



NLSC-105-63

# 105 年度三維近似化建物模型 試辦計畫採購案

## 工作總報告

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

中華民國 105 年 12 月 1 日



# 目 錄

第一章 計畫概述.....	1
一、專案緣起.....	1
二、作業目標.....	2
三、作業範圍.....	2
四、計畫時程.....	6
第二章 都市計畫區 3D 建模 .....	10
一、工作項目 .....	10
二、施作範圍 .....	10
三、使用資料概況 .....	11
四、作業方法與步驟 .....	13
五、作業成果 .....	26
六、成果分析與探討 .....	31
第三章 非都市計畫區 3D 建模 .....	34
一、工作項目 .....	34
二、施作範圍 .....	34
三、使用資料概況 .....	35
四、作業方法與步驟 .....	35
五、作業成果 .....	40
六、成果分析與探討 .....	48
第四章 結論與建議 .....	53
第五章 未來應用發展建議 .....	57
附件 1 需求訪談會議紀錄 .....	61

## 圖目錄

圖 1-1、臺中市作業範圍 .....	3
圖 1-2、彰化縣作業範圍 .....	3
圖 1-3、專案組織架構圖 .....	8
圖 2-1、臺中市作業範圍 .....	10
圖 2-2、彰化縣都市計畫區作業範圍 .....	11
圖 2-3、都市計畫區一千分之一地形圖之建物圖層 .....	12
圖 2-4、都市計畫區一千分之一正射影像之建物圖層 .....	12
圖 2-5、都市計畫區建模作業步驟 .....	13
圖 2-6、建物過濾(藍色為濾除之 polygon) .....	14
圖 2-7、建物合併處理示意圖 .....	14
圖 2-8、建物具樓層數或樓層高度屬性 .....	15
圖 2-9、依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果 .....	16
圖 2-10、多邊形三角化描述示意 .....	17
圖 2-11、模型三角化成型過程 .....	17
圖 2-12、建物地理坐標轉換成影像坐標示意 .....	18
圖 2-13、正射影像建物傾斜狀況 .....	18
圖 2-14、正射影像擷圖 .....	19
圖 2-15、建物屋頂建模成果比較 .....	19
圖 2-16、街景影像問題 .....	20
圖 2-17、貼圖材質庫範例 .....	21
圖 2-18、材質庫影像辨識示意 .....	22
圖 2-19、建模成果比較 .....	23
圖 2-20、不同建模貼圖方法比較 .....	23
圖 2-21、近似化建物模型使用貼圖材質範例 .....	24
圖 2-22、利用 Region/LOD 機制控制建物之顯示時機案例 .....	25
圖 2-23、產製模型之 KMZ 格式封裝處理 .....	26
圖 2-24、模型於 Google Earth 平台展示示意 .....	26
圖 2-25、臺中都計區三維灰階模型建物 .....	27
圖 2-26、彰化都計區三維灰階模型建物 .....	29
圖 2-27、臺中都計區三維建物近似化模型 .....	29
圖 2-28、彰化都計區三維建物近似化模型 .....	31
圖 2-29、建物合併處理 .....	32
圖 2-30、整幅模型分層數量成果之比較 .....	33
圖 3-1、彰化縣非都市計畫區作業範圍 .....	34



圖 3-2、彰化縣非都市計畫區臺灣通用電子地圖建物圖層.....	35
圖 3-3、彰化縣非都市計畫區建模作業步驟.....	36
圖 3-4、非都市計畫區範圍.....	37
圖 3-5、非都市計畫區建物過濾(藍色為濾除之 polygon).....	37
圖 3-6、建物框對應範圍的 DEM-DSM 值.....	39
圖 3-7、樓高代表示意圖.....	39
圖 3-8、非都區各圖幅之三維灰階模型建物.....	43
圖 3-9、非都區各圖幅之三維建物近似化模型.....	47
圖 3-10、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case1-1).....	49
圖 3-11、街景圖比對樓高正確性(Case1-1).....	49
圖 3-12、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case1-2).....	49
圖 3-13、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case2).....	50
圖 3-14、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case1).....	51
圖 3-15、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case2).....	51
圖 3-16、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case3).....	52
圖 3-17、建物部分細節簡化對建模成果之比較.....	52
圖 4-1、DEM/DSM 精確度不足問題.....	53
圖 4-2、單棟建物間結構案例.....	54
圖 4-3、多棟建物間結構清楚案例.....	54
圖 4-4、多棟建物間結構複雜案例.....	55
圖 4-5、多棟建物間結構複雜(原始 polygon 複雜) 案例.....	55
圖 5-1、近似建物模型於資料視覺化之應用.....	59
圖 5-2、近似建物模型於空間分析之應用.....	60

---

## 表 目 錄

表 1-1、非都市計畫區建物近似化模型施作範圍 .....	4
表 1-2、都市計畫區建物近似化模型施作範圍 .....	5
表 1-3、成果繳交項目及日期一覽表 .....	7
表 1-4、作業時程表 .....	8
表 1-5、計畫作業重要大事誌 .....	9
表 2-1、建物合併之數量前後比較表 .....	15
表 2-2、都市計畫區成果檢核表摘錄 .....	31
表 3-1、非都市計畫區建物濾除之數量前後比較表 .....	38
表 3-2、都市計畫區成果檢核表摘錄 .....	48

# 第一章 計畫概述

## 一、專案緣起

三維數位城市或數碼城市(Cyber City)及其相關技術與應用為近期熱門的研究課題，所謂數碼城市(Cyber City) 是將我們所生活城市中之真實地表物體以三維幾何模型予以重建，將其表面紋理影像敷貼該模型以成為仿真城市模型，以電腦模擬真實世界的建築、山川、河流、森林、草地、道路、橋梁等各類地景，甚至於各種不同時期的地貌，並為其建立各項物件的屬性資訊，虛擬重現城市之各項機能，並可透過網際網路供使用者瀏覽、查詢、分析及其他應用。

隨著雲端 3D 圖臺強化了 3D 視覺呈現空間資訊的效果，搭配豐富而簡易的地圖查詢，讓三維數位城市在一般使用者的能見度大幅提升，三維數位城市在虛擬城市導覽、都市規劃、環境與景觀模擬、工程規劃與評估、適地性服務、運輸規劃及管理、3D 導航、災害防救模擬與應變、數位典藏、建築與遺址或特定場景重建、軍事及國防安全、娛樂及遊戲產業等均有良好的應用潛力。

建構三維數位城市之相關技術及其應用為近期熱門的研究課題，目前主要建置三維城市建物塑模之模式依規模可概分三類，第一類(全面性細緻化建物建模)為需要高成本且具挑戰性的工作，尤其是大規模的數位城市建置。第二(重點建物細緻化與一般建物簡單化)及第三類(重點式建立細緻三維模型)則僅可突顯出當地重要性指標建築物，對於一般性的建築物或缺乏模型，或模型之建置過於簡單，不利於整體城市景觀視覺，以及日後進一步更深入之三維 GIS 加值應用。

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、地籍圖和國土利用調查成果圖等各類圖資，並建置「國土測繪圖資網路地圖服務系統」，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。為擴大測繪資料應用層面及推廣 3D GIS 應用，爰於本專案利用既有圖資，辦理「三維近似化建物模型試辦計畫採購案」(以下簡稱本案)，利用目前既有資源(如地形圖、正射影像及 DSM 與 DEM 等)，在模型品質、建置效率與成本間取一擇衷，探

討模型自動化建置效率及成本間的關聯性，發展相對快速且經濟之模型建置及展示作業方式，作為後續三維城市建置與推廣之參考。

## 二、作業目標

### (一) 建物樓高賦予

都市計畫區可用一千分之一圖層中既有之樓層數資訊，若於非都市計畫區內，探討利用臺灣通用電子地圖之建物圖層，輔以 DSM 與 DEM 資料，以自動化方式萃取出建物樓高資訊之作業模式。

### (二) 產製建物三維灰階模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)及(一)項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，產製建物三維灰階模型(KML/KMZ 格式)，並依樓高賦予不同顏色，以提升資料之視覺化效果。

### (三) 建置三維建物近似化模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)及(一)項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，輔以正射影像及通用紋理材質庫，批次建立三維建物近似化模型，並進行屋頂(由正射影像擷取對應之屋頂影像進行貼附)及牆面之紋理貼圖(採通用近似化紋理模式)。

## 三、作業範圍

本案辦理範圍包含「都市計畫區」及「非都市計畫區」，作業範圍挑選數幅圖幅分別位於臺中市及彰化縣：

- (一) 台中市作業範圍：計 9 幅一千分之一圖幅範圍，圖幅皆位於都市計畫區，如圖 1-1，以一千分之一地形圖來施作，產製成 3D 灰階模型及近似化模型。

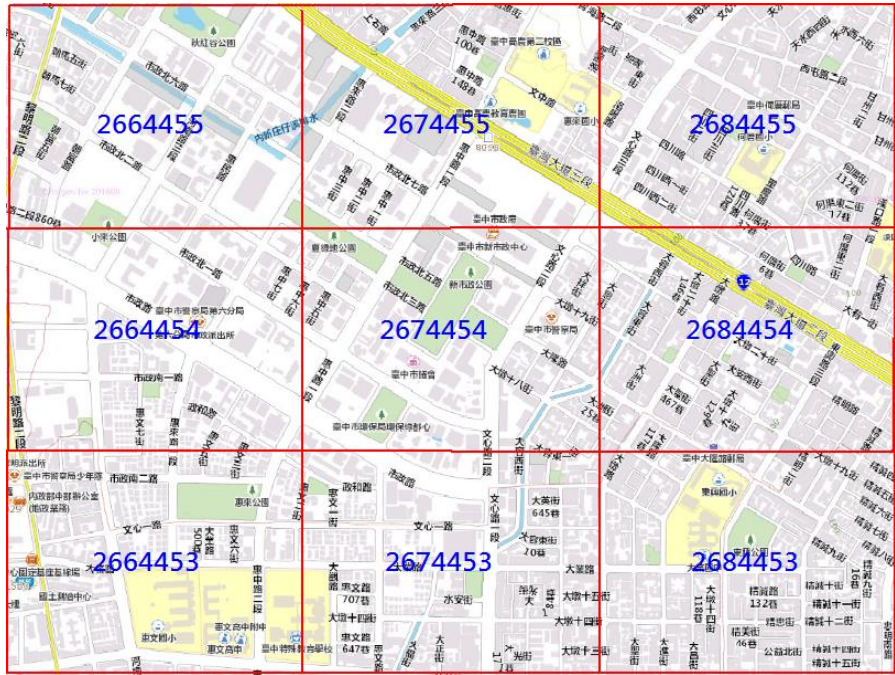


圖 1-1、臺中市作業範圍(一千分之一圖幅)

(二) 彰化市非都市計畫區：如圖 1-1，計 36 個五千分之一圖幅，以臺灣通用電子地圖來施作(該範圍內如有一千分之一地形圖則歸類為下述(三)項，不重複施作)，此等區域須利用 DEM 與 DSM 資料，以自動化方式萃取出建物樓高，並產製成 3D 灰階模型及近似化模型。

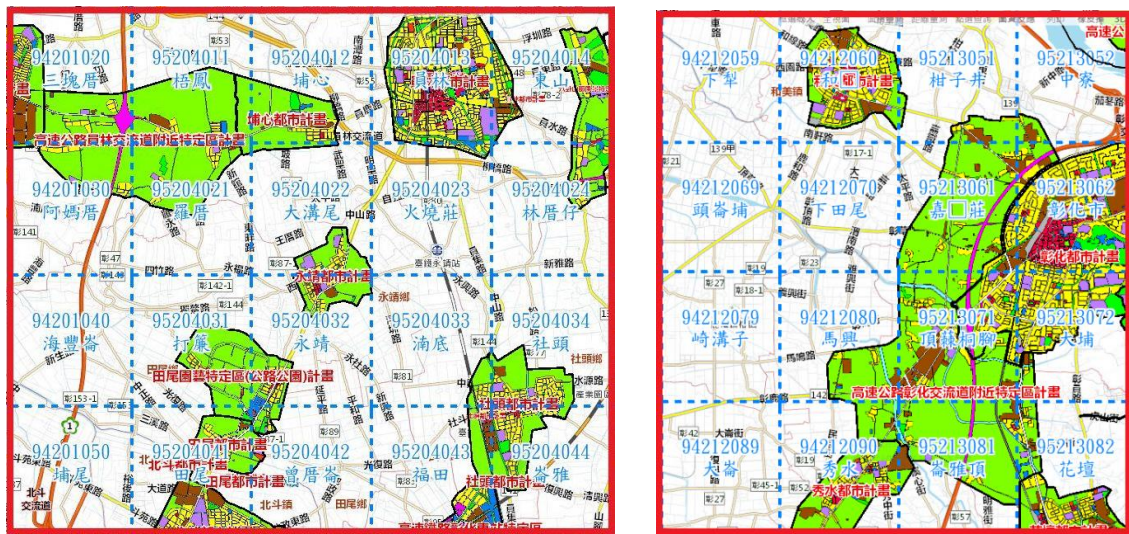


圖 1-2、彰化縣作業範圍(非都市計畫區採五千分之一圖幅，都市計畫區採一千分之一圖幅)



(三) **彰化市都市計畫區**：前述範圍(36個五千分之一圖幅)內具一千分之一地形圖之範圍，以一千分之一地形圖來施作，產製成3D灰階模型及近似化模型。

綜合前述作業範圍，本案施作範圍及圖號含以下二類，由國土測繪中心提供正射影像、**DSM 與 DEM**、一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖建物圖層等相關資料，若因資料內容導致辦理範圍需要調整，將於工作會議中決議後辦理修正：

(一) **非都市計畫區**：施作範圍為彰化縣非都市計畫區，另都市計畫區中若無提供一千分之一地形圖之區域，併入本區辦理，範圍圖號如表 1-1。

(二) **都市計畫區**：包含臺中市、彰化市等，具一千分之一地形圖之都市計畫區域，圖號如表 1-2。

表 1-1、非都市計畫區建物近似化模型施作範圍

地點	類型	預定作業範圍	備註
彰化縣	非都市計畫區，及無一千分之一地形圖的都市計畫區。	94201020、95204011、95204012、95204013、95204014、94201030、95204021、95204022、95204023、95204024、94201040、95204031、95204032、95204033、95204034、94201050、95204041、95204042、95204043、95204044。 94212059、94212060、95213051、95213052、94212069、94212070、95213061、95213062、94212079、94212080、95213071、95213072、94212089、94212090、95213081、95213082。	圖號為1/5,000圖幅，施作區域範圍內無1/1,000地形圖地區。

表 1-2、都市計畫區建物近似化模型施作範圍

地點	類型	預定作業範圍	備註
臺中市(南屯區七期附近)	直轄市都市計畫區 (較多高樓區)	2664453、2664454、2664455、 2674453、2674454、2674455、 2684453、2684454、2684455。	圖號為 1/1,000 圖幅。
彰化縣 (彰化市、和美、員林地區)	都市計畫區	5619、5618、5617、5616、5615、 5720、 5719、5718、5717、5716、5715、 5820、5819、5818、5817、5816、 5815、5918、5917、5916、5915。  4747、4746、4745、4744、4743、 4847、4846、4845、4844、4843、 4946、4945、4944、4943、5045、 5044、5043。  4835、4834、4833、4832、4936、 4935、4934、4933、4932、5041、 5040、5039、5038、5037、5036、 5035、5034、5033、5032、5031、 5144、5143、5142、5141、5140、 5139、5138、5137、5136、5135、 5134、5133、5132、5131、5244、 5243、5242、5241、5240、5239、 5238、5237、5236、5235、5234、 5233、5232、5231、5230、5344、 5343、5342、5341、5340、5339、 5338、5337、5336、5335、5334、 5333、5332、5331、5330、5442、 5441、5440、5439、5438、5437、 5436、5543、5542、5541、5540、 5539、5538、5537。	

#### 四、計畫時程

本專案之工作期程自決標次日起 120 個日曆天完成，分 3 階段辦理。

##### (一) 第 1 階段

於決標次日起 20 個日曆天內，完成本案需求訪談，並於決標次日起至 30 個日曆天內，依據訪談紀錄及工作項目內容，撰擬作業計畫書，送交國土測繪中心審定。於審查通過後，依計畫書內容辦理相關作業；作業計畫書內容將包含作業目標與範圍、工作項目、工作方法及步驟、工作時程規劃、品質管制、對於本案執行之建議事項等。

##### (二) 第 2 階段

於決標次日起 90 個日曆天內，完成作業範圍內都市計畫區之建物近似化模型，繳交成果紀錄表及成果 KML(或 KMZ)電子檔 1 份。

##### (三) 第 3 階段

於決標次日起 120 個日曆天內，完成作業範圍內非都市計畫區之建物近似化模型，繳交成果紀錄表、成果 KML(或 KMZ)電子檔 1 份及工作總報告。繳交之工作總報告內容至少將包含：

- (1) 計畫概述。
- (2) 作業流程及方法
- (3) 都市計畫區建物近似化模型成果分析。
- (4) 非都市計畫區建物近似化模型成果分析。
- (5) 結論及建議。
- (6) 相關附件。

#### 五、成果交付

本計畫分三階段完成，各階段應繳交、數量及繳交期限如表 1-3 所示：



表 1-3、成果繳交項目及日期一覽表

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數	單位	成果繳交日期	繳交日期期限
第 1 階段	作業計畫書(含需求訪談紀錄)	書面	7	份	決標次日起 30 個日曆天內 (20 日內辦理 需求訪談)	需求訪談： 8 月 25 日 作業計畫書繳 交： 9 月 4 日
		電子檔	1			
第 2 階段	都市計畫區建物近似化模型成果(含成果紀錄表)	電子檔	1	份	決標次日起 90 個日曆天內	11 月 3 日
第 3 階段	非都市計畫區建物近似化模型成果(含成果紀錄表)	電子檔	1	份	於決標次日起 120 個日曆天 內	12 月 3 日
		書面	7			
	工作總報告	電子檔	1			

## 六、計畫執行

### (一)專案執行組織架構

為能有效率的達到本計畫案作業目標，由本公司總經理孫樹國博士擔任計畫主持人，負責完成本案相關工作。參與人員多數具有本計畫執行之相關作業經驗，圓滿完成本專案工作。執行本計畫案時之組織架構說明如下圖 1-3：

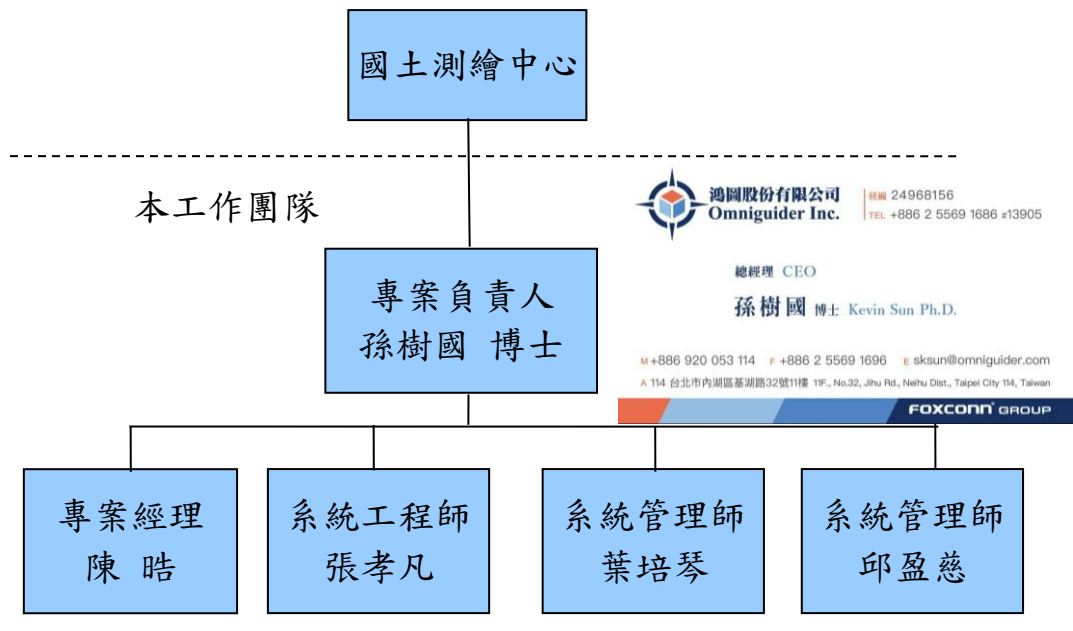


圖 1-3、專案組織架構圖

(二)計畫進度

表 1-4、作業時程表

工作項目 \ 預估時程 (105年/月)	8	9	10	11	12
需求訪談會議	■				
資料分析與資料模型設計	■■■■				
產製一千分之一地形圖約定範圍之建物三維灰階模型資料		■■■			
建置一千分之一地形圖約定範圍之三維建物近似化模型資料		■■■■■			
繳交第一期成果與展示				■	
產製臺灣通用電子地圖約定範圍之建物三維灰階模型資料			■■■■		
建置臺灣通用電子地圖約定範圍之三維建物近似化模型資料				■■■■■	
繳交期末(第二期)成果與展示					■

表 1-5、計畫作業重要大事誌

項次	時間	工作內容	備註
1	105 年 8 月 5 日	本案決標日	
2	105 年 8 月 25 日	需求訪談會議	如附件一
3	105 年 8 月 30 日	鴻圖提交作業計畫書	105 年 8 月 30 日鴻圖字第 201608001 號函
4	105 年 9 月 20 日	中心函請修正作業計畫書	105 年 9 月 20 日測資字第 1051100428 號函
5	105 年 9 月 28 日	鴻圖提交作業計畫書(修正版)	105 年 9 月 28 日鴻圖字第 201609001 號函
6	105 年 10 月 7 日	中心同意作業計畫書	105 年 10 月 7 日測資字第 1051100469 號函
7	105 年 10 月 28 日	鴻圖繳交都市計畫區成果	105 年 10 月 27 日鴻圖字第 201610003 號函
8	105 年 10 月 28 日	鴻圖非都市計畫區樓高萃取作業	於國土測繪中心作業
9	105 年 11 月 22 日	中心同意都市計畫區成果	105 年 11 月 22 日測資字第 1051100547 號函
10	105 年 12 月 2 日	鴻圖繳交非都市計畫區成果	105 年 12 月 1 日鴻圖字第 201612001 號函
11	105 年 12 月 2 日	鴻圖繳交工作總報告	105 年 12 月 1 日鴻圖字第 201612001 號函

## 第二章 都市計畫區 3D 建模

### 一、工作項目

都市計畫區建模作業包含作業範圍內各建物資料之建物樓高賦予、建物三維灰階模型產製及三維建物近似化模型：

#### (一) 建物樓高賦予

都市計畫區係利用一千分之一圖層，以自動化方式萃取出建物樓高乘上 3 米，做為樓高。

#### (二) 產製建物三維灰階模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)，產製建物三維灰階模型(KML/KMZ 格式)，並依樓高賦予不同顏色，以提升資料之視覺化效果。

#### (三) 建置三維建物近似化模型資料

利用都市計畫區圖資(一千分之一地形圖)萃取出建物樓高資訊，輔以正射影像及通用紋理材質庫，批次建立三維建物近似化模型，並進行屋頂(由正射影像擷取對應之屋頂影像進行貼附)及牆面之紋理貼圖(採通用近似化紋理模式)。

### 二、施作範圍

施作範圍包含：

(一)臺中市都市計畫區：位於七期範圍中，共 9 幅圖幅大小(如圖 2-1)。

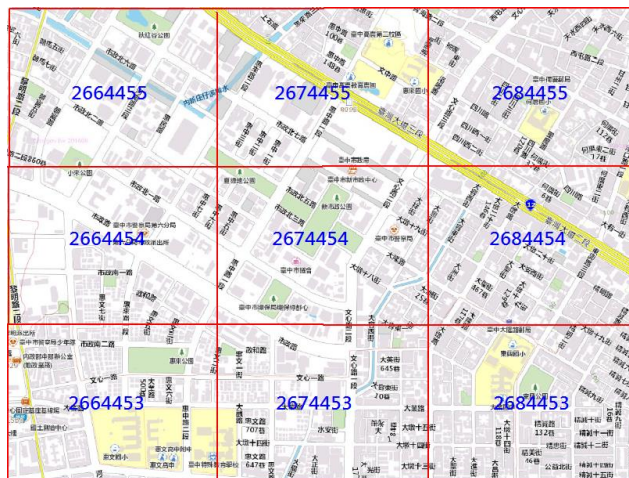


圖 2-1、臺中市作業範圍

(二)彰化縣施作之都市計畫區範圍：

為求建置的完整度，本案將針對合約施作範圍內，若具一千分之一地形圖，則優先以一千分之一地形圖作業。經整理國土測繪中心所提供之一千分之一地形圖之建物圖層，都市計畫區範圍內共有下列地區具有一千分之一地形圖，包含：彰化市、彰化交流道、員林及和美、永靖、秀水、花壇、埔心、田尾、溪湖等區域(如圖 2-2)。

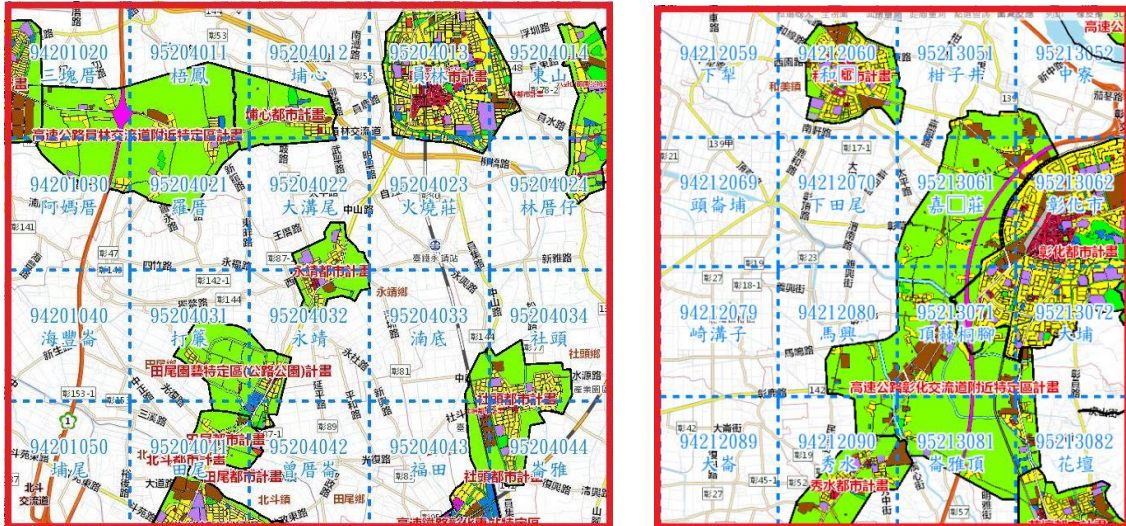


圖 2-2、彰化縣都市計畫區作業範圍

三、 使用資料概況

都市計畫區建模作業所需資料包含：一千分之一地形圖及正射影像：

(一) 一千分之一地形圖：

以一千分之一地形圖中之建物圖層(範例如圖 2-3)，進行都市計畫區的建物樓高萃取(此地形圖屬性資料含有建物樓層數)。





彰化市

員林鎮

圖 2-3、都市計畫區一千分之一地形圖之建物圖層

## (二) 正射影像

本專案施作範圍內之正射影像，取得之影像為 25cm，範例如圖 2-4。

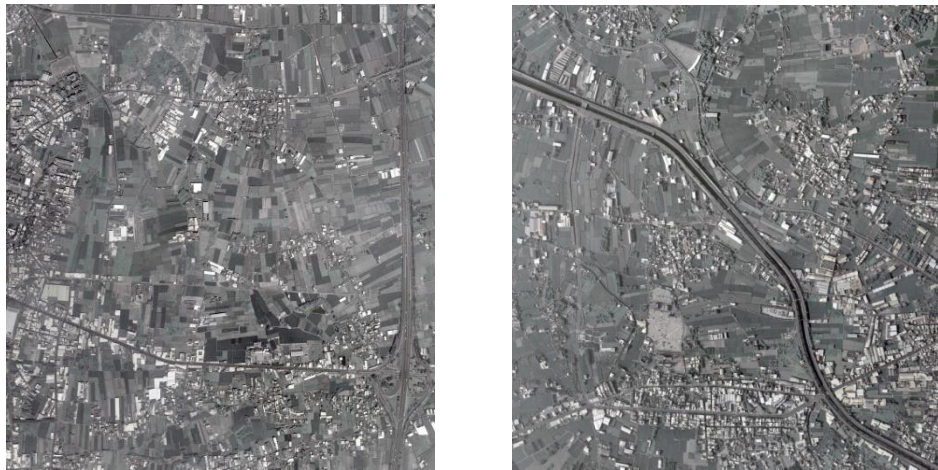


圖 2-4、都市計畫區一千分之一正射影像之建物圖層

#### 四、作業方法與步驟

「三維近似建物模型」之建置方式係利用前述資料，批次方式建立建物模型，因此建物模型之精確度取決於來源之建物圖層及地形圖資料。建物模型之貼圖部分利用影像辨識技術進行屋頂紋理貼圖以及近似化之牆面紋理貼圖，作業所需資料與作業流程如圖 2-5 所示，說明如下：

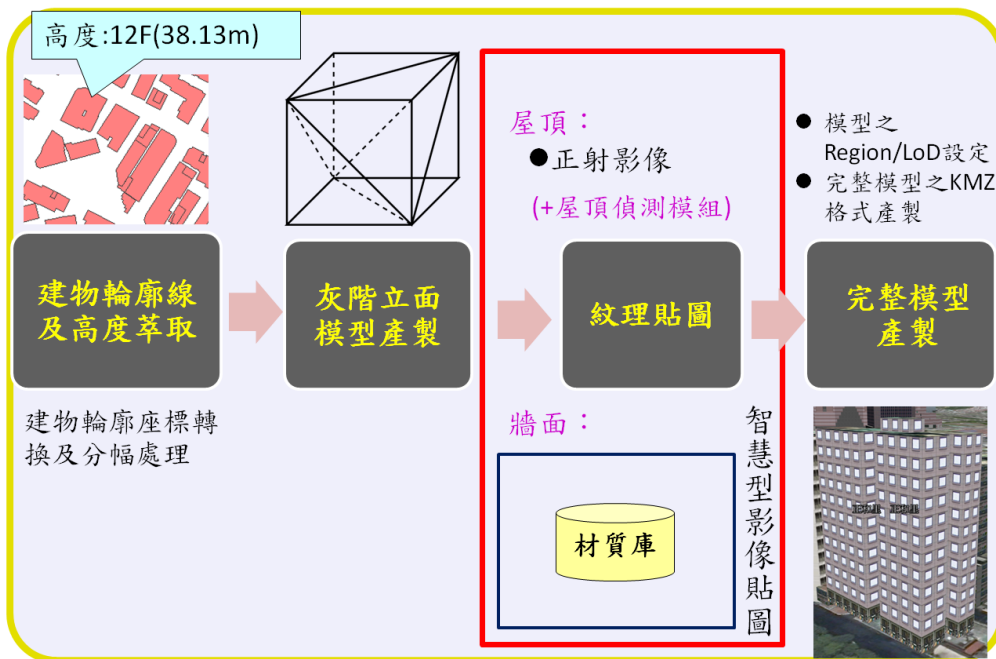
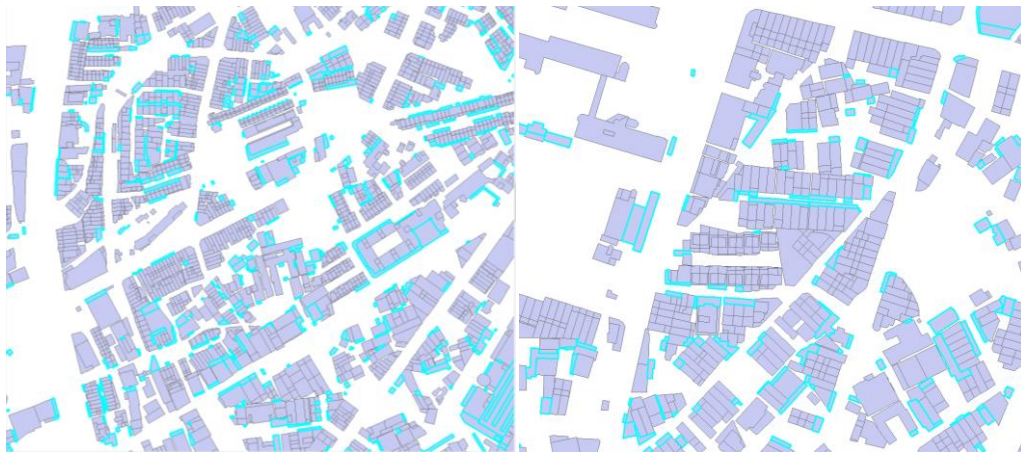


圖 2-5、都市計畫區建模作業步驟

##### (一) 資料前處理

###### 1. 建物過濾：

一千分之一地形圖中，建物圖層屬性欄位 Build\_STR=T 者屬於臨時建築物(如下圖 2-6(a))，此種臨時建築物多屬巷弄搭蓋雨棚，無四面封牆，因屬臨時性建物，不符本案建置原則，另樓高值為 0(建物圖層屬性欄位 BUILS\_NO=0，如圖 2-6(b))除高度資料無從判斷外，經觀察亦大多屬於細長型非典型建物型態，故於需求訪談會議中決議該二等建物濾除不進行建模，減少產生多餘且不必要的建物，影響整體效能。



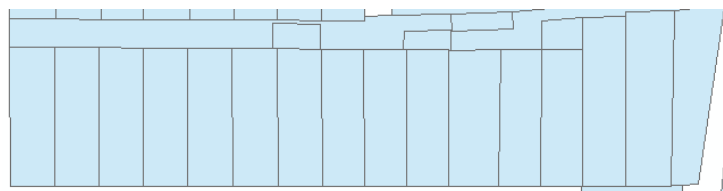
(a) 臨時性建物區域

(b) 樓高值為 0

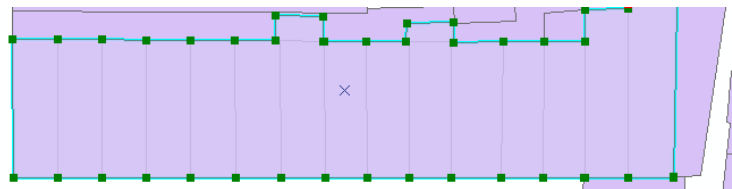
圖 2-6、建物過濾(藍色為濾除之 polygon)

## 2. 建物合併處理：

考量建模成果展示之運作效能，將相鄰且樓層數一致之圖元進行合併處理，合併後仍保留建物圖元中各分戶點，並依此等分戶點進行紋理影像敷貼，以使建模成果之貼圖戶數與地形圖分戶數量一致。如下圖 2-7(a)中所示，原始圖資有許多個圖元，經合併後為一個圖元，因此在模型建立時，只會建立一個模型，但又保留分戶點，如圖 2-7(b)中綠色點所示，以利後續紋理影像敷貼。



(a)未合併之原始圖資



(b)經合併後之圖資

圖 2-7、建物合併處理示意圖

合併前後之建物數量統計如下表 2-1，可看出經合併後，數量大幅減少，提升模型展示效能。合計本案利用一千分之一地形圖施作之建物數量計 121,576 個，另為了解建物合併建模差異，針對本案臺中 9 幅資



料，分別製作合併與不合併兩種型式，作為後續成果比較。

表 2-1、建物合併之數量前後比較表

	原始數量(棟)	過濾資料量(棟)	建物合併後量(棟)
臺中市	10,953	8,822	4,104
彰化市	105,248	90,800	38,550
彰化交流道	48,855	38,226	19,688
員林	48,426	40,165	17,524
和美	35,583	30,964	10,212
溪湖	36,577	32,745	11,853
秀水	11,422	9,192	4,115
花壇	10,216	8,181	3,925
田尾園藝特定區	9,427	7,051	3,694
永靖	8,599	6,348	2,874
埔心	8,110	6,167	2,870
田尾	3,971	2,942	1,603
高鐵彰化特定區	1,699	1,176	564
合計	339,086	282,779	121,576

## (二)建物樓高萃取

三維建物立面模型之外框將自建物外擴圖逐一萃取，都市計畫區之樓高資料係萃取自一千分之一地形圖建物圖層，因本案建物圖層之樓高相關屬性僅有樓層數，故乘上每層樓之約略高度(3公尺)作為建物 3D 模型之高度，以彰化市建物為例如圖 2-8。

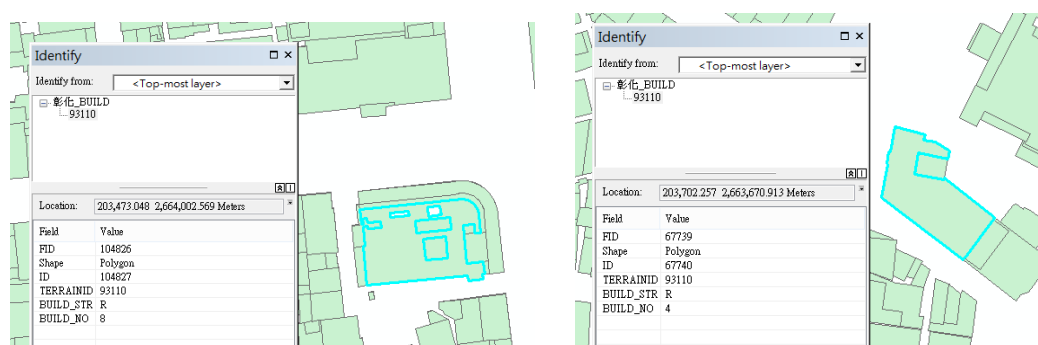


圖 2-8、建物具樓層數或樓層高度屬性

### (三)灰階立面模型產製

利用前述萃取出建物圖層及樓層高度，經過坐標轉換後，將TWD 97 轉換至 WGS 84，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，以臺中市成果為例如圖 2-9。



圖 2-9、依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果

### (四)三維近似化模型產製

利用前述萃取出建物輪廓之各頂點經緯度坐標，以及與建物高度相關之屬性資料，依符合 DAE 格式之多邊形三角化演算法，將每一棟建物組成三角化之立面模型(Triangular Mesh)後，再進行紋理貼圖處理。

DAE 格式之多邊形三角化演算法是將每個多邊形分解成多個三角形的組合；以圖 2-10 之簡單例子作解說， $S1=\{V0,V1,V2,V3\}=\{(0,2,7),(5,2,7),(5,0,0), (0,0,0)\}$  為四邊型之各頂點座標，此四邊形之三角化過程是將  $S1$  拆解為兩個三角型  $T1$  及  $T2$ ； $T1=\{V0,V1,V2\}$ 、 $T2=\{V0,V2,V3\}$ ；再以兩個三角型描述此四邊形  $S1=\{T1,T2\}=\{V0,V1,V2,V0,V2,V3\}$ ；此一動作即完成該多邊型三角化描述。

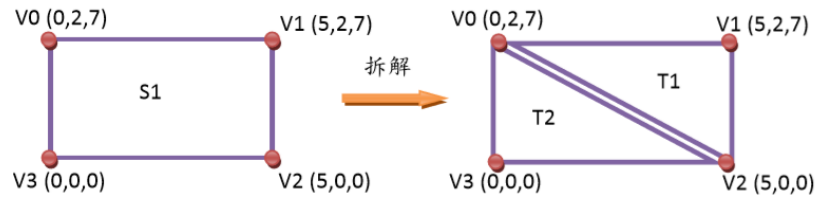


圖 2-10、多邊形三角化描述示意

3D Polygon 在 DAE 格式下，立體圖形皆為數個面(多邊形)所組成，分別為前後左右(側面)、上面(頂面)及下面(底面)，由這些面的組合而成一個空心的立體圖形；並由三角形描述出每一個多邊形，示意如圖 2-11。

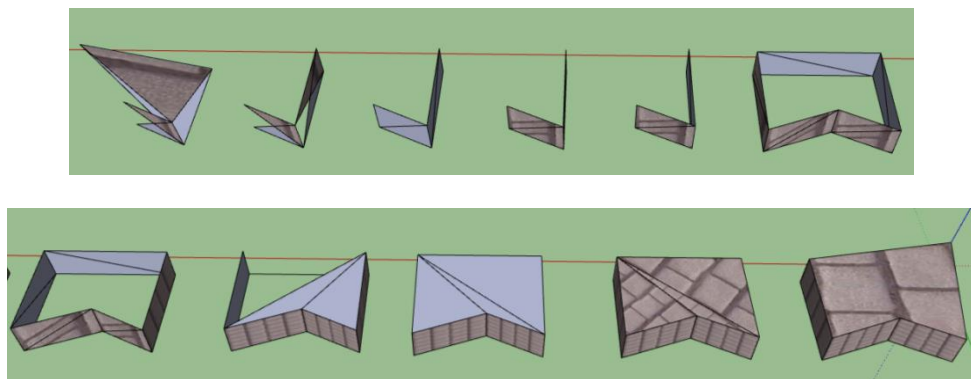


圖 2-11、模型三角化成型過程

模型三角化後，即可進行模型之紋理貼圖，包含：

1. 屋頂紋理貼圖：

對於建築物而言，除被周圍高大建物遮蔽外，其屋頂一般在航照或衛照影像上都可見。因此，建物屋頂紋理可直接由建物輪廓之地理坐標轉換成影像坐標，透過圖幅接合表計算其對應之圖幅影像以及其在影像中之位置，來擷取出此建物所對應範圍之影像作為建物模型之屋頂影像材質貼附，示意如圖 2-12。

惟臺灣地區正射影像並沒有作到真實正射處理，因相機成像或傾斜攝影所造成之建物屋頂位移問題將使得上述作法無法擷取到正確之屋頂影像來作貼附(範例如圖 2-13)。為解決此問題，



本次作業將利用自行研發之影像處理演算法來進行建物屋頂影像偵測，以改善目前正對於利用此較正確之屋頂影像擷圖來進行模型紋理貼圖之成果，示意如圖 2-14，建模成果比較如圖 2-15。本項工作採自動化批次處理方式，屋頂偵測結果之正確與精準度取決於正射影像解析度、品質、影像變形(建物傾斜程度)，及屋頂之被遮蔽程度等。



圖 2-12、建物地理坐標轉換成影像坐標示意

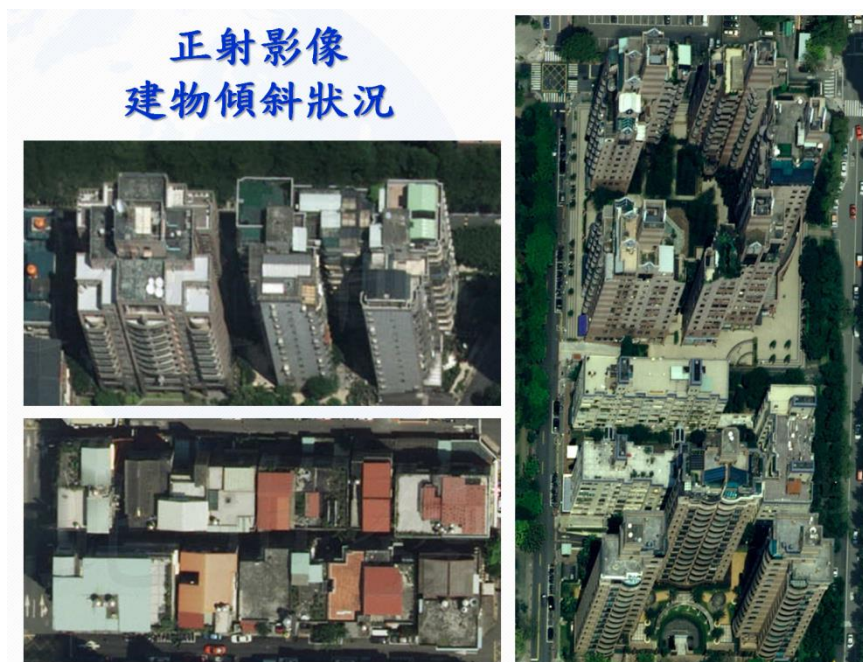


圖 2-13、正射影像建物傾斜狀況



圖2-14、正射影像擷圖，黃色矩形表示建物輪廓地理座標換算成影像坐標所對應之範圍，紅色輪廓線為屋頂影像偵測結果



(a) 利用黃色矩形範圍內影像作貼圖之建模成果



(b) 利用紅色輪廓範圍內影像作貼圖之建模成果

圖 2-15、建物屋頂建模成果比較

## 2. 牆面紋理貼圖：

建物牆面所需之紋理貼圖，也可利用空載傾斜攝影或者是近景攝影獲取牆面資訊，惟這些影像都必須經過幾何及色彩校正，才能正確地敷貼至模型表面以產生較協調的場景。此外，這些影像大都有程度不一的遮蔽問題(如路樹、招牌等遮蔽房屋牆面影像)，必須加以修補才能達到更高的完整性和擬真度。此項工作通常難以全自動化進行，目前大部分的研究成果都尚需人工介入，但這種半自動化方式通常難以適用於大範圍之數位城市建模，且獲取這些影像需要極高成本與時間。



街景影像雖可提供建物牆面之外觀，惟還是面臨上述牆面貼圖所遭遇之問題，包含影像與建物圖層位置存在誤差、影像變形與無法獲取完整牆面、路樹遮蔽及其他干擾等，示意如圖 2-16。另外，最主要的是版權問題並不允許我們直接將街景影像貼附牆面。



(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

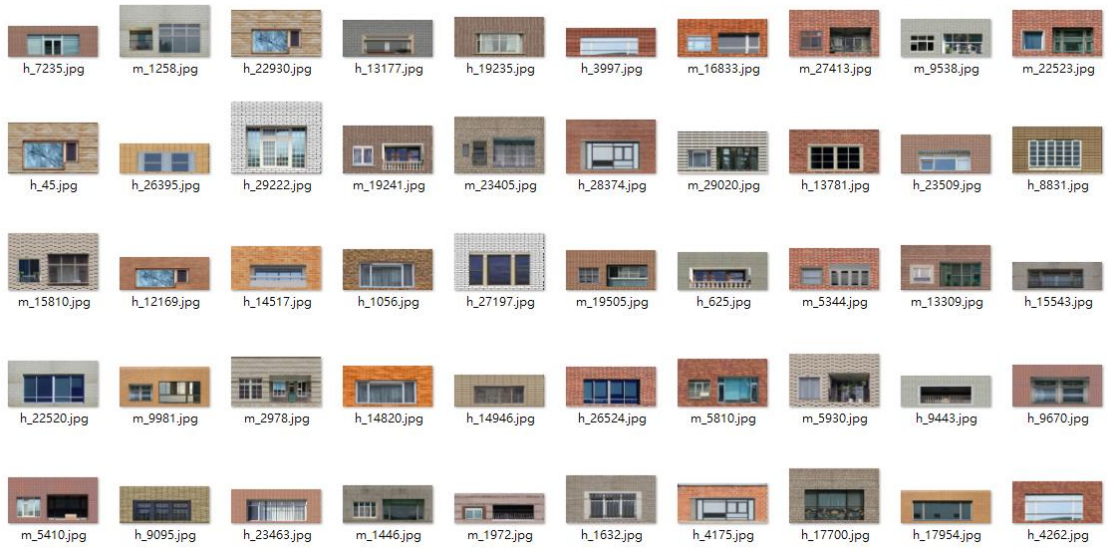


(d)其他干擾

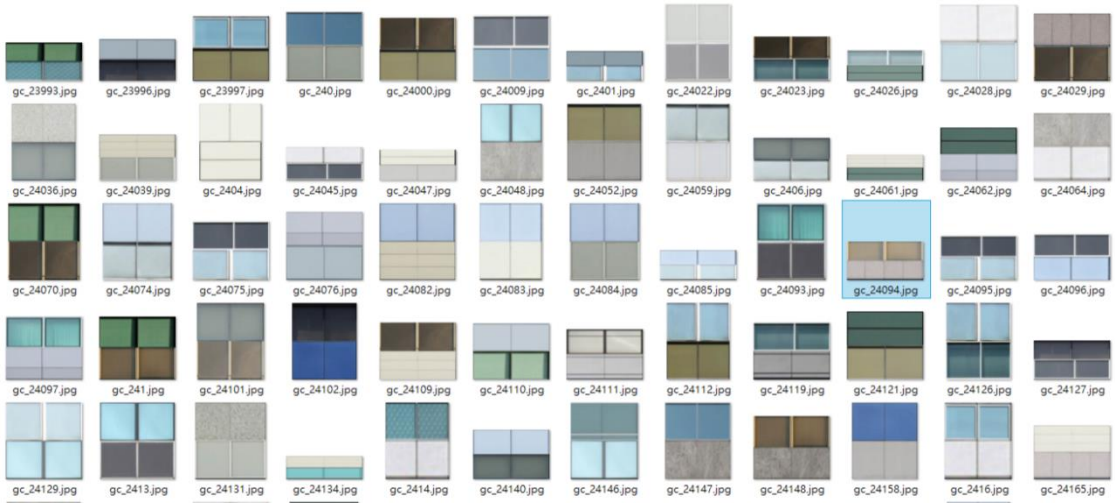
圖 2-16、街景影像問題

綜上而言，牆面貼圖受限於照片版權，另自動化的程度仍受限於如何精確獲取完整牆面或排除干擾來進行貼圖之技術，難以自動化完成。反向思考，其實大部分的建物牆面是由重複性的結構所組成，如能找出類似此結構(顏色)之材質影像，再將其重複貼附於牆面，那即可得「近似化」之建物模型，與實景之契合度雖不如擬真貼圖，但如自動化程度能夠提高，或許是在成本、速度與擬真度相權之下的折衷方案。

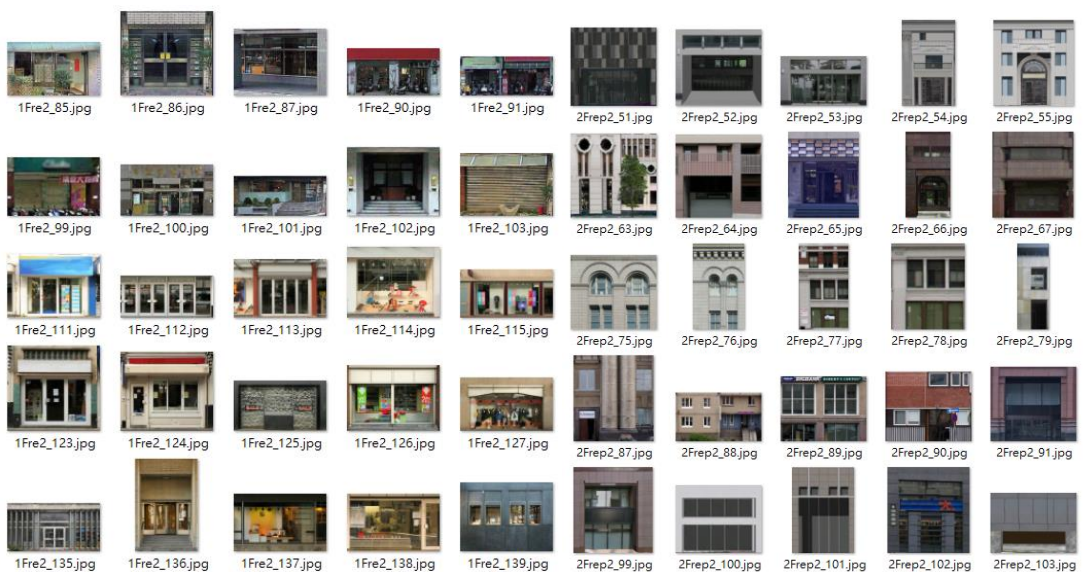
本次作業採用的作法，事先建好約2萬個材質庫(範例如圖 2-17)，材質庫係由本公司蒐集基本元件(如牆面、窗戶、陽台...等)，自行撰寫程式以影像合成方式產生，無使用版權問題，因材質庫影像均已事先作過幾何及色彩校正處理，建模成果均有一定之品質。



### 磚牆類



### 玻璃帷幕類



1樓

1樓挑高

圖 2-17、貼圖材質庫範例



本作業將採用自行研發之影像辨識演算法來自動化進行紋理材質庫之最相似材質之搜尋，示意如圖2-18。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。對於可獲得之建物影像，亦以相同作法來進行影像特徵分析取得其影像描述元，以此描述元與事先建好之材質庫各張影像之描述元逐一比對，取最相似者對應之貼圖形敷貼；對於無法獲得建物對應影像之建物則隨機由材質庫中擇一來進行貼圖。

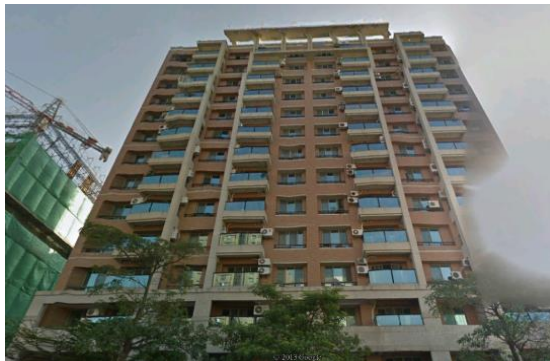


圖 2-18、材質庫影像辨識示意

圖 2-19所示為材質庫影像檢索結果之建模成果案例，展示透過本機制可獲取與建物實景相近的材質來進行貼附，達到近似化建模的效果。

另外，此作法之優點為輕量化模型的檔案大小，以相同建物建模成果作比較，圖 2-20 (a)為Google 3D warehouse 上之完整牆面擬真貼圖模型(檔案大小約2MB)，圖 2-20 (b)則為本法利用重複性結構材質所製作之模型(檔案大小為20kB)，約只有完整牆面貼圖之1/100，此輕量化模型之特色絕對有利於大範圍城市建模展示。





(a) 擷取之街景影像

(b) 利用最相似材質庫影像之建模  
成果

圖 2-19、建模成果比較



(a)



(b)

圖 2-20、不同建模貼圖方法比較(a)完整牆面貼圖(b)重複性結構貼圖

有關建物之貼圖數，做法如下：

1. 建物高度為 1 層樓：共有 2 張貼圖，包含屋頂影像，以及 1 樓材質(於 1 樓往左右做重複貼附)
2. 建物高度為 2 層樓以上：共有 3 張貼圖，包含屋頂影像、1 樓材質(於 1 樓往左右做重複貼附)，以及 2 樓以上材質(自 2 樓以上往上及往左右做重複貼附)，範例如圖 2-21。

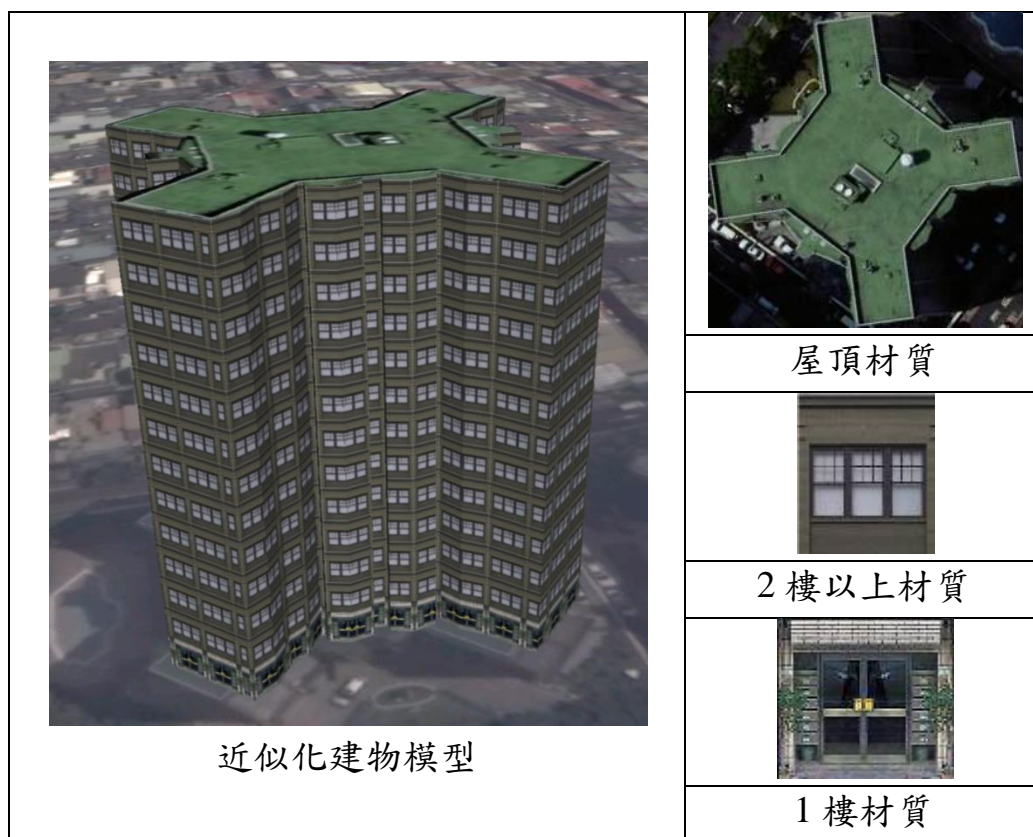


圖 2-21、近似化建物模型使用貼圖材質範例

### (五)模型之 Region 及 LOD 設定

針對大範圍之建物模型製作，縱使利用前述之輕量化機制儘量縮減所產製模型之檔案大小，建模成果之總資料量仍相當大，如何在 Web 3D GIS 平台順暢的發佈此大規模之數位城市模型實為一大挑戰。

為有效針對此巨量資料進行呈現上之管理，本次作業首先將整個建物圖層作「分幅」處理，如此可針對較小範圍內的建物進行顯示管控。每一圖檔內所含之模型再依其體積予以「分層」處理，然



後再利用KML 之Region/LOD機制來控制各等級建物之顯示時機。此機制可使得視點離地面較遠時只載入部份體積較大之建物，視點漸接近地面時才將較小型建物或建物細節載入。如此，可使得大量3D建物展現時，在同一時間點需要作網路傳輸及顯像處理之資料量降低，可提升建物模型顯像之效率及品質。

利用KML中之Region/LOD機制來控制建物的顯示時機，是在每一棟模型中安插一個視覺上不可見的三維Bounding box(約與建物相同)，這個Box隨著圖面縮放會改變在螢幕上所佔的面積，當該面積落在設定的範圍即顯示模型，如圖 2-22案例，模型BBox的LOD設定為64\*64 pixels，在圖(a)中因該模型BBox所占面積小於64\*64 pixels，故在該圖面範圍該棟模型並不顯示出來；當圖面放大到圖(b)的範圍，該建物所占面積已大於64\*64 pixels，故模型即顯示出來。此種作法是以模型為單位來作設定，故可以控制到每一棟模型之顯示時機，如下圖2-22。

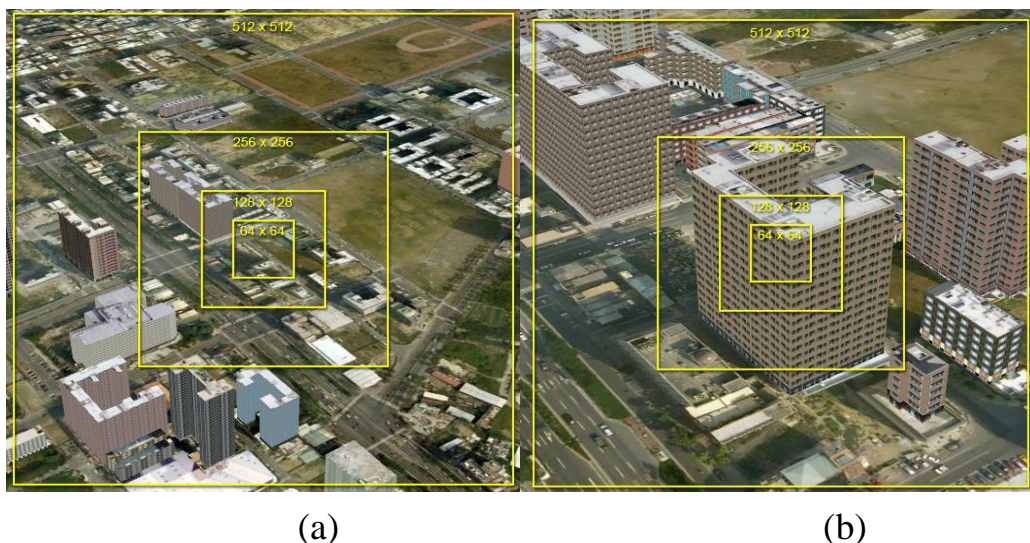


圖 2-22、利用Region/LOD機制控制建物之顯示時機案例

## (六)完整模型之 KMZ 格式產製

各模型產製完成後，依前述之分幅分層，將範圍內所有建物模型之 KML 檔以及對應之屋頂及牆面材質影像封裝成單一之 KMZ 檔，每個 kmz 檔案則依建物密度包含若干個建物模型檔，以減少網路傳輸檔案數，提高模型顯示效率。最後利用 networklink

作階層式串接，使得使用者只要開啟最上層之 kml 檔即可觀看全部模型，以彰化都計區為例如圖 2-23。

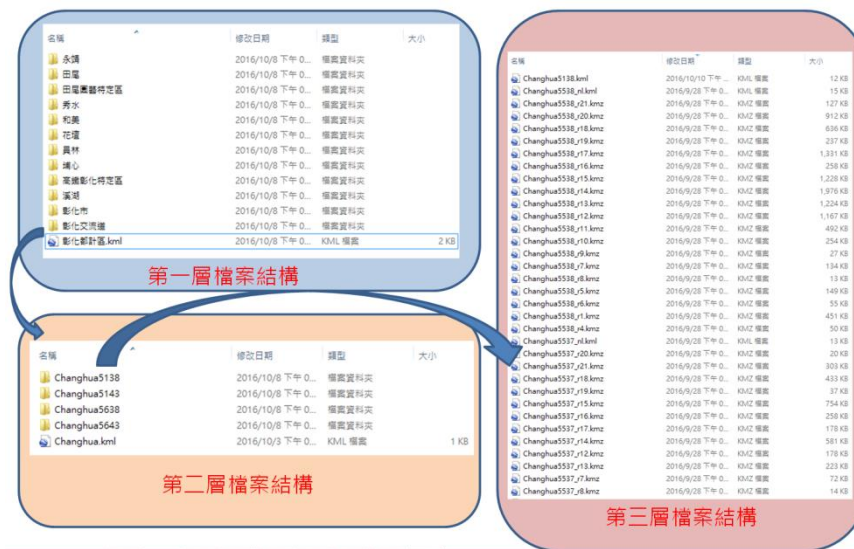


圖 2-23、產製模型之 KMZ 格式封裝處理

利用前述模型產生機制之 KML/KMZ 檔可直接由 Google Earth 開啟或整合於利用 Google Earth Plug-in 之網頁系統中順暢顯示(如圖 2-24)。

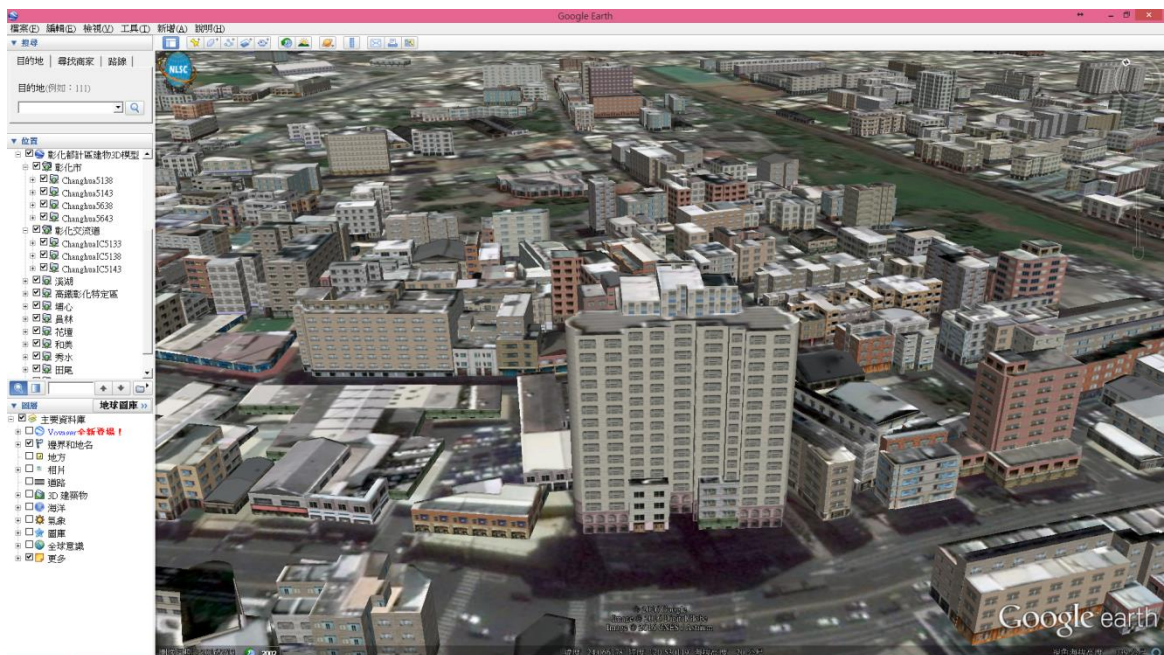


圖 2-24、模型於 Google Earth 平台展示示意

## 五、作業成果

### (一)建物樓高賦予與建物三維灰階模型



## 1. 臺中都計區

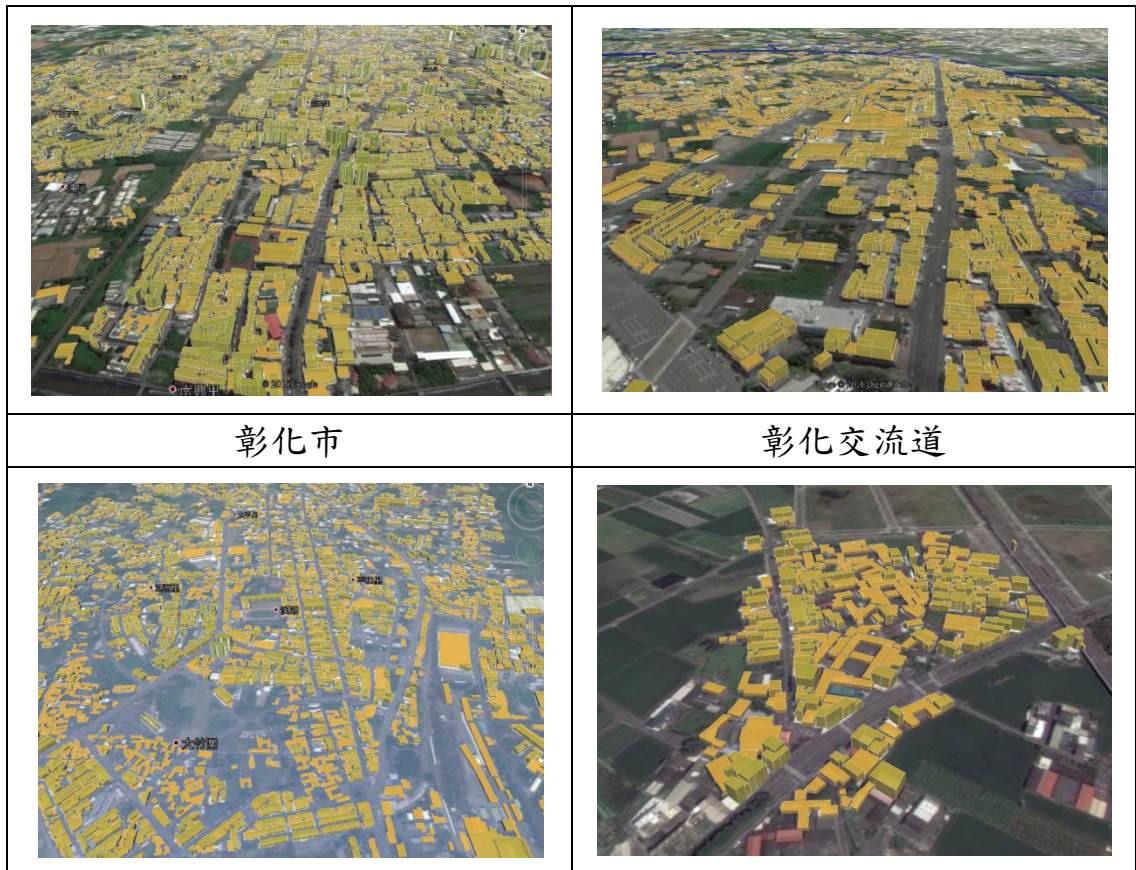
計製作計畫範圍類原始圖資之三維灰階模型建物及相鄰樓層合併後之三維灰階模型二類(如圖 2-25)，分別計 10,953 及 4,104 個建物灰階模型。









原始圖資之三維灰階模型建物 相鄰樓層合併後之三維灰階模型  
圖 2-25、臺中都計區三維灰階模型建物

## 2. 彰化都計區

包含彰化市、彰化交流道、員林、和美、永靖、秀水、花壇、埔心、田尾、溪湖等區域，合計 117,472 個建物灰階模型(成果如圖 2-26)。





<p>溪湖</p>	<p>高鐵彰化特定區</p>
	
<p>埔心</p>	<p>員林</p>
	
<p>花壇</p>	<p>和美</p>
	
<p>秀水</p>	<p>永靖</p>



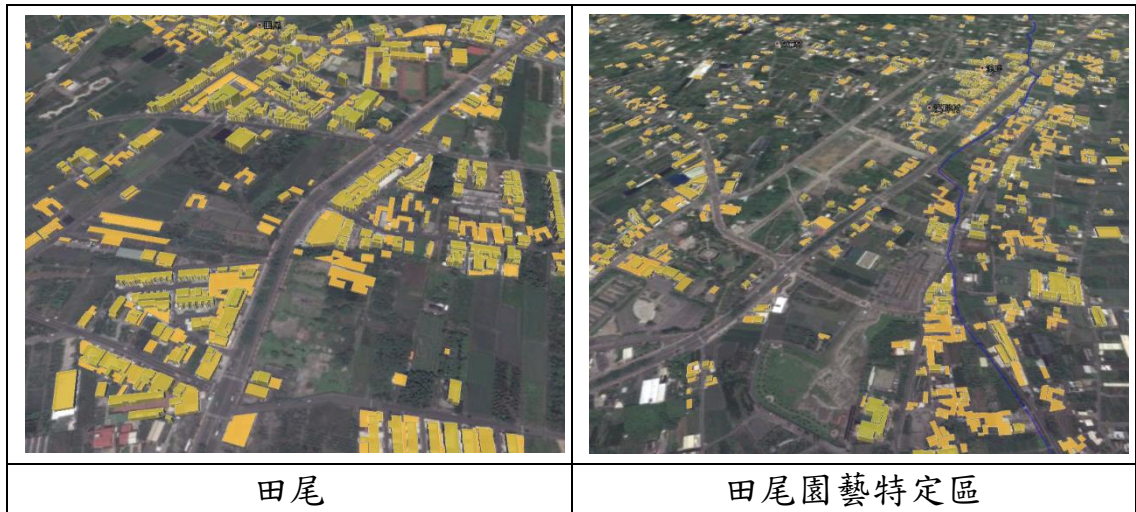


圖 2-26、彰化都計區三維灰階模型建物

## (二)三維建物近似化模型

### 1. 臺中都計區

前述計畫範圍類原始圖資之三維灰階模型建物及相鄰樓層合併後之三維灰階模型二類(如圖 2-25)製作完成後，建立臺中都計區三維建物近似化模型，如圖 2-27。

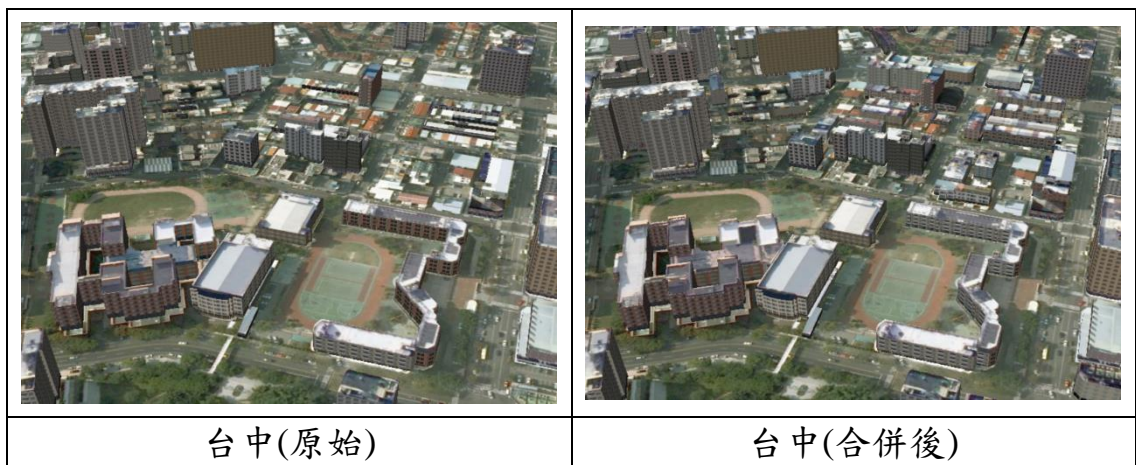


圖 2-27、臺中都計區三維建物近似化模型

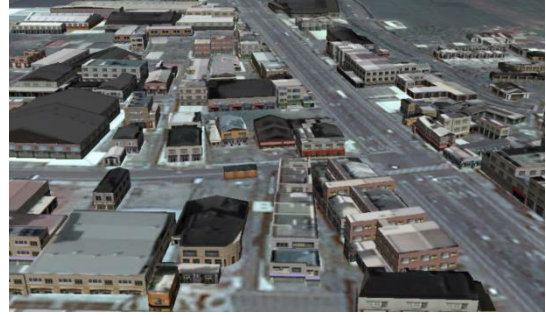
### 3. 彰化都計區

前述計畫範圍類原始圖資之三維灰階模型建物及相鄰樓層合併後之三維灰階模型二類(如圖 2-26)製作完成後，建立彰化都計區三維建物近似化模型，如圖 2-28。

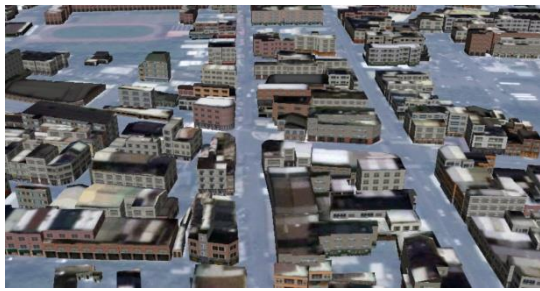




彰化市



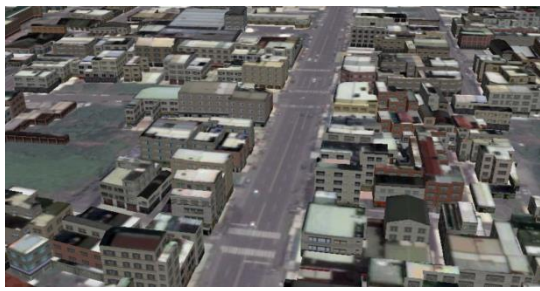
彰化交流道



溪湖



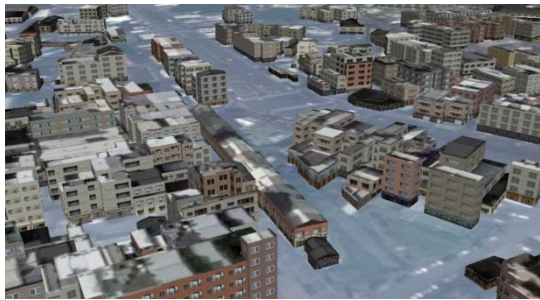
高鐵彰化特定區



埔心



員林



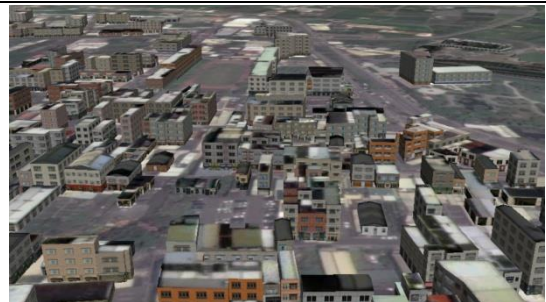
花壇



和美



秀水



永靖



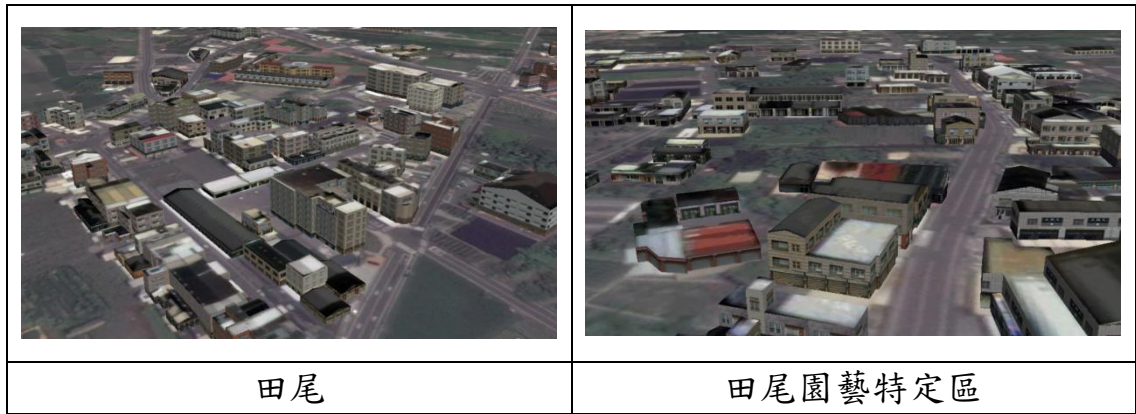


圖 2-28、彰化都計區三維建物近似化模型

### (三) 成果紀錄表

成果紀錄表如下表，包含建物編號、位於都市計畫區或非都市計畫區、圖幅編號、樓層數、敷貼影像數量等...，摘錄部分如下表(詳請參閱交付之電子檔)

表 2-2、都市計畫區成果檢核表摘錄

1	類型	圖幅編號	polygon ID	中心點經度	Polygon中心點緯度	樓層數	樓高(m)	屋頂影像材質	牆面影像(1F)	牆面影像(2F以K/MZ檔名)
2	都市計畫區	TC6553	6625	120.6337965	24.15140773	27	81	TC6553_6625.jpg	2Frep2_26.jpg	bus_16837.jpg TC6553_r1.kmz
3	都市計畫區	TC6553	6340	120.6335764	24.15262571	14	42	TC6553_6340.jpg	1Fre2_267.jpg	g2_27407.jpg TC6553_r1.kmz
4	都市計畫區	TC6553	6552	120.6337979	24.15209956	20	60	TC6553_6552.jpg	2Frep2_74.jpg	h_22256.jpg TC6553_r1.kmz
5	都市計畫區	TC6553	2478	120.6338691	24.15175531	2	6	TC6553_2478.jpg	1Fre2_92.jpg	h_27349.jpg TC6553_r3.kmz
6	都市計畫區	TC6553	6638	120.6337916	24.15142188	29	87	TC6553_6638.jpg	2Frep2_5.jpg	g2_9581.jpg TC6553_r3.kmz
7	都市計畫區	TC6553	6578	120.6338665	24.15209787	22	66	TC6553_6578.jpg	2Fre2_33.jpg	gc_5733.jpg TC6553_r3.kmz
8	都市計畫區	TC6553	4421	120.6338234	24.15227426	4	12	TC6553_4421.jpg	1Fre2_267.jpg	h_930.jpg TC6553_r3.kmz
9	都市計畫區	TC6553	3409	120.6337773	24.15124663	3	9	TC6553_3409.jpg	1Fre2_5.jpg	m_1842.jpg TC6553_r3.kmz
10	都市計畫區	TC6553	6579	120.6338422	24.15219064	22	66	TC6553_6579.jpg	2Fre2_33.jpg	g2_18428.jpg TC6553_r3.kmz
11	都市計畫區	TC6553	194	120.6337466	24.15254312	1	3	TC6553_194.jpg	1Fre2_216.jpg	TC6553_r3.kmz
12	都市計畫區	TC6553	5314	120.6337989	24.15340087	5	15	TC6553_5314.jpg	1Fre2_267.jpg	m_25959.jpg TC6553_r4.kmz
13	都市計畫區	TC6553	3662	120.6336463	24.15474567	3	9	TC6553_3662.jpg	1Fre2_190.jpg	h_27086.jpg TC6553_r4.kmz
14	都市計畫區	TC6553	4632	120.6335897	24.15474405	4	12	TC6553_4632.jpg	1Fre2_10.jpg	m_28596.jpg TC6553_r4.kmz
15	都市計畫區	TC6553	5306	120.6336961	24.15326333	5	15	TC6553_5306.jpg	1Fre2_204.jpg	h_7490.jpg TC6553_r4.kmz
16	都市計畫區	TC6553	4512	120.6335359	24.15325498	4	12	TC6553_4512.jpg	1Fre2_196.jpg	h_5913.jpg TC6553_r4.kmz
17	都市計畫區	TC6553	3577	120.633528	24.1534703	3	9	TC6553_3577.jpg	1Frep2_43.jpg	h_28697.jpg TC6553_r4.kmz
18	都市計畫區	TC6553	270	120.6339269	24.15309516	1	3	TC6553_270.jpg	1Fre2_192.jpg	TC6553_r4.kmz
19	都市計畫區	TC6553	4487	120.6334899	24.15307573	4	12	TC6553_4487.jpg	1Fre2_267.jpg	h_5622.jpg TC6553_r4.kmz
20	都市計畫區	TC6553	397	120.6334891	24.15426437	1	3	TC6553_397.jpg	1Fre2_143.jpg	TC6553_r4.kmz
21	都市計畫區	TC6553	4475	120.633479	24.15296643	4	12	TC6553_4475.jpg	1Fre2_5.jpg	h_20042.jpg TC6553_r4.kmz
22	都市計畫區	TC6553	3704	120.6339305	24.15594802	3	9	TC6553_3704.jpg	1Fre2_155.jpg	m_4604.jpg TC6553_r5.kmz
23	都市計畫區	TC6553	5401	120.633494	24.15605331	5	15	TC6553_5401.jpg	1Fre2_1.jpg	h_22094.jpg TC6553_r5.kmz
24	都市計畫區	TC6553	696	120.6336304	24.1559139	1	3	TC6553_696.jpg	1Fre2_275.jpg	TC6553_r5.kmz
25	都市計畫區	TC6553	708	120.6337463	24.1560865	1	3	TC6553_708.jpg	1Fre2_138.jpg	TC6553_r5.kmz
26	都市計畫區	TC6553	711	120.6335424	24.15605201	1	3	TC6553_711.jpg	1Fre2_176.jpg	TC6553_r5.kmz
27	都市計畫區	TC6553	661	120.6335596	24.15587612	1	3	TC6553_661.jpg	1Fre2_113.jpg	TC6553_r5.kmz
28	都市計畫區	TC6553	2826	120.6334723	24.15612927	2	6	TC6553_2826.jpg	1Fre2_74.jpg	m_5130.jpg TC6553_r5.kmz
29	都市計畫區	TC6554	4825	120.6338916	24.15702695	4	12	TC6554_4825.jpg	1Frep2_11.jpg	m_1842.jpg TC6554_r1.kmz
30	都市計畫區	TC6554	4780	120.6335484	24.15649463	4	12	TC6554_4780.jpg	1Fre2_87.jpg	m_151.jpg TC6554_r3.kmz
31	都市計畫區	TC6554	5493	120.6337343	24.15787267	5	15	TC6554_5493.jpg	1Fre2_137.jpg	m_5264.jpg TC6554_r3.kmz
32	都市計畫區	TC6554	959	120.6335982	24.15722333	1	3	TC6554_959.jpg	1Fre2_107.jpg	TC6554_r3.kmz
33	都市計畫區	TC6554	2936	120.6337673	24.15775878	2	6	TC6554_2936.jpg	1Frep2_23.jpg	m_9040.jpg TC6554_r3.kmz

## 六、 成果分析與探討

### (一) 建物合併處理之建模方式

依 105 年 8 月 12 日會議結論，同意相鄰且樓層數相同的建物以合

併建物框方式進行建模及材質敷貼，合併處理方式如圖 2-29，另為了解建物合併建模差異，針對本案臺中 9 幅資料，分別製作合併與不合併兩種型式，以作比較差異。可觀察同一排建物之戶數與模型貼圖之戶數數量能夠一致，差異僅在貼圖。



圖 2-29、建物合併處理

## (二)整幅模型分層之數量

為有效針對此巨量資料進行呈現上之管理，本次作業首先將整個建物圖層作「分幅」處理，如此可針對較小範圍內的建物進行顯示管控。每一圖檔內所含之模型再依其體積予以「分層」處理，然後再利用 KML 之 Region/LOD 機制來控制各等級建物之顯示時機。有關分層處理，本次作業交付第一版以分成 3 層方式處理(每一層分別有 1x1、2x2、4x4，共計 21 個子分幅)，惟觀察到因 Google Earth 同時要顯示的模型數量太多，容易發生 Google Earth 運作不正常現象(不再 Load 其他模型)，故後續再交付一版以分成 5 層方式處理(每一層分別有 1x1、2x2、3x3、4x4、5x5，共計 55 個子分幅)，經此處理，可改善第一版本的 Google Earth 展現模型問題，比較如圖 2-30。

名稱	大小	名稱	大小	名稱	大小
Changhua5336_r1.kmz	607 KB	Changhua5336_r1.kmz	102 KB	Changhua5336_r30.kmz	252 KB
Changhua5336_r4.kmz	19 KB	Changhua5336_r2.kmz	184 KB	Changhua5336_r31.kmz	155 KB
Changhua5336_r5.kmz	86 KB	Changhua5336_r3.kmz	257 KB	Changhua5336_r32.kmz	193 KB
Changhua5336_r6.kmz	149 KB	Changhua5336_r4.kmz	262 KB	Changhua5336_r33.kmz	279 KB
Changhua5336_r7.kmz	177 KB	Changhua5336_r5.kmz	227 KB	Changhua5336_r34.kmz	89 KB
Changhua5336_r8.kmz	76 KB	Changhua5336_r6.kmz	160 KB	Changhua5336_r35.kmz	113 KB
Changhua5336_r9.kmz	14 KB	Changhua5336_r7.kmz	238 KB	Changhua5336_r36.kmz	101 KB
Changhua5336_r10.kmz	52 KB	Changhua5336_r8.kmz	164 KB	Changhua5336_r37.kmz	135 KB
Changhua5336_r11.kmz	98 KB	Changhua5336_r9.kmz	285 KB	Changhua5336_r38.kmz	330 KB
Changhua5336_r12.kmz	13 KB	Changhua5336_r10.kmz	273 KB	Changhua5336_r39.kmz	270 KB
Changhua5336_r13.kmz	1,037 KB	Changhua5336_r11.kmz	302 KB	Changhua5336_r40.kmz	316 KB
Changhua5336_r14.kmz	1,554 KB	Changhua5336_r12.kmz	78 KB	Changhua5336_r41.kmz	341 KB
Changhua5336_r15.kmz	1,008 KB	Changhua5336_r13.kmz	160 KB	Changhua5336_r42.kmz	261 KB
Changhua5336_r16.kmz	1,584 KB	Changhua5336_r14.kmz	309 KB	Changhua5336_r43.kmz	154 KB
Changhua5336_r17.kmz	1,422 KB	Changhua5336_r15.kmz	198 KB	Changhua5336_r44.kmz	153 KB
Changhua5336_r18.kmz	900 KB	Changhua5336_r16.kmz	199 KB	Changhua5336_r45.kmz	160 KB
Changhua5336_r19.kmz	569 KB	Changhua5336_r17.kmz	266 KB	Changhua5336_r46.kmz	243 KB
Changhua5336_r20.kmz	1,389 KB	Changhua5336_r18.kmz	199 KB	Changhua5336_r47.kmz	165 KB
Changhua5336_r21.kmz	1,021 KB	Changhua5336_r19.kmz	307 KB	Changhua5336_r48.kmz	304 KB
		Changhua5336_r20.kmz	184 KB	Changhua5336_r49.kmz	187 KB
		Changhua5336_r21.kmz	327 KB	Changhua5336_r50.kmz	132 KB
		Changhua5336_r22.kmz	295 KB	Changhua5336_r51.kmz	175 KB
		Changhua5336_r23.kmz	273 KB	Changhua5336_r52.kmz	47 KB
		Changhua5336_r24.kmz	179 KB	Changhua5336_r53.kmz	291 KB
		Changhua5336_r25.kmz	347 KB	Changhua5336_r54.kmz	221 KB
		Changhua5336_r26.kmz	153 KB	Changhua5336_r55.kmz	354 KB
		Changhua5336_r27.kmz	107 KB		
		Changhua5336_r28.kmz	111 KB		
3 層方式處理 (共計 21 個子分幅)		5 層方式處理 (共計 55 個子分幅)			

圖 2-30、整幅模型分層數量成果之比較

## 第三章 非都市計畫區 3D 建模

### 一、工作項目

非都市計畫區工作項目包含作業範圍內各建物資料之建物樓高賦予、建物三維灰階模型產製及三維建物近似化模型：

#### (一) 建物樓高賦予

探討利用臺灣通用電子地圖之建物圖層，輔以 DSM 與 DEM 資料，以自動化方式萃取出建物樓高資訊之作業模式。

#### (二) 產製建物三維灰階模型資料

利用 (一)項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，產製建物三維灰階模型(KML/KMZ 格式)，並依樓高賦予不同顏色，以提升資料之視覺化效果。

#### (三) 建置三維建物近似化模型資料

利用 (一)項非都市計畫區臺灣通用電子地圖萃取出建物樓高資訊，輔以正射影像及通用紋理材質庫，批次建立三維建物近似化模型，並進行屋頂(由正射影像擷取對應之屋頂影像進行貼附)及牆面之紋理貼圖(採通用近似化紋理模式)。

### 二、施作範圍

計 36 個五千分之一圖幅(如圖 3-1)，以臺灣通用電子地圖來施作(該範圍內如有一千分之一地形圖則不重複施作)，此等區域須利用 DEM 與 DSM 資料，以自動化方式萃取出建物樓高，並產製成 3D 灰階模型及近似化模型。

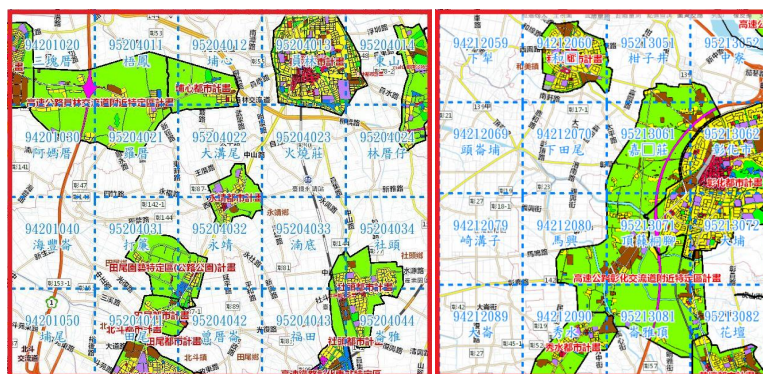


圖 3-1、彰化縣非都市計畫區作業範圍



### 三、使用資料概況

#### (一)臺灣通用電子地圖建物圖層

非都市計畫區之建物模型係利用臺灣通用電子地圖建物圖層進行施作，此類圖資之建物並無與建物高度相關之屬性資料(範例資料如圖 3-2)。



BUILD\_94201020 圖幅

BUILD\_95213082 圖幅

圖 3-2、彰化縣非都市計畫區臺灣通用電子地圖建物圖層

#### (二)DSM 與 DEM

此類圖資之建物並無與建物高度相關之屬性資料，在本計畫中嘗試利用 DSM 與 DEM 之差值，萃取出地表物高度，此部分因屬於一般公務機密資料，故作業時由本公司攜帶開發之程式至國土測繪中心作業，在國土測繪中心提供的電腦上進行作業，於原 shape file 上新增一樓高屬性欄位，並將粹取出之建物樓高儲存於此欄位，作業結束後將此 shape file 攜回，以進行模型產製及牆面紋理敷貼作業。

#### (三)正射影像

使用解析度 25cm 之正射影像(同前述都市計畫區範圍建模所用影像)。

### 四、作業方法與步驟

非都市計畫區建模作業如圖 3-3 所示，與都市計畫區建模作業步驟(圖 2-5)之差異僅在資料前處理及建物高度萃取，故以下僅針對該

二步驟做詳述：

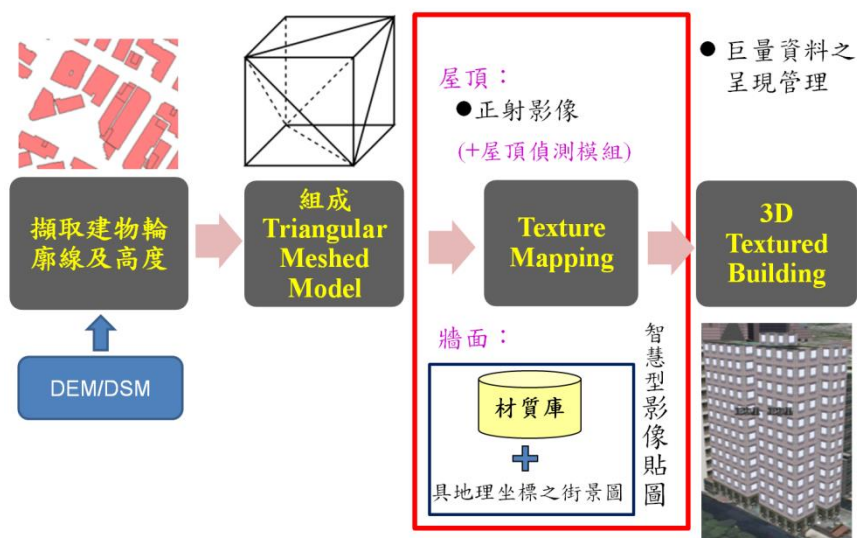


圖 3-3、彰化縣非都市計畫區建模作業步驟

### (一)資料前處理

#### 1. 去除一千分之一地形圖重疊之建物圖層

針對國土測繪中心所提供臺灣通用電子地圖(如圖 3-4(a))，與前述提供之一千分之一地形圖套疊後，扣除範圍內與一千分之一地形圖重疊之建物圖層(如圖 3-4(b))，即為非都市計畫區之施作範圍(如圖 3-4(c))。經統計本次工作施作範圍內，非都市計畫區其建物數量計 59,486 個。



(a)未扣除一千分之一地形圖

(b)套疊範圍內一千分之一地形圖



(c)剩餘地區以非都市計畫區方式施作

圖 3-4、非都市計畫區範圍

## 2. 濾除面積較小的建物

在前章節都會區中濾除臨時建築物(建物圖層屬性欄位 Build\_STR=T 者),惟非都市計畫區臺灣通用電子地圖之圖資並無建物屬性欄位,考量整體運作效能,在本次濾除面積小於  $20\text{m}^2$  者(圖 3-5),經觀察其大多屬於非典型建物型態,不影響整體建模成果。濾除前後之建物數量統計如下表 3-1,可看出經合併後,數量大幅減少,提升模型展示效能。

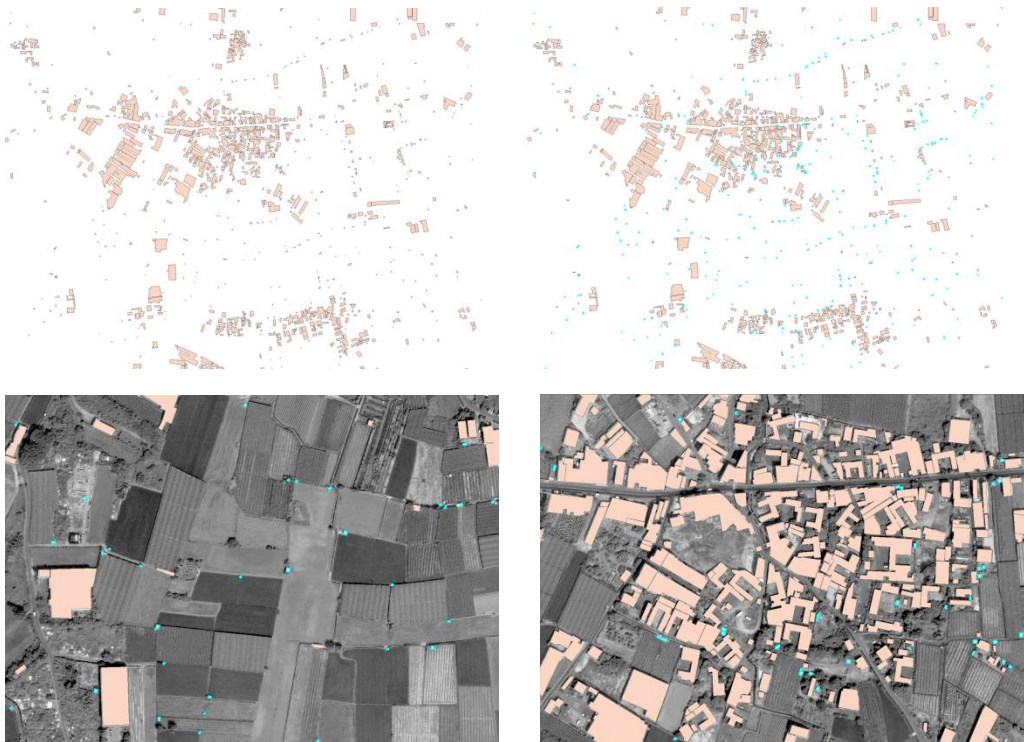


圖 3-5、非都市計畫區建物過濾(藍色為濾除之 polygon)

表 3-1、非都市計畫區建物濾除之數量前後比較表

圖幅編號	原始數量	過濾後數量
BUILD_94201020	2316	1414
BUILD_94201030	2566	1240
BUILD_94201040	1418	1065
BUILD_94201050	1120	864
BUILD_94212059	1463	1190
BUILD_94212060	1071	856
BUILD_94212069	1545	1255
BUILD_94212070	1820	1450
BUILD_94212079	1860	1421
BUILD_94212080	1717	1298
BUILD_94212089	1721	1184
BUILD_94212090	1148	749
BUILD_95204011	2357	1475
BUILD_95204012	2236	1508
BUILD_95204013	826	594
BUILD_95204014	2409	1692
BUILD_95204021	2095	1381
BUILD_95204022	1702	1093
BUILD_95204023	2291	1695
BUILD_95204024	2042	1346
BUILD_95204031	1505	975
BUILD_95204032	1991	1271
BUILD_95204033	2340	1726
BUILD_95204034	2178	1599
BUILD_95204041	2241	1922
BUILD_95204042	2096	1487
BUILD_95204043	1135	755
BUILD_95204044	1947	1504
BUILD_95213051	1869	1450
BUILD_95213052	1056	835
BUILD_95213061	785	566
BUILD_95213062	376	193



BUILD_95213071	497	226
BUILD_95213072	1144	826
BUILD_95213081	983	639
BUILD_95213082	1620	1071
合計	59,486	41,815

## (二)樓高萃取

樓高萃取方式係利用 DEM 及 DSM，針對建物框範圍內之值進行運算，取一代表值作為樓高，步驟如下：

1. 整個圖幅計算 DEM-DSM 值產生另一暫存 Array。
2. 將建物框在對應的範圍附近上下左右位移，找出與建物框最符合範圍內之所有高度值，示意如圖 3-6。



原始對應區



修正後對應區

圖 3-6、建物框對應範圍的 DEM-DSM 值

3. 高度值進行 histogram 統計(histogram 的 bin 分別[2~4]、[5~7] [8~10]、[11~13]....)進行樓層數量之分析。
4. 取統計量最多的樓層及其高度平均值作為代表樓高，示意如圖 3-7。

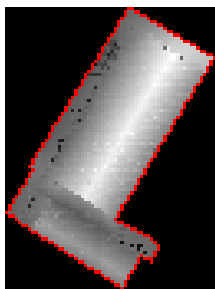
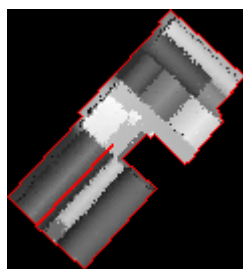
DEM-DSM		
樓層比例統計	1F(3.72)(100%);	2F(7.06)(40%);3F(8.28)(60%);
賦予樓高值	3.72	8.28

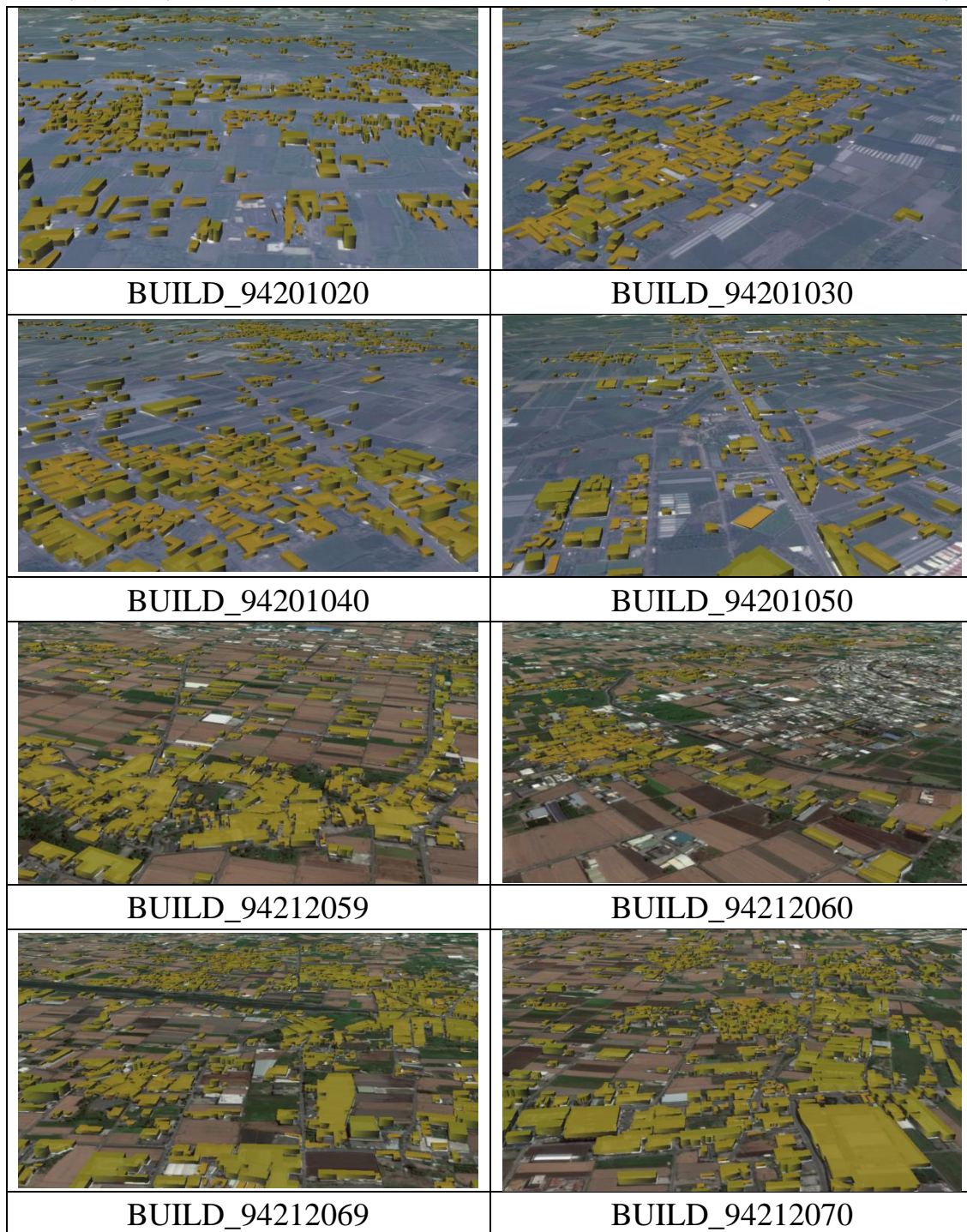
圖 3-7、樓高代表示意圖

樓高取得後，餘 3D 灰階建模與 3D 近似建模之步驟與前章節都市計畫區相同，在此不做重複敘述，以下僅針對樓高取得之適切性作分析。

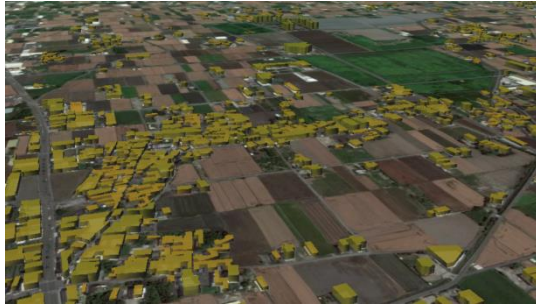
## 五、作業成果

### (一) 建物樓高賦予與建物三維灰階模型

計製作計畫範圍類 36 幅原始圖資之三維灰階模型建物 (如圖 3-8)







BUILD\_94212079



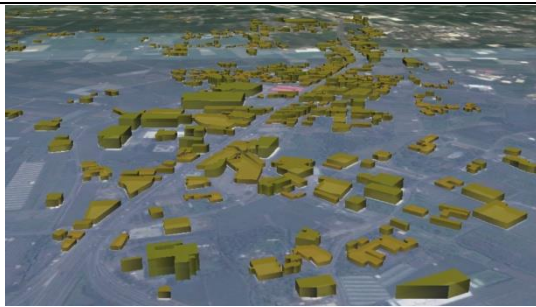
BUILD\_94212080



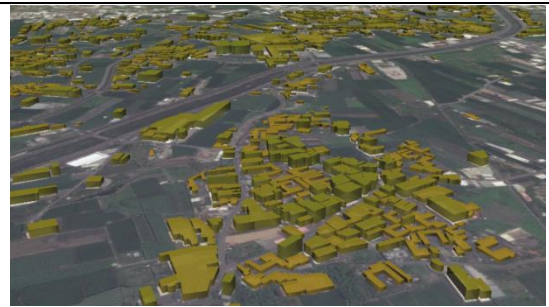
BUILD\_94212089



BUILD\_94212090



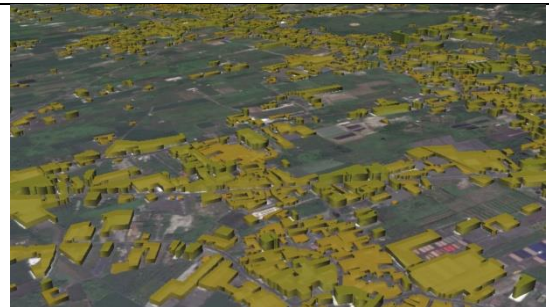
BUILD\_95204011



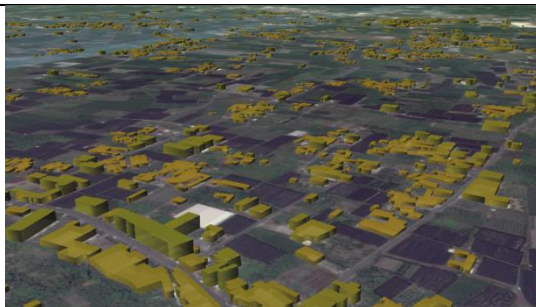
BUILD\_95204012



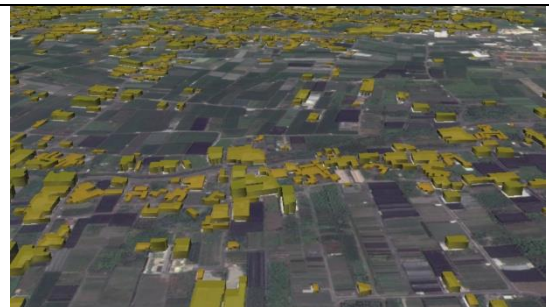
BUILD\_95204013



BUILD\_95204014


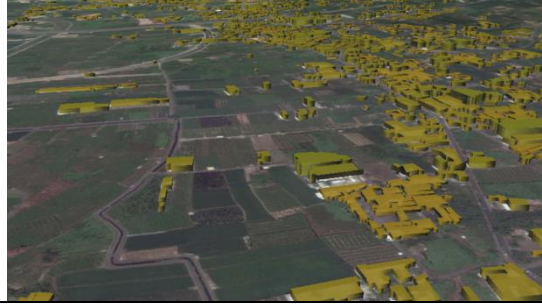

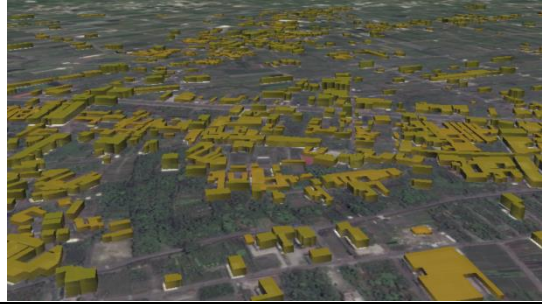
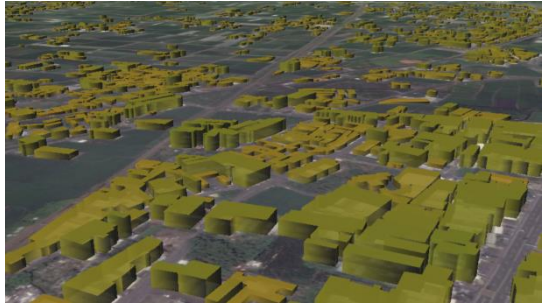



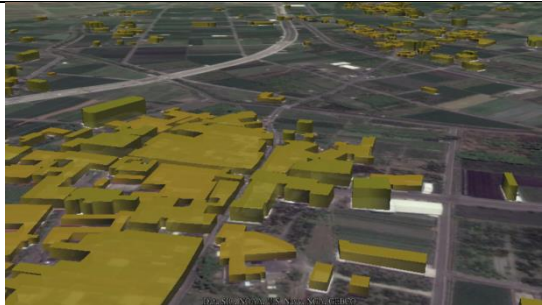
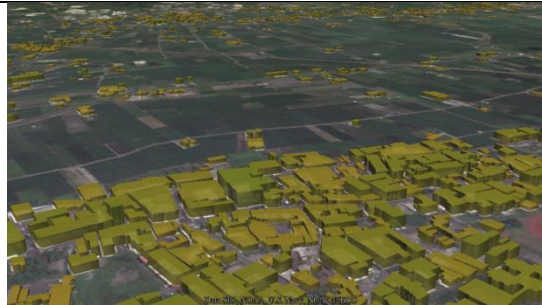


BUILD\_95204021



BUILD\_95204022



	
BUILD_95204023	BUILD_95204024
	
BUILD_95204031	BUILD_95204032
	
BUILD_95204033	BUILD_95204034
	
BUILD_95204041	BUILD_95204042
	
BUILD_95204043	BUILD_95204044



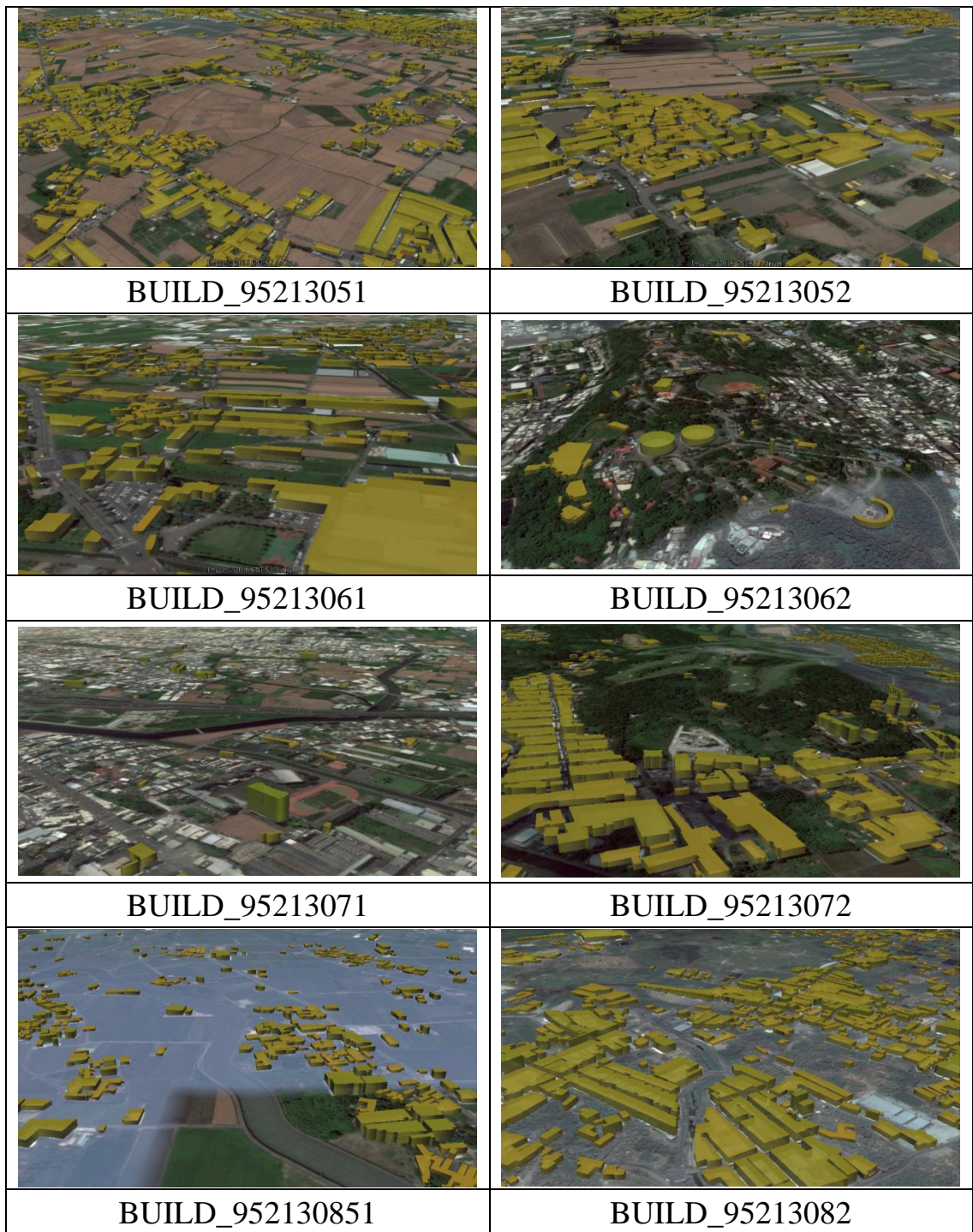
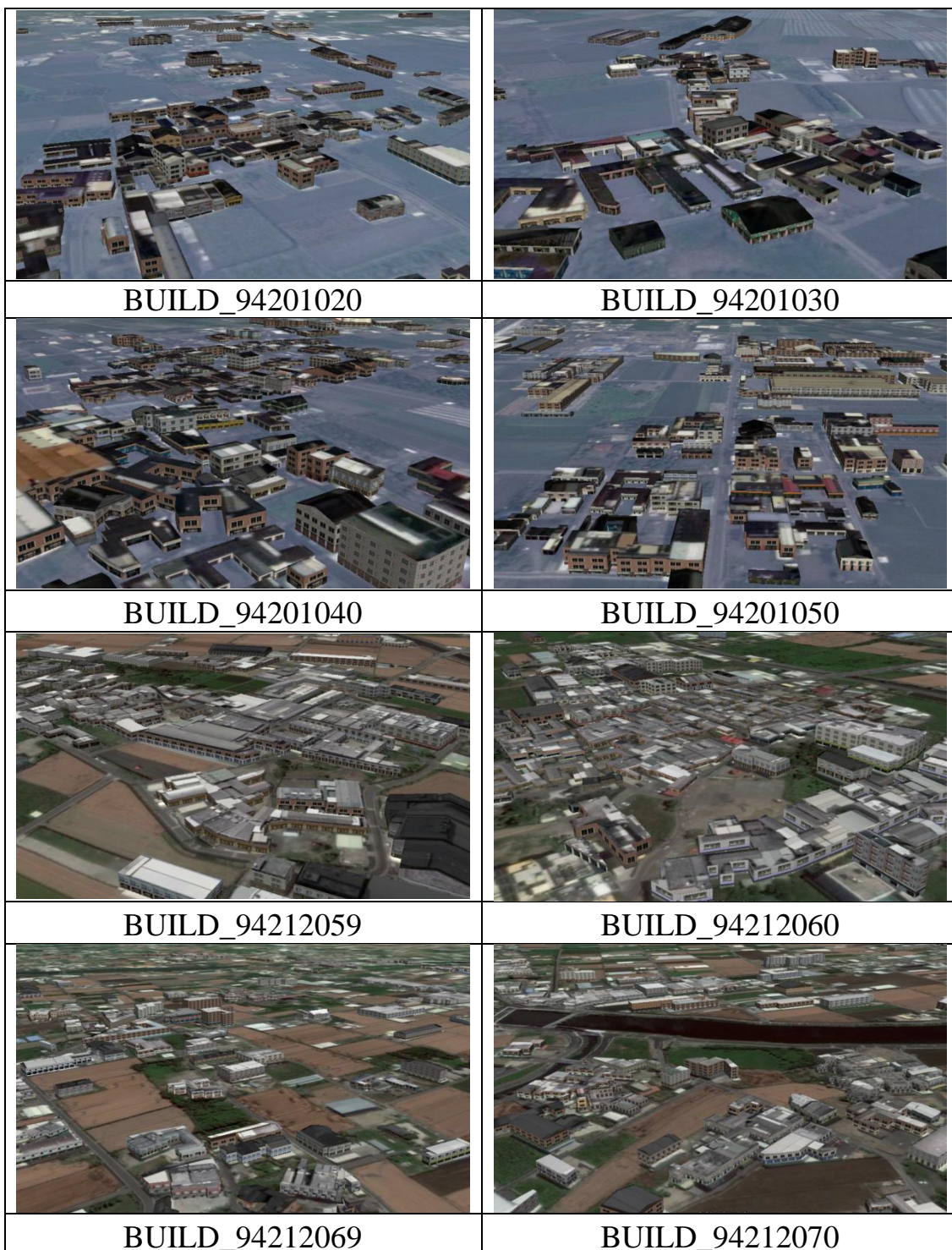


圖 3-8、非都區各圖幅之三維灰階模型建物



## (二)三維建物近似化模型

計製作計畫範圍類36幅原始圖資之三維建物近似化模型 (如圖 3-9)



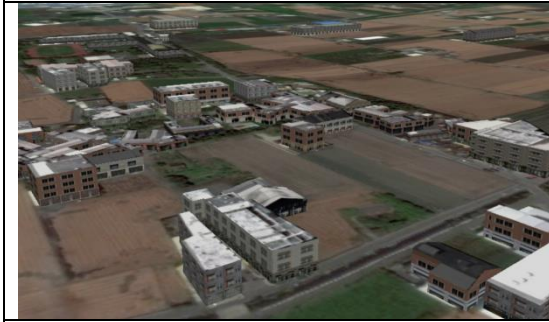




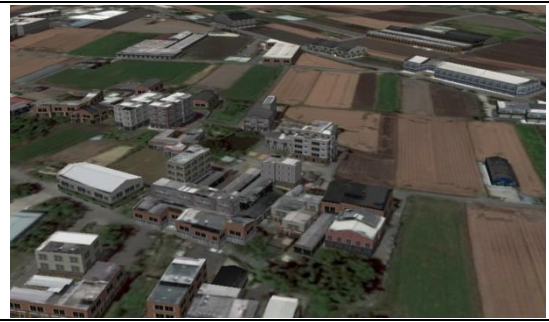
BUILD\_94212079



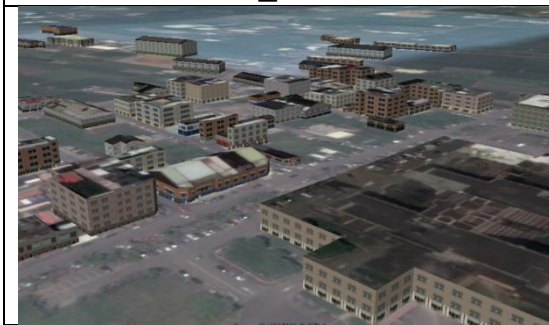
BUILD\_94212080



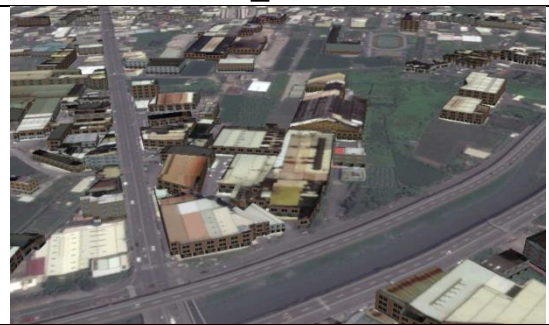
BUILD\_94212089



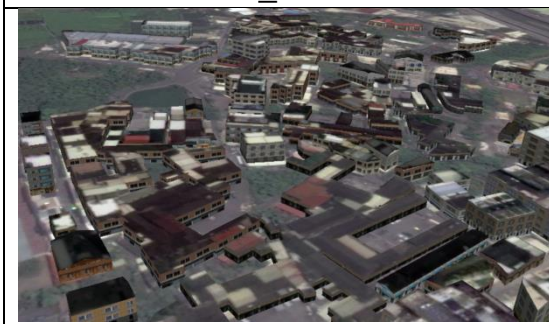
BUILD\_94212090



BUILD\_95204011



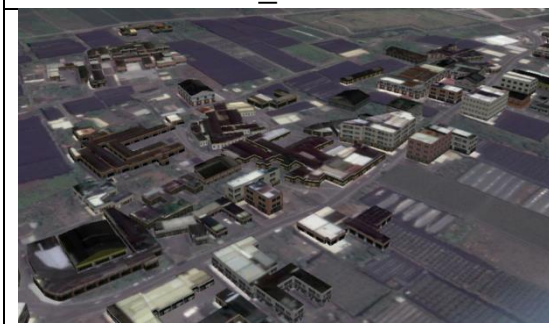
BUILD\_95204012



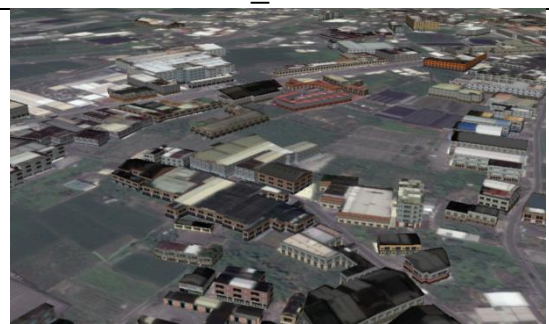
BUILD\_95204013



BUILD\_95204014

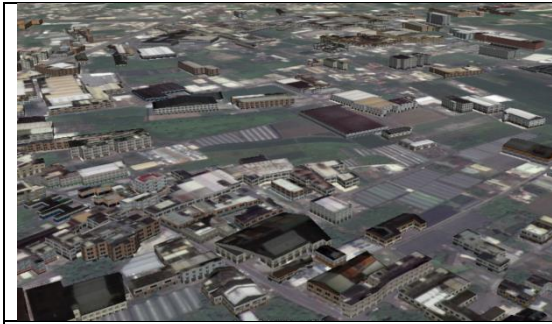


BUILD\_95204021

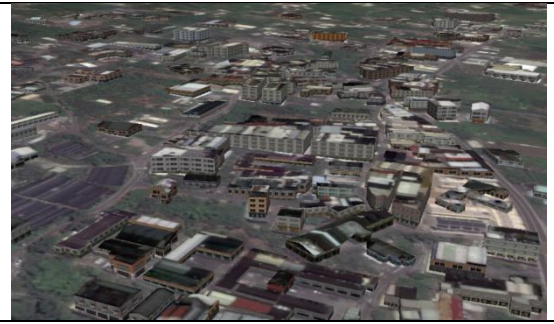


BUILD\_95204022

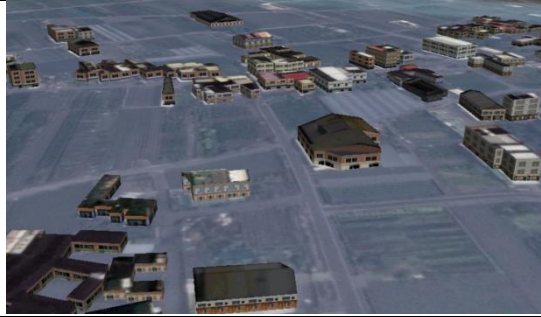




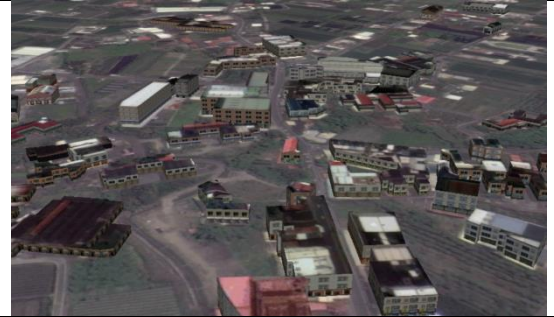
BUILD\_95204023



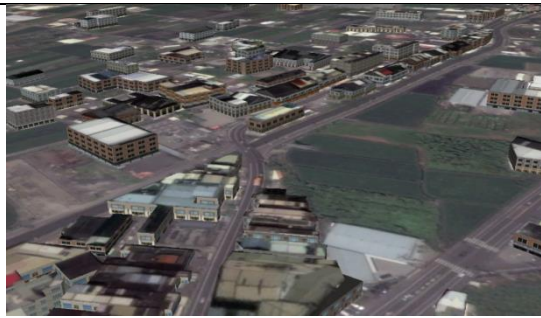
BUILD\_95204024



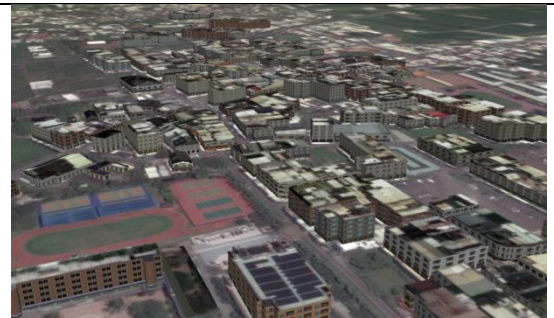
BUILD\_95204031



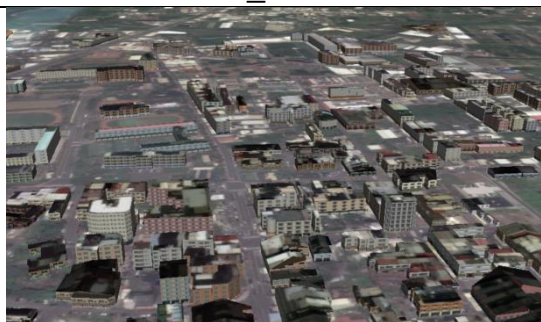
BUILD\_95204032



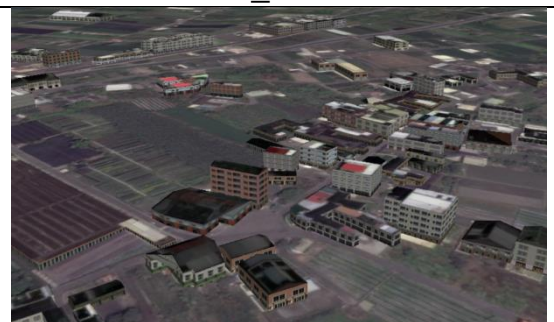
BUILD\_95204033



BUILD\_95204034



BUILD\_95204041



BUILD\_95204042



BUILD\_95204043



BUILD\_95204044





圖 3-9、非都區各圖幅之三維建物近似化模型

### (三) 成果紀錄表

非都市計畫區成果紀錄表如下表，包含建物編號、位於都市計畫區或非都市計畫區、圖幅編號、樓層數、敷貼影像數量等...，摘錄部分如下表(詳請參閱交付之電子檔)

表 3-2、都市計畫區成果檢核表摘錄

類型	圖幅編號	polygon ID	中心點經度	中心點緯度	樓層數	樓高(m)	屋頂影像材質	牆面影像(1F)	牆面影像(2F以上)	KMZ檔名
非都市計畫區	BUILD_94201020	1292447	120.49	23.9528	4	11.74	BUILD_94201020_1292447.jpg	1Fre2_10.jpg	m_29477.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1296720	120.49	23.9664	3	9.11	BUILD_94201020_1296720.jpg	1Fre2_244.jpg	m_26803.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1292849	120.49	23.9545	2	6.03	BUILD_94201020_1292849.jpg	1Fre2_59.jpg	h_28697.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1297532	120.49	23.9689	2	6.28	BUILD_94201020_1297532.jpg	1Fre2_107.jpg	m_600.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1294400	120.5	23.9591	2	7.05	BUILD_94201020_1294400.jpg	1Fre2_105.jpg	h_16158.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1296817	120.49	23.9668	3	9.1	BUILD_94201020_1296817.jpg	1Fre2_261.jpg	h_2920.jpg	BUILD_94201020_r1.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1292736	120.49	23.9541	2	5.8	BUILD_94201020_1292736.jpg	1Fre2_176.jpg	m_6728.jpg	BUILD_94201020_r2.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1293766	120.49	23.9575	8	24.4	BUILD_94201020_1293766.jpg	1Fre2_244.jpg	m_29477.jpg	BUILD_94201020_r2.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1293521	120.5	23.9566	4	12.2	BUILD_94201020_1293521.jpg	1Fre2_259.jpg	h_23834.jpg	BUILD_94201020_r2.kmz
非都市計畫區	BUILD_94201020	1292194	120.49	23.9519	3	9.85	BUILD_94201020_1292194.jpg	1Fre2_20.jpg	m_13092.jpg	BUILD_94201020_r2.kmz

## 六、成果分析與探討

非都市計畫區作業著重在樓高萃取之適切性分析，為作此分析，取一臺灣通用電子地圖中亦包含都市計畫區之圖幅(BUILD\_95213071)，利用 DEM/DSM 進行樓高萃取，並與一千分之一地形圖樓層數換算樓高做比較，歸納如下：

### (一) DEM/DSM 樓高萃取之精確性

Case1: DEM/DSM 樓高萃取優於樓層數換算樓高

圖 3-10 之建物於一千分之一地形圖之樓層數為 3(換算樓高為 9M)，DEM/DTM 解算樓高則為 17.5m，經與街景圖做比對(如圖 3-11)，發現其還含半層之地下室，另屋頂為半圓頂，此種類型 DEM/DSM 樓高萃取會優於一千分之一地形圖換算樓高。



	
DEM/DTM 解算樓高：17.5m (臺灣通用電子地圖)	樓層數：3(換算樓高：9M) (一千分之一地形圖)

圖 3-10、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case1-1)

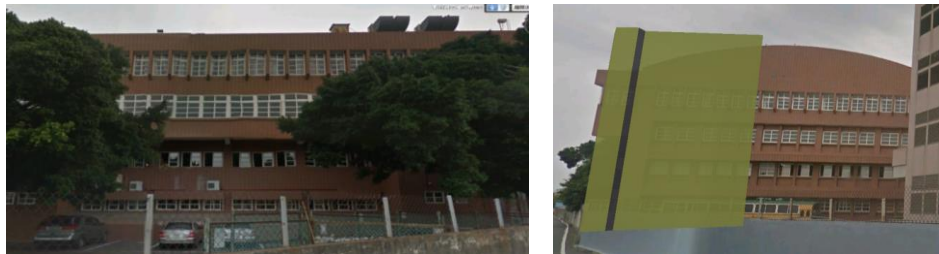


圖 3-11、街景圖比對樓高正確性(Case1-1)

圖 3-12 之工廠類型建物亦類似此問題。

	
DEM/DTM 解算樓高 (臺灣通用電子地圖)	樓層數換算樓高 (一千分之一地形圖)

圖 3-12、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case1-2)

**Case2:** 一千分之一地形圖之樓層數錯誤

圖 3-13 則疑似一千分之一地形圖之樓層數標註錯誤，而利用 DEM/DTM 解算樓高則有較正確之結果，建議也可利用此方法來做一千分之一地形圖之樓層數檢核或直接進行樓高賦予。



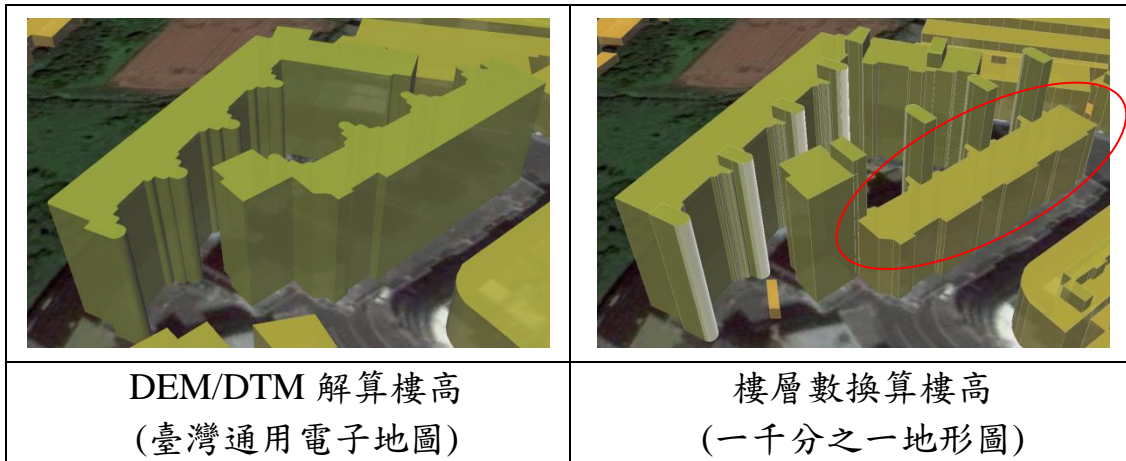


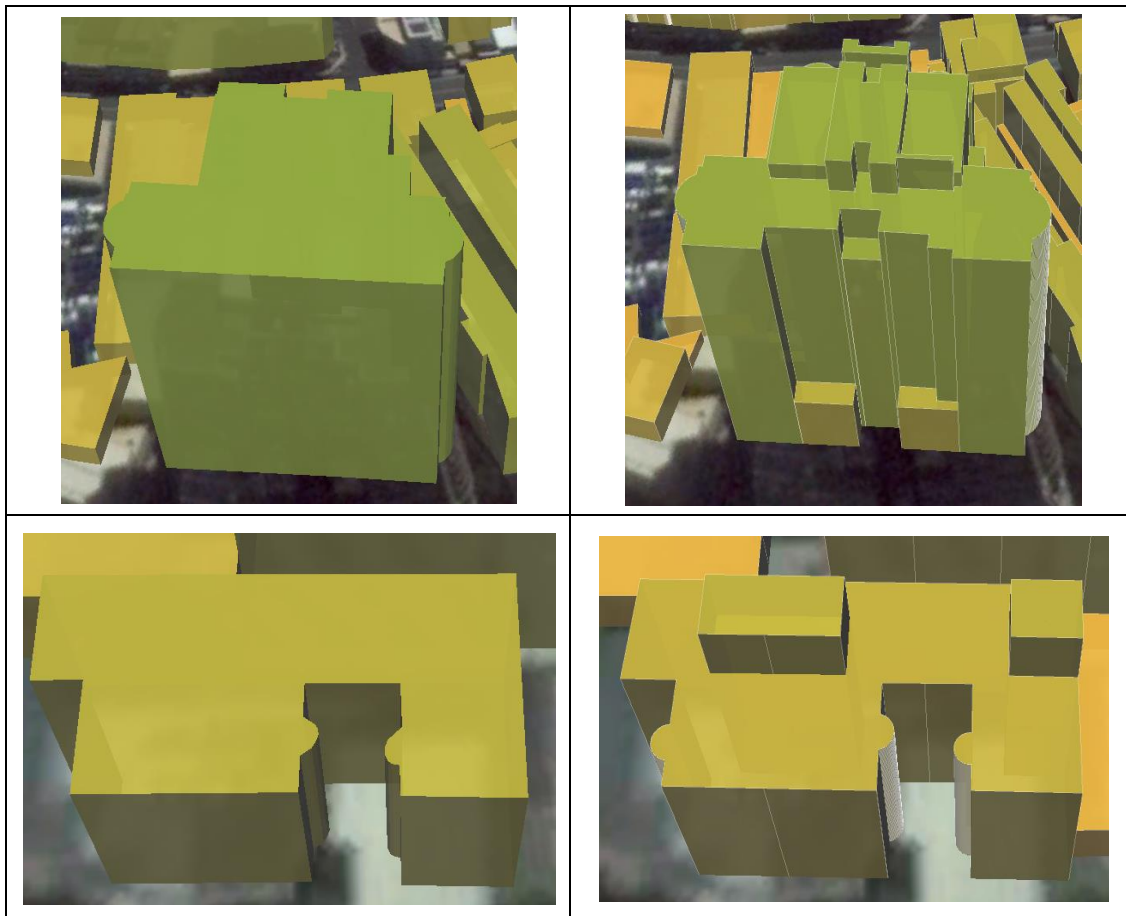
圖 3-13、DEM/DTM 解算樓高與樓層數換算樓高比較(Case2)

## (二) 臺灣通用電子地圖簡化建物框對建模之影響

臺灣通用電子地圖在製圖過程，因較小比例尺關係，通常將建物簡化，簡化程度不定，故在此探討簡化建物框對整體建模的影響，歸納如下：

Case1: 僅建物部分細節簡化

圖 3-14 類型之建物框僅建物部分細節簡化，建模成果對整體視覺效果影響不大。



DEM/DTM 解算樓高 (臺灣通用電子地圖)	樓層數換算樓高 (一千分之一地形圖)
----------------------------	-----------------------

圖 3-14、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case1)

Case2: 透天厝類型之簡化

圖 3-15 透天厝類型之建物框簡化，其建模成果都還在可接受範圍。

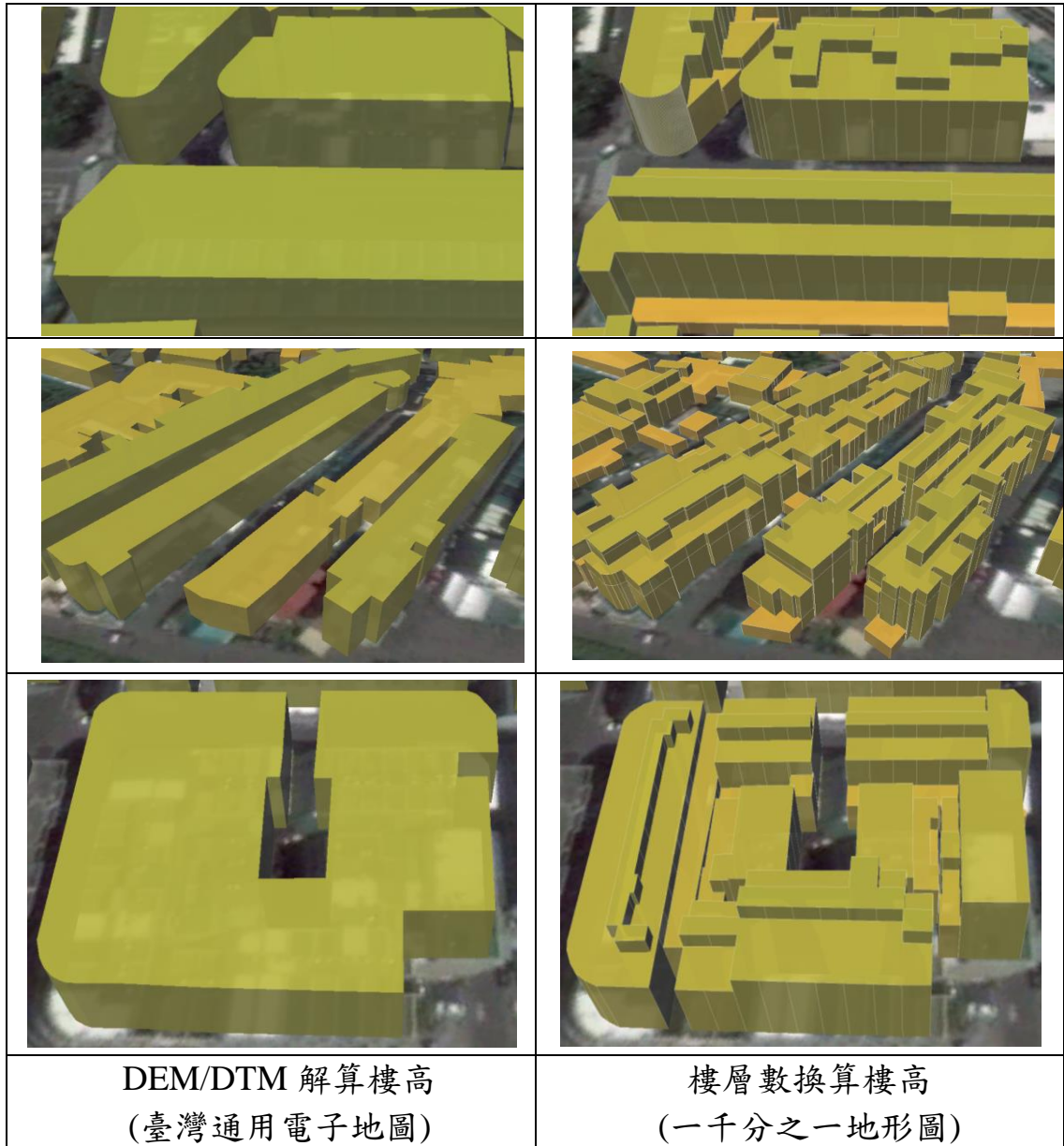


圖 3-15、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case2)

Case3: 較大差異之簡化

圖 3-16 則顯示樓高較大差異之建物，其建模成果與實況差異就較大，這種狀況通常是在都市計畫區較大的街廓區，但相對而言，此種問

題比例較前幾種微少，非都市計畫區則較少這種問題，整體來看，二者的比較都還在視覺化可接受範圍(圖 3-17)。

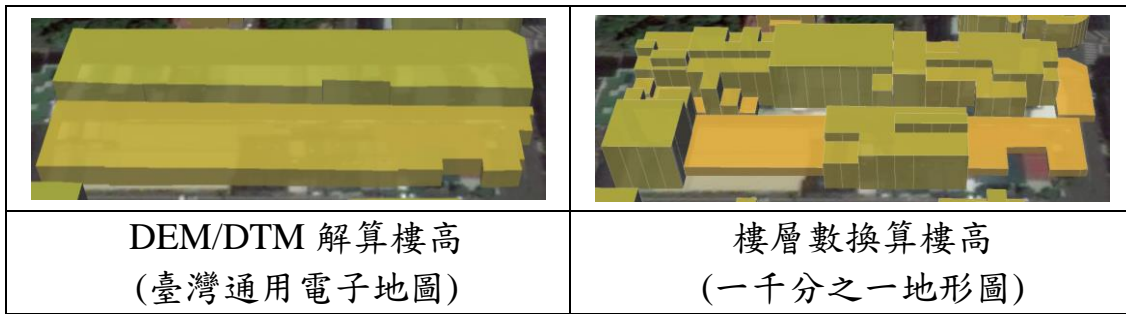


圖 3-16、建物部分細節簡化對建模成果之比較(Case3)

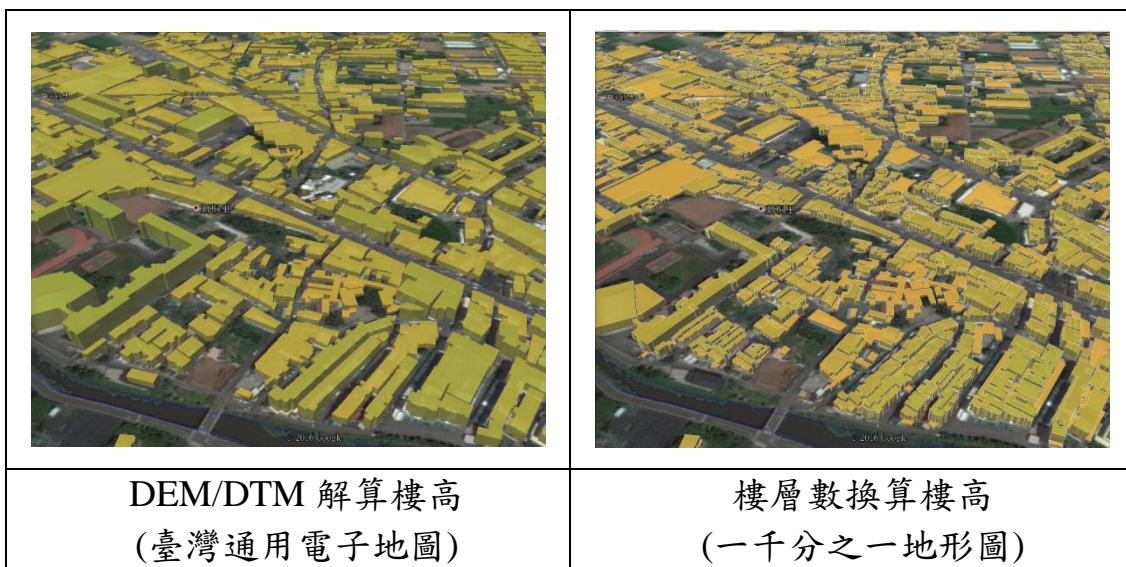


圖 3-17、建物部分細節簡化對建模成果之比較



## 第四章 結論與建議

本計畫分二階段，分別針對都市計畫區及非都市計畫區，利用政府既有圖資提出一有效之作業模式，以高自動化程度模式快速進行建物樓高萃取、產製建物三維灰階模型及三維建物近似化模型，重要成果除非都市計畫區利用 DSM/DEM 萃取樓高獲得很好之成果外，並產製出都市計畫區計 121,576 個建物三維模型、非都市計畫區 41,815 個建物三維建物模型。

在第三章及第四章分別針對都市計畫區及非都市計畫區成果進行詳細之分析探討，作業成果已達本案預期之作業目標，由本次作業所獲取之經驗，提供未來作業建議如下，使未來作業更臻完美：

### 一、 都市計畫區之樓高賦予方式：

本次作業針對都市計畫區建模之樓高方式係採建物屬性欄位中之樓層數 $\times$ 3M 做概估，惟從第五章第五節「樓高萃取之適切性分析」中可觀察，如經適當處理，由 DEM/DSM 解算樓高會較之樓層數 $\times$ 3M 概估精確，但亦觀察到二個問題(如圖 4-1)，需做進一步處理：

1. DEM/DSM 之精確度不足，會有破碎及鋸齒問題。
2. 建物框與 DEM/DSM 會有偏移，對於都市計畫區裡較小之建物框是否能夠採到精確的值有待觀察。

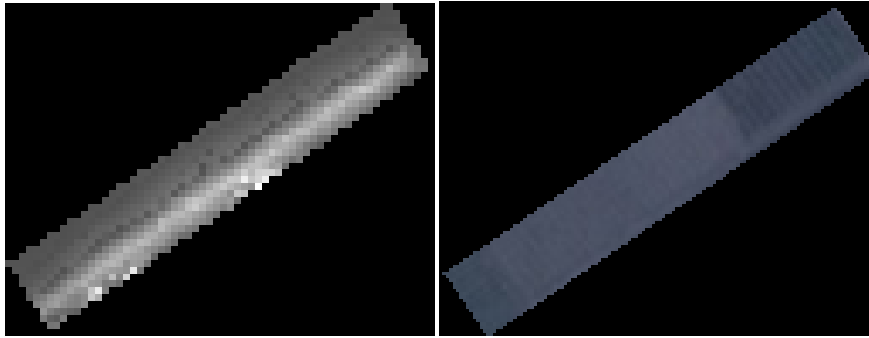


圖 4-1、DEM/DSM 精確度不足問題

### 二、 非都市計畫區建物分割

台灣通用電子地圖之非都市計畫區建物因建物簡化，如第三章第四節所述，整體而言並不影響整體視覺，惟仍可再作進一步處理，大致可分以下幾個 case：

1. 原始 polygon 單純，且單棟建物間結構清楚  
案例如圖 4-2，此類建物已可獲得正確之建物高度。

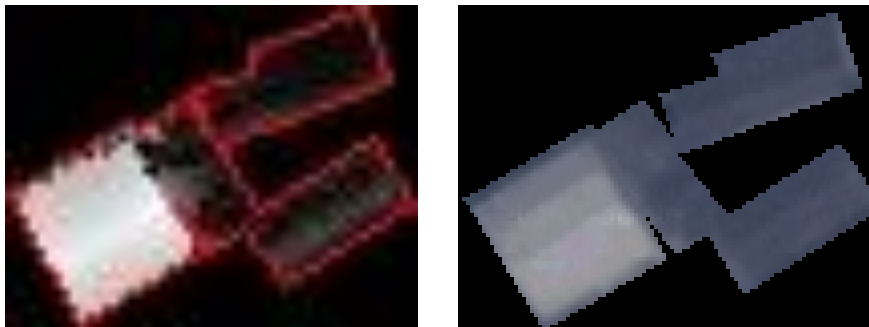


DSM-DEM

對應之正射影像

圖 4-2、單棟建物間結構案例

2. 原始 polygon 單純，且多棟建物間結構清楚  
 案例如圖 4-3，此類建物有機會再藉由正射影像之輔助，切割出建物。



DSM-DEM

對應之正射影像

圖 4-3、多棟建物間結構清楚案例

3. 原始 polygon 相對單純，但多棟建物間結構複雜  
 案例如圖 4-4，此類建物較無機會再作進一步建物切割處理。





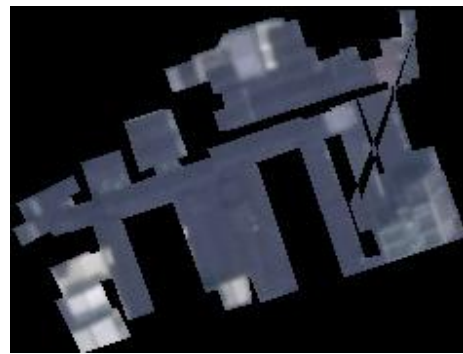
DSM-DEM

對應之正射影像

圖 4-4、多棟建物間結構複雜案例

4. 原始 polygon 複雜，且多棟建物間結構複雜

案例如圖 4-5，此類建物幾乎無機會再作進一步建物切割處理。



DSM-DEM

對應之正射影像

圖 4-5、多棟建物間結構複雜(原始 polygon 複雜) 案例

綜上分析，建議後續可針對第二種案例再作進一步細部切割之處理，經統計圖幅內有明確高度的建物框：

- (1) 代表樓層的高度量佔建物框內總量之比例高於 80% 以上：約佔 65%，此部分不須經特別處理可獲得可靠之樓高。



- (2) 代表樓層的高度量佔建物框內總量之比例介於 80%~40%：約佔 30%，此部分有機會作進一步之建物分割處理。
- (3) 代表樓層的高度量佔建物框內總量之比例低於 40%：約佔 5%，此部分較無機會作進一步處理。

## 第五章 未來應用發展建議

未來發展建議依「廣泛建置」、「有效分享」、「多元圖台」與「強化應用」等四個面向來做規劃，未來將以本案作業結果與經驗於期末總報告詳述：

### 一、 廣泛建置國家三維基本圖資：

目前國家基本圖資以二維之基本地形圖為主，尚缺大範圍之三維資料，縱使針對二維地形圖，其建置內涵仍尚需予以補強，如目前建物樓高資料僅在一千分之一地形圖中方有提供。本案成果經驗證可行，未來可大範圍推展，充實國家基本圖資，包含：

- (一) **地形圖之建物樓高賦予**：目前臺灣通用電子地圖尚缺樓高屬性資料，使得應用上廣受限制，惟目前國內尚未發展出一有效方法取得樓高資料；另一千分之一地形圖之建物圖層除台北市有樓高資訊外，餘均僅有樓層數屬性，本案利用 DEM 及 DSM 資料以自動化方式，利用資料處理萃取出樓高資訊之作業方法驗證可行，較之高成本之重測方式，可以較低成本來短時間內補足所缺資訊，加速臺灣通用電子地圖之應用。
- (二) **三維灰階模型建置**：三維灰階模型在某些特定領域有其應用價值(如行動應用考量資料傳輸頻寬及效能，或應用情境著重在資料視覺化...等)，有必要廣泛建置全台三維灰階模型，並依資料屬性賦予其不同顏色，強化資料視覺化效果，提供需求單位引用。
- (三) **三維近似化模型建置**：目前欲發展三維地理資訊應用之單位苦無三維基礎資料，造成應用發展停滯不前。內政部長期以來亦委託產官學界尋求一有效方法之建置方法，惟或需大成本或技術尚未成熟，目前建置範圍尚未廣泛。為廣植及加速三維地理資訊應用，以較快速方式廣泛建置全台三維近似化建物模型，提供需求單位先發展應用。

### 二、 有效分享：

依發展策略，分年逐步建置重點性區域之國家三維基本圖資後，可將成果分享與應用需求單位，以彰顯國土測繪中心對國家三維基本圖資發展之成果與努力，建議分享途徑有二：

(一)原始資料公開：視資料開放策略(有條件公開或全面開放)，將資料連結公開於政府開放資料平台提供引用，實體資料視必要提供需求單位條件式申請。

(二)嵌入式圖台引用：以網址帶參數或網址帶 JSON 資料交換方式行之，對於有引用 3D 圖台需求之單位，僅需依格式於單位網站內做必要之編碼，即可達到 3D 圖台之目的，內容可包含：

(1) 地圖類型：依底圖類型或 3D 建物類型(近似建模、灰階建模)

(2) 圖台定位點：圖台定位中心點。

(3) 展示資料檔案：kml 資料網址。

### 三、多元圖台：

目前本案建置之三維模型資料已驗證可匯入於國內主流 3D 圖台(如 Google Earth、TGOS 3D 圖台、中研院 SinicaView 3D 圖台、內政部多目標地籍圖...等)，一次性建置資料可達多元圖台之使用，效益頗高。

目前各家瀏覽器都基於資訊安全考量，已逐漸停止對 Silverlight、Java、Facebook 影片以及其他類似 NPAPI 形式之外掛程式的支援。目前國內主流 3D 圖台在應用端都需要下載 plugin 方能執行，未來在推展上勢必將面臨限制，故未來可朝不需要下載 plugin 的 WebGL 為主流。

### 四、強化應用：

資料與圖台建置達一定規模後，建議逐步發展如虛擬城市導覽、都市規劃、環境與景觀模擬、工程規劃與評估、適地性服務(Location Based Service, LBS)、運輸規劃及管理、3D 導航、災害防救模擬與應變、數位典藏、建築與遺址或特定場景重建、軍事及國防安全、娛樂及遊戲產業等應用，藉由更豐富的三維空間方式來分析及視覺化呈現資料，在地圖呈現上以更精細的影像提供擬真的畫面，提供全方位瀏覽與互動，將更貼近人的感受，近似化建模可提供之應用至少包含：



1. 資料視覺化應用：

<p>不動產實價登錄</p>	<p>安全監控</p>
<p>3D 歷史圖資</p>	<p>模擬導航/駕駛</p>
<p>飛行遨遊</p>	<p>綠色交通-YouBike</p>
<p>體感互動行銷城市</p>	

圖 5-1、近似建物模型於資料視覺化之應用



2. 空間分析應用：

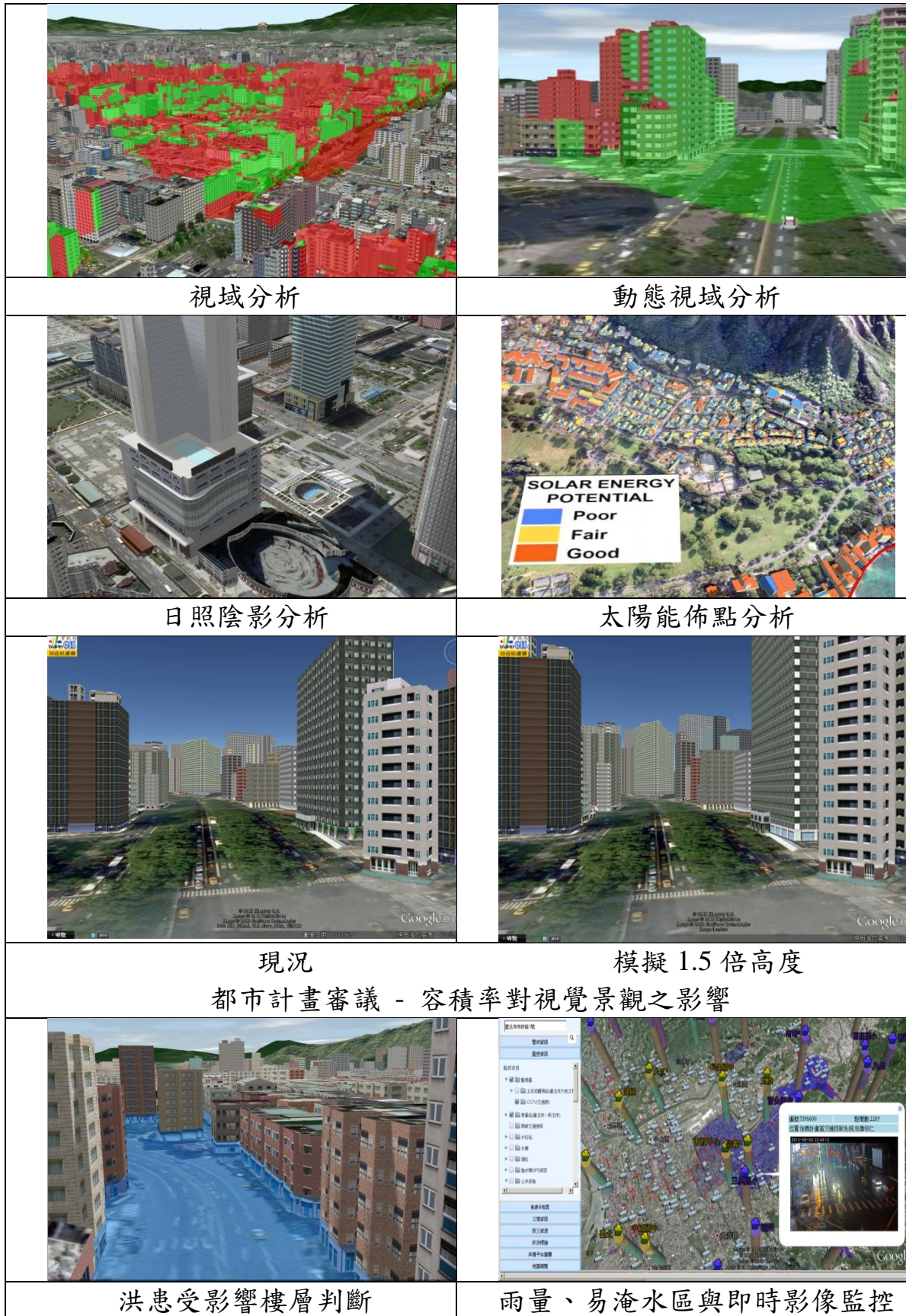


圖 5-2、近似建物模型於空間分析之應用

# 附件 1 需求訪談會議紀錄

## 內政部國土測繪中心

### 「105 年度三維近似化建物模型試辦計畫採購案」

#### 需求訪談會議紀錄

壹、開會時間：105 年 8 月 12 日（星期五）上午 09:30

貳、開會地點：內政部國土測繪中心 地籍資料庫 4 樓會議室

參、出席單位及人員：

內政部國土測繪中心：蔡課長季欣、游技正豐銘、張技正宇洲、

陳技士世儀、林技士士哲

鴻圖股份有限公司：孫樹國、葉培琴

記錄：葉培琴

肆、討論及決議事項：

一、基於模型展示效能考量，建議於相鄰且同樓層之建物進行合併處理以減少建物數量，並且維持近似建模之需求。

(一) 同意相鄰且樓層數相同的建物以合併建物圖層方式進行建模及材質敷貼。

(二) 為了解建物合併建模差異，針對本案臺中 9 幅資料，分別製作合併與不合併兩種型式，作為後續成果比較。

(三) 有關同一排建物之戶數與模型貼圖之戶數數量是否能採取一致數量的部分，請就此議題進行相關研究，並分析成果於報告書。

二、針對以下二類屬性之建物圖層不進行建模作業：

(一) 樓層屬性為”T”(臨時性建物)。

(二) 樓層屬性為”0”(不具備樓層資訊)。

三、樓高賦予方式：

(一) 具一千分之一地形圖範圍：樓層數為 3.0 米。



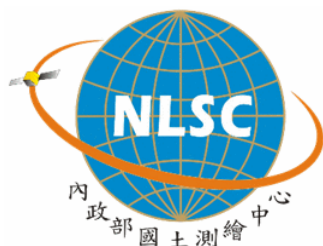
(二) 於臺灣通用電子地圖範圍：對應建物圖層範圍內之 DSM 與 DEM 差值，並進行運算處理，去除雜訊後，取平均值作為樓高。

四、建物之灰階模型顏色的呈現方式，採以黃綠色系為主，依建物樓高賦予不同顏色，以增加資料視覺化效果。

五、本案成果應提供灰階模型與近似化模型成果，作為後續應用。

六、三維建物模型敷貼時，若為 1 樓建物至少兩面貼皮(屋頂、正面)，若為 2 樓以上建物，至少三面貼皮(屋頂、1 樓正面、2 樓正面)。敷貼依據為相關街景資料，若無資料改採隨機方式敷貼材質。

七、在近似化模型之左上角處，放置國土測繪中心 Logo 作為版本宣告，圖示如下：



八、成果紀錄表部份

(一)以成果紀錄表之附檔新增二欄位：經度、緯度資訊，該資訊為建物之中心點經緯度。

(二)繳交 CSV 格式之電子檔。

九、成果展示依國土測繪中心通知配合處理。

十、國土測繪中心於 10 月初提供萃取樓高資訊所需之相關資料 (DEM 及 DSM)。

## 伍、工作時程及交付成果

本案決標日為 105 年 8 月 5 日


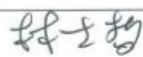




成果繳交項目及日期一覽表

階段	成果繳交項目	書面或電子檔	數量	單位	成果繳交日期	繳交日期期限
第 1 階段	作業計畫書(含需求訪談紀錄)	書面	7	份	決標次日起 30 個日曆天內 (20 日內辦理)	需求訪談： <b>8 月 25 日</b> 作業計畫書繳交：
		電子檔	1			

					需求訪談)	<b>9月4日</b>
第2 階段	都市計畫區建物 近似化模型成果 (含成果紀錄表)	電子檔	1	份	決標次日起 90個日曆天內	<b>11月3日</b>
第3 階段	非都市計畫區建物 近似化模型成果(含 成果紀錄表)	電子檔	1	份	於決標次日起 120個日曆天 內	<b>12月3日</b>
		書面	7			
	工作總報告	電子檔	1			

陸、散會（上午 11 時 20 分）

內政部國土測繪中心  
「105 年度三維近似化建物模型試辦計畫採購案」  
需求訪談會議簽到簿

時 間：105 年 08 月 12 日(星期五)上午 9 時 30 分	
地 點：本中心地籍資料庫 4 樓會議室	
主 席：蔡召集人季欣  記錄：林士哲	
	
出席人員	簽 到 處
游技正豐銘	
張技正宇洲	
湯課員美華	(請假)
陳技士世儀	
	
鴻圖股份有限公司	