

私有建築物耐震弱層補強 作業技術講習會

耐震弱層補強工法及施工注意事項

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：國家地震工程研究中心 鍾立來博士

113.10.25

承諾・熱情・創新

www.narlabs.org.tw

簡報大綱

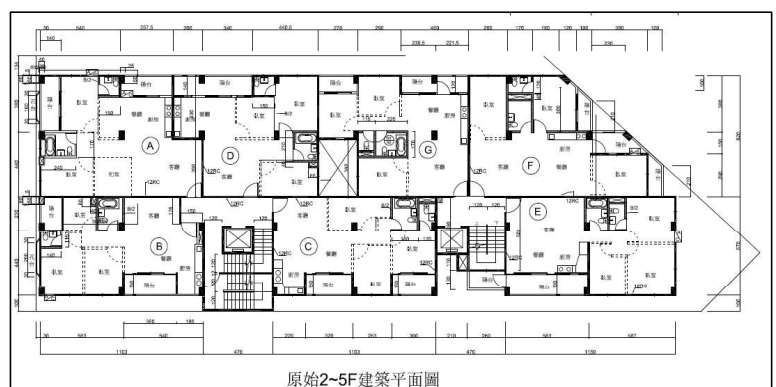
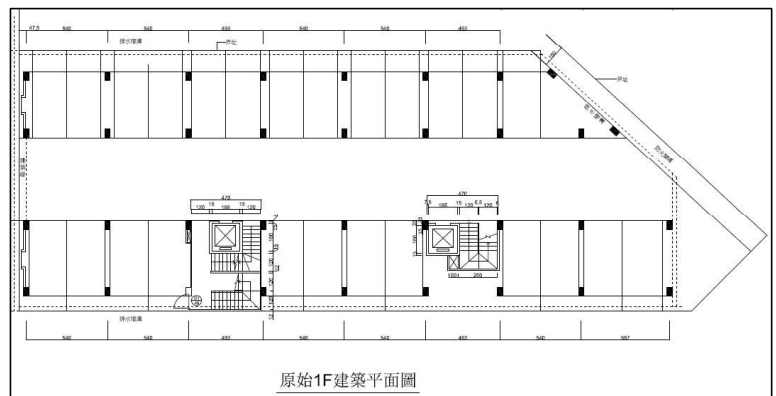
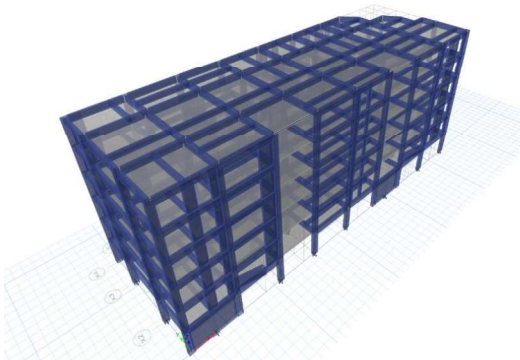
- 一.補強工法及施工注意事項
- 二.變更設計流程

一.補強工法及施工注意事項

二. 變更設計流程

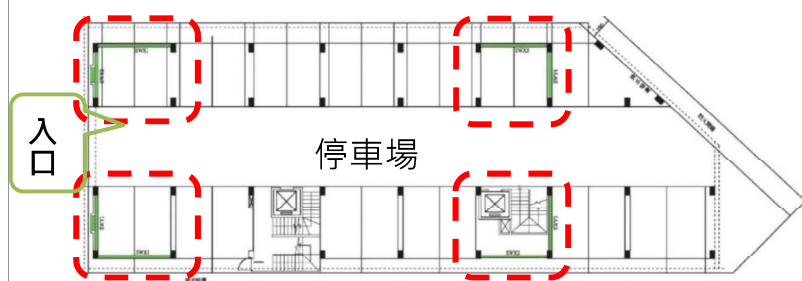
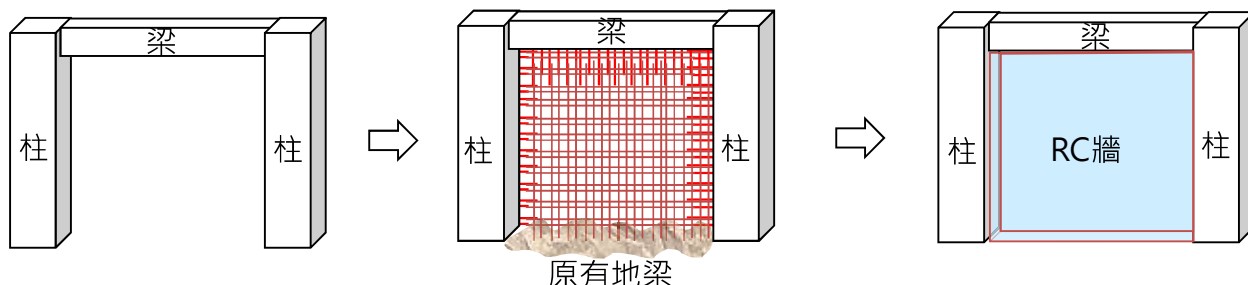
示範案例A00100

- 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

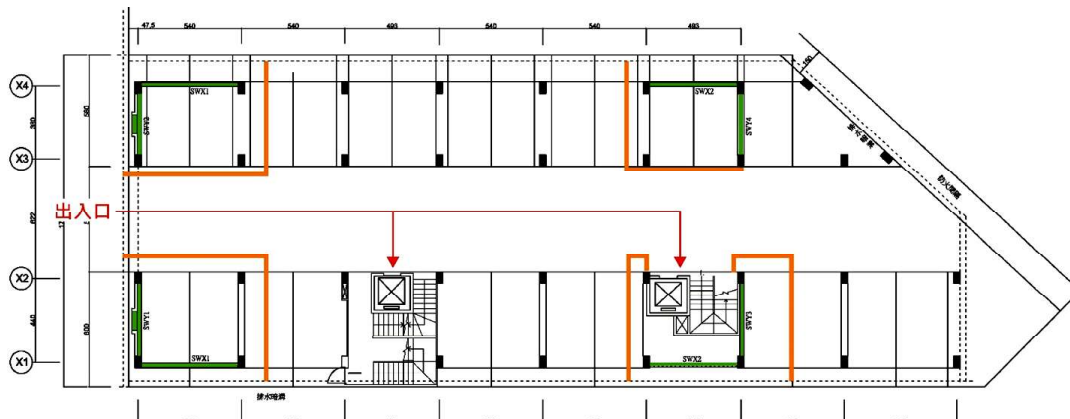


施工前



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



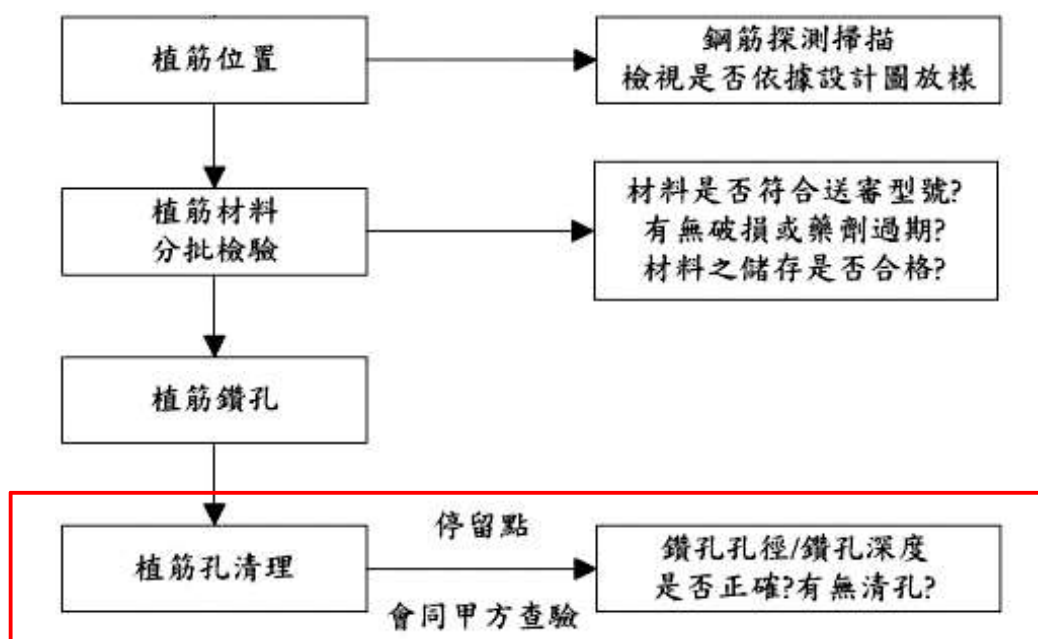
施工前



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**。

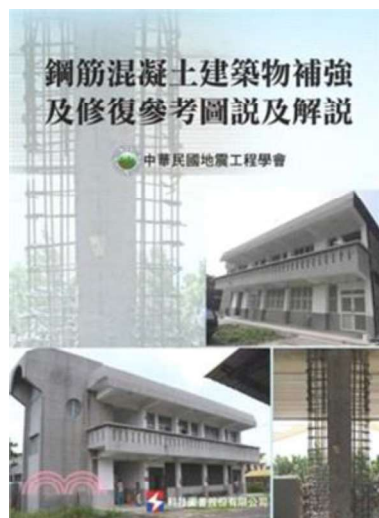
- **施工後安裝品質試驗：**

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

[illegible]

NAR Labs 國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

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

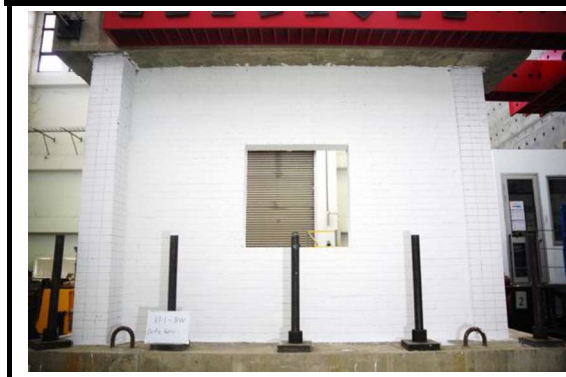


20220918池上地震

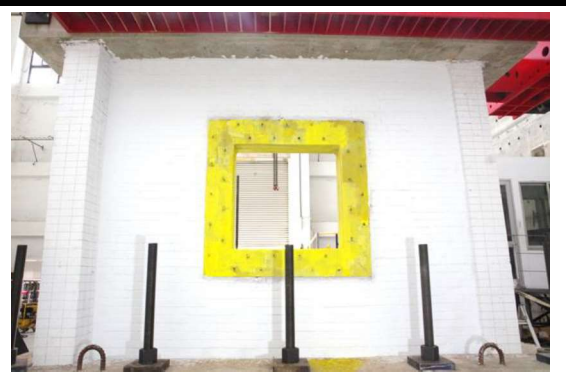
原泥作抹平修復，經0918地震磚牆開裂。故建議採用方案C時，應使用經實驗驗證有效之修繕工法，以確實降低震損。

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)

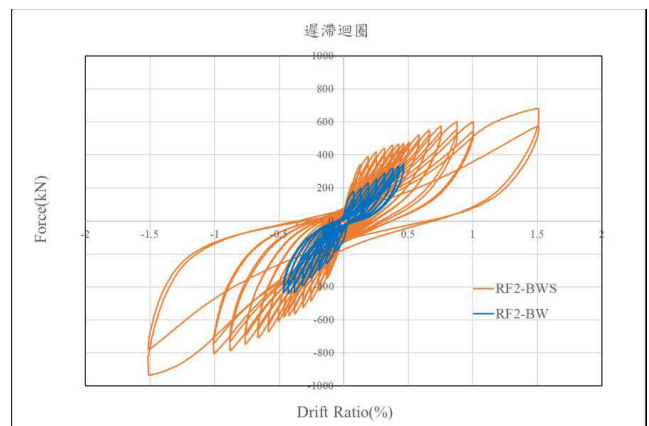
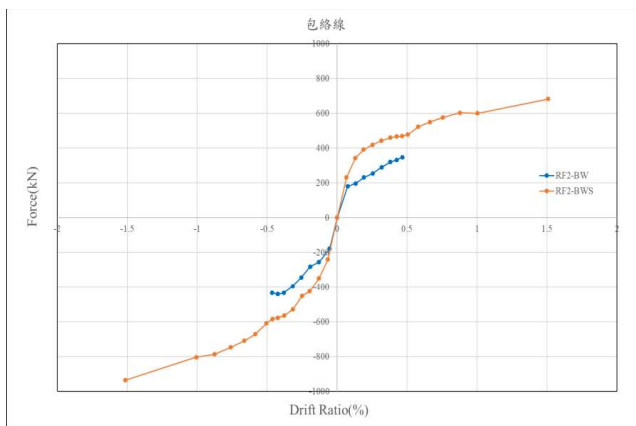


開口磚牆試體(RF2-BW)



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



2. 鋼框移入預定位置



3. 標記預鑽孔位於磚牆牆面



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

比對鋼框是否合於現場配置

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

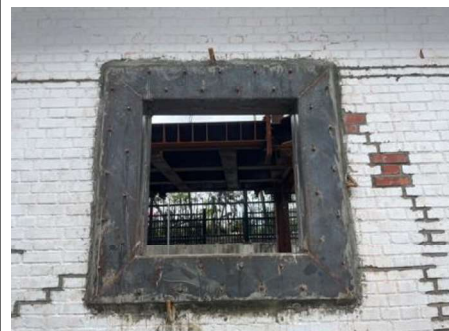
23.低壓灌注無收縮水泥砂漿



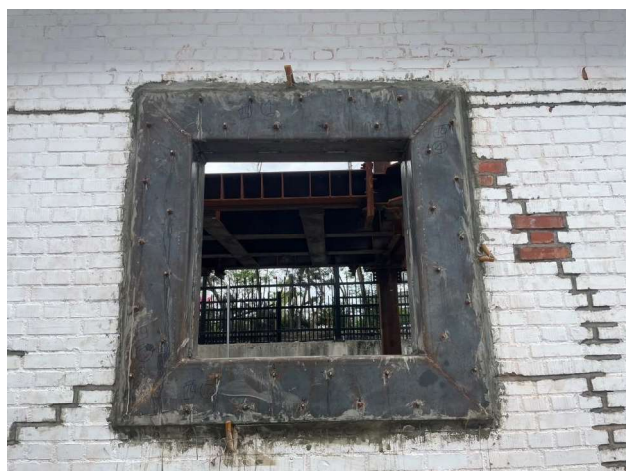
24.確認無收縮水泥砂漿由溢流管流出



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

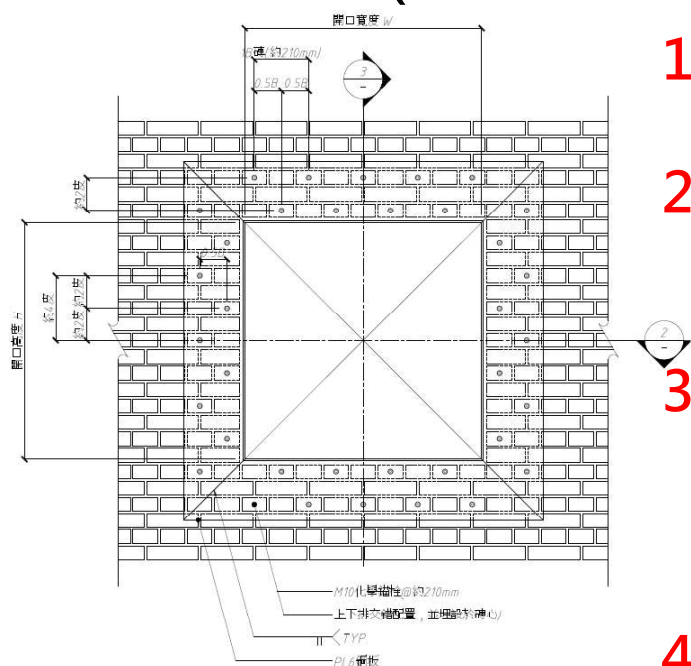


開口磚牆鋼框補強工法--開口磚牆鋼框補強施作

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

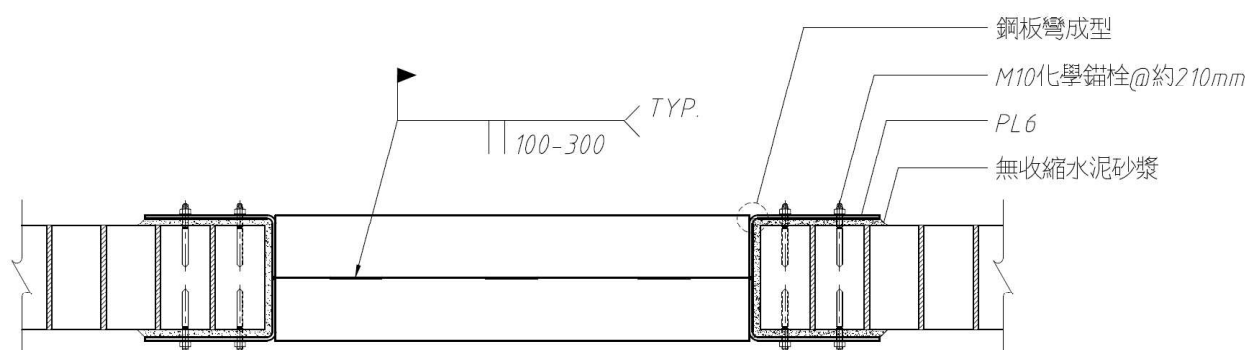
參考圖說、設計與審查要項介紹

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

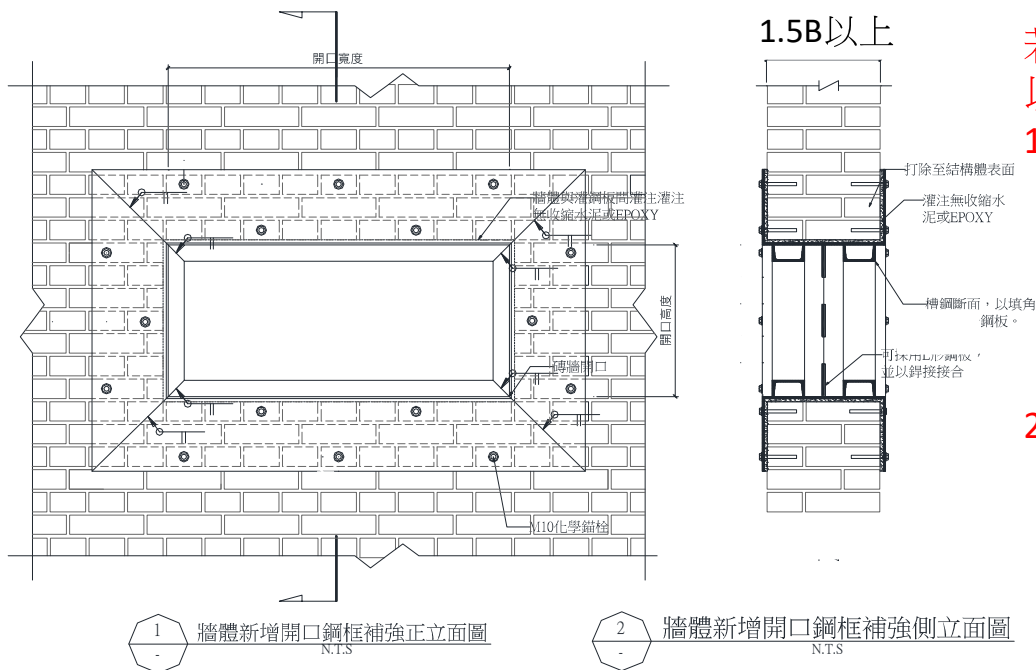
補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1B以下)



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)



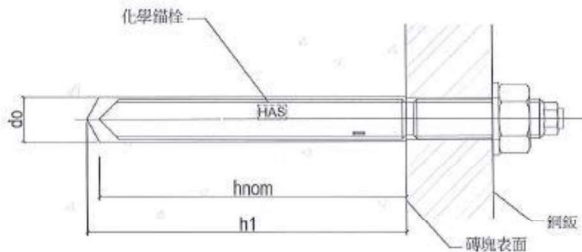
若磚牆較厚(1.5B以上)：

- 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

審查要項一總結

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

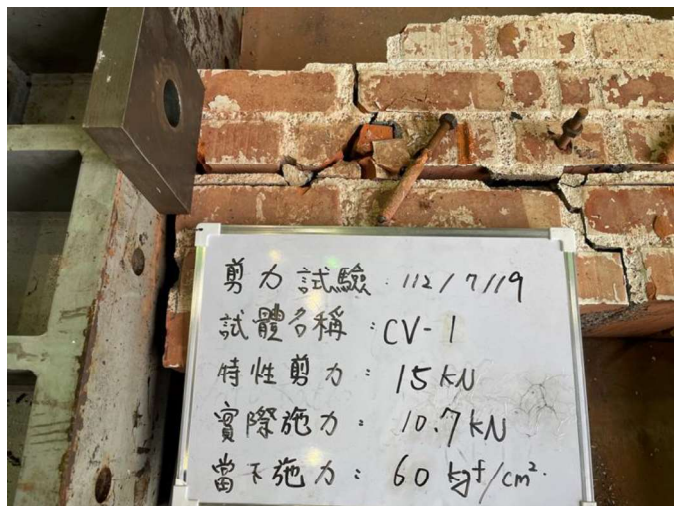
施工前應進行拉拔實驗，拉力須達特性拉力或**藥劑不得破壞**。

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

-3-

CNS 10141, A 215

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，無起層，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。

⁽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

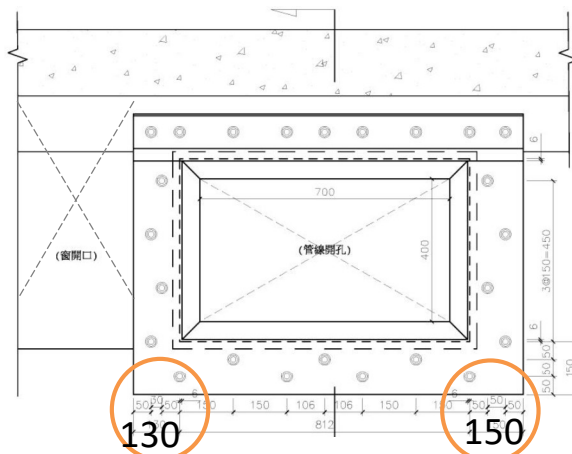
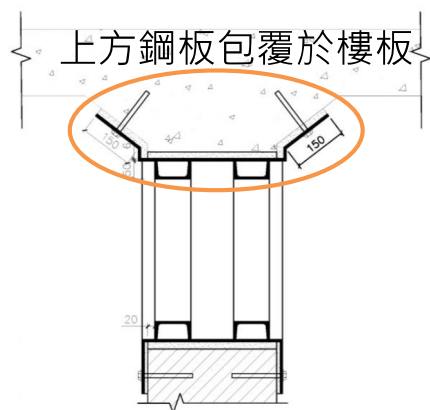
須符合表 3 之規定。

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
黏性	黏度 (mPa·s)	(20±0.5)℃ 100~1000		5000~20 000		—	
	稠度 (mm)	(20±0.5)℃ 5±1		—		—	
		(15±2)℃ —		—		5 以下	
初期硬化性 (N/cm ²)[kgf/cm ²]	標準條件	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
	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
接著強度 (N/cm ²)[kgf/cm ²]	標準條件	600[61.2] 以上		600[61.2] 以上		600[61.2] 以上	
	低溫條件	300[30.6] 以上		300[30.6] 以上		300[30.6] 以上	
	高濕條件	300[30.6] 以上		300[30.6] 以上		300[30.6] 以上	
	特殊條件	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	
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



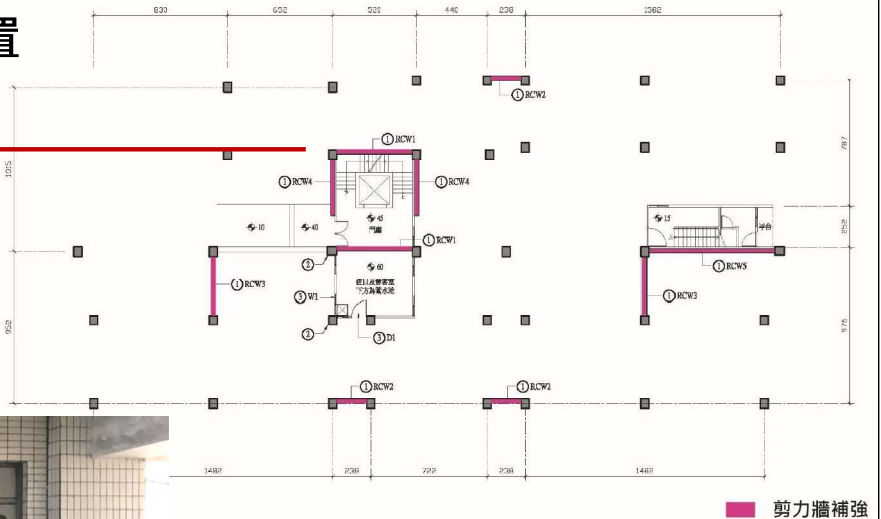
案例照片：原臺南警察署

一.補強工法及施工注意事項

二. 變更設計流程

原補強施工位置

大量電錶



剪力牆補強

原設計之剪力牆位置位於警衛室後方兩側，因搬遷現場電表將衍生額外費用，因此進行第一次變更設計(僅變更補強位置，尺寸及配筋不變)，以降低衍生之施工成本。

遭遇問題



遭遇問題

高度限制影響

- 機具大小限制
- 載運土數量限制
- 土方堆置位置限制



開挖不易

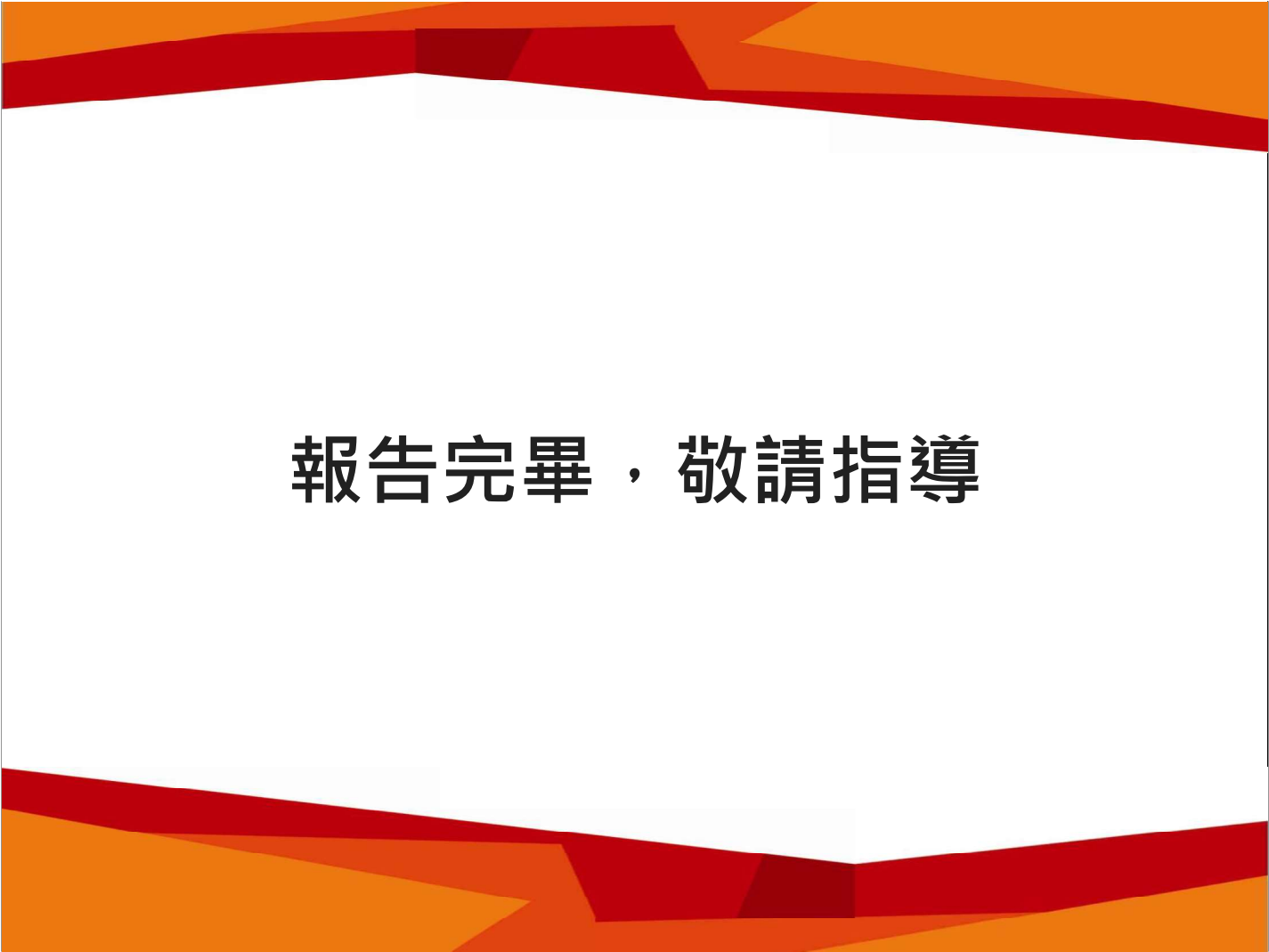
- 地樑底部無法以機具開挖，需人工進行開挖。

變更設計程序

- 若遇變更設計，設計單位依契約規定辦理變更。
- 決標(施工)前執行變更設計：
 - 原預算金額以內且非涉及結構安全之變更設計，經業主同意變更設計內容後，回文監造單位及施工廠商，並由縣市政府副知國震中心備查。
 - 超過原預算金額或涉及結構安全之變更設計，應函文縣市政府備查，並送國震中心重新審查與核定。縣市政府收到重新審查通過公文後核發耐震補強經費補助公文。審查會議之委員應有三分之一以上為原審查會議之委員。

變更設計程序

- 決標(施工)後執行變更設計：
 - 總工程經費於決標金額額度內且非涉及結構安全之變更設計，經業主會同監造及施工單位召開工務會議同意變更設計內容後，函文縣市政府備查，並副知國震中心。
 - 總工程經費超出決標金額或涉及結構安全之變更設計，應函文縣市政府備查，並送國震中心重新審查與核定。縣市政府收到重新審查通過公文後核發耐震補強經費補助公文。審查會議之委員應有三分之一以上為原審查會議之委員。

The background of the slide features abstract, overlapping geometric shapes in shades of orange and red, creating a modern, layered effect. The shapes are primarily located at the top and bottom of the slide, framing the central white area.

報告完畢，敬請指導