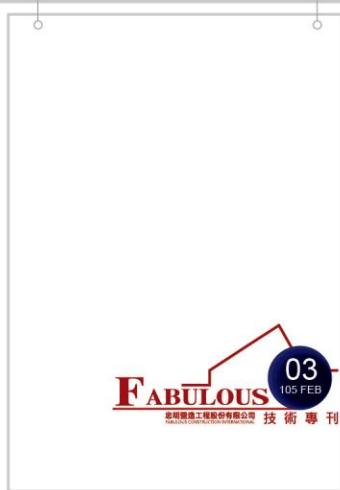
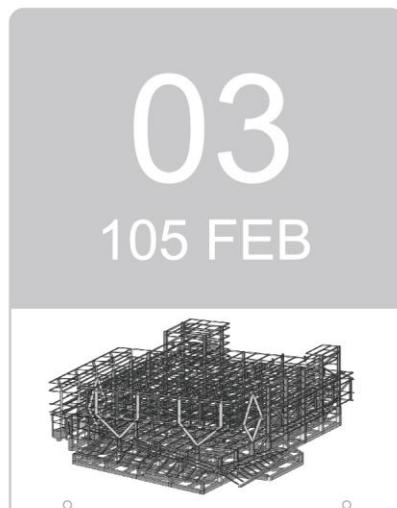




# 技術專刊 FABULOUS

## CONTENTS 目錄



發行人：林長勳

發行單位：忠明營造工程股份有限公司

地址：台北市松江路126號15F

電話：(02)2536-2666

網址：

<http://www.fabulousgroup.com.tw>

總編輯：周昭發

副總編輯：楊陳燕

編輯委員：陳俊傑 林丙坤 洪宜正

黃正賢 余璟明 周意翔

出版日期：中華民國105年2月

- 1 總編輯的話
- 2 土建篇
- 3 鋼筋混凝土建築結構耐震補強工程實務
- 12 混凝土使用礦粉摻料
- 21 建築物鋼筋施工及查驗標準探討
- 28 鋼筋施工常見缺失與處理對策
- 33 建築物受外力影響產生裂縫原因之探討
- 50 建築物裂縫及預防方式
- 57 鑽心取樣及抗壓試驗
- 59 台北市老舊建築改善與都市更新之整建維護策略研討會心得
- 63 輻射概述
- 68 環氧樹脂砂漿地坪檢驗說明
- 71 機電篇
- 72 電力系統常見缺失及注意事項
- 80 空調系統常見缺失及注意事項
- 87 紙排水系統常見缺失及注意事項
- 97 消防系統常見缺失及注意事項
- 106 弱電系統常見缺失及注意事項
- 112 勞安篇
- 113 不可立於吊物下方或將越過他人上
- 116 安全網強度未符合規定
- 125 有墜落之虞者，應確實使用安全帶、安全帽及其他必要之防護具
- 132 物料搬運作業，通道應保持安全暢通
- 135 颱風災後復原工作應加強安全防護
- 136 鋼筋尖端應設防護設施避免穿刺留遺憾
- 139 外牆施工架開口未防護，致勞工發生墜落死亡
- 141 未使作業勞工佩戴安全帽，致發生頭部撞擊地面死亡
- 143 未使勞工使用安全帶，致發生墜落受傷意外
- 153 以合梯當作施工架之上下設備使用，致發生勞工墜落受傷意外
- 155 勞工站立合梯頂板作業且未設置適當工作臺，致發生墜落受傷
- 158 不可立於吊物下方或將越過他人上
- 159 施工架腳輪未有效固定，致發生勞工墜落死亡
- 162 專業技師篇
- 163 鋼筋混凝土結構施工重點簡介
- 176 將捷總部大樓舒適度改善制震系統評估
- 184 軟弱粘土中深開挖之地質改良應用
- 192 舊地下室三層之都市更新連續壁施工案例
- 202 結語

## 總編輯的話

忠明營造 董事長 周昭發

在每次的旅行中，每張機票的票根、每次信手拍得的相片，都一一存入手邊小小記事本，這樣地獨處時空中，企圖找回自我的存在感，也為自己留下日後可以回溯與追憶的印記。

眼中所映的景像，是大自然賜予的，彌足珍貴！人類對生存世界的理解與認知的方法可以有很多種，不論是哲理、政治、經濟、科學的手段，惟人類透藝術的活動來禪釋，別具蘊涵與風采。因此人類造物過程中，無時無刻保持著謙卑、敬畏與尊重，就如同 Fabulous 所追求的永續、經濟、健康、美的意境，這是歡喜受的責任。而當飛機緩慢地降落在桃園機場，原本逐漸沉澱而淌洋的心，激起波波漣漪，是需要勇敢果決的面對。

建築，八大藝術之首。因祂不僅提供人類活動與居住的空間，而是人類情感、生命的延續。而建築的創作不是需要恢弘、磅礴、令人驚嘆或折服的龐然大物，而綜合人為因素的融合與平衡而隱含美學的情感表達模式，藉以人與人之間的共享。營造，則是創造建築生命的過程，係應以專業而謹慎的態度來進行。

忠明，是擁有優良的營造管理傳統，也不停跟隨著日新月異的科學技術精進，因此「經驗」需要「共享」！

「技術」必需「傳承」！

認清自我的渺小與不足，集結各工程先進的新知與經驗，透過這小小平台交流，彼此學習與成長，以心建築、尊重專業、品質保證、服務大眾，忠明非昔日單純而傳統的營造業，轉型兼具服務業，秉持著真誠的心，去建築每一件工程，因為建築不僅是建築，它是人類與環境的對話，必須要嚴謹的態度看待，它更是專業工技藝術的堅持與展現，這是一種責任與義務，只因 **建築是忠明一輩子的責任**。

# 土建篇

# 鋼筋混凝土建築結構耐震補強工程實務

環品室 黃正賢

## 前言

地震乃台灣之宿命，大地震必然去而復返。在台灣的地震史上，曾發生多次毀滅性大地震，並造成嚴重的生命財產損失，其中以中小學校舍之震害尤為顯著，雖然校舍結構之設計地震力較一般樓房高出 1.25 倍，但校舍卻是破壞最為嚴重的一群建築物。

台灣校舍量體龐大，無法於短時間內全面拆除重建或補強，因此必須透過篩選的機制，挑出耐震能力堪慮的校舍，採用經濟有效之補強工法進行補強，逐年逐步提升全國校舍耐震能力。對於校舍耐震能力提昇之工作，國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)建議之程序包含篩選、評估設計與施工等階段。

國震中心已針對校舍建築物之耐震能力問題，提出有效之解決策略；另一方面，為深入瞭解校舍建築物於地震作用下之行為，亦進行了耐震評估與補強之研究，透過一系列的現地實驗驗證，發展一套耐震能力詳細評估方法與經濟有效之補強工法，提供工程界選取使用。依據

- 行政院八十九年六月十六日台八十九內一七六一〇號函核定內政部所提「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，方案中規定：
  - 建築物耐震能力之初步評估與詳細評估應委由建築師公會或相關專業技師公會、專業機構或學術團體等辦理。
  - 建築物耐震能力之補強設計應委由依法登記開業之建築師或相關專業技師辦理。
- 建築物耐震設計規範及解說
  - 第八章 既有建築物之耐震能力評估與耐震補強
  - 8.1 通則  
既有建築物依法令須辦理耐震能力評估者，經評估後認為有必要提昇其耐震能力時，應運用耐震補強技術，採取適當改善措施，以提昇建築物之安全性。耐震能力評估與耐震補強應依公認技術辦理。
  - 8.2 耐震能力評估與耐震補強
  - 建築物進行耐震能力評估前，

應對主要結構部份(如梁、柱、剪力牆與斜撐系統等)作實地調查。並應充分了解建築物之現況、震害經驗與修復補強情形等影響耐震能力之各項因素。

- 耐震能力評估的基準應為建築主管機關所認可者，耐震能力評估的方法應為公認之學理。
- 耐震補強應依據耐震能力評估之結果，作通盤檢討後確認建築物之耐震安全性。如有必要作補強以提昇其耐震能力時，應依主管建築機關規定之程序辦理。
- 耐震補強應依其補強的目標，採用改善結構系統、增加結構體韌性與強度等方式進行，惟應注意各項抗震構材之均衡配置，以使建築物整體結構系統耐震能力之均衡提昇。
- 耐震補強或改修不得產生有害基礎安全之情形(如沈陷、變形等)。

缺陷度	混凝土 強度不足	樑、柱 RC 造牆	磚造牆	沉陷	傾斜
輕度缺陷	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
中度缺陷	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
嚴重缺陷	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

- **8.3 耐震補強效果之確認**
  - 耐震補強應以分析計算方法或實測法等已公認之學理與方法，進行補強效果之確認。
  - 耐震補強應有餘裕的設計、確實的施工及嚴格的品管等，以達到預期的目標。
- **8.4 耐震補強之施工**
  - 耐震補強應注意施工中之安全。尤其建築物在繼續使用中或以階段施工方式進行耐震補強時，應輔以必要之臨時安全支撐，以避免施工過程結構系統產生弱點。
  - 施工時應防止噪音、振動及其他有害環境衛生之情形產生。

- **建築物實施耐震能力評估及補強方案結構補強的目的**
  - 修復補強受地震損壞的結構物
  - 經耐震能力評估為耐震力不足之建物
  - 靠近活動斷層之結構物
  - 提升現有建築物制強震區標準及建築設計
  - 結構設計或施工品質不良現象者。

#### 結構體有缺陷之耐震評估

- 鋼筋混凝土構材若具有裂縫，代表混凝土品質不良或強度不足。
- 裂縫產生後，裡面的鋼筋較易產生鏽蝕，而鋼筋鏽蝕也會降低構材的強度。
- 構材若有滲水現象，則鋼筋的鏽蝕與混凝土的老化必會加速進行。
- 耐震評估時係以此些現象的嚴重性來決定，係數值有 1.0 (輕度缺陷)、0.95 (中度缺陷) 及 0.90 (嚴重缺陷)，取缺陷

度最大值計算。

#### 混凝土強度不足缺陷度之分類基準

混凝土品質不良或強度不足之缺陷度	混凝土抗壓強度缺陷
I (輕度缺陷)	試驗值 > 85% x 設計值 (或 $210\text{kg/cm}^2$ )
II (中度缺陷)	$75\% \times \text{設計值} (\text{或 } 210\text{kg/cm}^2) < \text{試驗值} < 85\% \times \text{設計值} (\text{或 } 210\text{kg/cm}^2)$
III (嚴重缺陷)	試驗值 < 75% x 設計值 (或 $210\text{kg/cm}^2$ )

#### RC 造梁、柱或剪力牆缺陷度之分類基準

RC 造梁、柱或剪力牆之缺陷度	缺陷	內容
I (輕度缺陷)	近看始可看到其裂縫 (裂縫寬度 < 0.1 mm)	
II (中度缺陷)	用肉眼即可看到其裂縫 (裂縫寬度 0.1-0.3 mm)	
III (嚴重缺陷)	雖有較大之裂縫，但混凝土僅保護層脫落 (裂縫寬度 > 0.3 mm)	

#### 磚造牆缺陷度之分類基準

磚造牆之缺陷度	缺陷	內容
I (輕度缺陷)	牆與其週邊之柱或梁相接處，可見到輕微之裂縫。	
II (中度缺陷)	牆與其週邊之柱或梁相接處，可見到明顯之裂縫，牆面隅角部位之裝修材料剝落，且可見到輕微之斜向裂縫。	
III (嚴重破壞)	產生斜向裂縫及沿著縫隙有滑動現象，牆面隅角與牆面中央部份可見到裝修材料剝落，產生明顯之剪力裂縫及沿著縫隙有明顯之滑動現象。	

#### 沉陷缺陷度之判定方法：

量測建築物之最大沉陷量  $S$ ，依下列  $S$  值判定缺陷程度。

[輕度缺陷]  $S \leq 2 \text{ (cm)}$

[中度缺陷]  $2 \text{ (cm)} < S \leq 10 \text{ (cm)}$

[嚴重缺陷]  $S > 10 \text{ (cm)}$

#### 傾斜缺陷度之判定方法：

量測建築物之最大沉陷量  $\theta$ ，依下列  $\theta$  值判定缺陷程度。

[輕度缺陷]  $\theta \leq 0.5/100 \text{ (弧度)}$

[中度缺陷]  $0.5/100 \text{ (弧度)} < \theta \leq 1.0/100 \text{ (弧度)}$

[嚴重缺陷]  $\theta > 1.0/100 \text{ (弧度)}$

#### 耐震能力：

建築物有缺陷之結構耐震能力，可從各構材耐震能力乘以下表耐震能力降低係數  $\eta$  (取各缺陷度最小值)求得。

表 耐震能力降低係數  $\eta$

#### 耐震補強用意

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之交接處，屬地震頻繁之地區，又臺灣老舊

校舍問題嚴重且地震具有高度之不確定性與瞬發性，在時程及成本的考量下，採取耐震補強相對於拆除重建是較省時及省錢之選擇。

- 老舊校舍之問題

中小學校舍大部份於民國 60 至 80 年之間建造，以標準圖設計後施工，易造成結構弱點，例如：

- 摺版屋頂，正面為三角形
- 懸臂式走廊教室單元
- 開窗率太大，易生短柱效應



- 國內耐震設計規範隨著時間不斷更新校舍於早期興建者，其耐震能力普遍較低
- 校園欠缺整體規劃
- 水平方向擴建  
兩座校舍相鄰之隔離縫的寬度不足，造成擠壓或碰撞甚或導致柱體破壞進而崩塌。
- 垂直方向擴建  
樓層蓋愈高，整體重量愈大。老背少的加蓋方式，將嚴重危害校舍結構原耐震能力
- 老舊校舍之問題
  - 縱沿於走廊方向崩塌
  - 大量開窗台易造成短柱剪力破壞
  - 簾筋間距普遍不足



- 節省成本、節能減碳、與時間賽跑
- 省時、經濟(非實價)

工期	經費
耐震補強	約2月 <span style="color: red;">勝</span> 約2,000元/m <sup>2</sup> <span style="color: red;">勝</span>
拆除重建	約2年 大於20,000元/m <sup>2</sup>



- 二氧化碳減量

依校舍耐震資訊網資料顯示，二氧化碳減少重量已達 43,930 公噸。

- 廢棄物減量

依校舍耐震資訊網資料顯示，廢棄物減少體積已達 337,579 立方公尺。

#### 維修及補強材料

- 常用之維修及修補材料依用途分為下列種類：
  - 填補用材料：主要用於填補既有鋼筋混凝土結構物之裂縫或修補剝落之混凝土保護層。
  - 黏結用材料：主要用於將原有鋼筋混凝土與補強外加受力構材間作一有效之黏結，以達成力量有效傳遞之目的。
  - 主要受力用材料：係外加主要結構材料，著重於分擔原有鋼筋混凝土構造之力量，以達到結構補強之目的。

- 鋼板(鋼板、型鋼)：
  - 除抗拉強度外，尚需注意彈性模數、熱學特性及變形特性等。
  - 應加適當保護套管或防鏽材。
  - 鉚釘或螺栓，其抗拉、抗剪性能須在規定載重下不發生破壞或顯著變形者。



- 連續纖維布：
  - 除抗拉強度外，尚需注意彈性模數、熱學特性等。
  - 應加適當表面保護，不得因時間而發生品質變化。



- 水泥系補強材：
  - 須具備抗壓、抗拉強度、彈性模數、熱學特性、變形特性及水密性等。
  - 應以適當配比設計，使硬固後品質不隨時間而發生品質變化。
- 其他補強材：
  - 環氧樹脂、聚合水泥砂漿、混凝土、壓克力樹脂……等。

#### 維修及補強工法

- 維修及補強工法用語：
  - 損傷：一般指非結構性之破壞或龜裂，經簡單修復後，不影響結構安全者。
  - 損壞：指建築結構體已遭受破壞需立即補強或拆除，否則具有危險性者。
  - 修復：係指將受到地震損傷之部位或構材回復至原設計或接近原設計之情況者。
  - 補強：除了部位或構材回復至損害發生前之狀況外，並為特定目的而將部位或構材施予強化或增加新購材，提升整個標的物之結構強度或耐震之能力者。
- 建築物受損後處理方式主要分為「修復」及「補強」兩種：
- 修復工法：指在維持結構物之既有強度，防止繼續惡化，主要係針對受損結構元件進行修復。
- 補強工法：指在能有效提高結構物之

既有強度或韌性，主要針對結構元件或整體結構系統進行補強。

● 結構元件修復工法

- 裂縫灌注環氧樹脂法 (小裂縫)
- 敲除鬆動混凝土再以樹脂砂漿或無收縮砂漿修復工法 (大裂縫)
- 局部構件敲除重做工法(挫屈變形)

● 結構元件補強工法

- 梁加設箍筋補強工法 (剪力補強)
- 梁帶狀鋼板補強工法 (剪力補強)
- 梁兩側鋼板貼附補強工法 (剪力補強)
- 柱加設箍筋 RC 圍束補強工法 (剪力補強)
- 柱帶狀鋼板圍束補強工法 (剪力補強)
- 梁中央底部鋼板補強工法 (彎矩補強)
- 構架梁或懸臂梁端頂部鋼筋植入補強工法(彎矩補強)
- 梁中央底部纖維複合材料補強工法 (彎矩補強)
- 梁兩端頂部複合材料補強工法 (彎矩補強)
- 樓板底條帶狀鋼板補強工法 (彎矩補強)
- 梁擴大斷面補強工法 (彎矩補強)
- 柱擴大斷面主筋貫穿直通補強工法 (剪力、彎矩補強)
- 柱擴大斷面主筋貫穿直通補強工法 (剪力、彎矩補強)
- 樓板加厚補強工法 (剪力、彎矩補強)
- 板加設鋼小梁補強工法 (剪力、彎矩補強)
- 牆加厚補強工法 (剪力、彎矩補強)
- 柱鋼板圍束補強工法 (韌性補強)
- 柱複合材料圍束補強工法 (韌性補強)

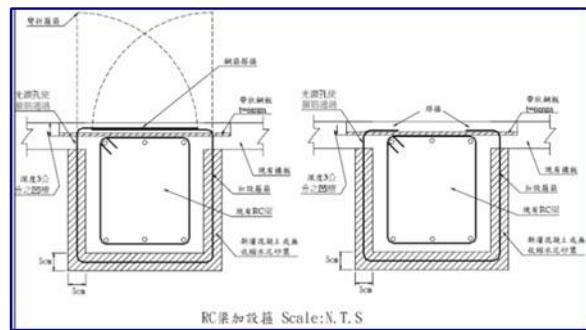


圖 結構元件補強工法

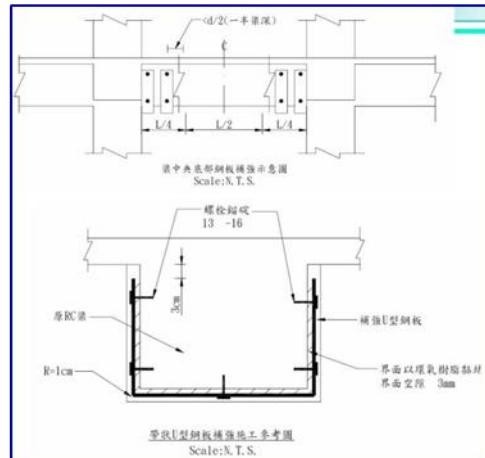


圖 結構元件補強工法

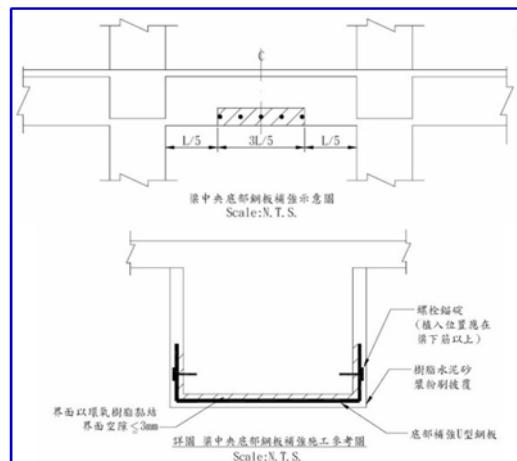


圖 結構元件補強工法

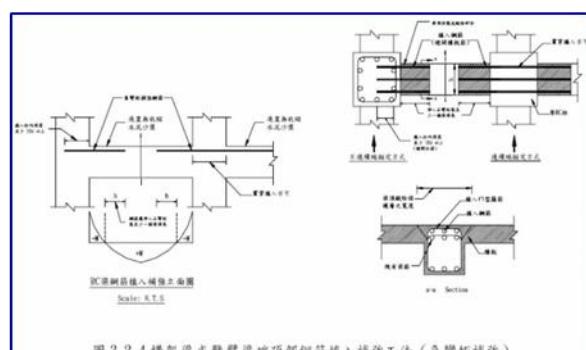


圖 結構元件補強工法

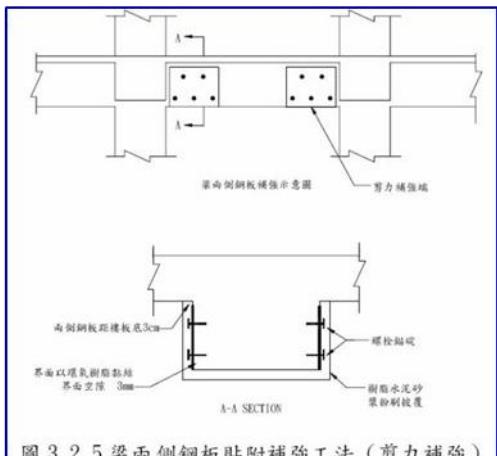


圖 3.2.5 梁兩側鋼板貼附補強工法（剪力補強）

圖 結構元件補強工法

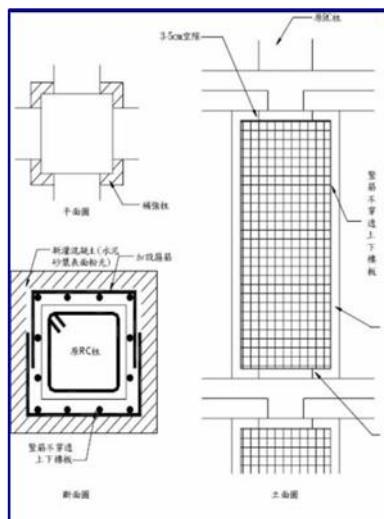


圖 3.2.9 柱加設筋筋 RC 團束補強工法（剪力團束補強）

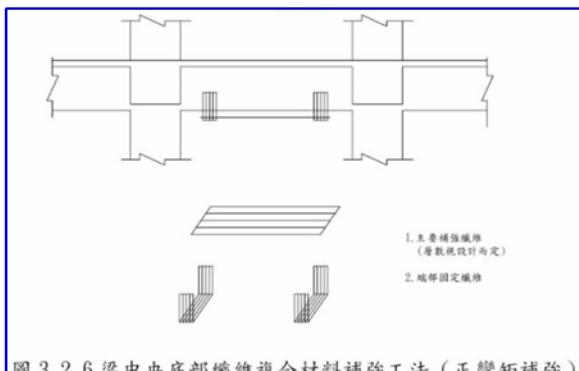


圖 3.2.6 梁中央底部纖維複合材料補強工法（正彎矩補強）

圖 結構元件補強工法

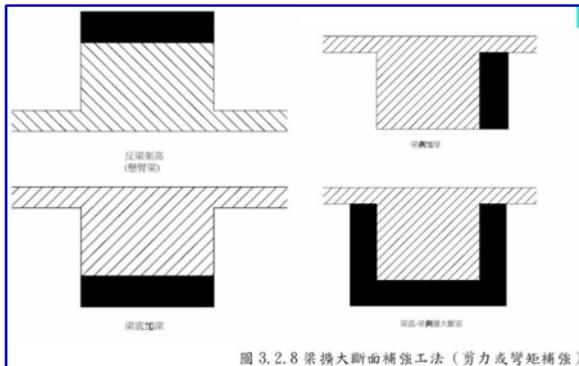


圖 3.2.8 梁擴大斷面補強工法（剪力或彎矩補強）

圖 結構元件補強工法

圖 結構元件補強工法

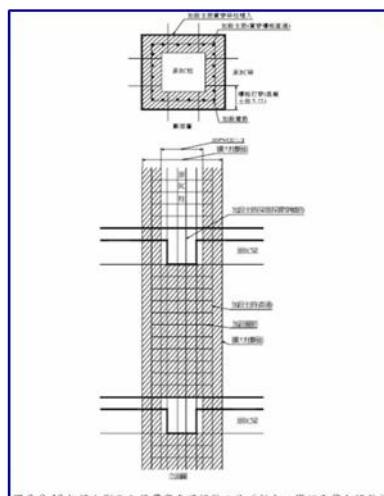


圖 3.2.13 柱擴大斷面充筋實宜直灌補強工法（抽力、剪切及彎力補強）

圖 結構元件補強工法



圖 結構元件補強工法



圖 結構元件補強工法



圖 結構元件補強工法

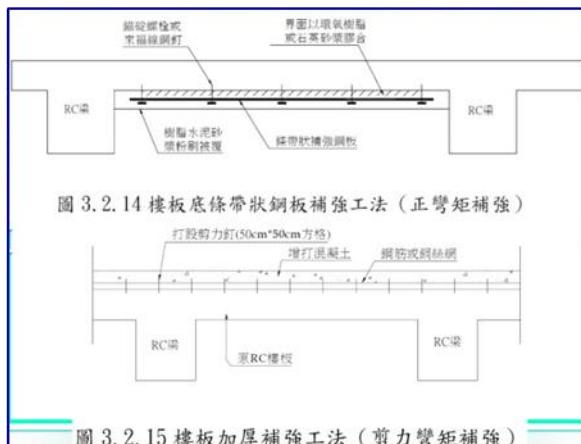


圖 結構元件補強工法

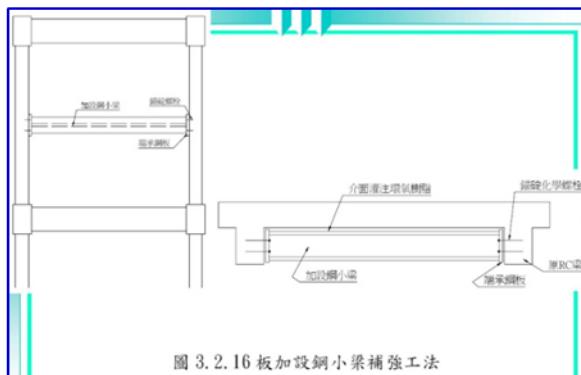


圖 結構元件補強工法

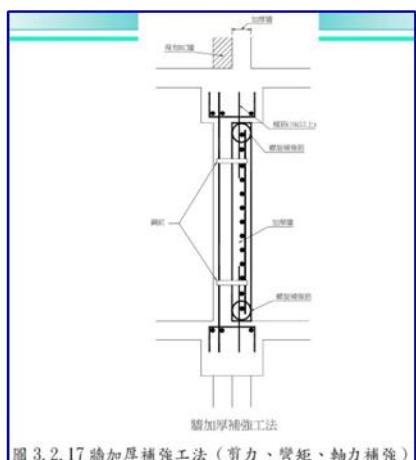


圖 結構元件補強工法  
● 結構系統改善補強工法

- 加設中間柱補強工法
- 加設翼牆補強工法
- 加設剪力牆補強工法
- 加設外側構架補強工法
- 加設附屬鋼構架補強工法

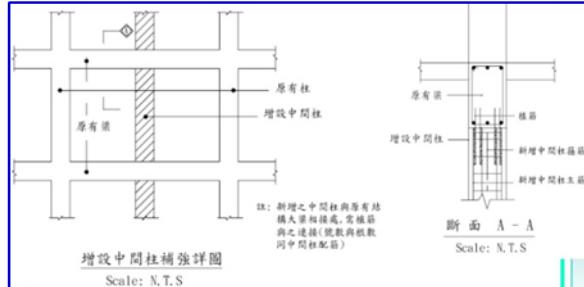


圖 結構系統改善補強工法

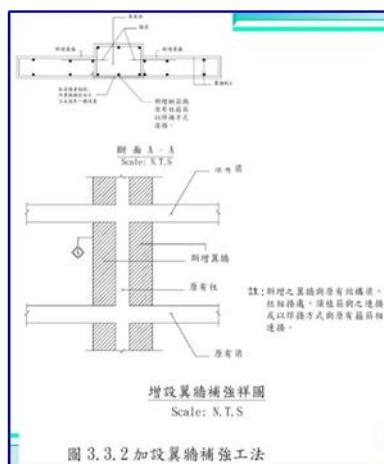


圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法

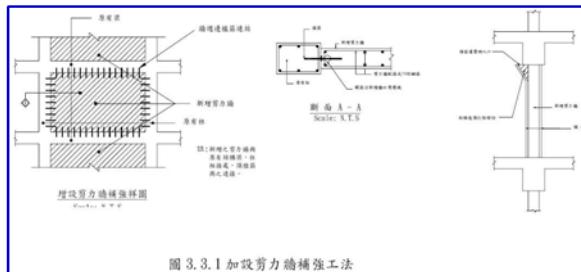


圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法

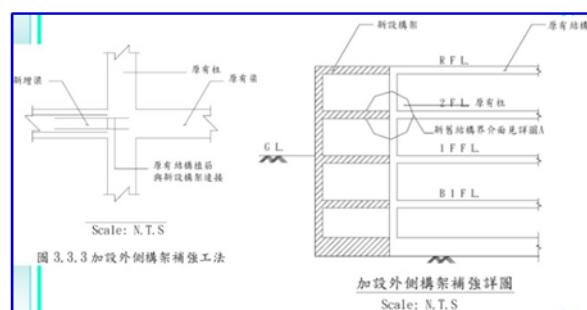


圖 結構系統改善補強工法

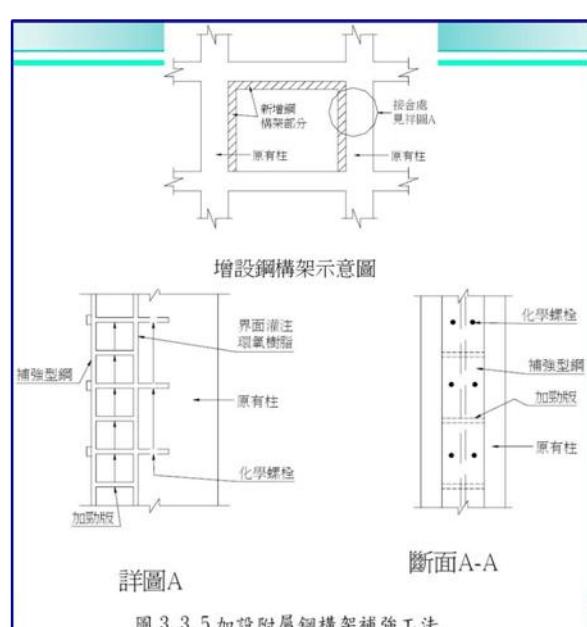


圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法



圖 結構系統改善補強工法

- 結構系統加設消能隔減震(即裝置補強工法)
- 斜撐加設三角形鋼板消能器補強工法。
- 斜撐加設黏彈性阻尼補強工法。
- 基礎加設鉛心橡膠支承墊補強工法。
- 基礎加設橡膠支承墊並配合其他消能器補強工法。
- 大地系統補強工法
  - 應先完成結構系統受損部份之修復或補強。
  - 建築物仍然存在沈陷及傾斜則需加以扶起及（或）扶正。
  - 大地系統補強後，應確保不再發生不均勻沈陷、整體沈陷及（或）傾斜等現象。
- 扶起及扶正工法
  - 扶起及扶正工法（鼎舉扶正工法）
    - 據壓工法（粉體灌漿）。
    - 油壓式或機械式千斤頂工法。
  - 回況扶正工法（傾斜修正工法）。
- 修復及補強材料檢驗
  - 修復及補強材料檢驗
  - 修復及補強工法檢驗

## 結語

目前耐震設計僅針對**重要建築物**(如：中央及縣市政府辦公廳、消防、警務及電信建物、國中、小校舍、醫院、發電廠、自來水廠或經中央機關認定之建物…等)做設計。

然為了確保地震不至於影響建築物，在設計時仍建議將耐震設計考量進去。

## 參考文獻：

- 建築物隔震消能系統設計規範條文、解說及示範例之研討
- 建築物隔震設計規範(2002)
- 建築物耐震設計規範及解說(2005)
- 第八章既有建築物之耐震能力評估與耐震補強
- 第九章 隔震建築物設計
- 第十章 含被動消能系統建築物之設計
- 建築物耐震設計規範隔震設計及被動消能系統設計專章研修與示範例研擬(2006)
- 建築物速度型被動消能元件設計手冊之研擬(2007)
- 建築物耐震設計規範及解說(2011.7)
- 建築結構補強對策 林增吉、許資生

## 混凝土使用礦粉摻料

工程部洪宜正/環品室

### 前言

自 1970 年代末期起，水泥混凝土技術開始進入高科技時代，不斷發展出適用之摻料產品和新的施工方法，可使結構體獲致較佳之工作性及強度。

自 1995 後，美國混凝土學會(ACI)在所屬 ACI 318-95 規範中建議：混凝土容許添加飛灰、爐石、矽灰等卜作嵐(Pozzolan)摻料，並和水泥一同視為膠結材料，將水灰比的觀念提升至水膠比的實際應用，也為原來被定位廢棄物的飛灰、爐石等材料用於改善混凝土的材質，而成綠色的回收資源。

### 混凝土材料之組成

#### ● 化學摻料

主要有輸氣摻料、化學摻料、流動化摻料、噴凝土用摻料及其他摻料。

#### ● 矿粉摻料

主要有混凝土用飛灰、水淬高爐爐渣粉及膠結混合料用矽灰等。

#### ● 膨脹添加物

無收縮灌漿用膨脹材料

#### ● 水泥漿之角色

凝固前為潤滑劑，增加工作性；凝固後為膠結材，增加強度

### 工作性

■ 流動性

■ 材料析離與浮水

■ 紅豆冰效應

■ 級配均勻性

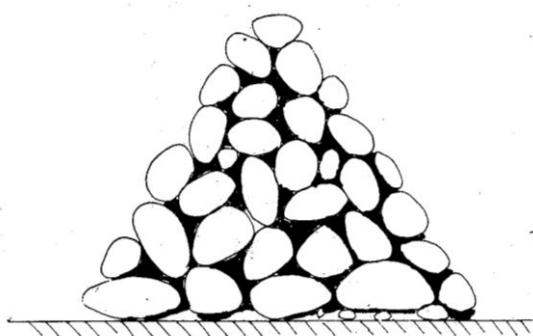


圖 1 流動性差

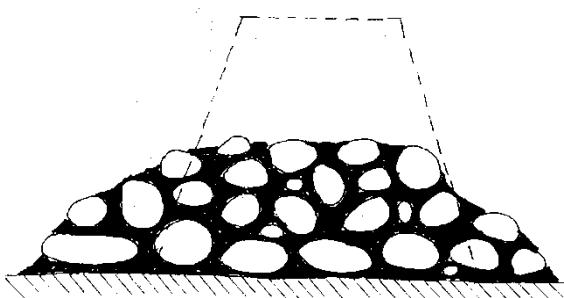
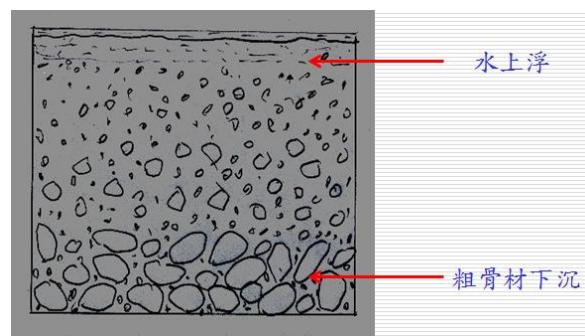


圖 2 流動性良好

### 泌水現象

- 所謂泌水現象為混凝土澆置後尚未凝結前，粗細粒料、水泥等比重較重之材料、因比重重而下沉，而水分上升，聚集於混凝土表面，產生泌水現象。
- 水分上升時，若遇到粒料或鋼筋阻擋時，會聚集於其下側，降低粒料、鋼筋與水泥砂漿間之黏結與握裹力，進而影響強度。
- 大量的泌水，會造成混凝土透水性大增，也可能加速鋼筋之腐蝕。



● 圖 3 材料析離現象

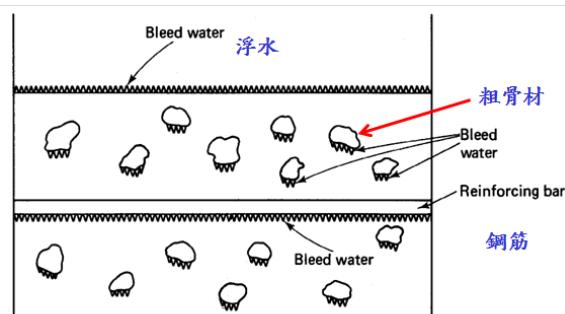


圖 4 浮水現象  
紅豆冰效應



圖 5 粒料分離

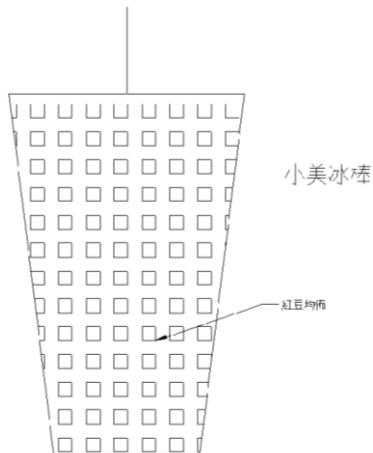


圖 6 粒料均匀  
凝結與硬化

- 膠體說—首先由原子形成微細之膠體 gel，當膠體密度增大時，遂由糊狀轉變成固體狀。如漿糊之凝固硬化。
- 增加膠體密度之方法：
  - 膠體總數不變，以減少溶液量來增加膠體密度，如漿糊乾固之方式。
  - 溶液量不變，以增生膠體數量來增

- 加膠體密度。如愛玉之固化。
- 水泥之固化，屬第（二）種情形。

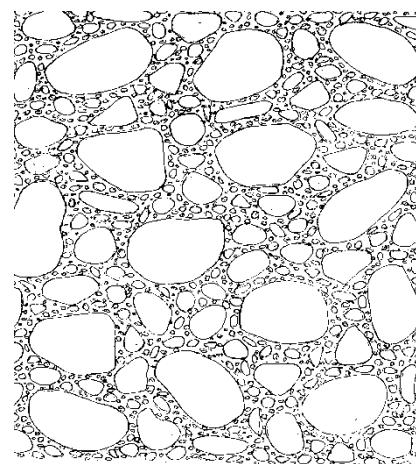


圖 7 混凝土膠結情形  
混凝土澆置-搗實注意事項

- 振動棒應垂直緩慢插入混凝土中，不得傾斜及接觸鋼筋或振動模板。
- 振動棒插入時，應緩慢並保持振動棒垂直，振動棒插入點間距約 45cm，每點之振動時間應在 5~15 秒之間，以能充分搗實並達排氣為原則。
- 充分搗實係指混凝土不再排出大氣孔、顏色均勻且表面上粗粒料若隱若現、以及振動棒之音頻由雜亂趨於穩定。振搗時間過短不易搗實，振搗時間過長使混凝土產生析離。

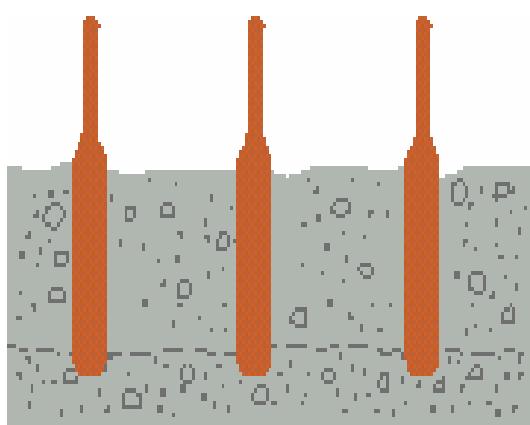


圖 8 正確方式-振動棒使用及拔初時，應儘量維持垂直方向



圖 9 正確方式-振動棒使用及拔初時，應儘量維持垂直方向

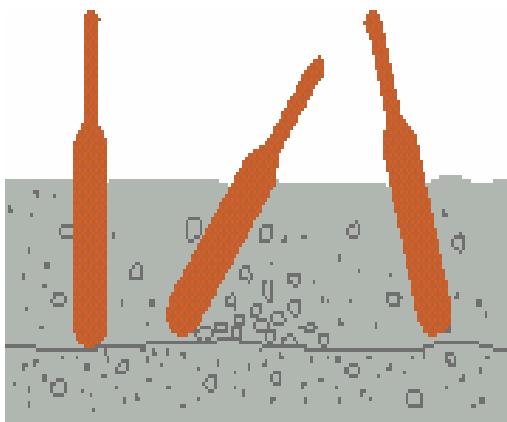


圖 10 錯誤方式-振動棒使用及拔初時傾斜



圖 11 錯誤方式-振動棒使用及拔初時傾斜

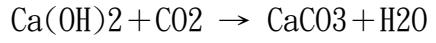


圖 11 外膜震動器

### 水化作用



- 新拌混凝土時，膠體數量少，具良好流動性。
- 初凝時，膠體密度達到膠體相互接觸之情形，致使水泥漿失去流動性。
- 混凝土之養生，首重水份之保持，以便水化作用充分進行，產生衆多之膠體，以提高混凝土之強度。
- 硬固水泥中約含 30% 氢氧化鈣，遇水會被溶解滲出，到表面時會與空氣中之二氧化碳結合成白色石灰石，即所謂的白華現象。



### 白華現象

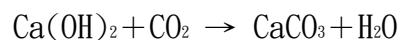
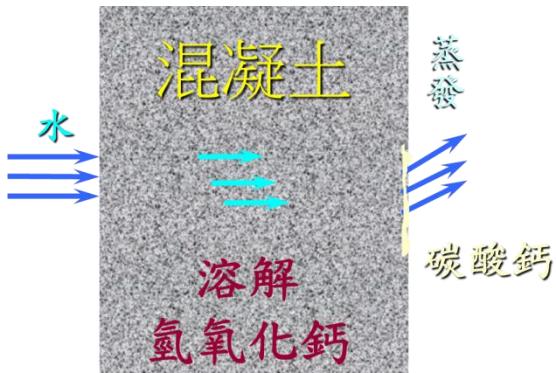




圖 12 白華現象



圖 13 白華現象

### 水泥之固化

- 硅酸鈣 ( $C_3S$  及  $C_2S$ ) 的水化反應



- $C-S-H$  膠體具有膠結性，是混凝土強度的主要來源。 $C_3S$  和  $C_2S$  的反應機理相似，主要差別在  $C_2S$  的水化速率較慢。

### ● $C-S-H$ 膠體

- 在電子顯微鏡下呈絨毛狀，且無固定形狀，約佔  $1/2-2/3$  膠體體積。
- 在既有空間生長，可填塞孔隙且不會造成體積膨脹。
- 具有膠結性，是混凝土強度的主要來源。

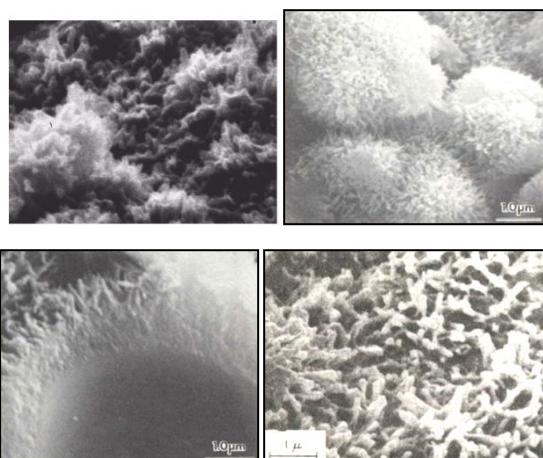


圖 14  $C-S-H$  膠體

### 氫氧化鈣

- 以電子顯微鏡觀察呈六角形片狀結晶(如下圖)，約佔  $20-25\%$  膠體體積。
- 在孔隙中生成，若遇阻礙則可能停止生長或另找空間生長。

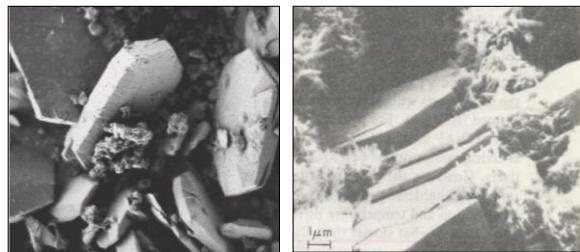


圖 15 氢氧化鈣電子顯微鏡觀察

### 卜作嵐(Pozzolan)摻料

#### 添加卜作嵐材料對混凝土效益

- 具有活性之卜作嵐摻料亦可視為膠結材料的一部份，因其可與矽酸鹽水泥水化反應所產生之氫氧化鈣進行卜作嵐反應。反應式如下：

- $Pozzolan + CH + H \rightarrow C-S-H$  (gel)
- 產生更多的膠體(gel)，充填毛細孔隙，增加混凝土強度與減低混凝土透水率。
- 卜作嵐材料：飛灰，水淬爐石粉，矽灰等。

#### 混凝土添加飛灰材料優點

- 改善工作性：由於飛灰比重只約為水泥的三分之二，所以拌合時混凝土中的實際膠結漿量會增加；加上飛灰為表面光滑之球形，改善稠度，減低混凝土與泵送管壁間的摩擦力，而改善泵送性。
- 增加水密性：飛灰的卜作嵐反應隨齡期之

延長不斷進行，產生水化矽酸鈣或鋁酸鈣等膠體填充骨材顆粒周圍的空隙、水膜層間隙等混凝土中之孔隙，增加水密性，降低滲透性，亦能抑制氯化物對混凝土中之鋼筋的侵蝕。

- 抗硫酸鹽：摻飛灰也相對減少水泥中之鋁酸三鈣含量，減少其與硫酸鹽反應生成硫酸鋁酸鹽之機率。故在混凝土中添加飛灰，可提高抗硫酸鹽侵蝕之性能。
- 鹼-粒料反應：混凝土中添加適量飛灰可與水泥中之鹼性物質發生反應而減少發生鹼-粒料反應之機率。

#### 混凝土添加爐石材料優點

- 改善工作性：
  - 爐石粉比重略小於水泥，混凝土中漿體之體積有所增加。
  - 爐石粉之表面較水泥不吸附水分，使游離水增加，故摻用爐石粉之混凝土，在相同之拌和水量下，其坍度略為增加。
- 減緩坍損：由於爐石粉之水合反應較慢，故新拌混凝土之坍損會減緩。
- 水密性：
  - 爐石粉之卜作嵐反應，使混凝土中水泥漿體內之毛細孔直徑減小，微觀結構緻密，因此非常顯著地增加混凝土之水密性。
- 耐久性：
  - 混凝土中以爐石粉適量替代部分水泥後，因漿體微觀結構較緻密，使混凝土之耐久性提高，例如抵抗硫酸鹽侵蝕，鹼骨材反應及鋼筋鏽蝕之能力。

#### 混凝土添加飛灰、水淬爐石材料之缺點

- 早期強度低：飛灰會與水泥水化產物中的氫氧化鈣在有足夠水份供應的環境中發生卜作嵐反應，在正常溫度下，28天齡期時卜作嵐反應尚在初期階段，故飛灰混凝土的早期強度一般低於普通混凝土。
- 因卜作嵐材料之使用使混凝土強度之早

期成長速率減緩，必須延後拆模時間或增加養護時程。

- 若欲提前拆模，則應採適當的再撐措施或以工地混凝土圓柱試體之抗壓強度(約  $0.7 f_{c}'$  )達可拆模強度為依據。

#### 卜作嵐(Pozzolan)摻料-最少拆模時間

構件名稱	最少拆模時間	
柱、牆及梁之不做支撐側模	12 小時	
	活載重不大於靜載重	活載重大於靜載重
單向板		
淨跨距小於 3m	4 天	3 天
淨跨距 3m 至 6m	7 天	4 天
淨跨距大於 6m	10 天	7 天
拱模	14 天	7 天
欄柵肋梁、小梁及大梁底模		
淨跨距小於 3m	7 天	4 天
淨跨距 3m 至 6m	14 天	7 天
淨跨距大於 6m	21 天	14 天

僅適用於使用第 I 型水泥且不摻卜作嵐材料或其他摻料之混凝土

#### 卜作嵐(Pozzolan)摻料

- ACI 318 在耐久性一章中將水灰比改為水膠比，膠結料除水泥外，尚包含水淬爐石粉、飛灰、矽灰及火山灰等卜作嵐材料。
- 水灰比或水膠比及拌和水量對混凝土之強度、耐久性及體積穩定性有密切關係。
- 建築工程之地面上結構建議使用爐石粉之替代率在 30% 以內，其他工程則建議在 65% 以內；飛灰之替代率建議在 20% 以內。
- 矽灰用量不得超過水泥重量之 10%。
- 特殊暴露情況下混凝土(I 型水泥)之水膠比及強度要求

暴露情況	最大水膠比 w/(c+p)	最小規定抗壓強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
(1)暴露於清水 中需具水密性	0.50	280
(2)暴露於凍融 潮濕或解冰鹽	0.45	315
(3)暴露於解冰 鹽、鹽分、海水、 鹽霧等氯離子環 境必須考鋼筋防 蝕	0.40	350

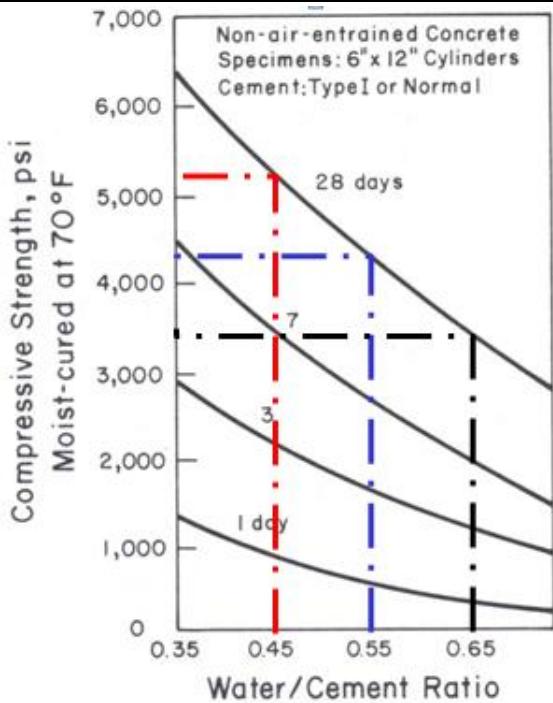


圖 16 混凝土水膠比強度對照表

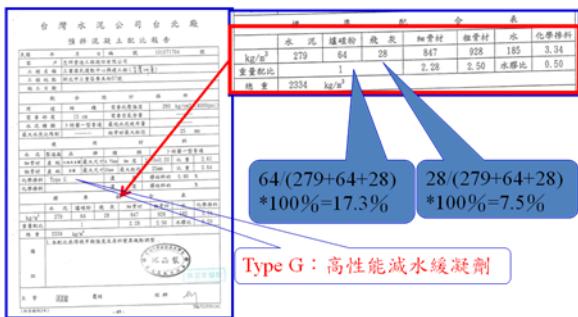


圖 17 配比表-混凝土水膠比數量計算

## 化學摻料

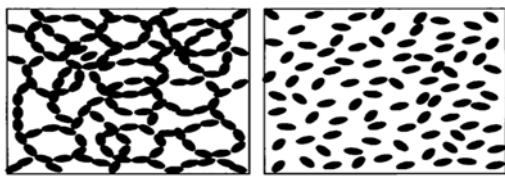
- 添加化學摻料主要目的為調節混凝土凝結和硬化時間、改善工作性、提高強度和耐久性或抗凍性。
- 一般通稱之強塑劑為 F 型或 G 型之高性能減水劑，常用的有奈磺酸系，而產製自充填混凝土則以聚羧酸系為主。
- **化學摻料-化學摻料**應符合 CNS 12283 之規定：
  - A 型：減水劑。
  - B 型：緩凝劑。
  - C 型：早強劑。
  - D 型：減水緩凝劑。
  - E 型：減水早強劑。
  - F 型：高性能減水劑。
  - G 型：高性能減水緩凝劑。

### ● 化學摻料-減水劑與強塑劑

- 依達到相同坍度時之減水量將減水劑分為：
- 普通減水劑：減水 5~10%。
- 強塑劑(高性能減水劑) (superplasticizer)：
- 減水 12~30%。常用以製造高強度混凝土、高流動性混凝土、高性能混凝土、自充填混凝土。

### ● 化學摻料-減水現象

- 水泥在製造時曾經經過研磨的過程，被磨細的水泥粉末顆粒表面會帶有正、負電的靜電荷，會使水泥顆粒吸附聚集在一起。當水泥與水拌合時，水的表面力使水不易進入叢聚的水泥顆粒群，而水泥漿要達到具流動性前，水泥顆粒須先完全被水包裹後，多餘的水才是用來提供流動性。

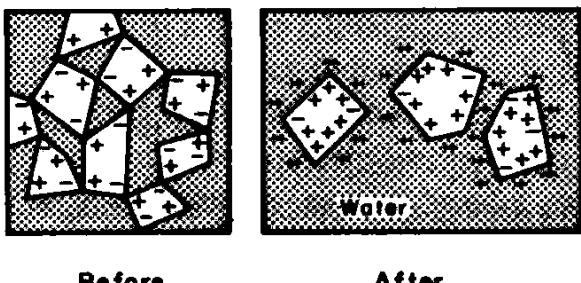


一般水泥漿

添加減水劑之水泥漿

### ● 化學摻料-減水原理

減水劑為帶有磺酸基( $-SO_3-$ )或羧基( $-COO-$ )等親水性官能基的長鍊高分子有機化合物，當與水泥拌合時，減水劑中帶負電的官能基，會吸附在帶正電的水泥顆粒表面，中和水泥顆粒的靜電荷及降低水的表面張力，分散水泥顆粒及使水泥顆粒更具親水性，因此較少的水量即可包裹水泥顆粒，多出的水即可增加混凝土的工作性。



Before

After

### 混凝土養護

- 水化、乾縮：混凝土硬固初期，若內部水份供應不足會影響水化作用，阻礙強度發展，並因收縮作用造成裂縫，影響混凝土品質。
- 強度：養護期間，溫度過低會造成強度發展遲緩，溫度過高雖會加快初期強度，但會成長期強度折減。
- 乾燥、外力：陽光直射與風吹，混凝土表面容易急速乾燥，產生塑性收縮裂縫，而影響耐久性。混凝土受不當振動與外力作用，會造成嚴重裂縫及損傷，影響安全。
- 養護混凝土養護重點：確保充足水分供應、保持適當溫度、避免陽光直射、風吹以及減少外力與振動。

### 混凝土養護-濕治養護（噴霧養護）

- 開始養護時機：
- 養護應在於表面泌水消失後儘速

進行。

- 開始養護時間一般在澆築完畢後3~12小時內即應進行濕治養護。
- 依氣候條件、水泥用量與種類、工作風材料之使用及是否摻加緩凝劑而定。
- 養護材料：以保濕性材料(吸水性織物，如布袋、草墊、毛毯、棉禡等)覆蓋，養護期間經常灑水，保持濕潤。

### 塑性裂縫產生原因

- 在台灣炎熱潮濕的天候下，每當混凝土澆置時，其表面的水份常因大氣溫度、溼度、風速，以及混凝土本身之溫度，造成表面水份快速蒸發，若蒸發速率大於混凝土表面泌水速率或外界補充之水份時，即會產生裂縫。
- 炎熱天候混凝土之施工，水分蒸發過速引起塑性收縮，影響工程品質。因此，炎熱天候下混凝土澆置後數天之充分持續養護是相當必要的。
- 在水分蒸發速率因素：混凝土溫度、氣溫、大氣濕度與風速。
- 蒸發速率超過  $0.5 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$  時，宜採用養護措施；但超過  $1.0 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$  時，塑性收縮更顯著，須強制採取養護措施-水霧(噴霧)養護。
- 塑性收縮裂縫的原因來自混凝土內部因素，係因蒸發水量所引起毛細管張力超過水泥漿之張力強度造成的，最常發生於大面積的版面或平面作業之混凝土工程。

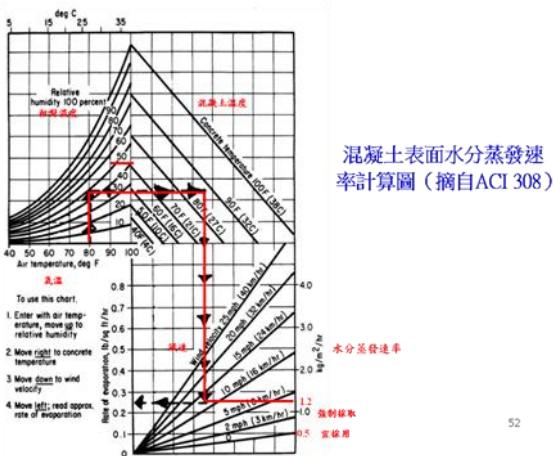


圖 18 混凝土表面水分蒸發速率計算圖



圖 19 自動灑水養護混凝土



圖 20 混凝土表面以麻布袋完全覆蓋



圖 21 灑水養護



圖 22 灑水養護

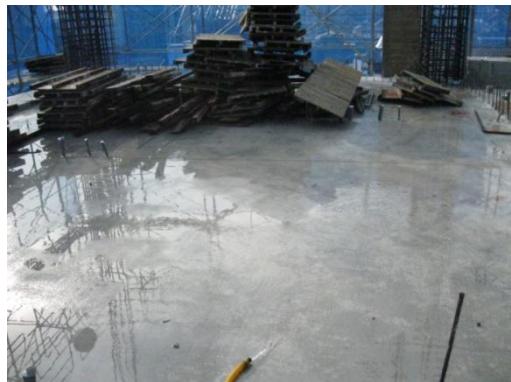


圖 23 灑水養護

### 混凝土養護-液膜養護

- 液膜作用-液膜養護法：均勻噴灑一層化學養護劑於混凝土表面，減緩水分散失，達到養護目的。混凝土養護劑應符合 CNS 2178 規定，在不影響混凝土表面外觀及無法溼治養護時，經許可後使用。
- 有害於介面黏著：混凝土表面若須接合新澆置之混凝土或塗裝其他面層，如油漆、防潮層或不透水層者，不得使用蠟、脂類之養護劑。施工縫處亦不得使用養護劑。
- 預留筋：預留筋或鐵件者應避免塗佈養護劑，以防影響其握裹力。

### 混凝土養護-蒸汽養護

- 無不良影響：蒸氣養護，須注意不可有不良影響。養護前須規劃養護起始時間、溫度上升速率、養護溫度、持續時間及冷卻速率等，避免產生裂縫影響強度與耐久性。
- 密閉、均勻：蒸氣養護應有足夠蒸氣之密閉設備(減少水份與熱量損失)，蒸氣不可直接吹向混凝土(溫度不均)。
- 起始：養護起始時間：完成混凝土澆置後

2~4 小時內，若使用緩凝劑時，得增為 4~6 小時。

### 混凝土養護-養護期

- 早強混凝土：
  - 持續養護 3 日以上。
- 一般混凝土：
  - 持續養護 7 日以上，II 型水泥 10 日。
- ト作嵐混凝土：
  - 現場養護試體之平均抗壓強度達  $0.7 f_c'$ 。
  - 實驗室養護試體之平均抗壓強度達  $0.85 f_c'$  以上，且現場混凝土溫度在養護期間維持在  $28^\circ\text{C}$  以上。
  - 經認可之非破壞檢測方法求得之平均抗壓強度達  $f_c'$  時。

### 參考文獻：

- 公共工程高爐石混凝土使用手冊，2001
- 公共工程飛灰混凝土使用手冊，1999
- 中國土木水利工程學會，混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94a)

混凝土品質檢測技術-中國生產力中心

# 建築物鋼筋施工及查驗標準探討-柱、梁

工程部洪宜正/環品室

## 前言

國內營建工程大都會碰到鋼筋工程綁紮施工，了解鋼筋綁紮施工品質是非常重要的，首先是對於工程管理人員的專業教育，應該把理論結合實務，讓工程師了解書本上所學的，跟實際現場品管的重點能夠做結合，讓鋼筋工程施工缺失降低，以提升施工品質。

希望藉著實務的施工經驗來探討鋼筋施工品質管理的重點，把一些施工管理要點及工程上常犯的缺失逐一探討，利用實際的施工照片，讓大家更能容易了解，同時藉著探討工地常見缺失以改善鋼筋工程的施工品質。

## 柱

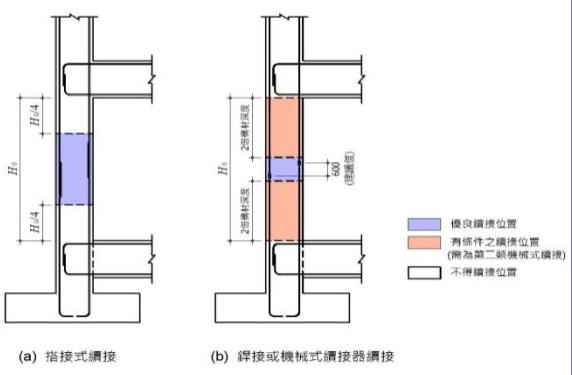
- 對於耐震構材之柱主筋續接位置應在低應力區域，因此縱向鋼筋若採搭接時，須在柱淨高之中央  $1/2$  位置。
- 鋼筋採用鋼筋續接器時，規範規定第一類鋼筋續接器不得使用於梁、柱接頭面或地震時鋼筋可能降伏處起算兩倍構材深度範圍內，第二類鋼筋續接器依據規範規定，准許使用於任何位置。

鋼筋若採用 SA級鋼筋續接器 進行續接時，因其性能可符合規範第二類機械式續接之規定，故 依據規範規定可准許使用於任何位置。

目前國內工程實務上，鋼筋續接器已大多採用SA級鋼筋續接器。雖然規範可准許使用於任何位置，但續接器 若能配置在柱淨高中央  $1/2$  範圍內，將可降低製造及施工品質等不確定性之影響。

採用 SA級鋼筋續接器，其性能可符合規範第二類機械式續接之規定，故 可准許使用於任何位置，同時相鄰鋼筋也無須錯位，惟仍須考慮施工可行性。

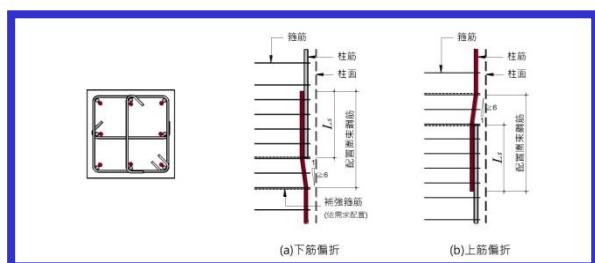
但建議可參照「混凝土結構設計規範」第5.16.4.1條之規定，將相鄰續接器位置錯開600mm以上，或採用隔根隔層續接的方式處理，來提高續接的安全性。



- 若柱主筋的偏差過大時，並不適宜於樓版面上直接進行觀折調整，而應依據偏移量進行合宜處理。



- 柱鋼筋之搭接若使偏折處理時，鋼筋偏斜部份之斜度不得大於  $1:6$ ，鋼筋偏折處須用橫箍筋、螺箍筋做橫向支撐。



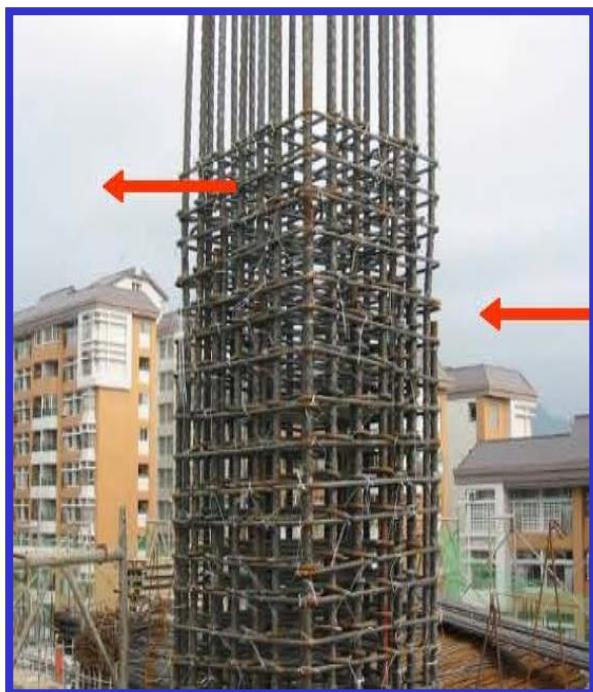
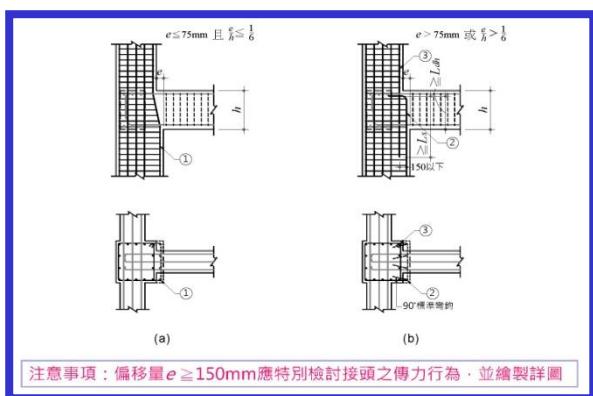


圖 柱頂 T 頭高度超過樓板面高程

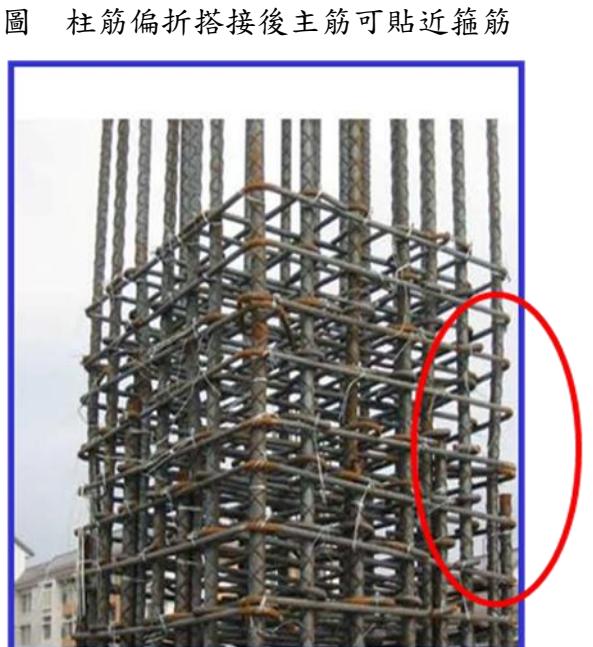
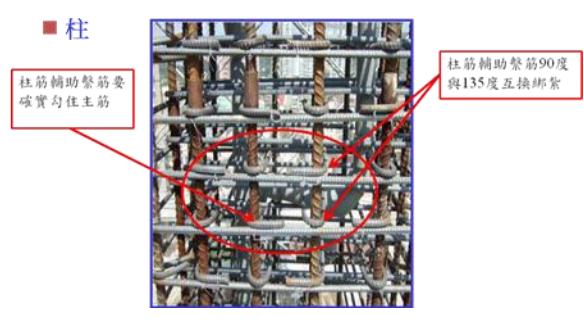
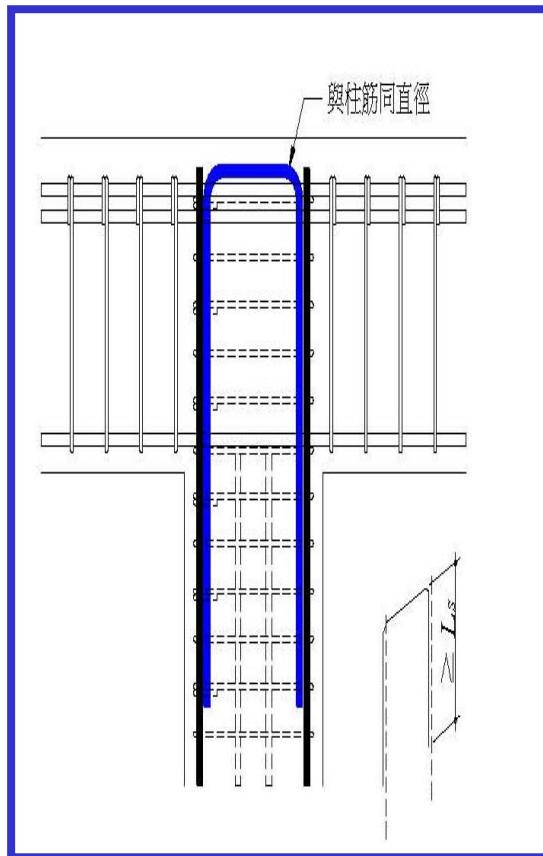
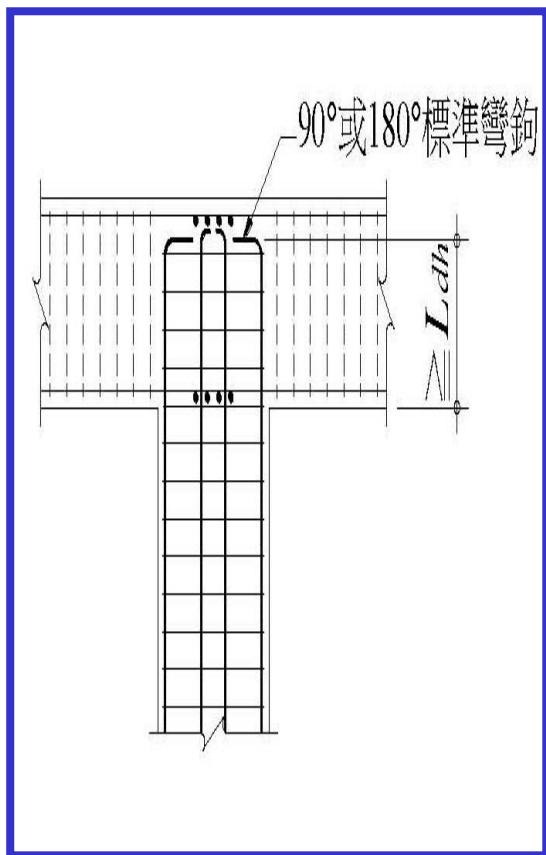
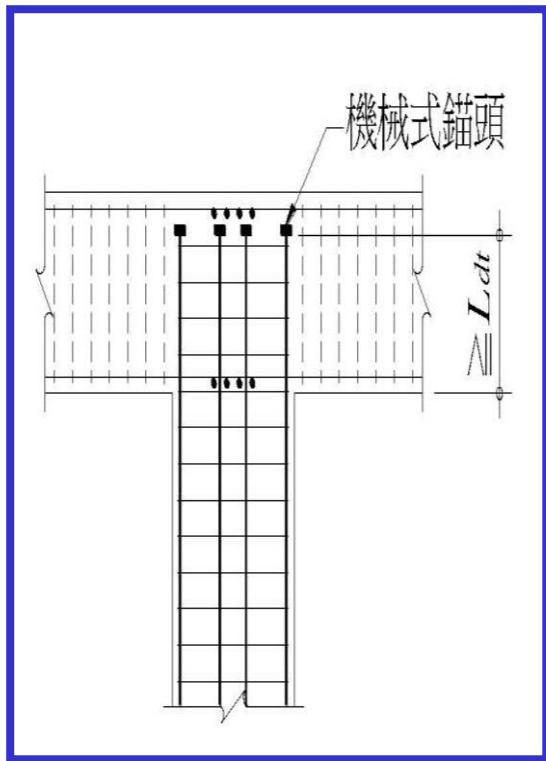


圖 柱筋偏折搭接後主筋可貼近箍筋



圖 柱主筋未施作彎鉤錨定



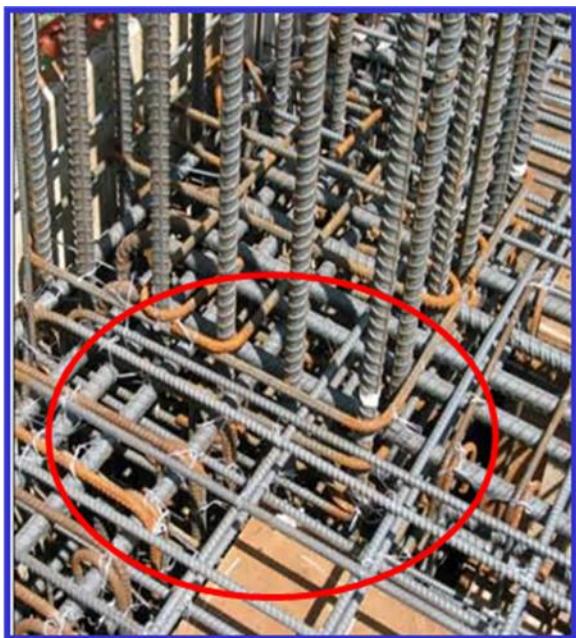


圖 梁柱接頭箍筋綁紮



圖 柱-箍筋 90 度彎鈎破壞

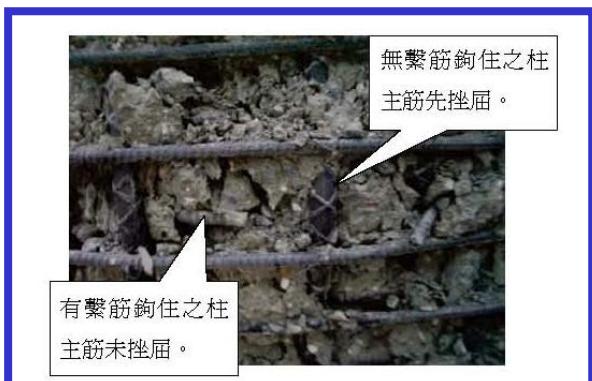


圖 柱-箍筋 90 度彎鈎破壞



圖 梁柱接頭箍筋綁紮



圖 柱-梁柱接頭破壞



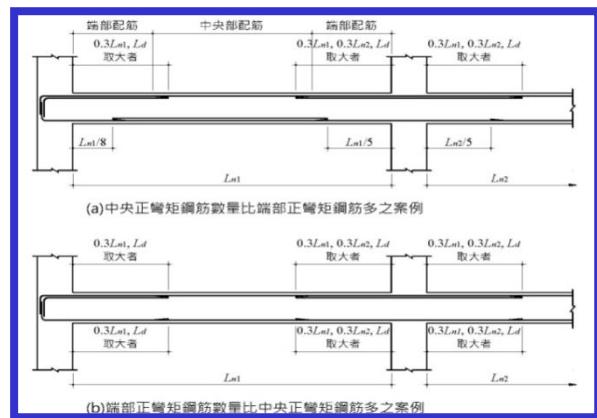
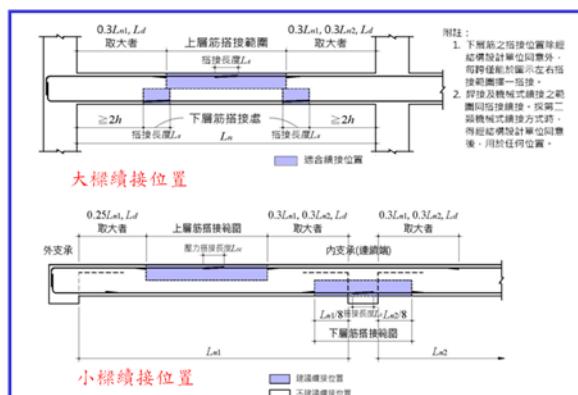
圖 柱-箍筋 90 度彎鈎破壞



圖 柱-梁柱接頭破壞

### 梁

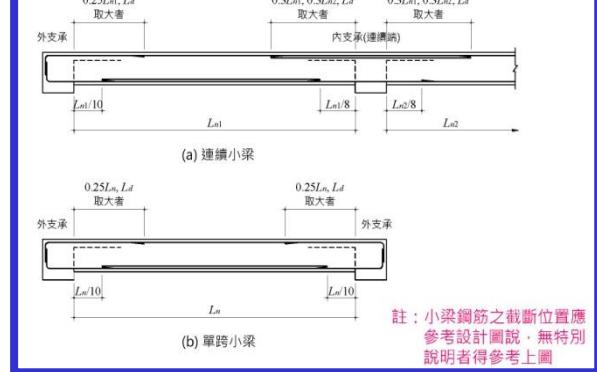
- 大梁主筋之搭接不得用於構材接頭內、距接頭交接面 2 倍構材深度以內範圍以及可能引起撓屈降伏之位置。
- 大梁上層筋儘可能於梁跨中央處進行續接，下層筋則考慮垂直載重通常在梁跨中央處產生最大正彎距，故下層筋常在距離梁兩端兩倍梁深  $2h$  以上之位置開始續接。
- 小梁鋼筋因以垂直載重為主，上層筋之續接位置一般設置在梁中央處，下層筋則改在接頭區進行續接。



(b) 端部正彎矩鋼筋數量比中央正彎矩鋼筋多之案例

(a) 中央正彎矩鋼筋數量比端部正彎矩鋼筋多之案例

圖 大梁縱向主筋之截斷位置圖



註：小梁鋼筋之截斷位置應參考設計圖說，無特別說明者得參考上圖

圖 小梁縱向主筋之截斷位置圖

### 梁-地樑

- 地樑主筋之配置一般有三種種況
- 依據獨立基礎(獨立基腳、樁基礎等)所承受之地震力決定主筋。
- 依據基礎版上方所承受之垂直荷重決定主筋。
- 筏式基礎、連續基礎等依據基礎樑下方承受之地盤反力決定主筋。

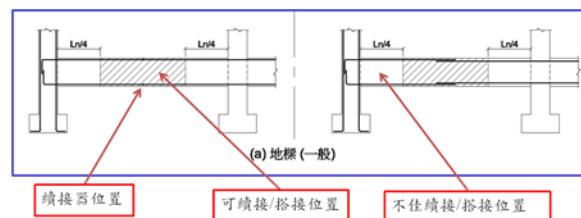


圖 獨立基礎(獨立基腳、樁基礎等)

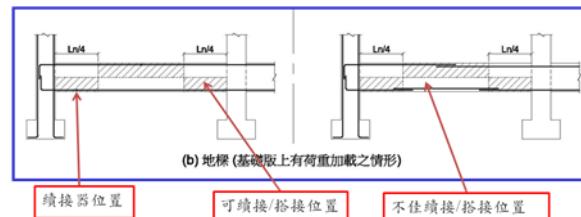


圖 基礎版上方所承受之垂直荷重

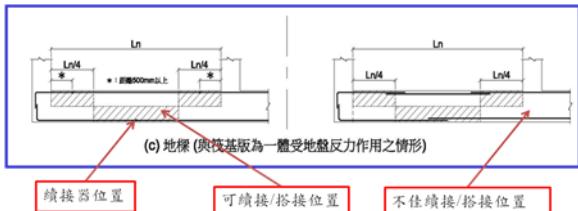


圖 筏式基礎、連續基礎  
梁-梁柱接頭之主筋端部锚定埋入長度

- 耐震設計梁之縱向鋼筋終止於柱內時，應延伸至柱圍束核心區之另一面，接頭區之受拉鋼筋採具90°標準彎鉤之伸展長度或直鋼筋之伸展長度。梁柱接頭區之梁主筋端部採90°標準彎鉤之彎鉤方向，上層筋之彎鉤向下彎折，下層筋則應往上彎折。由於下層筋往下之锚定方式，其锚定強度低且梁柱接頭之剪力強度亦低，若實際施作確有困難時，下層筋建議改採擴頭锚定方式。
- 梁柱接頭區之主筋端部彎鉤锚定位置，依據規範規定，應延伸至柱圍束核心區之另一面。

梁-梁柱接頭之主筋端部锚定埋入長度

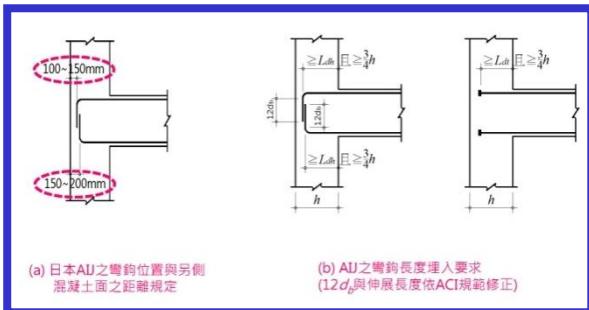


圖 梁筋之彎鉤埋入長度要求



圖 擴頭鋼筋(機械式錨頭)之規範要求

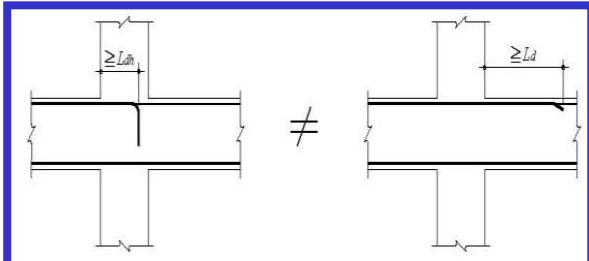


圖 梁柱接頭區之主筋端部锚定

由於梁筋延伸入對側梁內時，會使對側梁之彎矩強度增加，但就耐震結構而言，梁彎矩強度增加的同時，也須配合提高梁、柱剪力強度及接頭的強度設計方能確保結構韌性的發展，單獨增加梁的強度有時反造成結構不利的影響。因此若結構設計圖說之梁筋於梁柱接頭區內採90°彎鉤锚定，不可於施工時擅自改為直線延伸處理。

圖 梁柱接頭區之主筋端部锚定

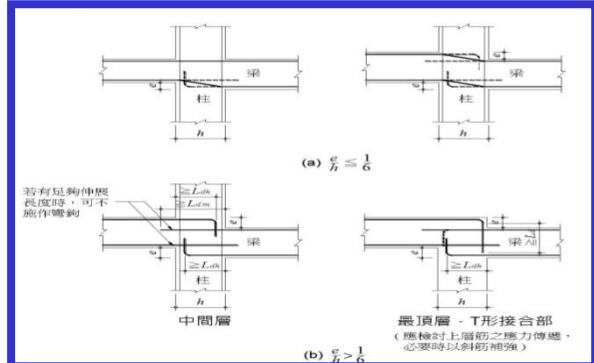


圖 梁柱接頭區之主筋端部锚定

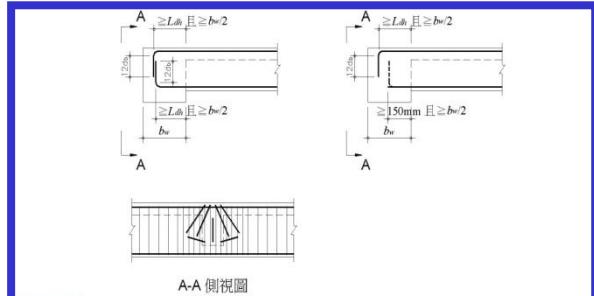


圖 大小梁接頭處理

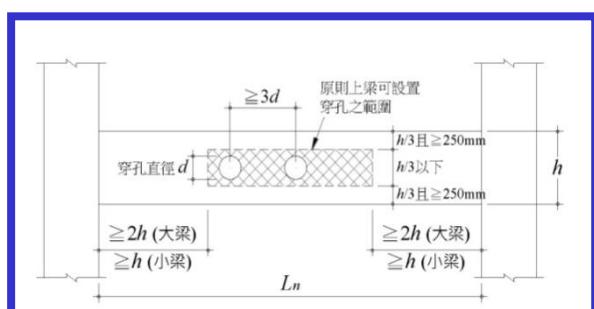




圖 穿梁孔留設位置距離柱邊未達 2 倍梁深以上

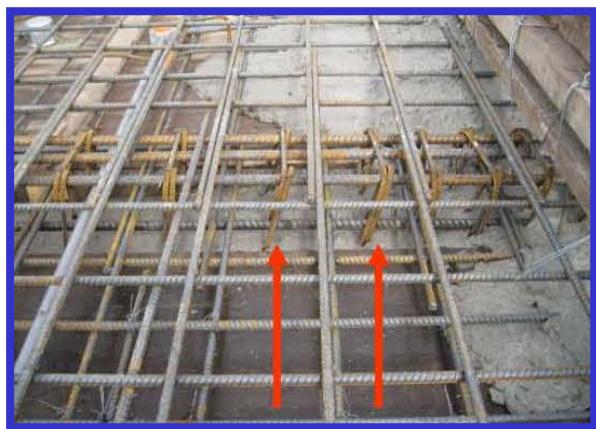
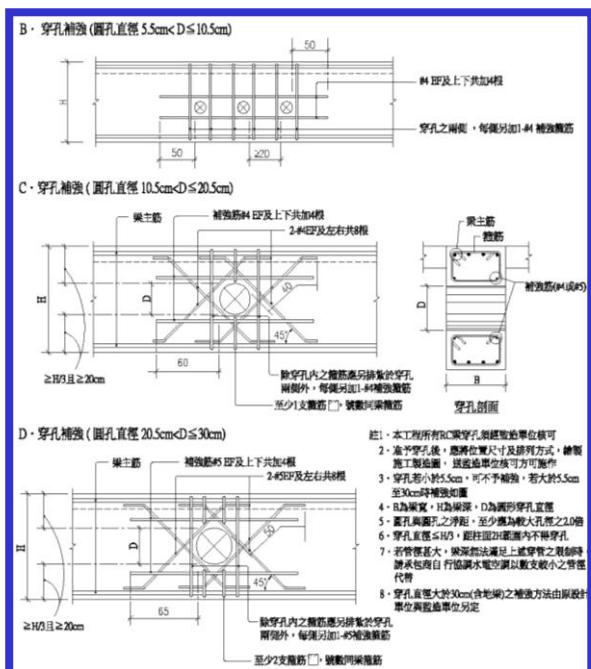
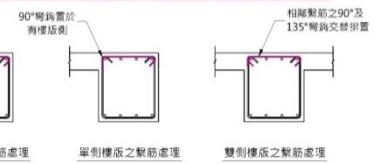


圖 梁箍筋未綁紮固定，澆置時梁箍筋移位情形



依據規範之規定，耐震受撓構材(梁)中之閉合箍筋可由一個兩端具有耐震嚙鉤之U型筋及一根繫筋組成(如下圖所示)。鉤住同一主筋相鄰各繫筋之90°與135°嚙鉤應交替排置。梁如僅一邊有樓版者，繫筋之90°嚙鉤應置於樓版之一側。

若梁之兩邊皆無樓版時，則箍筋上蓋之繫筋兩端應採135°嚙鉤。



### 參考文獻：

- 謝俊誼，探討鋼筋工程施工品質管理及常見缺失
- 中華民國結構工程學會，2013
- 內政部營建署，混凝土結構設計規範，2011

## 鋼筋施工常見缺失與處理對策

### 柱常見缺失與處理對策

柱施工缺失，最危險為柱主筋位置放樣錯誤以任意偏折方式處理；其他常見缺失為柱頂主筋彎鈎施作問題、柱箍筋施工品質不良問題，以及柱主筋間距施工配置不當所造成的柱箍筋施工問題。



圖 柱主筋位置放樣錯誤以任意偏折方式處理

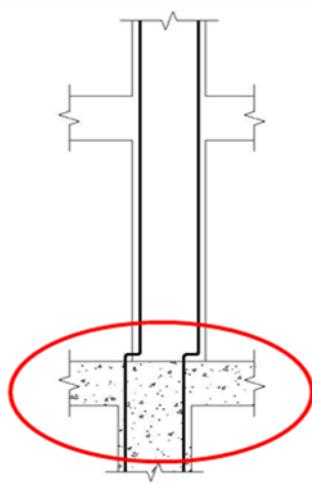


圖 柱主筋位置放樣錯誤以任意偏折方式處理

- 柱主筋位置放樣錯誤改善對策
- 若採斜柱、擴柱或斜主筋擴柱方式處理，仍有於樓層面出現水平分力、結構應力改變以及其他補強細節待處理，宜由設計單位檢討處理。
- 柱鋼筋之搭接若使偏折處理時，鋼筋偏斜

工程部洪宜正/環品室

部份之斜度不得大於  $1:6$ ，鋼筋偏折處須用橫箍筋、螺箍筋做橫向支撐。

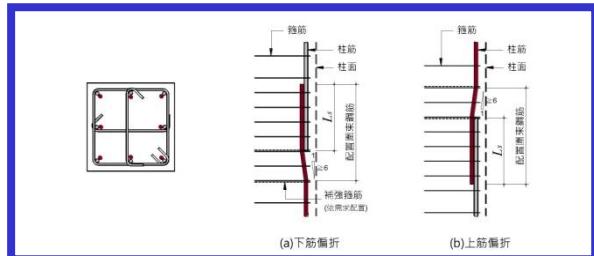


圖 柱鋼筋偏斜部份之斜度不得大於  $1:6$

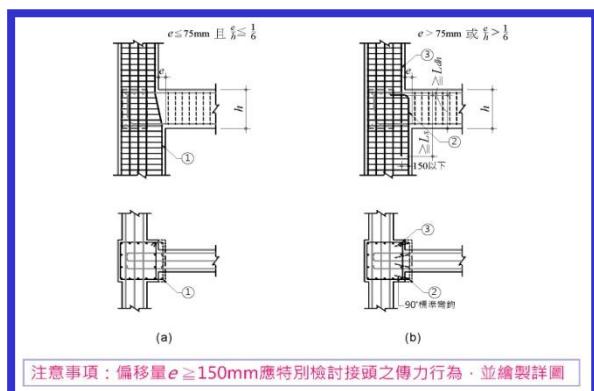


圖 柱鋼筋偏斜標準圖



圖 柱頂主筋彎鈎施作問題

### ● 柱頂主筋彎鈎施作問題改善對策

- 主筋頂採用機械式錨頭代替彎鈎應可解決上述問題。
- 另若條件許可柱往上延伸突出梁頂，為值得推薦的設計方式。

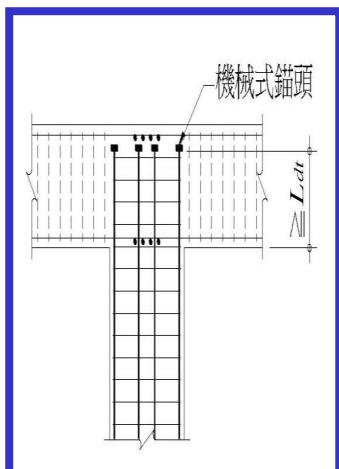


圖 T頭錨定位置

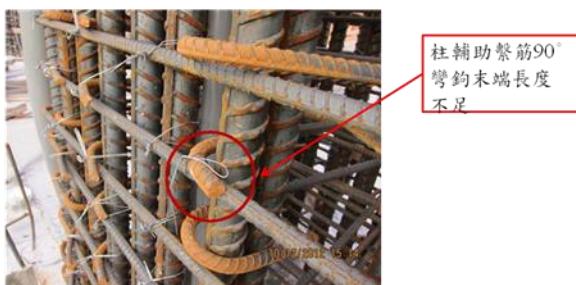


圖 柱箍筋施工品質不良問題

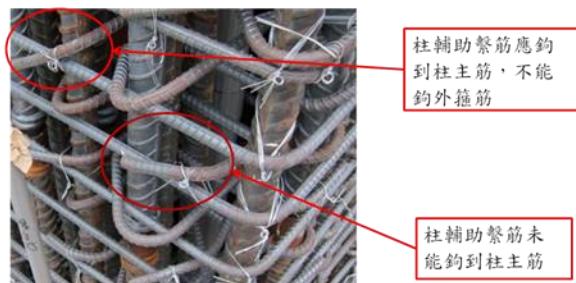


圖 柱箍筋施工品質不良問題

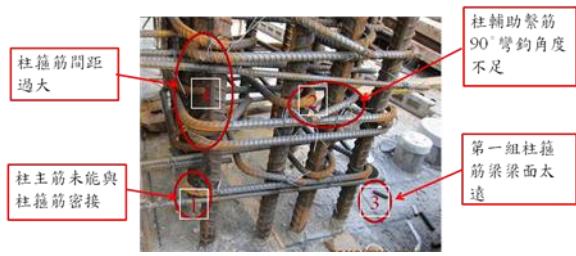


圖 柱箍筋施工品質不良問題

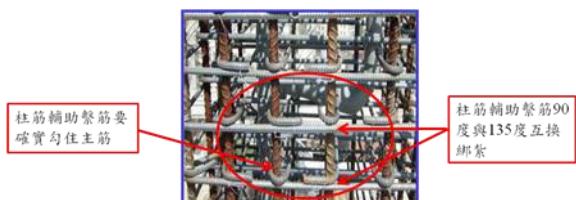


圖 柱箍筋施工品質不良問題

- 上述照片所顯示問題，應加強施工品質管理。

## 梁常見缺失與處理對策

梁常見缺失為大梁主筋放置於柱主筋外側、大梁主筋彎鈎錨定之水平長度不足、梁箍筋中斷，以及梁箍筋未能與主筋密接等問題。

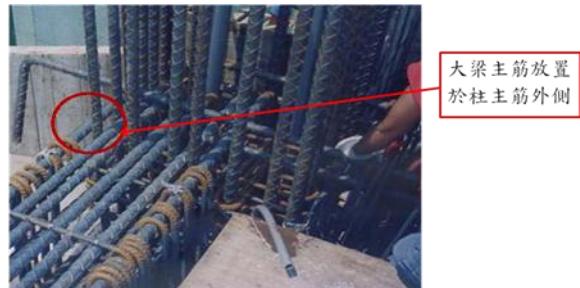


圖 大梁主筋放置於柱主筋外側

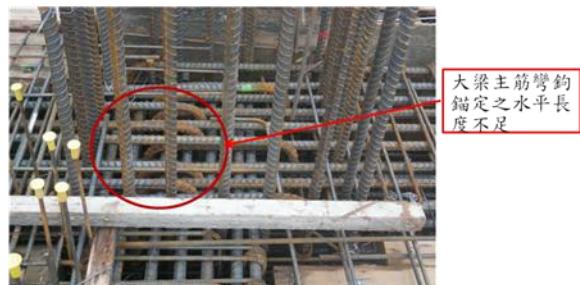


圖 大梁主筋彎鈎錨定之水平長度不足



圖 梁箍筋中斷

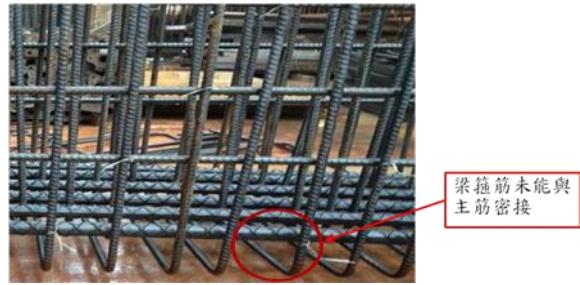


圖 梁箍筋未能與主筋密接

### ● 梁常見缺失改善對策

- 大樑主筋應錨定於柱圍束核心區之另一面。
- 梁箍筋彎鈎以及轉角必須與梁主筋密接才能充分發揮箍筋結構作用。
- 梁與梁接合處，除主要梁箍筋不能中

斷外，還應注意設計圖是否設計有其他補強鋼筋。

### 牆常見缺失與處理對策

牆常見缺失為牆相交處之水平鋼筋錯誤、牆上端鋼筋未錨定於樓板內、牆鋼筋搭接長度不足、牆鋼筋保護層不足等問題。

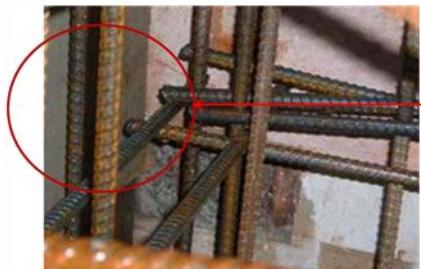


圖 墻相交處之水平鋼筋錯誤



圖 墻相交處之水平鋼筋錯誤



圖 墻上端鋼筋未錨定於樓板內

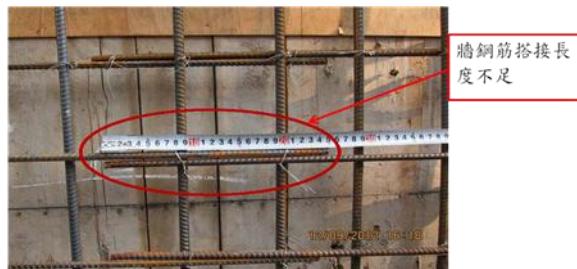


圖 墻鋼筋搭接長度不足

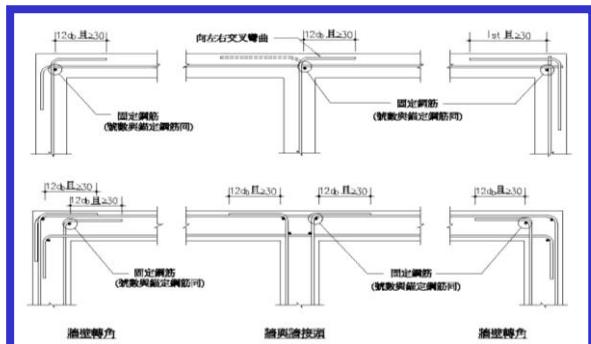
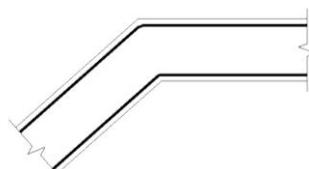


圖 墻相交處之水平鋼筋錯誤改善對策



## 圖 牆鋼筋保護層不足

### 版常見缺失與處理對策

版常見缺失為折版凹角側鋼筋直接彎折、樓版高低差鋼筋直接彎折、樓版鋼筋任意彎折、樓版埋設管線過於密集、樓板下層鋼筋錨定長度不足及梁上樓版鋼筋及箍筋密集等問題。

### 圖 折版凹角側鋼筋直接彎折

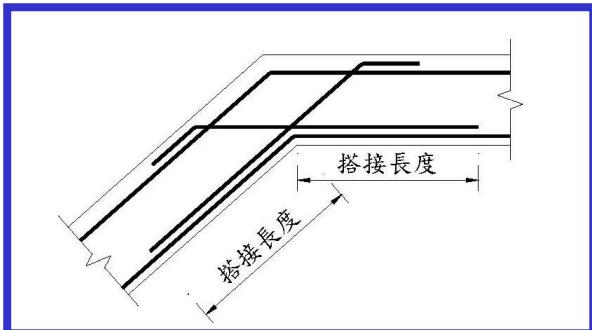


圖 折版凹角側鋼筋直接彎折改善對策

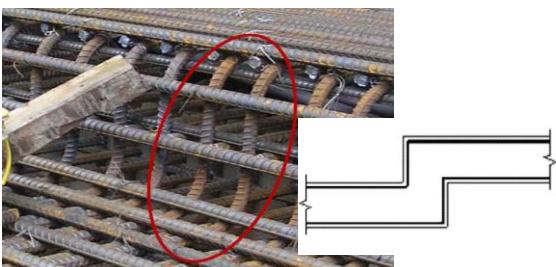


圖 樓版高低差鋼筋直接彎折

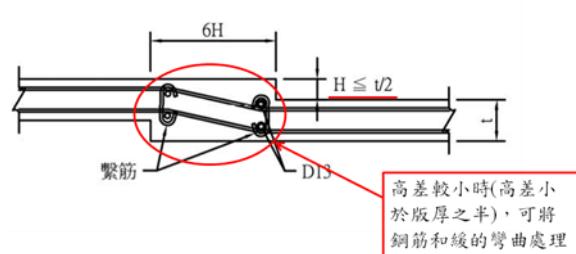


圖 樓版高低差鋼筋直接彎折改善對策-1

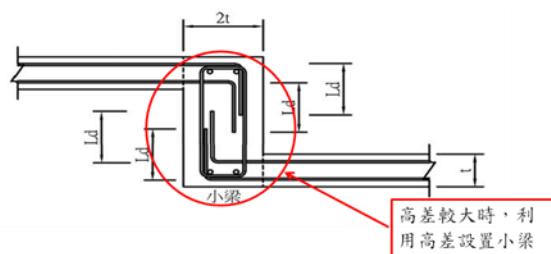


圖 樓版高低差鋼筋直接彎折改善對策-2

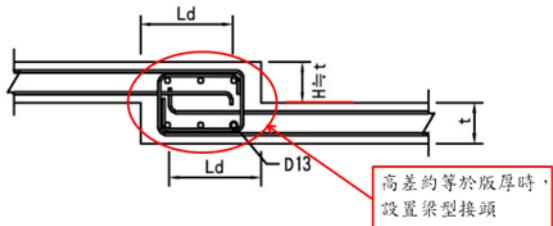


圖 樓版高低差鋼筋直接彎折改善對策-3



圖 樓版鋼筋任意彎折



圖 樓版埋設管線過於密集



圖 樓板下層鋼筋錨定長度不足



圖 梁上樓版鋼筋及箍筋密集

- 版常見缺失改善對策

- 折版凹角側鋼筋正確施工方式為交叉  
錨定方式。
- 鋼筋搭接應避開應力較大處。
- 樓版管線間距應為粗粒料最大尺寸之  
1 又 1/3 倍或 2.5 公分。
- 因樓板上層鋼筋於梁上搭接或梁兩側  
樓版上層鋼筋接直接錨定於梁上，造  
成該區域鋼筋過於密集，會影響混凝  
土澆置品質，應洽詢結構設計單位尋  
求改善方式。

**參考文獻：**

- 房屋結構鋼筋施工綱要與品管，中華民國  
結構工程學會，2013

## 建築物受外力影響產生裂縫原因之探討

工程部洪宜正/環品室

### 前言

鋼筋混凝土結構物的開裂現象是由於外力的作用所產生，因而對結構物及構件產生張力、壓力、剪力、彎矩、扭力等，使得構件內部產生相對應之軸向應力、剪應力抵抗外力作用，當構件材料內部的抵抗力小於外力作用時，結構之構件即發生裂縫與開裂現象。

鋼筋混凝土構造物是目前台灣地區構造物形式之主要類型，其地震下構件破壞之類型主要有外圍底層柱壓力破壞、梁柱接頭破壞、剪力牆破壞、柱剪力破壞及短柱破壞等。

### 地震力導入結構物之行為

- 建築物結構最主要單元：梁、柱
  - 梁：承受剪力、彎矩作用
  - 柱：承受壓力、剪力、彎矩作用
- 簡化模擬單層梁、柱抗彎結構，架構系統包含主要之支撐及抗彎構件——梁、柱及構造物質量所在之樓板框架(圖 1a)。
- 在地震位移之動力過程中，結構體上的靜載重及構架本身之自重，即生成質量慣性力並作用於地震力之反方向，造成支撐構件之變形而造成構架側位移(圖 1b)，進而危害建築物。

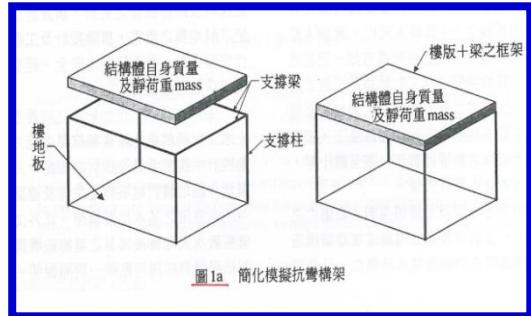


圖 1a 簡化模擬抗彎構架

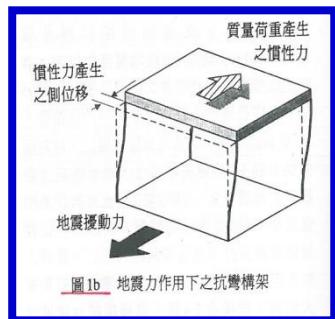


圖 1b 地震力作用下之抗彎構架

- 抵抗外力：抗彎構架承受地震力作用時梁柱構件分別因構件之變形而生成之抵抗應力(彎矩及剪力)用於抵抗外力。
- 強柱弱梁：
- 地震側力破壞對梁、柱等構件有不同程度

之影響；當構架其中一支梁損壞時仍不致於造成結構體整體傾倒。

- 反之其中單一根柱發生破壞時，將造成抗彎構架整體之傾倒。
- 耐震設計：將結構體之變形能力納入設計規範。
- 梁及樓板構件於澆置時較柱構件更能進行搗實及品質控制。
- 柱斷面中有預留(排水、瓦斯、供電)等管路，致柱實際施工完成之斷面均較小於原設計面積，加上梁柱接頭位置需同時綁紮大量密集之鋼筋，造成混凝土澆置時無法順利流動，以確實地填塞接頭區等因素均對於柱構件之耐震能力造成不利之影響。
- 在側向位移與垂直載重之交互作用下，會導致柱底端彎矩值之放大效應(圖 2)。大地震中常見有建築物底層柱因非預期之破壞致建築物傾倒。

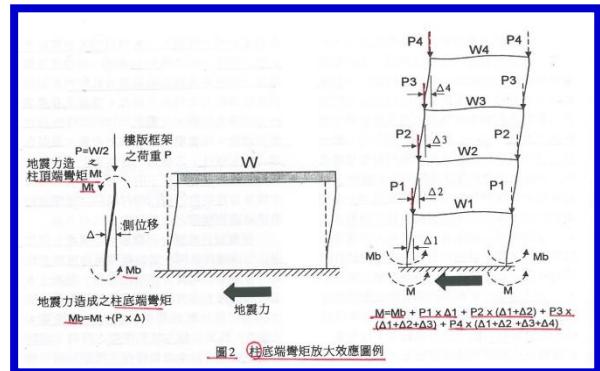
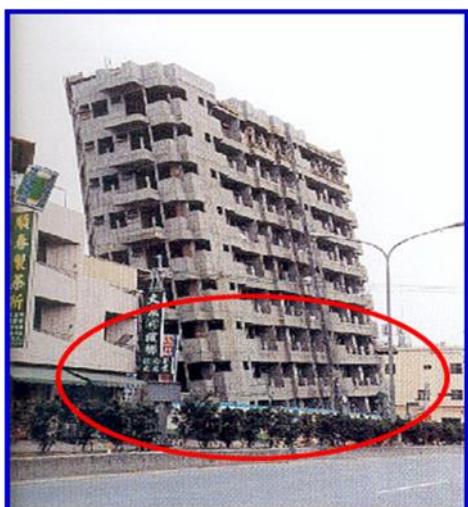
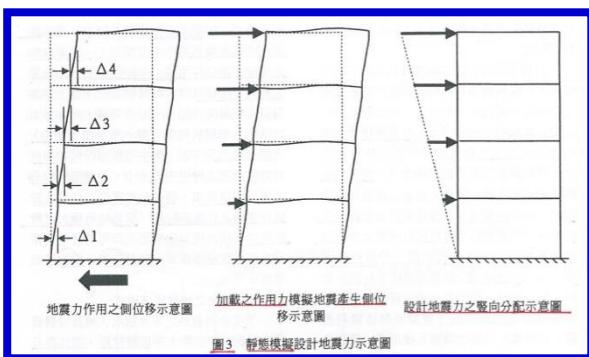


圖 2 地端彎矩放大效應圖例

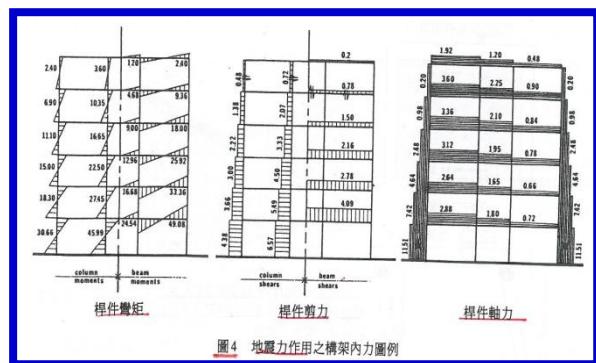




- 模擬設計地震力之觀念與地震力產生側位移之行為極為雷同，根據上述地震力導入結構物產生側位移之行為以較簡單之靜力方式模擬(圖 3)。
- 現階段結構設計可藉由程式模擬動態行為進行分析，惟動力分析卻設計繁瑣，僅為較高層或特殊構造物考慮採用。
- 一般若合於法規規定仍採用靜力分配法分析，即地震力豎向分配設計結合電算機進行。

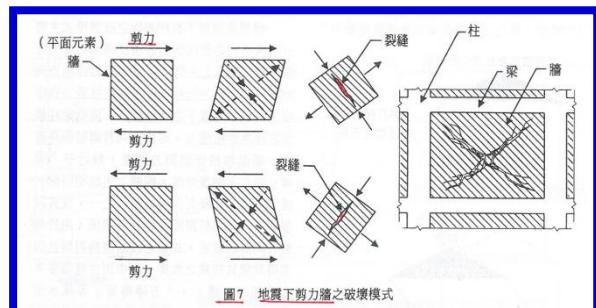


- 地震側力按豎向分配作用於構架時，桿件受力行為如(圖 4)之彎矩內力分布圖，圖中陰影部分代表桿件該對應位置之彎矩內力大小。
- 由架構彎矩分布圖得知，架構於地震側力作用下構件接頭之位置及柱端、梁端均有極大之彎矩產生。
- 上述理論分析結果得知，地震後常見柱端、梁端之破壞現象。



### 建築物牆之破壞模式

- 將牆面視為一平面元素承受剪力作用，純剪力作用下將於對角  $45^\circ$  方向出現主應力，(圖 7) 中之主應力成拉-壓對應型式，若作用力超出構件抵抗能力則將形成裂縫。
- 當地震反覆交錯作用，於牆面對稱斜角再形成一裂縫，最後將於牆面上形成一交叉「X」之裂縫，此現象即為地震下常見之「剪力破壞」。



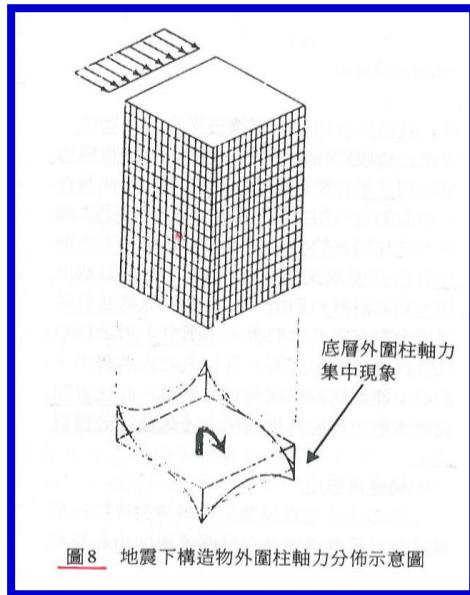


圖8 地震下構造物外圍柱軸力分佈示意圖

### 建築物柱之破壞模式

- 外圍底層柱之破壞起因於結構體本身在側向力作用下會於構造物周圍之柱內形成明顯軸壓、軸拉力集中現象，如同(圖8)示意之行為。
- 如同單純之梁元素於彎矩作用下會於梁內距中性軸最遠端梁邊緣處產生最大拉、壓應力之原理。
- 當構架外圍底柱設計強度不足時將造成柱承受軸壓破壞或軸拉斷裂。
- 根據材料力學原理，彈性體承受軸壓時依「柏松比」(Poisson's ratio)變形理論，構件位於垂直軸線的另外兩個方向伸長變形，如同(圖9)示意之行為。
- 因而柱構件於設計時需設置足夠之圍束鋼筋「箍筋」以提昇柱之耐壓能力。

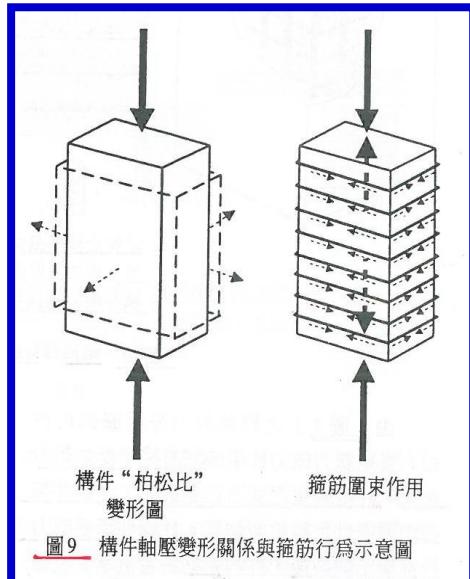
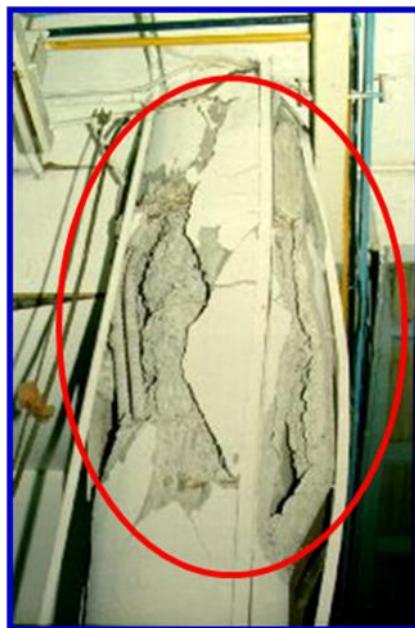
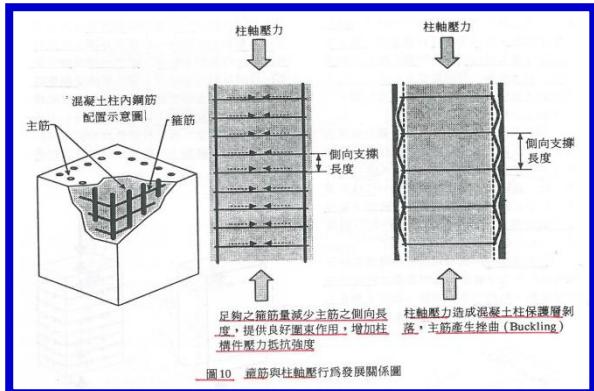
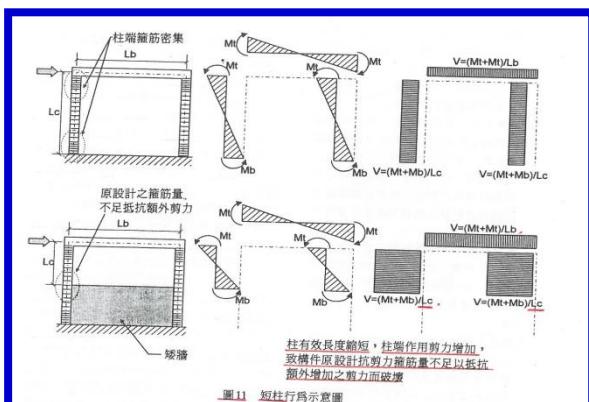


圖9 構件軸壓變形關係與箍筋行為示意圖

- 箍筋另一項重要之貢獻是提供柱構件內部主筋足夠之側向支撐。混凝土柱保護層剝落後周圍主筋將可能因箍筋側向支撐長度過長而發展出不穩定之挫屈行為(Buckling)，使柱構件喪失軸壓抵抗力。
- 須設置足夠之箍筋量減少主筋側向支撐長度，以確保主筋穩定地發揮軸壓強度，如同(圖10)。
- 柱構件承受剪力於混凝土開裂後，柱內箍筋將合併承受柱軸壓所需之圍束力及橫切剪力，若箍筋設計數量不足時將無法提供足夠之抵抗強度至柱遭剪斷，稱柱之剪力破壞。



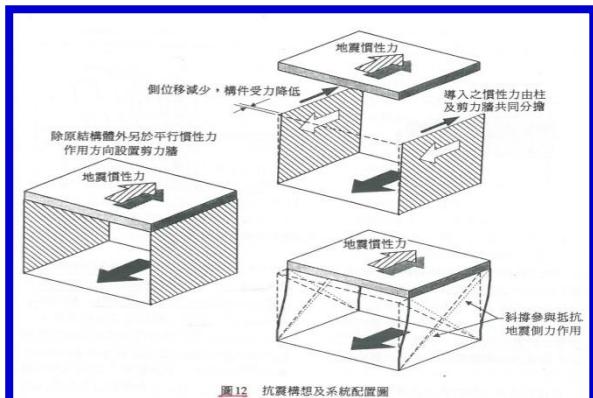
- 短柱破壞——一般建築物由於造型或功能之需求常於構造物外圍開設窗戶、陽台及通道門，形成構造物之開窗等矮牆與柱相鄰接著，以學校校舍最具代表性。
- 當兩側矮牆將柱緊密包圍接觸時，矮牆構造有效地提高柱構件底部之耐震勁度，柱構件於地震側力作用下變形集中於矮牆以上之範圍，在柱構件相對長度減少之情況下，地震剪力卻明顯增加，致構件原設計抗剪箍筋量不足以抵抗額外增加之剪力將導致柱於矮牆接合點處之剪力破壞。





## 耐震構想

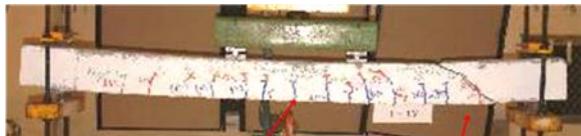
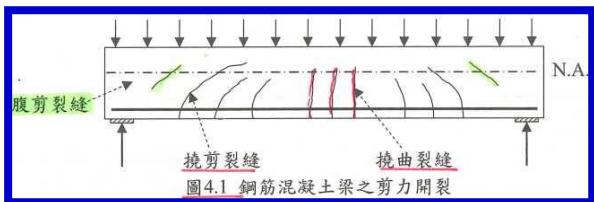
- 根據地震力作用之型式而言，側力作用對構架系統之梁端、柱端產生極大之威脅，尤其是柱端，若再加上側位移之柱底端彎矩放大效應，所造成之危害更是嚴重。
- 結構配置為單純梁柱構架系統，在梁下方與柱成同一平面處加入「牆」或「斜撐」構件。



## 鋼筋混凝土梁之剪力開裂原理

- 鋼筋混凝土梁的剪力開裂主要有兩種,如下圖所示。
  - 腹剪開裂(web-shear cracking)
  - 擊剪開裂(flexure-shear)

crackin)

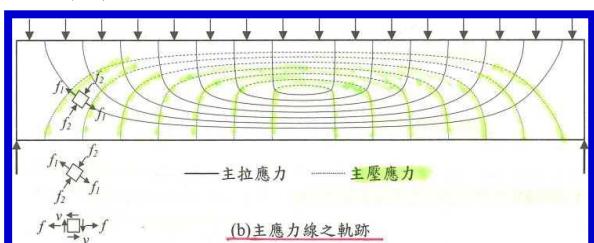


## 曲裂縫 剪力裂縫

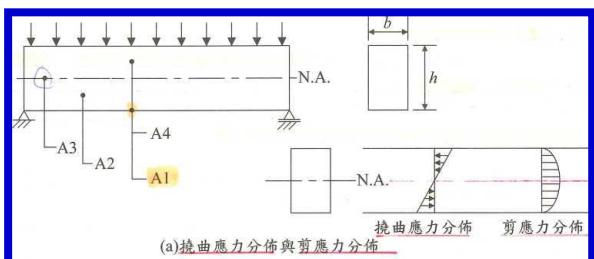
- 根據材料力學之應力轉換原理，可求得主應力

- 再由下列公式，可求得主應力與樑軸之夾角  $\alpha$

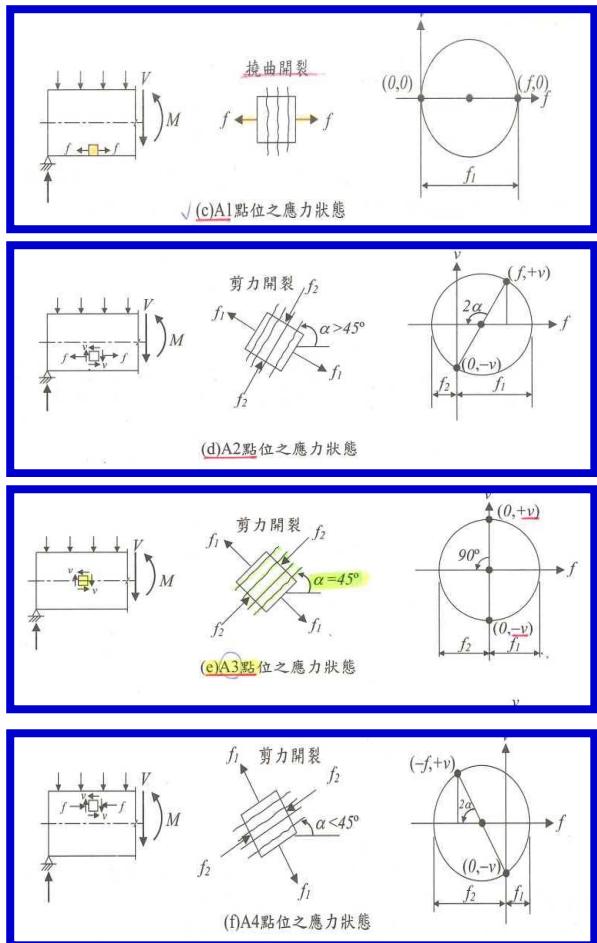
- 進而求得，樑內部剪應力與撓曲應力合成作用之主拉應力與主壓應力之軌跡，如下圖所示。



- 下圖之矩形斷面簡支梁在均佈載重作用下，其內部不同位置之剪應力及撓曲應力可以以下式表示：



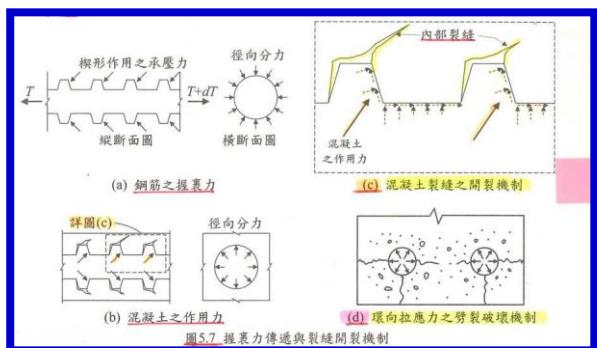
$$f = \frac{My}{z} \quad \dots \dots \dots \quad (4.1b)$$



### 鋼筋混凝土梁之剪力開裂原理

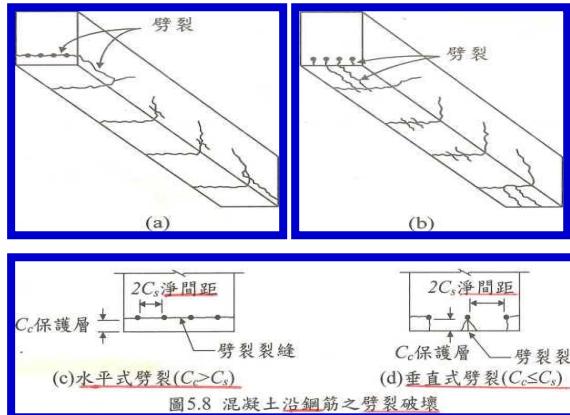
#### ● 拉力鋼筋之握裹破壞

- 直接拉拔破壞(direct pullout)：通常發生於小號數鋼筋且其周圍有充足混凝土保護層或鋼筋間距，如圖 5.7c。
- 剪力開裂(splitting)：此破壞發生於鋼筋混凝土保護層或圍束不足或鋼筋間距過小，使得混凝土無法抵抗鋼筋之竹節之楔形作用(wedging action)對其產生之側拉力，如圖 5.7d。



#### ● 鋼筋之劈裂破壞

- 劈裂破壞可能發生在鋼筋的水平面或垂直面。
- 同一層之鋼筋緊密排置時，則該層會出現水平式劈裂裂縫，如圖 5.8(c)。
- 鋼筋太接近混凝土表面時，則保護層常遭垂直裂縫，如圖 5.8(d)。



- 增加保護層厚度：有更多混凝土可抵抗鋼筋竹節之楔形作用所形成之環向拉力，將改善劈裂現象，減少伸展長度。
- 增加鋼筋間距：鋼筋周圍將有更多的混凝土抵抗水平劈裂發生。
- 梁配筋之鋼筋淨距通常為 1~2 倍鋼筋直徑，但是版、基礎或其他型式構材，鋼筋間距通常較大，因此伸展長度也較短。

#### 橫箍柱及螺箍柱

- 橫箍筋：混凝土壓碎及剪力斜裂造成混凝土破壞，且橫箍筋間縱向鋼筋會挫屈，如圖 7.8(a)。
- 螺箍筋：在相同之載重下，螺箍筋將避免縱向鋼筋及核心混凝土向外移動，雖然混凝土爆裂，但是螺箍筋的圍束效應將使得此柱極限載重遠超過外殼混凝土剛爆裂時之載重，可提高柱子的強度及變形能力，如圖 7.8(b)。
- 螺箍筋柱混凝土爆裂時載重能力等於橫箍筋柱之極限載重，橫箍筋柱會突然且徹底的破壞；螺箍筋量較高者，可達到可觀的變形量且較高的載重破壞，避免瞬間混凝土壓碎及鋼筋挫屈，如圖 7.9。

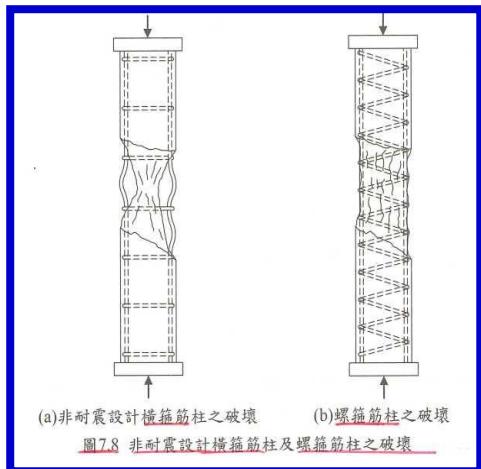


圖 7.8 非耐震設計橫箍筋柱及螺箍筋柱之破壞

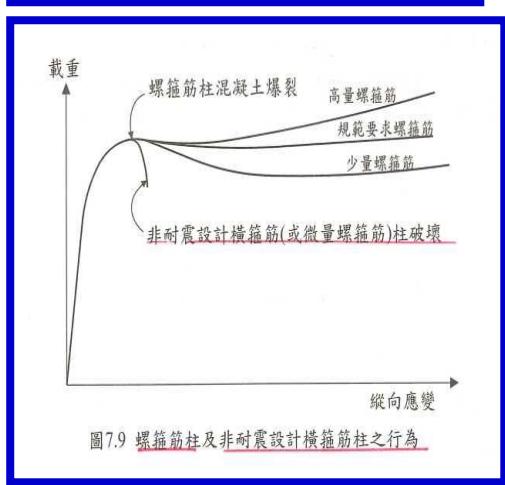
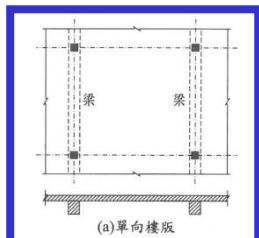


圖 7.9 螺箍筋柱及非耐震設計橫箍筋柱之行為

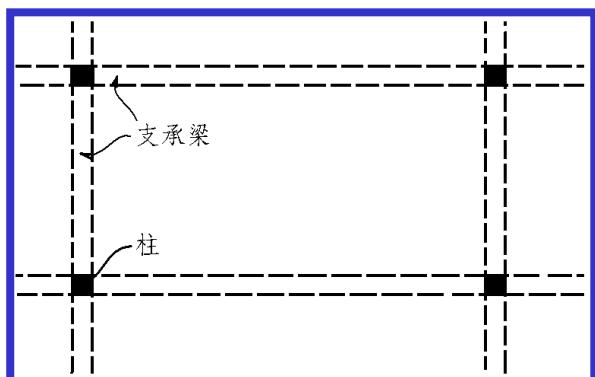
## 樓版種類

### ● 單向版(one-way slab) :

- 以梁支承於該版單向相對兩側。



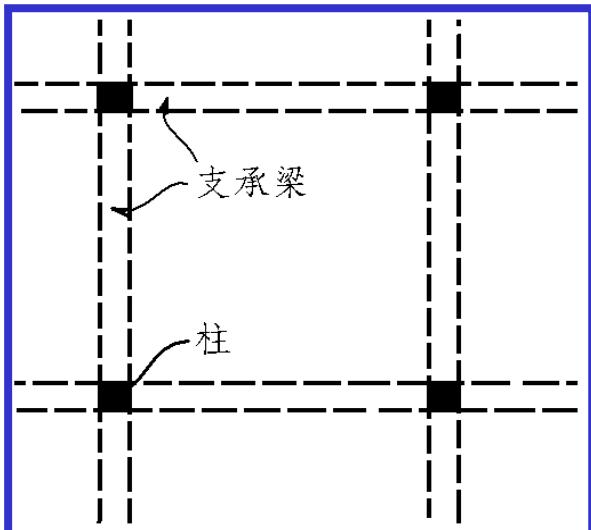
- 版四邊均有支承梁, 但其短邊長度  $\leq 1/2$  長邊長度時。



### ● 雙向版(two-way slab)

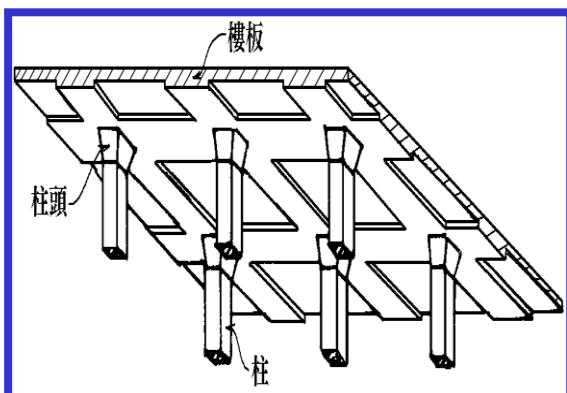
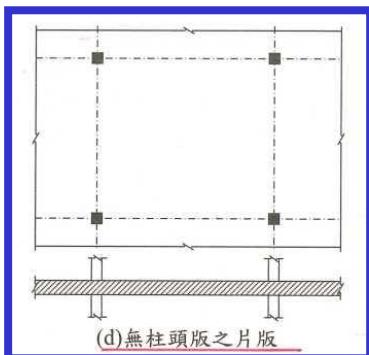
- 版四邊均有支承梁。

- 短邊長度  $\geq 1/2$  長邊長度時。



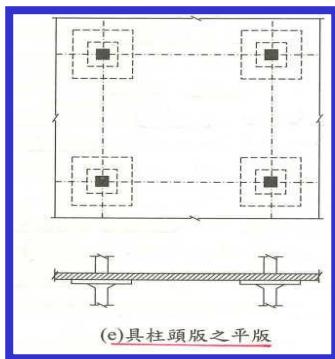
### ● 片版(flat plate)

- 樓板僅以 RC 柱支承者, 無梁且無柱頭或柱冠。



### ● 平版(flat slab)

- 為減少平板之厚度或為增加版柱接頭強度, 可加設柱頭版或柱冠。



(e) 具柱頭版之平版

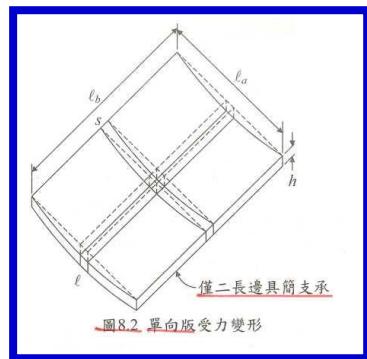
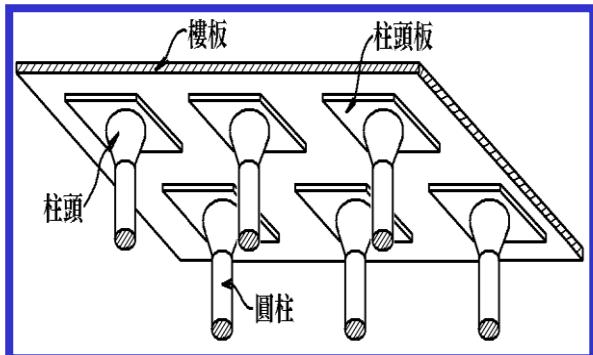
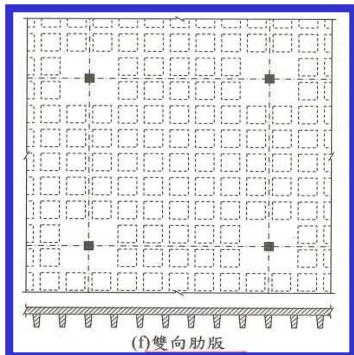


圖8.2 單向版受力變形



- 雙向肋版(waffle slab)
  - 樓版版面較大時，為減少版厚，可採用雙向肋梁支承該樓版。



(f) 雙向肋版

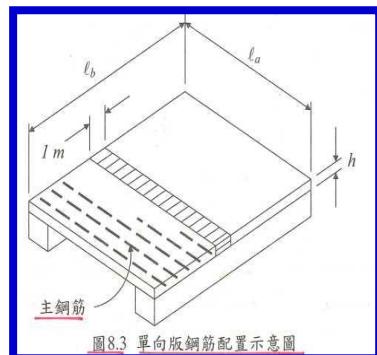


圖8.3 單向版鋼筋配置示意圖

- 雙向版受力變形：為一支承於四邊皆為簡支承，承受均佈載重之RC版。
- 一般住宅、商場及辦公室以雙向版設計居多。

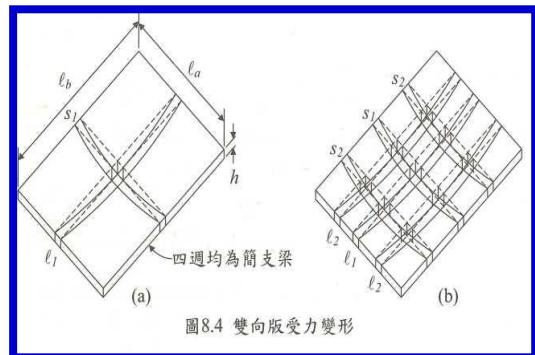


圖8.4 雙向版受力變形



- 單向版：主要鋼筋順著主要作用力方向配置。
- 與主筋垂直方向(長邊方向)配置配力筋(又稱副筋、勻力鋼筋或溫度鋼筋)

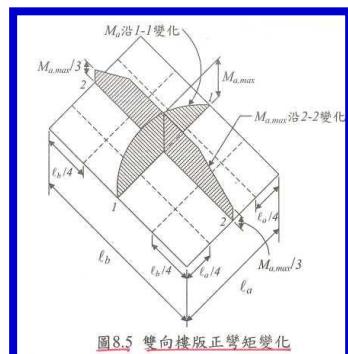
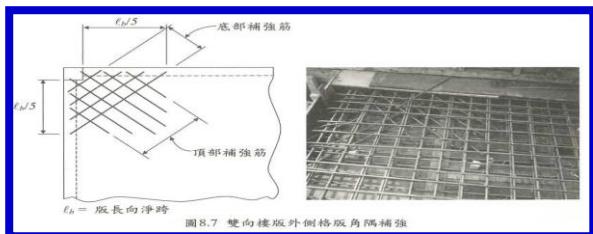


圖8.5 雙向樓版正彎矩變化

- 雙向版角隅補強：因扭力作用之影響，會造成最外側格板外角隅之底部呈斜向之裂縫，而於頂部呈與底部斜向裂縫相垂直之裂縫，故於最外側格版外角隅配置補強

筋。



#### 參考文獻：

- 葉禎輝，建築物之地震破壞及鋼結構之耐震發展
- 台灣省土木技師公會鑑定手冊，2010
- 張奇偉、黃科銘，鋼筋混凝土結構物裂縫損壞模式之探討
- 中國土木水利工程學會、混凝土工程委員會，鋼筋混凝土學(土木 406-100)

## 張奇偉、黃科銘，鋼筋混凝土結構物裂縫損壞模式之探討

### 補充資料

#### ● 鋼筋混凝土結構物受力影響

鋼筋混凝土結構物的開裂現象是由於外力的作用所產生，因而對結構物及構件產生張力、壓力、剪力、彎矩、扭力等，使得構件內部產生相對應之軸向應力、剪應力抵抗外力作用，當構件材料內部的抵抗力小於外力作用時，結構之構件即發生裂縫與開裂現象，當裂縫發生時，在裂縫尖端附近會造成之應力集中現象並改變其應力場之分佈，進而使裂縫繼續開裂成長，終至影響結構物安全。

以下針對鋼筋混凝土房屋結構體承受結構及外力作用後之各種結構構件發生開裂破壞模式可由整體房屋結構及梁、柱、版、牆等構件分別加以說明。

#### ● 房屋整體結構：

- 房屋中央部分沉陷，其結構體開裂呈逆八字形。
- 房屋兩端部分沉陷，其結構體開裂呈八字形。
- 房屋結構不均勻隆起或沉陷。
- 房屋結構立面局部開裂破壞，牆面發生X字形裂縫。
- 房屋結構平面、立面局部開裂破壞。

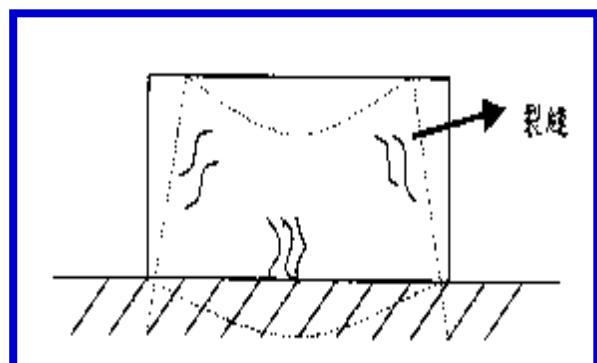


圖 房屋結構中央部份沉陷

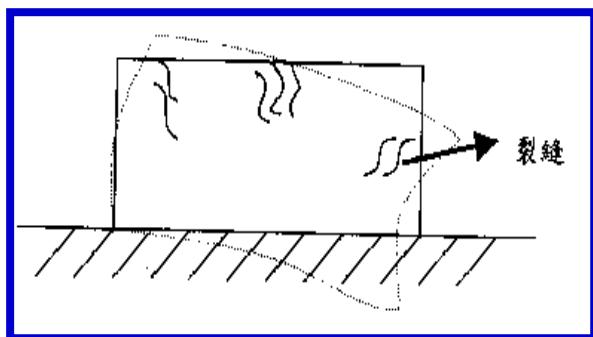


圖 房屋結構不均勻隆起或沉陷

#### ● 柱構件損壞：

- 重覆性水平造成柱產生“交叉”型裂縫。
- “短柱”效應的破壞。
- 混凝土、鋼筋強度不足，發生於柱頭或柱腳處之水平裂縫。
- 過大彎矩、剪力等，致使柱身中央之剪斷及柱頭、柱腳之撓曲裂縫。
- 僅承受過大彎矩，於柱頭柱腳之撓曲裂縫。
- 因結構物不均勻沉陷。

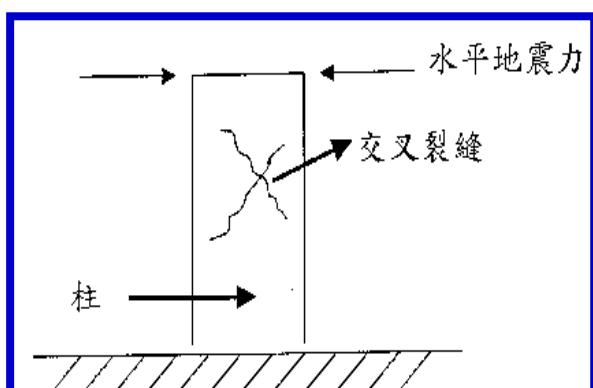


圖 R.C. 柱受水平地震力產生之裂縫

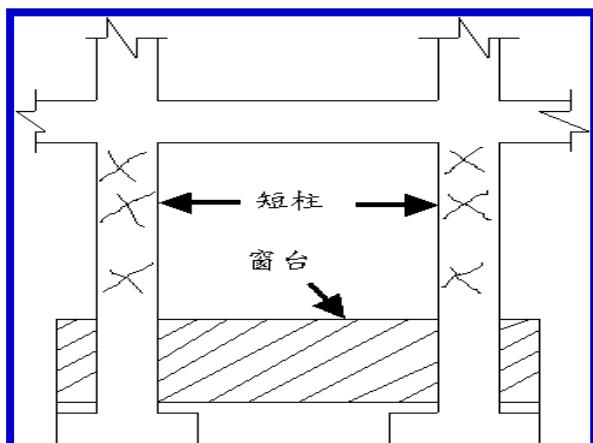


圖 短柱效應造成裂縫

● 梁構件損壞：

- 斜向 45 度開裂是屬於剪力作用而產生之剪力裂縫。
- 梁承受彎矩而產生之張應力，在梁之下緣產生垂直之撓曲裂縫。

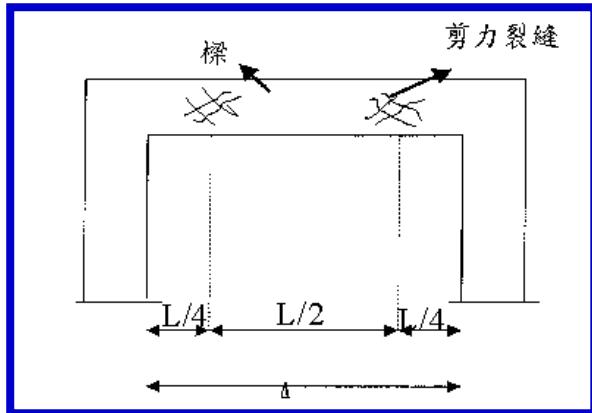


圖 梁之斜向裂縫

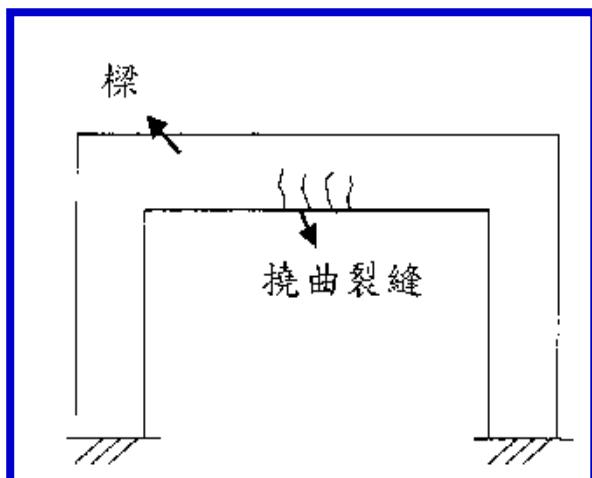


圖 梁之撓曲裂縫

● 牆構件損壞：

- 因水平地震力作用、混凝土強度不足或承受設計力以上之外力作用於牆面產生交叉之剪力裂縫。
- 因不均勻沉陷造成牆面發生單向之斜向裂縫。
- 承受過大水平地震力作用時，受反覆剪力作用導致牆面發生水平裂縫，大多連貫且貫穿壁體。
- 磚牆與鋼筋混凝土梁或樓版交接處會產生相當明顯之水平裂縫，此因不同材料在界面接合處會發生較大之應力集中現象所致。

- 窗戶或門的開口處其四週邊緣之牆因應力集中之現象發生 135 度之裂縫。

- 埋設物或配管之保護層不足，導致埋設物周圍發生之裂縫。

● 版構件損壞：

- 因其狹長方向受到較大之材料拘束所造成。
- 若混凝土強度不足、鋼筋量不足或配筋不當時，於樓版下面中央部份發生裂縫現象。
- 因建築物傾斜或過大之外力作用，使柱子發生向上拉張或向下壓應力，致使樓版浮起或凹陷所造成之裂縫。
- 配管或埋設物不良使樓版保護層厚度不足，導致樓版沿埋設物或配管位置發生裂縫。

● 結構系統配置不佳之破壞：結構系統安排不良所導致之破壞通常甚為嚴重，以下為幾種結構系統破壞模式：

- 軟層、弱層破壞：建物某一層結構立面勁度或強度如果變化過於急劇，將產生軟層或弱層，如開放空間之挑高建築，其牆壁量較其上部樓層少，地震時由於該層柱構件剪力強度不足而破壞。
- 不對稱結構：即結構之勁度中心與質量中心不一致，因而地震時之震動不同步，造成建築物承受異於對稱性建築物額外的應力而破壞。
- 懸臂式走廊設計，地震時易產生重心不穩，造成建物倒塌或傾斜。
- 由於前後期興建新舊建築物間未留設適當碰撞間距，導致地震時碰撞而破壞。
- 舊建築頂樓增建、加蓋、或任意敲除隔間，導致地震時振動不一致而受損。

## 補充資料

### ● 混凝土裂縫種類

#### ● 裂縫產生位置之分類

將裂縫發生之部位，按一般牆面、梁、柱等細加分類，並依其發生裂縫之類型及可能原因加以整理，如表 3-1 至表 3-8 所示。

表3-1 一般牆面發生之龜裂(一)

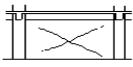
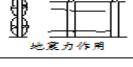
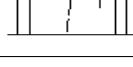
龜裂類型	可能造成原因
	牆面發生文字形之斜向裂縫。
	牆面發生單向之斜向裂縫。
	牆面發生水平龜裂。龜裂大多延貫且貫穿牆體。
	四周受別梁、柱拘束之牆面開口牆體，其角隅部分發生之斜向裂縫。
	牆面中央部分發生垂直方向之龜裂。
	牆面靠近柱位部分產生平行於柱子方向之龜裂。

表3-1 一般牆面發生之龜裂(二)

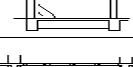
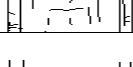
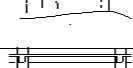
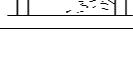
龜裂類型	可能造成原因
	最上層之牆面發生斜向裂縫。
	最下層之牆面發生斜向裂縫。
	牆面沙鋼筋位置發生龜裂甚至有鋼筋錫鐵發生。
	牆面沿鋼筋位置發生格子狀之龜裂。
	混凝土梁柱和磚牆間發生之龜裂。
	牆面發生不規則之短龜裂。(一般均在混凝土澆置初期發生)

表3-1 一般牆面發生之龜裂(三)

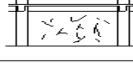
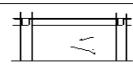
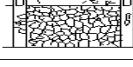
龜裂類型	可能造成原因
	牆面砂漿裝修層發生人字形龜裂，並有浮起及剝離現象。
	混凝土之牆面發生如圖示之水平龜裂。
	牆面發生如圖示之不規則的斜向龜裂。
	牆面發生斜向龜裂，牆如剪斷之斜向龜裂，若將表面的裝修材料去除後可看見清楚的蜂窩現象。
	牆面發生圖示之短的不規則的斜向龜裂。
	牆面發生龜甲狀之龜裂，常發生於斷面較薄，甚至柱面亦會一併發生。
	1. 混凝土配比不當。2. 使用含氯成份過多之灰料。3. 混凝土拌和及輸送時間過長。

表3-1 一般牆面發生之龜裂(四)

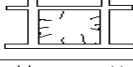
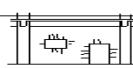
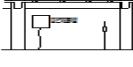
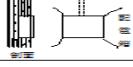
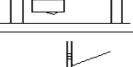
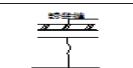
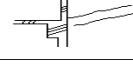
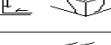
龜裂類型	可能造成原因
	牆面和柱梁交接處發生之不規則之龜裂，有時龜裂會貫穿牆壁。
	牆面開口處發生之斜向龜裂。
	牆面開口處發生之垂直龜裂。
	牆面開口轉角處發生之斜向龜裂。
	牆面開口處發生垂直開口方向之龜裂。
	牆面在配管或鋼筋位置發生如圖示之龜裂。
	1. 乾燥收縮。2. 開口轉角處補強不足。(應力集中現象)3. 地震造成應力集中現象。乾燥收縮。

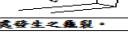
表3-1 一般牆面發生之龜裂(五)

龜裂類型	可能造成原因
	牆面埋設物周圍發生之斜向龜裂。
	牆面開口處下方所發生的空隙蜂窩現象。
	牆面沿不同材料接合處所發生之龜裂。
	牆面沿不同材料接合處所發生之龜裂。
	牆面沿牆發縫發生之龜裂。
	牆面沿樓板面發生之水平龜裂。
	1. 乾燥收縮。2. 埋設物或配管埋設不良。3. 埋設物或配管之保護層厚度不足。
	混凝土填實不良或混凝土澆置澆量不當。
	1. 不同材料間之接合施工不當。2. 不同材料間之乾燥收縮並異所引起。
	1. 不同材料間之接合施工不當。2. 不同材料間之乾燥收縮並異所引起。
	因發縫吸收牆面之變形而龜裂。
	施工縫處理不當。

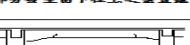
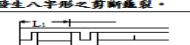
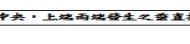
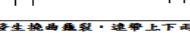
**表3-2 女兒牆、陽台、雨庇處發生之龜裂**

龜裂類型	可能造成原因
	女兒牆底部發生之水平龜裂。 1. 施工縫處理不良。 2. 水平外力作用。 3. 防水保護層混凝土層發生膨脹擠壓。
	女兒牆頂部發生由上往下之垂直龜裂。 乾燥收縮。
	女兒牆角隅處發生斜向龜裂。 溫度差異造成體積變化。
	陽台或雨庇發生圓示之垂直陽台(雨庇)方向的龜裂。 1. 溫度差異造成體積變化。 2. 不同材料間之乾燥收縮差異。
	陽台或雨庇發生圓示之平行陽台(雨庇)方向的龜裂。 1. 陽台或雨庇結構不良。 2. 外力作用。
	陽台底部發生之水平龜裂。 1. 施工縫處理不良。 2. 外力作用。
	腰牆、扶牆發生之垂直龜裂。 乾燥收縮。

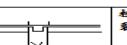
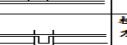
**表3-3 檢發生之龜裂(三)**

龜裂類型	可能造成原因
	使用鹼性反應材料。
	深面發生爆裂狀之龜裂，並有混凝土剥離發生。
	深面全面發生龜甲狀之細微龜裂。
	深面發生蜂窩現象。
	沿梁部但在肋筋或牆身之圓示之下沉龜裂。
	深面發生如圓示之冷縮現象。
	深底混凝土發生蜂窩或空隙現象。
	深面發生如圓示之龜裂，並有混凝土剥離、鋼筋外露及掉脫發生。
	深面鑽孔處發生之龜裂。

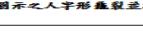
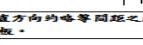
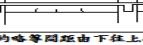
**表3-3 檢發生之龜裂(一)**

龜裂類型	可能造成原因
	1. 混凝土強度不足。 2. 鋼筋不足。 3. 載過大。 4. 承受超過設計力之外力作用。
	深端部附近發生斜向龜裂(剪斷裂縫)。 深中央部分發生由下往上之垂直龜裂(挑曲斷裂)。
	承受超過設計力之外力作用。
	鋼筋量不足。
	承受超過設計力之外力作用。
	承受超過設計力之外力作用。
	鋼筋腐蝕。

**表3-4 檢面發生之龜裂(一)**

龜裂類型	可能造成原因
	柱面發生X字形之斜向龜裂。
	柱頭或柱脚處發生之水平方向龜裂。
	柱面發生之剪斷龜裂及彎曲龜裂。
	發生於柱頭與柱腳之彎曲龜裂，嚴重時甚至有掉脫發生。
	柱面發生不規則之傾向龜裂。
	發生於柱頭與柱腳間之斜向龜裂。

**表3-3 檢發生之龜裂(二)**

龜裂類型	可能造成原因
	梁下端鋼筋之保護層厚度不足，導致鋼筋锈蝕而發生龜裂。
	保護層厚度不足，導致鋼筋锈蝕而發生龜裂。
	裝修之粉刷層厚度較厚或與結構之黏著力不佳。
	裝修材料之乾燥收縮。
	1. 乾燥收縮。 2. 承載後發生換位所引起。
	1. 裝修材之乾燥收縮。 2. 鋼筋不良。

**表3-4 檢面發生之龜裂(二)**

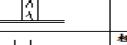
龜裂類型	可能造成原因
	柱面沿鋼筋或主筋位置發生龜裂，甚至有掉脫發生。
	柱面砂漿粉刷層發生人字形龜裂，並有浮起剝離現象。
	柱面發生龜甲狀龜裂。
	柱面發生蜂窩現象。
	柱面發生水平方向之細微龜裂。
	乾燥收縮。
	柱子發生螺旋狀之龜裂。

表3-5 樓板發生之龜裂(一)

龜裂類型	可能造成原因
樓板上面沿配筋位置發生龜裂。(一般抗彎度超過L/250或2公分時較容易發生)。	1. 承受設計力以上之載重。 2. 混凝土強度不足。 3. 鋼筋量不足。 4. 配筋不當。
樓板下面中央部分發生龜裂。(一般抗彎度超過L/250或2公分時較容易發生)。	1. 承受設計力以上之載重。 2. 混凝土強度不足。 3. 鋼筋量不足。 4. 配筋不當。 5. 水灰比過大。
牆臂板支承部上端發生之龜裂。	1. 鋼筋量不足。 2. 配筋不當。
樓板下面發生之捲曲龜裂。	1. 超載作用。 2. 樓板跨度較大。 3. 垂直荷重作用。
樓板下面發生之捲曲龜裂。	樓板因彎度所生之龜裂。
樓板下面沿配筋位置發生龜裂甚至有筋頭現象。	1. 保溼層厚度不足。 2. 鋼筋生鏽膨脹。

表3-6 樓梯處發生之龜裂

龜裂類型	可能造成原因
樓梯平台處發生之線狀龜裂，常見於折板式或懸臂式樓梯。	因平台處之結構設計因素(無特別補強)，其應力複雜難以分析，造成該平台因強度不足而導致龜裂。
樓梯平台處發生之不均勻之網狀龜裂。	原因不明，尚待查證中。
樓梯梯段上下端發生之與階梯平行之橫向龜裂。	原因不明，尚待查證中。

表3-5 樓板發生之龜裂(二)

龜裂類型	可能造成原因
樓板上面沿配筋位置發生之龜裂。	混凝土澆置量不足。
樓板角隅處發生之斜向龜裂。樓板上下面均會發生。	1. 混凝土乾燥收縮受到用邊拘束而龜裂。 2. 楼板彎曲變形。
樓板發生線狀之龜裂。一般厚度較薄之樓板較易發生，且於樓板上下面均可能發生此型式之裂縫。	1. 乾燥收縮。 2. 混凝土水灰比過大。
樓板發生橫斷裂縫，其約略與梁平行且橫斷整個跨度。	樓板因乾燥收縮或變形受到拘束。
樓板上面發生龜甲狀龜裂。	1. 材料配比不當。 2. 使用含泥成分過多之粉料。 3. 混凝土拌和及輸送時間過長。
樓板沿梁下之位置發生之龜裂，其方向約略與梁平行。	混凝土澆置時發生析離下沉。

表3-7 裝修材料為磚磚時所發生之龜裂

龜裂類型	可能造成原因
龜裂沿磚縫間發生，磚本身雖未破壞但浮起剝離現象較嚴重。	壁體發生龜裂，而裝修材料和壁體之黏著力較大時則裝修之磚為一併被撕裂。
磚表面發生線狀之龜裂而浮起剝離現象較不明顯。	壁體發生龜裂，而裝修材料和壁體之黏著力較大時則裝修之磚為一併被撕裂。
磚表面發生細微不規則之龜裂。	磚材質不良。
磚磚剝離脫落。	1. 磚磚和底材之黏著力不佳而發生浮起脫落。 2. 壁體龜裂而引起。
磚磚剝離脫落。	壁體龜裂而引起，若磚磚底材之黏著力不佳時，浮起脫落；若黏著力大則磚磚為一併被撕裂。
磚磚在牆發縫位置沿牆發縫發生直線狀龜裂。	壁體因牆發縫龜裂而造成磚磚之一併龜裂。

表3-5 樓板發生之龜裂(三)

龜裂類型	可能造成原因
樓板面發生細微之龜裂。	1. 使用含泥成分過多之粉料。 2. 粉料至鹹性反應。 3. 混凝土拌和之時間過長。
牆臂板發生之縱向龜裂。	乾燥收縮。
樓板開口處發生之龜裂。	1. 乾燥收縮。 2. 楼板開口處補強不足。
樓板沿埋設物或配管位置發生之龜裂。	1. 配管或埋設物未依規定埋設。 2. 保溼層厚度不足。
柱邊四個角落之樓板發生斜向龜裂。	因建築物傾斜或過大之外力作用，使柱子發生向土拉張應力或向下壓縮應力，致使樓板浮起或凹陷所造成之龜裂。

表3-8 建築物整體所發生之龜裂(一)

龜裂類型	可能造成原因
無開口之外牆呈現不規則之斜向龜裂。	1. 施工縫處理不良。 2. 冷縮。
無開口之外牆呈現之垂直向龜裂。	收縮作用。
建築物中央部分發生逆八字形龜裂。	不均勻沉陷。
建築物立面發生之斜向龜裂。	不均勻沉陷。
建築物出現不規則之斜向龜裂。	1. 不均勻沉陷。 2. 折線狀之下陷或基礎不良所引起。
牆面發生八字形之龜裂。	外牆因溫度上升膨脹但受到地面層之拘束所產生之龜裂。

表3-8 建築物整體所發生之龜裂(二)

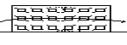
龜裂類型	可能造成原因
	牆面發生逆八字形之龜裂。 外牆因乾燥收縮及地 面層因拘束所產生的 龜裂。
	牆面發生X字形之龜 裂。 1. 地震力作用。 2. 地盤八字形和八字 形龜裂之共同作用。
	牆面上部八字形下部逆 八字形龜裂。 因直射日光作用溫度 上升膨脹而引起(通常 發生於屋頂部分)。
	建築物伸縮而發生壓 縮而龜裂。 伸縮縫兩側建築物之 並其變位所造成的龜 裂。
	建築物上端或混凝土接 續部分發生之龜裂。 1. 施工縫處理不良。 2. 冷鋸。
	牆面部分發生垂直或 垂直方向的龜裂。 1. 乾燥收縮。 2. 混凝土因牆面溫度 差而造成。

表3-10 因使用環境所引起之龜裂(一)

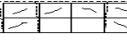
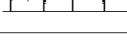
龜裂類型	可能造成原因
	因溫度上升產生膨脹造成外牆發生八字形 龜裂。
	因低溫或乾燥收縮，而在外牆發生逆八字 形龜裂。
	因受到膨脹收縮之反覆作用所造成之X字 形龜裂。
	樓板受到溫度變化而伸縮變形，但由於受 到其他構材拘束無法自由變形所產生之龜 裂。
	缺長形建築物受到溫度變化而伸縮變形， 但由於受到其他構材拘束無法自由變形所 產生之龜裂。
	牆面西側因溫度差異產生面內變形所引 起之龜裂(常見於浴室隔牆或冷暖氣房之隔 牆)。

表3-8 建築物整體所發生之龜裂(三)

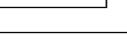
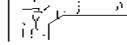
龜裂類型	可能造成原因
	細長形平面之建築物在 短向發生的龜裂。 結構規畫不當，如平 面立面形狀不良，耐 震壁配置不當等。
	L形平面之建築物在轉 角處發生之龜裂。 結構規畫不當，如平 面立面形狀不良，耐 震壁配置不當等。
	U形平面之建築物在轉 角處發生之龜裂。 結構規畫不當，如平 面立面形狀不良，耐 震壁配置不當等。
	建築物立面高度並異過 大而在交接處發生之龜 裂。 結構規畫不當，如平 面立面形狀不良，耐 震壁配置不當等。

表3-10 因使用環境所引起之龜裂(二)

龜裂類型	可能造成原因
	因交錯冰融導致混凝土發生反覆膨脹而發生 之網狀龜裂。常發生於外牆或兩底之角隅 處。
	因低溫使混凝土孔隙內之水分結冰而體積膨 脹，造成混凝土龜裂剝落。
	因火災發生時，混凝土表面溫度上升較內部 快速而產生不同膨脹量造成網狀龜裂。熱 度持續上升則材料受熱膨脹使龜裂加大， 而發生爆裂狀之剝落。因火災造成之龜裂多 是網狀龜裂，甚至爆裂剝落。
	深層土壤性化學作用，使土壤溫度下降而失 去保護鋼筋效果，促使鋼筋生鏽造成混凝土 龜裂。
	受酸性作用時，因混凝土體積膨脹而龜裂， 且會和鋼筋起化學作用，使鋼筋腐蝕，而 沿鋼筋位置發生龜裂，甚至造成鏽痕及鋼筋 外露。
	混凝土中中性化使混凝土失去保護鋼筋之效 果，當中性化滲透至鋼筋時，鋼筋就會生鏽 造成混凝土龜裂，並產生如腐化狀的現象。 用毛刷或用水沖刷就會從表面漸漸剝落。

## ● 裂縫產生原因之分類

影響混凝土裂縫的原因包括水泥成份、粒料品質、施工方法、使用狀況、外力作用等，幾乎混凝土建築物之形成過程與所處環境的所有因素，均與其裂縫有關，現將其形成原因及關係歸納如表 3-9 至表 3-12 所示。

表3-9 因結構外力所引起之龜裂

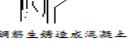
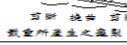
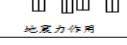
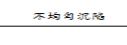
龜裂類型	可能造成原因
	因中性化或碳化化學作用和水及空氣侵入造 成鋼筋腐蝕，產生體積膨脹壓力，造成混凝土 龜裂。此種龜裂特徵為龜裂沿鋼筋位置發生， 有時從龜裂處滴出鐵锈甚至造成混凝土剝 落及鋼筋外露。
	通常承受剪力之構材，在中央部分有細微之 裂縫，約在 0.1~0.2mm 間，由下往上發生。 若寬度超過 0.3mm，或有剪力龜裂時，必須做 安全性之檢討。
	因水平地震力反覆作用，而在蓋梁構材(最明 顯者為柱構材)發生X字形龜裂。
	斷面不足或鋼筋量不足，使得構材強度太 小，易產生撓曲變形，因而造成混凝土龜 裂。
	不均勻沉陷造成過大之二次應力，導致結構 體無法抵抗外力而發生龜裂。

表3-11 因施工所引起之龜裂(一)

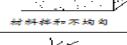
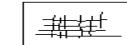
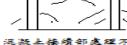
龜裂類型	可能造成原因
	因材料拌和不均勻而產生不同之膨脹收縮 所造成之龜裂(常形成局部之網狀龜裂)。
	因拌和時間過長造成材料分離，強度降低 而發生之龜裂(常在澆置部分呈現全面性網 狀龜裂)。
	因混凝土澆置過快或澆置不當，使混凝土產 生析離、沉陷、滲出、浮水或側壓過大造成 側板變形而龜裂。
	1. 因配筋不當、保護層厚度不足，使構 材有效深度不足，強度降低而發生龜 裂。 2. 鋼筋被熱脹而引起龜裂。 (當沿著鋼筋位置發生龜裂，甚至有鏽痕發 生)。
	前後澆置之混凝土因先澆置者已至初凝， 導致後澆置者無法完全接合而發生龜裂。 接續配筋施工不良。
	混凝土發生冷縮現象。

表3-11 因施工所引起之龜裂(二)

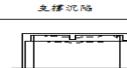
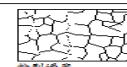
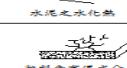
龜裂類型	可能造成原因
	因振實不充分產生蜂窩或材料折離，使該部分之強度不足或產生不同之伸縮量而發生龜裂。
	因模板變形使新流量的混凝土因變形而發生龜裂。
	模板漏水或滲漏導致部分混凝土產生折離下沉變形而發生龜裂。
	因支撑沉陷使得承達強度之混凝土無法抵抗因沉陷所造成之變形量而發生龜裂。
	過量振動使得永遠強度之混凝土無法承受載重引起之變形量而發生龜裂。 (常發生於大跨度或大斷面之構材)。
	因粉刷過度使水泥等細微料擦離混凝土表面，形成高彌性之面層，強度較裡層為低，故易發生龜裂。 (常於表面發生龜甲紋或網狀龜裂)。

表3-12 因材料所引起之龜裂

龜裂類型	可能造成原因
	因新流量之混凝土表面迅速乾燥所發生之龜裂。 (至短截面規則之龜裂，寬度有時很大但多止於表層，最常發生於樓板)。
	斷面較大之混凝土構材(短邊為80公分以上)因水灰比水化熱造成構材內外部溫度差異而導致龜裂。 (一般斷面較大之地下樑梁或地下壁體較易發生)。
	細料含有水泥時，將減低水泥漿與細料間的黏結力，若含有黏土時則會增加混凝土的脹縮，而在混凝土表面形成不規則之網狀龜裂。
	因細料本身材質不具易受風化作用而碎裂，導致混凝土表面發生爆裂狀之龜裂。
	水泥中之 $Na^+$ 、 $K^+$ 與細料之活性矽酸物產生反應形成鈣金屬矽膠體，因其吸水膨脹而造成龜裂。 (一般在梁柱構材，龜裂沿構材方向發生，在牆面時則呈無方向性之不規則龜裂)。
	混凝土單位用水量或水灰比過大，使新流量之混凝土產生折離下沉而沿著配筋位置發生龜裂。
	混凝土中之水泥膠體因水分逐漸蒸發消失，使混凝土體積收縮產生龜裂。

## 建築物裂縫及預防方式

工程部洪宜正/環品室

### 前言

鋼筋混凝土建築物常因設計、施工不當、結構外力、混凝土材料性質以及外氣環境及使用條件差異的因素導致龜裂而產生漏水現象。

建築物欲達到防漏與防水的目的，首先的條件是要減少鋼筋混凝土建築物產生龜裂的機會與數量(減少龜裂)。其次是確保掉落在建築物內外的水份能迅速排離建築物(排水順暢)。最後才是要講求如何防止出現在建築物內外的水分滲入結構體內或生活空間內所造成的漏水現象(防水)。

### ● 混凝土裂縫修復

依日本混凝土協會之說明「裂縫之修復係指裂縫發生後，為使構造物回復非耐力性外機能為目的之行為，而補強則專指裂縫發生後，為回復因構造物耐力降低或提昇耐力為目的之行為」。

因此「修復」乃為裂縫損壞發生後，為防止裂縫所造成之危險性及可能持續性劣化有害構造物，而施以回復損壞發生前之原有狀況之作為。

### ● 混凝土裂縫修復考量

- 美觀或心理安全感之因素。
- 漏水、滲水之現象。
- 因裂縫造成影響混凝土及裝修材之劣化，或可能導致鋼筋鏽蝕，長期將會影響結構物之耐久性。
- 可能導致外裝修材料剝落，影響人身安全。
- 裂縫寬度因結構物所處環境或因載重不同，世界各國均訂有容許寬度，經比對後，建議採用裂縫之容許寬度為 0.3mm。

### ● 結構物之裂縫

混凝土之開裂行為有裂縫 (Crack) 及破碎 (Spall) 兩類

- 裂縫 (Crack)：混凝土之裂縫以其可否目視程度明辨可分為 "顯在裂縫" 及 "隱性裂縫"，顯在裂縫之裂縫係以目視可見之為主，至於隱性裂縫另以超音波，敲擊回音法，放

射照射等其他探測儀器量測之。

- 破碎 (Spall)：破碎係由混凝土表面分裂或脫落而形成，可區分為：
  - 小碎片：直徑不超過 1.5cm，深度小於 2.5cm 者。
  - 大碎片：直徑超過 1.5cm，深度大於 2.5cm 者。
  - 空洞：部份混凝土面積，敲擊時有 "空空" 的聲音。
  - 接合處碎片：大多形成於施工接縫或伸縮縫處。
  - 脫落：為圓錐形碎片，自混凝土表面脫落而形成殘留之小孔。

### ● 混凝土裂縫種類

- 橫向裂縫 (Transverse Cracks)：為直通形裂縫，通常發生於樓板上，其方向約與樓板之縱向(長向)垂直，通常發生在梁邊板端部，其與裂縫主筋之方向垂直。
- 水平裂縫 (Horizontal Cracks)：大多發生在 RC 牆、梁及柱。
- 縱向裂縫 (Longitudinal Cracks)：為直向裂縫，通常發生在樓板上，其方向與縱向(長向)平行。
- 垂直裂縫 (Vertical Cracks)：通常發生於 RC 牆、梁及柱。
- 斜向裂縫 (Diagonal Cracks)：通常發生在梁端或牆之剪力裂縫。
- 深色裂縫 (D-Cracks)：通常裂縫處

有深色物，一般靠近邊緣及接合處，如伸縮縫處（垂直向）之牆及柱的垂直向裂縫，可歸屬於此類裂縫。

- 地圖狀裂縫 (Map Cracks): 裂縫呈相互連接之網路狀，裂縫之寬度由極細變粗均有。
- 不規則裂縫 (龜裂) (Random Cracks): 裂縫呈不規則形狀，裂縫細微大多發生於樓板表面或牆面粉刷表層。

### ● 混凝土裂縫種類

裂縫型式	編號	細部特徵	位置	成因	發生時間
塑性沉陷	A1	穿越鋼筋上方	深斷面處	1.過量泌水 2.早期急速乾燥	10 分~3 小時
	A2	拱狀	柱頂處		
	A3	斷面深度變化	格子梁版		
塑性收縮	B1	對角斜紋狀	鋪面或版	1.早期急速乾燥 2.泌水量低 3.保護層不足	30 分~6 小時
	B2	隨機分布	RC 版		
	B3	穿越鋼筋上方	RC 版		
溫度裂縫	C1	外部束制	厚牆	水化熱過大	1 天~2-3 週
	C2	內部束制	厚版	溫度梯度差異大	
乾燥收縮	D		薄牆	1.接合處失效 2.乾縮、養護欠當	數週或數月
			薄版		
細紋裂縫	E1	模板接觸面	牆	不透性模板	1~7 天或更久
	E2	平滑混凝土面	版	富級配、養護不當 鏤平作業不當	
鋼筋锈蝕	F	中性化	柱、梁	1.保護層不足 2.混凝土材料品質	二年以上
鹼骨材反應	G	氯離子侵蝕	骨材	氯離子侵蝕	超過五年
浮泡裂縫	H	金屬接觸面	版	浮水無法蒸散	
D-裂縫	I		版自由端	骨材霜凍害	超過十年

圖 1 混凝土裂縫的類型

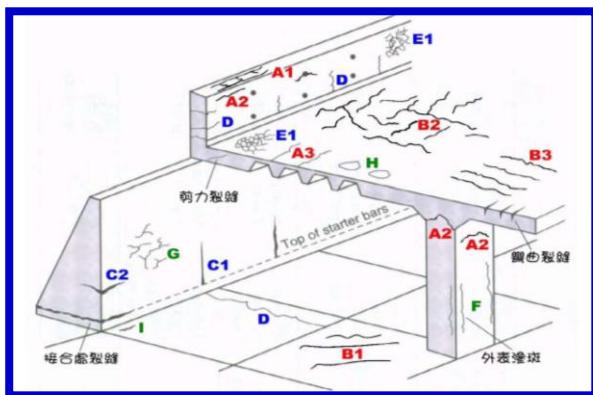


圖 2 裂縫發生的位置

裂縫型式	編號	細部特徵	位置	成因	發生時間
塑性沉陷	A1	穿越鋼筋上方	深斷面處	1.過量泌水 2.早期急速乾燥	10 分~3 小時
	A2	拱狀	柱頂處		
	A3	斷面深度變化	格子梁版		
塑性收縮	B1	對角斜紋狀	鋪面或版	1.早期急速乾燥 2.泌水量低 3.保護層不足	30 分~6 小時
	B2	隨機分布	RC 版		
	B3	穿越鋼筋上方	RC 版		
溫度裂縫	C1	外部束制	厚牆	水化熱過大	1 天~2-3 週
	C2	內部束制	厚版	溫度梯度差異大	
乾燥收縮	D		薄牆	1.接合處失效 2.乾縮、養護欠當	數週或數月
			薄版		
細紋裂縫	E1	模板接觸面	牆	不透性模板	1~7 天或更久
	E2	平滑混凝土面	版	富級配、養護不當 鏤平作業不當	
鋼筋锈蝕	F	中性化	柱、梁	1.保護層不足 2.混凝土材料品質	二年以上
鹼骨材反應	G	氯離子侵蝕	骨材	氯離子侵蝕	超過五年
浮泡裂縫	H	金屬接觸面	版	浮水無法蒸散	
D-裂縫	I		版自由端	骨材霜凍害	超過十年

圖 3 裂縫類型-塑性階段

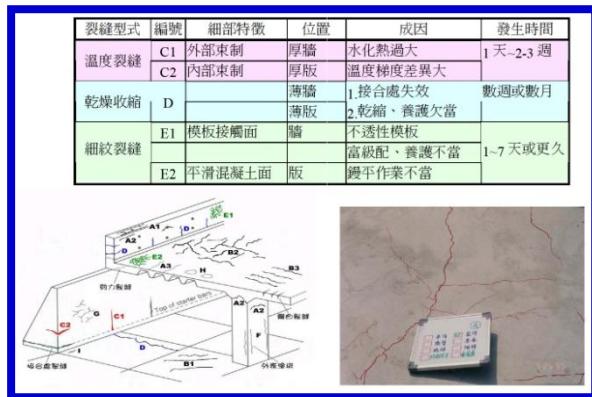


圖 4 裂縫類型-硬化階段

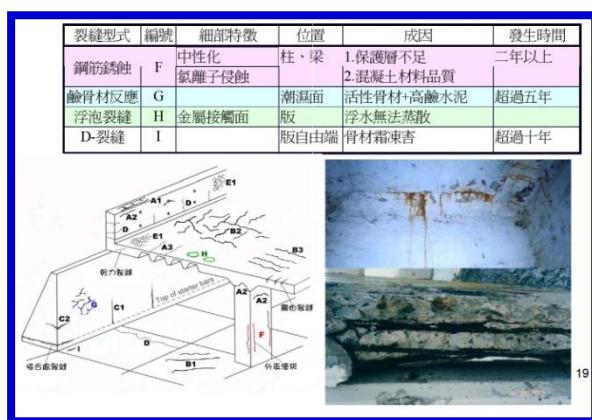


圖 5 裂縫類型-承載階段

### ● 裂縫之預防

結構設計-適切的規劃設計結構系統：

- 平面配置：避免採狹長或異型平面。
- 立面變化：避免採高程、形狀變化懸殊。
- 基礎型式：同一結構體不宜採二種基礎。
- 增大剛性：長跨版設小梁、充足斷面。
- 設置伸縮縫：區分單體避免應力集中。
- 繩繫補強筋：腳隅補強筋、溫度鋼筋。

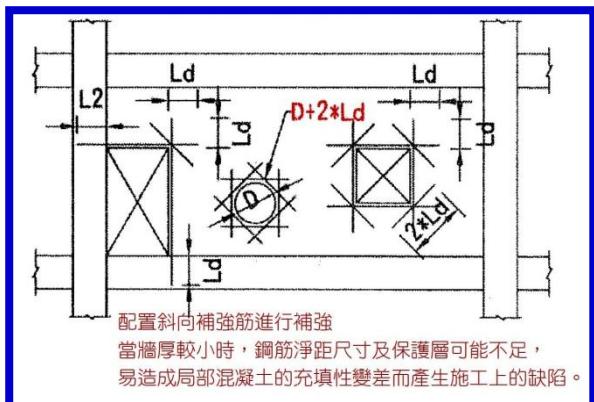


圖 6 裂縫預防-補強筋

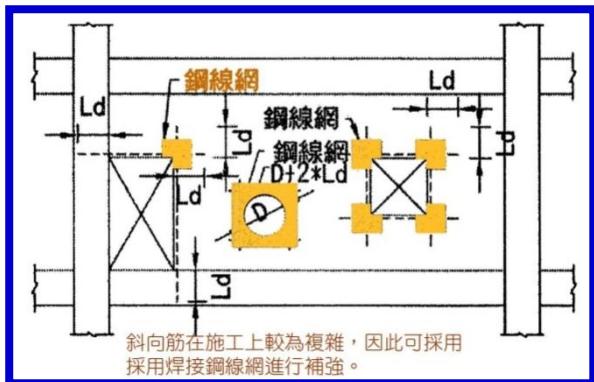


圖 7 裂縫預防-補強筋

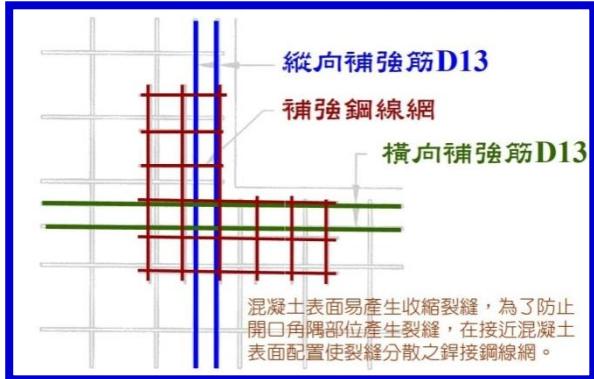


圖 8 裂縫預防-補強筋

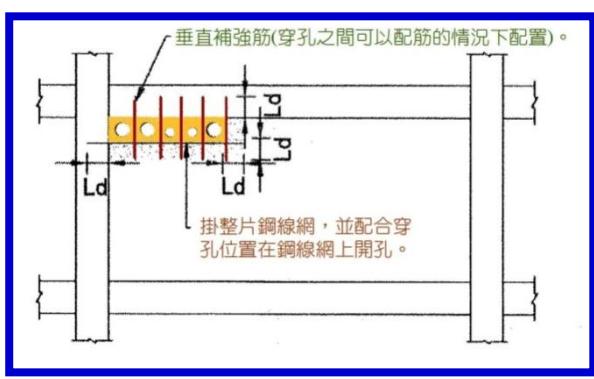


圖 9 裂縫預防-補強筋

#### 材料配比-混凝土配合材料

- 水泥：低熱水泥、降低水泥用量
- 骨材：最大粒徑、良好粒形、提高

骨材總含量、降低骨材含泥量

- 拌合水：降低拌合水量
- 掺料：
  - 強塑劑：減少拌合水量
  - 緩凝劑：緩和早期凝結
  - 卜作嵐：減低水化熱

#### 施工技術-施工應注意事項

- 儲存設備熱處理：骨材、水泥儲槽
- 輸送過程盡量縮短
- 強度夠的模板支撐：避免沉陷或變形
- 適宜的拆模時間
- 適當的養治保護
- 確實地搗實作業
- 鋼筋與埋設物之位置及保護層厚度

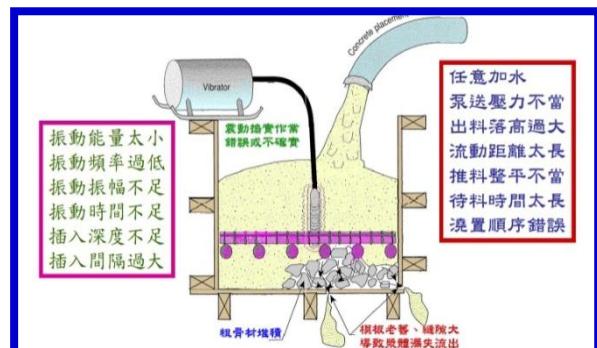


圖 10 裂縫預防-施工技術

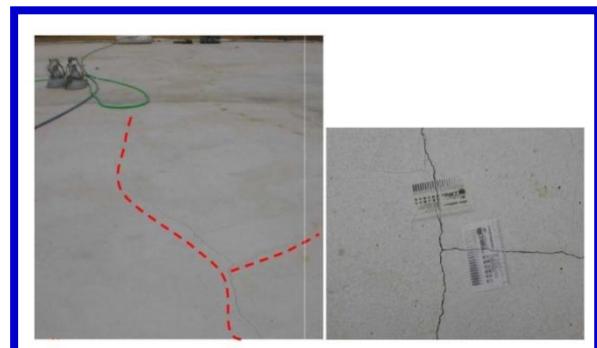


圖 11 地坪裂縫

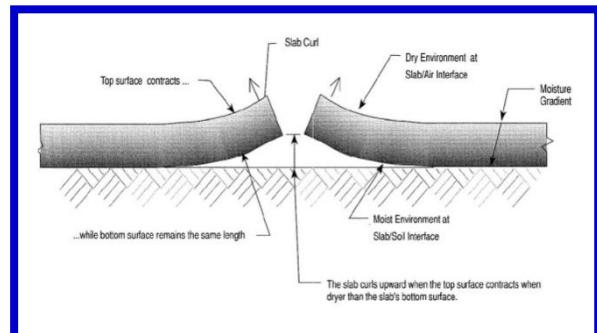


圖 12 地坪裂縫-濕度

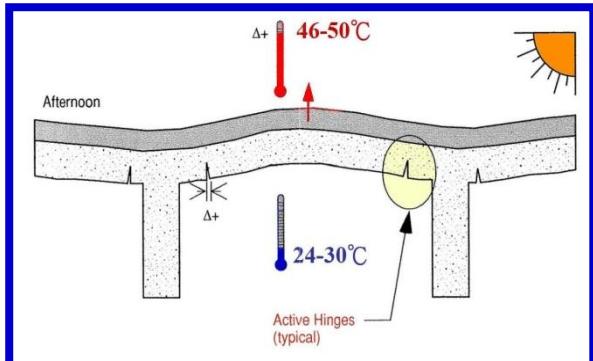


圖 13 地坪裂縫-溫度

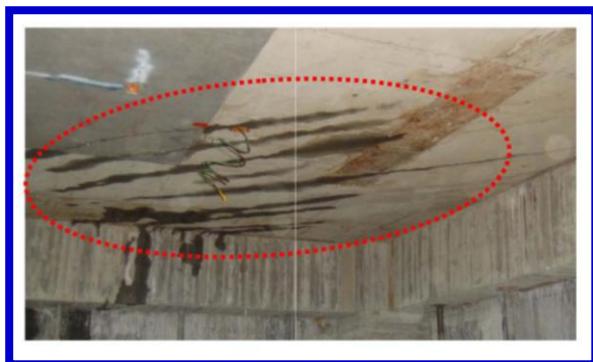


圖 14 樓板裂縫

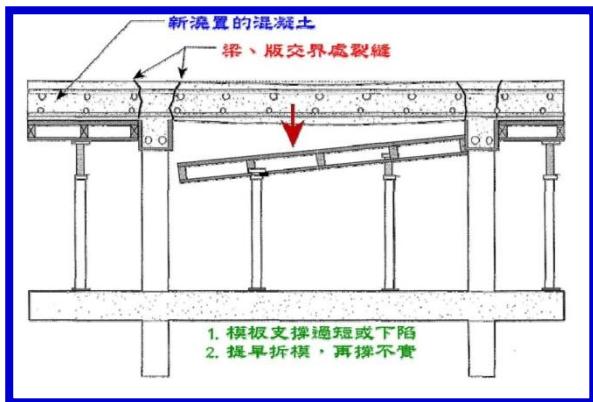


圖 15 地坪裂縫

#### 裂縫之預防-模板再撐

- 模板再撐-將模板支撐拆除取下模板後，再加支柱回撐以保護構件避免承受超量的應力。
- 使用再撐的時機：模板須儘早拆下以便再用，以節省費用縮短工期者。
- 再撐時對施行程序應事先計畫並應注意：
  - 拆模再撐時，應局部拆模不得同時拆除所有支撐。

- 再撐工作進行時，拆模部分不得承受活載重。
- 再撐應於拆模後儘速進行，不得超過拆模當日。
- 再撐應等混凝土達到規定或安全強度後方可拆除。

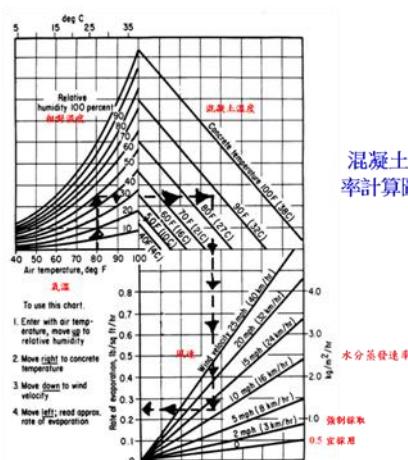
#### ● 塑性裂縫產生原因

在台灣炎熱潮濕的天候下，每當混凝土澆置時，其表面的水份常因大氣溫度、溼度、風速，以及混凝土本身之溫度，造成表面水份快速蒸發，若蒸發速率大於混凝土表面泌水速率或外界補充之水份時，即會產生裂縫。炎熱天候混凝土之施工，水分蒸發過速引起塑性收縮，影響工程品質。因此，炎熱天候下混凝土澆置後數天之充分持續養護是相當必要的。

在水分蒸發速率因素：混凝土溫度、氣溫、大氣濕度與風速。

蒸發速率超過  $0.5 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$  時，宜採用養護措施；但超過  $1.0 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$  時，塑性收縮更顯著，須強制採取養護措施-水霧(噴霧)養護。

塑性收縮裂縫的原因來自混凝土內部因素，係因蒸發水量所引起毛細管張力超過水泥漿之張力強度造成的，最常發生於大面積的版面或平面作業之混凝土工程。



混凝土表面水分蒸發速率計算圖 (摘自ACI 308)

圖 16 混凝土表面水分蒸發速率計算圖

#### ● 混凝土養護-濕治養護 (噴霧養護)

- 開始養護時機：
- 養護應在於表面泌水消失後儘

速進行。

- 開始養護時間一般在澆築完畢後3~12小時內即應進行濕治養護。
- 依氣候條件、水泥用量與種類、卜作嵐材料之使用及是否摻加緩凝劑而定。
- 養護材料：以保濕性材料(吸水性織物，如布袋、草墊、毛毯、棉禦等)覆蓋，養護期間經常灑水，保持濕潤。



圖 17 修飾後立即養護



圖 18 自動灑水養護混凝土



圖 19 混凝土表面以麻布袋完全覆蓋

● 混凝土養護-液膜養護

- 液膜作用-液膜養護法：均勻噴灑一層化學養護劑於混凝土面，減緩水分散失，達到養護目的。

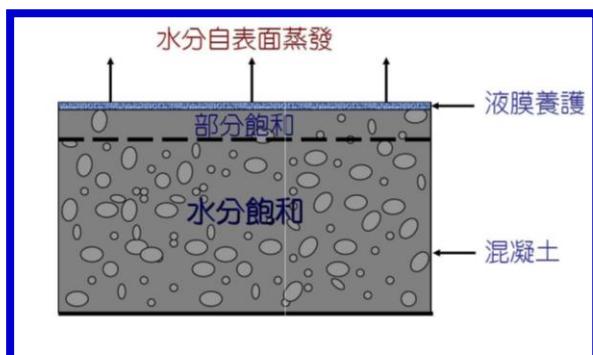


圖 20 液膜養護

● 混凝土養護-養護期

- 早強混凝土：
  - 持續養護 3 日以上。
- 一般混凝土：
  - 持續養護 7 日以上，II 型水泥 10 日。

● 卜作嵐混凝土：

- 現場養護試體之平均抗壓強度達  $0.7 \text{ fc}'$
- 實驗室養護試體之平均抗壓強度達  $0.85 \text{ fc}'$  以上，且現場混凝土溫度在養護期間維持在  $28^\circ\text{C}$  以上
- 經認可之非破壞檢測方法求得之平均抗壓強度達  $\text{fc}'$  時

● 混凝土澆置-牆及柱之澆置

- 牆柱的澆置屬垂直模板施工，注意落高控制，以防材料分離。澆置高度不要超過 1.5 公尺。

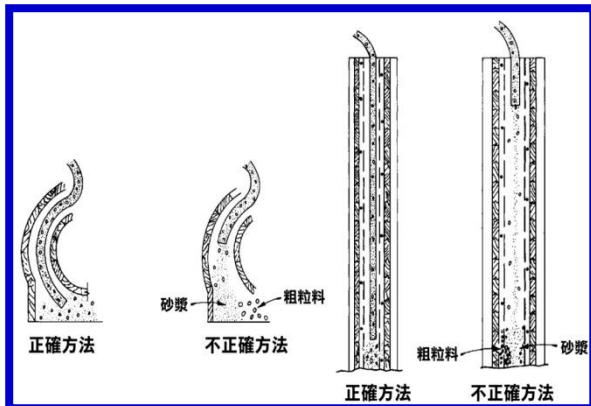


圖 21 澆置確實

#### ● 混凝土澆置-搗實注意事項

- 振動棒應垂直緩慢插入混凝土中，不得傾斜及接觸鋼筋或振動模板。
- 振動棒插入時，應緩慢並保持振動棒垂直，振動棒插入點間距約 45cm，每點之振動時間應在 5~15 秒之間，以能充分搗實並達排氣為原則。
- 充分搗實係指混凝土不再排出大氣孔、顏色均勻且表面上粗粒料若隱若現、以及振動棒之音頻由雜亂趨於穩定。振搗時間過短不易搗實，振搗時間過長使混凝土產生析離。
- 振動棒應插入前次澆注混凝土層內，其進入前層混凝土之深度應約為 10cm，但不可插入已發生初凝之混凝土底層。
- **混凝土澆置-搗實注意事項-振動棒使用及拔初時，應儘量維持垂直方向**

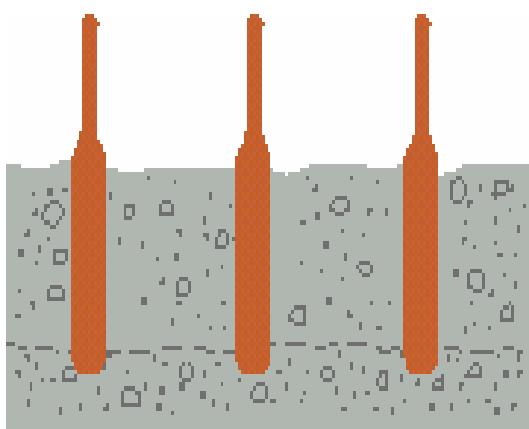


圖 22 正確方式-振動棒使用及拔初時，應儘量維持垂直方向



圖 23 正確方式-振動棒使用及拔初時，應儘量維持垂直方向

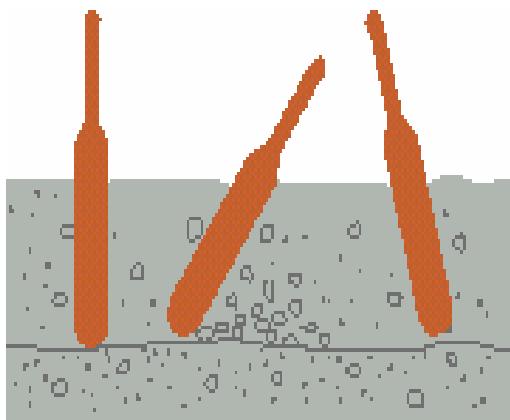


圖 24 錯誤方式-振動棒使用及拔初時傾斜



圖 24 錯誤方式-振動棒使用及拔初時  
傾斜

**參考文獻：**

- 林文祺、石正義，鋼筋混凝土構造物龜裂現象及其對策之探討-第十屆台灣建築論壇，2013
- 既有 RC 建築物劣化及其修復之研究-內政部建築研究所，2006
- 蔡德明，如何抑制混凝土塑性收縮裂縫的發生-臺灣省土木技師公會，2005
- 混凝土品質檢測技術-中國生產力中心
- 台灣省土木技師公會鑑定手冊，2010
- 張朝順，施工中混凝土裂縫成因與預防，國立高雄第一科技大學，2011
- 中國土木水利工程學會，混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94a)
- 中國土木水利工程學會、混凝土工程委員會，鋼筋混凝土學(土木 406-100)

## 鑽心取樣及抗壓試驗

工程部洪宜正/環品室

### 前言

現場混凝土完成面有嚴重之蜂窩及冷縫等現象時，可依據 CNS 1238 混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法辦理取樣及試驗。

#### 鑽心試體取樣

- 混凝土未達一定強度前，不得進行混凝土強度試驗試體之取樣作業，以避免取樣時破壞水泥砂漿與粗粒料間之結合。
- 混凝土可以取樣的最小齡期難以明確指定，係因各齡期混凝土強度與養護歷程、強度等級有關。如時間許可，取樣之齡期應不少於 14 天。
- 鑽取試體時應垂直於混凝土平面，且至少距模板接縫處或明顯澆置單元的邊緣 150mm 以上。鑽心縱軸與混凝土澆置平面的夾角應記錄之。若鑽心縱軸與垂直面垂直或與斜面垂直時，應儘可能於接近澆置單元的中心點進行鑽心。
- 鑽心後殘留孔應以低坍度之同等強度或砂漿填補之。
- 鑽心試體於完成鑽取後，應立即試去表面水分並放置於水密性之袋子或容器中，以便運送與存放。
- 混凝土強度可疑處，應取三個代表性試體為一組，選擇對結構物強度損害最小之位置鑽心取樣(以牆、版為宜)。若試驗前發現試體於取出或處理過程中有損壞之現象時，應重取試體。

#### 取樣試體直徑

- 承載構件之抗壓強度試驗用鑽心試體直徑至少為 94mm
- 非承載構件鑽心試體或鑽心試體的長徑比(L/D)小於 1 時，試體直徑可小於 94mm。
- 鑽心試體最小直徑不得小於混凝土粗粒料標稱最大粒徑的 3 倍且不小於 50mm。

#### 取樣試體長度

- 鑽心試體蓋平或磨平後的適當長度應為

直徑的 1.9~2.1 倍。如果試體的長徑比大於 2.1，應減少試體長度使能滿足前述要求。若長徑比不大於 1.75，應修正抗壓強度試驗值。

- 若試體長徑比大於 1.75，強度無需修正。若鑽心試體未蓋平前的長度小於直徑的 95% 或蓋平、磨平後的試體長度小於直徑，該試體不得做為抗壓強度試體。
- 若試體之長度與直徑之比小於 2 時，其強度會提高，故應乘以下表之修正係數。

高度/直徑	1.75	1.50	1.25	1.00
修正係數	0.98	0.96	0.93	0.87

未列入表中之修正係數可以內插方式計算之

#### 試體濕度調節

- 鑽心試體應進行試體濕度控制，以保存鑽心試體的含水量並提供可重複再現的含水狀態，以降低因鑽心過程或試體準備時因用水造成試體中溼度梯度的變化。
- 試體鑽出後，擦拭表面水分，並允許表面水氣蒸發。當表面氣乾時(應不超過鑽心後一小時)，將試體個別置於塑膠袋或不吸水容器中，封口以防止水氣損失。試體置於常溫下避免太陽直射，並儘速將鑽心試體運送至試驗室。試驗前，除因試體蓋平允許暴露於大氣中最長不超過兩小時外，應持續置於密封塑膠袋或不吸水容器中。
- 如鋸切或磨平鑽心試體端面須用水進行時，應在可行條件內儘速完成作業。除非指定試驗者另有規定外，前述作業應在鑽心後 2 日內完成。當完成端面處理作業，拭除表面水並讓表面氣乾後將試

體置於塑膠袋或容器中。在端面處理過程中，應使試體與水接觸的時程降至最低。

- 除非指定試驗者另有規定外，在試體最後被水濕潤後及進行試驗前，鑽心試體應置放於密封塑膠袋或不吸水容器中至少 5 天。
- 置放時間至少 5 天之目的為降低試體在鑽心、鋸切或研磨期間，因受到潤濕造成水分梯度之影響性。

#### 抗壓試驗

- 鑽心試體應於鑽取 48 小時以後至 7 日前，按混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法(CNS 1232-A3045)之規定進行試驗。
- 鑽心試體合格之標準為同組試體之平均強度不低於規定強度  $fc'$  之 85%，且任一試體之強度不低於  $fc'$  之 75%。

#### 參考文獻：

- CNS 1238 混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法
- 中國土木水利工程學會，混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94a)

## 「台日房屋外牆整建技術交流」

### 台北市老舊建築改善與都市更新之整建維護策略研討會心得

環品室-黃正賢

#### 前言

近年來有發生多起外牆磁磚剝落砸傷路人，部分案件因未成立管委會，導致檢察官認定外牆修繕屬全體住戶之責任，並遭過失傷害罪起訴，可見外牆磁磚剝落事件，已成刻不容緩的民生安全與法律問題。

以台北市而言，屋齡超過 30 年以上之建物達 80%，其中老舊大樓就約有 11 萬棟，且大多外牆為磁磚工程，早期黏著劑品質未有現階段之品質，故未來外牆磁磚掉落案件，恐會層出不窮。

#### 外牆磁磚劣化原因

外牆磁磚產生劣化主要為下列幾種原因：

- 磁磚材料因素
  - 磁磚材質過於光澤導致附著力不足
  - 磁磚背溝深度不足導致附著力不足
  - 磁磚材料變形翹曲黏著劑無法完全黏著
  - 磁質、陶質、石質，不同材質各有不同的吸水率
- 施工因素
  - 外牆表面未清潔乾淨
  - 打底層未確實導致膨脹脫層、收縮龜裂
  - 外牆面積過大，未有分割收縮縫，產生熱膨脹造成脫層
- 人為因素
  - 水泥砂漿、易膠泥的拌合劑中摻水
  - 屋頂防水施工不良導致水滲入外牆內
  - 拌合黏著劑人員拌合後放置時間過長，黏著力降低
  - 貼磚施工拌合黏著劑一次塗抹至打底牆面面積過大
- 其他因素影響
  - 因地震產生剪力效應
  - 因地震產生磁磚剝落
  - 外牆結構設計扭力集中於特定樓層
  - 酸雨造成水泥中性化
  - 地震(裂開、剝落、擠壓)

#### ● 地層下陷

#### 外牆磁磚劣化現象

外牆磁磚產生劣化主要有下列幾種現象：

- 龜裂



圖 龜裂

- 風化(白華)



圖 風化(白華)

● 膨突



圖 膨突

● 缺損



圖 缺損

● 剥落(掉落)



圖 剥落(掉落)



圖 剥落(掉落)

**外牆磁磚系統缺陷檢測技術**

- 目測法：專業人員以目測方式直接判斷磁磚之外部缺陷。
- 打診法：以鐵鎚或其他工具敲擊磁磚，以聲音判斷是否存在內部缺陷之可能性。
- 敲擊回音法：利用較低頻率的暫態應力波傳原理之非破壞檢測技術，主要用以偵測混凝土內部瑕疵。
- 超音波法：利用超音波傳波速度、反射、衰減，測出缺陷處與完整處之不同。
- 黏著力拉拔試驗：用於外牆壁面上，以磁磚拉拔試驗機進行檢測。
- 紅外線熱像法：運用光電技術，接收物體熱輻射之紅外線波長訊號，轉換成影像圖形，進一步計算出溫度值，進而利用熱影像圖判別缺陷。



圖 目視檢查：

1. 乘坐吊籠或施工平台目視檢測。
2. 將所產生之劣化磁磚位置記錄在圖面上。



圖 打診檢查：

1. 乘坐吊籃或施工平台敲擊檢測。
2. 將所產生之劣化磁磚位置記錄在圖面上。



圖 打診檢查：

1. 利用紅外線攝影方式。
2. 將所產生之劣化磁磚位置記錄在圖面上。



圖 日本簡易型磁磚拉拔機：(依型號會有所不同)

1. 重量：約 3~5 公斤
2. 最大荷重：10000N~30000N
3. 價格：約 35 萬日幣



圖 敲擊回音法檢查：

1. 利用人工或機器敲擊牆面。
2. 將所產生之劣化磁磚位置記錄在圖面上。

診斷方法	適用限制
目測法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可發現外觀上異常，但無法發現外觀上無異常浮起。</li> <li>2. 可發現外觀上異常，但有可能因光線或遮蔽物漏掉。</li> </ol>
打診法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法以外觀數字表示測定結果。</li> <li>2. 有時無法測出厚度約在 40mm 以上浮起。</li> </ol>
敲擊回音法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有時無法測出厚度約在 40mm 以上浮凸，受調查面背後情況不同影響。</li> <li>2. 採用機器人時也有其天候影響的限制。</li> </ol>
超音波法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於較寬廣的面，難以檢查出浮起。</li> <li>2. 不適用表面較粗糙的磁磚。</li> <li>3. 難以檢查出較深層處的浮起。</li> </ol>
黏著力拉拔試驗	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 試驗用磁磚需要進行修補。</li> <li>2. 不適用於表面有較大凹凸的磁磚。</li> <li>3. 僅能測定部分的磁磚。</li> </ol>
紅外線熱像法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 照相機受季節、天候、時刻、氣溫、壁面方位、裝修材色調、建築物冷暖機具發熱等影響。</li> <li>2. 風或與較強時難以判定。</li> <li>3. 壁面與照相機之間有樹木等障礙物時無法測定。</li> <li>4. 不同機器、畫面處理方法造成結果有很大差異。</li> <li>5. 若有陽台或雨庇等圖起物難以判定。</li> </ol>

#### 相關法令與補助

- 新北市政府辦理都市更新整建維護補助要點
- 公告整建維護策略地區
- 103 年度新北市都市更新整建維護規劃設計及實施經費補助辦法

## 結語

### 整建的優點

- 改善市容觀瞻：將老舊的、醜陋的建築物、設施等除舊佈新、改善環境，增加有形及無形的效果。
- 改善居住環境：老舊建築物翻新，將原有惡劣的環境做有效的改善，使其更適合人們居住，進而增進當地的繁榮，增加當地收益。
- 改善景點環境：將整建區域及附近區域加以美化，吸引更多觀光人潮，也一起帶動周邊的經濟活動。
- 房地產升值：對於地主、屋主而言，最明顯帶來的好處是提高房地產的價值，可以從中獲取利益。

### 參考文獻：

- 台北市老舊建築改善與都市更新之整建維護策略研討會

## 輻射概述

環品室 黃正賢

### 前言

為避免本公司使用含有高輻射之金屬製品，進而影響本公司商譽、個人健康及客戶健康，在此介紹輻射檢測依據、輻射定義及人體影響。

#### ● 目的

為防止鋼鐵原料、半成品、成品在生產過程中，遭受輻射污染，管制受污染之鋼鐵原料、半成品、成品流通及使用，以確保民眾之安全，特訂定本暫行規範。

#### ● 定義

所稱「鋼鐵原料」，主要指廢鋼鐵，亦含五金下腳廢料或報廢機具。「半成品」，指鋼錠、鋼胚，或其他經由原料型態冶煉而成之鋼鐵半成物。

「成品」指鋼筋、鋼管、鋼樑，或其他由原料型態或半成品型態加工製成之鋼鐵成品。

#### ● 偵測儀器

鑑定輻射污染鋼鐵材所使用之偵測儀器及操作之規定如下：

- 可度量加馬劑量率之輻射偵測儀器。
- 偵測儀器之加馬劑量率偵測低限為○・一微西弗／小時或一〇微侖目／小時。
- 度量能量介於 100keV~2MeV 之加馬射線；偵測儀器之能依性應小於 $\pm 20\%$ ，誤差應小於 $\pm 20\%$ 。
- 以環境輻射偵測儀器（單位以 Sv/h 或 rem/h 顯示）或污染偵測儀器（單位以 cps, cpm 顯示）度量。

上述偵測儀器應按規定接受合格校驗單位定期校正。

#### ● 輻射污染鑑定標準

鑑定輻射污染鋼鐵材之標準規定如下：

- 以鋼鐵材表面之加馬劑量率超過○・五微西弗／小時（即  $0.5 \mu\text{Sv/h}$ ）或五〇微侖目／小時（即  $50 \mu\text{rem/h}$ ）為鑑定標準（包括背景輻射）。
- 以污染偵測儀器計測率超過背景輻射之五倍值為鑑定標準。

#### ● 偵測方式

偵測方法皆以可近表面偵測為原則。

#### 對人體影響

#### ● 單位說明

西弗（[英語](#)：sievert，縮寫：Sv；西弗、簡稱：希）是一個用來衡量輻射劑量對生物組織的影響程度的國際單位制導出單位，為受輻射等效生物當量的單位。

在地球上都存在天然輻射，有些源自地球大氣層外界，有些可在土壤、礦石中發現些微的天然放射性核素，而空氣及水中亦存在天然放射性氡氣，而人體中也含有天然放射性核素鉀 40等，因此人類生活隨時都會接受到一些輻射。

如果按照國際輻射防護組織 ICRP 的標準，來自非背景輻射的游離輻射，一般人造成之年劑量規定是不超過 1 毫西弗（1 mSv/yr），換算就是每小時 0.1 微西弗（0.1 uSv/h）。放射性職業工作者一年累積全身受職業照射的上限是 20 mSv/yr (ICRP 推薦)。但是偵測環境如果超過 20 微西弗，就是緊急狀況。如果人體瞬間接受輻射量超過 200 毫西弗，就會使身體會造成危害，超量接受會嚴重傷害腦中樞，還可能幾小時內就會死亡。

地球上普通人受到的累計輻射平均值為每年 2.4 毫西弗 (mSv, 即  $2.4\text{mSv}/Y \div 365 \div 24 = 0.274\mu\text{Sv}/\text{h}$ )，其中氮為 1.2 毫西弗，宇宙射線為 0.4 毫西弗，大地本底輻射為 0.5 毫西弗，食物中攝入 0.3 毫西弗。

● 換算單位

●  $1\text{ Sv} = 1000\text{ mSv} = 1000000\mu\text{Sv} =$

$10000\text{ erg/g} = 100\text{ rem}$  (1 西弗 = 100 倉目)

- $1\text{ mSv} = 1000\mu\text{Sv}$
- $1\mu\text{Sv}/\text{hr} = 8.76\text{ mSv/year}$  (一年 8760 小時計算, 1 微希/小時 = 8.76 毫希/年)
- $1\text{ rem} = 10\text{--}2\text{ Sv} = 100\text{ erg/g}$  (1 倉目 = 100 爾格/克)

輻射劑量 (mSv)	影響和標準
0.001	手足 <u>X 射線</u> 照相
0.001	骨密度 <u>X 射線</u> 檢查
0.005	口腔 <u>X 射線</u> 照相
0.05	核電站工作人員一年累計輻射。
0.2	乘飛機從東京到紐約之間往返一次的劑量 (宇宙射線和飛行高度有關)。
0.9	做一次 <u>X 射線</u> 胸部攝片的劑量。
1.0	一般公眾一年工作所受人工放射劑量 (ICRP 推薦) 從事輻射相關工作的婦女從被告知懷孕到臨產所受人工放射劑量上限。
1.2	與 1 天平均吸 1.5 盒 (30 支) 紙煙同居的被動吸煙者一年累計輻射 <sup>[8]</sup> 。
1.5	日本人一年累計所受自然輻射。
1.5	脊柱 <u>X 射線</u> 照相
2.0	從事輻射相關工作的婦女從被告知懷孕到臨產腹部表面所受人工放射劑量極限。
2.0	1 次頭部 <u>CT</u> 檢查
2.4	地球人平均一年累計所受輻射 (宇宙射線 0.4, 大地 0.5, 氮 1.2, 食物 0.3)
4	一次胃部 <u>X 射線</u> 銀餐透視的劑量。
5	從事輻射相關的婦女工作者一年累計所受輻射法定極限。
6	上消化道 <u>X 射線</u> 檢查
6.9	1 次胸部 <u>CT</u> 檢查
7.1	做一次 <u>X 射線</u> 胸部透視的劑量。
7 - 20	<u>CT</u> 全息攝影。
8	下消化道 <u>X 射線</u> 檢查
10	日本原子力安全委員會所制定「室內避難」的輻射劑量。
10	一次腹腔骨盆 <u>CT</u> 檢查
13 - 60	1 天平均吸 1.5 盒 (30 支) 紙煙者一年累計。

20	放射性職業工作者一年累積全身受職業照射的上限 (ICRP 推薦)
50	從事輻射相關工作者 (非女性) 一年累計所受輻射舊標準規定的上限。 日本原子力安全委員會所制定「避難」的輻射劑量。 自衛隊員，消防員，警察 (婦女除外) 一年累計所受輻射法定極限。
100	已證明對人體健康明顯有害的輻射劑量極限 從事輻射相關工作者 (非女性) 五年累計所受輻射法定極限。 從事輻射相關工作者 (非女性) 在緊急狀況下從事一次作業所受輻射法定極限。
250	福島第一核電站事故現場人員暫定輻射劑量上限。 白血球減少。
500	淋巴球減少。 國際放射防護委員會規定除人命救援外所能承受的輻射極限。
500	放射性職業工作者一年累積局部 (如皮膚、手、足) 受職業照射的上限 (ICRP 推薦)
1,000	出現被輻射症狀。噁心，嘔吐。水晶體渾濁。
2,000	細胞組織遭破壞，內部出血，脫毛脫髮。死亡率 5%。
3,000 - 5,000	死亡率 50% (局部被輻射時 3,000 : 脫毛脫髮、4,000 : 失去生育能力、5,000 : 白內障、皮膚出現紅斑)。
7,000 - 10,000	死亡率 99%。
10,001 以上	

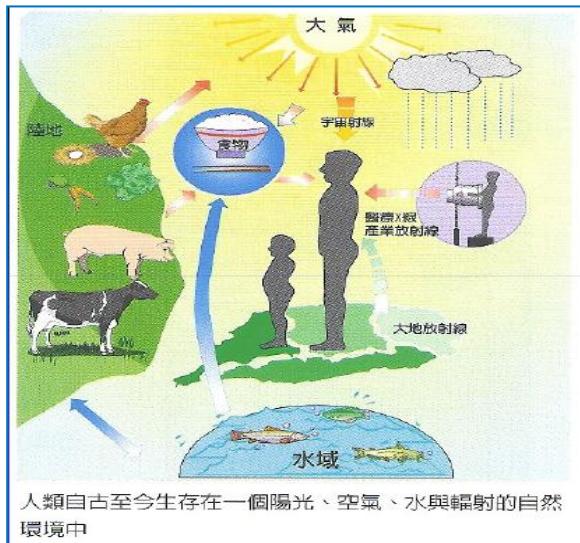


圖 輻射對於人體的影響



圖 游離輻射的種類

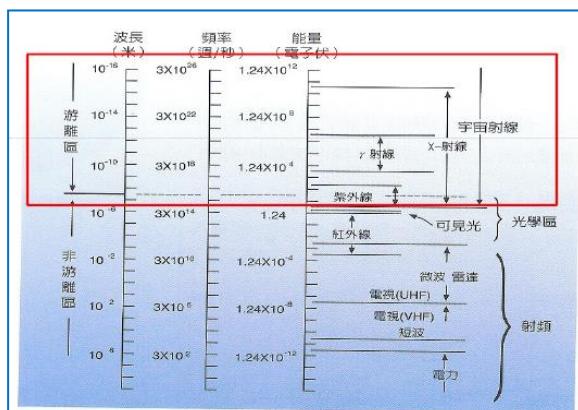


圖 游離輻射波長、頻率及能量示意

- 放射性同位素可產生粒子輻射
  - 如果兩個原子的質子數目相同，但是中子數目不同，則它們仍有相同的原子序，在周期表上是在同一個位置的，所以此兩者就叫「同位素」。
  - 如鈷 60，記成  $^{60}\text{Co}$ ，它有 27 個質子和 33 個中子，其質量數為 60。
  - 至於同位素，例如鈷的同位素有五種分別是  $^{56}\text{Co}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{58}\text{Co}$ 、 $^{59}\text{Co}$ 、 $^{60}\text{Co}$  除了  $^{59}\text{Co}$  是穩定同位素外，其餘都具有放射性。

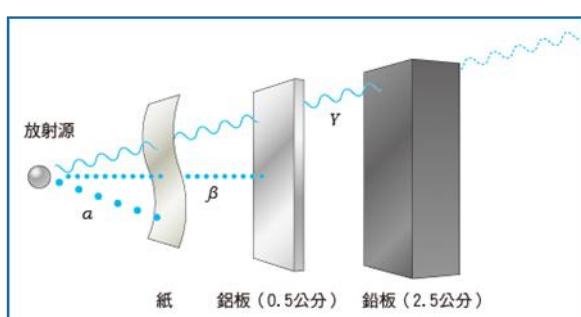
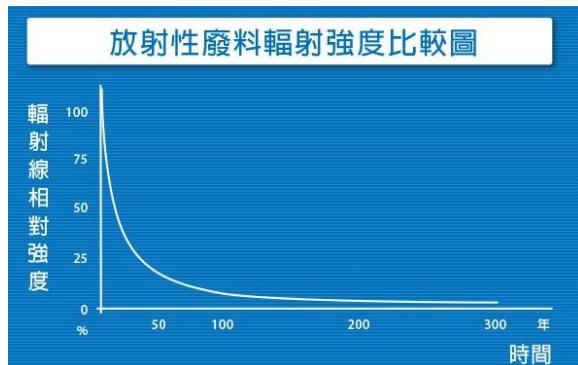


圖 不同的輻射有不同的穿透力

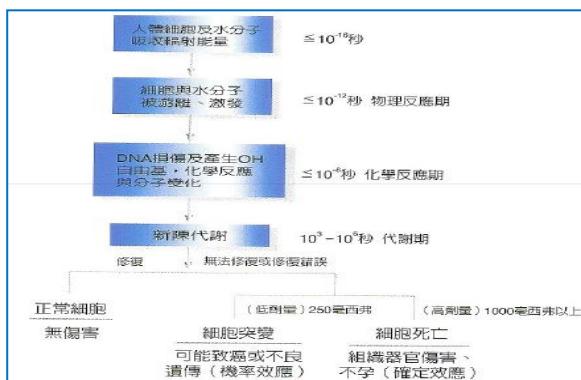


圖 輻射吸收與代謝示意圖

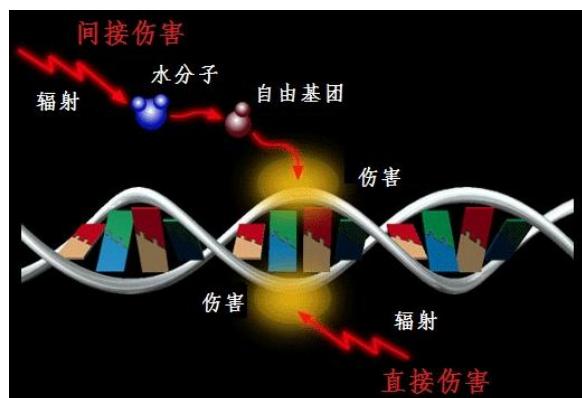


圖 輻射破壞 DNA 示意圖

### 輻射健康效應

軀體效應	急性效應	皮膚發生紅斑 骨髓、肺、消化道傷害 白血球減少 不孕 噁心、嘔吐、腹瀉	確定效應
	慢性效應	白內障 胎兒之影響	
		白血病 癌症	
遺傳效應		遺傳基因突變 或染色體變異 異所發生的各種疾病	機率效應

### 輻射敏感度

- 分裂次數愈高的組織對輻射愈敏感
- 分裂頻率愈高的組織對輻射愈敏感
- 型態與功能上尚未分化的組織對輻射較敏感

敏感度	組織器官名稱
高	胎兒、淋巴組織、生殖腺、骨髓、脾臟

稍高	皮膚、水晶體、消化道
中等	肝臟、血管
低	肌肉、骨骼、神經

### 輻射防護的原則

- 利用輻射所獲得的效益必須超過它的代價
- 在考慮到經濟與社會因素之後，一切輻射曝露必須保持合理抑低
- 輻射作業人員與一般民眾接受輻射劑量均不得超過
- 法規的限制

### 輻射防護的方法

- 體外曝露的防護(TSD)
  - 時間：接受曝露的時間儘可能縮短
  - 距離：要遠離射源
  - 屏蔽：利用鉛板鋼板或水泥牆可擋住輻射或減低輻射強度
- 體內曝露的防護
  - 放射性物質侵入體內的途徑有：飲食、呼吸、皮膚吸收、傷口侵入

### 參考文獻：

- 行政院原子能委員會-輻射污染鋼鐵材鑑定規範

## 環氧樹脂砂漿地坪檢驗說明

環品室 黃正賢

依據公共工程委員會頒布規範第 09622 章 V5.0 環氧樹脂砂漿地坪：

### 樣品

- 擬採用之環氧樹脂砂漿之用料樣品各[3]份。
- 提供顏色及表面修飾之 30×30cm (即 12×12in) 之色板樣品各[3]份供工程司選擇。

### 實品大樣

- 環氧樹脂砂漿之成品或現場整體單元，除另有規定外或工程司認為必要時，得要求承包商製作至少為[2×2]或[3×3]m 之實品大樣，經核可後方得大批製作。該核可之實品大樣得作為完工成品之一部份給予計量、計價。

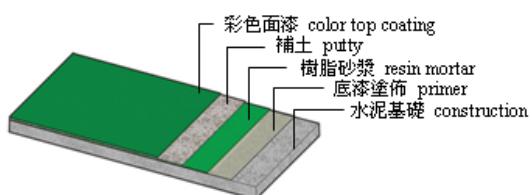


圖 未經止滑效果處理

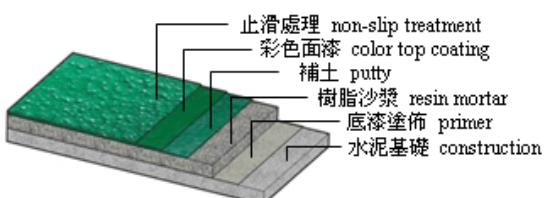


圖 經止滑效果處理

### 現場環境

- 環氧樹脂砂漿地坪工作不得曝曬於烈日下，如為日正當中在屋外施作時應搭建棚架，使氣溫維持常溫為宜。如為屋內施作時工作進行中及完成後均應保持空氣對流、通風、維持適當濕度以利其養護。
- 但在施作中及施作完成 48 小時內應避免乾熱氣流吹襲。

### 物理特性

- **樹脂砂漿之抗壓強度須達到[500]kgf/cm<sup>2</sup> 以上，依據[CNS 1010] 之規定。**
- **樹脂之抗壓強度須達到[510]kgf/cm<sup>2</sup> 以上，依據[CNS 10141]之規定。**
- **樹脂砂漿之抗曲強度須達到[300]kgf/cm<sup>2</sup> 以上，依據[ASTM C348] 之規定。**
- **樹脂之抗曲強度須達到[306]kgf/cm<sup>2</sup> 以上，依據[CNS 10141]之規定。**

### 施工準備

- 混凝土表面須平整，不得有湖漿化面現象，且不可使用化學性養護，經自然乾燥[28] 天以上。
- 施工前應檢查施工面至可施工狀況後，如表面仍有碎塊、油漬、瀝青、膠類等物質，必須使用電動磨石機及輪機磨除突出處及水泥镘刀接痕，並使太過光滑細緻之區域打磨成粗糙表面。
- 混凝土面之小裂縫須用樹脂補平，凹洞部分須用環氧樹脂拌和石英砂補平並經研磨平整。
- 清潔

以[真空吸塵器吸除][適當方式清除]砂粒、雜物及灰塵。

### 乾燥

如有需要或工程司指定時，必須以適當方式將潮濕區域強制乾燥至符合施工標準，其施作面含水率必須在[10]% 以下。

### 施工要求

- **一般型(厚度 3mm 以上)【流展砂漿型】**
  - **第一層(底塗層)**  
參照原製造廠商之技術資料，基材表面處理後塗布底漆(為環氧樹脂

主劑添加硬化劑)一層，但用量不得少於[0.15]kg/m<sup>2</sup>。

- 第二層 (砂漿層)

參照原製造廠商之技術資料，底漆乾燥後，將環氧樹脂主劑與硬化劑充分攪拌，但用量不得少於[1.3]kg/m<sup>2</sup>，再加入粒料其用量約為[2.2]kg/m<sup>2</sup>一起攪拌，將拌和好的砂漿即倒在底塗層上以鏝刀整平其厚度不得少於[2]mm。

- 第三層 (面塗層)

參照原製造廠商之技術資料，以環氧樹脂主劑添加硬化劑之面漆一層，但用量不得少於[1.2]kg/m<sup>2</sup>以鏝刀均勻塗布於砂漿層上其厚度不得少於[1]mm，完成後之總厚度不得少於[3]mm。

- 厚塗型(厚度5mm以上)【乾式砂漿型】

- 第一層 (底塗層)

參照原製造廠商之技術資料，基材表面處理後塗布底漆(為環氧樹脂主劑添加硬化劑)一層，但用量不得少於[0.15]kg/m<sup>2</sup>。

- 第二層 (接著層)

參照原製造廠商之技術資料，底漆乾燥後塗布環氧樹脂主劑添加硬化劑之樹脂一層，但用量不得少於[0.3]kg/m<sup>2</sup>。

- 第三層 (砂漿層)

參照原製造廠商之技術資料，接著層未乾燥前，將環氧樹脂主劑與硬化劑充分攪拌，但用量不得少於[1.3]kg/m<sup>2</sup>，再加入粒料其用量不得少於[2.7]kg/m<sup>2</sup>一起攪拌，將拌和好的砂漿即在接著層上以鏝刀整平，其厚度不得少於[4]mm。

- 第四層 (密封層)

參照原製造廠商之技術資料，砂漿層乾燥後以環氧樹脂主劑添加硬化劑及填充料之批土一層，但用量不

得少於[0.6]kg/m<sup>2</sup>均勻塗布於砂漿層上，作密封、填縫補平用。

- 第五層 (面塗層)

參照原製造廠商之技術資料，密封層乾燥後以動力研磨機將突出物清除後，再以環氧樹脂主劑摻添加硬化劑之面漆一層，但用量不得少於[1.2]kg/m<sup>2</sup>均勻塗布於密封層上，其厚度不得少於[1]mm，完成後之總厚度不得少於[5]mm。

**計算方式：**

假設施作面積為1500m<sup>2</sup>，總材料使用量如下表所示：

材料名稱	單位原 料重量	單位面積 使用量	總使 用量
底塗層	25kg/桶	0.15kg/m <sup>2</sup>	9 桶
中塗層(環 氧 樹脂主 劑)	25kg/桶	1.3kg/m <sup>2</sup>	78 桶
粒料	20kg/袋	2.2kg/m <sup>2</sup>	165 袋
面塗層	25kg/桶	1.2kg/m <sup>2</sup>	72 桶

- 建議廠商在調配時隨機抽樣檢驗調和比例，並總量管制當層進場數量與使用數量之比對(留空桶及袋包裝)

**分割及切縫**

除設計圖所示或另有規定外，應以[≤3]m為原則作水平及垂直雙向之分割切縫，其切縫寬度及深度參照製造廠商之建議，並經工程司認可。

- 保護

- 塗裝後之地坪四日內應確實禁止人員、機具進入。
- 塗裝完成後若因工作上需要時，無論地坪、邊角或樓梯等部分為防止破損應加強設置保護措施。

依據公共工程委員會頒布規範第09622章V2.0環氧樹脂砂漿地坪檢驗項目及頻率如下表：

3.3 檢驗

除契約另有約定外，各項材料及施工之檢驗項目如下表：

名稱	檢驗項目	檢驗方法	規範之要求	頻率
環 氧 樹 脂 砂 漿	抗壓強度	CNS 1010 R3032	500kgf/cm <sup>2</sup> 以上	1. 數量未達 200 m <sup>3</sup> 時， 免檢驗。 2. 數量達 200~1000 m <sup>3</sup> ，檢驗 1 次。 3. 數量超過 1000 m <sup>3</sup> 時，每 1000 m <sup>3</sup> 加 驗 1 次。
	抗拉強度	CNS 1011 R3033	依契約圖說規定	
環 氧 樹 脂	接著強度	CNS 10142 A3181	應符合契約圖說 及 CNS 10141 A2151 之規定	
	抗曲強度			
	抗壓強度			

**參考文獻：**

- 依據公共工程委員會頒布規範第 09622 章 V5.0 環氧樹脂砂漿地坪

# 機電篇

## 電力系統常見缺失及注意事項

工程部機電組/環品室

### 前言

公司各部門依相關作業程序及標準執行本工程，有效掌握工程成本及品質。針對水電工程於重規劃、進料、施工等常見缺失及注意事項。

### 電氣系統

- 管線材料設備應施作樣品板



圖 1 管材樣品板



圖 2 線材樣品板

- 材料設備進場查驗



圖 3 線材進場查驗



圖 4 管材進場檢驗

- 接地應注意事項
- 接地線應用火藥熔接及施作止水板
- 注意各系統接地電阻值需求
- 避雷、電氣及弱電接地箱之導線、接地板及接地箱材質規格，應依契約規定施作，並設置 E、P、C 極，引上導線應標註記號以免錯接，完成後再複測。



圖 5 接地熔接



圖 6 接地線熔接



圖 7 止水板施作



圖 8 接地阻抗檢測



圖 9 接地阻抗檢測

#### 模板組立時

- 模板組立完成後，應儘速依規劃之施工圖預留吊子及照明出線盒，管路出口等位置應精準規劃樑版放樣。



圖 10 預埋螺絲



圖 11 預留管路出線盒

- 樓板配管應隨即配合鋼筋鋪設進度施作，配置後應整體檢視各類配管(避免遺漏)。



圖 12 配合鋼筋施作進度配管

### 預埋配管

- 出線匣配置 PVC 管及套接頭(喇叭口)之連接，應以膠合劑塗抹接續，以防止接合處脫落，並於配管完成後將管路以鐵線固定。
- 出線盒引接之管路，應置於由雙層筋中引入並打 S 彎管，出線盒內多餘之管路開口應封閉。
- EMT 管續接器之固定螺帽應扭斷，以確保管路銜接牢靠，管路與續接器間隙以膠帶密封，以防泥漿滲入，造成管路阻塞。
- 出線盒類別顏色標示，避免錯接便於配管辨視
- 管路排置過密，應注意管路間距(2-3 公分)，可用鐵線將管路間距調寬固定，以免影響混凝土之澆築
- 管路引下牆面勿貼模板，並盡量保留 2-3 公分之保護層，管路置於雙層筋內



圖 13 確實使用膠合劑塗抹銜接



圖 14 雙層筋引入使用 S 彎管



圖 15 EMT 管續接器之固定螺絲鎖斷



圖 16 預埋出線盒各系統顏色分別



圖 17 配管注意管路間距



圖 18 配管於雙層筋中

- 柱牆面內出線盒引接管路，應置於鋼筋內側引入並以 S 彎管配管，並應注意其管路保護層



圖 19 柱牆出線口使用 S 彎管

- 埋入式配電盤背面，應注意並考量牆及保護層厚度並加鐵網及開口鋼筋補強，防止牆面龜裂



圖 20 箱體加鋼筋保護

- 管路埋設應注意保護層厚度，保護層不足時應加鐵網防止牆面龜裂



圖 21 加鐵網防止龜裂

- 管路配置雙層筋時，應配設於 RC 牆兩層鋼筋中間並使鋼筋有適當之混凝土保護層，箱體亦應保護避免泥漿流入及受壓變形



圖 22 箱體於澆置前保護

- RC 灌漿時水電配合派員顧管，避免管路因震動而脫落或其他因素造成管路損傷時，給予即時搶修



圖 23 水泥澆置時水電人員配合顧管

- 配電盤位置管路出口配設，應以出線盒當介面引出並加設喇叭口



圖 24 出線口使用喇叭口

### 磚牆配管

- 各類出線盒留設之高度，應依規定高度一致平齊
- 出線盒於粉刷前，應加裝保護盒以免出線盒遭泥作掩埋及雜物掉入，並減少四周之缺口；粉刷時應協調避免將保護盒打落



圖 24 粉刷前使用保護蓋

- 磚牆或輕隔間配設管路，應先切割再打鑿並注意深度，以確保有足夠之保護層，並應確實固定填補實



圖 25 磚牆配管固定填補

- 管口末端應封端，避免僅以膠帶封端（易破損），以免雜物掉入管內及破壞



圖 26 管路封口防止異物進入堵塞

- 明架天花板內線路，應加設軟管保護（管路與設備之間應使用軟管連接）



圖 27 使用軟管保護

- 導線顏色區分應照規定

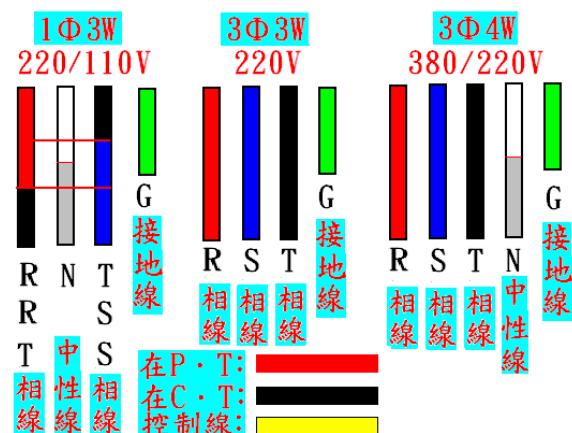


圖 28 導線顏色分類

- 插座及燈具出線盒之導線，宜以壓接方式接續
- 插座之接線應注意其極性及接地  
火線(短-紅)中性線(長-白) 接地線



圖 29 插座之接線

- 吊配管須配置整齊，且注意固定間距與吊桿規格

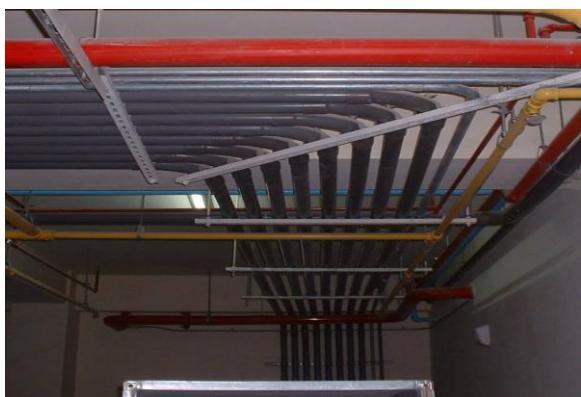


圖 30 注意固定間距與吊桿規格

- 電纜架內之，並注意間距及於適當位置標示各迴路來源。



圖 31 電纜應以束帶固定

- 電纜架間應以接地線或銅片銜接，電纜架亦應再與配電盤內之接地線連結



圖 32 電纜架間應以接地線銜接

- 台電配電室引進管管內漏水，應聯繫台電公司人員處理封塞止漏，管外應加止水措施防止滲水

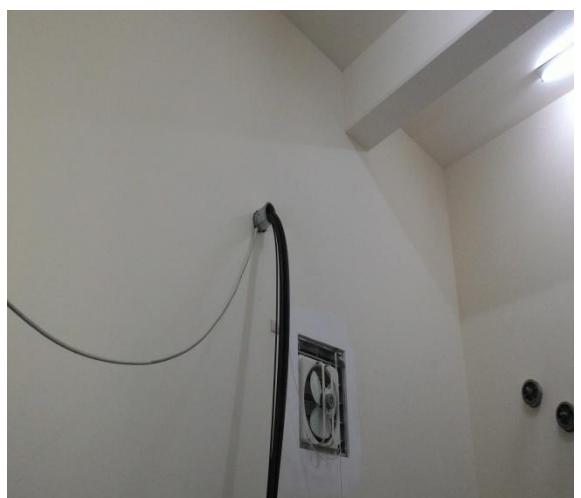


圖 33 台電引進管封止漏

- 電纜架間應以接地線或銅片銜接，電纜架亦應再與配電盤內之接地線連結
- 配電盤盤面應加設銘牌(標示盤名及相數、電壓值加鎖，並應設置中間版，以免操作時帶電部分露明危險，各用電迴路應依設計圖配接(附單線圖)NFB 多餘格位，應以飾版遮蓋



圖 34 加設銘牌標示盤名及相數

- 配電盤內低壓斷路器規格應符合規定，大容量加裝分相隔板
- 屋外路燈線路應為電纜(PE-PVC)或 XLPE 為宜，並加裝漏電斷路器。



圖 35 加裝分相隔板



圖 36 屋外路燈線路為電纜

- 發電機室應注意散熱方式及空間是否足夠，油槽應加作防油堤保護，排煙管應施作隔熱包覆及防護網



圖 37 排煙管施作隔熱包覆

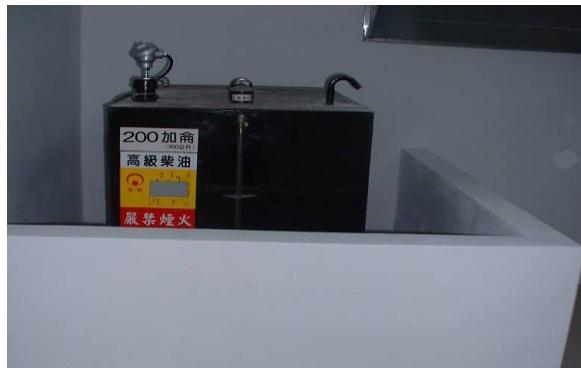


圖 38 油槽加作防油堤保護

- 配電盤廠驗及出廠前進行相關檢測



圖 39 進行配電盤檢測

- 配電盤上方應以管路引進並套設喇叭口，避免直接切開口引入



圖 40 引進口設喇叭口

- BUS WAY 引至配電盤，應以盤面接頭銜接，盤面接頭應與配電盤平齊，開口大小應配合適當應以銅排或軟銅帶銜接



圖 41 BUS WAY 引至配電盤

- 電氣管路至配電箱應設置喇叭口(PVC 管)或護圈(EMT 管)，以免拉線破皮



圖 42 設置喇叭口

- 變壓器不宜直接置放地面，應以基座或吊掛方式安裝，以免受潮鏽蝕



圖 43 變壓器吊掛方式安裝

- 配電盤送電前絕緣等相關測試

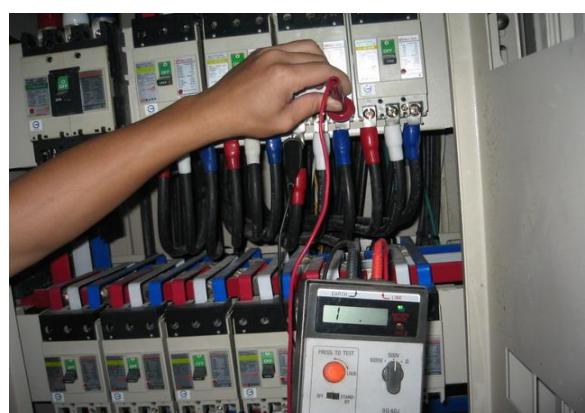


圖 44 送電前絕緣檢測

- 參考依據：

- 電工法規-屋內線路裝置規則及屋外供電線路裝置規則

## 空調系統常見缺失及注意事項

工程部機電組/環品室

### 前言

由於工程材料設備種類繁多，專業分項工程繁雜，故若能將物料規劃整理妥當，可使整體施工過程流暢，施工廠商不會因材料設備調度而影響工程進度，針對空調工程於重規劃、進料、施工等常見缺失及注意事項。

### 空調系統

- 管材進場需查驗
- 空調機房或屋頂之機組及管路，應詳加規劃配置位置及空間(含保養維修)，並依規定施作基礎座及邊溝、避震器、吊管架及保溫套管施作



圖 1 管材進場



圖 2 管材進場查驗



圖 3 主機基礎座須依規定施作基礎座及邊溝

- 空調管路防震軟管設限螺桿，施作完成後應限度調整鬆緊度不宜過緊



圖 4 防震軟管設限螺桿鬆緊度調整

- 空調箱等之管路閥件（含溫度、壓力表）位置，應與圖說位置相符，不可反置。
- 小型送風機冰水管路須加裝由令以利日後保養拆卸



圖 5 設置由令方便事後拆裝維修

- 泵浦基礎座高度應符合規定，並設置邊溝及落水頭，預備泵亦應施作保溫套管。



圖 6 設置邊溝及落水頭，預備泵亦應施作保溫套管。

- 空調冷卻水塔底座應依契約圖說規定組裝基礎腳架減震器。
- 冷卻或冰水管路，應於焊接後除渣並即防鏽處理



圖 7 散熱水塔防震



圖 8 散熱水塔防震

- 繞型風管連接至出風口，應以束帶緊密框連
- 吊管及天花板吊線，不得固定於風管下方，以防震動



圖 9 風管銜接使用束帶緊密框連



圖 10 吊管非固定在風管

- 各種型式之風管與套管接頭，應依規定施作
- 送風機至風管之帆布兩端接頭，應對準並保持間距，避免歪斜拉扯
- 地下層風機、風管裝設高度並與其他管路檢討佈設、車道及停車部份之淨高應有 2.1m 以上
- 地下層風管之行進不可影響燈具與各類設備管路佈設（如：泡沫、電力、電信管路及給排水、污水管路等）。



圖 11 帆布兩端接頭，應對準並保持間距

- 緊急柴油發電機進排風管道及排煙口位置與尺寸需事先檢討完整。
- 地下室停車場進排風機、風管、進排風口位置與尺寸需事先檢討完整



圖 12 發電機進風避開排煙管



圖 13 發電機排風檢討高程

- 外保溫之風管固定架，應依規定加裝保護片及兩個母螺絲相制



- 圖 14 風管與套管接頭，應依規定施作
- 空調泵浦應清潔並予防護
- 進風口穿越牆面開口配合預埋框，上方加裝設擋雨板，出口風管稍向下，避免開口處滲水



圖 15 泵浦未清潔並予防護

- 空調泵浦電源接線，應將設備接地連接



圖 16 電源接線設備接地連接



圖 17 加裝設檔雨板

- 管道間垂直配管，依契約規定裝設支  
持管束及防震固定架
- 冰水管路固定於固定架上，應加設隔  
熱管座。



圖 18 管道固定依規定固定

水管尺寸 另件尺寸	最大間距 (FT)	吊桿尺寸 DØ IN	管夾尺寸 DØ IN	角鐵尺寸 (mm)	備註
3" DN	10'	3/8"	3/16"	40x40x3	
4" ~ 6"	16'	1/2"	1/4"	50x50x4	
8" ~ 10"	18'	1/2"	1/4"	65x65x6	
12" ~ 16"	20'	5/8"	3/8"	75x75x9	

註：1. 室內吊支架角鐵、吊桿、U-BOLT、螺絲、螺桿、螺帽、華司等採用鍍鉻。  
2. 室外吊支架、角鐵、槽鐵、U-BOLT採用熱浸鍍鉻、螺絲、螺桿、螺帽、華司等採用不鏽鋼。  
3. ABS水管吊支架與PVC水管施工。

圖 19 管架規定(範例)



圖 20 固定於固定架上，加設隔熱管座

- 管路配設完成後，應予以試水並作成紀錄。
- 管路須標明管類用途及水流方向



圖 21 管路用途及流向標示



圖 22 配管完成管路試壓

- 冰水管之壓力表連接彎管及溫度計銜接處，亦應施作保溫



圖 23 壓力表連接彎管及溫度計銜接處，亦施作保溫

- 冰水主機核對型號規格須與契約相符



圖 24 冰水主機核對型號規格



圖 25 冰水主機核對型號規格

- 核對機械設備性能規範與需求
- 針對空調監控系統架構整合
- 空調中央監控系統材料規範查驗

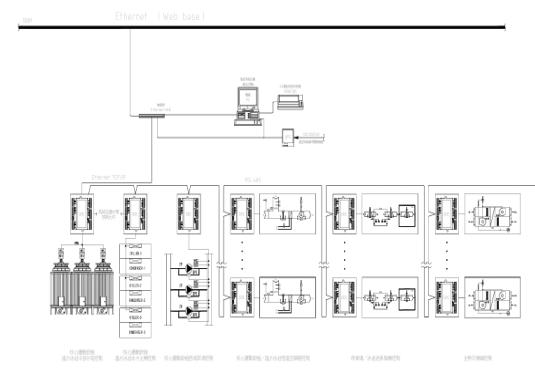


圖 26 針對空調監控系統架構整合

圖 27 空調中央監控系統材料規範

- 風管及保溫風管穿越防火區隔，應正確施作防火填塞
- 完工後系統性能試車運轉，風量、水量平衡調整及噪音測試與教育訓練



圖28運轉測試噪音



圖 29 設備完成查驗

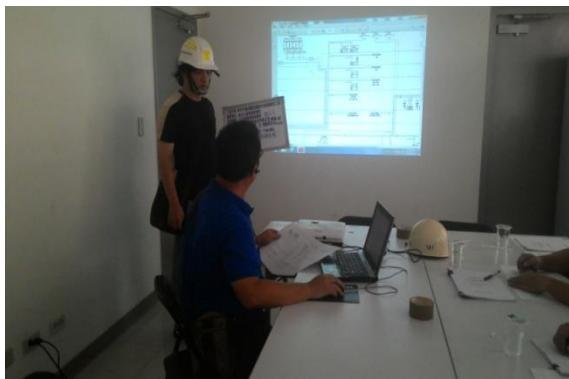


圖30教育訓練



圖32各系統整合同一高程

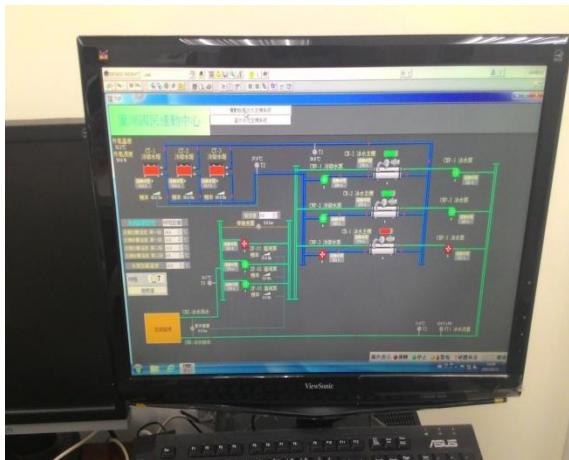


圖 31 空調中央監控圖例



圖33管路遭油漆污損

#### 施工界面整合：

- 介面常發生於建築與水電空調間及自身各工項間對設備之安裝、搬運、空間、大小、方位及施工順序等，相互應預作規劃配合及協調作業。
- 介面衝突狀況：空間衝突、施作（順序或時間）衝突、權責劃分（項目或範圍）不清
- 管路穿越外牆處，應施作止水措施及補強，以避免管路周邊滲水，澆築時並應特別注意搗實。
- 特殊隔間材質(如輕隔間)，設計及施工時應考量檢討水電配管線及出線口等之配合介面施作影響。
- 各出線盒於粉刷前，應配合裝設保護盒，將所有出線盒清找出，並穿線避免管路有阻塞之情形，以事先排除，亦一併調整出線盒之高度及間距一致。

- 建築牆面泥作噴漿或天花板油漆時，已施作之管路應適當防護，以免管路遭污損，配管應協調施工順序
- 大型設備應詳予規劃空間及動線並配合工進進場，才不致造成牆面需預留開口或打鑿及再補澆置混凝土。



- 天花板上方之各類管路，應檢討各管路之交錯配置空間及室內淨高，配合天花板施作時程，先行施作並試水完成，以免影響工進。

- 提出各樓層室內天花板管路配置檢討  
施工圖（管路複雜時）

參考文獻：水電工程規劃與管理，詹氏書局/水電工程施工與監造實務詹氏書局/行政院公共工程委員會機電公共工程品質管理訓練班教材

## 給排水系統常見缺失及注意事項

工程部機電組/環品室

### 前言

材料設備檢測必須先建立完整的檢驗管理標準，從主辦工程師、品管工程師、工地主任到專案經理，從甲方、乙方到丙方，對協力廠商或是監造單位而言，才有共同的一套標準可以依循，水電工程於重規劃、進料、施工等常見缺失及注意事項。

### 給排水系統

#### ● 細水管配管施工要領

- 1 依施工圖標示尺寸裁切
- 2 修整內毛邊及車牙
- 3 分類標註整料
- 4 依施工圖預先組裝
- 5 分階段試水
- 6 管區分標示施作位置

#### ◆ 管材進料時應檢驗及記錄



圖 1 管材進料檢驗



圖 2 排水管樣品板



圖 3 細排水設備樣品板



圖 4 裁切後分類標註整料



圖 5 依施工圖預先組裝



圖 6 分階段試水



圖 7 分標示施作位置

- 細、排水配管及套管施作，應注意引上放樣位置，並配置於雙層筋內，管路與排水管路配合之間距須正確
- 細水管路配管應注意保護層厚度；冷(右)熱(左)水管位置應正確；間距(寬度)、高度應配合器具(完成面)



圖 8 冷(右)熱(左)水管位置

- 披覆水管銜接部分仍應包覆完整



圖 9 銜接部分仍應包覆

- 細水管路配管應盡量減少接續點，以減少漏水機率



圖 10 牙接頭過多常造成漏水

- 細水管路裝妥，在未澆置混凝土與室內裝修粉刷前，皆應施行分段或整體壓力試驗並拍照與紀錄



圖 11 未澆置混凝土壓力試驗



圖 12 室內裝修粉刷前壓力試驗

- 管路及另件應分類、分層整齊架高堆放，並避免污損及日曬或管路變形



圖 13 使用管架管料分類

- 排水管配管配置施作樣品範例



圖 14 施作樣品範例

- ✚ 不鏽鋼管應依口徑規定牙接或焊接，異口徑應使用大小頭接頭，且焊接部位應除渣鏽及防鏽處理
- 管道間管路應確實固定及標示，不得僅以鐵線固定
- 各系管路之吊管架及支架，應依規定間距吊掛固定
- 管路應確實依規定間距固定



圖 14 焊接部位除渣鏽及防鏽處理



圖 15 管道間管路標示



圖 16 管路系統及流向標示



圖 17 管路依規定間距固定

- 陸上型給水泵基座應依圖說設置避震器及截水溝，逆止閥應設置緩衝或靜音型為宜。給水閥件應為不鏽鋼或青銅(鎧金銅)
- 泵應依規定設置閘閥及逆止閥



圖 18 泵底設置避震器及基礎座截水溝

- 級(揚)水泵之規格，揚程、流量、馬力

數、效率、口徑、材質、型式應與契約  
規定核對



圖 19 核對與契約是否相符

- 浴廁衛生設備安裝空間及地壁磚規劃  
施工大樣圖
- 輕隔間牆面按裝吊掛之衛生設備(洗臉盆)，應注意其載重及構造強度
- 洗臉盆及平台之固定螺栓，應使用不鏽鋼制式配件

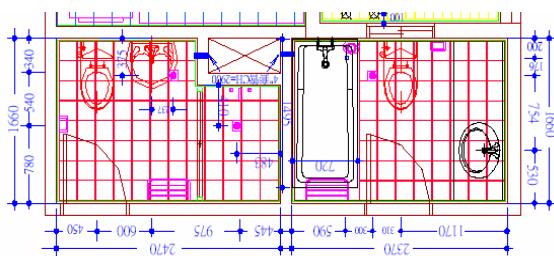


圖 20 浴廁磁磚規劃

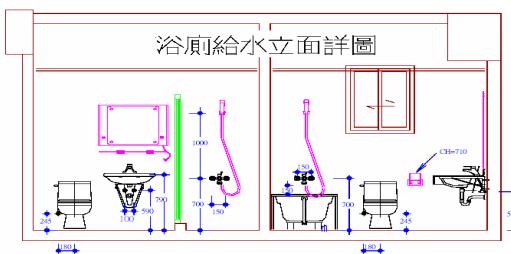


圖 21 浴廁立面詳圖規劃



圖 22 使用不鏽鋼制式配件

- 小便斗與牆面預留之銜接管路處，應注意避免漏水，並注意安裝高度(大人或小孩)



圖 23 銜接管路處，應注意避免漏水

- 蹲式馬桶施作方式為降板或台階方式及座向與樑位，應協調及配合建築結構與隔間工程空間施作
- 無障礙空間之廁所，應依規定加設相關扶手及求救按鈕設施等



圖 24 配合建築結構與隔間工程空間施作



圖 25 無障礙空間廁所應有相關扶手及求救按鈕設施

- 蓄水池之穿越管路，應設止水板套管接頭，以免管路周邊滲水，膠帶包覆部份將影響接合密實度應避免



圖 26 蓄水池施作止水套管



圖 27 不鏽鋼止水套管

- 蓄水池溢、排水、通氣管及閘閥配置，應考量溢水及閘閥滲水能檢視；通氣管上方應加設防蟲網
- 蓄水池、水塔管路配置及屋頂水塔控制極棒上限，皆應低於溢水管位並考量波動高度



圖 28 水箱溢水及閘閥滲水可檢視



圖 30 加設防蟲網

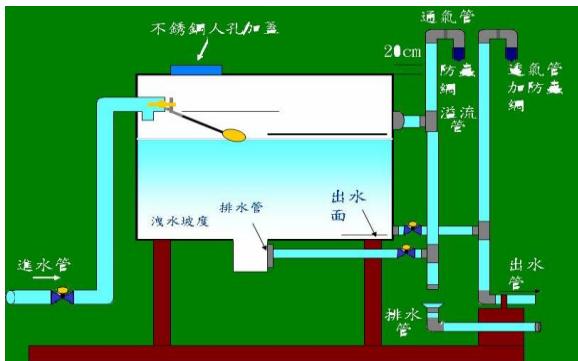


圖 30 蓄水池配置範例

- 管路穿越頂層樓板時，應注意管路周邊防水層之處理，以免造屋頂滲水
- 屋頂給水立管，應妥適規劃並其固定方式及間距須良好，且管路標示及流向清另依規定分色油漆，通氣管末端應加裝防蟲網



圖 31 穿越樓板時需施作防水處理



圖 32 通氣管末端加裝防蟲網

- 節基連通及通氣管，於拆模後應即予清通，以免日後造成阻塞
- 節基回填區排水管施作固定支撐架，避免回填灌漿時管路沉陷或走位而影響坡度



圖 32 施作固定支撐架

- 穿越外牆管路，應加施作過牆管止水板，以免管路周邊滲水



圖 33 過牆管止水板

- 排水管路插接入接頭，應作記號密實插入接合



圖 34 接入接頭，應作記

- 污排水及通氣管系統配管之安裝注意點
  - 1. 雨、污排水配管坡度，管徑 $\leq 75$ 公厘  $1/50$ 、管徑 $> 75$ 公厘  $1/100$ 為原則，約為管徑之倒數。
  - 2. 污排水橫管合流連接，應採用順水接頭。
  - 3. 污排水管使用之各式接頭，須使用專用接頭。
  - 4. 污排水主管與主管合流，應成為 $45^\circ$ 以內銳角，排水立管及管路轉向大於 $45^\circ$ 處，均應加裝設清潔口。
  - 5. 雨水立管不得連接其他排水及通氣系統。
  - 6. 飲水機、儲水槽、抽水機、給水及消防系統之排水出水口，須間接排水。
  - 7. 各衛生設備污排水管裝接透氣主管，應使用垂直或斜下方式接至最高位置之衛生設備溢流緣 $15$ 公分以上處，始能連接透氣主管。
  - 8. 通氣管應使管內水滴可自然流至排水管之坡度以 $1/250$ 為原則。
  - 9. 通氣管應由排水橫支管成垂直或 $45^\circ$ 以內角度引出
  - 10. 通氣管最低端利用 $45^\circ$ 接頭連接於排水立管或排水橫主管。
  - 11. 通氣管穿出屋頂部份須設有防水裝置及銅絲網罩。

- 12. 通氣主管上部與污排水豎管部連接處，應高於最高位置之衛生設備溢流緣 $15$ CM 以上，其下部連接處，應低於衛生設備最低位置之污排水平直管。

- 13. 設備排水口至存水彎堰口之垂直距離，不得大於 $60$ CM。
- 14. 通氣管須露出屋面 $50$ CM，並於其頂端裝置同管徑之三通一個。
- 15. 通氣立管不可兼作雨水立管使用。
- 16. 排水及通氣管路完成後，應加水壓試驗，並應保持 $60$ 分鐘而無滲漏現象為合格，水壓試驗得分層(使管路任一點均能受到 $3.3$ M以上之水壓)、分段(灌水使該段內管路最高接頭處有 $3.3$ 公尺以上之水壓)或全部(自最高開口灌水至滿溢為止)進行



圖 35 排水加透氣管



圖 36 注意排水坡度



圖 37 採用順水接頭



圖 38 排水管路使用 45 度接頭

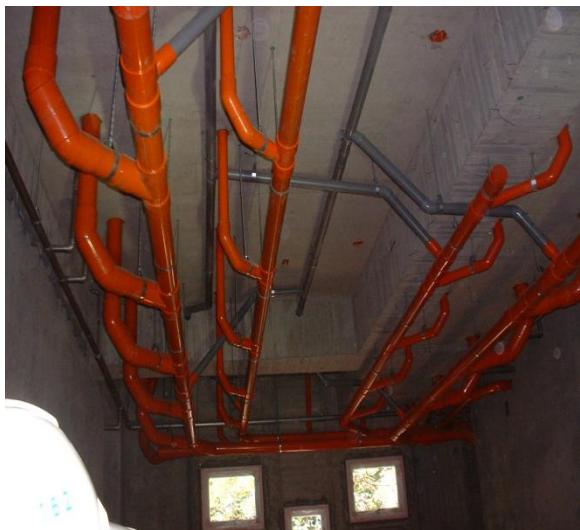


圖 39 排水管路配設，支管應截短並配合順 T 或斜 T 加 45°接頭側邊銜接；並依定位置設置透氣管



圖 40 管道間固定架間距、規劃管路排列

- 通氣管穿出部份須設有防水裝置及末端並應施作防蟲網罩
- 管道間立管固定並注意固定架間距、穩固性及規劃管路排列
- 管路吊架規格應依圖說規定



圖 41 末端施作防蟲網罩

圖 42 管道間立管固定



圖 42 管道間立管固定

- 管道間施工時上方應保護暫封閉，以免管路遭跌落重物敲擊破損，管上緣管口應封端以免雜物掉入



圖 43 管道開口封閉



圖 44 管口封掉以免異物掉入

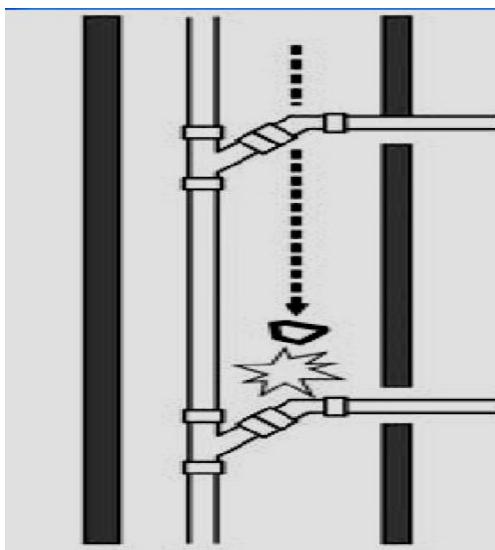


圖 44 管道封口可免雜物掉入造成管路損傷

- 穿樑管路應依規定鋼筋補強



圖 45 依規定鋼筋補強

- 管道間排水管路，應配合隔間及管道間封閉施作進度時程施作完成，並將固定加裝設
- 排水管路穿越樓版使用過版止水套管施工，並封端防止雜物掉入
- 排水管路配置於牆、柱內應注意其保護層厚度
- 排水管配設完成後，應於各管口加設管帽封端，以免雜物或泥漿流入



圖 46 使用過版止水套管



圖 47 配合土建進度完成配管

- 管道間排水管路，應配合隔間及管道間封閉施作進度時程施作完成，並將固定

- 排水管應分層試水，滿水 3.3 公尺水壓保持 2 小時，無滲漏現象為合格
- 排水管試水並應注意管路接頭是否有滲漏現象
- 於排水管出口裝置排水閥，可確認排水管是否阻塞，並利滿水試驗檢測。



圖 48 排水管滿水試驗



圖 49 排水測試底部裝置排水閥

- 污、廢水泵浦為著脫式時，應注意配合之人孔直徑，以免尺寸過小而影響安裝；控制浮球應適當依水位調整及淨空間避免拉桿鍊條阻礙誤動



圖 50 廢水泵浦為著脫式

參考文獻：給水管施工標準依自來水工程設施標準/排水管施工標準依水管工業同業公會配管技術規則/水電工程施工與監造實務詹氏書局/行政院公共工程委員會機電公共工程品質管理訓練班教材

## 消防系統常見缺失及注意事項

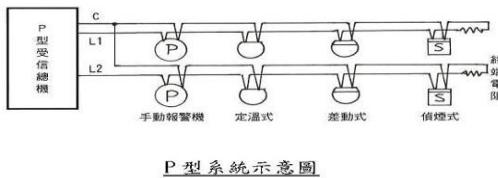
工程部機電組/環品室

### 前言

由室內火災的發展過程中，我們了解到火警自動警報設備的『火災自動探測』功能就是在火災過程中能適時有效捕捉火災產生的煙、熱、火焰等特徵，作為探測識別火災的信號，進而能夠及早發出警報音響，通知相關人員採取因應的行動，。

### 火警自動警報系統的功能

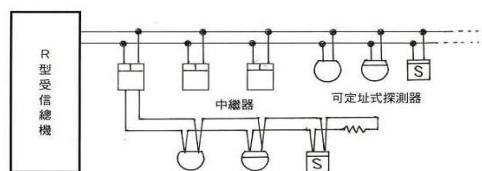
- P型：(一般型)每一個探測回路或警報回路在受信總機處都有相對應的配線，也就是所有的探測回路與警報回路配線在受信總機處都有相對應的配線，也就是所有的探測回路與警報信總機處都有相對應的配線，也就是所有的探測回路與警報在受信總機處都有相對應的配線。



P型系統示意圖

### 圖 1 P型主機架構

- R型：(智慧型)受信總機所接收的信號並非直接的火災信號，而是經過中繼器記錄、解碼、轉換的警報信號。因此R型系統是將所有的探測、警報、控制回路都要經過中繼器轉換成數位式的信號，再透過信號傳輸線傳送到受信總機。R型探測器具有可定址之功能，當受信總機收到某一可定址式探測器動作時，除發出火災警報外，並以數字或圖形顯示火災發生的位置，使火災通報的正確性更容易掌握。



R型系統示意圖

### 圖 2 R型主機架構

- 火警受信總機能力介紹及相關法規
- 第一百二十五條 火警受信總機應依下列規定裝置：
  - 一、具有火警區域表示裝置，指示火警發生之分區。
  - 二、火警發生時，能發出促使警戒人員注意之音響。
  - 三、附設與火警發信機通話之裝置。
  - 四、一棟建築物內設有二臺以上火警受信總機時，設受信總機處，設有能相互同時通話連絡之設備。
  - 五、受信總機附近備有識別火警分區之圖面資料。
  - 六、裝置蓄積式探測器或中繼器之火警分區，該分區在受信總機，不得有雙信號功能。
  - 七、受信總機、中繼器及偵煙式探測器，有設定蓄積時間時，其蓄積時間之合計，每一火警分區在六十秒以下，使用其他探測器時，在二十秒以下。



圖 3 受信主機

- 第一百二十六條 火警受信總機之位置，依下列規定裝置：
  - 一、裝置於值日室等經常有人之處所。但設有防災中心時，設於該中心。
  - 二、裝置於日光不直接照射之位置。
  - 三、避免傾斜裝置，其外殼應接地。
  - 四、壁掛型總機操作開關距離樓地板面之高度，在零點八公尺（座式操作者，為零點六公尺）以上一點五公尺以下。



圖 4 火警自動警報系統的組成

- 偵煙式探測器功能介紹及相關法規
- 第一百二十二條 偵煙式探測器除光電式分離型外，依下列規定裝置：
  - 一、居室天花板距樓地板面高度在二點三公尺以下或樓地板面積在四十平方公尺以下時，應設在其出入口附近。
  - 二、探測器下端，裝設在裝置面下方六十公分範圍內。
  - 三、探測器裝設於距離牆壁或樑六十公分以上之位置。
  - 四、探測器除走廊、通道、樓梯及傾斜路面外，各探測區域應設探測器數，

依下表

之探測器種類及裝置面高度，在每一有效探測範圍，至少設置一個。

五、探測器在走廊及通道，步行距離每三十公尺至少設置一個；使用第三種探測器時，每二十公尺至少設置一個；且距盡頭之牆壁在十五公尺以下，使用第三種探測器應在十公尺以下。但走廊或通道至樓梯之步行距離在十公尺以下，且樓梯設有平時開放式防火門或居室有面向該處之出入口時，得免設。

六、在樓梯、斜坡通道及電扶梯，垂直距離每十五公尺至少設置一個；使用第三種探測器時，其垂直距離每十公尺至少設置一個。

七、在升降機坑道及管道間（管道截面積在一平方公尺以上者），應設在最頂部。

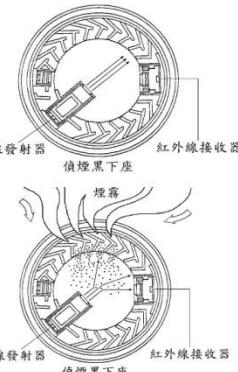
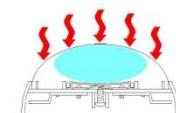
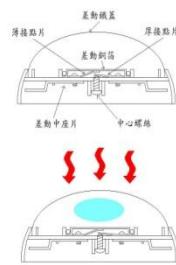


圖 5 偵煙感知器動作原理



- 定義：周圍溫度上升率在超過一定限度時就動作，係針對某一局限地點之熱效率有反應者。
- 敏感度：1種一定溫 $120^{\circ}\text{C}$  30秒內  
2種一定溫 $30^{\circ}\text{C}$  30秒內

圖 6 差動感知器動作原理

- 差動式、定溫式及補償式局限型探測器裝置規定

- 差動式局限型、補償式局限型及定溫式一、局限型探測器，依下列規定設置：

一、探測器下端，裝設在裝置面下方三十公分範圍內

二、各探測區域應設探測器數，依下表之探測器種類及裝置面高度，在每一有效探測範圍，至少設置一個

裝置面高度		未滿四公尺		四公尺以上 未滿八公尺	
建築物構造		防火構造 建築物	其他建 築物	防火構造 建築物	其他建 築物
探測器 種類及 有效探 測範圍 (平方 公尺)	差動式 局限型	一種	90	50	45
		二種	70	40	35
	補償式 局限型	一種	90	50	45
		二種	70	40	35
	定溫式 局限型	特種	70	40	35
		一種	60	30	30
		二種	20	15	15

三、具有定溫式性能之探測器，應裝設在平時之最高周圍溫度，比補償式局限型探測器之標稱定溫點或其他具有定溫式性能探測器之標稱動作溫度低攝氏二十度以上處。但具二種以上標稱動作溫度者，應設在平時之最高周圍溫度比最低標稱動作溫度低攝氏二十度以上處。

- 手動報警設備裝置法規：
- 第一百二十九條 每一火警分區，依下列規定設置火警發信機：
  - 一、按鈕按下時，能即刻發出火警音響。
  - 二、按鈕前有防止隨意撥弄之保護板。
  - 三、附設緊急電話插座。
- 四、裝置於屋外之火警發信機，具防水之性能。
- 第一百三十條 設有火警發信機之處所，其標示燈應平時保持明亮，其透明罩為圓弧形，裝置後突出牆面，標示燈與裝置面成十五度角，在十公尺距離內須無遮視物且明顯易見。

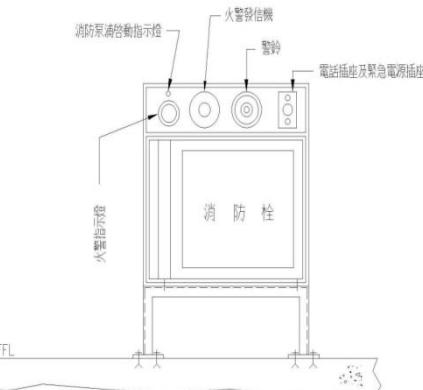


圖 7 火警發信機、標示燈及火警警鈴，依規定裝置

● 消防水系統之架構介紹

● 各水系統的架構及組成說明

- A. 室內消防栓及連結送水管設備

- B. 撒水自動滅火設備

- C. 泡沫自動滅火設備

a: 消防泵浦

(將消防用水壓送至各樓層消防栓其最遠端之出水壓力需在1.7 kgf/cm<sup>2</sup>以上且在7.0 kgf/cm<sup>2</sup>以下)

b: 管路

(一般為3"或4"的鍍鋅鋼管且為防止銹蝕皆會油漆)

c: 消防栓及箱(消防栓 連結出水口水帶及瞄子)

箱體為容納及保護消防栓、出水口、水帶及瞄子。消防栓為1 1/2"快速接頭可與消防水帶快速接頭相接而消防水帶另一側則接放射兩用瞄子當消防栓打開時水壓會從瞄子射出此時由瞄子可調整直線射水滅火或水霧降溫保護之功能。



圖8消防泵



圖9消防試水壓力



圖10消防箱外觀



圖11消防箱配件



圖12消防水帶



圖13直線水霧兩用瞄子

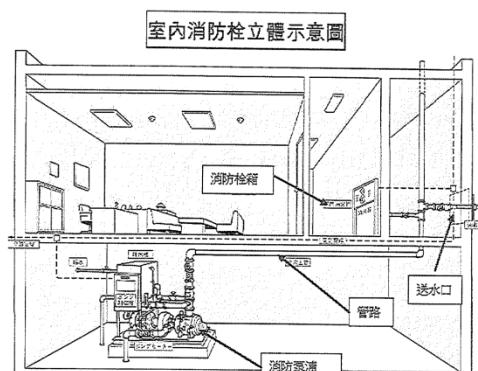


圖14室內消防栓系統架構圖

圖14室內消防栓系統架構

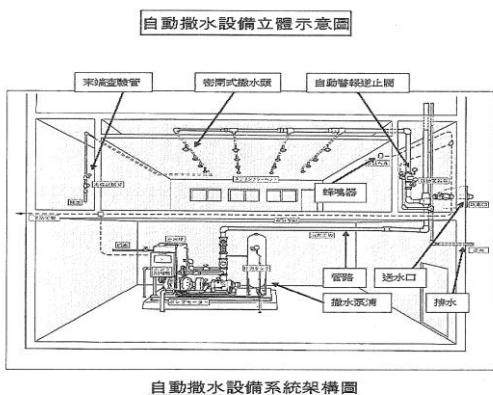


圖15自動灑水系統架構

- 自動灑水系統由灑水泵、管路、自動警報逆止閥、密閉式灑水頭及末端查驗管所組構成。

a:灑水泵浦

(將灑水用水壓送至各樓層灑水頭其最遠端之出水壓力需在1.0 kgf/cm<sup>2</sup>以上且在10.0 kgf/cm<sup>2</sup>以下)

b:管路

(一般為4" 或6" 的鍍鋅鋼管且為防止銹蝕皆會油漆) (管路會依灑水頭的設置數量管徑會不同)

c:自動警報逆止閥

d:末端查驗管



圖16灑水管路



圖17檢修門



圖18自動警報逆止閥



圖19末端查驗管



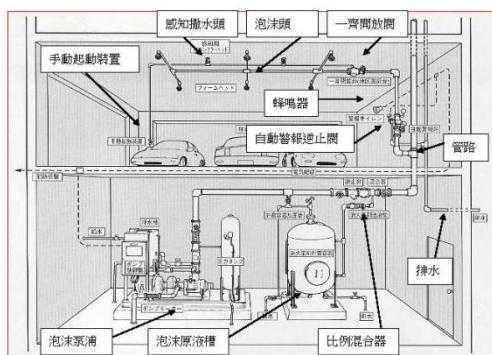
圖20密閉式灑水頭



圖22泡沫泵



圖23泡沫原液槽



自動泡沫滅火系統架構圖

圖21自動泡沫滅火系統架構

- 自動泡沫滅火系統由泡沫泵、泡沫原液槽、比例混合器、管路、自動警報逆止閥、一齊開放閥、感知灑水頭、泡沫頭及手動起動裝置、蜂鳴器等所組構成。

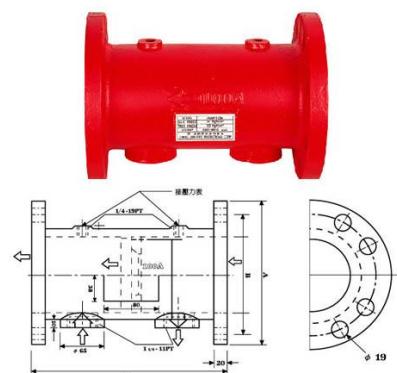


圖24比例混合器



圖25自動警報逆止閥



圖26一齊開放閥



圖27泡沫灑水頭及熱感頭



圖28手動起動裝置

#### 消防系統常見缺失及注意事項

- 受信總機、綜合盤、中繼器等之警報線路配線，應以端子板接線並排列紮

緊，依控制線路編碼圖號圈標示並套接線端子後以端子鉗壓接之，以利日後維修理

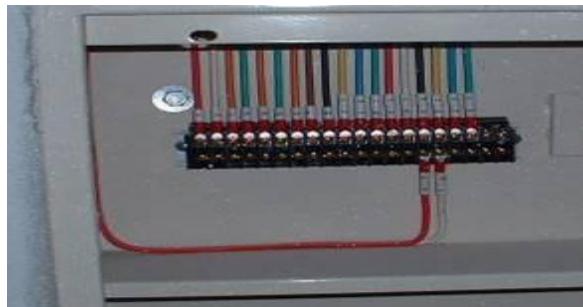


圖 29 以端子板接線

- 消防綜合盤裝設高度，應符合規定，高度1.2M-1.5M之間
- 消防幫浦底閥應規劃預留開口，並加蓋日後利於維修吊取，消防水池內雜物應確實清除



圖 30 消防幫浦底閥開口並加蓋

- 消防泵浦等基座、避震器(墊)應依規定施作，並須粉刷平整
- 消防及警報管路應標示管類名稱及流向



圖31泵基礎座



圖32消防管路標示

- 消防栓箱內應施作排水管，以免箱內積水無法排除而造成箱體鏽蝕。



圖 33 消防栓箱內施作排水管

- 進場管材查驗並核對契約及送審材料規格是否正確
- 消防管路配管吊掛施作，應依規定間距吊掛



圖 34 配管依規定間距吊掛

- 與排水管衝突時應修正



圖 35 管路衝突修正

- 消防管路埋設於地下室外，應注意施作防蝕處理，以免日後管路腐蝕



圖 36 施作防蝕處理

- 感知器裝設位置，應符合規定與樑要有 60CM 以上



圖 37 樑要有 60CM 以上

- 緩降機基座應將固定錨定螺栓加深固定於結構體上，且螺帽宜加圓形螺帽



圖 38 緩降機螺帽宜加圓形螺帽

- 消防管路配設及試壓完成後，應清管並測試功能及運作，並配合使用執照申辦辦理消防設備查驗



圖 39 消檢泡沫灑水測試

- 建築物消防安全檢修申報作業 土建配合事項

## 使用執照消防檢查(竣工確認表)

### 十、建築部份

1.鷹架是否拆除完成。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成
2.電梯是否完成並能使用。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成
3.防火門是否按裝完成，含防火門標示。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成
4.現場管道間是否封閉完成。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成
5.大門是否按裝完成。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成
6.陽台部份是否完成。	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 未完成

其它：

## 使用執照消防檢查(建築實務)



- 防火門:
- 防火時效證明
- 商檢局檢驗合格證明
- 出廠證明(含數量、型式)
- 防火隔間材質證明
- 防火時效證明
- 出廠證明(含數量、型式)
- 施工規範

(廠商大小、章各一份)

參考文獻：內政部頒佈消防法規/行政院  
公共工程委員會機電公共工程品質管理訓練班教材

## 弱電系統常見缺失及注意事項

工程部機電組/環品室

### 前言

如何讓機電工程中的弱電系統及各項子系統控制設備能具體的發掘出其功能，並達到品質上的要求，弱電工程於重規劃、進料、施工等常見缺失及注意事項。弱電系統

- 檢閱電信送審圖與工程契約圖說是否有差異
- 管材進料需送審及查驗
- 電信及資訊接地箱 E、P、C 極，應依規定施作
- 樓版配管應注意管路間距(2-3cm)，並避免過於密集交叉重疊而影響混凝土澆築且澆築時應注意密實
- 可檢討施作方式，管路配置可做適當之方散變更位置或配合天花板以吊管方式配置
- 管道間弱電系統立管，以放樣板固定配管，使上下各樓管路位置一致

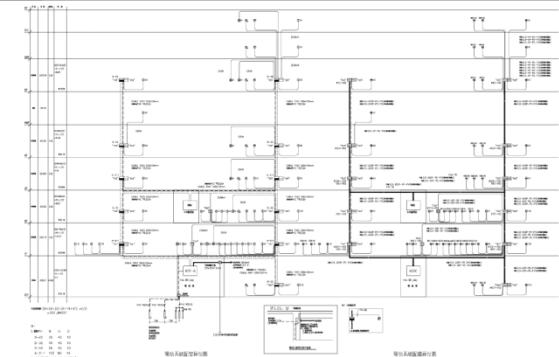


圖 1 系統昇位圖檢核

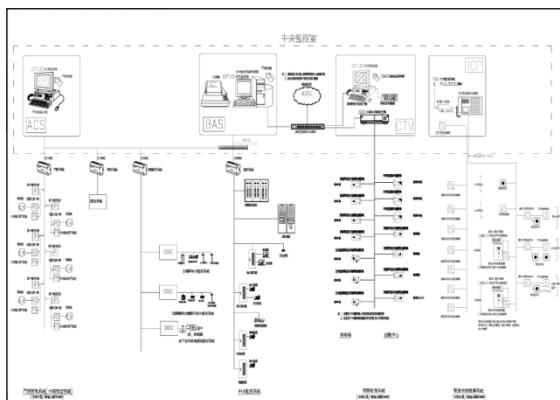


圖 2 監控系統架構圖檢核



圖 3 管材進場查驗(一)



圖 4 管材進場查驗(二)



圖 5 E、P、C 極，依規定施作

- 接地值應符合需求
- 接地線引接至建築物以防水處理是否有依規定施作



圖 6 接地值檢測

- 電信配線箱內應有接地線及接地端子，數位電纜其接地遮蔽線應予以接地，垂直管之電纜應加裝止滑檔板及固定，末端導線應加絕緣處理。



圖 7 電信箱設置接地線及接地端子

- 避雷針、天線引進管應靠近固定架，以避免導線雜亂，基座固定螺絲，應以不鏽鋼螺栓施作。



圖 8 固定架不鏽鋼螺栓施作

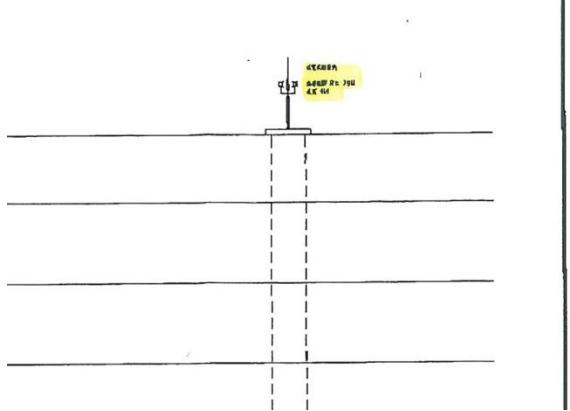


圖 9 避雷針應注意型式



圖 10 樓版配管應注意管路間距

- 預埋管、預埋套管及預埋鐵件所使用之材料、規格是否符合設計圖說或樣品要求
- 貫穿樓板之預埋套管，是否正確施工
- 預埋管是否已固定於樓板或二層鋼筋中間
- 配管及接線盒不用之引出口是否有封閉：使用管塞
- 澆灌混凝土前，現場配管及零料、材料是否清理完成
- 管道間是否預留足夠配管空間：依施工圖實際配管數量，立模留孔
- 配管配線工程應依照經濟部屋內線路裝置規則施工



圖 11 管路已超過 2 層堆疊

- 立管是否符合無遺漏：檢查各柱位/管道間等



圖 12 管道立管應上下一致

- 配管應用相關規定
- 1. 鋪設導管配線依”屋內線路配置”規定。
- 2. 導線管鋪設時，不得使垃圾及混凝土等雜物阻塞管內。
- 3. 導線管轉向時需使用月彎或適當之配件。
- 4. 金屬導線管及其配件須緊密接合，使成一良好之導體。
- 5. 導線在導線管內不得連接。
- 6. 若導線管內有雜物且無法清除時，則須更換該段阻塞管路。
- 7. 金屬導線管與出線匣、連接匣、導線管及配電盤等之接合處，應使用制止螺絲圈固定。
- 8. 所有導線管預埋配置時，均須依圖說位置埋設。
- 9. 所有設備於進場安裝時，須加以保護免受外力撞擊，而影響其功能。
- 10. 電纜拉配後，兩端均應標明電纜編號，固定於電纜兩端。



圖 13 配合箱體施作喇叭口及保護

- 管路預埋應配合配線箱或拉線箱位置埋置，並配合箱體施作喇叭口



圖 14 箱體於隔間未完成前保護

- 配線架導線引至配線盤，應以管路銜接，不宜將配線箱直接開口引線



圖 15 管路銜接，不宜將配線箱直接開口引線

- 配線架內之管線應依規定間距綁紮固定及引出



圖 16 線架依規定間距綁紮固定



圖 17 線架銜接應有接地線銜接

- 配線架或管路引接配線盤，銜接處應密合，避免有縫隙，不宜將配線箱直接開口引線



圖 18 銜接處應密合，避免有縫隙

- 電話網路出線盒應加裝保護袋防止油漆污損

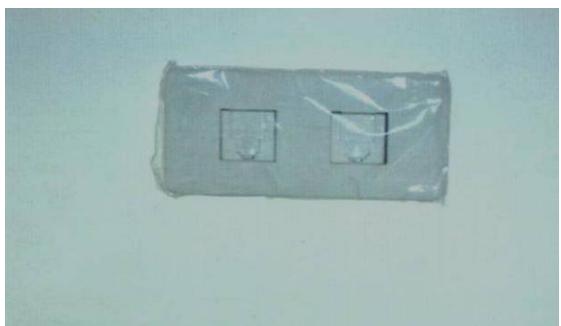


圖 19 加裝保護袋

- 電視主線路規格及收視信號，應符合規定施作
- 一般垂直幹管線 PVC 1" 7C2V 或 5C2V
- 水平配管線 PVC 1/2" 3/4" 5C2V



圖 20 TV 幹線為 7C2V

- 資訊、電信配線箱內之線路標示，應編碼標誌來源位置，以備將來查線管理及維護所用

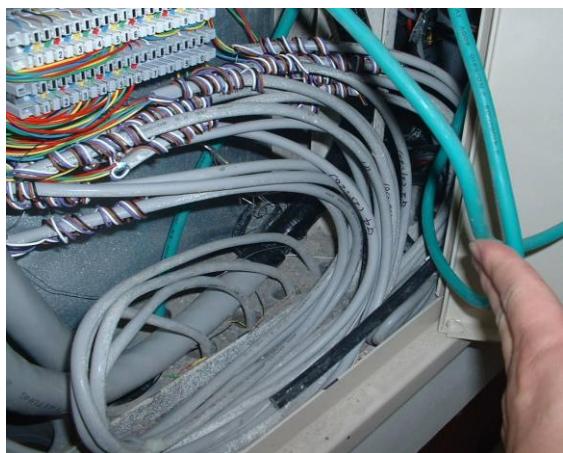


圖 21 線路標示

- 機櫃規格：(標準機櫃寬度一般為 19" )U 代表內裝高度位, 1U=1.75" (44.5mm) 依據國際標準 ANSI/EAI RS-310-C 規定



圖 22 機櫃範例



圖 23 線架纜線標示

- 電纜架內之線路，應予以標示類別、來源及去處
- 電信室 MDF 配線架，應依規定予以接地並將接地線引接至配線箱之接地銅排



圖 24 配線架，應依規定予以接地

- 電信編號應用正式壓克力板

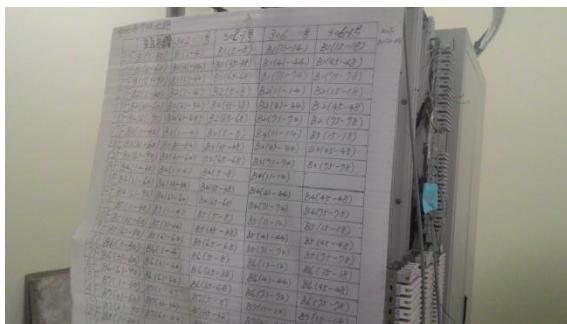


圖 25 電信編號

- 監控規劃應注意架構
- 針對需求核對 I/O 表

圖 26 I/O 表範例

- 控制器所有 I/O 點均需引接至端子台
- 盤體所有對外引出線均需以端子台對外部銜接
- 端子不得超過兩組接點
- 控制用端子台：依規範要求施作
- 動力用端子台：依規範要求施作
- 盤體顏色：依規範要求施作
- 監視器室內室外注意型式

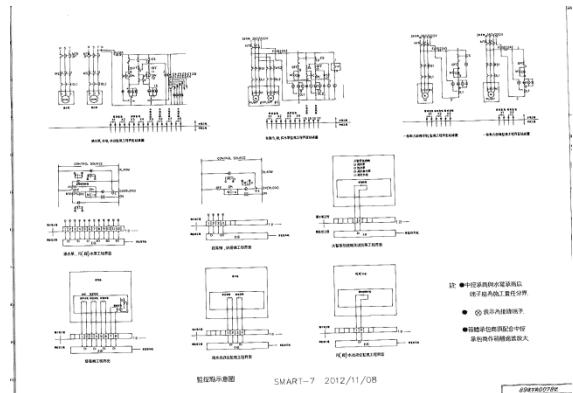


圖 27 監控與機電界面整合

- 監視系統主機等設備，應協調業主實際使用操作位置設置，並應裝設於機櫃內；另配線箱引出之導線，應配設引出管路



圖 28 監控整合與櫃檯接合

- 室外門禁密碼鎖或對講機之位置，

須考量適當之位置及防淋雨問題  
與防護措施



圖 29 考量適當之位置及防淋雨問題與防護  
措施

- 裝修油漆批土前對講機等設備應保護



圖 30 設備保護

- 門窗磁防管線應於填縫前完成



圖 31 門窗磁防於填縫前完成

- 出線口直橫應整合及注意高程



圖 32 未整合出線口

- 室外弱電人手孔引進處，進出管路周邊  
須平滑修補，內部雜物須清除
- 弱電手孔內線路應避免連接，並標示來  
源及用途；電源線路應避免設置其中，  
若無法避免時應以電纜線路施作並避免  
接續，另須加裝漏電斷路器保護



圖 33 弱電人手孔引進處管路周邊須平滑

參考文獻：屋內線路配置準則/水電工程施工與監造實務詹氏書局/行政院公共工程委員會機電公共工程品質管理訓練班教材

# 勞安篇

## 不可立於吊物下方或將越過他人上

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年5月19日上午9點55 分，於臺北市中正區中華路1段營造工地，以移動式起重機（吊升荷重100噸，○○營造公司）進行吊掛鋼筋（3綱約重9噸）作業，利用2位吊掛人員（左右各1）控制吊掛物，採2條4掛吊物鋼索（索徑為12mm，斷裂荷重約7公噸）吊掛組合，吊掛鋼筋時，其中一組吊掛鋼索突然斷裂，吊物（鋼筋）飛落壓到在旁扶持的吊掛人員邱○，該當場死亡。

### 災害預防對策：

- 1、不可立於吊物下方或將越過他人上。
- 2、避免人員直接觸吊物控制擺動，應設置牽引拉索。
- 3、對於使用強度不足之吊掛具應予更換。
- 4、吊掛用具使前應檢點，有明顯缺陷者予丟棄不可。

（起重升降機具安全規則第63條）



圖 罷災者發生害之吊掛作業處

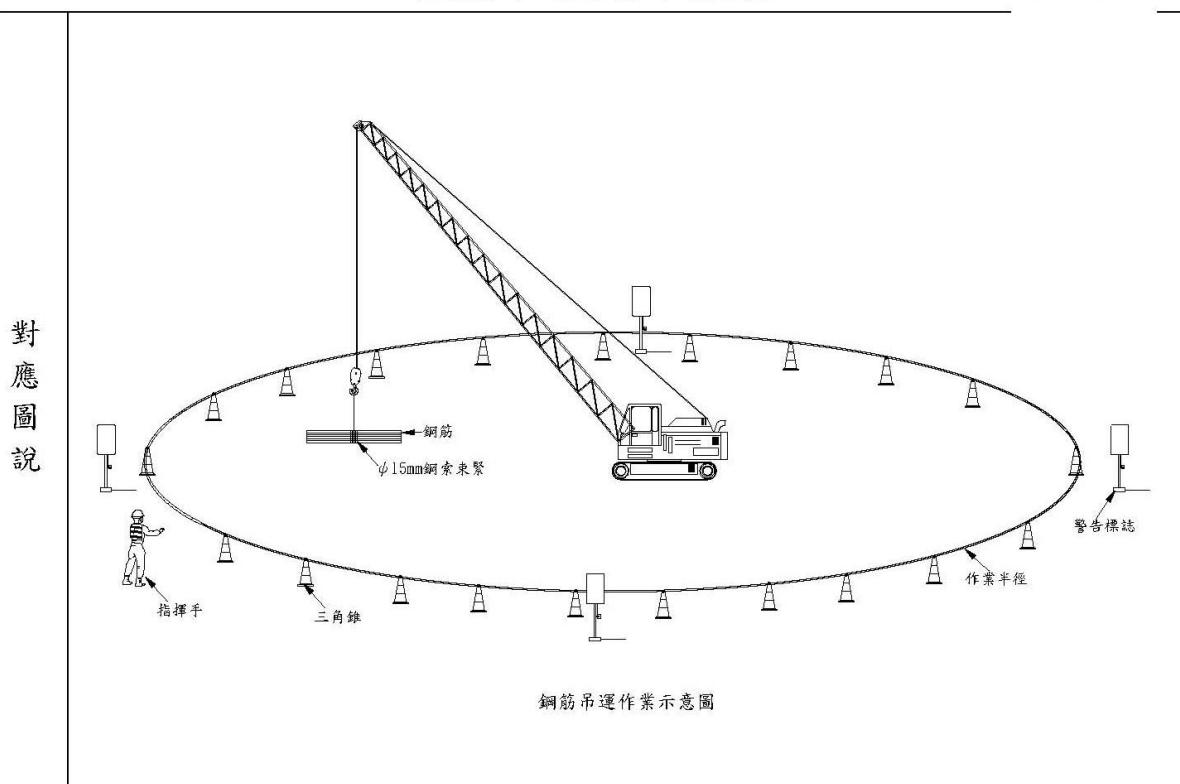


圖 吊掛鋼索斷裂。

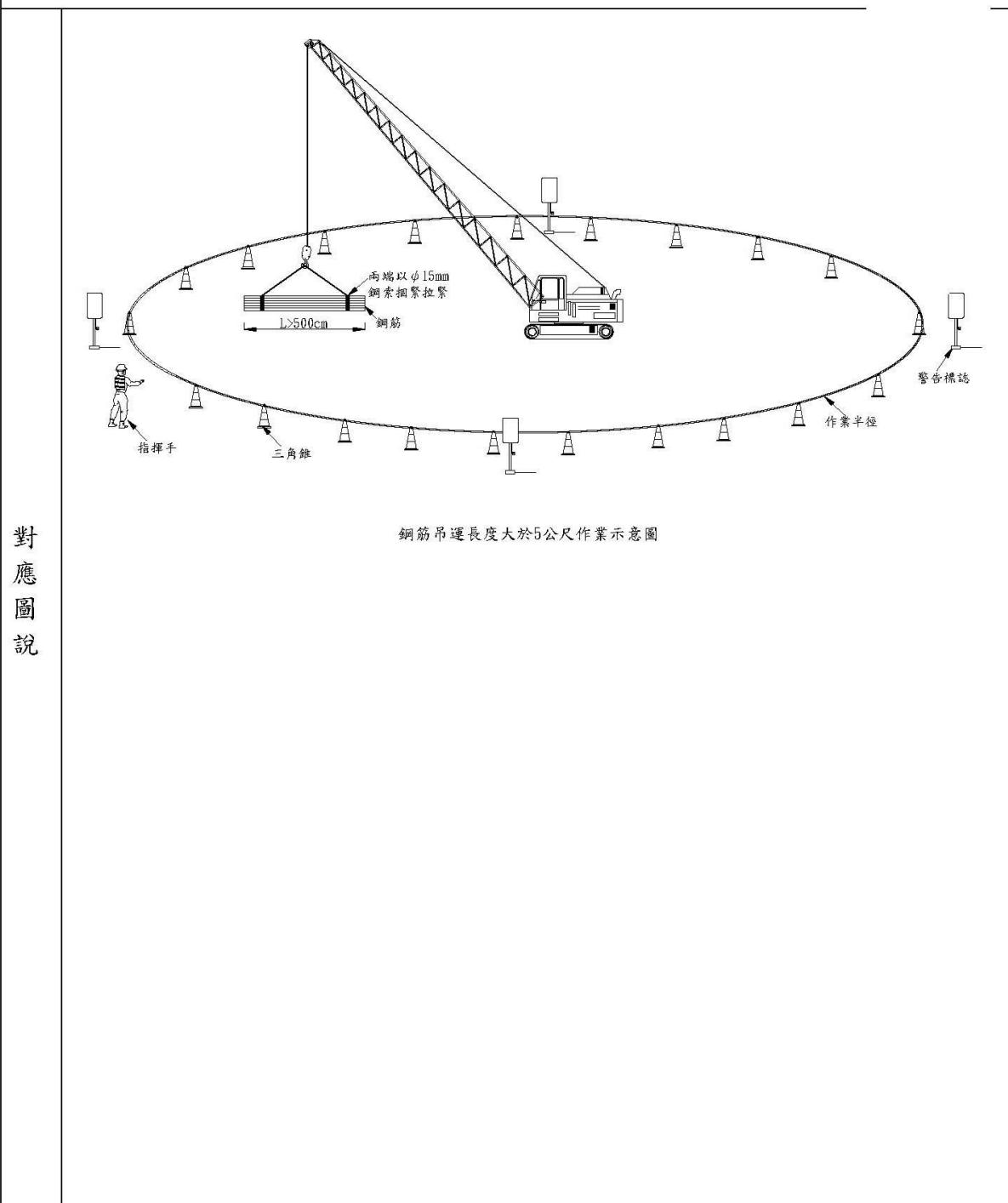
營造安全衛生設施標準第九章 鋼筋混凝土作業 第 129 條  
(鋼筋吊運作業示意圖)

(129-1)

檢查重點	<p>雇主對於從事鋼筋混凝土之作業時，應依下列規定辦理：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、鋼筋應分類整齊儲放。</li> <li>二、使從事搬運鋼筋作業之勞工戴用手套。</li> <li>三、利用鋼筋結構作為通道時，表面應鋪以木板，使能安全通行。</li> <li>四、使用吊車或索道運送鋼筋時，應予紮牢以防滑落。</li> <li>五、吊運長度超過五公尺之鋼筋時，應在適當距離之二端以吊鏈鉤住或拉索捆紮拉緊，保持平穩以防擺動。</li> <li>六、從事牆、柱及墩基等立體鋼筋之構結時，應視其實際需要使用拉索或撐桿予以支持，以防傾倒。</li> <li>七、禁止使用鋼筋作為拉索支持物、工作架或起重支持架等。</li> <li>八、鋼筋不得散放於施工架上。</li> <li>九、暴露之鋼筋應採取彎曲、加蓋或加裝護套等防護設施。但其正上方無勞工作業或勞工無虞跌倒者，不在此限。</li> <li>十、基礎頂層之鋼筋上方，不得放置尚未組立之鋼筋或其他物料。但其重量未超過該基礎鋼筋支撐架之荷重限制並分散堆置者，不在此限。</li> </ol>
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



營造安全衛生設施標準第九章 鋼筋混凝土作業 第 129 條  
(鋼筋吊運長度大於 5 公尺作業示意圖) (129-2)



對應圖說

參考文獻：

臺北市勞動檢查處職業災害案實錄彙編第 25 期  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 安全網強度未符合規定

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年8月10日上午8時許，罹災勞工鄭○○與同事 冀○○於工地從事鋼模固定座組立作業，冀○○於預力樑底上鑽孔及鎖螺栓，鄭○○於底模下方之工作台上使用板手抵住螺帽以利栓鎖固，兩人完成一處固定座後，鄭○○於工作台上欲移動至下一處固定座位置時，因不明原因墜落至安全網（距約0.5 公尺），又因安全網強度未符合規定（接合處強度不足）導致鄭○○撞破安全網後墜落至1樓地面，墜落高度約 10.5公尺，經送醫治療後仍不死亡。

### 災害預防對策：

- 1、雇主設置之安全網，應依下列規定辦理：一、安全網之材料、強度、檢驗及張掛方式，應符合國家標準CNS 14252 Z2115之規定。（營造安全衛生設施標準第22條）
- 2、雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，要求各級主管及負責指揮、監督之有關人員執行。（職業安全衛生法第23條）
- 3、雇主應訂定自動檢查計畫實施。（職業安全衛生管理辦法第79條）



圖 罷災勞工撞破安全網後墜落至地面



圖 罷災勞工撞破安全網後墜落至地面。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條  
(鋼樑吊掛前, 下翼版預先焊接安全網掛勾)

(17-3)

對應圖說	<p>鋼構組裝安全網鋪設方式</p>
	<p>下翼板安全網掛鉤</p> <p>圖 17-3(一)</p>
檢查重點	<p>一、掛鉤間距 <math>\leq 75\text{cm}</math>。</p> <p>二、安全網應符合 CNS14252 Z2115 之規定。</p> <p>三、安全網上不可有任何物件。</p> <p>四、人員走道外側應本設施標準第 23 條之規定設置安全母索。</p>

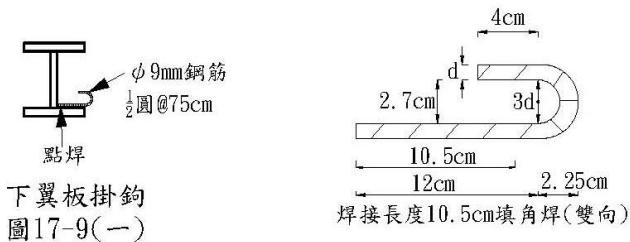
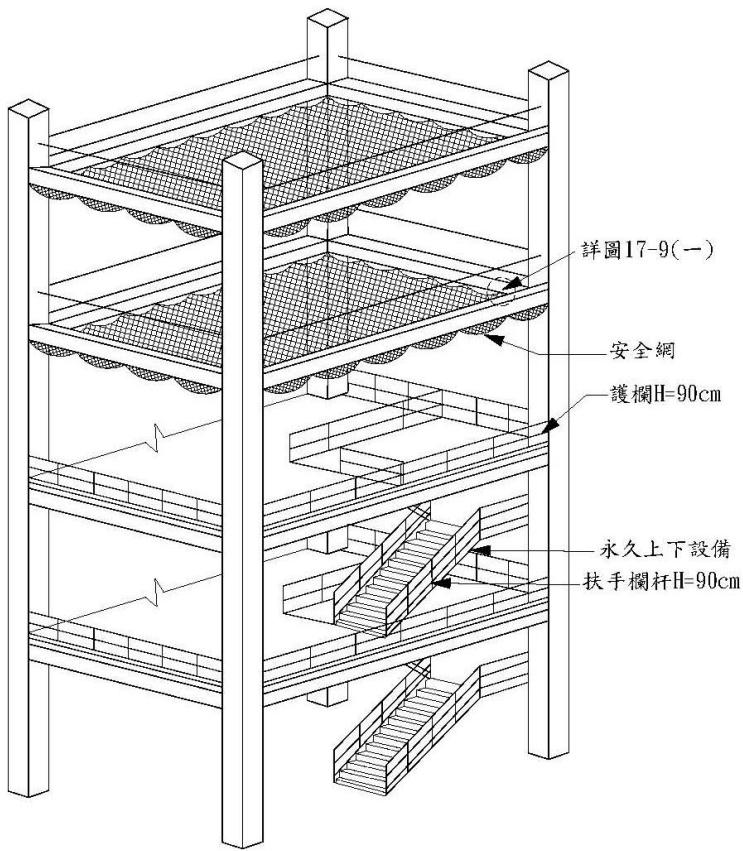
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條  
(鋼樑吊掛前於下翼版預先夾帶鐵鍊扣於安全網)

(17-4)

對應圖說	<p>詳圖17-4(一)</p> <p>安全網</p> <p>C型夾</p> <p>鐵鍊</p> <p>防滑舌片</p> <p>掛環</p> <p>圖17-4(一)</p>
檢查重點	<p>一、掛鉤之間距<math>\leq 75\text{cm}</math>。</p> <p>二、安全網應符合 CNS14252 Z2115 之規定。</p> <p>三、安全網上不可有任何物件。</p>

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條  
(鋼構吊裝-通層先構築永久上下設備) (17-9)

對應圖說



檢查重點

- 一、安全網架設應符合 CNS14252 Z2115 之規定。
- 二、安全網掛鉤之間距  $\leq 75\text{cm}$ 。
- 三、安全網之攔截高度  $< 7.0\text{m}$ 。
- 四、安全網上不可有任何物件。

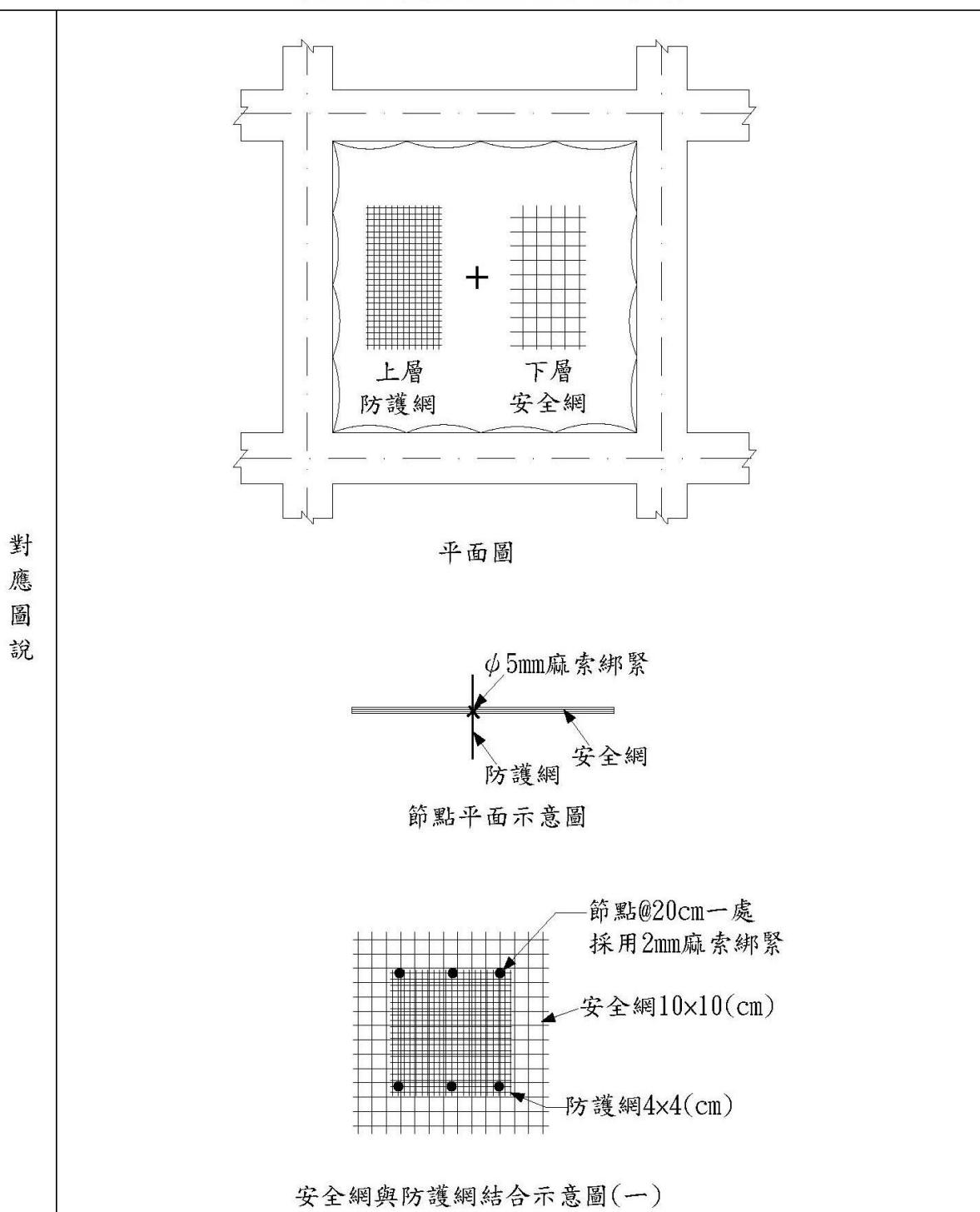
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條  
(安全網 CNS 國家標準之規定)

(22-1)

對應圖說	
檢查重點	<ul style="list-style-type: none"> <li>一、安全網掛勾間距&lt;75cm。</li> <li>二、安全網目規格大小應符合 CNS14252 Z2115 之規定。</li> <li>三、安全網掛完之後網下高度&gt;3.0m 以上。</li> <li>四、材料、垃圾、碎片、設備或工具等掉落於安全網上，應即清除。</li> <li>五、安全網於攔截勞工或重物後應即測試，其防墜性能不符規定要應即時更換。</li> </ul>
說明	因安全網上加以防護網以保護下方有因人員通過得免於受物件掉落繫傷，固引用營造安全衛生設施標準第 27 條規定之安全網下方距離不得小於 3.0m。

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條  
(安全網與防護網結合示意圖)

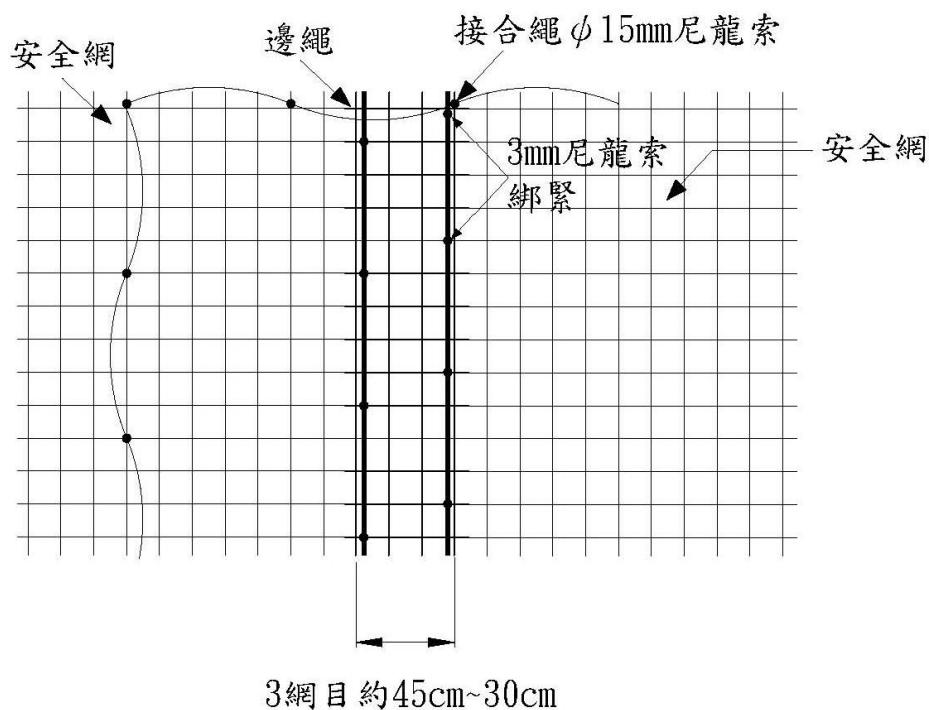
(22-2)



營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條  
(安全網與防護網結合示意圖)

(22-2-1)

對應圖說



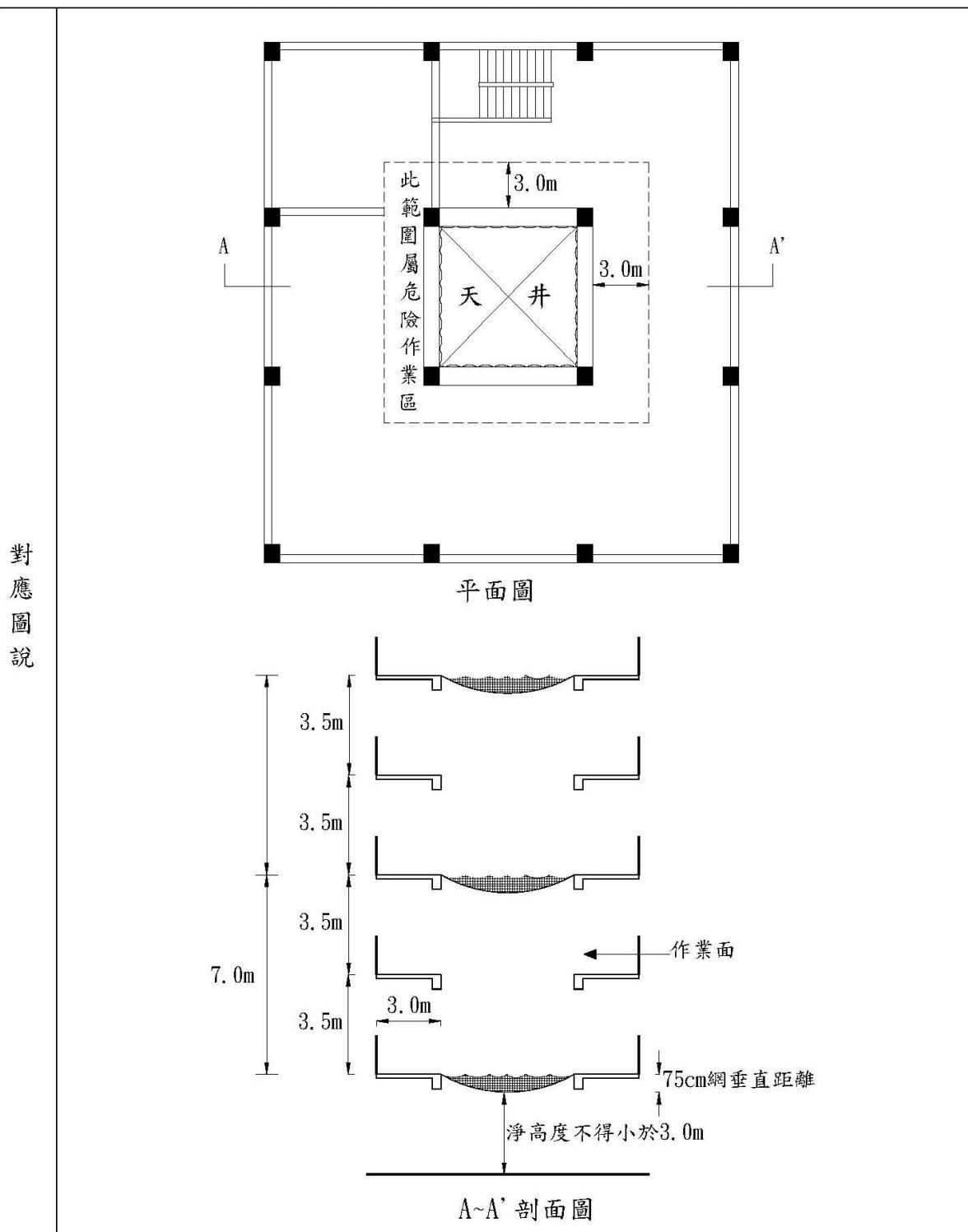
安全網與防護網結合示意圖(二)

說明

- 一、接合繩  $\phi 15\text{m/m}$  端部用網鎖夾固定。
- 二、接合索穿梭網目格時要有上下之動作要確定。
- 三、 $\text{m/m}$  尼龍索每隔 4 網目綁束 1 處。

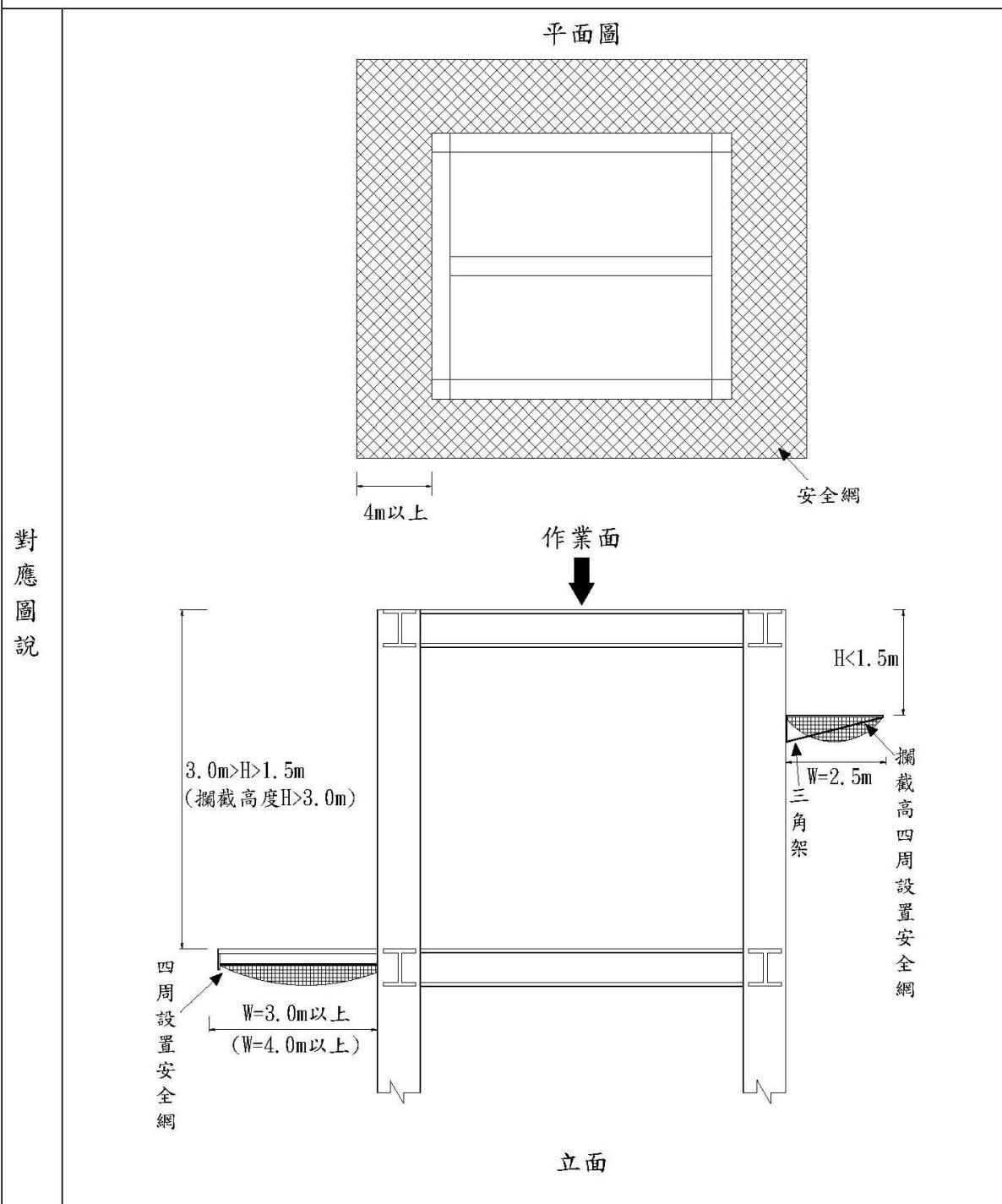
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條  
(安全網掛完後淨空高度不得小於 3.0m)

(22-3)



營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 22 條  
(鋪設安全網攔截高度之延伸距離之一)

(22-4)



參考文獻：

臺北市勞動檢查處職業災害案實錄彙編第 26 期  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 有墜落之虞者，應確實使用安全帶、安全帽及其他必要之防護具

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年8月19日下午3時30分許，勞工葉○及陳○在8樓鋼樑上從事固定式起重機補強斜鋼樑之拆除作業，在吊離該鋼梁時，卡到8樓鋼樑上之剪力釘，葉○在排除作業時，該斜鋼梁突然鬆脫而撞擊員，因葉○未確實將安全帶鉤掛於鋼樑母索上，故墜落至7樓樓板(墜落高度約3.2公尺)，經該公司簡姓員工通報119送臺北市立萬芳醫院救治，初步診斷為右腿髓骨有裂縫，經固定住院治療。

### 災害預防對策：

- 1、雇主對於在高度2公尺以上之高處作業，勞工有墜落之虞者，應使勞工確實用安全帶、安全帽及其他必要之防護具。(職業安全衛生設施規則第281條)
- 2、雇主應依本法及有關規定會同勞工代表訂適合其需要之安全衛生工作守則，報經勞動檢查機構備查後，公告實施。(職業安全衛生法第34條)
- 3、事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取下列必要措施：
  - (1) 設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮、監督及協調之工作。
  - (2) 工作之連繫與調整。
  - (3) 工作場所之巡視。

(職業安全衛生法第27)



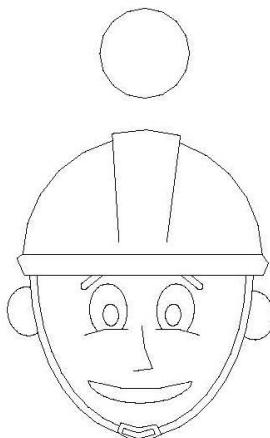
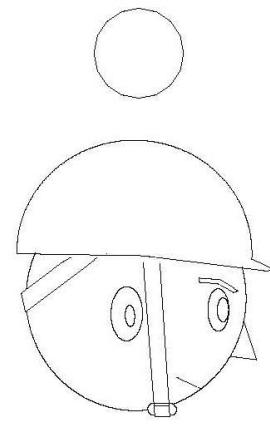
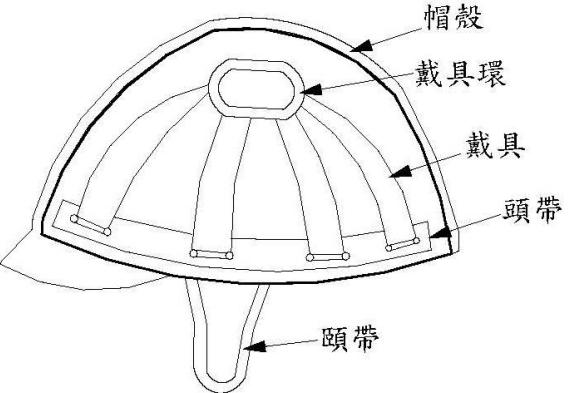
圖 拆除8樓鋼樑上之固定式起重機補強斜鋼樑作業，因未確實鉤掛安全帶而墜落至7樓樓板



圖 高度2公尺以上開口作業應確實使用安全帶等防護具

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 11 條之 1  
(進入營繕工程工作場所正確戴用安全帽情形)

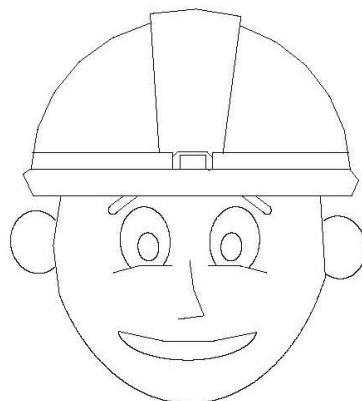
(11-1)

對應圖說	 <p>正確配戴正面圖</p>	 <p>正確配戴側面圖</p>
	 <p>內部詳圖</p>	
	<p>一、進入營繕工程工作場所作業勞工應正確戴用安全帽。 二、安全帽應有檢驗合格標籤。 三、確認帽殼及頭帶不得損傷、污垢或裂痕。 四、安全帽戴用應確實，頭帶應確實扣緊。 五、安全帽不得有私自開孔。</p>	

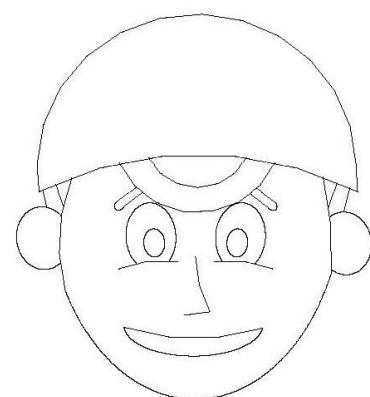
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 11 條之 1  
(安全帽常被錯誤配戴情形)

(11-2)

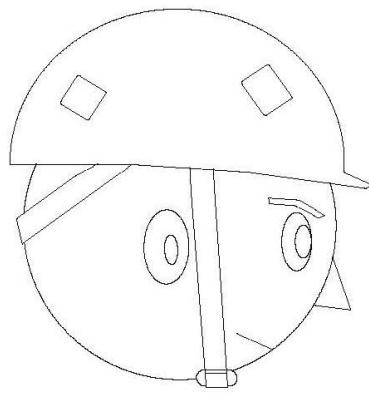
對應圖說



未扣頤帶



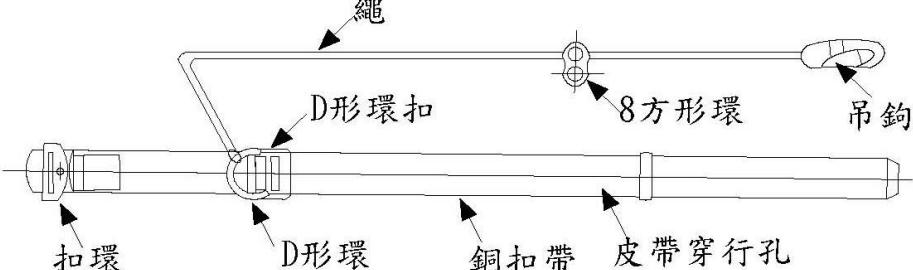
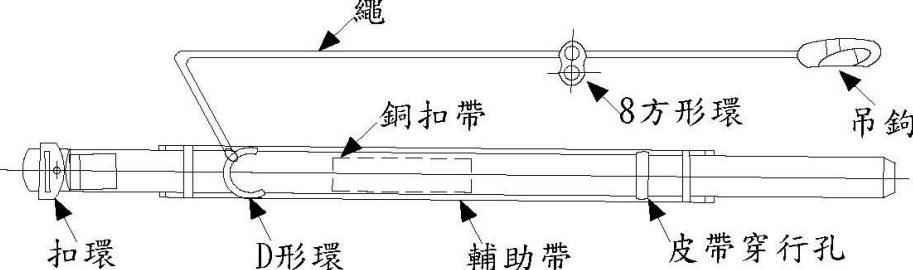
前後反戴



開洞通風

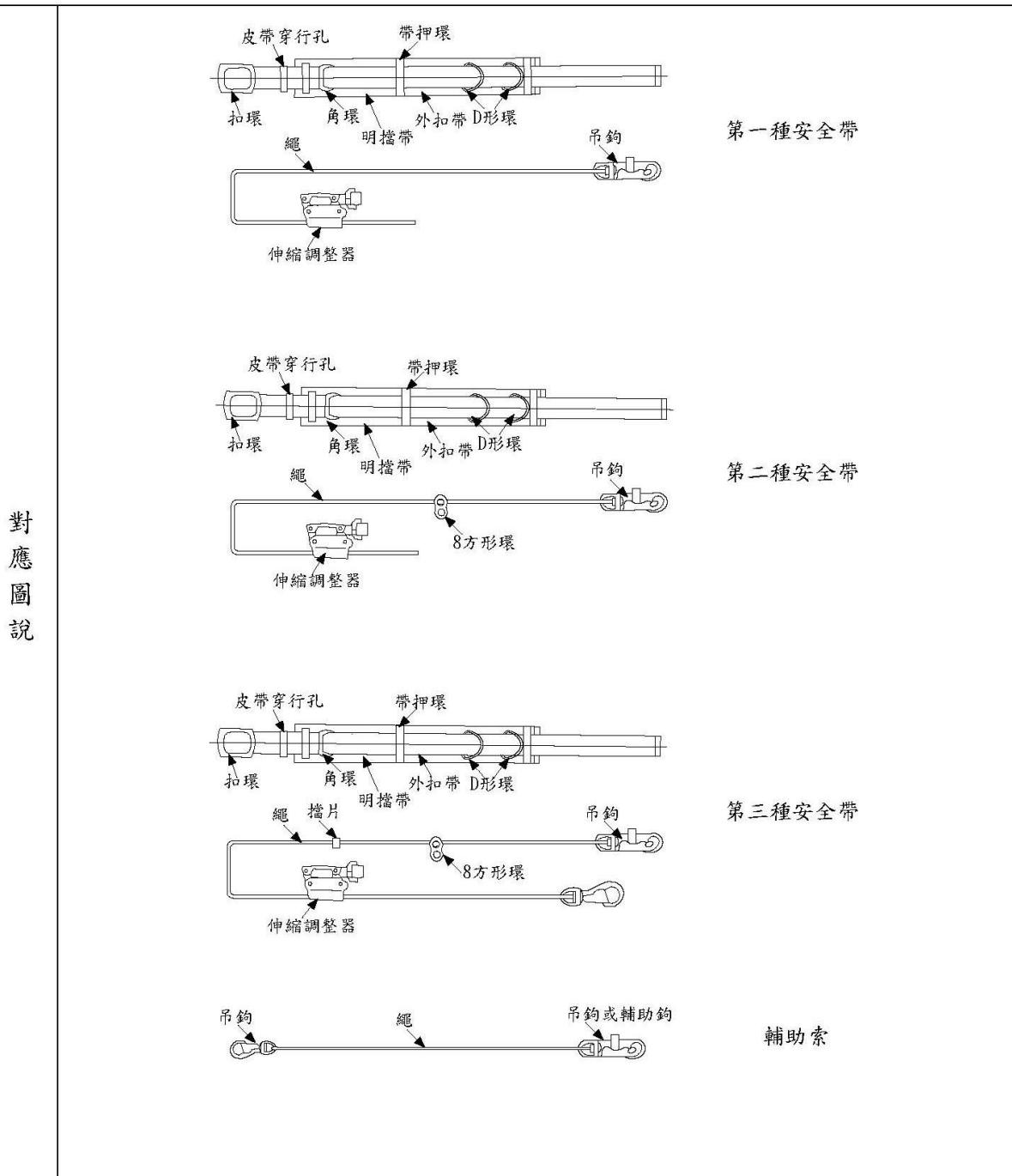
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 23 條  
(安全帶 CNS 6701 安全帶-繫身型)

(23-1)

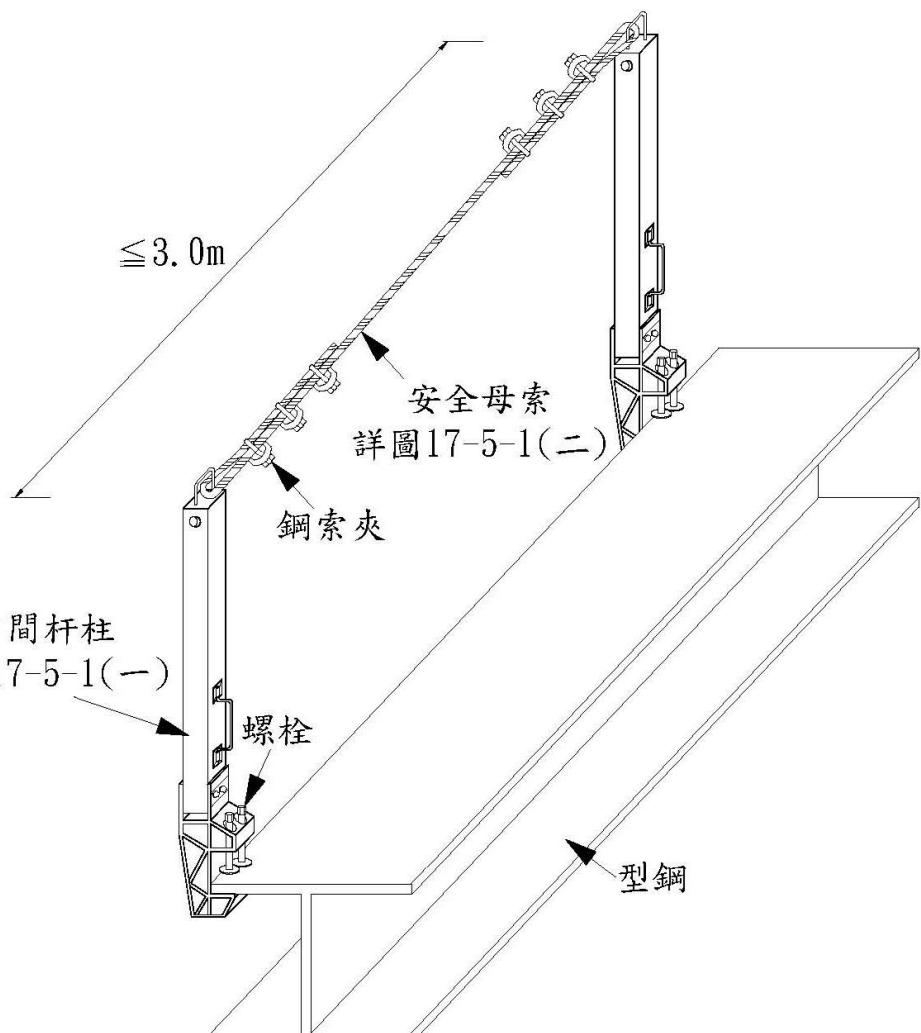
對應圖說	 <p>第一種安全帶</p>
	 <p>第二種安全帶</p>
檢查重點	<p>一、安全母索材質建議鋼索為 <math>\phi 9\text{mm}</math> 以上、尼龍繩為 <math>\phi 14\text{mm}</math> 以上。</p> <p>二、繩索不得有磨損及延長現象。</p> <p>三、安全扣環應安全密扣。</p> <p>四、掛勾活動能確實動作。</p>

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 23 條  
(安全帶 CNS 7534 高處作業用安全帶)

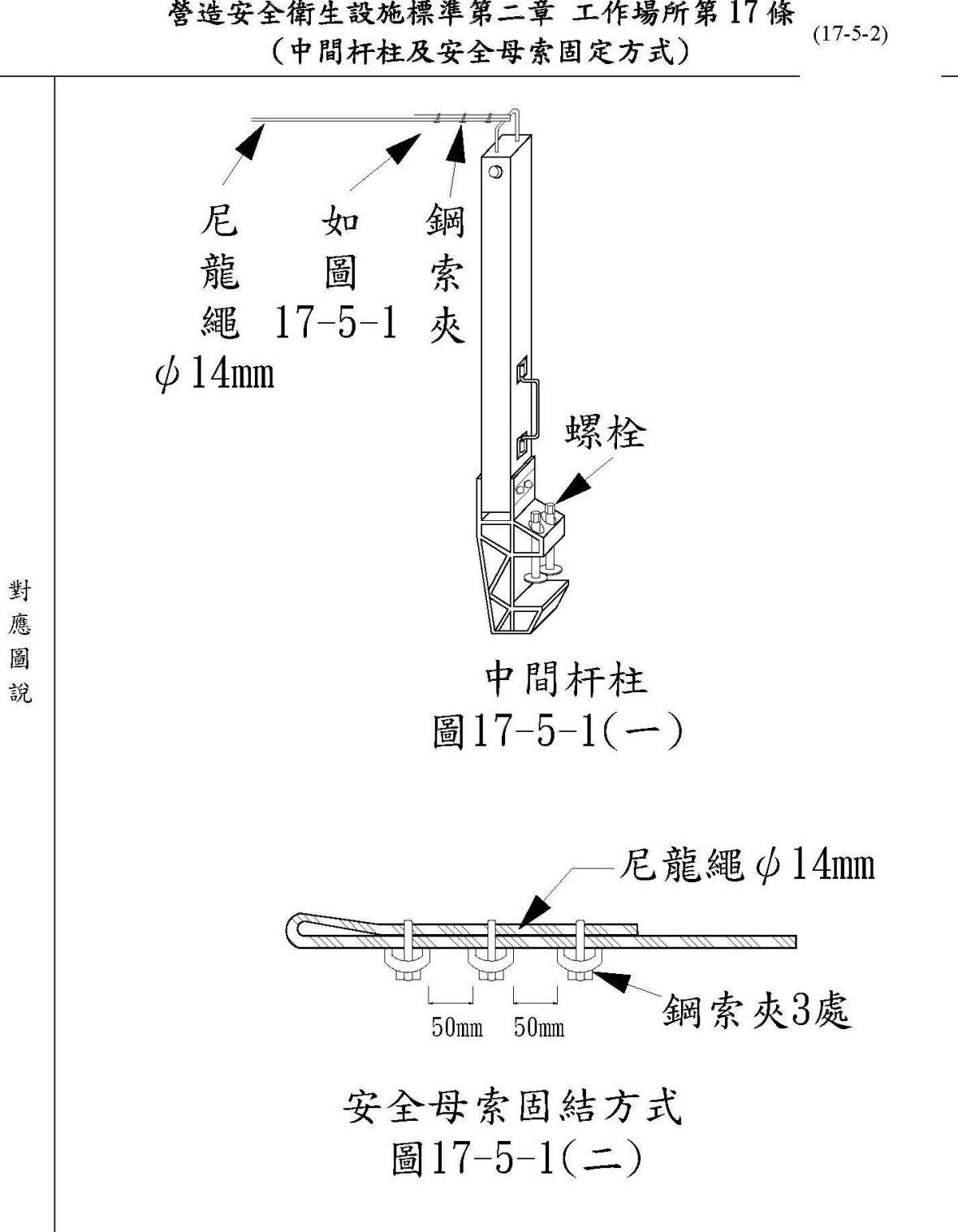
(23-2)



營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條  
(鋼樑吊裝前先行架設安全母索) (17-5-1)

對應圖說	 <p>≤3.0m</p> <p>安全母索 詳圖17-5-1(二)</p> <p>鋼索夾</p> <p>中間杆柱 詳圖17-5-1(一)</p> <p>螺栓</p> <p>型鋼</p>
檢查重點	<p>一、安全母索材質鋼索為 <math>\phi 8\text{mm}</math> 以上、尼龍繩為 <math>\phi 12\text{mm}</math> 以上。須符合最小斷裂強度 2300 公斤，考量實際使用之安全，建議鋼索 <math>\phi 9\text{mm}</math> 以上，尼龍繩 <math>\phi 14\text{mm}</math> 以上。</p> <p>二、中間杆柱應確實穩定。</p> <p>三、作業現場應指派鋼構組配作業主管，指揮監督作業。</p> <p>四、吊掛作業外圍應設置警告標誌及禁止無關人員進入。</p>

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 17 條  
(中間杆柱及安全母索固定方式) (17-5-2)



參考文獻：

臺北市勞動檢查處職業災害案實錄彙編第 26 期  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 物料搬運作業，通道應保持安全暢通

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年5月11日下午1時59分許，勞工張○○於本市八德路3段某建築新建工程7樓搬運施工架材料時，因地面濕滑而滑倒，加上地面裸露鋼筋未設防護設施，以致滑倒時被鋼筋刺入頭部，經緊急送往國泰醫療財團法人國泰綜合醫院開刀治療，惟於5月14日下午4點48分不治死亡。

### 災害預防對策：

- 1、雇主對於勞工工作場所之通道、地板、階梯，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態，或採取必要之預防措施。(職業安全衛生設施規則第21條)
- 2、雇主對於工作場所暴露之鋼筋，應採取彎曲、加蓋或加裝護套等防護設施。(營造安全衛生設施標準第5條)
- 3、雇主應訂定自動檢查計畫實施自動檢查。(職業安全衛生管理辦法第79條)
- 4、雇主應會同勞工代表訂定適合其需要之安全衛生工作守則，報經勞動檢查機構備查後，公告實施。(職業安全衛生法第34條)



圖 災害發生現場



圖 現場搬運通道。工地地面濕滑，暴露之鋼筋未採取防護設施而肇災

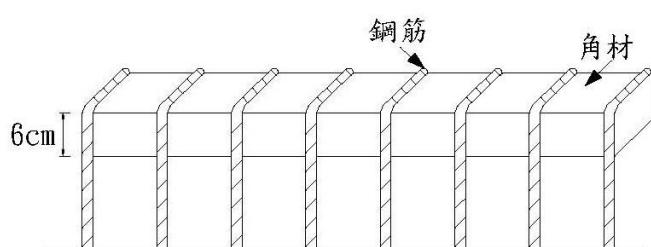
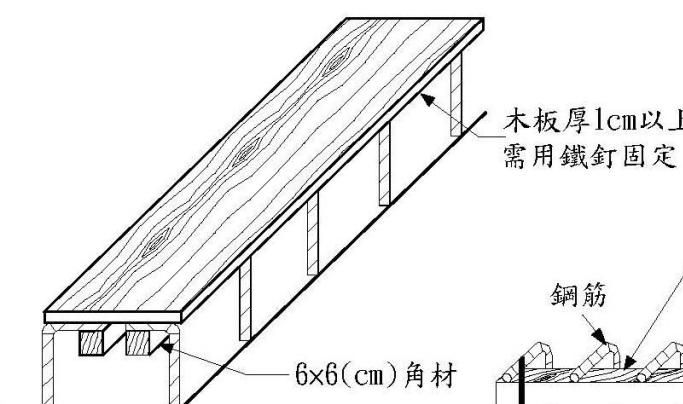
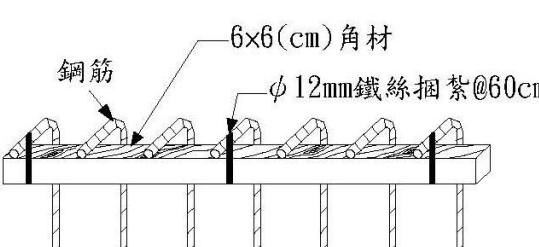
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第5條  
(凸出鋼筋尖端之處理)

(5-1)

對應圖說	
檢查重點	<p>一、確認突出鋼筋之危害。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.是否位於通路上或兩旁，且人員有跌倒之虞。</li> <li>2.其上方是否有人員作業，且有墜落之虞。</li> </ol> <p>二、突出鋼筋端部採用打彎方式或加護套方式加以保護。</p> <p>三、突出構件因作業需求而無法拔除時，應依上述方式防護，附近應設有警告標示。</p>

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第5條  
(凸出鋼筋以角材綁縛處理)

(5-2)

對應圖說	<p>警告標示</p> <p>危險！ 禁止靠近</p> <p>*無法處理時，附近應有警告標示</p>	 <p>透視圖</p>
	 <p>角材式防護(有鋪板)</p>	 <p>角材式防護(無鋪板單邊)</p>
檢查重點	<p>一、確認突出鋼筋之危害。</p> <p>二、突出鋼筋端部採用打彎方式、加護套方式或綁縛角材方式加以保護。</p> <p>三、突出構件因作業需求而無法拔除時，應依上述方式防護，附近應設有警告標示。</p>	
說明	<p>使用木板角材防護，主要預防另一方向鋼筋凸出之危害，如有必要時需用鐵釘固定。</p>	

參考文獻：

臺北市勞動檢查處職災實錄  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 颱風災後復原工作應加強安全防護

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

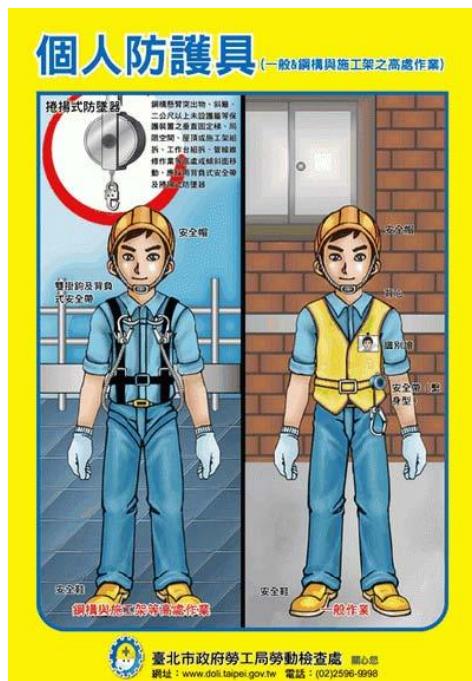
本市士林區某外牆修繕工程因杜鵑颱風造成工地之施工架損毀傾倒，104年9月29日施工架廠商至該工地進行清理拆除作業，大約下午2時30分許，勞工柯○站在損毀外掛之施工架上與站在吊車吊籃內之張○○清理施工架時，柯○連同所站立之施工架一起墜落至3樓露臺，落距約18公尺。經通報119，由救護車送往新光醫療財團法人新光吳火獅紀念醫院急救，仍於當日不治死亡。

### 災害預防對策：

- 1、高度2公尺以上之施工架組拆作業，應採用符合國家標準之背負式安全帶及捲揚式防墜器。(職業安全衛生設施規則第281條)
- 2、雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫。(職業安全衛生法第23條)
- 3、雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第16條)
- 4、雇主應訂定自動檢查計畫實施自動檢查。(職業安全衛生管理辦法第79條)



圖 勞工自損毀之施工架最上層墜落



### 參考文獻：

臺北市勞動檢查處職災實錄

## 鋼筋尖端應設防護設施 避免穿刺留遺憾

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

臺北市中正區齊東街某新建工程於104年10月6日中午12時許發生1名勞工死亡職業災害，當日黃姓勞工於地下1樓進行柱筋綁紮作業時，將合梯合攏作為移動梯使用，並斜靠在柱鋼筋上，當其站立於該移動梯上第2、3階作業時，因重心不穩而造成移動梯滑動，致罹災者墜落，又當時地面裸露之預留鋼筋未設防護設施，造成鋼筋自罹災者右腹部插進胸部，經緊急送往國立臺灣大學醫學院附設醫院急救，當日仍不治死亡。

### 災害預防對策：

- 1、使用之移動梯應採取防止滑溜或其他防止轉動之必要措施。(職業安全衛生設施規則第229條第4項)
- 2、工作場所暴露之鋼筋、鋼材、鐵件、鋁件等應採取彎曲尖端、加蓋或加裝護套等防護設施。(營造安全衛生設施標準第5條)
- 3、雇主對僱勞工未使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第16條)
- 4、原事業單位未告知承攬人工作環境、危害因素及安全衛生規定應採之措施。(職業安全衛生法第26條)
- 5、原事業單位未確實實施工作場所之巡視、工作聯繫與調整。(職業安全衛生法第27條)

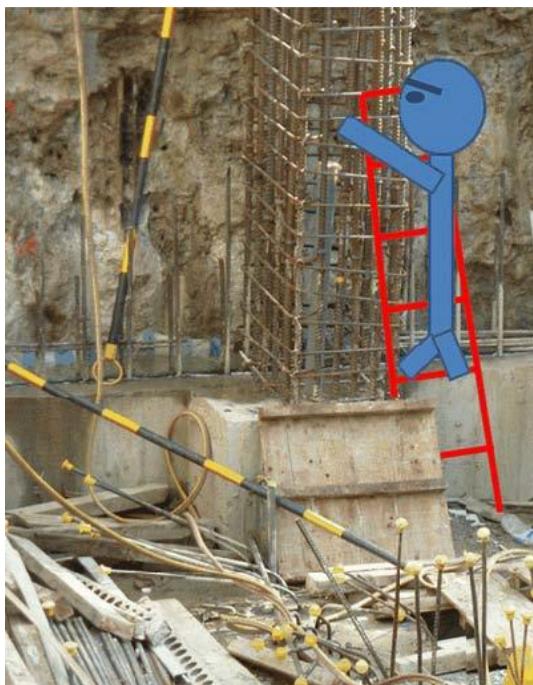


圖 罷災勞工黃○○將合梯合攏作為移動梯使用，並斜靠在柱鋼筋上，當其站立於該移動梯上第2、3階作業時，因重心不穩而造成移動梯滑動，致罹災者墜落



圖 工地裸露之預留筋未設防護設施，造成鋼筋自黃○○右腹部插進胸部

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第5條  
(凸出鋼筋尖端之處理)

(5-1)

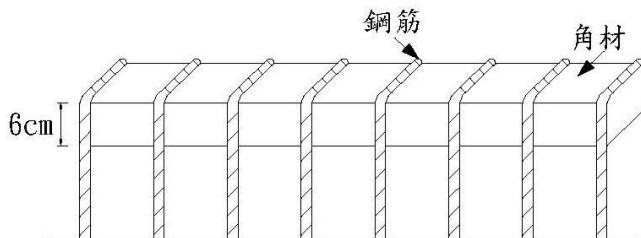
對應圖說	
檢查重點	<p>一、確認突出鋼筋之危害。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.是否位於通路上或兩旁，且人員有跌倒之虞。</li> <li>2.其上方是否有人員作業，且有墜落之虞。</li> </ol> <p>二、突出鋼筋端部採用打彎方式或加護套方式加以保護。</p> <p>三、突出構件因作業需求而無法拔除時，應依上述方式防護，附近應設有警告標示。</p>

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第5條  
(凸出鋼筋以角材綁縛處理)

(5-2)

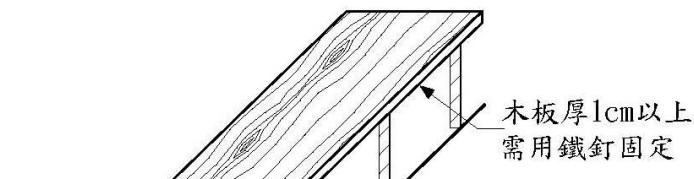


\*無法處理時，附近  
應有警告標示

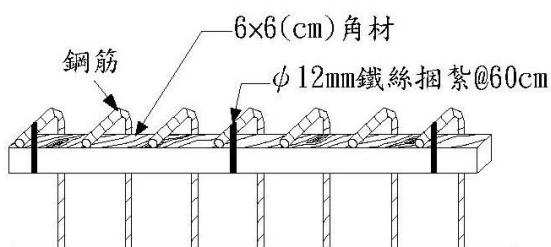


透視圖

對應圖說



角材式防護(有鋪板)



角材式防護(無鋪板單邊)

檢查重點	<p>一、確認突出鋼筋之危害。          二、突出鋼筋端部採用打彎方式、加護套方式或綁縛角材方式加以保護。          三、突出構件因作業需求而無法拔除時，應依上述方式防護，附近應設有警告標示。</p>
說明	<p>使用木板角材防護，主要預防另一方向鋼筋凸出之危害，如有必要時需用鐵釘固定。</p>

參考文獻：

臺北市勞動檢查處職災實錄

「營造安全衛生設施標準」圖解

## 外牆施工架開口未防護，致勞工發生墜落死亡

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

6月11日下午3時許，勞工鄭○○（男性，65歲）於新店區某民宅裝修工程從事外牆防水作業，過程中因外牆施工架的第6層階梯外側開口未設置護欄等防墜設備，致鄭員行經該處時墜落至地上1樓地面（墜落高度約10公尺），經緊急通報消防局送往新店慈濟醫院急救，最後仍因傷勢過重不治死亡。

### 災害預防對策：

使勞工於高度2公尺以上之施工架作業，有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄等防護設備。（營造安全衛生設施標準第19條第1項）



圖 紅圈為鄭員墜落處

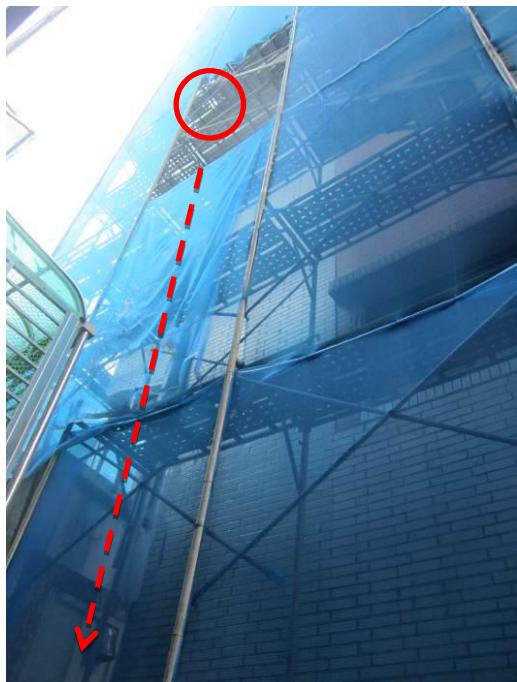


圖 紅線為罹災者墜落路徑

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 40 條  
(高度在五米以上之框式施工架)

(40-1)

對應圖說	

杆註端部示意圖

圖40-1(一)

檢查重點	高度在五米以上之施工架構築： 一、依結構原理設計，設計資料及圖說確認簽章負責。 二、查核施工圖說大樣圖，架設檢查重點。 三、若屬委外技師設計，則專任工程人員應再確認設計資料並簽章。 四、應設置安全且合適之上下設備。 五、每隔一定距離施工架與結構體確實連接。 六、工作台應滿舖且外觀設護欄。 七、上下設備扶手高度>75cm。 八、護欄高度>90cm。
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄

「營造安全衛生設施標準」圖解

## 未使作業勞工佩戴安全帽，致發生頭部撞擊地面死亡

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

10月5日上午10時許，勞工張○○（男性，41歲），於汐止區某民宅裝修工程從事木作作業時，因未佩戴安全帽跌倒，致其頭部撞擊地面造成顱內出血，經緊急送往汐止國泰醫院急救，最後仍因傷重延至10月12日不治死亡。

### 災害預防對策：

雇主對於進入營繕工程工作場所作業人員，應提供適當安全帽，並使其正確戴用。（營造安全衛生設施標準第11條之1）



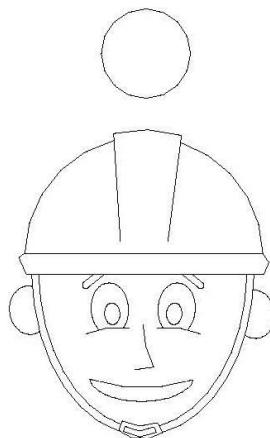
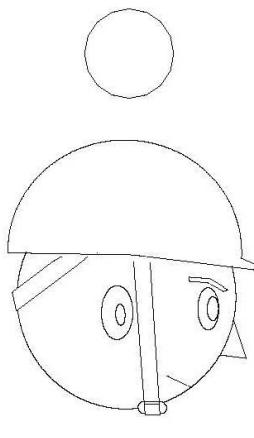
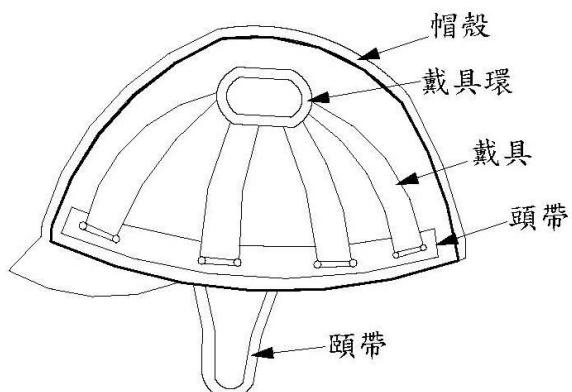
圖 災害發生現場（張員頭部撞擊處）



圖 使勞工進入營繕工程工作場所作業，應使其正確戴用安全帽

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 11 條之 1  
(進入營繕工程工作場所正確戴用安全帽情形)

(11-1)

對應圖說	 <p>正確配戴正面圖</p>	 <p>正確配戴側面圖</p>
	 <p>內部詳圖</p>	
	<p>一、進入營繕工程工作場所作業勞工應正確戴用安全帽。      二、安全帽應有檢驗合格標籤。      三、確認帽殼及頤帶不得損傷、污垢或裂痕。      四、安全帽戴用應確實，頤帶應確實扣緊。      五、安全帽不得有私自開孔。</p>	

參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 未使勞工使用安全帶，致發生墜落受傷意外

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

8月22日上午11時許，勞工陳○○（男性，26歲），於淡水區某工程從事土方運輸作業，過程中因進行基礎開挖作業時，將西側護欄拆除形成開口，加上未使陳員使用安全帶等防護具，致行經該開口時墜落至下方土堆（墜落高度約6公尺），經緊急送往淡水馬偕醫院急救，發現有腦部瘀血情形，目前仍住院治療中。

### 災害預防對策：

使勞工於高度2公尺以上之施工構臺開口邊緣作業，有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置安全母索並使用安全帶等防護設備。（營造安全衛生設施標準第19條第2項）



圖 圓圈處為構臺邊緣護欄已拆除

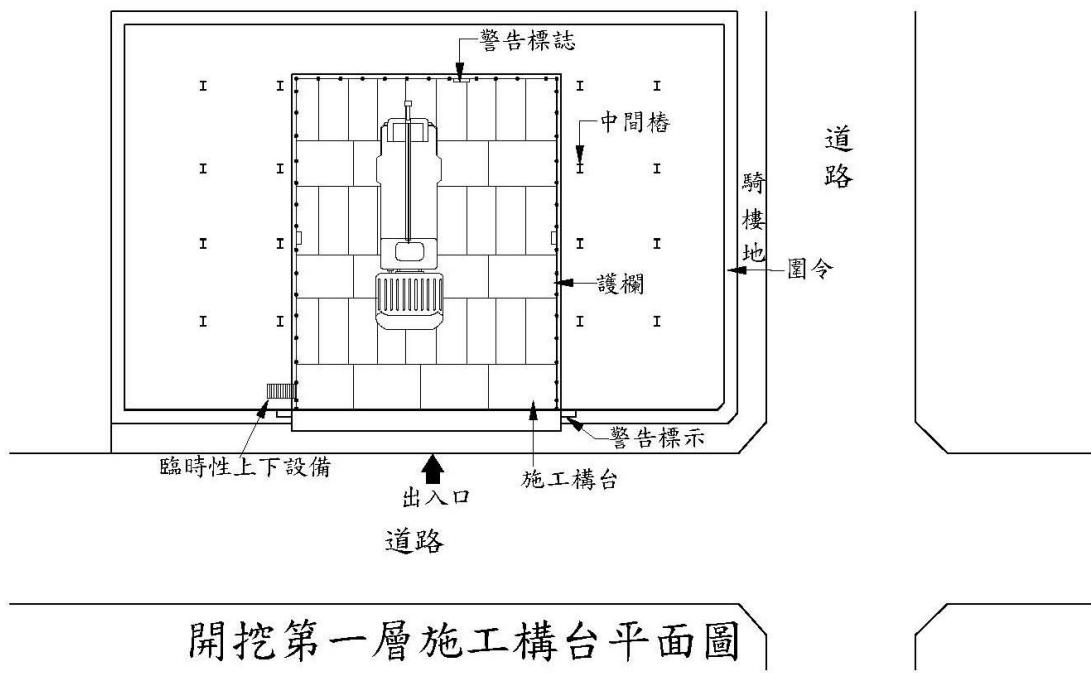


圖 如施工構臺邊緣護欄拆除，應設置安全母索並使勞工使用安全帶等防墜措施

營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 19 條  
(施工構台部份-開挖第一層施工構台平面圖)

(19-10-2)

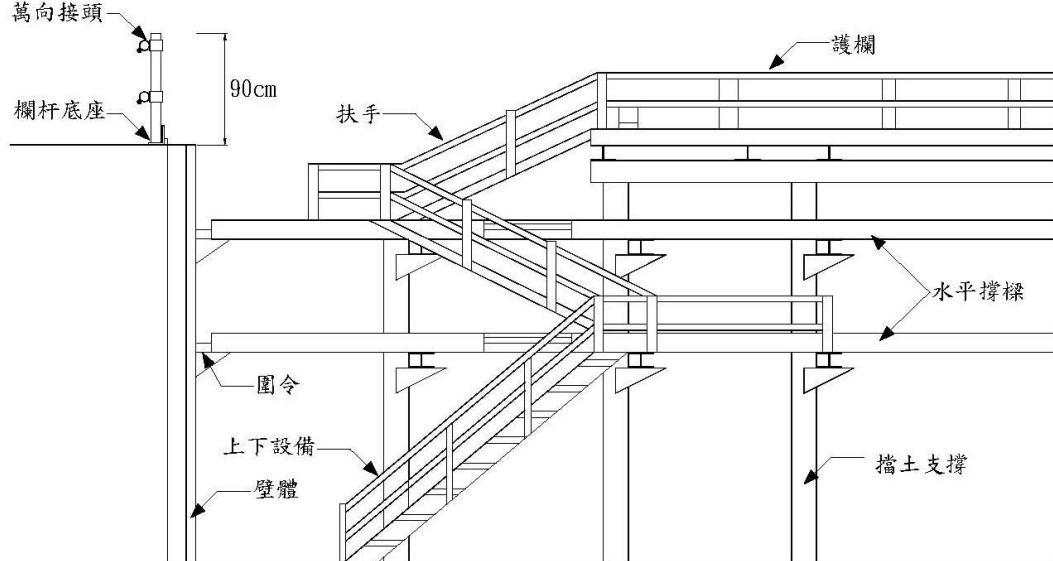
對應圖說



營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 19 條  
(施工構台部份-護欄及上下設備剖面圖)

(19-10-3)

對應圖說



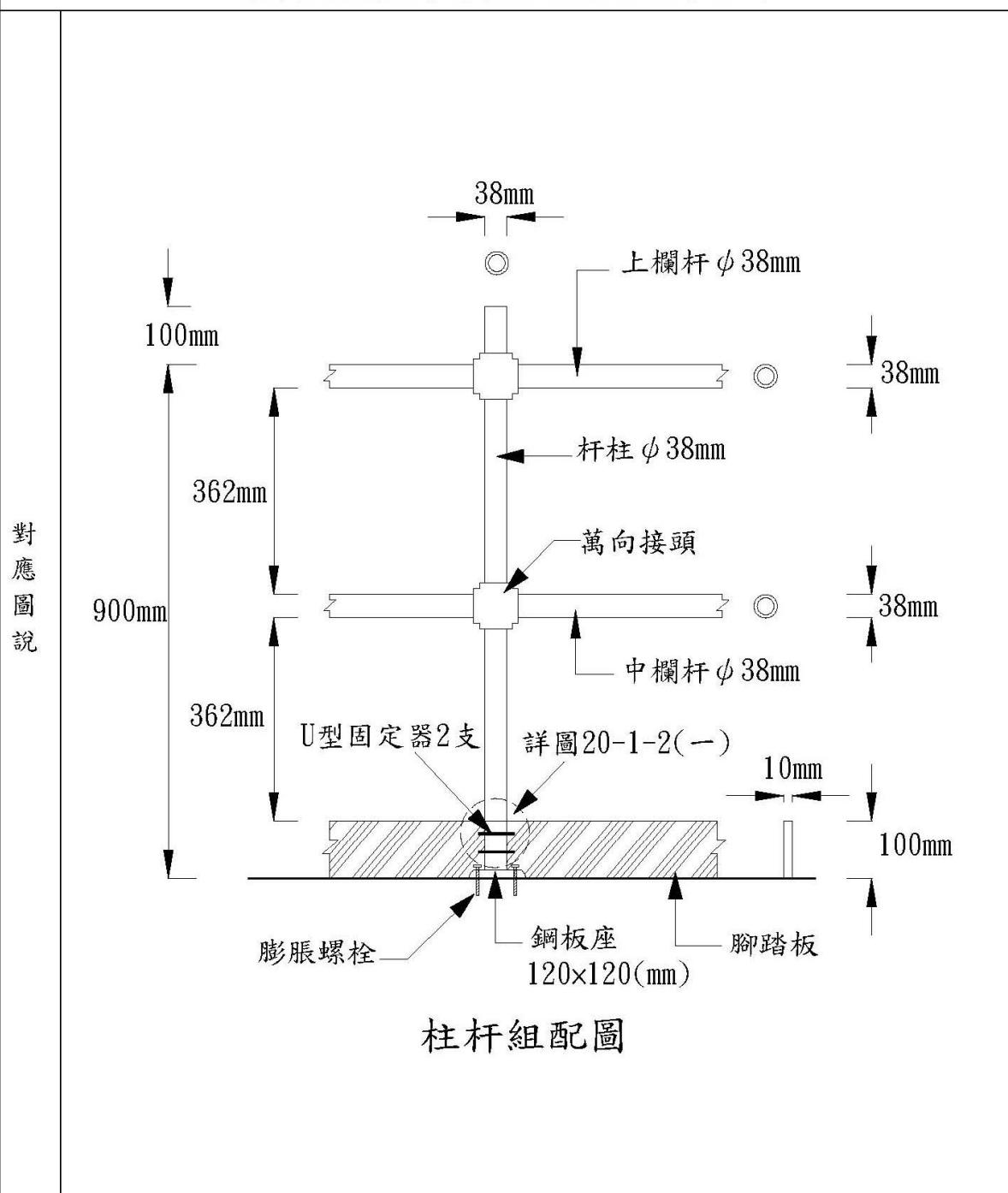
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄尺寸立面圖及萬向接頭)

(20-1-1)

對應圖說	<p>萬向接頭 圖20-1-1(一)</p>
	<p>詳圖20-1-1(一)</p> <p>詳圖20-1-1(二)</p> <p>鋼管護欄立面圖</p>
檢查重點	<p>一、護欄應穩固。      二、護欄高度&gt;90cm。      三、杆柱<math>\phi</math>38mm，高度 90cm 以上。      四、上、中欄杆<math>\phi</math>38/mm 以上，搭接處 30cm 以上須有兩處接合處。      五、杆柱間距小於 2.5m。      六、腳趾板緊接於地而且固定。</p>
說明	護欄之上欄杆之任何一點，於任何方向加以 75kg 之荷重，而無顯著變形之強度。

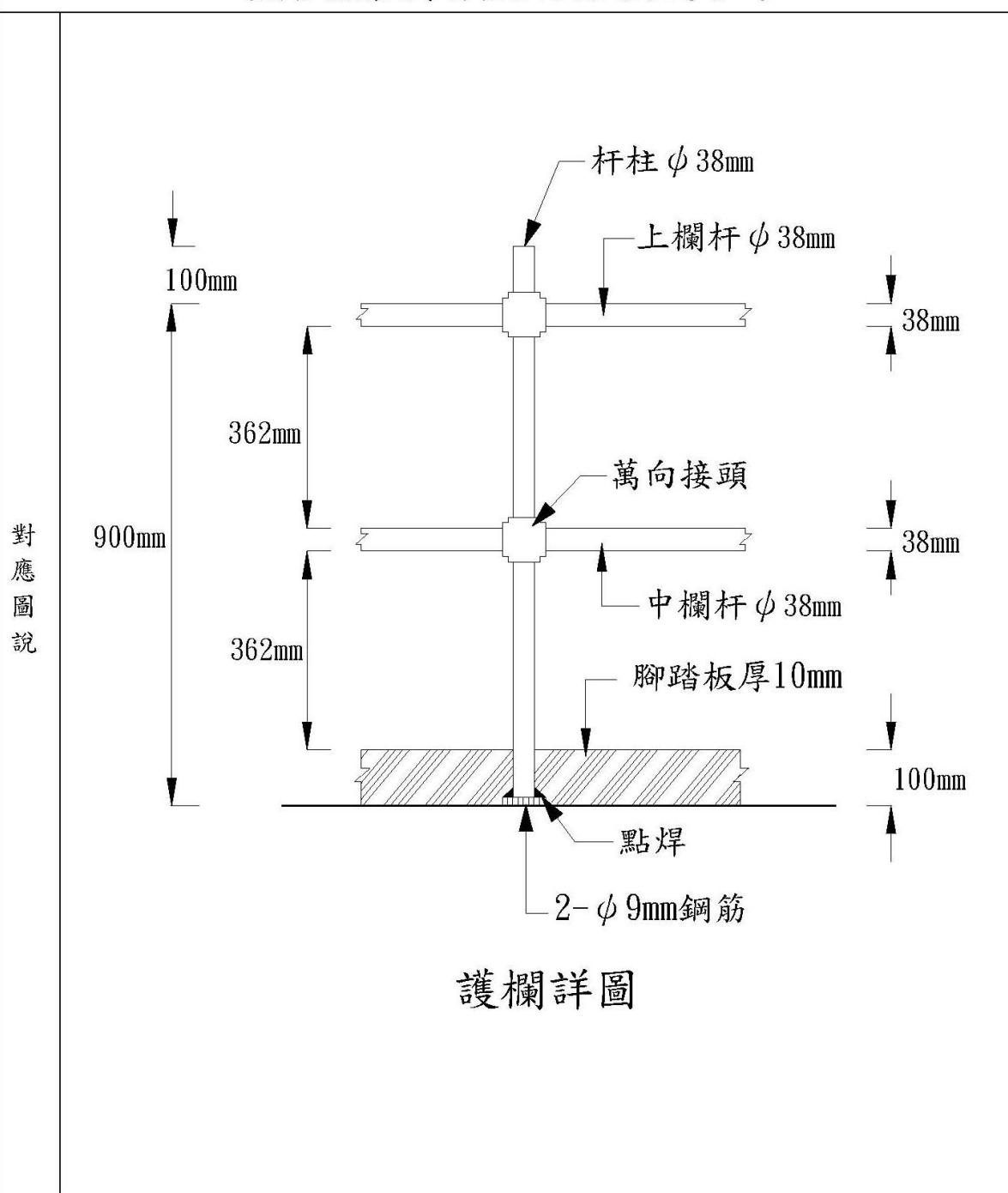
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄尺寸杆柱組配固定方式之一)

(20-1-2)

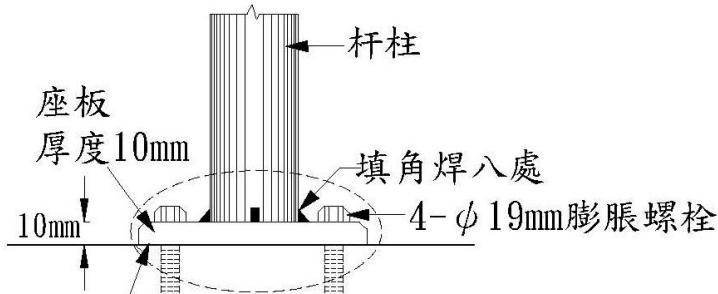


營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄尺寸杆柱組配固定方式之二)

(20-1-3)

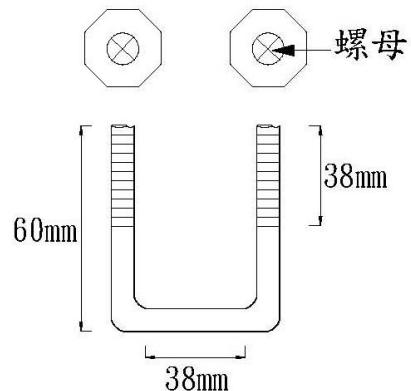
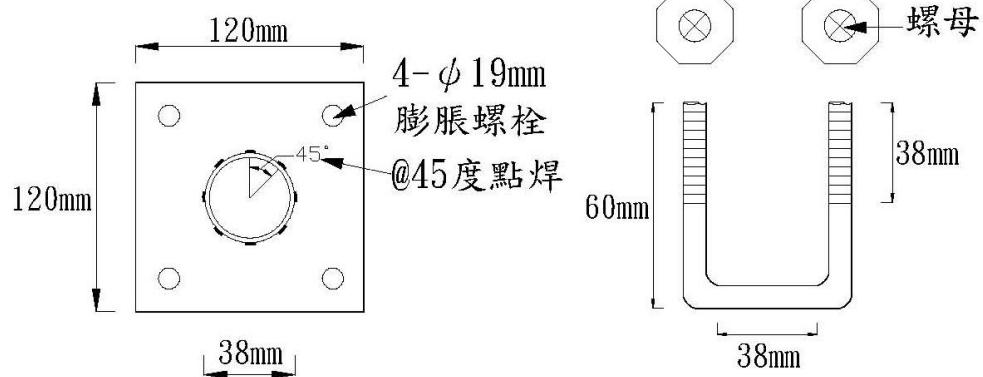


營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄杆柱與座板結合及萬向接頭與固定器詳圖) (20-1-4)



杆柱與座板結合剖面  
圖 20-1-1(二)

對應圖說

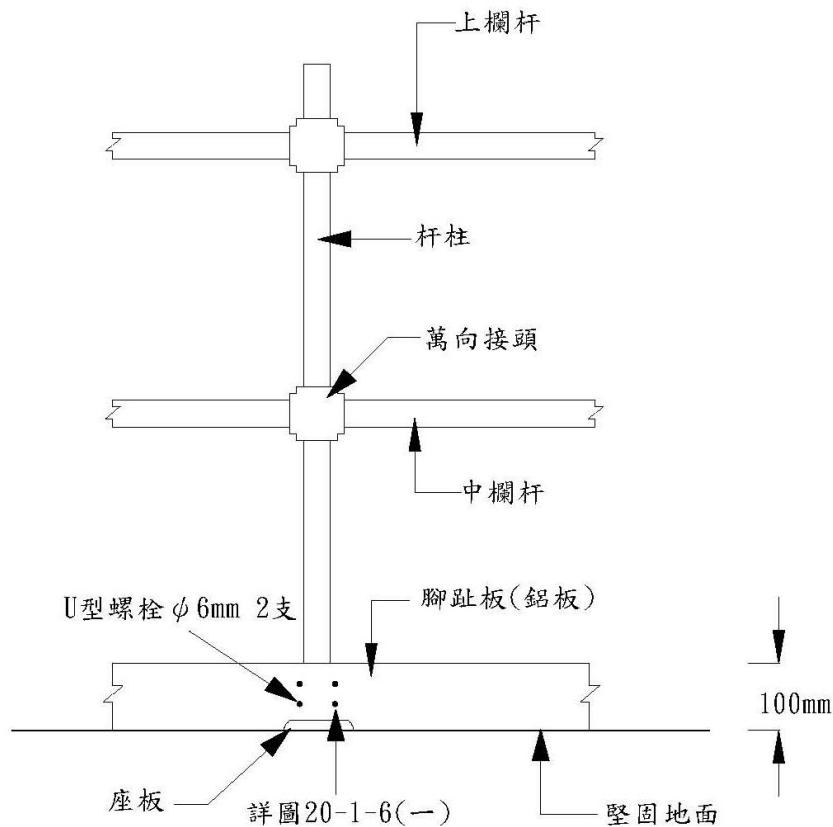


U型固定器  
圖 20-1-2(一)

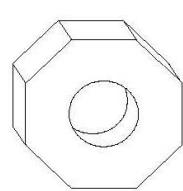
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄欄杆及腳趾板固定方式之一)

(20-1-6)

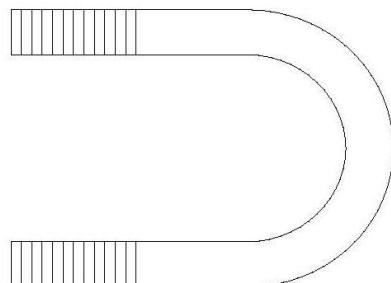
對應圖說



鋁板腳趾板螺栓固定式一



螺母



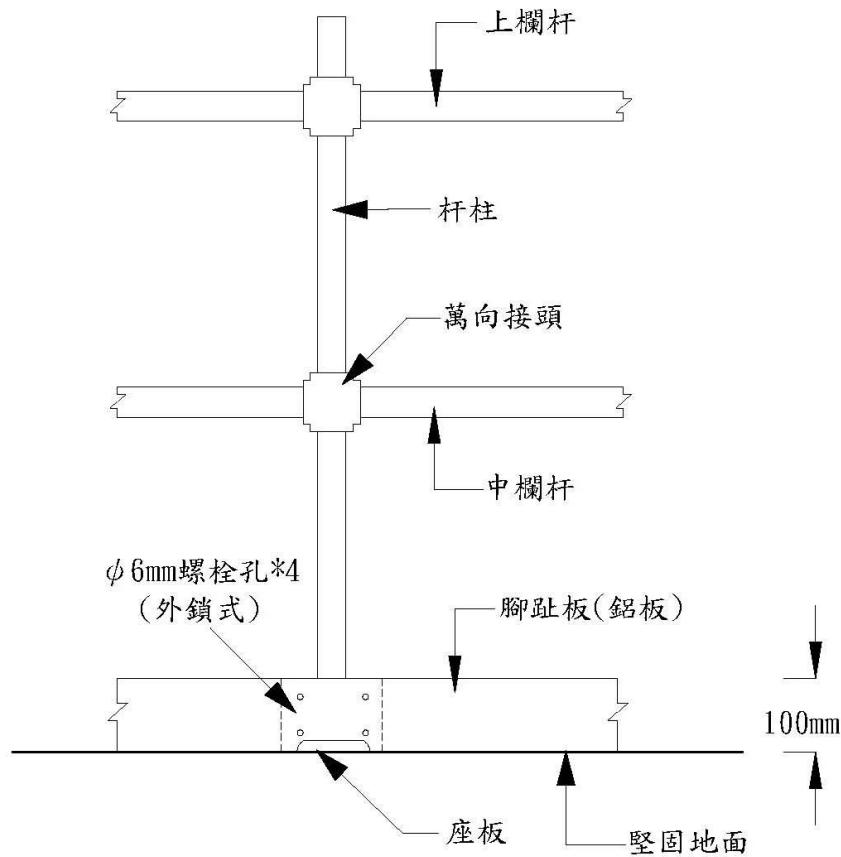
螺栓

圖 20-1-6(一)

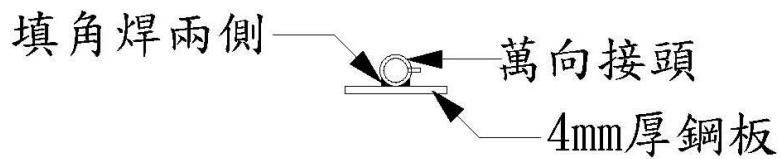
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄欄杆及腳趾板固定方式之二)

(20-1-7)

對應圖說



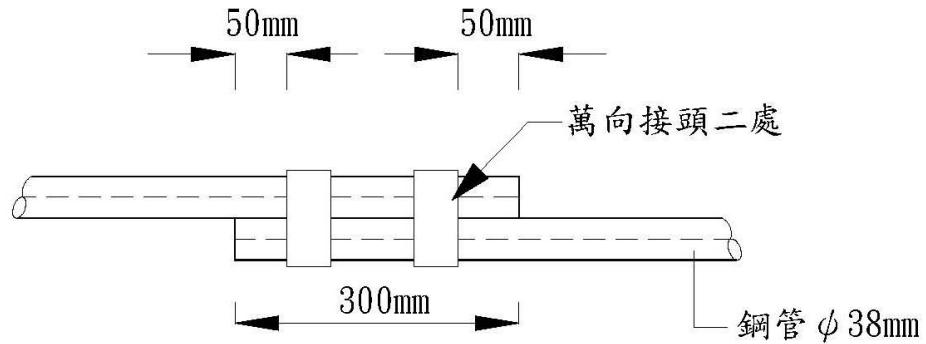
鋁板腳趾板螺栓固定式二



平面示意圖

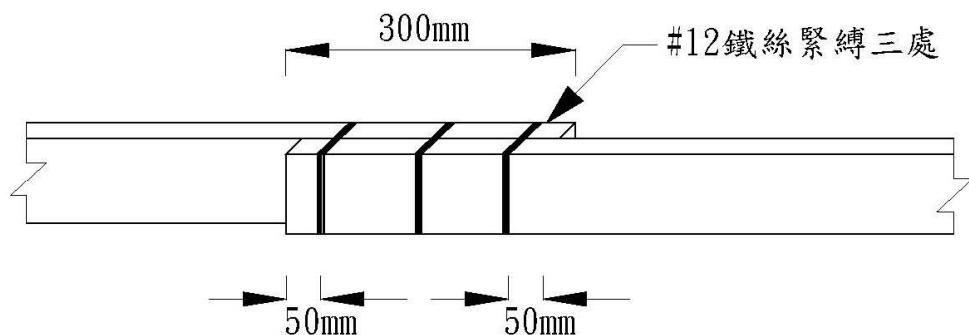
營造安全衛生設施標準第二章 工作場所第 20 條  
(鋼管護欄欄杆及腳趾板搭接方式)

(20-1-5)



上、中欄杆搭接

對應圖說



腳趾板搭接

參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 以合梯當作施工架之上下設備使用，致發生勞工墜落受傷意外

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年3月3日上午9時10分許，勞工劉○○（男性，38歲）於板橋區某室內裝修工程從事拆除作業，作業時藉由合梯作為上下設備，從地上1樓地面移動至一框獨立施工架上，因踩踏至施工架之踏板後，疑似重心不穩導致受傷者由施工架踏板墜落到地上1樓地面（墜落高度約1.7公尺）受傷，經緊急通報消防局送往板橋亞東醫院急救後，目前住院療養中。

### 災害預防對策：

雇主不得使勞工以合梯當作二工作面之上下設備使用，並應禁止勞工站立於頂板作業。（職業安全衛生設施規則第230條第2項）



圖 災害發生現場（不得使勞工以合梯當作二工作面之上下設備使用）



圖 災害發生現場（改善後，以移動式施工架之內爬梯取代合梯作為上下設備）。

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第39條  
(具煞車腳輪之移動式施工架)

(39-1)

<p>對應圖說</p>	
<p>檢查重點</p>	<p>一、施工架工作台在2公尺以上時，工作平台應滿鋪且設置高度90公分以上護欄。      二、活動撐座應打開。      三、施工架應設置上下設備。      四、各構件(交叉拉桿、門型架對接處)連結應有金屬配件鎖固。      五、移動式施工架應設置煞車腳輪，勞工於架上作業時應將腳輪煞車。      六、構架方式應依國家標準之規定辦理。</p>

參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄  
「營造安全衛生設施標準」圖解

## 勞工站立合梯頂板作業且未設置適當工作臺，致發生墜落受傷

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年7月30日下午3時許，勞工俞○○（男性，51歲）於樹林區某新建工程從事給水系統漏水檢視作業，過程中俞員站立於高度超過2公尺之鋁製合梯頂板上，檢視天花板下方之給水管線，因未以架設施工架等方式設置工作臺情況下，致其重心不穩墜落地面（墜落高度2.34公尺），造成頭部及腳脛骨挫傷，經緊急通報消防局送往樹林仁愛醫院急救後，已於當日即返家療養。

### 災害預防對策：

- 1、雇主對於在高度2公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作臺。（職業安全衛生設施規則第225條第1項）
- 2、雇主應禁止勞工站立於合梯頂板作業。（職業安全衛生設施規則第230條第2項）



圖 紅圈處為俞員作業位置

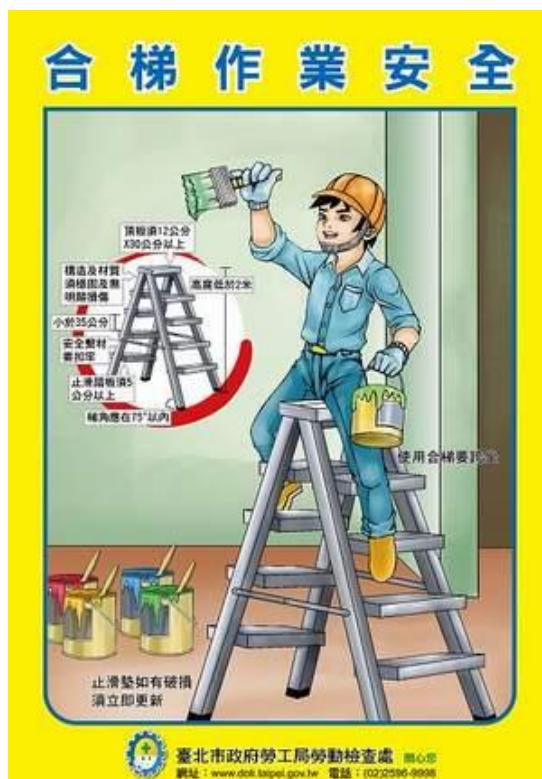
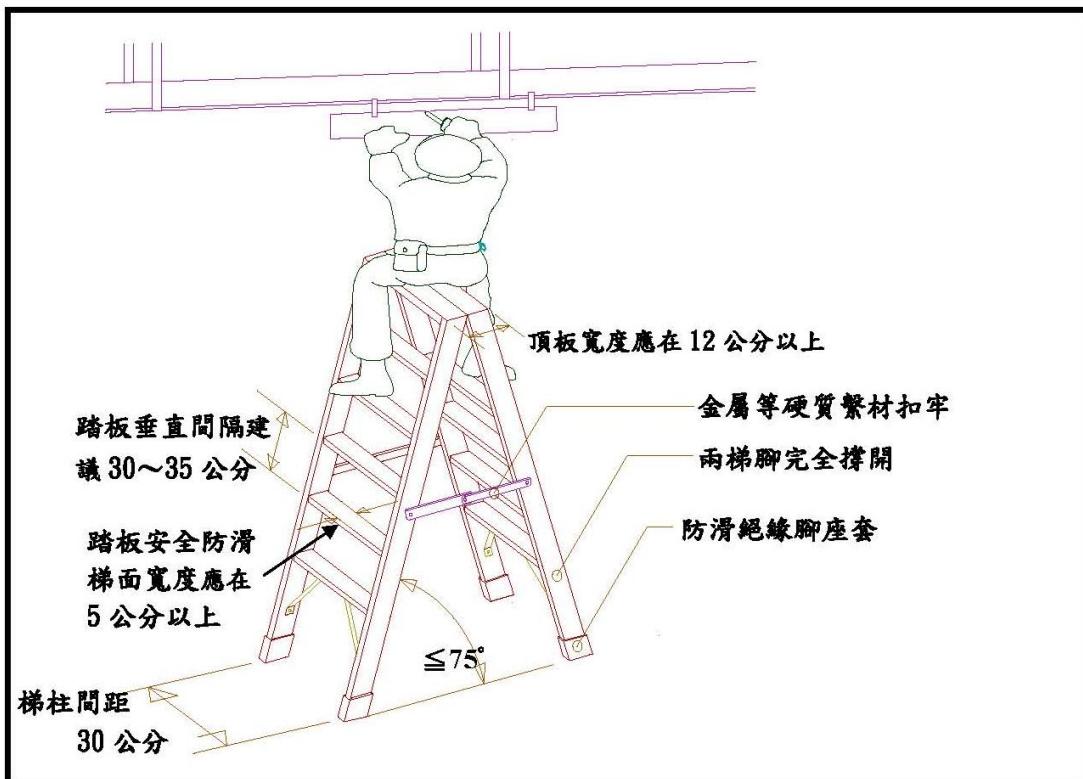


圖 合梯作業安全規定

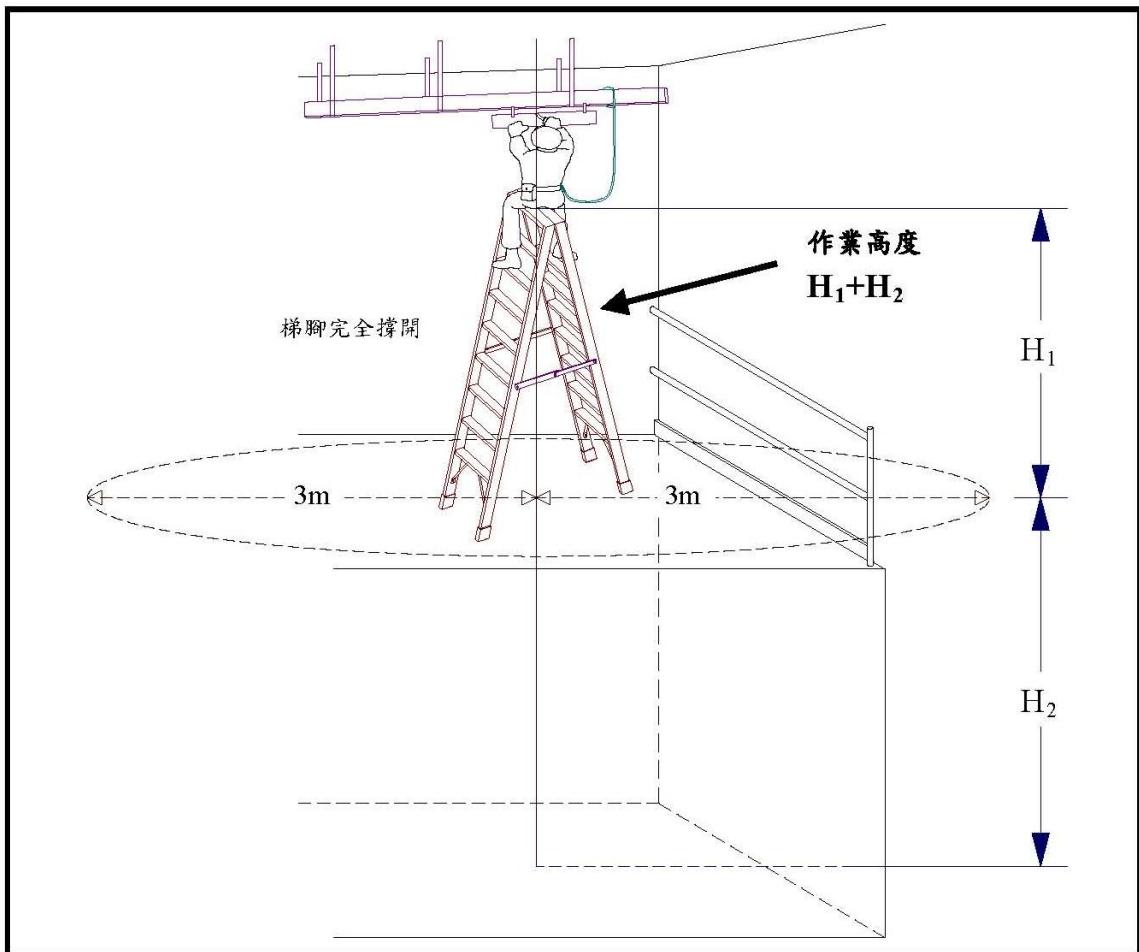
合梯圖例(適用高度 2 公尺以下作業使用)



說明：

1. 合梯應具有堅固之構造，其材質不得有顯著之損傷、腐蝕等。
2. 合梯適用於高度 2 公尺以下作業使用，兩梯腳間應有金屬等硬質繫材扣牢，並應有安全防滑梯面之踏板。
3. 梯柱間距最小淨寬度應在 30 公分以上。
4. 合梯兩梯腳完全撐開時，梯腳與地面之角度應在 75 度(4:1 之比)以內。
5. 合梯在全開時踏板之垂直間隔建議為 30 公分~35 公分，踏板安全防滑梯面寬度應在 5 公分以上，合梯頂板寬度應在 12 公分以上。
6. 使用木板、鐵管等材料製成之合梯，因無安全之防滑梯面，兩梯腳間又常未以金屬等硬質繫材扣牢，易發生傾倒，故不可採用此類型合梯。
7. 合梯不得當作二工作面之上下設備使用，並應禁止勞工站立於頂板上作業，以避免發生傾倒墜落災害。
8. 作業高度在 2 公尺以上時，依法規應搭設施工架、設置工作臺或使用高空工作車。

## 使用合梯其作業高度之計算



說明：

1. 所稱合梯作業高度係指合梯完整張開時，跨坐頂板與作業半徑 3 公尺範圍內最低點之垂直距離，以上圖為例，合梯作業高度為  $H_1+H_2$ 。
2. 護欄前方 2 公尺內之樓板、地板，不得堆放任何物料、設備，並不得使用梯子、合梯、踏凳作業及停放車輛機械供勞工使用。但護欄高度超過堆放之物料、設備、梯、凳及車輛機械之最高部達 90 公分以上，或已採取適當安全設施足以防止墜落者，不在此限。(營造安全衛生設施標準第 20 條第 7 款)

### 參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄  
勞動部職業安全署

## 施工架風險高 倒塌防護不可少

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年6月13日10時30分許接獲消防局通報，位於板橋區國慶路、信義路交叉口的中華電信板橋資料中心新建工程 發生施工架倒塌意外，事發當時駿盛科技工程有限公司所僱勞工林○丞（男性：29歲）及李○清（男性：38歲）等2人，於電梯井內的施工架從事鋼構吊裝調整作業，因施工架突然發生坍塌，2人不及逃出，連同坍塌的施工架向下墜落，林姓工人從地上11樓墜落至地下1樓（高度約72公尺），經救護人員緊急救出後，送亞東醫院救治已無大礙；另1名李姓工人則從地上3樓墜落至地下2樓（高度約30公尺），因身體被坍塌的施工架壓住，救護人員到場仍受困其中，最後在現場人員合力救出時已無生命跡象，經送往亞東醫院急救，仍不治死亡。

肇災的施工架從地下2樓一直搭到地上11樓，總高度約為78公尺，經現場初步調查發現，施工架搭設前未進行強度安全計算，又未以安全構件搭設施工架，加上施工架的材質亦未符合國家標準，以致施工架的強度未能承受自身重量而發生坍塌。

### 災害預防對策：

- 1、雇主對於高度5公尺以上施工架之構築及拆除，應置備施工圖說及強度計算書，並建立按施工圖說施作之查驗機制。（營造安全衛生設施標準第40條、第59條）
- 2、施工架在適當之垂直、水平距離處與構造物妥實連接，其間隔在垂直方向以不超過5.5公尺，水平方向以不超過7.5公尺為限。（營造安全衛生設施標準第45條）
- 3、施工架上之載重限制應於明顯易見之處明確標示，並規定不得超過其荷重限制及應避免發生不均衡現象。（營造安全衛生設施標準第46條）



圖 災害發生現場

圖 災害發生現場

### 參考文獻：

新北市政府勞動檢查處最新消息 2015/06/13

## 施工架腳輪未有效固定，致發生勞工墜落死亡

環品室 周意翔

### 災害發生經過：

104年（以下同）9月4日中午11時許，陳○○（男性，64歲）於地下1樓乙梯樓梯間從事油漆粉刷作業，過程中罹災者踩踏在移動式施工架上所放置之木製合梯階梯，因該施工架腳輪未以有效方法固定，致發生施工架向左後方移動，造成罹災者連同該合梯自施工架上墜落至地面（墜落高度約2.3公尺），嗣經送往永和耕莘醫院急救，發現有腦內出血之情況，再轉送臺北市國泰醫院急救，最後仍因傷勢過重延至9月7日不治死亡。

### 災害預防對策：

1、雇主不得使勞工在施工架上使用梯子、合梯或踏凳等從事作業。

（營造安全衛生設施標準第47條）

2、雇主使勞工於裝有腳輪之移動式施工架作業時，其腳部應以有效方法固定之。

（營造安全衛生設施標準第59條第3款）



圖 災害發生現場（陳員作業位置）



圖 災害發生現場（陳員墜落地面示意，而紅色箭頭為施工架位移方向）。

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第 47 條  
(施工架上不得使用梯子、合梯及踏凳)

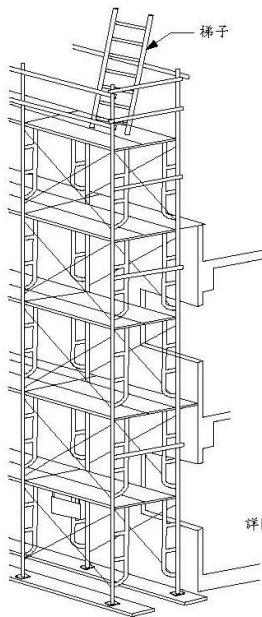
(47-1)

警告  
限制重量  
本施工架最大負  
荷重量不得超過  
400KG

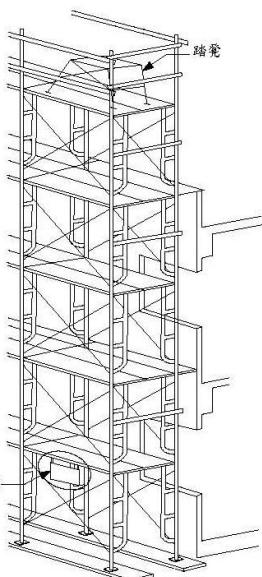
警告牌  
圖47-1(-)

錯誤示範

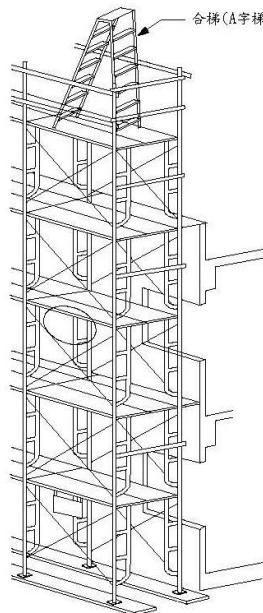
對應圖說



固定式施工架於上方架設梯子



固定式施工架於上方架設踏凳



固定式施工架於上方架設合梯

檢查重點

- 一、施工架上不得使用梯子、合梯及踏凳從事作業。
- 二、施工平台需滿舖。
- 三、護欄高度>90cm。
- 四、設置上下設備。

營造安全衛生設施標準第四章施工架及施工構台第39條  
(具煞車腳輪之移動式施工架)

(39-1)

<p>對應圖說</p>	
<p>檢查重點</p>	<p>一、施工架工作台在2公尺以上時，工作平台應滿鋪且設置高度90公分以上護欄。      二、活動撐座應打開。      三、施工架應設置上下設備。      四、各構件(交叉拉桿、門型架對接處)連結應有金屬配件鎖固。      五、移動式施工架應設置煞車腳輪，勞工於架上作業時應將腳輪煞車。      六、構架方式應依國家標準之規定辦理。</p>

參考文獻：

新北市政府勞動檢查處職災實錄

「營造安全衛生設施標準」圖解

# 專業技師篇

## 鋼筋混凝土結構施工重點簡介

聯邦工程顧問公司 陳煥煒 副總經理

### 一般注意事項(鋼筋)

- 機械與化學性質須符合 CNS560 規定，不得使用水淬鋼筋
- 利用可鍛鋼筋之材料特性，減少鋼筋因彎折產生斷裂
- 一般鋼筋材料使用規定：

使用鋼筋	號數	符號	SD280W	SD420W
大梁及柱主筋(註2)	D19(#6)及以上		✓	
地梁及小梁主筋	D19(#6)及以上		✓	
梁柱側筋	D16(#5)及以下		✓	
	D19(#6)及以上		✓	
梁柱箍筋	D16(#5)及以下		✓	
	D16(#5)及以上			✓
版筋及牆筋(註1)	D16(#5)及以上		✓	
	D19(#6)及以上			✓
SW編號結構牆筋	D16(#5)及以下		✓	
	D19(#6)及以上			✓
其他	D16(#5)及以下		✓	
	D19(#6)及以上			✓

### 一般注意事項(混凝土)

- 坍度規定
- 飛灰及爐石替代率，超過 15%時應注意拆模、回撐時機
- 澆置時間限制
- 養護時間為 7 日，可採撒水養護

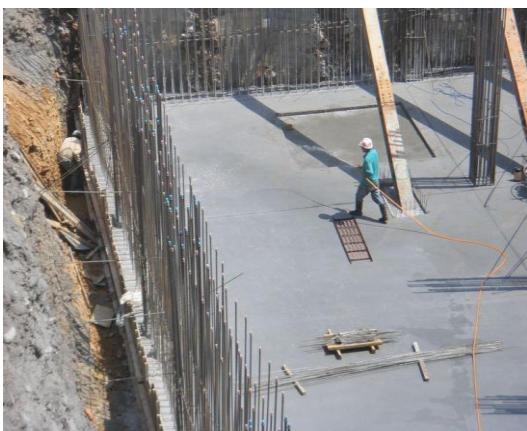
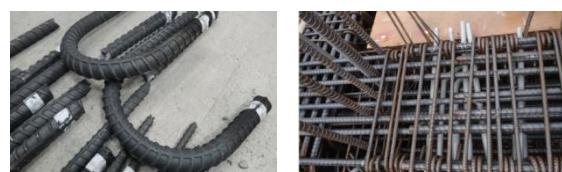
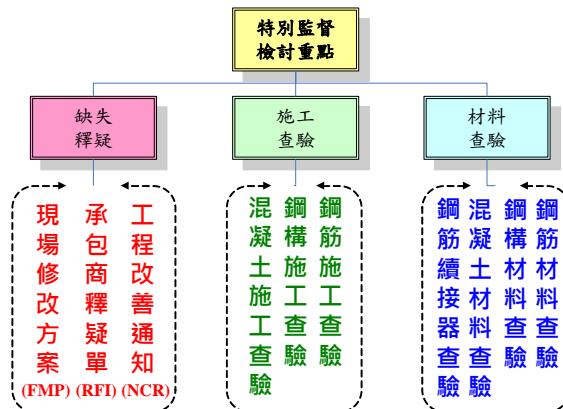


圖 撒水養護



圖 撒水養護

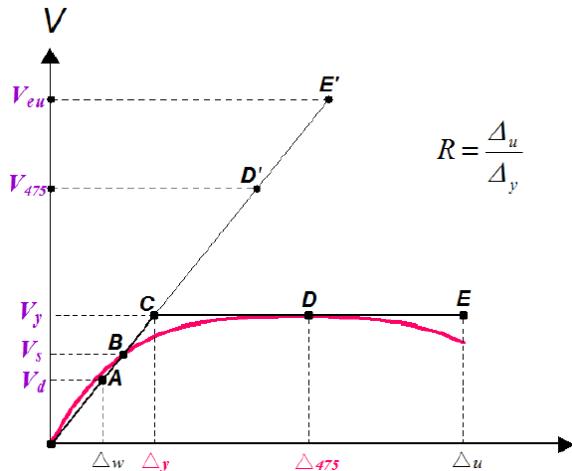
### 特別監督重點





15.5.3 縱向鋼筋  
 15.5.3.1 縱向鋼筋面積  $A_g$  不得低於  $0.01 A_g$ ，亦不得大於  $0.06 A_g$ 。  
 15.5.3.2 機械式繩接器須符合第 15.3.6.3 與 15.3.6.4 節之規定，鉗接繩接則須符合第 15.3.6.1 與 15.3.6.2 節之規定。鋼筋之搭接僅容許於構材淨長之中央  $1/2$  內，並應考慮為拉力搭接，此外並應配置符合第 15.5.4.2 與 15.5.4.3 節之橫向鋼筋。

圖 結構混凝土設計規範



**※鋼筋搭接：**

因鋼筋受力屬小號數控制強度，因此搭接長度滿足小號數之搭接長度即可。

**※鋼筋續接：(採續接器)**

同理，鋼筋續接器轉接之扭力值，以小號數之扭力值為主

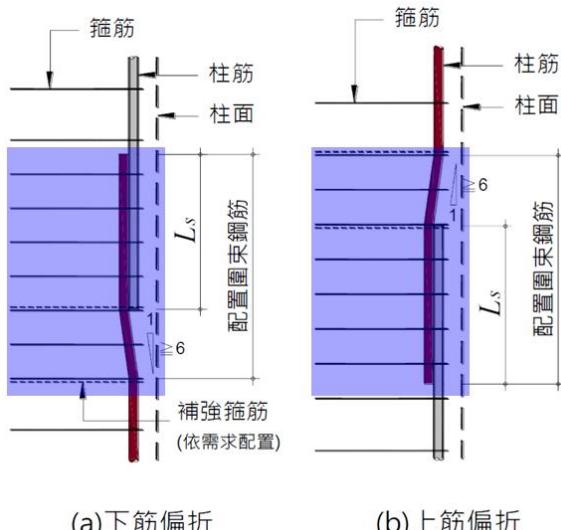


圖 配置緊密圍束箍筋

**鋼筋偏折(1/2)**

[結構混凝土設計規範 13.7]

\*偏斜之斜度不得大於 1:6。

\*偏折處上下 15cm，施做橫向鋼筋做為支

撐橫向支撐須能提供 1.5 倍推力



圖 須預先依規定加工彎折



圖 柱筋放樣誤差過大

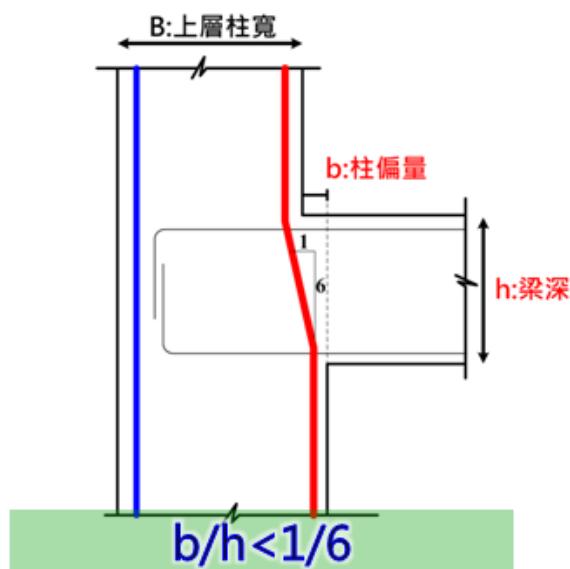
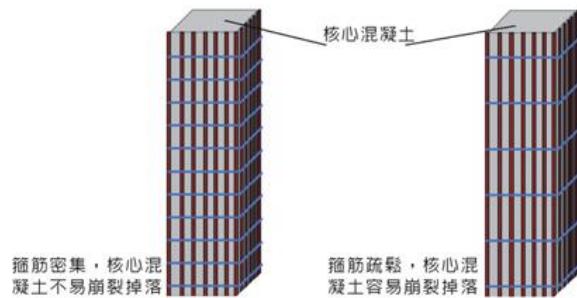
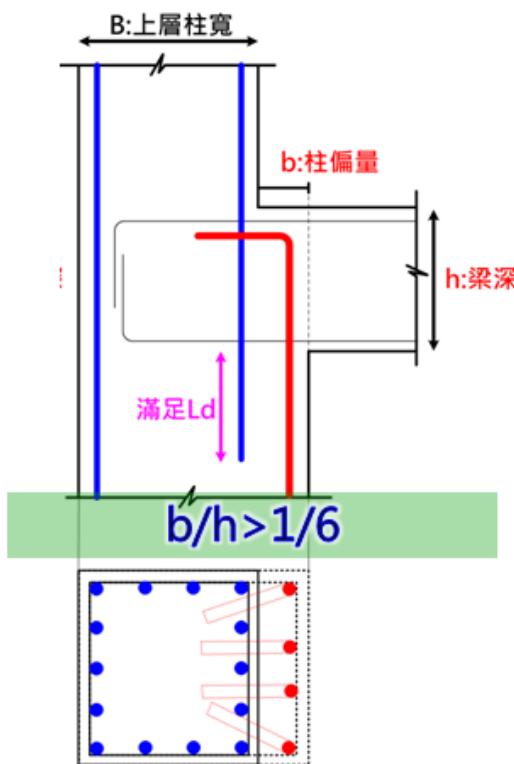


圖 柱筋篇折



資料來源：國家地震工程研究中心

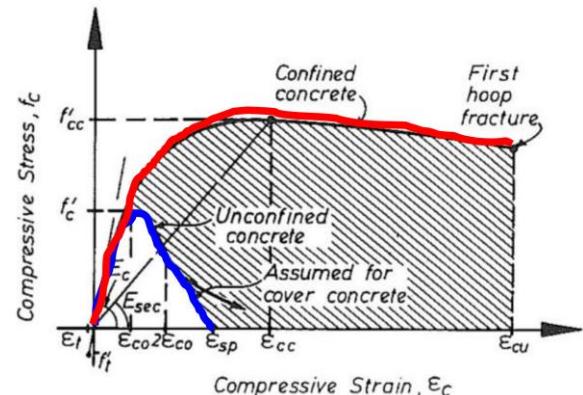


圖 柱筋偏折過大處理方式

#### 續接器扭力值

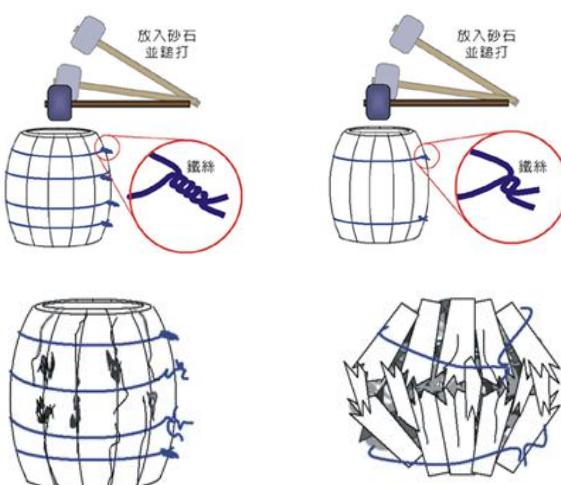
- 依廠商提供之續接器扭力值限制為主
- [依 104.06.15 提送鋼筋續接器廠商資格及材料送審資料]

(四)、續接器鎖緊扭力值計算資料

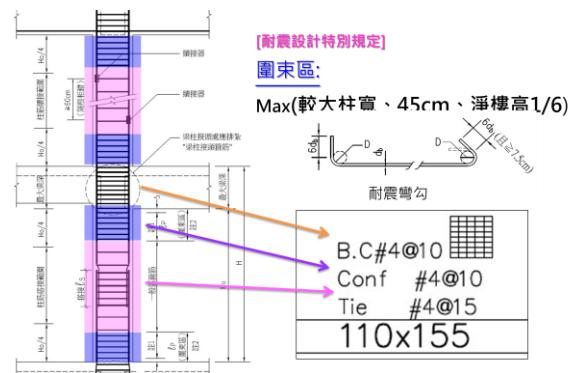
備註：預應力( $\sigma_v$ )對結合用螺紋，取材料降伏強度之20%，續接器材質為A576，降伏強度為 $70\text{kg/mm}^2$ 。故預應力取 $15\text{kg/mm}^2$ 。

摩擦壓接型續接器結合時之最佳扭力計算											
鋼筋直徑	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#14	#16	#18
鋼筋外徑(mm)	16	19	22	25	29	32	35	39	43	50	57
扭力值 (kg-cm)	267	470	757	1,141	1,621	2,492	3,629	4,978	5,654	9,906	12,998
扭力值 (ft-lb)	19	34	55	82	117	180	262	359	408	715	938
扭力值 (N·m)	26	46	74	112	159	244	356	488	554	971	1,274

#### 箍筋/繫筋重要性



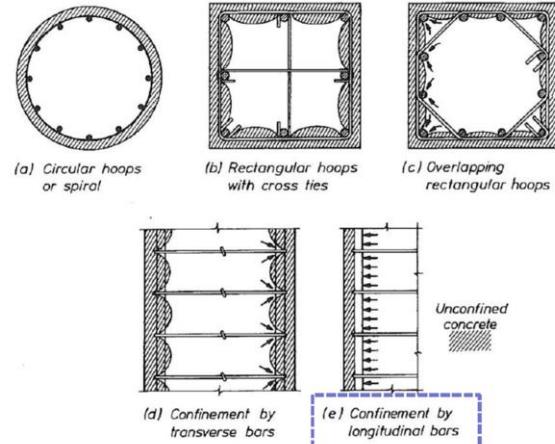
#### 箍筋/繫筋位置



#### 箍筋/繫筋常見缺失



未使用耐震彎勾(135°)



Paulay & Priestley (1992)



繫筋勾主筋

### 保護層

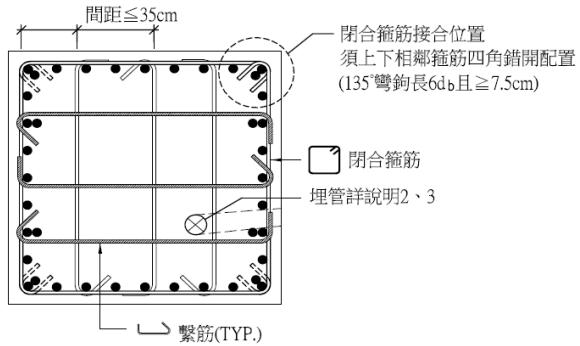
狀況	版、牆、欄桿及牆版	梁、柱及基腳
不受風雨侵襲 且不與土壤接觸者	鋼線或D16#5及以下鋼筋 D19#6至D36#11鋼筋 超過D36#11以上鋼筋	2 cm 2 cm 4 cm 4 cm
受風雨侵襲或與土壤接觸者	鋼線或D16#5及以下鋼筋 D19#6及以上鋼筋	4 cm 5 cm 5 cm
放置於土壤或岩石上或經常與水或土壤接觸者 與海水或腐蝕性環境接觸者	7.5 cm 10 cm	7.5 cm 10 cm



### 柱內穿管



[結構標準圖 3/S1-04]



說明1. 繫筋不同之彎鈎方式在上下及左右相鄰箍筋之間須交互錯開排放，繫筋須鉤住柱主筋

2.  $45 \times 45\text{cm}$ 或柱面積小於 $2100\text{cm}^2$ 以下者，柱內不得埋管

3. 埋設於混凝土中之管道、管線或套管及其配件所佔用面積不得超過柱斷面積之4% (含埋管彎出之水平投影面積)，且內徑不大於 $50\text{mm}$ ，管之中心間距不得小於管徑之三倍

**柱內原則上不走管！**

僅允許兩排(5cm 以下)走柱內，其於皆不得走柱

消防管線請配置明管

頂版柱頭收尾



**梁筋查驗重點**

**梁筋工地查驗要點**

■ 縱向主筋

\* 搭接/錨錠位置

\* 搭接/錨錠長度

■ 橫向鋼筋

\* 箍筋/繫筋位置

\* 箍筋/繫筋彎鈎長度

■ 梁柱接頭

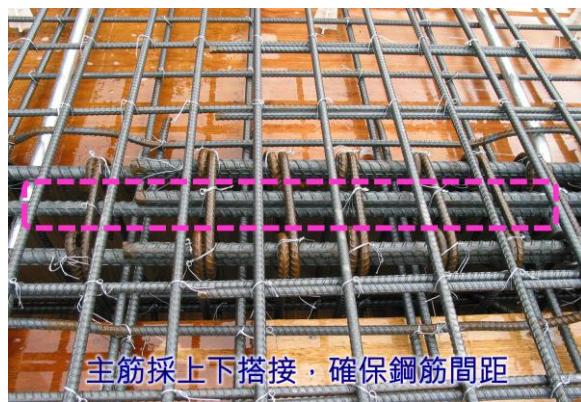
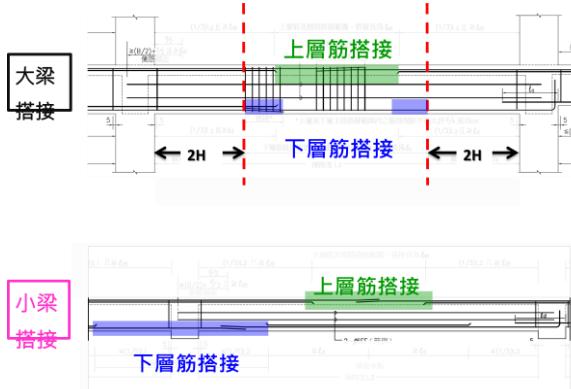
■ 開口補強

■ 保護層

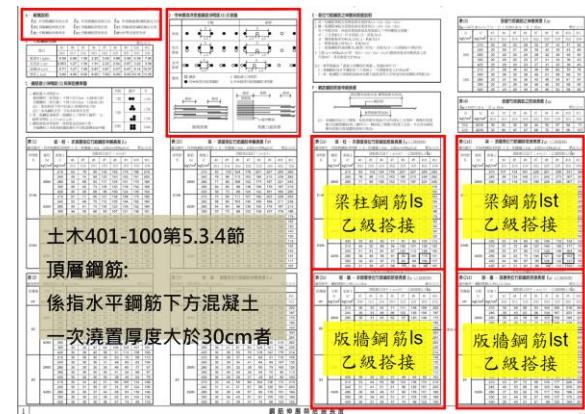
■ 清潔狀況

1 承包商品質文件記錄	
2 主筋	上層筋號數、支數
	#_____、左_____中_____右_____
	搭接長度
	大於_____cm
	搭接位置
	地梁 1/2 Ln、大小梁 1/3 Ln
	下層筋號數、支數
	#_____、左_____中_____右_____
	搭接長度
	大於_____cm
3 箍筋	搭接位置
	地梁 1/3 Ln、大梁 1/2 Ln、小梁 1/5 Ln
	搭接方式
	上下搭接
	淨間距
4	1db 且 > 2.5 cm
	錨定長度及方式
5	標準彎鈎+Ln(且 > 1/2 B)
	腰筋
6	號數：#_____、支數：_____/側
	是否有木片等雜物

## 搭接/錨錠位置



## 搭接/錨錠長度



## 搭接長度

表(1s) 梁、柱 - 非頂層受拉竹節鋼筋搭接長度 $l_s$ (乙級搭接)											
適用條件: 待搭接鋼筋淨距 $\geq X$ ，保護層 $\geq 4cm$ ，主筋 $f_y=420kgf/cm^2$ ，單位: 公分											
淨間距 X	箍筋 $f_yt$ $kgf/cm^2$	混凝土 $f'_c$ $kgf/cm^2$	頂筋修正系数 ( $\alpha=1.0$ )，乙級搭接(1.3 $l_d$ )								
			#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10		
			D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D36	
			210	83	103	124	176	201	227	255	283
	245	76	96	115	163	186	210	226	262		
	280	71	89	108	162	174	197	221	245		
	330	64	80	96	136	156	176	197	219		
	420	58	73	88	124	142	161	180	200		
$\geq 1db$			210	74	92	111	157	180	203	228	253
			245	68	85	103	145	166	188	211	234
	4200	280	61	71	89	108	127	146	161	179	
		350	57	72	86	122	139	157	176	196	
		420	52	65	78	111	127	143	161	179	
			210	47	59	71	100	115	130	146	162
	245	44	55	66	93	106	120	135	150		
	280	41	51	61	87	100	112	126	140		
		350	37	46	55	78	89	101	115	125	
		420	33	42	50	71	81	92	103	114	
$\geq 3db$			210	44	55	66	94	108	121	136	152
		245	41	51	61	87	100	112	126	140	
	4200	280	38	48	58	81	93	105	118	131	
		350	34	43	51	73	83	94	106	117	
		420	31	39	47	66	76	86	96	107	

## 混凝土結構設計規範

5.3.2 受拉伸展長度  $\ell_d$  之簡易估算如下表之規定。

	D19 或較小之鋼筋及麻面鋼線	D22 或較大之鋼筋
(1) 鋼筋之最小淨保護層厚不小於 $d_b$ ，且 (a) 鋼筋最小淨間距不小於 $2d_b$ 者，或 (b) 鋼筋最小淨間距不小於 $d_b$ 且配置於 伸展長度 $\ell_d$ 范圍內之横向鋼筋符合 第 13.9.5 節有關橫筋之規定，或 符合第 4.6.5 節剪力鋼筋間距及第 4.6.6 節最少剪力鋼筋量之規定。		
	$\left[ \frac{0.15 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right] d_b$	$\left[ \frac{0.19 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right] d_b$
(2) 其它	$\left[ \frac{0.23 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right] d_b$	$\left[ \frac{0.28 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right] d_b$

5.3.3 受拉伸展長度  $\ell_d$  之詳細計算為

$$\ell_d = \frac{0.28 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} \left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) \quad (5-1)$$

式中， $\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}$  之數值不得大於 2.5， $K_{tr}$  為橫向鋼筋指標，依下列公式計算

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_{tr}}{105 \pi r} \quad (5-2)$$

其中， $r =$  在縱葉剪裂面上待伸展或續接之鋼筋或鋼線根數。為簡化設計，對已配置橫向鋼筋之情況，亦可使用  $K_{tr}=0$  計算。

$$c_b = \text{下列兩項之較小者}$$

(1) 鋼筋或鋼線中心至最近混凝土表面之距離；cm。

(2) 待伸展鋼筋或鋼線之中心間距之半；cm。

## 搭接長度計算說明

一般拉力鋼筋(乙級搭接)計算說明：

$$ld = \frac{0.28 f_y}{\sqrt{f_c}} db \times 0.75 = 53 db = 170 cm$$

$$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_c' = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

$$ld = 170 \times 1.3 = 221 \text{ cm} \quad (\text{淨間距 } X = 1 db)$$

如修正因數為 0.75 時相當於

$$\frac{C_b + k_{tr}}{db} = 1.33 \quad \text{可求得 } k_{tr} = 0.33 db$$

如將荷搭接鋼筋之淨間距由 1 db 增加為 3 db

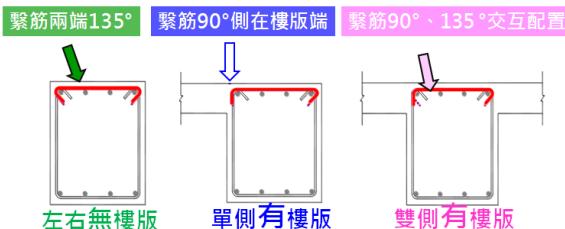
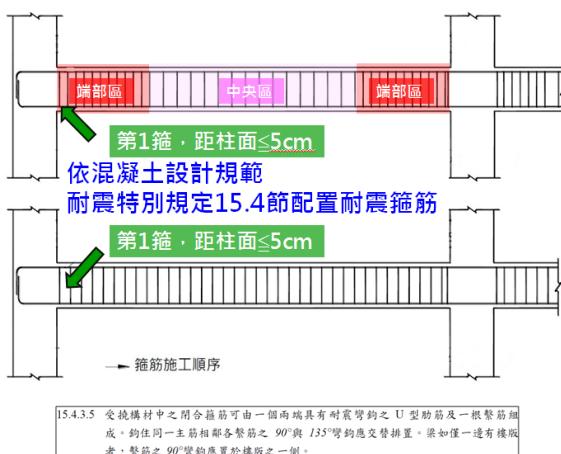
$$C_b = \frac{1db + 3db}{2} = 2 db$$

$$\frac{C_b + k_{tr}}{db} = 2.33$$

$$ld = \frac{0.28 f_y}{\sqrt{f_c}} = \frac{1}{2.33} db = 97 cm$$

乙級  $97 \times 1.3 = 126 \text{ cm}$  (淨間距  $X = 3 db$ )

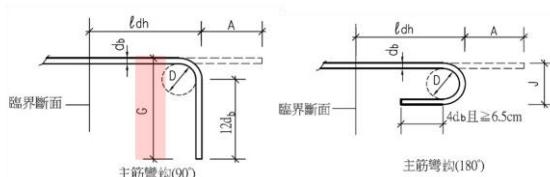
## 箍筋/繫筋位置



## 主筋彎鉤長度

### A. 主筋彎鉤

彎鉤型式	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	單位:公分
	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D36	
90°彎鉤	6.0	8.0	10.0	11.5	13.5	15.5	24.5	27.0	30.0	
	12db	11.4	15.2	19.1	22.9	26.6	30.5	34.4	38.6	43.0
	A	12.6	16.7	21.0	25.0	29.1	33.4	39.7	44.4	49.3
180°彎鉤	G	15.4	20.5	25.7	30.6	35.6	40.8	49.6	55.4	61.5
	4db	6.5	6.5	6.5	7.6	8.9	10.2	11.5	12.9	14.3
	A	13.5	15.8	18.1	21.0	24.6	28.2	39.3	43.6	48.5
J	7.9	10.5	13.2	15.3	17.9	20.6	30.2	33.4	37.2	



## 箍筋、繫筋長度

### B. 箍筋及助筋長度

鋼筋號數	#3	#4	#5	#6	#7	#8	單位:公分
	D10	D13	D16	D19	D22	D25	等效型式
90°彎鉤	3.6	5.1	6.4	11.5	13.3	15.2	
	L	5.7	7.8	9.5	22.9	26.6	30.5
	A	6.2	8.3	10.4	25.0	29.1	33.3
135°彎鉤	G	8.6	11.4	14.3	30.8	35.5	40.6
	D	3.8	5.1	6.4	11.5	13.3	15.2
	L	7.5	7.6	9.5	11.5	13.3	15.2
180°彎鉤	A	10.3	11.3	14.1	19.6	22.7	26.0
	H	7.6	8.1	10.2	12.5	14.5	16.6
	D	3.8	5.1	6.4	11.5	13.3	15.2
J	L	7.5	7.6	9.5	11.5	13.3	15.2
	A	11.4	12.8	16.0	23.3	27.1	31.0
	J	5.7	7.8	9.5	15.3	17.8	20.3

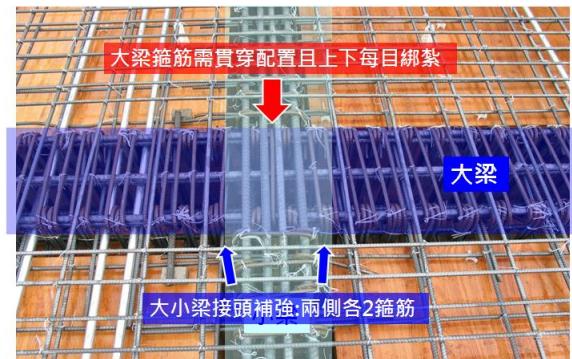
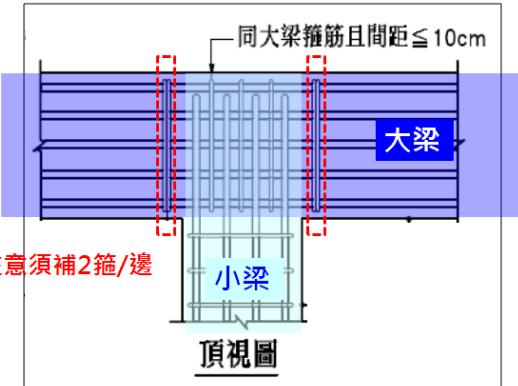
### [耐震設計特別規定]

- 使塑鉆區混凝土有良好圍束。
- 防止主筋產生挫屈。

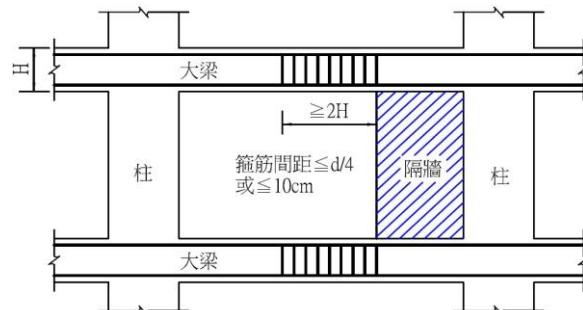


## 大梁/小梁相接處理

### 查標準圖 3/S1-03



## 梁下局部隔間牆



## 保護層/淨間距

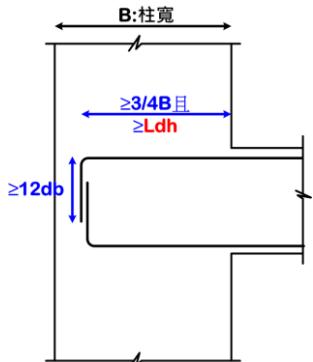
狀況	版、牆、欄柵及牆版	梁、柱及基腳
不受風雨侵襲	鋼線或D6#5及以下鋼筋 D19#6至D36#11鋼筋	2 cm 4 cm
且不與土壤接觸者	超過D36#11以上鋼筋	4 cm 4 cm
受風雨侵襲或與土壤接觸者	鋼線或D6#5及以下鋼筋 D19#6及以上鋼筋	4 cm 5 cm
須置於土壤或岩石上或經常與水及土壤接觸者		7.5 cm 7.5 cm
與海水或腐蝕性環境接觸者		10 cm 10 cm



### 錨錠破壞實例



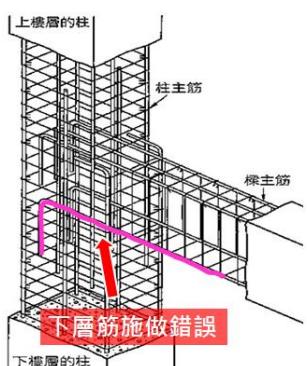
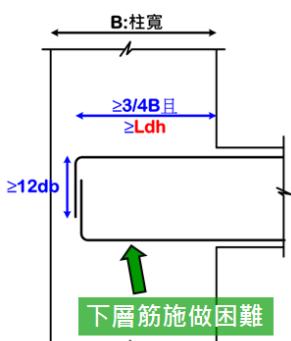
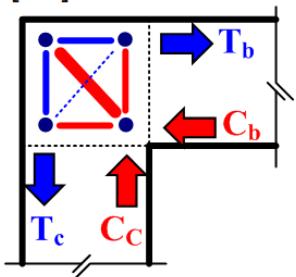
### 梁柱接頭



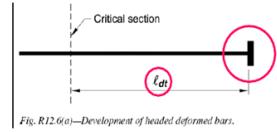
#### [梁柱接頭壓拉桿行為]

[ACI 352R-02]

[AIJ]



### 梁柱接頭



※ 鋼筋降伏強度  $< 4200 \text{kgf/cm}^2$

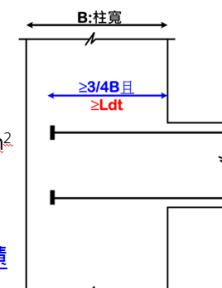
※ 鋼筋號數  $\leq \#11$

※ 常重混凝土

※ 鋼筋錨頭面積  $\geq 5$  倍 鋼筋面積

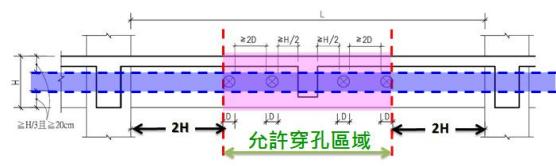
※ 鋼筋淨保護層  $\geq 2\text{db}$

※ 鋼筋淨間距  $\geq 4\text{db}$



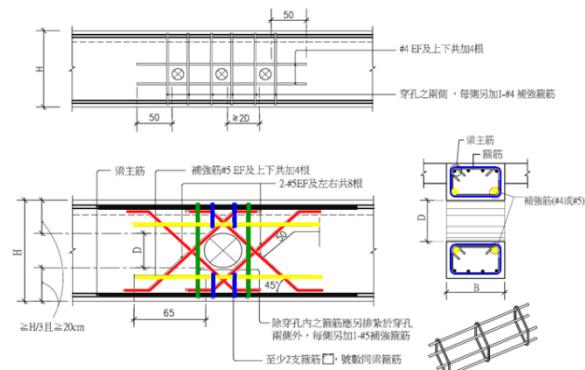
參考規範:  
ACI 318-08 12.6.2

### 梁開口補強

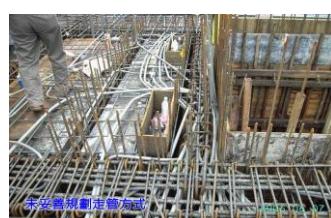


- 所有穿孔須經監造核可。
- 孔徑未滿  $5.5\text{cm}$ , 可不予補強。
- 穿孔淨距  $\geq 2$  倍孔徑
- $5.5\text{cm} \leq$  孔徑  $\leq 30\text{cm}$   
依結構標準圖補強。
- 孔徑超過  $30\text{cm}$ , 或位於圍束區  
需經監造、結構設計單位同意。

### [結構標準圖 4/S1-02]



### 梁內走管



## 版筋驗重點

- 主筋
- 搭接位置
- 鑄定長度
- 保護層
- 開口/角隅補強
- 牆預留筋
- 樓版穿管
- 無梁版

1 承包商品質文件記錄	
2 上層主筋	連續筋 # _____ @ _____ cm
	加筋 # _____ @ _____ cm
	搭接位置 版中央(1/3S)內；FS版在梁內，長度 _____ cm
	綁紮方式 間距20cm 以下#20 鐵絲隔點綁紮
	彎鈎鑄定 向下鑄定且 $\geq 12db$ (_____ cm)
3 下層主筋	連續筋 # _____ @ _____ cm
	加筋 # _____ @ _____ cm
	搭接位置 在梁內；FS版在版中央(1/3S)內，長度 _____ cm
	綁紮方式 間距15cm 以下#20 鐵絲隔點綁紮
	彎鈎鑄定 向上鑄定且 $\geq 12db$ (_____ cm)
4 保護層	上層鋼筋 保護層 _____ cm
	下層鋼筋 保護層 _____ cm
	上下層鋼筋有效斷面 _____ cm
5 牆預留筋	號數及間距 # _____ @ _____ cm
	長度 $1.3Ld =$ _____ cm
	牆與版接合處 4-#3補強筋
6 角隅補強 / 開口補強	依標準圖說施作
7 清潔狀況	是否有木片等雜物

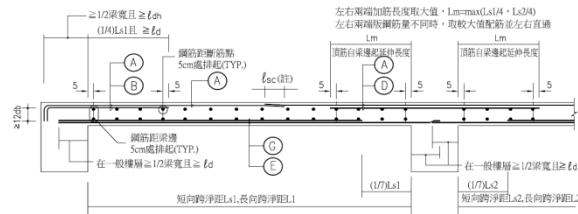


圖 左右版鋼筋量不同

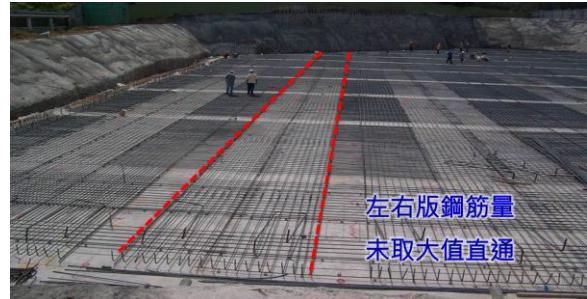


圖 左右版鋼筋量不同

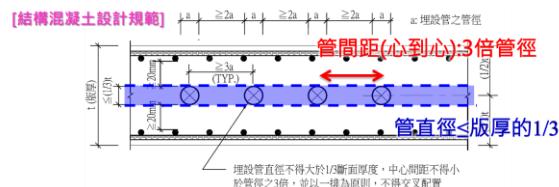


圖 樓版穿管限制

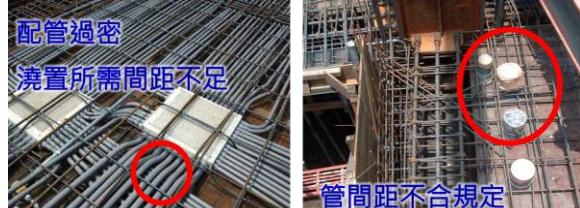


圖 樓版穿管限制

### 版保護層(1/2)

狀況	版、牆、牆樑及牆版	梁、柱及基腳
不受風雨侵襲 且不與土壤接觸者	鋼線或D16#(5)及以下鋼筋 D19#(6)至D36#(1)鋼筋 超過D36#(1)以上鋼筋	2 cm 2 cm 4 cm
受風雨侵襲或與土壤接觸者	鋼線或D16#(5)及以下鋼筋 D19#(6)及以上鋼筋	4 cm 5 cm
澆置於土壤或岩石上或經常與水及土壤接觸者	7.5 cm	7.5 cm
與海水或腐蝕性環境接觸者	10 cm	10 cm

### 版保護層(2/2)

狀況	版、牆、牆樑及牆版	梁、柱及基腳
不受風雨侵襲 且不與土壤接觸者	鋼線或D16#(5)及以下鋼筋 D19#(6)至D36#(1)鋼筋 超過D36#(1)以上鋼筋	2 cm 2 cm 4 cm
受風雨侵襲或與土壤接觸者	鋼線或D16#(5)及以下鋼筋 D19#(6)及以上鋼筋	4 cm 5 cm
澆置於土壤或岩石上或經常與水及土壤接觸者	7.5 cm	7.5 cm
與海水或腐蝕性環境接觸者	10 cm	10 cm

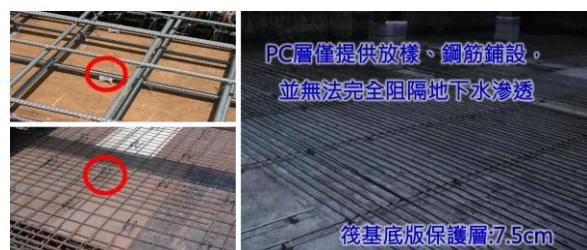
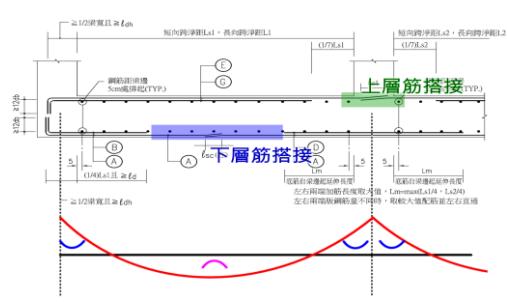


圖 版筋搭接位置(一般樓版)



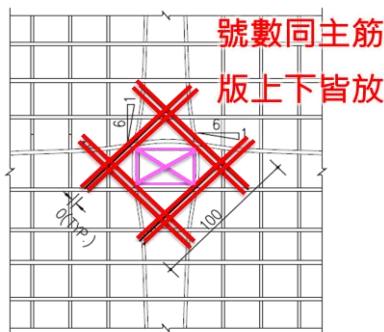
上下層鋼筋搭接皆採拉力搭接

圖 版筋搭接位置(筏基版)

## 版開口補強(開口長邊 $\leq 10\text{cm}$ : 免補強)

$10 \leq \text{開口長邊} < 30\text{cm}$

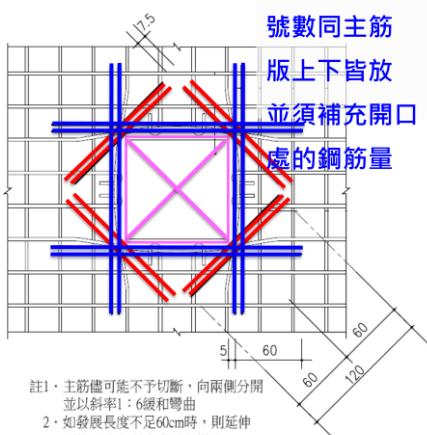
補強筋:



註1. 版開口邊長小於 $30\text{cm}$ 時主筋儘可能不切斷向兩側分開並以斜率 $1:6$ 緩和彎曲，得免補強縱橫筋，但應補強斜筋

$30 \leq \text{開口長邊} < 80\text{cm}$

補強筋:



註1. 主筋儘可能不予切斷，向兩側分開並以斜率 $1:6$ 緩和彎曲  
2. 如發展長度不足 $60\text{cm}$ 時，則延伸至儘可能之長度處並加彎鈎

## 版角隅補強

[結構混凝土設計規範 6.4.6]

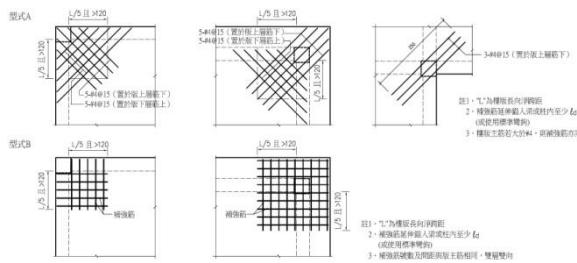
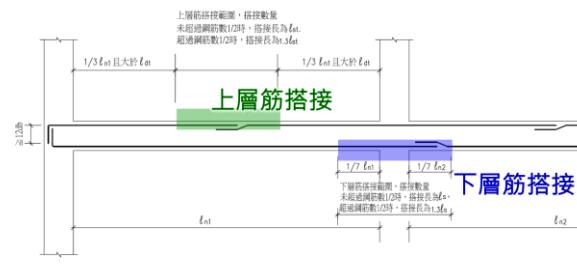
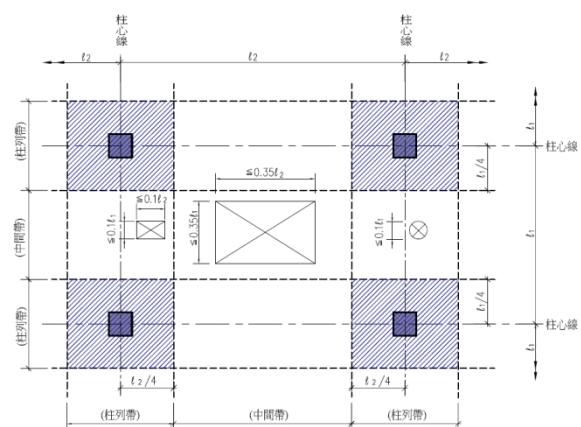
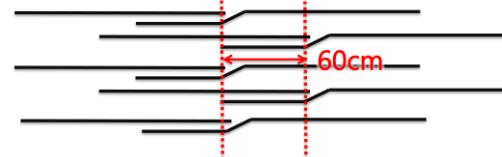


圖 角隅補強大樣圖

無梁版搭接



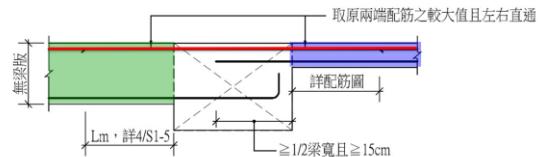
註:搭接範圍內，未超過鋼筋數之 $1/2$ ：



註1. 此範圍未經建築師及結構工程師許可不得開孔  
2. 杜列帶與中間帶相交範圍內，開孔尺寸不得大於該方向跨距的 $0.1$ 倍  
3. 兩向中間帶相交範圍內，開孔尺寸不得大於該方向跨距的 $0.35$ 倍  
4. 樓版開孔補強詳圖說明圖說規定

## 圖 無梁版開口限制

無梁版與有編號之樓版相鄰時，梁左右兩端之上層版筋須採原兩端配筋較大值配置，並左右直通，無梁版之下層鋼筋則須以標準鈎鑽定於梁內，詳下圖：



## 圖 無梁版與有編號的樓版相接 牆鋼筋查驗重點

■ 主筋

搭接位置

鑽定長度

■ 保護層

■ 寬止筋

■ 開口/角隅補強

1 承商品質文件記錄		
	號數、支數	水平筋:#_____ @_____ cm
		垂直筋:#_____ @_____ cm
	配置方式	雙排橫向筋在內側
	搭接長度	1.3Ld =_____ cm
2 主 筋		採遠端錨定
	轉角錨定	轉角處錨定長度_____ cm
	橫向第一層鋼筋	距樓板或梁上5 cm 範圍內
	直向第一層鋼筋	距柱邊或牆轉角5 cm 範圍內
3	固定寬止筋	每_____ cm 一處
4	保護層	加掛車輪
5	開口補強	依標準圖說施作
6	清潔狀況	是否有木片等雜物

牆厚(t) cm	較小無支 撐長限制 cm	鋼筋排數	內牆配筋 cm	外牆配筋 cm
12	360	單排	#3@15 雙向	#4@15 雙向
15	450	雙排	#3@20 雙向	#3@15 雙向
18	540	雙排	#3@18 雙向	#3@12 雙向
20	600	雙排	#3@15 雙向	#3@10 雙向
22	660	雙排	#4@20 雙向	#4@15 雙向
25	750	雙排	#4@15 雙向	#4@10 雙向

註1. 本工程中所示之RC牆除結構牆(如剪力牆、牆柱等)及另有配筋之非結構牆(如隔間牆、欄杆等)外，其餘未標示配筋者，均按此表配筋。  
2. 雙排接筋之雙排接頭固定鋼筋應採用3以上每向距離不得超過90cm。  
3. 雖厚需大於牆較小無支撐長限制之1/30，如未能滿足時，需配置加強柱加勁。

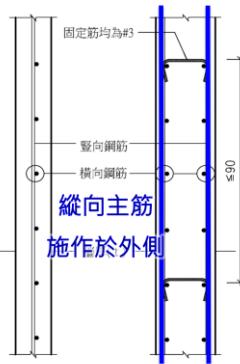
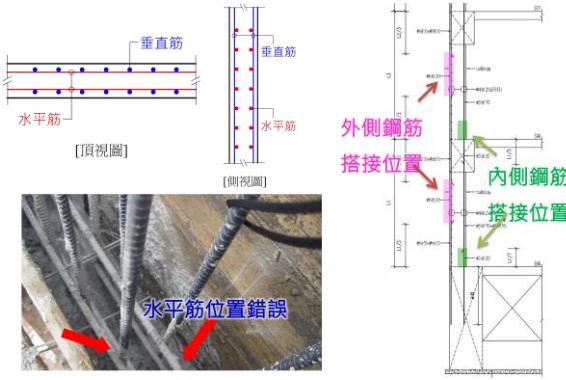
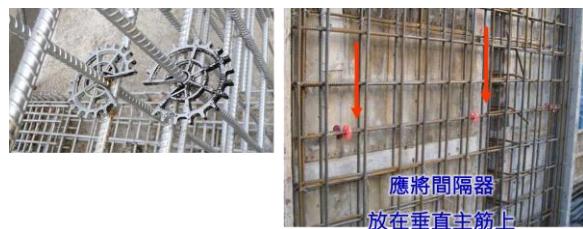


圖 牆筋組立-一般建築牆  
牆筋組立-地下室外牆



### 牆保護層

狀況	版、牆、擋牆及牆版	梁、柱及基腳
不受風雨侵襲 且不與土壤接觸者	鋼線或D16#5)及以下鋼筋 D19#6)至D36#11)鋼筋 超過D36#11)以上鋼筋	2 cm 2 cm 4 cm 4 cm
受風雨侵襲或與土壤接觸者	鋼線或D16#5)及以上鋼筋	4 cm 5 cm 5 cm
瀕置於土壤上或經常與水及土壤接觸者 與海水或腐蝕性環境接觸者	7.5 cm 10 cm	7.5 cm 10 cm



常見牆筋缺失



圖 未使用寬止筋造成有效深度不足



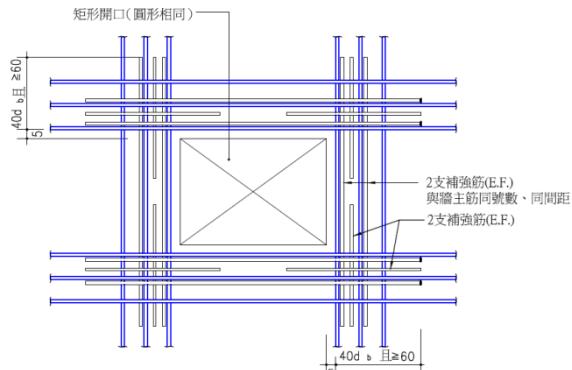
圖 預留筋歪斜



圖 未與預留筋搭接



圖 預留筋與模板過近造成保護層不足



註1. 主筋為單層時補強筋亦為單層，置於牆之中央，主筋為雙層時補強筋亦為雙層，置於牆之兩面  
2. 如實際長度不足60cm時則延伸至儘可能之長度處，並加彎鉤  
3. 距開口邊沿10cm內有邊梁或邊柱者，則沿該邊之牆筋及斜筋可免補強  
4. 牆開口大小在10cm以內，且開口未截斷牆筋者可免補強  
5. 牆厚度≥20cm或結構物當剪力牆設計時，開口必需先經建築師同意，鋼筋補強另行設計

圖 牆開口補強



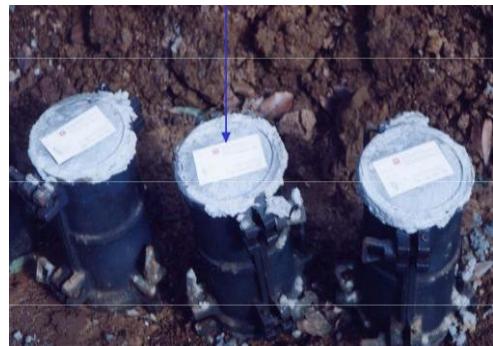
圖 牆開口補強

混凝土查驗重點

混凝土澆置



圖 坍度試驗氯離子<0.15kg/cm<sup>3</sup>



試體確實編號

1	承包商品質文件記錄
2	模板是否已檢查合格通過
3	鋼筋是否已檢查合格通過
4	模板木屑等垃圾是否清潔，並使用水柱沖洗乾淨
5	鋼筋保護層墊塊是否完整
6	水電管線是否已安裝完成，並檢查合格通過
7	澆築高程灰誌是否複測且縱橫@2m 無誤
8	澆置計畫書是否核准
	是否使用符合CNS12283、CNS12833規定之B型、D型、G型化學摻料，且辦理坍損試驗？
9	<input type="checkbox"/> 否，預拌車運送時間出廠至澆置不得超過90分鐘。 <input checked="" type="checkbox"/> 是，坍損試驗是否符合規定？
	<input checked="" type="checkbox"/> 否，預拌車運送時間出廠至澆置不得超過90分鐘。 <input type="checkbox"/> 是，預拌車運送時間出廠至澆置不得超過120分鐘。
10	混凝土設計強度【      】kgf/cm <sup>2</sup>
11	坍度標準: _____ cm ± _____ cm, 實測坍度: _____ cm
12	法規氯離子<0.15 kg/m <sup>3</sup> ，實測氯離子: _____ kg/m <sup>3</sup>
13	試體施作每【      】m <sup>3</sup> 製作1組，每組試體【      】只
14	噴霧澆水養護。

混凝土養護

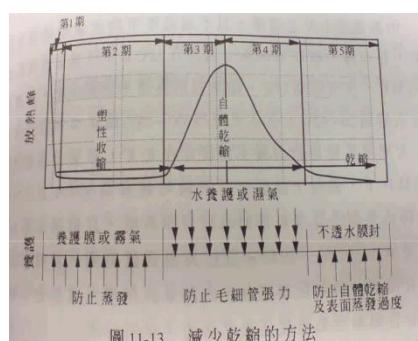
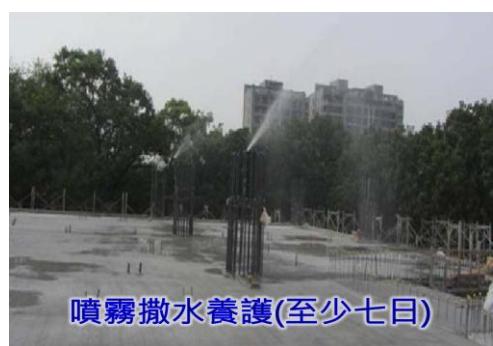


圖 11-13 減少乾縮的方法



噴霧撒水養護(至少七日)

## 將捷總部大樓舒適度改善制震系統評估

創緯工程顧問有限公司

### 強度與韌性

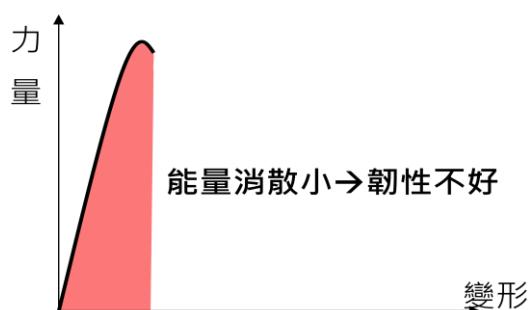


圖 混凝土強度高，韌性低



圖 鋼筋強度高，韌性高

### 一般能量消散之型式

#### 1. 磨擦生熱消散能量

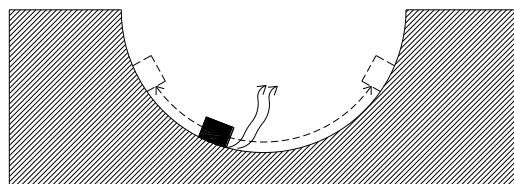


圖 物體因磨擦停止運動

#### 2. 液體流動摩擦生熱

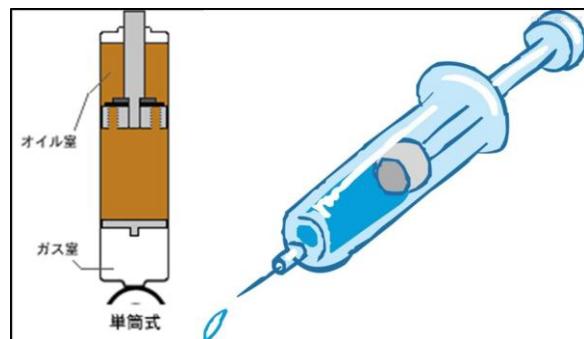


圖 與速度相關

#### 3. 材料降伏生熱消散能量

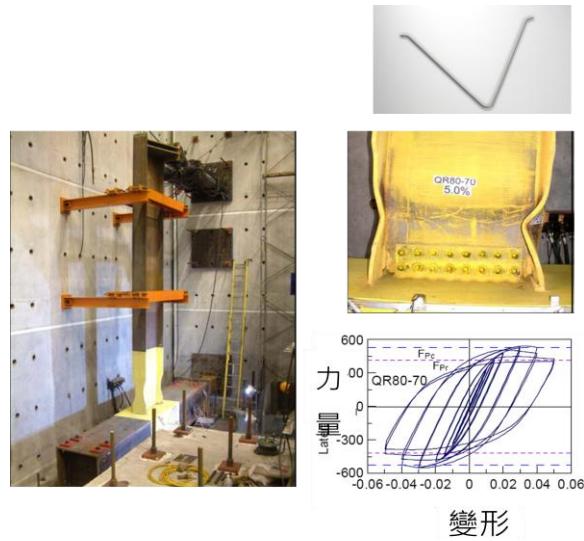
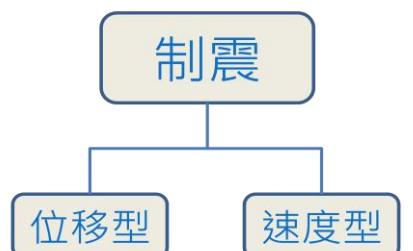


圖 與位移相關

## 制震及隔震型式



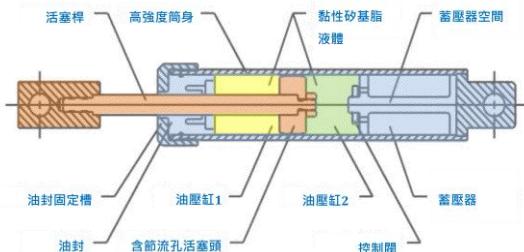
BRB/UBB



阻尼器/DAMPER

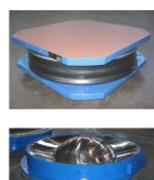
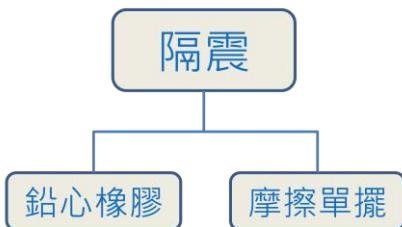


制震壁

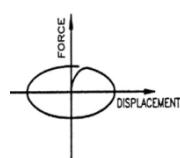
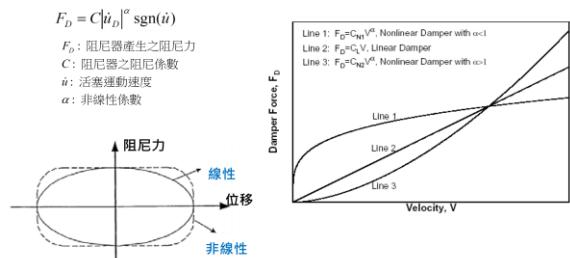
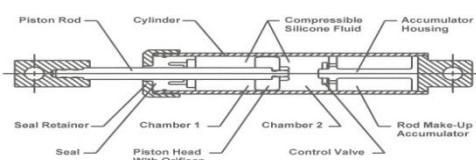


藉由活塞運動，液體經由阻尼器的一側經活塞頭上的節流孔流至另一側，在合金製成的恆溫器校正下，流體的流動在-40°C ~70°C溫度變化下為持穩定，活塞頭上節流孔的配置及內部構造，可改變流體的流動特性因而產生不同的阻尼力，此阻尼力來自流體流經活塞頭時，在活塞頭兩側產生的壓力差。

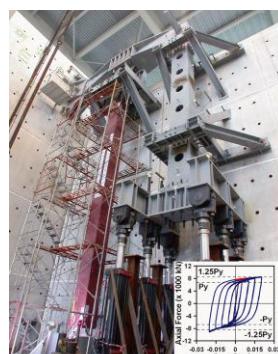
- 不具勁度，不影響結構物本身之週期，產生之阻尼力與速度同相
- 結構物層間位移量為零、速度最大時，阻尼器出力最大
- 在結構物變位最大、速度為零時，結構物桿件內力最大，阻尼器出力最小
- 黏性阻尼器提供阻尼力以減低結構物反應，不會額外增加結構物負擔



## 速度型阻尼器



## 挫屈束制斜撑 BRB



$L_{brb} = 10670 \text{ mm}$   
 $L_{core} = 7810 \text{ mm}$   
 $P_{max} = 8950 \text{ kN}$   
**A572 GR50 Cores**  
 $(2 \times 177 \text{ mm} \times 45 \text{ mm})$

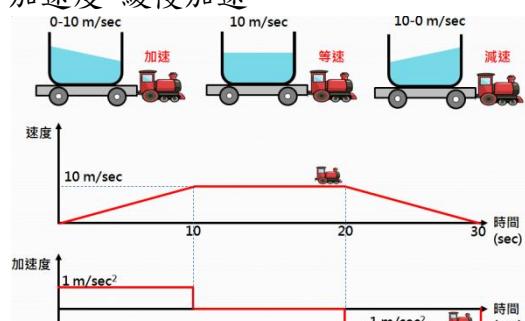


## 制震型式之適用性

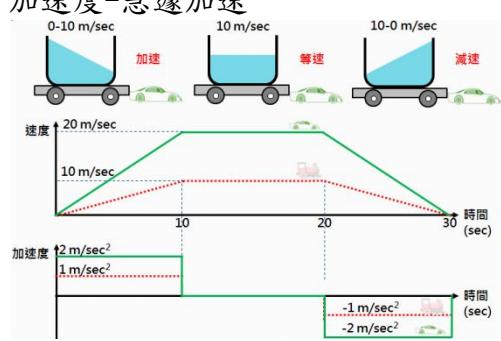
	位移型制震	速度型制震	鉛心橡膠隔震	摩擦單擺隔震
建築量體 形狀	均可	均可	較不適用於超高層	較不適用於超高層
耐震能力	佳	阻尼器:佳 制震壁:尚可	最佳	最佳
制震器配 置	斜撐型式	阻尼器:斜撐型式 制震壁:片式	置於隔震層	置於隔震層
特性	具側向動度 在較大地震時開始 消能	無側向動度 阻尼器:小地震開始消能 制震壁:小地震開始消能, 大地震時可 能超出其位移限制	中等地震開始作用	中等地震開始作用
造價	最低	阻尼器:高 制震壁:高	需增加隔震層, 造價最 高	需增加隔震層, 造 價次高
制震效益	對較高層建築最高			對較低層建築最高

## 地震時人為何會感覺到不舒適

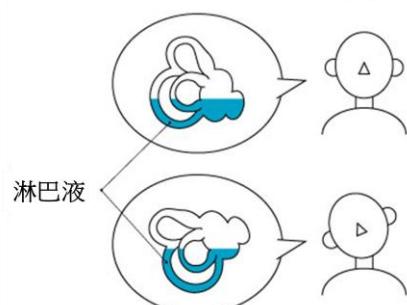
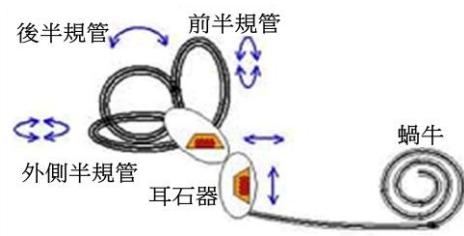
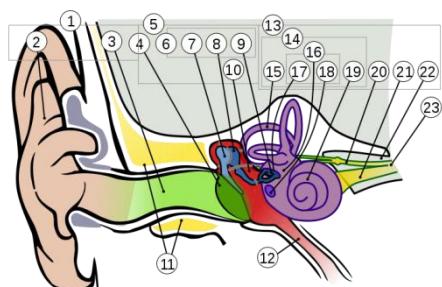
### 加速度-緩慢加速



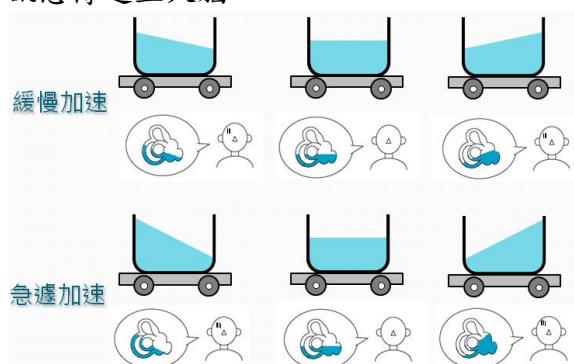
### 加速度-急遽加速



### 加速度的感知



內耳包括耳蝸、前庭和半規管，且充  
滿具有流動性的淋巴液。其中的耳蝸包含  
三個充滿液體的腔室，當身體往某個方向  
加速或是改變體位造成半規管內的液體流  
動，使半規管的前庭毛細胞受到刺激後將  
訊息傳送至大腦。



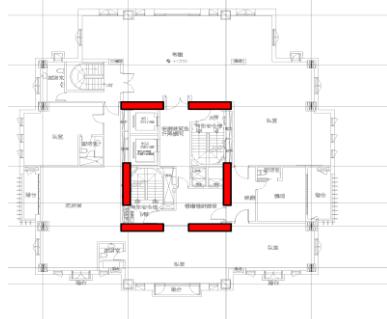
### 如何改善舒適度

- 採用速度型阻尼器減緩地震時速度之變化



### 案例分析 1-仁愛路豪宅

- 制震型式:速度型-阻尼器
- 用途係數  $I=1.5$
- 上部結構用鋼量  $165\text{kg/m}^2$



明東道盈仁愛大樓

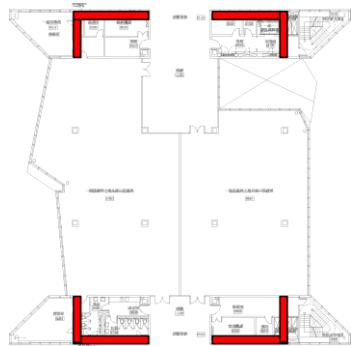
DAMPER 制震斜撐



### 案例分析 2-克緹總部大樓

- 制震型式:位移型 BRB+速度型阻尼器
- 用途係數  $I=1.25$

- 上部結構用鋼量  $135\text{kg/m}^2$



克緹總部大樓  
DAMPER 制震斜撐



### 案例分析 3-大眾電腦新建工程

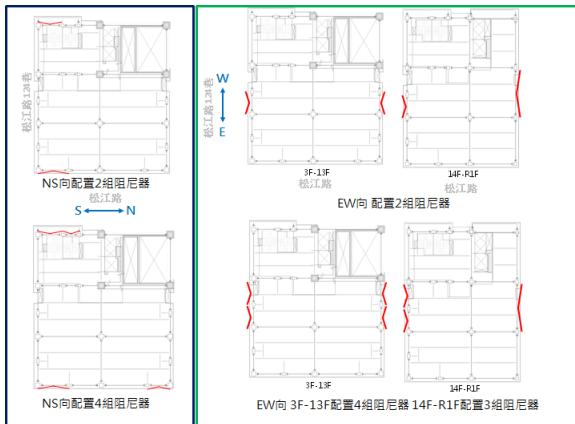
鋼骨結構，樓高  $35.9\text{m}$ ，地上 9 層。黏滯阻尼器透過倒 V 字型斜撐，安裝在梁柱構架內，故每組消能斜撐構件含有兩具黏滯阻尼器，在每一樓層中，兩個水平方向分別安裝 4 組消能斜撐，兩棟大樓共裝設 288 具黏滯阻尼器。地震來襲時，樓層間相對變位使得黏滯阻尼器相對運動，在運動過程中以熱能消散地震之能量。透過黏滯阻尼器之裝設，將大樓結構之阻尼比從 2 % 提升至 10 %。



案例分析 4-台新銀行



## 捷九大樓 - 速度型阻尼器配置方案 (兩向各配置 2 組或 4 組阻尼器)



### 分析地震測站位置



TAP013

長春國小測站 (台北市中山區)

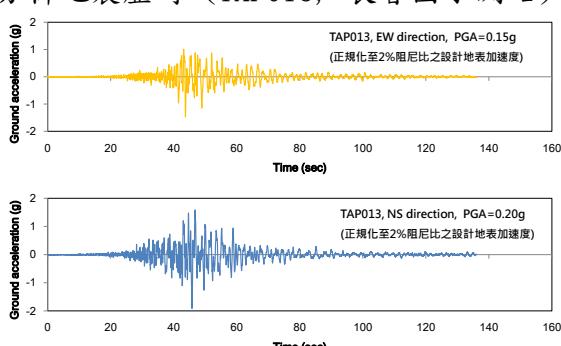
TAP020

幸安國小測站 (台北市大安區)

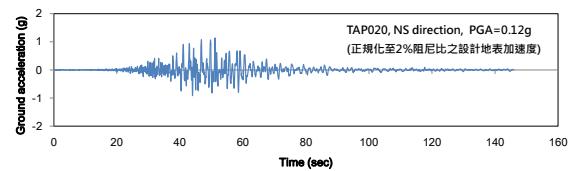
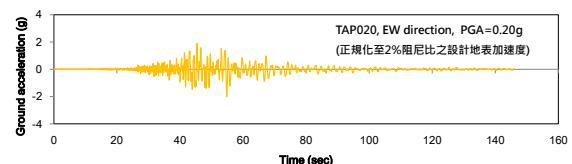
TAP021

仁愛國小測站 (台北市大安區)

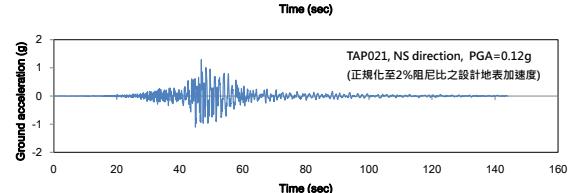
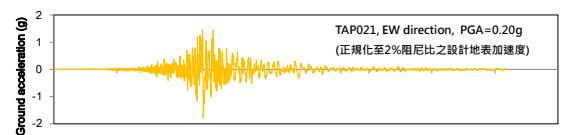
### 分析地震歷時 (TAP013, 長春國小測站)



### 分析地震歷時 (TAP020, 幸安國小測站)

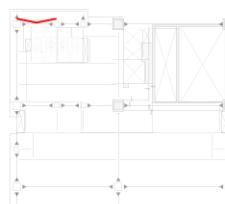


### 分析地震歷時 (TAP021, 仁愛國小測站)



### NS 向 共配置 2 組速度型阻尼器

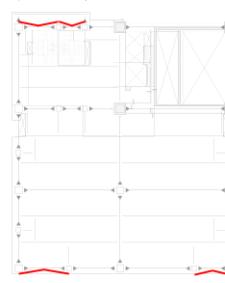
樓層	$^{\circ}\text{C}$ (tonf·sec/m)	$\alpha$	阻尼器 輪向變形 (mm)	所有阻尼器 最大轉力 (tonf)	單一阻尼器 最大轉力 (tonf)
R1F	150	0.2	10	80	40
17F	250	0.2	14	141	71
16F	400	0.2	15	231	116
15F	450	0.2	14	257	128
14F	450	0.2	14	257	129
13F	450	0.2	14	256	128
12F	450	0.2	14	257	129
11F	450	0.2	16	261	131
10F	450	0.2	15	261	130
9F	450	0.2	15	260	130
8F	450	0.2	15	260	130
7F	450	0.2	15	261	130
6F	450	0.2	15	261	130
5F	450	0.2	15	260	130
4F	450	0.2	14	256	128
3F	0	0	12	0	0
2F	0	0	7	0	0



阻尼器規格	數量	單價 (萬元)	總價 (萬元)
50tonf	2	25	50
100tonf	2	30	60
150tonf	26	35	910
			總價 1020

### NS 向 共配置 4 組速度型阻尼器

樓層	$^{\circ}\text{C}$ (tonf·sec/m)	$\alpha$	阻尼器 輪向變形 (mm)	所有阻尼器 最大轉力 (tonf)	單一阻尼器 最大轉力 (tonf)
R1F	150	0.2	12	165	41
17F	300	0.2	13	225	56
16F	400	0.2	13	278	70
15F	500	0.2	13	362	91
14F	650	0.2	13	362	91
13F	650	0.2	12	360	90
12F	650	0.2	13	362	91
11F	650	0.2	14	368	92
10F	650	0.2	14	367	92
9F	650	0.2	13	366	92
8F	650	0.2	13	366	91
7F	650	0.2	14	367	92
6F	650	0.2	14	367	92
5F	650	0.2	13	366	91
4F	650	0.2	12	361	90
3F	0	0	11	0	0
2F	0	0	6	0	0



阻尼器規格	數量	單價 (萬元)	總價 (萬元)
50tonf	8	25	200
100tonf	52	30	1560
150tonf	0	35	0
			總價 1760

## EW 向 共配置 2 組速度型阻尼器

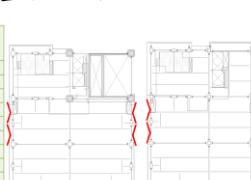
*C. 單一樓層所有阻尼器所有規格				
樓層	°C	阻尼器 規向乘形 (tonf-sec/m)	所有阻尼器 規向乘形 (mm)	單一阻尼器 最大動力 (tonf)
R1F	100	0.2	14	56
1/F	250	0.2	17	146
1/F	350	0.2	17	205
1/F	400	0.2	14	236
1/F	500	0.2	11	270
1/F	500	0.2	4	222
12/F	500	0.2	11	270
11/F	500	0.2	14	284
10/F	500	0.2	15	284
9/F	500	0.2	15	287
8/F	500	0.2	16	289
7/F	500	0.2	16	289
6/F	500	0.2	16	288
5/F	500	0.2	15	286
4/F	500	0.2	15	286
3/F	0	0	14	0
2/F	0	0	8	0



阻尼器規格	數量	單價 (萬元)	總價 (萬元)
50tonf	2	25	50
100tonf	2	30	60
150tonf	26	35	910
總價			1020

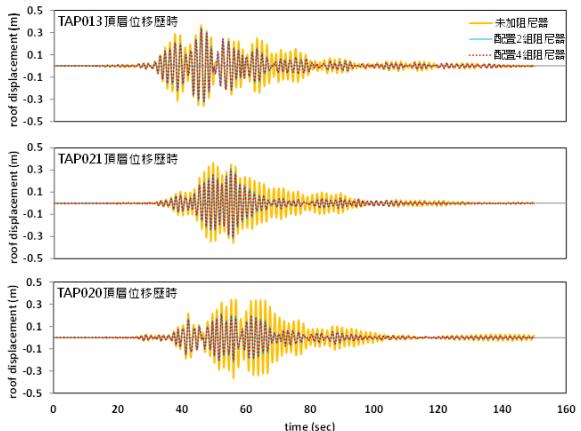
## EW 向 共配置 4 組速度型阻尼器

*C. 單一樓層所有阻尼器所有規格				
樓層	°C	阻尼器 規向乘形 (tonf-sec/m)	所有阻尼器 規向乘形 (mm)	單一阻尼器 最大動力 (tonf)
R1F	100	0.2	12	55
1/F	200	0.2	15	114
1/F	350	0.2	15	199
1/F	450	0.2	12	248
1/F	500	0.2	10	263
1/F	800	0.2	4	350
12/F	800	0.2	10	425
11/F	800	0.2	13	446
10/F	900	0.2	13	503
9/F	900	0.2	14	508
8/F	900	0.2	14	511
7/F	900	0.2	14	511
6/F	900	0.2	14	510
5/F	900	0.2	14	507
4/F	900	0.2	14	506
3/F	0	0	13	0
2/F	0	0	8	0

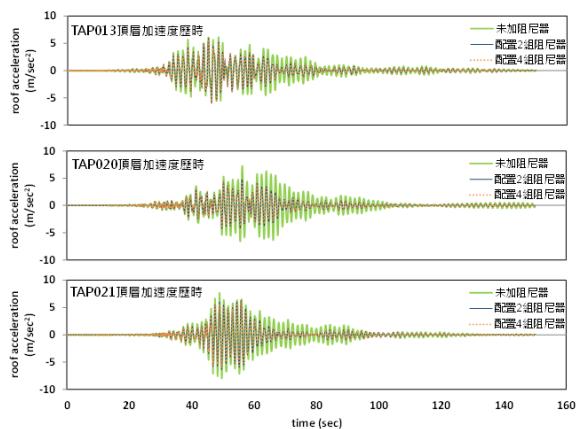


阻尼器規格	數量	單價 (萬元)	總價 (萬元)
50tonf	6	25	150
100tonf	13	30	390
150tonf	36	35	1260
總價			1800

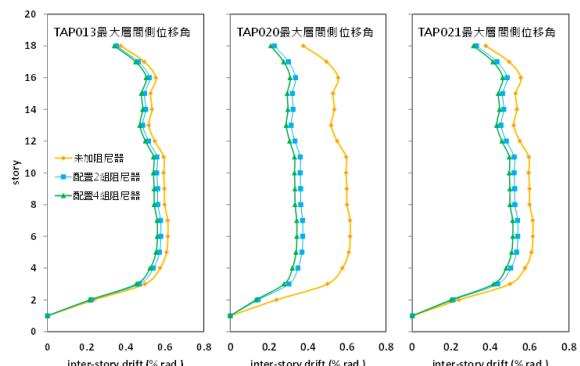
## NS 向 分析結果-頂層位移歷時



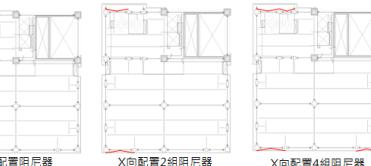
## NS 向 分析結果-頂層加速度歷時



## NS 向 分析結果-最大層間側位移角

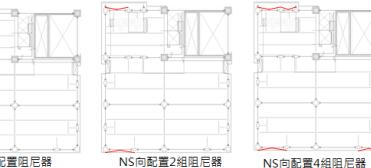


### NS 向 阻尼器配置比較



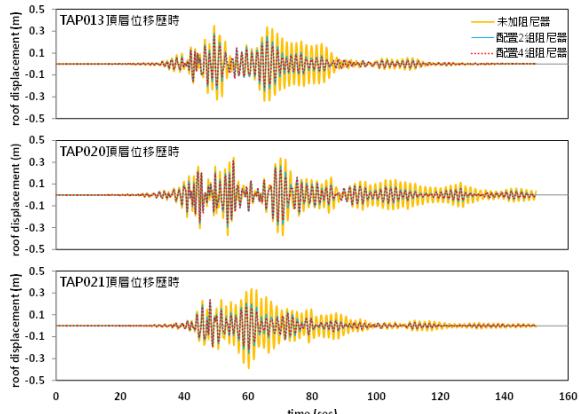
阻尼器效益	未配置阻尼器	2組阻尼器 5.13% damping	4組阻尼器 5.92% damping
	預算	預算	預算
TAP013	頂層最大位移 (m)	0.368	0.347 (94%)
TAP013	頂層最大加速度 (m/s²)	6.134	6.051 (99%)
TAP013	最大層間側位移角 (%)	0.616	0.580 (94%)
TAP013	最大基底剪力 (tonf)	2839	2672 (94%)
TAP202	頂層最大位移 (m)	0.368	0.223 (61%)
TAP202	頂層最大加速度 (m/s²)	7.262	4.698 (65%)
TAP202	最大層間側位移角 (%)	0.616	0.372 (60%)
TAP202	最大基底剪力 (tonf)	2839	1715 (60%)
TAP201	頂層最大位移 (m)	0.368	0.322 (88%)
TAP201	頂層最大加速度 (m/s²)	8.006	6.342 (79%)
TAP201	最大層間側位移角 (%)	0.616	0.539 (88%)
TAP201	最大基底剪力 (tonf)	2839	2482 (87%)

### NS 向 阻尼器配置比較

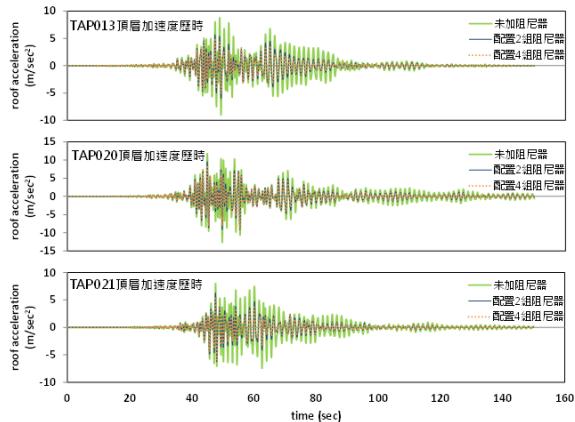


阻尼器效益	未配置阻尼器	2組阻尼器 5.13% damping	4組阻尼器 5.92% damping
	預算	預算	預算
TAP013	平均頂層位移 (m)	0.113	0.088 (78%)
TAP013	平均頂層加速度 (m/s²)	1.873	1.434 (77%)
TAP202	平均頂層位移 (m)	0.120	0.067 (56%)
TAP202	平均頂層加速度 (m/s²)	2.150	1.248 (58%)
TAP201	平均頂層位移 (m)	0.111	0.077 (69%)
TAP201	平均頂層加速度 (m/s²)	2.137	1.534 (72%)

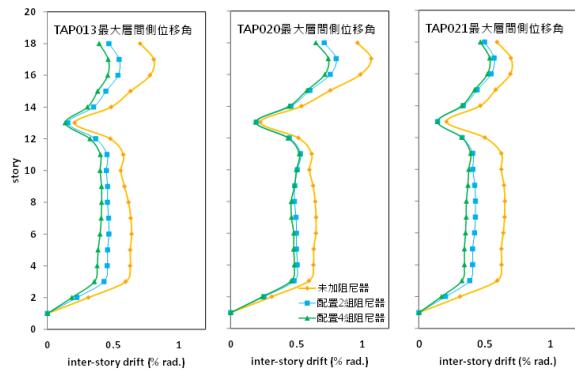
## EW 向 分析結果-頂層位移歷時



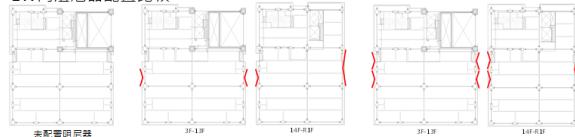
## EW 向分析結果-頂層加速度歷時



## EW 向分析結果-最大層間側位移角

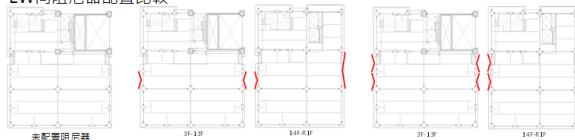


### EW向阻尼器配置比較



阻尼器效益	未配置阻尼器	2組阻尼器 4.97% damping	4組阻尼器 6.64% damping
	預算		
TAP013	頂層最大位移 (m)	0.351	0.281 (80%)
	頂層最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	9.015	5.998 (57%)
	最大層間側位移角 (%)	0.808	0.545 (57%)
	最大剪應力 (tonf)	2838	2049 (72%)
TAP020	頂層最大位移 (m)	0.373	0.320 (86%)
	頂層最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	12.643	9.592 (76%)
	最大層間側位移角 (%)	1.066	0.800 (75%)
	最大剪應力 (tonf)	2838	2307 (81%)
TAP021	頂層最大位移 (m)	0.391	0.256 (65%)
	頂層最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	8.025	6.301 (79%)
	最大層間側位移角 (%)	0.698	0.571 (82%)
	最大剪應力 (tonf)	2838	1845 (65%)

### EW向阻尼器配置比較



阻尼器效益	未配置阻尼器	2組阻尼器 4.97% damping	4組阻尼器 6.64% damping
	預算		
TAP013	平均頂層位移 (m)	0.108	0.073 (68%)
	平均頂層加速度 (m/s <sup>2</sup> )	2.168	1.395 (64%)
TAP020	平均頂層位移 (m)	0.104	0.084 (81%)
	平均頂層加速度 (m/s <sup>2</sup> )	2.705	2.053 (76%)
TAP021	平均頂層位移 (m)	0.102	0.063 (62%)
	平均頂層加速度 (m/s <sup>2</sup> )	2.060	1.240 (60%)

# 軟弱粘土中深開挖之地質改良應用

林永光 呂芳熾 黃志祥

磐碩工程股份有限公司

## 摘要

減少擋土結構之變形量與增加開挖之穩定性經常是地質改良應用於軟弱黏土中深開挖工程之主要目的，進而達到鄰房保護之目的。因地質改良施工不良或因灌漿工法選擇不當，造成地改樁體(樁徑、強度)無法達成設計之要求，導致基礎開挖失敗或無法達成鄰房保護目的之案例時有所聞；另設計方面因採用改良率過高或地質改良深度不足等設計觀念錯誤因素，在施工過程中造成開挖擋土結構外擠甚至擋土結構開裂損壞，或開挖過程中隆起失敗之個案亦不在少數。因此本文擬經由設計面及施工實務面探討，如何將地質改良成功的應用於軟弱黏土中之深開挖工程，提供給各位讀者參考。

關鍵字：地質改良、軟弱黏土、深開挖。

KEY WORDS : ground improvement, soft clay, deep excavation.

## 一、前言

近來因都會區大眾交通運輸與工商業之迅速發展，國內重要都會區對土地利用及大眾交通運輸之需求與日俱增，大規模之公共工程如衛生下水道、高架道路、捷運系統、縱貫鐵路地下化等亦陸續興建；民間建築工程因都會區寸土寸金，大樓興建則趨向高樓化及深開挖化，而深開挖工程之風險性也節節升高。因都會區中之大部份良地已利用殆盡，基礎開挖遭遇軟弱地層常不可避免，因此更增加開挖工程之風險性。為了降低開挖的風險，可藉增加擋土結構物之勁度及長度及增加支撐之斷面及層數來加勁，惟考慮基地大小、施工性、工期、擋土結構側向變形向開挖面下方延伸特性及基礎沉陷量等因素，則上述之處理方式有時並不可行，而須輔以地質改良方式，故近年來地質改良常成為軟弱黏土中深開挖之主要輔助加勁工法。地質改良工程應有極佳之發展空間，卻因少部份之設計不當及大部份之施工不良，使得業主及設

計單位對地質改良工程失去信心，而會以扶壁或地中壁取代之。本文針對設計面及施工面提出筆者之淺見，盼能對地質改良工程設計及施工品質之提昇有所助益。

## 二、地質改良工程之設計

### 2.1 地質改良工法選擇

工法選擇恰當與否，常與設計及施工之成敗有很大之關係。一般應用於軟弱黏土中之地質改良工法有高壓噴射樁及機械拌合樁兩大類。高壓噴射樁如一般常用之CCP、JSP、RODINJET1(單重管)與JSG、RODINJET2(雙重管)及CJG及RODINJET3(三重管)等；而機械拌合樁(攬拌樁)依所採用之壓力可分為：(1)低壓攬拌樁：如CDM、DJM、SMW、PROP等與(2)高壓攬拌樁：JMM、SWING等。噴射樁與攬拌樁兩者之特性差異甚多，表一為兩者特性之比較。由表一顯示以經濟效益而言，攬拌樁之水泥用量及廢土處理均較高壓噴射樁為優，且對鄰近構造物之影響也較小，

此外於軟弱黏土中控制改良樁之成形效果，攬拌樁也相對較噴射樁為佳。因此在相同施工品質及達到設計地質改良樁要求下，於軟弱黏土中之地質改良工法以機械拌合樁(攬拌樁)相對較高壓噴射樁為優。目前國內地質改良工程採用機械拌合樁及高壓噴射樁方式施作皆有，但在工期及施工費等經濟性因素考量下，高壓噴射樁均採用單重管(JSP)工法施作，且在市場占率凌駕攬拌樁之上，但近來在台北內湖重劃區以單重管高壓噴射樁方式施作地質改良，產生連續壁外擠及壁面開裂與地表隆起等問題後，開始省思在軟弱黏土層中以雙重管、三重管高壓噴射樁或攬拌樁施作，預期在軟弱黏土中進行地質改良工程時，其採用之工法將會趨向如表一所示之趨勢發展。

表一 高壓噴射拌合法與機械拌合法之特性比較 (鍾毓東,1986)

特性	施工方案	高壓噴射拌合法	機械拌合法
施工機械	鑽孔機械、高壓噴嘴、高壓機等，施工機械所佔空間不大，可斜打。	拌合機械可分為輕型及重型，重型機械所佔空間較大，不可斜打。	
樁徑	自40cm~300cm不等，主要是藉噴射壓力及迴轉速控制，若遇不均勻土層時，樁徑變化較大。	視機械種類及能力而定，一般常用者為60cm~100cm，因係以拌合刀切割土壤、樁徑變動很小。	
樁體均勻度及連續性	變動性大，易有斷樁、夾層等情形。	變動性較小。	
硬化劑種類	水泥漿或添加化學藥劑。	可噴射乾粉狀材料如水泥或石灰等，亦可噴射液體狀之水泥漿或水泥砂漿等，選擇性較大。	
硬化劑使用量	約為700kg/m <sup>3</sup> (單位體積土壤之水泥用量)。	約為140kg/m <sup>3</sup> ~300kg/m <sup>3</sup> 。	
樁體強度	因水灰比較大，故早期強度較低， $q_{u7}=1/3 q_{u28}$ 。	水灰比較小， $q_{u7}=2/3 q_{u28}$ 。	
貫穿障礙物或堅硬土壤之能力	可。	甚困難，須預先以其他方式貫穿。	
對環境影響	施工時漿液溢流地表須回收處理，否則造成污染。	漿液溢流問題甚輕微。	
對鄰近構造物之影響	硬化劑噴射時之高壓易影響鄰近構造物。	無影響。	

### 2.3 地質改良工程應用

地質改良應用於軟弱黏土深開挖工程之目的主要有：

- 1、增加被動土壓力，減少擋土結構側向位移。
- 2、減少擋土結構物之彎距、剪力。

### 2.2 地質改良之複合強度

地質改良之強度係以複合材料之觀念評估改良後土體之整體強度，而不以樁行為考量改良樁之樁體強度。考慮改良樁與未改良土壤之複合強度，最常採用之計算式為：

$$\bar{C} = C_p \times I_s + \alpha \times C_u \times (1 - I_s)$$

其中  $I_s$ ：改良率

$\bar{C}$ ：複合土之平均剪力強度

$C_p$ ：改良樁之剪力強度，一般取

$1/4 \sim 1/6 q_u$ 值

$C_u$ ：粘土之不排水剪力強度

$\alpha$ ：應變修正係數一般取0.5

$q_u$ ：改良體單軸抗壓強度

3、增加挖土之工率。

4、增加開挖面下軟弱黏土層之強度與勁度。

第1項之目的主要在為了保護鄰近構造物，這亦是都會區深開挖工程地質改良最常見之功能；第2項之目的除了兼顧鄰產保護外，主要在減少擋土結構之斷面，

增加地下室空間，改善擋土結構施工性；第3項一般較少考量，但對N值在0至2之間，且其自然含水量又大於液性限度之極軟弱黏土，開挖時連頑皮豹都會陷進此種黏土中(照片一，摘錄自地工技術第42期，p24)而無法順利進行開挖作業，增加地下室開挖工期，進而提供軟弱黏土層發生潛變因素(Creep effect)，增加擋土結構變形量，此時就建議於開挖地層中進行地質改良。第四項目的乃著眼於爾後永久結構大樓基礎承載力、沉陷量與差異沉陷量需求而進行地質改良。以上四項之目的皆有所不同，因此改良率、改良深度、改良配置之考量也隨著改變，而改良率、改良深度、改良配置三者之設計考量，實為地質改良應用於深開挖工程中之精髓。

## 2.4 地質改良率

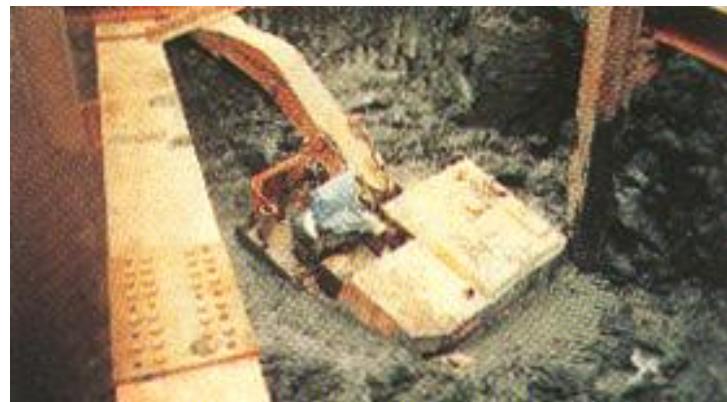
一般而言，改良率越高，擋土結構物之變形量越小，造成鄰損比例也就越低；但考量經濟效益，只要擋土結構物之變形量控制在2至3公分之間(軟弱黏土中)，對一般鄰近構造物應不致造成損壞。設計時應考慮安全性、經濟性及當地實作經驗等因素，採用適宜之改良率，另過高之改良率也易造成擋土結構物之外擠。

對相同之改良率而言，該使用大樁徑大間距，或小樁徑小間距，為近年來爭論之話題。使用大樁徑大間距，改良樁支數減少，工期也縮短，較符經濟效益，因此有設計者偏好設計大樁徑大間距；而事實上由許多案例得知，雖是相同之改良率，使用小樁徑小間距，對減少擋土結構物之變形較佳，主要是對未改良土壤之圍束作用及對擋土結構之支力點較為顯著，但同時也衍生對擋土結構物外擠量較前者為大之問題，而許多實例也證實如此。一般工程實務經驗所採用設計之改良率約在10%至20%之間。

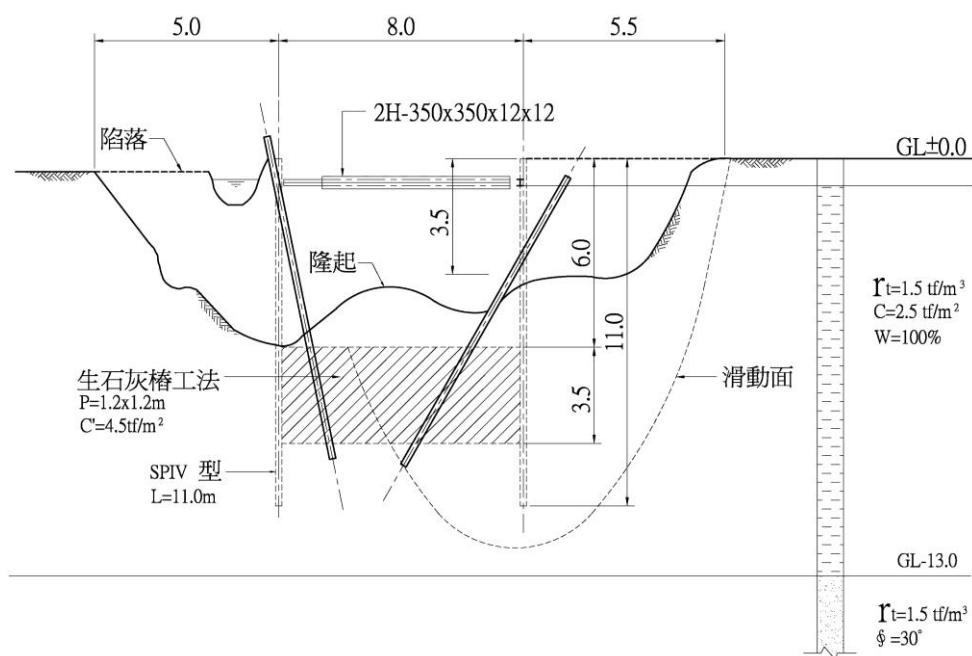
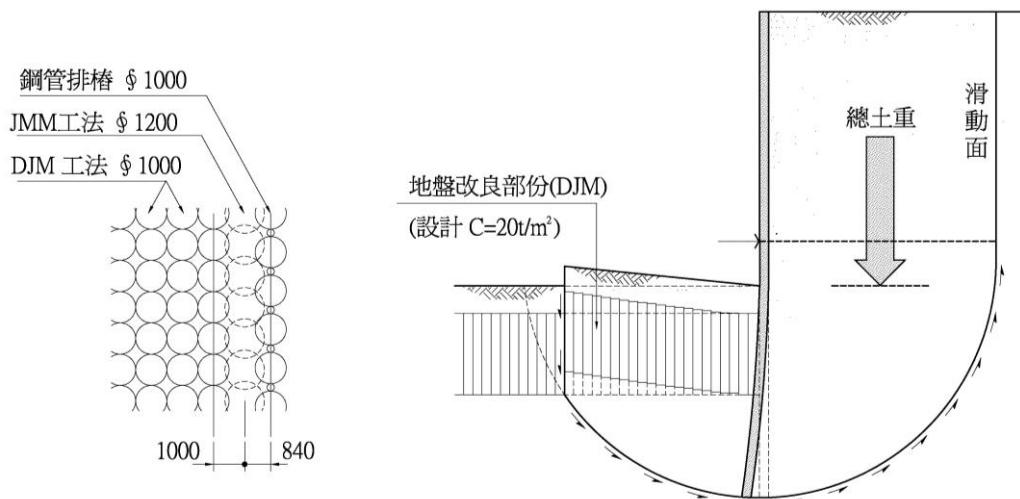
## 2.5 地質改良深度

在七、八年前設計者要說服業者於開挖區內進行地質改良相當困難，尤其是改良深度提升至開挖面以上更是難上加難，業主認為將地質改良挖除不符經濟原則；惟因開挖時擋土結構之變形量係隨著各階開挖擋土結構物之變形量累積而成，而為控制擋土結構物之變形量，將改良深度往上提升，確有其必要性。另為增加挖土工率，則可考慮提高地質改良之開始深度。至於改良底部深度應延伸至開挖面下多深，較為合理，則應依改良之目而決定，若為減少擋土結構物之彎矩、剪力，可考慮將改良底部深度延伸至開挖面下約5公尺，若再往下延伸，則減少之應力有限，較不合經濟效益；若為防止擋土結構物之內擠及隆起，則建議改良深度應至擋土結構物之底部。

國內外會有許多設計案例以地質改良提高擋土結構內擠及隆起之安全係數，實不失為可行之設計，但在檢核擋土結構貫入深度時，除依一般內擠及隆起之破壞模式，計算擋土結構之安全係數外(滑動面穿過改良樁)，另應考慮滑動面沿改良樁間發生之破壞模式。圖一及圖二為發生於日本之其中兩個實例，提供工程界參考。圖一所顯示即使為95%之改良率且改良之複合強度高達20噸/平方公尺，仍然發生隆起；圖二所顯示之破壞機制和圖一大致相同，如果圖二之案例採用13公尺長之鋼鋸樁，改良深度亦延伸至13公尺，則隆起現象將不致於發生。此類型之破壞究其原因，以圖三所示之破壞模式解釋之，由圖三顯示在軟弱黏土層中，因擋土結構內擠及隆起是同時發生，而伴生一垂直向上之推力，滑動面則會沿最軟弱之介面，從改良樁間未改良之軟弱土壤向上延伸至開挖面而發生破壞，且改良樁體對水平向提供之被動土壓力助益較大，但對垂直向上擠之抵抗力則較難提供助力，因此建議藉地



照片一 小型挖土機埋陷於軟弱黏土中

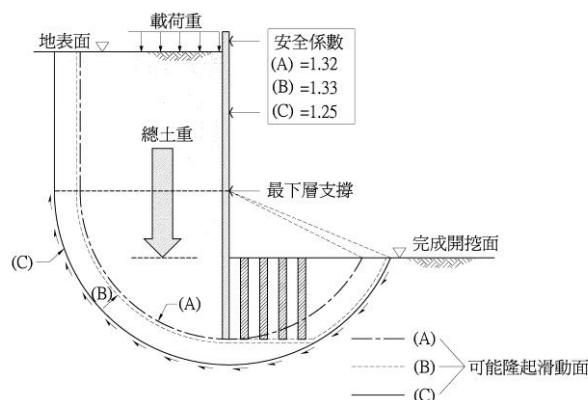


圖一 東京灣羽田地區道路隆起示意圖(久保田信雄等人, 1992)

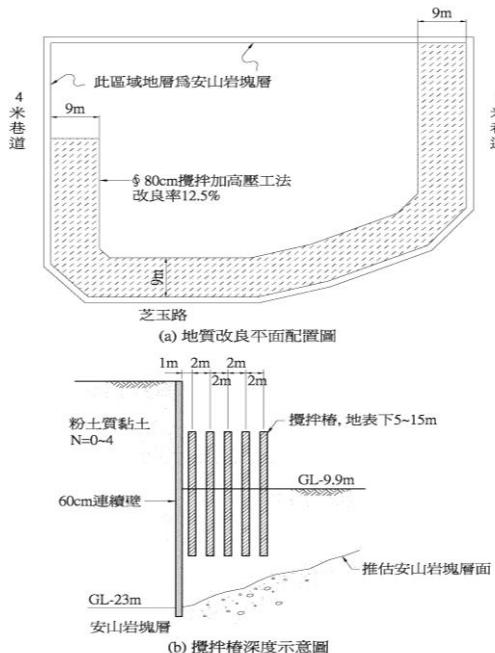
式，且應將隆起滑動面往下延伸超過擋土結構深度，確認檢核隆起安全係數大於法規要求，但隆起滑動面應不致延伸超過基地分析寬度，圖四為建議之隆起檢討方式。若因基地面積受限，擋土結構物之深度也跟著受限，此時使用地質改良來克服隆起時，改良層之厚度應增加。

## 2.6 地質改良樁配置

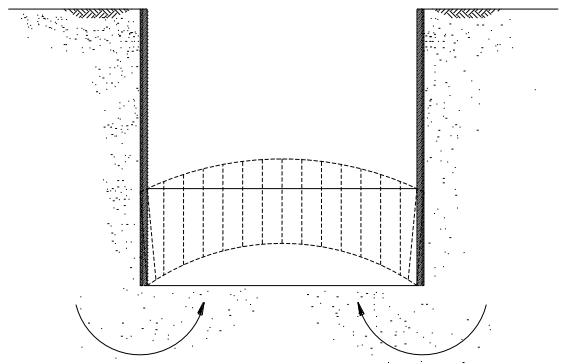
改良樁之配置，以三角形(梅花樁)之配置優於正方形之配置，這種觀念已為設



圖三 破壞模式示意圖(田中洋行, 1992)



圖四 隆起分析方法—地質改良狀下



圖五 天母某案例之地質改良設計

計者所接受，另根據許多實例顯示，在基地角嶼處施作地質改良時，經常造成擋土結構物之角嶼處外擠開裂，故建議於距角嶼處約3~5公尺之範圍內，地質改良樁可考慮取消，主要係因擋土結構角嶼效應，此處變形量較小。對於改良樁體外緣與擋土結構物之距離，理論上改良樁體外緣與擋土結構相接，最能發揮地質改良減少擋土結構變形之效果，但對採高壓力灌漿之高壓噴射樁及高壓攪拌樁，常會造成擋土結構物之過度外擠或甚至裂縫產生，一般實務經驗是改良樁體外緣與擋土結構保持適當距離，而藉由高壓灌漿束之末端壓力，將此距離內之土壤予以壓實，此適當距離與地層軟弱程度及施工廠商施工技術、能力有密切關係。對國內優良施工廠商技術來說，筆者建議改良樁外緣距擋土結構物約20至30公分。圖五為筆者於天母地區軟弱黏土之改良配置案例，此案例擋土結構為厚度60公分連續壁，開挖深度9.9公尺，地質改良僅對距連續壁9公尺範圍內進行地質改良，改良深度由地表下5至地表下15公尺，改良率為12.5%，由開挖觀測結果顯示地質改良對連續壁變形量之控制，均達到設計之要求。由此案例亦顯示地質改良平面配置範圍，並未在基地內全面配置，而建立有效及經濟之改良寬度實有待學術界及工程界作進一步之研究。

### 三、地質改良工程之施工

機械拌合樁較適合軟弱黏土，主要原因為水泥用量、廢土量較少，及藉拌合葉片及高壓灌漿液噴射束切割及攪拌軟弱黏土促使改良樁成型控制較容易，而並非因高壓噴射樁之高壓力容易造成擋土結構物外擠之因素，其實攪拌樁採用50公斤/平方公分之灌漿壓力，若施工中無法將積存於灌漿孔內之廢土順利排除，也會對在軟弱黏土層中之擋土結構造成推擠。在選擇了適當工法、改良率、改良配置，則在現場施工品質控制督導工作上，須確保地質改良樁能符合設計上之要求，即為現場施工之地質改良樁須達到以下兩項要求：(1)改良樁成型樁徑及達成設計強度，(2)減少擋土結構物外擠量。

#### 3.1 成型樁及強度

影響改良效果之因素大致有；土壤性質，土壤含水量，攪拌翼之形狀，攪拌葉片切割之次數(迴轉數和提升速度)，改良材料之性質及固化材添加量等。本節將對其中之攪拌翼之形狀，攪拌葉片切割之次數(迴轉數和提升速度)進行探討。

日本建設機械化協會(1991)曾對一般常用之攪拌翼之形狀及葉片之角度(圖六)進行研究，其結果顯示攪拌葉片之傾角以30度之改良效果最佳，而與攪拌葉片之形體並無很大之關聯，但對同型之攪拌翼如圖六之所有葉片而言，葉片數之增加對改良強度則有相當助益。另外葉片之迴轉數越高則越佳，一般全攪拌工法之機具迴轉數約在30~50 rpm 之間，對軟弱黏土而言，若迴轉數在100rpm 以上，攪拌效果將更佳。

在了解對影響改良效果之基本概念後，就能以下列之建議公式，對各家廠商進行攪拌效率之評估：

$$T = \frac{\sum m \times N \times 2E}{Ve} \times \eta$$

其中 T：葉片之攪拌次數，次/m

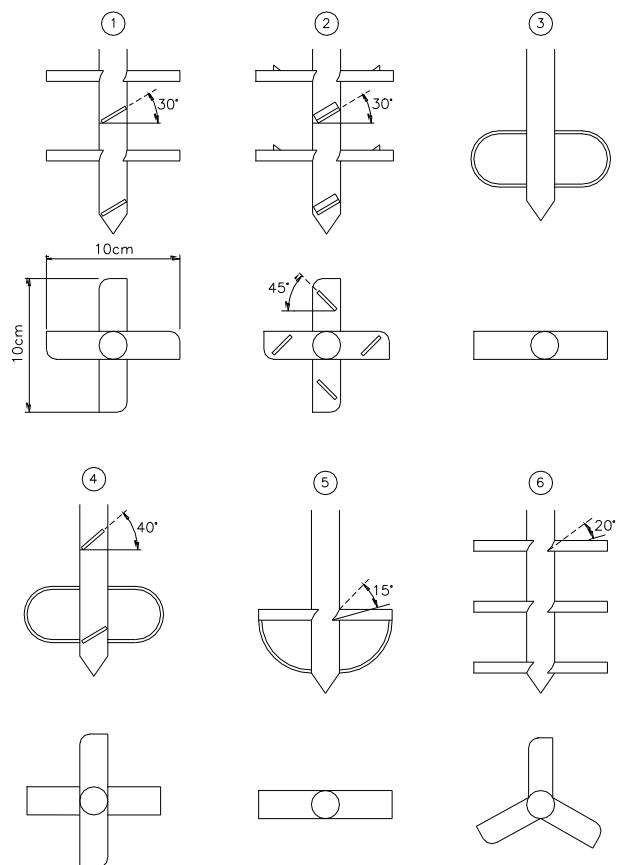
$\sum m$ ：葉片數量

N：迴轉數，rpm

Ve：上下攪拌之速度，m/min

E：攪拌貫入次數，次

$\eta$ ：攪拌效率係數，通常取1



圖六 攪拌翼之形狀

若廠商採用高壓攪拌工法如JMM工法，其攪拌葉片直徑雖不若低壓攪拌工法採全直徑之葉片，但其攪拌葉片直徑至少應大於改良設計樁徑之一半，例如改良樁徑為100公分時，則葉片直徑至少應為60公分。

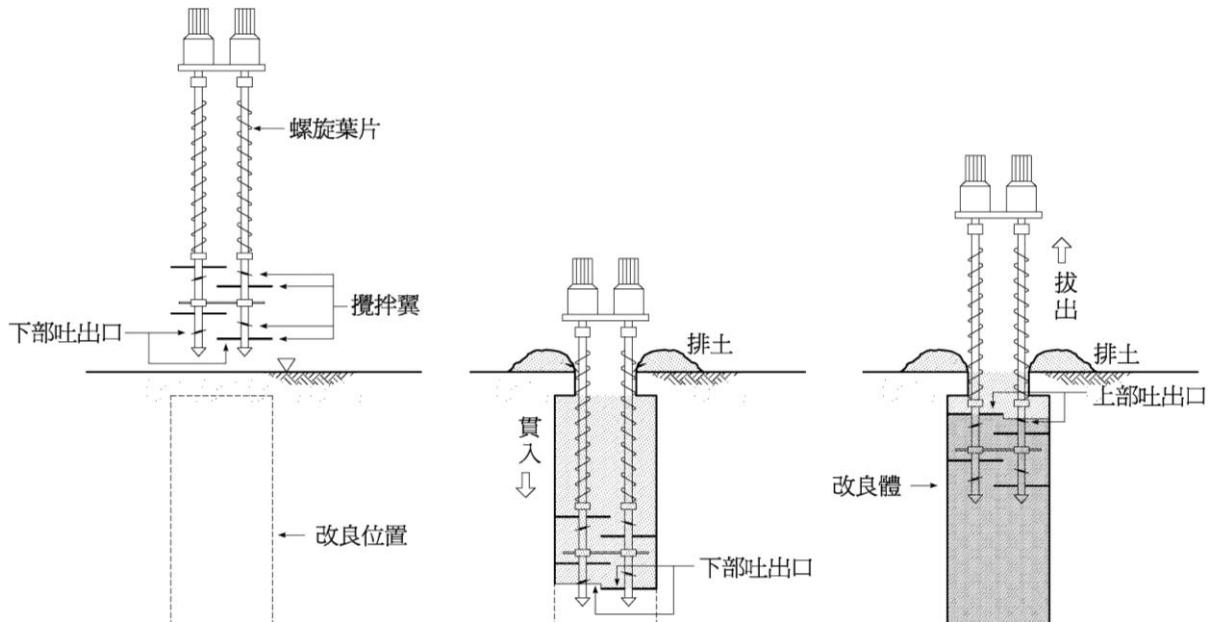
#### 3.2 擋土結構物之外擠

地質改良施工時造成周邊地層變位之原因，隨著改良工法而變，但主要的原因如下所列：

- (1) 改良軸貫入時造成之擠壓
- (2) 改良材料注入時體積之增加
- (3) 改良軸前端改良材料吐出時之壓力
- (4) 水泥漿與土拌合後，未固化前之泥化  
狀態下對周圍地層增加之土壓
- (5) 灌漿廢泥無法順利排除

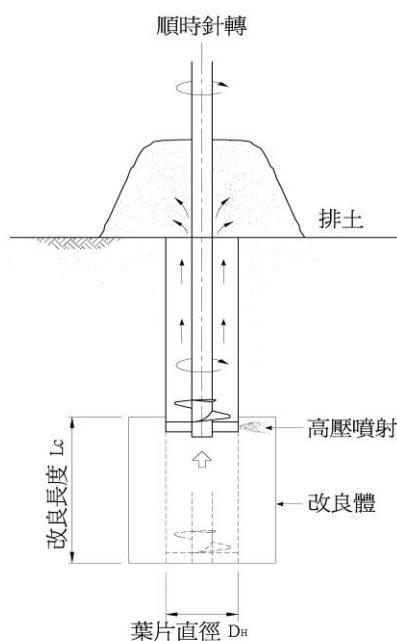
圖八 低變位型高壓噴射攪拌工法(LDis)排土示意圖(小西康人等人，1999)

外擠情況下仍屬可接受；而造成過度外擠之原因，應歸究於廢泥(slime)無法順利排出，而於灌漿噴嘴處無法完全轉換高壓幫浦之壓力頭能量成高速噴射流之切割及拌合(cutting



圖七 變位減低型全攪拌工法(LODIC)施工示意圖(上村一義等人，1999)

因此使用攪拌工法仍然會造成周邊地盤



之變位，但在不造成擋土結構物過度

& mixing)動能，亦即無法達到切割及拌合之功用而推擠周邊地層及擋土結構物。圖七及圖八分別為日本新開發之LODIC(low displacement control)之全攪拌工法及LDis(low displacement)半攪拌工法，兩者工法主要在藉順利排出廢泥來達到減少位移量之目的。

### 3.3 施工管理與品質檢查

攪拌工法之施工管理要項為：

- (1) 固化材之添加量(流量)
- (2) 攪拌翼之深度(改良深度)
- (3) 攪拌翼貫入及引拔速度
- (4) 攪拌翼迴轉數
- (5) 攪拌翼迴轉負荷(電流、油壓)

至於攪拌工法之品質管理主要仍以鑽探取樣率平均大於90%，及試驗室單軸抗壓強度95%大於設計強度之要求，此外還可使用非破壞性試驗(integrity test)或電阻探測法來進

行品質檢驗。

## 四、結 語

由水泥用量、廢土產生量及改良樁成型效果等因素，在正常操作程序下顯示在軟弱黏土層中之地質改良工法，以機械拌合樁較為適合。目前國內於軟弱黏土層中施作地質改良工法，高壓噴射樁及機械拌合樁工法皆有，而施作過程及基礎開挖時會發現許多問題，如鋼支撐中間柱移位彎曲、連續壁外擠開裂、地表嚴重隆起、改良樁樁徑過小、改良樁單軸抗壓強度不足及甚至有無改良之現象，究其原因除專業施工廠商之施工技術良窳外，大部分原因是地質改良工程之單價及工期等經濟因素，迫使高壓噴射樁及機械拌合樁，在不正常操作條件下如加大灌漿壓力、流量及提高鑽桿提升速率或加大貫入攬拌及提升攬拌速度，以期減少工期及降低成本。因此業主及設計者應慎選專業廠商，要求廠商提供施工計畫書，瞭解廠商之機具設備如攬拌速度、迴轉數、攬拌葉片之數量、葉片之傾角、灌漿壓力及排泥效率等；另業主亦應考慮以合理之單價、工期及嚴格之現場督導措施，以期確保地質改良工程能發揮其設計目的，並能避免產生劣幣驅逐良幣效應。筆者曾經歷過兩個知名廠商，曾斥資數仟萬購置不同型之地質改良機具，但是施工品質卻不佳，究其原因，一是攬拌貫入及提升速度太快，另一則是為保護新機具，迴轉數不敢太高，機具設備之硬體固然重要，但施工技術及管理之軟體益形重要。

## 誌 謝

感謝李靜琨小姐協助繪製圖表。

## 參考文獻

鍾毓東 (民國75年)，"土壤改良-拌合樁之特性"，地工技術第15期，pp.72-84。  
郭鵬志等人 (民國82年)，"天母地區山坡旁基地基礎規劃及施

工案例"，地工技術第42期，pp.21-29。

日本建設機械化協會 (1991年)，"最近之軟弱地盤工法與施工案例"，pp.427-484。

田中洋行 (1992年)，"羽田新生地之擋土設施之變形"，基礎工第20-8期，pp.30-34。

久保田信雄等人(1992)，"東京灣道路(羽田地區)之擋土與地盤改良"，基礎工第20-8期，pp.41-47。

日本擋土研究會(1996)，"隆起之問題與對策案例探討"，基礎工第24-4期，pp.72-76。

小西康人等人(1999)，"LDIS 工法實例之探討"，基礎工第27-3期，pp.38-41。

上村一義等人(1999)，"LUDIC工法實例之探討"，基礎工第27-3期，pp.42-46。

# 舊地下室三層之都市更新連續壁施工案例

林永光 施紹琪

磐碩工程股份有限公司

呂芳熾 郭晉榮

磐工工程顧問股份有限公司

## 摘要

本案例原為一地上十四層、地下三層之建築物，原有擋土結構物為60cm厚之連續壁，擬更新為地上二十二層、地下六層，其擋土結構物採用120cm厚之連續壁。本文介紹之案例為目前國內大樓更新案中基礎施工相當困難之案例，新設計連續壁除需通過約12m深之舊地下室外，尚有兩處需突破深約24m之舊連續壁，由於基地並不寬敞，穩定液槽及棄土坑均考慮地下化；另於基地內需施作三道深45m之壁樁，增加施工作業之困難度與工期之增加，本案連續壁及逆打壁樁施作工期僅約為假設工程工期之一半。本文將詳述新連續壁與舊地下室及舊連續壁間相互衝突處，各種不同衝突處突破的施工規劃及方法，希望能提供各位讀者及工程先進在遭遇類似工程時之參考。

**關鍵字：**舊建物拆除、地下障礙物、連續壁、壁樁、假設工程、導溝、導牆。

**KEY WORDS :** demolition of old building, underground obstacle, diaphragm wall, diaphragm wall pile, preliminary work, guide trench, guide wall.

## 一、前言

城市由於經濟發展帶動以及都市規模改變，早期都市的建築物基於老舊或因天然災害之損害，或因都市計畫需求，在城市中的建築物逐漸出現改建的需求。

在進行舊建築物改建時，舊有建築物的基礎等地下構造物，往往與新設計之建築物之地下結構衝突。在規劃新建物時，舊有建物的基礎以及其地下結構往往使得整個基礎工程之困難度及施工成本相對提高，並增加基礎工程之工期。

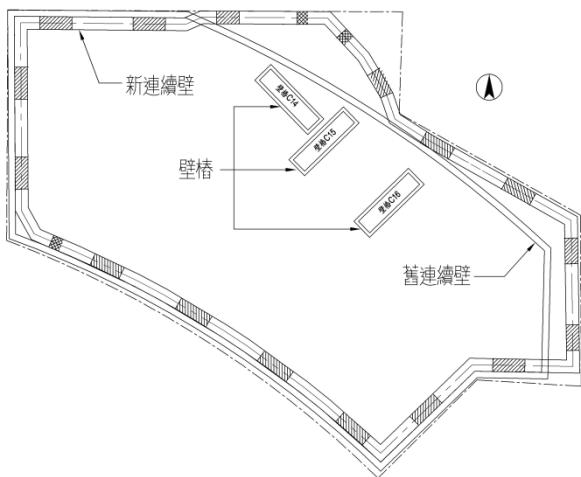
進行都市更新時，基地周邊經常緊鄰有建築物，所以在新舊建物之地下擋土措施重疊或交錯時，除了需要考慮將舊有地下擋土措施順利移除，還需考慮選用工法是否影響鄰近建物之安全。

本案例假設工程(含深導溝、鋪面、穩定

液池、棄土坑等)之工期為143天，連續壁工期為94天。新舊建物地下室結構相關位置如圖一所示。相關新舊建物基礎構造參數如表一所示。

在基地內另外設計有三處壁樁，提供逆打施工大樓結構體重量承載之需求，其厚度為150cm，長度為6.5m，深度為45m。

在整個工程進行期間，假設工程中深導溝施作之品質，直接影響後續連續壁及壁樁之施工，由於深導溝深度達12.0m以上，導溝施作需破壞舊有基礎樑版等結構，除需考慮舊連續壁可能之變形外，過深的導溝也可能會因為舊地下室回填土石壓擠造成導溝壁變形破壞，同時深導溝的施工更需考慮到舊基礎敲除時的整體舊有擋土結構穩定性。本文將介紹本案例施工之特性，特別針對深導溝的施工考量，並提出檢討與建議，以作為後續其他類似工程之參考。



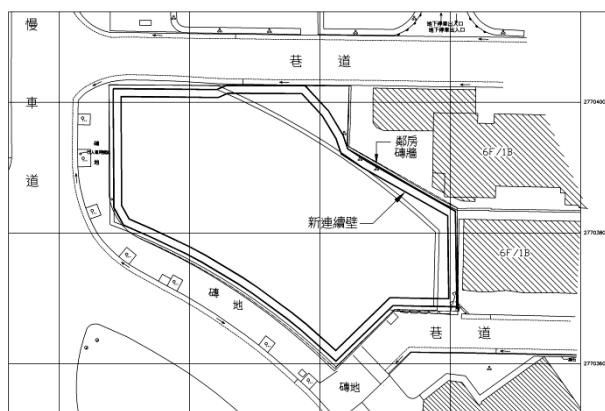
圖一 新舊建物地下室結構相關位置圖

## 二、基地鄰房及地層狀況

本案例與附近鄰房建物之相關位置如圖二所示，基地新連續壁東側緊臨地下一層、地上六層之建物，該建物基礎與本案新連續壁最近的距離約為90cm，基地東北側有地下一層、地上六層之建物，並於地界處有一道圍牆緊貼基地，如圖二所示。

表一 新舊建物基礎構造參數表

項目	單位	舊有地下結構	新設地下結構
地下室周長	m	151.3	153.7
開挖面積	$m^2$	1309.0	1401.0
基礎型式		地下三層	地下六層
基礎深度	m	12.0	24.0
連續壁厚度	m	0.6	1.2
連續壁深度	m	24.0	38.7



圖二 基地及鄰建物相關位置圖

依據本案例地基鑽探資料研判，在連續壁挖掘深度內之土層以粉土質黏土及粉土質砂土為主，在地表下34.0m以下至37.0m左右出現一層紅棕色黏土，以下至51.2m則為卵礫石層。鑽探結果之基地地層剖面狀況詳如圖三所示，各層次土層建議之分析用土層參數簡化表如表一(磐工工程顧問，2005)所示。

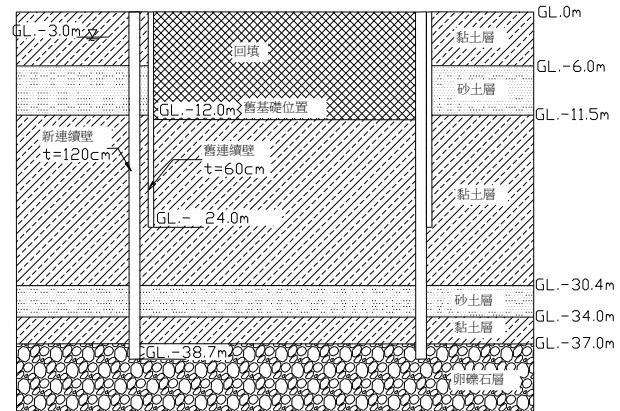
根據鑽探資料顯示，本基地之地下水位約位於地表下3.0m左右。

表一 分析用土層參數簡化表(磐工工程顧問，2005)

層次	分佈深度 (m)	土層 說明	N 值	$\gamma_t$ ( $t/m^3$ )	$w_a$ (%)	$s_a$ ( $t/m^2$ )	$\bar{c}$ ( $t/m^2$ )	$\bar{\phi}$ (deg.)	$c_c$	$c_r$	$E^*$ ( $t/m^2$ )
I	0.0 ~ 11.5	SM/SF	3~18 (8)	1.99	20.0	-	0	29*	-	-	2400
II	11.5 ~ 21.5	CL	1~4 (3)	1.76	37.0	4.3~6.0*	0	30*	0.3	0.03	2200~3000
III	21.5 ~ 30.4	CL	5~11 (7)	1.85	30.6	6.0~7.8*	0	30*	0.25	0.02	3000~3900
IV	30.4 ~ 37.0	SM/CL	9~19 (14)	1.90	26.0	-	0	32*	-	-	2700~5700
V	37.0 ~ 51.2	GW/SM	13~>50 (37)	1.99	21.0	-	0	33~40*	-	-	3900~15000
VI	51.2 ~ 76.3	CL	13~32 (22)	1.92	28.0	14.4~20.8*	0	32*	0.2*	0.02*	7200~10000
VII	76.3 ~ 82.1	SM	26~>50 (40)	2.03	21.0	-	0	35*	-	-	7800~15000
VIII	82.1 ~	GW	>50	2.20*	-	-	0	40*	-	-	>15000

註：\*為建議值  
○為平均值

由於開挖範圍大部份面積屬於舊建築物範圍，故基地內大部份區域於地表下12m內屬於舊建築物之基礎。基地舊有之擋土措施為60cm之連續壁，深度達24m，新設計連續壁厚度為120cm，部份緊貼於舊連續壁內側，部份位於舊連續壁外側，新舊連續壁之位置如圖一所示。



圖三 基地地層分佈剖面圖

### 三、工程特性概說

連續壁施作時，導溝施作將影響後續連續壁品質，就深導溝來說，導溝施作可能瑕疵包含垂直度不良、回填造成導溝擠壓損壞、導溝深度不足造成回填土崩落、或導溝變形造內擠成抓斗卡在導溝內，每一項瑕疵都會造成嚴重的後果，除了造成工程工期延宕與費用增加，如果因此造成鄰建物受損，後續更增加賠償與復舊的問題。所以在假設工程施工前，就必須詳細考慮所有可能發生的問題，加以詳細規劃及設計，並將問題在假設工程施工時同時解決。

本案例舊地下室深度甚深，舊擋土結構物為連續壁，新連續壁大部分緊貼舊連續壁內側施做，另有二處穿越舊連續壁施作，增加工程上的複雜與挑戰性。就本案例之工程上有下列幾點特性：

1. 新連續壁有兩處會與舊連續壁交錯，施作新連續壁時，必須先破除重疊處舊連續壁。
2. 淺導溝緊貼鄰房施作，故須對鄰房及其附屬建物(如圍牆)進行保護。
3. 西南側的舊連續壁呈弧形，新連續壁深導溝施作必須考慮到舊連續壁單元分割以及其轉折角。另外舊連續壁施作之品質、有無凸出之混凝土、有無偏斜都需要在施作深導溝時同時調查清楚。
4. 深導溝施作後，舊連續壁已無樑柱系統支撐，所以結構體的打除順序、深導溝之施工順序、補強之臨時性支撐材以及回填材料都可能造成舊連續壁壁體位移量增加。
5. 需事先考慮深導溝施作時樑柱系統補強方式，以期深導溝施作時及連續壁抓掘時仍能維持整個地下室結構的穩定性。
6. 舊地下室回填考慮對導溝之影響而無法有效滾壓回填，在連續壁施工時，需鋪面下方回填材料沉陷對工程之影響。

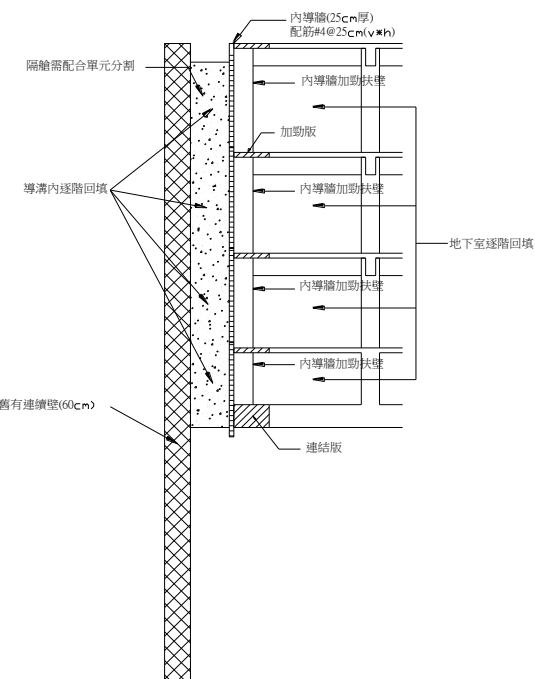
### 四、假設工程施工介紹

#### (一)淺導溝施作

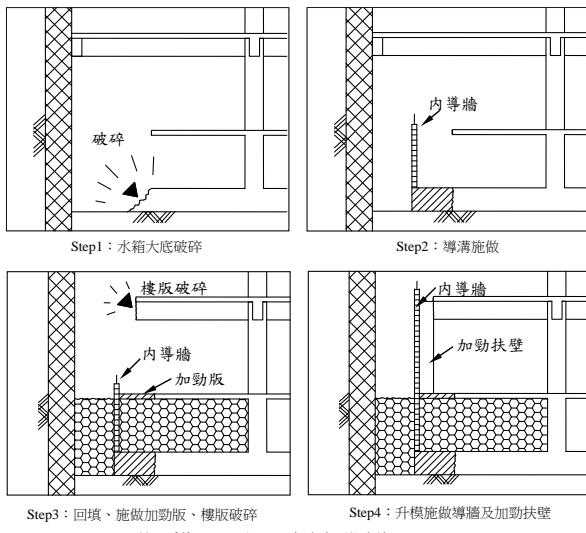
淺導溝位於東側及東北側之舊連續外，長度約為58.5m。在導溝開挖前，為避免損及鄰建物，故於鄰房側分別施做微型樁以及使用角鋼進行保護，如照片一及照片二。部份淺導溝位置因鄰房之圍牆緊貼地界，需敲除部份圍牆以利導溝施做。

#### (二)深導溝施作

深導溝深度達12.0m，約為舊地下室基礎的深度，施做時先將舊基礎水箱大底敲除後，從基礎底版位置往上逐層施做，舊基礎破除時保留樑柱系統，以維持地下室結構之穩定性，俟完成內導牆與及基礎底版及各層樓版連結後，再行敲導溝內之地下室結構樑。在導溝內為預防地下室回填土壓力過大導致導牆內擠變形，每3~6m施作一處隔艙。同時為避免內導牆垂直方向發生彎曲變形，於內導牆外側配合舊地下室樑柱系統位置施做加勁扶壁，本案例中加勁扶壁厚度為25cm，間距5~7m左右。深導溝之施工示意圖如圖四所示，施工順序如圖五所示。實際施工情形如照片三至照片五，壁樁深導溝施工情形則如照片六及照片七。



圖四 深導溝施工剖面圖



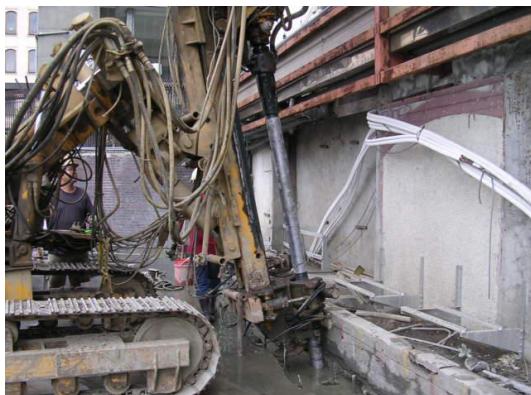
圖五 深導溝施工順序



照片三 舊大底破碎打除



照片四 深導溝施作(大底)



照片一 微型樁鄰房保護措施



照片二 使用角鋼保護圍牆



照片五 深導溝與樓版連結



照片六 壁樁深導溝施作



照片七 壁樁深導溝與棄土坑施作

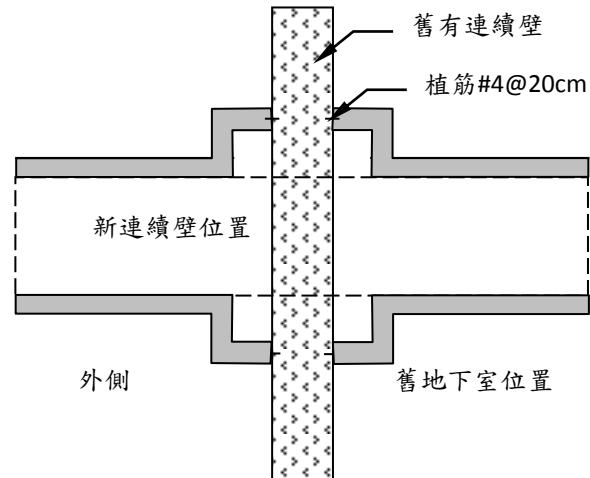
深導溝施作時，因為梁柱系統需要破除，故需考量12m地下室在樑柱系統破除後之穩定性問題，為避免在施作導溝時，因為破壞樑柱導致舊連續壁發生嚴重變形，在施作深導溝時，採取下列方式：

1. 新連續壁緊貼舊連續壁內側施作時，外導牆以舊有地下室外牆(即舊連續壁)取代，內導牆則自地下室基礎逐階往上施作。
2. 導溝與舊基礎大底連結，以避免內導牆底部因回填或其他外力導致位移變形。
3. 導溝內、外回填同時進行，避免導牆因受力不均勻，產生張力裂縫並導致導溝變形。
4. 舊地下室各層樓板與導牆連結，加強導牆勁度。
5. 導溝內及舊地下室回填逐階進行，以利導溝及隔艙的升模作業。
6. 壁樁導溝施作及回填步驟與連續壁導溝相同。
7. 在導溝施工時，於內導牆施作加勁扶壁，增加內導牆與地下室舊結構物間之穩定性。
8. 由於舊結構物施作基礎時，會先將擋土措施之瑕疵(如舊連續壁壁面凸出或歪斜)修整。若施工允許，導溝深度應深入至大底下方50cm至1.0m，以探查舊連續壁是否有施工上之瑕疵，以期在導溝施作時進行修正與補救。

(三)新舊連續壁交錯位置之處理

新舊連續壁交錯位置處，導溝之施作需考慮到兩項因素，第一，內側深導牆與外側淺導牆連結之精確度，第二、考慮連續壁破除鑽掘時不可使導牆受損。由於深導溝是在基礎版處由下往上施作，故導溝之垂直度與放樣準確性至為重要。而在施作導溝時，若不考慮到舊連續壁破除鑽掘所需寬度，在舊連續壁鑽掘時，將同時破壞導牆。新舊連續壁交錯位置導溝處理如圖六所示。

本案例依照建築設計，新連續壁將有兩處穿越舊連續壁，如圖一所示。



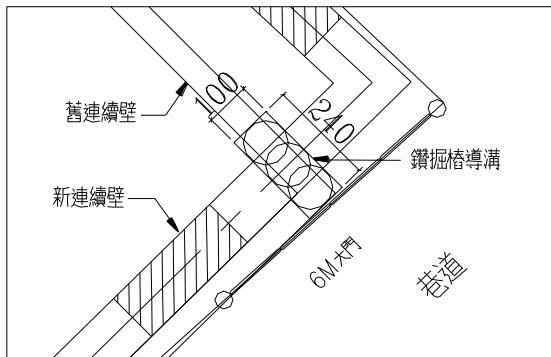
圖六 新舊連續壁交錯位置導溝處理

由於連續壁抓斗抓掘能力無法破除舊連續壁，本基地採用RT-200搖管器進行連續壁破除，在新連續壁抓掘前，先行將舊連續壁鑽除，再將鑽掘孔回填以避免周邊地表沉陷。採用之RT-200機具包括有直徑1.0m之套管、搖管器、發電機以及控制單元。

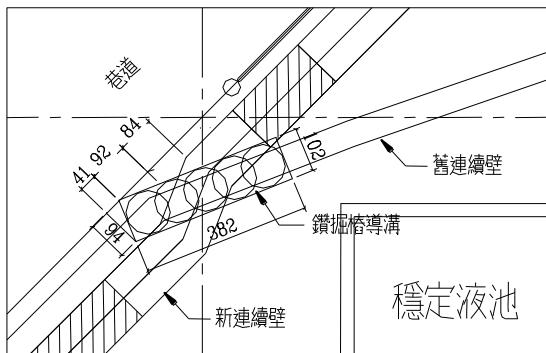
舊連續壁需於導溝施作完成後，新連續壁施作前先行處理，而在RT-200鑽掘前，為增加鑽掘時之垂直度，必須依照作掘直徑大小施作鑽掘導溝，待鑽掘完成後回填砂土。鑽掘導溝施作位置如圖七及圖八所示，實際施作之情形如照片八及照片九，RT-200搖管器如照片十，其施工情形如照片十一。

破除舊有連續壁時，採用搖管器將1.0m直徑的套管往下鑽掘，套管鑽掘進行至一定深度後，即以撞桿將套管內舊連續壁混凝土塊撞碎，並以蛤型抓斗清除套管內混凝土碎塊及鋼

筋。如此程序反覆施作直至將舊連續壁完全鑽破。



圖七 斜交位置舊連續鑽掘規劃



圖八 正交位置舊連續鑽掘規劃



照片八 斜交處RT-200導溝



照片九 正交處RT-200導溝



照片十 RT-200搖管器



照片十一 斜交處舊連續壁鑽掘

(四)連續壁施作前其他處理措施以CCP灌漿及低壓灌漿為主，主要施做地點及目的說明如下：

1. CCP灌漿：

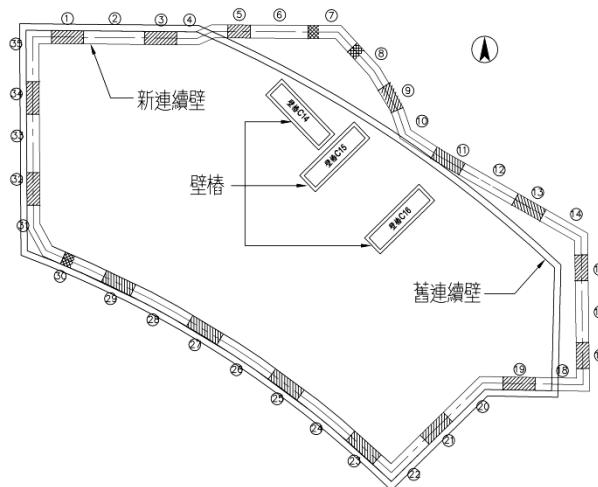
施作在新舊連續壁之間，主要為保護新舊連續壁間較薄的土壤不致因連續壁抓掘而崩落。

2. 施作在舊連續壁破除鑽掘位置附近，目的為破除舊連續壁後穩定周邊地層，避免崩塌。

3. 低壓灌漿：使用RT-200進行舊連續壁破除鑽掘時，因為機具過重導致回填土層下沈，造成鋪面下陷，故於鋪面下方進行低壓灌漿，將鋪面抬昇，並維持穩定。

## 五、連續壁工程施工

本案案例新建物連續壁周長為153.7m，厚度120cm，深度38.7m；共分割成35單元施作，連同壁樁3個單元，共計施作38單元，單元分割圖詳圖九所示。

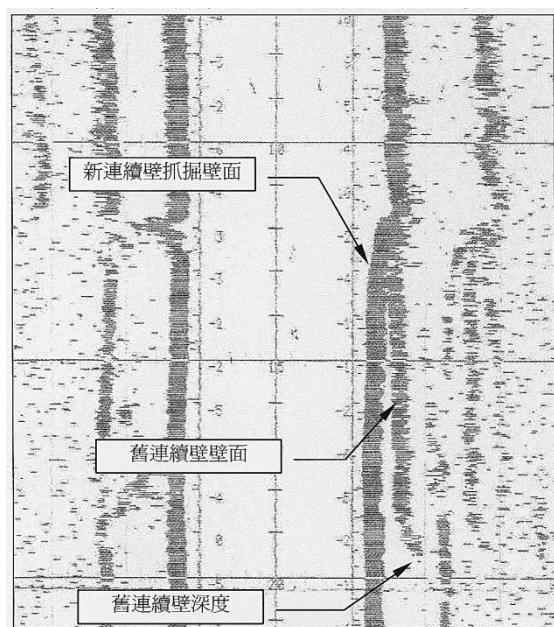


圖九 連續壁單元分割圖

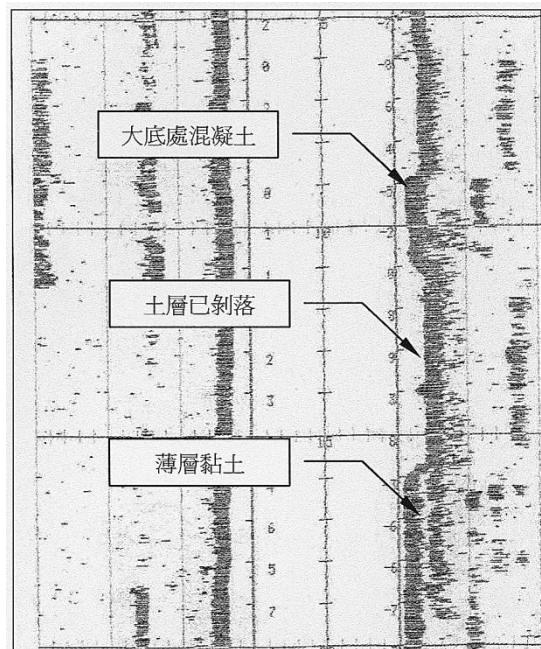
本案案例連續壁施工時，舊連續壁的存在對新連續抓掘之影響至為重大，尤其東北側新連續壁施作位置在舊連續壁外側，舊連續壁的施工品質影響新連續壁的抓掘成果，在整個連續壁施工過程中，主要分為兩項，一為連續壁施作過程，一為150cm厚之壁樁施作過程。兩個階段施作過程中所遭遇之狀況提出如下：

### (一) 連續壁施作過程：

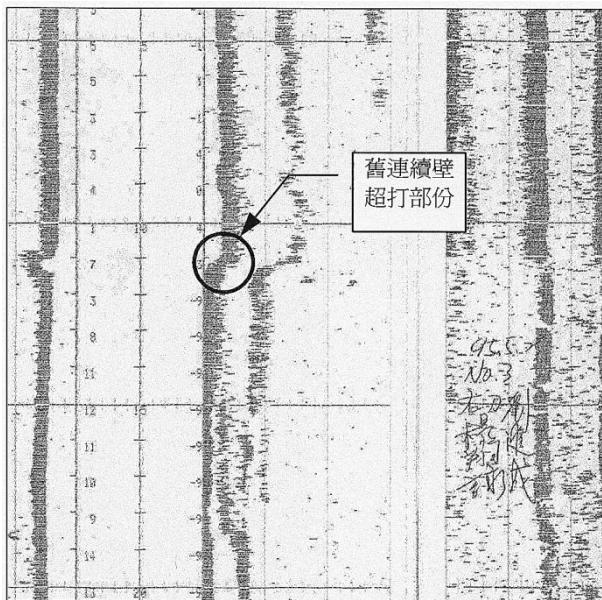
(1) 抓掘時抓斗碰觸到舊連續壁，因舊連續壁較土層堅硬，故在舊連續壁深度內即開始偏斜，但是到深度大於舊連續壁之後，連續壁之垂直度又恢復正常值，如圖十及圖十一所示。此種情形大部份會在舊連續壁側夾有一層黏土薄層，部份因撞擊而掉落，部份因與舊連續壁間附著良好而不易脫落，可由超音波檢測紀錄明顯看出。



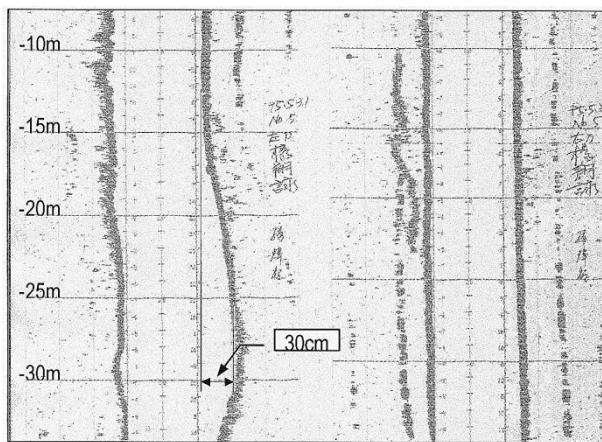
圖十 新舊連續壁間夾薄層黏土



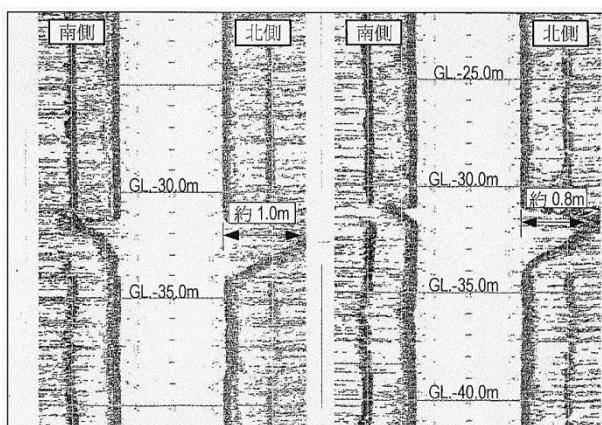
圖十一 新舊連續壁間夾薄層黏土



圖十二 舊連續壁超打造成偏斜



圖十三 舊連續壁外側凸出混凝土體造成新連續壁偏斜之情形



圖十四 壁樁處砂性土層崩孔情形

(2) 施作深導溝時，舊連續壁面打除過多，造成連續壁抓掘時，在導溝底部會有階梯式的

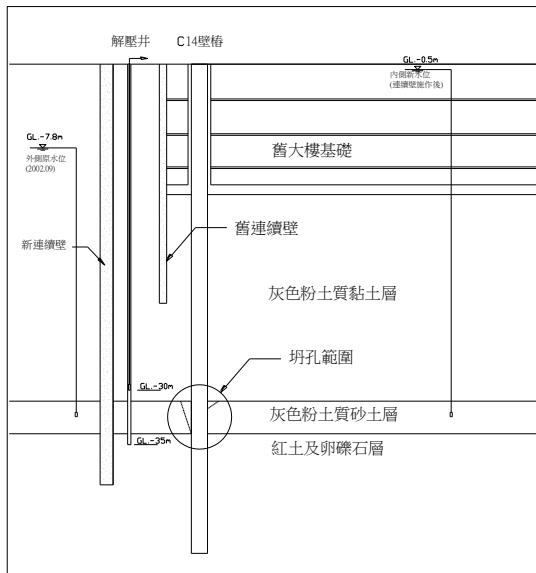
槽溝出現，容易造成連續壁抓掘偏斜，如圖十二所示。

(3) 舊連續壁外側的凸出混凝土體，由於在施做假設工程時無法先行排除，故在抓掘時遭遇即會造成連續壁偏斜，如圖十三所示。抓掘時在地表下16m處遭遇舊連續壁凸出混凝土體，造成左刀往外偏斜約有30cm，經過處理後，偏斜修正降低至10cm左右。

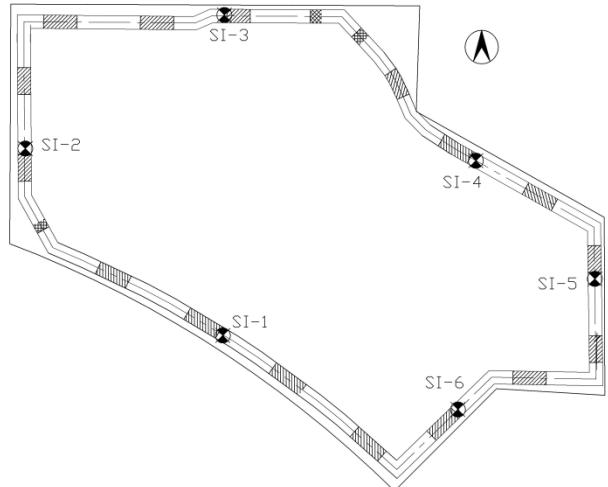
(4) 本案例在連續壁灌漿時，出現有幾次的漏漿現象，漏漿之單元皆在深導溝施做位置，且漏漿都在母單元外側，研判是在鋼筋籠吊放時，母單元帆布被舊連續壁之鋼筋或端版劃破所致。

本案例施作之連續壁除深導溝處因漏漿造成灌漿量異常外，其餘灌漿量皆在正常範圍內，舊連續壁外側淺導溝處的超音波檢測及灌漿量顯示並無土壁崩坍之現象，在新舊連續壁交錯之單元(No.04處為斜交，No.18處為正交)，其灌漿量較大，乃是因為受到RT-200鑽掘擴孔之影響，就整體而言，CCP灌漿已達到穩定土壤之效果。

(二) 在壁樁施作過程時，外側連續壁已施作完成並達到38.7m深，依照圖三基地地層分佈剖面圖顯示，地表下30.4~34.0m之砂性土層已由新連續壁所圍束。施作第一片之壁樁時，並未對此層次進行解壓，在壁樁抓掘時，因此層次水位過高，導致砂性土層崩坍，超音波檢測坍孔如圖十四所示。為避免後續施作之壁樁抓掘發生同樣之狀況，故在95年6月24日到95年6月26日施作基地內解壓井，解壓井施作剖面如圖十五。解壓井施作並進行抽水後，後續壁樁於抓掘時，在同一深度內之土層即未再有坍孔現象發生。



圖十五 基地內解壓井剖面示意圖

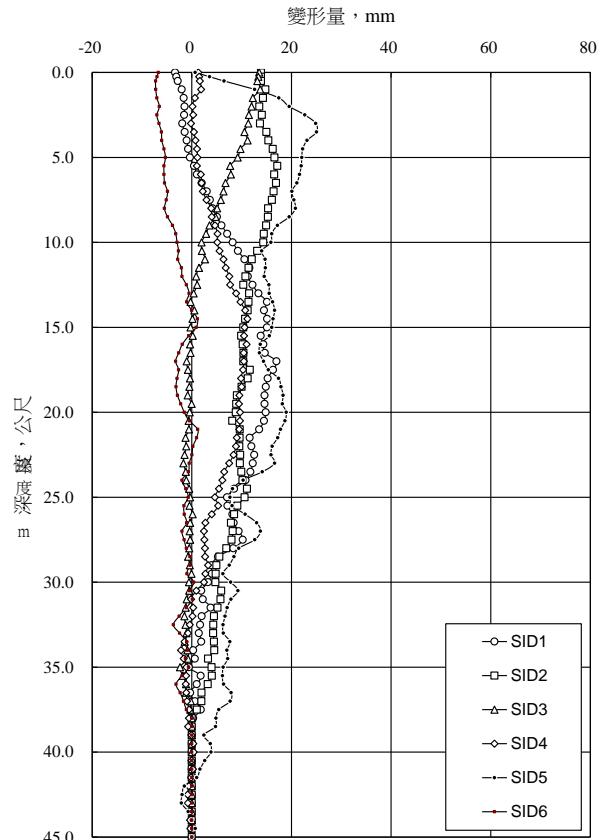


圖十六 壁內傾度管裝設位置

## 六、基地開挖結果

本案例基礎採逆築方式開挖，由於開挖深度為24.0m，連續壁內裝設六處傾度管以觀測開挖期間連續壁的壁體變形量，傾度管裝設位置如圖十六所示，傾度管裝設深度為45.0m(大於連續壁深度)，開挖後連續壁變形量如圖十七所示。關側顯示開挖後連續壁最大變形量約為25mm左右，約為警戒值(75mm)之1/3，變形量較大之位置分佈在SID-1, SID-2, SID-4及SID-5，由壁體變形量無法研判外側留存之舊連續壁對降低壁體變形量之效果。

此外，由於本案連續壁之深導溝施作前已充分考慮對鄰建物可能之影響，在施做深導溝時儘量保留樑柱系統作為擋土支撐，故在整體假設工程施作期間，舊有連續壁及基地外側鄰房並未有明顯變化。而開挖期間在嚴格控制開挖深度及施工品質之下，整體連續壁變形量僅為預估值的1/3。



圖十七 壁內傾度管裝設位置

## 七、結論

本案例為地下室三層之舊建物重建，舊地下室深達12.0m，在如此深的地下室進行假設工程，首重即為施工之安全性；舊地下室結構物的打除，極可能破壞原本結構行為之穩定性，造成鄰房安全上之顧慮。另外人員在地下室施工，除視線不良外，維持結構體的穩定更形重要。在進行假設工程時，最需要注意的就是對於舊地下室樑柱系統的打除順序與補強措施，打除順序錯誤將使地下室施工動線變差，而且將會危及地下室施工機具的安全，而且由於施工機具必須在樓板上活動，樑柱打除後，必須在適當處進行補強以增加樓版穩定性。

在本案例中，除了深導溝深度達12.0m以外，新連續壁必須穿越且破除舊連續壁施作。舊連續壁的破碎鑽除若有偏斜，在新連續壁施工時，可能因為破碎鑽除偏斜而無法抓掘。另外，基地內地下室回填深度過深，導致連續壁施作時鋪面下陷，亦是困擾施工之因素。

在本案例施作前，雖經詳細評估計劃，但是意外之狀況也是時有發生，首先，舊連續壁的端版及鋼筋劃破帆布，造成母單元漏漿之現象；另外，抓斗碰撞到堅硬的舊連續壁壁體，造成新連續壁之偏移亦是設計規劃初期無法預期之影響。就整體而言，淺導溝位置連續壁抓掘之垂直度優於深導溝處的連續壁垂直度。

由深導溝抓掘後的超音波檢測顯示，在舊連續壁與新連續壁間所夾之黏土，並不會因為土層太薄而完全剝落，在許多的超音波檢測中，新舊連續壁之間，都會夾有一層10cm左右的黏土薄層，從舊基礎底部一直延伸到舊連續壁底部為止。此種現象在以往的經驗中並未出現，正由於本案例的特殊施工條件，可讓我們重新思考黏性土壤與擋土措施之間的關係。

在壁樁的施作中，可以明顯看出基地內水位升高對連續壁施工的影響，不論砂性土層深

度為何，若使其水壓力大於其正常水壓，在連續壁抓掘時即可能造成嚴重之坍孔。本案例中，在連續壁圍束的條件下，對於基地內砂土層的解壓降水效果顯著。

由連續壁各傾度管之壁體變形量觀測結果，無法研判外側留存之舊連續壁對降低壁體變形量之效果，建議應再收集更多相關之工程經驗再行評斷。

本案例由於事先已詳加考慮深導溝施作可能對鄰房之影響，在基礎開挖期間更因施工團隊對開挖階段之確實管控，致使連續壁開挖後之變形量約僅評估值的1/3。更映證事前評估以其施工之確實管控可相當提高整體工程之安全性，降低鄰建物受損之風險。

## 致謝

舊建物改建在台北市進行都市更新腳步以來，本案例雖然不是首件，卻屬複雜與困難。在整個工程而言，所花費之工期，尤其是假設工程，實數倍於以往。本案在以安全為首要條件下，能夠順利完工，實賴整體團隊之努力，對本工程盡心付出。在此感謝所有協力廠商之協助。

## 參考文獻

磐工工程顧問股份有限公司(2005)，”潤泰創新國際仁愛路集合住宅重建工程基地基礎分析報告”。

## 結語

忠明營造 主任技師 楊陳燕

今年年終檢討會時談到，蒙特婁大學（Mcgill University）商學院管理大師明茲伯格（Henry Mintzberg），曾表示：「當今企業的種種問題，都源自於『管理上的危機（Crisis Of Management）』，必須重新反思，且聚焦於『人』和『心』。」可見，企業若能用心栽培員工，員工也將因企業對自己的關懷注重與企業價值觀，將更有意願與能力接受企業對員工的工作績效期待與相關規劃；員工自主與分工合作的工作態度也將油然而生，共同朝著企業的任務與目標而努力。明茲伯格堅信「人」永遠會是管理工作的核心，管理的目的是為了把人的價值放大，而不是讓人的價值減少、甚至消失。

然而，專案的推展更需要透過一連串的「企業溝通」及「變革管理」，緊接著透過宣傳、溝通、教育等方式進行，主管們的雙向溝通，經由「參與、溝通、效益」三大要項，協助主管們對職能的價值認識及認同，過程中並不斷的以 PDCAC（計畫、執行、修正、再執行、溝通）品質改善模式，循序漸進的推動專案，主管們認同後，再藉由其往下推廣，除了宣傳、溝通、教育外，並搭配獎勵制度，當有問題時，以正面的態度去面對處理，即能做有效的專案變革管理。因此，除了 PDCA 外，再增加一個 Communication（溝

通）；首先要先確認對象，並規劃現況、分析再執行，與檢核預期目標的比較，最後再尋找問題改善及溝通研擬對策，持續改善主要的精神在於針對相同的問題，將這一次的改善做為下一次改善的規劃。

一般人常說「Seeing Is Believing（眼見為憑）」，是很正確的科學研究態度，但我想強調的是，相同三個英文字，以不同的排列組合呈現不同的價值，「Believing Is Seeing（相信就能看見）」，有人會質疑，無中生有的事情，如何能看的見？此時，憑藉的就是相信。正值集團今年推展品質落實年，雖然將會歷經艱困及挫折，但相信各位沒空抱怨或拭淚，因為各位都可望「看到」，因此轉述《聖經》〈申三十三章〉有一段摩西的祝福：「你的日子如何，你的力量也必如何。」不論你的遭遇有多艱難，力量也會等比強大，所以，我將我很喜歡的話「Believing Is Seeing」跟你們分享。

此本技術專刊是在”品質勞安督導會”中，集忠明工程部、環品室同仁、專業技師及顧問等共同產出之作品，因此，環品室憑藉著一點微薄的力量，彙整後將此份資料提供給各位參酌，希望讓各位讀者能更加成長，更加有力量為台灣的建築向上提昇盡一份心力。

