

**111 年及 112 年三維道路模型資料建置
工作採購案（第 2 作業區）
2022 and 2023 Government
Procurement for 3D Road Model
Building Project 2nd Work Zone**

112 年度工作總報告
Final Report of 2023



標案案號：NLSC-111-35

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 112 年 12 月 25 日

摘要

隨著智慧城市發展與各項應用的推廣，為了提供使用者符合其需求的多元化圖資服務，拓展測繪資料之可用性，並滿足都市計畫、災害防救、治安維護、交通疏運、觀光旅遊、公共建設等不同領域應用，近年來內政部積極推動三維國家底圖圖資建置相關工作，除了提供更豐富詳盡的圖資外，亦可藉由展示三維立體的各種空間資訊，達到方便與各界溝通的效果。

本案以國土測繪中心提供之 1 公尺網格數值地形模型，及臺灣通用電子地圖做為基礎資料，建置符合 CityGML2.0 定義的 LOD1 精神之三維道路模型，完成了基隆市、苗栗縣、臺東縣及部份臺中市區之三維道路模型，同時整合了歷年建置之三維道路模型，使不同年度、階段建置之模型皆可順利接合，並將成果導入國土測繪中心規劃建置之多維度國家空間資訊服務平臺進行成果展示、服務發布及相關應用，奠定智慧城市發展之基礎。

另外，本年度利用機關提供之高精地圖成果試辦產製 CityGML 所定義之 LOD2 及 LOD3 細緻化三維道路模型，並以專章說明試辦作業辦理情形、作業流程及時間、成本分析及未來推動細緻化三維道路模型建置策略之建議方向。

最後，本公司根據本年度執行本案之經驗，分析各項工作內容之作業情形、作業時間成本，提出幾項建議結論，以供未來延續本案建置三維道路模型參考。

關鍵字：三維道路模型、三維國家底圖、數值地形模型、臺灣通用電子地圖

Abstract

With the development of smart cities and the promotion of various applications, to provide users with diversified map information services, expand the availability of surveying and mapping data, and satisfy applications in different fields such as urban planning, disaster prevention and rescue, public security maintenance, traffic and transportation, sightseeing and tourism, and industrial construction, in recent years, the Ministry of the Interior has actively promoted the establishment of 3D National Base Maps by displaying various 3D spatial information, not only providing richer and detailed maps but also achieving the effect of facilitating communication with all social circles.

This project uses a one-meter grid Digital Terrain Model provided by the National Land Surveying and Mapping Center and Taiwan e-Map as basic data to build a 3D Road Model similar to the LOD1 defined by CityGML2.0. We complete the 3D road models includes the ordinary roads of Keelung City, Miaoli County, Taitung County, and part of Taichung City in Taiwan, and the 3D road models built in different years and stages can be smoothly joined. Then, import the results into the Multi-dimensional National Spatial Information Service Platform built by the National Land Surveying and Mapping Center for results display, service release, and related applications, laying the foundation for the development of smart cities.

In addition, during the current year, high-precision map data provided by governmental agencies was utilized to pilot the production of detailed three-dimensional road models defined as LOD2 and LOD3 according to the CityGML standards. A dedicated section outlines the execution status of the pilot project, operational procedures, timelines, cost analysis, and proposed directions for future initiatives related to the establishment of detailed three-dimensional road models.

Finally, we will analyze the operation situation and operation time cost of each work content based on the inter-project implementation this year and put forward several suggestions and conclusions for future reference to the construction of the 3D road model of the project.

Keywords: : 3D Road Model, 3D National Base Maps, Digital Terrain Model, Taiwan e-Map

工作總報告

目錄

第一章 計畫概述與作業內容	1
1.1 計畫緣起	1
1.2 作業範圍	3
1.3 作業項目及內容	4
1.4 作業時程與交付成果	6
1.5 作業人員組成與性別工作平等資訊統計	10
第二章 作業程序與方法	13
2.1 三維道路模型資料建置作業	13
2.2 三維道路模型整合	48
2.3 成果模型格式	52
2.4 道路模型建置成果	53
2.5 輔助模型建置	56
第三章 產製細緻化三維道路模型試辦	64
3.1 細緻化三維道路模型之 LOD 規格	64
3.2 試辦場域說明	65
3.3 試辦區人行道建置作業	65
3.4 細緻化三維道路模型建置(LOD2、LOD3)	67
3.5 細緻化三維道路模型成果檔案命名規則	73
3.6 時間及成本分析	73
3.7 未來推動細緻化三維道路模型建置策略之建議方向	75
第四章 道路模型品質檢核	76
4.1 模型資料及整合成果檢核及品質管控	76
第五章 結論與建議	79
參考文獻	81

附錄：

- 附錄一、 計畫收發文紀錄
- 附錄二、 作業審查核可函文
- 附錄三、 歷次工作會議決議與辦理情形
- 附錄四、 監審單位工作總報告審查意見
- 附錄五、 甲方工作總報告審查意見

表 目 錄

表 1.1-1	台灣世曦歷年執行三維模型相關工作項目及成果表.....	2
表 1.2-1	112 年第 2 作業區辦理數量.....	3
表 1.4-1	成果繳交項目、內容一覽表.....	6
表 1.4-2	各階段分批提送監審單位查核記錄.....	8
表 1.5-1	計畫主要人員及專業、學歷一覽表.....	10
表 1.5-2	專案組成人員性別統計.....	12
表 1.5-3	專案組成人員工作年資統計.....	12
表 2.1-1	疑義樣態統計.....	19
表 2.1-2	DISPLAYTYPE 欄位說明表.....	28
表 2.1-3	三維道路面 SHP 屬性欄位資料表.....	29
表 2.1-4	三維道路面 KML 屬性欄位資料表.....	29
表 2.1-5	三維道路面 CSV 屬性欄位資料表.....	34
表 2.1-6	路口點屬性欄位資料表.....	39
表 2.1-7	三維道路中線屬性欄位說明表.....	41
表 2.4-1	112 年三維道路案繳交模型成果統計.....	53
表 2.5-1	模型面代碼.....	58
表 3.6-1	每公里單價分析表(新臺幣；單位：元).....	73
表 3.6-2	主要工作項目比重百分比(新臺幣；單位：元).....	74
表 3.7-1	可推動細緻化模型區域建議.....	75
表 4.1-1	道路模型成果檢核表.....	76
表 5.1-1	三維道路案各工項時間成本分析.....	79

圖 目 錄

圖 1.2-1	112 年度辦理範圍示意圖	3
圖 1.4-1	各階段分批繳交範圍	9
圖 2.1-1	三維道路模型建置作業流程圖	13
圖 2.1-2	臺灣通用電子地圖道路面、道路中線資料示意圖	13
圖 2.1-3	平面資料處理流程圖	14
圖 2.1-4	路口分割成果示意圖	14
圖 2.1-5	跨圖幅內未包含中線之多邊形處理	15
圖 2.1-6	結構前後節點以路口方式建置(橋梁)	15
圖 2.1-7	道路面切分線落於道路節點上示意圖(橋梁)	16
圖 2.1-8	里程數分段點之路面切分範例	16
圖 2.1-9	具網狀線或槽化線的道路面	17
圖 2.1-10	臺灣通用電子地圖資料疑義樣態	18
圖 2.1-11	道路中線切分示意圖	20
圖 2.1-12	高程資料處理流程圖	21
圖 2.1-13	道路中線原始節點分布情形	21
圖 2.1-14	加密中線節點分布情形	22
圖 2.1-15	道路高程粗差濾除示意圖	23
圖 2.1-16	無法由現有 DTM 取得高程部分之案例	23
圖 2.1-17	受遮蔽道路中線高程錯誤案例	24
圖 2.1-18	受遮蔽道路中線高程修正示意圖	24
圖 2.1-19	112 年國土測繪中心提供之三維道路中心線區域	25
圖 2.1-20	竣工圖高程資訊(東 56 線 0K+880~1K+280)	26
圖 2.1-21	竣工圖高程資訊(草普森永隧道)	26
圖 2.1-21	竣工圖高程資訊(玉長隧道)	26
圖 2.1-21	道路中線高程平滑化前後成果	27
圖 2.1-21	三維道路模型建置流程圖	43
圖 2.1-22	道路面與中線編碼對應	44
圖 2.1-23	道路面加密點高程值萃取	45
圖 2.1-24	模型位相節點檢核修正	46
圖 2.1-25	橫斷面檢核修正	46
圖 2.1-26	3D 道路面 shapefile 編修示意圖	47
圖 2.2-1	不同批次模型成果接邊處示意圖	48

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

圖 2.2-2	成果接邊位置分布及數量	49
圖 2.2-3	三維道路模型成果整合流程圖	50
圖 2.2-4	缺漏補面示意圖	50
圖 2.2-5	道路路口重切與重整路口示意圖	51
圖 2.2-6	邊緣接合示意圖	51
圖 2.4-1	三維道路模型局部成果(臺中市沙鹿區及中區)	54
圖 2.4-2	三維道路模型局部成果(苗栗縣)	54
圖 2.4-3	三維道路模型局部成果(臺東縣)	55
圖 2.4-4	三維道路模型局部成果(基隆市)	55
圖 2.5-1	隧道道路面被地形遮蔽	56
圖 2.5-2	封閉式模型示意圖	57
圖 2.5-3	隧道蓋模型示意圖	57
圖 2.5-4	隧道蓋規格及隧道蓋各面名稱	58
圖 2.5-5	隧道蓋頂面各點紀錄方式	59
圖 2.5-6	隧道蓋側面各點紀錄方式	59
圖 2.5-7	隧道蓋出入口牆面各點紀錄方式	60
圖 2.5-8	隧道遮罩	60
圖 2.5-9	隧道出口貼附側牆	61
圖 2.5-10	地下道遮罩示意圖	61
圖 2.5-11	地下道遮罩 Z 值	61
圖 2.5-12	橋墩模型示意圖	62
圖 2.5-13	共界點示意圖	63
圖 3.2-1	細緻化三維道路模型試辦範圍(紅色區域)	65
圖 3.3-1	人行道繪製之成果(點雲數化)	66
圖 3.3-2	彩色點雲與黑白點雲於人行道繪製之成果	66
圖 3.3-3	立測繪製與點雲數化人行道之成果比較	67
圖 3.4-1	LOD2 路口切分之成果	68
圖 3.4-2	LOD3 路口切分之成果	68
圖 3.4-3	號誌標誌包含左下及右上 WKT 座標及 Angle	69
圖 3.4-4	細緻化三維道路模型建置成果(LOD2)	71
圖 3.4-5	細緻化三維道路模型建置成果(LOD3)	71
圖 3.4-6	LOD3 與 LOD1 成果比較(平面差異)	71
圖 3.4-7	LOD3 與 LOD1 成果比較(高程差異)	72

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

圖 3.5-1 細緻化三維道路模型成果元件代碼73

圖 4.1-1 設置機密資料管制室78

第一章 計畫概述與作業內容

1.1 計畫緣起

地理資訊系統為國土規劃、保安、監測、防救災、施政決策及國家發展應用之基礎，故行政院爰於 96 年 7 月核定「國家地理資訊系統建置及推動十年計畫」(95 至 104 年)，而由行政院經濟建設委員會(現為國家發展委員會)將「通用版電子地圖建置計畫」列為優先辦理之分項計畫，並交由內政部國土測繪中心於 96 年度試辦，97 至 100 年度正式辦理建置作業，建立國家級圖資以供各項相關應用，且自 101 年度起逐年辦理更新維護作業，而為了支持各界對圖資時效性殷切需求，103 年度起即將圖資更新頻率由 5 年提升為 2 年。為持續更新圖資，將通用版電子地圖更新納入行政院 104 年 9 月 24 日院臺建字第 1040050285 函核定之「落實智慧國土—國土測繪圖資更新及維運計畫(105—109 年)」工作項目之一，並更名為「臺灣通用電子地圖(Taiwan e-Map)」。

而在全球智慧城市發展的浪潮下，各國對於三維地理資訊(三維 GIS)發展的需求日增。依據市場研究公司 P&S Market Research 於 2017 年 5 月的報告指出，全球地理資訊產業(GIS industry)將以複合年均增長率 10.1% 的速度持續成長，產業規模從 2016 年的 89 億美元將增加至 2023 年的 175 億美元，約合臺幣 5,250 億元，空間資訊相關產業儼然成為發展科技及支持智慧國土的重要產業。

因此，內政部與國家發展委員會積極推動將現有 2D 國家底圖升級為三維國家底圖，定調以「數值地形模型」及「臺灣通用電子地圖」作為必備元件，正式啟動「三維國家底圖建構工程」，以深化我國三維增值智慧應用及產業發展。國土測繪中心 107 年底推出「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」建構全國三維建物模型，作為三維國家底圖建構的第一步，爾後，於 108 年推動「108 年度三維道路模型資料建置試辦採購案」，研議以上述圖資產製三維道路模型及三維鐵路模型之方法，經謹慎分析國內外相關研究方法並試辦實作，提出一套完整之作業流程及品質檢驗方法。三維道路模型於 109 年進入大規模建置之階段，並於 109 年及 110 年分別推出「109 年度三維道路模型資料建置及三維鐵路模型試辦採購案」、「110 年度三維道路模型資料建置工作採購案」，作為推動三維國家底圖之延續，109 年建置全臺國道及臺中市範圍之三維道路模型與三維鐵路模型試辦，110 年建置全臺快速道路及高雄市範圍之三維道路模型。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

上述三維近似化建物模型建置案、三維道路模型試辦案、三維道路模型建置及三維鐵路模型試辦案、三維道路模型資料建置工作採購案，皆由本公司承接辦理，歷年來執行三維模型相關工作項目及成果如表 1.1-1 所示。

表 1.1-1 台灣世曦歷年執行三維模型相關工作項目及成果表

服務工作（合約）名稱	執行工作項目及成果
108 年度 三維近似化建物模型建置 工作採購案	建物樓高萃取 三維灰階建物模型建置 三維近似化建物模型建置 精緻建物模型建置
108 年度 三維道路模型資料建置 試辦採購案	文獻資料收集 三維道路模型試辦 三維軌道模型規劃
109 年度 三維道路模型資料建置及 三維鐵路模型試辦採購案	三維道路模型資料建置(全臺國道) 三維鐵路模型試辦 1/1,000 地形圖建置三維道路模型試辦 三維道路模型成果應用案例實作
110 年度 三維道路模型資料建置 工作採購案	三維道路模型資料建置(全臺快速道路) 三維道路模型資料建置(高雄市區各類 型道路)

三維道路模型作為三維國家底圖發展之一環，國土測繪中心於 111 年推出「111 年及 112 年三維道路模型資料建置採購案」（以下簡稱本案），兩年一期建置三維道路模型以完善三維國家底圖，建置省道、縣(市)道、鄉(區)道、市區道路(路、街)等道路之三維道路模型，並整合過往不同年度及今年不同作業區之三維道路模型，111 年已完成臺南市與新竹縣部分地區。112 年原契約為建置基隆市、苗栗縣及南投縣，112 年 3 月 6 日經第 1 次契約變更調整作業範圍減少辦理南投縣並增購辦理臺東縣，112 年 5 月 10 日經第 2 次契約變更增加辦理臺中市沙鹿區及中區模型，故 112 年度辦理區域為基隆市、苗栗縣、臺東縣及臺中市區及沙鹿區。

另外，因 112 年 8 月 3 日受「卡努」颱風影響，本公司辦公作業地點台北市停止上班上課 1 日，於 112 年 8 月 7 日發文申請展延工期 1 日，並獲貴中心於 112 年 8 月 8 日核准第 7 階段、第 8-1 階段及第 8-2 階段展延履約期限一日。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

1.2 作業範圍

本案主要工作包含三維道路模型資料建置、三維道路模型成果整合作業以及產製細緻化三維道路模型試辦作業，本公司負責第 2 作業區建置，112 年辦理數量如表 1.2-1，辦理範圍如圖 1.2-1。

表 1.2-1 112 年第 2 作業區辦理數量

年度	作業區	作業範圍	數量(模型長度)
112	第 2 作業區	臺中市沙鹿區及中區(約 308 公里) 臺東縣(約 2,429 公里) 苗栗縣(約 1,487 公里) 基隆市(約 322 公里)	約 4,546 公里

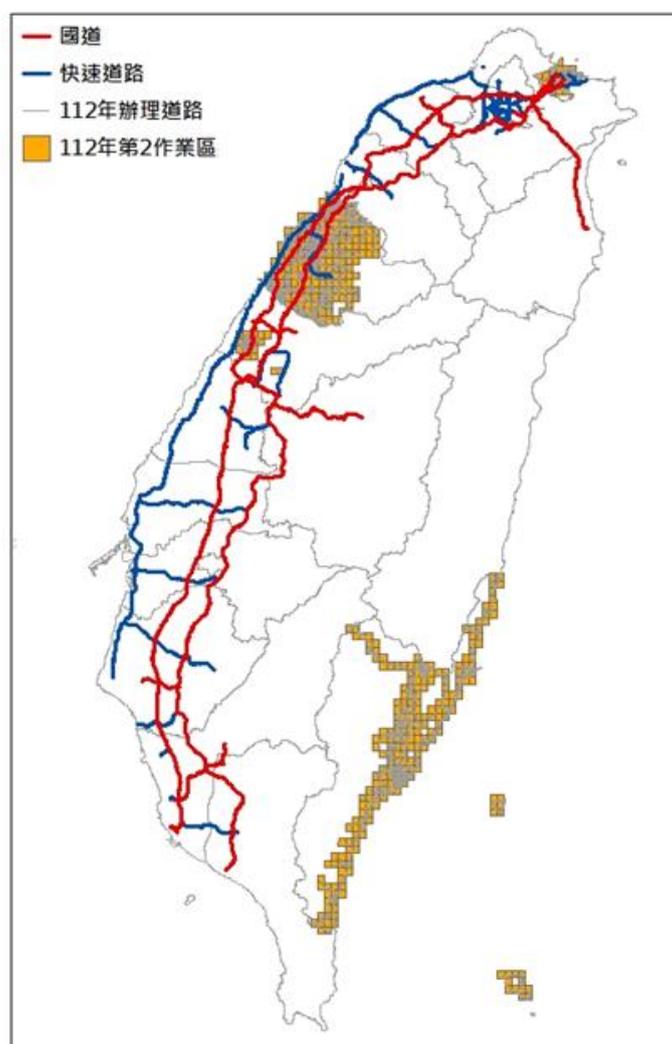


圖 1.2-1 112 年度辦理範圍示意圖

1.3 作業項目及內容

一、提報作業計畫書

本案已於 111 年 3 月 29 日決標，依工作項目內容、規格標評選與會人員意見及需求訪談紀錄等撰寫本作業計畫書，內容包含：作業目標、工作項目、分批繳交規劃、工作方法及步驟、工作時程規劃、品質管制、本案建議及須協助事項等。112 年作業計畫書已於 112 年 2 月 8 日完成監審廠商的審查意見修訂，並於 112 年 3 月 1 日依國土測繪中心審查意見修正通過後始實行本案相關作業。

二、三維道路模型資料建置作業

本案平面資料源自臺灣通用電子地圖道路面圖層並帶入道路中線屬性後，結合光達產製之 DEM 及 DSM 高程資料，產製符合 CityGML 定義之 LOD1 三維道路模型。流程中須針對臺灣通用地圖道路面成果於路口(含平交道)、不同道路等級(如省道、縣市道)、不同道路結構(如橋梁、高架、地下道)處以及里程數分段點進行道路面切分。

(一) 本案所建置道路模型包含：

- 1、各縣市之道路模型成果以臺灣通用電子地圖道路中線 ROADCLASS1 屬性為 1W(省道)、1U(與省道共線)、2W【縣(市)道】、2U【與縣(市)道共線】、3W【鄉(區)道】、3U【與鄉(區)道共線】及 RD【市區道路(路、街)】。
- 2、考量道路連續及合理性，對於巷弄(AL)或無名(OT)道路，如其一端與橋梁、隧道、匝道、高架、地下道相連接，另一端與巷弄以上道路相連接，仍應適當納入建置標的。
- 3、對於區段徵收、市地重劃範圍內新開闢尚未編定名稱之計畫道路，除已命名且可判斷為巷弄以下道路外，原則均應納入建置標的。
- 4、除上開 3 種情形須納入建置標的外，範圍內其餘路段若經交通部編列「交通資訊基礎路段編碼」時，須一併納入建置。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

- 5、額外建置範圍：除上述兩點外，若遇 RD 等級以上道路單獨存在，考量道路連續性，應就近將相連接之非建置標的道路(AL、OT)一併納入建置，延續連接至其他 RD 以上等級道路。
- (二) 本案道路模型之屬性資料直接記錄於模型成果內，須併同繳交模型屬性中道路識別碼(LINEID)進行串接之道路屬性資料庫(*.CSV)。
- (三) 為配合展示美觀及配合機關多維度國家空間資訊服務平臺展示需要，須一併建置三維道路輔助模型，分為隧道蓋、隧道遮罩、地下道遮罩及橋墩三維道路輔助模型。
- (四) 111 年 5 月 16 日前完成 4 幅成果，提供監審廠商辦理初期查核。
- (五) 每次繳交以連續範圍為原則，另本案履約期間內配合成果導入多維度國家空間資訊服務平臺的需求，辦理資料處理作業。
- (六) 針對隧道、地下道及受遮蔽區域或是 DEM、DSM 與平面資料不符合之路段，且不適合用前後路段高程資訊直接進行高程擬合者，將使用國土測繪中心提供之路段竣工平面圖及縱斷面圖或是實測高程資料之路段清冊，並經工作會議確認後辦理。
- (七) 建置過程中如有對來源資料(臺灣通用電子地圖、交通資訊基礎路段編碼、DEM、DSM)的疑義回饋或錯誤回報，需隨階段成果整理提送，回報檔案格式經工作會議確認後辦理。

三、三維道路模型成果整合作業

(一) 本案成果與歷年成果接邊整合作業

本項整合作業，由 2 個作業區各自負責，針對本案成果與 108 年試辦案成果及 109-111 年建置案道路模型成果接邊處，視需要重新進行平面順接及高程擬合，以合理順接方式完成整合作業。

(二) 本案 2 個作業區間成果整合作業

本公司執行第 2 作業區，須負責於 112 年度針對本案 2 個作業區間成果接邊處，視需要重新進行平面順接及高程擬

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

合，以合理順接方式完成整合作業，如發現有無法重新進行平面順接及高程擬合處，應備妥相關佐證資料及建議處理方案予以研討。

四、產製細緻化三維道路模型試辦作業

利用機關提供之資料(如高精地圖成果)試辦產製 CityGML 所定義之 LOD2 及 LOD3 細緻化三維道路模型，至少各建置 3 公里，建置內容及試辦範圍應經工作會議討論後執行，並於工作總報告中，以專章說明試辦作業辦理情形、作業流程及時間、成本分析及未來推動細緻化三維道路模型建置策略之建議方向。

五、提交工作總報告書

本案之工作總報告將於作業期限前提送監審廠商，經監審廠商檢查通過後通知機關。封面資訊須採中英併列方式呈現，工作總報告內容至少須包含：中英文摘要、計畫概述、工作項目、時程及各項工作辦理情形、檢討及建議、其他(含遵守性別工作平等法之規定辦理情形及作業人力之性別分析說明統計資料)。

1.4 作業時程與交付成果

本案 112 年工作期程為 5~8 階段，各階段應繳交、數量及繳交期限如表 1.4-1 所示，各階段分批提送監審單位查核及修正回覆記錄如表 1.4-2，各階段分批繳交範圍如圖 1.4-1 所示。

表 1.4-1 成果繳交項目、內容一覽表

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數量	單位	實際繳交監審方時間	成果繳交期限
第 5 階段	112 年度作業計畫	書面	8	份	112 年 1 月 31 日	112 年 2 月 10 日
		電子檔	1	份		
	修正後作業計畫	書面	3	份	-	112 年 3 月 10 日
		電子檔	1	份		
第 6 階段	道路面切分成果	電子檔	1	式	112 年 5 月 5 日	112 年 6 月 17 日 (決標次日起 445 個日曆天)
第 7 階段	三維道路模型： 繳交模型長度 70%之成果	電子檔	1	式	112 年 8 月 4 日	113 年 9 月 6 日 (決標次日起 525 個日曆天+颱風展延一天)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

階段		成果繳交項目	書面或 電子檔	數量	單位	實際繳交 監審方時間	成果繳交期限
第 8 階 段	8-1	三維道路模型： 繳交扣除第 7 階段 已繳交之剩餘成果	電子檔	1	式	112 年 8 月 28 日	112 年 10 月 16 日 (決標次日起 565 個日曆天+颱 風展延一天)
	8-2	三維道路 模型整合成果	電子檔	1	式	112 年 11 月 8 日	112 年 12 月 10 日 (決標次日起 620 個日曆天+颱 風展延一天)
		工作總報告(含產 製細緻化三維道路 模型試辦作業)	書面	18	份		
		修正後工作總報告	電子檔	1	份	-	(待通知)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 1.4-2 各階段分批提送監審單位查核記錄

項目		第 5 階段	第 6 階段		第 7 階段		第 8 階段		
期限		112/02/10	112/06/17		112/09/06		112/10/16	112/12/10	
作業項目		112 年作業計畫	道路面切分成果		模型長度 70%之成果		剩餘成果	模型整合	工作總報告
批次		5	6-1	6-2	7-1	7-2	8-1	8-2	
數量		書面 8 份 電子檔 1 份	85%成果 (433F)	15%成果 (43F)	臺東及臺中 (246F)	苗栗 (203F)	基隆 (27F)	書面 18 份 電子檔 1 份	
提送 監審 單位	預計	112/01/31	112/04/21	112/05/17	112/07/14	112/08/04	112/08/30	112/10/31	112/11/08
	實際	112/01/31	112/04/20	112/05/05	112/07/11	112/08/04	112/08/28	112/10/31	112/11/08
監審單位 審查合格日		112/02/08	112/06/12		112/09/04		112/10/02	112/12/04	

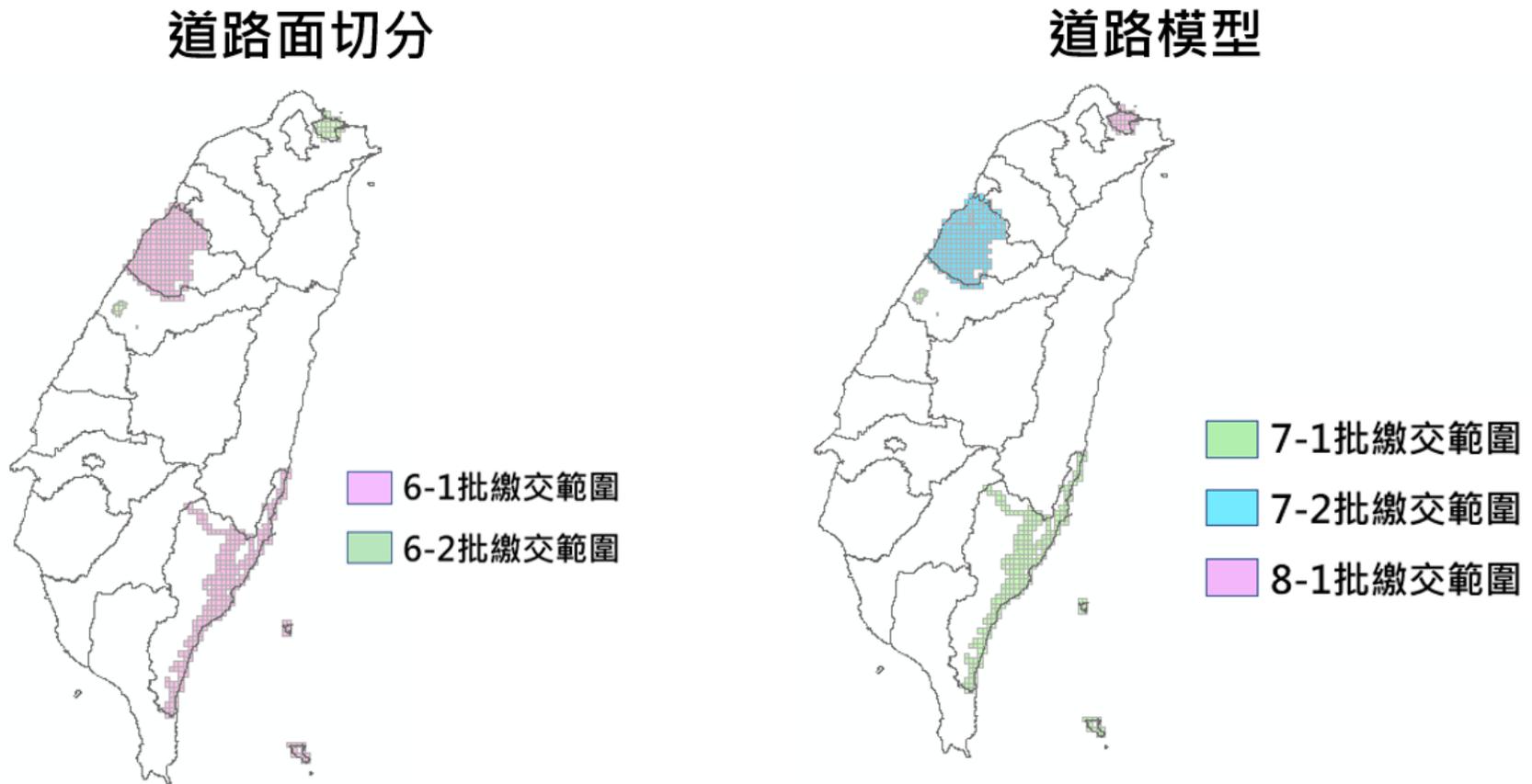


圖 1.4-1 各階段分批繳交範圍

1.5 作業人員組成與性別工作平等資訊統計

針對本案，「台灣世曦」組成具執行與整合能力的專業服務團隊。組織成員均調用具備豐富專業與經驗實績之專職人員，以利工作協調、行政管理及作業整合，順利達成專案目標。

專案組織除計畫督導、計畫主持人及共同主持人外，另設圖資彙整組、道路模型組及自動化開發組，分別執掌各項計畫任務，並由品保組執行品質保證措施。主要工作人員學經歷，詳見表 1.5-1。

表 1.5-1 計畫主要人員及專業、學歷一覽表

專案任務	姓名	職稱	相關經歷與專長	最高學歷	工作經驗
計畫督導	鄭○達	協理 測量技師	<ul style="list-style-type: none"> • 地理資訊業務督導 • 測量技師 • 工程測量、航空測量 	成功大學 航空測量研究所碩士 國立臺北科技大學 經營管理所(EMBA)	34 年
計畫主持人	高○欣	正工程師	<ul style="list-style-type: none"> • 航空攝影測量 • 車載點雲處理 • 空間圖資處理與整合 • 品質稽核及專案管理 	中央大學 土木工程研究所碩士	10 年
協同主持人	李○毅	測量技師	<ul style="list-style-type: none"> • GIS 圖資處理 • 程式設計 • 3D 建模及平臺整合 	成功大學 測量及空間資訊所碩士	5 年
品保組	劉○達	業務經理	<ul style="list-style-type: none"> • 航空攝影測量 • GIS 加值應用 • HD Map 導航圖資 	成功大學 測量工程研究所碩士	24 年
品保組	姜○華	副理	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 稽查 • ISO 程序與管理 • 地測(控制、地形) 	臺灣科技大學 營建工程研究所碩士	35 年
圖資彙整組 組長	李○卉	測量技師	<ul style="list-style-type: none"> • 航空攝影測量 • 空中三角 • 數值地形模型 	中央大學 土木工程研究所碩士	14 年
圖資彙整組	陳○文	測量技師 土木技師	<ul style="list-style-type: none"> • 工程測量 • 航空攝影測量 	成功大學 航空測量研究所碩士	33 年
	羅○燕	正工程師	<ul style="list-style-type: none"> • GIS 資料處理 • CAD 編修、地形編修 	臺北科技大學 土木工程系	24 年

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

	吳 O 玲	正工程師	• 立體製圖、地形測錄 • CAD 編修、圖幅整飾	東南技術學院 土木系	17 年
	蘇 O 婷	工程師	• GIS 程式 • 系統設計	成功大學 測量及空間資訊所碩士	5 年
道路模型組 組長	楊 O 國	正工程師	• 無人機拍攝 • 地面光達作業 • 點雲數化建模	臺灣工業技術學院 營建系	30 年
道路模型組	陳 O 君	正工程師	• 立體製圖、地形測錄 • CAD 編修、圖幅整飾	東南技術學院土木系	24 年
	翁 O 恆	正工程師	• GIS 資料處理 • GIS 圖資編修 • 三維點雲建模	成功大學 測量學系	14 年
	陳 O 卉	工程師	• 地理資訊系統 • 影像分析 • 程式設計	臺灣大學 土木工程研究所碩士	3 年
	周 O 恆	工程師	• 航空攝影測量 • 地理資訊系統	臺灣師範大學 地理學研究所碩士	2 年
自動化開發組 組長	許 O 成	副理 都計技師	• GIS 系統規劃 • 電子地圖建置	臺灣大學 地理學研究所碩士	19 年
自動化開發組	陳 O 璋	正工程師	• GIS 資料庫管理 • GIS 系統分析	臺灣大學 地理學研究所碩士	20 年
	李 O 儒	都計技師	• 地理資訊系統 • 三維點雲建模	臺灣大學 建築與城鄉研究所碩士	14 年
	莊 O 斌	資工/資安 工程師	• 地理資訊系統 • 遙測影像分析應用 • 網頁程式設計	中央大學 土木工程研究所碩士	17 年
	張 O 硯	工程師	• 地理資訊系統 • 程式設計	中央大學 土木工程研究所碩士	3 年
	黃 O 維	工程師	• 地理資訊系統 • 程式設計	陽明交通大學 土木工程研究所碩士	2 年

本案由各專業人員組成之專案組織完成各項工作內容，並謹遵性別工作平等法，尊重、維護員工權益，且排除性別、年齡歧視障礙，以專業、誠信、公平作為組織專案人員之準則，力求營造友善的工作環境，而其中男女組成比例如下表 1.5-2 所列，男性約占 68.2%，女性約占 31.8%。此外，除了具備豐富經驗的資深專業工程人員，本公司亦不吝給予年輕人才機會，提供多樣的教育訓練資源，培養相關專業，表 1.5-3 為專案組成人員年資以 10 年為分界之統計，其中 10 年以上年資占 72.2%，而 10 年以下年資占 28.8%。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 1.5-2 專案組成人員性別統計

生理性別	男	女
人數統計	15 人	7 人
比例	68.2%	31.8%

表 1.5-3 專案組成人員工作年資統計

工作年資	10 年以上	少於 10 年
人數統計	16 人	6 人
比例	72.7%	28.8%

第二章 作業程序與方法

2.1 三維道路模型資料建置作業

依據 108 年試辦案以及 109 年至 111 年建置案規劃之流程與建置經驗，研擬三維道路模型的建置流程，如圖 2.1-1。

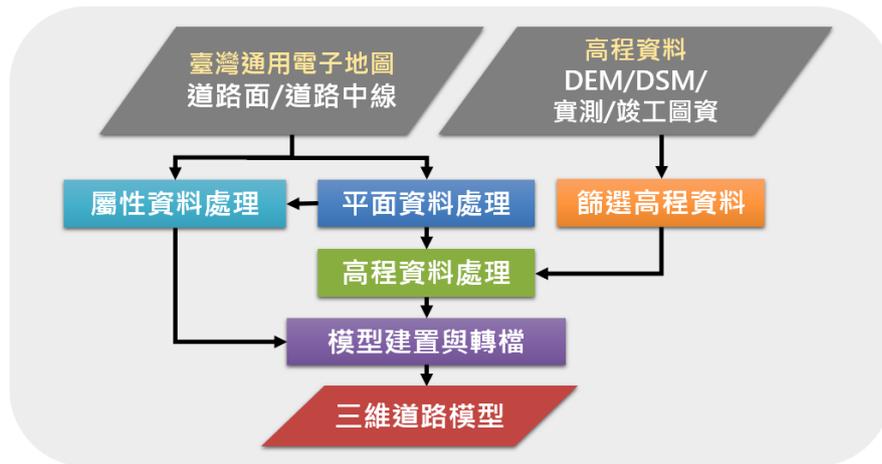


圖 2.1-1 三維道路模型建置作業流程圖

2.1.1 平面資料處理

此步驟資料來源為國土測繪中心提供之臺灣通用電子地圖道路相關圖層，包含(1)道路面圖層、(2)道路中線圖層及(3)道路分隔線圖層，如圖 2.1-2，左圖藍色區域為道路面範圍，中圖紅色線資料為道路之中線，右圖為道路分隔線之示意圖。



圖 2.1-2 臺灣通用電子地圖道路面、道路中線資料示意圖

平面道路資料為三維道路之基礎，本公司經前多年承辦三維道路相關專案累積之經驗，已建立完整之平面資料處理流程，如圖 2.1-3 所示，資料紫色區塊為主要工作，包含「道路面切分」、「道路面分層」、「道路面節點加密」以及「道路中線切分」。流程圖中灰色區塊為輸入之資料、紫色區塊為主要工作項目、紅色區塊為各工作流程產製之資料，以下依序說明平面資料處理做法。

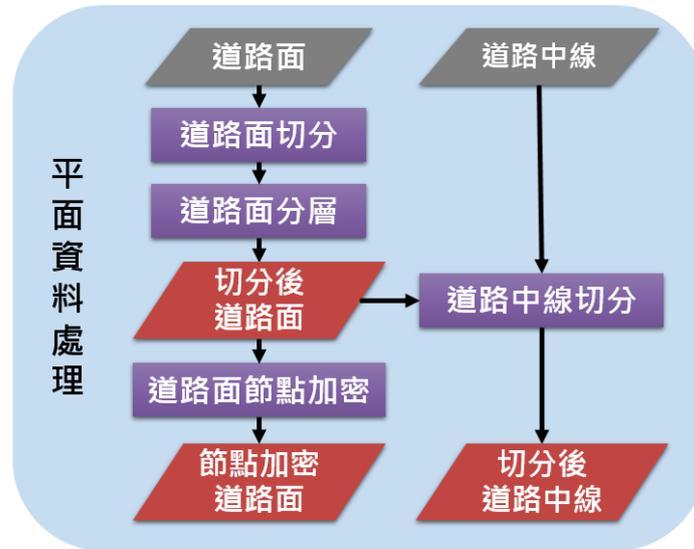


圖 2.1-3 平面資料處理流程圖

一、道路面切分

(一) 路口切分

三維道路模型成果路口處應包含所有連通道路之屬性，因此為了更明確定義道路名稱與類型，在前期平面資料處理時，須將所有路口或岔路獨立切分，並於欄位[MODELTYPE]進行標記。

本公司以半自動化的方式依據需求進行路口分割，先以道路寬度為基礎，利用程式先自動化處理所有路口區域，再利用人工檢查，針對路況複雜或分割不合理的路口進行細部的編修，人工編修原則為參考車道停止線與路口截角，將道路切分為一般道路面及路口道路面，如圖 2.1-4 所示，圖面綠色範圍為路口，其欄位[MODELTYPE]=1；黃色範圍為一般道路，其欄位[MODELTYPE]=0。

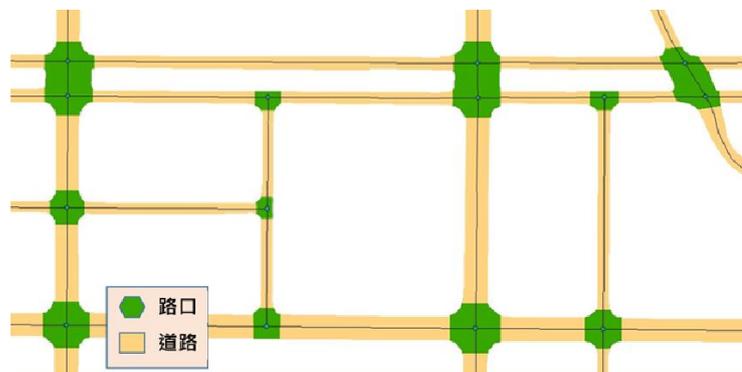


圖 2.1-4 路口分割成果示意圖

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

若道路面位於跨圖幅處並經圖幅線切割後，部分多邊形可能不包含道路中線，造成後續給予屬性時產生問題，因此未包含中線之多邊形於跨圖幅處會先進行合併，如圖 2.1-5 所示。

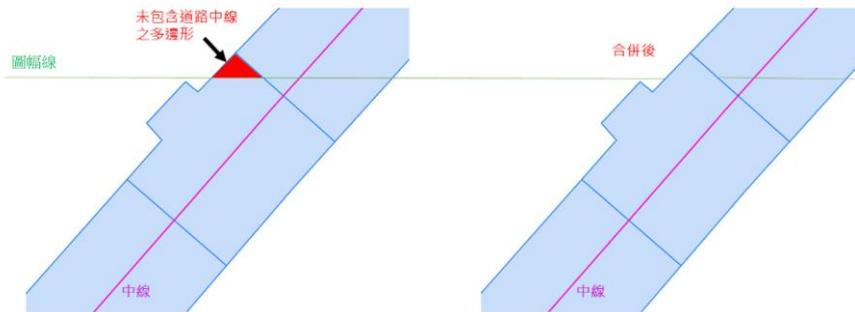


圖 2.1-5 跨圖幅內未包含中線之多邊形處理

(二) 依道路結構切分

參考臺灣通用電子地圖道路中線(ROAD)道路結構碼欄位[ROADSTRUCT]，針對不同類型道路分割為獨立的多邊形，以配合之後道路屬性的展示、搜尋及應用，如：橋梁、隧道、地下道等。

切分原則為結構物前後道路節點若與其他道路中線相交，則該道路面切分應建置成路口，如圖 2.1-6 綠色範圍所示，其欄位[MODELTYPE]=1；若單純僅結構變化，考量圖面合理及美觀，則將路口切分線落於橋梁點上，如圖 2.1-7 所示。



圖 2.1-6 結構前後節點以路口方式建置(橋梁)

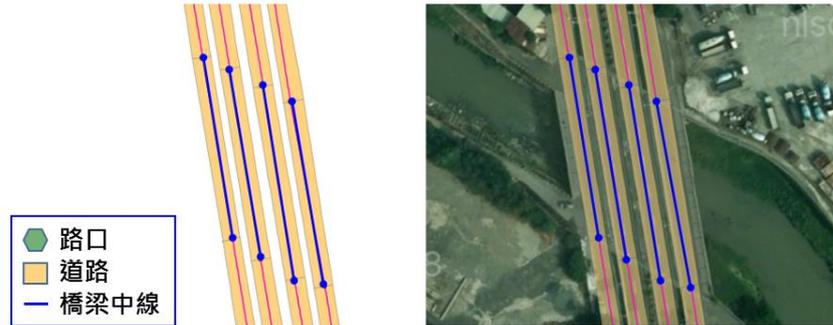


圖 2.1-7 道路面切分線落於道路節點上示意圖(橋梁)

(三) 配合交通資訊基礎路段編碼切分

配合串聯交通資訊基礎路段編碼，依據交通資訊基礎路段編碼資料於省道快速公路及市區快速道路之里程數分段點([CNode]=B1)進行道路面切分處理，如圖 2.1-8 所示。如發生里程點與路段編碼線形端點不重疊情形時，考量資料產製流程及後續應用需求，應優先參考路段編碼線形端點產生切分線。

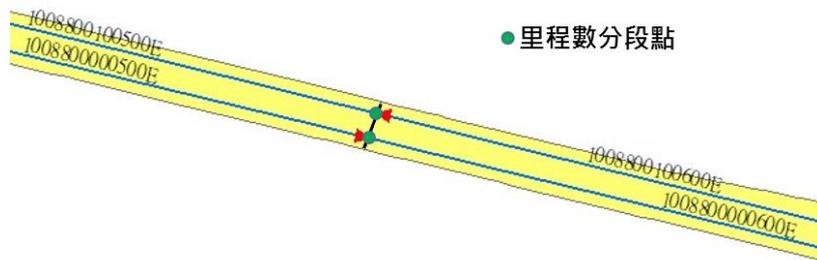


圖 2.1-8 里程數分段點之路面切分範例

(四) 其他切分原則

1. 考量切分後道路面如面積過小，將可能導致後續匯入多維度國家空間資訊服務平臺顯示或使用上問題，故新增道路面過小面積檢查，對於道路面之面積 $<10m^2$ 且面積/週長 <0.5 (考量為狹長形狀)者，除合理切分之路口保留外，其餘之過短路口(道路中線小於 1 公尺)、被圖幅框切分的路面等，面積 $<10m^2$ 者以盡量與其他路面合併為原則，無法判斷者應提出討論。
2. 道路面原則須於里程數分段點([CNode]=B1)及道路節點(電子地圖之 RDNODE 圖層)進行適當切分，如兩者切分線距離過近，造成道路面切分面積過小時，應優先參考里程點產生道路面切分線。
3. 里程數分段點([CNode]=B1)若位於路口範圍內，則不再針對該 B1 點位置進行切分。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

4. 跨縣市道路面成果，應以維持路口完整性為切分原則，而跨縣市道路面為路段者，為維持縣市界與車行方向接近一致之道路面完整性，則以縣市界上電子地圖道路節點(RDNODE)與路邊線作垂線為切分原則。
5. 跨縣市道路面成果存放，依切分後道路面面積定之，將其儲存於面積占比較大之縣市成果當中，且同一道路面成果不可於不同縣市成果中重複出現。
6. 基於電子地圖道路以建置可供大眾公共通行之車行道路為原則，自行車道與機車專用道暫不予獨立建置，惟道路面繪製範圍可依前後道路界連續性、合理性及線型平順美觀考量，納入最外側機慢車或自行車道範圍繪製，故於辦理道路面切分作業時，得不考量一般車道與自行車道間的實體分隔設施，採整併至同一路口面方式涵蓋兩者範圍；倘電子地圖原始資料即分別繪製車行道路及自行車道與機車專用道道路面，則不在此限。
7. 對於封閉且中間挖空之多邊形路面(如圖 2.1-9)，中間未與其他道路交會之具網狀線或槽化線道路面區域，依據電子地圖建置原則不需建置跨越該區域之道路中線，故該區域非屬路口，不進行路口切分，視為整體道路面範圍建置三維道路模型。

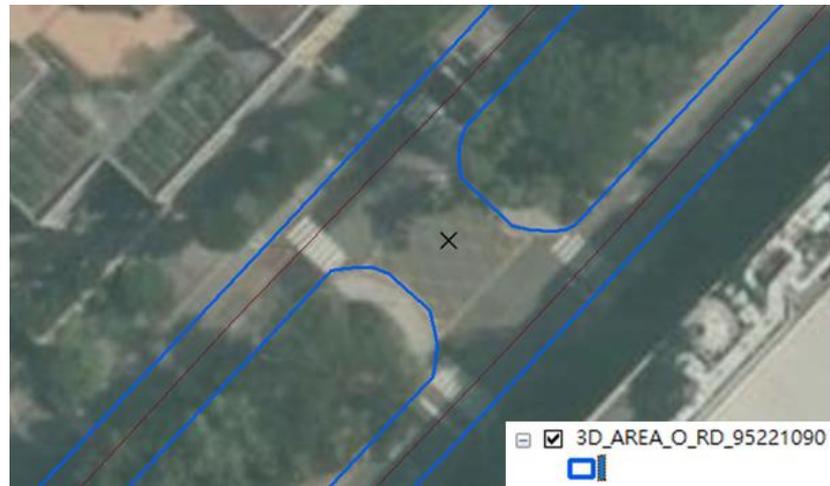


圖 2.1-9 具網狀線或槽化線的道路面

(五) 回報臺灣通用電子地圖資料疑義

道路切分作業中，若遇到資料疑義之情形，如圖 2.1-10，將於初步檢視後記錄回報於臺灣通用電子地圖。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

與現況不符(道路不連通)	與現況不符(道路連通)
缺少道路中線	中線斷點未落於 TUNNELA 切面

圖 2.1-10 臺灣通用電子地圖資料疑義樣態

回報臺灣通用電子地圖資料疑義時間表如表 2.1-1 所示，修正情況可分為下列兩種樣態：

1. 樣態 1：自行依合理性判斷後修正道路切分面：

針對道路中線之數化位置應修正(中線跨越槽化線)、道路中線需繪製(有道路面沒中線)、道路中線需中斷等不影響三維道路模型面幾何之疑義，將先進行合理性判斷後自行修正道路切分面，並於回饋意見回覆後快速確認疑義處是否修正合理且正確。

2. 樣態 2：待廠商更新資料後修正

針對道路面應修正(有中線但無道路面)、道路中線之[ROADCLASS1]確認等影響三維道路模型面是否需建置之疑義，則須待電子地圖廠商更新資料後修正。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 2.1-1 疑義樣態統計

回報時間	樣態 1 數量	樣態 2 數量	總數量	回覆時間
112/04/20	213	6	219	112/06/21
112/05/02	18	3	21	112/06/21
112/05/05	3	0	3	112/06/21
112/05/11	6	3	9	112/06/21
112/07/14	2	0	2	112/07/21
總計(筆)	242	12	254	-

二、道路面分層

在三種道路面類型(一般道路面、立體道路面、隧道面)資料中，立體道路面資料會包含不同高度分層，而臺灣通用電子地圖的道路分隔線，僅在當道路有上下交疊時，記錄其上層道路之邊緣分界線(ROADSP)。

因此，除了路口切分外，針對立體道路面做道路之分層及重建，利用道路分隔線將道路分層後，再依據道路中線結構及其類型屬性，重組切割後的道路多邊形，新增受遮蔽區域之多邊形，並將相同類型的多邊形合併，最終會得到分層的道路面，並以[LAYER]欄位註記不同層道路之連通情形，此[LAYER]欄位非模型屬性表內容，僅於作業期間紀錄使用。

三、道路面節點加密

由於道路模型的高程變化呈現是由各個節點紀錄的高程值決定，然而道路面原始資料在不同彎度，以及道路兩側之節點分布疏密情況皆不一，為了使彩帶式道路模型其左右兩側的邊緣高程盡量一致，且更貼切的展現三維道路各處之高程值，將道路面之節點做加密處理。

節點加密須考量的問題為加密距離的設定，加密距離越小，節點分布越密集，越能展現模型的高程變化，但會加重處理資料時的運算負擔，影響後續模型於多維度國家空間資訊服務平臺展示的效能，反之節點數量不足也會無法展現高程變化，並容易使模型產生高程抖動的情況。

本公司採取半自動化程式判斷於原道路節點之間的距離是否需要增加虛擬節點，依據前期執行作業經驗，原則上採 5

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

公尺作為加密距離的設定值；若兩連續點間距離超過 5 公尺，則增加最少節點能使所有節點距離小於 5 公尺，增加節點的方式為平均分布，以避免最終道路節點間距因加密而造成距離過短情形；惟地形起伏較大或急遽轉角區域，則先提出案例與國土測繪中心及監審廠商討論確認後，再行調整。

四、道路中線切分

三維道路模型以道路面資料為建置基礎，屬性資料則依據需求由中線資料建立，故需建立道路面與道路中線之關聯，將道路面進行切分與分層後，再將道路中線於分割後的道路面切分線上斷開，如圖 2.1-11 所示。

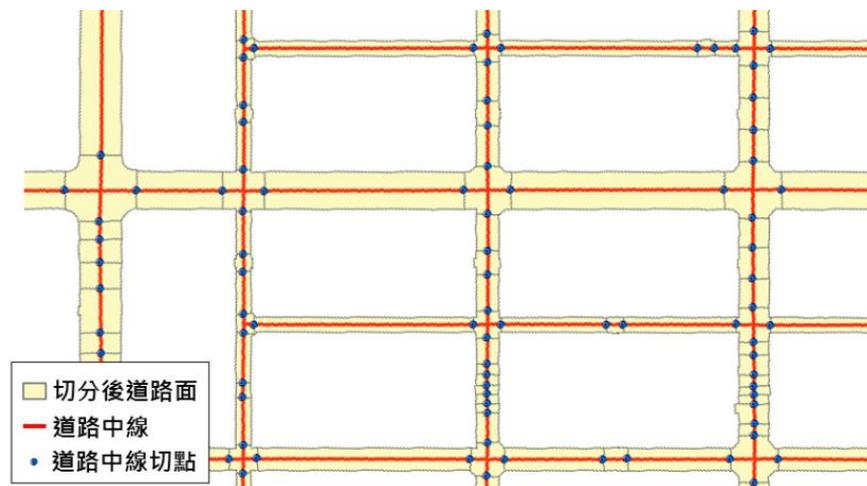


圖 2.1-11 道路中線切分示意圖

2.1.2 高程資料處理

高程資料處理為建置三維道路模型重要之一環，影響了最終的模型成果，高程資料處理流程如圖 2.1-12 所示，紫色區塊與綠色區塊為此步驟之主要工作，包含「中線節點加密」、「數值地形模型格式轉檔」、「粗差濾除及中線節點高程值計算」、「中線節點高程擬合」、「三維中線節點銜接、編修」以及「道路中線平滑化」。流程圖中紅色區塊為主要之輸入及輸出資料；灰色區塊代表取得之高程資料；紫色區塊及綠色區塊為主要工作項目，其中紫色區塊代表自動化程度高，綠色區塊則需較多人力介入處理；藍色區塊為高程資料是否可由 DTM 取得之判斷。本小節將分項詳細說明各處理步驟內容。

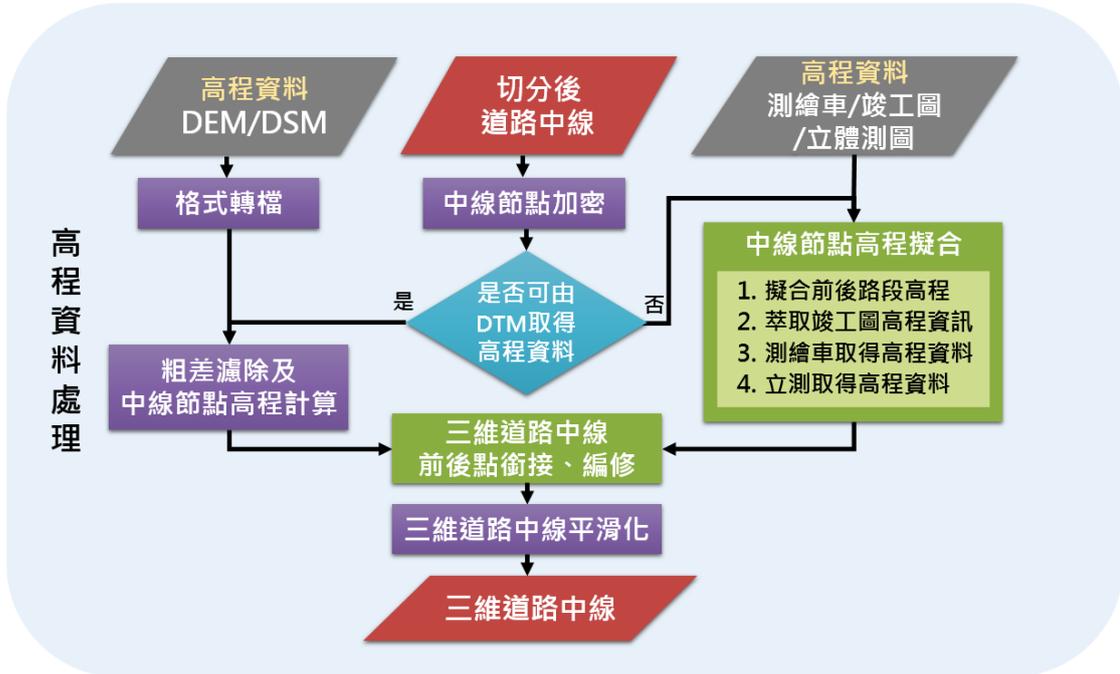


圖 2.1-12 高程資料處理流程圖

一、道路中線節點加密

電子地圖道路中線原始資料之節點皆位於直線轉折或路口交岔處，與道路面邊緣節點特性相同，較長的直線路段相鄰兩節點之間距較長，若觀察大範圍區域道路，各相鄰節點間距長短不一，如圖 2.1-13 所示。

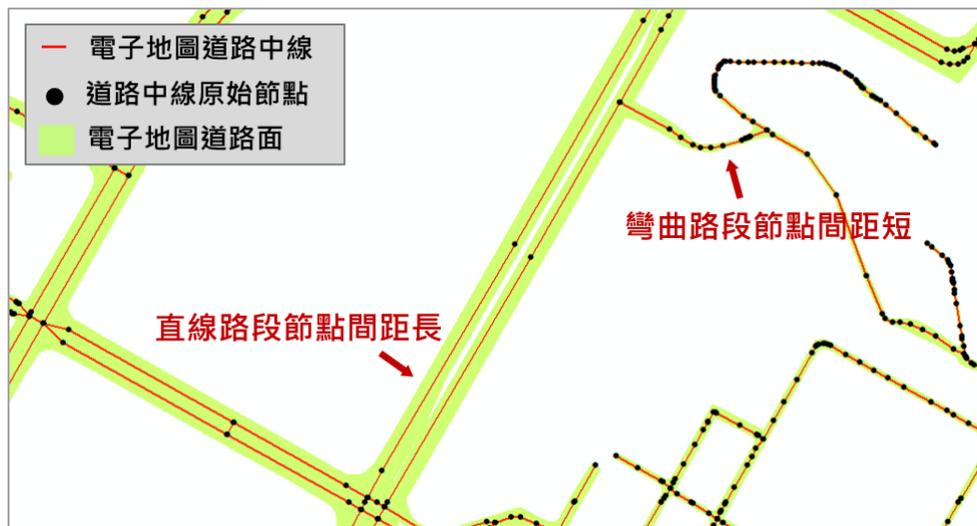


圖 2.1-13 道路中線原始節點分布情形

三維道路中線節點是紀錄三維道路面高程的重要參考點，若參考點不足將無法貼切的表達道路高程，故須將道路中線進

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

行節點加密處理，此部分加密做法與道路面邊界線節點方法相同，惟中線節點高程值萃取工作為後續建置三維道路之基礎，故無論區域或道路類型差異一律設定較短之加密距離，依前期作業經驗，加密距離原則設定為 1 公尺，如圖 2.1-14 所示。

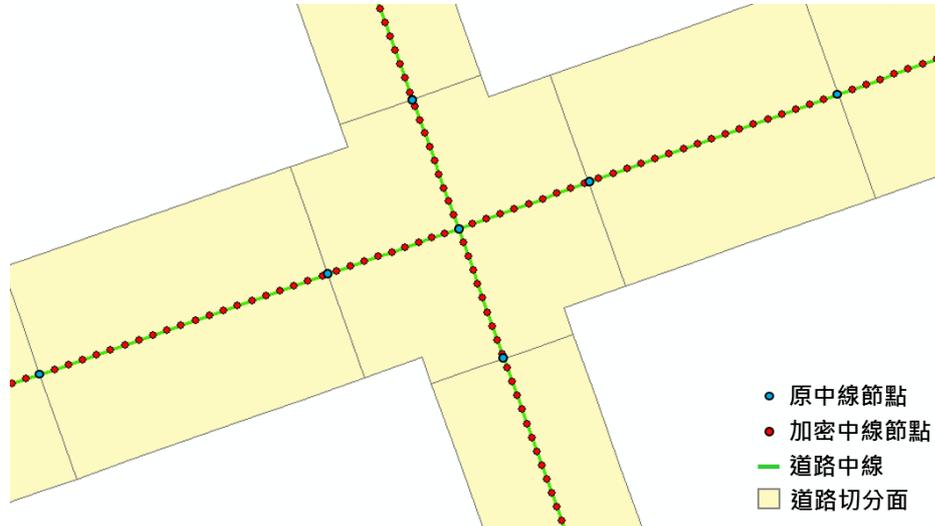


圖 2.1-14 加密中線節點分布情形

二、數值地形模型格式轉檔

本案由國土測繪中心協助取得之 1 公尺網格 DTM，資料格式為 TXT 檔，為以 X、Y、Z 之方式記錄每個坐標位置之高程資料，由對應坐標之數值高程模型與數值表面模型相減，可得各坐標位置之高程差，應用於不同目標需求時，由該差異值可視各項需求之基準來判斷該坐標位置是否有較高之人工或自然地面物，並視情況進行人工或自然地面物剷除作業，接著將該坐標之高程重新計算為地面高程，將上述取得之數值地形模型 TXT 檔轉檔為 BIN 檔，BIN(Binary Disc Image)則為一種二進位檔案(Binary File)格式，可以文字編輯器打開，但讀取顯示為隨意組合的位元序列，使用此格式主要目的在於後續高程資料萃取及相關計算時具有良好的計算效率。

三、粗差濾除及中線節點高程值計算

高程資料主要源自光達產製之數值地形模型，依前期作業經驗，這些取出的資料可能會存在少數誤差較大的高程值(粗差)，因此在使用前須先將獲得的高程值進行粗差濾除，將極端值刪除，取得較為可靠的高程資料。做法為以道路中線的加密點為圓心，二分之一路寬做為半徑，沿著道路方向逐步計算圓面積內高程值之標準差後，過濾超過 2.5 倍標準差的高程值，粗差過濾後，即可計算每個圓面積範圍內保留的高程平均值作

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

為中線節點的高程值，如圖 2.1-15 所示。

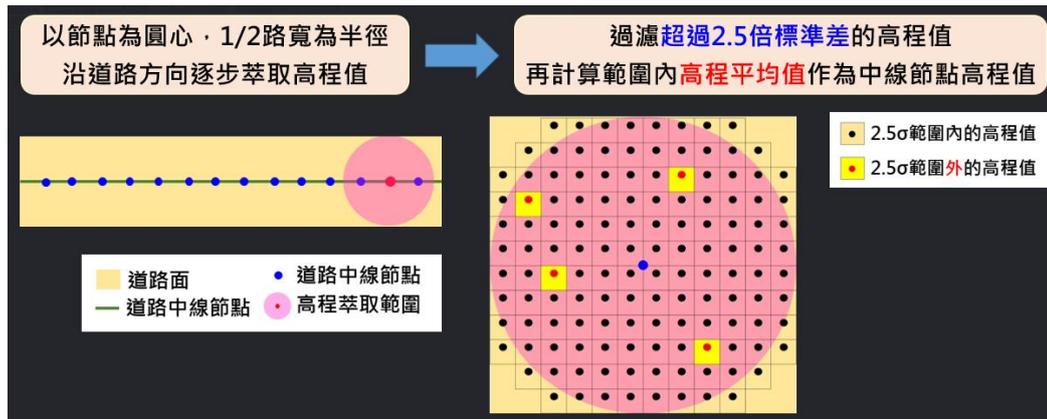


圖 2.1-15 道路高程粗差濾除示意圖

四、以實測資料進行道路中線節點高程擬合

部分道路類型如隧道、地下道，或位在高架橋下等受遮蔽區域均是 DEM、DSM 無法提供高程參考資料之區域，另因 DEM、DSM 的更新頻率與電子地圖不同，兩資料年份可能發生地物異動而高程不符合的情況。

以台東縣「東 45 鄉道」為例，該區域的數值地形模型產製年份為 101 年，當時此區域還是一片農田，而取得之最新電子地圖已針對該路段更新幾何資訊，故將最新電子地圖道路中線與 101 年 DTM 套疊，即可發現道路面與數值地形模型不符合之情況，使得無法由現有 DTM 取得高程，如圖 2.1-16 所示。

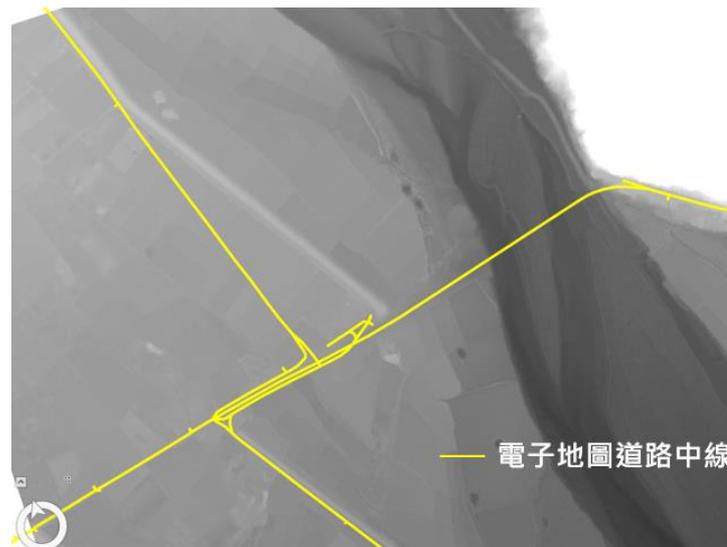


圖 2.1-16 無法由現有 DTM 取得高程部分之案例

針對此種情況，本公司依據不同道路情況採用不同處理方

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

式，分別為擬合前後路段高程以及立測取得高程資料，下分別說明兩種做法。

(一) 擬合前後路段高程

對於較為平坦且長度較短的路段，如受橫向高架道路遮蔽之平面道路，可利用前後路段高程資訊直接進行高程擬合，避免取得竣工圖或實測高程資料花費較高成本而不符效益。此種受遮蔽路段可利用尋找臺灣通用電子地圖道路中線幾何交岔處獲得，圖 2.1-17 為一處受遮蔽道路中線高程錯誤情形，以及其對應道路中線加密點高程萃取結果示意圖，從圖中紅色圈示處，可看到通過高架道路底下之平面道路，高程值受遮蔽物影響，被錯誤抬高到與上方高架道路等高，該圖所示之遮蔽路段較短，且前後受遮蔽路段高程約略相同，因此可採擬合前後路段高程之方式處理，圖 2.1-18 中之紅色線段，為擬合其前後路段之高程值修正成果，可還原道路原來之合理高程值。



圖 2.1-17 受遮蔽道路中線高程錯誤案例

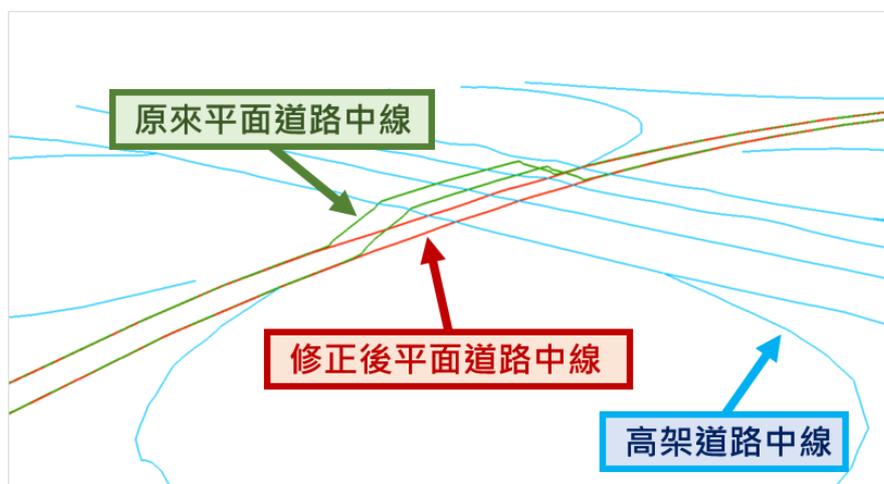


圖 2.1-18 受遮蔽道路中線高程修正示意圖

(二) 立測取得高程資料

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

使用立測高程取代 DTM 高程資訊並於中線位置萃取方式與建置三維道路模型之處理方法原則上相同，其本身高程即為正高，無須進行高程轉換。本年度國土測繪中心提供之高程資料如圖 2.1-19 所示，其高程資料為三維道路中心線，本公司後續再進行加密內插節點，待後續萃取高程時，直接利用中線節點尋找距離最近之立測高程點，即可完成立測資料中線高程萃取。

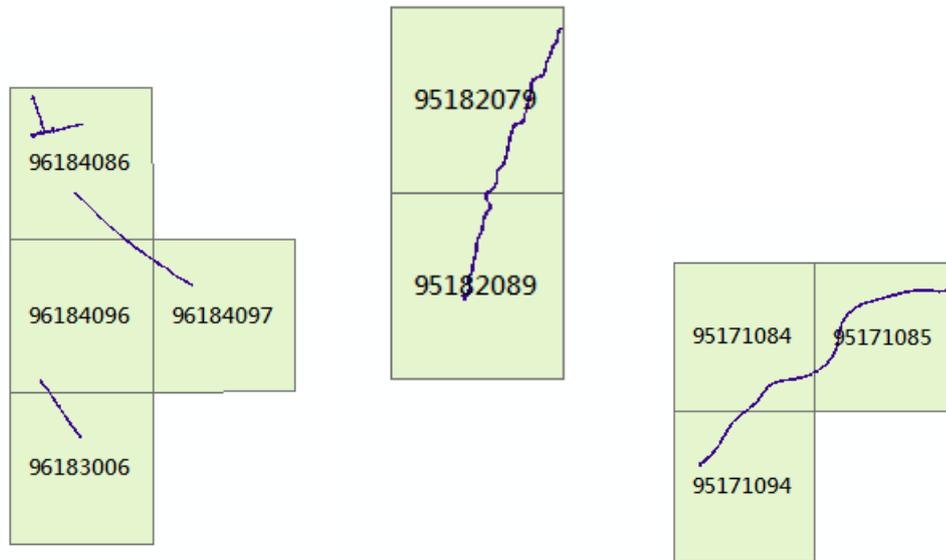


圖 2.1-19 112 年國土測繪中心提供之三維道路中心線區域

(三) 竣工圖取得高程資料

使用竣工圖高程取代 DTM 高程資訊並於中線位置萃取方式與建置三維道路模型之處理方法原則上相同，其本身高程即為正高，無須進行高程轉換。本年度國土測繪中心提供之竣工圖包含東 56 線 0K+880~1K+280、草普森永隧道及玉長隧道如圖 2.1-20 至圖 2.1-22 所示，其高程資料為三維道路中心線，本公司後續再進行加密內插節點，待後續萃取高程時，直接利用中線節點尋找距離最近之竣工圖高程點，即可完成竣工圖中線高程萃取。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

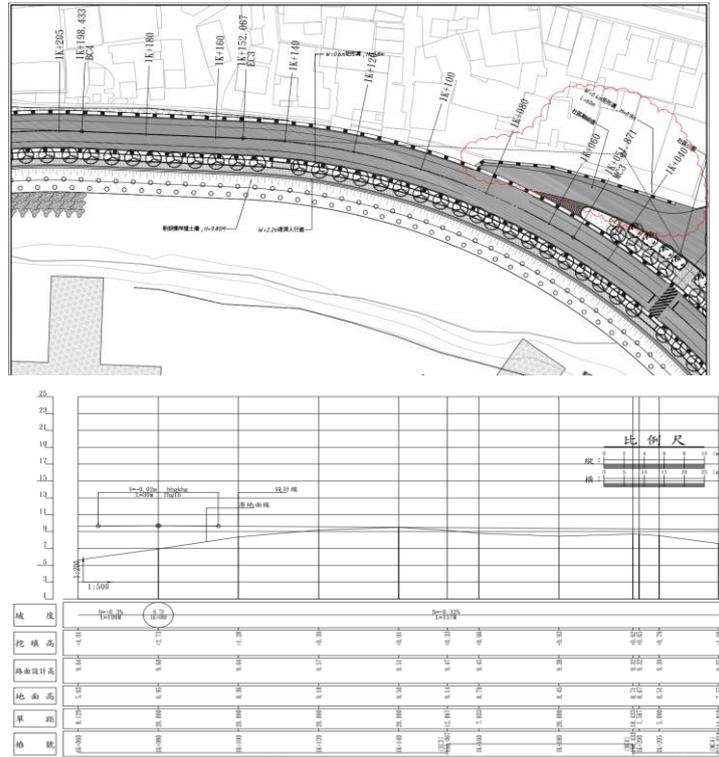


圖 2.1-20 竣工圖高程資訊(東 56 線 0K+880~1K+280)

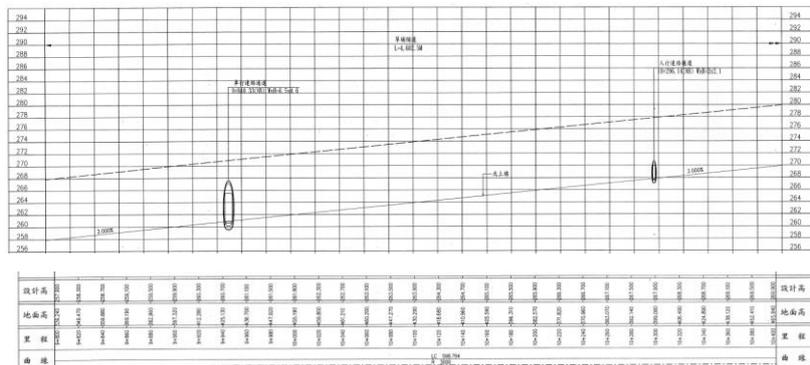


圖 2.1-21 竣工圖高程資訊(草普森永隧道)



圖 2.1-21 竣工圖高程資訊(玉長隧道)

五、三維道路中線平滑化

由前述步驟取得了中線節點之高程值，雖計算各節點高程前已經過粗差濾除處理，但仍受一些未被濾除的較小誤差影響，使得連續節點之高程值仍有不平順之狀況，導致其在三維空間展示時視覺上會出現路面不合理抖動，不僅與真實路面鋪設情形有差異亦不美觀，因此，算得道路中線節點高程初始值後，會再將其以單條完整中線為單位做平滑化之計算，算法為每條道路皆獨自計算一階(式 2.1-1)、二階(式 2.1-2)與三階(式 2.1-3)多項式，運用最小二乘運算求解，並從中挑選中誤差最小的模式進行擬合，以擬合結果修正中線節點之初始高程值，公式中 H 為節點高程， S 為該段道路起始節點至各節點的長度， a 、 b 、 c 、 d 為多項式參數。

$$H = a_1 + b_1 S \quad (2.1-1)$$

$$H = a_2 + b_2 S + c_2 S^2 \quad (2.1-2)$$

$$H = a_3 + b_3 S + c_3 S^2 + d_3 S^3 \quad (2.1-3)$$

本公司由過去辦理相關模型建置案之經驗中可知，多數的平面道路中線長度短且加密點數量少，其高程變化為線性變化，多以一階多項式模式的中誤差最小。而高架道路通常有較長單一路段，且高程變化較為顯著，又因主要使用 DSM 萃取高度，而 DSM 資料中有較多雜訊，則多以二階及三階多項式為主進行道路中線平滑，圖 2.1-21 為平滑化前後中線高程 3D 展示。

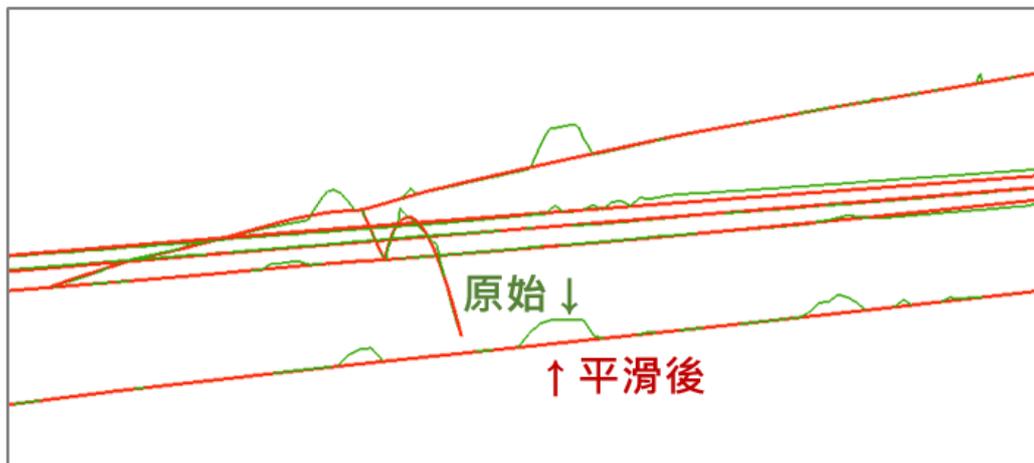


圖 2.1-21 道路中線高程平滑化前後成果

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

2.1.3 屬性資料處理

三維道路模型屬性欄位原則為引用電子地圖道路中線 (ROAD) 屬性資料、交通資訊基礎路段編碼資料為主，MMDATE、MODELTYPE 欄位則按照模型建置情形填寫，其中 DISPLAYTYPE 欄位，依照 ROADSTRUCT 內容區分成平面及非平面，其分法如下表 2.1-2 所示。

表 2.1-2 DISPLAYTYPE 欄位說明表

DISPLAYTYPE	ROADSTRUCT
0：平面	(所包含的中線屬性皆為 0) 0：一般平面道路
1：非平面	(所包含的中線屬性有不包含 0 者) 0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段

三維道路面 SHP 成果檔、KML 成果檔及 CSV 成果檔屬性欄位、路口點屬性欄位、三維道路中線屬性欄位說明如下：

一、三維道路面 SHP 屬性

三維道路面 SHP 成果檔，屬性欄位詳細內容如表 2.1-3 說明。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 2.1-3 三維道路面 SHP 屬性欄位資料表

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	長度	內容說明
1	AREAID	道路模型識別碼	30	道路模型識別碼，AREA_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
2	ROADSTRUCT	道路結構碼	2	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段
3	MMDATE	道路模型建置日期	8	道路模型建置日期，僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
4	MODELTYPE	道路模型元件類型代碼	2	0：非路口(LOD1-LOD2) 1：路口(LOD1-LOD3) 2：平交道(LOD1-LOD3) 3：車道(LOD3) 4：路肩(LOD3)
5	DISPLAYTYPE	展示模型定義代碼	2	0：平面道路（以平貼地形展示） 1：非平面道路（包含高架道路、橋梁、隧道、地下道等，以實際高程展示）

二、三維道路面 KML 屬性

三維道路面 KML 成果檔，屬性欄位詳細內容如表 2.1-4 說明。

表 2.1-4 三維道路面 KML 屬性欄位資料表

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
1	AREAID	道路模型識別碼	道路模型識別碼，AREA_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
2	LINEID	道路模型線段識別碼	與道路模型對應之線段識別碼，LINE_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
3	ROADCLASS1	道路分類編碼 1	記錄交通部之道路等級分級碼

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
4	ROADCLASS2	道路分類編碼 2	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
5	ROADCODE	公路編碼	記錄公路系統之公路編號
6	COUNTY	縣市名稱	該路段所屬的縣市名稱
7	ROADSTRUCT	道路結構碼	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段
8	ROADNUM	道路編號	記錄該路段所屬國道、省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：國 1、臺 3、縣 187、嘉 1、農投草中 27 等。
9	ROADNUM1	道路編號 1	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄位記錄第二個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 21、縣 168、投 10 等。
10	ROADNUM2	道路編號 2	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。
11	ROADALIAS	道路別名	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
12	BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	記錄各座橋梁、隧道名稱
13	RDNAMEALL	完整路名	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
14	ROADNAME	路名	記錄路段所屬道路名稱。
15	RDNAMESECT	段名	記錄路段所屬道路路段名稱。
16	RDNAMELANE	巷名	記錄路段所屬道路巷名稱。
17	RDNAMENON	弄名	記錄路段所屬道路弄名稱。
18	ROADCOMNUM	共線路段數	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
19	DIR	方向性代碼	0：雙向道(雙向車行) 1：單行道(單向車行；車行方向與數化方向一致)
20	PLMDATE	道路模型平面資料測製年月	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
21	PLSOURCE	道路模型平面資料來源	0：立體製圖 1：地測 2：航拍正射數化 3：引用 1/1,000 地形圖 4：引用門牌系統圖資 5：引用 1/5,000GIS 資料庫資料

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
			6：引用其他圖資 7：測繪車 8：設計/竣工圖資 9：衛星正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
22	PLDEF	道路模型平面狀態代碼	0：位置明確 1：受遮蔽但位置已知 2：受遮蔽但位置未知 3：規劃/興建/中斷
23	LINKID	交通資訊基礎路段編碼(路段)	交通資訊基礎路段編碼(路段)
24	ROADID	交通資訊基礎路段編碼(路段)	交通資訊基礎路段編碼(路段)
25	ELSOURCE	道路模型高程資料來源	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立體製圖
26	ELDEF	道路模型高程狀態代碼	0：依實際資料 1：參考前後段高程
27	ELMDATE	高程資料測製年月	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
28	MMDATE	道路模型建置日期	道路模型建置日期，僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
29	FRAMEID	道路模型所在 1/5,000 圖幅編號	記錄模型所屬 1/5,000 圖號
30	TFRAMEID	道路模型所在地形圖圖幅編號	記錄模型所屬地形圖圖號
31	TROADNO	地形圖車道數	車道數
32	MODELTYPE	道路模型元件類型代碼	0：非路口(LOD1-LOD2) 1：路口(LOD1-LOD3) 2：平交道(LOD1-LOD3)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
			3：車道(LOD3) 4：路肩(LOD3)
33	DISPLAYTYPE	展示模型定義代碼	0：平面道路（以平貼地形展示） 1：非平面道路（包含高架道路、橋梁、隧道、地下道等，以實際高程展示）
34	ROADCLASS1_R	道路分類編碼 (去除重複)	記錄交通部之道路等級分級碼
35	ROADCLASS2_R	道路分類編碼 (去除重複)	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
36	ROADCODE_R	公路編碼(去除 重複)	記錄公路系統之公路編號
37	COUNTY_R	縣市名稱(去除 重複)	該路段所屬的縣市名稱
38	ROADSTRUCT_R	道路結構碼(去 除重複)	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高 架 5：過水路 6：地下路段
39	ROADNUM_R	道路編號(去 除重複)	記錄該路段所屬國道、省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業 道路(農路)等道路等級與編碼，如：國 1、臺 3、縣 187、 嘉 1、農投草中 27 等。
40	ROADNUM1_R	道路編號 1(去 除重複)	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄位記錄第二個 所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路 等級與編碼，如：台 21、縣 168、投 10 等。
41	ROADNUM2_R	道路編號 2(去 除重複)	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所 屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等 級與編碼，如：台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。
42	ROADALIAS_R	道路別名(去 除重複)	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記 錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道 路、忠孝圓環等。
43	BRITUNNAME_R	橋梁名、隧道名 (去除重複)	記錄各座橋梁、隧道名稱
44	RDNAMEALL_R	完整路名(去 除重複)	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
45	ROADCOMNUM_R	共線路段數(去除重複)	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
46	DIR_R	方向性代碼(去除重複)	0：雙向道(雙向車行) 1：單行道(單向車行；車行方向與數化方向一致)
47	PLMDATE_R	道路模型平面資料測製年月(去除重複)	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
48	PLSOURCE_R	道路模型平面資料來源(去除重複)	0：立體製圖 1：地測 2：航拍正射數化 3：引用 1/1,000 地形圖 4：引用門牌系統圖資 5：引用 1/5,000GIS 資料庫資料 6：引用其他圖資 7：測繪車 8：設計/竣工圖資 9：衛照正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
49	PLDEF_R	道路模型平面狀態代碼(去除重複)	0：位置明確 1：受遮蔽但位置已知 2：受遮蔽但位置未知 3：規劃/興建/中斷
50	ELSOURCE_R	道路模型高程資料來源(去除重複)	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立體製圖
51	ELDEF_R	道路模型高程狀態代碼(去除重複)	0：依實際資料 1：參考前後段高程
52	ELMDATE_R	高程資料測製年月(去除重複)	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
53	FRAMEID_R	道路模型所在 1/5,000 圖幅編 號 (去除重複)	記錄模型所屬 1/5,000 圖號
54	TFRAMEID_R	道路模型所在地 形圖圖幅編號 (去除重複)	記錄模型所屬地形圖圖號
55	TROADNO_R	地形圖車道數 (去除重複)	車道數

三、三維道路面 CSV 屬性

三維道路面 CSV 成果檔，屬性欄位詳細內容如表 2.1-5 說明。

表 2.1-5 三維道路面 CSV 屬性欄位資料表

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
1	AREAID	道路模型識別碼	道路模型識別碼，AREA_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
2	LINEID	道路模型線段識別碼	與道路模型對應之線段識別碼，LINE_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
3	ROADCLASS1	道路分類編碼	記錄交通部之道路等級分級碼
4	ROADCLASS2	道路分類編碼	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
5	ROADCODE	公路編碼	記錄公路系統之公路編號
6	COUNTY	縣市名稱	該路段所屬的縣市名稱
7	ROADSTRUCT	道路結構碼	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段
8	ROADNUM	道路編號	記錄該路段所屬國道、省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：國 1、臺 3、縣 187、嘉 1、農投草中 27 等。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
9	ROADNUM1	道路編號 1	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄位記錄第二個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 21、縣 168、投 10 等。
10	ROADNUM2	道路編號 2	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。
11	ROADALIAS	道路別名	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
12	BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	記錄各座橋梁、隧道名稱
13	RDNAMEALL	完整路名	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
14	ROADNAME	路名	記錄路段所屬道路名稱。
15	RDNAMESECT	段名	記錄路段所屬道路路段名稱。
16	RDNAMELANE	巷名	記錄路段所屬道路巷名稱。
17	RDNAMENON	弄名	記錄路段所屬道路弄名稱。
18	ROADCOMNUM	共線路段數	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
19	DIR	方向性代碼	0：雙向道(雙向車行) 1：單行道(單向車行；車行方向與數化方向一致)
20	PLMDATE	道路模型平面資料測製年月	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
21	PLSOURCE	道路模型平面資料來源	0：立體製圖 1：地測 2：航拍正射數化 3：引用 1/1,000 地形圖 4：引用門牌系統圖資 5：引用 1/5,000GIS 資料庫資料 6：引用其他圖資 7：測繪車 8：設計/竣工圖資 9：衛照正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
22	PLDEF	道路模型平面狀態代碼	0：位置明確 1：受遮蔽但位置已知 2：受遮蔽但位置未知 3：規劃/興建/中斷
23	LINKID	交通資訊基礎路段編碼	交通資訊基礎路段編碼
24	ROADID	交通資訊基礎路段編碼(路段)	交通資訊基礎路段編碼(路段)
25	ELSOURCE	道路模型高程資料來源	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立體製圖
26	ELDEF	道路模型高程狀態代碼	0：依實際資料 1：參考前後段高程
27	ELMDATE	高程資料測製年月	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
28	MMDATE	道路模型建置日期	道路模型建置日期，僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
29	FRAMEID	道路模型所在 1/5,000 圖幅編號	記錄模型所屬 1/5,000 圖號

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
30	TFRAMEID	道路模型所在地形圖圖幅編號	記錄模型所屬地形圖圖號
31	TROADNO	地形圖車道數	車道數
32	MODELTYPE	道路模型元件類型代碼	0：非路口(LOD1-LOD2) 1：路口(LOD1-LOD3) 2：平交道(LOD1-LOD3) 3：車道(LOD3) 4：路肩(LOD3)
33	DISPLAYTYPE	展示模型定義代碼	0：平面道路（以平貼地形展示） 1：非平面道路（包含高架道路、橋梁、隧道、地下道等，以實際高程展示）
34	ROADCLASS1_R	道路分類編碼 (去除重複)	記錄交通部之道路等級分級碼
35	ROADCLASS2_R	道路分類編碼 (去除重複)	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
36	ROADCODE_R	公路編碼 (去除重複)	記錄公路系統之公路編號
37	COUNTY_R	縣市名稱 (去除重複)	該路段所屬的縣市名稱
38	ROADSTRUCT_R	道路結構碼 (去除重複)	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段
39	ROADNUM_R	道路編號 (去除重複)	記錄該路段所屬國道、省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：國 1、臺 3、縣 187、嘉 1、農投草中 27 等。
40	ROADNUM1_R	道路編號 1(去除重複)	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄位記錄第二個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 21、縣 168、投 10 等。
41	ROADNUM2_R	道路編號 2 (去除重複)	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
42	ROADALIAS_R	道路別名 (去除重複)	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
43	BRITUNNAME_R	橋梁名、隧道名 (去除重複)	記錄各座橋梁、隧道名稱
44	RDNAMEALL_R	完整路名 (去除重複)	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
45	ROADCOMNUM_R	共線路段數 (去除重複)	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
46	DIR_R	方向性代碼 (去除重複)	0：雙行道(雙向車行) 1：單行道(單向車行；車行方向與數化方向一致)
47	PLMDATE_R	道路模型平面資料測製年月 (去除重複)	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
48	PLSOURCE_R	道路模型平面資料來源 (去除重複)	0：立體製圖 1：地測 2：航拍正射數化 3：引用 1/1,000 地形圖 4：引用門牌系統圖資 5：引用 1/5,000GIS 資料庫資料 6：引用其他圖資 7：測繪車 8：設計/竣工圖資 9：衛照正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
49	PLDEF_R	道路模型平面狀態代碼 (去除重複)	0：位置明確 1：受遮蔽但位置已知 2：受遮蔽但位置未知 3：規劃/興建/中斷
50	ELSOURCE_R	道路模型高程資料來源 (去除重複)	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立體製圖

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
51	ELDEF_R	道路模型高程狀態代碼 (去除重複)	0：依實際資料 1：參考前後段高程
52	ELMDATE_R	高程資料測製年月(去除重複)	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
53	FRAMEID_R	道路模型所在 1/5,000 圖幅編號 (去除重複)	記錄模型所屬 1/5,000 圖號
54	TFRAMEID_R	道路模型所在地形圖圖幅編號 (去除重複)	記錄模型所屬地形圖圖號
55	TROADNO_R	地形圖車道數 (去除重複)	車道數

四、路口點屬性欄位

於路口面([MODELTYPE]=1)需產製路口點，後續應用可透過 AREAID 串聯點位與路口面 AREA 成果，並透過經緯度坐標串聯交通部「CNODE」成果，並於該年度道路面成果繳交後產製，點位屬性如下表 2.1-6 所示。

表 2.1-6 路口點屬性欄位資料表

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	長度	內容說明	建置方法
1	INTERID	模型路口點識別碼	40	路口點識別碼：INTER_成果類別代碼(HW/1E)_圖號(8碼)_流水號(10碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼	填寫序號不得重複

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	長度	內容說明	建置方法
2	AREAID	道路模型識別碼	30	道路模型識別碼，AREA_成果類別代碼(2 碼)_圖號(8 碼)_流水號(6 碼)_縣市代碼(1 碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼	填寫序號不得重複
3	PLUSCODE	模型路口點 PLUSCODE 編碼	15	紀錄模型路口點之 12 位 Global Plus Code(又稱 Open Location Code)網格編碼	按實際資料情形填寫
4	LON_4326	模型路口點經度	18	紀錄模型路口點之 1984 世界大地坐標系之經度坐標值(至小數下 10 位，單位為度)	按實際資料情形填寫
5	LAT_4326	模型路口點緯度	18	紀錄模型路口點之 1984 世界大地坐標系之緯度坐標值(至小數下 10 位，單位為度)	按實際資料情形填寫
6	INTERTYPE	模型路口點型態	2	1：路口(LOD1-LOD3) 2：平交道(LOD1-LOD3)	按實際資料情形填寫

五、三維道路中線屬性(SHP 及 KML 成果檔)

原則上引用原臺灣通用電子地圖道路中線(ROAD)圖層來源資料之所有屬性成果，並增加記錄三維道路模型之平面及高程等欄位，如表 2.1-7，另經三維道路回報之三維道路中線則須參考回饋修正後之電子地圖成果。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 2.1-7 三維道路中線屬性欄位說明表

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	長度	內容說明
1	LINEID	道路模型線段識別碼	30	與道路模型對應之線段識別碼，LINE_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
2	AREAID	道路模型識別碼	30	道路模型識別碼，AREA_成果類別代碼(2碼)_圖號(8碼)_流水號(6碼)_縣市代碼(1碼)。成果類別代碼：HW/1E/RD，三者擇一填入。僅 RD 時須加註縣市代碼
3	ROADCLASS1	道路分類編碼 1	2	記錄交通部之道路等級分級碼
4	ROADCLASS2	道路分類編碼 2	8	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
5	ROADCODE	公路編碼	4	記錄公路系統之公路編號
6	COUNTY	縣市名稱	16	該路段所屬的縣市名稱
7	ROADSTRUCT	道路結構碼	2	0：一般平面道路 1：橋梁 2：隧道 3：匝道 4：高架 5：過水路 6：地下路段
8	ROADNUM	道路編號	36	記錄該路段所屬國道、省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：國 1、臺 3、縣 187、嘉 1、農投草中 27 等。
9	ROADNUM1	道路編號 1	36	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄位記錄第二個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 21、縣 168、投 10 等。
10	ROADNUM2	道路編號 2	36	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所屬之省道、縣(市)道、鄉(區)道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。
11	ROADALIAS	道路別名	72	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
12	BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	72	記錄各座橋梁、隧道名稱
13	RDNAMEALL	完整路名	254	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
14	ROADNAME	路名	50	記錄路段所屬道路名稱。
15	RDNAMESECT	段名	16	記錄路段所屬道路路段名稱。
16	RDNAMELANE	巷名	50	記錄路段所屬道路巷名稱。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	長度	內容說明
17	RDNAMENON	弄名	50	記錄路段所屬道路弄名稱。
18	ROADCOMNUM	共線路段數	1	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
19	DIR	方向性代碼	1	0：雙向道(雙向車行) 1：單行道(單向車行；車行方向與數化方向一致)
20	PLMDATE	道路模型平面資料測製年月	8	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
21	PLSOURCE	道路模型平面資料來源	2	0：立體製圖 1：地測 2：航拍正射數化 3：引用 1/1,000 地形圖 4：引用門牌系統圖資 5：引用 1/5,000GIS 資料庫資料 6：引用其他圖資 7：測繪車 8：設計/竣工圖資 9：衛照正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
22	PLDEF	道路模型平面狀態代碼	2	0：位置明確 1：受遮蔽但位置已知 2：受遮蔽但位置未知 3：規劃/興建/中斷
23	ELSOURCE	道路模型高程資料來源	2	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立體製圖
24	ELDEF	道路模型高程狀態代碼	2	0：依實際資料 1：參考前後段高程
25	ELMDATE	高程資料測製年月	8	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
26	MMDATE	道路模型建置日期	8	道路模型建置日期，僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

2.1.4 三維道路模型建置

三維道路模型成果包含三維道路面、三維道路中線、三維道路路口點，建置流程如圖 2.1-21，紫色區塊與綠色區塊代表此步驟之主要工作，包含「重建線面位相關係」、「道路面加密點高程值萃取」、「3D 道路面 shapefile 檢核」、「3D 模型編修」，流程圖中紅色區塊為主要之輸入及輸出資料；紫色區塊及綠色區塊為主要工作項目，其中紫色區塊代表自動化程度高，綠色區塊則需較多人力介入處理；藍色區塊為 3D 道路面 shapefile 是否通過檢核之判斷。本小節將分項詳細說明各處理步驟內容。



圖 2.1-21 三維道路模型建置流程圖

一、重建線面位相關係

本案例中以臺灣通用電子地圖道路面資料為建置基礎，面資料本身並無屬性資料，須透過中線資料進行面資料屬性的建立，因此需要建立道路面與道路中線之關係，如圖 2.1-22。將道路面與中線編碼進行對應，例如圖中 AREA_2 所對應之屬性 LINEID 為 2、3、4，透過此步驟，於後續屬性回填的步驟中方能將線資料的屬性正確填入所對應的面中。

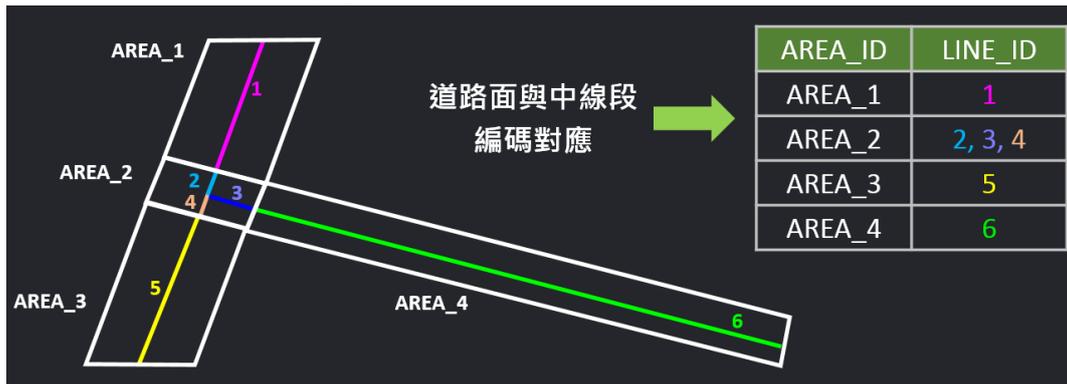


圖 2.1-22 道路面與中線編碼對應

二、道路面加密點高程值萃取

此步驟是為了賦予道路面加密點高程值，為尋找與道路面加密點距離最近的道路中線加密點，將該中線加密點高程值賦予道路面加密點，完成道路面高程值之萃取，如圖 2.1-23。左上角紅色虛線圓圈為以該道路面加密點為圓心，向外延伸相同距離可接觸到第一個中線加密點的最小半徑圓，距離最近為標示 A1 之中線加密點高程，故萃取該值賦予道路面加密點，其餘加密點作法相同，紅色箭頭尾端為被取用高程值的道路中線加密點，箭頭指向則為繼承該點高程值的道路面加密點，如此便可將 2D 道路面轉為 3D 道路面。

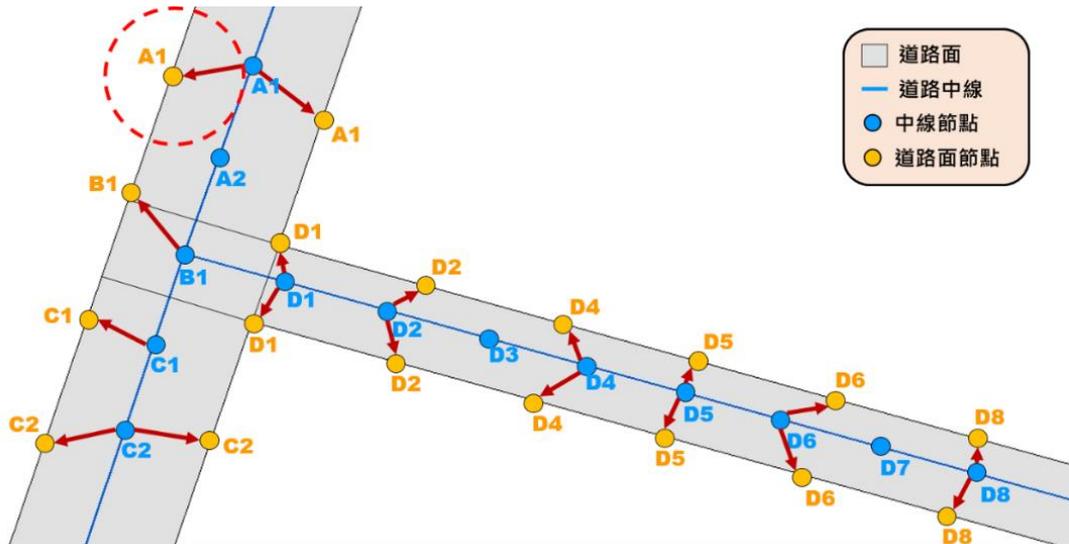


圖 2.1-23 道路面加密點高程值萃取

三、3D 道路面 shapefile 檢核

模型檢核主要包含三項檢核作業，依序為坡度檢核、模型位相節點檢核、橫斷面檢核。

(一) 坡度檢核

坡度檢核是為了檢核 3D 道路面的坡度是否有急遽變化的錯誤情況，計算方式為該點與下一點之高程差除以水平距離再取絕對值作為坡度百分比，如圖 2.1-29。一般而言，造成 3D 道路面坡度急遽變化主要因為中線高程幾何錯誤，需進行人工編修，此步驟是一個迭代的過程，將中線錯誤部分編修後再次執行道路面加密點高程值萃取得到更新後的 3D 道路面並重新進行坡度檢核，直到 3D 道路面之坡度無明顯的錯誤。而本公司設定之道路坡度百分比初始門檻值為 8%，將坡度百分比大於 8% 之道路面篩選出來後，再以人工判斷該處是否須修正，判斷方式為以視覺上美觀為原則。

(二) 模型位相節點檢查

由於在模型相接之處於高程值萃取的過程中可能填入不同高程值，造成模型相接之處產生縫隙，需進行適當的修正將斷面處接合。本公司以半自動化之方式使用程式初步偵測潛在斷面存在的位置後，再以人工檢查確認是否為須接合的斷面，最後將須接合的斷面接邊處平面坐標及高程坐標設定一致，完成斷面接合處理，如圖 2.1-24。

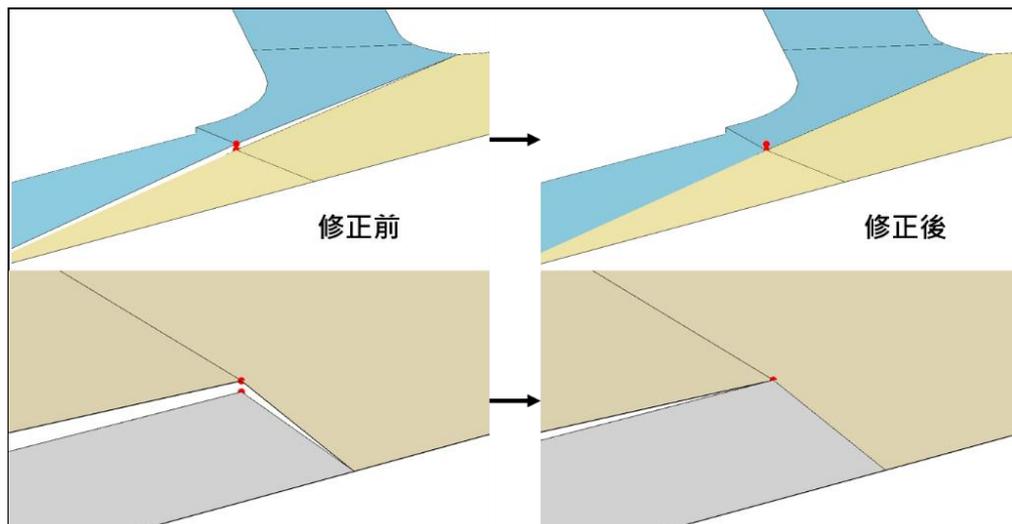


圖 2.1-24 模型位相節點檢核修正

(三) 橫斷面檢核

橫斷面高度萃取方式同一般道路高程萃取流程，若部分雙中線道路路段有兩條中線不等高的情形，造成在兩道路面間產生陡坡，此情形為橫斷面坡度不合理，故須以面邊緣之坡度值檢核橫斷面並修正使模型平順，如圖 2.1-25。

本公司將依據高差的劇烈程度對橫斷面採用兩種處理方式：設定橫斷面道路坡度初始門檻值大於 30% 時，為劇烈傾斜，以人工確認問題後手動修正的方式將兩條中線編修至等高，而坡度介於 10%~30% 時，表示路面傾斜較小，使用程式進行自動化修正，將橫斷面拉直修正。

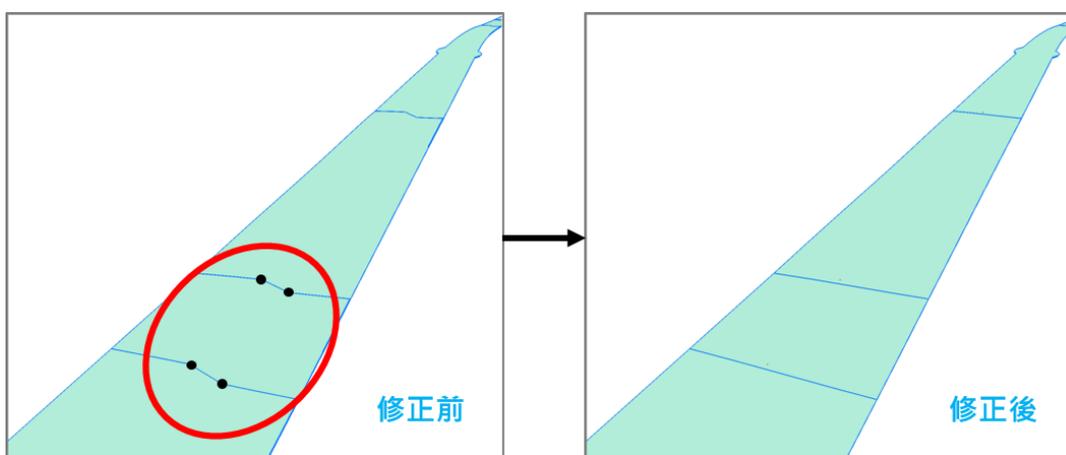


圖 2.1-25 橫斷面檢核修正

四、3D 道路面 shapefile 編修

經過坡度檢核、模型位相節點檢核與橫斷面檢核等一系列修正，確認線面對應皆正確且無明顯坡度問題後，需再進行最後的模型確認，透過前述坡度檢核的方式檢查道路面是否有急遽的坡度變化，與之不同的是，坡度檢核主要針對中線的高程幾何進行編修，於此步驟則是針對道路面進行編修，配合高程資料(DEM、DSM)調整道路面節點至合理高程來消除道路面坡度錯誤的急遽變化，如圖 2.1-26 所示。編修完成後並將屬性回填至模型(屬性資料內容如 2.1.3 節說明)即完成的三維道路模型建置。

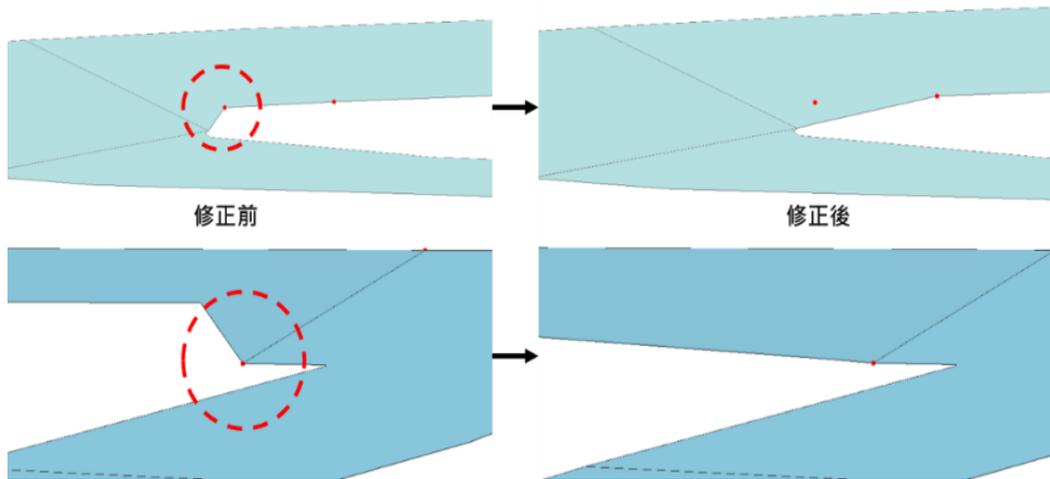


圖 2.1-26 3D 道路面 shapefile 編修示意圖

另因 3D 道路面 shapefile 編修後，三維道路中線之過程檔會與三維道路面於編修處產生有高程不對應之情形，因此最終三維道路中線成果檔會由三維道路面成果檔轉置而成。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

2.2 三維道路模型整合

自內政部與國家發展委員會推動「三維國家底圖建構工作」以來，國土測繪中心陸續針對三維建物、三維道路、三維鐵路、多維度國家空間資訊服務平臺以及資料標準等不同項目展開工作，其中三維道路於 108 年進行試辦工作並規劃後續全臺道路模型之建置策略，109 年依其規劃建置全臺國道及臺中市範圍三維道路模型，並於 110 年完成全臺快速道路及高雄市範圍三維道路模型。

本案於 112 年度將不同時期之道路模型進行整合，於多維度國家空間資訊服務平臺展示，其優勢在於資料具有連續性、品質一致性，後續可進行大範圍之分析，因此，整合三維道路模型成果為本案的重要工作之一。

2.2.1 三維道路模型接邊處偵測

藉由 108 年試辦案及 109-111 年建置案的模型建置經驗，本公司掌握要使道路模型成果在平面方向及高程方向皆合理順接，需採取針對道路模型節點進行修正之策略。首先需確認欲修正之模型，針對不同批次之模型成果偵測其接邊處，如圖 2.2-1，圖中紅色區域為新產製之模型成果，淺橘色區域為歷年道路模型成果，桃紅色線即為接邊處偵測成果。

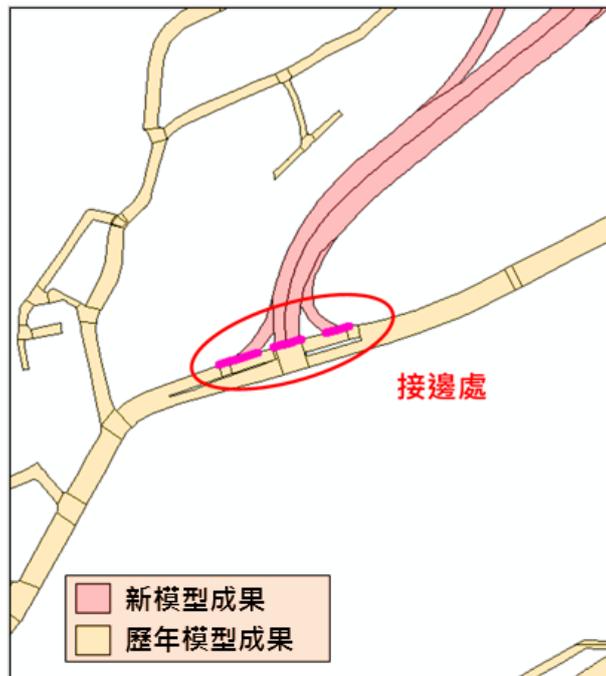


圖 2.2-1 不同批次模型成果接邊處示意圖

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

本年度成果為基隆市、苗栗縣、臺東縣及臺中市沙鹿與東區巷弄，須與歷年成果之國道、快速道路、一般道路如花蓮縣、高雄市、臺中市、新竹市進行整合。另外因本公司負責今年度 2 作業區間成果接邊整合作業，故須與第一作業區之臺北市、新北市道路成果辦理整合，辦理位置分布及數量如圖 2.2-2。

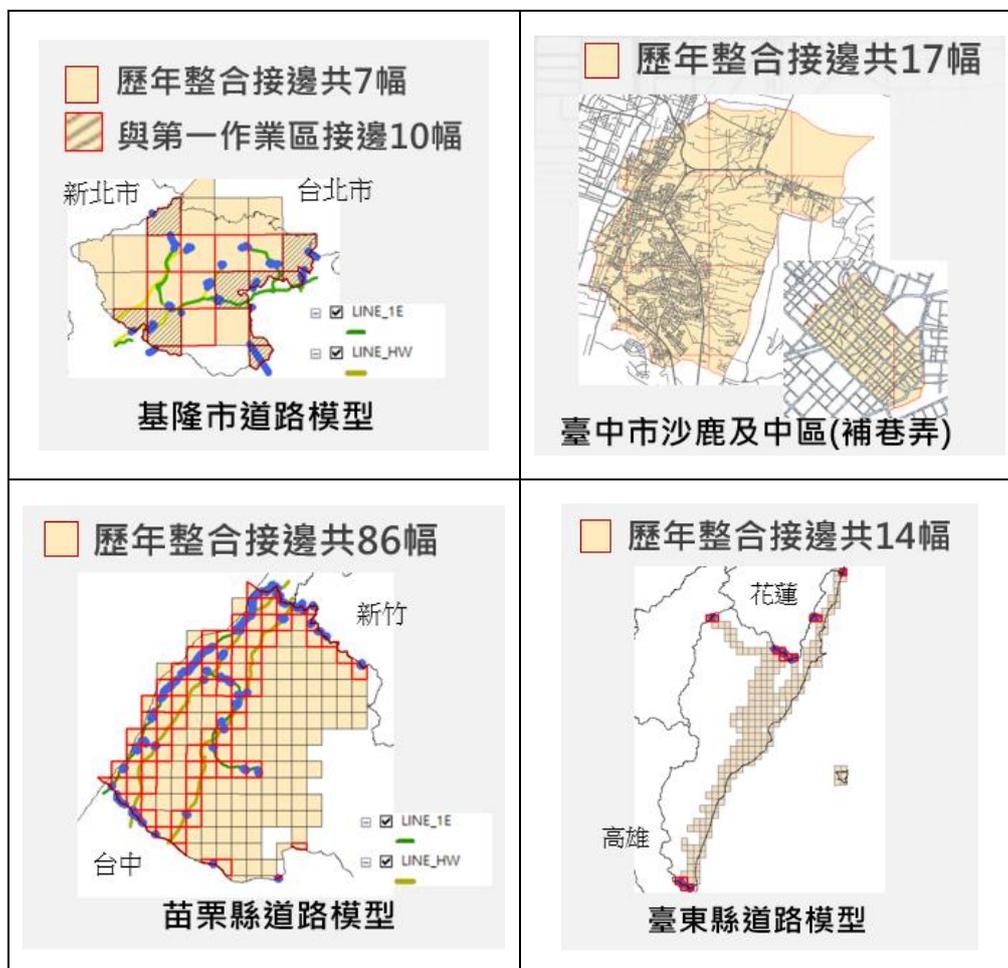


圖 2.2-2 成果接邊位置分布及數量

2.2.2 三維道路模型成果整合方法

三維道路模型成果整合流程，如圖 2.2-3 所示，主要工作有「缺漏補面處理」、「重切分面處理」以及「邊緣接合處理」，流程圖中灰色區塊為輸入資料；紅色區塊為輸出成果；藍色區塊及紫色區塊皆為整合之主要工作項目，其中藍色區塊代表平面資料處理工作，紫色區塊代表高程資料處理工作。以下依序說明三維道路模型成果整合做法。

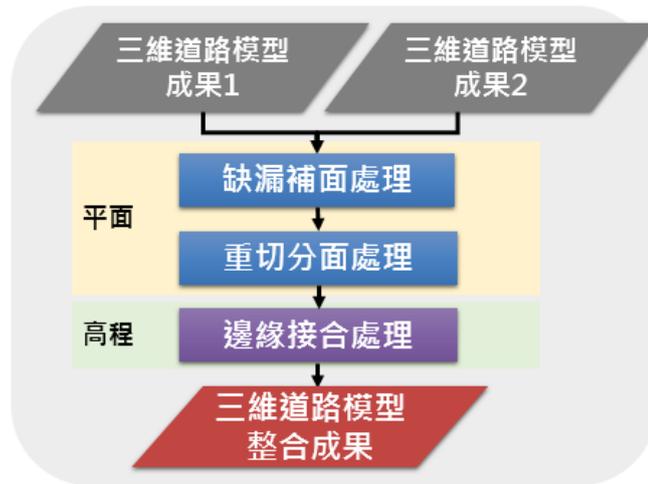


圖 2.2-3 三維道路模型成果整合流程圖

一、缺漏補面處理

不同時期或不同作業區的道路模型在交界處可能發生沒有對應面進行銜接的情形，如圖 2.2-4 缺漏補面示意圖，左圖為新竹道路面與苗栗道路面展示圖，在紅色虛線圓圈處之道路為缺漏道路面，須重新從臺灣通用電子地圖道路面圖層補回該處道路面，使不同縣市之道路可完整銜接，即為缺漏補面；右圖中紅色虛線圓圈處即為新增的道路面，透過新增的道路面將兩縣市的道路模型正確接合。



圖 2.2-4 缺漏補面示意圖

二、重切分面處理

在不同時期或不同作業區的道路模型接合處，由於切分作法等差異，或兩種道路模型為交岔路口，可能發生接邊處區域重疊的情形，如圖 2.2-5 為國道道路面與平面道路面銜接處，左圖紅色透視道路面與綠色道路面有部分區域重疊，因此須將重疊區域重新切分，並刪除多出來的道路面，使兩道路面接合，

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

若遇到不同年度、不同道路等級共用相同道路面之圖元，其共用圖元則納入高等級道路成果，如整合後右圖所示。

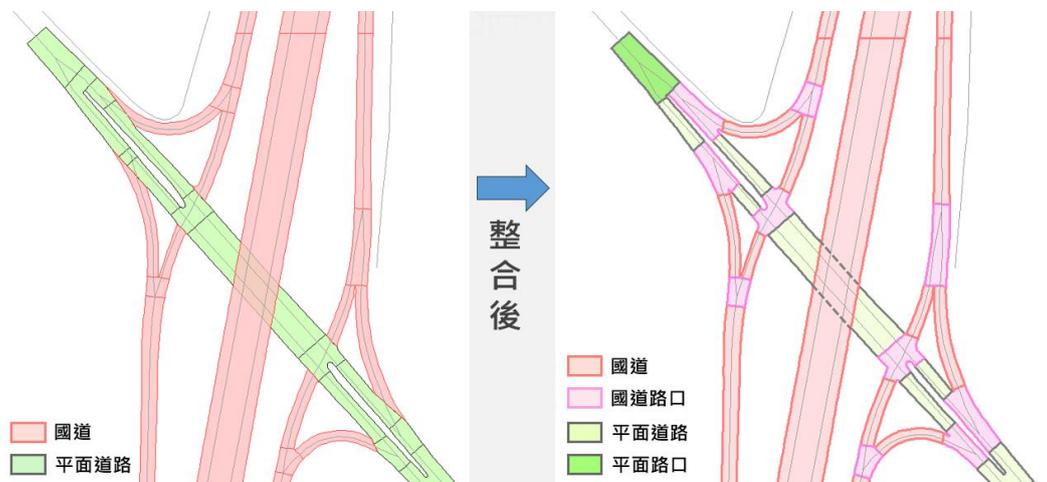


圖 2.2-5 道路路口重切與重整路口示意圖

三、邊緣接合

不同時期或不同作業區建置的道路模型，由於圖幅分界線使模型接邊處之高程值不同，欲將兩時期產製之模型接邊處進行正確接合，使用的方法與道路模型建置流程中之模型位相節點檢核相似，以半自動化之方式使用程式初步偵測潛在邊緣需接合的位置後，再以人工檢查確認是否為須接合的道路面，最後進行邊緣節點之接合，並再次進行坡度檢核，同時確認接合處不同模型成果間共界面的加密點之位置、高度、數量一致，邊緣接合之示意圖如圖 2.2-6。本年度成果與國道、快速道路、及一般道路如新北市、高雄進行接邊整合

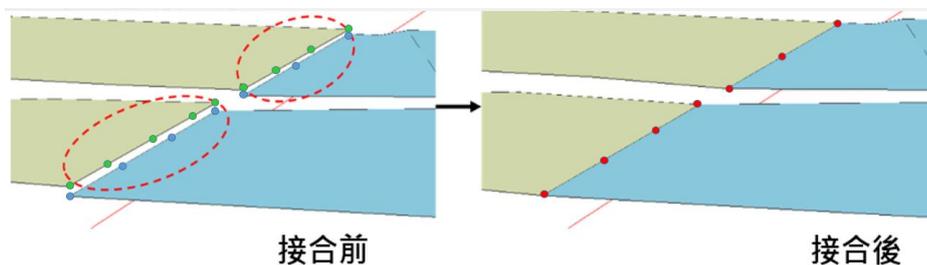


圖 2.2-6 邊緣接合示意圖

2.3 成果模型格式

本案之道路模型產製主要為 3D 道路面 shapefile、3D 路口點 shapefile 及 3D 道路中線 shapefile 檔案。模型建置完成後，因須考量不同展示環境的格式要求，所以需要經過檔案格式轉換。而現今支援展示三維模型的平臺眾多，如 Google Earth、ArcGIS portal、Skyline、Cesium 等，每個平臺皆有不少使用者進行三維模型的開發、瀏覽以及應用。考量到各平臺對於不同三維模型格式之使用性以及互通性，以平臺皆支援的 KML (KMZ)作為三維道路模型成果檔案輸出格式。

而本案所建置之模型成果，除了將於多維度國家空間資訊服務平臺中呈現，亦將提供有相關需求的研究單位或一般民眾使用，使該模型成果有更多加值應用之可能，提升本案成果之研究及應用價值。繳交之成果資料如下說明：

- 一、**2D 道路面切分 shapefile**：可使用 GIS 軟體開啟之格式資料，成果為獨立的多邊形，為產製三維模型之基礎資料。
- 二、**3D 道路面 shapefile**：可使用 GIS 軟體開啟之格式資料，但欄位長度受限，串接多筆屬性資料時，超過最大儲存字元時會被截斷，可從 AREAID 對應 CSV 格式資料，獲得完整屬性。
- 三、**3D 道路面 KML**：主要由 3D 道路面 shapefile 轉檔獲得，欄位資料無長度限制，記錄完整屬性，同時確保 shapefile 共邊點與 KML 成果坐標一致，並強制捨位至小數點第十位，可使用 Google Earth 等圖臺開啟展示，如圖 2.3-1 至圖 2.3-3 為三維道路模型成果於 Google Earth 展示之效果。
- 四、**3D 道路面 CSV**：由 3D 道路面 shapefile 資料表轉檔獲得，供 shapefile 與 KML 道路面資料以鍵值對應作為屬性串接方式。
- 五、**3D 路口點 shapefile**：路口點之平面位置產製方式採用 ArcGIS 中 FEATURE TO POINT 方式並約制路口點須落在路口內，高程值以道路面模型組 Delaunay TIN 後，再由其平面坐標內插而得。
- 六、**3D 路口點 KML**：由 3D 路口點 shapefile 轉檔獲得，欄位資料無長度限制，記錄完整屬性，可使用 Google Earth 等圖臺開啟展示。
- 七、**3D 道路中線 shapefile**：資料建置原始道路中線格式，可使用 GIS 軟體開啟。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

八、**3D 道路中線 KML**：由 3D 道路中線 shapefile 轉檔獲得，欄位資料無長度限制，記錄完整屬性，可使用 Google Earth 等圖臺開啟展示。

七、**成果詮釋資料**：

(1)三維道路模型以「國道」、「快速道路」及「縣市道路」為單位，製作對應詮釋資料，並依下述規則命名「縣市代碼(1 碼)或全臺(TW)_年度+圖資類別代碼(3RD)_道路等級代碼(HW/1E/RD)」，如：「A_1113RD_RD」、「TW_1113RD_1E」、「TW_1113RD_HW」。

(2)須注意 a.詮釋資料資訊>資料時間<gmd:dateStamp>，填寫各成果合格日期【限以西曆表示】。b.識別資訊>資料識別資訊>範圍>地理元素資訊>外包矩形之範圍>最西經度值<gmd:westBoundLongitude>，須參考縣市界，填寫【最西經度】，以「Decimal」類別定義，分與秒須換算為小數下三位，【最東經度】、【最北緯度】、【最南緯度】等欄位亦參考相同原則，並由甲方統一提供相關資訊，以確保內容一致。

2.4 道路模型建置成果

本公司負責之第 2 作業區，需產製臺中市沙鹿區及中區道路模型至少 285 公里、苗栗縣道路模型至少 2,285 公里、臺東縣道路模型至少 1,400 公里，以及基隆市道路模型至少 300 公里，並分別於第 6 階段、第 7 階段及第 8-1 階段分批繳交，本公司於各時程繳交之模型長度皆符合需求規格書所列，而除了原先規劃需建置之道路模型外，亦建置了於 1.3 章節第二部分第(1)項第 5 點中說明的考量連續性額外建置之道路，最終繳交之成果為臺中市沙鹿區及中區道路模型 308 公里、苗栗縣道路模型 2,429 公里、臺東縣道路模型 1,487 公里以及基隆市道路模型 322 公里，表 2.4-1 為本年度各階段繳交之模型成果統計。圖 2.4-1~2.4-2 為本年度建置道路模型於 Google Earth 平臺展示之成果。

表 2.4-1 112 年三維道路案繳交模型成果統計

階段		成果(幅)	長度(公里)
6	6-1 平面路口切分	433	3,912
	6-2 平面路口切分	43	630

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

7	7-1 三維道路模型	246	1,795
	7-2 三維道路模型	203	2,429
8	8-1 三維道路模型	27	322

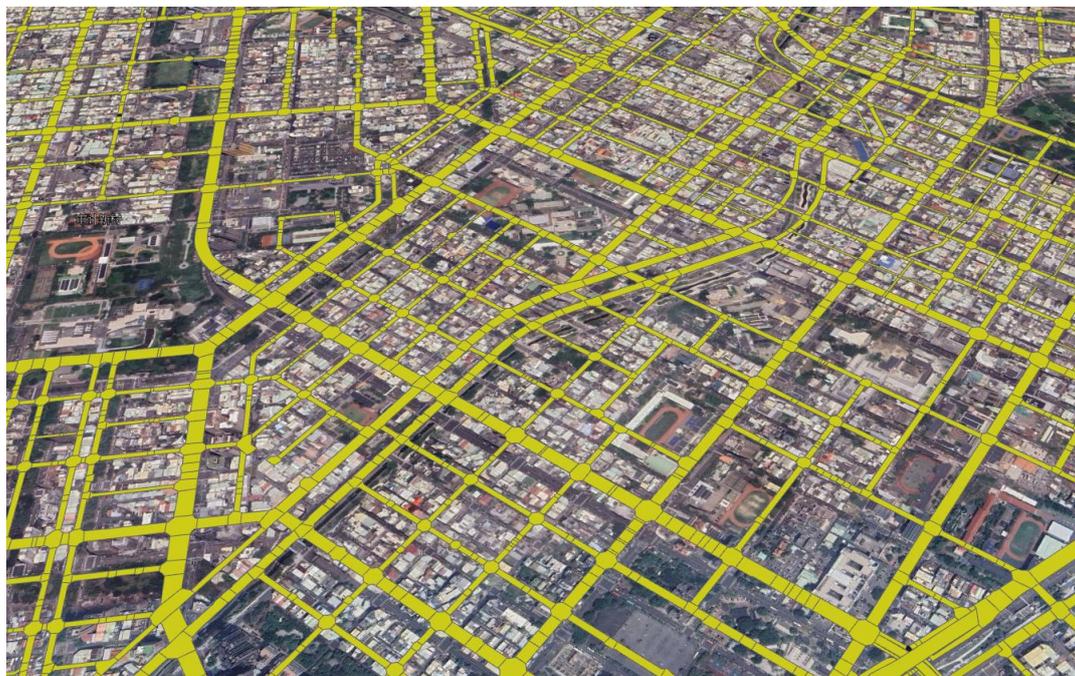


圖 2.4-1 三維道路模型局部成果(臺中市沙鹿區及中區)



圖 2.4-2 三維道路模型局部成果(苗栗縣)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)



圖 2.4-3 三維道路模型局部成果(臺東縣)



圖 2.4-4 三維道路模型局部成果(基隆市)

2.5 輔助模型建置

本案建置之模型成果須配合導入國土測繪中心規劃建置之多維度國家空間資訊服務平臺，因橋梁面、隧道、地下道匯入多維度國家空間資訊服務平臺會因地形影響導致懸浮或遮蔽，如圖 2.5-1 黃色圈所示。

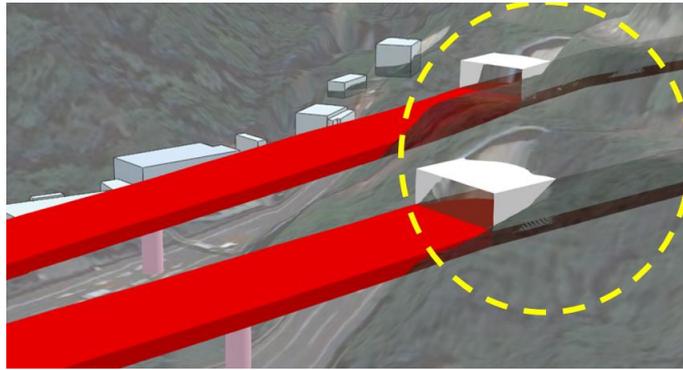


圖 2.5-1 隧道道路面被地形遮蔽

建置項目包含隧道蓋、隧道遮罩、地下道遮罩及橋墩。其中，規定模型均須依照道路走向製作，而隧道蓋、隧道遮罩及地下道遮罩之各面名稱依下述規則命名：

1. HW/1E：LOD1_(元件英文名稱)_成果類別代碼(HW/1E)
2. RD：LOD1_(元件英文名稱)_成果類別代碼(RD)_縣市代碼(1 碼)

其中有關「元件英文名稱」部份依其建置標的，區分為：

1. 隧道蓋：TUNNELCOVER
2. 隧道遮罩：TUNNELMASK
3. 地下道遮罩：UNDERPASSMASK
4. 橋墩：BRIDGEPIER

輔助模型 KML 結構：

1. 隧道蓋：TUNNEL_模型流水碼(6 碼)_模型面代碼(LL/RR/RL/LR/IN/OUT)_模型面編號(流水號)。
2. 隧道遮罩-上下面：MASK_模型流水碼(6 碼)_模型面代碼(W)_顯示狀態(Y/N)_模型面編號(流水號)。
3. 隧道遮罩-側面：MASK_模型流水碼(6 碼)_模型面代碼(側面 W)_顯示狀態(補側牆 Y/不補側牆 N)。
4. 地下道遮罩：MASK_模型流水碼(6 碼)_模型面代碼(W)_顯示狀態(Y/N)_模型面編號(流水號)。
5. 橋墩：BRIDGE_模型流水碼(6 碼)_PIER_模型面編號(流水號)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

模型格式限定為 KML 檔案，並以年度為單元分別存為同一檔案，其中隧道蓋及隧道遮罩之名稱需要相互關聯，以利識別。隧道蓋、隧道遮罩及地下道遮罩須為一體成形之封閉式模型，且兩端面須閉合，如圖 2.5-2。



圖 2.5-2 封閉式模型示意圖

2.5.1 隧道蓋產製

隧道蓋模型須建立厚度為 2 公尺之立體門字型閉合模型，且須依照道路走向，如圖 2.5-3。長度須與隧道路面一致，寬度須依照路面寬度向外擴增 4 公尺，高度則設定為 6 公尺並加上外擴 2 公尺，因此高度共 8 公尺。同時，須依照右手規則保持內面朝內、外面朝外之規定。同時為保證模型不破碎，隧道蓋出入口及左右面側牆拆解由多個面組成，且每個面之最小單元由 4 個點組成，同時，相鄰面上具關連端點及相鄰面共邊上折點的座標值均需相同，以建置無縫銜接的隧道蓋模型。

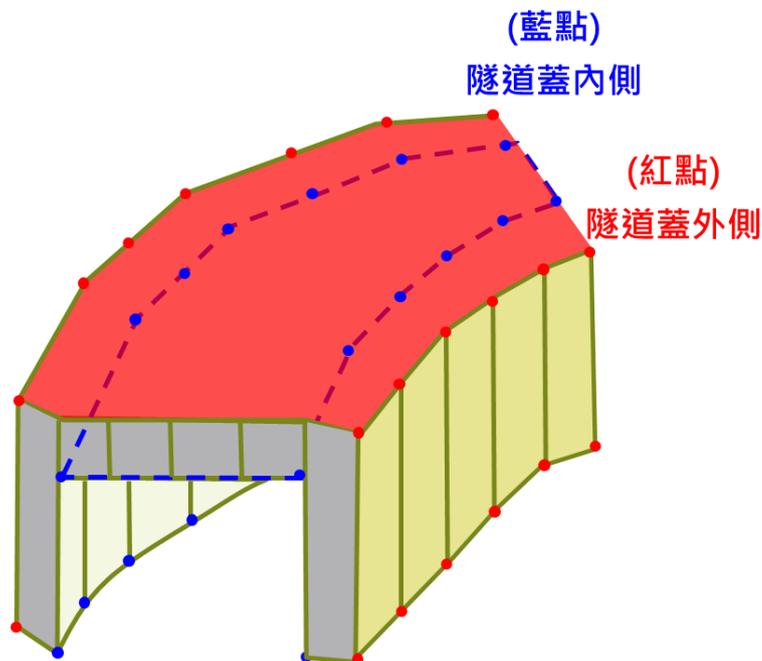


圖 2.5-3 隧道蓋模型示意圖

隧道蓋由 10 個元件所構成，紀錄順序為 Q → R → S → T → M → N → P → U → A → B，其中 A、B 順序可變換，Q、S、M、P、A、B 為多個面所組成的元件。出入口參考公路路線里

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

程起算規則判斷入口及出口(由北向南、由西向東)，且配合車行方向區分左側及右側，如圖 2.5-4(b)。

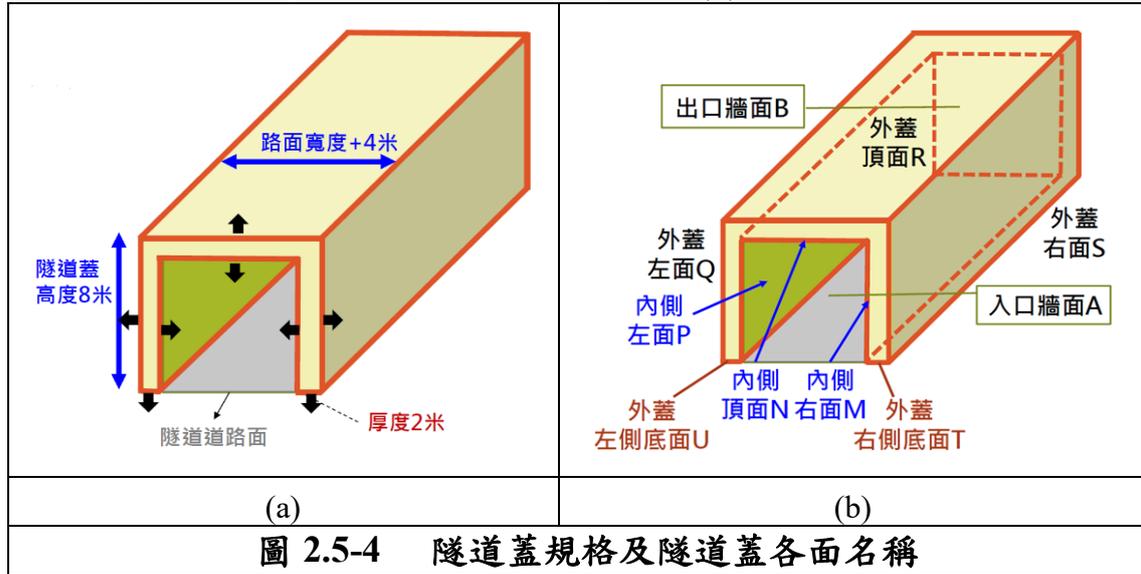


圖 2.5-4 隧道蓋規格及隧道蓋各面名稱

隧道蓋各面須依照表 2.5-1 之規則給定名稱，隧道蓋各面(向內：右手逆時針，拇指指向)須閉合，即為起訖共點，並建議起點為左下端點，

(一) 頂面及底面：

以頂面為例，隧道蓋內側頂面紀錄順序如圖 3.1-5 所示 TB1 → TB2 → TB3 → TB4 → TB5 → TB6 → TB7 → TB8 → TB9 → TB10 → TB11 → TB12 → TB13 → TB1；外蓋頂面紀錄點順序一樣採右手逆時針為原則，紀錄順序為 TT1 → TT2 → TT3 → TT4 → TT5 → TT6 → TT7 → TT8 → TT9 → TT10 → TT11 → TT1。

表 2.5-1 模型面代碼

中文/代碼	模型面代碼	對應模型面	備註
外蓋左面/Q	TUNNEL_ID_LL	隧道左側(左面)	拆解建置(多個面)
外蓋頂面/R	TUNNEL_ID_TT	隧道頂面(頂部)	整體建置(1 個面)
外蓋右面/S	TUNNEL_ID_RR	隧道右側(右面)	拆解建置(多個面)
外蓋右側底面/T	TUNNEL_ID_BR	隧道底面(右側)	整體建置(1 個面)
內側右面/M	TUNNEL_ID_RL	隧道右側(左面)	拆解建置(多個面)
內側頂面/N	TUNNEL_ID_TB	隧道頂面(底部)	整體建置(1 個面)
內側左面/P	TUNNEL_ID_LR	隧道左側(右面)	拆解建置(多個面)
外蓋左側底面/U	TUNNEL_ID_BL	隧道底面(左側)	整體建置(1 個面)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

入口牆面/A	TUNNEL_ID_IN	隧道入口面	拆解建置(多個面)
出口牆面/B	TUNNEL_ID_OUT	隧道出口面	拆解建置(多個面)

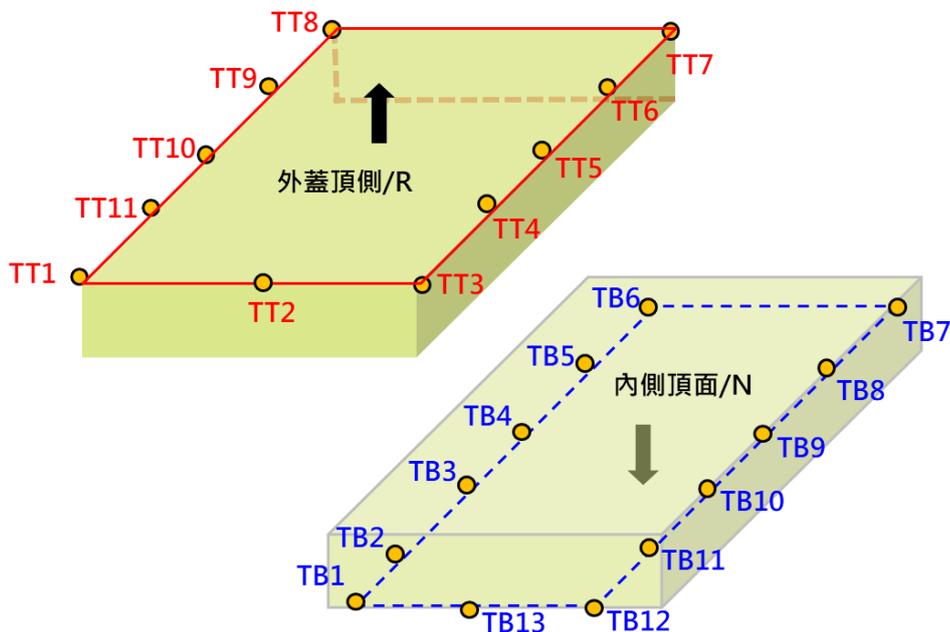


圖 2.5-5 隧道蓋頂面各點紀錄方式

(二) 隧道蓋側面：

左右側牆面及出入口面拆解成多個面建置，各個面需獨自封閉且採右手逆時針原則記錄點位且須與頂面無縫銜接，如圖 2.5-6。

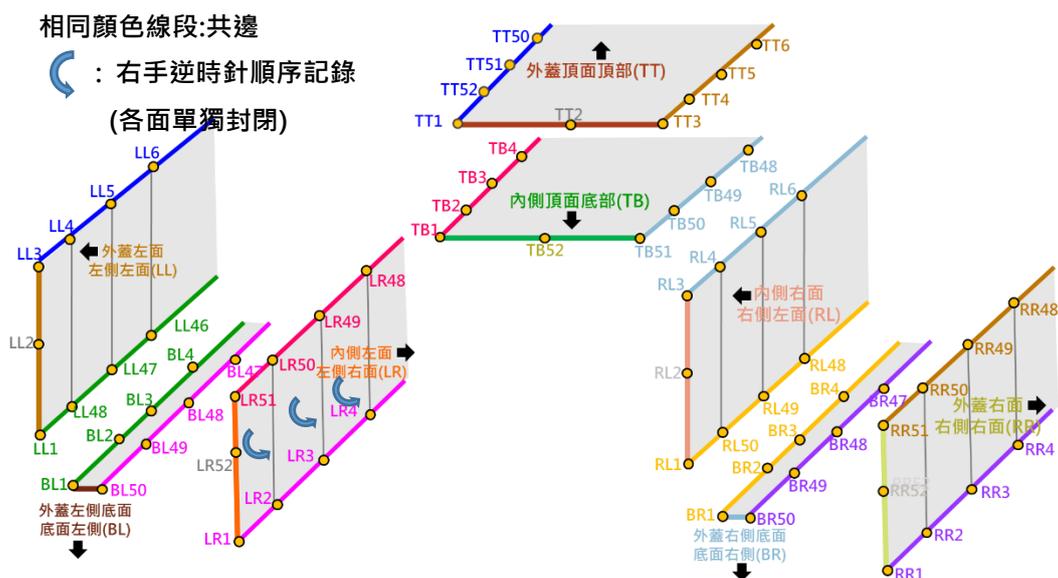


圖 2.5-6 隧道蓋側面各點紀錄方式

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

(三) 隧道蓋出入口：

出入口牆面則一律依照右手定則朝向外側，點紀錄順序如圖 2.5-7，依序 LL1 → LR1 → LR52 → LR51 → TB52 → RL3 → RL2 → RL1 → RR1 → RR52 → RR51 → TT2 → LL3 → LL2 → LL1，其中各面都需要閉合，即起迄須共點。

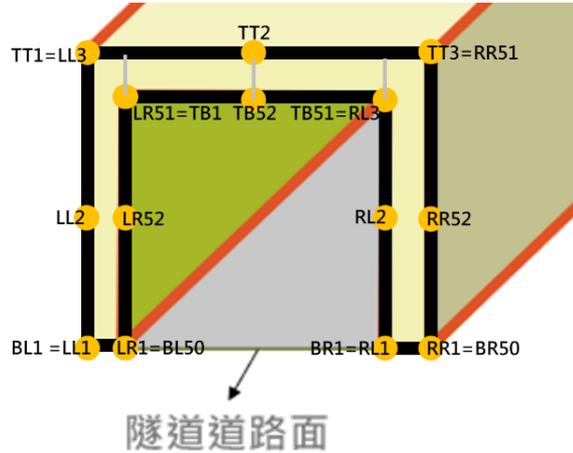


圖 2.5-7 隧道蓋出入口牆面各點紀錄方式

2.5.2 隧道遮罩產製

隧道遮罩，區分為上面(T)、下面(B)及側面(W)三個部分，長度須依照路面長度及方向，寬度為路面寬度左右各別向外擴 2 公尺，高度則由路面向上延伸 8 公尺，以碰到隧道口的前後之道路面範圍當遮罩範圍，並將入口、隧道、出口等合併成 1 整個隧道遮罩，而遇到連續隧道時，以一個長遮罩包含連續之隧道，如圖 2.5-8 所示。

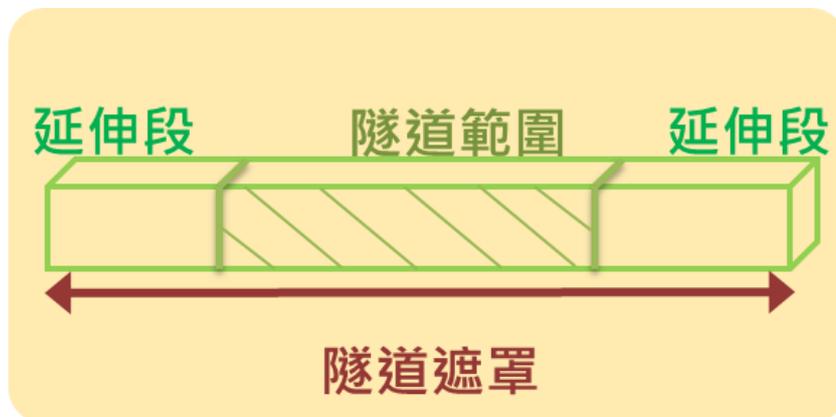


圖 2.5-8 隧道遮罩

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

另目前多維度國家空間資訊服務平臺展示時，針對隧道遮罩側面與地形交集產生之空洞立面，視為填補側牆範圍，並參考隧道遮罩資訊進行填補，為避免隧道前後為路口卻填補側牆後與現況不符的情形（如圖 2.5-9），需於模型名稱中註記顯示狀態（補側牆：Y、不補側牆：N）。



圖 2.5-9 隧道出口貼附側牆

2.5.3 地下道遮罩產製

地下道遮罩須保持右手規則，各面均朝外，且依照道路面走向，不可直接連線，如圖 2.5-10。遮罩頂面 Z 值須為地下道 Z 值之最高值，遮罩底面 Z 值則為地下道路面 Z 值之最低值減 0.3 公尺，寬度須保持與地下道路面寬度相同，如圖 2.5-11。

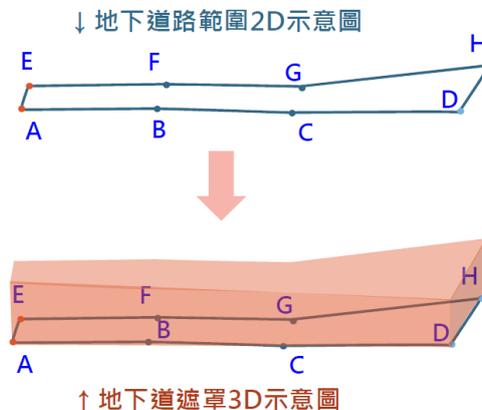


圖 2.5-10 地下道遮罩示意圖

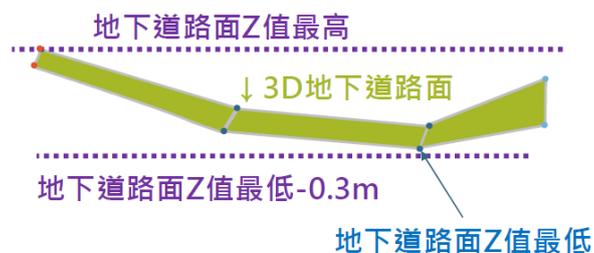


圖 2.5-11 地下道遮罩 Z 值

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

2.5.4 橋墩產製

橋墩為獨立圖層，同時為虛擬橋墩，非真實正確位置及大小僅為多維度國家空間資訊服務平臺呈現之示意，故於展示時須加註使用警語，圖 2.5-12 為橋墩產製示意圖。

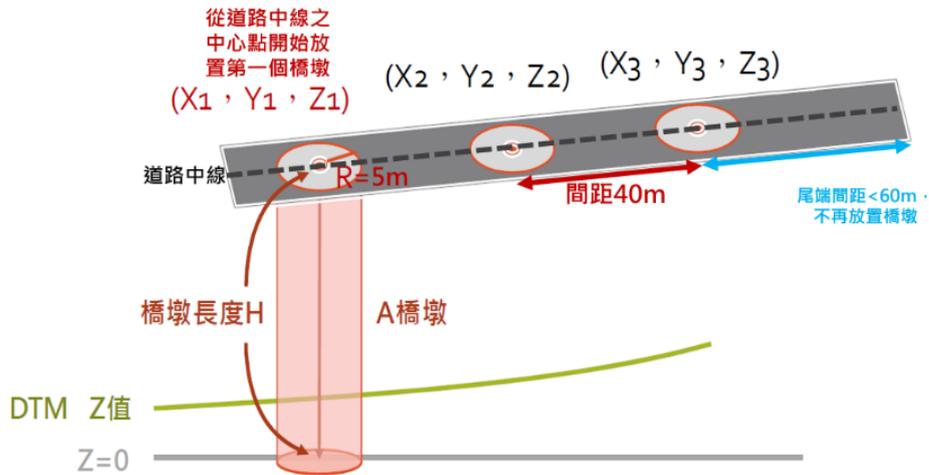


圖 2.5-12 橋墩模型示意圖

(1) 平面位置

跨圖框的道路面應先予以合併，並於臺灣通用電子地圖道路中線篩選高架/橋樑結構([ROADSTRUCT]=1 及 4)，且長度大於 120 公尺的道路中線，若具 2 條以上道路中線者則約化為 1 條，以道路中線中點為橋墩起始位置，向中線兩端以等間距 40 公尺方式建置橋墩，若剩餘距離不足 60 公尺，則不予建置。

將電子地圖所有道路面納入比較（含巷弄、無名道路面），刪除「在道路面上」及「位於上下層道路面」的橋墩初始點(同等級道路遇自身立體交叉時不建置橋墩)，橋墩面統一由直徑 5 米圓之 20 點近似多邊形繪製。

(2) 高程位置

橋墩頂部高程為上述該 20 點道路面最低點絕對高程的 Z 值減 1 公尺。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

2.5.5 共界點產製

為配合多維度國家空間資訊服務平臺之需求，於平面道路與非平面道路之交會處需要以點型態之圖資來接合，其為共界點。共界點產製方式是使用相鄰道路面[DISPLAYTYPE]屬性欄位不同時，將交界處之共點標記出來，如圖 2.5-13。

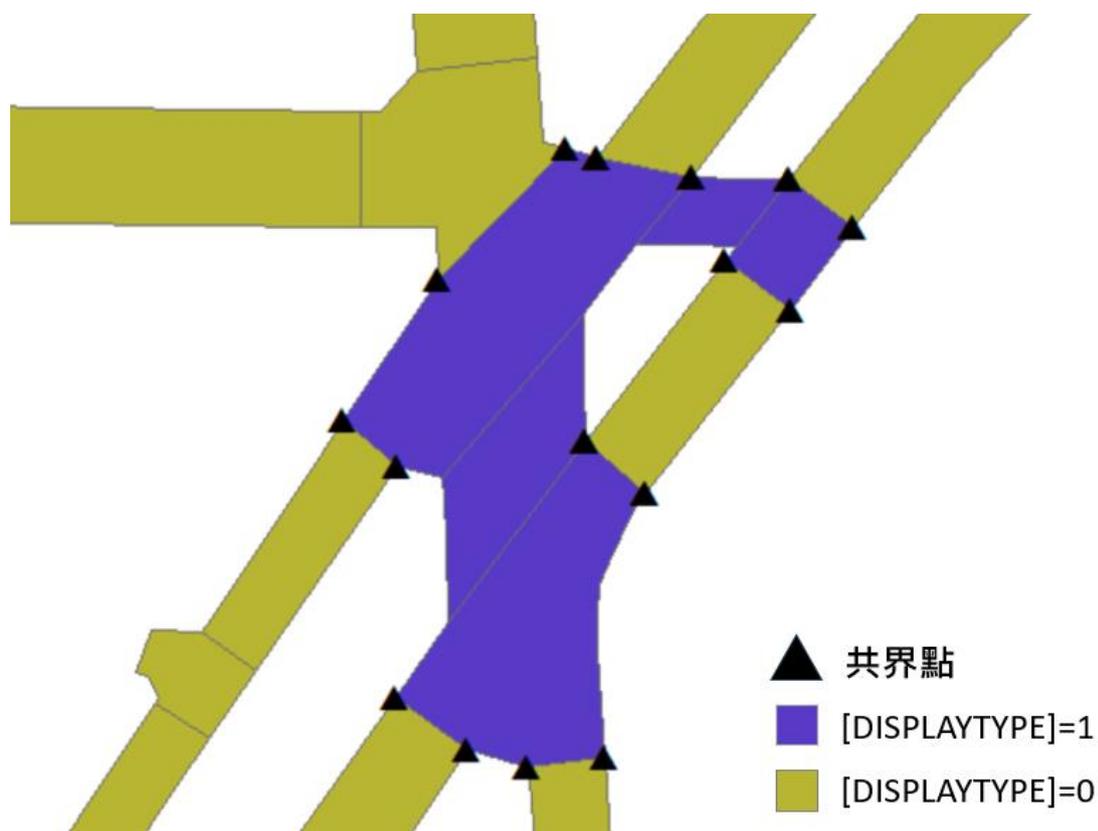


圖 2.5-13 共界點示意圖

第三章 產製細緻化三維道路模型試辦

3.1 細緻化三維道路模型之 LOD 規格

依據三維道路建置案流程，使用臺灣通用電子地圖道路面圖層為三維道路模型面之基礎，並帶入道路中線屬性後結合 DEM 及 DSM 資料，產製符合 CityGML 定義之 LOD1 三維道路模型。

依照細緻度設計，CityGML 分為 LOD 0 到 LOD 4 等五個層級，並規劃各類別在不同 LOD 設計之表示方式，包括幾何、屬性內容，甚至彼此關係之考量，不但涉及表示細緻度的差異，也往往代表建置經費之差異，LOD 概念可依需求而變化記錄之方式與內容，資料量愈多，所呈現出來的內容物也愈細緻豐富。

綜前所述，三維道路模型資料標準之 LOD 規格及各等級之中之類別規格如表 3.1-1，內容主要參考自 CityGML。本案資料來源為高精地圖，LOD2 及 LOD3 三維道路模型係由高精地圖降階處理而得，可滿足 CityGML 對於 LOD 規格設定之絕對精度條件。

表 3.1-1 三維道路模型資料標準之 LOD 規格

	LOD0	LOD1			LOD2			LOD3		
幾何	線	點	線	面	點	線	面	點	線	面
基礎空間單元	道路	路段、路口			路段、路口、人行道、交通島			車道、路肩、路口、人行道、交通島、行人穿越道、標線		
語意類別	Citygml: Transportation Complex	路段、路口			路段、路口、人行道、交通島			車道、路肩、路口、人行道、交通島、行人穿越道、標線		
方向表示	不具方向性	線狀路段可具方向性			線狀路段可具方向性，交通島分割出兩側路段			線狀車道皆具方向性		
設施	無	無			無			標誌、號誌、桿		
精度等級	最低	低			中			高		
三維點位絕對精度(位置/高程)	低於 LOD1	不低於 5m/5m			不低於 2m/2m			不低於 0.5m/0.5m		

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

3.2 試辦場域說明

本公司細緻化三維道路模型試辦場域為臺南沙崙南邊約 4.3 公里道路區域，如圖 3.2-1 所示，取得資料為 110 年高精地圖產製之三維向量圖資及高密度車載點雲資訊。



圖 3.2-1 細緻化三維道路模型試辦範圍(紅色區域)

3.3 試辦區人行道建置作業

高精地圖包含了三維車道線、三維車道中心線、三維路面邊緣線及標誌、號誌、桿件等重要設施資訊，但未包含人行道圖層，故若需產製 LOD3 模型，需額外先進行人行道模型建置作業。本公司採用兩種方案進行試辦，分別為點雲數化與立體測量，以下說明兩種繪製方式：

一、採用點雲數化方式繪製人行道

採用高精地圖所掃描之高密度點雲進行辨識並以人工數化的方式進行三維點量測。臨路側，平面坐標(X,Y)使用高精地圖 Roadedge 向量圖，高程(Z)依點雲資料量測人行道高度，內側資訊，於點雲沿牆面數化三維線，太細小結構則直接順接為主，繪製成果如圖 3.3-1 所示；而若原始資料僅提供一定範圍內資訊，未能涵蓋人行道整體，則僅能沿點雲邊界數化。



圖 3.3-1 人行道繪製之成果(點雲數化)

因有些區域於黑白點雲較難辨識人行道之邊界位置，故若原始資料有彩色點雲，則可提供繪製人員更好的判斷，如圖 3.3-2 所示。

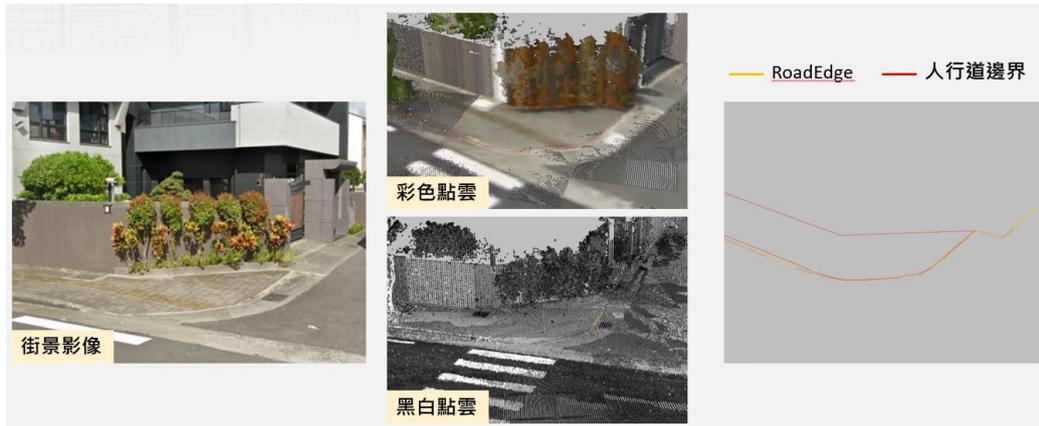


圖 3.3-2 彩色點雲與黑白點雲於人行道繪製之成果

最後，將繪製完成之人行道成果，套疊至原高精地圖進行整合，並使用國土測繪中心提供坐標轉換程式轉換該資料平面及高程值為 TWD97[2020]及正高。

二、採用立體測量方式繪製人行道

使用電子地圖空三成果來進行立測之前，因其平面坐標系統為 TWD97[2020]，高程為正高，而高精地圖原平面坐標為 TWD97[2010]，高程為橢球高，故需先利用國土測繪中心提供之坐標轉檔資料將原高精地圖平面坐標系統轉換為 TWD97[2020]，高程轉換為正高。

接著採用立測方式量測，臨路側，平面坐標(X,Y)使用高精地圖 Roadedge 向量圖，高程(Z)依點雲資料量測人行道高度，但因此示範區人行道邊界高度與車道地面高差僅 10cm 左右，

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

故立測採高程點時效果不佳。而人行道內側資訊，會沿牆面或邊界測製，但因內側路樹多且人行道雜草叢生，牆柱太小無法辨識等因素，從航照影像難以辨識，導致邊界判定不易，如圖 3.3-3。故相較之下，本公司建議人行道繪製採用點雲數化為較好之方式



圖 3.3-3 立測繪製與點雲數化人行道之成果比較

3.4 細緻化三維道路模型建置(LOD2、LOD3)

依照國土測繪中心「109 年度三維道路模型資料標準制定與鐵路及捷運模型資料標準規劃採購案」總報告所述，已於 109 年完成三維高精地圖分析試作 LOD2 及 LOD3 層級之道路模型。而本公司為內政部「無人載具實證運用高精地圖測製工作案(109-110)」之廠商，對於高精地圖之圖層相當了解，高精地圖包含了三維車道線、三維車道中心線、三維路面邊緣線等道路圖層，其平面絕對精度為 20 公分，三維精度為 30 公分，此精度優於細緻化三維道路模型 LOD2 的 2 公尺及 LOD3 的 50 公分；另高精地圖圖層中，包含標誌、號誌、桿件等重要設施資訊，因本公司於 109-110 年承辦高精地圖產製，以此經驗可有效回饋於本案，完成由高精地圖轉製細緻化三維道路模型試辦作業。

高精地圖用以表示車道相關之圖層，如路面邊緣(線)、車道線(線)等，皆為線段進行表示，而非完整的封閉面，故將高精地圖轉製為細緻化三維道路模型時，需先將道路邊緣線封閉成道路面，此作業因包含位相處理，需人工介入進行作業。

除將線段轉成封閉面外，高精地圖並無明確將路口及路段作為完整的封閉面進行分割，故將高精地圖轉製成細緻化三維道路模型時，需先將路口及路段進行分割，而本作業可使用高精地圖的停止線延伸

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

封閉作為路口及路段分割之依據，切分為路段與路口之面狀幾何範圍。

細緻化三維道路模型中 LOD2 及 LOD3 最大之差異，在於路段處，LOD2 僅依照車行方向不同進行路段分割，而 LOD3 以單一車道作為單元，須將每一條車道接分割出來，兩者皆須建置交通島，而 LOD3 還須將路肩及人行道進行建置，本試辦區之 LOD2 及 LOD3 試辦路口切分之成果如圖 3.4-1 及圖 3.4-2 所示。

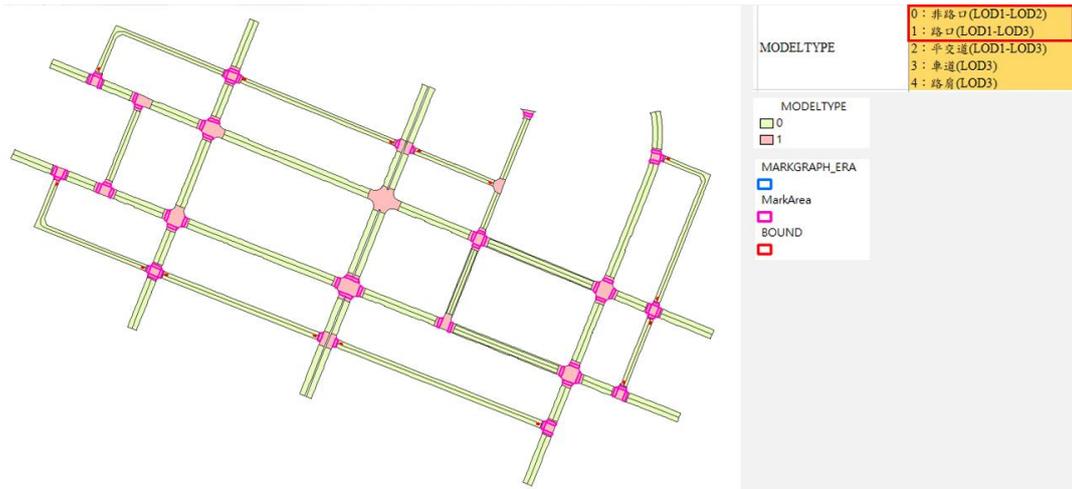


圖 3.4-1 LOD2 路口切分之成果

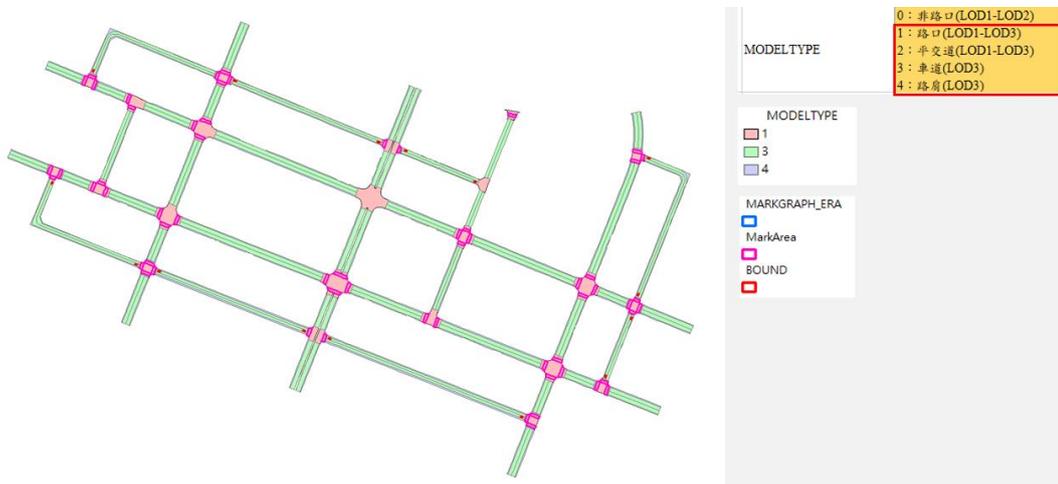


圖 3.4-2 LOD3 路口切分之成果

在高程值萃取部分，由於本作業是從高精地圖進行轉製，而高精地圖於路口中，如車道中心線、車道線等圖層，因包含從車載點雲中進行高程採樣，可將其組成高密度三角網，作為細緻化三維道路模型路口之高程來源。除路口及路段外，LOD3 也需將標誌號誌及桿件進行轉製。標誌、號誌於高精地圖之向量圖層以點狀圖徵呈現，並於屬性欄位記錄各自之標牌面或燈罩面之兩角點，以文字表達幾何(Well

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

Known Text, WKT)方式記錄，如下圖 3.4-3 所示。利用其記錄角點之 WKT 格式進程式轉換的前處理，再依據兩角點繪製出標牌面、燈罩面的面狀範圍，高精地圖轉製為細緻化三維道路模型無論是 LOD2 或 LOD3，其前階段將線段轉為面資料，皆需人工介入。

LOD3_SIGN_RD_D						
	id	poleid	angle	code	bboxMin	bboxMax
▶	10207	10027	5.191	I040	POINT(176236.8109 2535700.9247 44.1741)	POINT(176236.6918 2535700.6952 45.8333)
	10208	10027	5.1859	I039	POINT(176236.981 2535701.2806 45.8487)	POINT(176236.483 2535700.3089 46.2706)
	10204	10365	0.5224	W011	POINT(176030.659 2535813.2597 41.2997)	POINT(176030.0055 2535813.6572 42.6253)
	10203	10364	0.4636	W011	POINT(175993.8056 2535720.4146 41.4575)	POINT(175993.0656 2535720.7846 42.8862)
	10202	10363	0.5389	W012	POINT(175943.2024 2535592.8731 42.023)	POINT(175942.5874 2535593.2546 43.4345)
	10201	10362	0.3312	O020	POINT(175942.1689 2535585.0612 45.7599)	POINT(175941.4829 2535585.5067 46.9314)
	10197	10354	0.2485	O018	POINT(176077.8621 2535913.1736 42.1481)	POINT(176077.4561 2535913.2766 42.4907)
	10196	10353	3.4971	I039	POINT(176076.7647 2535912.4746 44.4399)	POINT(176077.8461 2535912.0866 44.8639)
	10195	10353	3.5072	I040	POINT(176077.1907 2535912.2876 43.0459)	POINT(176077.4111 2535912.2316 44.4519)
	10194	10350	0.426	I039	POINT(175946.6782 2535583.4762 44.9969)	POINT(175946.4312 2535584.0422 45.3989)
	10192	10345	3.3253	I039	POINT(176055.681 2535839.2282 42.6015)	POINT(176056.542 2535839.0602 42.8869)
	10191	10344	3.5967	W011	POINT(176028.8563 2535770.8967 41.3654)	POINT(176029.4874 2535770.5879 42.6522)
	10190	10343	3.6943	W011	POINT(175992.5275 2535679.3597 41.6123)	POINT(175993.2035 2535678.9427 42.99)

圖 3.4-3 號誌標誌包含左下及右上 WKT 座標及 Angle

LOD2 與 LOD3 整體轉換策略如下表 3.4-1 及表 3.4-2 所示。

表 3.4-1 LOD2 高精地圖與三維道路模型之語意物件轉換策略

細緻度及語意物件	高精地圖語意物件	三維道路模型語意物件	轉換策略
LOD2 路段	車道中心線(線)	路段(線)	將 20 公分之線段，合併成單一聚合線後直接轉換。
	道路參考線(線) 停止線(線) 路面邊緣(線)	路段(面)	由停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成道路面。
LOD2 路口	停止線(線) 路面邊緣(線)	路口(點)	由停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成路口面，取其面狀幾何之中心點。
	停止線(線) 路面邊緣(線)	路口(面)	由停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成路口面。
LOD2 交通島	物體(面)	交通島(面)	由物體之面圖徵萃取出交通島所建構之幾何。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

表 3.4-2 LOD3 高精地圖與三維道路模型之語意物件轉換策略

細緻度及語意物件	高精地圖語意物件	三維道路模型語意物件	轉換策略
LOD3 車道	車道中心線(線)	車道中線(線)	將 20 公分之線段，合併成單一聚合線後直接轉換。
	車道線(線) 停止線(線) 路面邊緣(線)	車道面(面)	由車道線、停止線、路面邊緣、所建構之幾何再建構形成車道面。
LOD3 路口	車道線(線) 停止線(線) 路面邊緣(線)	路口(點)	由車道線、停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成路口面，取其面狀幾何之中心點。
	車道線(線) 停止線(線) 路面邊緣(線)	路口(面)	由車道線、停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成路口面。
LOD3 路肩	車道線(線) 停止線(線) 路面邊緣(線)	路肩(面)	由車道線、停止線、路面邊緣所建構之幾何再建構形成路肩面。
LOD3 行人穿越道	標線(面)	行人穿越道(面)	由標線之面圖徵萃取出枕木紋行人穿越道所建構之幾何。
LOD3 交通島	物體(面)	交通島(面)	由物體之面圖徵萃取出交通島所建構之幾何。
LOD3 號誌	號誌(點)	號誌(面)	由號誌(點)屬性欄位紀錄之燈箱角點坐標建構形成號誌面。
LOD3 標誌	標誌(點)	標誌(面)	由標誌(點)屬性欄位紀錄之標牌角點坐標建構形成標誌面。
LOD3 桿	桿(點)	桿(線)	由桿(點)之三維點坐標及桿高度建構形成桿之線狀圖徵。
LOD3 標線	標線圖形(面) 標線(線)	標線(面)	由標線依據其寬度之屬性值繪製成面狀範圍，與標線圖形建構形成標線之面狀圖徵。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

LOD2 及 LOD3 最終成果如圖 3.4-4 及 3.4-5 所示。



圖 3.4-4 細緻化三維道路模型建置成果(LOD2)



圖 3.4-5 細緻化三維道路模型建置成果(LOD3)

將 LOD3 成果與三維道路案 LOD1 成果進行比較，平面約有 45 公分之差異，如圖 3.4-6 所示。其差異之原因推測為兩者原始資料來源精度不同：LOD3 原始資料為高精地圖，其是用測繪車點雲數化，平面精度為 20 公分；LOD1 原始資料為電子地圖，是利用航測數化，平面精度為 1.25 公尺。

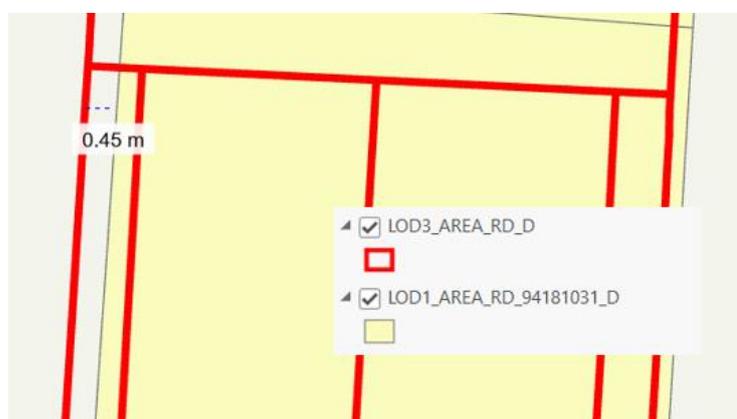


圖 3.4-6 LOD3 與 LOD1 成果比較(平面差異)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

高程差異採用成果節點進行高程比對，如圖 3.4-7 所示，因試辦區臺南沙崙為較無地勢起伏之平面，故兩者高程差異不大，差異約在 5 公分以內。



圖 3.4-7 LOD3 與 LOD1 成果比較(高程差異)

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

3.5 細緻化三維道路模型成果檔案命名規則

細緻化三維道路模型成果檔案(KML、SHP 檔)命名規則如下，元件代碼部分如圖 3.5-1，另成果類別代碼暫統一簡化以 RD 表示。

- 一、**縣市成果**:LOD 等級_元件代碼_成果類別代碼(RD)_縣市代碼(1 碼)，如 LOD3_AREA_RD_E。
- 二、**分幅成果**:LOD 等級_元件代碼_成果類別代碼(RD)_圖號(8 碼)_縣市代碼(1 碼)，如 LOD2_AREA_RD_94182063_E。

設計類別	LOD1	LOD2	LOD3
路段	線LINE	線LINE	
	面AREA	面AREA	
路口	點INTER	點INTER	點INTER
	面AREA	面AREA	面AREA
交通島		面TRAFFICISLAND	面TRAFFICISLAND
人行道		面SIDEWALK	面SIDEWALK
車道			線LANE
			面AREA
路肩			面AREA
行人穿越道			面 PEDESTRIANCROSSING
標線			線MARKLINE
			面MARKAREA
標誌			面SIGN
號誌			面SIGNAL
桿			線POLE

圖 3.5-1 細緻化三維道路模型成果元件代碼

3.6 時間及成本分析

針對細緻化三維道路模型試辦工作項目，以「每公里」為單位進行成本分析，評估「投入人月」進行費用換算，詳細單價分析請參考表 3.6-1，主要工作項目比重百分比如表 3.6-2。

表 3.6-1 每公里單價分析表(新臺幣；單位：元)

項目/細項(每單位：公里)	單位	數量	單價	複價	備註
一 點雲數化作業					
1 資料格式、坐標系統轉檔	人月	0.005	100,000	2,000	
2 點雲疏化作業	人月	0.02	100,000	2,000	
3 人行道數化作業	人月	0.05	100,000	5,000	
二 立體測量作業					

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

1	資料格式、坐標系統轉檔	人月	0.02	100,000	2,000	
2	空三重組建模作業	人月	0.02	100,000	2,000	
3	人行道立測作業	人月	0.05	100,000	5,000	
三 細緻化三維道路模型建置						
1	LOD2 路口切分	人月	0.05	100,000	5,000	
2	LOD3 路口切分	人月	0.05	100,000	5,000	
3	高密度三角網產製	人月	0.02	100,000	2,000	
4	LOD2 高度萃取	人月	0.05	100,000	5,000	
5	LOD3 高度萃取	人月	0.05	100,000	5,000	
6	幾何檢核與修正	人月	0.1	100,000	10,000	
四 高精地圖與三維道路模型之語意物件轉換						
1	LOD2 語意物件轉換	人月	0.02	100,000	2,000	
2	LOD3 語意物件轉換	人月	0.02	100,000	2,000	
3	屬性整合與檢核	人月	0.1	100,000	10,000	
合計				64,000		

表 3.6-2 主要工作項目比重百分比(新臺幣；單位：元)

項次	項目	金額	百分比
一	點雲數化作業	\$9,000	14.06%
二	立體測量作業	\$9,000	14.06%
三	細緻化三維道路模型建置	\$32,000	50.00%
四	高精地圖與三維道路模型之語意物件轉換	\$14,000	21.88%
費用總計		\$64,000	100%

以本公司辦場域臺南沙崙南邊 4.3 公里計算，細緻化三維道路模型試辦工作成本約為 275,200 元整。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

3.7 未來推動細緻化三維道路模型建置策略之建議方向

目前現有圖資中，除高精地圖場域可直接轉製成細緻化模型外，如臺灣通用電子地圖及 1/1000 地形圖並無建製細緻化模型所需圖層，如標線、物體、號誌、標誌等資訊皆須重新數化及建置。

細緻化模型中，因臺灣通用電子地圖精度僅 1.25 公尺，未達到 LOD3 細緻化模型之標準，暫不討論，而地面上圖層如標線、物體可使用 1/1000 地形圖之原始影像及正射影像重新數化，但號誌、標誌則無法靠此圖資進行建置，故如要推動全面細緻化三維道路作業，建議將細緻化模型區分成可航測作業圖層及不可航測作業圖層進行分群，針對現有圖資可完成圖層先進行全面性建置，如表 3.7-1 所示。

表 3.7-1 可推動細緻化模型區域建議

原始來源	可作圖層	範圍
高精地圖	除人行道外全部圖層	已製作高精地圖區域
1/1000 地形圖 航拍影像	車道、路口、路肩、行人穿越道、標線、桿件、交通島、人行道(需立測高度)	現有都計區
	號誌、標誌	

如圖層為二維正射數化，後續須參考 3.4 章之方式，用航測數化道路邊緣線，轉成地表 TIN 後，其他圖層再萃取其高度。

第四章 道路模型品質檢核

4.1 模型資料及整合成果檢核及品質管控

三維道路模型成果產出後，須進行幾何資料、屬性資料模型、模型整合成果與模型數量檢查，查核方式則依據自動化程度採取全面查核與抽樣查核之策略，各項檢核項目、檢核數量與檢核內容，詳如表 4.1-1。

表 4.1-1 道路模型成果檢核表

	檢核項目	檢核數量	檢核內容	檢核方式
幾何	道路面切分查核	抽 10%圖幅	分割合理性與完整性	人工檢視+ 程式輔助
	平滑度檢查	抽 10%圖幅	檢核坡度變化、高程變化	人工檢視+ 程式輔助
	節點檢查	全數檢查	面與面之間相接處節點應具有相同 XYZ 坐標	全面自動化
	精度檢查	抽 10%圖幅	較差均方根值須不大於 $\sqrt{2}\sigma$ (σ 為量測中誤差，平面為 1.25 公尺，高程為 2.5 公尺)，且平面及高程較差最大值不得大於 5 公尺。	人工檢視+ 程式輔助
屬性	屬性欄位檢查	全數檢查	屬性欄位與規劃欄位一致	全面自動化
	資料一致性檢查	全數檢查	模型與來源資料屬性一致	全面自動化
	邏輯一致性檢查	全數檢查	屬性資料間邏輯合理性	全面自動化
其他	整合成果檢查	抽查 20 處	平面及高程接邊合理與完整	人工檢視+ 程式輔助
	3D 道路面 shapefile 完整性查核	全數檢查	針對道路中線完整性與圖幅接邊處容易缺漏處進行檢核	人工檢視+ 程式輔助
	KML 模型轉置 數量檢查	全數檢查	KML 模型數量與轉置前之多邊形數量一致	全面自動化

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

4.1.1 幾何檢查

- 一、**道路面切分查核**：抽樣查核 10%圖幅，以人工檢視搭配自行開發之輔助程式檢查道路分割、路口切分及依里程數分段點切分之合理性與完整性，必要時以正射影像輔助人工檢視確認。
- 二、**平滑度檢查**：抽樣查核 10%圖幅，檢核模型節點前後高程關係，以計算其坡度變化、高程變化，配合人工檢視的方式查核模型成果。
- 三、**節點檢查**：以自動化程式全數檢核面與面之間相接處節點應具有相同 XYZ 坐標，查核模型相接處節點是否正確。
- 四、**精度檢查**：抽樣查核 10%圖幅，比較模型成果與來源資料 (DEM 及 DSM、竣工圖或實測高程資料)的平面及高程較差，較差均方根值須不大於 $\sqrt{2}\sigma$ (σ 為量測中誤差，平面為 1.25 公尺，高程為 2.5 公尺)，且平面及高程較差最大值不得大於 5 公尺。

4.1.2 屬性檢查

- 一、**屬性欄位檢查**：以自動化程式全數檢核屬性欄位是否與規劃的屬性欄位一致。
- 二、**資料一致性檢查**：以自動化程式全數檢核模型成果屬性與來源資料(臺灣通用電子地圖、交通資訊基礎路段編碼、光達高程成果)相符。
- 三、**邏輯一致性檢查**：以自動化程式全數檢核臺灣通用電子地圖道路圖層相關欄位間及新增欄位間合理性規則檢查模型成果屬性欄位。

4.1.3 其他檢查

- 一、**整合成果檢查**：檢核本案與歷年模型整合成果，至少抽查 20 處；本案 2 個作業區間模型整合成果至少抽查 20 處，以人工檢視搭配自行開發之輔助程式檢查不同模型成果間平面及高程接邊是否合理順接。
- 二、**3D 道路面 shapefile 完整性查核**：針對道路中線完整性與圖幅接邊處容易缺漏處進行檢核，採全面自動化查核，以程式標記可疑問題後輔以人工確認。
- 三、**KML 模型轉置數量檢查**：全數檢查各作業區每批次模型成果，並檢查分割處理後須建置模型之道路面多邊形數量與轉置出 KML 模型數量是否一致。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

4.1.4 機密作業室及提報機密資料作業紀錄

為強化使用機密等級 DEM/DSM 之管制，本公司於本案執行期間，均依規定配合辦理下列事項：

- 一、辦公處所設置專門處理機密等級資料之作業室，如圖 4.1-1，作業室具備門禁管制設備、監視器及無連接網路之作業專用電腦或工作站。



圖 4.1-1 設置機密資料管制室

- 二、使用機密等級資料之作業人員門禁管制設備紀錄之進出資料、機密資料使用皆紀錄並發文提送，提送紀錄如附錄 1。
- 三、國土測繪中心得隨時派員抽查機敏等級資料保管使用情形，並作成紀錄。抽查結果如有不合格事項，應停止使用機密等級資料，並儘速改善缺失。
- 四、本公司取得辦理本案所需之航拍影像及數值圖檔資料，皆須依規定填寫管制與使用切結書，以確保參與本案之作業人皆了解並遵守保密規定，避免資料外流。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

第五章 結論與建議

本案共有「三維道路模型建置作業」、「三維道路模型成果整合作業」、「輔助模型建置作業」、「細緻化三維道路模型試辦作業」4 大任務，整體以 110-111 年三維道路模型資料建置之執行經驗規劃三維道路模型建置流程，另外本年度也根據多維度國家空間資訊服務平臺使用模型情形以及工作會議決議重新規劃輔助模型建置原則及成果命名規則。

本公司已經順利完成 112 年度成果，包含：(一) 臺中市沙鹿區及中區道路模型 308 公里、(二) 苗栗縣道路模型 2,429 公里、(三) 臺東縣道路模型 1,487 公里、(四) 基隆市道路模型 322 公里、(五) 整合模型成果、(六) 細緻化三維道路模型試辦，各時程需繳交及最終繳交之道路模型皆符合需求規格書，並經監審單位審查合格。

除了完成建置三維道路模型之外，為配合後續將成果匯入國土測繪中心多維度國家空間資訊服務平臺之需求，本公司也持續與多維度國家空間資訊服務平臺建置團隊溝通協調並協助相關測試，以期三維道路模型成果可順利於多維度國家空間資訊服務平臺展示。相關協調事項包含模型成果檔案格式、模型成果高度系統、模型屬性欄位記錄方式、模型節點數量、不同類型模型接合處理方式、受遮蔽區域顯示方式等。

本公司秉持專業、專職、專任的團隊意志，完成國土測繪中心針對本案的不同需求，為往後持續建置三維道路模型，完成國家三維底圖定下良好的基礎。針對本案執行的各種方案及實務狀況，提出以下建議事項說明。

一、提升作業流程自動化程度

目前之作業流程仍有部分需仰賴人工判別處理，主要為路口切分、受遮蔽區域高程資訊處理、模型面編修三部分，表 5.1-1 為本公司今年度建置道路模型時，各項工作花費的估計時間占比，其中全自動化工項雖可完全由程式處理，但仍須由人員操作程式，其時間佔比表示人為操作程式及程式執行所需時間。

表 5.1-1 三維道路案各工項時間成本分析

主要流程	工作細項	處理方式	時間占比
道路面處理 (50%)	依 ROADSP 切分分層道路	人工	5%
	道路分層	人工	5%
	路口切分及分類(建 MODELTYPE 屬性)	半自動	30%

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

道路高程處理(15%)	中線高程萃取 (含 DTM、立測資料)	全自動	4%
	遮蔽區高程編修	人工	10%
	中線高程平滑化及斷點銜接	全自動	1%
模型建置(25%)	道路面與中線編碼對應	半自動	2%
	道路面加密點高程值萃取	全自動	1%
	坡度/斷面/橫斷面檢核	全自動	2%
	編修 3D 模型(含道路面及中線編修)	半自動	20%
屬性建置(5%)	道路中線屬性建置完整及填入道路面	半自動	5%
模型整合(5%)	邊緣接合	人工	1%
	缺漏補面	人工	1%
	重疊面處理	人工	3%
	模型更新	人工	1%

由表 5-1 可知，最需花費處理時間的工項主要為路口切分及分類、遮蔽區高程編修以及編修 3D 模型，其中遮蔽區因為無法自動化取得正確資料，僅能完全由人工判斷處理。而路口切分已利用道路寬度進行半自動化處理，但遇到不規則路口或是複雜路網時仍需人工協助進行判別及切分，增加了大量人工處理時間；編修 3D 模型則為視品質需求，除了模型美觀外，本年度對於模型面的坡度、坡向、邊緣平順皆有相較往年明確的規格，故相較於去年本公司已提升自我檢核效率，檢核後須額外人工編修之作業量較以往少，而若未來能於檢核條件中持續找出規則，即可改善製程提高作業自動化程度。

二、細緻化三維道路模型試辦作業建議

由本報告書第三章試辦相關經驗可得知，採用高精地圖轉置細緻化三維道路模型(LOD2、LOD3)為可行之作法，但因高精地圖成果未包含人行道圖層，故若需產製 LOD3 模型，需額外先進行人行道模型建置作業，依本公司試辦經驗，點雲數化繪製人行道為較好之作業方式。

111 年及 112 年三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)

參考文獻

1. 內政部，2012。101 年度三維城市模型技術發展與更新機制工作案案期末報告。
2. 內政部，2016。105 年度三維地形圖資技術發展工作案期末報告。
3. 內政部，2013。三維道路模型建置作業手冊。
4. 內政部，2018。三維地形圖資測製技術指引(初稿)。
5. 內政部，2019。108 年度三維地形圖資技術發展工作案期末報告。
6. 內政部，2021。110 年度三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區)工作案期末報告。
7. 內政部，2023。111 年度及 112 年度三維道路模型資料建置工作採購案(第 2 作業區) 111 年度工作總報告。
8. 陳良健，2007。整合光達資料與二維路網重建三維道路模型。
9. OGC, 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding.
10. Atazadeh, B., Kalantari, M., Rajabifard, A., Ho, S., Ngo, T., 2016. Building information Modeling for high-rise land administration. *Transactions in GIS*.
11. Beil C, Kolbe TH (2017) CityGML and the streets of New York - a proposal for detailed street space modelling. In: *Proceedings of the 12th 3D GeoInfo conference 2017, Melbourne, Australia, 26–27 October 2017. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. IV-4/W5, pp 9–16.*
12. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., Çöltekin, A., 2015. Applications of 3D city models: state of the art review. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 4, 2842-2889.
13. Chaturvedi, K., Kolbe, T.H., 2015. Dynamizers: modeling and implementing dynamic properties for semantic 3d city models, *Proceedings of the Eurographics Workshop on Urban Data Modeling and Visualisation. Eurographics Association, 43-48.*
14. Ho, S., Rajabifard, A., 2016. Towards 3D-enabled urban land administration: Strategic lessons from the bim initiative in singapore. *Land Use Policy* 57, 1-10.
15. Kolbe, T.H., Gröger, G., Plümer, L., 2005. CityGML: Interoperable access to 3D city models, *Geo-information for disaster management. Springer, 883-899.*
16. K. H. Soon, V. H. S. Khoo, "Citygml modelling for singapore 3d national mapping", *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLII-4/W7, pp. 37-42, 2017.
17. Lemmen, C., Van Oosterom, P., Bennett, R., 2015. The land administration domain model. *Land Use Policy* 49, 535-545.
18. Meijers, M., Zlatanova, S., Pfeifer, N., 2005. 3D geoinformation indoors: structuring for evacuation, *Proceedings of Next generation 3D city models*, pp. 21-22.
19. Singapore Land Authority, 2013. Standard and specifications for 3D topographic surveying (mapping) in Singapore, Singapore.
20. Zhang, J.-y., Yin, P.-c., Li, G., Gu, H.-h., Zhao, H., Fu, J.-c., 2016. 3D cadastral data model based on conformal geometry algebra. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5, 20.