

私有建築物耐震弱層補強 作業技術講習會

補強方案A、B設計準則與施工注意要項

委託機關：內政部國土管理署

執行單位：財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心

簡報者：臺中市土木技師公會 林育信理事長

113.11.22

承諾・熱情・創新

www.narlabs.org.tw

簡報大綱

一.弱層補強評估設計準則

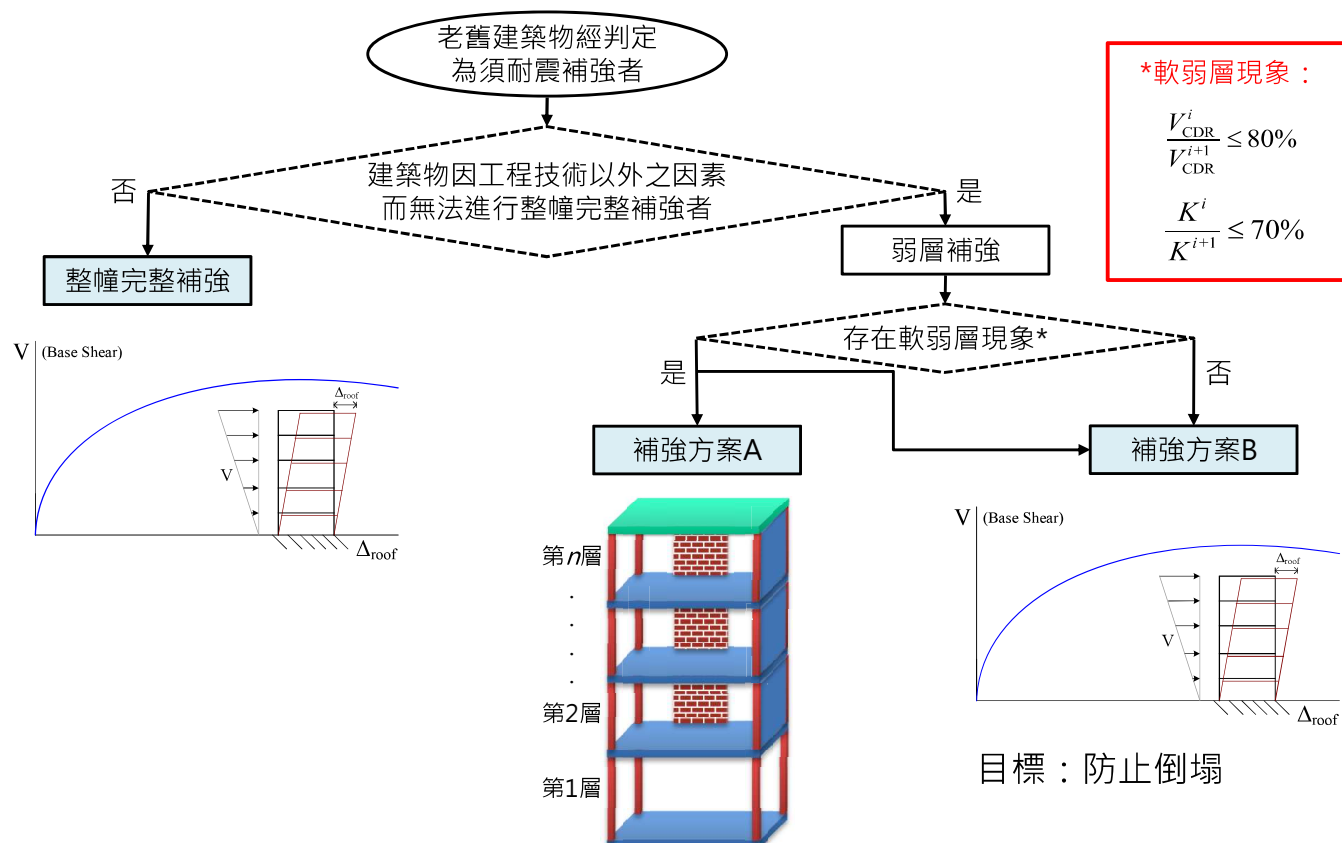
二.補強工法及施工注意事項

簡報大綱

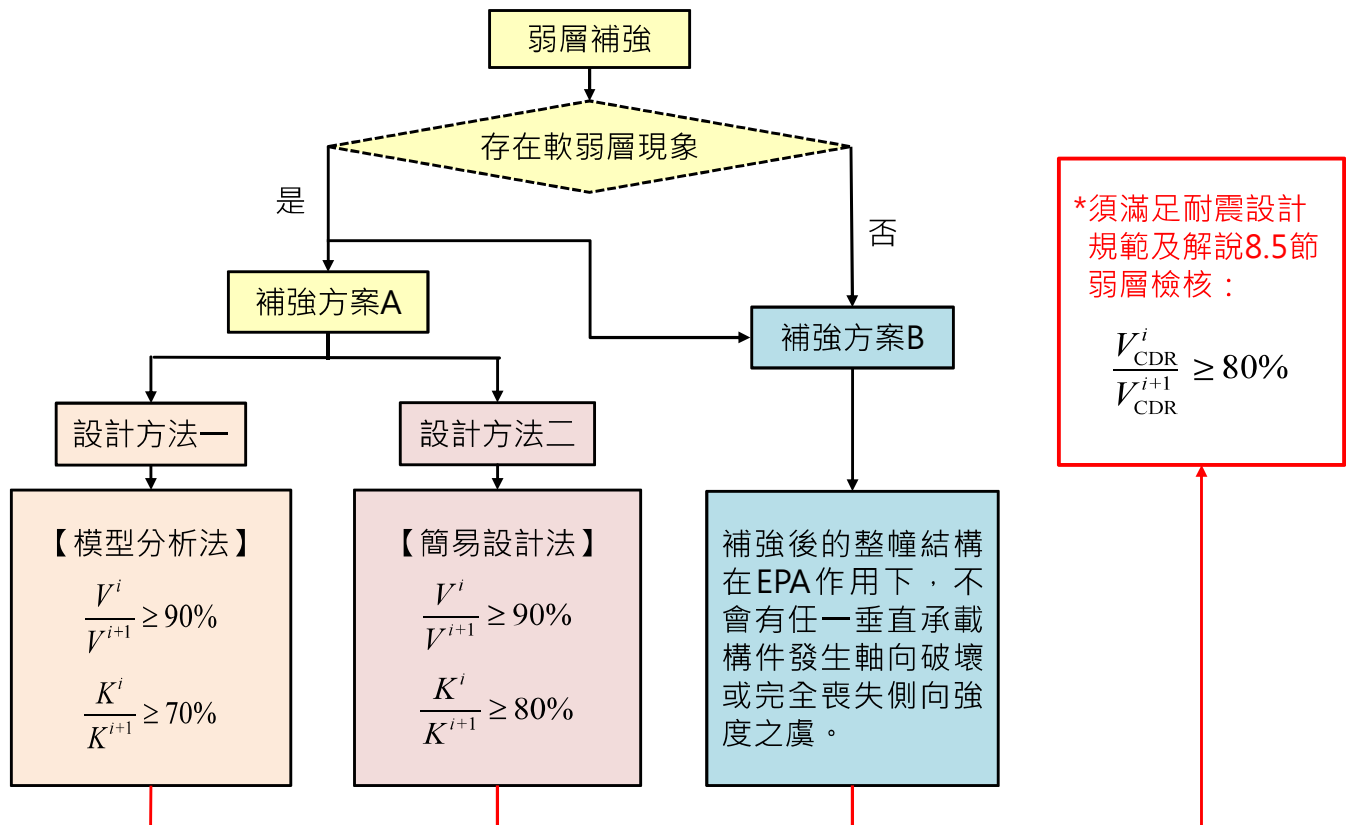
一.弱層補強評估設計準則

二.補強工法及施工注意事項

弱層補強性能目標



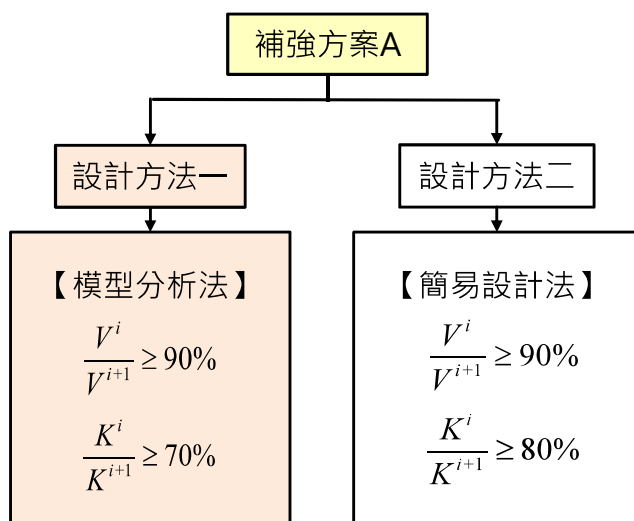
弱層補強性能目標



參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

5

補強方案A：降低補強施作層發生軟弱層集中式破壞風險



V^i : 目標層之極限層剪力強度

V^{i+1} : 目標層其上一層之極限層剪力強度

K^i : 目標層之側向勁度

K^{i+1} : 目標層其上一層之側向勁度

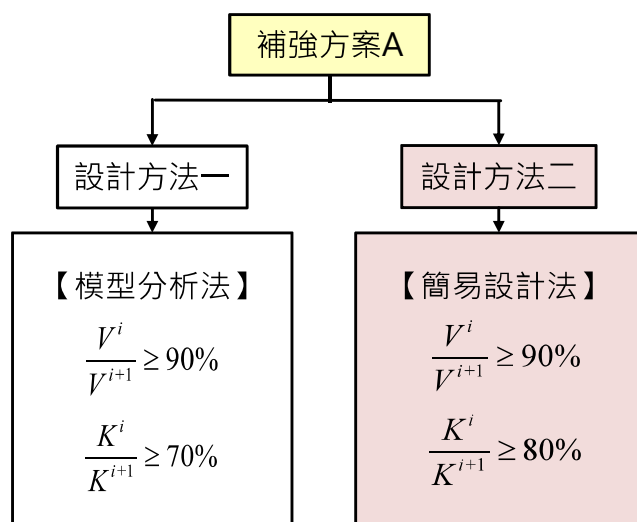
目標層以下之各層其極限層剪力強度不得低於其上一層者之90%；且該層側向勁度不得低於其上一層者之70%，以降低軟弱層集中式破壞之風險。

$$\frac{V^i}{V^{i+1}} \geq 90\% \text{ 且 } \frac{K^i}{K^{i+1}} \geq 70\%$$

參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

6

補強方案A：降低補強施作層發生軟弱層集中式破壞風險



V^i : 目標層之極限層剪力強度

V^{i+1} : 目標層其上一層之極限層剪力強度

K^i : 目標層之側向勁度

K^{i+1} : 目標層其上一層之側向勁度

目標層以下之各層其**極限層剪力強度**不得低於其上一層者之90%；且該層**側向勁度**不得低於其上一層者之80%，以降低軟弱層集中式破壞之風險。

$\frac{V^i}{V^{i+1}} \geq 90\%$ 且 $\frac{K^i}{K^{i+1}} \geq 80\%$
簡易算法為求保守，勁度要求提升為**80%**。

參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

7

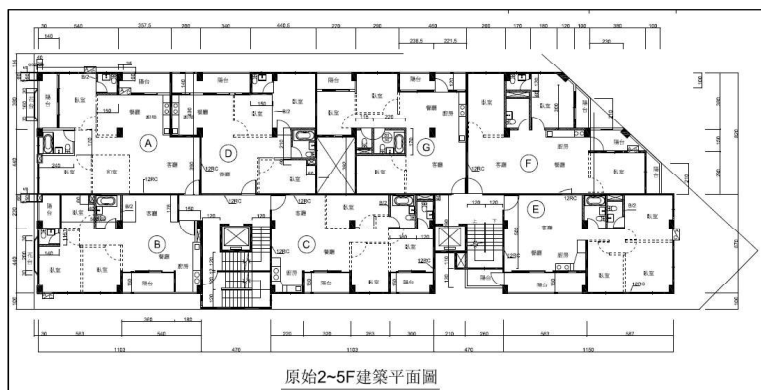
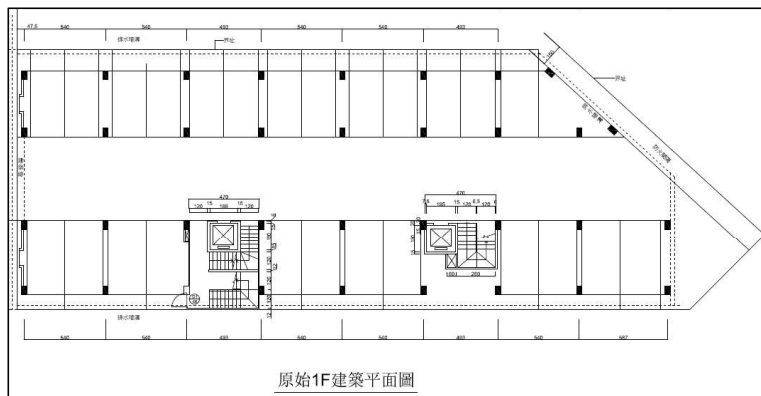
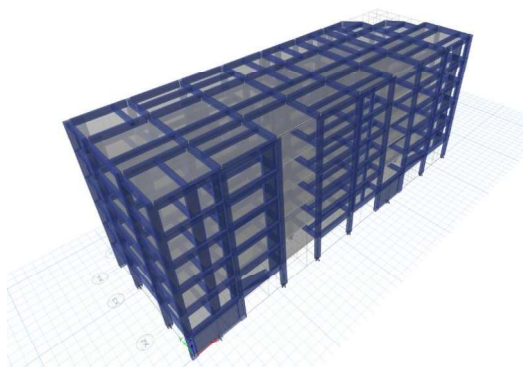
補強方案 A 設計準則

- 兩設計方法擇一使用
- 設計結果皆須符合規範8.5節要求

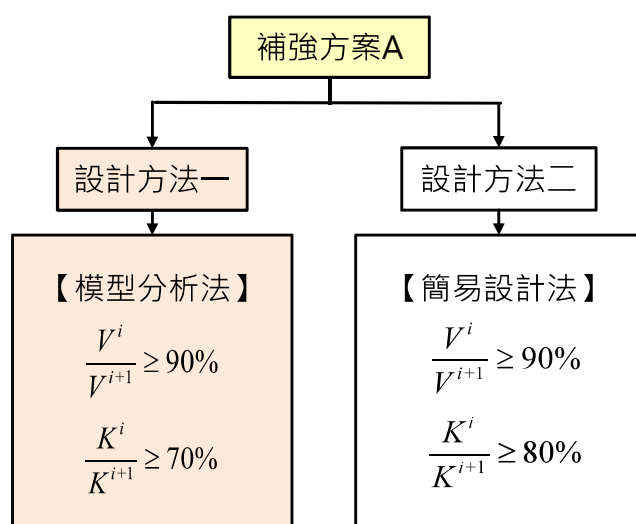
$$\frac{V_{\text{CDR}}^i}{V_{\text{CDR}}^{i+1}} \geq 80\%$$

評估示範案例A00100

- 樓層：地上6層
- 樓地板面積：3,663.13 m²
- 施作層：1F (531.44 m²)
- 補強方案：補強方案A



補強方案 A 設計流程(模型分析法)



V^i : 目標層之極限層剪力強度

V^{i+1} : 目標層其上一層之極限層剪力強度

K^i : 目標層之側向勁度

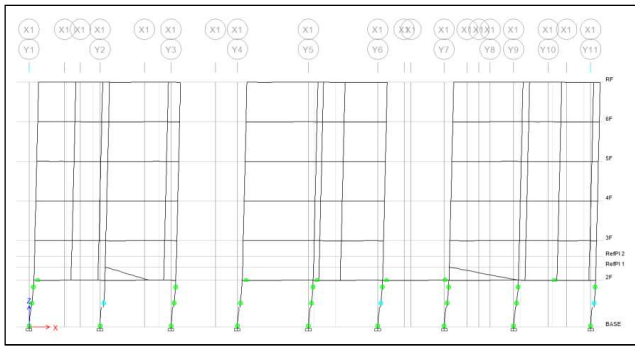
K^{i+1} : 目標層其上一層之側向勁度

目標層以下之各層其極限層剪力強度不得低於其上一層者之90%；且該層側向勁度不得低於其上一層者之70%，以降低軟弱層集中式破壞之風險。

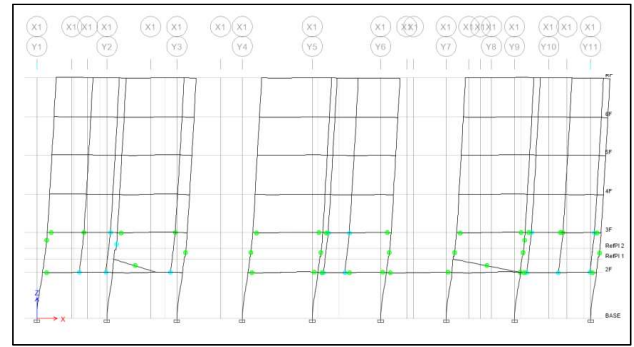
$$\frac{V^i}{V^{i+1}} \geq 90\% \text{ 且 } \frac{K^i}{K^{i+1}} \geq 70\%$$

樓層剪力強度

1F



2F



補強前

	Story Shear (tf)	Displacement (cm)	Story Drift (cm)	Stiffness (tf/cm)
1F	842.63	0.23	0.23	430.85
2F	1221.65	0.30	0.07	1497.01

層剪力及勁度檢核 (目標層：1F)

層剪力檢核

$$\frac{V^{1F}}{V^{2F}} = \frac{842.63}{1221.65} = 69\% < 90\%$$

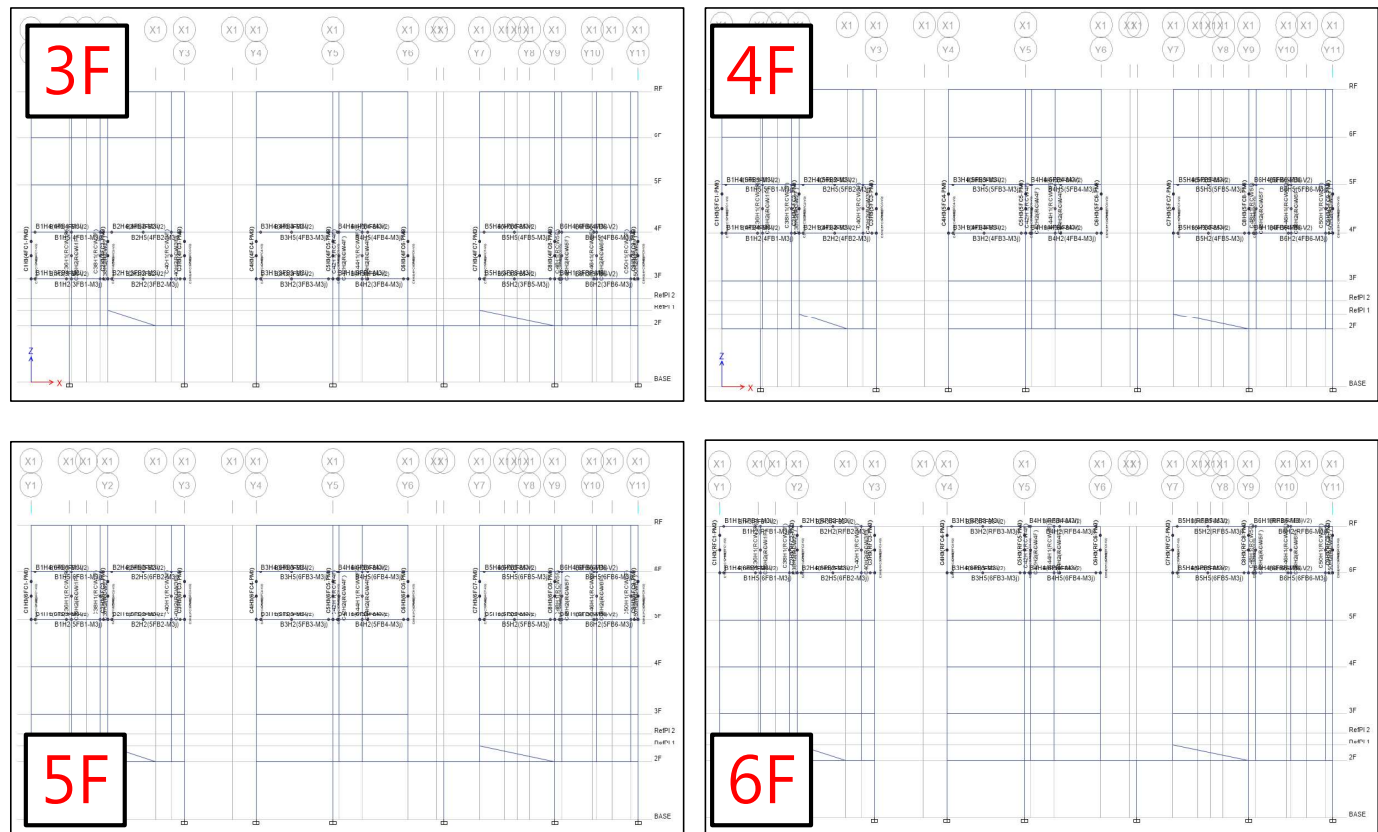
本建築物存在弱層現象！

軟層檢核

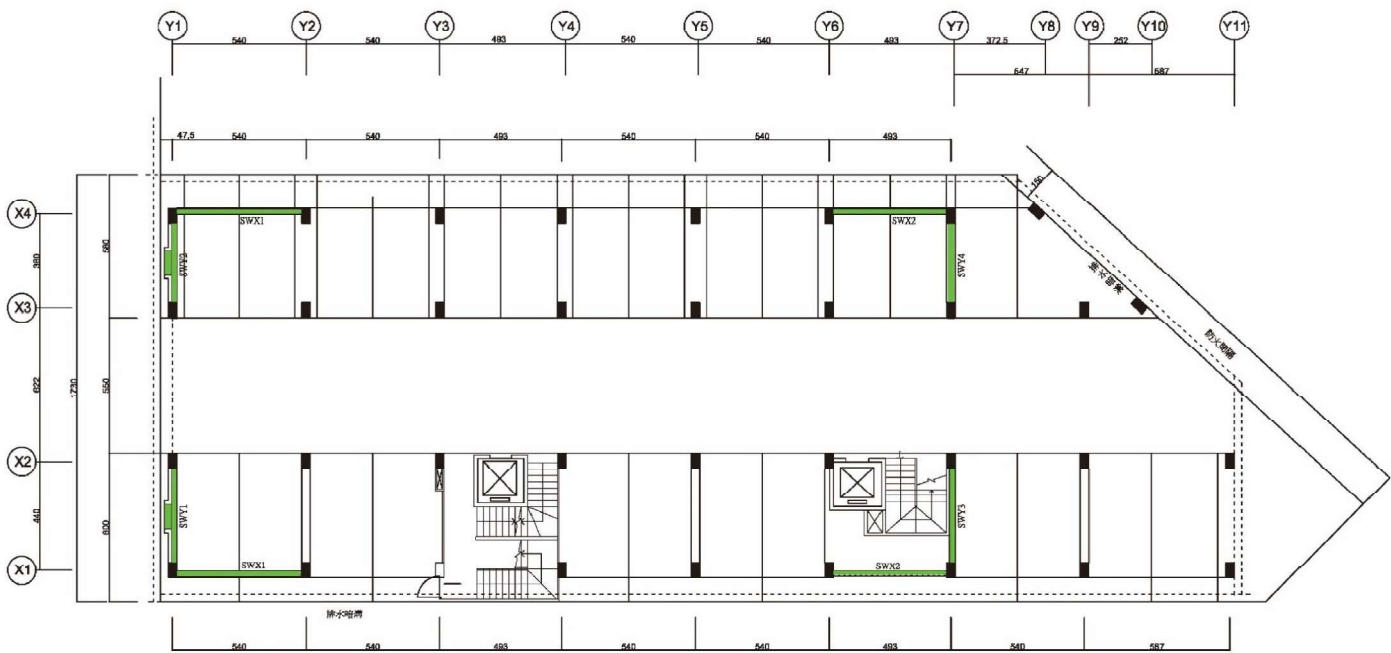
$$\frac{K^{1F}}{K^{2F}} = \frac{430.85}{1497.01} = 28.8\% < 70\%$$

本建築物存在軟層現象！

各樓層均需逐層檢核



補強設計

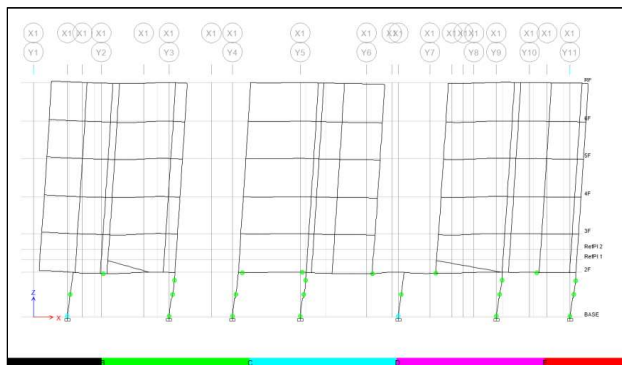


補強位置平面圖

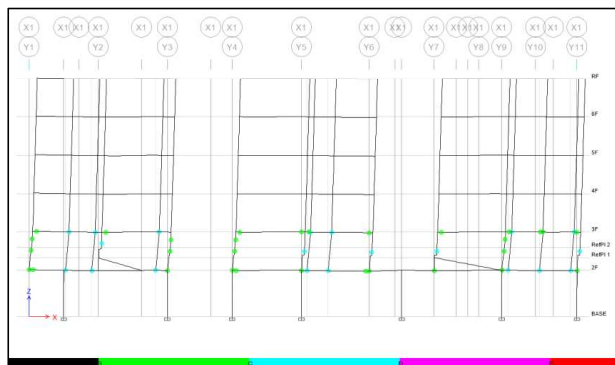
■ 剪力牆補強

補強後樓層剪力強度

1F



2F



補強後				
	Story Shear (tf)	Displacement (cm)	Story Drift (cm)	Stiffness (tf/cm)
1F	1824.55	0.02	0.02	4854.37
2F	1221.65	0.10	0.08	1240.69

層剪力及勁度檢核 (目標層：1F)

層剪力檢核

$$\frac{V^{1F}}{V^{2F}} = \frac{1824.55}{1221.65} = 149\% > 90\%$$

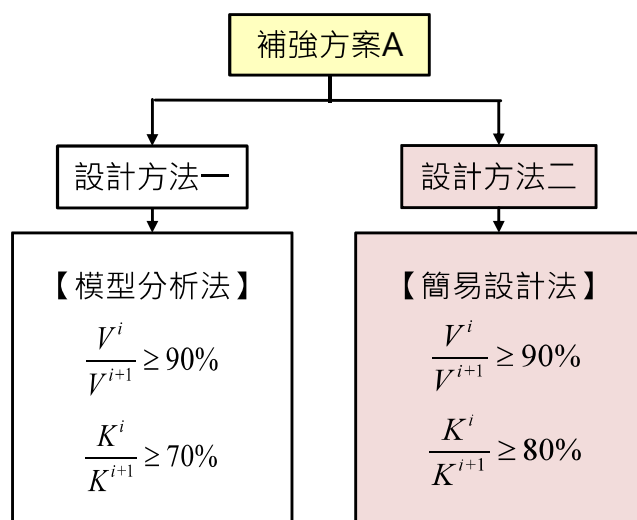
補強後一樓不存在弱層現象!

軟層檢核

$$\frac{K^{1F}}{K^{2F}} = \frac{4854.37}{1240.69} = 391\% > 70\%$$

補強後一樓不存在軟層現象!

補強方案 A 設計流程(簡易設計法)



V^i : 目標層之極限層剪力強度

V^{i+1} : 目標層其上一層之極限層剪力強度

K^i : 目標層之側向勁度

K^{i+1} : 目標層其上一層之側向勁度

目標層以下之各層其極限層剪力強度不得低於其上一層者之90%；且該層側向勁度不得低於其上一層者之80%，以降低軟弱層集中式破壞之風險。

$\frac{V^i}{V^{i+1}} \geq 90\% \text{ 且 } \frac{K^i}{K^{i+1}} \geq 80\%$
簡易算法為求保守，勁度要求提升為80%。

*參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

17

極限層剪力強度

平均單位面積抗側力強度

單位面積抗側力強度 (kgf/cm ²)		五層樓以下	十層樓以上
柱	一般柱	9	20
	長柱	5	10
RC牆	無開口	22	30
	開口	18	25
磚牆	四面圍束	5.5	5.5
	三面圍束	3.8	3.6

- 一般柱：柱於評估方向上之高深比低於8者
- 長柱：柱於評估方向上之高深比在8以上者
- 開口RC牆之強度值約為無開口者之0.8倍：

$$\sum A_{rcwi} = \sum A_{rcw4i} + 0.8 \sum A_{rcw3i}$$

- 三面圍束磚牆之強度值約為四面圍束者之0.67倍：

$$\sum A_{bwi} = \sum A_{bw4i} + 0.67 \sum A_{bw3i}$$

建築物總樓層數介於五到十層樓之間，則以線性內插求得

參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

18

極限層剪力強度

強度參與係數

強度參與係數		RC牆 α_{rcw}	磚牆 α_{bw}	一般柱 α_c	長柱 α_{lc}
五層樓以下	RC牆破壞	1.00	0.90	0.75	0.55
	磚牆破壞	0.95	1.00	0.80	0.65
	一般柱破壞	0.85	0.80	1.00	0.80
	長柱破壞	0.70	0.55	1.00	1.00
十層樓以上	RC牆破壞	1.00	0.90	0.90	0.70
	磚牆破壞	0.85	1.00	0.95	0.75
	一般柱破壞	0.65	0.95	1.00	0.85
	長柱破壞	0.15	0.75	0.80	1.00

建築物總樓層數介於五到十層樓之間，則以線性內插求得

參考文獻：鍾立來、邱聰智等人，「單棟大樓階段性補強技術手冊及示範案例規劃設計監造(評估與設計技術篇)」，內政部營建署委託研究計劃期中報告，台北，2019。

19

樓層剪力強度評估公式

A. 五層樓以下建築物

(1) RC 牆破壞時

$$V_1^{iF} = 22 \sum A_{rcwi} + 0.90 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 0.75 \times 9 \sum A_{ci} + 0.55 \times 5 \sum A_{lci}$$

(2) 磚牆破壞時

$$V_2^{iF} = 0.95 \times 22 \sum A_{rcwi} + 5.5 \sum A_{bwi} + 0.80 \times 9 \sum A_{ci} + 0.65 \times 5 \sum A_{lci}$$

(3) 一般柱破壞時

$$V_3^{iF} = 0.85 \times 22 \sum A_{rcwi} + 0.80 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 9 \sum A_{ci} + 0.80 \times 5 \sum A_{lci}$$

(4) 長柱破壞時

$$V_4^{iF} = 0.70 \times 22 \sum A_{rcwi} + 0.55 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 9 \sum A_{ci} + 5 \sum A_{lci}$$

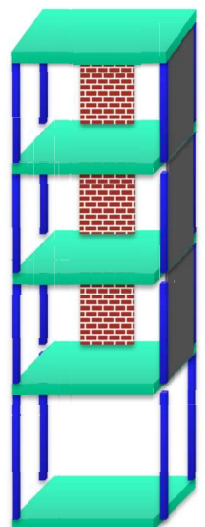
$$V_{iF} = \max(V_1^{iF}, V_2^{iF}, V_3^{iF}, V_4^{iF})$$

第n層

·
·
·

第2層

第1層



樓層剪力強度評估公式

B. 十層樓以上建築物

(1) RC 牆破壞時

$$V_1^{iF} = 30 \sum A_{rcwi} + 0.90 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 0.9 \times 20 \sum A_{ci} + 0.70 \times 10 \sum A_{lci}$$

(2) 磚牆破壞時

$$V_2^{iF} = 0.85 \times 30 \sum A_{rcwi} + 5.5 \sum A_{bwi} + 0.95 \times 20 \sum A_{ci} + 0.75 \times 10 \sum A_{lci}$$

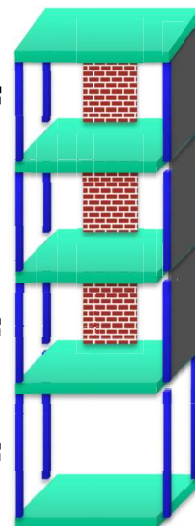
(3) 一般柱破壞時

$$V_3^{iF} = 0.65 \times 30 \sum A_{rcwi} + 0.95 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 20 \sum A_{ci} + 0.85 \times 10 \sum A_{lci}$$

(4) 長柱破壞時

$$V_4^{iF} = 0.15 \times 30 \sum A_{rcwi} + 0.75 \times 5.5 \sum A_{bwi} + 0.80 \times 20 \sum A_{ci} + 10 \sum A_{lci}$$

$$V_{iF} = \max(V_1^{iF}, V_2^{iF}, V_3^{iF}, V_4^{iF})$$



各樓層剪力強度及勁度

補強前	樓高 (cm)	RC牆 $V_{rcwi}(tf)$	磚牆 $V_{bwi}(tf)$	一般柱 $V_{ci}(tf)$	長柱 $V_{lci}(tf)$	V_{iF}
1F	360	-	-	-	441	441
2F	300	-	-	823	-	823

$$\frac{V_{1F}}{V_{2F}} = \frac{441}{823} = 54\% < 90\%$$

$$\frac{K_{1F}}{K_{2F}} = \frac{440/360}{823/300} = 44\% < 80\%$$

補強後	樓高 (cm)	RC牆 $V_{rcwi}(tf)$	磚牆 $V_{bwi}(tf)$	一般柱 $V_{ci}(tf)$	長柱 $V_{lci}(tf)$	V_{iF}
1F	360	983	-	-	870	983
2F	300	-	-	823	-	823

$$\frac{V_{1F}}{V_{2F}} = \frac{983}{823} = 119\% > 90\%$$

$$\frac{K_{1F}}{K_{2F}} = \frac{983/360}{823/300} = 99\% > 80\%$$

規範8.5節檢核/設計層剪力(Demand)

Story	Elevation h_i (m)	Weight w_i (tf)	$w_i \times h_i$	$\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}$	V_e
RF	18.6	752.79	14001.95	0.30	$0.30V_d$
6F	15.6	671.59	10496.74	0.22	$0.52V_d$
5F	12.6	690.07	8694.82	0.19	$0.71V_d$
4F	9.6	690.07	6624.62	0.14	$0.85V_d$
3F	6.6	690.07	4554.43	0.10	$0.95V_d$
2F	3.6	695.37	2503.32	0.05	$1.00V_d$
1F	0			0	
sum		4189.94	46855.88	1	

$$V_d = \frac{S_{aD} I}{1.4 \alpha_y F_u} W \quad F_i = \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} V_d$$

規範8.5節檢核/軟弱層檢核

- 無論選擇何種方法設計，補強後皆須滿足規範8.5節模型分析法

$$\frac{V_{CDR}^{1F}}{V_{CDR}^{2F}} = \frac{1824/1V_d}{1221/0.95V_d} = 142\% > 80\%$$

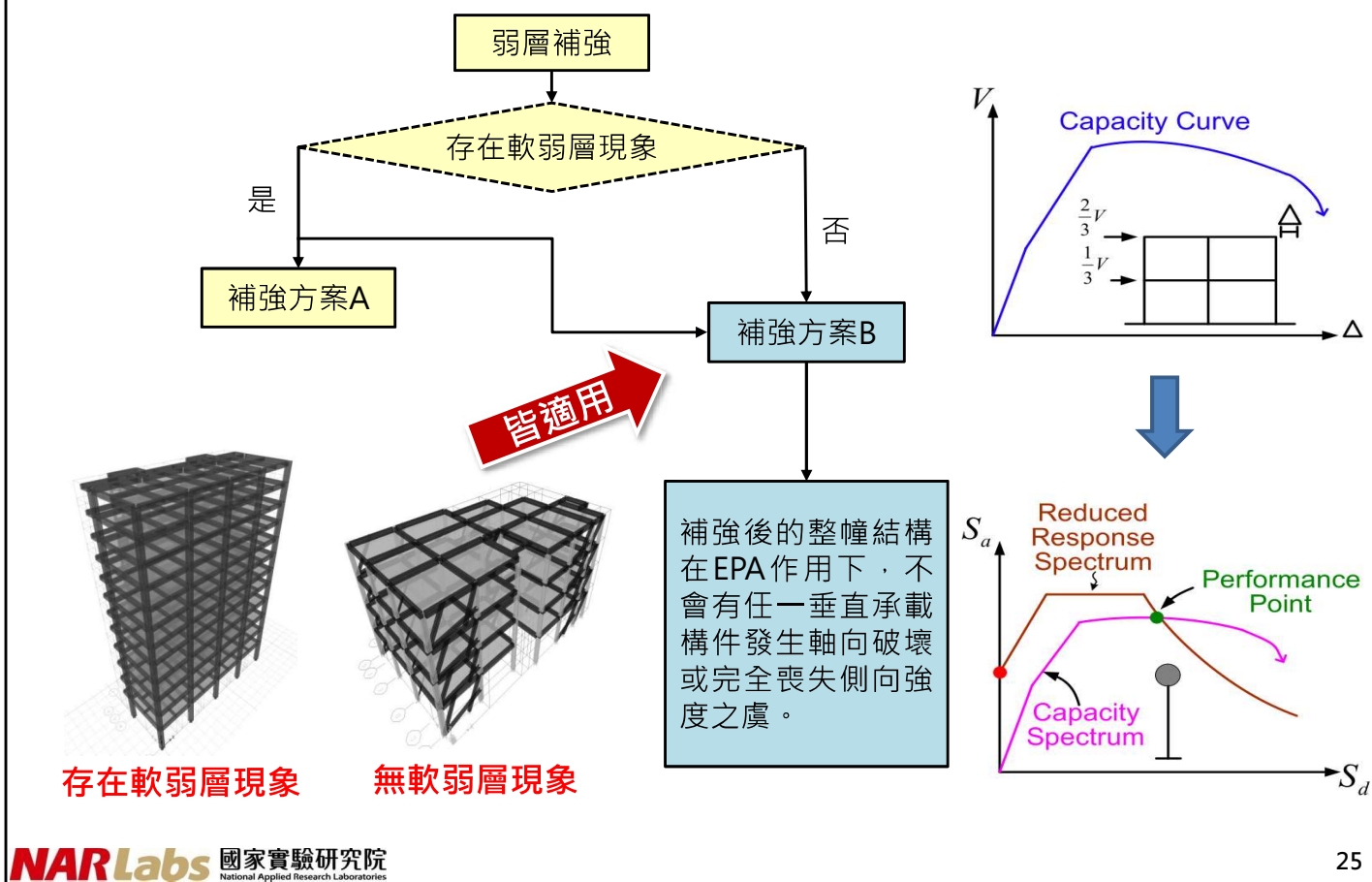
符合規範8.5節要求

簡易評估法

$$\frac{V_{CDR}^{1F}}{V_{CDR}^{2F}} = \frac{983/1V_d}{823/0.95V_d} = 113\% > 80\%$$

符合規範8.5節要求

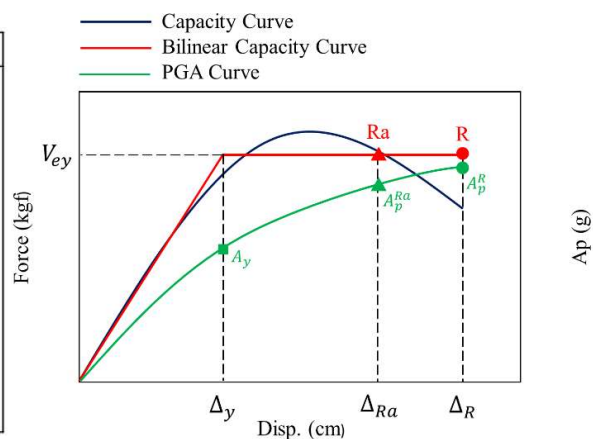
補強方案B評估設計流程



評估基準(需求基準)

- 建築物之耐震能力以其能抵抗之最大地表加速度表示，其耐震能力應達現行實施之「建築物耐震設計規範及解說」中所規定工址475年回歸期之設計地震地表加速度乘以用途係數(I)。其性能目標準則為當結構物韌性發展到韌性容量(R)時對應的性能地表加速度(A_p)，需達目標地震地表加速度($0.4S_{DS} \times I$)。

	$A_p^R = \min(A_{p,1}, A_{p,2}, A_{p,3})$			A_T
	當建築物之韌性發展到韌性容量 R 時，對應之最大地表加速度 A_p^R			
	強度控制	位移控制	軸向破壞控制	
475年回歸期之設計地震地表加速度	$A_{p,1}$	$A_{p,2}$	$A_{p,3}$	$0.4S_{DS} \times I$
	$0.85V_{max}^+$	$D_r^T = 2.5\%$	主要垂直承載構件發生軸向破壞或完全喪失側向力強度	



評估基準(性能基準)

- 2) 滿足工址回歸期475年之設計地震作用下應有的性能水準，即結構物不會產生嚴重損壞，對生命及財產有所保障。其性能目標準則如表所示。

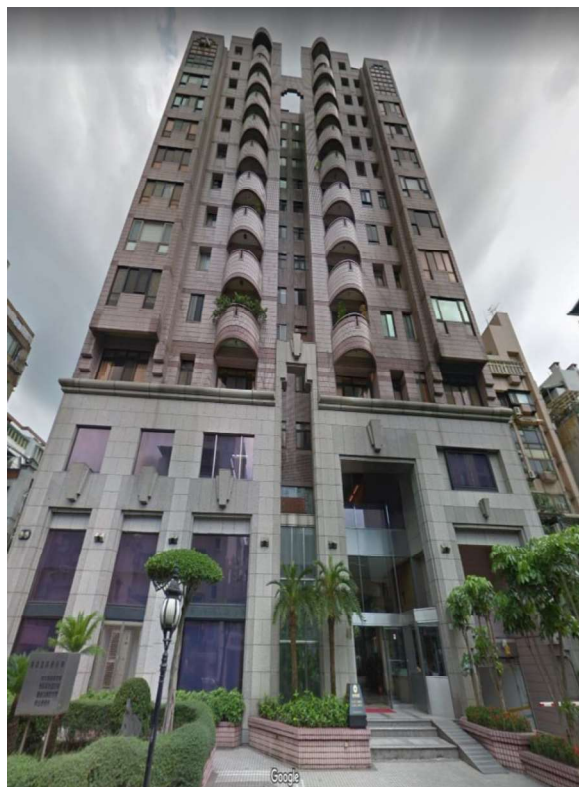
用途分類	A_p			A_T
第一類及第二類建築 ($I=1.5$)	$0.80V_{max}^-$	$D_r^T = 1\%$	垂直承載構件 發生軸向破壞 或完全喪失側 向強度	$0.4S_{DS}$
第三類建築 ($I=1.25$)	V_{max}	$D_r^T = 2\%$		
第四類建築 ($I=1.0$)	$0.85V_{max}^+$	$D_r^T = 2.5\%$		

補強方案 B 設計準則

- 模型分析
- 耐震性能須達法規標準之**80% 以上**
- 兩評估基準擇一使用
- **沒有**豎向構材產生軸力喪失
- 符合規範8.5節要求
- 補強後之耐震性能需較補強前**提升**

評估示範案例A00600

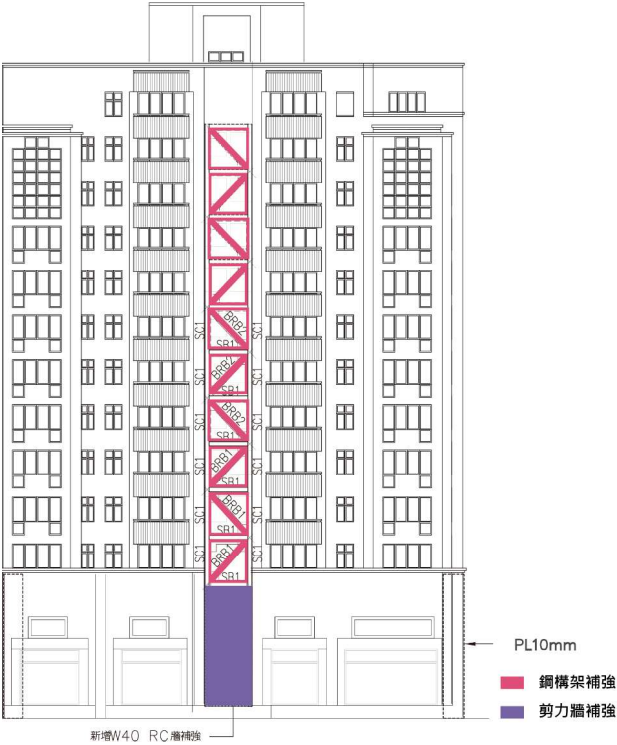
1. 樓層：地上13層、地下3層
2. 各樓層用途：
 - 1F：店鋪
 - 2F~13F：一般住宅
3. 樓地板面積：12920.71 m²
4. 施作層：
 - B3F-8F (9772.02 m²)
5. 補強方案：補強方案B



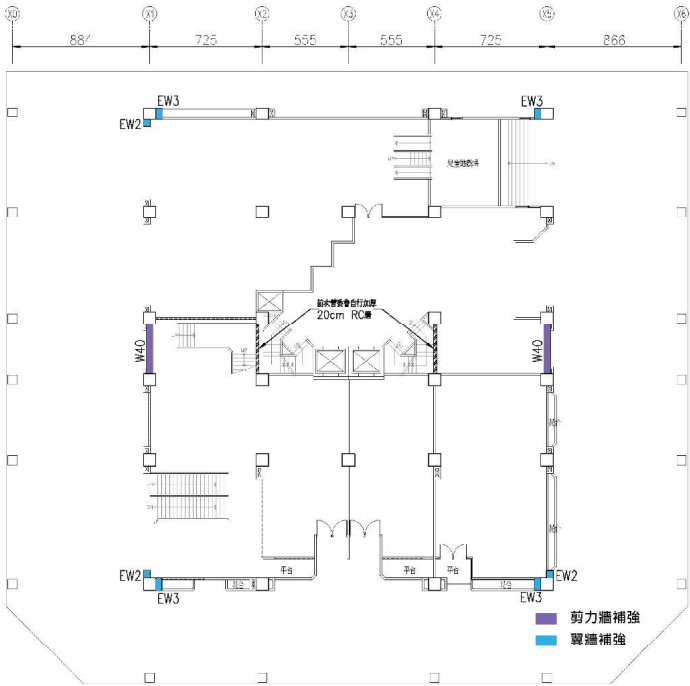
補強前結果分析

現況耐震能力檢討				
耐震能力需求 $A_T(g)$	$A_T = 0.24(g)$ $I = 1.00$; 475年迴歸期地震地表加速度			
地震力作用方向	水平方向		垂直方向	
	+X 向	-X 向	+Y 向	-Y 向
耐震能力 $A_p(g)$	0.206	0.193	0.132	0.172
性能點基底剪力 $V_p(tf)$	2787.88	2737.24	1630.72	164809
控制模式	V_{max} 控制	V_{max} 控制	V_{max} 控制	V_{max} 控制
耐震能力 $A_p(g)$	0.193		0.132	
CDR 值	0.804		0.551	
分析結果	需要補強		需要補強	

補強設計



補強立面圖



補強平面圖

補強後結果分析

補強後耐震能力 (Y向)			
耐震能力需求 $A_T(g)$	$A_T = 0.24$ $I = 1.00$; 475年迴歸期地震地表加速度		
地震力作用方向	+Y向	-Y向	
耐震能力 $A_p(g)$	0.231	0.224	
性能點基底剪力 $V_p(tf)$	1798.31	1881.46	
控制模式	V_{max} 控制	V_{max} 控制	
耐震能力 $A_p(g)$	0.224		
CDR 值	0.935		
分析結果	$A_p > 0.8A_T$		

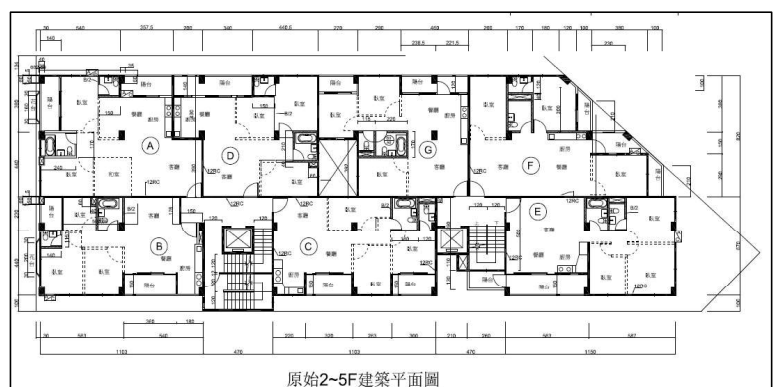
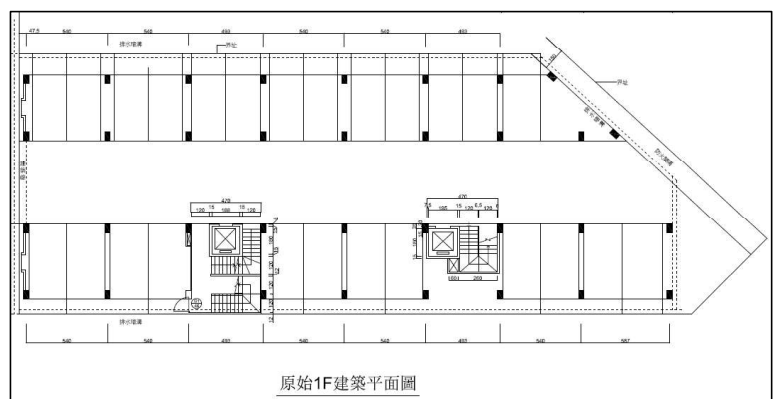
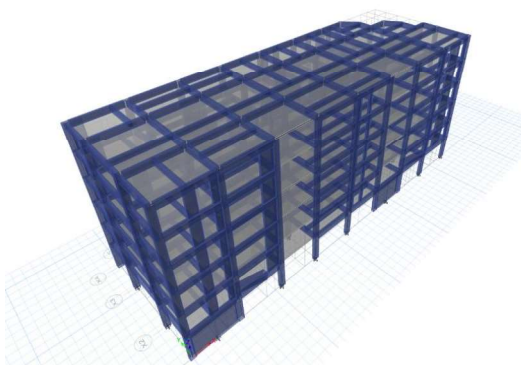
簡報大綱

一.弱層補強評估設計準則

二.補強工法及施工注意事項

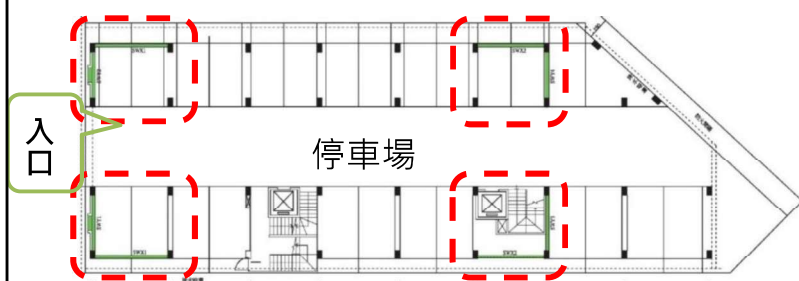
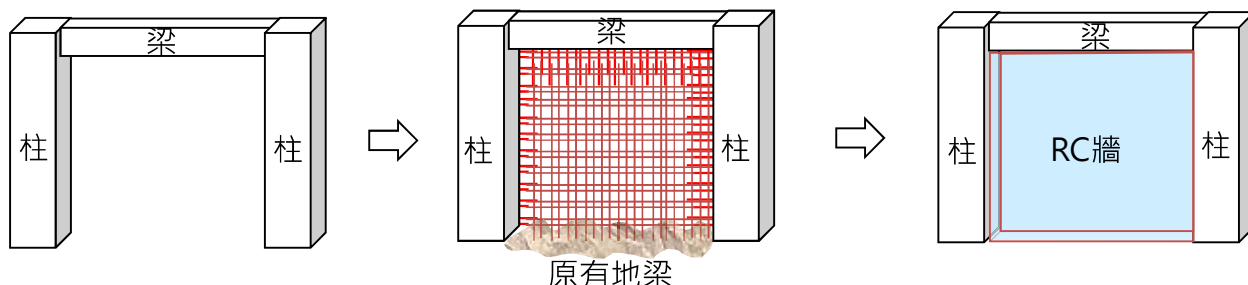
示範案例A00100

- 樓層：地上6層
- 樓地板面積：3,663.13 m²
- 施作層：1F (531.44 m²)
- 補強方案：補強方案A



建築物結構補強方案與工法介紹

本案例於一樓增設**鋼筋混凝土牆**，共計施作**八面**鋼筋混凝土牆，X方向施作四面；Y方向亦施作四面。



適用

1. 有地下室之建築
2. 明顯軟弱底層

不適用

1. 梁柱混凝土強度偏低
2. 柱鋼筋間距過於緊密
3. 通風採光要求高

施工前置作業

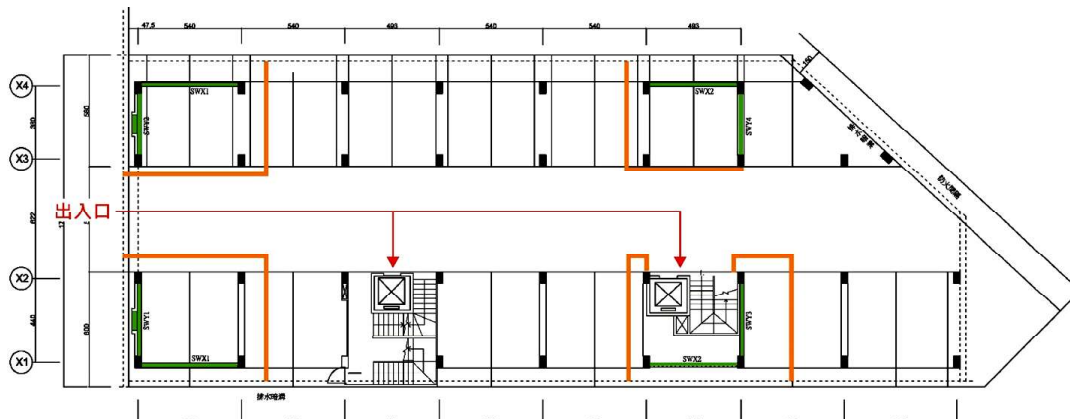


施工前



施工中

補強施工圍籬及動線



RC剪力牆補強工法



在既有框架內**加設**整片鋼筋
混凝土牆或將原有牆體**置換**
為鋼筋混凝土牆



RC剪力牆補強工法



RC牆補強施工範圍內原有結構體**表面**
打毛至**6mm**粗糙度、剔除原表面粉飾水泥

RC剪力牆補強工法-模板支撐



灌漿前所有**螺桿**再次檢查是
否有鬆脫、以及側向支撐是
否**牢固**。

RC剪力牆補強工法-澆置混凝土



澆置混凝土時確實使用震動機進行搗實。

RC剪力牆補強工法-拆模



拆模後若有螺桿或鐵釘須拆除避免人員受傷。

RC剪力牆補強工法-混凝土養護及清潔



拆模後進行場地清潔以及混凝土養護。

RC剪力牆補強工法-完工



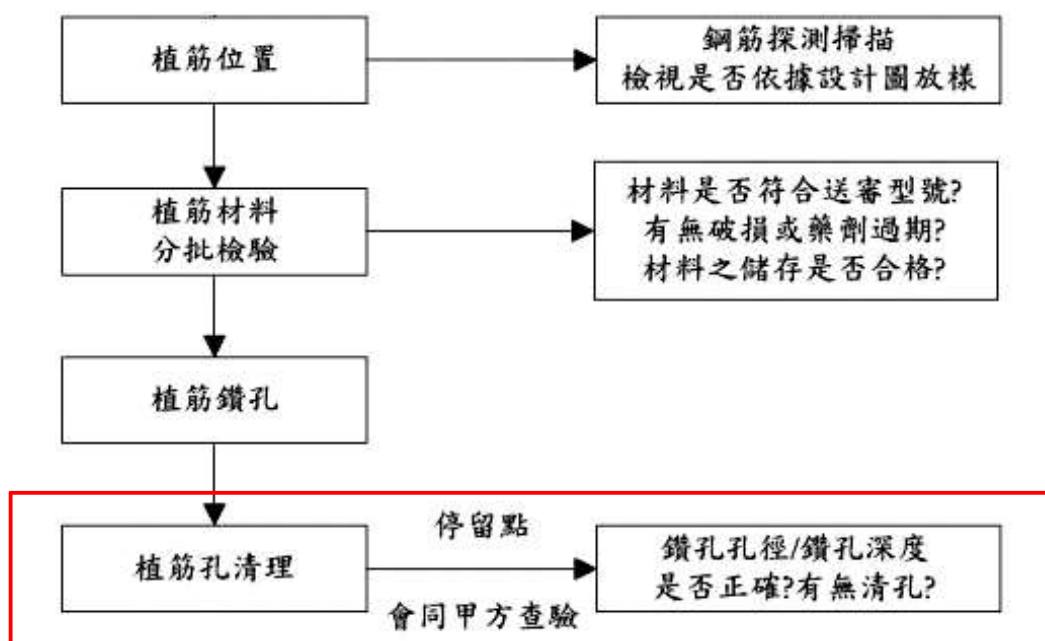
施工前



施工後

完工後也不影響民眾停車空間，並提升建物安全性。

植筋施工-流程及注意事項



植筋施工-植筋施作錯誤態樣



植筋施工-拉拔試驗



1. 施工完成後，須會同監造單位進行現場**拉拔試驗**，並提送完整紀錄供核備。

- **施工前拉拔試驗：**

依設計之埋深安裝黏結式錨栓，以**1.25fy** 為拉拔力，各號數在工地試作**3支**。

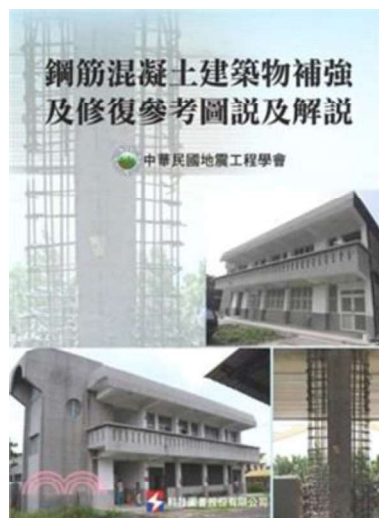
- **施工後安裝品質試驗：**

測試拉力為**1.0fy**，每樓層各種尺寸每100支抽驗1支，且**不得少於3支**。

植筋參考圖說

中華民國地震工程學會

-鋼筋混凝土建築物補強及修復參考圖說及解說



植筋工法

一、材料：

- 植筋膠：
 - (1) 植筋膠應為二液型植筋膠，內置量宜小於 10mm。
 - (2) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (3) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (4) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (5) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
- 植筋膠：
 - (1) 植筋膠應為二液型植筋膠，內置量宜小於 10mm。
 - (2) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (3) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (4) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
 - (5) 植筋膠應為雙組份，由主劑與固化劑組成。

二、植筋工法：

- 植筋工法應為二液型植筋膠，內置量宜小於 10mm。
- 植筋工法應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
- 植筋工法應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
- 植筋工法應為雙組份，由主劑與固化劑組成。
- 植筋工法應為雙組份，由主劑與固化劑組成。

三、植筋工法之步驟：

- 植筋工法之步驟：
- 植筋工法之步驟：
- 植筋工法之步驟：
- 植筋工法之步驟：
- 植筋工法之步驟：

國家地震工程研究中心 國家實驗研究院

磚牆開口鋼框補強工法及參考圖說介紹



邱聰智、許晉榮、施忠賢、鍾立來

前言

既有及新建之磚造建築均可能因使用需求，或管線通過，必須進行開門或開窗等。

磚牆開口處受地震力作用，易應力集中形成弱面，裂縫易由開口處產生。

此補強工法以鋼板或槽鋼針對開口處進行補強，避免開口處產生破壞。

方案C對象：紅黃單、磚造建築
主要針對磚牆開口需求的低層典型街屋



不需開挖基礎、可完全於構架內部施作

修繕(方案C)說明

內政部於111.10.17台內營字第1110817457號令
修正規定

- 修繕(方案C)為結構修繕，設計者與施工者之專業責任僅止於修繕；修繕目標將針對建築物既有震損、劣化之主要構造（樑、柱、牆、樓地板等）進行修繕。



修繕(方案C)簡介

針對既有震損、劣化之構件予以修繕

方案C為結構修繕方案，針對修繕(方案C)有「弱補強典型街屋簡易補強工法」、「開口磚牆耐震補強」、「受壓挫曲束制斜撐補強工法」及「超高性能纖維混凝土UHPC」或其他相關補強工法皆可使用。



20210806富里地震

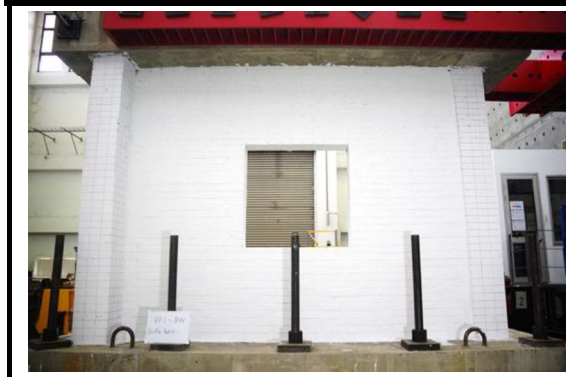


20220918池上地震

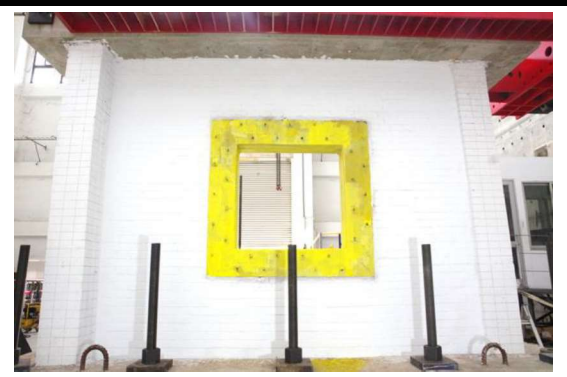
原泥作抹平修復，經0918地震磚牆開裂。故建議採用方案C時，應使用經實驗驗證有效之修繕工法，以確實降低震損。

開口磚牆鋼框補強工法試驗

- 牆面淨寬及淨高，分別為3200mm及2600mm
- 牆面開口尺寸約為高990mm及寬965mm
- 構架柱子分別為大柱(300mm*750mm)及小柱(300mm*300mm)

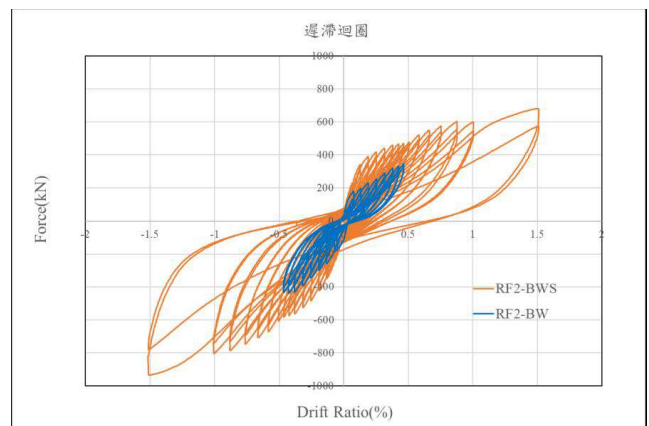
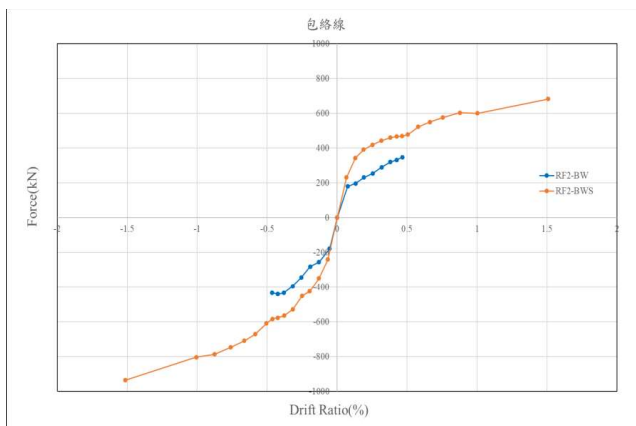


開口磚牆試體(RF2-BW)



開口磚牆鋼框補強試體(RF2-BWS)

試驗結果比較(RF2-BW、RF2-BWS)



開口磚牆鋼框補強工法--裂縫修復施作

1. 將灰縫產生裂縫的部分清除	2. 將灰縫內的砂漿碎塊清除	3. 確認灰縫清除深度
		
依照灰縫的寬度往內6cm，兩面分別施作，共12cm	需確認內部是否殘留碎塊	本次試驗清除深度達6公分，兩面分別施作，共12cm，以抽換磚牆厚度的50%

開口磚牆鋼框補強工法--裂縫修復施作

4. 灰縫清除完成	5. 調配無收縮水泥砂漿	6. 重新填塞無收縮水泥砂漿
		

開口磚牆鋼框補強工法--裂縫修復施作

7. 裂縫修復完成



開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

1. 鋼框補強構件



至現場時，已完成四個角隅的焊接，鋼板也使用彎折的方式形成L型

2. 鋼框移入預定位置



比對鋼框是否合於現場配置

3. 標記預鑽孔位於磚牆牆面



開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

4.標記埋置深度位置	5.依標記孔位鑽孔	6.確認鑽孔深度
		
M10化學錨栓所需鑽孔深度為95mm		確定鑽孔深度大於等於95mm

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

7.以空氣噴槍清除孔內粉塵	8.以毛刷再次清潔孔內粉塵	9.化學藥劑包
		
紅磚粉較難清除，需仔細清孔	若毛刷清除時發現仍有大量粉塵，要重覆進行清除	規格為M10

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

10.放入植筋藥劑包	11.將補強鋼框移入	12.確認錨栓長度
		
		使用5.8級或以上的螺桿，長度考慮到介面無收縮及鋼板厚度，使用130mm以上

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

13.化學錨栓旋入孔內底部	14.等待化學錨栓硬化後假固定	15.標註焊接位置
		
		按設計，每300mm施作100mm的焊道

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

16.進行焊接	鋼框補強植入化學錨栓及焊接施作完成	
		
氣體遮護金屬電弧銲接(CO ₂ 銲接)		

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

17.調配封填水泥	18.鋼板與磚牆牆面與開孔週邊空隙填塞封填水泥	19.預埋無收縮水泥砂漿溢流、注入管
		
卜特蘭I型水泥及快乾劑		

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

20.無收縮水泥砂漿	21.調配無收縮水泥砂漿	22.無收縮水泥砂漿注入器
		

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

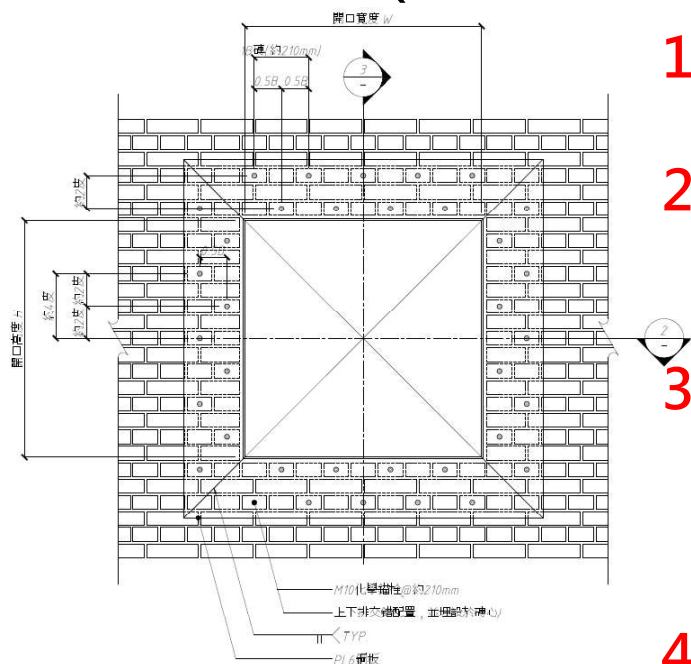
23.低壓灌注無收縮水泥砂漿	24.確認無收縮水泥砂漿由溢流管流出	25.補強施工完成->26.鎖固
		

開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作



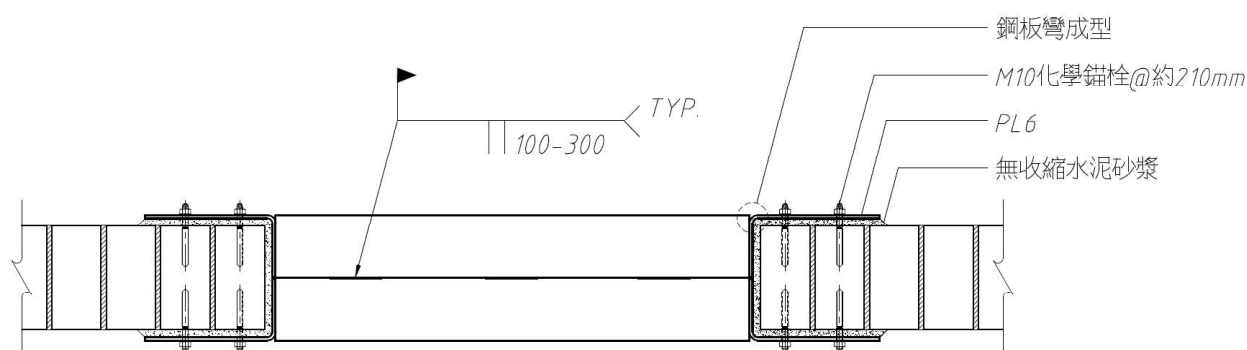
參考圖說、設計與審查要項介紹

補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1B以下)



1. 鋼板可採4~6 mm之A36或同級品以上鋼材
2. 化學錨栓可採ISO 898 5.8級鍍鋅螺桿或同等品之鋼材，尺寸可採M10規格
3. 組裝開口鋼框所用之化學錨栓或螺栓對接孔位間距不超過40 cm，與鋼板外緣邊距至少2.5 cm
4. 孔位須位於磚之丁位

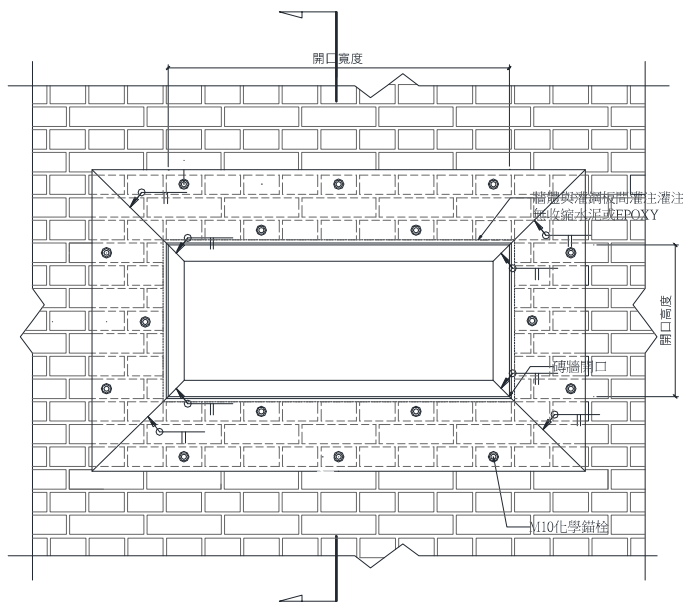
補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1B以下)



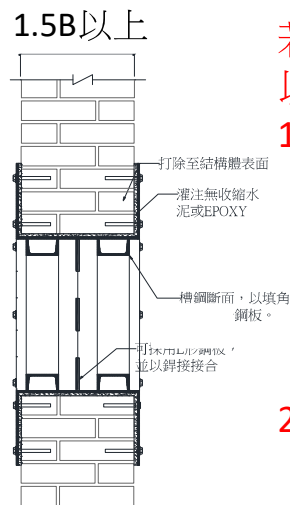
2 磚牆開口鋼板補強剖面詳圖

將兩片L形鋼板進行銲接接合時，採I型滲透焊，焊道長度至少100 mm、焊道間距不超過 300 mm。

補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1.5B以上)



1 牆體新增開口鋼框補強正立面圖
N.T.S



2 牆體新增開口鋼框補強側立面圖
N.T.S

若磚牆較厚(1.5B以上)：

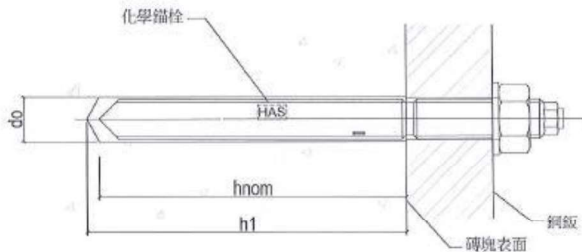
- 1) 以化學錨栓組裝L形鋼板於磚牆開口，並將兩片L形鋼板進行銲接接合
- 2) 亦可增設槽鋼，提升鋼框剛度

unit : mm

審查要項—總結

1. 組裝開口鋼框所用之化學錨栓或螺栓對接孔位間距不超過40 cm，與鋼板外緣邊距至少2.5 cm；且孔位須位於磚之丁位
2. 將兩片L形鋼板進行銲接接合時，採I型滲透焊，焊道長度至少100 mm、焊道間距不超過 300 mm。
3. 補強鋼構件不需與牆體開口四周完全密合，只需貼合牆體開口週邊。
4. 接觸雨水面窗台外牆應考量防水設計。

5. 化學錨栓參考規格



尺寸	M10	M12
鑽孔直徑 d_0 (mm)	12	14
鑽孔深度 h_1 (mm)	95	115
螺桿埋深 h_{nom} (mm)	90	110
特性拉力 kN	29.0	42.0
安全拉力 kN	13.8	20.0
特性拉力 kN	15.0	21.0
安全拉力 kN	8.6	12.0

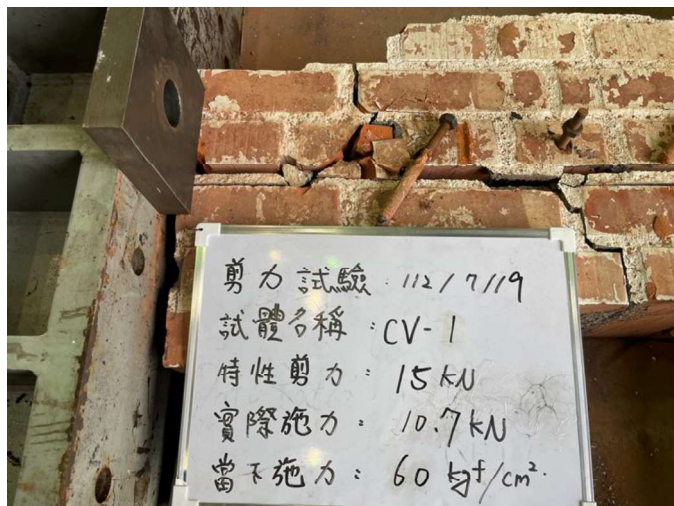
施工前應進行拉拔實驗，拉力須達特性拉力或**藥劑不得破壞**。

施工後應進行拉拔實驗，拉力須達1.5倍安全拉力或破壞位於磚塊且**藥劑不得破壞**。

化學錨栓剪力試驗



化學錨栓剪力試驗



6. 灌注用EPOXY參考規格

試驗項目	試驗方法	試驗值 (kgf/cm ²)
抗曲強度	CNS 10141	306
接著強度	CNS 10141	30.6

CNS 10141, A 2151

4. 品質

4.1 外觀、儲存安定性

4.1.1 環氧樹脂應均勻，不得有雜質或異物。

4.1.2 環氧樹脂應可灌注於縫隙，乾結等，且硬化後須成為均勻之硬化物。

4.1.3 環氧樹脂於常溫常濕⁽¹⁾下自製造後至 6 個月期間，須符合表 3 之規定，儲存安定性經由買賣雙方協議或製造廠商提供符合規定之保證時，免除試驗。

註⁽¹⁾ 常溫常濕係指 CNS 2395 所規定之標準溫度狀況 15 度(20±15)℃以及標準濕度狀況 20 度(65±20) %。

4.2 性能

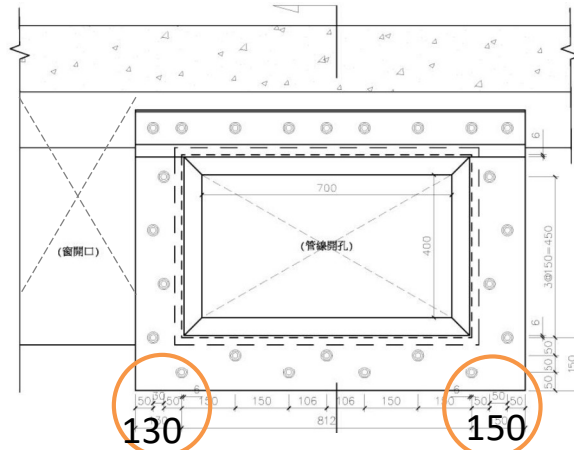
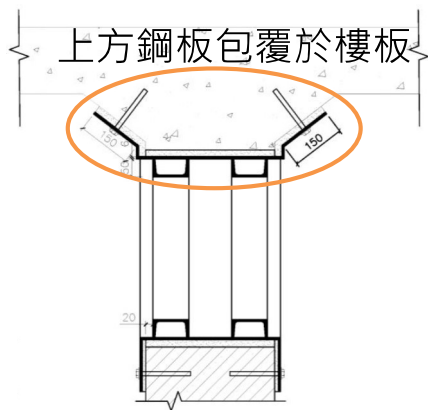
須符合表 3 之規定。

表 3 環氧樹脂性能要求

品質	試驗條件	低黏度型		中黏度型		高黏度型	
		一般用	冬季用	一般用	冬季用	一般用	冬季用
黏度 (mPa·s)	(20±0.5)℃	100~1000	—	5000~20 000	—	—	—
黏性 揮發度 (15±2)℃ 30±2℃	(20±0.5)℃ (15±2)℃ (30±2)℃	—	—	5±1	—	—	—
初期硬化性 (N/cm ²)(kgf/cm ²)	標準條件 低溫條件	200(20.4) 以上	200(20.4) 以上	200(20.4) 以上	200(20.4) 以上	200(20.4) 以上	200(20.4) 以上
接著強度 (N/cm ²)(kgf/cm ²)	標準條件 低溫時 濕潤時 特殊條件 反應溫度時	600(61.2)以上 — 300(30.6)以上 300(30.6)以上	— 300(30.6)以上 — 300(30.6)以上	600(61.2)以上 — 300(30.6)以上 300(30.6)以上	— 300(30.6)以上 — 300(30.6)以上	600(61.2)以上 — 300(30.6)以上 300(30.6)以上	— 300(30.6)以上 — 300(30.6)以上
硬化收縮率(%)	—	3 以下	—	3 以下	—	3 以下	—
加熱 變化 率(%)	—	5 以下	—	5 以下	—	5 以下	—
抗曲強度 (N/cm ²)(kgf/cm ²)	—	3000(306)以上	—	3000(306)以上	—	3000(306)以上	—
抗壓強度 (N/cm ²)(kgf/cm ²)	—	—	—	—	—	5000(510)以上	—
揮發性有機化合物 (VOC) 最大限 量值(g/L)	—	符合 CNS 13080 表 1 中 J 型別 SB 之規定					

補強構造

補強設計時，設計者得依現場情形，
依**自身專業判斷進行調整**。



開口側邊空間不足
另一側可適量減少。

左右側邊至少一側
寬度達150mm。

建築物磚構造設計及施工規範之相關規定

1. 單片牆壁牆身開口長度之總和不得超過該牆身長度的二分之一；各層樓牆壁開口長度之總和，不得超過該層樓牆身長度的三分之一。
2. 各開口部彼此之間或開口部邊緣與相交牆中心線等支撐物間之距離，應為該牆身厚度2倍以上，且大於60公分。但開口部周圍以鋼筋混凝土或鋼骨補強者，不在此限。
3. 補強後之強度至少須能承受由開口兩側向上內收45度角以內之重量。非結構牆亦應遵守本項規定。

補強照片



案例照片：原臺南警察署

報告完畢，敬請指導