

112 年度三維建物模型更新及精進採購案
2023 Government Procurement for 3D
Building Models Updating and
Improvement

工作總報告(修訂版)
Final Report (Revised)

標案案號：NLSC-112-48

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：鴻圖股份有限公司

經緯航太科技股份有限公司

台灣世曦工程顧問股份有限公司



中華民國 112 年 12 月 28 日

摘要

內政部國土測繪中心管有各項基礎及核心之國土測繪資料，包括臺灣通用電子地圖(以下簡稱電子地圖)、地籍圖和國土利用調查成果圖等各類圖資，並建置「國土測繪圖資服務雲」，藉由 2D 與 3D 圖台的展示，讓全民可應用及共享國土測繪成果。

近年來空間資訊的技術日益進步，發展方向由過去的二維平面資料往三維立體模式推進，為擴大測繪資料應用層面及推廣 3D GIS 應用，並考量未來 2D 及 3D 圖資整合之架構及應用功能需求，本案利用既有大量 2D 建物資料及高度資訊(包含 DEM 及 DSM)，快速產製 OGC CityGML 所定義建物模型細緻度(Level of Detail, LOD)LOD1 之三維近似化建物模型，於 108 年度建置完成全臺之三維建物模型，並於 109 年以後持續更新部分區域。

「112 年度三維近似化建物模型更新採購案」持續以最新之一千分之一地形圖及電子地圖建物框進行更新作業，進行建物模型細緻化作業，主要工作包含分棟作業、圖資分析、建物樓高萃取作業、建置三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，以維持圖資完整性及時效性，並精進模型成果，導入其他資料來源產製及更新建物模型。

本案已完成各階段成果，完成包含約 163 萬餘棟建物更新成果(包含建物框成果檔、灰階建物模型及近似化建物模型)。

關鍵字：臺灣通用電子地圖、一千分之一地形圖、三維建物模型、航照影像密匹配、數值地形模型、山形屋頂、地籍產權模型

Abstract

The National Land Surveying and Mapping Center of the Ministry of the Interior manages various fundamental and core land surveying data, including the Taiwan Universal Electronic Map (referred to as the electronic map), cadastral maps, and results of land use surveys, among various other types of cartographic information. They have also established the "National Land Surveying and Mapping Data Services Cloud," which utilizes 2D and 3D map displays to enable the public to apply and share the outcomes of land surveying.

In recent years, advancements in spatial information technology have shifted the development focus from traditional two-dimensional data towards three-dimensional models. To expand the application scope of surveying data and promote the use of 3D GIS, considering the future integration of 2D and 3D cartographic information, this project leverages existing 2D building data and height information (including DEM and DSM) to rapidly generate three-dimensional approximate building models with a Level of Detail (LOD) of LOD1 as defined by OGC CityGML. The goal is to complete the construction of 3D building models across Taiwan in 2019, and continually update specific regions from 2020 onwards.

This project continues to use the latest 1/1000 topographic maps and electronic map building footprints for updates and maintenance operations. The project also involves extensive work on refining building models, including map analysis, building height extraction, construction of three-dimensional grayscale building models, and the establishment of three-dimensional approximate building models. This is done to maintain the integrity and timeliness of cartographic information, improve model outcomes, and incorporate other data sources for building model production and updates.

The project has successfully completed various phases, encompassing the updating of approximately 1.63 million buildings, including building footprint data, grayscale building models, and approximate building models.

Keywords: Taiwan e-Map, 1/1000 Topographic Map, 3D Gray-Scale Building Model, 3D Approximate Building Model, Density Aerial Image Matching

目錄

第一章	計畫概述與作業範圍	1
壹、	專案背景	1
貳、	專案目標	1
參、	作業範圍	1
肆、	工作項目與內容	2
伍、	專案作業時程	7
陸、	專案工作分工	8
第二章	作業時程及執行方法	9
壹、	三維建物模型更新及整合	9
一、	整體作業流程	9
二、	圖資異動分析作業	11
三、	建物 ID 產製	15
四、	樓高萃取作業	16
五、	三維灰階建物模型產製	19
六、	三維近似化建物模型產製作業	20
貳、	三維建物模型細緻化	50
一、	一千分之一地形圖建物模型產製	50
二、	分棟作業	52
三、	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製	52
四、	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	63
參、	航拍影像產製樓高作業	64
一、	影像密匹配產製 DSM	65
二、	立體製圖產製樓高	68
肆、	建物模型材質更新作業	69
一、	既有建物模型材質敷貼作業	69
二、	三維地籍產權模型材質敷貼作業	69

伍、	提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型	76
一、	LOD3 建物模型建置	76
二、	網格建物模型	79
三、	BIM 建物模型	80
第三章	成果說明及品質分析	83
壹、	三維建物模型更新及整合成果	83
一、	一千分之一地形圖建物模型更新	83
二、	臺灣通用電子地圖建物模型更新	84
三、	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	84
四、	三維灰階建物模型產製	87
五、	三維近似化模型產製成果	88
貳、	三維建物模型細緻化	95
一、	一千分之一地形圖建物模型產製	95
二、	臺灣通用電子地圖分棟作業及建物模型產製	95
參、	航拍影像產製樓高作業	99
一、	影像密匹配產製 DSM	99
二、	立體製圖產製樓高	100
三、	作業成果統計	100
肆、	建物模型材質更新作業	102
一、	既有建物模型材質敷貼作業	102
二、	產權建物模型材質敷貼作業	104
伍、	提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型	108
一、	LOD3 建物模型	108
二、	網格建物模型	110
三、	BIM 建物模型	112
第四章	資料檢核及品質管制	116
壹、	一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果檢核	116
貳、	臺灣通用電子地圖建物模型作業成果檢核	119

參、	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業成果檢核	121
肆、	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核	125
伍、	DSM 成果自主檢查	140
陸、	建物模型材質更新作業成果檢核	142
柒、	產權建物模型產製作業成果檢核	142
捌、	BIM 模型轉製作業	143
玖、	LOD3 精緻建物模型自主檢核紀錄	143
壹拾、	3D Mesh 網格建物模型自主檢核紀錄	146
第五章	結論與建議	149
壹、	本案成果及結論	149
貳、	後續辦理建議	151
參、	後續辦理經費規劃	153
附件 1	評選會議委員問題回應	155
附件 2	需求訪談會議紀錄	160
附件 3	歷次工作會議紀錄	163
附件 4	工作總報告審查會議紀錄	175
附件 5	建物框分棟案例說明	189
附件 6	第一階段成果繳交明細	191
附件 7	第二階段成果繳交明細	192
附件 8	作業人員性別分析統計	194
附件 9	LOD1 建置作業規範更新	195

圖目錄

圖 1-1 各作業項目之作業區範圍圖	5
圖 1-2 空載光達產製 DTM 航拍影像產製樓高作業區範圍圖	6
圖 2-1 三維建物模型更新整體作業流程	9
圖 2-2 三維建物模型更新整體作業規劃時程(甘特圖).....	10
圖 2-3 差異分析說明圖例	12
圖 2-4 差異分析作業流程	14
圖 2-5 新舊 DSM 計算示意圖(相同建物框下計算).....	15
圖 2-6 建物框中庭型態	16
圖 2-7 重複 ID 建物中心點平移順序	16
圖 2-8 樓高萃取工具程式	16
圖 2-9 DSM 資料套合偏移之修正.....	17
圖 2-10 斷面線不平滑區域範例	17
圖 2-11 眾數層高度計算示意	18
圖 2-12 樓高資訊紀錄範例	18
圖 2-13 建物模型樓層級距顏色代碼	19
圖 2-14 依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果	19
圖 2-15 KMZ 模型上層檔案結構	20
圖 2-16 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構.....	20
圖 2-17 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構.....	20
圖 2-18 近似化建物模型建置程序	21
圖 2-19 110 年以前近似化建物模型使用貼圖材質範例	21
圖 2-20 111 年以後近似化建物模型使用貼圖材質範例	22
圖 2-21 正射影像建物傾斜狀況	23
圖 2-22 屋頂紋理貼圖作業流程	24
圖 2-23 原始航照影像作業流程	24
圖 2-24 原始航照影像逆向反推像平面坐標	25
圖 2-25 AI 航照影像篩選機制	27
圖 2-26 「優質」屋頂影像範例	27
圖 2-27 「缺陷」屋頂影像範例	28
圖 2-28 影像品質篩選驗證結果	28
圖 2-29 影像偏移偵測示意圖	30
圖 2-30 影像偏移修正調整範例	30
圖 2-31 原始航照色調	31
圖 2-32 原始航照經影像增強後之色調.....	31
圖 2-33 屋頂影像影像增強調整前後比較範例	32
圖 2-34 Google 街景使用授權與帳戶費用	32
圖 2-35 建物對應之街景影像取得分析	33

圖 2-36 建物對應之街景影像選擇	33
圖 2-37 街景影像透視投影校正處理	34
圖 2-38 材質庫影像辨識示意圖	35
圖 2-39 街景影像問題	36
圖 2-40 Bag of Visual words 影像辨識示意	37
圖 2-41 影像特徵擷取	37
圖 2-42 影像特徵分群	38
圖 2-43 Visual word 示意	38
圖 2-44 影像特徵描述向量示意	39
圖 2-45 排除之干擾因素 Visual words	39
圖 2-46 材質貼圖 2.0 精進作法流程	40
圖 2-47 材質貼附精進作法比較	40
圖 2-48 分區材質示意圖	41
圖 2-49 道路中線與建物	42
圖 2-50 鄰近道路分析流程	42
圖 2-51 道路及投影點屬性紀錄	42
圖 2-52 建物對道路投影點面向參考	43
圖 2-53 社區中庭無道路資料	43
圖 2-54 相鄰建物面註記	44
圖 2-55 理想山形屋頂模型	45
圖 2-56 DSM 偵測山形屋頂之品質驗證	45
圖 2-57 實際 DSM 偵測山形屋頂模型	46
圖 2-58 山形屋頂偵測流程圖	47
圖 2-59 一千分之一地形圖建物轉製流程圖	50
圖 2-60 一千分之一地形圖建物位相常見錯誤	51
圖 2-61 轉置 GIS 建物框流程	51
圖 2-62 區塊建物細緻化之策略目標[內政部國土測繪中心，2020]	52
圖 2-63 分棟作業流程圖	52
圖 2-64 本年度作業區	53
圖 2-65 建物框與地籍圖及正射影像套疊示意圖	53
圖 2-66 高雄市路竹區重疊範例	54
圖 2-67 高雄市茄苳區初步分棟成果與電子地圖建物框差異範例	54
圖 2-68 分棟線延伸編修示意圖	55
圖 2-69 分棟線刪除編修示意圖	55
圖 2-70 分棟線調整編修示意圖	55
圖 2-71 分棟線新增編修示意圖	56
圖 2-72 建物框與地籍圖宗地及門牌位置資料示意圖	56
圖 2-73 分棟原則範例 1	57

圖 2-74 分棟原則範例 2	58
圖 2-75 分棟原則範例 3	58
圖 2-76 分棟原則範例 4	59
圖 2-77 分棟原則範例 5	59
圖 2-78 分棟原則範例 6	60
圖 2-79 分棟原則範例 7	61
圖 2-80 分棟原則範例 8	61
圖 2-81 分棟原則範例 9	61
圖 2-82 分棟原則範例 10	61
圖 2-83 分棟原則範例 11	62
圖 2-84 細緻化成果(臺南市).....	62
圖 2-85 分棟建物模型更新作業範圍異動分析結果	63
圖 2-86 電子地圖分棟建物模型更新作業流程	63
圖 2-87 航照影像產製樓高規劃作業範圍圖	64
圖 2-88 航照密匹配產製 DSM 流程圖	65
圖 2-89 重建航照立體對模型	65
圖 2-90 檢核點量測畫面示意圖	66
圖 2-91 共軌點自動密匹配及不規則網格模型	66
圖 2-92 不規則網格內插產製數值地表模型	67
圖 2-93 粗差點檢查示意圖	67
圖 2-94 成果接邊檢查示意圖	67
圖 2-95 立體測圖量測建物高度示意圖	68
圖 2-96 建物高程取樣定義說明	68
圖 2-97 三維地籍建物產權三維結構	70
圖 2-98 三維地籍建物產權 XML 樓層資訊紀錄格式	71
圖 2-99 三維地籍建物產權 XML 樓層空間資訊紀錄格式	71
圖 2-100 三維地籍建物產權 XML 樓層屬性資訊紀錄格式	72
圖 2-101 三維地籍建物產權 XML 產權空間資訊紀錄格式	72
圖 2-102 三維地籍建物產權 XML 產權屬性資訊紀錄格式	73
圖 2-103 三維地籍建物產權模型更新 LOD1 流程	74
圖 2-104 三維地籍建物產權模型建物外框萃取	75
圖 2-105 三維地籍建物產權模型棟建物模型	75
圖 2-106 LOD 3 精緻化三維建物模型產製作業流程圖	76
圖 2-107 無人機環繞拍攝建築物範例(玉里車站)	77
圖 2-108 空拍獲取屋頂影像	77
圖 2-109 低角度拍攝側面深度資訊	77
圖 2-110 點雲數化操作範例	78
圖 2-111 三維點雲塑模初步成果(嘉義鐵路高架)	78

圖 2-112 3D Mesh 建模範圍示意圖.....	79
圖 2-113 不規則三角網敷貼紋理影像範例(臺北市政府).....	79
圖 2-114 RVT 檔案格式(A、H 棟).....	81
圖 2-115 傳換至 IFC 檔案格式並做檔案合併(A、H 棟+基地公設).....	82
圖 2-116 BIM 資料 RVT 檔案格式轉製 IFC 檔案格式工作流程.....	82
圖 3-1 一千分之一地形圖轉置分布區域示意圖.....	83
圖 3-2 一千分之一地形圖 CAD 轉 SHP 成果範例.....	83
圖 3-3 建物分棟模型更新成果展示 1.....	85
圖 3-4 建物分棟模型更新成果展示 2.....	85
圖 3-5 建物分棟模型更新成果展示 3-111 年度分棟成果.....	86
圖 3-6 建物分棟模型更新成果展示 3-本年度分棟成果.....	86
圖 3-7 LOD1 三維灰階建物模型工具程式.....	87
圖 3-8 LOD1 三維灰階建物模型屬性賦予程式.....	87
圖 3-9 灰階模型展繪及屬性資料呈現.....	87
圖 3-10 三維近似化建模軟體.....	89
圖 3-11 建物框利用共線式逆向反推原始航拍擷取屋頂影像工具.....	89
圖 3-12 建物框利用共線式逆向反推像平面坐標並與原始航拍套合分析(都會區).....	90
圖 3-13 建物框利用共線式逆向反推像平面坐標並與原始航拍套合分析(郊區).....	90
圖 3-14 AI 判斷為「優質」屋頂影像.....	91
圖 3-15 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像.....	91
圖 3-16 經 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像重新從正射影像萃取範例.....	91
圖 3-17 影像匹配萃取屋頂偏移作法(黃色框：原始對應位置；紅色框：修正後位置).....	92
圖 3-18 屋頂材質貼圖成果範例.....	92
圖 3-19 材質影像更新後各分類建模成果範例.....	94
圖 3-20 一千分之一地形圖轉製成果屬性.....	95
圖 3-21 建物框分棟編修成果展示.....	98
圖 3-22 特殊幾何結構之建物範例.....	98
圖 3-23 航照影像密匹配及立體量測樓高作業範圍圖.....	99
圖 3-24 航照產製 DSM 成果套疊比對.....	100
圖 3-25 屋頂影像增強前後成果比較.....	103
圖 3-26 街景辨識及牆面紋理貼圖 2.0 前後成果比較.....	103
圖 3-27 既有建物模型建物材質更新前後建模成果比較.....	104
圖 3-28 三維地籍建物產權模型更新近似模型範例.....	105
圖 3-29 三維地籍建物產權模型轉換近似模型之優勢.....	106
圖 3-30 三維地籍建物產權模型建物坐落坐標錯誤範例.....	107

圖 3-31 三維地籍建物產權模型 KMZ 格式坐落坐標錯誤範例	107
圖 3-32 三維地籍建物產權缺漏部分樓層空間結構範例	108
圖 3-33 LOD 3 精緻化三維建物模型產製作業流程圖	108
圖 3-34 無人機環繞拍攝建築物(高雄青埔捷運站)	109
圖 3-35 空拍獲取屋頂影像	109
圖 3-36 低角度拍攝側面深度資訊	109
圖 3-37 三維點雲塑模初步成果(高雄青埔捷運站)	110
圖 3-38 LOD3 等級精緻建物模型成果(高雄青埔捷運站)	110
圖 3-39 3D Mesh 建模空拍航線規劃圖	111
圖 3-40 傾斜攝影影像成果範例	111
圖 3-41 三維網格建物模型成果(高雄青埔捷運站周邊)	112
圖 3-42 三維網格建物模型成果(高雄青埔捷運站)	112
圖 3-43 RVT 建物模型檔案檢視-1	113
圖 3-44 RVT 建物模型檔案檢視-2	113
圖 3-45 BlenderBIM 編輯 IFC 模型介面	114
圖 3-46 Open IFC Viewer 檢視 IFC 模型轉製成果	114
圖 3-47 RVT 轉換至 IFC 檔案格式之流程與操作軟體	115

表目錄

表 1-1 各階段繳交項目及期限一覽表	7
表 1-2 工作項目分工一覽表	8
表 2-3 各工作項目圖資平面異動分析標的及門檻值	12
表 2-4 樓高異常類別表	18
表 2-5 建模方法更新前後比較	22
表 2-6 建物分區屬性列表	41
表 2-7 LOD1 模型成果(灰階模及近似模)屬性欄位內容	47
表 2-8 航照影像產製樓高規劃作業數量表	64
表 2-9 LOD3 三維建物模型規格及細緻度準則	76
表 3-1 一千分之一地形圖異動分析結果	84
表 3-2 電子地圖異動分析結果	84
表 3-3 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量	85
表 3-4 三維建物模型更新成果(依工作項目及階段統計)	88
表 3-5 三維建物模型更新成果(依縣市及地圖類型分類)	88
表 3-6 山形屋頂偵測分析表	94
表 3-7 圖幅 94193088 山形屋頂成功率統計	94
表 3-8 電子地圖分棟建物模型產製範圍	95
表 3-9 航照影像產製樓高作業數量表	101
表 3-10 各縣市既有建物模型建物材質應更新數	102
表 4-1 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表	116
表 4-2 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表	116
表 4-3 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表	117
表 4-4 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表	118
表 4-5 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果近似化模型品質檢核結果	118
表 4-6 電子地圖建物模型更新作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表	119
表 4-7 電子地圖建物模型更新作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表	119
表 4-8 電子地圖建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表	120
表 4-9 電子地圖建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表	120
表 4-10 電子地圖建物模型更新作業成果近似化模型品質檢核結果	120
表 4-11 電子地圖分棟建物模型更新作業成果檢核結果	121

表 4-12 各行政區建物框分棟成果檢核表(部分示意)	122
表 4-13 電子地圖分棟建物模型更新作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表	122
表 4-14 電子地圖分棟建物模型更新作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表	123
表 4-15 電子地圖分棟建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表	123
表 4-16 電子地圖分棟建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表	124
表 4-17 電子地圖分棟建物模型更新作業成果近似化模型品質檢核結果	124
表 4-18 電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核結果	125
表 4-19 各行政區建物框分棟成果檢核表(部分示意)	127
表 4-20 電子地圖分棟建物模型產製作業成果建物樓高萃取-格式及數量檢查表	127
表 4-21 電子地圖分棟建物模型產製作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表	130
表 4-22 電子地圖分棟建物模型產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表	133
表 4-23 電子地圖分棟建物模型產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表	135
表 4-24 電子地圖分棟建物模型產製作業成果近似化模型品質檢核結果	138
表 4-25 影像密匹配成果自我檢核紀錄表	140
表 4-26 各行政區影像密匹配成果自我檢核紀錄表(部分示意)	141
表 4-27 立體量測成果自我檢核紀錄表	141
表 4-28 各行政區立體量測成果自我檢核紀錄表(部分示意)	142
表 4-29 既有建物模型建物材質更新作業成果檢核結果	142
表 4-30 產權建物模型檢核結果	143
表 4-31 BIM 建物模型建物材質更新作業成果檢核結果	143
表 4-32 LOD3 精緻建物模型細緻度對照表	144
表 4-33 LOD3 精緻建物模型精確度對照表(青埔捷運站)	145
表 4-34 垂直攝影地面解析度範例	146
表 4-35 3D Mesh 網格建物模型-傾斜攝影範例	146
表 4-36 現場實測地面控制點示意圖	147
表 4-37 三維網格模型精度檢核表	147
表 4-38 3D Mesh 網格建物模型成果範例	148
表 5-1 後續辦理經費規劃	153

第一章 計畫概述與作業範圍

壹、專案背景

內政部國土測繪中心(以下簡稱測繪中心)管有各項基礎及核心之國土測繪資料，包括臺灣通用電子地圖、地籍圖和國土利用調查成果圖等各類圖資，並建置「國土測繪圖資服務雲」，藉由2D與3D圖臺的展示，讓全民可應用及共享國土測繪成果。近年來空間資訊的技術日益進步，發展方向由過去的二維平面資料往三維立體模式推進，為擴大測繪資料應用層面及推廣3D GIS應用，並考量未來2D及3D圖資整合之架構及應用功能需求，利用既有大量2D建物資料及高度資訊(包含DEM及DSM)，快速產製OGC CityGML所定義建物模型細緻度(Level of Detail, LOD)LOD1之三維近似化建物模型。

貳、專案目標

機關於108至111年產製及更新全臺三維近似化建物模型，本(112)年度將持續以最新之一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖建物框進行更新及維護作業，以維持圖資完整性及時效性，並精進模型成果，辦理建物模型細緻化作業及提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型。

為提供符合使用者需求的多元化圖資服務，滿足國土規劃、災害防救、治安維護、交通疏運、觀光旅遊等不同領域應用，本案完成3D近似化建物模型成果將導入機關建置之多維度圖資空間服務圖臺，藉由立體的視覺化展示各項空間資訊，奠定智慧城市發展與應用之基礎。

參、作業範圍

一、三維建物模型更新

- (一) 一千分之一地形圖建物模型更新：依機關提供之一千分之一地形圖施作，包含新竹市部分地區(香山區)、花蓮縣部分地區、臺東縣部分地區(綠島鄉)及金門縣。
- (二) 臺灣通用電子地圖建物模型更新：包含宜蘭縣部分地區、臺東縣及花蓮縣部分地區等區。

- (三) 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新：針對臺南市區塊建物框已分棟產製建物模型區域進行更新。

二、三維建物模型細緻化

- (一) 一千分之一地形圖建物模型產製：運用一千分之一地形圖建物框產製分棟三維建物模型，辦理區域為基隆市。
- (二) 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製：將區塊建物框分棟後產製分棟三維建物模型，辦理區域包含彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、宜蘭縣部分地區(宜蘭市)。

肆、工作項目與內容

一、三維建物模型更新

(一) 圖資異動分析作業

1. 建物框資料處理作業：將來源圖資轉檔為shp檔案格式，並辦理相關處理，建物框須為polygon，屬跨圖幅者須辦理建物框合併。
2. 屬建物模型更新者，提出更新建物框篩選方案彙整建物框之新增、滅失及異動成果，並建立異動建物框及新舊建物資料屬性關聯。
3. 利用機關提供臺灣通用電子地圖區塊建物框、臺灣通用電子地圖分棟建物框，參考正射影像、地籍圖、門牌位置等資料，辦理人工編修(增加、修正及刪除)辦理更新(可參考近年三維建物模型更新採購案工作總報告)。

(二) 樓高萃取作業

1. 具網格式DTM資料區之建物樓高萃取方式：資料來源為光達產製之DTM或利用航照影像密匹配產製DTM，與建物框範圍套疊後統計建物框內具高度值之網格式數量，並依樓層高度分類(每樓為3.3公尺)，取樓層之眾數值為該建物樓層，並計算高度平均值為該建物樓高值。
2. 以航測立體製圖獲取建物樓高：利用機關提供航拍影像立體模型成果，以航測影像立體製圖方式產製量測樓高所需資訊。
3. 萃取建物樓高完成後，儲存於建物框之shp檔屬性資料，並依縣市儲存檔案。

(三) 建物模型產製

1. 建物模型產製：依據前項建物樓高萃取完成之成果，產製三維灰階建物模型(包含屬性資料)並依建物高度級距給予不同灰階值。
2. 依據前項建物模型成果，貼附屋頂及外牆紋理材質，其中外牆材質區分為正面、側面及背面；另正面應區分1樓及2樓以上。
3. 屋頂紋理材質：使用航照影像製作屋頂材質，並提出屋頂影像貼附方式。
4. 外牆紋理材質：使用之材質資料庫數量至少需達6萬種以上，並應參考地區特性(如土地使用分區)進行資料分類後交付機關。外牆紋理貼附方式，原則上應依建物位置之街景影像與材質庫影像以自動化方式進行比對，並提出分析影像之顏色、特徵方式、雜訊濾除方式及量化指標，取最佳之分析成果進行材質貼附。
5. 分棟建物模型成果，若使用資料符合山形屋頂建置條件，需產製山形屋頂(參考111年度三維建物模型更新及精進採購案工作總報告)。
6. 產製之建物模型以KML(或KMZ)輸出(含DAE檔案)，參考模型屬性表製作「成果紀錄表」，內容包含屬性資料及儲存檔名等資訊，其中各項屬性填載方式及建物模型之封裝方式依機關指示方式辦理，並依縣市儲存檔案。

二、三維建物模型細緻化

(一) 圖資處理作業

一千分之一地形圖建物模型產製作業區：須將來源圖資轉檔為 shp 檔案格式，其建物框須為 polygon，並建立建物 ID(BUILD_ID)及屬性，屬跨圖幅者須辦理建物框合併；

臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業區：利用機關提供臺灣通用電子地圖區塊建物框依地籍資料分棟初始成果，參考正射影像、地籍圖、門牌位置等資料，辦理人工編修，產出地籍分棟建物框(參考 111 年度三維建物模型更新及精進

採購案工作總報告)，並建立建物 ID (BUILD_ID)及屬性。

(二) 樓高萃取作業

同「需求規範書 - 肆 - 一 - (二)樓高萃取作業」。

(三) 建物模型產製

同「需求規範書 - 肆 - 一 - (三)建物模型產製」。

三、航拍影像產製樓高作業

- (一) 為因應光達產製之 DTM 時效不足，針對本次更新範圍內 DTM 未更新之區域，運用臺灣通用電子地圖航拍影像，以影像密匹配產製 DSM 或立體製圖方式萃取異動建物樓高，改善高度資訊不足。
- (二) 參考上開作業無法獲取樓高之建物框數量統計數據，規劃以航拍影像產製樓高作業地區，並經工作會議決議後辦理。
- (三) 本項成果將高度資料儲存於建物模型屬性，併同建物模型繳交及驗收。

四、建物模型材質更新作業

- (一) 既有建物模型材質敷貼作業：針對「需求規範書 - 貳 - 一、三維建物模型更新」範圍中，未異動之建物模型紋理材質進行優化及更新。
- (二) 三維地籍產權模型材質敷貼作業：針對取得之產權模型，進行外牆及屋頂紋理材質敷貼作業，其作業方法同「需求規範書 - 肆 - 一 - (三)建物模型產製 - 3.屋頂紋理材質及 4.外牆紋理材質」。

五、提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型

- (一) LOD3 建物模型：提供 OGC CityGML 所定義 LOD 3 等級之公有建物模型 1 棟(高雄青埔捷運站)，並配合機關圖臺需要，轉換為所需格式繳交。
- (二) 網格建物模型(Mesh Models)：提供前開 LOD3 建物約 1 公里範圍之網格模型(地面解析度約 10 公分等級)，並配合機關圖臺需要，轉換為所需格式繳交。
- (三) BIM 建物模型：機關提供 1 區公有 BIM 建物模型(約為 8 棟建物及公設等)，需將資料由 RVT 格式轉製 IFC 格式(若有機電

設備等資料需清除)，並配合機關上傳資料至圖臺展示需要，辦理相關資料處理作業。

六、本案各式報告

- (一) 作業計畫：內容應包含作業目標與範圍、工作項目、工作方法及步驟、工作時程規劃、品質管制及對於本案執行需協助事項等。
- (二) 工作總報告：內容至少須包含中、英文摘要(含關鍵字)、計畫概述、作業範圍、工作項目及內容、作業時程及執行方法、成果說明及品質分析、結論與建議，其他相關資料(含遵守性別平等法之規定辦理情形及作業人力之性別統計與說明資料)，並更新 LOD1 建置作業規範(參考 111 年度三維建物模型更新及精進採購案工作總報告)。

前述專案工作項目第一項(三維建物模型更新)及第二項(三維建物模型細緻化)之作業範圍如圖。

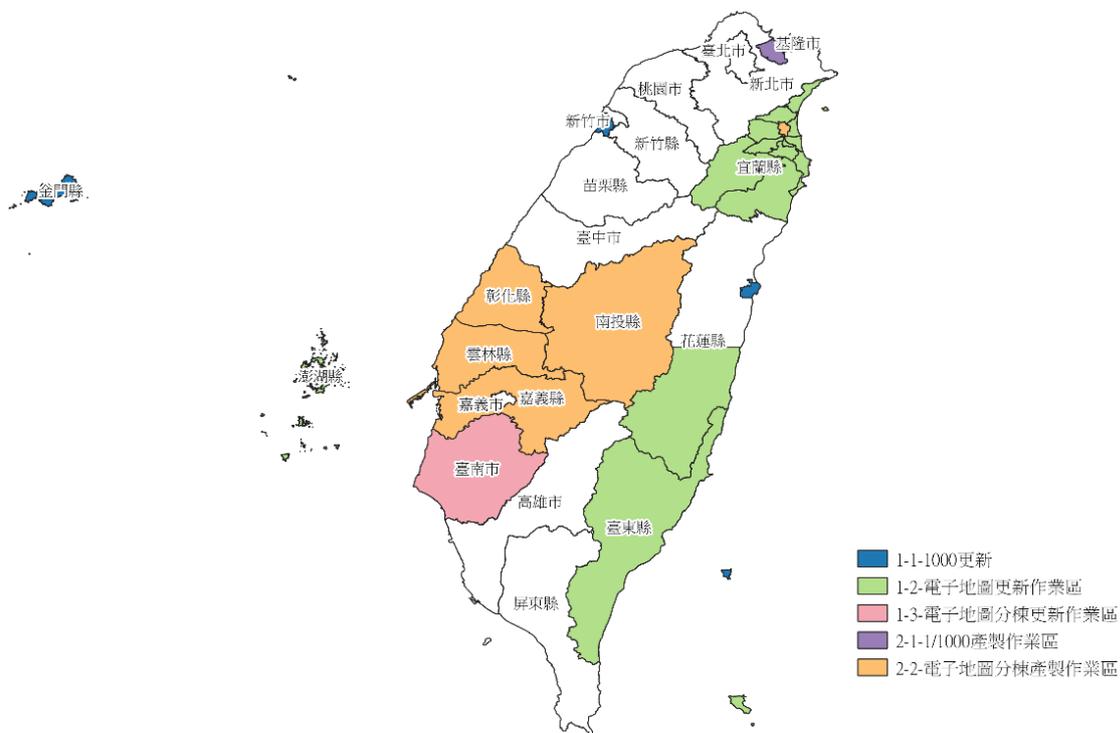


圖 1-1 各作業項目之作業區範圍圖

作業範圍內空載光達及航拍影像資料範圍如圖 1-2，將於工作會議議定航拍影像產製樓高各方案之作業範圍。

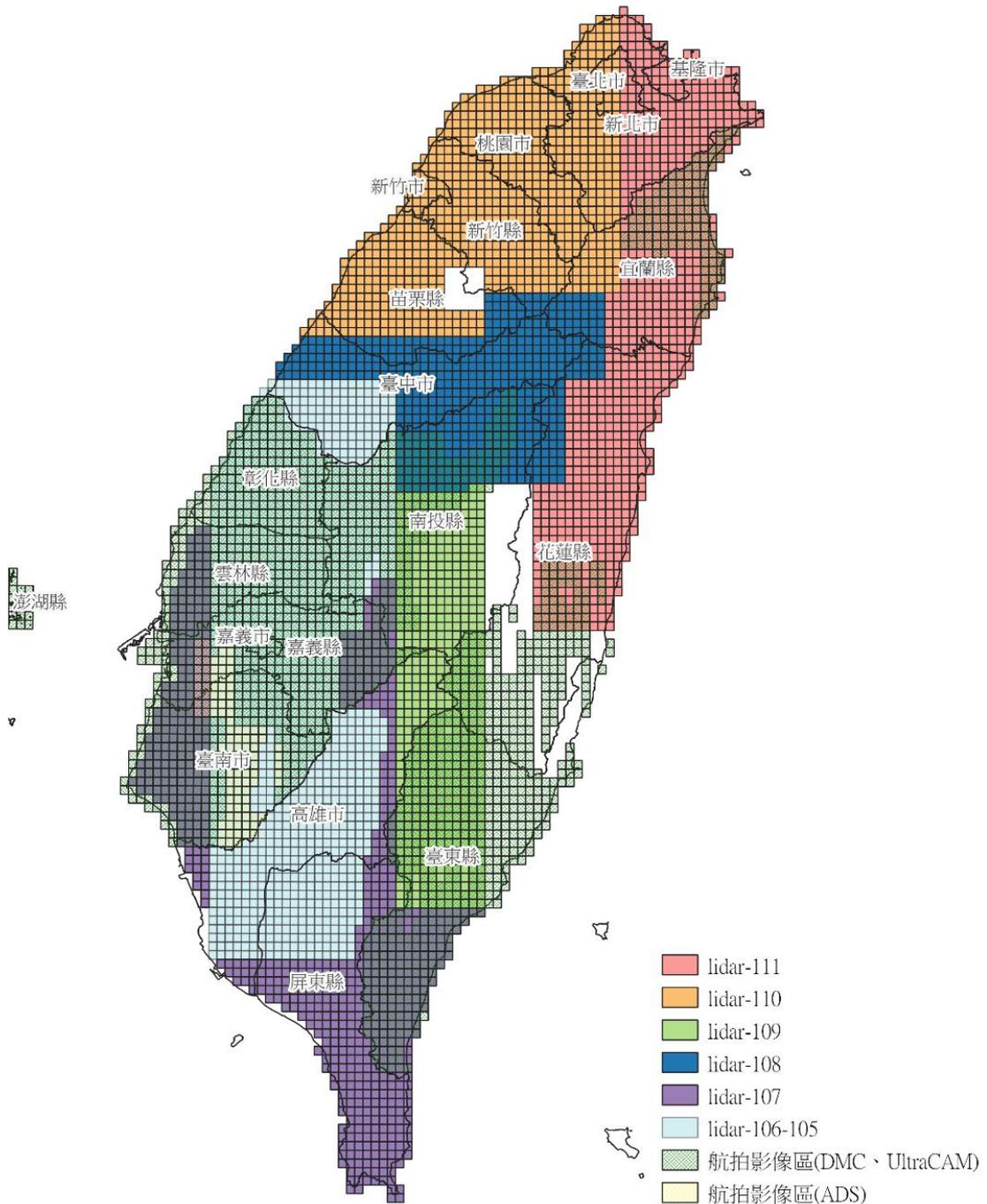


圖 1-2 空載光達產製 DTM 航拍影像產製樓高作業區範圍圖

伍、專案作業時程

本案之工作期程自決標次日至 257 個日曆天內完成，並分 2 階段辦理，各階段應繳交、數量及繳交期限如表 1-1 所示：

表 1-1 各階段繳交項目及期限一覽表

階段	標價清單項次	成果繳交項目	書面或 電子檔	數量	單位	繳交期限
第 1 階段	6	作業計畫	書面	16	份	決標次日起 30 個日曆天內 繳交
			電子檔	1	份	
	1-2	臺灣通用電子地圖建物模型更新(臺東縣、花蓮縣部分地區)	電子檔	1	份	決標次日起 160 個日曆天 內繳交
	1-3	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	電子檔	1	份	
	2-2	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(嘉義縣、雲林縣)	電子檔	1	份	
5	提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型	電子檔	1	份		
第 2 階段	1-1	一千分之一地形圖建物模型更新	電子檔	1	份	決標次日起 225 個日曆天 內繳交
	1-2	臺灣通用電子地圖建物模型更新(宜蘭縣部分地區)	電子檔	1	份	
	2-1	一千分之一地形圖建物模型產製	電子檔	1	份	
	2-2	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(彰化縣、南投縣、宜蘭縣部分地區)	電子檔	1	份	
	4	建物模型材質更新作業	電子檔	1	份	
	6	工作總報告	書面	16	份	決標次日起 240 個日曆天 內繳交
			電子檔	1	份	
2-2	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(宜蘭縣部分地區)	電子檔	1	份	決標次日起 257 個日曆天 內繳交	

陸、專案工作分工

本案由鴻圖股份公司(代表廠商)(以下簡稱：鴻圖)、經緯航太科技股份有限公司(以下簡稱：經緯航太)與台灣世曦工程顧問股份有限公司(以下簡稱：台灣世曦)等三家廠商共同投標，各工作項目分工如表 1-2 所示。

表 1-2 工作項目分工一覽表

項次	工作項目	執行團隊			
		鴻圖	經緯航太	台灣世曦	
1	三維建物模型更新				
1-1	一千分之一地形圖建物模型更新	圖資轉檔(轉 Shapefile)		■	■
		圖資異動分析	■		
		樓高萃取	■	■	■
		三維建物模型產製	■		
1-2	臺灣通用電子地圖建物模型更新	圖資異動分析	■		
		樓高萃取	■	■	
		三維建物模型產製	■		
1-3	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	圖資異動分析	■	■	
		樓高萃取	■		
		三維建物模型產製	■		
2	三維建物模型細緻化				
2-1	一千分之一地形圖建物模型產製	圖資處理作業	■	■	■
		樓高萃取	■	■	■
		三維建物模型產製	■		
2-2	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製	分棟建物產製作業		■	■
		三維建物模型產製	■		
3	航拍影像產製樓高作業				
3-1	航照影像密匹配		■	■	
3-2	航測立體製圖獲取建物高度		■	■	
4	建物模型材質更新作業				
4-1	既有建物模型材質數貼作業	■			
4-2	產權建物模型材質數貼作業	■			
5	提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型				
5-1	LOD3 建物模型			■	
5-2	網格建物模型			■	
5-3	BIM 建物模型		■		
6	本案各式報告	■	■	■	
7	年度整合版縣市模型整合輸出	■			

第二章 作業時程及執行方法

壹、三維建物模型更新及整合

一、整體作業流程

三維建物模型更新整合之整體作業流程如圖 2-1 及作業規劃時程(甘特圖)如圖 2-2，主要工作包含：

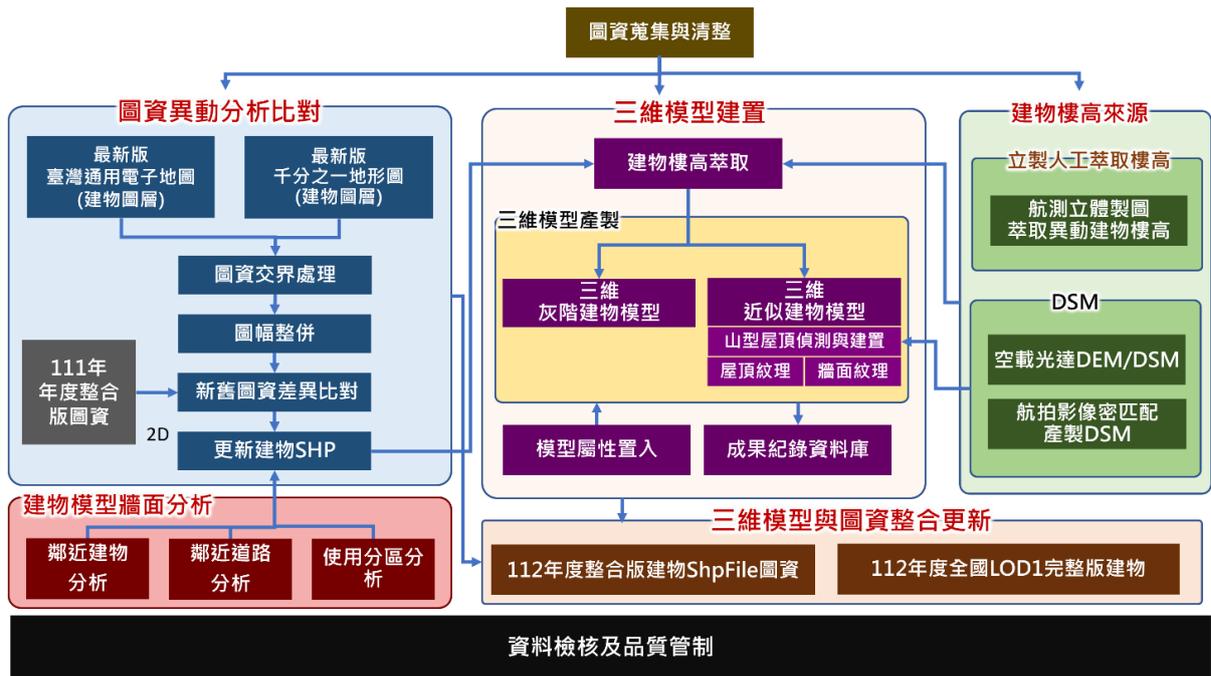


圖 2-1 三維建物模型更新整體作業流程

(一) 圖資異動分析比對

利用 111 年度整合版建物框圖資與本案作業範圍內之最新版臺灣通用電子地圖及一千分之一地形圖進行，藉以篩選出本案須更新之建物框。圖資異動包含平面異動與高程異動，前者係指兩年份之建物框異動，後者指兩年份之 DSM 高程異動。

(二) 建物樓高萃取

建物樓高係利用 DTM 進行樓高萃取，優先採用空載光達 DTM，針對本次更新範圍內 DTM 仍未更新之區域採航照密匹配產製 DSM 或利用航測立體製圖萃取異動建物樓高(詳參、航拍影像產製樓高作業)。

(三) 建物模型牆面分析

透過分析每一棟建物與相鄰建物之距離、與相鄰道路之關係以及所處使用分區之空間關聯，以此作為後續建模時建物正面判斷之參考。

(四) 三維建物模型產製

利用建物框之平面及樓高資訊，建立三維灰階與三維近似等二種模型，其中三維近似模型進行屋頂及牆面紋理貼圖，另利用DSM 資料進行山型屋頂偵測與建置，產製模型後置入規範之屬性欄位內容。

(五) 年度整合 3D 模型與圖資整合更新

將本年度作業範圍內之縣市，以前年度成果與本案更新建物框圖資(shapefile)與三維模型(kmz)融合成 112 年度縣市整合版圖資，用以更新中心多維度空間資訊服務平台圖資。

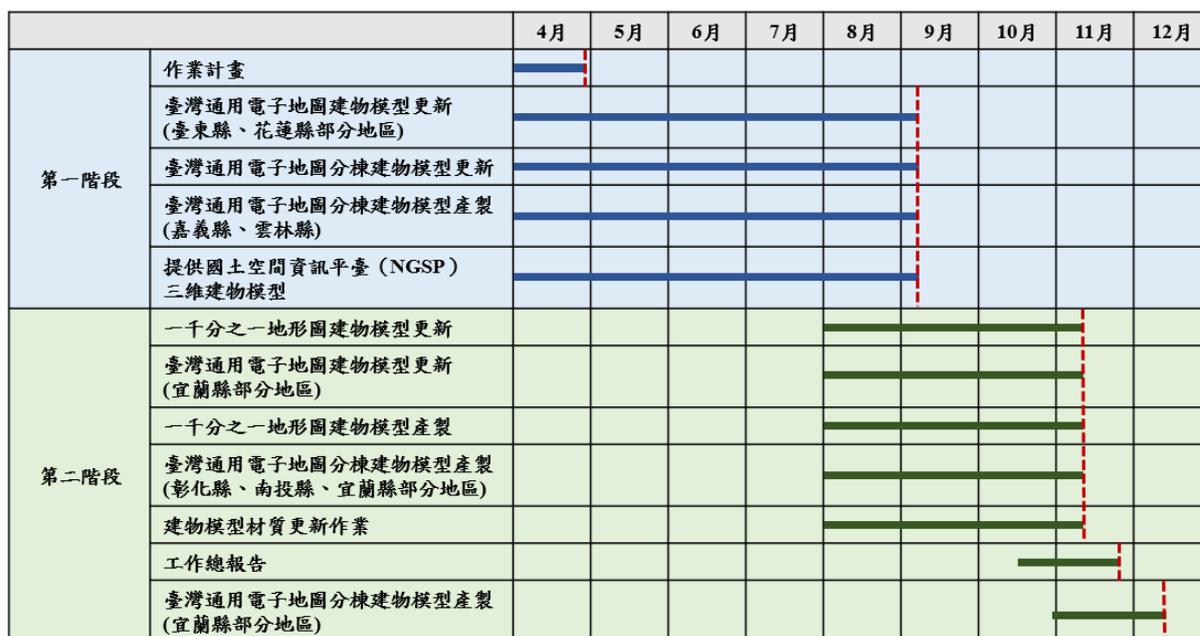


圖 2-2 三維建物模型更新整體作業規劃時程(甘特圖)

以下各段落說明本團隊就前述各項目工作之規劃。

二、圖資異動分析作業

本作業項目包含「臺灣通用電子地圖更新」、「一千分之一地形圖更新」、「電子地圖分棟建物框更新」以及「以電子地圖分棟建物更新一千分之一地形圖」，更新標的之建物框篩選方案與整併作業原則與步驟如下：

(一) 圖資清整

圖資之前置整理作業，包含幾何修正、坐標校正、邊界處理等。

(1) 幾何修正

利用 GIS 工具進行幾何修正，檢查有無無效多邊形、self-ring 等，並將其去除。

(2) 坐標校正

檢查電子地圖建物框是否為 TWD97(2010)，並檢查其坐標是否與更新標的圖資相同，以進行後續差異比對作業。

(3) 邊界處理

釐清更新範圍，包含圖幅、縣市界、行政區界、不同圖資來源邊界，將交界處之建物框作妥善處理，以確保建物框保持完整且不與相鄰縣市重複施作。

(二) 圖資平面異動分析

圖資平面異動分析作業會針對新舊圖資進行差異比對，新舊圖資的差異型態可分為三類：新增、滅失以及異動。由於團隊進行差異分析時發現，部分建物因測繪年份不同或些微誤差，導致既有的分析條件過分敏銳而將未異動建物誤判為異動。因此在 111 年度討論並決議新增「新舊面積差異」及「中心點坐標位移」的篩選門檻。參考電子地圖測製的精度 1.25 公尺，依據誤差傳播，當中心點位移量超過 $1.25 * \sqrt{2} \doteq 1.75$ 公尺作為「中心點坐標位移」的門檻；同理一千分之一地形圖測製精度要求是 0.25 公尺，所以 $0.25 * \sqrt{2} \doteq 0.35$ 公尺。而「新舊面積差異」則是沿用既有條件的異動面積門檻值。

異動分析將依照不同地圖類型設定不同差異門檻值如表 2-3，並篩選出本案需進行更新之建物框標的。

表 2-3 各工作項目圖資平面異動分析標的及門檻值

作業項目	舊版圖資類型	新版圖資類型	(a)異動部分面積 (平方公尺)	(b)異動部分面積比例	(c)新舊建物面積差異 (平方公尺)	(d)中心點位移量 (公尺)
電子地圖更新	電子地圖	電子地圖	3	10%	3	1.75
一千分之一地形圖更新	一千分之一地形圖	一千分之一地形圖	1	10%	1	0.35
電子地圖分棟建物框更新	電子地圖	電子地圖	3	10%	3	1.75
	分棟建物框	分棟建物框	1	10%	1	0.35
以電子地圖分棟建物更新一千分之一地形圖	電子地圖	電子地圖	3	10%	3	1.75

以下以圖 2-3 為例說明上表中各參數之定義。圖中橘邊建物框為舊建物，藍邊建物框為新建物，斜線部分則為新舊建物重疊部分：

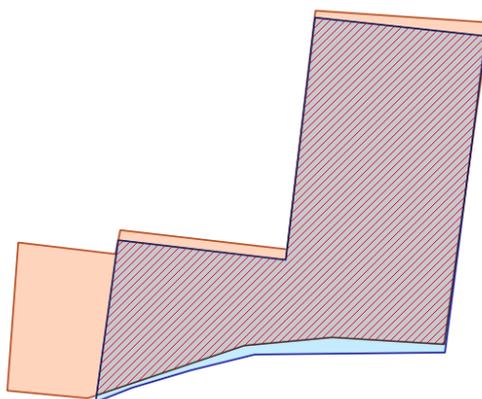


圖 2-3 差異分析說明圖例

(a) 異動部分面積

當不同年份之建物存在異動時，兩建物框相較於重疊部分分別會有減失部分(橘底)及新增部分(藍底)，此兩者面積和即為「異動部分面積」。

(b) 異動部分面積比例

$$\text{減失部分面積比例} = \frac{\text{減失部分面積}}{\text{舊建物面積}},$$

$$\text{新增部分面積比例} = \frac{\text{新增部分面積}}{\text{舊建物面積}};$$

$$\begin{aligned}\text{異動部分面積比例} &= \text{減失部分面積比例} + \text{新增部分面積比例} \\ &= \frac{\text{異動部分面積}}{\text{舊建物面積}}.\end{aligned}$$

(c) 新舊建物面積差異

$$\text{新舊建物面積差異} = |\text{新建物面積} - \text{舊建物面積}|$$

(d) 中心點位移量

$$\text{中心點位移量} = |\text{新建物中心點坐標} - \text{舊建物中心點坐標}|$$

異動分析作業依照以往做法先以個別建物比較與其相接觸的舊建物，並依門檻參數來判斷是否為「非異動」建物並註記之，最後再反向篩選未註記之建物為異動建物。此做法能更精準排除掉「一對多」或「多對一」型態異動建物的誤判。整體處理作法如圖 2-4 (各門檻參數以電子地圖更新為例)，說明如下：

1. 新舊建物空間關聯

將新舊建物以 GIS 的交集功能作關聯，每一組有交集關係的新舊建物可以取得[新建物 ID, 舊建物 ID, 新建物面積, 舊建物面積, 交集面積]的關聯串列，並且能進一步取得「異動部分面積」及「異動部分面積比例」。在此階段沒有關聯關係的新建物即為「新增」，舊建物即為「減失」。

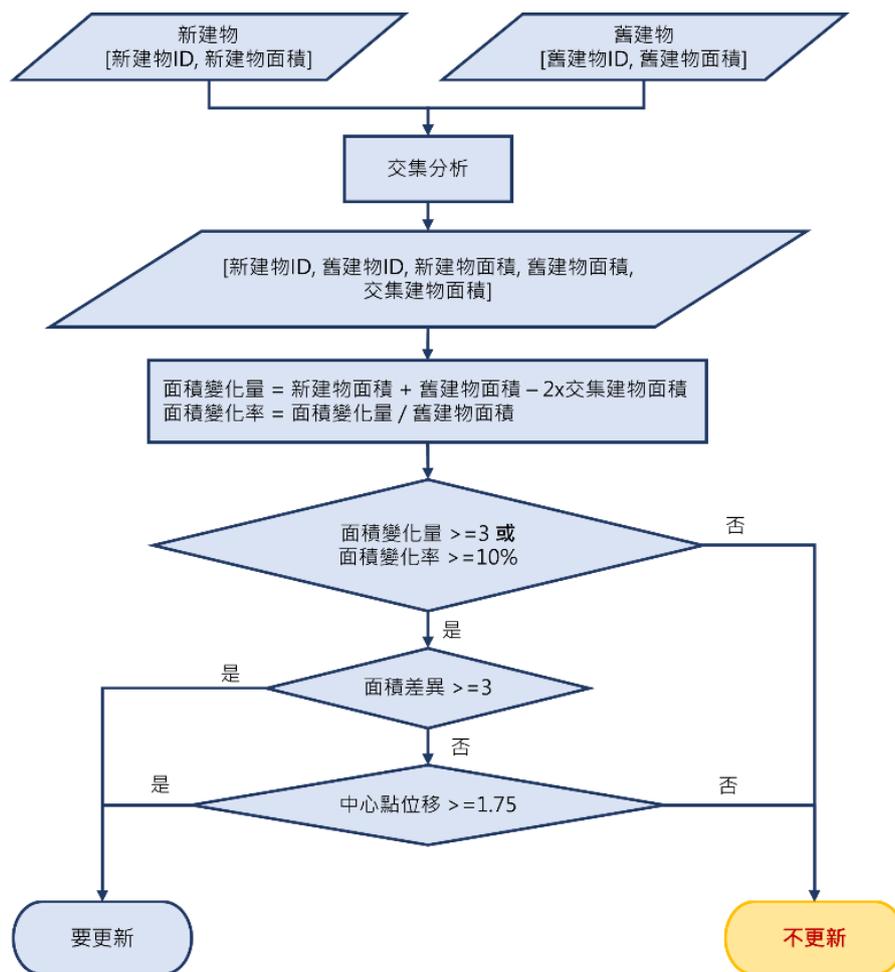


圖 2-4 差異分析作業流程

2. 篩選「未異動」建物，反向選取異動建物

針對每一個關聯串列進行以下判斷：

- (1) 檢查「異動部分面積」或「異動部分面積比例」是否達到門檻：若是，則進入下一步驟判斷；若否，則將該關聯註記為不更新。
- (2) 檢查「新舊建物面積差異」是否達到門檻：若是，則將該關聯註記為要更新；若否，則進入下一步判斷。
- (3) 檢查「中心點位移量」是否達到門檻：若是，則將該關聯註記為要更新；若否，則註記為不更新。

由於同一棟新建物可能與多棟舊建物(一對多)產生關聯，但是不更新的建物必定與舊建物為一對一的關係，因此，將所有被註記為不更新的建物關聯中的新舊建物均為無異動的建物，將這

些建物反向篩選，即可得到所有「異動」的建物及被異動的舊建物。

3. 電子地圖篩除最長邊不足 5 公尺之建物

若更新建物類型為電子地圖，則會過濾掉最長邊不足 5 公尺之建物，此類建物大部分為零碎細小之建物框，且後續樓高萃取較無法取得具有參考性之樓高，因此將最長邊不足 5 公尺之建物框從異動建物中排除，未來不進行建模作業。

(三) 高程異動分析

針對本案作業範圍(除地籍分棟之作業範圍已進行細緻化建模作業外)，利用不同年度 DSM 資料進行高程異動分析。高程異動分析係利用本案特性自行開發之工具程式進行，分別萃取建物框內之新舊 DSM 進行差異分析(如圖 2-5)並記錄成果，建物更新篩選條件為建物框內異動達 3.3 公尺之點數量達整體 30%者。

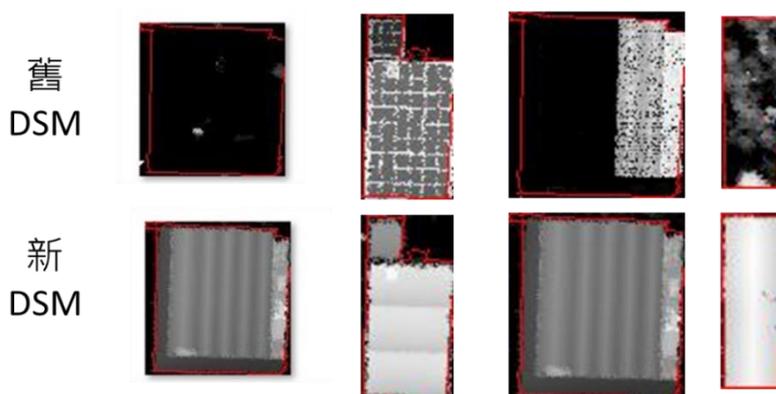


圖 2-5 新舊 DSM 計算示意圖(相同建物框下計算)

三、 建物 ID 產製

(一) 建物 ID 產製方式說明

依循前三年度作法，將建物中心點 XY 坐標(TWD97(2010))進行 32 位元轉碼，如原建物坐標為(300500.390,2770000.460)，經由 Y 坐標減 2000000 且保留小數第一位至整數後，其坐標變為(3005004, 7700005)，利用 32 位元轉碼後可得到 3005004=2TNJC 及 7700005=7AXH5，其字串相加後可得到其建物編碼為 2TNJC7AXH5，共計 10 位數之編碼。

(二) 重複建物 ID 檢查

由於建物可能因中庭型態如圖 2-6，造成兩建物框中心點坐標相同，或由於坐標相近之建物在計算建物 ID 時，四捨五入導致產生相同之建物 ID。因此在產生建物 ID 之後須進行重複建物 ID 檢查，當發現出現第二組以上之相同建物 ID，會將第二組之後的建物中心點坐標向四周進行平移 10 公分，依此新坐標產生新的 ID，平移的順序如圖 2-7。

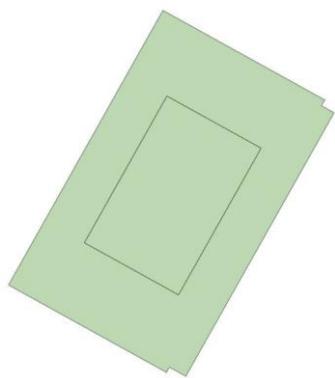


圖 2-6 建物框中庭型態

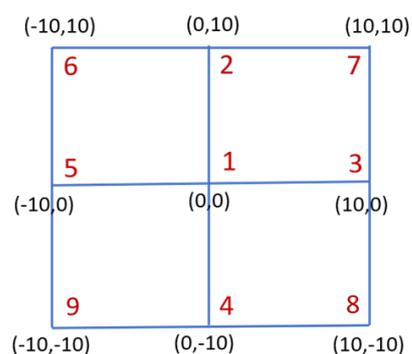


圖 2-7 重複 ID 建物中心點平移順序

四、樓高萃取作業

具光達 DSM 及航照影像密匹配 DSM 作業範圍，將使用本團隊自行開發之樓高萃取工具如圖 2-8，針對每一個建物框，萃取建物框對應範圍內之 DEM 及 DSM 資料進行運算，取建物框內高度眾數值作為樓高。此高程萃取可達自動化，程式安裝於測繪中心作業管制室專用電腦中執行。



圖 2-8 樓高萃取工具程式

樓高萃取工具軟體包含以下步驟之處理：

(一) 建物框與 DSM 之套合修正：

由於電子地圖建物框(BUILD)及 1 公尺網格間距之 DSM 資料分屬不同案件產製，為避免部分區域因作業方法、資料精度不同所致之套疊偏差影響高差分割成果品質，因此在建物框與 DSM 資料套疊時加入自動微調程序，以建物框坐標範圍為基準，如圖 2-9 紅色框線，在對應位置的 DSM 資料範圍附近逐步移動建物框，找出與該建物框最符合的位置，裁切出該建物框所對應範圍之 DSM 資料。



原始套合情形

修正後套合情形

圖 2-9 DSM 資料套合偏移之修正

(二) 斷面線不平滑區域偵測與排除計算

理想的 DSM 資料在建物斷面線應呈現垂直落差現象，惟觀察 DSM 資料現況，在斷面線普遍呈現不平滑現象，若將這些資料納入屋頂高程計算，其高程計算結果顯然將受影響，本團隊藉由計算 DSM 上各點位之梯度值來偵測斷面線不平滑區域如圖 2-10 並排除之。

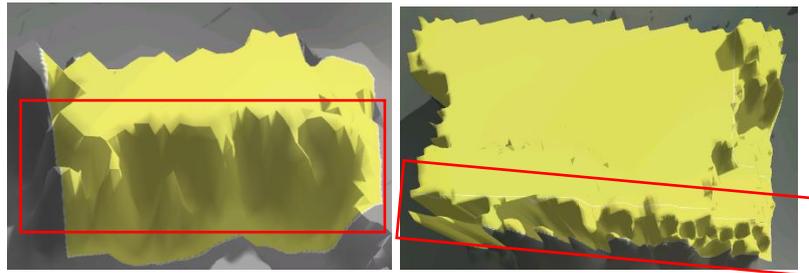


圖 2-10 斷面線不平滑區域範例

(三) 眾數層偵測

經由前述二項前處理，依建物框套合範圍內符合條件高度值進行樓層(級距)數量分析，採動態級距方式依建物框內樓層高度數量而定：

1. 以每層 3.3 公尺間距做切割，以最高層建物之高度來決定切割層數；
2. 統計各層的點數占總體點數之比例；

3. 取比例最高之樓層作為眾數層如圖 2-11，該層內高度平均值為代表樓高。

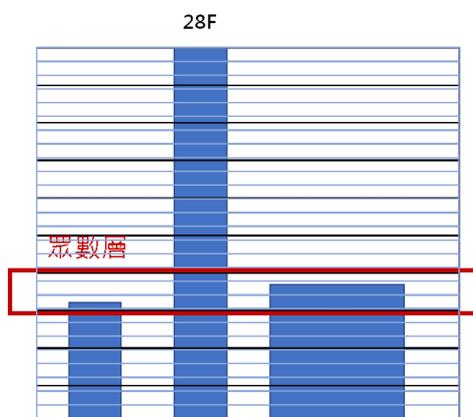


圖 2-11 眾數層高度計算示意

(四) 成果記錄

於 Shapefile 中除記錄代表樓高外，尚記錄該建物框內其他樓層之含量與總體點數之比例如圖 2-12，對於電子地圖更能了解建物框內所含不同樓層之資訊。

_97	C_FRAMEID	FLOOR109	FLOOR109C	DEMMIN
1978 25.340	95213007	1F(3.83)(100%);	1F(3.83)(100%);	168.7
1979 81.700	95214056	1F(3.83)(100%);	1F(3.83)(100%);	97.1
1980 55.570	95213035	1F(3.83)(100%);	1F(3.83)(100%);	60.5
1981 64.120	95213058	1F(3.83)(36.4%);2F(6.27)(36.4%);4F(12.61)(18.2%);	1F(3.83)(36.4%);...	56.9
1982 59.660	95213077	1F(3.83)(50%);2F(7.43)(50%);	1F(3.83)(50%);...	43.6

圖 2-12 樓高資訊紀錄範例

此外，有關樓高及樓層因資料來源差異，造成平均樓高異常之建物，除(C類)當樓層數=1樓時，20公尺>平均樓高>=10公尺、且面積<=4平方公尺外，其餘樓高異常類別(A、B、D、E類)本年度納入模型建置，並於屬性欄位中新增欄位註記樓高異常類別如表 2-4。

表 2-4 樓高異常類別表

類別	內容	處置
A	平均樓高>=20公尺	註記、建模
B	當樓層數>1樓時，20公尺>平均樓高>=10公尺。	註記、建模
C	當樓層數=1樓時，20公尺>平均樓高>=10公尺、且面積<=4平方公尺	不建模
D	樓高不足2公尺	註記、以樓層數*3.3m換算樓高、建模
E	平均樓高不足2公尺	註記、以樓層數*3.3m換算樓高、建模

五、 三維灰階建物模型產製

利用前述萃取出建物樓層高度，經過 TWD97(2010)轉換至 WGS84 坐標，製作 Google Earth 相容之 KMZ/KML 格式建物三維灰階模型，並依建物樓高賦予不同顏色(圖 2-13)，以增加資料視覺化效果；建物樓高之色階及級距延續本案過去作法，樓層越高，顏色越深，如圖 2-14。

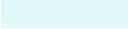
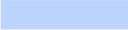
群組	樓層級距	HTML 顏色代碼	色表
1	1	E2F5FA	
2	2	BCD3FD	
3	3-4	A2C0FE	
4	5-6	81A6FE	
5	7-8	6290FF	
6	9-11	547EEC	
7	12-15	5074CC	
8	16-20	4C68B2	
9	21-40	486099	
10	>40	455682	

圖 2-13 建物模型樓層級距顏色代碼

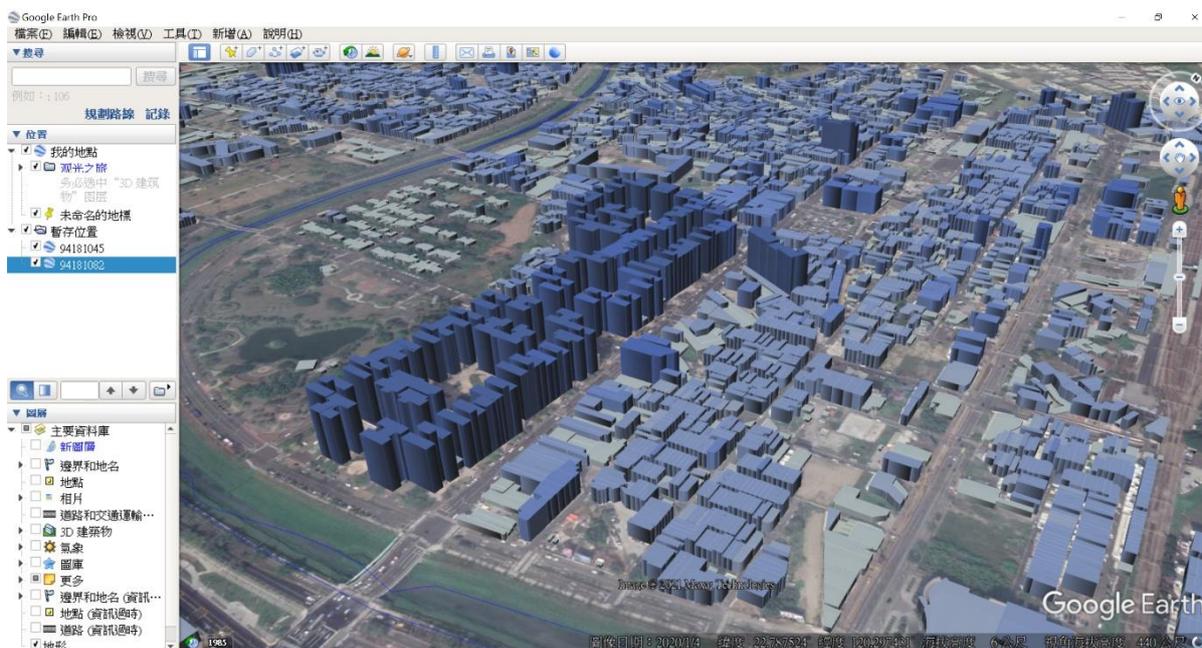


圖 2-14 依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果

六、三維近似化建物模型產製作業

三維近似化建物模型之檔案儲存格式為 COLLADA(三維互動應用軟體的交換格式檔)，利用 KML 記錄各模型坐標後，封裝成 KMZ 檔案；其中 COLLADA 以 XML 檔案描述，符合 ISO/PAS 17506 之資料標準(副檔名為.dae)，KMZ 模型封裝之檔案包含模型檔及材質檔案。KMZ 模型檔案結構示意如圖 2-15 到圖 2-17。

名稱	修改日期	類型	大小
files	8/13/2021 11:48 PM	檔案資料夾	
E_19_geosat_94181062_1_1.kml	8/13/2021 11:48 PM	KML	804 KB

圖 2-15 KMZ 模型上層檔案結構

名稱	修改日期	類型	大小
tex	8/13/2021 11:48 PM	檔案資料夾	
E_1N0GK507TB.dae	8/13/2021 11:48 PM	DAE 檔案	13 KB
E_1N0KP507T8.dae	8/13/2021 11:48 PM	DAE 檔案	13 KB
E_1N0KX507UN.dae	8/13/2021 11:48 PM	DAE 檔案	19 KB
E_1N2AD506U2.dae	8/13/2021 11:37 PM	DAE 檔案	13 KB
E_1N2AU5076W.dae	8/13/2021 11:37 PM	DAE 檔案	12 KB

圖 2-16 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構

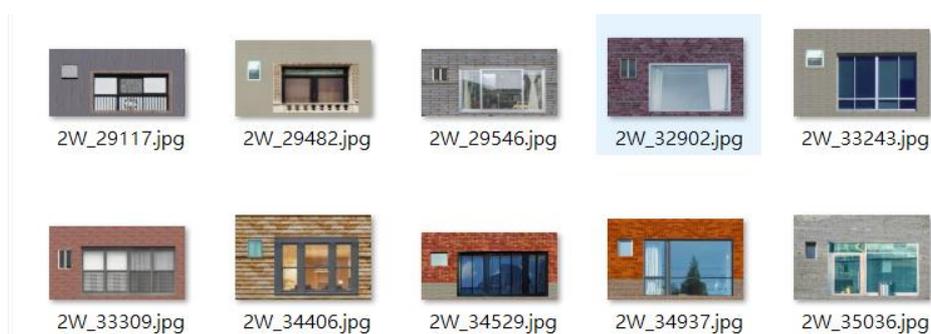


圖 2-17 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構

近似化模型建置程序如圖 2-18，所需資料為建物輪廓圖、正射影像、以及具地理坐標之街景影像圖。其中，建物輪廓圖用來產生建物之三維建物立面模型，可運用一千分之一地形圖、電子地圖或電子地圖細緻化分棟建物輪廓圖層；屋頂紋理貼圖則運用原始航照或航照正射影像，並運用影像辨識技術修正因傾斜攝影所造成之建物屋頂位移問題，進行更精準之屋頂紋理貼圖。牆面紋理則利用 Google Streetview API 獲取建物對應之街景影像，搭配事先建好之材質影像庫，運用影像檢索技術，比對出最相似之材質來進行近似化牆面紋理貼圖。

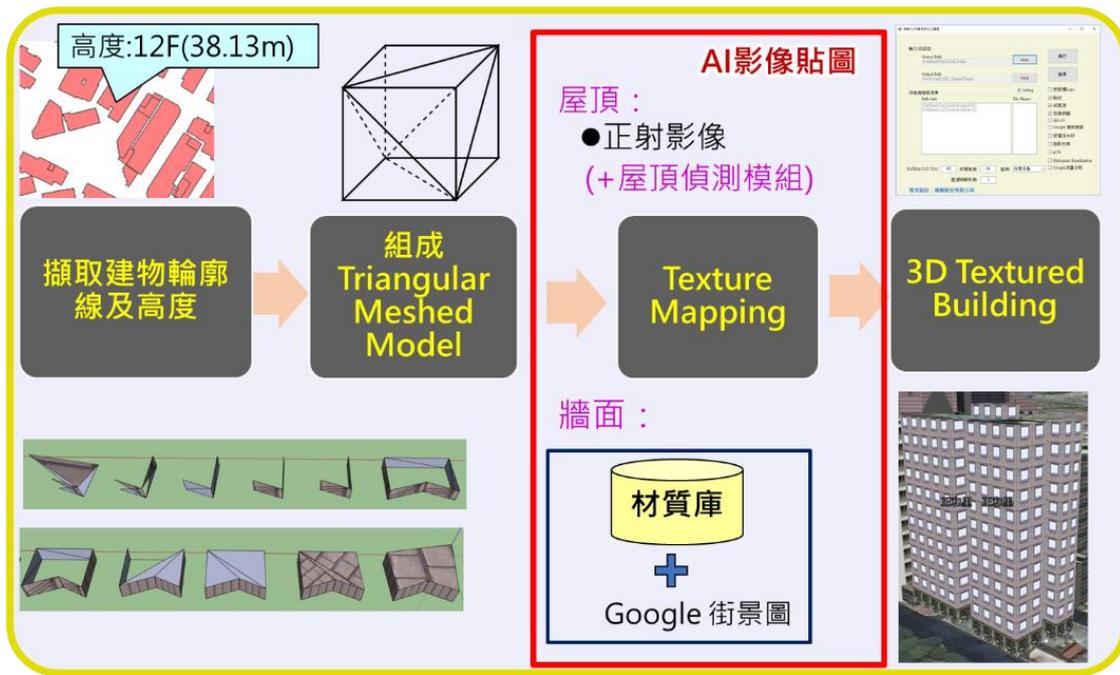


圖 2-18 近似化建物模型建置程序

(一) 模型貼圖結構

110年以前之模型貼圖結構共有3張貼圖，包含屋頂影像、1樓材質，以及2樓以上牆面材質(如圖 2-19 110年以前近似化建物模型使用貼圖材質範例圖 2-19，材質於各個面做重複敷貼，造成模型各個面均有正門，且各面之窗戶都相同。



圖 2-19 110年以前近似化建物模型使用貼圖材質範例

自 111 年起模型貼圖結構優化，共有 5 張貼圖，其中外牆材質區分為正面、側面及背面(判斷方式將於後述)；另正面區分 1 樓及 2 樓以上(如圖 2-20)，此作法僅有建物正面會貼附正門，建物正面大多為大型窗戶或陽台結構，建物側面則大多為小型窗戶，較符合實際建物結構。

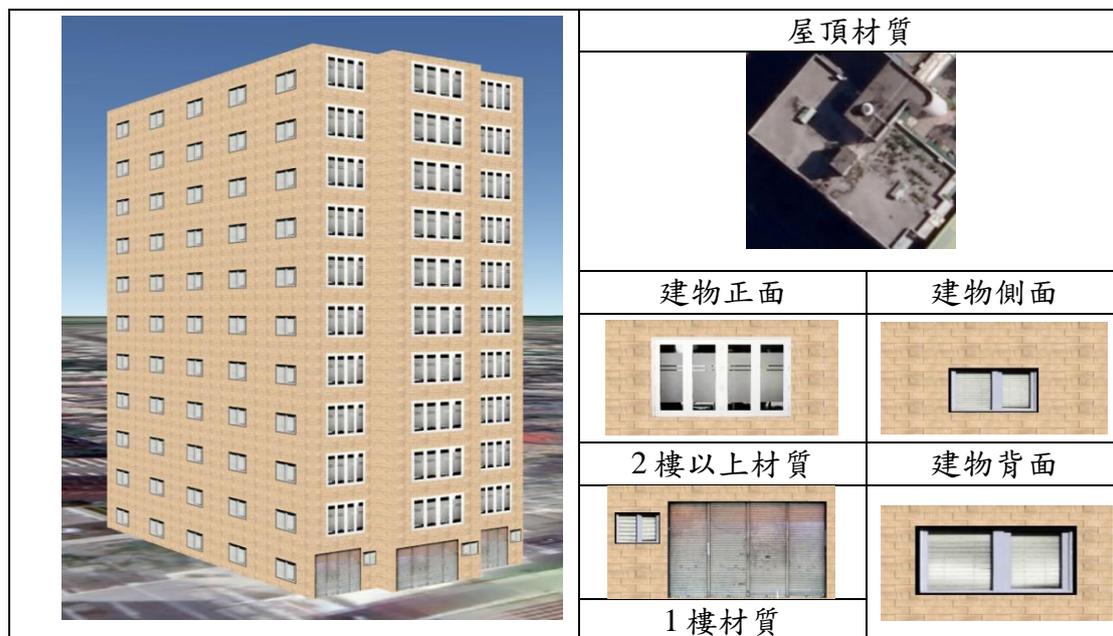


圖 2-20 111 年以後近似化建物模型使用貼圖材質範例

因模型更細緻化處理，新建模方法(111 年以後)較之舊建模方法(110 年以前)，其單個模型檔案大小約略增加 1.5~3 倍(以 E_1QKSC4T3BL 為例，比較如表 2-5)：

表 2-5 建模方法更新前後比較

建模方法	110 年以前	111 年以後
模型外觀		
dae	72KB	63KB
屋頂影像	4KB (影像尺寸：65*71)	4KB (影像尺寸：65*71)
牆面材質	64KB (共 2 張，每張為 521*256)	152KB (共 4 張，每張為 521*256)
合計	140KB	219KB

(二) 屋頂紋理貼圖

以原始航拍或正射影像，直接由建物輪廓地理坐標轉換成影像坐標擷取對應影像，將因相機成像或傾斜攝影所造成之建物屋頂位移問題，無法擷取到正確之屋頂影像來作貼附，如圖 2-21。



圖 2-21 正射影像建物傾斜狀況

屋頂紋理貼圖作業流程如圖 2-22，本案優先使用原始的航拍影像。若該作業範圍無原始航拍影像可用，則會轉而使用正射影像進行相關作業。由於原始航拍影像可能會受到雲霧等因素的影響，因此在本年度的優化過程中，本案採用了人工智慧(AI)技術來過濾品質較差的屋頂影像。透過這一步驟，本案能夠篩選出品質優良的影像，至於品質較差之影像則再次利用正射影像來進行屋頂影像的萃取工作。



圖 2-22 屋頂紋理貼圖作業流程

1. 以原始航照影像作業

由於 UltraCam 原始航照影像的品質優於 DMC 原始航照影像，因此在作業範圍中，原始航照影像之選用優先序為 UltraCam 及 DMC。同時，本案採用人工智慧(AI)技術對影像進行品質篩選，以確保最終使用的影像品質達到標準(如圖 2-23)。

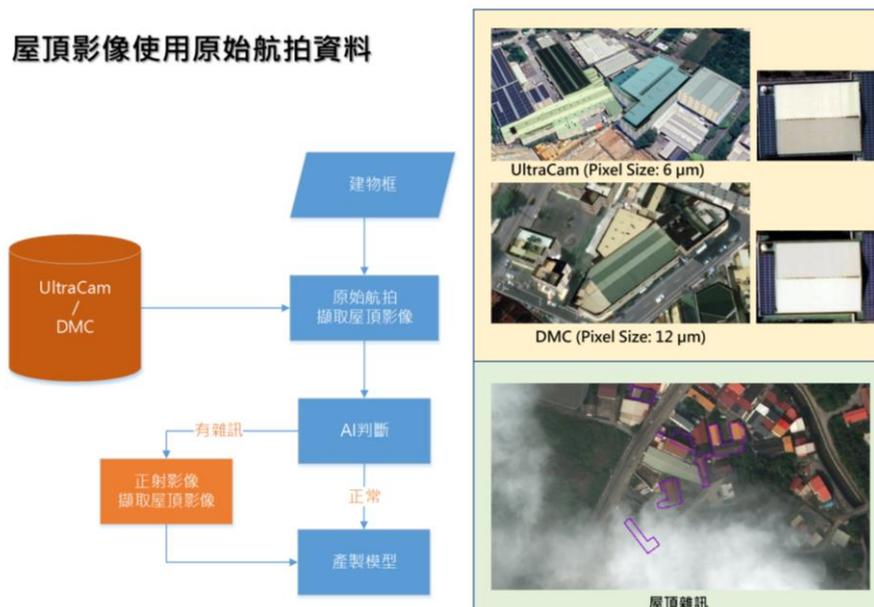


圖 2-23 原始航照影像作業流程

利用測繪中心提供的原始航照影像和空三方位參數，本案根據建物地面坐標進行共線式計算，獲得建物屋頂的位置。同時考慮到方位參數和建物高度的誤差，本案運用影像處理技術，在正射影像和建物框影像中分別進行邊緣偵測和計算梯度值的操作。這樣的處理有助於找出最多點重合的區域，進而修正由方位參數和建物高度誤差引起的位移，如圖 2-24 所示。

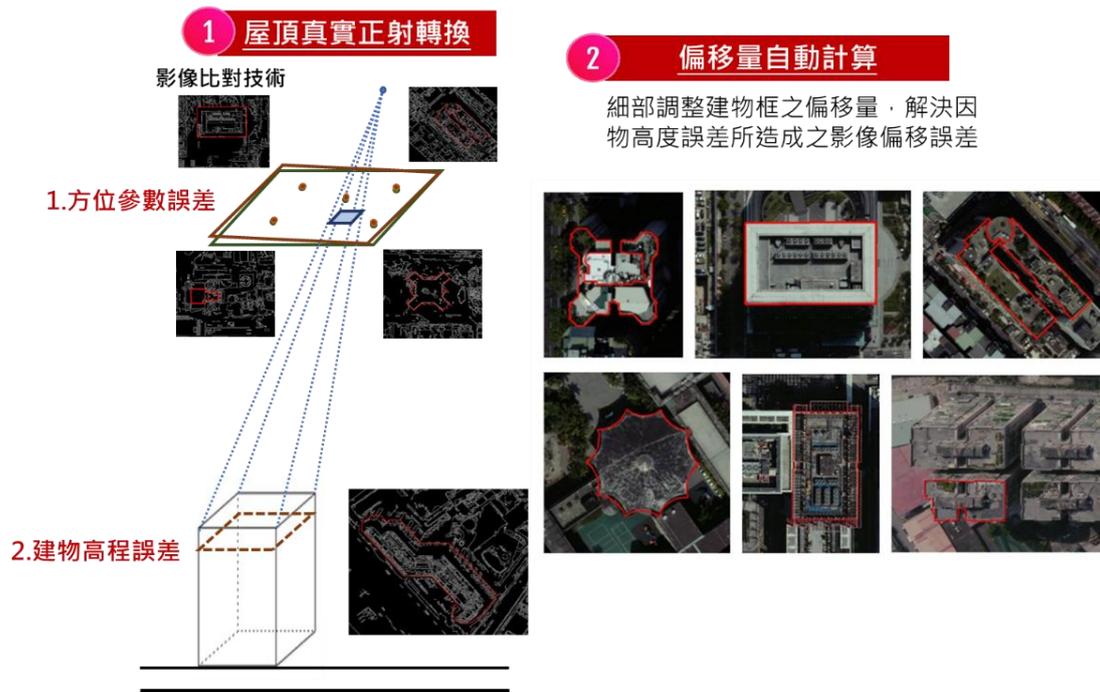


圖 2-24 原始航照影像逆向反推像平面坐標

由於原始航拍資料為機敏資料，相關資料處理方式原則如下：

- (1) 本案執行作業過程全程遵守，自機關取得之資料與成果，不得私自使用與轉售、贈與他人使用，亦不得做任何形式之加值利用，非經國防部同意，不得攜出國外，應於契約完成後(保固期滿)繳回機關辦理銷毀作業。
- (2) 機敏向量或影像資料，應確實依據內政部「測繪成果申請使用辦法」、機關「機敏測繪成果資料使用及管理注意事項」、「國家機密保護法」及其他相關規定妥善使用。
- (3) 取用機敏資料進行作業時，嚴格記錄使用資料、使用用途、使用時間、使用人員等資料，並將紀錄保存備查。

2. 人工智慧(AI)影像品質篩選

為了提升屋頂影像分選系統的效能，本案引入了卷積神經網路(CNN)技術，旨在提高對「優質」和「缺陷」等兩類屋頂影像的分類準確性和處理效率，如圖 2-25。這種方法不僅可以有效地區分不同特徵，還能夠在大數據集上進行學習，以更好地適應各種場景。為了兼顧模型的準確性和運算資源的效率。

本案選用 ResNet-18 (Residual Network with 18 layers) 的卷積神經網路 (CNN) 模型，使分選系統更具智慧化，並進一步提升建模成果的品質，其在影像分類及特徵提取之目標下具有以下優勢：

- (1) **深度網絡結構**：ResNet-18 是一種相對較淺的深度神經網路，具有 18 層。儘管它相對較淺，但引入的殘差塊 (Residual Block) 結構有助於緩解深度網絡的退化問題，使得更深的網絡能夠更容易地訓練和優化。
- (2) **殘差學習**：ResNet-18 引入了殘差學習的概念，允許網路學習相對於原始輸入的殘差，這種結構簡化了學習過程，使得在訓練過程中更容易優化權重。
- (3) **高效的特徵提取**：ResNet-18 在粹取影像特徵方面表現出色，它能夠學習複雜的特徵層次結構，有助於捕捉不同尺度和抽象層次的特徵，這對於影像分類和相關任務非常重要。
- (4) **廣泛應用和經驗驗證**：ResNet 系列模型是在 ImageNet 大規模視覺識別競賽中取得優異成績的經典模型。ResNet-18 是 ResNet 系列中的一個相對較小的版本，擁有較低的參數量，因此更容易在資源受限的環境中部署和訓練。

模型的訓練階段計使用 8,247 張「優質」屋頂影像及 7,255 張「缺陷」屋頂影像，部分影像範例如圖 2-26 及圖 2-27，總計完成 25 個 epochs(所有數據均跑過一次稱之為 1 個 epoch)計算。

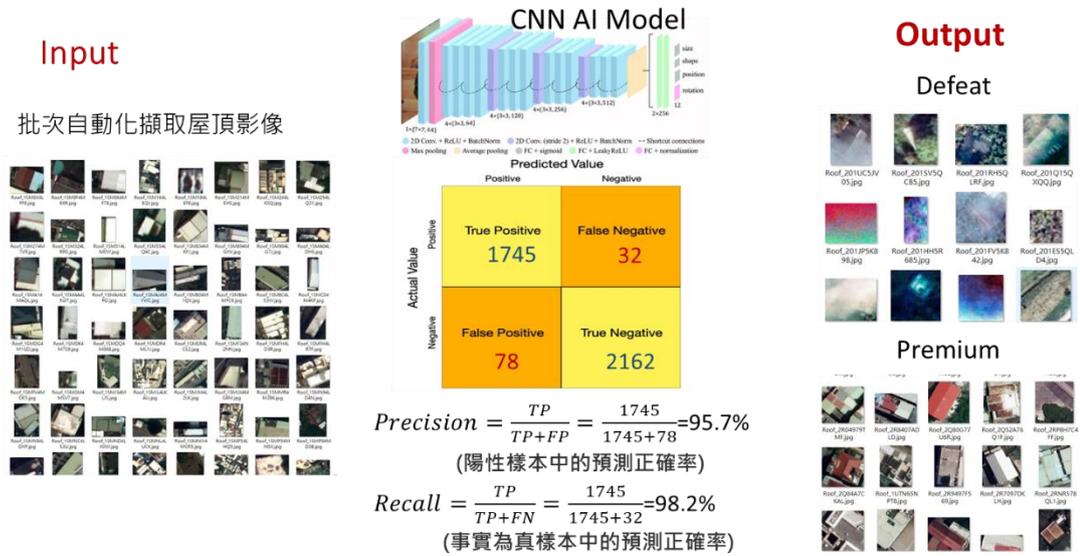


圖 2-25 AI 航照影像篩選機制



圖 2-26 「優質」屋頂影像範例

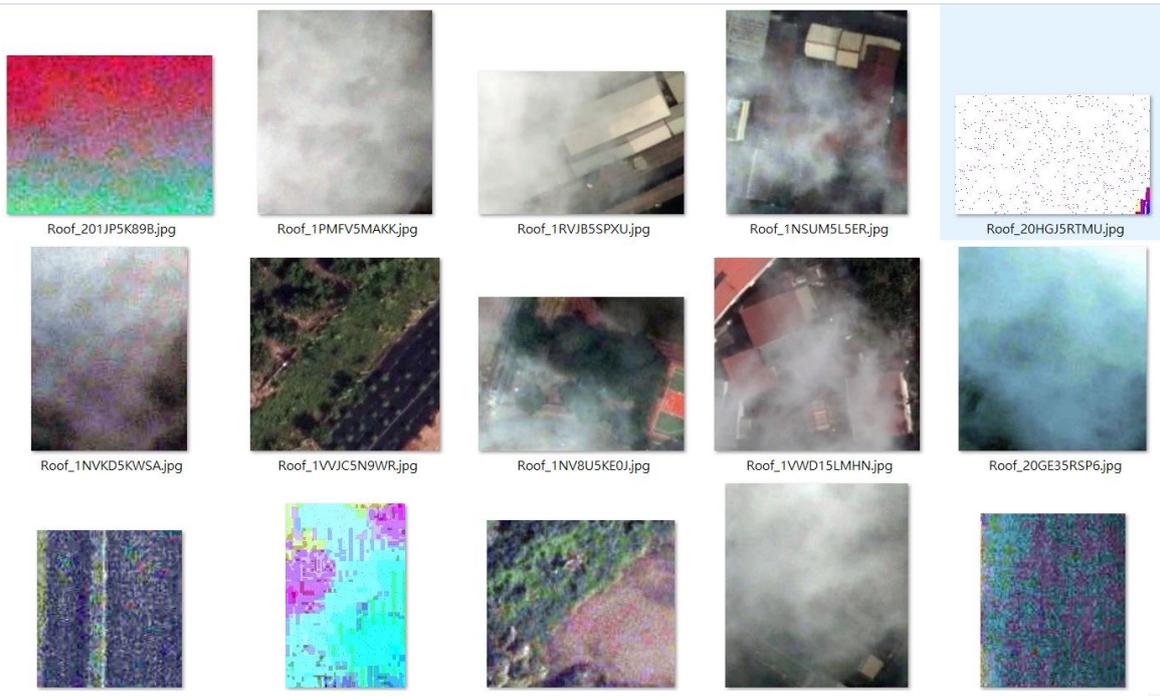


圖 2-27 「缺陷」屋頂影像範例

訓練完成之模型經人工挑選之驗證資料集(以目視做「優質」及「缺陷」之分類)計 1,777+2,240 張影像做驗證，其驗證結果如圖 2-28，分析如下：

		Predicted Value	
		Positive	Negative
Actual Value	Positive	True Positive 1745	False Negative 32
	Negative	False Positive 78	True Negative 2162

圖 2-28 影像品質篩選驗證結果

- True Positive(TP)：優質影像集中正確判斷為「優質」之數量
- False Negative (FN)：優質影像集中錯誤判斷為「缺陷」之數量
- False Positive (FP)：缺陷影像集中錯誤判斷為「優質」之數量
- True Negative (TN)：缺陷影像集中正確判斷為「缺陷」之數量

評量指標計算如下：

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{1745 + 2162}{1,777 + 2,240} = 97.2\%$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{1745}{1745+78}=95.7\%$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{1745}{1745+32}=98.2\%$$

Accuracy：準確率，模型預測正確數量所佔整體的比例。

Precision：精確率，陽性樣本中的預測正確率，也就是說被預測為 Positive 的資料中，有多少是真的 Positive

Recall：召回率，事實為真樣本中的預測正確率，也就是說在原本 Positive 的資料中被預測出多少

綜上，本年度利用人工智慧（AI）進行屋頂影像品質篩選帶來之相關效益如下：

- (1) **自動化篩選**：藉由 AI 系統自動化篩選缺陷屋頂影像，節省了大量的時間和人力成本。
- (2) **高效率和高準確性**：AI 算法能夠以較高的速度處理大量的影像數據，同時保持高度的精確性，這有助於提高生產效率，減少錯誤並確保高品質的建模成果。
- (3) **降低人為主觀性**：由 AI 進行品質篩選可以降低人為主觀判斷的影響，確保對缺陷和優良部分的評估更加客觀和一致。

3. 以正射影像作業

利用影像處理技術，於正射影像及建物框影像分別進行邊緣偵測以及計算梯度值，找出建物框中最多點重合的地方，即為套疊最佳結果，影像偏移偵測演算法如圖 2-29。

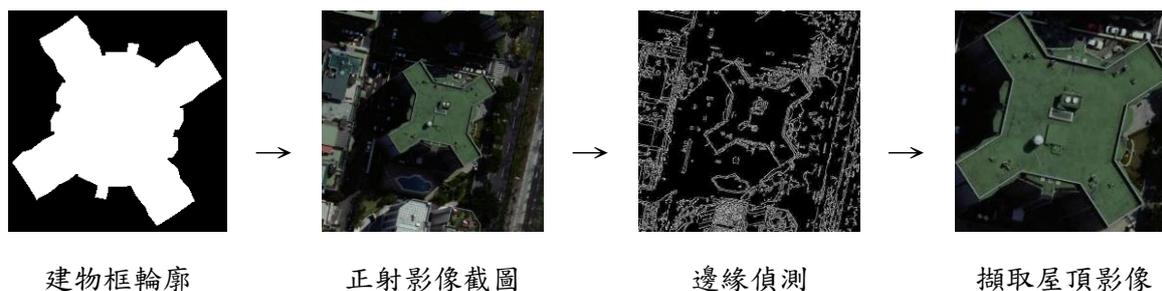


圖 2-29 影像偏移偵測示意圖

作業說明如下：

- (1) 將建物框轉換為一張輪廓影像，並針對該影像使用 Canny edge 作邊緣偵測(edge detection)，每個邊緣(edge)點上計算其梯度。
- (2) 在正射影像上擷取以建物轉換後影像坐標為中心之更大範圍影像，並針對該影像使用 Canny edge 作邊緣偵測，每個邊緣點上並計算其梯度。
- (3) 在正射影像上的每一點位套疊輪廓影像，計算有套合之邊緣點數量及梯度差，並計算一品質評估係數。
- (4) 取最大品質評估係數之位置。

有關偵測結果之品質評估係數，正確與精準度取決於正射影像解析度、品質、影像變形程度(如傾斜位移程度)，及屋頂遮蔽程度等，成果如圖 2-30。

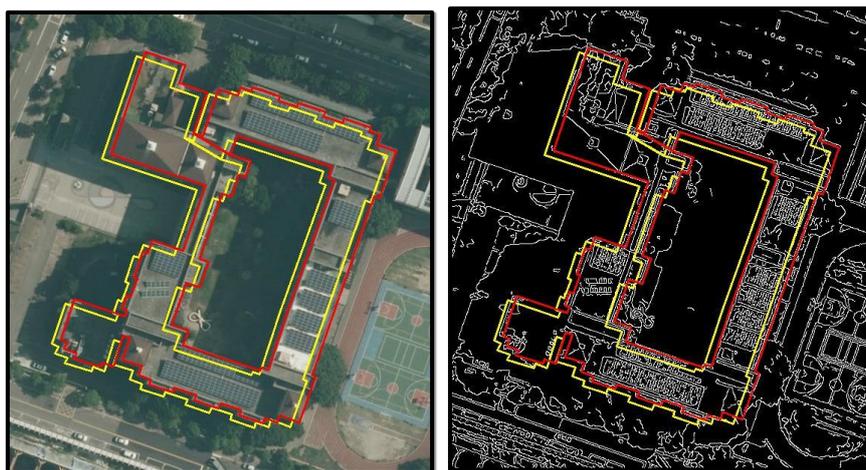


圖 2-30 影像偏移修正調整範例

如直接使用原始航照影像(或正射影像)之成果，其影像明亮度不一(如圖 2-31)，故造成屋頂影像亮度不一致，有偏暗或偏亮之狀況，尤其是大範圍之模型成果展示時，整體屋頂色調將不一致。

本次作業採用二層次之影像增強技術，自動化調整較佳之屋頂色調及明亮度，改善屋頂影像貼圖之品質，作業包含：

- (1) 全域影像增強：針對原始航照影像以 Histogram Equation 影像增強技術作整張影像之色調增強處理(如圖 2-32)。
- (2) 區域影像增強：於各建物框擷取出對應範圍之航照影像後，再次以 Histogram Equation 影像增強技術作該張影像之色調增強處理 (影像增強調整前後之比較如圖 2-33)。

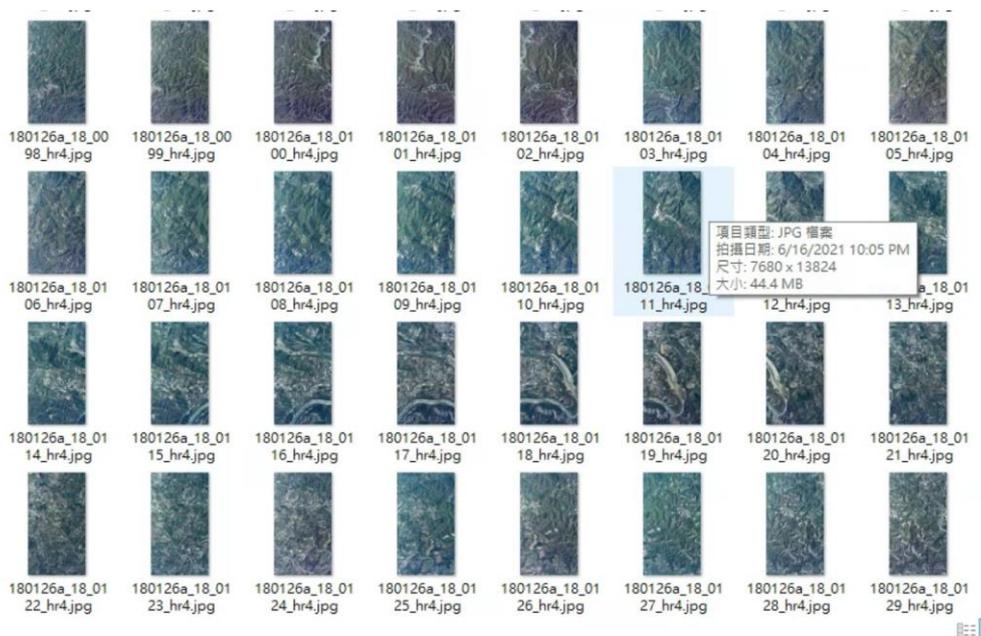


圖 2-31 原始航照色調

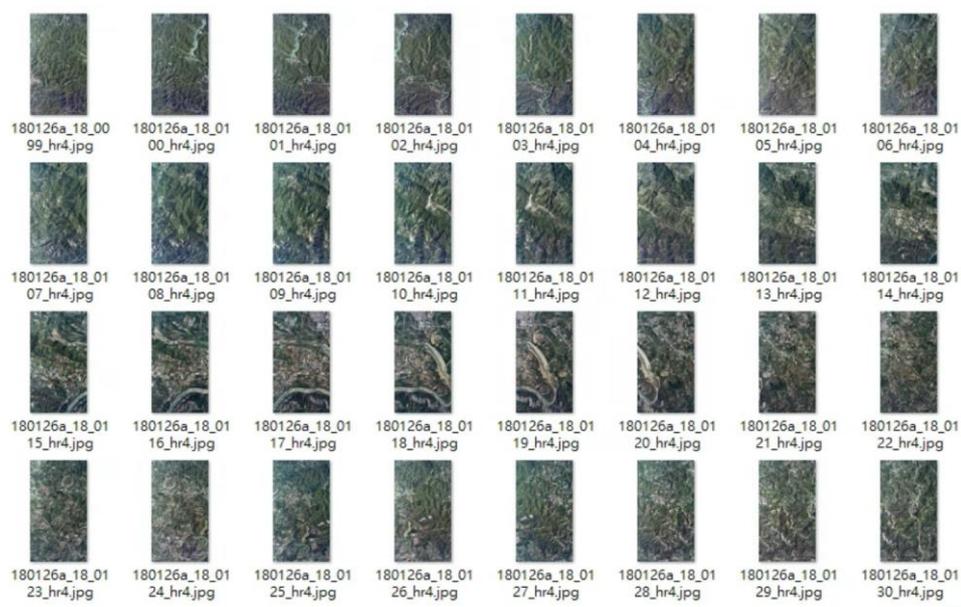


圖 2-32 原始航照經影像增強後之色調



圖 2-33 屋頂影像影像增強調整前後比較範例

(三) 牆面紋理貼圖

1. 牆面紋理貼圖參考來源

本案使用 Google 街景作為牆面紋理影像比對之參考影像，自 Google 取得使用授權，並依使用量實際支付費用如圖 2-34。本年度實際使用費用約 80 萬元

Google 服務	服務說明	服務 ID	SKU ID	SKU 說明	產品分類
Maps	Street View	9208-	9BD0-	Static Street	Maps Platform >
	Static API	3D32-4342	A2EE-44C3	View	Maps > Maps and Street View API > Other

圖 2-34 Google 街景使用授權與帳戶費用

2. 建物對應之街景影像取得

Google 之街景圖間隔距離大概為 10~15 公尺之間如圖 2-35，建物四周通常有多個街景點可供選擇其對應之街景影像如圖 2-36，本團隊依以下設計原則來取得適當之建物對應街景影像：

- (1) 排除建物內部之環景影像(許多建築內部有 Google 環景影像)。
- (2) 以建物最長邊為優先，綜合考量街景點與該邊中心點之距離與方位，選擇較優之街景點，以取得正面、較大範圍且變形較小之建物對應牆面為目標。
- (3) 如建物最長邊無適合的街景點影像，則依序由次長邊以同原則來尋找，直至找到適合的街景點為止。
- (4) 如該建物鄰近無街景點影像，則參考使用相鄰之建物材質。

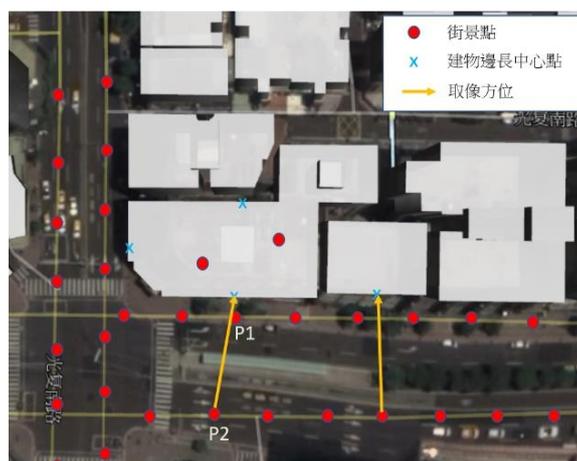


圖 2-35 建物對應之街景影像取得分析



圖 2-36 建物對應之街景影像選擇

3. 街景影像透視投影校正

取得之街景影像通常因相機拍攝方式(緊鄰建物取像), 故成像易造成變形無法直接利用, 因此需依其方位及傾角, 自動處理透視投影變形校正處理, 以利於後續之牆面影像辨識, 如圖 2-37。

街景取得之影像



自動化校正處理後影像



圖 2-37 街景影像透視投影校正處理

4. 牆面紋理影像比對

(1) 影像比對方式

本作業採用自行研發之影像辨識軟體來自動化進行紋理材質庫之最相似材質之搜尋，如圖 2-38。



圖 2-38 材質庫影像辨識示意圖

首先，針對材質庫內之所有影像進行紋理及顏色之影像特徵分析，並將特徵分析結果組成影像描述元，以此描述元來代表材質影像。街景影像亦以相同方法組成描述元，並與事先建好之材質庫各張影像之描述元逐一比對，取最相似者對應之材質敷貼。

(2) 牆面紋理影像比對應考慮之因素

實際由 Google 街景 取得之影像不盡理想，實務上無法完整精確獲取無變形之牆面，影像將存在著幾個干擾因素如圖 2-39：

- 影像與建物圖層位置誤差：街景取像點之坐標係以街景車上之 GPS 取得，其精度誤差使得建物位置與街景圖位置有差異，無法獲得完整牆面，亦可能將非該建物之內容含入。
- 透視投影變形：因建物緊鄰道路，故當街景車取像點與建物距離不遠時，建物愈高層的地方透視投影變形愈大。
- 其他干擾源：包含路樹遮蔽、招牌及拍攝時氣候，如水滴、反光等干擾。



(a)影像與建物圖層位置存在誤差



(b)影像變形與無法獲取完整牆面



(c)路樹遮蔽



(d)其他干擾

圖 2-39 街景影像問題

(3) 影像比對方法設計

本方案中影像辨識演算法係參考前 Google AI 總監 Fei-Fei Lee 提出之「Bag of Visual words」理論模型，其概念係將一張影像用一袋影像特徵(Visual words)來表示，統計此袋內各種特徵之數量(Histogram of visual words)來組成其特徵向量(Feature vector)，影像比對即是用二張影像之特徵向量來比較，由特徵向量比對係數可反映出二張影像之相似程度，如圖 2-40。

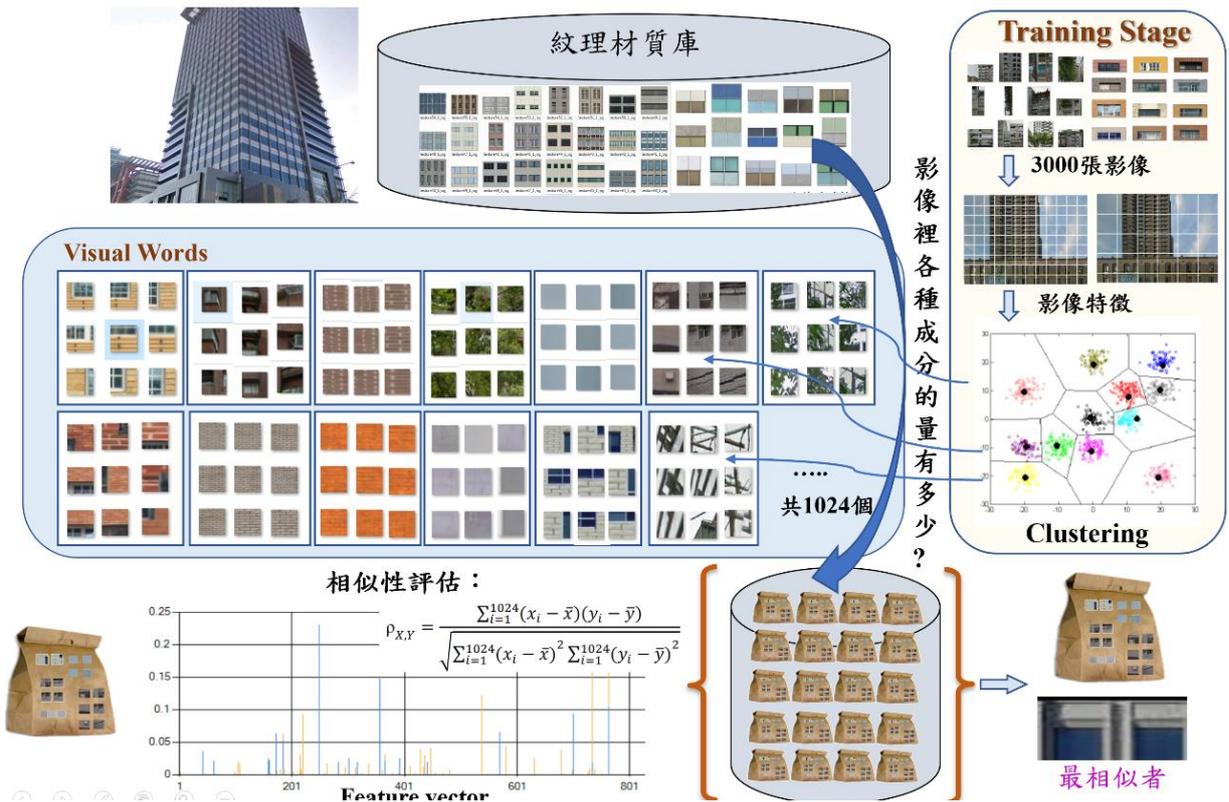


圖 2-40 Bag of Visual words 影像辨識示意

■ Visual words 之產生

a. 特徵偵測 (Feature detection)

本團隊嘗試過各類型的特徵偵測元 (feature detector)，Corner-liked feature 偏向偵測到窗框特徵，Blob-liked feature 則偏向偵測到窗戶特徵，均與本案需求之特性較不相符；故本案採用 **Regular grid** 之特徵，亦即將整張影像作三個不同 scale 之均勻分割，並考量分割時起始點作位移等，以解決影像存在不同尺度之問題，如圖 2-41。

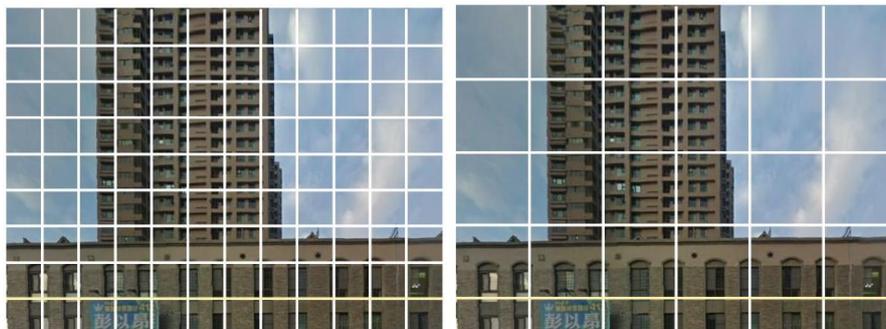


圖 2-41 影像特徵擷取

b. 特徵分群(Feature Clustering)

將 3,000 張包含實景及材質之訓練影像，依前述步驟產生每一區塊影像之特徵，再將這些特徵以 K-means Clustering 進行分群，計分成 1024 群，每一群的中心點位置即為該 Visual word 之坐標，如圖 2-42。

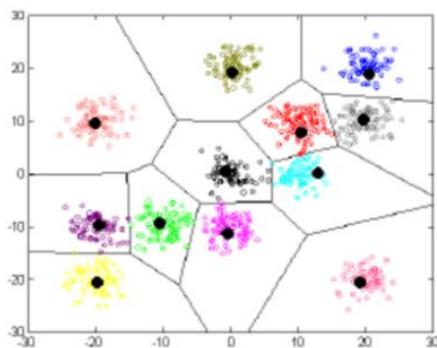


圖 2-42 影像特徵分群

c. 特徵表示(Feature Representation)

部分 Visual word 示意如圖 2-43，具有類似顏色(或結構)之影像區塊將自動歸屬到同一 Visual word 中，而不同 Visual word 間則可針對不同顏色與結構之影像區塊具有高度的區辨能力。

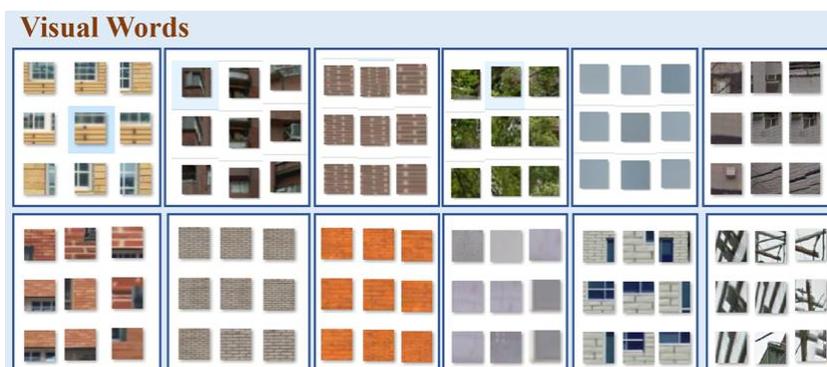


圖 2-43 Visual word 示意

將一張影像所有的特徵歸附到 1024 個 Visual word，統計出各 Visual word 的數量直方圖，即為該影像之特徵描述向量，如圖 2-44。

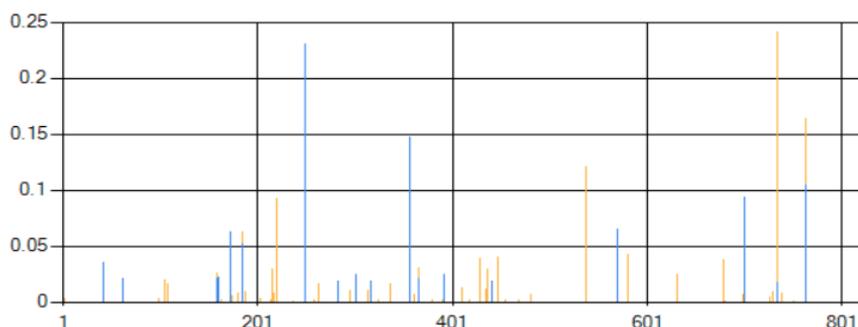


圖 2-44 影像特徵描述向量示意

■ 特徵比對(Feature matching)

a. 干擾因素排除

針對路樹、招牌及天空等，事先蒐集該類型之影像，經過訓練後，可知這些影像會落在那些 Visual words，在影像比對時讓演算法將這些干擾因素濾除掉，如圖 2-45，可提高影像比對之正確性，相較於直接在影像上作干擾因子去除，有更好之執行效率。

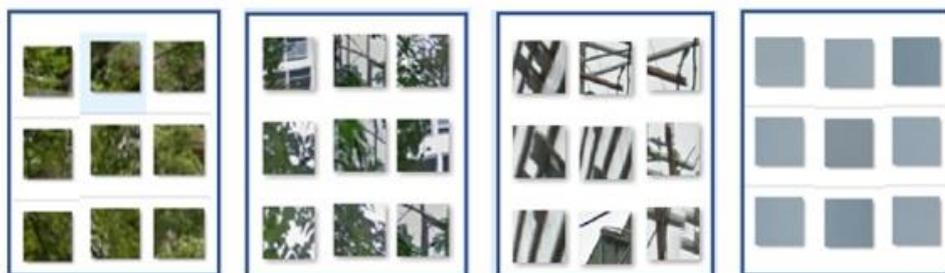


圖 2-45 排除之干擾因素 Visual words

b. 特徵向量比對

每張影像以長度為 1024(visual words)之特徵向量組成，特徵向量裡每一特徵元素記錄這影像裡含有多少量該類型之特徵，故比較二張影像，特徵向量分別為

$$\bar{X} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_{1024}], \bar{Y} = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_{1024}]$$

其相似度為二個特徵向量之相關度(correlation)，相關係數 $\rho_{X,Y}$ 介於 [0,1](因特徵向量內之各特徵值均 ≥ 0)，但因值愈高就愈相似。

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sum_{i=1}^{1024} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{1024} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{1024} (y_i - \bar{y})^2}}$$

(4) 牆面材質貼附精進作法

為使建物模型外觀更貼近真實建物型態，使牆面更符合所處區域的特色，也賦予建物正門、側面及背面等不同方向的視覺效果，本團隊自 111 年起主動提出近似化模型貼圖精進作法(以下簡稱：材質貼圖 2.0)，除根據土地使用分區，將建物及材質依據都市區及非都市區分成 12 類外，並改善牆面材質貼圖作法，並引入道路中線圖資與建物框圖資作空間運算，判斷建物之正面，使整體建模結果品質更為優良。

材質貼圖 2.0 整體流程如圖 2-46，精進作法分述如下：

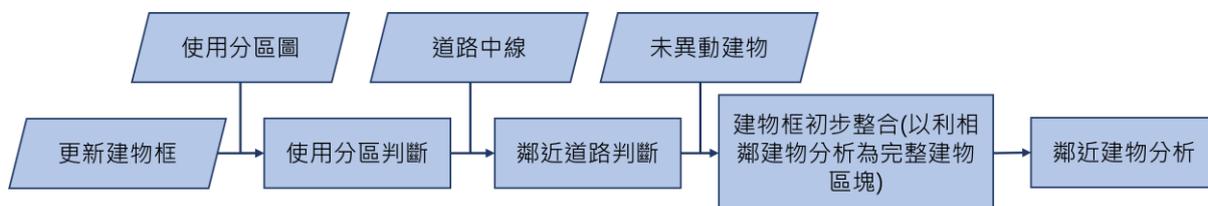


圖 2-46 材質貼圖 2.0 精進作法流程

(一) 材質貼附細緻化

原建模方式係以 2 張貼圖(1 樓及 2 樓以上各一張)進行牆面重複敷貼，使得建物四個面都有門以及正面陽台等，與臺灣建物特性差異較大。為改善此問題，牆面增加為 4 張貼圖(1 樓正面、2 樓以上正面、側面及背面)，比較如圖 2-47：

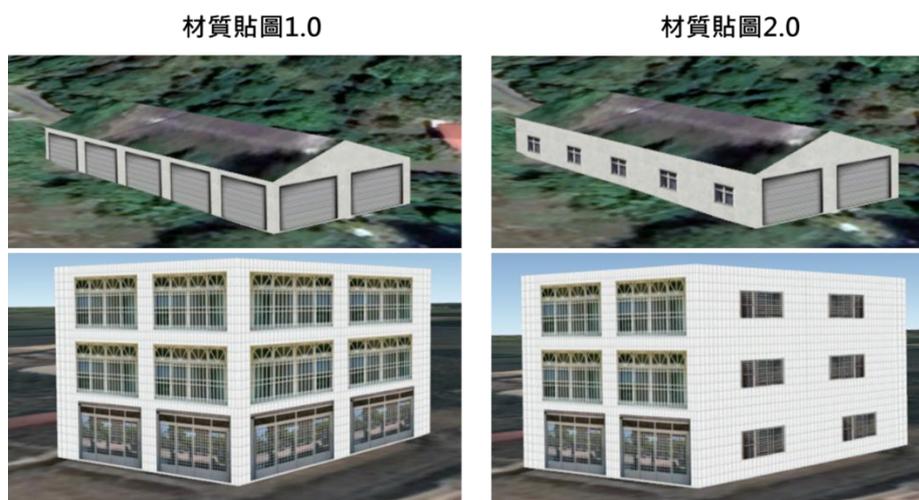


圖 2-47 材質貼附精進作法比較

(二) 使用分區判斷

利用全臺灣都市及非都市之使用分區圖，給予各建物框坐落之使用分區屬性，並歸類為以下 12 大類，如表 2-6，建物材質貼附時

以對應之使用分區類別材質庫貼附，避免非都區建物貼覆都市區材質之突兀：

表 2-6 建物分區屬性列表

都市區	非都市區
7樓以上住宅	住宅區
7樓以上商業區	農業區
7樓以下住商區	鄉村區
工業區	工業區
文教行政區	其他類
交通區	
其他類	

(三) 貼圖材質使用分區分類

以上各類型分區均依其外觀蒐集適當建物材質如圖 2-48，使區域的視覺效果更有差異性。



圖 2-48 分區材質示意圖

(四) 鄰近道路分析

為取得建物鄰近道路面，以此作為正面、側面、背面等面向之參考，團隊利用建物與道路中線進行空間分析，如圖 2-49 及圖 2-50，以判斷建物的臨路方向。

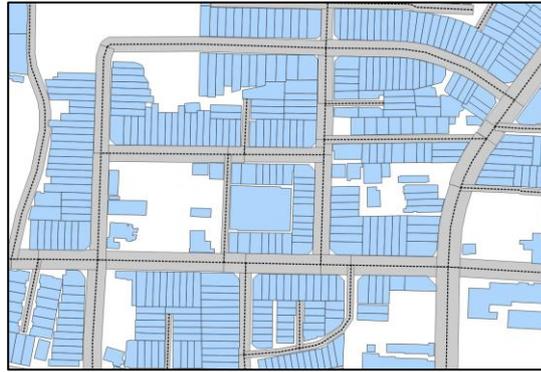


圖 2-49 道路中線與建物

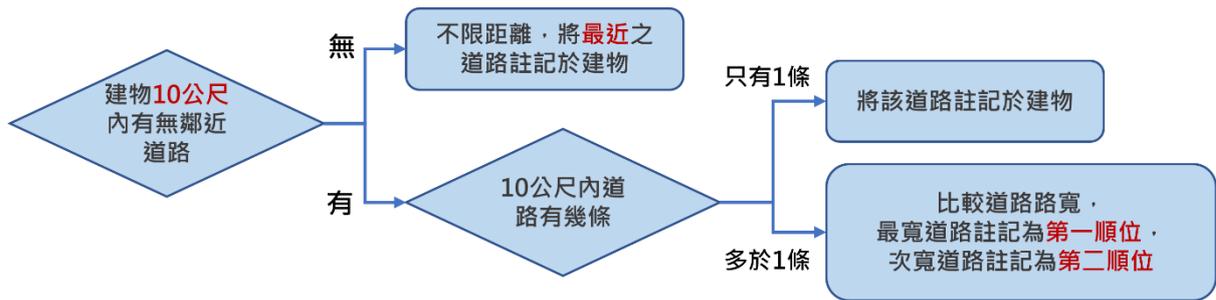


圖 2-50 鄰近道路分析流程

將道路中線依其路寬作 buffer，並記錄每一棟建物 10 公尺內的最寬及次寬道路，若 10 公尺內沒有道路，則記錄一條最近的道路，如圖 2-51。

ROADID_1	ROADID_2	SV_lon_1	SV_lat_1	SV_lon_2	SV_lat_2
D0000123905	D0000137896	120.2163829	22.9912313	120.2164992	22.9914322
D0000262853	NULL	120.2184741	22.9919686	NULL	NULL
D0000118330	D0000118327	120.2154833	22.9934654	120.2154731	22.993366
D0000148233	D0000139685	120.2164021	22.9902408	120.2162646	22.9903474
D0000109397	D0000101222	120.2114717	22.9895366	120.2116753	22.9893636
D0000038743	NULL	120.2180104	22.9876325	NULL	NULL
D0000235186	NULL	120.2144785	23.0007802	NULL	NULL
D0000144002	D0000256399	120.21623	22.9882243	120.2163624	22.9881432
D0000262847	NULL	120.2143118	22.9887971	NULL	NULL
D0000117199	NULL	120.2211128	22.992082	NULL	NULL
D0000143898	NULL	120.2161012	22.9956109	NULL	NULL

圖 2-51 道路及投影點屬性紀錄

將建物中心點對參考道路進行投影後，可以由中心點到投影點的方向取得建物方向；若該建物有第二條道路參考，則可以依據兩個方向來

作為側面或背面的參考依據，如圖 2-52 中，紅點為第一道路；粉紅點為第二道路。

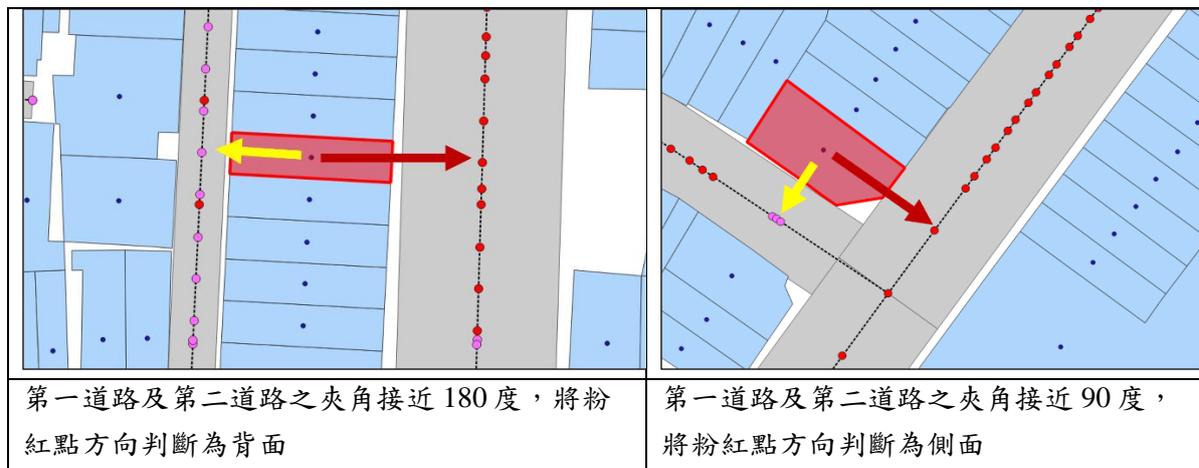


圖 2-52 建物對道路投影點面向參考

(五) 相鄰建物面分析

因為部分建物群屬於社區或處在巷弄，如圖 2-53，而沒有顯著的道路資料可以作為面向參考，因此本案再透過分析建物的每一個面，來註記相鄰建物面如圖 2-54，依此作為避開正門的方向。



圖 2-53 社區中庭無道路資料



圖 2-54 相鄰建物面註記

(四) 山型屋頂判斷

為提升近似化模型屋頂結構之多樣性，增加山型屋頂之自動化判斷及建模，作業方法如下：

1. 山形屋頂之特性分析

直接由正射影像與 DSM 資料分析，都無較強之特徵來據以判斷山形屋頂，故本團隊利用梯度資訊特徵來判斷山形屋頂，理想的山形屋頂之梯度特性如下：

- A 斜面內各點的梯度值會接近一致；
- B 斜面內各點的梯度值會接近一致；
- A 斜面之梯度方向會與 B 斜面有較大差異；
- 屋頂愈陡則二斜面之梯度方向差異愈大。

依據上述分析，梯度資訊將使得屋脊線的特徵更為強烈，並有更一致性的資訊來做檢核。以圖 2-55 為例，理想山形屋頂的二個面其梯度影像之交界(亦即屋脊線)會形成一對比(一側會為正值，另一側則為負值)，而平面屋頂的梯度影像整個面的值為 0。

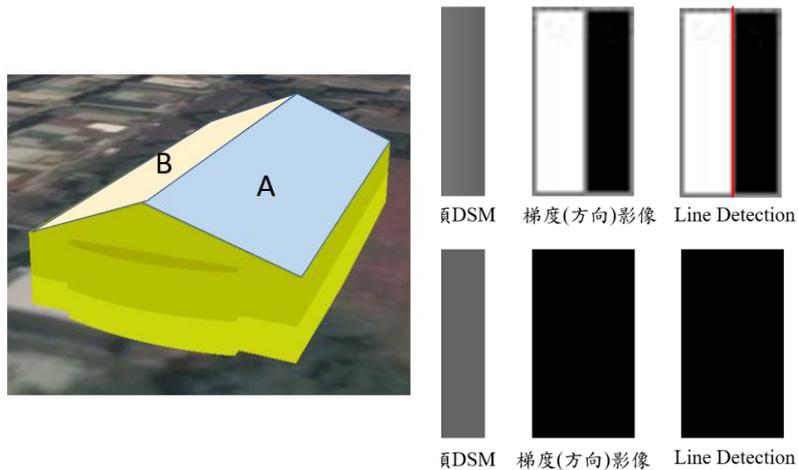


圖 2-55 理想山形屋頂模型

2. 山形屋頂偵測之品質評估

- 理想模型(Ideal Case)：A/B 二個面梯度值之平均值應為反號(一正一負)(其絕對值會相同)，且與斜面屋頂之坡度大小成正比；另每個面內梯度之標準差均應為 0，如圖 2-56。
- 實際 DSM 資料：A/B 二面之梯度平均值之反號(一正一負)關係應存在(視 DSM 精度)，梯度平均值之絕對值會有些微差異；各面之標準差可能不為 0，但可反映出 DSM 之資料品質，愈大表示 DSM 誤差愈大。



圖 2-56 DSM 偵測山形屋頂之品質驗證

3. 實際 DSM 資料用於山形屋頂偵測之特性分析

因 DSM 資料有誤差，實際作業時依資料品質及狀況，透過前述之品質評估分析後，偵測出屋脊線並製作山形屋頂之建物模型，結果如圖 2-57：

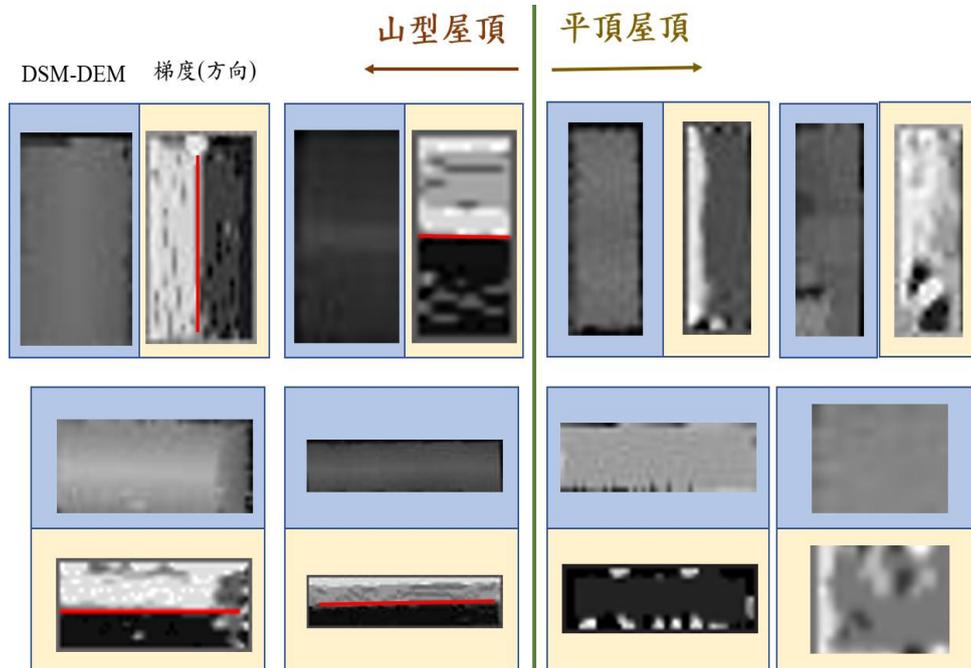


圖 2-57 實際 DSM 偵測山形屋頂模型

4. 山形屋頂偵測流程

依上述山形屋頂之特性分析，整體山形屋頂偵測流程如圖 2-58，其中山形屋頂判斷指標包含：

1. $TROOF_R = \min(\mu_A, \mu_B) / \max(\mu_A, \mu_B)$ ：理想值為-1；
2. $TROOF_M = \min(\mu_A, \mu_B)$ ：反映屋頂之斜面角度；
3. $TROOF_STD = \min(\sigma_A, \sigma_B)$ ：反映屋頂斜面之平滑程度；
4. 利用 $TROOF_DIR, R_angle$ ，判斷屋頂方向

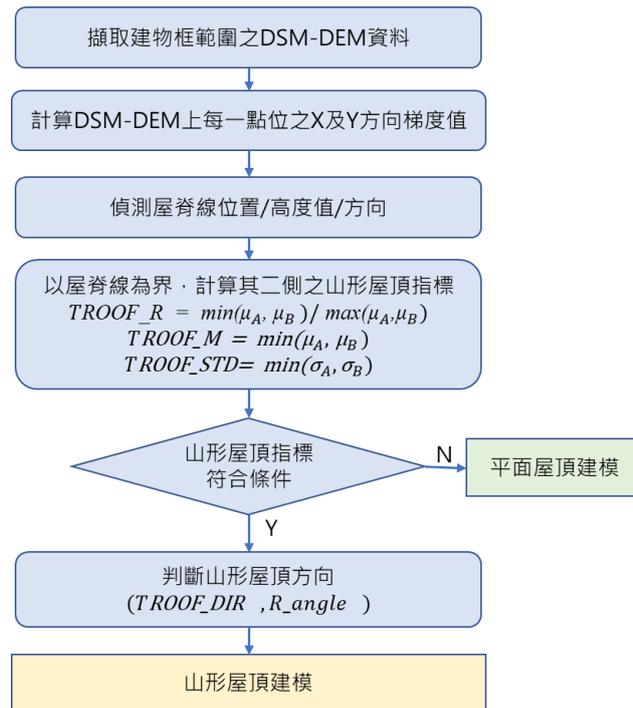


圖 2-58 山形屋頂偵測流程圖

(五) 建物模型成果紀錄及格式

模型作業成果包含灰階建物模型及近似化建物模型二種成果，模型產製以 BUILD_ID 為模型檔名，並依各縣市資料封裝為 KMZ，若資料數量過多，則進行分層或 LOD 處理，便於展示利用。各模型成果屬性依測繪中心規範欄位產製如表 2-7，以利未來資料運用交換整合。

表 2-7 LOD1 模型成果(灰階模及近似模)屬性欄位內容

序	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	型態	欄寬	內容說明
1	BUILD_ID	建物編號	TEXT	16	利用建物中心點 TWD97 坐標資料以 32 位元編碼。
2	BUILDNAME	建物名稱	TEXT	100	1. MODEL_LOD=3，引用臺灣通用電子地圖地標點名稱(MARKNAME)或現地調查名稱。 2. MODEL_LOD=1 或 2，引用臺灣通用電子地圖地標點名稱(MARKNAME)或現地調查名稱，若無資料來源，欄位值填 NA。
3	BUILDTYPE	建物類別代碼	TEXT	8	1. MODEL_LOD=3，引用臺灣通用電子地圖地標分類代碼(MARKTYPE)。 2. MODEL_LOD=1 或 2，引用臺灣通用電子地圖地標分類代碼(MARKTYPE)，若無資料來源，欄位值填 NA。
4	BUILD_STR	建物結構	TEXT	2	1/1,000 地形圖建物結構註記，如 R(混凝土房屋)、B(磚屋)、T(臨時建物)；若無資料來源，欄位值填 NA，如引用臺灣通用電子地圖建物區塊等。
5	M_SOURCE	建物模型產製單位	TEXT	2	00：國土測繪中心產製 99：其他機關產製
6	SOURCE	建物框資料來源代碼	Integer	1	0：1/1,000 地形圖 1：臺灣通用電子地圖

序	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	型態	欄寬	內容說明
					2：臺灣通用電子地圖建物框分戶成果 3：其他機關產製建物模型成果 4：航測立體製圖 5：點雲產製建物模型 6：三維地籍產權模型
7	SOURCE_DES	建物框資料來源說明	TEXT	50	記錄建物框資料測製計畫名稱，如「臺中市 1/1,000」、「107 年臺灣通用電子地圖」、「109 年 LOD2 三維建物模型試辦作業」；若無資料來源，欄位值填 NA。
8	MDATE	建物框測製年月	TEXT	6	1. SOURCE=0、1 或 2，以建物框測製年月記錄之；跨圖框者取最新年月記錄之。 2. SOURCE=3 或 6，以模型產製年月記錄之。 3. SOURCE=4，以影像拍攝年月記錄之，若無資料，以模型產製年月記錄之。 4. SOURCE=5，以點雲測製年月記錄之，若無資料，以模型產製年月記錄之。 欄位格式 YYYYMM；若無上述資料，欄位值填 NA。
9	BUILD_H	建物高度	Doubles	Precision:10 Scale:2	依 H_EXTRAC 結果填入建物高度值
10	H_SOURCE	建物高度來源代碼	Integer	2	0：LiDAR 產製 DSM 1：航測影像密匹配產製 DSM 2：1/1,000 地形圖樓層註記 3：UAV 影像密匹配成果 4：建物模型成果 5：航測立體製圖搭配 DEM 萃取成果 6：三維產權模型
11	H_EXTRAC	建物高度獲得方式	Integer	2	0：DSM 最大與最小值分 10 層取眾數層。 1：DSM 依樓層分層取眾數層。 2：樓層數註記換算 3：建物模型高度萃取 4：航測立體製圖搭配 DEM 萃取
12	BUILD_NO	建物樓層數	Integer	3	依 NO_SOURCE 結果填入建物樓層數
13	NO_SOURCE	建物樓層數來源	Integer	2	0：依建物樓層註記 1：以建物樓高除以 3.3 公尺(四捨五入)換算 2：同時使用建物註記樓層數及樓高換算樓層數
14	M_MDATE	建物模型產製日期	TEXT	6	建物模型建置日期，格式為 YYYYMM，無法判定產製日期者，欄位值填 NA。
15	MODEL_LOD	LOD 細緻度等級代碼	Integer	1	1：LOD1 2：LOD2 3：LOD3
16	COUNTY	直轄市、縣(市)名稱	TEXT	1	縣市代碼
17	MODEL_NAME	模型檔案名稱	TEXT	50	縣市代碼+「_」+建物編號
18	CENT_E_97	建物框中心 E 坐標	Doubles	Precision:10 Scale:3	建物中心點(質心)TWD97 坐標系統 E 坐標值(公尺，取至小數下 3 位)。
19	CENT_N_97	建物框中心 N 坐標	Doubles	Precision:10 Scale:3	建物中心點(質心)TWD97 坐標系統 N 坐標值(公尺，取至小數下 3 位)。
20	C_FRAMEID	建物框中心所在圖號	TEXT	8	建物中心點所在 1/5,000 圖幅號

(六) 模型成果整合與封裝

1. 模型檔命名

模型封裝數量以縣市為單位，檔案名稱命名包含模型產製年度、縣市代碼及 1/5000 圖幅框號(如112_C_BUILD_97232021.kmz)

2. 模型檔封裝數量：

考量展示效能，每一模型 KMZ 檔封裝建物數量以少於 4,500 棟原則，如超過數量，則依數量進行分割，模型檔名採該批模型「產製年度_縣市代碼_1/5000 圖幅號_編號.kmz」儲存，如本案一千分之一地形圖產製區基隆市成果，在圖幅號 97232041 下，模型分成 5 個檔案儲存：

(1) 112_C_BUILD_97232041_0.KMZ

(2) 112_C_BUILD_97232041_1.KMZ

(3) 112_C_BUILD_97232041_2.KMZ

(4) 112_C_BUILD_97232041_3.KMZ

(5) 112_C_BUILD_97232041_4.KMZ

貳、三維建物模型細緻化

一、一千分之一地形圖建物模型產製

(一) 建物框資料轉檔處理

一千分之一地形圖資料格式為 DWG 者，轉檔為 GIS Shapefile polygon 格式，其成果需將跨圖幅處進行接邊合併並記錄其建物樓層註記屬性，其作業流程說明如圖 2-59：

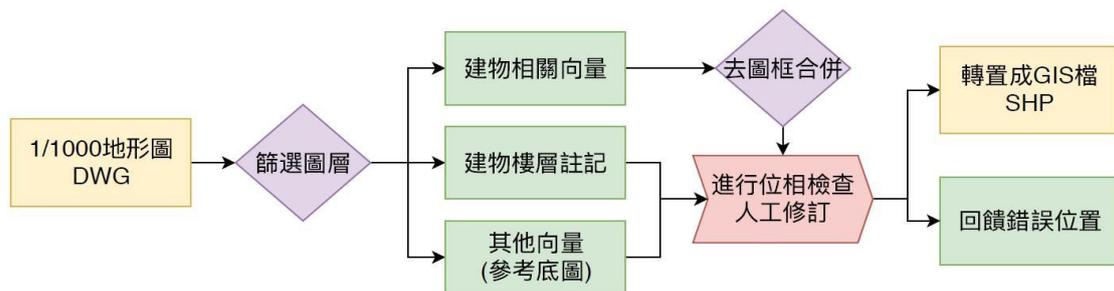


圖 2-59 一千分之一地形圖建物轉製流程圖

(二) 篩選圖層

將地形圖依據圖層內容不同，拆分成三種檔案供後續進行作業，其拆分方式如下：

1. 建物相關向量：篩選建物圖層，如：9310100。
2. 建物樓層註記：篩選建物樓層註記，如：93110TXT
3. 其他向量：上述未篩選之向量，供後續位相編修參考用。

(三) 去圖框合併

將各幅地形圖進行合併，其中建物相關向量需在跨圖幅處進行合併。

(四) 進行位相檢查

將建物相關向量及建物樓層註記進行位相檢查，可依據常見錯誤情形分成下列不同態樣，如圖 2-60：

1. 建物向量懸掛(dangle)錯誤：建物未正確編輯，導致線段突出、未連接。
2. 同建物不同註記：常發生在跨圖幅建物，不同圖幅間其建物樓層註記不同。

3. 建物無註記：有建物向量但無樓層註記。
4. 註記無建物：有樓層註記但無建物向量。

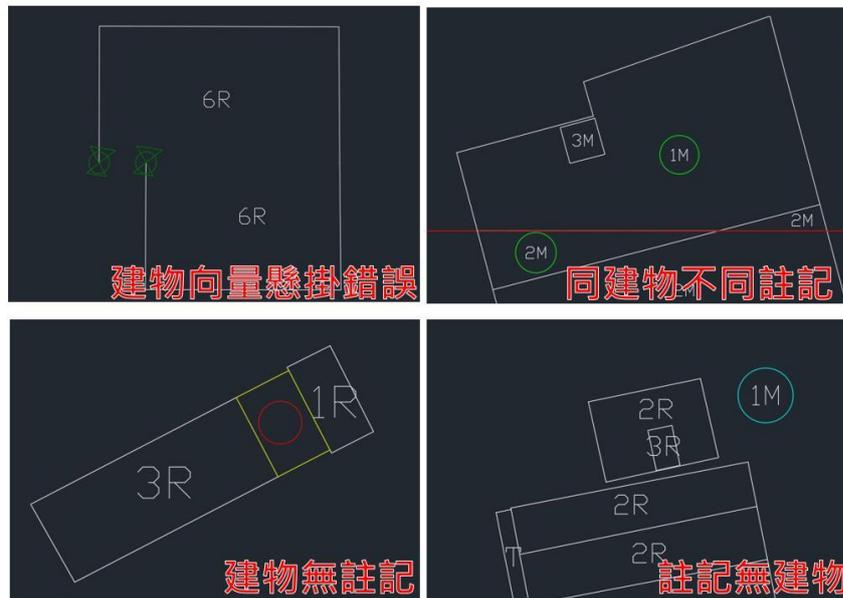


圖 2-60 一千分之一地形圖建物位相常見錯誤

將上述問題進行彙整後，進行人工編修作業，可參考前述所產製的其他圖層向量參考底圖及相關正射影像進行判斷及編修，完成後即可轉製為 Shapefile，並賦予 BUILD_ID 屬性資料。

(五) 轉製 GIS 檔

依據上述修正後成果，將建物向量由線轉成面資料，建物樓層註記由文字轉成點資料後進行空間連結，並再進行相關位相檢查後，即可得到建物成果，其流程如圖 2-61。

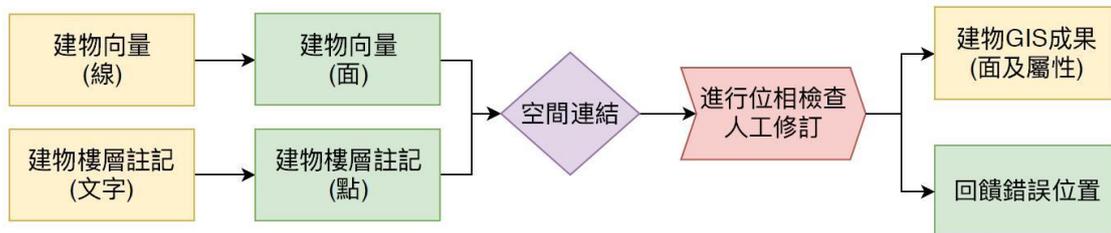


圖 2-61 轉置 GIS 建物框流程

二、分棟作業

現階段全國三維建物模型受限於二維建物框來源、成果時效性及自動化作業等因素，大部分範圍為利用電子地圖區塊建物框產製之區塊式三維建物模型。

為強化全國三維建物模型成果可用性，利用臺灣通用電子地圖區塊建物框依地籍資料分棟初始成果，參考正射影像、地籍圖、門牌位置等資料，辦理人工編修(增加、修正及刪除)，產出分棟建物框，策略目標如圖 2-62，並產製區塊式三維建物模型分棟成果。

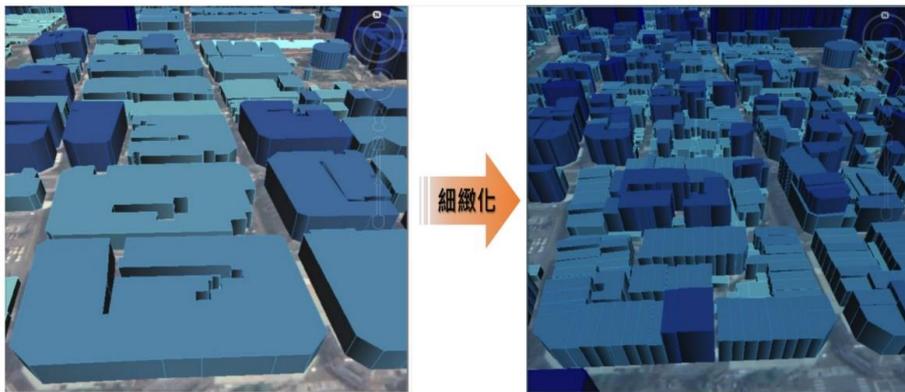


圖 2-62 區塊建物細緻化之策略目標[內政部國土測繪中心，2020]

三、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製

根據測繪中心「運用區塊建物框細緻化技術精進三維建物模型之研究」(2020)，利用臺灣通用電子地圖、地籍圖等資訊，自動化進行初步分棟作業後，再參考門牌、正射影像等資訊進行人工編修，流程如圖 2-63 所示。

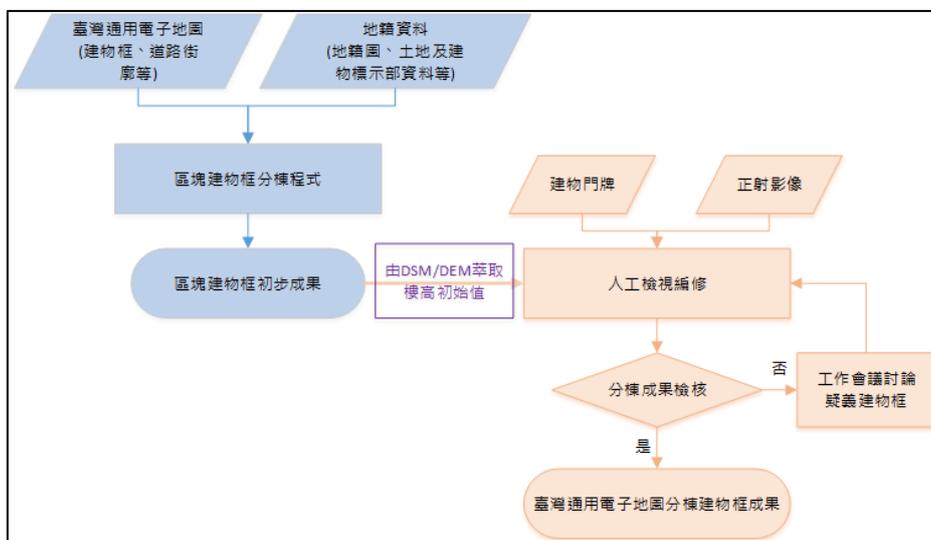


圖 2-63 分棟作業流程圖

(一) 本年度作業範圍

本案作業區包含宜蘭縣 5 區、南投縣 13 區、彰化縣 26 區、雲林縣 20 區以及嘉義縣 18 區，共 82 個行政區，如圖 2-64 所示。

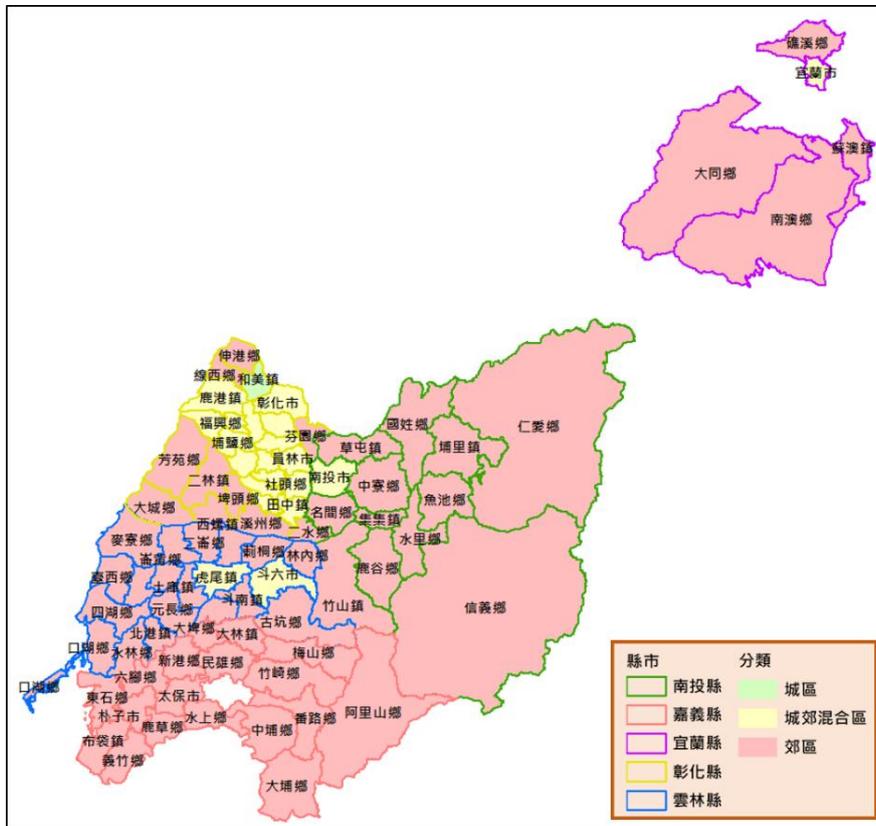


圖 2-64 本年度作業區

(二) 作業程序

1. 利用地籍圖進行自動化建物分棟作業

藉由測繪中心開發之自動化建物分棟作業，可將建物框依據地籍圖進行分棟，以圖 2-65 為例，少數建物框與地籍圖宗地關係為 1 對 1，但多數為 1 對多之關係。



圖 2-65 建物框與地籍圖及正射影像套疊示意圖

2. 建物框位相檢核與編修

取得地籍初步分棟成果後，進行建物框位相檢核，若有重疊之情況如圖 2-66，反應給測繪中心做為後續修正程式的參考，並於後續人工編修時修正。

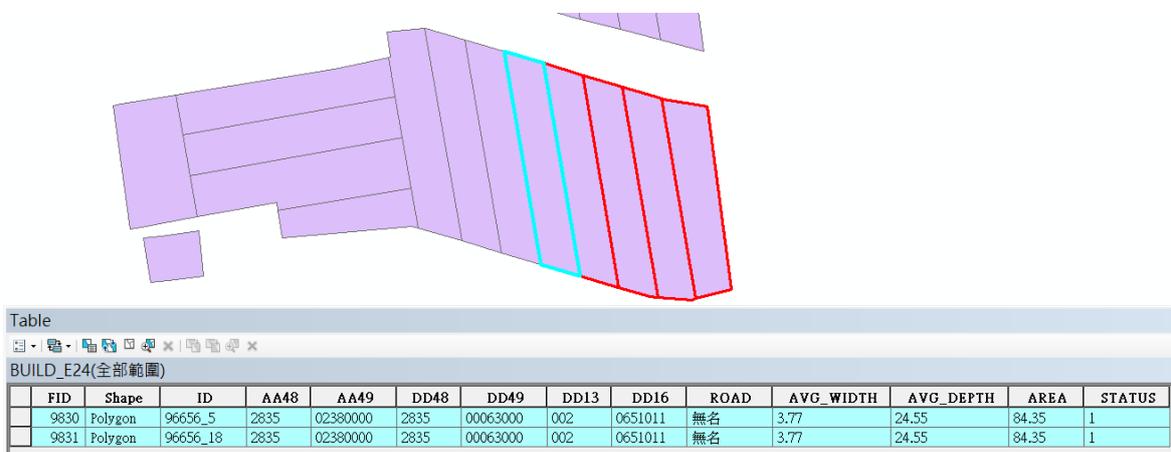


圖 2-66 高雄市路竹區重疊範例

為確保成果與電子地圖之建物框範圍相同，進行地籍初步分棟成果與電子地圖建物框之比較，若因程式自動分棟所造成部分建物框缺漏或變形，如圖 2-67，同樣於後續人工編修時修正。

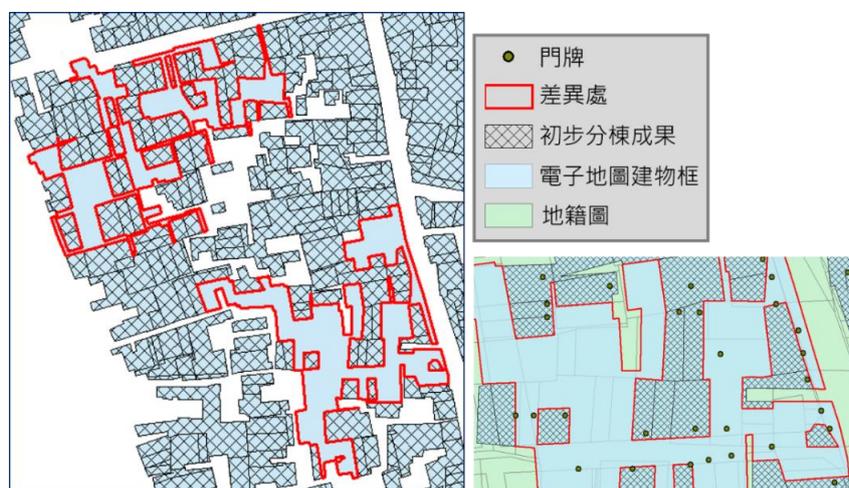


圖 2-67 高雄市茄萣區初步分棟成果與電子地圖建物框差異範例

3. 人工檢視細緻化編修

地籍圖依成圖年月、測量方法與坐標系統等的不同，以及圖幅接合問題，導致地籍圖精度不一致，因此產製之建物分棟成果需再進行人工編修。經測繪中心自行研發之程式產製之地籍分棟成果，可歸類為以下 4 大類，由本團隊進行後續人工編修與檢核：

(1) 分棟線延伸

因地籍圖與電子地圖之測繪原則及繪製精度不同或是地籍圖之圖幅線問題，導致分棟線與建物框接合成果不理想，因此需要透過人工編修延長分棟線，如圖 2-68。



圖 2-68 分棟線延伸編修示意圖

(2) 分棟線刪除

因地籍資料本身之問題，可能造成分棟線應刪除而未刪除，可進一步分析土地與建物標示部資料，將不必要之分棟線刪除，如圖 2-69。

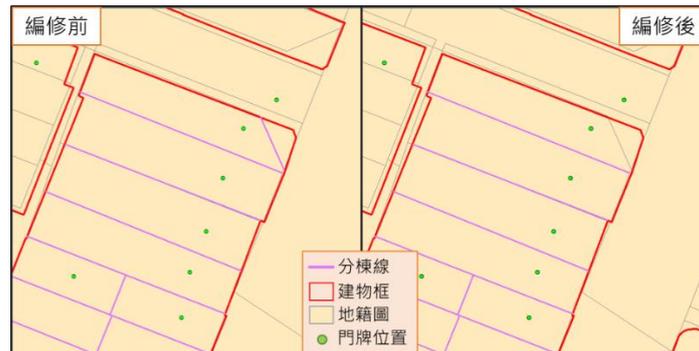


圖 2-69 分棟線刪除編修示意圖

(3) 分棟線調整

因地籍圖對位偏差，或地籍圖與電子地圖之測繪原則及繪製精度不同，導致分棟線與建物框折點出現微小差異，可透過人工調整分棟線位置來精進分棟成果品質，如圖 2-70。

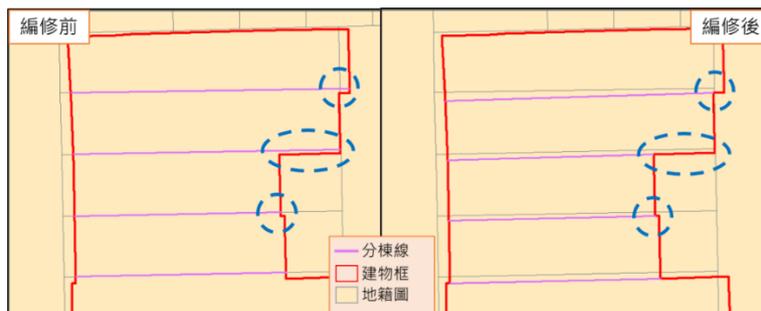


圖 2-70 分棟線調整編修示意圖

(4) 分棟線新增

部分建物框與地籍圖宗地係屬 1 對 1 之關係，但套疊正射影像與門牌位置資料可發現，該建物框應有分棟線，由於此類建物的地籍圖並未細分，因此無法透過地籍分棟作業流程產製分棟線。此類建物可參考門牌資料、正射影像與街景資料等，以人工方式新增分棟線，如圖 2-71。



圖 2-71 分棟線新增編修示意圖

4. 輔以正射影像與門牌位置進行編修

若地籍圖宗地未分割，但由正射影像可看出該建物框應分屬不同建物，如圖 2-72 所示，則可納入門牌位置資料作參考，進行分棟作業產出分棟建物框。



圖 2-72 建物框與地籍圖宗地及門牌位置資料示意圖

5. 以樓高輔助分棟作業

依據本年度需求訪談會議結論，完成初步分棟作業之後，先以 Lidar 取得建物高度作為判斷依據(分棟作業可於屬性顯示高度)：

(1) 高度 20 米(約為 6 樓)以下之建物框

依據影像判斷是否為透天厝，並參考正射影像與門牌資料進行前述細部分棟作業。

(2) 高度 20 米(約為 6 樓)以上之建物框

依據影像判斷是否為大樓，大樓以「棟」為單位，分割出該區塊建物框各「獨棟大樓」，原則上頂樓梯間、陽台、露臺不再細分，如果影像初步判斷為透天厝則依透天厝的作法。

(三) 分棟原則

建物以「棟」為單位，建物面寬大於 4 公尺為原則，將電子地圖區塊建物框進行分棟作業，分棟原則因應不同類型建物略有不同，建物分類如下：

1. 工廠：大面積矩形或正射影像屋頂材質一致

(1) 單棟建物：屋頂影像一致則無須分棟，即使有多個門牌仍無須分棟，如圖 2-73。



圖 2-73 分棟原則範例 1

(2) 多棟建物、建物相鄰、有縫隙：縫隙如防火巷、走道等，依影像分棟，或參考門牌分割，如圖 2-74。

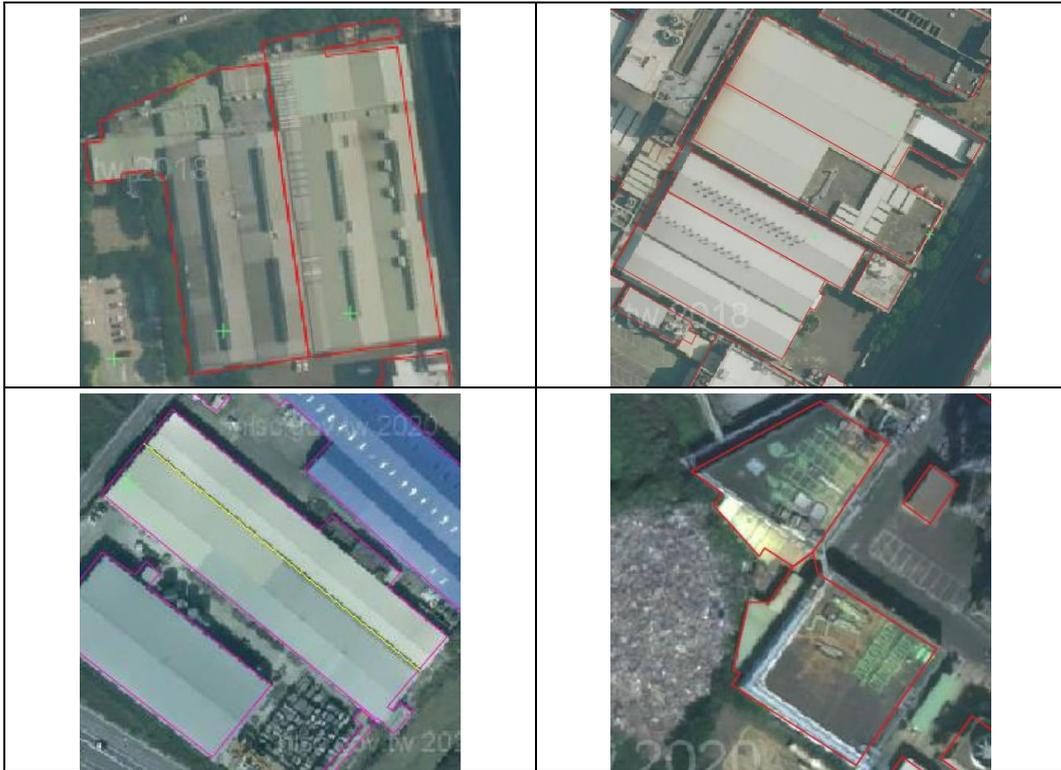


圖 2-74 分棟原則範例 2

- (3) 多棟建物、建物相鄰、有縫隙、但有連結結構：依影像分棟，並將連結處，如走道、天橋分割，如圖 2-75。



圖 2-75 分棟原則範例 3

- (4) 多棟建物、建物相鄰、無縫隙：參考門牌，可無須分棟，如圖 2-76。



圖 2-76 分棟原則範例 4

- (5) 多棟建物，建物不相鄰：得分割出主要廠房，其餘地上物置於另一區塊，後續若無法取得樓高，不產生模型，如圖 2-77。



圖 2-77 分棟原則範例 5

- (6) 當建物框異常，可先將主建物分割，或視問題回報建物框異常，將該筆建物框匯出回報，暫不處理。

2. 低矮建物群：高度小於 10 公尺或大量密集聚落

以影像、參考門牌進行分棟，影像上明顯屬於不同棟建物須進行分棟，另可參考屋脊線，若為「川」可再分棟，如圖 2-78。



圖 2-78 分棟原則範例 6

3. 透天厝：包含單棟或雙拼式，高度小於 20 公尺。若分棟後附屬建物(如車棚、倉庫等)面寬大於 4 公尺(參考 LOD2：4m×4m 繪製)，則將附屬建物分割。

- (1) 透天依影像、門牌初步判斷後，逐棟進行分棟作業，並以臨路面為主向後延伸整棟，不須再細分(如前院、主建物、後方廚房或車棚)，若建物旁臨時建物(如停車棚、雨遮等，無門牌資訊)，若大於 4 米再分棟，如圖 2-79。
- (2) 雙拼透天建物可參考門牌進行分棟，如圖 2-80。



圖 2-79 分棟原則範例 7



圖 2-80 分棟原則範例 8

4. 公寓及華廈：6 樓以下，高度小於 20 公尺。

依影像、門牌初步判斷，若屬公寓華廈，如屋頂影像為大樓，卻有類似透天的門牌分布，依大樓方式處理，不須再逐個分棟，如圖 2-81。



圖 2-81 分棟原則範例 9

5. 大樓：6 樓以上，高度大於 20 公尺，樓梯間、陽台、露臺不再分割。

(1)獨棟大樓：依影像判斷，不依門牌分割，如圖 2-82。



圖 2-82 分棟原則範例 10

(2)多棟大樓、建物同主體相連(如空橋、一樓)：依影像分割大樓與連結處，如圖 2-83。

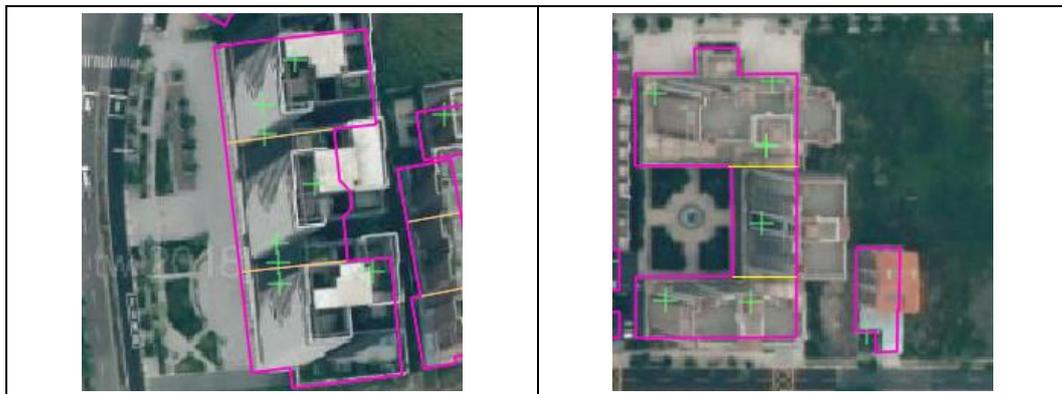


圖 2-83 分棟原則範例 11

其餘特殊案例於工作會議時提出討論，依據工作會議建議方式進行分棟，並將案例收集成冊以供未來作業參考，詳細案例請參閱附件 4。

以圖 2-84 為例，初步分棟成果部分與門牌及影像資訊吻合，部分則須進一步編修，經編修後大致可呈現 1 棟 1 門牌的成果，少部分門牌與影像不吻合之區域則以影像為主進行分棟。



圖 2-84 細緻化成果(臺南市)

四、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新

本年度更新範圍為臺南市，臺南市既有模型為111年度三維建物模型細緻化作業成果，該成果係以109年度臺灣通用電子地圖建物框進行分棟模型產製，因此以109年及最新之111年臺灣通用電子地圖成果進行異動分析與更新，本年度異動分析結果如圖2-85所示。



圖 2-85 分棟建物模型更新作業範圍異動分析結果

異動分析比對出新舊資料減失(DEL)與新增(NEW)處，於既有模型成果上將應減失處刪除，應新增處補上，針對異動處逐一檢視與調整分棟線(作業流程參照臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製之人工編修與檢核步驟)，並註記異動建物，後續建模時針對異動建物進行更新，流程如圖2-86所示。

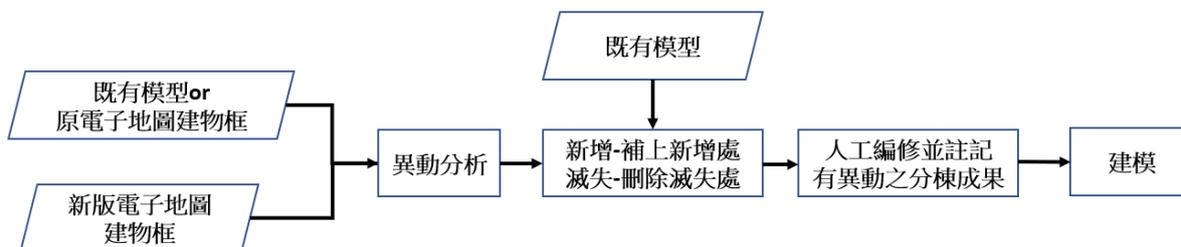


圖 2-86 電子地圖分棟建物模型更新作業流程

一、 影像密匹配產製 DSM

航照密匹配產製數值地表模型(Digital Surface Model , DSM)流程，包含重建立體模型、點雲密匹配、建立不規則網格模型及產製數值地表模型，如圖 2-88。

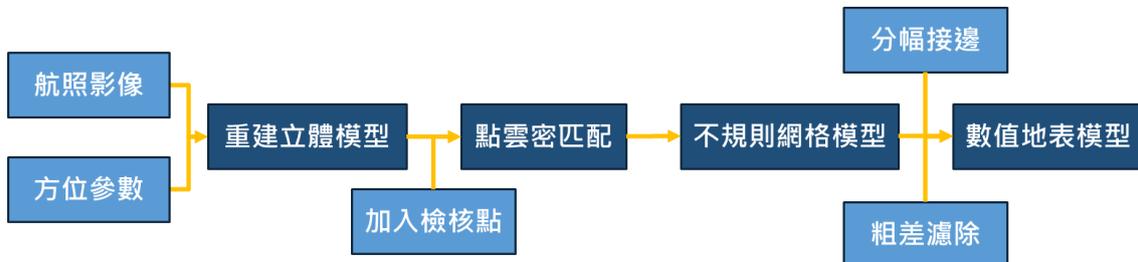


圖 2-88 航照密匹配產製 DSM 流程圖

■ 重建立體模型

本案採用之航照影像，已於「110 年及 111 年電子地圖更新維護採購案」計畫中辦理空中三角外方位參數校正，故可經過初步檢視後，約制航照影像方位參數，匯入實景建模軟體 Bentley ContextCapture，重建航照立體對模型，如圖 2-89。另同步量測 111 年度電子地圖案之地面控制點作為檢核點，確保匹配成果無顯著系統誤差，如圖 2-90。

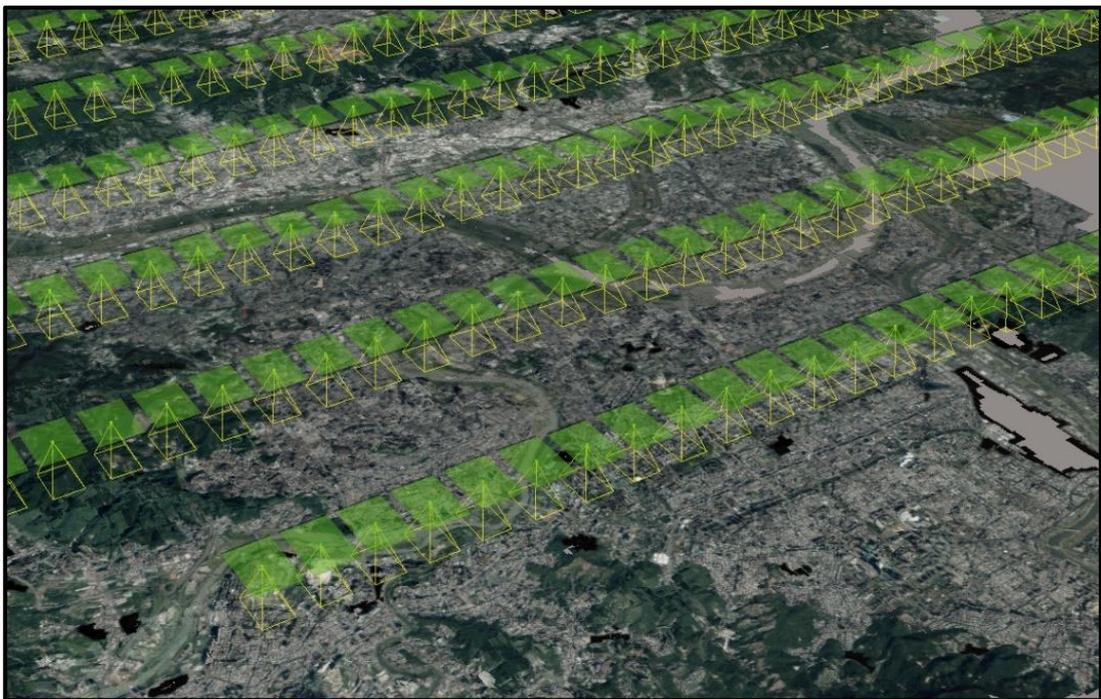


圖 2-89 重建航照立體對模型

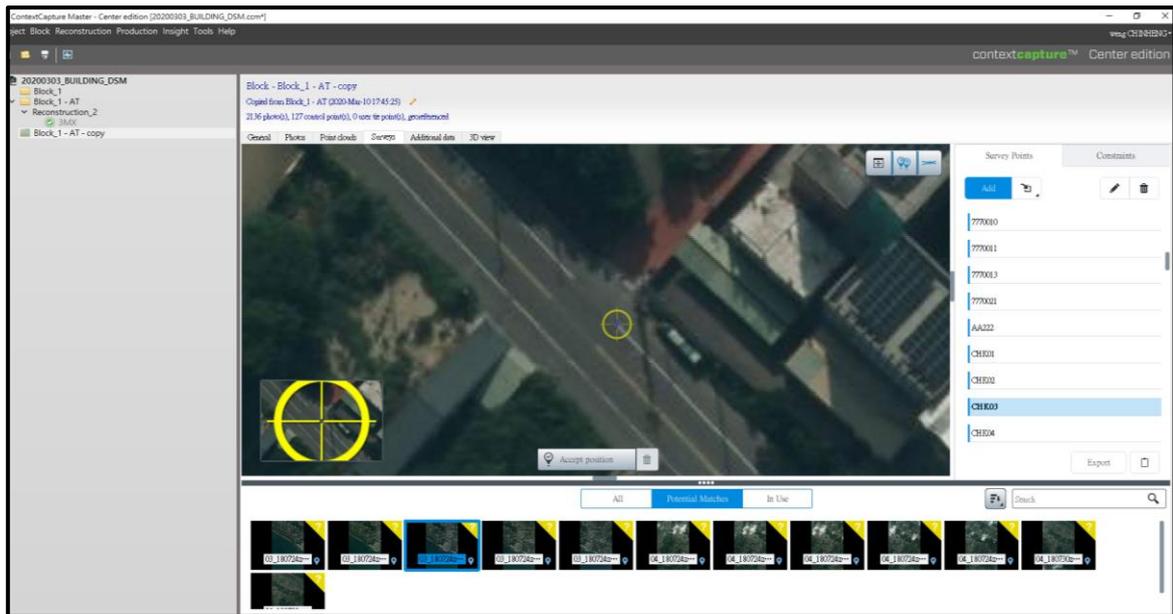


圖 2-90 檢核點量測畫面示意圖

■ 密匹配點雲建立不規則網格

重建立體模型後，軟體將透過特徵匹配針對航拍影像重疊區域，進行地表共軛點自動密匹配，據以互相連結組成不規則三角網格模型，如圖 2-91。

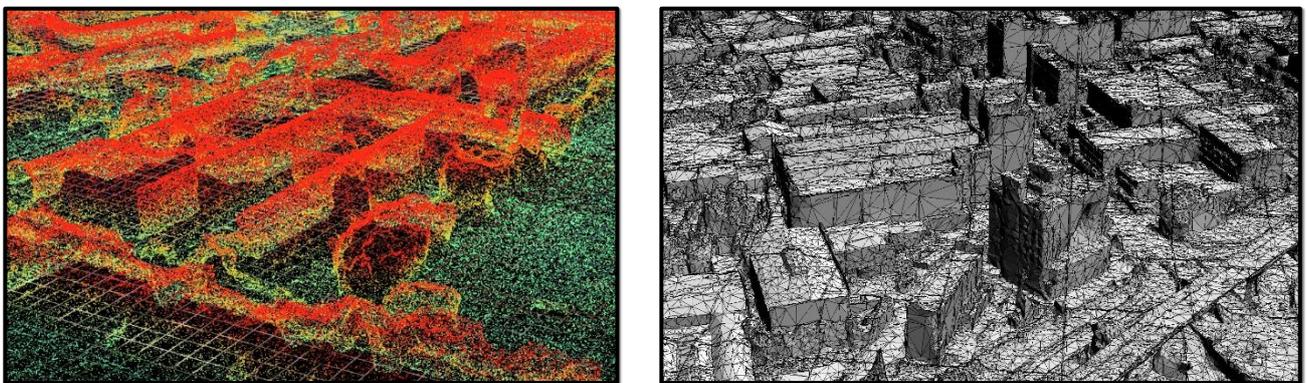


圖 2-91 共軛點自動密匹配及不規則網格模型

■ 產製數值地表模型

將不規則網格以等距方式進行高程內插計算，即可得地面解析度 1 公尺之數值地表模型，可供後續建物高程萃取使用，如圖 2-92。

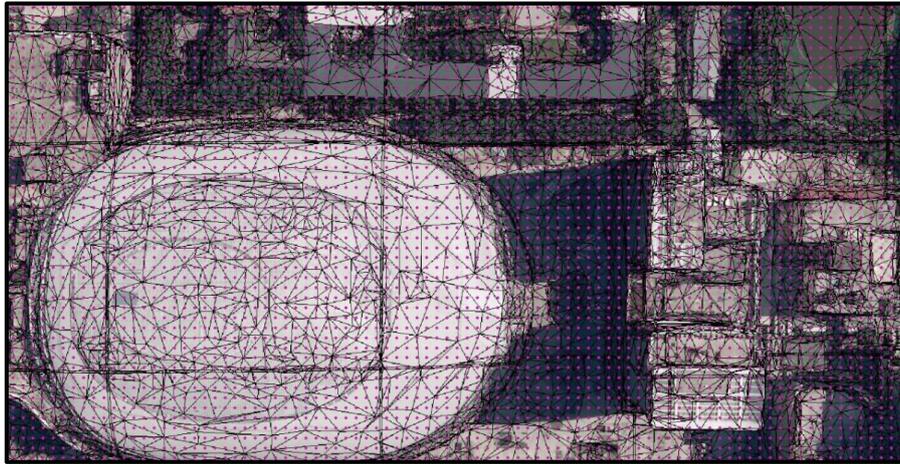


圖 2-92 不規則網格內插產製數值地表模型

■ 航照密匹配點雲粗差過濾

航照密匹配作業，是利用自動化技術找出影像上之共軛點，作業過程難免產生匹配錯誤，導致點雲高度異常的現象，若納入後續 DSM 網格內插將造成不合理的錯誤。本團隊參考基本圖測製作業，於 DSM 作業過程中濾除粗差點，提升整體成果品質，如圖 2-93。

此外，成果網格最終將以 1/5,000 標準圖幅切割，將針對圖幅接邊處辦理接邊檢查，確保每幅圖與相鄰圖幅於接邊區域成果保持一致，不致產生不合理之裂縫，如圖 2-94。

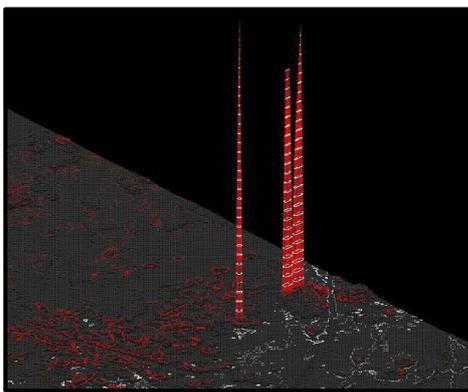


圖 2-93 粗差點檢查示意圖

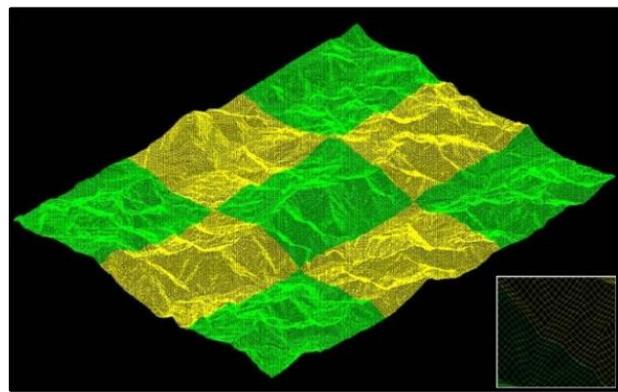


圖 2-94 成果接邊檢查示意圖

■ 航照密匹配 DSM 成果精度檢核

依據本案檢核航照影像密匹配產製之點雲成果，本團隊提出相應自主檢核機制，並設計自主檢核表格。全面與空載光達之 DSM 成果(未變動之屋頂區域)比較差值，其均方根誤差(RMSE)不大於 2 公尺為合格。

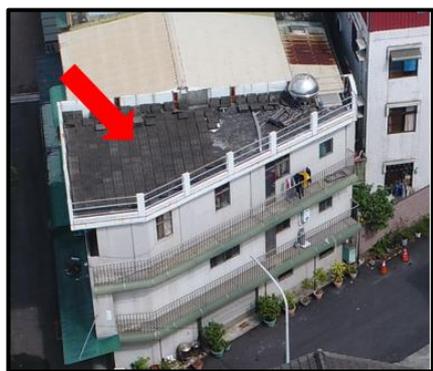
二、立體製圖產製樓高

針對嘉義縣及臺南市等僅有 ADS 航照影像等區域，採用立體量測的方式，取得建物屋頂之絕對高度，立體測圖方式量測建物高度作業成果，如圖 2-95 所示。



圖 2-95 立體測圖量測建物高度示意圖

由於電子地圖建物框為 1/5000 比例尺建物區塊，區塊內可能存在不同高度之建物，需由立體測圖人員判斷單一最大面積位置，予以量測。無加蓋之平頂建物，配合自動化樓高萃取之原則，量測樓地板位置高程；加蓋屋頂之山形屋，配合牆面紋理材質之合理性，量測屋頂最下緣，如圖 2-96。



平頂屋-採樓地板高度



山形屋-採屋頂最下緣

圖 2-96 建物高程取樣定義說明

肆、建物模型材質更新作業

一、既有建物模型材質敷貼作業

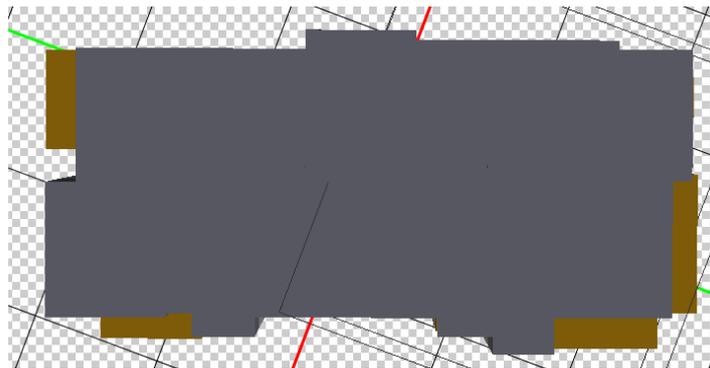
本次牆面貼圖附精進作業全面使用於本年度的作業範圍(包含新竹市、花蓮縣、臺東縣、金門縣、宜蘭縣、臺南市、基隆市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣)，其中新竹市、花蓮縣及臺南市已於 111 年度全面重新更新，基隆市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣則在本年度工作項目中全面進行模型產製，故本年度僅需額外更新臺東縣、金門縣及宜蘭縣。既有建物模型貼附方法與本年度材質貼附方法相同(細節參考第二章 壹六、三維建物模型產製作業)。

二、三維地籍產權模型材質敷貼作業

內政部地政司參考高雄市政府推動三維地籍產權模型經驗，提供各地方政府程式工具及補助經費，推動各地政事務所於繪製新成屋建物測量平面圖時，轉換產製三維地籍產權模型。為提升全國 LOD1 三維建物模型更新時效，本案前已於 110 年度成功試辦三維地籍產權模型轉換更新 LOD1 三維建物模型。

(一) 三維地籍建物產權模型結構

三維地籍產權模型之三維幾何結構包含牆面、陽台及雨遮等三類物件(如圖 2-97)。



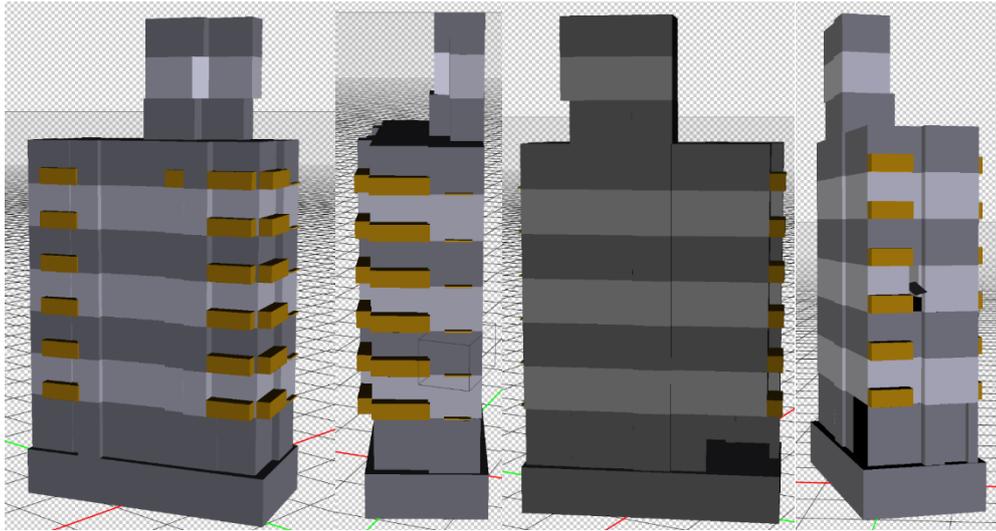


圖 2-97 三維地籍建物產權三維結構

(二) 三維地籍產權模型格式解析

內政部規劃之三維產權模型資料交換檔(NEW XML)格式具有建物單元及層級關係，其內容包括：建物樓層空間及屬性：

1. 幾何結構

New XML 格式中每層樓均以 cityObjectMember 為單元註記相關資料，包含層次(樓層別)、樓層高度及高度來源等，以上圖 7 樓屋主建物(另含 B1)、三層樓屋突結構為例，樓層資訊紀錄格式如圖 2-98。

1 {1}	2 {1}	3 {1}	8 {1}
<ul style="list-style-type: none"> ▼ 建物樓層 {5} <ul style="list-style-type: none"> ▶ groupMember [3] ▼ 層次 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : B01 ▼ 高度 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 3.45 ▼ 高度來源 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 預設 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ 建物樓層 {5} <ul style="list-style-type: none"> ▶ groupMember [3] ▼ 層次 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 001 ▼ 高度 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 4.2 ▼ 高度來源 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 預設 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ 建物樓層 {5} <ul style="list-style-type: none"> ▶ groupMember [3] ▼ 層次 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 002 ▼ 高度 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 3.2 ▼ 高度來源 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 預設 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ 建物樓層 {5} <ul style="list-style-type: none"> ▶ groupMember [3] ▼ 層次 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 007 ▼ 高度 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb __text : 3.2 ▶ 高度來源 {2} <ul style="list-style-type: none"> __prefix : pb



圖 2-98 三維地籍建物產權 XML 樓層資訊紀錄格式

每層樓建物之 cityObjectMember 結構中紀錄牆面(WallSurface)、地板(FloorSurface)及天花板(CeilingSurface)等三項幾何結構，各項目並記錄其幾何坐標，如圖 2-99。

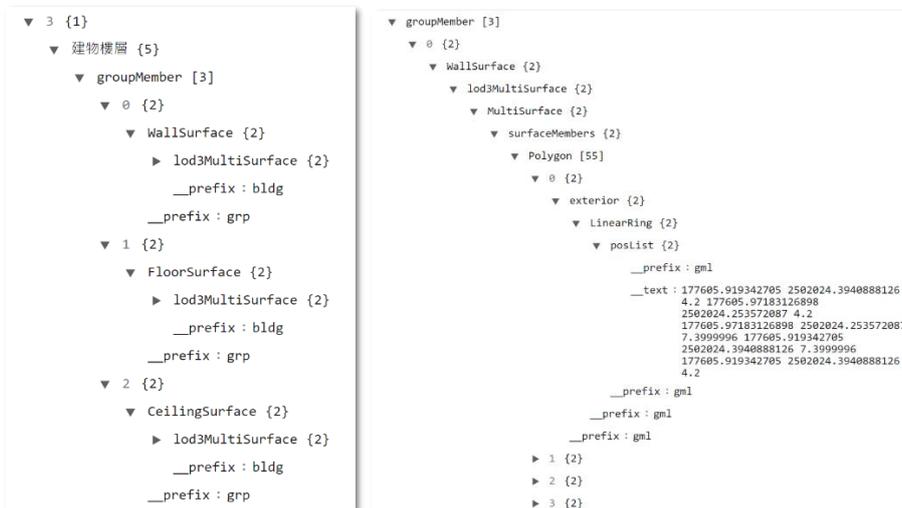


圖 2-99 三維地籍建物產權 XML 樓層空間資訊紀錄格式

2. 屬性資料

NEW XML 中紀錄每層樓建物之層次、高度及高度來源等屬性資料，以圖 2-100 為例，1~3 樓其樓高各為 4.1、3.5 及 3.3 公尺，較之以地形圖資建置 LOD1 模型，各樓層高度具有較精準之樓層高度。

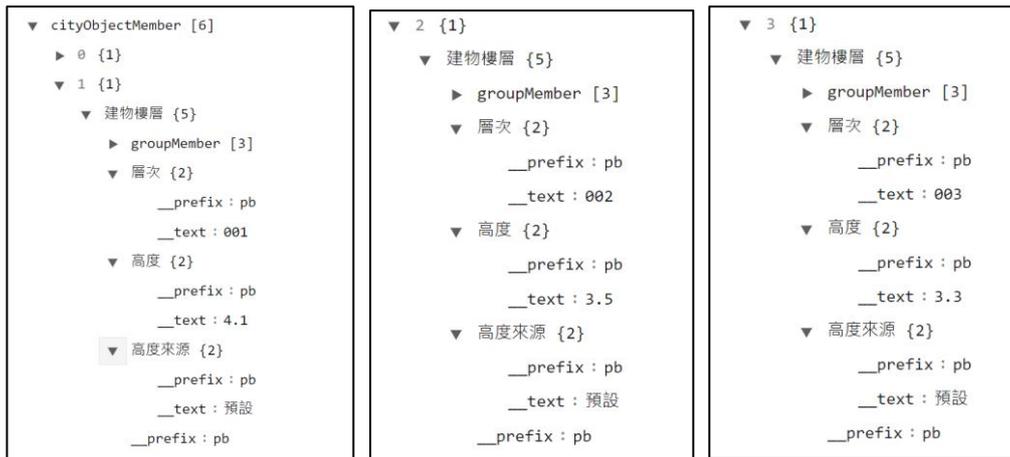


圖 2-100 三維地籍建物產權 XML 樓層屬性資訊紀錄格式

3. 建物產權空間及屬性：

建物產權空間以 consistsOfBuildingPart 節點紀錄該棟建物內各個產權之空間及屬性資料

(1) 空間資料

如圖 2-101，consistsOfBuildingPart 具有 26 個節點，即代表有 26 個產權空間資料，每個節點展開後，於 boundedBy 記錄產權空間之邊界 polygon。



圖 2-101 三維地籍建物產權 XML 產權空間資訊紀錄格式

(2) 屬性資料：

如圖 2-102，產權模型之屬性資料包含二部分：

- 棟產權模型：紀錄該棟建物之縣市、段代碼、棟次、完工日期、樓層數、建物登記(建號母號、建號子號、收件年字號、門牌、主要用途、坐落地段地號、使用執照號、完工日期等)
- 內部各建號(戶號)產權模型：各建號(戶號)產權模型紀錄建號母號、建號子號、是否為主要建物、附屬建物類型、高度、面積、層次等屬性資料。

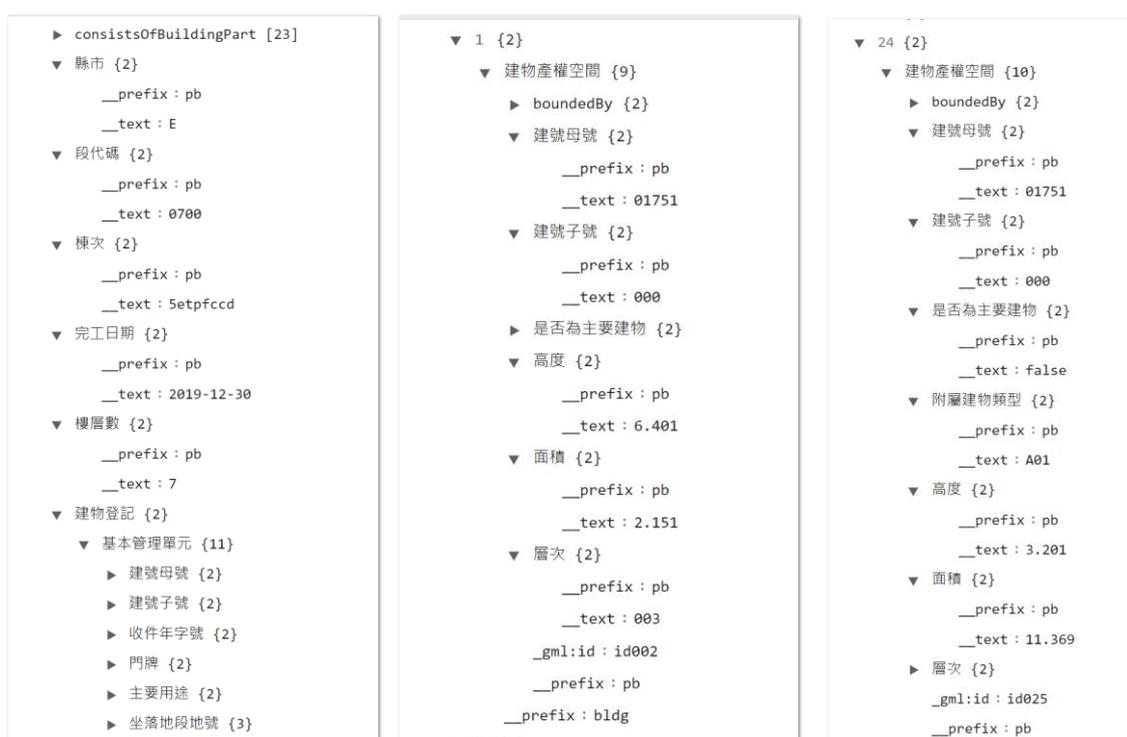


圖 2-102 三維地籍建物產權 XML 產權屬性資訊紀錄格式

(三) 地籍產權模型轉換 LOD1 三維建物模型作業流程

由前述資料結構分析，建物產權模型具有足夠之資訊用以轉換 LOD1 模型；其中，透過樓層空間屬性資料可建構出更精準之 LOD1 模型，本案將透過樓層空間屬性資料轉換 LOD1 模型，提升圖臺模型之更新時效及模型品質為主。

利用建物產權模型資料轉換 LOD1 模型之整體作業流程如圖 2-103，除由 NEW XML 萃取樓層空間結構據以進行 LOD1 灰階及近似建模外，亦包含萃取整棟屬性資料作為 LOD1 之模型屬性。

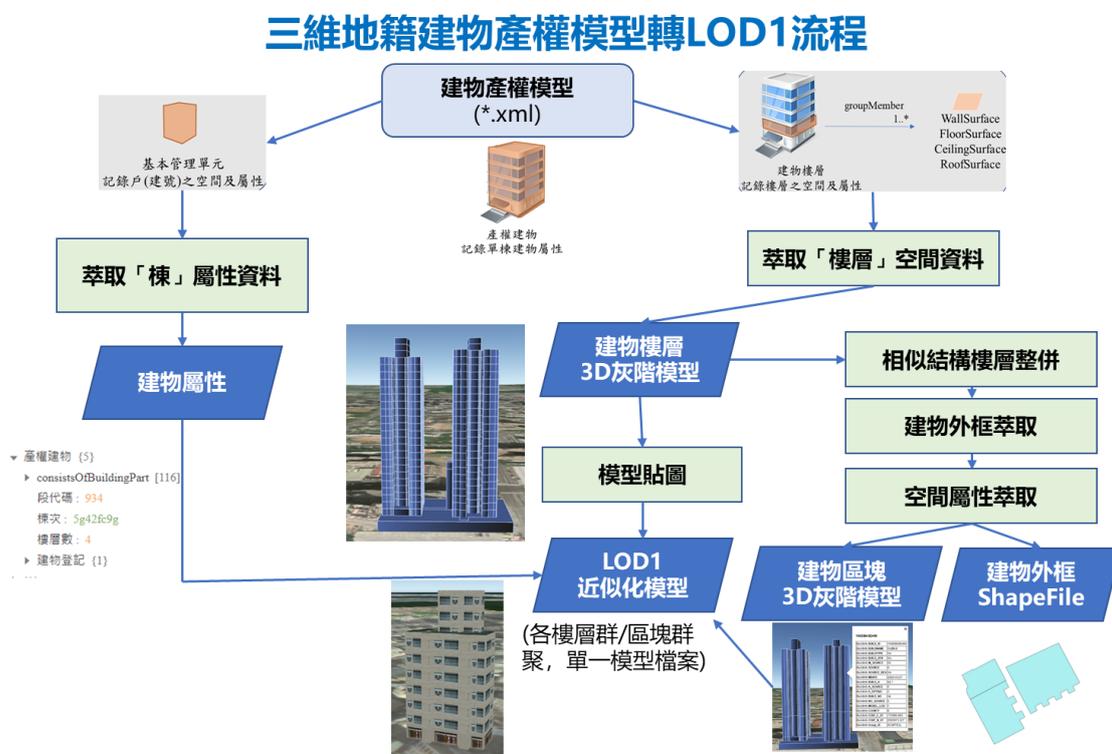


圖 2-103 三維地籍建物產權模型更新 LOD1 流程

各主要步驟說明如下：

1. 樓層空間萃取資料

由 NEW XML 可以萃取出各樓層之空間結構(含 Polygon 及高度)後，將各樓層之空間結構資訊直接轉換成 3D 結構，可產製含各樓層結構之三維模型。

2. 建物外框萃取資料

將產權模型內之各建物框資料合併後可產製產權模型之外框資料，並賦予屬性，作為年度整合版 LOD1 之模型管理(如圖 2-104)。

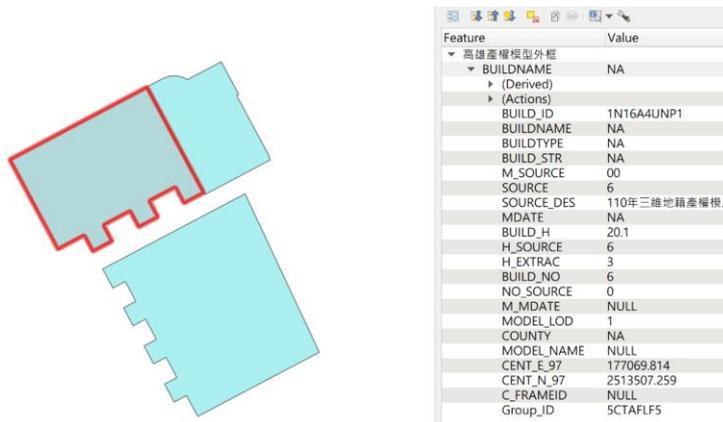


圖 2-104 三維地籍建物產權模型建物外框萃取

3. 屬性萃取資料

萃取產權建物裡之棟屬性資料，並依 LOD1 作業規範產製每棟之屬性資料(如圖 2-105)，與 LOD1 模型不同點在產權建物內之所有不同高度之建物結構均整合於同一模型檔案內，且同一建物只有一個建物屬性，較符合建物群組關聯之概念(由地形圖轉製 LOD1 模型則不同高度之建物結構各為一個模型且各自有其屬性資料)。

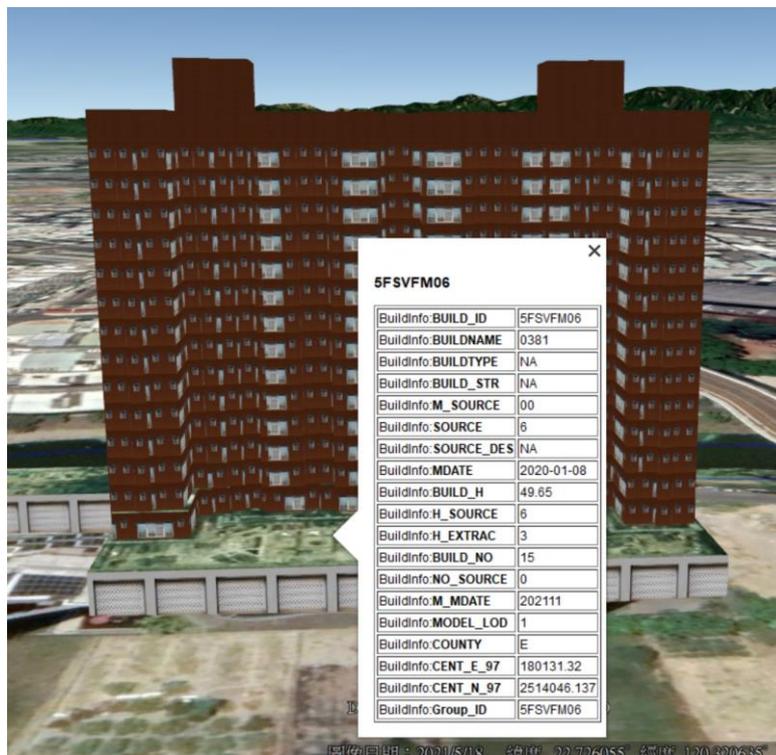


圖 2-105 三維地籍建物產權模型棟建物模型

伍、提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型

一、LOD3 建物模型建置

(一) LOD3 建物模型定義及精度

LOD3 建物模型應符合 OGC CityGML 之定義，規格與細緻度準則如表 2-9。模型平面精度 0.5 公尺，高程精度 0.5 公尺，建物範圍達 2 x 2 平方公尺以上，高度達 1 公尺以上者皆須建模。屋頂面及牆面材質紋理原則以貼近真實圖徵數貼適當影像。

表 2-9 LOD3 三維建物模型規格及細緻度準則

規格項目	規格說明	細緻度準則
平面精度	0.5 公尺	建物主體： 1. 測製明顯的屋頂面及牆面角點，構成房屋主體模型 2. 小於 2 公尺的造型變化可忽略 3. 明顯的曲面屋頂面或牆面須測繪其表面模型 建物分部： 1. 高度超過 1 公尺或面積超過 2x2 平方公尺者皆須建模 2. 測製明顯的屋頂面及牆面角點，構成房屋分部模型 3. 小於 2 公尺的造型變化可忽略 4. 明顯的曲面屋頂面或牆面須測繪其表面模型 5. 門、窗及陽臺須包含於模型中
高程精度	0.5 公尺	
模型簡化	以真實圖徵呈現物件面積 2 x 2 平方公尺以上高差 1 公尺以上	
建物設施	具代表性的外部特徵	
屋頂結構展現	實際物件形式	
屋簷懸掛部分	有	

(二) LOD3 建物模型建置方法

本案將針對高雄青埔捷運站，採無人機環景攝影為主，輔以近景攝影，結合為高精度點雲資料作為測繪建物三維結構線之基礎(含屋頂、牆面)，並使用航拍影像及近景攝影之像片進行紋理貼圖。無法使用無人機時，則使用航照影像立體測繪建物結構線。LOD3 建物模型產製作業流程如圖 2-106 所示。

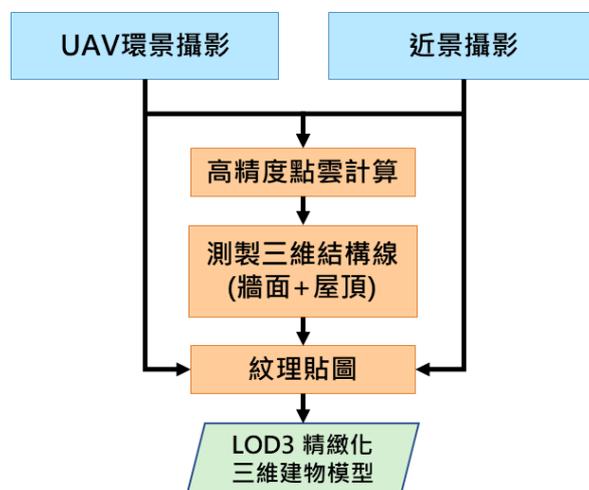


圖 2-106 LOD 3 精緻化三維建物模型產製作業流程圖

(三) LOD3 建物模型建置方法

為取得高精度高細緻度之細節資料，無人機將以超高重疊率設定進行目標建物環景拍攝，於高空拍攝以接近垂直攝影方式建構絕對方位計算基礎、並取得屋頂結構資訊及紋理，於中等高度拍攝包含屋頂紋理、地面紋理及牆面紋理以確保完整連結，低空拍攝以取得建物側面深度資訊，如圖 2-107 至圖 2-109。



圖 2-107 無人機環繞拍攝建築物範例(玉里車站)

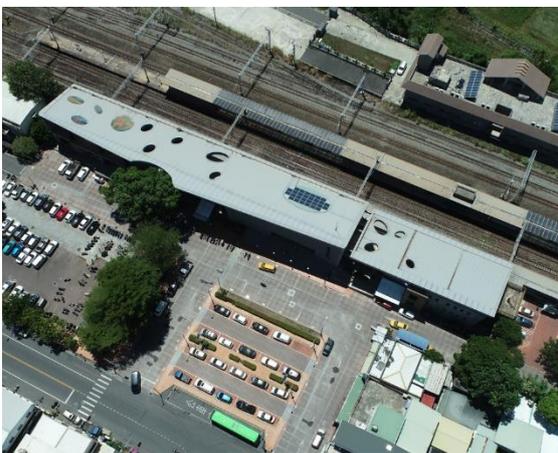


圖 2-108 空拍獲取屋頂影像



圖 2-109 低角度拍攝側面深度資訊

(四) 內業軟體計算點雲資料

利用外業採集之大量影像資料，透過三維建模軟體 Bentley ContextCapture Master 進行空中三角計算取得絕對方位，以重建密匹配三維點雲，作為建物結構線數化之依據。

(五) LOD3 精緻建物模型數化

利用密匹配點雲作為建物結構線參考依據，搭配點雲數化建模軟體 SketchUP 及 3DSMax，人工數化建構 LOD3 建物模型結構(如圖 2-110 及圖 2-111)。

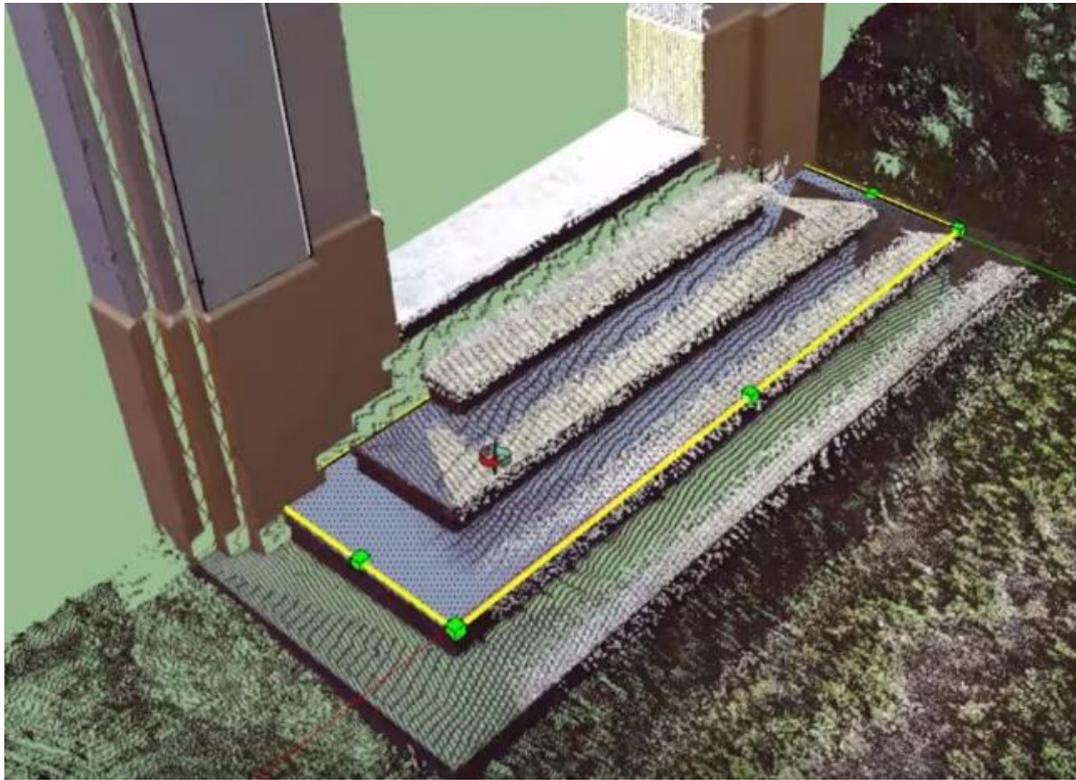


圖 2-110 點雲數化操作範例

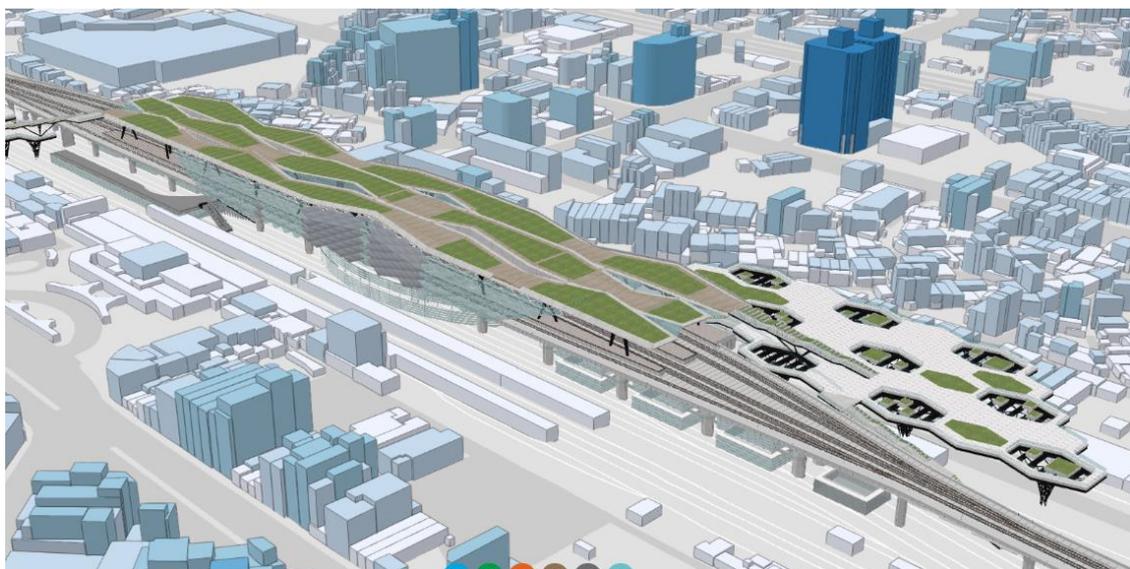


圖 2-111 三維點雲塑模初步成果(嘉義鐵路高架)

二、 網格建物模型

(一) 影像取得

本團隊針對高雄青埔捷運站周圍約 1 公里範圍建置三維網格模型(如圖 2-112)，採用美國製 Freefly Astro RTK 無人機進行傾斜攝影拍攝作業，以 150 公尺航高取得約 3 公分解析度之影像資訊，可獲致與實景一致之表面紋理細緻材質。

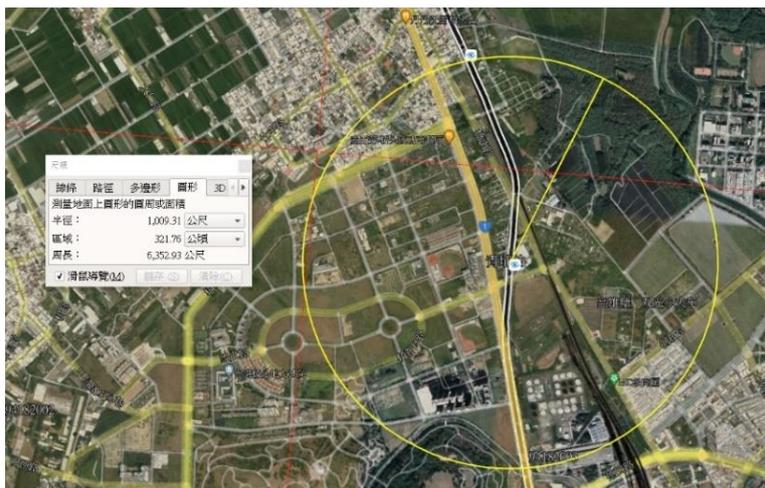


圖 2-112 3D Mesh 建模範圍示意圖

(二) 空三平差及模型建置

航拍完成後，應剔除雲霧遮蔽、顯像異常等像片，以 ContextCapture 或相關軟體進行影像自動化匹配及光束法平差，重建影像外方位參數。

方位解算完成後，透過軟體影像密匹配技術，產製高密度之三角網，須確保整體三維網格模型之完整性與模型細節，並以原始航拍影像數貼至三維網格模型表面，如圖 2-113。



圖 2-113 不規則三角網數貼紋理影像範例(臺北市政府)

三、 BIM 建物模型

BIM(Building Information Modeling, 建物資訊模型)是以建築工程專案的各項相關資訊資料作為模型的基礎，為參數化的建築 3D 幾何模型，包含幾何資訊與建築或工程的數據，作為管理建築計畫之用，所以 BIM 並非一種特定軟體或檔案格式，而是一種解決方案的技術與策略，因應生命週期的控管特色，BIM 不以細緻度來呈現模型，而是以發展程度(Level of Development)來描述建築模型的不同階段，現今 BIM LOD 分級為 100 至 500 共 5 級。

- LOD100 為評估階段，僅有基本量體、坐落位置與面積等初步資訊。
- LOD200 為規劃階段，具有大部分的建築元件用以評估空間配置，具有各元件大致的厚度、開口等配置規畫所需資訊。
- LOD300 進入設計階段，各元件具有精確的數量、尺寸、外觀與位置等參數。
- LOD400 為施工階段，元件具有更多的細節資訊以滿足採購、製作、組裝與施工等需求。
- LOD500 為竣工階段，紀錄各元件完工的資訊，呈現最精確的模型細節。

BIM 模型由於使用於建築設計與施工管理，常見的 BIM 模型多為 LOD200~LOD300 的精細度，在幾何資訊上已可滿足 CityGML 所定義 LOD4 之精細程度，在 111 年度已完成利用 BIM 模型轉製 CityGML 定義 LOD1 至 LOD4 建物模型之工作流程，顯見利用 BIM 模型更新國土空間資訊平台三維建物模型之效益，

IFC 全名為 Industry Foundation Classes，屬開放式的文件格式規範，為純文字資料格式，使用一般文書軟體亦可開啟，適合做為不同 BIM 軟體間資料交換的媒介，為目前主流的 BIM 標準交換格式；RVT 為 Autodesk 所制定的 BIM 資料格式，以二進位制儲存，名稱來自於 Autodesk 旗下的 BIM 軟體 Revit，得利於 Autodesk 旗下完整的軟體生態體系與解決方案，RVT 亦為相當熱門的 BIM 資料格式。

本案使用測繪中心提供的公有 BIM 建物模型，檔案格式為 RVT，為 8 棟地上 14 層、地下 2 層的建築，並包含基地公設等設施，上述結構模型分別儲存於 5 個 RVT 檔案中(如圖 2-114)，處理步驟如下：

- 以 Autodesk Revit 等可支援 RVT 格式編輯與 IFC 格式匯出的 BIM 軟體執行本案轉製作業
 - 在 RVT 格式或 IFC 格式中檢視或編修結構皆可，可視操作人員習慣擇一，本次作業選擇於 IFC 編輯軟體進行相關編修作業。
- 逐一載入各 RVT 檔，再逐一匯出 IFC 檔，並視需要合併或分割 IFC 檔。(如圖 2-115)
- BIM 的資料結構具有階層性，利用 SimpleBIM 或是 BlenderBIM 等可編輯 IFC 檔的 BIM 軟體，參考語意觀點檢視類別名稱，檢視與去除 BIM 模型中機電設備等多餘的類別與結構。
- 實務上 BIM 模型因為建置單位的不同，結構物件在分類、分層等會有細節上的差異，RVT 與 IFC 格式的資料結構分類方式亦有所不同，除了檢視模型於結構去除過程是否有誤刪或漏刪之情形，仍需確認於格式轉換過程中是否有結構遺漏或錯誤，並視需求進行模型外觀清理。

整體工作流程規劃如圖 2-116。

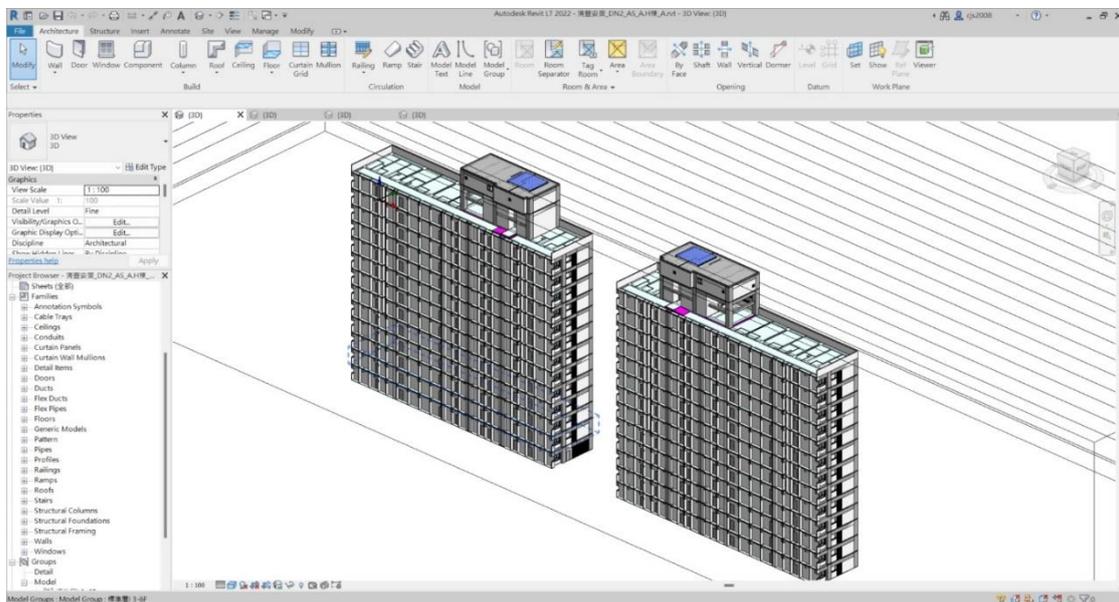


圖 2-114 RVT 檔案格式(A、H 棟)

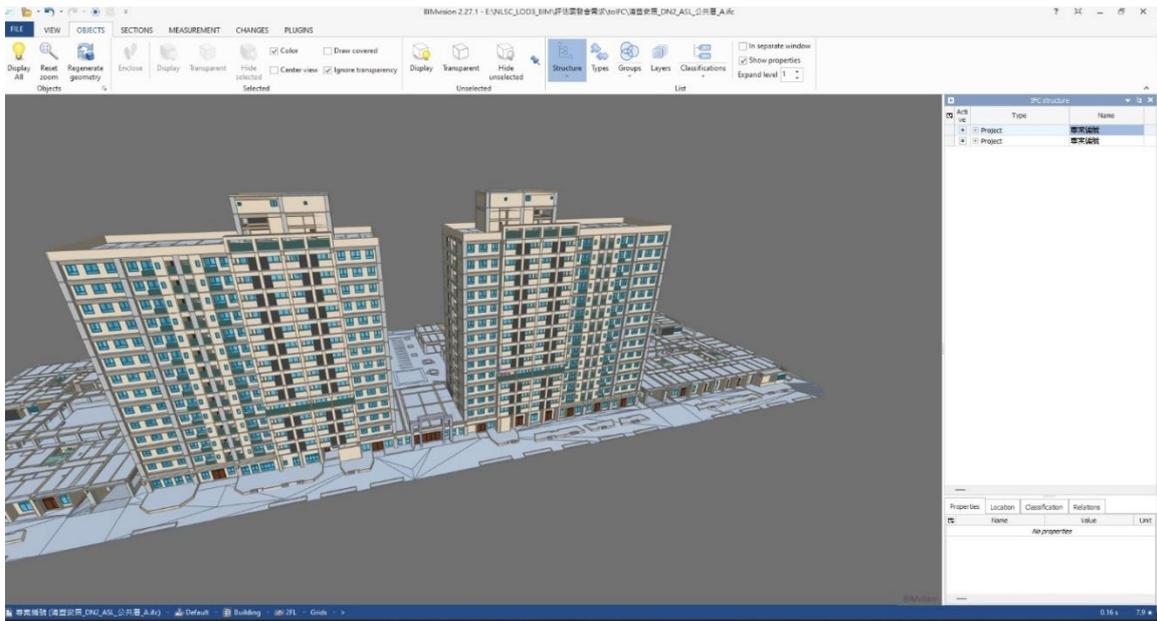


圖 2-115 轉換至 IFC 檔案格式並做檔案合併(A、H 棟+基地公設)

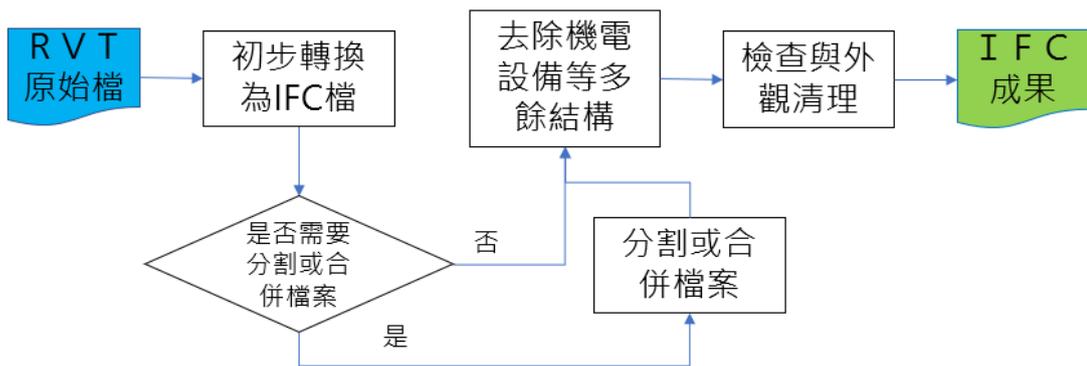


圖 2-116 BIM 資料 RVT 檔案格式轉製 IFC 檔案格式工作流程

第三章 成果說明及品質分析

壹、三維建物模型更新及整合成果

一、一千分之一地形圖建物模型更新

(一) 一千分之一地形圖轉製成果

本年度以一千分之一地形圖轉置之範圍，分別為基隆市、新竹市、金門縣、花蓮市、玉里鎮、綠島鄉及蘭嶼，其中，基隆市為全區重新產製，其他各區以比對更新方式辦理，分布範圍如圖 3-1，作業成果如圖 3-2 所示。

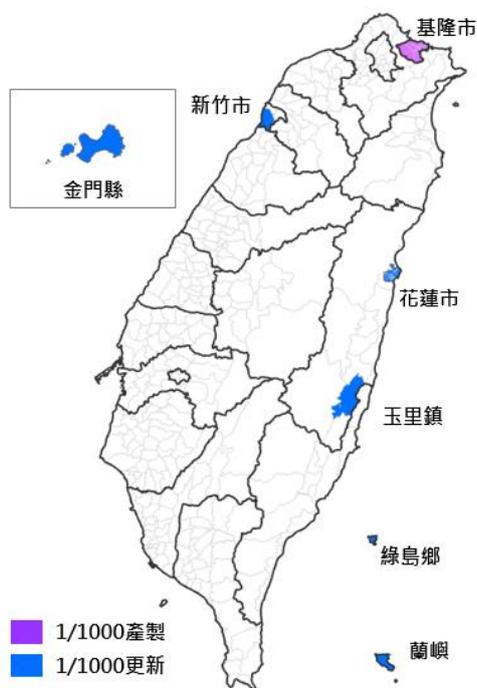


圖 3-1 一千分之一地形圖轉置分布區域示意圖

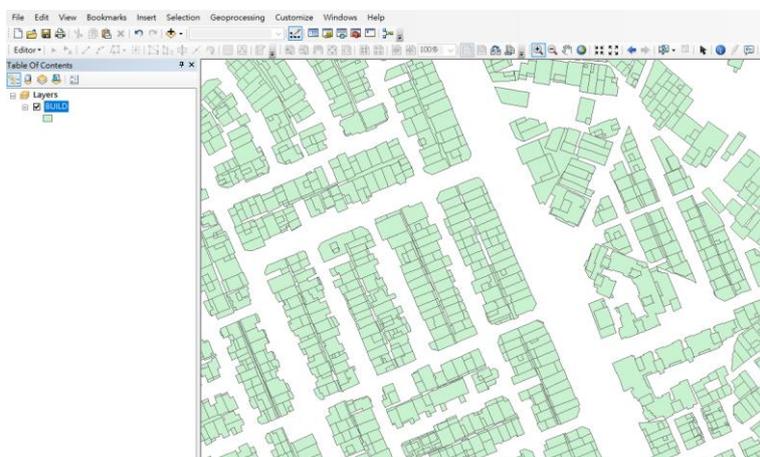


圖 3-2 一千分之一地形圖 CAD 轉 SHP 成果範例

(二) 圖資異動分析成果

本案本年度一千分之一地形圖更新區域為新竹市香山區、臺東縣(綠島、蘭嶼)、花蓮部分地區及金門縣。以最新版一千分之一地形圖與既有一千分之一地形圖模型進行差異比較，更新數量成果如表 3-1。

表 3-1 一千分之一地形圖異動分析結果

縣市(區域)	異動	新增	減失	成果模型(扣除樓高異常)
新竹市(香山區)	2,996	679	901	3,390
臺東縣(綠島鄉、蘭嶼鄉)	2,568	739	161	3,304
花蓮縣(花蓮市、玉里鎮)	11,805	2,699	1,143	14,081
金門縣	611	2,942	1,174	3,553
總計	17,980	7,059	3,379	24,328

二、臺灣通用電子地圖建物模型更新

本年度電子地圖建物框與前一年度之模型成果進行差異分析後，各縣市之異動數量如表 3-2。為了減少過多細小、零碎及樓高異常之建物框，刪去建物框最長邊不足 5 公尺或樓高不足 2 公尺之建物框後，才進行建模處理。本年度之作業範圍為宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣。

表 3-2 電子地圖異動分析結果

縣市	異動	新增	減失	成果模型(扣除樓高異常)
宜蘭縣(部分地區)	11,970	2,058	7,170	10,203
花蓮縣	4,769	1,006	4,424	3,855
臺東縣	10,275	3,076	11,357	9,904
總計	27,014	6,140	22,951	23,962

三、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新

臺南市於 111 年進行建物框分棟產製作業，並於本年度進行臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業，除異動處更新外，本年度針對樓高 20 公尺以上的建物，重新檢視分棟成果，並依據本年度分棟原則進行修正。本年度臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量(如表 3-3)異動分析結果共 35,610 棟應進行更新，更新分棟作業結果

為 88,295 棟(約為 2.5 倍)，最後建模成果(扣除樓高異常)為 69,675 棟(約減少 20%)。

表 3-3 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量

縣市	異動分析數量(異動與新增)	分棟數量	成果模型數量
臺南市	35,610	88,295	69,675

以臺南市麻豆區為例，如圖 3-3 所示，經由異動分析篩選出新增處與滅失處，於既有模型上將新增處補上，以及將滅失處刪除，再進行人工檢視與編修，並註記有異動之分棟成果，以利後續模型之更新。



圖 3-3 建物分棟模型更新成果展示 1

樓高 20 公尺以上之大樓，依據本年度分棟原則，依影像判斷，不依門牌分割，如圖 3-4 所示，111 年度分棟成果參考門牌將大樓分為 8 棟，本年度則更新為參考正射影像，依照影像上可看出之建物外觀，將大樓分為 2 棟。



圖 3-4 建物分棟模型更新成果展示 2

圖 3-5 及圖 3-6 分別為 111 年度及本年度針對 20 公尺以上大樓依據不同分棟原則所產製之建物模型成果，去年成果由於依據門牌切割將一棟大樓分割為多棟，使得牆面及屋頂外觀較沒有一致性；而本年度所產製之建物模型成果則更貼近真實大樓樣貌，同一棟建物擁有較為完整一致的牆面外觀。



圖 3-5 建物分棟模型更新成果展示 3-111 年度分棟成果

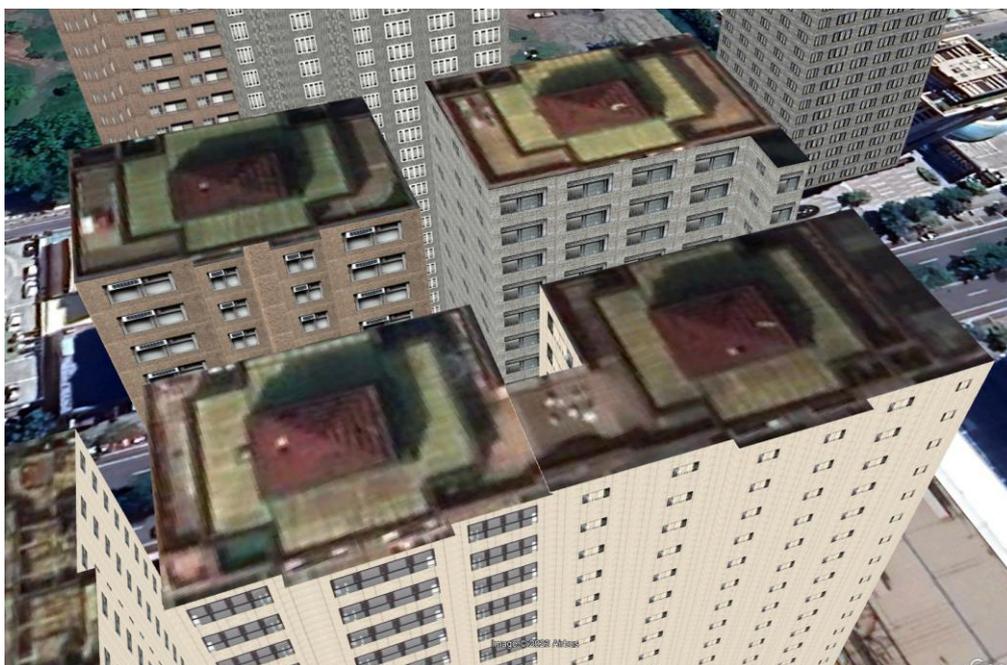


圖 3-6 建物分棟模型更新成果展示 3-本年度分棟成果

四、三維灰階建物模型產製

LOD1 三維灰階建物模型產製，以本團隊自行開發之工具程式以自動化方式進行，如圖 3-7，此工具可以讀取 shapefile，以及屬性 DBF 檔，依前述記錄之建物樓高等屬性資料來進行自動化建模並建立建物屬性資料如圖 3-8，有效減少人工介入及提升產製效能。

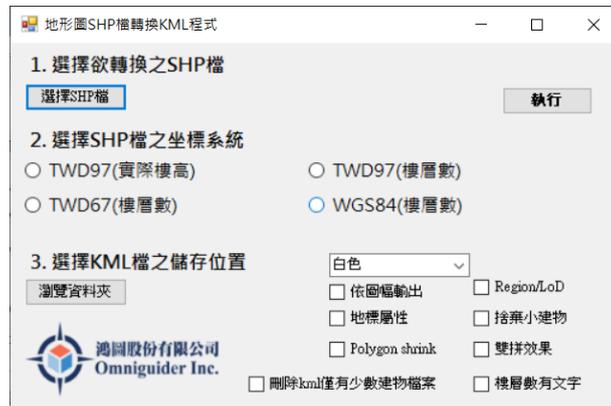


圖 3-7 LOD1 三維灰階建物模型工具程式

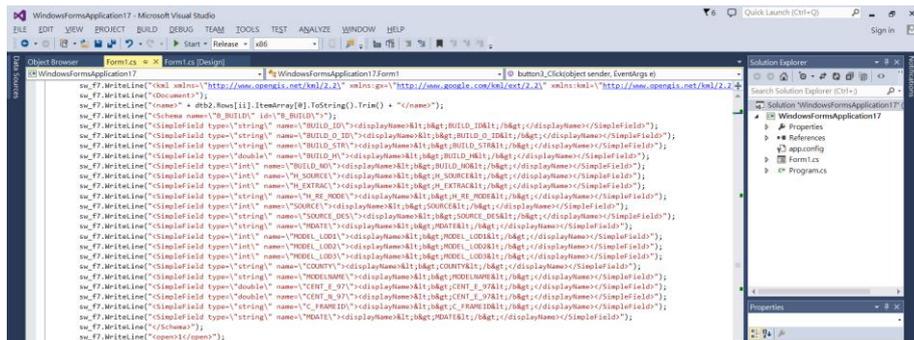


圖 3-8 LOD1 三維灰階建物模型屬性賦予程式

三維灰階建物模型成果以 KML 格式記錄，並可查詢建物之屬性資料，如圖 3-9。

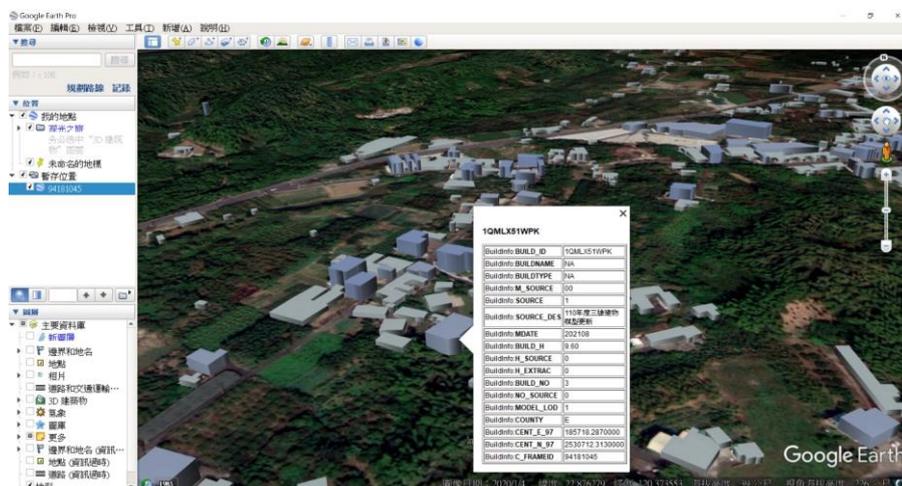


圖 3-9 灰階模型展繪及屬性資料呈現

五、三維近似化模型產製成果

三維建物模型更新及產製共分2階段繳交成果，依工作項目及階段統計之成果數量如表 3-4，依縣市及地圖類型分類之成果數量如表 3-5，總計 1,560,761 棟。

表 3-4 三維建物模型更新成果(依工作項目及階段統計)

	各階段實際繳交數量表	第 1 階段	第 2 階段	總計
1-1	一千分之一地形圖建物模型更新	-	24,328	24,328
1-2	臺灣通用電子地圖建物模型更新	13,759	10,203	23,962
1-3	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	69,675	-	69,675
2-1	一千分之一地形圖建物模型產製	-	135,256	135,256
2-2	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製	526,122	781,418	1,307,540
	總計	609,556	951,205	1,560,761

表 3-5 三維建物模型更新成果(依縣市及地圖類型分類)

縣市	一千分之一地形圖建物模型更新	臺灣通用電子地圖建物模型更新	臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新	一千分之一地形圖建物模型產製	臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製	總計
基隆市	-	-	-	135,256	-	135,256
新竹市	3,390	-	-	-	-	3,390
臺南市	-	-	69,675	-	-	69,675
雲林縣	-	-	-	-	282,473	282,473
嘉義縣	-	-	-	-	243,649	243,649
彰化縣	-	-	-	-	482,257	482,257
南投縣	-	-	-	-	231,158	231,158
宜蘭縣	-	10,203	-	-	68,003	78,206
花蓮縣	14,081	3,855	-	-	-	17,936
臺東縣	3,304	9,904	-	-	-	13,208
金門縣	3,553	-	-	-	-	3,553
總計	24,328	23,962	69,675	135,256	1,307,540	1,560,761

LOD1 三維近似化建物模型之建置範圍及數量與前述 LOD1 三維灰階建物模型相同，建模程序係以本團隊自行開發之工具程式來進行，如圖 3-10。



圖 3-10 三維近似化建模軟體

工具程式包含模型立面體產生，以及屋頂及牆面材質貼圖，並產製成 KMZ 格式：

(一)屋頂紋理貼圖處理

本團隊自行發使用建物框利用共線式逆向反推原始航拍像平面坐標並擷取屋頂影像之工具程式，如圖 3-11。



圖 3-11 建物框利用共線式逆向反推原始航拍擷取屋頂影像工具

1. 原始航拍萃取屋頂影像

建物框利用共線式逆向反推原始航拍像平面坐標後與原始航拍之套合如圖 3-12(都會區)及圖 3-13(郊區)，有相當不錯之套合精度。



圖 3-12 建物框利用共線式逆向反推像平面坐標並與原始航拍套合分析(都會區)



圖 3-13 建物框利用共線式逆向反推像平面坐標並與原始航拍套合分析(郊區)

作業範圍之建物框批次進行原始航拍之對應屋頂影像萃取，如無對應之原始航拍則該建物框不作影像萃取(留待後續由正射影像萃取)。

2. AI 篩選缺陷影像剔除

將前述批次萃取之原始航拍對應屋頂影像逐一使用已訓練好之 CNN 模型進行分類篩選，圖 3-14 及圖 3-15 分別為 AI 判斷為「優質」

及「缺陷」屋頂影像，「優質」的屋頂影像將直接用作建模時之屋頂貼附，「缺陷」屋頂影像則改用正射影像重新萃取，圖 3-16 為經 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像重新從正射影像萃取範例。



圖 3-14 AI 判斷為「優質」屋頂影像

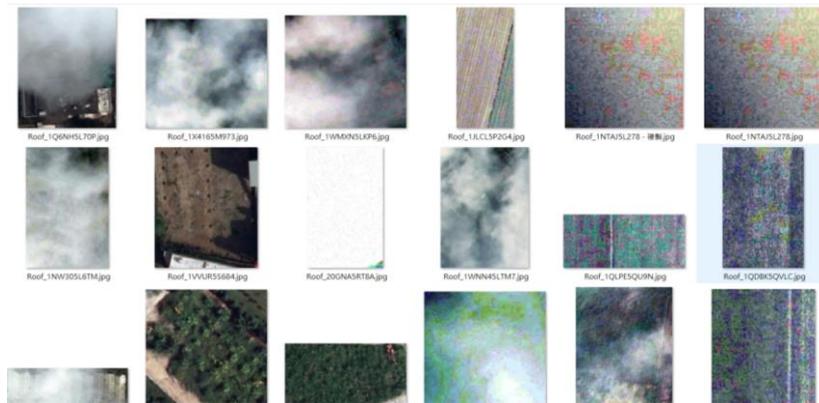


圖 3-15 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像

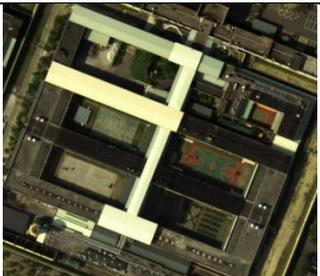
原始航拍萃取經 AI 濾除影像	改由正射影像萃取結果
	
	

圖 3-16 經 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像重新從正射影像萃取範例

3. 正射影像萃取屋頂影像

對於無原始航拍範圍之建物框或經過前述 AI 剔除之缺陷影像，由正射影像萃取屋頂並進行自動化偏移修正處理，在正射影像上擷取以建物對應影像坐標為中心之較大範圍影像，以影像辨識方法，在其中尋找最符合建物框特性之區域，可自動化修正建物偏移之問題，範例如圖 3-17，屋頂紋理貼圖成果如圖 3-18。



圖 3-17 影像匹配萃取屋頂偏移作法(黃色框：原始對應位置；紅色框：修正後位置)



圖 3-18 屋頂材質貼圖成果範例

(二) 牆面紋理貼圖處理

牆面紋理貼圖全面採用本年度精進之材質貼圖 2.0 作法，加入多項條件判斷，增進材質影像貼附的效果；根據土地使用分區，將其歸納為都市區、非都市區，並將建物分成 12 類，藉此給予適當的材質貼圖，呈現區域間的差異性及區域內的整體性，另透過鄰近道路與相鄰建物面判斷，取得建物各個面向的資訊，使建物模型更貼近真實建物之樣態；材質庫的部分，透過檢視建模成果，將不適合之材質進行汰換，並根據土地使用分區之分類結果，針對材質豐富

度較低之分類，參考臺灣常見之房屋外觀樣式(外牆結構具備多樣性，包含玻璃帷幕、陽台、窗戶...等)進行蒐集作業，並完成幾何及色彩校正處理，整合出更高品質及更多樣性之材質影像資料庫。

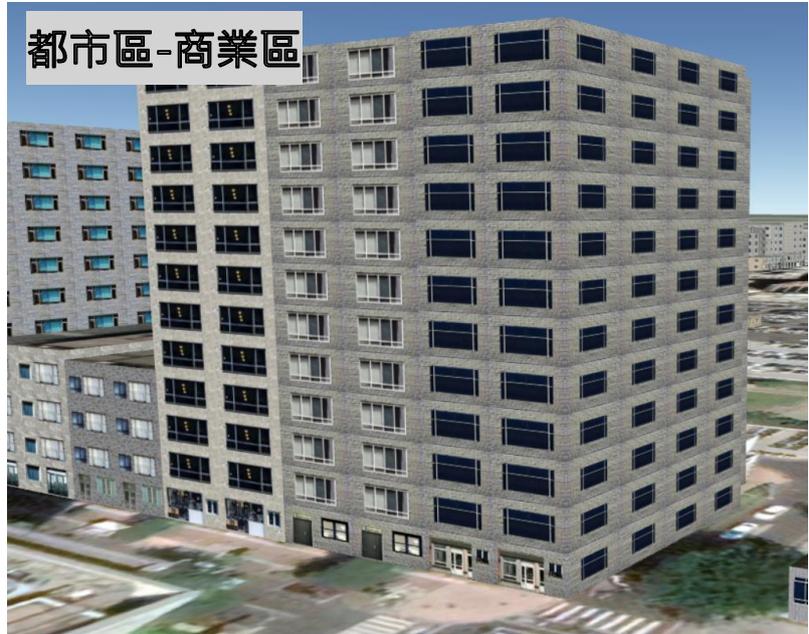




圖 3-19 材質影像更新後各分類建模成果範例

(三)山形屋頂偵測分析

現行山形屋頂產製之篩選條件為 $BUILD_H < 15$ 、 $TROOF_M > 10$ 以及 $TROOF_STD/TROOF_M < 4$ ，並以建物最長邊至少 8 公尺作為過濾門檻。

本團隊以 111 年度臺南市模型成果作為研究範圍，套用山形屋頂分析之篩選條件並以不同最長邊長統計山形屋頂數量如表 3-6。

表 3-6 山形屋頂偵測分析表

建物最長邊	符合條件數量	符合條件比例
≥ 0	231,171 棟	28.29 %
≥ 4	208,467 棟	25.51 %
≥ 6	108,258 棟	13.25 %
≥ 8	75,764 棟	9.27 %
≥ 10	41,545 棟	5.09 %

另，本案也取其中一圖幅(94193088)透過人工檢視不同建物最長邊長的設定下，統計山形屋頂分析之成功率如表 3-7 所示。

表 3-7 圖幅 94193088 山形屋頂成功率統計

建物最長邊	判斷正確	判斷錯誤	成功率
≥ 0	326	325	50.07%
≥ 4	319	309	50.79%
≥ 6	121	30	80.13%
≥ 8	60	14	81.08%
≥ 10	41	8	83.67%

據此，本案可以得出結論在最長邊至少 6 公尺的門檻下，成功率雖不及 8 公尺，但整體表現仍有一定水準，且能夠產製更多的山形屋頂，因此本案也建議未來將產製標準由 8 公尺下調為 6 公尺。

貳、三維建物模型細緻化

一、一千分之一地形圖建物模型產製

一千分之一地形圖轉製如本章節壹、一、(一)一千分之一地形圖轉製成果(P. 83)所示，其中基隆市為本案一千分之一地形圖建物模型產製的作業範圍，總共轉製**177,825棟建物**，並加上 BUILD_ID 之屬性如圖 3-20。最終產製模型成果數(扣除樓高異常)為**135,256棟**。

	BUILD_ID	ID	TerrainID	Build_STR	Build_NO	CENT_E_97	CENT_N_97
1	32DNF7C2SP	1	93120	中	1	322529.461	2773615.067
2	32DS07C2GR	2	93120	中	1	322540.758	2773583.340
3	32DM77C2M9	3	93120	中	1	322527.498	2773597.657
4	32D4J7C42A	4	93902	廢	1	322472.160	2773741.804
5	32DD67BVSR	5	93130	T	1	322499.771	2773103.343
6	32D6V7BW93	6	93130	T	1	322479.650	2773149.086
7	32G967BWA4	7	93130	T	1	322794.202	2773152.436
8	32J5C7BTMW	8	93130	T	1	322986.761	2772882.963
9	32JPG7BUTS	9	93130	T	1	323044.752	2773004.200
10	32JA87BVUG	10	93130	T	1	323002.447	2773108.775
11	32GJW7BU61	11	93130	T	1	322825.397	2772934.468
12	32J0J7BTET	12	93130	T	1	322971.382	2772860.302
13	32J5E7BTTP	13	93130	T	1	322987.035	2772901.549
14	32D497BW8T	14	93130	T	1	322471.296	2773148.317
15	32DCK7BVPO	15	93130	T	1	322497.864	2773091.216
16	32JMQ7BUGP	16	93130	T	1	323039.174	2772968.663

圖 3-20 一千分之一地形圖轉製成果屬性

二、臺灣通用電子地圖分棟作業及建物模型產製

建物框分棟成果依本案契約書以及第 1 次與第 2 次契約變更協議書，分為 3 個批次繳交，成果包含電子地圖分棟建物框 shapefile、灰階模型及三維近似化模型，第 3 批次繳交時間為 112 年 12 月 12 日。各階段繳交區域、分類、成果數量統計等如表 3-8 所示。

表 3-8 電子地圖分棟建物模型產製範圍

項次	縣市	行政區	分類	建物面積(公頃)	成果模型數
1	嘉義縣	朴子市	郊區	339.69	17,745
2	嘉義縣	布袋鎮	郊區	180.38	11,614
3	嘉義縣	大林鎮	郊區	401.49	14,838
4	嘉義縣	民雄鄉	郊區	696.43	35,157
5	嘉義縣	溪口鄉	郊區	173.41	6,337
6	嘉義縣	新港鄉	郊區	370.87	13,568
7	嘉義縣	六腳鄉	郊區	245.84	11,022
8	嘉義縣	東石鄉	郊區	197.19	11,736
9	嘉義縣	義竹鄉	郊區	190.16	10,269

項次	縣市	行政區	分類	建物面積(公頃)	成果模型數
10	嘉義縣	鹿草鄉	郊區	161.83	6,921
11	嘉義縣	太保市	郊區	347.11	16,548
12	嘉義縣	水上鄉	郊區	421.64	24,557
13	嘉義縣	中埔鄉	郊區	395.62	21,780
14	嘉義縣	竹崎鄉	郊區	343.33	19,247
15	嘉義縣	梅山鄉	郊區	177.06	9,747
16	嘉義縣	番路鄉	郊區	128.20	7,104
17	嘉義縣	大埔鄉	郊區	33.76	2,168
18	嘉義縣	阿里山鄉	郊區	55.97	3,288
19	雲林縣	斗六市	城郊混合區	990.85	44,878
20	雲林縣	斗南鎮	郊區	387.68	18,138
21	雲林縣	虎尾鎮	城郊混合區	597.79	31,675
22	雲林縣	西螺鎮	郊區	406.43	19,591
23	雲林縣	土庫鎮	郊區	281.48	10,069
24	雲林縣	北港鎮	郊區	274.42	15,381
25	雲林縣	古坑鄉	郊區	332.72	12,845
26	雲林縣	大埤鄉	郊區	235.37	8,280
27	雲林縣	莿桐鄉	郊區	273.81	11,394
28	雲林縣	林內鄉	郊區	185.54	5,528
29	雲林縣	二崙鄉	郊區	333.44	11,440
30	雲林縣	崙背鄉	郊區	287.87	10,656
31	雲林縣	麥寮鄉	郊區	578.83	16,010
32	雲林縣	東勢鄉	郊區	183.16	8,175
33	雲林縣	褒忠鄉	郊區	163.52	6,299
34	雲林縣	臺西鄉	郊區	194.85	10,413
35	雲林縣	元長鄉	郊區	306.41	11,462
36	雲林縣	四湖鄉	郊區	239.69	11,116
37	雲林縣	口湖鄉	郊區	213.13	9,994
38	雲林縣	水林鄉	郊區	266.95	9,129
39	彰化縣	彰化市	城郊混合區	1110.21	72,313
40	彰化縣	鹿港鎮	城郊混合區	852.32	31,662
41	彰化縣	和美鎮	城區	706.74	34,127
42	彰化縣	北斗鎮	城郊混合區	269.72	14,125
43	彰化縣	員林市	城郊混合區	645.97	42,497
44	彰化縣	溪湖鎮	城郊混合區	391.21	21,881
45	彰化縣	田中鎮	城郊混合區	299.93	16,338
46	彰化縣	二林鎮	郊區	471.31	20,678
47	彰化縣	線西鄉	郊區	292.82	6,687
48	彰化縣	伸港鄉	郊區	343.06	13,752

項次	縣市	行政區	分類	建物面積(公頃)	成果模型數
49	彰化縣	福興鄉	城郊混合區	496.56	17,168
50	彰化縣	秀水鄉	城郊混合區	387.81	15,148
51	彰化縣	花壇鄉	城郊混合區	364.91	17,981
52	彰化縣	芬園鄉	郊區	206.94	11,221
53	彰化縣	大村鄉	城郊混合區	356.52	13,523
54	彰化縣	埔鹽鄉	城郊混合區	345.07	15,148
55	彰化縣	埔心鄉	城郊混合區	311.60	14,172
56	彰化縣	永靖鄉	城郊混合區	270.52	14,513
57	彰化縣	社頭鄉	城郊混合區	313.40	16,375
58	彰化縣	二水鄉	郊區	121.93	6,351
59	彰化縣	田尾鄉	城郊混合區	237.68	12,085
60	彰化縣	埤頭鄉	郊區	316.76	12,775
61	彰化縣	芳苑鄉	郊區	599.87	16,526
62	彰化縣	大城鄉	郊區	216.91	6,975
63	彰化縣	竹塘鄉	郊區	174.81	5,611
64	彰化縣	溪州鄉	郊區	282.75	12,085
65	南投縣	南投市	城郊混合區	727.17	40,813
66	南投縣	埔里鎮	郊區	741.20	39,367
67	南投縣	草屯鎮	郊區	657.77	39,645
68	南投縣	竹山鎮	郊區	473.28	24,270
69	南投縣	集集鎮	郊區	96.17	4,994
70	南投縣	名間鄉	郊區	355.18	17,745
71	南投縣	鹿谷鄉	郊區	159.33	7,674
72	南投縣	中寮鄉	郊區	143.14	7,552
73	南投縣	魚池鄉	郊區	266.83	8,764
74	南投縣	國姓鄉	郊區	202.19	10,737
75	南投縣	水里鄉	郊區	163.47	9,587
76	南投縣	信義鄉	郊區	129.18	9,107
77	南投縣	仁愛鄉	郊區	182.41	10,903
78	宜蘭縣	宜蘭市	城郊混合區	452.60	28,552
79	宜蘭縣	礁溪鄉	郊區	297.20	17,610
80	宜蘭縣	蘇澳鎮	郊區	289.60	16,471
81	宜蘭縣	大同鄉	郊區	49.79	3,282
82	宜蘭縣	南澳鄉	郊區	41.19	2,088

本年度作業範圍包含嘉義縣、雲林縣、彰化縣、南投縣以及宜蘭縣共計 82 行政區，擷取部分分棟成果範例如圖 3-21 所示。



圖 3-21 建物框分棟編修成果展示

依據第3次工作會議結論，考量部分無法分棟之低矮建物，因建物幾何結構(即ㄇ字型建物)特殊，無法自動化產製不同方向之斜屋頂，試辦在分棟過程中於建物框新增屬性欄位註記此類型之建物，測試自動建置斜屋頂模型之可行性。以彰化縣伸港鄉為試辦作業區，如圖 3-22 所示，於分棟作業時新增屬性欄位，註記無依影像分棟之ㄇ字型建物，以利後續測試自動建置斜屋頂之作業。



圖 3-22 特殊幾何結構之建物範例

參、 航拍影像產製樓高作業

一、 影像密匹配產製 DSM

依本案工作會議決議，針對彰化縣、雲林縣、嘉義縣及南投縣等範圍，以 111 年電子地圖航照影像，辦理影像密匹配產製 DSM 作業，作業範圍如圖 3-23 所示，共計 466 幅圖。

其中，本案採用之航照影像為 UltraCAM 及 DMC 數位影像，已於 111 年電子地圖計畫中辦理空中三角測量作業，故已具備航測等級精度之內方位參數，據以完成影像匹配及 DSM 產製作業。

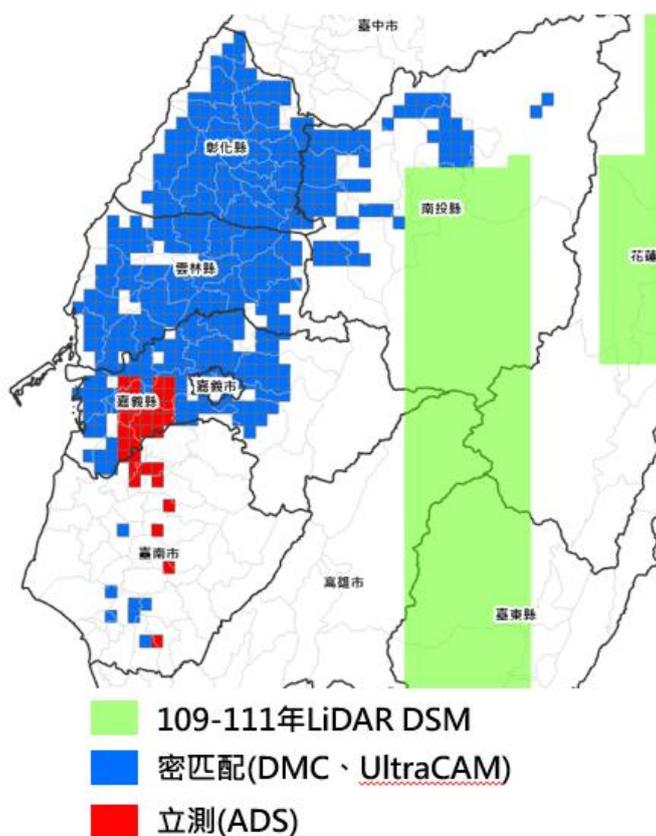


圖 3-23 航照影像密匹配及立體量測樓高作業範圍圖

產製 DSM 成果(1 公尺解析度)套疊電子地圖建物框及真實正射影像，可大致確認平面與 2D 圖資、影像資料皆符合，如圖 3-24 所示；高程精度則辦理自主檢查，全案共抽驗 10 幅圖，每圖幅選擇至少 10 處未變動屋頂與 LiDAR DSM 進行高度比對，自檢結果 10 幅圖均方根誤差值介於 0.56~1.33 公尺，皆小於 2 公尺之自主檢核標準，自檢合格，詳如第四章表 4-25。

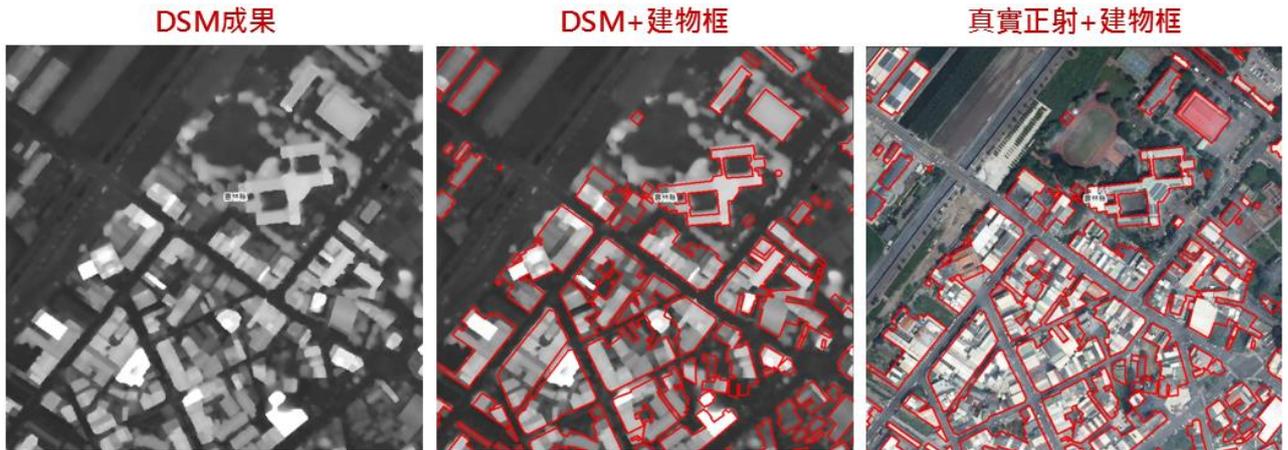


圖 3-24 航照產製 DSM 成果套疊比對

二、立體製圖產製樓高

立體量測取得異動建物樓高部分，針對嘉義縣、臺南市部分範圍，以 111 年電子地圖航照影像，辦理航照立體量測樓高作業，作業範圍如圖 3-23 所示，總計 34 幅，影像來源使用 ADS 影像。

量測高度同樣辦理自主檢核程序，抽選 10 幅圖，每幅圖以航照立體對重複量測方式，抽驗至少 10 棟建物，自檢結果 10 幅圖均方根誤差值介於 0.11~0.36 公尺，皆小於 2 公尺之自主檢核標準，自檢合格，詳如第四章表 4-26。

三、作業成果統計

本年度以航照影像產製建物樓高，統計結果如表 3-9 所示；立體量測樓高建物總數為 41,498 棟，圖幅數總計 34 幅，平均單一圖幅採集建物數量為 1,220 棟，較 111 年均數量 267.1 棟提升 356.9%，主要原因為該區域經過建物分戶後，建物數量倍數增加，大幅提升立體量測樓高作業效益；以航照密匹配產製 DSM 部分，實際使用於異動

建物總數為 107,285 棟，圖幅數總計 466 幅，平均單一圖幅採集建物數量為 230.2 棟，較 111 年均數量 286 棟降低 19.6%，主因為該區域經異動分析後，異動數量僅建物總數 9.76% ($107,285 / 1,099,164 = 9.76\%$)，故實際使用建物數量比例較低。

據此，本年度以航照萃取樓高之方案規劃，隨著建物分戶及持續異動比對更新，各區域效益略有不同，已成為一成熟的作業流程，可與空載光達更新區域相互搭配，維持全臺三維建物模型更新頻率，持續提供品質穩定國家三維基礎圖資。

表 3-9 航照影像產製樓高作業數量表

	作業區域	臺南市	嘉義縣	彰化縣	雲林縣	南投縣	總計	112 年度 單一圖幅 建物數量	111 年度 單一圖幅 建物數量
立體量測 樓高	建物數量	3,181	38,317	-	-	-	41,498	1,220	267.1
	圖幅數	9	25	-	-	-	34		
密匹配產製 DSM	建物數量 (總數)	12,739	178,940	466,106	269,428	171,951	1,099,164	2,358	2,294
	建物數量 (實際使用)	5,192	20,542	39,894	27,249	14,408	107,285	230.2	286
	圖幅數	114		140	146	66	466		

肆、建物模型材質更新作業

一、既有建物模型材質敷貼作業

(一) 成果數量說明

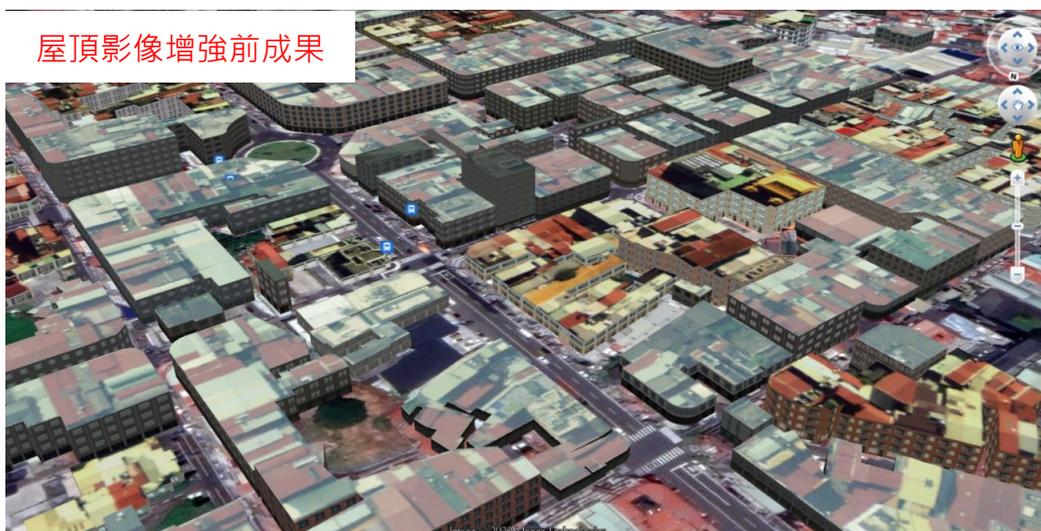
整理本案累積四年度建物模型，並扣除本年度作業成果，進行既有建物模型建物材質更新作業，經統計，既有建物模型建物材質應更新棟數為 117,399 棟，詳表 3-10。

表 3-10 各縣市既有建物模型建物材質應更新數

縣市代碼	縣市	建物框數量
V	臺東縣	44,732
W	金門縣	43,335
G	宜蘭縣	29,332
	總計	117,399

(二) 更新成果

既有建物模型建物框近似化建物模型產製流程如前章節建物模型產製，包含屋頂及牆面材質之處理、建模與封裝，加上屋頂影像增強得到較清晰且整體一致之視覺，比較如圖 3-27，並透過街景辨識技術配合牆面紋理貼圖 2.0 使得牆面立體感、清晰度及明亮度有顯著改善，材質更新前後之比較如圖 3-25 及圖 3-26。



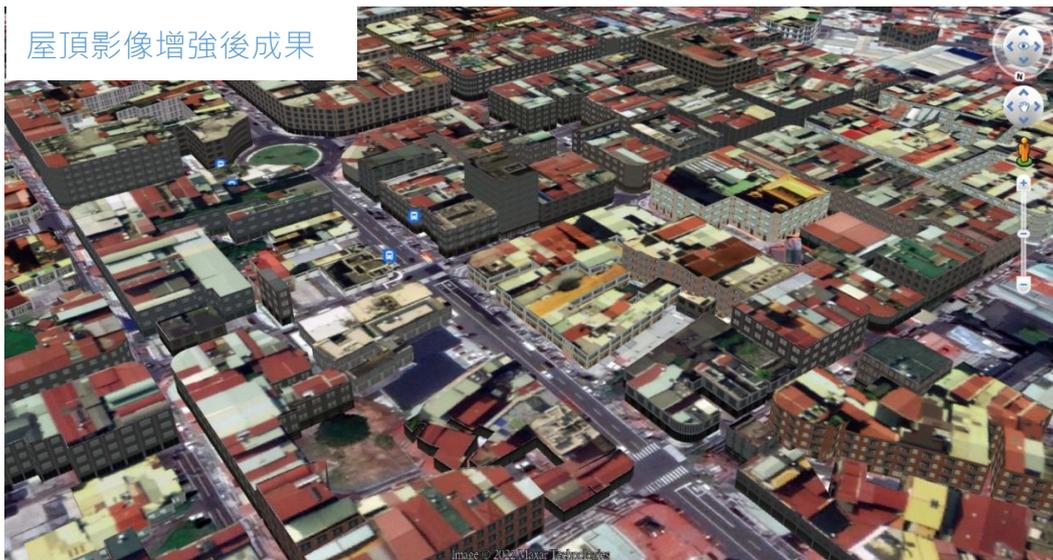


圖 3-25 屋頂影像增強前後成果比較



圖 3-26 街景辨識及牆面紋理貼圖 2.0 前後成果比較

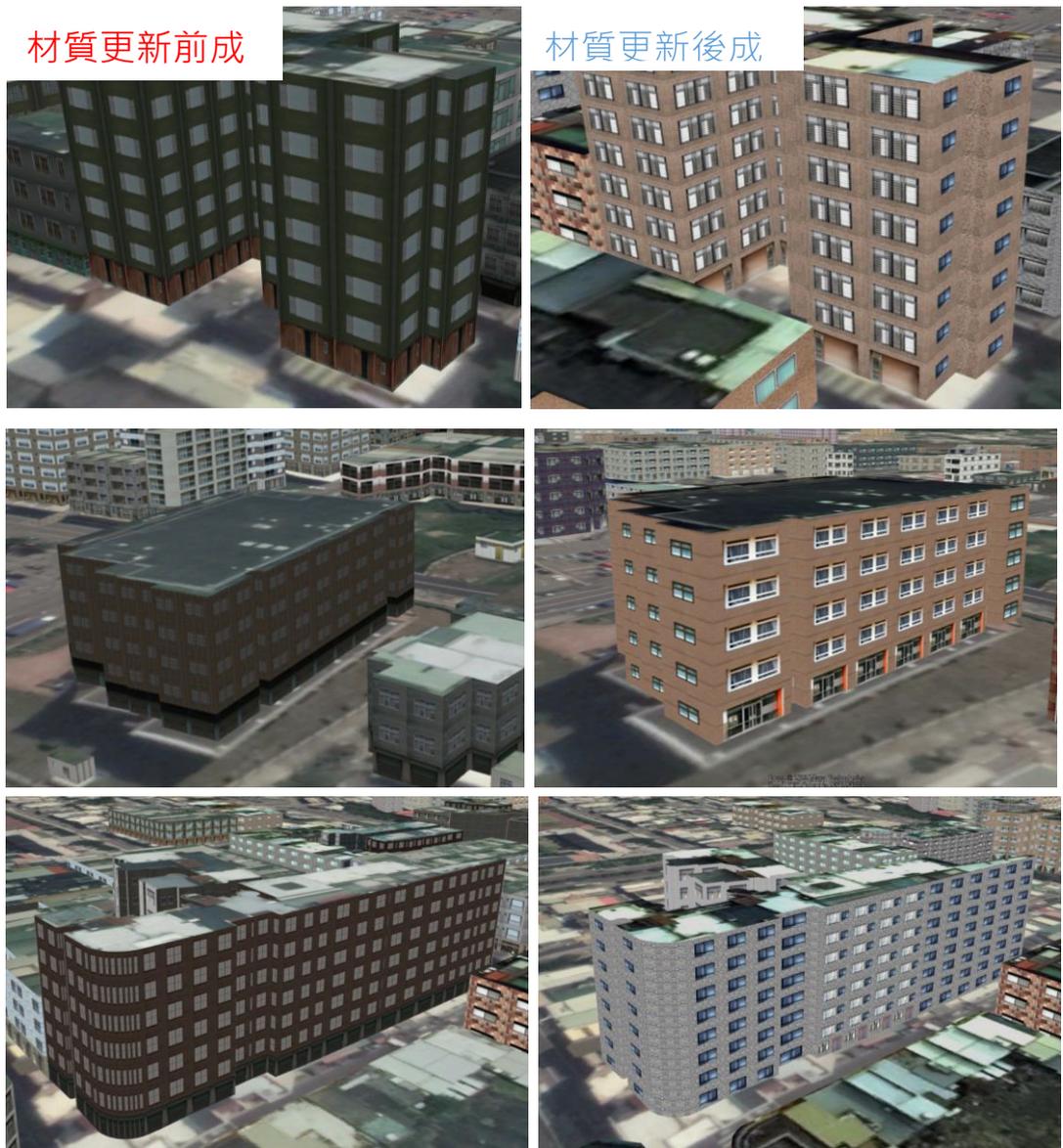


圖 3-27 既有建物模型建物材質更新前後建模成果比較

二、 產權建物模型材質敷貼作業

(一) 產製成果：

本案合約需針對取得之產權模型(測繪中心計交付 441 棟)，進行外牆及屋頂紋理材質敷貼作業，產製 250 棟 LOD1 模型，部分成果如圖 3-28。



圖 3-28 三維地籍建物產權模型更新近似模型範例

三維地籍建物產權模型除建物年份較新(多數為新建成屋)外，更具有詳細之空間及屬性資料，用以更新本案 LOD1 模型除可補足目前一千分之一地形圖更新時效不足問題外，並可精進本案 LOD1 模型品質，與本案傳統利用地形圖建置 LOD1 模型做比較，其優勢包含(如圖 3-29)：

1. **模型群聚：**模型已將該模型之建物框群聚，使得模型具有一致的貼圖，且單一棟模型僅有一屬性資料，未來圖台點擊時模型查詢屬性時具有較直觀之效果；而未群聚之地形圖建置模型未以直覺之棟為單位建置屬性，每一建物框(水塔與主建物)均有其屬性。
2. **精準的樓層高度：**透過三維地籍建物產權模型紀錄之各樓層高度進行 LOD1 建模，其各樓層之高度為實際高度，使用地形圖建置 LOD1 模型之樓層高度則為推估(建物高度/樓層數)。
3. **合理之模型貼圖：**三維地籍建物產權模型紀錄各樓層之類型，可據以判斷屋頂類型之樓層，於貼圖時做特殊處理，使得模型貼圖效果較合理。而使用地形圖建置 LOD1 模型因無資訊判斷屋頂樓層，使得水塔突出物等可能出現窗戶等貼圖。
4. **具備各多元之細節資訊：**圖台未來可整合地政機關發展之三維產權空間屬性資料，可使得應用更加多元。



圖 3-29 三維地籍建物產權模型轉換近似模型之優勢

(二)成果分析：

以目前測繪中心提供之建物產權資料，大部分 XML 格式均可順利轉換成 LOD1 模型，觀察所見問題如下：

1. 建物坐落坐標錯誤

以三維地籍產權模型中記錄的坐標作為 LOD1 模型的坐落坐標時，本案發現相當數量的模型存在位置或方位錯誤的問題(範例如圖 3-30)，建議向地政單位提供回饋，以便進行修正。

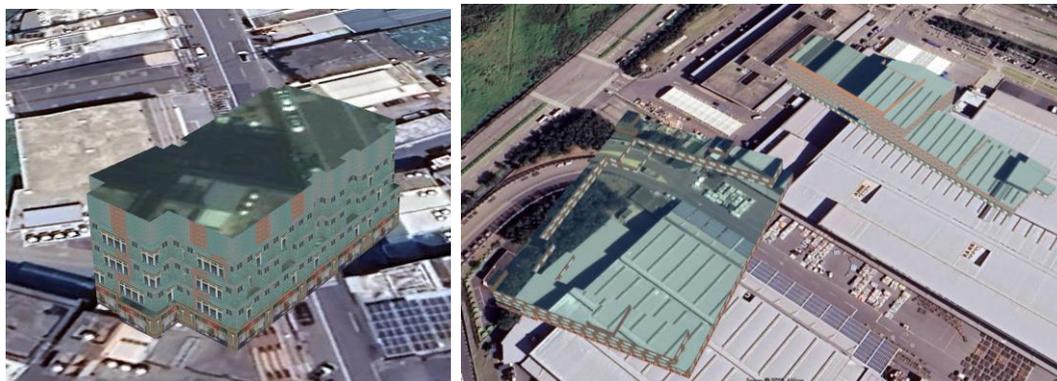


圖 3-30 三維地籍建物產權模型建物坐落坐標錯誤範例

2. KMZ 坐落坐標錯誤

本團隊使用 XML 格式解析模型坐標進行 LOD1 建模。在觀察中，本案發現部分產權模型所產製的 LOD1 建模成果坐落坐標是正確的。然而，本案也注意到產權模型中的 KMZ 資料(地政單位提供)坐標反而存在偏移現象(範例如圖 3-31)，初步判斷是在轉換為 KMZ 格式時程式出現了錯誤。



圖 3-31 三維地籍建物產權模型 KMZ 格式坐落坐標錯誤範例

3. 部分樓層之空間結構資料：

大部分 NEW XML 檔案具有完整之樓層結構資料均可據以進行後續之 LOD1 模型轉換，惟部分產權模型缺漏部分樓層之空間結構資料，造成建模成果不完整(範例如圖 3-32)，研判應是建物產權模型有所缺漏或未辦理登記所致。

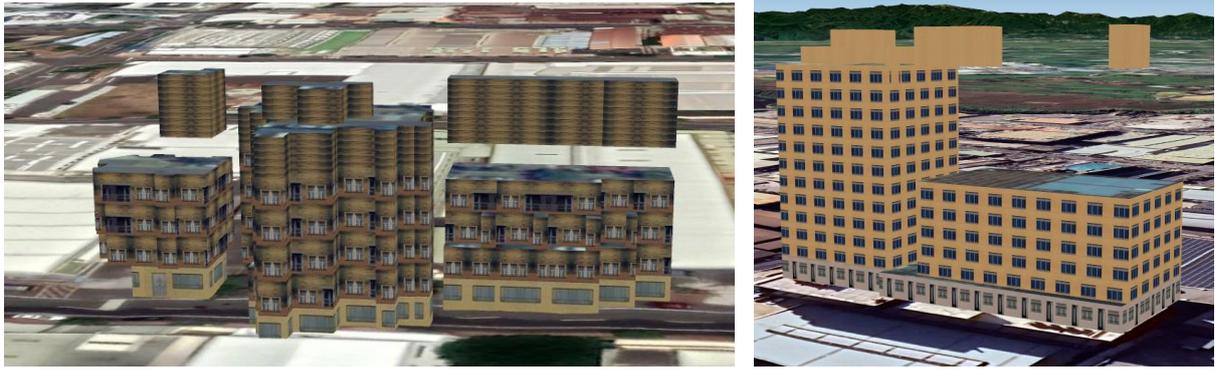


圖 3-32 三維地籍建物產權缺漏部分樓層空間結構範例

伍、 提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型

一、 LOD3 建物模型

(一) LOD3 建物模型建置

本案針對高雄青埔捷運站，採無人機環景攝影為主，輔以近景攝影，結合為高精度點雲資料作為測繪建物三維結構線之基礎(含屋頂、牆面)，並使用航拍影像及近景攝影之像片進行紋理貼圖，LOD3 建物模型產製作業流程如圖 3-33 所示。

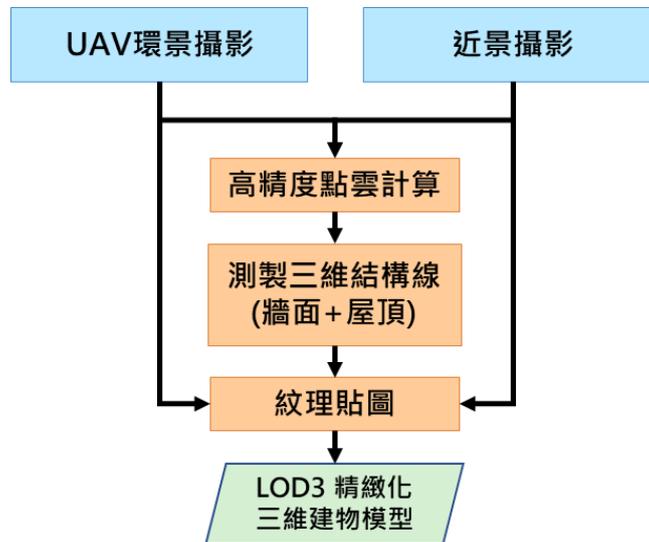


圖 3-33 LOD 3 精緻化三維建物模型產製作業流程圖

(二) 無人機環景攝影

為取得高精度高細緻度之細節資料，無人機將以超高重疊率設定進行目標建物環景拍攝，於高空拍攝以接近垂直攝影方式建構絕對方位計算基礎、並取得屋頂結構資訊及紋理，於中等高度

拍攝包含屋頂紋理、地面紋理及牆面紋理以確保完整連結，低空拍攝以取得建物側面深度資訊，如圖 3-34 至圖 3-35。

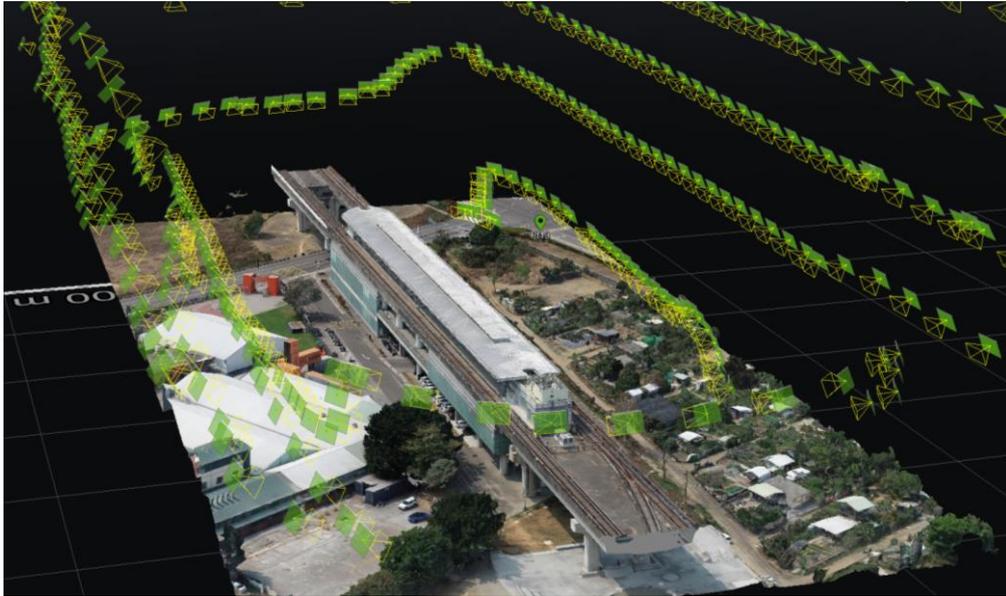


圖 3-34 無人機環繞拍攝建築物(高雄青埔捷運站)



圖 3-35 空拍獲取屋頂影像



圖 3-36 低角度拍攝側面深度資訊

(三) 內業軟體計算點雲資料

利用外業採集之大量影像資料，透過三維建模軟體 Bentley ContextCapture Master 進行空中三角計算取得絕對方位，以重建密匹配三維點雲，作為建物結構線數化之依據。

(四) LOD3 精緻建物模型數化

利用密匹配點雲作為建物結構線參考依據，搭配點雲數化建模軟體 SketchUP 及 3DSMax，人工數化建構 LOD3 建物模型結構初模(如圖 3-37)，後續再以無人機取得之高解析度影像，進行材質貼附，建構 LOD3 等級精緻建物模型(如圖 3-38)。



圖 3-37 三維點雲塑模初步成果(高雄青埔捷運站)



圖 3-38 LOD3 等級精緻建物模型成果(高雄青埔捷運站)

二、 網格建物模型

(一) 影像取得

本團隊針對高雄青埔捷運站周圍約 1 公里範圍，採用美國製 Freefly Astro RTK 無人機進行傾斜攝影拍攝作業，以 150 公尺航高取得約 3 公分解析度之影像資訊，並建置三維網格模型，可獲致與實景一致之表面紋理細緻材質，無人機空拍航線規劃如圖 3-39，傾斜攝影影像成果範例如圖 3-40 所示。



圖 3-39 3D Mesh 建模空拍航線規劃圖



圖 3-40 傾斜攝影影像成果範例

(二) 空三平差及模型建置

航拍完成後，剔除雲霧遮蔽、顯像異常等像片，以 ContextCapture 或相關軟體進行影像自動化匹配及光束法平差，重建影像外方位參數。

方位解算完成後，透過軟體影像密匹配技術，產製高密度之三角網，須確保整體三維網格模型之完整性與模型細節，並以原始航拍影像敷貼至三維網格模型表面，建置完整三維網格建物模型成果，如圖 3-41 及圖 3-42。



圖 3-41 三維網格建物模型成果(高雄青埔捷運站周邊)



圖 3-42 三維網格建物模型成果(高雄青埔捷運站)

三、 BIM 建物模型

本年度試辦 BIM 建物模型不同格式之轉換，將 RVT 格式轉製為 IFC 格式，除檔案格式轉換還包含建物模型之整併與結構清理，最後經 Open IFC Viewer 檢視 IFC 模型之正確性，完成轉製作業。

原始 RVT 檔案說明如下，整體構造為 8 棟地上 14 層、地下 2 層的建築，模型中包含基地公設等設施，為一社會住宅，分結構儲存於 5 個 RVT 檔案，於 REVIT 等支援讀取 RVT 模型的軟體中可分別開啟或同時開啟檢視(如圖 3-43)。

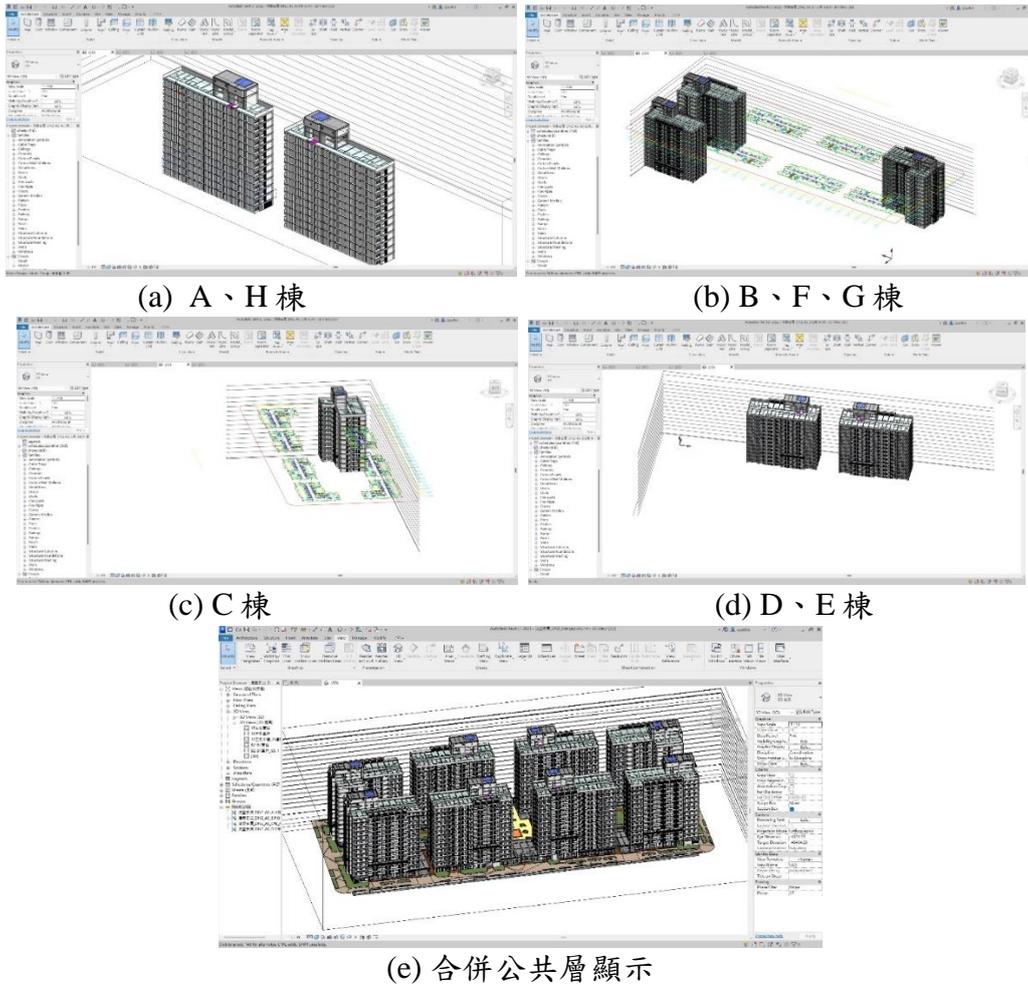


圖 3-43 RVT 建物模型檔案檢視-1

區內地上 2 層以下的模型(包含地下 2 層)為同一個 RVT 模型檔，且建築結構相連(如圖 3-44)，不易切分為 8 棟建物，以合併 IFC 模型的方式完整呈現社會住宅型態。



圖 3-44 RVT 建物模型檔案檢視-2

利用 SimpleBIM 或是 BlenderBIM 等可編輯 IFC 檔的 BIM 軟體開啟個別自 RVT 轉換的 IFC 檔，先執行檔案合併，再參考語意觀點檢視類別名稱，檢視與去除 BIM 模型中機電設備等多餘的類別與結構(如圖 3-45)。

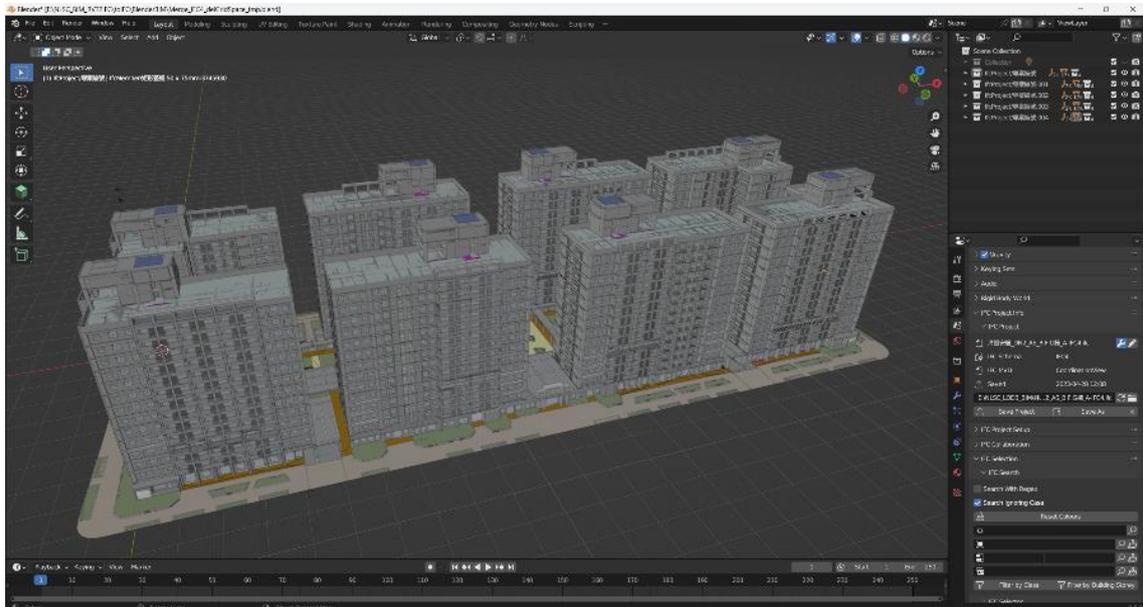


圖 3-45 BlenderBIM 編輯 IFC 模型介面

處理後的 IFC 模型經 Open IFC Viewer 檢視，模型與資料結構能正常顯示，轉製成果良好(如圖 3-46)。本次實際使用到的檔案格式與操作軟體流程如圖 3-47，總操作時間約為 300 分鐘，平均 1 個 RVT 檔約需 60 分鐘，建議後續可以原始模型數量作為單價評估，考量過程需使用到商用軟體 (Autodesk Revit)，評估單個 RVT 模型轉換為 IFC 檔案格式模型之工時程本約為 600 元。

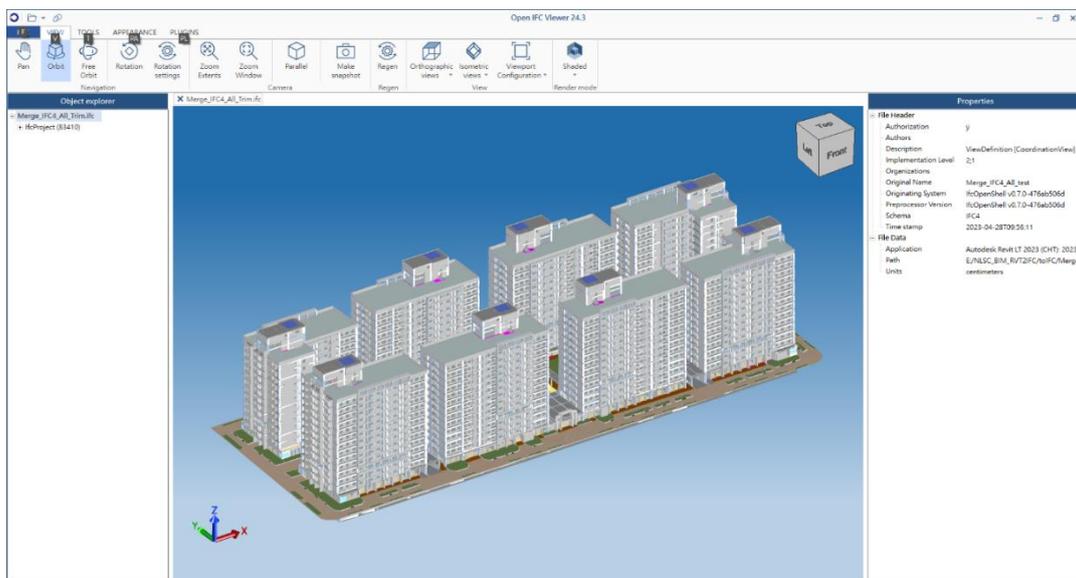


圖 3-46 Open IFC Viewer 檢視 IFC 模型轉製成果

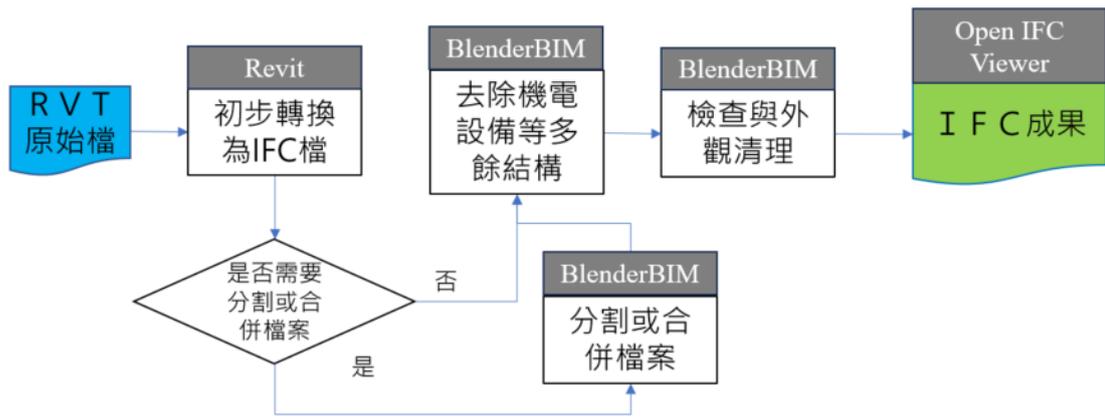


圖 3-47 RVT 轉換至 IFC 檔案格式之流程與操作軟體

第四章 資料檢核及品質管制

壹、一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果檢核

一、建物樓高萃取作業檢核格式及數量檢查

檢查建物框 shp 數量是否正確；檢查建物框 shp 欄位是否完整，詳細檢核結果如表 4-1。

表 4-1 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
1	新竹市	是	是
2	花蓮縣	是	是
3	臺東縣	是	是
4	金門縣	是	是
5	基隆市	是	是

二、屬性欄位檢查

屬性欄位之檢查由各行政區各抽取 20 棟建物進行檢核，檢查 shp 檔之建物屬性欄位，DSM 高程是否與原始資料眾數層平均值一致，DEM 高程是否與最低點數值一致，樓高計算是否正確，樓層數計算結果是否正確。檢核結果如表 4-2。

表 4-2 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8					
序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
1	新竹市 (20)	是	是	是	是
2	花蓮縣 (20)	是	是	是	是

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8					
序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
3	臺東縣 (20)	是	是	是	是
4	金門縣 (20)	是	是	是	是
5	基隆市 (20)	是	是	是	是

三、 LOD1 三維灰階建物模型查核

針對所有灰階模型成果，檢查其模型數量是否與建物框成果一致、灰階呈現方式是否與規定一致以及檔案格式是否正確。

1. 模型數量檢核

檢查各縣市灰階模型數量是否與一千分之一地形圖作業區成果數量一致。檢核結果如表 4-3。

表 4-3 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致
1	新竹市	是
2	花蓮縣	是
3	臺東縣	是
4	金門縣	是
5	基隆市	是

2. 灰階呈現方式與檔案格式正確性檢核

檢查灰階呈現方式是否隨高度增加而變深，以及檔案格式與欄位是否符合規定。檢核結果如表 4-4。

表 4-4 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式 是否與規定一致	檔案格式 是否正確
1	新竹市	是	是
2	花蓮縣	是	是
3	臺東縣	是	是
4	金門縣	是	是
5	基隆市	是	是

四、 LOD1 三維近似化建物模型查核

以一千分之一地形圖作業區成果之工作項目，針對成果中每一行政區抽查 20 棟建物，檢查其檔案格式正確性、屋頂正確性以及牆面之正確性。檢核結果如表 4-5。

表 4-5 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果近似化模型品質檢核結果

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/11/4~2023/11/8					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示 正確性	屋頂 正確性	紋理貼圖 適當性
1	新竹市	20	是	是	是
2	花蓮縣	20	是	是	是
3	臺東縣	20	是	是	是
4	金門縣	20	是	是	是
5	基隆市	20	是	是	是

貳、臺灣通用電子地圖建物模型作業成果檢核

一、建物樓高萃取作業檢核格式及數量檢查

檢查建物框 shp 數量是否正確；檢查建物框 shp 欄位是否完整，詳細檢核結果如表 4-6。

表 4-6 電子地圖建物模型更新作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
1	臺東縣	是	是
2	花蓮縣	是	是
3	宜蘭縣	是	是

二、屬性欄位檢查

屬性欄位之檢查由各行政區各抽取 20 棟建物進行檢核，檢查 shp 檔之建物屬性欄位，DSM 高程是否與原始資料眾數層平均值一致，DEM 高程是否與最低點數值一致，樓高計算是否正確，樓層數計算結果是否正確。檢核結果如表 4-7。

表 4-7 電子地圖建物模型更新作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區 (抽測建物框 數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
1	臺東縣(20)	是	是	是	是
2	花蓮縣(20)	是	是	是	是
3	宜蘭縣(20)	是	是	是	是

三、LOD1 三維灰階建物模型查核

以電子地圖成果之工作項目，針對所有灰階模型成果，檢查其模型數量是否與建物框成果一致、灰階呈現方式是否與規定一致以及檔案格式是否正確。

(一) 模型數量檢核

檢查各縣市灰階模型數量是否與電子地圖成果數量一致。檢核結果如表 4-8。

表 4-8 電子地圖建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致
1	臺東縣	是
2	花蓮縣	是
3	宜蘭縣	是

(二) 灰階呈現方式與檔案格式正確性檢核

檢查灰階呈現方式是否隨高度增加而變深，以及檔案格式與欄位是否符合規定。檢核結果如表 4-9。

表 4-9 電子地圖建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式是否與規定一致	檔案格式是否正確
1	臺東縣	是	是
2	花蓮縣	是	是
3	宜蘭縣	是	是

四、LOD1 三維近似化建物模型查核

以電子地圖成果之工作項目，針對成果中每一行政區抽查 20 棟建物，檢查其檔案格式正確性、屋頂正確性以及牆面之正確性。檢核結果如表 4-10。

表 4-10 電子地圖建物模型更新作業成果近似化模型品質檢核結果

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示正確性	屋頂正確性	紋理貼圖適當性
1	臺東縣	20	是	是	是
2	花蓮縣	20	是	是	是
3	宜蘭縣	20	是	是	是

參、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業成果檢核

一、建物框檢核

每個行政區內抽驗至少 60 個建物框，套疊正射影像與門牌位置等資料，檢核分棟線位置是否正確，劃設是否合理，並確認建物框無重疊的情況。依建物分布型態將各行政區分類為城區、城郊混合區及郊區，各類型態行政區抽驗之電子地圖分棟建物框總數合格比例需達下列標準：

- (1) 城區：合格率 90% 以上。
- (2) 城郊混合區：合格率 85% 以上。
- (3) 郊區：合格率 80% 以上。

詳細檢核結果如表 4-11 及表 4-12。

表 4-11 電子地圖分棟建物模型更新作業成果檢核結果

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 成果自我檢核總表								
項次	直轄市、 縣(市)	行政區	抽驗數量	合格	不合格	合格 百分比	位向檢核	驗收結果
1	臺南市	官田區	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
2	臺南市	新化區	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
3	臺南市	新市區	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
4	臺南市	歸仁區	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
5	臺南市	關廟區	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
6	臺南市	將軍區	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
7	臺南市	北門區	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
8	臺南市	學甲區	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
9	臺南市	七股區	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
10	臺南市	鹽水區	60	57	3	95.0%	無重疊	通過

表 4-12 各行政區建物框分棟成果檢核表(部分示意)

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 成果自我檢核紀錄表						
項次	直轄市、 縣(市)	行政區	ID	抽驗結果	後續處理	備註
1	臺南市	將軍區	1FR6M5CK1S	OK		
2	臺南市	將軍區	1FX3F5DHN7	OK		
3	臺南市	將軍區	1HBH65DHC5	應細分	已修正	
4	臺南市	將軍區	1GW7T5D86P	OK		
5	臺南市	將軍區	1FRV35CJSH	OK		
6	臺南市	七股區	1GSUM5AQVA	OK		
7	臺南市	七股區	1GTL55AFXB	OK		
8	臺南市	七股區	1GUMS59DLB	OK		
9	臺南市	七股區	1GUTX5ASMS	OK		
10	臺南市	七股區	1GVR65B8JF	圖形應修正	已修正	

二、建物樓高萃取作業檢核格式及數量檢查

檢查建物框 shp 數量是否正確；檢查建物框 shp 欄位是否完整，詳細檢核結果如表 4-13。

表 4-13 電子地圖分棟建物模型更新作業成果樓高萃取-格式及數量檢查表

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
1	臺南市	是	是

三、屬性欄位檢查

屬性欄位之檢查由各行政區各抽取 20 棟建物進行檢核，檢查 shp 檔之建物屬性欄位，DSM 高程是否與原始資料眾數層平均值一致，DEM 高程是否與最低點數值一致，樓高計算是否正確，樓層數計算結果是否正確。檢核結果如表 4-14。

表 4-14 電子地圖分棟建物模型更新作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/9/1~9/4					
序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
1	臺南市官田區 (20)	是	是	是	是
2	臺南市新化區 (20)	是	是	是	是
3	臺南市新市區 (20)	是	是	是	是
4	臺南市歸仁區 (20)	是	是	是	是
5	臺南市關廟區 (20)	是	是	是	是
6	臺南市將軍區 (20)	是	是	是	是
7	臺南市北門區 (20)	是	是	是	是
8	臺南市學甲區 (20)	是	是	是	是
9	臺南市七股區 (20)	是	是	是	是
10	臺南市鹽水區 (20)	是	是	是	是

四、LOD1 三維灰階建物模型查核

針對所有灰階模型成果，檢查其模型數量是否與建物框成果一致、灰階呈現方式是否與規定一致以及檔案格式是否正確。

(一) 模型數量檢核

檢查各縣市灰階模型數量是否與一千分之一地形圖作業區成果數量一致。檢核結果如表 4-15。

表 4-15 電子地圖分棟建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/9/1~9/4		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型 數量是否一致
1	臺南市	是

(二) 灰階呈現方式與檔案格式正確性檢核

檢查灰階呈現方式是否隨高度增加而變深，以及檔案格式與欄位是否符合規定。檢核結果如表 4-16。

表 4-16 電子地圖分棟建物模型更新作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式 是否與規定一致	檔案格式 是否正確
1	臺南市	是	是

五、LOD1 三維近似化建物模型查核

以一千分之一地形圖作業區成果之工作項目，針對成果中每一行政區抽查 20 棟建物，檢查其檔案格式正確性、屋頂正確性以及牆面之正確性。檢核結果如表 4-17。

表 4-17 電子地圖分棟建物模型更新作業成果近似化模型品質檢核結果

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/9/1~9/4					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示 正確性	屋頂 正確性	紋理貼圖 適當性
1	臺南市官田區	20	是	是	是
2	臺南市新化區	20	是	是	是
3	臺南市新市區	20	是	是	是
4	臺南市歸仁區	20	是	是	是
5	臺南市關廟區	20	是	是	是
6	臺南市將軍區	20	是	是	是
7	臺南市北門區	20	是	是	是
8	臺南市學甲區	20	是	是	是
9	臺南市七股區	20	是	是	是
10	臺南市鹽水區	20	是	是	是

肆、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核

一、建物框檢核

每個行政區內抽驗至少 60 個建物框，套疊正射影像與門牌位置等資料，檢核分棟線位置是否正確，劃設是否合理，並確認建物框無重疊的情況。依建物分布型態將各行政區分類為城區、城郊混合區及郊區，各類型態行政區抽驗之電子地圖分棟建物框總數合格比例需達下列標準：

- (1)城區：合格率 90% 以上。
- (2)城郊混合區：合格率 85% 以上。
- (3)郊區：合格率 80% 以上。

詳細檢核結果如表 4-18 及表 4-19。

表 4-18 電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核結果

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 成果自我檢核總表								
項次	直轄市、 縣(市)	行政區	抽驗數 量	合格	不合格	合格 百分比	位向檢核	驗收結果
1	雲林縣	土庫鎮	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
2	雲林縣	林內鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
3	雲林縣	麥寮鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
4	雲林縣	元長鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
5	雲林縣	水林鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
6	雲林縣	斗六市	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
7	雲林縣	斗南鎮	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
8	雲林縣	古坑鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
9	雲林縣	大埤鄉	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
10	雲林縣	莿桐鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
11	雲林縣	二崙鄉	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
12	雲林縣	崙背鄉	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
13	雲林縣	東勢鄉	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
14	雲林縣	臺西鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
15	雲林縣	口湖鄉	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
16	嘉義縣	義竹鄉	65	64	1	98.5%	無重疊	通過
17	嘉義縣	鹿草鄉	65	63	2	96.9%	無重疊	通過
18	嘉義縣	太保市	65	63	2	96.9%	無重疊	通過
19	嘉義縣	竹崎鄉	65	64	1	98.5%	無重疊	通過

112 年度三維建物模型更新及精進採購案
成果自我檢核總表

項次	直轄市、縣(市)	行政區	抽驗數量	合格	不合格	合格百分比	位向檢核	驗收結果
20	嘉義縣	番路鄉	65	65	0	100.0%	無重疊	通過
21	嘉義縣	朴子市	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
22	嘉義縣	布袋鎮	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
23	嘉義縣	大林鎮	60	59	1	98.3%	無重疊	通過
24	嘉義縣	民雄鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
25	嘉義縣	溪口鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
26	嘉義縣	新港鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
27	嘉義縣	梅山鄉	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
28	嘉義縣	大埔鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
29	嘉義縣	阿里山鄉	60	59	1	98.3%	無重疊	通過
30	彰化縣	田中鎮	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
31	彰化縣	埔鹽鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
32	彰化縣	永靖鄉	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
33	彰化縣	二水鄉	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
34	彰化縣	溪州鄉	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
35	彰化縣	員林市	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
36	彰化縣	溪湖鎮	60	55	5	91.7%	無重疊	通過
37	彰化縣	和美鎮	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
38	彰化縣	鹿港鎮	60	56	4	93.3%	無重疊	通過
39	彰化縣	芬園鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
40	南投縣	名間鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
41	南投縣	國姓鄉	60	59	1	98.3%	無重疊	通過
42	南投縣	水里鄉	60	58	2	96.7%	無重疊	通過
43	南投縣	信義鄉	60	57	3	95.0%	無重疊	通過
44	南投縣	仁愛鄉	60	57	3	95.0%	無重疊	通過

表 4-19 各行政區建物框分棟成果檢核表(部分示意)

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 成果自我檢核紀錄表						
項次	直轄市、 縣(市)	行政區	ID	抽驗結果	後續處理	備註
1	雲林縣	元長鄉	13568	OK		
2	雲林縣	元長鄉	13703	OK		
3	雲林縣	元長鄉	13723_5	圖形應修正	已修正	
4	雲林縣	元長鄉	14054_1	OK		
5	雲林縣	元長鄉	14619_1	OK		
6	嘉義縣	太保市	36783_3	OK		
7	嘉義縣	太保市	37077_15	圖形應修正	已修正	
8	嘉義縣	太保市	37399_1	OK		
9	嘉義縣	太保市	38416_5	OK		
10	嘉義縣	太保市	38488_6	應細分	已修正	
11	彰化縣	溪州鄉	943	OK		
12	彰化縣	溪州鄉	988	應合併	已修正	
13	彰化縣	溪州鄉	1053	OK		
14	彰化縣	溪州鄉	1183	OK		
15	彰化縣	溪州鄉	1387	OK		
16	南投縣	信義鄉	101	圖形應修正	已修正	
17	南投縣	信義鄉	184	OK		
18	南投縣	信義鄉	584	OK		
19	南投縣	信義鄉	703	OK		
20	南投縣	信義鄉	830	OK		

二、 建物樓高萃取作業檢核格式及數量檢查

檢查建物框 shp 數量是否正確；檢查建物框 shp 欄位是否完整，詳細檢核結果如表 4-20。

表 4-20 電子地圖分棟建物模型產製作業成果建物樓高萃取-格式及數量檢查表

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
1	雲林縣斗六市	是	是
2	雲林縣斗南鎮	是	是

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
3	雲林縣虎尾鎮	是	是
4	雲林縣西螺鎮	是	是
5	雲林縣土庫鎮	是	是
6	雲林縣北港鎮	是	是
7	雲林縣古坑鄉	是	是
8	雲林縣大埤鄉	是	是
9	雲林縣莿桐鄉	是	是
10	雲林縣林內鄉	是	是
11	雲林縣二崙鄉	是	是
12	雲林縣崙背鄉	是	是
13	雲林縣麥寮鄉	是	是
14	雲林縣東勢鄉	是	是
15	雲林縣褒忠鄉	是	是
16	雲林縣臺西鄉	是	是
17	雲林縣元長鄉	是	是
18	雲林縣四湖鄉	是	是
19	雲林縣口湖鄉	是	是
20	雲林縣水林鄉	是	是
21	嘉義縣朴子市	是	是
22	嘉義縣布袋鎮	是	是
23	嘉義縣大林鎮	是	是
24	嘉義縣民雄鄉	是	是
25	嘉義縣溪口鄉	是	是
26	嘉義縣新港鄉	是	是
27	嘉義縣六腳鄉	是	是
28	嘉義縣東石鄉	是	是
29	嘉義縣義竹鄉	是	是
30	嘉義縣鹿草鄉	是	是
31	嘉義縣太保市	是	是
32	嘉義縣水上鄉	是	是
33	嘉義縣中埔鄉	是	是
34	嘉義縣竹崎鄉	是	是
35	嘉義縣梅山鄉	是	是
36	嘉義縣番路鄉	是	是
37	嘉義縣大埔鄉	是	是
38	嘉義縣阿里山鄉	是	是

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
39	彰化縣彰化市	是	是
40	彰化縣鹿港鎮	是	是
41	彰化縣和美鎮	是	是
42	彰化縣北斗鎮	是	是
43	彰化縣員林市	是	是
44	彰化縣溪湖鎮	是	是
45	彰化縣田中鎮	是	是
46	彰化縣二林鎮	是	是
47	彰化縣線西鄉	是	是
48	彰化縣伸港鄉	是	是
49	彰化縣福興鄉	是	是
50	彰化縣秀水鄉	是	是
51	彰化縣花壇鄉	是	是
52	彰化縣芬園鄉	是	是
53	彰化縣大村鄉	是	是
54	彰化縣埔鹽鄉	是	是
55	彰化縣埔心鄉	是	是
56	彰化縣永靖鄉	是	是
57	彰化縣社頭鄉	是	是
58	彰化縣二水鄉	是	是
59	彰化縣田尾鄉	是	是
60	彰化縣埤頭鄉	是	是
61	彰化縣芳苑鄉	是	是
62	彰化縣大城鄉	是	是
63	彰化縣竹塘鄉	是	是
64	彰化縣溪州鄉	是	是
65	南投縣南投市	是	是
66	南投縣埔里鎮	是	是
67	南投縣草屯鎮	是	是
68	南投縣竹山鎮	是	是
69	南投縣集集鎮	是	是
70	南投縣名間鄉	是	是
71	南投縣鹿谷鄉	是	是
72	南投縣中寮鄉	是	是
73	南投縣魚池鄉	是	是
74	南投縣國姓鄉	是	是

建物樓高萃取-格式及數量檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	縣市成果	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
75	南投縣水里鄉	是	是
76	南投縣信義鄉	是	是
77	南投縣仁愛鄉	是	是
78	宜蘭縣宜蘭市	是	是

三、屬性欄位檢查

屬性欄位之檢查由各行政區各抽取 20 棟建物進行檢核，檢查 shp 檔之建物屬性欄位，DSM 高程是否與原始資料眾數層平均值一致，DEM 高程是否與最低點數值一致，樓高計算是否正確，樓層數計算結果是否正確。檢核結果如表 4-21。

表 4-21 電子地圖分棟建物模型產製作業成果建物樓高萃取-屬性欄位檢核表

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
1	雲林縣斗六市(20)	是	是	是	是
2	雲林縣斗南鎮(20)	是	是	是	是
3	雲林縣虎尾鎮(20)	是	是	是	是
4	雲林縣西螺鎮(20)	是	是	是	是
5	雲林縣土庫鎮(20)	是	是	是	是
6	雲林縣北港鎮(20)	是	是	是	是
7	雲林縣古坑鄉(20)	是	是	是	是
8	雲林縣大埤鄉(20)	是	是	是	是
9	雲林縣莿桐鄉(20)	是	是	是	是
10	雲林縣林內鄉(20)	是	是	是	是
11	雲林縣二崙鄉(20)	是	是	是	是
12	雲林縣崙背鄉(20)	是	是	是	是
13	雲林縣麥寮鄉(20)	是	是	是	是
14	雲林縣東勢鄉(20)	是	是	是	是
15	雲林縣褒忠鄉(20)	是	是	是	是
16	雲林縣臺西鄉(20)	是	是	是	是
17	雲林縣元長鄉(20)	是	是	是	是

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表

檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8

序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
18	雲林縣四湖鄉(20)	是	是	是	是
19	雲林縣口湖鄉(20)	是	是	是	是
20	雲林縣水林鄉(20)	是	是	是	是
21	嘉義縣朴子市(20)	是	是	是	是
22	嘉義縣布袋鎮(20)	是	是	是	是
23	嘉義縣大林鎮(20)	是	是	是	是
24	嘉義縣民雄鄉(20)	是	是	是	是
25	嘉義縣溪口鄉(20)	是	是	是	是
26	嘉義縣新港鄉(20)	是	是	是	是
27	嘉義縣六腳鄉(20)	是	是	是	是
28	嘉義縣東石鄉(20)	是	是	是	是
29	嘉義縣義竹鄉(20)	是	是	是	是
30	嘉義縣鹿草鄉(20)	是	是	是	是
31	嘉義縣太保市(20)	是	是	是	是
32	嘉義縣水上鄉(20)	是	是	是	是
33	嘉義縣中埔鄉(20)	是	是	是	是
34	嘉義縣竹崎鄉(20)	是	是	是	是
35	嘉義縣梅山鄉(20)	是	是	是	是
36	嘉義縣番路鄉(20)	是	是	是	是
37	嘉義縣大埔鄉(20)	是	是	是	是
38	嘉義縣阿里山鄉(20)	是	是	是	是
39	彰化縣彰化市(20)	是	是	是	是
40	彰化縣鹿港鎮(20)	是	是	是	是
41	彰化縣和美鎮(20)	是	是	是	是
42	彰化縣北斗鎮(20)	是	是	是	是
43	彰化縣員林市(20)	是	是	是	是
44	彰化縣溪湖鎮(20)	是	是	是	是
45	彰化縣田中鎮(20)	是	是	是	是
46	彰化縣二林鎮(20)	是	是	是	是
47	彰化縣線西鄉(20)	是	是	是	是
48	彰化縣伸港鄉(20)	是	是	是	是
49	彰化縣福興鄉(20)	是	是	是	是
50	彰化縣秀水鄉(20)	是	是	是	是
51	彰化縣花壇鄉(20)	是	是	是	是
52	彰化縣芬園鄉(20)	是	是	是	是
53	彰化縣大村鄉(20)	是	是	是	是
54	彰化縣埔鹽鄉(20)	是	是	是	是
55	彰化縣埔心鄉(20)	是	是	是	是

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區 (抽測建物框數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
56	彰化縣永靖鄉(20)	是	是	是	是
57	彰化縣社頭鄉(20)	是	是	是	是
58	彰化縣二水鄉(20)	是	是	是	是
59	彰化縣田尾鄉(20)	是	是	是	是
60	彰化縣埤頭鄉(20)	是	是	是	是
61	彰化縣芳苑鄉(20)	是	是	是	是
62	彰化縣大城鄉(20)	是	是	是	是
63	彰化縣竹塘鄉(20)	是	是	是	是
64	彰化縣溪州鄉(20)	是	是	是	是
65	南投縣南投市(20)	是	是	是	是
66	南投縣埔里鎮(20)	是	是	是	是
67	南投縣草屯鎮(20)	是	是	是	是
68	南投縣竹山鎮(20)	是	是	是	是
69	南投縣集集鎮(20)	是	是	是	是
70	南投縣名間鄉(20)	是	是	是	是
71	南投縣鹿谷鄉(20)	是	是	是	是
72	南投縣中寮鄉(20)	是	是	是	是
73	南投縣魚池鄉(20)	是	是	是	是
74	南投縣國姓鄉(20)	是	是	是	是
75	南投縣水里鄉(20)	是	是	是	是
76	南投縣信義鄉(20)	是	是	是	是
77	南投縣仁愛鄉(20)	是	是	是	是
78	宜蘭縣宜蘭市(20)	是	是	是	是

四、LOD1 三維灰階建物模型查核

以電子地圖建物框地籍資料分棟成果之工作項目，針對所有灰階模型成果，檢查其模型數量是否與分棟成果一致、灰階呈現方式是否與規定一致以及檔案格式是否正確。

(一) 模型數量檢核

檢查各縣市灰階模型數量是否與地籍分棟成果數量一致。檢核結果如表 4-22。

表 4-22 電子地圖分棟建物模型產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致
1	雲林縣斗六市	是
2	雲林縣斗南鎮	是
3	雲林縣虎尾鎮	是
4	雲林縣西螺鎮	是
5	雲林縣土庫鎮	是
6	雲林縣北港鎮	是
7	雲林縣古坑鄉	是
8	雲林縣大埤鄉	是
9	雲林縣莿桐鄉	是
10	雲林縣林內鄉	是
11	雲林縣二崙鄉	是
12	雲林縣崙背鄉	是
13	雲林縣麥寮鄉	是
14	雲林縣東勢鄉	是
15	雲林縣褒忠鄉	是
16	雲林縣臺西鄉	是
17	雲林縣元長鄉	是
18	雲林縣四湖鄉	是
19	雲林縣口湖鄉	是
20	雲林縣水林鄉	是
21	嘉義縣朴子市	是
22	嘉義縣布袋鎮	是
23	嘉義縣大林鎮	是
24	嘉義縣民雄鄉	是
25	嘉義縣溪口鄉	是
26	嘉義縣新港鄉	是
27	嘉義縣六腳鄉	是
28	嘉義縣東石鄉	是
29	嘉義縣義竹鄉	是
30	嘉義縣鹿草鄉	是
31	嘉義縣太保市	是
32	嘉義縣水上鄉	是
33	嘉義縣中埔鄉	是

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致
34	嘉義縣竹崎鄉	是
35	嘉義縣梅山鄉	是
36	嘉義縣番路鄉	是
37	嘉義縣大埔鄉	是
38	嘉義縣阿里山鄉	是
39	彰化縣彰化市	是
40	彰化縣鹿港鎮	是
41	彰化縣和美鎮	是
42	彰化縣北斗鎮	是
43	彰化縣員林市	是
44	彰化縣溪湖鎮	是
45	彰化縣田中鎮	是
46	彰化縣二林鎮	是
47	彰化縣線西鄉	是
48	彰化縣伸港鄉	是
49	彰化縣福興鄉	是
50	彰化縣秀水鄉	是
51	彰化縣花壇鄉	是
52	彰化縣芬園鄉	是
53	彰化縣大村鄉	是
54	彰化縣埔鹽鄉	是
55	彰化縣埔心鄉	是
56	彰化縣永靖鄉	是
57	彰化縣社頭鄉	是
58	彰化縣二水鄉	是
59	彰化縣田尾鄉	是
60	彰化縣埤頭鄉	是
61	彰化縣芳苑鄉	是
62	彰化縣大城鄉	是
63	彰化縣竹塘鄉	是
64	彰化縣溪州鄉	是
65	南投縣南投市	是
66	南投縣埔里鎮	是
67	南投縣草屯鎮	是
68	南投縣竹山鎮	是
69	南投縣集集鎮	是

LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表		
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8		
序	LOD1 建物模型檢核	
	縣市成果	建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致
70	南投縣名間鄉	是
71	南投縣鹿谷鄉	是
72	南投縣中寮鄉	是
73	南投縣魚池鄉	是
74	南投縣國姓鄉	是
75	南投縣水里鄉	是
76	南投縣信義鄉	是
77	南投縣仁愛鄉	是
78	宜蘭縣宜蘭市	是

(二) 灰階呈現方式與檔案格式正確性檢核

檢查灰階呈現方式是否隨高度增加而變深，以及檔案格式與欄位是否符合規定。檢核結果如表 4-23。

表 4-23 電子地圖分棟建物模型產製作業成果 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式是否與規定一致	檔案格式是否正確
1	雲林縣斗六市	是	是
2	雲林縣斗南鎮	是	是
3	雲林縣虎尾鎮	是	是
4	雲林縣西螺鎮	是	是
5	雲林縣土庫鎮	是	是
6	雲林縣北港鎮	是	是
7	雲林縣古坑鄉	是	是
8	雲林縣大埤鄉	是	是
9	雲林縣莿桐鄉	是	是
10	雲林縣林內鄉	是	是
11	雲林縣二崙鄉	是	是
12	雲林縣崙背鄉	是	是
13	雲林縣麥寮鄉	是	是
14	雲林縣東勢鄉	是	是

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式 是否與規定一致	檔案格式 是否正確
15	雲林縣褒忠鄉	是	是
16	雲林縣臺西鄉	是	是
17	雲林縣元長鄉	是	是
18	雲林縣四湖鄉	是	是
19	雲林縣口湖鄉	是	是
20	雲林縣水林鄉	是	是
21	嘉義縣朴子市	是	是
22	嘉義縣布袋鎮	是	是
23	嘉義縣大林鎮	是	是
24	嘉義縣民雄鄉	是	是
25	嘉義縣溪口鄉	是	是
26	嘉義縣新港鄉	是	是
27	嘉義縣六腳鄉	是	是
28	嘉義縣東石鄉	是	是
29	嘉義縣義竹鄉	是	是
30	嘉義縣鹿草鄉	是	是
31	嘉義縣太保市	是	是
32	嘉義縣水上鄉	是	是
33	嘉義縣中埔鄉	是	是
34	嘉義縣竹崎鄉	是	是
35	嘉義縣梅山鄉	是	是
36	嘉義縣番路鄉	是	是
37	嘉義縣大埔鄉	是	是
38	嘉義縣阿里山鄉	是	是
39	彰化縣彰化市	是	是
40	彰化縣鹿港鎮	是	是
41	彰化縣和美鎮	是	是
42	彰化縣北斗鎮	是	是
43	彰化縣員林市	是	是
44	彰化縣溪湖鎮	是	是
45	彰化縣田中鎮	是	是
46	彰化縣二林鎮	是	是
47	彰化縣線西鄉	是	是
48	彰化縣伸港鄉	是	是
49	彰化縣福興鄉	是	是
50	彰化縣秀水鄉	是	是

LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表			
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8			
序	LOD1 建物模型檢核		
	縣市成果	灰階呈現方式 是否與規定一致	檔案格式 是否正確
51	彰化縣花壇鄉	是	是
52	彰化縣芬園鄉	是	是
53	彰化縣大村鄉	是	是
54	彰化縣埔鹽鄉	是	是
55	彰化縣埔心鄉	是	是
56	彰化縣永靖鄉	是	是
57	彰化縣社頭鄉	是	是
58	彰化縣二水鄉	是	是
59	彰化縣田尾鄉	是	是
60	彰化縣埤頭鄉	是	是
61	彰化縣芳苑鄉	是	是
62	彰化縣大城鄉	是	是
63	彰化縣竹塘鄉	是	是
64	彰化縣溪州鄉	是	是
65	南投縣南投市	是	是
66	南投縣埔里鎮	是	是
67	南投縣草屯鎮	是	是
68	南投縣竹山鎮	是	是
69	南投縣集集鎮	是	是
70	南投縣名間鄉	是	是
71	南投縣鹿谷鄉	是	是
72	南投縣中寮鄉	是	是
73	南投縣魚池鄉	是	是
74	南投縣國姓鄉	是	是
75	南投縣水里鄉	是	是
76	南投縣信義鄉	是	是
77	南投縣仁愛鄉	是	是
78	宜蘭縣宜蘭市	是	是

五、 LOD1 三維近似化建物模型查核

以電子地圖建物框地籍資料分棟成果之工作項目，針對成果中每一行政區抽查 20 棟建物，檢查其檔案格式正確性、屋頂正確性以及牆面之正確性。檢核結果如表 4-24。

表 4-24 電子地圖分棟建物模型產製作業成果近似化模型品質檢核結果

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示正確性	屋頂正確性	紋理貼圖適當性
1	雲林縣斗六市	20	是	是	是
2	雲林縣斗南鎮	20	是	是	是
3	雲林縣虎尾鎮	20	是	是	是
4	雲林縣西螺鎮	20	是	是	是
5	雲林縣土庫鎮	20	是	是	是
6	雲林縣北港鎮	20	是	是	是
7	雲林縣古坑鄉	20	是	是	是
8	雲林縣大埤鄉	20	是	是	是
9	雲林縣莿桐鄉	20	是	是	是
10	雲林縣林內鄉	20	是	是	是
11	雲林縣二崙鄉	20	是	是	是
12	雲林縣崙背鄉	20	是	是	是
13	雲林縣麥寮鄉	20	是	是	是
14	雲林縣東勢鄉	20	是	是	是
15	雲林縣褒忠鄉	20	是	是	是
16	雲林縣臺西鄉	20	是	是	是
17	雲林縣元長鄉	20	是	是	是
18	雲林縣四湖鄉	20	是	是	是
19	雲林縣口湖鄉	20	是	是	是
20	雲林縣水林鄉	20	是	是	是
21	嘉義縣朴子市	20	是	是	是
22	嘉義縣布袋鎮	20	是	是	是
23	嘉義縣大林鎮	20	是	是	是
24	嘉義縣民雄鄉	20	是	是	是
25	嘉義縣溪口鄉	20	是	是	是
26	嘉義縣新港鄉	20	是	是	是
27	嘉義縣六腳鄉	20	是	是	是
28	嘉義縣東石鄉	20	是	是	是
29	嘉義縣義竹鄉	20	是	是	是

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示正確性	屋頂正確性	紋理貼圖適當性
30	嘉義縣鹿草鄉	20	是	是	是
31	嘉義縣太保市	20	是	是	是
32	嘉義縣水上鄉	20	是	是	是
33	嘉義縣中埔鄉	20	是	是	是
34	嘉義縣竹崎鄉	20	是	是	是
35	嘉義縣梅山鄉	20	是	是	是
36	嘉義縣番路鄉	20	是	是	是
37	嘉義縣大埔鄉	20	是	是	是
38	嘉義縣阿里山鄉	20	是	是	是
39	彰化縣彰化市	20	是	是	是
40	彰化縣鹿港鎮	20	是	是	是
41	彰化縣和美鎮	20	是	是	是
42	彰化縣北斗鎮	20	是	是	是
43	彰化縣員林市	20	是	是	是
44	彰化縣溪湖鎮	20	是	是	是
45	彰化縣田中鎮	20	是	是	是
46	彰化縣二林鎮	20	是	是	是
47	彰化縣線西鄉	20	是	是	是
48	彰化縣伸港鄉	20	是	是	是
49	彰化縣福興鄉	20	是	是	是
50	彰化縣秀水鄉	20	是	是	是
51	彰化縣花壇鄉	20	是	是	是
52	彰化縣芬園鄉	20	是	是	是
53	彰化縣大村鄉	20	是	是	是
54	彰化縣埔鹽鄉	20	是	是	是
55	彰化縣埔心鄉	20	是	是	是
56	彰化縣永靖鄉	20	是	是	是
57	彰化縣社頭鄉	20	是	是	是
58	彰化縣二水鄉	20	是	是	是
59	彰化縣田尾鄉	20	是	是	是
60	彰化縣埤頭鄉	20	是	是	是
61	彰化縣芳苑鄉	20	是	是	是
62	彰化縣大城鄉	20	是	是	是
63	彰化縣竹塘鄉	20	是	是	是
64	彰化縣溪州鄉	20	是	是	是
65	南投縣南投市	20	是	是	是
66	南投縣埔里鎮	20	是	是	是

近似化模型品質管控檢查表					
檢核日期：2023/9/1~9/4、11/4~11/8					
序	行政區	抽查棟數	格式及展示正確性	屋頂正確性	紋理貼圖適當性
67	南投縣草屯鎮	20	是	是	是
68	南投縣竹山鎮	20	是	是	是
69	南投縣集集鎮	20	是	是	是
70	南投縣名間鄉	20	是	是	是
71	南投縣鹿谷鄉	20	是	是	是
72	南投縣中寮鄉	20	是	是	是
73	南投縣魚池鄉	20	是	是	是
74	南投縣國姓鄉	20	是	是	是
75	南投縣水里鄉	20	是	是	是
76	南投縣信義鄉	20	是	是	是
77	南投縣仁愛鄉	20	是	是	是
78	宜蘭縣宜蘭市	20	是	是	是

伍、DSM 成果自主檢查

一、影像密匹配成果自我檢核

航照影像密匹配區，抽查 DSM 成果至少 10 個圖幅，每圖幅至少抽查 10 處點位高程，與空載光達之 DSM 成果(未變動之屋頂區域)比較差值，其均方根誤差 (RMSE) 不大於 2 公尺為合格。檢核結果如表 4-25 及 表 4-26。

表 4-25 影像密匹配成果自我檢核紀錄表

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 影像密匹配成果自我檢核紀錄表							
抽驗日期：		2023/08/23~2023/08/25					
項次	直轄市、縣(市)	圖幅號碼	抽驗數量	均方根誤差值 (RMSE)	是否合格	驗收結果	作業團隊
1	雲林縣	95203012	20	0.74	合格	通過	經緯
2	雲林縣	94202029	20	1.15	合格	通過	經緯
3	雲林縣	94202018	20	1.33	合格	通過	經緯
4	嘉義縣	94191027	20	0.74	合格	通過	經緯
5	嘉義縣	94202077	20	0.56	合格	通過	經緯

表 4-26 各行政區影像密匹配成果自我檢核紀錄表(部分示意)

影像密匹配成果自我檢核紀錄表					
項次	直轄市、縣(市)	BUILD_ID	LiDAR DSM 高程 (單位：公尺)	密匹配 DSM 高程 (單位：公尺)	差值
1	雲林縣	1W51M5W7XB	54.67	55.53	0.86
2	雲林縣	1VV5T5W8TT	59.71	59.64	-0.07
3	雲林縣	1W93L5W9XG	61.01	60.64	-0.37
4	雲林縣	1W0X75WB6A	61.28	62.05	0.77
5	雲林縣	1WCBL5WB74	61.02	60.33	-0.69
6	嘉義縣	1SCQN5QXJ5	36.98	37.03	0.05
7	嘉義縣	1S6WV5R051	27.85	27.13	-0.72
8	嘉義縣	1SJVU5R094	35.01	35.00	-0.01
9	嘉義縣	1RXQC5R0A1	30.99	31.49	0.50
10	嘉義縣	1SAGJ5R09B	26.60	27.51	0.91

二、立體製圖成果自我檢核

航測立體製圖區，抽查至少 10 個圖幅，每圖幅至少抽查 10 處異動建物模型。由人工進行立體製圖方式量測高程值並與樓高成果比較差值，並計算所有查驗異動建物模型樓高較差均方根誤差 (RMSE)，不大於 2 公尺為合格。檢核結果如表 4-27 及表 4-28。

表 4-27 立體量測成果自我檢核紀錄表

112 年度三維建物模型更新及精進採購案 立體量測成果自我檢核紀錄表							
抽驗日期：		2023/08/22~2023/08/24					
項次	直轄市、縣(市)	圖幅號碼	抽驗數量	均方根誤差值 (RMSE)	是否合格	驗收結果	作業團隊
1	臺南市	94191073	10	0.14	合格	通過	經緯
2	嘉義縣	94194010	10	0.19	合格	通過	經緯
3	嘉義縣	94191014	20	0.11	合格	通過	經緯
4	嘉義縣	94191033	20	0.14	合格	通過	經緯
5	嘉義縣	94191034	20	0.12	合格	通過	經緯
6	臺南市	94192054	12	0.267	合格	通過	世曦
7	臺南市	94192004	12	0.366	合格	通過	世曦
8	嘉義縣	94194020	12	0.340	合格	通過	世曦
9	嘉義縣	94194040	12	0.305	合格	通過	世曦
10	嘉義縣	94194070	12	0.294	合格	通過	世曦

表 4-28 各行政區立體量測成果自我檢核紀錄表(部分示意)

立體量測成果自我檢核紀錄表					
項次	直轄市、縣(市)	BUILD_ID	原屋頂高程 (單位：公尺)	重複量測 屋頂高程 (單位：公尺)	差值
1	臺南市	1NRTW5GW0E	20.884	20.854	-0.030
2	臺南市	1NS185GJVU	27.325	27.184	-0.141
3	嘉義縣	5656	19.177	19.354	0.177
4	嘉義縣	5805	15.712	15.814	0.102
5	嘉義縣	3933	19.609	19.662	0.053
6	嘉義縣	4152	26.702	26.642	-0.060
7	嘉義縣	4527	25.007	24.834	-0.173
8	嘉義縣	4683	18.420	18.404	-0.016
9	嘉義縣	4915	20.299	20.599	0.300
10	嘉義縣	2900	18.324	18.365	0.041

陸、建物模型材質更新作業成果檢核

一、紋理貼圖更新檢查

以辦理之各縣市至少各抽查 40 棟建物，檢查外牆紋理貼圖是否更新。各縣市抽驗總數 90% 以上合格，該縣市合格，全部縣市合格則本項成果合格。檢核結果如表 4-29。

表 4-29 既有建物模型建物材質更新作業成果檢核結果

紋理貼圖更新檢查表						
檢核人員：林家均			日期：2023/11/9			
序	行政區	抽查棟數	合格	不合格	合格百分比	驗收結果
1	臺東縣	40	38	2	95%	通過
2	金門縣	40	40	0	100%	通過
3	宜蘭縣	40	37	3	92.5%	通過

柒、產權建物模型產製作業成果檢核

一、紋理貼圖檢查

辦理之各縣市至少抽查 40 棟建物，檢查外牆紋理貼圖是否正確。各縣市抽驗總數 90% 以上合格，該縣市合格，全部縣市合格則本項成果合格。檢核結果如表 4-30。

表 4-30 產權建物模型檢核結果

紋理貼圖更新檢查表						
檢核人員：葉芝林			日期：2023/11/9			
序	行政區	抽查棟數	合格	不合格	合格百分比	驗收結果
1	新竹市	40	38	2	95%	通過
2	臺中市	40	37	3	92.5%	通過

捌、BIM 模型轉製作業

一、BIM 模型檢查

以辦理區域抽查 BIM 模型至少 2 個，檢視其轉換 LOD2 及 LOD4 建物模型，建物外框、屬性資料及紋理是否正確，全數正確本項成果合格。檢核結果如表 4-31。

表 4-31 BIM 建物模型建物材質更新作業成果檢核結果

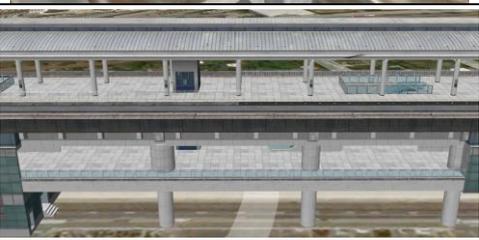
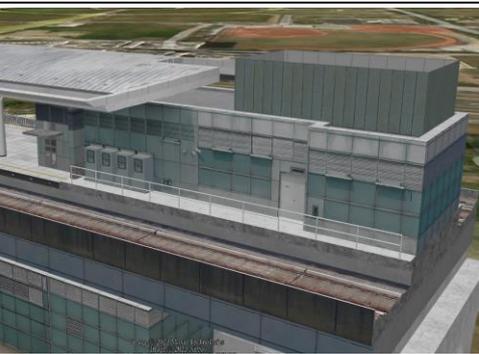
BIM 模型檢查表					
抽驗日期：	2023/8/30				
模型名稱	棟數	格式	建物外框 正確性	屬性資料 正確性	外觀紋理 正確性
清豐安居	8	IFC	OK	OK	OK

玖、LOD3 精緻建物模型自主檢核紀錄

一、模型細緻度

- (1) 查核標準：牆面裝置高度大於 1 公尺、平面面積大於 2*2 平方公尺的建物設施需於模型中表現，屋頂結構展示為真實物件形式，屋頂懸掛部分需表現出來。
- (2) 查核結果：如表 4-32，透過 3D Mesh 與 LOD3 建物模型比對，屋頂結構、建築主體、月台、柱狀結構及機電設施等細部結構皆完成建置，符合查核標準。

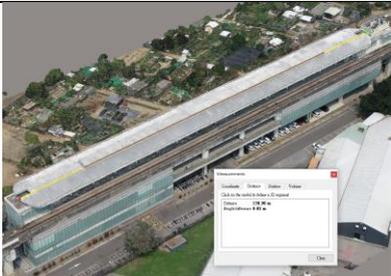
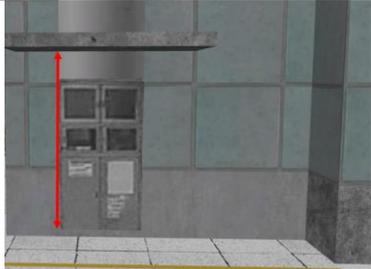
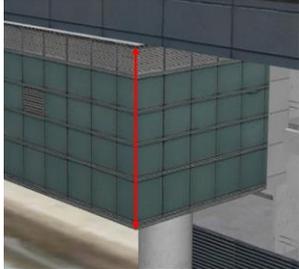
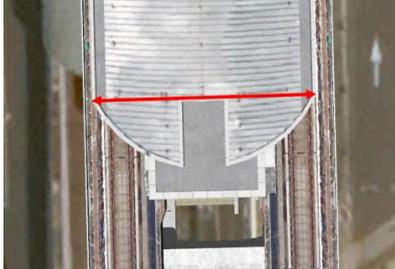
表 4-32 LOD3 精緻建物模型細緻度對照表

查核重點	3D MESH 模型_截圖	LOD3 模型_截圖
屋頂結構 建築主體		
站體分層 月台 柱狀結構		
機電設施 空間		

二、模型精確度

- (1) 查核標準：由模型本體檢核相對精度，整體相對比例、門窗、牆面裝置、屋頂是否符合 OGC CityGML 之 LOD3 建物模型精度標準(平面/高程精度：0.5 公尺)。
- (2) 查核結果：如表 4-33，透過 3D Mesh 與 LOD3 建物模型，分別針對整體相對比例、門窗、牆面及屋頂量測尺寸，距離較差均方根為 0.117 公尺，符合查核標準。

表 4-33 LOD3 精緻建物模型精確度對照表(青埔捷運站)

檢核項目	3D MESH 模型_截圖	LOD3 模型_截圖	3D MESH 量測距離 (m)	LOD3 量測距離(m)	距離 較差 (m)
整體相對 比例			150.09	150.21	0.12
門窗比例			2.14	2.25	0.11
牆面裝置			5.64	5.73	0.09
屋頂比例			15.02	15.10	0.08
<p>※ 通過標準：LOD3 精緻建物模型精度標準為 0.5m：由原始 3D mesh 模型檢核相對精度(距離)進行驗證，確認是否符合標準。</p>			距離較差均方根[m]		0.117
<p>自檢單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司 查核人員：陳芊卉；覆核人員：全宜中</p>			合格(Y/N)		Y

壹拾、 3D Mesh 網格建物模型自主檢核紀錄

(一) 模型品質

- (1) 查核標準：垂直航拍影像地面解析度是否符合規定，是否增加傾斜攝影。
- (2) 查核結果：本案以無人機辦理三維網格建物模型空拍作業，飛行高度約 150 公尺，地面解析度為 2.15 公分，符合契約要求 10 公分之規定，垂直攝影範例及放大影像如表 1 所示，地面標線皆清晰可見；為滿足三維建模需求，除垂直攝影(表 4-34)外，另以傾斜攝影進行全區拍攝，如表 4-35 所示，符合契約規定。

表 4-34 垂直攝影地面解析度範例

	
<p>垂直攝影(航高 150 公尺)</p>	<p>垂直攝影(局部放大)</p>

表 4-35 3D Mesh 網格建物模型-傾斜攝影範例

	
<p>傾斜攝影(建物)</p>	<p>傾斜攝影(建物)</p>
	
<p>傾斜攝影(高架軌道橋體)</p>	<p>傾斜攝影(車站)</p>

(二) 模型幾何精度

- (1) 查核標準：應選擇紋理清晰、無遮蔽、無陰影及表面平整之適合受檢地物，抽查模型節點與參考面或參考線之垂距均方根誤差（RMSE）不大於 2 米。
- (2) 查核結果：如表 4-36，以 e-GNSS 於現地量測三維座標，並於三維網格模型中量測對應點位，作為精度查核依據，距離較差均方根為 0.053 公尺(如表 4-37)，符合查核標準。

表 4-36 現場實測地面控制點示意圖



表 4-37 三維網格模型精度檢核表

點號	地面控制 _N	地面控制 _E	地面控制 _H	3D Mesh_N	3D Mesh_E	3D Mesh_H	三維距離較 差(m)
1	2516242.80	179804.20	17.96	2516242.74	179804.13	17.98	0.09
2	2516025.45	179861.54	17.60	2516025.42	179861.54	17.63	0.04
3	2516082.08	180047.68	16.60	2516082.10	180047.67	16.61	0.03
4	2516458.27	179901.87	16.53	2516458.25	179901.87	16.55	0.03
5	2515254.98	178922.47	17.21	2515254.96	178922.47	17.19	0.02
6	2515227.16	178918.39	17.24	2515227.14	178918.39	17.23	0.02
7	2517047.71	178970.87	7.96	2517047.74	178970.89	7.99	0.05
8	2517027.84	178965.53	8.05	2517027.87	178965.59	8.05	0.07
距離較差均方根[m]							0.053

(三) 模型細緻程度

- (1) 查核標準：模型表面應以原始航拍影像敷貼之，建物模型不黏連且建物棟距可量測；並於原始航拍影像尺度下觀看模型成果，不可有明顯之變形及破圖。
- (2) 查核結果：如
- (3) 表 4-38，以 3D Viewer 軟體檢視 3D Mesh 網格建物模型，於密集建物區之建物不黏連且可分棟量距，立體高架橋樑及車站主體結構完整，並以原始航照影像敷貼呈現，符合查核標準。

表 4-38 3D Mesh 網格建物模型成果範例

	
密集建物	立體高架軌道橋
	
密集建物	青埔捷運車站

第五章 結論與建議

壹、 本案成果及結論

- 一、本案利用最新電子地圖、一千分之一地形圖建物框、DSM、正射影像等圖資，本年度完成臺灣本島與離島地區總計超過152萬棟建物近似化模型成果。
- 二、本團隊積極提出利用AI技術篩選屋頂影像的機制，透過標記品質優良和品質較差的屋頂影像截圖，再進行CNN模型的訓練。這項機制能夠非常精準（經統計預測成功率約為97.2%），有效篩選出透過原始航拍影像萃取之品質優良的屋頂影像並加以貼附。同時，本案再利用正射影像替代品質較差的原始航拍屋頂影像，進而提升整體建模結果的品質與效率。
- 三、全面以材質貼圖2.0進行本年度作業範圍之新增模型建置(超過152萬棟)與既有模型材質更新(約12萬棟)，各縣市整合版將可使得整體模型之品質趨於一致。
- 四、針對109~111年間，空載光達DTM未更新區域，利用電子地圖更新使用之航照影像及空中三角測量資料(111年度資料)，分別以影像密匹配之DSM成果、立體量測方式萃取建物樓高，與測繪中心產製之空載光達DSM資料相互搭配，完成本年度建物模型更新。經統計，本年度利用航照影像更新之建物數量，平均單一圖幅與過去作業數量相符，於相同成本下維持作業效益，2種作業方式搭配使用，已成為穩定且可靠的作業模式。
- 五、本年度臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製，辦理範圍包含嘉義縣18區、雲林縣20區、彰化縣26區、南投縣13區以及宜蘭縣5區，共計82個行政區。由測繪中心提供利用地籍資料所產製之建物框初步分棟成果，經由本團隊參考正射影像、門牌位置與樓高等資訊，針對地籍資料無法完整分棟之建物框，以人工編修(包含新增、修正及刪除)方式，產製分棟建物框。並針對111年度辦理臺灣通用電子

地圖分棟建物模型產製的臺南市進行分棟建物模型更新，此作業係以最新版之臺灣通用電子地圖建物框，經異動分析後，針對異動處更新既有分棟建物模型區，亦針對樓高20公尺以上的建物，重新檢視分棟成果，並依據本年度分棟原則進行修正。本年度臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量異動分析結果共35,610棟應進行更新，更新分棟結果為88,295棟(約為2.5倍)，最後建模成果(扣除樓高異常)為69,675棟(約減少20%)。

- 六、使用無人機環景攝影技術，以高重疊率、高解析度影像資訊，建構高雄青埔捷運站之LOD3等級精緻建物模型，其建模細緻度、精度皆符合契約規範，可於「多維度國家空間資訊服務平臺」展示，且與測繪中心刻正辦理之「112年及113年多維度空間資訊基礎圖資測製工作」成果規格一致，已為成熟穩定之高品質建模技術。
- 七、使用無人機傾斜攝影技術，建構高雄青埔捷運站周邊約1公里範圍之三維網格建物模型，大範圍場景建置有助於推廣區域發展規劃方案，亦使民眾及政策制定者可以視覺化方式深入參與與了解。
- 八、本年度試辦BIM建物模型不同格式之轉換，將 RVT格式轉製為IFC格式，除檔案格式轉換還包含建物模型之整併與結構清理，最後經 Open IFC Viewer檢視IFC模型之正確性，完成轉製作業。
- 九、三維地籍建物產權模型，除了建築年份相對較新（主要為新建成的住宅）之外，更含有詳盡的空間和屬性資料。這些資料不僅可以彌補目前一千分之一地形圖更新時效不足的問題，還能夠提升本案 LOD1模型的品質。相較於本案傳統利用地形圖建置LOD1模型的方法，三維地籍建物產權模型具有較為優越的優勢，包括模型群聚、樓層高度精確、以及模型貼圖更為合理等。在本年度的工作中，本案根據取得的建物產權資料，成功地將大部分的XML格式順利轉換成LOD1模型，總共產製了超過250棟LOD1模型。

貳、 後續辦理建議

一、建物樓高萃取及資料來源

以光達DSM、航照密匹配產製DSM及航照影像立體量測樓高等多元樓高來源，搭配電子地圖更新規劃，可兼顧成本及提升資料更新頻率並維護模型成果品質，有效改善DTM時效不足之問題。未來建物模型高度的萃取，建議能依據建物異動密集度不同之區域，搭配選擇航照密匹配產製DSM、立體量測樓高兩種策略，使樓高更新更具彈性及時效性。

二、山形屋頂產製門檻

本年度團隊針對山形屋頂產製標準進行分析，目前山形屋頂之篩選標準為建物最長邊8公尺，然透過人工檢視及數據分析，發現篩選門檻在最長邊至少6公尺之情形下，產出成功率仍有一定水準(約為8成)，建議未來將篩選標準下調為6公尺。

三、三合院山形屋頂自動化產生

由於三合院在外觀上為3棟相連山形屋，但依據本年度工作會議討論之分棟原則，這類型的低矮建物群為不須分棟之建物。建議本案明年度試辦以程式自動化判斷三合院並予以分割及自動生成山形屋頂。

四、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新

臺灣通用電子地圖建物模型更新作業以新舊年度電子地圖進行異動分析，再依分析結果人工介入進行更新。依照本年度作業過程，人工介入更新分棟之數量約為異動分析之2.5倍，而最終產出之模型成果約為異動分析數量2倍，可以作為未來數量預估之參考。

五、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製

透過地籍資料輔助電子地圖區塊建物框分棟作業，同時參考正射影像及門牌位置等資訊進行人工檢視與編修，可有效提升三維建

物模型的細緻度。建議未來在考量各縣市圖資狀況的基礎上，以縣市為單位，全面使用電子地圖分棟成果進行產製及更新，以確保該縣市的來源圖資、成果、精度和品質保持一致。這不僅有利於後續圖資管理、異動分析，也有助於維持與電子地圖更新時程的一致性。對於後續成果分析或推廣應用，如建物模型與屬性等資料的連結，更可顯著提升資料使用的效能。

在本年度的建物框分棟作業中，針對樓高20公尺以上的大樓，分棟原則已經做出改變，以影像為主，不再依賴門牌進行細分。這種分棟原則所產製的模型成果相較之前更貼近現況，建議未來持續採用這樣的原則來進行大樓類型建物的分棟作業。

六、LOD3建物模型

LOD3等級精緻建物模型，是透過無人機高解析度三維網格資料，進一步人工數化及貼附材質建構之物件化建物模型，適用於建物結構明確且材質單純之建物類型，建議測繪中心未來挑選建置標的，避免特殊造型建築、玻璃帷幕、外牆過度裝飾之建築；另我國無人機相關法規愈趨嚴格，空域申請難度亦增加，為掌握專案執行時效，建築標的所在位置空域情況亦應納入考量。

七、網格建物模型

三維網格建物模型適用於大範圍場景建置，相較於傳統二維圖資及正射影像，為更快速且視覺化理解現況良好產品；唯其受限於拍攝方式，是由高空以傾斜方式攝影，部分立體交叉設施(如高架橋樑、涵洞、隧道等)，無法以此技術一併建置，相關成本估算原則亦有差異，未來如有相關建置需求，建議考量前述不適用之案例，適度調整經費及相關規範。

八、三維地籍建物產權轉換LOD1模型

目前產權資料中存在一些普遍的問題，包括建物坐落坐標錯誤、KMZ坐落坐標錯誤，以及部分樓層空間結構資料的缺失。建議向地政和資料產製單位提供這些建議，以供參考並進行相應的修正，以利後續三維地籍建物產權轉換LOD1模型作業。

九、生成式AI 應用

本年度已成功運用人工智慧（AI）技術進行屋頂分類篩選，經過驗證，確認這項技術能夠有效提升模型產出的品質和效率。在這個成功的基礎上，本團隊更持續進行運用生成式AI技術優化模型貼圖之研究，目前已有相當不錯之成果，建議後續年度可將此技術整合進LOD1模型之整體建置流程。

參、 後續辦理經費規劃

後續辦理項目之各項單價表列如表 5-1：

表 5-1 後續辦理經費規劃

項次	作業工項		單位	單價(元)	工作內容
1	圖資異動分析		幅	1,000	利用新版建物圖資與上一年度之建物模型進行差異比對，萃取異動建物進行後續更新建模。
2	近似化建物模型產製		棟	7	將建物框透過其樓高產製 3D 建物模型，並以街景比對產生之近似牆面與航拍擷取之屋頂影像產製 LOD1 之近似化建物模型。
3	航照影像密匹配產製 DSM		幅	5,050	利用前電子地圖航照影像，以密匹配產製 DSM 資料，作為樓高萃取資料來源。
4	航照影像立體量測樓高		棟	35	利用電子地圖航照影像，以立體量測屋頂高程方式取得建物高度。
5	臺灣通用電子地圖建物框地籍資料分棟作業		城區(公頃)	380	利用電子地圖區塊建物框依地籍資料分棟初始成果，參考正射影像、地籍圖、門牌位置等資料，辦理人工編修，產出分棟建物框。
			城郊混合區(公頃)	220	
			郊區(公頃)	355	
6	一千分之一地形圖建物模型以臺灣通用電子地	分棟作業	棟	7	針對一千分之一地形圖建物模型，利用電子地圖區塊建物框之分棟成果更新。

項次	作業工項		單位	單價(元)	工作內容
	圖分棟建物 模型更新	模型產製	棟	7	將建物框透過其樓高產製 3D 建物模型，並以街景比對產生之近似牆面與航拍擷取之屋頂影像產製 LOD1 之近似化建物模型。
7	臺灣通用電子地圖分棟 建物模型更新	分棟作業	棟	7	針對區塊建物框已分棟產製之建物模型，利用電子地圖區塊建物框之分棟成果更新。
		模型產製	棟	7	將建物框透過其樓高產製 3D 建物模型，並以街景比對產生之近似牆面與航拍擷取之屋頂影像產製 LOD1 之近似化建物模型。
8	LOD3 建物模型		處	80,000	以無人機環境攝影技術，輔以人工數化及材質數貼，建置精緻建物模型。
9	三維網格建物模型		公頃	1,050	以傾斜攝影技術，取得大範圍建物及地面影像，建置大範圍實景三維網格建物模型。
10	BIM 更新三維建物模型		棟	13,000	利用 BIM 模型萃取 LOD1 至 LOD4 之建物模型。
11	年度分縣市整合版 近似化模型		縣市	150,000	將年度更新模型成果與上一年度之模型成果進行整合，並以縣市為單位產出最新版之年度模型成果。

附件1 評選會議委員問題回應

委員	問題	回應
王聖鐸 副教授	1. P.11 坐標系統表示使 TWD97(2010)，P.13 使用 TWD97，請確認使用之坐標系統後統一說明。	遵示辦理，於工作計畫中統一用詞。
	2. P.13，TWD97 為 NE 坐標而非 XY 坐標，請修正。	遵示辦理，於工作計畫中修正用詞。
	3. P.15 眾數偵測使用 3.3 公尺為間距計算，但無法適用所有樓層高，如公寓或挑高建物，此問題可能造成樓層差異，請補充說明。	可利用都市計畫使用分區再細分，請貴中心律定每類使用分區之樓高後依此規範作調整。
	4. P.14，此處敘述移動建物框配合 DSM 進行修正，但建物框的精度應較正確，且實際作業上應該不會移動建物框，請文字修正。	已於作業計畫書中修正
	5. P.26，圖 4-30 紋理為垂直方向，建模成果為水平方向，對於此處的自動化或材質判斷之演算法，有無改進或修正空間。	本年度預畫進行材質 3.0 優規，將利用 AI 進行牆/窗戶/門之元件切割，可利用切割出來之資訊判斷窗戶之長寬比，可改善此項問題。
	6. P.28，以道路中線判斷建物正面為通則，但有些建物會以較窄馬路側為正門，此處是否可針對大樓特徵，增加判斷機制精進。	目前 shp 的資訊不夠多無法做出判斷，建議未來可針對本項議題做試辦研究。
	7. 使用之 DSM 為 1 米資料為機敏資料，請說明如何使用資料及保管。	依測繪中心規定，本案使用 1m DSM 資料將自行攜帶程式前往測繪中心辦理，不可攜出，故無機敏資料外洩問題。
	8. 有關各廠商負責之資料檢核，是採用內部交互檢核或跨廠商進行，請說明。	目前是內部負責項目之廠商進行自我檢核。
林峰田 委員	1. P.26 有關材質貼附，是否能有量化指標，另是否可考慮未達指標時，有另外的影像或材質來源，如現場拍攝等方式處理。	材質比對有量化指標，如如街景或低於門檻值則利用相近建物之材質。本案作業預算無法支援現場拍攝方式。
	2. 請統一本案有關分棟、分戶之文字或圖例中的用字，避免混淆。	本案相關文字已統一為「分棟」，僅圖 4-2 因係引用國土測繪中心

委員	問題	回應
		2020年發表之文章，故沿用其文章內之「分戶」。
	3. P.41，此處編修、套合影像的依據為何(如正射影像)，請補充說明。	取得臺灣通用電子地圖建物框後，先以地籍線進行初步分棟，再套以正射影像與門牌資訊進行檢查與編修。
	4. P.43，有關大樓的分棟建物，成果係以門牌方式，但不符合實際大樓的分棟作業，此部分建議修正作業流程以符合實際狀況。	依據本年度需求訪談會議結論，後續作業將增加樓高做為判斷依據，屬大樓型態之建物框，以「棟」為單位，分割出該區塊建物框各「獨棟大樓」，不再參照門牌細分。
	5. P.44，材質精進後，資料量增加，是否能於現有的影像伺服器正常發布，另是否會影響使用者的瀏覽效率，是否已有相關測試。	因材質精進將造成建模資料量增加，模型轉檔及匯入圖台由另案廠商負責，目前瀏覽效率可以接受。
	6. P.54，捷運高架若為範圍以外，是否有相關的建模規劃；有關 BIM 的萃取程序，是否能將本案經驗納入標準作業流程或制定手冊規範，供後續相關作業成果一致。	本案招標文件明定針對青埔捷運站周邊建置，捷運高架軌道延伸範圍廣大，未來或可編列相關預算建置。
邱景升教授	1. 因 3D 建物高度來源與 2D 底圖來源不同，建議往後在報告中能有整體的詮釋資料說明，此外分棟的建置歷程，也應有相關說明以利非專業人員了解。	建物模型成果將以 SHP 形式紀錄，並規劃 20 個欄位，紀錄 2D 資料來源、3D 高度來源、影像日期，更新日期等資訊，供使用者選擇分析。
	2. 建物 ID 產製結果，雖可用於檢核重複性，為如果能與建號、建物所有權關聯後，對於後續 3D 模型應用有更大幫助。	謝謝委員意見。
	3. 建議能選取地標、特別建築、重要地標等，進行 LOD3 模型建置，供觀光旅遊等領域應用。	考量建置成本，以 LOD3 建物模型呈現車站主體，另以 3D Mesh 建置大範圍場景，兼顧呈現效果與建置成本。

委員	問題	回應
	4. 建物樓高使用 3.3 公尺，建議可分區(商業區、工業區、住宅區)有不同的樓高建置基準。	可利用都市計畫使用分區再細分，請貴中心律定每類使用分區之樓高後依此規範作調整。
	5. P.5 圖 2-1 文字過小，請修正。	尊示辦理。
	6. 建物模型建物材質或高度，可採用 PPGIS 公眾協作進行精進修正。另建議可於重要路口採用 LOD2 或 LOD3 的擬真模型強化實用性。	本案專責 LOD1 模型，較精細之 LOD2 或 LOD3 請貴中心就整體視覺/預算做考量。
梁旭文 簡任技正	1. 建物牆面本年仍以貼圖 2.0 來建置，每棟建物共有 5 張貼圖，其中正面區分為 1 樓及 2 樓以上，惟實際上大樓 1~4 樓有不同的貼面，是否有改進空間。	由建物樓高可大致判斷建築是否為大樓，但從外牆仍難以判斷大廳挑高程度，未來如結合建管資料，或可參考相關屬性動態調整。
	2. 目前材質庫已增加到 6 萬張，若比對結果失敗(無比對成功)如何處理。	相似度低或無適合材質時，將採用鄰近建築形式予以貼附。
	3. 山形屋的建置自 109 年起採用，惟服務建議書成果檢核沒有提到此項檢核內容，請補充。	因山形屋頂係利用 DSM 來自動判斷，受 DSM 資料及建物面積等因素影響無絕對正確之答案。
林昌鑑 簡任技正	1. 建議材質庫可參考飛行模擬軟體或模擬城市電玩之城市材質精進材質的明亮度、色彩飽和度等，提升三維建物模型整體美觀。	建物材質已考量明亮度及色彩飽和度，依國外 game engine 經驗，建議圖台可進行類似 unreal 之整體光源優化。
	2. 有關山形屋頂建置，請補充說明最小建置單元，建議精進偵測方法，已提升建置率。	因 DSM 1m 精度的考量，利用以下條件再篩選較可靠者： 1. 建物高度<13.2 公尺 (四層樓以下之建築) 2. 建物最短邊>8 公尺 依需求訪談會議，山形屋頂參數設定將於現有成果(臺南市或桃園市)挑選 1 至 2 幅範圍測試以下判斷設定比較其成功率、失敗率： 1. 現有最小邊長 8 米

委員	問題	回應
	<p>3. 貴團隊有建置臺北市 3D 行道樹、路燈、交通號誌等經驗，相關建置方法可否提供於本方案中未來增加三維城市地物建置參考。</p> <p>4. 針對本案需精進之處，例如樓層數與高度之正確度提升，材質真實度提升、增加三維地物建置種類等，提出未來發展方向，提供本中心研擬後續計畫之參考。</p>	<p>2. 使用最小邊長 6 米</p> <p>3. 使用最小邊長 4 米</p> <p>未來或可協助貴中心規劃評估建物模型以外的類別圖層三維化方案。</p> <p>謝謝委員指教，將於期末報告加註說明。</p>
<p>工作小組 初審意見</p>	<p>1. P.9，有關臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新，需先比對分析臺灣通用電子地圖區塊建物框前後期差異後，再編修繪製異動之分棟建物框，並樓高萃取等作業，因此細部工作，請補充各家廠商作業分工。P.11，本案延續 111 年採購案，所設定之異動分析門檻是否有修正或增加之建議，以提升正確性。</p> <p>2. P.28，有關貼圖 3.0 優化，補充說明試辦地區，另為符合 AI 後續判斷，是否有規劃新增材質類型。</p> <p>3. P.30，有關山形屋的建置，補充說明門檻值判斷及使用限制。</p> <p>4. P.48，有關五、航照密匹配 DSM 成果精度檢核中，「全面與空載光達(未變動區)比較差值」；另於 P.64 成果檢核，航照影像密匹配區僅抽查 10 個圖幅，請補充說明檢驗工作分配及抽驗數量。</p> <p>5. P.49，有關立體量測屋頂樓高，係由立測人員判斷單一最大面積位置，此處是否與多維度空間資訊基礎圖資測製工作(一千分之一地形圖測製案)之方法一致。</p>	<p>鴻圖負責差異分析，世曦及經緯負責分棟作業與樓高產製，模型產製由鴻圖負責。</p> <p>111 年所設定之異動分析門檻追加了中心點位移的判斷，此法已大幅降低誤判之情形。</p> <p>貼圖 3.0 優化將至少於本年度新建模型區域辦理。</p> <p>因 DSM 1m 精度的考量，利用以下條件再篩選較可靠者：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建物高度<13.2 公尺 (四層樓以下之建築) 2. 建物最短邊>8 公尺 <p>本精度檢核作業，由經緯及世曦公司負責，針對各自作業區域辦理抽查，數量分別抽測至少 5 個圖幅，每圖幅至少抽查 10 處點位高程為原則，總計應超過 10 個圖幅。</p> <p>立體量測屋頂樓高作業方法，與多維度空間資訊基礎圖資測製工作(一千分之一地形圖測製案)招標文件所訂定之規範一致，以確保高度採集原則相同。</p>

委員	問題	回應
	6. P.67, 有關分棟建物模型產製成果, 分別於第一階段、第二階段皆有繳交部分縣市, 為加快更新分棟建物模型成果, 請說明是否分階段分批次繳交整合版成果。	已補充至本工作計畫第九章。
	7. P.88, 於他機關有建置路樹、路燈等模型, 是否可嘗試或規劃導入本案成果。	未來或可協助貴中心規劃評估建物模型以外的類別圖層三維化方案。
	8. 本案大量使用 Google 的街景影像, 是否可參考其他街景影像來源, 如農委會現地調查使用 GoPro 拍攝連續街景資料, 以不同的來源資料進行街景的判識。	農委會現地調查街景影像可考慮加入街景來源, 惟資料範圍有限。

附件2 需求訪談會議紀錄

內政部國土測繪中心

「112 年度三維建物模型更新及精進採購案」

需求訪談會議紀錄

壹、 會議時間：112 年 4 月 10 日（星期一） 14:00

貳、 會議地點：地籍資料庫 4 樓

參、 出席單位及人員：

內政部國土測繪中心：

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林

經緯航太科技股份有限公司：洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中

肆、 討論及決議事項：

一、 有關山形屋頂參數設定請於現有成果(臺南市或桃園市)挑選 1

至 2 幅範圍測試以下判斷設定比較其成功率、失敗率：

1. 現有最小邊長 8 米
2. 使用最小邊長 6 米
3. 使用最小邊長 4 米

二、 有關分棟規則，請依以下原則施作：

1. 電子地圖初步分棟成果，先以 Lidar 取得建物高度作為判斷依據(分棟作業可於屬性顯示高度)。

2. 高度為 20 米(約為 6 樓)以下,依據影像判斷是否為透天厝,並參考影像區塊、門牌資料,進行細部分棟作業。
3. 高度為 20 米(約為 6 樓)以上,依據影像判斷是否為大樓,大樓以「棟」為單位,分割出該區塊建物框各「獨棟大樓」,原則上頂樓梯間、陽台、露臺不再細分。如果影像初步判斷為透天厝則依透天厝的作法。

三、網格建物模型繳交成果時,請依據測繪中心指定之範圍進行切割。

四、BIM 建物模型成果依測繪中心後續提供資料進行標註。

五、本年度施作縣市於階段完成全部模型更新與產製時,即可繳交該縣市之整合版成果。

伍、散會時間：112 年 4 月 10 日（星期一） 16:20

辦理情形

需求訪談會議		
項次	結論	辦理情形
1	有關山形屋頂參數設定請於現有成果(臺南市或桃園市)挑選 1 至 2 幅範圍測試以下判斷設定比較其成功率、失敗率： 1. 現有最小邊長 8 米 2. 使用最小邊長 6 米 3. 使用最小邊長 4 米	遵照辦理。
2	有關分棟規則，請依以下原則施作： 1. 電子地圖初步分棟成果，先以 Lidar 取得建物高度作為判斷依據(分棟作業可於屬性顯示高度)。 2. 高度為 20 米(約為 6 樓)以下，依據影像判斷是否為透天厝，並參考影像區塊、門牌資料，進行細部分棟作業。 3. 高度為 20 米(約為 6 樓)以上，依據影像判斷是否為大樓，大樓以「棟」為單位，分割出該區塊建物框各「獨棟大樓」，原則上頂樓梯間、陽台、露臺不再細分。如果影像初步判斷為透天厝則依透天厝的作法。	遵照辦理。
3	網格建物模型繳交成果時，請依據測繪中心指定之範圍進行切割。	遵照辦理。
4	BIM 建物模型成果依測繪中心後續提供資料進行標註。	遵照辦理。
5	本年度施作縣市於階段完成全部模型更新與產製時，即可繳交該縣市之整合版成果。	遵照辦理。

附件3 歷次工作會議紀錄

內政部國土測繪中心

「112 年度三維建物模型更新及精進採購案」

第 1 次工作會議紀錄

壹、 會議時間：112 年 6 月 5 日（星期一） 14:30

貳、 會議地點：線上會議

參、 出席單位及人員：

肆、 主持人：林簡任技正昌鑑

內政部國土測繪中心：游科長豐銘、袁技正克中、湯專員美華、

林技士信助、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林

經緯航太科技股份有限公司：張瑞隆、洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中

伍、 討論及決議事項：

- 一、 有關 111 年建物模型整合成果，臺中市部分圖幅屋頂影像異常，係應航拍影像方位參數錯誤，請洽製圖廠商協助確認方位參數資料後，再重新產製建物模型。
- 二、 有關本（112）年度建物模型樓高萃取作業，經分析本年度取得之航拍影像資料、作業方式及施作範圍後，結果顯示光達資訊不足需使用航測方式萃取樓高，大部分位於臺灣通用電子地圖

分棟作業區，導致萃取樓高之建物框數量大幅增加，相較於立測以逐筆方式量測，上開作業區以密匹配方式較符合大範圍施作；經評估作業區資料狀況，規劃調整為立測 37 幅（減少 163 幅），密匹配 463 幅，請辦理契約變更調整作業數量，以提升本案作業效益並有效運用經費。

三、有關電子地圖建物框分棟原則，先依大樓、華廈、透天、工廠、三合院共 5 大類建物種類，分別整理分棟原則，提工作會議滾動檢討。另應將疑義態樣製作圖片及分棟研析結果，彙整為分棟參考依據，並隨時滾動修正。

四、後續請於作業流程中，增加建物判斷種類及分棟原則，並將分棟疑義建物框討論結果，納入未來作業參考範例。

五、有關分棟資料提供時程，目前已提供嘉義縣分棟作業資料；雲林縣近日提供其餘 2 個行政區；另南投縣及彰化縣，分別預計 6 月底及 7 月底提供資料。

陸、散會時間：112 年 6 月 5 日（星期一） 15:50

第 1 次工作會議		
項次	結論	辦理情形
1	有關 111 年建物模型整合成果，臺中市部分圖幅屋頂影像異常，係應航拍影像方位參數錯誤，請洽製圖廠商協助確認方位參數資料後，再重新產製建物模型。	經確認屋頂影像異常為 DSM 高程資料缺漏造成，重新萃取樓高後即為正確結果。
2	有關本（112）年度建物模型樓高萃取作業，經分析本年度取得之航拍影像資料、作業方式及施作範圍後，結果顯示光達資訊不足需使用航測方式萃取樓高，大部分位於臺灣通用電子地圖分棟作業區導致萃取樓高之建物框數量大幅增加，相較於立測以逐筆方式量測，上開作業區以密匹配方式較符合大範圍施作經評估作業區資料狀況，規劃調整為立測 37 幅（減少 163 幅），密匹配 463 幅請辦理契約變更調整作業數量以提升本案作業效益並有效運用經費。	遵照辦理。
3	有關電子地圖建物框分棟原則，先依大樓、華廈、透天、工廠、三合院共 5 大類建物種類，分別整理分棟原則，提工作會議滾動檢討。另應將疑義態樣製作圖片及分棟研析結果，彙整為分棟參考依據，並隨時滾動修正。	遵照辦理。
4	後續請於作業流程中，增加建物判斷種類及分棟原則，並將分棟疑義建物框討論結果納入未來作業參考範例。	遵照辦理。
5	有關分棟資料提供時程，目前已提供嘉義縣分棟作業資料雲林縣近日提供其餘 2 個行政區；另南投縣及彰化縣，分別預計 6 月底及 7 月底提供資料。	遵照辦理。

內政部國土測繪中心

「112 年度三維建物模型更新及精進採購案」

第 2 次工作會議紀錄

壹、 會議時間：112 年 7 月 18 日（星期二） 14:30

貳、 會議地點：線上會議

參、 出席單位及人員：

主持人：林簡任技正昌鑑（游科長豐銘 代）

內政部國土測繪中心：林技士信助、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林、林家均

經緯航太科技股份有限公司：張瑞隆、洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中

肆、 討論及決議事項：

一、 請於 7 月底前優先完成「電子地圖更新」及「分棟建物框更新」之模型數量統計，並於 8 月底前併建物模型樓高萃取作業數量調整，完成契約變更相關作業。

二、 有關三合院之建物框分棟，判斷原則除屋頂影像外，應增加參考屋脊線；另三合院建物模型之斜屋頂，於後續作業研究產製方式。

三、 有關電子地圖區塊建物框之初步分棟資料，彰化縣資料已於 7

內政部國土測繪中心

「112 年度三維建物模型更新及精進採購案」

第 2 次工作會議紀錄

壹、 會議時間：112 年 7 月 18 日（星期二） 14:30

貳、 會議地點：線上會議

參、 出席單位及人員：

主持人：林簡任技正昌鑑（游科長豐銘 代）

內政部國土測繪中心：林技士信助、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林、林家均

經緯航太科技股份有限公司：張瑞隆、洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中

肆、 討論及決議事項：

一、 請於 7 月底前優先完成「電子地圖更新」及「分棟建物框更新」之模型數量統計，並於 8 月底前併建物模型樓高萃取作業數量調整，完成契約變更相關作業。

二、 有關三合院之建物框分棟，判斷原則除屋頂影像外，應增加參考屋脊線；另三合院建物模型之斜屋頂，於後續作業研究產製方式。

三、 有關電子地圖區塊建物框之初步分棟資料，彰化縣資料已於 7

第 2 次工作會議		
項次	結論	辦理情形
1	請於 7 月底前優先完成「電子地圖更新」及「分棟建物框更新」之模型數量統計，並於 8 月底前併建物模型樓高萃取作業數量調整，完成契約變更相關作業。	遵照辦理。
2	有關三合院之建物框分棟，判斷原則除屋頂影像外，應增加參考屋脊線；另三合院建物模型之斜屋頂，於後續作業研究產製方式。	遵照辦理。
3	有關電子地圖區塊建物框之初步分棟資料，彰化縣資料已於 7 月初提供，另南投縣資料預計於 8 月初提供，請依照作業時程規劃相關人力。	遵照辦理。
4	有關所發展之各版本建物外牆紋理敷貼作業，請於工作總報告中說明及比較各版本之作法及資料量差異。	遵照辦理。

內政部國土測繪中心
「112年度三維建物模型更新及精進採購案」
第3次工作會議紀錄

壹、會議時間：112年9月20日（星期三） 10:00

貳、會議地點：鴻海內湖大樓 11樓會議室

參、出席單位及人員：

主持人：林簡任技正昌鑑（游科長豐銘代）

內政部國土測繪中心：林技士信助、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林、林家均

經緯航太科技股份有限公司：張瑞隆、洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中

肆、討論及決議事項：

- 一、有關一千分之一地形圖建物圖層轉置作業，請於工作總報告中說明記錄樓層註記及樓高等屬性之原則；另金門縣建物框資料預計於10月中取得資料後辦理，屆時再視作業時程，規劃繳交期程。
- 二、三合院類型建物之門牌及紋理狀態多元，後續將依低矮建物群分棟原則判斷，參考屋頂紋理及門牌點位作業。另請隨時整理相關疑義案例於工作會議提出，經討論後以案例方式納入分棟作業原則附錄，供後續作業參考。
- 三、考量部分無法分棟之低矮建物，因建物幾何結構（即門字型建物）特殊無法自動化產製不同方向之斜屋頂，請於本年作業區（南投縣）中挑選試辦區，在分棟過程中於建物框新增屬性欄位註記具斜屋頂，

並測試自動建置斜屋頂模型之可行性。

伍、散會時間：112 年 9 月 20 日（星期三） 12:30

第 3 次工作會議		
項次	結論	辦理情形
1	有關一千分之一地形圖建物圖層轉置作業，請於工作總報告中說明記錄樓層註記及樓高等屬性之原則；另金門縣建物框資料預計於 10 月中取得資料後辦理，屆時再視作業時程，規劃繳交期程。	遵照辦理。
2	三合院類型建物之門牌及紋理狀態多元，後續將依低矮建物群分棟原則判斷，參考屋頂紋理及門牌點位作業。另請隨時整理相關疑義案例於工作會議提出，經討論後以案例方式納入分棟作業原則附錄，供後續作業參考。	遵照辦理。
3	考量部分無法分棟之低矮建物，因建物幾何結構(即門字型建物)特殊無法自動化產製不同方向之斜屋頂，請於本年作業區(南投縣)中挑選試辦區，在分棟過程中於建物框新增屬性欄位註記具斜屋頂，並測試自動建置斜屋頂模型之可行性。	遵照辦理。

內政部國土測繪中心

「112 年度三維建物模型更新及精進採購案」

第 4 次工作會議紀錄

壹、會議時間：112 年 11 月 20 日（星期一） 10:00

貳、會議地點：地籍資料庫 4 樓會議室

參、出席單位及人員：

主持人：林簡任技正昌鑑

內政部國土測繪中心：游科長豐銘、湯專員美華、

林技士信助、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉芝林

經緯航太科技股份有限公司：洪可芹

台灣世曦工程顧問股份有限公司：全宜中、李冠毅

肆、討論及決議事項：

- 一、有關山形屋頂之建置，經分析產製數量及成功率，後續產製山形屋頂，篩選最短邊長為 6 公尺以上建物。
- 二、本年度測試產權模型轉製為 LOD1 模型並貼圖，方法及實作皆符合本案作業需求，惟部分模型之資料缺漏、位置及方位錯誤等，待後續產製單位修正後，可大範圍建置。
- 三、有關未來區塊建物框分棟作業，參考近 2 年施作數量規劃，盡速完

成未分棟之縣市，並持續模型更新作業。

四、一千分之一地形圖建物框各類型樓高異常時，依下表方式處理：

類型	樓高異常情形	處置方式
A	平均樓高 ≥ 20 公尺	註記異常類型且建模
B	當樓層數 > 1 樓時， 20 公尺 $>$ 平均樓高 ≥ 10 公尺。	註記異常類型且建模
C	當樓層數 $= 1$ 樓時， 20 公尺 $>$ 平均樓高 ≥ 10 公尺、且面積 ≤ 4 平方公尺	不建模
D	樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數 $*3.3\text{m}$ 換算樓高再建模
E	平均樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數 $*3.3\text{m}$ 換算樓高再建模

伍、散會時間：112年11月20日（星期一） 11:30

第 4 次工作會議																				
項次	結論	辦理情形																		
1	有關山形屋頂之建置，經分析產製數量及成功率，後續產製山形屋頂，篩選最短邊長為 6 公尺以上建物。	遵照辦理。																		
2	本年度測試產權模型轉製為 LOD1 模型並貼圖，方法及實作皆符合本案作業需求，惟部分模型之資料缺漏、位置及方位錯誤等，待後續產製單位修正後，可大範圍建置。	遵照辦理。																		
3	有關未來區塊建物框分棟作業，參考近 2 年施作數量規劃，盡速完成未分棟之縣市，並持續模型更新作業。	遵照辦理。																		
4	<p>一千分之一地形圖建物框各類型樓高異常時，依下表方式處理：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>類型</th> <th>樓高異常情形</th> <th>處置方式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>平均樓高\geq20 公尺</td> <td>註記異常類型且建模</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>當樓層數$>$1 樓時，20 公尺$>$平均樓高\geq10 公尺。</td> <td>註記異常類型且建模</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>當樓層數=1 樓時，20 公尺$>$平均樓高\geq10 公尺、且面積\leq4 平方公尺</td> <td>不建模</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>樓高不足 2 公尺</td> <td>註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>平均樓高不足 2 公尺</td> <td>註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模</td> </tr> </tbody> </table>	類型	樓高異常情形	處置方式	A	平均樓高 \geq 20 公尺	註記異常類型且建模	B	當樓層數 $>$ 1 樓時，20 公尺 $>$ 平均樓高 \geq 10 公尺。	註記異常類型且建模	C	當樓層數=1 樓時，20 公尺 $>$ 平均樓高 \geq 10 公尺、且面積 \leq 4 平方公尺	不建模	D	樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模	E	平均樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模	遵照辦理。
類型	樓高異常情形	處置方式																		
A	平均樓高 \geq 20 公尺	註記異常類型且建模																		
B	當樓層數 $>$ 1 樓時，20 公尺 $>$ 平均樓高 \geq 10 公尺。	註記異常類型且建模																		
C	當樓層數=1 樓時，20 公尺 $>$ 平均樓高 \geq 10 公尺、且面積 \leq 4 平方公尺	不建模																		
D	樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模																		
E	平均樓高不足 2 公尺	註記異常類型並以樓層數*3.3m 換算樓高再建模																		

附件 2、工作總報告審查會議委員意見（依發言順序）

劉委員正倫

1. P.13, 本(112)年度異動分析採精進分析作法, 請比較精進前後之效益分析。
2. P.24, 本年度應用採 AI 篩選影像品質的精進作法, 請分析作法前後之效益。
3. P.97, 均方根誤差符合自主檢核標準, 請補充相關數據。
4. P.105, 圖 3-33 流程圖中有採用地面光達掃描, 若有使用請補充敘述, 若無請修正圖說。
5. P.101, 測繪中心交付資料為 420 棟, 但卻產製 250 棟, 補充說明原因。
6. P.151, 對於不同建物類型其複雜程度, BIM 模型是否應有對應之詳細工作內容, 建議補充該單價說明。
7. 文字修正: 記錄修正為「紀錄」;「今年」、「112 年」修正為「本」年; 內文「我們」、「本專案」、「本計畫」等修正為「本案」;「貴中心」修正為「測繪中心」;「LoD」修正為「LOD」。
8. 修正圖 2-21, 過小文字及圖片模糊, 請修正。

莊委員永忠

1. 本案採用之材料為光達產製 DTM、影像密匹配 DSM 或立體製圖產製高程資料, 由於涵蓋範圍大, 建物狀況不一, 故建議建置流程除了資料生產外。對於不同縣市之資料產製品質, 可建置量化評估指標。
2. 本年度精進功能採用 AI 深度學習篩選, 請詳述演算法挑選樣本產製、訓練過程相關內容, 以供後續執行參考。
3. 表 2-6 進行建物分區, 建議可連結樓高萃取作業設定不同之樓層間距 (目前為每層 3.3 公尺)。
4. 三維建物模型細緻化中之位相檢查仍須人工編修, 宜探討如何應用向量底圖和正射影像進行較高自動化作業。
5. 山形屋建置之限制是否有不同地區之差異。
6. 影像密匹配 DSM 精度檢核, 建議可依地區進行分區分級, 以利未來執行經費及預算估算。
7. 三維網格模型建置之屬性及最小單元, 如何和地籍資料進行有效結合, 請考量未來作法。

江委員澤欽

1. 本案為多年延續作業案, 執行單位對為作業方式已熟悉, 作業成果亦豐碩, 值得肯定。未來報告書建議可以工作項分章節, 每章節包括作法、成果與檢核, 以利閱讀。
2. P.67, 本年度進行三維地籍建物產權模型之轉換與材質數貼, 說明之幾何結構未見範例圖。
3. P.72, 圖 2-102 轉出之建物外框 萃取未具有縣市 (county)。
4. P.81, 三維建物模型作業, 表 3-1~表 3-3 是否可以增加欄位說明成果總量 (目前表格較無法知道作業區內共有多少棟建物)。P.92~P.94 模型數是否意指建物棟數 (分類的意圖不明)。
5. P.101, 測繪中心提供 420 棟與 P.177 完成臺中市與新竹市共 441 棟成果不同, 請重新整理數據; 作業時是批次作業或單檔案轉換出建物外框請補充說

- 明。另是否有進行單棟檢核與建物類型之分類（大樓、華廈、連棟透天、透天、公寓、特殊或公共建物）？
6. 依作業經驗目前轉換程式轉出之 xml 資料，建號樓層高度均為 3.2 公尺（大樓一樓為 4.1 公尺、屋突 2.8 公尺）。是否有進行與 DSM 成果進行比較？
 7. P.103，建物坐落坐標錯誤（相當數量），是否有做模型錯誤與位置錯誤之分析？或繳交之成果模型是否有進行位置修正？
 8. P.104，理論上 KMZ 坐標應是與 XML 坐標相同，是否有統計兩者不同之模型數量？又空間結構缺漏原因（圖 3-32）只要是原始資料屬性設定錯誤或未分棟所致。
 9. P.109，BIM 建物模型，是否可以繪製作業流程圖、說明使用工具以及作業時各階段常遭遇到之問題與解決方法，俾利後續作業參考，或作為未來 BIM 繪製之標準。
 10. 建議統計分析出臺灣地區各縣市鄉鎮市各種產製出之三維建物類型之數量。
 11. P.112，有關本篇檢核可舉例說明檢核標準與不合格之原因、類型與如何處理，較易於了解實際情形。
 12. P.121，可否考慮參考使用建號定位點資料進行檢核。
 13. 工業區建物樓高應重新估算，通常廠房多為 8 公尺以上，與 3.3 公尺有落差，建議未來作法應有修正。

張委員智安

1. 請修正 P.25 有關 resnet18 的 CNN 架構相關說明，並修正圖 2-21 及圖 2-24 之篩選機制。
2. P.12，表 2-3 皆為平面異動，是否有增建或高程異動相關異動分析。
3. 本案分棟過程，透過門牌、影像等方式；未來如何與空間資料連結發揮效用。
4. BIM 建物模型轉檔成果未來轉入 NGSP，其模型成果為相對坐標，絕對坐標如何給定；另相關屬性資料未來如何建置，是否有規劃相關應用。
5. 產生山形屋頂時，在光達資料與航照匹配之資料品質不同，DSM 應有不同門檻標準，請補充說明或建議。
6. 本次報告提到未來紋理材質將有更多 AI 應用，如生成式 AI 等，是否能加入未來辦理建議。
7. 請修正英文摘要關鍵字。
8. P.24，文字修正，「網絡」修正為「網路」；P.25「卷」積神經網路。內文有關「LOD」之文字統一。
9. P.43，修正圖 2-54，Line Detection 的圖例及文字說明。

徐委員百輝

1. 本案工作項目繁多，團隊除如期完成各項工項外，另提出許多技術及工具提升工作效能，成果良好，值得肯定。以下建議供測繪中心及工作團隊酌參。
2. P11，如何定義所提之中心點？
3. P11，新的圖資平面異動分析方法之漏判及誤判機率為何？
4. P23，進行屋頂紋理貼圖時，若原始影像的品質不佳，將改正射影像進行屋頂萃取，所採用之正射影像來源為何？與原始影像拍攝日期的差距為何？
5. P37，具干擾因素之影像如何自動排除，其演算法為何？

6. P37, 在特徵向量比對中, 雖然特徵向量內的特徵值皆大於零, 相關係數仍有可能會是負值。
7. P38, 材質庫依使用分區分成 12 大類, 其分類的依據為何? 例如表 2-6 中, 都市區與非都市區的工業區有何差別?
8. P38, 我國土地使用分區中並無「交通區」, 本計畫之交通區如何定義?
9. P47, 建物模型以 1/5000 圖幅框為範圍進行封裝, 如何處理跨圖幅框之建物模型?
10. P64, 在 ContextCapture 中, 並非先產製點雲, 再產製 3D mesh。若是從點雲資料產製 3D Mesh, 也並非直接將相鄰點位互相連結即可獲得 3D Mesh。
11. 建議未來依據三維建物標準修正相關模型建置流程, 以符合標準格式相關規定, 例如:
 - (1) 模型直接儲存成 CityGML 標準格式。
 - (2) 同一建物若可區分主建物及附屬建物, 應盡量子以區分, 如 Building 及 BuildingPart, 而不是再分棟時將其分成不同棟建物 (P55)。
 - (3) 同一個面以一個多邊形 (surface) 表示, 而不是以三角型 mesh (Collada) 表示。同時盡可能區分不同語義之 surface, 如 GroundSurface、WallSurface、RoofSurface 等等 (依不同 LOD 再予以細緻化, 如 LOD3 精緻化建物需額外考量 FloorSurface、OuterFloorSurface、CeilingSurface、OuterCeilingSurface、及 InteriorWallSurface 等等)。

林委員志清

1. 由於 BIM 模型已有地下樓層資料, 目前沒有建置, 故請業務科與執行團隊探討如何建模方式, 以及呈現方式, 除了避免資料閒置外, 未來串接其他資料如避難空間資料或商場更為有利。
2. 有關騎樓或屋頂貼面建議未來再予精進, 看可否更為擬真, 如騎樓可否呈現透視感覺; 另大樓前人行步道或廣場一般是與大樓一體, 如可以合併呈現, 擬真程度更佳。
3. 文字修正: P87, 影像「剝」除修正為「剔」。

國土測繪中心

1. P.30, 可否說明本年度所需街景影像費用供後續作業規劃參考。
2. P.39, 定義 7 樓以上為另種建物型態 (大樓), P.55 定義 6 樓以上為大樓, 建議後續標準一致。
3. P.47, 補充說明分割後, 4 個模型檔案在各圖幅之位置。
4. P.50, 目前建物分棟, 係參考影像, 門牌等資訊, 是否能考慮參考街景影像, 不但可更容易辨識透天、大樓, 可提升正確性。因此是否可評估加入街景影像當作參考資訊, 並將增加之成本提出於未來經費規劃。
5. P.61, 有關分棟建物模型更新, 只提到平面更新, 若有高程更新, 是否應

納入異動分析流程。

6. P.67，文字修正：一、既有建物模型貼附方法與本年度材質貼附方法相同（細節參考第二章 壹 六、三維建物模型產製作業）。
7. P.81，請補充臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新中，分析臺南市電子地圖區塊建物框異動數量及產製分棟成果數量，作為未來分棟更新之數量預估參考，並將分析結果補充於後續辦理建議。
8. 本案三維建物模型之產製及更新，未來若考慮與建號定位等資料關聯，是否能評估相關自動化方式，快速且大量整合既有二維資料，提升模型應用。
9. 依據第2次工作會議決議，補充說明外牆紋理數貼作業時，近年各版本作法及資料量差異。
10. 補充說明有關本年度機敏資料使用相關說明。
11. P.169、P.170 重複印製。

劉委員正倫

項次	委員意見	回覆
1	P.13，本年度異動分析採精進分析法，請比較精進前後之效益分析。	異動分析的問題在於新舊建物的空間關聯除了一對一之外，還有可能發生一對多或多對一的情形。在過去的作法中，必須將建物分為這三種案例去作不同的處理，必要時還需要透過人工檢視有無例外狀況產生。而精進後的作法，則是探討「每一棟」新建物是否能找到對應的舊建物，若找不到則將其歸類為異動建物，如此可以大幅降低人工介入的成本，同時也能將整體流程參數化(設定不同類型比對時的標準值)和自動化，減少人工作業的誤判與遺漏。
2	P.24，本年度應用採 AI 篩選影像品質的精進作法，請分析作法前後之效益。	已補充於 P.28~p.29
3	P.97，均方根誤差符合自主檢核標準，請補充相關數據。	已補充說明自主檢核結果數據及對應檢核標準。
4	P.105，圖 3-33 流程圖中有採用地面光達掃描，若有使用請補充敘述，若無請修正圖說。	本案確無使用地面光達掃描，已依審查意見修正圖 3-33 及圖 2-104。
5	P.101，測繪中心交付資料為 420 棟，但卻產製 250 棟，補充說明原因。	依據本案契約規範，僅需產製 250 棟產權模型，而事實上，測繪中心交付之 420 棟已全數產製完成並繳交成果。
6	P.151，對於不同建物類型其複雜程度，BIM 模型是否應有對應之詳細工作內容，建議補充該單價說明。	由於本次工項為 BIM 檔案格式轉換，僅需透過軟體先做格式轉換，再依據 BIM 模型階層結構，以語意觀點篩選需要的圖層，模形複雜程度與工作流程較無關係，建議單價評估可以原始模型檔案數量為考量，已補充建議單價於第三章、伍、三小節。
7	文字修正：記錄修正為「紀」錄；「今年」、「112 年」修正為「本」年；內文「我們」、「本專案」、「本計畫」等修正為「本案」；「貴中心」修正為「測繪中心」；LoD 修正為 LOD。	已修正相關文字。
8	修正圖 2-21，過小文字及圖片模糊，請修正	已修正。

莊委員永忠

項次	委員意見	回覆
1	本案採用之材料為光達產製 DTM、影像密匹配 DSM 或立體製圖產製高程資料，由於涵蓋範圍大，建物狀況不一，故建議建置流程除了資料生產外。對於不同縣市之資料產製品質，可建置量化評估指標。	本案自 108 年持續建置至今，每年採用之高程來源方案，係綜合評估前一年度「台灣通用電子地圖」之影像分布、空載光達案產製區域而定，其中又參雜農林航空測量所近年航照影像拍攝狀況、二維建物異動分布，變因甚多，較難以量化指標評估。
2	本年度精進功能採用 AI 深度學習篩選，請詳述演算法挑選樣本產製、訓練過程相關內容，以供後續執行參考。	已於 P.26~p.29 補充說明模型的選用、訓練、精度及效益
3	表 2-6 進行建物分區，建議可連結樓高萃取作業設定不同之樓層間距（目前為每層 3.3 公尺）。	謝謝委員意見，未來與測繪中心研議相關樓層間距設定。
4	三維建物模型細緻化中之位相檢查仍須人工編修，宜探討如何應用向量底圖和正射影像進行較高自動化作業。	隨著影像辨識技術及 AI 訓練方式的演進，利用正射影像自動辨識屋頂邊界或可成為自動化程序的一環，然而，我國建物屋頂增建案例多元，屋頂邊界是否可作為建物分戶/細緻化之依據，仍有待釐清探討；考量政府機關對外供應圖資須有一定正確性及公信力，人工介入編修及確認仍有其必要性。
5	山形屋建置之限制是否有不同地區之差異	山形屋頂建置並沒有不同地區之限制，均依照本報告書中所述方法進行建置。
6	影像密匹配 DSM 精度檢核，建議可依地區進行分區分級，以利未來執行經費及預算估算。	測繪中心各級航測製圖之 DTM(DEM/DSM) 建置規範，確有依據不同區域、坡度、植坡狀況，訂定精度檢核標準，未來將考量納入本案自我檢核依據。
7	三維網格模型建置之屬性及其最小單元，如何和地籍資料進行有效結合，請考量未來作法。	三維網格模型為影像式三角網，呈現的是「現況」；地籍資料為向量式資料，呈現的是虛擬的「權利關係」；目前已有技術可透故向量資料將三維網格模型切分並導入對應屬性資料，於相同之定位基礎上，或可以視覺化方式輔助權利關係之界定，有助於地政業務執行。

江委員渾欽

項次	委員意見	回覆
1	本案為多年延續作業案，執行單位對為作業方式已熟悉，作業成果亦豐碩，值得肯定。未來報告書建議可以工作項分章節，每章節包括作法、成果與檢核，以利閱讀。	謝謝委員肯定。本報告書之章節格式是依照本案需求規範書之規範撰寫。
2	P.67，本年度進行三維地籍產權模型之轉換與材質敷貼，說明之幾何結構未見範例圖。	已於文中補充範例圖。
3	P.72，圖 2-102 轉出之建物外框萃取未具有縣市 (county)。	已修正圖片。
4	P81 三維建物模型作業，表 3-1~表 3-3 是否可以增加欄位說明成果總量 (目前表格較無法知道作業區內共有多少棟建物)。P.92~P.94 模型數是否意指建物棟數 (分類的意義不明)。	表 3-1~表 3-3 已新增欄位說明成果數量；P.92~P.94 模型數意指本年度產製之模型成果數，已修正欄位名稱。
5	P.101，測繪中心提供 420 棟與 P.177 完成台中市與新竹市共 441 棟成果不符?完成了多少棟?又兩市各是多少棟?作業時是批次作業或單檔案轉換出建物外框?是否有進行單棟檢核與建物類型之分類 (大樓、華廈、連棟透天、透天、公寓、特殊或公共建物)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. P.101 應為 441 棟，420 棟為誤植。 2. 本案契約規範僅需產製 250 棟，測繪中心則提供 441 棟產權模型，本次成果繳交已全數完成 441 棟產權模型。 3. 臺中市共 200 棟、新竹市 241 棟。 4. 單檔案轉換出建物外框
6	依作業經驗目前轉換程式轉出之 xml 資料，建號樓層高度均為 3.2 公尺 (大樓一樓為 4.1 公尺、屋突 2.8 公尺)。是否有進行與 DSM 成果進行比較?	建物產權模型轉換 LOD1 模型，其樓層高係採用 XML 註記之高度資料，建物產權內含數個高度不同的建物單元。以 eMap 建置 LOD1 則係以建物外框進行 DSM 高度萃取之眾數層。二者來源資料不同，未來如有提供不同作業區之樓層屬性資料，可再研議修正模型產製流程。
7	P.103，建物坐落坐標錯誤 (相當數量)，是否有做模型錯誤與位置錯誤之分析?或繳交之成果模型是否有進行位置修正?	本工項為進行產權模型轉換 LOD1 模型，已將中心交付資料已全數完成模型產製作業，然部分位置問題係因中心尚未提供正確模型坐標，將於中心後續提供正確資料後，配合辦理修正。
8	P.104，理論上 KMZ 坐標應是與 XML 坐標相同，是否有統計兩者不同之模型數量?又空間結構缺漏原因 (圖 3-32) 只要是原始資料屬性設定錯誤或未分棟所致。	建物產權模型轉換 LOD1 模型，其樓層高係採用 XML 註記之高度資料，建物產權內含數個高度不同的建物單元。以 eMap 建置 LOD1 則係以建物外框進行 DSM 高度萃取之眾數層。二者來源資料不同，未來如

項次	委員意見	回覆
		有提供不同作業區之樓層屬性資料，可再研議修正模型產製流程。
9	P.109，BIM 建物模型，是否可以繪製作業流程圖、說明使用工具以及作業時各階段常遭遇到之問題與解決方法，俾利後續作業參考，或作為未來 BIM 繪製之標準。	已補充作業流程圖並註明使用工具，由於本項工作較為單純，僅為格式轉換與圖層篩選，且試辦的檔案較為一致，於執行過程未發生嚴重問題，惟本次試辦的 BIM 模型採用相對坐標，為增加資料可用性，建議可規範 BIM 模型產製時應具備絕對坐標。
10	建議統計分析出臺灣地區各縣市鄉鎮市各種產製出之三維建物類型之數量。	將成果數量補充至表 3-5
11	P.112，有關本篇檢核可舉例說明檢核標準與不合格之原因、類型與如何處理，較易於了解實際情形。	分棟作業檢核可參考表 4-19 抽驗結果之說明，不合格原因可分為 3 類：分棟建物框應合併、應細分以及應修正，後續則依照抽驗結果進行人工編修。
12	P.121，可否考慮參考使用建號定位點資料進行檢核。	本年度並未採用建號定位點，後續年度會再與國土測繪中心討論新增建號定位點作為參考資料的可行性。
13	工業區建物樓高應重新估算，通常廠房多為 8 公尺以上，與 3.3 公尺有落差，建議未來做法應有修正。	謝謝委員意見，未來與測繪中心研議相關樓層間距設定。

張委員智安

項次	委員意見	回覆
1	請修正 P.25 有關 resnet18 的 CNN 架構相關說明，並修正圖 2-21 及圖 2-24 之篩選機制。	已修正圖 2-21 及圖 2-24
2	P.12，表 2-3 皆為平面異動，是否有增建或高程異動相關異動分析。	增建建物分析會反映在平面異動分析的過程中，相關敘述請參考 P.13(1. 新舊建物空間關聯)。高程異動分析已補充於 P.15(三) 高程異動分析。
3	本案分棟過程，透過門牌、影像等方式；未來如何與空間資料連結發揮效用。	分棟成果基本上以門牌作為最小單元建置，主要是希望未來可透過門牌資料連結各種相關屬性(如建號、戶政、稅籍等)，以發揮三維建物模型之應用情境；然而，針對集合式住宅(如公寓、大樓)，目前難以區分正確的室內空間配置，將有一定比例的建物無法與門牌做一對一的連結，未來或可透過更細緻的三維產權模型達成目標。

項次	委員意見	回覆
4	BIM 建物模型轉檔成果未來轉入 NGSP，其模型成果為相對坐標，絕對坐標如何給定；另相關屬性資料未來如何建置，是否有規劃相關應用。	本次取得 BIM 模型原始檔案格式為 RVT，模型原點的地理定位與方位資訊未正常設定，未來轉入 NGSP 之前可以透過設定模型原點正確的地理坐標值與方位，即可讓 BIM 模型具有絕對坐標。 有關屬性資料的建置，技術上可以在 IFC 中以自定義物件的方式實現，惟要紀錄的屬性內容與格式仍有待後續討論與規劃。
5	產生山形屋頂時，在光達資料與航照密匹配之資料品質不同，DSM 應有不同門檻標準，請補充說明或建議。	目前產生山形屋頂時，並未針對光達資料與航照密匹配 DSM 有不同之參數設定，未來可進一步研究分析。
6	本次報告提到未來紋理材質將有更多 AI 應用，如生成式 AI 等，是否能加入未來辦理建議。	已補充
7	請修正摘要中，關鍵字之英文。	已修正相關文字。
8	P.24：文字修正，「網絡」修正為「網路」；P.25「卷」積神經網路。內文有關「LOD」之文字統一。	已修正相關文字。
9	P.43，修正圖 2-54，Line Detection 的圖例及文字說明。	圖 2-54 之 Line Detection 係在判斷山形屋頂之屋脊線，圖說應無問題。

徐委員百輝

項次	委員意見	回覆
1	本案工作項目繁多，團隊除如期完成各項工項外，另提出許多技術及工具提升工作效能，成果良好，值得肯定。以下建議供測繪中心及工作團隊酌參。	謝謝委員肯定。
2	P11：如何定義中心點？	中心點是建物框多邊形的幾何中心(同建物 ID 產製所用之中心點)。
3	P11：新的圖資平面異動分析方法之漏判及誤判機率為何？	以往的圖資平面異動分析方法需要針對三種案例(一對一、一對多、多對一)進行探討，並以人工介入方式檢視例外情形。而新的作法則是針對「每一棟」新建物去檢查它與舊建物的關係，如此可以將案例單純化，並將整體過程參數化與自動化，只要通過設定之門檻值(可容許的誤差值)測試，即能夠被嚴格判定為應更新建物。因此只要門檻值設定得當，透過自動化的作業模式能減去人為作業的漏判和誤判之可能性。

項次	委員意見	回覆
4	P23：進行屋頂紋理貼圖時，若原始影像的品質不佳，將改正射影像進行屋頂萃取，所採用之正射影像來源為何？與原始影像拍攝日期的差距為何？	正射影像係測繪中心提供之最新版本，因原始航拍優先採用 UltraCam(可能非年度最新版本，因地區而異)，拍攝年份可能有 2 年之差異。
5	P37：具干擾因素之影像如何自動排除，其演算法為何？	針對路樹、招牌及天空等，事先蒐集該類型之影像，經過訓練後，可知這些影像會落在那些 Visual words，在影像比對時將這些 Visual words 濾除掉再進行特徵向量比對。
6	P37：在特徵向量比對中，雖然特徵向量內的特徵值皆大於零，相關係數仍有可能會是負值。	目前以此演算法，觀察所有實作之比對相關係數均大於零
7	P38：材質庫依使用分區分成 12 大類，其分類的依據為何？例如表 2-6 中，都市區與非都市區的工業區有何差別？	都市區和非都區都有工業區，但都市區的工業區除傳統大型工廠外，也針對高科技產業園區常見的玻璃帷幕與高樓進行材質蒐集。
8	P38：我國土地使用分區中並無「交通區」，本計畫之交通區如何定義？	交通區主要以車站用地的建物為主。
9	P47：建物模型以 1/5000 圖幅框為範圍進行封裝，如何處理跨圖幅框之建物模型？	依據建物中心點所處圖幅作為代表圖幅進行封裝。
10	P64：在 ContextCapture 中，並非先產製點雲，再產製 3D mesh。若是從點雲資料產製 3D Mesh，也並非直接將相鄰點位互相連結即可獲得 3D Mesh。	已調整相關文字及描述。
11	建議未來依據三維建物標準修正相關模型建置流程，以符合標準格式相關規定，例如：	
	(1) 模型直接儲存成 CityGML 標準格式。	目前模型輸出為 KMZ 格式，並可順利轉換成 3DTiles 及 i3S 進行發布。 目前尚無將模型直接儲存成 CityGML 標準格式之機制，建議測繪中心評估。
	(2) 同一建物若可區分主建物及附屬建物，應盡量予以區分，如 Building 及 BuildingPart，而不是再分棟時將其分成不同棟建物 (P55)。	目前台灣通用電子地圖並無主建物與附屬建物之區隔，分棟時如需再區分主建物及附屬建物，其資料獲取來源、可行性與作業成本...等請測繪中心再評估。
	(3) 同一個面以一個多邊形 (surface) 表示，而不是以三角型 mesh (Collada) 表示。同時盡可能區分不同語義之 surface，如 GroundSurface、WallSurface、RoofSurface 等等 (依不	目前模型產製是以 Collada 格式輸出，如未來考量直接輸出 CityGML 格式，作業流程應依規範進行各結構之描述。

項次	委員意見	回覆
	同 LOD 再予以細緻化，如 LOD3 精緻化建物需額外考量 FloorSurface、OuterFloorSurface、CeilingSurface、OuterCeilingSurface、及 InteriorWallSurface 等等)。	

林委員志清

項次	委員意見	回覆
1	由於 BIM 模型已有地下樓層資料，目前沒有建置，故請業務科與執行團隊探討如何建模方式，以及呈現方式，除了避免資料閒置外，未來串接其他資料如避難空間資料或商場更為有利。	本次 BIM 模型格式轉換時已完整保留地下樓層資料，有關平台上的呈現與資料加值應用方式有待後續討論與規劃。
2	有關騎樓或屋頂貼面建議未來再予精進，看可否更為擬真，如騎樓可否呈現透視感覺；另大樓前人行步道或廣場一般是與大樓一體，如可以合併呈現，擬真程度更佳。	謝謝委員意見，團隊會將建議納入未來精進參考方向。
3	文字修正：P.87。「影像剔除」應為剔字。	已修正相關文字。

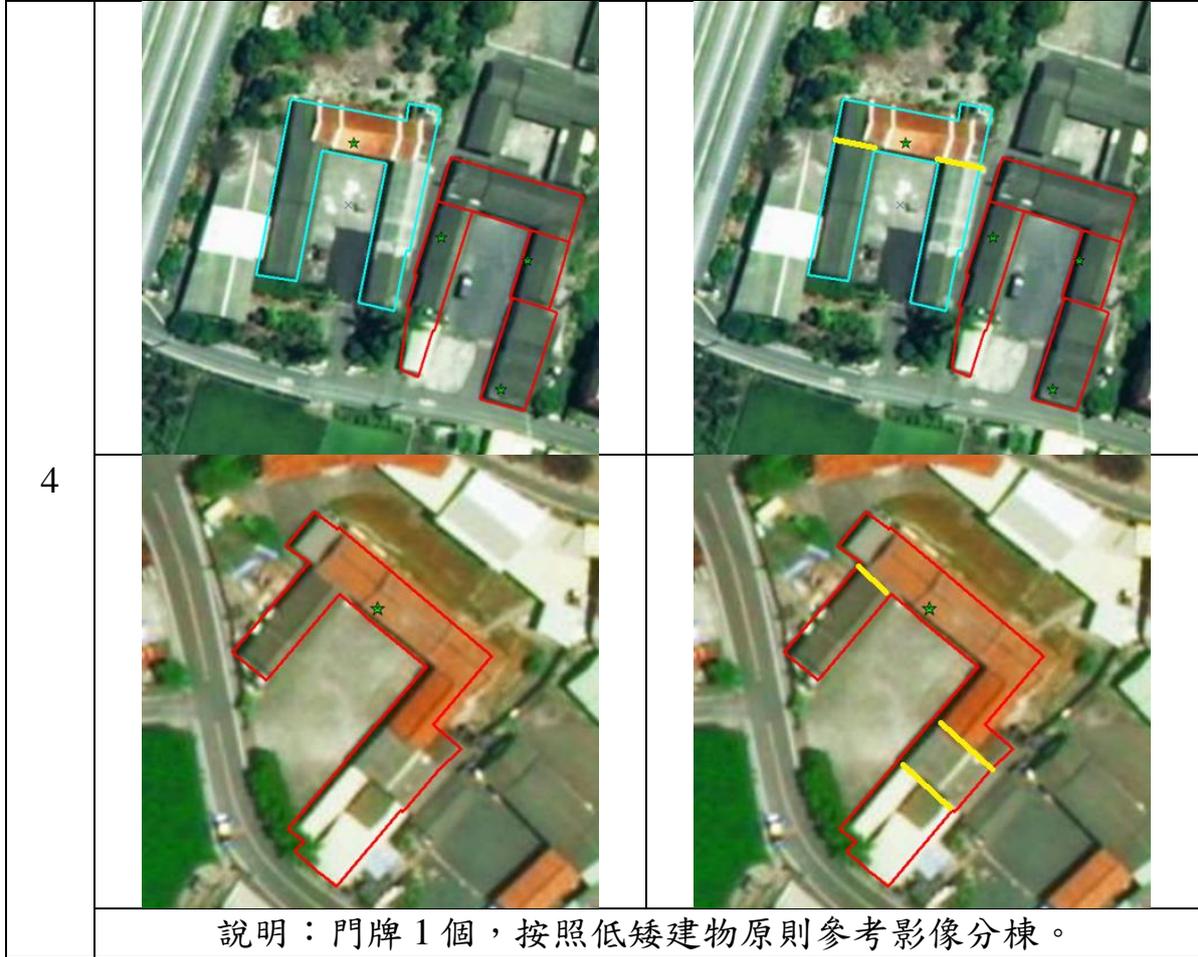
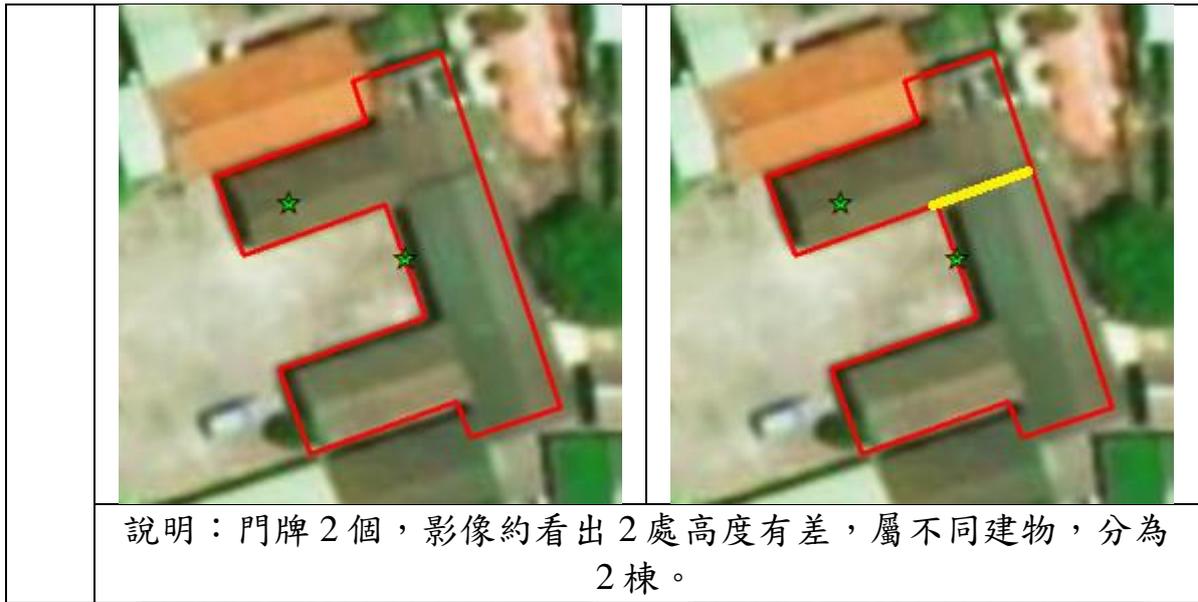
國土測繪中心

項次	委員意見	回覆
1	P.30，可否說明本年度所需街景影像費用供後續作業規畫參考。	本年度街景影像費用約 80 萬元。
2	P.39 定義 7 樓以上為另種建物型態（大樓），P.55 定義 6 樓以上為大樓，建議後續標準一致。	感謝委員建議，未來將針對大樓作更明確的定義，並統一各作業流程之標準。
3	P.47，補充說明分割後，4 個模型檔案在各圖幅之位置。	已依目前實際做法做修訂
4	P.50，目前建物分棟，係參考影像，門牌等資訊，是否能考慮參考街景影像，不但可更容易辨識透天、大樓，可提升正確性。因此是否可評估加入街景影像當作參考資訊，並將增加之成本提出於未來經費規劃。	街景影像目前尚存在市區道路影像覆蓋率不足、鄉區影像時效性較差等問題，集合式社區住宅、狹小巷弄無對應影像資訊可用；目前貴中心取得之航照影像及臺灣通用電子地圖之更新頻率為 2 年，部分非核心區域街景影像可能超過 5 年，將存在認定錯誤之可能性，現階段不建議納入參考。

項次	委員意見	回覆
5	P.61，有關分棟建物模型更新，只提到平面更新，若有高程更新，是否應納入異動分析流程。	高程異動分析已補充於 P.15(三)高程異動分析。
6	P.67，文字修正：一、既有建物模型貼附方法與本年度材質貼附方法相同（細節參考第二章 壹 六、三維建物模型產製作業）	已修正相關文字。
7	P.81，請補充臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新中，分析臺南市電子地圖區塊建物框異動數量及產製分棟成果數量，作為未來分棟更新之數量預估參考，並將分析結果補充於後續辦理建議。	相關數量已補充至表 3-3，並將分析結果補充至後續辦理建議中。
8	本案三維建物模型之產製及更新，未來若考慮與建號等資料關聯，是否能評估相關自動化方式，快速且大量整合既有二維資料，提升模型應用。	現階段三維模型建物來源包含電子地圖、電子地圖分棟、一千分之一地形圖等多種資料來源，不同資料的分棟線有不同精度與呈現方式。如能訂定明確的建號關聯規則，且在各方資料品質穩定的情況下，大量自動化關聯作業是可行的。
9	依據第 2 次工作會議決議，補充說明外牆紋理數貼作業時，近年各版本作法及資料量差異。	相關說明已補充在表 2-5。
10	補充說明有關本年度機敏資料使用相關說明。	機敏資料使用說明已補充至 P.25。
11	P.169、P.170 重複印製。	已修正。

附件5 建物框分棟案例說明

項次	原圖	分棟
1		
<p>說明：門牌 2 個，按照低矮建物原則參考影像分棟，應分為 3 棟建物。</p>		
2		
<p>說明：門牌 2 個，因屋頂紋理一致，無明顯分棟處，建議不分棟，採用屬性註記的方式，後續以自動方式產生斜屋頂建物模型（沿屋脊線）。</p>		



附件6 第一階段成果繳交明細

本案第一階段繳交：

1. 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業成果(臺東縣及花蓮縣)，並繳交該區之航照影像產製樓高作業成果。包含建物框 shapfile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 1。
2. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業成果(臺南市)，並繳交該區之航照影像產製樓高作業成果。包含建物框 shapfile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 2。
3. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果(雲林縣、嘉義縣)，並繳交該區之航照影像產製樓高作業成果。包含建物框 shapfile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 3。
4. 提供國土空間資訊平臺(NGSP)三維建物模型，包含 LOD3 建物模型、網格建物模型及 BIM 建物模型。

表 1 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(臺東縣、花蓮縣)成果交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
臺東縣	V_2dupdate	223	223	9,904
花蓮縣	U_2dupdate	137	137	3,855
總計		360	360	13,759

表 2 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業成果(臺南市)交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
臺南市	D_20230830	306	306	69,675
總計		306	306	69,675

表 3 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果(雲林縣、嘉義縣)交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
雲林縣	P_merged_20	216	224	282,473
嘉義縣	112_Q	295	299	243,649
總計		511	523	526,122

附件7 第二階段成果繳交明細

本案第二階段繳交：

5. 一千分之一地形圖建物模型更新及產製作業成果(新竹市、花蓮縣、臺東縣、金門縣及基隆市)。包含建物框 shapefile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 4。
6. 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業成果(宜蘭縣)，並繳交該區之航照影像產製樓高作業成果。包含建物框 shapefile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 5。
7. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果(彰化縣、南投縣及宜蘭縣)，並繳交該區之航照影像產製樓高作業成果。包含建物框 shapefile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 6。
8. 建物模型材質更新作業成果。包含建物框 shapefile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 7。
9. 產權建物模型產製作業成果。包含建物框 shapefile、三維灰階建物模型及三維近似化建物模型，詳細成果交付數量清單如表 8。

表 4 一千分之一地形圖建物模型以電子地圖分棟建物模型更新作業成果交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
(更新區)新竹市	O_2dupdate_1000.shp	1	1	3,390
(更新區)花蓮縣	U_2dupdate_1000.shp	19	19	14,081
(更新區)臺東縣	V_2dupdate_1000_GI .shp V_2dupdate_1000 _LY.shp	13	13	3,304
(更新區)金門縣	W_2dupdate_1000_84	1	1	3,553
(產製區)基隆市	112_C_BUILD.shp	32	53	135,256
總計		66	87	159,584

表 5 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業成果交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
宜蘭縣	G_2dupdate.shp	88	88	10,203
總計		88	88	10,203

表 6 電子地圖分棟建物模型產製作業成果(雲林縣、嘉義縣)交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	建物灰階模型 成果 kml 檔數量	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
彰化縣	112_N_BUILD.shp	186	233	482,257
南投縣	112_M_BUILD_part1.shp 112_M_BUILD_part2.shp 112_M_BUILD_part3.shp	457	470	231,158
宜蘭縣	G_01.shp	13	17	28,552
總計		656	720	741,967

表 7 建物模型材質更新作業成果交付數量

行政區	建物 shp 成果檔名	成果數量
臺東縣	V_existed.shp	44,732
金門縣	W_existed.shp	43,335
宜蘭縣	G_existed.shp	29,332
總計		117,399

表 8 產權建物模型產製作業成果交付數量

行政區	建物近似模型 成果 kmz 檔數量	成果數量
新竹市/臺中市	441	441
總計	441	441

附件8 作業人員性別分析統計

本案執行期間對所僱用之人員，皆遵守性別工作平等法之規定，保障其性別工作權之平等，未有歧視婦女、原住民或弱勢團體人士之情形。作業人員之性別比例依照組別及總人數統計如下表。整體而言外業以男性居多，內業則為女性居多，總人數的男女比例為 66:34。

組別	人數	性別		比例(%)
專案管理組	6	男	4	67%
		女	2	33%
圖資分析組	8	男	8	100%
		女	0	0%
影像密匹配處理組	4	男	2	50%
		女	2	50%
航測立製萃取樓高	5	男	2	40%
		女	3	60%
LOD1 模型建製組	11	男	7	64%
		女	4	36%
建物框地籍分棟組	7	男	4	57%
		女	3	43%
它類模型萃取組	4	男	3	75%
		女	1	25%
資料品管組	8	男	5	63%
		女	3	38%
總計	53	男	35	66%
		女	18	34%

附件9 LOD1 建置作業規範更新

第一章 總則

第一節 前言

近年來空間資訊的技術日益進步，發展方向由過去的二維平面資料往三維立體模式推進，為擴大測繪資料應用層面及推廣 3D GIS 應用，並考量未來 2D 及 3D 圖資整合之架構及應用功能需求，利用既有大量 2D 建物資料及高度資訊(包含 DEM 及 DSM)，快速產製 OGC CityGML 所定義建物模型細緻度(Level of Detail, LOD)LOD1 之三維近似化建物模型，可用於各類大範圍更新作業，如電子地圖、一千分之一地形圖等更新。

本作業規範整理自內政部國土測繪中心 108、109 及 110 年度「三維近似化建物模型建置及更新」專案之各項實際作業流程，以通則性方式整理包含既有資料蒐集(建物框分析、DSM/DEM 等高度來源資料)、建物樓高萃取、LOD1 三維建物模型產製及 LOD1 模型貼圖作業等作業流程與方法，此外，於第三章敘明檢核方式，期望本規範可提供公私部門後續辦理相關專案計畫之參考。

第二節 坐標系統

為使建置後 LOD1 成果坐標一致，針對作業流程所涉及之建物框及成果建物模型分別統一規定其坐標系統，以保障成果可與全國三維建物模型資料整合，如下：

1. 建物框圖資：
 - (1) 平面坐標系統：TWD97(2010)
 - (2) 高程坐標系統：TWVD2001
2. 建物模型：WGS84

第二章 LOD1 三維建物模型建置流程與方法

第一節 LOD1 三維建物模型定義

依 CityGML 之規定，LOD 之不同將影響三維建物是否被納入建置、表示之細節程度，甚至各空間表示(單點)之絕對位置精度，對於建置規劃及作業程序有絕對之影響。

CityGML 之 LOD 細緻度層級分為五個等級(如表 2.1)：

表 2.1 LOD 層級與對應精度一覽表

(部分整理自 108 年度三維建物模型資料標準制訂規劃採購案工作總報告、CityGML 標準)

LOD 等級	模型敘述	精度(平面/高程)
LOD0	敷貼航照或地圖的 2.5D 數位地形模型	<LOD1
LOD1	平面屋頂結構及紋理的 block model	5/5 公尺
LOD2	有不同的屋頂結構及紋理，再加上植物	2/2 公尺
LOD3	具高解析紋理、細膩的植物及運輸物件，如汽車	0.5/0.5 公尺
LOD4	LOD3 模型再加上內部結構，如房間、門、樓梯、傢俱	0.2/0.2 公尺

本規範依循此分級方式，採用 LOD1 房屋模型等級，亦即應用本規範建置 LOD1 房屋模型資料，可以只針對房屋主體及分部塑模，房屋裝置則可以忽略。房屋主體及分部之塑模亦可以採用平頂式模型，亦即忽略屋頂面及牆面之造型。

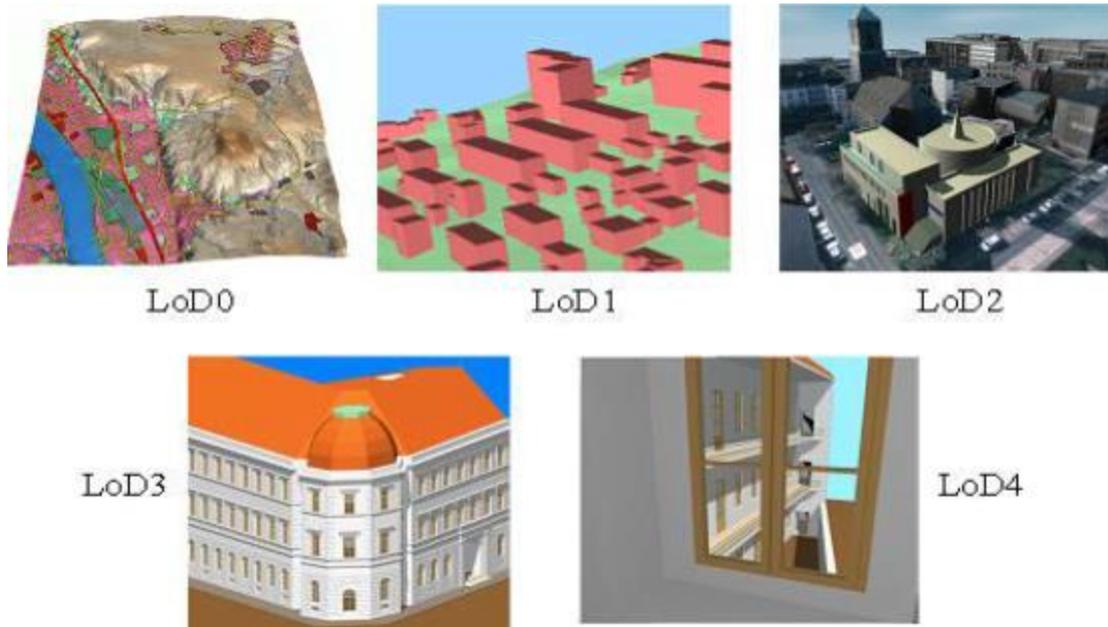


圖 2.1 The five levels of detail (LOD) defined by CityGML
(取自 CityGML 標準)

第二節 LOD1 三維建物模型建置整體流程

LOD1 三維建物模型之建置包含資料蒐集、建物樓高萃取、建物模型產製、建物貼圖作業等建置流程，作業示意及詳細流程如圖 2.2：

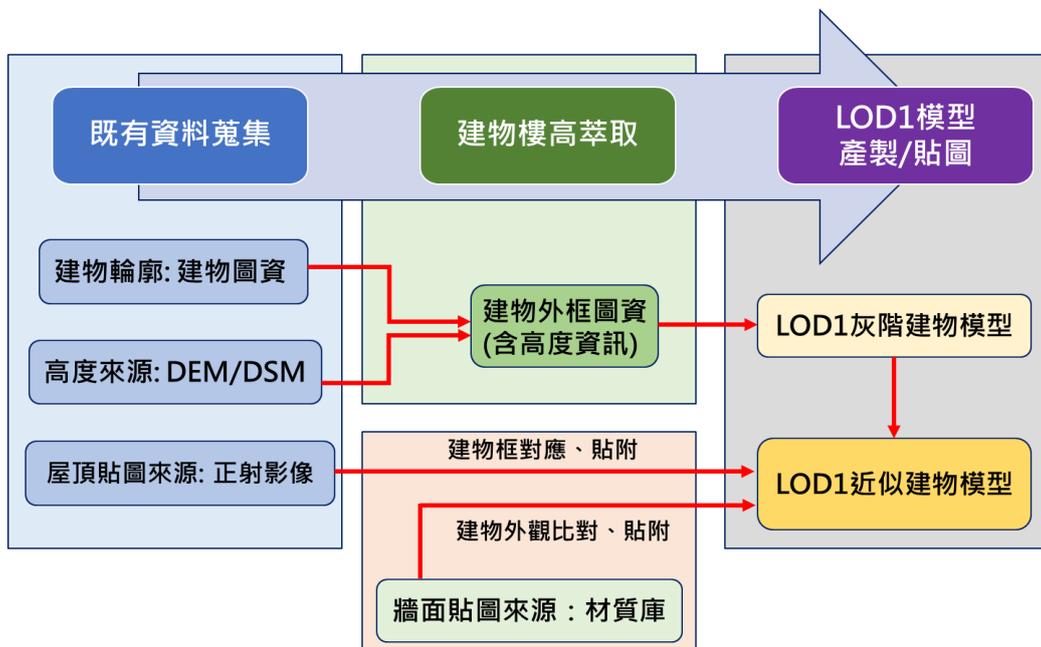


圖 2.2 作業示意圖

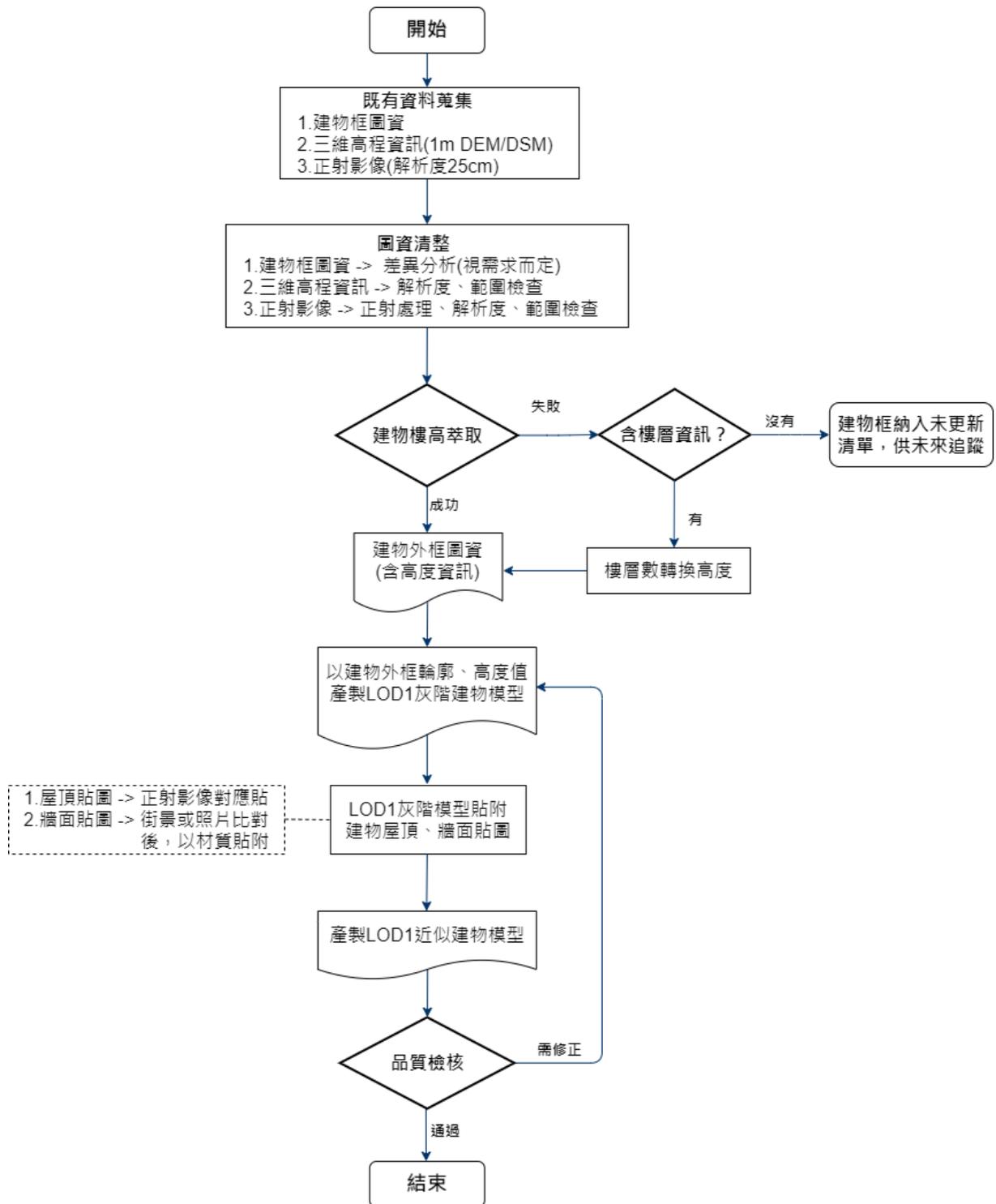


圖 2.3 整體作業流程圖

第三節 LOD1 三維建物模型建置資訊處理

LOD1 三維建物模型建置各工作項目所需之作業材料及產出成果如表 2.2，建置三維房屋模型主要所需的資訊包括：輪廓、高程、牆面等資訊，紋理資訊則包括屋頂及牆面之紋理資訊。

表 2.2 整體作業工作一覽表

工作項目	作業材料	產出成果
圖資蒐集	1.影像相關資料 2.建物圖資 3.三維高程資訊	1.正射影像 2.清整/分析後圖資 3.DEM/DSM
建物樓高萃取	1.建物圖資 2.DEM/DSM	紀錄樓高萃取成果建物圖資
建物模型產製	1.建物圖資(含樓高萃取結果)	LOD1 灰階建物模型
建物貼圖作業	1.正射影像 2.街景相關資料 3.建物紋理材質庫	LOD1 近似化建物模型

第四節 圖資蒐集與分析

一、影像相關資料

取得建模範圍內既有正射影像，藉以確認建物資訊，並產製建物模型的樓頂紋理材質。若計畫高程資訊來源包含影像密匹配產製數值表面模型(Digital Surface Model, DSM)，則須蒐集能完整涵蓋模型建置範圍之原始航拍影像，以及經過航空攝影測量解算作業後之影像內、外方位資訊、影像控制點(包含航測標以及地物特徵點)，以下分項描述。

(一) 正射影像

航測尺度正射影像須經過空中三角測量、影像正射糾正以及鑲嵌作業，其解析度以 25 公分為原則，須以 TIF 格式儲存；衛星影像則須經過正射處理，並視需求以及品質選定所需之影像解析度。

(二) 原始航拍影像

航測像機拍攝完經必要處理後之原始航拍影像，未經壓縮或其他

降低品質處理過之 TIF 格式影像。

(三) 影像內、外方位資訊

須擁有航攝像機原廠率定證明文件，或拍攝日期兩年內 TAF 校正相關報告。報告中至少須包含像機焦距、像幅大小、像元尺寸、像主點偏移量、像機畸變差等相關資訊。外方位至少須擁有影像曝光位置以及姿態參數共六參數，姿態參數可以 Omega / Phi / Kappa 或 Roll / Pitch / Yaw 系統呈現。

(四) 航測控制點(含特徵點)

坐標系統需與建物圖資一致，須擁有點位紀錄表或點位遠近照。若原始測製坐標系統與建物圖資不一致，得以坐標轉換方式處理。

二、建物圖資

既有資料坐標系統需整合一致，若建物圖資坐標系統與影像、三維資訊坐標系統不一致時，得以坐標轉換方式處理。

(一) 建物識別編號

建物圖資需建立獨立 ID (BUILD_ID) 識別編號，考慮其唯一性及識別性，參考電子地圖道路節點識別碼之編碼方式，將建物中心點 X、Y 坐標 (TWD97[2010]) 進行 32 位元轉碼，並避免字母和數字混淆，字母 I、O 不納入計算，如原建物坐標為 (300500.390,2770000.460)，經由 Y 坐標減 2,000,000 且保留小數第一位至整數後，其坐標變為(3005004, 7700005)，利用 32 位元轉碼後可得到 3005004=2TNJC 及 7700005=7AXH5，其字串相加後可得到其建物編碼為 2TNJC7AXH5，共計 10 位數之編碼。

由於建物可能因中庭或坐標相近經進位導致產生相同之建物 ID，因此在產生建物 ID 之後會進行重複建物 ID 的檢查，當發現出現第二組以上之相同建物 ID，會將第二組之後的建物中心點坐標向四周進行平移 10 公分(圖 2.4)，依此新坐標產生新的 ID。

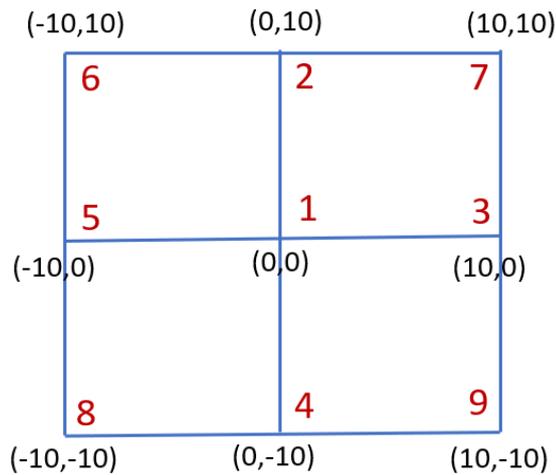


圖 2.4 重複 ID 建物中心點平移順序

(二) 建物圖資處理

1. 1/1,000 地形圖建物框(shapefile 格式、CAD 格式)

CAD 格式必須先轉製為 Shapefile 格式，Shapefile 建物框必須經過位相關係檢核(包含交疊、幾何、閉合、資料型態)以及其他必要處理，且檔案內容須包含建物屬性(材質)、樓層數以及測製日期等資訊。並且依據建物屬性(材質)，將「興建中」、「廢除」以及「臨時性 T 棚」等物件加以區別。

2. 臺灣通用電子地圖建物框(shapefile 格式)

建物框必須經過位相關係檢核(包含交疊、幾何、閉合、資料型態等)以及其他必要處理，且檔案內容須包含測製日期等資訊。

3. 臺灣通用電子地圖建物分棟框(shapefile 格式)

建物框必須經過位相關係檢核(包含交疊、幾何、閉合、資料型態等)以及其他必要處理，且檔案內容須包含測製日期等資訊。

(三) 建物圖資更新原則

如果在建物框與高程資訊皆為最新的前提下，於不同圖資重疊區域，圖資採用優先順序為：最新 1/1,000 地形圖 → 電子地圖建物分棟框 → 電子地圖 → 現有模型建物框，並於邊界圖資作合理性編修。例如：於最新一千分之一地形圖區域將刪除該區域之電子

地圖建物。建物圖資更新差異分析原則如下：

1. 一千分之一地形圖建物框以及電子地圖建物分棟框
 - (1) 一千分之一地形圖建物框須依據建物屬性(材質)，剔除「興建中」、「廢除」以及「臨時性建物(T棚)」等物件。
 - (2) 利用 GIS 工具進行差異分析，計算建物差異面積比例達 2 平方公尺(含)或 10%(含)以上視為產生變異。
 - (3) 利用 GIS 工具進行差異分析，計算建物新舊面積比例達 1 平方公尺(含)或建物中心點坐標平移達 0.35 公尺(含)以上視為產生變異。
 - (4) 依據建物獨立 ID (BUILD_ID) 建立新、舊建物更新表，新增定義類型欄位 Differ_Type：1 - 新增、2 - 更新、3 - 無變異、4 - 滅失。
2. 電子地圖建物框
 - (1) 利用 GIS 工具進行差異分析，計算建物差異面積比例達 5 平方公尺(含)或 10%(含)以上視為產生變異。
 - (2) 利用 GIS 工具進行差異分析，計算建物新舊面積比例達 3 平方公尺(含)或建物中心點坐標平移達 1.75 公尺(含)以上視為產生變異。
 - (3) 依據建物獨立 ID (BUILD_ID) 建立新、舊建物更新表，新增定義類型欄位 Differ_Type：1 - 新增、2 - 更新、3 - 無變異、4 - 滅失。
3. 其他

如遇不可抗力因素(如地震、海嘯、地滑崩塌等)導致新、舊圖資坐標系統無法轉換與套疊，得以人工辨識方式量測未變動之建物新、舊圖資建物中心點之距離，歸納因坐標系統所產生之平面距離差異量(無方向性)，並以其作為面積變異差異分析前之篩選條件，藉以消除大部分因坐標系統變異所產生之差異。

三、三維高程資訊

基礎高程資訊來源包含地形圖樓層數資訊、航測資訊萃取、空載光達資料以及實地測量方式進行。

1. 地形圖樓層數資訊

依據既有地形圖樓層數資訊，以 3.3 公尺作為單層高度計算建物高

度(例：樓層數為 3，以單層為 3.3 公尺計算，該建物高度為 9.9 公尺)。

2. 航測資訊萃取

既有資料必須經過航空攝影空中三角測量解算，獲得外方位以及姿態參數，配合影像內方位以及控制點資料進行高程萃取。

- (1) 影像密匹配：依據既有影像內、外方位以及控制點資料進行影像密匹配，產製影像密匹配網格資料，其成果解析度至少為 1 公尺。
- (2) 立製量測樓高：利用機關提供航拍影像立體模型成果，以航測影像立體製圖方式產製量測樓高所需資訊。

3. 空載光達資料

採用空載光達資料描述屋頂高程資訊，其精度及點雲密度應符合內政部「空載光達」測製數值地型模型標準作業規範(草案)；用於建物高度萃取之 DSM/DEM 之解析度至少為 1 公尺。

- (1) 離散點雲高程資料(LAS 格式)：經人工編修後空載光達原始點雲資料，須包含類別、航線、X、Y、Z。
- (2) 網格化後 DEM 資料(GeoTIF 格式)：坐標系統需與建物圖框一致，作為建物樓底高程基礎資訊。若已擁有空載光達離散點雲高程資料，此項可由空載光達離散點雲產製。
- (3) 網格化後 DSM 資料(GeoTIF 格式)：坐標系統需與建物圖框一致，作為建物樓頂高程基礎資訊。若已擁有空載光達離散點雲高程資料，此項可由空載光達離散點雲產製。

第五節 建物樓高萃取

一、圖資類型與樓高萃取

由地形圖進行 LOD1 建模之高度資訊來源，依圖資類型區分：

- (一) 具樓層數資訊之圖資：如一千分之一地形圖，以樓層數換算(每層樓統一規範為 3.3 米)、或以 DSM 萃取樓高，如二者資訊皆可取得，優先以 DSM 萃取樓高來建置 LOD1 三維模型。

(二) 不具樓層數資訊之圖資：如電子地圖，以 DSM 萃取樓高。

二、DSM 萃取樓高作業方法

(一) 建物高程之萃取原則：

1. 優先以光達 DSM 做高程萃取，並於 Shapefile 紀錄該建物萃取出之樓高資訊。
2. 再利用影像密匹配產製之 DSM 進行樓高萃取，並與前述光達 DSM 萃取樓高比較，如以下條件符合則以密匹配 DSM 萃取樓高值更新建物樓高資料：

- (1) 密匹配樓高與光達樓高差異 >5 公尺 (前期所統計之密匹配高程平均誤差)
- (2) 光達樓高 <2 公尺且密匹配樓高 >2.0 (建物新增)
- (3) 密匹配樓高 <2.0 (建物滅失)

(二) 建物高程萃取作業：

利用前置作業所得之 DEM 及 DSM 進行樓高萃取，針對建物框範圍內之值進行運算，自 DSM 各網格點內取得高程資訊，取一代表值作為樓高，其代表值計算採取眾數層計算。

1. 以每層 3.3 公尺高度為級距，如建物框內之 DSM 經分析只含單一樓層，則以濾除前述非建物屋頂資訊之各點位高度值取其平均值作為樓高，建物樓層數則以高度平均值除以 3.3 公尺，採無條件捨去小數點作為建物樓層數。
2. 如建物框內之 DSM 經分析包含多個樓層資訊，則採眾數層高度作為代表樓高值，眾數層之分析係以建物框內含之 DSM 最高值推算最高樓層數 N(如 DSM 最高值為 135 公尺，則推算最高樓層 $N=40$ 層)，將 DSM 切割成 N 樓層統計各樓層的點數佔總體點數之比例，以比例最高之樓層(眾數層) 作為代表樓層數，並以眾數層內 DSM 之平均值作為代表樓高。

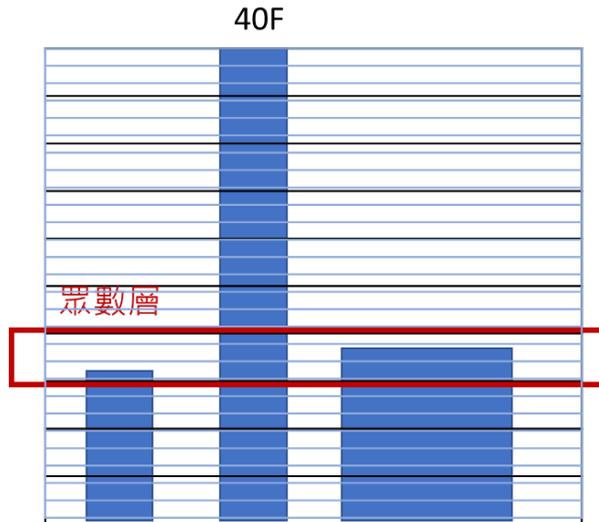


圖 2.5 眾數層高度計算示意

樓高萃取過程，因影像偏移及 DSM 邊緣雜訊可能導致樓高萃取失敗或成果品質不佳，若欲進一步提升成果品質，可於樓高萃取前進行影像套合對位及 DSM 影像品質二項處理：

(一) 資料套合處理

如建物框與 DSM 套合有明顯之誤差，可利用數值處理方法修正偏移量，找出與建物框最符合之位置，並切出建物框所包圍之範圍。

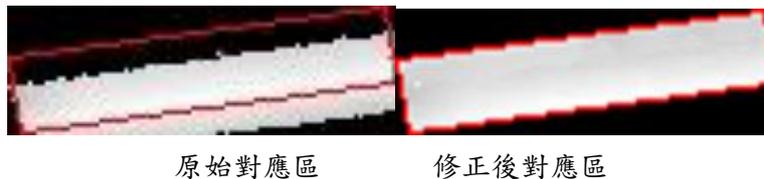


圖 2.6 偏移修正示意圖

(二) DSM 影像品質處理

理想的 DSM 資料在建物斷面線應呈現垂直落差現象，如取得之 DSM 資料在斷面線普遍呈現不平滑現象，若將這些資料納入屋頂高程計算，其高程計算結果顯然將受影響。可利用數值方法(如計算梯度值)進行斷面線不平滑區域之偵測，並排除之。

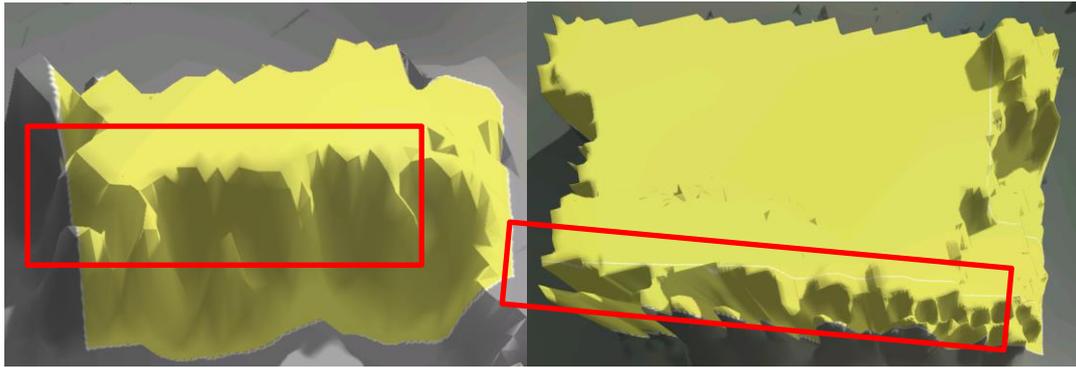


圖 2.7 斷面線不平滑區域範例

三、樓層數換算

若建物圖資含有樓層數資訊(如一千分之一地形圖)，在缺乏高程資訊來源或無法進行樓高萃取的狀況下，可直接由樓層數進行高度換算，每樓層之高度統一規範為 3.3 公尺，如：建物樓層屬性為 3 樓，建模高度即為 9.9 公尺。

第六節 LOD1 建物灰階模型產製

利用前述萃取出建物樓層高度，製作 Google Earth 相容之 KMZ/KML 格式建物三維灰階模型，並依建物樓高賦予不同顏色，以增加資料視覺化效果；建物樓高之色階及級距規範如圖 2.8，成果示意可參考圖 2.9。

群組	樓層級距	HTML 顏色代碼	色表
1	1	E2F5FA	
2	2	BCD3FD	
3	3-4	A2C0FE	
4	5-6	81A6FE	
5	7-8	6290FF	
6	9-11	547EEC	
7	12-15	5074CC	
8	16-20	4C68B2	
9	21-40	486099	
10	>40	455682	

圖 2.8 建物樓層級距與顏色代碼對應表



圖 2.9 依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果

第七節 三維近似化建物模型產製

利用前一作業成果所產生之 LOD1 建物灰階模型，分別以紋理材質貼圖及正射影像對建物側面(牆面)與頂部(屋頂)進行貼圖，以產製 LOD1 近似化建物模型。

一、模型結構

模型結構應能忠實對應原始建物框資料，如實心模型、中空模型等，如針對屋頂結構能藉由數值方法獲得非平面屋頂資訊(如山形屋頂或較複雜屋頂...等)，亦可於建模時納入考量，以豐富模型之整體效果。



平面實心屋頂模型結構

山形屋頂模型結構



中空模型結構

圖 2.10 模型結構類型

二、模型格式

三維近似化建物模型之檔案儲存格式為 COLLADA(三維互動應用軟體的交換格式檔)，利用 KML 記錄各模型坐標後，封裝成 KMZ 檔案；其中 COLLADA 以 XML 檔案描述，需符合 ISO/PAS 17506 之資料標準(副檔名為.dae)，KMZ 模型封裝之檔案包含模型檔及材質檔案。KMZ 模型檔案結構示意如圖 2.11 至圖 2.13。

files	2020/11/23 下午 12:01	檔案資料夾	
4155.kml	2020/11/12 下午 10:35	KML	2,060 KB

圖 2.11 KMZ 模型上層檔案結構

tex	2020/11/13 上午 08:37	檔案資料夾	
A_2T2AR7EAUG.dae	2020/11/12 下午 03:58	DAE 檔案	20 KB
A_2T2BQ7EAFN.dae	2020/11/12 下午 03:24	DAE 檔案	39 KB
A_2T2HS7EB12.dae	2020/11/12 下午 03:47	DAE 檔案	31 KB
A_2T2RG7EAVM.dae	2020/11/12 下午 08:12	DAE 檔案	19 KB
A_2T2TH7EB21.dae	2020/11/12 下午 03:57	DAE 檔案	23 KB
A_2T2X57EBG9.dae	2020/11/12 下午 08:06	DAE 檔案	23 KB
A_2T3A17EBJ1.dae	2020/11/12 下午 03:10	DAE 檔案	22 KB
A_2T3J77EBA7.dae	2020/11/12 下午 06:35	DAE 檔案	25 KB
A_2T3TG7EBMS.dae	2020/11/12 下午 09:57	DAE 檔案	31 KB
A_2T4CL7EBS9.dae	2020/11/12 下午 04:03	DAE 檔案	42 KB

圖 2.12 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構

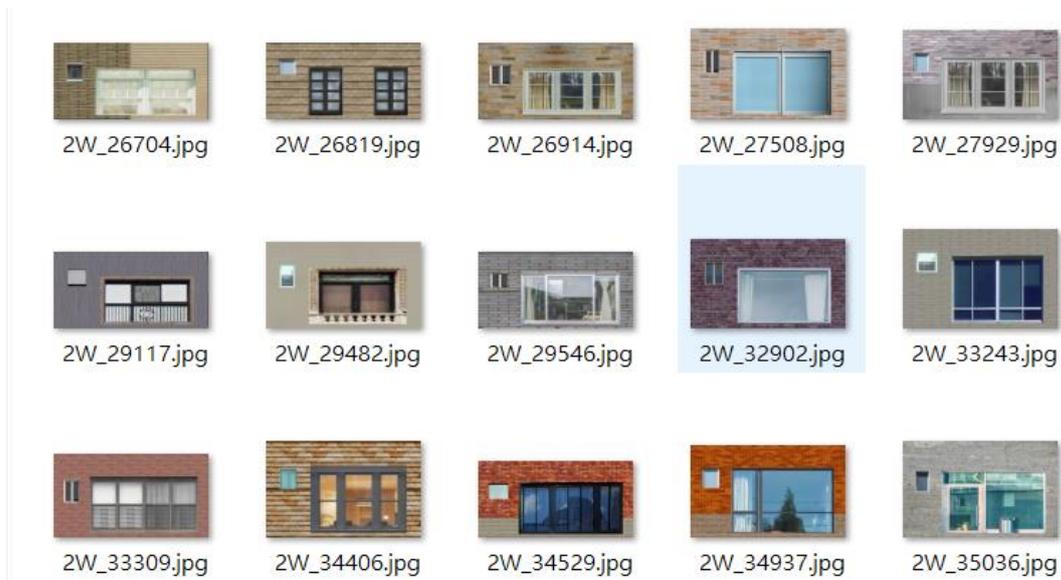


圖 2.13 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構

三、模型封裝

(一) 模型檔命名：

模型封裝數量以縣市為單位，檔案名稱包含縣市代碼、1/5000 圖幅框號及模型作業區類別(如 109 年更新產製_B_94211090.KMZ)

(二) 模型檔封裝數量：

考量展示效能，每一模型 KMZ 檔封裝建物數量以少於 2,000 棟原則，如超過數量，則依數量空間範圍進行分割：

1. 建物數量大於 2,000 且小於 8,000：依空間範圍進行 2*2 切割
2. 建物數量大於 8,000 且小於 18,000：依空間範圍進行 3*3 切割
3. 建物數量大於 18,000 且小於 32,000：依空間範圍進行 4*4 切割

餘依此做類推，模型檔名採該批模型作業區類別_縣市代碼_1/5000 圖幅號_X_Y.kmz 儲存，如本案一千分之一地形圖更新區花蓮地區成果，在圖幅號 97204013 下，模型分成四個檔案儲存：

1. 1Kupdate_U_97204013_1_1.KMZ
2. 1Kupdate_U_97204013_1_2.KMZ
3. 1Kupdate_U_97204013_2_1.KMZ
4. 1Kupdate_U_97204013_2_2.KMZ

四、模型紋理貼圖

紋理貼圖使房屋模型更為擬真，紋理貼圖包含屋頂及牆面，模型貼圖結構如圖 2.14。

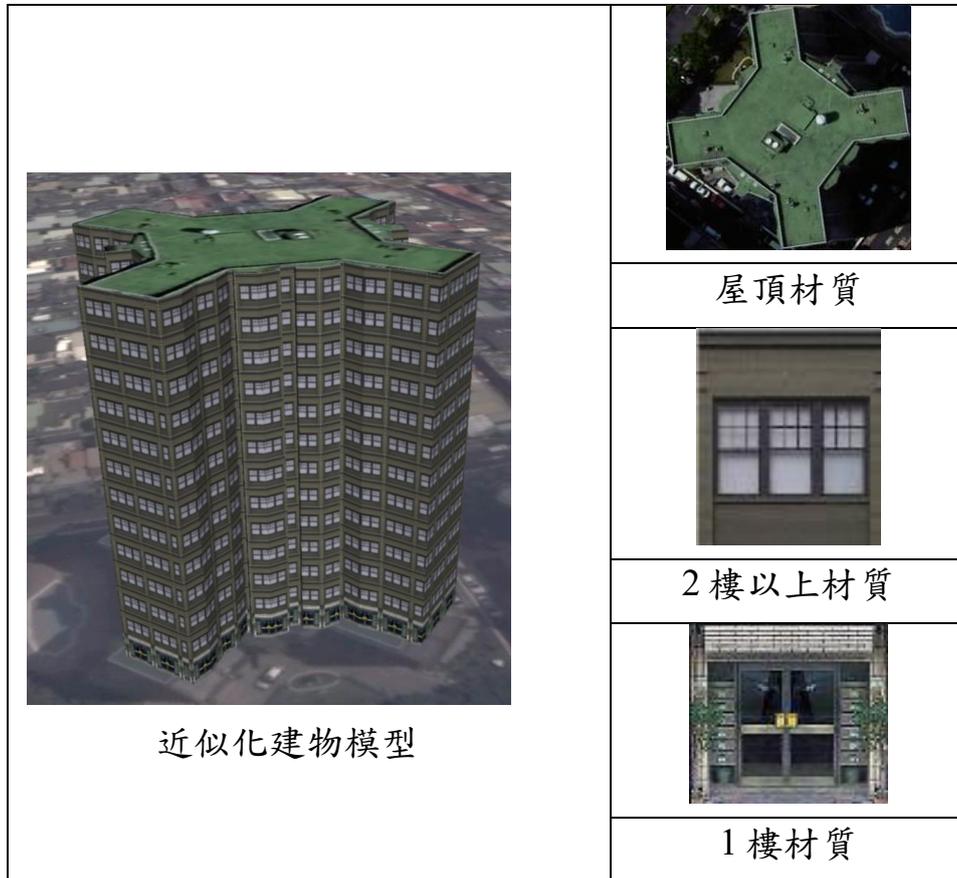


圖 2.14 近似化建物模型使用貼圖材質範例

說明如下：

1. 建物高度為 1 層樓：共有 2 張貼圖，包含屋頂影像以及一樓。
2. 建物高度為 2 層樓以上：共有 3 張貼圖，包含屋頂影像、一樓材質，以及牆面材質。另外，亦可針對較高層之建物將作建物底層挑高設計(如 15 層樓以上建物挑高二層樓、24 樓以上建物挑高三層樓)。

(一) 屋頂紋理貼圖

屋頂紋理貼圖使用正射影像(或真實正射影像)，擷取建物對應之屋頂影像作貼附。正射影像若因相機成像或傾斜攝影所造成之建物屋頂位移問題(範例如圖 2.15)，真實正射影像(範例如圖 2.16)則可能

因外方位參數誤差或建物高度誤差，造成無法擷取到正確之屋頂影像來作貼附。需利用數值方法或人工進行誤差修正以取得較高品質之屋頂貼圖成果(範例如圖 2.17)。



圖 2.15 正射影像建物傾斜狀況



圖 2.16 真實正射影像範例

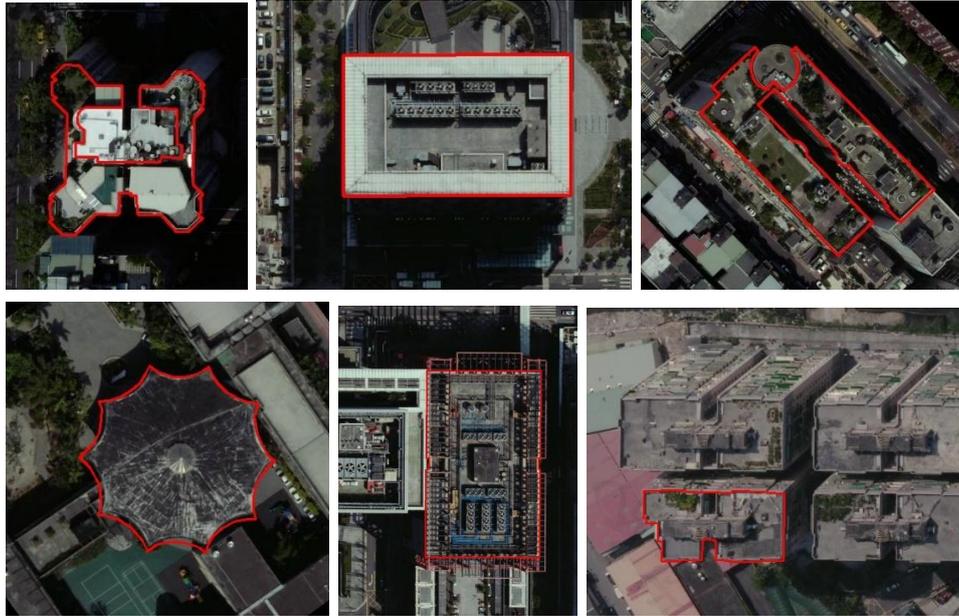


圖 2.17 萃取屋頂偏移成果

(二) 牆面紋理影像敷貼

牆面紋理材質，可採實際拍攝之照片敷貼。因故無法採仿真材質進行牆面紋理影像敷貼時，可採近似化(或隨機)紋理貼圖，近似化貼圖係利用該建物對應之牆面資訊(如街景或現地取像)，以系統化或人工方式取得與建物實景較相近之材質進行貼附(作法可參考「108 年度三維近似化建物模型建置工作採購案」、「109 年度三維近似化建物模型更新工作總報告」及「110 年度三維近似化建物模型更新工作總報告」)。

此類做法需事先建材料質庫，為豐富整體建模視覺化效果，材質庫應包含各類型建築之材質，範例如下：



圖 2.18 大樓類型材質庫





圖 2.19 公寓類型材質庫



圖 2.20 透天類型材質庫



圖 2.21 廠房類型材質庫

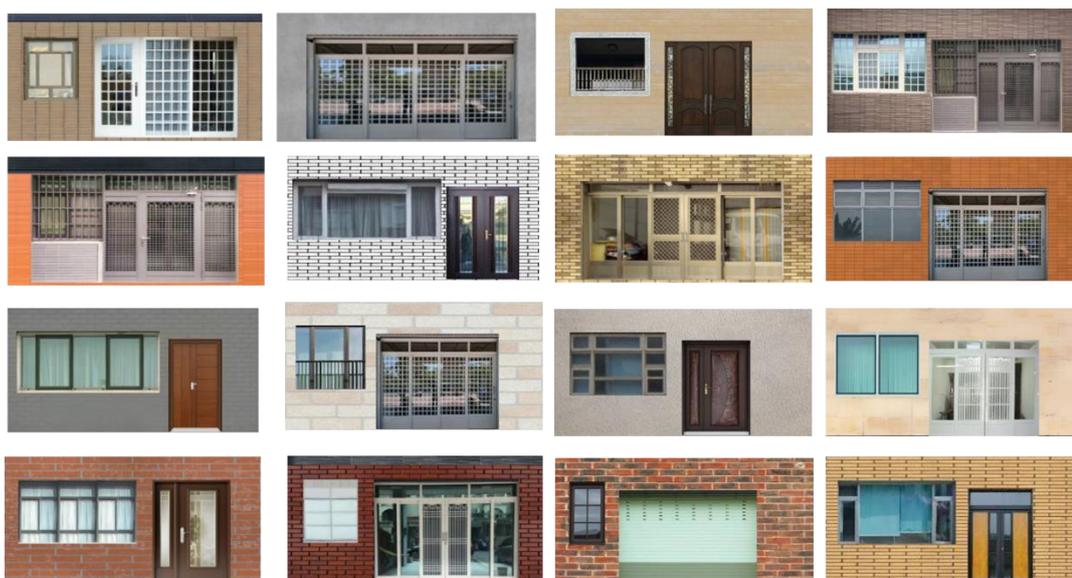


圖 2.22 一樓材質庫

若作業區域於一千分之一地形圖範圍，其建物框含有建物結構資訊，可作為參考資訊輔助牆面貼圖材質選擇，常見建物類型及代碼可參考表 2.3。

表 2.3 常見房屋結構代碼對照表

建物結構	一千分之一地形圖代碼
鋼筋混凝土或鋼骨結構房屋(RC)	R
磚造房屋(BC)	B
金屬材質建物	M
木造建物	D
臨時建物(棚屋)	T
建築中建物	中

建物牆面材質之貼附，應至少包含二種材質以上(一樓以及二樓以上)，材質敷貼方式依建物之大小、樓層數以及每層樓之高度做對應之敷貼，敷貼方式可以進行變化(如雙拼結構、材質長寬比例變化...等)以豐富視覺效果(如圖 2.23~圖 2.24)。



圖 2.23 雙拼結構建模範例



圖 2.24 圓弧牆面及騎樓挑高結構成果範例

第八節 模型屬性檔

灰階模型及近似化模型均應於模型資料結構中帶入模型屬性資料(欄位規範如表 2.4)，並可於模型展繪時點擊模型查閱該等屬性資料

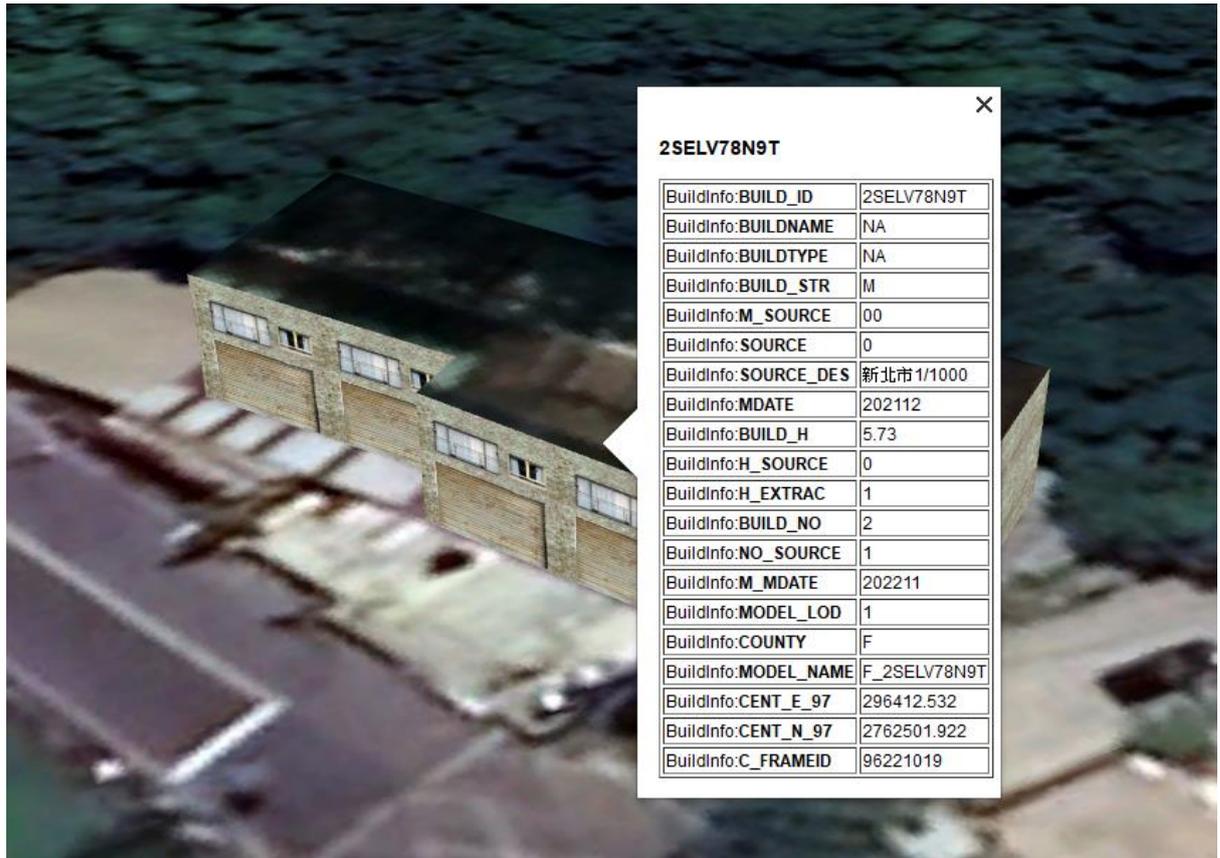


圖 2.25 模型屬性資料呈現

表 2.4 建物模型成果屬性欄位內容

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	型態	欄寬	內容說明
1	BUILD_ID	建物編號	TEXT	16	利用建物中心點 TWD97 坐標資料以 32 位元編碼，編碼方式可參考 p.4。
2	BUILDNAME	建物名稱	TEXT	100	1. MODEL_LOD=3，引用臺灣通用電子地圖地標點名稱(MARKNAME)或現地調查名稱。 2. MODEL_LOD=1 或 2，引用臺灣通用電子地圖地標點名稱(MARKNAME)或現地調查名稱，若無資料來源，欄位值填 NA。
3	BUILDTYPE	建物類別代碼	TEXT	8	1. MODEL_LOD=3，引用臺灣通用電子地圖地標分類代碼(MARKTYPE)。 2. MODEL_LOD=1 或 2，引用臺灣通用電子地圖地標分類代碼(MARKTYPE)，若無資料來源，欄位值填 NA。
4	BUILD_STR	建物結構	TEXT	2	1/1,000 地形圖建物結構註記，如 R(混凝土房屋)、B(磚屋)、T(臨時建物)；

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	型態	欄寬	內容說明
					若無資料來源，欄位值填 NA，如引用臺灣通用電子地圖建物區塊等。
5	M_SOURCE	建物模型產製單位	TEXT	2	00：國土測繪中心產製 99：其他機關產製
6	SOURCE	建物框資料來源代碼	Integer	1	0：1/1,000 地形圖 1：臺灣通用電子地圖 2：臺灣通用電子地圖建物框分棟成果 3：其他機關產製建物模型成果 4：航測立體製圖 5：點雲產製建物模型 6：三維地籍產權模型
7	SOURCE_DES	建物框資料來源說明	TEXT	50	記錄建物框資料測製計畫名稱，如「臺中市 1/1,000」、「107 年臺灣通用電子地圖」、「109 年 LOD2 三維建物模型試辦作業」；若無資料來源，欄位值填 NA。
8	MDATE	建物框測製年月	TEXT	6	1. SOURCE=0、1 或 2，以建物框測製年月記錄之；跨圖框者取最新年月記錄之。 2. SOURCE=3 或 6，以模型產製年月紀錄之。 3. SOURCE=4，以影像拍攝年月記錄之，若無資料，以模型產製年月紀錄之。 4. SOURCE=5，以點雲測製年月紀錄之，若無資料，以模型產製年月紀錄之。 欄位格式 YYYYMM；若無上述資料，欄位值填 NA。
9	BUILD_H	建物高度	Doubles	10.2	依 H_EXTRAC 結果填入建物高度值
10	H_SOURCE	建物高度來源代碼	Integer	2	0：LiDAR 產製 DSM 1：航測影像密匹配產製 DSM 2：1/1,000 地形圖樓層註記 3：UAV 影像密匹配成果 4：建物模型成果 5：航測立體製圖搭配 DEM 萃取成果 6：三維產權模型
11	H_EXTRAC	建物高度獲得方式	Integer	2	0：DSM 最大與最小值分 10 層取眾數層。 1：DSM 依樓層分層取眾數層。 2：樓層數註記換算 3：建物模型高度萃取 4：航測立體製圖搭配 DEM 萃取

編號	欄位名稱(英文)	欄位名稱(中文)	型態	欄寬	內容說明
12	BUILD_NO	建物樓層數	Integer	3	依 NO_SOURCE 結果填入建物樓層數
13	NO_SOURCE	建物樓層數來源	Integer	2	0：依建物樓層註記 1：以建物樓高除以 3.3 公尺(四捨五入)換算 2：同時使用建物註記樓層數及樓高換算樓層數
14	M_MDATE	建物模型產製日期	TEXT	6	建物模型建置日期，格式為 YYYYMM，無法判定產製日期者，欄位值填 NA。
15	MODEL_LOD	LOD 細緻度等級代碼	Integer	1	1：LOD1 2：LOD2 3：LOD3
16	COUNTY	直轄市、縣(市)名稱	TEXT	1	縣市代碼
17	MODEL_NAME	模型檔案名稱	TEXT	50	縣市代碼+「_」+建物編號
18	CENT_E_97	建物框中心 E 坐標	Doubles	10.3	建物中心點(質心)TWD97 坐標系統 E 坐標值(公尺，取至小數下 3 位)。
19	CENT_N_97	建物框中心 N 坐標	Doubles	10.3	建物中心點(質心)TWD97 坐標系統 N 坐標值(公尺，取至小數下 3 位)。
20	C_FRAMEID	建物框中心所在圖號	TEXT	8	建物中心點所在 1/5,000 圖幅號

第九節 成果產製及紀錄檔

灰階模型及近似化模型產製過程，應至少紀錄下列欄位，實際作業過程可依需求新增其他欄位資訊。

表 2.5 建物 Shapefile 成果紀錄檔欄位內容

編號	圖層欄位	中文說明	型態	欄寬	說明
1	BUILD_ID	建物編號	TEXT	16	利用建物中心點 TWD97 坐標資料以 32 位元編碼(新建物)，編碼方式可參考 p.4。
2	BUILD_O_ID	異動建物編號關聯	TEXT	16	前期建物編號，如有被新建物取代，則以本欄記錄之。
3	M_SOURCE	建物模型產製單位	TEXT	2	00：國土測繪中心產製 99：其他機關產製
4	M_MDATE	建物模型產製日期	TEXT	6	建物模型建置日期，格式：YYYYMM。M_SOURCE=99 時，

編號	圖層欄位	中文說明	型態	欄寬	說明
					欄位值為空值(null)
5	BUILD_STR	建物結構	TEXT	2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用 1/1,000 地形圖者記錄其建物結構註記，如 R(混凝土房屋)、B(磚屋)。 2. 使用臺灣通用電子地圖者，欄位值為空值(null)。 3. M_SOURCE=99 者，欄位值為空值(null)。
6	BUILD_H	建物高度	Doubles	10.2	依建物高度獲得方式填入高度值
7	BUILD_NO	建物樓層數	Integer	3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用 1/1,000 地形圖者，記錄建物註記樓層數。 2. 使用臺灣通用電子地圖者，以建物樓高除以 3.3 公尺(四捨五入後最低為 1)記錄之。 3. M_SOURCE=99 者，以建物樓高除以 3.3 公尺(四捨五入後最低為 1)記錄之。
8*	H_SOURCE	建物高度來源代碼	Integer	2	0：LiDAR 產製 DSM 1：航測影像密匹配產製 DSM 2：1/1,000 地形圖樓層註記 3：建物模型成果(M_SOURCE=99)
9*	H_EXTRAC	建物高度獲得方式	Integer	2	<ol style="list-style-type: none"> 1：DSM 最大與最小值分 10 層後取眾數層之平均值。 2：依樓層統計數量後取最大數量樓層的平均值。 3：樓層數註記換算 4：模型高度萃取(M_SOURCE=99) 5：其他
10*	H_DATE	建物高度來源年份	TEXT	4	格式：YYYY。H_SOURCE=3 時，欄位值為空值(null)
11	H_RE	建物 DSM 高	Doubles	10.2	建物屋頂 DSM 眾數值。 H_SOURCE=2 或 3 時 ，填寫 0。

編號	圖層欄位	中文說明	型態	欄寬	說明
12	H_RE_MODE	建物高度層比例記錄	TEXT	100	H_EXTRAC =1：取建物高度眾數層百分比。 H_EXTRAC =2：記錄建物占各樓層百分比。 採其餘建物高度獲得方式者，欄位值為空值(null)。
13	SOURCE	建物框資料來源代碼	Integer	1	0：1/1,000 地形圖 1：臺灣通用電子地圖 2：臺灣通用電子地圖建物框分棟成果 3：其他(如 M_SOURCE=99)
14*	SOURCE_DES	建物框資料來源說明	TEXT	50	來源資料測製計畫名稱，如「臺中市 1/1,000」、「107 年臺灣通用電子地圖」。 SOURCE=3 時，欄位值為空值(null)
15	MDATE	建物框測製年月	TEXT	6	1. 使用 1/1,000 地形圖者，以其測製年月記錄之；跨圖框者取最新年月記錄之。 2. 使用臺灣通用電子地圖者，以其建物圖層「MDATE」欄位值記錄之。 3. 欄位格式 YYYYMM。 4. M_SOURCE=99，欄位值為空值(null)。
16	H_MODE	變遷比例統計	Doubles	10.3	H_EXTRAC =1 時，統計建物框內 DEM 與 DSM 高差值為 1.5 公尺以下之網格點比例。採其餘建物高度獲得方式者，填寫 0。
17	MODEL_LOD	LOD 細緻度等級代碼	Integer	1	1：LOD1 2：LOD2 3：LOD3
18	MODEL_LOD1	LOD1 模型代	Integer	1	0：無 LOD1 模型

編號	圖層欄位	中文說明	型態	欄寬	說明
		碼			1：有 LOD1 模型
19*	MODEL_LOD2	LOD2 模型代碼	Integer	1	0：無 LOD2 模型 1：有 LOD2 模型
20*	MODEL_LOD3	LOD3 模型代碼	Integer	1	0：無 LOD3 模型 1：有 LOD3 模型
21	FRAMECNT	圖幅數	Integer	1	建物框涵蓋圖幅數(介於 1 至 4 幅)
22	FRAMEID	1/5,000 圖號	TEXT	35	建物框涵蓋圖號，跨多圖幅者以「_」區隔圖號。
23	COUNTY	直轄市、縣(市)名稱	TEXT	1	縣市代碼。
24	MODEL_NAME	模型檔案名稱	TEXT	50	縣市代碼+「_」+建物編號。
25	CENT_E_97	建物框中心 E 坐標	Doubles	10.3	建物中心點(質心)E 坐標值(TWD97)。
26	CENT_N_97	建物框中心 N 坐標	Doubles	10.3	建物中心點(質心)N 坐標值(TWD97)。
27	C_FRAMEID	建物框中心所在圖號	TEXT	8	建物中心點所在 1/5,000 圖號。
28*	ROOF	屋頂影像	TEXT	50	屋頂貼附使用影像名稱。
29*	TEXTURE1	騎樓紋理	TEXT	50	一樓外牆貼附使用影像名稱。
30*	TEXTURE2	牆面紋理	TEXT	50	二樓(含)以上樓層外牆貼附使用影像名稱。

*不放入模型

第十節 進階 LOD1 建物模型

前述本規範雖以 LOD1 定義之模型為主，惟各項作業如有更進階之作法能夠呈現出建物實況或改善模型精確度亦可採用，以下舉山形屋頂為例：

一、山形屋頂偵測與建置

臺灣非平面屋頂建築所占比例甚高，尤其非都市地區，3D 模型之製作由平面屋頂進化到山型屋頂結構，除符合都市景觀外，更能滿足未

來智慧城市之諸多應用(如太陽能板布點分析等)。

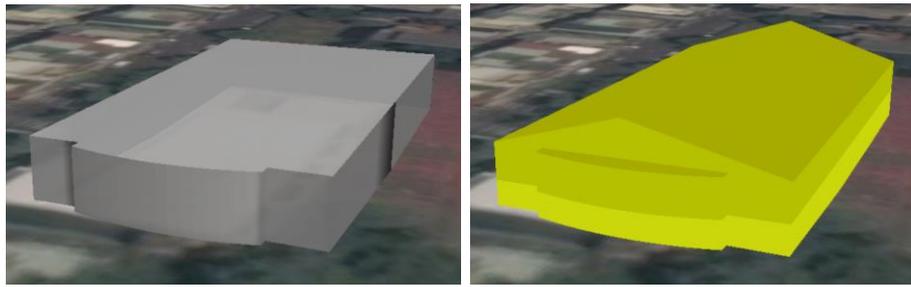


圖 2.26 平頂建模與山形屋頂建模比較

山形屋頂之偵測與建置作法可參考測繪中心「110 年度三維近似化模型更新採購案工作總報告」，其作法係利用 DSM 之梯度資訊以產生更強烈的特徵來據以判斷山形屋頂(如圖 2.27)，採自動化作業方式進行，參考作業流程圖如圖 2.28，建模成果範例如圖 2.29。

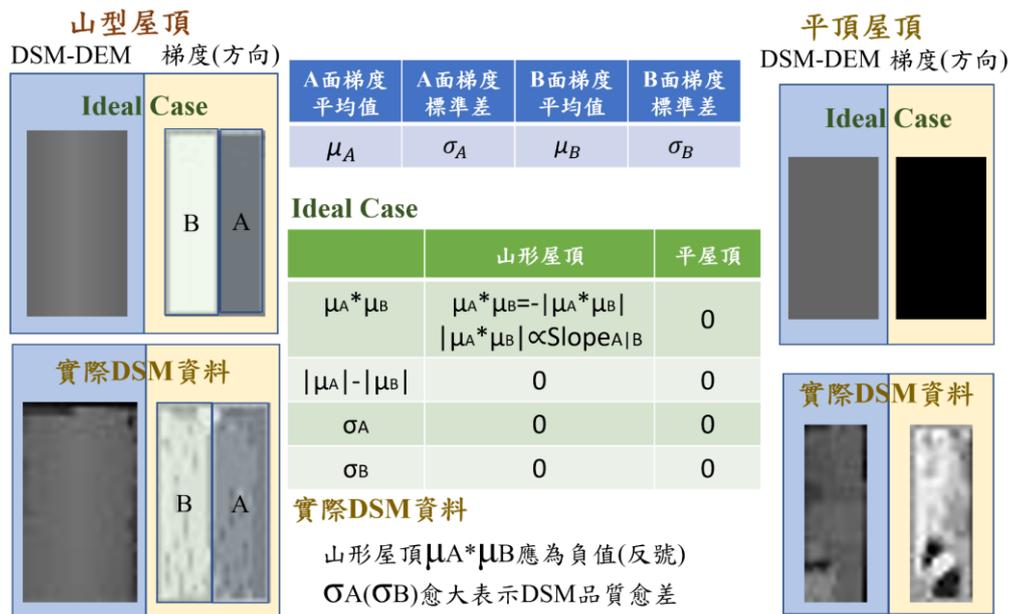


圖 2.27 利用 DSM 偵測山形屋頂之指標因子

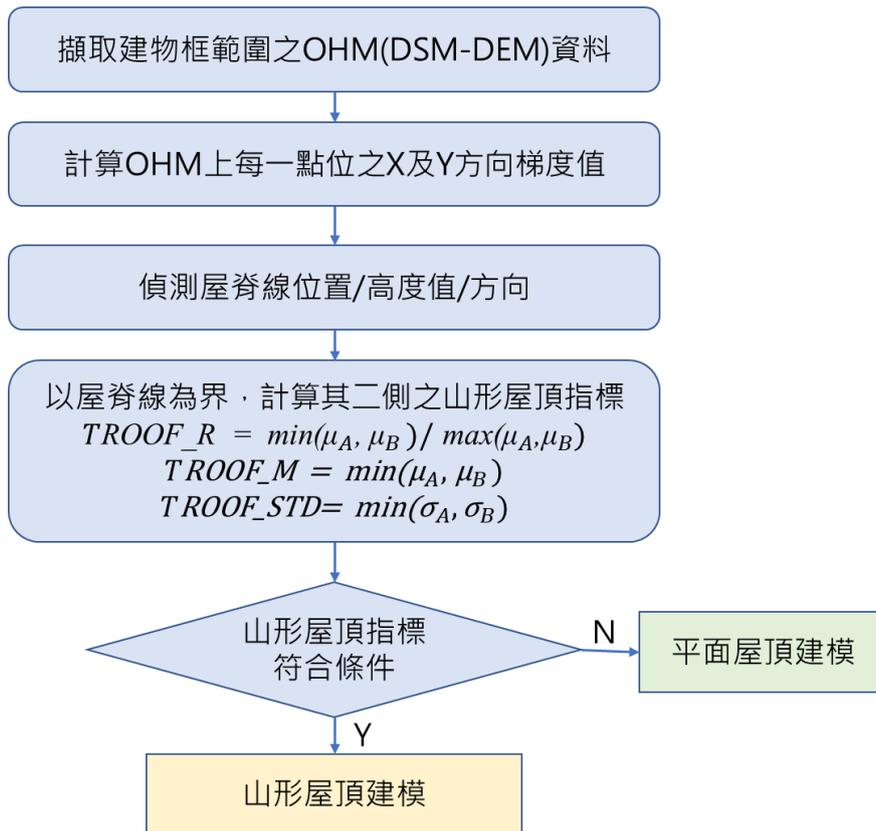


圖 2.28 利用 DSM 偵測山形屋頂作業流程圖



圖 2.29 山形屋頂建模成果範例

二、使用分區判斷

利用全臺灣都市及非都市之使用分區圖，給予建物使用分區之屬性，並予以歸類，分為以下 12 大類(表 2.6)：

表 2.6 建物分區屬性列表

都市區	非都市區
7樓以上住宅	住宅區
7樓以上商業區	農業區
7樓以下住商區	鄉村區
工業區	工業區
文教行政區	其他類
交通區	
其他類	

各類型分區均依其外觀蒐集適當建物材質(圖 2.30)，使區域的視覺效果更有整體性。



都市區：7樓以下住宅區、商業區



都市區：7樓以上商業區



非都市區：農業區



都市區：工業區



都市區：7樓以上住宅區



非都市區：鄉村區

圖 2.30 分區材質示意圖

三、鄰近道路分析

為取得建物鄰近道路面，以此作為正面、側面、背面等面向之參考，團隊利用建物與道路中線進行空間分析，以判斷建物的臨路方向。

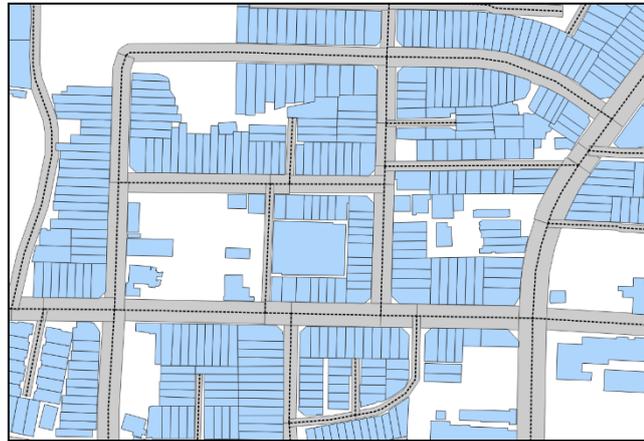


圖 2.31 道路中線與建物

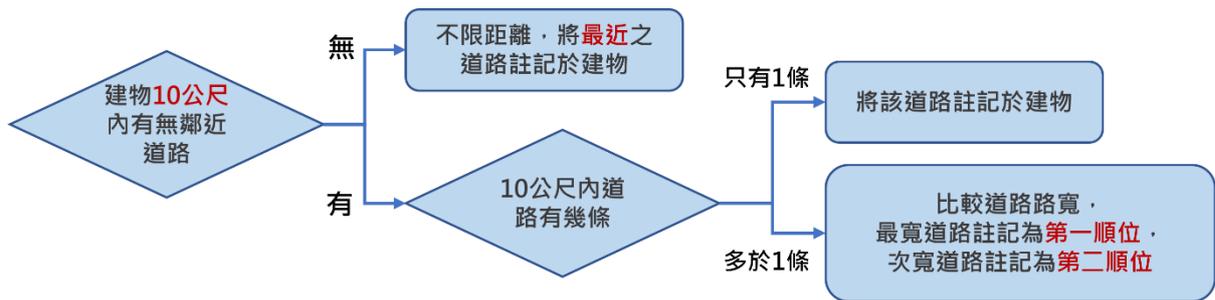


圖 2.32 鄰近道路分析流程

將道路中線依其路寬作 buffer，並記錄每一棟建物 10 公尺內的最寬及次寬道路，若 10 公尺內沒有道路，則記錄一條最近的道路。

ROADID_1	ROADID_2	SV_lon_1	SV_lat_1	SV_lon_2	SV_lat_2
D0000123905	D0000137896	120.2163829	22.9912313	120.2164992	22.9914322
D0000262853	NULL	120.2184741	22.9919686	NULL	NULL
D0000118330	D0000118327	120.2154833	22.9934654	120.2154731	22.993366
D0000148233	D0000139685	120.2164021	22.9902408	120.2162646	22.9903474
D0000109397	D0000101222	120.2114717	22.9895366	120.2116753	22.9893636
D0000038743	NULL	120.2180104	22.9876325	NULL	NULL
D0000235186	NULL	120.2144785	23.0007802	NULL	NULL
D0000144002	D0000256399	120.21623	22.9882243	120.2163624	22.9881432
D0000262847	NULL	120.2143118	22.9887971	NULL	NULL
D0000117199	NULL	120.2211128	22.992082	NULL	NULL
D0000143898	NULL	120.2161012	22.9956109	NULL	NULL

圖 2.33 道路及投影點屬性紀錄

將建物中心點對參考道路進行投影後，可以由中心點到投影點的方向取得建物方向；若該建物有第二條道路參考，則可以依據兩個方向來作為側面或背面的參考依據(紅點為第一道路；粉紅點為第二道路)。

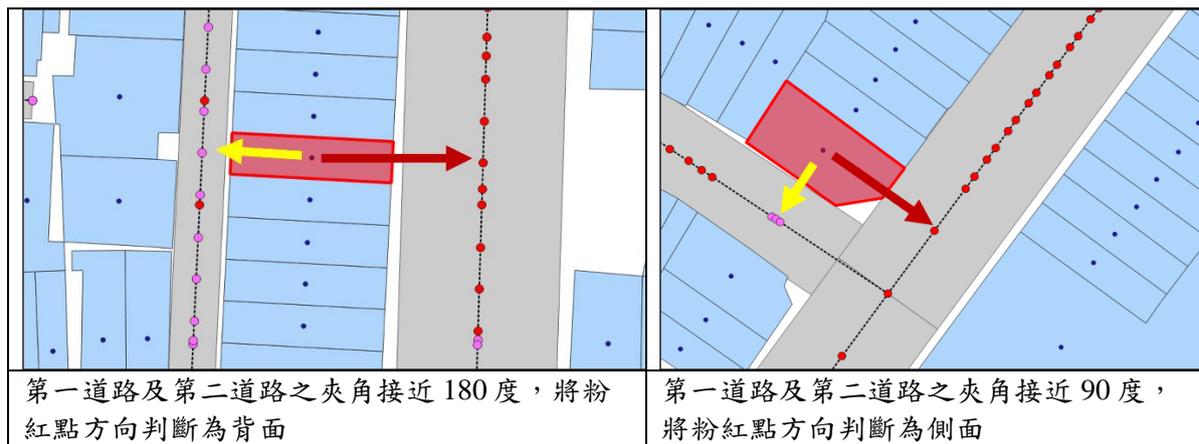


圖 2.34 建物對道路投影點面向參考

四、相鄰建物面分析

因為部分建物群屬於社區(圖 2.35)或處在巷弄，而沒有顯著的道路資料可以作為面向參考，因此本案再透過分析建物的每一個面，來註記相鄰建物面(圖 2.36)，依此作為避開正門的方向。



圖 2.35 社區中庭無道路資料



圖 2.36 相鄰建物面註記

第三章 成果檢核

本章針對作業成果提出相關檢核項目，以確保各項成果品質。按第二章所述，建物模型產製需樓高萃取成果建物 SHP，因此建議完成建物樓高萃取及相關欄位更新後，應先進行 SHP 欄位檢核，避免後續建物模型屬性連帶錯誤，導致成果需再重新產製。檢核項目可參考表 3.1。

表 3.1 檢核項目對應表

序	檢核流程	階段性成果	檢核項目
1	建物樓高萃取檢核	建物框(shp)	1.數量檢查、欄位檢查 2.屬性欄位檢查 (DSM 高程、DEM 高程、樓高、樓層數)
2	LOD1 三維灰階建物模型查核	三維灰階建物模型(kml)	1.模型數量 2.灰階呈現方式 3.檔案格式正確性
3	LOD1 三維近似化建物模型查核	三維近似化建物模型(kml、kmz)	1.檔案格式正確性 2.屋頂是否正確貼附 3.牆面是否正確貼附

第一節 建物屬性檢核

一、數量及欄位檢查

針對成果檢查建物框shp之建物數量及屬性欄位是否符合前述標準，檢核表範例可參考表3.2。

表 3.2 建物樓高萃取-格式及數量檢查檢查表範例

建物樓高萃取-格式及數量檢查檢查表			
檢核人員：		日期：	
序	地區成果 (建物數量)	建物框格式及數量檢查	
		建物框數量 是否正確	建物框屬性欄位 是否完整
1	宜蘭縣 (200)	是	是
2			
3			

二、屬性欄位檢核

抽查各建物框之建物屬性欄位數值是否正確，如：DSM、DEM高程數值是否正確(樓高萃取由程式計算者可抽查其數值大小是否異常或闕漏，如：null或-200)、樓高轉換樓層數之正確性、各欄位是否有異常數值。

抽查建物框數量建議以作業圖幅範圍為標準進行固定數量或比例抽查，如：電子地圖抽查以1/5000圖幅為單位，抽查20圖幅，每圖幅抽查15棟建物(檢核表範例可參考表3.3)。

表 3.3 建物樓高萃取-屬性欄位檢核表範例

建物樓高萃取-屬性欄位檢核表					
檢核人員：			日期：		
序	圖幅編號 (抽測建物框 數量)	建物框樓高屬性欄位			
		DSM 高程 是否正確	DEM 高程 是否正確	樓高 是否正確	樓層數 是否正確
1	98765432 (15 棟)	是	是	是	是
2					
3					

第二節 三維建物模型檢核

一、三維灰階建物模型查核

抽查建物模型數量建議以作業圖幅範圍為標準進行固定數量或比例抽查，如：電子地圖抽查以1/5000圖幅為單位，抽查20圖幅，每圖幅抽查15棟建物(檢核表範例可參考表3.4)，建議檢查項目如下：

1. LOD1 模型高度檢核

檢查 LOD1 模型樓高與 shp 檔記錄之樓高與是否一致。

2. 完整性檢查

檢查建物框數量與 LOD1 模型數量是否一致。

3. 灰階呈現方式檢查

檢查灰階呈現方法是否與規定一致。

4. 檔案格式檢查

檢查檔案是否符合預期格式(如 KML 檔案可否以 Google Earth 正常開啟檢視)。

表 3.4 LOD1 建物灰階模型檢核表範例

LOD1 建物灰階模型檢核表					
檢核人員：			日期：		
序	LOD1 建物模型檢核				
	縣市成果 (模型數)	建物框數量 與 LOD1 模 型數量 是否一致	圖幅編號 (抽查建物數)	灰階呈現方 式是否與 規定一致	檔案格 式是否 正確
1	臺中市 (400)	是	98765432 (15 棟)	是	是
2					
3					

二、三維近似化建物模型查核

抽查建物模型數量建議以作業圖幅範圍為標準進行固定數量或比例抽查，如：電子地圖抽查以1/5000圖幅為單位，抽查20圖幅，每圖幅抽查15棟建物(檢核表範例可參考表3.5)，建議檢查項目如下：

1. 模型格式檢查

檢查 KMZ 模型是否能以 3D 圖台開啟，且模型之地理位置及高度是否正確。

2. 屋頂紋理檢核

檢查屋頂紋理是否正確貼附。

3. 牆面紋理檢核

檢查牆面紋理是否正確貼附。

表 3.5 近似化模型品質管控檢查表範例

近似化模型品質管控檢查表				
檢核人員：		日期：		
序	所屬圖幅(抽查建物數)	格式及展示正確性	屋頂正確性	紋理貼圖適當性
1	98765432 (15 棟)	正確	正確	正確
2				
3				