

開口磚牆鋼板補強

報告單位：施忠賢結構技師事務所

2023.07.14

簡報者：施忠賢 結構技師

承諾・熱情・創新

www.narlabs.org.tw

前言

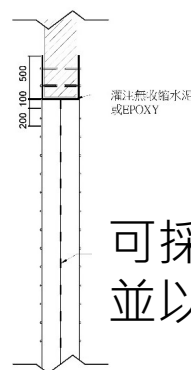
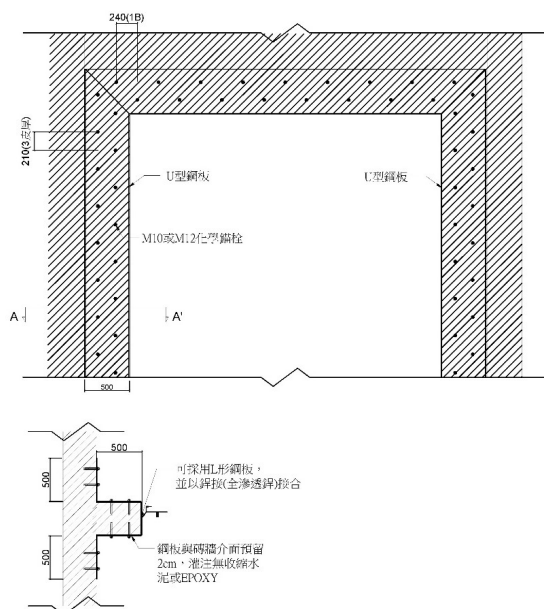
既有及新建之磚造建築均可能因使用需求，或管線通過，必須進行開門或開窗等。

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。

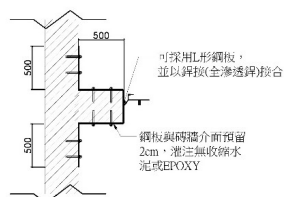
此補強工法以鋼板或槽鋼針對開口處進行補強，避免開口處產生破壞。



補強圖說 - 開門



可採L形鋼板，
並以銲接接合

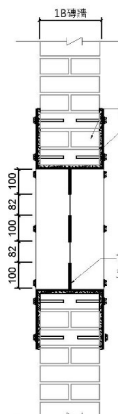
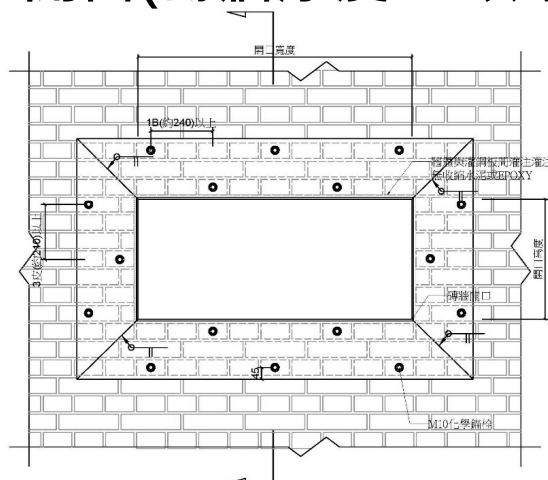


可採用L形鋼板，
並以銲接(全滲透銲)接合

鋼板與磚牆介面預留
2cm，灌注無收縮水
泥或EPOXY

unit : mm

補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1B以下)



施工步驟說明：

1. 妨礙施工之管線及設施先行遷移。
2. 灌注無收縮水泥或EPOXY膠料填補縫隙。
3. 先於現場進行量測及鑽孔，測孔，並依需求進行鋼板切割及鑽孔，以化學鋼板固定鋼板，鋼板可採U形鋼板或2片L形鋼板，若採L形鋼板，則須於鋼板交界銲接接合。
4. 以無收縮水泥或EPOXY灌注鋼板與磚牆之界面。
5. 若有移除或改裝之管線或設施，須復原並恢復原有功能。

1 牆體新增開口鋼框補強正立面圖
N.T.S.

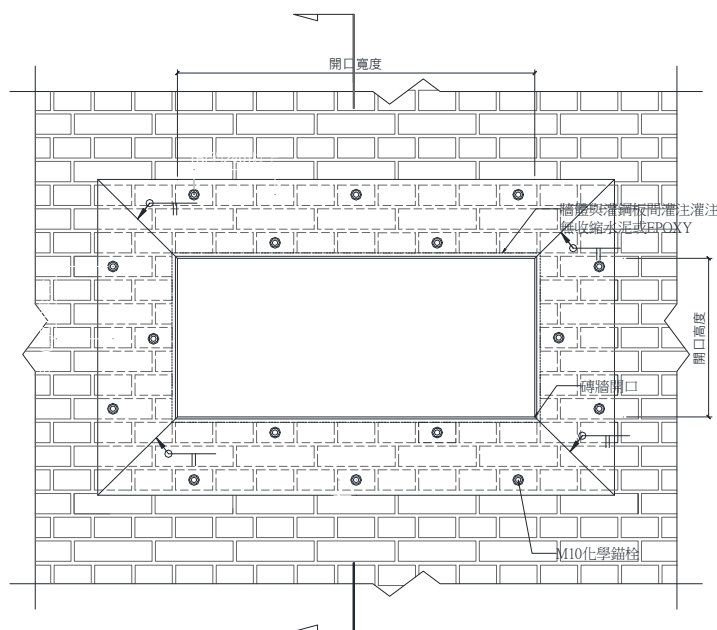
2 牆體新增開口鋼框補強側立面圖
N.T.S.

註：1. 磚牆開口補強設計圖之組成應至少包含以下二部份：

- (1) 立面詳圖，(2) 施工步驟說明。
2. 鋼板可採6mm之A36或同等或以上鋼材，化學鋼板可採ISO 898 S 8最高抗拉強度與同等之鋼材，尺寸可採M10規格，設計者應考慮設計、開挖及施工條件並與業主充分溝通後決定。
3. 化學鋼板之製作，應訂定產品規格，於鑽孔後應確實進行清孔，並於施工前進行拉拔試驗。
4. 設計者應提供現場條件，繪製鋼板對應之開孔圖。
5. 本圖所提方案，僅供參考。

本圖係由國家實驗研究院工程設計中心提供，
設計者應於圖中註明其設計依據及設計標準，
並應於圖中註明其設計標準及設計標準之責任。

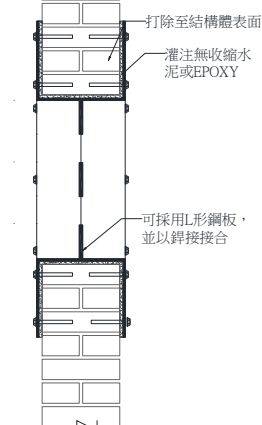
補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1B以下)



1 牆體新增開口鋼框補強正立面圖
N.T.S.

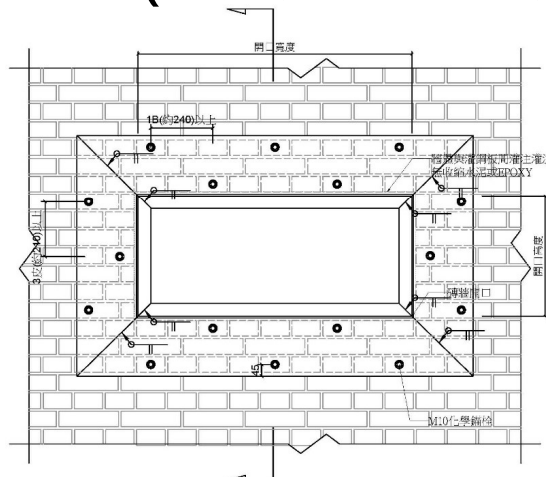
1B磚牆

可採L形鋼板，
並以銲接接合

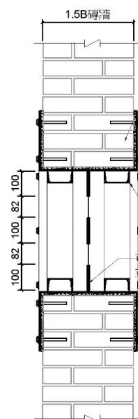


2 牆體新增開口鋼框補強側立面圖
unit: mm

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.

施工步驟說明：

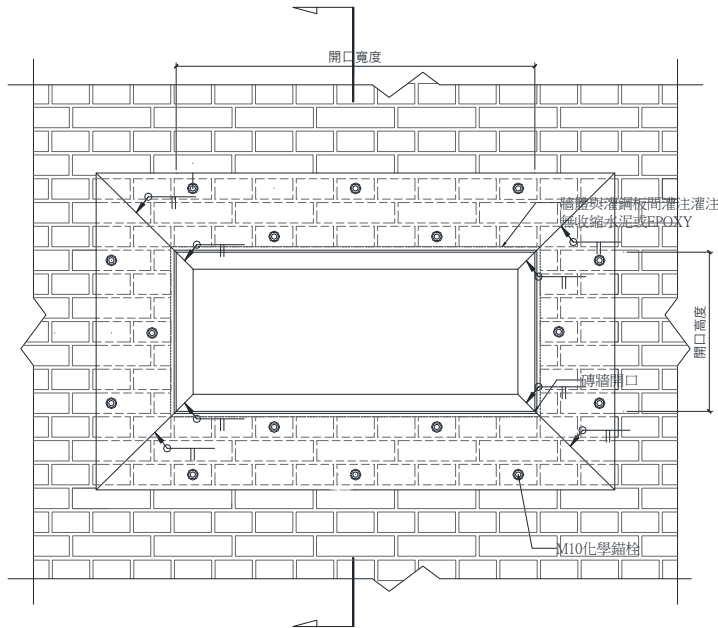
1. 於施工之管線及設施先行遷移。
2. 灌注無收縮水泥或EPOXY材料填縫。
3. 先於現場進行量測及鑽孔、清孔，並依需求進行鋼板切割及鑽孔，以化學錨栓固定鋼板，鋼板可採U形鋼板或2片L形鋼板，若採L形鋼板，則須於鋼板交界銲接接合。
4. 以無收縮水泥或EPOXY灌注鋼板與磚牆之界面。
5. 若有移除或改鋪之管線或設施，須復原並恢復原有功能。

註：1.磚牆開口補強設計之組成應至少包含以下二部份：

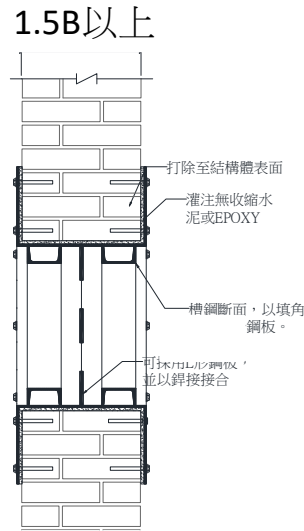
- (1) 金屬鋼板 (2) 施工步驟說明
- 2.鋼板可採6mm之A36或同等品以上鋼材，化學錨栓可採ISO 898 5.8級或同等品之鋼材，尺寸可採M10規格，設計者應考慮設計、開挖及施工條件並與業主充分溝通後決定。
- 3.化學錨栓之操作，應訂定產品規格，於鑽孔後應確實進行清孔，並於施工後進行拉拔試驗。
- 4.設計者應提供條件，繪製鋼板對接之斷面圖。
- 5.本圖所提方案，僅供參考。

本圖係由國家實驗研究院工程設計中心提供，
設計者應於設計時參考本圖之設計原則，
並應於設計時參考本圖之設計原則，
並應於設計時參考本圖之設計原則。

補強圖說 - 開窗(磚牆厚度1.5B以上)



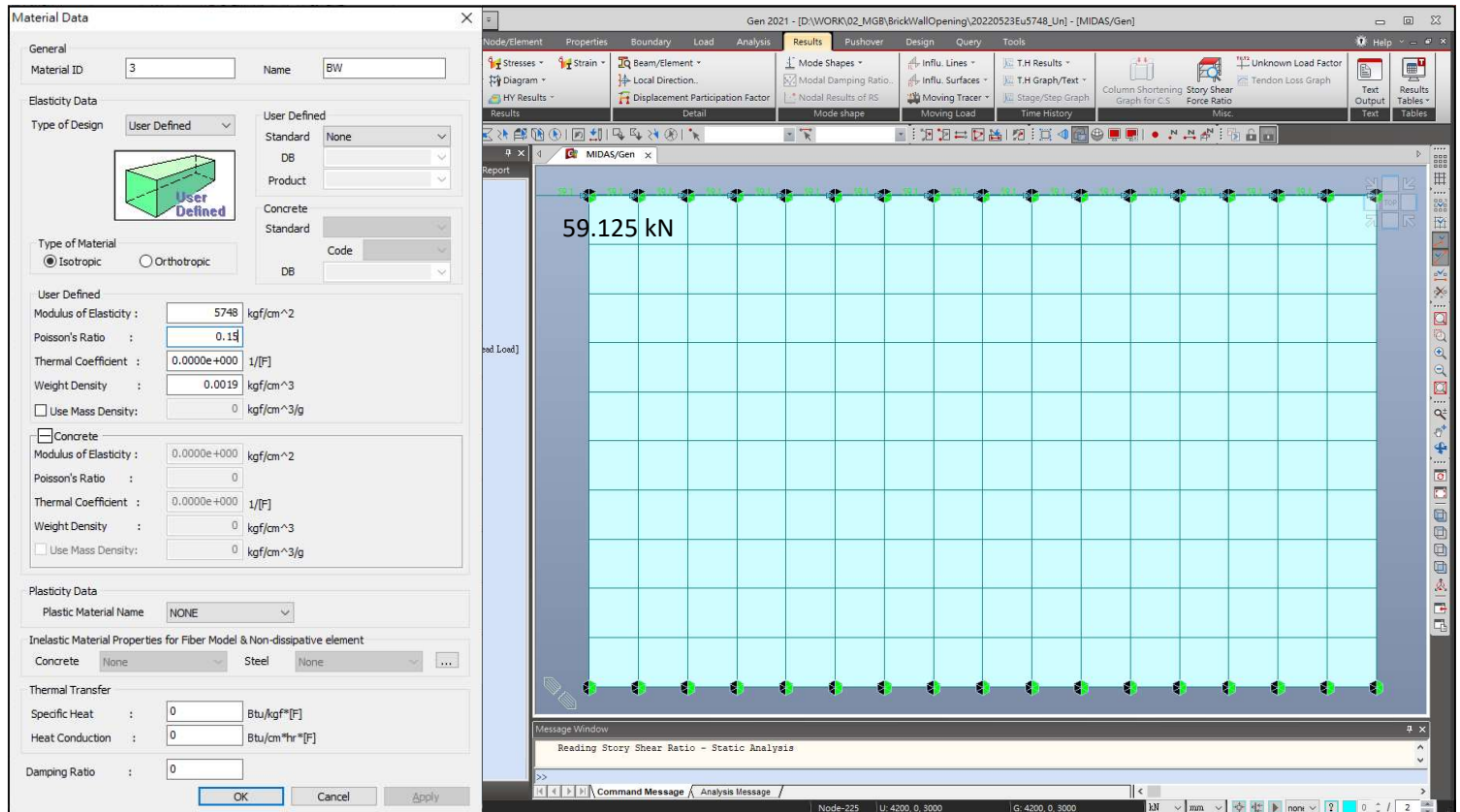
1 牆體新增開口鋼框補強正立面圖
N.T.S.

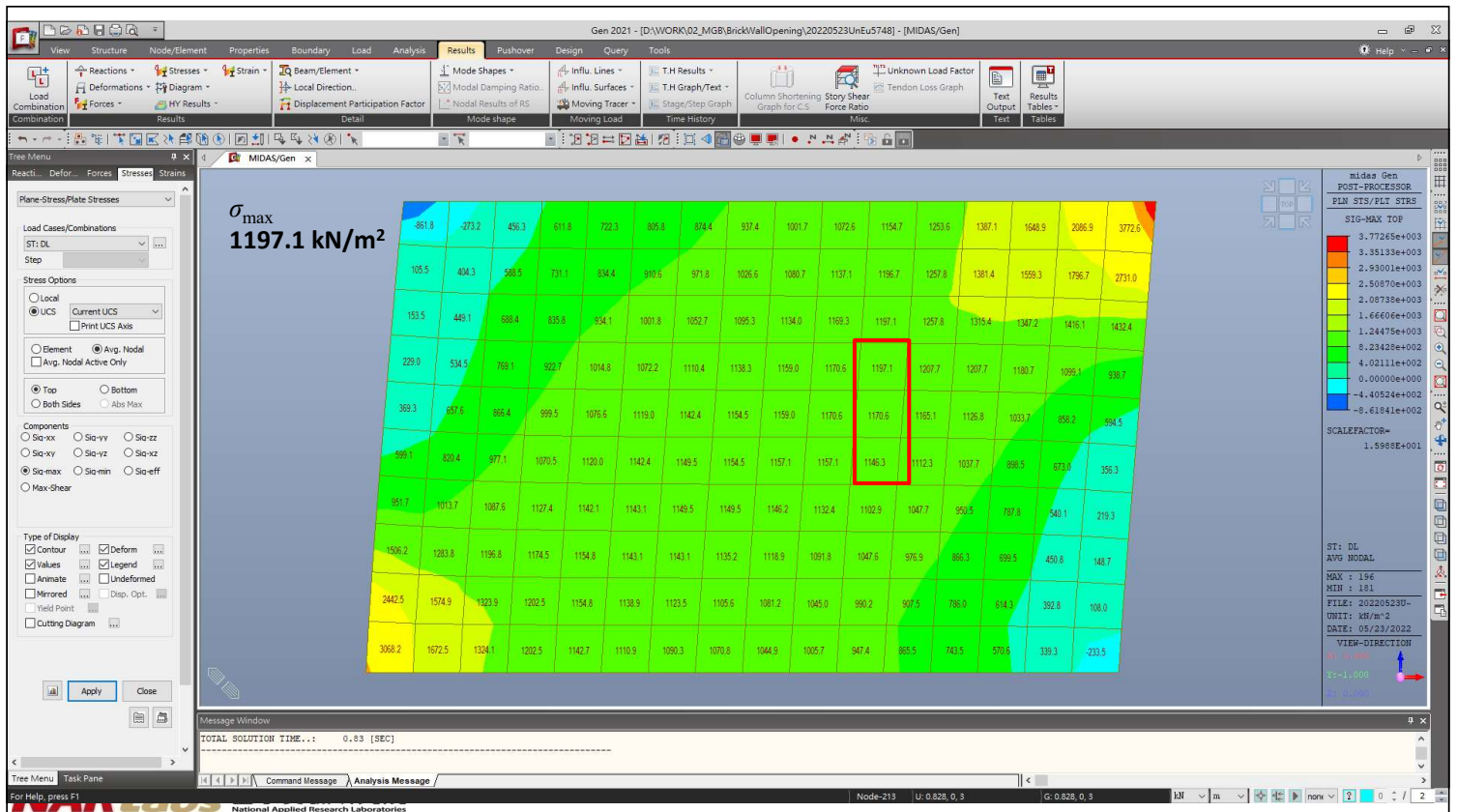
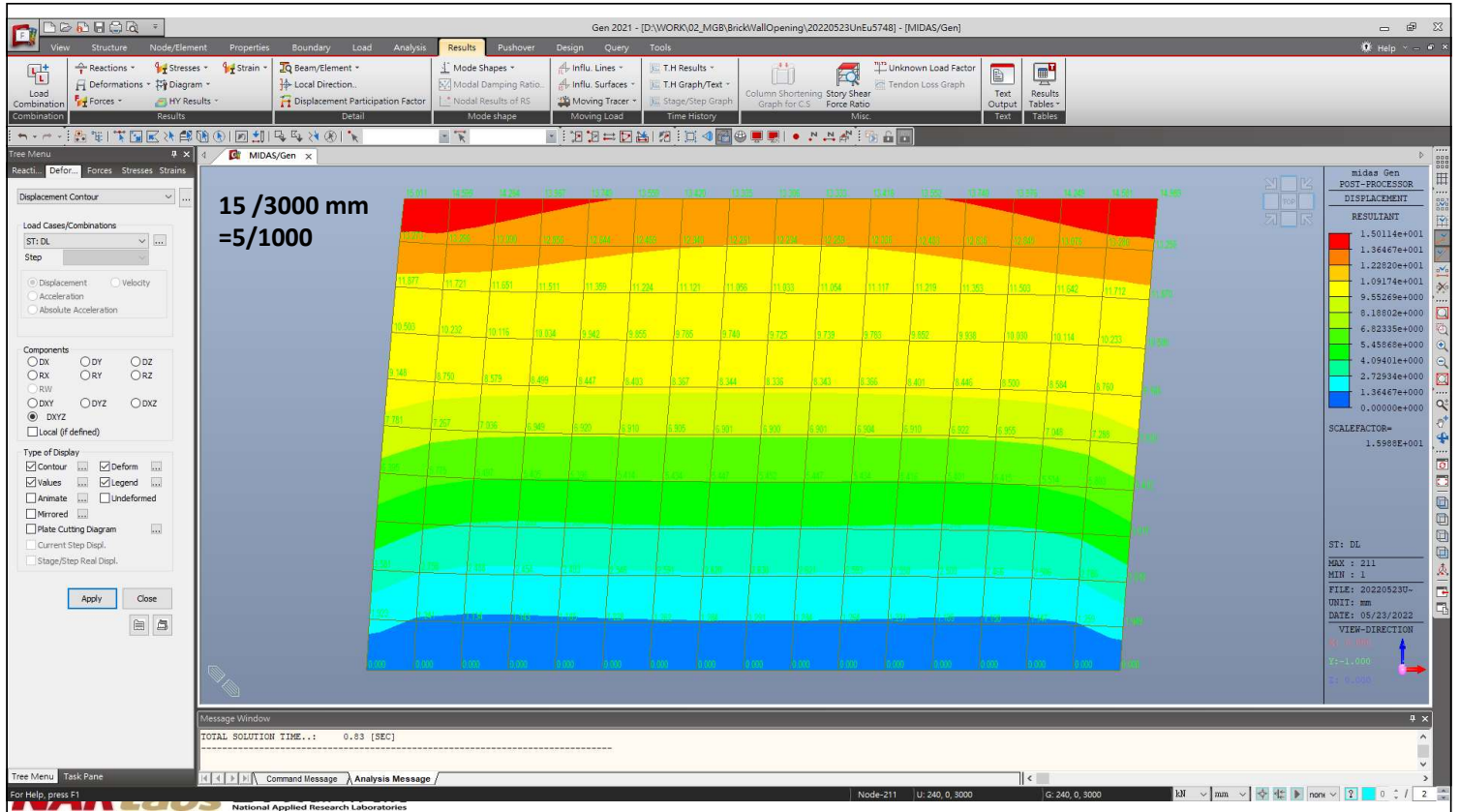


2 牆體新增開口鋼框補強側立面圖
N.T.S.

針對較厚之牆面，
可增設**槽鋼**，提升
鋼框剛度。

unit : mm





Section Data

DB/User

Section ID: 1

Name: U150x240x6

U-RIB

DB Name: CNS91

Sect. Name: Built-Up Section

Get Data from Single Angle

DB Name: CNS91

Sect. Name:

H	150	mm
B1	240	mm
B2	240	mm
t	6	mm
R	20	mm

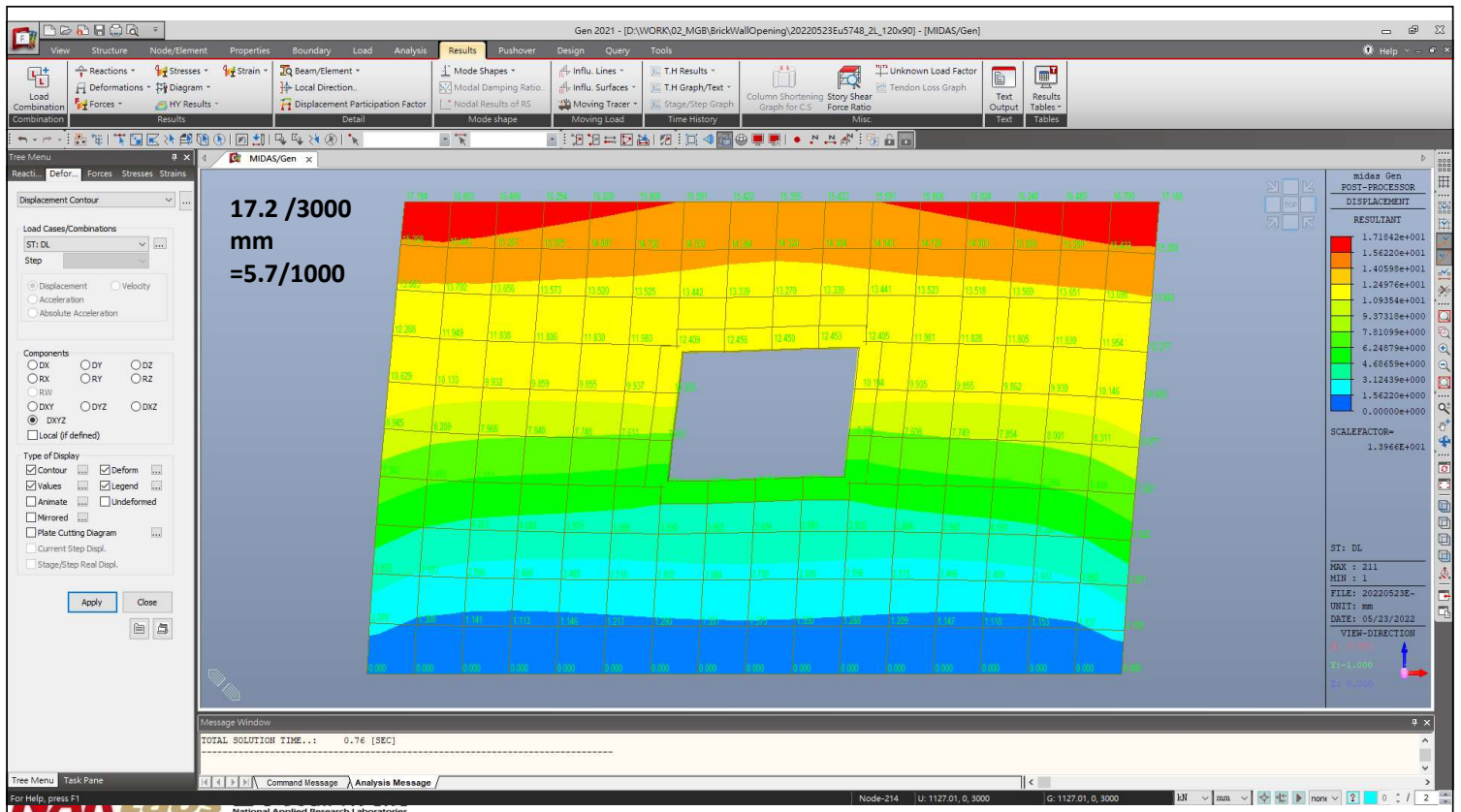
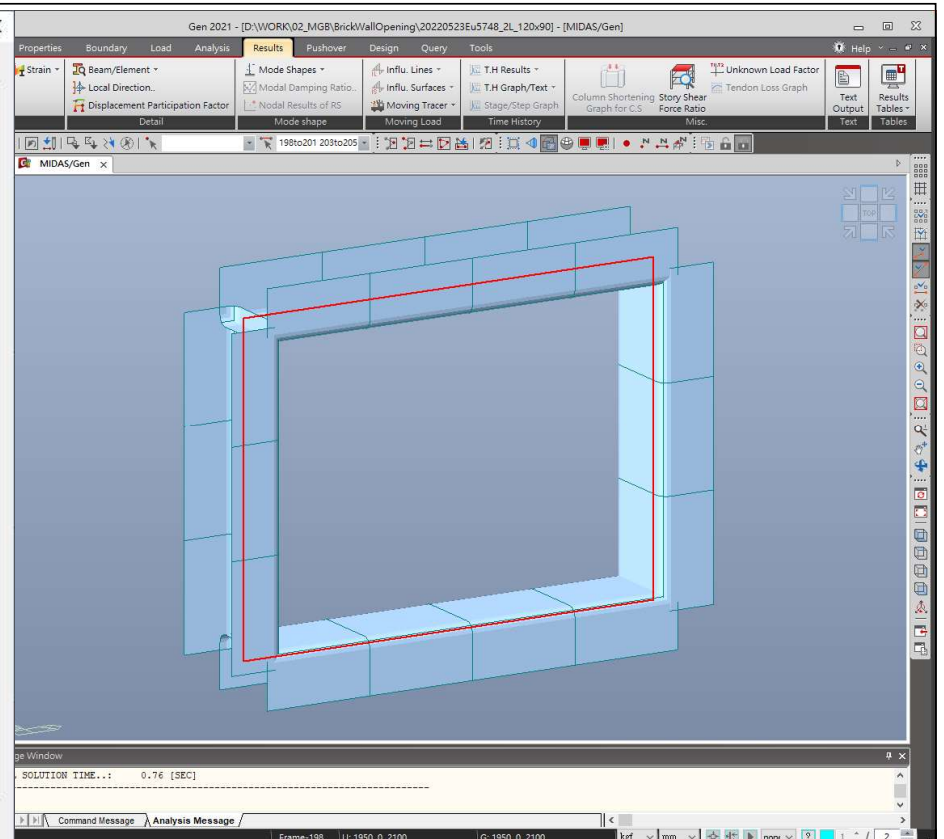
Offset: Center-Center

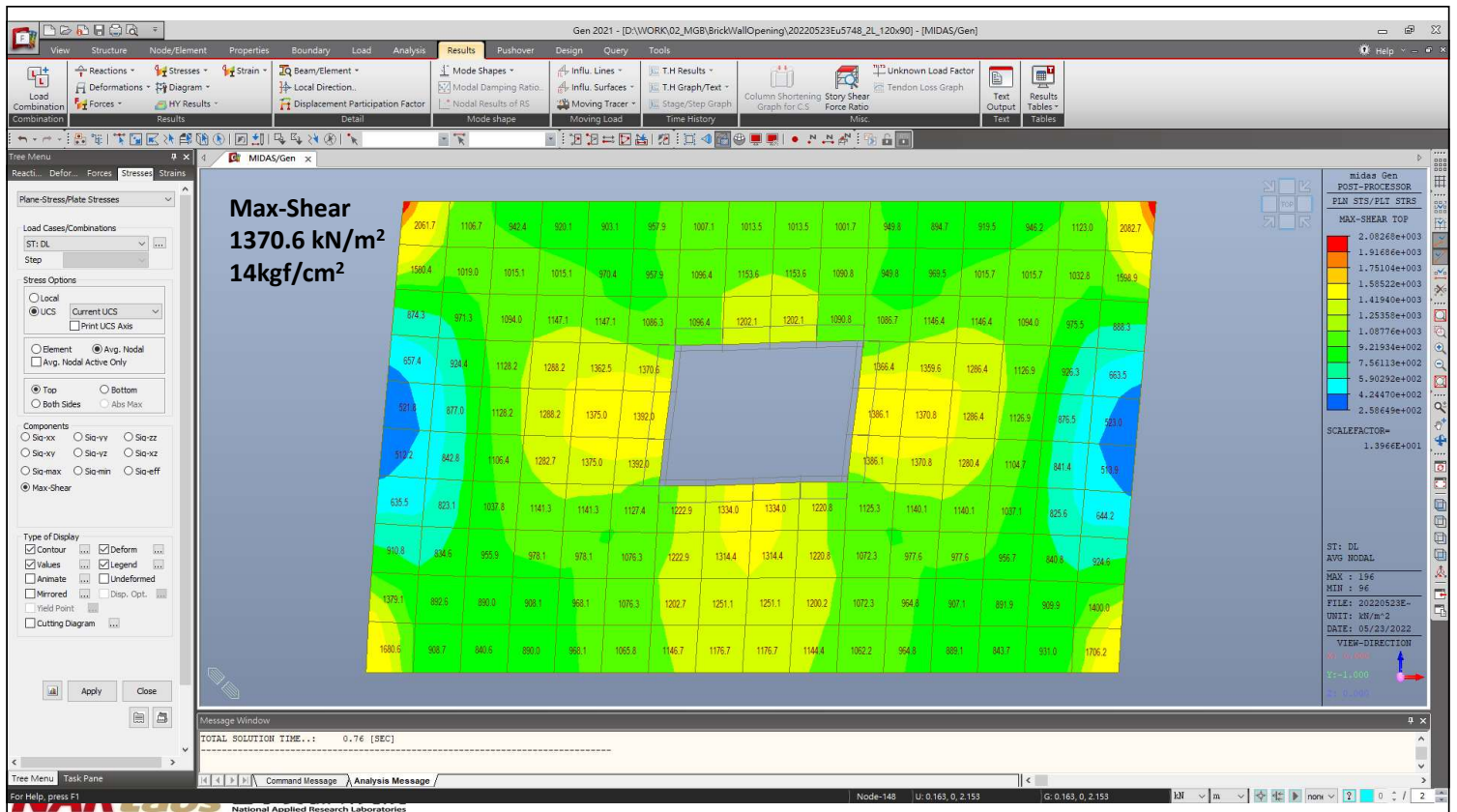
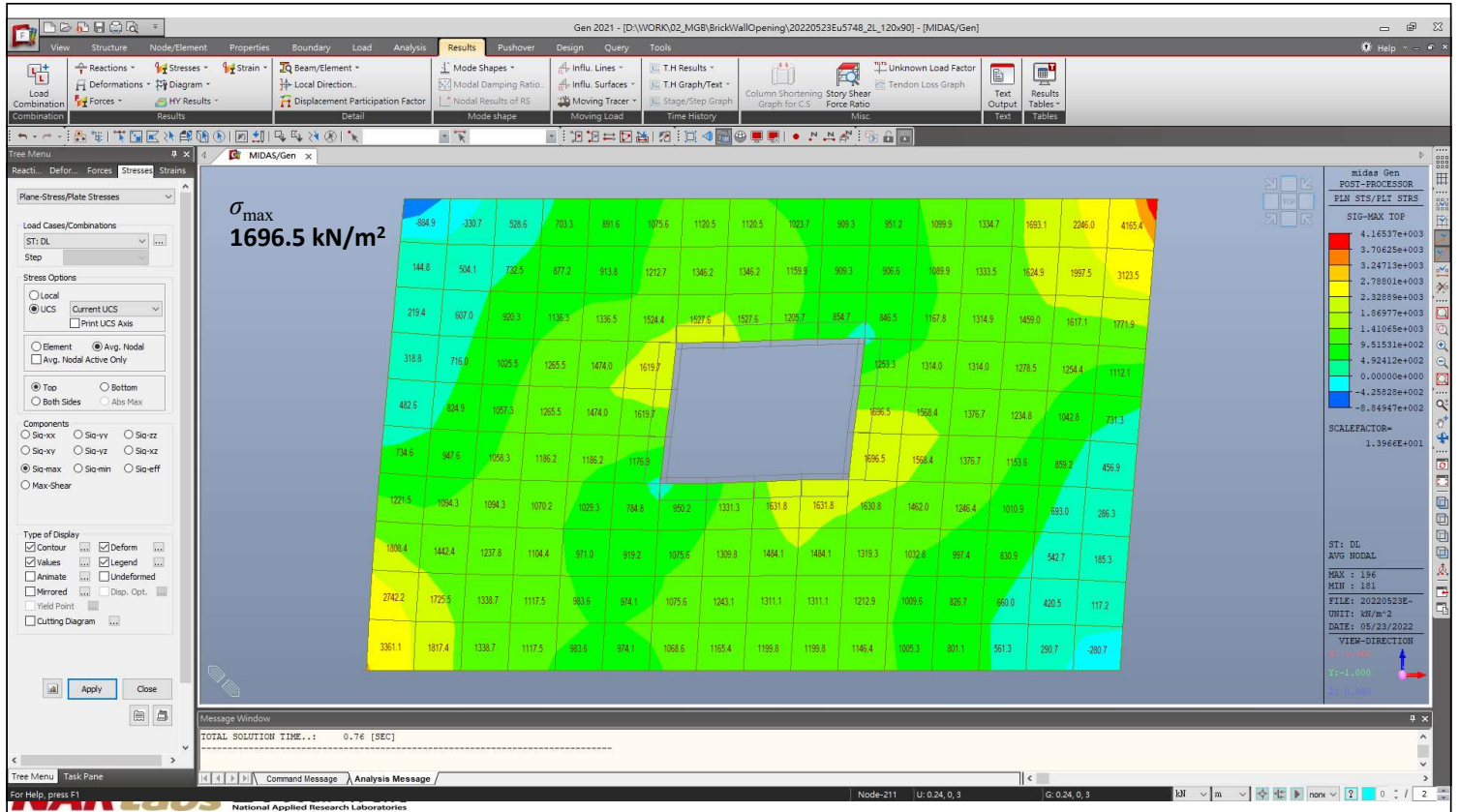
Change Offset ...

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Show Calculation Results... OK Cancel Apply





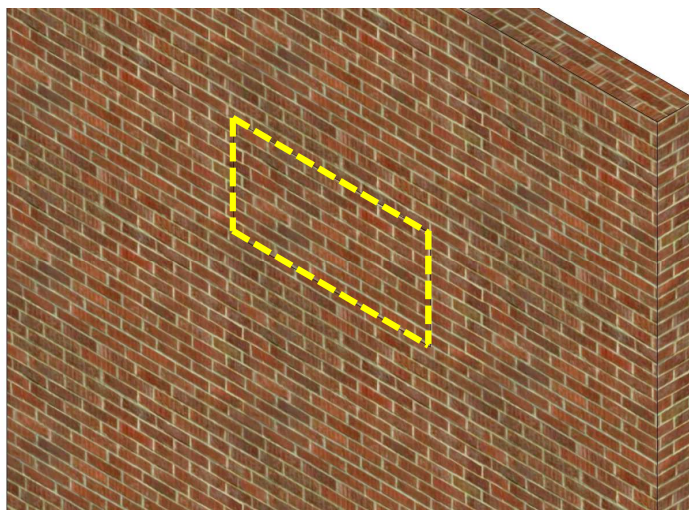
分析結果比較

	層間變位	σ_{max} (kN/m ²)	τ_{max} (kN/m ²)
無開口	0.5%	1197.1	1119.0
有開口(未補強)	0.7%	3595.8	1701.9
開口鋼板補強	0.57%	1696.5	1370.6

施工流程簡要說明

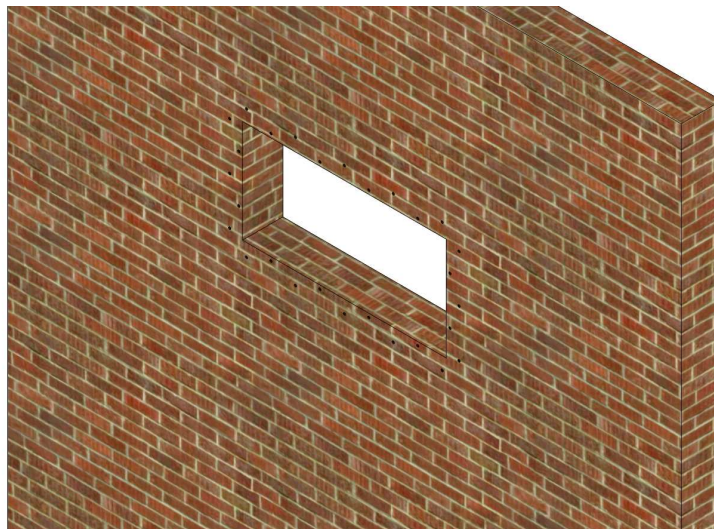
1. 如為欲開口之無開口牆體，則先針對開口位置進行放樣，並將遷移妨礙施工之管線及設施。

如為針對既存開口進行補強，則僅須遷移妨礙施工之管線、設施及清除表面粉刷層。



施工流程簡要說明

2. 針對牆面進行開口切割，灌注無收縮水泥或EPOXY修補牆體裂縫。再針對化學錨栓位置進行鑽孔及清孔。



裂縫修復施作

許晉榮提供

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	

裂縫修復施作

許晉榮提供

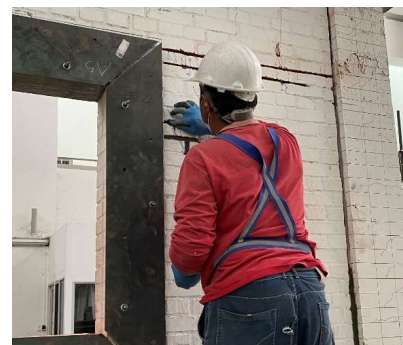
4. 灰縫清除完成



5. 調配無收縮水泥砂漿



6. 重新填塞無收縮水泥砂漿



23

裂縫修復施作

許晉榮提供

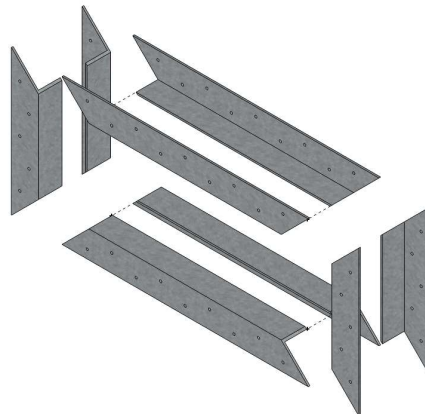
7. 裂縫修復完成



24

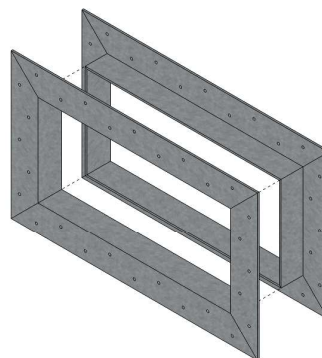
施工流程簡要說明

3.針對開口尺寸進行L形鋼板裁切及鑽孔加工製造。



施工流程簡要說明

4.將L形鋼板進行銲接接合為一**口字型**框架或**門形**框架。



開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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



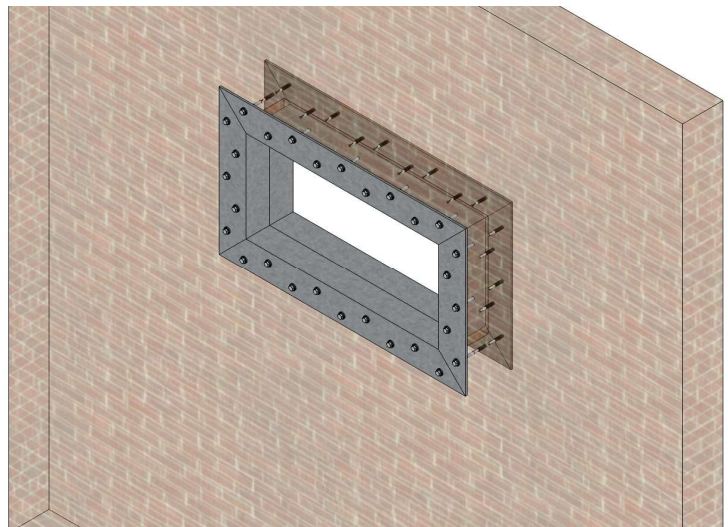
比對鋼框是否合於現場配置

3. 標記預鑽孔位於磚牆牆面



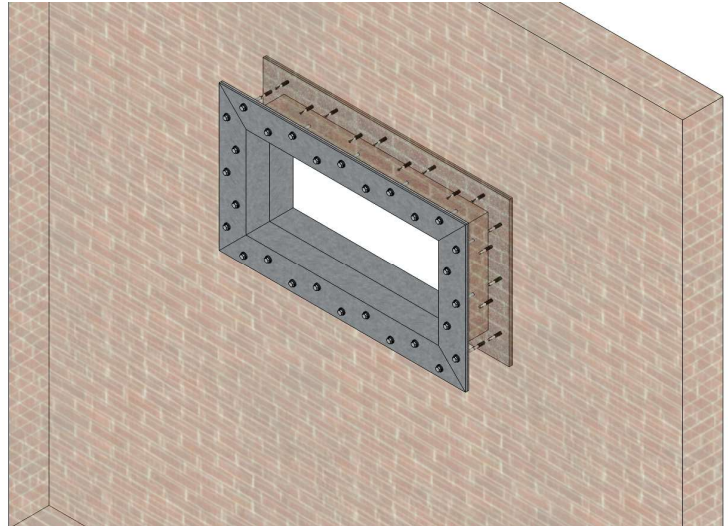
施工流程簡要說明

5. 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。



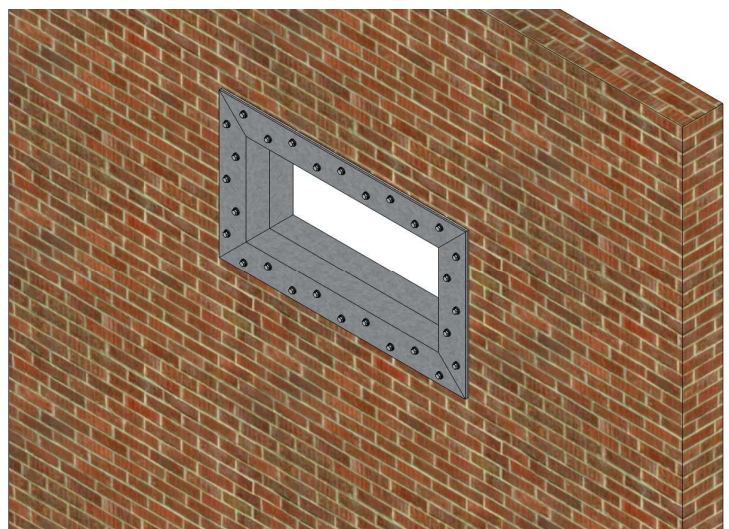
施工流程簡要說明

6.以無收縮水泥或或EPOXY
灌注鋼板與磚牆之界面。

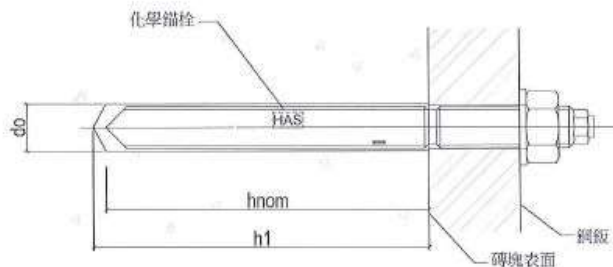


施工流程簡要說明

7.鋼板補強完成後，須復原
原有移除管道及設施，使其
恢復原有功能。



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倍安全拉力力或破壞位於磚塊且**藥劑不得破壞**。

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 2151

4. 品質

4.1 外觀、儲存安定性

4.1.1 環氧樹脂應均勻，不得雜有異物。

4.1.2 環氧樹脂應可灌注於裂紋、縫隙等，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，免經試驗。

註⁽¹⁾ 常溫常濕係指 CNS 2395 所規定之標準溫度狀況 15 級[(20±15)℃]以及標準濕度狀況 20 級[(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		—	
黏度	(20±0.5)℃	5±1		—		—	
稠度 (mm)	(15±2)℃	—		—		5 以下	
	(30±2)℃	—		—		—	
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	—
	低溫條件	—	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	
	低溫時	—		300[30.6] 以上		300[30.6] 以上	
	濕潤時	300[30.6] 以上		300[30.6] 以上		300[30.6] 以上	
	反覆乾濕時	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	
質量變化率(%)	—	5 以下		5 以下		5 以下	
加熱率	—	5 以下		5 以下		5 以下	
體積變化率(%)	—	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 15080 表 1 中 J 型別 SB 之規定					

開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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
NAR Labs 國家實驗研究院		33

開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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
NAR Labs 國家實驗研究院		34

開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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

開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

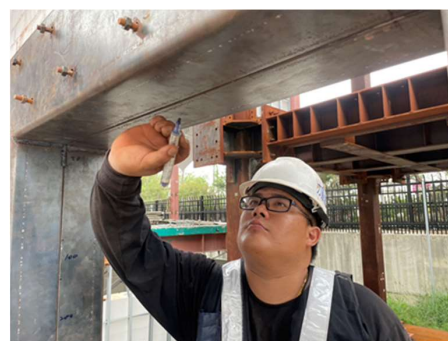
13.化學錨栓旋入孔內底部



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

開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

16.進行焊接



氣體遮護金屬電弧銲接 (CO_2 銲接)

鋼框補強植入化學錨栓及焊接施作完成



開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

17.調配封填水泥



卜特蘭I型水泥及快乾劑

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



開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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



開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供

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



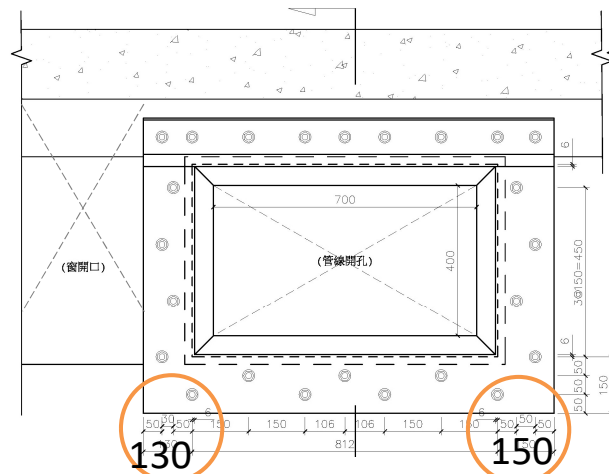
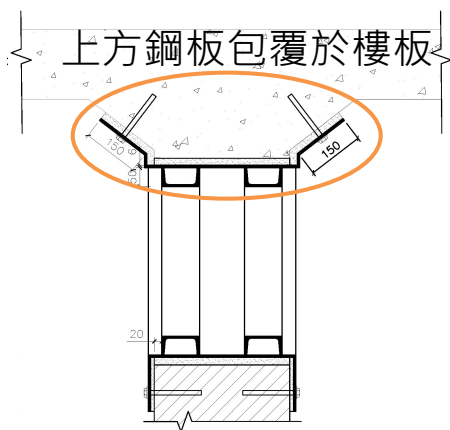
開口磚牆鋼框補強施作

許晉榮提供



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。

補強照片



案例照片：原臺南警察署

參考文獻

1. 陳奕信(2003)，「含磚牆RC建築結構之耐震診斷」，國立成功大學建築研究所博士論文。
2. 內政部營建署(2007)，「建築物磚構造設計及施工規範」。
3. 陳拓男(2010)，「磚砌牆體面內水平加載-位移研究與磚造歷史建築耐震評估應用」，國立成功大學建築研究所博士論文。
4. 施忠賢(2011)，「具拱形開口磚牆在水平反覆加載下之實驗研究」，國立成功大學建築研究所博士論文。
5. 國家地震工程研究中心(2013)，「校舍結構耐震評估與補強技術手冊第三版」，國震中心技術報告(NCREE-2013-023)。
6. 陳拓男、張嘉祥、林裕鈞(2014)，「磚造古蹟歷史建築耐震評估方法」，文化資產保存學刊，第28期，第7-35頁。

簡報結束
敬請指教