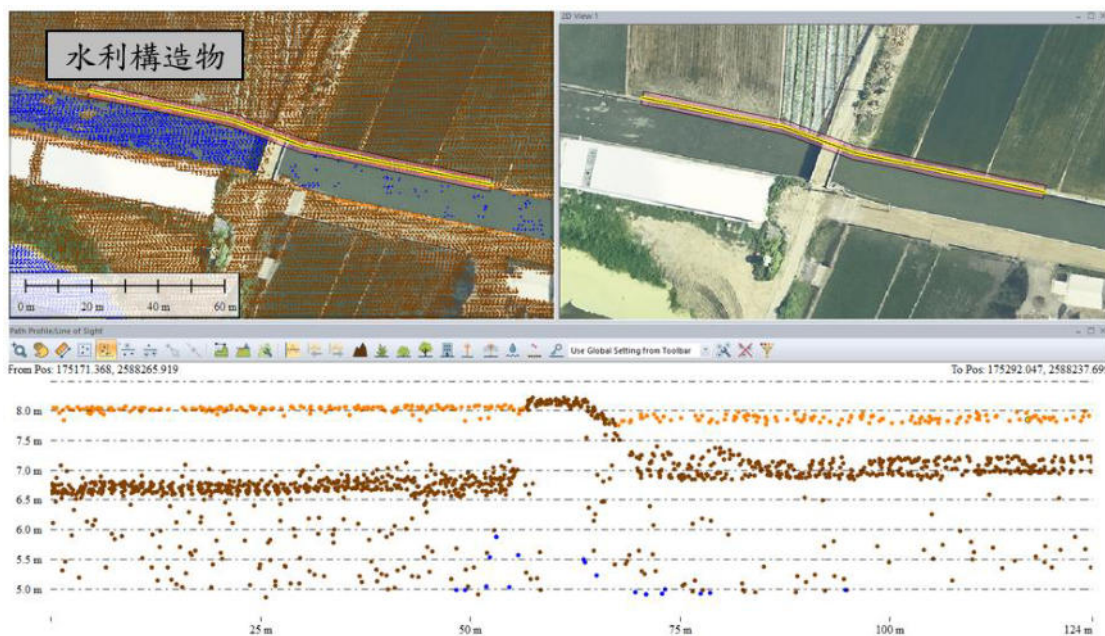
(b) TerraScan 同步切換點雲不同視角畫面

圖 3.2-4 TerraScan 作業示意圖

110 年度水利數值資料測製工作



(a) Global mapper 點雲分類功能



(b) Global mapper 同步切換點雲不同視角畫面

圖 3.2-5 Global mapper 作業示意圖

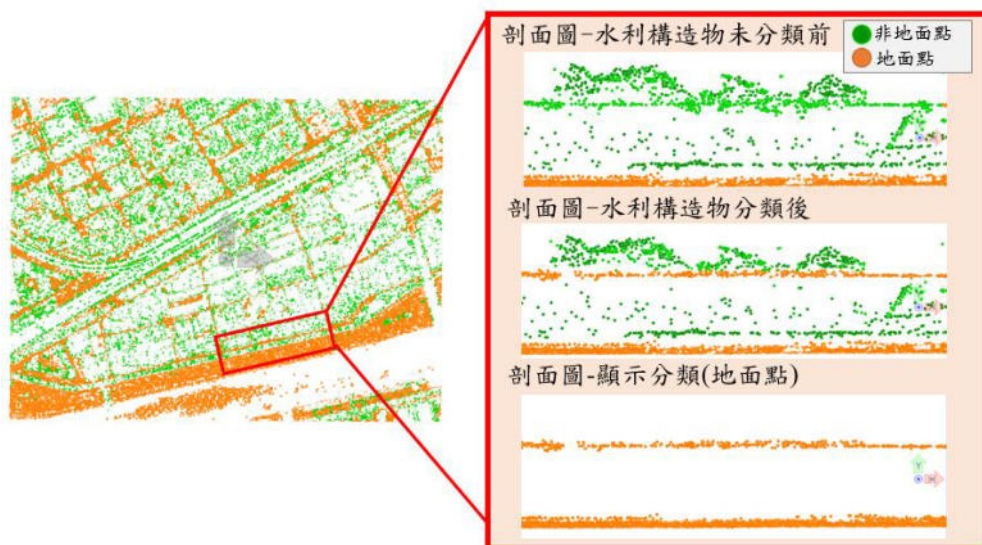


圖 3.2-6 水利構造物點雲分類示意圖

3.2.1 點雲資料前處理

一、點雲未滿圖幅

相鄰其他年度之點雲資料，會包含主圖幅及非主圖幅點雲資料，作業區點雲非主檔案位置圖幅如圖 3.2-7。實際處理點雲將未滿幅的圖幅接邊處利用非主檔案補滿，點雲未滿圖幅替換示意如圖 3.2-8，接邊處須要替換最新的光達點雲資料，非主檔案為紅框圈選表示，將這些點雲替換至圖幅中。

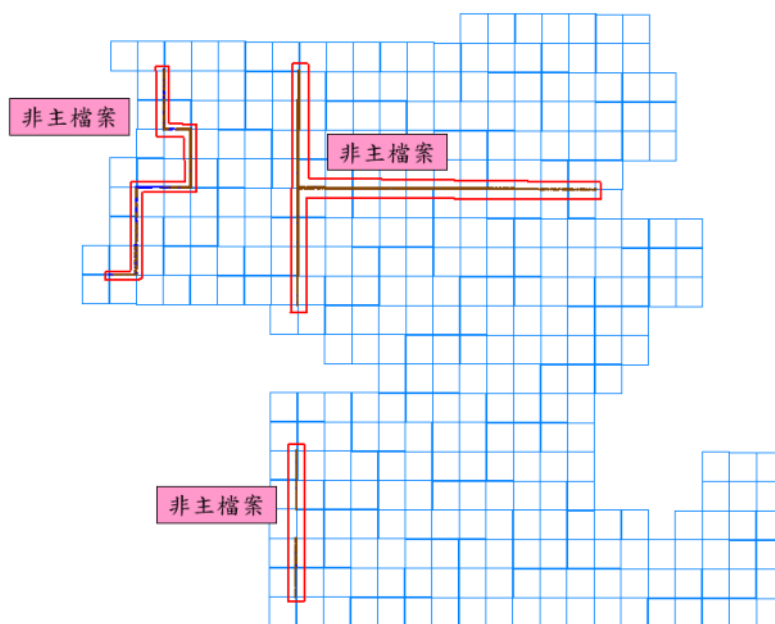


圖 3.2-7 作業區點雲非主檔案位置圖幅

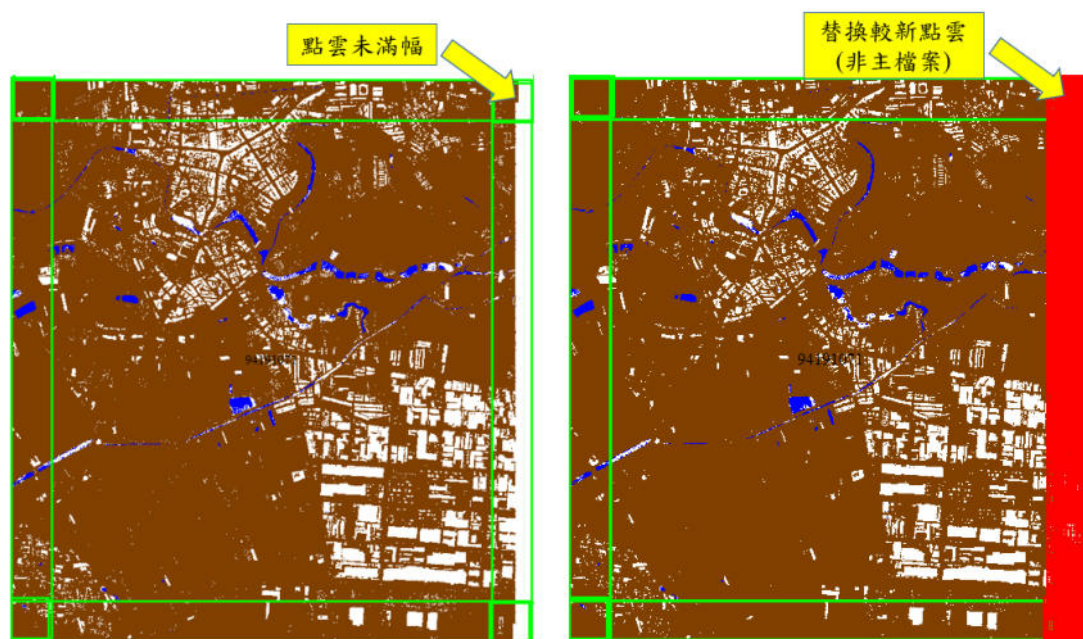


圖 3.2-8 點雲未滿圖幅替換示意圖

二、 點雲年份不同

在作業範圍區相鄰其他年度之點雲資料，會包含主圖幅及非主圖幅點雲資料，在處理分類前須要先將接邊處替換成年份較新的資料。圖幅間接邊處點雲須要一致，故使用年份較新的接邊替換至鄰近圖幅。

由於點雲年份不同，在接邊處可能出現水域區塊變動，鄰近圖幅點雲會不一致。因此依照水體範圍大小，評估該水域面範圍內點雲屬於水體點或地面點。若水域面內水體點較多，則補正地面點至水體點。相反之，則刪除水域面即可，無須再修正範圍內點雲分類。不同年份水體點修正案例示意如圖 3.2-9。

110 年度水利數值資料測製工作

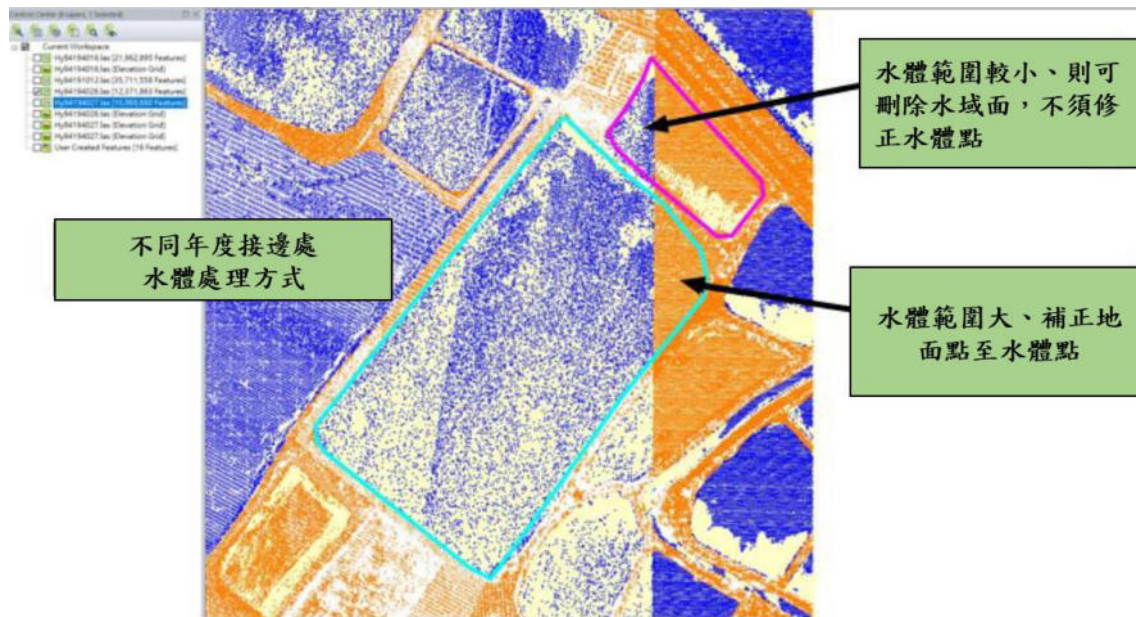


圖 3.2-9 不同年份水體點修正案例

3.2.2 二維圈選水利設施區

三維點雲分類作業前，透過二維水利構造物範圍圈選，提升點雲分類正確性、完整性。作業中參考國土測繪中心提供的資料，例如臺灣通用電子地圖的水線資料、正射影像、經濟部水利署所提供之海堤等，進行圖層套疊巡視，圈選欲分類的水利構造物範圍，圈選水利構造物示意圖如圖 3.2-10。

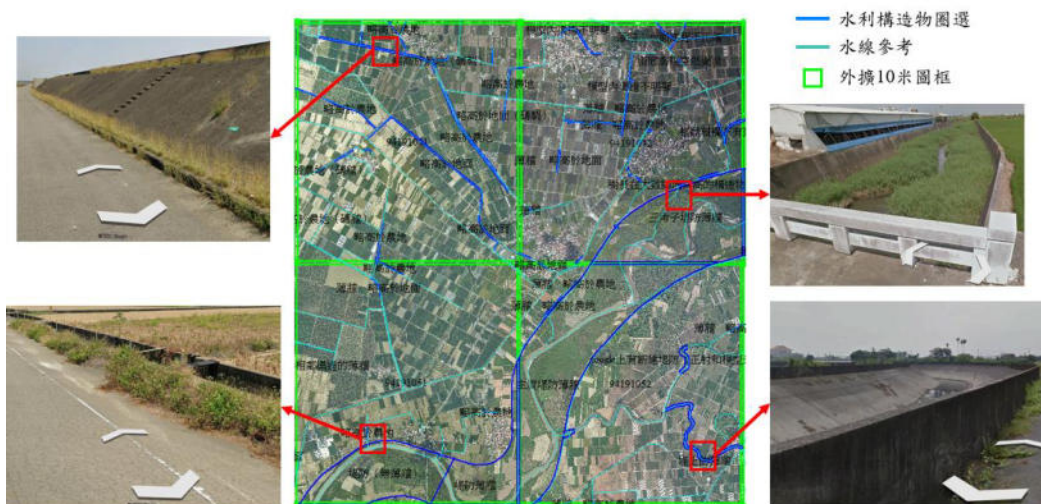


圖 3.2-10 圈選水利構造物範圍

3.2.3 三維點雲分類

一、補正點雲錯誤分類

(一)水體分類錯誤

空載光達掃描時，容易受到水體漣漪等波動或水裡其他因素，導致點雲在水域範圍內水點出現突出情形。利用軟體剖面圖功能逐一檢查水體是否出現尖起，將突出點從水體分類至非地面點或雜點類別。避免在後續產置 HyDEM 時，影響後續相關水利分析應用。實際作業剖面圖參考如圖 3.2-11。

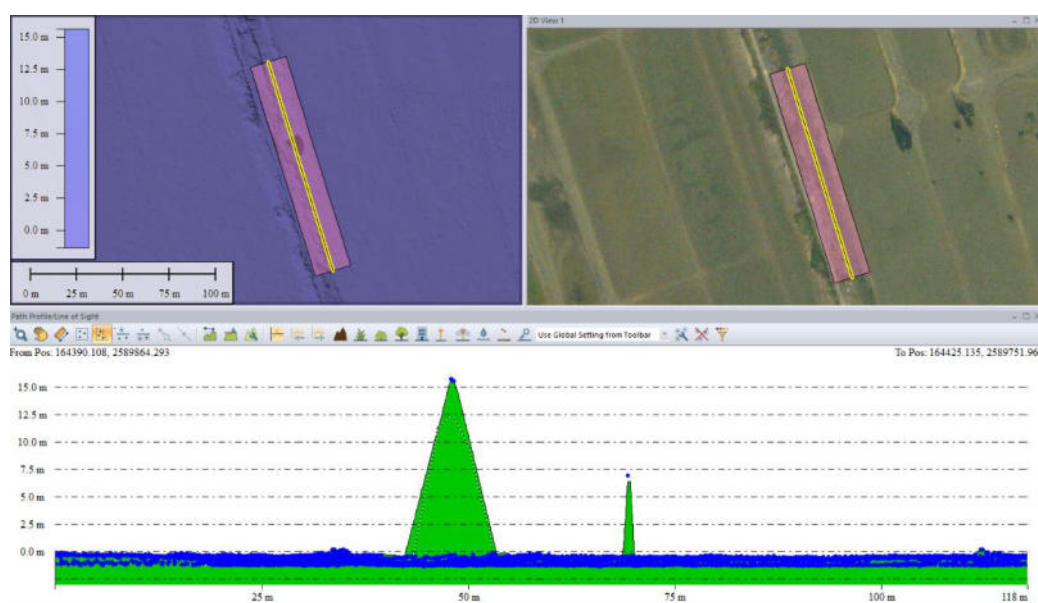


圖 3.2-11 點雲水體分類錯誤剖面圖展示

(二)非地面點分類錯誤

原始點雲分類的地面點，可能有些河邊堤防上會有沒有阻水性質的構造物，如圖 3.2-12。其應屬於非地面點但容易被誤判而被分類到地面點。因此須要人工巡檢，圈選出範圍，再進行人工點雲分類至正確圖層。



圖 3.2-12 非水利構造物無明顯阻水功能

(三)地面點分類錯誤

原始點雲分類的地面點，容易在建築物附近地面點出現誤判情形。將房屋屋頂點納入地面點計算數值地形模型。使模型出現突然尖起現象，故數化前須要先將這些錯誤誤判點移除至非地面點，如圖 3.2-13。

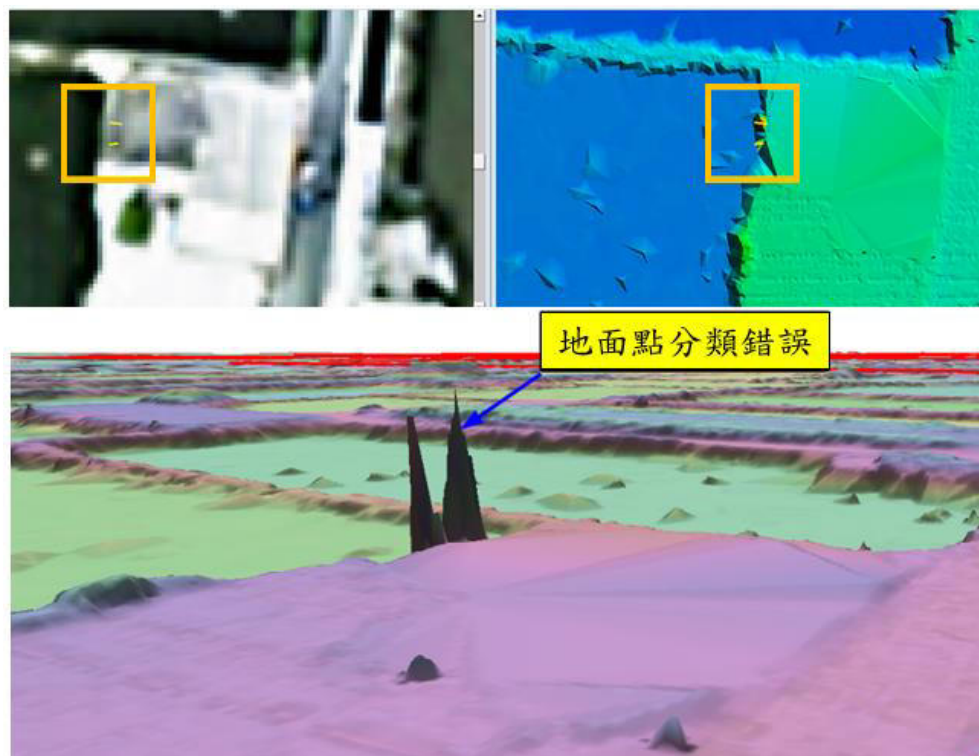


圖 3.2-13 地面點分類錯誤案例

二、水利構造物分類

參考臺灣通用電子地圖水線資料搭配正射影像，圈選可能為水利構造物的範圍，對於有疑義地區則另參考街景資料確認該位置是否為可阻擋功能的堤防、胸牆等水利構造物。有些山區或小徑無街景圖。則參考原始點雲產製的數值地形模型，判斷是否已有分類水利構造物，其地形是否明顯等依據做為參考。另外，水線沿線可能會有容易跨越橋梁，橋梁兩側可能也有水利構造物，但若將其分類會使網格成果模型被橋梁阻斷。因此，橋梁上應該全部為非地面點，地面點分類錯誤案例如圖 3.2-14。

110 年度水利數值資料測製工作

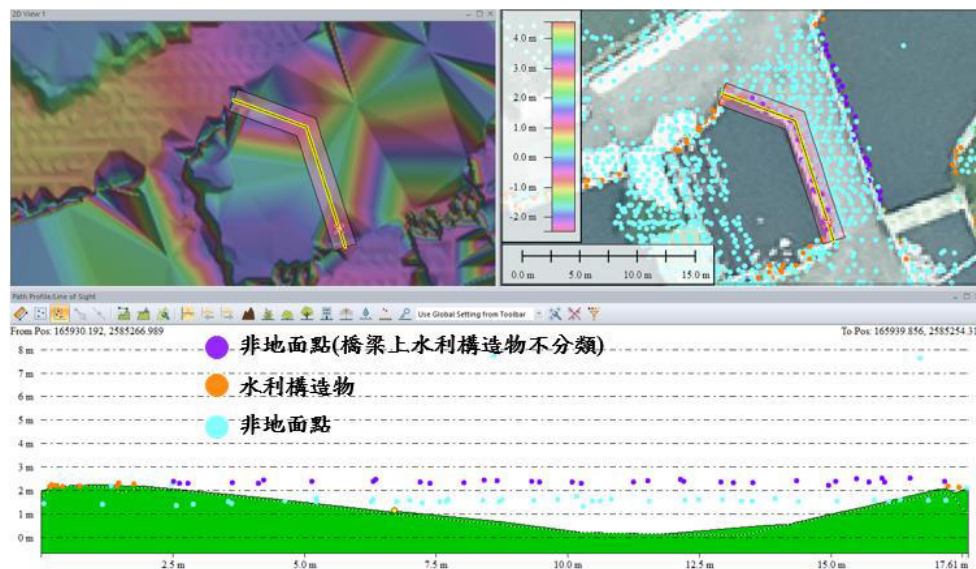


圖 3.2-14 地面點分類錯誤案例

3.2.4 點雲分類前後分析比對

水利數值地形模型案之點雲分類主要是將可以阻水功能的水利構造物之點雲分類出來，故比對分類前後點雲編碼 6 之數量。從表 3.2-2 中可以得知超過 1 萬點水利構造物之圖幅為 27 幅，因此對於人工編修點雲工作實須耗費人力和大量時間。

表 3.2-2 水利構造物點雲數量

圖號	水利構造物點數 編碼 6	圖號	水利構造物點數 編碼 6
Hy94191088.las	35863	Hy95194001.las	15629
Hy94191075.las	30647	Hy95194002.las	15357
Hy94191087.las	30534	Hy94191032.las	15252
Hy95194022.las	28877	Hy94191033.las	14359
Hy94191076.las	25794	Hy95194003.las	14338
Hy94191089.las	25230	Hy94191097.las	14241
Hy94191077.las	24616	Hy95194021.las	13829
Hy95194041.las	23407	Hy95194032.las	12093
Hy94191096.las	17935	Hy94191090.las	11920
Hy94191078.las	17004	Hy94194016.las	11781
Hy95194013.las	16611	Hy94191021.las	11522
Hy95194042.las	16579	Hy94191085.las	10375
Hy94191026.las	16358	Hy94191059.las	10190
Hy94194017.las	16316		

3.3 建置三維水利圖徵(3D Hydraulic Feature)

三維水利圖徵為帶有高度資訊之水利特徵資料，其為後續水利數值地形模型(HyDEM)所需之特徵資料，而本案依據作業規範，將三維水利圖徵分為 6 大不同類別，其分別為：建置建物區塊(資料表)、溢堤線、水域區塊、海陸線、海堤線及水閘門等 6 種，其各類圖徵資料之檔案格式如下表 3.3-1 所示，其中建物區塊建置之檔案格式為 csv，其餘為 Shapefile。

表 3.3-1 圖層格式命名方式

圖層名稱	圖層代碼	型態	副檔名
建物區塊	Building	資料表	csv
溢堤線	Bank	線	shp
水閘門	Gate	點	shp
水域區塊	WaterBody	面	shp
海陸線	Boundary	線	shp
海堤線	Seadike	線	shp

3.3.1 溢堤線(Bank)

溢堤線定義為寬度超過 3 公尺以上之河川、渠道、排水幹道、溝渠等之行水區範圍。透過溢堤線可藉以定義水道與地形間的銜接，達成淹水模擬參考之需求。本案以空載光達點雲資料進行溢堤線數化，其圖元為封閉之線型態，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，為確保其高度特徵、細節及精度，其向量數化時，須符合下列條件：

- 一、 溢堤線(含海陸線及海堤線)其數化之節點原則：
 1. 線段節點具有平面及高程資訊。
 2. 線上之連續節點，間距不超過 200 公尺。
 3. 線上之連續節點，高差須小於 0.5 公尺。
 4. 與光達位置的平面位置差異不得超過 1.25 公尺。
- 二、 寬度小於 1 公尺之人工阻水構造物數化方式：

須繪製以正射影像及光達點雲能判斷之連續阻水設施，如

防洪牆、胸牆、護欄等，參考圖 3.3-1。



(a) 防洪牆



(b) 胸牆



(c) 道路護欄非連續阻水設施，不須繪製

圖 3.3-1 寬度小於 1 公尺之阻水設施

三、溢堤線兩側邊緣高度之給定之原則：

1. 同一區域之兩側溢堤線高度應相近。
2. 兩側線段其連續節點坡度百分比(Slope Percentage)，應小於

- 100%，其上游至下游緩慢下降。
3. **溢堤線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。
 4. **溢堤線有自然護坡者：**其溢堤線則繪製於兩側相對高點位置，除須考量上下游之連續性，避免高差過大外，也須依照保全對象(建物 Building)之高度，其繪製方式如表 3.3-2 及圖 3.3-2 所示。

表 3.3-2 有自然護坡者，溢堤線數化方式

含保全對象之側邊高度	繪製方式
高度較高者	另一側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。如圖 3.3-2(a)
高度較低者	另一側溢堤線繪製之高程位置不能低於保全對象該側。如圖 3.3-2(b)

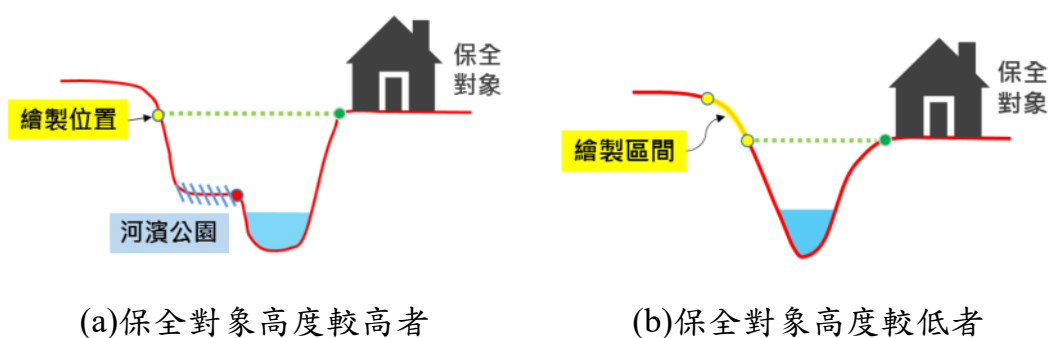


圖 3.3-2 溢堤線數化位置示意圖

四、溢堤線遇橋梁、箱涵時數化原則

1. 暗溝：不須測繪。
2. 管箱涵：遇有局部遮蔽處，不須接通。
3. 橋梁：可判斷流向之渠道，應濾除橋梁面點雲，使溢堤線橫穿橋梁兩側，並依據上下游特性維持溢堤線高度，如下圖 3.3-3 所示。

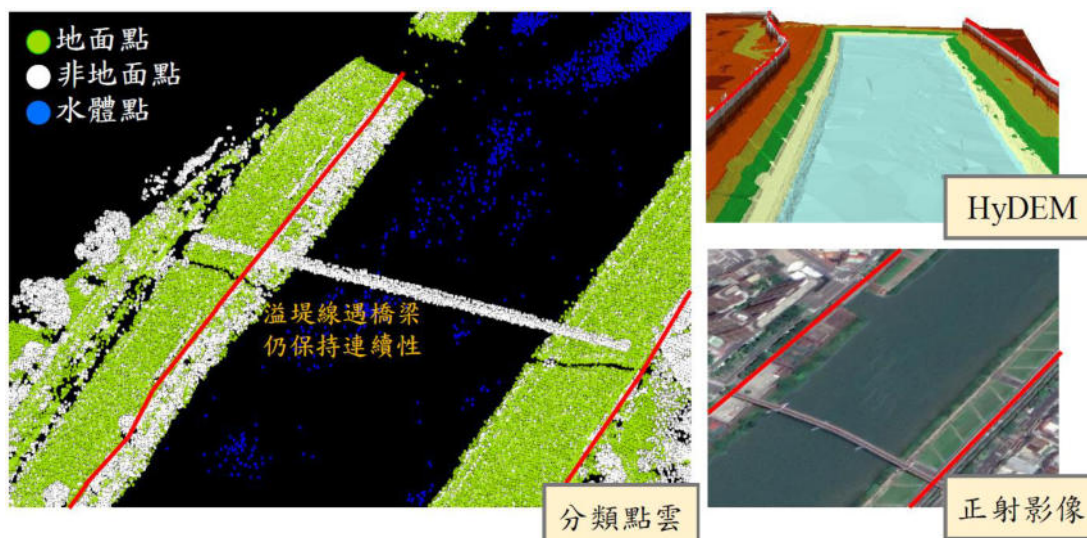


圖 3.3-3 溢堤線遇橋梁繪製案例

五、溢堤線遇水閘門時測繪原則

1. 一般水閘門：應保持渠道的流通性，溢堤線須接通，如圖 3.3-4。
2. 遇堤防之水閘門：應保持堤防完整性，不須接通，如圖 3.3-5。

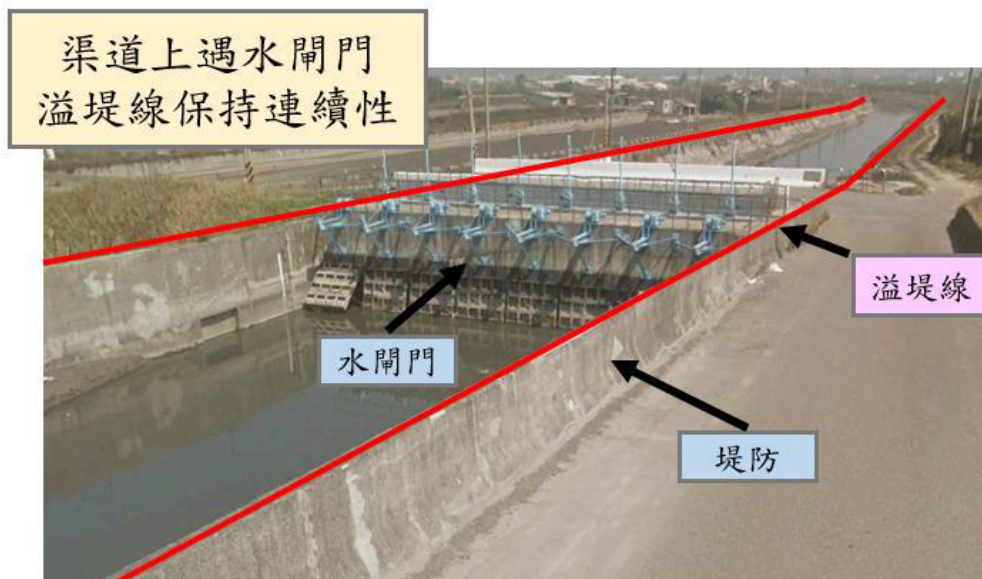


圖 3.3-4 溢堤線遇水閘門繪製原則

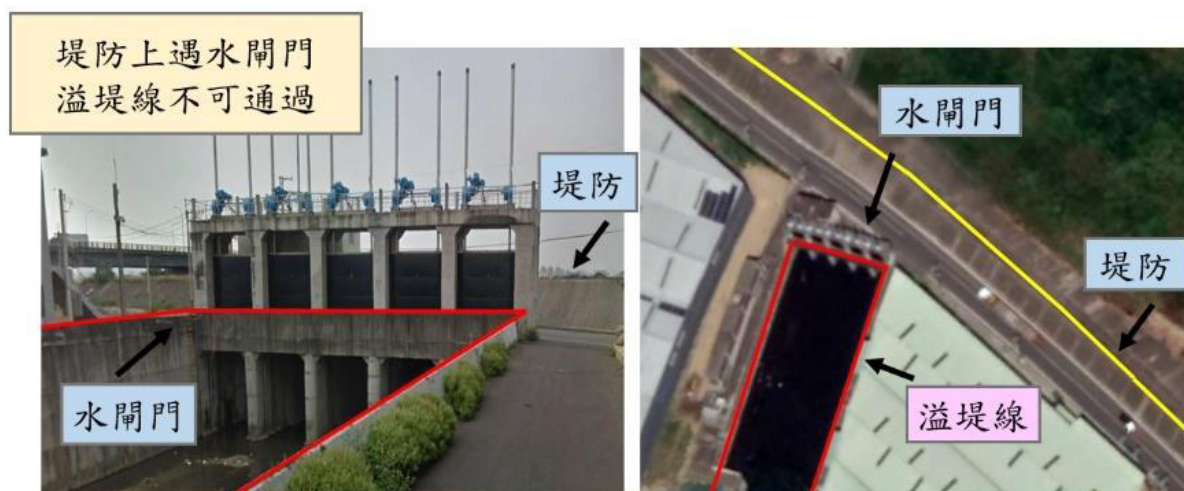


圖 3.3-5 溢堤線遇堤防之水閘門時測繪原則

完成之溢堤線 SHP 成果，其屬性欄位如表 3.3-3 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 3.3-3 溢堤線屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	長度	內容說明
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」，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 (yyyymm)
CoordSYS	坐標系統	文字	12	

3.3.2 水域區塊(Water Body)

水域區塊(Water Body)為面積大於 5 公尺x 5 公尺之靜止水域，包含池塘、湖泊、魚塢、養殖池、蓄水池等，如下表 3.3-4 所示，排除水稻田、地面積水、游泳池、自來水廠淨水池等無明顯蓄水功能之靜止水域，及排除河流溝渠等流動水域範圍。水庫、非養殖池及養殖池等靜止水域分類示意如圖 3.3-6，其成果可協助淹水模擬時作為可涵容體積之估計使用。

110 年度水利數值資料測製工作

表 3.3-4 靜止水域種類

水域種類	TerrainID	範例類型
養殖為目的	9740100	漁塭、養鴨池
非養殖目的	9520700	滯洪池、池塘、鹽田
水庫	9520600	水庫

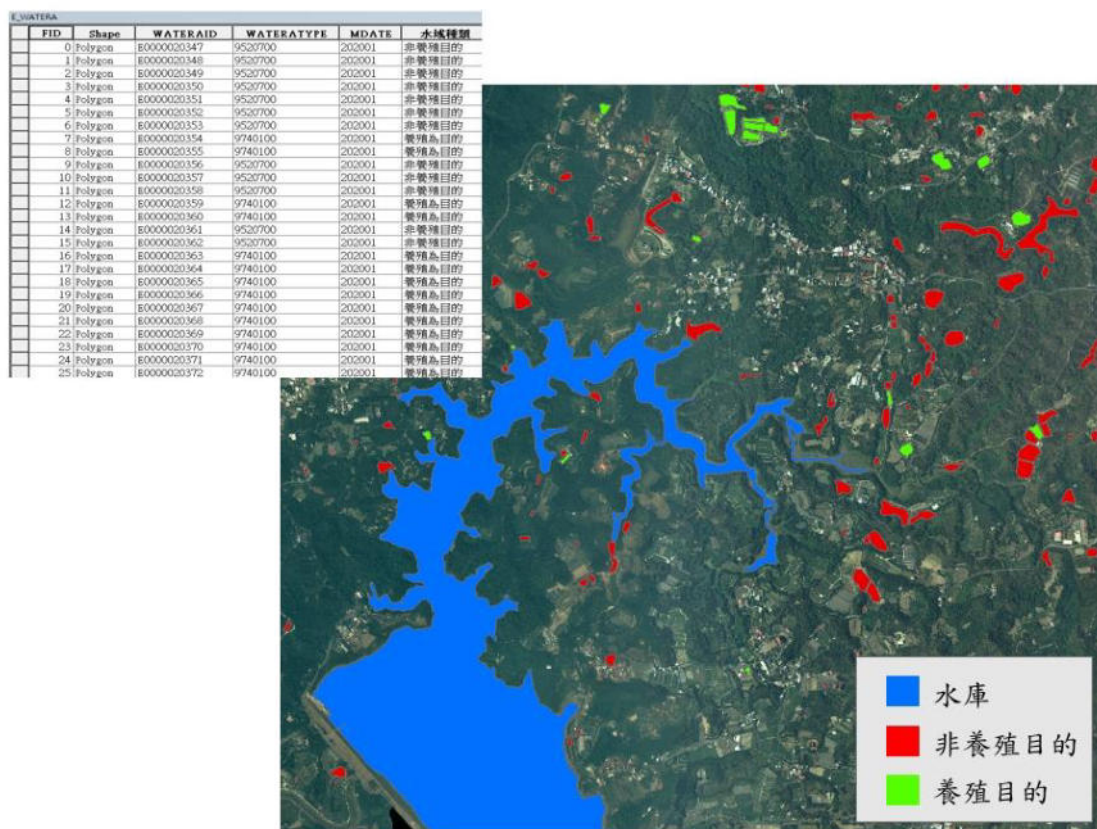


圖 3.3-6 靜止水域分類

其測繪方式參考來源除空載點雲外，也可使用「LiDAR 技術更新數值地形模型成果測製工作」之水線資料進行修正，其數化範圍以當時正射影像之水體現況為原則進行測繪，並移除水域內不必要之細小沙洲，避免資料過於破碎，如圖 3.3-7 所示。

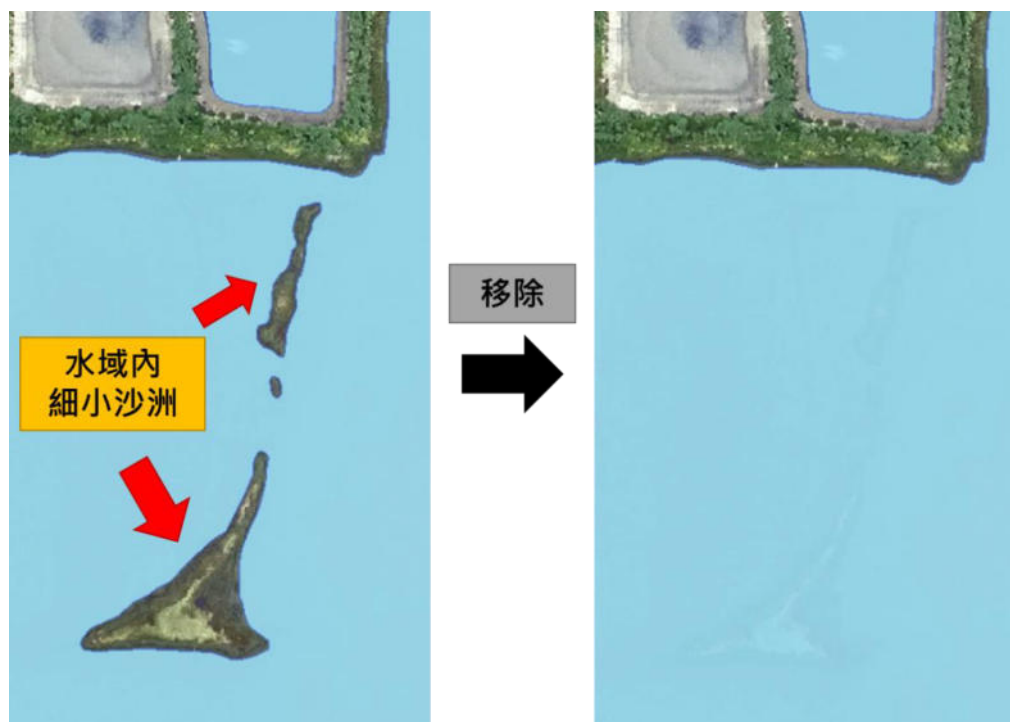
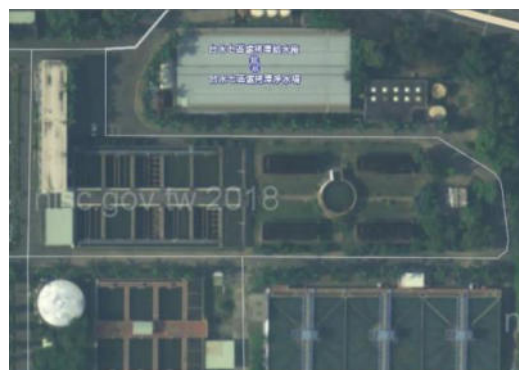


圖 3.3-7 水域內細小沙洲應予移除

本公司也參考臺灣通用電子地圖地標建置方式，於本案蒐集測區內最新之游泳池、自來水廠淨水池、水庫等地標，進行空間關聯後，可有助於篩選出相關所需之靜止水域成果，如圖 3.3-8。

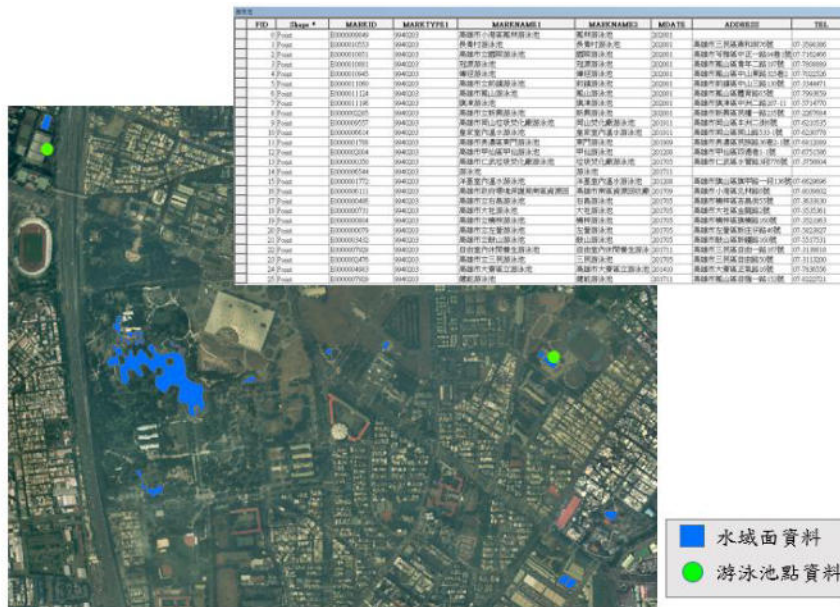


(a) 台水七區處高雄給水廠



(b) 台水七區處拷潭給水廠

110 年度水利數值資料測製工作



(c) 水域資料排除無明顯蓄水功能之靜止水域(游泳池為例)

圖 3.3-8 利用臺灣通用電子地圖地標篩選出非蓄水功能之靜止水域

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 3.3-5，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。

表 3.3-5 水域區塊屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	長度	內容說明
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」 (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(yyyymm)
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	

水域區塊測繪之節點高程，依地形分類編碼之不同有所差異，其節點高程分別如下：

110 年度水利數值資料測製工作

一、非水庫類型：

水面高程(Height_W)採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。

二、水庫類型：

水庫高程不記錄航拍當時之水面高程(Height_W)，以公告之滿水位高程範圍定義水域區塊，並僅須記錄於滿水位高程(Height_FW)。除記錄滿水位高程外，水庫高程以常態最高滿水位(NWL_MX)之值為主，並以此高程值繪製等高線以作為水庫範圍。由於水庫滿水位高程記錄數值可能和實際高程有差異，若發生此情形，則使用光達案水域的成果繪製，而屬性仍填入常態最高滿水位(NWL_MX)之值。以作業區內鹿寮溪水庫為例，常態最高滿水位記錄值為 72.5 公尺，而實際水庫高程皆高於 72.5 公尺，故使用模型產製的等高線無法描繪水庫範圍。因此使用光達案水域成果當作本案水域範圍，屬性滿水位高程仍依照常態最高滿水位(NWL_MX)填入 72.5 公尺，如圖 3.3-9。

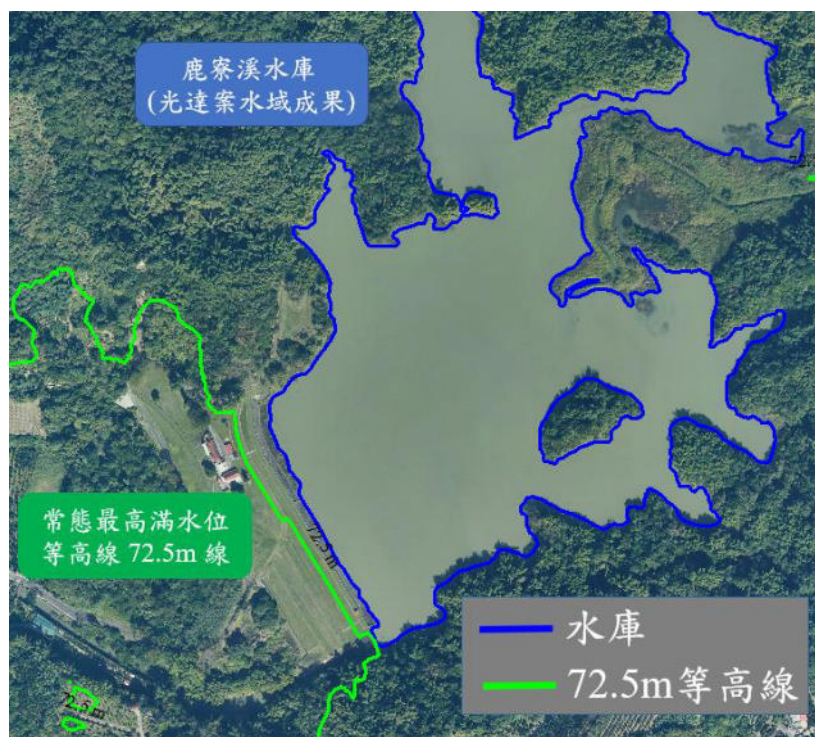


圖 3.3-9 實際水庫高程高於常態最高滿水位(鹿寮溪水庫)

3.3.3 水閘門(Gate)

水閘門(Gate)的幾何型態為點型態。除國土測繪中心提供之水閘門資訊外，於繪製溢堤線時若發現額外之水閘門構造時(圖 3.3-10)，應協助新增水閘門點位註記資訊。



圖 3.3-10 水閘門

新增水閘門之成果，其屬性欄位如表 3.3-6，包含地形分類編碼、及判定類型。其中地形分類編碼須填入 9510206。而判定類型欄位部分，若繪製時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」。

表 3.3-6 水閘門屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	長度	內容說明
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
JudgeType	判定類型	數字	10	依據是否能明確判定填寫

3.3.4 海陸線(Boundary)

海陸線(Boundary)為航拍當下海岸邊界及河川出海口等岸線特徵物作為海域及陸域交界情形。利用光達資料描繪建置航拍當時之海域及陸域交界情形，並賦予各節點高程資訊。

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 3.3-7，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 3.3-7 海陸線屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	長度	內容說明
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(yyyymm)
CoordSYS	坐標系統	文字	12	

3.3.5 海堤線(Seadike)

海堤線(Seadike)為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。

其測繪方式是由國土測繪中心提供「經濟部水利署之海堤構造物資料」作為參考依據，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。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，如表 3.3-8，若因依照點雲修正位置、長度，則重新計算長度(Length)欄位。

表 3.3-8 海堤線屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	內容說明
OBJECTID	唯一識別碼	數字	
DIKE_NAME	海堤名稱	文字	

110 年度水利數值資料測製工作

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	
Length	長度	數字	單位：公尺
CoordSYS	坐標系統	文字	

在河流、渠道之出海口處，溢堤線、海陸線、海堤線的銜接位置則如圖 3.3-11 所示，溢堤線以繪製至與海堤線之交接處為原則。

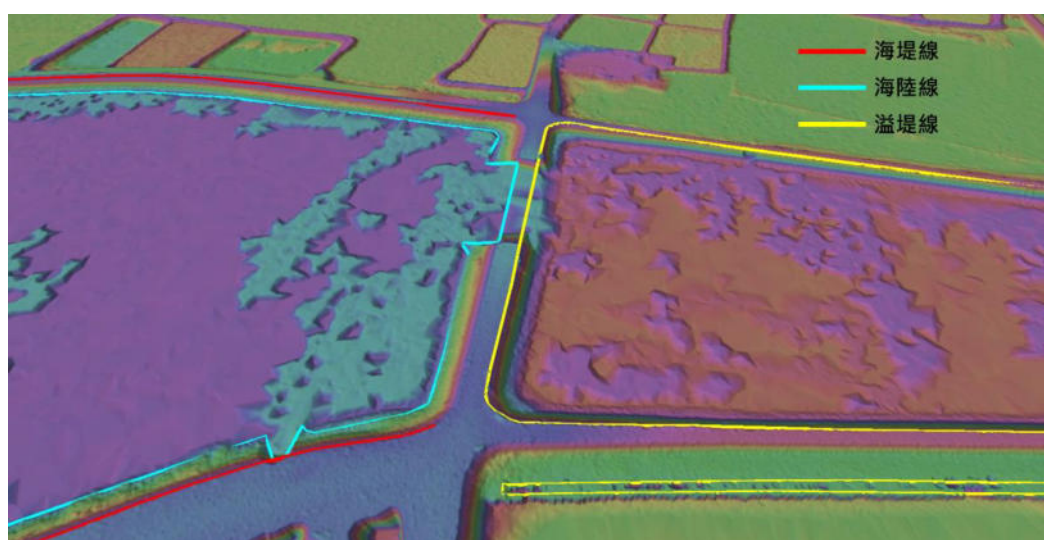


圖 3.3-11 出海口處溢堤線、海堤線、海陸線銜接位置

3.3.6 三維水利圖徵圖幅接邊處理

本案三維水利圖徵成果，係以五千分之一基本圖之圖幅為分幅並外推至 10 公尺為範圍，在相鄰圖幅重疊區範圍內同一圖徵物件，其節點之位置及高程須一致(如圖 3.3-12)，屬性表各欄位屬性值應一致，除作業區內相鄰圖幅須完成接邊且維持一致性，亦須與相鄰之第 2 作業區及內政部 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。

110 年度水利數值資料測製工作

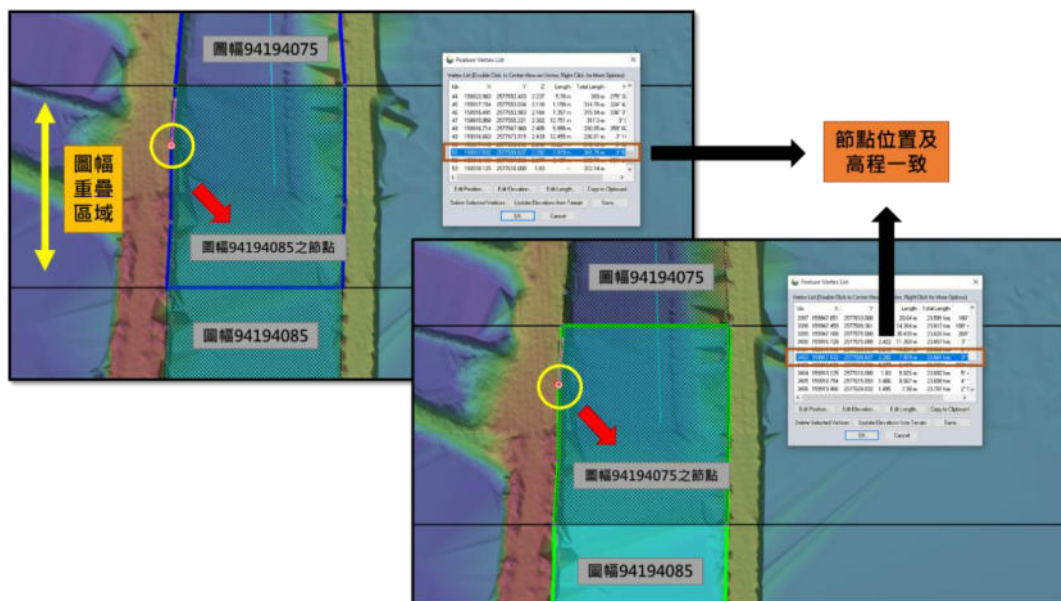


圖 3.3-12 溢堤線圖幅接邊處理

3.3.7 建物區塊(Building)

建物區塊(Building) 為阻擋水流之建物，於本案不須進行測繪，僅利用國土測繪中心之三維近似化建物模型及臺灣通用電子地圖之地標，進行屬性及空間關聯，將建物區分為一般阻水之建物或為水流通透之建物(如加油站)等資訊，如圖 3.3-13，並將其記錄於建物區塊資料表中，其格式為 CSV 檔，此資料表將作為淹水模擬之使用者申請三維近似化建物模型成果之參考依據。



圖 3.3-13 建物屬性資訊紀錄水流通透建物(如加油站)

建物區塊(Building)記錄之屬性引用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，建

110 年度水利數值資料測製工作

物區塊(資料表)屬性欄位如表 3.3-9。

表 3.3-9 建物區塊(資料表)屬性欄位

英文名稱	中文名稱	型態	長度	內容說明
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(yyyymm)
BUILD_TYPE	建物種類	數字	2	0：水流阻擋建物 1：水流通透建物

經實際作業依臺灣通用電子地圖地標屬性分類中搜尋加油站資訊，統計本作業區共計 114 筆加油站地標，其中共計 105 筆有與既有建物模型交集，其統計如下表 3.3-10 所示。

表 3.3-10 加油站地標交集筆數表

	加油站地標有與模型交集	加油站地標與模型無交集
D_臺南市	54	0
I_嘉義市	6	7
Q_嘉義縣	45	2

由上述表 3.3-10 可知，僅臺南市之地標皆與建物模型有交集，而嘉義縣市則共有 9 筆地標未與建物模型有交集，經逐筆查驗，發現其區域建物多為 1/1000 地形圖轉製之模型，其加油站本身即分類為 T，屬於不須建製模型之建物，其分布如下圖 3.3-14 所示。

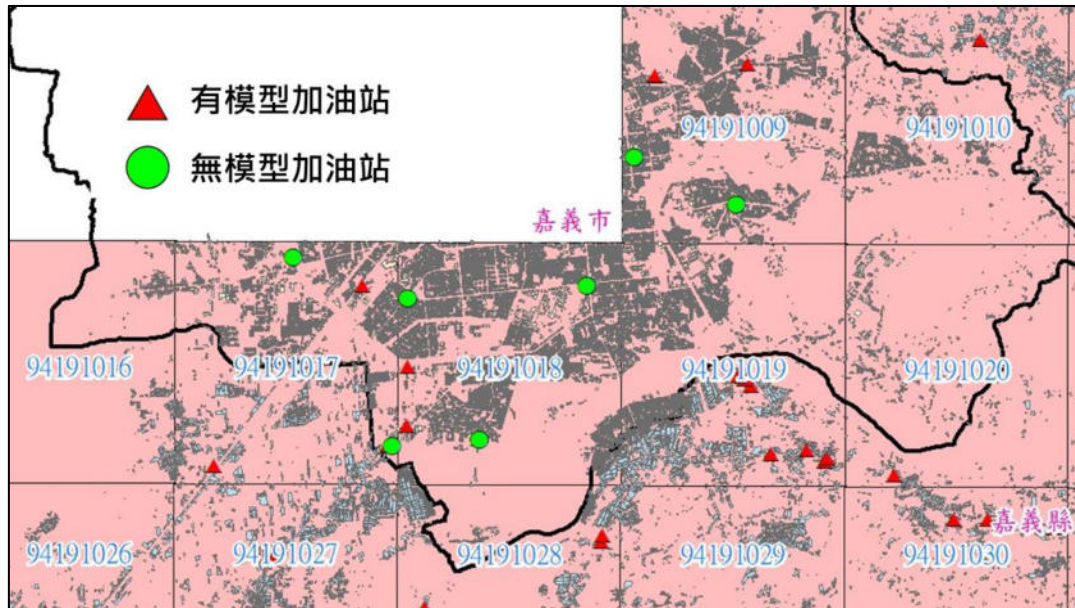


圖 3.3-14 無建物加油站分布情形

3.3.8 建物區塊分棟切割優化處理

由於一般阻水之建物或為非阻水(水流可通透)之建物類別及位置，係為後續淹水模擬使用者重要之參考依據，應可將此分類成果更加優化，使模擬成果更貼近現況。因本公司幸為國土測繪中心「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」及「109 年度臺灣通用電子地圖更新維護採購案」之承辦廠商，對於本案所引用之資料及內容已有深入的掌握，故本公司即針對非阻水可通透之建物(如加油站)予以分棟切割優化處理。

針對前述建物分棟切割優化處理成果，本公司另提供優化之建物區塊資料成果，期能使本 HyDEM 成果更能發揮使用效益。圖層引用優化說明如下：

1. 現有三維近似化建物模型說明：

三維近似化建物模型其來源，依據都計區及非都區之不同，其建物模型建置之來源分別為 1/1000 地形圖分棟建物及臺灣通用電子地圖之建物區塊，其分布情形如下圖 3.3-15 所示。

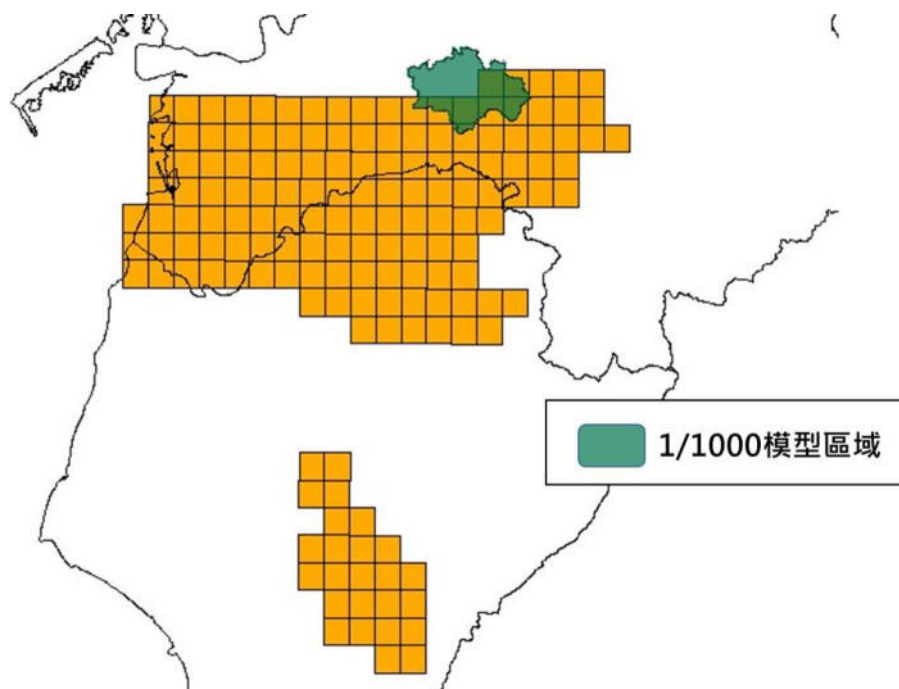


圖 3.3-15 1/1000 模型區域分布情形

其中 1/1000 地形圖之建物模型，其依照樓層變化進行分割，如下圖 3.3-16 所示。而臺灣通用電子地圖之建物區塊，其向量與相鄰建物合併成同一區塊，無依照樓層分棟，如圖 3.3-17 所示。



(a) 1/1000 地形圖分棟建物

(b) 1/1000 分棟建物模型

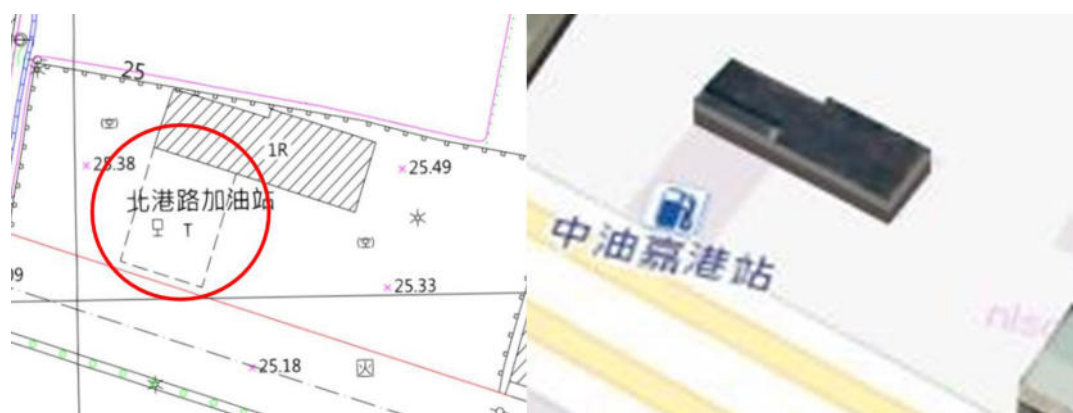
圖 3.3-16 1/1000 建物模型分棟情形



(a) 臺灣通用電子地圖建物 (b) 臺灣通用電子地圖模型

圖 3.3-17 臺灣通用電子地圖建物模型分棟情形

1/1000 地形圖區域，加油站建物其結構通常會分在 T (無牆建物)，而三維建物案本身並無轉置 T 屋圖層，如圖 3.3-18 所示，故最終資料表也無法註記其資訊，須於作業中針對 1/1000 地形圖區域進行確認此特例之註記方式。



(a) 1/1000 加油站圖層為 T 屋 (b) 1/1000 分棟建物模型不建置

圖 3.3-18 1/1000 建物模型_加油站無建置

而臺灣通用電子地圖區內，若僅以原三維建物與地標交集成果作為記錄依據，則臺灣電子地圖區內水流通透之類別建物，將會有大面積建物區塊會被誤判，如下圖 3.3-19 所示，此成果對淹水模擬的細節將有影響。



(a) 臺灣通用電子地圖建物

(b) 臺灣通用電子地圖模型

圖 3.3-19 臺灣通用電子地圖建物模型(加油站)

2. 分棟切割優化成果內容：

本公司將依臺灣通用電子地圖區內非阻水建物地標交集之建物區塊進行分棟切割優化，除依照原契約所明定之記錄資料表外，也將優化成果提供國土測繪中心參考，優化成果如下：

- (1) 須分割建物之調查成果表。
- (2) 分棟切割後之三維建物模型成果(規格及屬性皆會依三維建物按規格建置)。
- (3) 分棟切割後之三維建物資料表。

3. 作業方法：

本公司將所有與加油站地標交集之模型，逐筆參考街景或現場進行調查，利用正射影像及建物向量進行判斷交界之位置，並進行切分，並重新計算及記錄其 BUILD_ID、BUILD_O_ID 及 MARKNAME1 等屬性，其做法如圖 3.3-20 所示。建模則依照其模型原本紀錄之樓高重新建置分棟後之模型。

110 年度水利數值資料測製工作



圖 3.3-20 切分作業

3.4 製作水利數值地形模型 (Hydraulic Digital Elevation Model)

本案共完成水利數值地形模型(HyDEM) 159 幅，作業成果通過本公司品質檢核後始提送監審單位及國土測繪中心進行查核，產製流程如圖 3.4-1 所示，作業內容分述說明如下。

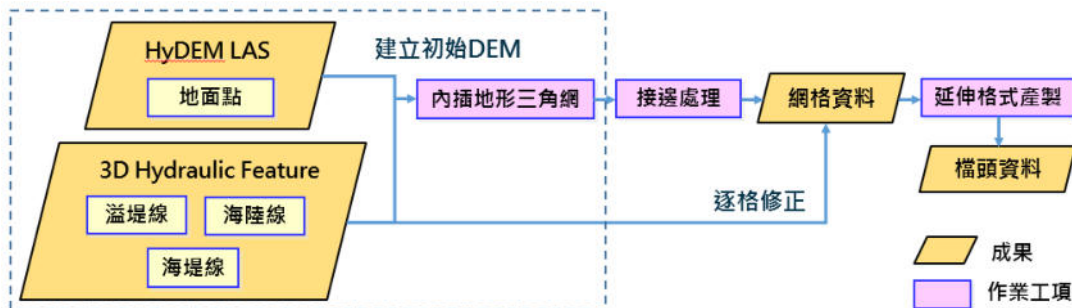


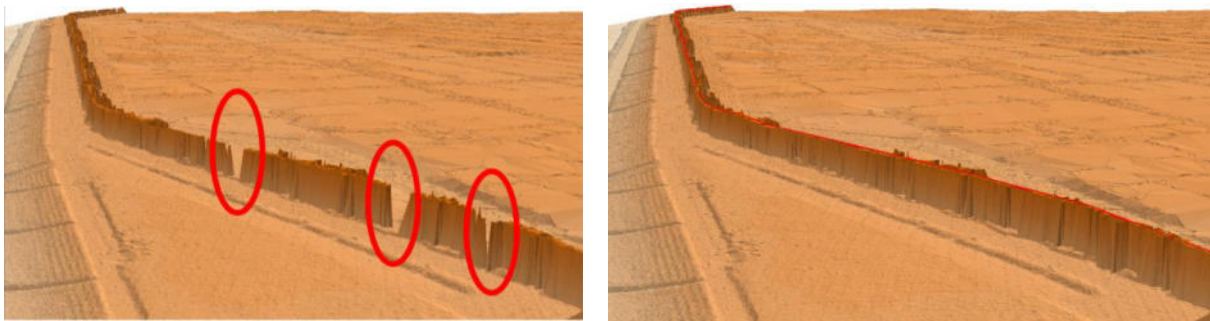
圖 3.4-1 水利數值地形模型製作流程圖

一、 建立初始 DEM

利用分類完成之點雲資料，挑選其中地面點點雲，透過本公司自行開發之程式，先將地面點雲組成不規格三角網(TIN)，再以 1x1 公尺整數網格內插產製數值高程模型(DEM)。

二、以三維水利圖徵修正 HyDEM

為處理不足 1 公尺之薄牆破碎問題，本公司應用自行開發之數值地形模型處理程式，針對有三維水利圖徵（溢堤線、海陸線、海堤線）經過之網格，逐格調整高程值至三維水利圖徵之高度，使水利數值地形模型不會有破洞，如圖 3.4-2 所示。



(a)薄牆修正前(有破洞)

(b)薄牆修正後(無破洞)

圖 3.4-2 HyDEM 模型破碎調整示意圖

三、水利數值地形模型接邊處理

本案水利數值地形模型(HyDEM)成果，係以五千分之一基本圖之圖幅為分幅並外推至 5 公尺整數倍為範圍，相鄰圖幅重疊區同坐標位置皆有做接邊處理，使不同圖幅相同平面坐標之高程值為單一值。除作業區內相鄰圖幅須完成接邊且維持一致性外，亦須與相鄰之第 2 作業區及內政部 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。

四、產製延伸格式

每一幅 HyDEM 分別由檔頭資料、網格資料及三維水利圖徵三部分組成。其中三維水利圖徵產製請詳參 3.3 節，檔頭資料及網格資料產製格式於下列分段所述。

檔頭資料檔(hdr 檔)，包含包括圖幅名稱、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

110 年度水利數值資料測製工作

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。

水利數值地形模型須繳交網格化之 HyDEM 正高成果檔，包括內政部 XYZ 格式、LAS 格式、IMG 格式、GeoTIFF 格式。其中網格資料 ASCII 格式紀錄方式須依內政部 GRD 格式規範辦理。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。網格資料檔案命名方式為 1/5000 圖幅號前加上 HyDEMg，須繳交檔案格式：內政部 XYZ 格式、LAS 格式、IMG 格式、GeoTIFF 格式。

3.5 水利數值地形模型補充河床資訊加值試辦

為提升本計畫產製之水利數值地形模型於水理分析相關應用，本公司於本計畫試辦「以河川大斷面及橋梁資料補充水利數值地形模型水下資訊」加值。考量光達產製年份(107 年)相近，選定本公司於 108 年承攬公路總局西濱南工程處「台 17 線東石南橋改建工程第一階段環境影響評估(含濕地影響評估)及測量、地質探查、設計委託服務工作」之實測橫斷面成果，作為本次試辦資料，並以該計畫所在位置嘉義縣東石鄉朴子溪東石南橋上下游，範圍涵蓋本作業區共 4 幅(94194016、94194017、94194026、94194027)，如圖 3.5-1 所示。



圖 3.5-1 補充河床資訊加值試辦位置圖

有關本次加值試辦作業之流程如圖 3.5-2 所示，使用資料、軟體及作業程序說明如下：

110 年度水利數值資料測製工作

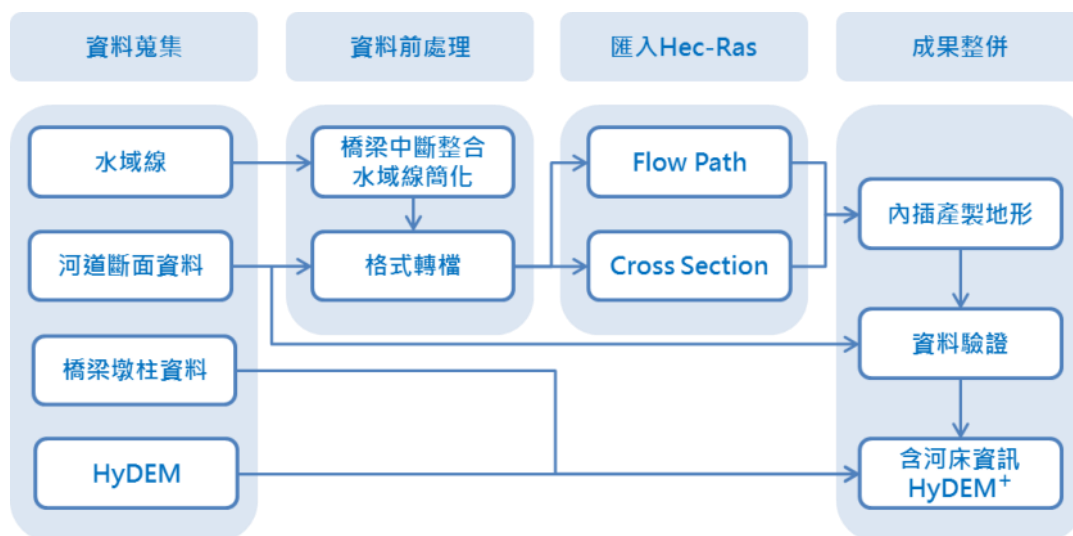


圖 3.5-2 水利數值地形模型補充河床資訊作業流程圖

一、使用資料說明

本次試辦作業以本案產製之水利數值地形模型為基礎，納入光達案產製之水域線，以及東石南橋改建計畫中依朴子溪河川中心線，於橋梁上下游合計施測 40 條之河道大斷面（間隔約 100 公尺），以及東石南橋地形測量與台 61 東石濱海橋設計圖之橋梁墩柱資料，作為補充 HyDEM 河床資訊之資料來源，如圖 3.5-3 所示。

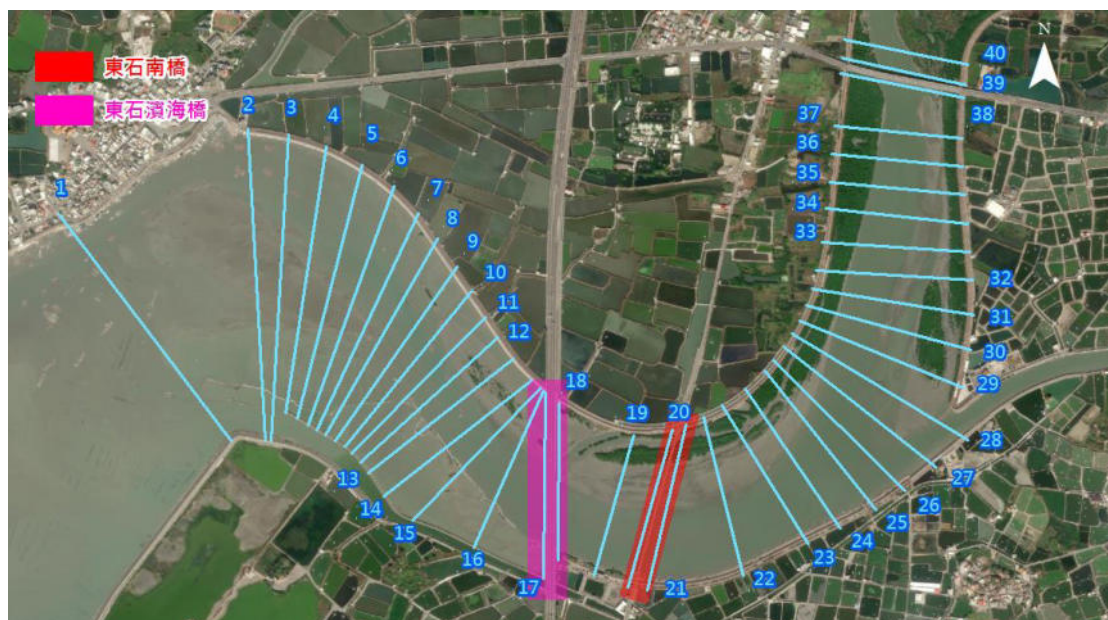


圖 3.5-3 河道斷面以 HEC-RAS 內插地形作業過程截圖

二、實作過程及檢核

110 年度水利數值資料測製工作

經考量水流特性與斷面間距較遠且分布不規則之限制，不宜使用測量常用之 Kriging 內插法或 IDW 法作為斷面內插地形之演算法。經評估後本公司採用美國陸軍工程師團開發之河川分析軟體 HEC-RAS 作為主要地形內插工具，輔以本公司研發程式整合產製地形模型成果。為驗證本次試辦作業之合理性，首先僅採用奇數編號(1、3、...、39)等 20 條斷面匯入 HEC-RAS，結合以水域線為基礎產製之 Flow Path 及斷面深槽線 River Line 進行內插計算，再將偶數編號(2、4、...38)等 19 條作為檢核斷面，與內插地形之剖面進行比對，確認作業成果是否符合預期。HEC-RAS 作業過程截圖如圖 3.5-4 所示，檢核斷面如圖 3.5-5 及圖 3.5-6 所示。

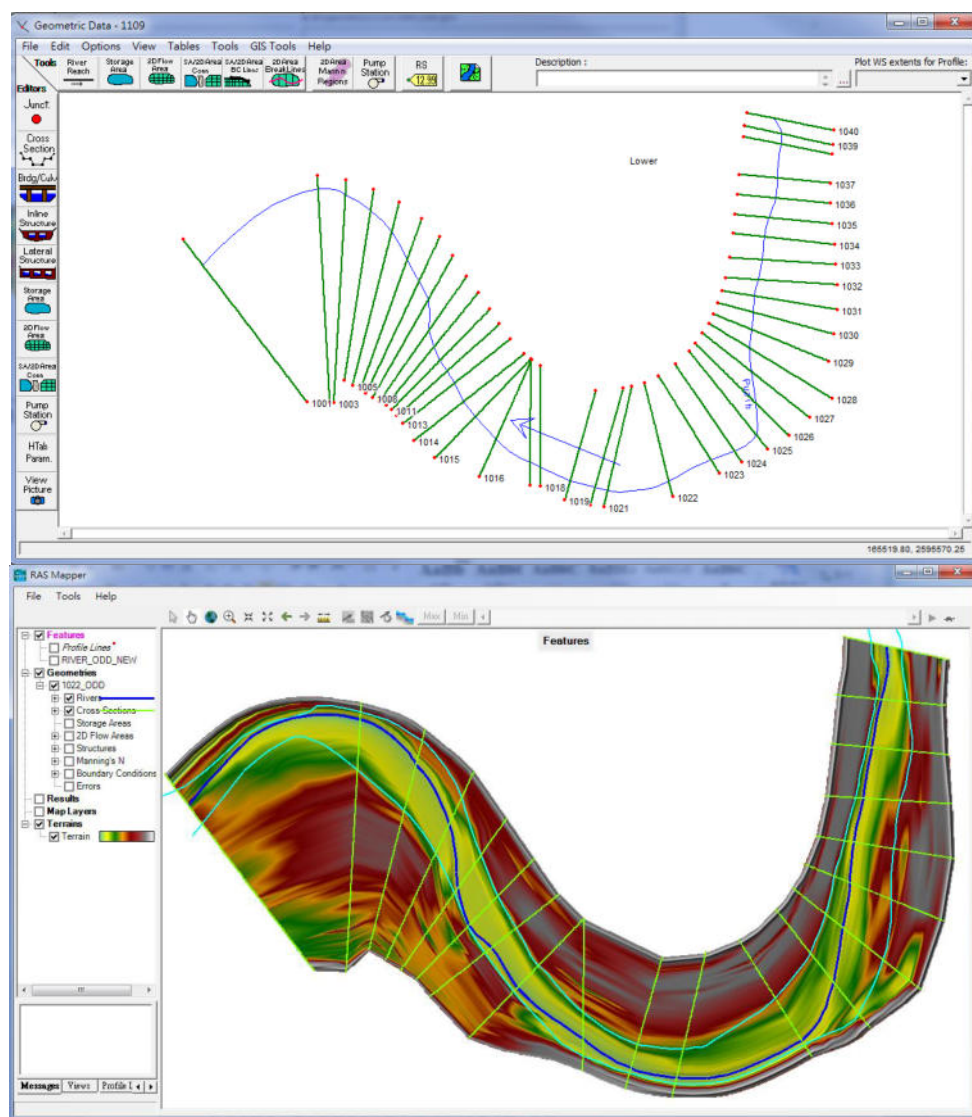


圖 3.5-4 HEC-RAS 作業過程(斷面匯入、內插地形)介面截圖

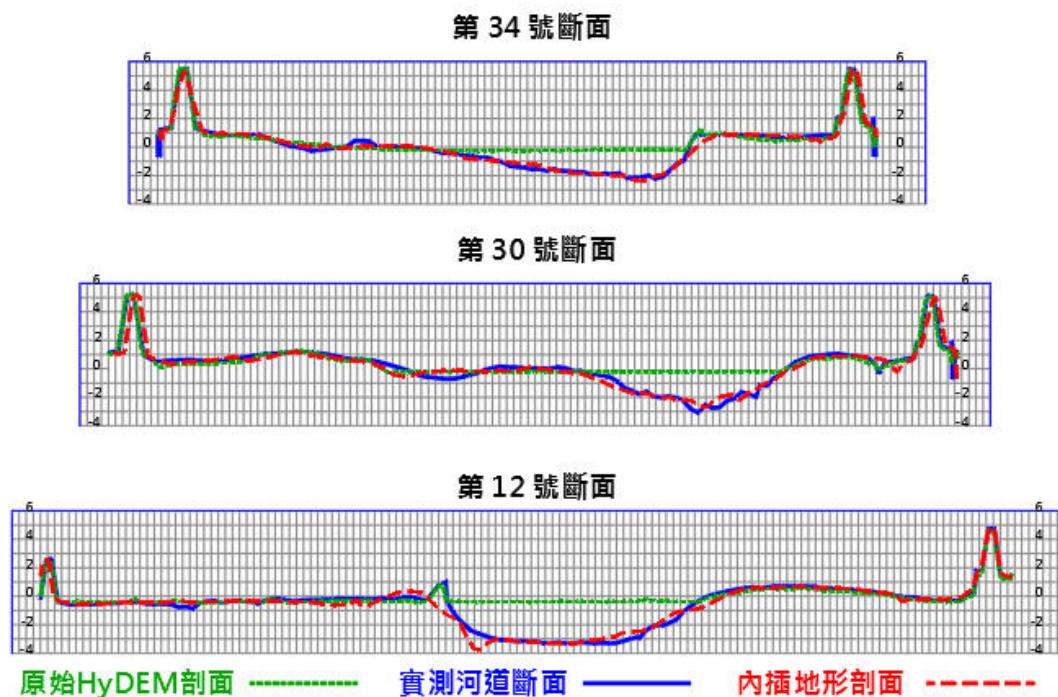


圖 3.5-5 檢核差異較小斷面（編號 12、30、34）範例截圖

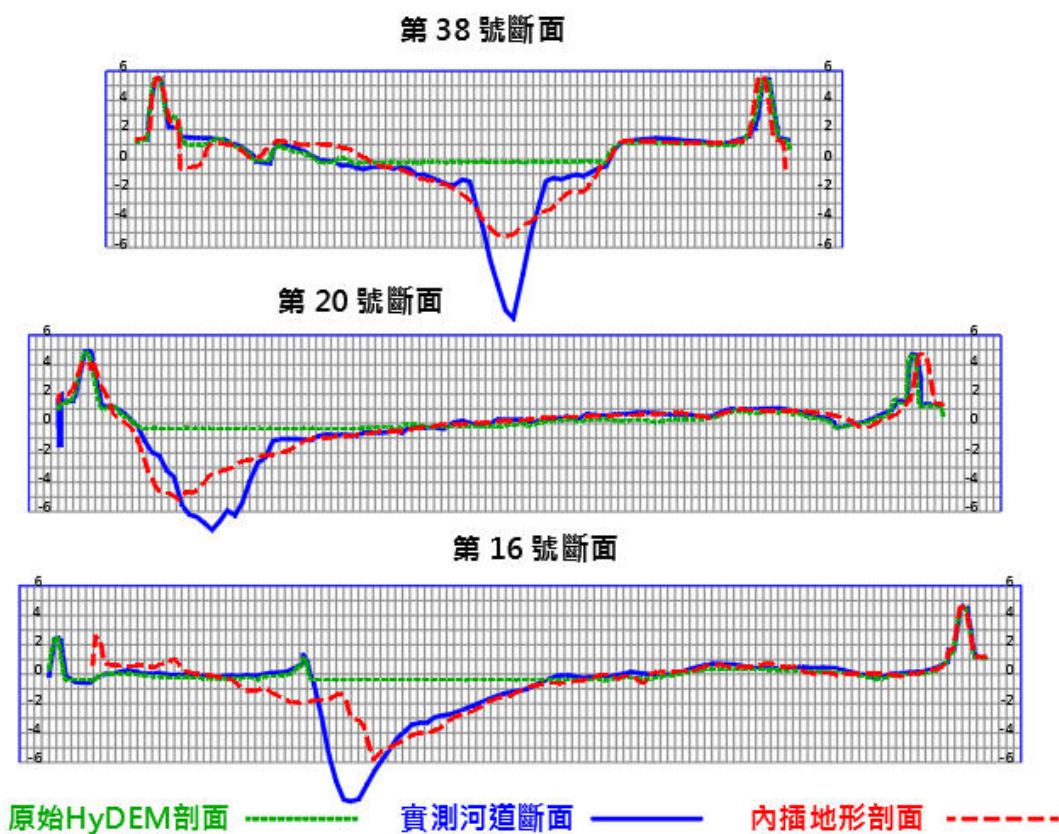


圖 3.5-6 檢核差異較大斷面（編號 16、20、38）範例截圖

三、比對結果及後續產製

經比對 HEC-RAS 產製之地形斷面（如圖 3.5-5、3.5-6 紅線）及實測河道斷面（如圖 3.5-5、3.5-6 藍線），可發現大多數斷面兩者基本吻合，而在橋梁下游之偶數檢核用斷面（如編號 20、38）或河流急彎處（如編號 16），可能受水流沖蝕影響，斷面差異則較大，如將該等用以檢核之偶數條斷面皆納入地形內插計算，應可改善上述差異過大情況。

以光達產製之水利數值地形模型於水面以外之區域理論精度優於以斷面內插之地形，故此作業方式僅擷取斷面內插地形之水下部份，另整合橋梁墩柱（本次試辦整合台 15 線東石南橋及台 61 線東石濱海橋），最終產製補充河床資訊之水利數值地形模型合計 4 幅（成果格式 grd），水利數值地形模型暈渲圖如圖 3.5-7 所示；補充河床資訊之水利數值地形模型局部暈渲圖前後比對如圖 3.5-8 及 3.5-9 所示。

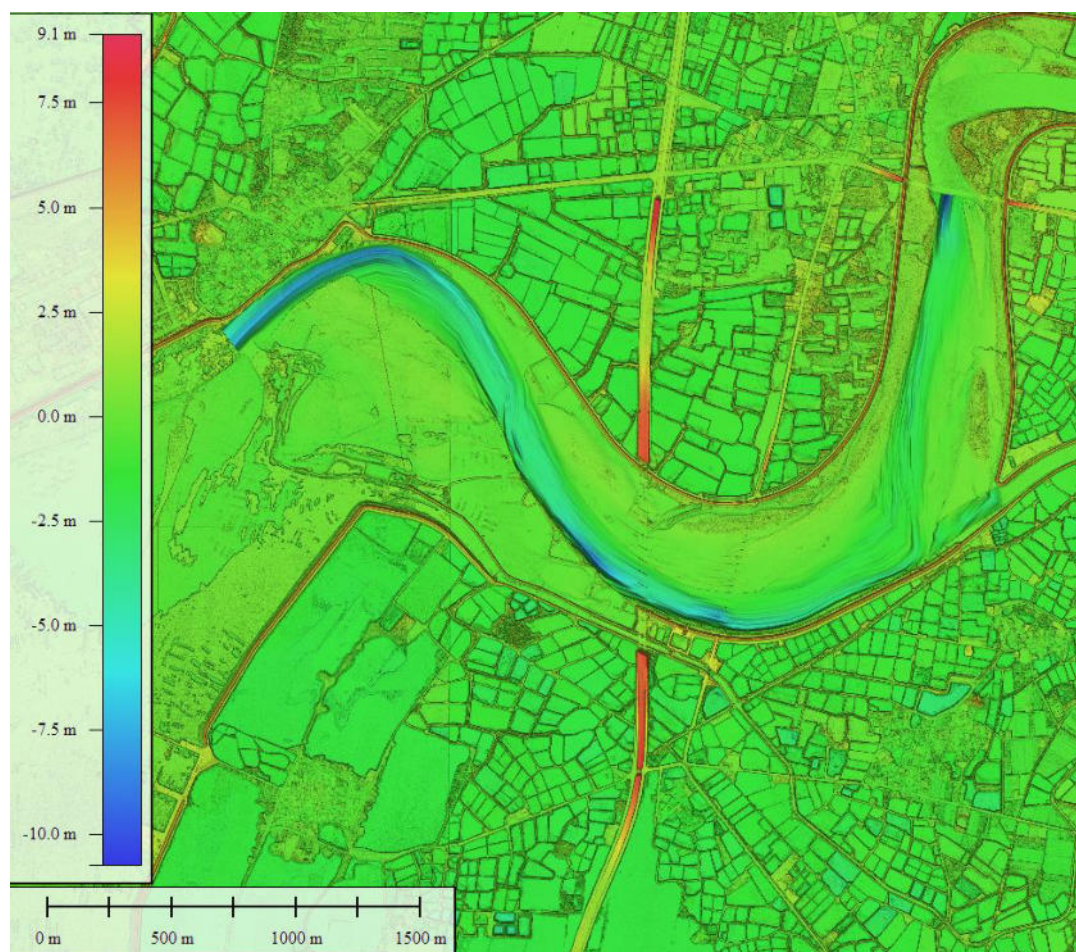


圖 3.5-7 補充河床資訊之水利數值地形模型暈渲圖（試辦區）

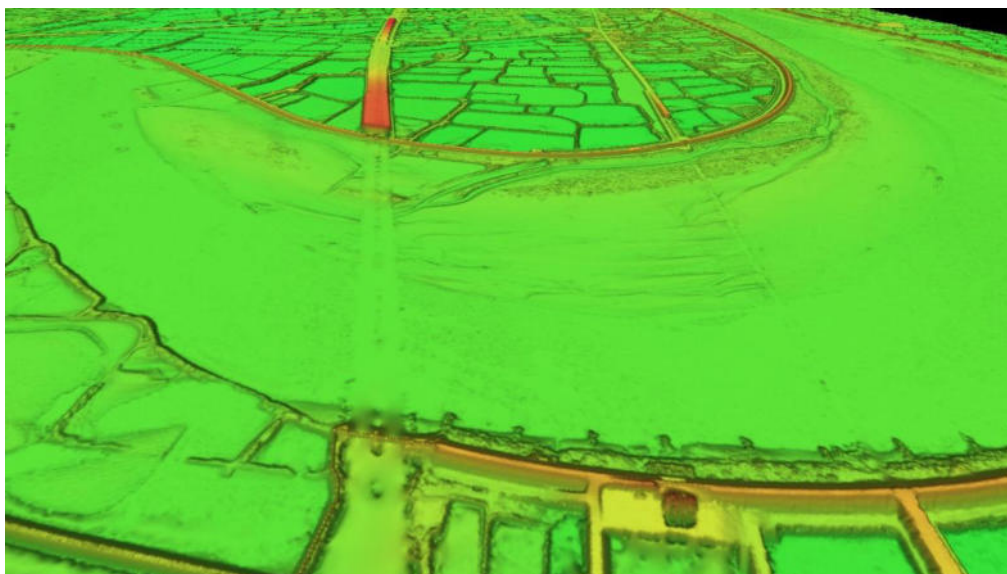


圖 3.5-8 補充河床資訊之水利數值地形模型局部暈渲圖（補充前）

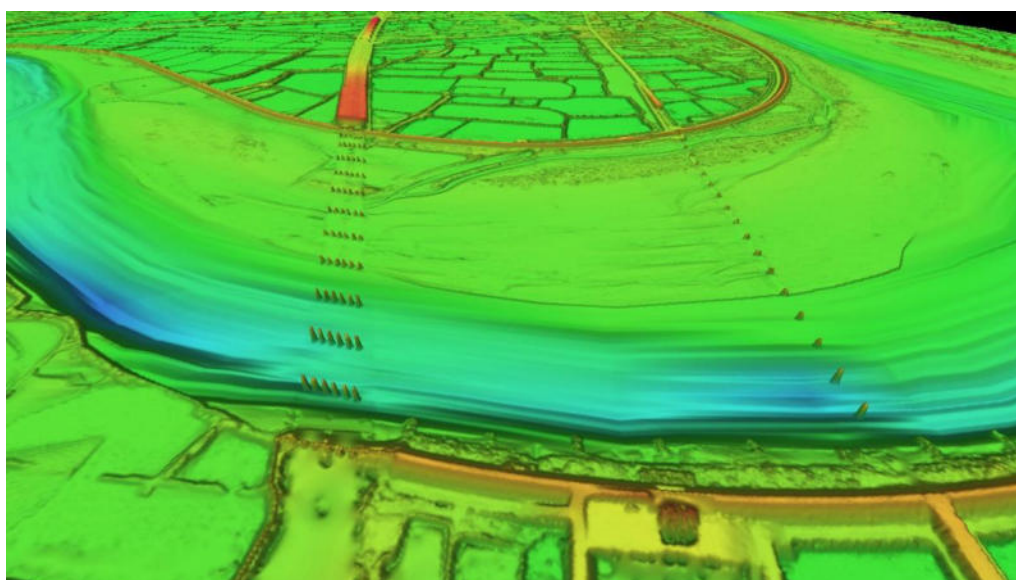


圖 3.5-9 補充河床資訊之水利數值地形模型局部暈渲圖（補充後）

四、小結

本加值試辦經補充河床資訊後之 HyDEM，在河道斷面上的高低差異情況可清楚掌握，應可滿足二維水理分析需求，可擴大本案作業成果應用領域，惟後續如要納入中央管河川之斷面資料，須克服作業過程中諸多限制，例如引用之河道斷面資料須具備三維坐標、資料格式一致性、斷面測製與光達掃瞄年份之差異；另外在河道狹窄或彎道處水流較湍急，河床可能受水流沖蝕較易產生變化，尤其在大雨過後或洪氾之後，河道及河床可能改變恐將影響 HyDEM 精

110 年度水利數值資料測製工作

度。另為補充橋梁墩柱資訊，橋梁墩柱資料建議可協調橋梁管轄機關取得設計或竣工資料，或協調由水利機關發包河川大斷面作業時一併測量橋梁墩柱資訊，透過資料互惠互補創造多贏局面。

3.6 航測立體模型繪製三維水利圖徵驗證比較

使用光達點雲測繪水利圖徵雖具有相當高之精度優點，惟因光達點雲資料屬離散的數據資料，缺乏地表特徵物紋理資訊，作業時須搭配具有地面紋理資訊影像比對方可確認水利圖徵位置，於作業過程中亦須經常調整適當的視覺角度、視窗比例等以利判斷，故於作業程序上較為繁複。而當水利設施為薄牆或受到遮蔽時可能會造成牆體破碎或被忽略的可能，故須反覆確認正射影像，確認繪製水利特徵線位置。

航測立體測圖係於影像立體模型上直接繪製地形地物，藉由直觀的視覺及高程量測的判斷，應有助於水利特徵線之繪製，故本公司於本計畫試辦一幅圖之範圍以航測立測方式繪製三維水利圖徵，藉此比較測製圖形位置、時間及成本差異。

本計畫試辦區域選定，經考量水流多樣性(包括自然河道、人工溝渠、自然邊坡堤防、植被覆蓋等)，故選定圖幅為第一作業區之五千分之一圖幅圖號 94191052，以標準航測製圖流程於立體測圖儀進行立測三維水利圖徵資料。經立測完成後與本計畫所完成之水利特徵線比對，測製成果如圖 3.6-1，二者圖形比對在整體上無太大差異，於細節處差異說明如下：

1. 人工溝渠測製：點雲模型會因分類或資料不足，造成繪製不平順，而立測則明顯與正射吻合，如圖 3.6-2。
2. 自然河道測製：點雲模型會因分類或資料不足，造成繪製不平順，而立測可利用影像判釋河道繪製較平順，如圖 3.6-3。

110 年度水利數值資料測製工作

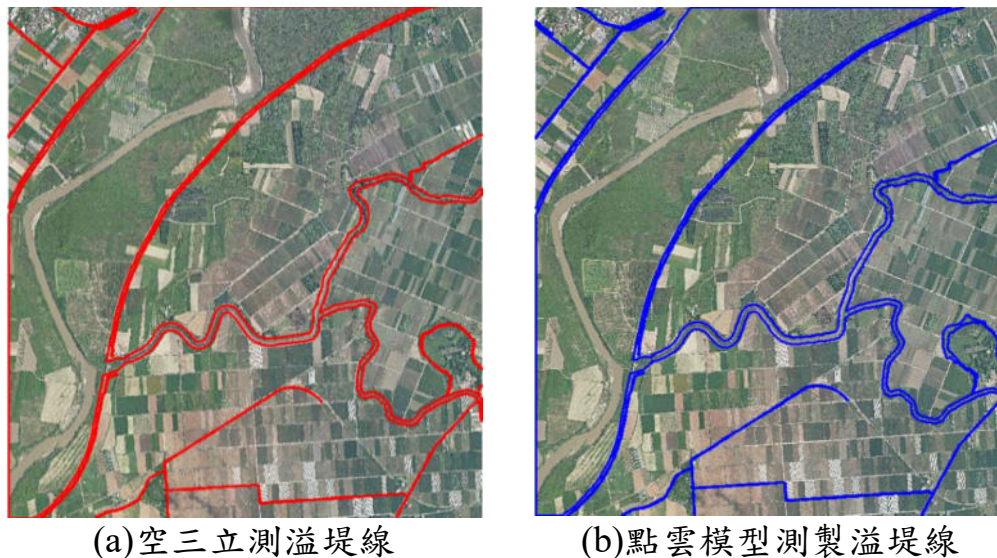


圖 3.6-1 航測及點雲數化水利特徵線成果(94191052)

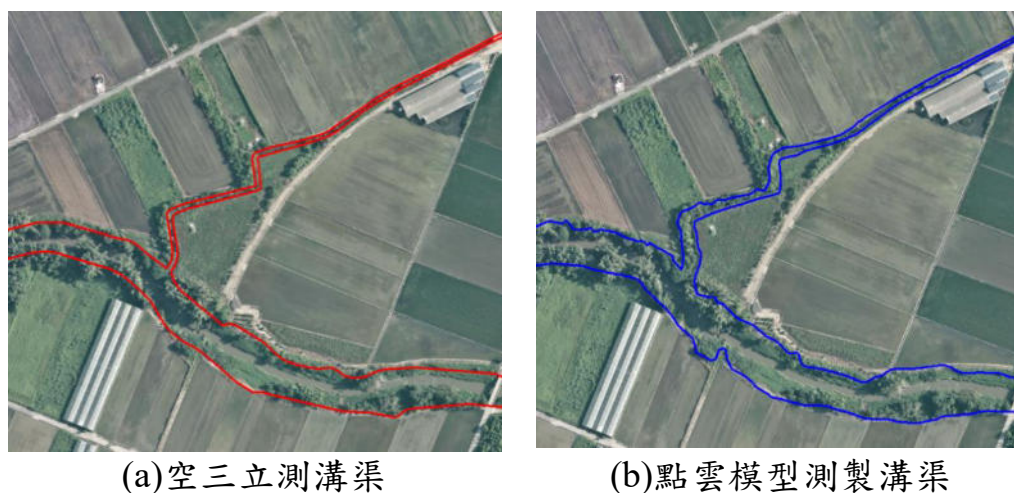


圖 3.6-2 人工溝渠比對

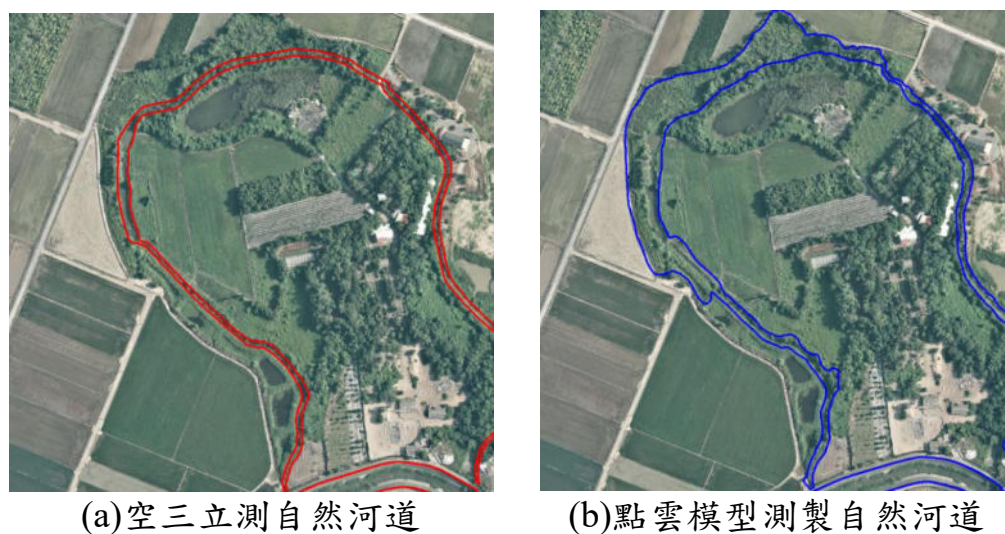


圖 3.6-3 自然河道比對

110 年度水利數值資料測製工作

考量光達點雲案之成果其精度優於 30 公分屬可靠性資料，故本項試辦成果即以該資料為比較基準。依據空三立測及點雲模型測製之成果，以相對方式比較位置差異，經擷取均勻分布且於影像位置明確之點位進行比對，共計選擇 47 點，點位分布如圖 3.6-4。比對結果，高程差異不大，較差超過 30cm 者計 11 點，而其中超過 50cm 者僅有 1 點為 50.9cm；位置比對則差異較大，較差超過 30cm 者計 28 點，而其中超過 1m 者則有 3 點，最大較差異為 131.9cm，差異比較表彙整如表 3.6-1。



圖 3.6-4 比對點位分布圖

表 3.6-1 航測立測水利圖徵成果比較

NO	點雲模型			空三立測			較 差	
	GM_X	GM_Y	GM_Z	立測_X	立測_Y	立測_Z	平面差(m)	高程差(m)
1	177249.607	2584017.063	15.484	177248.751	2584017.261	15.355	0.879	0.129
2	177204.844	2583793.827	14.235	177204.362	2583794.594	14.615	0.906	-0.380
3	177322.530	2583853.530	14.472	177322.286	2583853.423	14.618	0.266	-0.146
4	177306.097	2583888.486	14.653	177306.093	2583888.748	14.471	0.262	0.182
5	177861.040	2584129.409	11.937	177860.537	2584130.114	11.972	0.866	-0.035
6	177850.486	2584166.561	11.736	177850.158	2584167.143	11.584	0.668	0.152
7	178403.106	2584176.096	12.040	178402.974	2584176.138	12.128	0.138	-0.088
8	178371.201	2584186.636	12.033	178371.477	2584186.530	12.021	0.296	0.012

110 年度水利數值資料測製工作

9	178338.450	2584029.259	12.108	178338.716	2584028.998	12.139	0.373	-0.031
10	178360.718	2583999.721	12.183	178360.680	2583999.770	12.166	0.062	0.017
11	178032.069	2583980.450	12.124	178032.207	2583980.662	12.049	0.253	0.075
12	178048.481	2584014.153	12.000	178048.536	2584014.238	12.034	0.101	-0.034
13	177623.218	2584020.030	11.726	177623.434	2584020.284	11.587	0.334	0.139
14	177647.576	2584052.889	11.341	177647.528	2584052.822	11.404	0.083	-0.063
15	177110.337	2583371.122	14.935	177109.809	2583371.313	14.790	0.562	0.145
16	177538.610	2583308.290	9.792	177539.186	2583308.368	9.927	0.581	-0.135
17	178021.928	2583620.105	10.136	178021.215	2583621.215	10.333	1.319	-0.197
18	178400.876	2583648.979	10.233	178401.218	2583649.287	10.224	0.460	0.009
19	178660.330	2583700.334	12.109	178660.374	2583700.172	12.319	0.167	-0.210
20	178664.891	2583675.975	12.030	178664.690	2583676.822	11.898	0.870	0.132
21	178671.498	2584165.119	12.137	178671.773	2584165.280	12.393	0.319	-0.256
22	178695.023	2584183.197	12.014	178694.786	2584182.930	12.146	0.357	-0.132
23	179087.038	2583681.764	12.118	179087.057	2583681.724	12.375	0.044	-0.257
24	179102.886	2583663.741	12.078	179102.806	2583663.921	12.221	0.197	-0.143
25	179249.792	2583671.098	12.769	179250.043	2583671.261	12.761	0.300	0.008
26	179256.743	2583658.931	12.557	179257.954	2583658.616	12.869	1.251	-0.312
27	179090.683	2583485.849	11.875	179090.929	2583485.631	12.200	0.329	-0.325
28	177411.404	2584455.239	10.853	177410.665	2584455.670	10.452	0.856	0.401
29	176688.019	2584675.597	14.986	176687.409	2584675.898	14.488	0.681	0.498
30	177541.802	2584723.917	15.680	177541.227	2584724.301	15.588	0.691	0.092
31	177696.502	2584903.940	15.542	177696.173	2584904.230	15.609	0.439	-0.068
32	177011.234	2585182.295	15.230	177011.463	2585182.120	15.396	0.289	-0.166
33	177030.378	2585234.689	10.705	177030.690	2585234.427	10.793	0.408	-0.088
34	178336.349	2585459.045	11.000	178336.038	2585459.490	11.509	0.543	-0.509
35	178328.446	2585478.317	15.312	178328.138	2585478.739	15.710	0.523	-0.398
36	178460.250	2584416.374	12.067	178460.433	2584416.267	11.989	0.212	0.078
37	178489.847	2584400.064	12.070	178489.535	2584400.249	12.110	0.363	-0.040
38	179158.297	2585050.423	11.607	179158.308	2585050.393	11.958	0.032	-0.351
39	178535.656	2585601.304	11.653	178535.697	2585601.227	11.779	0.087	-0.126
40	178547.808	2585623.617	15.410	178547.352	2585624.452	15.871	0.951	-0.461
41	178894.702	2585774.130	11.665	178894.464	2585774.644	12.051	0.567	-0.386
42	178891.895	2585789.452	15.791	178891.615	2585790.106	15.912	0.712	-0.121
43	177434.041	2585659.769	15.616	177433.927	2585659.844	15.564	0.137	0.052
44	177360.916	2585794.742	12.202	177360.069	2585795.556	12.497	1.174	-0.295
45	177083.805	2585715.958	10.789	177083.756	2585715.749	11.237	0.215	-0.448
46	176753.667	2585665.120	10.874	176753.519	2585664.948	11.001	0.227	-0.127
47	176850.772	2585310.144	11.382	176850.725	2585310.178	11.314	0.058	0.068

經分析點位差異原因，平面位置差異較大(如：No.1,2,5,17,20,26,44)主要係因光達點雲屬散狀點位，其位置並不一定能直接反射於堤線變化處，測繪時僅能依點雲位置測繪，而立測則是直接由影像模型中直接辨識測繪於堤線變化處，立測方式較能反應實際堤線位置，故二者平面位置差異會較大，經參考光達案點雲密度要求(每平方公尺點雲密度以 2 點為原則)，此差異應仍屬合理。高程差異則受光達點雲點位間高程內插影響，若遇陡峭地形或薄牆等高差變化較大之地區則高程差異會較大；另由於本次航測立測所採用的影像為五千分之一比例尺測圖使用之影像，屬中小比例

110 年度水利數值資料測製工作

尺精度，其對於高程變化小或平順緩坡之坡頂或坡址等位置較不易辨識，本次測試點中差異最大(50.9cm)之點位即屬於此類地形。

本試辦作業因係就既有之航測資料進行作業，直接引用既有航拍影像及已完成之空三進行作業，故針對本次試辦區之作業時間及成本分析僅就水利圖徵測繪作業(包括溢堤線、水域線、海岸線、海堤線等)部分進行分析，其中有關前置作業如航拍、空三等作業部分則不考量，另有關後續 DEM 成果製作則因為二者作業方式內容相同，亦不作分析。而光達點雲測繪成本則僅就本次試辦區之光達點雲分類及三維水利圖徵測製二項工作分析成本，有關前置作業如空載掃瞄、點雲前處理及平差等作業部分則不考量。二者成本分析比較如表 3.6-2，針對本次試辦結果彙整差異分析比較如表 3.6-3。

表 3.6-2 航測立測成本分析

作業方式	三維水利圖徵建置	工作內容	作業時間(人天/幅)	經費分析
航測立測	立體測圖	溢堤線、水域線、海岸線、海堤線	約 1.5 人天/幅	約 12,000 元/幅
	調繪補測	溢堤線、水域線、海岸線、海堤線	約 1 人天/幅	約 8,000 元/幅
	編修	溢堤線、水域線、海岸線、海堤線	約 0.5 人天/幅	約 4,000 元/幅
	合計			約 24,000 元/幅
光達點雲測繪	產製水利數值地形分類點雲	點雲分類	約 1 人天/幅	約 5,000 元/幅
	建置三維水利圖徵	溢堤線、水域線、海岸線、海堤線	約 3 人天/幅	約 18,000 元/幅
	合計			約 23,000 元/幅

表 3.6-3 測繪特性分析比較

項 目	光達點雲測繪	航測立體模型測繪
作業特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業須包括點雲分類、雜點濾除等。 2. 依點雲位置施測堤線。 3. 於丘陵或山區常須臆測堤線位置。 4. 藉由光達點雲之整體高程變化，較易判斷溝渠之位置。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業前須確認空三成果正確性。 2. 直接由影像及空三組模立體測繪堤線。 3. 堤線位置於影像上直接辨識。 4. 影像遮蔽區須由具經驗者辨識或外業調繪。
優 點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 點雲高程精度較佳。 2. 自然溝渠位置於光達點雲模型中可藉由地形變化較易分辨(尤其是林區或密雜草區)。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水利特徵資料較為平順。 2. 平面位置較符合實際現況。 3. 人工溝渠因立體模型位置明確，測繪效果較佳。 4. 於透空良好地區測繪效果佳。
缺 點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水利特徵線條會有些微抖動之情況。 2. 因受光達點雲密度影響，堤線位置常有陷入實際位置之情況。 3. 遇陡峭地形或薄牆等高差變化較大之地形則高程差異會較大。 4. 對於寬度較小之堤防較易疏漏。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 密林處或影像遮蔽處較不易判斷溝渠位置 2. 使用中小比例尺航拍影像，其高程精度相對較差。 3. 增加調繪時間及成本 4. 若專案採用立測方式作業時，則尚須考量航拍及空三等作業因子，其作業時間及整體成本將有所變異。

3.7 作業環境及資安管制措施

本案所使用之原始資料來源包括機敏圖號之正射影像、空載光達點雲等均屬機敏成果資料，對於資料之使用均依規定填報「內政部國土測繪中心測繪影像及向量圖資交付清單」，於每月資料使用情況亦以「機敏測繪成果資料使用紀錄表」回報國土測繪中心，而各項作業亦必須於機敏作業室中進行，不得攜出使用。

本公司於臺北市內湖區陽光街 323 號之 CECI 大樓四樓設置獨

110 年度水利數值資料測製工作

立之保密作業室，工作地點集中，場地寬敞，設備齊全。CECI 大樓內各辦公室皆由中央保全系統全天候 24 小時連線監控，保密作業室加裝門禁管制、監視錄影設備、無連接網路之作業專用電腦或工作站及具密碼鎖之資料保管箱等，可確保與本案有關且具機密性資料均獲得周全之保護，如圖 3.7-1~3 所示。

本公司作業所使用之資通訊設備(資通訊軟體或系統、資通訊設備、資通服務)，均無使用大陸廠牌(如海康威視、華為、大疆、TP-Link、OPPO、小米、大華、聯想...等大陸廠牌)。



圖 3.7-1 工作場所現況



圖 3.7-2 機密資料專用保險櫃

110 年度水利數值資料測製工作

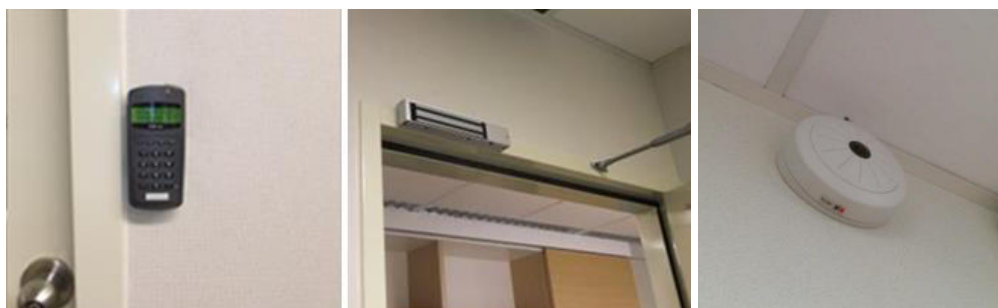
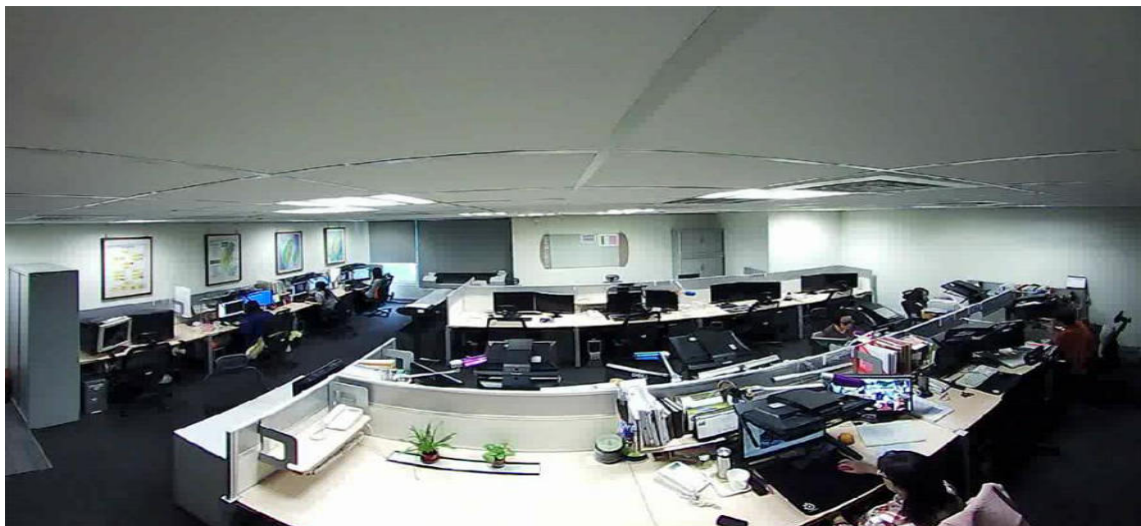


圖 3.7-3 專屬門禁管制圖資作業室

第四章 成果檢核及處理原則說明

4.1 設立品質檢核點

作業成果檢核為測製程序之重要步驟，本計畫由品保經驗豐富之同仁進行嚴格檢核，其目的在使各階段之成果品質均能符合本計畫之規定，避免誤差累積影響後續成果精度。本計畫於作業流程規劃時即已設置各階段之作業成果檢核點，審查項目涵蓋了各作業項目，如圖 2.4-1 所示，各檢核表單以全數圖幅為主。各階段檢核重點及對應表單如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 各工作階段之檢核表單

項次	工作流程	檢核內容	檢核重點項目	抽驗數量	附錄
1	點雲分類作業檢核	點雲格式、數量及範圍檢查	1. 是否為 LAS1.2 格式? 2. 點雲分類是否僅分為 4 類? 3. 點雲數量分類前、分類後是否一致? 4. 點雲涵蓋是否滿 1/5000 圖幅?	全數檢查	表 1
		點雲分類成果檢查	1. 溝渠兩側立面之光達掃瞄點，應正確分類至地面點圖層。 2. 各式水利設施(主要為堤防、護欄等)，應補正分類至地面點。 3. 取得資料若錯誤分類影響後續 HyDEM 網格內插及高精度三維水利圖徵之繪製時，應予以補正。	全數檢查	表 2
2	三維水利圖徵作業檢核	三維水利圖徵作業檢核	水域區塊繪製成果檢查(範圍、屬性、高程、接邊合理性)	全數檢查	表 3
		溢堤線、海陸線、海堤線繪製成果檢查	1. 位相檢查 2. 節點數化取樣檢查	全數檢查	表 4
		圖徵接邊一致性檢查	1. 接邊處屬性欄位檢查 2. 接邊處節點三維坐標檢查 3. 接邊處物件一致性檢查	全數檢查	表 5
		外業幾何精度檢查	檢核點位高程差之 RMSE 須小於 30 公分	5%圖幅數	表 6
		屬性欄位之內容檢查	三維水利圖徵屬性欄位內容檢查	全數檢查	表 7

項次	工作流程	檢核內容	檢核重點項目	抽驗數量	附錄一
3	產製水利數值地形模型作業檢核	一致性檢查	水利數值地形模型與三維水利圖徵一致性	全數檢查	表 8
		格式、檔名、範圍及接邊檢查	通過內政部查核程式標準	全數檢查	表 9

4.2 檢核方式及處理原則

針對前述各階段流程設立之檢核點，本公司以人工搭配自行開發程式，快速且有效的進行品質檢核，各項作業檢核方式分述如下，檢核結果表單詳附錄一。

4.2.1 點雲分類檢核

一、點雲格式、數量及範圍檢查

使用本公司自行開發程式自動化之方式全數檢查各圖幅點雲，程式介面如圖 4.2-1 所示，檢核若發現錯誤即修正點雲格式使其一致，自我檢核結果表單如附錄一表 1 所示，檢核項目如下：

- (一) 是否為 LAS1.2 格式？
- (二) 點雲分類是否僅分為 4 類？
- (三) 點雲數量分類前、分類後是否一致？
- (四) 點雲涵蓋是否滿 1/5000 圖幅並外擴 100 公尺？



圖 4.2-1 點雲格式檢查程式介面

二、點雲分類成果檢查

以人工搭配自我開發程式介面，利用點雲剖面、陰影圖及渲染圖等資料套疊後檢核，全數檢核各圖幅點雲分類成果，檢核若發現錯誤即修正點雲至正確分類，自我檢核結果表單如附錄一表 2 所示，主要檢查項目為：

- (一) 大於 3 公尺之溝渠兩側立面之光達掃瞄點，應正確分類至地面點圖層。
- (二) 各式水利設施(主要為堤防、護欄等)，應補正分類至地面點。
- (三) 取得資料若錯誤分類影響後續 HyDEM 網格內插及高精度三維水利圖徵之繪製時，應予以補正。

4.2.2 三維水利圖徵檢核

三維水利圖徵作業檢核分為三大項，分別為「水域區塊成果檢查」、「溢堤線、海陸線、海堤線成果檢查」與「屬性欄位內容檢查」。

一、 水域區塊繪製成果檢查

針對三維水利圖徵中的水域區塊繪製成果檢查，以人工檢核方式配合點雲分類之地面點與水體點，全數檢核其繪製範圍之合理性及屬性表內容、高程數值等是否合理正確，檢核若發現錯誤即修正水域區塊圖徵，自我檢核結果表單如附錄一表 3 所示，主要檢查項目包括：

- (一) 範圍合理性檢查
 1. 水域區塊為定義靜止之水域面，不包含流動水域面，無明顯蓄水功能之水域均須移除。
 2. 溢堤線定義之河流、渠道範圍內，不應有水域區塊。
- (二) 水域區塊高程合理性檢查
 1. 水域區塊屬性欄位高程值，其高程數值應合理且與各物件範圍內光達點雲高程統計值一致。
 2. 水域區塊屬性表所賦予之數值及欄位設定是否合理正確。
 3. 測製完成之水域區塊，區塊內相應圖層點雲進行統計，並將統計結果與區塊屬性表數值比對是否一致。

二、 溢堤線、海陸線、海堤線繪製成果檢查

三維水利圖徵之溢堤線、海陸線、海堤線成果，以程式自動化

110 年度水利數值資料測製工作

檢核方式進行逐幅檢查，檢核若發現溢堤線、海陸線、海堤線等圖徵重複或重疊地方即修正圖徵，自我檢核結果表單如附錄一表 4 所示，主要檢查項目包括：

(一) 位相檢查

利用 ArcMap 之各類位相關係法則(Topology Rules)進行檢核，如圖 4.2-2 所示，建立位相關係法則如表 4.2-1 所示，主要檢查項目為：

1. 所有三維水利圖徵物件互不重疊。
2. 所有三維水利圖徵不重複。
3. 線段不得有自我交叉之情況。
4. 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。
5. 水域區塊須為閉合面狀物件，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)。

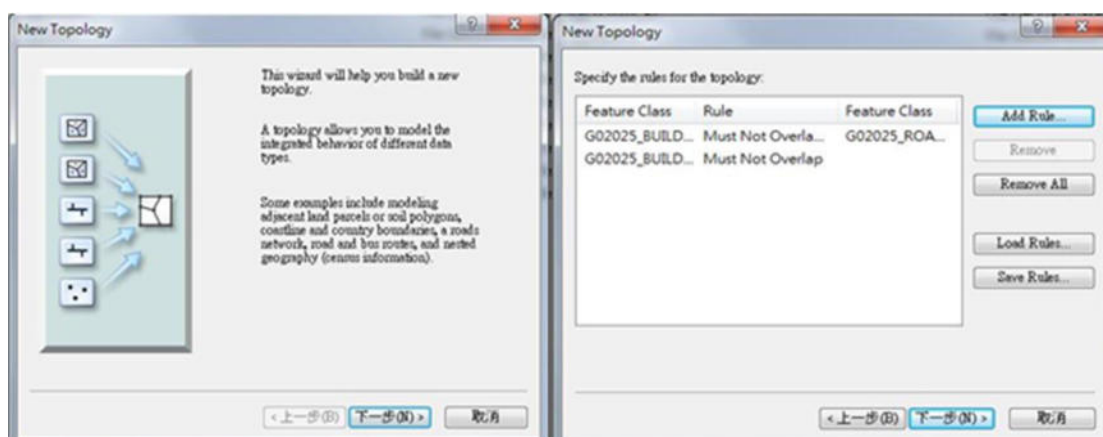






圖 4.2-2 位相關係法則檢核介面

表 4.2-1 位相關係檢核項目表單

	檢查項目	圖示	檢核說明
1	面圖元重疊(面 overlap 面)		檢查面圖元是否有部分重疊(但邊線處相接視為合理)。
2	面圖元重複(面 equal 面)		檢查面是否完全重疊(即面圖元之各節點坐標皆相同)。

110 年度水利數值資料測製工作

3	線部分重疊		檢查二線段間是否有部分完全重疊(此狀況通常起因於重複數化)。
4	線與面圖元重疊		檢查線圖元是否自我重疊。
5	線相交且未斷線 (線 cross 線)		若一線段與另一線段相交(例如十字路口)，其相交點應中斷為節點。
6	閉合面狀物件		封閉面/線，頭尾坐標須一致

(二) 節點數化取樣檢查

1. 溢堤線連續兩節點之點距不大於 200 公尺且高程變化量不大於 50 公分。
2. 溢堤線河道兩側線段依流域分析應合理理由上游至下游緩慢下降。
3. 同一區域兩側之溢堤線高度不可有突然高起或落下之異常節點，連續節點之坡度百分比應小於 100%，如圖 4.2-3 所示。

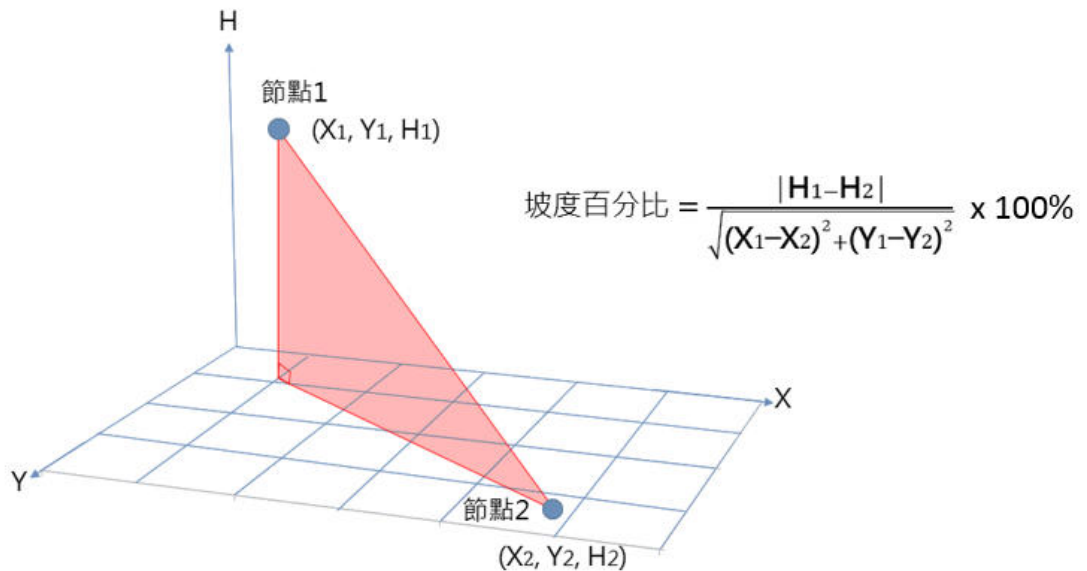


圖 4.2-3 坡度百分比計算方式

三、圖徵接邊一致性檢查

以程式自動化檢核方式進行逐幅檢查，自我檢核結果表單如附錄一表 5 所示，自我檢核程式介面如圖 4.2-4 所示，檢核之錯誤態樣如圖 4.2-5 所示，主要檢核項目如下：

110 年度水利數值資料測製工作

(一)接邊處屬性欄位檢查

萃取圖幅接邊之物件，相鄰兩圖幅之物件屬性欄位值於兩個相鄰檔案中須一致。

(二)接邊處節點三維坐標檢查

萃取圖幅接邊之物件，相鄰兩圖幅之物件節點三維坐標於兩個相鄰檔案中須一致。

(三)接邊物件一致性檢查

接邊圖幅之物件物件須一致，不得多繪或漏繪。

案名 水利數值地形資料測製工作採購案 檢核日期 2020-01-04

SHP圖幅資料夾 Add 抓取邊界物件 RUN

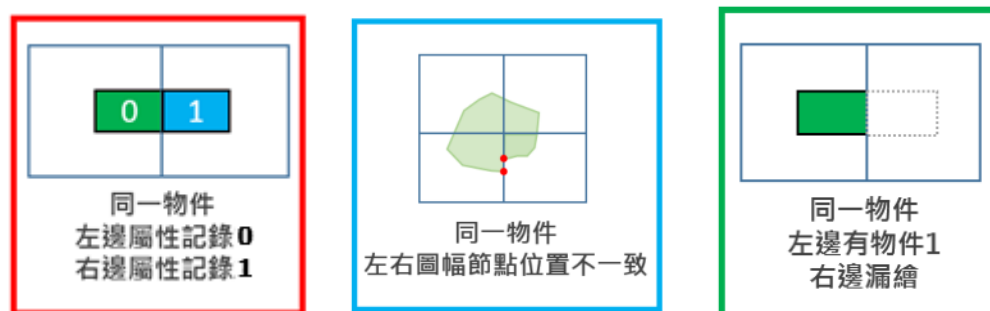
檢核圖幅報表

物件編號	圖幅1	圖幅2	圖幅3	圖幅4	屬性	節點坐標	物件數
1	96232011	96232012	-	-	PASS	PASS	PASS
2	96232011	96232012	-	-	PASS	PASS	PASS
3	96232011	96232012	-	-	PASS	PASS	NG(1,0)
4	96232011	96232012	-	-	NG(0,1)	PASS	PASS
5	96232011	96232012	96232021	96232022	PASS	NG(point1,point3)	PASS

檢核項目 報表OUTPUT D:\0000TEST\1

相鄰兩圖屬性一致 100% 相鄰兩圖節點坐標一致 100% 向量物件一致 100%

圖 4.2-4 向量圖徵接邊檢核程式



(A)向量屬性不一致 (B)節點坐標不一致 (C)物件數量不一致

圖 4.2-5 向量圖徵檢核之錯誤態樣

4.2.3 三維水利圖徵屬性欄位內容檢查

三維水利圖徵屬性欄位須紀錄之內容如表 4.2-2 所示，應逐一檢查其內容紀錄是否合理且正確。

表 4.2-2 三維水利圖徵屬性欄位內容

欄位名稱	欄位名稱 (中文)	欄位 型態	長 度	內容說明	三維水利圖徵				
					建 物 區 塊	溢 堤 線	水 域 區 塊	海 陸 線	海 堤 線
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	○	○	○	○	
BUILD_ID	建物編號	文字	16	引用三維建物模型成果之編號	○				
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	○				
BUILD_TYPE	建物種類	數字	2	0：水流阻擋建物 1：水流通透建物	○				
Height_W	水面高程	數字	10.2	水域區塊內之 DEM 高程			○		
Height_FW	滿水位高程	數字	10.2	水域區塊滿水位時之高程			○		
CoordSYS	坐標系統	文字	12		○	○	○	○	○
OBJECTID	唯一識別碼	數字							○

110 年度水利數值資料測製工作

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								○
Length	長度	數字		單位：公尺						○

4.2.4 水利數值地形模型作業檢核

一、水利數值地形模型與三維水利圖徵一致性檢查

由作業人員逐幅檢查，確認溢堤線、海陸線及海堤線與 HyDEM 網格資料模型中之高程呈現，於模型上不得有明顯洪患溢流破口之情況，即三維水利圖徵線型與網格高程須合理貼合一致，如圖 4.2-6 錯誤！找不到參照來源。所示，自我檢核表單如附錄一表 8 所示。

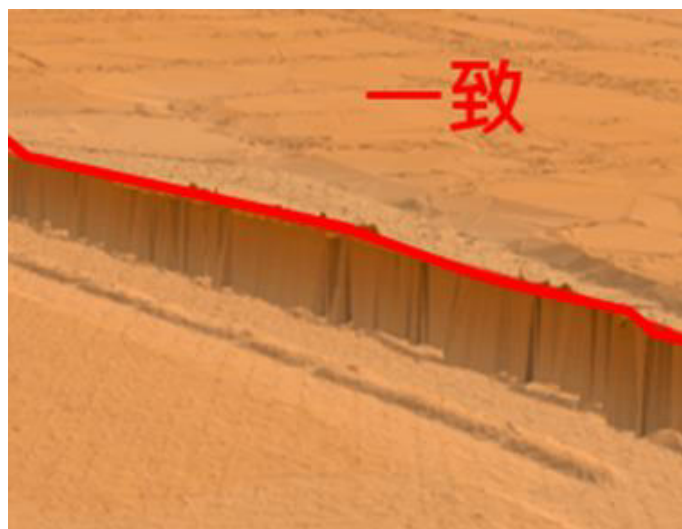


圖 4.2-6 網格成果與特徵線段一致

110 年度水利數值資料測製工作

二、格式、檔名、範圍及接邊檢查

水利數值地形模型格式、檔名、範圍，依內政部 GRD 格式規範檢核，如圖 4.2-7 所示，接邊檢查由本公司自主開發程式檢核，如圖 4.2-8、4.2-9 所示，自我檢核表單如附錄一表 9 所示。

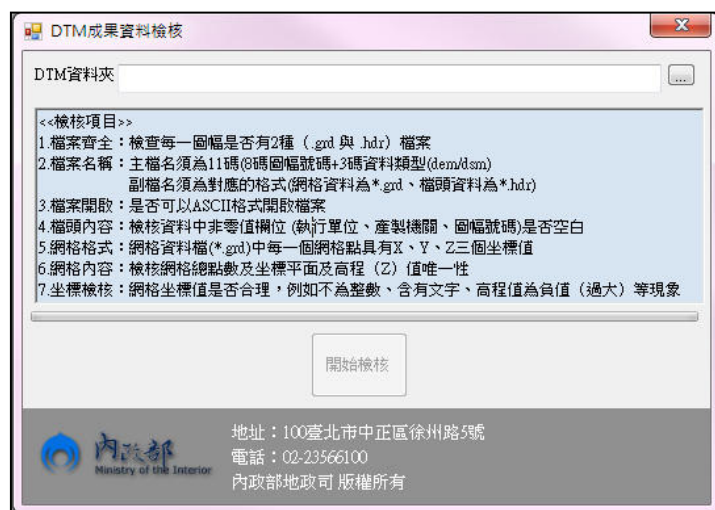


圖 4.2-7 內政部 GRD 格式規範檢核程式

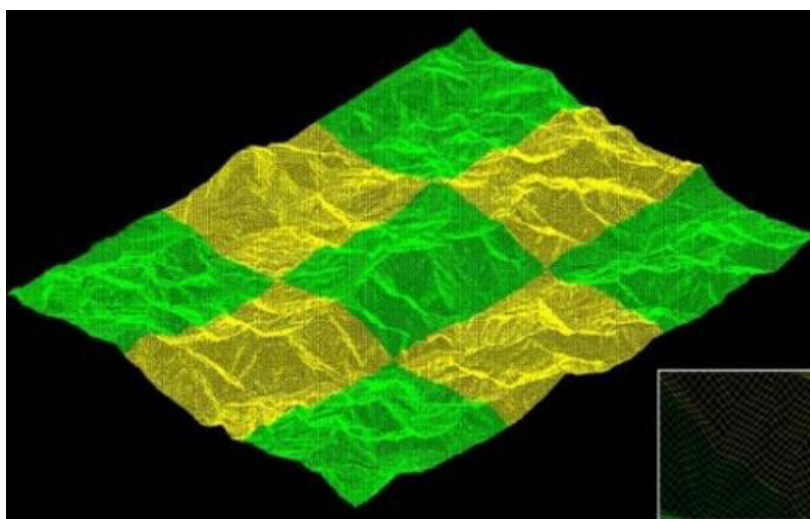


圖 4.2-8 成果接邊檢查示意圖

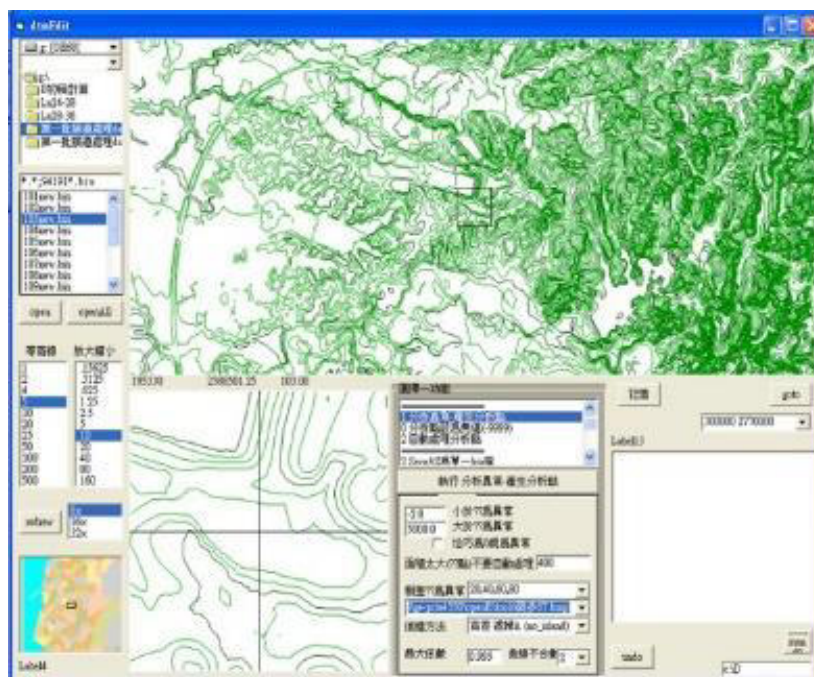


圖 4.2-9 DEM 自我檢核工具

4.2.5 外業幾何精度檢查

依契約書規定應針對三維水利圖徵繪製成果檢查(主要為驗證溢堤線精度)，以外業實測方式檢查其高程精度。抽樣數量：5%圖幅。檢查內容及方法說明如下：

1. 針對抽樣圖幅，每幅抽樣 2 處，每處量測相應之三維水利圖徵實測點至少 5 點(含)，實測點位應盡量可連線成合理之溢堤線，即每幅至少抽 10 點(含)。
2. 如因現地施測不易則可不受限第 1 點規定，檢核點位可集中於 1 處或分散多處施測，每處至少 2 點可連成合理線段進行內業比對，惟總抽樣點數仍應滿足至少「5%圖幅×10 點(含)」之規定。
3. 點位施測前應確認其地貌現況與原始取得之空載光達模型無明顯變異，如地貌已明顯變異，則應另覓合適之檢核點位。
4. 實測點位 A 於三維水利圖徵之垂足點 A'，視為相應之待檢核點位，待檢核點位 A'之高程值由溢堤線相鄰兩節點 N01、

N02 高程內插取得，如圖 4.2-10 所示。

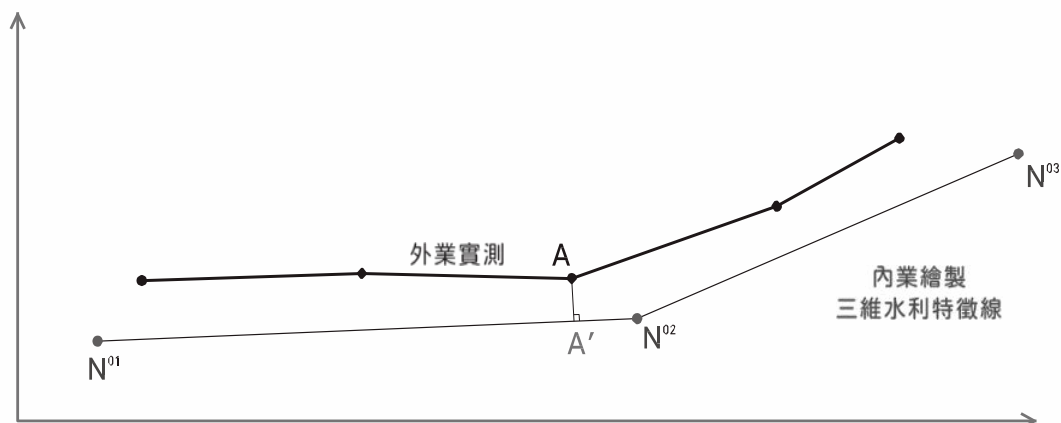


圖 4.2-10 特徵線繪製成果外業實測檢查比對示意

本公司依前述規定針對有溢堤線之三維水利圖徵圖幅抽樣 5% 圖幅，進行外業實地測量檢核，以 e-GNSS 實測溢堤線點位(如圖 4.2-11)，每幅抽樣 2 處，每處量測相應之三維水利圖徵實測點至少 5 點，實測點位應盡量可連線成合理之溢堤線。並於點位抽樣前確認其地貌現況與原始取得之空載光達模型無明顯變異，如地貌已明顯變異，則另覓合適之檢核點位。



圖 4.2-11 e-GNSS 檢核溢堤線

實測點位 P 於三維水利圖徵之垂足點 P'，視為相應之待檢核點位，P' 之高程值由溢堤線相鄰兩節點 N2、N3 高程內插取得，如圖 4.2-12 所示，依契約規定統計所有檢核點位高程差值之 RMSE 須小於 30 公分。本計畫分別於第 2 階段(110.06.07)及第 3 階段

110 年度水利數值資料測製工作

(110.10.12)各辦理一次實測檢核，抽驗圖幅第 2 階段 4 幅；第 3 階段 5 幅，檢核結果 RMSE 均小於 30 公分，詳表 4.2-3，檢核點位分布如圖 4.2-13、4.2-14 自我檢核表單如附錄一表 6 所示。

另國土測繪中心亦分別於 110.08.18 及 110.08.19 二日辦理第 2 階段成果現地驗收，以及 110.12.13 及 110.12.14 二日辦理第 3 階段成果現地驗收，驗收結果 RMSE 均小於 30 公分，詳表 4.2-4。

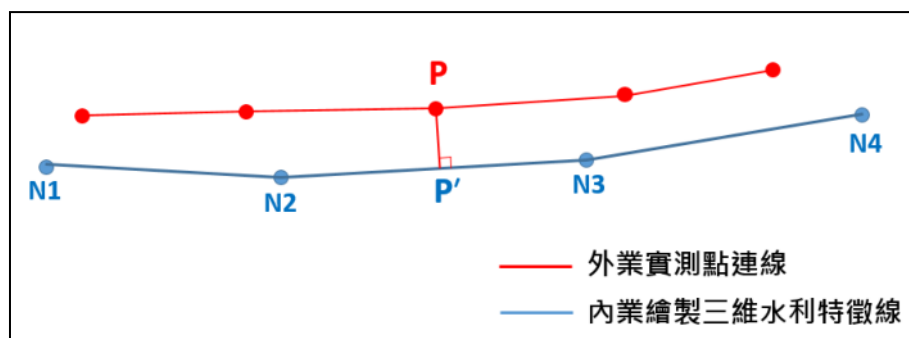


圖 4.2-12 特徵線繪製成果自我實測檢查比對示意

表 4.2-3 外業實測精度檢核表(自我檢核)

階段	圖號	檢核點數	RMSE (cm)
第 2 階段(自檢)	94191034	10	18.4
	94191015	10	18.7
	94191027	10	15.6
	94191085	10	12.5
第 3 階段(自檢)	94194018	12	14.1
	94194070	12	3.9
	94191062	12	7.0
	94192052	10	19.5
	94192082	11	21.8

表 4.2-4 外業實測精度驗收表(國土測繪中心驗收)

階段	圖號	檢核點數	RMSE (cm)
第 2 階段 (國土測繪中心)	94191058	36	13.5
	94191055		
	94191034		
	94191027		
	94191016		
	94191015		
第 3 階段 (國土測繪中心)	94194017	45	14
	94194018		
	94194027		
	94194076		
	94194077		
	94192082		
	94192083		
	94192052		



圖 4.2-13 第 2 階段成果自檢抽驗點位分布圖

110 年度水利數值資料測製工作

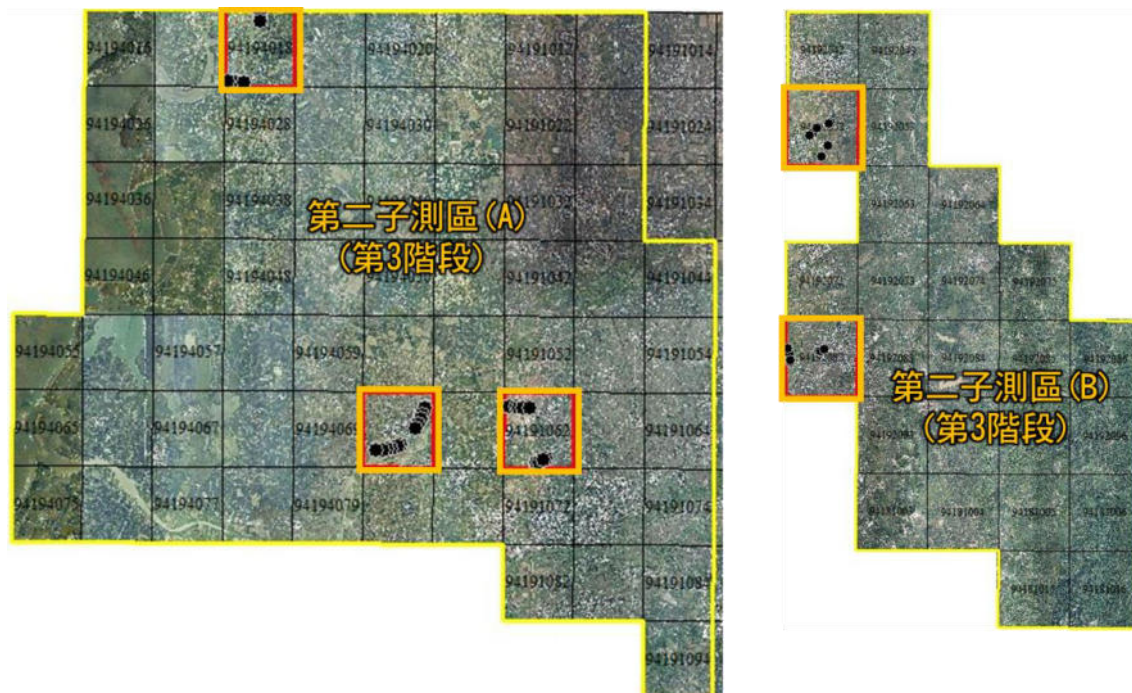


圖 4.2-14 第 3 階段成果自檢抽驗點位分布圖

4.3 成果送審與修正情形

本案各階段成果均須分批提送監審單位辦理審查，完成之水利數值地形模型成果亦須由國土測繪中心辦理外業抽驗檢核，並依據審查意見辦理修正。各批送審時間及修正情形如表 4.3-1。

表 4.3-1 三維水利圖徵成果送審情形

本公司 提送時間	內容(數量)	監審單位審查意見	本公司修正情形
110.04.09	第 2 階段測圖範圍 (1 幅)	點雲分類錯誤 溢堤線未貼合於地形	依審查意見修正
110.04.13	第 2 階段測圖範圍 (1 幅)	溢堤線未貼合於地形	依審查意見修正
110.04.28	第 2 階段測圖範圍 (2 幅)	溢堤線未貼合於地形 溝渠位置錯誤	依審查意見修正
110.05.07	第 2 階段測圖範圍 (4 幅)	溢堤線未貼合於地形 補充岸邊地面點	依審查意見修正
110.05.17	第 2 階段測圖範圍 (5 幅)	溢堤線未貼合於地形 缺漏水域區塊	依審查意見修正
110.05.27	第 2 階段測圖範圍 (5 幅)	線段突低 接邊不一致	依審查意見修正

110 年度水利數值資料測製工作

本公司 提送時間	內容(數量)	監審單位審查意見	本公司修正情形
110.06.09	第 2 階段測圖範圍 (19 幅)	溢堤線未貼合於地形 線段陷入地形	依審查意見修正
110.06.18	第 2 階段測圖範圍 (12 幅)	溢堤線未貼合於地形	依審查意見修正
110.07.02	第 2 階段測圖範圍 (15 幅)	溢堤線未貼合於地形 接邊不一致	依審查意見修正
110.07.05	第 2 階段測圖範圍 (3 幅)	溢堤線未貼合於地形 補充岸邊地面點	依審查意見修正
110.08.27	第 3 階段測圖範圍 (10 幅)	點雲分類錯誤 溢堤線未貼合於地形	依審查意見修正
110.08.31	第 3 階段測圖範圍 (14 幅)	溢堤線未貼合於地形 線段陷入地形	依審查意見修正
110.09.10	第 3 階段測圖範圍 (5 幅)	溢堤線未貼合於地形 線段陷入地形	依審查意見修正
110.09.23	第 3 階段測圖範圍 (18 幅)	溢堤線未貼合於地形 缺漏水域區塊	依審查意見修正
110.10.08	第 3 階段測圖範圍 (20 幅)	溢堤線未貼合於地形 接邊不一致	依審查意見修正
110.10.21	第 3 階段測圖範圍 (14 幅)	溢堤線未貼合於地形 接邊不一致	依審查意見修正
110.10.29	第 3 階段測圖範圍 (11 幅)	溢堤線未貼合於地形	依審查意見修正

第五章 成本分析

5.1 成果統計

本案作業期間完成圖幅共計 159 幅，圖幅範圍分布如圖 5.1-1，完成各項成果如表 5.1-1。

表 5.1-1 本案完成各項成果統計表

項次	作業項目	作業成果
1	作業計畫	初稿 10 份及電子檔 3 份。 修訂後紙本 5 份及電子檔 3 份(包含 WORD 檔及 PDF 檔)。
2	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，計 159 幅
3	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。計 159 幅。
4	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)，計 159 幅。
5	工作總報告	工作總報告(初稿)10 份及電子檔 3 份。 修正後工作總報告 8 份及電子檔 3 份。
6	成果檔案	第 2、3 階段成果交付 USB 外接式硬碟 2 份。 第 1、4 階段成果光碟片 3 份。

110 年度水利數值資料測製工作

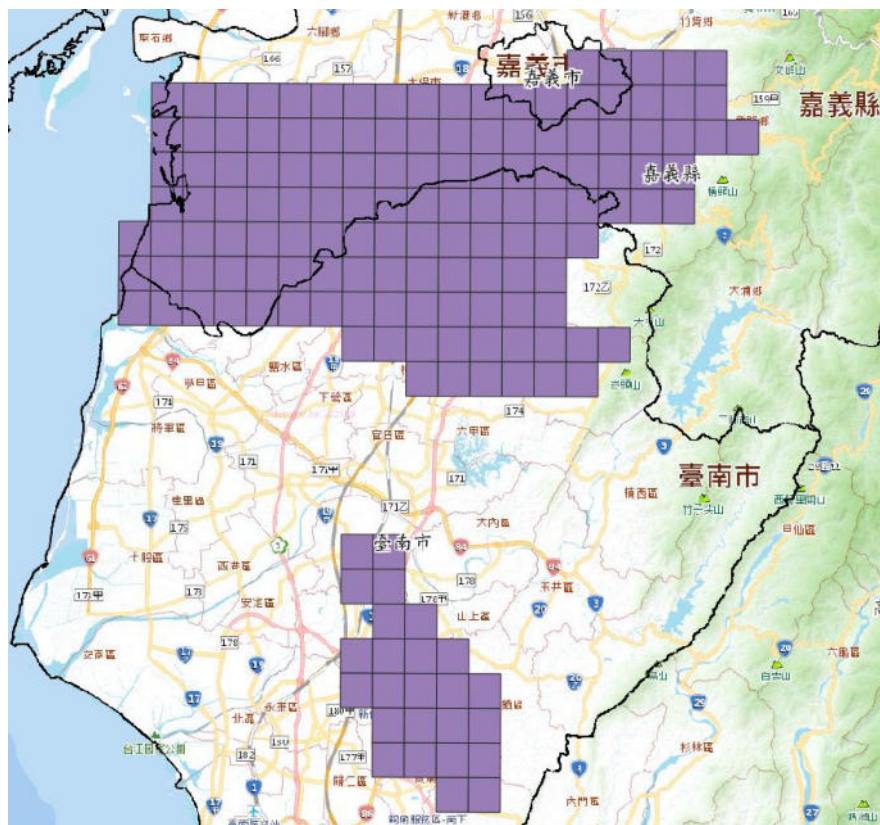


圖 5.1-1 完成圖幅範圍分布圖

5.2 作業人員性別平等資訊統計

本公司一向恪遵政府法令，作業過程當中落實性別平等，且本案測繪作業中多項作業內容尚以女性作業人員為工作主力，執行期間實際投入作業人員共計 16 員，男女性別比例如表 5.2-1。

表 5.2-1 本案作業人員男女統計

項次	作業項目	男:女
1	計畫管理與督導	1 : 1
2	點雲處理及分類	2 : 2
3	水利圖徵測繪	2 : 5
4	資料編修及成果轉置	1 : 2

5.3 成本分析

本案執行期間依實際投入作業人力、時間及設備等各項成本，

110 年度水利數值資料測製工作

依照各工作項目分析列表如表 5.3-1。

表 5.3-1 本案各項作業成本統計表

項目		單位	數量	單價(元)	總價(元)
一	水利數值地形資料測製作業	159 幅			
1	資料蒐集圖資整理	人月	3	\$75,000	\$225,000
2	產製水利數值地形分類點雲	人月	14	\$75,000	\$1,050,000
3	建置三維水利圖徵 (建物區塊、溢堤線、水域線、海岸線、海堤線)	人月	36	\$75,000	\$2,700,000
4	製作水利數值地形模型 (含圖幅接邊處理)	人月	8	\$75,000	\$600,000
5	產製延伸格式 (包括：內政部 XYZ 格式、LAS 格式、IMG 格式、GeoTIFF 格式)	人月	3	\$75,000	\$225,000
二	各項報告書、工作總報告等	人月	2	\$75,000	\$150,000
三	外業測量檢核	式	1	\$320,000	\$320,000
實際成本合計			\$5,270,000		

本計畫作業重點在於點雲分類與建置三維水利圖徵，點雲分類是否確實將影像後續作業是否順利進行與作業成果之正確性，於作業過程中亦須反覆檢核檢討點雲分類正確與否，以避免測繪錯誤；而建置水利圖徵則須於模型中由各個視覺角度檢視判斷水利設施正確位置及高度，必要時亦必須藉由正射影像或其他圖資(如臺灣通用電子地圖、水利署相關圖資等)以輔助判釋，故作業較程序較為繁瑣複雜，其所耗費人力及時程較多，故本計畫花費成本在於建置水利圖徵(約佔 51%)，其次為點雲分類(約佔 20%)，成本分析佔比如圖 5.3-1。

110 年度水利數值資料測製工作

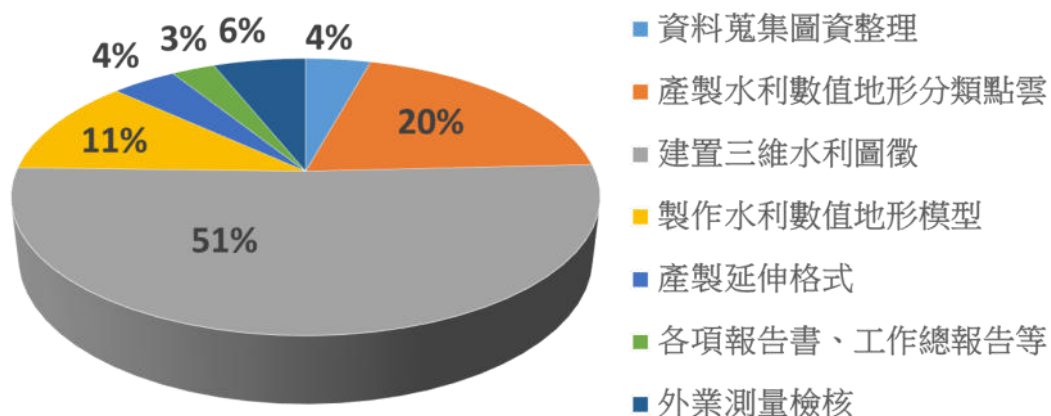


圖 5.3-1 成本分析佔比圖

第六章 檢討與建議

本公司辦理「110 年度水利數值地形資料測製工作」第 1 作業區，作業範圍主要包括部分嘉義市、部分嘉義縣及部分臺南市，主要含括新港沿海、朴子溪、布袋沿海、八掌溪、急水溪、鹽水溪等流域，主要工作項目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)，共計完成 159 幅圖。契約期程應於 110 年 12 月 10 日止完成全部工作，惟作業期間分別受「台電匯流排事故」、「新冠肺炎疫情三級警戒」及「璨樹颱風」等事件影響作業進展，本公司基於前述原因提出工期展延申請，因此特別感謝國土測繪中心給予核定展延工期 36.5 日曆天，使本案得以在疫情人力受限情況下於展延期限內順利完成。

本公司團隊雖為今(110)年首次承辦本項計畫，但本公司藉由過去實作相關計畫經驗，結合各項參考資訊與各方資料蒐集，研擬以最快速、有效率的方式建立標準作業流程(SOP)，於作業過程對於監審單位審查意見均審慎面對，如溢堤線的判斷及繪製、溢堤線未貼合於地形、鄰幅接邊等作業缺失，均會與監審單位討論缺失原因，經多次修正不斷改善精進，務必確認達到符合規範要求。尤其是在疫情期間原本進度落後的情況，於疫情降為二級後，本公司團隊即全力投入人力加班趕工，最終能提前於展延期限前完成全部工作，如期如質完成任務。因此特別感謝國土測繪中心及監審單位，在執行過程中給予協助，並針對各項疑義問題討論與解決，使圖資內容更正確完善，符合圖資使用者的期待。

由於本計畫由 4 家廠商分區承作，作業成果除須能滿足細緻化淹水模擬應用需求，各家廠商作業成果亦須有一致性要求，故作業過程透過監審單位嚴格控管機制，各家成果相互關聯影響下，仍有相當多的困難與挑戰。本公司即針對本案執行過程及結果提出以下幾點檢討與建議提供未來作業參考。

6.1 作業檢討

一、於自然地形處繪製溢堤線時應適度參照等高線

繪製溢堤線時應以人工之水利構造物為主，而在河道兩岸為自然地形之處，應以等高線緩降方式由上游往下游繪製。本案初期繪製自然地形之溢堤線時，常過度在意地形特徵而忽略高程之合理性，後依監審單位建議調整繪製方法，應自上游依等高線緩降繪製溢堤線，改善溢堤線前後高程不合理及過度陡降陡升之情形。

二、溝渠立面點

在某些溝渠處，於點雲模型上有明顯之地形特徵，但實際上該地形特徵並非為溝渠之立面，造成溢堤線繪製的位置錯誤。因此作業時必須仔細比對正射與點雲模型，並參照街景圖確認該處是否有溝渠立面，將溝渠之立面點正確分類，並使溢堤線與正射之位置能夠正確對應。

三、溢堤線圖幅接邊應確保一致

監審單位對於溢堤線之審查意見常見的錯誤為圖幅接邊未一致，因過去內部分配人員為繪製單一圖幅，接著鄰近圖幅繪製。經監審單位建議，繪製方式應修正成將全測區合併後統一切幅處理繳交，既可避免圖幅交接處節點或高程不一致情形。

6.2 建議事項

一、1/1000 地形圖正射影像輔助水工設施判釋

本案於水工設施溢堤線繪製時，對於堤線不明確地區，常須參照正射影像進行判釋，若影像解析不足將會造成誤判的情況，影響作業成果品質，對於都會區若能提供 1/1000 地形圖正射影像輔助水工設施判釋，則將更能提升本案成果之正確性。

二、河床資訊應用，提升使用效益

本公司於本計畫試辦以河川大斷面資料補充河床資訊產製 HyDEM，確實可提升河床下之 DEM 細緻度，對於河道斷面上的高低差異情況可清楚掌握，未來若可定期收集最新的河道斷面資訊辦理建置更新，應可擴大本案作業成果應用領域，對於相關工程水理分析應用需求，可於工程規劃初期即可快速提供初步的資訊，以有效提升作業時效。對於橋梁墩柱資訊亦建議可協調橋梁管轄機關取得設計或竣工資料，使 HyDEM 資料更詳實細緻，透過資料互惠互補創造多贏局面。

感謝內政部國土測繪中心提供本次作業機會，本公司秉持者以往誠信至上、謙卑學習、熱忱服務的精神，從一開始的進度落後到後來進度超前，甚至提前於展延期限前提前完成任務，並獲監審單位審查通過，在此對於國土測繪中心及成大監審單位的努力協助，

110 年度水利數值資料測製工作

本公司致上最深謝意。希望對於本公司作業過程中對於自身的作業檢討及改善建議可提供後續作業參考，期能提升本計畫成果品質，發揮最大使用效益。