



NLSC-110-40

# 110 年度三維道路模型 資料建置工作 (第 2 作業區)

## 工作總報告

Report of 3D road model building project in 2021  
(2nd work zone)

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司

中華民國 111 年 1 月 7 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、工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，藉由展示立體的各種空間資訊，除了提供更豐富詳盡的圖資外，亦可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，完成了全臺快速道路與高雄市範圍之三維道路模型，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，本年度亦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。

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 national expressways of Taiwan and the ordinary roads of Kaohsiung City. 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, the past 3D road models were also integrated with this year's results. Therefore, the 3D road models built in different years and stages can be smoothly joined.

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 Railway 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	工作範圍與計畫目標 .....	3
1.3	工作項目.....	6
1.4	作業時程與交付成果 .....	8
1.5	本案作業流程與成果繳交時程 .....	9
1.6	作業人員組成與性別工作平等資訊統計.....	12
第二章	三維道路模型資料前處理.....	15
2.1	道路面處理.....	16
2.2	道路中線高程處理 .....	27
第三章	三維道路模型建置 .....	41
3.1	三維道路模型資料建置.....	41
3.2	三維道路模型資料整合.....	46
3.3	成果模型格式轉檔 .....	52
3.4	道路模型建置成果 .....	53
第四章	三維道路模型屬性欄位說明 .....	59
4.1	臺灣通用電子地圖道路中線欄位特性.....	59
4.2	全國交通資訊基礎路段編碼說明 .....	61
4.3	三維道路模型屬性欄位內容 .....	64
4.4	屬性紀錄方式.....	68
4.5	罕見字處理.....	70
第五章	輔助模型資料建置 .....	73
5.1	隧道蓋產製.....	75
5.2	隧道遮罩產製 .....	78
5.3	地下道遮罩產製 .....	80
5.4	橋墩產製.....	81
第六章	道路模型品質檢核 .....	83
6.1	模型幾何精度檢核及品質管控 .....	83
6.2	模型屬性檢核及成果品質管控 .....	84
第七章	結論與建議.....	89
	參考文獻.....	92

**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 台灣世曦歷年參與之三維資料建置計畫 .....	2
表 1.2-1 第 2 作業區各道路結構類型模型長度表 .....	5
表 1.4-1 成果繳交項目、期限、內容一覽表 .....	9
表 1.5-2 批次繳交成果數量及審查修正時程紀錄 .....	11
表 1.6-1 計畫主要人員及專業、學歷一覽表 .....	12
表 1.6-2 專案組成人員性別統計 .....	14
表 1.6-3 專案組成人員工作年資統計.....	14
表 2.2-1 110 年度第 2 作業區取得測繪車資料清單.....	37
表 3.2-1 第 2 作業區與 109 年模型整合圖框一覽表.....	47
表 3.4-1 110 年三維道路案繳交模型成果統計 .....	54
表 4.1-1 臺灣通用電子地圖道路中線圖層欄位資料表.....	59
表 4.3-1 三維道路模型屬性欄位來源紀錄表 .....	64
表 4.3-2 本案三維道路模型屬性欄位資料表 .....	64
表 5.1-1 模型面代碼 .....	76
表 5.2-1 隧道遮罩命名規則 .....	80
表 6.2-1 道路模型屬性檢核內容說明表.....	85
表 7-1 110 年三維道路案各工項時間成本分析 .....	89
表 7-2 第 2 作業區模型各高程來源資料使用占比 .....	91



## 圖 目 錄

圖 1.2-1 快速道路作業範圍示意圖 .....	3
圖 1.2-2 高雄市作業範圍示意圖 .....	4
圖 1.2-3 第 2 作業範圍示意圖 .....	4
圖 1.5-1 整體作業流程圖.....	10
圖 1.5-2 各批次模型圖幅位置 ( 第 2 作業區 ) .....	11
圖 2-1 三維道路模型建置整體流程圖.....	16
圖 2.1-1 道路面資料處理流程圖 .....	16
圖 2.1-2 臺灣通用電子地圖道路面資料結構示意圖.....	17
圖 2.1-3 臺灣通用電子地圖道路面節點分布情形 .....	17
圖 2.1-4 臺灣通用電子地圖參考圖層資料套疊顯示情形.....	18
圖 2.1-5 路口面切分成果-案例一 .....	19
圖 2.1-6 路口面切分成果-案例二.....	19
圖 2.1-7 路口面切分成果-案例三.....	20
圖 2.1-8 路口面切分成果-案例四.....	20
圖 2.1-9 考量分隔島切分路口成果(切車道) .....	21
圖 2.1-10 考量分隔島切分路口成果(切範圍) .....	22
圖 2.1-11 匝道切分情形示意圖 .....	23
圖 2.1-12 匝道特例情形示意圖 .....	23
圖 2.1-13 匝道特例切分成果 .....	23
圖 2.1-14 交通資訊基礎路段編碼里程數分段點資料.....	24
圖 2.1-15 跨圖幅合併道路面示意圖 .....	24
圖 2.1-15 路口面切分成果-案例四 .....	25
圖 2.1-12 道路面節點加密成果圖 .....	26
圖 2.2-1 高程資料處理流程圖 .....	27
圖 2.2-2 臺灣通用電子地圖完整道路圖幅.....	29
圖 2.2-3 臺灣通用電子地圖平面及高架道路範圍判斷結果.....	29
圖 2.2-4 臺灣通用電子地圖道路中線原始節點分布情形.....	30
圖 2.3-5 道路面範圍內高程值萃取成果示意圖 .....	31

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

圖 2.2-6 道路高程粗差濾除示意圖 .....	31
圖 2.2-7 道路中線高程平滑化前後成果.....	32
圖 2.2-8 DTM 產製年份及臺灣通用電子地圖產製年份比較圖.....	33
圖 2.2-9 篩選出無法由現有 DEM 取得高程部分之案例 .....	34
圖 2.2-10 受遮蔽道路中線高程錯誤案例.....	35
圖 2.2-11 受遮蔽道路中線高程錯誤案例 .....	36
圖 2.2-12 竣工資料平面圖.....	36
圖 2.2-13 竣工資料縱斷面圖 .....	37
圖 2.2-14 測繪車資料位置展點 .....	38
圖 2.2-15 測繪車資料高程轉換 .....	39
圖 2.2-16 立測資料展繪.....	40
圖 3.1-1 額外建置道路示意圖 .....	42
圖 3.1-2 三維道路模型建置流程圖 .....	42
圖 3.1-3 道路面與中線編碼對應 .....	43
圖 3.1-4 道路面加密點高程值萃取 .....	44
圖 3.1-5 坡度檢核示意圖.....	44
圖 3.1-6 斷面檢核修正.....	45
圖 3.1-7 橫斷面檢核修正.....	46
圖 3.1-8 編修 3D 模型.....	46
圖 3.2-1 三維道路模型整合一覽圖 .....	47
圖 3.2-2 三維道路模型整合一覽圖 .....	49
圖 3.2-3 邊緣接合示意圖.....	49
圖 3.2-4 闕漏補面示意圖.....	50
圖 3.2-5 道路面重疊示意圖 .....	51
圖 3.2-6 刪除重複面示意圖 .....	51
圖 3.2-7 模型更新示意圖.....	52
圖 3.4-1 三維道路模型局部成果(高雄市).....	54
圖 3.4-2 三維道路模型局部成果(高雄市).....	55
圖 3.4-3 三維道路模型局部成果(快速道路) .....	55

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

圖 3.4-4 三維道路模型局部成果(快速道路) .....	56
圖 3.4-5 三維道路模型局部成果 ( 快速道路與高雄市道路銜接 ) .....	56
圖 3.4-6 三維道路模型局部成果 ( 快速道路與高雄市道路銜接 ) .....	57
圖 4.2-1 路段編碼說明圖.....	61
圖 4.2-2 路段編碼處理原則說明 .....	62
圖 4.2-3 基礎路段編碼里程數分段點示意圖 .....	62
圖 4.2-4 路段編碼與三維道路無法對應之情形 .....	63
圖 4.4-1 道路模型屬性資料識別碼串接示意圖 .....	69
圖 4.4-2 道路模型直接紀錄屬性資料示意圖 .....	70
圖 4.5-1 BIG5 罕見字對應.....	71
圖 4.5-2 罕見字筆數及分布.....	71
圖 5-1 道路模型被地形遮蔽 .....	73
圖 5-2 地形遮罩 .....	74
圖 5-3 兩端閉合面 .....	74
圖 5.1-1 隧道蓋模型 .....	75
圖 5.1-2 隧道蓋各面紀錄順序 .....	75
圖 5.1-3 隧道蓋面各點紀錄方式 .....	77
圖 5.1-4 隧道蓋面各點紀錄方式 .....	77
圖 5.1-5 出入口牆面紀錄順序 .....	78
圖 5.2-1 隧道遮罩 .....	78
圖 5.2-2 出入口延伸兩端遮罩 .....	79
圖 5.2-3 隧道遮罩命名示意圖 .....	79
圖 5.3-1 地下道遮罩示意圖 .....	80
圖 5.3-2 地下道遮罩 Z 值 .....	81
圖 5.4-1 橋墩模型示意圖.....	81



# 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)」。

98 年 8 月發生於臺灣中南部及東南部的莫拉克風災，為近年來臺灣傷亡最為嚴重之自然災害，為各界所關注，推動了防災相關技術研究及應用。經濟部中央地質調查所亦於災後，積極推動空載光達技術應用於地質災害分析，於 99 至 104 年度辦理「國土保育之地質敏感區調查分析計畫」，建立全國高精度高解析度之 1 公尺網格數值地形資料。爾後，由內政部地政司接續辦理「LiDAR 技術更新數值地形模型成果測製工作案」，並於 105 年起持續更新我國中南部、西部沿海平原及東部山區數值地形資料。

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。

是以，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。國土測繪中心於 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

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

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，並參考 CityGML2.0 定義之 LOD1 架構精神，以快速產製三維道路模型為目標，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，國土測繪中心推動「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」，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 (LOD1)，且試辦三維鐵路模型、及運用 1/1000 地形圖建置三維道路模型，此外，重點為將三維道路模型應用於實際案例，並評估其效益。本公司歷年來積極參與三維資料建置相關計畫，培養大量三維圖資建置專業人員，並具有豐富經驗，表 1.1-1 為本公司歷年來參與之三維資料建置計畫。

作為三維國家底圖發展之一環，國土測繪中心於本年度推出「110 年度三維道路模型資料建置工作採購案」(以下簡稱本案)，持續建置三維道路模型以完善三維國家底圖，本案研擬建置全臺快速道路及高雄市範圍三維道路模型 (LOD1)，並整合過往不同年度及今年不同作業區之三維道路模型成果。

表 1.1-1 台灣世曦歷年參與之三維資料建置計畫

執行年度	計畫名稱
102 年	102 年度三維城市模型技術發展與更新機制
103~104 年	103~104 年度三維城市模型與建築等級模型之整合機制工作案
105~108 年	105~108 年度三維地形圖資技術發展工作案
99~101 年	99~101 年度臺北市三維航測數值地形圖重製工作案測製作業
102 年~迄今	102~109 年度臺北市航測正射影像圖製作及數值地形圖更新工作案
103 年~迄今	花蓮縣都市計畫書圖重製暨整合應用計畫第一至五期建置案
107 年	嘉義市航測數值地形圖更新及三維城市建置計畫案
108 年	108 年度臺中市部分地區三維近似化建物模型建置工作採購案
108 年	108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案
108 年	108 年度三維道路模型資料建置試辦採購案
109 年	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



## 1.2 工作範圍與計畫目標

本案主要工作包含三維道路模型 (LOD1) 資料建置以及三維道路模型成果整合作業，而作業範圍為全臺快速道路 (如圖 1.2-1)，及高雄市範圍內之市區各類型道路 (如圖 1.2-2)，並分為兩個作業區進行。而本公司則負責第 2 作業區之道路模型建置，圖 1.2-3 為第 2 作業區範圍示意圖，圖中深藍及淺藍色為繪製第 2 作業區需建置之快速道路及高雄市道路模型圖幅範圍，其中快速道路為臺中市以南之區域，臺灣通用電子地圖圖幅數為 161 幅，高雄市道路主要為南半邊行政區，圖幅數為 71 幅，第 2 作業區各道路結構類型模型長度可參考表 1.2-1。

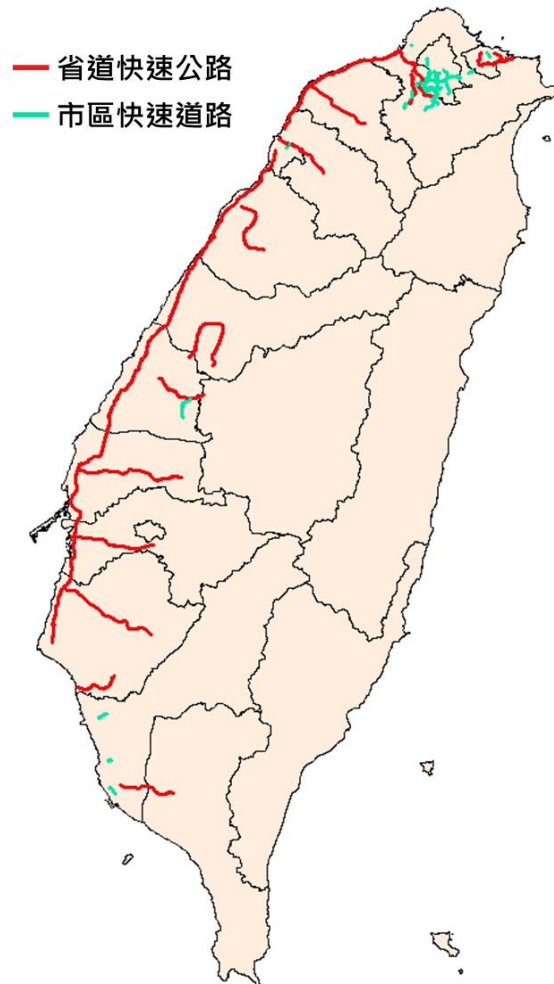


圖 1.2-1 快速道路作業範圍示意圖

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

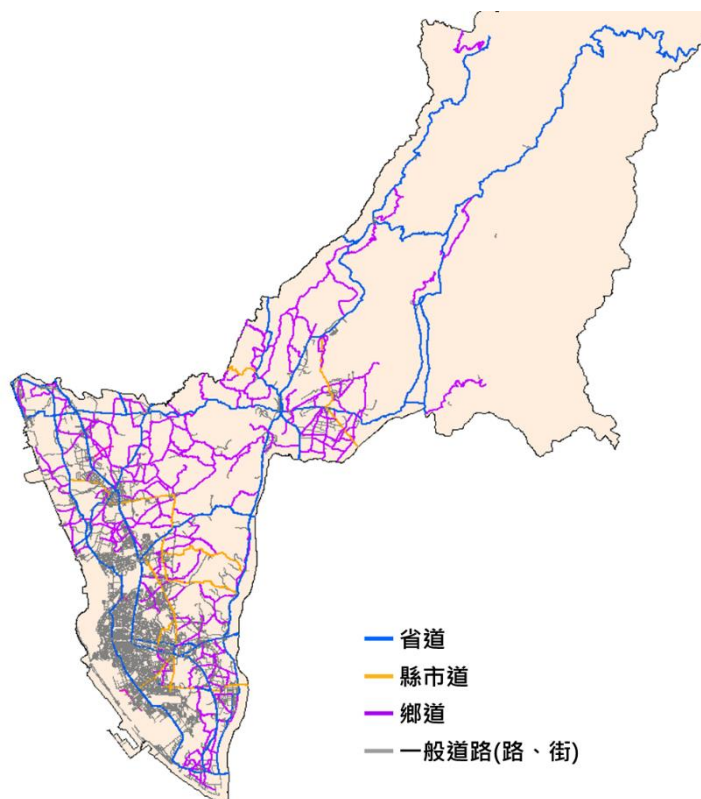


圖 1.2-2 高雄市作業範圍示意圖

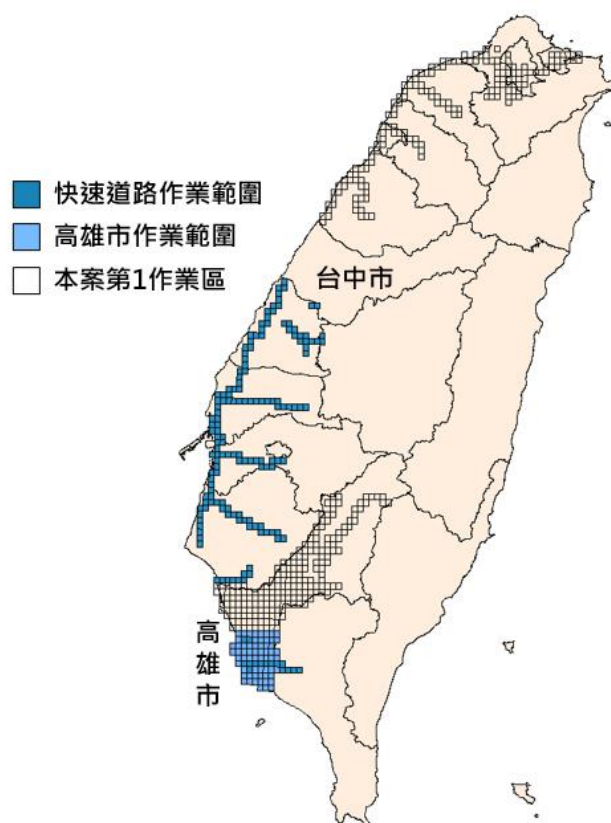


圖 1.2-3 第 2 作業範圍示意圖

表 1.2-1 第 2 作業區各道路結構類型模型長度表

道路結構類型	模型長度	
	快速道路	高雄市
平面道路	157 公里	2402 公里
橋梁	33 公里	40 公里
隧道	11 公里	0 公里
匝道	142 公里	2 公里
高架道路	472 公里	5 公里
地下路段	0 公里	6 公里
總長度	815 公里	2455 公里

承上 1.1 節計畫緣起及本案需求規格書所描述，本案計畫目標歸納如下：

- 一、**三維道路模型建置**：使用臺灣通用電子地圖道路面圖層作為三維道路模型面之基礎，帶入道路中線屬性後結合 DEM、DSM 資料，參考 CityGML2.0 定義之 LOD1 精神並產製三維道路模型，流程中需要針對臺灣通用地圖道路面成果於路口及不同道路等級（例如國道、省道）、結構（例如橋梁、高架、地下道）處進行模型面切分。屬性資料採用 2 種方式記錄。配合展示美觀須一併建置簡單示意用之橋墩、隧道出入口三維模型。另為配合機關多維度國家空間資訊服務平臺展示需要，建置地形遮罩三維模型。
- 二、**三維道路模型成果整合作業**：針對本案成果與 108 年試辦案成果及 109 年建置案道路模型成果接邊處；本案不同作業區模型成果接邊處，進行平面順接及高程擬合，以合理順接方式完成三維道路模型整合作業。

本公司充分瞭解本案「三維道路模型建置」以及「三維道路模型成果整合」二項任務，以完善整合之團隊組織與審慎規劃之作業流程，與國土測繪中心密切合作完成本案建置三維道路模型之任務。

### 1.3 工作項目

#### 一、提報作業計畫書

本案已於 110 年 3 月 31 日決標，並依工作項目內容、規格標評選與會人員意見及需求訪談紀錄等撰寫本案作業計畫書後送交國土測繪中心審查，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、品質管制及對於本案加強及須協助事項等。並於 110 年 4 月 19 日完成監審廠商的審查意見修訂，110 年 5 月 14 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

依據 108 年試辦案及 109 年建置案流程，使用臺灣通用電子地圖道路面圖層做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，參考 CityGML2.0 定義之 LOD1 精神產製三維道路模型，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【例如省道、縣（市）道】、不同道路結構（例如橋梁、高架、地下道）處進行道路面切分，以下為本公司作業範圍及資料建置內容說明。

##### （一）道路模型範圍：

本公司負責第 2 作業區之資料模型建置，內容如下：

- 1、快速道路：建置臺灣通用電子地圖中臺中市以南（不含臺中市）之範圍，且臺灣通用電子地圖道路中線 ROADCLASS1 屬性為 1E（省道快速公路）及 RE（市區快速道路）之道路。
- 2、高雄市：建置臺灣通用電子地圖中高雄市範圍內南半邊行政區，且道路中線 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）】之道路。

（二）本案道路模型之屬性資料分為 2 種記錄方式。第 1 種為模型僅記錄所對應之道路模型線段識別碼，再利用識別碼與道路屬性資料庫串接；第 2 種為模型直接記錄所對應之道路中線屬性，並視需求將重複屬性刪除。

（三）為配合展示美觀須一併建置簡單示意用之橋墩、隧道出

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

入口三維模型。另為配合機關多維度國家空間資訊服務平臺展示需要，建置地形遮罩三維模型。

- (四) 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國土測繪中心多維度國家空間資訊服務平臺的需求，辦理資料處理作業。
- (五) 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，由國土測繪中心協助提供路段竣工之平面圖及縱斷面圖或是實測高程資料以利作業。

### 三、三維道路模型成果整合作業

- (一) 本案成果與 108 年、109 年成果整合作業

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 年建置案道路模型成果接邊處，視需要重新進行道路面切分、模型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

本案 2 個作業區皆為分批建置及繳交，同一作業區不同批次之整合由各自作業區廠商負責，而不同作業區之整合則由第 1 作業區廠商負責，針對本案 2 個作業區間成果接邊處，皆須視需要重新進行道路面切分、模型平面順接及高程擬合，以合理順接方式完成整合作業。

### 四、提交工作總報告書

本案之作業期限經台電分區停電、新冠肺炎疫情及璨樹颱風來襲影響履約期限，展延作業期限為 110 年 12 月 12 日 12 時 30 分，本工作總報告將於該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

本案分四階段作業如下，決標次日起 255 個日曆天完成，原定期限應為 12 月 7 日，然而本年度由於台電分區停電、新冠肺炎疫情及 9 月 12 日璨樹颱風影響，共展延 5.5 日工期，最終履約期限變更為 12 月 12 日 12 時 30 分，表 1.4-1 為成果繳交項目、期限、內容一覽表。

### 一、第一階段作業：

須於監審廠商決標次日起 20 個日曆天內，交付作業計畫書（書面 8 份、電子檔 1 份）。

### 二、第二階段作業：

決標次日起 150 個日曆天內，至少繳交 30%模型長度之三維道路模型成果。

另須於機關指定期限前先繳交 4 幅試做模型提供丙方審查，以利後續建立審查機制。

### 三、第三階段作業：

決標次日起 190 個日曆天內，第 3 階段繳交模型長度與第 2 階段繳交模型長度加總後，應達 70%模型長度之三維道路模型成果。

### 四、第四階段作業：

本階段又分為 4-1 及 4-2 批次，其中 4-1 批次為決標次日起 220 個日曆天內，繳交扣除第 2 及第 3 階段已繳交之剩餘三維道路模型成果。

而 4-2 批次為決標次日起 250 個日曆天內，繳交三維道路模型整合成果以及交付工作總報告(書面 16 份、電子檔 1 份)，修正總報告則依後續機關指定期限內繳交。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

表 1.4-1 成果繳交項目、期限、內容一覽表

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數量	單位	成果繳交期限
第 1 階段	作業計畫	書面	8	份	110 年
		電子檔	1	份	4 月 20 日
	修正後作業計畫	書面	3	份	110 年
		電子檔	1	份	5 月 14 日
初期查核 (4 幅成果)	電子檔	1	份	110 年 5 月 14 日	
第 2 階段	三維道路模型： 至少繳交 30% 模型長度成果	電子檔	1	式	110 年 9 月 2 日 12 時 30 分
第 3 階段	三維道路模型： 第 3 階段繳交模型長度與第 2 階段繳交模型長度加總後，應達 70% 之成果	電子檔	1	式	110 年 10 月 13 日 12 時 30 分
第 4 階段	4-1 三維道路模型： 繳交扣除第 2 及第 3 階段已繳交之剩餘成果	電子檔	1	式	110 年 11 月 12 日 12 時 30 分
	4-2 三維道路模型整合成果 工作總報告 修正後工作總報告	電子檔	1	式	110 年
		書面	16	份	12 月 12 日
		電子檔	1	份	12 時 30 分
		書面	5	份	111 年
電子檔	1	份	1 月 7 日		

## 1.5 本案作業流程與成果繳交時程

為圓滿完成本案「**三維道路模型建置**」、「**三維道路模型整合**」、**2 大主要任務**，本公司以歷年辦理各項專案所累積之經驗，釐清各項成果資料之關連性，並依據 108 年試辦案規劃之流程，以及 109 年實務之經驗，擬定本案各工作項目及成果產製程序，將資源作最有效之分配利用，整體作業流程如圖 1.5-1。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

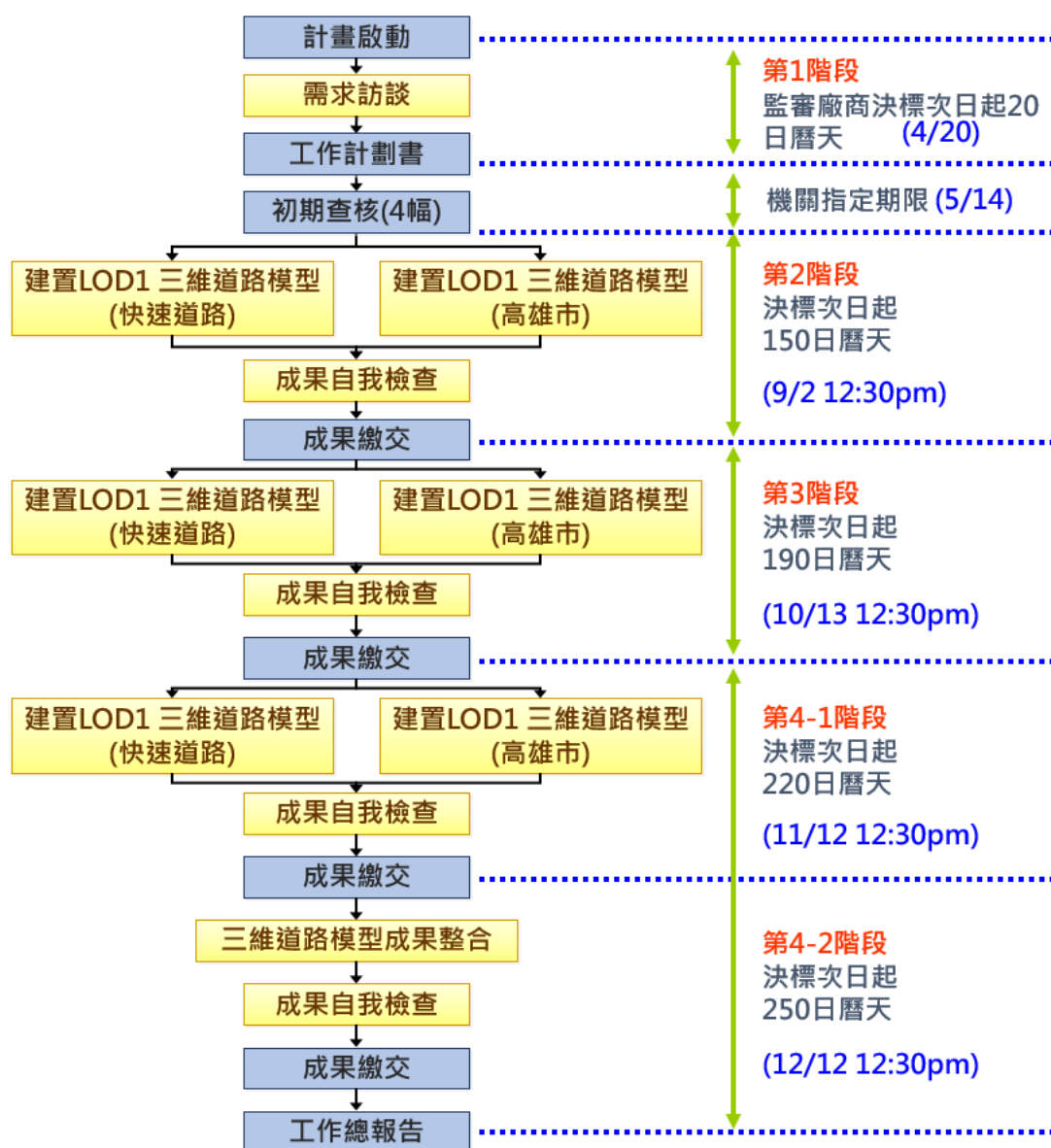


圖 1.5-1 整體作業流程圖

而為順利如期執行專案，本公司於各階段皆預先規劃繳交模型數量（以圖幅為單位）及時程，以利本案丙方規劃審查機制，本公司亦可在順利完成審查修正後，如期繳交各階段成果。其中初期查核之 4 幅成果，由於屬提供丙方建立審查流程之試做成果，後期模型規格有做調整，因此不作為批次階段性成果，後期併入 2~4 階段重製。另本案各階段模型繳交前，會先提送道路面切分成果供丙方審查，待路面切分無疑議後始建置模型，下表 1.5-2 為本案批次繳交成果數量及審查修正時程紀錄，而圖 1.5-2 為各批次繳交的模型圖幅位置。



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

表 1.5-2 批次繳交成果數量及審查修正時程紀錄

階段		第 2 階段		第 3 階段		第 4 階段	
批次		2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2
繳交期限		9/2 12:30pm		10/13 12:30pm		11/12 12:30pm	12/12 12:30pm
作業項目		累積至少 30% 模型長度成果		累積至少 70% 模型長度成果		剩餘模型	全部模型 及 總報告
繳交內容		高雄模型 24 幅	快速模型 81 幅	高雄模型 25 幅	快速模型 80 幅	高雄模型 22 幅	高雄 71 幅 快速 161 幅
2D 面切分 成果	初次 繳交	7/6	7/6	8/25	8/23	10/04	11/12 繳交 快速道路 整合模型  11/18 繳交 全部道路 整合模型 (快速 161 幅+高雄 71 幅)
	審查 修正	8/6	7/12、 8/6	9/22	9/22	10/13、 10/14、 10/18	
3D 模型成 果(含 3D 中線)	初次 繳交	7/26	8/16	9/24	9/6	10/22	
	審查 修正	8/23、 8/31、 9/1	8/19、 8/31、 9/1	10/8、 10/12	10/1、 10/7、 10/8、 10/12、	11/2、 11/10	

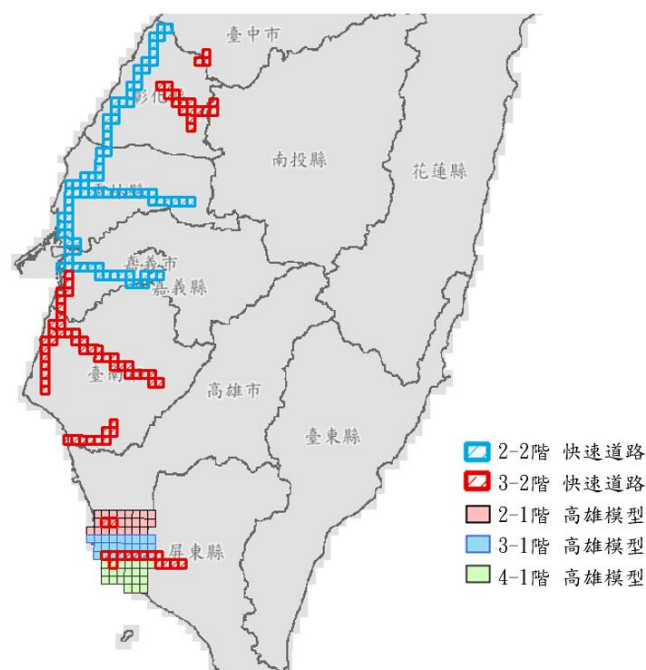


圖 1.5-2 各批次模型圖幅位置 (第 2 作業區)

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## 1.6 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 1.6-1。

表 1.6-1 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	鄭宏達	協理 (測量技師)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地理資訊業務督導</li> <li>測量技師</li> <li>工程測量、航空測量</li> </ul>	成功大學 航空測量研究所碩士 國立台北科技大學 經營管理所(EMBA)	32 年
計畫主持人 (計劃起始至 110 年 8 月底)	林立哲	正工程師	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空攝影測量</li> <li>地理資訊系統(GIS)</li> <li>專案管理</li> </ul>	中央大學 土木工程研究所碩士	10 年
計畫主持人 (110 年 9 月至 計畫結案)	闕文鏈	副理 (測量技師)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地測(控制、地形)</li> <li>航空攝影測量</li> <li>採購專業人員訓練</li> </ul>	交通大學 土木工程研究所 測量與空間資訊組	20 年
共同主持人	翁敬恆	正工程師	<ul style="list-style-type: none"> <li>GIS 圖資處理</li> <li>程式設計</li> <li>3D 建模及平臺整合</li> </ul>	成功大學 測量及空間資訊學系	11 年
品保組	吳錫賢	技術經理	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空攝影測量</li> <li>GIS 加值應用</li> <li>HD Map 導航圖資</li> </ul>	成功大學 測量工程研究所碩士	22 年
品保組	姜興華	副理	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 稽查</li> <li>ISO 程序與管理</li> </ul>	臺灣科技大學 營建工程研究所碩士	33 年
圖資彙整組 組長	李訢卉	測量技師	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空攝影測量</li> <li>空中三角</li> <li>數值地形模型</li> </ul>	中央大學 土木工程研究所碩士	12 年
圖資彙整組	陳振文	測量技師	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程測量</li> <li>航空攝影測量</li> </ul>	成功大學 航空測量研究所碩士	31 年

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

專案任務	姓名	職稱	相關經歷與專長	最高學歷	工作經驗
	林宏祐	工程師	• 立體製圖、地形測錄 • CAD 編修、圖幅整飾	建國工專 機械科	31 年
	李卿鳳	工程師	• GIS 資料處理 • CAD 編修、地形編修	聯合工專 電子工程科	26 年
	羅春燕	工程師	• GIS 資料處理 • CAD 編修、地形編修	臺北科技大學 土木工程系	22 年
道路模型組 組長	徐若堯	測量技師	• 無人機拍攝 • 地面光達作業 • 點雲數化建模	臺灣大學 土木工程研究所碩士	2 年
道路模型組	陳怡君	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	22 年
	鄭泯菘	工程師	• GIS 資料處理 • GIS 圖資編修	東南科技大學 防災科技研究所碩士	11 年
	陳芊卉	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	1 年
	周孜恆	工程師	• 無人機拍攝 • 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	1 年
自動化開發組 組長	劉新達	副理	• GIS 系統規劃 • 臺灣通用電子地圖建置	交通大學 土木工程研究所碩士	22 年
自動化開發組	陳良璋	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	18 年
	李明儒	工程師 (都計技師)	• 無人機拍攝 • 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	11 年
	莊政斌	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	15 年
	李冠毅	工程師	• 地理資訊系統 • 影像分析 • 程式設計	成功大學 測量工程研究所碩士	2 年

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

專案任務	姓名	職稱	相關經歷與專長	最高學歷	工作經驗
	張凱硯	工程師	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地理資訊系統</li> <li>• 影像分析</li> <li>• 程式設計</li> </ul>	中央大學 土木工程研究所碩士	1 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 1.6-2 所列，男性約占 72.7%，女性約占 27.3%。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 1.6-3 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 77.3%，而 10 年以下年資占 22.7%。

表 1.6-2 專案組成人員性別統計

生理性別	男	女
人數統計	16	6
比例	72.7%	27.3%

表 1.6-3 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	17	5
比例	77.3%	22.7%

## 第二章 三維道路模型資料前處理

國土測繪中心於 96 年度起規劃辦理臺灣通用電子地圖建置作業，建立一套具全國性、共通性、一致性之電子地圖。內政部於 100 年度起辦理「多尺度三維數位城市技術規劃工作案」，在道路模塑方面探討高細緻度三維道路模型之試作。101 年度延續數位城市發展工作，執行「三維城市模型技術發展與更新機制工作案」，進行多尺度三維道路模塑之技術建立及試辦作業。102 年度就三維道路模塑工作統整先前之經驗與研究成果，制定三維道路模型建置作業手冊做為後續發展之作業參考。本公司參考內政部「三維道路模型建置手冊」，但改以現有臺灣通用電子地圖圖資為主，配合內政部數值地形模型建置三維彩帶式道路模型。

臺灣通用電子地圖建置圖層包括道路、鐵路、建物與彩色正射影像等類別，其中，於道路中線圖層已就道路結構以及來源定義分別進行分類，道路結構分為平面道路、立體道路、隧道、橋梁、地下道及交流道等六類；來源定義分為位置明確、受遮蔽但位置已知、受遮蔽但位置未知及規劃/興建/中斷等四類。本案針對各類型道路結構以及各種來源定義採用不同之建置策略。

本案建置之 LOD1 三維道路模型，範圍包含全臺快速道路以及高雄市，而本公司負責建置之區域為第 2 作業區，即臺中市以南之快速道路、高雄市南半邊行政區之各級道路，而建置道路模型時，單一模型面若含有多條道路中線，該模型面高程仍需經由各條中線分別計算後而得，故為能反映實際工作量，模型總長度為統計所有臺灣通用電子地圖道路中線獲得，其中快速道路共約 837 公里，高雄市道路約 2,464 公里。

三維道路模型建置作業整體流程圖如圖 2-1，主要使用之原始資料為臺灣通用電子地圖，以及國土測繪中心提供之數值地形模型資料，取得原始資料後，須就其作資料前處理之工作，主要資料前處理工項有兩項，其一為道路面處理，其二為道路中線高程處理，本章節主要說明此兩項工作之資料處理方式，而完成資料前處理後，將於下一章節說明模型建置之流程及作法。

而為了提供可靠的三維模型資料，本案最後亦透過自我檢核所建置之三維道路模型，利用模型面邊緣節點之坡度，檢查模型平順美觀，相關作法及檢驗成果將於第六章專章說明。

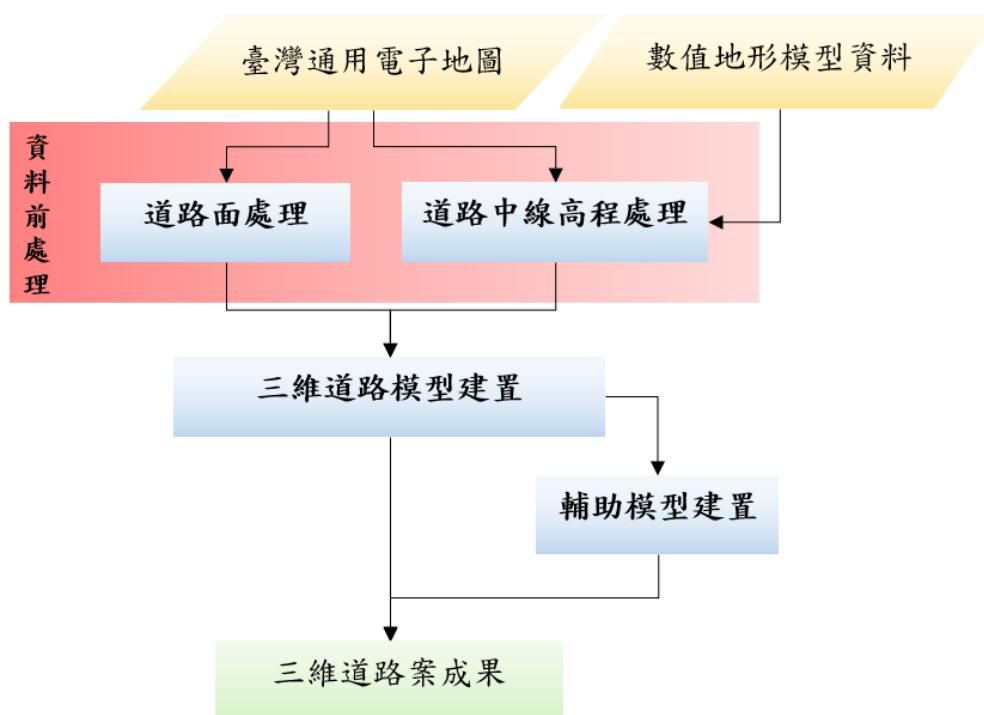


圖 2-1 三維道路模型建置整體流程圖

## 2.1 道路面處理

道路面資料處理主要可分成四個部分說明，第一部分為獲取道路面多邊形做為三維道路模型之基礎；第二部分為將連續的道路面進行切分；第三部分為道路面分層；第四部分則為將道路面節點進行加密處理，圖 2.1-1 為道路面資料處理流程圖。

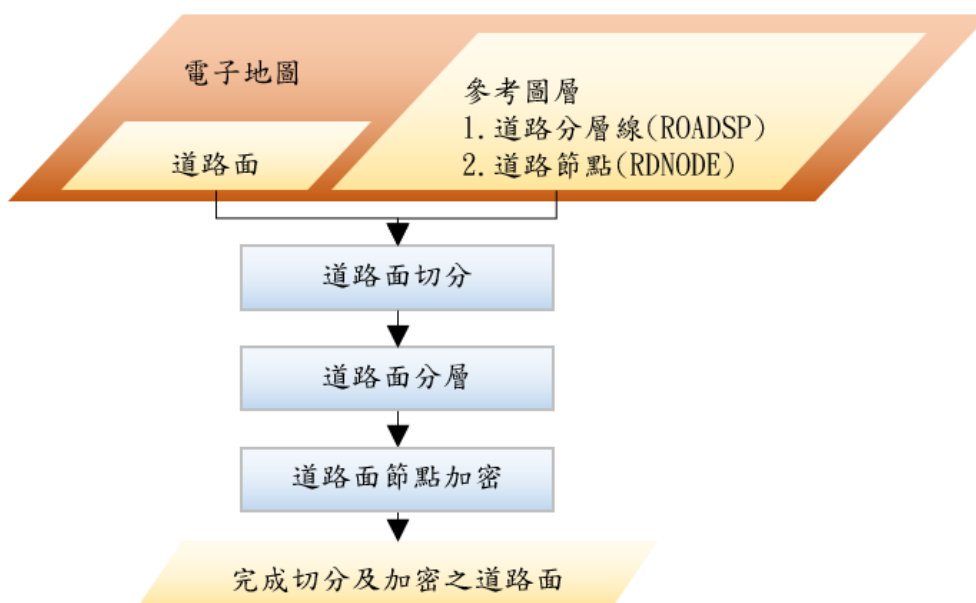


圖 2.1-1 道路面資料處理流程圖

### 一、資料取得

本案可由國土測繪中心協助提供，取得臺灣通用電子地圖道路相關之平面空間資料。在臺灣通用電子地圖道路相關圖層架構中，道路面依據不同類型分屬三種不同圖層，分別為一般道路面（面）、立體道路面（面）、隧道面（面），同一類別為連續完整的面資料，圖 2.1-2 為道路面資料結構示意圖。

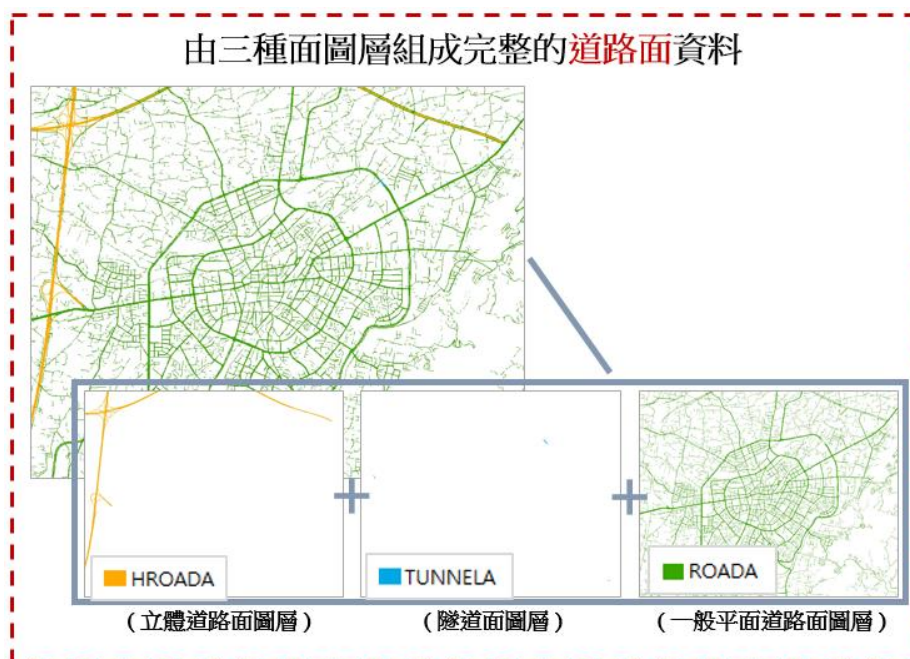


圖 2.1-2 臺灣通用電子地圖道路面資料結構示意圖

臺灣通用電子地圖道路面資料是由大量節點連接而形成的多邊形，節點皆位在必要轉折處，劇烈轉彎之道路會有較密集的節點，直線道路則僅在直線首尾端有節點，如圖 2.1-3。

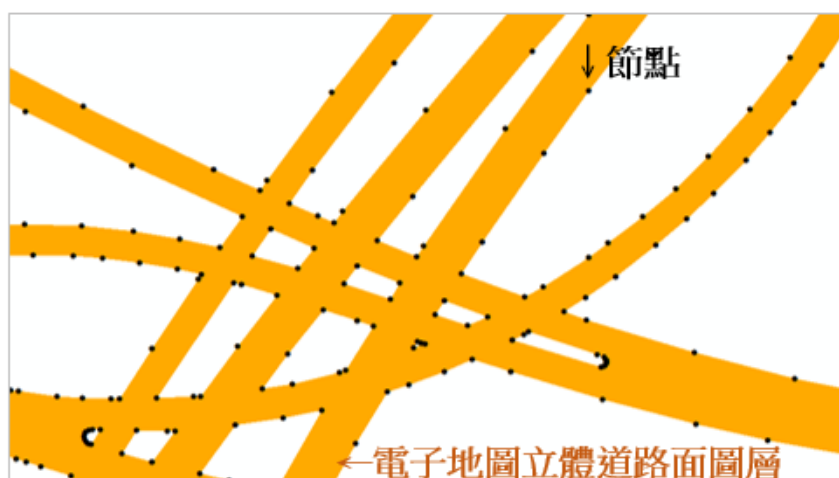


圖 2.1-3 臺灣通用電子地圖道路面節點分布情形

除了基礎的道路面資料，另外需要的參考主要圖層為道路中線、道路中線節點 (RDNODE)、道路分層線 (ROADSP)，道路中線及道路節點為平面結構及路口切分之參考，而道路分層線則為尋找及切分上下層道路之重要參考依據，圖 2.1-4 為參考圖層與道路面資料套疊顯示之情形。



圖 2.1-4 臺灣通用電子地圖參考圖層資料套疊顯示情形

## 二、道路面切分

道路面切分工作之目的為將屬於不同類型之道路分割，針對不同類型道路建立其獨立的路面多邊形，以配合之後道路重建位相及不同屬性的展示、搜尋。而不同類型的道路面，通常皆是以「路口」做為分界，每個路口銜接的交岔道路不一定是不同類型，卻必然會有兩條以上不同名稱的道路，因此為了更明確定義道路名稱與類型，在前期資料處理時，須將平面道路面進行切分，以下分項說明本年度道路面切分主要原則。

### (一) 切分為路口或結構原則

道路面之切分可分為切路口及切結構，具體做法即為利用道路中線節點 (RDNODE) 判斷，若 RDNODE 僅連接 2 條以下道路中線，則視其為結構變化處，應切在點上，若 RDNODE 連接 3 條以上之道路中線，則該節點所在位置應為路口，切分時切在點外，將不同道路面利用路口面區隔及銜接，每個路口依據路況不同有各式形狀，但皆必然包含至少一個道路中線節點。圖 2.1-5 為



110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

一處快速道路切分成果，此路段中即包含了需切在節點上（結構）及切在節點外（路口）兩種情形；而圖 2.1-6 為平面道路與高架道路交會處之切分案例中，匝道下為一個大路口面，該路口包含多個道路中線節點；圖 2.1-7 則為一處超狹長路口之案例，通常在兩條道路趨近於平行匯合時出現。

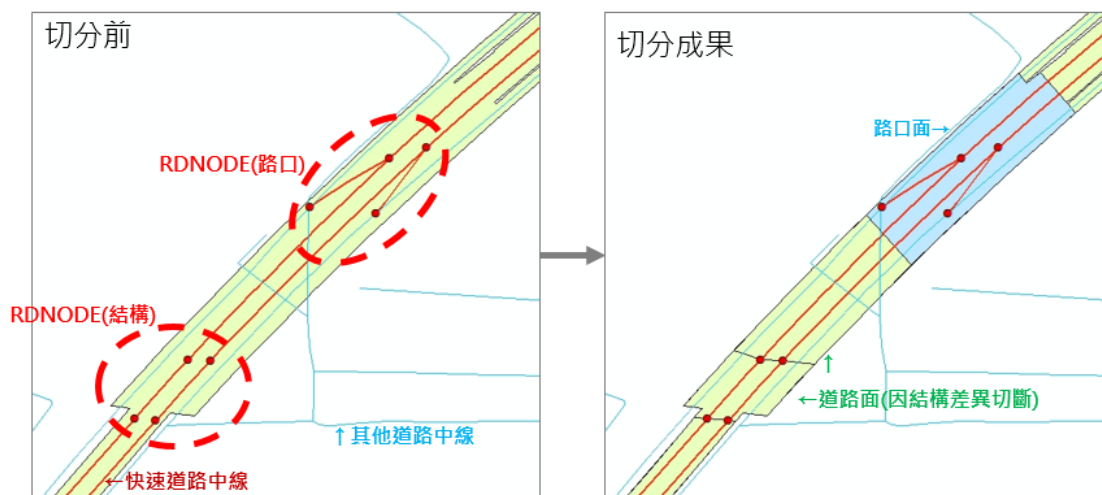


圖 2.1-5 路口面切分成果-案例一

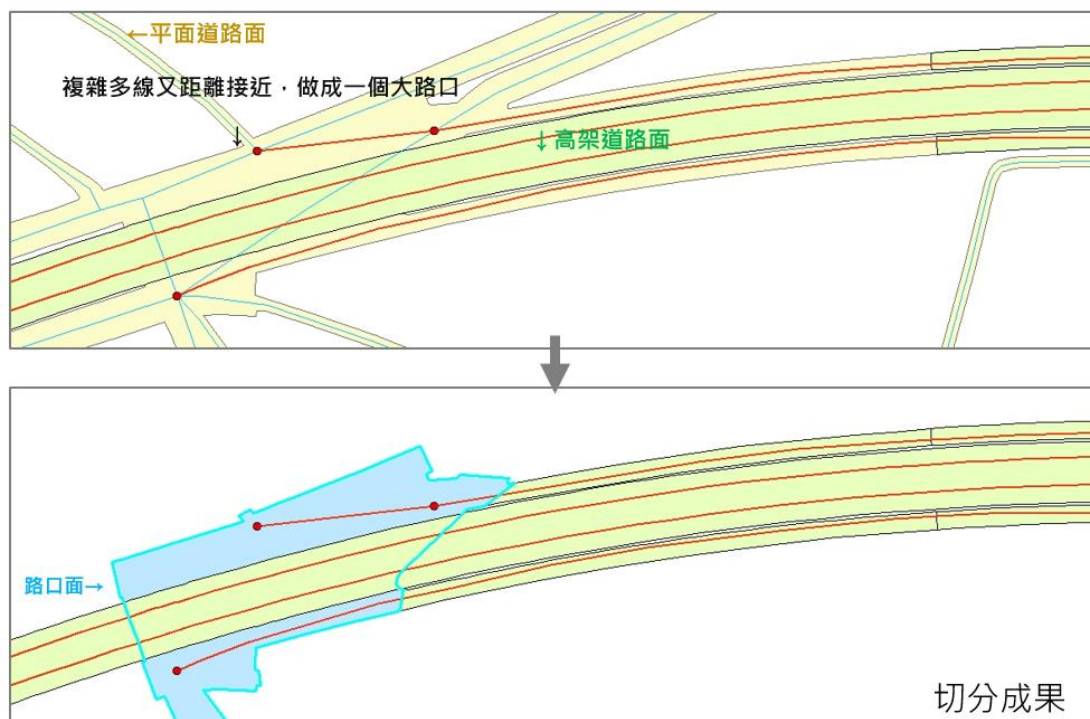


圖 2.1-6 路口面切分成果-案例二

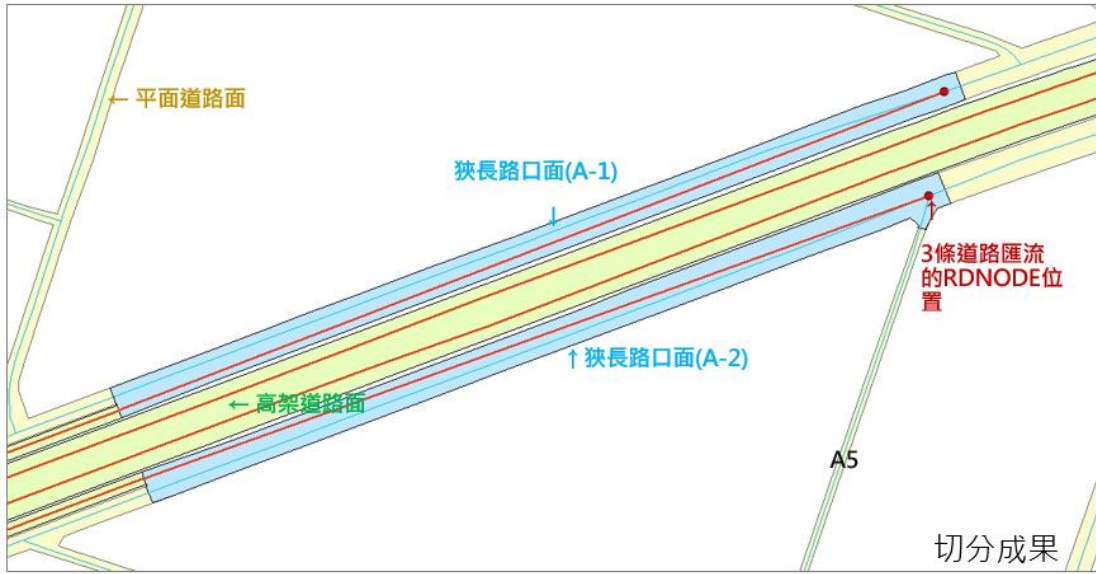


圖 2.1-7 路口面切分成果-案例三

(二) 切分線以垂直道路中（邊）線為原則

為了使路口面切分有較為統一的成果即原則可依循，若無特例則切分線以盡量垂直道路中線(或道路邊緣線)為原則，如圖 2.1-8，圖中綠色面為一般道路面，橘色為路口面，而其中左圖為切分線未與道路邊緣垂直之案例，右圖則為修正後切分線與道路邊緣垂直之成果，其亦為本年度道路模型建置之平面成果。

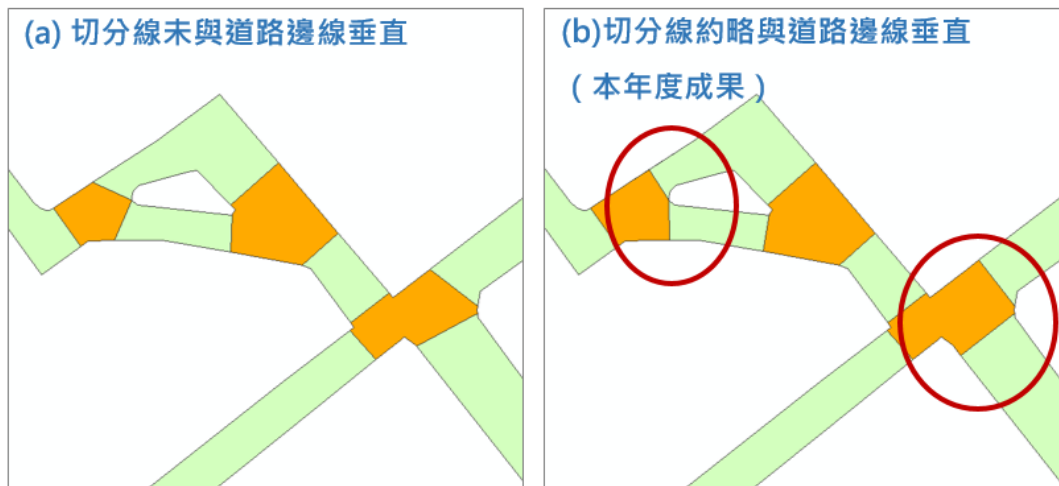


圖 2.1-8 路口面切分成果-案例四

### (三) 路口遇分隔島切分原則

此原則專指平面道路中屬於路口面之道路面切法，不適用快速道路或國道等較高等級之道路，分隔島切分為本年度作業審查時發現並提出之新切分原則，依 109 年路口切分作法，並不會考量實際連通情形，但由於分隔島實際上在使用時為阻隔道路，而路口面廣義而言是允許車輛或行人做轉彎、通行之多道路交會區域，故應須考量實際連通情形做路口切分。分隔島切分大致可分為切車道及切路口範圍兩種情形，圖 2.1-9 為須切車道之兩個案例，圖中黑色虛線為該道路實際有分隔島的位置，綠色實線以及紅色點為參考之道路中線及道路中線節點圖層，在修正前的做法為將整段道路切開，有包含節點的面標記為路口(橘色面)，而依本原則，需將路口面中分隔島左右之車道切開，路口修正為實際供車輛轉彎範圍，其餘範圍則前後合併並標記為一般道路。

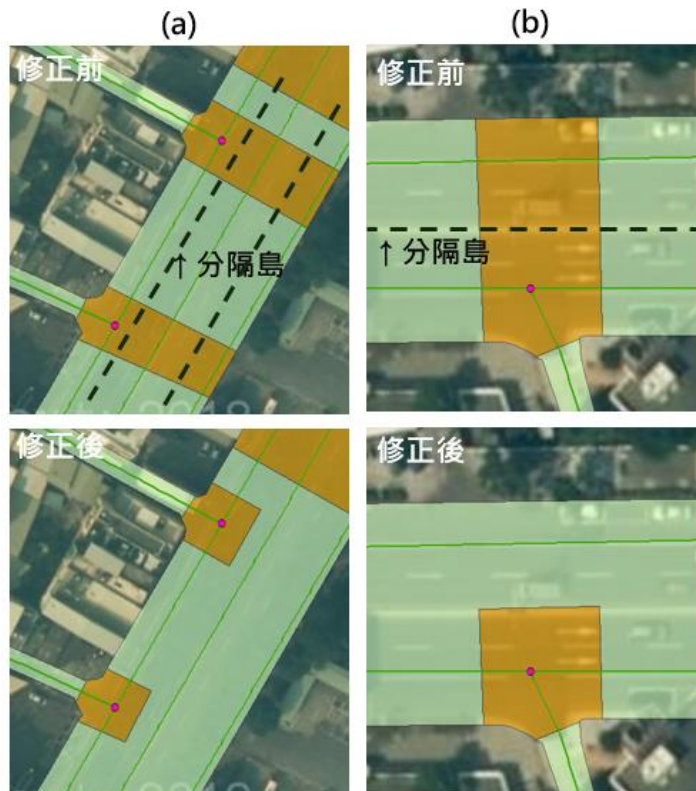


圖 2.1-9 考量分隔島切分路口成果(切車道)

圖 2.1-10 則為切範圍之兩個案例，在修正前的切法中，僅以路口可完整切分開不同道路為原則，並無具體要求切分位置，但若考量分隔島，可發現切分位置與實

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

際可通行範圍不一致，因此本年度作業時，以修正後之路口範圍成果建置三維道路模型，圖中修正後之路口範圍皆避開分隔島。

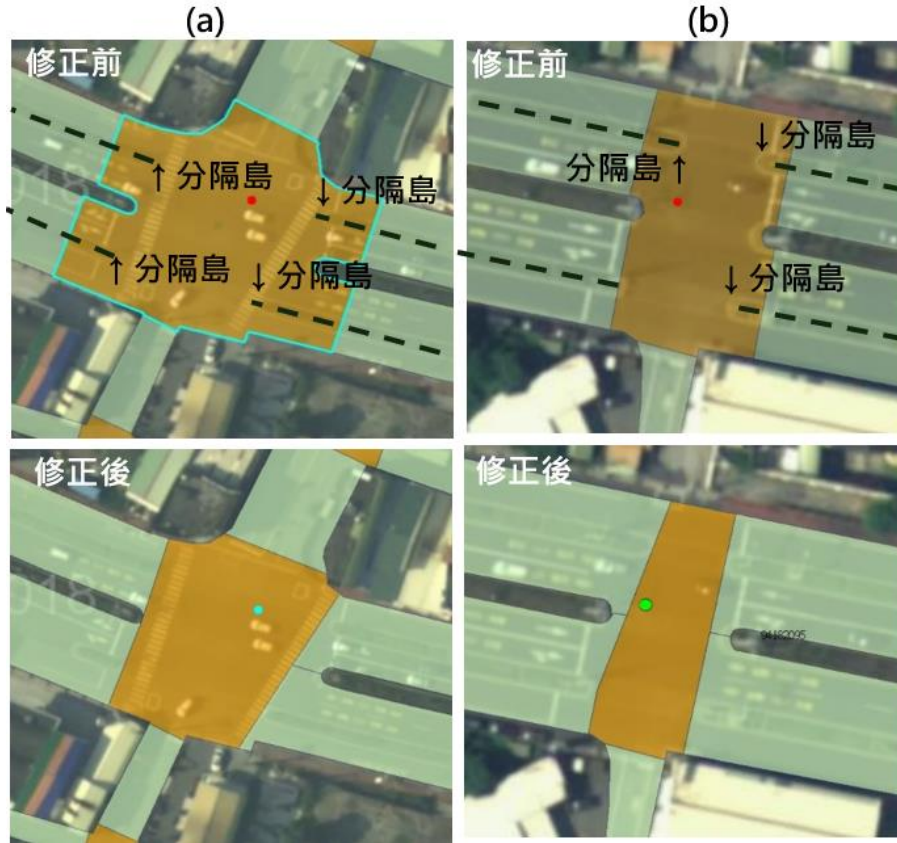


圖 2.1-10 考量分隔島切分路口成果(切範圍)

(四) 特例：快速道路匝道切分原則

一般情況下，所有道路切分時皆適用前述（一）、（二）點說明之大原則，而本段說明之原則為本年度針對快速道路情況擬定之作法，圖 2.1-11 為一般情況下，快速道路銜接一般道路時，匝道前後各有一個路口，而圖 2.1-12 則為特例情形示意圖，此為快速與一般道路接近平行，匯流匝道較短，導致無法單獨切出匝道路面，對於此種道路類型採取的作法為：將整個變化區切為一個完整路口，使前後道路節點屬於同一路口，整條匝道中線則包含在該路口中，圖 2.1-13 為本年度第 2 作業區一處位於 94203066 圖幅之快速道路，依本原則切分之成果。

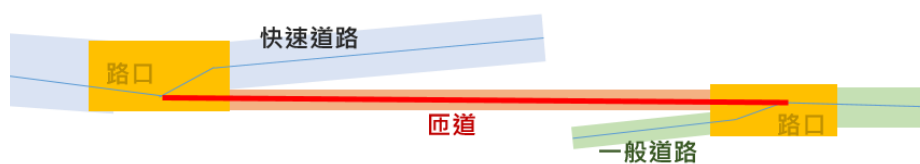


圖 2.1-11 匝道切分情形示意圖

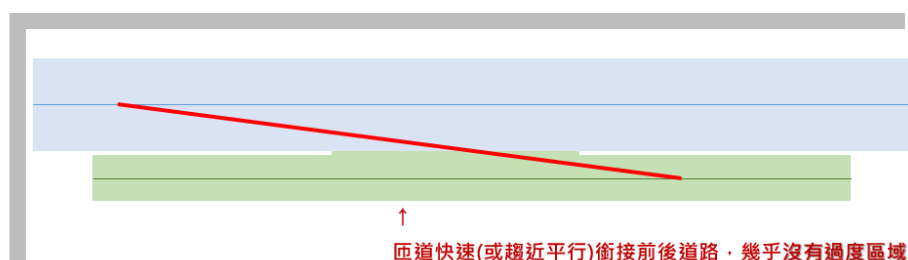


圖 2.1-12 匝道特例情形示意圖

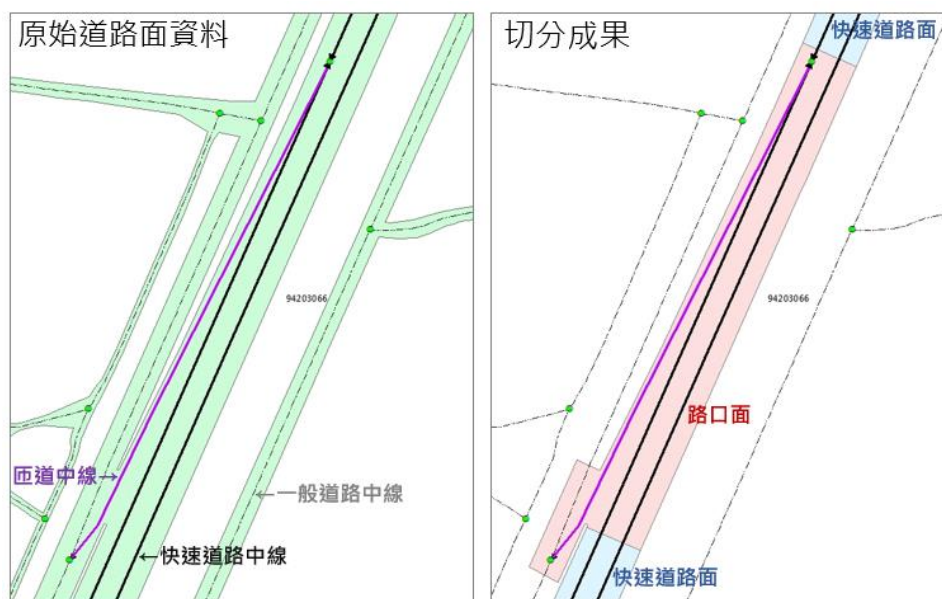


圖 2.1-13 匝道特例切分成果

(五) 依交通部基礎路段編碼切分路段

除了路口進行切分以外，本案也需配合串聯交通資訊基礎路段編碼，因此也需配合其屬性資料進行額外分割，將依據交通資訊基礎路段編碼資料於國道、省道快

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

速公路及市區快速道路之里程數分段點進行道路模型切分處理，如圖 2.1-14，為交通資訊基礎路段編碼的里程分段點資料，執行路口切分時以該點做為參考切在點上，將不同里程資訊的路面切開。

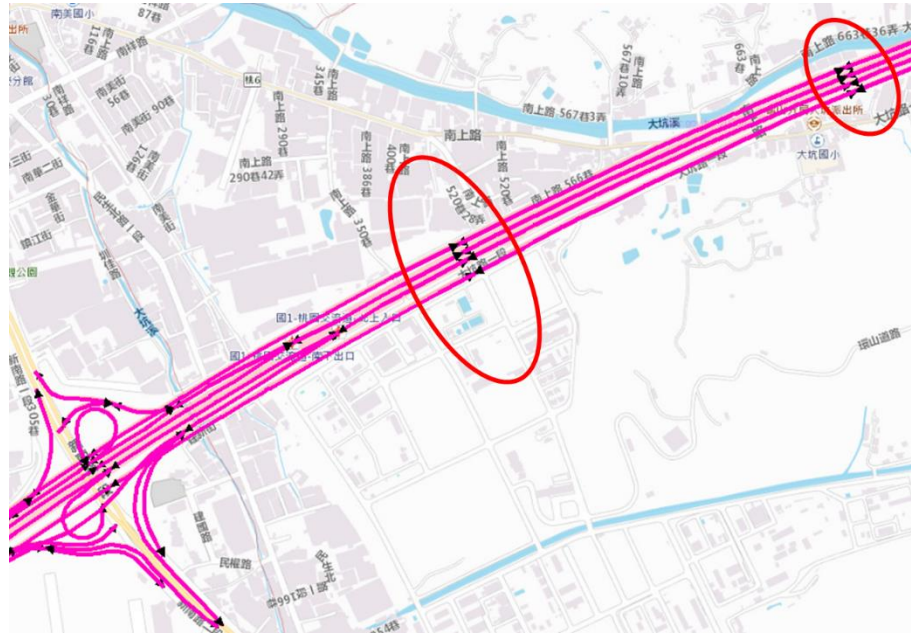


圖 2.1-14 交通資訊基礎路段編碼里程數分段點資料

(六) 跨圖幅道路面合併原則

依上述(一)~(五)說明之切分原則完成道路面切分後，而由於本案資料採分「圖幅」之方式製作及繳交，當切分位置恰好位於圖幅交界處而產生零碎的道路面時，會導致該道路面碎塊無對應之道路中線，影響後續建模作業，故會將該碎塊適當合併到兩側主要道路面，圖 2.1-15 為跨圖幅合併道路面示意圖。



圖 2.1-15 跨圖幅合併道路面示意圖

### 三、道路面分層

而在三種道路面類型(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，各路段交叉處實際上為不連續。因此，除了路口切分外，針對立體道路面，尚須做不同分層道路之切分及重建。做法為藉由道路分隔線(ROADSP)將道路面切割，臺灣通用電子地圖的道路分隔線為僅在當道路有上下交疊時，紀錄其上層道路之邊緣分界線，因此並非所有道路都會繪製，圖 2.2-2 中可以看到僅在路面有重疊或交叉時有道路分隔線，利用其將不同層道路切分後，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，如圖 2.1-15 所示，左圖為在切分前道路面為一完整之區塊，右圖為以 ROADSP 為參考切分之成果，其中圖例以 A1、A2、A3 顯示不同分層，此圖層欄位為方便查看不同上下層而建置之屬性，通常最底層為 A1，而視需求標註 A2、A3，但 A2 與 A3 並無一定上下關係。

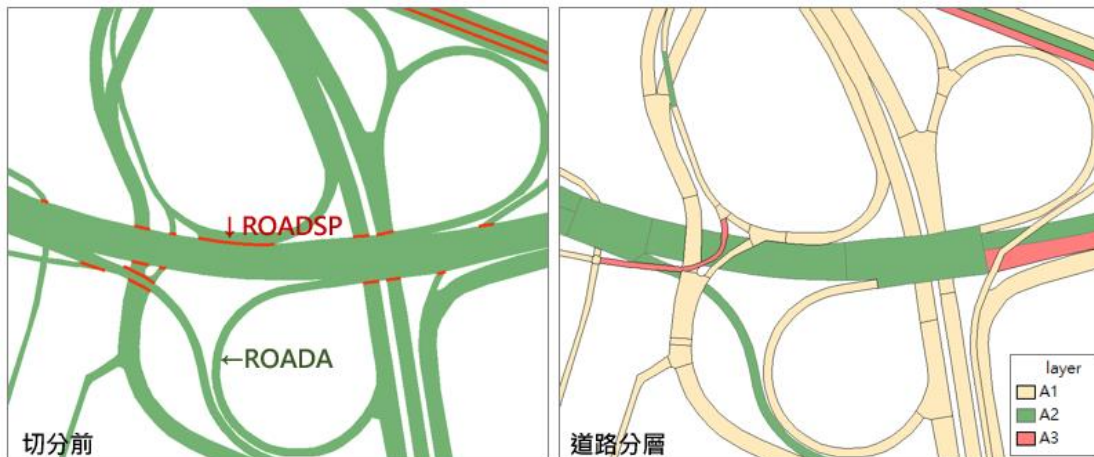


圖 2.1-15 路口面切分成果-案例四

### 四、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記錄的高程值決定，而為了使 LOD1 的三維道路模型其左右兩側的邊緣高程盡量一致，因此針對切分處理後的道路多邊形會進行節點加密，節點加密的門檻值設定會影響點數的多寡，若點數太多則會影響模型運作效能，但若是點數太少，則無法展現高程變化，並容易使模型產生高程抖動的情況。本年度經期初會議討論，確認所有等級之道路面皆以 5 公尺加密製作模型，

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

加密的方法為依據中線節點或是道路面邊緣線節點之間的距離判斷是否需要增加虛擬節點，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，圖 2.1-12 為道路面節點加密成果圖，最終模型面邊緣節點包含原始節點及加密節點。

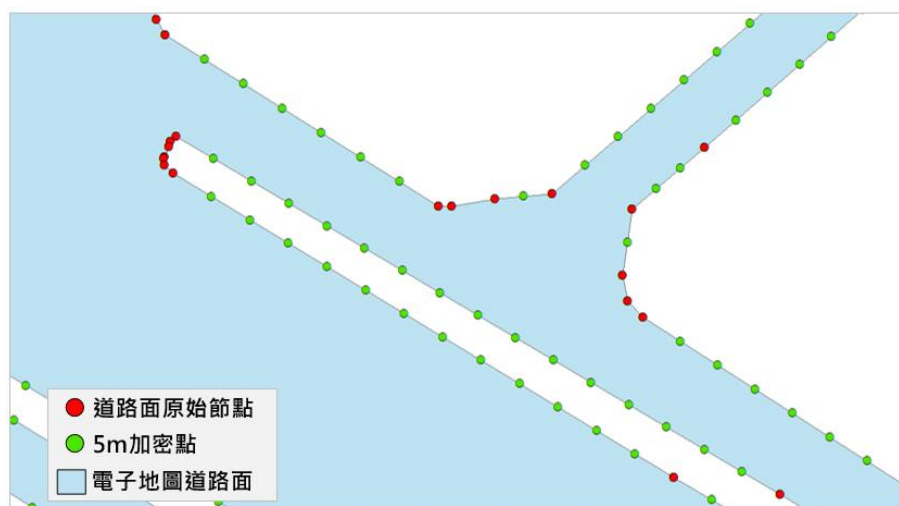


圖 2.1-12 道路面節點加密成果圖



110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## 2.2 道路中線高程處理

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。而道路中線資料的前處理工作與道路面資料前處理為並行，道路中線資料處理流程如圖 2.2-1，將 DTM 及臺灣通用電子地圖道路圖資進行適當前處理後，萃取道路覆蓋範圍之 DTM 資訊並經粗差濾除，取得各道路中線節點與加密點之高程值，將其作平滑化等計算，獲得三維道路中線資料，即完成後續建置三維道路模型之資料準備。本小節將分項詳細說明各處理步驟內容，依序包含數值地形模型格式轉檔、道路範圍判斷、道路中線節點加密、中線節點高程萃取、篩選出無法由 DTM 取得高程之路段、以及無法取得正確高程資訊路段處理。圖中粉紅色區塊代表處理流程自動化程度高，紫色區塊代表需較多人力介入處理。

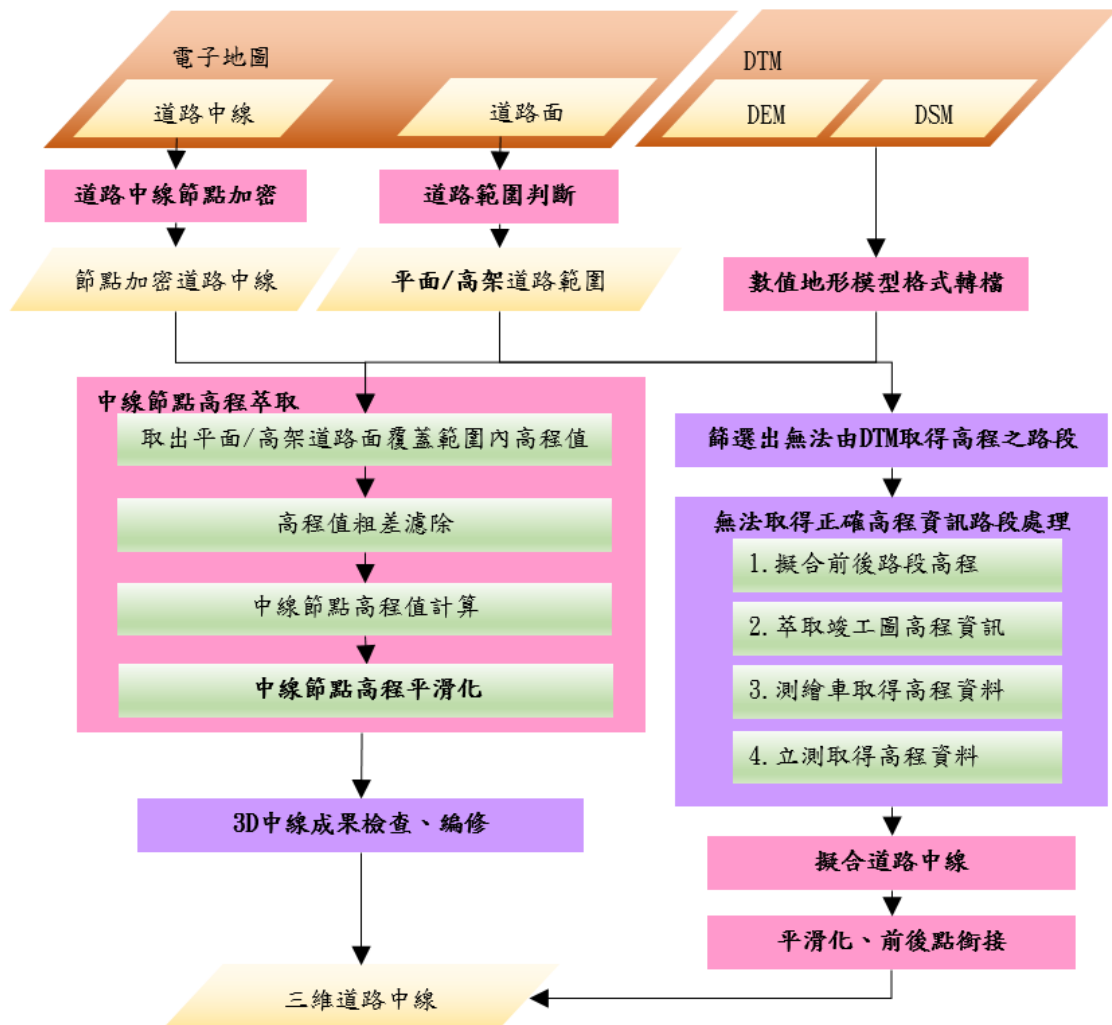


圖 2.2-1 高程資料處理流程圖

### 一、數值地形模型格式轉檔

本案由國土測繪中心提供 1 公尺網格 DTM 作為建置三維道路模型之原始資料，原始資料格式為 TIF 圖檔，本公司根據 108 年及 109 年辦理三維道路模型案之經驗，在做高程資料處理前，將其進行適當之格式轉檔，於後續高程資料計算時可更具效率。

另由於本年度之高程萃取作業過程中，適逢新冠肺炎疫情三級警戒，期間無法親至國土測繪中心完成所有高程萃取作業，因此第 3 階段以後之高程資料，改由本公司提供所需高程之道路路面資料，由國土測繪中心協助萃取、提供屬於該道路之高程點雲資料(以 X、Y、Z 紀錄之 TXT 檔)。

本公司之數值地形模型轉檔作法為將其以 TIF、GRD、BIN 之順序依序轉檔，TIF 資料為以公尺記錄每一像元 (pixel) 相應坐標位置之高程資料，其中數值表面模型資料含有人工構造、植被等物之高程；GRD 檔案為以 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，由該差異值可判斷該坐標位置是否有較高之人工或自然地面物；而 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。

### 二、道路範圍判斷

建置三維道路模型時，採用臺灣通用電子地圖原有的平面道路面及高架道路面資料，分別處理平面道路及高架道路，因此先進行兩種道路面範圍之判斷，圖 2.2-2 係以圖號 95213022 圖幅為例，該圖幅約坐落於臺中市龍井區，利用臺灣通用電子地圖兩種道路面圖層 (shapefile 格式)，可以分別區分平面或高架之道路範圍，再分別產製平面道路範圍資料及高架道路範圍資料，如圖 2.2-3 成果，該道路範圍成果為二值化圖檔，彩色繪製部分為興趣道路面範圍，白色部分為其他區域。

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)



圖 2.2-2 臺灣通用電子地圖完整道路圖幅

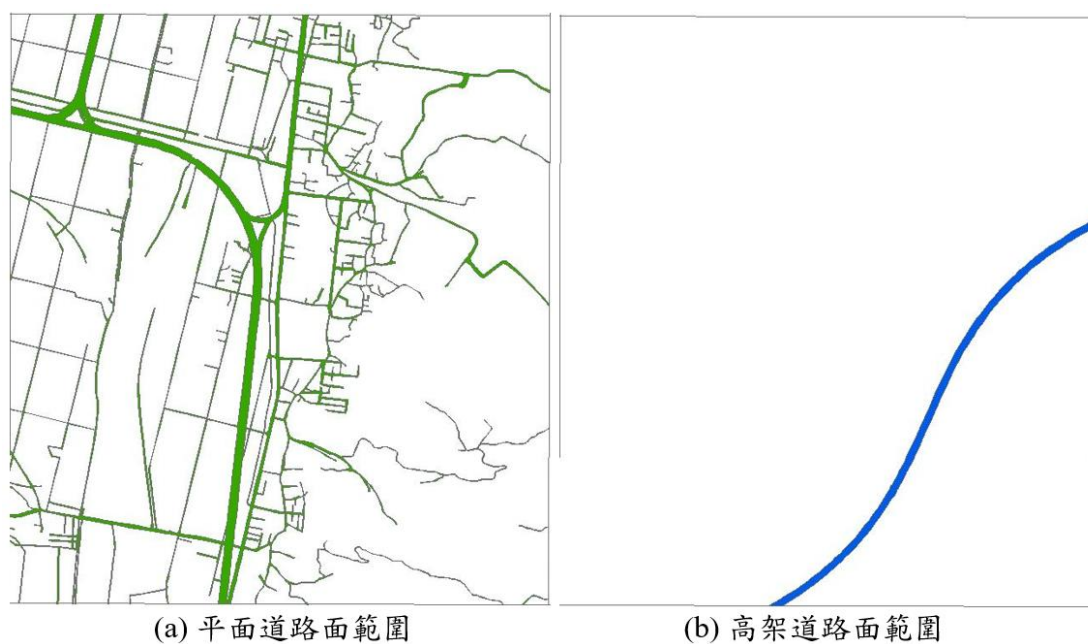


圖 2.2-3 臺灣通用電子地圖平面及高架道路範圍判斷結果

## 三、道路中線節點加密

臺灣通用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 2.2-4，而道路中線節點為產製三維

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

道路面時，紀錄道路高程的重要參考點，若參考點不足亦無法貼切的表達道路高程，故須將道路中線進行節點加密處理，此部分加密做法與道路面中線相同，可參考 2.1 小節第四部分說明，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，今年度作業設定道路中線加密距離為 1 公尺。

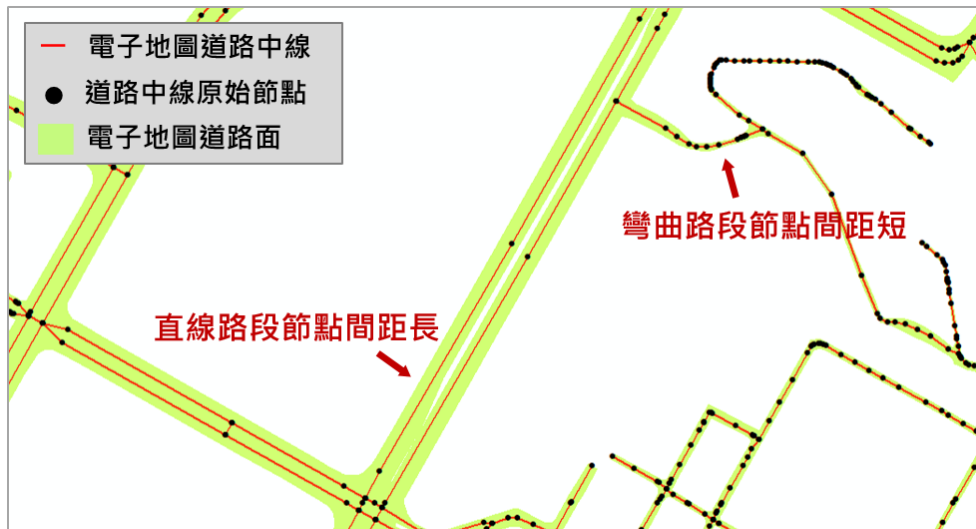


圖 2.2-4 臺灣通用電子地圖道路中線原始節點分布情形

#### 四、中線節點高程萃取

三維道路模型建置主要為萃取道路中線節點及加密點之高程值，再賦予兩側道路邊緣之(加密)節點，以下依序說明道路中線節點高程值萃取之作法。

##### 1. 取出平面/高架道路面覆蓋範圍高程值

利用平面或高架道路面範圍資料垂直投影至 DEM 或 DSM 資料，取出所有屬於該路面範圍的高程資料，圖 2.3-5 為取出成果。

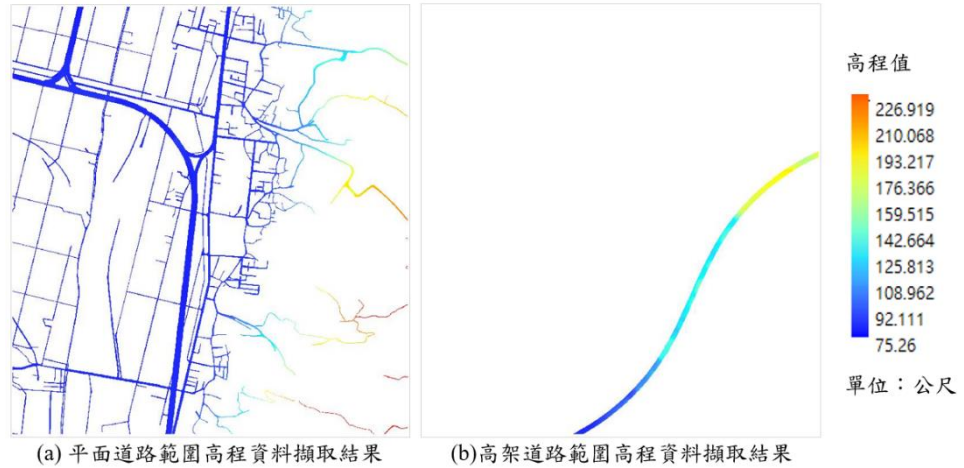


圖 2.3-5 道路面範圍內高程值萃取成果示意圖

## 2. 高程值粗差濾除

前述步驟取出了所有屬於道路範圍的高程值，但這些取出的資料可能會存在少數誤差較大的高程值（粗差），可能為一些人工地物或如交通工具造成的錯誤，因此使用前須先將獲得的高程值進行粗差濾除，將極端值刪除，以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，如圖 2.2-6。

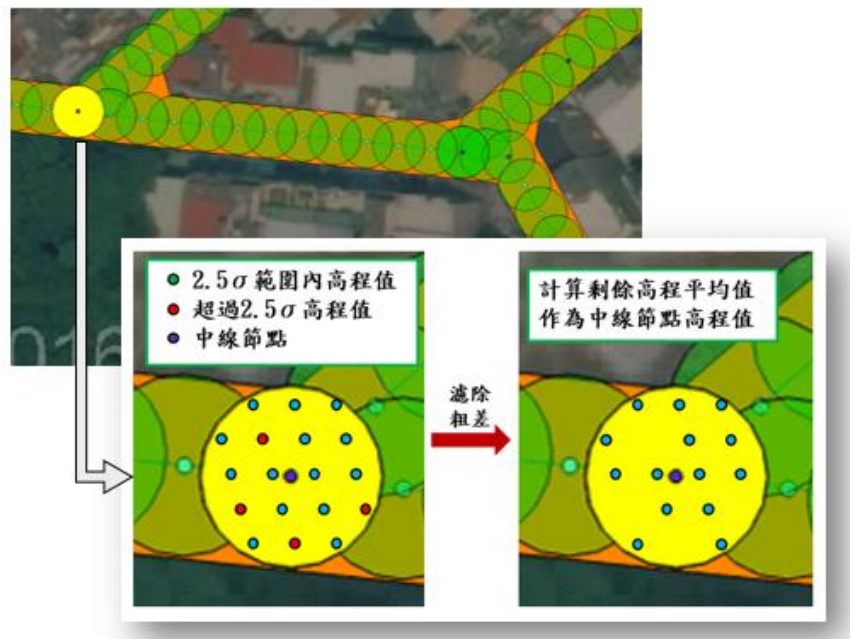


圖 2.2-6 道路高程粗差濾除示意圖

### 3. 中線加密點高程值計算

經粗差過濾後，即可計算中線加密點之高程值，計算每個加密點圓面積範圍內保留的高程平均值作為各個中線加密點的初始高程值。

### 4. 中線節點高程值平滑化

由前述步驟取得了中線加密點之高程值，雖計算各加密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，使得連續加密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情形，不僅與真實路面鋪設情形有差異亦不美觀，因此，算得道路中線加密點高程初始值後，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 2.3-1）、二階（式 2.3-2）與三階（式 2.3-3）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加密點之初始高程值，公式中  $H$  為各點高程， $S$  為該段道路起始節點至加密點的長度。

$$H = a_1 + b_1 S \quad (2.3-1)$$

$$H = a_2 + b_2 S + c_2 S^2 \quad (2.3-2)$$

$$H = a_3 + b_3 S + c_3 S^2 + d_3 S^3 \quad (2.3-3)$$

本公司由去年及前年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 2.2-7 為平滑化前後中線高程 3D 展示。

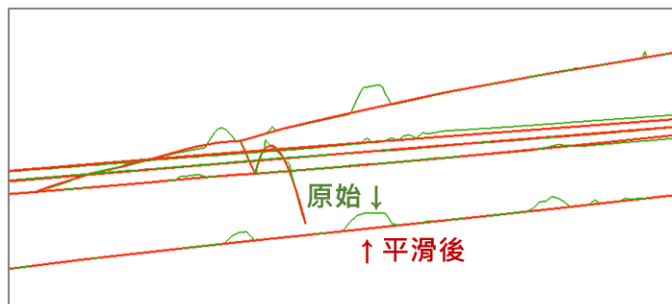


圖 2.2-7 道路中線高程平滑化前後成果

### 五、篩選出無法由 DTM 取得高程之路段

由於並非所有道路皆適用 DTM，因此須將無法使用 DTM 的道路篩選出來後做其他處理，而此項作業本年度係由監審廠商辦理。

無法由現有 DTM 取得正確高程值之路段可大致分為兩種情況，一種為道路本身類型無法由 DTM 獲得表面高程值，如較長的地下路段或隧道，第二種為平面資料（臺灣通用電子地圖）與高程資料（數值地形模型）的更新頻率和更新範圍不一致，前述第一種情況可以利用臺灣通用電子地圖道路中線屬性中，道路結構碼（ROADSTRUCT）欄位篩選獲得，而第二種情況則尚需參考來源資料建置完成之時間，以下詳述第二種情況之問題及篩選作法。

一般而言，臺灣通用電子地圖的更新頻率約為兩年，而數值地形模型資料的更新頻率約為五年，如圖 2.2-8，左邊臺灣地圖中，以不同色塊表示各區域 DTM 之產製年份，右邊為本案作業範圍內之道路，以不同顏色繪製表示臺灣通用電子地圖更新年份與 DTM 產製年份之新舊差異，此種產製年份不一致之狀況，對於近年有重大改變（新建或拆除）之道路，在套疊不同來源取得的資料時，容易出現資料不一致無法整合或比對之問題。

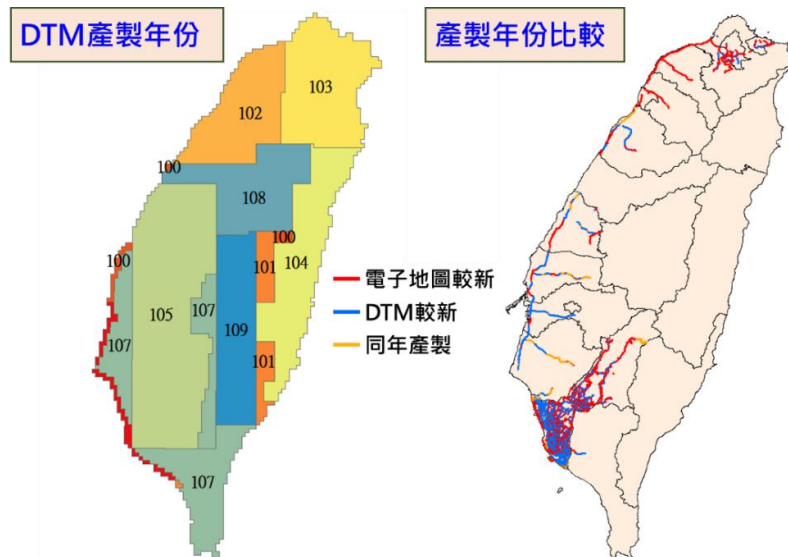


圖 2.2-8 DTM 產製年份及臺灣通用電子地圖產製年份比較圖

針對此種資料年份不一致之問題，最直接的做法為利用臺灣通用電子地圖屬性中的產製年份與數值地形模型產製年份

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

進行比較，篩選出本案計畫範圍內產製年份不一致之道路部分，此即為無法由數值地形模型獲取高程值資料之道路，然而，本公司由 109 年辦理三維道路模型建置之經驗，發現臺灣通用電子地圖於屬性更新時亦會同時更新產製年份，該路段的幾何資訊並未更新，但因屬性更新故而同步更新產製年份，若利用產製年份屬性判斷則可能導致部分路段被誤判。

由上說明可知以臺灣通用電子地圖產製年份做為篩選依據也並不完全合適，故本公司改用歷年的臺灣通用電子地圖成果判斷，以數值地形模型產製年份的臺灣通用電子地圖道路面成果與最新的臺灣通用電子地圖道路面成果比較，藉此找出新增加的路段，這些部分就是平面資料與高程資料可能不符合的路段，圖 2.2-9 即為以此方法篩選出之平面與高程資料可能不符合的路段示意圖(圖中道路面中央橫線為不同圖幅邊界線)。

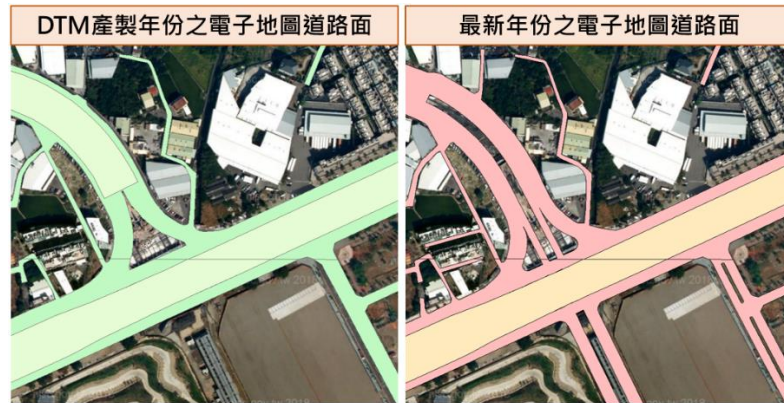


圖 2.2-9 篩選出無法由現有 DEM 取得高程部分之案例

需再注意的是，由於近幾年臺灣通用電子地圖的測製規範有進行更動，對於道路面的定義有做調整，此調整亦會導致道路面範圍產生變化。因此經由上述方法篩選後，針對篩選結果需再由人工介入，協助判斷該路段是由於定義調整新增的道路面，或是因道路新建工程而新增的道路面。篩選最終成果請國土測繪中心協助向相關單位申請取得竣工圖資，或進行道路實測取得高程作業，此部分將於下一小節詳細說明。

## 六、無法取得正確高程資訊路段處理

部分類型為隧道、地下道，或位在高架橋下等受遮蔽區域之道路，通常該路段之 DSM 與平面資料不符合，針對此種情況，本年度依據不同道路情況採用四種不同處理方式，分別為



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

擬合前後路段高程、萃取竣工圖高程資訊、測繪車量測高程以及立測取得高程資料，下分別說明四種做法。

(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 2.2-10 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 2.2-11 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。

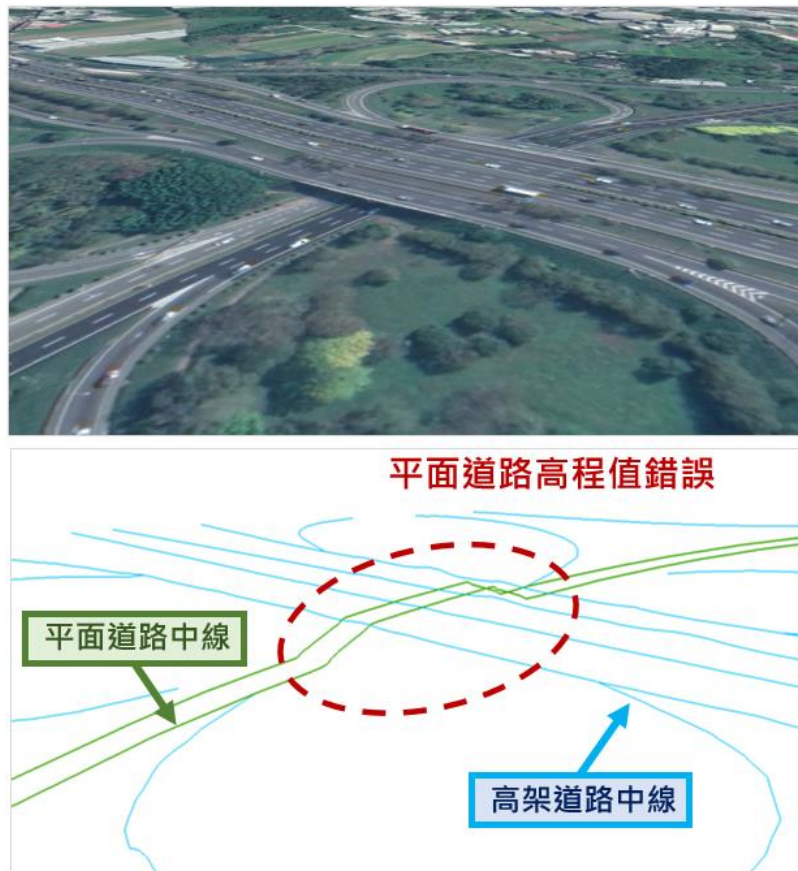


圖 2.2-10 受遮蔽道路中線高程錯誤案例

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

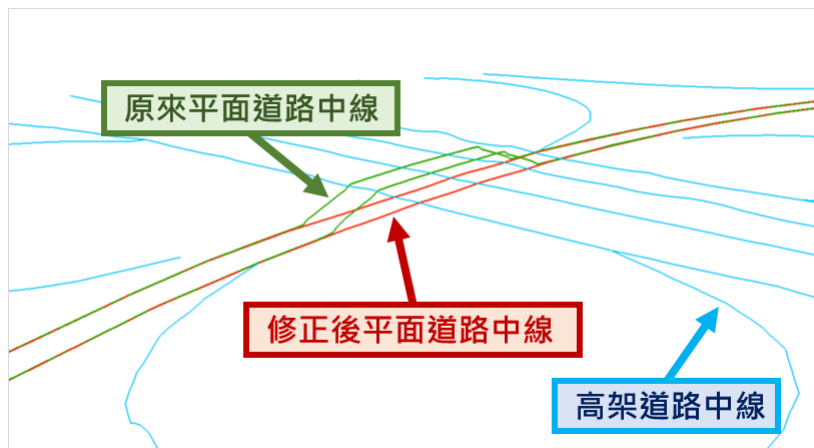


圖 2.2-11 受遮蔽道路中線高程錯誤案例

(二) 萃取竣工圖高程資訊

道路類型為隧道、地下道者，通常該路段之 DEM、DSM 與平面資料不符合，亦因路段較長，不適用前後路段高程資訊直接進行高程擬合，可採用取得其道路設計資料平面圖及縱斷面圖，如圖 2.2-12 及圖 2.2-13 為竣工資料的平面及縱斷面圖，其地點為嘉義縣豐山明隧道，依據竣工圖擷取其高程，寫入道路中線加密點，本案中本公司今年度負責之第 2 作業區並無使用竣工圖資。

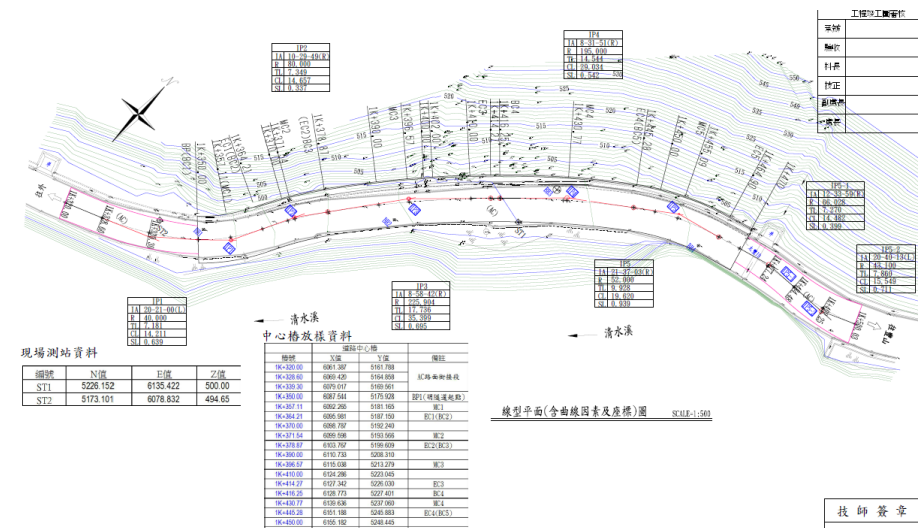


圖 2.2-12 竣工資料平面圖

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

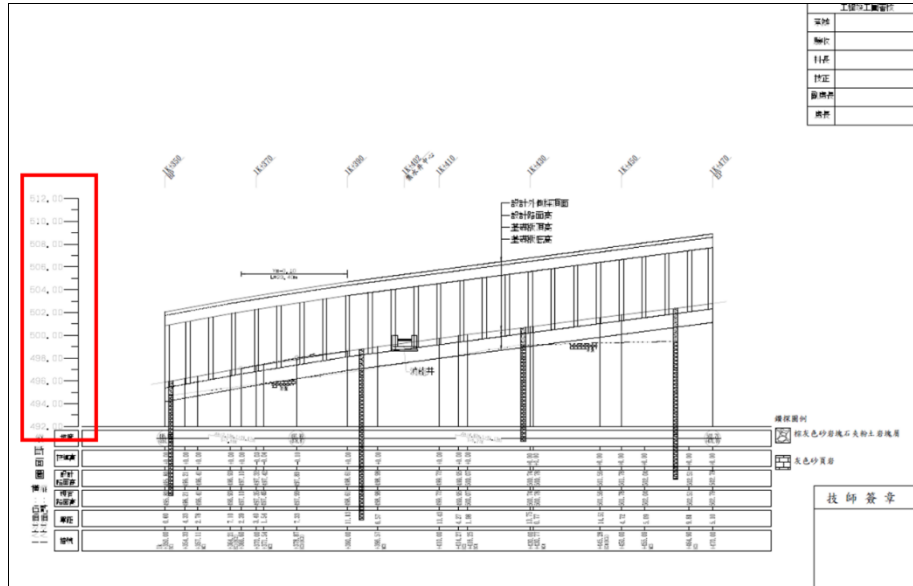


圖 2.2-13 竣工資料縱斷面圖

(三) 測繪車取得高程資料

針對道路類型為隧道、地下道等受遮蔽道路，由於其道路長度較長，使用前後道路高程擬合之方式可能產生較大誤差及錯誤資訊，且無法取得竣工圖，或竣工圖資料因時間久遠等問題品質不一、不易辨識而無法使用時，可採用實測取得高程資訊之作法，實測的方式為利用測繪車或是地面測量的方式進行。

本年度第 2 作業區取得之測繪車資料路段清單如表 2.2-1，圖 2.2-14 則為各測繪車資料位置展點，其中項次 1~5 為本作業區高雄市範圍內地下道，該區並無隧道類型道路，而項次 6~11 則為快速道路的測繪車資料，其中項次 6~9 為由於 DTM 過舊與現況有差異而採用，項次 10、11 則為隧道無法取得正確 DTM 而採用測繪車資料，另分別有由國土測繪中心執行測繪車任務及自公路總局取得測繪車資料兩種來源。

表 2.2-1 110 年度第 2 作業區取得測繪車資料清單

項次	批次	路段名稱	資料來源	需使用測繪車資料原因	圖幅數量
1	2-1	高雄市大樹區新鎮路(地下道)	測繪中心	無地下道資料	1
2	3-1	高雄市大寮區中正路(地下道)	測繪中心	無地下道資料	1

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

3	3-1	高雄市前鎮區中山四路(地下道)	測繪中心	無地下道資料	1
4	3-1	高雄市苓雅區中正二路(地下道)	測繪中心	無地下道資料	1
5	4-1	高雄市小港區新生路(地下道)	測繪中心	無地下道資料	1
6	2-2	台 61-王功大城	測繪中心	DTM 過舊	7
7	2-2	台 61-台 78 台西交流道	測繪中心	DTM 過舊	6
8	3-2	台 61_布袋交流道	測繪中心	DTM 過舊	3
9	3-2	台 86_臺南端	測繪中心	DTM 過舊	2
10	3-2	台 76_八卦山隧道	公路總局	無正確 DTM	5
11	3-2	台 84_走馬瀨隧道	公路總局	無正確 DTM	1

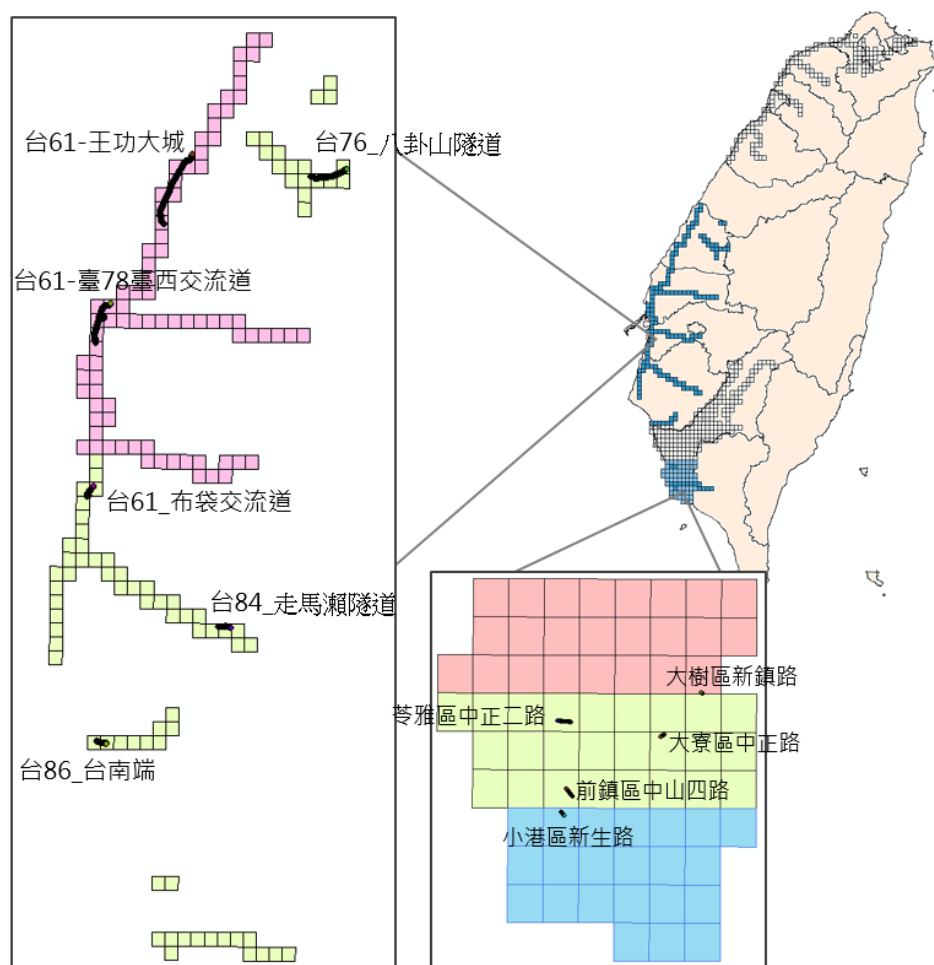


圖 2.2-14 測繪車資料位置展點

而由國土測繪中心協助取得之兩種來源測繪車資訊，用於建置三維道路模型之處理方法原則上相同，且經本公司額外測試公路總局所提供之測繪車資料，其於隧道出入口之高程與本案所使用之 DEM 高程一致，且其坡度及前後點高程皆無明顯錯位，故經判斷可作為本案模型高度參考之依據。

而測繪車資料使用上，因其原始高程資料為橢球高，無法直接使用於建模，因此皆需先將其高程轉換為正高，如圖 2.2-15，橢球高與正高約有 20 公尺之差異，實際差值視該區之大地起伏而定。

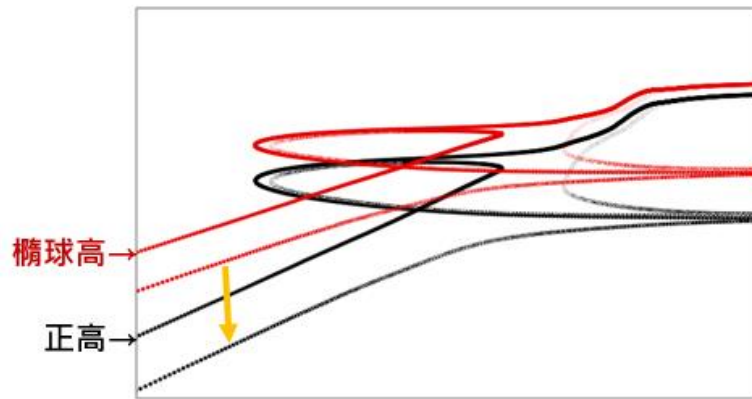


圖 2.2-15 測繪車資料高程轉換

成功將測繪車高程資料轉換為正高後，將其與道路中線做擬合，利用道路中線節點萃取最近的測繪車高程，再做平滑化處理（平滑作法可參考本章節前述第四項第 4 小點：中線節點高程值平滑化），並與前後非使用測繪車資料之道路中線接合，即可完成測繪車中線高程處理。

#### （四）立測取得高程資料

使用立測高程取代 DTM 高程資訊為本年度新增之高程萃取方式，圖 2.2-16 為本年度測繪中心提供位於第 2 作業區作業範圍內之立測資料（紅線），圖中共計 239 條立測道路線，有立測資料的道路優先以立測資料為主萃取高程，而萃取方式與測繪車高程資料處理相似，惟其本身即為正高，無須進行高程轉換，確認需要萃取高程的臺灣通用電子地圖道路中線後，直接利用中線節點尋找距離最近之立測高程點，再進行中線高程平滑化、前後接合，即可完成立測資料中線高程萃取。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

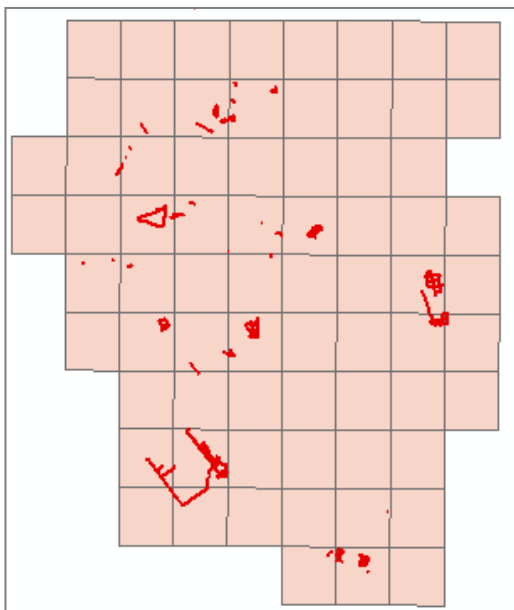


圖 2.2-16 立測資料展繪

## 第三章 三維道路模型建置

完成前述第二章之道路面及道路中線資料前處理後，本章節將說明道路模型建置之流程。

### 3.1 三維道路模型資料建置

#### 一、道路模型建置範圍

於本案例中本公司所建置的道路模型範圍包含：

- (一) 快速道路：建置臺灣通用電子地圖中臺中市以南(不含臺中市)之範圍，且臺灣通用電子地圖道路中線 ROADCLASS1 屬性為 1E(省道快速公路)及 RE(市區快速道路)之道路。
- (二) 高雄市：建置臺灣通用電子地圖中高雄市範圍內南半邊行政區，且道路中線 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)】之道路。
- (三) 額外建置範圍：除了上述兩點外，需額外建置道路可歸納出兩原則，分別為「連續性」以及「重要性」，以下說明：
  1. 連續性：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，因考量連續性，應納入建置標的。
  2. 重要性：因計畫道路屬重要道路，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，原則亦須納入建置標的。圖 3.1-1 為以原則一挑選需額外建置道路示意圖。



圖 3.1-1 額外建置道路示意圖

## 二、道路模型建置流程

完成道路模型平面與高程資料前處理後，即可進行三維道路模型建置，流程如圖 3.1-2。首先，需先將前處理完成的三維中線資料與二維道路面資料之編碼進行對應，再將線與面資料進行道路面加密點高程值萃取，建置初步的三維道路模型，接著進行坡度、斷面與橫斷面等一系列的檢核，修正初步的三維道路模型。之後，將屬性回填至三維道路模型中(屬性欄位內容在第四章進行說明)，同時進行最後的坡度檢核並編修模型，確認無錯誤後即為建置完成的三維道路模型。流程的詳細內容將區分為六個步驟，以下進行說明。

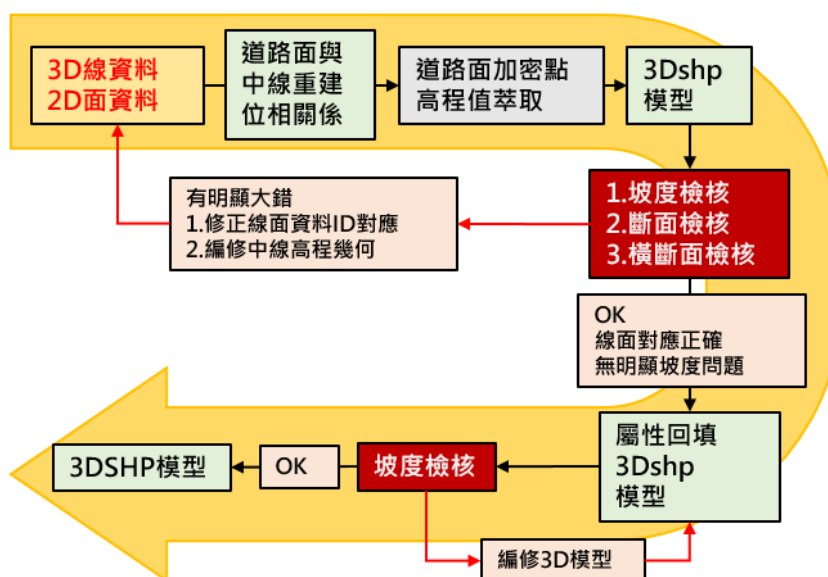


圖 3.1-2 三維道路模型建置流程圖



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## (一) 道路面與中線編碼對應

本案中以臺灣通用電子地圖道路面資料為基礎建置，面資料本身並無所需要的屬性資料，須依據需求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 3.1-3。將道路面與中線編碼進行對應，圖中紅色圓圈處線段所對應之屬性 LINEID 為 LINE\_1，而屬性 AREAID 則需填入與之對應面的編碼，在此例中填入 AREA\_2，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。

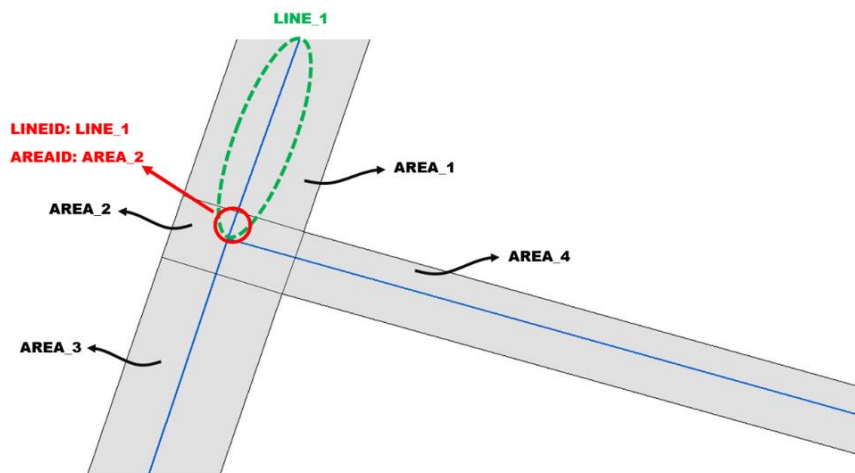


圖 3.1-3 道路面與中線編碼對應

## (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 3.1-4。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。

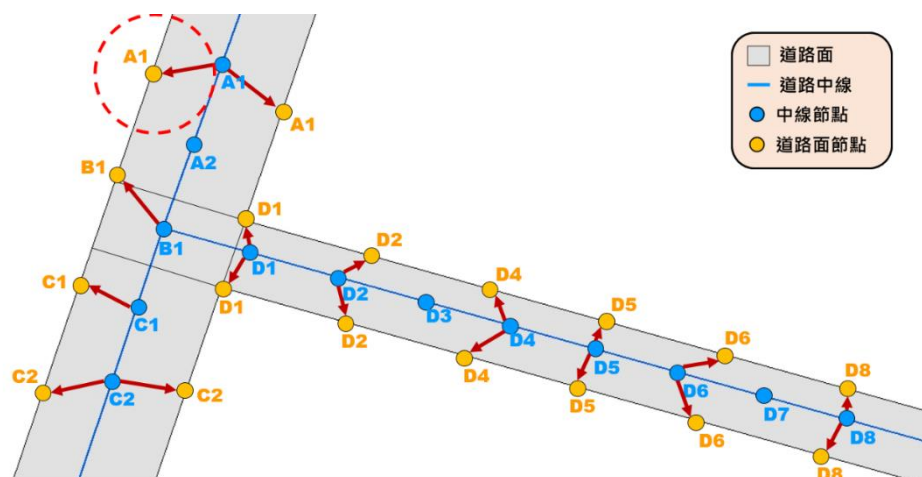


圖 3.1-4 道路面加密點高程值萃取

### (三) 坡度檢核

坡度檢核是為了檢核 3D 道路面的坡度是否有錯誤的急遽變化，如圖 3.1-5 紅色虛線圓圈處。一般而言，造成 3D 道路面坡度急遽變化主要原因有二，原因一為線面資料編碼(ID)對應錯誤，造成道路面加密點高程值萃取錯誤；原因二為中線高程幾何錯誤，需進行中線之編修。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初始門檻值為 0.2，將坡度大於 0.2 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。

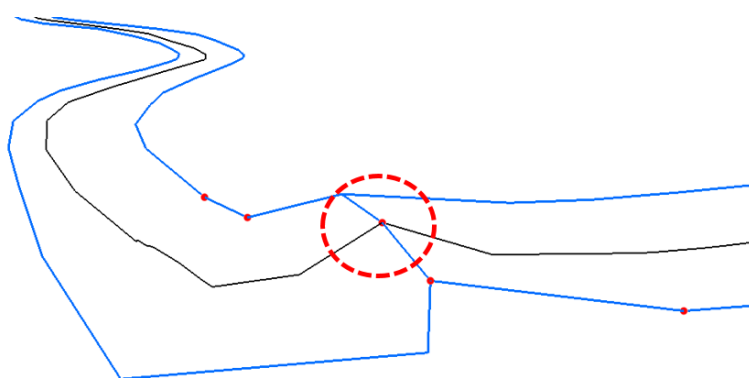


圖 3.1-5 坡度檢核示意圖

#### (四) 斷面檢核

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断面處接合。本公司以半自動化之方式使用程式初步偵測潛在断面存在的位置後，再以人工檢查確認是否為須接合的断面，偵測断面之門檻值為 0 公尺，接邊處平面坐標及高程坐標需完全一致，若有大於 0 之高差，則進行断面接合處理，如圖 3.1-6。

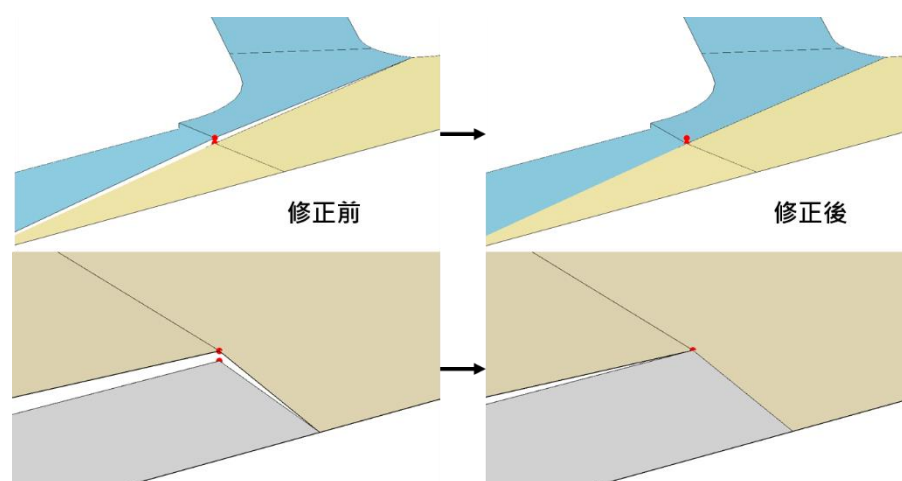


圖 3.1-6 断面檢核修正

#### (五) 橫断面檢核

於本案例中，部分雙中線道路路段有兩條中線不等高之情形，造成在道路面上產生陡坡，稱此情形為橫断面。以面邊緣之坡度值檢核橫断面並修正使模型平順，如圖 3.1-7。本公司依據高差的劇烈程度對橫断面採用兩種處理方式：設定橫断面道路坡度初始門檻值大於 0.4 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 0.1~0.3 時，表示路面傾斜較小，使用程式進行自動化修正，將橫断面拉直修正。

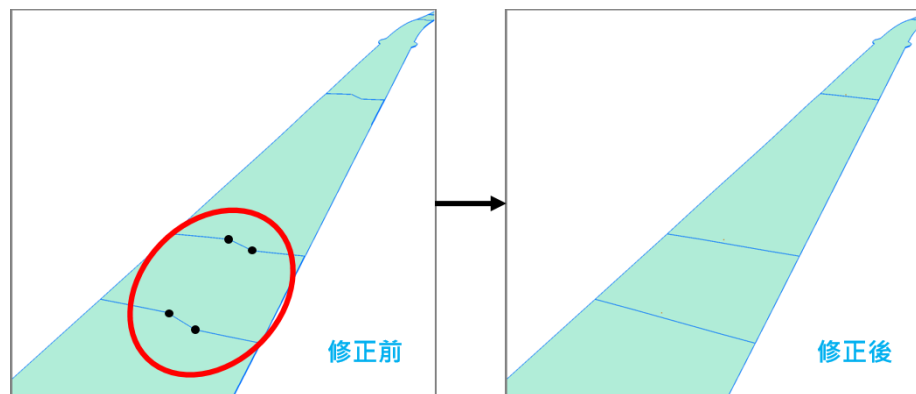


圖 3.1-7 橫斷面檢核修正

### (六) 編修 3D 模型

經過坡度檢核、斷面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，並將屬性回填至模型後(屬性回填之內容於第四章進行說明)，需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，消除道路面坡度錯誤的急遽變化，編修完成後即為建置完成的三維道路模型，如圖 3.1-8。

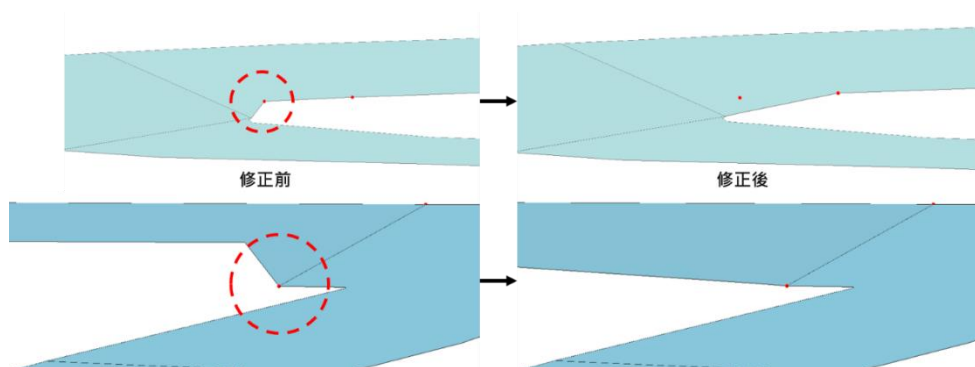


圖 3.1-8 編修 3D 模型

## 3.2 三維道路模型資料整合

自內政部與國家發展委員會推動「三維國家底圖建構工程」以來，貴中心正陸續針對三維近似化建物、三維道路、三維鐵路、多維度圖資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，於 109 年依其

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

規劃建置全臺國道及臺中市範圍三維道路模型(LOD1)。此外，本案今年區分為 2 個不同之作業區，採複數決標。綜上所述，截至今年底為止，將有多批不同年度以及不同產製單位建置之三維道路模型成果。

若能將不同時期或不同作業區建置之道路模型進行整合，於三維平臺展示，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。

一、 三維道路模型整合執行現況

本年度作業中，本公司共完成 7 種不同時期或不同作業區之道路模型整合作業，如圖 3.2-1，而表 3.2-1 則為各處需與 109 年模型整合所在之圖幅清單，整合說明欄位中紀錄內容為其銜接之模型。

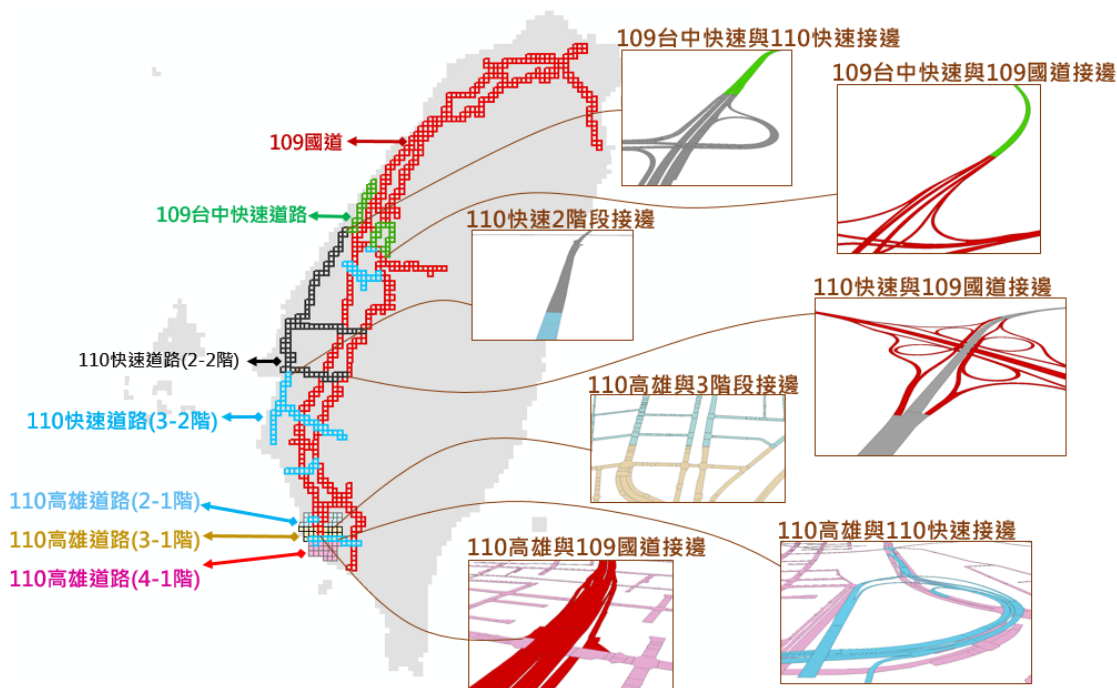


圖 3.2-1 三維道路模型整合一覽圖

表 3.2-1 第 2 作業區與 109 年模型整合圖框一覽表

圖框	所屬縣市	所屬模型	整合說明
94182023	高雄市	快速道路及高雄市道路	與 109 國道銜接
94192034	臺南市	快速道路	與 109 國道銜接
94201010	彰化縣	快速道路	與 109 國道銜接

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

94182044	高雄市	高雄市道路	與 109 國道銜接
94182054	高雄市	高雄市道路	與 109 國道銜接
94182063	高雄市	快速道路及高雄市道路	與 109 國道銜接
94182064	高雄市	快速道路及高雄市道路	與 109 國道銜接
94184030	臺南市	快速道路	與 109 國道銜接
94181003	臺南市	快速道路	與 109 國道銜接
94182013	高雄市	高雄市道路	與 109 國道銜接
94182015	高雄市	高雄市道路	與 109 國道銜接
94191024	嘉義縣	快速道路	與 109 國道銜接
94191025	嘉義縣	快速道路	與 109 國道銜接
94191029	嘉義縣	快速道路	與 109 國道銜接
94191035	臺南市嘉義縣	快速道路	與 109 國道銜接
94193020	臺南市	快速道路	與 109 國道銜接
94202038	雲林縣	快速道路	與 109 國道銜接
94202039	雲林縣	快速道路	與 109 國道銜接
95203033	雲林縣	快速道路	與 109 國道銜接
95183071	屏東縣	快速道路	與 109 國道銜接
95213064	彰化縣	快速道路	與 109 國道銜接
95204001	彰化縣	快速道路	與 109 國道銜接
95204016	南投縣彰化縣	快速道路	與 109 國道銜接
94182033	高雄市	高雄市道路	與 109 國道銜接
94212030	臺中市彰化縣	快速道路	與 109 台中快速銜接
95213055	臺中市彰化縣	快速道路	與 109 台中快速銜接

## 二、三維道路模型成果整合流程

針對道路模型整合，可區分為五個步驟進行處理，以下進行說明：

### (一) 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，如圖 3.2-2，(a)小圖中灰色區域為臺灣通用電子地圖道路面，綠色線段為道路中線，中央藍色虛線則為圖幅分界線，而圖中所示之圖幅分界線亦為不同時期建置範圍之分界，(b)小圖為其

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

各自產製之道路模型成果，其中紅點標示為接邊處道路面節點，上半部分粉紫色道路面為歷年成果，該接邊處之高程值取自其上方最接近之道路中線節點之高程值，如紫色虛線箭頭繪製；而藍色部分則為本案欲產製之道路模型面成果，該接邊處高程值則是取自下方中線節點高程值，如藍色虛線箭頭標示。如上述之說明，因作業範圍差異，導致兩模型接邊處高程值為由不同位置之道路中線節點賦予，其高程值必然產生誤差，使兩模型無法正確接合。

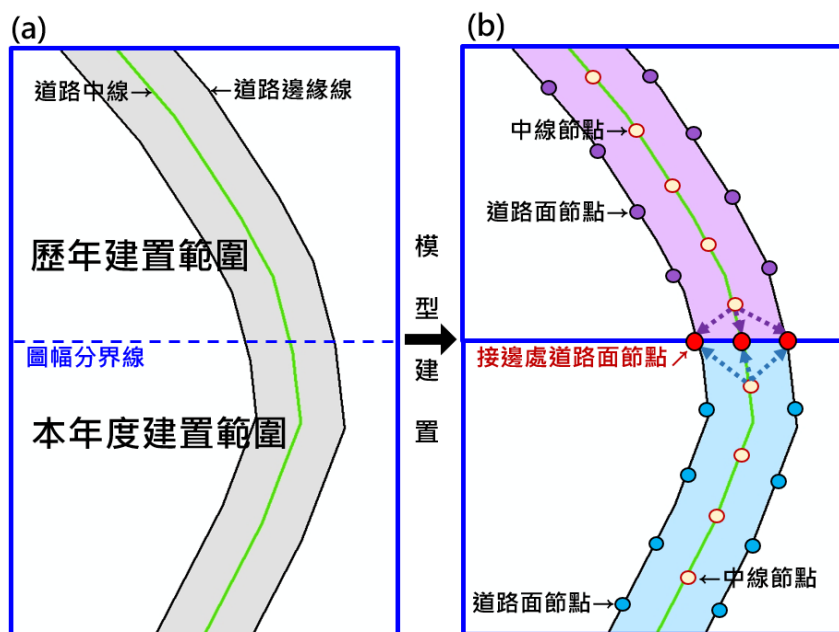


圖 3.2-2 三維道路模型整合一覽圖

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斷面檢核相似，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，邊緣接合之示意圖如圖 3.2-3。

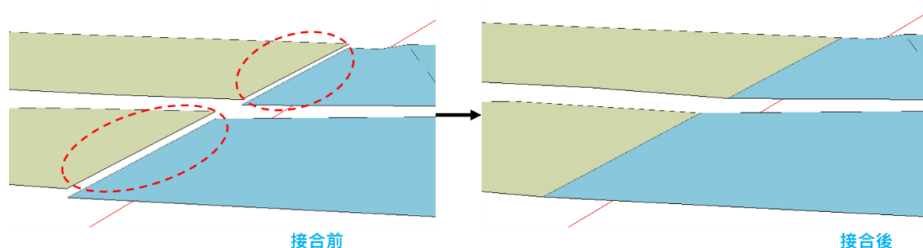


圖 3.2-3 邊緣接合示意圖

## (二) 缺漏補面

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 3.2-4 缺漏補面示意圖所示。(a)小圖為 109 國道與 110 高雄道路面展示圖，觀察正射影像可以發現，在橘色虛線圓圈處之道路應為 109 國道道路面與 110 高雄道路面之銜接處，然而無論是 109 國道或是 110 高雄道路面於該處皆無面資料，因此須重新從臺灣通用電子地圖道路面圖層補回該處道路面，使不同年度道路可完整銜接，即為缺漏補面；(b)小圖中黑色區塊即為新增的道路面，透過新增的道路面將兩時期的道路模型正確接合。

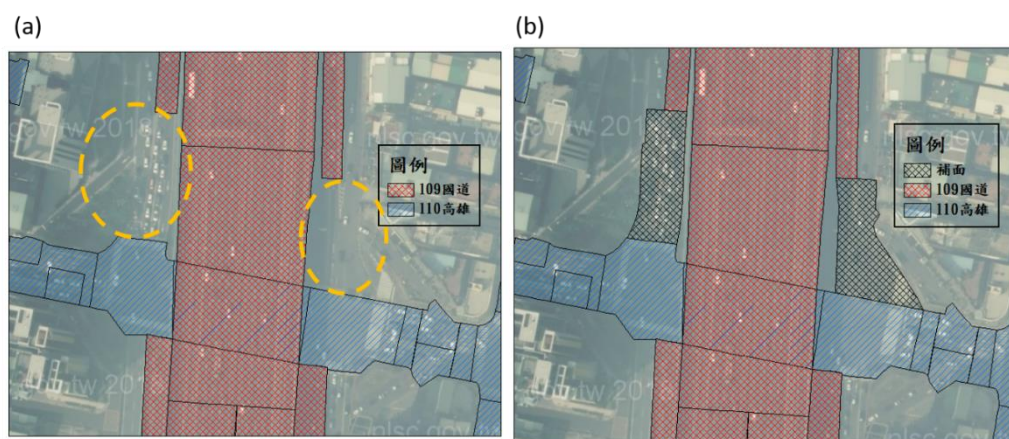


圖 3.2-4 缺漏補面示意圖

## (三) 重疊面處理

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 3.2-5 道路面重疊示意圖所示，圖中(a)小圖紅色虛線圈選處可見，紅色透視道路面與藍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，如整合後(b)小圖所示。此外，若重疊處為路口面，刪除多餘道路面的做法原則為，重疊部分保留於較高等級的道路模型，如圖 3.2-6 刪除重複面示意圖所示，圖中藍色區塊為 110 年快速道路成果，紅色斜線區塊為 109 年國道模型成果，其中(a)小圖為刪除重複面前，於紅色虛線圓



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

圈處可見，在兩個時期的道路模型中皆包含相同的路口面；(b)小圖則為刪除重複面後之示意圖，將位於較低等級的重複路口面刪除，使兩模型可正確接合。

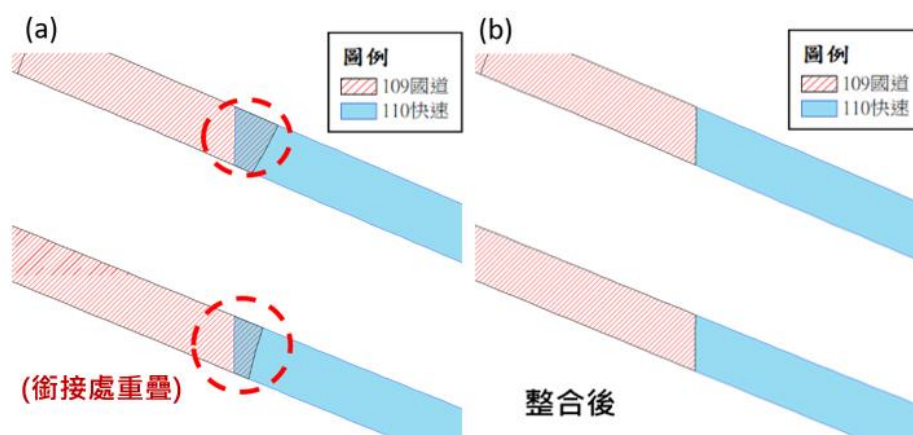


圖 3.2-5 道路面重疊示意圖

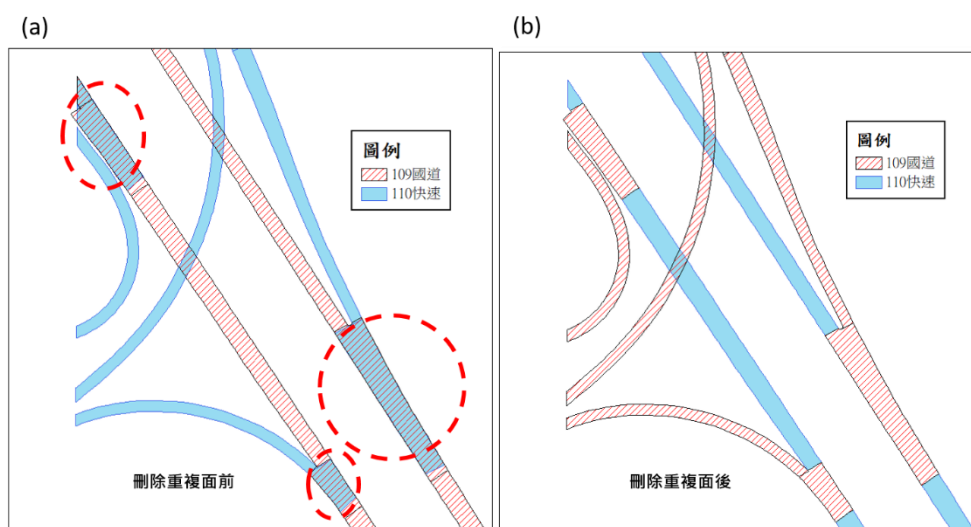


圖 3.2-6 刪除重複面示意圖

## (四) 模型整幅更新

不同時期或不同作業區的道路模型，可能產製同一圖幅之道路模型，以圖 3.2-7 為例，於 109 年辦理三維道路模型建置案時，針對臺中快速道路已建置圖幅 95213055 之道路模型；然而於本案中，針對全臺快速道路之建置(除臺中以外)同樣建置圖幅 95213055 之道路模

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

型，因此採取對於此重複區域模型以本年度新建置成果進行更新，(a)小圖為模型更新前之成果，可見紅色透視道路面(109 臺中快速道路)與藍色道路面(110 快速道路)有一區域完全重疊；(b)小圖為模型更新後之成果，將兩道路模型正確整合。

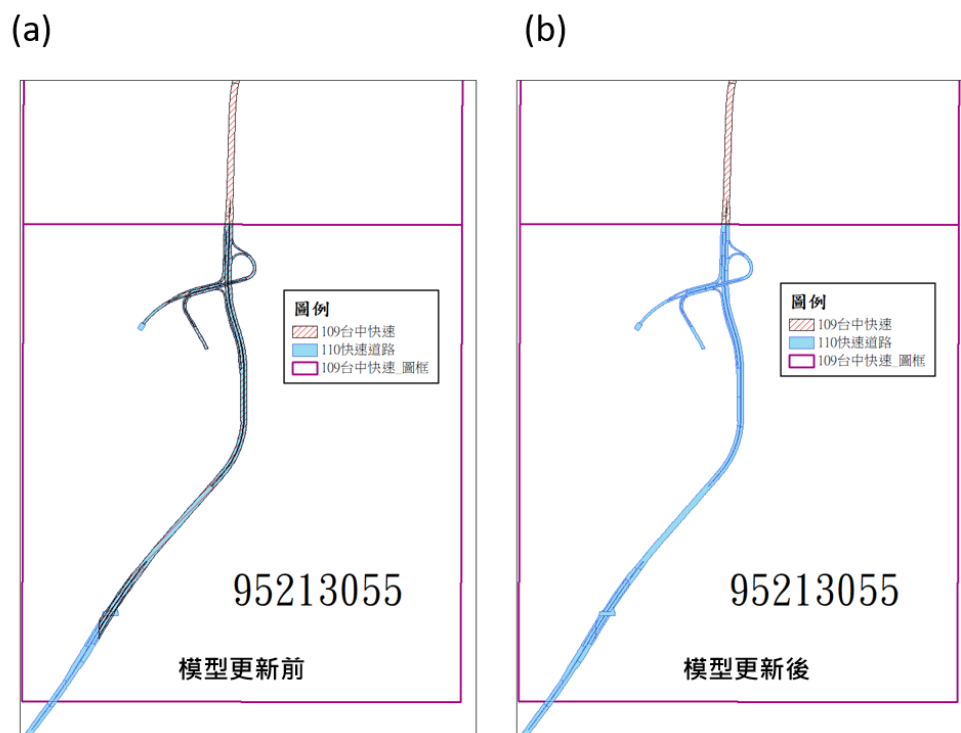


圖 3.2-7 模型更新示意圖

### 3.3 成果模型格式轉檔

本案之道路模型產製之原始格式主要為 3D 道路面及 3D 道路中線之 shapefile，初期審查修正階段亦為使用此格式。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，本公司以各平臺皆支援的 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

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

交之成果資料如下說明：

- (一) 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 KML 格式資料，獲得完整屬性。
- (二) 3D 道路面 KML：主要由 3D 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。
- (三) 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。
- (四) 3D 道路中線 CSV：由 3D 道路中線 shapefile 資料表轉檔獲得，供 KML 道路面資料以鍵值方式串接獲得屬性使用。

### 3.4 道路模型建置成果

本公司負責之第 2 作業區，需繳交高雄市一般道路模型至少 2,455 公里，以及快速道路模型至少 815 公里，並分由第二、第三、第四階段分批繳交，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 3.1 章節第一部分第 (三) 點中說明的考量連續性及重要性額外建置之道路，最終繳交之成果為高雄市道路模型 2,464 公里，以及快速道路模型 837 公里，表 3.4-1 為本年度各階段繳交之模型成果統計。圖 3.4-1~3.4-6 為本年度建置道路模型於 Google Earth 平臺展示之成果。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

表 3.4-1 110 年三維道路案繳交模型成果統計

階段	SHP/KML 成果 (幅)	模型長度(公里)	路口/路面數量(個)	
2	2-1 高雄	24	824	7222/16269
	2-2 快速	81	423	325/1084
3	3-1 高雄	25	1197	11024/25317
	3-2 快速	80	414	409/1188
4	4-1 高雄	22	443	2972/6821
	4-2 快速	0	-	-
整合	高雄	71	2464	21171/48321
	快速	161	837	719/2257



圖 3.4-1 三維道路模型局部成果(高雄市)

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)



圖 3.4-2 三維道路模型局部成果(高雄市)



圖 3.4-3 三維道路模型局部成果(快速道路)

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)



圖 3.4-4 三維道路模型局部成果(快速道路)

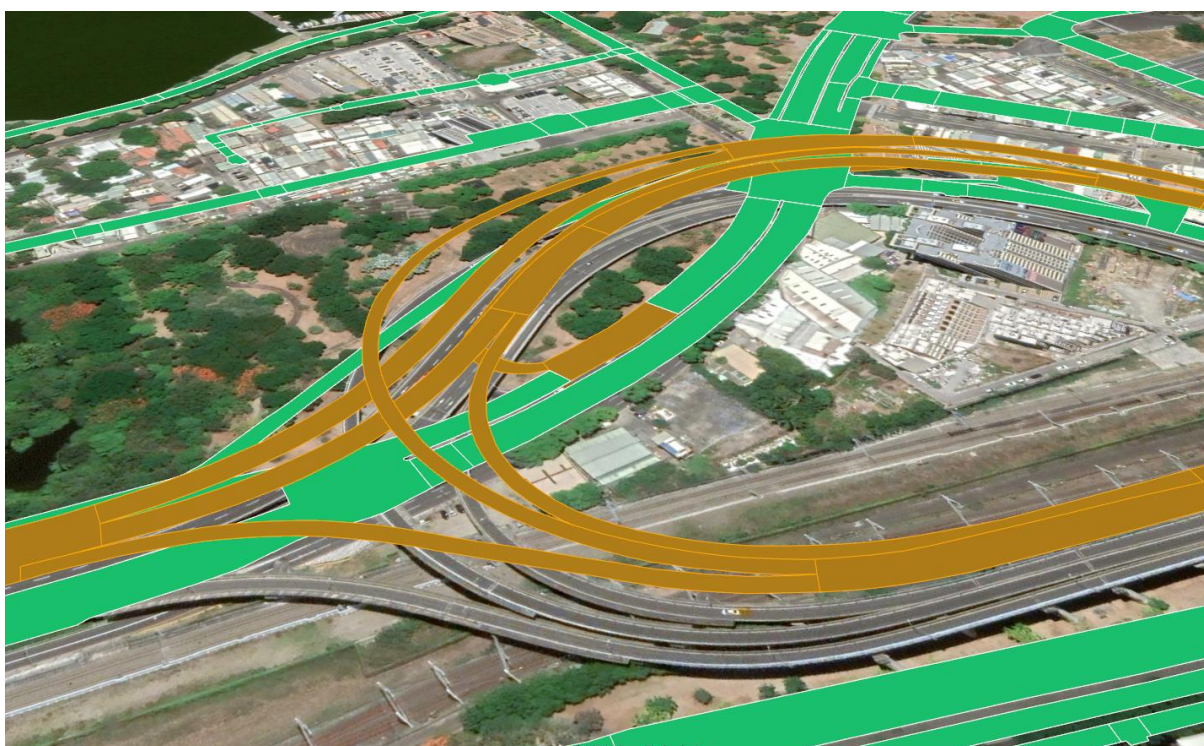


圖 3.4-5 三維道路模型局部成果 (快速道路與高雄市道路銜接)

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

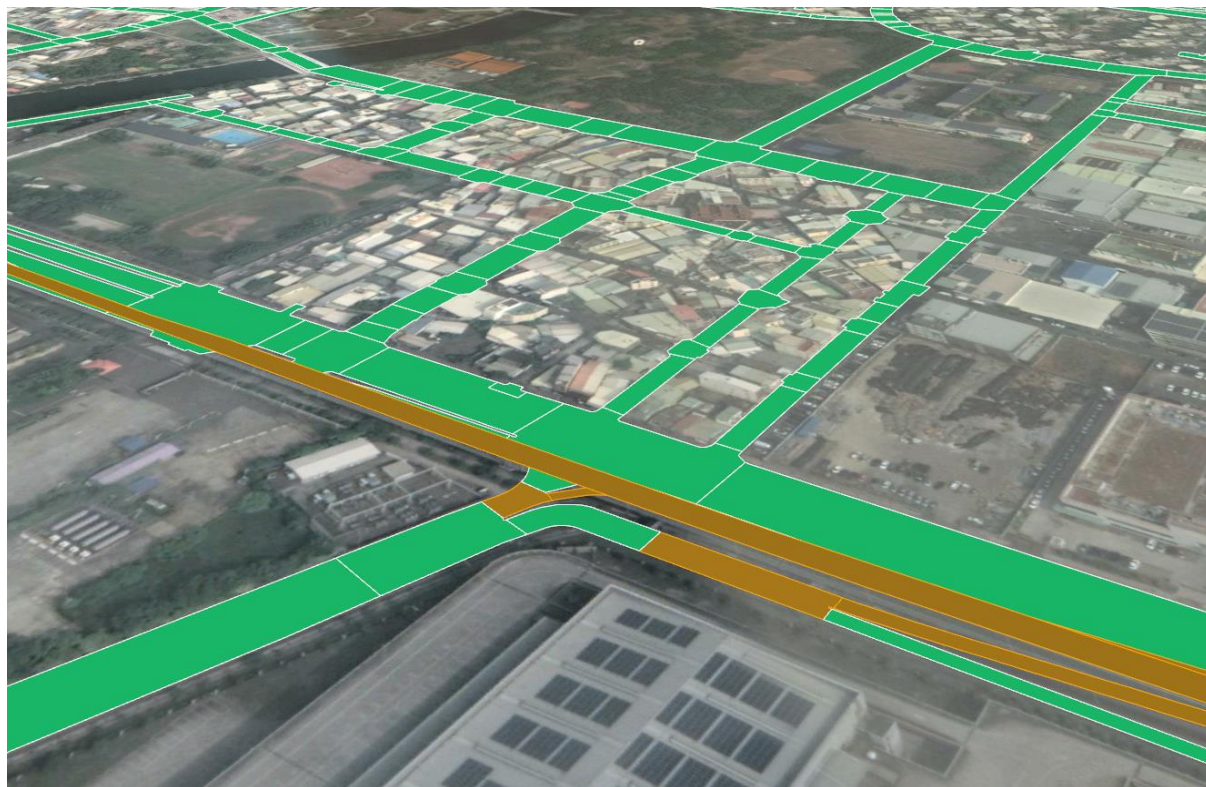


圖 3.4-6 三維道路模型局部成果（快速道路與高雄市道路銜接）

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)



## 第四章 三維道路模型屬性欄位說明

三維道路模型屬性欄位為「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」所訂定，其參考臺灣通用電子地圖及 1/1,000 地形圖道路中線資料，並依照「全國交通資訊基礎路段編碼」進行編訂，今年度本案雖僅有臺灣通用電子地圖區域，但為配合後續整合 109 年度成果，也須保留 1/1,000 地形圖之相關欄位，本章僅針對本案所需之臺灣通用電子地圖欄位及交通資訊基礎路段編碼進行說明，其說明如下：

### 4.1 臺灣通用電子地圖道路中線欄位特性

三維道路模型以臺灣通用電子地圖道路中線資料為基礎建置，其會依照道路等級、道路結構及路段名稱之不同而分割向量，臺灣通用電子地圖道路中線圖層共有 23 個欄位，而依據 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所規劃的模型屬性欄位，除 WIDTH、FNODE、TNODE 外，皆會建置於三維道路模型中，各欄位詳細內容如表 4.1-1 說明。

表 4.1-1 臺灣通用電子地圖道路中線圖層欄位資料表

欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明				
ROADSEGID	道路線段識別碼	縣市碼(1 碼)+流水號(10 碼)				
ROADCLASS1	道路分類編碼1	記錄交通部之道路等級分級碼				
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。				
ROADCODE	公路編碼	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">AAA</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公路主碼</td> <td style="text-align: center;">公路附碼</td> </tr> </table> <p>此欄位中記錄公路系統之公路編號，若其公路編號中含有附碼者，如甲，乙，-1，-2之類者，其公路編碼附碼為對應之大寫英文代碼，如：甲=A；乙=B；-1=A；-2=B以此類推，對於公路編碼無附碼者，其附碼為0。如國1=001。臺1甲=001A。</p>	AAA	B	公路主碼	公路附碼
AAA	B					
公路主碼	公路附碼					
COUNTY	縣市名稱	該路段所屬的縣市名稱				
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				
ROADNUM	道路編號	記錄該路段所屬國道、省道、縣道、鄉道及產業道路(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。				
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、縣道、鄉道及產業道路(農				

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

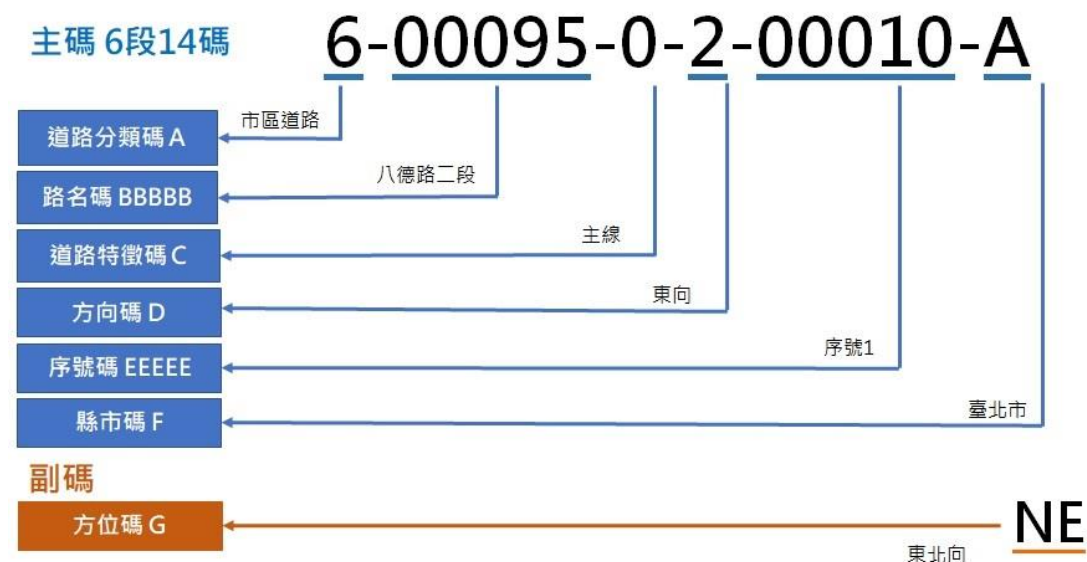
欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	內容說明
		路)等道路等級與編碼，如：臺21、縣168、投10等。
ROADNUM2	道路編號2	若同時有三種道路等級發生共線，於此欄位記錄第三個所屬之省道、縣道、鄉道及產業道路(農路)等道路等級與編碼，如：臺28、縣110、市1、農苗灣11等。
ROADNAME	道路名稱	記錄路段所屬國道、省道、縣道、鄉道及市區道路之道路名稱。(交流道、匝道名稱註記於此欄位)
ROADALIAS	道路別名	除上述道路名稱外，若道路有其他一般公認名稱，皆可記錄於此欄位，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
ROADCOMNUM	共線路段數	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
RDNAMESECT	段名	記錄路段所屬段別，如：一段、二段等
BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	記錄各座橋梁、隧道名稱
RDNAMELANE	巷名	記錄路段所屬巷名，如：新光巷、19巷等
RDNAMENON	弄名	記錄路段所屬弄名，如：1弄、2弄等
WIDTH	路寬	原則上記錄各路段之最大路面寬度，即含中央分隔島之參考道路面範圍。
FNODE	起節點識別碼	可對應道路節點屬性檔之節點識別碼
TNODE	迄節點識別碼	可對應道路節點屬性檔之節點識別碼
MDATE	測製年月	僅填至月份，如：2008年3月，則填入200803
SOURCE	資料建置代碼	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
DEFINITION	來源定義代碼	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
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)

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## 4.2 全國交通資訊基礎路段編碼說明

因應未來多元資訊之蒐集、發布及交換之需求，交通部已訂定「全國交通資訊基礎路段編碼」，規範全國主要道路之「道路分段」與「路段編碼」，交通資訊除數據本身外，亦須載明資訊所在之位置，始具有實質意義。

「路段編碼」是交通資訊一種常用的位置參照表示法，同時也是交通地理資料庫中路段物件的索引，因應未來多元資訊之蒐集、發布及交換需求，交通資訊「基礎路段編碼」之設計有別於一般編碼系統使用的流水號，採用多碼段、結構化(Structural)的編碼方式，主碼共有 6 段 14 碼，副碼為八方位碼，如圖 4.2-1，配合適當的字串比對語法，即可快速檢索出所需路段的交通資訊。本次計畫也預計將此項編碼資料納入道路模型屬性欄位規劃之中。



紀錄於屬性欄位，以 N/NE/E/SE/S/SW/W/NW八方位碼表示  
主要用於交通資訊分析及設施設置兩側的合理性檢核

圖 4.2-1 路段編碼說明圖

「全國交通資訊基礎路段編碼」，為各式交通資訊之索引編碼，可因應不同應用情境及使用需求串接不同的交通資訊。此編碼主要以車輛行駛之重要路網為對象，以優先滿足交通路況發布應用需求為目標，包含國、快、省、縣道及重要市區道路，並以改變均勻車流之節點為「道路分段點」進行編碼作業。雖然交通部「全國交通資訊基礎路段編碼」基礎圖資使用「臺灣通用電子地圖」，但由於其「道路分段點」與臺灣通用電子地圖中線節點仍有不同，所以需先建立兩者之間的對應關係，並建立轉換原則，最後再將編碼資料建置於

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

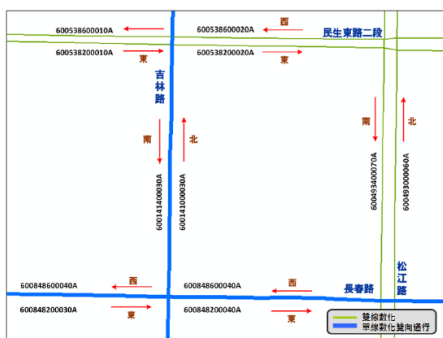
三維道路模型之中。

路段編碼於一般路段會分向不分道，建置兩筆編碼，因此模型屬性欄位也將納入多筆編碼資料。此外於虛擬路段不進行編碼，屬性欄位保留空值。上述兩種情況如圖 4.2-2。交通部基礎路段編碼目前未編碼的路段將以屬性欄位留空方式處理，並將未編碼路段彙整後提供國土測繪中心，以利國土測繪中心向交通部確認前開路段編碼情況。本案也將依據交通部基礎路段編碼里程數分段點，於國道、省道快速公路及市區快速道路進行切分處理，如圖 4.2-3。

### 路段編碼原則

#### ■ 一般路段：

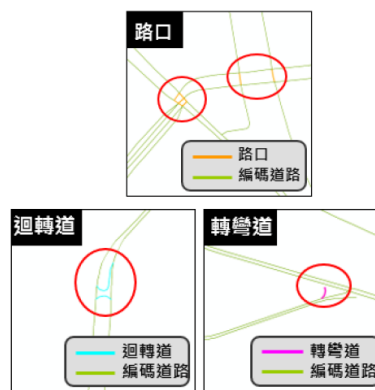
- 分向不分道



\* 單行道：雙向編碼，惟status：不啟用。

#### ■ 虛擬線段：

- 不具實質意義，不編碼



\* 由人工挑選路口及迴轉道線段，並予以標註。

圖 4.2-2 路段編碼處理原則說明

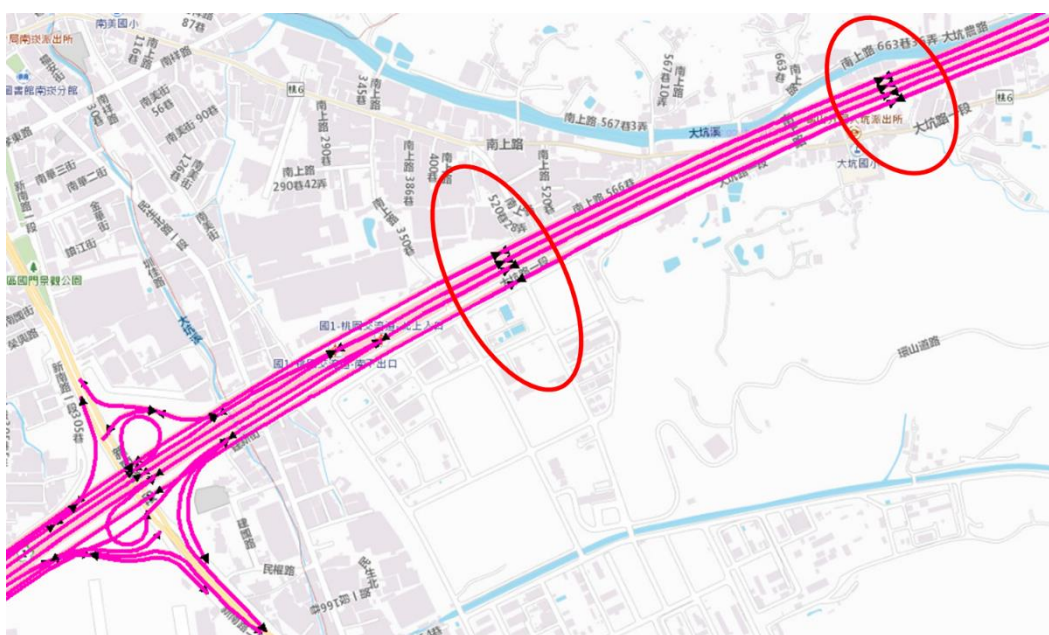


圖 4.2-3 基礎路段編碼里程數分段點示意圖

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

由於基礎路段編碼圖資為交通部所維護，其形狀並非與道路模型完全一致，為減少因位相而無法對應之問題，依照本案第四次工作會議決議，利用處理完分層及路口切分之道路面成果，與基礎路段編碼圖資進行比對及串聯，其做法如下所示：

- 一、 線面串聯：先使用交集工具，將道路模型與基礎路段編碼圖資進行串聯。
- 二、 修正串聯錯誤位置：將篩選出分層之路面位置，逐筆修正可能錯誤之位置。
- 三、 檢查串聯之完整性：將串連後成果與原始圖資進行數量比對。
- 四、 長度完整性計算：計算各個串聯成功之基礎路段編碼長度與原始總長之比例，並紀錄於基礎路段編碼圖資中。
- 五、 連續性檢查：將同一基礎路段編碼發生 Multipart 錯誤位相處進行紀錄。
- 六、 紀錄並回報：將上述串聯之長度比例及未串聯成功之位置進行紀錄，供後續評估使用。

圖 4.2-4 為一處基礎段編碼與臺灣通用電子地圖對應之情形，圖中黑色線為有對應到臺灣通用電子地圖道路面的線段，紅色則為無對應，由套疊正射影像的局部放大圖可看到該處對應位置為分隔島，此種圖資差異會導致基礎路段編碼無法對應到道路面，故將之紀錄並於後續回報國土測繪中心協助處理。

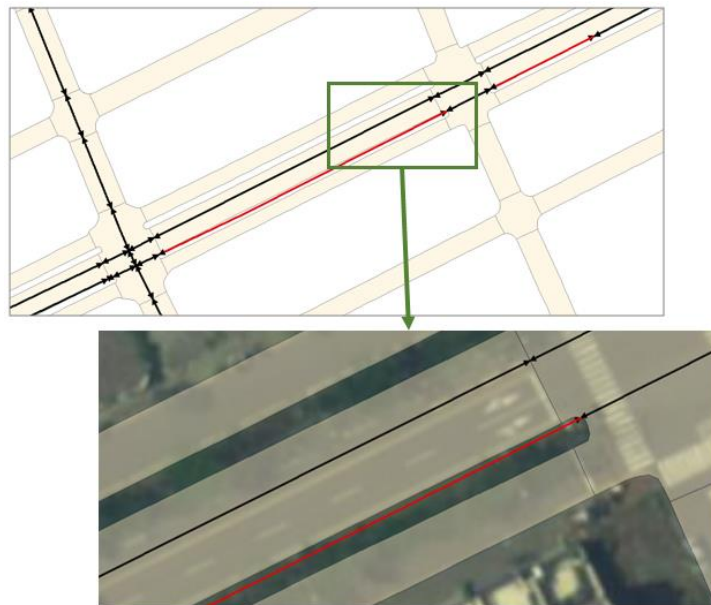


圖 4.2-4 路段編碼與三維道路無法對應之情形

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

### 4.3 三維道路模型屬性欄位內容

三維道路模型屬性欄位為參考臺灣通用電子地圖及 1/1,000 地形圖道路中線資料，並依照「全國交通資訊基礎路段編碼」進行編訂，綜合上述成果，最終屬性欄位規劃如表 4.3-1，表格中記錄哪些欄位資料可直接繼承臺灣通用電子地圖屬性資料，哪些欄位可直接繼承地形圖屬性資料，其餘欄位則由不同資料來源記錄其值。如 LinkID 及 RoadID 都需由交通部基礎路段編碼資訊中獲取所屬資料。

表 4.3-1 三維道路模型屬性欄位來源紀錄表

屬性欄位來源	欄位名稱 (英文)
三維道路模型之屬性欄位	AREAID、LINEID、RDNAMEALL、ELSOURCE、ELDEF、ELMDATE、MMDATE、FRAMEID、JUNCTION、DISPLAYTYPE
繼承臺灣通用電子地圖屬性欄位	ROADSEGID、ROADCLASS1、ROADCLASS2、ROADCODE、COUNTY、ROADSTRUCT、ROADNUM、ROADNUM1、ROADNUM2、ROADALIAS、BRITUNNAME、ROADNAME、RDNAMESECT、RDNAMELANE、RDNAMENON、ROADCOMNUM、DIR、PLMDATE、PLSOURCE、PLDEF
參考交通部基礎路段編碼	LINKID、ROADID
繼承 1/1,000 地形圖屬性欄位	TFRAMEID、TROADNO

除繼承原始圖資屬性及結合交通部基礎路段編碼外，三維道路模型也因模型本身需求建置了 AREAID、LINEID、RDNAMEALL、ELSOURCE、ELDEF、ELMDATE、MMDATE、FRAMEID、JUNCTION 等欄位，並依照第二次工作會議決議，配合多維度圖臺將模型成果區分為「平面道路」或「非平面道路」，以新增[DISPLAYTYPE]欄位方式進行標記，其屬性欄位表如表 4.3-2。

表 4.3-2 本案三維道路模型屬性欄位資料表

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	內容說明
1	AREAID	道路模型識別碼	Text	30	道路模型識別碼，Road+圖號(8碼)+序號(6碼)
2	LINEID	道路模型線段識	Text	30	與道路模型對應之線段識別

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	內容說明
		別碼			碼, Line+道路結構碼 (1 碼) +圖號 (8 碼)+序號 (6 碼)
3	ROADSEGID	道路線段識別碼	Text	12	臺灣通用電子地圖道路線段識別碼, 縣市碼 (1 碼)+流水號 (10 碼)
4	ROADCLASS1	道路分類編碼	Text	2	記錄交通部之道路等級分級碼 HW: 國道 HU: 國道附屬道路 OE: 公務專用道路 RE: 市區快速道路 1E: 省道快速公路 1W: 省道, 1U 為省道共線 2W: 縣(市)道, 2U 為縣(市)道共線 3W: 鄉(區)道, 3U 為鄉(區)道共線 4W: 產業道路, 4U 為共線, 含專用道路、農路 RD: 市區道路(路、街) AL: 市區道路(巷、弄) BR: 區塊道路 OR: 有路名但無法歸類 OT: 無路名
5	ROADCLASS2	道路分類編碼	Text	8	記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼
6	ROADCODE	公路編碼	Text	4	記錄公路系統之公路編號
7	COUNTY	縣市名稱	Text	8	該路段所屬的縣市名稱
8	ROADSTRUCT	道路結構碼	Short Integer	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
9	ROADNUM	道路編號	Text	8	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、

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	內容說明
					農投草中 27 等。
10	ROADNUM1	道路編號 1	Text	8	若同時有兩種道路等級發生共線時，於此欄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。
11	ROADNUM2	道路編號 2	Text	8	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。
12	ROADALIAS	道路別名	Text	36	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，如：中山高速公路、中豐公路、碧湖產業道路、忠孝圓環等。
13	BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	Text	20	記錄各座橋梁、隧道名稱
14	RDNAMEALL	完整路名	Text	80	記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
15	ROADNAME	路名	Text	36	記錄路段所屬道路名稱。
16	RDNAMESECT	段名	Text	8	記錄路段所屬道路路段名稱。
17	RDNAMELANE	巷名	Text	20	記錄路段所屬道路巷名稱。
18	RDNAMENON	弄名	Text	16	記錄路段所屬道路弄名稱。
19	ROADCOMNUM	共線路段數	Short Integer	1	記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
20	DIR	方向性代碼	Short Integer	2	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)
21	PLMDATE	道路模型平面資料測製年月	Text	8	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
22	PLSOURCE	道路模型平面資	Short	2	0：立體製圖



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	內容說明
		料來源	Integer		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
23	PLDEF	道路模型平面狀態代碼	Short Integer	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
24	LINKID	交通資訊基礎路段編碼	Text	30	交通資訊基礎路段編碼
25	ROADID	交通資訊基礎路段編碼 (路段)	Text	20	交通資訊基礎路段編碼 (路段)
26	ELSOURCE	道路模型高程資料來源	Short Integer	2	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立製
27	ELDEF	道路模型高程狀態代碼	Short Integer	2	0：依實際資料 1：參考前後段高程
28	ELMDATE	高程資料測製年月	Text	8	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
29	MMDATE	道路模型建置日期	Text	8	道路模型建置日期，僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
30	FRAMEID	道路模型所在 1/5,000 圖幅編號	Text	8	記錄模型所屬 1/5,000 圖號

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	內容說明
31	TFRAMEID	道路模型所在 1/1,000 地形圖圖幅編號	Text	8	若模型參考 1/1,000 地形圖，則記錄所屬 1/1,000 圖號
32	TROADNO	地形圖車道數	Short Integer	2	車道數
33	JUNCTION	路口	Short Integer	2	0：非路口 1：路口 2：平交道
34	DISPLAYTYPE	顯示類型	Short Integer	2	0：「ROADSTRUCT」欄位僅為 0 時填入 0，表示為平面道路。 1：「ROADSTRUCT」欄位有 0 以外的值時填入 1，表示為非平面道路。

#### 4.4 屬性紀錄方式

依據 109 年度三維道路模型建置經驗，道路模型於路口處會遭遇多條道路中線皆屬於同一道路模型之情況，需要將多筆資料整合於屬性欄位之中。因此於去年建置三維道路模型時，建議若是以使用性為主要考量，則參考常見的資料庫作法，針對屬性記錄方式規劃識別碼串接模式；但若是以一般使用者易讀性為主要考量，則建議於道路模型中直接記錄屬性欄位，並於各項欄位中整合各項屬性資料，此方式一般使用者較易理解。

但考量道路模型之各種可能性，因此本年度工作項目要求，三維道路模型需以 2 種不同方式紀錄屬性資料，第 1 種為道路模型中只記錄所對應之道路模型線段識別碼，再利用識別碼與道路屬性資料庫串接，如圖 4.4-1，此種紀錄方式可以避免道路模型中直接紀錄數量龐大且複雜的屬性資料，將屬性資料另外以資料庫的方式記錄，可以提升模型於圖臺的運行效能，也提升使用者後續運用道路模型屬性資料的便利性。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

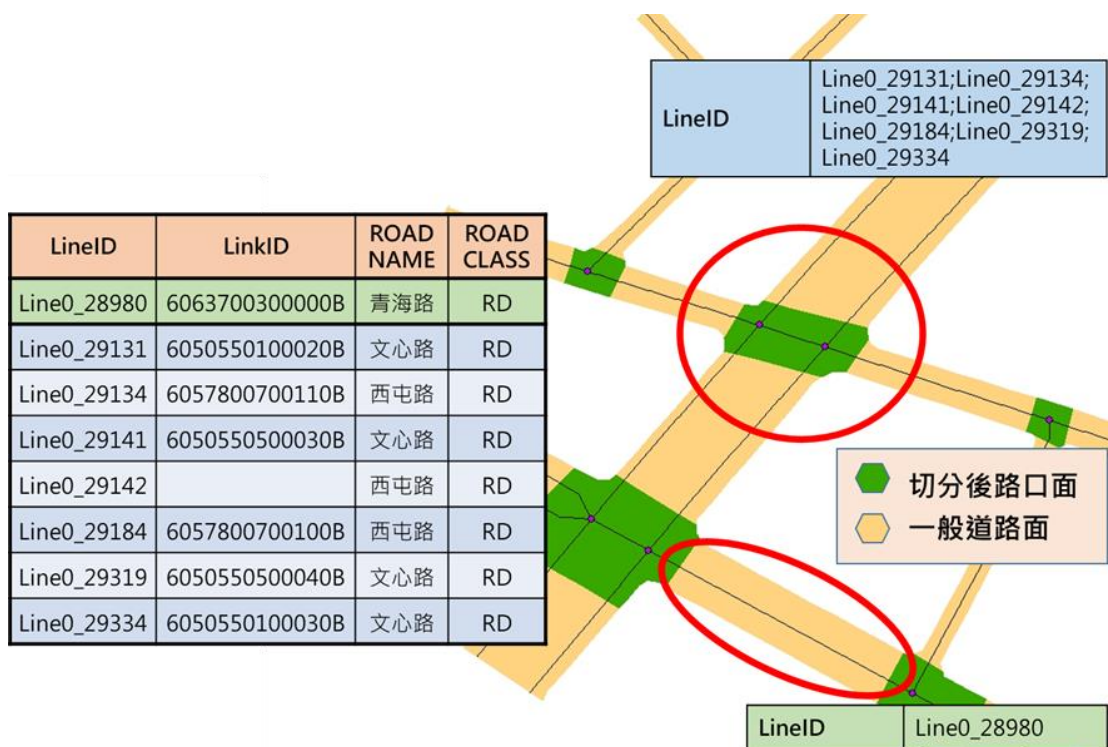


圖 4.4-1 道路模型屬性資料識別碼串接示意圖

第 2 種為道路模型中直接記錄所對應之道路模型屬性資料並視使用需求將各屬性欄位中重複的屬性資料刪除，如圖 4.4-2，紅圈圈處的路口有七條道路中線相連，該路口的道路模型就會將七條道路各自的屬性資料整合後記錄於屬性欄位之中，產生道路模型屬性欄位內記錄多筆資料之情況。此種多筆整合屬性欄位模式對一般使用者來說較為直觀，容易理解，可以掌握每筆道路模型對應的屬性資料，但是就資料結構來說，反而不利於後續運用分析，因為使用者需要自行解析各個欄位中的分格符號，才能分析資料。此外整合多筆資料時，也會遇到屬性欄位資料過長之情況，不利於模型於圖臺呈現的運行效能。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

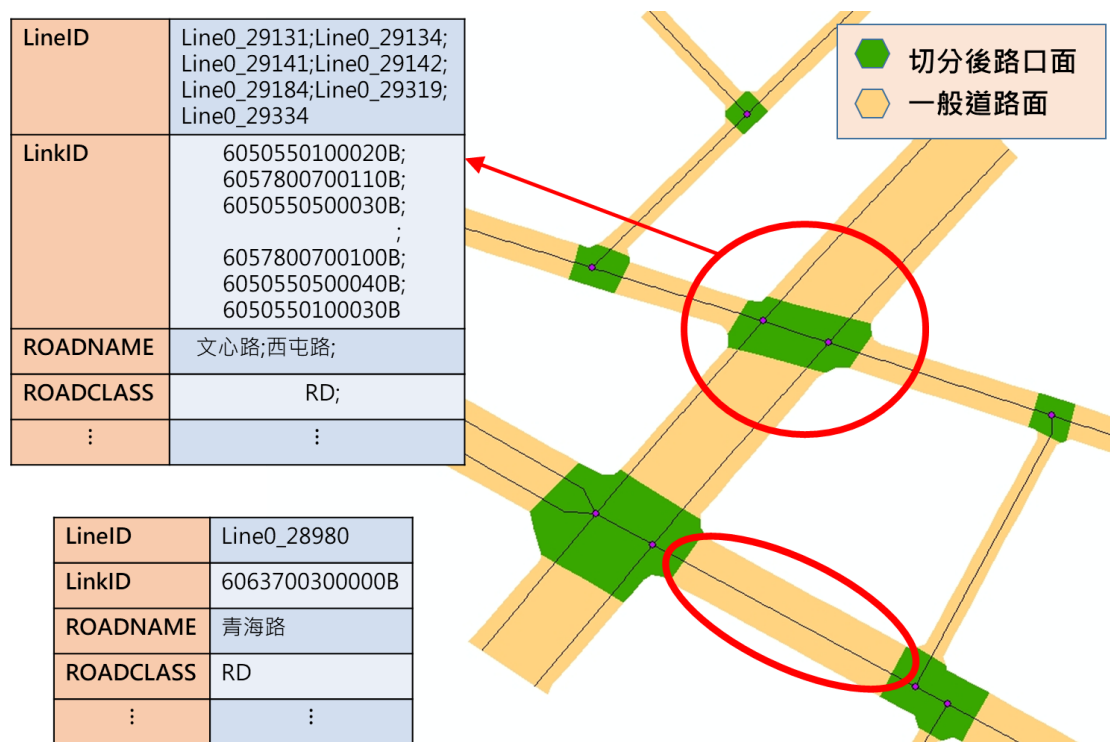


圖 4.4-2 道路模型直接紀錄屬性資料示意圖

### 4.5 罕見字處理

本案使用的原始臺灣通用電子地圖資料為使用 BIG5 編碼，而模型成果屬性為 UTF8 編碼，由於 BIG5 編碼方式字元受限，無法顯示某些罕見用字，故建置三維道路模型屬性時，亦需要將 BIG5 編碼無法顯示的字元替換為 UTF8 的正確字元，本案高雄需替換路名由國土測繪中心提供，其對應表如下圖 4.5-1 所示，。

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

BIG5	UTF8	BIG5	UTF8
坵子一街	坵子一街	空埔路	坵埔路
坵子二街	坵子二街	塩埔路	塩埔路
坵子三街	坵子三街	双峰街	双峰街
坵子中街	坵子中街	山 路	山沓路
坵子北街	坵子北街	山霸畑路	山霸畑路
坵子南街	坵子南街	公館路	公館路
化街	迪化街	天 街	天宮街
山仙路	山仙路	北 西路	北塹西路
塩田路	塩田路	半廊路	半廊路
江街	粵江街	本館路	本館路
厦門街	厦門街	伊犁街	伊犁街
塩南路	塩南路	海峯路	海峯路
廊後街	廊後街	喜峯街	喜峯街

圖 4.5-1 BIG5 罕見字對應

依照圖 4.5-1 對應表對應屬性後，本案須修正中線數為 393 條，而對應模型則共計 11 幅，其分布位置及名稱如圖 3.3-2 所示。

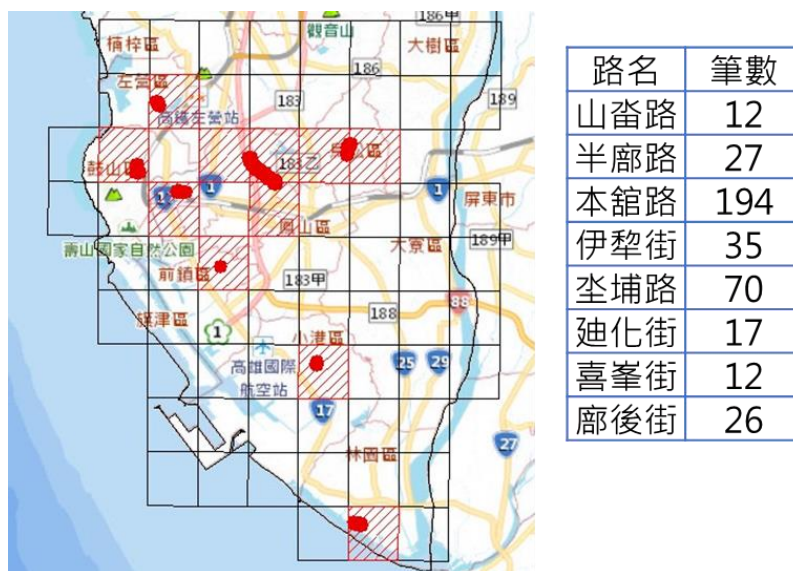


圖 4.5-2 罕見字筆數及分布

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## 第五章 輔助模型資料建置

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，該平臺於 109 年 11 月 11 日正式上線服務，目前該平臺展示 10 公尺網格間距之數值地形模型，然而本案之道路模型乃利用 1 公尺網格數值地形模型資料建置而成，原先產製之模型為絕對高度成果，然而將之匯入圖臺後會產生平面道路模型被地形遮蔽之問題，無地形高度資料時可見之完整模型面，而模型在有地形資料的圖臺展示時，由於地形資料精度差異導致模型被地形起伏遮蔽，如圖 5-1。

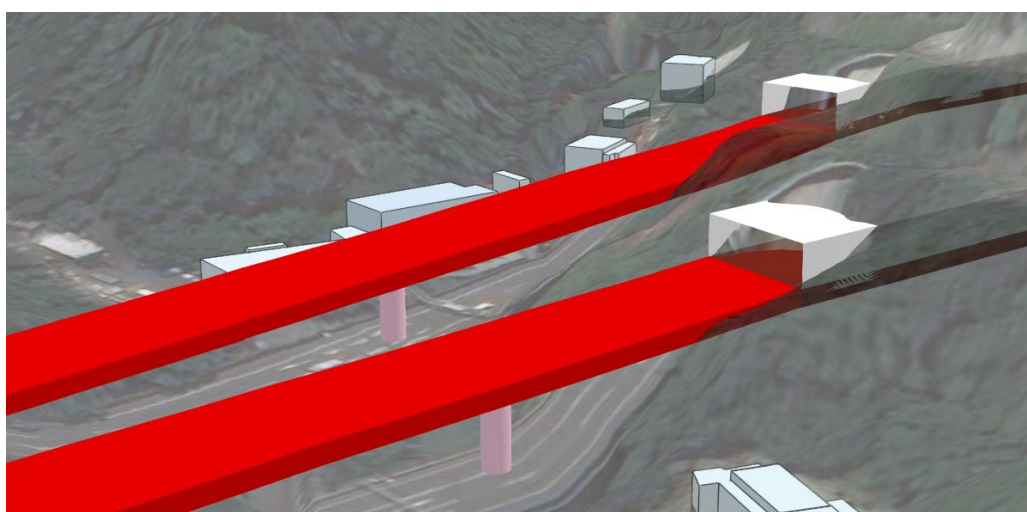


圖 5-1 道路模型被地形遮蔽

為配合展示美觀，本公司建置簡單示意用之橋墩，包含圓柱體，圓心為道路模型面上一點，其中高度為圓心坐標的 Z 值。同時，也建置隧道出入口門字形三維模型。另為配合機關多維度國家空間資訊服務平臺展示需要，建置地形遮罩三維模型（模型與隧道出入口類似，但前後出入口有填滿封閉），如圖 5-2。

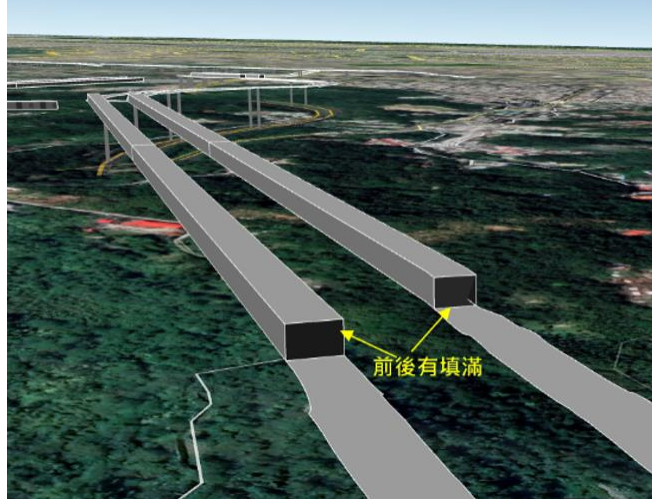


圖 5-2 地形遮罩

綜上所述，考量模型產製方式及呈現效果，本案作業期間持續與辦理國土測繪中心多維度國家空間資訊服務平臺之廠商討論，並經工作會議確認後，最後決定由平臺廠商制定顯示輔助模型規範，再由本公司按照規範進行顯示輔助模型建置。需建置之模型資料項目包含隧道蓋、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：

- 隧道蓋：TUNNEL\_ID\_模型面代碼
- 隧道遮罩：MASK\_ID\_P1(1 或 2 或 3)\_模型面代碼；含隧道範圍及起訖兩端共 3 部分組成
- 地下道遮罩：MASK\_ID\_模型面代碼
- 上開 ID 為流水號，模型面代碼則由 L(左側/左面)、R(右側/右面)、T(頂面)、B(底面)、IN(入口)、OUT(出口)組成

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 5-3，而過水路之顯示輔助資料模型內容，將視道路建置情形，視需要再另行討論。



圖 5-3 兩端閉合面



110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

## 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 5.1-1。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。

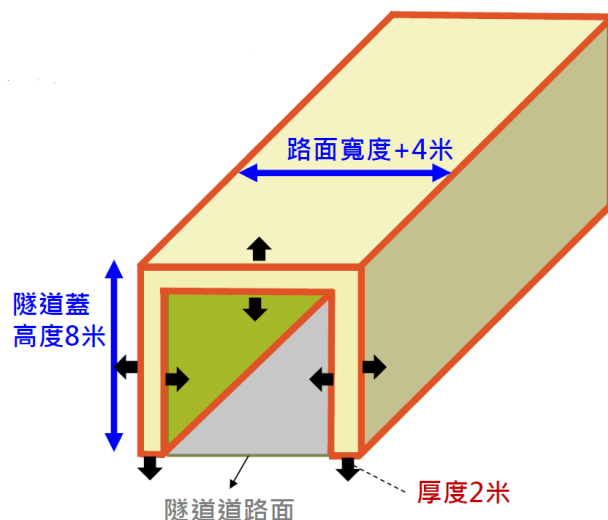


圖 5.1-1 隧道蓋模型

隧道蓋由 10 面所構成，紀錄順序為 Q→R→S→T→M→N→P→U→A→B，其中 A、B 順序可變換。出入口則參考公路路線里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 5.1-2。

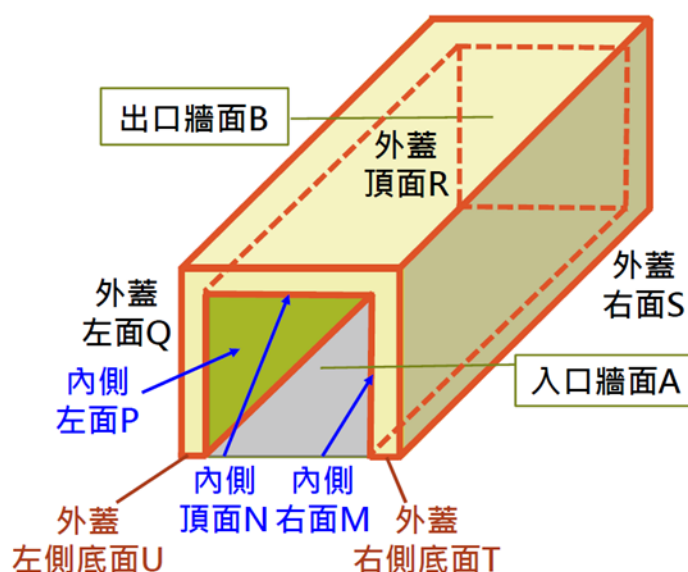


圖 5.1-2 隧道蓋各面紀錄順序

隧道蓋各面同時須依照表 5.1-1 之規則給定名稱，另外，隧道蓋

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

內側(向內：右手順時針，拇指指向)須閉合，即為起訖共點，並建議起點為左下端點，紀錄順序如圖 5.1-3 所示， $P0 \rightarrow P1 \rightarrow P2 \rightarrow P3 \rightarrow P4 \rightarrow P5 \rightarrow P6 \rightarrow P7 \rightarrow P8 \rightarrow P9 \rightarrow P10 \rightarrow P0$ ；隧道蓋外側紀錄點順序規則如同上述內側範例，紀錄順序為： $Q0 \rightarrow Q1 \rightarrow Q2 \rightarrow Q3 \rightarrow Q4 \rightarrow Q5 \rightarrow Q6 \rightarrow 7Q \rightarrow 8Q \rightarrow 9Q \rightarrow Q10 \rightarrow Q0$ 。

表 5.1-1 模型面代碼

中文/代碼	模型面代碼	對應模型面
外蓋左面/Q	TUNNEL_ID_LL	隧道左側(左面)
外蓋頂面/R	TUNNEL_ID_TT	隧道頂面(頂部)
外蓋右面/S	TUNNEL_ID_RR	隧道右側(右面)
外蓋右側底面/T	TUNNEL_ID_BR	隧道底面(右側)
內側右面/M	TUNNEL_ID_RL	隧道右側(左面)
內側頂面/N	TUNNEL_ID_TB	隧道頂面(底部)
內側左面/P	TUNNEL_ID_LR	隧道左側(右面)
外蓋左側底面/U	TUNNEL_ID_BL	隧道底面(左側)
入口牆面/A	TUNNEL_ID_IN	隧道入口面
出口牆面/B	TUNNEL_ID_OUT	隧道出口面

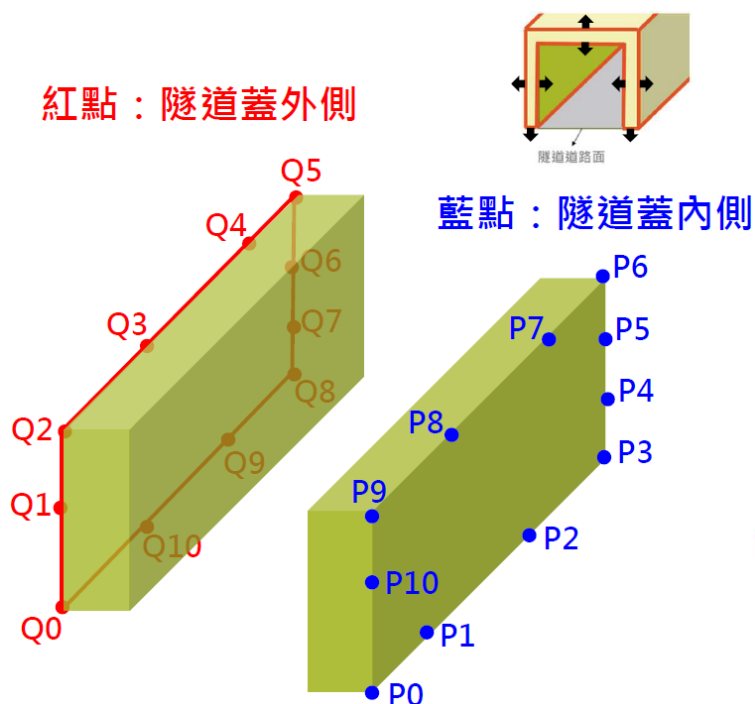


圖 5.1-3 隧道蓋面各點紀錄方式

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 5.1-4，依序為 R0 → Q1 → U1 → P2 → P1 → N2 → N1 → M2 → M1 → T1 → S2 → S1 → R2 → R1 → R0，其中各面都需要閉合，即起訖須共點。

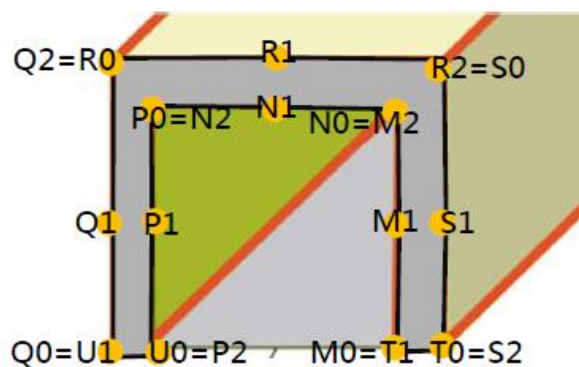


圖 5.1-4 隧道蓋面各點紀錄方式

另外，為建置無縫相銜接之物件，相鄰面具關連端角點坐標值須相同，如圖 5.1-5 之粉紅字標註範例，且相鄰面共邊上折點坐標值須相同。

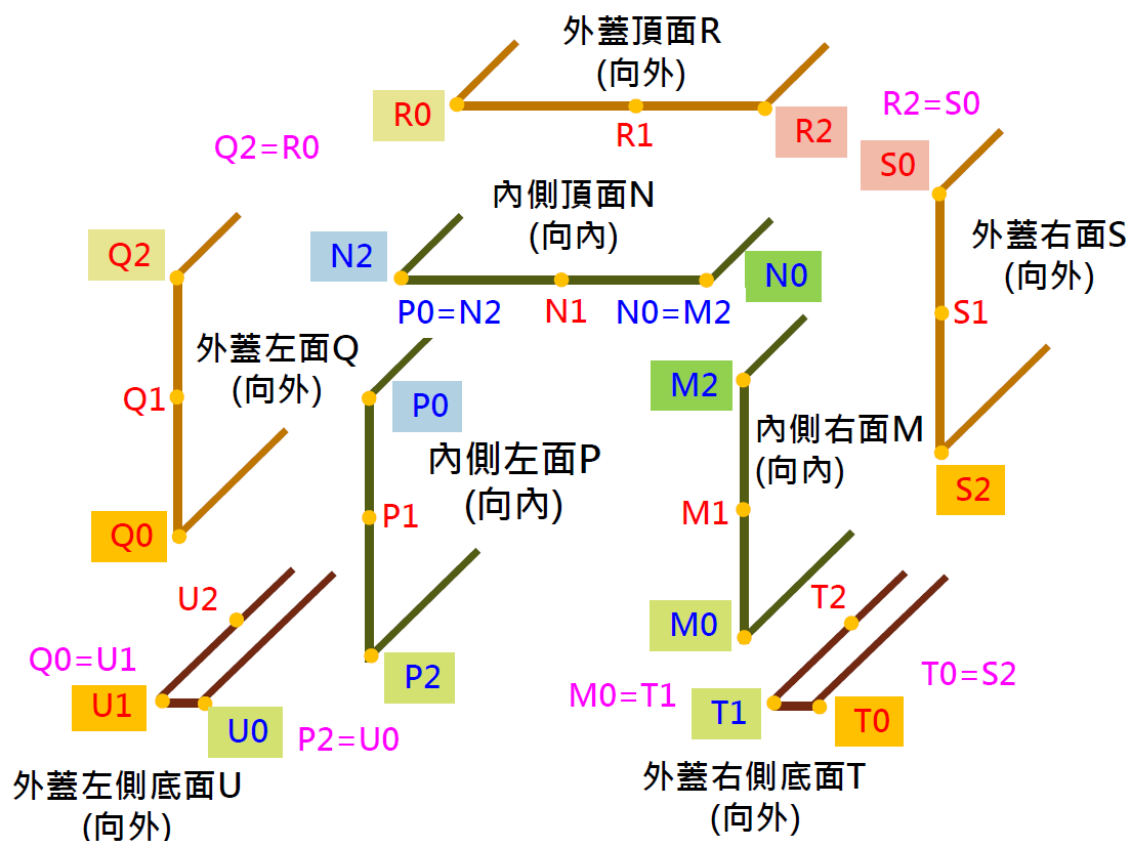


圖 5.1-5 出入口牆面紀錄順序

## 5.2 隧道遮罩產製

隧道遮罩區分為隧道範圍及出入口延伸兩端，須保持右手規則，將各面均朝外，每組隧道遮罩包含 P1、P2、P3，共計 3 部分，如圖 5.2-1。隧道範圍遮罩部分，長度須依照路面長度及方向，寬度為路面寬度左右向外擴 4 公尺，高度則由路面向上延伸 8 公尺；出入口延伸兩端部分，長度為出入口路面兩端向外延伸 20 公尺，寬度則維持路面寬度，高度為路面向上延伸 6 公尺，如圖 5.2-2。



圖 5.2-1 隧道遮罩

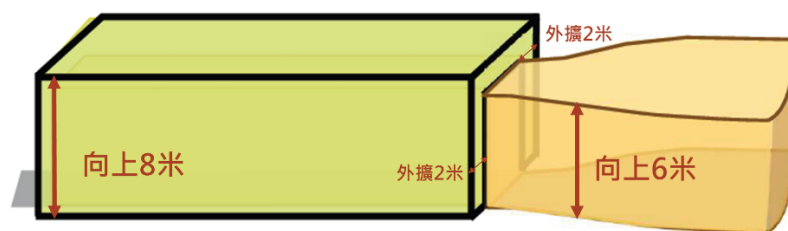


圖 5.2-2 出入口延伸兩端遮罩

隧道遮罩命名規則須配合車行方向區分左右，並參考公路路線里程起算規則判斷入口及出口。每部分遮罩均由 6 個面構成，紀錄順序為  $L \rightarrow T \rightarrow R \rightarrow B \rightarrow IN \rightarrow OUT$ ，其中 IN 和 OUT 順序可變換，如圖 5.2-3。每部分隧道遮罩依表 5.2-1 給定名稱。

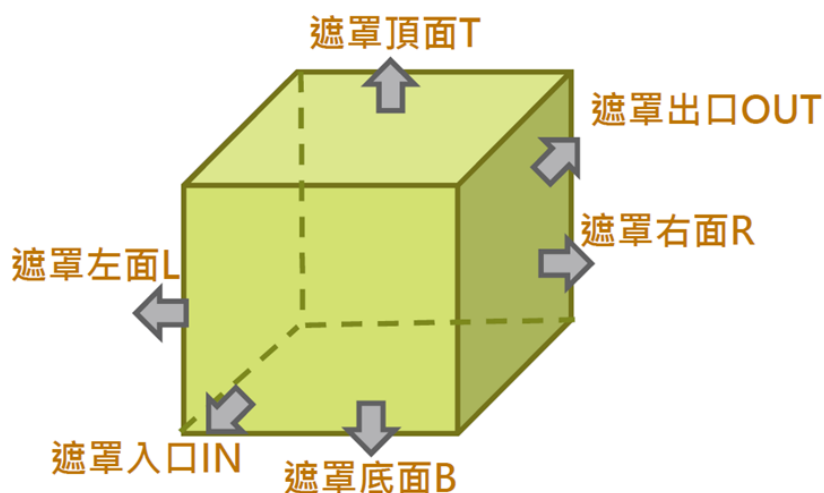


圖 5.2-3 隧道遮罩命名示意圖

表 5.2-1 隧道遮罩命名規則

中文	模型面代碼
遮罩左面	MASK_ID_PO_L
遮罩頂面	MASK_ID_PO_T
遮罩右面	MASK_ID_PO_R
遮罩底面	MASK_ID_PO_B
遮罩入口牆面	MASK_ID_PO_IN
遮罩出口牆面	MASK_ID_PO_OUT

### 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 5.3-1。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 5.3-2。

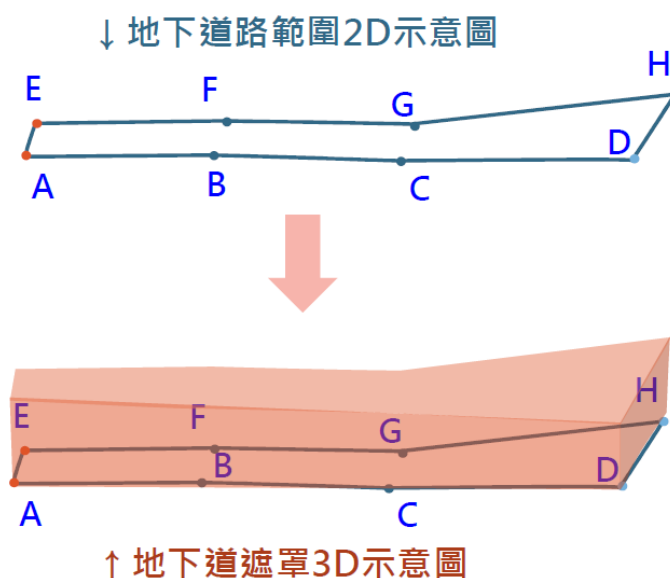


圖 5.3-1 地下道遮罩示意圖

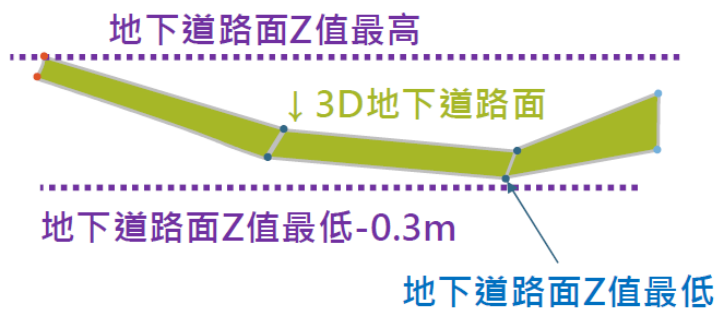


圖 5.3-2 地下道遮罩 Z 值

### 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，於平臺展示時須加註使用警語，圖 5.4-1 為橋墩產製示意圖，橋墩頂部為道路面絕對高之 Z 值減 0.5 公尺，橋墩底部 Z 值為 0 公尺，橋墩半徑則設定為 5 公尺，各橋墩位置為沿道路中線生成，採用以道路中線中點開始放置第一個橋墩，向兩側依序以間距 40 公尺放置，若剩餘距離不足 60 公尺，則不再放置橋墩。

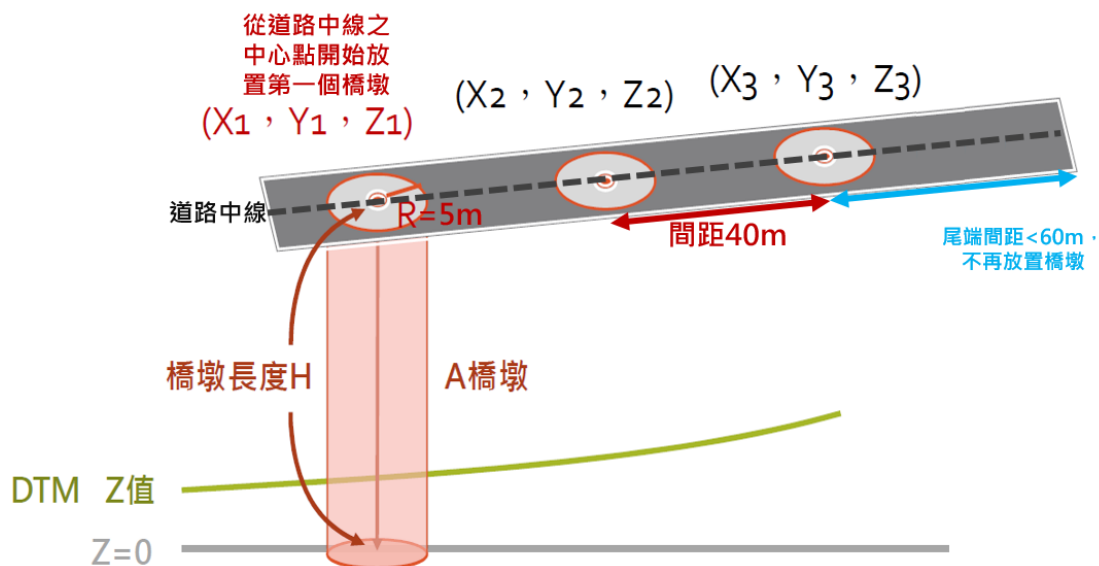


圖 5.4-1 橋墩模型示意圖

110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)



## 第六章 道路模型品質檢核

針對本案建置之三維道路模型，本公司根據逐項作業流程規劃了自我檢核機制，且由公正第三方執行監審工作，而由公正第三方協助辦理檢核機制，可以有效控制作業品質精度，提升三維道路模型成果品質。本案監審單位為中華民國航空測量及遙感探測學會，航遙測學會深知本案原始資料特性且熟悉國土測繪中心對於模型成果之要求及品質，亦已配合本案各作業流程規劃適當之檢核方式，監審之相關成果已出具檢核報告，並通過國土測繪中心成果審查，監審品質值得信賴，以下說明本案建置道路模型之幾何及屬性檢核。

### 6.1 模型幾何精度檢核及品質管控

三維道路模型資料為臺灣通用電子地圖道路圖層之表現維度的延伸，而道路邊界之垂直平行投影即可形成二維道路圖層，因此，道路邊界之平面坐標精度、道路資料完整性以承接來源圖資之精度及資料為原則。

高程精度標準則依據高程觀測資料來源分級訂定，如：平面道路、高架道路之高程精度應符合來源 DEM 之精度規範；使用測繪車、光達掃描等不同觀測來源之資料，則依照其使用之資料符合對應之精度規範。除了考量原有觀測資料之平面精度與高程精度之外，三維道路模型成果需符合 LOD1 道路模型之幾何精度規範。幾何精度分為平面及高程精度檢核，此外，本年度建置模型亦須考量模型需美觀平順，以下說明本公司製成中模型需檢核項目，所有項目於本公司自審階段皆為全面檢查模型，監審方審查時則視不同項目採取全面檢查或抽查，並針對查核成果出具檢核報告。

#### 一、 模型精度檢核

比較模型成果與來源資料（臺灣通用電子地圖、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  $\sqrt{2}\sigma$ （ $\sigma$  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。

#### 二、 檢查線面資料完整性

檢查方式為將本年度資料成果與臺灣通用電子地圖原始資料比對，須完整建置需建的置道路中線及模型面。

### 三、 檢查道路面切分正確性

檢查方式為套疊正射影像確認道路面切分符合本年度道路切分作法(如 2.1 章節說明)，並以線面關係全面檢查路口面切分正確性。

### 四、 道路模型邊緣坡度檢核

模型面邊緣節點不得有劇烈抖動，參考門檻值為 0.1 (斜率)，若超過門檻值須確認該道路面是否為不合理之模型面或本身為斜坡(可能為山路、交流道等)，若為前者則須修正。

### 五、 道路斷面檢核

各相連銜接之模型面不得有斷裂，且皆邊處節點數量、平面坐標、高程皆需一致，模型斷裂視為錯誤。

### 六、 道路橫斷面坡度檢核

部分道路面中有多條道路中線，而各條道路中線高程不一致，將導致道路面萃取高程時，萃取不同中線高程的前後節點可能有劇烈高差，因此需檢核道路橫斷面坡度是否合理，可接受斜率之門檻值設為 0.1，超過該門檻值則須修正道路橫斷面坡度。

## 6.2 模型屬性檢核及成果品質管控

針對三維道路之道路模型屬性成果檢核重點項目以及檢核內容，以下分項詳細說明。

### 一、道路模型屬性成果檢核項目：

#### (一) 屬性欄位設計檢查：

本公司負責第 2 作業區之資料模型建置，內容如下：

- 1、 檢查數量：各作業區每梯次模型成果全數檢查。
- 2、 檢查內容：檢查模型成果屬性欄位是否與規劃的屬性欄位一致。
- 3、 通過標準：須全數合格。

#### (二) 與來源資料內容一致性檢查：

- 1、 檢查數量：各作業區每梯次模型成果抽檢至少 10%

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

圖幅。

- 2、 檢查內容：檢查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）相符。
- 3、 通過標準：合格率須達 90%。

(三) 屬性欄位間邏輯一致性檢查：

- 1、 檢查數量：各作業區每梯次模型成果全數檢查。
- 2、 檢查內容：依據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，詳細檢查規則由監審廠商規劃，並於工作會議討論通過後據以辦理。
- 3、 通過標準：須全數合格。

## 二、道路模型屬性成果檢核內容：

道路模型的屬性資料檢核皆採用程式自動化檢核，確保模型資料無人為漏失之情形，並經檢核後皆已修正錯漏處，表 6.2-1 為各項欄位屬性檢核內容說明。

表 6.2-1 道路模型屬性檢核內容說明表

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	屬性欄位檢查	內容說明
1	AREAID	多邊形編碼	Text	30	不可為空字串、編碼長度需正確	道路模型識別碼, Road+道路結構碼(1碼)+圖號(8碼)+序號(6碼)
2	LINEID	線段編碼	Text	30	不可為空字串、編碼長度需正確	道路對應線段識別碼, Line+道路結構碼(1碼)+圖號(8碼)+序號(6碼)
3	ROADSEGID	道路線段識別碼	Text	12		臺灣通用電子地圖道路線段識別碼, 縣市碼(1碼)+流水號(10碼)
4	ROADCLASS1	道路分類編碼	Text	2	需在編號清冊中(配合臺灣通用電子地圖查核規則)	記錄交通部之道路等級分級碼
5	ROADCLASS2	道路分類編碼	Text	8		記錄內政部地形圖資料標準之道路編碼

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	屬性欄位檢查	內容說明
6	ROADCODE	公路編碼	Text	4		記錄公路系統之公路編號
7	COUNTY	縣市名稱	Text	8	不可為空字串、需在清冊中(配合臺灣通用電子地圖查核規則)	該路段所屬的縣市名稱
8	ROADSTRUCT	道路結構碼	Short Integer	2	數值只能 0-6	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
9	ROADNUM	道路編號	Text	8		記錄該路段所屬國道、省道、縣道、鄉道及產業道路(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。
10	ROADNUM1	道路編號 1	Text	8	需在道路編號清冊中(配合臺灣通用電子地圖查核規則)	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、縣道、鄉道及產業道路(農路)等道路等級與編碼,如:台 21、縣 168、投 10 等。
11	ROADNUM2	道路編號 2	Text	8		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、縣道、鄉道及產業道路(農路)等道路等級與編碼,如:台 28、縣 110、市 1、農苗灣 11 等。
12	ROADALIAS	道路別名	Text	36		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。

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	屬性欄位檢查	內容說明
13	BRITUNNAME	橋梁名、隧道名	Text	20	不得全為空值 (配合臺灣通用 電子地圖查核 規則)	記錄各座橋梁、隧道名稱
14	RDNAMEALL	完整路名	Text	80		記錄路段所屬道路名稱。(包含路街巷弄)
15	ROADNAME	路名	Text	36		記錄路段所屬道路名稱。
16	RDNAMESECT	段名	Text	8		記錄路段所屬道路路段名稱。
17	RDNAMELANE	巷名	Text	20		記錄路段所屬道路巷名稱。
18	RDNAMENON	弄名	Text	16		記錄路段所屬道路弄名稱。
19	ROADCOMNUM	共線路段數	Short Integer	1		記錄本路段之共線道路數目(不含本身)
20	DIR	方向性代碼	Short Integer	2	數值只能 0、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)
21	PLMDATE	道路模型平面資料測製年月	Text	8	不可為空字串 格式需為六碼 且限制在 2007~2020(配 合臺灣通用電 子地圖查核規 則)	僅填至月份,如:2008年 3月,則填入 200803
22	PLSOURCE	道路模型平面資料來源	Short Integer	2	數值只能 0-11	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

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

編號	欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位型態	長度	屬性欄位檢查	內容說明
						9：衛照正射數化 10：引用國土利用調查成果 11：ADS 立體製圖
23	PLDEF	道路模型平面狀態代碼	Short Integer	2	數值只能 0-3	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
24	LINKID	交通資訊基礎路段編碼	Text	30		交通資訊基礎路段編碼
25	ROADID	交通資訊基礎路段編碼 (路段)	Text	20		交通資訊基礎路段編碼 (路段)
26	ELSOURCE	道路模型高程資料來源	Short Integer	2	數值只能 0-3	0：內政部數值地形模型 1：測繪車 2：竣工圖資 3：立製
27	ELDEF	道路模型高程狀態代碼	Short Integer	2	數值只能 0-1	0：依實際資料 1：參考前後段高程
28	ELMDATE	高程資料測製年月	Text	8	不可為空字串	僅填至月份，如：2008 年 3 月，則填入 200803
29	MMDATE	道路模型建置日期	Text	8		
30	FRAMEID	1/5,000 圖幅編號	Text	8	不可為空字串	記錄模型所屬 1/5,000 圖號
31	TFRAMEID	地形圖圖幅編號	Text	8		記錄模型所屬地形圖圖號
32	TROADNO	地形圖車道數	Short Integer	2		車道數
33	JUNCTION	道路交界	Short Integer	2	數值只能 0-2	0：非路口 1：路口 2：平交道
34	DISPLAYTYPE	顯示類型	Short Integer	2	數值只能 0-1	0：「ROADSTRUCT」欄位僅為 0 時填入 0，表示為平面道路。 1：「ROADSTRUCT」欄位有 0 以外的值時填入 1，表示為非平面道路。

## 第七章 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**」2 大任務，整體以 109 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，另外本年度也根據圖臺使用模型情形以及全國交通資訊基礎路段編碼重新規劃三維道路模型屬性欄位。「110 年度三維道路模型資料建置工作採購案」本公司已經順利完成全案成果，包含下列三項：(一)高雄範圍三維道路模型成果共 2,464 公里 (二)快速道路三維道路模型成果共 837 公里。(三)整合全部模型成果，各時程需繳交及最終繳交之道路模型皆符合需求規格書，可參考前述 3.4 章節模型成果。

除了完成建置全案高雄及快速道路三維道路模型之外，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 7-1 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 7-1 110 年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 (40%)	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(建置 JUNCTION 屬性)	半自動	30%
道路中線高	中線高程萃取	全自動	4%

## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

程處理 (15%)	(含 DTM、測繪車、立測資料三種)		
	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 (35%)	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	30%
屬性建置 (2%)	道路中線屬性建置完整及填入道路面	半自動	2%
模型整合 (8%)	邊緣接合	人工	2%
	缺漏補面	人工	2%
	重疊面處理	人工	3%
	模型更新	人工	1%

由表 7-1 可知，最需花費處理時間的工項主要為路口切分、遮蔽區高程編修以及編修 3D 模型，其中遮蔽區由於為其本身無法取得正確資料，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，此外今年度為使路口切分形狀貼合現況，審查機制多為以參考正射影像為主，並加入了分隔島切分機制（可參考 2.1 章節說明），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向、邊緣平順皆有相較往年明確的規格，需額外人工編修，若未來目標為大量、快速的建置全臺道路模型，可考量實際用途規劃檢核標準，達成模型品質與自動化作業之平衡，提升作業自動化程度。

## 二、提升三維道路模型成果品質

目前之作業成果為符合 CityGML2.0 定義的 LOD1 精神之三維道路模型，但幾何精度遠高於 LOD1 等級的 5 公尺要求，因此未來精進重點可以放在提升 LOD 等級，由 LOD1 提升至 LOD2。此部分目前之作業瓶頸為依據三維道路模型資料標準，LOD2 模型需進行車道分割，但目前車道分隔作業自動化程度較低，因此需耗費大量人力。若能提升車道分隔作業自動化程度，則可建置 LOD2 模型，提升整體三維道路模型成果品質。

## 三、其他來源高程資料提前規劃取得



## 110 年度三維道路模型資料建置工作(第 2 作業區)

本年度建置三維道路模型時，對無法利用數值地形模型取得正確高程之較長路段，會利用擬合前後路段高程或萃取其他來源高程資料之方式建置模型，表 7-2 為第 2 作業區道路中線使用各來源資料萃取高程之占比，由表中可看到，主要為使用數值地形模型之資料，而其他高程來源約佔百分之五。

本案其他來源高程資料多為建模作業中後期取得(非原先規劃)，雖然佔比不高，但由於需額外篩選、抽出已利用 DTM 建置之模型，重新萃取高程再建模，並與原先建置模型進行接邊整合，若能提前取得這些其他來源資料，即可在建模前預先規劃好作業批次，更節省處理成本，因此建議未來若需建置其他區域，可預先規劃需取得其他高程來源資料之道路，盡早取得，避免後期重工之情形。此外，依本公司 109~110 年度作業之經驗，測繪車、竣工圖及立測三種高程資料中，又以立測資料最易使用，其次為測繪車，而竣工圖因其為紙圖資料，需要人工判讀及數化，處理上較不易且費時。

表 7-2 第 2 作業區模型各高程來源資料使用占比

來源	長度(公里)	比例
數值地形模型	3147.394	95.35 %
擬合前後路段高程	48.358	1.46 %
測繪車	74.892	2.27 %
竣工圖	0	0 %
立測資料	30.356	0.92 %
加總	3301	100 %

## 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案期末報告。
6. 陳良健，2007。整合光達資料與二維路網重建三維道路模型。
7. OGC, 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding.
8. Atazadeh, B., Kalantari, M., Rajabifard, A., Ho, S., Ngo, T., 2016. Building information Modeling for high-rise land administration. *Transactions in GIS*.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Kolbe, T.H., Gröger, G., Plümer, L., 2005. CityGML: Interoperable access to 3D city models, *Geo-information for disaster management*. Springer, 883-899.
14. 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.
15. Lemmen, C., Van Oosterom, P., Bennett, R., 2015. The land administration domain model. *Land Use Policy* 49, 535-545.
16. Meijers, M., Zlatanova, S., Pfeifer, N., 2005. 3D geoinformation indoors: structuring for evacuation, *Proceedings of Next generation 3D city models*, pp. 21-22.
17. Singapore Land Authority, 2013. Standard and specifications for 3D topographic surveying (mapping) in Singapore, Singapore.
18. 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.