

“善豐花園事件補充調查工作及修復方案” 研究服務

期中報告

2014 年 4 月 4 日

高冠雄 林智超 陳建章 何偉明
高冠雄 林智超 高建章 楊慕忠 陳正興 何偉明

目 錄

壹、現有建築狀況及試驗結果	1
一、建築概述	1
二、受損情況	1
三、混凝土試體鑽心試驗結果	2
四、北泰工業大樓拆卸及蘇豪薈工地基礎工程施工說明	3
貳、上部結構分析說明	5
一、分析模型建立	5
二、設計檢核規範	6
三、載重說明	6
參、分析結果	7
一、目前結構系統分析結果說明	7
二、P9 柱破壞對現有結構系統影響	9
三、鄰棟北泰工業大樓拆卸前後風力影響比較	10
四、樓宇傾斜度之影響	12
五、基礎可能沉降之影響	12
肆、基礎部份分析及檢核	14
一、分析檢核模式說明	14
二、現況分析結果	15
三、鄰棟施工之影響	15
伍、結論	16
陸、現況說明及後續處理建議	18
一、現況說明	18
二、後續處理建議	19
附錄 一	63
附錄 二	66

高
林
張

高楊凍河如

圖 目 錄

圖 1-1、平面圖.....	20
圖 1-1、平面圖(續).....	21
圖 1-1、平面圖(續).....	22
圖 1-1、平面圖(續).....	23
圖 1-1、平面圖(續).....	24
圖 1-2、立面圖(西向).....	25
圖 1-3、立面圖(東向).....	26
圖 1-4、基樁配置圖.....	27
圖 1-5、鄰地位置圖.....	27
圖 1-6、柱軸力破壞相關照片.....	28
圖 2-1、結構分析模型.....	29
圖 2-2、大樓外觀圖.....	30
圖 3-1、振態分析圖.....	31
圖 3-2、北泰工業大樓與善豐花園大樓立面關係圖.....	32
圖 4-1、基礎結構分析模型.....	33
圖 4-2、基樁承載最大應力比區域.....	33
圖 6-1、RC 柱擴大柱斷面補強施工圖說.....	34
圖 6-2、混凝土剝落與鋼筋鏽蝕修復施工說明.....	35
圖 6-3、裂縫、滲水修復施工說明.....	36

高林強

高林強 楊陳河 仝

表 目 錄

表 1-1、樓層高度及用途.....	37
表 1-2、結構尺寸表(單位：cm).....	37
表 1-3、鑽心試驗及化性試驗結果.....	38
表 1-3(1) 第一次鑽心試驗結果.....	38
表 1-3(2) 第一次化性試驗結果.....	39
表 1-3(3) 第二次鑽心試驗結果.....	40
表 1-3(4) 第二次化性試驗結果.....	41
表 2-1 分析採用之混凝土強度.....	43
表 2-2、風力載重計算簡化.....	44
表 2-3、載重組合表.....	44
表 3-1、梁配筋檢核表(依 ACI 318-95 規範檢核).....	45
表 3-1、梁配筋檢核表(續)(依 ACI 318-95 規範檢核).....	46
表 3-1、梁配筋檢核表(續)(檢核構件現況是否接近極限強度).....	47
表 3-2、柱設計強度檢核表(依 ACI 318-95 規範檢核).....	48
表 3-2、柱設計強度檢核表(續)(依 ACI 318-95 規範檢核).....	49
表 3-2、柱設計強度檢核表(續)(檢核構件現況是否接近極限強度).....	50
表 3-3、雙向風力與地震力比較表.....	52
表 3-4、風力對柱內力之影響.....	53
表 3-5、風力造成柱軸力增量佔常時載重造成軸力之比例.....	54
表 3-6、北泰工業大樓拆卸前後風力影響比較表.....	55
表 3-7、樓宇傾斜之影響.....	55
表 3-8、P9 樁基礎沉降造成柱內力之影響.....	56

高林路

台泰高楊凍河如

表 3-9、P17 樁基礎沉降造成柱內力之影響	57
表 4-1、基樁承載力計算	58
表 4-2、N 值與垂直地盤反力係數關係表	59
表 4-3、基樁承載力檢核	60
表 4-4、土壤受擾後基樁承載力計算	61
表 4-5、土壤受擾後基樁承載力檢核	62

高林路

台泰高楊陳何

善豐花園事件補充調查工作及修復方案

壹、現有建築狀況及試驗結果

一、建築概述

1. 地上 31 樓，無地下室 RC 結構。主要承載系統為梁柱構架+承重牆(中央服務核 30 cm~45 cm)，各樓層高度及用途詳見表 1-1。
2. 1993 年興建，總樓高 84 m。底層平面尺寸 15 m×45 m。建築物於 14 樓以上平面尺度退縮為 15 m×25 m。平、立面圖詳如圖 1-1~圖 1-3 所示。
各層主要梁、柱、版、牆結構尺寸詳見表 1-2。
3. 樁基礎，104 支預力混凝土樁(直徑 55 cm)，基樁長度 38 m~40 m。基樁配置詳見圖 1-4。
4. 目前查無本大樓鑽探報告，引用鄰地鑽探結果。鄰地位置見圖 1-5。由鄰地鑽探報告可知，地表面下 7 m，主要為回填土層及黏土層，地表面下 7 m 至 25 m 為夾粗砂之沖積層，25 m 至 50 m 為全風化層花崗岩，50 m 以下則為岩盤面，部份區域於地表面下 30 m 則遇岩盤面。標準貫入試驗平均 N 值隨地表深度增加，自基礎下方平均值 N=1，漸增加至平均值 N=200。

二、受損情況

本大樓於 2012 年 10 月 10 日，發生結構體損傷，主要為 2 樓，包括：

高林隆

宏泰高楊陳何

1. P9 柱混凝土爆裂，保護層剝落，箍筋張開，主筋挫屈。據現場量測，柱縮短約 2 cm。破壞位置於柱中段，屬典型軸力破壞。以梁柱系統力學行為推論，柱中點為當層彎矩最小位置，破壞點接近中段，則屬軸力破壞。另外，現場柱主筋向周圍四面挫屈，也證實此推論。由於並無超載情形，研判主要原因為柱軸壓強度不足，無法承擔垂直載重而引致柱受損，相關說明詳後。其它類似的柱軸力破壞案例詳見圖 1-6。

2. P17 柱底部保護層混凝土剝落開裂。

3. P22 柱底保護層膨脹剝落。

4. P9 柱上方建築外牆 45 度開裂。

於上述受損情況發生後，目前已局部加固受損柱，撤離大樓住戶，並進行柱應變量測及混凝土鑽心試驗，試驗結果詳後敘述。

三、混凝土試體鑽心試驗結果

本案原設計混凝土強度為 30 MPa，但如須判斷結構現況，仍須以現場鑽心試驗結果為依據。前後共兩次鑽心，皆為相同公司進行施作。第一次於 2012 年 10 月，鑽心位置主要在 2 樓發現問題的區域取樣。第二次於 2013 年 12 月，鑽心試驗較廣泛的分佈於大樓各樓層。混凝土抗壓強度及化性試驗結果見表 1-3，判定標準參考美國 ACI 318-95 規範【註 1】。說明如下：

1. 抗壓強度部份：由表 1-3 可知，除發現問題的區域附近鑽心強度較低外，其餘各樓層平均混凝土鑽心強度皆與標稱強度差異不大，皆在 23~35

高林隆

台泰高楊凍何

MPa 間。但局部強度不足部份最低則低至 4.5 MPa，位於 2 樓 P9 柱，此也為 P9 柱受損破壞之重要原因。

2. 碳化及成份部份：依試驗結果，兩次鑽心差異相當大，說明如下。

(1)第一次試驗：異常試體主要在破壞柱位及附近。強度明顯偏低之試

體，碳化深度達 6 cm~8 cm，水泥含量比例也過低，僅正常試體含量一半。碳化是空氣中的二氧化碳 CO_2 進到混凝土內部，使得水泥水化物中的氫氧化鈣 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 被碳酸化成碳酸鈣 CaCO_3 ，因而使混凝土失去鹼性。異常試體，其水泥含量僅正常值一半，由於抗壓強度低，微細孔隙較多且微裂縫較容易產生， CO_2 相對容易進入，因此較易碳化，故所測得碳化深度皆較深。

(2)第二次試驗：全棟普遍取樣。強度無明顯偏低，碳化深度約略皆在 4 cm

以下，未大於梁柱構件混凝土保護層厚度。水泥含量比例亦無異常。

3. 由以上 1、2 項可看出，第一次鑽心結果，係由有問題的柱取出試體，無論抗壓強度、碳化深度，及混凝土組成，均明顯異於第二次鑽心試體。異常試體皆集中在 2 樓局部區域。

* 【註 1】：依據 ACI 318-95 規範規定，鑽心試體抗壓試驗一組 3 顆，以平均強度不低於標稱值 85%，單顆強度不低於標稱值 75%視為合格。

四、北泰工業大樓拆卸及蘇豪薈工地基礎工程施工說明

蘇豪薈工地位於沙梨頭海邊街 123-127 號，東西分別與善豐花園及利

昌大廈相鄰，原本為北泰工業大樓，大樓拆卸工程於 2011 年 7 月完工。

北泰大樓拆卸後，蘇豪薈工地大樓之基礎工程，於 2012 年 3 月展開。

1. 按建築商向土地工務運輸局的陳述，北泰工業大樓拆卸工程的施工概況如下：

整個拆卸工程動用了兩台 15 噸挖土機、一台山貓鏟裝車及一台風炮。配合風焊和普通人手打鑿工具進行拆卸。拆卸下來的建築廢料以貨車運走。整個拆卸工作分兩步進行：

前期工作：(1) 解除廠房內的供電設施，如斷電和拆除電房。(2) 解除廠房內的消防設施，如關閉消防灑水系統。(3) 清理廠房內的積存物，如生產工具，裁床、電器等。

拆卸工作：(1) 用風炮在每層樓板開鑿一個直徑約 1 米的洞，由上至下進行。(2) 拆卸的廢料通過每層洞口送到地面。(3) 構件在地面層進行分解。當中的混凝土被運走，鋼根被賣走。

2. 按建築商向土地工務運輸局的陳述，蘇豪薈工地基礎工程的施工概況如下：

北泰大樓拆卸完成後，新建大樓基礎工程由建新建築工程（澳門）有限公司承包，包括安裝 600 mm 直徑鑽孔灌注樁，設置鋼板樁擋土牆，開挖基礎基坑及安裝臨時型鋼支撐系統等。施工監測方面，在工程展開時，承包單位在臨近建築物及公共設施設置監測點，於施工期間定期監

高林強

高林強 楊陳河 高如

測和記錄了臨近建築物及公共設施之位移及沉降狀況。

該工程於 2012 年 3 月 12 日開始施工，於樁基礎施工前沿地界安裝鋼板樁為擋土牆，鋼板樁長 8 m，原地坪標高+2.2 m，設計樁底標高-5.0 m，靠近善豐花園方向中間位置工由於硬物阻擾只達地下 4 m。鋼板樁擋土牆完成後，於 2012 年 4 月 12 日開始進行鑽孔樁施工，鑽孔樁採用擴孔沉管工藝施工，並利用配置擴孔沉管系統(ODEX)之衝擊鑽孔機進行，將 610 mm 管徑/10 mm 管厚鋼樁套管隨鑽孔安裝至設計深度，鑽孔採用偏心式擴孔器進行鑽進，直至進入岩層表面，利用壓縮空氣水迴圈工藝清洗鑽孔，然後採用水下混凝土灌注混凝土樁，整項工程鑽孔灌注樁共 128 支，樁徑 600 mm，截至 2012 年 10 月 10 日，完成開底 88 支，入岩 82 支，澆灌混凝土 78 支，鑽進深度為 28-57 m。

3. 蘇豪薈工地基礎工程對臨近建築物之影響，可以下述情況考量：

(1)鑽孔灌注樁完成後，鋼套管並不拔回，應可避免抽管時對地下土層產生影響。

(2)開挖及鑽孔過程，可能導致之水土流失則較難量化，但進行以下分析時，保守起見仍考慮若基礎工程施工，引起善豐大樓下方基礎沉降之可能，並說明影響程度。

貳、上部結構分析說明

高林陸

宏發高楊陳河

一、分析模型建立

1. 依據業主提供之原設計建築平立面，及結構圖說，確認建築樓高、平面跨度、構件尺寸，建立有限元素分析模型。詳見圖 2-1。
2. 分析程式為 CSI 公司 ETABS 9.7.0 版。
3. 混凝土強度依各樓層鑽心試驗結果平均值輸入。樓層平均強度若大於原設計強度，以強度 30 MPa 分析，4 樓及以下中央核心牆則為 40 MPa；介於 30 MPa 至設計強度之 85% (25.5 MPa) 採 25.5 MPa；介於設計強度之 85% 至 75% (22.5 MPa) 則採 22.5 MPa；小於設計強度之 75% 以下則依鑽心結果進行分析，詳見表 2-1。
4. 目前 2 樓 P9 柱受損破壞，縮短 2 cm 部份，結構分析時亦將此情況加以模擬，確認其對周邊梁柱之影響。

二、設計檢核規範：主要依據本案興建時期規範進行，採 ACI 318-95，極限強度法。

三、載重說明

1. 靜載重(DL)：依實際結構自重計算。除梁、柱、版等結構構件外，鋪面、粉刷層及隔間牆重皆依實重估計。詳後說明：

1/2B磚牆 【註 2】	220 kgf/m ²
隔間牆	200 kgf/m ²
鋪面管線及其它	50 kgf/m ²

高林強

高林強 2010

內部隔間牆採面載重形式加載。隔間牆、鋪面及粉刷合計採 250 kgf/m²計算。牆重以線載重形式加載，依樓高及開窗率計算其線載重。

依據業主提供大樓外觀圖，詳見圖 2-2，X向不考慮開窗。

*【註 2】：1/2B 磚牆指磚牆厚度為磚塊短向尺寸，10 cm。上述尺寸為本案經現場觀察結果。

2. 活載重(LL)：

地面層 店鋪.....500 kgf/m²

1 樓至 3 樓 停車空間.....400 kgf/m²

4 樓至 30 樓 住宅.....200 kgf/m²

3. 風力(WL)：以澳門當地風力規範計算，詳見表 2-2。

4. 澳門地區非處於地震帶，但考慮意外橫力(最小橫力)EQ，以自重 2%計。

5. 載重組合如表 2-3 所示。

6. 柱縮短 2 cm 部份，此效應造成之額外引致載重計算如後。而大樓現況傾斜度影響，亦說明於後。

7. 亦考慮 P9 柱下方基礎沉陷，或 P9 鄰柱(取 P17 柱為例)基礎沉陷的可能，評估對 P9 柱造成軸力之影響。以上兩種情況，基樁沉陷都取 2 cm，由分析結果判別是否為 P9 柱受損原因之一。

參、分析結果

一、目前結構系統分析結果說明

高林強
定 蔡高楊 陳河

1. 結構系統：

(1)大樓第一振態周期(Y向；即短向)為 2.828 sec，第二振態周期(X向；即長向)為 1.777 sec。與一般梁柱系統高樓每層約 0.1 sec 經驗值比對，31 層大樓周期約在 3.1 sec 左右。本大樓側向勁度尚佳。結構前三個主要振態如圖 3-1 所示。

(2)目前大梁尺寸雖僅 30 cm×50 cm，但因中央核設置剪力牆之故，使整體勁度較一般梁柱結構系統大樓為高。

(3)平面配置之缺點為構件對稱性不佳，且柱尺寸差異頗大，自 40 cm × 80 cm ~ 80 cm × 125 cm，造成平面質心與勁度中心偏移。但澳門非地震帶，上述行為對整體安全性影響不大。

2. 常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。

(1)查閱目前配筋量，以現有混凝土強度檢核，並比對 ETABS 計算所需配筋並計算柱強度；目前梁配筋檢核與柱構件強度檢核分別見表 3-1 及表 3-2。

(2)由表 3-1 可知，常時載重下大梁僅承擔當樓層彎矩及剪力，大部份構件強度均符於所需。而柱則須承擔各樓層累加軸力，由表 3-2 可知，於低樓層部分柱構件有強度不足情況。

(3)由表 3-2 可知，柱強度不足之情形，都發生在混凝土強度大幅下降之構件。對 2 樓 P9 柱而言，因混凝土強度已降至 4.5 MPa，因此柱承擔

高林強
金泰高楊凍何 Inc

對於構架系統，若其中一點支承有下陷之情況，將因差異沉陷產生構件內力增量。本次估計的 2 cm 柱軸向變形，對於與 P9 柱相鄰三處直接連接大梁影響最大。水平距離較遠處，影響隨之降低。

1. 由於破壞點位於 2 樓，就這部份來說，一直到頂樓為止，P9 周邊的連接梁皆受影響，但隨樓層向上增加而減少。
2. 此內力增量因變形目前已為永久下陷，不因日久而減少，會一直留存在構件內。
3. 現場觀察結果，P9 柱上方數個樓層的外牆即因此內力增量產生裂縫。
4. 由程式分析結果，各層平面編號 V21_1、V21_2 及 V3_1 的大梁，彎矩增量介於 17 tf-m~23 tf-m 間，剪力增量則在 7 tf~11 tf 間，由結構力學計算公式((3-1)式、(3-2)式)求得之彎矩值約 21 tf-m~30 tf-m 之間，剪力值介於 6 tf~13 tf 之間，由此可知分析與公式計算結果相差不大。

$$M = \frac{6EI\delta}{L^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$V = \frac{12EI\delta}{L^3} \dots\dots\dots (3.2)$$

其中， M 表彎矩值； V 表剪力值； E 表材料楊氏模數； I 為大梁勁度； δ 為大梁兩端垂直變位差； L 為大梁長度。

三、鄰棟北泰工業大樓拆卸前後風力影響比較

1. 北泰工業大樓與善豐花園大樓立面關係如圖 3-2 所示。
2. 風力依高度及面積重新計算。比較扣除北泰工業大樓遮蔽風力前後，詳

高林隆

宏發高楊陳何

見表 3-6。

3. 由表 3-6 可知，北泰工業大樓拆卸後，Y 向(短向)風力造成之橫力、傾倒彎矩分別增加 29.8%、16.1%。X 向(長向)風力則無影響。

4. 北泰工業大樓拆卸前後風力造成之柱軸力影響，詳見表 3-5：

(1)北泰工業大樓拆卸前，除遮蔽部份善豐大樓風力以外，且考慮做為善豐大樓低樓層支點效應，風力造成 P9 柱軸力增量，佔常時載重 (靜載重+活載重)之 4%，此時 P9 柱軸力 $= (563.4 \text{ tf}) \times (1.04) = 586 \text{ tf}$ 。

(2)北泰工業大樓拆卸後，受風面積增大，且低樓層支點消除，風力造成 P9 柱軸力增量，佔常時載重 (靜載重+活載重)之 14%，此時 P9 柱軸力為 $(546.6 + 76.9) \text{ tf} = 623.5 \text{ tf}$ ($76.9/546.6 = 14\%$)，比拆卸前大了 38 tf，但是這個差量也僅是該柱軸力之 6.5%，並不大；其他柱子結果也類似。

(3)澳門地區自 1992/8/27 至 2014/3/24，共 7880 天風力紀錄資料，與規範風力比對 (詳附件一)。此 7880 天中，有 7847 天 (相當於 99.58% 時間)最大風速在 20 m/sec 以下。而風速最大值發生於 1993/09/17，最大風速達 42.7 m/sec，仍小於設計值 65 m/sec。

(4)北泰大樓拆除後對於柱軸力影響並不顯著，以 2F P9 柱為例，拆除前為 586 tf、拆除後為 623.5 tf，差異約 6.5 %。此外，依風速紀錄顯示(附件一)，善豐大樓完工至今 20 年期間，風速幾乎都遠小於設計風速，

高林強
何

而風速最大值發生於 1993/09/17，最大風速為 42.7 m/sec，仍小於設計值 65 m/sec；整段期間風速並無異常。

(5)歸納以上(1)~(4)點，風力對一般柱軸力影響並不大，即使北泰大樓拆卸後風力影響增加，但以 2F P9 柱而言，僅增加 6.5 %，非構成善豐大樓柱受損主因。

四、樓宇傾斜度之影響

1. 根據力學原理，樓宇傾斜對結構體最大的影響，在於產生自重水平分力。依據澳門大學 2013 年測量資料(CERT 823/2013)，東西向傾斜度在 $-1/545 \sim -1/1300$ ，南北向傾斜度在 $+1/550 \sim -1/1100$ 。保守起見，各軸線測量結果皆以最大傾斜度計算對結構體內力增量影響。
2. 結構分析以雙向各傾斜 1/100 進行分析，東西向及南北向再以上述傾斜度，依比例計算對影響較大之外柱，軸力增減影響。
3. 計算結果見表 3-7。與受常時垂直載重之軸力比較，2 樓軸力增量最大約為 2%，以破壞柱 P9 為例，2 樓軸力增量僅 0.8%，無明顯影響。

五、基礎可能沉降之影響

鄰近工地打鋼鉚樁及基樁震動可能造成之影響有二，除了於施工過程中住戶已經發現之局部非具結構作用之隔間牆及外牆之裂縫外，可能還會有局部基礎沉降。前項非結構牆之裂縫於類似工程中屬常見，並不會影響

高林強
高林強 楊陳何

結構安全。但基礎沉降則與結構安全有關，以下探討此一可能性。

1. 分析時考慮 P9 柱下方樁基礎沉降對柱本身內力影響。以 ETABS 程式模擬 P9 柱下方樁基礎沉降 2 cm，與未沉降之情況比對柱內力差別。計算結果見表 3-8。以破壞之 2 樓 P9 柱而言，下方樁基礎沉降 2 cm 造成 2 樓 P9 柱軸力減少 319 tf (由 546.6 tf 變為 227.6 tf)，彎矩增加 2.4 tf-m。以上之軸力減少佔常時載重(靜載重+活載重)軸力之 58%。
2. 另一種情形是考慮 P9 柱鄰柱之樁基礎沉降可能，取鄰柱 P17 為例，假設其下方樁基礎沉降 2 cm，進行分析。此狀況造成 2 樓 P9 柱軸力增加 89.6 tf，彎矩增加 11.5 tf-m。該軸力增加佔常時載重(靜載重+活載重)軸力之 16%。
3. 由以上分析可知，若 P9 柱下方基樁沉降 2cm，造成 P9 軸力減少 58%；若 P9 旁之 P17 柱下方基礎沉降 2cm，造成 P9 軸力增加+16%。故即使基礎沉陷影響，相對而言仍非主要原因。
4. 觀察地面層 P9 柱附近樓版高程，亦未有目視可見之變化；此外於後面檢核基樁強度時也可發現，於安全係數取 3 的情況下，即使考慮地表下 5m 內之土壤因為擾動而失去強度與勁度，不提供土壤反力也不提供基樁之摩擦力，多數基樁之應力比都小於 1，少數大於 1，但最大也只有 1.06 (見表 4-5)。因此基樁沉降並不可能發生。

高林強
高林強 陳何

肆、基礎部份分析及檢核

一、分析檢核模式說明

善豐花園大樓為樁基礎設計，使用直徑 55 cm 基樁，驗算長度採用 38 m。因無本基地鑽探，故參考鄰棟北泰工業大樓基樁施作資料。岩盤面位於地表下 30 m~50 m 不等，而本大樓基樁未有足夠資料顯示基樁入岩，因此以不入岩之假設計算承载力，端點承载力以砂土 N 值計算。另外，基樁為群樁設計，計算摩擦力時考慮群樁效應折減。基樁承载力計算結果詳表 4-1，基本原理說明如下：

1. 以有限元素建立分析模型，基樁彈簧以沉陷 2 cm 發揮單樁極限承载力計算。基礎結構分析模型見圖 4-1。

2. 基樁承载力計算公式 $Q_u = (N/3)A_s + 7.5NA_p$ ，單位(tf)。其中：

Q_u ：單樁極限承载力(tf)。

N：土壤標準貫入度試驗錘擊次數。樁身摩擦力(tf/m²)以 N/3 計算，端部點承载力(tf/m²)以 7.5N 計算。

A_s (m²)：樁身側表面積。

A_p (m²)：樁端部底面積。

依上述公式計算結果，基樁摩擦力約佔總承载力的 91%，點承力僅佔總承载力的 9%。

高林隆

宏泰高楊陳何

3. 基樁容許承载力取上述極限承载力的 1/3 (相當於安全係數 F.S.=3)。
4. 大樓載重由基樁及土壤彈簧承擔，地盤土壤垂直反力係數依相關文獻推估，詳表 4-2，採 300 tf/m^3 。

二、現況分析結果

單樁承载力檢核詳表 4-3。於常時載重(靜載重+活載重)作用下，基樁承载力皆在容許範圍內，無承载力不足情形。

三、鄰棟施工之影響

本大樓鄰棟施工，現場未觀察到地梁下方土壤有明顯出現土水流失之洶空跡象。但因無法全面打開地面層樓版確實檢視，保守起見仍評估打樁震動可能造成土壤下陷影響。現分析如下：

1. 以較極端情況考量，地表以下 5 m 內土壤受擾動承载力下降，故不計入土壤彈簧承载力，所有建築載重皆由基樁承擔。
2. 除第一點之外，地表以下 5 m 內土壤不計入基樁承载力。
3. 重新計算基樁承载力及基樁載重，詳見表 4-4。
4. 以上述假設分析，雖不計入土壤彈簧，且考慮基樁承载力下降，檢核結果詳見表 4-5 及圖 4-2，可知僅少數柱位之基樁大於容許承載，應力比最大發生於 P1、P2 處，為 1.06。由於容許承載係考慮安全係數=3，因此即使應力比為 1.06，基樁仍然是相當安全的。
5. 本案樁長達 38 m~40 m，而地表以下 5 m 內土壤較疏鬆，對承载力整

高林強

宏發高楊陳何

體貢獻不大，故即使受擾動後不計，大樓載重仍可由基樁傳遞至下方較緊密土層，整體基礎強度無明顯影響。

伍、結論

一、前後兩次混凝土鑽心試驗結果顯示，混凝土質量較差部份集中在 2 樓局部，抗壓強度明顯偏低之外，碳化深度較深，成份亦與其它樓層試體有明顯差別。

二、鄰近工地打鋼板樁及基樁震動影響

1. 善豐花園出現破壞的僅 2 樓局部柱，除此之外，主要梁柱構件，皆未有明顯結構性損壞，而其它受損部位，大多為非具結構作用之隔間牆及外牆。顯見，在鄰近工地施工過程中，出現較明顯裂縫的主要為非結構牆，非為梁柱構件，否則受軸力較 2 樓更大之 G 樓及 1 樓梁柱亦應受此影響而出現明顯損壞，但實際並沒有。

2. 對基礎影響部份，針對目前已施工基樁可能造成善豐花園大樓下方地梁與土壤間出現空隙之假設。針對此部份，取消基礎下方土壤彈簧，並分析前後差異。整體而言，大樓下方因設置基樁，故承载力仍符於所需。

3. 結構分析時亦考量了 P9 柱及與 P9 柱相鄰位置 P17 柱下方樁基礎沉降兩種可能。依據分析結果，當 P9 柱樁基礎沉降 2 cm，2 樓 P9 柱軸力減

高林張君 存高楊陳何 he

小，減輕 P9 柱負擔，並不會造成該柱軸力增大破壞。而當 P17 柱樁基礎沉降 2 cm，將造成 P9 柱軸力增大，增大幅度僅 16%，亦不致構成 P9 柱破壞。且現場未觀察到有明顯的沉降跡象，此外考慮安全係數=3 以檢核基樁應力比，最大應力比為 1.06，因此可排除樁基礎沉降，造成 P9 柱破壞之可能。

三、除垂直載重，風力亦為可能影響因子之一。由前述結構分析，風力使柱軸力及彎矩皆產生一定增量，此增量隨各柱位置不同。對 P9 柱而言，位於受橫風力影響較明顯之外柱，風力作用時使 2 樓軸力增加。依規範設計風力分析，北泰大樓拆卸後風力影響增加，主要是拆卸後受風面積增加，且拆卸前可提供側向支撐，拆卸後則取消掉。但要注意的是拆卸後 2 樓 P9 柱之軸力增加了 38 tf (拆卸前 586 tf、拆卸後 623.5 tf)，差異僅 6.5%，相當小。此外，本地區颱風雖非為罕見，但依據紀錄(附件一)顯示，過去 20 多年之風速皆明顯小於規範設計需求。故推論 2 樓 P9 柱受損與風力作用無直接關係。

四、實測大樓雙向傾斜量皆在 1/500 以下，而此一傾斜造成柱軸力增量並不明顯。

五、綜合以上一~四點，無論鄰近工地施工震動、打樁造成基礎沉降之可能、及北泰大樓拆卸前後風力差別，皆與本次善豐大樓柱破壞無直接關係，而混凝土強度不足方為受損主因。依據結構分析結果，P9 柱因混凝土

高林強

高林強 楊陳何

土強度大幅下降，軸向強度自 1025.9 tf 下降至 283.8 tf，僅原設計值 27.7%。柱軸向強度大幅降低，而不足以負擔上部結構載重，造成軸壓破壞。

陸、現況說明及後續處理建議

一、現況說明

1. 承前述結果，本大樓目前混凝土強度不足，為柱受損最大原因。雖災害後立即對受損部位緊急加固，但整體結構強度在未修復受損部位前，建築安全性仍具風險。
2. 由於 2 樓 P9 柱開裂縮短，引致周邊梁彎矩及內力增加，此內力增量目前難消除，亦造成結構體進一步的安全性受影響。
3. 基礎經分析結果，目前並無明顯安全疑慮。
4. 綜合以上 1~3 點，本大樓於上述影響修復前安全性未符需求。但：
 - (1)已受損構件及混凝土強度不足均為局部，主要為 2 樓柱。非為全面性大樓混凝土強度偏低，或構件強度不足。
 - (2)P9 柱縮短主要影響相連結區域大梁，非為全面性影響結構系統。
 - (3)傾斜度引致柱內力增量在 2%以內，影響應可不計。故本大樓應為可修復，待排除上述受損影響後，結構強度應可回復受損前狀態。

高林隆

宏泰高楊陳何

二、後續處理建議

1. 修復大樓目前已受損構件。而對於結構分析強度不足構件，將對於大樓整體安全性有影響部份予以補強。主要位置建議全面提高低樓層柱強度。建議以 RC 結構擴大柱斷面方式補強，自 G 樓至 4 樓頂部。補強方式可參考圖 6-1，RC 柱擴大柱斷面補強施工圖說。
2. 因 P9 柱縮短效應，所引起之周圍構件內力增量難以消除。此內力增量所影響之梁柱，若超過容許值，必須加以補強，以承擔新增之內力。但將現有柱縮短部份，上舉回復原高程幾乎為不可能，亦恐因施工過程導致建築其它位置受損，無此必要。
3. 須修復建築物現存及因本次事件引起之其它構件裂縫。柱、梁、版、牆等鋼筋混凝土構造，以環氧樹脂灌注方式修復。修復方式參考圖 6-2 及圖 6-3。磚牆受損輕微部份，重新批土粉刷，較嚴重裂損部份則局部敲除重做。

高林強

台泰高楊凍何

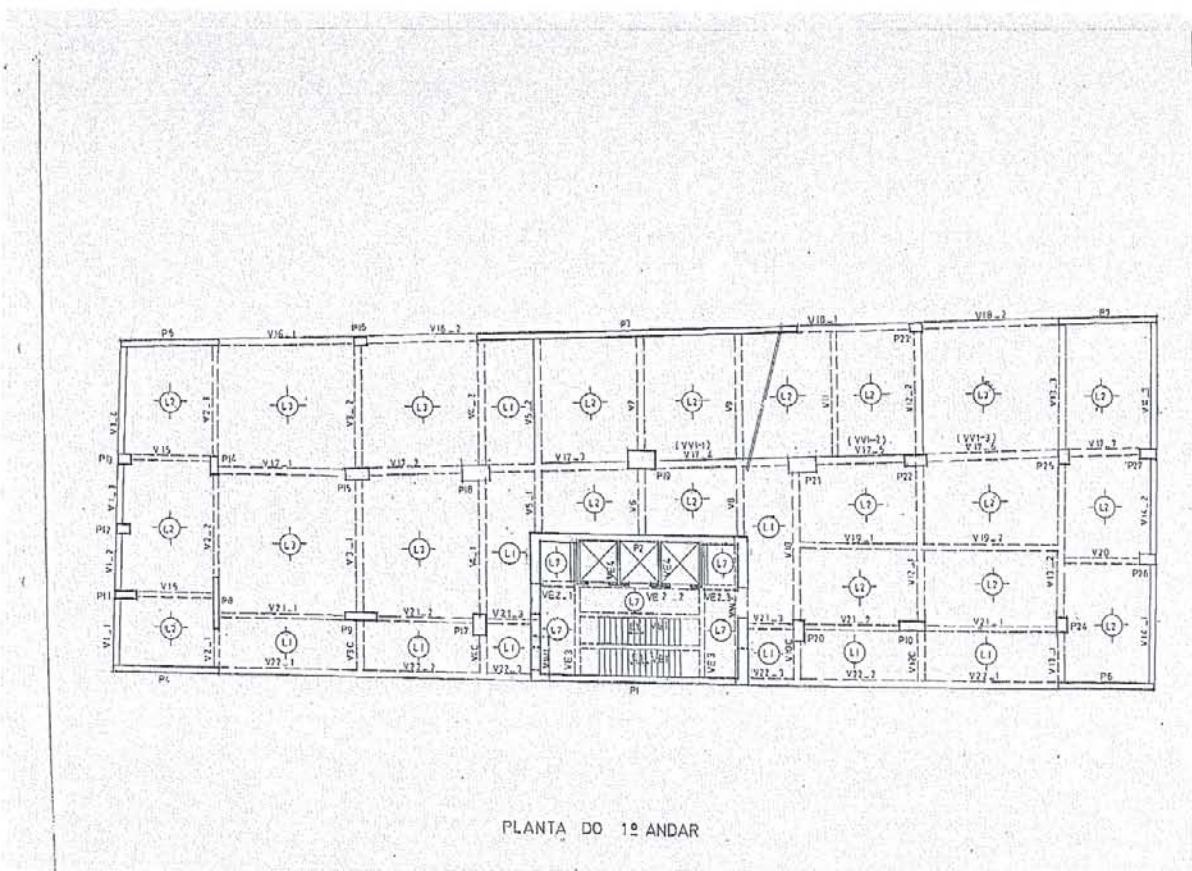
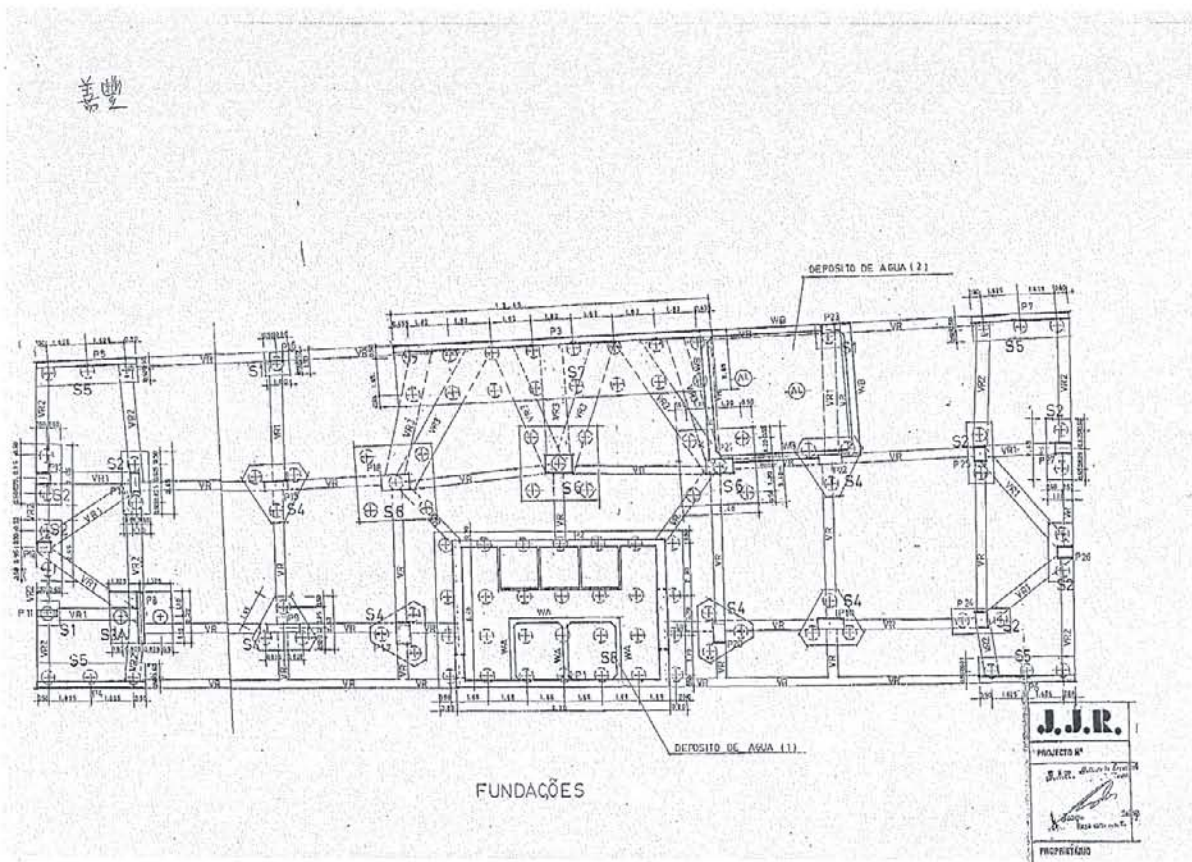


圖 1-1、平面圖

高林強
高楊凍 何 hre

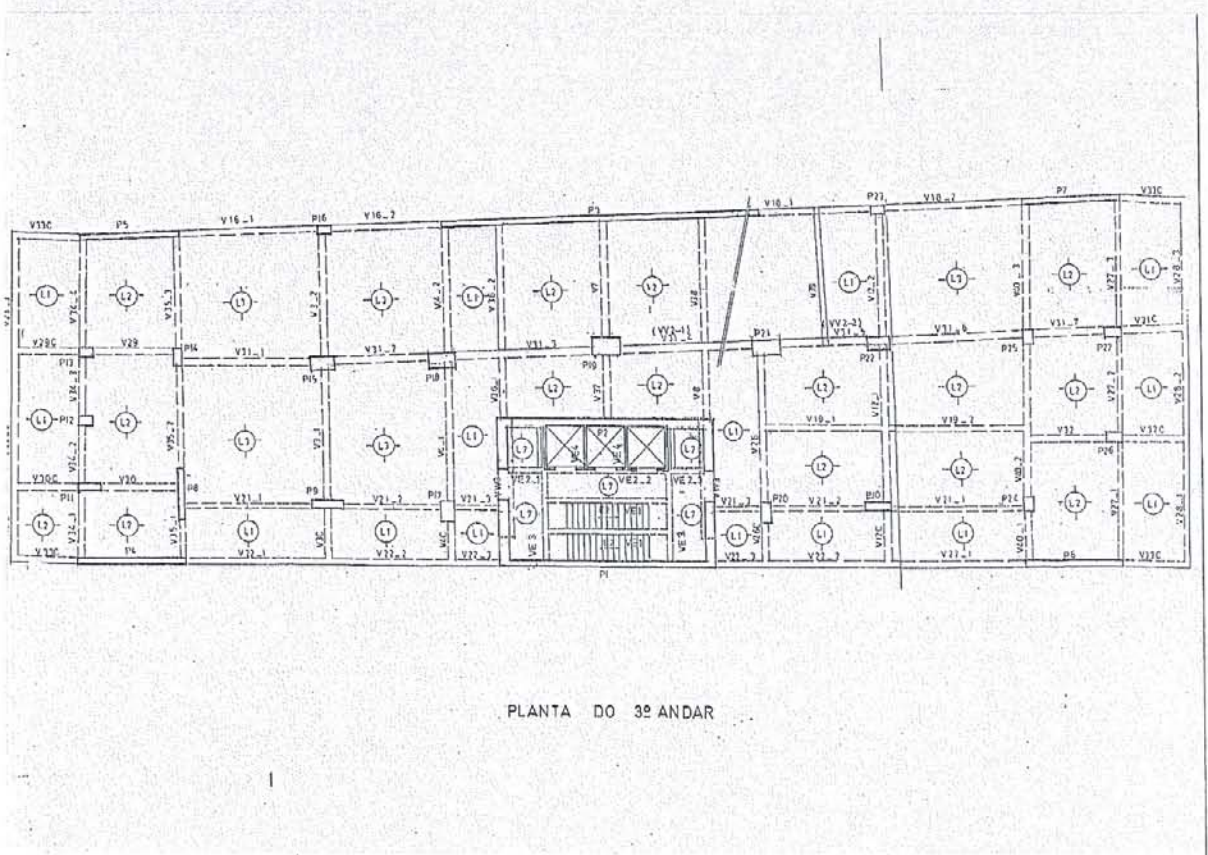
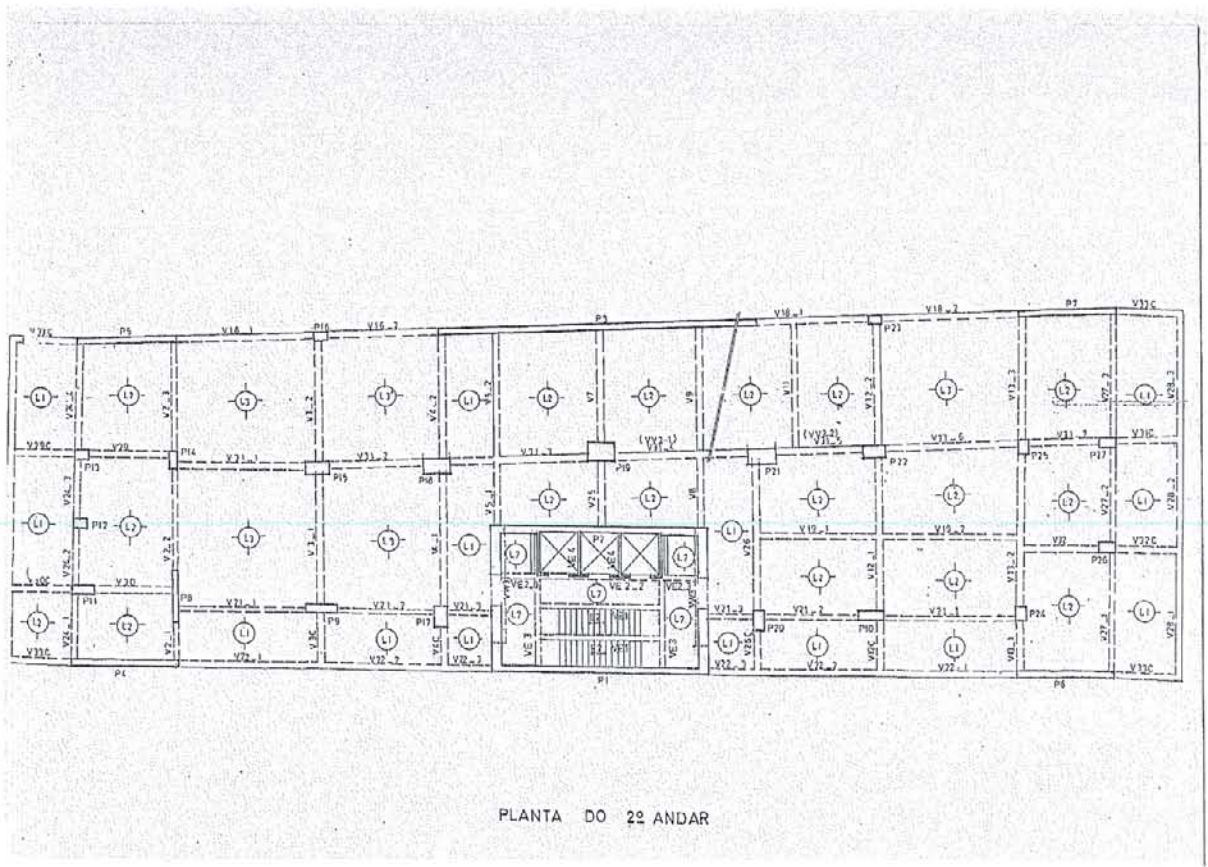


圖 1-1、平面圖(續)

高林
陸
空 蔡高楊連河

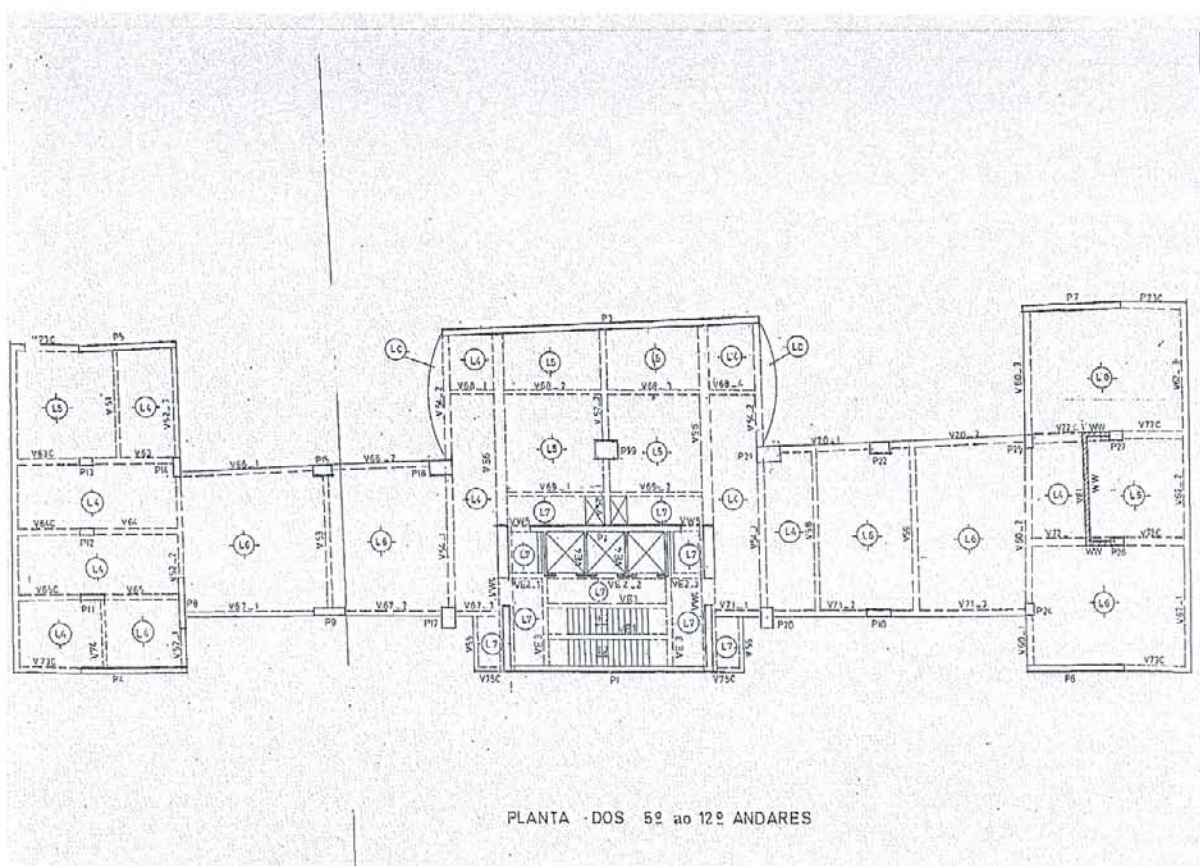
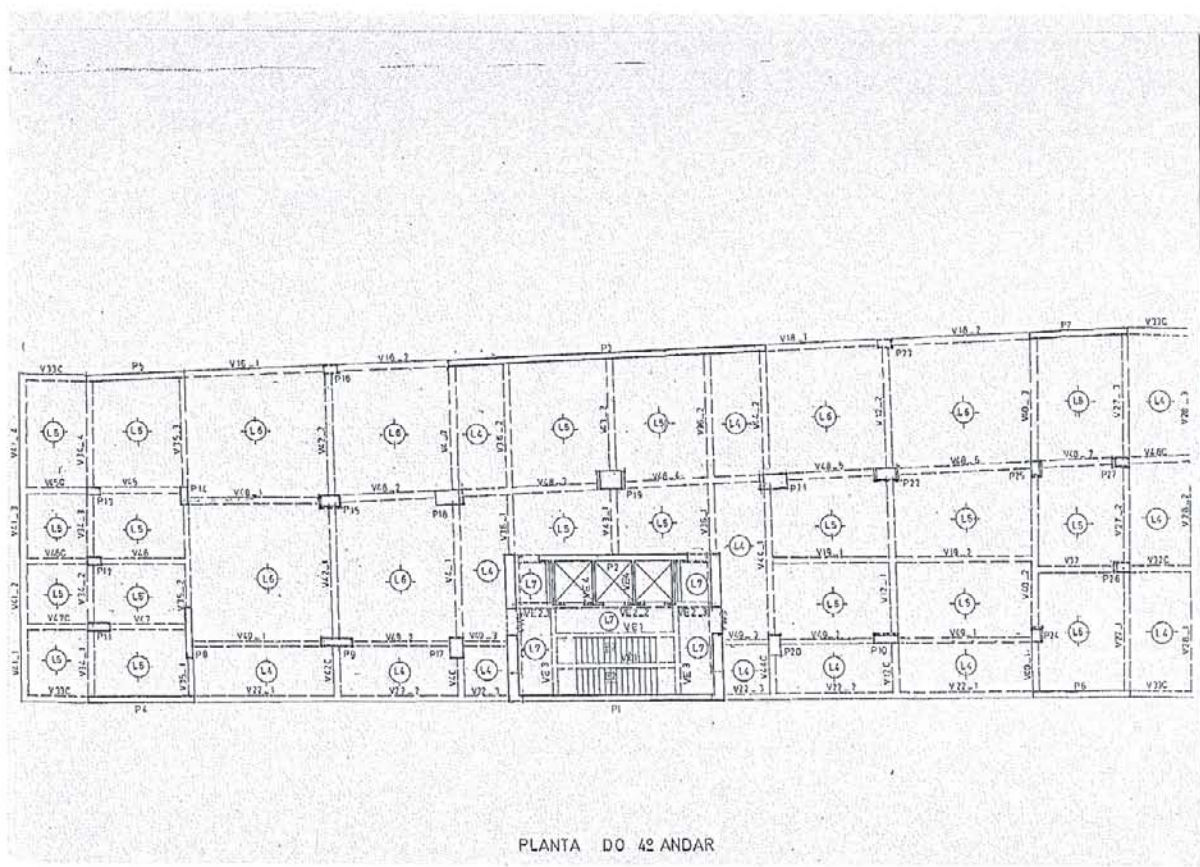


圖 1-1、平面圖(續)

高林
張
何 陳 楊 高 森 空

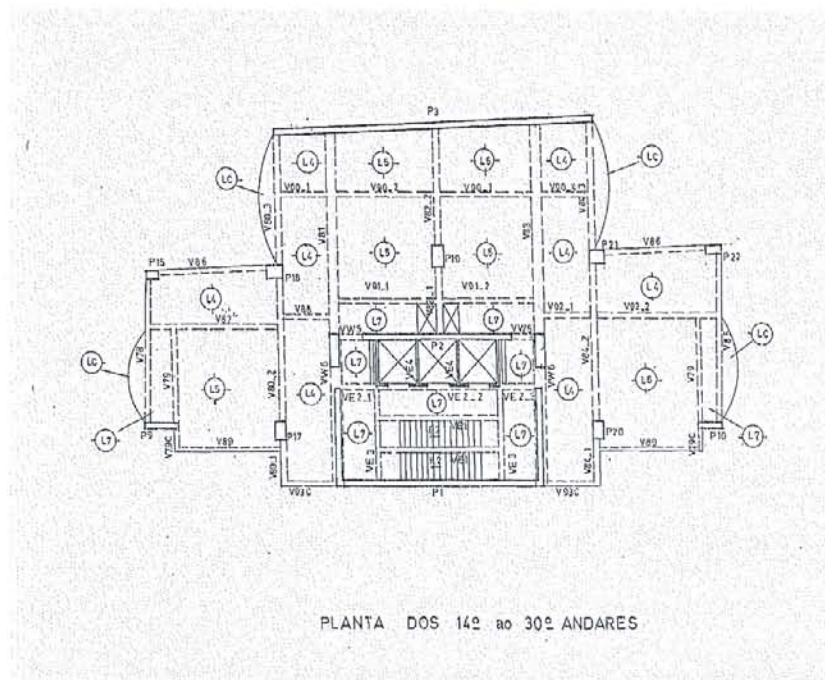
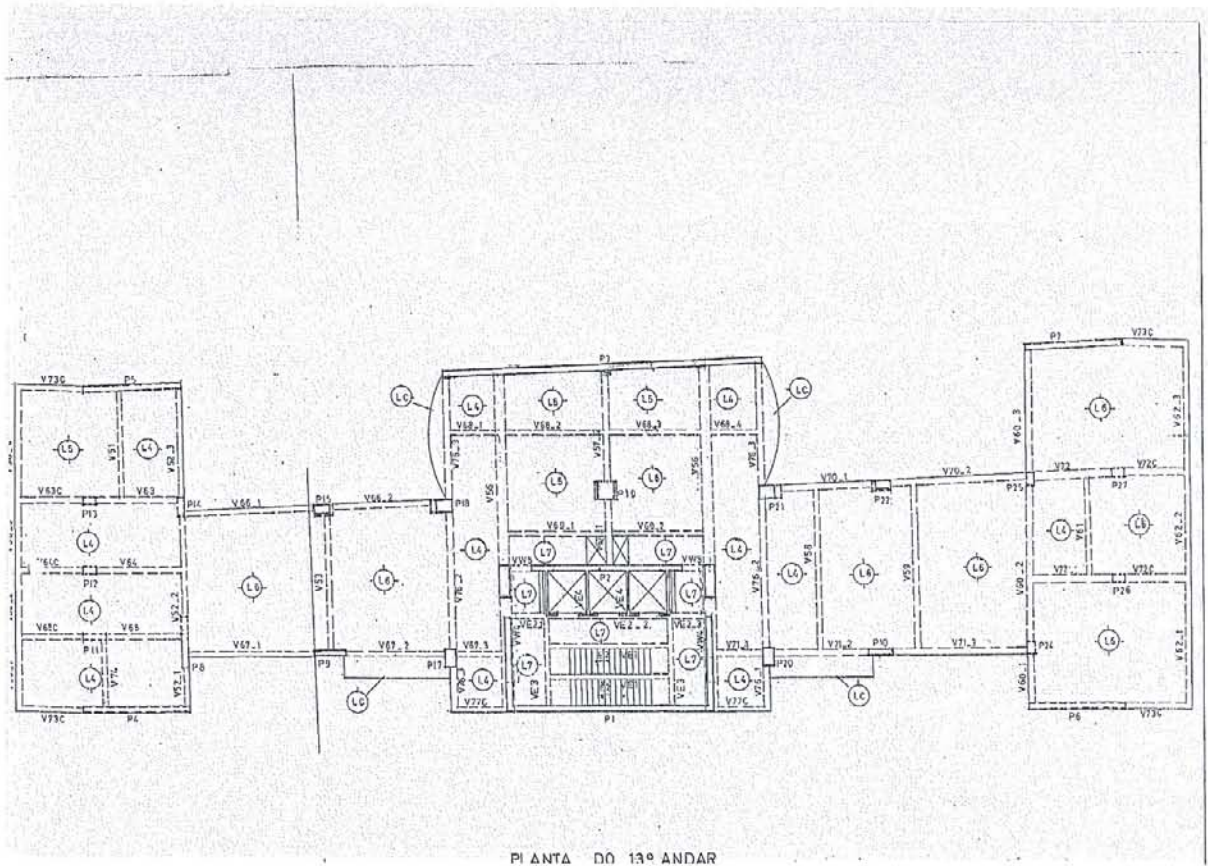


圖 1-1、平面圖(續)

高林強

宏發商標陳河

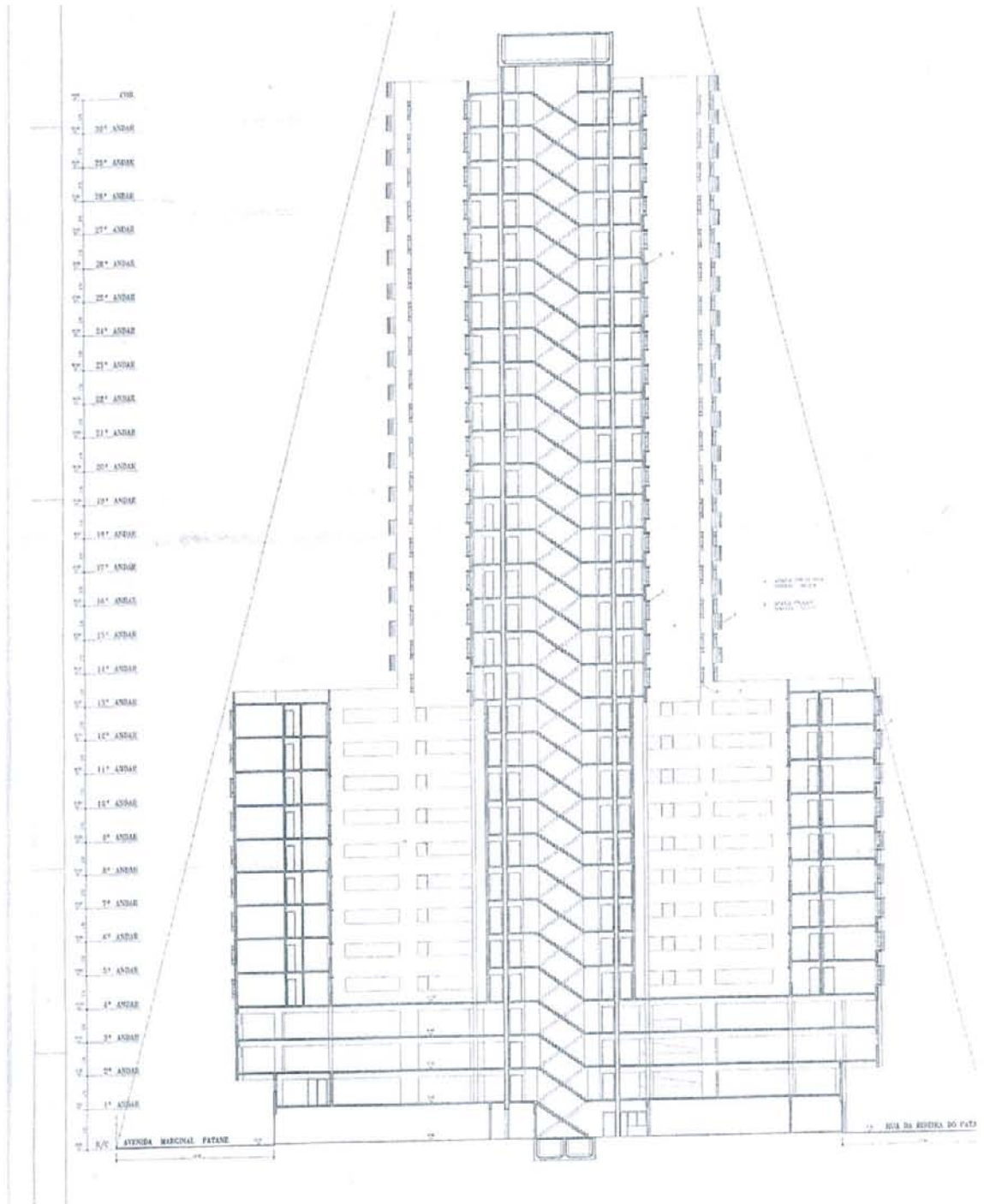


圖 1-2、立面圖(西向)

高林路

高林路 高林路 高林路 高林路

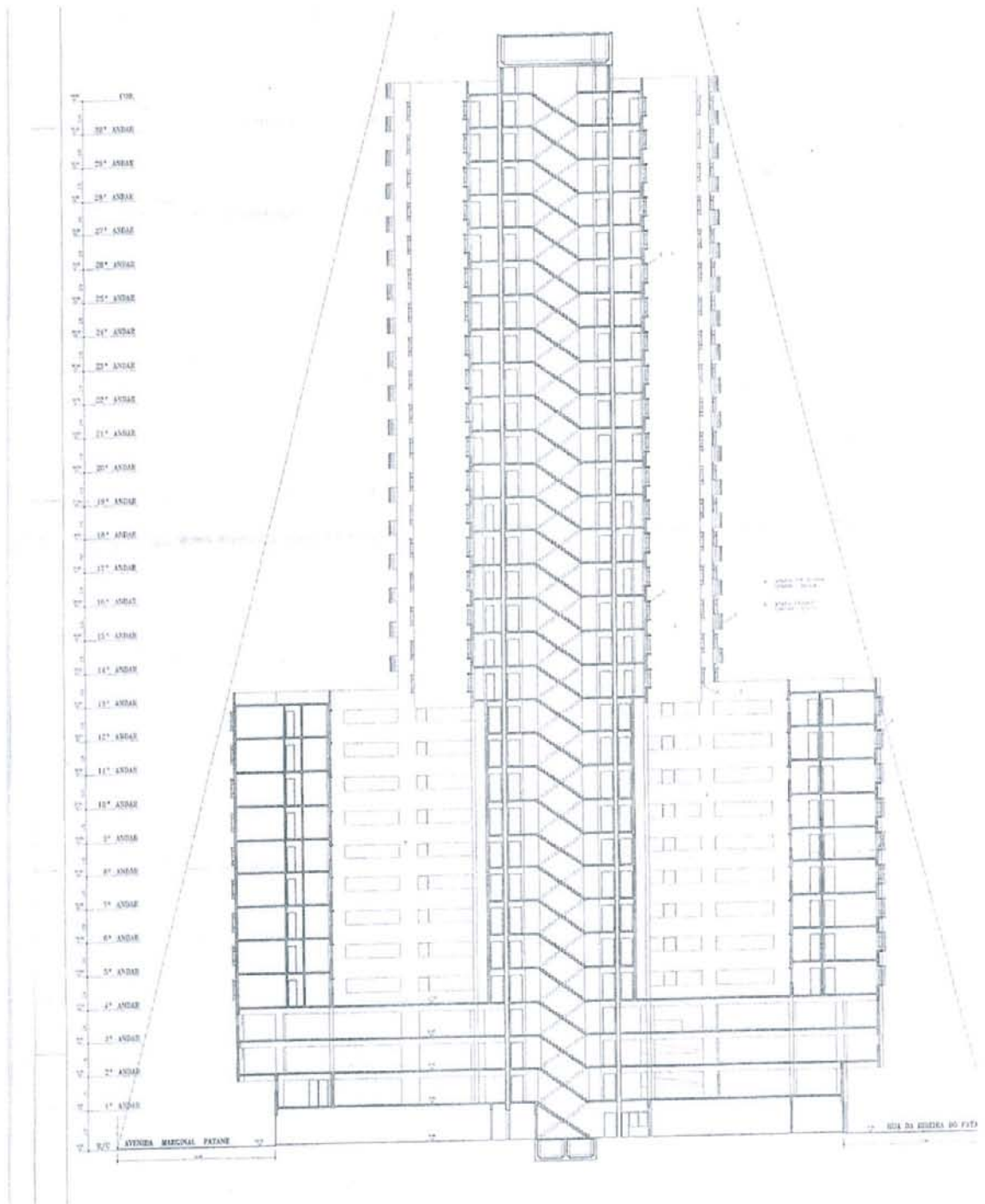
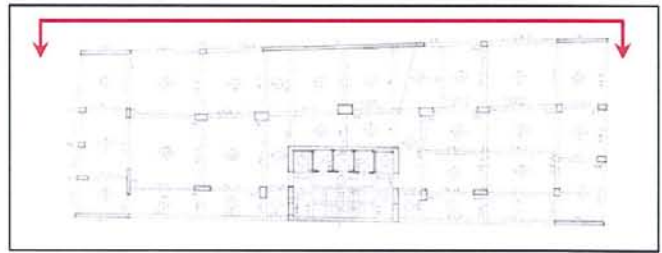


圖 1-3、立面圖(東向)

高林隆

宏泰高楊陳 何

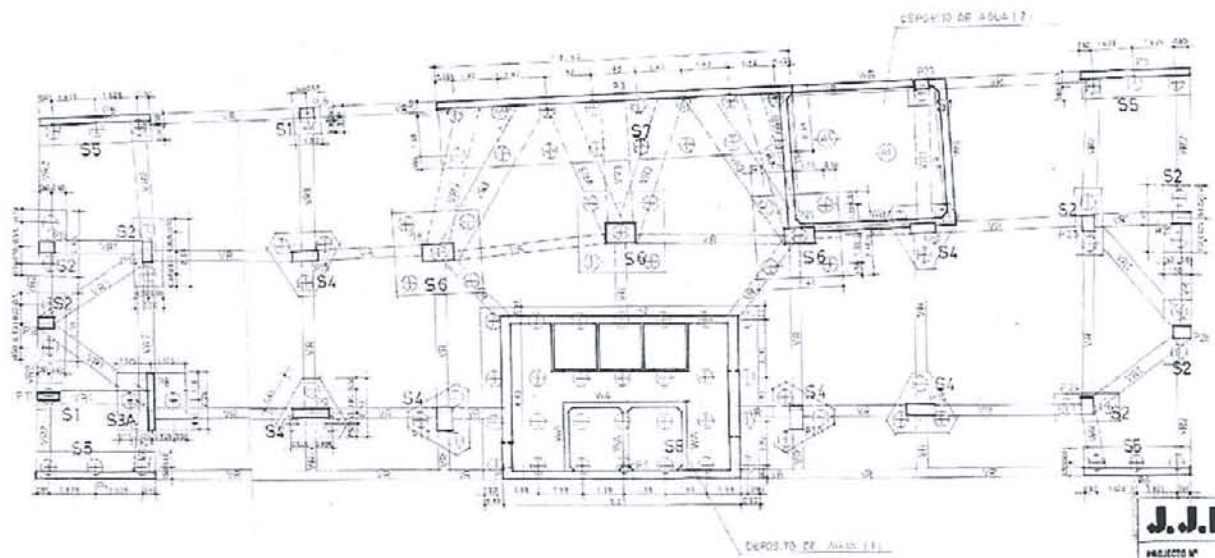


圖 1-4、基樁配置圖

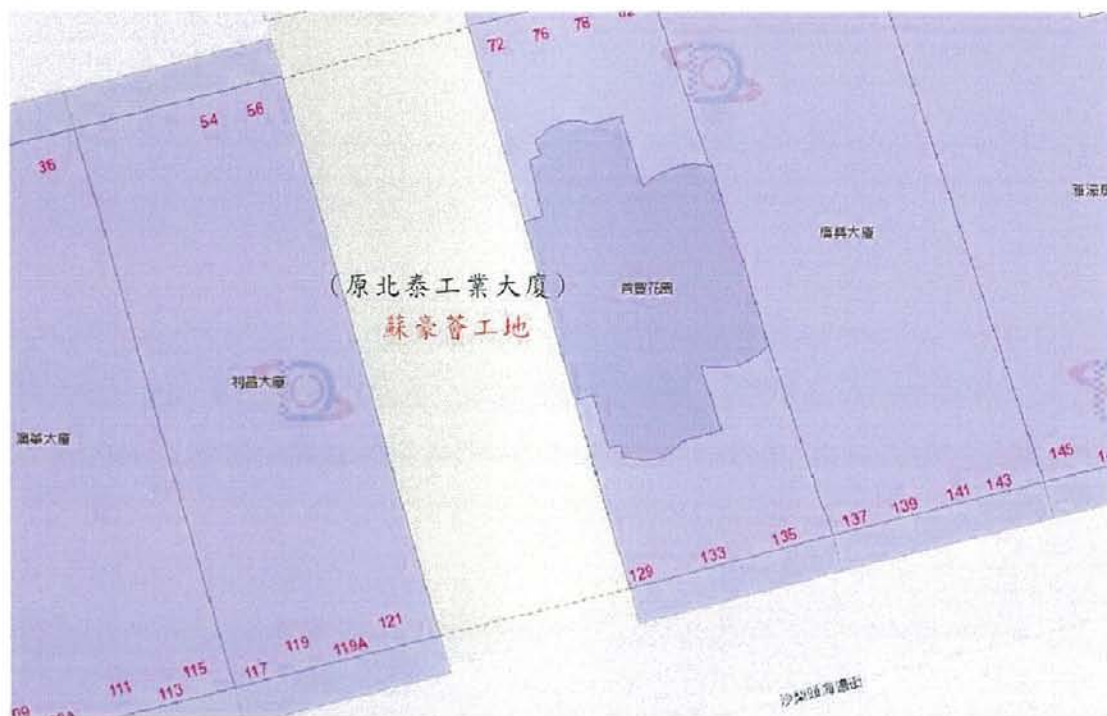


圖 1-5、鄰地位置圖

高林隆 廖高楊陳 何



圖 1-6、柱軸力破壞相關照片

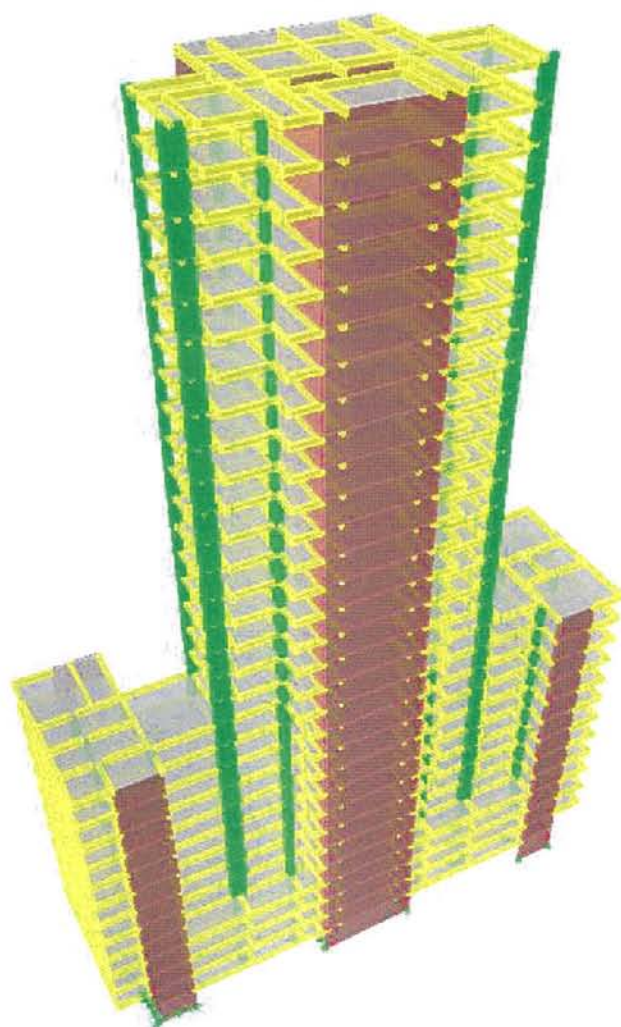


圖 2-1、結構分析模型

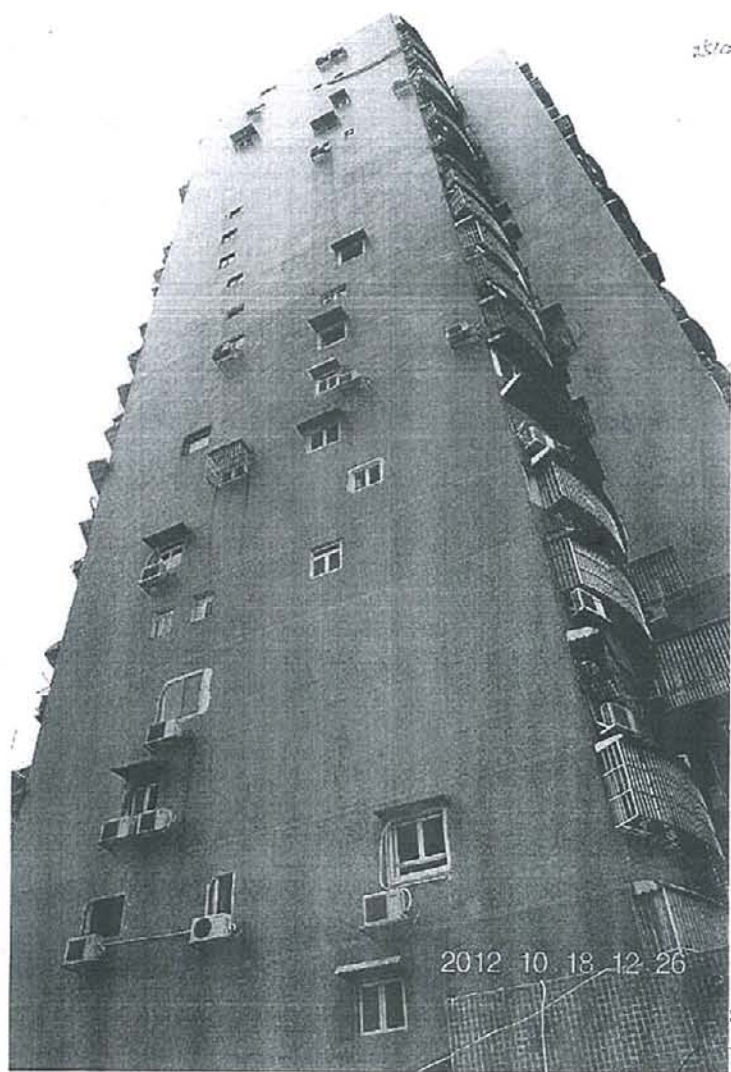
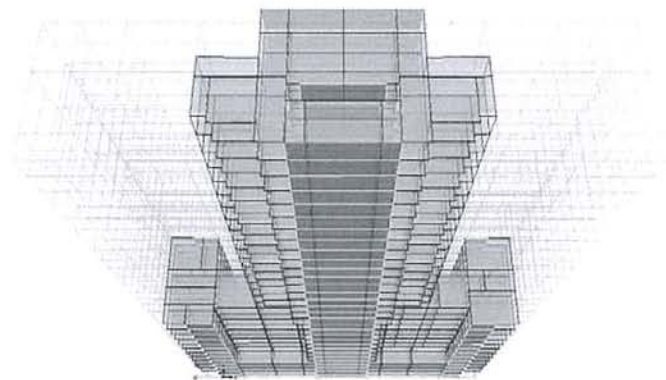
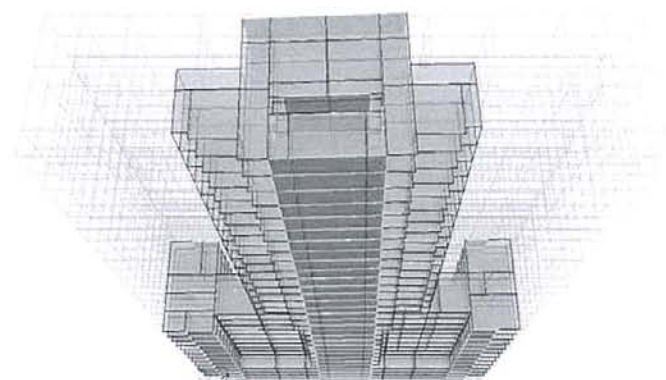


圖 2-2、大樓外觀圖

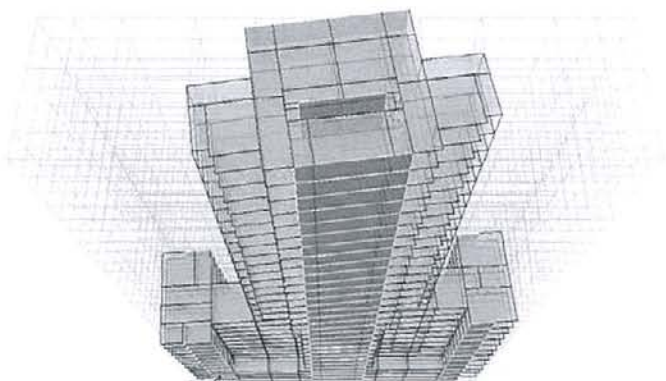
高林
 高林 經
 高林 經 高楊 凍 何 2012



第一振態 (Y 向)



第二振態 (X 向)



第三振態 (扭轉振態)

圖 3-1、振態分析圖

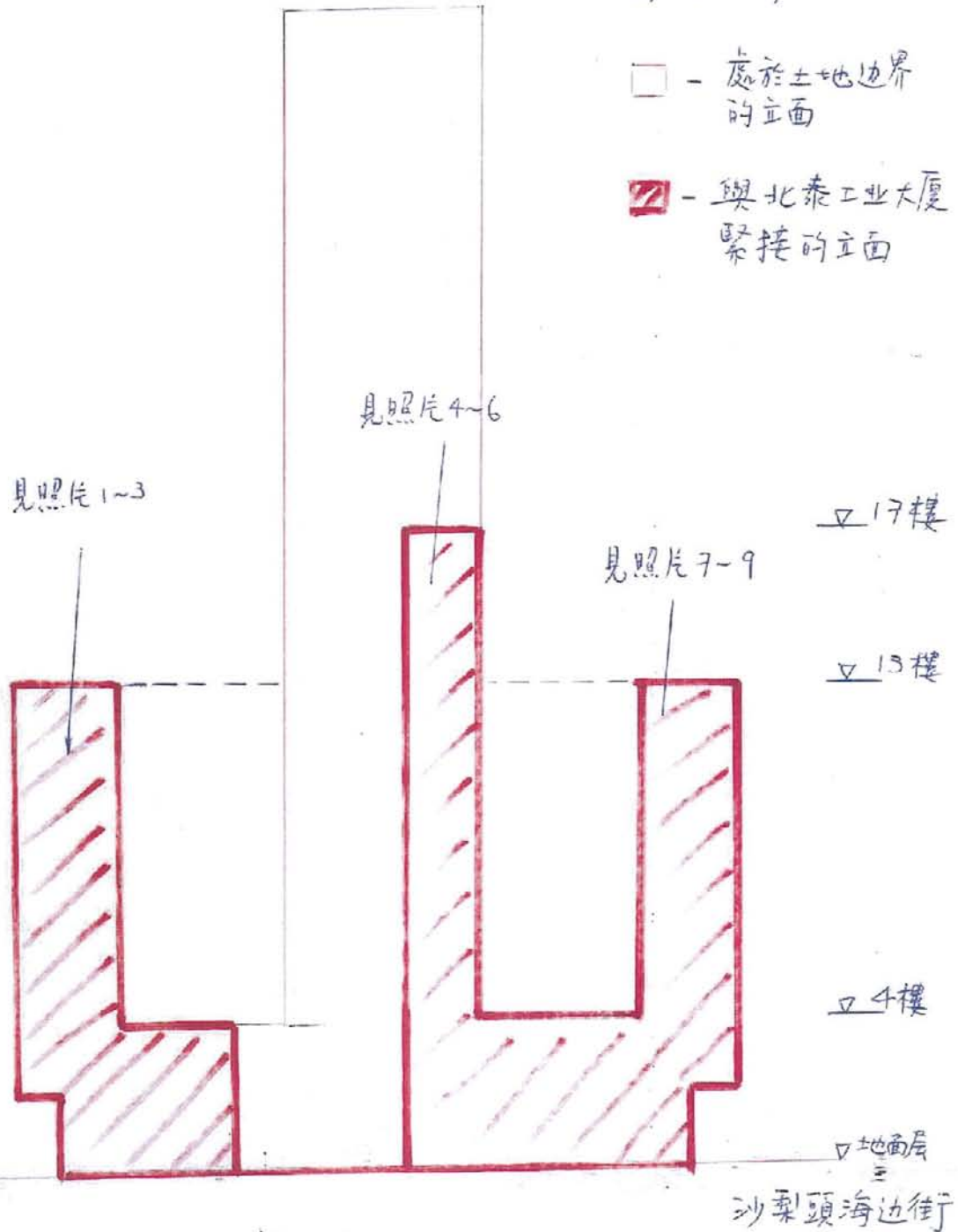
高林隆

高林隆 高楊 陳何

圖例說明：

□ - 處於土地邊界的立面

▨ - 與北泰工業大廈緊接的立面



善豐花園側立面示意圖

圖 3-2、北泰工業大樓與善豐花園大樓立面關係圖

高林隆

高林隆 楊凍河 32

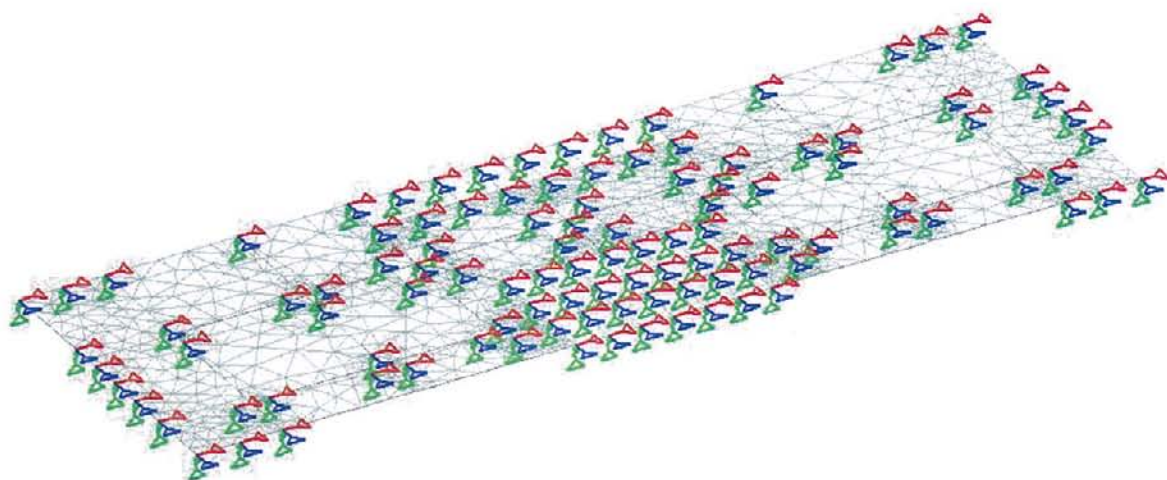
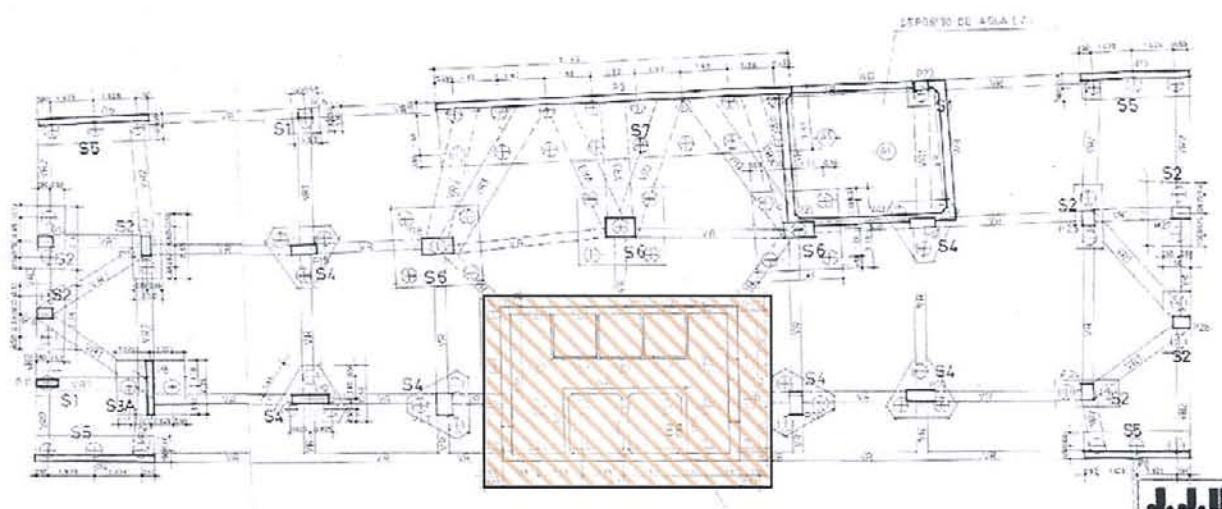


圖 4-1、基礎結構分析模型



說明：  為最大應力比區域

圖 4-2、基樁承載最大應力比區域

高林路

宏泰高楊陳河

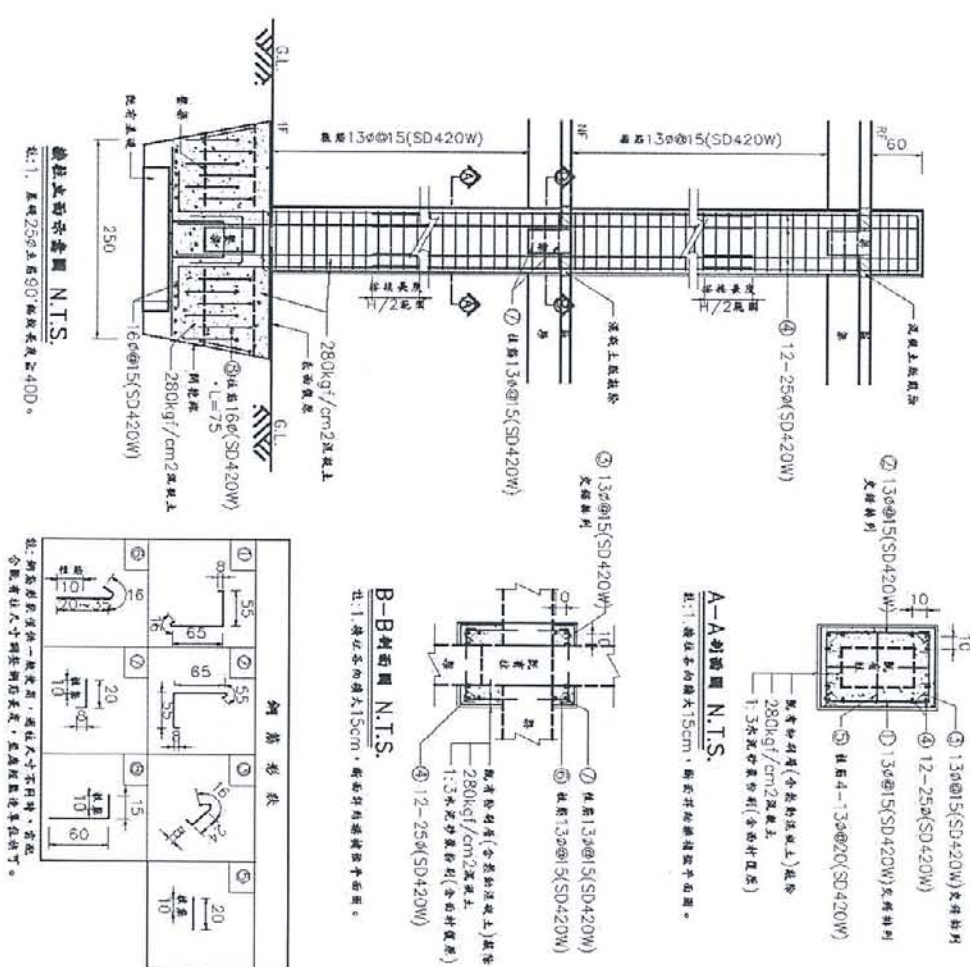
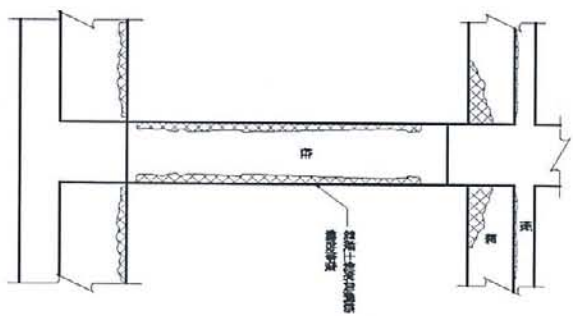


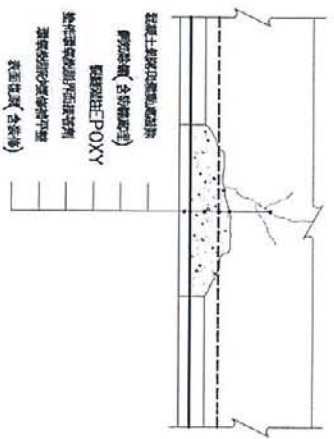
圖 6-1、RC 柱擴大柱斷面補強施工圖說

高林

何陳楊高台



混凝土剝落修補材料施工示意圖 N.T.S.
註：鋼筋位置及數量應符合相關設計規範規定。



混凝土剝落修補材料施工示意圖 N.T.S.

圖 6-2、混凝土剝落與鋼筋鏽蝕修復施工說明

混凝土剝落修補材料施工說明

1. 剝落修補：剝落之混凝土厚度在 10cm 以上者，應先將剝落、鬆動及腐蝕之混凝土清除，並將其表面修平。
2. 鋼筋修補：修補材料與原混凝土界面應修平，並應修補至原鋼筋位置，其位置、規格應符合下表之規定。

項目	單位	規格/型號	數量/要求
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D695	2500
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D790	2500
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D638	2100
修補材料	kgf/cm ²	ASTM C882	2100

3. 鋼筋修補：其位置、規格應符合下表之規定。

項目	單位	規格/型號	數量/要求
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D695	2500
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D790	2100
修補材料	kgf/cm ²	ASTM D638	2100
修補材料	kgf/cm ²	ASTM C882	2100

4. 施工步驟：

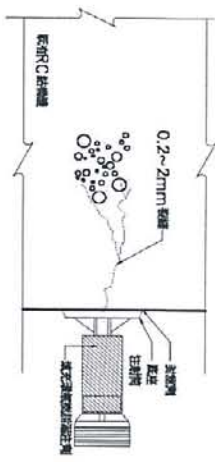
- (1) 剝落修補：剝落之混凝土厚度在 10cm 以上者，應先將剝落、鬆動及腐蝕之混凝土清除，並將其表面修平。
- (2) 鋼筋修補：剝落之鋼筋應先將其表面修平，並應修補至原鋼筋位置，其位置、規格應符合下表之規定。

項目	單位	規格/型號 (cm)											
		ASTM D695	ASTM D790	ASTM D638	ASTM C882	ASTM D695	ASTM D790	ASTM D638	ASTM C882	ASTM D695	ASTM D790	ASTM D638	ASTM C882
2800	kgf/cm ²	106	134	164	194	224	254	284	314	344	374	404	434
4200	kgf/cm ²	41	55	69	83	97	111	125	139	153	167	181	195
2800	kgf/cm ²	245	38	51	64	77	90	103	116	129	142	155	168
350	kgf/cm ²	32	43	53	64	74	84	94	104	114	124	134	144
210	kgf/cm ²	62	83	103	124	144	164	184	204	224	244	264	284
245	kgf/cm ²	57	76	96	115	135	154	174	194	214	234	254	274
280	kgf/cm ²	54	71	88	106	122	139	156	173	190	207	224	241
350	kgf/cm ²	48	65	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224

- (3) 剝落修補：剝落之混凝土厚度在 10cm 以上者，應先將剝落、鬆動及腐蝕之混凝土清除，並將其表面修平。
- (4) 鋼筋修補：剝落之鋼筋應先將其表面修平，並應修補至原鋼筋位置，其位置、規格應符合下表之規定。
- (5) 修補材料 POXY 材料應修補。
- (6) 修補材料 POXY 材料應修補。
- (7) 修補材料 POXY 材料應修補。

高林

何課高橋



裂縫灌漿施工示意圖 N.T.S.

裂縫灌漿施工說明：

1. 壓注材料：混凝土修補之0.2~2mm 細縫，應以低壓力灌漿。
2. 灌漿材料之選擇：應選用灌漿材料之灌漿材料，其品質、性能必須符合下表之規定。

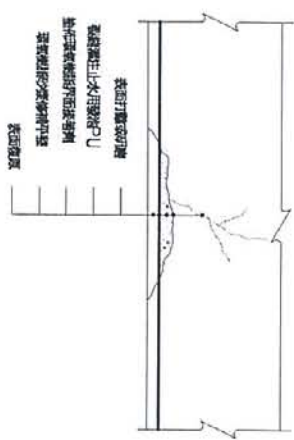
試驗項目	單位	試驗方法	試驗標準
抗壓強度	kgf/cm ²	ASTM D695	≥400
抗拉強度	kgf/cm ²	ASTM D790	≥200
抗折強度	kgf/cm ²	ASTM D638	≥150
抗剪強度	kgf/cm ²	ASTM C882	≥80

3. 灌漿材料之灌注：應將混凝土修補材料灌入裂縫中，其品質、性能必須符合下表之規定。

試驗項目	單位	試驗方法	試驗標準
抗壓強度	kgf/cm ²	ASTM D695	≥500
抗拉強度	kgf/cm ²	ASTM D790	≥200
抗折強度	kgf/cm ²	ASTM D638	≥150
抗剪強度	kgf/cm ²	ASTM C882	≥100

4. 施工步驟：

- (1) 檢查及清理：檢查裂縫之位置、長度、位置及數量。
- (2) 裂縫表面之清理：將裂縫表面之雜物、灰塵、油污等清除。
- (3) 裂縫表面之修補：將裂縫表面之凹處、缺角等修補。
- (4) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (5) 灌漿材料之固化：待灌漿材料固化後，即可進行下一項工作。
- (6) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (7) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (8) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (9) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。



混凝土修補材料施工示意圖 N.T.S.

混凝土修補材料施工說明：

1. 壓注材料：混凝土修補之0.2~2mm 細縫，應以低壓力灌漿。
2. 灌漿材料之選擇：應選用灌漿材料之灌漿材料，其品質、性能必須符合下表之規定。
3. 灌漿材料之灌注：應將混凝土修補材料灌入裂縫中，其品質、性能必須符合下表之規定。

試驗項目	單位	試驗方法	試驗標準
抗壓強度	kgf/cm ²	ASTM D695	≥500
抗拉強度	kgf/cm ²	ASTM D790	≥200
抗折強度	kgf/cm ²	ASTM D638	≥150
抗剪強度	kgf/cm ²	ASTM C882	≥100

4. 灌漿材料之灌注：應將混凝土修補材料灌入裂縫中，其品質、性能必須符合下表之規定。

試驗項目	單位	試驗方法	試驗標準
抗壓強度	kgf/cm ²	ASTM D695	≥500
抗拉強度	kgf/cm ²	ASTM D790	≥200
抗折強度	kgf/cm ²	ASTM D638	≥150
抗剪強度	kgf/cm ²	ASTM C882	≥100

5. 施工步驟：

- (1) 檢查及清理：檢查裂縫之位置、長度、位置及數量。
- (2) 裂縫表面之清理：將裂縫表面之雜物、灰塵、油污等清除。
- (3) 裂縫表面之修補：將裂縫表面之凹處、缺角等修補。
- (4) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (5) 灌漿材料之固化：待灌漿材料固化後，即可進行下一項工作。
- (6) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (7) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (8) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。
- (9) 灌漿材料之灌注：將灌漿材料灌入裂縫中。

圖 6-3、裂縫、滲水修復施工說明

高林隆

高林隆 高林隆 高林隆

表 1-1、樓層高度及用途

樓層	層高(m)	用途
30F~14F	2.7	住宅
13F~4F	2.7	住宅
3F~1F	2.7	停車空間
GF	3.2	零售店鋪

表 1-2、結構尺寸表
(單位：cm)

樓層	柱				大梁	小梁	版
30F~21F	40×60	40×70	50×35	55×35	25×50	20×40	t=15
	70×40	115×30	150×30		30×50	25×50	
					45×50		
20F~13F	50×80	65×40	70×60	75×80	25×50	20×40	t=10
	115×30	150×30			30×50	25×40	t=12
					40×50	25×50	t=15
					45×50		t=18
12F~4F	25×220	30×80	60×35	60×90	25×50	20×40	t=10
	85×50	90×70	100×30	100×80	30×50	25×40	t=12
	115×35	150×35			40×50	25×50	t=15
					45×50		t=18
3F~1F	30×220	40×80	50×40	50×70	20×50	20×40 25×40	t=10
	60×45	60×100	70×50	100×30	25×50		t=12
	100×60	125×80	130×70	150×40	25×60		t=15
	150×50				30×50		
					30×60		
GF	60×45	60×100	70×50	100×30			
	100×60	125×80	130×70	150×40			
	150×50						

高林隆

高林隆 高楊 陳 何 37

表 1-3、鑽心試驗及化性試驗結果

表 1-3(1)第一次鑽心試驗結果

第一次鑽心試驗結果			
樓層	試體編號	構件位置	抗壓強度(MPa)
2F	P8_A	柱頂	28.4
	P8_C	柱底	14.5
2F	P9_B1	柱頂	25.9
	P9_A	柱中	4.5
2F	P17_A	柱頂	12.2
	P17_C	柱底	6.6
2F	P22_A	柱頂	27.5
	P22_C	柱底	5.6

高林隆

全泰高楊陳何

表 1-3(2)第一次化性試驗結果

第一次化性試驗結果									
樓層	試體 編號	構件 位置 (註1)	氯離子 含量 (%)	氯離子與 水泥比 (%)	水泥含量 (%)	骨材與 水泥比	pH 值	碳化試驗 位置	碳化深度 (mm)
2F	P13	柱	未做化性試驗					柱中	27
2F	P11	柱						柱中	25
2F	P14	柱						柱中	35
2F	P8_A	柱頂	<0.01	0.02	13.1	6.4	12.7	柱中	28
2F	P8_C	柱底	<0.01	0.02	13.4(註 2)	6.2	12.7		
2F	P9_A	柱中	<0.01	0.02	4.9(註 3)	7.2	12.5	柱中	83
2F	P9_B	柱頂	<0.01	0.02	11.8	7.2	12.7		
2F	P9_B1	柱頂	<0.01	0.01	12.8	6.6	12.7		
2F	P17_A	柱頂	0.01	0.04	14.4	5.7	12.5	柱中	60
2F	P17_C	柱底	<0.01	0.04	8.1(註 3)	11.1	12.4		
2F	P22_A	柱頂	<0.01	0.02	15.7	5.1	12.6	柱中	80
2F	P22_C	柱底	未做化性試驗						

說明：

註1：2樓各結構柱在樓板以上1.6m至1.8m之間均發現施工縫，柱的試體在施工縫以上採集，而柱中及柱底的試體在施工縫以下採集。

註2：2F P8_C 試體抗壓強度為14.5 MPa，但碳化深度及組成正常。

註3：2F P9_A、P17_C及P22_C 試體抗壓強度為4.5 MPa、6.6 MPa及5.6 MPa，碳化深度明顯偏高，達83 mm、60 mm及80 mm，其中P9_A、P17_C 試體的水泥含量僅為4.9%、8.1%。

高林隆

台靜高楊凍何

表 1-3(3) 第二次鑽心試驗結果

第二次鑽心試驗結果							
樓層	取樣數	樓層平均抗壓強度	樓層最低抗壓強度		低於規定抗壓強度之 75%		
		(MPa)	(MPa)	位置	處	(MPa)	位置
GF	8	29.6	23.0	V17_7	0		
1F	9	28.7	22.0	VW3	2	22.0	VW3、P21
2F	9	27.2	23.5	P21	0		
3F	9	26.7	23.0	P15、V42_1	0		
4F	6	31.8	29.5	V58	0		
5F	6	25.8	25.0	P10	0		
6F	6	27.5	25.5	P10	0		
8F	3	27.7	26.5	0	0		
10F	2	26.5	25.0	V58	0		
12F	2	32.3	31.5	V58	0		
14F	3	27.7	24.0	P19	0		
16F	3	30.3	29.5	V92_2	0		
18F	3	32.0	29.0	V91_2	0		
20F	3	23.5	19.5	V87	1	19.5	V87
22F	3	24.8	23.0	P19	0		
24F	2	32.8	32.5	V92_2	0		
26F	3	33.0	31.0	VW6	0		
28F	2	36.0	35.5	P19	0		
30F	3	29.3	29.0	V95_1	0		

註：依據 ACI 318-95 規範規定，鑽心試體抗壓試驗一組 3 顆，以平均強度不低於標稱值 85%，單顆強度不低於標稱值 75% 視為合格。

表 1-3(4)第二次化性試驗結果

第二次化性試驗結果								
樓層	試體編號	構件位置	碳化深度 (mm)	氯離子 含量(%)	氯離子與 水泥比(%)	水泥含量 (%)	骨材與 水泥比	pH 值
GF	P22	柱	42	未做化性試驗				
GF	V17_7	梁	31					
GF	P2	柱	0					
1F	P18	柱	35					
1F	V31_5	梁	22					
1F	P27	柱		0.01	0.07	13.60	6.1	12.2
1F	VW3	梁	36	<0.01	0.02	14.70	5.6	12.2
1F	P8	柱		<0.01	0.02	14.70	5.6	12.3
1F	P22_slab	版		0.020	0.11	17.50	4.5	12.3
1F	P17_slab	版		0.01	0.06	17.50	4.5	12.3
1F	P9_slab	版		<0.01	0.03	13.90	6.0	12.4
1F	P8_slab	版		<0.01	0.03	15.50	5.2	12.4
2F	V31_3	梁	26	未做化性試驗				
2F	V8	梁	35					
2F	VW3	梁		<0.01	<0.01	14.90	5.5	12.4
2F	P27	柱		0.01	0.08	12.80	6.6	12.3
2F	P8	柱	40	<0.01	0.01	14.70	5.6	12.2
2F	P22_slab	版		<0.01	<0.01	16.20	4.9	12.5
2F	P17_slab	版		<0.01	0.01	13.60	6.1	12.4
2F	P9_slab	版		<0.01	0.02	13.10	6.4	12.4
2F	P8_slab	版		<0.01	0.01	15.90	5.1	12.3
3F	V48_3	梁	16					
3F	P11	柱		<0.01	0.01	14.90	5.5	12.4
3F	VW3	梁	37	<0.01	0.02	14.90	5.5	12.3
3F	P27	柱	47	<0.01	0.02	14.10	5.9	12.3
3F	P8	柱		<0.01	0.01	12.80	6.6	12.4
3F	P22_slab	版		<0.01	0.02	16.20	4.9	12.4
3F	P17_slab	版		<0.01	0.02	14.30	5.8	12.2

高林隆

(接下頁)

高林隆 楊陳何 41

3F	P9_slab	版		<0.01	<0.01	15.40	5.3	12.4
3F	P8_slab	版		<0.01	0.01	15.20	5.3	12.4
4F	P9	柱	0	未做化性試驗				
4F	P10	柱	0					
4F	V65_2	梁	27					
8F	P19	柱		<0.01	0.01	15.70	5.1	12.4
8F	V59	梁		<0.01	<0.01	13.10	6.4	12.2
12F	V59	梁		<0.01	0.02	13.80	6.0	12.4
16F	P19	柱		<0.01	0.01	16.40	4.9	12.2
16F	V79	梁		<0.01	0.02	15.40	5.3	12.2
20F	P19	柱		<0.01	0.02	18.00	4.3	12.3
20F	V79	梁		<0.01	0.02	14.70	5.6	12.4
24F	V79	梁		<0.01	0.01	15.10	5.4	12.4
28F	P19	柱		<0.01	0.02	13.40	6.2	12.1

註：第二次試驗大部分試體抗壓強度皆在 22.5 MPa 以上(大於設計抗壓強度之 75%)，碳化深度及水泥含量亦無明顯異常。

高林隆

合群高樓陳何...

表 2-1、分析採用之混凝土強度

樓層	分析時採用之 混凝土強度 (MPa)
GF	25.50
1F	25.50
2F	25.50
3F	25.50
4F	30.00
5F	25.50
6F	25.50
7F	25.50
8F	25.50
9F	25.50
10F	25.50
11F	25.50
12F	30.00
13F	25.50
14F	25.50
15F	25.50
16F	30.00
17F	30.00
18F	30.00
19F	22.50
20F	22.50
21F	22.50
22F	22.50
23F	22.50
24F	30.00
25F	30.00
26F	30.00
27F	30.00
28F	30.00
29F	25.50
30F	25.50

樓層	局部構件採用之 混凝土強度 (MPa)	
1F	P21 柱	22.0
1F	VW3 梁	22.0
2F	P8 柱	14.50
2F	P9 柱	4.50
2F	P17 柱	6.6
2F	P22 柱	5.6
20F	V87 梁	19.5

高林強

高楊 陳何

表 2-2、風力載重計算簡化表

離地高度 h (m)	風荷載標準值 w_{kh} (kPa)		陣風速度標準值 v_{kh} (m/s) (km/h)			
	第一類	第二類	第一類		第二類	
0 至 10	2.59	1.72	65.0	234	53.0	191
10 至 30	3.13	2.31	71.5	257	61.4	221
30 至 50	3.43	2.66	74.8	269	65.9	237
50 至 100	3.89	3.26	79.6	287	72.9	262
100 至 150	4.19	3.67	82.7	298	77.4	279
150 至 200	4.42	4.01	84.9	306	80.9	291
200 至 250	4.60	4.30	86.7	312	83.7	301
> 250	4.77	4.55	88.2	317	86.1	310

表 2-3、載重組合表

- (1) $1.4 DL + 1.7 LL$
- (2) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL + 1.87EQX)$
- (3) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL - 1.87EQX)$
- (4) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL + 1.87EQY)$
- (5) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL - 1.87EQY)$
- (6) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL + 1.7WLX)$
- (7) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL - 1.7 WLX)$
- (8) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL + 1.7 WLY)$
- (9) $0.75(1.4 DL + 1.7 LL - 1.7 WLY)$
- (10) $0.9 DL + 1.43EQX$
- (11) $0.9 DL - 1.43EQX$
- (12) $0.9 DL + 1.43EQY$
- (13) $0.9 DL - 1.43EQY$
- (14) $0.9 DL + 1.3WLX$
- (15) $0.9 DL - 1.3WLX$
- (16) $0.9 DL + 1.3WLY$
- (17) $0.9 DL - 1.3WLY$

高林隆

表 3-1、梁配筋檢核表

(依 ACI 318-95 規範檢核)

梁配筋檢核表僅以 1F 至 9F P9 柱周圍三處大梁為例，10F 以上強度大致符合需求，故未列出。

梁配筋檢核 (未考慮柱縮短效應)									
樓層	平面編號	分析需求鋼筋量 (cm ²)				實際配筋鋼筋量 (cm ²)			
		主筋			剪力筋	主筋			剪力筋
		頂層左端	頂層右端	底層中央	端部	頂層左端	頂層右端	底層中央	端部
9F	V67_1	12.79	0.407	5.894	0.028	19.226	9.818	6.284	0.050
9F	V67_2	0	6.741	3.965	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
9F	V53	10.315	17.307	10.111	0.049	24.126	24.126	11.193	0.050
8F	V67_1	12.158	0.981	5.797	0.026	19.226	9.818	6.284	0.050
8F	V67_2	0	6.487	3.965	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
8F	V53	10.593	16.999	10.085	0.05	24.126	24.126	11.193	0.050
7F	V67_1	11.534	1.557	5.701	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
7F	V67_2	0	6.189	3.965	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
7F	V53	10.931	16.6	10.066	0.051	24.126	24.126	11.193	0.050
6F	V67_1	10.907	2.141	5.607	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
6F	V67_2	0.253	5.834	3.965	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
6F	V53	11.468	16.095	9.988	0.052	24.126	24.126	11.193	0.050
5F	V67_1	10.354	2.7	5.54	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
5F	V67_2	0.626	5.501	3.965	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
5F	V53	11.683	15.506	10.117	0.053	24.126	24.126	11.193	0.050
4F	V49_1	12.283	4.076	6.986	0.03	14.727	9.818	9.818	0.105
4F	V49_2	1.48	6.341	4.758	0.03	9.818	9.818	6.284	0.105
4F	V42_1	13.46	13.693	9.274	0.041	20.993	24.126	11.193	0.105
3F	V21_1	13.781	5.15	8.45	0.064	12.96	11.193	9.818	0.050
3F	V21_2	2.969	6.842	5.148	0.024	11.193	9.818	6.284	0.050
3F	V3_1	16.542	16.08	11.243	0.068	32.168	24.126	12.96	0.105
2F	V21_1	14.128	5.569	8.839	0.067	12.96	11.193	9.818	0.050
2F	V21_2	2.981	7.255	5.347	0.026	11.193	9.818	6.284	0.050
2F	V3_1	18.277	16.653	11.993	0.078	32.168	24.126	12.96	0.105
1F	V21_1	13.177	5.656	8.395	0.062	12.96	11.193	9.818	0.050
1F	V21_2	3.172	6.79	5.073	0.024	11.193	9.818	6.284	0.050
1F	V3_1	17.766	15.106	11.141	0.071	32.168	24.126	12.96	0.105

說明：1、以鑽心試驗混凝土強度分析，不考慮P9柱縮短效應。
 2、配筋考慮常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。
 3、以綠字藍底標示為實際配筋量不足分析需求之80%。
 表示未完全滿足設計規範安全係數需求。

高林陸

吳榮高楊陳何

表 3-1、梁配筋檢核表(續)

(依 ACI 318-95 規範檢核)

梁配筋檢核 (考慮柱縮短效應)									
樓層	平面編號	分析需求鋼筋量 (cm ²)				實際配筋鋼筋量 (cm ²)			
		主筋			剪力筋 端部	主筋			剪力筋 端部
		頂層左端	頂層右端	底層中央		頂層左端	頂層右端	底層中央	
9F	V67 1	34.016	0	11.44	0.083	19.226	9.818	6.284	0.050
9F	V67 2	0	33.626	8.382	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
9F	V53	0	36.154	12.931	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
8F	V67 1	33.821	0	11.38	0.083	19.226	9.818	6.284	0.050
8F	V67 2	0	34.147	8.47	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
8F	V53	0	36.478	13.048	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
7F	V67 1	33.685	0	11.336	0.082	19.226	9.818	6.284	0.050
7F	V67 2	0	34.704	8.564	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
7F	V53	0	36.761	13.158	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
6F	V67 1	33.548	0	11.312	0.082	19.226	9.818	6.284	0.050
6F	V67 2	0	35.23	8.671	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
6F	V53	0	37.022	13.242	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
5F	V67 1	33.756	0	11.296	0.082	19.226	9.818	6.284	0.050
5F	V67 2	0	36.076	8.753	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
5F	V53	0	37.113	13.331	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
4F	V49 1	42.644	0	14.551	0.105	14.727	9.818	9.818	0.105
4F	V49 2	0	46.368	11.586	0.03	9.818	9.818	6.284	0.105
4F	V42 1	0	43.138	15.603	0.03	20.993	24.126	11.193	0.105
3F	V21 1	34.398	0	12.181	0.117	12.96	11.193	9.818	0.050
3F	V21 2	0	33.476	9.617	0.02	11.193	9.818	6.284	0.050
3F	V3 1	0	44.876	16.053	0.03	32.168	24.126	12.96	0.105
2F	V21 1	14.128	5.569	8.839	0.067	12.96	11.193	9.818	0.050
2F	V21 2	2.981	7.255	5.347	0.026	11.193	9.818	6.284	0.050
2F	V3 1	18.277	16.653	11.993	0.078	32.168	24.126	12.96	0.105
1F	V21 1	13.177	5.656	8.395	0.062	12.96	11.193	9.818	0.050
1F	V21 2	3.172	6.79	5.073	0.024	11.193	9.818	6.284	0.050
1F	V3 1	17.766	15.106	11.141	0.071	32.168	24.126	12.96	0.105

說明：1、以鑽心試驗混凝土強度分析，考慮P9柱縮短效應。

2、配筋考慮常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。

3、以綠字藍底標示為實際配筋量不足分析需求之80%。

表示未完全滿足設計規範安全係數需求。

4、2F以下梁配筋不受2F P9柱縮短效應之影響。

高林強

高林強 楊陳何

表 3-1、梁配筋檢核表(續)
(檢核構件現況是否接近極限強度)

梁配筋檢核 (考慮柱縮短效應) (未考慮載重係數)									
樓層	平面編號	分析需求鋼筋量 (cm ²)				實際配筋鋼筋量 (cm ²)			
		主筋			剪力筋 端部	主筋			剪力筋 端部
		頂層左端	頂層右端	底層中央		頂層左端	頂層右端	底層中央	
9F	V67_1	20.23	0	6.961	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
9F	V67_2	0	20.105	5.165	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
9F	V53	0	21.536	7.765	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
8F	V67_1	20.104	0	6.928	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
8F	V67_2	0	20.482	5.22	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
8F	V53	0	21.783	7.836	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
7F	V67_1	20.019	0	6.906	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
7F	V67_2	0	20.89	5.277	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
7F	V53	0	22.004	7.902	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
6F	V67_1	19.935	0	6.894	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
6F	V67_2	0	21.282	5.343	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
6F	V53	0	22.212	7.955	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
5F	V67_1	20.095	0	6.888	0.025	19.226	9.818	6.284	0.050
5F	V67_2	0	21.914	5.394	0.025	9.818	14.727	6.284	0.050
5F	V53	0	22.297	8.007	0.025	24.126	24.126	11.193	0.050
4F	V49_1	24.974	0	8.886	0.03	14.727	9.818	9.818	0.105
4F	V49_2	0	27.731	7.135	0.03	9.818	9.818	6.284	0.105
4F	V42_1	0	25.244	9.591	0	20.993	24.126	11.193	0.105
3F	V21_1	20.94	0	7.117	0.047	12.96	11.193	9.818	0.050
3F	V21_2	0	20.671	5.703	0.02	11.193	9.818	6.284	0.050
3F	V3_1	0	26.672	9.494	0	32.168	24.126	12.96	0.105
2F	V21_1	8.847	3.589	5.659	0.028	12.96	11.193	9.818	0.050
2F	V21_2	1.934	4.7	3.476	0.02	11.193	9.818	6.284	0.050
2F	V3_1	11.584	10.6	7.731	0.03	32.168	24.126	12.96	0.105
1F	V21_1	8.256	3.642	5.366	0.025	12.96	11.193	9.818	0.050
1F	V21_2	2.071	4.389	3.29	0.02	11.193	9.818	6.284	0.050
1F	V3_1	11.246	9.604	7.16	0.03	32.168	24.126	12.96	0.105

說明： 1、以鑽心試驗混凝土強度分析，考慮P9柱縮短效應。
 2、配筋考慮常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。
 3、以紅字藍底標示表示目前構件強度不足，接近損壞狀態。
 4、2F以下梁配筋不受2F P9柱縮短效應之影響。

高林隆

宏泰高楊陳何

表 3-2、柱設計強度檢核表

(依 ACI 318-95 規範檢核)

柱強度檢核表僅列出受力較大之 GF 至 5F 柱為例，以上樓層暫不列出，詳細如下：

柱強度檢核											
樓層	柱編號	柱寬 (cm)	柱深 (cm)	主筋強度 (kgf/cm ²)	實際配筋 As (cm ²)	混凝土強度 (kgf/cm ²)	未考慮P9柱縮短效應		考慮P9柱縮短效應		軸力容量 (tf)
							柱軸力需求(tf)	強度/需求	柱軸力需求(tf)	強度/需求	
5F	P8	25	220	3546.12	52.07	259.85	274.3	2.86	315.4	2.48	783.7
	P9	150	35	3546.12	53.59	259.85	640.5	1.18	309.7	2.44	755.8
	P17	60	90	3546.12	43.99	259.85	471.9	1.60	554.5	1.36	755.3
	P20	60	90	3546.12	43.99	259.85	504.8	1.50	502.8	1.50	755.3
	P10	115	35	3546.12	120.67	259.85	614.2	1.20	614.5	1.20	737.5
	P24	40	60	3546.12	87.99	259.85	229.3	2.06	229.5	2.05	471.6
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	205.3	2.23	206.2	2.22	458.4
	P26	60	40	3546.12	71.44	259.85	320.8	1.37	320.3	1.37	438.7
	P12	60	35	3546.12	42.02	259.85	228.7	1.50	229.9	1.49	343.2
	P13	60	35	3546.12	42.02	259.85	260.7	1.32	261.6	1.31	343.2
	P14	30	80	3546.12	48.31	259.85	289.5	1.36	293.1	1.34	392.8
	P15	85	50	3546.12	81.26	259.85	607.8	1.13	696.6	0.99	687.0
	P18	90	70	3546.12	43.99	259.85	796.6	1.09	827.6	1.05	866.6
	P19	100	80	3546.12	77.76	259.85	879.6	1.30	871.7	1.31	1143.9
	P21	90	70	3546.12	78.54	259.85	814.5	1.15	804.8	1.16	935.2
	P22	85	50	3546.12	128.67	259.85	592.6	1.32	587.1	1.33	781.2
4F	P25	40	60	3546.12	87.99	259.85	310.7	1.52	310.6	1.52	471.6
	P27	60	40	3546.12	71.44	259.85	320.8	1.37	319.1	1.37	438.7
	P8	25	220	3546.12	52.07	305.7	307.3	2.94	354.8	2.55	903.7
	P9	150	35	3546.12	53.59	305.7	673.5	1.29	316.0	2.75	870.4
	P17	60	90	3546.12	43.99	305.7	484.4	1.80	576.0	1.52	873.1
	P20	60	90	3546.12	43.99	305.7	520.3	1.68	518.3	1.68	873.1
	P10	115	35	3546.12	120.67	305.7	647.4	1.27	647.7	1.27	825.3
	P24	40	60	3546.12	87.99	305.7	258.7	2.03	258.9	2.02	524.0
	P11	100	30	3546.12	43.99	305.7	231.2	2.27	232.0	2.26	523.9
	P26	60	40	3546.12	71.44	305.7	362.2	1.36	361.7	1.36	491.1
	P12	60	35	3546.12	42.02	305.7	257.6	1.51	259.0	1.50	389.0
	P13	60	35	3546.12	42.02	305.7	294.1	1.32	295.0	1.32	389.0
	P14	30	80	3546.12	48.31	305.7	325.3	1.37	329.1	1.35	445.2
	P15	85	50	3546.12	81.26	305.7	642.6	1.21	737.2	1.06	779.8
	P18	90	70	3546.12	43.99	305.7	832.3	1.21	864.0	1.16	1004.1
	P19	100	80	3546.12	77.76	305.7	922.4	1.43	914.4	1.44	1318.5
3F	P21	90	70	3546.12	78.54	305.7	851.9	1.26	842.2	1.27	1072.7
	P22	85	50	3546.12	128.67	305.7	624.8	1.40	619.4	1.41	874.0
	P25	40	60	3546.12	87.99	305.7	348.5	1.50	348.5	1.50	524.0
	P27	60	40	3546.12	71.44	305.7	361.0	1.36	359.2	1.37	491.1
	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	342.6	2.79	400.2	2.39	954.7
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	727.0	1.23	319.8	2.80	895.0
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	501.8	1.68	612.6	1.37	841.9
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	539.9	1.56	538.0	1.56	841.9
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	702.0	1.69	702.3	1.69	1189.7
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	286.1	2.12	286.3	2.12	607.6
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	256.8	1.79	257.8	1.78	458.4
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	403.1	1.43	402.6	1.43	574.8
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	290.1	1.44	291.4	1.43	417.4
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	329.2	1.27	329.9	1.27	417.4
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	371.4	1.32	375.5	1.31	491.7
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	698.8	1.32	802.3	1.15	923.0
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	887.4	1.39	919.5	1.35	1237.9
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	975.1	1.45	966.9	1.46	1410.8
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	905.6	1.44	895.6	1.45	1301.0
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	674.0	1.48	668.6	1.49	997.6
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	392.7	1.55	392.6	1.55	607.6
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	401.7	1.43	399.7	1.44	574.8
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	33.4	10.10	33.5	10.09	337.8
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	34.2	9.87	34.0	9.93	337.8

(接下頁)

高林強

高林強 楊陳 何

表 3-2、柱設計強度檢核表(續)

(依 ACI 318-95 規範檢核)

柱強度檢核											
樓層	柱編號	柱寬 (cm)	柱深 (cm)	主筋強度 (kgf/cm ²)	實際配筋 As (cm ²)	混凝土強度 (kgf/cm ²)	未考慮P9柱縮短效應		考慮P9柱縮短效應		軸力容量 (tf)
							柱軸力需求(tf)	強度/需求	柱軸力需求(tf)	強度/需求	
2F	P8	30	220	3546.12	69.67	147.76	384.2	1.57	448.7	1.34	602.5
	P9	150	40	3546.12	76.98	45.86	790.2	0.36	343.6	0.83	283.8
	P17	60	100	3546.12	50.27	67.25	533.9	0.55	658.9	0.44	291.9
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	574.6	1.47	572.7	1.47	841.9
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	766.8	1.55	767.1	1.55	1189.7
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	320.7	1.89	320.9	1.89	607.6
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	295.1	1.55	296.3	1.55	458.4
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	453.9	1.27	453.4	1.27	574.8
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	309.3	1.35	310.6	1.34	417.4
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	379.7	1.10	380.1	1.10	417.4
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	427.4	1.15	431.8	1.14	491.7
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	763.0	1.21	875.0	1.05	923.0
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	953.9	1.30	986.4	1.25	1237.9
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	1032.8	1.37	1024.5	1.38	1410.8
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	967.6	1.34	957.5	1.36	1301.0
	P22	100	60	3546.12	128.67	57.06	733.4	0.57	728.0	0.57	418.5
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	446.5	1.36	446.4	1.36	607.6
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	451.1	1.27	449.1	1.28	574.8
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	70.5	4.79	70.6	4.78	337.8
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	71.8	4.70	71.5	4.73	337.8
1F	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	428.3	2.23	500.4	1.91	954.7
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	855.8	1.05	367.9	2.43	895.0
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	570.6	1.48	712.6	1.18	841.9
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	609.3	1.38	607.3	1.39	841.9
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	831.2	1.43	831.5	1.43	1189.7
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	355.6	1.71	355.8	1.71	607.6
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	333.7	1.37	335.0	1.37	458.4
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	505.1	1.14	504.6	1.14	574.8
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	328.1	1.27	329.4	1.27	417.4
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	430.9	0.97	431.2	0.97	417.4
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	485.3	1.01	489.9	1.00	491.7
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	831.5	1.11	952.8	0.97	923.0
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	1021.8	1.21	1054.5	1.17	1237.9
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	1094.8	1.29	1086.4	1.30	1410.8
	P21	130	70	3546.12	88.36	229.28	1028.6	1.14	1018.3	1.15	1168.6
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	797.1	1.25	791.7	1.26	997.6
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	500.5	1.21	500.4	1.21	607.6
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	501.0	1.15	498.9	1.15	574.8
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	108.4	3.12	108.5	3.11	337.8
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	108.9	3.10	108.4	3.12	337.8
GF	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	472.4	2.02	552.6	1.73	954.7
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	921.2	0.97	390.5	2.29	895.0
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	613.2	1.37	774.1	1.09	841.9
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	647.2	1.30	645.3	1.30	841.9
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	897.1	1.33	897.4	1.33	1189.7
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	392.7	1.55	392.9	1.55	607.6
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	349.9	1.31	351.2	1.31	458.4
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	529.1	1.09	528.6	1.09	574.8
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	342.2	1.22	343.5	1.22	417.4
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	452.2	0.92	452.3	0.92	417.4
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	543.2	0.91	547.9	0.90	491.7
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	898.0	1.03	1029.2	0.90	923.0
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	1089.4	1.14	1122.1	1.10	1237.9
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	1157.3	1.22	1148.8	1.23	1410.8
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	1091.6	1.19	1081.3	1.20	1301.0
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	861.6	1.16	856.3	1.17	997.6
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	557.0	1.09	556.9	1.09	607.6
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	523.5	1.10	521.3	1.10	574.8
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	144.3	2.34	144.2	2.34	337.8
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	144.3	2.34	143.8	2.35	337.8

說明：1、以鑽心試驗混凝土強度分析。

2、配筋考慮常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。

3、以綠字藍底標示表示未完全滿足設計規範安全係數需求。

備註：2F P9柱軸力標稱強度原設計為 1025.9 tf，混凝土強度下降後為 283.8tf，為原設計之27.7%。

高林強

金榮高楊陳何

表 3-2、柱設計強度檢核表(續)

(檢核構件現況是否接近極限強度)

柱強度檢核 (未考慮載重係數)									
樓層	柱編號	柱寬 (cm)	柱深 (cm)	主筋強度 (kgf/cm ²)	實際配筋 As (cm ²)	混凝土強度 (kgf/cm ²)	考慮P9柱縮短效應		軸力容量 (tf)
							柱軸力需求(tf)	強度/需求	
5F	P8	25	220	3546.12	52.07	259.85	219.0	5.11	1119.5
	P9	150	35	3546.12	53.59	259.85	208.2	5.19	1079.7
	P17	60	90	3546.12	43.99	259.85	386.3	2.79	1078.9
	P20	60	90	3546.12	43.99	259.85	348.7	3.09	1078.9
	P10	115	35	3546.12	120.67	259.85	426.3	2.47	1053.5
	P24	40	60	3546.12	87.99	259.85	158.6	4.25	673.7
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	142.0	4.61	654.9
	P26	60	40	3546.12	71.44	259.85	220.7	2.84	626.7
	P12	60	35	3546.12	42.02	259.85	157.9	3.11	490.3
	P13	60	35	3546.12	42.02	259.85	179.5	2.73	490.3
	P14	30	80	3546.12	48.31	259.85	201.9	2.78	561.1
	P15	85	50	3546.12	81.26	259.85	484.0	2.03	981.5
	P18	90	70	3546.12	43.99	259.85	572.9	2.16	1238.0
	P19	100	80	3546.12	77.76	259.85	599.6	2.73	1634.2
	P21	90	70	3546.12	78.54	259.85	556.2	2.40	1336.0
	P22	85	50	3546.12	128.67	259.85	406.5	2.75	1116.0
	P25	40	60	3546.12	87.99	259.85	214.4	3.14	673.7
	P27	60	40	3546.12	71.44	259.85	219.8	2.85	626.7
4F	P8	25	220	3546.12	52.07	305.7	246.4	5.24	1291.0
	P9	150	35	3546.12	53.59	305.7	212.0	5.86	1243.4
	P17	60	90	3546.12	43.99	305.7	401.5	3.11	1247.3
	P20	60	90	3546.12	43.99	305.7	359.5	3.47	1247.3
	P10	115	35	3546.12	120.67	305.7	449.2	2.62	1179.0
	P24	40	60	3546.12	87.99	305.7	178.9	4.18	748.5
	P11	100	30	3546.12	43.99	305.7	159.8	4.68	748.4
	P26	60	40	3546.12	71.44	305.7	249.2	2.82	701.6
	P12	60	35	3546.12	42.02	305.7	177.8	3.13	555.8
	P13	60	35	3546.12	42.02	305.7	202.5	2.74	555.8
	P14	30	80	3546.12	48.31	305.7	226.7	2.80	635.9
	P15	85	50	3546.12	81.26	305.7	512.2	2.17	1114.0
	P18	90	70	3546.12	43.99	305.7	598.1	2.40	1434.4
	P19	100	80	3546.12	77.76	305.7	629.0	2.99	1883.6
	P21	90	70	3546.12	78.54	305.7	582.1	2.63	1532.4
	P22	85	50	3546.12	128.67	305.7	428.8	2.91	1248.5
	P25	40	60	3546.12	87.99	305.7	240.6	3.11	748.5
	P27	60	40	3546.12	71.44	305.7	247.4	2.84	701.6
3F	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	277.9	4.91	1363.8
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	213.4	5.99	1278.5
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	427.3	2.82	1202.8
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	373.1	3.22	1202.8
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	486.8	3.49	1699.6
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	197.7	4.39	868.0
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	177.6	3.69	654.9
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	277.3	2.96	821.1
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	200.1	2.98	596.3
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	226.5	2.63	596.3
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	258.5	2.72	702.5
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	557.2	2.37	1318.5
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	636.3	2.78	1768.4
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	665.1	3.03	2015.4
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	618.8	3.00	1858.6
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	462.5	3.08	1425.2
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	270.8	3.21	868.0
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	275.3	2.98	821.1
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	23.2	20.79	482.6
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	23.6	20.47	482.6

(接下頁)

高林強

高林強 陳何

柱強度檢核 (未考慮載重係數)									
樓層	柱編號	柱寬 (cm)	柱深 (cm)	主筋強度 (kgf/cm ²)	實際配筋 As (cm ²)	混凝土強度 (kgf/cm ²)	考慮P9柱縮短效應		軸力容量 (tf)
							柱軸力需求(tf)	強度/需求	
2F	P8	30	220	3546.12	69.67	147.76	310.6	2.77	860.8
	P9	150	40	3546.12	76.98	45.86	227.6	—	405.5
	P17	60	100	3546.12	50.27	67.25	458.9	0.91	417.0
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	396.4	3.03	1202.8
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	530.3	3.20	1699.6
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	220.7	3.93	868.0
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	203.4	3.22	654.9
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	311.3	2.64	821.1
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	213.0	2.80	596.3
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	260.0	2.29	596.3
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	295.9	2.37	702.5
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	606.1	2.18	1318.5
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	681.1	2.60	1768.4
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	703.6	2.86	2015.4
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	660.2	2.82	1858.6
	P22	100	60	3546.12	128.67	57.06	502.0	1.19	597.9
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	306.6	2.83	868.0
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	308.3	2.66	821.1
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	48.4	9.98	482.6
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	48.9	9.86	482.6
1F	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	345.5	3.95	1363.8
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	242.2	5.28	1278.5
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	495.7	2.43	1202.8
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	419.6	2.87	1202.8
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	573.5	2.96	1699.6
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	243.9	3.56	868.0
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	229.4	2.86	654.9
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	345.6	2.38	821.1
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	225.5	2.64	596.3
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	294.1	2.03	596.3
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	334.7	2.10	702.5
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	658.6	2.00	1318.5
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	726.8	2.43	1768.4
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	745.1	2.70	2015.4
	P21	130	70	3546.12	88.36	229.28	700.9	2.38	1669.4
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	544.5	2.62	1425.2
GF	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	342.6	2.53	868.0
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	341.7	2.40	821.1
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	74.1	6.52	482.6
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	73.9	6.53	482.6
	P8	30	220	3546.12	69.67	259.85	380.8	3.58	1363.8
	P9	150	40	3546.12	76.98	259.85	255.6	5.00	1278.5
	P17	60	100	3546.12	50.27	259.85	537.9	2.24	1202.8
	P20	60	100	3546.12	50.27	259.85	445.2	2.70	1202.8
	P10	150	50	3546.12	131.98	259.85	617.8	2.75	1699.6
	P24	50	70	3546.12	87.99	259.85	268.6	3.23	868.0
	P11	100	30	3546.12	43.99	259.85	240.4	2.72	654.9
	P26	70	50	3546.12	71.44	259.85	361.8	2.27	821.1
	P12	60	45	3546.12	42.02	259.85	235.1	2.54	596.3
	P13	60	45	3546.12	42.02	259.85	308.4	1.93	596.3
	P14	40	80	3546.12	48.31	259.85	373.2	1.88	702.5
	P15	100	60	3546.12	91.08	259.85	710.2	1.86	1318.5
	P18	130	70	3546.12	56.56	259.85	772.2	2.29	1768.4
	P19	125	80	3546.12	87.58	259.85	787.0	2.56	2015.4
	P21	130	70	3546.12	88.36	259.85	743.1	2.50	1858.6
	P22	100	60	3546.12	128.67	259.85	587.5	2.43	1425.2
	P25	50	70	3546.12	87.99	259.85	380.2	2.28	868.0
	P27	70	50	3546.12	71.44	259.85	357.0	2.30	821.1
	P16	50	40	3546.12	45.56	259.85	98.2	4.92	482.6
	P23	50	40	3546.12	45.56	259.85	97.9	4.93	482.6

說明：1、以鑽心試驗混凝土強度分析。
 2、配筋考慮常時載重部份：主要為靜載重(DL)及活載重(LL)。
 3、以紅字藍底標示為目前構件強度不足，接近損壞狀態。

表 3-3、雙向風力與意外橫力(2%自重)比較

	X向風力	Y向風力
設計總風力 V_w (tf)	270	780
2%橫力 V_e (tf)	286	286
風力與2%橫力比較 $\frac{1.7 \times V_w}{1.87 \times V_e}$	86.03%	248.07%

高林強

台靜高橋 陳何人

表 3-4、風力對柱內力之影響

樓層	柱編號	風力造成柱內力之增量(未考慮載重係數)				
		柱軸力 (tf)	柱彎矩Mx (tf-m)	柱彎矩My (tf-m)	柱剪力 Vx (tf)	柱剪力 Vy (tf)
2F	P8	6.8	2.7	0.3	0.2	9.6
	P9	76.9	1.4	4.2	0.9	3.1
	P17	51.9	5.1	1.3	0.7	4.2
	P20	57.5	6.0	2.0	1.2	6.3
	P10	61.4	1.9	5.7	0.9	3.7
	P24	2.4	4.3	0.6	0.3	6.5
	P11	8.1	14.0	1.0	0.2	4.2
	P26	20.7	12.0	0.8	0.3	5.3
	P12	4.4	0.1	0.3	0.0	5.9
	P13	15.2	17.6	0.5	0.1	4.4
	P14	26.8	4.6	0.8	0.5	4.6
	P15	78.0	3.5	3.1	1.0	6.0
	P18	165.1	2.7	6.5	1.7	7.2
	P19	186.2	0.3	5.7	0.7	10.7
	P21	172.8	1.8	6.3	1.9	5.6
	P22	64.7	1.5	1.9	0.6	4.4
	P25	33.2	5.0	1.2	0.7	5.2
	P27	29.1	13.9	1.1	0.4	4.9
	P16	6.4	1.4	1.7	1.1	2.9
	P23	6.6	1.0	1.7	1.1	3.0
1F	P8	7.4	5.2	0.5	0.3	18.4
	P9	77.8	2.3	4.7	0.7	2.2
	P17	53.1	6.6	1.6	1.0	4.4
	P20	58.8	5.6	1.8	0.9	2.0
	P10	62.6	1.7	5.6	0.6	2.2
	P24	2.5	5.3	0.5	0.2	4.2
	P11	8.4	0.6	0.9	0.0	2.9
	P26	24.0	1.1	0.6	0.2	4.0
	P12	4.5	0.0	0.3	0.0	4.5
	P13	19.4	1.5	0.4	0.1	3.3
	P14	27.6	4.8	0.6	0.4	2.1
	P15	77.4	3.7	2.6	0.5	3.2
	P18	168.7	3.2	5.7	1.1	2.7
	P19	190.6	0.1	5.4	0.2	4.8
	P21	177.0	2.5	5.6	1.5	2.0
	P22	64.3	2.6	2.8	1.0	5.9
	P25	34.4	5.0	1.0	0.5	3.1
	P27	32.8	1.2	0.9	0.2	3.8
	P16	8.6	1.8	1.2	0.9	2.2
	P23	9.0	1.5	1.2	0.9	2.4
GF	P8	7.9	1.2	0.5	0.2	8.0
	P9	78.4	1.9	8.8	1.6	1.1
	P17	53.5	1.6	1.7	0.4	3.6
	P20	59.8	1.3	1.9	0.6	6.0
	P10	63.5	1.5	11.0	2.0	2.8
	P24	2.6	1.7	0.7	0.2	3.4
	P11	8.6	1.0	2.1	0.4	1.0
	P26	26.8	1.9	1.2	0.3	2.5
	P12	4.6	0.0	0.7	0.1	1.7
	P13	22.3	1.7	0.7	0.2	1.3
	P14	28.1	1.3	0.5	0.2	1.5
	P15	77.1	1.2	4.3	0.9	2.2
	P18	170.6	0.7	10.3	1.8	3.9
	P19	192.5	0.5	10.5	1.8	6.4
	P21	179.6	1.2	10.4	2.0	5.3
	P22	64.0	0.5	4.2	0.8	3.3
	P25	35.1	1.4	0.8	0.3	3.1
	P27	35.6	1.4	1.3	0.3	2.5
	P16	10.0	0.5	0.6	0.3	0.8
	P23	10.5	0.5	0.6	0.3	1.1

高林

陸空 高楊 陳 何 53

表 3-5、風力造成柱軸力增量佔常時載重造成軸力之比例

(考慮北泰工業大樓拆卸前後，僅列出風力影響較大之外柱，詳細如下：)

樓層	柱編號	北泰大樓拆卸前		北泰大樓拆卸後	
		常時載重 柱軸力 (tf)	風力柱軸力佔常時載 重柱軸力之比例	常時載重 柱軸力 (tf)	風力柱軸力佔常時載 重柱軸力之比例
2F	P8	263.4	3%	264.5	3%
	P9	563.4	4%	546.6	14%
	P17	378.7	14%	369.6	14%
	P20	407.7	15%	397.8	14%
	P10	543.7	4%	530.1	12%
	P24	220.6	1%	220.5	1%
	P11	199.8	4%	202.5	4%
	P26	314.7	3%	311.7	7%
	P12	211.4	2%	212.0	2%
	P13	257.7	3%	259.7	6%
	P27	304.9	4%	309.8	9%
	P16	47.7	3%	48.3	13%
	P23	48.6	3%	49.2	13%
1F	P8	292.9	2%	294.1	3%
	P9	607.5	3%	590.7	13%
	P17	403.9	14%	394.3	13%
	P20	431.3	14%	421.0	14%
	P10	587.0	3%	573.3	11%
	P24	243.8	1%	243.7	1%
	P11	226.0	4%	228.4	4%
	P26	349.3	2%	345.9	7%
	P12	223.8	2%	224.5	2%
	P13	291.7	3%	293.9	7%
	P27	338.1	4%	343.2	10%
	P16	73.2	3%	74.0	12%
	P23	73.5	3%	74.3	12%
GF	P8	322.4	2%	323.6	2%
	P9	651.4	3%	634.7	12%
	P17	432.8	13%	423.0	13%
	P20	457.0	14%	446.6	13%
	P10	631.4	3%	617.6	10%
	P24	268.4	1%	268.4	1%
	P11	237.2	4%	239.4	4%
	P26	365.8	2%	362.2	7%
	P12	233.4	2%	234.1	2%
	P13	306.0	3%	308.3	7%
	P27	353.1	3%	358.5	10%
	P16	97.4	2%	98.3	10%
	P23	97.3	2%	98.3	11%

高林
張

北泰高楊陳 何 54

表 3-6、北泰工業大樓拆卸前後風力影響比較表

	工業大廈拆卸前	工業大廈拆卸後 (現況)	拆卸前後增加比例
X 向風力 (tf)	270	270	0.0%
Y 向風力 (tf)	547	780	29.8%
X 向風力造成傾倒彎矩(tf-m)	13516.7	13516.7	0.0%
Y 向風力造成傾倒彎矩(tf-m)	26439.0	31494.9	16.1%

3-7、樓宇傾斜之影響

樓層	柱編號	靜載	活載	東西向 1/545橫力		南北向 1/550橫力	
		柱軸力 (tf)	柱軸力 (tf)	軸力增量(tf)	增量/(靜載+活載)	軸力增量(tf)	增量/(靜載+活載)
2F	P8	218.3	46.3	-0.44	0.2%	-0.20	0.1%
	P9	463.6	83.0	1.23	0.5%	2.21	0.8%
	P17	314.7	54.9	3.22	1.2%	1.09	0.4%
	P20	338.5	59.2	-3.57	1.4%	0.99	0.4%
	P10	448.0	82.2	-1.21	0.5%	1.75	0.7%
	P24	180.7	39.8	0.16	0.1%	-0.03	0.0%
	P11	164.0	38.5	0.52	0.2%	-0.23	0.1%
	P26	253.0	58.6	-0.56	0.2%	0.62	0.2%
	P12	170.4	41.6	0.28	0.1%	-0.08	0.0%
	P13	205.9	53.8	0.50	0.2%	-0.46	0.2%
	P14	234.6	58.2	-0.34	0.1%	-0.79	0.3%
	P15	437.9	88.2	1.12	0.4%	-2.23	0.8%
	P18	548.6	109.3	1.65	0.6%	-4.71	1.8%
	P19	578.1	131.4	-0.06	0.0%	-5.34	2.0%
	P21	556.7	110.7	-1.63	0.6%	-4.94	1.9%
	P22	421.9	84.0	-1.12	0.4%	-1.84	0.7%
	P25	249.6	57.1	0.49	0.2%	-0.98	0.4%
	P27	251.7	58.0	-0.71	0.3%	-0.87	0.3%
	P16	38.6	9.7	0.10	0.0%	-0.20	0.1%
	P23	39.3	9.9	-0.10	0.0%	-0.20	0.1%

說明：正號表壓力；負號表拉力

高林隆

宏泰高楊陳 仝

表 3-8、P9 樁基礎沉降造成柱內力之影響

樓層	柱編號	未考慮P9柱樁沉降效應			考慮P9樁沉降效應		
		軸力 (tf)	彎矩 Mx (tf-m)	彎矩 My (tf-m)	軸力 (tf)	彎矩 Mx (tf-m)	彎矩 My (tf-m)
30F	P9	14.7	3.8	4.9	10.0	8.7	8.8
29F	P9	30.1	2.7	4.3	19.9	6.5	7.6
28F	P9	45.6	2.9	4.4	29.9	7.4	8.2
27F	P9	60.9	2.7	4.4	39.4	7.2	8.2
26F	P9	76.2	2.7	4.4	48.7	7.3	8.2
25F	P9	91.4	2.6	4.3	58.0	7.2	8.1
24F	P9	106.5	2.6	4.5	67.1	7.6	8.6
23F	P9	121.7	2.6	4.3	76.1	6.8	7.7
22F	P9	136.9	2.7	4.2	85.9	6.9	7.8
21F	P9	152.1	2.4	5.2	95.6	6.8	7.0
20F	P9	167.4	2.3	5.4	106.1	7.0	7.0
19F	P9	182.8	2.2	5.1	116.3	6.6	6.6
18F	P9	198.1	2.0	5.4	126.4	7.5	7.3
17F	P9	213.2	1.9	5.3	135.4	7.6	7.3
16F	P9	228.4	1.9	5.5	144.3	7.9	7.6
15F	P9	243.6	2.1	5.3	153.1	7.6	7.2
14F	P9	258.9	1.6	6.1	162.4	7.5	8.1
13F	P9	274.2	3.8	0.3	171.6	8.5	2.2
12F	P9	294.9	6.7	0.3	177.5	13.3	2.8
11F	P9	315.2	5.8	0.5	180.9	11.9	2.8
10F	P9	336.0	6.1	0.7	185.9	12.3	3.1
9F	P9	357.1	6.1	0.9	190.7	12.5	3.4
8F	P9	378.4	6.2	1.0	195.4	12.8	3.6
7F	P9	400.1	6.3	1.2	199.8	13.2	3.9
6F	P9	422.1	6.0	1.3	204.1	12.8	4.2
5F	P9	444.5	8.0	1.6	208.2	16.5	4.4
4F	P9	467.3	2.0	1.1	212.0	4.0	5.1
3F	P9	504.2	7.2	1.7	213.4	7.5	4.7
2F	P9	546.6	4.9	1.4	227.6	5.1	3.8
1F	P9	590.7	7.8	2.7	242.2	7.9	6.1
GF	P9	634.7	2.5	1.7	255.6	2.5	2.4

說明：1、常時載重：靜載重(DL)及活載重(LL)。

2、不考慮載重係數。

高林隆

宏泰高楊陳 何 56

表 3-9、P17 樁基礎沉降造成柱內力之影響

樓層	柱編號	未考慮P17樁沉降效應			考慮P17樁沉降效應		
		軸力 (tf)	彎矩 Mx (tf-m)	彎矩 My (tf-m)	軸力 (tf)	彎矩 Mx (tf-m)	彎矩 My (tf-m)
30F	P9	14.7	3.8	4.9	15.8	4.1	6.4
29F	P9	30.1	2.7	4.3	32.2	2.9	5.6
28F	P9	45.6	2.9	4.4	48.7	3.2	5.9
27F	P9	60.9	2.7	4.4	65.2	3.0	5.9
26F	P9	76.2	2.7	4.4	81.7	3.0	6.0
25F	P9	91.4	2.6	4.3	98.2	2.9	5.9
24F	P9	106.5	2.6	4.5	114.7	3.0	6.4
23F	P9	121.7	2.6	4.3	131.1	2.9	5.9
22F	P9	136.9	2.7	4.2	147.6	3.0	6.0
21F	P9	152.1	2.4	5.2	164.1	2.7	6.2
20F	P9	167.4	2.3	5.4	180.6	2.6	6.4
19F	P9	182.8	2.2	5.1	197.0	2.4	6.0
18F	P9	198.1	2.0	5.4	213.4	2.3	6.5
17F	P9	213.2	1.9	5.3	229.9	2.2	6.5
16F	P9	228.4	1.9	5.5	246.4	2.2	6.8
15F	P9	243.6	2.1	5.3	263.0	2.4	6.6
14F	P9	258.9	1.6	6.1	279.7	1.9	6.8
13F	P9	274.2	3.8	0.3	296.5	4.1	5.9
12F	P9	294.9	6.7	0.3	320.7	7.2	8.4
11F	P9	315.2	5.8	0.5	344.9	6.3	8.1
10F	P9	336.0	6.1	0.7	369.7	6.6	8.8
9F	P9	357.1	6.1	0.9	395.1	6.6	9.4
8F	P9	378.4	6.2	1.0	421.1	6.7	10.1
7F	P9	400.1	6.3	1.2	447.8	6.8	10.8
6F	P9	422.1	6.0	1.3	475.4	6.5	11.7
5F	P9	444.5	8.0	1.6	504.0	8.1	11.7
4F	P9	467.3	2.0	1.1	533.5	4.1	16.6
3F	P9	504.2	7.2	1.7	583.8	10.7	14.3
2F	P9	546.6	4.9	1.4	636.3	8.0	12.9
1F	P9	590.7	7.8	2.7	692.6	12.4	18.5
GF	P9	634.7	2.5	1.7	749.6	3.7	6.6

說明：1、常時載重：靜載重(DL)及活載重(LL)。

2、不考慮載重係數。

高林隆

高林隆 陳何

表 4-1、基樁承載力計算

1、基樁承載力計算

基樁長 = 38.00 m
 基樁直徑D = 55.0 cm ϕ
 樁周 $A_s = \pi D = 1.73 \text{ m}^2/\text{m}$
 樁底 $A_p = \pi D^2/4 = 0.24 \text{ m}^2$

極限承載力 $F_s \times A_s + F_p \times A_p = 785.3 \text{ tf}$

2、考慮群樁效應基樁承載力（單樁）

	群樁 有效係數	單樁 極限承載力 (tf)	考慮群樁效應 極限承載力 (tf)
S1	1	785.3	785
S2	0.898	785.3	705
S3A	0.898	785.3	705
S4	0.875	785.3	687
S5	0.876	785.3	688
S6	0.8	785.3	628
S7	0.718	785.3	564
S8	0.671	785.3	527

註：群樁有效係數採Converse-Labarre公式計算

高林隆

台泰高楊陳何 2ne

表 4-2、N 值與垂直地盤反力係數關係表

土壤種類	SPT-N 值	Kv值 (tf/m ³)
<u>黏性土壤</u>		
極軟	0~2	<500
軟弱	2~4	500~1000
中等堅實	4~8	1000~2000
堅實	8~15	2000~4000
極堅實	15~30	4000~8000
堅硬	>30	8000
<u>砂質土壤</u>		
極疏鬆	0~4	<800
疏鬆	4~10	800~2000
中等緊密	10~30	2000~6000
緊密	30~50	6000~8000
極緊密	>50	>8000
承載層	>50	8000~10000
註：1.承載層包括礫石層、岩塊層及岩盤等。 2.資料引用來源：地工技術第 53 期。		

高林隆

台農高楊陳何

表 4-3、基樁承载力檢核

承载力檢核				
柱編號	極限承载力 (tf)	容許承载力(tf) 長期 F.S.=3	長期載重(tf) DL+LL	檢核
P4	688	229	125	0.55
P6	688	229	138	0.60
P11	785	262	193	0.74
P8	705	235	173	0.74
P9	687	229	218	0.95
P17	687	229	169	0.74
P20	687	229	178	0.78
P10	687	229	217	0.95
P24	705	235	147	0.62
P12	705	235	153	0.65
P26	705	235	186	0.79
P13	705	235	154	0.65
P14	705	235	190	0.81
P15	687	229	218	0.95
P18	628	209	168	0.80
P19	628	209	170	0.81
P21	628	209	168	0.80
P22	687	229	208	0.91
P25	705	235	193	0.82
P27	705	235	188	0.80
P5	688	229	150	0.65
P16	785	262	148	0.57
P23	785	262	147	0.56
P7	688	229	145	0.63
P1	527	176	175	0.99
P2	527	176	175	0.99
P3	564	188	142	0.76

高林隆

台屏高楊 陳河 Lee 60

表 4-4、土壤受擾後基樁承载力計算

(地表下 5m 內土壤摩擦力不計)

1、基樁承载力計算

基樁長 = 38.00 m
 基樁直徑 $D = 55.0 \text{ cm } \phi$
 樁周 $A_s = \pi D = 1.73 \text{ m}^2/\text{m}$
 樁底 $A_p = \pi D^2/4 = 0.24 \text{ m}^2$

極限承载力 $F_s \times A_s + F_p \times A_p = 765.9 \text{ tf}$

2、考慮群樁效應基樁承载力 (單樁)

	群樁 有效係數	單樁 極限承载力 (tf)	考慮群樁效應 極限承载力 (tf)
S1	1	765.9	766
S2	0.898	765.9	688
S3A	0.898	765.9	688
S4	0.875	765.9	670
S5	0.876	765.9	671
S6	0.8	765.9	613
S7	0.718	765.9	550
S8	0.671	765.9	514

註：群樁有效係數採 Converse-Labarre 公式計算

高林隆

台泰高楊陳何 2010

表 4-5、土壤受擾後基樁承载力檢核

考慮擾動後之承载力檢核				
柱編號	極限承载力 (tf)	容許承载力(tf) 長期 F.S. =3	長期載重(tf) DL+LL	檢核
P4	671	224	128	0.57
P6	671	224	141	0.63
P11	766	255	200	0.78
P8	688	229	183	0.80
P9	670	223	230	1.03
P17	670	223	174	0.78
P20	670	223	179	0.80
P10	670	223	229	1.03
P24	688	229	157	0.68
P12	688	229	158	0.69
P26	688	229	191	0.83
P13	688	229	157	0.69
P14	688	229	207	0.90
P15	670	223	227	1.02
P18	613	204	175	0.86
P19	613	204	176	0.86
P21	613	204	175	0.86
P22	670	223	217	0.97
P25	688	229	208	0.91
P27	688	229	194	0.85
P5	671	224	153	0.68
P16	766	255	157	0.62
P23	766	255	156	0.61
P7	671	224	149	0.67
P1	514	171	181	1.06
P2	514	171	181	1.06
P3	550	183	144	0.79

高林強

台泰高楊 陳河

附錄一、澳門風速資料

高林強

是奉高楊凍何 lue⁶³

依據澳門設計規範中，陣風速度之設計標準值 V_{kh} ，系離地高度 h 之函數，並由地面粗糙度而分類，可經由下列公式求得。第一部分係對應於風力之平均速度，而第二部分則考慮亂流導致風速產生波動之影響。

第一類粗糙度 $V_{kh} = 46 \left(\frac{h}{10} \right)^{0.12} + 19$

第二類粗糙度 $V_{kh} = 34 \left(\frac{h}{10} \right)^{0.20} + 19$

其中，

V_{kh} : 離地 h 高度之陣風速度標準值，以每秒米(m/s)表示

h : 離地高度，以每秒米(m/s)表示

位於靠近沿海地帶，風可由海中直接吹襲地區之建築物，可考慮為第一類粗糙度情況，而其餘情況則可以第二類粗糙度作考慮。而風力作用所採用之數據係根據澳門地球物理既氣象台所提供之資料進行分析，此風力資料於嘉樂庇大橋及大砲台中錄得。

由於善豐花園靠近河邊，可考慮為第一類粗糙度，根據規範，其離地10公尺對應於風力之平均設計風速 $V_{10} = 46$ m/s，若加上亂流效應，相當於最大設計風速 65 m/s。

根據大砲台山氣象站(海平面高約 68m)每日最大風速(每一分鐘一筆，一天 1440 筆中之最大值)統計資料(1992/8/27 至 2014/3/24，共 7880 天)，

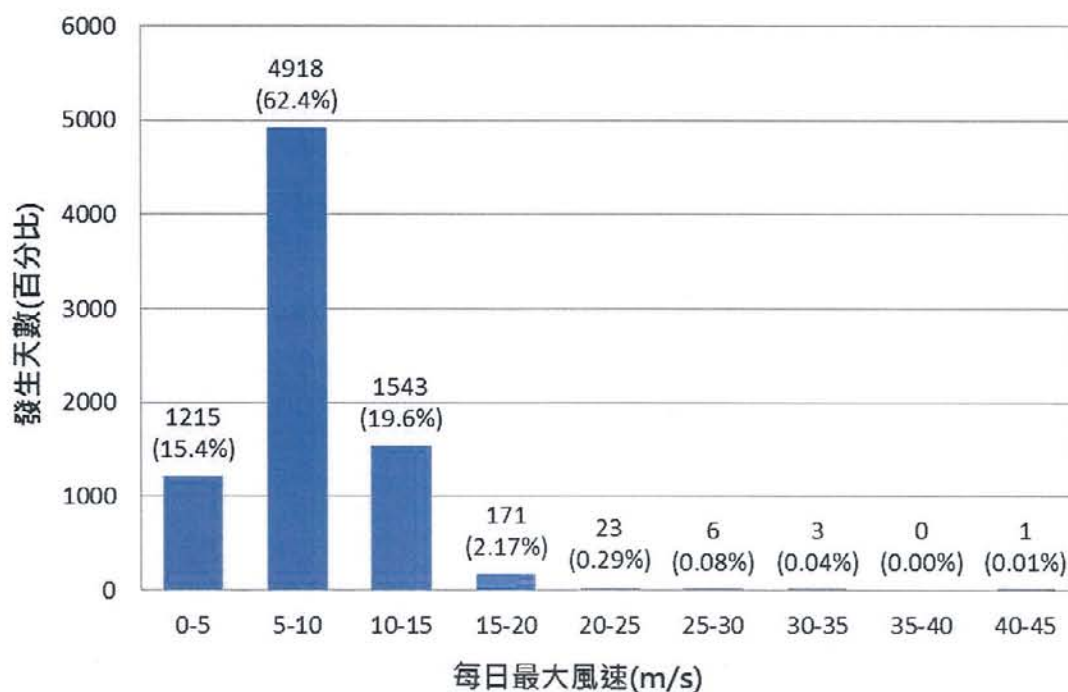
如表 1 及圖 1 所示。於此期間，每日最大風速的最大值發生於 1993/09/17，最大風速為 42.6 m/s，小於平均設計風速 $V_{10} = 46$ m/s，更小於最大設計風

速 65 m/s。且有長達 7847 天(約 99.58%)的每日最大風速小於 20 m/s。由以上分析可知，上述這段期間，所有每日最大風速都小於設計值，且大部分時間之風速比起設計風速仍然低很多。

表 1 每日最大風速統計資料

每日最大風速 V (m/s)	發生天數 (day)	發生機率 (百分比)
$40 \leq V < 45$	1	0.01%
$35 \leq V < 40$	0	0.00%
$30 \leq V < 35$	3	0.04%
$25 \leq V < 30$	6	0.08%
$20 \leq V < 25$	23	0.29%
$15 \leq V < 20$	171	2.17%
$10 \leq V < 15$	1543	19.58%
$5 \leq V < 10$	4918	62.41%
$0 \leq V < 5$	1215	15.42%

資料來源：大砲台山氣象站(1992.8.27 - 2014.3.24，共 7880 天)



資料來源：大砲台山氣象站(1992.8.27 - 2014.3.24，共7880天)

圖 1 每日最大風速統計資料

高林強

高林強 楊東河

附件二、研究團隊資料

高林強

吳厚高楊陳河

澳門大學土木工程系教授：

1. 姚偉彬

香港大學結構工程博士

澳門大學前校長

澳門大學科技學院前院長

澳門大學土木及環境工程系教授

2. 高冠鵬

英國曼徹斯特大學結構工程博士

澳門大學科技學院前副院長

澳門大學土木及環境工程系副教授，前系主任

3. 陸萬海

美國加州大學柏克萊分校大地工程博士

澳門大學土木及環境工程系助理教授

4. 林智超

加拿大亞伯達大學結構工程博士

澳門大學土木及環境工程系副教授

國立臺灣大學土木工程系教授：

高林隆

1. 呂良正（教授兼系主任；專長：結構工程）

美國康乃爾大學(Cornell University)博士

金泰 高楊 陳河

現為臺灣大學土木工程系系主任 (2009 年 2 月起)

現為結構工程期刊(臺灣唯一之結構工程專業刊物)主編 (2010 年 3 月起)

曾經擔任臺灣大學地震工程研究中心主任

有十五年高層建築結構設計審查經驗

2. 蔡益超 (名譽教授; 專長: 結構工程)

曾經擔任臺灣大學地震工程研究中心主任

曾經擔任臺灣結構工程學會理事長

為臺灣地震設計規範及風力規範編訂者, 為該方面之權威。

有三十多年高層建築結構設計審查經驗

3. 高健章 (名譽教授; 專長: 結構工程)

混凝土專家

曾經擔任臺灣結構工程學會理事長

為臺灣混凝土材料及混凝土結構之權威

有三十多年高層建築結構設計審查經驗

4. 陳正興 (教授; 專長: 大地工程)

美國加州大學柏克萊分校(UC Berkeley)博士

高林
張

空辱高楊陳何

曾經擔任國家地震工程研究中心副主任

曾經擔任臺灣大地工程學會理事長

有二十多年高層建築結構設計審查經驗

為大地工程權威，特別是樁基礎方面的專家。

專業技師：

1. 楊慕忠 (Co-PI) (結構技師、土木技師)

永興結構土木聯合技師事務所 負責人

國立臺灣大學土木工程學研究所結構工程組碩士

曾獲頒第十二屆公共工程金質獎優等獎

工作經驗：

1991 年 國家專門技術人員高等考試結構工程科第一名及格

1992 年 國家專門技術人員高等考試土木工程科第一名及格

1992 年 中華顧問工程司結構工程師

1997 年 永興結構土木聯合技師事務所

(A) 建築結構設計部分(近 10 年較重要案例)

1. 桃園大園大江購物中心結構設計，基地面積五公頃(目前臺灣地區佔地最大建築)

2. 山園建設板橋巨蛋東京花園廣場地上 37F 共五棟，地下 8F 新

高林隆

空屋楊凍 何高 69 free

建工程結構設計

3. 內政部建築研究所臺北市文山區建築材料實驗群大樓(LRB 隔震建築)
4. 山圓建設板橋新巨蛋地上 46F 四棟, 地下 7F, 鋼結構新建工程
地上(目前臺灣住宅類最高, 取得中華建築中心耐震標章)
5. 富都新建設新莊「最高峰」上 22F, 地下 5F, RC 結構新建工程,
地上兩棟
6. 寶徠建設信義花園廣場 SRC 地上 27F, 地下 3F, 結構設計
7. 吉美建設淡水「吉美悅洋」地上 23F, 地下 4F, 新建工程結構設計
8. 遠雄建設林口未來之光 19F/B3F 六棟新建工程
9. 山圓建設新店養心殿 27F/21F/B6F 二棟 SRC 結構新建工程
(取得中華建築中心耐震標章)
10. 山圓建設新店美麗殿 21F/B6F SRC 結構新建工程(取得中華建築中心耐震標章)

(B) 土木工程顧問部分(近 10 年較重要案例):

1. 新北市淡水漁人碼頭情人橋設計監造(164m 單塔鋼斜張橋)
2. 新北市深坑平埔街至文山路 100m 斜張橋設計(獲得第 12 屆公共工程金質獎, 土木類優等獎)
3. 新北市中和區遠雄建設華中橋西側跨堤橋及引道設計監造

高林隆

高林隆 楊陳河 he

(2013 年 10 月 3 日聯合新聞網)

(C)結構補強設計部分：

1. 國立臺北護理學院科技大樓及圖書館結構補強設計
2. 國立臺北師範學院活動中心結構補強設計
3. 臺北市關渡國小校舍結構補強設計
4. 臺北市清江國小校舍結構補強設計
5. 臺北護理學院附設醫院九層醫療大樓結構補強設計（臺北市結構技師公會審查通過）

(D) 921 震後學校補強專案計劃(1999 年)：

南投縣 182 所中小學 921 震後修復補強(13 鄉鎮, 182 所中小學, 785 棟校舍)

2. 何樹根（大地技師）

富國技術工程股份有限公司 總工程師

該公司(富國)為臺灣大地工程方面最具聲望之公司，臺灣重要之工程

其大地顧問幾乎都是富國。代表作是臺北 101 (Taipei 101)。

高林強

富國高楊陳何如