

雲林縣斗六市公所
「斗六市第一公有零售市場(內)攤鋪位」
建築物耐震能力詳細評估工作
【報告書】

臺中市土木技師公會

理事長：吳亦閔

會 址：臺中市北區崇德路一段 629 號

B 棟 14 樓之 4

電話號碼：04-22378968

傳真號碼：04-22375789

公會案號：

中 華 民 國 107 年 3 月 22 日

臺中市土木技師公會
建築物耐震能力詳細評估案執行簽章

本案由本公會下列會員執行：

土木技師：林育信

吳亦閔

雲林縣斗六市公所

「斗六市第一公有零售市場(內)攤鋪位」

建築物耐震能力詳細評估工作

審查意見回覆

| 項次 | 審查意見 | 意見回覆 |
|-----|---|--|
| 1. | P1, 第 5 行及 P2, 第 4 行, $D=70.6$, 請更正 $I_s=70.6$ 。 | 已修正詳 P1、P5。 |
| 2. | P2, 表 1, 構造種類依附件一之建物資料卡為「磚造加強鋼筋混凝土」。 | 已修正詳 P2。 |
| 3. | P3, 第 1~2 行, 本標的無原設計圖說, 故請修正敘述內容。 | 已修正詳 P3。 |
| 4. | P7, 表 6, 編號 13, 箍筋掃描結果, 請依附件五更正為「#3@32」。 | 已修正詳 P7。 |
| 5. | 本標的物位於斗六市, 故請說明標的物與車籠埔斷層、大尖山與觸口斷層之距離。 | 已補本案與車籠埔斷層、大尖山與觸口斷層之距離, 詳 P20。 |
| 6. | 附件十四, 第 2 頁, 圖標題為「屋頂鋼筋掃描位置圖」, 請更正。 | 已修正詳附件十四。 |
| 7. | P24, 第 3 行及 P25, 第 2 行均提到「1F 柱鋼板包覆補強」, 該工項是否屬規劃項目? 若是, 在附件十五及附件十六經費概算有無包含「1F 柱鋼板包覆補強」之費用? | 補強方案一、二均有柱鋼板包覆, 費用詳附件十五、十六。 |
| 8. | P8 柱箍筋間距採用探測最大值, 表 6 探測結果 2F 柱-5 探測間距為 35cm, 請修正描述。 | 已修正鋼筋探測採用之說明 1F 柱箍筋間距採用探測最大值、2F 柱採用探測平均值, 詳 P8。 |
| 9. | 附件 9 現況輸入檔柱主筋降伏強度非採用 2800, 請於本文中說明採用依據。 | 一樓由於混凝土強度偏低且現況柱損壞嚴重, 考量鋼筋握裹力已減損, 故針對主筋強度進行折減, 說明詳 P22。 |
| 10. | P24, P25, 均有 1F 柱鋼板包覆補強, 但 P22、P23 內文未提請補充說明。 | 已於補強方案中補充說明增加 1F 柱鋼板包覆補強, 詳 P23、P24。 |
| 11. | P23 方案二剪力牆補強, 請修正。 | 已修正詳 P24。 |

斗六市第一公有零售市場(內)攤鋪位

建築物耐震能力詳細評估工作

彙整表

| | | |
|--------------------------|---------|---|
| 建物名稱 | | 第一公有零售市場(內)攤鋪位 |
| 建築及結構概述 | | 本棟位於以中正路以東，三民路以西，中華路以北，大同路以南，興建於民國 51 年為地上二層 RC 造，平面呈規則矩型，二樓中央挑空至屋頂，目前一樓為市場，二樓則無使用。 |
| 現場勘察情形 | | 現況梁柱已有多處混凝土剝落、鋼筋鏽蝕等受損情形，壁癌及滲水嚴重。 |
| 混凝土 鑽心取 樣及試 驗結果 | 取樣數、位置 | 一、二樓各層均於梁側取 4 處共鑽取 8 顆。 |
| | 平均值 | 1F 為 177.75kgf/cm^2 、2F 為 255kgf/cm^2 |
| 氯離子 及中性 化試驗 | 氯離子濃度 | 現行規範容許值 0.15kg/m^3 共取 2 試體進行氯離子檢測，試驗結果 2 顆氯離子含量均未超過規範值。 |
| | 中性化情形 | 取樣 8 顆試體進行試驗，試驗結果有 7 顆中性化深度超過 4cm。 |
| 構件鋼筋掃描量測成果 | | 查無原設計圖，故採用鋼筋探測結果進行評估。 |
| 現況 耐震能力 | X 向(長向) | 0.1613g |
| | Y 向(短向) | 0.1595g |
| 耐震能力需求 | | 0.32g |
| 是否合乎需求 | | 經評估分析雙向均未達耐震標準 0.32g，需進行結構補強。 |
| 補強方案一 | 補強方式 | 1-2F 擴柱補強：一樓至二樓每樓選擇 10 柱進行擴柱補強。 |
| | 補強結果 | 補強後其耐震能力 $A_{PX}=0.3666\text{g}$ 、 $A_{PY}=0.3561\text{g}$ |
| | 補強預算 | 21,307,366 元(33,983 元/坪) |
| 補強方案二 | 補強方式 | 拆二樓一樓擴柱補強：拆除二樓降低載重，再針對一樓選擇 4 柱進行擴柱補強。 |
| | 補強結果 | 補強後其耐震能力 $A_{PX}=0.3525\text{g}$ 、 $A_{PY}=0.3459\text{g}$ |
| | 補強預算 | 17,413,348 元(65,960 元/坪) |
| 方案三 | 方式 | 拆除重建 |
| | 預算 | 依 7 萬元/坪造價，現況二層規模重建約需 4389 萬元。 |

| | |
|--------------|--|
| <p>結論與建議</p> | <ol style="list-style-type: none">1. 本棟屋齡已超過鋼筋混凝土造建築物 50 年使用年限，且依據現況損壞情況及中性化試驗結果顯示，本棟之混凝土已無法有效保護梁柱版構件內部之鋼筋，導致大量梁柱版鋼筋鏽蝕混凝土剝落，鋼筋已喪失握裹力，地震時將導致脆性破壞，建議可以整合周遭攤商容量需求重新規劃新市場大樓，亦可改善周邊環境整潔。2. 方案一補強所需經費為 33,983 元/坪，已將近新建費用的 50%，且老舊建築物必須考慮後續高額之養護維修費用，故不符合經濟效益；方案二拆除二樓剩約 264 坪使用空間，換算補強費用更高達 65,960 元/坪；綜合上述，建議拆除重建。 |
|--------------|--|

目錄

| | |
|---------------------------|----|
| 壹、 前言 | 1 |
| 貳、 建築物基本資料蒐集 | 2 |
| 2-1 使用執照及初評資料..... | 2 |
| 2-2 建築設計圖說..... | 2 |
| 2-3 結構設計圖說..... | 3 |
| 2-4 原設計圖說採用之規範及設計方法..... | 3 |
| 2-5 地質調查報告等相關資料..... | 4 |
| 參、 結構現況調查 | 6 |
| 3-1 建築物用途..... | 6 |
| 3-2 結構斷面尺寸與原設計圖說內容比對..... | 6 |
| 3-3 鋼筋配置查核..... | 7 |
| 肆、 建築物損壞調查 | 9 |
| 4-1 現況調查照片..... | 9 |
| 4-2 現況損壞說明..... | 9 |
| 伍、 材料試驗 | 11 |
| 5-1 鑽心取樣及位置..... | 11 |
| 5-2 抗壓強度試驗..... | 12 |
| 5-3 中性化深度試驗..... | 13 |
| 陸、 結構物基本分析資料 | 16 |
| 6-1 結構物概述..... | 16 |
| 6-2 結構材料規格..... | 16 |
| 6-3 樓層載重計算..... | 17 |
| 6-4 基地地盤分類..... | 17 |
| 柒、 耐震能力詳細評估分析 | 18 |
| 7-1 分析方法及結構模擬..... | 18 |
| 7-2 耐震合格標準..... | 19 |
| 捌、 結構現況耐震能力評估結果 | 22 |
| 玖、 結構補強方案 | 23 |
| 壹拾、 結構補強及修復預算 | 25 |
| 壹拾壹、 結論與建議..... | 27 |

附件

附件一 使用執照及初步評估表

附件二 建築設計圖說

附件三 結構設計圖說

附件四 地質鑽探資料

附件五 鋼筋掃描位置圖及相關探測報告

附件六 鑽心取樣位置圖及混凝土相關試驗報告

附件七 現況調查照片

附件八 原設計耐震分析輸入及輸出資料

附件九 現況耐震分析輸入及輸出資料

附件十 各項檢核

附件十一 方案一輸入及輸出資料

附件十二 方案二輸入及輸出資料

附件十三 方案一補強位置圖

附件十四 方案二補強位置圖

附件十五 方案一補強預算

附件十六 方案二補強預算

圖目錄

| | |
|--------------------------|----|
| 圖 1. 斗六市第一公有零售市場位置圖..... | 1 |
| 圖 2. 本建物與參考鑽探位置距離圖..... | 4 |
| 圖 3. 鄰近斷層距離..... | 20 |

表目錄

| | |
|------------------------|----|
| 表 1. 建築規模與型式..... | 2 |
| 表 2. 建築物主要結構尺寸..... | 3 |
| 表 3. 地盤分類表..... | 5 |
| 表 4. 各樓層用途說明..... | 6 |
| 表 5. 建築物梁柱尺寸量測表..... | 6 |
| 表 6. 鋼筋探測表..... | 7 |
| 表 7. 抗壓強度試驗表..... | 12 |
| 表 8. 中性化深度檢測試驗表..... | 14 |
| 表 9. 氯離子含量檢測表..... | 15 |
| 表 10. 耐震合格標準表..... | 21 |
| 表 11. 現況耐震能力表..... | 22 |
| 表 12. 方案一補強後耐震能力表..... | 23 |
| 表 13. 方案二補強後耐震能力表..... | 24 |
| 表 14. 方案一補強修復預算總表..... | 25 |
| 表 15. 方案二補強修復預算總表..... | 26 |

壹、前言

斗六市第一公有零售市場位於以中正路以東，三民路以西，中華路以北，大同路以南，為地上二層之建築物，依業主提供之標的物資料卡(詳附件一)得知，為民國 51 年興建，由於本棟耐震初步評估總評分 $I_s=70.6$ 屬耐震有疑慮，且標的物現況已有混凝土剝落、鋼筋鏽蝕等受損情形，恐有安全顧慮，故委託社團法人台中市土木技師公會進行建築物耐震能力詳細評估工作，以確認建築物之現況耐震能力，若耐震能力不足則提供結構補強方案。



圖1. 斗六市第一公有零售市場位置圖

貳、建築物基本資料蒐集

2-1 使用執照及初評資料

本評估標的物依業主提供之資料卡得知為民國 51 年興建

本評估標的物耐震能力初步評估結果總評分 $I_s=70.6$ (詳附件一)。

2-2 建築設計圖說

本評估標的物為地上二層之磚造加強鋼筋混凝土建築物，平面呈矩型，相關建築資料彙整如表 1、重繪建築平面圖詳附件二。

表1. 建築規模與型式

| | |
|------------------------|--|
| 構造種類 | 磚造加強鋼筋混凝土(依建物資料卡) |
| 地上層數 | 2 |
| 地下層數 | 0 |
| 基礎型式(推估) | 獨立基礎 |
| 平面配置 | 矩型 |
| X 向尺度(m) | 22.74 |
| Y 向尺度(m) | 41.7 |
| 樓地板面積(m ²) | 1F=870.75m ² 、2F=872.33 m ² 、 RF=326 m ² Total A=2069.08 m ² |

2-3 結構設計圖說

本案依據現場量測主要結構斷面尺寸整理如表 2，重繪結構平面圖說詳附件三。

表2. 建築物主要結構尺寸

| 標準跨度(m) | X 向 | Y 向 |
|------------|----------------|-------------|
| | 2.5、8.0 | 6.0、8.0 |
| 最大跨度(m) | 8.0 | 8.0 |
| 大梁主要尺寸(cm) | 40x85、35x50 | 40x85、35x50 |
| 柱尺寸(cm) | 50x50、D=50(圓柱) | |
| 樓版厚度(cm) | 12 | |
| 牆型式 | 1B 磚 | |

2-4 原設計圖說採用之規範及設計方法

查無原設計之結構計算書，依據興建年代判斷：

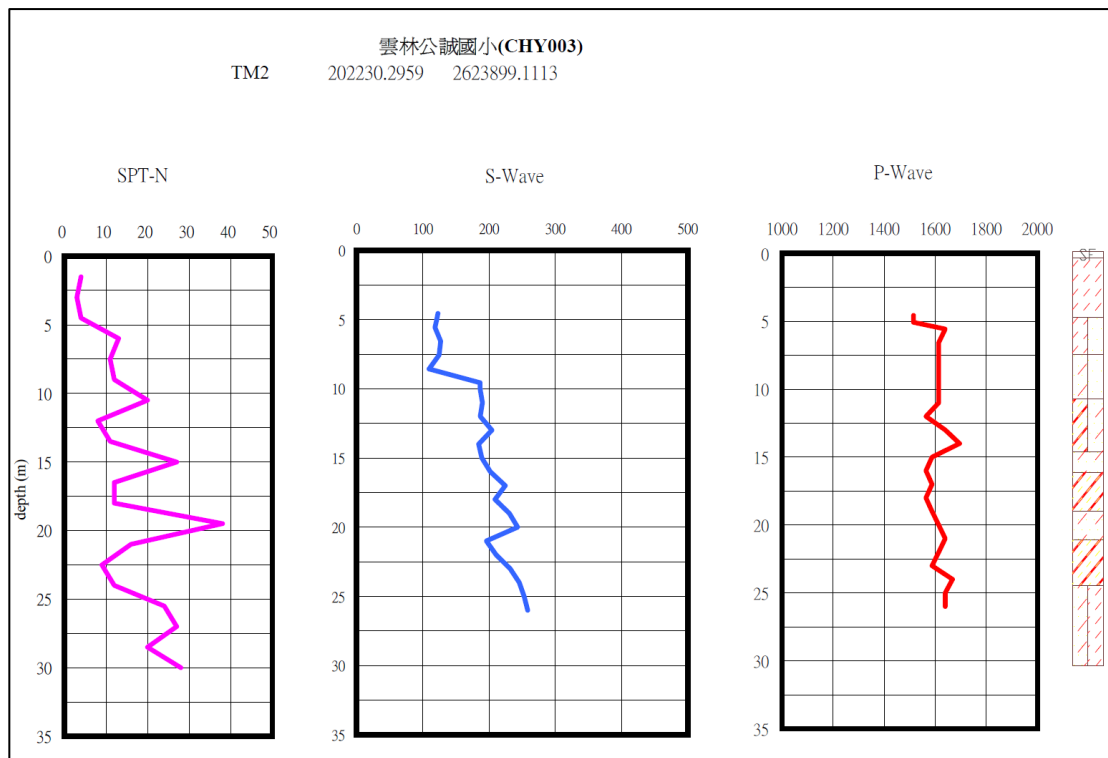
1. 用平面構架作為設計之結構系統。
2. 設計規範：建築技術規則。
3. 設計方法：W.S.D.。

2-5 地質調查報告等相關資料



圖2. 本建物與參考鑽探位置距離圖

參考距離本棟 945m(圖 2)的公誠國小(CHY003)校內鑽探結果作為本評估標的物基地地盤分類之參考依據，依據全國強震測站場址工程地質資料庫之地盤分類計算結果，CHY003 地表下 30m 平均剪力波速為 177.64m/s 屬第三類地盤(詳表 3)，地質鑽探資料詳附件四。



| 1 | 測站 | 雲林、嘉義、台南 | | | | | | | | | |
|---|--------|----------|-------------------|----------|---------|-------|------|---------|---------|----------------------|-------------|
| 2 | 站碼 | 站名 | 站址 | 經度 | 緯度 | 高程(m) | 調查年份 | 鑽井深度(m) | 測量深度(m) | 地表下30公尺平均S波波速(m/sec) | 地盤分類by Vs30 |
| 3 | CHY001 | 安南國小 | 雲林縣東勢鄉安南村 | 120.2395 | 23.708 | 7 | 2001 | 40 | 37 | 229.88 | D |
| 4 | CHY002 | 廉使國小 | 雲林縣虎尾鎮廉使里32號 | 120.413 | 23.7197 | 24 | 2001 | 40 | 37.5 | 229.62 | D |
| 5 | CHY003 | 公誠國小* | 雲林縣斗六市北平路95號(WDL) | 120.5315 | 23.7182 | 41 | 2000 | 30 | 26 | 177.64 | E |
| 6 | CHY004 | 頂湖國小 | 雲林縣口湖鄉頂湖村121號 | 120.1747 | 23.602 | 5 | 2001 | 40 | 37 | 272.98 | D |
| 7 | CHY005 | 排路國小 | 嘉義縣大林鎮排路里111號 | 120.4137 | 23.6128 | 22 | 2001 | 40 | 36.5 | 211.03 | D |

表3. 地盤分類表

參、結構現況調查

3-1 建築物用途

本評估標的物各層用途如表 4 所示：

表4. 各樓層用途說明

| 樓層 | 現況用途 |
|----|------|
| 1F | 市場 |
| 2F | 無 |
| RF | 露臺 |

3-2 結構斷面尺寸與原設計圖說內容比對

本案查無原設計圖說，依據現況勘查所量測之梁柱尺寸包含粉刷層，扣除粉刷層彙整如表 5 所示，分析時梁及柱之斷面以現況量測尺寸為依據。

表5. 建築物梁柱尺寸量測表

| 樓層 | 桿件形態 | 編號 | 量測尺寸(cm) (含粉刷層) | 原設計尺寸/ 分析尺寸(cm) |
|-----|------|----|--------------------|--------------------|
| 1FL | 柱 | C1 | 52×54 | 50×50 |
| | 柱 | C1 | 51×52 | 50×50 |
| | 柱 | C2 | D52 | D50 |
| | 梁 | B1 | 44×87 | 40×85 |
| | 梁 | G2 | 43×88 | 40×85 |
| | 梁 | g1 | 37×52 | 35×50 |
| 2FL | 柱 | C1 | 53×53 | 50×50 |
| | 柱 | C1 | 51×52 | 50×50 |
| | 柱 | C1 | 52×52 | 50×50 |
| | 梁 | B1 | 42×88 | 40×85 |
| | 梁 | B1 | 43×87 | 40×85 |
| | 梁 | g1 | 36×53 | 35×50 |
| RFL | 梁 | g1 | 37×52 | 35×50 |
| | 梁 | G2 | 42×88 | 40×85 |
| | 梁 | B1 | 43×89 | 40×85 |

3-3 鋼筋配置查核

鋼筋探測試驗目的，是為了探討鋼筋配置與設計圖說之差異程度，以作為耐震評估之參考。目前非破壞性檢測方法中，利用電磁波探測鋼筋最為廣泛，本案採用 HILTI Ferroskan FS200 儀器進行試驗，抽樣探測鋼筋混凝土梁柱鋼筋配置、間距及保護層厚度如表 6。(探測位置及結果詳附件五)。

表6. 鋼筋探測表

| 編號 | 掃瞄位置 | 掃描結果 | | 分析值 | | 保護層+ 粉刷層 厚度(cm) |
|----|---------|---------------|----------------|---------------|----------------|-----------------------|
| | | 單側主筋 支數-號數 | 箍筋 號數@間距 cm | 單側主筋 支數-號數 | 箍筋 號數@間距 cm | |
| 1 | 1F 柱-1 | 3-#7 | #3@39 | 3-#7 | #3@40 | 約 3.1 |
| 2 | 1F 柱-2 | 2-#7 | #3@35 | 2-#7 | | 約 4.7 |
| 3 | 1F 柱-3 | 2-#7 | #3@23 | 2-#7 | | 約 2.1 |
| 4 | 1F 柱-4 | 3-#7 | #3@24 | 3-#7 | | 約 7.1 |
| 5 | 1F 柱-5 | 1-#7 | #3@31 | 1-#7 | | 約 3.4 |
| 6 | 1F 柱-6 | 3-#7 | #3@37 | 3-#7 | | 約 3.4 |
| 7 | 1F 柱-7 | 2-#7 | #3@40 | 2-#7 | | 約 7.2 |
| 8 | 2FL 梁-1 | 2-#6 | #3@21 | 2-#6 | #3@25 | 約 5.4 |
| 9 | 2FL 梁-2 | 3-#6 | #3@22 | 3-#6 | | 約 4.3 |
| 10 | 2FL 梁-3 | 3-#6 | #3@25 | 3-#6 | | 約 6.4 |
| 11 | 2F 柱-1 | 3-#7 | #3@25 | 3-#7 | #3@30 | 約 3.3 |
| 12 | 2F 柱-2 | 3-#7 | #3@30 | 3-#7 | | 約 3.0 |
| 13 | 2F 柱-3 | 3-#7 | #3@32 | 3-#7 | | 約 6.4 |
| 14 | 2F 柱-4 | 3-#7 | #3@22 | 3-#7 | | 約 1.7 |
| 15 | 2F 柱-5 | 3-#7 | #3@35 | 3-#7 | | 約 4.1 |
| 16 | 2F 柱-6 | 3-#7 | #3@28 | 3-#7 | | 約 3.2 |
| 17 | 2F 柱-7 | 3-#7 | #3@28 | 3-#7 | | 約 6.2 |
| 18 | RFL 梁-1 | 3-#6 | #3@26 | 3-#6 | #3@30 | 約 3.7 |

| | | | | | | |
|----|---------|------|-------|------|-------|-------|
| 19 | RFL 梁-2 | 3-#6 | #3@35 | 3-#6 | #3@35 | 約 1.1 |
| 20 | RFL 梁-3 | 3-#6 | #3@20 | 3-#6 | #3@20 | 約 3.9 |

本案標的物由於查無原設計圖，且現況損壞嚴重，故分析時採用較保守值進行評估，1F 柱箍筋間距採用探測最大值、2F 柱採用探測平均值，主筋支數及號數均採用探測值，梁配筋均採用探測值。

肆、建築物損壞調查

4-1 現況調查照片

現況調查位置及照片詳附件七。

4-2 現況損壞說明

本次損壞調查之標的物外觀詳照片 1~6。

依現勘結果將主要損壞類型分為結構梁、柱、版損壞及非結構構材損壞，分析說明如下：

- (1) 牆面、版、梁、柱之白華及油漆剝落損壞，研判為標的物有滲漏水現象，水泥長期受外來水氣影響易產生碳酸鈣，俗稱白華現象，導致油漆層與泥作層隔離而剝落，建議定期剔除既有油漆，噴塗防護塗層，再使用防水性較佳油漆(如壓克力系油漆)重新粉刷。(照片 29、31、34、35、36、37、40、41、42、43、44、45、46、47、49、50、51、53、54)
- (2) 結構梁、柱及版為建築物主要構建，均有普遍性結構性裂縫，及混凝土剝落、鋼筋鏽蝕情形。研判為標的物年久失修，未定期維護修繕，混凝土產生裂縫，經年累月由於吸水或擴散使鹽粒子侵入混凝土中，造成混凝土內之鋼筋腐蝕體積膨脹，導致混凝土剝落，使得鋼筋完全裸露在外，更加速鋼筋腐蝕情形，造成構件喪失原有強度。(照片 7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、26、27、28、30、31、32、33、34、35、38、39、40、41、43、44、45、47、49、50、51、52、53、54、55、56)
- (3) 非結構 RC 構材產生之裂縫與剝落，研判為混凝土表面附著含氯離子之水粒子，經年累月由於吸水或擴散使鹽粒子侵入混凝土中，造成混凝土內之鋼筋腐蝕體積膨脹，導致混

凝土剝落，使得鋼筋完全裸露在外，更加速鋼筋腐蝕情形，造成脫落之危害。(照片 25、42、46、48、57)

屋頂洩水坡度不佳，導致積水現象，雖已施作防水層，但若長期積水，易減少防水材料的生命而失去防水效果。(照片 58)。

伍、材料試驗

5-1 鑽心取樣及位置

由於結構體材料於施工過程中，可能產生的疏失，或是使用過程中受外在的環境影響，致使現況的材料強度與原設計圖不盡相符，為了避免材料強度之差異而造成評估結果之誤差，故必須對標的物結構體進行材料取樣，以明瞭現況與原設計之差異，作為評估之參考。本案混凝土材料取樣總計鑽取 8 個試體（並於鑽孔位置處，回補無收縮水泥砂漿），並進行中性化試驗，於實驗室進行抗壓強度及水溶性氯離子含量檢測。（相關混凝土鑽心位置及試驗報告詳附件六）

5-2 抗壓強度試驗

本案混凝土試體於一、二樓各層均取 4 處共鑽取 8 顆，抗壓強度為 101~322kgf/cm²，分析時採用原則為抗壓強度平均值、抗壓強度最低值除以 0.75 及原設計強度，三值取最小值進行評估分析(如表 7 所示)，(相關檢測資料詳附件六)。

表7. 抗壓強度試驗表

| 試體編號 | 樓層 | 試體抗壓強度 (kgf/cm ²) | 平均抗壓強度 (kgf/cm ²) | 最小值/0.75 (kgf/cm ²) | 推估原設計值 (kgf/cm ²) | 分析採用強度 (kgf/cm ²) |
|-------|----|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 2FL-1 | 1F | 216 | 177.75 | 134.7 | 210 | 134.7 |
| 2FL-2 | | 164 | | | | |
| 2FL-3 | | 230 | | | | |
| 2FL-4 | | 101 | | | | |
| RFL-1 | 2F | 213 | 255 | 284 | 210 | 210 |
| RFL-2 | | 322 | | | | |
| RFL-3 | | 241 | | | | |
| RFL-4 | | 244 | | | | |

5-3 中性化深度試驗

混凝土硬化過程中，水和水泥會起水化作用而產成鹼性之氫氧化鈣，在鋼筋表面形成鈍化膜(Fe_2O_3)保護鋼筋不生銹。當混凝土材料暴露在大氣中，尤其是工業污染環境下，二氧化碳會侵入混凝土和氫氧化鈣起反應，生成溶解性較低呈中性的碳酸鈣，會使混凝土 pH 值慢慢降低，由原來鹼性之 pH12-14 降到接近中性 pH9 左右，即混凝土碳化作用，一般稱為混凝土中性化。

混凝土在發生中性化過程，是由表面漸漸向內侵入，當中性化到鋼筋時，鋼筋則失去混凝土保護而有生銹疑慮。混凝土中性化程度目的即在測知混凝土目前 pH 值降低情形及範圍深度。現場係以鑽取之混凝土試體，待試體乾燥隨即以酚酞試液噴灑於試體表面，呈粉紅色為鹼性，無色則為中性，量取鑽心試體未變色部份深度即所謂中性化深度，中性化深度均已扣除粉刷層，統計如下：

表8. 中性化深度檢測試驗表

| 試體編號 | 中性化深度 (cm) | 規範保護層厚度 (cm) | 檢核 |
|-------|---------------|-----------------|----|
| 2FL-1 | 4.8 | 4 | NG |
| 2FL-2 | 4.5 | 4 | NG |
| 2FL-3 | 3.7 | 4 | OK |
| 2FL-4 | 7.7 | 4 | NG |
| RFL-1 | 4.7 | 4 | NG |
| RFL-2 | 5.3 | 4 | NG |
| RFL-3 | 5.3 | 4 | NG |
| RFL-4 | 9.4 | 4 | NG |

本案中性化取樣 8 顆試體進行試驗，依表 8 試驗結果僅編號 2FL-3 中性化深度未超過 4cm 以上，此現象已反應在現況梁柱鋼筋嚴重鏽蝕，後續必須全面性進行補強以增加建築物之安全性。(相關檢測資料詳附件六)。

(1) 氯離子含量檢測

依據 CNS3090 混凝土中最大水溶性氯離子含量規定為 0.15kg/m^3 。本評估標的物於一、二層各取 1 試體進行氯離子檢測，結果均未超過試驗標準，相關檢測結果彙整如表 9 所示。

表9. 氯離子含量檢測表

| | | |
|------------------------|-------|-------|
| 編號 | 2FL-2 | RFL-2 |
| 氯離子(kg/m^3) | 0.023 | 0.037 |
| CNS 規範值 | 0.15 | 0.15 |
| 檢核結果 | OK | OK |

陸、結構物基本分析資料

6-1 結構物概述

本案為地上二層之鋼筋混凝土造建築物，外觀平面呈規則矩型，二樓板中央挑空至屋頂，外牆及窗台為 1B 磚，現況已有結構柱梁混凝土剝落、鋼筋鏽蝕等受損情形。

6-2 結構材料規格

1、鋼筋強度

採用 $f_y=2800 \text{ kgf/cm}^2$ 。

2、混凝土強度

1F 採用 134.7kgf/cm^2 、2F 採用 210kgf/cm^2

3、磚強度

磚牆係以模擬等值斜撐方式計算耐震分析，依內政部建築研究所「建築物磚構造設計及施工規範」建議，砂漿單軸抗壓強度為 100kgf/cm^2 ，紅磚單軸抗壓強度採用 150kgf/cm^2 作為分析之用。

6-3 樓層載重計算

樓層靜載重:單位：tf-m

| 樓層名稱 | 柱重 | 梁重 | 版重 | 樓層重 | 面積 | 單位重 |
|-------|-------|--------|--------|------------|---------|--------|
| PFL | 8.02 | 52.33 | 136.11 | 196.46 | 283.200 | 0.6937 |
| RFL | 41.67 | 309.12 | 294.36 | 645.15 | 556.800 | 1.1586 |
| 2FL | 70.37 | 309.12 | 406.01 | 785.50 | 768.000 | 1.0227 |
| 底層半層 | 36.73 | | | 36.73 | | |
| ----- | | | | | | |
| SUM | | | | 1663.73 tf | | |

樓層活載重:

| 樓層 | 現況用途 | 活載重 (kgf/m ²) |
|-----|------|---------------------------|
| RFL | 露臺 | 300 |
| 2FL | 市場 | 300 |

6-4 基地地盤分類

地質鑽探報告參考鄰近的公誠國小(CHY003)校內鑽探結果作為本評估標的物基地地盤分類之參考依據，以第三類地盤分析其耐震能力。

柒、耐震能力詳細評估分析

7-1 分析方法及結構模擬

本案評估依據營建署 97.12.18 頒佈之建築物實施耐震能力評估及補強案修正案。

本耐震詳細評估工作依據國家地震工程研究中心「校舍結構耐震評估及補強技術手冊」中建議的方法，配合 ETABS 結構應用軟體的非線性靜力側推分析（PUSHOVER ANALYSIS）進行標的物的耐震能力評估。

本評估標的物依據耐震設計規範屬於第三類建築物 $I=1.25$ ，根據此手冊規定在 475 年回歸期設計地震作用下之結構內力反應不得超過最大基底剪力 V_{max} ，且最大層間變位角不得大於 2%。

分析過程為藉由側推分析求得該結構基底剪力 V 與屋頂位移之容量曲線，並藉由此容量曲線求取目標性能點 P ，其中若此結構在所有樓層之最大層間變位角均未達 2% 之前，其基底剪力已達最大基底剪力強度 V_{max} ，則將定義基底剪力達到基底剪力強度 V_{max} 之性能點為目標性能點 P ，若此結構在基底剪力尚未達到最大基底剪力強度之前，任一樓層之最大層間變位角已達 2% 之前，則將定義該樓層最大層間變位角達 2% 之性能點為目標性能點 P ，再藉由該結構之容量曲線轉換成等效單自由度系統之容

量震譜，進而轉換為該結構之耐震性能曲線，並求得與目標性能點 P 相對應之地表加速度 A_p 值。

分析步驟如下：

- (1) 採用商業軟體 ETABS 9.7.4 建立建築物的數值模型。
- (2) 採用國家地震中心發展程式(NCREE-13-023)進行構件非線性鉸之計算。
- (3) 考慮構件之非線性鉸，於 ETABS 9.7.4 中進行側推分析 (PUSHOVER ANALYSIS)，獲得建築物之容量曲線。
- (4) 將建築物之容量曲線透過國家地震中心發展程式(PGA.exe)轉換為容量震譜，得性能目標地表加速度。

7-2 耐震合格標準





距離大尖山斷層 13.15km



距離車籠埔斷層 16.51km

圖3. 鄰近斷層距離

表10. 耐震合格標準表

| | |
|--|------|
| S_S^D (雲林縣斗六市) | 0.8 |
| 近斷層調整因子 N_A | 1.0 |
| 短週期工址放大係數 F_a (第三類地盤) | 1.0 |
| $S_{DS} = S_S^D \times F_a \times N_A$ | 0.8 |
| 側推分析法耐震標準 $A_T = 0.4S_{DS}$ | 0.32 |
| 建物用途 | 一般用途 |
| 層間變位角限制 | 2% |

$$S_S^D = 0.80 \quad S_1^D = 0.45 \quad (\text{查耐震規範表 2-1})$$

$$N_A = 1.0 \quad N_V = 1.0 \quad (\text{參考 2013 震耐設計規範研討會})$$

$$F_a = 1.0 \quad F_v = 1.5 \quad (\text{查耐震規範表 2-2})$$

$$S_{DS} = S_S^D \times F_a \times N_A = 0.8 \quad (\text{參考 2013 震耐設計規範研討會})$$

$$S_{D1} = S_1^D \times F_v \times N_V = 0.675 \quad (\text{參考 2013 震耐設計規範研討會})$$

本評估標的物之設計地表加速度目標值 $A_T = 0.4S_{DS} = 0.32g$ 。

本案用途為一般用途，其 I 值為 1.25，性能目標標準如下表。

| 用途分組 | A_p | | | A_T | 檢核標準 |
|---------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--|
| | 強度準則 | 位移準則 | 軸力破壞準則 | | |
| 一般 I=1.25 | V_{MAX} | $D_R^T = 2.0\%$ | 任一豎向構材發生軸力破壞 | 0.4 S_{DS} | $A_P \geq A_T$ 不需補強 $A_P < A_T$ 需補強 |
| 緊急避難 I=1.5 | $0.80V_{MAX}^-$ | $D_R^T = 1.0\%$ | 任一豎向構材發生軸力破壞 | | |

捌、結構現況耐震能力評估結果

本棟現況耐震能力評估時混凝土強度依據現況鑽心抗壓試驗結果，其中一樓由於混凝土強度偏低且現況柱損壞嚴重，考量鋼筋握裹力已減損，故針對主筋強度進行折減，折減係數為 $(134.7/210)^{0.5}=0.8$ ，另由於本棟結構配置上下左右對稱，因此靜力側推+X 及+Y 向即可獲得正確耐震能力值，經評估分析現況之耐震能力 X 向 $A_{PX}=0.1613g$ 、Y 向 $A_{PY}=0.1595g$ ，如表 11 所示，雙向皆未達耐震標準 $A_T=0.32g$ ，須進行結構補強。

表11. 現況耐震能力表

| 地震力作用方向 | +X | +Y |
|------------------|--------|--------|
| 控制準則 | 軸力準則 | 軸力準則 |
| 耐震能力 A_P (g) | 0.1613 | 0.1595 |
| 層間變位角(%) | 1.9481 | 1.7849 |
| V_{max}/V_u | 0.991 | 0.989 |
| 耐震能力標準 A_T (g) | 0.32 | |
| 評估結果 | 不合格 | 不合格 |

玖、結構補強方案

1. 補強方案一:1-2F 擴柱補強

於一樓至二樓每樓選擇 10 柱進行擴柱補強，一樓擴柱補強位置於下方施作基礎補強，補強位置詳附件十三，另考慮 1F 柱現況箍筋間距過大且混凝土強度偏低缺乏韌性，故於 1F 擴柱補強以外之柱包覆鋼板增加韌性，擴柱主筋採用 12-#8、箍筋採用 #4@10cm，材料採用混凝土 28 天之抗壓強度為 $f_c'=280\text{kgf/cm}^2$ ，鋼筋採用降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ 。

表12. 方案一補強後耐震能力表

| 地震力作用方向 | +X | +Y |
|------------------|--------|--------|
| 控制準則 | 強度準則 | 強度準則 |
| 各向耐震能力 A_p (g) | 0.3666 | 0.3561 |
| 層間變位角(%) | 0.6843 | 0.7969 |
| V_{max}/V_u | 0.76 | 0.69 |
| 耐震能力標準 A_T (g) | 0.32 | |
| 評估結果 | 合格 | 合格 |

方案一擴柱補強後其耐震能力 $A_{PX}=0.3666\text{g}$ 、 $A_{PY}=0.3561\text{g}$ ，能達到耐震能力標準值 $A_T=0.32\text{g}$ ，方案一補強分析輸入及輸出資料詳附件十一。

2. 補強方案二:拆二樓一樓擴柱補強

拆除二樓降低載重，再針對一樓選擇 4 柱進行擴柱補強，一樓擴柱補強位置於下方施作基礎補強，補強位置詳附件十四，另考慮 1F 柱現況箍筋間距過大且混凝土強度偏低缺乏韌性，故於 1F 擴柱補強以外之柱包覆鋼板增加韌性，擴柱主筋採用 12-#8、箍筋採用 #4@10cm，材料採用混凝土 28 天之抗壓強度為 $f_c'=280\text{kgf/cm}^2$ ，鋼筋採用降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ 。

表13. 方案二補強後耐震能力表

| 地震力作用方向 | +X | +Y |
|------------------|--------|--------|
| 控制準則 | 強度準則 | 強度準則 |
| 各向耐震能力 A_p (g) | 0.3525 | 0.3459 |
| 層間變位角(%) | 0.4057 | 0.4112 |
| V_{max}/V_u | 0.71 | 0.69 |
| 耐震能力標準 A_T (g) | 0.32 | |
| 評估結果 | 合格 | 合格 |

方案二拆二樓一樓擴柱補強後其耐震能力 $A_{pX}=0.3525\text{g}$ 、 $A_{pY}=0.3459\text{g}$ ，能達到耐震能力標準值 $A_T=0.32\text{g}$ ，方案二補強分析輸入及輸出資料詳附件十二。

壹拾、結構補強及修復預算

1. 補強方案一: 1-2F 擴柱補強預算

補強預算主要為 1-2F 擴柱補強構件及 1F 柱鋼板包覆補強，另針對現況調查損壞位置編列相關修復費用及屋頂防水費用，各補強修復工項所需費用詳附件十五，總經費 21,307,366 元，如下表 14 所示。

表14. 方案一補強修復預算總表

| 工程名稱 | 斗六市第一公有零售市場補強工程 | | | 會計科目 | | |
|------|-----------------|----|-----|------------|------------|----|
| 施工地點 | 雲林縣 斗六市 | | | 工程編號 | | |
| 項次 | 項目及說明 | 單位 | 數量 | 單價 | 複價 | 備註 |
| 壹 | 發包工程費 | | | | 19,496,300 | |
| 一 | 假設工程 | 式 | 1.0 | 694,000 | 694,000 | |
| 二 | 擴柱補強工程(1F~2F) | 式 | 1.0 | 14,820,000 | 14,820,000 | |
| 三 | 周邊修繕工程 | 式 | 1.0 | 1,320,000 | 1,320,000 | |
| 四 | 職業安全衛生管理費 | 式 | 1.0 | 185,200 | 185,200 | |
| 五 | 工程品質管理費 | 式 | 1.0 | 202,000 | 202,000 | |
| 六 | 包商利潤雜項及管理費 | 式 | 1.0 | 1,178,400 | 1,178,400 | |
| 七 | 營造綜合保險費 | 式 | 1.0 | 168,300 | 168,300 | |
| 八 | 營業稅 | 式 | 1.0 | 928,400 | 928,400 | |
| | 合 計 | | | | 19,496,300 | |
| 貳 | 空氣污染防制費 | 式 | 1.0 | 50,500 | 50,500 | |
| 參 | 工程管理費 | 式 | 1.0 | 350,994 | 350,994 | |
| 肆 | 設計監造費 | 式 | 1.0 | 1,409,572 | 1,409,572 | |
| | 總 計 | | | | 21,307,366 | |

2. 補強方案二: 拆二樓 1F 擴柱補強預算

補強預算為拆除二樓、1F 擴柱補強及柱鋼板包覆補強，另針對現況調查損壞位置編列相關修復費用及屋頂防水費用，各補強修復工項所需費用詳附件十六，總經費 17,413,348 元，如下表 15 所示。

表15. 方案二補強修復預算總表

| 工程名稱 | 斗六市第一公有零售市場拆除補強工程 | | | 會計科目 | | |
|------|-------------------|----|-----|-----------|------------|----|
| 施工地點 | 雲林縣 斗六市 | | | 工程編號 | | |
| 項次 | 項目及說明 | 單位 | 數量 | 單價 | 複價 | 備註 |
| 壹 | 發包工程費 | | | | 15,896,928 | |
| 一 | 2F以上結構體拆除工程 | 式 | 1.0 | 5,351,528 | 5,351,528 | |
| 二 | 擴柱補強工程(1F) | 式 | 1.0 | 6,216,000 | 6,216,000 | |
| 三 | 周邊修繕工程 | 式 | 1.0 | 2,158,600 | 2,158,600 | |
| 四 | 職業安全衛生管理費 | 式 | 1.0 | 151,000 | 151,000 | |
| 五 | 工程品質管理費 | 式 | 1.0 | 164,700 | 164,700 | |
| 六 | 包商利潤雜項及管理費 | 式 | 1.0 | 960,800 | 960,800 | |
| 七 | 營造綜合保險費 | 式 | 1.0 | 137,300 | 137,300 | |
| 八 | 營業稅 | 式 | 1.0 | 757,000 | 757,000 | |
| | 合 計 | | | | 15,896,928 | |
| 貳 | 空氣污染防制費 | 式 | 1.0 | 41,200 | 41,200 | |
| 參 | 工程管理費 | 式 | 1.0 | 300,039 | 300,039 | |
| 肆 | 設計監造費 | 式 | 1.0 | 1,175,181 | 1,175,181 | |
| | 總 計 | | | | 17,413,348 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 附註 | | | | | | |

壹拾壹、 結論與建議

1. 本案建物為斗六市第一公有零售市場位於以中正路以東，三民路以西，中華路以北，大同路以南，於民國 51 年興建之地上二層 RC 造建築物，外觀平面呈規則矩型，二樓板中央挑空至屋頂，外牆及窗台為 1B 磚，現況已有結構柱梁混凝土剝落、鋼筋鏽蝕等受損情形。

2. 參考距離本棟 945m 的公誠國小(CHY003)校內鑽探結果作為本評估標的物基地地盤分類之參考依據，CHY003 地表下 30m 平均剪力波速為 177.64m/s 屬第三類地盤。

3. 現況梁柱斷面量測結果:

本案查無原設計圖說，依據現況勘查所量測之梁柱尺寸包含粉刷層，扣除粉刷層之斷面作為評估依據。

4. 現況鋼筋探測結果:

本案標的物由於查無原設計圖，且現況損壞嚴重，故分析時採用較保守值進行評估，1F 柱箍筋間距採用探測最大值、2F 柱採用探測平均值，主筋支數及號數均採用探測值，梁配筋均採用探測值。

5. 混凝土試驗

(1). 抗壓強度試驗:

本案混凝土試體於一、二樓各層均取 4 處共鑽取 8 顆，抗壓強度為 $101\sim 322\text{kgf/cm}^2$ ，分析時採用原則為抗壓強度平均值、抗壓強度最低值除以 0.75 及原設計強度，三值取最小值進行評估分析。

本案分析採用之混凝土強度：

1F 採用 134.7kgf/cm^2 、2F 採用 210kgf/cm^2 。

(2). 中性化試驗：

本案中性化取樣 8 顆試體進行試驗，依表 8 試驗結果僅編號 2FL-3 中性化深度未超過 4cm 以上。

(3). 氯離子含量試驗：

依據 CNS3090 混凝土中最大水溶性氯離子含量規定為 0.15kg/m^3 。本評估標的物於一、二層各取 1 試體進行氯離子檢測，結果均未超過試驗標準。

6. 本棟現況之耐震能力 X 向 $A_{PX}=0.1613\text{g}$ 、Y 向 $A_{PY}=0.1595\text{g}$ ，雙向皆未達耐震標準 $A_T=0.32\text{g}$ ，須進行結構補強。

7. 補強方案及預算

(1). 方案一:1-2F 擴柱補強

於一樓至二樓每樓選擇 10 柱進行擴柱補強，一樓擴柱補強位置於下方施作基礎補強，補強預算主要為 1-2F 擴柱補強

構件及 1F 柱鋼板包覆補強，另針對現況調查損壞位置編列相關修復費用及屋頂防水費用，總經費 21,307,366 元(33,983 元/坪)。

(2). 方案二: 拆二樓 1F 擴柱補強

拆除二樓降低載重，再針對一樓選擇 4 柱進行擴柱補強，一樓擴柱補強位置於下方施作基礎補強，補強預算為拆除二樓、1F 擴柱補強及柱鋼板包覆補強，另針對現況調查損壞位置編列相關修復費用及屋頂防水費用，總經費 17,413,348 元。

(3). 方案三: 拆除重建

本棟屋齡已超過鋼筋混凝土造建築物 50 年使用年限，且依據現況損壞情況及中性化試驗結果顯示，本棟之混凝土已無法有效保護梁柱版構件內部之鋼筋，導致大量梁柱版鋼筋鏽蝕混凝土剝落，鋼筋已喪失握裹力，地震時將導致脆性破壞，後續之養護費用更是一大負擔，建議可以整合周遭攤商容量需求重新規劃新市場大樓，亦可改善周邊環境整潔，以 70,000 元/坪估算依現況規模重建所需費用約 4389 萬元。

8. 方案一補強所需經費為 33,983 元/坪，已將近新建費用的 50%，且老舊建築物必須考慮後續之維護費用，故不符合經濟效益；方案二拆除二樓僅剩 264 坪使用空間，換算補強費用更高達 65,960 元/坪；綜合上述，建議拆除重建。