

113 年度三維建物模型更新及精進採購案
2024 Government Procurement for 3D
Building Models Updating and
Improvement

工作總報告(修正版)
Final Report (Revised)

標案案號：NLSC-113-47

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 113 年 12 月 31 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。

「113 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進行更新及產製作業，以及建物模型細緻化作業，本年度也導入多維度建物框進行 LOD2 建物模型產製，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 256 萬棟建物更新成果(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

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 update and produce data using the latest 1/1000 topographic maps, along with refining building models. This year, multi-dimensional building footprints have been introduced to generate LOD2 building models. The primary tasks include building segmentation, data analysis, extraction of building heights, the creation of 3D grayscale building models, and three-dimensional approximated building models. These efforts aim to maintain the completeness and timeliness of geospatial data, enhance model quality, and incorporate additional data sources for building model production and updates.

The project has successfully completed various phases, encompassing the updating of approximately 2.56 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..... | 8 |
| 陸、 | 專案工作分工..... | 9 |
| 第二章 | 作業執行方法..... | 10 |
| 壹、 | 三維建物模型更新、產製及整合..... | 10 |
| 一、 | 整體作業流程..... | 10 |
| 二、 | 一千分之一圖資轉檔作業..... | 11 |
| 三、 | 圖資異動分析作業..... | 13 |
| 四、 | 建物 ID 產製..... | 17 |
| 五、 | 樓高萃取作業..... | 18 |
| 六、 | 三維灰階建物模型產製..... | 20 |
| 七、 | 三維近似化建物模型產製作業..... | 21 |
| 貳、 | 分棟作業..... | 55 |
| 一、 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製..... | 55 |
| 二、 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新..... | 67 |
| 參、 | LOD2 建物模型產製..... | 68 |
| 一、 | LOD2 SHP 資料解析..... | 68 |
| 二、 | LOD2 建模..... | 71 |
| 肆、 | 航拍影像產製樓高作業..... | 73 |
| 一、 | 影像密匹配產製 DSM..... | 74 |
| 二、 | 立體製圖產製樓高..... | 77 |
| 伍、 | 研發展示應用三維建物模型之人機互動方案..... | 78 |

| | | |
|-----|--------------------------------|------------|
| 一、 | 三維建物模型展示 AR 應用 | 78 |
| 陸、 | 試辦建物模型融合作業（含詮釋資料） | 81 |
| 一、 | 建物模型融合作業 | 81 |
| 二、 | 詮釋資料建置 | 82 |
| 第三章 | 成果說明及品質分析 | 83 |
| 壹、 | 一千分之一地形圖建物模型更新成果 | 83 |
| 貳、 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新成果 | 84 |
| 參、 | 一千分之一地形圖建物模型產製成果 | 86 |
| 肆、 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果 | 89 |
| 伍、 | LOD2 建物模型產製成果 | 93 |
| 陸、 | 建物模型產製綜合成果說明 | 96 |
| 一、 | 三維灰階建物模型產製 | 96 |
| 二、 | 三維近似化模型產製成果 | 97 |
| 柒、 | 航拍影像產製樓高作業成果 | 106 |
| 一、 | 影像密匹配產製 DSM | 106 |
| 二、 | 立體製圖產製樓高 | 107 |
| 三、 | 作業成果統計 | 107 |
| 捌、 | 研發展示應用三維建物模型之人機互動方案 | 109 |
| 一、 | WebAR | 109 |
| 二、 | Android APK | 113 |
| 三、 | TGIS 展示推廣 | 115 |
| 玖、 | 試辦建物模型融合作業（含詮釋資料） | 118 |
| 一、 | 建物模型融合作業 | 118 |
| 二、 | 詮釋資料建置 | 120 |
| 第四章 | 資料檢核及品質管制 | 122 |
| 壹、 | 自動化檢核工具 | 122 |
| 貳、 | 第一階段臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新成果檢核 | 123 |
| 參、 | 第一階段一千分之一地形圖建物模型產製作業成果檢核 | 125 |

| | | |
|------|-------------------------------|-----|
| 肆、 | 第一階段臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核 .. | 129 |
| 伍、 | 第一階段 LOD2 建物模型產製作業成果檢核 | 133 |
| 陸、 | 第二階段模型成果檢核 | 136 |
| 柒、 | DSM 成果自主檢查 | 143 |
| 第五章 | 結論與建議 | 145 |
| 壹、 | 本案成果及結論 | 145 |
| 貳、 | 後續辦理建議 | 147 |
| 附件 1 | 評選會議委員問題回應 | 150 |
| 附件 2 | 需求訪談會議紀錄 | 154 |
| 附件 3 | 歷次工作會議紀錄 | 156 |
| 附件 4 | 期末審查會議委員問題回應 | 165 |
| 附件 5 | 第一階段成果繳交明細 | 171 |
| 附件 6 | 第二階段成果繳交明細 | 173 |
| 附件 7 | 作業人員性別分析統計 | 175 |
| 附件 8 | 建物模型建置作業規範 (更新) | 176 |

圖目錄

| | |
|---------------------------------------|----|
| 圖 1-1 各作業項目之作業區範圍圖 | 6 |
| 圖 1-2 空載光達產製 DSM 航拍影像產製樓高作業區範圍圖 | 7 |
| 圖 2-3 三維建物模型更新整體作業實際作業時程(甘特圖) | 9 |
| 圖 2-1 三維建物模型更新與產製整體作業流程 | 10 |
| 圖 2-2 一千分之一地形圖建物轉製流程圖 | 11 |
| 圖 2-3 一千分之一地形圖建物位相常見錯誤 | 12 |
| 圖 2-4 轉置 GIS 建物框流程 | 13 |
| 圖 2-5 差異分析說明圖例 | 14 |
| 圖 2-6 差異分析作業流程 | 15 |
| 圖 2-7 新舊 DSM 計算示意圖(相同建物框下計算) | 17 |
| 圖 2-8 建物框中庭型態 | 17 |
| 圖 2-9 重複 ID 建物中心點平移順序 | 17 |
| 圖 2-10 樓高萃取工具程式 | 18 |
| 圖 2-11 DSM 資料套合偏移之修正 | 18 |
| 圖 2-12 斷面線不平滑區域範例 | 19 |
| 圖 2-13 眾數層高度計算示意 | 19 |
| 圖 2-14 樓高資訊紀錄範例 | 20 |
| 圖 2-15 建物模型樓層級距顏色代碼 | 21 |
| 圖 2-16 依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果 | 21 |
| 圖 2-17 KMZ 模型上層檔案結構 | 21 |
| 圖 2-18 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構 | 22 |
| 圖 2-19 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構 | 22 |
| 圖 2-20 近似化建物模型建置程序 | 22 |
| 圖 2-21 110 年以前近似化建物模型使用貼圖材質範例 | 23 |
| 圖 2-22 111 年以後近似化建物模型使用貼圖材質範例 | 23 |
| 圖 2-23 正射影像建物傾斜狀況 | 24 |
| 圖 2-24 屋頂紋理貼圖作業流程 | 25 |
| 圖 2-25 原始航照影像作業流程 | 26 |
| 圖 2-26 原始航照影像投影平面坐標 | 26 |
| 圖 2-27 AI 航照影像篩選機制 | 28 |
| 圖 2-28 「優質」屋頂影像範例 | 29 |
| 圖 2-29 「缺陷」屋頂影像範例 | 29 |
| 圖 2-30 影像品質篩選驗證結果 | 30 |
| 圖 2-31 影像偏移偵測示意圖 | 31 |
| 圖 2-32 影像偏移修正調整範例 | 32 |
| 圖 2-33 原始航照經影像增強前後之色調比較 | 33 |
| 圖 2-34 屋頂影像影像增強調整前後比較範例 | 33 |

| | |
|---|----|
| 圖 2-35 Google 街景使用授權與帳戶費用 | 34 |
| 圖 2-36 建物對應之街景影像取得分析 | 34 |
| 圖 2-37 建物對應之街景影像選擇 | 35 |
| 圖 2-38 街景影像透視投影校正處理 | 35 |
| 圖 2-39 街景影像問題 | 36 |
| 圖 2-40 材質庫影像辨識示意圖 | 37 |
| 圖 2-41 Bag of Visual words 影像辨識示意 | 38 |
| 圖 2-42 影像特徵擷取 | 38 |
| 圖 2-43 影像特徵分群 | 39 |
| 圖 2-44 Visual word 示意 | 39 |
| 圖 2-45 影像特徵描述向量示意 | 40 |
| 圖 2-46 排除之干擾因素 Visual words | 40 |
| 圖 2-47 材質貼圖 2.0 精進作法流程 | 41 |
| 圖 2-48 材質貼附精進作法比較 | 41 |
| 圖 2-49 分區材質示意圖 | 42 |
| 圖 2-50 道路中線與建物 | 42 |
| 圖 2-51 鄰近道路分析流程 | 43 |
| 圖 2-52 道路及投影點屬性紀錄 | 43 |
| 圖 2-53 建物對道路投影點面向參考 | 43 |
| 圖 2-54 社區中庭無道路資料 | 44 |
| 圖 2-55 相鄰建物面註記 | 44 |
| 圖 2-56 貼圖精進進程比對圖 | 45 |
| 圖 2-57 深度學習 AI 牆面元件切割 | 46 |
| 圖 2-58 AI 模型訓練機制 | 46 |
| 圖 2-59 AI 模型標註作業 | 46 |
| 圖 2-60 AI 牆面元件切割 IOU | 47 |
| 圖 2-61 牆面元件切割預測成果示意 | 48 |
| 圖 2-62 原材質庫範例 | 48 |
| 圖 2-63 AI 生成影像技術優化材質庫機制 | 49 |
| 圖 2-64 AI 生成材質庫範例 | 49 |
| 圖 2-65 理想山形屋頂模型 | 50 |
| 圖 2-66 DSM 偵測山形屋頂之品質驗證 | 51 |
| 圖 2-67 實際 DSM 偵測山形屋頂模型 | 51 |
| 圖 2-68 山形屋頂偵測流程圖 | 52 |
| 圖 2-69 區塊建物細緻化之策略目標[內政部國土測繪中心，2020] | 55 |
| 圖 2-70 分棟作業流程圖 | 55 |
| 圖 2-71 本年度作業區 | 56 |
| 圖 2-72 建物框與地籍圖及正射影像套疊示意圖 | 57 |

| | |
|--|----|
| 圖 2-73 高雄市路竹區重疊範例 | 57 |
| 圖 2-74 分棟線延伸編修示意圖 | 58 |
| 圖 2-75 分棟線刪除編修示意圖 | 58 |
| 圖 2-76 分棟線調整編修示意圖 | 58 |
| 圖 2-77 分棟線新增編修示意圖 | 59 |
| 圖 2-78 建物框與地籍圖宗地及門牌位置資料示意圖 | 59 |
| 圖 2-79 細緻化成果(臺南市)..... | 60 |
| 圖 2-80 分棟原則範例 1 | 61 |
| 圖 2-81 分棟原則範例 2 | 62 |
| 圖 2-82 分棟原則範例 3 | 62 |
| 圖 2-83 分棟原則範例 4 | 63 |
| 圖 2-84 分棟原則範例 5 | 63 |
| 圖 2-85 分棟原則範例 6 | 64 |
| 圖 2-86 分棟原則範例 7 | 65 |
| 圖 2-87 分棟原則範例 8 | 65 |
| 圖 2-88 分棟原則範例 9 | 65 |
| 圖 2-89 分棟原則範例 10 | 65 |
| 圖 2-90 分棟原則範例 11 | 66 |
| 圖 2-91 細緻化成果(臺南市)..... | 66 |
| 圖 2-92 分棟建物模型更新作業範圍異動分析結果 | 67 |
| 圖 2-93 電子地圖分棟建物模型更新作業流程 | 67 |
| 圖 2-94 LOD2 建物模型屋頂結構測製範例 (擷取自多維度空間資訊基礎圖 資測製工作採購案 RFP)..... | 68 |
| 圖 2-95 PolygonZ 資料結構 (Ref: ESRI Shapefile Technical Description) | 68 |
| 圖 2-96 LOD2 資料解析 | 69 |
| 圖 2-97 3D SHP 屬性資料紀錄重點 | 69 |
| 圖 2-98 建物群組範例 | 70 |
| 圖 2-99 建物群組屬性資料紀錄重點 | 71 |
| 圖 2-100 LOD2 三維灰階建物模型成果範例 | 71 |
| 圖 2-101 LOD2 近似化建物模型使用貼圖材質範例 | 72 |
| 圖 2-102 LOD2 模型輸出與屬性資料 | 72 |
| 圖 2-103 航照影像產製樓高規劃作業範圍圖 | 73 |
| 圖 2-104 航照密匹配產製 DSM 流程圖 | 74 |
| 圖 2-105 重建航照立體對模型 | 74 |
| 圖 2-106 檢核點量測畫面示意圖 | 75 |
| 圖 2-107 共軌點自動密匹配及不規則網格模型 | 75 |
| 圖 2-108 不規則網格內插產製數值地表模型示意圖 | 76 |
| 圖 2-109 粗差點檢查示意圖 | 76 |

| | |
|---|-----|
| 圖 2-110 成果接邊檢查示意圖 | 76 |
| 圖 2-111 立體測圖量測建物高度示意圖 | 77 |
| 圖 2-112 建物高程取樣定義說明 | 77 |
| 圖 2-113 三維建物模型展示 AR 應用構想 | 78 |
| 圖 2-114 都市圖卡 Urban cARds 功能示意 | 79 |
| 圖 2-115 不同精細程度模型比較之功能示意 | 80 |
| 圖 2-116 LOD1~LOD3 資料重疊關係 | 81 |
| 圖 2-117 建物模型封裝分類 | 81 |
| 圖 2-118 建物模型融合作業存檔目錄 | 82 |
| 圖 3-1 一千分之一地形圖建物模型更新範圍 | 83 |
| 圖 3-2 建物分棟模型更新成果展示 1 | 84 |
| 圖 3-3 建物分棟模型更新成果展示 2 | 85 |
| 圖 3-4 一千分之一地形圖建物模型產製範圍 | 86 |
| 圖 3-5 多維度 1/1000 建物材質範例 | 87 |
| 圖 3-6 北二隊 1/1000 建物材質範例 | 87 |
| 圖 3-7 精進前 1/1000 建物模型圓弧牆面 | 88 |
| 圖 3-8 精進後 1/1000 建物模型圓弧牆面 | 88 |
| 圖 3-9 建物框分棟編修成果展示 | 92 |
| 圖 3-10 LOD2 建物模型產製範圍 | 93 |
| 圖 3-11 LOD2 各式屋頂結構展示 | 94 |
| 圖 3-12 LOD2 自動檢核示意 | 95 |
| 圖 3-13 三維灰階建物模型工具程式 | 96 |
| 圖 3-14 三維灰階建物模型屬性賦予程式 | 96 |
| 圖 3-15 灰階模型展繪及屬性資料呈現 | 96 |
| 圖 3-16 三維近似化建模軟體 | 97 |
| 圖 3-17 建物框利用共線式投影原始航拍擷取屋頂影像工具 | 98 |
| 圖 3-18 建物框利用共線式投影平面坐標並與原始航拍套合分析(都會區) | 98 |
| 圖 3-19 建物框利用共線式投影平面坐標並與原始航拍套合分析(郊區) | 98 |
| 圖 3-20 AI 判斷為「優質」屋頂影像 | 99 |
| 圖 3-21 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像 | 99 |
| 圖 3-22 經 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像重新從正射影像萃取範例 | 100 |
| 圖 3-23 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) | 100 |
| 圖 3-24 屋頂材質貼圖成果範例 | 101 |
| 圖 3-25 材質影像更新後各分類建模成果範例 | 102 |
| 圖 3-26 材質貼圖 3.0 深度學習 AI 進行街景影像之細部分析 | 103 |
| 圖 3-27 深度學習 AI 街景影像細部分析成果 | 103 |
| 圖 3-28 材質比對與貼圖生成結果(1) | 104 |

| | |
|---|-----|
| 圖 3-29 材質比對與貼圖生成結果(2)..... | 104 |
| 圖 3-30 玻璃帷幕材質比對與貼圖生成結果 | 105 |
| 圖 3-31 運用材質貼圖 3.0 全面更新縣市既有模型成果 | 105 |
| 圖 3-32 航照影像密匹配及立體量測樓高作業範圍圖 | 106 |
| 圖 3-33 航照產製 DSM 成果套疊比對..... | 107 |
| 圖 3-34 WebAR 體驗 QR Code | 109 |
| 圖 3-35 WebAR 開啟頁面 | 109 |
| 圖 3-36 WebAR 體驗畫面 | 112 |
| 圖 3-37 Android APK 首頁畫面 | 113 |
| 圖 3-38 Android APK 圖卡辨識..... | 114 |
| 圖 3-39 Android APK 台北 101 展示 | 114 |
| 圖 3-40 Android APK 宜蘭縣議會密匹配模型 | 115 |
| 圖 3-41 Android APK 三維道路模型 | 115 |
| 圖 3-42 TGIS 年會現場擺設..... | 116 |
| 圖 3-43 TGIS 年會現場展示與示範 | 116 |
| 圖 3-44 WebAR 瀏覽量統計 | 117 |
| 圖 3-45 圖資融合作業成果 | 118 |
| 圖 3-46 圖資融合作業成果示意 | 119 |
| 圖 3-47 模型融合作業成果示意 | 120 |
| 圖 3-48 詮釋資料內容(擷取)..... | 121 |
| 圖 4-1 自動檢核結果示意 | 122 |
| 圖 4-2 一千分之一建物模型不同來源比較圖(左：多維度圖資，右：一千分之一) | 127 |
| 圖 4-3 多維度圖資樓高異常情形 | 128 |
| 圖 4-4 LOD2_K 建物模型 | 135 |
| 圖 4-5 LOD2_G 建物模型 | 135 |
| 圖 4-6 灰階模型數量檢核示意 | 139 |

表目錄

| | |
|--|-----|
| 表 1-1 各階段繳交項目及期限一覽表 | 8 |
| 表 1-2 工作項目分工一覽表 | 9 |
| 表 2-3 各工作項目圖資平面異動分析標的及門檻值 | 14 |
| 表 2-4 樓高異常類別表 | 20 |
| 表 2-5 建模方法更新前後比較 | 24 |
| 表 2-6 LOD1 模型成果(灰階模及近似模)屬性欄位內容 | 53 |
| 表 2-7 航照影像產製樓高規劃作業數量表 | 73 |
| 表 3-1 一千分之一地形圖異動分析結果 | 83 |
| 表 3-2 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量 | 84 |
| 表 3-3 一千分之一地形圖建物模型產製成果統計 | 87 |
| 表 3-4 電子地圖分棟建物模型產製範圍 | 89 |
| 表 3-5 LOD2 建物模型產製成果數量 | 93 |
| 表 3-6 LOD2 建物資料問題處理紀錄 | 95 |
| 表 3-7 三維建物模型更新成果(依工作項目及階段統計) | 97 |
| 表 3-8 山形屋頂建置情形 | 101 |
| 表 3-9 屏東分棟密匹配樓高效益分析 | 108 |
| 表 3-10 苗栗分棟密匹配樓高效益分析 | 108 |
| 表 3-11 航照影像產製樓高作業數量表 | 108 |
| 表 3-12 AR 辨識對應圖片表 | 110 |
| 表 3-13 詮釋資料修正紀錄表 | 120 |
| 表 4-1 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-格式及數量檢查表 | 123 |
| 表 4-2 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-屬性欄位檢核表 | 123 |
| 表 4-3 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-建物框數量檢查表 | 124 |
| 表 4-4 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-灰階呈現與格式檢查表 | 124 |
| 表 4-5 一千分之一地形圖建物模型產製-格式及數量檢查表 | 125 |
| 表 4-6 一千分之一地形圖建物模型產製-屬性欄位檢核表 | 125 |
| 表 4-7 一千分之一地形圖建物模型產製-建物框數量檢查表 | 126 |
| 表 4-8 一千分之一地形圖建物模型產製 LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與 格式檢查表 | 126 |
| 表 4-9 一千分之一地形圖建物模型產製近似化模型品質檢核結果 | 127 |
| 表 4-10 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核結果(部份示意) | 129 |
| 表 4-11 各行政區建物框分棟成果檢核表(部份示意) | 130 |
| 表 4-12 臺灣通用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 | 130 |
| 表 4-13 臺灣通用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 | 131 |

| | |
|---|-----|
| 表 4-14 臺灣通用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 | 131 |
| 表 4-15 臺灣通用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 | 132 |
| 表 4-16 臺灣通用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..... | 132 |
| 表 4-17 LOD2 建物模型產製作業成果建物樓高萃取-格式及數量檢查表 | 133 |
| 表 4-18 LOD2 建物模型產製作業成果建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | 133 |
| 表 4-19 LOD2 建物模型產製作業成果建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表..... | 134 |
| 表 4-20 LOD2 建物模型產製作業成果建物近似化模型品質檢核結果..... | 134 |
| 表 4-21 格式及數量檢查表 | 136 |
| 表 4-22 屬性欄位檢核表 | 137 |
| 表 4-23 建物框數量檢查表 | 140 |
| 表 4-24 灰階呈現與格式檢查表 | 141 |
| 表 4-25 影像密匹配成果自我檢核紀錄表 | 143 |
| 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) | 143 |
| 表 4-27 立體量測成果自我檢核紀錄表 | 144 |
| 表 4-28 各行政區立體量測成果自我檢核紀錄表(部分示意) | 144 |

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 112 年產製及更新全臺三維近似化建物模型，本(113)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、一千分之一地形圖建物模型更新：包含新北市部分地區及新竹市部分地區。
- 二、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新：包含新北市部分地區、桃園市及新竹縣等區。
- 三、一千分之一地形圖建物模型產製：辦理區域為機關多維度圖資測製案及機關地測輔助建物模型更新案之一千分之一地形圖作業成

果。

四、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製：辦理區域包含臺北市、新北市部分地區、苗栗縣、屏東縣、宜蘭縣部分地區、花蓮縣及臺東縣。

五、LOD2 建物模型產製：辦理區域為機關多維度圖資測製案之 LOD2 建物框成果（以實際交付建物框範圍為準）。

肆、工作項目與內容

一、一千分之一地形圖建物模型更新

(一) 圖資異動分析作業

1. 建物框資料處理作業：如為CAD檔案需先將圖資轉檔為shapefiles，建物框須為polygon格式並建立相關屬性，屬跨圖幅者須辦理建物框合併。
2. 提出篩選更新建物框方案，經機關同意後，據以分析及彙整建物框之新增、滅失及異動成果，並建立異動建物框相關屬性資料及新舊建物資料屬性關聯。

(二) 樓高萃取作業

1. 具網格式DSM資料區之建物樓高萃取方式：資料來源為光達產製之DSM或利用航照影像密匹配產製DSM，與建物框範圍套疊後統計建物框內具高度值之網格數量，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. 如光達資料時效不足，以航測立體製圖獲取建物樓高：同需求規格書「肆-六-航拍影像產製樓高作業」。
3. 萃取建物樓高完成後，作業成果記錄於建物框之shapefiles屬性資料，並依縣市儲存檔案。

(三) 建模作業

1. 依據前項建物框及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. 貼附前項建物模型之屋頂及外牆紋理材質：

- (1) 屋頂紋理材質：使用航照影像製作屋頂材質，需於作業計畫提出紋理貼附方式。
- (2) 外牆紋理材質：外牆材質應區分為正面、側面及背面；另正面應區分1樓及2樓以上。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。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，並於作業計畫提出分析方式，包含影像之顏色、特徵方式、雜訊濾除及量化指標，取最佳之分析成果進行材質貼附。
3. 建物模型輸出作業：產製之建物模型以KMZ輸出（含KML及DAE檔案），參考模型屬性表（如附件1-3）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、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新

- (一)圖資異動分析作業：需利用機關提供之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）及更新（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：同需求規格書「肆－一－（二）樓高萃取作業」。
- (三)建模作業：同需求規格書「肆－一－（三）建模作業」。
- (四)製作山形屋頂：應於作業計畫提出山形屋頂建置條件，符合前開條件之分棟建物模型成果應製作山形屋頂（參考 112 年度三維建物模型更新及精進採購案工作總報告）。

三、一千分之一地形圖建物模型產製

- (一)圖資處理作業：須將來源圖資轉檔為 shapefiles，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。
- (二)樓高萃取作業：同需求規格書「肆－一－（二）樓高萃取作

業」。

(三)建模作業：同需求規格書「肆-一-(三)建模作業」。

四、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製

(一)圖資處理作業：利用機關提供之臺灣通用電子地圖區塊建物框參考地籍資料分棟初始成果，參考正射影像、地籍圖、門牌位置或一千分之一地形圖等資料，辦理人工編修，產出分棟建物框（參考 112 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：同需求規格書「肆-一-(二)樓高萃取作業」。

(三)建模作業：同需求規格書「肆-一-(三)建模作業」。

(四)製作山形屋頂：同需求規格書「肆-二-(四)製作山形屋頂」。

五、LOD2 建物模型產製

(一)建模作業

1. 屋頂結構依建物框屬性資料記錄之屋頂類型製作。
2. 以建物框坐標計算建物模型高度及屋頂高度。
3. 依前開資料產製 LOD2 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。

(二)紋理貼附作業

1. 貼附屋頂結構及建物外牆之紋理材質。
2. 屋頂結構紋理貼附作業：使用航照影像製作屋頂材質，側邊延續建物外牆紋理，需於作業計畫提出紋理貼附方式。
3. 建物外牆紋理貼附作業：同需求規格書「肆-一-(三)-2-(2)外牆紋理材質」。

(三)建物模型輸出作業：同需求規格書「肆-一-(三)-3.建物模型輸出作業」。

六、航拍影像產製樓高作業

(一)為因應光達產製之 DSM 時效不足，針對本次更新範圍內 DSM 未更新之區域（如需求規格書附件 1-1），運用測製臺灣通用電子地圖所使用之航拍影像，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)本項成果將建物萃取高度資料儲存於建物模型屬性表，併同作業區之建物模型繳交及驗收。

七、研發展示應用三維建物模型之人機互動方案

(一)以透過擴增實境技術串聯三維建物模型資料為研發方向，規劃建立人機互動之應用方案，以展示建物模型及相關資料，並配合機關辦理推廣三維圖資展示業務至少 1 場。

(二)上開方案由廠商於作業計畫提出，包含人機互動所需軟、硬體、互動模式及推廣展示配合方式等，作業成果於展示後納入工作總報告。

八、試辦建物模型融合作業（含詮釋資料）

(一)以直轄市、縣（市）為單位，融合以分棟建物框產製之 LOD1 建物模型、以一千分之一地形圖產製之 LOD1 與 LOD2 建物模型及本機關蒐整之 LOD3 建物模型資料，封裝檔案後並產製詮釋資料。

(二)作業資料由機關提供，作業範圍至少 2 個直轄市、縣（市），經工作會議決議後辦理。

前述專案工作項目第一至第五項之作業範圍如圖 1-1。

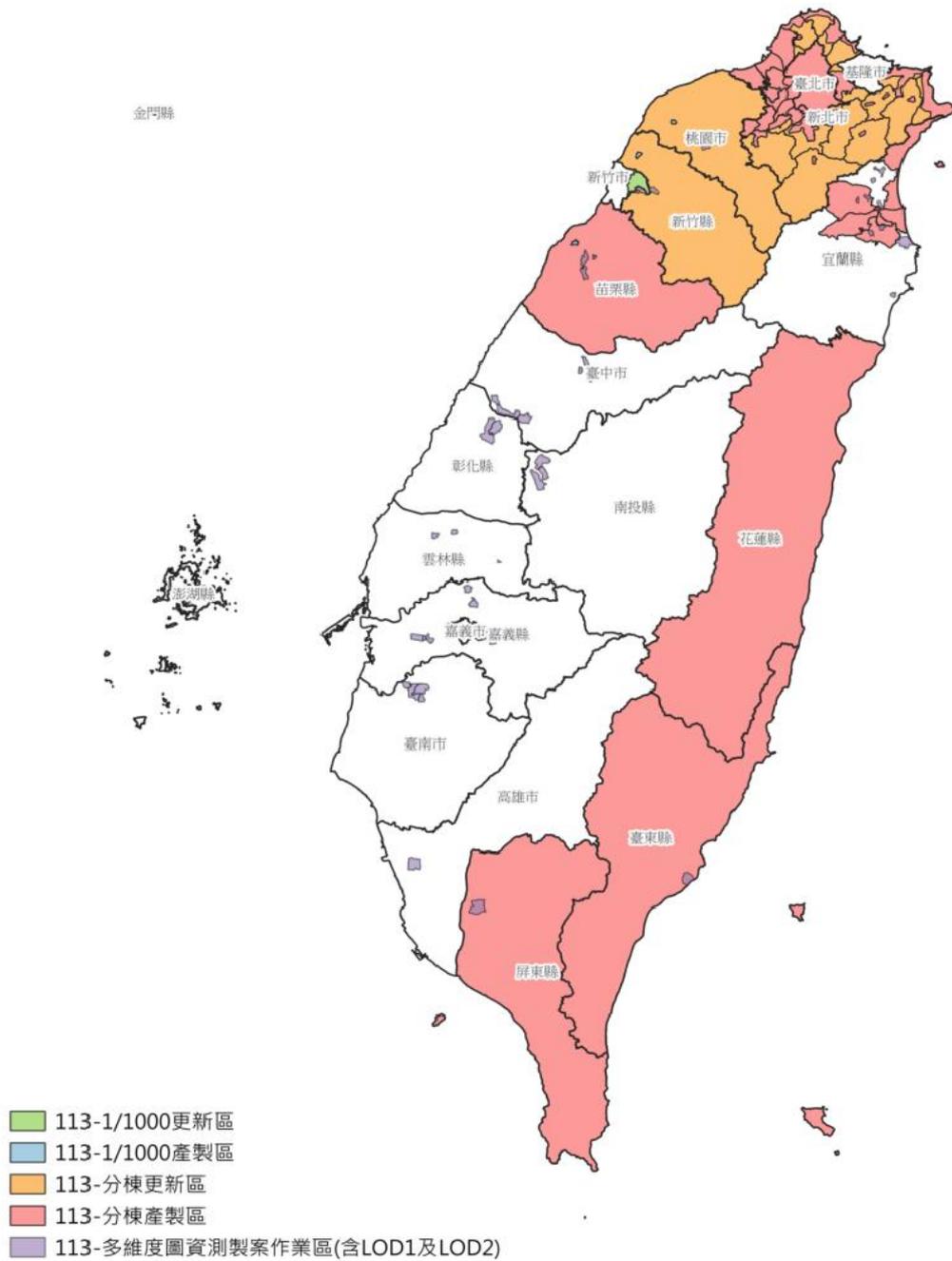


圖 1-1 各作業項目之作業區範圍圖

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。

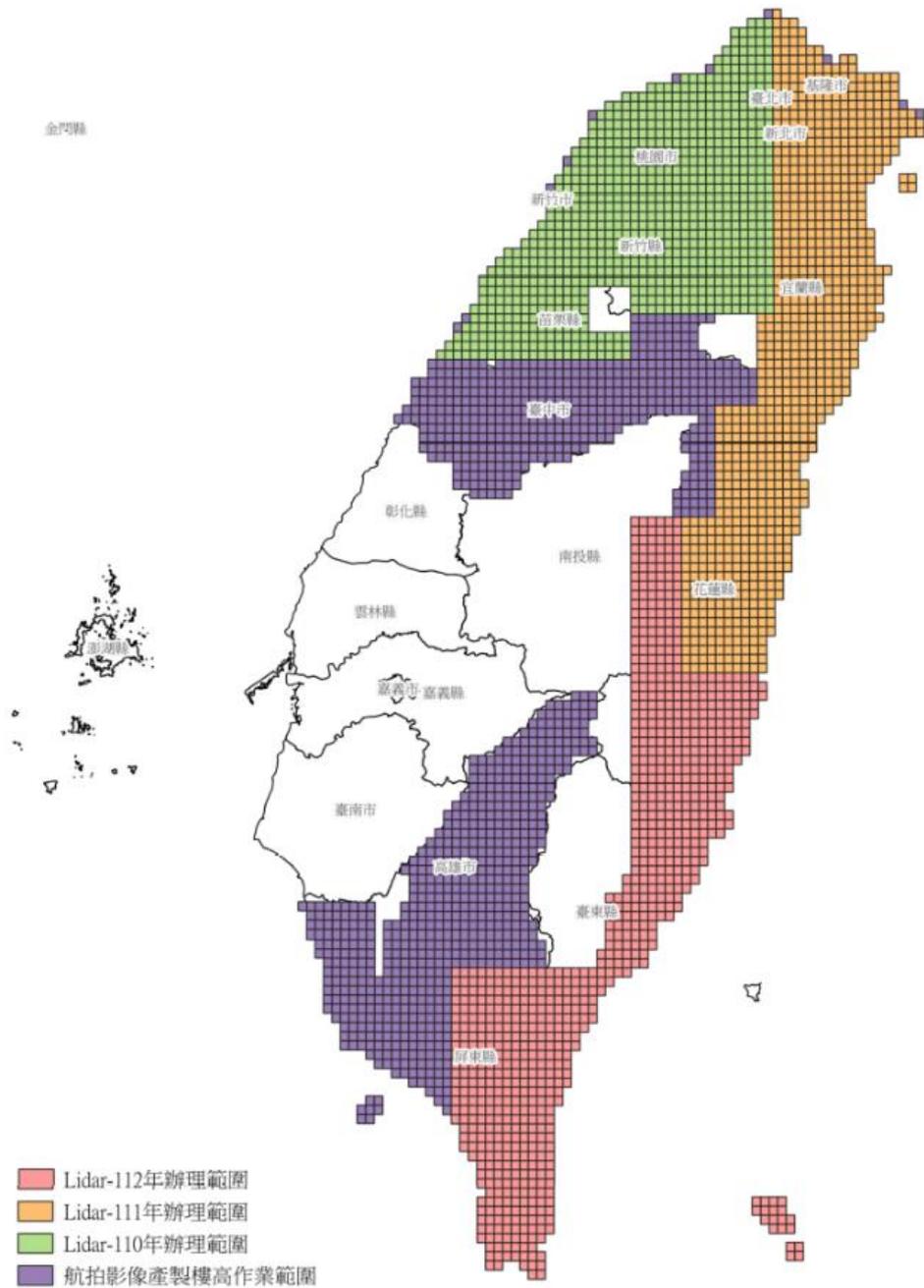


圖 1-2 空載光達產製 DSM 航拍影像產製樓高作業區範圍圖

伍、專案作業時程

本專案之工作期程自決標次日(決標日：113/4/20)至 220 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 | 項次 | 成果繳交項目 | 書面或電子檔 | 數量 | 單位 | 繳交期限 | 實際繳交日期 |
|------|------------|---|--------|----|----|---------------------------------------|----------|
| 第1階段 | 1 | 作業計畫 | 書面 | 16 | 份 | 決標次日起 30個日曆天 內繳交 (113/5/30) | 113/5/29 |
| | | | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 2 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新(新北市部分地區、桃園市及新竹縣) | 電子檔 | 1 | 份 | 決標次日起 130個日曆天 內繳交 (113/9/7) | 113/9/6 |
| | 3 | 一千分之一地形圖建物模型產製(500公頃) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 4 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(臺北市、新北市苗栗縣及宜蘭縣部分地區) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 5 | LOD2 建物模型產製(80公頃) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| 6 | 航拍影像產製樓高作業 | 電子檔 | 1 | 份 | | | |
| 第2階段 | 1 | 一千分之一地形圖建物模型更新(新北市部分地區及新竹市部分地區) | 電子檔 | 1 | 份 | 決標次日起 220個日曆天 內繳交 (113/12/6) | 113/12/6 |
| | 2 | 一千分之一地形圖建物模型產製(其餘範圍約3,150公頃) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 3 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製(屏東縣、花蓮縣及臺東縣) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 4 | LOD2 建物模型產製(其餘範圍約420公頃) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 5 | 航拍影像產製樓高作業 | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 6 | 試辦建物模型融合作業(含詮釋資料) | 電子檔 | 1 | 份 | | |
| | 7 | 工作總報告(含建物模型建置作業規範、研發展示應用三維建物模型之人機互動方案及展示成果) | 書面 | 16 | 份 | | |
| 電子檔 | | | 1 | 份 | | | |

本案實際作業時程如圖 2-3 所示，113/5/30、113/9/7 及 113/12/6 分別為三次作業檢核點，本團隊均如期如質完成各階段成果。



圖 2-3 三維建物模型更新整體作業實際作業時程(甘特圖)

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 | 一千分之一地形圖建物模型更新 | ■ | | ■ |
| | 建物模型產製 | ■ | | |
| 2 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新 | ■ | ■ | ■ |
| | 建物模型產製 | ■ | | |
| 3 | 一千分之一地形圖建物模型產製 | ■ | | |
| 4 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製 | ■ | ■ | ■ |
| | 城區 | ■ | ■ | ■ |
| | 城郊混合區 | ■ | ■ | ■ |
| 5 | LOD2 建物模型產製 | ■ | | |
| 6 | 航拍影像產製樓高作業 | | | |
| 6-1 | 航照影像密匹配 | | ■ | ■ |
| 6-2 | 航測立體製圖獲取建物高度 | | ■ | ■ |
| 7 | 研發展示應用三維建物模型之人機互動方案 | ■ | | |
| 8 | 試辦建物模型融合作業 (含詮釋資料) | ■ | ■ | |

第二章 作業執行方法

壹、三維建物模型更新、產製及整合

一、整體作業流程

本年度LOD1之三維建物模型作業項目包含：臺灣通用電子地圖之更新及產製以及一千分之一地形圖之更新及產製。因此三維建物模型更新、產製及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 2-3，主要工作包含：

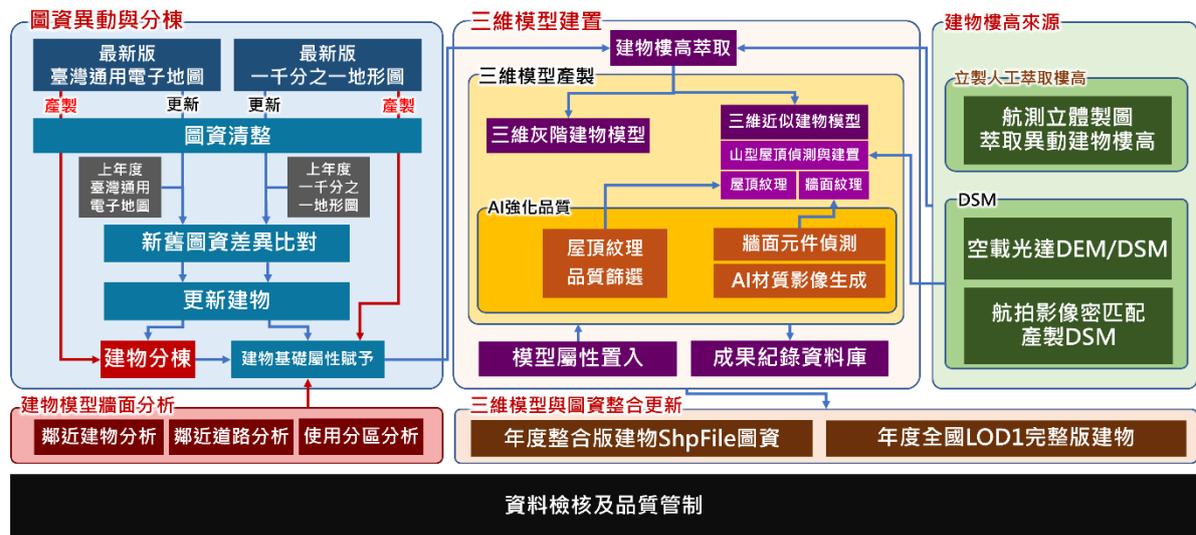


圖 2-1 三維建物模型更新與產製整體作業流程

(一) 圖資異動與分棟

臺灣通用電子地圖及一千分之一地形圖之更新係利用上一年度之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異動分析，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。針對異動建物框再依據分動原則進行後續分棟作業。

(二) 建物樓高萃取

建物樓高係利用 DSM 進行樓高萃取，優先採用空載光達 DSM，針對本次更新範圍內 DSM 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。

(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。本年度更導入 AI 技術強化模型品質，包含屋頂紋理的品質篩選以及牆面紋理的辨識與生成。

(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 113 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。

二、 一千分之一圖資轉檔作業

(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 2-2：

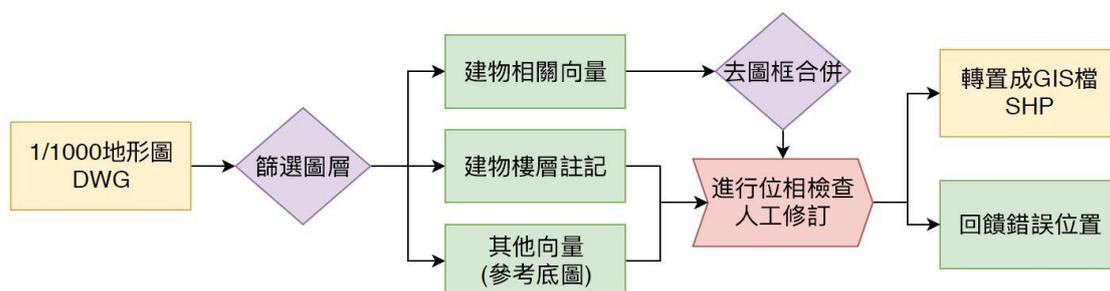


圖 2-2 一千分之一地形圖建物轉製流程圖

(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 2-3：

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。

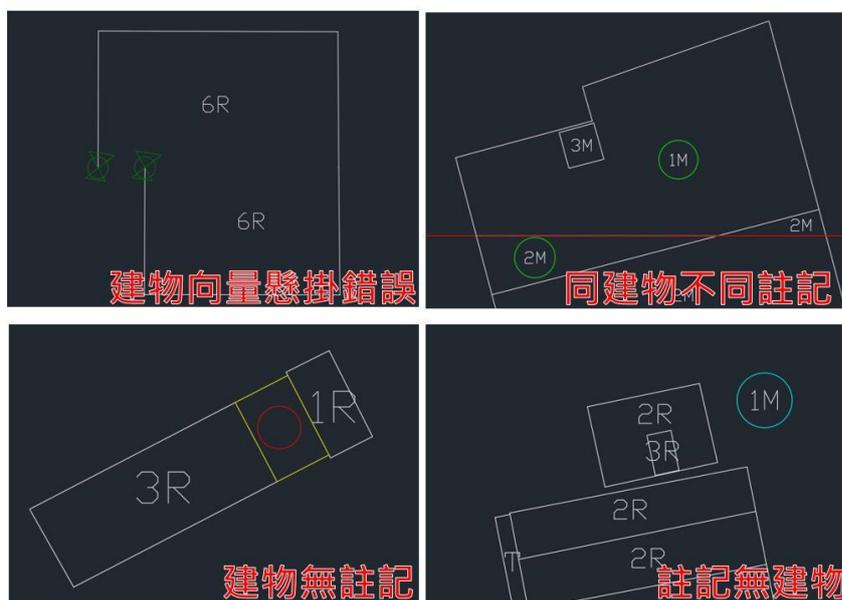


圖 2-3 一千分之一地形圖建物位相常見錯誤

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 2-4。

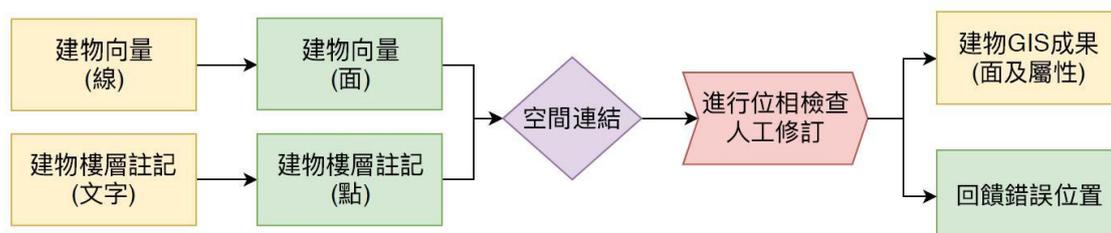


圖 2-4 轉置 GIS 建物框流程

三、圖資異動分析作業

本作業項目包含「一千分之一地形圖更新」以及「臺灣通用電子地圖分棟建物更新」，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、減失以及異動。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) |
|-------------|----------|----------|---------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 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 |

以下以圖 2-5 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：

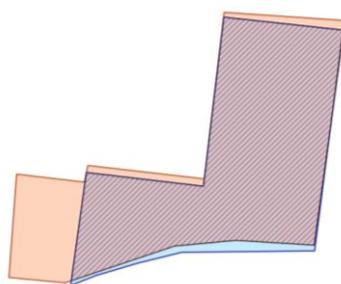


圖 2-5 差異分析說明圖例

1. 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」。

2. 異動部分面積比例

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

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

$$\text{異動部分面積比例} = \frac{|\text{減失部分面積比例}| + \text{新增部分面積比例}}{\text{異動部分面積}} \times \text{舊建物面積}。$$

3. 新舊建物面積差異

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

4. 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。

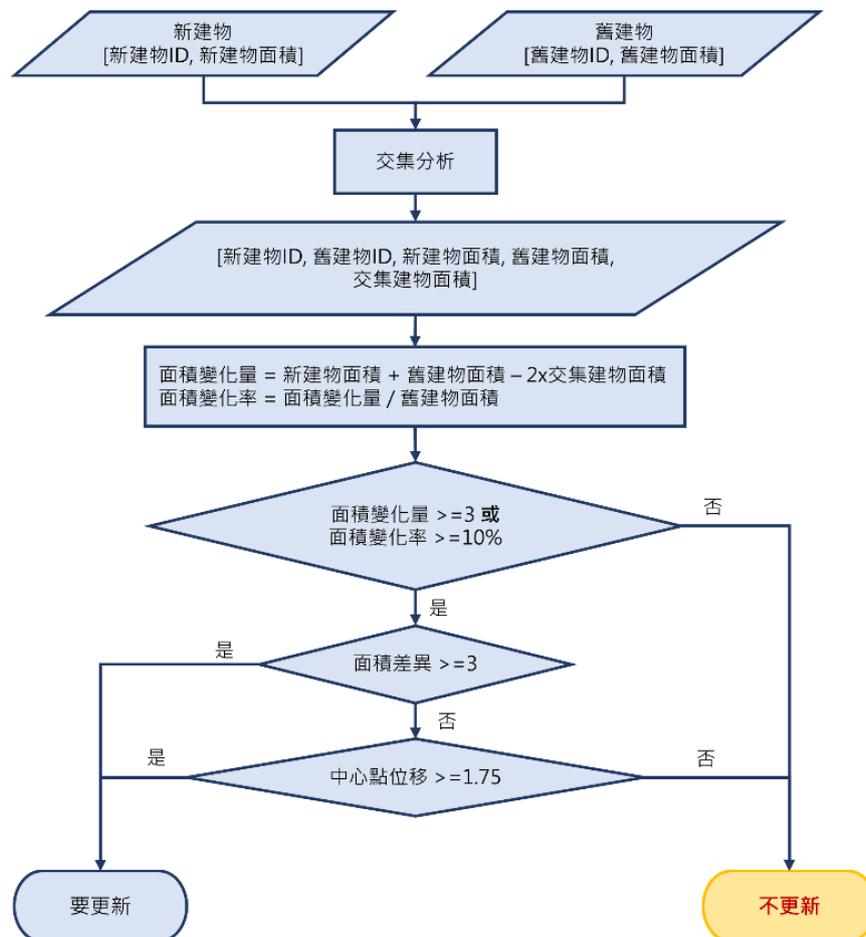


圖 2-6 差異分析作業流程

整體處理作法如圖 2-6 (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「滅失」。

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 2-7)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。

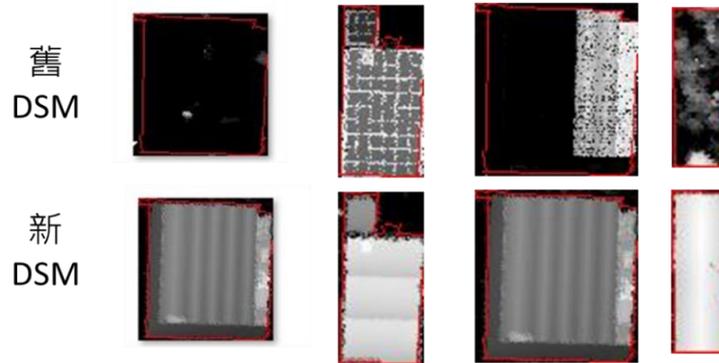


圖 2-7 新舊 DSM 計算示意圖(相同建物框下計算)

四、 建物 ID 產製

(一) 建物 ID 產製方式說明

依循前三年度作法，將建物中心點坐標(TWD97[2010])進行 32 位元轉碼，如原建物坐標為(300500.390,2770000.460)，經由 N 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 2-8，造成兩建物框中心點坐標相同，或由於坐標相近之建物が在計算建物 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 2-9。

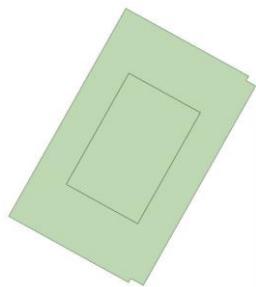


圖 2-8 建物框中庭型態

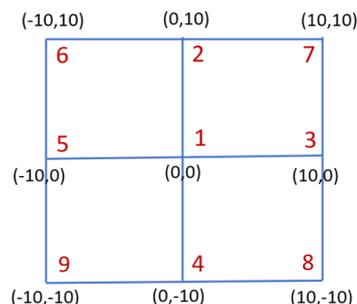


圖 2-9 重複 ID 建物中心點平移順序

五、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 2-10，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 2-10 樓高萃取工具程式

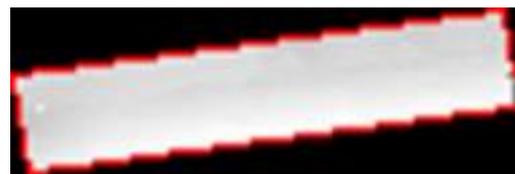
樓高萃取工具軟體包含以下步驟之處理：

(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 2-11 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 2-11 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 2-12(原始資料為 GRID，以 TIN 做視覺化呈現)並排除之。

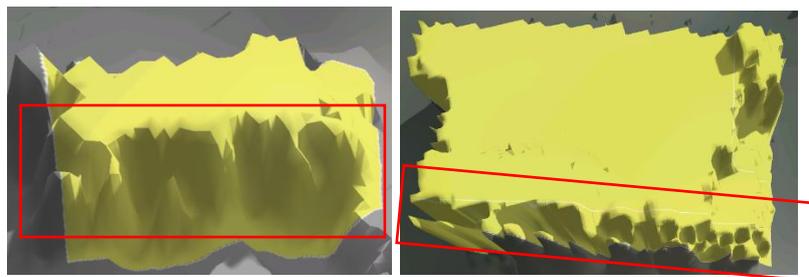


圖 2-12 斷面線不平滑區域範例

(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 2-13，該層內高度平均值為代表樓高。

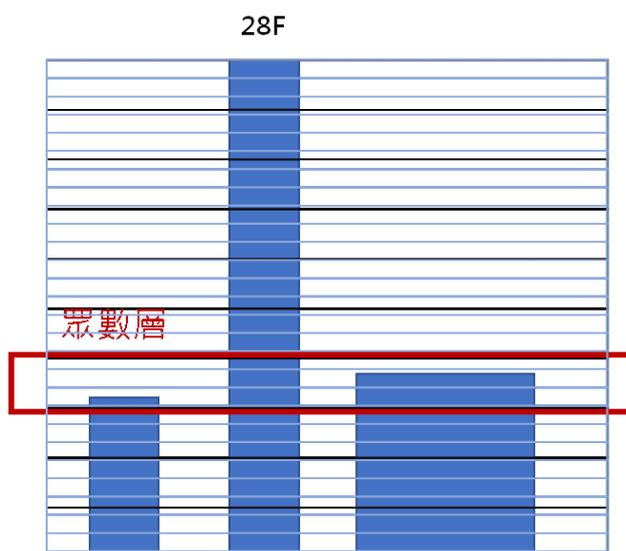


圖 2-13 眾數層高度計算示意

(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 2-14，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 2-14 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 |

六、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 2-15)，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 2-16。

| 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 2-15 建物模型樓層級距顏色代碼

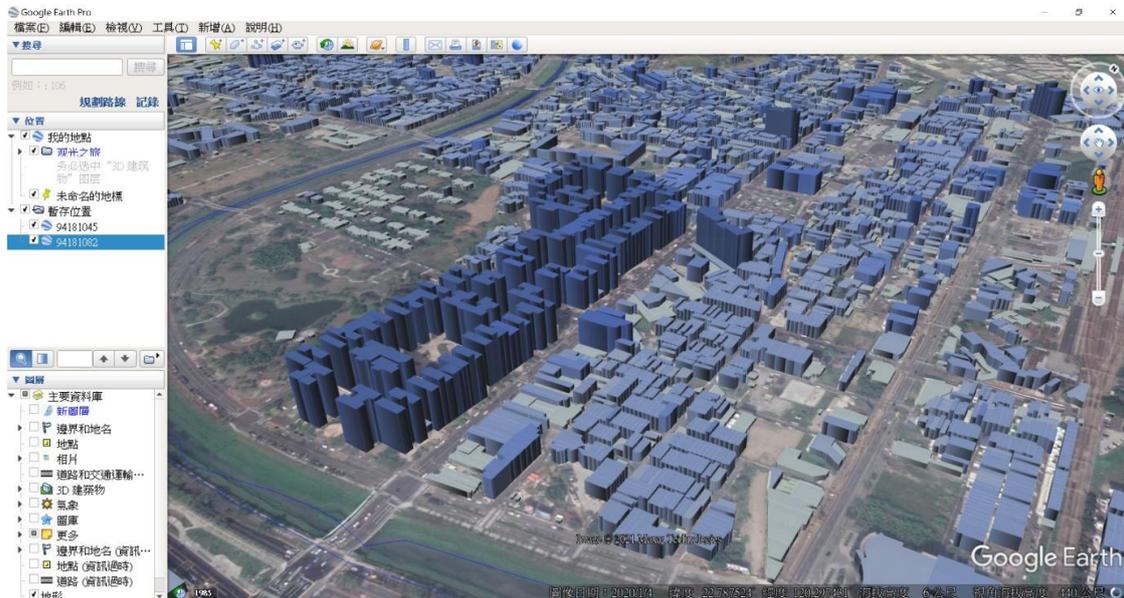


圖 2-16 依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果

七、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 2-17 到圖 2-19。

| 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 2-17 KMZ 模型上層檔案結構

| 檔案名稱 | 日期 | 檔案類型 | 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 2-18 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構

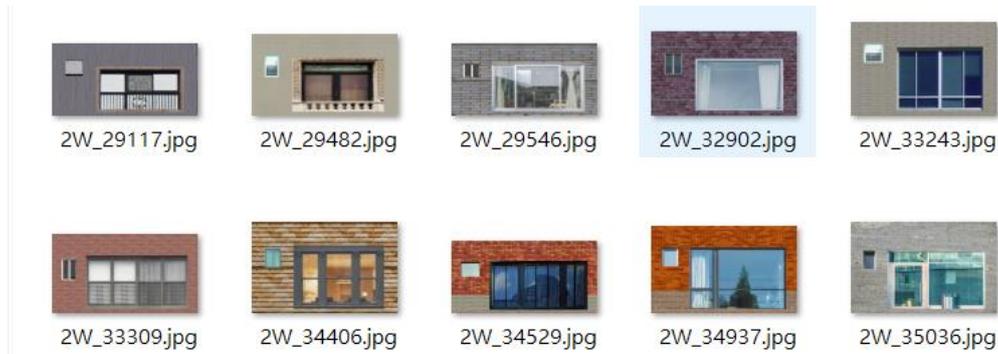


圖 2-19 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構

近似化模型建置程序如圖 2-20，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。

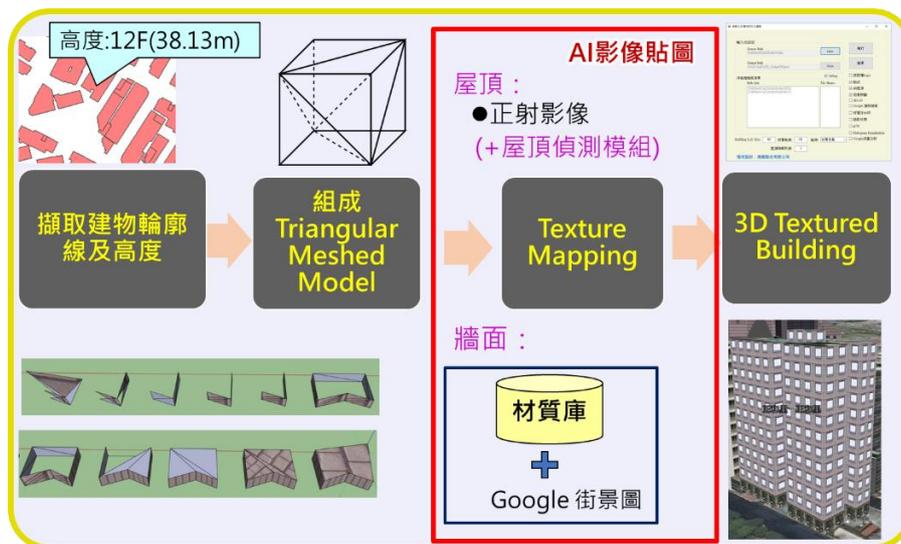


圖 2-20 近似化建物模型建置程序

(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 2-21)，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。

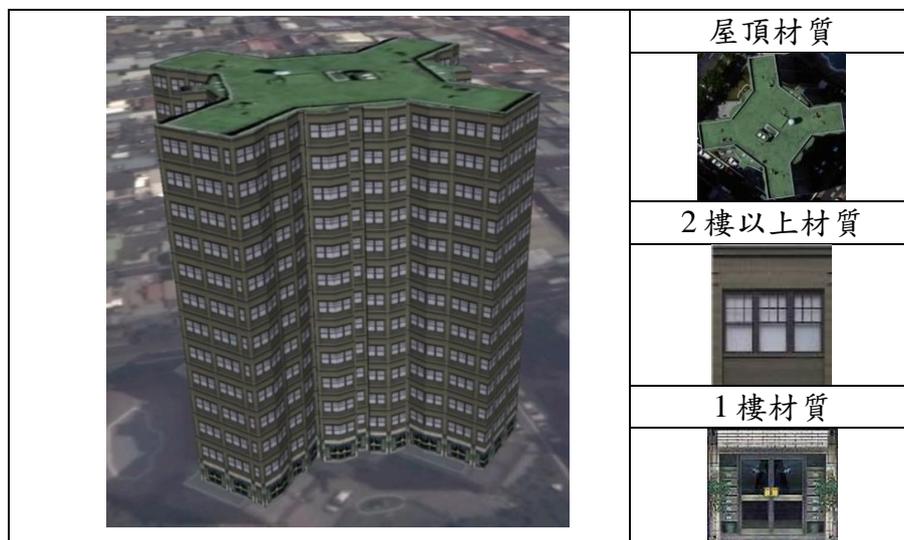


圖 2-21 110 年以前近似化建物模型使用貼圖材質範例

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 2-22)，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。

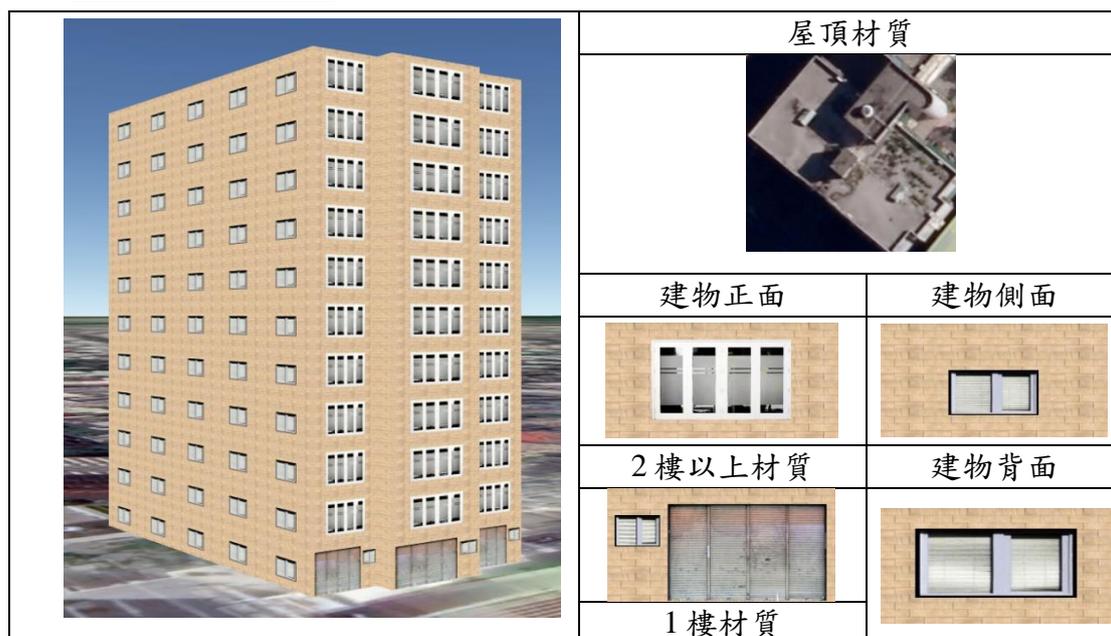
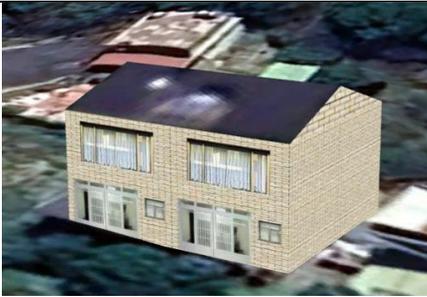


圖 2-22 111 年以後近似化建物模型使用貼圖材質範例

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(貼圖 1.0) | 111 年以後(貼圖 2.0 及 3.0) |
|------|---|--|
| 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 2-23。



圖 2-23 正射影像建物傾斜狀況

屋頂紋理貼圖作業流程如圖 2-24，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，自 112 年度起採用了人工智慧(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 2-24 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 2-25)。

屋頂影像使用原始航拍資料

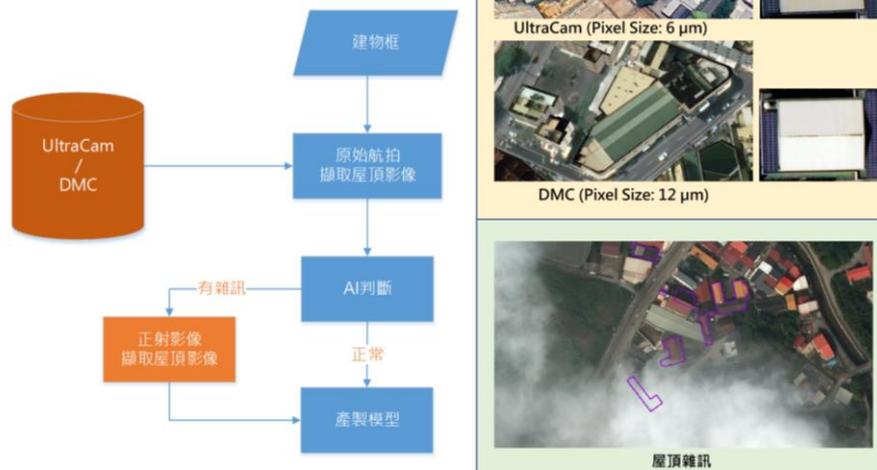


圖 2-25 原始航照影像作業流程

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 2-26 所示。

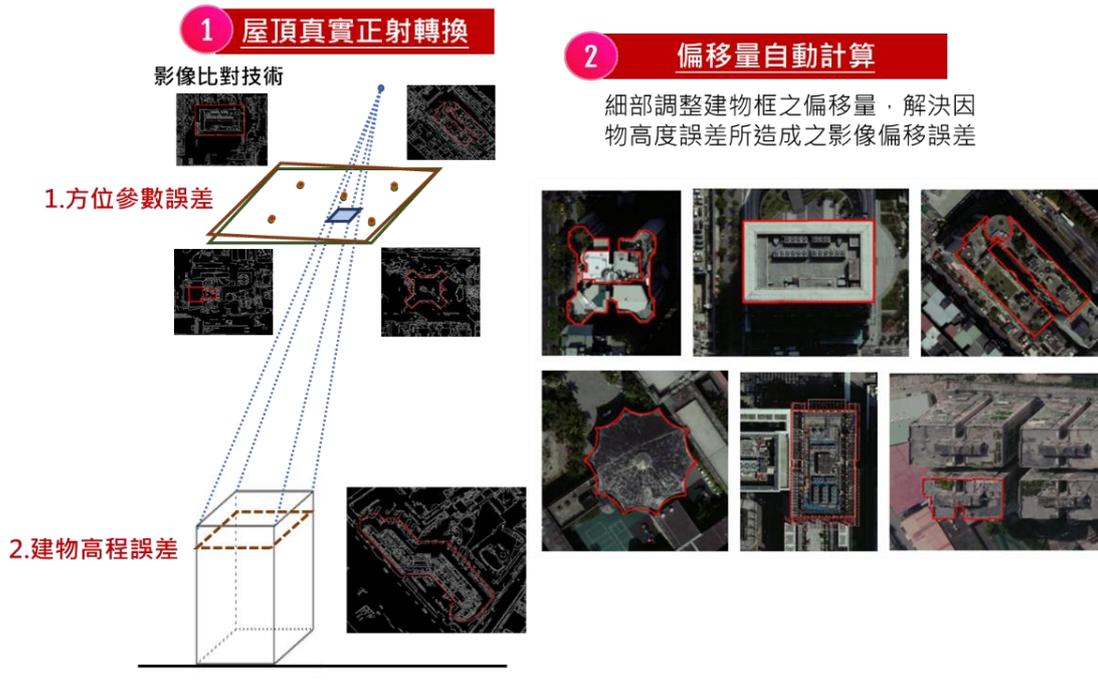


圖 2-26 原始航照影像投影平面坐標

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

過去擷取屋頂影像時，透過人工檢查僅能抽樣挑出劣質屋頂材質，每年數百萬棟成果難以全面一一檢視。

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 2-27。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。

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。

模型的訓練階段使用來自不同資料來源、不同時期的影像共 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 2-28 及圖 2-29，總計完成 25 個 epochs(所有數據均跑過一次稱之為 1 個 epoch)計算。

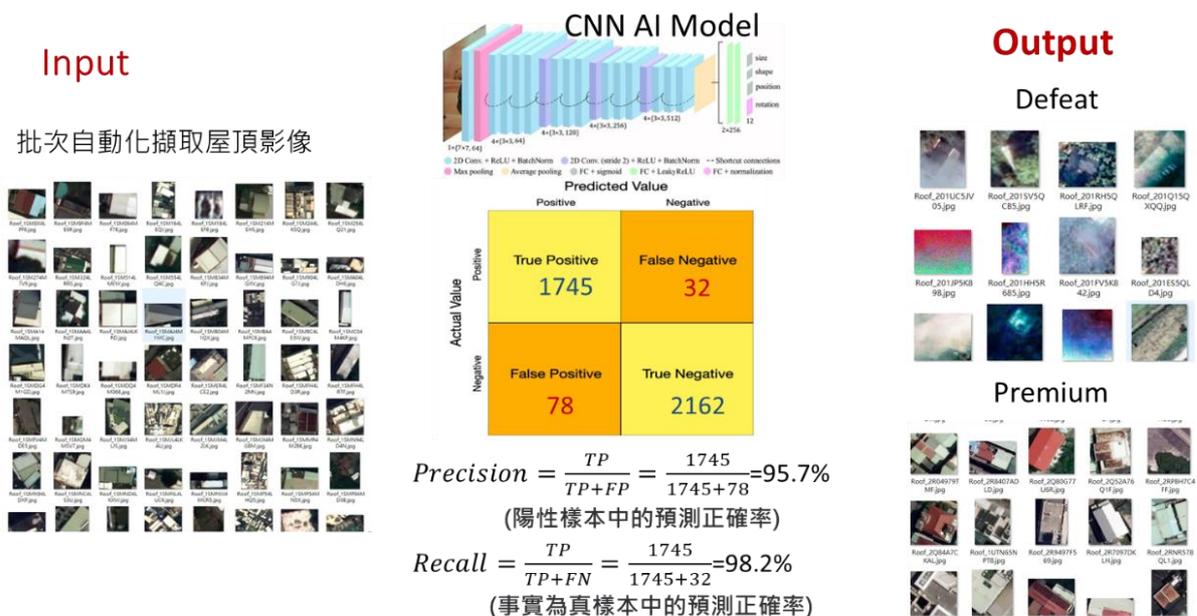


圖 2-27 AI 航照影像篩選機制



圖 2-28 「優質」屋頂影像範例

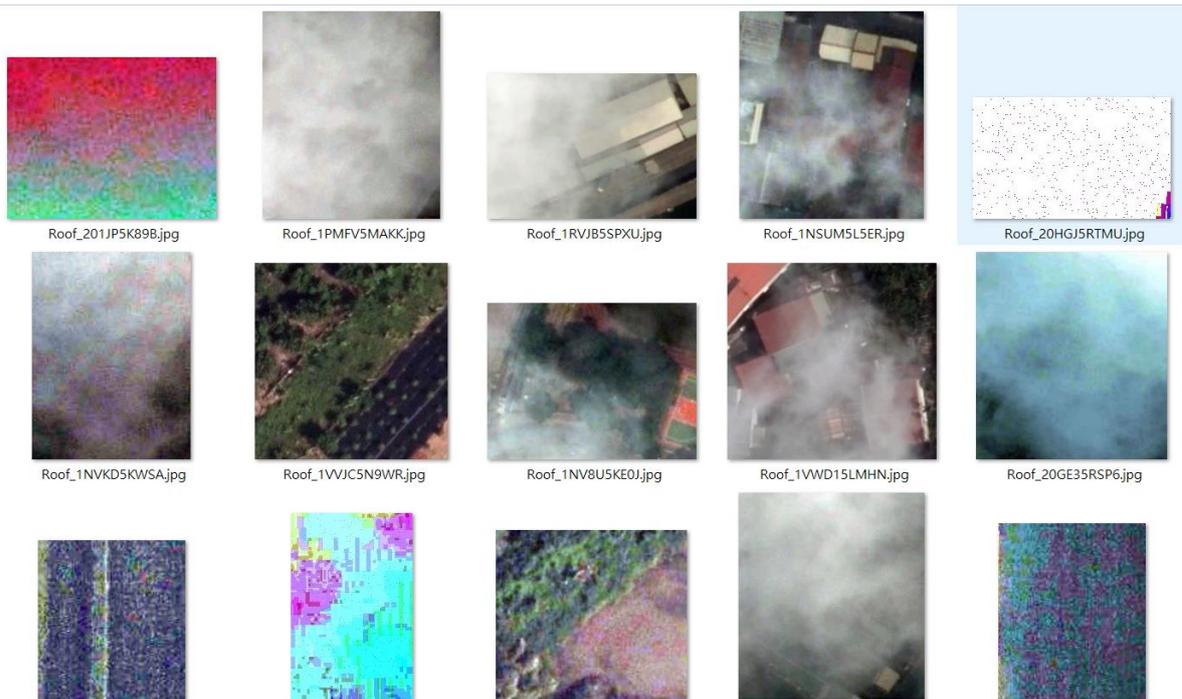


圖 2-29 「缺陷」屋頂影像範例

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 2-30，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 2-30 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：**Positive** 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，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，於正射影對於無原始航拍區域，或雖具原始航拍影像但因影像品質不佳被 AI 濾除的建物屋頂，將改以最新年度的正射影像進行屋頂影像萃取。

在此階段，運用影像處理技術，針對正射影像與建物框影像分別進行邊緣偵測與梯度值計算，透過分析建物框內的點重合度，找出重合點數最多的位置，作為套疊的最佳結果。此外，有針對 Canny Detector 結果作門檻值過濾，另比對時針對外框線有一個 buffer 的容忍值。影像偏移偵測演算法如圖 2-31。

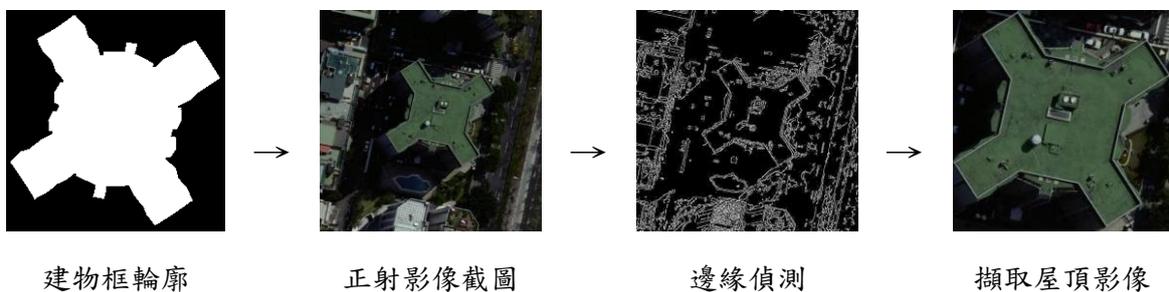


圖 2-31 影像偏移偵測示意圖

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 2-32。

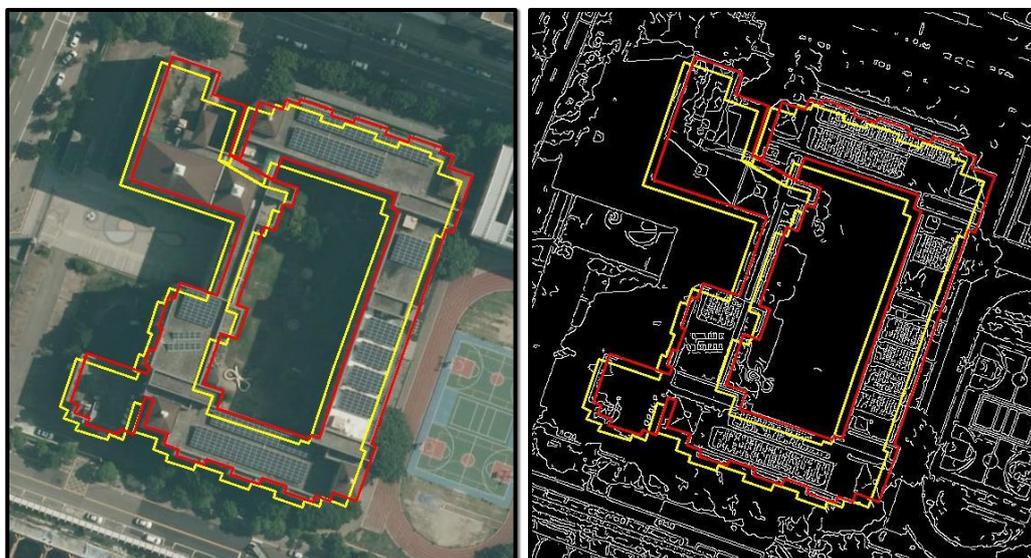


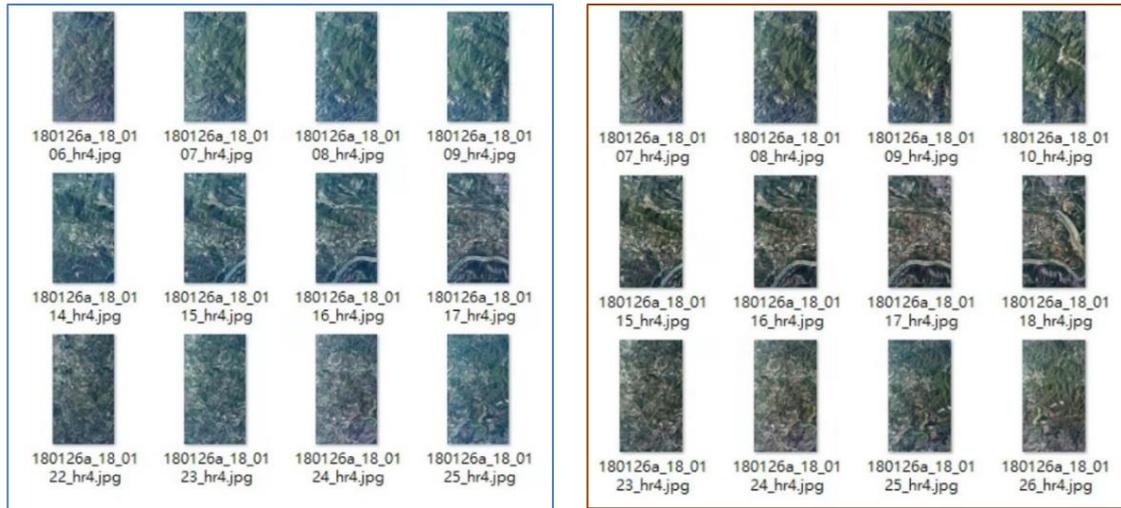
圖 2-32 影像偏移修正調整範例

4. 影像增強處理

若直接使用原始航拍影像或正射影像作為成果，由於影像亮度不均，可能導致屋頂影像出現偏暗或偏亮的情況，特別是在大範圍模型成果展示時，屋頂色調會顯得不一致。

為改善屋頂影像貼圖的品質，本次作業採用二層次影像增強技術，自動化調整屋頂的色調與亮度，提升整體一致性。具體作業內容如下：

- (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 2-33)。
- (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 2-34)。



(a) 原始航照色調 (b) 原始航照經影像增強後之色調

圖 2-33 原始航照經影像增強前後之色調比較



圖 2-34 屋頂影像影像增強調整前後比較範例

(三) Google 街景萃取

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 2-35。

| Google Cloud Platform | | 定價 | Omniguider - GMP - MCTW | | | | |
|-----------------------|-------|---|---------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--|
| 帳單 | 定價 | 這個帳單帳戶已連結至經過議定的合約，以下是 Google Cloud Platform 服務、Google 地圖平台和 Google Workspace 的 SKU 與價目表 (生效日期：2020/11/25)，下列的 SKU 價格資訊不包含抵免額 (包括促銷折扣、續用折扣、承諾使用折扣或依費用產生的折扣) 或是支援費用。 瞭解詳情 | | | | | |
| 總覽 | 報表 | <input checked="" type="radio"/> 查看有用量記錄的 SKU <input type="radio"/> 查看所有 SKU | | | | | |
| 費用表 | 費用明細 | Omniguider - GMP - MCTW 的費用 | | | | | |
| 使用承諾 | 預算與快訊 | 篩選表格 | | | | | |
| 帳單匯出功能 | 定價 | Google 服務 | 服務說明 | 服務 ID | SKU ID | SKU 說明 | 產品分類 |
| | | Maps | Street View Static API | 9208- 3D32-4342 | 9BD0- A2EE-44C3 | Static Street View | Maps Platform > Maps > Maps and Street View API > Other |

圖 2-35 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 2-36，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 2-37，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。

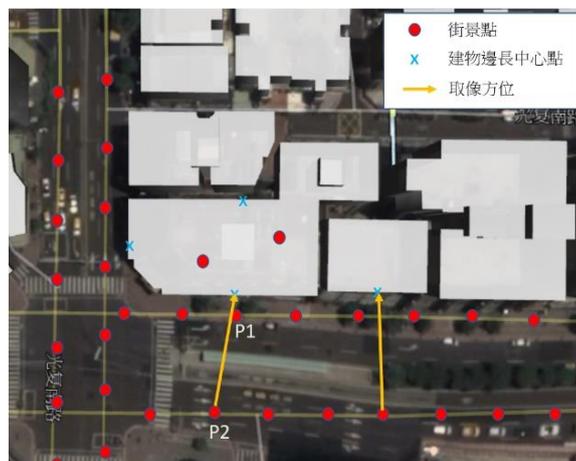


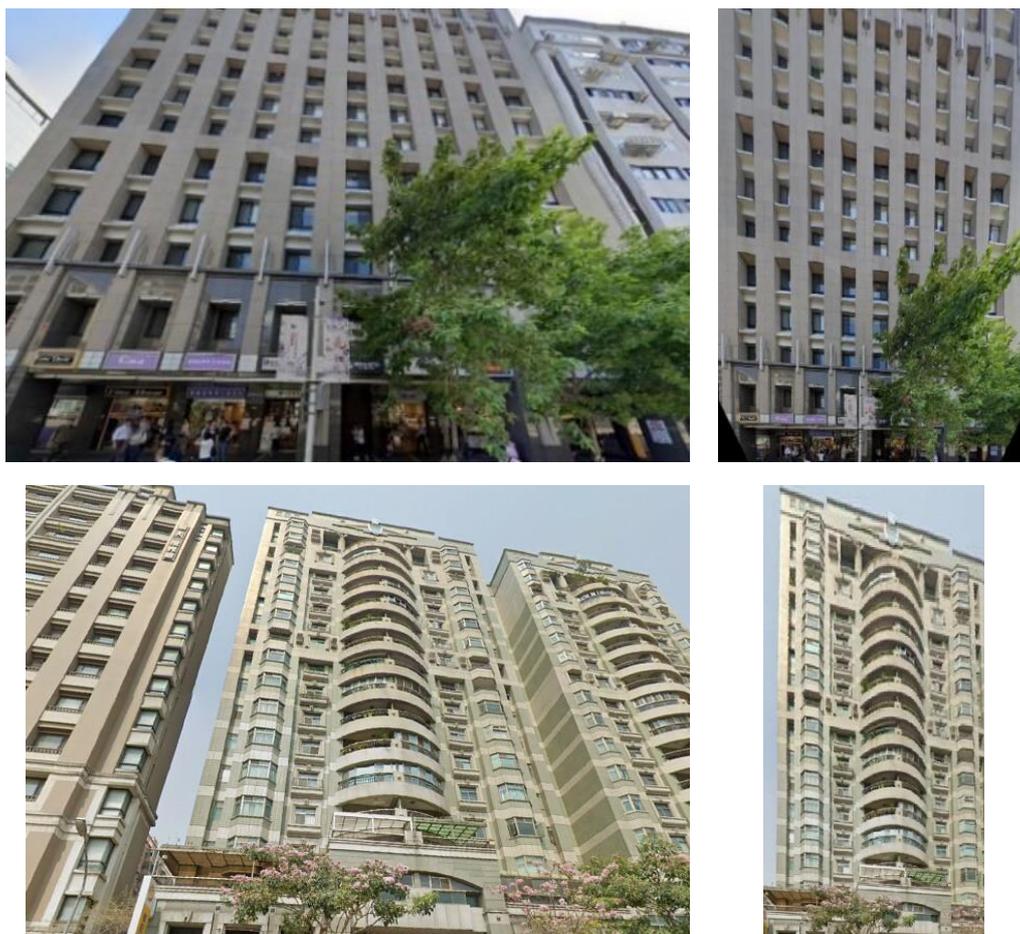
圖 2-36 建物對應之街景影像取得分析



圖 2-37 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 2-38。



街景取得之影像

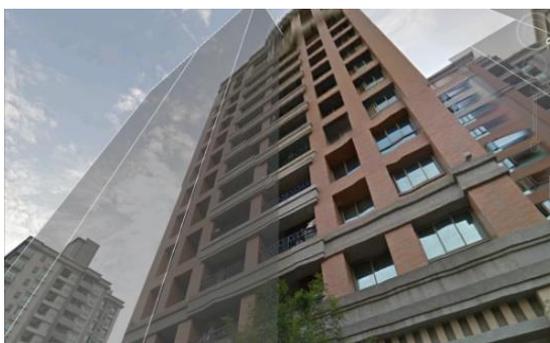
自動化校正處理後影像

圖 2-38 街景影像透視投影校正處理

4. Google 街景影像應用限制與干擾因素分析

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

(四) 牆面紋理影像比對

本團隊持續致力於牆面紋理貼圖比對演算法的優化，自 109 年度推出材質貼圖 1.0 起步，專注於提升技術精度與適用性。自 111 年度起，演算法進化至 2.0，結合都市計畫使用分區進行分類，並利用

道路中線圖資判斷建物正面，進一步實現材質貼附的細緻化與合理性。本年度推出的材質貼圖 3.0，更結合先進的 AI 技術，大幅提升牆面材質的細節還原與匹配精確度，使貼圖效果更真實且具一致性。

1. 材質貼圖 1.0

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 2-40。

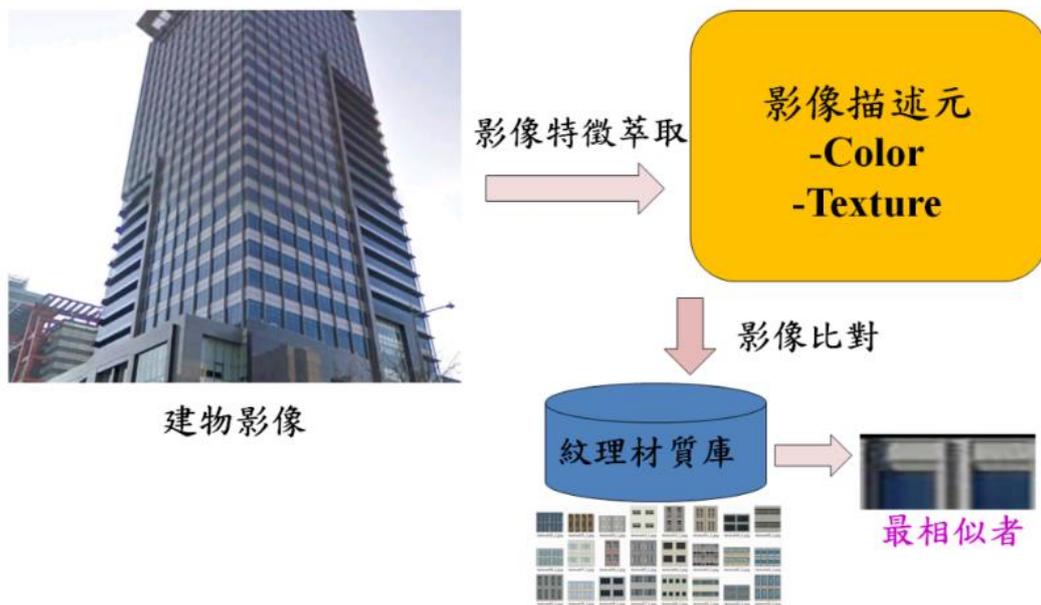


圖 2-40 材質庫影像辨識示意圖

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。

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 2-41。

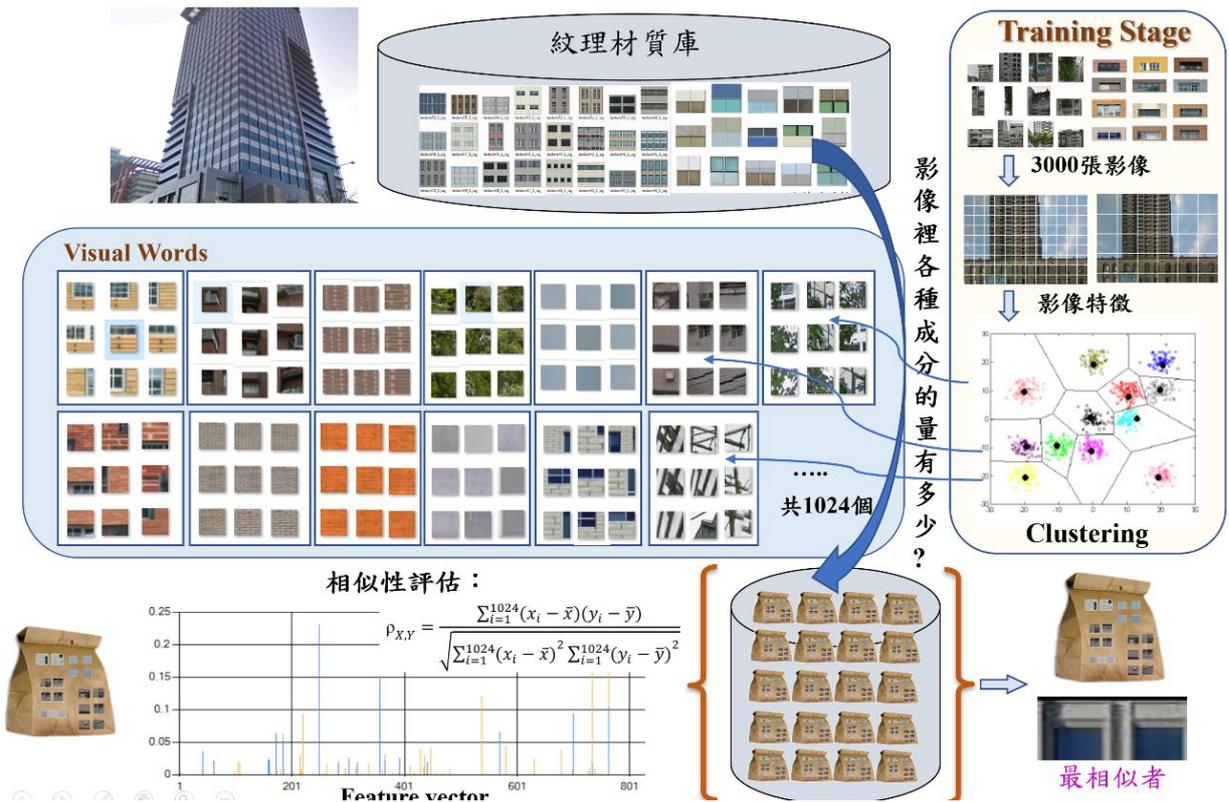


圖 2-41 Bag of Visual words 影像辨識示意

■ 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 2-42。

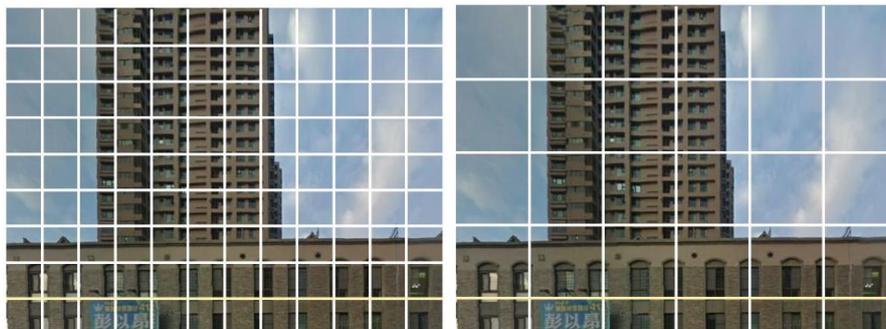


圖 2-42 影像特徵擷取

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 2-43。

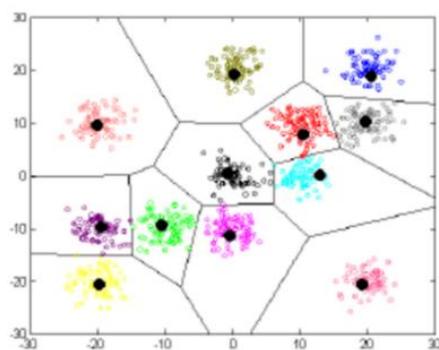


圖 2-43 影像特徵分群

c. 特徵表示(Feature Representation)

部分 Visual word 示意如圖 2-44，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 2-44 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 2-45。

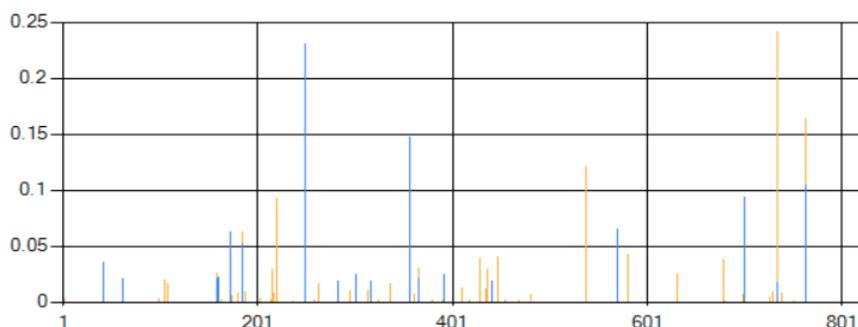


圖 2-45 影像特徵描述向量示意

■ 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 2-46，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。

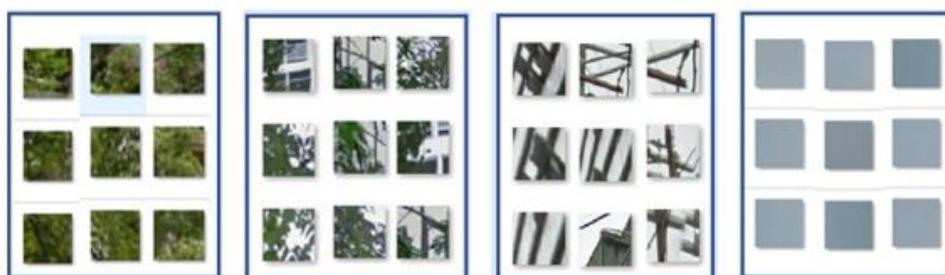


圖 2-46 排除之干擾因素 Visual words

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

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

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。

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

2. 材質貼圖 2.0

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 2-47，精進作法分述如下：

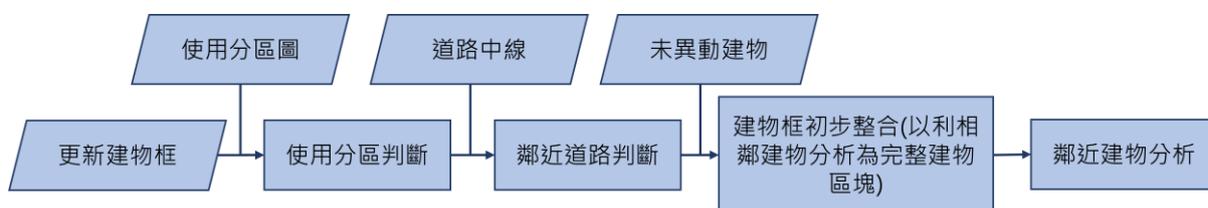


圖 2-47 材質貼圖 2.0 精進作法流程

(1) 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 2-48：

| 建模方法 | 材質貼圖 1.0 | 材質貼圖 2.0 |
|------|---|--|
| 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 512*256) | 152KB (共 4 張，每張為 512*256) |
| 合計 | 140KB | 219KB |

圖 2-48 材質貼附精進作法比較

(2) 材質結合都市計畫使用分區做分類

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，並將前述材質庫依計畫使用分區再歸類為都市區及非都市區等類型。建物材質貼附時以對應之使用分區類別材質庫貼附，各分類貼圖成果範例如圖 2-49，可避免非都區建物貼覆都市區材質之突兀。



圖 2-49 分區材質示意圖

(3) 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 2-50 及圖 2-51，以判斷建物的臨路方向。

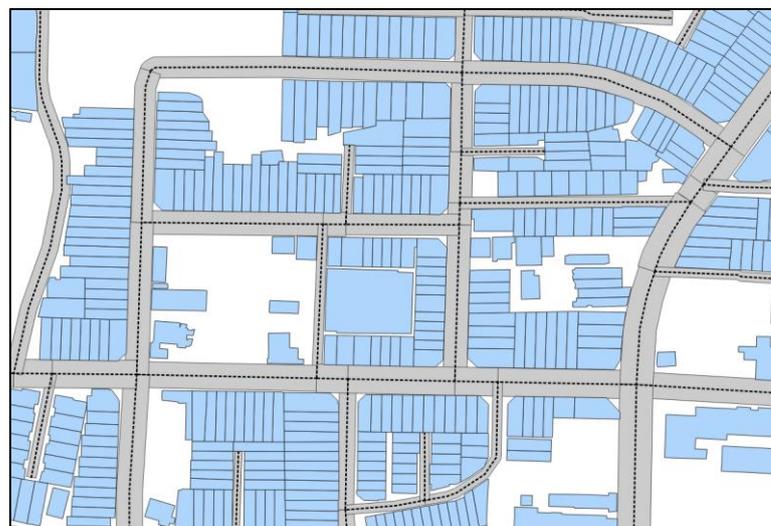


圖 2-50 道路中線與建物

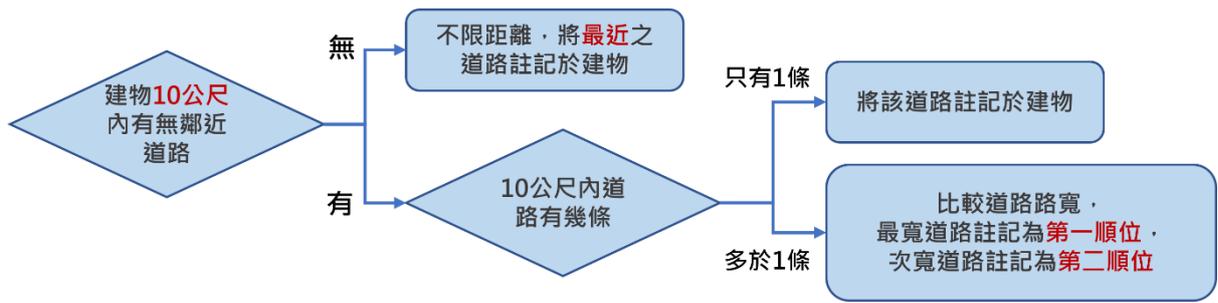


圖 2-51 鄰近道路分析流程

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 2-52。

| ROADID_1 | ROADID_2 | SV_LAT_1 | SV_LON_1 | SV_LAT_2 | SV_LON_2 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| F000011532 | | 24.9118026 | 121.544585 | | |
| F000005010 | | 24.9117955 | 121.549294 | | |
| F000001783 | F000006873 | 24.9118566 | 121.546253 | 24.9117967 | 121.546404 |
| F000004237 | | 24.9118231 | 121.545699 | | |
| F000003396 | F000005407 | 24.9119890 | 121.546778 | 24.9118319 | 121.546796 |
| F000011532 | | 24.9118611 | 121.544612 | | |
| F000003396 | | 24.9120685 | 121.546877 | | |
| F000004237 | | 24.9118014 | 121.545687 | | |
| F000011532 | | 24.9119435 | 121.544649 | | |
| F000011532 | | 24.9119468 | 121.544651 | | |
| F000011532 | | 24.9118981 | 121.544629 | | |
| F000003396 | F000005407 | 24.9120250 | 121.546823 | 24.9118752 | 121.546791 |
| F000003396 | F000005407 | 24.9120505 | 121.546854 | 24.9119184 | 121.546786 |
| F000006873 | F000001783 | 24.9118150 | 121.546441 | 24.9118630 | 121.546250 |
| F000011532 | | 24.9118557 | 121.544609 | | |
| F000011532 | | 24.9119456 | 121.544650 | | |
| F000005010 | | 24.9118649 | 121.549256 | | |
| F000004237 | | 24.9118977 | 121.545740 | | |
| F000004237 | | 24.9118447 | 121.545711 | | |

圖 2-52 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 2-53 中，紅點為第一道路；粉紅點為第二道路。

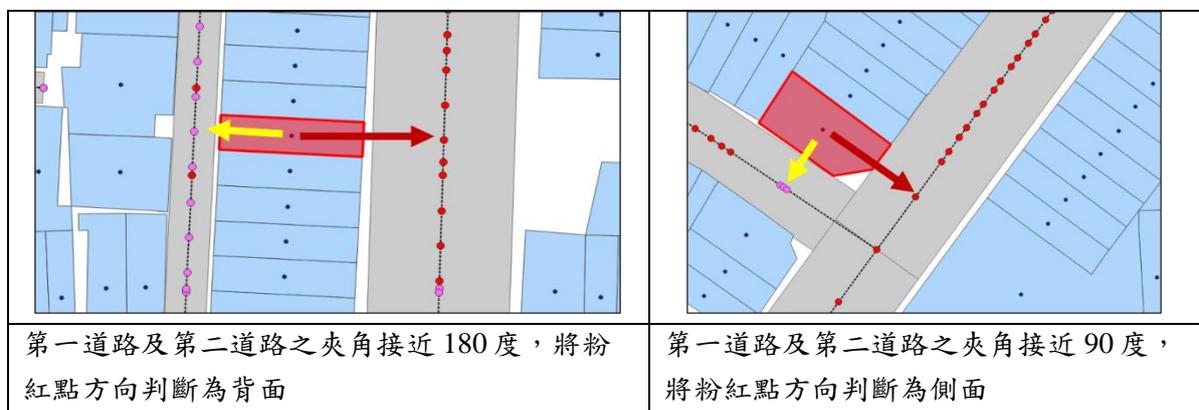


圖 2-53 建物對道路投影點面向參考

(4) 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 2-54，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 2-55，依此作為避開正門的方向。



圖 2-54 社區中庭無道路資料



圖 2-55 相鄰建物面註記

3. 材質貼圖 3.0

本年度再精進至貼圖 3.0，主要是利用深度學習 AI 進行牆面貼圖之優化，模型與實景之相似度再提升(如圖 2-56)。

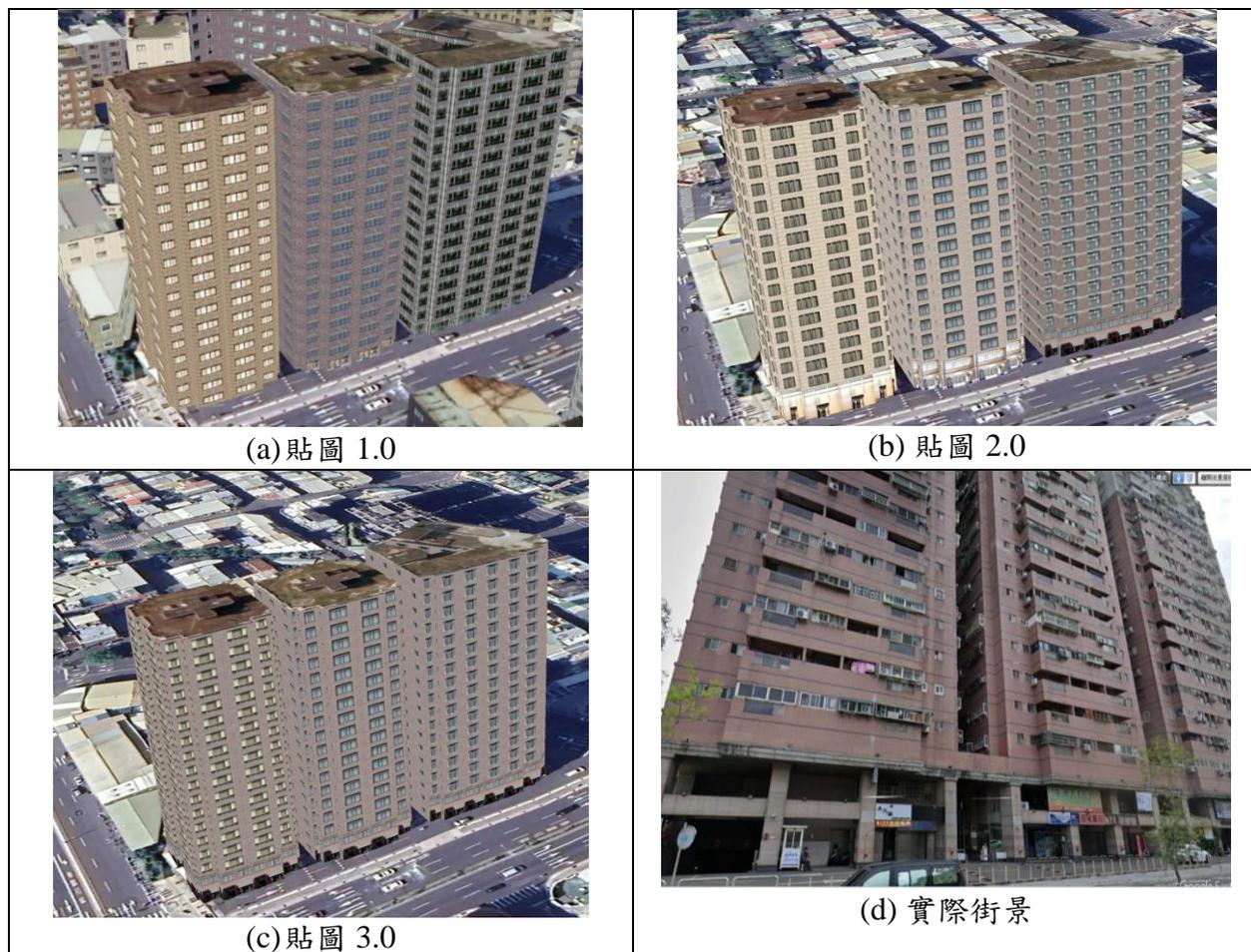


圖 2-56 貼圖精進進程比對圖

具體措施包含：

(1) AI 牆面元件切割

材質貼圖 1.0 的作業模式是利用整張街景影像與材質庫進行影像辨識。然而，在進行影像辨識的過程中，街景影像中的天空背景、路樹、招牌等其他非建物成分會對辨識結果產生影響（儘管之前的機制已經對此進行了部分處理）。

本年度利用深度學習 AI 再進行街景影像之細部分析(如圖 2-57)，規劃將建物影像再分割出牆、門、窗等結構，再分別與材質庫做比對，可更有效濾除街景影像中干擾材質比對之成分(天空、路樹、招牌...等)，獲得更相似之貼圖效果。

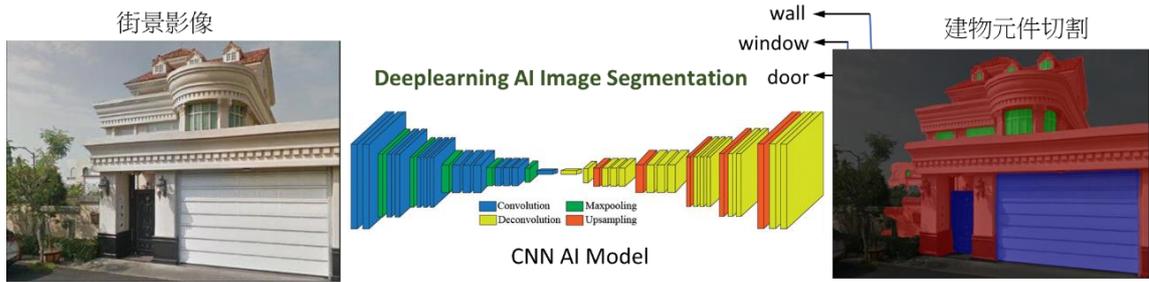


圖 2-57 深度學習 AI 牆面元件切割

A. AI 模型訓練

AI 模型的訓練主要分成四個階段(如圖 2-58)，使用的資料集為街景影像，數量約 1 萬 2000 張：

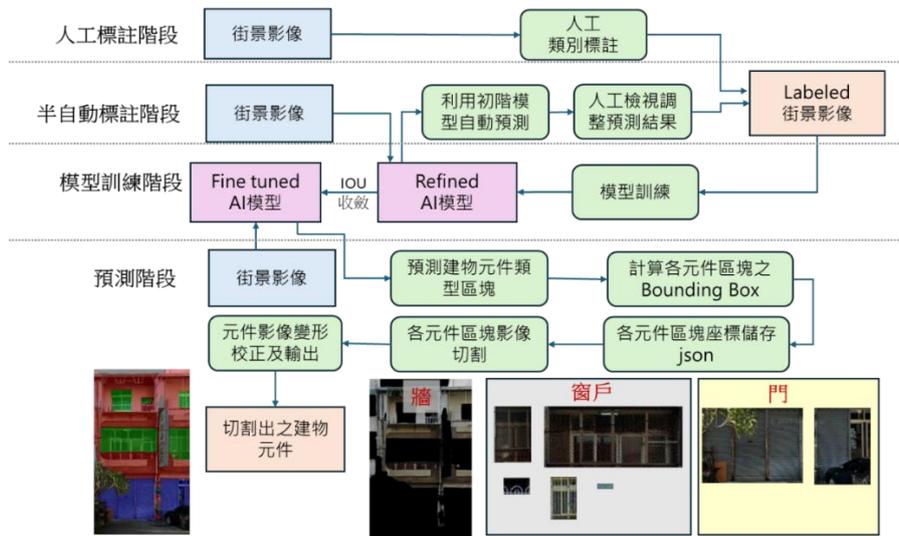


圖 2-58 AI 模型訓練機制

(a) 人工標註階段：

先針對部分資料集進行標註作業，以多邊形標註建物牆面、窗戶及門等三種成分(範例如圖 2-59)，將已標註的部分資料給模型進行訓練。



圖 2-59 AI 模型標註作業

(b) 半自動化標註階段：

當人工標註數量進行模型訓練得到較高準確率的模型後，進行半自動標籤流程，利用訓練模型對未標註資料進行預測，讓模型直接去尋找每個類別的大概位置，並進行後處理將位置座標進行儲存，結束以後將儲存的座標轉換成標註工具可以讀取的格式，再進行人工調整。

(c) 模型訓練階段：

將已標註的部分資料給模型進行訓練，並且對模型進行微調使產生較高的準確率，當平均 **mIoU(Mean Intersection over Union)** 收斂後得到最後 Fine Tuned model。

最後訓練結果呈現各個類別所得到的 IoU 為 Background : 0.91、Wall : 0.89、Window : 0.82、Door 0.83，而平均 mIoU 則達到 0.86(如圖 2-60 所示)，其中 window 由於在圖片中因為物體過小，導致模型不容易預測，才產生 window 的指標低於其他兩類。

| 類型 | Background | Wall | Window | Door |
|-----|------------|--------|--------|-------|
| IoU | 0.9083 | 0.8964 | 0.8258 | 0.831 |

圖 2-60 AI 牆面元件切割 IOU

(d) AI 模型預測階段：

AI 模型架構主要是用 ConvNeXt 架構提取輸入圖片的特徵，並產生圖片的 feature map，而網路的 backbone 則選用 UPerNET 對 feature map 去做不同大小的 feature 提取，讓小區塊的 feature 不會損失，最後再接一個 FCN (Fully Convolution Network) 去做預測，所得到的輸出為與原圖大小相同的預測類別。

以實際建模作業擷取之街景圖經由前述以訓練完成之 AI 模型進行預測，成果範例如圖 2-61，紅色、綠色及藍色分別為切割出之牆面、窗戶及門，其中招牌、路樹、天空、車輛、雜物...等大多可排除在建物元件之外，對後續之影像比對有相當程度之助益。



圖 2-61 牆面元件切割預測成果示意

(2) AI 材質庫影像優化

原始材質庫是通過人工從街景圖像中收集而來，雖然已經進行了影像變形修正和增強處理，但對於影像的解析度和線條規整度等方面仍有優化的空間，原始材質庫影像範例如圖 2-62。

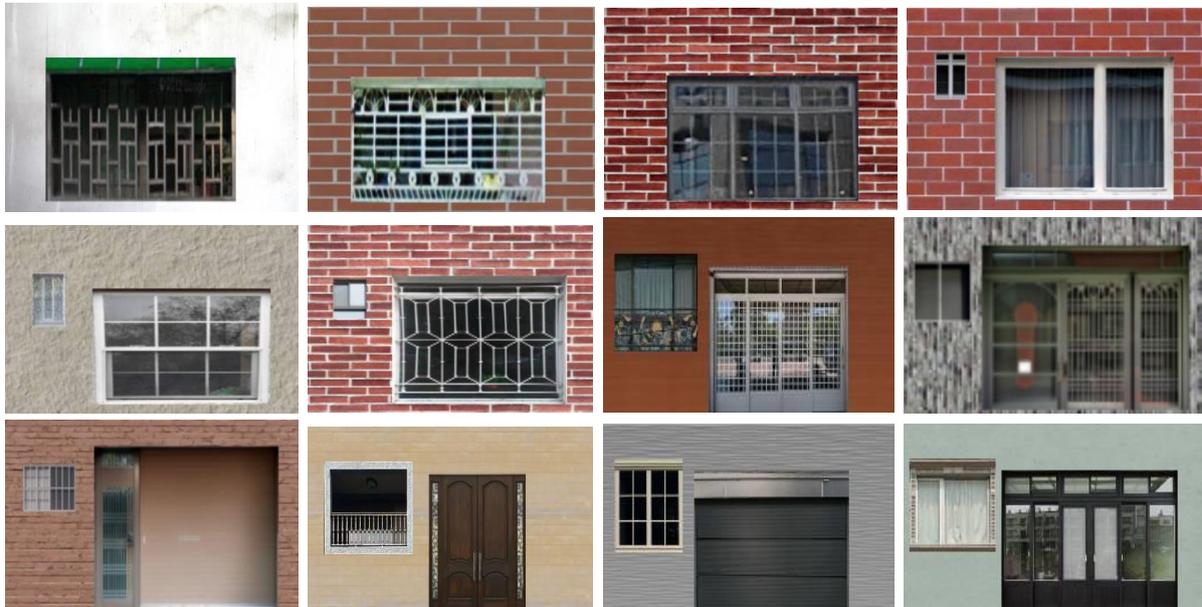


圖 2-62 原材質庫範例

本年度，我們利用 AI 生成影像技術，機制如圖 2-63，基於之前已建置之材質庫，透過邊緣映射 (Edge map) 等技術以及文本

轉圖像 (Text-to-Image) 和圖像轉換 (Image-to-Image) 等人工智慧生成影像技術，生成更加規整和自然的材質庫影像。

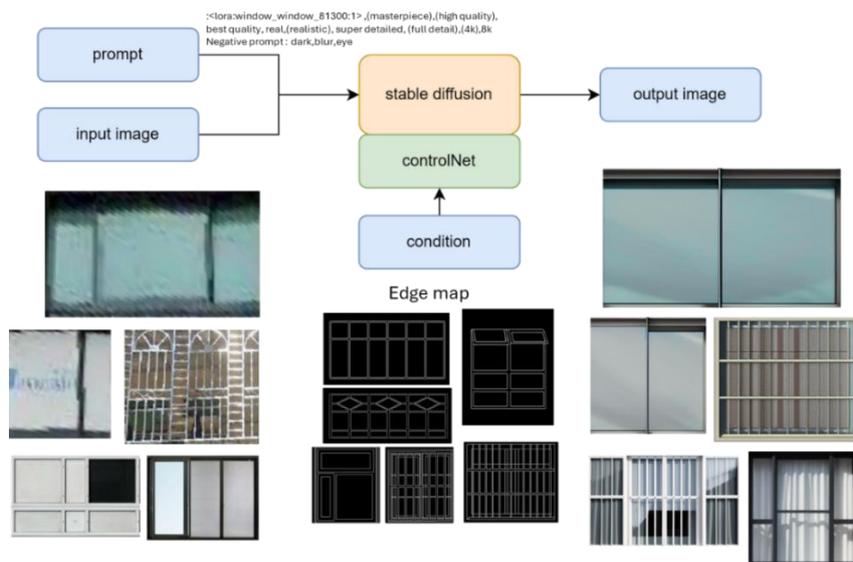


圖 2-63 AI 生成影像技術優化材質庫機制

AI 生成的材質庫影像範例如圖 2-64，其影像品質得到了相當程度的改善。目前，我們已經收集和生成的 AI 生成材質庫的數量已超過了原始的材質庫。

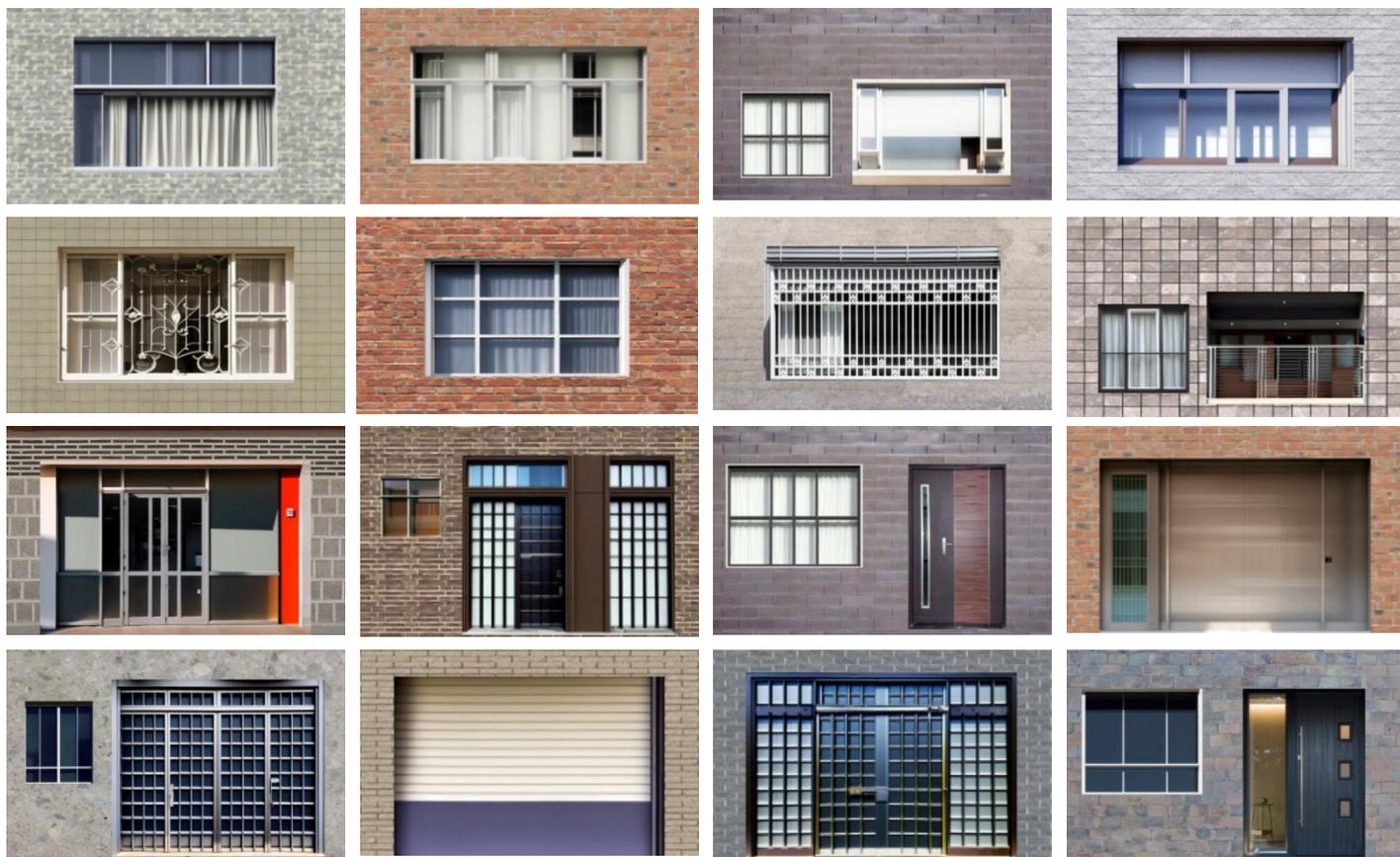


圖 2-64 AI 生成材質庫範例

(五) 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 2-65 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。

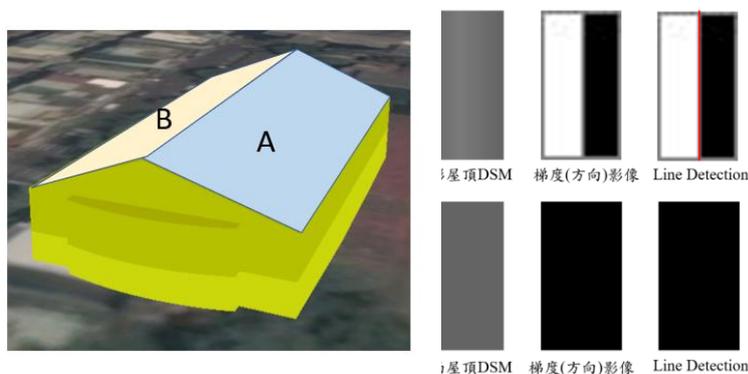


圖 2-65 理想山形屋頂模型

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 2-66。
- 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。

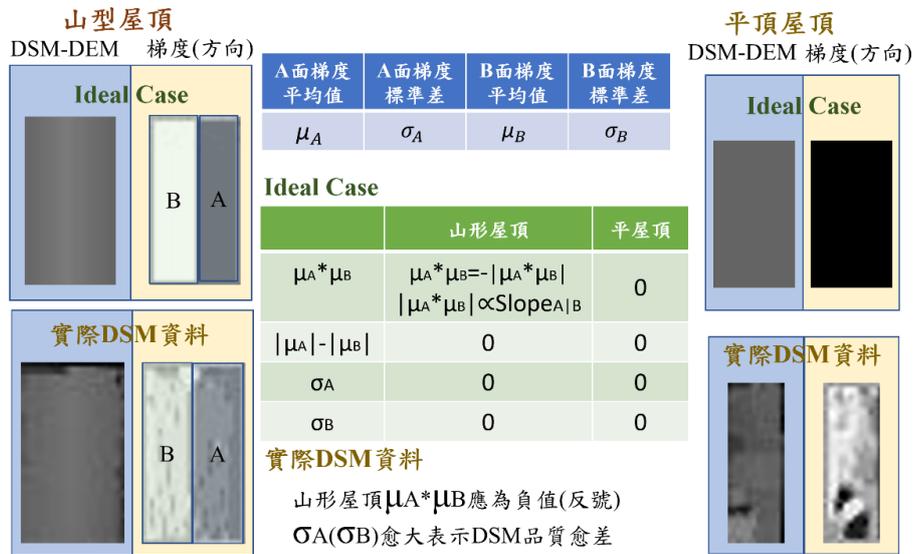


圖 2-66 DSM 偵測山形屋頂之品質驗證

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 2-67：

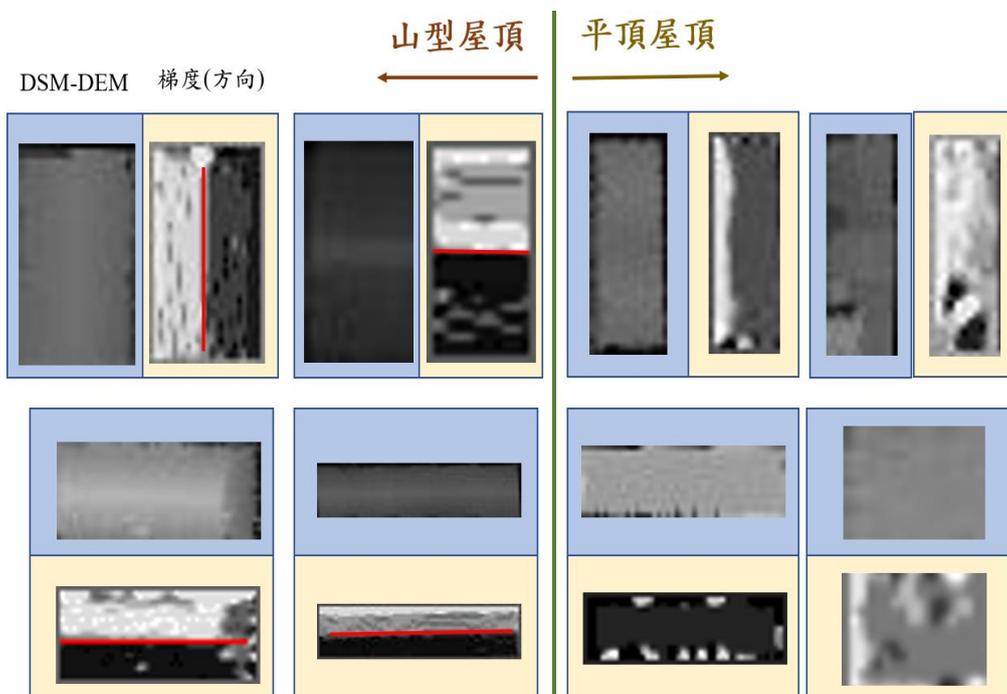


圖 2-67 實際 DSM 偵測山形屋頂模型

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 2-68，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

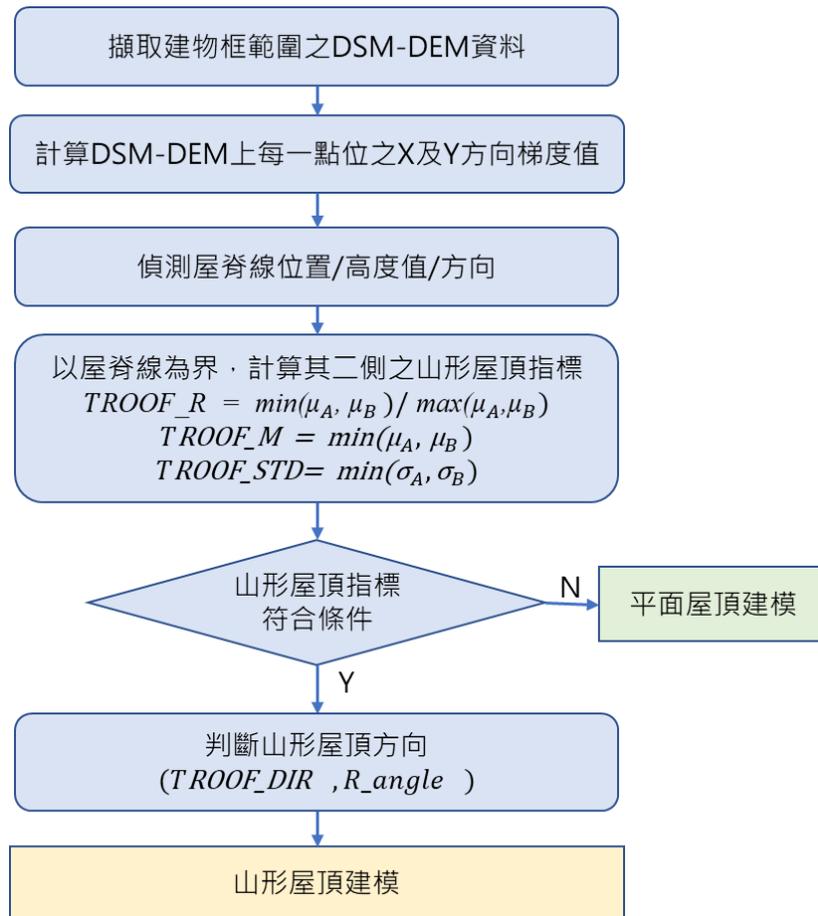


圖 2-68 山形屋頂偵測流程圖

(六) 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 2-6，以利未來資料運用交換整合。

表 2-6 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 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 | 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 |

| 序 | 欄位名稱(英文) | 欄位名稱(中文) | 型態 | 欄寬 | 內容說明 |
|----|------------|-------------|---------|--------------------------|---|
| | | | | | 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 |

(七) 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 113_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) 113_C_BUILD_97232041_0.KMZ
- (2) 113_C_BUILD_97232041_1.KMZ
- (3) 113_C_BUILD_97232041_2.KMZ
- (4) 113_C_BUILD_97232041_3.KMZ
- (5) 113_C_BUILD_97232041_4.KMZ

貳、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 2-69，並產製區塊式三維建物模型分棟成果。

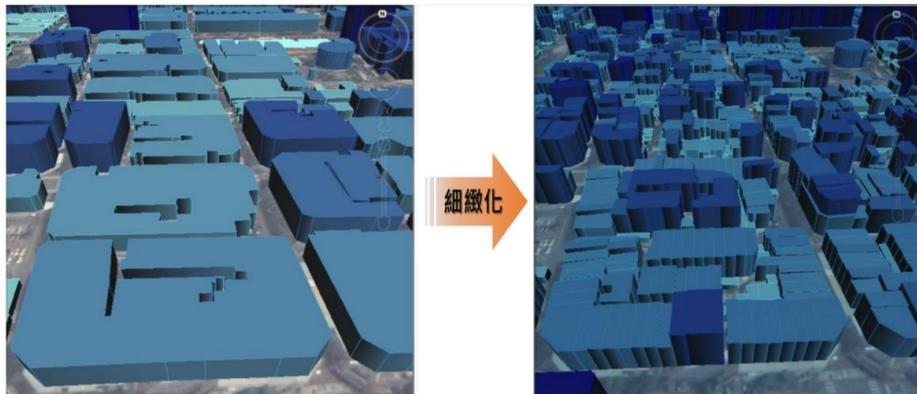


圖 2-69 區塊建物細緻化之策略目標[內政部國土測繪中心，2020]

一、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 2-70 所示。

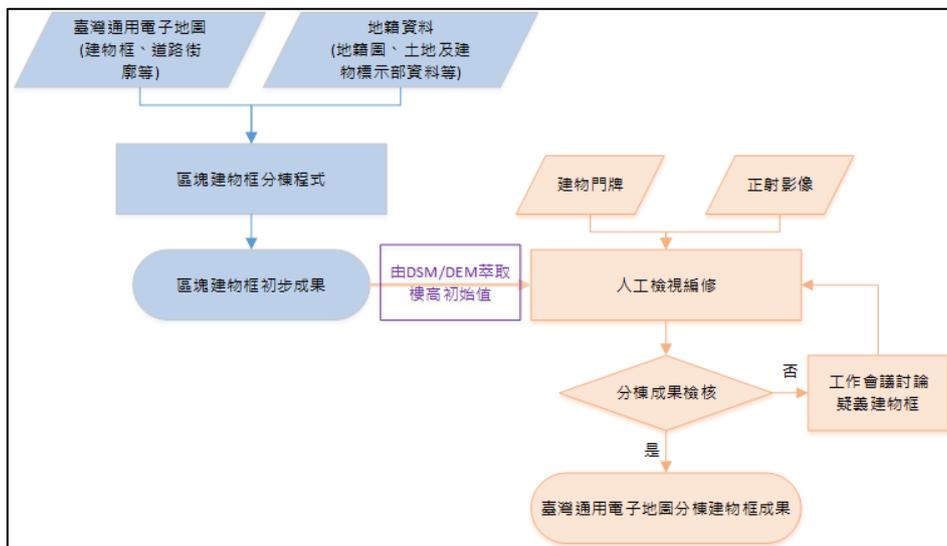


圖 2-70 分棟作業流程圖

(一) 本年度作業範圍

本案作業區包含臺北市 12 區、新北市 29 區部分地區、苗栗縣 18 區、屏東縣 33 區、宜蘭縣 7 區、花蓮縣 13 區以及臺東縣 15 區，共 127 個行政區，如圖 2-71 所示。

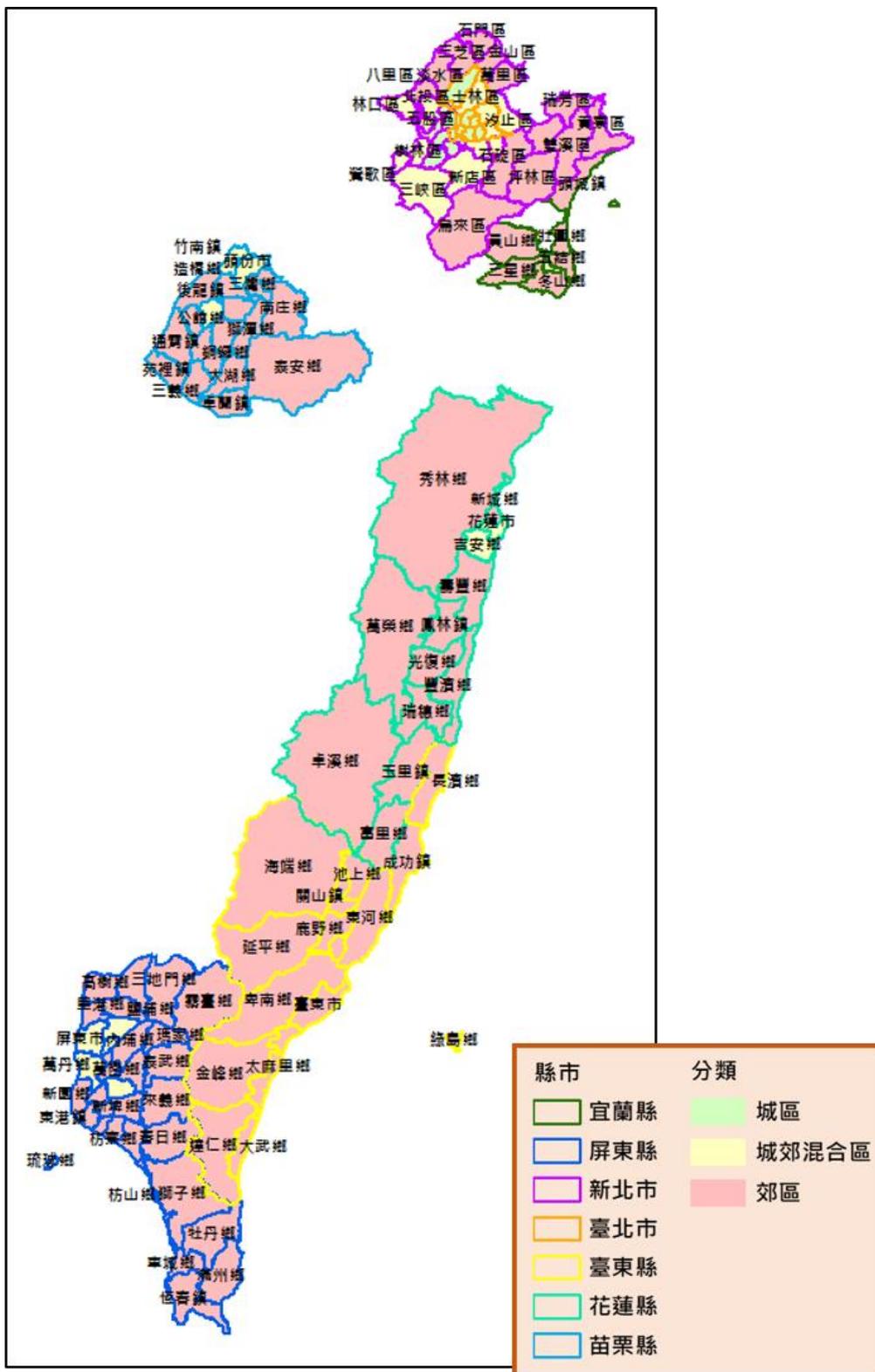


圖 2-71 本年度作業區

(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，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，以圖 2-72 中紅色建物框為例，1 筆建物框內包含多筆宗地。



圖 2-72 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，如圖 2-73，藍色框選之建物框可由屬性表看出同一個位置有 2 筆屬性，表示該建物框重疊，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。

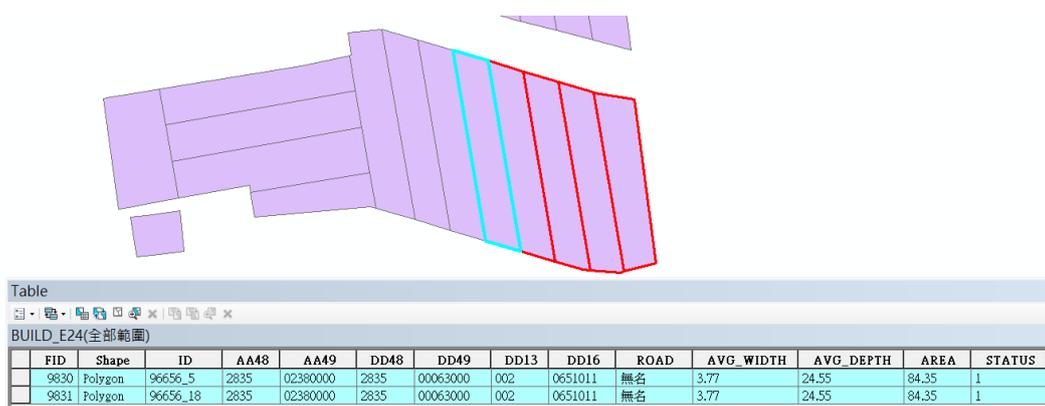


圖 2-73 高雄市路竹區重疊範例

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 2-74。



圖 2-74 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 2-75。

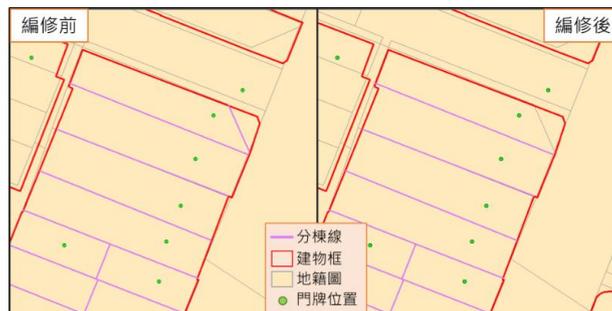


圖 2-75 分棟線刪除編修示意圖

(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 2-76。

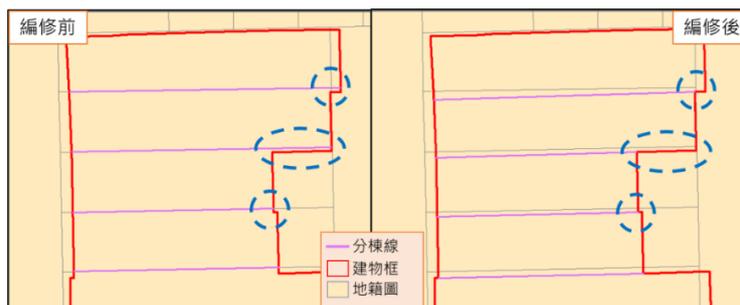


圖 2-76 分棟線調整編修示意圖

(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 2-77。



圖 2-77 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 2-78 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。

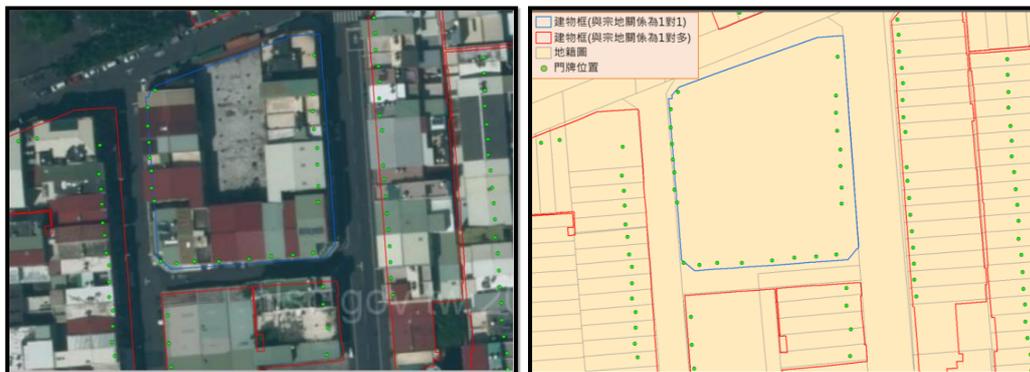


圖 2-78 建物框與地籍圖宗地及門牌位置資料示意圖

5. 疊一千分之一地形圖做為分棟線位置參考

本年度作業範圍中，臺北市已取得一千分之一地形圖，於分棟作業過程中，套疊一千分之一地形圖，以初步分棟之成果為基礎，檢視正射影像應有分棟線之位置，若一千分之一地形圖有符合之分戶線，則參考其分戶線位置，新增分棟線於初步分棟成果上。以圖 2-1 為範

例，部分建物於初步分棟時無完整分出，套疊一千分之一地形圖與正射影像，參考二者資訊新增分棟線。

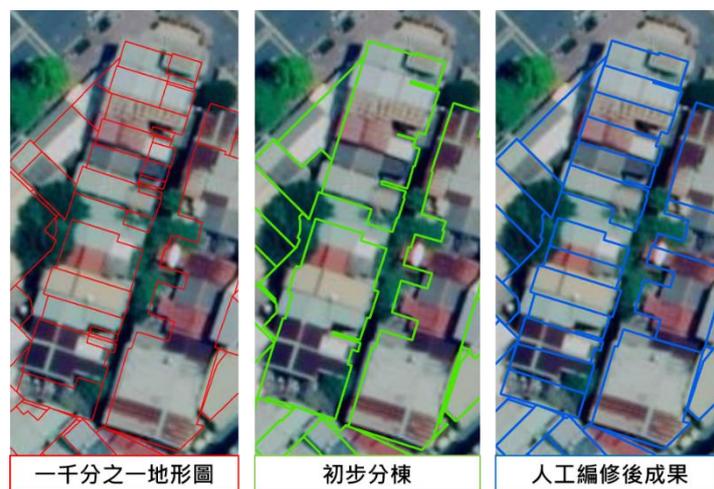


圖 2-1 一千分之一地形圖輔助分棟範例

6. 以樓高輔助分棟作業

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。

以圖 2-91 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 2-79 細緻化成果(臺南市)

(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 2-80。



圖 2-80 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 2-81。





圖 2-81 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 2-82。



圖 2-82 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 2-83。





圖 2-83 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 2-84。



圖 2-84 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 2-85。



圖 2-85 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 2-86。
- (2) 雙拼透天建物可參考門牌進行分棟，如圖 2-87。



圖 2-86 分棟原則範例 7



圖 2-87 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 2-88。



圖 2-88 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 2-89。



圖 2-89 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 2-90。

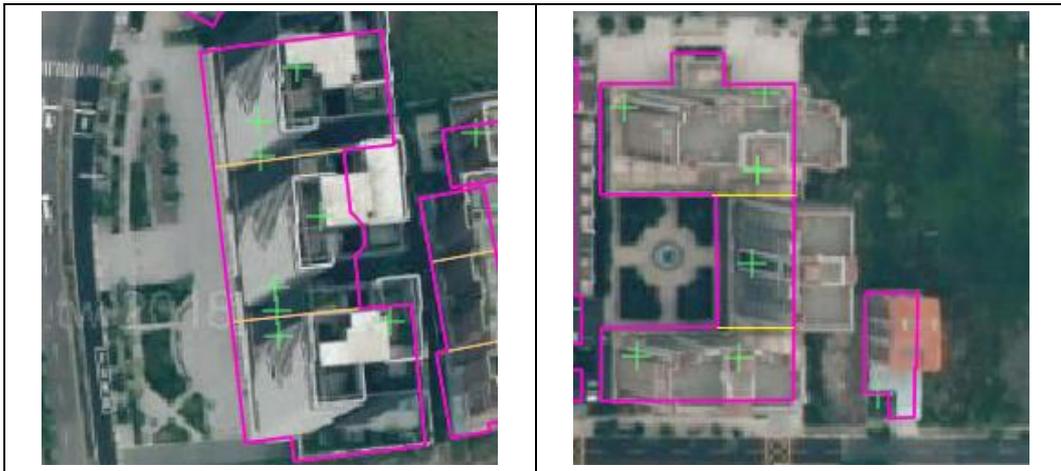


圖 2-90 分棟原則範例 11

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 2-91 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 2-91 細緻化成果(臺南市)

二、 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新

本年度更新範圍包含新北市部分地區、桃園市與新竹縣，其既有模型為 111 年度三維建物模型細緻化作業成果，該成果係以 110 年度臺灣通用電子地圖建物框進行分棟模型產製，因此本年度以 110 年及最新之 112 年臺灣通用電子地圖成果進行異動分析，並更新分棟建物模型。本年度異動分析結果如圖 2-92 所示。

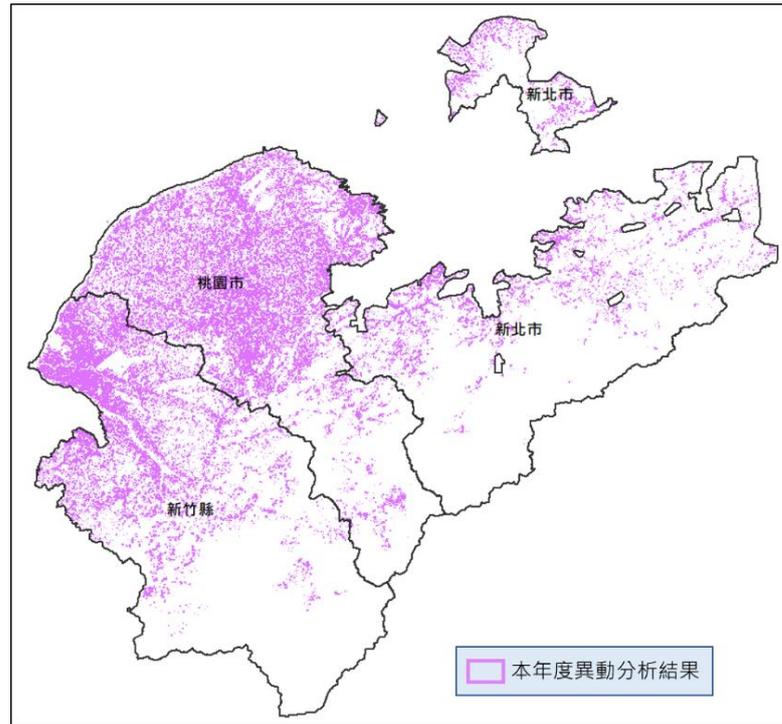


圖 2-92 分棟建物模型更新作業範圍異動分析結果

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 2-93 所示。

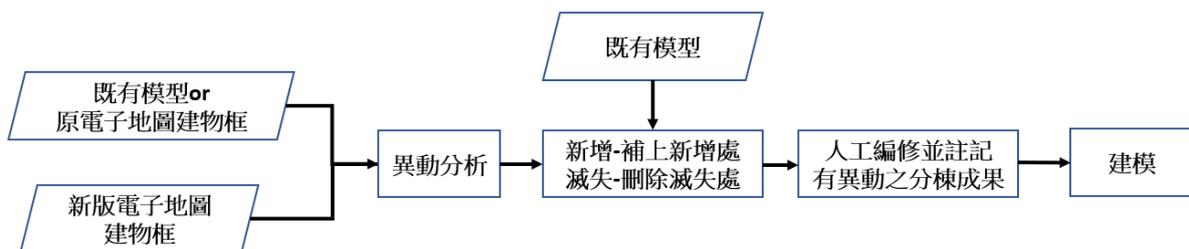


圖 2-93 電子地圖分棟建物模型更新作業流程

參、LOD2 建物模型產製

測繪中心自 112 年起於各年度「多維度空間資訊基礎圖資測製工作採購案」中選定部分特色聚落、社區總體營造及地方創生地區測製 LOD2 建物模型屋頂結構，LOD2 建物模型屋頂結構測製依照原一千分之一地形圖繪製之建物框，按「LOD2 建物屋頂結構測製及檢查作業說明」，並依照建物實際情形，繪製各建物包含其增建層之屋頂結構及記錄建物實際樓層數，同時建置同一建物之 GROUP_ID。 LOD2 建物模型依其屋頂特性分為 3 大類，分別為「平面屋頂」、「斜面屋頂」及「圓頂及特殊結構屋頂」，測製範例如圖 2-94。

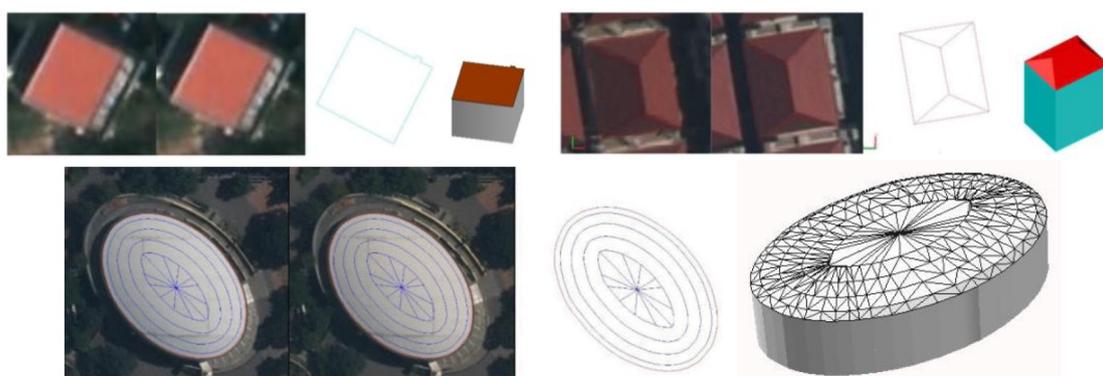


圖 2-94 LOD2 建物模型屋頂結構測製範例 (擷取自多維度空間資訊基礎圖資測製工作採購案 RFP)

一、LOD2 SHP 資料解析

(一) 3D SHP 檔資料結構

本案將依該案交付之 LOD2 屋頂結構測製成果(SHP 檔)進行 LOD2 建模。LOD2 屋頂結構 3D SHP 檔有別於傳統 2D SHP 檔，SHP Type 屬於 PolygonZ[value:15](2D SHP 檔則為 Polygon[value:5])，並於 ByteY+16 以 Zarray 紀錄各 Polygon 節點的 Z 值(如圖 2-95)，本團隊依此資料結構，自行撰寫程式由 SHP 檔擷取出各 Polygon 之 3D 坐標據以建模。

| Value | Shape Type |
|-------|-------------|
| 0 | Null Shape |
| 1 | Point |
| 3 | PolyLine |
| 5 | Polygon |
| 8 | MultiPoint |
| 11 | PointZ |
| 13 | PolyLineZ |
| 15 | PolygonZ |
| 18 | MultiPointZ |
| 21 | PointM |
| 23 | PolyLineM |
| 25 | PolygonM |
| 28 | MultiPointM |
| 31 | MultiPatch |

| Position | Field | Value | Type | Number | Byte Order |
|------------|------------|-----------|---------|-----------|------------|
| Byte 0 | Shape Type | 15 | Integer | 1 | Little |
| Byte 4 | Box | Box | Double | 4 | Little |
| Byte 36 | NumParts | NumParts | Integer | 1 | Little |
| Byte 40 | NumPoints | NumPoints | Integer | 1 | Little |
| Byte 44 | Parts | Parts | Integer | NumParts | Little |
| Byte X | Points | Points | Point | NumPoints | Little |
| Byte Y | Zmin | Zmin | Double | 1 | Little |
| Byte Y+8 | Zmax | Zmax | Double | 1 | Little |
| Byte Y+16 | Zarray | Zarray | Double | NumPoints | Little |
| Byte Z* | Mmin | Mmin | Double | 1 | Little |
| Byte Z+8* | Mmax | Mmax | Double | 1 | Little |
| Byte Z+16* | Marray | Marray | Double | NumPoints | Little |

圖 2-95 PolygonZ 資料結構 (Ref: ESRI Shapefile Technical Description)

(二)LOD2 建模結構

圖 2-96 右側係測繪中心說明「LOD2 建物屋頂結構測製及檢查作業說明」規範之 3D SHP 與相關屬性紀錄欄位，各 Polygon 記錄 Build H(H₁，建物高度)、Roof H(H_r，屋頂結構高程最大值與最小值的差值)、Build_NO(建物樓層數)，圖 2-96 左側則係本團隊針對資料解析繪製之示意。

屋頂相關結構高度定義

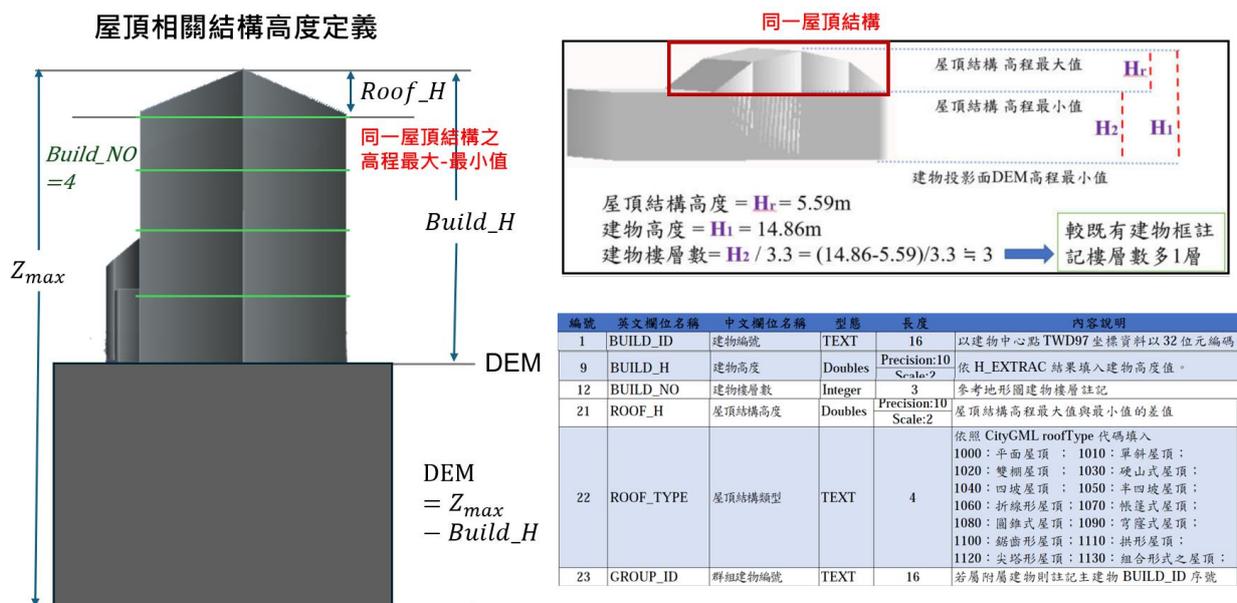


圖 2-96 LOD2 資料解析

多維度案所建置之資料，總結 3D SHP 建置須符合 LOD2 建模之作業重點如圖 2-97，已提供「多維度空間資訊基礎圖資測製工作採購案」監審單位依此進行資料檢核。

| 欄位 | 說明 |
|--------------|--|
| BUILD_ID | 每一個單獨的single polygon均有唯一的識別碼(以中心點座標轉換) |
| SUB_GROUP_ID | 同一個屋頂結構下的次建物群組。 |
| GROUP_ID | 同一個建物群組之ID。採用同一群組內面積最大single polygon之BUILD_ID。必須至少有一個BUILD_ID或SUB_GROUP_ID與GROUP_ID相同以置入屬性 |
| ROOF_TYPE | 依CityGML格式填入 |
| ROOF_H | 相同SUB_GROUP_ID下之polygon $Z_{max} - Z_{min}$ 。 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個ROOF_H均是同一個值 |
| BUILD_H | 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個BUILD_H均是同一個值 |
| BUILD_NO | 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個BUILD_NO均是同一個值 |
| DEMMIN* | *建議記錄此屬性 同一GROUP_ID之DEM值應相同 |

圖 2-97 3D SHP 屬性資料紀錄重點

說明如下：

1. 同一屋頂結構需記錄子群組：新增 SUBGROUP 欄位，明確定義相同屋頂結構之 Polygons，另，相同 SUBGROUP 之 polygon 其 ROOF_H、ROOF_TYPE、BUILD_H、BUILD_NO 需相同，以明訂同一建物屋頂結構之基準。
2. 同一建物群組計算之 Build_H 之基準需要一致：即同一建物群組內各 Polygon 之 DEM 需一致，否則建物之相對高度會因 DEM 值不同而有錯誤之相對高度，因規範並無紀錄 DEM 值(建議新增)，可由 $Z_{max}-Build_H$ 換算。

以圖 2-98 為例，一個建物群組包含 9 個 Polygons(相同 Group_ID，以最大結構體 5 代表)，其中，具有 4 個不同屋頂結構(分別以 Sub_Group_ID 紀錄之，以 Sub_Group 內之最大結構體 1,3,5,9 代表)，其屬性紀錄應如圖 2-99。

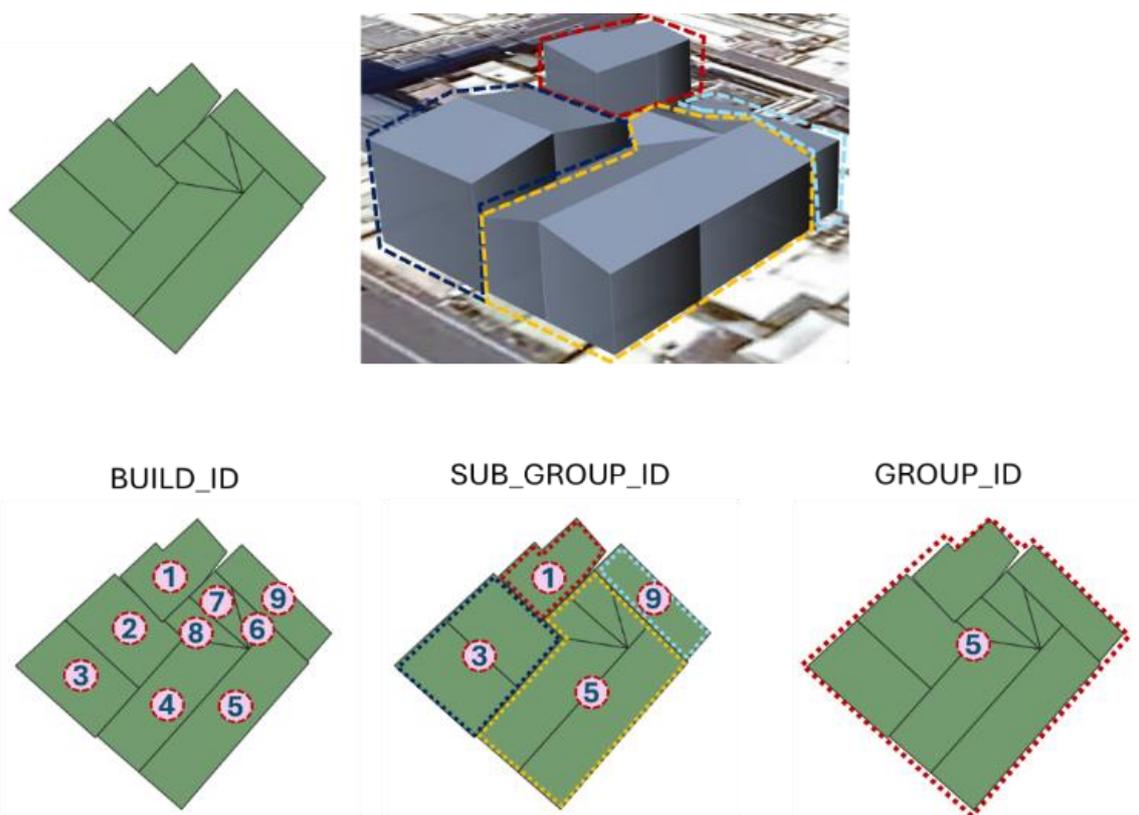


圖 2-98 建物群組範例

| BUILD_ID | SUB_GROUP_ID | GROUP_ID | BUILD_H | BUILD_NO | ROOF_TYPE | ROOF_H | DEMMIN |
|----------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|
| 1 | 1 | 5 | BH ₁ | BN ₁ | 1000 | RH ₁ | 相同值 |
| 2 | 3 | 5 | BH ₃ | BN ₃ | 1030 | RH ₃ | |
| 3 | 3 | 5 | | RH ₃ | | | |
| 4 | 5 | 5 | BH ₅ | BN ₅ | 1030 | RH ₅ | |
| 5 | 5 | 5 | | | | | |
| 6 | 5 | 5 | | | | | |
| 7 | 5 | 5 | | | | | |
| 8 | 5 | 5 | BH ₉ | BN ₉ | 1000 | RH ₉ | |
| 9 | 9 | 5 | | | | | |

圖 2-99 建物群組屬性資料紀錄重點

二、 LOD2 建模

依前述屋頂結構 SHP 檔資料解析結果，根據建物框坐標計算建物模型高度及屋頂高度，並依屋頂結構依建物框屬性資料記錄之屋頂類型，進行 LOD2 建模作業。其中，依建物高度級距給予不同灰階值產製 LOD2 三維灰階建物模型（包含屬性資料），成果範例如圖 2-100。

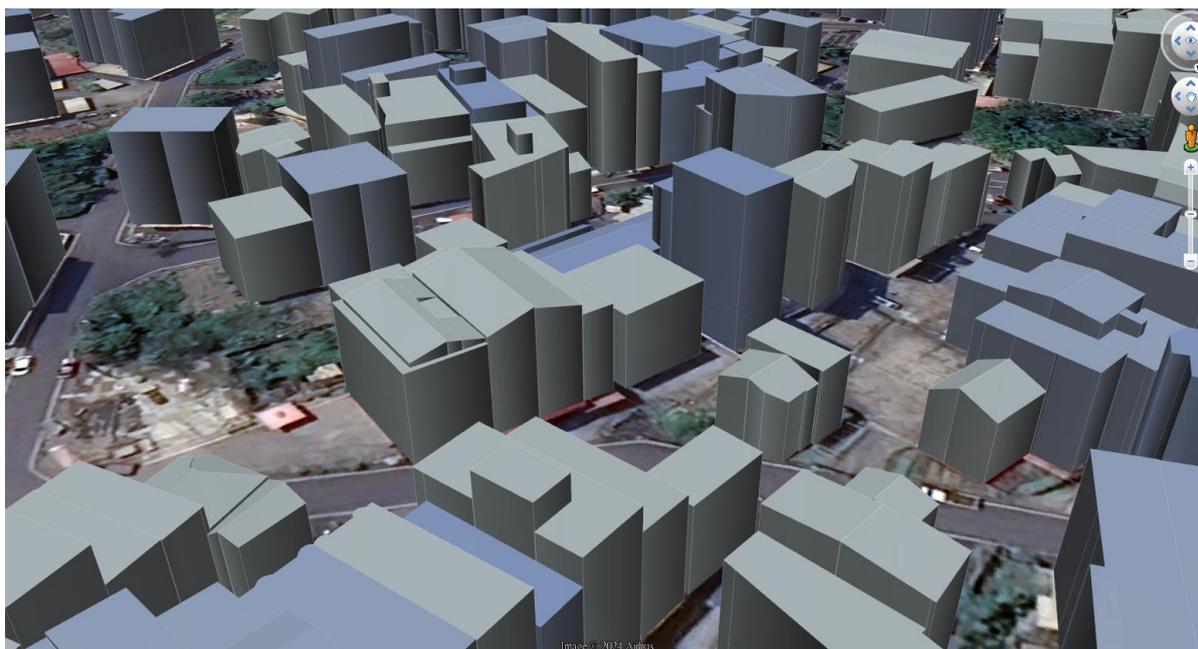


圖 2-100 LOD2 三維灰階建物模型成果範例

LOD2 近似模型之紋理貼附作業，屋頂結構及建物外牆之紋理材質如第柒章採用航照影像及利用街景進行材質庫辨識，另，同一建物群組採用相同之材質庫以使外觀一致。故，每一 LOD2 建物共有屋頂材質，及 5 張牆面貼圖，其中外牆材質區分為正面(再區分 1 樓及 2 樓以

上)、側面及背面；另，因非平面屋頂所產生之側邊外牆則延續使用街景辨識之牆面材質庫(如圖 2-101)。



圖 2-101 LOD2 近似化建物模型使用貼圖材質範例

LOD2 之模型輸出為相同 Group_ID 群聚為一個模型 DAE 檔，其屬性資料取代表 ID 之屬性資料(Build_ID=Group_ID 者)，如圖 2-102。



圖 2-102 LOD2 模型輸出與屬性資料

肆、 航拍影像產製樓高作業

測繪中心所辦理之空載光達計畫，已於 110-112 年度大幅更新臺灣多數地區圖資，綜合評估空載光達 110 年至 112 年圖資範圍、111 年度航照影像分布情形及建物異動數量分布，依本案 113 年 8 月 7 日第 1 次工作會議決議，依異動建物熱區圖規劃作業範圍如圖 2-103，各階段作業圖幅數量如表 2-7。

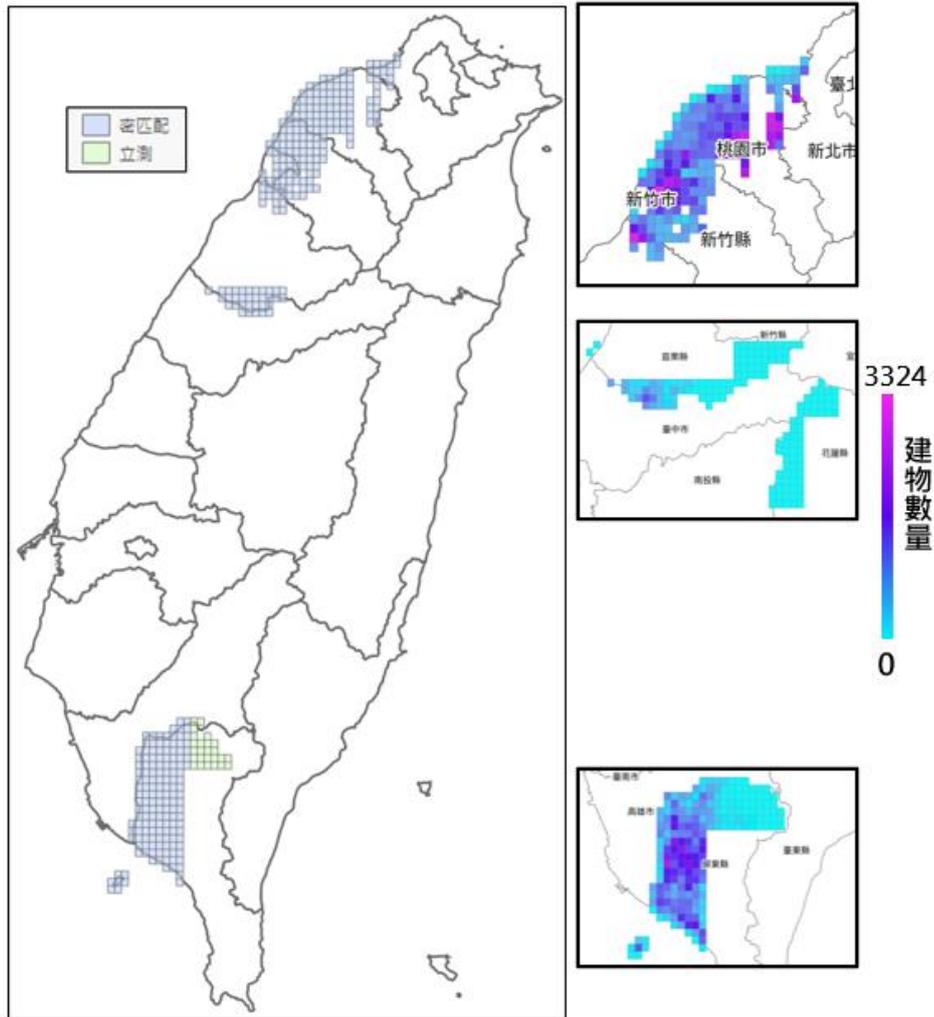


圖 2-103 航照影像產製樓高規劃作業範圍圖

表 2-7 航照影像產製樓高規劃作業數量表

| | 第 1 階段 | 第 2 階段 | 總計(幅) |
|---------|--------|--------|-------|
| 立體量測樓高 | 0 | 25 | 25 |
| 航照影像密匹配 | 204 | 146 | 350 |
| 合計 | 204 | 146 | 375 |

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 2-104。

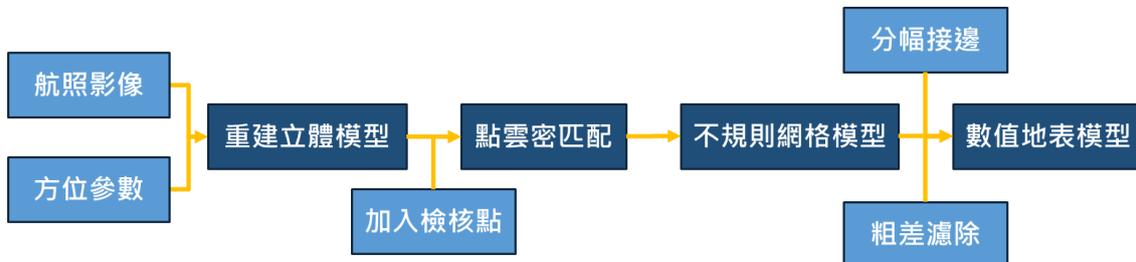


圖 2-104 航照密匹配產製 DSM 流程圖

(一) 重建立體模型

本案採用之航照影像，已於「112 年及 113 年臺灣通用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 2-105。另同步量測 111 年度航照影像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 2-106。

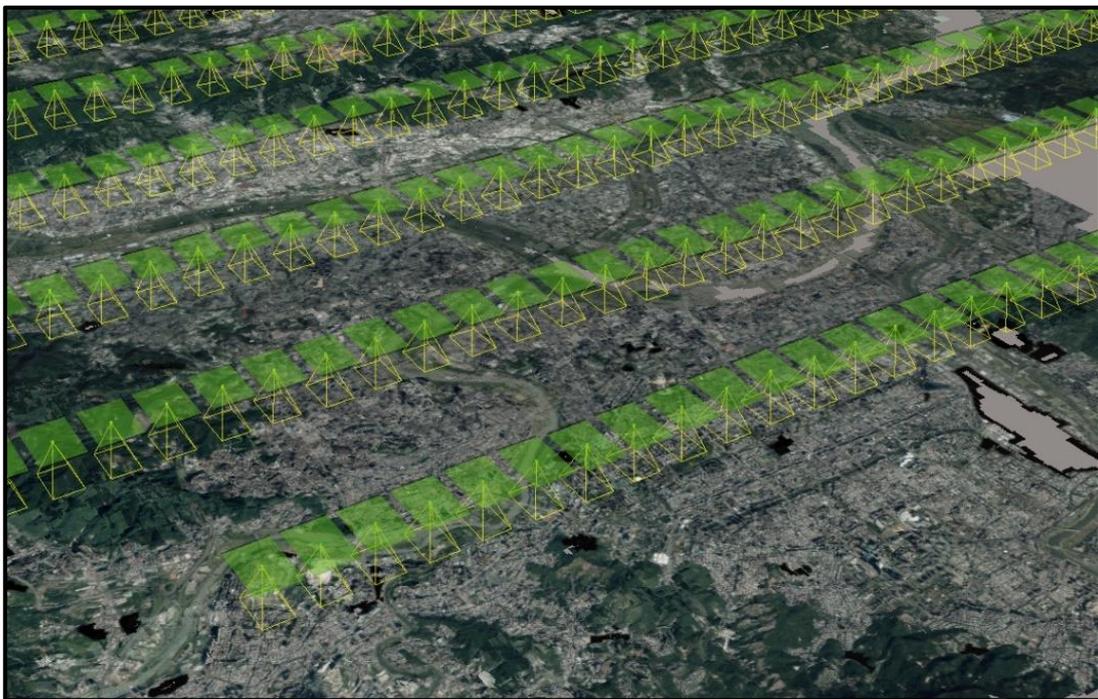


圖 2-105 重建航照立體對模型

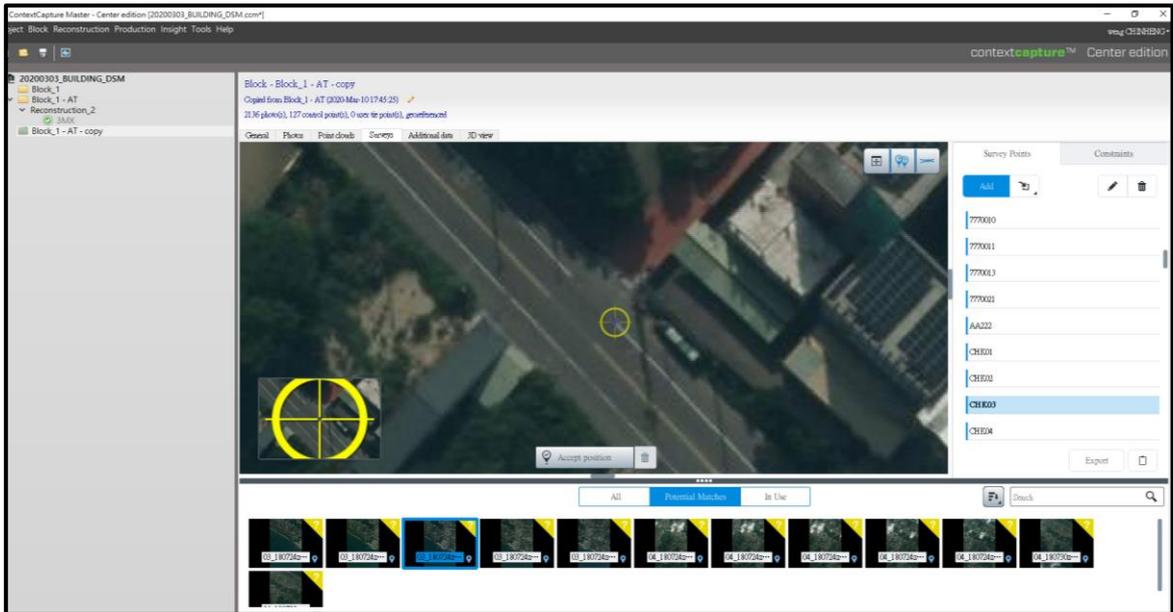


圖 2-106 檢核點量測畫面示意圖

(二) 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 2-107。

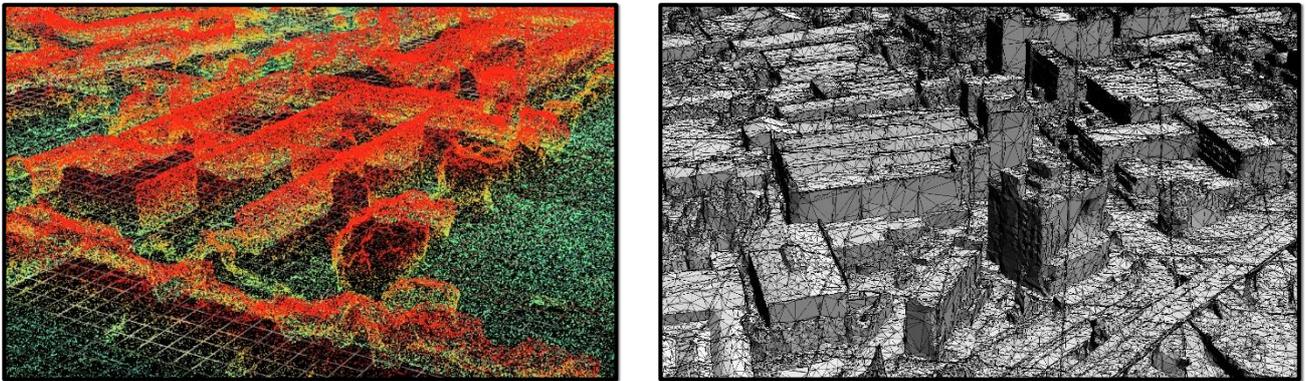


圖 2-107 共軛點自動密匹配及不規則網格模型

(三) 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 2-108。

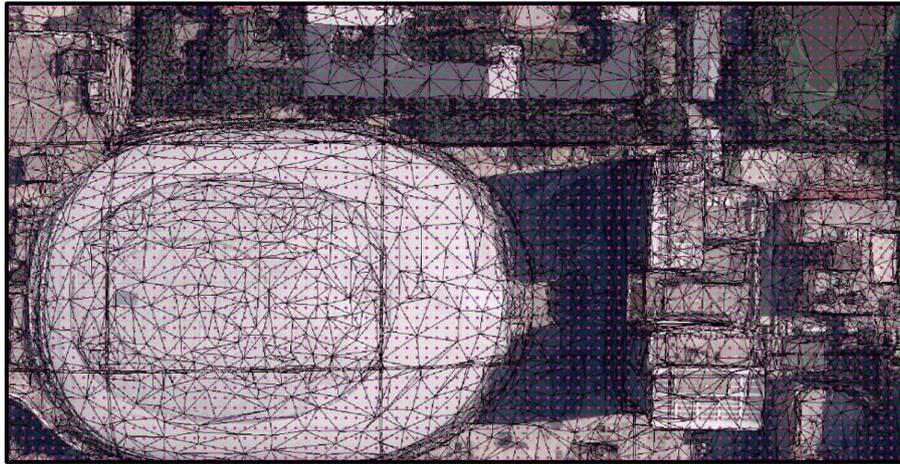


圖 2-108 不規則網格內插產製數值地表模型示意圖

(四)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 2-109。

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 2-110。

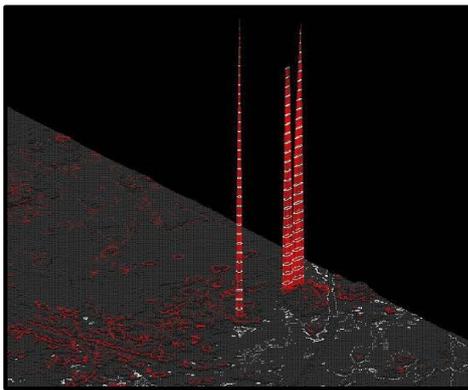


圖 2-109 粗差點檢查示意圖

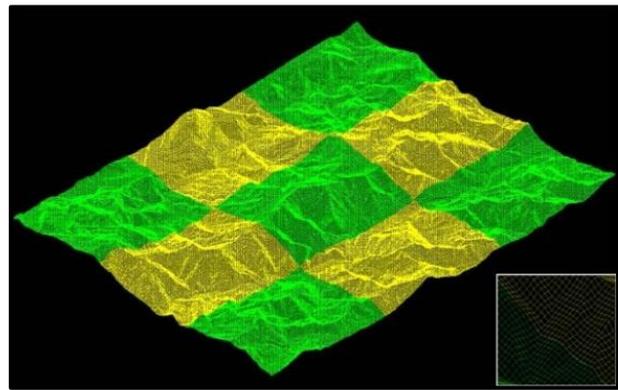


圖 2-110 成果接邊檢查示意圖

(五)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。

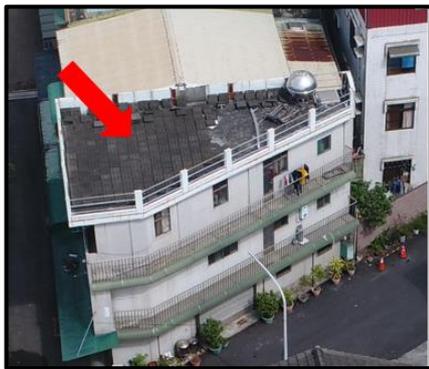
二、立體製圖產製樓高

針對屏東部分區域，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 2-111 所示，其中紅色 X 為立測高程採點處。



圖 2-111 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 2-112。



平頂屋-採樓地板高度



山形屋-採屋頂最下緣

圖 2-112 建物高程取樣定義說明

伍、研發展示應用三維建物模型之人機互動方案

在 3D 國家底圖政策的推動下，測繪中心已經積極開發了豐富的三維建物模型，並通過介接服務和圖台展示，為後續應用提供了堅實的基礎。然而，隨著資訊技術和行動裝置硬體的不斷進步，測繪中心的成果除了在傳統的 3D 圖台上瀏覽外，還可以透過擴增實境（Augmented Reality, AR）來協助推廣，讓民眾使用隨身攜帶的行動裝置與 3D 模型互動。

因此，本團隊提出以 AR 數位技術的應用，將嚴肅且專業的三維圖資領域巧妙地融入具教育性之遊戲互動中。透過有趣的教育與遊戲化體驗，以更方便的操縱介面，搭配實景整合虛擬建物，以不同視角來增進和推廣民眾對城市三維模型的參與和了解，提升三維建物模型資訊疊加的價值，並展示多樣性的應用成果。整體構想如圖 2-113 所示，包含 AR 模型技術應用開發、研討會展示推廣及教育應用推廣。



圖 2-113 三維建物模型展示 AR 應用構想

一、三維建物模型展示 AR 應用

為方便及推廣本案成果，在本案中我們透過 WebAR 及 Android APK 的方式提供體驗，主要受眾為一般民眾及學生，讓他們在遊玩的過程中除了更加認識測繪中心的成果外，也能將這些嚴肅的建物轉化為有趣好玩的互動遊戲。

依據測繪中心國家底圖建置成果，我們規劃了兩種 AR 體驗，分別為都市圖卡及不同精細程度之模型比較展示，以下分別說明：

(一) 都市圖卡 Urban cARds

運用 AR 技術在卡片上呈現城市建築單元，並透過互動顯示建物屬性等簡述資訊。賦予非專業人士能在微觀尺度上靈活觀察，激發想像與認識都市環境的寓教於樂體驗。

都市圖卡 (Urban cARds) 之功能示意如圖 2-114，使用者可以由網站下載圖卡(網頁及圖卡由本團隊負責製作)。使用者開啟網頁透過手機鏡頭掃描卡片，透過 AR 與圖像辨識的技術，即可呈現相對應的城市建物模型。另外，我們可以很輕易的移動下方卡片、轉向以及排列，親手組合這些建物的擺放以及查看不同方向來增加互動性。也能夠在建物上加上不同的屬性資料例如建物特色與功能，來作為認識臺灣重要地標的用途，這樣有趣的體驗，能讓民眾在體驗中達到寓教於樂的效果。

圖卡可為多張(因記憶體限制，同時間在手機畫面可同時呈現之模型至多 5 個)，在與測繪中心討論後，擇定以台北 101、國父紀念館、板橋車站以及測繪中心至善樓 4 棟建物之 LOD1~LOD3 建物模型(共 12 棟建物模型)，由本團隊協助製作該 12 棟建物模型格式轉換(KMZ 轉 glb) 及其對應之辨識圖卡。



圖 2-114 都市圖卡 Urban cARds 功能示意

(二) 不同精細程度模型比較

在這項 AR 體驗中，我們以 **LOD1~LOD3 模型**(包含台北 101、板橋車站、國父紀念館、國土測繪中心大樓)及**影像密匹配產製**(包含宜蘭縣政府及議會周遭街廓)做為主要的體驗場域，透過有趣的方式 AR 探索三維城市模型的各個領域。

使用者透過專屬 APP 開啟這項功能時，畫面即提示使用者掃描平面，待手機對空間平面進行偵測後，即可在對應地面長出三維建物模型，讓使用者可以自由移動鏡頭，從不同角度觀察三維建物模型成果！

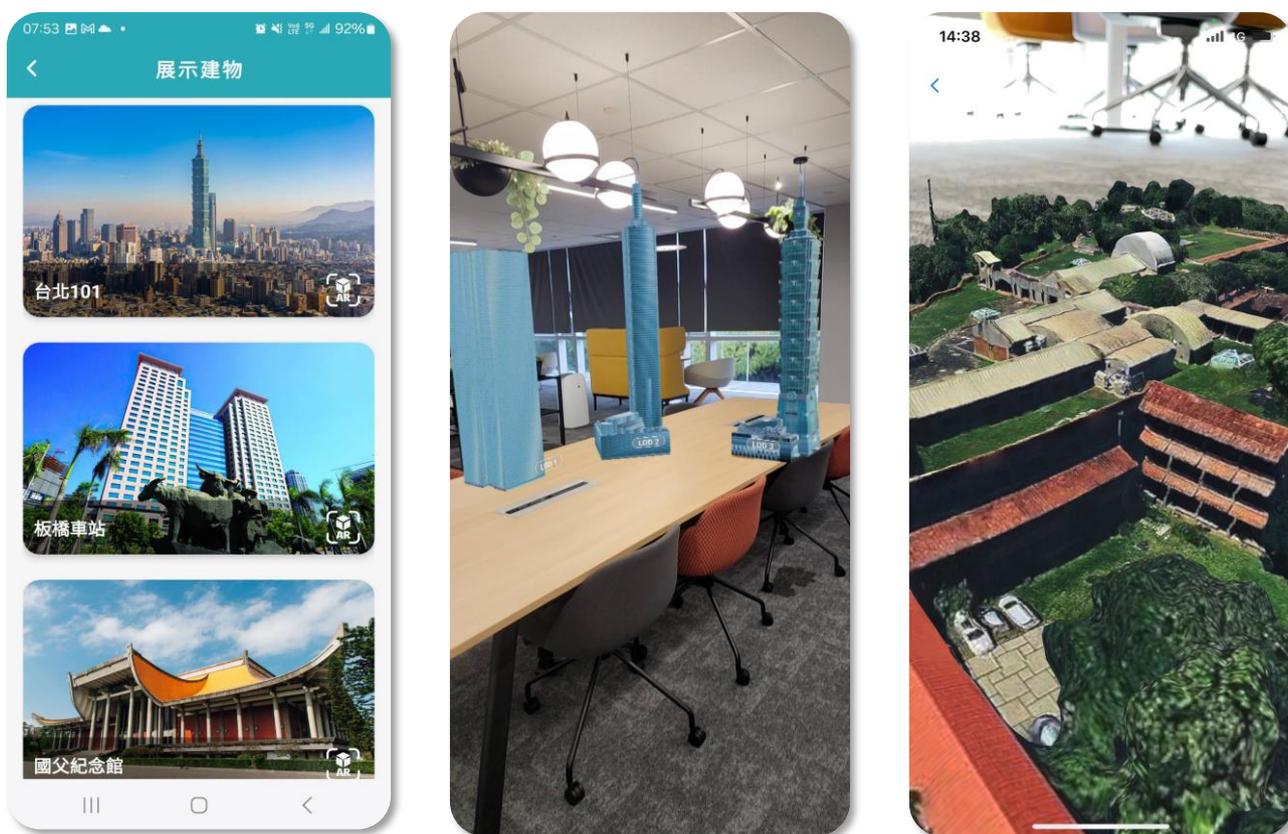


圖 2-115 不同精細程度模型比較之功能示意

陸、試辦建物模型融合作業（含詮釋資料）

一、建物模型融合作業

測繪中心的 3D 建物模型在近幾年的努力下，模型來源及精緻度愈趨多元，除本案以分棟建物框產製之 LOD1 建物模型、一千分之一地形圖產製之 LOD1 及 LOD2 建物模型外，亦有來自測繪中心自行蒐整之 LOD3 建物模型，未來在各種不同的場合與應用時機能夠展示不同精緻度之建物模型。因此需要建立一個機制來進行融合作業，以避免在不同展示需求時須重新進行檔案封裝導致資源浪費。

在本年度計畫執行過後，全臺灣各縣市將全數擁有 LOD1 之分棟建物模型，其中部分都市計畫區則會有一千分之一建物產製之 LOD1 或 LOD2 模型，以及部分重點建物將擁有 LOD3 建物模型。這 3 種資料來源所產製之建物模型部分區域有所重疊及包含，其關係如圖 2-116。未來在進行模型封裝作業時，我們將依據上圖資料的重疊關係來進行分類(示意如圖 2-117)，並將封裝結果置入不同資料夾：

- (a) LOD1 分棟建物模型未與其他類型建物模型重疊部分
- (b) LOD1 分棟建物模型與其他類型建物模型重疊部分
- (c) LOD2 一千分之一建物模型未與 LOD3 建物模型重疊部分
- (d) LOD2 一千分之一建物模型與 LOD3 建物模型重疊部分
- (e) LOD3 建物模型

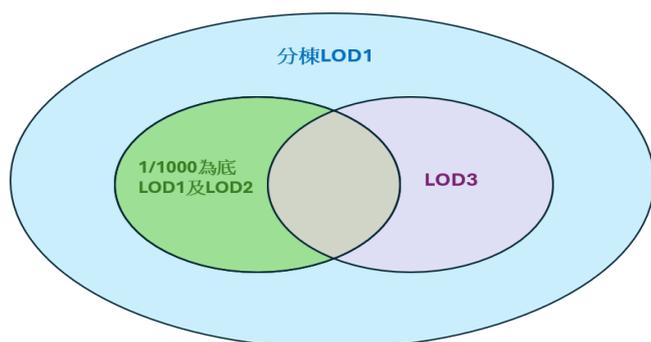


圖 2-116 LOD1~LOD3 資料重疊關係

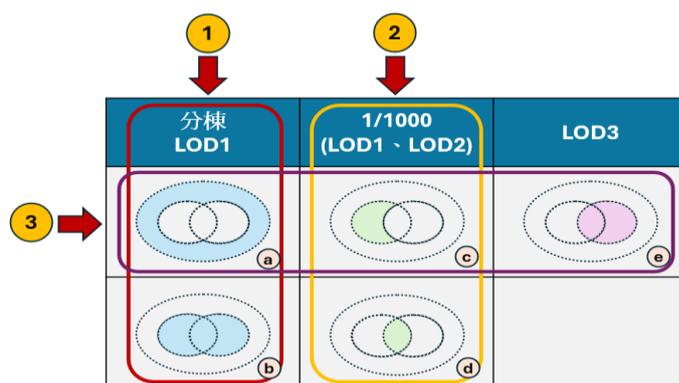


圖 2-117 建物模型封裝分類

如此，我們將能夠提升資料的可組合性，並依據不同需求透過不同分類的組合來取得我們所需要展示的建物模型。例如當我們只需要展示 LOD1 分棟建物成果時，僅需將(a)及(b)的資料作融合(如圖 2-117 的①)；若僅展示一千分之一建物模型成果，則融合(c)及(d)(如圖 2-117 的②)；如

果需要展示所有可取得之最高精緻度建物模型，則將(a)、(c)及(e)作融合(如圖 2-117 的③)。

最後，建物模型存檔目錄(如圖 2-118)將以縣市為第 1 層目錄，第 2 層為封裝分類，第 3 層為檔案格式，第 4 層則以「年度_縣市_圖幅編號_分類_子區塊編號」作命名。

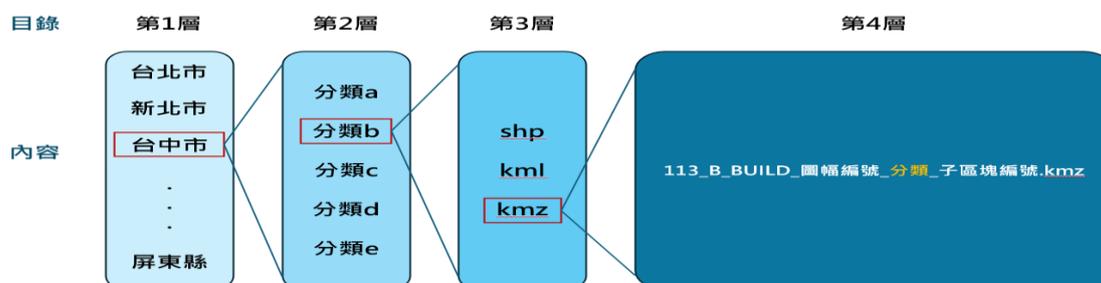


圖 2-118 建物模型融合作業存檔目錄

二、 詮釋資料建置

詮釋資料之建置方法主要依據內政部最新訂頒之「臺灣空間詮釋資料規範」(TaiWan Spatial. Metadata Profile ; TWSMP) 2.0 版規定建立各項成果之詮釋資料，並利用內政部「詮釋資料編輯系統 2.0」逐一編寫。製作時是以國土測繪中心提供之詮釋資料範本為基礎，依序填入公司名稱及聯絡資訊、關鍵字、使用限制/取用限制/安全性限制、所屬縣市鄉鎮、主題資訊等。主題資訊等類別按國土測繪中心規定之項目填寫，必填欄位及填表原則由國土測繪中心提供。

參考國土測繪中心提供之三維詮釋資料參考文件與三維圖資供應種類格式說明，如表 2-1 所示，融合版建物模型依照每個直轄市、縣(市)個別建置一筆相應之詮釋資料。

表 2-1 詮釋資料格式說明

| | | |
|----------|--|-----------|
| 項目名稱 | 三維建物模型融合版 | |
| 詮釋資料檔案名稱 | 縣市代碼(1碼)_年度+圖資類別代碼(3BUIM) 例如：H_1113BUIM | |
| 識別資訊名稱 | 三維建物模型融合版_年度+縣市 例如：三維建物模型融合版_113桃園市 | |
| 最小供應單元 | 直轄市、縣(市) | |
| 供應內容 | 建物模型 | |
| 格式與坐標系統 | KMZ | EPSG:4326 |
| | I3S | EPSG:4326 |
| | 3D Tiles | EPSG:4978 |

第三章 成果說明及品質分析

壹、一千分之一地形圖建物模型更新成果

本年度一千分之一地形圖更新區域為新北市瑞芳區、新店區、三峽區、鶯歌區以及新竹市東區(如圖 3-1)。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。

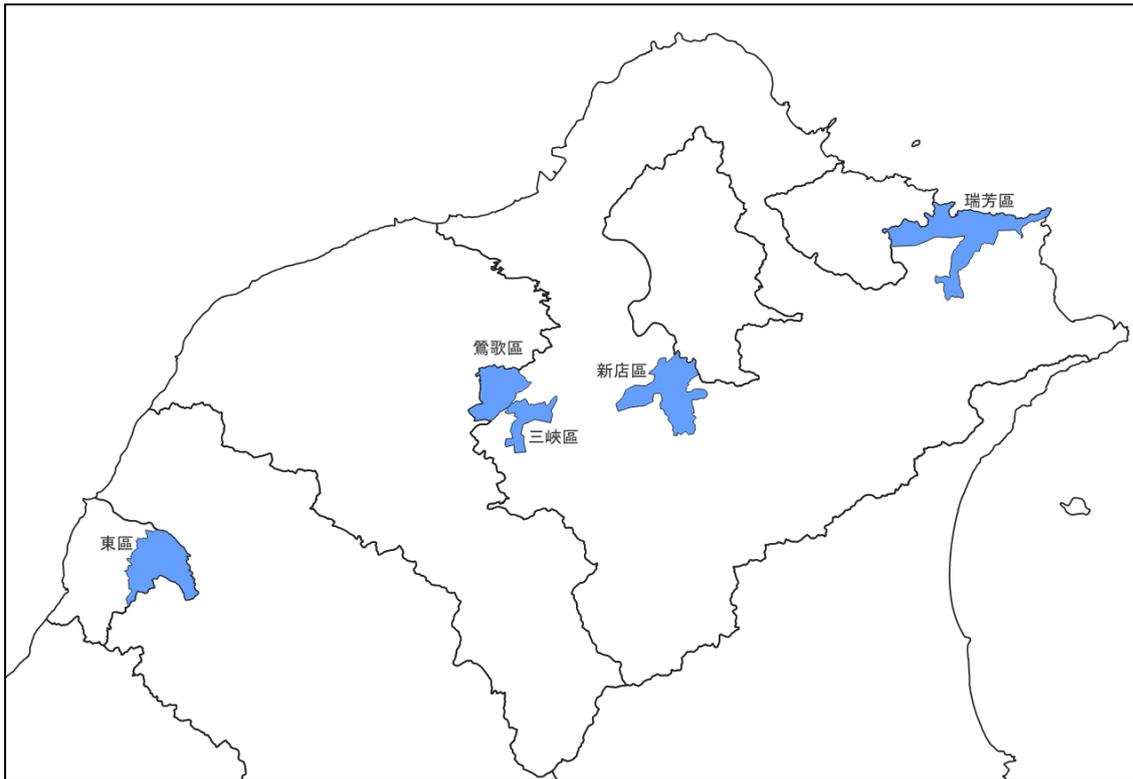


圖 3-1 一千分之一地形圖建物模型更新範圍

表 3-1 一千分之一地形圖異動分析結果

| | 平面異動 | 高程異動 | 總計 |
|-----|--------|--------|----------------|
| 新北市 | 72,111 | 15,139 | 87,250 |
| 新竹市 | 5,827 | 11,278 | 17,105 |
| 總計 | 77,938 | 26,417 | 104,355 |

貳、臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新成果

部分新北市、桃園市與新竹縣於 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 3-2)異動分析結果共 31,523 處應進行更新，更新分棟作業結果為 66,400 棟，最後建模成果(扣除樓高異常)為 59,004 棟(相較更新分棟數量約減少 11%)。

表 3-2 臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量

| 縣市 | 異動數量(比例) | 分棟更新數量 | 成果模型數量 |
|-----|-----------------|--------|--------|
| 新北市 | 4,310 (2.62%) | 8,530 | 8,415 |
| 桃園市 | 14,012 (7.26%) | 24,909 | 21,354 |
| 新竹縣 | 13,201 (14.37%) | 32,961 | 29,235 |
| 合計 | 31,523 (7.02%) | 66,400 | 59,004 |

以新竹縣為例，如圖 3-2 所示，經由異動分析篩選出新增處與減失處，於既有模型上將新增處補上，以及將減失處刪除，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。

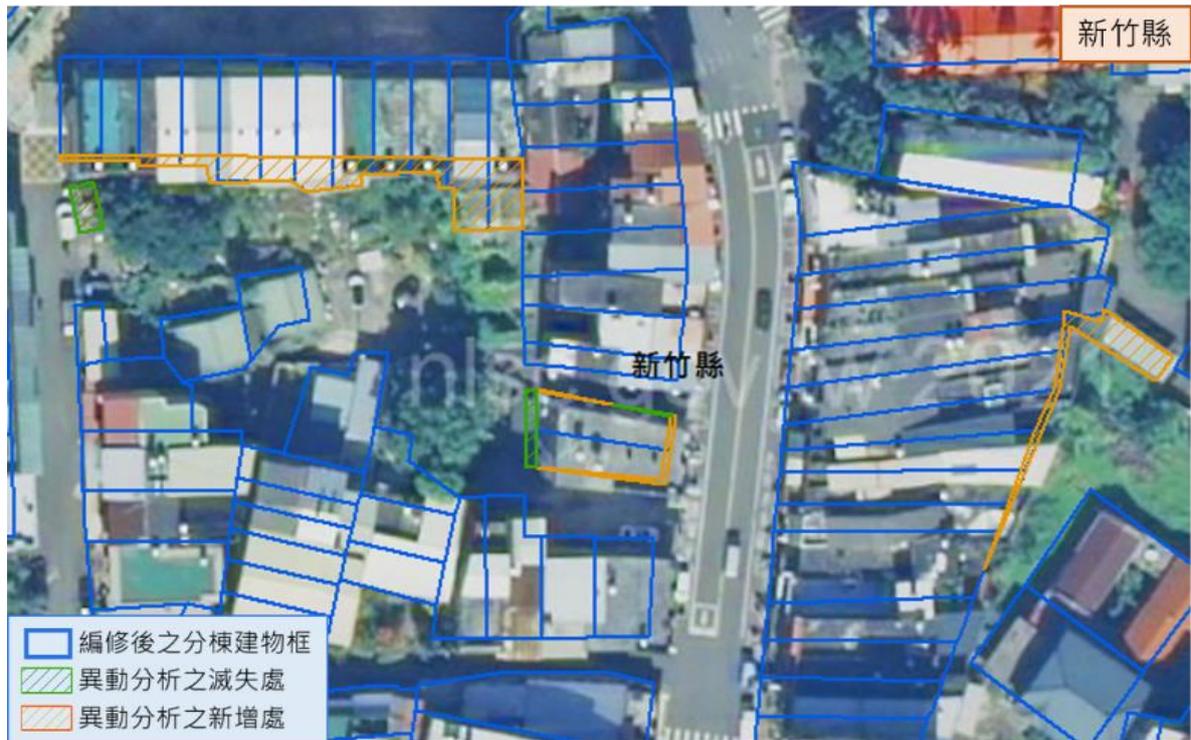


圖 3-2 建物分棟模型更新成果展示 1

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3-3所示，111年度分棟成果參考門牌將大樓分為2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應屬1棟，此大樓不分棟。

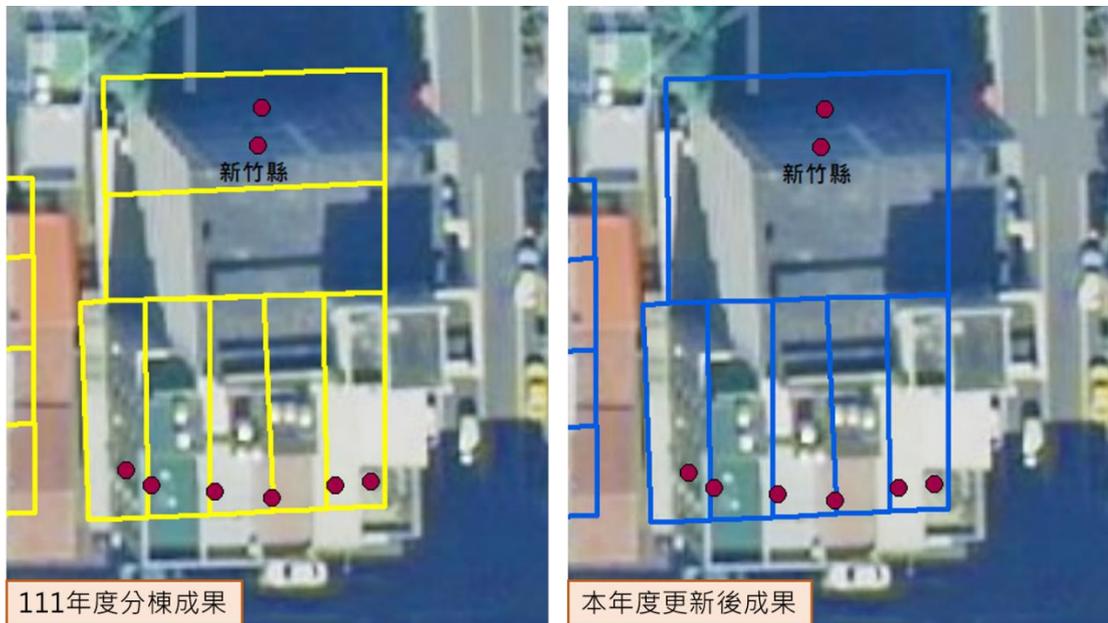


圖 3-3 建物分棟模型更新成果展示 2

參、 一千分之一地形圖建物模型產製成果

本年度一千分之一地形圖建物模型產製的圖資來源有二：北二隊產製之一千分之一地形圖(以下簡稱北二隊 1/1000)及多維度空間資訊基礎圖資測製之一千分之一地形圖建物框(以下簡稱多維度 1/1000)。北二隊 1/1000 的工作範圍包含桃園市、新竹縣及苗栗縣；多維度 1/1000 的範圍包含臺中市、臺南市、高雄市、宜蘭縣、桃園市、苗栗縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣及澎湖縣(如圖 3-4)。

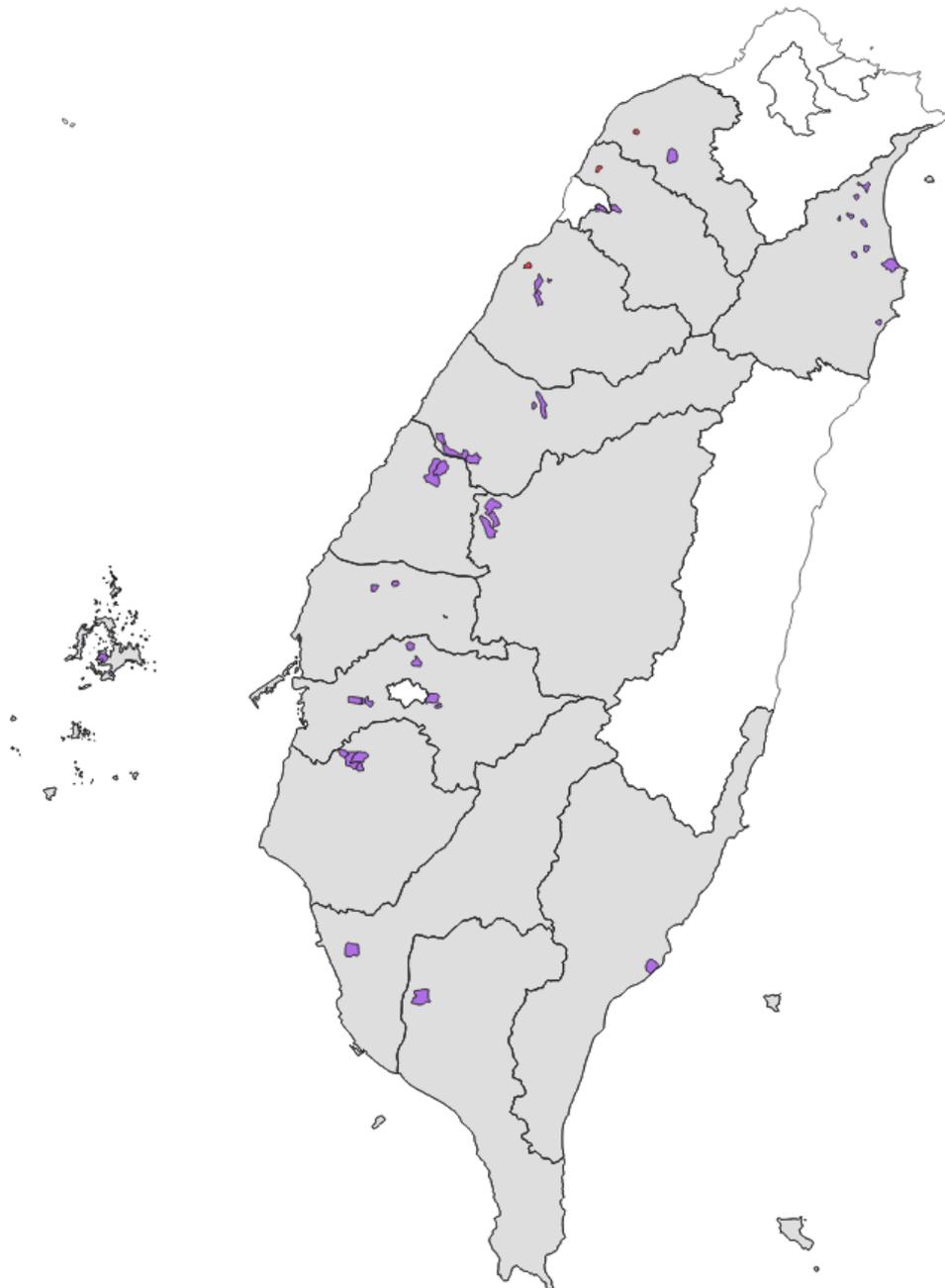


圖 3-4 一千分之一地形圖建物模型產製範圍

一千分之一地形圖建物模型產製成果統計數量及面積如表 3-2 所示，總計產製 680,827 棟建物模型，共約 3,650 公頃。

表 3-3 一千分之一地形圖建物模型產製成果統計

| 圖資來源 | 縣市 | 建物數量 | 建物面積(公頃) |
|-----------|-----|----------------|----------------|
| 多維度案 | 臺中市 | 113,594 | 635.72 |
| | 臺南市 | 36,423 | 220.11 |
| | 高雄市 | 62,830 | 341.38 |
| | 宜蘭縣 | 42,245 | 250.7 |
| | 桃園市 | 44,033 | 210 |
| | 新竹縣 | 9,073 | 121.03 |
| | 苗栗縣 | 66,407 | 332.40 |
| | 南投縣 | 123,753 | 632.23 |
| | 彰化縣 | 41,051 | 196.53 |
| | 嘉義縣 | 29,169 | 166.77 |
| | 臺東縣 | 52,352 | 256.72 |
| | 澎湖縣 | 36,965 | 135.69 |
| 北二隊 | 桃園市 | 6,848 | 40.56 |
| | 新竹縣 | 9,382 | 67.72 |
| | 苗栗縣 | 6,702 | 42.44 |
| 總計 | | 680,827 | 3,650.0 |

由於多維度 1/1000 在繪製的過程中，會在屬性欄位中註記 GROUP_ID，因此，本次建置模型過程中，特別針對多維度 1/1000，將相同 GROUP_ID 之建物框群組起來，並賦予相同材質貼圖，使整體色彩更具一致性(如圖 3-5)；此外，雖然北二隊 1/1000 並無 GROUP_ID 註記，但是我們仍透過程式判斷相鄰建物框，使相鄰建物之貼圖材質盡可能相近，在外觀上仍具有一定程度之一致性(如圖 3-6)。



圖 3-5 多維度 1/1000 建物材質範例



圖 3-6 北二隊 1/1000 建物材質範例

此外，由於一千分之一地形圖建物框的繪製精度較佳，本團隊也針對常見的圓弧牆面材質呈現進行強化，讓弧形牆面相較過去(圖 3-7)看起來更為自然且完整如圖 3-8。

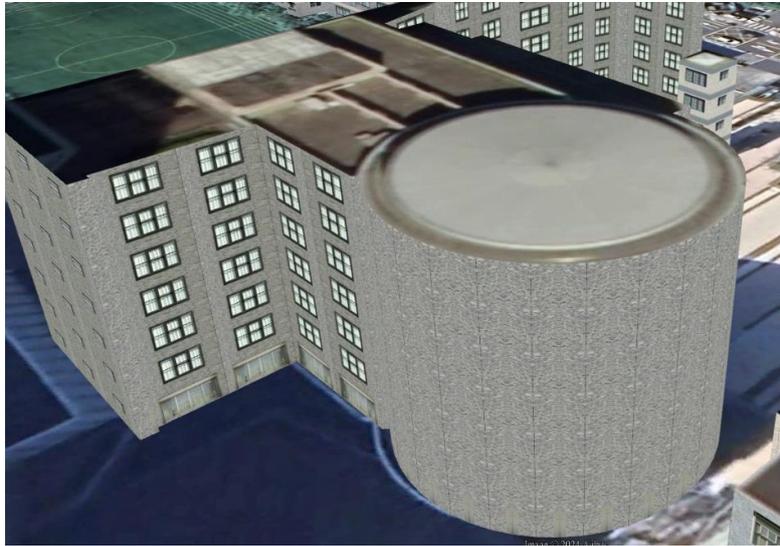


圖 3-7 精進前 1/1000 建物模型圓弧牆面



圖 3-8 精進後 1/1000 建物模型圓弧牆面

肆、臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果

建物框分棟成果依本案契約書分為2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。各階段繳交區域、分類、成果數量統計等如表 3-4 所示。

表 3-4 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 | 臺北市 | 松山區 | 城區 | 231.47 | 12,200 |
| 2 | 臺北市 | 大安區 | 城區 | 364.02 | 19,666 |
| 3 | 臺北市 | 中正區 | 城區 | 239.09 | 12,289 |
| 4 | 臺北市 | 萬華區 | 城區 | 205.63 | 16,721 |
| 5 | 臺北市 | 大同區 | 城區 | 176.48 | 12,304 |
| 6 | 臺北市 | 中山區 | 城區 | 347.20 | 17,759 |
| 7 | 臺北市 | 文山區 | 城郊混合區 | 342.56 | 20,706 |
| 8 | 臺北市 | 南港區 | 城郊混合區 | 212.38 | 10,887 |
| 9 | 臺北市 | 內湖區 | 城郊混合區 | 403.46 | 17,116 |
| 10 | 臺北市 | 士林區 | 城郊混合區 | 547.93 | 33,029 |
| 11 | 臺北市 | 北投區 | 郊區 | 441.17 | 26,844 |
| 12 | 臺北市 | 信義區 | 城區 | 284.23 | 17,882 |
| 13 | 宜蘭縣 | 頭城鎮 | 郊區 | 184.62 | 11,832 |
| 14 | 宜蘭縣 | 壯圍鄉 | 郊區 | 169.87 | 9,996 |
| 15 | 宜蘭縣 | 員山鄉 | 郊區 | 268.19 | 15,530 |
| 16 | 宜蘭縣 | 羅東鎮 | 城郊混合區 | 260.23 | 19,279 |
| 17 | 宜蘭縣 | 五結鄉 | 郊區 | 339.49 | 17,564 |
| 18 | 宜蘭縣 | 冬山鄉 | 郊區 | 467.90 | 25,468 |
| 19 | 宜蘭縣 | 三星鄉 | 郊區 | 220.20 | 13,129 |
| 20 | 新北市 | 新莊區 | 城區 | 657.86 | 33,911 |
| 21 | 新北市 | 林口區 | 城郊混合區 | 498.32 | 14,641 |
| 22 | 新北市 | 五股區 | 城郊混合區 | 394.27 | 10,474 |
| 23 | 新北市 | 蘆洲區 | 城區 | 291.09 | 12,988 |
| 24 | 新北市 | 三重區 | 城區 | 543.88 | 42,163 |
| 25 | 新北市 | 泰山區 | 城郊混合區 | 241.00 | 8,655 |
| 26 | 新北市 | 新店區 | 城郊混合區 | 559.93 | 29,031 |
| 27 | 新北市 | 石碇區 | 郊區 | 3.71 | 260 |
| 28 | 新北市 | 深坑區 | 城郊混合區 | 41.85 | 1,833 |
| 29 | 新北市 | 坪林區 | 郊區 | 12.72 | 644 |
| 30 | 新北市 | 烏來區 | 郊區 | 13.64 | 776 |
| 31 | 新北市 | 板橋區 | 城區 | 704.39 | 48,333 |
| 32 | 新北市 | 三峽區 | 城郊混合區 | 254.10 | 11,343 |
| 33 | 新北市 | 鶯歌區 | 城郊混合區 | 379.89 | 18,115 |

| 項次 | 縣市 | 行政區 | 分類 | 建物面積(公頃) | 成果模型數 |
|----|-----|-----|-------|----------|--------|
| 34 | 新北市 | 樹林區 | 城郊混合區 | 666.12 | 25,329 |
| 35 | 新北市 | 中和區 | 城區 | 579.86 | 30,891 |
| 36 | 新北市 | 土城區 | 城區 | 421.03 | 16,879 |
| 37 | 新北市 | 瑞芳區 | 郊區 | 182.92 | 11,771 |
| 38 | 新北市 | 平溪區 | 郊區 | 19.69 | 1,350 |
| 39 | 新北市 | 雙溪區 | 郊區 | 18.32 | 1,374 |
| 40 | 新北市 | 貢寮區 | 郊區 | 81.46 | 4,340 |
| 41 | 新北市 | 金山區 | 郊區 | 94.13 | 5,506 |
| 42 | 新北市 | 萬里區 | 郊區 | 66.49 | 4,195 |
| 43 | 新北市 | 淡水區 | 郊區 | 474.40 | 20,865 |
| 44 | 新北市 | 汐止區 | 城郊混合區 | 429.71 | 22,316 |
| 45 | 新北市 | 三芝區 | 郊區 | 83.49 | 4,496 |
| 46 | 新北市 | 石門區 | 郊區 | 41.71 | 2,252 |
| 47 | 新北市 | 八里區 | 郊區 | 220.94 | 7,206 |
| 48 | 新北市 | 永和區 | 城區 | 242.77 | 16,177 |
| 49 | 苗栗縣 | 苗栗市 | 城郊混合區 | 471.46 | 31,265 |
| 50 | 苗栗縣 | 苑裡鎮 | 郊區 | 363.97 | 18,831 |
| 51 | 苗栗縣 | 通霄鎮 | 郊區 | 310.31 | 16,121 |
| 52 | 苗栗縣 | 公館鄉 | 郊區 | 245.63 | 14,744 |
| 53 | 苗栗縣 | 銅鑼鄉 | 郊區 | 228.58 | 8,034 |
| 54 | 苗栗縣 | 三義鄉 | 郊區 | 173.74 | 7,452 |
| 55 | 苗栗縣 | 西湖鄉 | 郊區 | 84.67 | 3,373 |
| 56 | 苗栗縣 | 頭屋鄉 | 郊區 | 81.49 | 4,666 |
| 57 | 苗栗縣 | 竹南鎮 | 城郊混合區 | 593.60 | 29,794 |
| 58 | 苗栗縣 | 頭份市 | 城郊混合區 | 547.20 | 38,614 |
| 59 | 苗栗縣 | 造橋鄉 | 郊區 | 149.93 | 6,669 |
| 60 | 苗栗縣 | 後龍鎮 | 郊區 | 306.95 | 17,297 |
| 61 | 苗栗縣 | 三灣鄉 | 郊區 | 76.06 | 4,225 |
| 62 | 苗栗縣 | 南庄鄉 | 郊區 | 97.36 | 6,464 |
| 63 | 苗栗縣 | 大湖鄉 | 郊區 | 121.12 | 9,527 |
| 64 | 苗栗縣 | 卓蘭鎮 | 郊區 | 138.01 | 10,031 |
| 65 | 苗栗縣 | 獅潭鄉 | 郊區 | 46.00 | 2,971 |
| 66 | 苗栗縣 | 泰安鄉 | 郊區 | 45.46 | 3,834 |
| 67 | 屏東縣 | 屏東市 | 城郊混合區 | 1105.72 | 67,663 |
| 68 | 屏東縣 | 潮州鎮 | 城郊混合區 | 398.45 | 28,382 |
| 69 | 屏東縣 | 東港鎮 | 郊區 | 245.32 | 18,767 |
| 70 | 屏東縣 | 恆春鎮 | 郊區 | 247.88 | 15,427 |
| 71 | 屏東縣 | 萬丹鄉 | 城郊混合區 | 546.68 | 24,403 |
| 72 | 屏東縣 | 長治鄉 | 城郊混合區 | 391.88 | 15,380 |

| 項次 | 縣市 | 行政區 | 分類 | 建物面積(公頃) | 成果模型數 |
|-----|-----|------|-------|----------|--------|
| 73 | 屏東縣 | 麟洛鄉 | 城郊混合區 | 139.46 | 6,015 |
| 74 | 屏東縣 | 九如鄉 | 郊區 | 286.57 | 10,560 |
| 75 | 屏東縣 | 里港鄉 | 郊區 | 278.94 | 11,435 |
| 76 | 屏東縣 | 鹽埔鄉 | 郊區 | 365.72 | 9,841 |
| 77 | 屏東縣 | 高樹鄉 | 郊區 | 286.83 | 6,674 |
| 78 | 屏東縣 | 萬巒鄉 | 郊區 | 258.93 | 10,216 |
| 79 | 屏東縣 | 內埔鄉 | 郊區 | 639.13 | 28,874 |
| 80 | 屏東縣 | 竹田鄉 | 郊區 | 232.21 | 10,246 |
| 81 | 屏東縣 | 新埤鄉 | 郊區 | 159.13 | 7,184 |
| 82 | 屏東縣 | 枋寮鄉 | 郊區 | 300.69 | 15,220 |
| 83 | 屏東縣 | 新園鄉 | 郊區 | 317.04 | 15,478 |
| 84 | 屏東縣 | 崁頂鄉 | 郊區 | 111.32 | 5,476 |
| 85 | 屏東縣 | 林邊鄉 | 郊區 | 109.17 | 7,453 |
| 86 | 屏東縣 | 南州鄉 | 郊區 | 97.65 | 6,059 |
| 87 | 屏東縣 | 佳冬鄉 | 郊區 | 199.90 | 11,437 |
| 88 | 屏東縣 | 琉球鄉 | 城郊混合區 | 63.50 | 636 |
| 89 | 屏東縣 | 車城鄉 | 郊區 | 71.56 | 3,489 |
| 90 | 屏東縣 | 滿州鄉 | 郊區 | 50.82 | 3,813 |
| 91 | 屏東縣 | 枋山鄉 | 郊區 | 48.67 | 1,888 |
| 92 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 郊區 | 52.60 | 3,188 |
| 93 | 屏東縣 | 霧臺鄉 | 郊區 | 12.76 | 1,024 |
| 94 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 郊區 | 37.14 | 2,403 |
| 95 | 屏東縣 | 泰武鄉 | 郊區 | 26.30 | 1,684 |
| 96 | 屏東縣 | 來義鄉 | 郊區 | 39.56 | 3,046 |
| 97 | 屏東縣 | 春日鄉 | 郊區 | 22.19 | 1,722 |
| 98 | 屏東縣 | 獅子鄉 | 郊區 | 32.05 | 2,078 |
| 99 | 屏東縣 | 牡丹鄉 | 郊區 | 35.69 | 2,752 |
| 100 | 臺東縣 | 臺東市 | 郊區 | 714.17 | 45,985 |
| 101 | 臺東縣 | 成功鎮 | 郊區 | 105.28 | 3,370 |
| 102 | 臺東縣 | 關山鎮 | 郊區 | 92.51 | 2,082 |
| 103 | 臺東縣 | 卑南鄉 | 郊區 | 180.37 | 5,826 |
| 104 | 臺東縣 | 大武鄉 | 郊區 | 43.50 | 1,486 |
| 105 | 臺東縣 | 太麻里鄉 | 郊區 | 104.62 | 3,112 |
| 106 | 臺東縣 | 東河鄉 | 郊區 | 90.46 | 4,094 |
| 107 | 臺東縣 | 長濱鄉 | 郊區 | 70.07 | 2,808 |
| 108 | 臺東縣 | 鹿野鄉 | 郊區 | 92.33 | 2,227 |
| 109 | 臺東縣 | 池上鄉 | 郊區 | 92.08 | 2,037 |
| 110 | 臺東縣 | 綠島鄉 | 郊區 | 21.18 | 893 |

| 項次 | 縣市 | 行政區 | 分類 | 建物面積(公頃) | 成果模型數 |
|-----|-----|-----|-------|----------|--------|
| 111 | 臺東縣 | 延平鄉 | 郊區 | 26.65 | 1,628 |
| 112 | 臺東縣 | 海端鄉 | 郊區 | 31.94 | 1,992 |
| 113 | 臺東縣 | 達仁鄉 | 郊區 | 26.87 | 1,830 |
| 114 | 臺東縣 | 金峰鄉 | 郊區 | 26.13 | 1,679 |
| 115 | 花蓮縣 | 花蓮市 | 城郊混合區 | 561.83 | 34,707 |
| 116 | 花蓮縣 | 光復鄉 | 郊區 | 126.35 | 7,873 |
| 117 | 花蓮縣 | 玉里鎮 | 郊區 | 226.19 | 13,816 |
| 118 | 花蓮縣 | 新城鄉 | 郊區 | 164.37 | 9,400 |
| 119 | 花蓮縣 | 吉安鄉 | 城郊混合區 | 565.72 | 35,283 |
| 120 | 花蓮縣 | 壽豐鄉 | 郊區 | 239.28 | 12,281 |
| 121 | 花蓮縣 | 鳳林鎮 | 郊區 | 123.75 | 7,171 |
| 122 | 花蓮縣 | 豐濱鄉 | 郊區 | 39.62 | 2,778 |
| 123 | 花蓮縣 | 瑞穗鄉 | 郊區 | 139.42 | 7,714 |
| 124 | 花蓮縣 | 富里鄉 | 郊區 | 108.57 | 5,781 |
| 125 | 花蓮縣 | 秀林鄉 | 郊區 | 129.10 | 8,232 |
| 126 | 花蓮縣 | 萬榮鄉 | 郊區 | 36.15 | 2,701 |
| 127 | 花蓮縣 | 卓溪鄉 | 郊區 | 37.84 | 2,694 |

本年度作業範圍包含臺北市、宜蘭縣、新北市、苗栗縣、屏東縣、臺東縣以及花蓮縣共計 127 行政區，擷取部分分棟成果範例如圖 3-9 所示。



圖 3-9 建物框分棟編修成果展示

伍、LOD2 建物模型產製成果

今年工作項目首次針對 3D shp 進行 LOD2 建物建模，本次工作範圍配合多維度空間資訊基礎圖資測製工作之工作範圍如圖 3-10 所示。

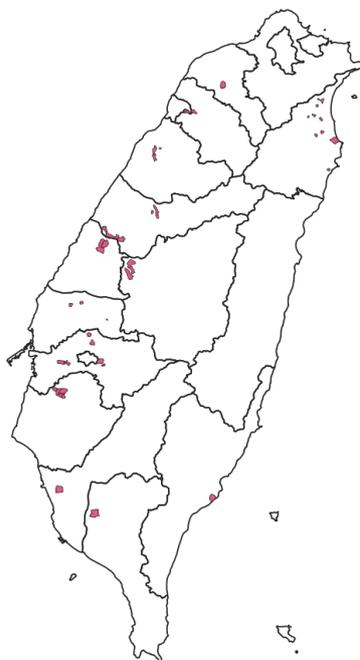


圖 3-10 LOD2 建物模型產製範圍

本次契約共規範 500 公頃之施作成果，因此本團隊挑選臺南市、高雄市、宜蘭縣、桃園市、苗栗縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣及屏東縣共 9 個縣市進行施作，總計成果約 511.07 公頃、150,336 棟建物，詳細成果統計如表 3-5。

表 3-5 LOD2 建物模型產製成果數量

| 縣市 | 建物數量 | 建物面積(公頃) | 建物棟數估算 (參考 Group_ID) |
|-----|---------|----------|-------------------------|
| 臺南市 | 23,789 | 74.4 | 5,825 |
| 高雄市 | 17,667 | 54.96 | 4,112 |
| 宜蘭縣 | 15,630 | 57.93 | 4,919 |
| 桃園市 | 10,517 | 35.5 | 2,855 |
| 苗栗縣 | 22,002 | 75.46 | 5,484 |
| 南投縣 | 16,545 | 63.03 | 4,347 |
| 雲林縣 | 6,775 | 22.76 | 2,408 |
| 嘉義縣 | 12,365 | 47.15 | 3,162 |
| 屏東縣 | 25,046 | 79.88 | 7,066 |
| 總計 | 150,336 | 511.07 | 40,178 |

LOD2 之模型成果與 LOD1 最大之差別在於特殊之屋頂結構，本團隊可處理目前規範之各種不同屋頂結構，各種型態之斜面屋頂均可完整呈現如圖 3-11。

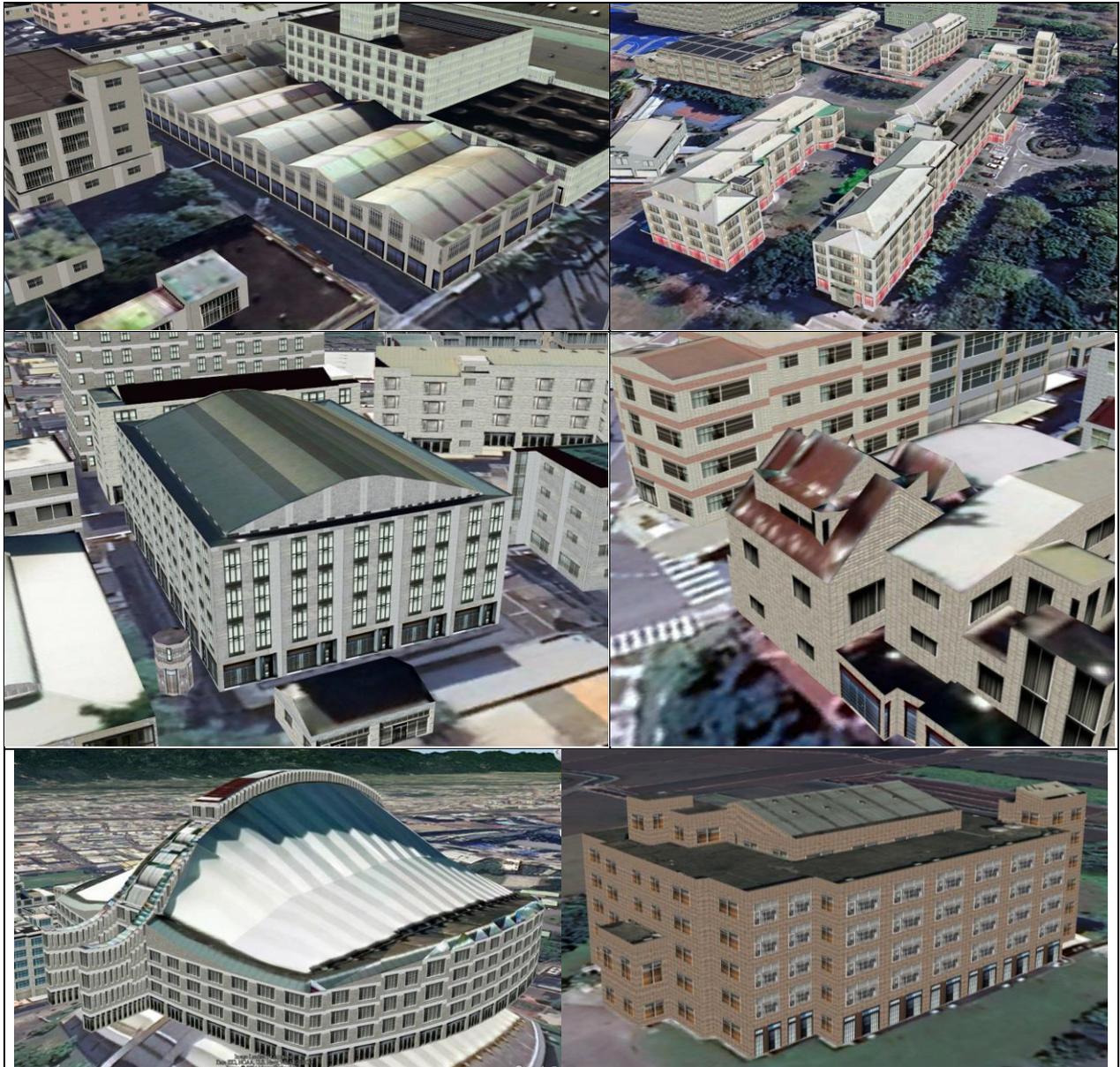


圖 3-11 LOD2 各式屋頂結構展示

本團隊亦在工作初期進行大量資料分析與研究歸納，並針對常見錯誤進行自動化檢核(如圖 3-12)，回饋多維度測製單位進行進一步檢核(如表 3-6)，主要觀察到的常見錯誤包含：

1. 同一 SUBGROUP 中，BUILD_H、BUILD_NO、ROOF_TYPE、ROOF_H 不一致。
2. 同一 GROUP_ID 之建物並不相鄰或 GROUP_ID 錯置。

3. 不同 GROUP_ID 之建物會出現相同 SUBGROUP。
4. 建物幾何結構為 MultiPolygon(應為 Polygon)。

```

LOD2_phase6_CG.csv
1 GROUP_ID, check
2 1NWX75GLBM, group間距超過 1 m
3 1NNQE5GL1F, group間距超過 1 m
4 1P44W5GFV5, group間距超過 1 m
5 1P3635GESD, group間距超過 1 m
6 1NT0E5GHEA, group間距超過 1 m
7 22KM364SDH, group間距超過 1 m
8 22D2L64SLF, group間距超過 1 m
9 22G5364UDX, group間距超過 1 m
10 22F4X64T11, group間距超過 1 m
11 22FLF64QUV, group間距超過 1 m
12 22LEN64R78, group間距超過 1 m
13 22FN864SVT, group間距超過 1 m
14 22GLU64T41, group間距超過 1 m
15 22FM164UHW, group間距超過 1 m
16 22G0664U5G, group間距超過 1 m
17 22F7V64UD8, group間距超過 1 m
18 22J7D64RPX, group間距超過 1 m
19 22EL064RT3, group間距超過 1 m

LOD2_phase6_CSD.csv
1 SUBGROUP, duplicate
2 1NR05GF81, ["1NR05GF81", "1NRUN5GF8E"]
3 1NS355GG8D, ["1NS8A5GG8W", "1NS825GG7M"]
4 1NS5T5GG81, ["1NS8A5GG8W", "1NS825GG7M"]
5 1NXQV5GK9P, ["1NXTA5GK9S", "1NXUL5GKA4", "1NXQV5GK9P", "1NXTU5GK8E"]
6 1NVHR5GHP5, ["1NVJ05GHR2", "1NVHR5GHP5"]
7 1NUSD5GG9S, ["1NUQX5GG7E", "1NUSD5GG9S"]
8 1NUSL5GG7K, ["1NUQX5GG7E", "1NUSD5GG9S"]
9 1NXTB5GFLN, ["1NXTB5GFLN", "1NTVS5GFNC"]
10 1P45C5GG90, ["1P4525GGAK", "1P46Q5GG91"]
11 1NT3N5GF00, ["1NT3N5GF29", "1NTBE5GF2J"]
12 1NUJQ5GESU, ["1NUJQ5GESU", "1NU3P5GEUM"]
13 1NWS5GSHAB, ["1NWTU5GHDR", "1NWSV5GH8A"]
14 1NWSR5GH9L, ["1NWTU5GHDR", "1NWSV5GH8A"]
15 1NRU15GFB6, ["1NRRW5GFEL", "1NRTM5GADB"]
16 1P2RW5GGMK, ["1P25C5GGKS", "1P2RW5GGMK"]
17 1NR4M5GFER, ["1NR3B5GFL0", "1NR215GFKJ"]
18 1NR1U5GFEP, ["1NR1U5GFEP", "1NR0J5GFE"]
19 1P1JES5GHH9, ["1P1JES5GHH9", "1P1KT5GHLW"]
20 1NV685GGJ5, ["1NV685GGJ5", "1NV4J5GGGA"]
21 1NPAG5GG9S, ["1NP7X5GG8E", "1NP795GGAP"]
22 1P5M65GJEM, ["1P5MS5GJFD", "1P5M65GJEM"]
23 1P5KK5GJCM, ["1P5L65GJDS", "1P5KK5GJCM"]
24 1P5D45GJ50, ["1P5BM5GJ7T", "1P5D45GJ50"]
25 1P2XT5GEHX, ["1P2XT5GEHX", "1P2XD5GEG2"]
26 1P2BK5GKP0, ["1P2BK5GKP0", "1P2AA5GKMB"]
27 1P0TB5GKBT, ["1P0S05GKBS", "1P0TB5GKBT"]
28 1P0QE5GK9P, ["1P0P05GK9K", "1P0QE5GK9P"]

LOD2_phase6_CSA.csv
1 SUBGROUP, BUILD_H, BUILD_NO, ROOF_TYPE, ROOF_H
2 22WNF6646R,,,不一致
3 230WQ65T3H,,,不一致
4 22VRD65UNH,,,不一致
5 22VG165QK5,,,不一致
6 22UN065QMW,,,不一致
7 22SDR66820,,,不一致
8 22XE65X2W,,,不一致
9 22LQG661VD,,,不一致
10 22S6U661V2,,,不一致
11 22XE65X2W,,,不一致
12 22KEV64S3H,,,不一致
13 2BVQK71NVB,,,不一致
14 2BWM571P2W,,,不一致
15 2BWNJ71P3S,,,不一致
16 2BWN171Q50,,,不一致
17 2BWK671QEE,,,不一致
18 2BWL71QJ0,,,不一致
19 2BX2771QJ8,,,不一致
20 2BWJ71QFP,,,不一致
21 2BWL71QJ0,,,不一致
22 2BWH971QH,,,不一致
23 2BWL71QJ0,,,不一致

```

圖 3-12 LOD2 自動檢核示意

表 3-6 LOD2 建物資料問題處理紀錄

| 項次 | 問題說明及處理 | 日期 | 完成日期 |
|----|--|----------|------------|
| 1 | 4 階成果缺塊 | 24.08.01 | 24.09.30 |
| 2 | 驗收問題-地中地有缺漏 | 24.10.04 | 24.10.20 |
| 3 | 第 1 階段成果-樓高異常檢查 (提供廠商樓高異常檢查成果，建議 A 類全面修正，其餘請檢視有無異常) | 24.10.24 | 預計 12 月底完成 |
| 4 | LOD2-subgroupID 高度異常 (臺東-自強) | 24.10.24 | 24.11.05 |
| 5 | groupID 錯置(單筆已處理，正檢查該區有無同樣問題) | 24.10.30 | 預計 12 月底完成 |
| 6 | 建物高度錯誤(東勢-銓華) | 24.11.14 | 24.11.14 |

陸、建物模型產製綜合成果說明

一、三維灰階建物模型產製

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 3-13，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 3-14，有效減少人工介入及提升產製效能。



圖 3-13 三維灰階建物模型工具程式

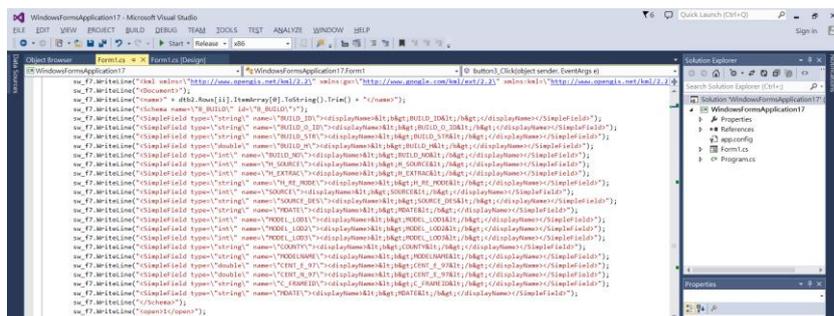


圖 3-14 三維灰階建物模型屬性賦予程式

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 3-15。

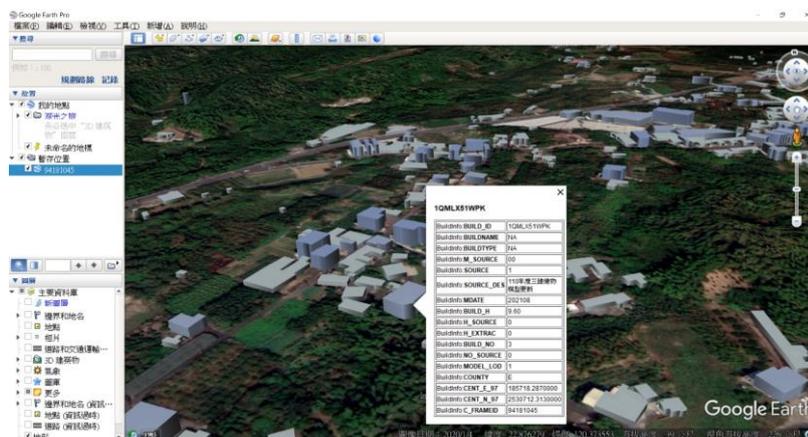


圖 3-15 灰階模型展繪及屬性資料呈現

二、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 3-7，總計 2,559,232 棟。

表 3-7 三維建物模型更新成果(依工作項目及階段統計)

| 項次 | 工作項目 | 第 1 階段 | 第 2 階段 | 總計 |
|----|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 一千分之一地形圖建物模型更新 | - | 104,355 | 104,355 |
| 2 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新 | 59,004 | - | 59,004 |
| 3 | 一千分之一地形圖建物模型產製 | 93,126 | 587,701 | 680,827 |
| 4 | 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製 | 972,227 | 592,483 | 1,564,710 |
| 5 | LOD2 建物模型產製 | 19,737 | 130,599 | 150,336 |
| 總計 | | 1,144,094 | 1,415,138 | 2,559,232 |

三維近似化建物模型之建置範圍及數量與前述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 3-16。



圖 3-16 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

本團隊自行開發使用建物框利用共線式投影原始航拍像平面坐標並擷取屋頂影像之工具程式，如圖 3-17。



圖 3-17 建物框利用共線式投影原始航拍擷取屋頂影像工具

1. 原始航拍萃取屋頂影像

建物框利用共線式投影原始航拍像平面坐標後與原始航拍之套合如圖 3-18(都會區)及圖 3-19(郊區)，有相當不錯之套合精度。



圖 3-18 建物框利用共線式投影平面坐標並與原始航拍套合分析(都會區)



圖 3-19 建物框利用共線式投影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 3-20 及圖 3-21 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 3-22 為經 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像重新從正射影像萃取範例。



圖 3-20 AI 判斷為「優質」屋頂影像

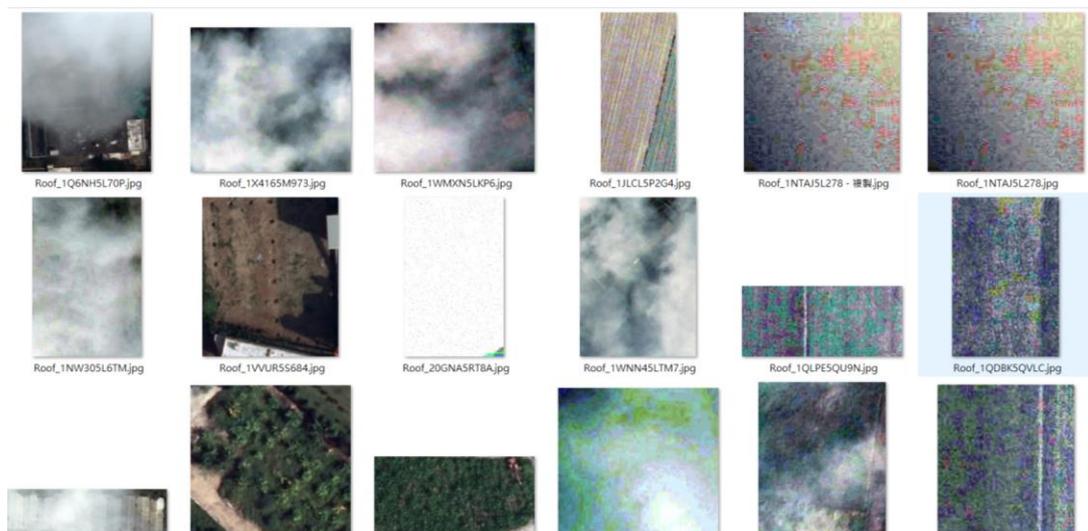


圖 3-21 AI 判斷為「缺陷」屋頂影像

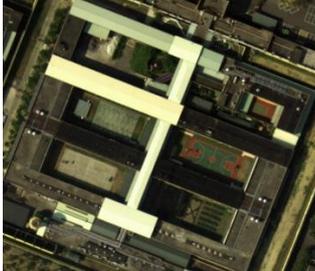
| 原始航拍萃取經 AI 濾除影像 | 改由正射影像萃取結果 |
|---|--|
|  |  |
|  |  |

圖 3-22 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 剷除之缺陷影像，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 3-23，屋頂紋理貼圖成果如圖 3-24。



圖 3-23 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 3-24 屋頂材質貼圖成果範例

(二)山形屋頂產製

本年度在分棟產製作業範圍共建置山形屋頂 147,142 棟，佔整體建物數量 9.4%，各縣市建置情形如表 3-8。

表 3-8 山形屋頂建置情形

| 縣市 | 產製模型數 | 山形屋頂數 | 比例 |
|-----|-----------|---------|--------|
| 臺北市 | 217,403 | 6,202 | 2.85% |
| 新北市 | 408,114 | 14,708 | 3.60% |
| 宜蘭縣 | 112,798 | 9,808 | 8.70% |
| 苗栗縣 | 232,606 | 21,461 | 9.23% |
| 花蓮縣 | 150,431 | 24,024 | 15.97% |
| 臺東縣 | 82,602 | 14,266 | 17.27% |
| 屏東縣 | 360,756 | 56,673 | 15.71% |
| 總計 | 1,564,710 | 147,142 | 9.4% |

(三)牆面紋理貼圖處理

牆面紋理貼圖全面續採用材質貼圖 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，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 3-25 材質影像更新後各分類建模成果範例

本年度全面採用材質貼圖 3.0 作法，利用深度學習 AI 技術對街景影像進行細部分析，將建物影像進一步分割為牆面、門窗等結構，並分別與材質庫進行比對(如圖 3-26)。

圖 3-27 展示了部分應用深度學習 AI 技術進行街景影像細部分析的成果，不僅成功實現建物元件（牆、門、窗）的精確分割，還能有效濾除街景影像中對材質比對造成干擾的元素（如天空、路樹、招牌等）。此技術大幅提升貼圖效果的相似性，使建築模型的視覺呈現更加真實且具一致性。

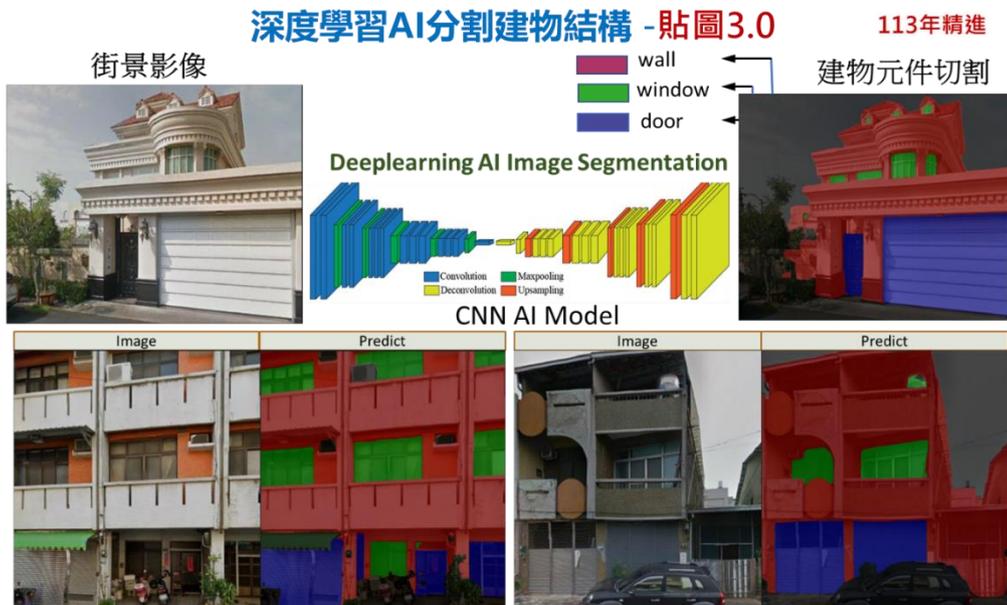


圖 3-26 材質貼圖 3.0 深度學習 AI 進行街景影像之細部分析

路樹更能有效去除



招牌更能有效去除



圖 3-27 深度學習 AI 街景影像細部分析成果

元件切割後，將牆、門、窗分別與對應的材質庫進行比對。由於建物元件已成功分割且無參雜其他干擾成分，比對結果更加貼近建物

的實際外觀。此外，切割出的窗與門亦能精確獲取其長寬比例，在建築物材質生成時，依據該比例進行合成(如圖 3-28 及圖 3-29)，有效避免了以往長窗被生成為橫窗等比例失真的情況。此改進進一步提升了建築模型的真實感與細節一致性。演算法亦考慮玻璃帷幕牆面，圖 3-30 展示玻璃帷幕材質比對與貼圖生成結果。

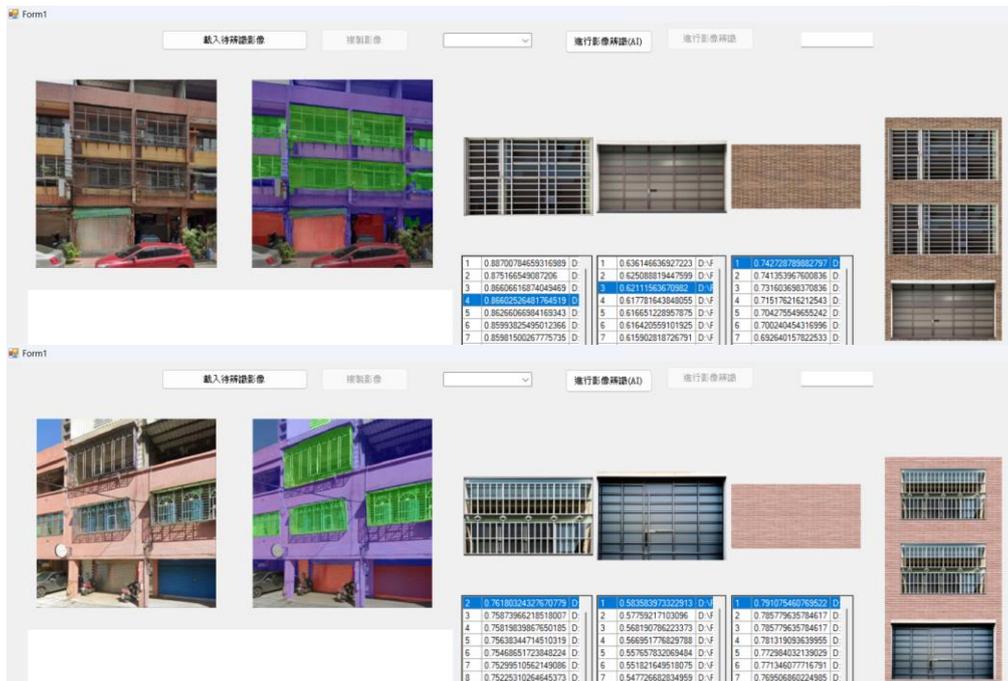


圖 3-28 材質比對與貼圖生成結果(1)

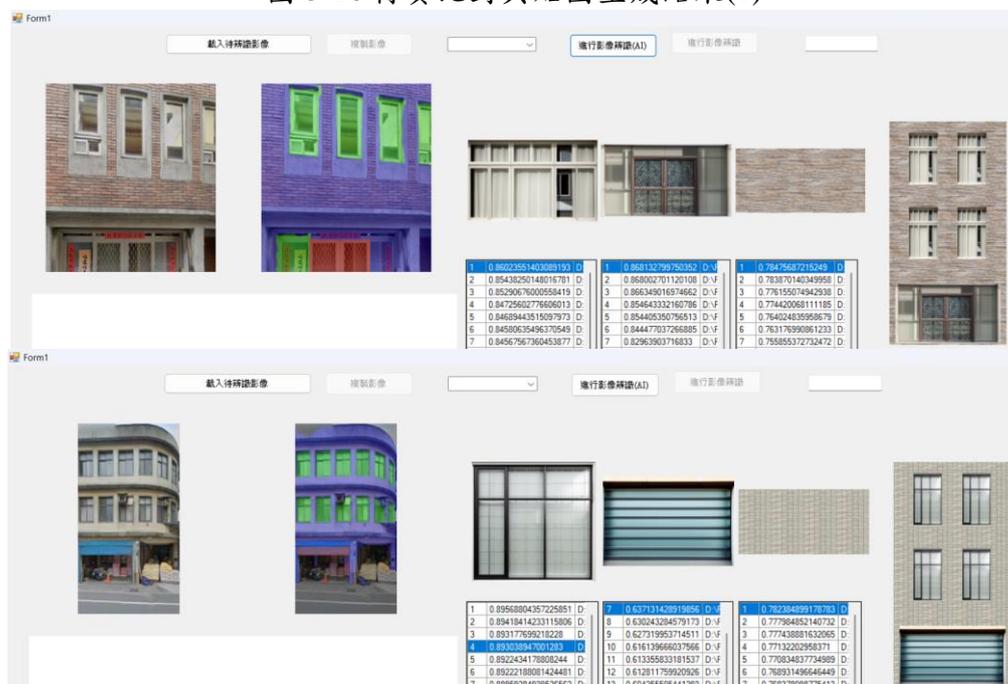


圖 3-29 材質比對與貼圖生成結果(2)

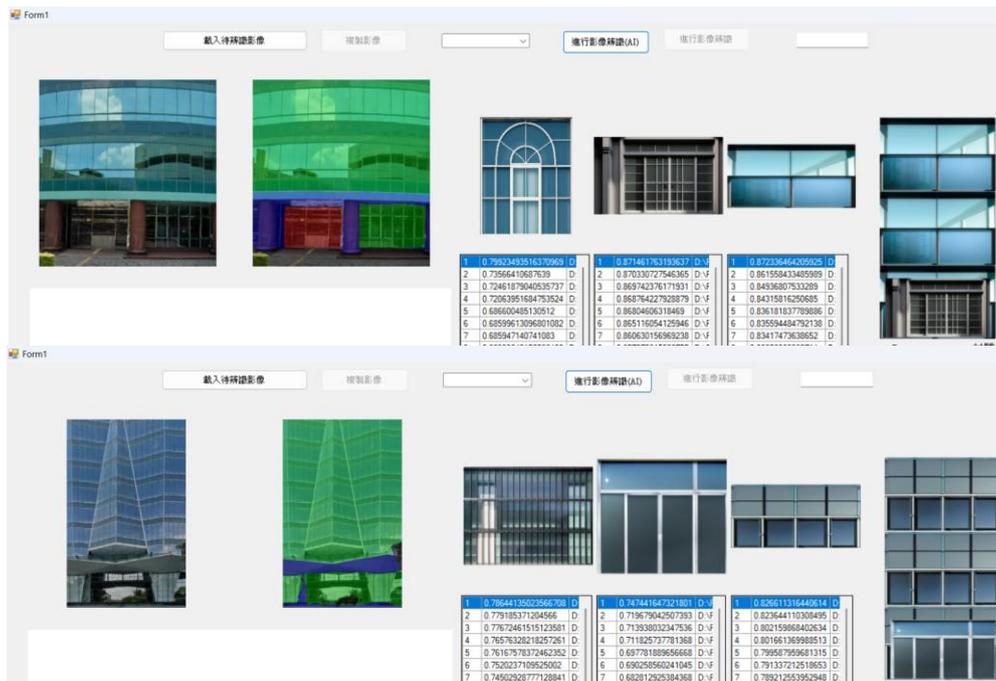


圖 3-30 玻璃帷幕材質比對與貼圖生成結果

此技術顯著提升貼圖效果的相似性，使建築模型的視覺呈現更加真實、細緻且具一致性。此技術已用於本年度成果中，同時應用於本年度試辦建物融合作業中，完成桃園市及宜蘭縣 2 縣市，並全面更新既有模型成果（合計約 88 萬棟），可使得縣市整合版整體模型之品質趨於一致。



圖 3-31 運用材質貼圖 3.0 全面更新縣市既有模型成果

柒、 航拍影像產製樓高作業成果

一、 影像密匹配產製 DSM

依本案第1次工作會議決議，針對新北市、桃園市、新竹縣、新竹市、苗栗縣及屏東縣等範圍，以111年度電子地圖航照影像，辦理影像密匹配產製 DSM 作業，作業範圍如圖 3-32 所示，共計 350 幅圖。

其中，本案採用之航照影像為 DMC 及 DMC III 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。

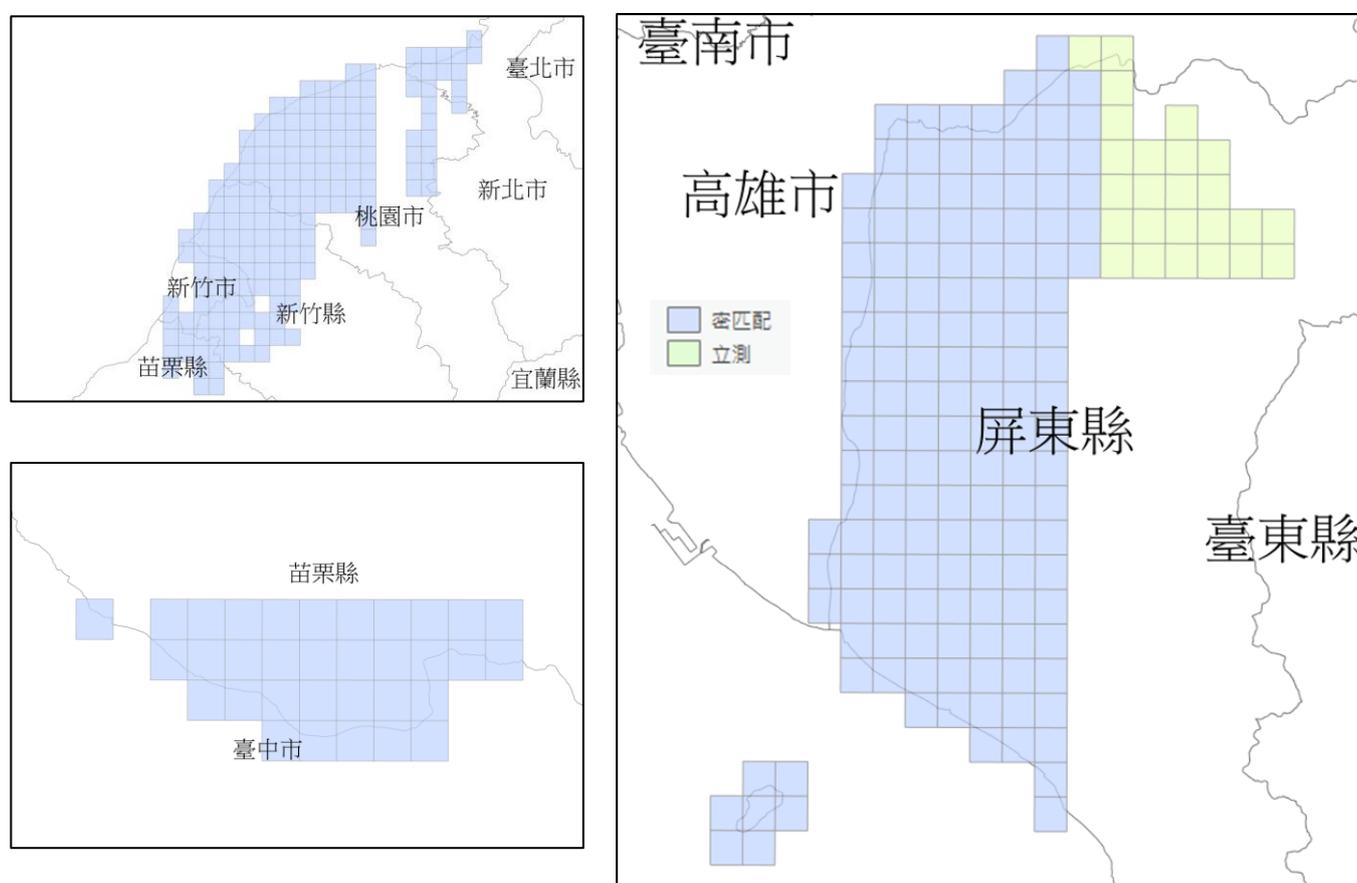


圖 3-32 航照影像密匹配及立體量測樓高作業範圍圖

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 3-33 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 0.54~0.98 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。

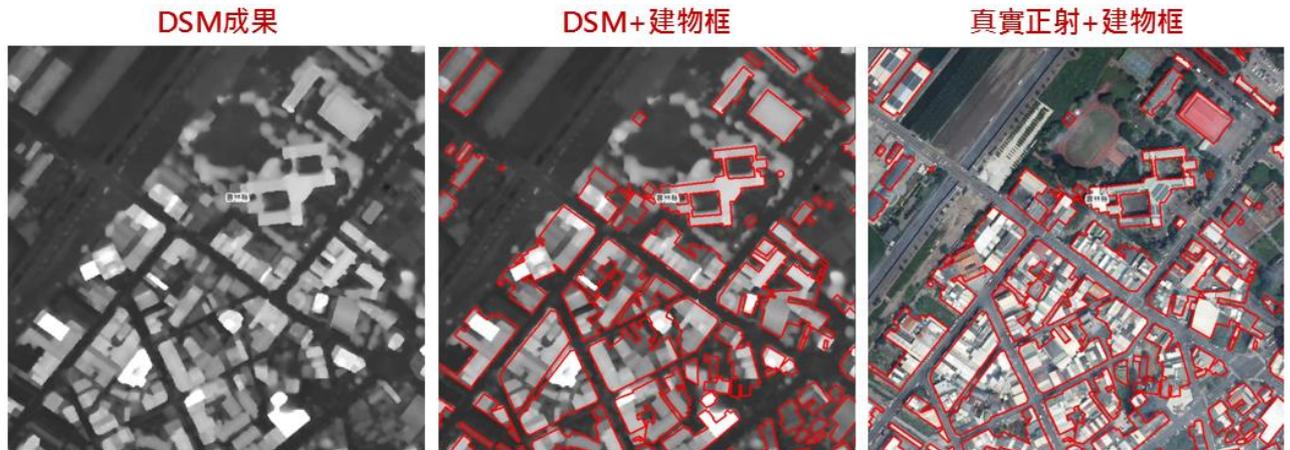


圖 3-33 航照產製 DSM 成果套疊比對

二、立體製圖產製樓高

立體量測取得異動建物樓高部分，針對屏東縣部分範圍，以 111 年度電子地圖航照影像，辦理航照立體量測樓高作業，作業範圍如圖 3-32 所示，總計 25 幅，影像來源使用 DMC 及 DMC III 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 0.21~0.77 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 3-11 所示；立體量測樓高建物總數為 4,607 棟，圖幅數總計 25 幅，平均單一圖幅採集建物數量為 184.28 棟，較 112 年均數量 1,220 棟減少 85%；以航照密匹配產製 DSM 部分，我們採取的策略為首先以光達萃取樓高，如無法取得樓高(樓高 < 2 公尺)，則將這些無樓高的建物再以密匹配萃取樓高。透過實際成果以屏東(表 3-9)及苗栗(表 3-10)的分棟範圍為例，當採取這種樓高萃取策略時，屏東的密匹配範圍內有樓高比例從 55.79%提升到 92.97%，對全區整體效益則是從 92.06%上升至 96.97%；而苗栗的密匹配範圍內有樓高比例從 96.41%上升至 98.45%，對全區整體效益則是從 96.82%上升至 97.34%。由此可見光達搭配密

匹配的樓高萃取策略能夠彌補光達時效不足並大幅提升樓高的有效度。

表 3-9 屏東分棟密匹配樓高效益分析

| 屏東 | 全區採用光達 | 全區 採用光達+密匹配 | 密匹配範圍內 採用光達 | 密匹配範圍內 採用光達+密匹配 |
|----------|---------|----------------|----------------|--------------------|
| 總數量 | 392,130 | 392,130 | 51,751 | 51,751 |
| 有樓高 | 360,997 | 380,238 | 28,874 | 48,115 |
| 樓高不足 2 米 | 31,133 | 11,892 | 22,877 | 3,636 |
| 有樓高比例 | 92.06% | 96.97% | 55.79% | 92.97% |

表 3-10 苗栗分棟密匹配樓高效益分析

| 苗栗 | 全區採用光達 | 全區 採用光達+密匹配 | 密匹配範圍內 採用光達 | 密匹配範圍內 採用光達+密匹 配 |
|----------|---------|----------------|----------------|------------------------|
| 總數量 | 240,237 | 240,237 | 60,637 | 60,637 |
| 有樓高 | 232,606 | 233,846 | 58,460 | 59,700 |
| 樓高不足 2 米 | 7,631 | 6,391 | 2,177 | 937 |
| 有樓高比例 | 96.82% | 97.34% | 96.41% | 98.45% |

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 3-11 航照影像產製樓高作業數量表

| | 作業區域 | 第 1 階段 | 第 2 階段 | 總計 | 113 年度 單一圖幅 建物數量 | 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 | - | | | | 1,220 | 267.1 |
| | 圖幅數 | - | 25 | 25 | | | |
| 密匹配產 製 DSM | 建物數量 (總數) | | | | | 2,358 | 2,294 |
| | 建物數量 (實際使用) | | | | | 230.2 | 286 |
| | 圖幅數 | 204 | 146 | 350 | | | |

捌、研發展示應用三維建物模型之人機互動方案

本團隊依據中心需求分別建置兩套 AR 展示體驗系統：基於瀏覽器的 WebAR 以及 Android 手機系統的 app APK。

一、 WebAR

WebAR 的最大優勢在於使用者無需事先下載 App，且不受系統限制，只需透過手機內建瀏覽器掃描 QR Code(圖 3-34)或開啟指定連結(8th.io/vn854)即可立即進行 AR 體驗。然而，由於 WebAR 是在手機瀏覽器上運行，其展示效能和可辨識圖片的數量受到一定限制。因此，我們在起始頁面下方設置了 5 個按鈕：前 4 個對應於特定建物名稱(LOD1~LOD3)的辨識功能，第 5 個則可同時辨識 4 種 LOD3 圖片，方便用戶快速選擇與操作。

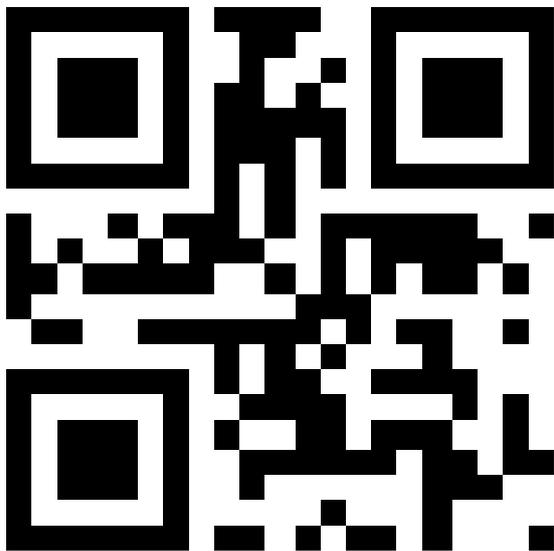


圖 3-34 WebAR 體驗 QR Code

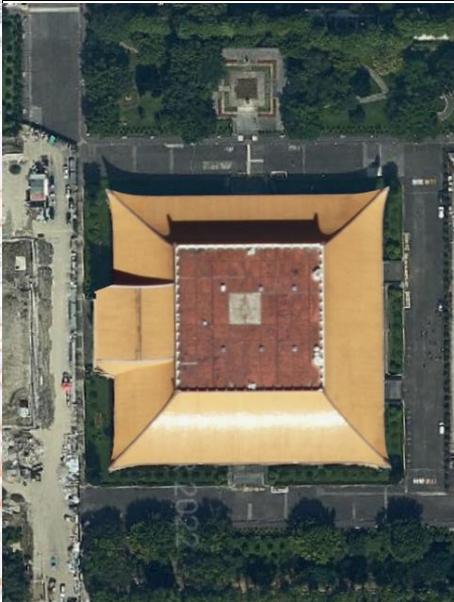


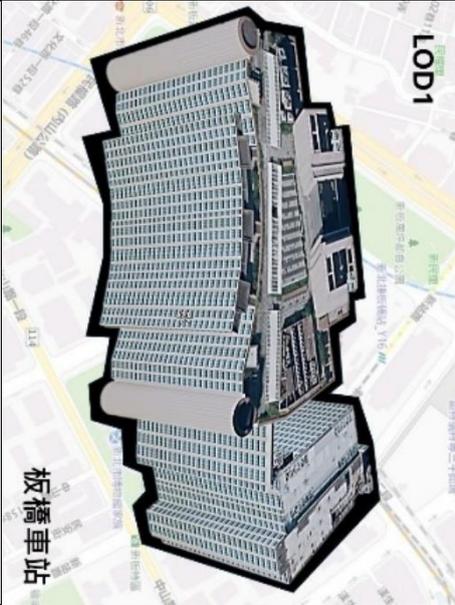
圖 3-35 WebAR 開啟頁面

當你掃描

表 3-12 對應的圖片時，即可在畫面中展示對應 LOD 的建物模型(圖 3-36)，使用者還可以手持圖片進行操作，從不同角度觀察模型，增強互動性與沉浸感。

表 3-12 AR 辨識對應圖片表

| | LOD1 | LOD2 | LOD3 |
|--------|---|--|---|
| 台北 101 |  LOD1 臺北市101大樓 |  LOD2 臺北市101大樓 |  |
| 國父紀念館 |  LOD1 國父紀念館 |  |  |



板橋車站

測繪中心

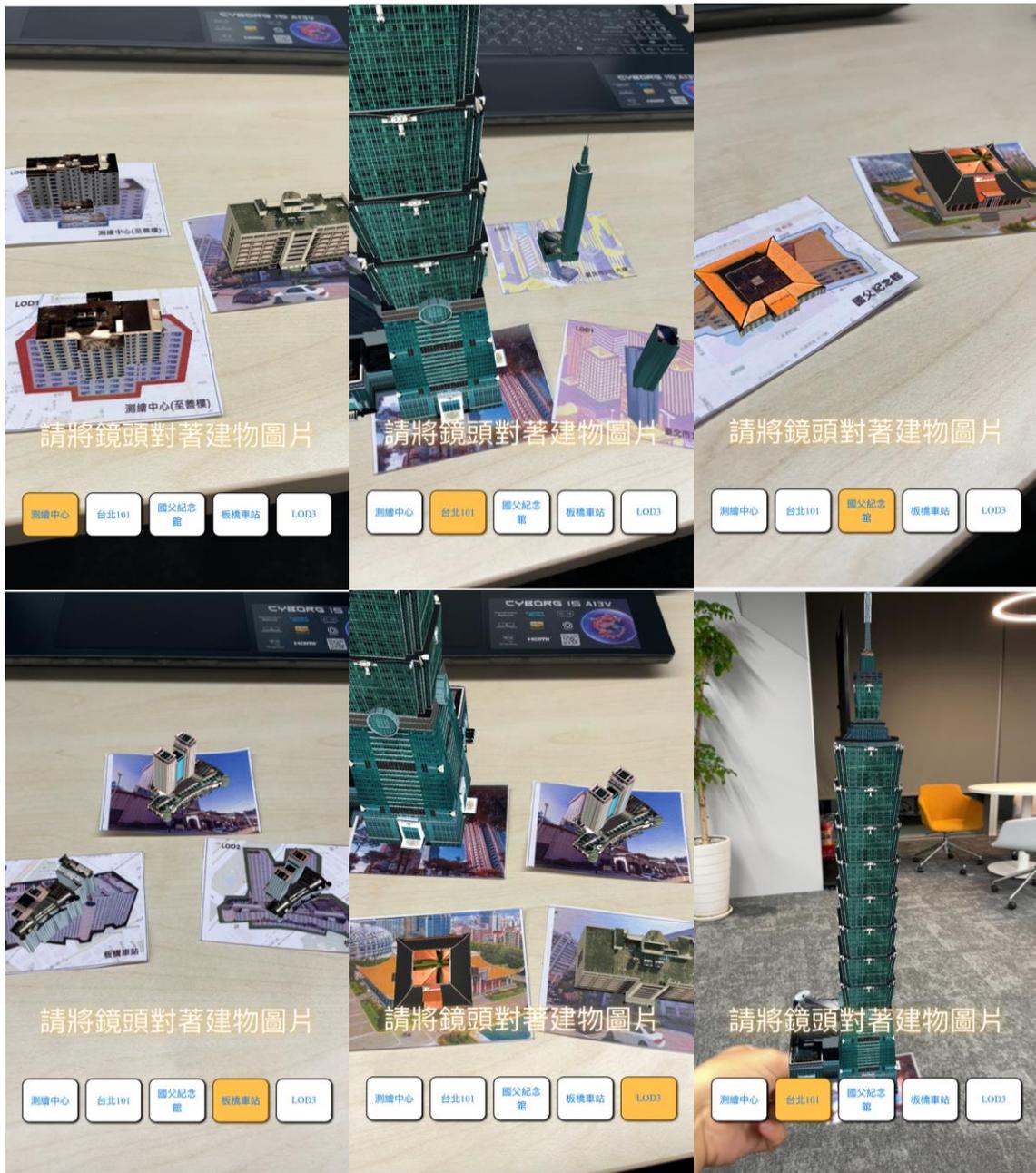


圖 3-36 WebAR 體驗畫面

雖然 WebAR 提供了便利的使用體驗，但受限於其先天的展示效能，有時建物無法與圖片完全貼合，或者在鏡頭稍微移動時便無法辨識圖片，導致使用體驗不夠理想。因此，本團隊進一步開發了基於 Android 系統的 APK，期望為使用者提供一個更加穩定且優化的選擇，以提升整體體驗品質。

二、 Android APK

在 Android APK 的開發過程中，我們將 WebAR 的核心功能進行優化與重構，以充分利用 Android 設備的硬體性能，提供更穩定且流暢的擴增實境體驗。為此，我們選擇了整合 ARCore 作為技術基底，藉由其強大的影像追蹤與環境感知能力，解決了 WebAR 在定位與穩定性上的不足。此外，我們針對影像辨識進行了優化，讓應用能夠即時準確地對齊建物與圖像，並支援更複雜的 3D 模型渲染，提升整體的沉浸感與互動性。透過 Android 平台，我們也新增了一些額外體驗，例如影像密匹配產製之宜蘭縣政府、縣議會以及三維道路模型，實現更卓越的使用體驗。系統畫面如圖 3-37。



圖 3-37 Android APK 首頁畫面

每一個 banner 即為一種體驗，分別為：圖卡辨識、台北 101、板橋車站、國父紀念館、國土測繪中心、宜蘭縣議會、宜蘭縣政府及三維道路模型。圖卡辨識(辨識圖同

表 3-12)的穩定性更高，並且能穩固的貼合圖卡如圖 3-38。

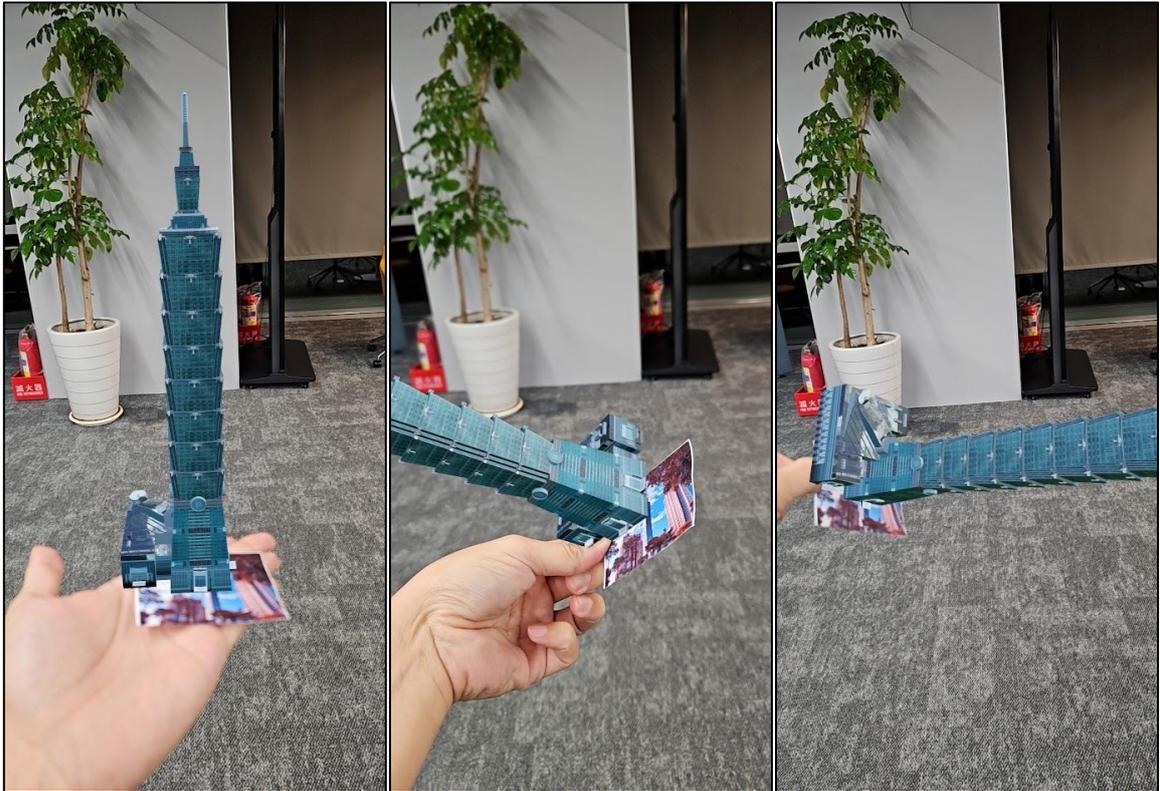


圖 3-38 Android APK 圖卡辨識

若選擇特定建物名稱的圖卡，則可以一次性將該建物 LOD1~LOD3 一字排開於地面，並能穿梭其中進行觀察(圖 3-39)。

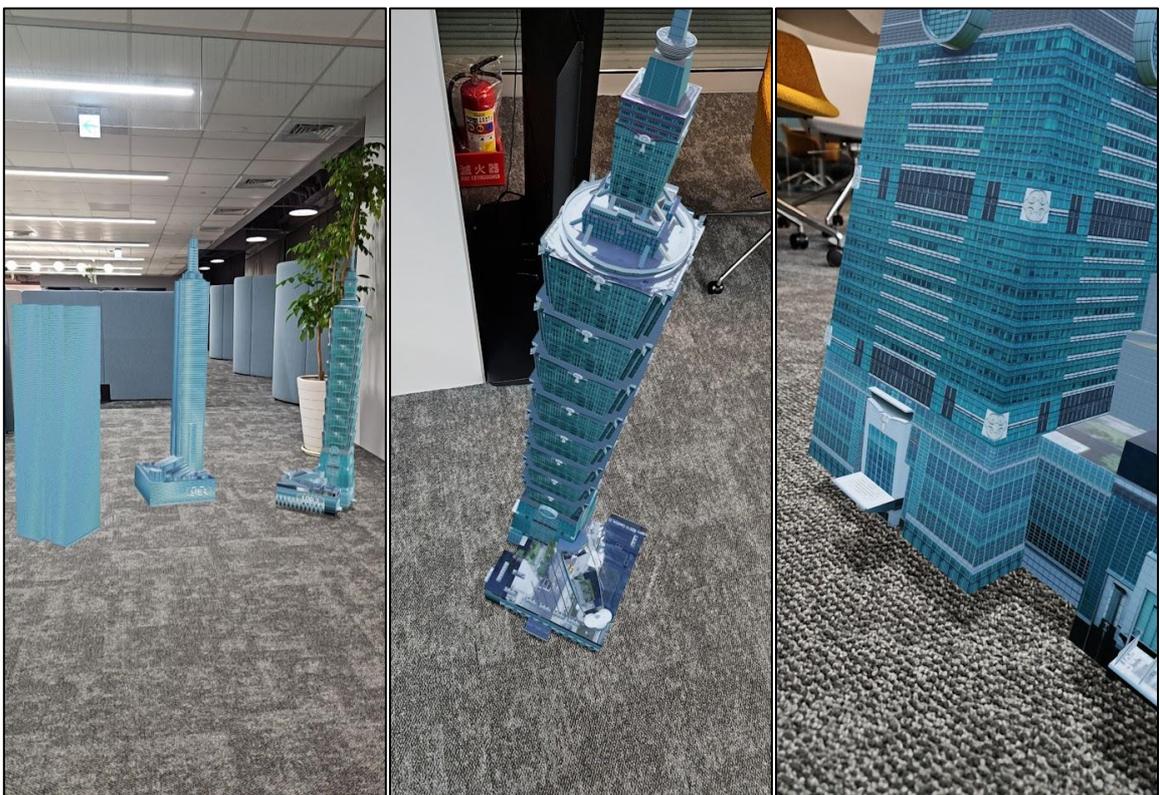


圖 3-39 Android APK 台北 101 展示

宜蘭縣議會或宜蘭縣政府可利用平面展示影像密匹配模型(圖 3-40)，用戶可以與之互動，無論近看、遠看或從不同角度觀察都能清晰呈現。此外，為滿足應中心的實驗需求，我們在 Android APK 中嵌入了三維道路模型的展示功能(如圖 3-41)。然而，由於該道路模型尚未加入貼圖，導致展示效果略顯單薄。透過此次實驗，我們證實了三維道路模型可以成功在應用中呈現，並建議未來針對模型加入適當的貼圖與細節優化，以提升展示的真實感與用戶體驗，從而達到最佳效果。



圖 3-40 Android APK 宜蘭縣議會密匹配模型

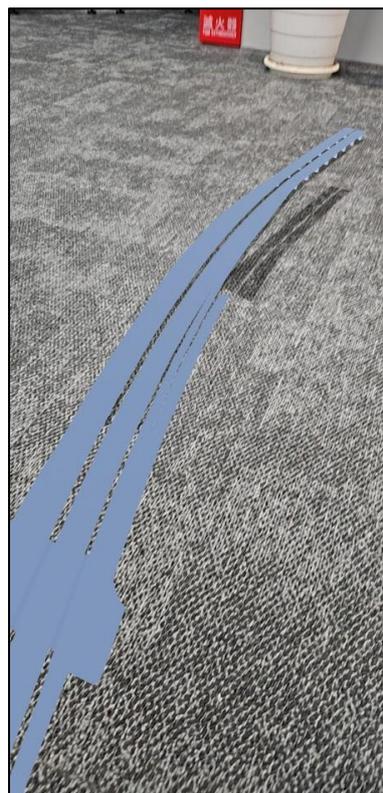


圖 3-41 Android APK 三維道路模型

三、 TGIS 展示推廣

今年 7 月 11 日，本團隊派員參加了 TGIS 2024 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會，並於會場的周邊展示區進行 AR 體驗的推廣活動(如圖 3-42)。我們透過實際操作與現場示範(圖 3-43)，向參加者介紹了本團隊開發的 AR 應用，吸引了許多與會者的關注與互動。不僅如此，現場許多教育工作者表示，這項應用對於幫助學生更直觀地理解 LOD1 至 LOD3 建物的細節與差異具有顯著的教育價值。他們認為，透過 AR 技術將抽象的建模概念具象化，不僅能提升學習興趣，還能加深對建築 LOD 模型的理解，有助於相關課程的教學與推廣。



圖 3-42 TGIS 年會現場擺設



圖 3-43 TGIS 年會現場展示與示範

自今年7月起至12月，我們的WebAR累計達到1,056次的瀏覽量。從每日瀏覽量的圖表中可以清晰看到，在特定日期出現了明顯的高峰，可能有其他場次進行的推廣有關，每次也都能達到約60~120人次的使用量，彰顯本AR體驗對於推廣測繪中心三維建物成果的成效。

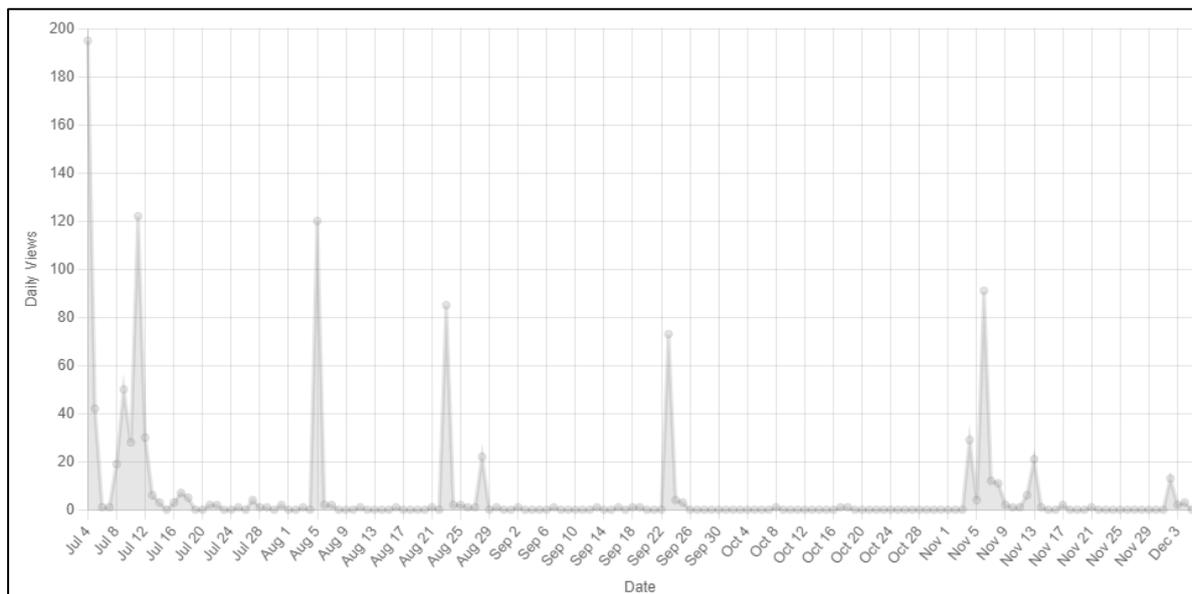


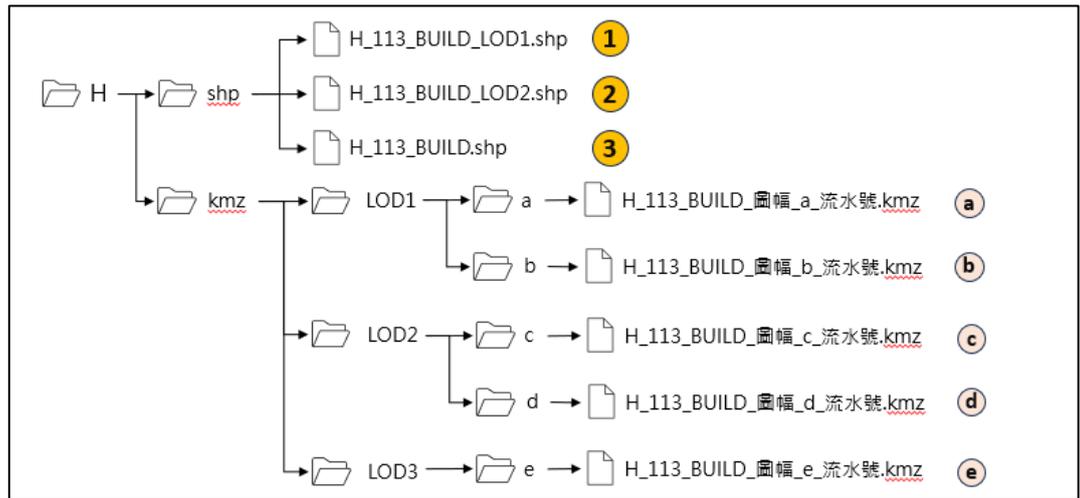
圖 3-44 WebAR 瀏覽量統計

玖、試辦建物模型融合作業（含詮釋資料）

一、建物模型融合作業

依據第二次工作會議討論決議，融合作業成果(試辦桃園市及宜蘭市)依照縣市封裝，並以 shapefile 及 kmz 兩種檔案格式儲存。

今年度已完成桃園市及宜蘭縣等二縣市之圖資融合作業，檔案架構及實際成果如圖 3-45。



| Name | Date modified | Type | Size |
|---|---------------------|-------------|------------|
| ... | ... | ... | ... |
| 8_試辦建物模型融合作業 > KMZ > G_113_BUILD_LOD1 > | | | |
| a | 12/31/2024 11:59 AM | File folder | |
| b | 12/31/2024 12:01 PM | File folder | |
| ... | | | |
| 8_試辦建物模型融合作業 > KMZ > G_113_BUILD_LOD2 > | | | |
| c | 12/31/2024 12:02 PM | File folder | |
| d | 12/31/2024 12:03 PM | File folder | |
| ... | | | |
| G_113_BUILD_96211006_a.kmz | 11/27/2024 10:34 PM | KMZ | 113 KB |
| G_113_BUILD_96211007_a.kmz | 11/27/2024 10:36 PM | KMZ | 39,329 KB |
| G_113_BUILD_96211015_a.kmz | 11/27/2024 10:36 PM | KMZ | 481 KB |
| G_113_BUILD_96211016_a.kmz | 11/27/2024 10:37 PM | KMZ | 15,047 KB |
| G_113_BUILD_96211017_a.kmz | 11/27/2024 10:37 PM | KMZ | 2,224 KB |
| G_113_BUILD_96211025_a.kmz | 11/27/2024 10:39 PM | KMZ | 49,954 KB |
| G_113_BUILD_96211026_a.kmz | 11/27/2024 10:39 PM | KMZ | 2,665 KB |
| G_113_BUILD_96211035_a.kmz | 11/27/2024 10:39 PM | KMZ | 5,166 KB |
| ... | | | |
| G_113_BUILD_97211012_b.kmz | 11/26/2024 6:42 PM | KMZ | 1,268 KB |
| G_113_BUILD_97211013_b.kmz | 11/26/2024 3:47 PM | KMZ | 737 KB |
| G_113_BUILD_97221061_b.kmz | 11/26/2024 4:04 PM | KMZ | 323,656 KB |
| G_113_BUILD_97221071_b.kmz | 11/26/2024 4:15 PM | KMZ | 245,089 KB |
| G_113_BUILD_97222001_b.kmz | 11/26/2024 4:21 PM | KMZ | 107,412 KB |
| G_113_BUILD_97222011_b.kmz | 11/26/2024 4:22 PM | KMZ | 27,595 KB |
| G_113_BUILD_97222031_b_0.kmz | 11/26/2024 4:28 PM | KMZ | 111,070 KB |
| G_113_BUILD_97222031_b_1.kmz | 11/26/2024 4:49 PM | KMZ | 307,336 KB |
| ... | | | |
| G_113_BUILD_97211012_c.kmz | 12/1/2024 6:42 PM | KMZ | 208,365 KB |
| G_113_BUILD_97211013_c.kmz | 12/1/2024 6:42 PM | KMZ | 3,041 KB |
| G_113_BUILD_97221061_c_1.kmz | 12/1/2024 7:00 PM | KMZ | 434,914 KB |
| G_113_BUILD_97221061_c_2.kmz | 12/1/2024 7:01 PM | KMZ | 23,974 KB |
| G_113_BUILD_97221071_c.kmz | 12/1/2024 7:11 PM | KMZ | 314,585 KB |
| G_113_BUILD_97222001_c.kmz | 12/1/2024 7:22 PM | KMZ | 193,985 KB |
| G_113_BUILD_97222011_c.kmz | 12/1/2024 7:24 PM | KMZ | 53,796 KB |
| G_113_BUILD_97222031_c_1.kmz | 12/1/2024 7:40 PM | KMZ | 392,665 KB |
| G_113_BUILD_97222001_d.kmz | 11/27/2024 6:48 PM | KMZ | 974 KB |

圖 3-45 圖資融合作業成果

以宜蘭縣政府周遭為例，融合作業成果視覺化展示如圖 3-46，上圖為 LOD1 之 a+b 組合，中圖為 LOD1 之 c+d 組合，而下圖為全縣市最高精度展示之 a+c+e 組合。圖 3-47 則展示全縣市最高精度展示之 a+c+e 之模型組合。

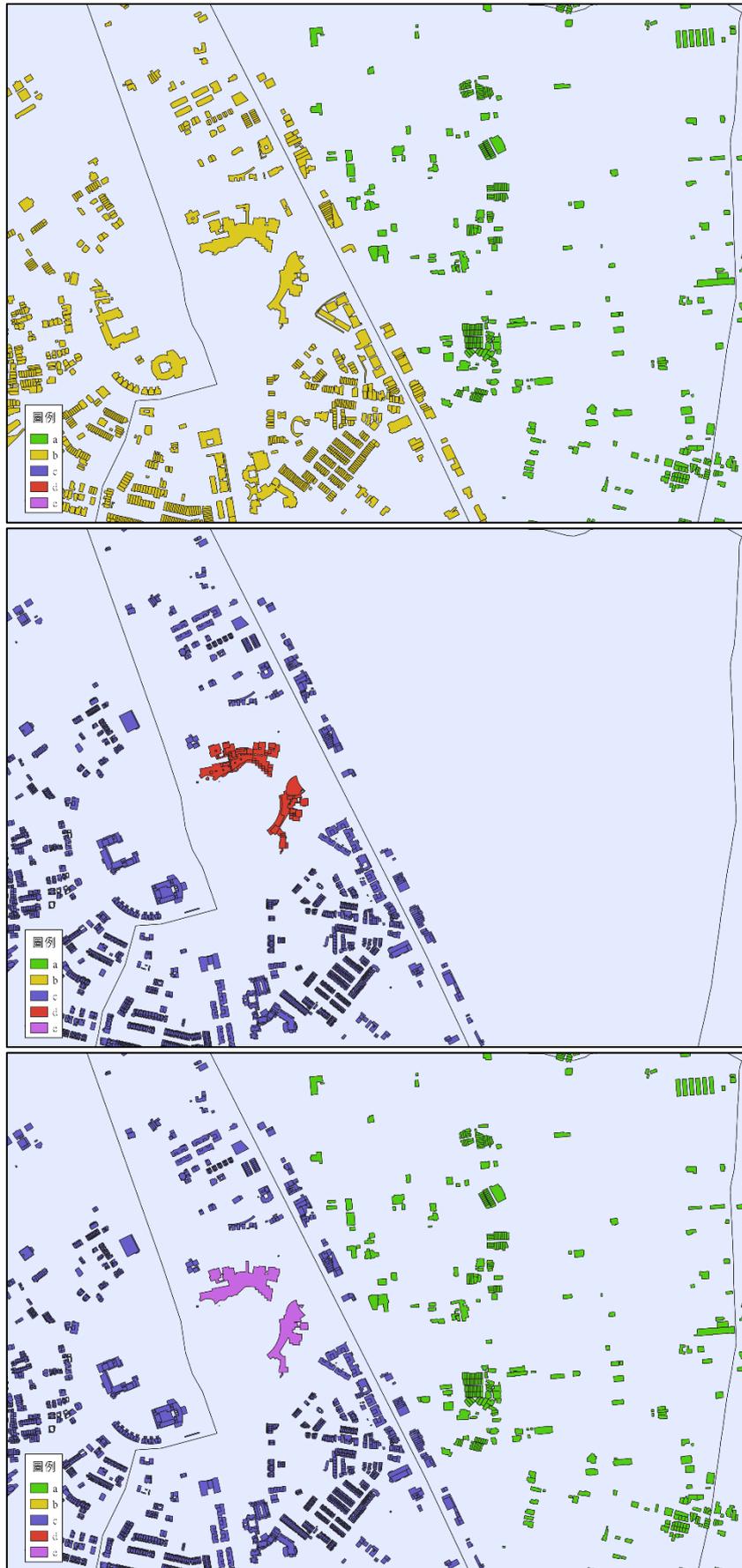


圖 3-46 圖資融合作業成果示意



圖 3-47 模型融合作業成果示意

二、 詮釋資料建置

融合版建物模型依照每個直轄市、縣（市）個別建置一筆相應之詮釋資料，建製初版詮釋資料交予國土測繪中心上架平台測試，並依據測試結果與意見，修正詮釋資料內容與格式，測試紀錄如表 3-13 所示。

表 3-13 詮釋資料修正紀錄表

| 版次 | 日期 | 內容 |
|--------------|------------|------------------------------------|
| 第一版 | 113年9月26日 | 依據三維詮釋資料參考文件與三維圖資供應種類格式說明建置初版詮釋資料。 |
| 第二版 | 113年10月24日 | 依據修正意見調整詮釋資料內容。 |
| 第三版 (最終版) | 113年10月30日 | 依據修正意見調整詮釋資料內容。 |

第三版詮釋資料經國土測繪中心測試後無誤，依據第三版詮釋資料之樣板產置本年度融合版建物模型之詮釋資料，範圍包含桃園市與宜蘭縣，詮釋資料內容擷取部分如圖 3-48 所示。

| | |
|-----------|--|
| 詮釋資料資訊 | |
| 檔案識別碼 | H_1133BUIIM |
| 詮釋資料語言 | Chinese(Other) |
| 字元集 | UTF8 (基於ISO/IEC 10646 所定義之8 位元可變長度UCS 轉換格式) |
| 父類別識別碼 | |
| 描述層級 | Dataset (資料集資訊) |
| 描述層級名稱 + | |
| 詮釋資料聯絡資訊 | |
| 個人姓名 | |
| 單位名稱 | 內政部國土測繪中心基本圖資測製科 |
| 職稱 | |
| 聯絡資訊 | |
| 電話 | |
| 聯絡電話 | +886-4-22522966 |
| 傳真電話 | +886-4-22592273 |
| 地址 | |
| 完整地址 | 黎明路二段497號四樓 |
| 縣市 | 臺中市南屯區 |
| 郵遞區號 | 408281 |
| 國家 | 中華民國 |
| 電子信箱 | m3@mail.nlsc.gov.tw |
| 關鍵字資訊 | |
| 關鍵字 * | 三維建物模型融合版 |
| 關鍵字 * | 113年度三維建物模型更新及精進採購案 |
| 關鍵字 * | 桃園市 |
| 關鍵字種類 | |
| 辭庫 | |
| 資料或服務限制資訊 | |
| 法律限制 | |
| 使用限制 | |
| 取得限制 | Trademark (已通過官方登記與授權) |
| 使用限制 | Trademark (已通過官方登記與授權) |
| 其他限制 | <p>1. 數值資料權僅賦予使用權，申請單位非經內政部國土測繪中心同意，不得自行轉錄、轉售、贈與、租賃或質押，亦不得以附加或改良資料為由，作為任何其他商業用途。2. 數值資料權須由專人保管，不得任意移交、複製，非經國防部同意，不得攜出國外。3. 申</p> |

圖 3-48 詮釋資料內容(擷取)

第四章 資料檢核及品質管制

壹、自動化檢核工具

本案多數作業過程均以程式自動化執行，或具有明確作業規範，因此多數作業可以透過程式自動化檢核，如此可以更加全面地檢核成果品質，也能大幅降低人為檢核的作業時間與失誤。因此本團隊自主開發自動化檢核工具進行成果的品質檢核，並已提供測繪中心作為複檢之用。檢核項目包含屬性欄位的規範以及成果數量檢核。

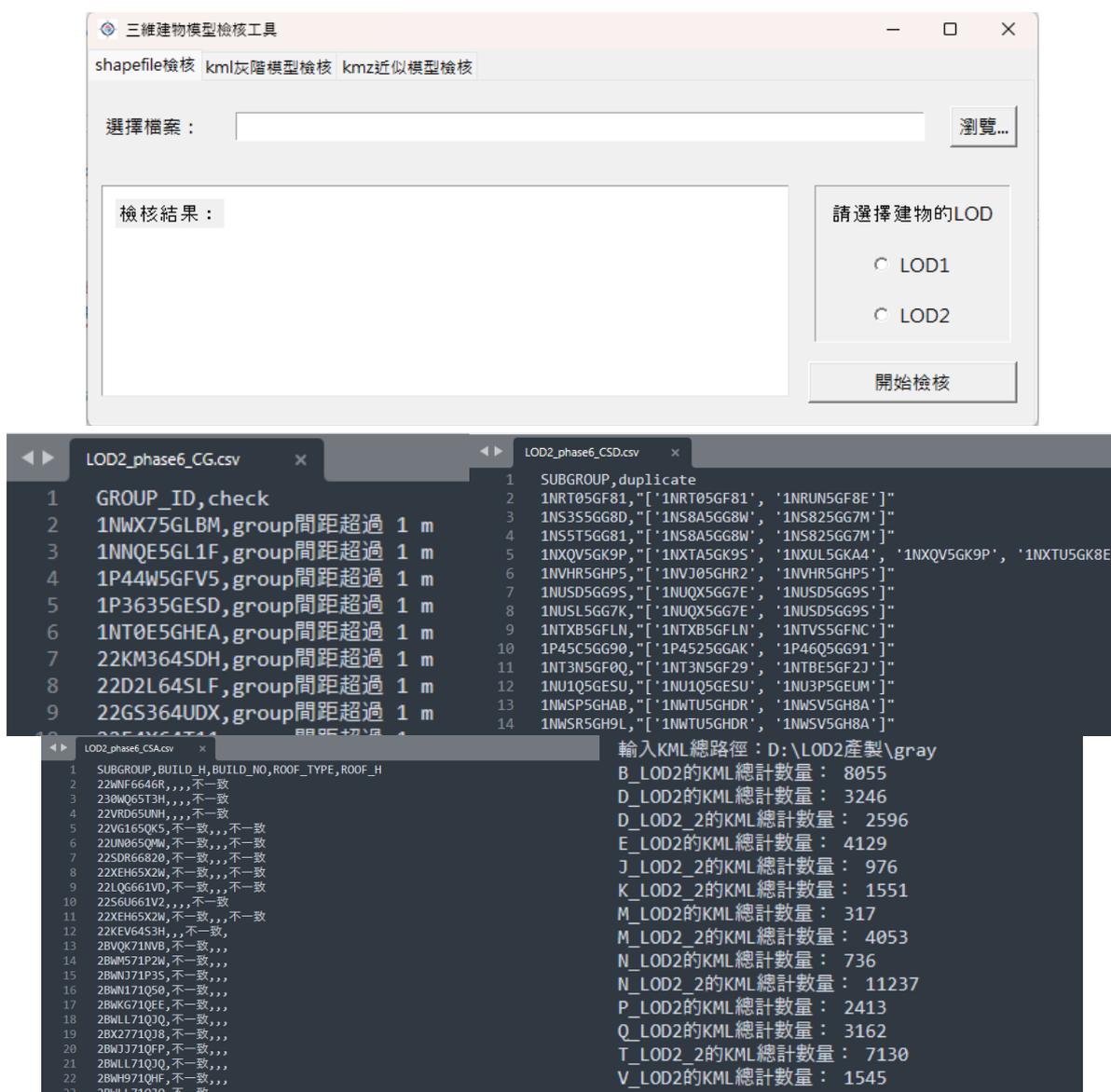


圖 4-1 自動檢核結果示意

貳、第一階段臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新成果檢核

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，詳細檢核結果如下。

表 4-1 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-格式及數量檢查表

| 建物樓高萃取-格式及數量檢查表 | | | |
|-----------------|------|------------|-------------|
| | | | 日期：9/5 |
| 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 | 新北市 | 是 | 是 |
| 2 | 桃園市 | 是 | 是 |
| 3 | 新竹縣 | 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。檢核結果如下。

表 4-2 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-屬性欄位檢核表

| 建物樓高萃取-屬性欄位檢核表 | | | | | |
|----------------|------------------|----------------|----------------|------------|-------------|
| | | | | | 日期：9/5 |
| 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 | 新北市(20) | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 2 | 桃園市(20) | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 3 | 新竹縣(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。

(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作業區成果數量一致。檢核結果如下。

表 4-3 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-建物框數量檢查表

| LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | | |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| | | 日期：9/5 |
| 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 | 新北市 | 是 |
| 2 | 桃園市 | 是 |
| 3 | 新竹縣 | 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。

表 4-4 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新-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 | | | |
|-------------------------|-------------|---------------|----------|
| | | | 日期：9/5 |
| 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 | 新北市 | 是 | 是 |
| 2 | 桃園市 | 是 | 是 |
| 3 | 新竹縣 | 是 | 是 |

參、第一階段一千分之一地形圖建物模型產製作業成果檢核

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，詳細檢核結果如下。

表 4-5 一千分之一地形圖建物模型產製-格式及數量檢查表

| 建物樓高萃取-格式及數量檢查表 | | | |
|-----------------|------|------------|-------------|
| | | | 日期：9/5 |
| 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 | 桃園市 | 是 | 是 |
| 2 | 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。檢核結果如下。

表 4-6 一千分之一地形圖建物模型產製-屬性欄位檢核表

| 建物樓高萃取-屬性欄位檢核表 | | | | | |
|----------------|------------------|------------|------------|--------|---------|
| | | | 日期：9/5 | | |
| 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 | 桃園市 (20) | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 2 | 宜蘭縣 (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。

(一) 模型數量檢核

檢查各縣市灰階模型數量是否與臺灣通用電子地圖成果數量一致。檢核結果如下。

表 4-7 一千分之一地形圖建物模型產製-建物框數量檢查表

| LOD1 建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | | |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| | | 日期：9/5 |
| 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 | 桃園市 | 是 |
| 2 | 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。

表 4-8 一千分之一地形圖建物模型產製 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 | | | |
|-------------------------|-------------|---------------|----------|
| | | | 日期：9/5 |
| 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 | 桃園市 | 是 | 是 |
| 2 | 宜蘭縣 | 是 | 是 |

四、LOD1 三維近似化建物模型查核

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。檢核結果如下。

表 4-9 一千分之一地形圖建物模型產製近似化模型品質檢核結果

| 近似化模型品質管控檢查表 | | | | | |
|--------------|-----|------|--------------|-----------|-------------|
| | | | 日期：9/5 | | |
| 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 | 桃園市 | 20 | 是 | 是 | 是 |
| 2 | 宜蘭縣 | 20 | 是 | 是 | 是 |

五、成果檢視及建議

本年度一千分之一地形圖建物模型產製首次採用多維度圖資，建物屬性包含 GROUP_ID，因此得以建物群組方式進行建模，使得建物群組之外牆貼圖更具一致性，如圖 4-2 可見左圖多維度圖資之建物群組外觀統一，而右圖傳統之一千分之一雖已靠程式輔助鄰近建物材質統一，但仍不足之處。



圖 4-2 一千分之一建物模型不同來源比較圖(左：多維度圖資，右：一千分之一)

另也發現多維度圖資之建物樓高與樓層數明顯異常之情形，例如 H_1000_MULTIDIM 中 Build_H=229.06，Build_No=4。明顯 Build_H 與 Build_No 資料異常，建議多維度圖資在釋出時加強檢核。

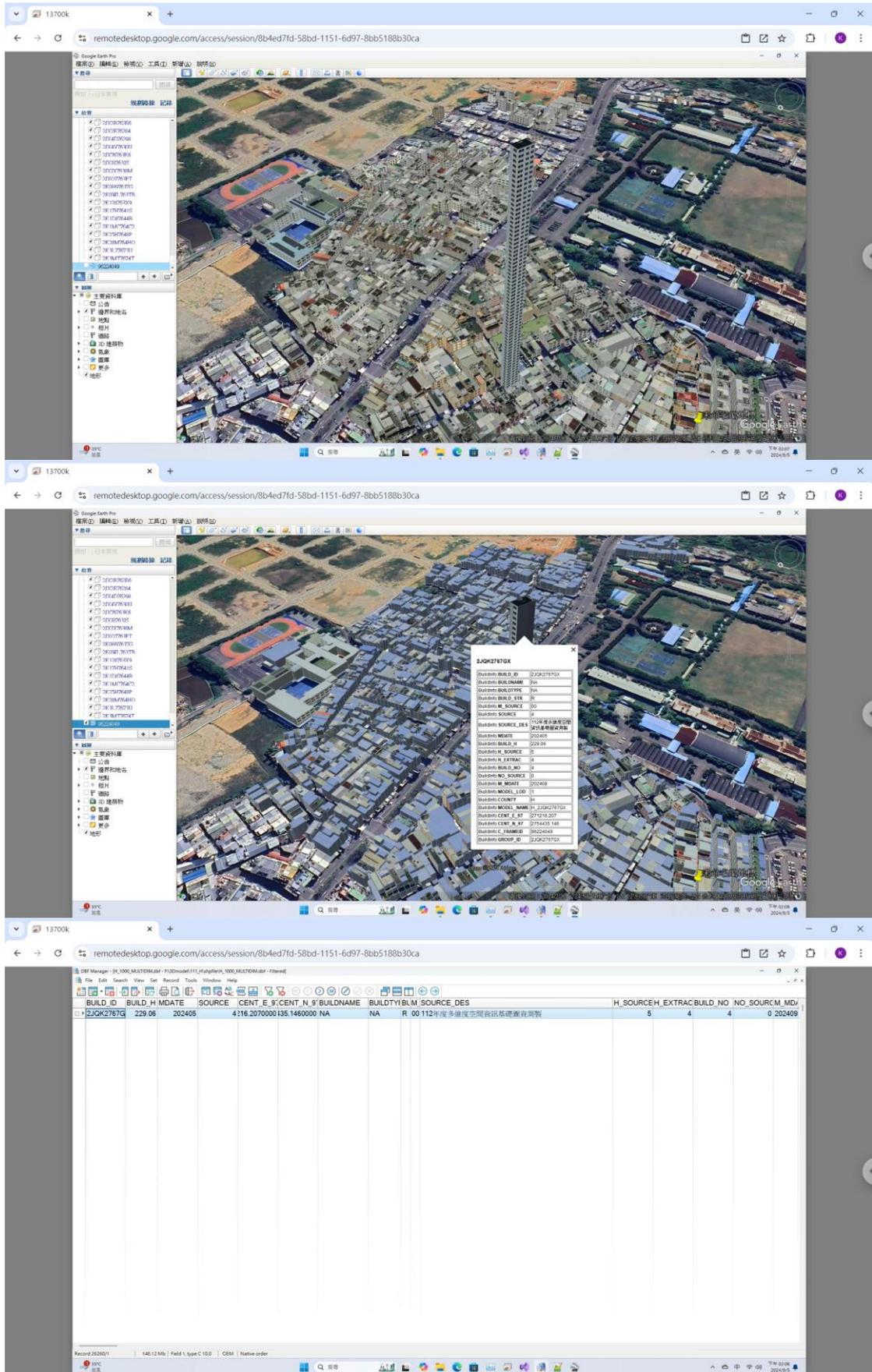


圖 4-3 多維度圖資樓高異常情形

肆、第一階段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。

詳細檢核結果如下。

表 4-10 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製作業成果檢核結果(部份示意)

| 113 年度三維建物模型更新採購案 第 1 批成果自我檢核總表 | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|---------------------|----|------|-------|-----|-------|------|
| 抽驗日期： | | 113.08.15~113.08.30 | | | 抽驗人員： | | 周孜恆 | |
| 項次 | 直轄市、縣(市) | 行政區 | 分類 | 抽驗數量 | 合格 | 不合格 | 合格百分比 | 驗收結果 |
| 1 | 臺北市 | 大同區 | | 60 | 55 | 5 | 91.7% | 通過 |
| 2 | 臺北市 | 文山區 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 3 | 臺北市 | 內湖區 | | 60 | 57 | 3 | 95.0% | 通過 |
| 4 | 臺北市 | 士林區 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 5 | 臺北市 | 北投區 | | 60 | 57 | 3 | 95.0% | 通過 |
| 6 | 宜蘭縣 | 頭城鎮 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 7 | 宜蘭縣 | 壯圍鄉 | | 60 | 58 | 2 | 96.7% | 通過 |
| 8 | 宜蘭縣 | 五結鄉 | | 60 | 57 | 3 | 95.0% | 通過 |
| 9 | 苗栗縣 | 銅鑼鄉 | | 60 | 59 | 1 | 98.3% | 通過 |
| 10 | 苗栗縣 | 三義鄉 | | 60 | 57 | 3 | 95.0% | 通過 |
| 11 | 苗栗縣 | 西湖鄉 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 12 | 苗栗縣 | 頭屋鄉 | | 60 | 57 | 3 | 95.0% | 通過 |
| 13 | 苗栗縣 | 竹南鎮 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 14 | 新北市 | 蘆洲區 | | 60 | 56 | 4 | 93.3% | 通過 |
| 15 | 新北市 | 三重區 | | 60 | 55 | 5 | 91.7% | 通過 |

表 4-11 各行政區建物框分棟成果檢核表(部份示意)

| 113 年度三維建物模型更新及精進採購案 第 1 批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 | 臺北市 | 大同區 | 13 | OK | | |
| 2 | 臺北市 | 大同區 | 331 | OK | | |
| 3 | 臺北市 | 大同區 | 581 | 應細分 | 已修正 | |
| 4 | 臺北市 | 大同區 | 663 | OK | | |
| 5 | 臺北市 | 大同區 | 768 | OK | | |
| 6 | 臺北市 | 大同區 | 847 | OK | | |
| 7 | 臺北市 | 大同區 | 971 | OK | | |
| 8 | 臺北市 | 大同區 | 1106 | OK | | |
| 9 | 臺北市 | 大同區 | 1282 | OK | | |
| 10 | 臺北市 | 大同區 | 1450 | 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，詳細檢核結果如下。

表 4-12 臺灣通用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 | | | |
|-----------------|------|---------------|-----------------|
| | | | 日期：9/2 |
| 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 | 臺北市 | 是 | 是 |
| 2 | 新北市 | 是 | 是 |
| 3 | 宜蘭縣 | 是 | 是 |
| 4 | 苗栗縣 | 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。檢核結果如下。

表 4-13 臺灣通用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 | | | | | |
|----------------|-----|----------------|----------------|------------|-------------|
| | | | | | 日期：9/2 |
| 序 | 行政區 | 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 | 臺北市 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 2 | 新北市 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 3 | 宜蘭縣 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 4 | 苗栗縣 | 是 | 是 | 是 | 是 |

四、LOD1 三維灰階建物模型查核

以臺灣通用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。檢核結果如下。

表 4-14 臺灣通用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 | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------|
| | | 日期：9/2 |
| 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 | 臺北市 | 是 |
| 2 | 新北市 | 是 |
| 3 | 宜蘭縣 | 是 |
| 4 | 苗栗縣 | 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。

表 4-15 臺灣通用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 | | | |
|-------------------------|-------------|-------------------|--------------|
| | | 日期：9/2 | |
| 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 | 臺北市 | 是 | 是 |
| 2 | 新北市 | 是 | 是 |
| 3 | 宜蘭縣 | 是 | 是 |
| 4 | 苗栗縣 | 是 | 是 |

五、LOD1 三維近似化建物模型查核

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。檢核結果如下。

表 4-16 臺灣通用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 | | | | | |
|--------------|-----|------|--------------|-----------|-------------|
| | | | 日期：9/2 | | |
| 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 | 臺北市 | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |
| 2 | 新北市 | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |
| 3 | 宜蘭縣 | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |
| 4 | 苗栗縣 | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |

伍、第一階段 LOD2 建物模型產製作業成果檢核

一、建物格式及數量檢查

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

表 4-17 LOD2 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 | | | |
|-----------------|---------|---------------|-----------------|
| | | | 日期：9/2 |
| 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 | 桃園市(部分) | 是 | 是 |
| 2 | 宜蘭縣 | 是 | 是 |

二、LOD2 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 shp 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成果數量一致。檢核結果如下。

表 4-18 LOD2 建物模型產製作業成果建物模型檢核表-建物框數量檢查表

| LOD2 建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | | |
|-----------------------|-------------|--------------------------|
| | | 日期：9/2 |
| 序 | LOD2 建物模型檢核 | |
| | 縣市成果 | 建物框數量與 LOD2 模型 數量是否一致 |
| 1 | 桃園市(部分) | 是 |
| 2 | 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。

表 4-19 LOD2 建物模型產製作業成果建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表

| LOD2 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表 | | | |
|-------------------------|-------------|-------------------|--------------|
| | | 日期：9/2 | |
| 序 | LOD2 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 | 桃園市(部分) | 是 | 是 |
| 2 | 宜蘭縣 | 是 | 是 |

三、LOD2 三維近似化建物模型查核

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。檢核結果如下。

表 4-20 LOD2 建物模型產製作業成果建物近似化模型品質檢核結果

| 近似化模型品質管控檢查表 | | | | | |
|--------------|---------|------|--------------|-----------|-------------|
| | | | 日期：9/2 | | |
| 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 | 桃園市(部分) | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |
| 2 | 宜蘭縣 | 20 | 正確 | 正確 | 適當 |

四、成果檢視及建議

LOD2 及多維度一千分之一建模時如果提供多維度案原始航拍，會有較精細的屋頂，如圖 4-4 苗栗縣 LOD2 建物模型屋頂採用 DMC 原始航拍，圖 4-5 宜蘭縣則使用 UltraCam Osprey，相較之下宜蘭縣具更優質之屋頂材質。

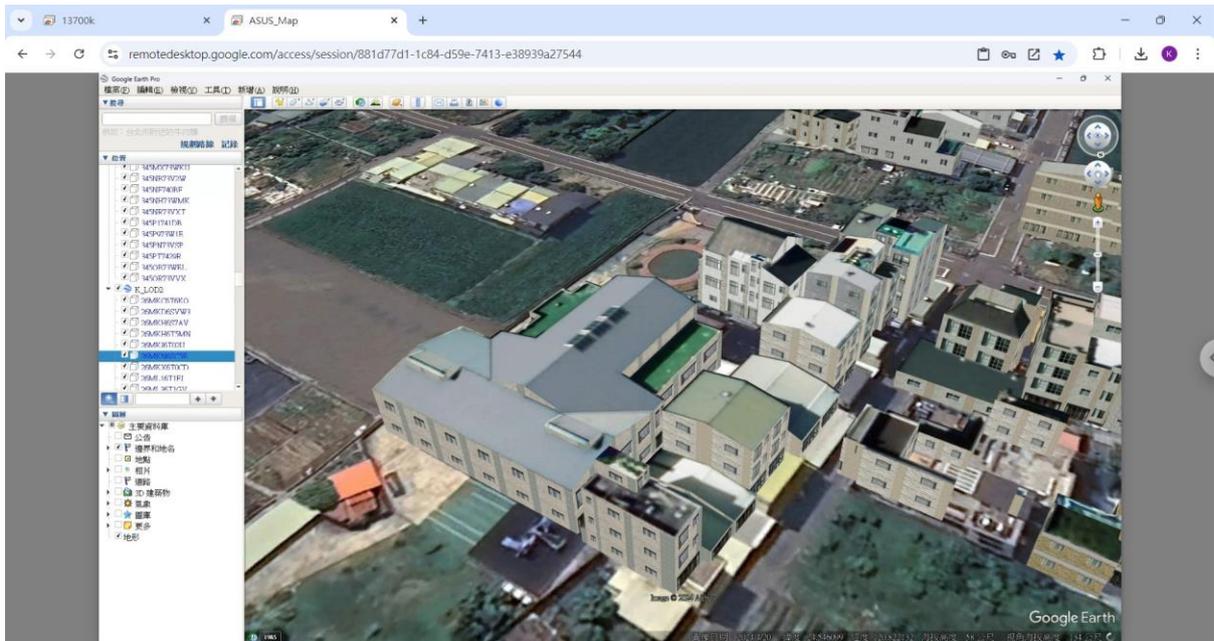


圖 4-4 LOD2_K 建物模型

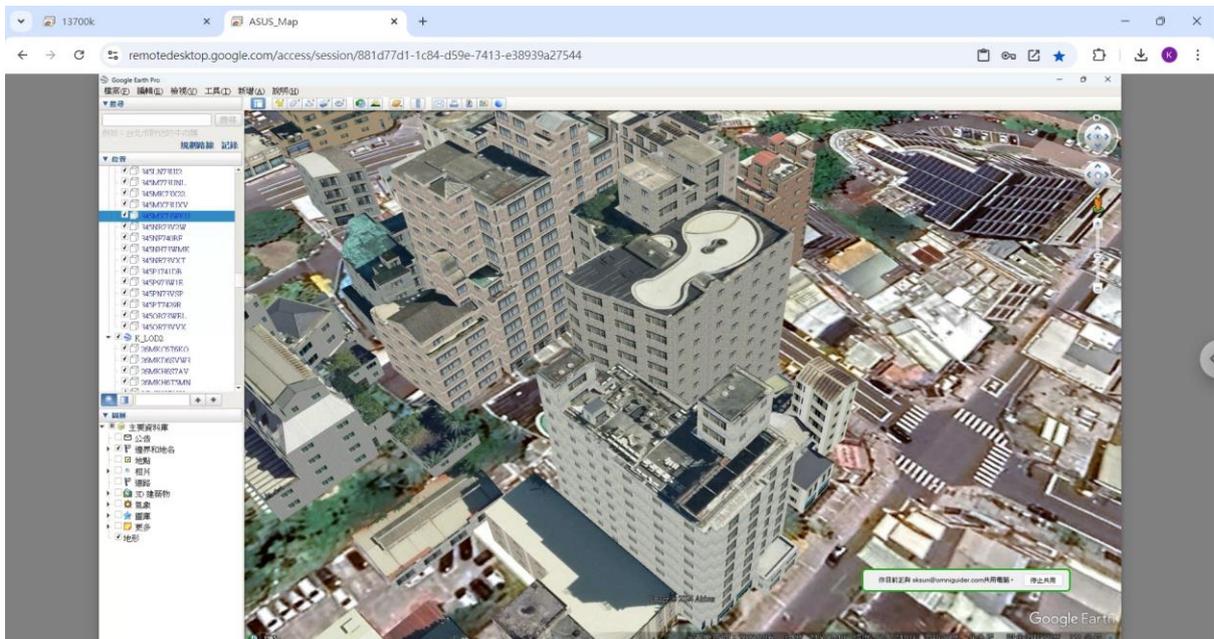


圖 4-5 LOD2_G 建物模型

陸、第二階段模型成果檢核

一、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，詳細檢核結果如下。

表 4-21 格式及數量檢查表

| 建物樓高萃取-格式及數量檢查表 | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------------|
| | | | 日期：11/29 |
| 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 | F_1000_update | 是 | 是 |
| 2 | O_1000_update | 是 | 是 |
| 3 | B_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 4 | B_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 5 | D_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 6 | E_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 7 | J_1000_BH.shp | 是 | 是 |
| 8 | J_1000_MULTI.shp | 是 | 是 |
| 9 | J_1000.shp | 是 | 是 |
| 10 | K_1000_BH.shp | 是 | 是 |
| 11 | K_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 12 | K_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 13 | K_1000.shp | 是 | 是 |
| 14 | M_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 15 | M_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 16 | N_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 17 | P_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 18 | Q_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 19 | V_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 20 | X_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 21 | X_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 22 | T_ceci | 是 | 是 |
| 23 | T_geosat | 是 | 是 |
| 24 | U_ceci | 是 | 是 |
| 25 | U_geosat | 是 | 是 |
| 26 | V_ceci_part1 | 是 | 是 |
| 27 | V_ceci_part2 | 是 | 是 |
| 28 | V_geosat | 是 | 是 |

| 建物樓高萃取-格式及數量檢查表 | | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | | | 日期：11/29 |
| 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 |
| 29 | V_h_fix | 是 | 是 |
| 30 | Q_LOD2 | 是 | 是 |
| 31 | D_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 32 | E_LOD2 | 是 | 是 |
| 33 | M_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 34 | M_LOD2 | 是 | 是 |
| 35 | P_LOD2 | 是 | 是 |
| 36 | T_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 37 | D_LOD2 | 是 | 是 |
| 38 | K_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 39 | H_LOD2_part | 是 | 是 |
| 40 | K_LOD2_ceci_all | 是 | 是 |

二、屬性欄位檢查

屬性欄位之檢查由各區各抽取 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。檢核結果如下。

表 4-22 屬性欄位檢核表

| 建物樓高萃取-屬性欄位檢核表 | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------|----------------|------------|-------------|
| | | | | | 日期：12/2 |
| 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 | F_1000_update | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 2 | O_1000_update | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 3 | B_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 4 | B_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 5 | D_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 6 | E_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 7 | J_1000_BH.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 8 | J_1000_MULTI.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 9 | J_1000.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 10 | K_1000_BH.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 11 | K_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |

| 建物樓高萃取-屬性欄位檢核表 | | | | | |
|----------------|-----------------------|----------------|----------------|------------|-------------|
| | | | 日期：12/2 | | |
| 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 |
| 12 | K_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 13 | K_1000.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 14 | M_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 15 | M_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 16 | N_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 17 | P_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 18 | Q_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 19 | V_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 20 | X_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 21 | X_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 22 | T_ceci | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 23 | T_geosat | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 24 | U_ceci | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 25 | U_geosat | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 26 | V_ceci_part1 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 27 | V_ceci_part2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 28 | V_geosat | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 29 | V_h_fix | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 30 | Q_LOD2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 31 | D_LOD2_2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 32 | E_LOD2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 33 | M_LOD2_2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 34 | M_LOD2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 35 | P_LOD2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 36 | T_LOD2_2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 37 | D_LOD2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 38 | K_LOD2_2 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 39 | H_LOD2_part | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 40 | K_LOD2_ceci_all | 是 | 是 | 是 | 是 |

三、 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作業區成果數量一致。透過程式自動化檢核：

```
輸入KML總路徑：D:\LOD2產製\gray
B_LOD2的KML總計數量： 8055
D_LOD2的KML總計數量： 3246
D_LOD2_2的KML總計數量： 2596
E_LOD2的KML總計數量： 4129
J_LOD2_2的KML總計數量： 976
K_LOD2_2的KML總計數量： 1551
M_LOD2的KML總計數量： 317
M_LOD2_2的KML總計數量： 4053
N_LOD2的KML總計數量： 736
N_LOD2_2的KML總計數量： 11237
P_LOD2的KML總計數量： 2413
Q_LOD2的KML總計數量： 3162
T_LOD2_2的KML總計數量： 7130
V_LOD2的KML總計數量： 1545

輸入KML總路徑：D:\分棟LOD1\gray
T_geosat的KML總計數量： 194912
U_ceci的KML總計數量： 73702
U_geosat的KML總計數量： 76729
V_ceci_part1的KML總計數量： 52082
V_ceci_part2的KML總計數量： 2445
V_geosat的KML總計數量： 26256
V_h_fix的KML總計數量： 3238

輸入KML總路徑：D:\千分一更新LOD1\gray
F_1000_update的KML總計數量： 87250
O_1000_update的KML總計數量： 31943

輸入KML總路徑：D:\多維度千分一LOD1\gray
B_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 40623
B_1000_MULTIDIM_2的KML總計數量： 8681
D_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 14808
E_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 23155
J_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 9071
K_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 2985
K_1000_MULTIDIM_2的KML總計數量： 52796
M_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 19585
M_1000_MULTIDIM_2的KML總計數量： 33812
P_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 7283
Q_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 11597
X_1000_MULTIDIM的KML總計數量： 2026
X_1000_MULTIDIM_2的KML總計數量： 32198
```

圖 4-6 灰階模型數量檢核示意

表 4-23 建物框數量檢查表

| 建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | | |
|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | 日期：12/2 |
| 序 | 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 | F_1000_update | 是 |
| 2 | O_1000_update | 是 |
| 3 | B_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 |
| 4 | B_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 5 | D_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 6 | E_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 7 | J_1000_BH.shp | 是 |
| 8 | J_1000_MULTI.shp | 是 |
| 9 | J_1000.shp | 是 |
| 10 | K_1000_BH.shp | 是 |
| 11 | K_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 |
| 12 | K_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 13 | K_1000.shp | 是 |
| 14 | M_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 |
| 15 | M_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 16 | N_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 17 | P_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 18 | Q_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 19 | V_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 20 | X_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 |
| 21 | X_1000_MULTIDIM.shp | 是 |
| 22 | T_ceci | 是 |
| 23 | T_geosat | 是 |
| 24 | U_ceci | 是 |
| 25 | U_geosat | 是 |
| 26 | V_ceci_part1 | 是 |
| 27 | V_ceci_part2 | 是 |
| 28 | V_geosat | 是 |
| 29 | V_h_fix | 是 |
| 30 | Q_LOD2 | 是 |
| 31 | D_LOD2_2 | 是 |
| 32 | E_LOD2 | 是 |
| 33 | M_LOD2_2 | 是 |
| 34 | M_LOD2 | 是 |

| 建物模型檢核表-建物框數量檢查表 | | |
|------------------|-----------------|----------------------|
| | | 日期：12/2 |
| 序 | 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 |
| 35 | P_LOD2 | 是 |
| 36 | T_LOD2_2 | 是 |
| 37 | D_LOD2 | 是 |
| 38 | K_LOD2_2 | 是 |
| 39 | H_LOD2_part | 是 |
| 40 | K_LOD2_ceci_all | 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。

表 4-24 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 | | | |
|-------------------------|-----------------------|---------------|----------|
| | | | 日期：12/3 |
| 序 | 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 | F_1000_update | 是 | 是 |
| 2 | O_1000_update | 是 | 是 |
| 3 | B_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 4 | B_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 5 | D_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 6 | E_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 7 | J_1000_BH.shp | 是 | 是 |
| 8 | J_1000_MULTI.shp | 是 | 是 |
| 9 | J_1000.shp | 是 | 是 |
| 10 | K_1000_BH.shp | 是 | 是 |
| 11 | K_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 12 | K_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 13 | K_1000.shp | 是 | 是 |
| 14 | M_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 15 | M_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 16 | N_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 17 | P_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |

| LOD1 建物模型檢核表-灰階呈現與格式檢查表 | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------|
| | | 日期：12/3 | |
| 序 | 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 |
| 18 | Q_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 19 | V_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 20 | X_1000_MULTIDIM_2.shp | 是 | 是 |
| 21 | X_1000_MULTIDIM.shp | 是 | 是 |
| 22 | T_ceci | 是 | 是 |
| 23 | T_geosat | 是 | 是 |
| 24 | U_ceci | 是 | 是 |
| 25 | U_geosat | 是 | 是 |
| 26 | V_ceci_part1 | 是 | 是 |
| 27 | V_ceci_part2 | 是 | 是 |
| 28 | V_geosat | 是 | 是 |
| 29 | V_h_fix | 是 | 是 |
| 30 | Q_LOD2 | 是 | 是 |
| 31 | D_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 32 | E_LOD2 | 是 | 是 |
| 33 | M_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 34 | M_LOD2 | 是 | 是 |
| 35 | P_LOD2 | 是 | 是 |
| 36 | T_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 37 | D_LOD2 | 是 | 是 |
| 38 | K_LOD2_2 | 是 | 是 |
| 39 | H_LOD2_part | 是 | 是 |
| 40 | K_LOD2_ceci_all | 是 | 是 |

柒、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

| 113 年度三維建物模型更新及精進採購案 | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------------------|------|---------------|------|------|------|
| 密匹配成果自我檢核紀錄表 | | | | | | | |
| 抽驗日期： | | 113.11.06~113.11.07 | | | | | |
| 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 | 屏東縣 | 94171009 | 10 | 0.57 | 合格 | 通過 | 經緯 |
| 2 | 屏東縣 | 94182059 | 10 | 0.85 | 合格 | 通過 | 經緯 |
| 3 | 屏東縣 | 95174033 | 10 | 0.75 | 合格 | 通過 | 經緯 |
| 4 | 屏東縣 | 95174054 | 10 | 0.54 | 合格 | 通過 | 經緯 |
| 5 | 屏東縣 | 95183072 | 10 | 0.75 | 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)

| 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 | 密匹配 DSM 高程 | 差值 |
| 1 | 屏東縣 | 1TJG84LBQ5 | 15.260 | 15.495 | 0.235 |
| 2 | 屏東縣 | 1THG44LGFE | 15.170 | 15.215 | 0.045 |
| 3 | 屏東縣 | 1TEWH4LGXL | 12.510 | 12.645 | 0.135 |
| 4 | 屏東縣 | 1TL8U4LRTP | 12.840 | 13.436 | 0.596 |
| 5 | 屏東縣 | 1TN8A4LS7N | 9.470 | 9.744 | 0.274 |
| 6 | 屏東縣 | 1TATN4LTDV | 9.760 | 9.724 | -0.036 |
| 7 | 屏東縣 | 1TCMH4LTVS | 6.290 | 7.367 | 1.077 |
| 8 | 屏東縣 | 1TFU54LHHC | 12.340 | 12.917 | 0.577 |
| 9 | 屏東縣 | 1TA894LWB6 | 13.580 | 14.467 | 0.887 |
| 10 | 屏東縣 | 1TBP64LVBJ | 13.120 | 13.792 | 0.672 |

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

| 113 年度三維建物模型更新採購案 第 2 階段立體量測成果自我檢核紀錄表 | | | | | | | |
|--|--------------|-----------|------|----------------------|------|------|------|
| 抽驗日期： | | 113.11.27 | | | | | |
| 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 | 屏東縣 | 95183006 | 12 | 0.206 | 合格 | 通過 | 世曦 |
| 2 | 屏東縣 | 95184056 | 12 | 0.274 | 合格 | 通過 | 世曦 |
| 3 | 屏東縣 | 95184066 | 12 | 0.292 | 合格 | 通過 | 世曦 |
| 4 | 屏東縣 | 95184076 | 12 | 0.347 | 合格 | 通過 | 世曦 |
| 5 | 屏東縣 | 95184096 | 12 | 0.255 | 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)

| 項次 | 直轄市、 縣(市) | BUILD_ID | 原屋頂高程 | 重複量測 屋頂高程 | 差值 |
|----|--------------|----------|---------|------------------|--------|
| 1 | 屏東縣 | 13261 | 127.644 | 127.707 | 0.063 |
| 2 | 屏東縣 | 13332 | 133.501 | 133.851 | 0.349 |
| 3 | 屏東縣 | 13431 | 132.682 | 132.883 | 0.201 |
| 4 | 屏東縣 | 13438 | 129.514 | 129.621 | 0.107 |
| 5 | 屏東縣 | 13446 | 134.238 | 133.813 | -0.425 |
| 6 | 屏東縣 | 13455 | 128.381 | 128.218 | -0.162 |
| 7 | 屏東縣 | 13590 | 152.157 | 152.579 | 0.422 |
| 8 | 屏東縣 | 13628 | 138.478 | 138.529 | 0.051 |
| 9 | 屏東縣 | 13686 | 140.966 | 141.242 | 0.276 |
| 10 | 屏東縣 | 13800 | 134.806 | 134.863 | 0.057 |
| 11 | 屏東縣 | 13808 | 140.256 | 139.970 | -0.286 |
| 12 | 屏東縣 | 13860 | 132.616 | 132.933 | 0.318 |
| | | | | 均方根誤差值 (RMSE) | 0.274 |

第五章 結論與建議

壹、本案成果及結論

- 一、本案結合最新電子地圖、1/1000 地形圖建物框、多維度地形圖、DSM、正射影像等多元圖資，於本年度完成臺灣本島及離島地區的模式建置工作，產製 1/1000 建物模型約 68 萬棟、分棟建物約 156 萬棟、分棟建物模型更新約 6 萬棟、1/1000 建物更新約 10 萬棟，以及 LOD2 建物約 15 萬棟，總計建置約 256 萬棟建物近似化模型，成果顯著。
- 二、本年度首次使用多維度圖資測製案成果，大範圍建置 LOD2 建物模型。於專案初期即協助檢視各家圖資測製廠商產製之初部成果，並於該案工作會議中說明建置資料格式及提供修正意見，通過橫向協調，確保案成果能順利接軌並於本年度順利並應用，從而有效減少後續產製過程中的問題，進一步加速整體建置流程。並於建置過程中，持續發現並回饋 3D ShapeFile 資料的相關問題，相關作業經驗不僅確保了本年度作業的順利完成，亦為未來後續年度的圖資產製品質管制提供參考，進一步提升了整體建置的效率與品質。
- 三、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，能準確（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，進而提升整體建模結果的品質與效率。
- 四、本年度，本團隊積極運用深度學習 AI 技術對街景影像進行細部分析，成功升級材質貼圖至 3.0。不僅實現建物元件（如牆、門、窗）的精確分割，還能有效濾除街景影像中干擾材質比對的元素（如天空、路樹、招牌等）。此技術顯著提升貼圖效果的相似性，使建築模型的視覺呈現更加真實、細緻且具一致性。此技術已用於本年度成果中，同時應用於本年度試辦建物融合作業中，完成桃園市及宜

蘭縣2縣市，並全面更新既有模型成果（合計約 88 萬棟），可使得縣市整合版整體模型之品質趨於一致。

- 五、針對109~111年間，空載光達DSM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。
- 六、本年度臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製，辦理範圍包含臺北市、新北市部分地區、苗栗縣、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣，共127個行政區，產製面積共計29,272公頃。及辦理通用電子地圖分棟建物模型更新，作業範圍包含新北市部分地區、桃園縣及新竹縣，更新數量共計59,004個建物模型。
- 七、本團隊以國家底圖建置成果，研發並實作了兩種 AR 互動體驗方案，展示三維建物模型的應用潛力與創新價值。其中，SLAM AR 展現了 LOD1、LOD2、LOD3 不同精細度的建物模型比較，包括臺北101、板橋車站、國父紀念館及測繪中心等四處標誌性建築，以及宜蘭縣議會與宜蘭縣政府的 Mesh 模型，並提供小尺度三維道路模型展示。同時，透過圖卡辨識實現的圖卡 AR，進一步增強建物模型展示的直觀性與互動性。此成果已配合中心於研討會及特定活動中進行推廣，反應熱烈，充分展現了三維地圖在多樣化應用場景中的可能性與實用性。
- 八、目前，全臺灣各縣市均已建置 LOD1 的分棟建物模型，其中部分都市計畫區擁有由 1/1000 建物圖資產製的 LOD1 或 LOD2 模型，部分重點建物則具備 LOD3 的建物模型。由於這三種資料來源產製的建物模型在部分區域可能存在重疊與包含情形，本年度於作業計畫中研擬規畫提出LOD1 至 LOD3 建物模型的融合作業機制，針對不同

精細度的建物模型進行整合。此機制可避免因應不同展示需求而重新進行檔案封裝，減少資源浪費。本年度已成功實作完成桃園市及宜蘭縣兩縣市的建物模型融合作業，並藉由累積的經驗，為未來其他縣市的建物模型融合工作提供標準化流程與效率提升的方案。

貳、後續辦理建議

一、建物樓高萃取及資料來源

透過光達 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，不僅可有效兼顧成本控制，還能提升資料更新頻率，同時維持模型成果的品質，進一步改善因 DSM 時效不足所帶來的問題。本年度實作後可看出以密匹配對於大範圍的樓高不足區域，能有效改善並提升成果模型數量，建議未來可於作業區擴大辦理，提升成果品質。

另近年來有許多圖資正處於產製或逐步成形階段，如建號定位成果、地籍產權建物模型t成果，及建築的BIM模型資料，為提升模型更新作業的效率與準確性，建議可蒐集並整合相關資料，萃取樓層或高度資訊，並探索其在本案模型更新作業中的應用，進行試辦。持續尋求創新解決方案，提升樓高更新的彈性與時效性，從而確保模型的準確性與實用性。

二、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。

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，再依分析結果人工判識、編修與更新，與分棟產製流程不同之處在於分棟更新沒有經過程式初步分棟，異動分析後直接進行人工編修，因此成本較高，建議提高本項工作經費。

依照本年度作業成果，扣除樓高異常，最終產出之模型成果數量為59,004棟，人工更新分棟之數量為66,400棟，最終模型數量相較更新數量約減少了11%。根據「112年度三維建物模型更新及精進採購案」工作總報告，該年度臺灣通用電子地圖建物模型更新作業數量，更新分棟結果為88,295棟，最後建模成果(扣除樓高異常)為69,675棟，約減少20%。成果以建模數量計價對人工編修之數量來說過低，建議將臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新作業中，分棟更新數量與建模數量分開計價，以符合實際作業成本。

分棟更新後因樓高異常導致無法建模的建物框，建議可改採立製量測補足樓高，使更新數量與建模數量一致，有利於提高更新成果的完整度，立製量測樓高以實際量測數量另外計價。

三、生成式AI 應用

本年度成功運用人工智慧（AI）技術對屋頂進行分類篩選及優化材質比對，經過驗證此技術能有效提升模型產出的品質與作業效率。未來建議持續探索生成式 AI 的應用，深入研究其在優化模型貼圖效果及進一步提升作業效率方面的潛力，為後續模型建置與應用開拓更多創新可能性。

四、AR互動應用

建議擴大建物 3D 模型的資料覆蓋範圍，新增更多歷史地標、重點建築及日常生活場景建物（如住宅區、學校、商場等），提升模型的多樣性與應用廣度。同時，透過細化建物模型細節（如提升至 LOD3 等級）及加入高品質材質貼圖，確保模型在 AR 展示中的真實感和一致性。增強 AR 的互動功能，如多層次資訊展示、動態模擬建築結構或環境變化，以及虛擬導覽角色的引入，讓使用者能以沉浸

式方式了解建物特性。

在應用推廣上，建議將 AR 互動技術運用於智慧城市展示、文旅教育及公共參與規劃等多場景應用中，提升社會影響力。同時，通過蒐集使用者反饋持續優化系統設計與功能，確保技術滿足使用者需求並創造更高的實用價值。

此外，本年度我們已完成 Android APK 的試作，將 AR 功能移植至 Android 平台，為提升用戶體驗邁出了重要一步。建議未來持續投入 iOS 系統的開發，實現跨平台支援，以覆蓋更廣泛的使用族群，推廣至更多民眾使用。藉此，不僅能進一步擴大技術的應用場域，亦能提升整體系統的普及性與影響力，達成更全面的推廣目標。

附件1 評選會議委員問題回應

| 委員 | 問題 | 回應 |
|-----------|---|---|
| 林峰田 委員 | 1. 本案所用的建物 ID 平移方法，是否建物中心位置仍位於建物框內。 | 建物 ID 平移法旨在解決建物幾何中心重疊導致 ID 相同的問題，透過將幾何中心的座標平移後換算不一樣的 ID 值以保持每一建物的 ID 都是不重複的，此法並不會造成建物中心點移動。 |
| | 2. P.16 補充說明建物框與地籍圖的 1 對多關係。 | 已補充至 P14。 |
| | 3. P.17 圖 5-5 說明不清，請補充內容或圖例說明。 | 已補充至 P14。 |
| | 4. P.19 有關樓高依據，若有一千分之一圖資應可結合參考使用。 | 謝謝委員建議，後續團隊再與國土測繪中心討論參考方式。 |
| | 5. P.55 是否使用商業軟體，或有哪些部分屬於自行開發請補充說明。 | 本工作項目使用 AR/VR 工具 (8th Wall) 的開發框架進行開發，它僅提供基礎 AR 開發 API 並且支援多種 3D，因此無論是 AR 前端顯示的內容或是互動的方式均由本團隊自行開發。 |
| 周天穎 委員 | 1. 請說明資料來源不同，不同比例尺、不同廠商建置檔案的狀況下，如何有效率的完成本案要求成果。 | 將資料標準化，統一坐標系統並將不同來源的資料對齊至相同比例尺和參考坐標系統；三廠商間已於多年間磨合出最有效率之合作方式。另針對 LOD2 建模，本團隊已試作各家廠商提供之圖資，並於多維度案工作會議中說明資料應注意重點，各廠商均可配合。 |

| 委員 | 問題 | 回應 |
|-------------|--|---|
| | 2. 此次有數項工作已可善用 AI 技術，建議過去需由人工決策定義之項目(如模型美觀度、完整性等)，能加入正確的經驗以符合實際真實狀況，後續才有更為客觀的驗收條件。 | 謝謝委員意見，我們會逐步嘗試並開發 AI 運用在本案中。 |
| 邱景升 教授 | 1. 山形屋頂偵測完成後，是否能抽樣結果與真值比對，提供正確率供使用者了解或寫入 metadata 做為資料品質參考。 | 因自動化山形屋頂偵測作業取決於 DSM 資料之品質，DSM 品質不一，較難有客觀的正確率分析。本團隊持續優化自動化山形屋頂偵測演算法。 |
| | 2. 是否能評估針對重要地標建築及重要路口建築採擬真材質貼附可行性及成本。 | 因本案產製之建物模型為近似化貼圖，透過全面自動化以達低成本高效率的產製方式，今年更提出 AI 辨識與生成方式貼圖，產製結果。貴中心可考量重點區域以測製成本較高的方法進行更擬真之建模。 |
| | 3. 材質貼附後如何抽驗紀錄。 | 將全面自動化檢查貼圖影像之數量，檢查是否有缺漏。 |
| | 4. 分棟未來是否思考能與建號進行比對。 | 未來可嘗試進行幾何向量比對，同時分析正確率作為未來處理方式之參考。 |
| 林昌鑑 簡任技正 | 1. P.26 全面與空載光達 DSM 成果(未變動之屋頂區域)比較差值，其作法為何(人工或自動化)，又與 P.63 中 DSM 成果自主檢查之作法有無差異。 | 前者檢查標的為 DSM 成果，以圖幅為單位，目的為確保 DSM 成果與 LiDAR DSM 之間不存在系統誤差，比對方式將以人工挑選屋頂面，並以程式自動針對兩套 DSM 進行比對；後者檢查標的為三維建物高程，以建物 |

| 委員 | 問題 | 回應 |
|-------------|--|--|
| | | 建為單位，目的為確保建物高程萃取結果正確。 |
| | 2. 航照立體測量取得樓高，係針對加蓋屋頂之山形屋量測屋頂最下緣，因本案工項包含山形屋頂偵測，建議立測量取樓高遇山形屋時，增加量測屋脊線及其高度。 | 將嘗試於小區域內測試增加量測屋脊線及其高度，後續於工作會議中進行討論。 |
| | 3. 本案建物框及模型與上一版本比對異動資料，建議留存並規劃資料儲存格式，提供有需要的使用者了解異動情形，以利後續資料更新使用。 | 今年度會於繳交成果時一併附上一棟更新比對資料供後續使用。 |
| 劉至忠 簡任技正 | 1. 第 11 章成果檢核未全數檢核及容許 10% 之錯誤，似乎僅只比照驗收標準，無法有效提升整體品質。請評估全數檢核或增加檢核數量，提升成果品質。 | 本年度自主提出自動化全面檢核作業，旨在提高整體成果品質。 |
| | 2. 貼圖精進 3.0 以 AI 執行本案，P.42 說明此方式正確率 95%，尚餘部分如何處理請補充說明。 | 過去透過人工方式抽樣檢核屋頂影像效果有限，透過 AI 輔助判別可將正確率提高至 95%，剩餘部分由正射影像截取。 |
| 工作小組意見 | 1. P.14，本次分棟作業部分地區已具有一千分之一地形圖，請說明利用該資料以加速分棟作業之效益。 | 後續作業評估後於工作會議中提出相關說明。 |
| | 2. P.41，有關貼圖 3.0 優化，倘本年全面施作，影響模型大小容量約為多少；另採用 AI 生成紋理，是否會影響產製時程。 | (1) 貼圖 3.0 與貼圖 2.0 的成果模型大小均為相等，並不會影響檔案大小。 (2) 本年度透過多項 AI 技術優化建模品質，目前產製時間會較長，本團隊持續優化 |

| 委員 | 問題 | 回應 |
|----|--|--|
| | | 演算法，本年度相關工作項目均能如期如質完成。 |
| | 3. P.47，請補充說明山形屋建物模型的產製門檻。 | 依據 112 年度工作總報告建議，山形屋頂產製之門檻調整為屋頂至少 6 公尺長。已補充至工作計畫書中。 |
| | 4. P.55、P.56，有關三維建物模型之人機互動方案，請說明所使用之系統(android 或 IOS)、硬體(平板、server)設備數量規劃，及後端伺服器服務量能約為多少；另是否能於展示時導入企業識別標誌設計。 | AR 展示分案為 Web AR，因此手機、平板無論 Android 或 iOS 均可使用。後端伺服器量能最多可以同時服務 100 個裝置使用 AR。 展示時可以導入企業識別標誌設計。 |
| | 5. P.66，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，相關細部工作，請補充各家廠商作業分工及預計完成圖資分析時程。 | 圖資分析比對作業由鴻圖負責，分棟作業由經緯及世曦分工作業區各自進行分棟。相關細部作業時程已調整甘特圖。 |
| | 6. P.66，有關研發展示應用三維建物模型之人機互動方案，請於甘特圖中獨立表示，並建議時程應於 5 月即開始安排相關作業。 | 已調整甘特圖。 |

附件2 需求訪談會議紀錄

內政部國土測繪中心

「113 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：113 年 5 月 7 日（星期二） 14:30

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：游科長豐銘、湯技正美華、林技士信助、

詹技士凱智、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、 本年度分棟資料預計提供時程如下：

1. 5/1 提供臺北市、宜蘭縣部分地區初步分棟。
2. 5/16 提供苗栗縣、新北市(18區)初步分棟。
3. 5/30 前提供新北市(11區)、臺東縣初步分棟。
4. 7月提供屏東縣、花蓮縣初步分棟。

二、 協請中心提供分棟更新作業範圍之前後期電子地圖影像(新北市、桃園市、新竹縣)。

- 三、有關密匹配之圖幅規劃於後續工作會議中確認。
 - 四、今年立測範圍挑選 2 圖幅試辦以人工方式註記斜屋頂及方向，並作成本分析供未來參考。
 - 五、請測繪中心協助取得 LOD2 範圍之原始航拍以利建模時產生更高品質之屋頂影像。另 LOD2 建物模型成果於第一階段繳交成果前，先提供初步成果供測繪中心檢視。
 - 六、取得 LOD2 建物資料時，請團隊協助初步檢核 shapefile 各屬性欄位是否合於規範。
 - 七、AR 展示方案選定兩種展示方案，中心於 5 月底前提供圖像辨識 AR 展示單棟 LOD3 建物模型及 mesh 模型資料。
 - 八、模型融合作業所需之 LOD3 建物模型外框於 6 月底前提供團隊進行作業。
 - 九、未來繳交整合版須提供更新電子地圖分棟成果前後期異動檔。
- 伍、散會時間：113 年 5 月 7 日（星期二） 16:30

附件3 歷次工作會議紀錄

內政部國土測繪中心

「113 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：113 年 8 月 7 日（星期三） 10:00

貳、 會議地點：本中心第 1 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、湯技正美華、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：仝宜中、李冠毅

肆、 討論及決議事項：

一、 有關本（113）年度分棟建物框異動分析成果，建物模型減少數量較多係因臺灣通用電子地圖測製原則調整，後續請於工作總報告中說明。

二、 有關 AR 展示，請評估展示三維道路模型（LOD1~LOD3）可行性。

三、 本年度航照萃取樓高作業區，依本次工作報告提出之規劃方案執行，並請妥善規劃作業時程；另參考一千分一地形圖辦理分

棟之作業方式請納入工作總報告。

- 四、有關三維建物模型紋理貼附如何借助 GPU 及 AI 之應用提升品質、利用 MESH 及點雲相關資料轉製向量模型及紋理貼附之可行性、擬定樓高萃取新策略以因應 LIDAR 更新週期過長無法滿足樓高萃取需要等議題，請於後續工作會議提出，以作為未來作業參考

- 伍、散會時間：113 年 8 月 7 日（星期三） 11:30

| 第 1 次工作會議 | | |
|-----------|--|---|
| 項次 | 結論 | 辦理情形 |
| 1 | 有關本(113)年度分棟建物框異動分析成果,建物模型減少數量較多係因臺灣通用電子地圖測製原則調整,後續請於工作總報告中說明。 | |
| 2 | 有關 AR 展示,請評估展示三維道路模型 (LOD1~LOD3)可行性。 | 三維道路模型之展示在手機上透過 AR 展示是可行的,惟需注意應有合理貼圖,體驗較佳 |
| 3 | 本年度航照萃取樓高作業區,依本次工作報告提出之規劃方案執行,並請妥善規劃作業時程;另參考一千分一地形圖辦理分棟之作業方式請納入工作總報告。 | |
| 4 | 有關三維建物模型紋理貼附如何借助 GPU 及 AI 之應用提升品質、利用 MESH 及點雲相關資料轉製向量模型及紋理貼附之可行性、擬定樓高萃取新策略以因應 LIDAR 更新週期過長無法滿足樓高萃取需要等議題,請於後續工作會議提出,以作為未來作業參考 | |

內政部國土測繪中心
「113 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：113 年 10 月 18 日（星期五） 10 時

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

內政部國土測繪中心：游科長豐銘、袁技正克中、湯技正美華、

傅技正秉綱、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、 本年度試辦建物模型融合作業，以桃園市及宜蘭縣 2 區為作業內容，融合 LOD1~LOD3 建物模型，相關作業細節並納入總報告說明，以利後續其他縣市施作。

二、 有關多維度圖資案成果產製之 LOD1、LOD2 建物模型，如過程發現原始圖資或屬性資料異常，請即時提出問題供本中心洽原始圖資產製單位釐清及修正；並控管取得修正成果之時程，

以利更新異常之建物模型。

三、請於11月初提供第2階段各工作項目之作業數量，以利後續辦理契約變更事宜。

伍、散會時間：113年10月18日（星期三）12時

| 第 2 次工作會議 | | |
|-----------|--|-------|
| 項次 | 結論 | 辦理情形 |
| 1 | 本年度試辦建物模型融合作業，以桃園市及宜蘭縣 2 區為作業內容，融合 LOD1~LOD3 建物模型，相關作業細節並納入總報告說明，以利後續其他縣市施作。 | 遵照辦理。 |
| 2 | 有關多維度圖資案成果產製之 LOD1、LOD2 建物模型，如過程發現原始圖資或屬性資料異常，請即時提問題供本中心洽原始圖資產製單位釐清及修正；並控管取得修正成果之時程，以利更新異常之建物模型。 | 遵照辦理。 |
| 3 | 請於 11 月初提供第 2 階段各工作項目之作業數量，以利後續辦理契約變更事宜。 | 遵照辦理。 |

內政部國土測繪中心
「113 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：113 年 12 月 2 日（星期一） 10 時

貳、 會議地點：地籍資料庫 4 樓會議室

出席單位及人員：

主持人：林簡任技正昌鑑

紀錄：林技士士哲

內政部國土測繪中心：游科長豐銘、袁技正克中、湯技正美華、

傅技正秉綱、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：李冠毅

參、 討論及決議事項：

- 一、 有關本年度之建物模型樓高萃取成果之成功率，以及使用密匹配改善樓高萃取成果相關分析，請於工作總報告說明及分析。
- 二、 有關本年度辦理 LOD2 建物模型產製作業，相關資料檢查、錯誤樣態及檢查方式，請詳細記錄，並納入工作總報告。
- 三、 本年度以多維度圖資測製案成果產製之 LOD1 及 LOD2 建物模型，後續請配合於取得品質更好之正射影像或原始航拍影像後，

於保固期內進行模型之屋頂影像替換。

- 四、有關 114 年度規劃以建號定位成果或產權模型更新建物模型，
請預先研擬關作業流程及建置方法，以利規劃後續作業內容。

肆、散會時間：12 時

| 第 3 次工作會議 | | |
|-----------|--|-------|
| 項次 | 結論 | 辦理情形 |
| 1 | 有關本年度之建物模型樓高萃取成果之成功率，以及使用密匹配改善樓高萃取成果相關分析，請於工作總報告說明及分析。 | 遵照辦理。 |
| 2 | 有關本年度辦理 LOD2 建物模型產製作業，相關資料檢查、錯誤樣態及檢查方式，請詳細記錄，並納入工作總報告。 | 遵照辦理。 |
| 3 | 本年度以多維度圖資測製案成果產製之 LOD1 及 LOD2 建物模型，後續請配合於取得品質更好之正射影像或原始航拍影像後，於保固期內進行模型之屋頂影像替換。 | 遵照辦理。 |
| 4 | 有關 114 年度規劃以建號定位成果或產權模型更新建物模型，請預先研擬關作業流程及建置方法，以利規劃後續作業內容。 | 遵照辦理。 |

附件4 期末審查會議委員問題回應

周委員天穎

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--|
| 1 | 建議後續可使用檢驗軟體，確認成果符合 CityGML 國際標準，可於其他軟體或系統使用，以利後續推廣應用。 | 本案目前規範以 KMZ 格式作為成果交付形式，未來可考慮以 CityGML 格式進行輸出，並研究採用檢驗軟體確認成果是否符合相關標準，以進一步提升其應用價值。 |
| 2 | 模型使用不同的圖資來源，進行維護與更新機制，後續應於相關資料中敘明相關資訊，以利使用者了解模型來源，確保模型之可用性。 | 本案成果之屬性欄位中包含建物模型產製單位、建物框資料來源代碼、建物框資料來源說明、建物框測製年月、建物高度來源代碼、建物高度獲得方式、建物樓層數來源、建物模型產製日期等資料記錄該建物模型的資料來源。使用者可參考該資料來了解模型來源。 |
| 3 | 本案中使用 Build_ID 建立建物，其計算中心點依據為何？另分棟建物具獨立 ID，但對於學校等多棟建物共用 1 組門牌，是否有相關的規劃以利後續於空間資料整合應用 | 計算 BUILD_ID 所使用的中心點為建物框的「幾何中心」，與中心其他案所產生之 BUILD_ID 作法是一致的。另針對有進行群組合併之 LOD1/LOD2 建物，依中心規範是以群組內之主建物 Build_ID 為代表。 |

邱委員景升

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|--------------------------------------|--|
| 1 | 有關屋頂透過 AI 方式判斷濾除品質不佳影像，請提供相關數據於成果報告。 | 已於總報告中「人工智慧(AI)影像品質篩選」，再針對方法、成果及數據分析進行修訂，整體準確率約 97%。 |
| 2 | 門窗與牆面材質，如何評估其成功率，建議應於成果報告針對不同建物類型補充。 | 目前比對方法係以 AI 先做建物元素(牆、門、窗)分割，依目前成果分析，各個類別所得到的 IoU(Intersection over Union) 分別 |

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|--|
| | | 為，Wall：0.89、Window：0.82、Door 0.83，已於總報告中再做內容修訂。 |
| 3 | 有關山形屋頂之成功率雖受到 DSM 的品質影響，但因光達品質有一定之標準，建議提供相關數據，如成功率、正確率等於成果報告。 | 本案所稱山形屋頂之成功率受到 DSM 的品質影響，係指目前 DSM 之解析度為 1M，以面寬 6 米之建物，依演算法，每一斜面僅有 3 點數據，較難以取得足夠資訊分析。 |
| 4 | 分棟建物雖有相關的執行步驟，是否有成功率的審核或自我檢核方式若有建議於成果報告中補充，若無建議應於成果報告中補充規劃如何進行。 | 建物分棟完成後會進行自我檢核，每個行政區抽驗至少 60 棟建物，合格率達到 90% 以上，詳細內容說明於第四章、參。 |
| 5 | LOD1 與 LOD2 是否可估出每棟的產製成本。 | LOD1 每棟 6 元，LOD2 每棟建物約 32.3 元 (130 萬元 / 40,178 棟 = 32.3 元)，不過會隨建物複雜有所增減。 |
| 6 | 目前有關都計與建築領域應用 3D 建物，大部分新設計之建物採用 BIM 建物模型，周邊現況參考 Google 街景圖。建議產製之 LOD1 與 LOD2 建物模型可針對其優勢，強化模型與詮釋資料，提供優於街景圖之內容，以提升其應用價值。 | 謝謝委員建議，後續將建議納入未來工作參考。 |

江委員渾欽

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|--|
| 1 | 本計畫延續多年，成果業經檢核完備，成果應持續提供相關三維平台之應用。 | 成果經檢核並修正後，將提供三維平台之後續應用與發佈。 |
| 2 | P.80，以此方式請補充相關應用案例，以利後續精進。另 P.81 透過專屬 APP 開啟，是否可說明未來推廣或應用場景。 | (1) WebAR 的體驗方式使用者無需下載 App，透過手機相機掃描 QR code 後即可開啟網頁版應用程式，這樣的體驗方式可以應用於對一般民眾快速展示 3D 模型之推廣場景。 |

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|---|
| | | (2) App 相較瀏覽器具有更穩定的平面偵測功能，因此透過專屬 App 可以更穩固的將 3D 模型立在特定平面上。這樣的使用體驗更優於 Web AR，適合對專業學科的學生進行更詳細說明時使用。 |
| 3 | P.82 與 P.119 部分重複，本部分屬新作試辦，請加入具體成果說明。 | 已補充 P.120 |
| 4 | P.163，此部分建物成果檔名同一縣市有不同檔案，建議最終成果能以行政區或其他方式分類，以利後續提供使用。 | <p>成果有三種檔案格式：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Shapefile：成果會將縣市內的成果全數存放於一個 shapefile 檔，因此一個縣市僅會有一個 shapefile 檔案。 2. KML：KML 是三維灰階模型，成果首先會依縣市命名，再以圖幅編號作為次分類。 3. KMZ：KMZ 是近似模型的封裝檔案，成果首先會依縣市命名，再以圖幅編號作為次分類，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」 |
| 5 | 應用 AI 技術進行判釋與分析為一創新做法，請與過去作業過程比較，其技術優勢，最後可納入標準作業流程。 | 過去擷取屋頂影像時，透過人工檢查僅能抽樣挑初劣質屋頂材質，每年數百萬棟成果難以全面一一檢視。而透過 AI 判釋屋頂影像之優劣品質，其評量指標 Accuracy 為 97.2%，是非常高效且符合經濟效益的做法，後續還能再由人工檢核模型預測結果，優化訓練材質庫對模型進行微調以提升效果。 |

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--|
| 1 | <p>本案中報告說明應該只使用到 DSM，請確認是否有使用到光達最後回波，請於報告中統一用語及說明；另 P.2、P.10 請使用 DSM 而非 DTM。</p> | <p>(1) 案樓高萃取僅適用 DSM 及 DEM，並無使用任何光達原始資料。 (2) 修正</p> |
| 2 | <p>P.11，甘特圖建議加入實際進度與檢核點。</p> | <p>已修正。</p> |
| 3 | <p>P.15，異動面積比例在計算時，應有絕對值才相加，請更新報告相關說明。</p> | <p>已修正。</p> |
| 4 | <p>P.18，TWD1997[2010]的投影座標為（北距值，東距值）（N,E），請勿使用任意坐標系的 X,Y。另 P.44 表示經緯度時先寫緯度再寫經度，以符合國家標準 CNS15683 及國際空、航海、氣象標準。</p> | <p>已修正。</p> |
| 5 | <p>P.20，圖 2-13 之 DSM 看起來為 TIN 非 GRID 資料，請補充實際使用資料及說明避免誤解。</p> | <p>DSM 是使用 GRID 資料，圖 2-13 為做資料解說之示意，已修訂。</p> |
| 6 | <p>P.28，建議有關從建物坐標計算到影像坐標之「逆向轉換」相關說明，可以「投影」或「成像」文字表示較為具體。</p> | <p>已修正。</p> |
| 7 | <p>P.30，有關屋頂缺陷影像，是如何判斷雲或雜訊？</p> | <p>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，其中「缺陷」的屋頂影像即包含各類型的雲遮蔽或雜訊影像，並由 AI 模型學習之。</p> |
| 8 | <p>P.31，修正用語，請統一使用「真」而非「陽性」。</p> | <p>已修正。</p> |
| 9 | <p>P.32，請說明是否作業過程有對 Canny Detector 偵測結果過濾。</p> | <p>有針對 Canny Detector 結果作門檻值過濾，另比對時針對外框線有一個 buffer 的容忍值。</p> |
| 10 | <p>P.68、P.84，有關建物模型異動更新，以過去經驗判斷，是否能找</p> | <p>本團隊在進行樓高萃取作業規劃時，均會參考建物模型異動更新之</p> |

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|----|-----------------------------------|----------------------------|
| | 出異動熱區或趨勢，有利於後續作業區或更新規劃。 | 熱區圖，選取最具經濟效益之圖幅產製密匹配樓高。 |
| 11 | P.78，圖 2-111 中紅色 X 請補充圖例說明。 | 紅色 X 為立測高程採點處，已補充圖例。 |
| 12 | P.111，建議國父紀念館未來能補 LOD2 模型，以利導覽說明。 | 謝謝委員建議，後續會補充國父紀念館 LOD2 模型。 |

國土測繪中心

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|------|---|---|
| 內容修正 | | |
| 1 | P.24，請依貼圖 1.0、2.0、3.0 方式整合材質說明；另 P.42 補充以同一建物採用模型材質貼圖 3.0 之比較 | P.38~50 為貼圖 1.0~3.0 的分別敘述；已補充至圖 2-57 貼圖精進進程比對圖 |
| 2 | P.30，請補充說明提供 AI 訓練資料，係參考不同資料來源、不同時期影像等訓練。 | 已補充至 P.29 |
| 3 | P.67，目前建物分棟，係參考影像，門牌等資訊，未來是否能與建號或其他空間資訊連結；若連結後與現有成果有差異，應如何檢查及修正。 | 建號與門牌的功用較為類似，若可確認建號位置準確度較門牌位置準確度高，未來可考量以建號代替門牌，於分棟成果更新時套疊建號做參考資訊，檢視原分棟成果是否需要修正，並討論是否能以建號進一步對大樓進行分棟。 |
| 4 | P.70，本年度首次使用多維度圖資測製案成果產製 LOD2 建物模型，其中有關自行資料檢核時發現資料異常，請補充說明檢查項目及常見錯誤樣態，以供後續資料建置參考。 | P.95 已補充常見錯誤態樣 |
| 5 | P.85，表 3-2 請補充各縣市異動之百分比。 | 已補充 |
| 6 | P.88，表 3-3 為多維度圖資案繳交資料概況，請依本案實際作業繳交面積及數量修正。 | 已修正 |

| 項次 | 委員意見 | 回覆 |
|------|---|-----|
| 7 | P.98，請補充本年度山形屋頂產製相關數據；模型產製數量請統計後更新摘要。 | 已補充 |
| 8 | P.120，圖 3-46，請更新成果檔名（刪去 LOD1、2、3 相關註解）。 | 已修正 |
| 9 | 附件七標題修正為「建物模型建置作業規範（更新）」，並請將 LOD2 作業方式加入。 | 已修正 |
| 文字修正 | | |
| 11 | P.14，修正編號(1)、(2)及(3)為 1、2、及 3。 | 已修正 |
| 12 | P.15，修正(二)段落子項編號。 | 已修正 |
| 13 | P.75，修正■，加入段落編號。 | 已修正 |
| 14 | P.135，編號修正為一。 | 已修正 |

附件5 第一階段成果繳交明細

本計畫第一階段繳交：

1. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新（新北市部分地區、桃園市及新竹縣），詳細成果交付數量清單如表附 1。
2. 一千分之一地形圖建物模型產製（500 公頃），詳細成果交付數量清單如表附 2。
3. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製（臺北市、新北市、苗栗縣及宜蘭縣部分地區），詳細成果交付數量清單如表附 3，成果面積統計如表附 4。
4. LOD2 建物模型產製（80 公頃），詳細成果交付數量清單如表附 5。

表附 1 臺灣通用電子地圖分棟建物模型更新成果交付數量

| 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 |
|-----|-----------------|----------------------|----------------------|--------|
| 新北市 | F_geosat_update | 1 | 2 | 8,415 |
| 桃園市 | H_ceci_update | 1 | 11 | 21,354 |
| 新竹縣 | J_geosat_update | 1 | 7 | 29,235 |
| 總計 | | | | 59,004 |

表附 2 一千分之一地形圖建物模型產製成果交付數量

| 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 | 面積(公頃) | 成果數量 |
|-----|--------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------|
| 桃園市 | H_1000_BH | 1 | 1 | 0.5806006 | 270 |
| | H_1000 | 4 | 4 | 39.565872 | 6,573 |
| | H_1000_MULTIDIM_BH | 1 | 1 | 0.6005309 | 157 |
| | H_1000_MULTIDIM | 6 | 12 | 209.35025 | 43,876 |
| 宜蘭縣 | G_1000_MULTIDIM_BH | 1 | 1 | 1.3887127 | 499 |
| | G_1000_MULTIDIM | 23 | 27 | 249.28118 | 41,746 |
| 總計 | | | | 500.76714 | 93,121 |

表附 3 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果交付數量

| 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 |
|-----|----------------|----------------------|----------------------|---------|
| 臺北市 | A_BH_repaired | 1 | 1 | 231 |
| | A_BUILD_113 | 54 | 86 | 217,172 |
| 新北市 | F_geosat | 131 | 150 | 194,605 |
| | F_ceci | 97 | 122 | 213,262 |
| | F_BH_repaired | 1 | 1 | 247 |
| 宜蘭縣 | G_geosat | 57 | 63 | 73,406 |
| | G_ceci | 45 | 47 | 39,392 |
| 苗栗縣 | K_geosat | 156 | 164 | 130,897 |
| | K_ceci | 101 | 106 | 101,709 |

| 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 |
|-----|----------------|----------------------|----------------------|---------|
| | K_BH_repaired | 1 | 1 | 1,306 |
| 總計 | | | | 972,227 |

表附 4 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果面積統計(公頃)

| | 城區 | 城郊 | 郊區 |
|-----|------------|-----------|-----------|
| 台北市 | 1,846.9119 | 1,503.189 | 440.3662 |
| 新北市 | 3,429.1892 | 3,446.703 | 1,283.057 |
| 宜蘭縣 | 0 | 258.1581 | 1,631.19 |
| 苗栗縣 | 0 | 1,584.095 | 2,420.569 |
| 總計 | 5,276.1011 | 6,792.146 | 5,775.182 |

表附 5 LOD2 建物模型產製成果交付數量

| 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 | 面積(公 頃) | 成果數量 |
|---------|----------------|----------------------|----------------------|------------|--------|
| 桃園市(部分) | H_LOD2 | 3 | 4 | 22.7268 | 4,107 |
| 宜蘭縣 | G_LOD2 | 1 | 3 | 57.92951 | 15,630 |
| 總計 | | | | 80.65631 | 19,737 |

附件6 第二階段成果繳交明細

本計畫第二階段繳交：

1. 一千分之一地形圖建物模型更新（新北市部分地區及新竹市部分地區），詳細成果交付數量清單如表附 6。
2. 一千分之一地形圖建物模型產製（其餘範圍約 3,150 公頃），詳細成果交付數量清單如表附 7。
3. 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製（屏東縣、花蓮縣及臺東縣），詳細成果交付數量清單如表附 8，成果面積統計如表附 9。
4. LOD2 建物模型產製（其餘範圍約 420 公頃），詳細成果交付數量清單如表附 10。
5. 航拍影像產製樓高作業。
6. 試辦建物模型融合作業（含詮釋資料）。

表附 6 一千分之一地形圖建物模型更新成果交付數量

| 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 |
|-----|----------------|----------------------|----------------------|---------|
| 新北市 | F_1000_update | 70 | 70 | 87,250 |
| 新竹市 | O_1000_update | 13 | 13 | 17,105 |
| 總計 | | | | 104,355 |

表附 7 一千分之一地形圖建物模型產製成果交付數量

| 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 | 面積(公頃) | 成果數量 |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------|---------|
| B_1000_MULTIDIM_2.shp | 3 | 6 | 105.83 | 23,978 |
| B_1000_MULTIDIM.shp | 20 | 29 | 529.89 | 89,616 |
| D_1000_MULTIDIM.shp | 10 | 13 | 220.11 | 36,423 |
| E_1000_MULTIDIM.shp | 6 | 16 | 341.38 | 62,830 |
| J_1000_BH.shp | 1 | 1 | 2.05 | 140 |
| J_1000_MULTI.shp | 8 | 10 | 121.03 | 9,073 |
| J_1000.shp | 2 | 3 | 65.67 | 9,242 |
| K_1000_BH.shp | 1 | 1 | 2.01 | 345 |
| K_1000_MULTIDIM_2.shp | 5 | 29 | 239.90 | 52,797 |
| K_1000_MULTIDIM.shp | 6 | 6 | 92.51 | 13,610 |
| K_1000.shp | 3 | 4 | 40.44 | 6,357 |
| M_1000_MULTIDIM_2.shp | 11 | 26 | 406.92 | 79,873 |
| M_1000_MULTIDIM.shp | 6 | 14 | 225.31 | 43,880 |
| N_1000_MULTIDIM.shp | 5 | 11 | 196.53 | 41,051 |
| P_1000_MULTIDIM.shp | 9 | 11 | 79.98 | 14,793 |
| Q_1000_MULTIDIM.shp | 16 | 17 | 166.77 | 29,169 |
| V_1000_MULTIDIM.shp | 5 | 15 | 256.72 | 52,352 |
| X_1000_MULTIDIM_2.shp | 5 | 19 | 115.72 | 32,199 |
| X_1000_MULTIDIM.shp | 8 | 8 | 19.97 | 4,766 |
| | | | 3,228.73 | 602,494 |

表附 8 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果交付數量

| 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 |
|----------------|----------------------|----------------------|---------|
| T_ceci | 231 | 234 | 165,844 |
| T_geosat | 246 | 249 | 194,912 |
| U_ceci | 201 | 201 | 73,702 |
| U_geosat | 222 | 223 | 76,729 |
| V_ceci_part1 | 163 | 163 | 52,082 |
| V_ceci_part2 | 21 | 21 | 2,445 |
| V_geosat | 201 | 201 | 26,256 |
| V_h_fix | 20 | 20 | 3,238 |
| | | | 595,208 |

表附 9 臺灣通用電子地圖分棟建物模型產製成果面積統計(公頃)

| 縣市 | 城區 | 城郊 | 郊區 |
|-----|----|----------|----------|
| 屏東縣 | 0 | 2,645.69 | 4,565.77 |
| 花蓮縣 | 0 | 1,127.83 | 1,371.35 |
| 臺東縣 | 0 | 0 | 1,718.16 |
| 總計 | 0 | 3,774 | 7,655 |

表附 10 LOD2 建物模型產製成果交付數量

| 建物 shp 成果檔名 | 面積(公 頃) | 成果數量 |
|-----------------|------------|---------|
| Q_LOD2 | 47.15 | 12,365 |
| D_LOD2_2 | 34.23 | 10,162 |
| E_LOD2 | 54.964 | 17,667 |
| M_LOD2_2 | 55.605 | 15,404 |
| M_LOD2 | 7.429 | 1,141 |
| P_LOD2 | 22.762 | 6,775 |
| T_LOD2_2 | 79.883 | 25,046 |
| D_LOD2 | 40.166 | 13,627 |
| K_LOD2_2 | 21.071 | 5,835 |
| H_LOD2_part | 12.769787 | 6,410 |
| K_LOD2_ceci_all | 54.392361 | 16,167 |
| | 430.42 | 130,599 |

附件7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 57:43。

| 組別 | 人數 | 性別 | | 比例 |
|-----------|----|----|----|--------|
| 專案管理組 | 6 | 男 | 5 | 83.3% |
| | | 女 | 1 | 16.7% |
| 圖資分析組 | 6 | 男 | 6 | 100.0% |
| | | 女 | 0 | 0.0% |
| 影像密匹配處理組 | 4 | 男 | 2 | 50.0% |
| | | 女 | 2 | 50.0% |
| 航測立製萃取樓高組 | 4 | 男 | 0 | 0.0% |
| | | 女 | 4 | 100.0% |
| 模型建置組 | 7 | 男 | 4 | 57.1% |
| | | 女 | 3 | 42.9% |
| 建物框地籍分棟組 | 9 | 男 | 4 | 44.4% |
| | | 女 | 5 | 55.6% |
| 建物模型融合作業 | 3 | 男 | 1 | 33.3% |
| | | 女 | 2 | 66.7% |
| AR 應用開發組 | 5 | 男 | 3 | 60.0% |
| | | 女 | 2 | 40.0% |
| 資料品管組 | 7 | 男 | 4 | 57.1% |
| | | 女 | 3 | 42.9% |
| 總計 | 51 | 男 | 29 | 56.9% |
| | | 女 | 22 | 43.1% |

附件8 建物模型建置作業規範（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、LOD2 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 至 113 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、LOD2 三維建物模型產製及 LOD1、LOD2 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

為使建置後模型成果坐標一致，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 三維建物模型建置流程與方法

第一節 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。

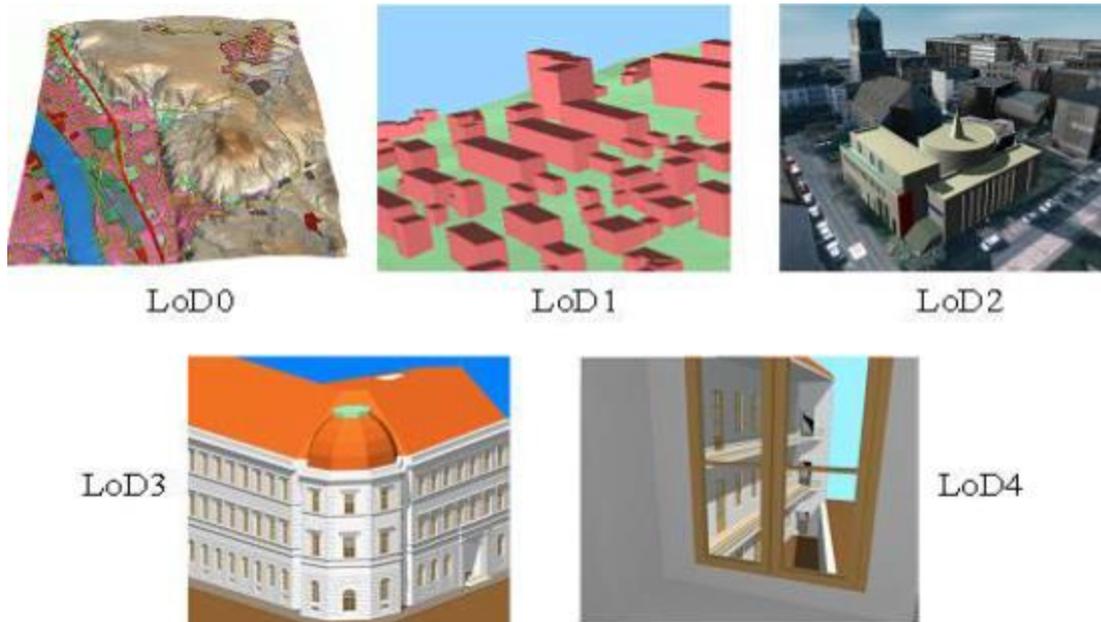


圖 2.1 The five levels of detail (LOD) defined by CityGML
(取自 CityGML 標準)

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：

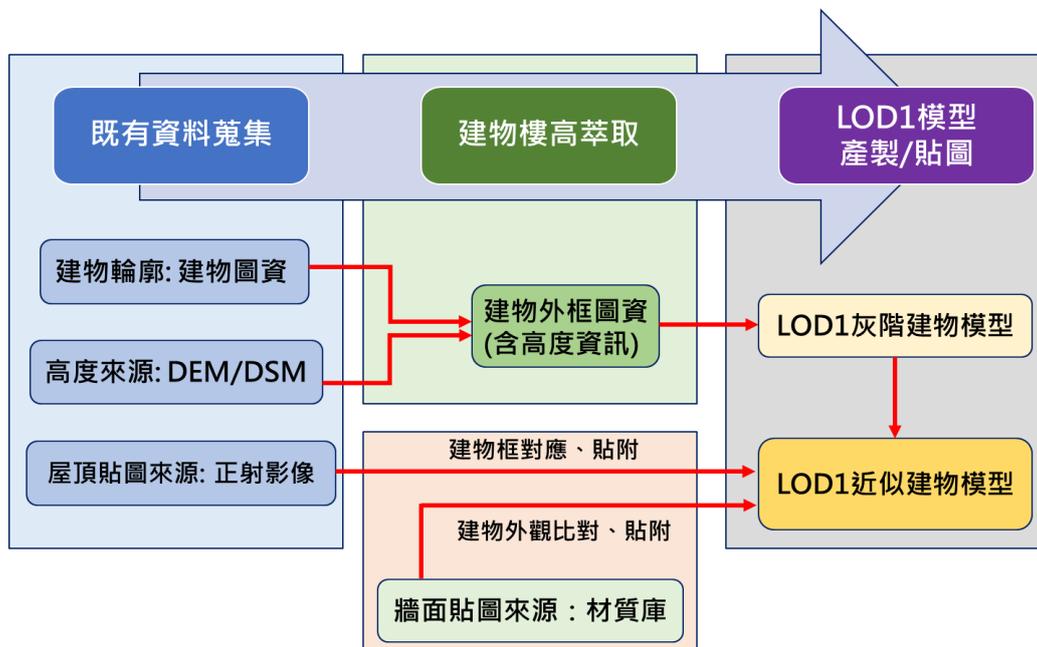


圖 2.2 作業示意圖

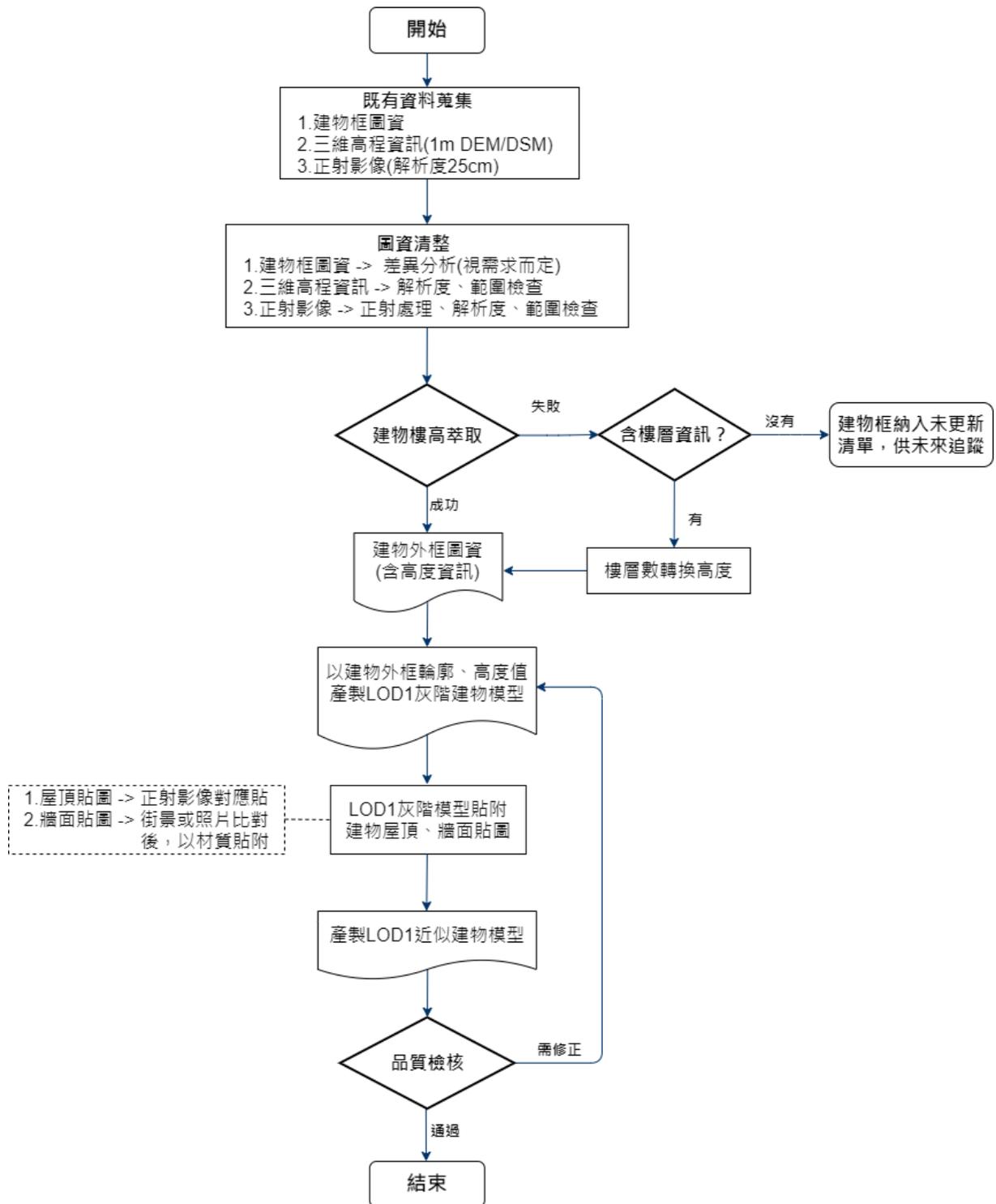


圖 2.3 整體作業流程圖

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。

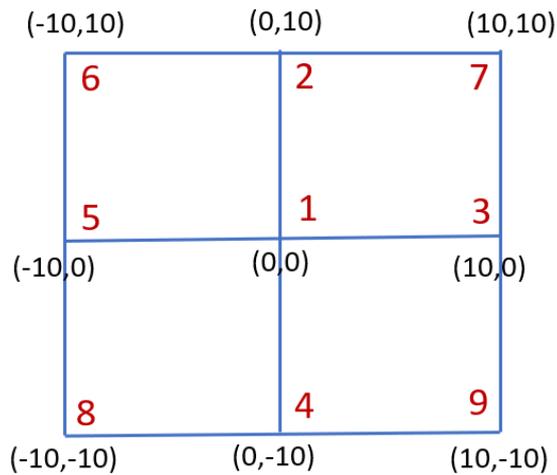


圖 2.4 重複 ID 建物中心點平移順序

(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。

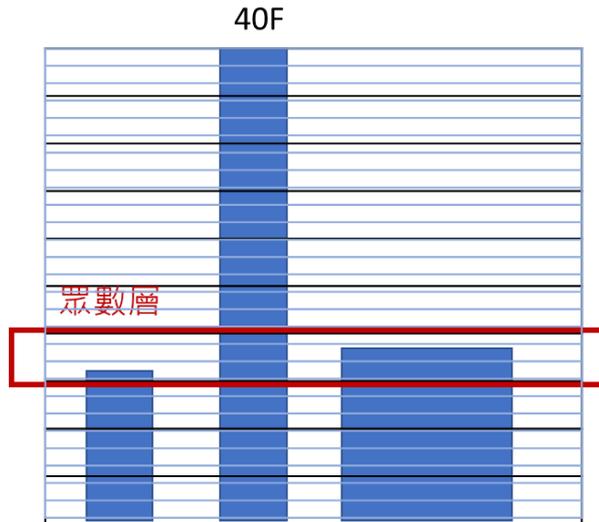


圖 2.5 眾數層高度計算示意

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。

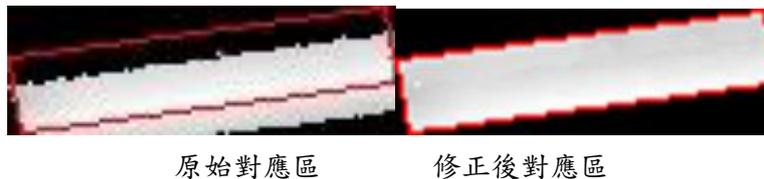


圖 2.6 偏移修正示意圖

(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。

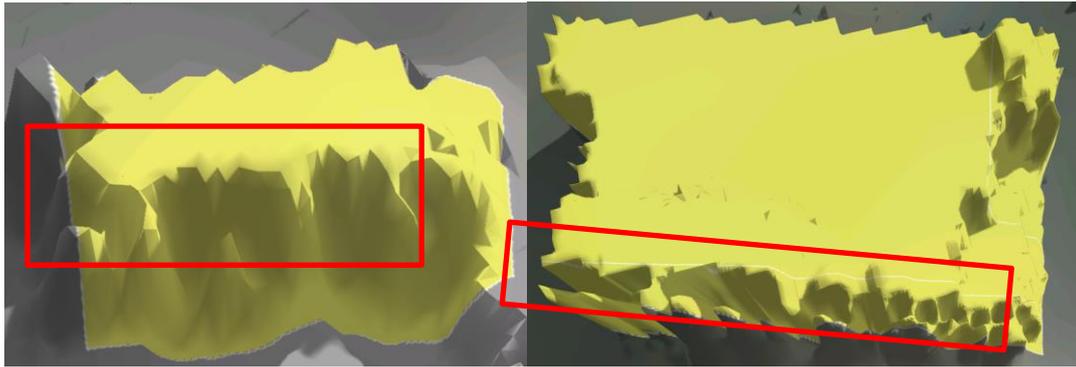


圖 2.7 斷面線不平滑區域範例

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 LOD2 建物灰階模型產製

LOD2 建物模型屋頂結構測製依照原一千分之一地形圖繪製之建物框，按「LOD2 建物屋頂結構測製及檢查作業說明」，並依照建物實際情形，繪製各建物包含其增建層之屋頂結構及記錄建物實際樓層數，同時建置同一建物之 GROUP_ID。LOD2 建物模型依其屋頂特性分為 3 大類，分別為「平面屋頂」、「斜面屋頂」及「圓頂及特殊結構屋頂」，測製範例如圖 2.10。

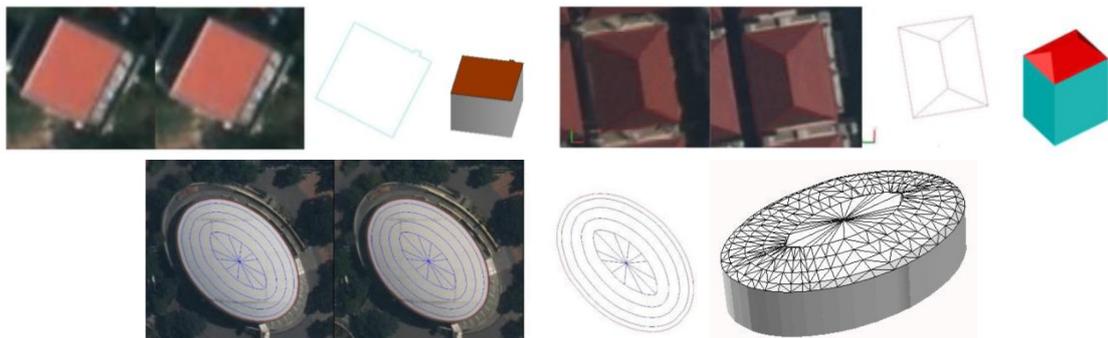


圖 2.10 LOD2 建物模型屋頂結構測製範例 (擷取自多維度空間資訊基礎圖資測製工作採購案 RFP)

LOD2 屋頂結構 3D SHP 檔有別於傳統 2D SHP 檔，SHP Type 屬於 PolygonZ[value:15](2D SHP 檔則為 Polygon[value:5])，並於 ByteY+16 以 Zarray 紀錄各 Polygon 節點的 Z 值(如圖 2.11)，由 SHP 檔擷取出各 Polygon 之 3D 坐標據以建模。

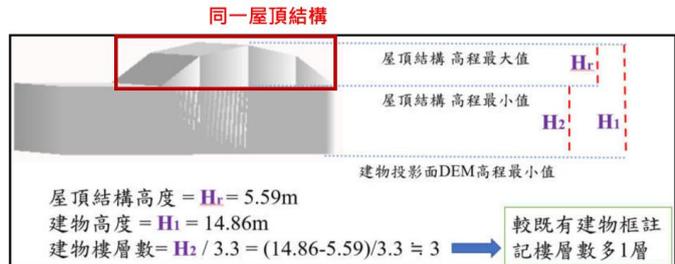
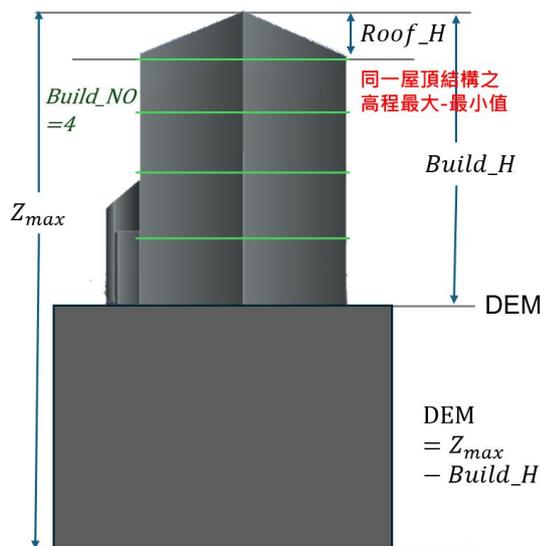
Table 15
PolygonZ Record Contents

| Value | Shape Type | Position | Field | Value | Type | Number | Byte Order |
|-------|-------------|------------|------------|-----------|---------|-----------|------------|
| 0 | Null Shape | Byte 0 | Shape Type | 15 | Integer | 1 | Little |
| 1 | Point | Byte 4 | Box | Box | Double | 4 | Little |
| 3 | PolyLine | Byte 36 | NumParts | NumParts | Integer | 1 | Little |
| 5 | Polygon | Byte 40 | NumPoints | NumPoints | Integer | 1 | Little |
| 8 | MultiPoint | Byte 44 | Parts | Parts | Integer | NumParts | Little |
| 11 | PointZ | Byte X | Points | Points | Point | NumPoints | Little |
| 13 | PolyLineZ | Byte Y | Zmin | Zmin | Double | 1 | Little |
| 15 | PolygonZ | Byte Y+8 | Zmax | Zmax | Double | 1 | Little |
| 18 | MultiPointZ | Byte Y+16 | Zarray | Zarray | Double | NumPoints | Little |
| 21 | PointM | Byte Z* | Mmin | Mmin | Double | 1 | Little |
| 23 | PolyLineM | Byte Z+8* | Mmax | Mmax | Double | 1 | Little |
| 25 | PolygonM | Byte Z+16* | Marray | Marray | Double | NumPoints | Little |
| 28 | MultiPointM | | | | | | |
| | MultiPatch | | | | | | |

圖 2.11 PolygonZ 資料結構 (Ref: ESRI Shapefile Technical Description)

圖 2.12 右側係測繪中心說明「LOD2 建物屋頂結構測製及檢查作業說明」規範之 3D SHP 與相關屬性紀錄欄位，各 Polygon 記錄 Build_H(H₁，建物高度)、Roof_H(H_r，屋頂結構高程最大值與最小值的差值)、Build_NO(建物樓層數)，圖 2.12 左側則係針對資料解析繪製之示意。

屋頂相關結構高度定義



| 編號 | 英文欄位名稱 | 中文欄位名稱 | 型態 | 長度 | 內容說明 |
|----|-----------|--------|---------|-------------------------|---|
| 1 | BUILD_ID | 建物編號 | TEXT | 16 | 以建物中心點TWD97坐標資料以32位元編碼。 |
| 9 | BUILD_H | 建物高度 | Doubles | Precision:10 Scale:2 | 依 H_EXTRAC 結果填入建物高度值。 |
| 12 | BUILD_NO | 建物樓層數 | Integer | 3 | 參考地形圖建物樓層註記 |
| 21 | ROOF_H | 屋頂結構高度 | Doubles | Precision:10 Scale:2 | 屋頂結構高程最大值與最小值的差值 |
| 22 | ROOF_TYPE | 屋頂結構類型 | TEXT | 4 | 依照 CityGML roofType 代碼填入 1000：平面屋頂；1010：單斜屋頂； 1020：雙棚屋頂；1030：硬山式屋頂； 1040：四坡屋頂；1050：半四坡屋頂； 1060：折線形屋頂；1070：帳篷式屋頂； 1080：圓錐形屋頂；1090：穹隆式屋頂； 1100：鋸齒形屋頂；1110：拱形屋頂； 1120：尖塔形屋頂；1130：組合形式之屋頂； |
| 23 | GROUP_ID | 群組建物編號 | TEXT | 16 | 若屬附屬建物則註記主建物 BUILD_ID 序號 |

圖 2.12 LOD2 資料解析

多維度案總結 3D SHP 建置須符合 LOD2 建模之作業重點如圖 2-

97。

| 欄位 | 說明 |
|--------------|--|
| BUILD_ID | 每一個單獨的single polygon均有唯一的識別碼(以中心點座標轉換) |
| SUB_GROUP_ID | 同一個屋頂結構下的次建物群組。 |
| GROUP_ID | 同一個建物群組之ID，採用同一群組內面積最大single polygon之BUILD_ID，必須至少有一個BUILD_ID或SUB_GROUP_ID與GROUP_ID相同以置入屬性 |
| ROOF_TYPE | 依CityGML格式填入 |
| ROOF_H | 相同SUB_GROUP_ID下之polygon $Z_{max} - Z_{min}$ 。 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個ROOF_H均是同一個值 |
| BUILD_H | 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個BUILD_H均是同一個值 |
| BUILD_NO | 注意：相同SUB_GROUP_ID的每一個BUILD_NO均是同一個值 |
| DEMMIN* | *建議記錄此屬性 同一GROUP_ID之DEM值應相同 |

圖 2.13 3D SHP 屬性資料紀錄重點

說明如下：

3. 同一屋頂結構需記錄子群組：新增 SUBGROUP 欄位，明確定義相同屋頂結構之 Polygons，另，相同 SUBGROUP 之 polygon 其 ROOF_H、ROOF_TYPE、BUILD_H、BUILD_NO 需相同，以明訂同一建物屋頂結構之基準。
4. 同一建物群組計算之 Build_H 之基準需要一致：即同一建物群組內各 Polygon 之 DEM 需一致，否則建物之相對高度會因 DEM 值不同而有錯誤之相對高度，因規範並無紀錄 DEM 值(建議新增)，可由 $Z_{max}-Build_H$ 換算。

以圖 2.14 為例，一個建物群組包含 9 個 Polygons(相同 Group_ID，以最大結構體 5 代表)，其中，具有 4 個不同屋頂結構(分別以 Sub_Group_ID 紀錄之，以 Sub_Group 內之最大結構體 1,3,5,9 代表)，其屬性紀錄應如圖 2.15。

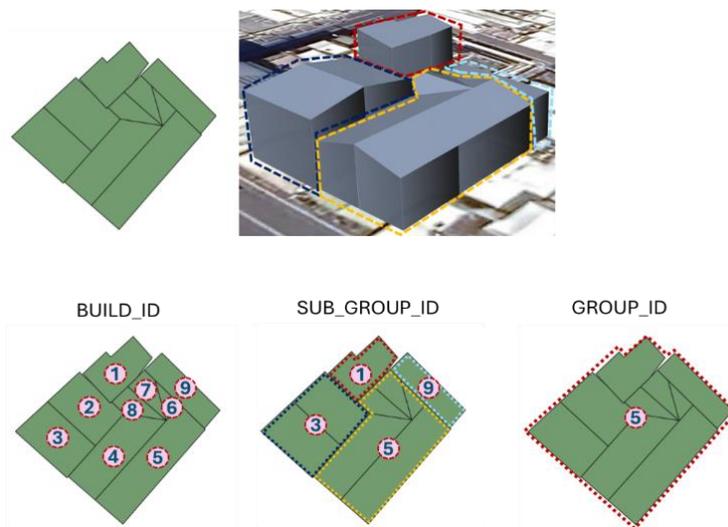


圖 2.14 建物群組範例

| BUILD_ID | SUB_GROUP_ID | GROUP_ID | BUILD_H | BUILD_NO | ROOF_TYPE | ROOF_H | DEMMIN |
|----------|--------------|----------|---------|----------|-----------|--------|--------|
| 1 | 1 | 5 | BH_1 | BN_1 | 1000 | RH_1 | 相同值 |
| 2 | 3 | 5 | BH_3 | BN_3 | 1030 | RH_3 | |
| 3 | 3 | 5 | | | | | |
| 4 | 5 | 5 | | | | | |
| 5 | 5 | 5 | BH_5 | BN_5 | 1030 | RH_5 | |
| 6 | 5 | 5 | | | | | |
| 7 | 5 | 5 | | | | | |
| 8 | 5 | 5 | | | | | |
| 9 | 9 | 5 | BH_9 | BN_9 | 1000 | RH_9 | |

圖 2.15 建物群組屬性資料紀錄重點

依前述屋頂結構 SHP 檔資料解析結果，根據建物框坐標計算建物模型高度及屋頂高度，並依屋頂結構依建物框屬性資料記錄之屋頂類型，進行 LOD2 建模作業。其中，依建物高度級距給予不同灰階值產製 LOD2 三維灰階建物模型（包含屬性資料），成果範例如圖 2.16。

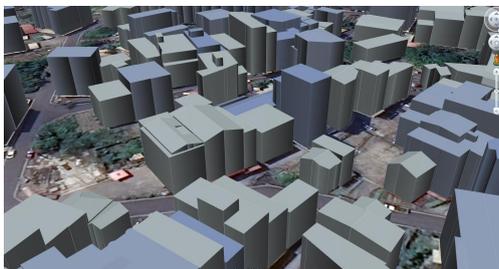


圖 2.16 建物群組範例

第八節 三維近似化建物模型產製

利用前一作業成果所產生之建物灰階模型，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

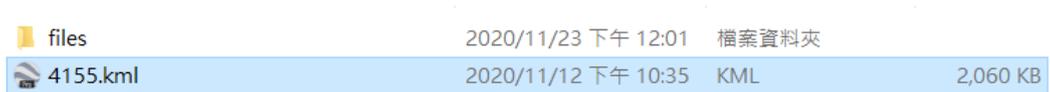


中空模型結構

圖 2.17 模型結構類型

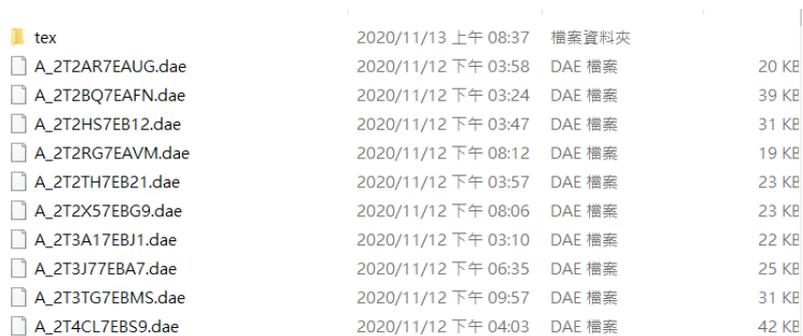
二、模型格式

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 2.18 至圖 2.20。



| | | | |
|----------|---------------------|-------|----------|
| 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 2.18 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 2.19 KMZ 模型模型層(file 目錄)檔案結構

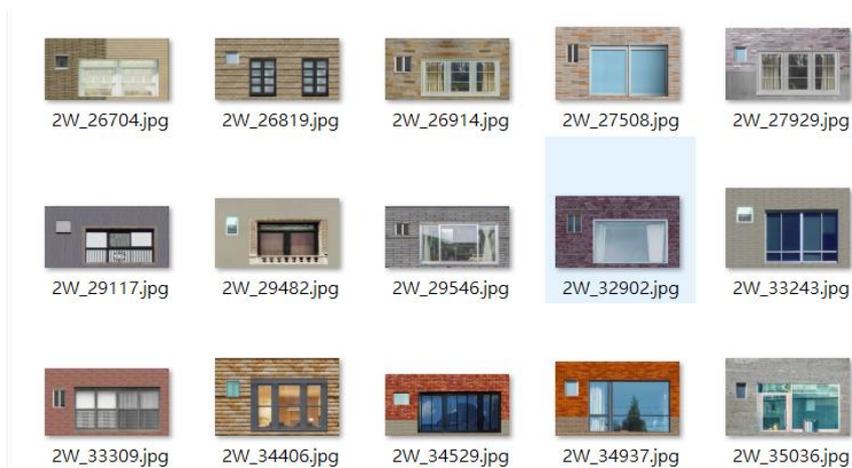


圖 2.20 KMZ 模型材質層(tex 目錄)檔案結構

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 2.21。

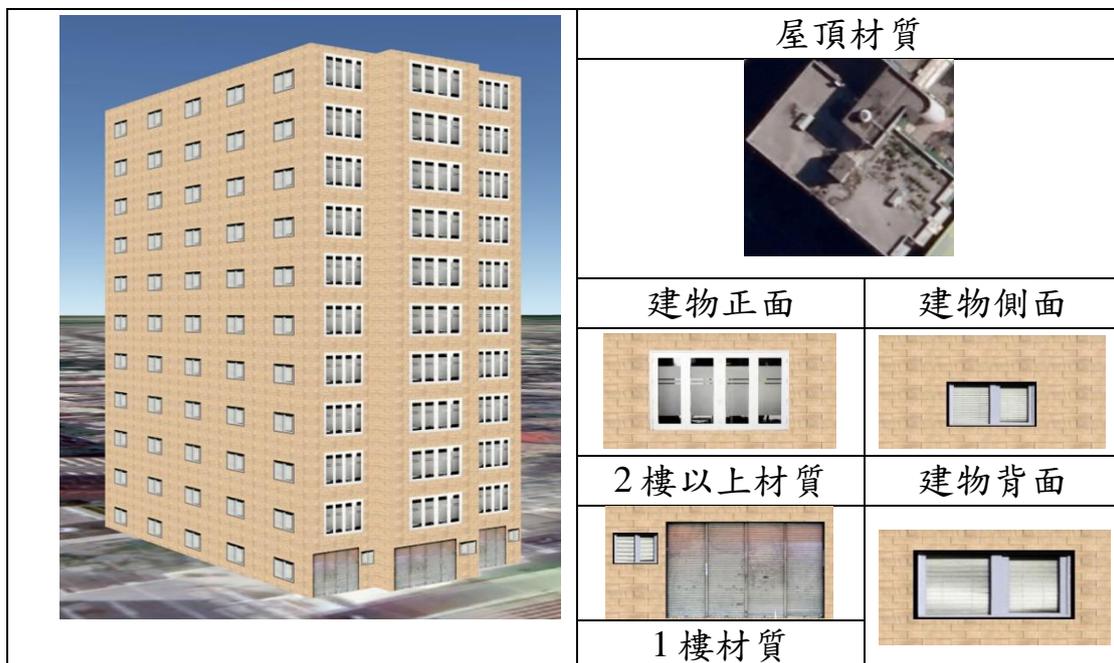


圖 2.21 近似化建物模型使用貼圖材質範例

說明如下：

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，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。

(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 2.22)，真實正射影像(範例如圖 2.23)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 2.24)。



圖 2.22 正射影像建物傾斜狀況

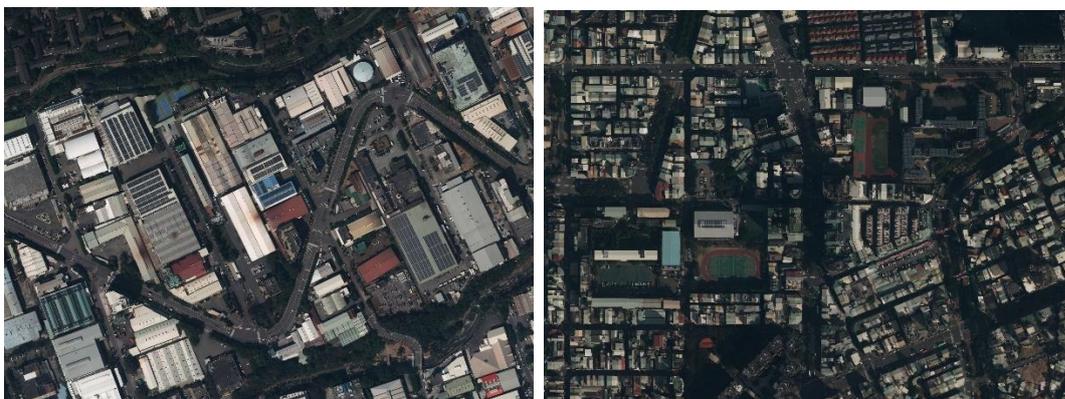




圖 2.23 真實正射影像範例

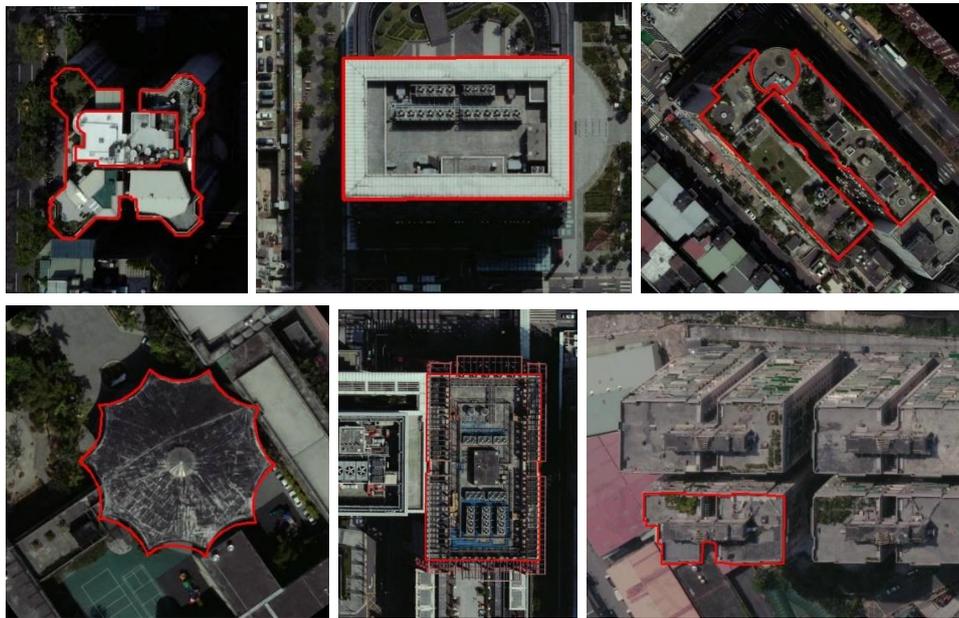


圖 2.24 萃取屋頂偏移成果

(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「113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 2.25 大樓類型材質庫





圖 2.26 公寓類型材質庫



圖 2.27 透天類型材質庫



圖 2.28 廠房類型材質庫

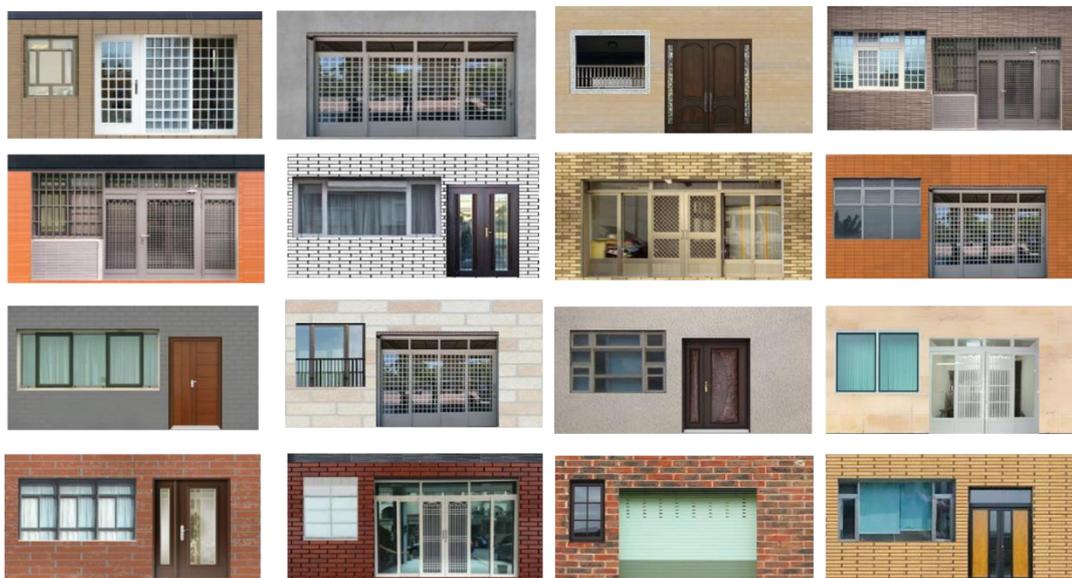


圖 2.29 一樓材質庫

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 2.30~圖 2.31)。



圖 2.30 雙拼結構建模範例



圖 2.31 圓弧牆面及騎樓挑高結構成果範例

第九節 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

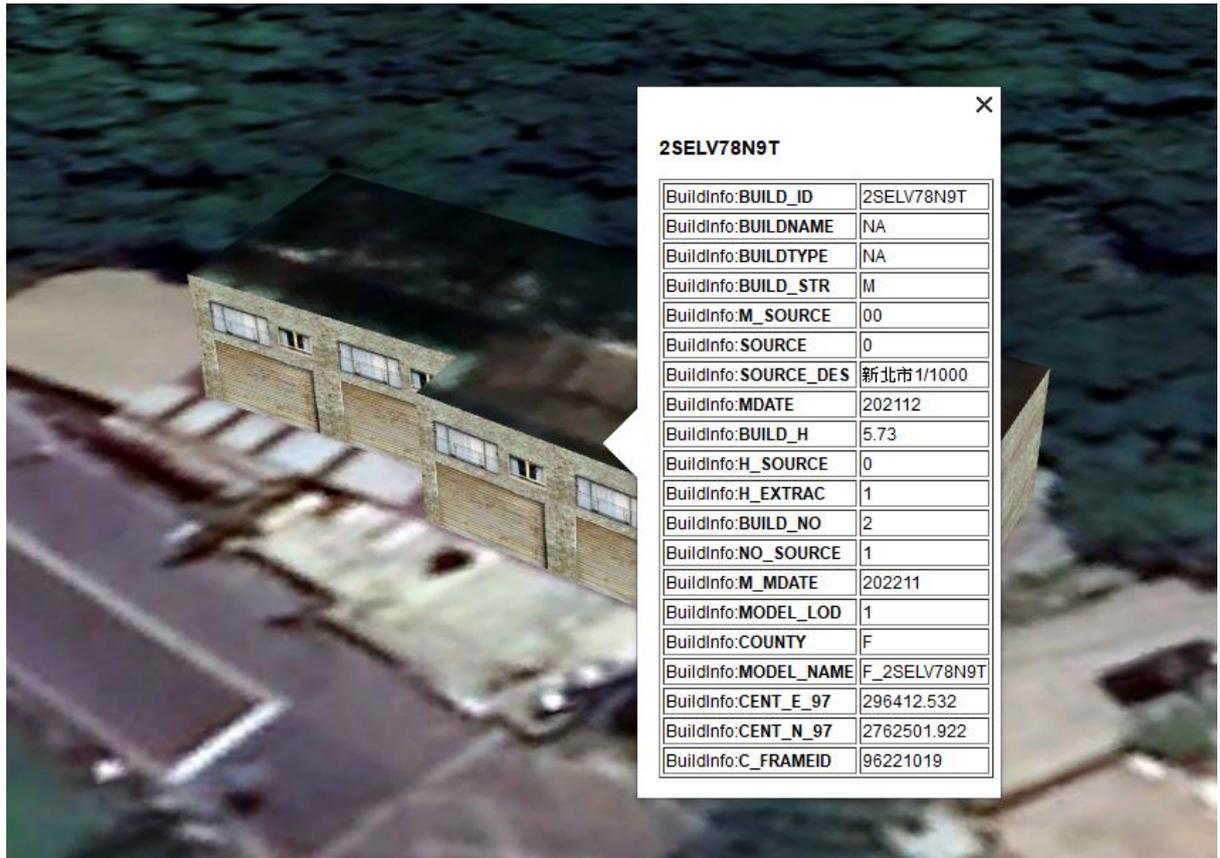


圖 2.32 模型屬性資料呈現

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 |

第十節 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

第十一節 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)。

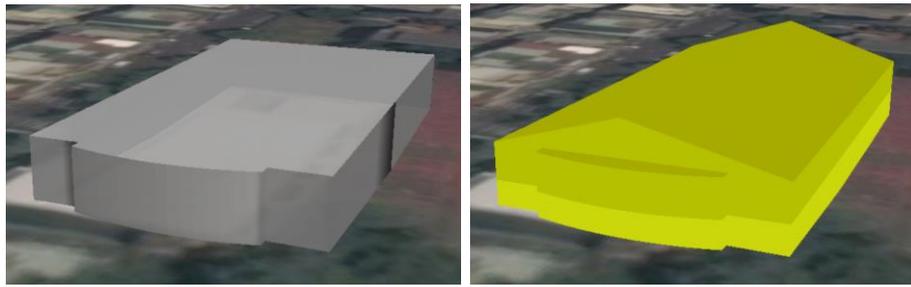


圖 2.33 平頂建模與山形屋頂建模比較

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 2.34)，採自動化作業方式進行，參考作業流程圖如圖 2.35，建模成果範例如圖 2.36。



圖 2.34 利用 DSM 偵測山形屋頂之指標因子

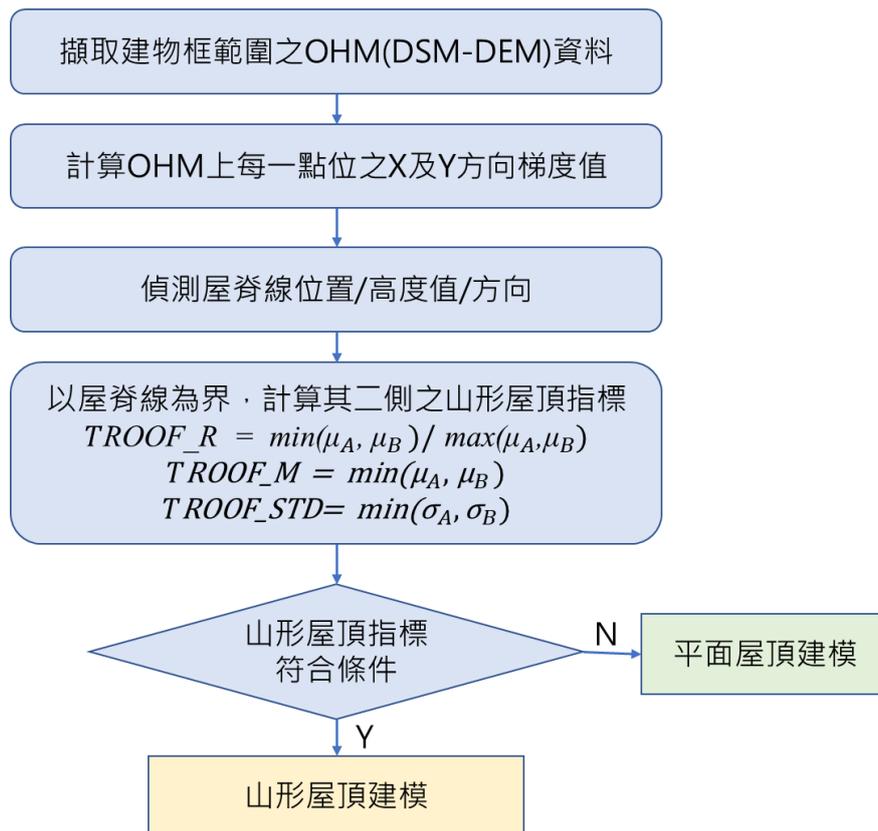


圖 2.35 利用 DSM 偵測山形屋頂作業流程圖



圖 2.36 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，給予各建物框坐落之使用分區屬性，並將前述材質庫依計畫使用分區再歸類為都市區及非都市區等類型。建物材質貼附時以對應之使用分區類別材質庫貼

附，各分類貼圖成果範例如下圖，可避免非都區建物貼覆都市區材質之突兀。



圖 2.37 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 2.38 道路中線與建物

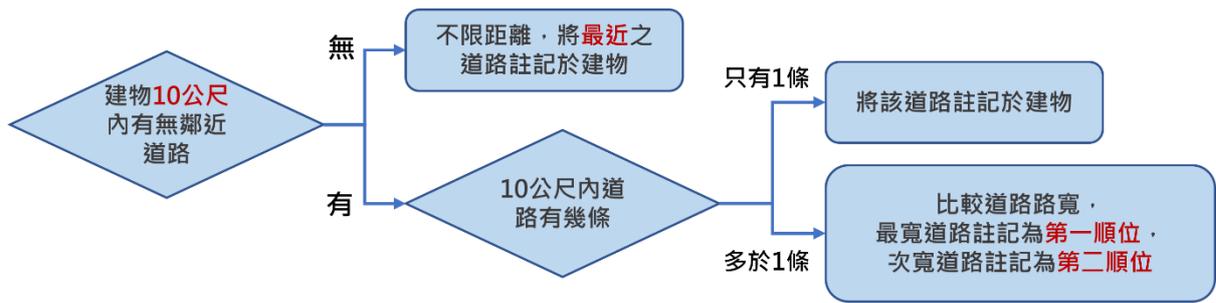


圖 2.39 鄰近道路分析流程

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 2.40 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)。

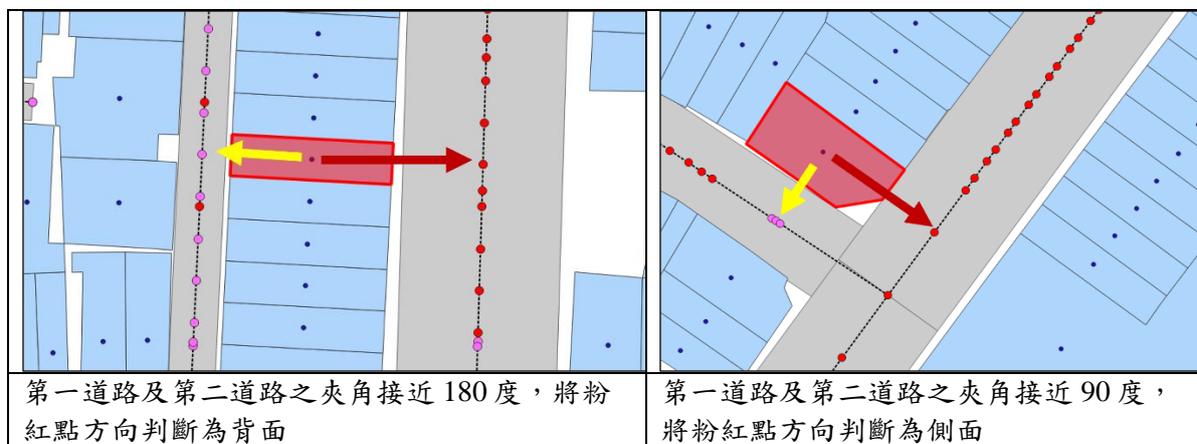


圖 2.41 建物對道路投影點面向參考

四、相鄰建物面分析

因為部分建物群屬於社區(圖 2.42)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 2.43)，依此作為避開正門的方向。



圖 2.42 社區中庭無道路資料



圖 2.43 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 | | | | |