

# 臺中市結構工程技師公會

板橋區浮洲合宜住宅結構安全鑑定案

A3 住宅鑑定報告書

【主 冊】



鑑定技師：結構技師 林明勝等 18 名

日 期：中華民國 104 年 9 月 16 日

文 號：中市結技鑑字第 284 號

# 「板橋區浮洲合宜住宅結構安全鑑定案」A3 區鑑定報告書

申請單位：日勝生活科技股份有限公司

鑑定單位：臺中市結構工程技師公會

鑑定技師：

林明勝(技執字第 000807 號)；	李仲彬(技執字第 001601 號)
邱華宗(技執字第 003107 號)；	王錦智(技執字第 004369 號)
高原(技執字第 003466 號)；	張家隆(技執字第 003253 號)
陳光旗(技執字第 002775 號)；	葉瑞堯(技執字第 002199 號)
楊宗翰(技執字第 000851 號)；	楊培堅(技執字第 001408 號)
林育信(技執字第 006880 號)；	林建全(技執字第 006940 號)
邱智佑(技執字第 003101 號)；	李明哲(技執字第 003683 號)
顧乃湘(技執字第 004111 號)；	石建愉(技執字第 001004 號)
黃冠綸(技執字第 007124 號)；	黃瑞德(技執字第 003403 號)



林明勝



陳光旗



顧乃湘



邱智佑



李仲彬



邱華宗

提送日期：中華民國 104 年 9 月 16 日

# 「板橋區浮洲合宜住宅結構安全鑑定案」A3 區鑑定報告書

申請單位：日勝生活科技股份有限公司

鑑定單位：臺中市結構工程技師公會

鑑定技師：

林明勝(技執字第 000807 號)；	李仲彬(技執字第 001601 號)
邱華宗(技執字第 003107 號)；	王錦智(技執字第 004369 號)
高原(技執字第 003466 號)；	張家隆(技執字第 003253 號)
陳光旗(技執字第 002775 號)；	葉瑞堯(技執字第 002199 號)
楊宗翰(技執字第 000851 號)；	楊培堅(技執字第 001408 號)
林育信(技執字第 006880 號)；	林建全(技執字第 006940 號)
邱智佑(技執字第 003101 號)；	李明哲(技執字第 003683 號)
顧乃湘(技執字第 004111 號)；	石建愉(技執字第 001004 號)
黃冠綸(技執字第 007124 號)；	黃瑞德(技執字第 003403 號)



提送日期：中華民國 104 年 9 月 16 日

# 「板橋區浮洲合宜住宅結構安全鑑定案」A3 區鑑定報告書

申請單位：日勝生活科技股份有限公司

鑑定單位：臺中市結構工程技師公會

鑑定技師：

林明勝(技執字第 000807 號)；	李仲彬(技執字第 001601 號)
邱華宗(技執字第 003107 號)；	王錦智(技執字第 004369 號)
高原(技執字第 003466 號)；	張家隆(技執字第 003253 號)
陳光旗(技執字第 002775 號)；	葉瑞堯(技執字第 002199 號)
楊宗翰(技執字第 000851 號)；	楊培堅(技執字第 001408 號)
林育信(技執字第 006880 號)；	林建全(技執字第 006940 號)
邱智佑(技執字第 003101 號)；	李明哲(技執字第 003683 號)
顧乃湘(技執字第 004111 號)；	石建愉(技執字第 001004 號)
黃冠綸(技執字第 007124 號)；	黃瑞德(技執字第 003403 號)



高原



楊宗翰



葉瑞堯



石建愉



張家隆



楊培堅

提送日期：中華民國 104 年 9 月 16 日



## 目 錄

- 一、申請單位
- 二、申請日期及文件
- 三、鑑定標的物坐落
- 四、鑑定要旨及內容
- 五、鑑定依據
- 六、鑑定經過概要
- 七、標的物之構造、用途與現況
- 八、標的物裂損現況調查結果
- 九、基地地質鑽探驗證
- 十、各棟傾斜率及地下層梁底高程差異測量結果
- 十一、地下層結構裂縫抽樣探測結果
- 十二、混凝土鑽心取樣試驗結果
- 十三、柱梁尺寸及鋼筋配置抽樣探查結果
- 十四、整體結構重建模型分析並與原設計檢討比對
- 十五、鑑定結論與建議
- 十六、附件



板橋區浮洲合宜住宅結構安全鑑定案

A3 北區鑑定報告書

- 一、申請單位：日勝生活科技股份有限公司。
- 二、申請日期及文件：民國 104 年 6 月 18 日鑑定委辦契約書。
- 三、鑑定標的物坐落：新北市板橋區浮洲。
- 四、鑑定要旨及內容：

日勝生活科技股份有限公司（以下簡稱申請單位）承攬內政部營建署主辦之「板橋浮洲合宜住宅」專案，地理位置詳如附件一，共計興建有 A2 區 6 棟、A3 區 9 棟、A6 區 22 棟等店舖及集合住宅大樓，嗣因民國 104 年 4 月 20 日上午花蓮東方海域發生芮氏規模 6.3 之地震，於新北市測得之最大震度為 4 級（地震測報詳見附件二），惟造成甫興建完成或接近完工之浮洲合宜住宅地下層產生明顯裂損，案經媒體披露，引起購買戶譁然，遂籌組「浮洲合宜住宅自救會」爭取本身權益，並向各級政府陳情抗議，要求逐棟、逐層、逐戶檢查，詳細鑑定結構安全性，確認裂損原因，提出補強方案或因應對策。後經協商，由營建署、自救會各自推薦兩家專業公會參與鑑定，本公會即是接受自救會之推薦參與本鑑定案，依委辦契約規定，須於簽約次日起 3 個月內提出 A3 北區（共 4 棟大樓及地下層，以下簡稱標的物）之結構安全鑑定報告。

經初勘及協調，確認委辦契約內容後，本次鑑定工作內容如下：

- (一) 基本資料蒐集分析（包括原設計建築圖、結構配筋圖、結構計算書、基地地質探查報告、開挖施工過程照片、混凝土澆置程序、相關施工文件、變更設計...等）。
- (二) 各區地質鑽探驗證（每區 2 孔，三區共 6 孔，每孔 40m）。



- (三) 標的物裂損現況調查、記錄及拍照（應力波探測較大裂縫之寬度、深度）。
- (四) 標的物既有裂損照片、資料比對分析。
- (五) 標的物各棟傾斜率測量。
- (六) 標的物水準測量（測量地下壹樓、地下參樓梁底高程）。
- (七) 標的物每棟、每層混凝土鑽心取樣試驗（包括抗壓試驗、中性化試驗、氯離子含量試驗等）。
- (八) 標的物柱、梁鋼筋配置抽樣探測比對。
- (九) 標的物整體結構重新建立模型分析評估。
- (十) 原設計柱、梁、版尺寸及配筋檢討
- (十一) 標的物裂損原因分析研判。
- (十二) 標的物結構安全評估（含裂損之影響）。
- (十三) 標的物修復或補強方案建議。

## II、鑑定依據：

- (一) 鑑定委辦契約書。
- (二) 本公會鑑定計畫（附件三）。
- (三) 標的物裂損現況調查報告（附件二十三至二十七）。
- (四) 標的物基地原地質鑽探報告（摘要如附件八）。
- (五) 標的物基地補充地質鑽探報告（摘要如附件九）。
- (六) 標的物各棟傾斜率及地下層梁底高程測量成果（附件十、十一）。
- (七) 標的物地下層結構裂縫探測報告（附件十二）。
- (八) 標的物混凝土鑽心取樣及試驗成果（附件十三至十五、附件二十八）。
- (九) 標的物柱梁尺寸及鋼筋抽樣探查成果（附件十六、附件二十九）。
- (十) 申請單位提供之標的物設計及施工相關圖說（摘錄於附件二十



二)。

(十一) 內政部頒「建築技術規則」、「建築物耐震設計規範」、「混凝土結構設計規範」、「混凝土結構施工規範」等(依設計階段適用之版本)。

#### 六、鑑定經過概要：

(一) 本公會於民國 104 年 5 月 7 日接獲浮洲合宜住宅自救會聯繫，洽詢有無意願接受推薦辦理本鑑定案。

(二) 內政部營建署於民國 104 年 5 月 15 日函邀本公會及其他相關公會，訂於民國 104 年 5 月 19 日召開「研商板橋浮洲合宜住宅建築物結構安全鑑定計畫工作會議」。

(三) 內政部營建署於民國 104 年 5 月 19 日召開「研商板橋浮洲合宜住宅建築物結構安全鑑定計畫工作會議」，會議結論如下：

1. 板橋浮洲合宜住宅結構安全鑑定範圍為全區(A2、A3及A6基地)之地下層及地上層建築物結構。
2. 對於結構安全鑑定作業及時程，尊重四大公會專業並給予充分的時間及作業空間，希望鑑定所需資料完整提供後A2區最遲在2個月內，其餘A3及A6區最遲在3個月內完成結構安全鑑定報告書。
3. 請臺北市結構技師公會及臺中市結構技師公會儘速將結構安全鑑定計畫(含所需之資料)提供予本署及日勝生活科技股份有限公司，並請日勝生活科技股份有限公司配合四大公會所需之鑑定資料，限期提供並副知新北市政府工務局，以利儘速完成結構安全鑑定報告。

(四) 申請單位於民國 104 年 5 月 22 日發函本公會，提送本案鑑定所需之書圖文件等相關資料。



- (五) 申請單位於民國 104 年 5 月 26 日向本公會提出鑑定申請書。
- (六) 內政部營建署於民國 104 年 6 月 4 日函邀本公會及其他公會，訂於民國 104 年 6 月 17 日召開「研商板橋浮洲合宜住宅說明會暨家庭日籌備會議」。
- (七) 民國 104 年 6 月 18 日，本公會及臺北市結構工程工業技師公會，在內政部營建署見證下，與申請單位簽訂本鑑定案委辦契約，依據委辦契約內容，本公會修正鑑定計畫如附件三。
- (八) 內政部營建署於民國 104 年 6 月 24 日來函，訂於民國 104 年 6 月 28 日召開之「研商板橋浮洲合宜住宅說明會暨家庭日」，邀集本公會及其他公會出席說明鑑定工作辦理情形，並接受答詢。
- (九) 本公會於民國 104 年 6 月 25 日開始進場鑑定作業，針對 A3 區之歷次進場調查及取樣、探測等作業期程與會勘紀錄，整理如附件四所示。
- (十) 各級政府歷次來函邀集召開相關會議、轉送陳情資料或指示辦理本案應注意事項等，相關文件整理如附件五。

#### 七、標的物之構造、用途與現況：

新北市板橋區浮洲位於大漢溪與其東側支流湳仔溝間之沖積層，「浮洲合宜住宅」現況共有三區基地興建完成或接近完工，自北而南分別為 A2 區計 6 棟大樓、A3 區計 9 棟大樓（A3 北區為 4 棟）、A6 區計 22 棟大樓，各棟皆作為店舖及集合住宅使用，其中，A3 北區（標的物）位於合宜路、合安一路與 A3 南區建物所圍成之區域，其地理位置及各棟相對位置圖如附件一所示。

標的物皆為鋼筋混凝土造建物，各棟之平、立面外觀相似，A 棟為地上 24 層，E 棟為地上 22 層，B、F 棟為地上 21 層，屋頂層以上皆有屋突三層，平面上各棟皆呈近似方形，結構配置均屬方正格局，



地下室共三層結構皆相連共構。

申請單位提供有標的物之原設計建築、結構圖說及結構計算書，以供鑑定研判（摘錄於附件二十二），其建築平、立面圖如附件六所示，從平、立面圖可知，A、F棟面寬為 26.40 m，縱深為 24.55 m（皆為柱中心距），每樓層配置 6 戶；B、E 棟面寬為 19.90m，縱深為 25.95m（皆為柱中心距），每樓層配置 4 戶；各棟之壹樓及夾層高 3.0m，貳樓至頂樓各樓層高皆為 3.3m；結構設計上，4 棟大樓之結構系統皆採梁柱韌性抗彎矩構架加剪力牆之二元系統。地下壹樓高 4.3m（壹樓地坪抬高 50cm），地下貳、參樓高 3.05m，基礎型式採 2.5m 深之地梁式筏式基礎，未配置基樁，基礎底深度位於地表下約 12.4m 處，開挖施工採 60cm 厚、22.9m 深之連續壁配合擋土型鋼支撐，連續壁並作為永久性外牆。

標的物結構體已完工，目前正進行裝修施工，其外觀及地下層內部現況照片如附件七所示。

## 八、標的物裂損現況調查結果：

本公會鑑定技師經會同申請單位及自救會等代表，於現場勘查、記錄、丈量及拍照後，並比對申請單位與自救會分別提供之地下層裂損照片、清冊等資料，綜合整理標的物地上層各棟及地下層之裂損現況調查報告如附件二十三至二十七，說明如下：

### （一）地下層裂損現況（詳見附件二十三）

1. 申請單位所提供之標的物地下層結構裂縫清冊及照片收錄於附件二十三，依清冊記載，申請單位於民國 104 年 4 月 21 日起已開始檢修地下層梁裂縫，其修復方式主要為環氧樹脂（Epoxy）灌注及磨平批土油漆。而依其地下壹、貳、參樓裂損位置示意圖顯示，主要皆為主樓區與連續壁接合之梁，或主樓區外伸之第一



跨梁。

2. 自救會提供之標的物地下層結構裂縫照片亦收錄於附件二十三，主要為梁近柱端之 U 形裂縫及近連續壁端之斜裂縫，呈單一型或多條分佈型，另亦有 RC 隔間牆之分佈斜裂縫。
3. 本公會鑑定技師針對標的物地下層裂損現況調查結果亦彙整於附件二十三，而依調查結果，標的物地下各樓層梁構件裂損主要係集中於東、西端主樓區與連續壁之接合梁，這些梁鄰近連續壁端於側面出現斜裂縫（剪力裂縫），現況呈單一斜裂縫或分佈型斜裂縫兩種型態，裂縫走向為連續壁端低、主樓端高；梁中間位置及近主樓區柱端則於梁底及側面出現 U 形垂直裂縫（正彎矩撓曲裂縫）或 U 形斜裂縫（撓剪裂縫），多處呈分佈型裂縫，少數為單一裂縫；另少數主樓區外伸第一跨梁於近端亦有單一或分佈型 U 形垂直裂縫產生。前述裂縫多數已修補，可能造成裂縫長寬丈量失準。
4. 經現場丈量，標的物地下層東端主樓區鄰近連續壁體之接合梁淨跨距約為 4.9m，西端接合梁中間位置另設有一道 RC 隔間牆，形成一道淨寬約 1.75m 之長條型維修通道，該道牆與東北端、西南端、南側弧形斜坡車道之隔間牆等牆面皆分佈有為數甚多之斜裂縫，研判應係差異沉陷引起之效應。
5. 標的物地下各樓層其他裂損情形尚有：多處頂版分佈明顯裂縫，造成潮濕、滲水，甚至已出現水漬、白華；多處內牆面出現斜裂縫或垂直裂縫；多處連續壁滲水、積水、淤土、複壁內導溝堆積雜物，另有數處壁體鋼筋外露，有鏽蝕之虞，詳見附件二十三之調查照片。

## (二) 地上層各棟裂損現況（詳見附件二十四至二十七）



# 臺中市結構工程技師公會

Taichung Professional Structural Engineers Association

1. 本公會鑑定技師針對標的物地上層各棟大樓裂損現況之逐戶調查結果彙整報告，詳見附件二十四至二十七。
2. 由於各棟大樓室內空間裝修已大致完成且粉刷油漆，一有出現裂損或瑕疵，申請單位旋即派員處理修復，故人員行走動線上目視可見之裂損或瑕疵不多，鑑定技師遂藉由移開天花板維修孔觀察檢視，詳查是否存有其他裂損或瑕疵，以供後續評估研判。茲將地上層各棟之現況裂損調查情形，綜合整理如後。
3. 少數柱、梁、牆有鋼筋貼模情形，造成保護層不足；另少數夾有雜物，如報紙、寶特瓶等，尚未移除、修補。
4. 少數梁表面出現裂縫，裂縫寬度約 0.2~0.3mm，且局部有蜂窩現象。
5. 部份陽台、廚房及廁所頂版出現裂縫，有滲漏水痕跡，部份梁版亦有蜂窩現象。
6. 部份陽台倒垂牆混凝土完成面有蜂窩、鋼筋外露等施工瑕疵；部份因裝修施工穿管或鑿平，但表面修補、粉刷等復原處理不完整或未處理。
7. 各戶內隔間牆為輕質牆，部份於開口角隅處明顯開裂。
8. 外牆、隔戶牆、電梯牆、樓梯牆等為 RC 牆，部份有裂縫產生，主要出現在門窗角隅、電線管路位置等處，對於外牆而言，未來將有遇雨滲漏之疑慮。

## Ⅱ、基地地質鑽探繪圖：

申請單位於標的物設計階段時曾委託中聯工程顧問股份有限公司辦理完成 A3 區地質鑽探報告，摘錄如附件八，依報告內容共鑽取 13 孔（孔號 BH-13~BH-24 及 BH-57），採 4 x 3 行列式分佈鑽孔位置（孔號 BH-13~BH-15 及 BH-57 等，位於 A3 北區基地範圍），其中除



BH-13 孔深為 36m、BH-57 孔深為 45m 外，其餘孔深皆為 35m。鑑定單位為比對現況地層條件與原基地地質鑽探報告之一致性，特再委託璞岩工程顧問股份有限公司針對 A3 區連續壁附近之地盤辦理完成補充地質鑽探報告，摘錄如附件九，共鑽取 2 孔，每孔深 40m，其中 AH-3 孔位於 A3 北區與 A3 南區間之中庭（近 BH-17 孔），AH-4 孔位於 A3 南區之西南側空地（近 BH-22 孔），茲將前後兩次地質鑽探報告內容摘要比對如下：

## (一) 原地質鑽探報告

1. A3 區地層由上而下分佈情形及其性質簡化如下表：

層次	土層描述	統一分類	厚度 (m)	SPT-N 值 (平均)	備註
第一層	回填覆土漸變黃棕色及灰色粉土質細砂、卵礫石夾粉土質細砂 (地表下至 GL.-6.6m~-13.2m)	SF~SM, GM	6.6~12.7	2~100 (15)	主要為疏鬆至極緊密之砂性土壤
第二層	灰色粉土質中細砂夾礫石偶夾薄層黏土 (第一層底至 GL.-20.6~-22.6m)	SM	8.7~15.1	7~34 (16)	主要為疏鬆至中等緊密之砂性土壤；為標的物基礎坐落層
第三層	灰色粉土質細砂、粉土質黏土夾砂質粉土 (第二層底至 GL.-25.0~-31.6m)	SM, CL:ML	2.4~10.4	6~31 (16)	主要為疏鬆至緊密之砂性土壤及中等堅實至極堅實、低至高塑性之黏性土壤；為基礎承载力、沉陷量之控制層
第四層	灰色粉土質細砂 (第三層底至 GL.-32.6~-34.6m)	SM	2.6~8.7	8~96 (30)	主要為中等緊密至極緊密之砂性土壤



第五層	卵礫石夾粉土質砂 (第四層底至 GL.-45.0m)	GM	>11.9	>100 (50)	屬極緊密之砂性土 壤，為良好承載層
-----	----------------------------------	----	-------	--------------	----------------------

2. 標的物筏式基礎深度位於地表下 12.6m，主要係坐落於中度密實之粉土質砂層上，經評估其土壤常時容許承载力可達 138.6 tf/m<sup>2</sup>，故筏式基礎承载力符合技術規則要求。
3. 依水位觀測結果，常時地下水位建議採地表下 6.0m，高水位建議採地表下 2.5m。
4. 土壤之垂直地盤反力係數 Kv 值建議以第二層砂性土壤為主，取 2,400 tf/m<sup>3</sup>；水平地盤反力係數 Kh 建議值則依不同層次之土壤而異，介於 1,400~3,380 tf/m<sup>3</sup> 之間。
5. 推估在柔性基礎下，土壤之彈性沉陷量為 1.53cm，壓密沉陷量為 0.55cm，故柱位間最大之差異沉陷量推估為 1.04cm，最大角變量為 1/610。
6. 依土壤液化潛能評估結果，在設計地震時（475 年回歸期），A3 區土壤可能有**輕微至中度液化**；在最大考量地震時（2500 年回歸期），A3 區土壤可能有**嚴重液化**。惟報告中亦指出：「擋土壁若採剛性的連續壁，可抑制基礎下土壤之剪力破壞，遮斷地震引發超額孔隙水壓之傳遞，防止液化現象。台北盆地依文獻記載尚無採用連續壁結構體產生液化之案例發生，故本基地若採用剛性的連續壁設計，經研判無土壤液化之虞」。

## (二) 補充地質鑽探報告

1. 依補充鑽探結果並與原地質鑽探報告中之相鄰鑽孔資料比對後顯示，整體而言，有關土層分佈深度及 SPT-N 值等差異不大，本區地層由上而下分佈情形及其性質簡化如下表：



層次	土層描述	統一分類	平均厚度 (m)	SPT-N 值 (平均)	備註
第一層	回填層或粉土質砂層 (地表下至 GL.-5.4m)	SF~SM	5.1	2~11 (6)	屬極鬆散至中度密實土層
第二層	砂礫石層或卵礫石層 (GL.-4.7~11.0m)	SP-GP	4.5	11~>50 (37)	屬中度密實至極密實土層
第三層	<b>粉土質砂層</b> (GL.-8.0~23.5m)	SM	13.3	5~21 (14)	屬鬆散至中度密實土層； <b>為標的物基礎坐落層，且為基礎承载力、沉陷量之控制層</b>
第四層	粉土質黏土層 (GL.-22.1~27.0m)	CL	3.2	7~14 (10)	屬中度稠密至稠密土層
第五層	砂質粉土層 (GL.-25.0~31.8m)	SM-ML	5.4	9~24 (16)	屬中度密實土層
第六層	粉土質砂層 (GL.-31.0~34.3m)	SM	2.6	24~32 (27)	屬中度密實至密實土層
第七層	卵礫石層 (GL.-33.6~>40m)	GP	--	37~>50 (>50)	屬極密實土層

2. 標的物筏式基礎深度為地表下 12.5m，主要係坐落於中度密實之粉土質砂層上，經評估土壤常時容許承载力可達  $100 \text{ tf/m}^2$  以上，應可滿足建物承载之需求。
3. 依水位觀測結果，A3 區之常時地下水位建議採地表下 6.0m，高水位建議採地表下 2.5m。
4. 土壤之垂直地盤反力係數  $K_v$  值建議以第三層粉土質砂層為主，取  $1,500 \sim 1,600 \text{ tf/m}^3$ ；水平地盤反力係數  $K_h$  建議值則依不同層次之土壤而異，介於  $1,400 \sim 3,300 \text{ tf/m}^3$  之間。



5. 推估在柔性基礎（即不考慮基礎勁度及連續壁之影響）下，主樓區中央土壤之最大彈性沉陷量約為 16cm，壓密沉陷量約為 9cm，差異沉陷量導致之最大角變量可達 1/87。
6. 依土壤液化潛能評估結果，在設計地震時，A3 區土壤可能有輕微至中度液化；在最大考量地震時，A3 區土壤可能有嚴重液化。惟報告中亦指出：「本基地開挖四周設置連續壁，或具有相當程度抗液化之圍束效應，但目前相關研究仍不多且尚未有明確評估方式，故連續壁可能提供之圍束效應在此建議可視為額外之抗液化安全係數」。

### (三) 綜合評估

1. 經比對前後兩次鑽探報告之土層柱狀圖可知大致相符，皆可反映 A3 區現況地層條件，另以各鑽孔記錄之 SPT-N 值推估，可得其地表下 30m 內之平均剪力波速  $V_s$  略大於 180 m/sec，接近「建築物耐震設計規範」所訂第二類地盤（普通地盤）之下限值（即 180 m/sec），故本區土壤條件仍可歸類為「普通地盤」，較「軟弱地盤」略佳。
2. 標的物筏式基礎應係坐落於中度密實之粉土質砂層上，經評估土壤常時容許承载力可達 100 tf/m<sup>2</sup> 以上，應可滿足建築物承载之需求。
3. 後續針對標的物結構分析檢討時，常時地下水位將採地表下 6.0m，高水位將採地表下 2.5m，土壤之垂直地盤反力係數  $K_v$  值則取 1,600 tf/m<sup>3</sup>。
4. 有關標的物基礎最大沉陷量及差異沉陷量大小問題，由於前後兩次鑽探報告皆假設為柔性基礎條件，不考慮基礎結構勁度及與連續壁接合之影響，無法反映真實結構之現況沉陷量，且兩者計算



之基準亦不同，故其沉陷量推估方式及數值僅供參考，不作為本案分析評估之依據。

#### 十、各棟傾斜率及地下層梁底高程差異測量結果：

為瞭解標的物各棟大樓之傾斜程度，特委託專業測量公司以經緯儀進行柱角牆面傾斜率測量，另為瞭解地下層結構體之現況差異沉陷量，特針對地下壹樓、地下參樓各選擇十數條柱列線（包含東西向及南北向）測量其梁底高程。說明如下：

##### (一) 大樓傾斜率測量

標的物各棟大樓之傾斜測量成果繪示如附件十之示意圖，另針對各棟之東西向、南北向測量所得之最大傾斜率值整理如下表所示，由表中數字可知，各棟大樓之傾斜率皆遠小於 1/200，如再考量施工誤差及測量誤差等因素，顯然標的物各棟大樓現況應屬無傾斜疑慮。

棟別	東西向最大傾斜率	南北向最大傾斜率	備註
A3 北區 A 棟	1/1,334	1/1,735	<1/200
A3 北區 B 棟	1/1,313	1/1,050	<1/200
A3 北區 E 棟	1/1,043	1/1,094	<1/200
A3 北區 F 棟	1/1,924	1/3,311	<1/200

##### (二) 地下層梁底高程差異測量

標的物地下壹樓、地下參樓之現況梁底相對高程測量值繪示於附件十一之平面圖上，從圖中數據可知，整體而言，各主樓區之梁底高程大致皆較周圍非主樓區為低，尤以東、西兩端主樓區外伸接合連續壁之梁兩端高程差異最為明顯，據此研判各主樓區確有明顯之沉陷，而由於連續壁牆面受有龐大之土壤摩擦阻力，沉陷量較



小，導致主樓與連續壁間之接合梁產生剪力及撓曲變形，進而開裂。

經比對地下壹樓及地下參樓之梁底高程差異值可知，東端主樓區與連續壁接合梁之兩端底部高程差介於 0.5~4.9cm，數據大多落在 2.5~4.5cm 左右；西端主樓區與連續壁接合梁之兩端底部高程差則介於 0~1.7cm，數據大多落在 0.5~1.5cm 左右。

考量地下壹樓與地下參樓同位置之柱梁沉陷應有其一致性，且存在有施工誤差、測量誤差等因素，綜合研判，東端之現況差異沉陷量約在 2.5~4cm，西端之現況差異沉陷量約在 0.5~1.5cm，其主要數值可能係來自土壤之彈性沉陷，少部份則來自黏土層之壓密沉陷以及接合梁開裂後之勁度降低等。

#### 十一、地下層結構裂縫抽樣探測結果：

為瞭解標的物地下層結構現況裂縫之寬度及深度，特委託朝陽科技大學非破壞檢測中心採用「敲擊式繞射波傳輸時間法」試驗技術探測較大裂縫之深度。裂縫探測成果報告書如附件十二所示，說明如下：

- (一) 探測位置係針對標的物地下壹至參樓梁底裂縫，由鑑定單位現場勘查指定明顯較大之裂縫，共計 29 條，主要係分佈於主樓區與周圍之中庭區或連續壁接合梁位置，裂縫型態則有撓曲裂縫、撓剪裂縫及剪力裂縫等類型。
- (二) 由於現場指定之裂縫有多數已採環氧樹脂灌注或其他工法修補（修補又可分為「成效良好」與「成效不佳」兩類），導致部份裂縫寬度丈量值及裂縫深度探測值可能與原裂縫剛生成時之狀況不符。
- (三) 依探測報告內容，本次探測之裂縫最大寬度為 0.7 mm（一條），0.4 mm 以上（六條），大多數則在 0.35 mm 以下。此外，裂縫之最大深度為 13.5 cm（一條，剪力裂縫）及 12.0cm（一條，撓曲



裂縫)，裂縫深度超過 10cm 者有八條，多數裂縫深度則在 10 cm 以下。

- (四) 另查原結構設計圖說，標的物地下貳、參樓東端及西端之主樓區與連續壁接合梁，其剖面尺寸主要為 60x70cm，近柱端之下層主筋大多配置 3-#8 鋼筋，如按學術上研究裂縫寬度與主筋應力之公式反推鋼筋應力，可知，當撓曲裂縫寬度超過 0.8 mm 時，此處之下層主筋即已降伏。

## 十二、混凝土鑽心取樣試驗結果：

為瞭解標的物混凝土之現況實際強度以及中性化程度、氯離子含量等，經各方協議由本公會及臺北市結構工程工業技師公會分工辦理，針對各樓層梁選擇適當位置鑽取混凝土試體（鑽心位置以樓梯間之梁位及同意鑽心之住戶內梁位為限），鑽心試體則送至具 TAF 認證之材料試驗室進行抗壓強度及氯離子含量試驗。

本公會負責辦理本區全數大樓（A、B、E、F 棟，計 4 棟）地上層及地下層之混凝土鑽心取樣作業（臺北市結構工程工業技師公會未負責本區），其中，各大樓地上層每樓層鑽取 3 個代表性試體，地下層每樓層則鑽取 12 個代表性試體。鑽心過程前、中、後均拍照存證，鑽心取樣後之孔洞再以無收縮水泥砂漿填塞補實。試體取出後由會勘人員檢視，如有冷縫、過大氣泡、斷裂或長度不足等明顯瑕疵即予捨棄，再尋找適當位置重新鑽取；如無明顯瑕疵即簽名於試體上，並噴灑酚鈦試液於試體表面以測試中性化程度，再由 SGS 臺北試驗室專車運回試驗室，依標準作業程序進行數日之陰乾、裁切、蓋平後，定期通知相關單位會同辦理抗壓強度試驗並全程錄影。鑽心試體抗壓試驗後，地上各樓層隨機選取 1 個試體，地下層則每 3 個選取 1 個，進行後續之氯離子含量試驗。



本公會負責辦理本區 A 棟、B 棟、E 棟、F 棟大樓等地上層及地下層之混凝土鑽心取樣及中性化試驗，有關鑽心取樣位置示意圖、取樣作業與中性化試驗照片等，詳如附件二十八所示，另有關本區之抗壓強度試驗及氯離子含量試驗報告（本公會委託 SGS 臺北試驗室辦理），亦分別整理於附件二十八。

### （一）鑽心試體中性化試驗

1. 混凝土硬化過程中因水化作用產生高鹼性之氫氧化鈣，在鋼筋表面形成鈍化膜（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）保護鋼筋不生銹；但外在環境中之二氧化碳會與混凝土內之氫氧化鈣反應生成溶解性較低呈中性的碳酸鈣，此將使混凝土 PH 值由原來高鹼性之 PH=12~13 降到接近中性之 PH=9 左右，即混凝土碳化作用，一般稱為混凝土中性化。
2. 中性化過程會分解混凝土中之膠體，降低混凝土之強度；若混凝土持續碳化，則碳酸鈣會轉變成溶解性較高的碳酸氫鈣析出，使混凝土孔隙增加、裂縫加寬，內部鋼筋更易受周遭環境影響而腐蝕。混凝土在發生中性化過程中，是由表面漸漸向內侵入，當中性化到達鋼筋埋置深度時，鋼筋將失去混凝土鹼性保護而有生銹疑慮，故混凝土中性化試驗目的，即在測知混凝土目前 PH 值降低情形及其範圍、深度。
3. 現場鑽取之混凝土試體，待試體乾燥後隨即以酚酞試液噴灑於試體表面，如呈粉紅色即為鹼性，無色則為中性，藉由量取鑽心試體未變色部份之深度（不計粉刷層厚度）即為中性化深度。經查標的物原結構設計，其梁柱鋼筋保護層最小厚度為 5cm，故梁柱中性化深度應以不超過 5 cm 為限。
4. 茲將本區所有鑽心試體之中性化試驗結果彙整於附件十三之各表，由表中數據可知，A 棟之最大深度為 1.5cm，B 棟為 1.3cm，E 棟為 1.7cm，F 棟為 1.8cm，地下層為 1.0cm，可見皆未達柱梁



鋼筋埋設深度，據此研判，標的物柱梁混凝土對鋼筋之鹼性保護環境應仍可維持。

## (二) 鑽心試體抗壓強度試驗

1. 依標的物原結構設計圖說之規定，其混凝土設計強度  $f_c'$  係以玖樓為界，玖樓地版及梁（9FL）以下採  $350 \text{ kgf/cm}^2$ ，玖樓柱、牆及其上之構件則採  $280 \text{ kgf/cm}^2$ 。
2. 而依內政部頒「結構混凝土施工規範」之合格標準，混凝土鑽心試體之平均抗壓強度應大於設計強度之 85%（即分別為  $297.5 \text{ kgf/cm}^2$  及  $238 \text{ kgf/cm}^2$ ），且任一試體之抗壓強度應大於設計強度之 75%（即分別為  $262.5 \text{ kgf/cm}^2$  及  $210 \text{ kgf/cm}^2$ ）。
3. 茲將本區所有鑽心試體之抗壓強度試驗結果彙整於附件十四各表，各表中均詳列各鑽心試體所屬之棟別、樓層及抗壓強度試驗值，並依前述規範規定標準（平均強度及個別強度）反推其實際抗壓強度，再與原設計強度  $f_c'$  比較。此外，由於鑽心試體尺寸較小，可能導致部份試體試驗值變異性過大，進而影響整體混凝土實際強度之評估失準，為消除此變異因素，對於鑽心試體試驗值低於或高於其他試體（次低值或次高值）超過  $100 \text{ kgf/cm}^2$  以上者，即予剔除不計入評估，特此說明。
4. 按附件十四各表之彙整評估結果統計如下表，可知，地上層計有 A 棟、B 棟、E 棟各兩個樓層及 F 棟一個樓層，其鑽心抗壓強度有疑慮，除此之外，皆屬合格；至於地下各樓層則皆屬合格。

棟別	平均強度評估	個別強度評估	備註
A3 北區 A 棟	18F 不合格，餘皆合格	18F、20F，共 2 個試體 不合格	
A3 北區 B 棟	18F 不合格，餘皆合格	18F、20F，共 3 個試體	



		不合格	
A3 北區 E 棟	5F、8F 不合格，餘皆合格	5F、8F，共 2 個試體不合格	
A3 北區 F 棟	各樓層皆合格	8F，共 1 個試體不合格	
地下壹樓	合格	合格	
地下貳樓	合格	合格	
地下參樓	合格	合格	

5. 綜合前述，申請單位應再採取額外驗證措施，以證明 A 棟拾捌樓及貳拾樓、B 棟拾捌樓及貳拾樓、E 棟伍樓及捌樓、F 棟捌樓等之柱梁混凝土強度符合原設計強度無虞。

### (三) 鑽心試體氯離子含量試驗

1. 鋼筋混凝土結構物中，因混凝土具高鹼性，可於鋼筋表面形成鈍化膜，保護鋼筋免於鏽蝕；惟如混凝土內之游離態氯離子含量過高，鈍化膜易遭受破壞，使得混凝土與鋼筋間形成腐蝕電路，導致鋼筋氧化、鏽蝕膨脹，進而撐裂混凝土保護層，造成混凝土龜裂、脫落，減損結構體之結構強度及耐久性，此即一般所稱之「海砂屋」發作症狀。
2. 民國 80 年 6 月以前，中國國家標準 (CNS) 對於混凝土氯離子含量之限制並無相關規範；民國 83 年 7 月修訂公告之 CNS 3090 A2042 「預拌混凝土」中，規定鋼筋混凝土中之最大水溶性氯離子含量 (依水溶試驗法) 之上限標準為  $0.3\text{kg/m}^3$  (有耐久性考慮者) 或  $0.6\text{kg/m}^3$  (一般者)；民國 86 年 6 月 25 日再進一步修訂為「新拌混凝土中之最大水溶性氯離子含量 (依水溶法) 之上限標準為  $0.3\text{kg/m}^3$ 」(民國 104 年 1 月更縮限至  $0.15\text{kg/m}^3$ ，惟依標的物之設計、施工時期認定，應仍以民國 86 年修訂者為準)。



3. 至於已完工使用中之硬固混凝土(本案屬之)之最大水溶性氯離子含量限制,至今仍無相關規定,工程上一般多仍建議參照 CNS 3090 A2042 規定,即硬固混凝土中水溶性氯離子含量不宜超過  $0.3 \text{ kg/m}^3$ 。
4. 茲將本區所有鑽心試體之氯離子含量試驗結果彙整於附件十五各表,由表中數據可知,A棟之最大氯離子含量為  $0.22 \text{ kg/m}^3$ ,B棟為  $0.28 \text{ kg/m}^3$ ,E棟為  $0.29 \text{ kg/m}^3$ ,F棟為  $0.29 \text{ kg/m}^3$ ,地下層為  $0.25 \text{ kg/m}^3$ ,皆未超過  $0.3 \text{ kg/m}^3$ ,據此研判,標的物並無海砂屋之疑慮。

### 十三、柱梁尺寸及鋼筋配置抽樣探查結果:

為確認結構體柱梁構件之實際鋼筋配置情形,其直接方式為敲除局部範圍之混凝土保護層後查看其內鋼筋,惟如此對構件將造成或多或少之破壞,且敲除後之回補作業亦將影響整體外觀,故一般實務上除非必要,多以非破壞性之鋼筋探測方式替代之。

本鑑定案為瞭解標的物現況柱梁尺寸與實際配筋,比對是否與原結構設計一致,以作為後續結構建模分析評估之參考依據,乃針對各棟大樓及地下層,以每棟、每樓層 3 柱、3 梁之比例,抽樣丈量柱梁剖面尺寸及掃描其內鋼筋配置情形。

標的物各棟大樓及地下層之柱梁鋼筋抽樣掃描位置示意圖、掃描作業照片及掃描報告等,全部整理於附件二十九,另將柱梁尺寸丈量及鋼筋探查比對成果彙整如附件十六各表所示。其中,有關柱梁尺寸丈量比對方面,除少數柱梁因現況有牆體或樓版遮蔽導致推估尺寸與原設計略有不符外(差異值以 1~2cm 居多),其餘絕大多數均符合;有關柱梁配筋探查比對方面,如考量儀器掃描寬度僅 60cm 之限制(僅能以原設計鋼筋支數除以鋼筋平均間距,以推估應



有鋼筋支數作為比對依據)、鋼筋號數影像判讀約有一號尺寸之誤差(如#7 與#8 之差別)、掃描深度限制以及內層鋼筋難以顯示等因素,部份掃描推估結果與原設計值有所差異,惟大致上尚屬符合,故除非敲除局部範圍之混凝土保護層以查看其內鋼筋,否則尚難認定其實際配筋與原設計不符。

#### 十四、整體結構重建模型分析設計及配筋檢討比對：

為檢討標的物原結構分析設計之妥適性,探討現況結構裂損之原因,以評估後續修復補強方案及因應措施,特按標的物原設計圖說重新建立結構模型,依標的物設計階段適用或最新之設計規範,分析計算各棟大樓及地下層結構之設計載重及強度需求、配筋量等,並與原設計構件尺寸及配筋量比對其間差異。茲分成地上層結構設計檢討及地下層結構設計檢討,依序說明如下：

##### (一) 地上層原結構設計檢討 (詳見附件十七之檢討報告)

1. 地上層混凝土及鋼筋強度值,仍按原結構設計圖之規定;而柱梁構件尺寸經抽樣比對亦大致符合,故整體結構及個別構件尺寸,悉依原設計值輸入結構模型;部份較特殊之柱、梁、剪力牆模擬方式,皆予適當考量以符其實際行為,各項分析設計條件之設定及依據之規範版本等詳述於附件十七。
2. 依設計圖說詳細核算後發現,原設計各棟大樓之樓層重量估算值較實際靜載重低估約 6%~7% (詳見附件十七之附錄 4)。
3. 原設計之加速度反應譜值較重新檢核者高約 0%~10%,但由於原設計樓層重量低估 6%~7%,故整體設計地震力除 B 棟、E 棟外仍不足 (詳見附件十七之附錄 6)。
4. 原設計提供之分析模型中,其剪力牆牆面與牆柱在模擬時同時定義,未作牆面之勁度修正,致有勁度重複定義之現象,高估了剪



- 力牆整體勁度。因此，重新檢核時已針對剪力牆模擬修正其勁度。
5. 依據原設計結構計算書中說明，標的物係採用民國 100 年版之混凝土結構設計規範進行設計，該版規範內容主要係參照 ACI 318-05 版規範進行修訂，因此重新檢核時於設計程式中採用 ACI 318-05 版規範進行設計。但原設計結構計算書在梁柱的設計算例中，顯示於設計程式中係採用 ACI 318-99 版規範進行設計，由於此二版本設計規範差異較大，雖然原設計將載重組合係數及強度折減係數修正為 ACI 318-05 版之規範值，但又搭配程式中 ACI 318-99 版規範進行設計，在設計版本混用的狀況下，亦將造成原設計與重新檢核結果產生差異。
  6. 各棟大樓之結構配筋檢核比對結果彙整如附件十七之附錄 8~9，皆有為數不少之柱、梁、剪力牆等構件之配筋量呈現 D/C 大於 1.0 之情形，亦即需求鋼筋量多於實際配筋量，未能符合需求，部份構件呈現剖面尺寸不足之情形；反之，部份柱、梁構件配筋量則多於需求鋼筋量。
  7. 由於規範制訂之目的係在依據學理研究階段成果及工程經驗累積以提供嚴謹理想之設計依據，故合理且妥善之結構設計應儘量符合規範各項原則性或細節性之規定，惟結構技師從事結構分析設計時，針對實務上各種條件之考量與估算方式、構件模型定義與設定方式等，彼此間往往存有差異，故除非整體設計成果明顯不合理或明顯偏於不安全達一定程度以上，否則仍不易遽以認定其整體結構屬不安全之設計。

## (二) 地上層現況結構耐震能力評估

1. 由於標的物各棟大樓之梁柱構架及剪力牆等構件之設計需求主要為設計地震力所控制，故如部份構件設計結果經檢討不符需求者，建議再透過耐震能力評估（如非線性靜力分析法）進一步探



討整體結構之耐震能力是否符合「建築物耐震設計規範」之耐震目標規定，進行耐震能力評估時必須配合原設計比對結果及現況條件進行額外之考量。如經評估，整體結構之耐震能力仍可符合「建築物耐震設計規範」之規定，則可免於施做個別構件之補強；否則，即需進行適當之結構補強。

2. 基於前述，特挑選以 F 棟大樓為案例，使用 SERCB for Building 2015 版程式軟體，建立梁、柱、剪力牆塑鉸，並於 ETABS 9 版程式執行非線性靜力側推分析 (PUSH OVER)，以評估標的物地上層之結構耐震能力，評估報告如附件十八所示。
3. 側推時之地震力係依含牆構架模態分析結果，取主控模態有效質量比最高之模態，乘上樓層質量後，將其施加於各樓層質心進行側推，求得側推曲線 (P-D) 後依 ATC-40 轉換為 ADRS 曲線，並依此曲線評估各階段耐震能力。依據側推曲線，劃定結構彈性極限及崩塌點位置；另考量標的物位於臺北盆地，其長週期之反覆荷載週數較多，故依規範建議取非彈性位移達極限值之 1/2 時為可修復點。
4. 依非線性靜力側推分析結果，F 棟大樓於設計地震時，其結構行為皆仍在可修復狀態；於最大考量地震時，其結構行為皆屬未崩塌。據此研判，標的物地上層整體結構應可達到「建築物耐震設計規範」規定之耐震目標。

### (三) 地下層原結構設計檢討 (詳見附件十九之檢討報告)

1. 地下層混凝土及鋼筋強度值，仍按原結構設計圖之規定；而柱梁構件尺寸經抽樣比對大致符合，故整體結構及個別構件尺寸，悉依原設計值輸入結構模型；部份較特殊之柱、梁、剪力牆模擬方式，皆予適當考量以符其實際行為，各項分析設計條件之設定、依據之規範版本，以及分析程式等，詳見附件十九之說明。



2. 基礎結構檢核時，分別採用 CSI Etabs V9.7.3 版程式及 CSI SAFE V14.1.1 版程式進行分析及設計，分析模型採用之土壤彈簧勁度係依補充地質鑽探報告中建議，面彈簧  $K_v=1,600 \text{ tf/m}^3$ ，連續壁線彈簧  $K_v=9,960 \text{ tf/m}^2$ 。
3. 重新檢核時於設計程式中採用 ACI 318-05 版規範進行設計，以便在相同設計基準下進行比對。另因基礎梁採 SAFE V14.1.1 版程式進行分析及設計，其程式內含之設計規範中無 ACI 318-05 版規範，故採用與 ACI 318-05 版最為接近之 ACI 318-08 版規範進行設計。
4. 如前所述，原設計各棟大樓之樓層重量估算值較實際靜載重低估約 6%~7%(詳見附件十七之附錄 4)，且整體設計地震力除 B 棟、E 棟外仍不足，此將造成彼此設計結果之差異。
5. 原設計提供之分析模型中，其剪力牆牆面與牆柱在模擬時同時定義，未作牆面之勁度修正，致有勁度重複定義之現象，高估了剪力牆整體勁度。因此，重新檢核時已針對剪力牆之模擬修正其勁度，此亦將造成彼此設計結果之差異。
6. 依據原設計結構計算書中說明，標的物係採用民國 100 年版之混凝土結構設計規範進行設計，該版規範內容主要係參照 ACI 318-05 版規範進行修訂，因此重新檢核時於設計程式中採用 ACI 318-05 版規範進行設計。但原設計結構計算書在梁柱的設計算例中，顯示於設計程式中係採用 ACI 318-99 版規範進行設計，由於此二版本設計規範差異較大，雖然原設計將載重組合係數及強度折減係數修正為 ACI 318-05 版之規範值，但又搭配程式中 ACI 318-99 版規範進行設計，在設計版本混用的狀況下，亦將造成原設計與重新檢核結果產生差異。
7. 地下層結構之配筋檢核比對結果彙整如附件十九之附錄 1，部份



柱、梁、剪力牆等構件之配筋量呈現 D/C 大於 1.0 之情形，亦即需求鋼筋量多於實際配筋量，未能符合需求，部份梁構件呈現剖面尺寸不足之情形；強度不足之梁主要集中在主樓區外伸第一跨的位置，也有部分強度不足之梁是有站立梁上柱之大梁。

8. 基礎梁原結構設計檢核比對結果彙整如附件十九之附錄 2，部分基礎梁有縱向鋼筋或橫向鋼筋不足或剖面不足之現象；部分剪應力較小之基礎梁，由於需求箍筋量較少，以致原設計基礎梁配置之箍筋未達深梁的最小垂直剪力鋼筋量；另由於設計時基礎梁腰筋未計入強度計算，因此原設計基礎梁配置之腰筋量普遍未達最小水平剪力鋼筋量。
9. 1FL 樓版原結構設計檢核比對結果如附件十九之附錄 3，1FL 樓版設計時除考慮垂直載重外，另針對地震力引致之樓版水平剪力進行分析，將水平剪力之鋼筋需求併入樓版設計中。水平剪力主要比對位置為鄰接四周連續壁之樓板，因該區域通常為水平剪力最大之發生位置。依比對結果顯示，部分樓版有配筋量不足，或需求鋼筋量已超過設計版厚所容許之最大鋼筋量，致需放大樓版厚度等強度不足之情形。
10. 地下層梁柱構架及剪力牆等構件雖然受地震力影響較地上層為小，但由分析結果可觀察到部分構件設計仍由地震力控制，故各構件設計結果不符需求者，建議再透過耐震能力評估（如非線性靜力分析法）進一步確認整體結構之耐震能力是否符合「建築物耐震設計規範」之耐震目標規定，進行耐震能力評估時必須配合原設計比對結果及現況條件進行額外之考量。如經評估，整體結構之耐震能力仍可符合「建築物耐震設計規範」之規定，則可免於施做個別構件之補強；否則，即需進行適當之結構補強。
11. 如前所述，依檢核比對結果，部份基礎梁設計強度不足，惟因筏



式基礎除基礎梁構件外，尚包含基礎底版(FS版)及基礎頂版(BS版)等共同組成箱型剖面，而以現有分析程式僅可模擬基礎梁及其底版，與實際基礎勁度尚有差異，若能以適當之分析工具，將實際基礎勁度反映在模型中，且考慮箱型剖面可提供之強度，則可得更精確之模擬與檢核，惟如其結果仍有強度不足者，則應進行結構補強。

12. 由於 1FL 樓版位於標的物結構分析設定之基面位置，地震發生時須將地震力轉傳至連續壁，使地震力能傳遞至地盤中，一旦 1FL 樓版在受震時發生破壞，無法保持 1FL 樓版之完整性，將造成基面發生改變，從 1FL 下降至 B1FL，發生側向變位之樓層將增加一層，受震樓層增加將導致地震力提高，最大受力樓層位置也改變至 B1F，整棟結構體之應力會重分配，構件受力狀態會與設計時差異甚大，結構安全將無法確保，故針對強度不足之 1FL 樓版，均應進行結構補強。

#### (四) 地下層現況結構分析比對 (詳見附件二十之分析報告)

1. 為使標的物地下層結構設計妥適性之檢討比對更趨周延務實，尚可透過基礎土壤垂直地盤反力係數  $K_v$  值之設定，代入地下層結構模型以分析其差異沉陷量，並使之符合現況結構裂損情形及地下層現況差異沉陷值，以作為後續檢討地下層柱梁配筋量之參考依據。
2. 為瞭解  $K_v$  值改變對地下層結構垂直變位之影響，分析時，考量現況載重為「1 倍靜載重 + 1 倍常時水浮力」，並以現況載重搭配連續壁線彈簧  $K_v=9,960\text{tf/m}^2$ ，基礎面彈簧  $K_v$  則分別採用  $2,400\text{tf/m}^3$ 、 $1,600\text{tf/m}^3$ 、 $800\text{tf/m}^3$  及  $400\text{tf/m}^3$  等值進行分析，再將其垂直變位分析結果與現況測量結果進行比對，比對結果詳如附件二十之附錄 1 所示。



3. 隨著面彈簧  $K_v$  值的減小，觀測位置之結構相對垂直變位會跟著增加，分析結果也逐漸接近現場測量結果。但由於構件開裂會造成結構勁度降低，也會增加結構垂直變位，且施工亦存在水平精度的誤差，故研判若要使分析結果與現況垂直變位能吻合，僅是透過折減土壤彈簧  $K_v$  值來做修正，最後再以修正的土壤彈簧  $K_v$  值來進行現況分析，恐太過低估土壤勁度。
4. 茲依補充地質鑽探報告中建議，取基礎面彈簧  $K_v=1,600 \text{ tf/m}^3$  分析標的物地下層結構，採載重組合「1 倍靜載重 + 1 倍活載重 + 1 倍常時水浮力」，以檢討其柱梁配筋之妥適性，結果詳見附件二十之附錄 2，另將柱梁剖面尺寸不足或配筋不足之位置繪示如附件二十之附錄 3 示意圖。其中，強度不足之梁主要集中在主樓區外伸第一跨的位置，也有部分強度不足之梁是有站立梁上柱之大梁。至於強度不足之柱則皆位於連續壁旁，由於這些柱與連續壁共構，其形成之合成剖面強度遠大於單柱強度，加上現況調查時並未發現這些柱及其側邊連續壁有撓曲破壞之現象，因此這些柱構件可不需補強。
5. 經比對，現況地下層結構分析中強度不足之梁與實際發生裂損之梁位置大致吻合，故可研判發生裂損之梁，其原設計強度不足以抵抗現況載重及土壤沉陷所造成之構件應力。
6. 由於現況地下層結構分析所採載重組合為「1 倍靜載重 + 1 倍活載重 + 1 倍常時水浮力」，尚未考慮載重組合係數及地震力等因素，惟如前述主樓區外伸第一跨之梁構件已呈現強度不足，故此部份構件必須進行補強。

## 十II、鑑定結論與建議：

### (一) 標的物裂損原因分析研判



1. 依原設計圖說及現況調查比對，標的物原設計採筏式基礎，並未配置基樁，開挖施工採 60cm 厚、22.9m 深之連續壁配合擋土型鋼支撐，連續壁作為永久性外牆，並與標的物地下層結構之梁版剛性接合；東端主樓區鄰近連續壁體之接合梁淨跨距約為 4.9m，西端接合梁中間位置則另設一道 RC 隔間牆，形成一道淨寬約 1.75m 之長條型維修通道。
2. 依現況裂損調查結果，標的物地下各樓層梁構件裂損主要集中於東端與西端，即主樓區與連續壁之接合梁，這些梁鄰近連續壁端於側面出現斜裂縫（剪力裂縫），現況呈單一斜裂縫或分佈型斜裂縫兩種型態，裂縫走向為連續壁端低、主樓端高；梁中間位置及近主樓區柱端則於梁底及側面出現 U 形垂直裂縫（正彎矩撓曲裂縫）或 U 形斜裂縫（撓剪裂縫），多處呈分佈型裂縫，少數為單一裂縫。
3. 依基地補充地質鑽探報告內容，以及標的物地下層梁底高程測量結果（考量地下壺、參樓同位置之柱梁沉陷應有其一致性，且存在有施工誤差、測量誤差等因素），綜合研判，東端之現況差異沉陷量約在 2.5~4cm，西端之現況差異沉陷量約在 0.5~1.5cm，其主要數值可能係來自土壤之彈性沉陷，少部份則來自黏土層之壓密沉陷以及接合梁開裂後之勁度降低等。
4. 基於以上分析綜合研判，標的物原設計可能對於基礎土壤沉陷效應考量不足，結構設計上未配置基樁（降低沉陷）或強化地下層結構之勁度與強度（抵抗差異沉陷），故於施工過程及完工後，因主樓區載重較大，其基礎土壤受壓沉陷較大，非主樓區基礎因載重較小，沉陷量則較小，而周圍連續壁憑藉其牆身龐大之土壤摩擦阻力，沉陷量相對更小，經過拉扯，導致接合梁因設計強度不足，於連續壁端產生剪力開裂，於主樓區柱端或中間位置則形



成正彎矩之撓曲開裂。此外，部份主樓區外伸梁第一跨亦因差異沉陷影響而產生撓曲裂縫。

## (二) 標的物結構安全評估

1. 標的物現況主要結構性裂損為地下各樓層之梁、版裂縫，地上各樓層之裂損相對而言對整體結構安全之影響較小，而現況經由地下層梁構件之開裂，其靜載重所造成之差異沉陷已完成，如經由適當之修復工法恢復這些受損梁構件之應有強度，則整體結構強度仍可維持；惟如欲提升整體結構強度，則應再進行適當之結構補強。
2. 標的物地上層各棟大樓經重新檢討核算後顯示，其中有為數不少之柱、梁、剪力牆配筋量未能符合需求，部份柱、梁配筋則多於需求量，如能針對強度不足之柱、梁、剪力牆等構件進行適當補強，當可確保其整體結構行為之妥適性及安全性。
3. 另為確認其結構安全性，復挑選其中一棟大樓以非線性靜力分析（側推分析）評估其結構耐震能力，供作參考。依分析結果，該棟大樓在設計地震時，其結構行為皆仍在可修復狀態；在最大考量地震時，其結構行為皆屬未崩塌，由於標的物每棟大樓之結構系統皆有其相似性，據此研判，標的物地上層整體結構應仍可達到「建築物耐震設計規範」規定之耐震目標。
4. 標的物地下層結構經重新檢討核算後顯示，部份柱、梁、剪力牆等構件之配筋量未能符合需求，部份梁構件則剖面尺寸不足；另有部份基礎梁及 1FL 樓版設計未能符合需求。前述設計強度未符需求之柱、梁、版等構件應進行結構補強；基礎梁則建議再以更精確之結構模擬檢核以確認其安全性，或保守考量直接進行結構補強。
5. 此外，標的物除壹樓店舖及地下層機房、停車場外，地上層主要



供住宅使用，其設計活載重約佔全數靜載重之  $1/7\sim 1/8$ ，考量各樓層最大活載重同時發生之機率甚低，規範訂有活載重容許折減比例規定，據此估計活載重約佔全數靜載重之  $1/10$ ，故依地下層現況結構分析結果，將來所有住戶進駐使用後，估計尚有額外約  $0.4\text{cm}$  之柱間差異沉陷量產生，此數值相較於現況差異沉陷量而言較小，惟仍應予保守估計，納入補強設計考量。

### (三) 標的物修復或補強方案建議 (詳見附件二十一)

1. 茲依地下層原結構設計檢討結果、地下層現況分析結果，以及現況裂損調查結果，將地下層構件歸納為以下三類：
  - (1) 第一類構件— a. 經由地下層現況分析檢討顯示構件強度不足者，其位置如附件二十一之圖 1~圖 3。 b. 現況已發生開裂破壞之構件。
  - (2) 第二類構件— a. 經由地下層 (除基礎梁外) 原結構設計檢討顯示構件強度不足者，且經由耐震能力詳細評估後，確認其強度不足會影響結構安全者。 b. 經由地下層原結構設計檢討其基礎梁強度顯示不足者，且經由進一步精確模擬 (如基礎梁、基礎底版與頂版共同模擬成箱型斷面) 後，其分析設計結果亦顯示強度不足者。 c. 經由地下層原結構設計檢討顯示 1FL 樓版強度不足者。
  - (3) 第三類構件— a. 經由地下層原結構設計檢討顯示符合需求者。 b. 經由地下層 (除基礎梁外) 原結構設計檢討顯示構件強度不足者，但經由耐震能力詳細評估後，確認其強度不足不會影響結構安全者。 c. 經由地下層原結構設計檢討顯示基礎梁強度不足者，且經由進一步精確模擬 (如基礎梁、基礎底版與頂版共同模擬成箱型斷面) 後，其分析設計結果顯示強度符合需求者。



上述第一類及第二類構件，因其強度不足將影響建築物之結構安全，此兩類構件應進行結構補強。至於第三類構件，則建議可不需補強。

2. **修復工法**：現況發生開裂且裂縫寬度已超過 0.3mm 之構件，因混凝土材料產生裂縫後無法閉合，可能造成強度降低，應予修復，其修復方式可採環氧樹脂 (Epoxy) 注射工法，作法詳如附件二十一之圖 4。但前述第一類及第二類構件即使修復後仍須進行結構補強。
3. **補強工法**：強度不足或發生嚴重開裂破壞之構件，尚需透過結構補強來提高其強度，可行方案評估如下—
  - (1) **鋼板補強**—詳如附件二十一之圖 5 示意圖，本工法可提升構件強度，但補強後較不影響原構件勁度，故不會在補強後改變原結構中各構件之應力分配結果；另因可提升之補強強度較高，故適合補強強度需求較大之構件。
  - (2) **CFRP (碳纖維) 補強**—本工法可提升構件強度，但補強後較不影響原構件勁度，故不會在補強後改變原結構物各構件之應力分配結果；另因單層 CFRP 材料可提供強度較低，若補強強度需求較大時，需多層重疊貼附，此時需考量貼附接著材料強度之限制，故適合補強強度需求較小之構件。
  - (3) **擴梁、擴柱補強**—本工法可提升構件強度，但補強後因構件尺寸增加，會影響原構件勁度，故在補強前須先檢討補強後結構之應力分配結果，確認補強後不會造成其他構件強度不足；另因涉及構件剖面尺寸變化較大，須在不影響使用空間之前提下才適合採取此工法。標的物基礎梁強度不足者，即適用此工法進行補強，補強作法詳見二十一之圖 7 示意圖。
  - (4) **增設剪力牆**—透過增設剪力牆與相鄰梁柱構件結合，可改變原



有相鄰梁或柱之應力情況，但補強後因會大幅提高原有構架局部勁度，甚至改變結構系統特性，故在補強前須先檢討補強後結構之應力分配結果。標的物主樓區外伸第一跨梁構件因補強強度需求很大，對提高該跨梁強度而言，此工法確實有效，但因增設剪力牆後主樓區柱構件在基面以下之勁度大幅提升，將改變地上層構件之應力分配結果，故須確認補強後不會造成其他構件強度不足才可施做。另因增設剪力牆對空間影響較大，因此須在不影響使用空間之前提下才適合採取此工法。

#### (四) 其他建議

1. 由於本案為社會大眾所矚目，建議標的物後續之結構補強工程，應委託素有專業聲望且較具規模之工程顧問公司或結構專業技師事務所，以嚴謹程序詳實辦理補強設計及施工監造，並貫徹工程三級品管制度，以確保結構補強成效。
2. 標的物地上層之裂損及地下層樓版、牆面裂縫與連續壁滲水等問題，雖暫無危及整體結構安全，惟因涉及使用不便及影響結構之耐久性，建議申請單位應一併修復改善，以明責任，且可減少日後爭議。
3. 標的物經過適當修復及補強設計施工後，建議仍應持續數年監測其沉陷變位量，並持續檢查原先裂損是否未再出現或有無新生裂縫，適時檢修，以維整體結構安全。
4. 本次鑑定案，僅係針對標的物為既有建築物之前題下，進行調查、試驗、建模分析以檢討評估其現況結構安全性。在國內，建築物之設計、施工依建管法令規定皆應遵守當時審議通過之相關技術規範，殆無疑義，然標的物原設計對於各棟大樓之樓層重量估算值普遍較實際靜載重低估，且對於基礎土壤沉陷效應亦考量



# 臺中市結構工程技師公會

*Taichung Professional Structural Engineers Association*

不足，原因為何？無法得知，由此衍生之地上層、地下層構件裂損現況及結構強度不足問題，應予適當補強以維安全。至於是否可完全按相關規範規定補強？尚待後續結構補強設計單位、審查單位與施工單位之努力，惟若因此導致標的物之外觀、使用空間或品質、價值之減損，其間所涉及建商與購屋者雙方之民事訴訟問題，則非屬本案鑑定範圍，特此說明。

## 十六、 附件：

- 附件一：標的物地理位置圖
- 附件二：104.4.20 地震測報（交通部中央氣象局）
- 附件三：本公會鑑定計畫
- 附件四：本公會歷次會勘調查紀錄
- 附件五：各級政府歷次來函
- 附件六：標的物平、立面圖摘要
- 附件七：標的物外觀及地下層現況照片
- 附件八：本區原地質鑽探報告書摘要
- 附件九：本區補充地質鑽探報告書摘要
- 附件十：標的物各棟傾斜率測量成果
- 附件十一：地下壹、參樓梁底高程差異測量成果
- 附件十二：地下層結構裂縫探測成果報告
- 附件十三：混凝土鑽心試體中性化試驗成果
- 附件十四：混凝土鑽心試體抗壓強度試驗成果
- 附件十五：混凝土鑽心試體氯離子含量試驗成果
- 附件十六：柱梁尺寸丈量及鋼筋探查成果彙整
- 附件十七：標的物地上層原結構設計檢討成果



- 附件十八：標的物結構耐震能力評估報告
- 附件十九：標的物地下層結構原設計檢討
- 附件二十：標的物地下層現況結構分析結果
- 附件二十一：標的物地下層結構補強方案建議
- 附件二十二：標的物設計與施工相關圖說摘要（附冊一）
- 附件二十三：A3 北區地下層裂損現況調查報告（附冊二）
- 附件二十四：A3 北區 A 棟裂損現況調查報告（附冊三）
- 附件二十五：A3 北區 B 棟裂損現況調查報告（附冊四）
- 附件二十六：A3 北區 E 棟裂損現況調查報告（附冊五）
- 附件二十七：A3 北區 F 棟裂損現況調查報告（附冊六）
- 附件二十八：混凝土鑽心取樣作業及試驗報告（附冊七）
- 附件二十九：柱梁鋼筋掃描作業及探測報告（附冊七）

鑑定單位：臺中市結構工程技師公會  
理事長：林明勝

中華民國 104 年 9 月 16 日