

**112 年及 113 年水利數值地形資料測製工作
(第 4 作業區)**

**2023 and 2024 Government Procurement
for Mapping Hydraulic Topography
Dataset
4th Work Zone**

112 年度工作總報告
2023 Final Report



標案案號：NLSC—112—4

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：詮華國土測繪有限公司

中華民國 112 年 12 月 25 日

專業技師簽證報告

工 程 專 業 技 師 簽 證 報 告		
一	案 名	名 稱：112 年及 113 年水利數值地形資料測製工作採購案(第 4 作業區) 案 號：NLSC-112-4
二	簽 證 技 師	姓 名：鄭鈺雯 科 別：測量科 執業執照字號：技執字第 007743 號
三	簽 證 法 令 依 據	公共工程專業技師簽證規則
四	委 託 者	名 稱：內政部國土測繪中心 地 址：40873 臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓 電 話：(04) 2252-2966
五	委 託 事 項	委託辦理數值地形模型測製 委託日期：112 年 02 月 13 日
六	受 委 託 廠 商	名 稱：詮華國土測繪有限公司 地 址：22175 新北市汐止區新台五路一段 159 號 5F 電 話：(02) 2643-9699 傳 真：(02) 2643-9599
七	簽 證 說 明	簽證範圍：本案相關成果 簽證項目： <input type="checkbox"/> 設計 <input type="checkbox"/> 監造 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 簽證內容：本案各階段相關成果 執業圖記： 簽證意見：符合相關規定
八	日 期	中華民國 112 年 12 月 21 日 技師簽署：
備 註	1.本表格如不敷使用，得以附件方式表達。 2.本局自辦零星修繕工程，則免附。	



摘要

隨著淹水模擬分析之需求由區域等級提升至社區等級，藉由數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)搭配三維水利圖徵提供淹水模擬運算，可兼顧計算效率與細緻表達地形資訊之效果，故內政部與經濟部水利署水利規劃試驗所推動產製適合建置水理數值模型之水利數值地形資料，並由內政部國土測繪中心辦理「112年及113年水利數值地形資料測製工作採購案」，總計1086幅水利數值地形資料，分2個年度以及4個作業區辦理，由詮華國土測繪有限公司承攬第4作業區。第4作業區橫跨新北市北海岸、基隆市以及宜蘭縣3個縣市，涵蓋老梅溪、阿里磅溪、員潭溪、瑪鍊溪、田寮河、石碇溪、猴洞坑溪、蘇澳溪、東澳溪、蘭陽溪、雙溪、磺溪、新城溪、淡水河、南澳溪、和平溪、冬山河、金瓜石、坑內溪、梗枋溪、頭城溪、得子口溪、觀音沿海、福德坑溪等25個河川流域等25個河川流域，共計140幅1/5,000圖幅，皆為111年光達資料。本案分為4個階段辦理，主要成果包含水利數值地形分類點雲、三維水利圖徵、水利數值地形模型、河川斷面以及下水道整合五大項，分別由第2階段提送84幅及第3階段提送56幅成果。

水利數值地形分類點雲即針對空載光達案成果之分類點雲進一步分類溝渠立面點及人工水利構造物；三維水利圖徵包含溢堤線、水域區塊、海陸線、海提線、水閘門等5個圖層及1個建物區塊資料表；水利數值地形模型則採用地面點及水面點產製數值地形模型網格資料，再搭配溢堤線拉升高程所得之成果。此外，溢堤線成果亦須藉由外業自我檢核進行驗證，本案第2階段檢核5幅溢堤線(共50點)，絕對高程差值RMSE為11.5公分，相對高程差值RMSE為6.7公分；第3階段檢核3幅溢堤線(共30點)，絕對高程差值RMSE為11.7公分，相對高程差值RMSE為12.8公分，皆符合作業規範。

水利數值地形資料提供高精度之網格成果讓淹水模擬之使用者應用，並搭配水利相關三維圖徵，使用者可依不同之淹水模式選用所需之資料，除使資料之應用更為多元且更具彈性外，亦可藉由細緻之資料提升淹水模擬之成果。

關鍵字：水利數值地形分類點雲、三維水利圖徵、數值高程模型、水利數值地形模型

Abstract

As the demand for inundation simulation expands from the regional level to the community level, combining Digital Elevation Model (DEM) with 3D hydraulic features which represent detailed terrain sources provide an effective computational performance framework for inundation simulation. Therefore, Ministry of the Interior (MOI) and Water Resources Planning Institutes (WRPI) of Ministry of Economic Affairs (MOEA) began to promote Hydraulic Digital Elevation Model (HyDEM) suitable for Hydraulic models. The “Mapping for Hydraulic Topography Dataset in 2023&2024” project organized by National Land Surveying and Mapping Center (NLSC) of MOI divided the target area into 4 working zones, including 1,086 of scale 1:5,000 frames of HTD. RealWorld Surveying and Geomatics Corp. (RealWorld Company) implemented the 4th work zone which crossing New Taipei City, Keelung city and Yilan county. The project is divided into 4 phases and major outcome includes HyDEM LAS, 3D hydraulic features, HyDEM and merge underwater terrain and HyDEM. In which 84 and 56 of scale 1:5,000 frames of HTD are delivered in phase 2 and phase 3 respectively.

HyDEM LAS is a classification point cloud based on the DEM LAS to further classify hydraulic structures. 3D Hydraulic feature includes 5 layers including bank, water body, boundary, seadike, gate, etc., and a building table. HyDEM is constructed by the ground points and water points of HyDEM LAS and the bank of 3D hydraulic feature. The results of banks also need to be verified by field work. 50 points of phase 2 and 30 points of phase 3 are checked, and root mean square error (RMSE) of total points of difference of height are 10.8cm and 11.6cm respectively.

HTD provides a higher accuracy data for inundation simulation. Users can choose appropriate data according to their own inundation simulation model. In addition to the application of data more diversified and flexible, detailed data can also be used to enhance the results of inundation simulation.

Keywords : HyDEM LAS, 3D Hydraulic Feature, Digital Elevation Model, DEM, Hydraulic Digital Elevation Model, HyDEM



目錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VIII
第一章、前言.....	1
1.1 背景說明.....	1
1.2 作業範圍與特性分析.....	2
1.3 各階段作業範圍規劃.....	5
1.4 應交付成果項目及繳交期限.....	6
第二章、執行方法及成果.....	10
2.1 前期資料蒐集與預處理.....	11
2.2 編修人員考核.....	13
2.3 產製水利數值地形分類點雲(HyDEM LAS).....	13
2.4 建置三維水利圖徵.....	16
2.5 製作水利數值地形模型(HyDEM).....	31
2.6 河川斷面測量與水利數值地形模型網格整合.....	34
2.7 下水道資料與水利數值地形模型整合.....	41
2.8 外業自我檢核.....	47
第三章、自我檢核方式及處理原則.....	49
3.1 自我品質檢核.....	49
3.2 作業環境與資料管制.....	61
第四章、成本分析.....	63
第五章、檢討與建議.....	65
5.1 建議.....	66



附件一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形

附件二、函文紀錄表

附件三、自主檢查表

附件四、性別平等資訊

附件五、外業自我驗收紀錄表

附件六、審查意見回覆表



圖目錄

圖 1-1、112年第4作業區測製範圍.....	2
圖 1-2、112年度第4作業區河川斷面整合位置.....	3
圖 1-3、112年度第4作業區下水道資料整合作業範圍.....	4
圖 1-4、子測區分布圖.....	5
圖 2-1、水利數值地形資料集測製流程.....	10
圖 2-2、跨年度資料處理示意圖(水域資料).....	12
圖 2-3、DEM、DSM與HyDEM(含建物區塊)比較.....	14
圖 2-4、HyDEM LAS作業流程圖.....	14
圖 2-5、水道兩側立面點雲細部分類前後比較.....	15
圖 2-6、胸牆點雲細部分類前後比較.....	16
圖 2-7、接邊圖幅地形差異範例.....	16
圖 2-8、三維水利圖徵成果(圖號：97222003).....	17
圖 2-9、三維水利圖徵成果(第2作業區).....	17
圖 2-10、建物區塊(資料表)作業流程.....	18
圖 2-11、建物區塊(資料表)成果(圖號：97222044).....	19
圖 2-12、建物區塊資料使用流程.....	20
圖 2-13、溢堤線繪製原則.....	22
圖 2-14、溢堤線繪製成果(圖號：97222022).....	22
圖 2-15、水域區塊作業流程.....	23
圖 2-16、水域區塊分類成果(圖號：97222003).....	24
圖 2-17、新山水庫建置成果.....	24
圖 2-18、自行開發之水域區塊高程計算程式.....	26
圖 2-19、水域區塊高程計算成果.....	26
圖 2-20、海陸線成果.....	27
圖 2-21、海堤線成果.....	29
圖 2-22、海堤線修正範例.....	29
圖 2-23、水閘門成果範例(圖號：97222012).....	30
圖 2-24、數值地形模型與水利數值地形模型成果比較.....	32

圖 2-25、資料接邊處理及成果.....	32
圖 2-26、112年度第4作業區HyDEM網格單幅成果.....	33
圖 2-27、第2作業區HyDEM成果.....	34
圖 2-28、河川斷面與HyDEM整併流程.....	35
圖 2-29、蘭陽溪調整後展繪成果.....	35
圖 2-30、第4作業區河川斷面整合位置.....	37
圖 2-31、宜蘭河斷面256020_025不進行整合範例(高度不合理).....	37
圖 2-32、冬山河斷面D19不進行整合範例(左右樁有誤).....	38
圖 2-33、美福排水斷面展繪資料.....	38
圖 2-34、第4作業區河川斷面位置HyDEM成果.....	39
圖 2-35、第4作業區河川斷面位置HyDEM-xs成果.....	39
圖 2-36、美福排水及宜蘭河交接處處理原則	40
圖 2-37、97222013及97222014 HyDEM(左圖)及HyDEM-xs(右圖)	41
圖 2-38、下水道資料整合作業.....	43
圖 2-39、外業自我檢核施測.....	47
圖 2-40、自我檢核圖幅.....	48
圖 3-1、編修人員及檢核人員分布圖.....	49
圖 3-2、點雲資料格式及範圍檢查.....	50
圖 3-3、溝渠兩側立面未修正範例.....	51
圖 3-4、胸牆未正確分類範例.....	51
圖 3-5、既有錯誤分類補正範例.....	52
圖 3-6、ArcGIS位相關係檢查示意圖	54
圖 3-7、建物區塊屬性欄位檢查.....	55
圖 3-8、溢堤線繪製合理性檢查.....	56
圖 3-9、溢堤線節點檢查.....	56
圖 3-10、海陸線、海堤線繪製檢查.....	57
圖 3-11、水域區塊類別及高程賦予檢查.....	57
圖 3-12、溢堤線接邊檢查.....	58
圖 3-13、水域區塊接邊點高程一致性檢查	58
圖 3-14、水域區塊接邊屬性一致性檢查.....	59



圖 3-15、檔名、格式及網格間距檢查	59
圖 3-16、HyDEM接邊檢核	60
圖 3-17、網格成果多方向陰影圖檢查	60
圖 3-18、本公司之工作環境.....	61
圖 3-19、機敏作業室管制措施.....	62
圖 3-20、機敏資料使用紀錄.....	62
圖 5-1、人工修正美福排水及宜蘭河段面整合資料	65

表目錄

表 1-1、各階段應交付項目與繳交期限.....	6
表 1-2、第1階段成果提送及審查合格日期文號	7
表 1-3、第2階段成果分批提送丙方審查數量及日期	7
表 1-4、第2階段成果提送及審查合格日期文號	7
表 1-5、第3階段成果分批提送丙方審查數量及日期	8
表 1-6、第3階段成果提送及審查合格日期文號	8
表 1-7、第4階段成果提送及審查合格日期文號	9
表 2-1、既有成果資料於本案之用途.....	11
表 2-2、點雲分類圖層及編碼.....	14
表 2-3、三維水利圖徵圖層代碼.....	16
表 2-4、建物區塊(資料表)屬性欄位.....	18
表 2-5、溢堤線屬性欄位.....	21
表 2-6、水域區塊屬性欄位.....	23
表 2-7、第4作業區水庫高度.....	25
表 2-8、水域區塊高程說明.....	25
表 2-9、海陸線屬性欄位.....	27
表 2-10、海堤線屬性欄位.....	28
表 2-11、水閘門屬性欄位.....	30
表 2-12、河川斷面統計.....	36
表 2-13、下水道與HyDEM 整合成果記錄檔欄位屬性內容.....	42
表 2-14、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別A、B)	44
表 2-15、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別C、D、E、F).....	45
表 2-16、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別H、I、X).....	46
表 3-1、三維水利圖徵圖層屬性欄位正確性檢查	53
表 4-1、成本分析表.....	63
表 5-1、下水道人孔調查及維護紀錄表.....	66

第一章、前言

1.1 背景說明

數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM，包括Digital Elevation Model, DEM及Digital Surface Model, DSM)為各項重大建設的基礎，提供落實智慧國土相關工作所需之重要資料。因應國土管理與決策，防淹防汛的淹水模擬分析逐漸由區域等級提升至即時的社區等級需求，以DTM網格搭配三維水利圖徵提供淹水模擬運算，可兼顧計算效率與細緻表達地形資訊之效果，故內政部與經濟部水利署及其水利規劃試驗所(以下簡稱水規所)自107年起合作，整合內政部數值高程模型(DEM)資料產製水利數值地形模型(Hydraulic Digital Elevation Model，簡稱HyDEM)。於108年辦理「108年度水利數值地形資料測製技術發展工作案」，研擬「水利數值地形資料測製及檢核技術指引(草案)」，產製臺南市鹽水溪及三爺溪排水水利數值地形模型(Hydraulic Digital Elevation Model, HyDEM)共計53幅水利數值地形資料。109年內政部依據「水智慧防災計畫(109-113年)」辦理「109年度水利數值地形資料測製與檢核工作案」，產製臺南市將軍溪集水區及港尾溝溪排水集水區之流域周邊，共計100幅水利數值地形資料。110年起則委由內政部國土測繪中心(以下簡稱貴中心)辦理，110年及111年共計完成臺灣西部地區1,270幅水利數值地形資料及291公里之河川斷面與水利數值地形模型整合工作。112年及113年持續辦理「112年及113年水利數值地形資料測製工作採購案」，總計1,086幅水利數值地形資料、154公里之河川斷面整合工作與109,323筆下水道資料與水利數值地形模型整合工作。本報告為112年度第4作業區期末報告，總圖幅數為140幅，河川斷面整合為40公里，下水道整合共23,122筆。

1.2 作業範圍與特性分析

1.2.1 HyDEM整合範圍

112年度本案第4作業區水利數值地形資料辦理地區橫跨新北市北海岸、基隆市以及宜蘭縣，包含老梅溪、阿里磅溪、員潭溪、瑪鍊溪、田寮河、石碇溪、猴洞坑溪、蘇澳溪、東澳溪、蘭陽溪、雙溪、磺溪、新城溪、淡水河、南澳溪、和平溪、冬山河、金瓜石、坑內溪、梗枋溪、頭城溪、得子口溪、觀音沿海、福德坑溪等25個河川流域，共計140幅1/5,000圖幅，光達資料皆為111年度測製，其中11幅與第3作業區接邊，2幅與111年水利數值地形成果接邊，作業範圍內有新山水庫以及羅東攔河堰，作業區範圍詳圖 1-1。

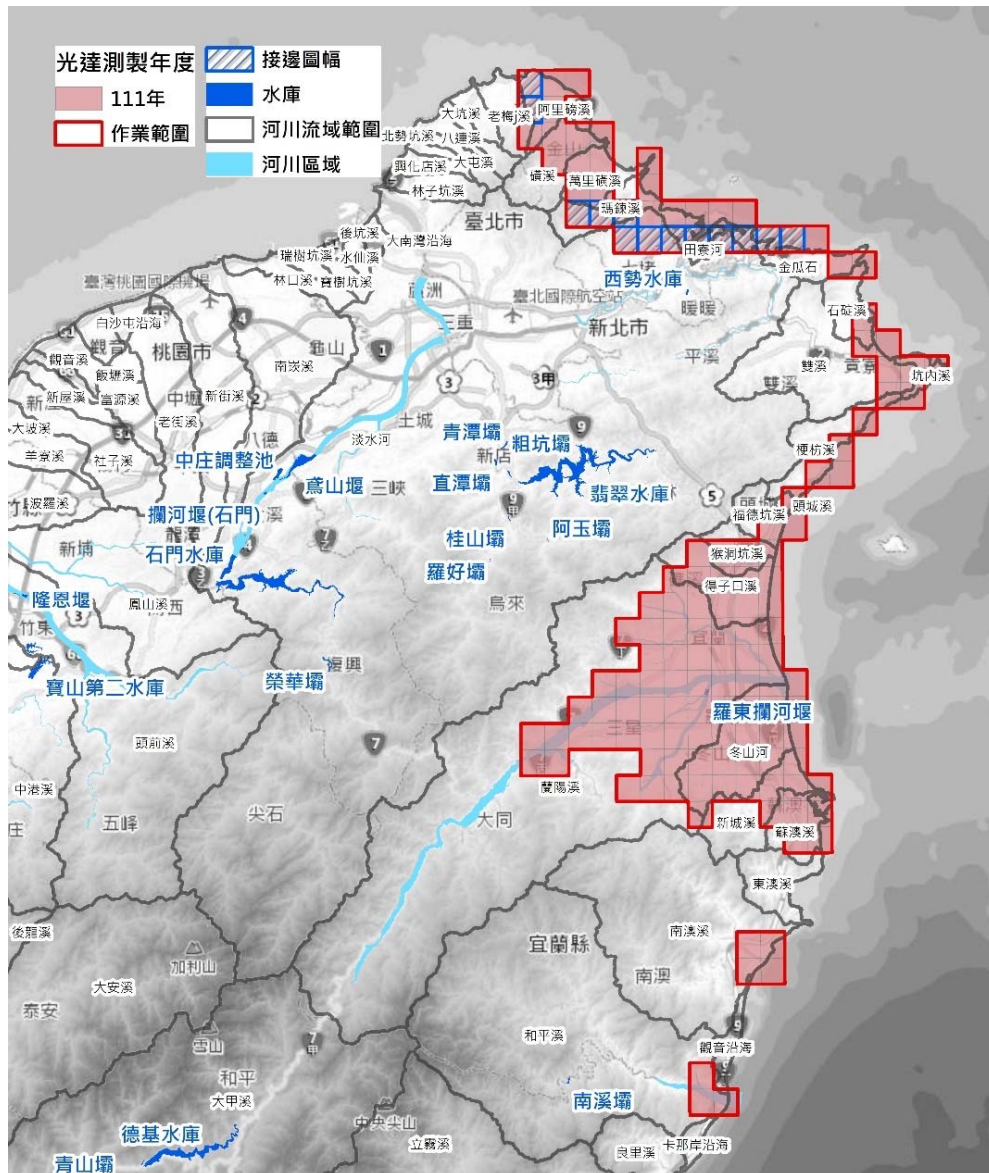


圖 1-1、112 年第 4 作業區測製範圍

1.2.2 河川斷面整合範圍

112年度辦理宜蘭河、美福排水、蘭陽溪以及冬山河河川斷面與HyDEM整合共40公里，合計17幅，整併資料皆為本年度之HyDEM成果，作業為如圖 1-2。

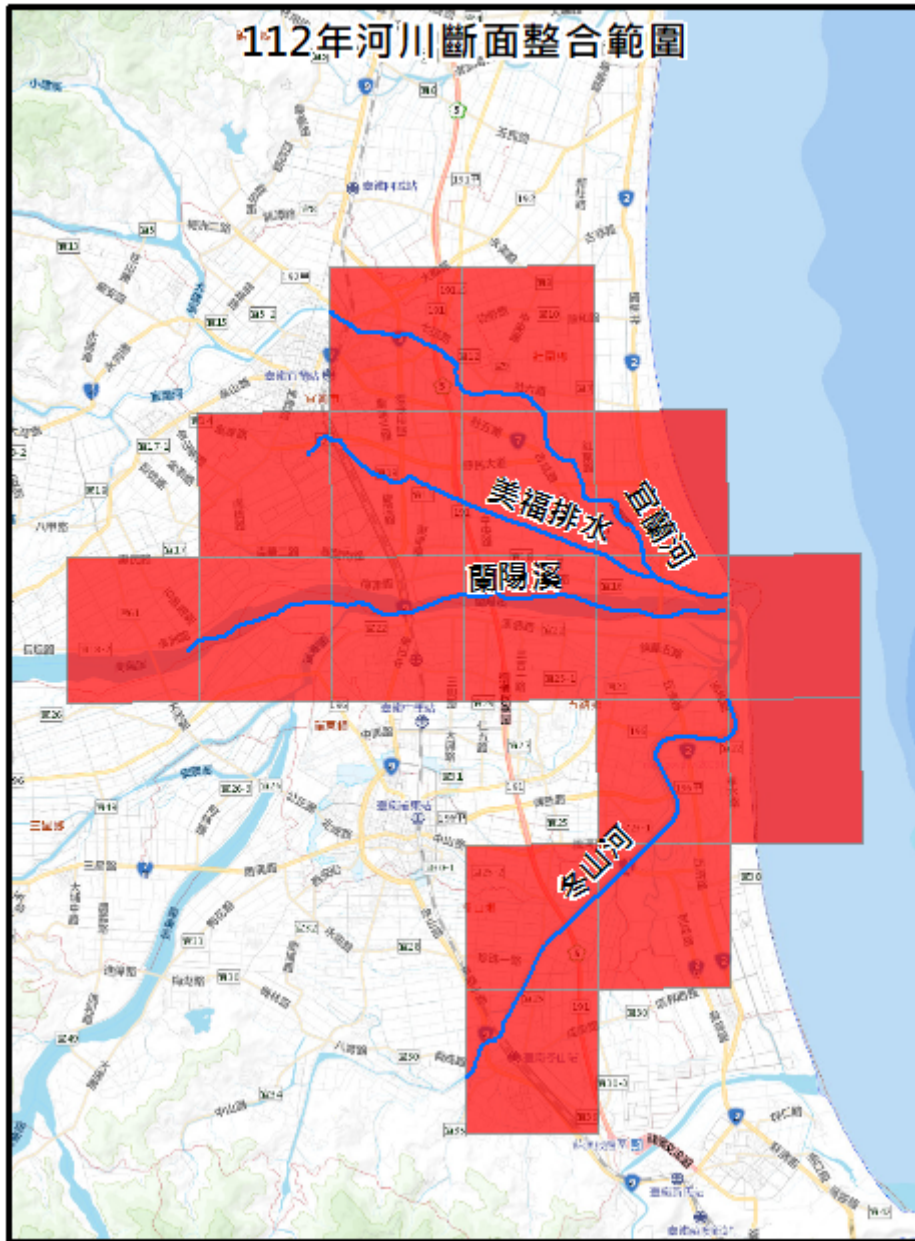


圖 1-2、112年度第4作業區河川斷面整合位置

1.2.3 下水道整合範圍

下水道整合範圍共計23,122筆，包含宜蘭縣、屏東縣、高雄市、新北市，使用包括108、110以及112年度完成之HyDEM資料進行整合，範圍如圖 1-3。

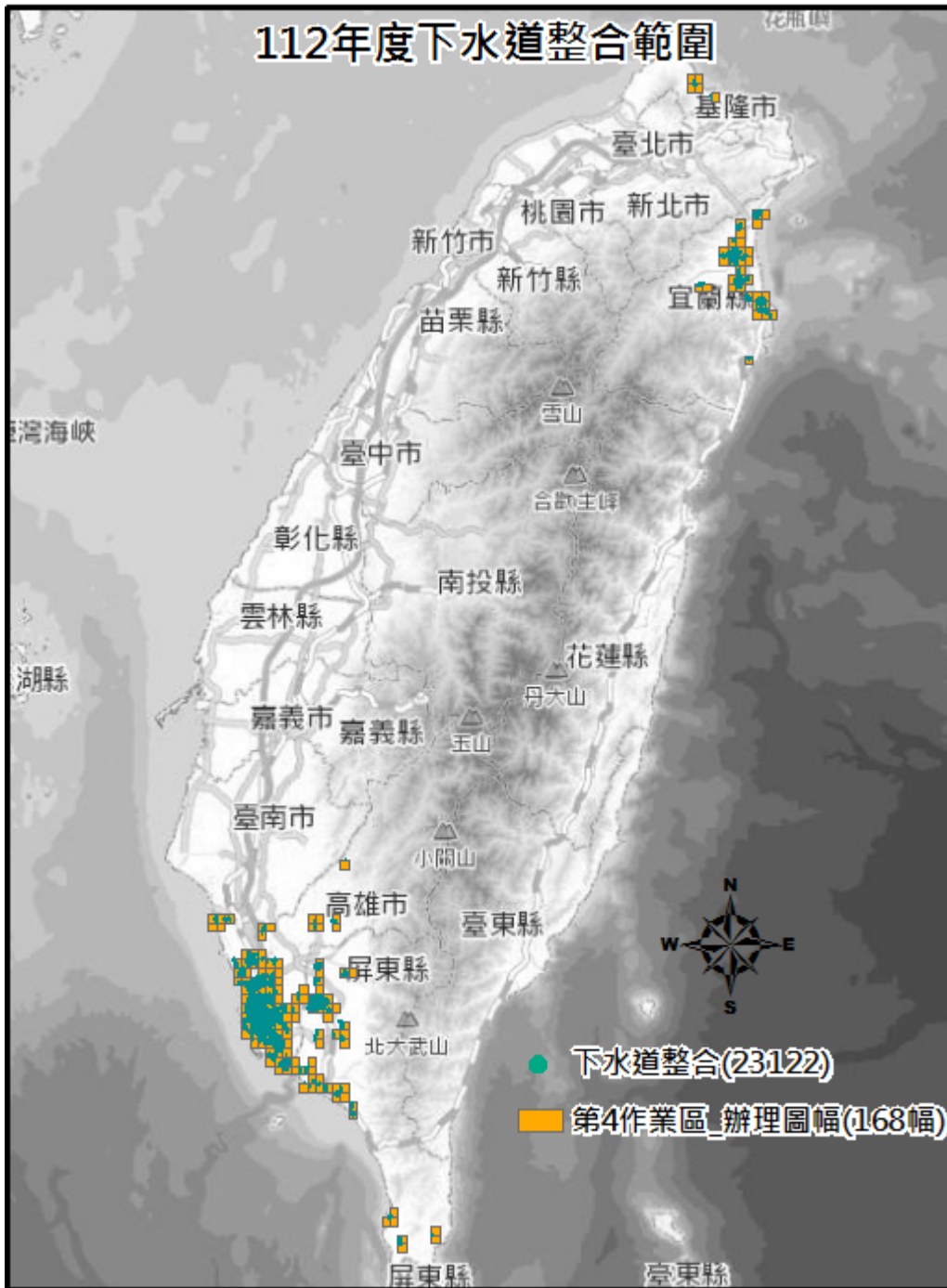


圖 1-3、112 年度第 4 作業區下水道資料整合作業範圍

1.3 各階段作業範圍規劃

本案第4作業區圖幅數共計140幅，水利數值地形資料成果分為兩個階段繳交，依契約規定第2階段繳交60%以上之圖幅，第3階段則繳交剩餘圖幅。本公司考量河川流域分布，為配合第3階段河川斷面與HyDEM資料整合，規劃第2階段繳交第1子測區為宜蘭河至冬山河流域一帶，共計84幅(60%)；第3階段繳交第2子測區共計56幅(40%)，為本作業區北邊之圖幅，子測區分布如圖 1-4所示。

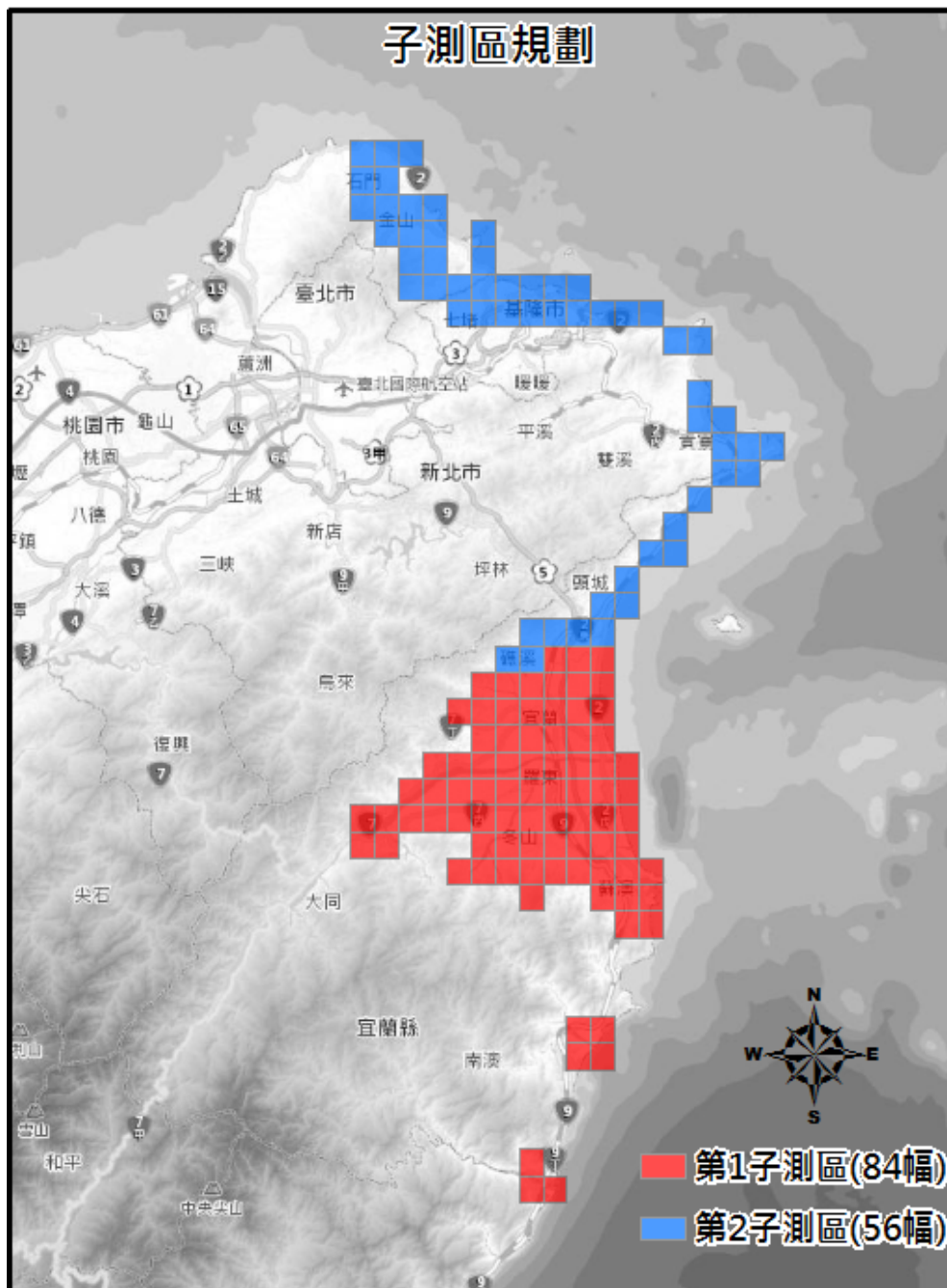


圖 1-4、子測區分布圖

1.4 應交付成果項目及繳交期限

本案自112年2月13日決標後共分4階段辦理，各階段作業契約規定交付項目、契約繳交期限以及成果繳交日期詳表 1-1。

表 1-1、各階段應交付項目與繳交期限

階段	交付項目	契約 繳交期限	成果 繳交日期
1	112年作業計畫(初稿)	決標次日起20個日曆天 (112年03月06日)	112年03月01日
2	1.112年水利數值地形資料成果(辦理範圍60%以上圖幅) 2.下水道資料與水利數值地形模型整合成果(辦理範圍60%以上圖幅)	112年08月01日	112年07月28日
3	1.水利數值地形資料成果(辦理範圍之剩餘圖幅數)。 2.河川斷面與水利數值地形模型整合成果。 3.下水道資料與水利數值地形模型整合成果(辦理範圍60%以上圖幅)	112年11月15日	112年11月15日
4	工作總報告(初稿)	112年11月30日	112年11月24日
	修正後工作總報告10份及電子檔3份	依機關指定期限內繳交	

1.4.1 第1階段

本階段作業為於112年3月6日前完成作業計畫初稿10份及電子檔3份，相關提送時程如表 1-2。

表 1-2、第 1 階段成果提送及審查合格日期文號

項目	日期文號
提送丙方	112年2月18日 (詮字第 1120001650 號)
丙方審查合格	112年2月24日 (成大產創字第 1121100606 號)
提送甲方	112年3月1日 (詮字第 1120001930 號)
甲方審查合格	112年3月22日 (測應字第 1121332009 號)

1.4.2 第2階段

本階段依契約須於112年8月1日完成60%以上圖幅之水利數值地形資料成果，包含水利數值地形分類點雲、三維水利圖徵及水利數值地形模型。本階段繳交第1子測區共計84幅成果，並分4批次提送丙方審查，以及60%下水道資料與水利數值地形模型整合成果，各批次提送日期及圖幅數詳表 1-3，階段成果提送甲、丙方時程如表 1-4。

表 1-3、第 2 階段成果分批提送丙方審查數量及日期

成果項目	批次	實際交付 丙方日期	數量(幅)
水利數值地形分類點雲及三維水利圖徵	2-1	112/04/18	2
	2-2	112/04/27	43
	2-3	112/06/06	39
水利數值地形模型	2(全)	112/07/17	84
下水道資料與水利數值地形模型整合成果	全	112/07/07	21,409 筆

表 1-4、第 2 階段成果提送及審查合格日期文號

項目	日期文號
提送丙方	112年7月21日 (詮字第 1120009370 號)

項目	日期文號
丙方審查合格	112年7月26日 (成大產創字第 1121102381 號)
提送甲方	112年7月28日 (詮字第 1120009750 號)
甲方審查合格	112年8月22日 (測應字第 1121565356 號)

1.4.3 第3階段

本階段作業為於112年11月15日完成剩餘圖幅數之水利數值地形資料成果，即第2子測區共計56幅成果，並分2批次以及河川斷面、下水道整合成果提送丙方審查，各批次提送日期及圖幅數詳

表 1-5，階段成果提送甲、丙方時程如表 1-6。

表 1-5、第3階段成果分批提送丙方審查數量及日期

成果項目	批次	實際交付 丙方日期	實際交付 數量(幅)
水利數值地形分類點 雲及三維水利圖徵	3-1	112/08/22	22
	3-2	112/09/23	34
水利數值地形模型	3(全)	112/11/03	56
河川斷面成果	1	112/10/17	全
下水道整合	1	112/11/03	全

表 1-6、第 3 階段成果提送及審查合格日期文號

項目	日期文號
提送丙方	112年11月08日 (詮字第1120014450號)
丙方審查合格	112年11月13日 (成大產創字第1121103626號)
提送甲方	112年11月15日 (詮字第1120014740號)
甲方審查合格	112年12月12日 (測應字第1121565446號)

1.4.4 第4階段

本階段依契約於112年11月30日完成工作總報告初稿，相關提送時程詳



如表 1-7。

表 1-7、第 4 階段成果提送及審查合格日期文號

項目	日期文號
提送丙方	112年11月15日 (詮字第1120014820號)
丙方審查合格	112年11月23日 (詮字第1121103797號)
提送甲方	112年11月24日 (詮字第1120015240號)

第二章、執行方法及成果

本案工作包含資料蒐集、測製水利數值地形資料集之點雲過濾、三維水利圖徵製作、產製HyDEM網格成果(含接邊)及河川斷面與水利數值地形模型整合，水利數值地形模型測製流程詳如圖 2-1所示，以下針對各工作項目詳述介紹。



圖 2-1、水利數值地形資料集測製流程

2.1 前期資料蒐集與預處理

本案係利用既有成果資料加值產製水利數值地形資料集(Hydrological Topography Dataset, HTD)，成果資料包含內政部空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之點雲資料、水(海)域線、正射影像、詮釋資料，貴中心之三維建物近似化模型、臺灣通用電子地圖，經濟部水利署之海堤構造物、水庫、水門、河川治理計畫線、河川用地範圍線，及農田水利署之水閘門等，可作為產製水利數值地形資料之參考依據，各成果圖資於本案之使用目的詳如表 2-1。因此，本案各成果之平面坐標系統採用內政部空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之測製坐標系統(本作業區之成果皆為TWD97[2020])，高程坐標系統則採用內政部2001臺灣高程基準(TWVD2001)，若所取得之光達點雲資料高程系統為橢球高(Ellipsoidal Height)，需以內政部最新公告之大地起伏模式(TWHYGEO2014)化算到TWVD2001正高(Orthometric Height)系統

表 2-1、既有成果資料於本案之用途

資料所屬機關	成果資料項目		本案用途
內政部	空載光達技術更新數值地形模型成果	點雲資料 (DEM LAS)	產製HyDEM LAS、HyDEM 及三維水利圖徵(含高程)之依據
		水域線及海域線	水域區塊及海陸線建置依據
		正射影像	點雲過濾、三維水利圖徵測製參考
		詮釋資料	三維水利圖徵屬性填寫參考
內政部國土測繪中心	三維建物近似化模型		建物區塊資料表屬性之依據及溢堤線測製參考
	臺灣通用電子地圖	水系 (RIVERA、WATERA)	溢堤線及水域區塊判釋參考
		地標(MARK)	建物區塊資料表屬性參考
經濟部水利署	海堤構造物		海堤線參考
	水門		水閘門建置參考
	水庫		水域區塊建置參考
	河川排水水道	治理計畫線	溢堤線建置參考
		用地範圍線	溢堤線建置參考
農田水利署	水閘門		水閘門建置參考

2.1.1 空載光達技術更新數值地形模型成果

本案所取得之光達點雲成果資料為1/5,000圖幅外擴100m之成果，使得各圖幅間皆有重疊區域。

水域線為水域區塊製作之主要來源，需先行處理作業區內年度接邊處，以利後續水域分類及高程計算，其處理原則應先判斷兩年度之地形，若差異不大則可保留較完整年度之水域，其亦可能需要重新分類水面點；若兩年度地形差異甚大，則拿掉該水體，詳如圖 2-2所示。

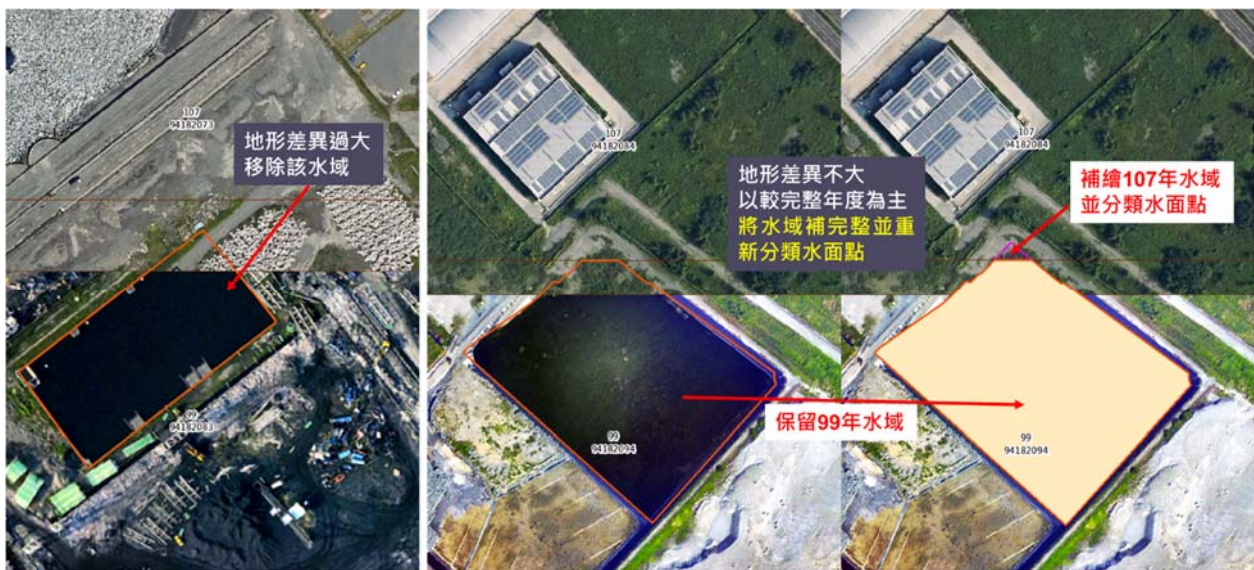


圖 2-2、跨年度資料處理示意圖(水域資料)

2.1.2 三維建物近似化模型

三維建物近似化模型係以縣市為單位提供，須將不同縣市成果合併後再依作業圖幅分幅切出，用以作為建物區塊資料表之製作依據，以及溢堤線繪製時保全對象之判斷。

2.1.3 臺灣通用電子地圖

臺灣通用電子地圖主要使用水系及地標兩種圖資，為便於後續分析及判釋使用，可先將作業範圍內各圖層整合為一總圖做使用。

2.1.4 海堤構造物

取得之海堤構造物其坐標系統為WGS84，並且為全臺之資料，需先將其進行坐標轉換後，再依本案作業區範圍切出，以利後續使用。

2.1.5 水閘門

水閘門既有資料包含水規所提供之水門以及農田水利署提供之水閘門，其中水規所之水門資料其坐標系統為WGS84，需先將其進行坐標轉。此外，兩者資料皆須依本案作業區範圍切出，以利後續使用。

2.2 編修人員考核

為確保編修人員熟知本案作業規範並且觀念正確，每位編修人員完成第1幅成果後應提送丙方辦理初期檢查，考核項目包含水利數值地形分類點雲、水域區塊分類及溢堤線繪製位置。本年度新增2名編修人員，資料於112年04月18日通過考核。

2.3 產製水利數值地形分類點雲(HyDEM LAS)

內政部之空載光達點雲成果為製作數值地表模型(DSM)及數值高程模型(DEM)，將點雲分類為地面點(Ground)、水面點(Water)、雜點(Noise)及非地面點(Non-ground)等四大類，其分類後之成果稱為DEM LAS。HyDEM主要為呈現街道巷弄間水的流通性及水道的通暢性，作為後續淹水模擬之應用，由於與DEM之應用需求不同，因此需將DEM LAS成果進一步分類，主要針對渠道兩側立面及堤防由非地面點分類為地面點，厚度小於1公尺之防洪牆、胸牆等水工構造部分，由非地面點分類至細部水工構造點，使其能更完整呈現渠道之行水區及其通水空間，此進一步分類之成果即稱為HyDEM LAS，各類圖層編碼詳如表2-2。DEM、DSM與HyDEM之比較如圖2-3所示，橋梁、植被等物體於HyDEM及DEM中被濾除而於DSM被保留；建物與街道區域HyDEM(含建物區塊)則較DSM明顯區隔，以保持街道巷弄間水的流通性，HyDEM LAS之作業流程及成果詳如圖2-4。

表 2-2、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
細部水工構造點	Floodwall	64

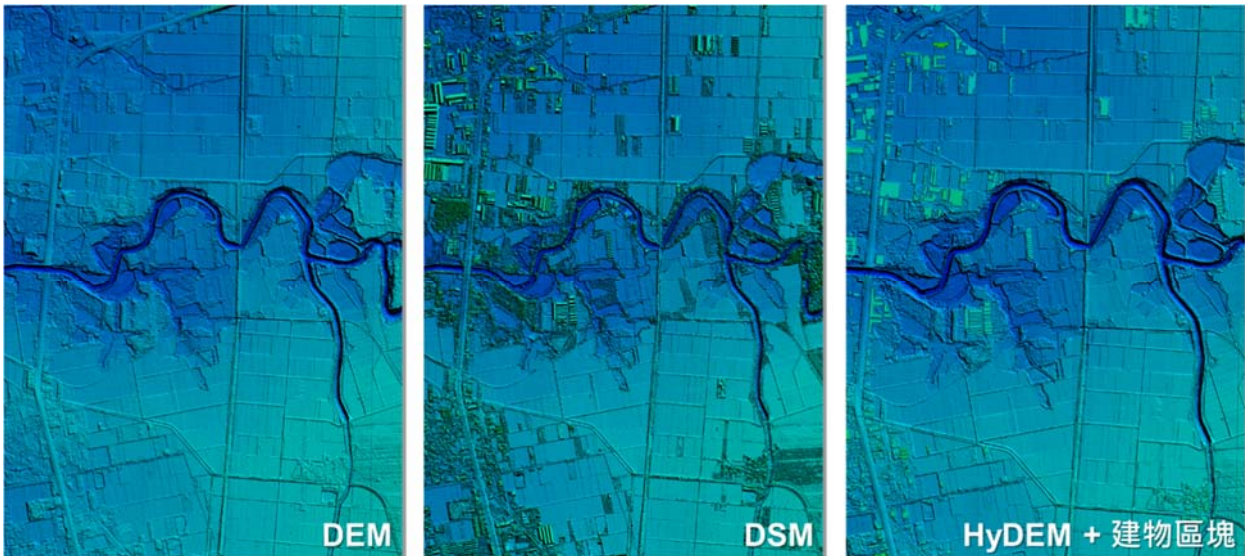


圖 2-3、DEM、DSM與HyDEM(含建物區塊)比較

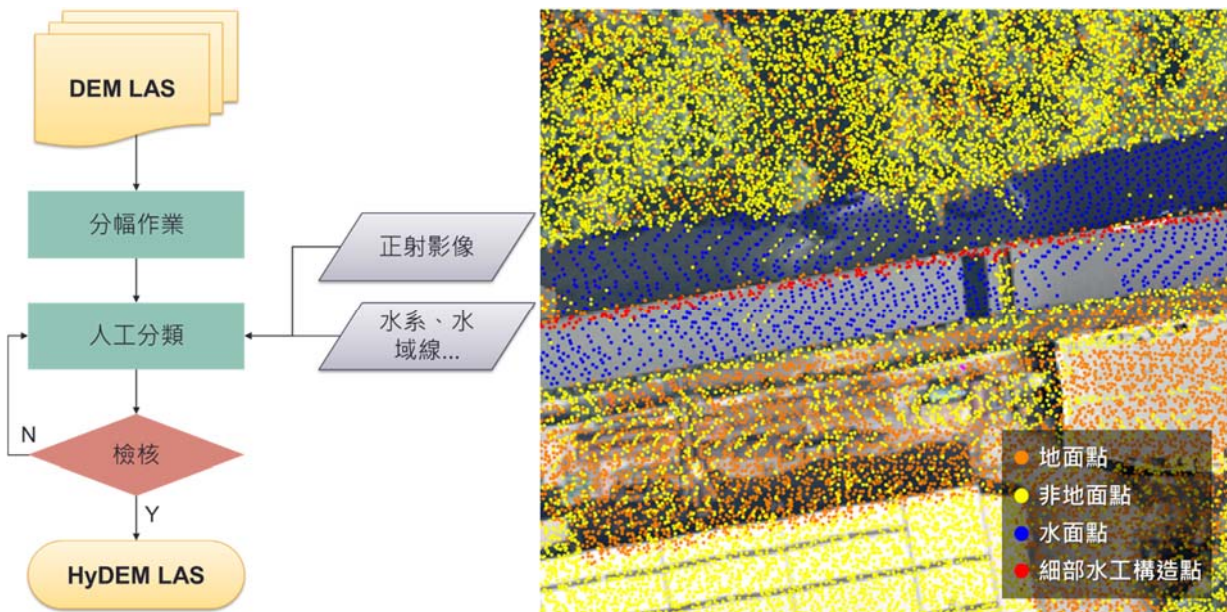


圖 2-4、HyDEM LAS 作業流程圖

2.3.1 分幅作業

空載光達所接收的雷射反射資訊內容包含各雷射點的回波值、三維坐標及反射強度等參數值，由於每平方公尺點密度需達2點，整體的資料量相當龐大。在過濾的過程中，由於單一1/5,000圖幅大小的點雲數量過於龐大，對於電腦的硬體需求過高，此外1/5,000圖幅的範圍過大，也不利於細部的點雲過濾分類工作，故在作業上先將1/5,000圖幅劃分為1/2幅，且為了避免各圖幅間在過濾完成重新組合成1/5,000圖幅大小時產生接邊上的問題，將圖幅外擴進行過濾工作，且2小幅皆由同一人負責作業。

2.3.2 人工分類

本案須針對前期光達案DEMLAS成果之溝渠、水工構造部分細部檢視，加強前期溝渠資料過濾，確認水道兩側立面分類於地面點(圖 2-5、圖 2-6)，水道兩側若無分類出地面點，將會影響成果之水道寬度，進而影響淹水模擬之通水面積。溢堤線之位置為描述水流溢淹的堤頂位置，若點雲未將胸牆正確分類出細部水工構造點，則溢堤線之繪製位置與實際狀況則不符，將影響後續淹水模擬之成果。此外，相鄰圖幅之過濾成果應注意地形是否一致，如其中一幅地面點過濾不足導致地形差異，或水工構造判別不同致使地形差異較大等狀況，如圖 2-7所示。點雲分類採用TerraScan以及TerraModeler軟體，由原始雷射掃描配合正射影像及暈渲圖，可清楚辨別地類、地形，藉由剖面圖比對，針對有誤的過濾結果編修，將點位歸類至正確的類別，此外，亦可於製作時配合相關參考資料確認地物，以利於過濾之正確性。

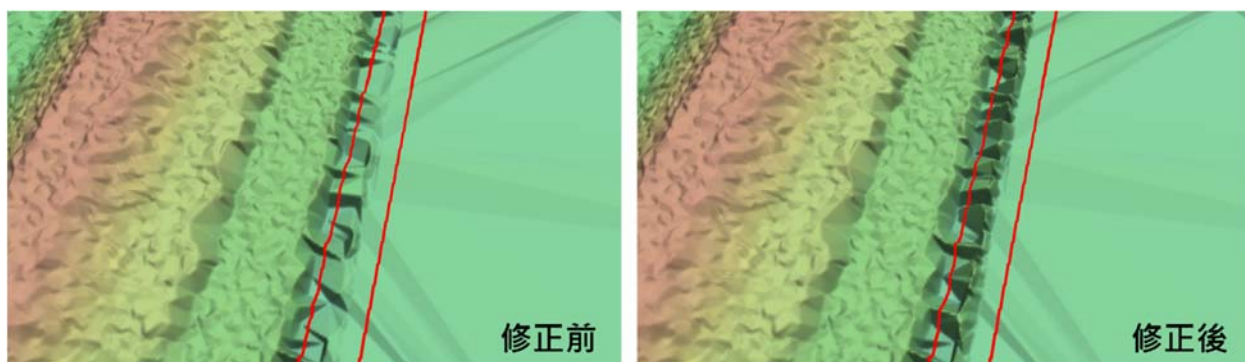


圖 2-5、水道兩側立面點雲細部分類前後比較

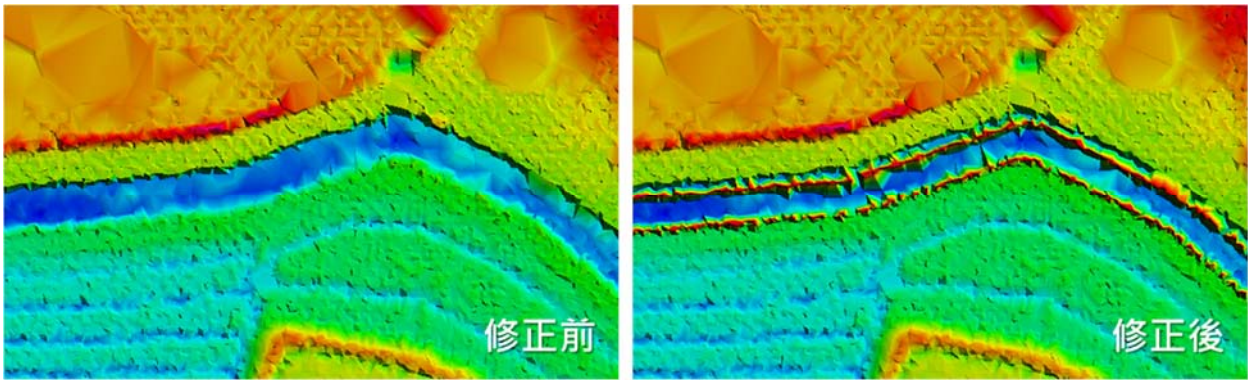


圖 2-6、胸牆點雲細部分類前後比較

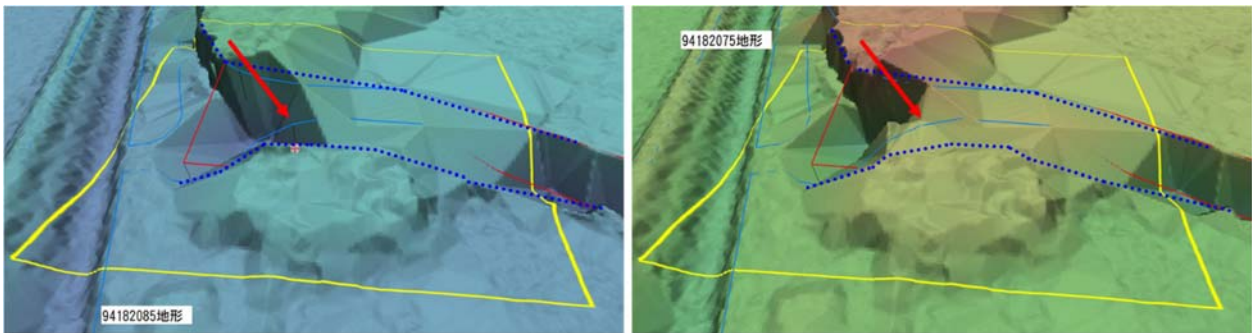


圖 2-7、接邊圖幅地形差異範例

2.4 建置三維水利圖徵

根據水利數值地形資料測製及檢核技術指引(草案)，三維水利圖徵包含：1.建物區塊(資料表)、2.溢堤線、3.水域區塊、4.海陸線及5.海堤線6.水閘門，各圖層中英文名稱對照如表 2-3，三維水利圖徵成果如圖 2-8、圖 2-9。

表 2-3、三維水利圖徵圖層代碼

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、WaterBody_95191019
溢堤線	Bank	線	shp	
水域區塊	WaterBody	面	shp	
海陸線	Boundary	線	shp	
海堤線	Seadike	線	shp	
水閘門	Gate	點	shp	

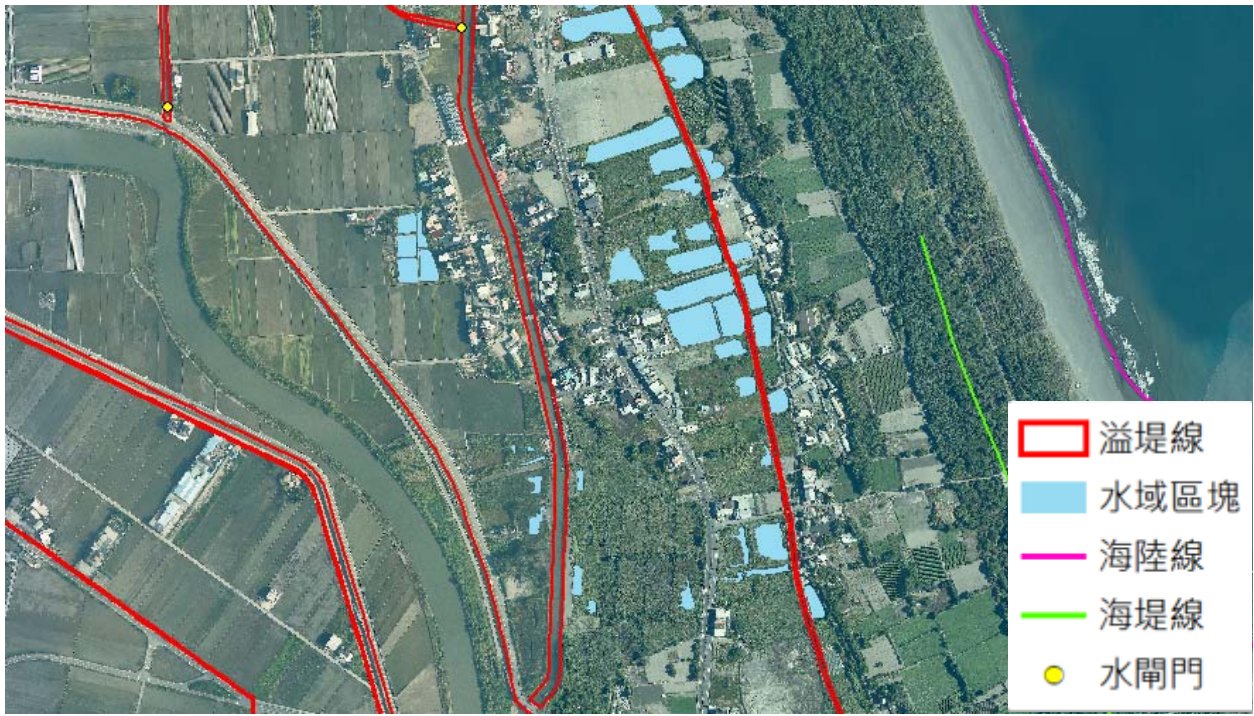


圖 2-8、三維水利圖徵成果(圖號：97222003)

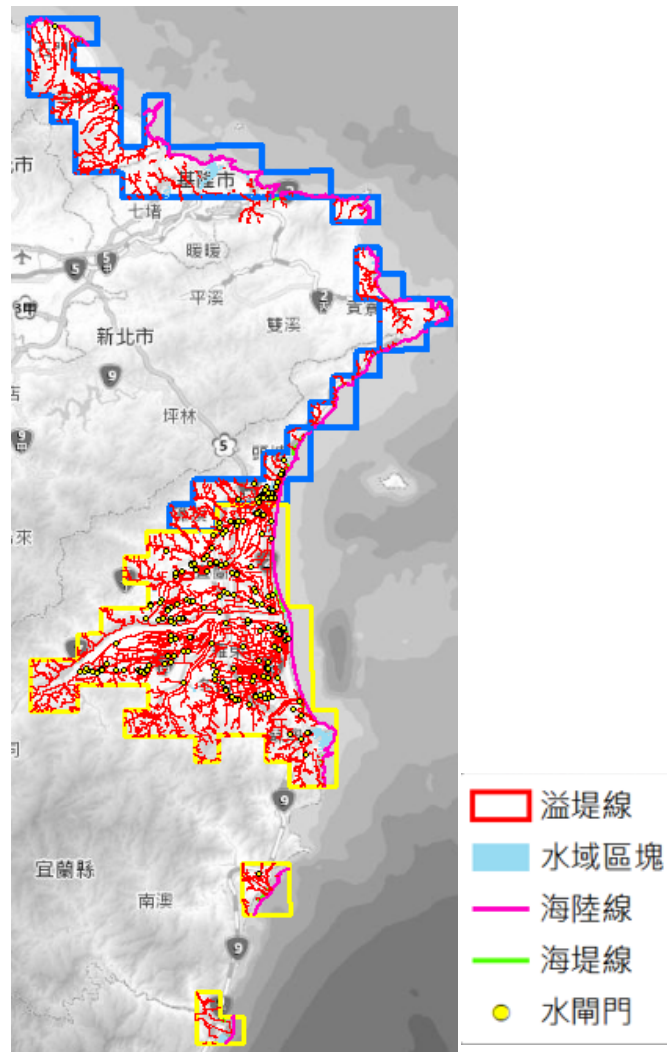


圖 2-9、三維水利圖徵成果(第 2 作業區)

2.4.1 建物區塊(資料表)

建物區塊僅產製標註三維建物近似化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，其屬性資料欄位詳如表 2-4所示。依據水利數值地形資料測製及檢核技術指引(草案)，為直接引用貴中心之三維建物近似化模型(面資料)，再將臺灣通用電子地圖中之地標(點資料)與其進行空間關聯，用以標記各三維建物近似化模型為水流阻擋建物或水流通透建物，並記錄所引用之地標資料之測製時間，作業流程詳圖 2-10，作業成果如圖 2-11所示。後續建置淹水模擬之使用者則可使用三維建物近似化模型成果，搭配本案產製之建物區塊(資料表)，透過空間關連與篩選取得水流阻擋之建物區塊資料，其使用流程如圖 2-12所示。

表 2-4、建物區塊(資料表)屬性欄位

欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位 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
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
MDATE	建物框測製年月	文字	6	引用三維建物模型成果之測製時間

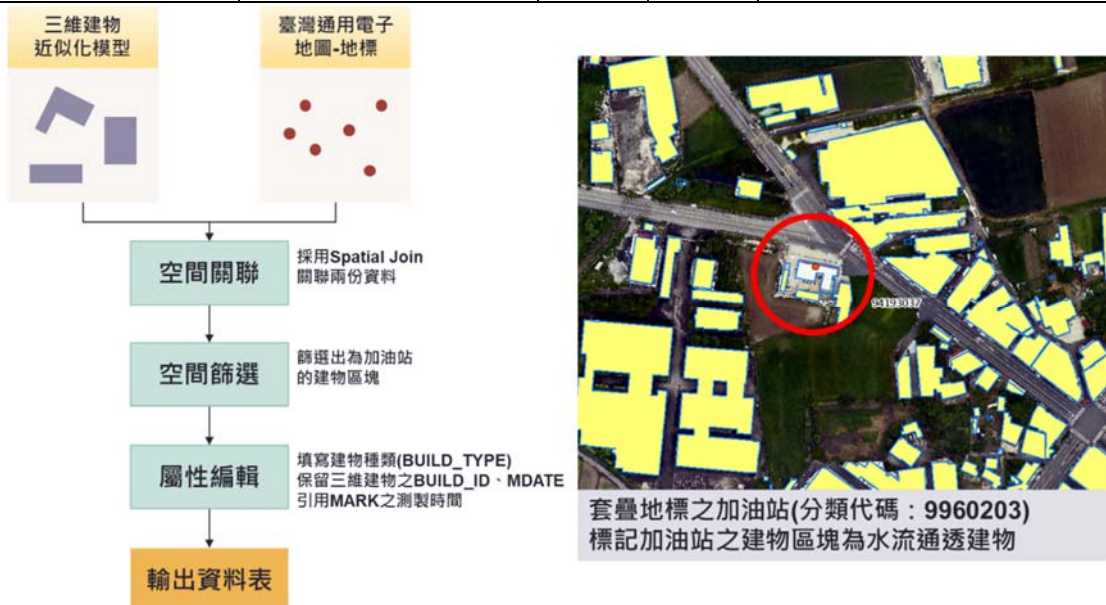


圖 2-10、建物區塊(資料表)作業流程



圖 2-11、建物區塊(資料表)成果(圖號：97222044)

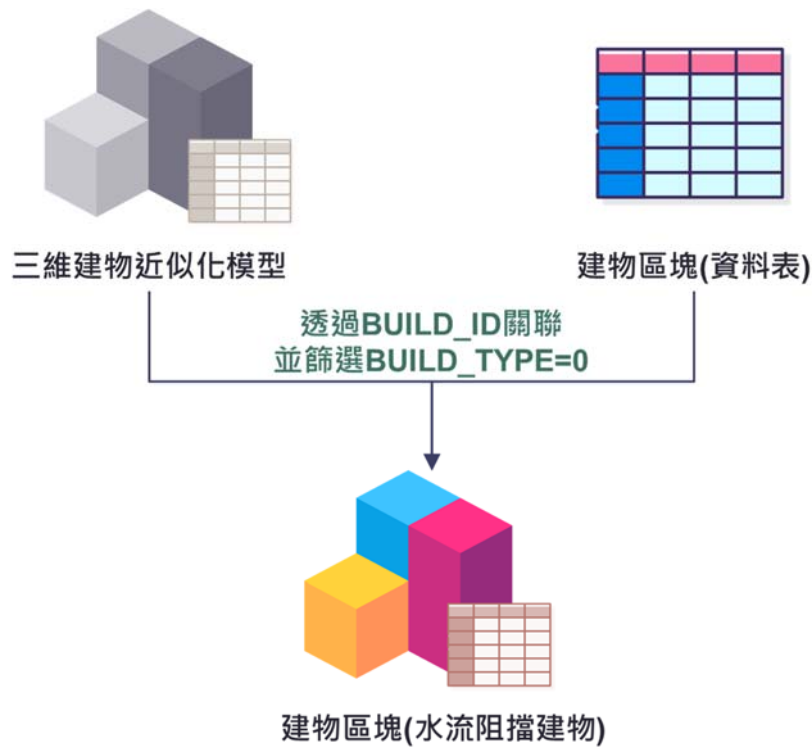


圖 2-12、建物區塊資料使用流程

2.4.2 溢堤線

溢堤線係指寬度為3公尺以上之河川、渠道、排水幹道、溝渠等之行水範圍，以封閉之三維多邊線描述之，並記錄其屬性(詳表 2-5)。本案由臺灣通用電子地圖的水系、空載光達成果中的水域線資料、三維建物近似化模型、河川排水水道等資料作為位置參考依據，建置水利單位所需之溢堤線。由於HyDEM所需平面資訊與臺灣通用電子地圖之繪製原則不完全相同，本公司採用Global Mapper軟體，利用點雲及同時期拍攝之正射影像，全面以人工檢視溝渠、河川等位置，重新判斷並直接繪製三維之溢堤線，再進行屬性編輯，其繪製原則如下：

- 1.若有人工之水利構造物(如堤防者)則繪製於鄰水側高點，即淹水時之滿水位處(圖 2-13 A)，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。
- 2.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：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，如圖 2-13 B 可繪製於相同高程處至相對高點之區間；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(圖 2-13 C)。

- 3.須保有上下游之連續性，避免高程差異過大之情形(圖 2-13 D)。
- 4.如有橋梁應保持溢堤線之流通，若遇有局部遮蔽之管箱涵亦不須接通。但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；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。
- 5.需滿足每隔 200 公尺一個節點，且高程落差不得大於 50 公分，本公司採用自行開發之程式，檢查溢堤線之相鄰節點是否符合上述規定，將有問題的節點標示出來，再由人工確認是否繪製錯誤。

本作業區溢堤線繪製成果細部檢視如圖 2-14。

表 2-5、溢堤線屬性欄位

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	欄位型態	長度	範例
ID	唯一識別碼	數字	10	20
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	9510109
MDate	航拍資料時間	文字	8	201807
CoordSYS	坐標系統	文字	50	TWD97[2020]_TM121、TWVD2001

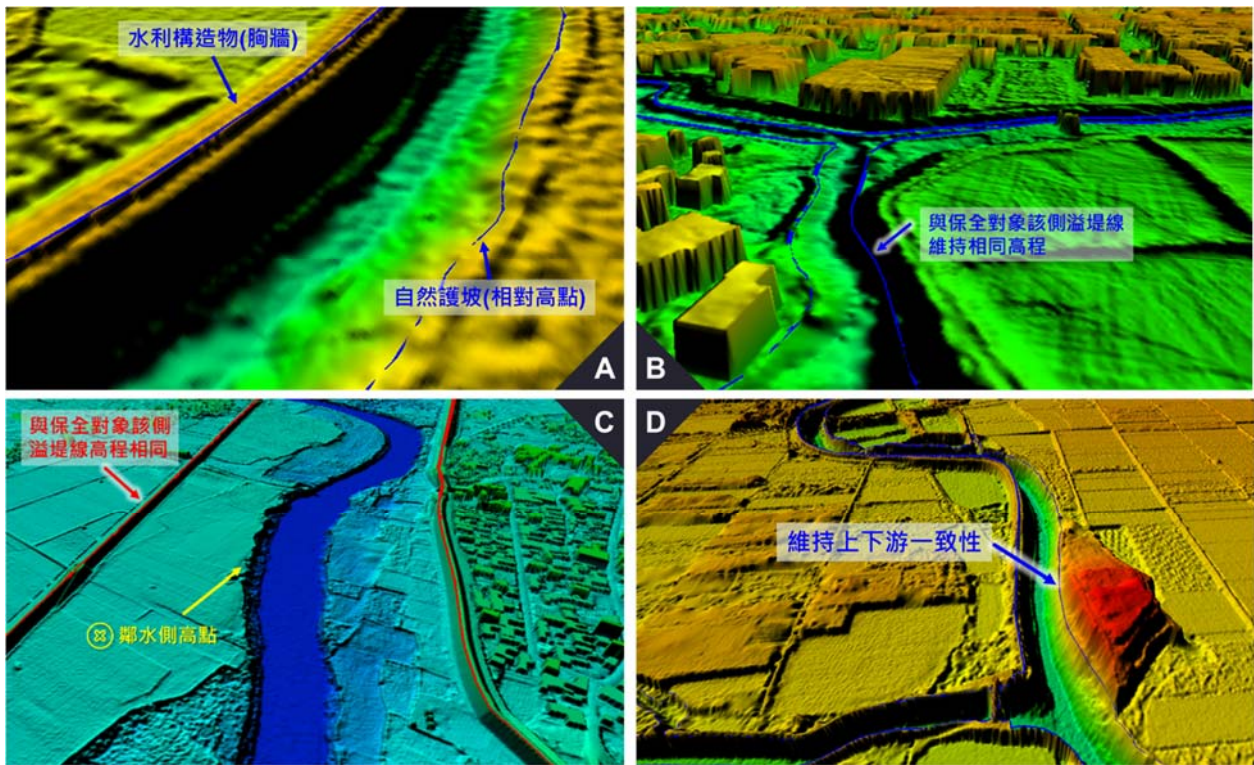


圖 2-13、溢堤線繪製原則

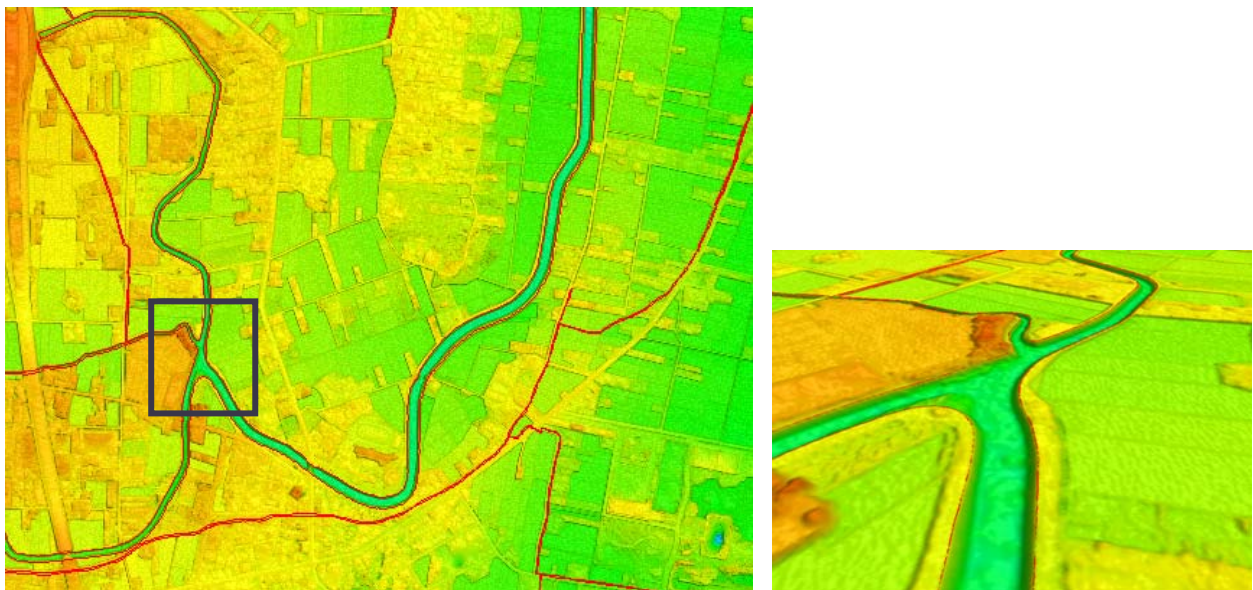


圖 2-14、溢堤線繪製成果(圖號：97222022)

2.4.3 水域區塊

水域區塊係指面積大於5公尺x5公尺之靜止水域，不包含流動水域，以三維面資料建置之，並記錄其屬性資料(如表 2-6所示)。水域區塊之平面位置資料主要為空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之「水域線」，因此可由水域線去除河流溝渠、海域等流動水域範圍以及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，計算各水域區塊

航拍時之水面高程與滿水位高程，再賦予圖徵高程資訊(即由2D轉3D)，並依照其類別填寫地形分類編碼(TerrainID)：(1)養殖為目的(TerrainID：9740100)之魚塢、養鴨池等；(2)非養殖目的(TerrainID：9520700)之滯洪池、池塘、鹽田等；(3)水庫(TerrainID：9520600)，作業流程詳如圖 2-15。水域分類步驟中，分為養殖目的及非養殖目的之分類，可先由臺灣通用電子地圖面狀水域(WATERA)中的類別作初步分類篩選，因兩者資料時間可能有落差，仍需由作業人員參考光達成果之正射影像及Google街景作輔助，逐一檢視判斷，其中，較易判斷錯誤者為花園造景之噴水池、因航拍當時仍有破碎之積水等，此為無蓄水功能之水域，皆非水域區塊之範疇，應予以移除，本次成果如圖 2-16。而水庫可直接由水規所提供之水庫資料作識別，本作業區含有新山水庫1座，如圖 2-17。

表 2-6、水域區塊屬性欄位

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	欄位型態	長度	範例
ID	唯一識別碼	數字	10	25
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	9520700
MDate	航拍資料時間	文字	8	201807
Height_W	水面高程	數字	10.2	1.86(水庫不記錄)
Height_FW	滿水位高程	數字	10.2	2.78
CoordSYS	坐標系統	文字	50	TWD97[2020]_TM121、TWVD2001

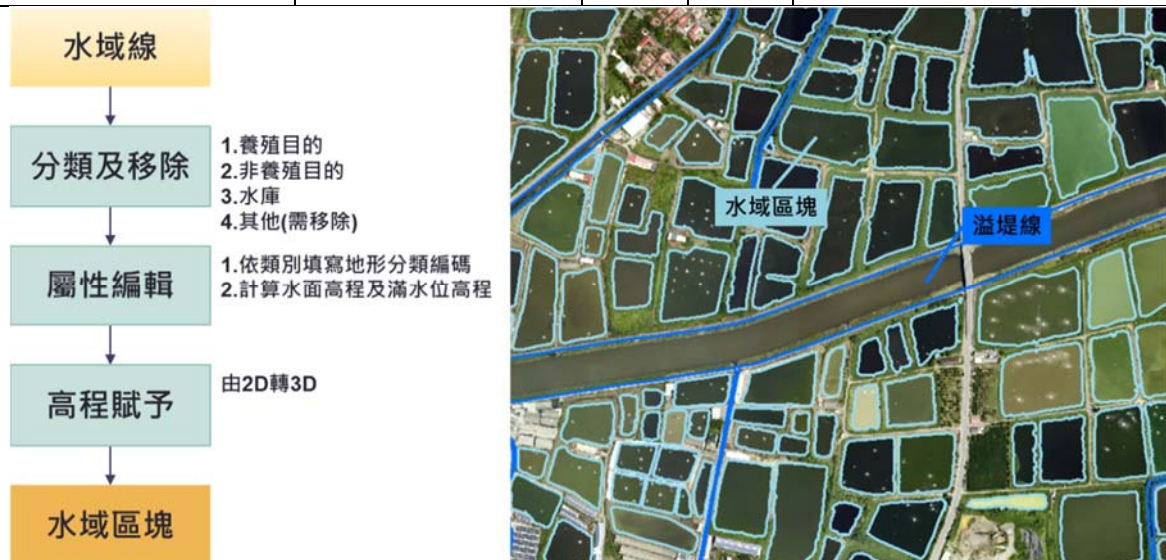


圖 2-15、水域區塊作業流程

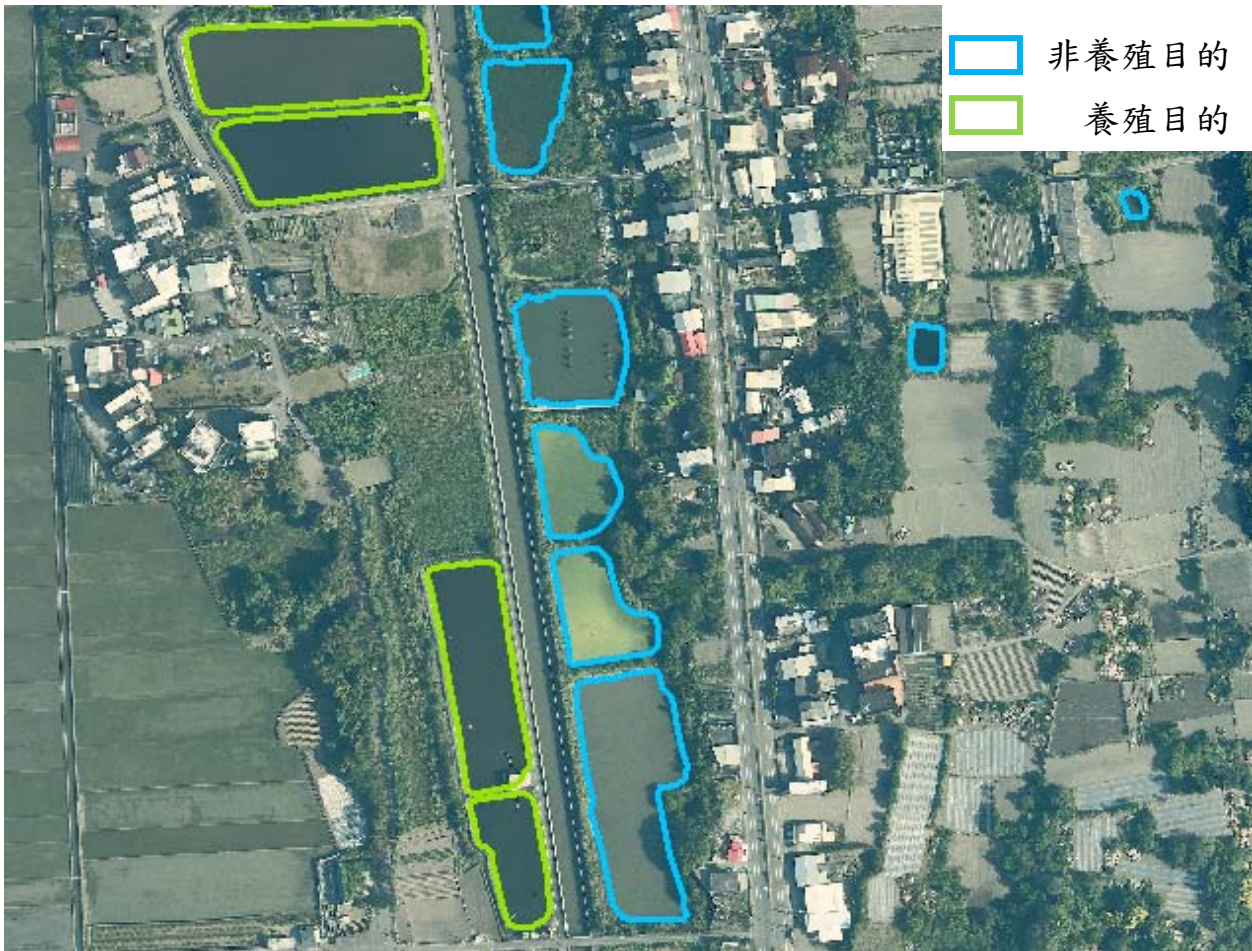


圖 2-16、水域區塊分類成果(圖號：97222003)

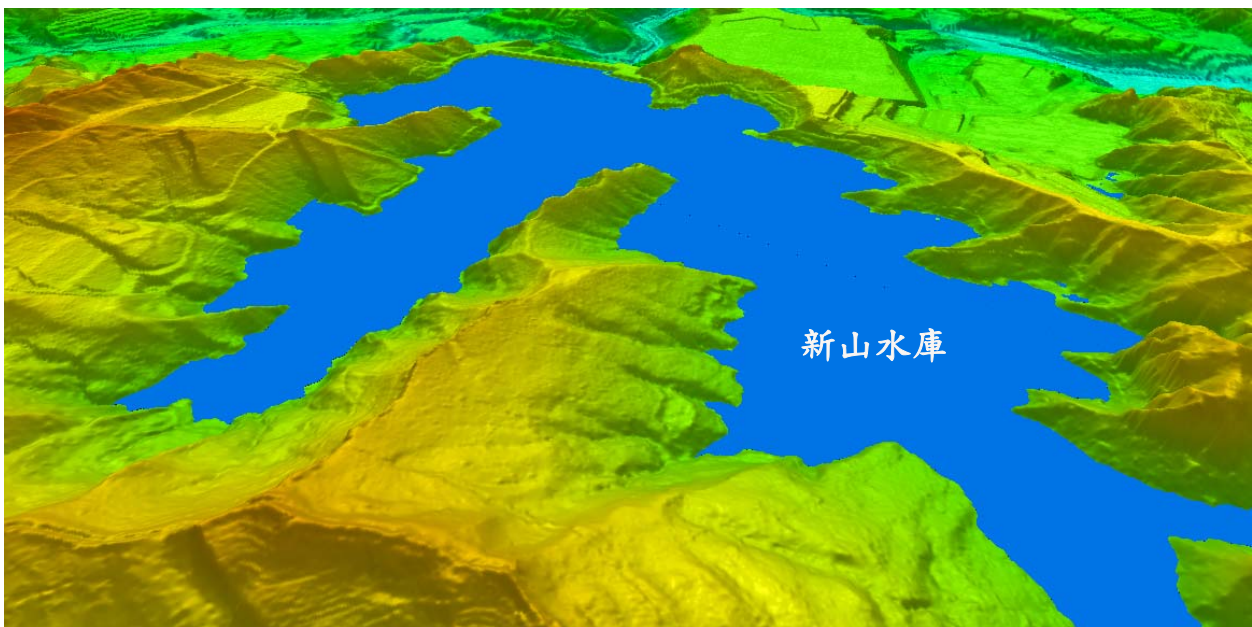


圖 2-17、新山水庫建置成果



水域區塊之屬性欄位中，水面高程是計算各水域區塊圖徵節點鄰近高程最低的地面點雲中位數，滿水位高程則計算鄰近高程最高的地面點雲的中位數。其中，水庫依以水規所提供之全臺水庫資料中「常態最高水位(NWL_MX)」作為各水庫之滿水位，並以此高度繪製滿水位範圍，若該高度與光達資料不符時，可使用水庫溢洪道頂部之高程或參考空載光達成果中現況水域作為水庫範圍，其屬性紀錄於滿水位之高程值，航拍當時之水面高程不紀錄，本案水庫高度如表 2-7所示。水域區塊與海堤線、海陸線以及溢堤線不同，其高度是以區塊為單位，區塊內的各個節點高度皆相同，各節點高程除水庫類別採用滿水位之高程值外，其餘皆採用水面高程，如表 2-8所示。本公司採用自行開發之程式計算水面高程及滿水位高程，並將對應高程資訊賦予各圖徵節點，如圖 2-18、圖 2-19。此外，為確保相鄰圖幅接邊屬性高程及其節點高程不一致，本公司以全測區之總圖編輯後，再依1/5,000圖幅分幅輸出成果。

表 2-7、第 4 作業區水庫高度

水庫名稱	原始定義滿水位高度(m)	修正滿水位高度(m)
新山水庫	86	86

表 2-8、水域區塊高程說明

類別	水面高程	滿水位高程	圖徵節點高程
養殖目的	計算各水域區塊圖徵節點鄰近高程最低的地面點雲中位數	計算各水域區塊圖徵節點鄰近高程最高的地面點雲的中位數	水面高程
非養殖目的			水面高程
水庫	不填寫	以公告之滿水位高度建置	滿水位高程

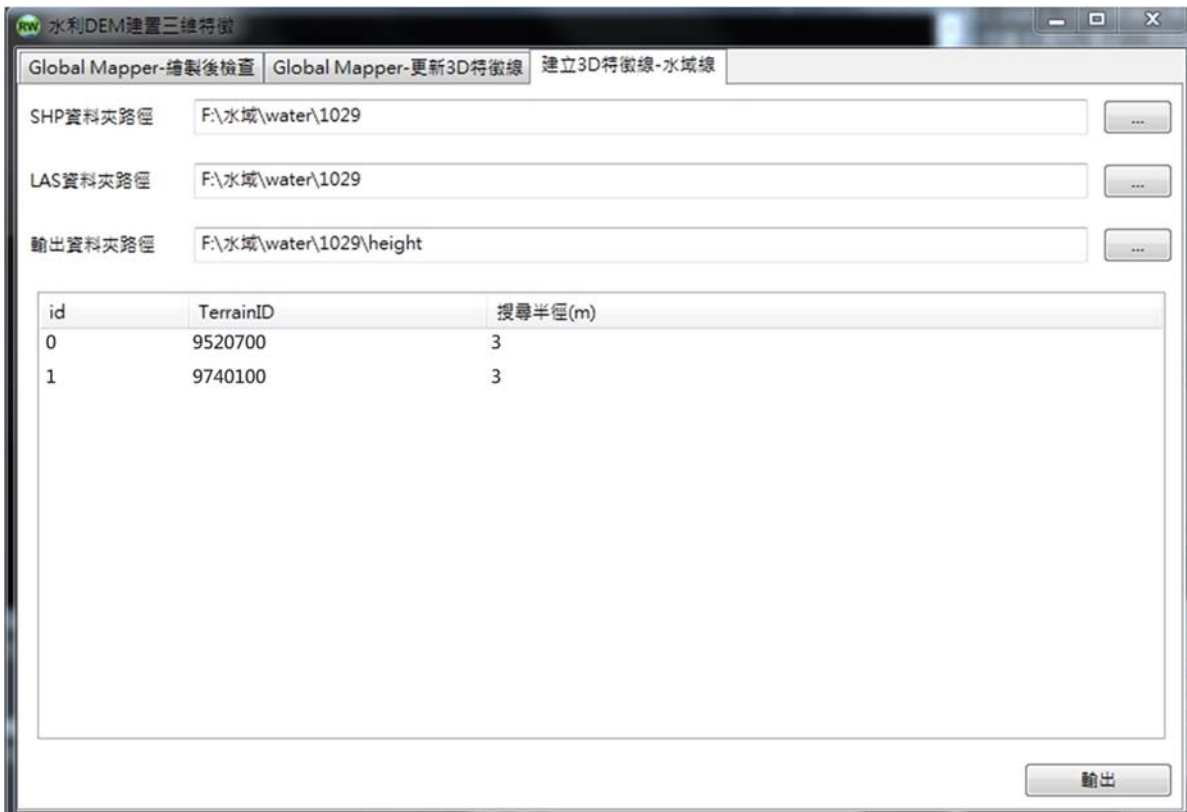


圖 2-18、自行開發之水域區塊高程計算程式

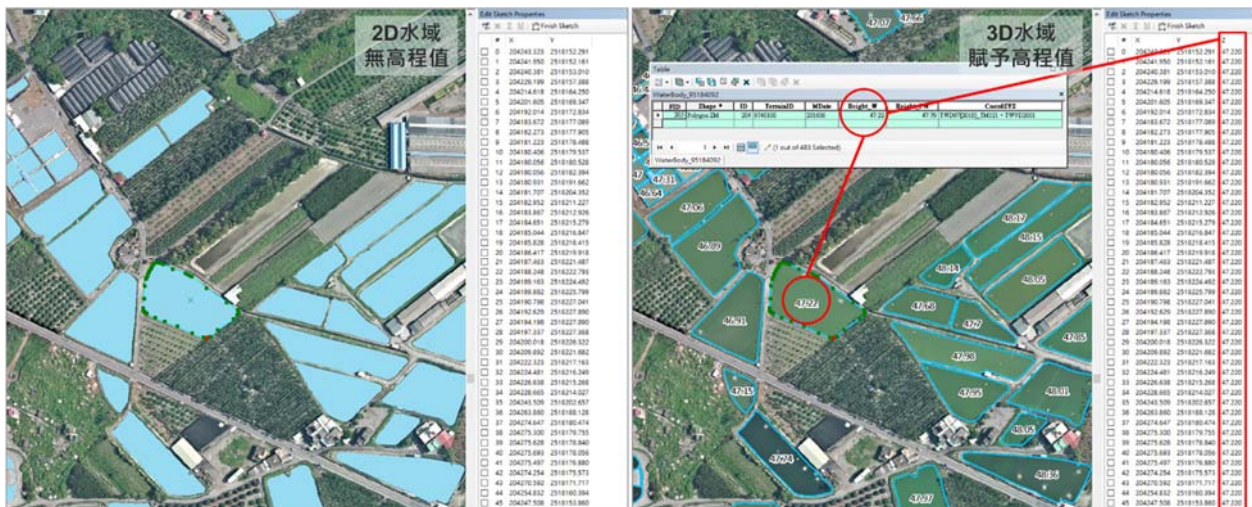


圖 2-19、水域區塊高程計算成果

2.4.4 海陸線

海陸線表示航拍當時海域與陸域之交界，由於其平面位置資料亦包含在空載光達技術更新數值地形模型成果測製案之「水域線」內，因此將以水域線作為平面位置參考，並利用Global Mapper軟體確認是否與點雲資料一致，若有差異則以光達點雲資料為主修正之，並賦予點雲高程至各個節點上，再編輯屬性資料表(如表 2-9所示)。為便於後續資料處理及管理，作業人員依光達點雲資料修正後之海陸線，進一步將全測區之海陸線合併編輯

屬性後，再依1/5,000圖幅分幅輸出成果，本案海陸線成果如圖 2-20所示。

表 2-9、海陸線屬性欄位

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	欄位型態	長度	範例
ID	唯一識別碼	數字	10	1
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	9530200
MDate	航拍資料時間	文字	8	201101
CoordSYS	坐標系統	文字	50	TWD97[2020]_TM121、 TWVD2001

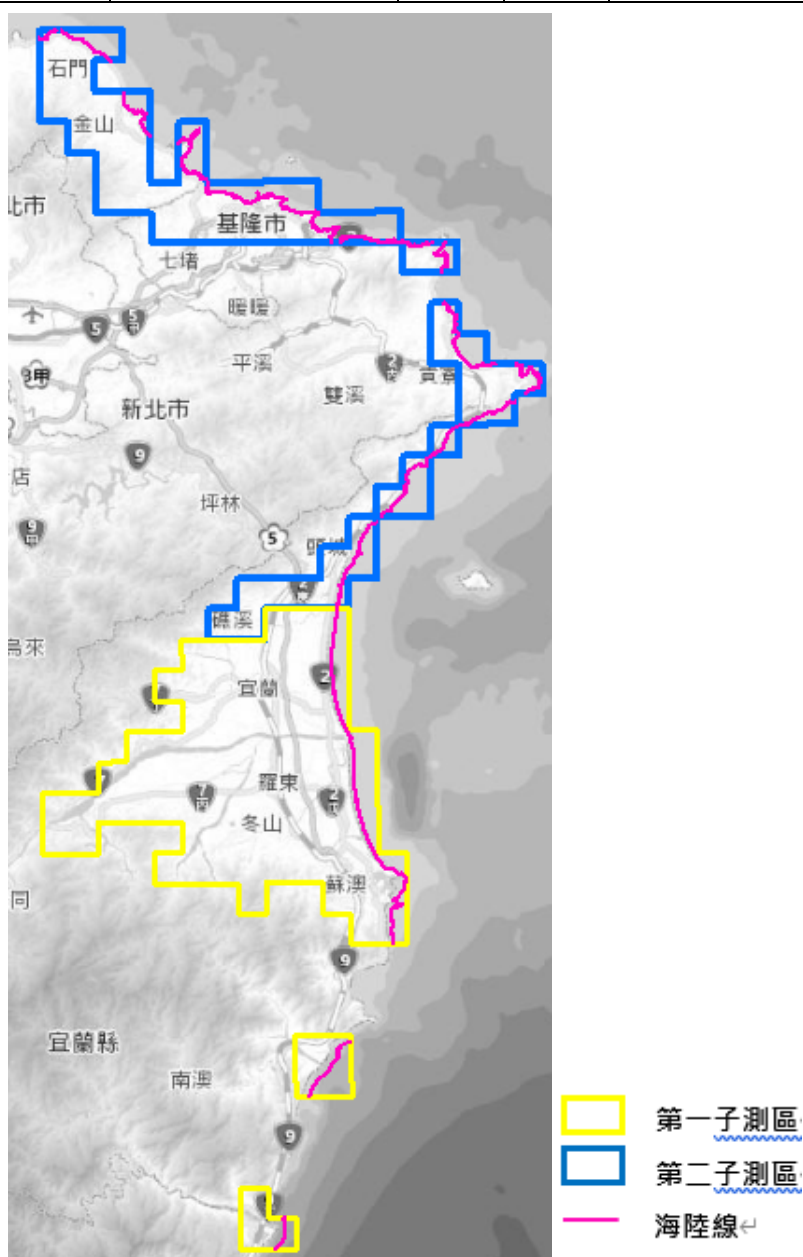


圖 2-20、海陸線成果

2.4.5 海堤線

海堤線之平面位置係參考經濟部水利署之海堤構造物資料，採用Global Mapper軟體人工檢視是否與光達資料符合，若有位置差異則重新繪製，並萃取點雲之高程值於各個圖徵節點。屬性資料除則保有原始來源之內容外，再加上坐標系統(CoordSYS)欄位，如表 2-10所示，若依照點雲資料修正平面位置之海堤線，則需重新計算長度(Length) 屬性，本案海堤線成果如圖 2-21所示。其中應注意若光達成果資料中，可明顯辨識出連續之海堤，而原始之海堤構造物資料分為兩筆資料時，重新修正其為連續之線段，並於適當位置截斷，使其除長度屬性外仍保有原海堤構造物之屬性內容，詳如圖 2-22。

表 2-10、海堤線屬性欄位

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	欄位型態	備註	範例
OBJECTID	唯一識別碼	數字		927
DIKE_NAME	海堤名稱	文字		七股海堤
CLASS	海堤種類	文字		一般性
COUN_NAME1	縣市	文字		臺南市
TOWN_NAME	鄉鎮	文字		七股區
ORG_MNG	管轄單位	文字		第六河川局
Length	長度	數字	單位： 公尺	2276.51
CoordSYS	坐標系統	文字		TWD97[2020]_TM121、 TWVD2001

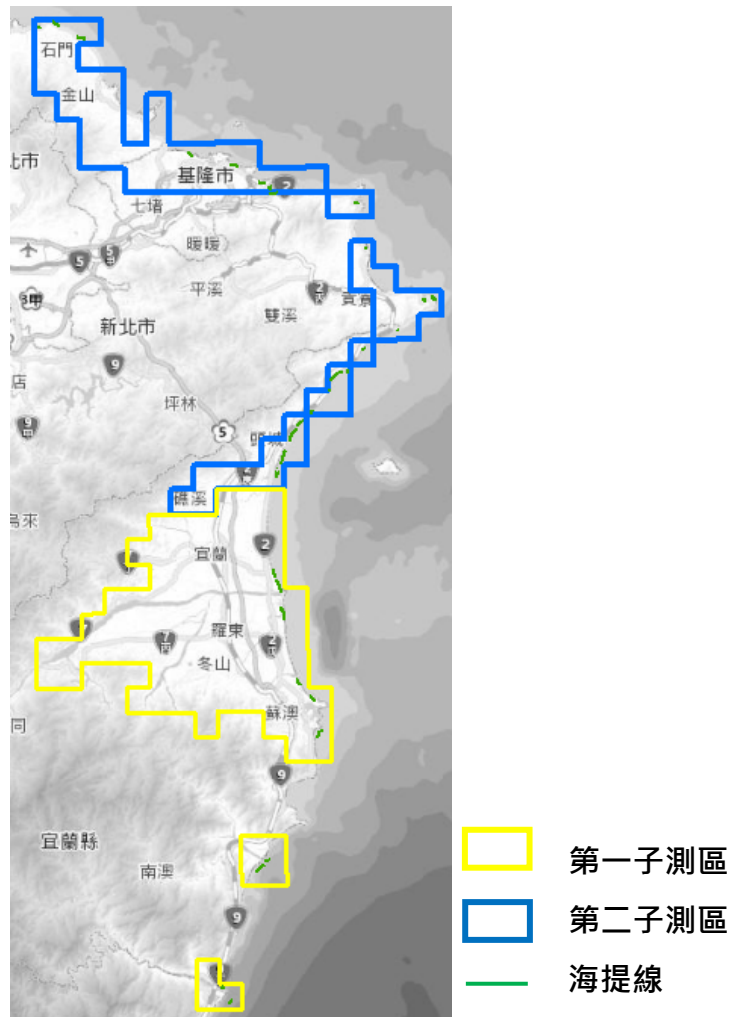


圖 2-21、海堤線成果



圖 2-22、海堤線修正範例

2.4.6 水閘門

為提供水利端淹水模擬之參考，建置水規所及農田水利署所提供之水(閘)門資料以外之水閘門，並以點型式紀錄之，其屬性欄位內容詳如表 2-11，包含地形分類編碼(TerrainID)及判定類型(JudgeType)兩個欄位。TerrainID地形分類編碼統一填入9510206。判定類型為繪圖人員會製時是否能確實判定其為水閘門，若判斷確實為水閘門則填入「1」；若無法明確判定是否為水閘門則填入「0」，以供後續水利端使用者參考，第二作業區共計有36個水閘門。

表 2-11、水閘門屬性欄位

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	欄位型態	長度	範例
TerrainID	地形分類編碼	文字	8	9510206
JudgeType	判定類型	數字	2	1

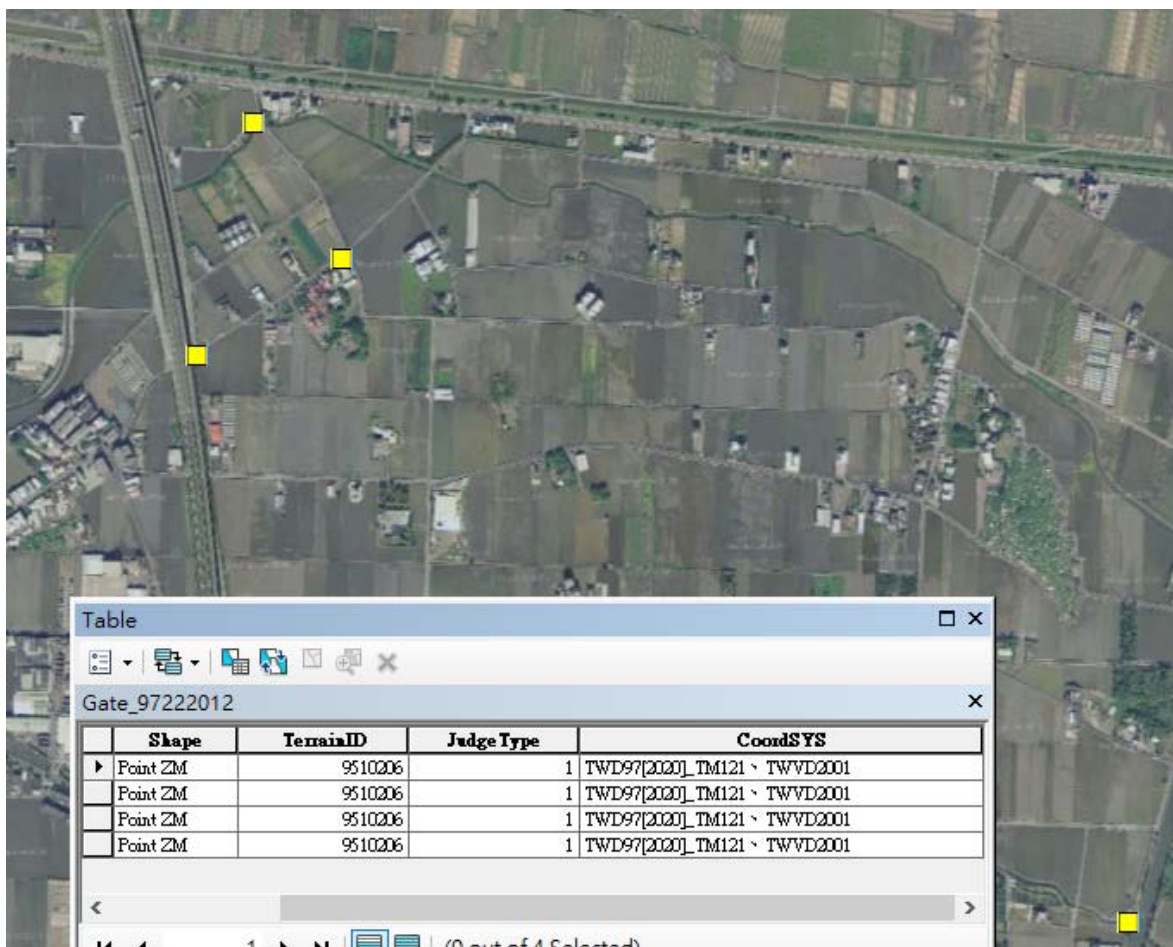


圖 2-23、水閘門成果範例(圖號：97222012)

2.5 製作水利數值地形模型(HyDEM)

HyDEM成果為加入三維水利圖徵之溢堤線以及水利數值地形分類點雲之地面點內插的網格資料，即不包含建物區塊，後續水利使用端可視需要將建物區塊加入內插產製網格資料。本案將利用Suffer軟體內插，內插演算法模式使用克利金法(Kriging)，產製1公尺整數網格的HyDEM。

2.5.1 圖幅分幅

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，在使用時應加注意。不過測製指引規定HyDEM之網格點均以N、E及H三個坐標表示，因此相鄰圖幅間之重疊僅造成資料重複，並不會造成接邊錯誤。

2.5.2 資料格式

HyDEM數據將以公尺為單位，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。

2.5.3 產製水利數值地形模型

由於本案係產製1公尺解析度之成果，部分阻水構造物如胸牆或護欄等之寬度不足1公尺，將導致內插之HyDEM成果之溝渠有破口，使得後續淹水模擬時造成水由破口溢流，不符合實際行水之現況，進一步影響淹水模擬之成果。因此，為避免上述之情形，先採用水利數值地形分類點雲中之地面點與水面點產製1公尺網格之數值地形模型，再採用後處理之方式將溢堤線位

置之網格拉起，得到本案所需之水利數值地形模型成果，如圖 2-24所示。

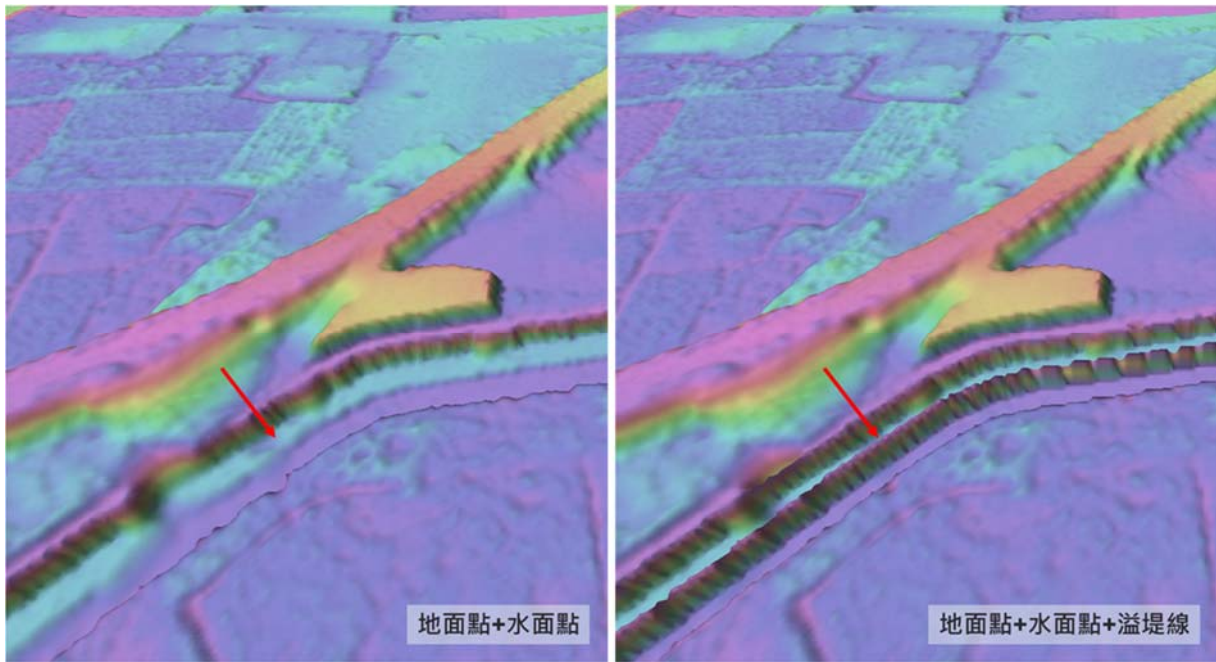


圖 2-24、數值地形模型與水利數值地形模型成果比較

2.5.4 接邊處理

點雲係分圖幅過濾，在作業處理方式及點雲過濾編輯認定不同之情況下，會導致接邊處產生錯誤，因此需進行資料接邊作業。處理原則以逐圖幅方式將重疊區內之高程重新內插，使其高程均一平滑，再將重疊內插之成果回貼覆蓋，確保接邊吻合成為無縫的HyDEM數據，作業示意如圖 2-25，單幅成果如圖 2-26，本案140幅之HyDEM陰影圖如圖 2-27。

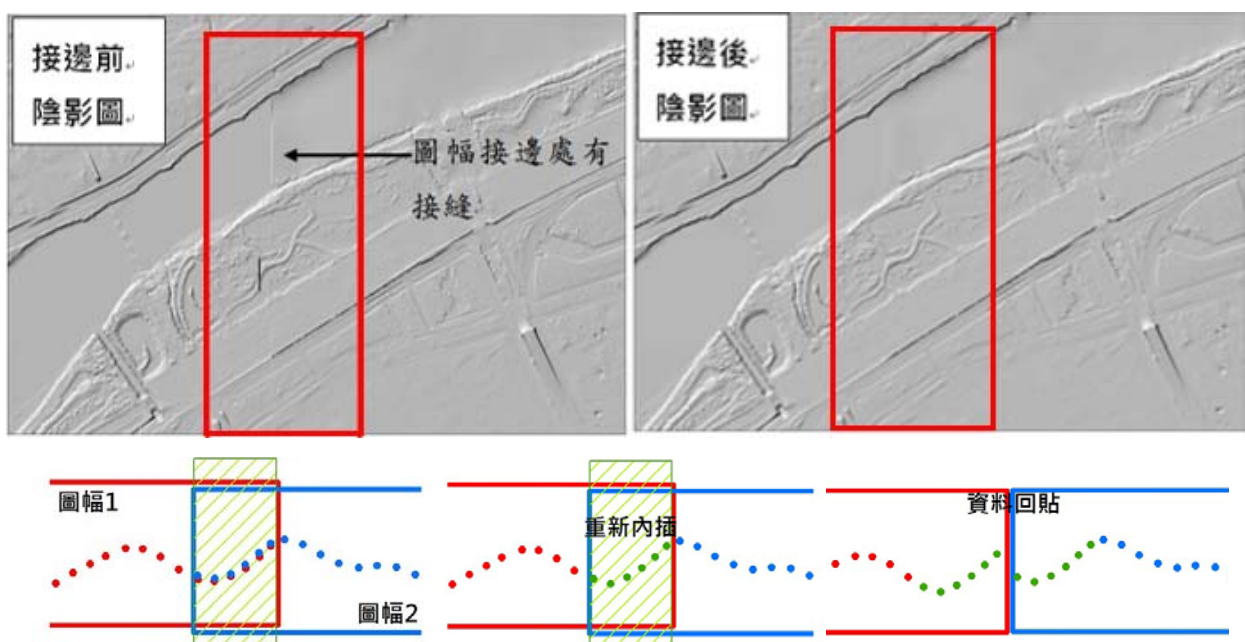


圖 2-25、資料接邊處理及成果

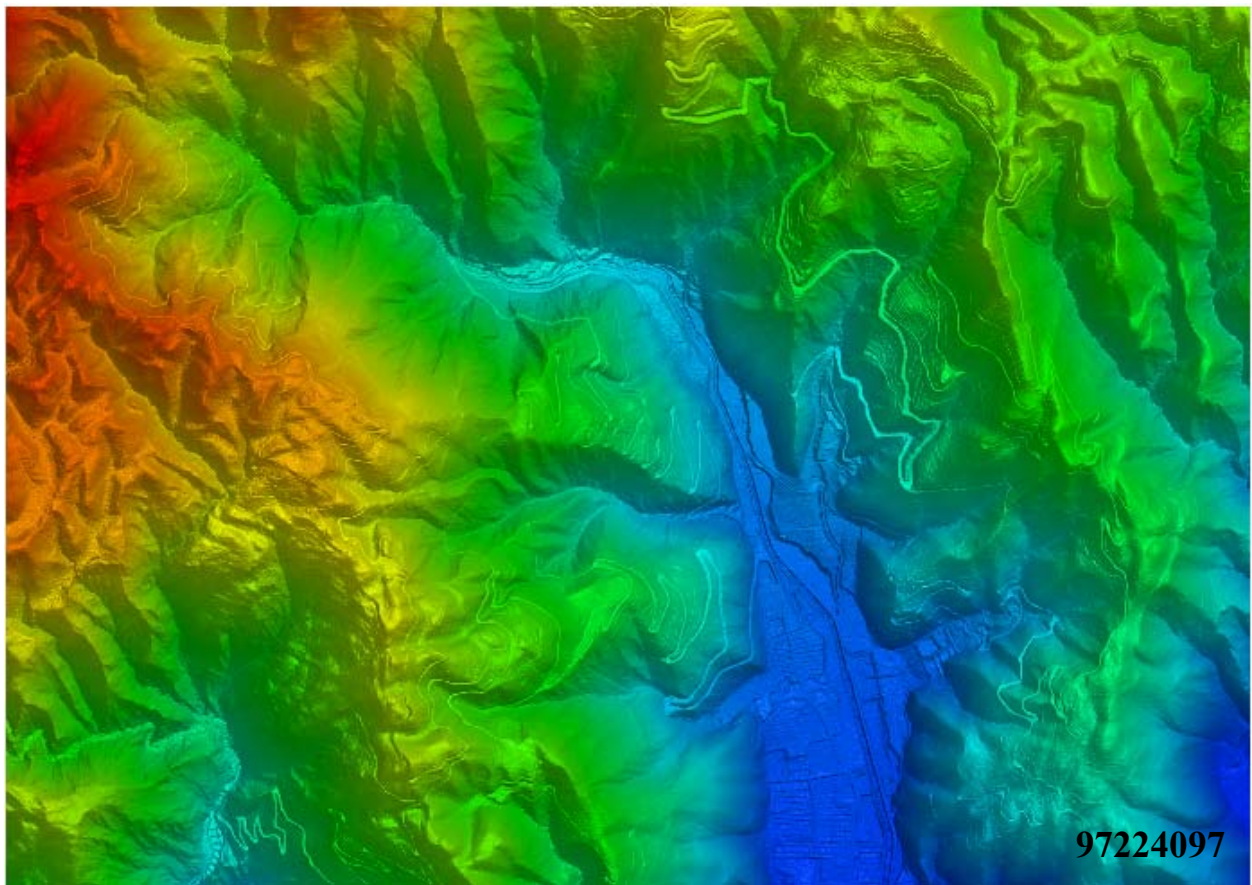
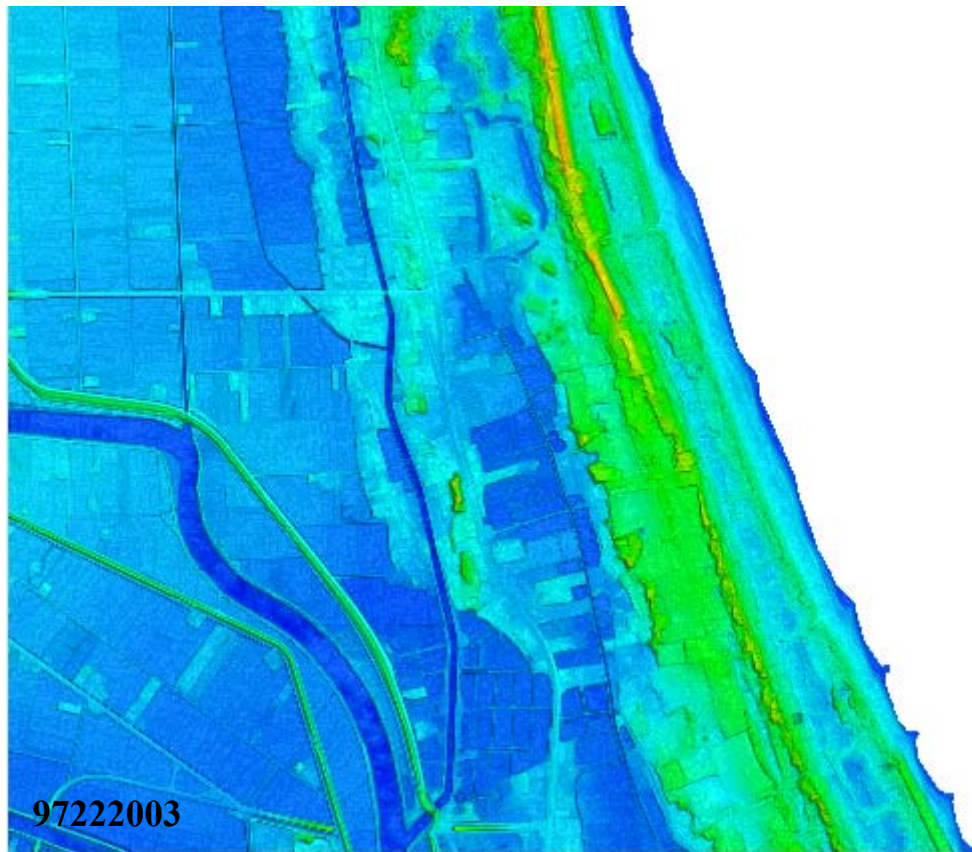


圖 2-26、112 年度第 4 作業區 HyDEM 網格單幅成果

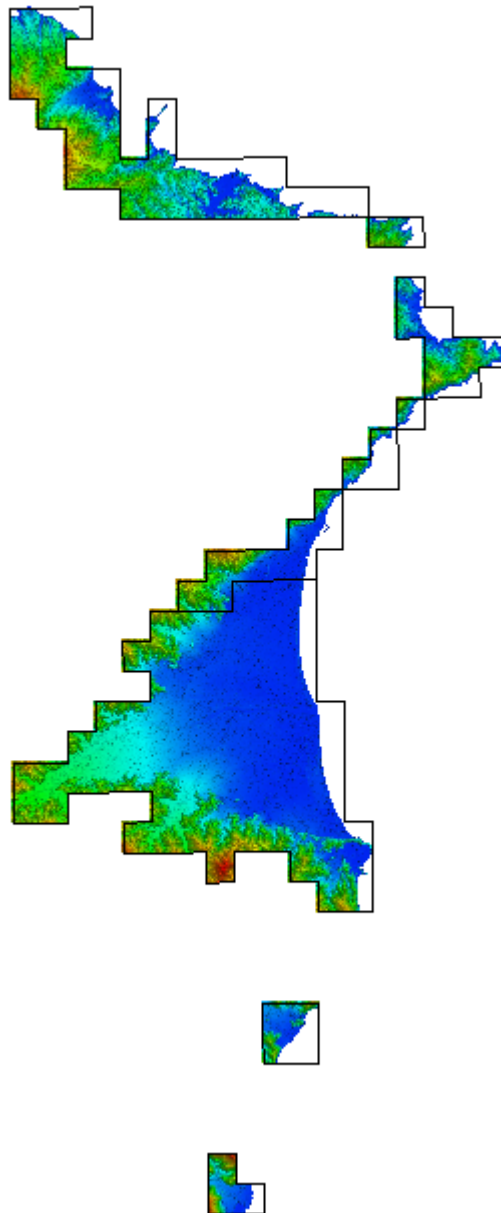


圖 2-27、第 2 作業區 HyDEM 成果

2.6 河川斷面測量與水利數值地形模型網格整合

因現有之大範圍航遙測技術無法有效取得水下地形資訊，尤其河川水道之實際底床資訊，對於水利模擬甚為重要。配合水利應用需要，須整合河川斷面測量成果與HyDEM網格整合作業，作業流程如圖 2-28所示。第四作業區共計整併17幅圖幅，包括宜蘭河、美福排水、蘭陽溪以及冬山河。其整合成果採1公尺間距網格呈現與記錄，網格資料各種格式規定與HyDEM網格成果一致，為與HyDEM網格成果區隔，檔名則額外加註-xs(Cross Section，斷面)，如：HyDEMg94193022-xs.tif。此外，除網格成果外，應保留整合作業過程中之相關檔案，供水利應用之參考。

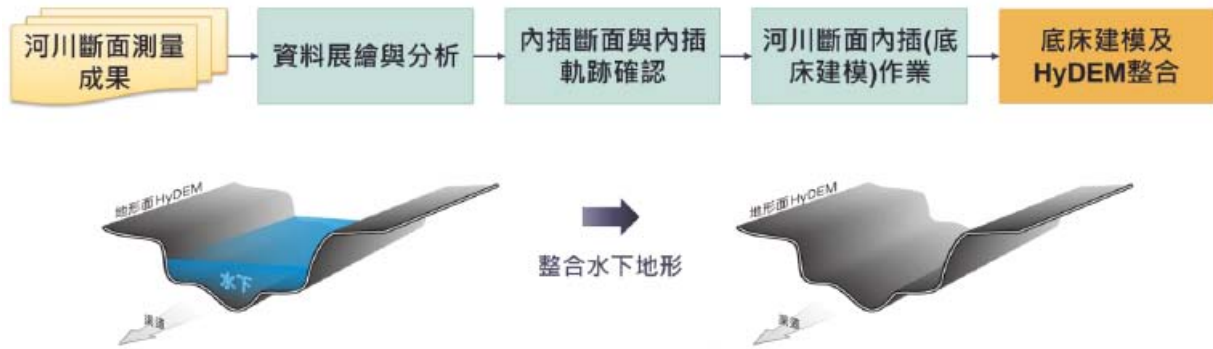


圖 2-28、河川斷面與HyDEM整併流程

2.6.1 河川斷面測量資料展繪與HyDEM比對

本案將由機關提供河川斷面測量成果，本公司透過自行開發之程式，將斷面測量成果中之左右樁坐標及每一斷面之累距與高程資料轉換為E-N-H坐標，即可與空載光達地形套疊，以進行後續比對作業，惟河川斷面測量成果之坐標系統(含高程系統)亦需轉換至與空載光達成果一致。

展繪之河川斷面成果套合空載光達地形成果，以剖面方式逐一比對是否合理一致，若判定斷面測量成果可合理呈現空載光達水下位置之地形或水道構造時，則可進行後續整合作業。大型河川、水道，可比對兩岸高度、位置是否一致，判斷斷面展繪坐標是否無誤，確認一致後則比對兩者之高灘地形與深槽相對位置是否吻合，且由斷面測量成果判讀之深槽深度低於空載光達成果現況水面，如圖 2-29。當滿足上述條件時，則視為兩者資料可進行整合。若取得之河川斷面測量資料無法展繪、資料錯誤或展繪後與空載光達地形明顯不一致，則需提出無法整合之斷面位置、範圍及原因說明，經機關或監審單位確定無其他替代資料或解決方法後，則該區域不予整合。

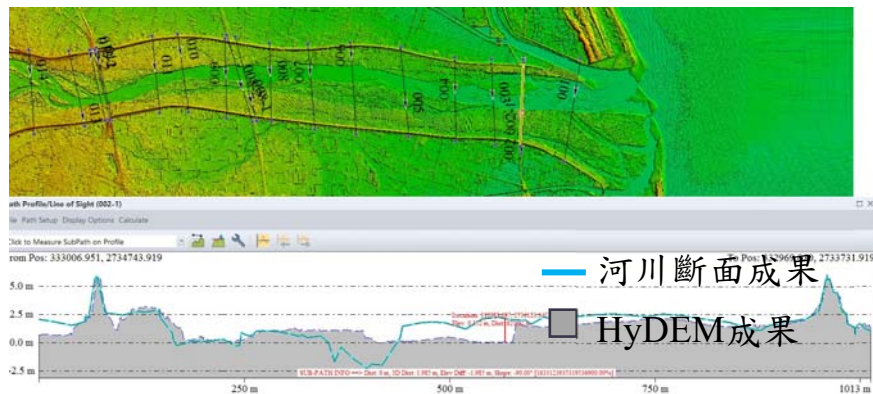


圖 2-29、蘭陽溪調整後展繪成果

2.6.2 河川斷面內插(底床建模)及HyDEM整合作業成果

整合作業原則上係針對空載光達無法取得實際河床地形之現況行水範圍(如：大型河川主深槽區、臨近出海口堤外水域範圍等)，或因空載光達點雲無法連續呈現之小型人工水道構造等範圍。

大型河川或水道之待整合範圍可採用空載光達案之水域線成果修改，定義現況深槽水域範圍，使上下游合理通透連續。當空載光達成果已可呈現細緻之河川高灘地形時，則應盡量保留原始光達地形，原則上此部分高灘地形並非整合對象。小型人工構造水道，無論空載光達成果現況之水道內是否有水，原則上可完整整合至水道兩側堤防、護岸防洪牆等設施。

本案採用美國陸軍工程兵團(United States Army Corps of Engineers, USACE)開發之免費軟體HEC-RAS進行河川底床建模，透過內插參考軌跡及斷面資料進行建模，其中內插參考軌跡係用來約制其沿水道方向內插，而斷面資料除為底床資訊外，其寬度亦會影響建模成果。

本次河川斷面範圍皆位於第4作業區範圍內，因此將河川斷面圖幅規劃在本年度第一子測區，以便檢核合格完成後方能進行河川斷面整合作業。河川斷面包括宜蘭河、美福排水、蘭陽溪以及冬山河，規範總長為40公里，由於斷面無法完整涵蓋至出海口位置，因此實際整合範圍約36.8公里，其餘出海口部分將地形挖除，保持水流通透的合理性，如圖 2-30。河川斷面相關資訊如表 2-12所示，由於本次整合範圍皆為宜蘭溪流域，河川編碼都為R-20，取得原始斷面資料包括上游部分，因此實際使用斷面比取得斷面資料少，且部分斷面資料有明顯不合理狀況，如圖 2-31、圖 2-32，不納入河川斷面地形製作。由表 2-12亦可看出，美福排水為小型人工水道，整合長度較其他流域短，但斷面數量卻是其他河道3倍，需花比較多的時間處理。

表 2-12、河川斷面統計

河川名稱	河川編號	原始取得斷面數量	實際內插斷面數量	斷面整合長度(公里)	HyDEM製作年分
冬山河	R-20	61	50	9.74	112
宜蘭河	R-20	82	45	9.73	112
美福排水	R-20	153	138	7.20	112
蘭陽溪	R-20	86	28	10.12	112

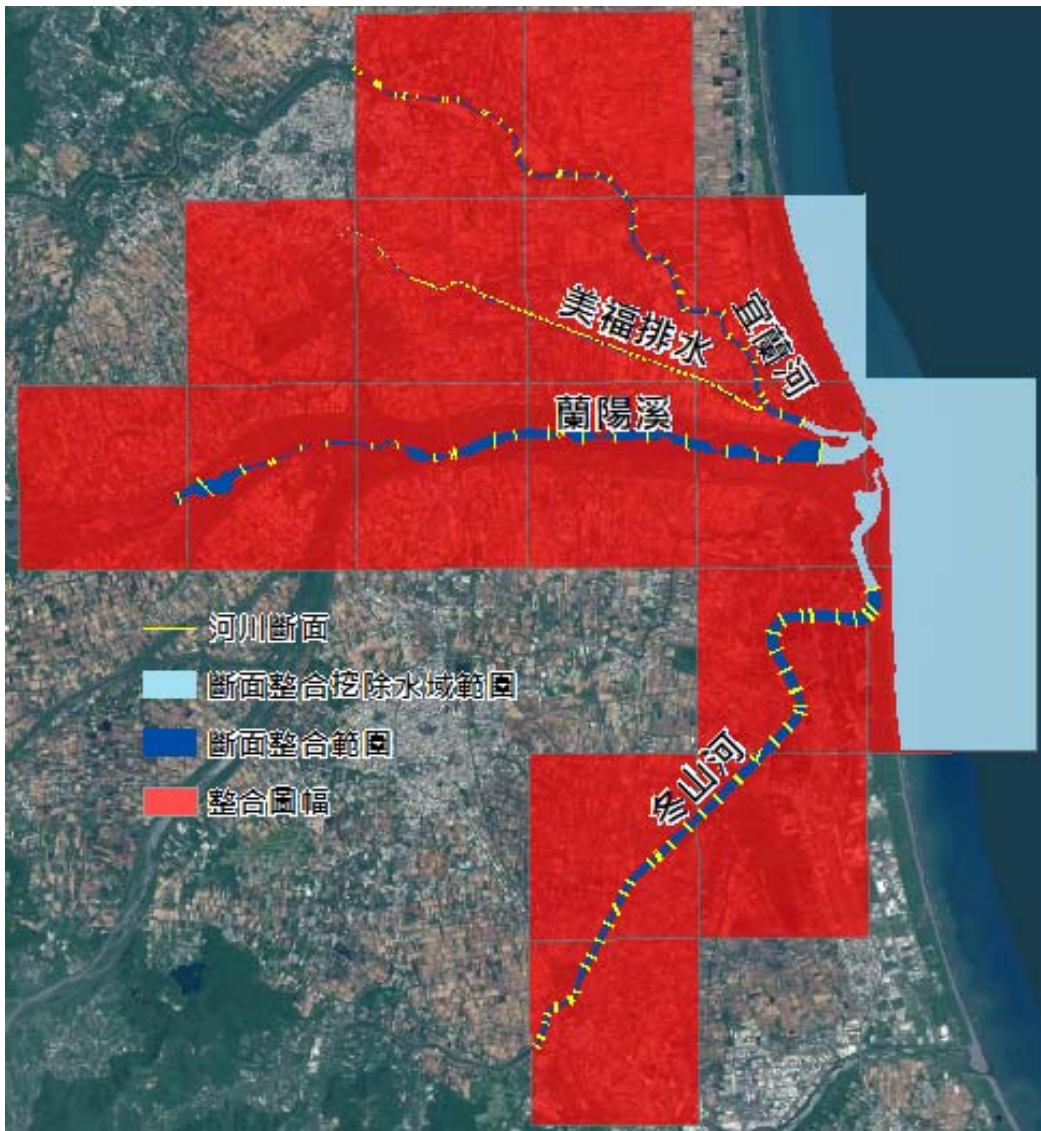


圖 2-30、第4作業區河川断面整合位置

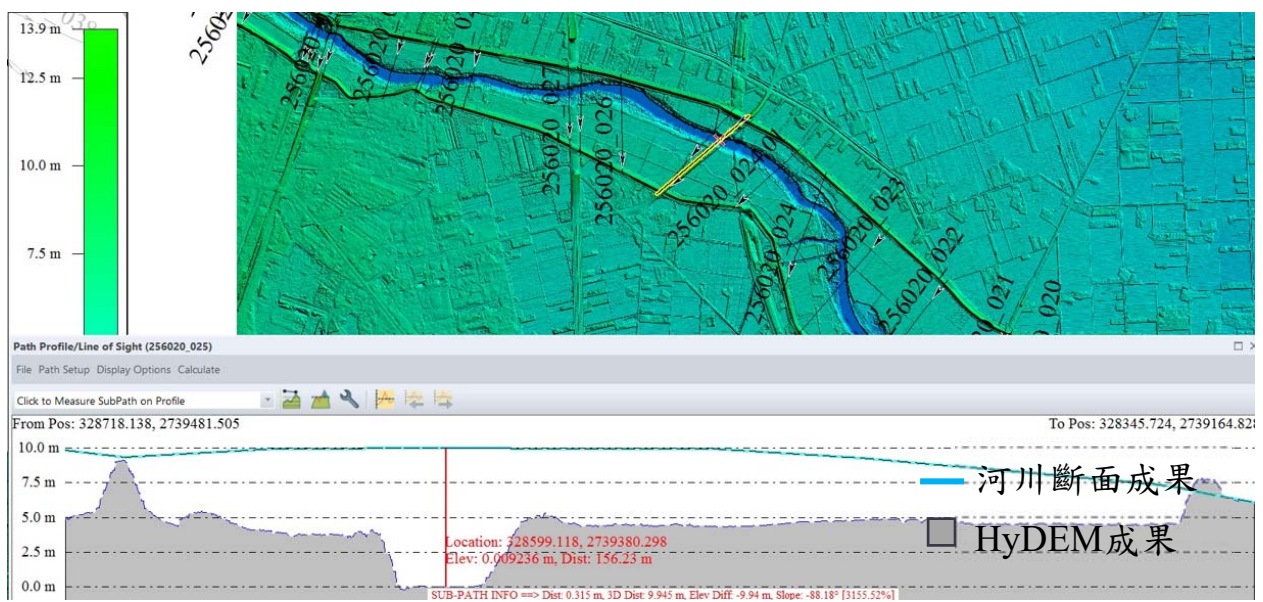


圖 2-31、宜蘭河断面256020_025不進行整合範例(高度不合理)

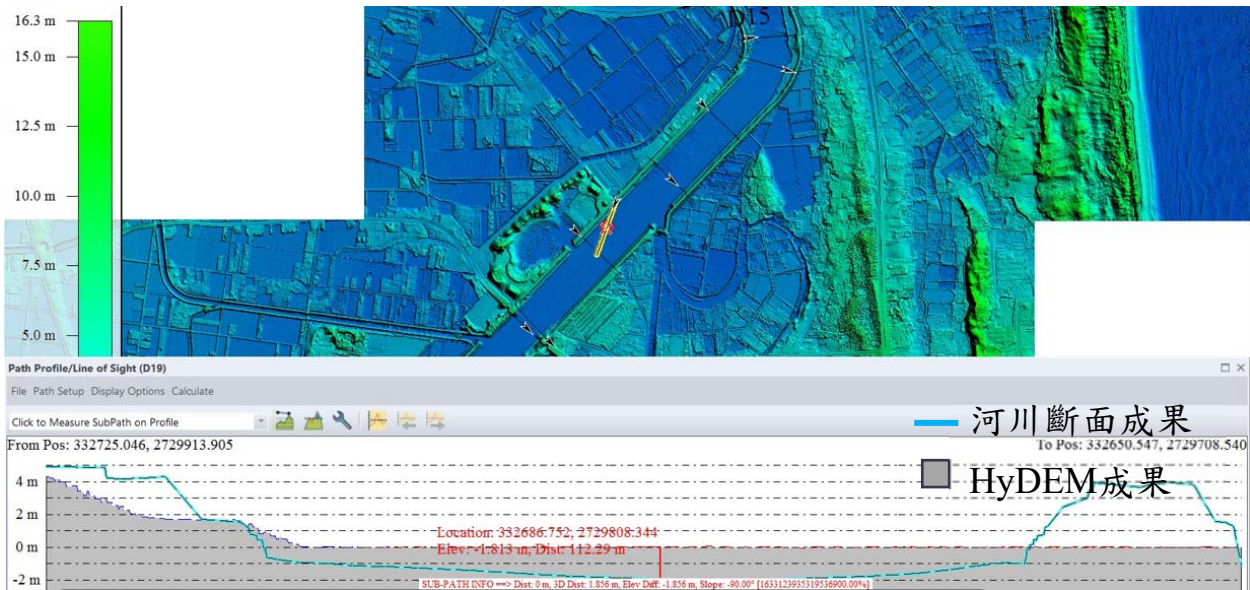


圖 2-32、冬山河断面D19不進行整合範例(左右樁有誤)

另外，由於美福排水為小型人工水道，断面數量比一般流域断面數量來的多以外，一般小型人工水道断面紀錄僅有左岸堤頂、左岸底床、右岸底床、右岸堤頂，因此所取得的原始資訊也與其他渠道差異較大，使用断面樁位距離高程資訊與原始橫断面圖相比並不相同，如圖 2-33，需參考橫断面圖.cad上的資訊才能將完整断面展繪出。

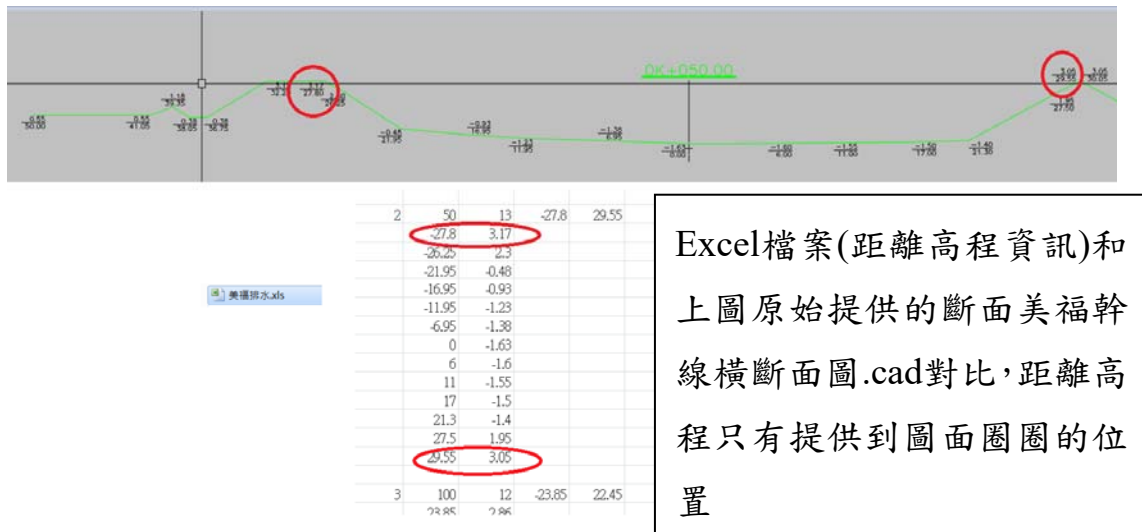


圖 2-33、美福排水断面展繪資料

第4作業區整合成果前後如圖 2-34、圖 2-35所示。

HyDEM



圖 2-34、第4作業區河川斷面位置HyDEM成果

HyDEM-xs

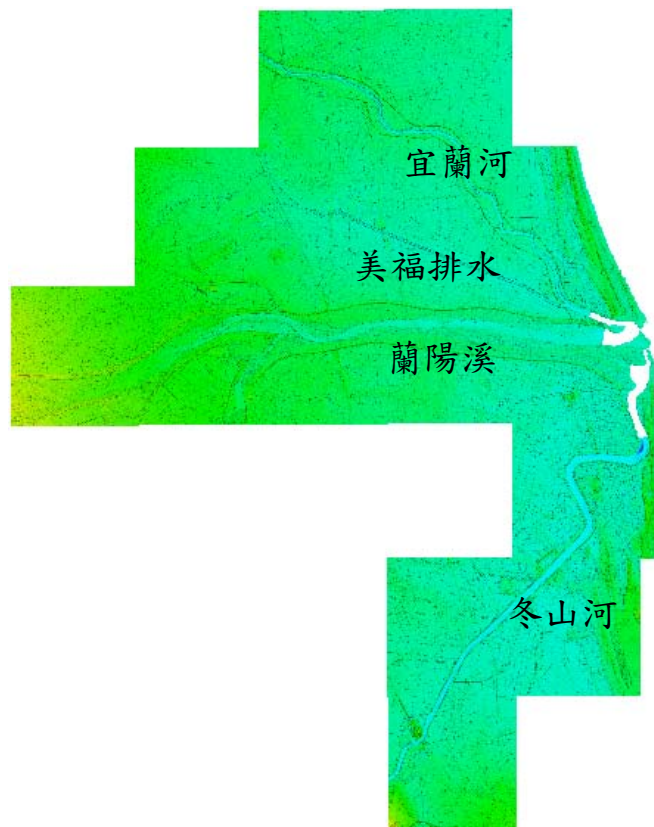


圖 2-35、第4作業區河川斷面位置HyDEM-xs成果

內插後之底床地形模型應整合至空載光達組成之HyDEM地形，整合作業應進行合理之融合及鑲嵌。整合後之地形可藉由陰影圖或剖面方式檢查其整體地形、水文是否合理。如斷面測量成果與空載光達地形因測製時間不同差異過大，則整合後地形應合理呈現深槽水道寬度並保留原斷面測量之深槽底床資訊。小型人工水道之整合作業，可整合至水道兩側外(即整合範圍略大於水道實際寬度)。惟整合後如受限網格解析度無法呈現之水道兩側防洪牆，則應使用該水道之溢堤線成果，重新補強HyDEM地形，使其呈現防洪牆之合理高度。

而本作業區美福排水及宜蘭河交接處，由於美福的水底地形低於宜蘭河(美福排水約為-1.5公尺，宜蘭河約-0.9公尺)，因此若兩條河道打通，會導致水流無法流出之情況，因此將美福排水的範圍改至交接處的水閘門前，而宜蘭河範圍改至水閘門後，將其合理化，如圖 2-36。

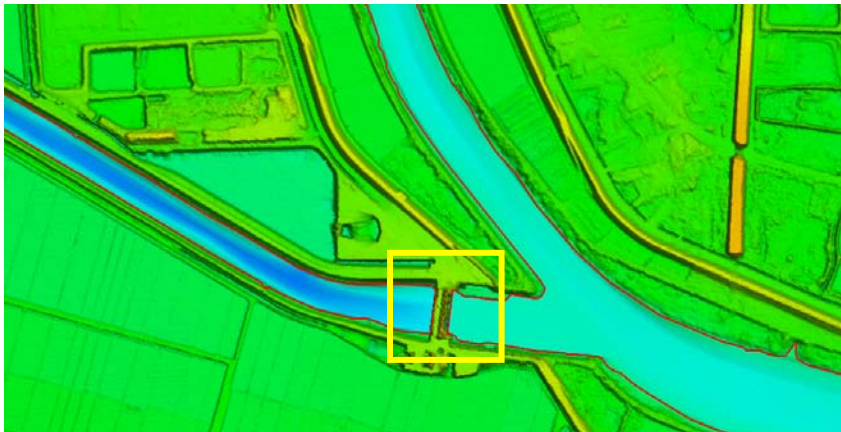


圖 2-36、美福排水及宜蘭河交接處處理原則

由於斷面無法完整涵蓋至出海口位置，因此將第一個斷面外的區域地形挖除，保持水流通透的合理性。

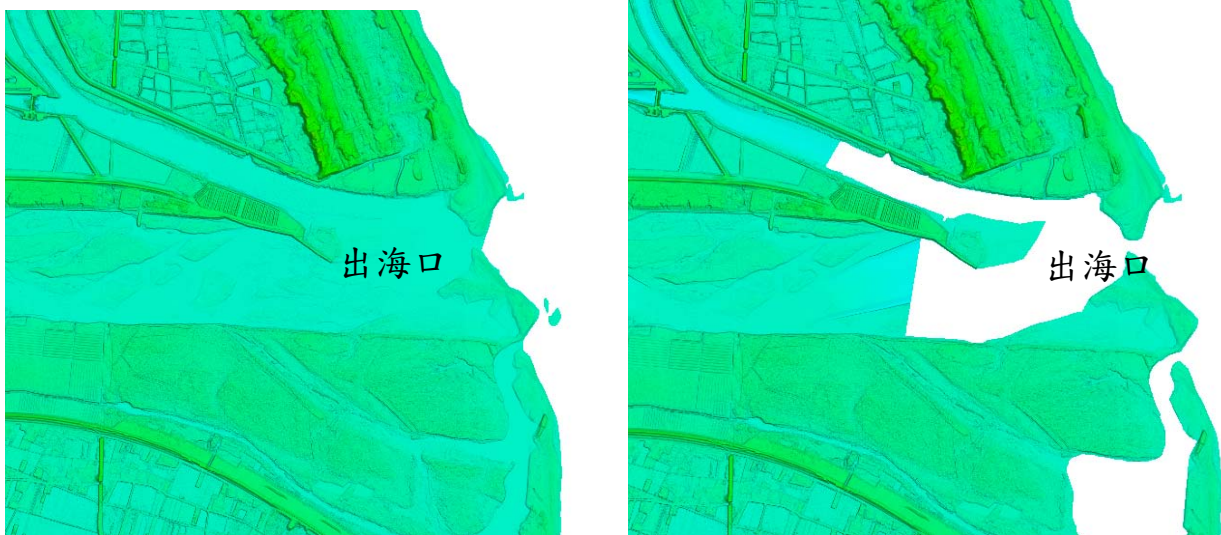


圖 2-37、97222013及97222014 HyDEM(左圖)及HyDEM-xs(右圖)

2.7 下水道資料與水利數值地形模型整合

在水利數值地形中，下水道人孔與兩旁的側溝對應地表高程資訊則會直接影響水利模式淹水模擬過程中，地表二維漫地流或透過雨水下水道人孔或側溝溢流之情況。當人孔與側溝地表高程高於周遭高程時，水不易流入；當人孔與側溝地表高程低於四周高程時水體流入速率會較快速，因此具有正確高程的人孔與側溝資料，將會影響模式計算的正確與合理性。

2.7.1 下水道資料與HyDEM資料整合作業流程：

下水道人孔整合方式如下：

1.下水道人孔資料由機關提供，其資料坐標系統應與空載光達地形一致(含高程系統)，才能進行後續整合比對作業。當兩者坐標系統不一致時，應將下水道坐標轉換至空載光達地形一致，才可進行整合。

2.本項整合作業以不變更HyDEM網格及下水道資料之既有內容或數值為原則進行整合，即採用表格方式記錄整合情況。

3.下水道人孔可分為：正常人孔、虛人孔及覆蓋人孔等3類，其整合表格應記錄欄位，如表 2-13所示。當正常人孔頂高程與HyDEM高程差異大於20公分，則視為不一致，需額外紀錄兩者差異原因(不一致原因)，並製作附圖說明。其中HY_DEC為整合作業備註，為第二次工作會議新增項目，如本作

業區有19筆人孔高度為0的資料，由於高程資料不合理，因此備註於此欄位中並不製作附圖說明檔案。而表格內的不一致原因類別也於第三次工作會議新增如下：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光達掃描遮蔽處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他，附圖說明採doc或pdf檔案方式補充說明差異。

4.重複編號命名原則：部分人孔頂高程與HyDEM高程差異大於20公分，但編號重複，坐標不相同，在附圖說明的檔案命名方式就會重複。因此於會議結論，將重複資料的其中一筆檔案名稱後加-1，如本案有Hy-B8-附圖說明、Hy-B8-附圖說明-1以及Hy-B8-附圖說明-2，三筆人孔編號相同的資料，但內容不同，在檔名上作區別，本作業區共計12筆重複編號但內容不同之項目。

表 2-13、下水道與 HyDEM 整合成果記錄檔欄位屬性內容

欄位順序	欄位名稱 (英)	欄位名稱 (中)	欄位型態	內容說明
1	MH_NUM	人孔編號	字串	依據人孔及管線資料編碼原則來源：(原始下水道資料shp檔)
2	MH_CLASS	人孔類別	文字	正常人孔、虛人孔、覆蓋人孔
3	MH_TLE	人孔頂高程	數字(整數4位；小數位3位)	單位：公尺 來源：原始下水道資料(Shp 檔)
4	HY_MH_H	人孔HyDEM高程值	數字(整數4位；小數位3位)	人孔頂位置對應之HyDEM 高程值Height(高程值為正高；單位：公尺)
5	HY_H_DIF	人孔頂高程與 HyDEM 高程差異值	數字(整數4位；小數位3位)	HDIF=Height difference(高程值為正高；單位：公尺)
6	HY_CONF	一致性	文字	CONF =Conformance填寫一致，不一致(大於20公分)
7	HY_DEC	整合作業備註	文字	無法判定人孔類別，不進行一致性判定；人孔頂高程欄位數值不合理，不進行一致性判定
8	HY_R1	不一致原因	文字	R1=Reason1填寫A~F(大寫)不一致原因詳見*註2說明
9	HY_R2	不一致原因附圖詳細說明	文字	R2=Reason2 附檔名稱(Hy-人孔編號-附圖說明檔.pdf) 如：Hy-○○○○-附圖說明檔.pdf

2.7.2 下水道資料與HyDEM資料整合成果：

第四作業區人孔數總計為23,122支，其中10,690支為正常人孔、6,966支為虛人孔以及5,466支覆蓋人孔，作業流程以及人孔分布如圖 2-38所示。其中有1,709支正常人孔高度與光達相比超過20公分，其中有19筆資料人孔高度為0，明顯不合理，因此於第二次工作會議決議(112年6月6日)此19筆資料不製作附圖說明，以及41筆重複資料(點名坐標為全相同者)，共計需要製作1,649筆不一致附圖說明。

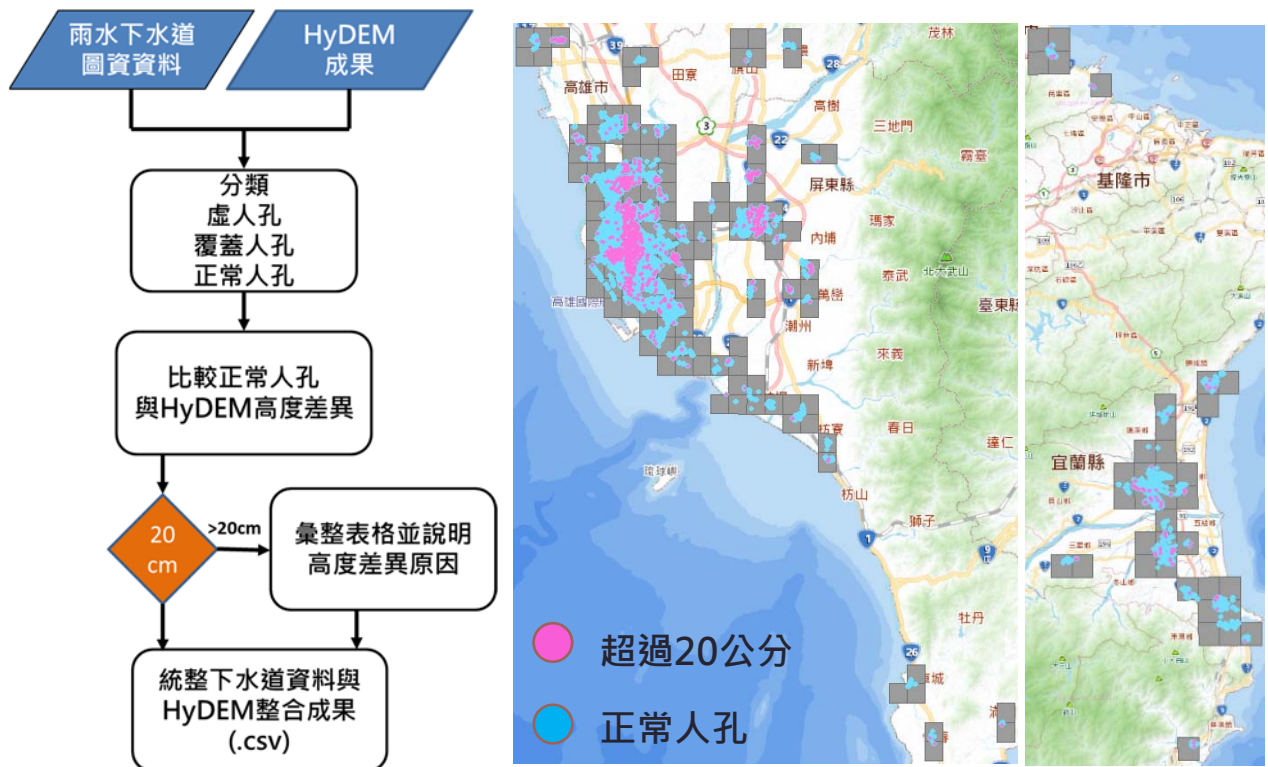


圖 2-38、下水道資料整合作業

第4作業區中不一致原因類別如表 2-14~表 2-16所示，其中判斷依據如下所述：



- A. 地貌改變：參考正射影像以及Google歷年街景資料、下水道施測日期等資訊，判斷地貌是否變化。
- B. 原始人孔即備註施工：參考原始資料下水道人孔資料的備註欄位。
- C. 人孔位於光達掃瞄遮蔽處：若人孔位於橋下等光達無法掃描到的地方時，歸類於此類別。
- D. 光達地形表現不足：人孔若位於分隔島或周圍有高低落差的位置。
- E. 原始資料有疑問

- F. 缺現況相片：街景無法進入位置，無法判斷其原因，因此在附圖說明的街景欄位亦空白即可。
- G. 現況無人孔：在街景上無法找到人孔時。
- H. 現況人孔類型改變：歷年前期影像有人孔，後期影像無人孔，如道路重鋪導致人孔被柏油覆蓋，或前期無人孔，後期影像有人孔出現的情況等。
- I. 查無原因：無法判斷不一致的原因。
- X 其他：如人孔在河道等其他因素，需標明在備註欄位。

表 2-14、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別A、B)

下水道與 HyDEM 整合紀錄表				下水道與 HyDEM 整合紀錄表			
人孔編號	3247-02	整合年度	2023 年	人孔編號	2475-41	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔	整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光達測製年份	2011 年	下水道資料年份	缺	光達測製年份	2016 年	下水道資料年份	2018/04/30
高程差異值	172.9(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致	高程差異值	-37.8(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X			不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭廷雯	整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭廷雯
其他備註說明				其他備註說明			
<small>*不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即棄註施工 C.人孔位於光達掃描邊緣處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他</small>				<small>*不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即棄註施工 C.人孔位於光達掃描邊緣處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他</small>			
航照		光達模型		航照		光達模型	
街景照/現地照片				街景照/現地照片			

表 2-15、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別C、D、E、F)

下水道與 HyDEM 整合記錄表			
人孔編號	R2	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光碟測製年份	2016 年	下水道資料年份	2018/09/16
高程差異值	30.9(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭鈺雯
其他備註說明			
※不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光碟掃描範圍處 D.光碟地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他			
航照		光碟模型	
			
街景照/現地照片			
			

下水道與 HyDEM 整合記錄表			
人孔編號	4882-28	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光碟測製年份	2016 年	下水道資料年份	缺
高程差異值	32.4(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input checked="" type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭鈺雯
其他備註說明			
※不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光碟掃描範圍處 D.光碟地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他			
航照		光碟模型	
			
街景照/現地照片			
			

下水道與 HyDEM 整合記錄表			
人孔編號	3058-28	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光碟測製年份	2018 年	下水道資料年份	2018/04/30
高程差異值	43.2(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭鈺雯
其他備註說明			
※不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光碟掃描範圍處 D.光碟地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他			
航照		光碟模型	
			
街景照/現地照片			
			

下水道與 HyDEM 整合記錄表			
人孔編號	5464-4	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光碟測製年份	2016 年	下水道資料年份	缺
高程差異值	-25.1(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭鈺雯
其他備註說明			
※不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光碟掃描範圍處 D.光碟地形表現不足 E.原始資料有疑問 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他			
航照		光碟模型	
			
街景照/現地照片			
			

表 2-16、下水道與HyDEM整合紀錄表(類別H、I、X)

下水道與 HyDEM 整合紀錄表			
人孔編號	4791-10	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光達測製年份	2016 年	下水道資料年份	缺
高程差異值	26.6(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭廷雯
其他備註說明			
<small>*不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光達掃描邊緣處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑團 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他</small>			
航照		光達模型	
街景照/現地照片			

下水道與 HyDEM 整合紀錄表			
人孔編號	4678-03	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光達測製年份	2016 年	下水道資料年份	缺
高程差異值	20.1(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭廷雯
其他備註說明			
<small>*不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光達掃描邊緣處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑團 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他</small>			
航照		光達模型	
街景照/現地照片			

下水道與 HyDEM 整合紀錄表			
人孔編號	5363-1	整合年度	2023 年
整合廠商	詮華國土測繪有限公司	人孔類別	正常人孔
光達測製年份	2016 年	下水道資料年份	缺
高程差異值	199.2(單位：公分)	高程一致性	<input type="checkbox"/> 一致 <input checked="" type="checkbox"/> 不一致
不一致原因類別	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> I <input checked="" type="checkbox"/> X		
整合人員	陳嘉欣	檢查人員	鄭廷雯
其他備註說明	人孔位置在排水溝裡，無法判斷差異原因		
<small>*不一致原因類別：A.地貌改變 B.原始人孔即備註施工 C.人孔位於光達掃描邊緣處 D.光達地形表現不足 E.原始資料有疑團 F.缺現況相片 G.現況無人孔 H.現況人孔類型改變 I.查無不一致原因 X.其他</small>			
航照		光達模型	
街景照/現地照片			

2.8 外業自我檢核

外業自我檢核圖幅數量依作業區各階段提送之圖幅數5%計算，每圖幅須至少抽檢10點，並統計所有檢核點與溢堤線垂足點高程差值之均方根值須小於50公分，計算兩兩相鄰之外業檢核點與相應垂足點之相對高程差值之均方根值需小於20公分。本作業區第2階段(第1子測區)圖幅為84幅，第3階段(第2子測區)為56幅，依規定第1子測區需自我檢核5幅，第2子測區需檢核3幅，共計8幅，每1圖幅檢測10點，共檢測80點，本公司於112年05月13日以及8月26日辦理外業自我檢核，採用GNSS施測，外業現場施測照片如圖2-39，自我檢核圖幅分布如圖2-40，各圖幅檢測點位及成果詳附件五、外業自我驗收紀錄。第1子測區之絕對高程差值RMSE為11.5公分，相對高程差RMSE為6.7公分；第2子測區之絕對高程差值RMSE為11.7公分，相對高程差RMSE為12.8公分，皆符合契約作業規範。



圖 2-39、外業自我檢核施測

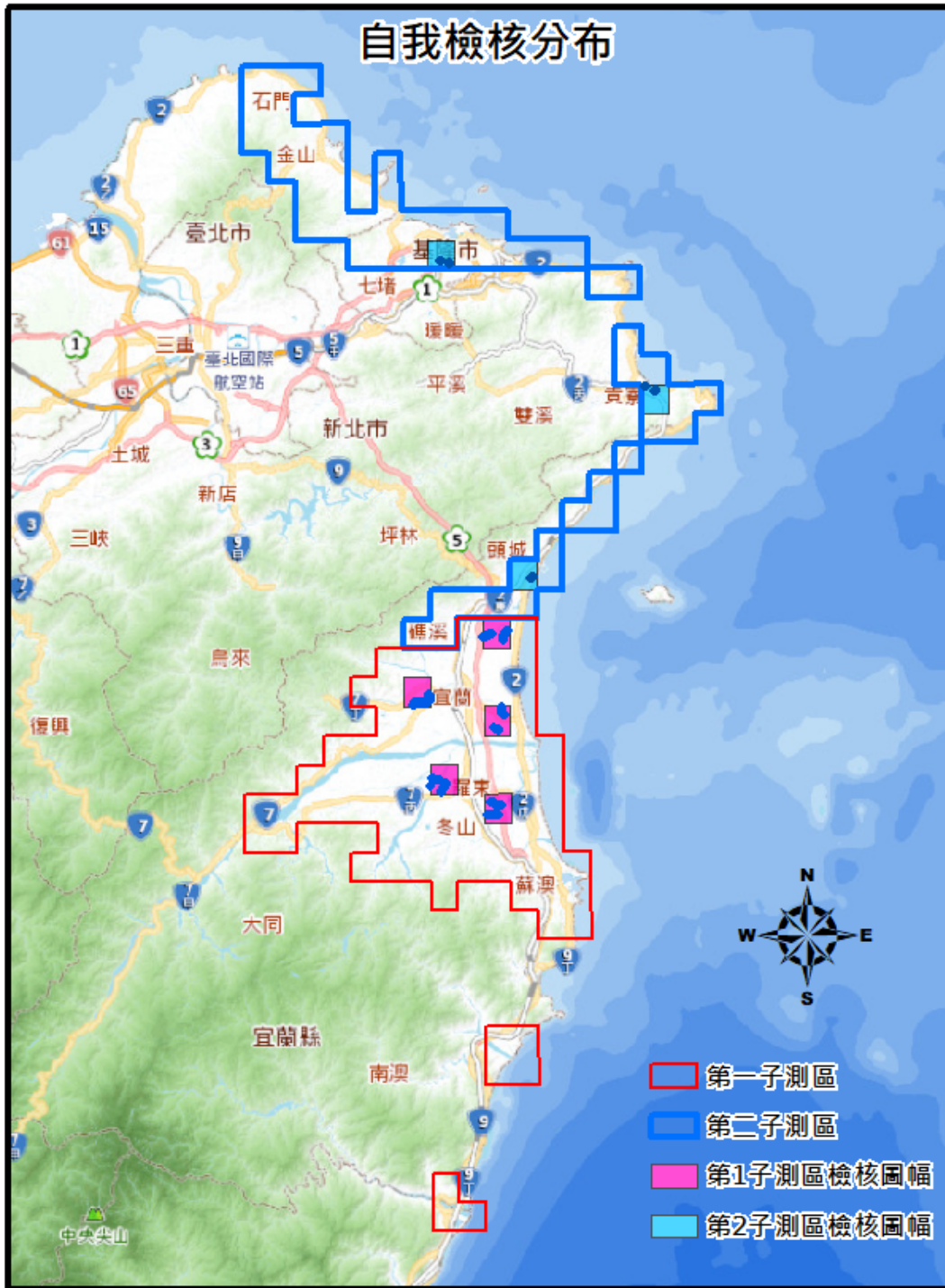


圖 2-40、自我檢核圖幅

第三章、自我檢核方式及處理原則

3.1 自我品質檢核

本案原始資料來源眾多，後處理步驟與項目也繁多，為確保執行成果品質以及工作流暢度，除需落實每項工作勤前講習外，並透過作業人員多年的測製經驗，必能促使每個工作環節的建立與內部品質管理作業機制。針對成果落實自我檢核，以利查核人員按照制定之程序於各階段查核。本案測製作業包含產製水利數值地形分類點雲、三維水利圖徵製作、水利數值模型網格成果產製等三個大項，由資深工程師擔任品質管控人員，製作編修人員名冊以系統性方式整理編修進度，並針對不同的地形易發生錯誤之類別，以及各編修人員編修之情況加以管控，隨時注意並督導，編修人員及檢核人員分布如圖 3-1所示，自主檢查表詳附件三。

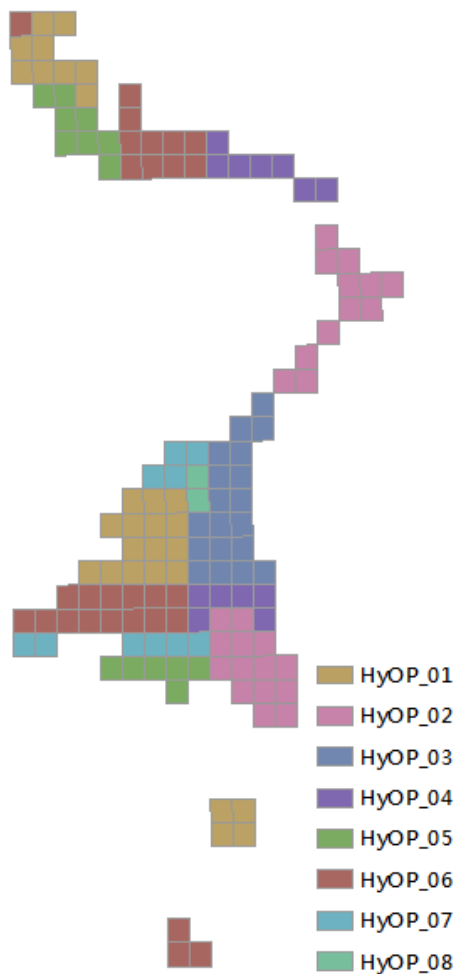


圖 3-1、編修人員及檢核人員分布圖

作業分兩個子測區繳交，第一子測區總計繳交84幅，不合格圖幅共計4幅，分別由3個人產製，進行作業管控並重新提點作業繪製注意事項後，第二子測區總計繳交56幅，不合格圖幅共計1幅。

3.1.1 水利數值地形分類點雲(HyDEM LAS)檢查

HyDEMLAS點雲分類完成後，將由檢核人員針對點雲資料格式及範圍檢查、點雲分類檢查，以確保每個作業人員之成果品質。

1. 點雲資料格式及範圍檢查

確認點雲資料之儲存格式為LAS 1.2，並依照5,000圖幅分幅，圖幅範圍應與取得之DEMLAS相同，且點雲僅分為地面點、非地面點、水面點、雜點及細部水工構造點等五類。

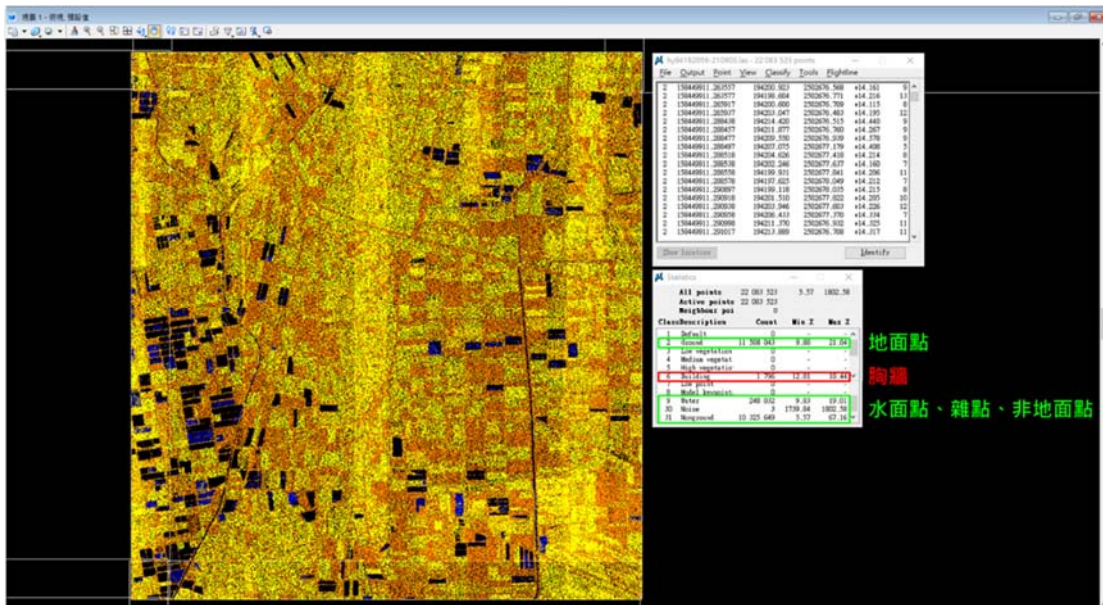


圖 3-2、點雲資料格式及範圍檢查

2. 點雲分類檢查

依水利數值地形測製及檢核技術指引(草案)所列之錯誤樣態類別檢查，包含①溝渠兩側立面地面點未正確分類至地面點，②水利構造物未正確分類至細部水利構造物，③既有錯誤分類補正等三個錯誤樣態。其中細部水利構造物(如胸牆)為便於後續產製水利數值地形模型，本案丙方辦理教育訓練時建議將水利構造物分類至圖層6，待成果確認後再將其分類回地面點(圖層2)。

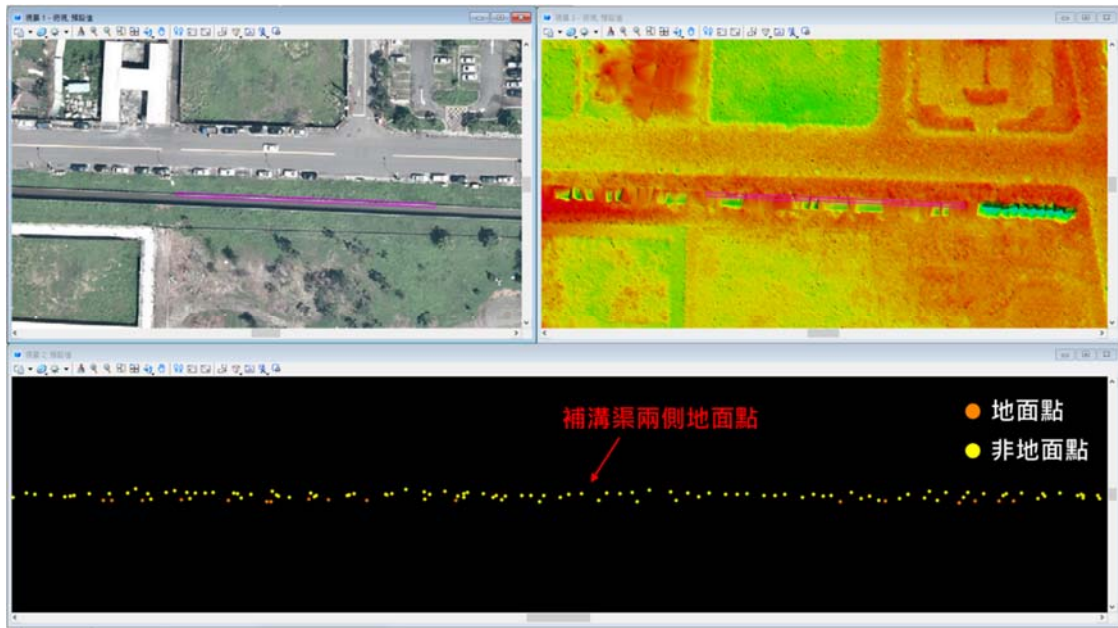


圖 3-3、溝渠兩側立面未修正範例

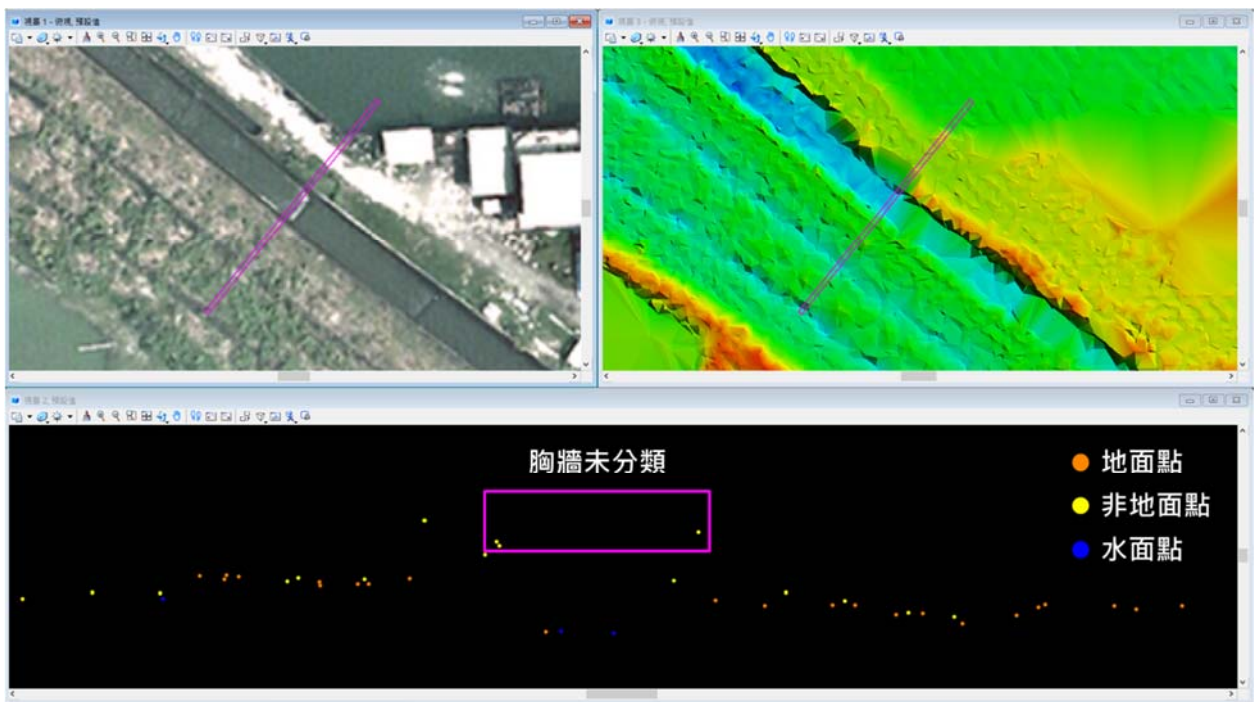


圖 3-4、胸牆未正確分類範例

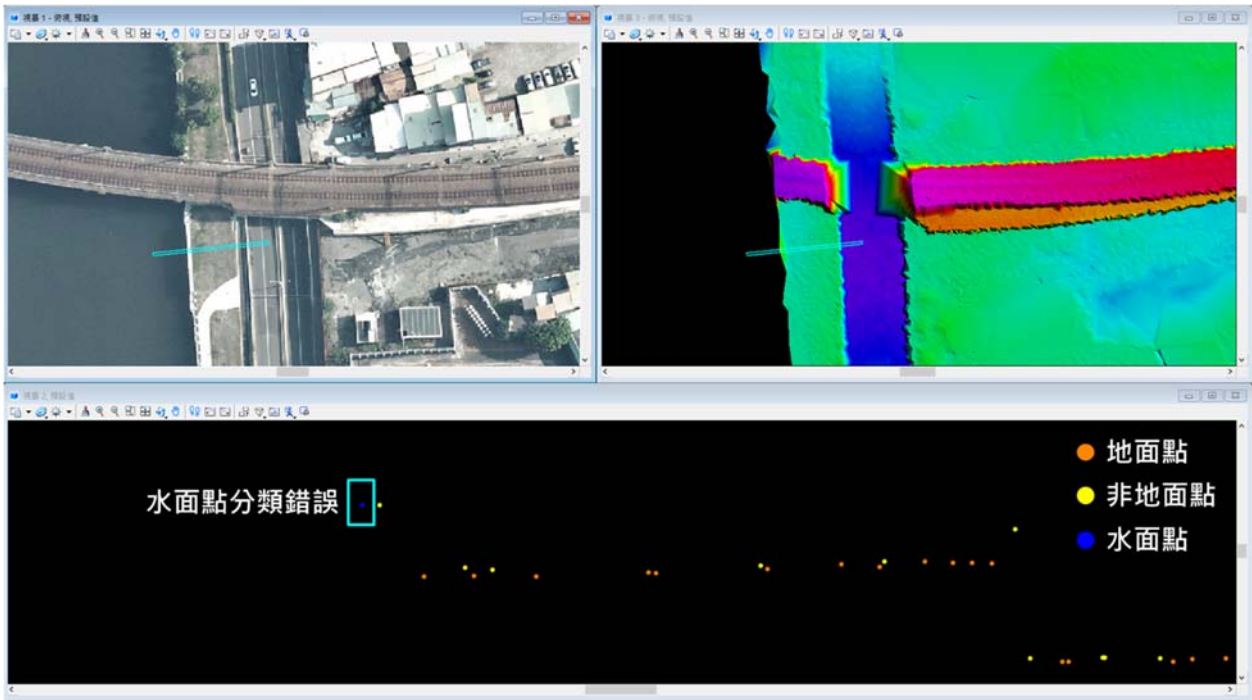


圖 3-5、既有錯誤分類補正範例

3.1.2 三維水利圖徵檢查

三維水利圖徵測製完成後，由資深之檢核人員進行幾何位置繪製之檢查，並由圖資編輯人員確認位相關係及屬性編輯之正確性與合理性，以確保資料之品質。

1. 資料格式、範圍及屬性欄位正確性檢查

確認三維水利圖徵之檔名、檔案格式是否符合規範，且其圖幅範圍與相同圖號之HyDEM LAS相同，此外其屬性欄位內容及格式則由程式檢核及確認其名稱、型態及長度是否符合規範，檢核報表如表 3-1所示。

表 3-1、三維水利圖徵圖層屬性欄位正確性檢查

圖層名稱	檢核報表	符合規範
溢堤線	ID is a type of Integer with a length of 10 TerrainID is a type of String with a length of 8 MDate is a type of String with a length of 8 CoordSYS is a type of String with a length of 50	O
海陸線	ID is a type of Integer with a length of 10 TerrainID is a type of String with a length of 8 MDate is a type of String with a length of 8 CoordSYS is a type of String with a length of 50	O
水閘門	TerrainID is a type of String with a length of 8 JudgeType is a type of SmallInteger with a length of 2	O
海堤線	OBJECTID is a type of Integer with a length of 10 DIKE_NAME is a type of String with a length of 80 CLASS is a type of String with a length of 80 COUN_NAME1 is a type of String with a length of 80 TOWN_NAME is a type of String with a length of 80 ORG_MNG is a type of String with a length of 80 Length is a type of Double with a length of 23.15 CoordSYS is a type of String with a length of 50	O
水域區塊	ID is a type of Integer with a length of 10 TerrainID is a type of String with a length of 8 MDate is a type of String with a length of 8 Height_W is a type of Double with a length of 10.2 Height_FW is a type of Double with a length of 10.2	O

圖層名稱	檢核報表	符合規範
	CoordSYS is a type of String with a length of 50	

2. 位相關係(Topology)檢查

本案之三維水利圖徵成果除建物區塊(資料表)外，皆以3D Shapefile格式儲存，其圖徵內容必須滿足GIS位相關係，本公司採用ArcGIS之位向關係檢查功能，確保各圖徵無位相關係之錯誤，並將錯誤之位相位置輸出成Shapefile，供繪圖人員修改圖檔，如圖 3-6所示。

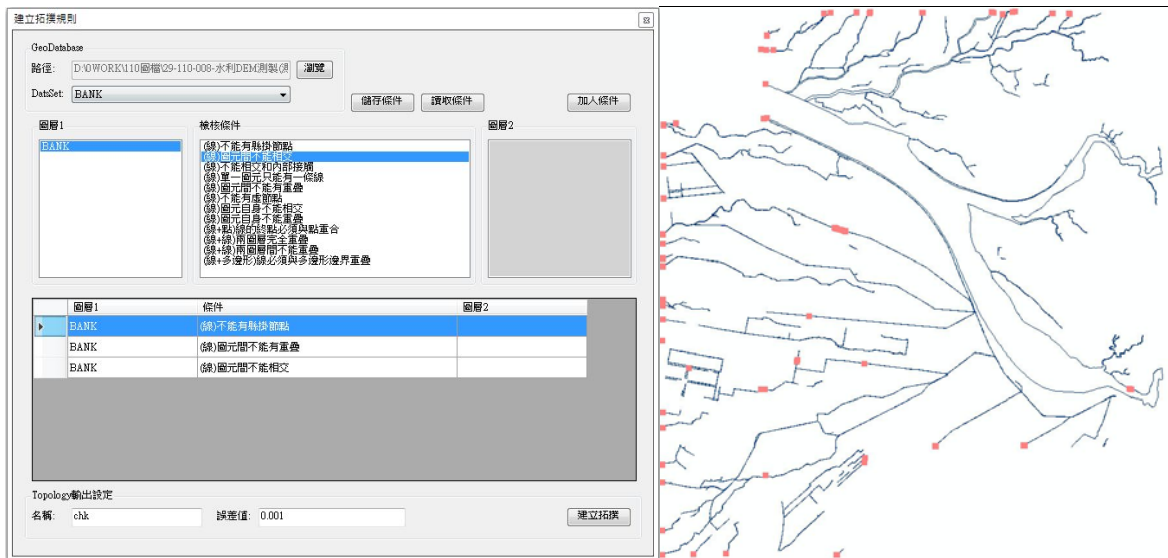


圖 3-6、ArcGIS 位相關係檢查示意圖

3. 建物區塊(資料表)檢查

檔案格式與資料表欄位是否符合規範，屬性欄位內容是否正確記錄水流阻擋建物及水流通透建物。

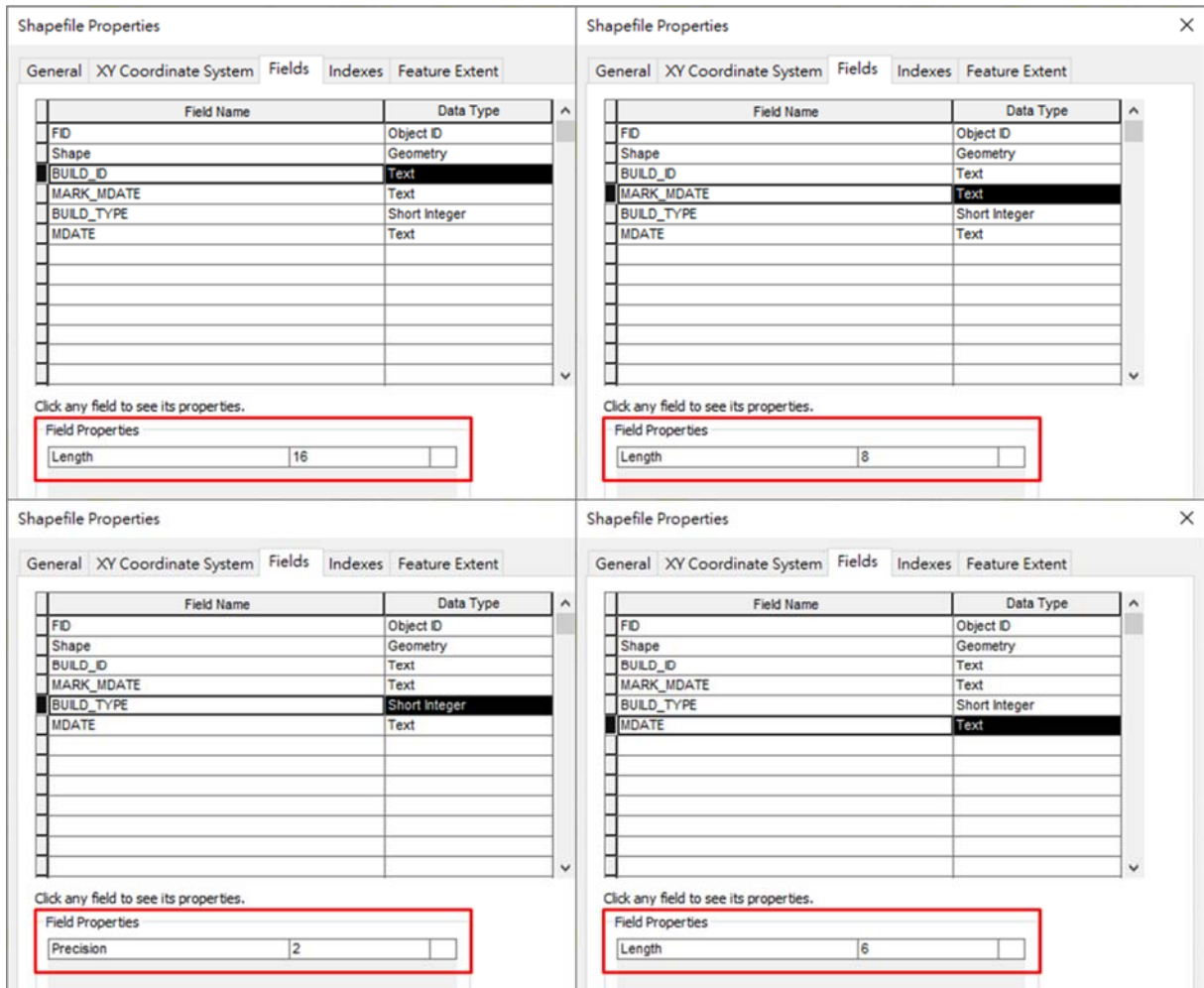


圖 3-7、建物區塊屬性欄位檢查

4. 溢堤線檢查

溢堤線為封閉之線狀範圍，定義河道與保全對象間合理之通水範圍，將其與HyDEM成果套疊，如圖 3-8所示，確認繪製位置是否落於河道(溝渠)及保全對象之間，繪製高程是否合理落於河流遇洪患時可能溢出之交界，並針對丙方提供之HyDEM錯誤樣態列表進行查核。此外，溢堤線繪製時必須符合①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河道兩側線段依流域分析應合理由上游至下游緩慢下降，③線段繪製不可有突然高起或落下之異常節點。本公司採用自行開發之程式檢查節點間距及節點高程差是否符合規範，並自動化篩選出節點數化不通過之位置，如圖 3-9所示。

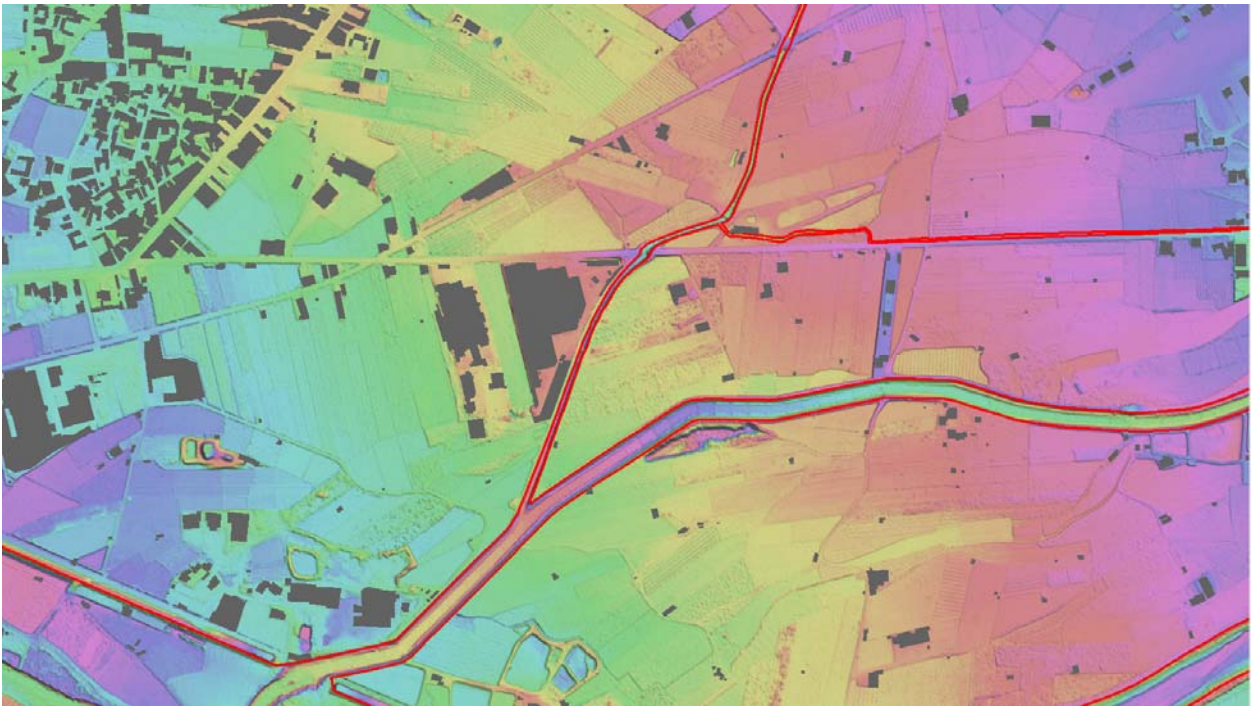


圖 3-8、溢堤線繪製合理性檢查

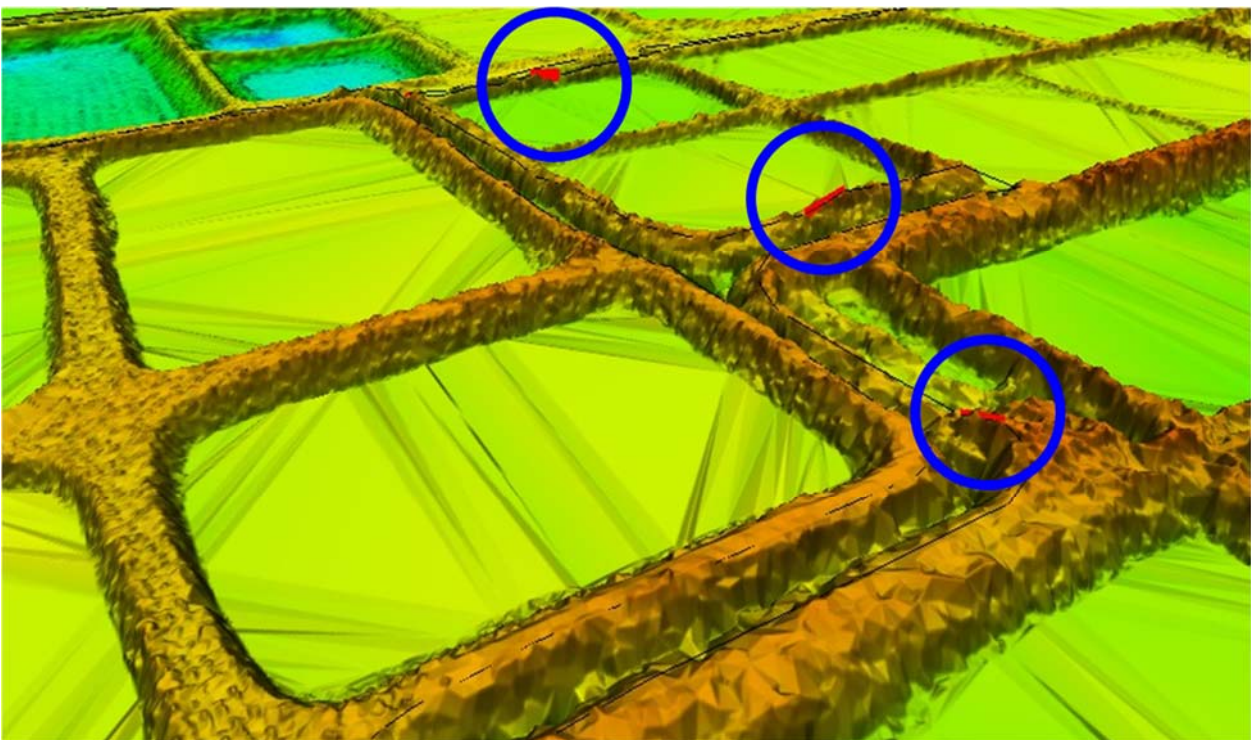


圖 3-9、溢堤線節點檢查

5. 海陸線、海堤線檢查

海陸線及海堤線是以點雲資料為主，繪製於人工構造物上或相對高處，可將其與HyDEM資料套疊，並檢查其繪製位置是否合理以及是否有漏繪或多繪之處，如圖 3-10所示。

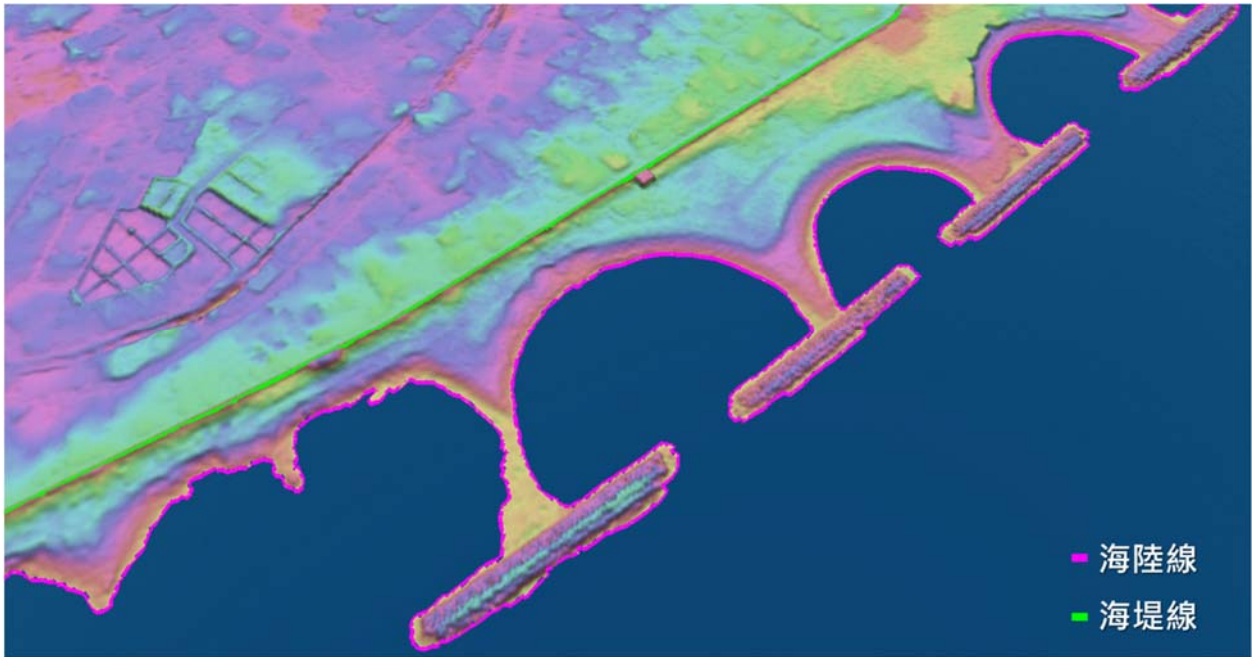


圖 3-10、海陸線、海堤線繪製檢查

6. 水域區塊檢查

水域區塊需檢查其繪製範圍及屬性之地形分類編碼是否合理，以及屬性表所賦予之高程值是否合理正確。可將其套繪於正射影像上，依不同地形分類編碼賦予不同線段色彩，逐一比對其分類及繪製範圍是否合理，正射影像顯示池中有打水之水車(水中增氧機)應為養殖池，池水相對混濁者應為一般池塘。水域區塊之圖徵高度是以區塊為單位，區塊內的各個節點高度皆相同，須確認3D圖徵上的高程是否與欄位相符，無引用到其他欄位的高程值，如圖 3-11所示。



圖 3-11、水域區塊類別及高程賦予檢查

7. 接邊檢查

三維水利圖徵於分幅後，應確認接邊處之圖徵是否正確，如接邊處高程是否一致，不應經分幅而減失。此外，水域區塊同一圖徵之屬性表各欄位應保留一致之屬性內容，且其節點高程一致。本公司以GIS軟體萃取圖幅接邊之物件(相鄰兩圖幅皆有之物件)，抽檢其物件之幾何位置及屬性是否一致，如圖 3-12~圖 3-14所示。

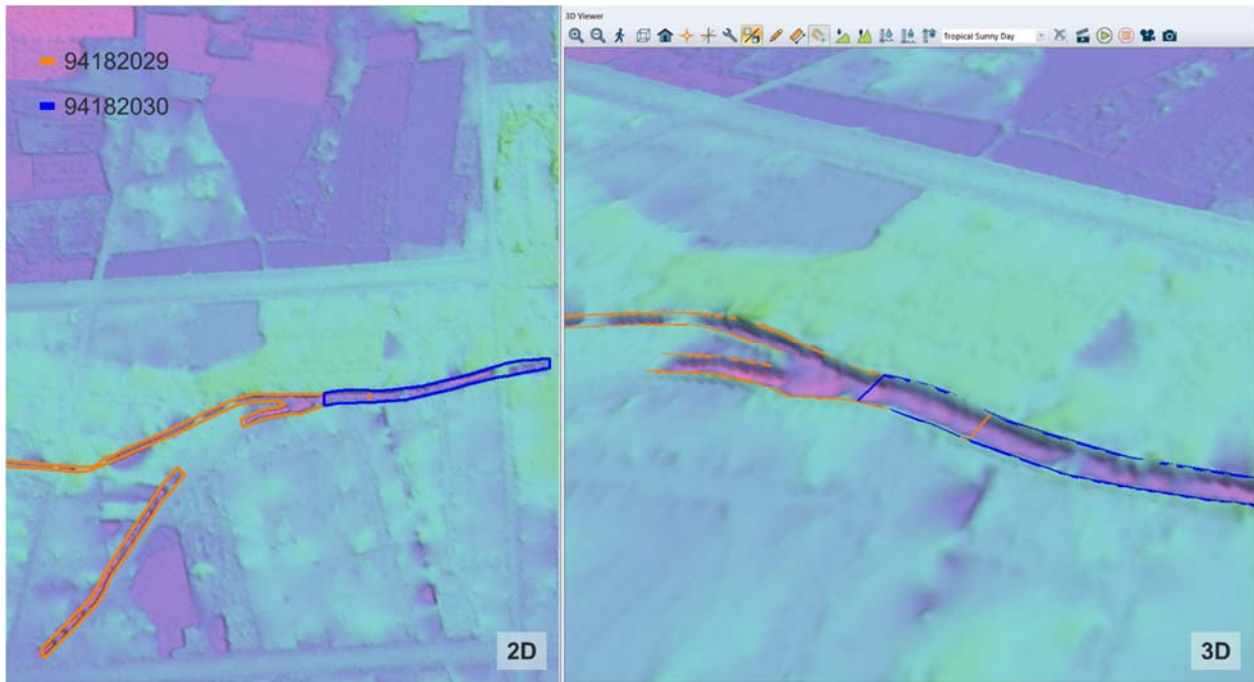


圖 3-12、溢堤線接邊檢查

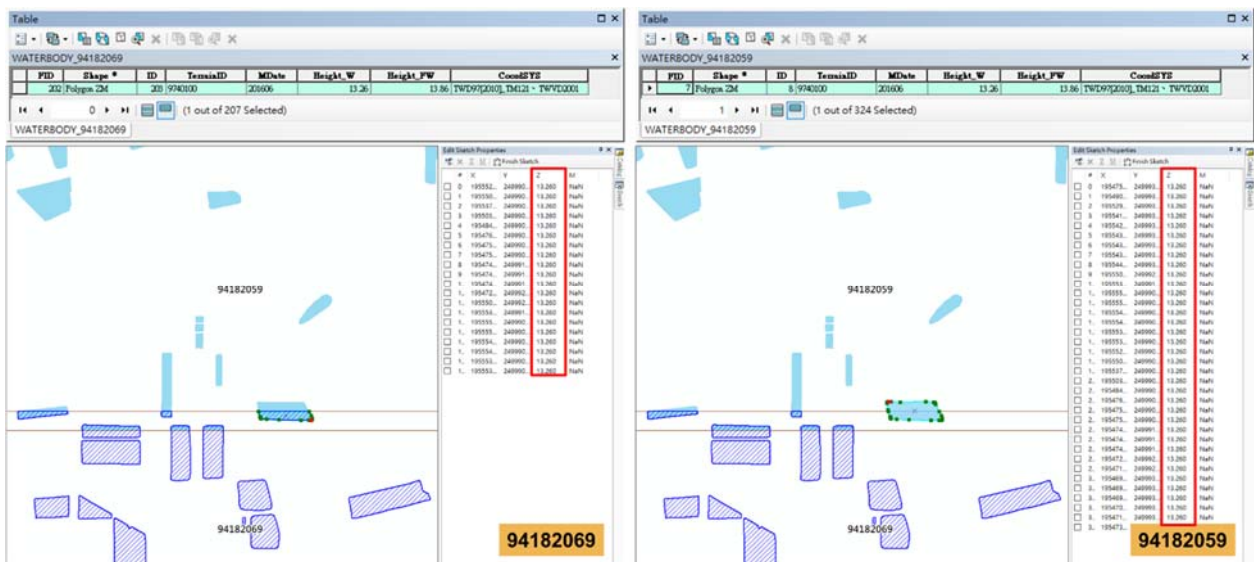


圖 3-13、水域區塊接邊點高程一致性檢查

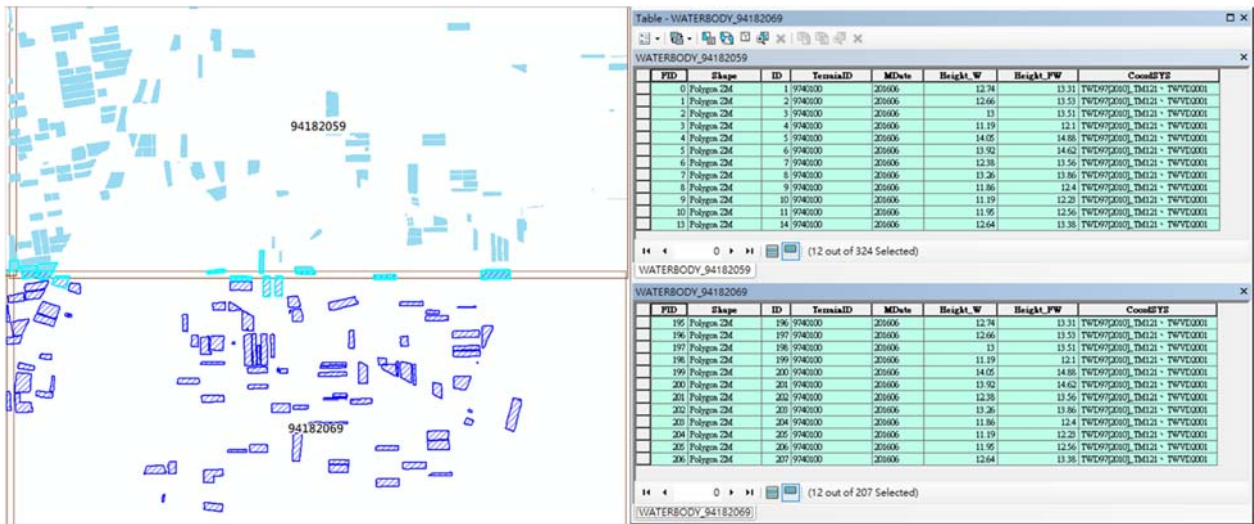


圖 3-14、水域區塊接邊屬性一致性檢查

3.1.3 水利數值地形模型檢查

1. 格式、檔名、範圍檢查

成果格式及範圍分幅需滿足規定，成果內插後高程值取至小數點以下2位，平面坐標則取至整數格。網格檔案命名方式為1/5,000圖幅號前加上HyDEMg，網格資料除檔頭資料(HDR檔)，網格成果包含內政部XYZ格式、LAS格式、GeoTIFF格式以及詮釋資料(XML格式)，相關成果檢查如圖 3-15所示。

HDR	XYZ	LAS	GeoTIFF	XML	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171005.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171005.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171005.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171005.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171005.xml	196870 2508185 24.33
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171006.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171006.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171006.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171006.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171006.xml	196871 2508185 24.33
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171007.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171007.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171007.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171007.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171007.xml	196872 2508185 24.34
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171008.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171008.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171008.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94171008.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94171008.xml	196873 2508185 24.35
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181098.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181098.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181098.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181098.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181098.xml	196874 2508185 24.37
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181099.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181099.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181099.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181099.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181099.xml	196875 2508185 24.39
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181100.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181100.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181100.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94181100.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94181100.xml	196876 2508185 24.40
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182007.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182007.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182007.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182007.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182007.xml	196877 2508185 24.41
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182008.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182008.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182008.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182008.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182008.xml	196878 2508185 24.41
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182009.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182009.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182009.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182009.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182009.xml	196879 2508185 24.40
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182010.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182010.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182010.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182010.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182010.xml	196880 2508185 24.38
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182017.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182017.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182017.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182017.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182017.xml	196881 2508185 24.37
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182018.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182018.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182018.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182018.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182018.xml	196882 2508185 24.38
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182019.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182019.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182019.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182019.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182019.xml	196883 2508185 24.36
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182020.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182020.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182020.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182020.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182020.xml	196884 2508185 24.35
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182023.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182023.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182023.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182023.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182023.xml	196885 2508185 24.33
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182027.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182027.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182027.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182027.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182027.xml	196886 2508185 24.35
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182028.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182028.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182028.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182028.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182028.xml	196887 2508185 24.33
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182029.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182029.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182029.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182029.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182029.xml	196888 2508185 24.33
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182030.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182030.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182030.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182030.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182030.xml	196889 2508185 24.31
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182031.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182031.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182031.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182031.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182031.xml	196890 2508185 24.31
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182032.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182032.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182032.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182032.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182032.xml	196891 2508185 24.30
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182033.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182033.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182033.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182033.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182033.xml	196892 2508185 24.30
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182034.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182034.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182034.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182034.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182034.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182035.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182035.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182035.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182035.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182035.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182036.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182036.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182036.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182036.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182036.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182037.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182037.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182037.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182037.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182037.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182038.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182038.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182038.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182038.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182038.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182039.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182039.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182039.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182039.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182039.xml	
<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182040.hdr	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182040.xyz	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182040.las	<input checked="" type="checkbox"/> HyDEMg94182040.tif	<input type="checkbox"/> HyDEMg94182040.xml	

圖 3-15、檔名、格式及網格間距檢查

2. 接邊檢查

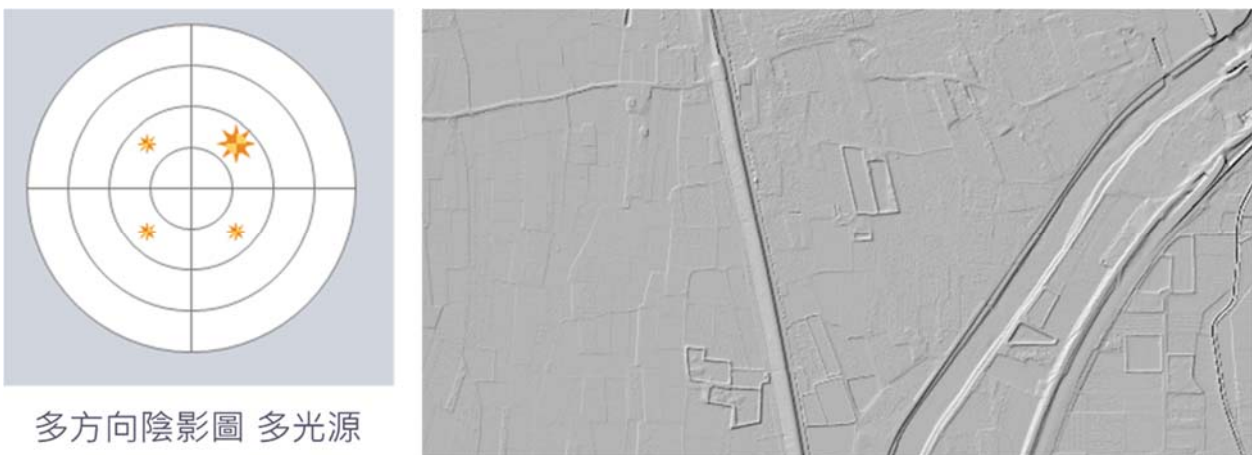
網格資料接邊需一致無差異，所有接邊重疊格點高程值必須一致，即差異值為0。本公司使用財團法人成大研究發展基金會開發之「DEMInspector」檢核，以確保網格資料之接邊一致，檢查成果報表如圖 3-16所示。

DEM檔名	檔案範圍	點數	網格坐標非整數點數	重疊區高程不符點數	重疊圖幅
94171005.las	合格	合格	0	0	1235
94171006.las	合格	合格	0	0	12345
94171007.las	合格	合格	0	0	12345
94171008.las	合格	合格	0	0	124
94181088.las	合格	合格	0	0	578
94181089.las	合格	合格	0	0	45678
94181090.las	合格	合格	0	0	45678
94181098.las	合格	合格	0	0	235678
94181099.las	合格	合格	0	0	12345678
94181100.las	合格	合格	0	0	12345678
94182007.las	合格	合格	0	0	3578
94182008.las	合格	合格	0	0	2345678
94182009.las	合格	合格	0	0	12345678
94182010.las	合格	合格	0	0	12345678
94182017.las	合格	合格	0	0	23578
94182018.las	合格	合格	0	0	12345678
94182019.las	合格	合格	0	0	12345678
94182020.las	合格	合格	0	0	12345678

圖 3-16、HyDEM 接邊檢核

3. 網格成果合理性檢查

將HyDEM產製多方向陰影圖(至少4方向光源呈現地形陰影圖)，檢查其地形表現之合理性，不應有高低雜點，如圖 3-17所示。HyDEM係將溢堤線、海陸線及海堤線一起納入內插之網格成果，因此網格成果與三維水利圖徵之高程值應一致，可透過兩者套疊檢視進行查核。



多方向陰影圖 多光源

圖 3-17、網格成果多方向陰影圖檢查

3.2 作業環境與資料管制

本公司重視工作環境，確保工作人員安全，作業期間資料完整儲存於獨立機房，由專人統一管理，並有24小時監視系統，以利資料之保密管理。

3.2.1 工作場所及人員安全

本案使用之工作場所為本公司辦公室，處理本案相關資料及資料發送地點，如圖 3-18，參與本案之工作成員，均依政府法令規定投保，各作業人員均先辦理安全講習後方執行工作。



圖 3-18、本公司之工作環境

3.2.2 資料保全

機敏圖號之正射影像、空載光達點雲資料及本案產製之水利數值地形分類點雲資料、水利數值地形模型皆屬機敏成果資料，本公司辦公室擁有大樓24小時警衛保全，過濾閒雜人等進入，並供作業人員專門處理機敏資料之作業室，作業室具備門禁管制設備、監視器及無連接網路、專用之保險櫃，並且確實記錄門禁管制設備之進出資料及機敏資料使用紀錄表，如圖 3-19 及圖 3-20。



圖 3-19、機敏作業室管制措施

序號	數量(幅或片)	圖幅號或片號(依數量填寫)	使用目的	使用人員	開始使用日期	結束使用日期	備註
1	1	97222012	產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵	邱**	112/07/20	使用中	
2	1	97222033	產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵	洪**	112/07/20	使用中	
3	1	97224088	產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵	黃**	112/07/20	使用中	
4	1	97224089	產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵	黃**	112/07/20	使用中	
5	1	97232042	產製水利數值地形分類點雲、建置三維水利圖徵	吳**	112/07/31	使用中	

圖 3-20、機敏資料使用紀錄

第四章、成本分析

本案契約金額為新臺幣伍佰壹拾壹萬八仟元整，實際之總花費成本詳如表 4-1，高於契約價金60.25萬元。由於配合政府政策，且因應通貨膨脹、原物料上漲等因素，公司全面調整薪資，增加各項作業項目人事成本，使本案之作業單價調整。且111年度下水道人孔不一致比例為0.039(總數101筆下水道資料，不一致筆數4筆)，今年度不一致比例為0.074(總數23,122筆下水道資料，不一致筆數1,709筆)，錯誤型態較去年眾多，作業人員須從各方面找尋錯誤內容，耗時成本增加。

另外河川斷面的格式並不統一，作業人員需判讀每條河流斷面資料格式，重新改寫相關程式內容而增加作業成本。此外，美福排水的里程數及斷面數量，明顯較其他河流數量比例來的多，也是本次增加成本項目之一，應將在經費規劃上，同時考慮人工河道和一般中央管、縣管河道差異。

表 4-1、成本分析表

工作項目		單位	數量	單價(元)	成本分析總價(元)
一	資料蒐集與圖資整理	人月	0.5	52,000	26,000
二	產製水利數值地形分類點雲				788,500
2-1	點雲資料過濾及分類	人月	11	62,000	
2-2	檢核作業	人月	1.5	71,000	
三	建置三維水利圖徵				3,216,000
2-1	建物區塊(資料表)	人月	0.5	62,000	
2-2	溢堤線	人月	32	62,000	
2-3	水域區塊	人月	12	62,000	
2-4	海陸線	人月	0.5	62,000	
2-5	海堤線	人月	0.5	62,000	
2-5	水閘門	人月	0.5	62,000	
2-5	外業自我檢核	人月	1	80,000	
2-5	內業檢核作業	人月	4	71,000	
四	製作水利數值地形模型 (含圖幅接邊處理)				678,000
4-1	網格資料製作	人月	2	60,000	
4-2	溢堤線成果預處理	人月	2	62,000	
4-3	HyDEM成果製作	式	1	150,000	
4-4	內部接邊作業	人月	2	71,000	

工作項目		單位	數量	單價(元)	成本分析總價(元)
4-5	外部接邊作業	人月	1	71,000	
4-5	檢核作業	人月	1	71,000	
五	河川斷面與水利數值地形模型比對				450,000
5-1	河川斷面資料展繪與比對	人月	4	75,000	
5-2	底床建模與整合	人月	2(3.5)	75,000	
六	下水道資料與水利數值地形模型整合				4200,000
	資料蒐集與圖資整理	人月	3	60,000	
	下水道資料比對整合	人月	4	60,000	
七	各項報告書、工作總報告及相關行政費用	人月	2	71,000	142,000
				總計	5,720,500

第五章、檢討與建議

河流斷面資料與 HyDEM 資料整合

由於河川斷面無法滿足完整的水下地形需求，造成部分圖幅整併後的水流不合理的情況發生，最容易發生的位置在河道交接處以及出海口的的位置。然而本作業區美福排水的水底地形，較主流宜蘭河來的低，導致兩條河流若通透時，支流水域無法流至主流的問題。

解決方案：本案將美福排水作業範圍保留至水閘門前，宜蘭河作業範圍保留至水閘門後，兩條河流不相互通透，避免水流無法流出之問題，如圖 5-1。

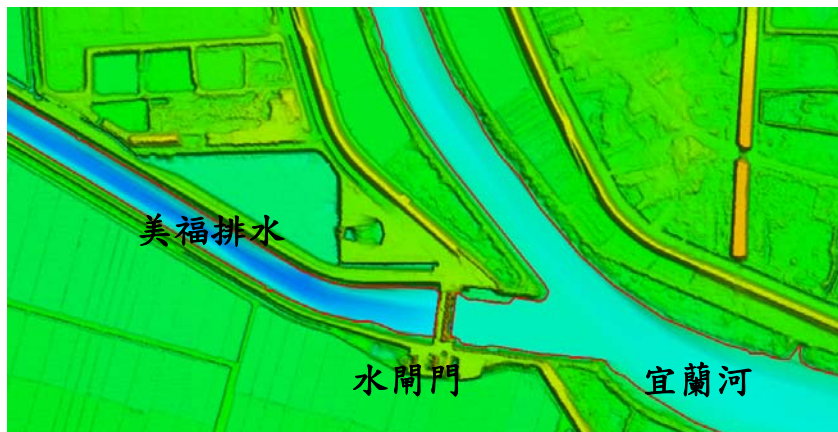


圖 5-1、人工修正美福排水及宜蘭河段面整合資料

5.1 建議


1.河川斷面製作統一製作規範。

本案作業前期所獲得的斷面資料不完整，且河川斷面的格式亦不相同，建議未來河川斷面施測的前端，盡可能統一繳交的格式與形式，如中央管以及縣管河川中已及人工水道設施，可列出共同必要之欄位，在後端處理及應用上能更加明確。

2.下水道資料提供施測時相關紀錄。

雨水調查案件中，會將人孔調查紀錄表成冊，可提供當時調查時的現況照片如表 5-1，再製作不一致附圖說明時，更能清楚當時調查的現況，搭配Google街景的協助更能幫助作業人員判釋並增加資料正確性。

表 5-1、下水道人孔調查及維護紀錄表

雨水下水道人孔調查及維護紀錄表			
縣市名稱	高雄市	鄉鎮區名稱	三民區
人孔編號	2073-28	調查日期	107/5
人孔中心 X 座標(m)	176537.650	人孔中心 Y 座標(m)	2504332.707
鄰近地址或(與)地標	同盟三路		
人孔頂高程(m)	1.382	人孔深度(m)	3.040
孔蓋形式	<input checked="" type="checkbox"/> 圓形 <input type="checkbox"/> 矩形	孔蓋尺寸(長x寬)(cm)	φ 65
現場近照			
			
現場遠照			
