

# 補強施工注意事項

委託機關：內政部營建署

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：翁樸文 助理研究員

# 簡報大綱

- 一. 簡介
- 二. 補強施工常見缺失
- 三. 植筋施工介紹

# 耐震補強工程的施工特性

1. 工期短
2. 工程規模小
3. 施工量少、工項多及界面複雜
4. 常須配合現況調整施作內容



---

# 補強施工常見缺失



# 1. 假設工程 (1/4)

- 門禁管制
  - 應裝警示燈及警告標誌
  - 入口門禁管制
  - 施工區門禁管制
  - 施工圍籬管制



# 1. 假設工程 ( 2/4 )

- 危險物品管理
  - 氧氣及乙炔鋼瓶未分開固定
  - 應綁紮牢固並設置滅火器
  - 擺放至專屬位置



# 1. 假設工程 ( 3/4 )

- 鷹架施工



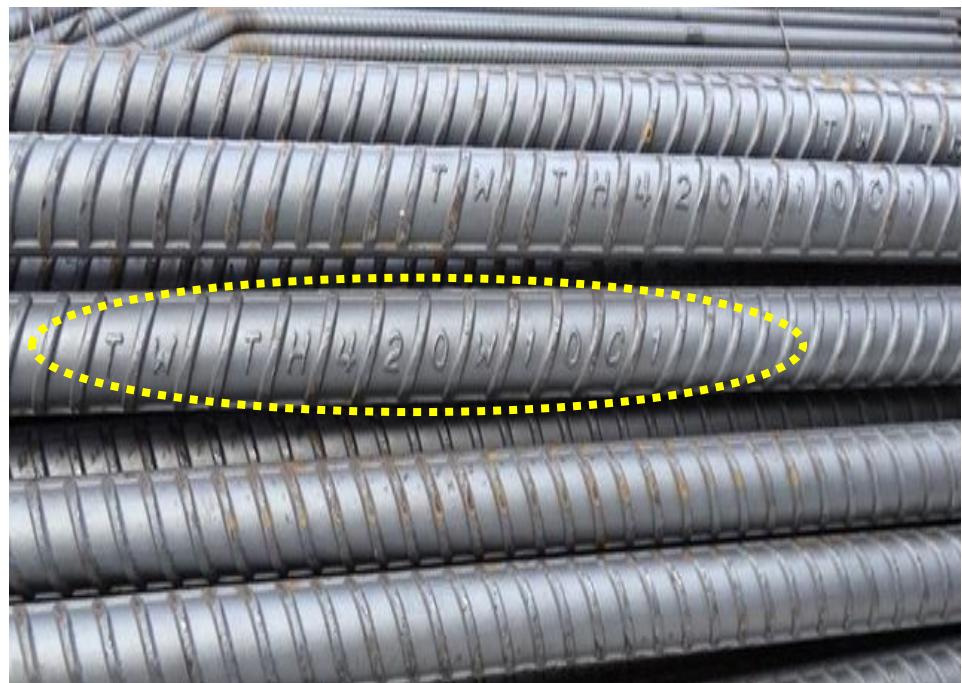
# 1. 假設工程 (4/4)

- 勞安維護問題
  - 未做防護設施
- 職業安全衛生不確實
  - 未設置安全索



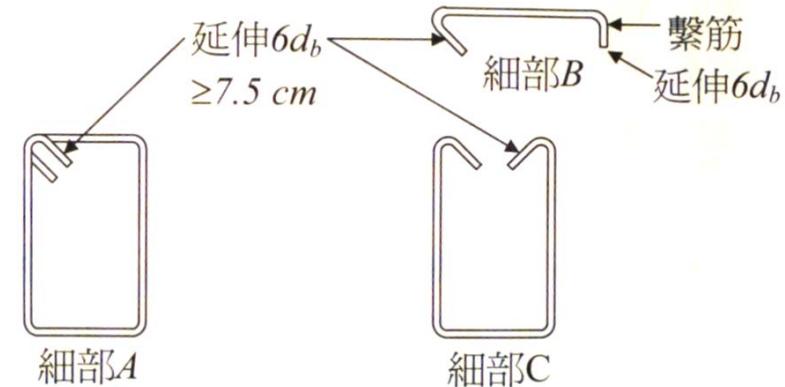
## 2. 施工管理 (1/4)

- 鋼筋材質不符
  - 供料商與送審資料須一致
  - 可焊鋼筋與非可焊鋼筋差異



## 2. 施工管理 ( 2/4 )

- 鋼筋加工
  - 彎鈎直線長度不足



## 2. 施工管理 ( 3/4 )

- 供料與配比設計核對
  - 漑置時間控制

		生孚預拌混凝土廠股份有限公司	
		預拌混凝土送貨單	
日期: 2011 年 06 月 18 日		客戶代號: A-178-4	
交貨單號: PS1102000			
客戶名稱: 正陽-中壢		交貨車次	4 台
交貨地點:		交貨數量	5.00 M <sup>3</sup>
		交貨累計	21.00 M <sup>3</sup>
車號司機	385-BT	交貨規格	28 日強度 210 KG/CM <sup>2</sup>
出廠時間	16 時 04 分	坍度	15 cm
到達時間	16 時 36 分	最大粒料	10 m/m
卸完時間	16 時 46 分	總重	23,600 公斤
回廠時間	時 分	車輛重量	空重 11,800 公斤
備註	① 預拌混凝土品質與水灰比(w/c)有關,已在廠調妥,請勿任意加水。 ② 如客戶要求加水時,由客戶自加,加水後混凝土強度,本廠恕不負責。 ③ 如有司機向貴客戶要求任何財務或不禮貌行為敬請來電告知本公司。 ④ 請貴客戶,注意配合施工安全。 謝謝合作! !		
客簽			

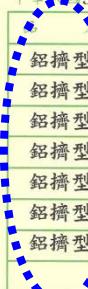
## 粗骨材最大粒徑

坳度

## 飛灰及爐石添加比例

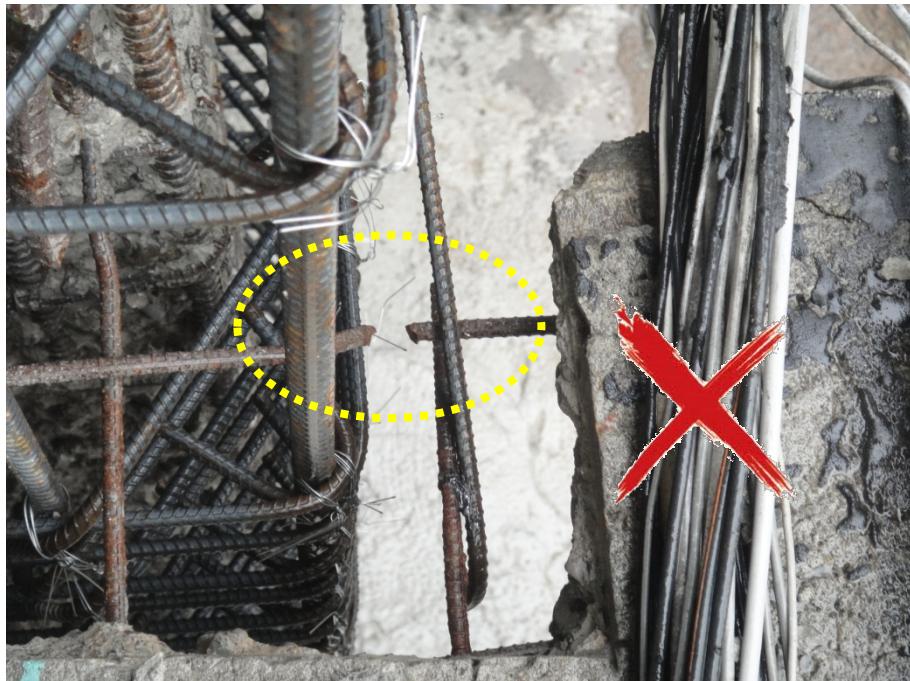
## 2. 施工管理 (4/4)

# 原廠出廠證明不符

				
<b>正新鋁業股份有限公司</b> <b>出廠證明書</b>				
施工客戶	輝騰營造有限公司		工程名稱	
經銷客戶	偉策興業有限公司			
中華民國99年12月17日 統一發				
	<b>型 式</b>	<b>規 格</b>	<b>數 量</b>	<b>備 註</b>
鋁擠型	S1027B	6.4M	33支	
鋁擠型	S1027B	6M	13支	
鋁擠型	S1029B	6.4M	12支	
鋁擠型	S7051A	6M	12支	
鋁擠型	S7054A	6M	17支	
鋁擠型	S7052	6.4M	27支	
鋁擠型	4512E	6M	50支	
	以下空白			

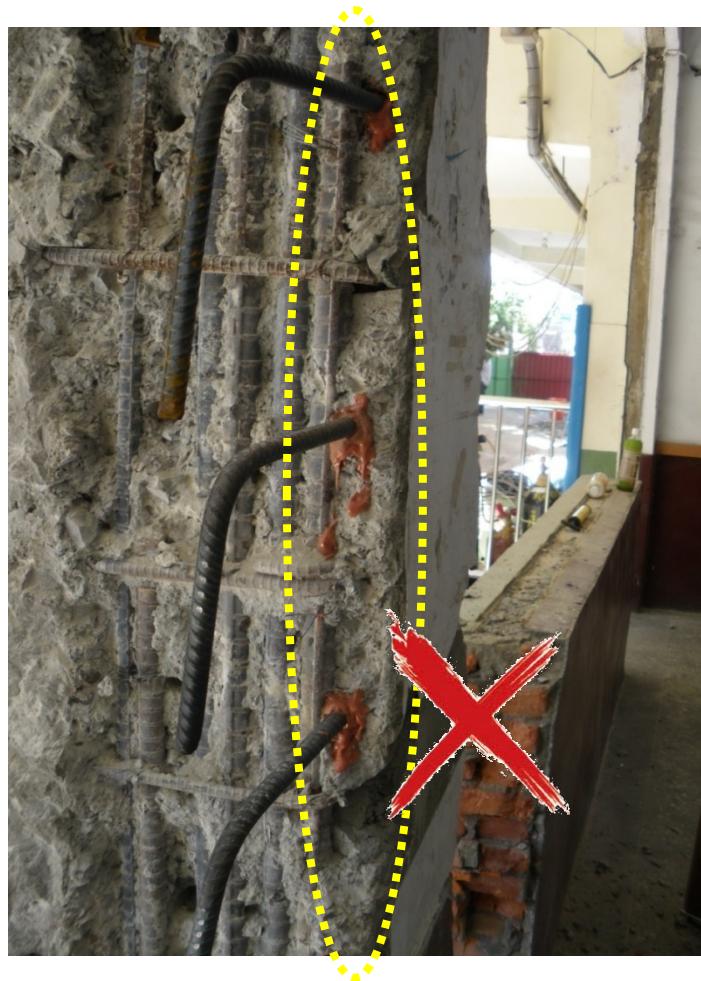
### 3. 工項施作 (1/9)

- 敲除作業切斷鋼筋
- 過度敲除



### 3. 工項施作 (2/9)

- 植筋於保護層

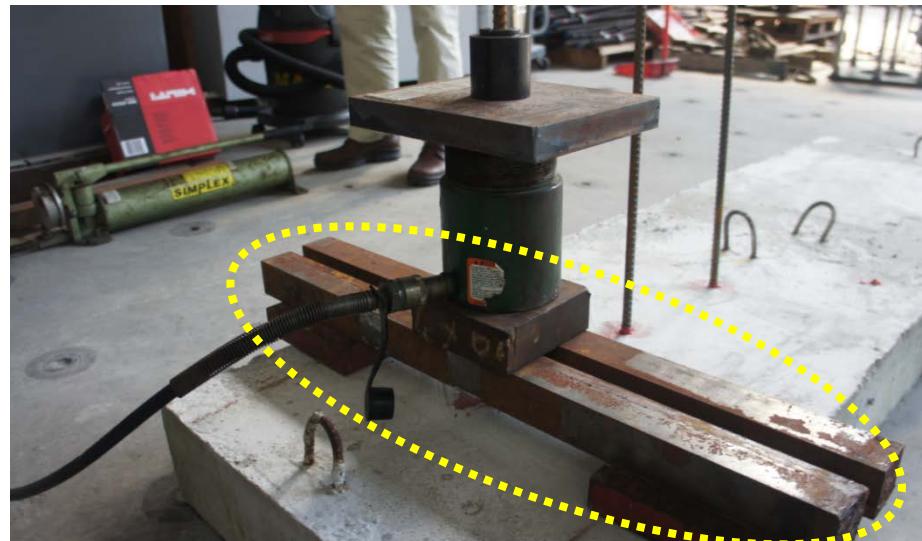


- 植筋深度不足



### 3. 工項施作 ( 3/9 )

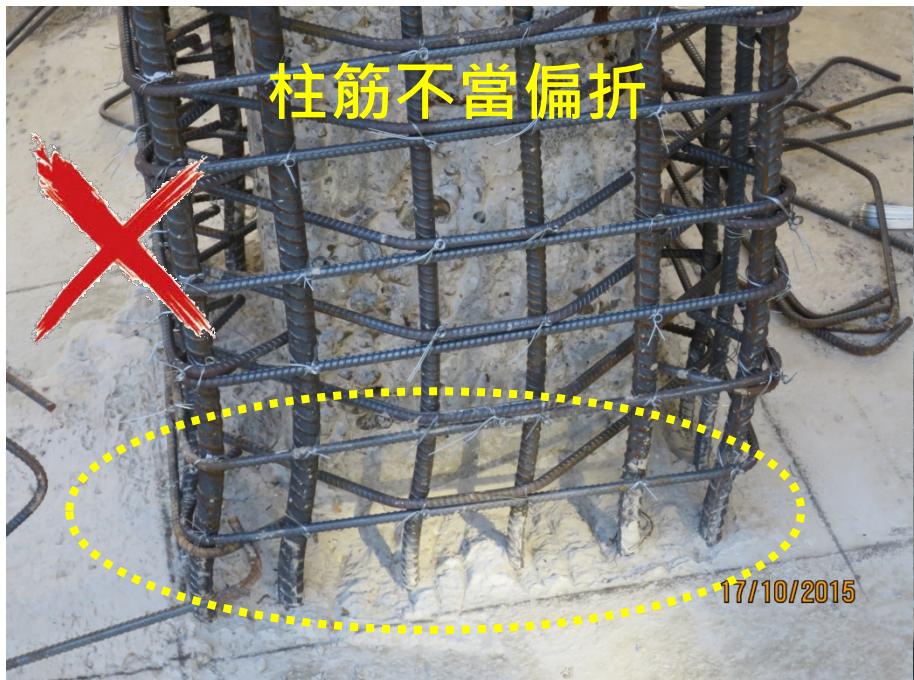
- 拉拔試驗方式不合規定
- 應與混凝土面保持距離



### 3. 工項施作 (4/9)



### 3. 工項施作 ( 5/9 )



柱位放樣錯誤

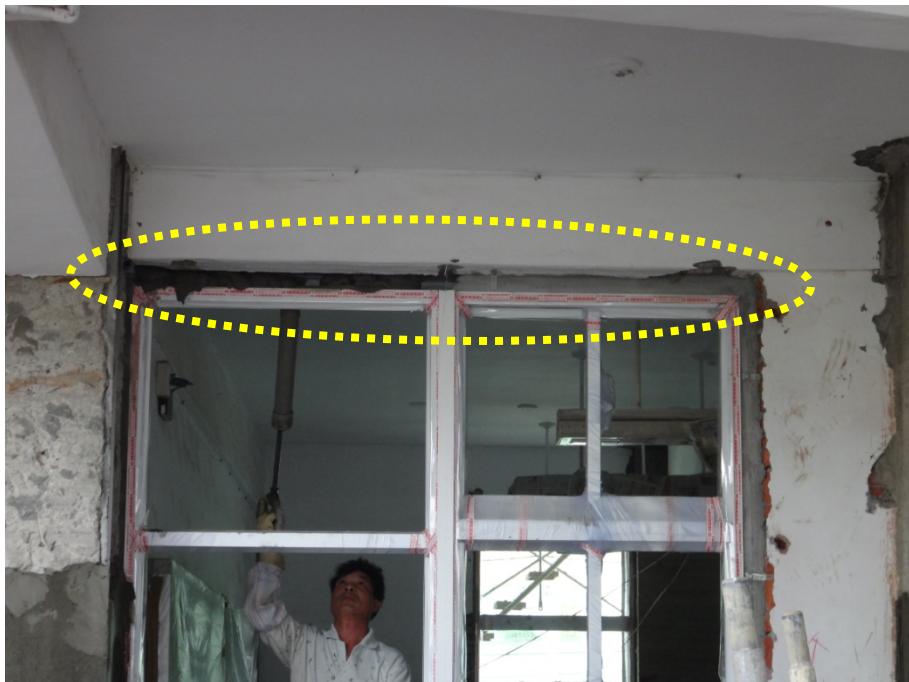


### 3. 工項施作 ( 6/9 )



### 3. 工項施作 (7/9)

- 門窗尺寸未依現況訂作
- 未施作嵌縫易導致滲水

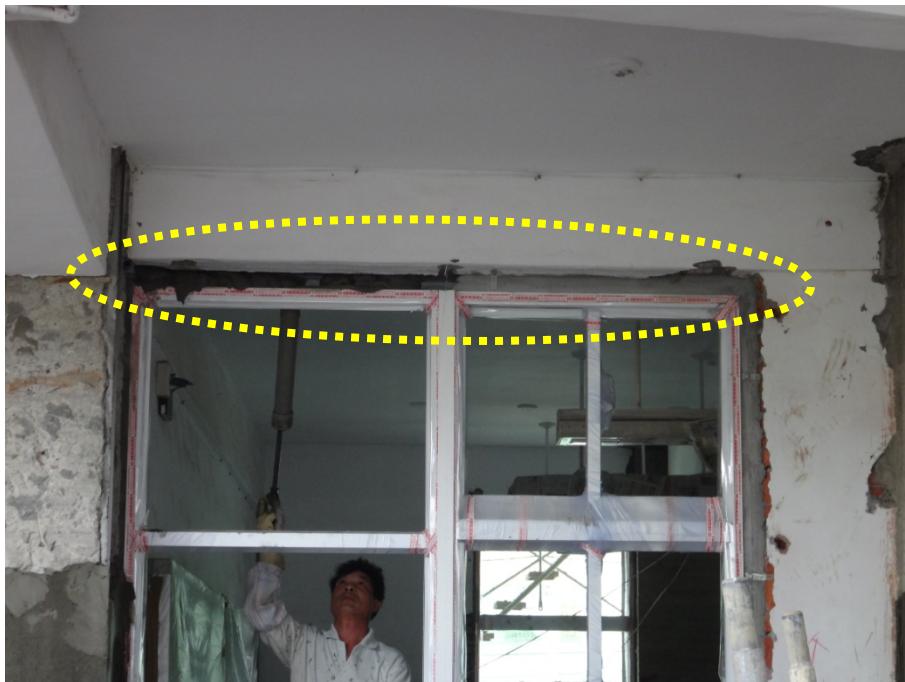


### 3. 工項施作 ( 8/9 )



### 3. 工項施作 (9/9)

- 門窗尺寸未依現況訂作
- 未施作嵌縫易導致滲水



---

# 植筋施工介紹



# 耐震補強工程之主要工項

常見補強工法



擴柱補強



增設翼牆



增設剪力牆



基礎補強



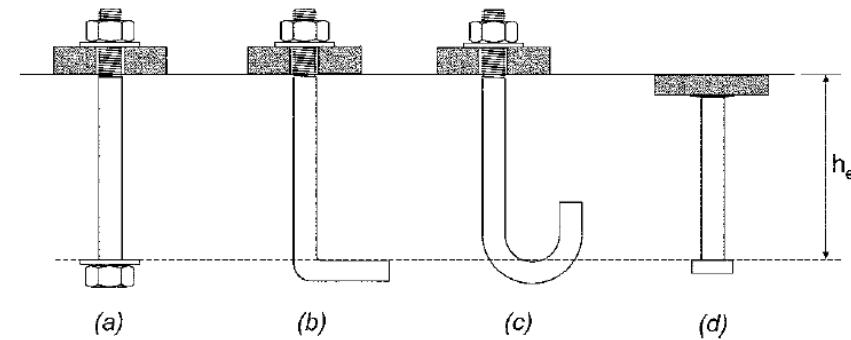
鋼結構補強



裝修與復原工作

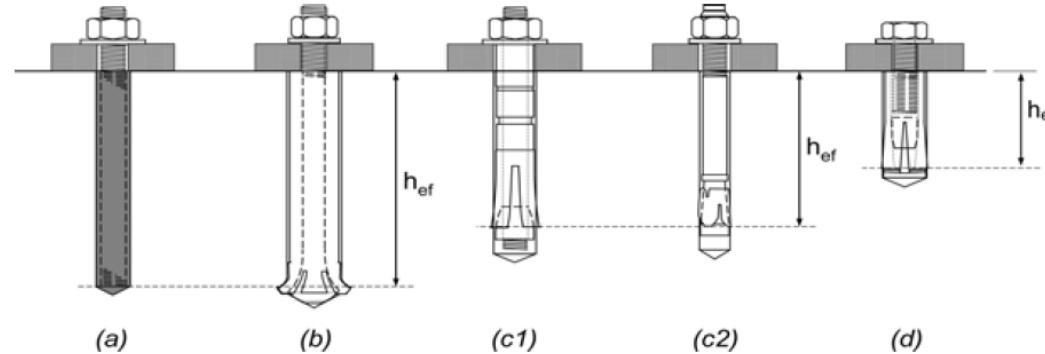
- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工
- 三. 植筋技術
- 四. 植筋施工之品質管理
- 五. 植筋參考圖
- 六. 植筋工程之常見問題

# 錨栓種類



## (A)預埋式錨栓

(a) 六角頭螺栓含墊片 (b)L-型錨栓 (c)J形錨栓 (d)焊接剪力釘



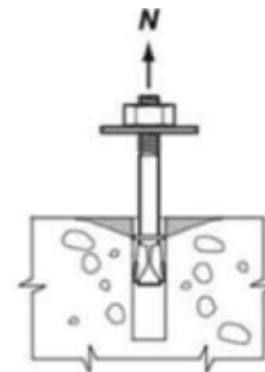
## (B)後置式錨栓

(a) 黏著式錨栓 (b)Undercut型錨栓 (c1)扭力控制膨脹錨栓 (c2)Stud型 (d)位移控制型膨脹錨栓

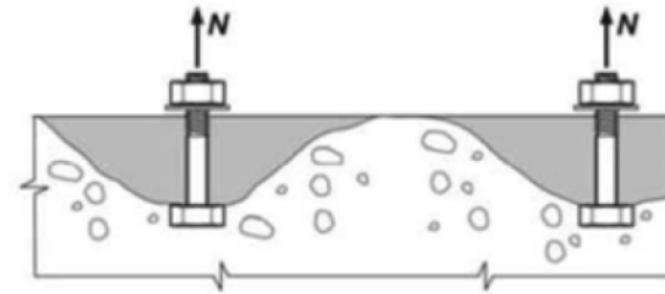
# 拉力破壞模式



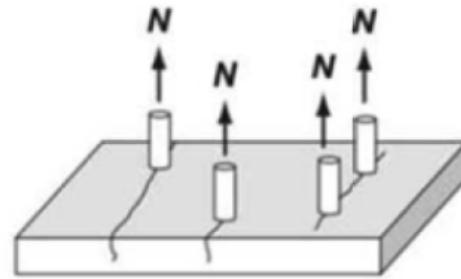
鋼材破壞



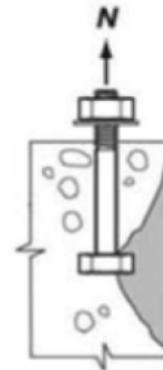
拔出



混凝土拉破



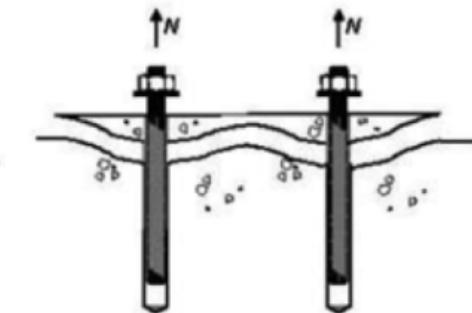
混凝土劈裂



脹破



Single

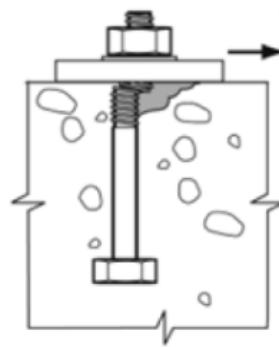


Group

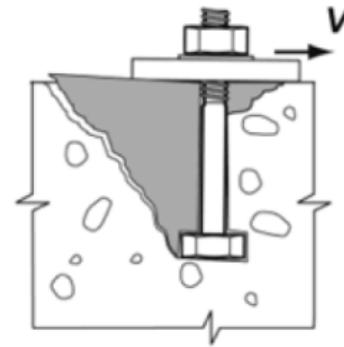
植筋膠黏著強度不足  
(植筋特有之破壞模式)

拉力

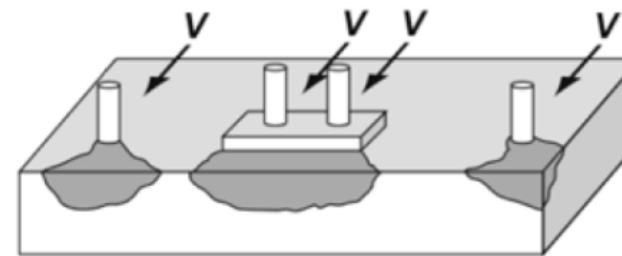
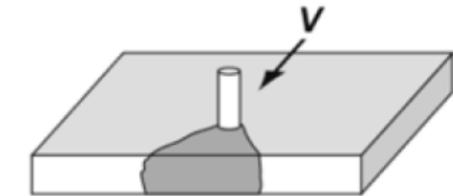
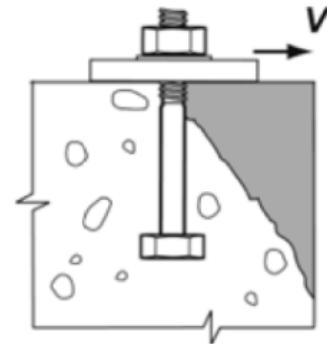
# 剪力破壞模式



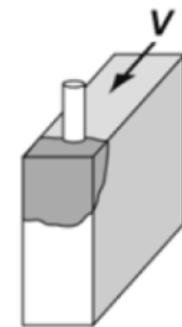
锚栓鋼材剪斷



混凝土攤破



混凝土剪破



剪力

# 植筋之握裏力

TABLE 7—BOND STRENGTH DESIGN INFORMATION FOR FRACTIONAL THREADED RODS AND REINFORCING BARS<sup>1</sup>

DESIGN INFORMATION		SYMBOL	UNITS	NOMINAL REINFORCING BAR SIZE							
				#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
Minimum embedment		$h_{ef,min}$	inch (mm)	$2\frac{1}{8}$ (60)	$2\frac{1}{4}$ (70)	$3\frac{1}{8}$ (79)	$3\frac{1}{2}$ (89)	$3\frac{1}{2}$ (89)	4 (102)	$4\frac{1}{2}$ (114)	5 (127)
Maximum embedment		$h_{ef,max}$	inch (mm)	$7\frac{1}{2}$ (191)	10 (254)	$12\frac{1}{2}$ (318)	15 (381)	$17\frac{1}{2}$ (445)	20 (508)	$22\frac{1}{2}$ (572)	25 (635)
110°F (43°C) Maximum long-term service temperature; 140°F (60°C) maximum short-term service temperature <sup>45</sup> with Rebars	Characteristic bond strength in cracked concrete <sup>6,9</sup>	$T_{k,cr}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,206 (8.3)	1,170 (8.1)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)
	Characteristic bond strength in cracked concrete, short-term loading only <sup>9</sup>		psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,206 (8.3)	1,170 (8.1)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)	1,122 (7.7)
	Characteristic bond strength in uncracked concrete <sup>6,8</sup>	$T_{k,uncr}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,829 (12.6)	1,738 (12.0)	1,671 (11.5)	1,617 (11.1)	1,567 (10.8)	1,538 (10.6)	1,507 (10.4)	1,479 (10.2)
	Characteristic bond strength in uncracked concrete, short-term loading only <sup>8</sup>		psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,829 (12.6)	1,738 (12.0)	1,671 (11.5)	1,617 (11.1)	1,567 (10.8)	1,538 (10.6)	1,507 (10.4)	1,479 (10.2)
110°F (43°C) Maximum long-term service temperature; 176°F (80°C) maximum short-term service temperature <sup>45</sup> with Rebars	Characteristic bond strength in cracked concrete <sup>6,9</sup>	$T_{k,cr}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	882 (6.1)	848 (5.8)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)
	Characteristic bond strength in cracked concrete, short-term loading only <sup>9</sup>		psi (N/mm <sup>2</sup> )	882 (6.1)	848 (5.8)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)	814 (5.6)
	Characteristic bond strength in uncracked concrete <sup>6,8</sup>	$T_{k,uncr}$	psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,334 (9.2)	1,262 (8.7)	1,218 (8.4)	1,175 (8.1)	1,146 (7.9)	1,117 (7.7)	1,102 (7.6)	1,073 (7.4)
	Characteristic bond strength in uncracked concrete, short-term loading only <sup>8</sup>		psi (N/mm <sup>2</sup> )	1,334 (9.2)	1,262 (8.7)	1,218 (8.4)	1,175 (8.1)	1,146 (7.9)	1,117 (7.7)	1,102 (7.6)	1,073 (7.4)

<sup>1</sup>Bond strength values correspond to a normal-weight concrete compressive strength  $f'_c = 2,500$  psi (17.2 MPa). For concrete compressive strength,  $f'_c$  between 2,500 psi and 8,000 psi (17.2 MPa and 55.2 MPa), the tabulated characteristic bond strength may be increased by a factor of  $(f'_c / 2,500)^{0.23}$  [For SI:  $(f'_c / 17.2)^{0.23}$ ]. See Section 4.1.4 of this report for bond strength determination.

<sup>2</sup>The modification factor for bond strength of adhesive anchors in lightweight concrete shall be taken as given in ACI 318-14 17.2.6 or ACI 318-11 D.3.6, as applicable, where applicable.

<sup>3</sup>The maximum short-term service temperature may be increased to 162°F (72°C) provided characteristic bond strengths are reduced by 3 percent. Long-term and short-term temperatures meet the requirements of Section 8.5 of ACI 355.4 and Table 8.1, Temperature Category B.

# 植筋參考深度

$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$fc'$ kgf/cm <sup>2</sup>	#3	#4	#5	#6	#7	#8
		D10 (mm)	D13 (mm)	D16 (mm)	D19 (mm)	D22 (mm)	D25 (mm)
2800	100	153	215	288			
	125	137	192	257			
	150	125	175	235			
	175	115	162	217			
4200	100	229	322	432	522	605	692
	125	205	288	386	467	541	619
	150	187	263	353	426	494	565
	175	173	243	326	394	457	523

1. 本表所列為耐震補強工程中之植筋深度，相關計算乃依據ESR-3298表7之數據。
2. ESR-3298表7之數據僅適用於混凝土強度介於175kgf/cm<sup>2</sup>-560kgf/cm<sup>2</sup>。
3. 本表針對混凝土強度低於175kgf/cm<sup>2</sup>之情況，假設植筋握強度是以 $(fc'/175)^{0.5}$ 折減。
4. 本表相關數據之應用仍需與原廠進行確認。

- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工**
- 三. 植筋技術
- 四. 植筋施工之品質管理
- 五. 植筋參考圖
- 六. 植筋工程之常見問題

# 植筋施工

以下之施工步驟僅供參考，實際施工應嚴格遵守**原廠安裝指示書**(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)所規定之步驟。

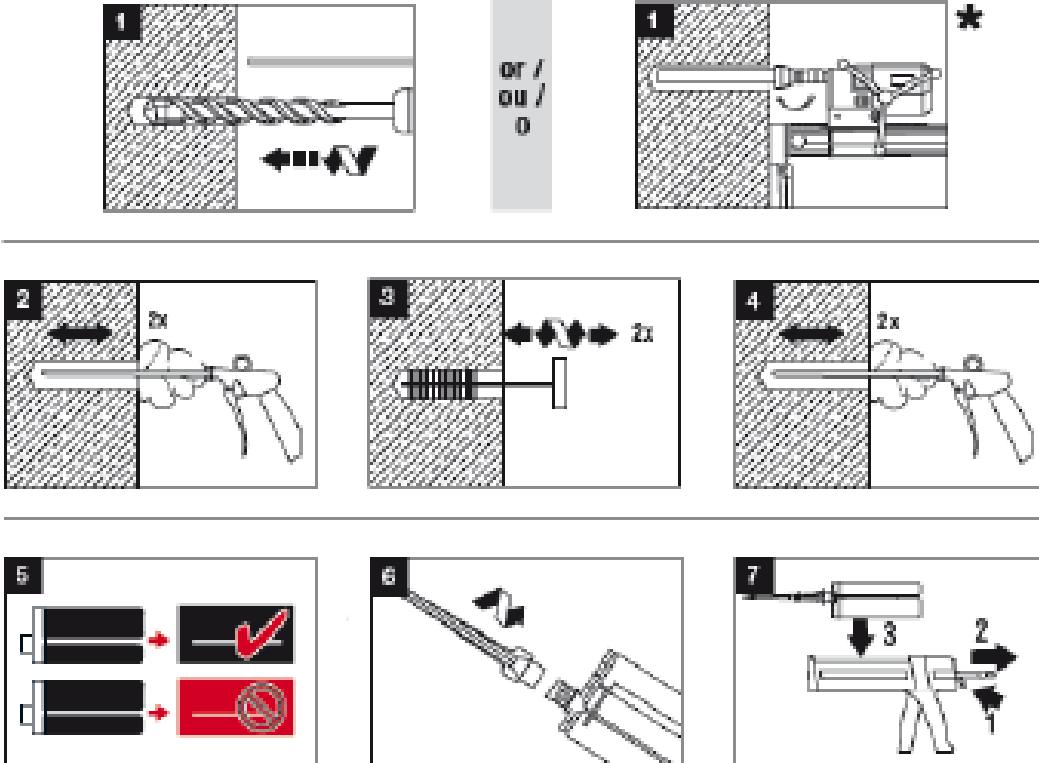
1. 檢查黏結式錨栓藥劑之廠牌、型號、適用之植筋方向、適用之氣溫與濕度等，是否符合本工程之要求。
2. 檢查黏結式錨栓藥劑是否在**有效期限**內。
3. 黏結式錨栓之施工需要由合格之**專業技術人員**施做。
4. 鑽孔位置：須按照**設計圖指定之位置**施做。
5. 為**避免鑽到原有鋼筋**，黏結式錨栓鑽孔前應使用鋼筋探測器或可行之方法確認原結構之鋼筋位置，並繪製預定鑽孔位置於原混凝土表面，經由與工程司會勘核可後方可施工。
6. 鑽孔深度：依照**設計圖指定之深度**施做，由於各廠牌間黏結式錨栓藥劑成分不同且既有結構物之混凝土強度亦有差異，承包商施工前應會同監造單位須進行施工前拉拔試驗，並提出書面文件及試驗相片以供確認。

# 植筋施工

7. 若黏結式錨栓安裝在鋼筋混凝土構件時，不可以整根鋼筋都位於混凝土保護層。
8. 鑽孔過程若遇鋼筋，不可破壞或鑽斷，若在未鑽到設計埋置深度就遇到鋼筋，則此鑽孔應予以廢棄，另行鑽孔，廢孔應以無收縮水泥砂漿填實。
9. 鑽孔完畢後應原廠安裝指示書(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)徹底以高壓空氣及毛刷清除孔內灰屑，清除過程中應注意避免造成空氣汙染。
10. 將黏結式錨栓藥劑裝入原廠指定之注射器，以裝有混合器之注射頭深入孔底緩緩將黏結式錨栓藥劑打入孔內，邊打邊退，直到藥劑量足夠為止。
11. 將鋼筋慢慢旋入孔內至底部，且可目視藥劑外溢，不可將鋼筋直接插入，以避免鋼筋與孔壁間殘留空隙。
12. 黏結式錨栓施作後之硬化過程中，應避免碰觸且不得矯正鋼筋，待硬化完成後，始可進行負載或後續之施工。
13. 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。

- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工
- 三. 植筋技術**
- 四. 植筋施工之品質管理
- 五. 植筋參考圖
- 六. 植筋工程之常見問題

# 原廠安裝指示書(MPII)



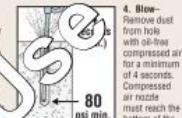
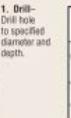
Simpson Strong-Tie® Anchoring and Fastening Systems for Concrete and Masonry

## Adhesive Anchoring Installation Instructions

**NOTE:** Always check expiration date on product label. Do not use expired product.

**WARNING:** When drilling and cleaning hole, use eye protection. When installing adhesive, use eye and hand protection.

### 1 HOLE PREPARATION: Horizontal, Vertical and Overhead Application



Refer to page 77 or visit [www.strongtie.com](http://www.strongtie.com) for proper brush part number.

### 2 CARTRIDGE PREPARATION:

1. Check—Check expiration date on product label. Do not use expired product. Product is usable until end of printed expiration month.
2. Open—Open cartridge per package instructions.

Refer to [www.strongtie.com](http://www.strongtie.com) for proper mixing nozzle and dispensing tool part number.



5. Dispense—Dispense adhesive to the side until properly mixed (uniform color).

### 3 FILLING THE HOLE: Vertical Anchorage

Prepare the hole per instructions "Hole Preparation" on product label.

#### Dry and Damp Hole:

1. Fill—Fill hole 1/2–1 full, starting from bottom of hole. Turn nozzle to prevent air pockets. Turn slowly until anchor contacts the bottom of the hole.
2. Do not disturb—Do not disturb anchor until fully cured. (See cure schedule for specific adhesive.)

Note: Nozzle extensions may be needed for deep holes.

#### Water-Filled Holes:

1. Fill—Fill hole completely full, starting from bottom of hole to prevent water pockets. Withdraw nozzle as hole fills up.
2. Insert—Insert clean, oil-free anchor, turning slowly until the anchor contacts the bottom of the hole.
3. Do not disturb—Do not disturb anchor until fully cured. (See cure schedule.)

### 4 FILLING THE HOLE: Horizontal and Overhead Anchorage

Prepare the hole per instructions "Hole Preparation" on product label.

#### Threaded rod or rebar:

1. Install—Install Simpson Strong-Tie® ARC adhesive retaining cap. Refer to page 74 or visit [www.strongtie.com](http://www.strongtie.com) for proper ARC caps.
2. Fill—Fill hole 1/2–1 full, starting from bottom of hole to prevent air pockets. Withdraw nozzle as hole fills up.
3. Insert—Insert clean, oil-free anchor, turning slowly until the anchor contacts the bottom of the hole.
4. Do not disturb—Do not disturb anchor until fully cured (see cure schedule).

Note: Nozzle extensions may be needed for deep holes.

# 清孔工具



# 清孔之重要性



# 清孔之重要性



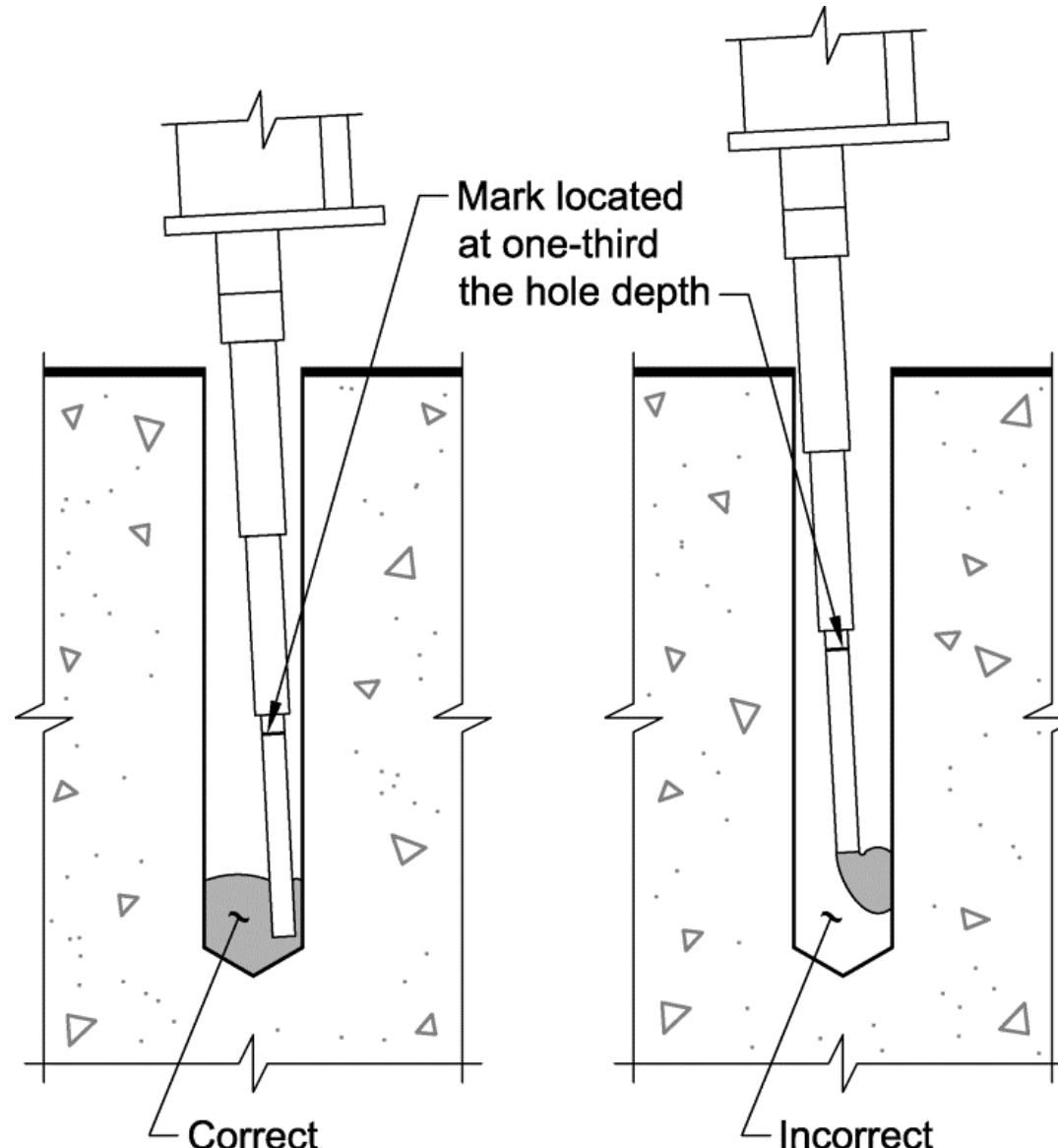
# 免清孔之空心鑽頭



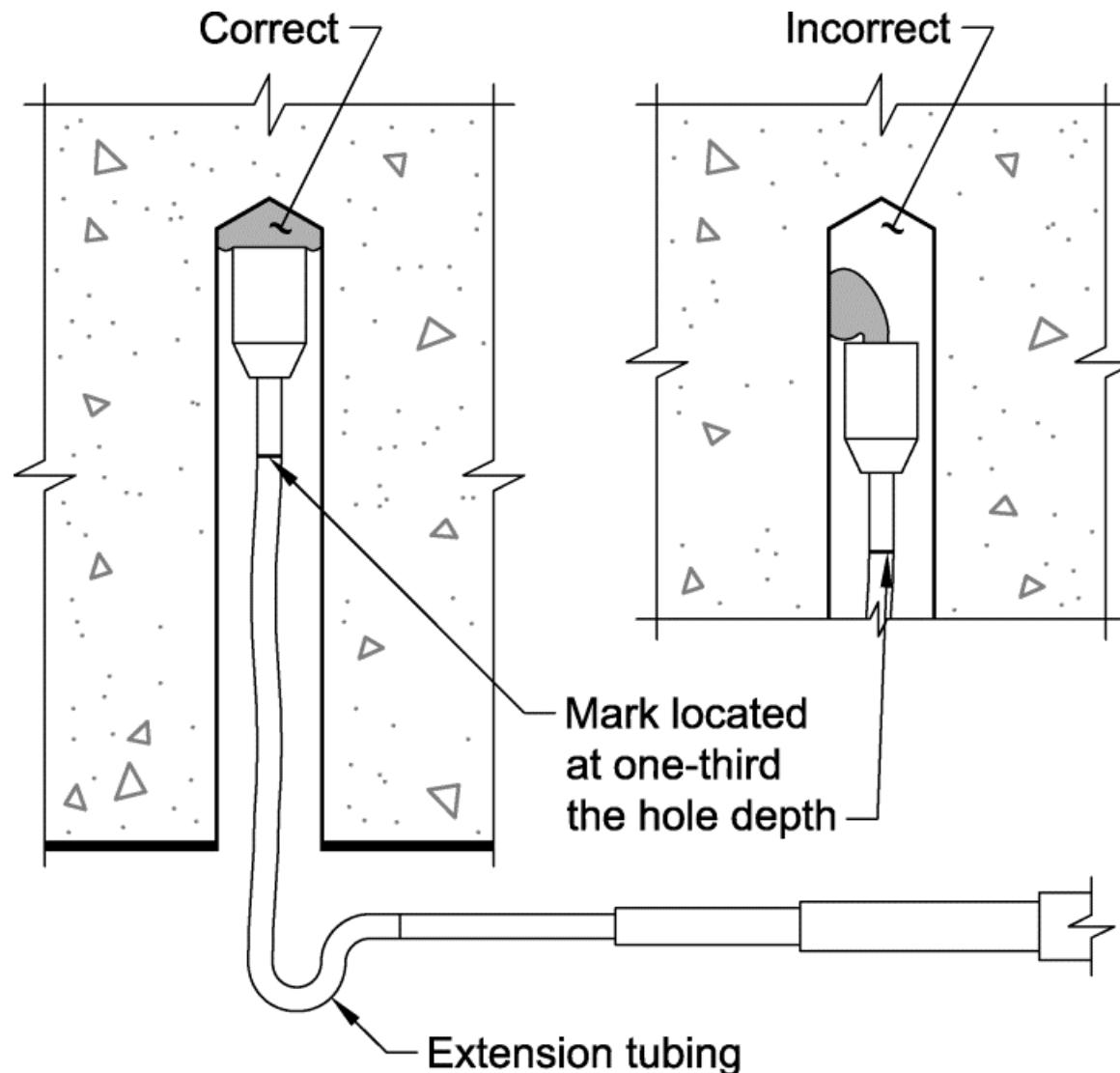
# 先擠出混合不良之植筋膠



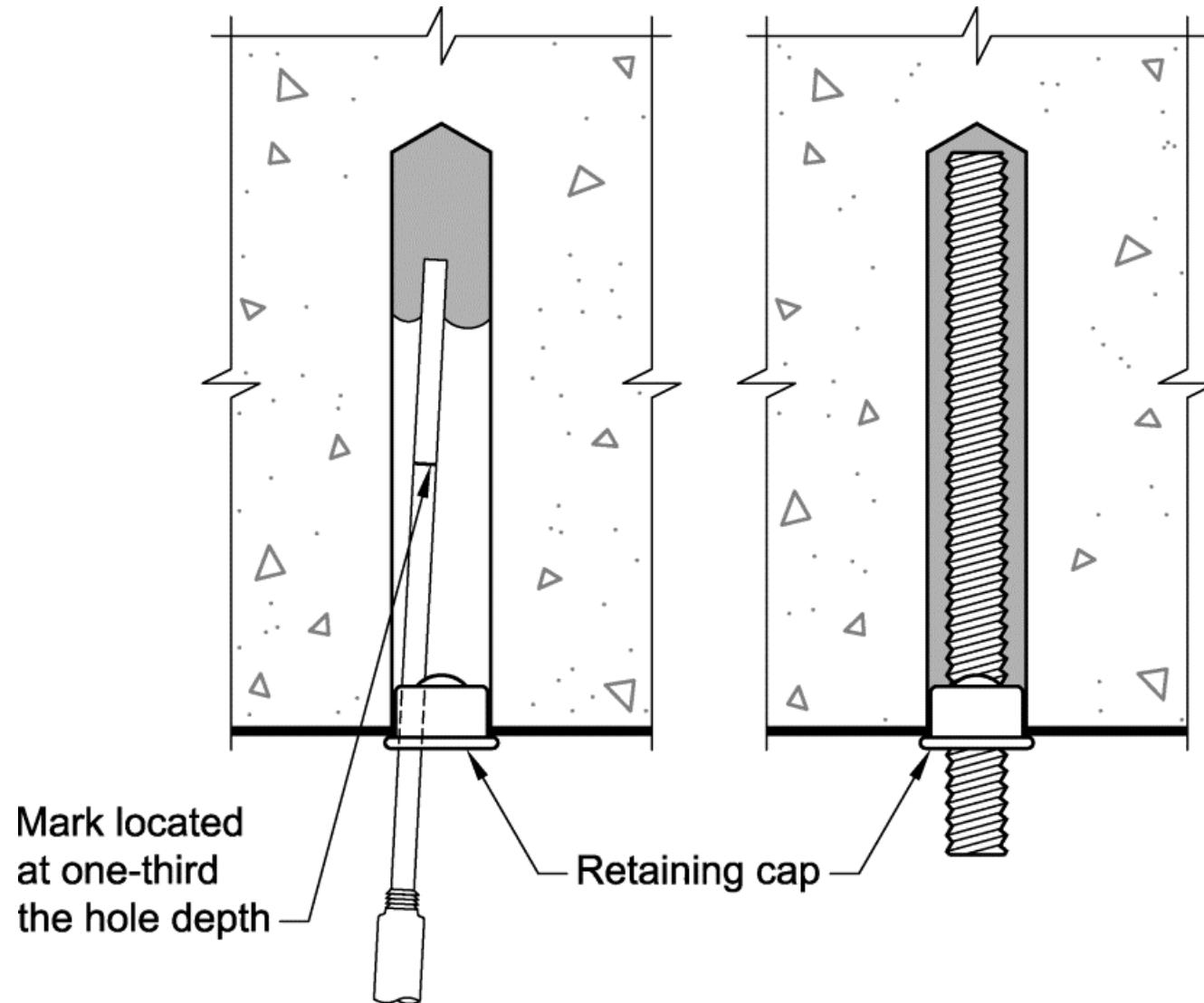
# 向下植筋-要從孔之最內部開始灌



# 向上植筋-要從孔之最內部開始灌(活塞式)



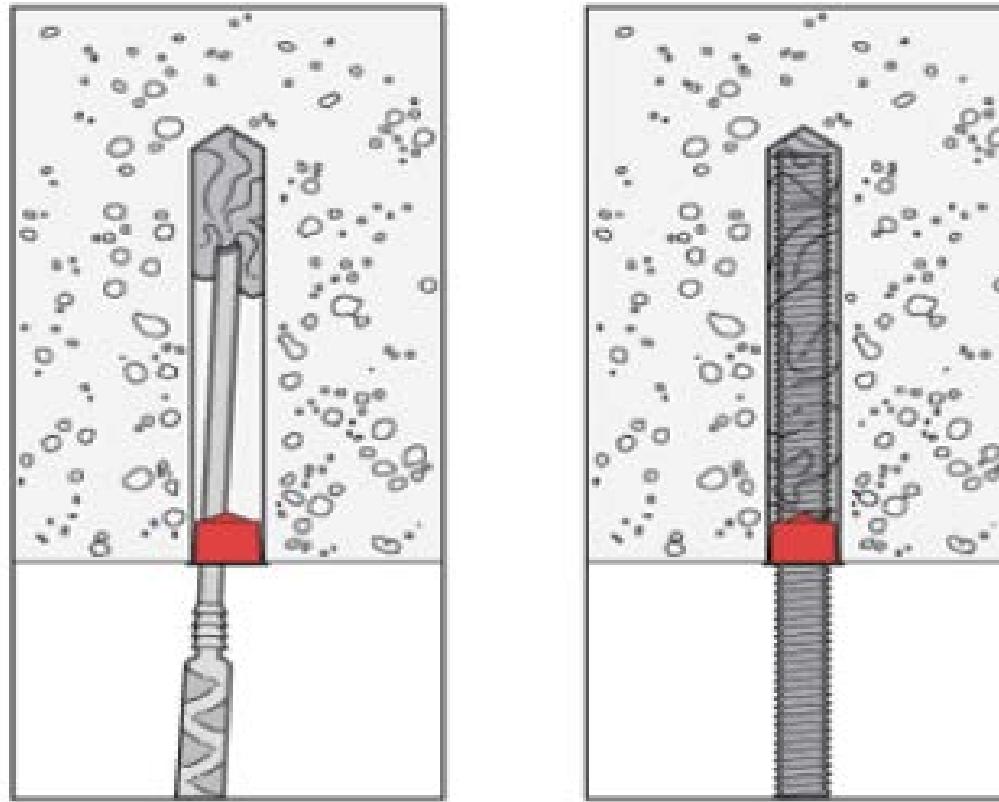
# 向上植筋-要從孔之最內部開始灌(固定蓋式)



Mark located  
at one-third  
the hole depth

Retaining cap

# 向上植筋(固定蓋式)



The "X" cut in the cap allows the mixing nozzle and insert to pass through, while containing the adhesive in the hole.

# 向上植筋(固定蓋式)



# 向上植筋(固定蓋式)



# 向上植筋(固定蓋式)



# 向上植筋(固定蓋式)



# 常見問題-植筋膠中空



American Concrete Institute®  
Advancing concrete knowledge

# 活塞-向上植筋時，輔助將孔灌滿

A piston plug is a device used to help uniformly fill overhead holes with adhesive from the deepest part of the hole.

Pg. 59, Para. 2



# 固定蓋

---

防止水平或向上植筋時，植筋膠流出同時固定錨栓位置。



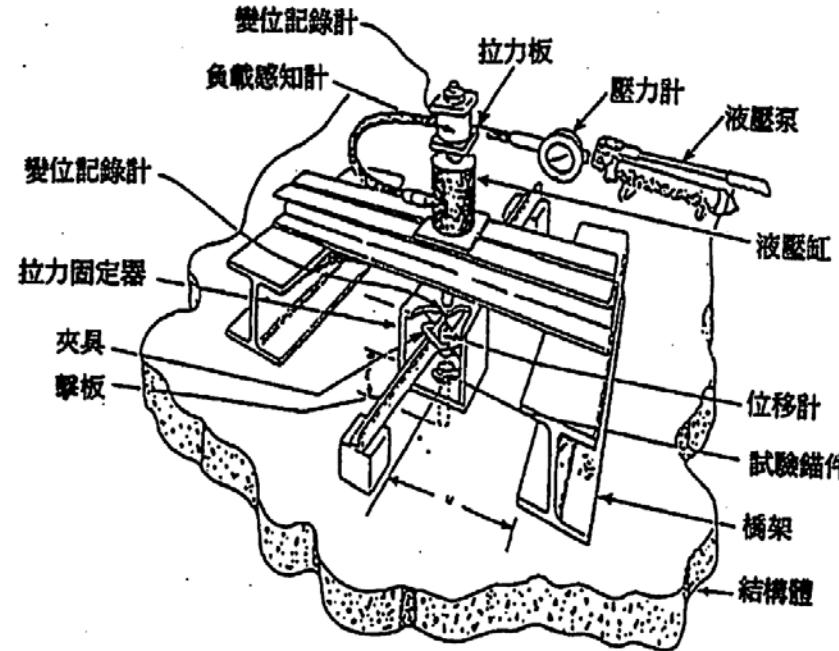
# 安全防護裝置



- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工
- 三. 植筋技術
- 四. 植筋施工之品質管理**
- 五. 植筋參考圖
- 六. 植筋工程之常見問題

# 植筋拉拔強度試驗標準

- ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements (ASTM, 2010)
- 中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法 (CNS, 1997)。



# 植筋施工之品質管理

- 由通過TAF或經監造單位認可之試驗單位
- 依據
  - ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements
  - 中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法
- **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。若為補強工程，因黏結式錨栓之品質對補強成果之影響極大，建議每一補強構件至少要抽驗1支。測試過程中若出現失敗樣本，則同一批樣本改以25%比例進行安全測試，若全部合格，則該批黏結式錨栓視為合格，原有之失敗黏結式錨栓由承包商無償補做；若25%之樣本中有任一支不合格，則該批黏結式錨栓全部測試，若出現有任何不合格，黏結式錨栓視同失效，後續依監造單位指示辦理補救措施。

# 試驗設備

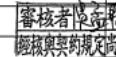
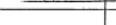
- 油壓千斤頂、手動幫浦、校正報告、鋼筋夾片。
- 油壓千斤頂及手動幫浦須經國家標準局認證通過之檢驗單位校正，並檢附有效校正期限為一年內之校正報告。

**植筋拉拔測試報告**

測試編號：ST11071102  
本報告共 1 頁 第 1 頁  
收件日期：100/7/11  
測試日期：100/7/11  
報告日期：100/7/12

業主：桃園縣立東興國民中學  
承包商：元強營造股份有限公司  
驗者：東建工程顧問有限公司-苟邁倫 元強營造-吳孟鴻

工程名稱：東興國中信義樓、八德樓耐震補強暨建工程  
試驗項目：施工前植筋可行性試驗

測試報告書					
試樣編號 (型號位置)	千斤頂油壓表讀值 kgf/cm <sup>2</sup>	實測荷重 kgf	要求測試值 kgf	破壞形式	備註
#4-1	310	4743	4445	D	—
#4-2	310	4743	4445	D	—
#4-3	320	4908	4445	D	—
#3-1	180	2763	2485	D	—
#3-2	180	2763	2485	D	—
#3-3	190	2915	2485	D	—
以下空白					
	審核者 				
	審核與其規定期限 				

備註：1. 本試驗結果僅對樣品負責。  
2. 千斤頂編號HO 835，壓力錶編號WIKA 3365。  
3. 破壞形式：A. 植筋處拉出 B. 混凝土基材破壞 C. 樣品斷裂 D. 連接件破壞。  
4. 本試驗室留存報告，僅保存三年。  
5. 本報告不得塗改、未得到本試驗室書面同意，不得摘錄或複製。

報告簽署人：  


鄭兆鴻  
TAECHI INDUSTRIAL LABORATORY CO., LTD.

**千斤頂荷重比對測試報告**

測試編號：ST1072401  
本報告共 2 頁 第 1 頁  
收件日期：99/7/24  
測試日期：99/7/24  
報告日期：99/7/24

委託者：鄭兆鴻結構土木技術事務所  
試樣名稱：12T千斤頂

測試報告書					
壓力錶指示值 (kg/cm <sup>2</sup> )	比對實測荷重值 (kgf)	壓力錶指示值 (kg/cm <sup>2</sup> )	比對實測荷重值 (kgf)	壓力錶指示值 (kg/cm <sup>2</sup> )	比對實測荷重值 (kgf)
20	278	140	2143	260	3982
30	447	150	2302	270	4143
40	598	160	2455	280	4282
50	762	170	2605	290	4443
60	910	180	2763	300	4593
70	1062	190	2915	310	4743
80	1223	200	3055	320	4908
90	1367	210	3217	330	5052
100	1525	220	3370	340	5198
110	1683	230	3520	350	5357
120	1827	240	3672	360	5500
130	1990	250	3830	370	5660

二、比對說明：  
(一) 使用標準器

品名	型號	序號	追溯	校正日期
荷重元 抗壓機100T	COTI CP21 HT-S391PC	17123 1379	度量衡處 TAECHI INDUSTRIAL LABORATORY CO., LTD.	99/4/13 99/2/26

備註：

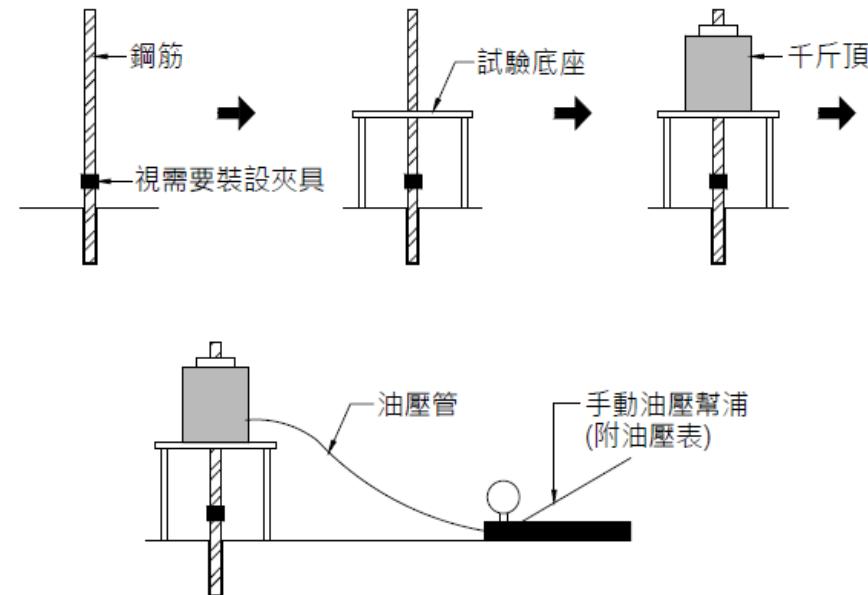
1. 本試驗結果僅對樣品負責。  
2. 本報告不得塗改、未得到本試驗室書面同意，不得摘錄或複製。

報告簽署人：  


鄭兆鴻  
TAECHI INDUSTRIAL LABORATORY CO., LTD.

# 試驗步驟

- 確定試驗鋼筋周圍平面平坦且與黏結式錨栓垂直(正交)，將腳座及夾具固定於受測樣本上，再套入千斤頂。測試時須裝置腳座以符合ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements[3.1-5]或中國國家標準 CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法之裝置規定。
- 將手動幫浦油壓管接上千斤頂，並旋緊閥門。
- 確定油壓表歸零後由手動幫浦徐徐加壓，直到試驗拉力。
- 紀錄並拍照存證後打開閥門，解除拉力，試驗完成。



# ASTM E488 拉拔試驗-裝置

千斤頂 壓力計

支架



# ASTM E488 拉拔試驗-流程



# 施工抽查 - 植筋鑽孔深度



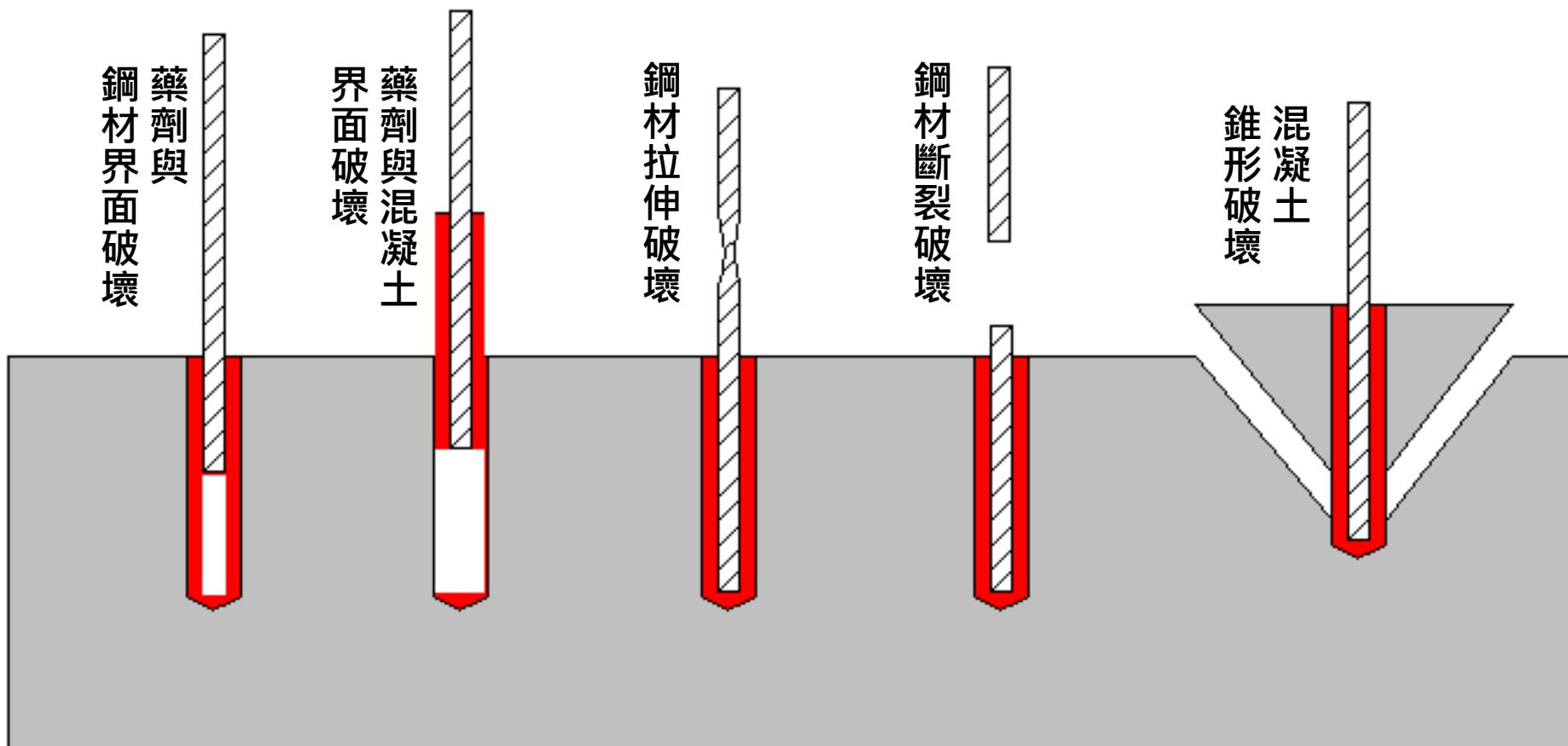
# 施工抽查 - 植筋位置與長度



# 施工抽查 - 施工後植筋拉拔



# 植筋化锚失效/破壞模式 (純混凝土)



光圓鋼材  
無螺紋或竹結

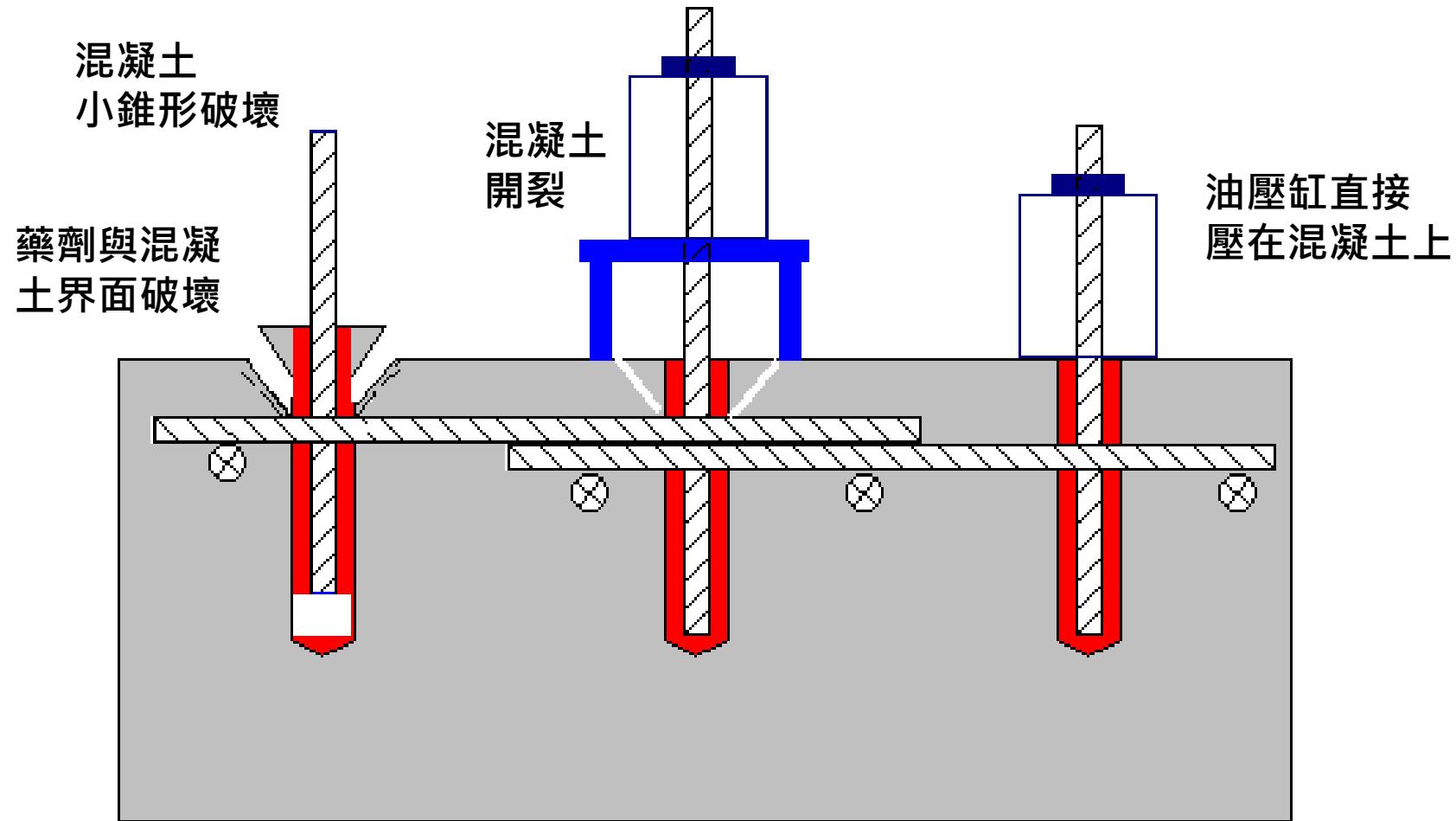
藥劑黏著  
性能不足  
未清孔

低拉鋼材

高拉鋼材

混凝土  
強度不足

# 植筋化锚失效/破壞模式 (鋼筋混凝土)



- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工
- 三. 植筋技術
- 四. 植筋施工之品質管理
- 五. 植筋參考圖**
- 六. 植筋工程之常見問題

# 植筋參考圖

**植筋施工**

**一、材料：**

- 植筋藥劑：承包商應在施工前提出植筋藥劑相關資料，內容應至少包含：
  - 植筋藥劑廠牌
  - 藥劑測試資料
  - 藥劑適用之環境：溫度、濕度
  - 藥劑適用之安裝方式：向下、水平或向上
  - (5)原廠安裝指示書(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)
- 鋼筋：依設計圖說之要求

**二、植筋埋置深度：**

- 達到降伏強度之植筋埋入深度（混凝土抗壓強度 $f_c > 175\text{kgf/cm}^2$ ）達至鋼筋降伏強度之點粘式鑽栓埋入深度（以HILTI RE500計算）  
Bond Stress 依照ESR-2333 TABLE25混凝土抗壓強度 $f_c = 175\text{kgf/cm}^2$

	#3	#4	#5
$\text{L}_{cr}(\text{crack}) \text{psi}$	1090	1075	1046
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD280}$	11.6	16.0	20.4
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD420}$	17.3	24.0	30.5

註：以上之埋入深度係依下列之假設計算

- 點粘式鑽栓強度計算時假設間距及邊距大於2倍有效埋深
- 鋼筋強度  $As_fy$
- 混凝土拉破強度，折減係數 $\phi = 0.75$
- 點粘式鑽栓握裹強度，折減係數 $\phi = 0.75$
- 混凝土抗壓強度 $f_c = 175 - 320\text{kgf/cm}^2$

- 達到降伏強度之植筋埋入深度（混凝土抗壓強度 $f_c < 175\text{kgf/cm}^2$ ）  
Bond Stress 依照ESR-2333 TABLE25混凝土抗壓強度 $f_c = 150\text{kgf/cm}^2$

	#3	#4	#5
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD280}$	12.5	17.3	22.0
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD420}$	18.7	25.9	31.0

Bond Stress 依照ESR-2333 TABLE25混凝土抗壓強度 $f_c = 125\text{kgf/cm}^2$

	#3	#4	#5
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD280}$	13.7	18.9	24.1
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD420}$	20.5	28.4	36.1

Bond Stress 依照ESR-2333 TABLE25混凝土抗壓強度 $f_c = 100\text{kgf/cm}^2$

	#3	#4	#5
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD280}$	15.3	21.1	26.9
$h_{ef}(\text{cm}) \text{SD420}$	22.9	31.7	40.4

**三、植筋施工之步驟**

以下之施工步驟僅供參考，實際施工應嚴格遵守原廠安裝指示書(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)所規定之步驟。

- 檢查植筋藥劑之廠牌、型號、適用之植筋方向、適用之氣溫與濕度，是否符合本工程之要求。
- 檢查植筋藥劑是否在有效期限內。
- 植筋之施工需要由合格之專業技術人員施做。
- 鑽孔位置：須按照設計圖說之位置施做。
- 為避免鑽到原有鑽孔，植筋鑽孔前應使用鑽孔探測器或可行之方法確認原結構之鑽孔位置，並繪定鑽孔位置於原混凝土表面，經由與工程司會勘核後方可施工。
- 鑽孔深度：依照設計圖說之深度施做，由於各廠牌間植筋藥劑成分不同且既有結構物之混凝土強度亦有差異，承包商施工前應會同監造單位須進行施

**工前拉拔試驗，並提出書面文件及試驗相片以供確認。**

- 若植筋安裝在鋼筋混凝土構件時，不可以整根鋼筋割位於混凝土保護層。
- 鑽孔過程若遇鋼筋，不可被壞或截斷，若在未鑽到設計埋置深度就遇到鋼筋，則此鑽孔應予以廢棄。另鑽孔，孔底應以無收縮水泥砂漿填實。
- 鑽孔完畢後應原廠安裝指示書(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)澈底以高壓空氣及毛刷清除孔內灰屑，清除過程中應注意避免造成空氣汙染。
- 將植筋藥劑注入原廠指定之注射器，以裝有混合器之注射頭深入孔底緩緩將植筋藥劑打入孔內，邊打邊退，直到藥劑量足夠為止。
- 將鋼筋慢慢旋入孔內至底部，且可自視藥劑外溢，不可將鋼筋直接插入，以避免鋼筋與孔壁間殘餘空隙。
- 植筋施工作業之硬化過程中，應避免碰觸且不得矯正鋼筋，待硬化完成後，始可進行負載或後續之施工。
- 施工完畢後，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。

**四、植筋施工測試**

- 試驗目的：  
確認植筋施工之品質能符合設計要求
- 試驗單位：  
拉拔試驗須由通過TAF或經監造單位認可之試驗單位執行
- 試驗標準：  
依照ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements或中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土鑽件強度試驗法實施，並於每次試驗完畢，由試驗單位出具試驗結果報告，提送監造單位查核。

**五、施工前拉拔試驗：**

測試拉力依設計之埋深植筋完成後，以 $1.25 f_y$ 為拉力進行拉拔試驗，各號數在工地試作3支。

**六、施工後安裝品質試驗：**

測試拉力為 $1.0 f_y$ ，每樓層各種尺寸每100支抽驗1支，且不得少於3支。若為補強工程，因植筋之品質對補強效果之影響極大，建議每一補強構件至少要抽驗1支。測試過程中若出現失敗樣本，則同一批植筋本改以25%比例進行安全測試，若全部合格，則該批植筋視為合格，原有之失敗植筋由承包商無償補做；若25%之樣本中有任一支不合格，則該批植筋全部測若出現有任何不合格，植筋視同失效，後續依監造單位指示辦理補救措施。

**七、試驗設備：**

植筋之拉拔試驗設備包括：油壓千斤頂、手動幫浦、鋼筋夾具、試驗腳座。其中油壓千斤頂及手動幫浦須經國家標準局認證通過之檢驗單位校正，並檢附有效校正期限為一年內之校正報告。

**八、試驗步驟**

- 確定試驗鋼筋周圍平面平坦且與植筋垂直(正交)，將腳座及夾具固定於受測樣本上，再套入千斤頂。
- 將手動幫浦管接上千斤頂，並旋緊閥門。
- 確定油壓表歸零後由手動幫浦徐徐加壓，直到試驗拉力。
- 紀錄並拍照存證後打開閥門，解除拉力，試驗完成。

**九、植筋長度詳圖**

**十、植筋試驗流程圖**

**十一、設計說明**

植筋設計時採用之混凝土種類及抗壓強度	植筋設計時採用之混凝土種類及抗壓強度( $\text{kgf/cm}^2$ )
E1F	(設計埋入深度)
1F	(設計埋入深度)
2F	(設計埋入深度)
3F	(設計埋入深度)

**十二、提醒設計者之注意事項**

植筋之埋入深度計算之假設條件如下：若有不符合時，設計單位應做適當之修正，惟不得小於上表埋入深度。

- 植筋強度可達到鋼筋之降伏強度。
- 於混凝土之可能破壞面須有輔助鋼筋通過。
- 安裝方式為低敏感度，高可靠度 $\phi = 0.75$ 。
- 各植筋有足夠之縫距及間距。

**十三、本圖說可供參考之結構耐震補強工程設計參考使用**

設計者應依循系統性及科學化規範進行適用性研判  
引用本參照圖並不能免除設計者之設計責任

國家地震工程研究中心	編審：校舍結構耐震補強工程參考圖說工作小組	單位：CM	版 次	日 期	製 期	計畫名稱	校舍結構耐震補強工程參考圖說	張數	圖 號	簽 章
		比例尺：N.T.S.	1	100/11/24				/	AN-01	
			2	104/10/26			圖樣內容	植筋工程參考圖	編號	

# 植筋參考圖 - 植筋深度表

## 二、植筋埋置深度：

1. 達到降伏強度之植筋埋入深度 (混凝土抗壓強度  $f'c >= 175 \text{kgf/cm}^2$ )

達到鋼筋降伏強度之黏結式錨栓埋入深度 (以 HILTI RE500 計算)

Bond Stress 依照 ESR-2333 TABLE25 混凝土抗壓強度  $f'c = 175 \text{kgf/cm}^2$

	#3	#4	#5
$\tau_{cr}(\text{crack}) \text{ psi}$	1090	1075	1046
$h_{ef}(\text{cm}) \text{ SD280}$	11.6	16.0	20.4
$h_{ef}(\text{cm}) \text{ SD420}$	17.3	24.0	30.5

目前ICC網站已無本報告，相關資訊仍需與原廠確認!!

註：以上之埋入深度係依下列之假設計算

1. 黏結式錨栓強度計算時假設間距及邊距大於2倍有效埋深
2. 鋼筋強度  $A_s F_y$
3. 混凝土拉破強度, 折減係數  $\phi = 0.75$
4. 黏結式錨栓握裹強度, 折減係數  $\phi = 0.75$
5. 混凝土抗壓強度  $f'c = 175 \sim 320 \text{kgf/cm}^2$

# 植筋參考圖 - 植筋施工步驟

## 三、植筋施工之步驟

以下之施工步驟僅供參考，實際施工應嚴格遵守原廠安裝指示書  
(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)所規定之步驟。

1. 檢查植筋藥劑之廠牌、型號、適用之植筋方向、適用之氣溫與濕度，是否符合本工程之要求。
2. 檢查植筋藥劑是否在有效期限內。
3. 植筋之施工需要由合格之專業技術人員施做。
4. 鑽孔位置：須按照設計圖指定之位置施做。
5. 為避免鑽到原有鋼筋，植筋鑽孔前應使用鋼筋探測器或可行之方法確認原結構之鋼筋位置，並繪製預定鑽孔位置於原混凝土表面，經由與工程司會勘核可後方可施工。
6. 鑽孔深度：依照設計圖指定之深度施做，由於各廠牌間植筋藥劑成分不同且既有結構物之混凝土強度亦有差異，承包商施工前應會同監造單位須進行施工前拉拔試驗，並提出書面文件及試驗相片以供確認。
7. 若植筋安裝在鋼筋混凝土構件時，不可以整根鋼筋都位於混凝土保護層。
8. 鑽孔過程若遇鋼筋，不可破壞或鑽斷，若在未鑽到設計埋置深度就遇到鋼筋，則此鑽孔應予以廢棄，另行鑽孔，廢孔應以無收縮水泥砂漿填實。
9. 鑽孔完畢後應原廠安裝指示書(Manufacturer's Printed Installation Instructions, MPII)徹底以高壓空氣及毛刷清除孔內灰屑，清除過程中應注意避免造成空氣汙染。
10. 將植筋藥劑裝入原廠指定之注射器，以裝有混合器之注射頭深入孔底緩緩將植筋藥劑打入孔內，邊打邊退，直到藥劑量足夠為止。
11. 將鋼筋慢慢旋入孔內至底部，且可目視藥劑外溢，不可將鋼筋直接插入，以避免鋼筋與孔壁間殘留空隙。
12. 植筋施作後之硬化過程中，應避免碰觸且不得矯正鋼筋，待硬化完成後，始可進行負載或後續之施工。
13. 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。

# 植筋參考圖 - 植筋施工測試

## 四、植筋施工測試

### 1. 試驗目的：

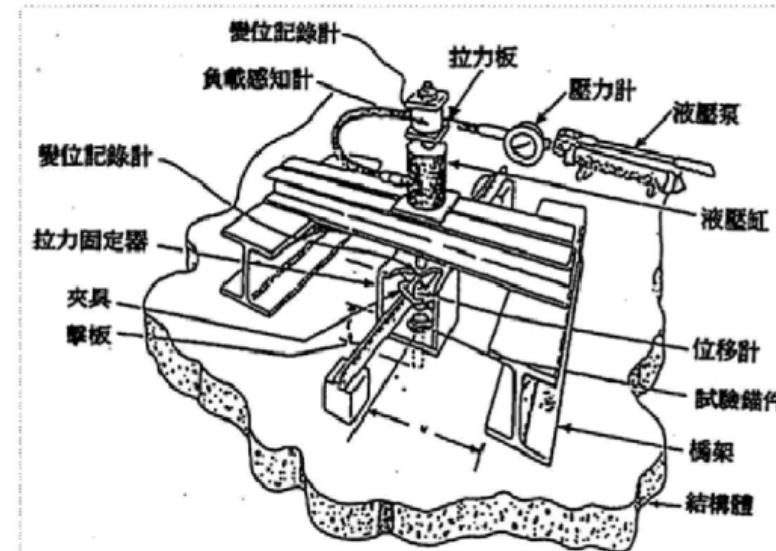
確認植筋施工之品質能符合設計要求

### 2. 試驗單位：

拉拔試驗須由通過TAF或經監造單位認可之試驗單位執行

### 3. 試驗標準：

依照ASTM E488 Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements或中國國家標準CNS13975 A3370帷幕牆混凝土錨件強度試驗法實施，並於每次試驗完畢，由試驗單位出具試驗結果報告，提送監造單位查核。



靜態試驗一般裝置示意圖(摘自CNS13975 A3370)

# 植筋參考圖 - 植筋施工測試

## 4. 施工前拉拔試驗：

測試拉力依設計之埋深植筋完成後，以 $1.25 f_y$ 為拉力進行拉拔試驗，各號數在工地試作3支。

## 5. 施工後安裝品質試驗：

測試拉力為 $1.0f_y$ ，每樓層各種尺寸每100支抽驗1支，且不得少於3支。若為補強工程，因植筋之品質對補強成果之影響極大，建議每一補強構件至少要抽驗1支。測試過程中若出現失敗樣本，則同一批樣本改以25%比例進行安全測試，若全部合格，則該批植筋視為合格，原有之失敗植筋由承包商無償補做；若25%之樣本中有任一支不合格，則該批植筋全部測若出現有任何不合格，植筋視同失效，後續依監造單位指示辦理補救措施。

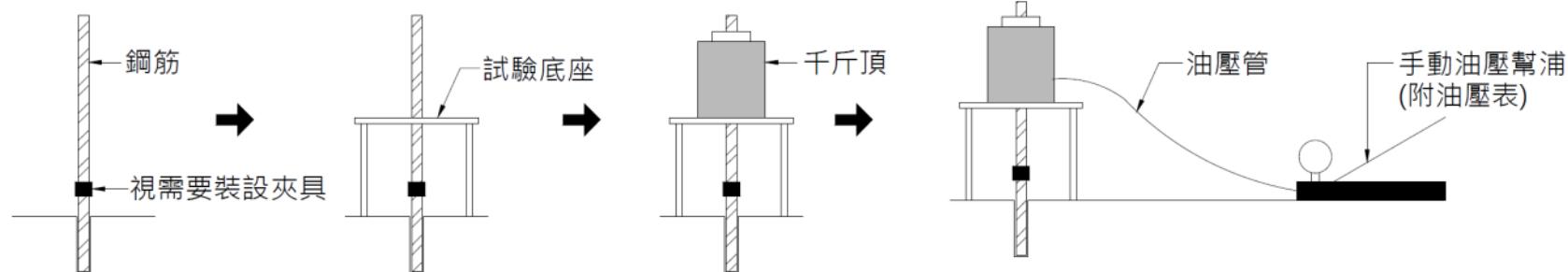
# 植筋參考圖 - 植筋施工測試

## 6. 試驗設備：

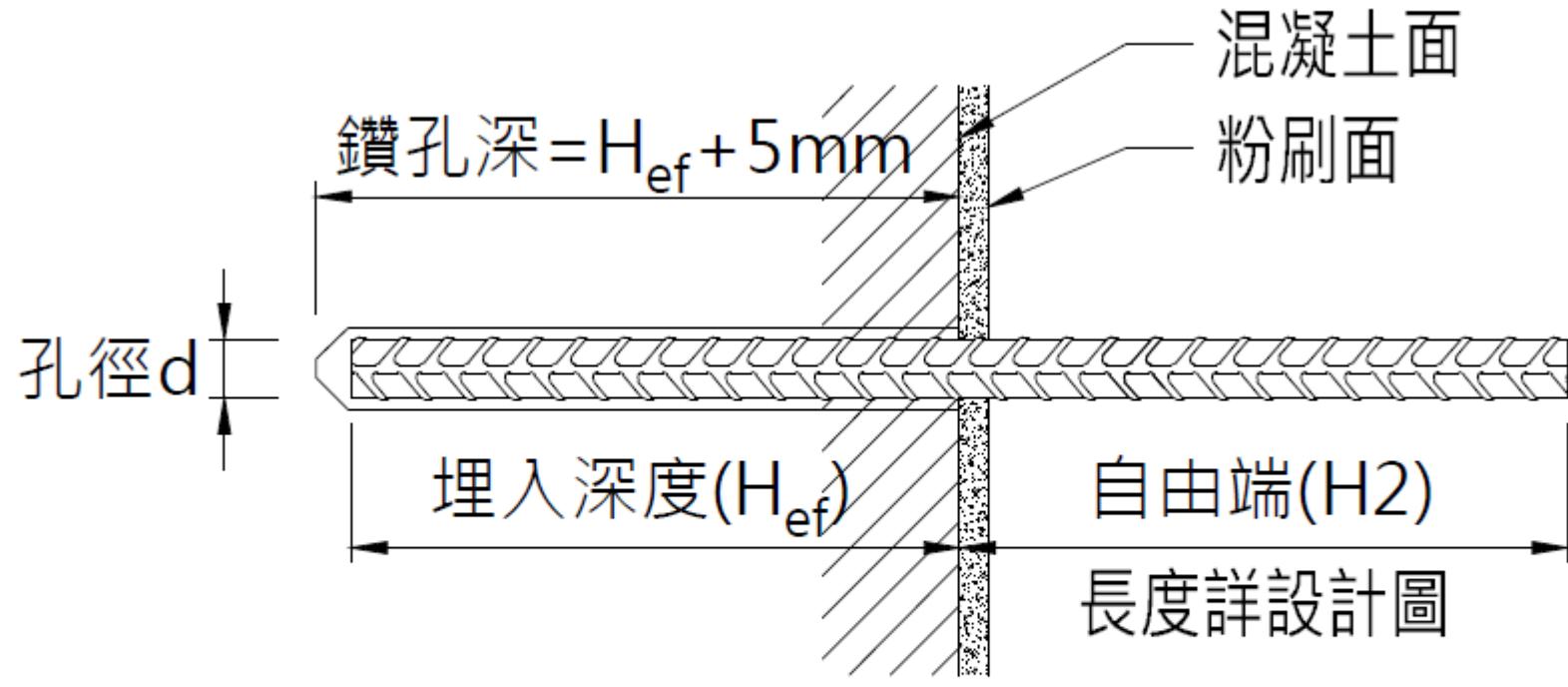
植筋之拉拔試驗設備包括：油壓千斤頂、手動幫浦、鋼筋夾片、試驗腳座。其中油壓千斤頂及手動幫浦須經國家標準局認證通過之檢驗單位校正，並檢附有效校正期限為一年內之校正報告。

## 7. 試驗步驟

- (1) 確定試驗鋼筋周圍平面平坦且與植筋垂直(正交)，將腳座及夾具固定於受測樣本上，再套入千斤頂。
- (2) 將手動幫浦油壓管接上千斤頂，並旋緊閥門。
- (3) 確定油壓表歸零後由手動幫浦徐徐加壓，直到試驗拉力。
- (4) 紀錄並拍照存證後打開閥門，解除拉力，試驗完成。



# 植筋參考圖 - 植筋長度



植筋長度詳圖

1  
—

# 植筋參考圖

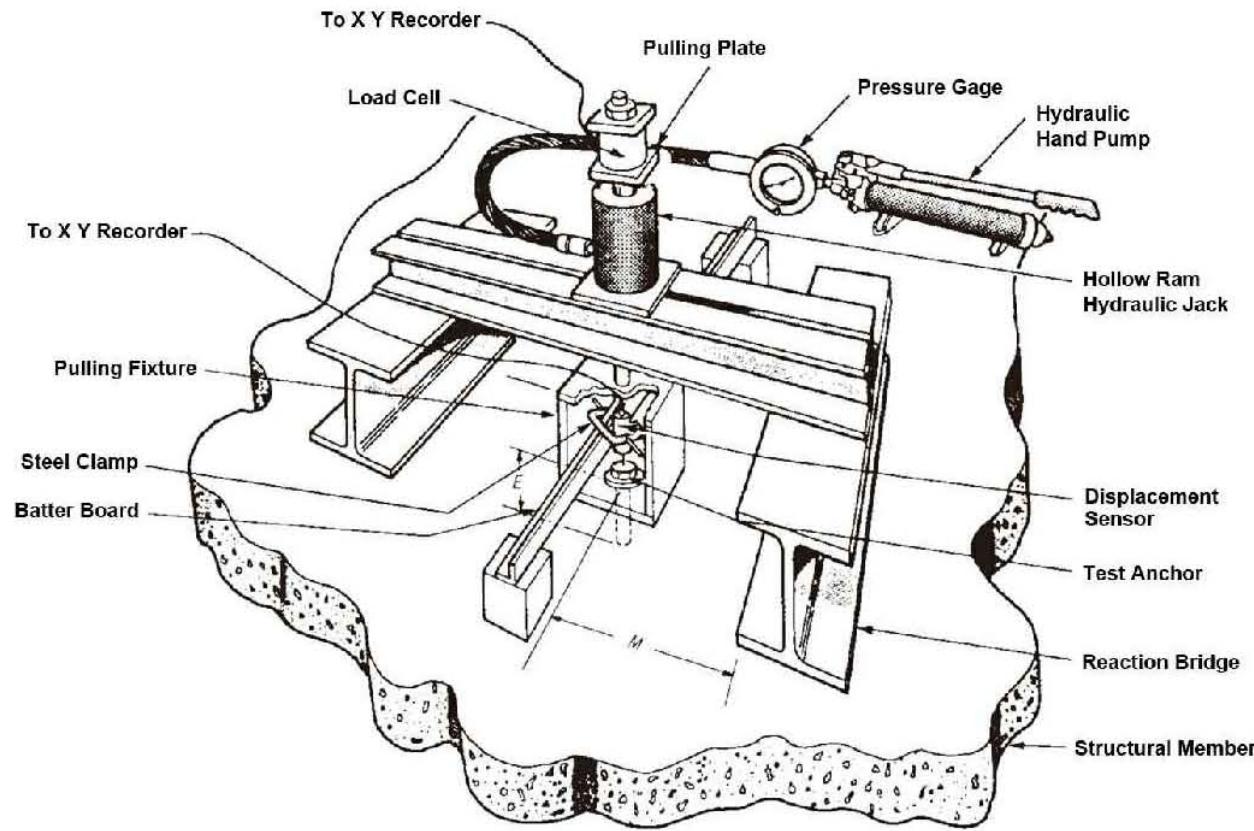


FIG. 1 Typical Static Tension Test Arrangement

試驗裝置圖 (節錄自 ASTM E488)

3  
-

# 植筋參考圖

補強設計所採用之混凝土現況抗壓強度	
樓層	補強設計所採用之混凝土現況 抗壓強度(kgf/cm <sup>2</sup> )
B1F	(設計者填入強度)
1F	(設計者填入強度)
2F	(設計者填入強度)
3F	(設計者填入強度)

## 「提醒設計者之注意事項」

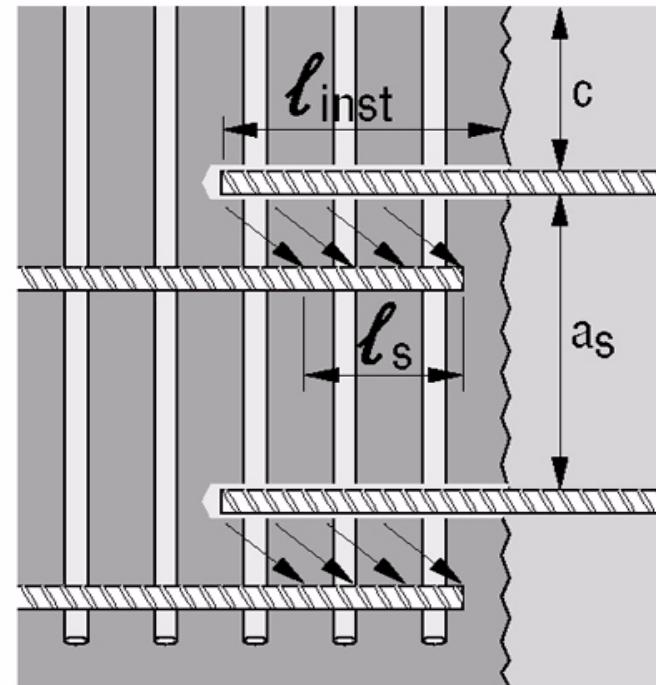
植筋之埋入深度計算之假設條件如下：若有不符合時，設計單位應做適當之修正，惟不得小於上表埋入深度。

- a.植筋強度可達到鋼筋之降伏強度。
- b.於混凝土之可能破壞面須有輔助鋼筋通過。
- c.安裝方式為低敏感度、高可靠度 $\phi=0.75$ 。
- d.各植筋有足夠之邊距及間距。

- 一. 植筋設計
- 二. 植筋施工
- 三. 植筋技術
- 四. 植筋施工之品質管理
- 五. 植筋參考圖
- 六. 植筋工程之常見問題**

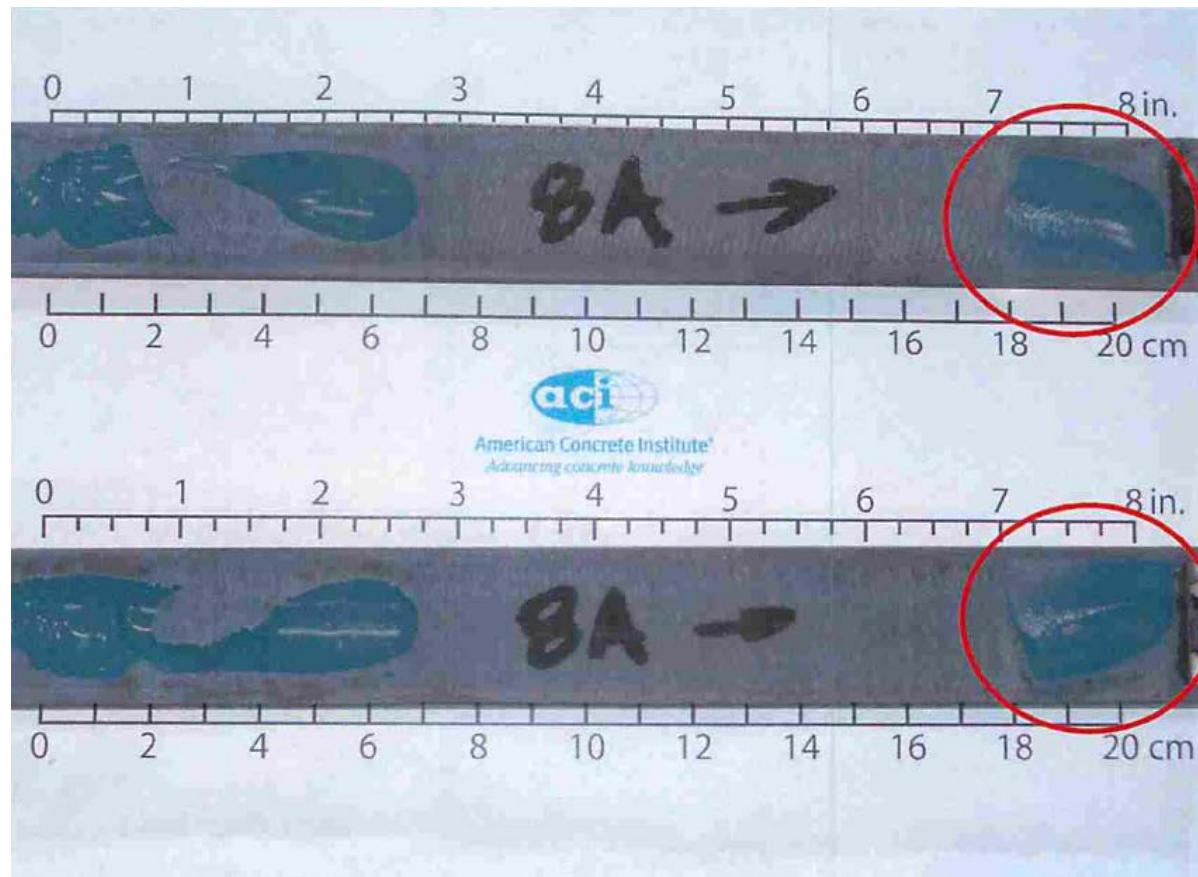
# 承包商常要求採用較短的錨錠深度施工

- 因為植筋深度除了依照植筋膠之黏著強度外，還考量了錨栓拉破、錨栓群強度折減、混凝土裂縫及其他安全係數，故通常試驗所得到的強度都會高出設計強度許多，但**不宜**因此採用較短的錨錠長度。



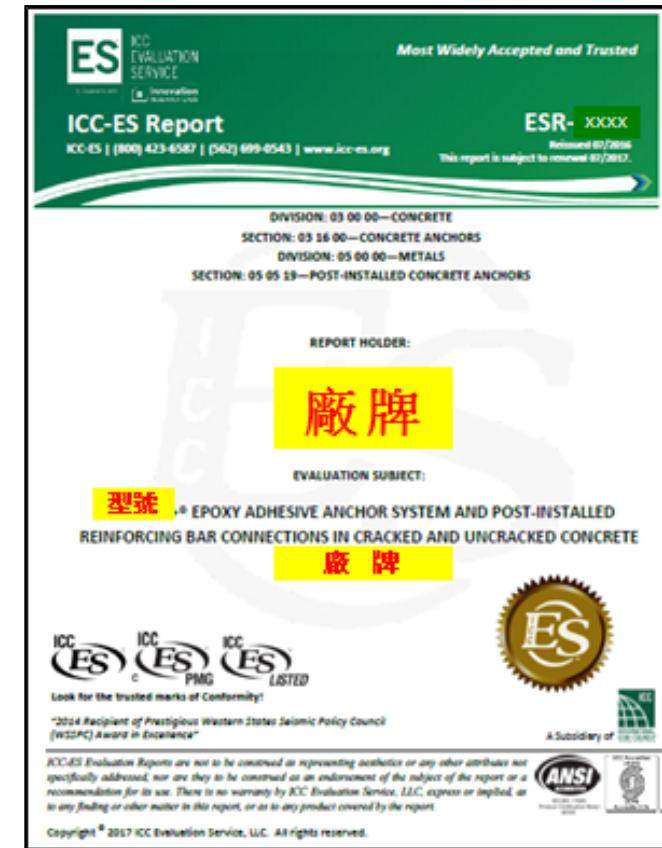
# 植筋膠未能充滿錨栓周圍

- 植筋若施作不良，除拉拔試驗外，幾乎不能由檢驗方式查出
- 植筋應由合格的專業技術人員施做，施做時**嚴格遵守原廠安裝指示書(MPII)**所規定之步驟。



# 缺材料認證的機制 - 材料未被認證

- 目前國內並筋材料的國家標準，亦無認證制度，市場上之材料有進口材料也有國產材料，因缺乏標準，產品良莠不齊，監造單位通常只能以現場拉拔試驗做檢驗，但對於產品之耐久、耐厚、可靠度則無管理的依據。**應盡速建立植筋膠之認證標準及認證制度。**



# 無合格植筋技術人員認證機制 - 植筋技術人員良莠不齊

- 目前國內並無相關之認證制度及認證機構，建議可以參考美國ACI-CRSI植筋技術人員認證(Adhesive anchor installer certification)制度，建立國內的植筋技術人員的認證制度，以確保植筋工成之品質。



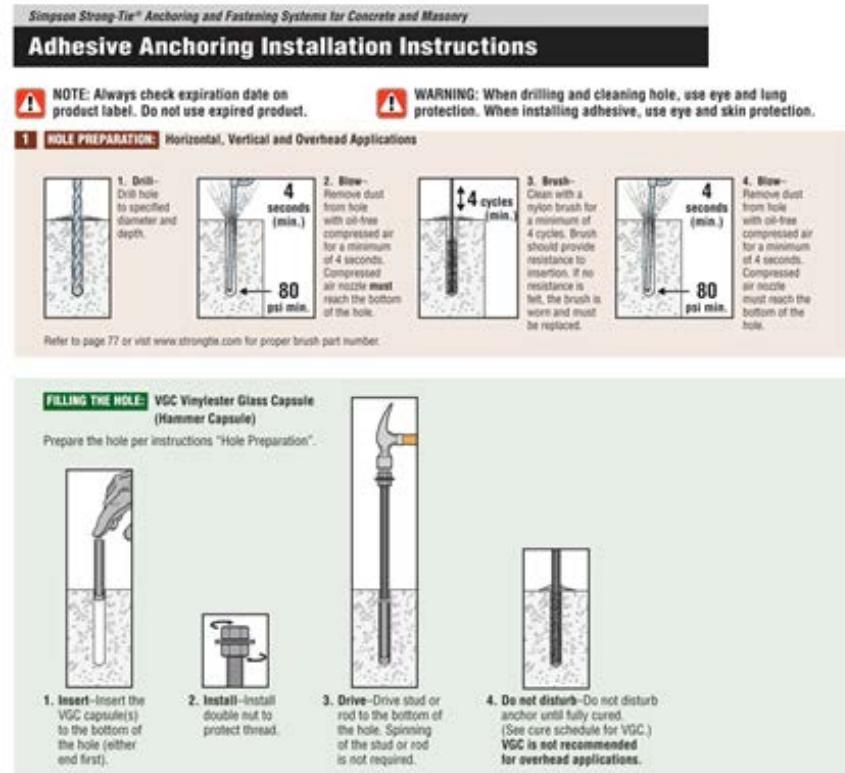
# 無合格植筋技術人員認證機制 - 植筋技術人員良莠不齊

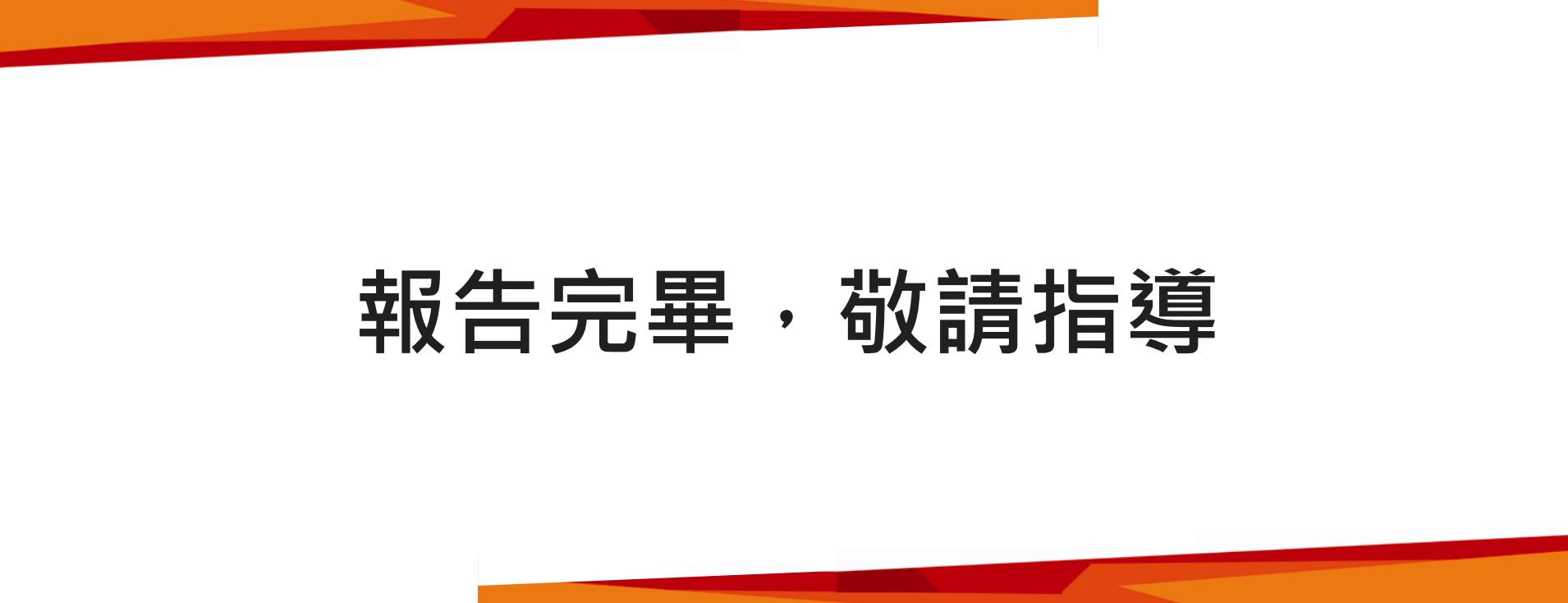
- 施工人員為節省成本，以不正當方式進行植筋施工。



# 原廠安裝指示書 manufacturer's printed installation instructions (MPII)

- 在國內銷售的各種植筋膠，並未嚴格要求安裝時要嚴格遵循原廠安裝指示書(MPII)規定之步驟，且進口廠牌並未提供中文化之原廠安裝指示書(MPII)。應請各供應植筋膠之廠商應負起責任教育植筋專業技術人員能確實遵循原廠安裝指示書(MPII)規定之步驟進行植筋施做。





報告完畢，敬請指導