建築結構修復補強技術及案例

主講人　　陳澤修建築師

全國建築師公會特殊結構　主任委員
新北市建築師公會　常務監事
中華建築隔震消能構造協會　副理事長

危險老舊建築物的耐震能力折減原因

1. 88年以前的建築物(法規先地震力天不足)或超過30年的建築物。
2. 施工不良所造成的強度減損。(加水、鋼筋數量、箍筋兼距不足、綁紮及彎鉤。)
2. 建築材料老化，強度折減。
3. 經過多年地震洗禮，建築物受損裂傷無人修補，造成結構耐震能力降低或不足。
4. 使用人漏水不修復，造成鋼筋鏽蝕，影響混泥土之握裹力，造成鋼筋混泥土強度降低。
5. 使用管理未落實，任意改變隔間牆，變更使用，增加違建，造成建築物重量增加，也放大了地震力。...

強烈地震所造成的災害

老舊建築物及耐震能力不足的建築物，經不起強烈地震的往復搖晃，最後勢必造成地震災害

老舊建築物難耐地震之摧殘

- 台灣地處太平洋地震帶上，地震發生頻仍，時有造成生命財產損失的致災性地震發生。經統計造 成人民
- 生命損失的最大原因係由建築物倒塌所引起，而**建築物倒塌的模式大多屬於一、二樓弱層破壞**。譬 如今年2 月 6 日花蓮地震的統帥飯店與雲門翠堤大樓（如圖1）破壞就屬弱層破壞，其他如2016 年美濃 地震維冠金龍大樓倒塌，1999 年 921 集集地震台北市東星大樓倒塌等均屬同一類型。何以會有這些弱層 建築物，實乃肇因於大樓一樓（或一、二樓）常因商業活動或停車需求，須創造寬闊的使用空間，所以其 上樓層的一些外牆與隔戶牆沒有下到一樓。雖然此些牆是所謂的 15 cm 厚非結構 RC 牆，通常在設計時往 往忽略其存在，但此等牆體具備了相當的勁度與強度，在地震時確實會像結構牆般參與抵抗地震力的任務 。上述弱層建築物一樓（或一、二樓）的極限剪力強度會遠低於其上樓層的極限剪力強度，致使一樓成為 吸收地震能量的主要樓層，因而難逃首先破壞終致被壓潰的命運。

耐震初評與建築結構補強

- 每棟建築物之耐震能力依其結構系統、結構細部 與結構現況等而有所差異，如能在地震未發生前透過 耐震能力評估，將**耐震能力偏低的建築物篩選出來並 加以補強**，則大地震時原本耐震能力偏低的建築物便 可因已補強而免於倒塌的命運，此乃降低地震時人命 財產損失的有效工程手段。(宋裕棋教授資料轉載)

圖 1　2018 年 2 月 6 日花蓮地震造成雲門翠堤大樓倒塌

政府對危老建築物耐震評估之對策

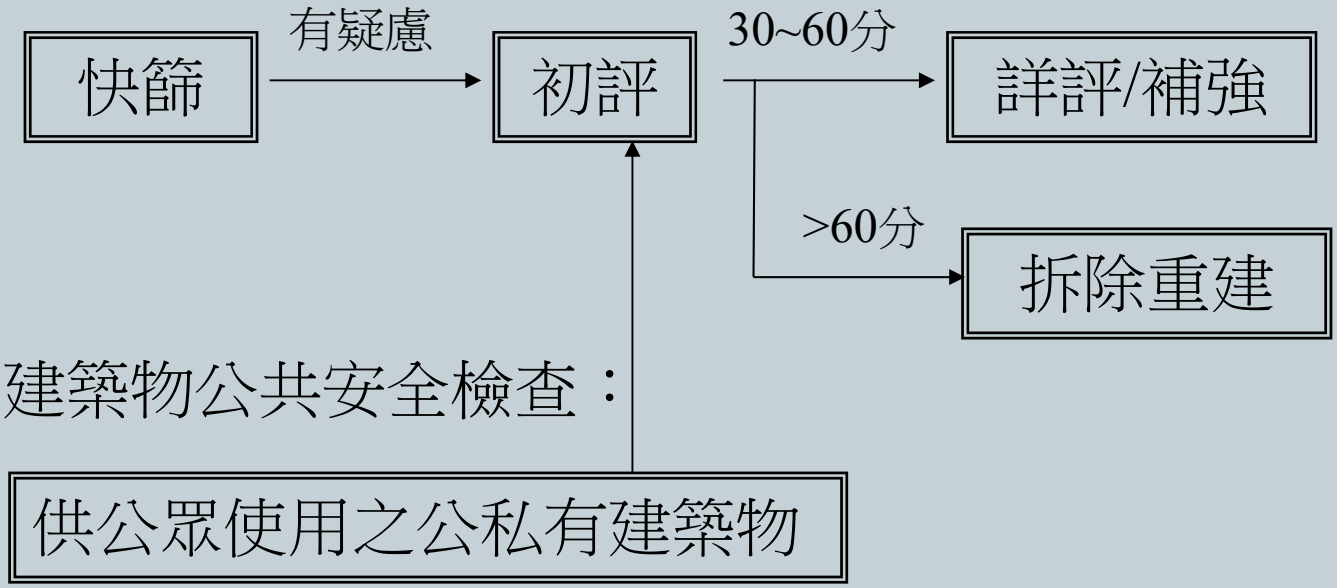
- 依照目前「都市危險及老舊建築物加速重建條例」相關細部規定，建築物耐震能力初評總分數超過60（含）分者，就可以考量拆除重建或補強；如果初評總 分數介於30（含）至60 分之間者，就可以考量進行後 續耐震能力詳細評估；如果初評總分數低於30分者， 表示建築物耐震能力尚稱足夠。 根據內政部不動產資訊平台資料統計，全國住宅總 量 844 萬餘戶中，**截至2016 年底，屋齡30 年以上老屋 約為384 萬戶，占了總建築物的45%**。根據以往經驗，此些老舊建築物中耐震能力不足者約占 40 ~ 50%，亦即 全台灣目前約有140 ~ 190 萬戶建築物可能會有耐震能 力不足的問題。(宋裕棋教授資料轉載)

政府對危老建築物耐震評估之對策

88年以前的老舊建築物耐震能力評估對策

一、6層以上之建築物

(一)政府建築管理單位主導：



二、5層以下之建築物： 以推動危老重建為主

內政部規劃修正「建築法」第77條之1

108年，前行政院長賴清德宣布處理危老建物耐震健檢的全盤規劃，並針對老屋補強、拆除提出3年短程計畫。內政部次長花敬群並指出，內政部規劃修正「建築法」第77條之1，增列結構安全不符現行規定者，應限期改善，否則處以罰鍰。

花敬群次長指出現行建築法第77條，著重防火避難設施及公安等面向，並未將建築物耐震納入考量，已計劃將建物結構也納入第77條之1，**建物結構若是經過評估有危險，就要強制它補強或拆除重建，希望能藉此迅速補強921地震前興建的高樓層危老建築**。依照現行建築法規定，違反第77條之1者可處以6萬元以上30萬元以下罰鍰。

耐震初評與建築結構補強

- 建築物的極限剪力強度為一樓的極限剪力強度， 而一樓的極限剪力強度可由一樓抵抗地震力的構材如 構架的柱、RC 牆（包括剪力牆與非結構RC 牆）及磚 牆三者的貢獻來求取。以上三種構材其受力與變形的 特性並不相同，譬如 RC 牆勁度最高，極限變形能力最小，而構架的柱勁度最小，但其極限變形能力最佳， 磚牆則介乎其間。地震來襲時，RC 牆先抵抗大部分 的地震力，當其強度與韌性完全發揮時，其他兩種構 材的強度與韌性發揮的百分比為若干是相當重要的資 訊。(宋裕棋教授資料轉載)

結構補強方式

結構補強方式

一、先補軟弱層（補勁度與強度）

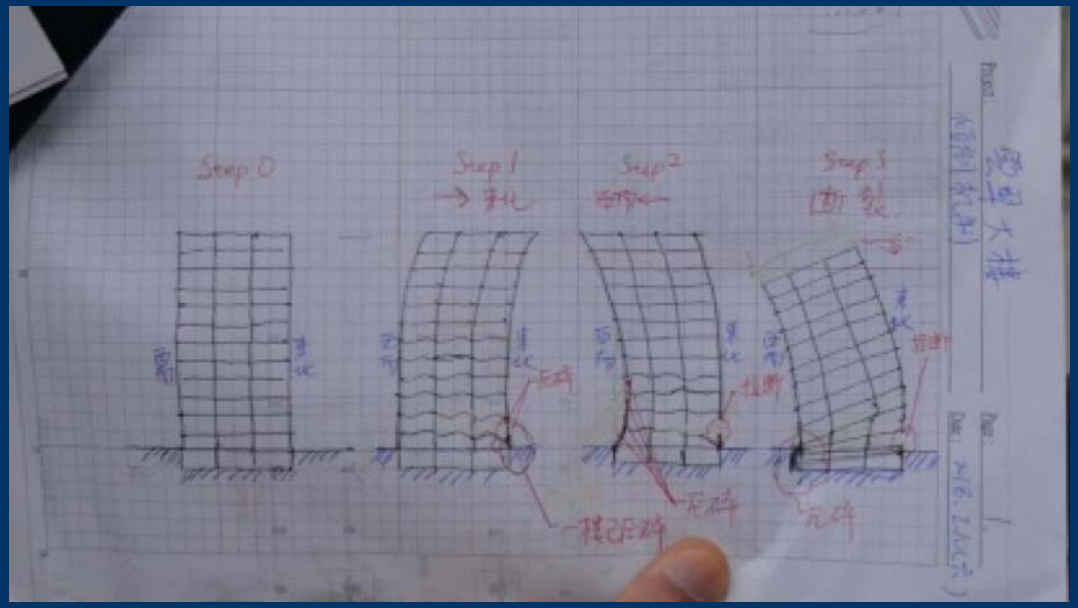
對策：

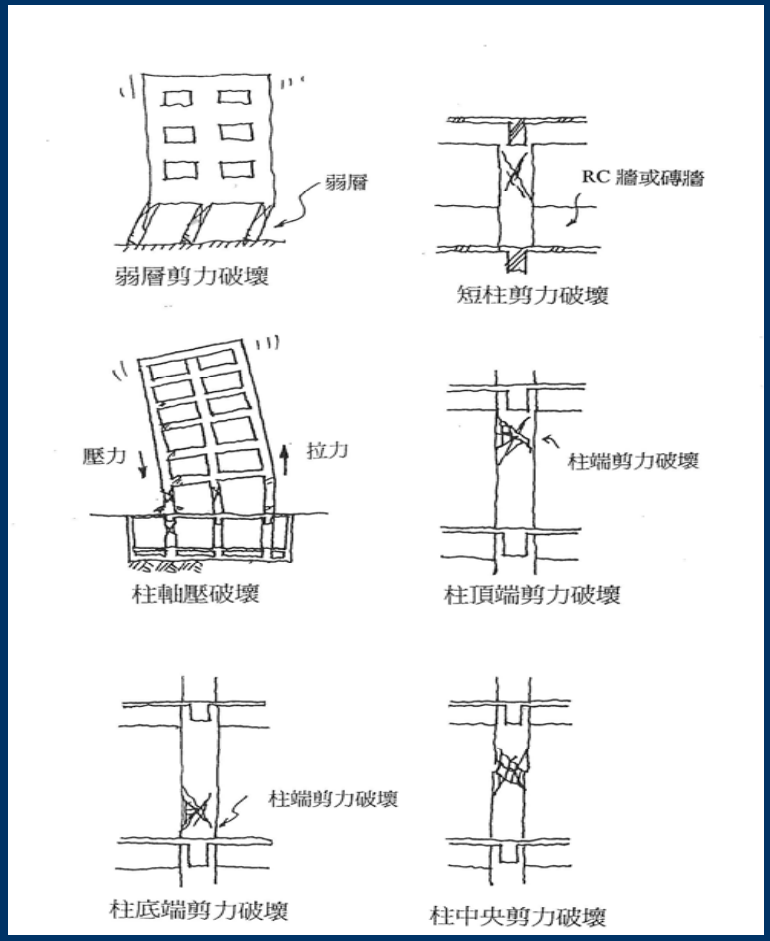
1.找地方補剪力牆

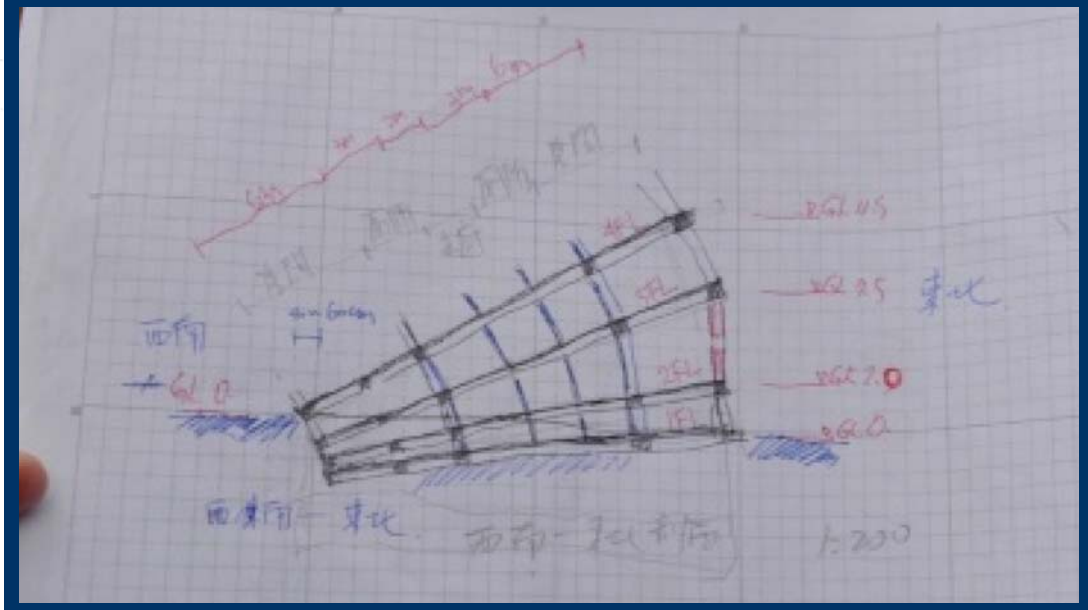
2.樓上有牆壁的部分最好能延續至地面層，增加低樓層的牆壁數量，也減輕一樓柱的負擔，消除軟弱層。

3.挑高部分的柱在夾層或二樓部分之高度加設環樑，降低柱長比，使挑高部分也能以完整的結構構架抵抗地震力。

4.增加柱樑的結構強度。


Step 0
Step 1
Step 2
Step 3


弱層
弱層剪力破壞
RC 牆或磚牆
短柱剪力破壞
壓力
拉力
柱軸壓破壞
柱端剪力破壞
柱頂端剪力破壞
柱端剪力破壞
柱底端剪力破壞
柱中央剪力破壞



1.1.6 牆體在豎向的安排

1.1.6.1 牆體配置宜上下連續；牆的中心應立求一致。

下列情況為耐震規劃時不良的牆體豎向安排方式：

(1) 上層有牆體，底層未配置牆體，造成柔弱底層。

(2) 上下層有牆體，中間層未配置牆體，造成剛度突然變化。

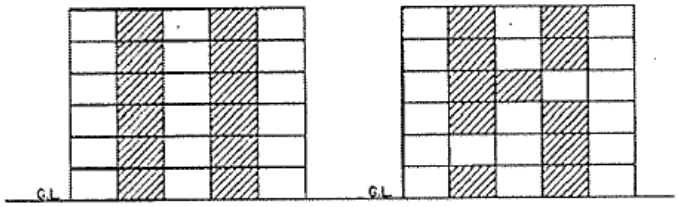
(3) 因開高窗，使得牆體不連續以及極短柱。

(4) 牆體斷面積在某些樓層突然減少。

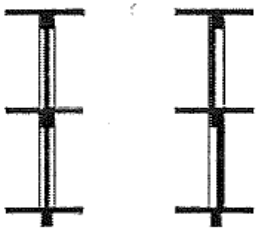
(5) 各層牆體位置錯開。

(6) 上下層牆體位置未對齊造成牆中心線不一致。

1.1.6.2 若牆體有開口，開口位置應上下一致，開口面積宜小於該牆體面積之 1/6。



牆體不連續



各層牆體位置錯開

結構補強方式

- 二、 對老化或受損的結構進行補強
  （結構裂縫、混凝土強度不足 、保護層剝落、鋼筋數量不足及箍筋間距過大等問題）
  對策 ：於後章補述

- 三、 韌性不足無法吸收地震力
  對策：採用阻尼器或制震壁的方式補強

- 四、 採用隔震建築降低地震力
  對策：加裝隔震器

建築物結構體之損壞

建物沈陷

- 結構受損、基礎未受損
  【輕度破壞】S≦0.2m
  【中度破壞】0.2m<S≦1.0m
  【嚴重破壞】S>1.0m
- 基礎下土層變化、整體結構未受損或輕微受損
  【輕度破壞】S≦0.4m
  【中度破壞】0.4m<S≦1.5m
  【嚴重破壞】S>1.5m

建物傾斜

- 結構受損、基礎未受損

  【輕度破壞】$\theta \leqq 1/200$

  【中度破壞】$1/200 < \theta \leqq 1/100$

  【嚴重破壞】$1/100 < \theta \leqq 3/100$

  【完全毀壞】$\theta > 3/100$

- 基礎下土層變化、整體結構未受損或輕微受損

  【輕度破壞】$\theta \leqq 1/100$

  【中度破壞】$1/100 < \theta \leqq 3/100$

  【嚴重破壞】$3/100 < \theta \leqq 6/100$

  【完全毀壞】$\theta > 6/100$

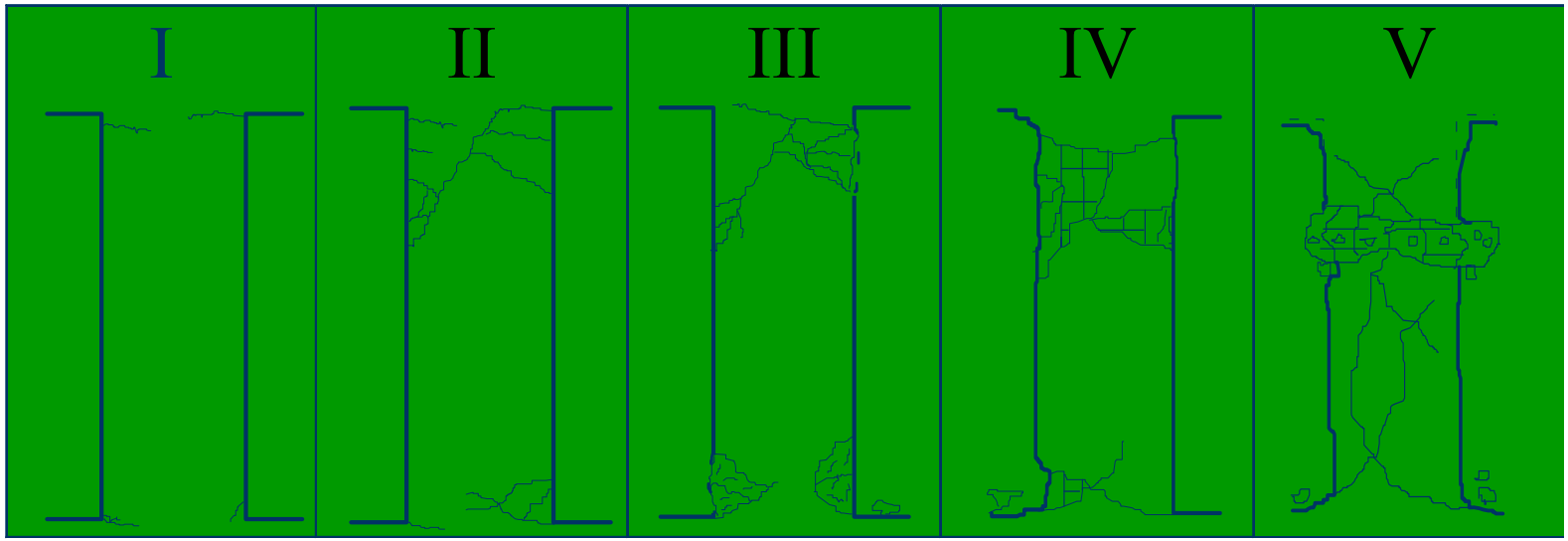
RC柱或剪力牆之損傷度分類基準

RC柱或剪力牆之損傷度	損　傷　內　容
Ⅰ（受損輕微）	近看始可看到裂縫（裂縫寬度<0.2 mm）
Ⅱ（輕度破壞）	用肉眼即可看到裂縫（裂縫寬度0.2~1 mm）
Ⅲ（中度破壞）	雖有較大裂縫，但混凝土僅保護層脫落（裂縫寬度>1~2 mm）
Ⅳ（嚴重破壞）	甚多裂縫寬度超過2 mm，混凝土之剝落嚴重且鋼筋有露出現象
Ⅴ（完全毀壞）	主筋挫屈、混凝土碎裂、柱或剪力牆於高度方向變形，有沈陷及傾斜現象，甚至有鋼筋斷裂之情形。

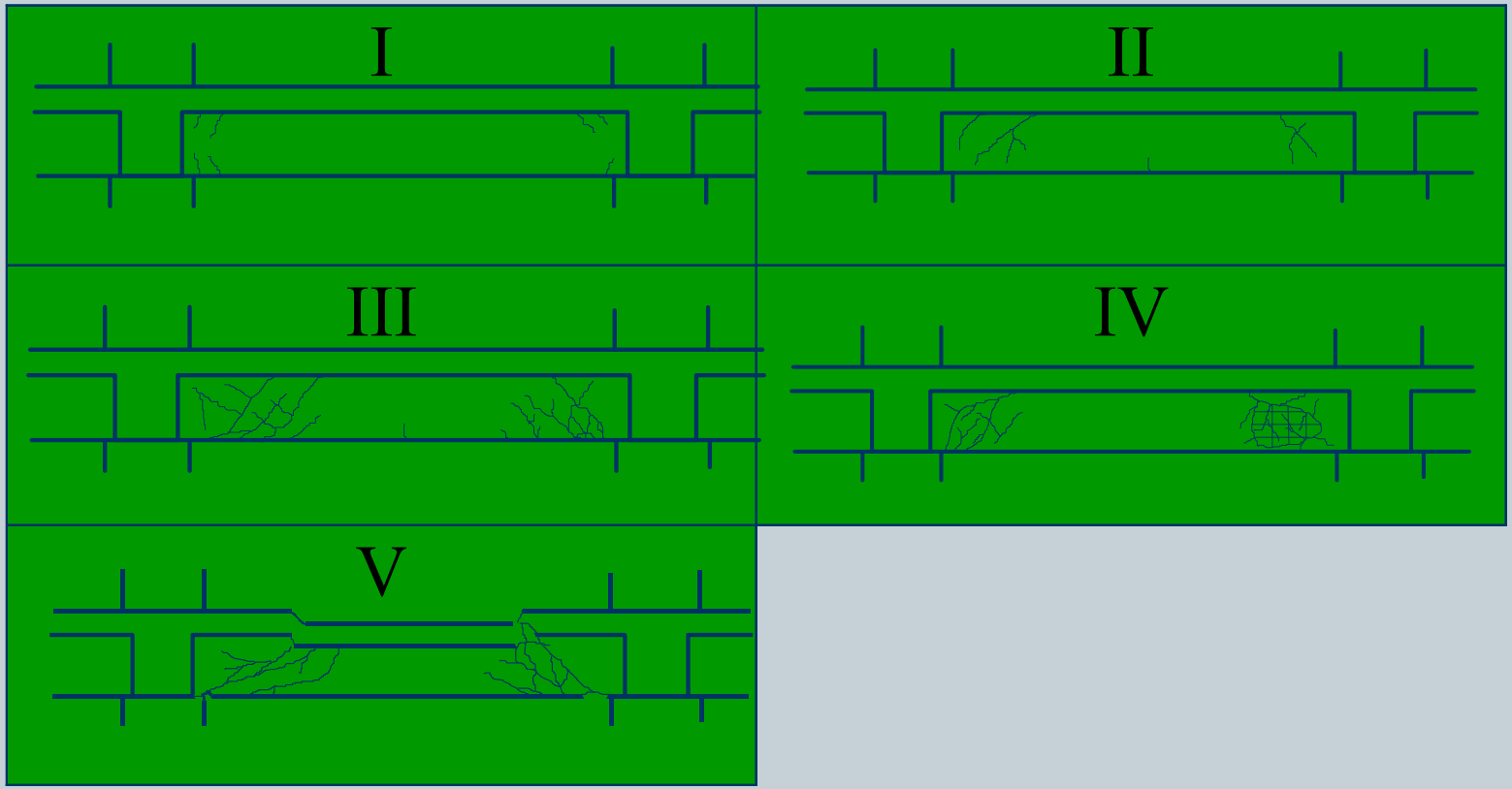
磚牆之損傷度分類基準

磚牆之損傷度	損　傷　內　容
Ⅰ（受損輕微）	牆與其週邊之柱或
Ⅱ（輕度破壞）	牆與其週邊之柱或梁相接處，可見到
Ⅲ（中度破壞）	產生斜向裂縫及沿著磚縫有滑動現象，牆面隅角與牆面
Ⅳ（嚴重破壞）	裝修材料大片剝
Ⅴ（完全毀壞）	牆面之一部分或大部分崩落、由牆面

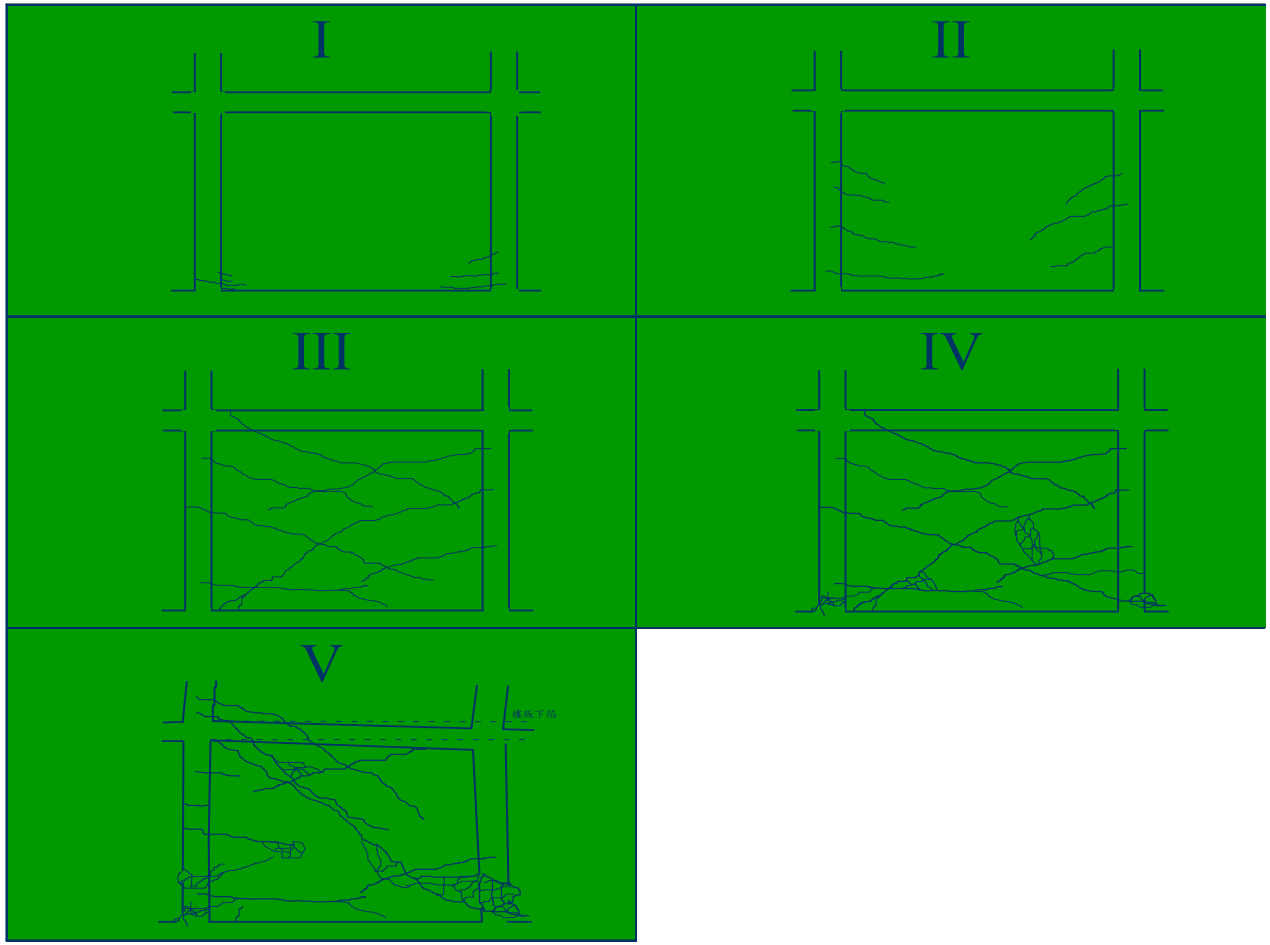
柱損害分級



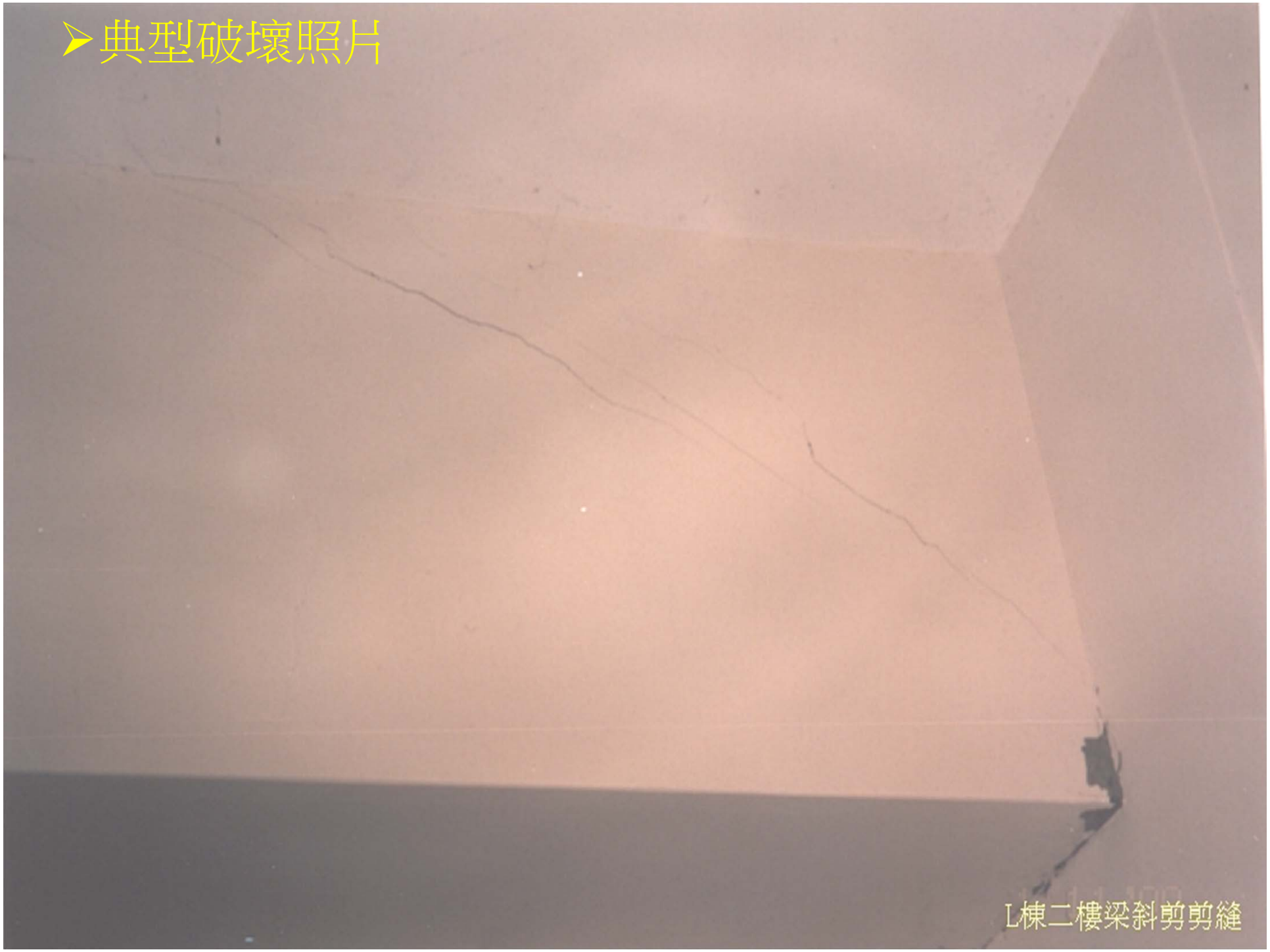
梁損害分級



結構牆損害分級



➢典型破壞照片

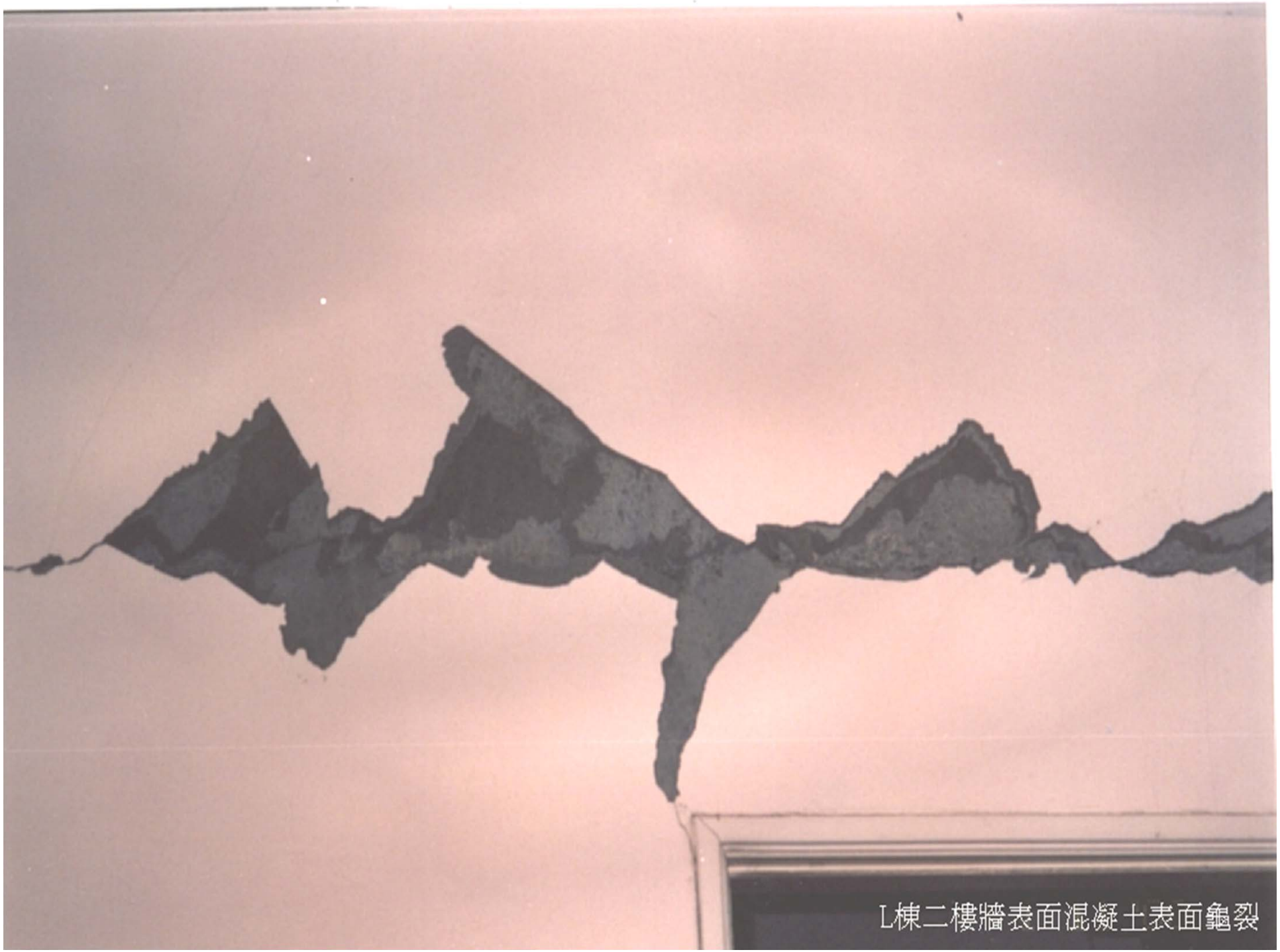


樂利包開口，應力集中的案例

地震後，結構產生的微小裂縫，若不加以修護，長期經歷地震，裂縫會因為應力集中，讓裂縫長大且變深，進而影響結構強度。

L棟二樓RC外牆斜剪裂縫

L棟二樓隔間磚牆裂縫



L棟二樓牆表面混凝土表面龜裂

地下室夾層外側樓梯間，混凝土剝落

地下室夾層外側樓間，混凝土剝落、鋼筋腐蝕

綜合歸納

項次	內容	影響評估
1	設計地震強度	不同年度建技規則代表不同之耐震能力
2	材料性質老化	1.混凝土抗壓強度需達設計強度
		2.混凝土中性化，易導致鋼筋腐蝕
3	設計規範	1.86年以前設計規範未強調韌性設計
		2.86年以後規範強調韌性設計
4	結構系統	1.結構系統對稱，則有利於耐震
		2.隔間牆多，則有利於耐震
5	結構設計品質	1.不規則建築物需考慮意外扭矩放大效應
		2.梁柱接頭內應加箍筋
		3.箍筋間距需符合韌性設計
6	施工品質	1.混凝土施工品質需良好
		2.保護層厚度需足夠
		3.箍筋應按135°彎？施作
7	斷層因素	有基地附近無斷層經過
8	地質因素	1.軟弱粘土層易產生沈陷
		2.基地地質土層厚度分佈不均，易產生差異沈陷

結構設計未完整考慮項目

- 低估樓層重量，致鋼筋量太少
- 意外扭矩
- 扭矩放大係數
- 動力分析
- 動態扭矩
- 軟弱底層檢核
- 樓層位移檢核
- 載重組合之型式不完整
- 結構模擬式錯誤
- 強柱弱梁檢核
- 梁柱接頭韌性設計
- 構材韌性設計

結構分析缺失

- 樑柱斷面太小，鋼筋過密，混凝土澆灌不切實
- 管線穿樑柱，將減少梁柱斷面積
- 懸臂樑設計不當的設計與一般梁不相同
- 忽略扭力筋設計
- 非結構牆之破壞
- 非結構牆設置不當，造成短柱效應
- 樑與柱之撓曲及剪力抵抗不足
- 梁與柱主筋之搭接長度不足
- 地下室頂版樑下層筋不足

營造施工

- 混凝土施工不當
  - 加水澆置
  - 接合不密實
  - 混凝土夾雜垃圾、廢物
- 鋼筋施作不當
  - 鋼間距不足
  - 搭接未錯開
  - 搭接位置在樓版面
  - 箍筋間距過大
  - 箍筋為90°未採135°
  - 鋼筋號數不當

營造施工

- 材料不足
  - 混凝土抗壓強度不足
  - 鋼筋抗拉強度不足
- 保護層厚不足
- 配管施工不良
- 橫向鋼筋未連接
- 樓版厚度不足
- 鋼結構焊接有缺陷

39

使用管理

- 任意變更隔間
- 任意變更使用用途
- 違規建夾層、頂樓加蓋、建物旁空地違建
- 構材嚴重損壞，將影響結構安全

修復工法簡介

修復工法分類

修復方式編號	損壞類型	構材類型
TYPE-A	裂縫寬度0.2mm以下之結構性裂縫	梁、柱、樓板、RC牆等鋼筋混凝土構材
TYPE-B	混凝土裂縫寬度0.3～2mm之結構性裂縫	梁、柱、樓板、RC牆等鋼筋混凝土構材
TYPE-C	裂縫寬度0.2mm以上之磚牆裂縫	磚牆
TYPE-D	混凝土滲水、白華現象	梁、柱、頂版、牆
TYPE-E	鋼筋銹蝕	梁、柱、樓版、RC牆
TYPE-F	披覆層剝落	RC牆與磚牆
TYPE-G	頂版保護層不足-鋼筋外露徵兆	頂版

梁底沿軸向裂縫，
寬0.3mm以上

一樓外牆滲水油漆剝落

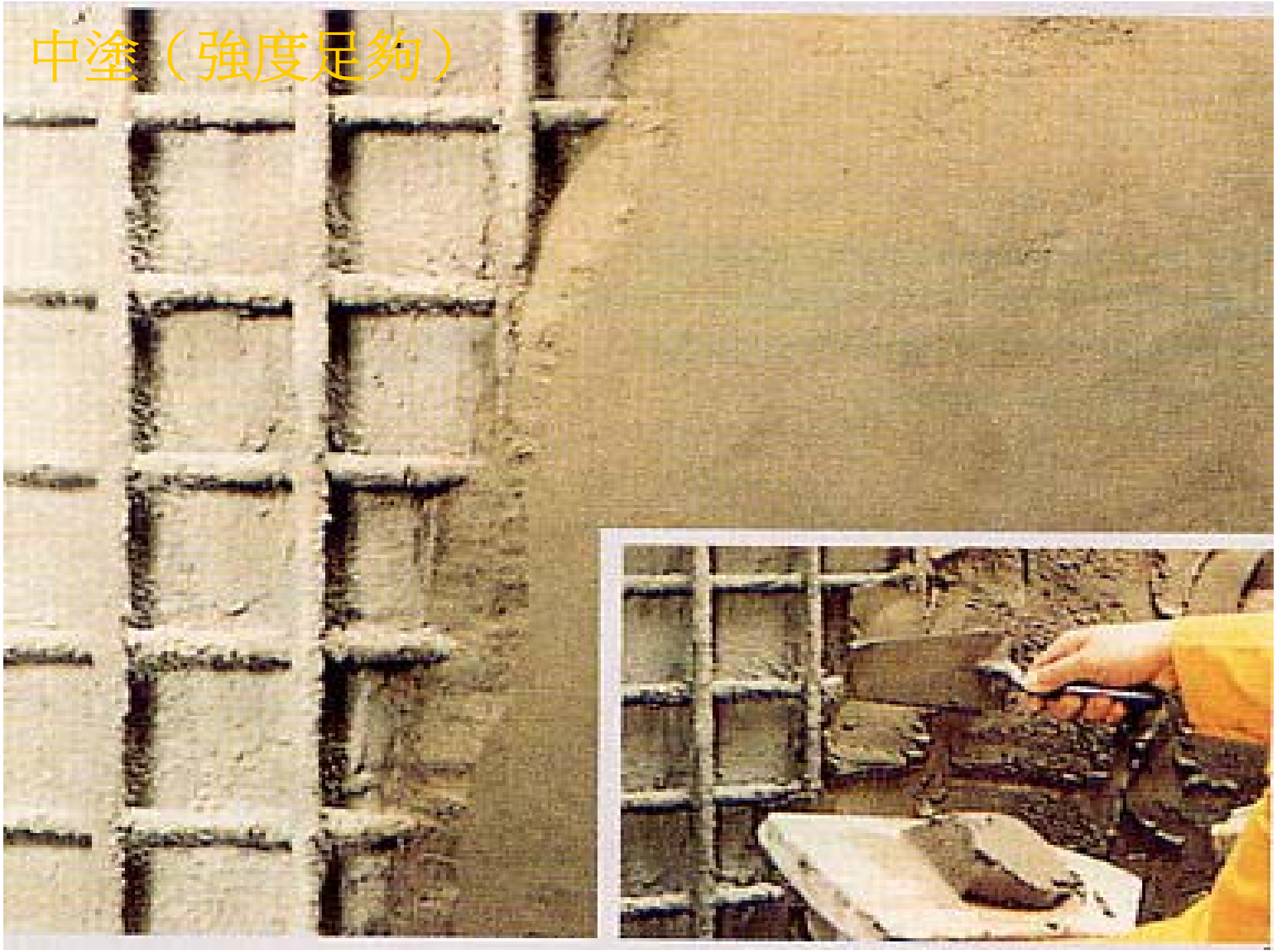
頂板滲水白華

社區圍牆外側混凝土剝落

典型破壞與修復工法

- 梁裂縫
- 柱裂縫
- 牆裂縫
- 外牆磁磚裂縫
- 頂版裂縫
- 磨石子地版裂縫
- 混凝土剝落
- 室外地坪裂縫

底塗（防蝕與接著）


中塗（強度足夠）

批土（表面彌封）

注意事項

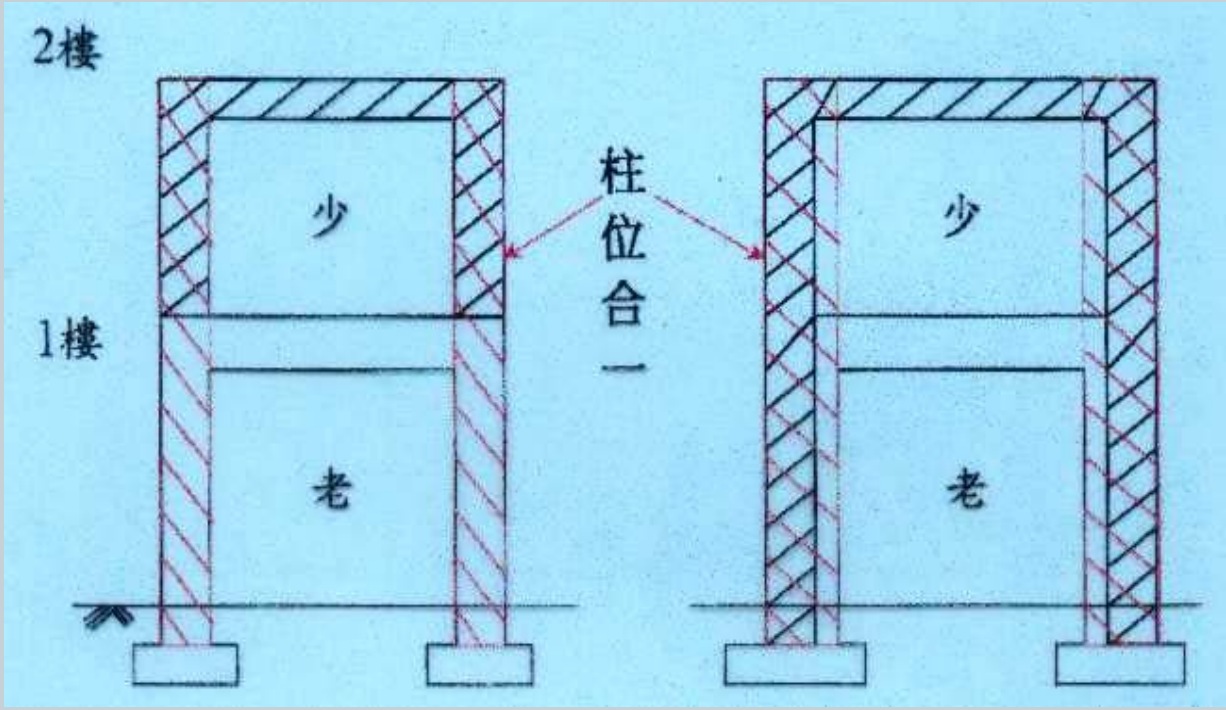
- 正確的施工法
- 有品牌的材料
- 施工廠商證照
- 工程保固書

補強工法簡介

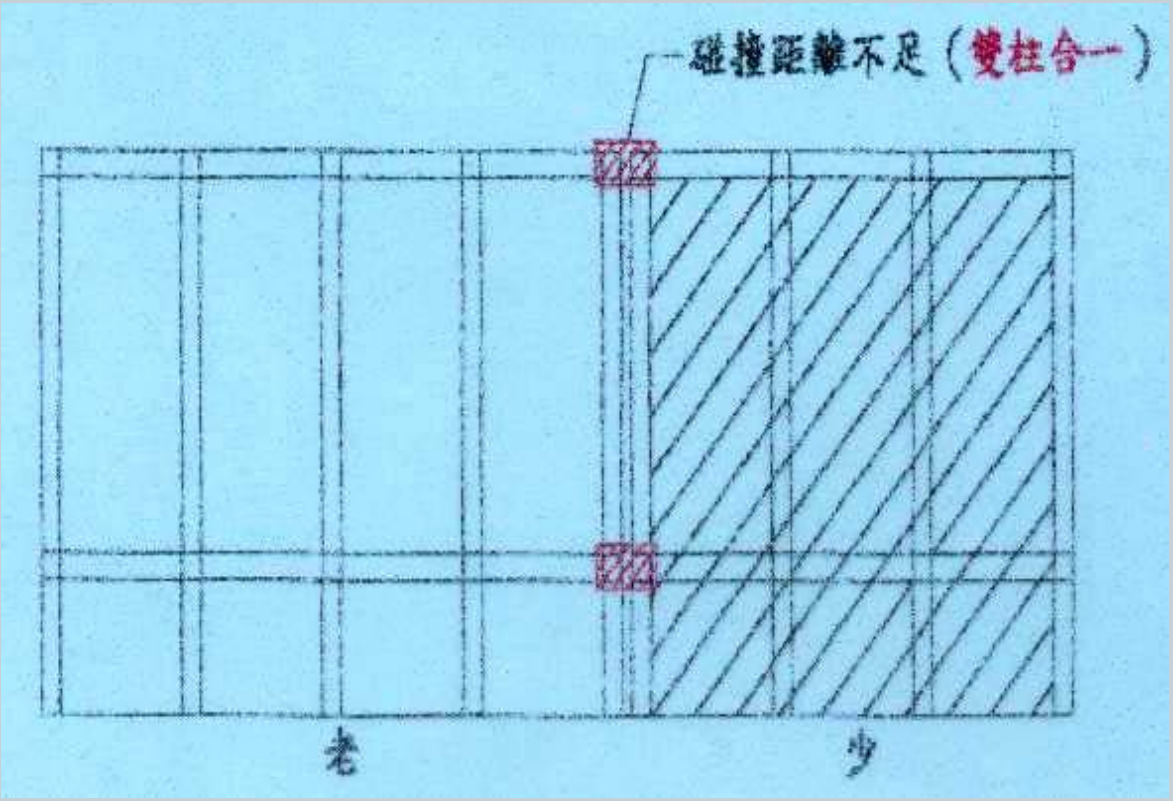
依補強目的分類

- 結構系統補強工法
- 桿件補強工法
- 桿件修復工法

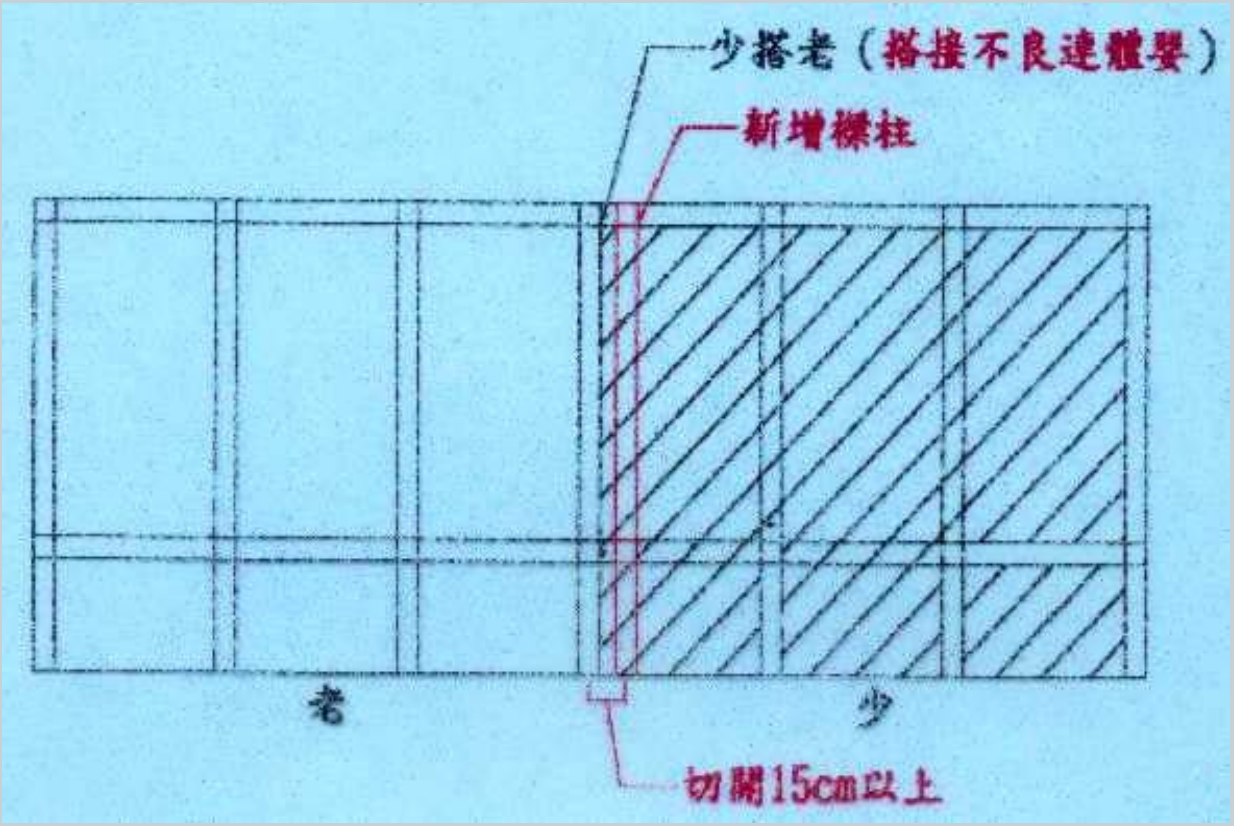
老背少（垂直整合）



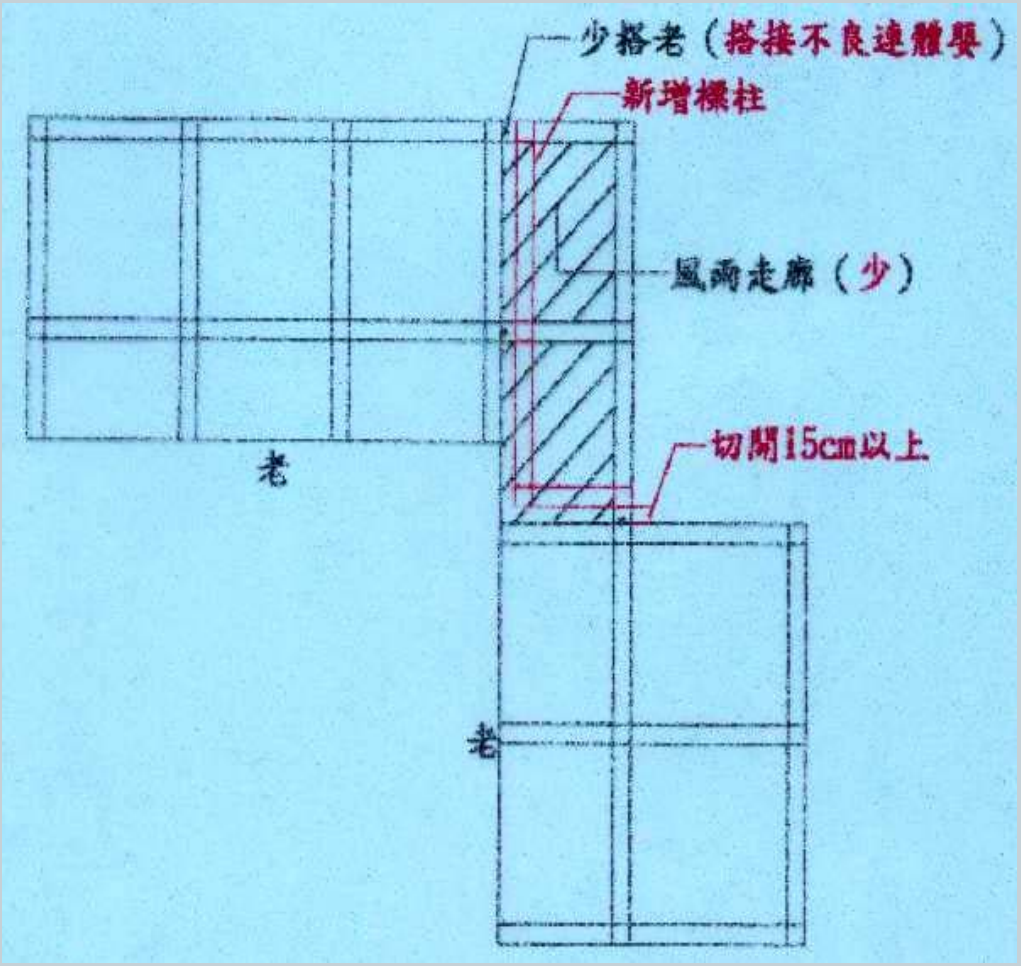
老少搭（切開連體嬰）



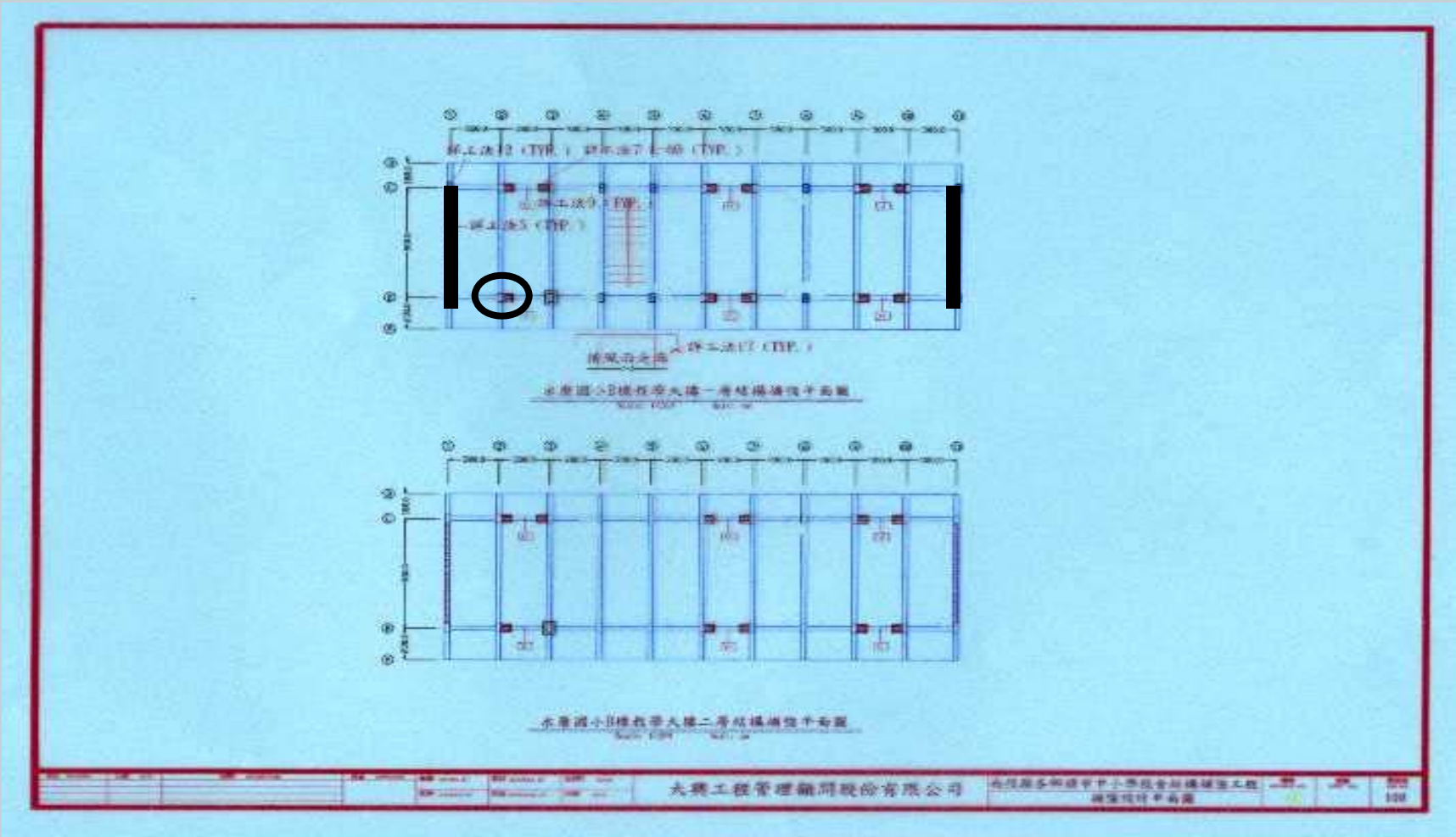
老少對（水平整合）

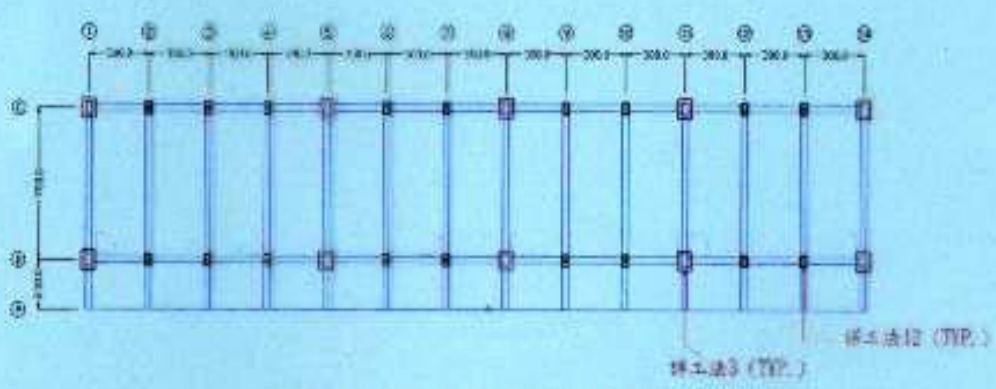


老少搭（切開連體嬰）



耐震能力提昇－增設耐震壁或擴柱





長流溪小橋(一)一層結構補強平面圖

大興工程管理顧問股份有限公司

A1

125

常見補強工法

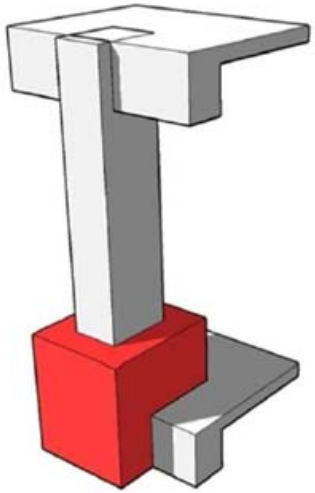
一、擴柱

二、翼牆

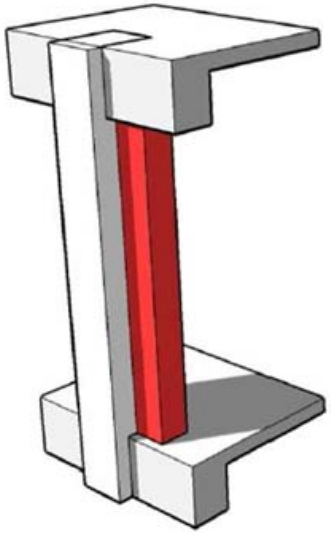
三、剪力牆

圖說下載：校舍耐震資訊網

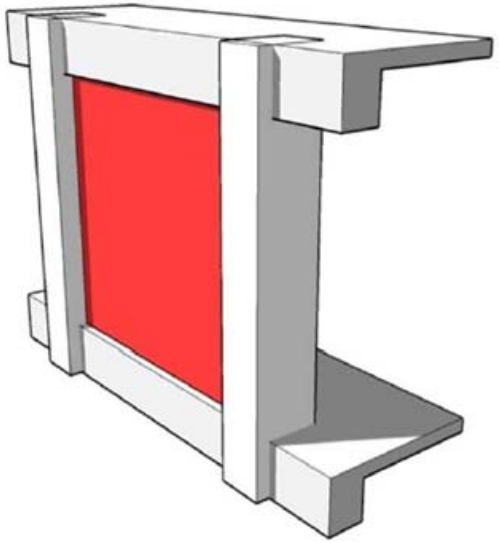
常見補強工法



擴柱

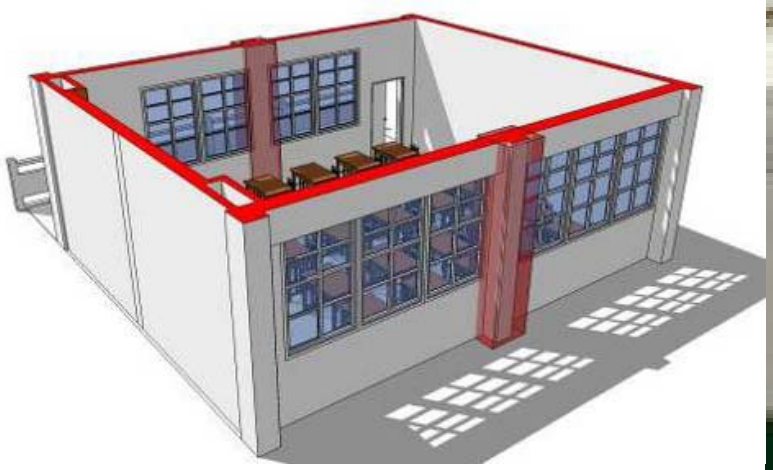


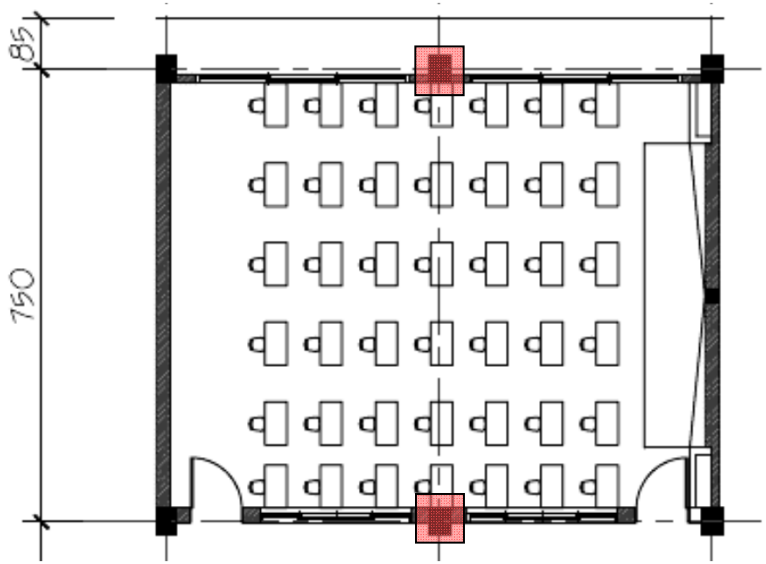
翼牆



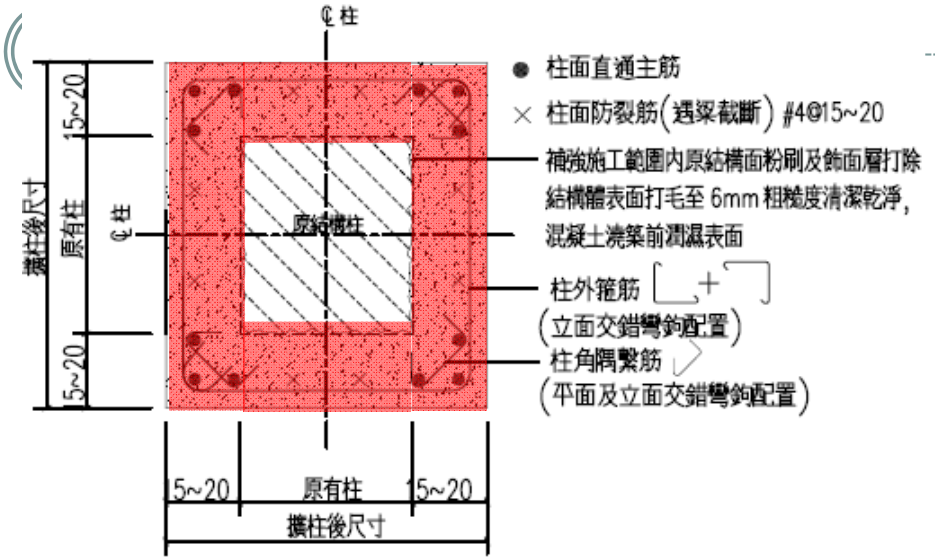
剪力牆

擴柱補強





擴柱補強



結構特性：

1.屬結構元件補強工法
2.雙向提高耐震強度
3.強度及韌性同時補強

使用特性：

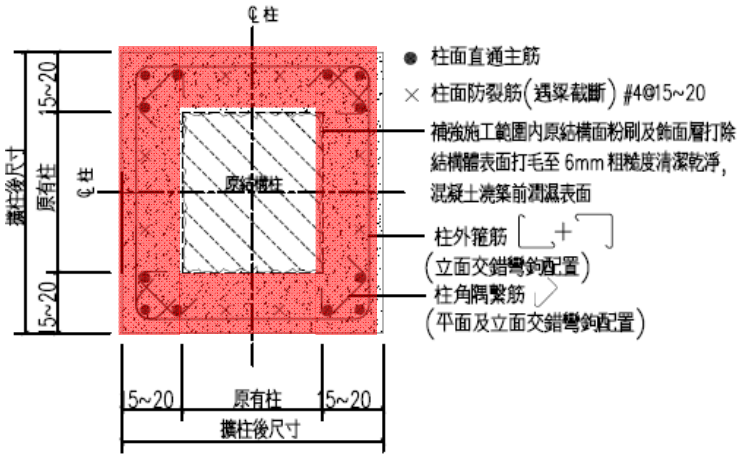
1.對採光、通風影響小(相對於翼牆及剪力牆工法)
2.凸出走廊、對通行空間及視覺壓力造成影響

應用時機：

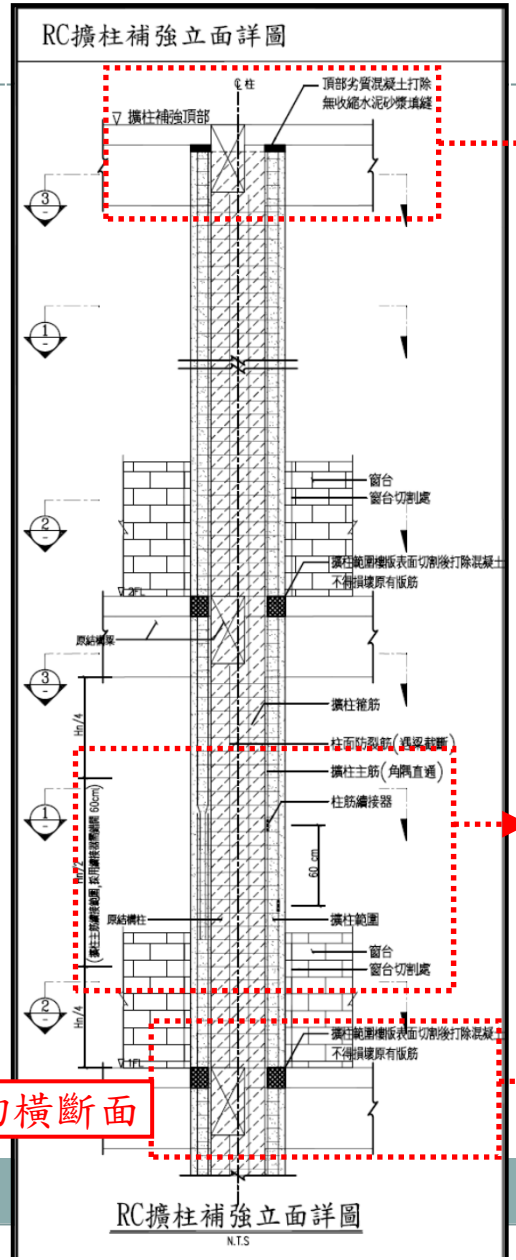
1.需雙向提高建物耐震強度
2.柱混凝土品質不佳(抗壓強度偏低或品質差)

擴柱補強

擴柱補強參考圖說
簡　介


℄柱
● 柱面直通主筋
× 柱面防裂筋(透梁截斷) #4@15~20
補強施工範圍內原結構面粉刷及飾面層打除
結構體表面打毛至 6mm 粗糙度清潔乾淨,
混凝土澆築前潤濕表面
柱外箍筋
(立面交錯彎鉤配置)
柱角隔繫筋
(平面及立面交錯彎鉤配置)
原結構柱
擴柱後尺寸
原有柱
15~20
15~20
15~20
原有柱
15~20
擴柱後尺寸

擴柱補強參考圖說



切橫斷面

柱頂處理及配套措施

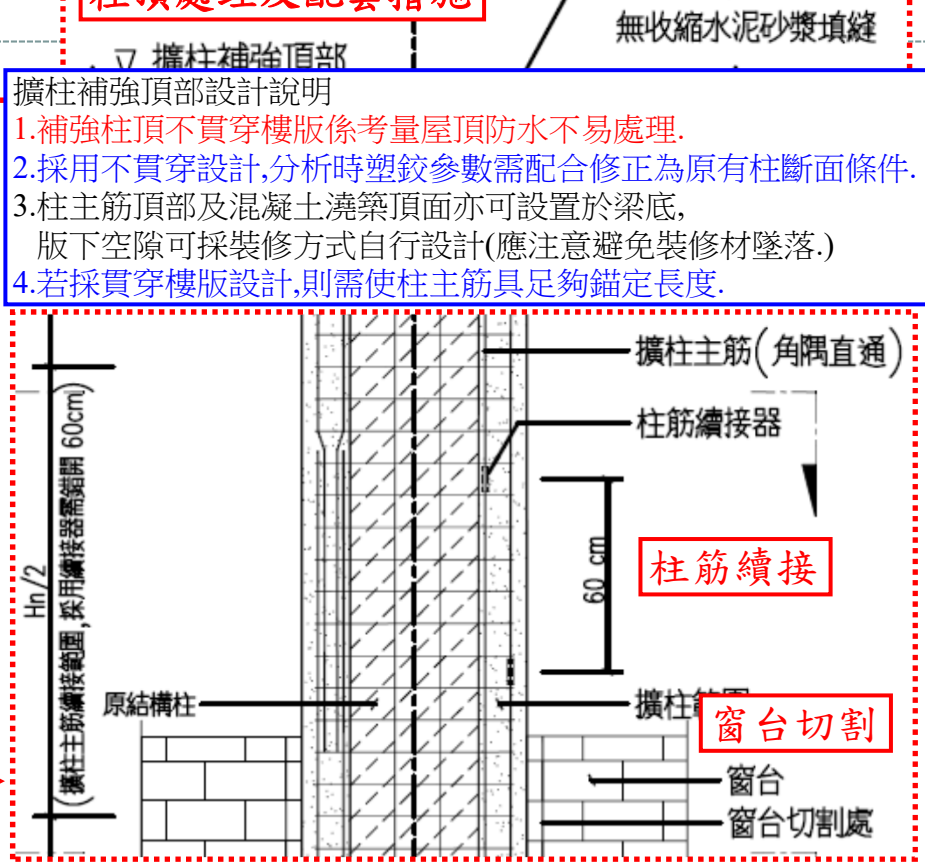
擴柱補強頂部設計說明

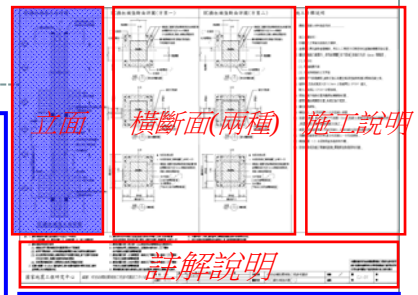
1.補強柱頂不貫穿樓版係考量屋頂防水不易處理.

2.採用不貫穿設計,分析時塑鉸參數需配合修正為原有柱斷面條件.

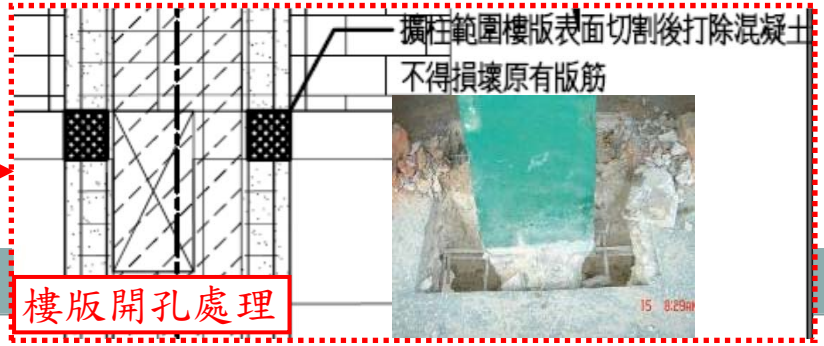
3.柱主筋頂部及混凝土澆築頂面亦可設置於梁底,
版下空隙可採裝修方式自行設計(應注意避免裝修材墜落.)

4.若採貫穿樓版設計,則需使柱主筋具足夠錨定長度.



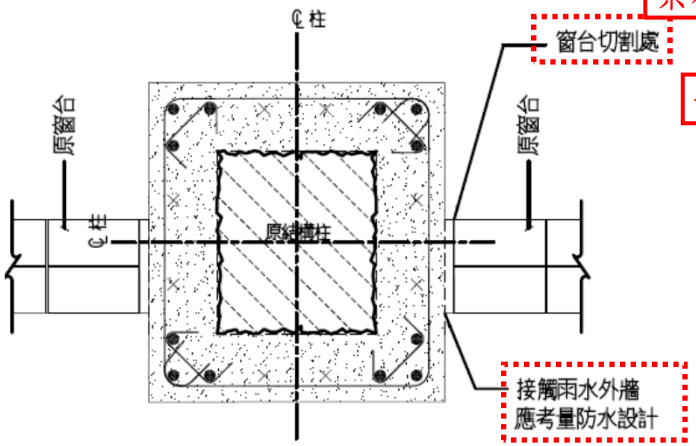


擴柱參考圖 CJ-01

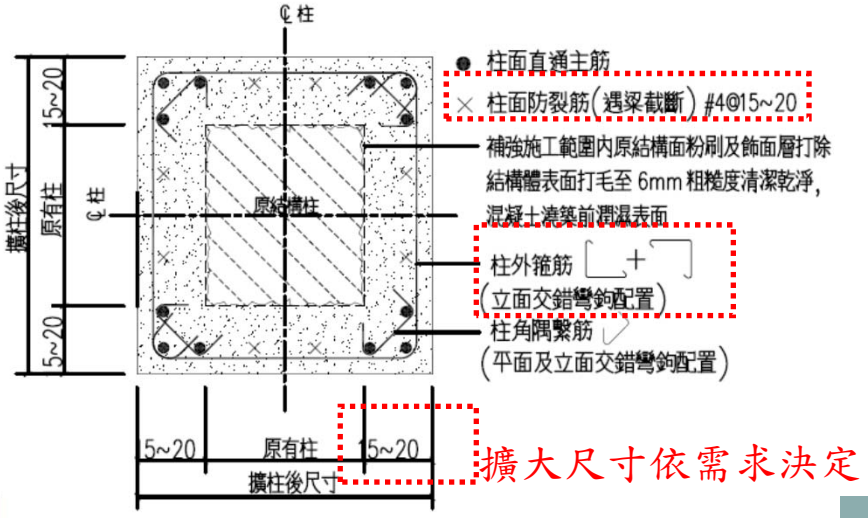


樓版開孔處理

擴柱補強參考圖說



窗台處 剖面 2 (窗台處斷面圖) N.T.S

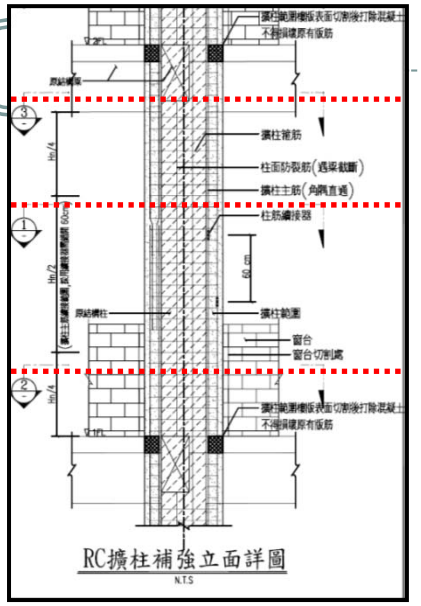


一般斷面 剖面 1 (橫斷面圖) N.T.S

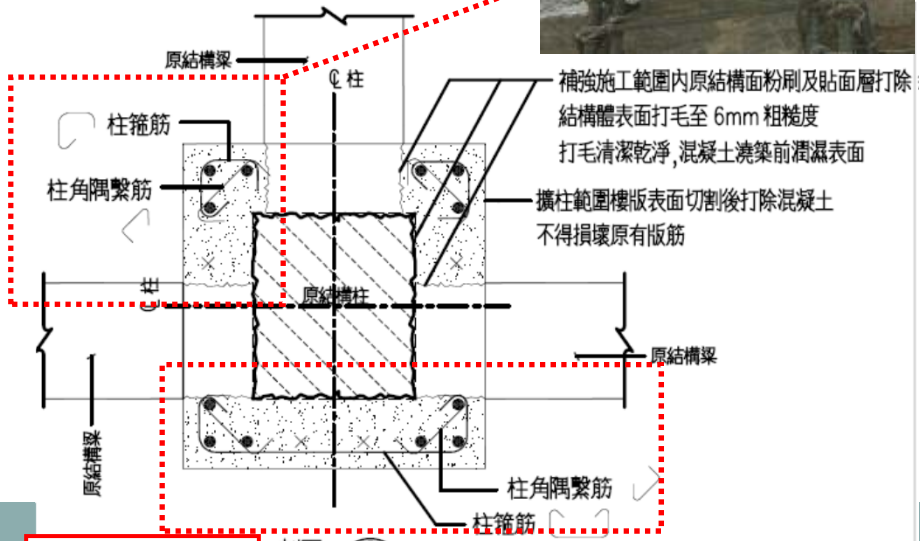
梁柱接頭處 3

一般斷面 1

窗台處 2

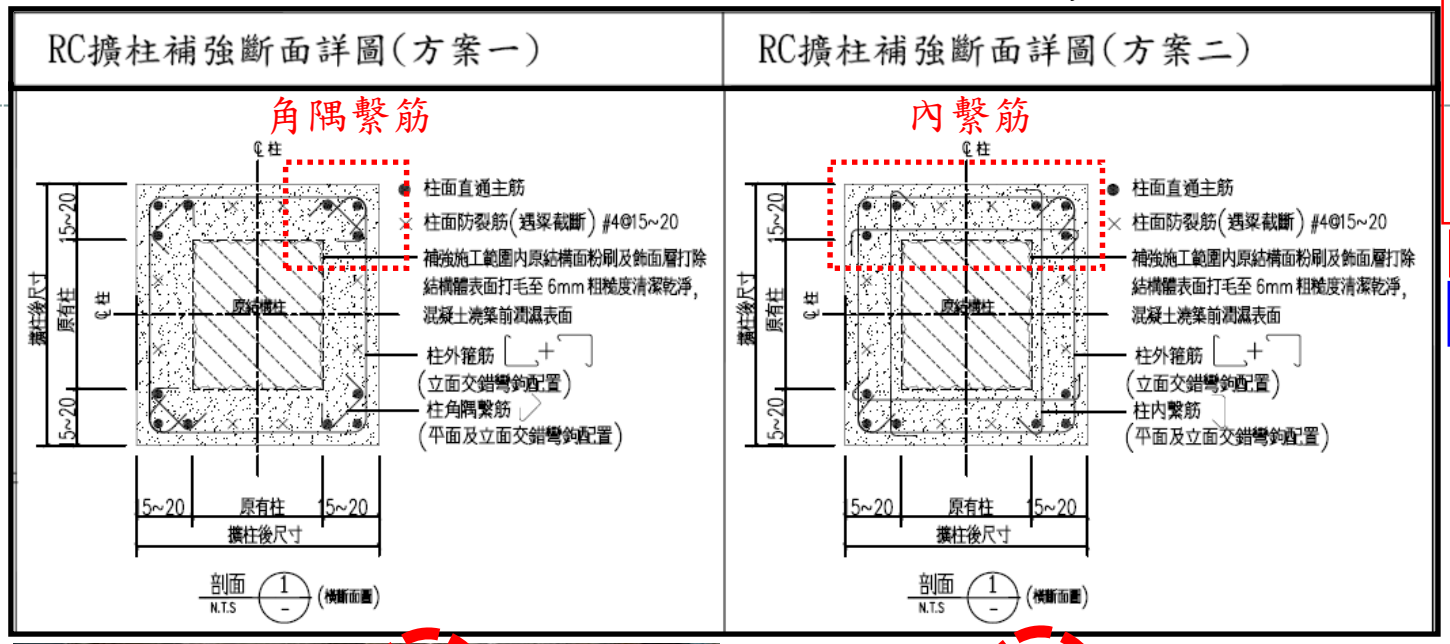


擴柱參考圖CJ-01



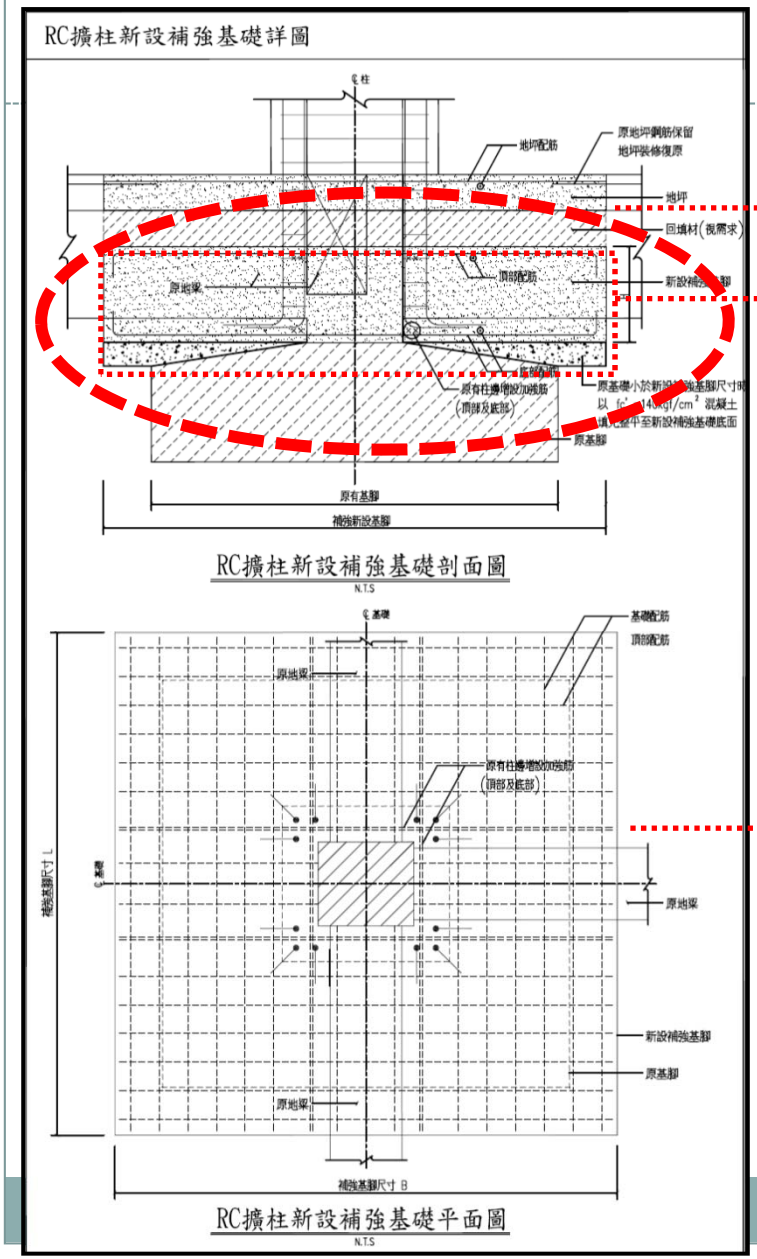
梁柱接頭處 剖面 3 (梁柱接頭斷面圖) N.T.S

擴柱補強參考圖說



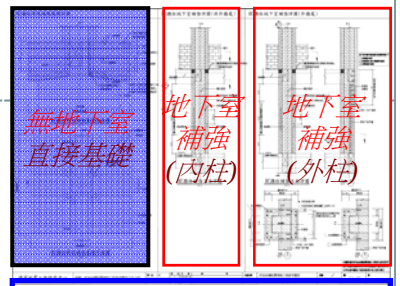
擴柱參考圖CJ-01

擴柱補強參考圖說



回填及地坪依個案特性設計

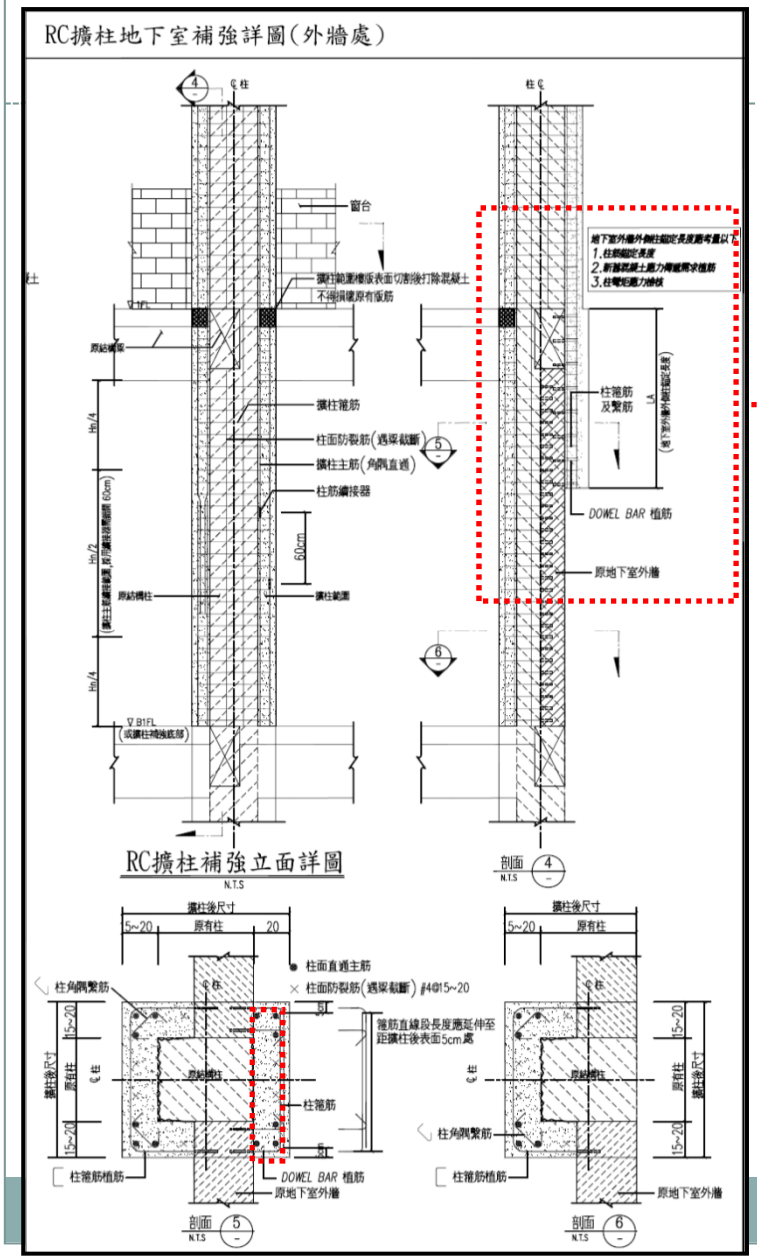
以新設基礎構想設計

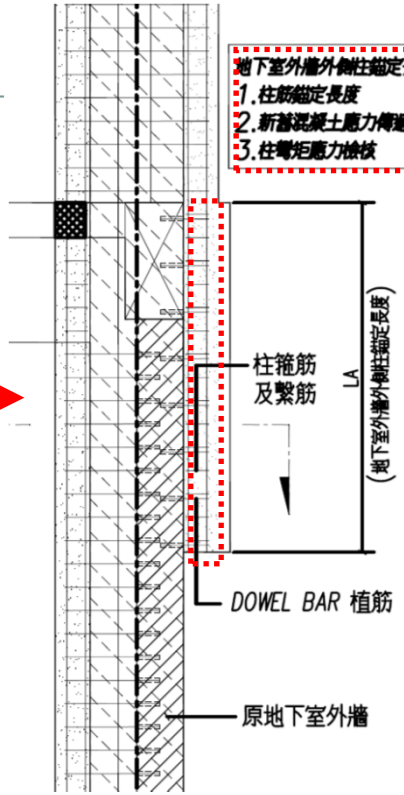


擴柱參考圖CJ-02

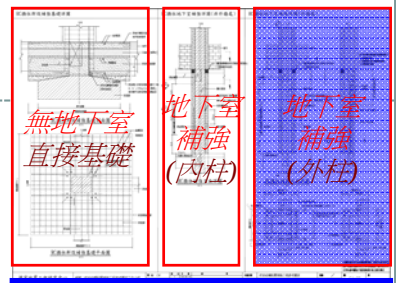
基礎鋼筋遇原有柱無法直通(斷筋)
原有柱側增設補強鋼筋

擴柱補強參考圖說





地下室外牆外側柱錨定長度應考量以下
1.柱筋錨定長度
2.新舊混凝土應力傳遞需求植筋
3.柱彎矩應力檢核

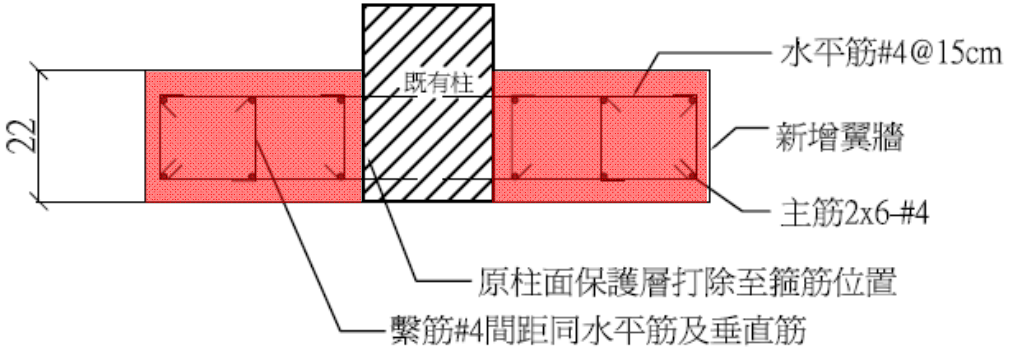


擴柱參考圖CJ-02

翼牆補強

結構特性：

1.屬結構元件補強工法
2.單向提高耐震強度
3.強度補強



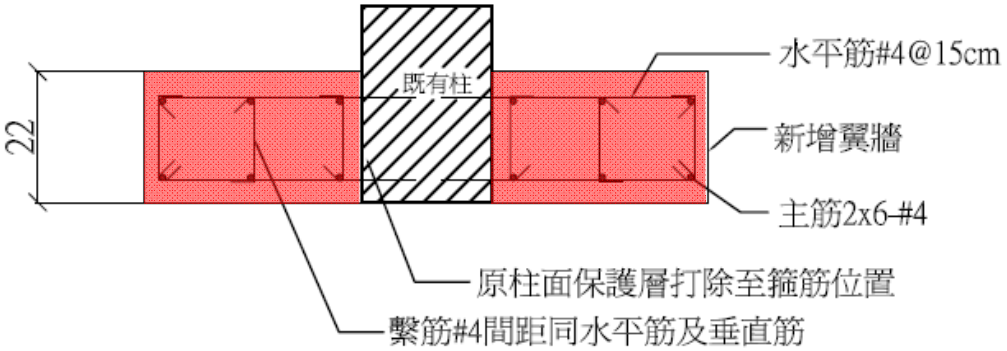
使用特性：

1.設置於走廊時，不影響通行空間
2.若翼牆設置較長，對通風、採光稍有影響
3.植筋品質影響補強成效

應用時機：

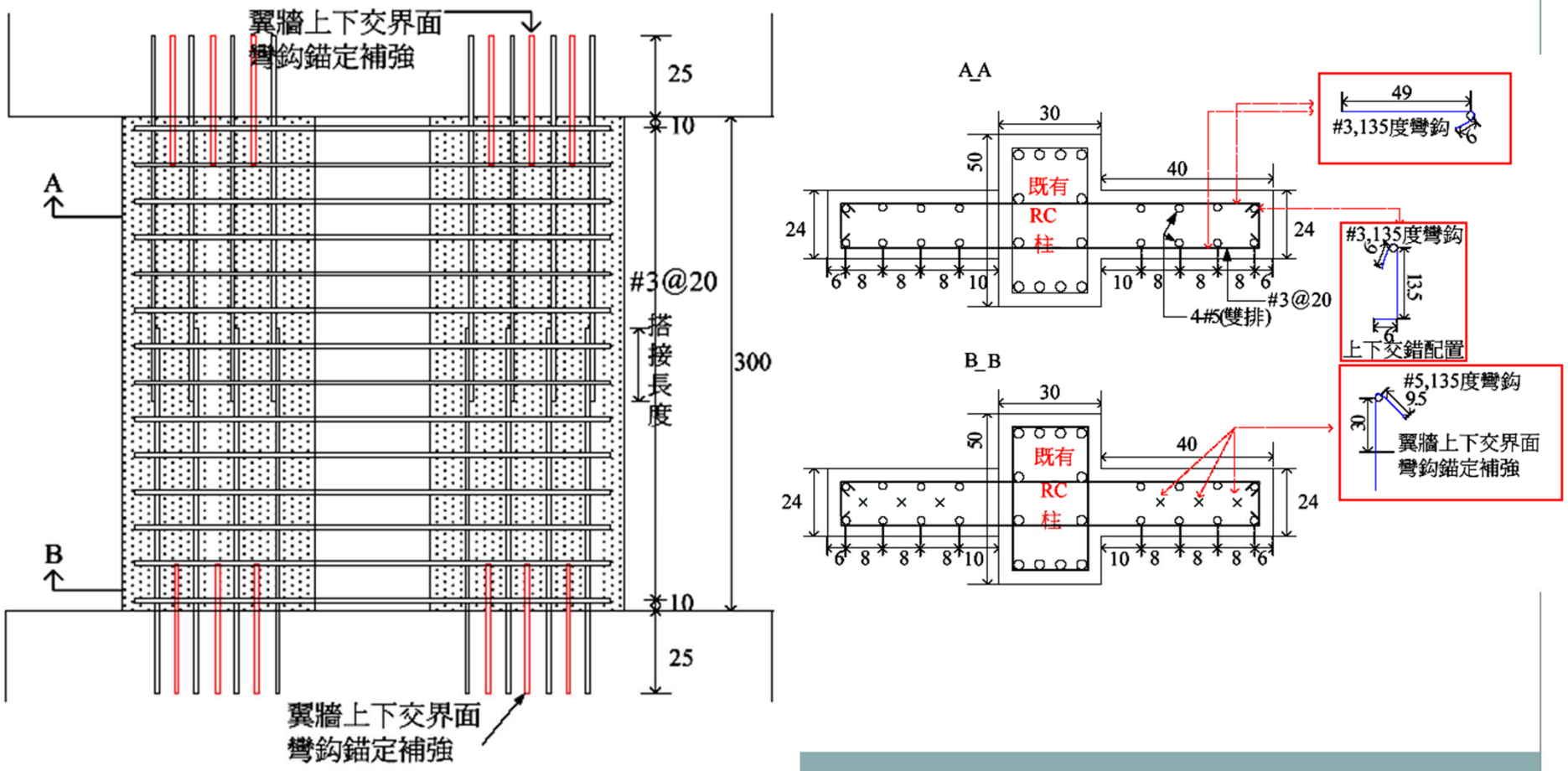
1.適合強梁弱柱或軟弱底層之結構形式
2.需提升結構整體進度時
3.補強柱韌性對耐震能力無明顯提升時

翼牆補強參考圖說
簡　介

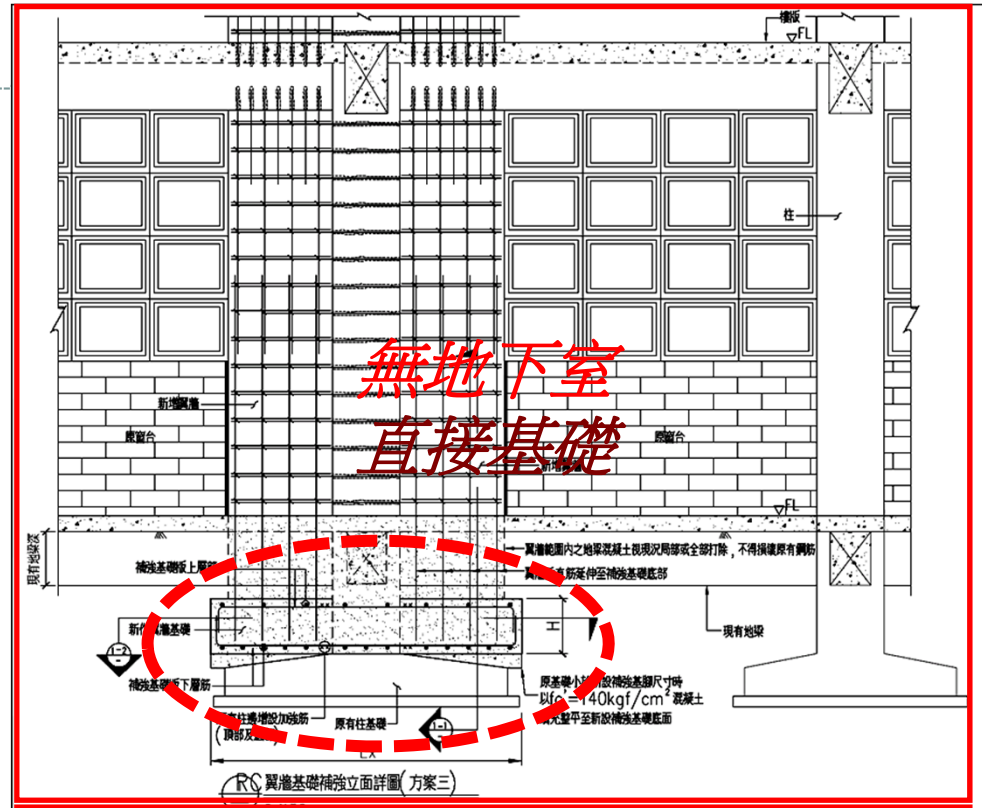


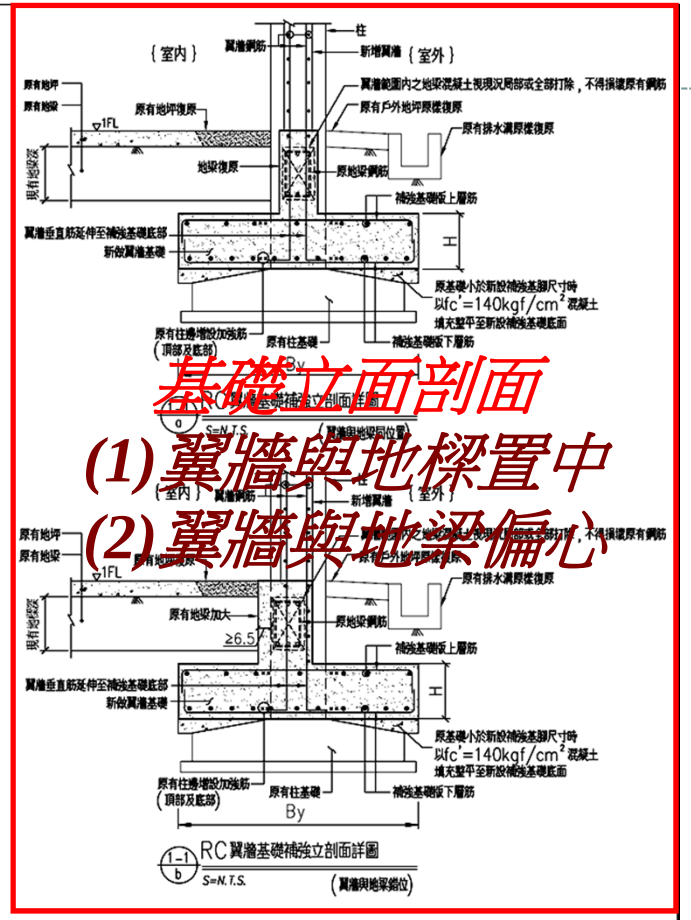
翼牆補強參考圖說

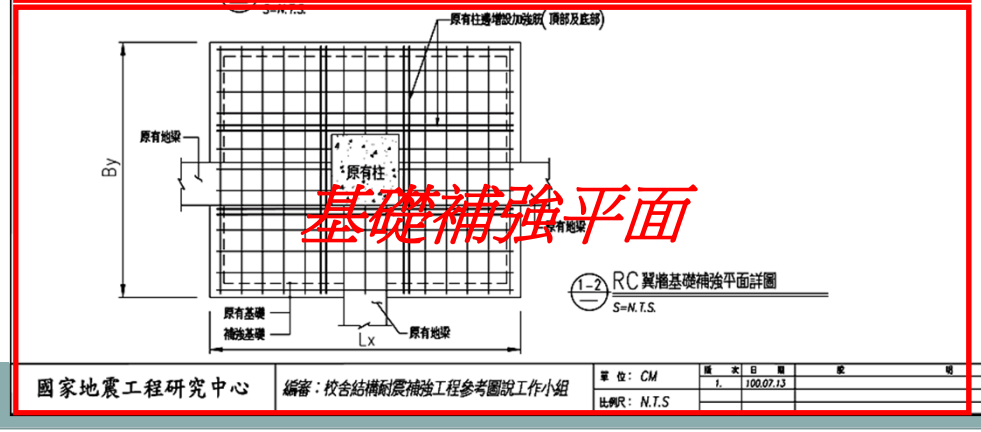
NCREE(09-023)版本：圖5.7 翼強補強斷面示意圖



翼牆補強參考圖說







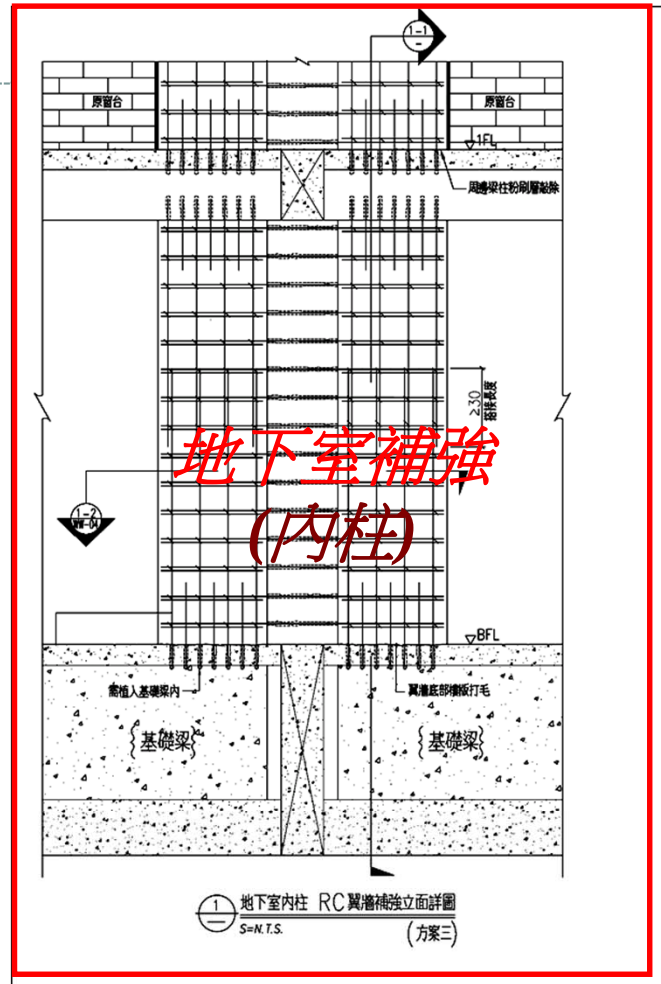
註：1. 本案為NCREE原始版本.
2. 翼牆補強設計圖之組成應至少包含以下四部份;
(1). 立面詳圖 (2). 斷面詳圖 (3). 基礎詳圖 (4). 施工步驟說明
3. 翼牆之長度及厚度,設計者應考慮設計需求及施工條件並與業主充分溝通後決定.
4. 翼牆鋼筋就數建議不宜超過#4.
5. 翼牆與勝新基結構體交界處,若有與原水泥[illegible]應考慮[illegible]
6. 窗台處為防止施工造成裂損,應避免以[illegible]方式施作.
7. 本圖為參考圖僅提供一設計圖配置[illegible]實際[illegible]決定.
8. 設計者應考量設計需求及施工條件,[illegible]尺寸.
9. 設計者應依基礎設計尺寸及應力需求,繪製基礎長短向鋼筋合理之圖放方式.
10. 設計者應依現場實際條件繪製柱,梁,牆相對關係斷面詳圖.

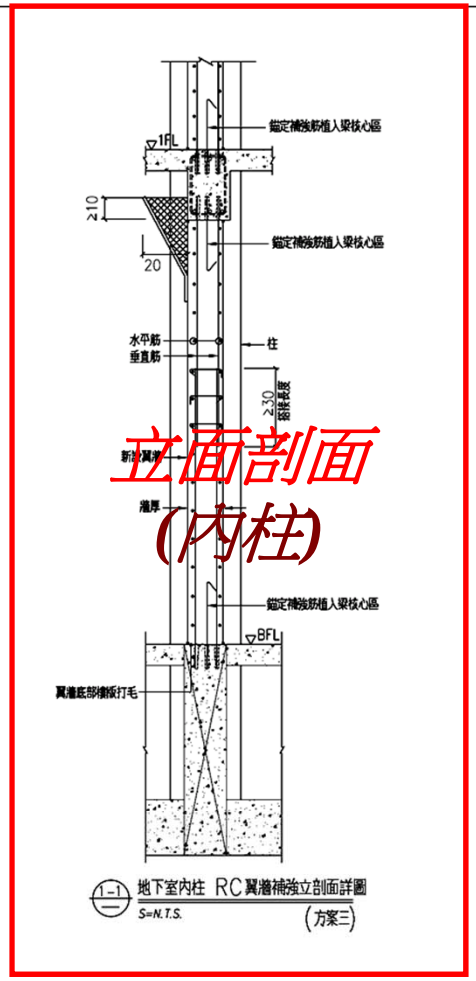
本圖說僅供校舍結構耐震補強工程設計參考使用
設計者應依個案特性及學理規範進行適用性研判
引用本參考圖並不能免除設計者之設計責任

其他解說明

國家地震工程研究中心	編審：校舍結構耐震補強工程參考圖說工作小組	單位：CM / 比例尺：N.T.S	版次 1. 日期 100.07.13
計畫名稱	校舍結構耐震補強工程參考圖說	張數 /	圖號 WW-05
圖號內容	RC翼牆基礎補強詳圖(NCREE版)	編碼	簽章

翼牆補強參考圖說





註: 1. 本案為NCREE原始版本,水平筋採貫穿處理,垂直筋採用植筋,並增設錨定補強筋,植筋規定由設計者於相關圖說內加註說明.
2. 翼牆補強設計圖之組成應至少包含以下四部份:
(1). 立面詳圖 (2). 斷面詳圖 (3). 基礎詳圖 (4). 施工步驟說明
3. 翼牆之長度及厚度,設計者應考慮設計需求及施工條件並與業主充分溝通後決定.
4. 翼牆鋼筋號數建議不宜超過#4.
5. 翼牆周邊新舊結構體交界處,若有與[illegible]
6. 留台處為防止施工造成裂損,應避免以衝擊方式施工.
7. 本圖為參考圖僅提供一設計圖配置模式,實際配筋需求仍依設計者設計需求決定.
8. 設計者應依現場實際條件繪製柱,梁,牆相對關係圖詳圖.

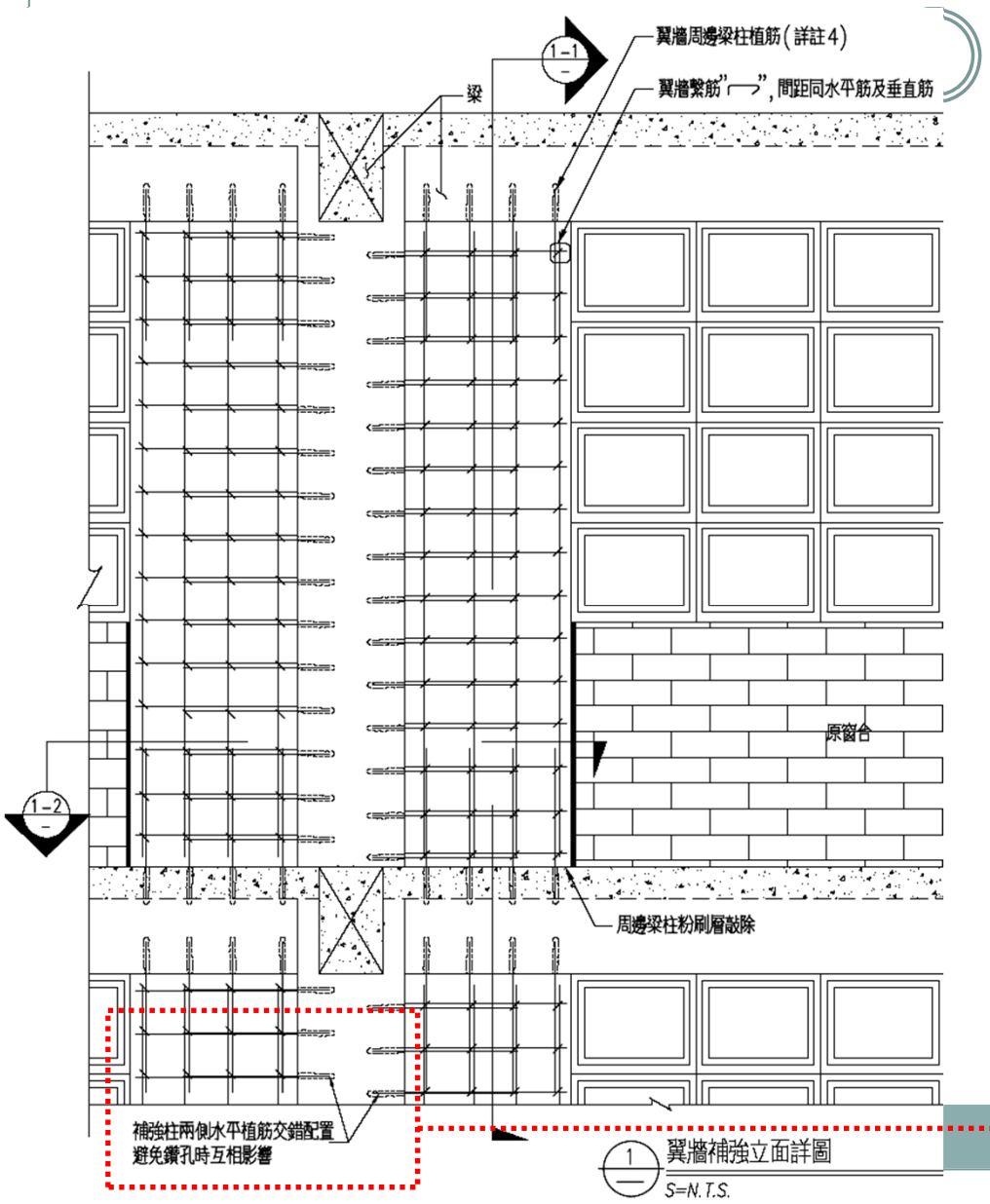
本圖說僅供校舍結構耐震補強工程設計參考使用,設計者應依個案特性及學理規範進行適用性研判,引用本參考圖並不能免除設計者之設計責任

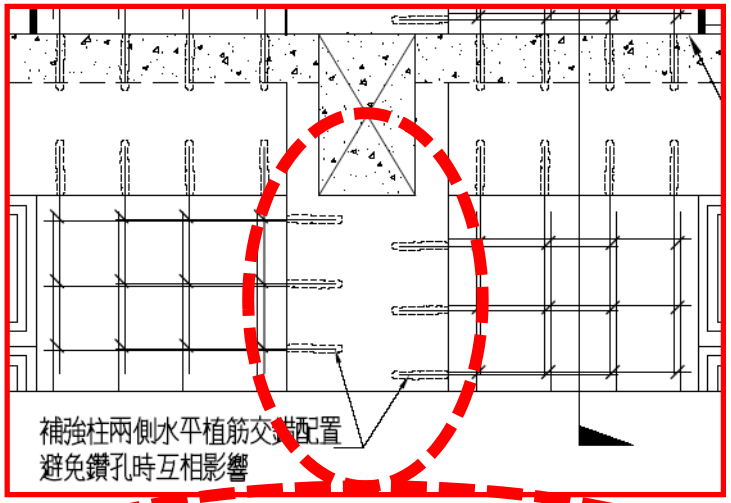
主解說明

國家地震工程研究中心	編審:校舍結構耐震補強工程參考圖說工作小組	單位: CM	版次	日期	說明	計畫名稱	校舍結構耐震補強工程參考圖說	張數 /
		比例尺: N.T.S	1.	100.07.13		圖樣內容	RC翼牆補強詳圖(地下室內柱NCREE版)	編碼

圖號 WW-06 簽章

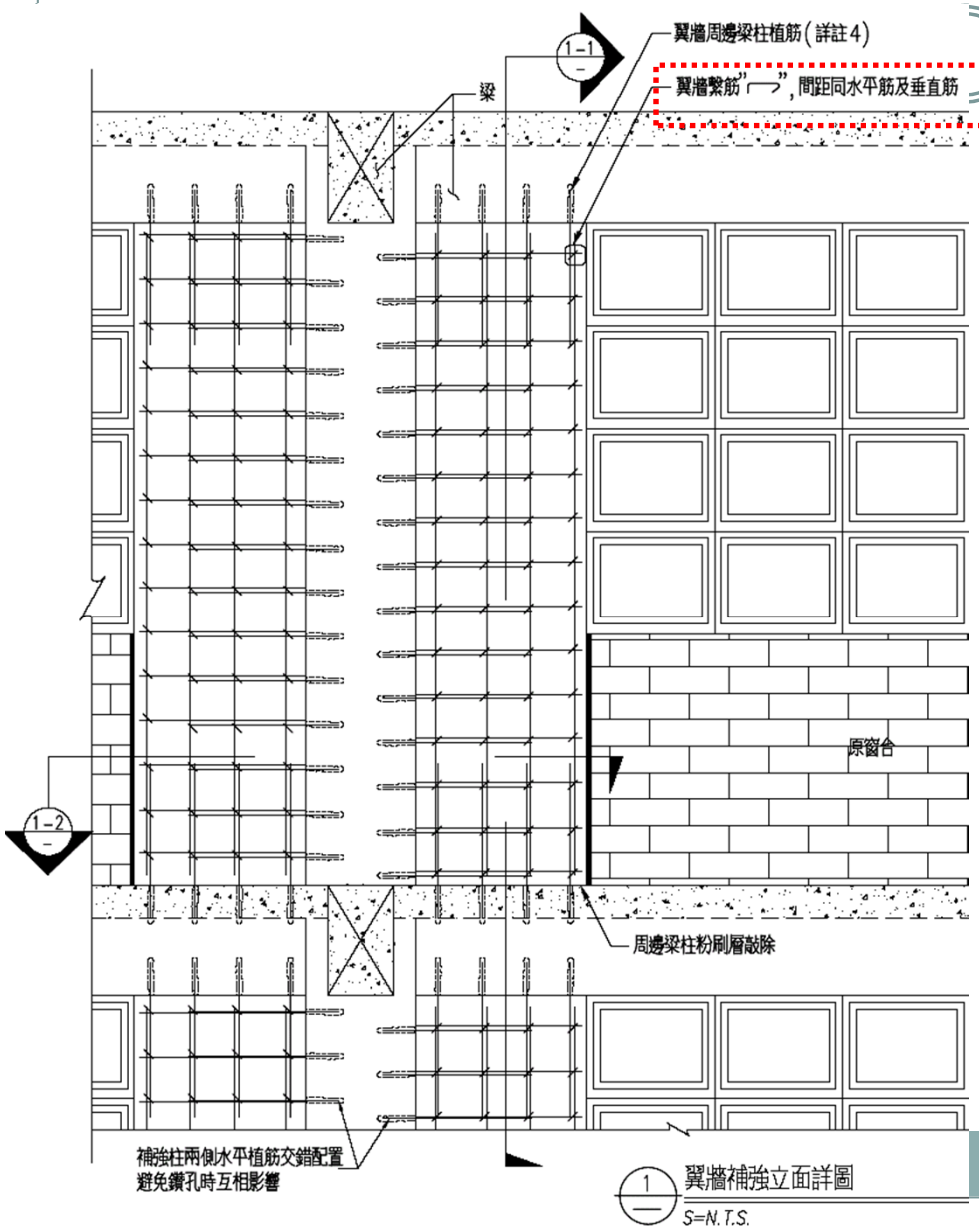
翼牆補強參考圖說



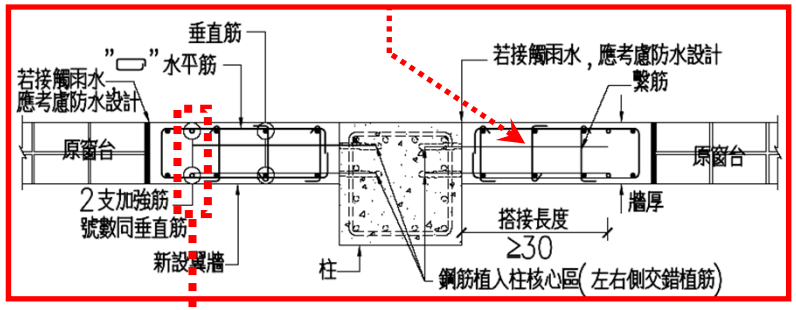


柱兩側水平植筋交錯配置，
避免鑽孔互相影響。

翼牆補強參考圖說

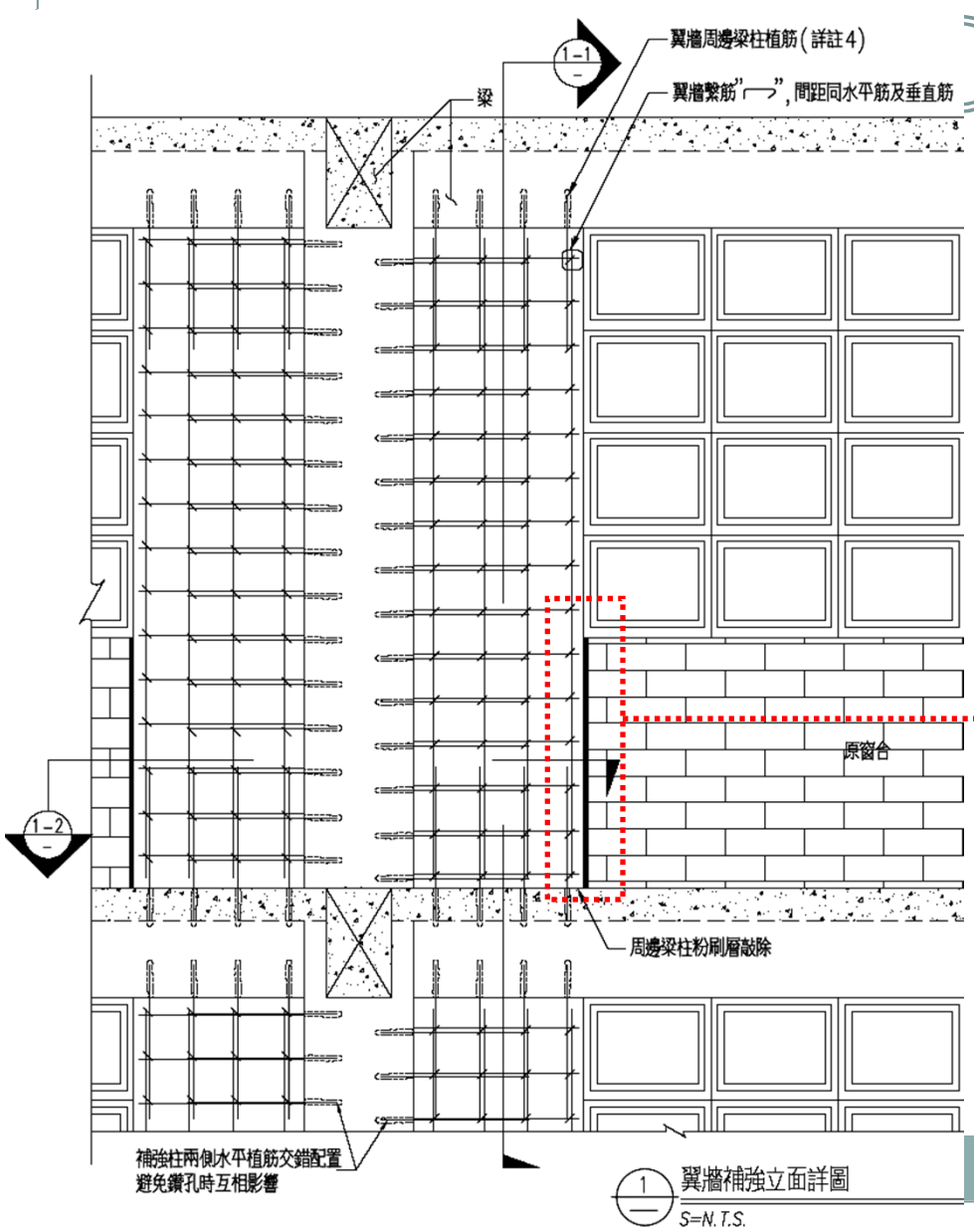


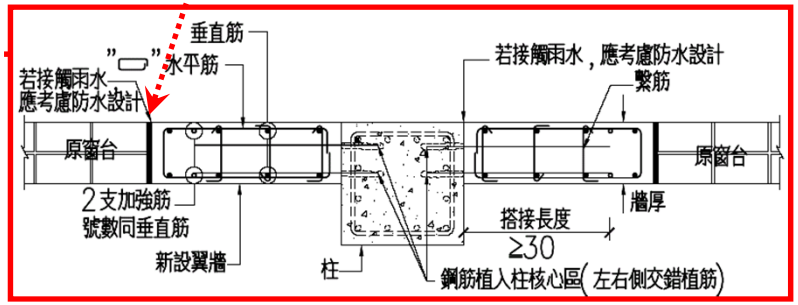
需設置繫筋，間距與水平筋及垂直筋相同



翼牆末端增設2支垂直加強筋

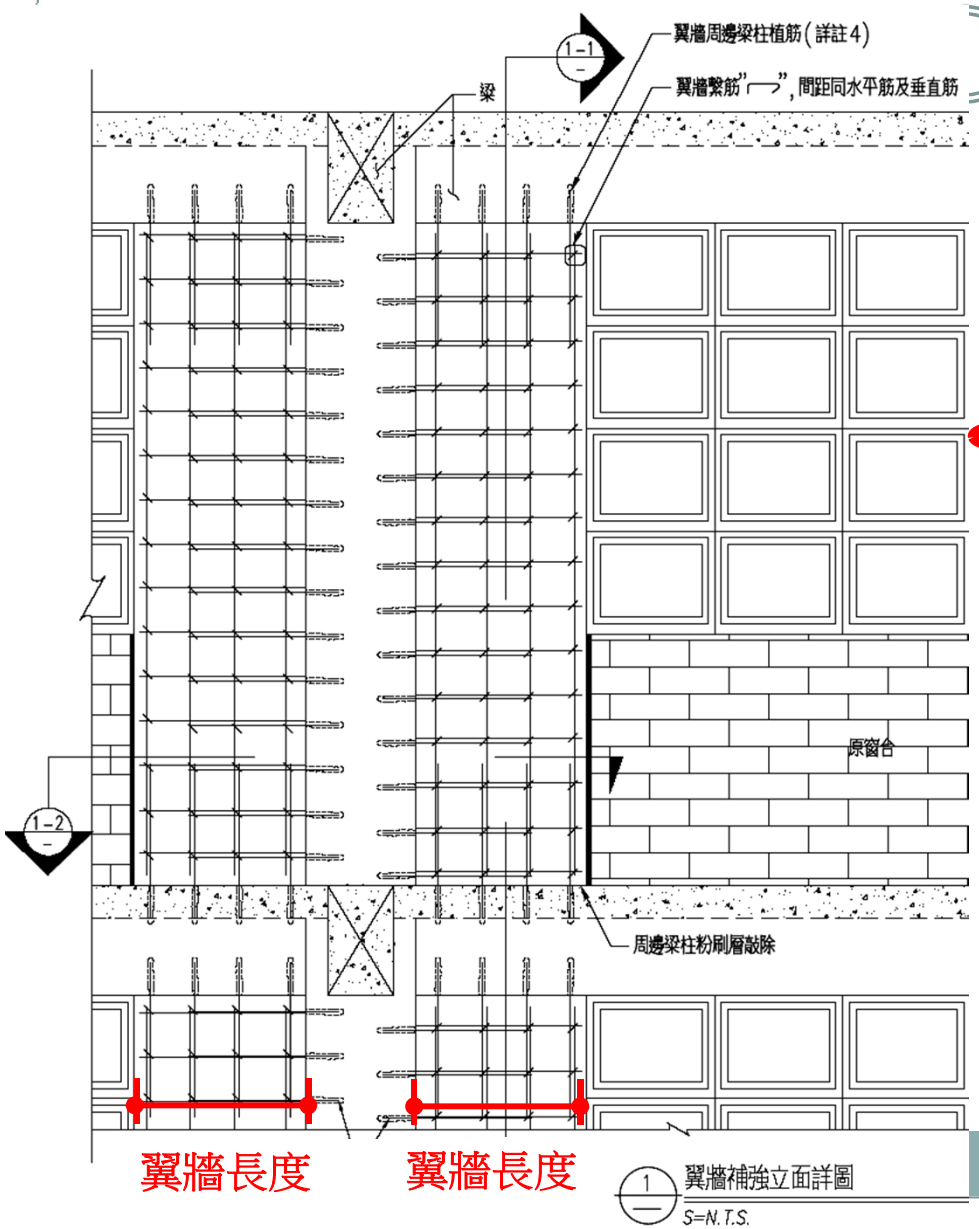
翼牆補強參考圖說

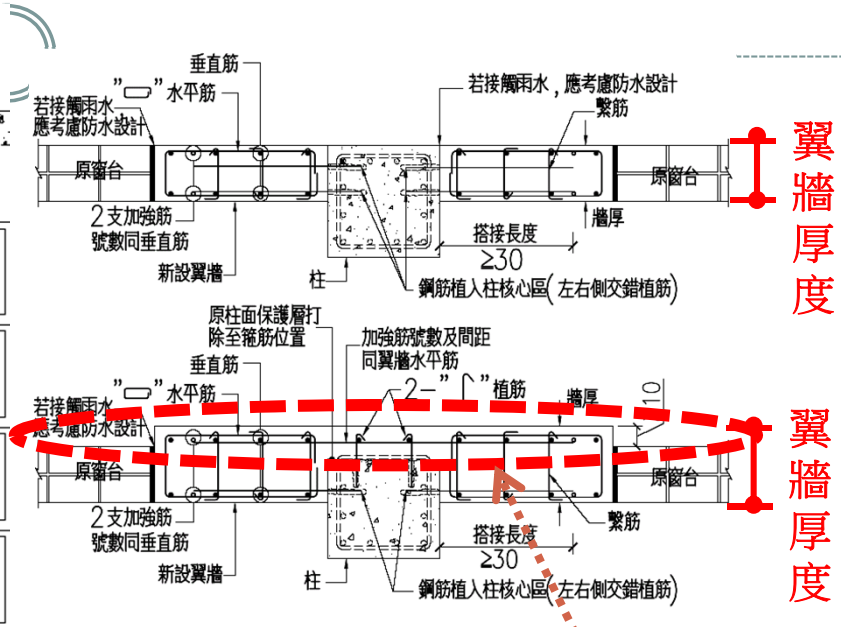




翼牆周邊新舊結構體交界處，若有與雨水接觸者，應考量防水設計

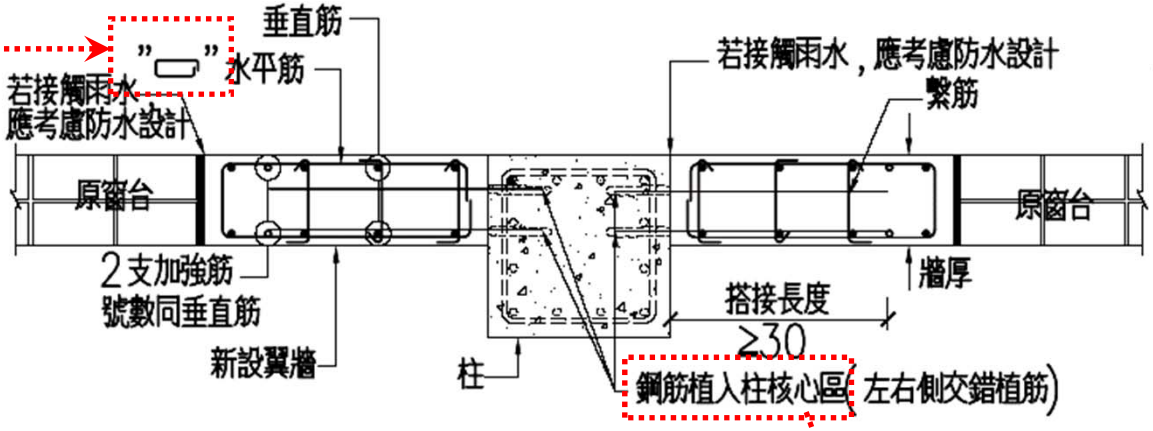
翼牆補強參考圖說





- 翼牆長度、厚度及配筋方式由設計者標示於圖面。
- 翼牆鋼筋號數不宜超過#4。
- 翼牆於梁植筋得採用單排鋼筋，於柱植筋則宜採用雙排鋼筋，植筋之斷面積不得小於翼牆鋼筋量。
- 方案二與方案一之差異為**一側鋼筋貫穿樓版直通**。

翼牆補強參考圖說

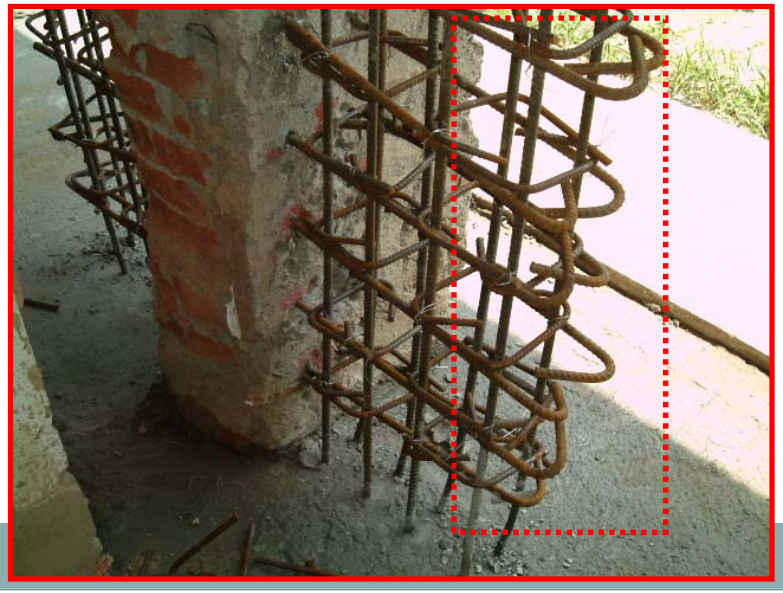


新增 RC翼牆平剖面詳圖(方案一)

=N.T.S.

彎鉤植筋長度及方向不易控制
採用植筋後搭接處理

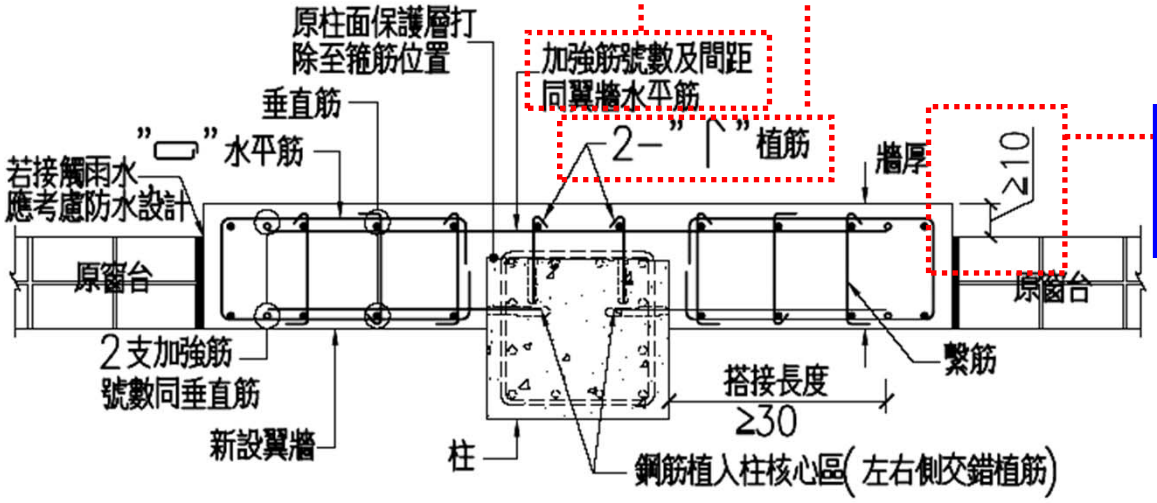
鋼筋須植入核心區



翼牆補強參考圖說

水平加強筋，確保應力可有效傳遞

彎鉤需勾住垂直筋



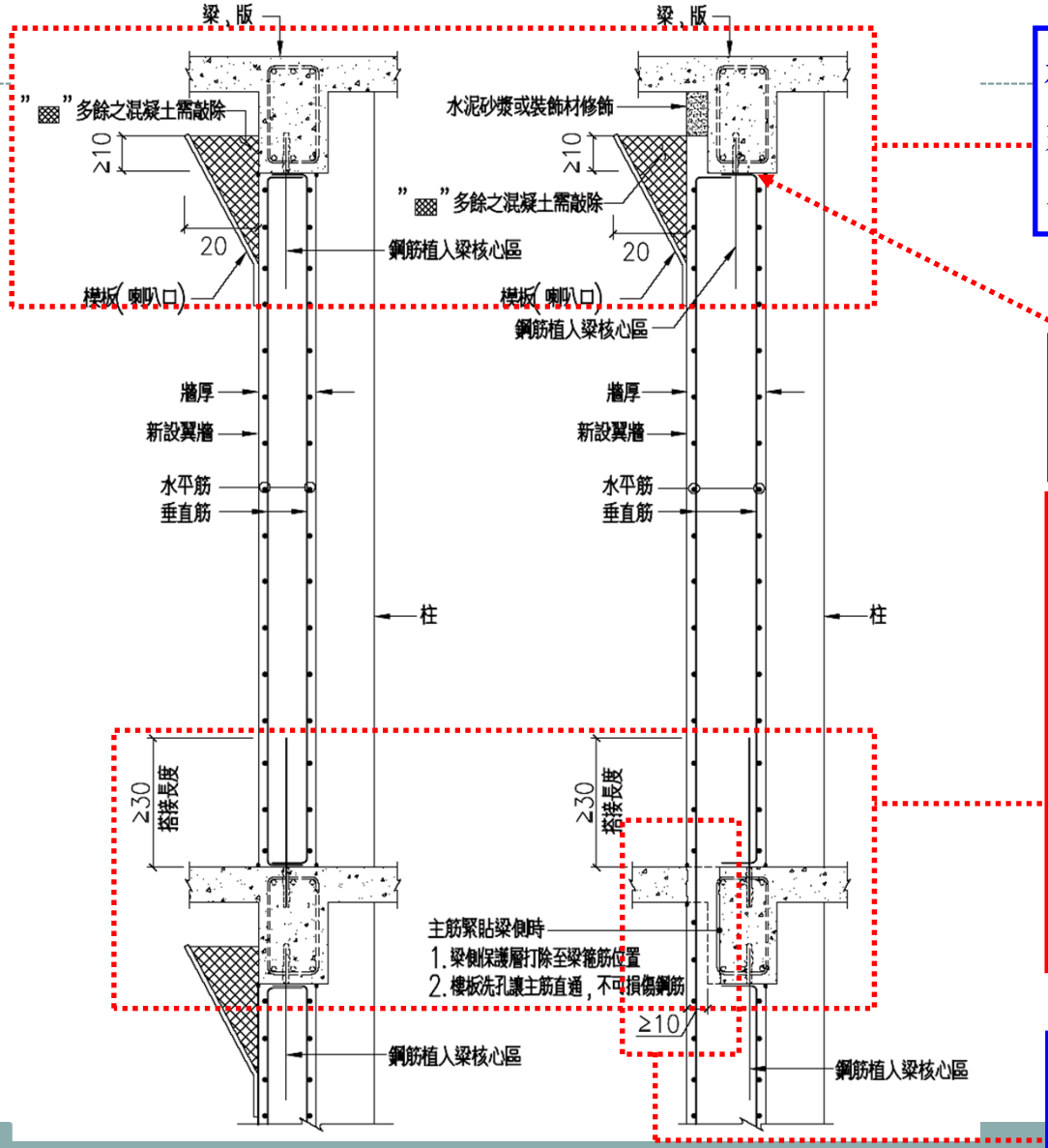
新增 RC翼牆平剖面詳圖(方案二)

S=N.T.S

應留設足夠之保護層

可採單側鋼筋直通，單側鋼筋植筋之設計方式，以減少植筋失敗的機率。

翼牆補強參考圖說



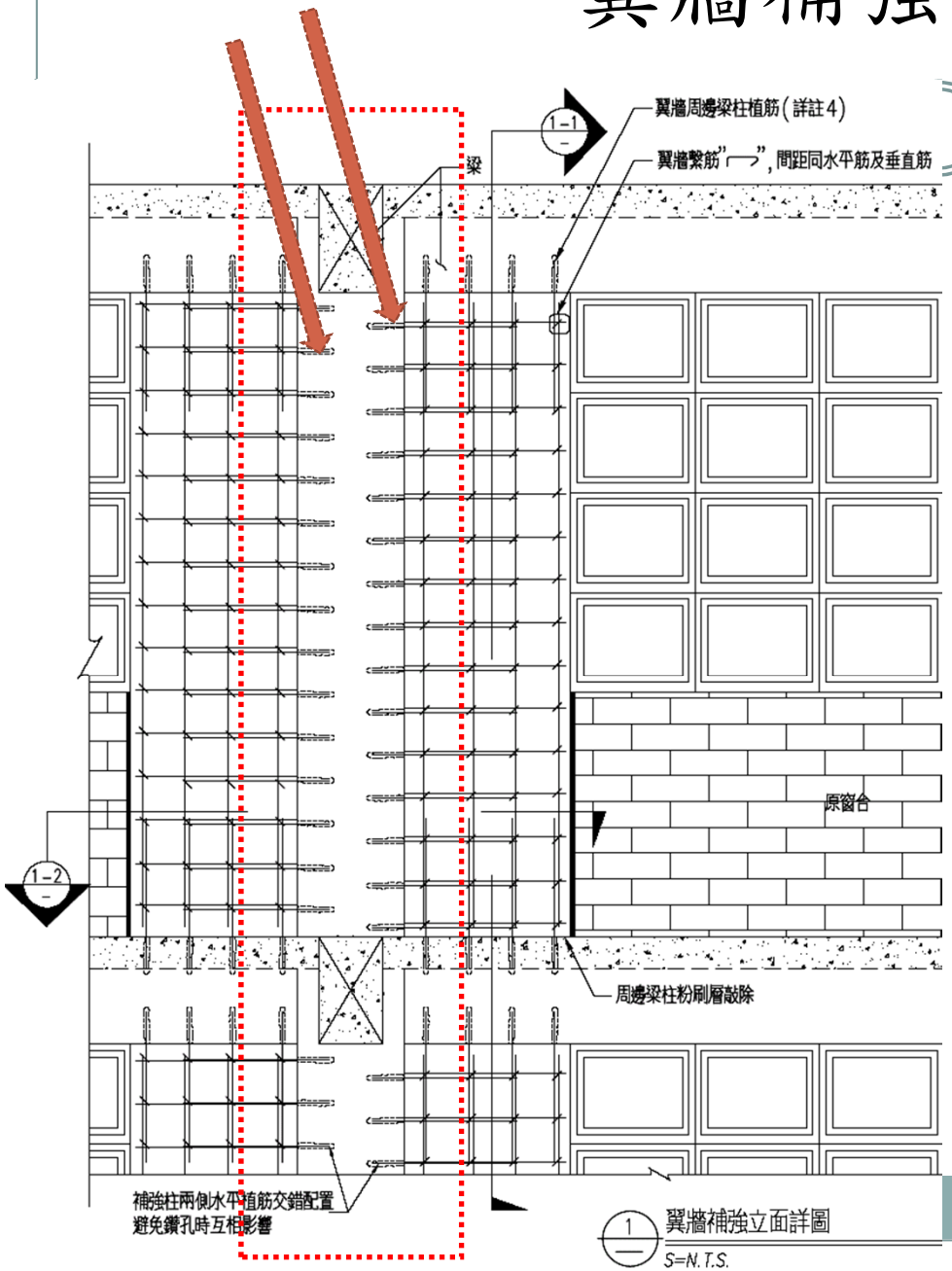
柱頂採喇叭口方式灌漿，但須注意另外一側混凝土是否有確實灌滿

老舊校舍梁寬僅25~30cm，於梁植筋得採用單排鋼筋

單側鋼筋直通方式，不需採喇叭口灌漿

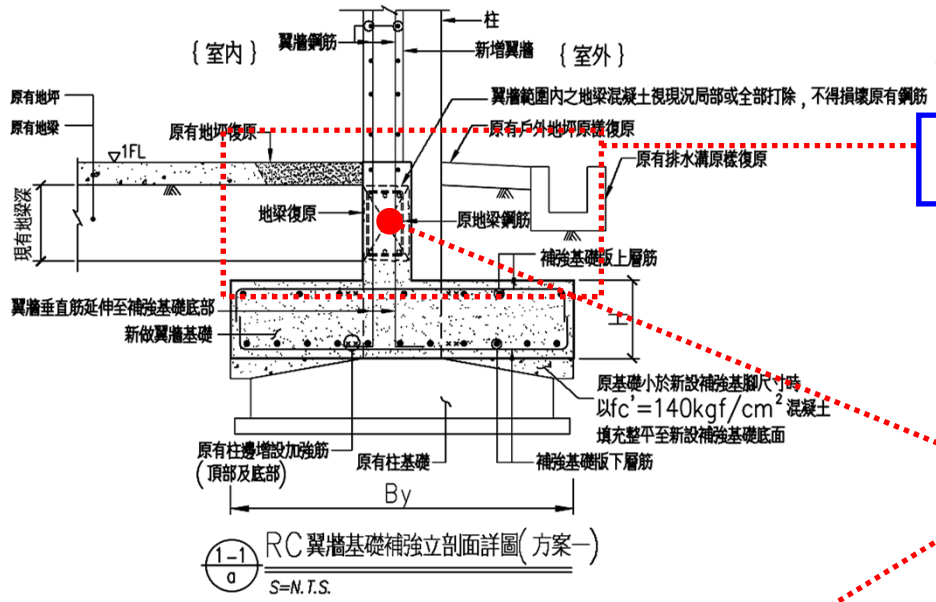
翼牆補強參考圖說

植筋錯開

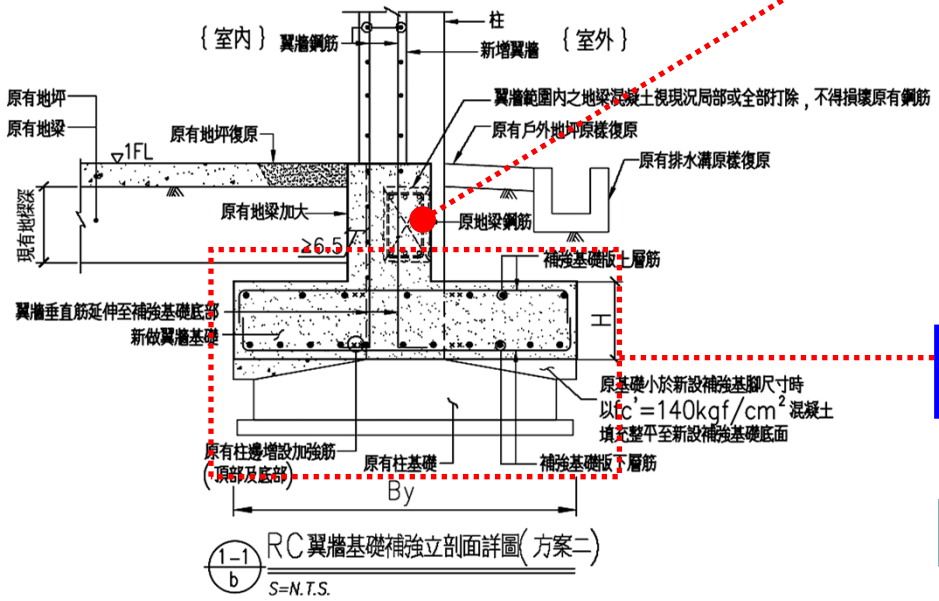


翼牆補強分析採用之水平鋼筋量建議做適當折減，但不需低於柱或翼牆水平筋之較小值

翼牆補強參考圖說



1-1 a RC翼牆基礎補強立剖面詳圖(方案一)
S=N.T.S.



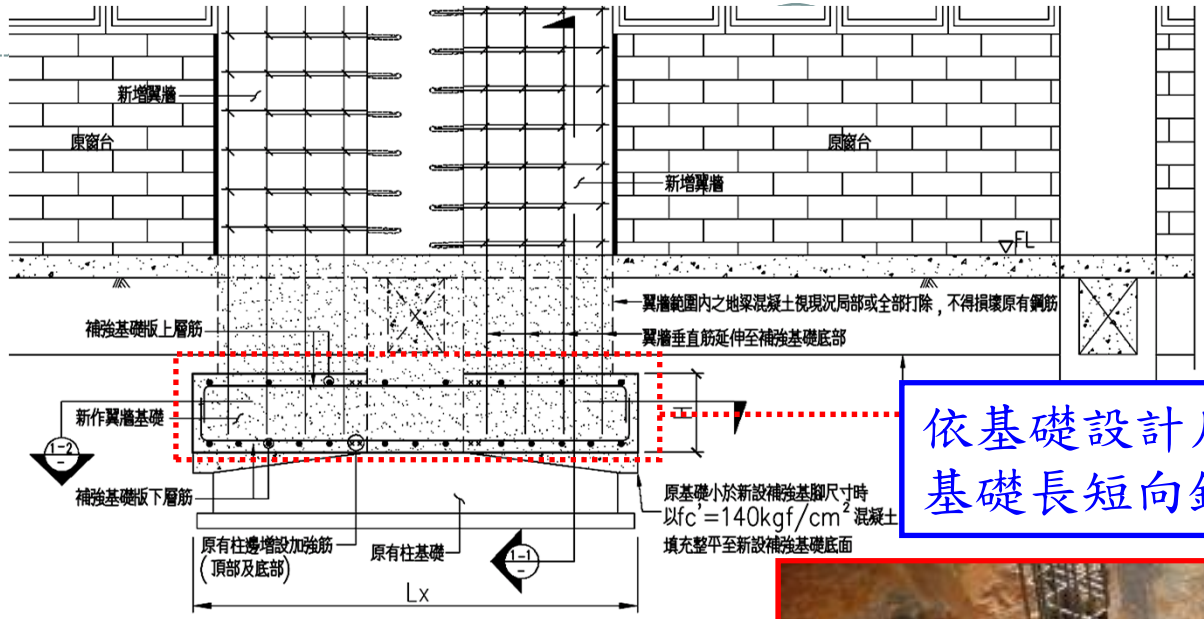
1-1 b RC翼牆基礎補強立剖面詳圖(方案二)
S=N.T.S.

回填及地坪依個案特性設計

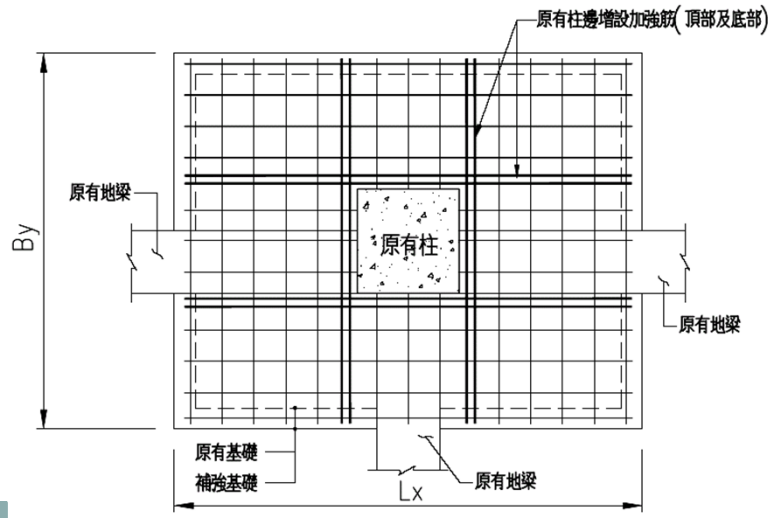
老舊校舍地梁品質較差，
建議混凝土打除重新澆置

補強基礎置放於原有基礎上方

翼牆補強參考圖說



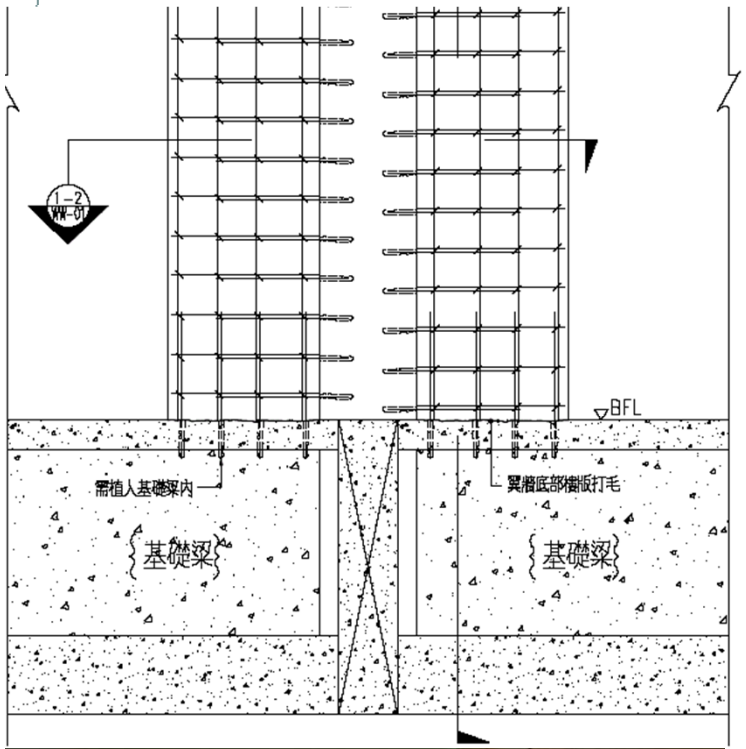
依基礎設計尺寸及應力需求，繪製基礎長短向鋼筋合理之擺放方式

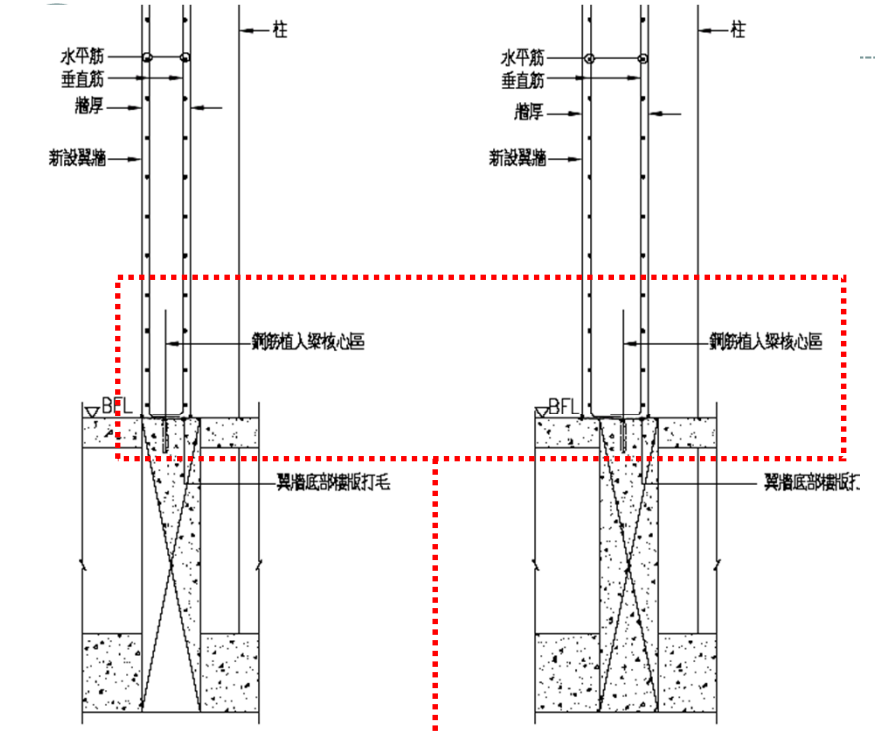


1-2 RC翼牆基礎補強平面詳圖
S=N.T.S.

基礎鋼筋遇原有柱無法直通(斷筋)
原有柱旁增設補強鋼筋

翼牆補強參考圖說





1-1 a 地下室內柱 RC翼牆補強立剖面詳圖 S=N.T.S. (方案一)

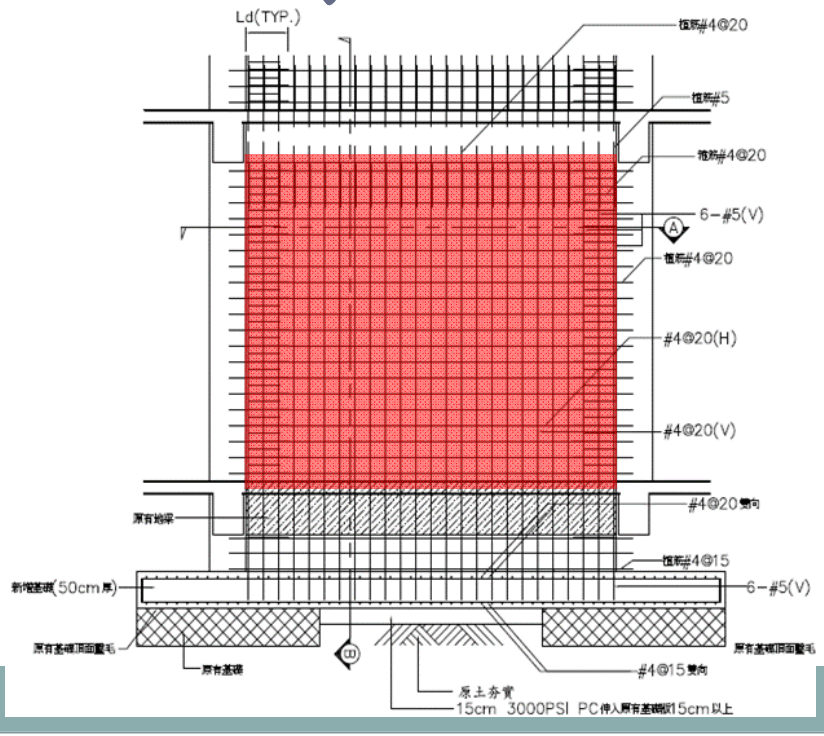
1-1 b 地下室內柱 RC翼牆補強立剖面詳圖 S=N.T.S. (方案二)

翼牆補強應向下連續至基礎，地下室內柱翼牆底部採植筋於地梁方式施做

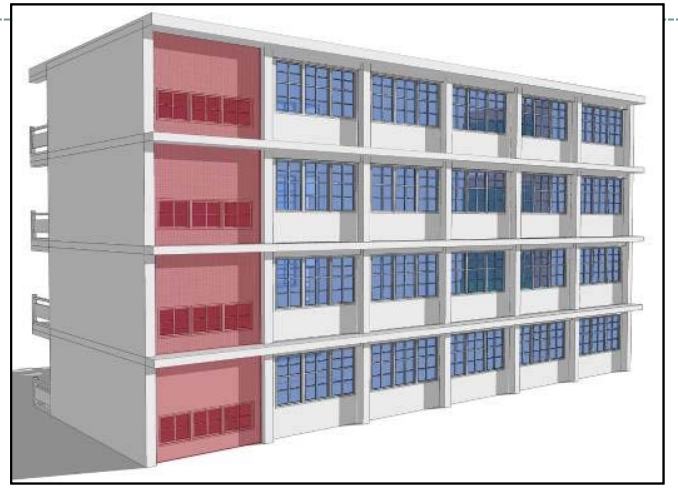
地下室外柱翼牆應向下連續至地下室外牆上，並採植筋接合

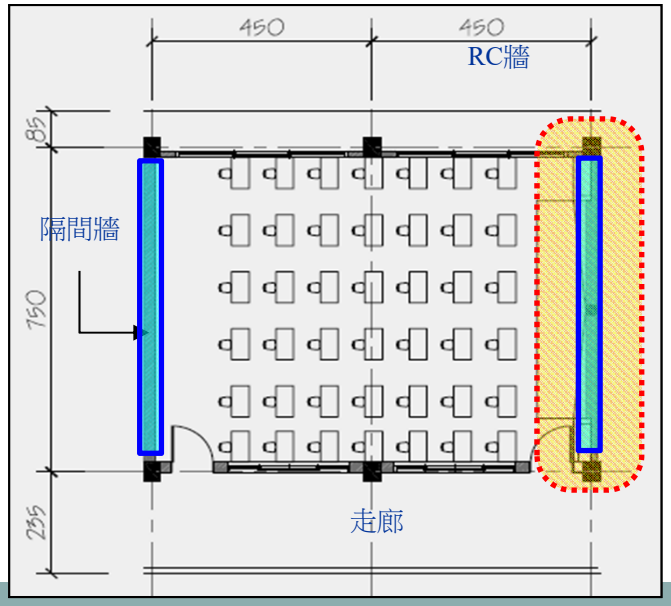
RC牆補強參考圖說

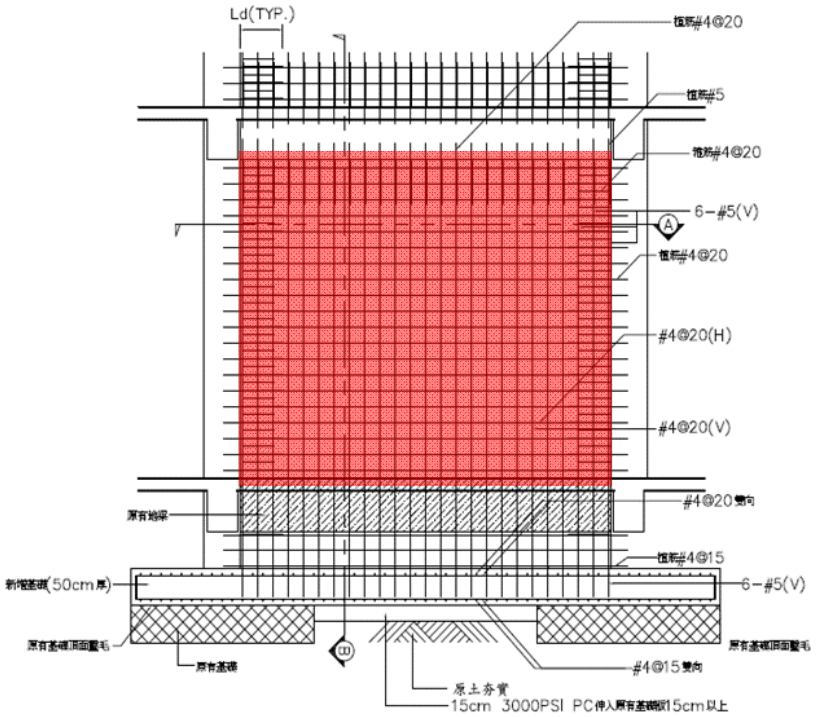
簡　介



RC牆補強




450
450
RC牆
85
750
255
隔間牆
走廊


Ld(TYP.)
#4@20
#5
#4@20
6-#5(V)
#4@20
#4@20(H)
#4@20(V)
#4@20
#4@15
6-#5(V)
#4@15
原土夯實
15cm 3000PSI

RC牆補強

結構特性：

1.結構系統改善補強工法

2.**單方向提高耐震強度**

3.主要為強度之提升，針對低矮型老舊校舍可避免無韌性之梁柱構架提早降伏降低耐震能力

4.RC牆於分析上會導致應力集中，為避免分析行為與實際情況之出入造成高估牆面之貢獻，**牆面配置宜均勻分散**。

使用特性：

1.梯間平台末端牆面(同改善高窗問題)

2.對通風、採光影響大

3.**植筋品質影響補強成效**

應用時機：

1.適合強梁弱柱或軟弱底層之結構形式

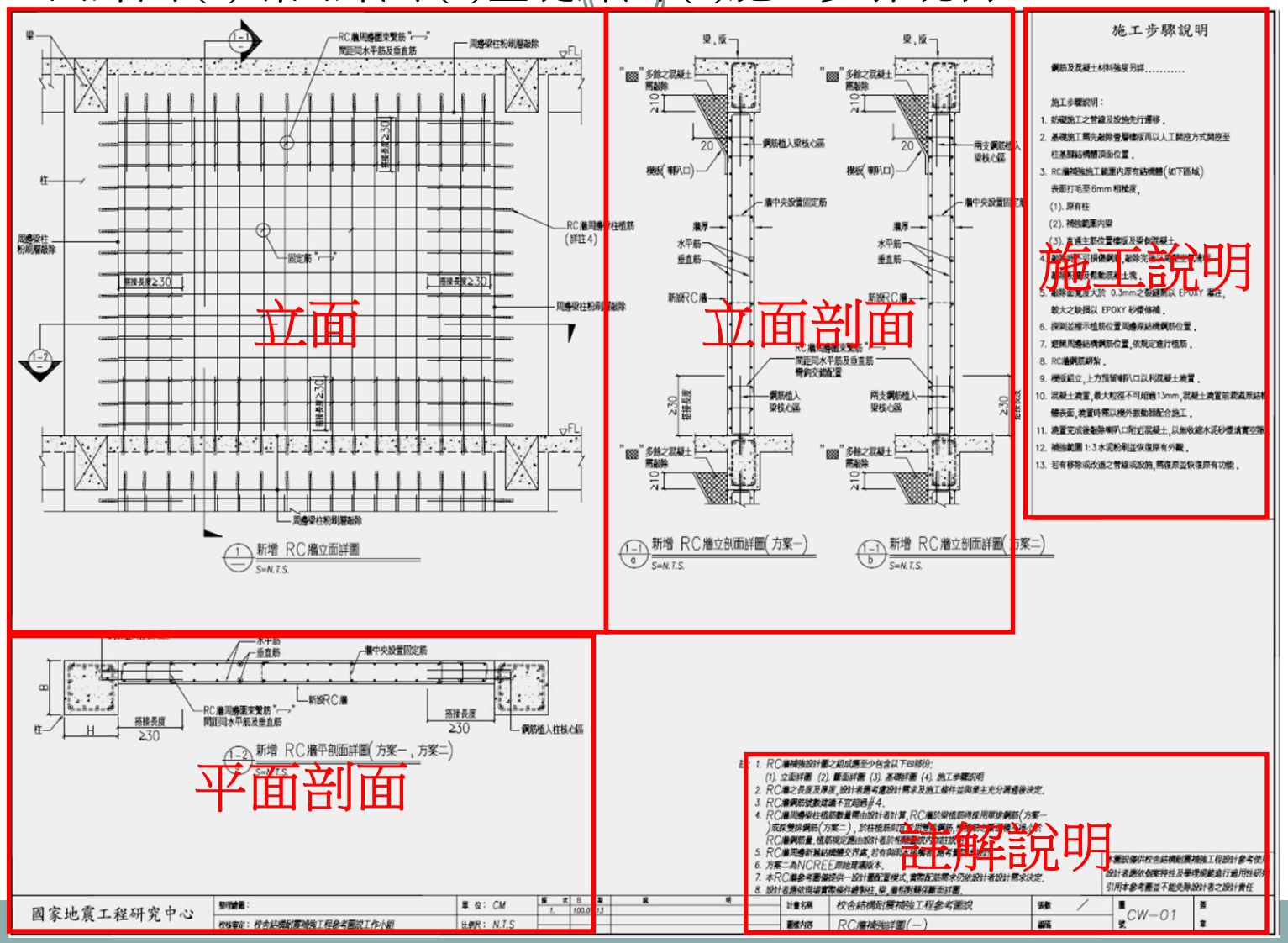
2.需降低補強經費及施工影響範圍

3.樓高超過4層時若無地下室實不建議採用(基礎考量)

RC牆補強參考圖說

RC補強設計圖之組成應至少包含以下四部份：

(1)立面詳圖 (2)斷面詳圖 (3)基礎詳圖 (4)施工步驟說明

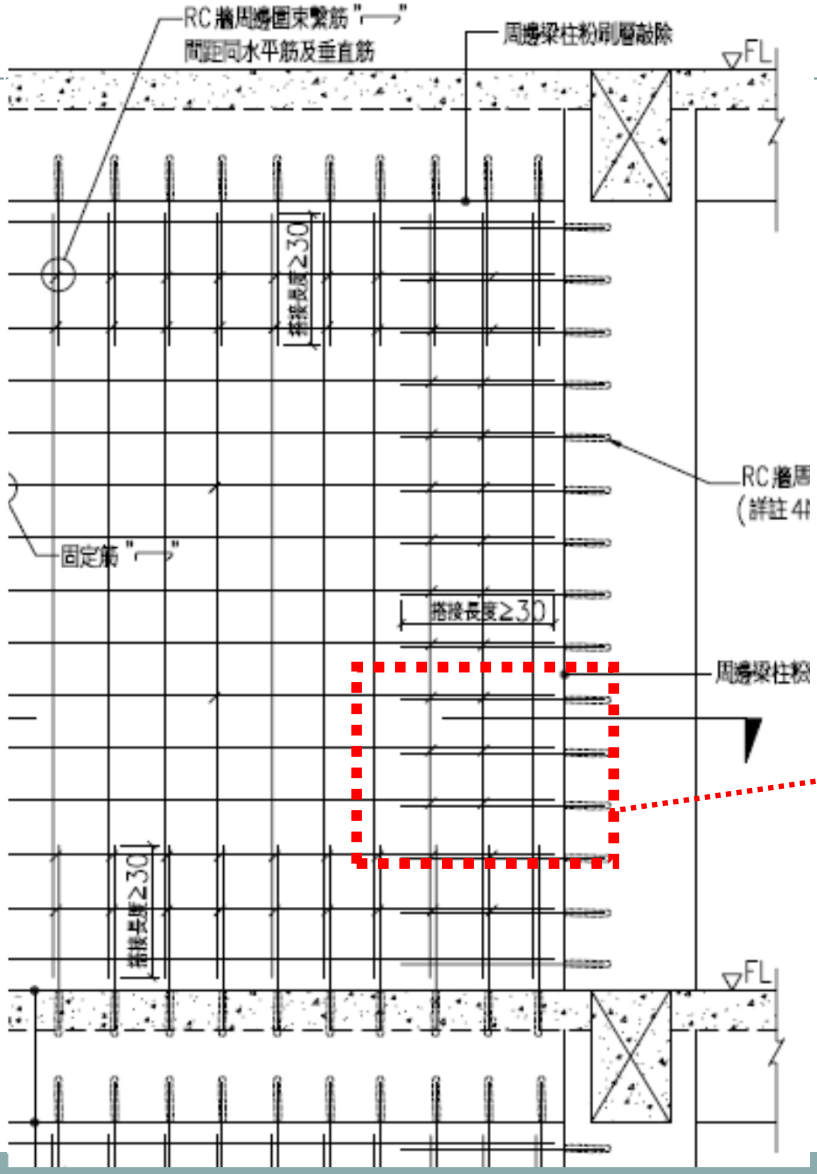


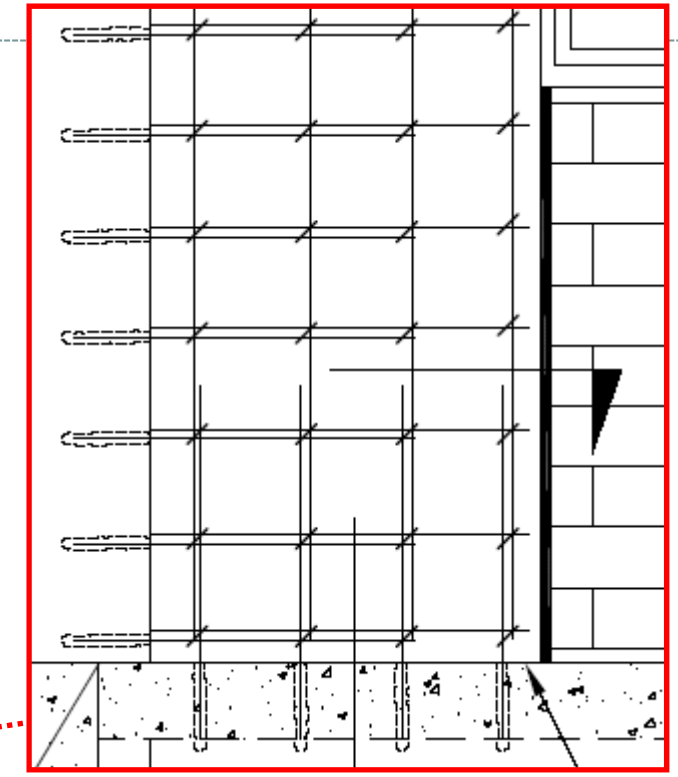
RC牆補強參考圖說

RC牆參考圖註解說明彙整如下

- RC牆長度及厚度，應考慮設計需求及施工條件並與業主充分溝通後決定。
- RC牆鋼筋號數建議不宜超過#4。
- RC牆周邊梁柱植筋數量需由設計者計算，RC牆於梁植筋得採用單排或雙排鋼筋，於柱植筋則宜採用雙排鋼筋，惟植筋之斷面積不得小於RC牆鋼筋量，植筋規定應由設計者於相關圖說內加註說明。
- RC牆周邊新舊結構體交界處，若有與雨水接觸者，應考量防水設計。
- 窗台處為防止施工造成裂損，應避免以振動方式施作。
- 參考圖僅提供設計圖配置模式，實際配筋仍依設計者設計需求決定。設計者應依現場實際條件繪製柱、梁、牆相對關係斷面詳圖。

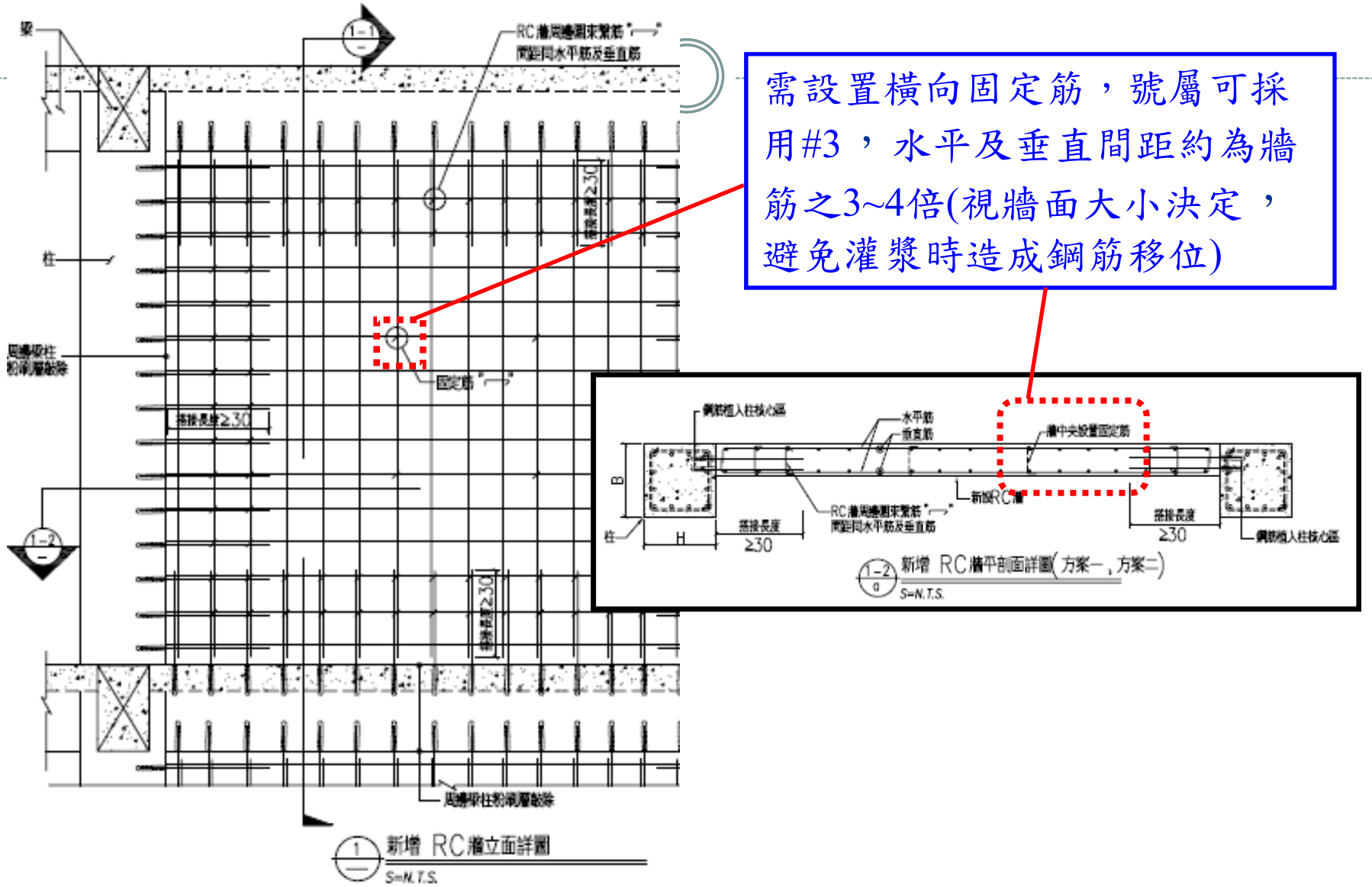
RC牆補強參考圖說





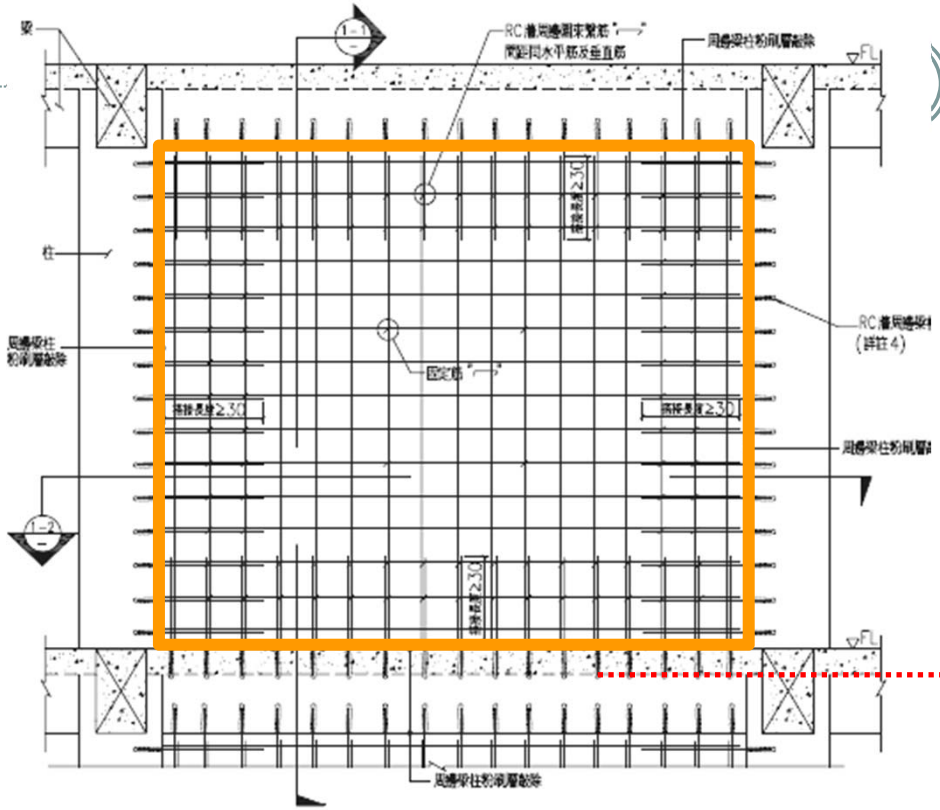
採用植筋後搭接方式處理

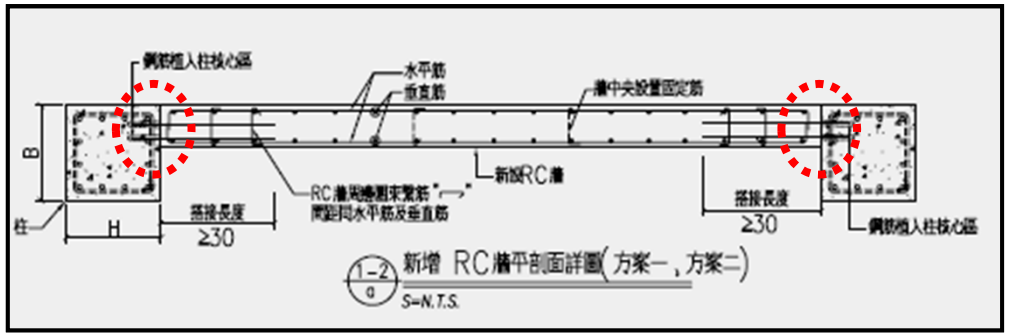
RC牆補強參考圖說



需設置橫向固定筋，號屬可採用#3，水平及垂直間距約為牆筋之3~4倍(視牆面大小決定，避免灌漿時造成鋼筋移位)

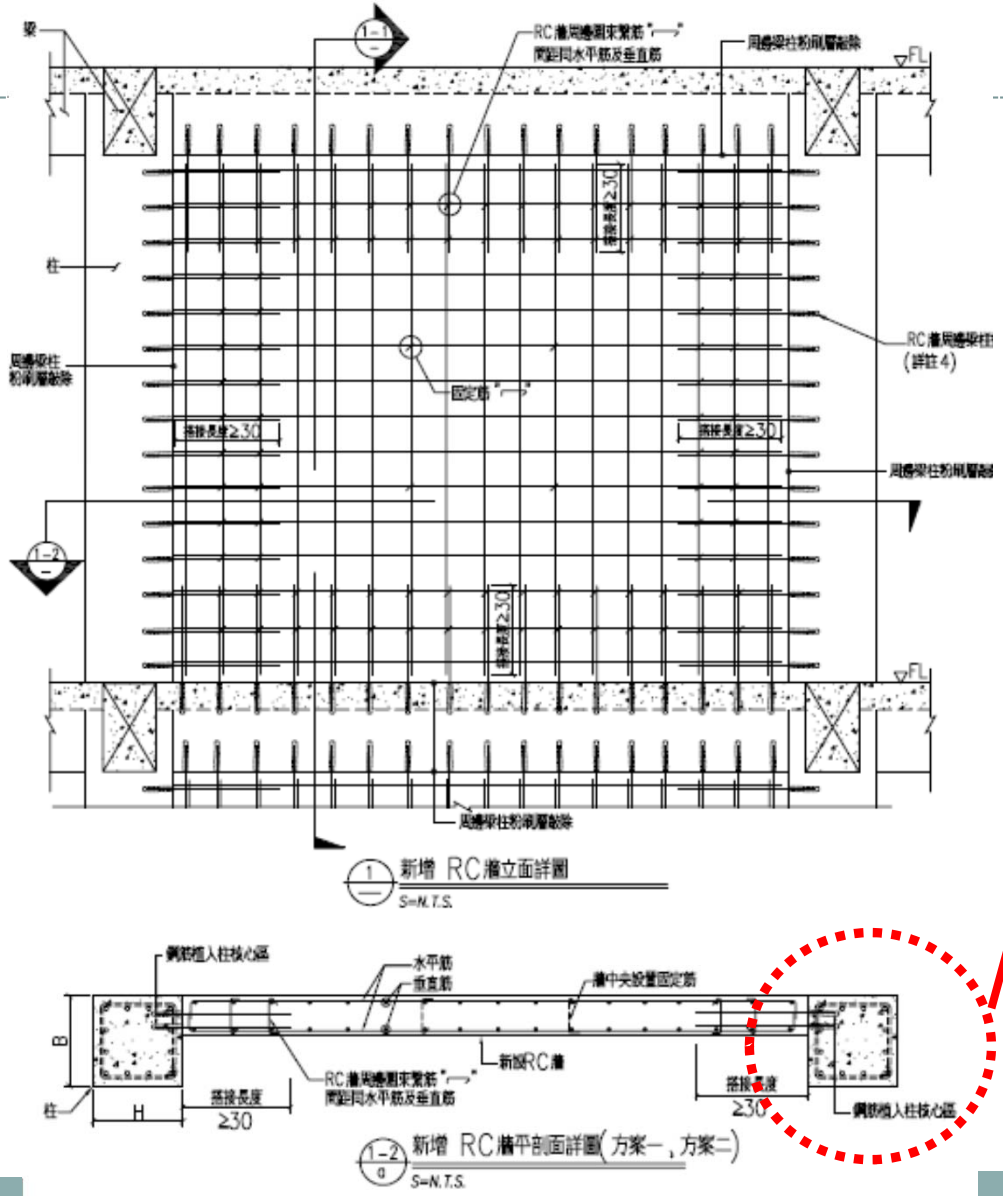
RC牆補強參考圖說





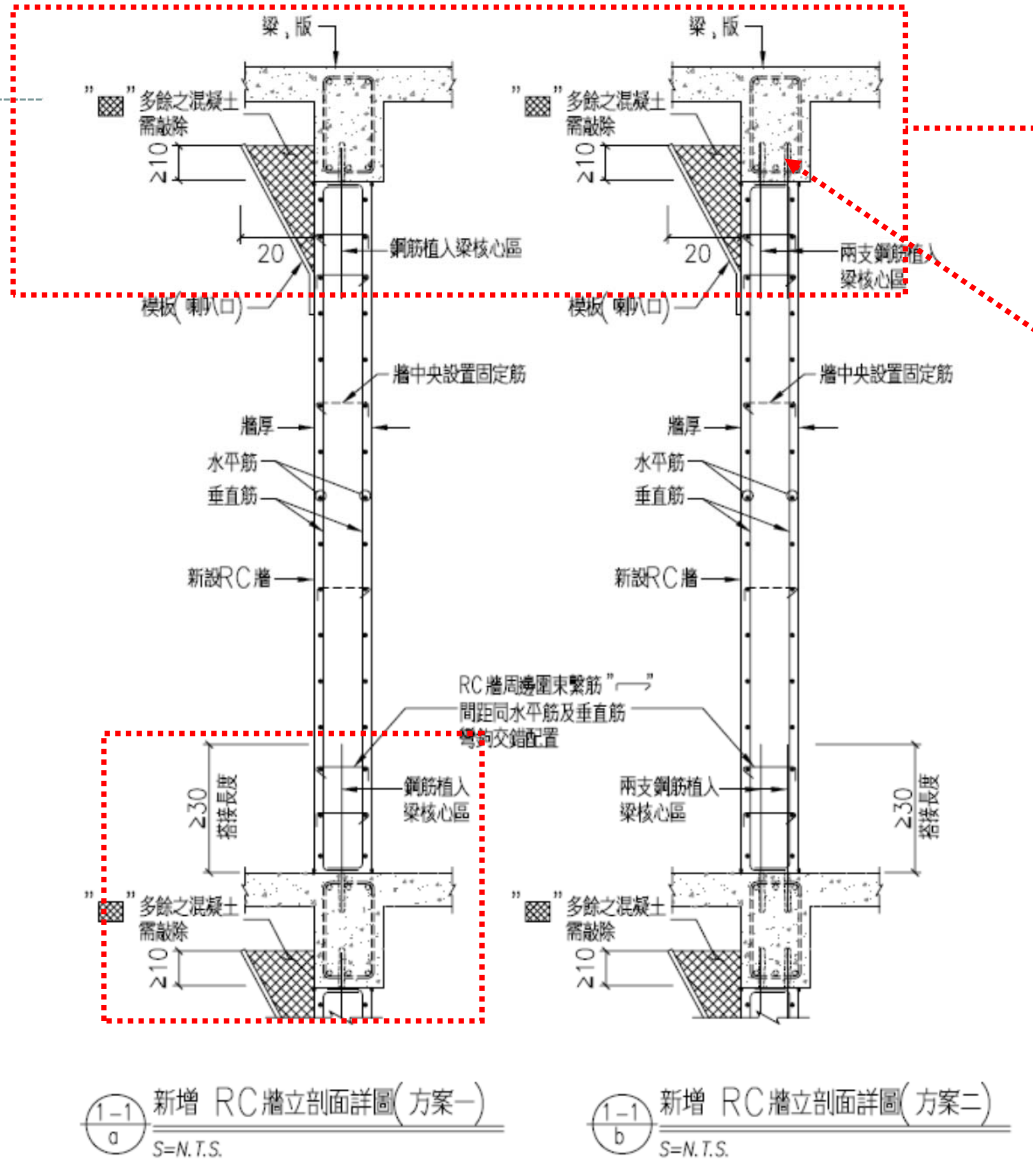
RC牆周邊新舊結構體交界處，若有與雨水接觸者，應考量防水設計

RC牆補強參考圖說



- 厚度及配筋方式由設計者標示於圖面。
- 鋼筋號數建議不宜超過#4。(#4@20BF&EW)
- 梁植筋可採用單排或雙排鋼筋
- 柱植筋則宜採用雙排鋼筋
- 植筋之斷面積不得小於牆鋼筋量。
- 植筋需植入柱核心區

RC牆補強參考圖說



1-1 a 新增 RC牆立剖面詳圖(方案一)
S=N.T.S.

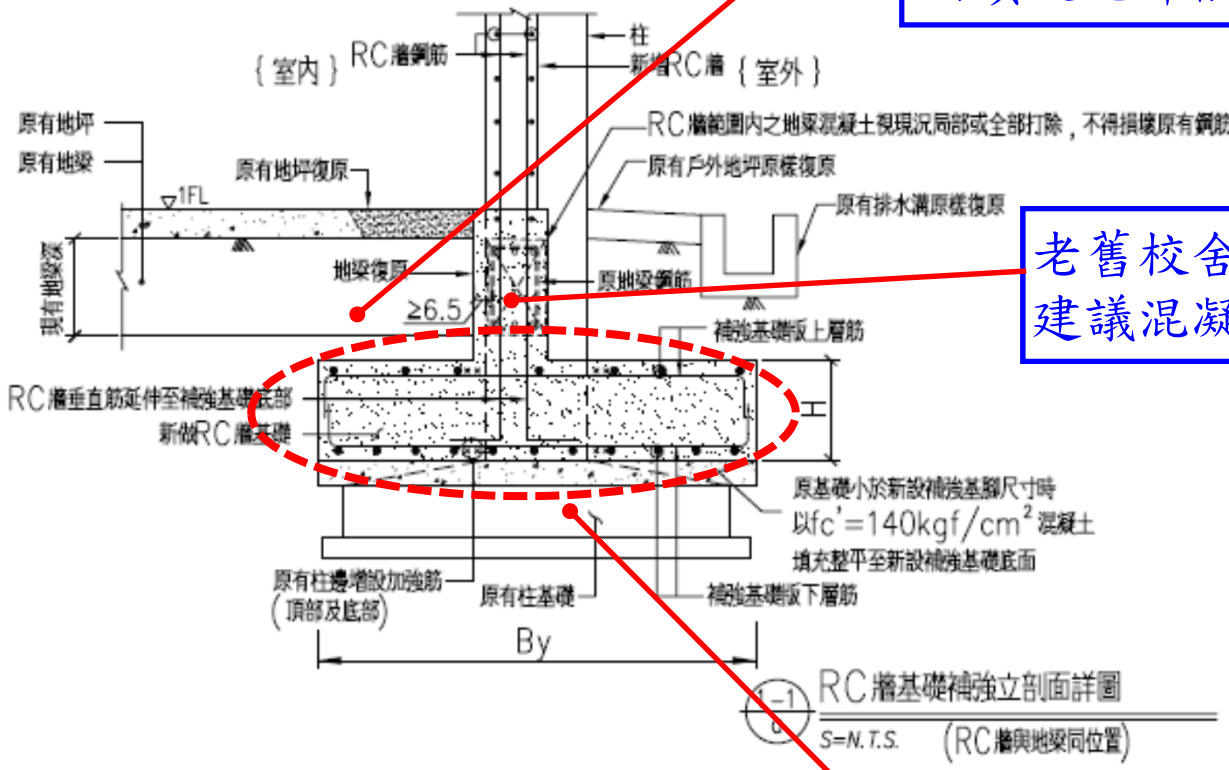
1-1 b 新增 RC牆立剖面詳圖(方案二)
S=N.T.S.

牆頂採喇叭口方式灌漿，但須注意另外一側混凝土是否有確實灌滿

老舊校舍梁寬僅25~30cm，於梁植筋得採用單排鋼筋

RC牆補強參考圖說

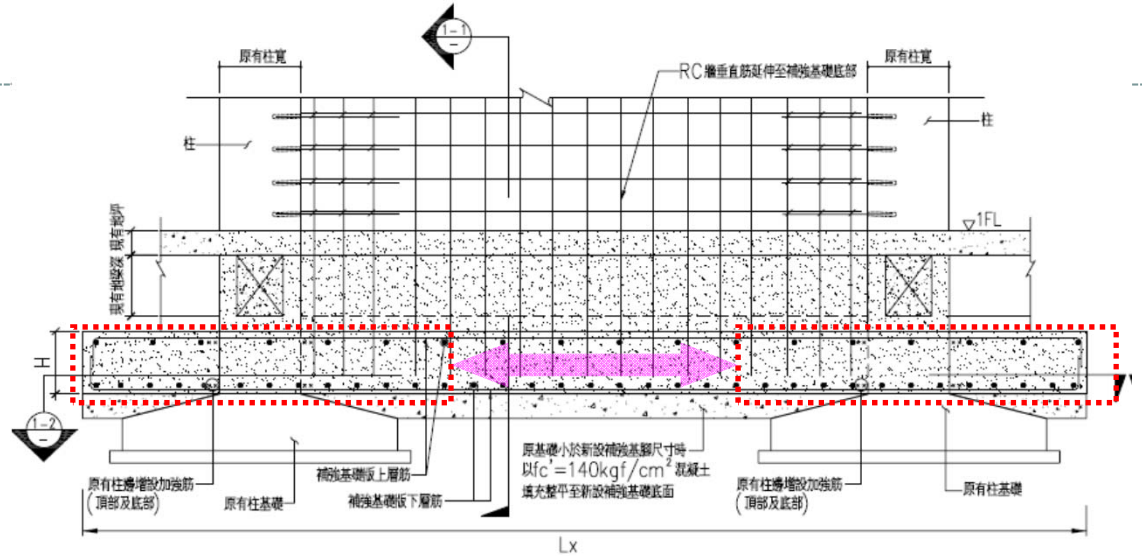
回填及地坪依個案特性設計



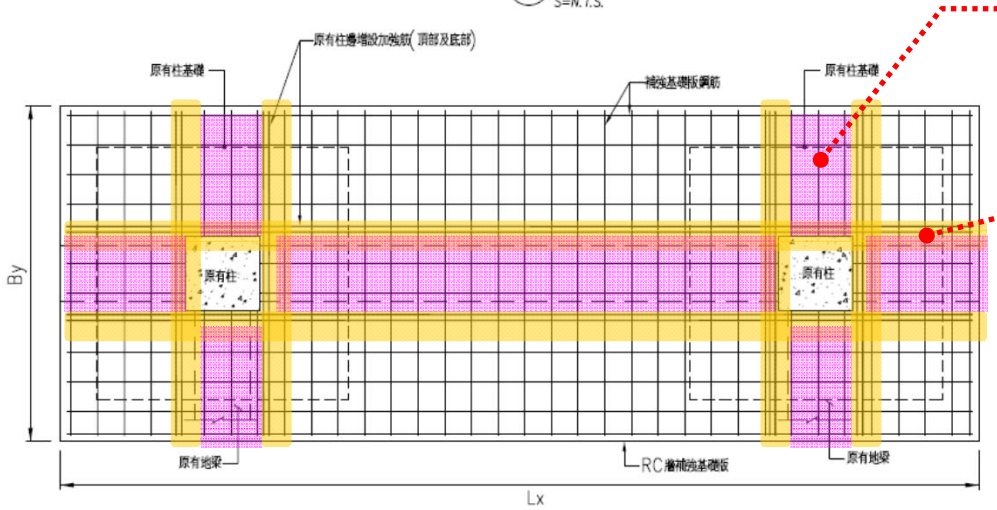
老舊校舍地梁品質較差，建議混凝土打除重新澆置

補強基礎置放於原有基礎上方

RC牆補強參考圖說



1 新增 RC牆基礎立面詳圖
S=N.T.S.



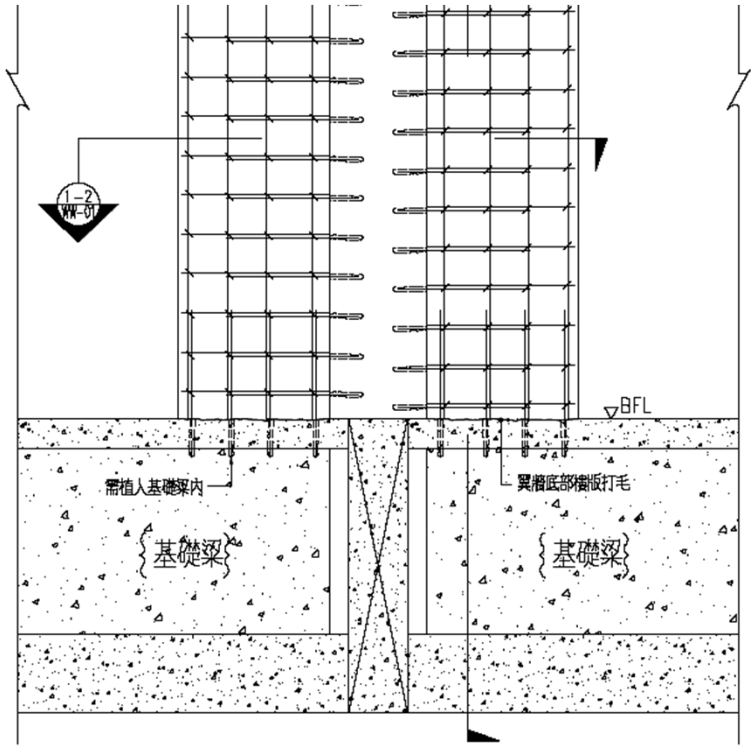
1-2 新增 RC牆基礎平面詳圖

依基礎設計尺寸及應力需求，繪製基礎長短向鋼筋合理之擺放方式

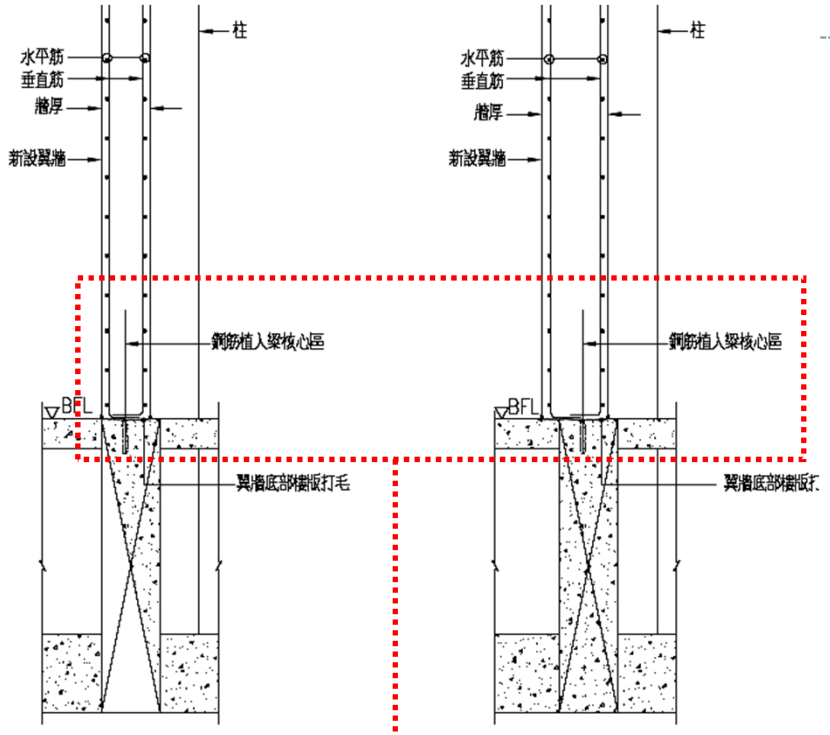
→RC牆基礎視為2獨立基礎相連(有地下室之建築物直接與外牆連接較無基礎設計問題,一般無地下室建物建議**新增RC牆左右各一跨度地梁加強**)

基礎鋼筋遇原有柱無法直通(斷筋)原有柱旁增設補強鋼筋

RC牆補強參考圖說



1 地下室內柱 RC翼牆補強立面詳圖
S=N.T.S.



1-1 a 地下室內柱 RC翼牆補強立剖面詳圖
S=N.T.S. (方案一)

1-1 b 地下室內柱 RC翼牆補強立剖面詳圖
S=N.T.S. (方案二)

1.RC牆補強應向下連續至基礎或地下室外牆
2.地下室內柱RC牆底部採植筋於地梁方式施做
(同翼牆處理方式)

RC牆補強施作步驟

RC牆補強施作步驟

RC牆：植筋鑽孔

RC牆：植筋清孔

RC牆：灌植筋膠

RC牆：植筋

RC牆：植筋

RC牆：鋼筋綁紮

RC牆補強施作步驟

RC牆：封模灌漿

RC牆：封模

RC牆：封模灌漿

RC牆：灌漿

RC牆：混凝土澆置

RC牆：灌漿

RC牆補強施作步驟

RC牆：拆模

RC牆：敲除喇叭口混凝土

RC牆：粉刷打底

RC牆：內面油漆(B1高窗)

RC牆：貼面復原

RC牆：貼面復原(B1高窗)

RC牆補強施作步驟

植筋拉拔測試(施工前)

植筋拉拔測試(施工中)

坍度測試

混凝土取樣

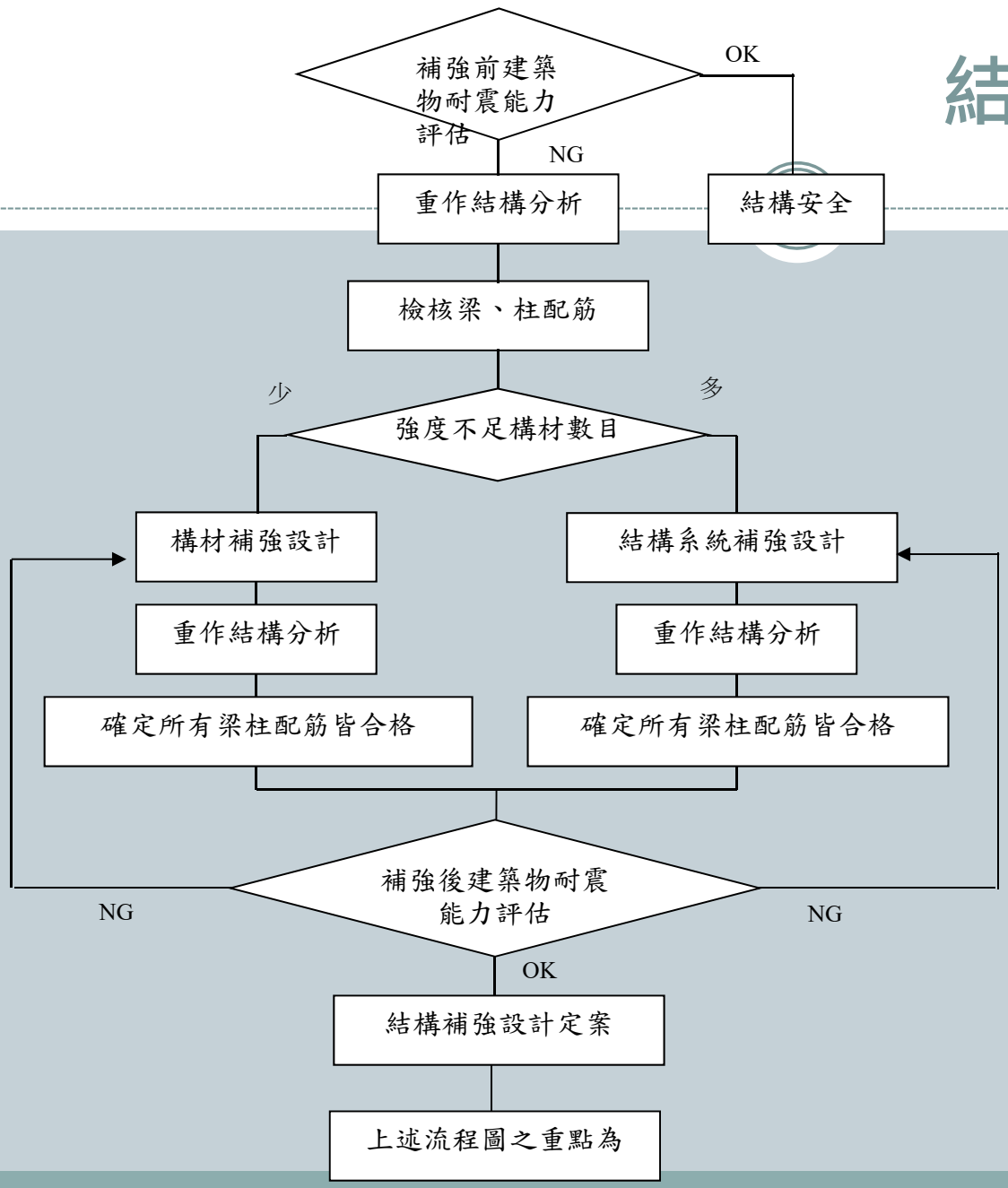
氯離子測試

植筋拉拔試驗施作步驟

依補強工法分類

工法	優點	缺點
鋼板補強工法	1.補強效果佳 2.費用相對較便宜 3.最常用的工法	1.梁柱接頭占用空間 2.注意腐蝕問題 3.裝修需額外處理
RC補強工法	1.補強效果尚可 2.費用便宜 3.工人熟悉度佳	1.加大斷面、較占空間 2.施工期長 3.施工污染多
複合材料補強工法	1.耐腐蝕 2.剪力補強、韌性補強效果佳 3.與裝修相容性高 4.施工性佳	1.費用較高 2.補強效率較差，(補強/單價)比例偏低
阻尼器補強工法	1.耐震動態補強效果佳 2.費用便宜 3.補強效率佳，（補強/單價）比例佳	1.新工法，工人需配合及教育 2.梁柱接頭需配合其他補強工法

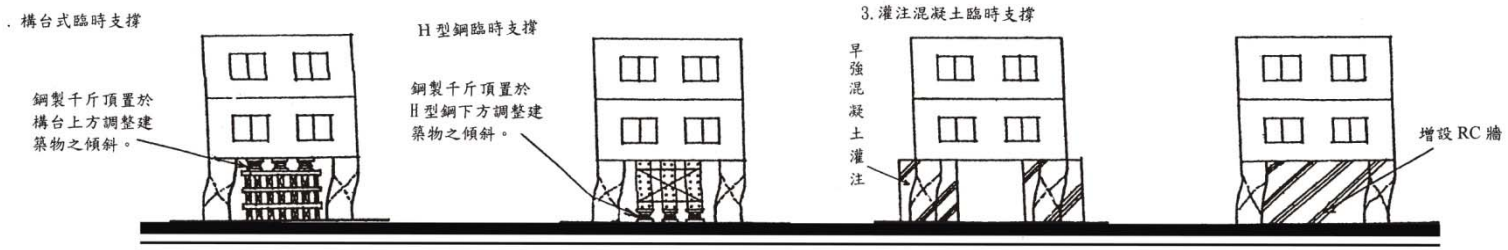
結構補強設計流程


補強前建築物耐震能力評估
OK
NG
重作結構分析
結構安全
檢核梁、柱配筋
少
多
強度不足構材數目
構材補強設計
結構系統補強設計
重作結構分析
重作結構分析
確定所有梁柱配筋皆合格
確定所有梁柱配筋皆合格
補強後建築物耐震能力評估
NG
NG
OK
結構補強設計定案
上述流程圖之重點為

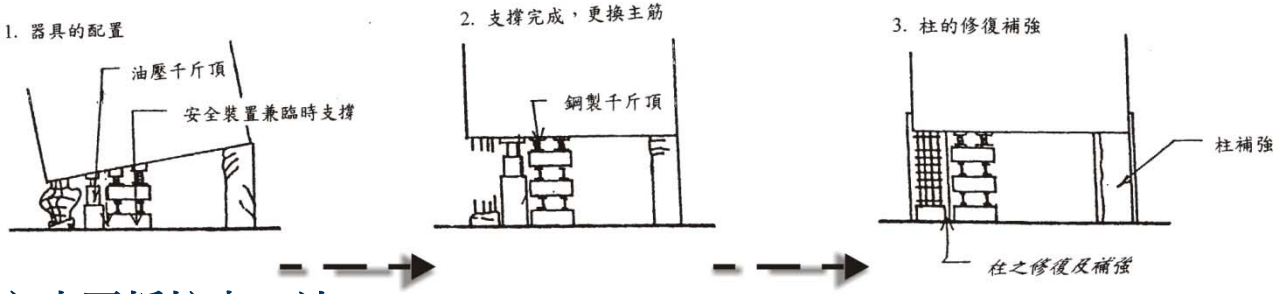
建築物補強施工法

建技三　陳鴻君　990900294
建技三　陳炳鴻　990300302

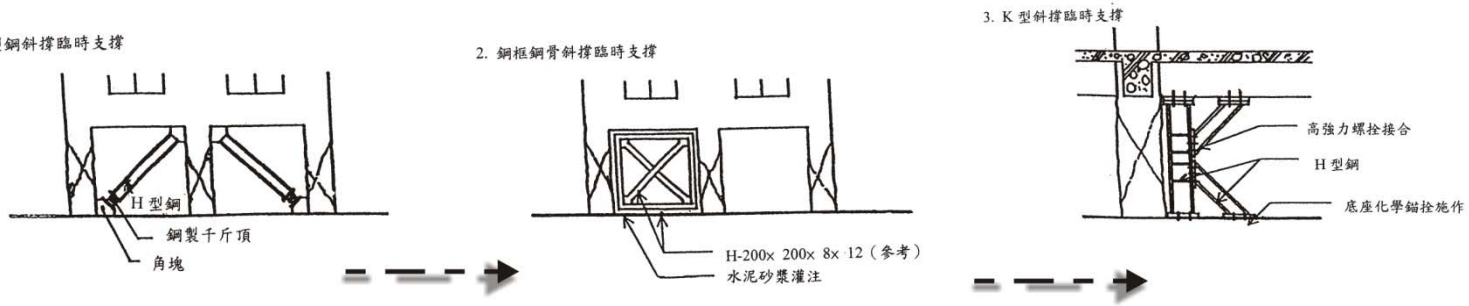
臨時支撐防止建築物之倒塌工法



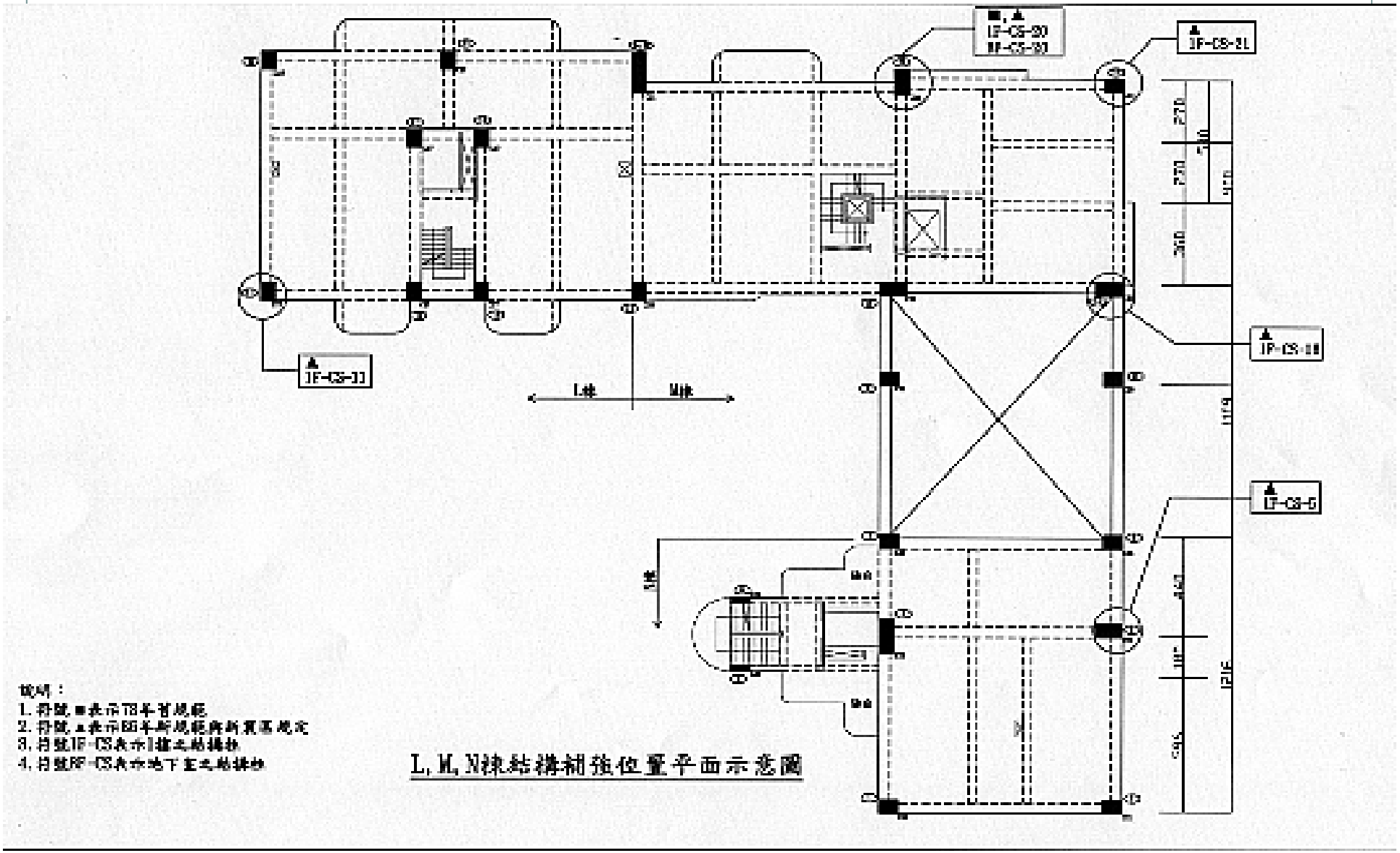
千斤頂先扶正後再對柱補強工法



確保對餘震之水平抵抗力工法



➢結構補強位置圖



L, M, N軸結構補強位置平面示意圖

結構分析未考慮之缺失

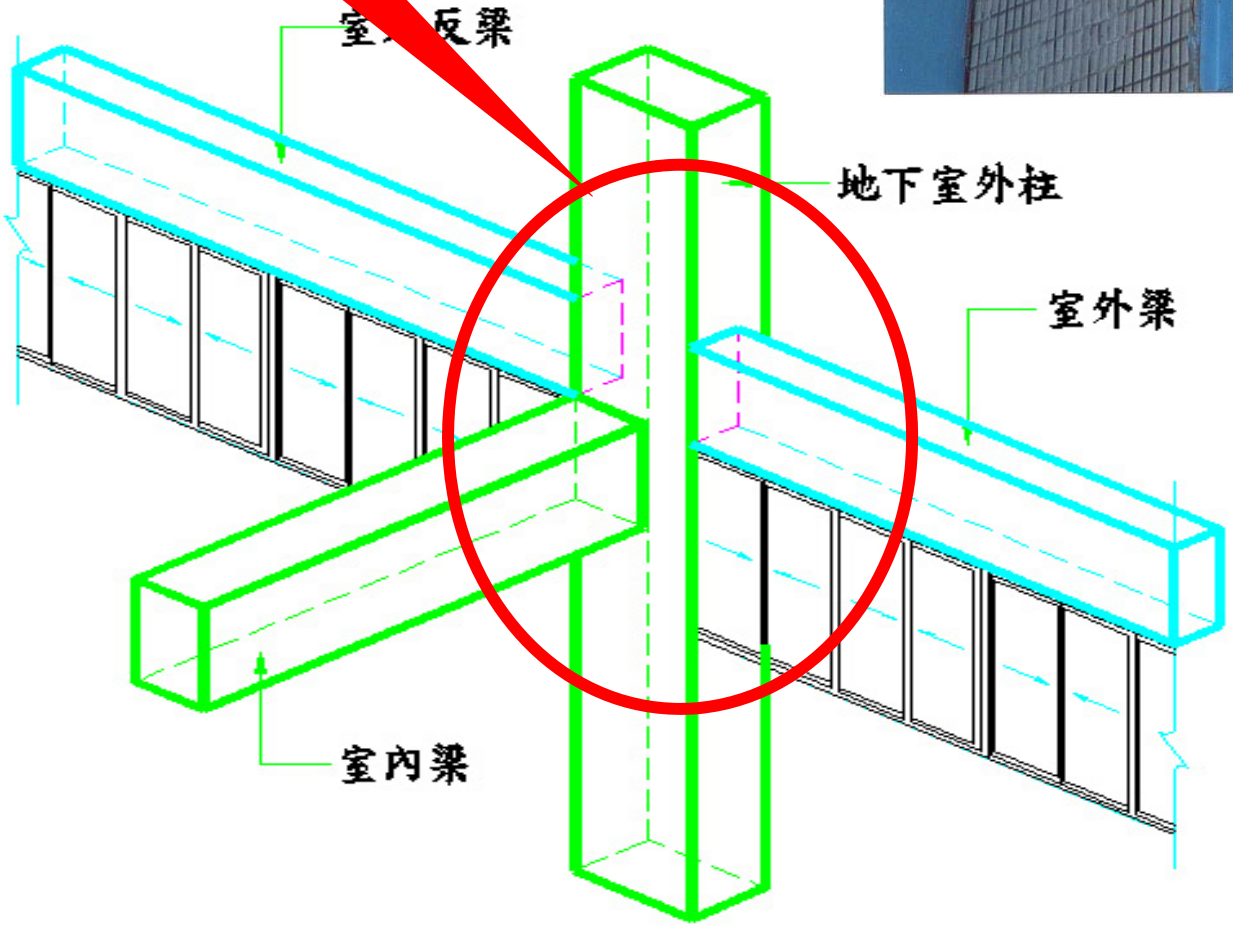
- 地下室高窗位置
- 短柱效應
- 建物碰撞距離不足

2002 2 25

2002 2 25

第一樓層梁為反梁
—結構梁不連續

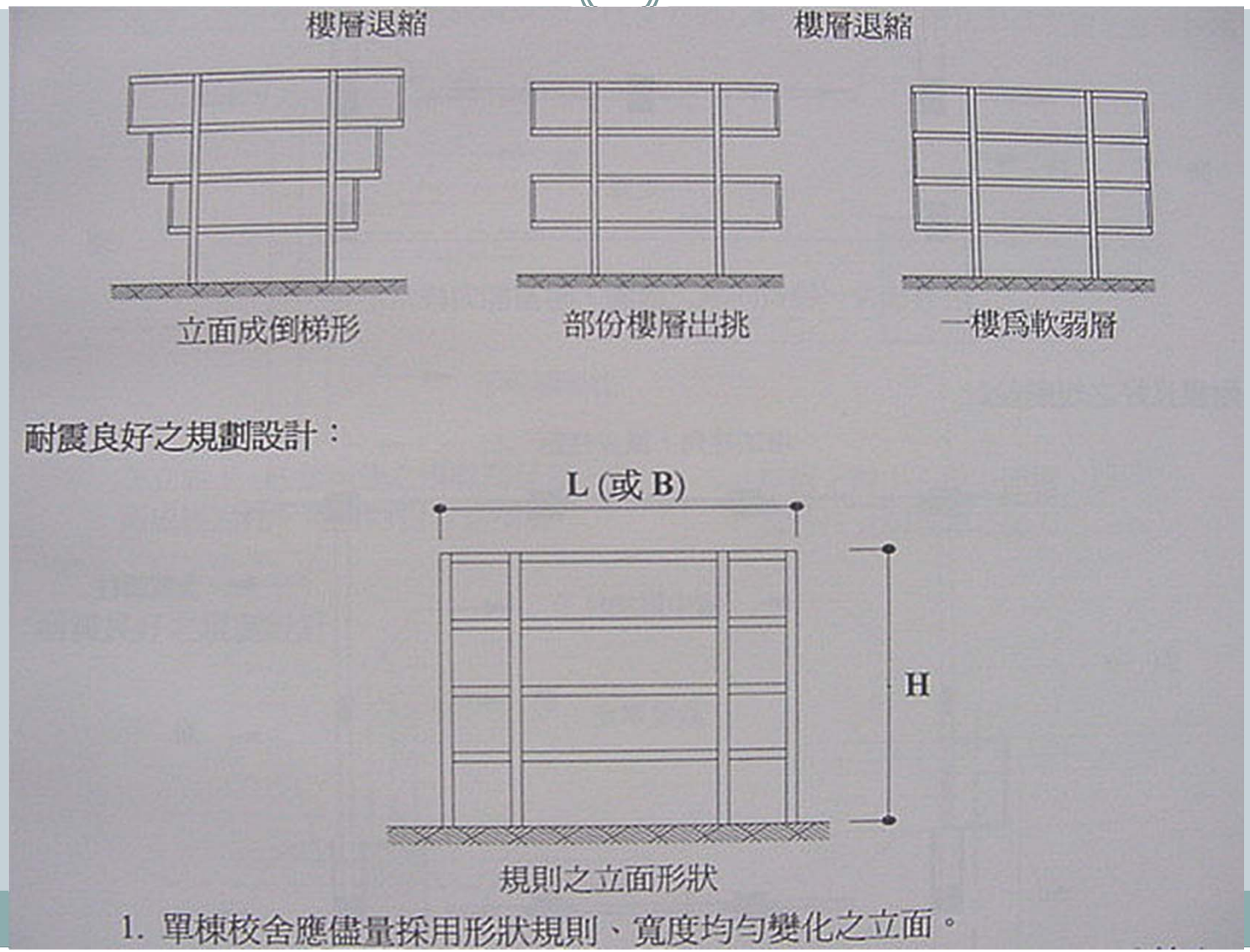
梁柱接頭
—反梁



地下室夾層，需由結構分析成果確認

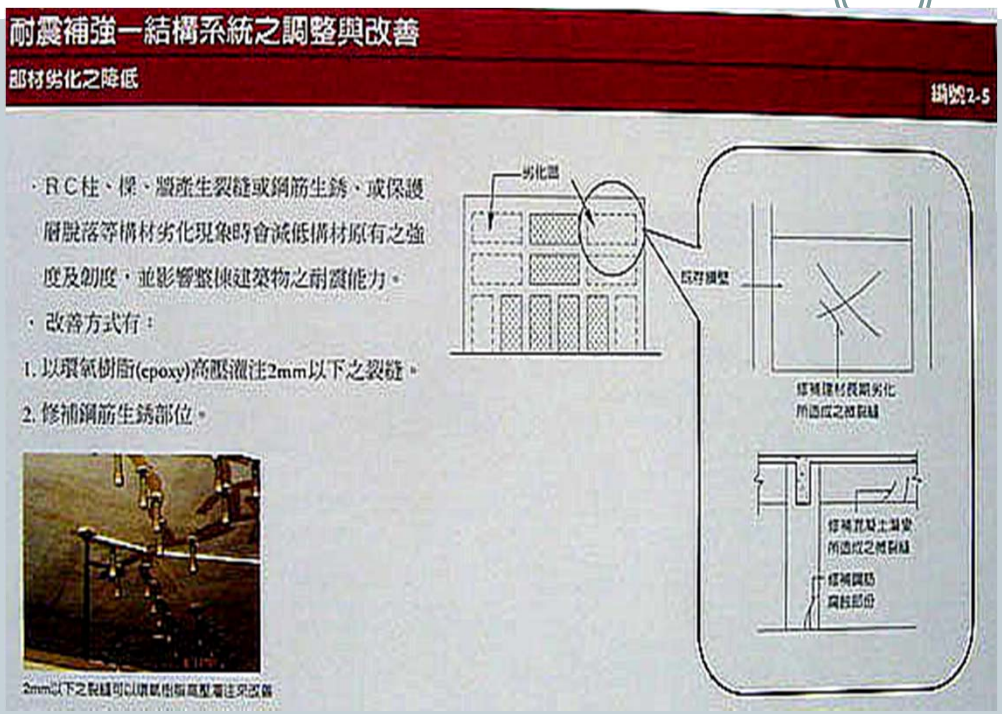
● 耐震不利因素 ●

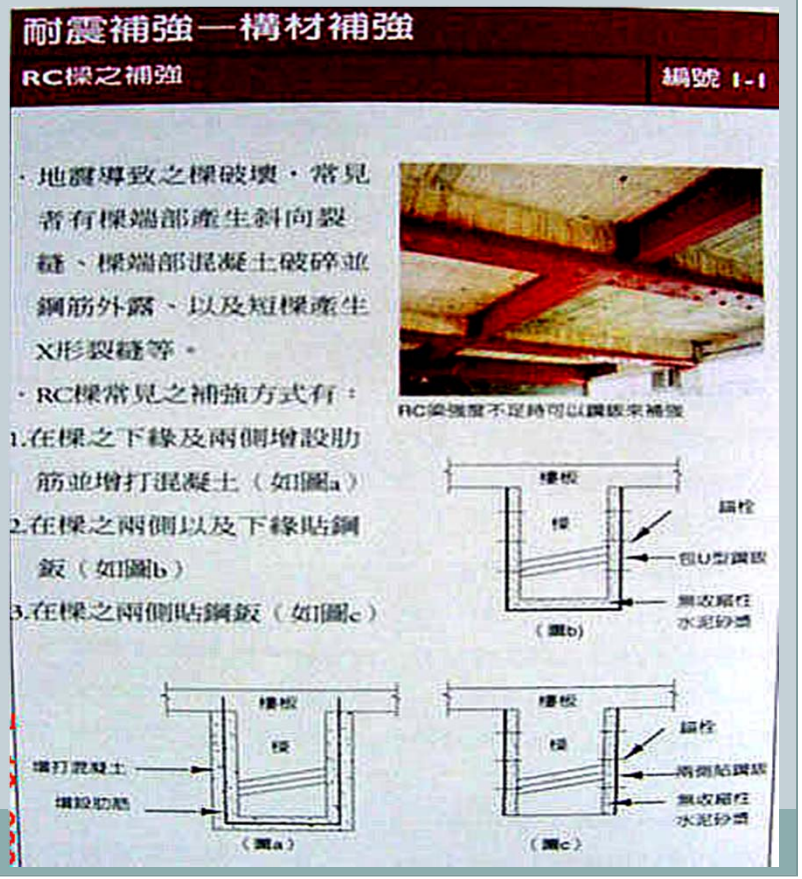
如何補強建築物結構安全



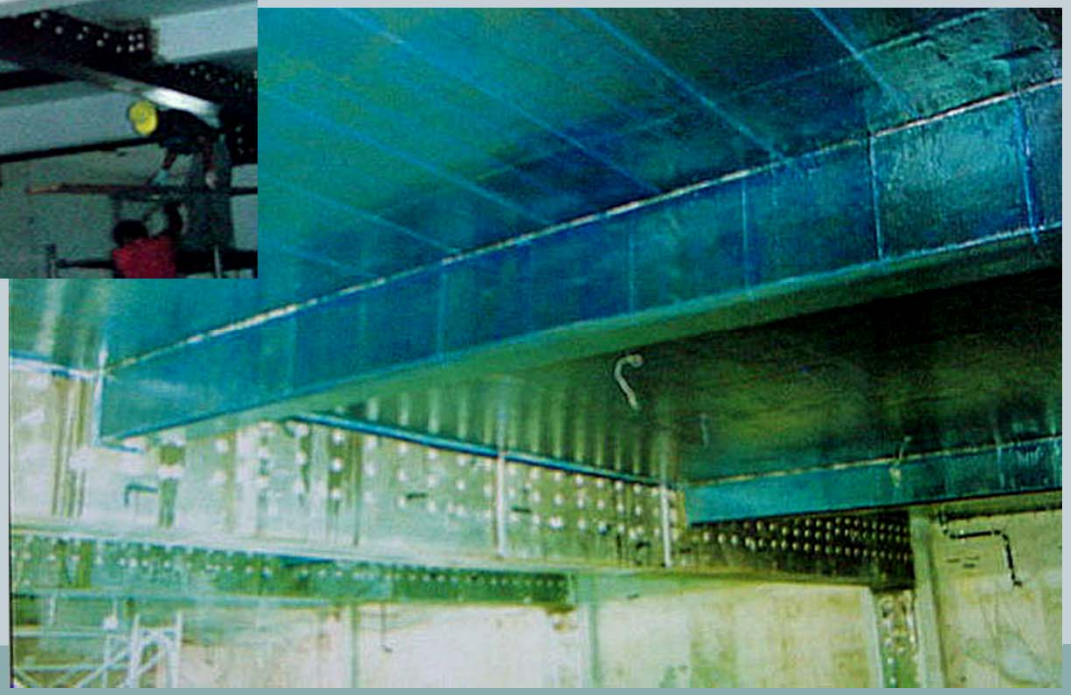
如何補強建築物結構安全

如何補強建築物結構安全

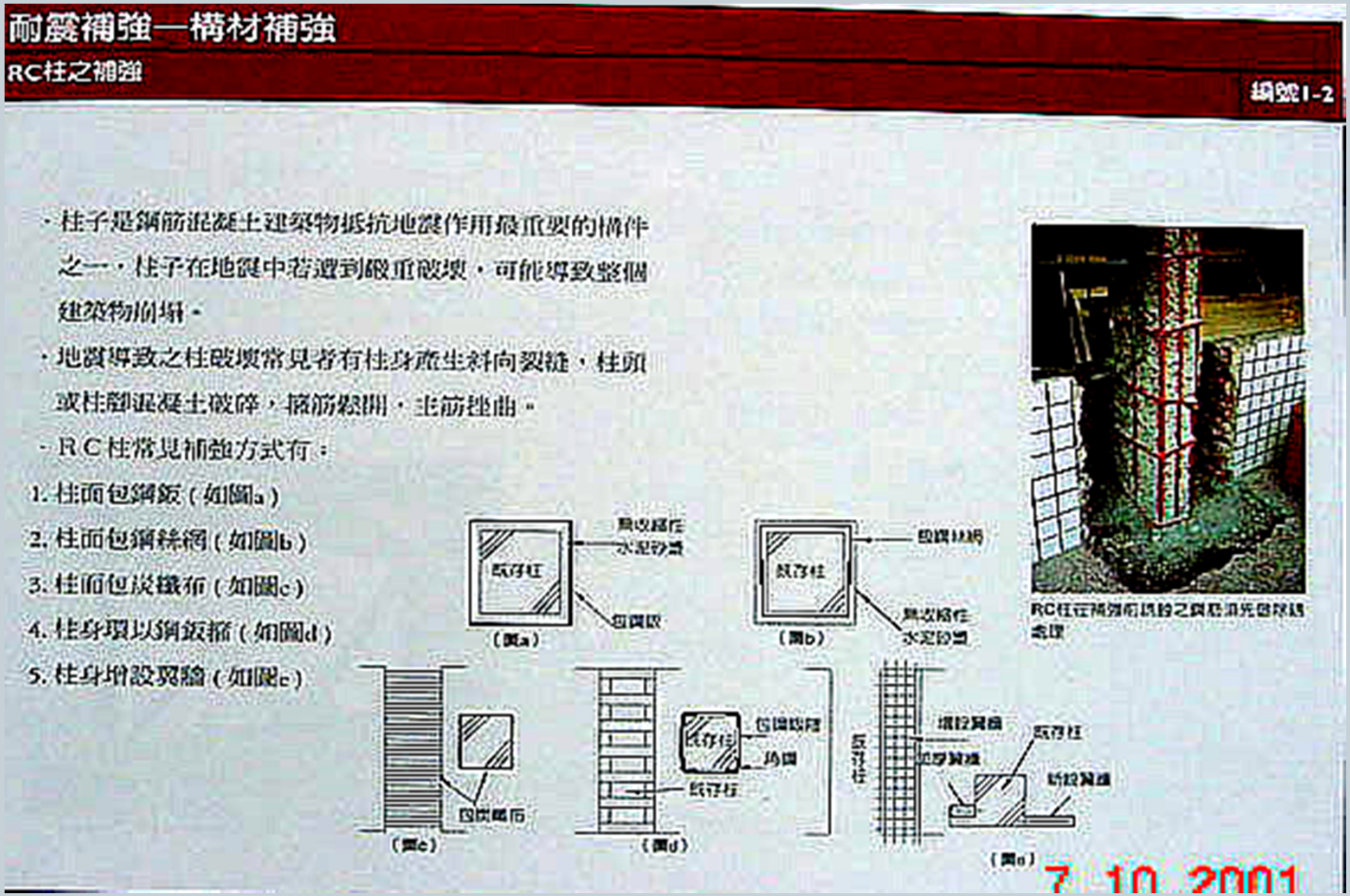




如何補強建築物結構安全

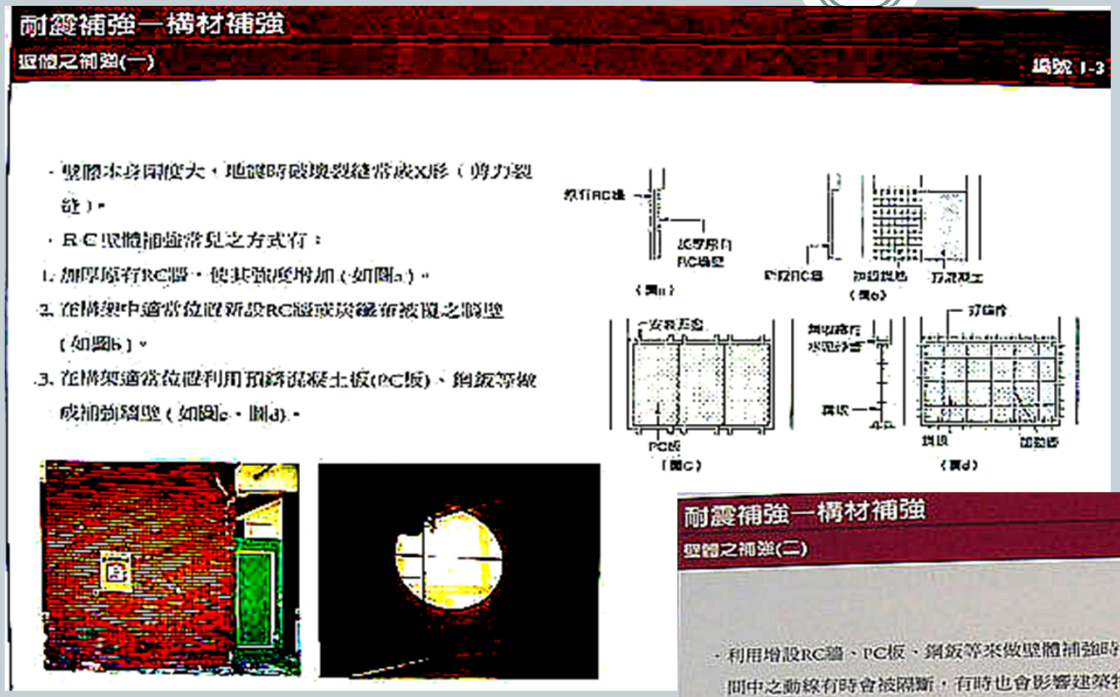


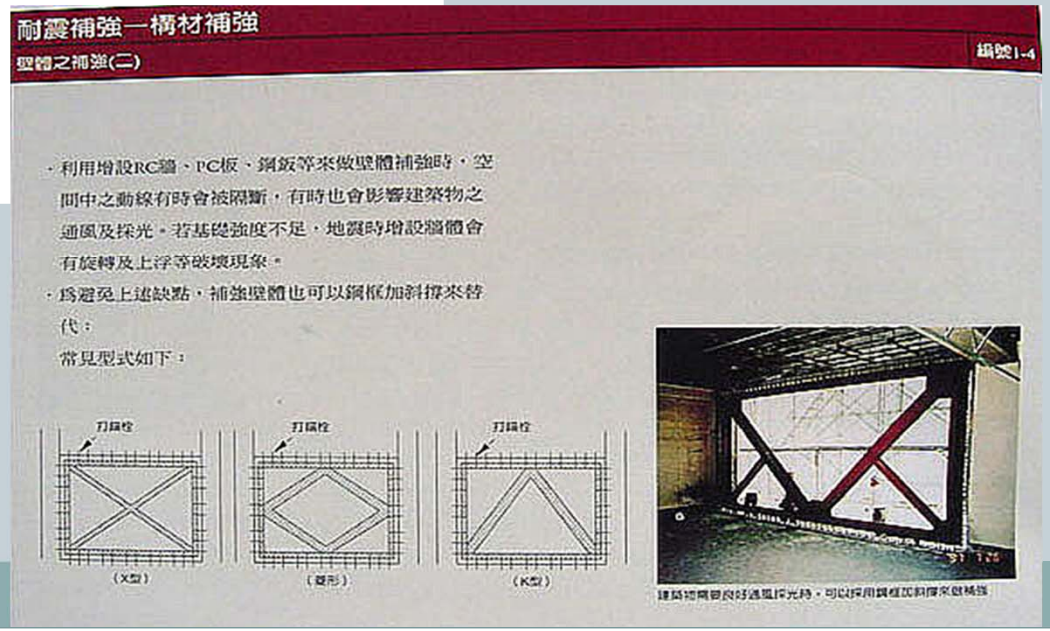
如何補強建築物結構安全



如何補強建築物結構安全

如何補強建築物結構安全





如何補強建築物結構安全

新科技增強建築物結構安全

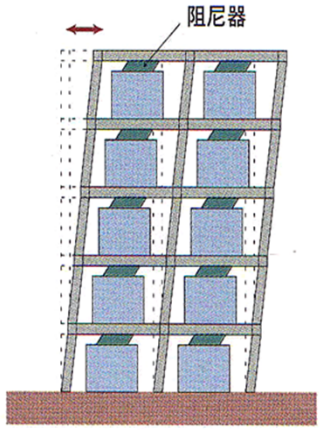
- 建築物隔震設計
- 新科技的消能設施

新科技增強建築物結構安全

各類耐震技術

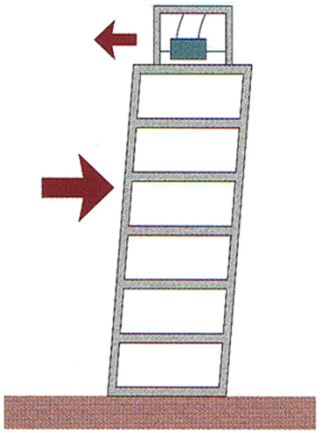
制震構法

在建築物之任意點配置制震阻尼器吸收地震能量。將損害集中到阻尼器之損傷容許構造將保護主結構體。不僅如此阻尼器本身之更換也很方便。



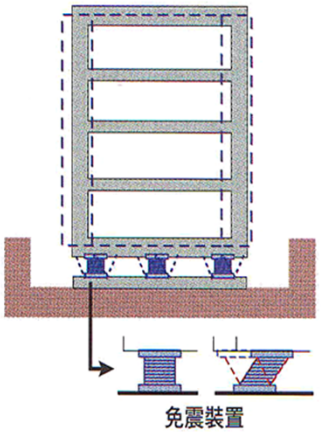
制振構法

超高層、塔狀建築物之頂部設置制振裝置，此構法為遞減由強風或中小地震所造成之搖晃。有被動式及電腦控制之兩種主動制震裝置。



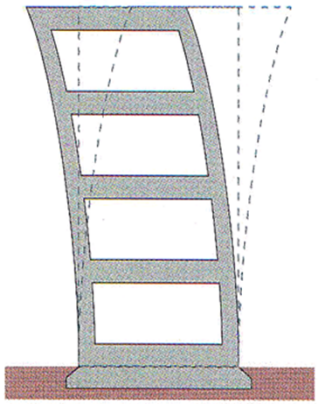
免震構法

在建築物之基礎底部設置免震裝置。可減低地震之搖晃至1/3~1/5，並可防止家俱傾倒等二次災害。適合用於低層至高層之RC造及SRC造建築物。

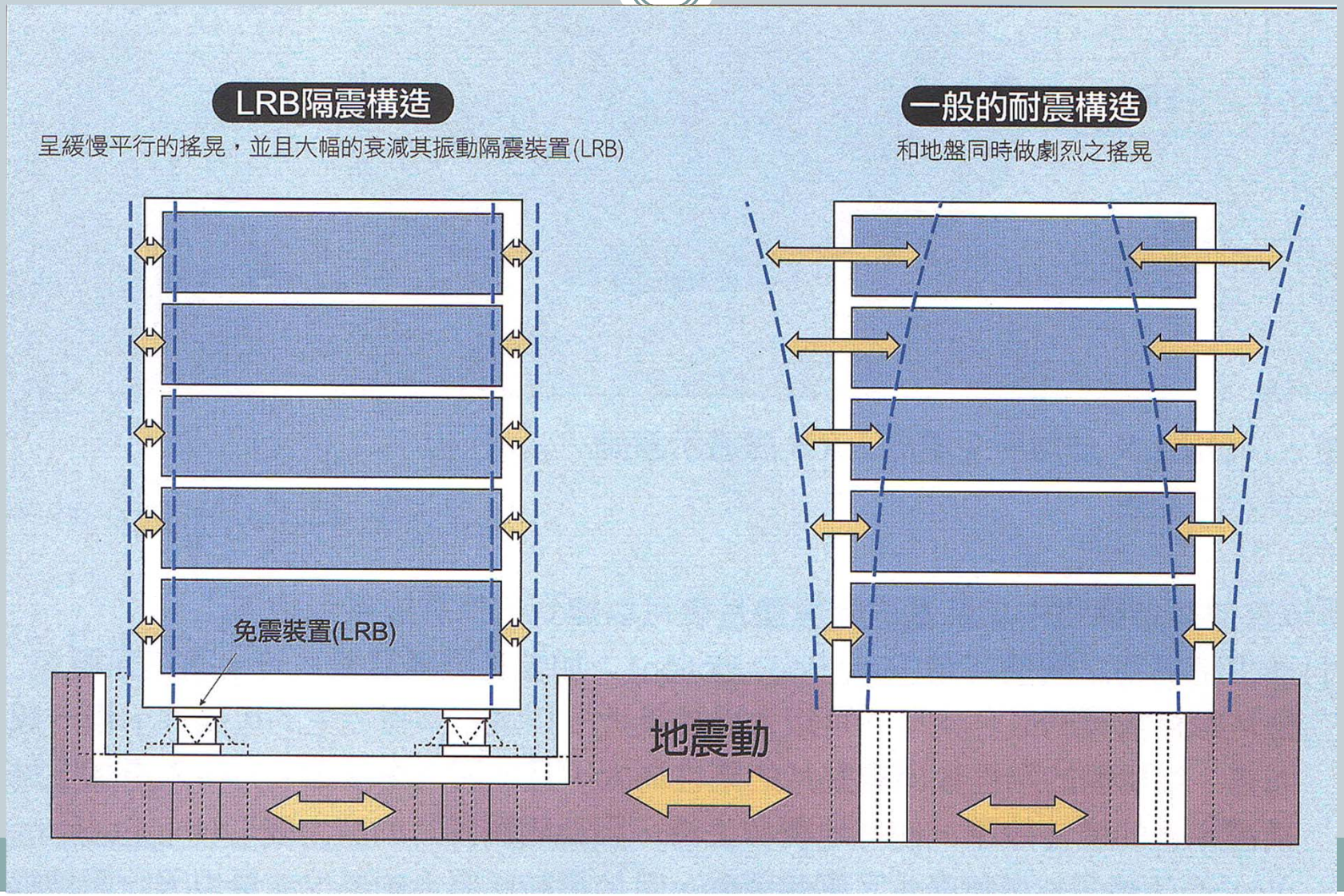


高耐震構法

支撐建築物構材之柱、樑等加強其強度或韌性之結構。採用高強度材料，精心地鋼筋配筋，組合各種材料之高混合技術等各種構法。



新科技增強建築物結構安全



新科技增強建築物結構安全

地面から切り離された構造で、地震力を低減。

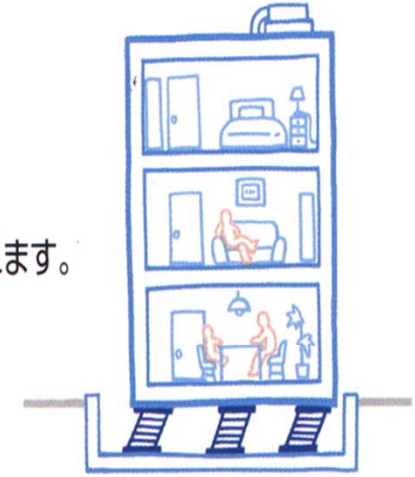
水平方向に柔らかい特殊構造の積層ゴムで建物を支えます。
その働きにより、地震衝撃力が直接建物に加わるのを防ぎ、揺れを和らげます。

従来構造

地震エネルギーが
直接建物に入力されます。

免震構造

入力エネルギーが
1/3～1/5に低減されます。



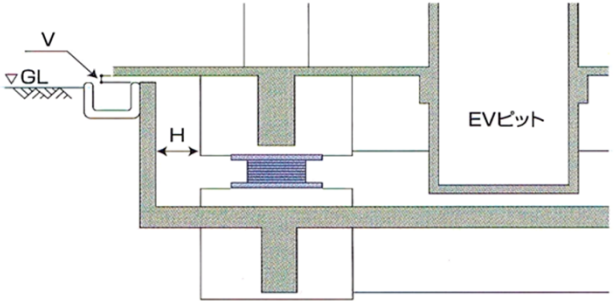
■上階にいくほど揺れが激しい。
■柱や梁などの主体構造が損傷する恐れがある。

■建物全体がゆっくり水平に動く
■建物全体が健全のまま保たれる。

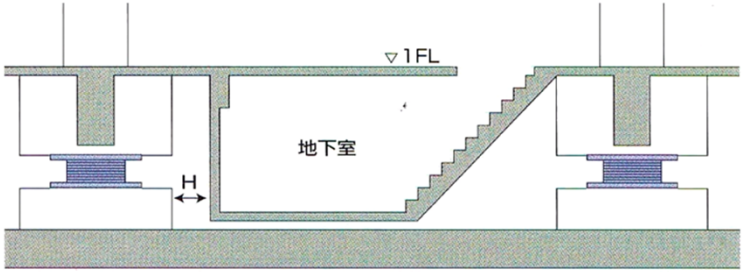
新科技增強建築物結構安全

免震ピットの納め方例

一般の免震ピット

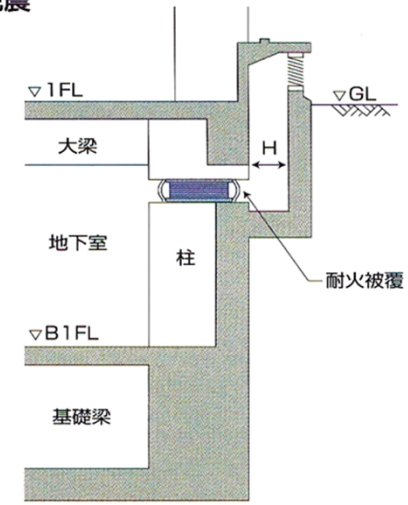


免震ピットの有効利用

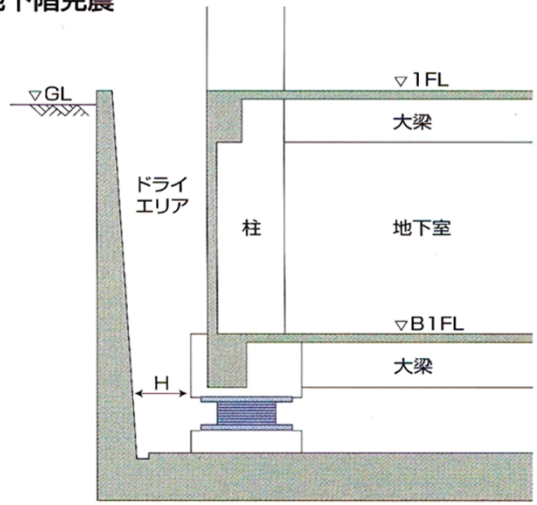


地下階のある建物の場合

■地下階柱頭免震



■地下階免震



※ H:水平クリアランス　40～50cm
V:鉛直クリアランス　2～ 5cm

新科技増強建築物結構安全

免震装置の構成

免震装置は積層ゴムと各種のダンパーで構成されます。それぞれの特徴を組み合わせることで、建物ごとに最適な免震効果を実現します。

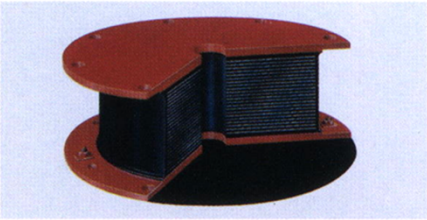
積層ゴム（復元力機能）
水平方向に柔らかく、鉛直方向に硬い特性を生かし、建物を支持します。

＋

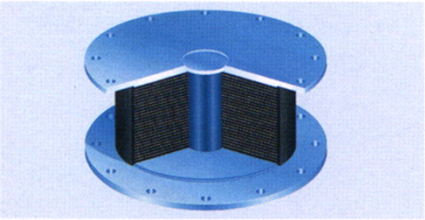
ダンパー（減衰機能）
積層ゴムの過度な変形を防ぐとともに、建物の振動を減衰します。

■一体型免震装置

ダンパーの減衰機能を合わせ持つ、特殊な構造の積層ゴムです。



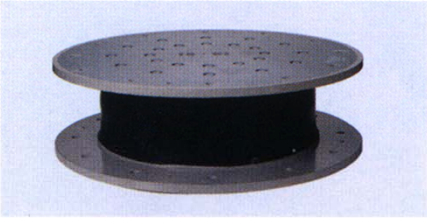
高減衰積層ゴム



鉛入り積層ゴム

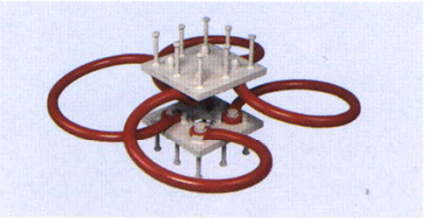
■分離型免震装置

支持力が高く、かつ水平剛性は低い天然ゴム系積層ゴムに、ダンパーを併用します。



天然ゴム系積層ゴム

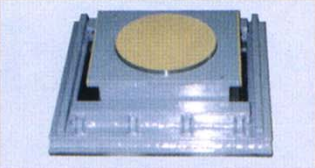
＋



鋼棒ダンパー

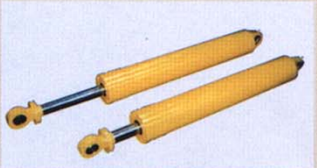
■付加免震装置

建物形状・地盤種別によっては、上記の免震装置と併用します。



すべり支承

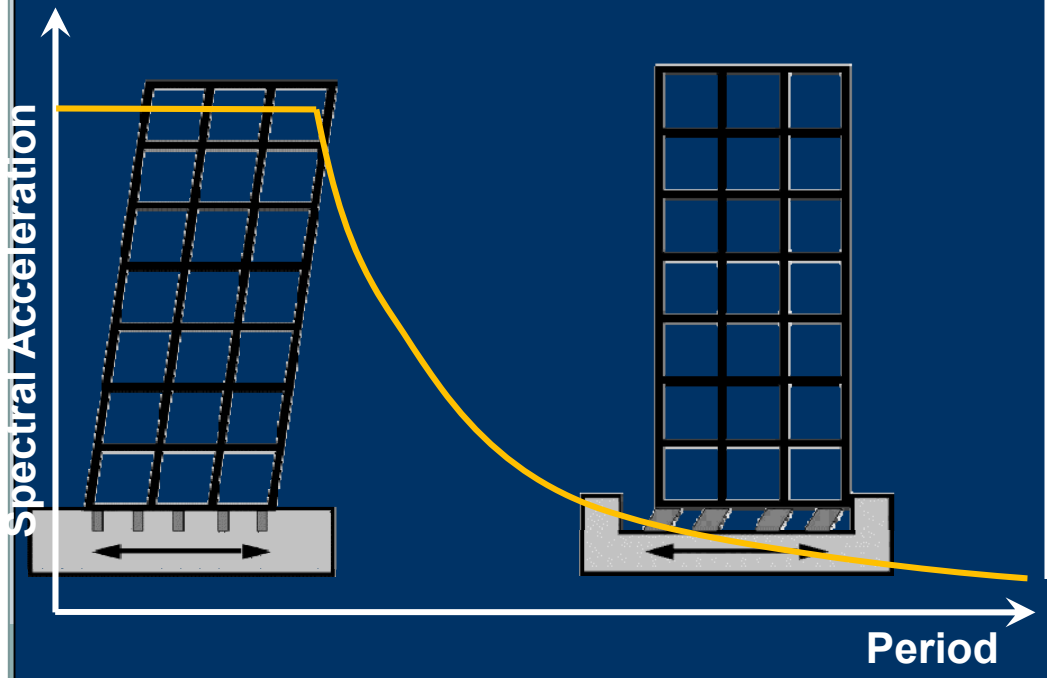
鉛ダンパー

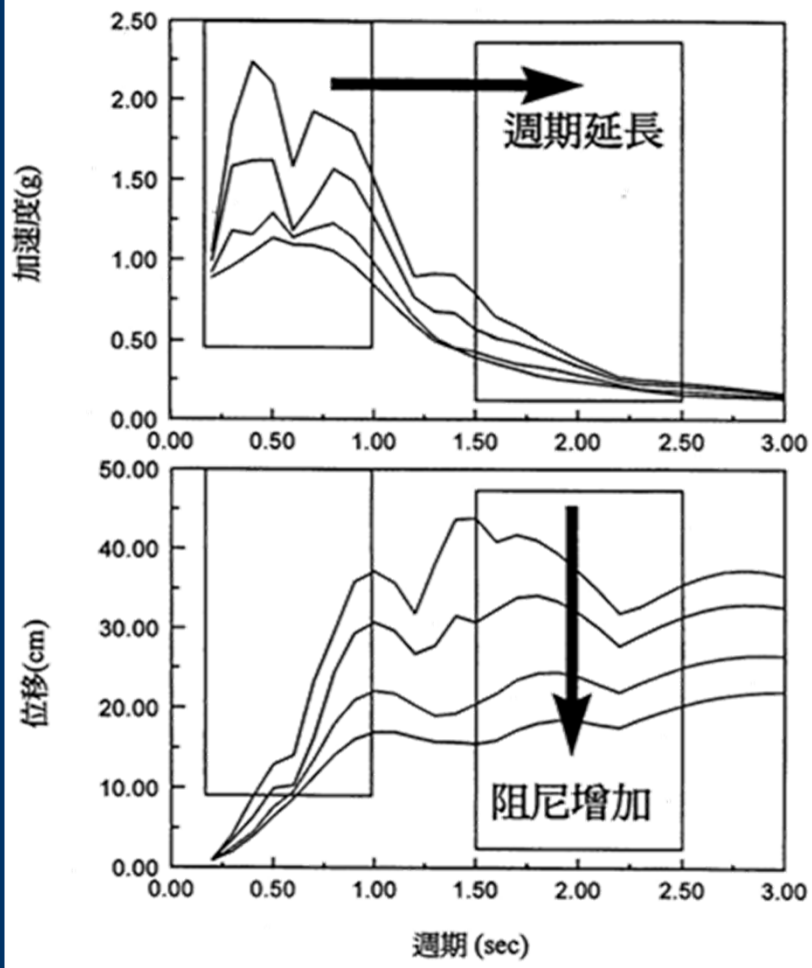


オイルダンパー

加裝隔震器降低地震力

- 傳統耐震設計：以建築本身強度及延展性(合稱韌性)抵抗地震
- 隔震結構：以隔震系統延長週期及增加阻尼減少結構受震反應



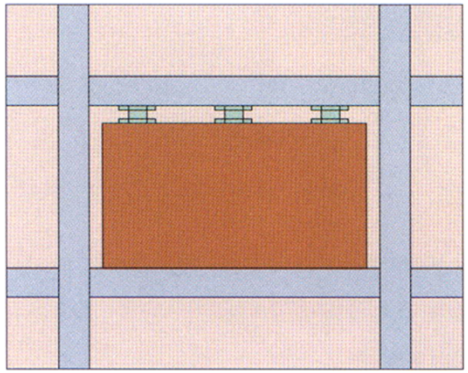


新科技增強建築物結構安全

阻尼器適用例

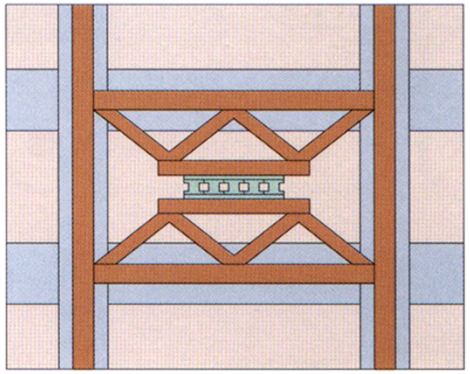
區分使用不同特性之制震阻尼器，可提案最佳制震。

各種制震器，亦可簡單裝置於受多種條件限制下之既有建築物。（ ═ 制震阻尼器）



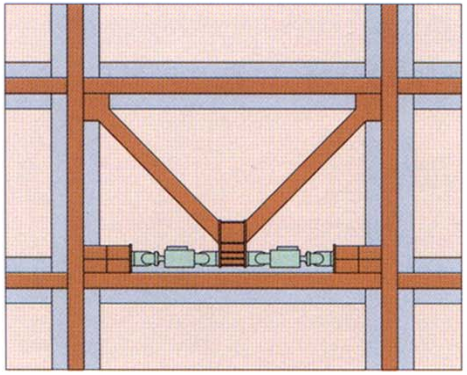
鋼製開槽阻尼器適用例

增設隔間牆在 PC 版頂部付有鋼製開槽阻尼器之例。
此外也準備高吸收力之T型鋼製開槽阻尼器。



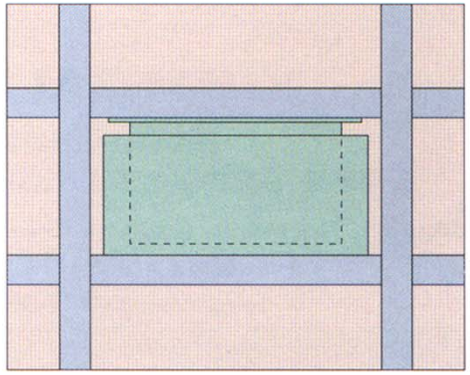
最低降伏點鋼阻尼器適用例

增設斜撐結構制震構架安裝最低降伏點鋼阻尼器之例。增設於既有 RC 造中低層建築物外側之例子。



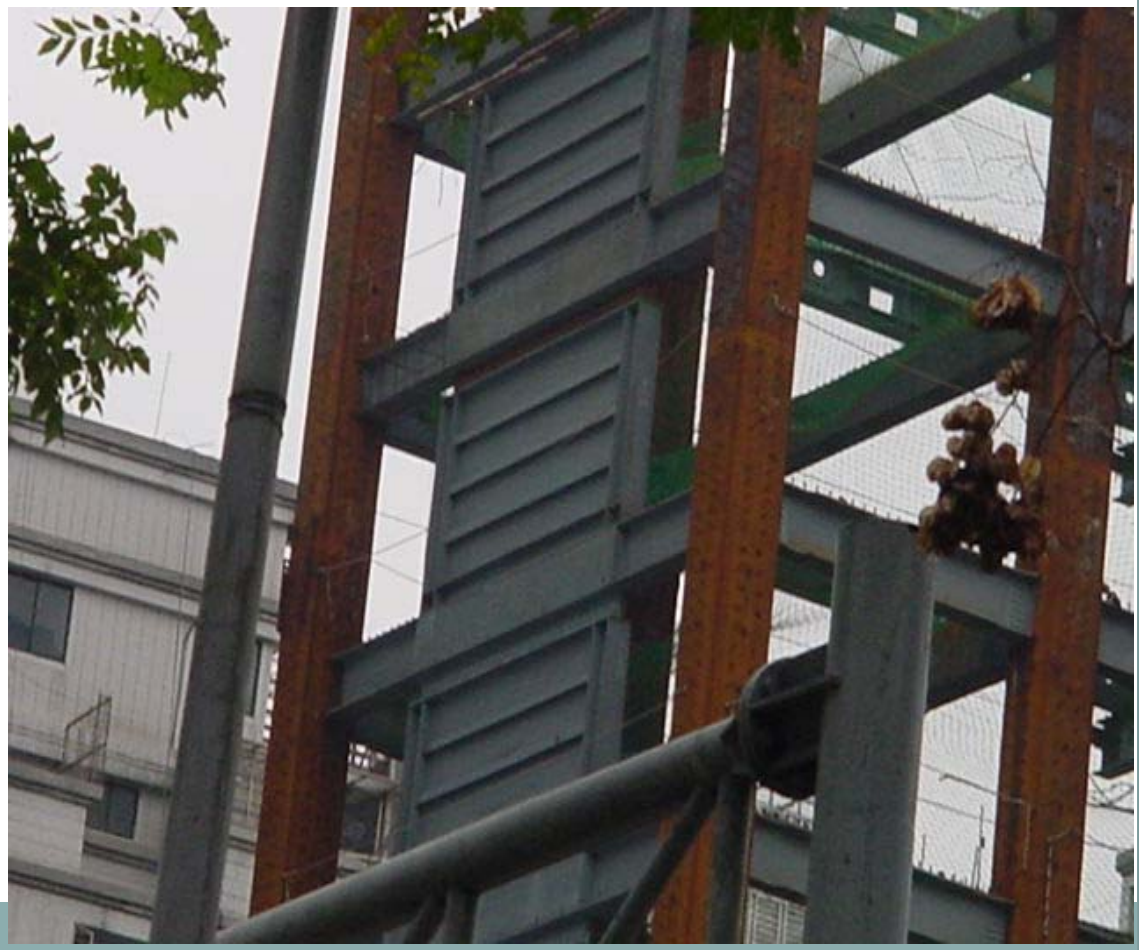
油阻尼器適用例

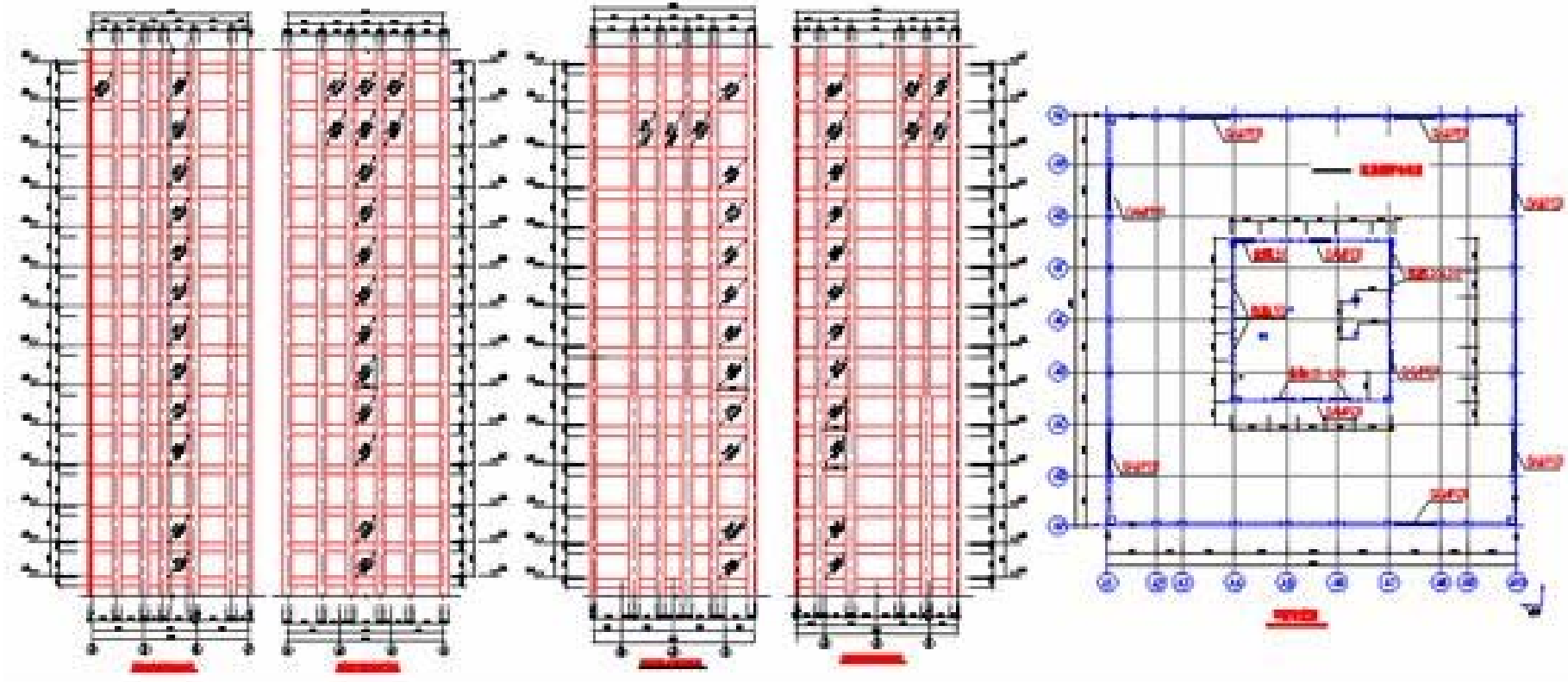
增設斜撐結構制震構架安裝油阻尼器之例。增設於既有RC造之中低層建築物外側之例。



制震牆適用例

增設隔間牆之制震牆例。





银泰中心设置粘滞阻尼器内筒及平面布置图(部分楼层)

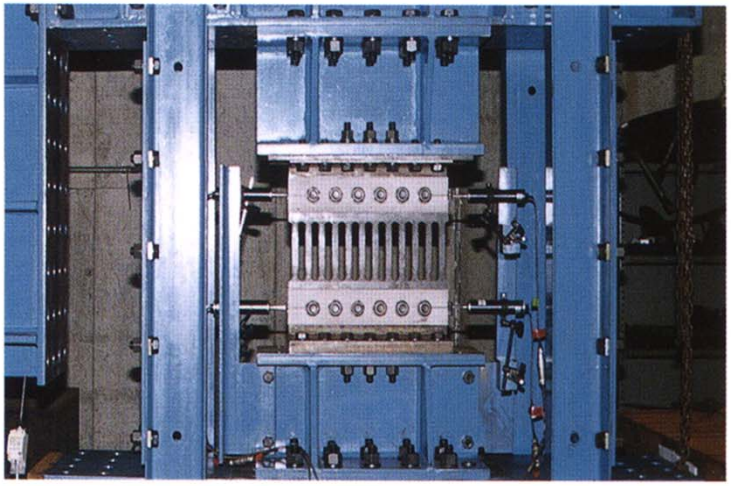
新科技增強建築物結構安全

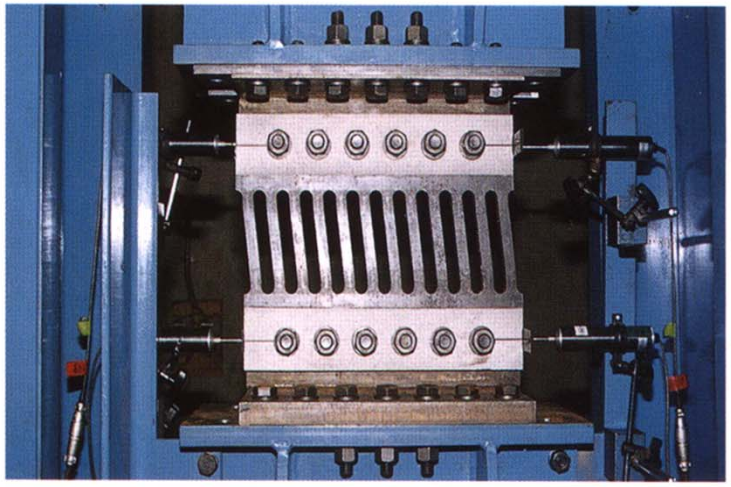
鋼製開槽阻尼器之特質

鋼製開槽阻尼器具備良好的耐震性能，以經由實驗獲得證明。

鋼製開槽阻尼器因具備高塑性位移能力及可應付不斷位移且不易破斷之優勢，所以在發生強烈地震時，將會發揮吸收極大振動能量之特色。

鋼製開槽阻尼器之實驗狀況





從實驗可證實，鋼製開槽阻尼器經歷2~3次震度7級之強震過後，才會斷裂。此外，萬一發生斷裂，其構材更換也非常容易。

採用阻尼器增加韌性吸收地震力

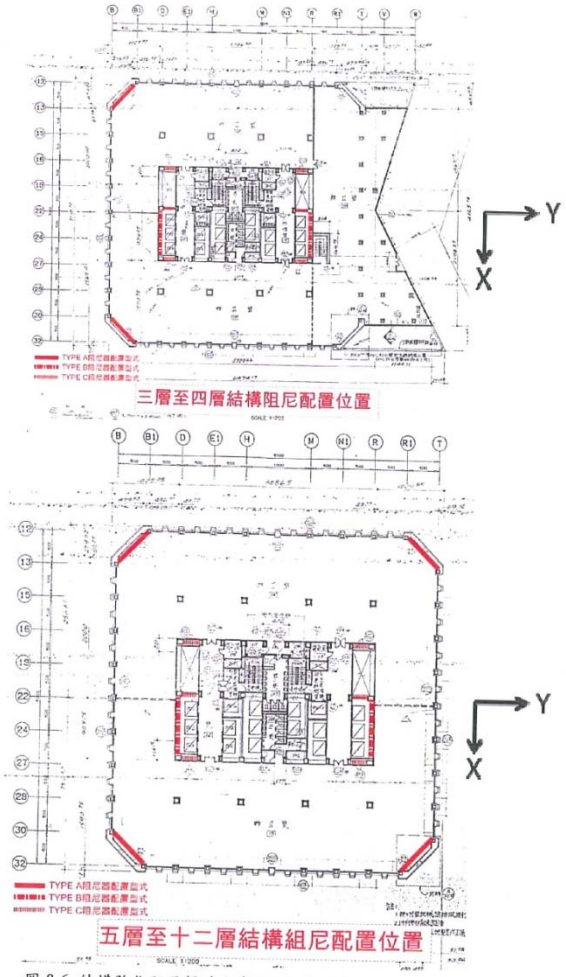
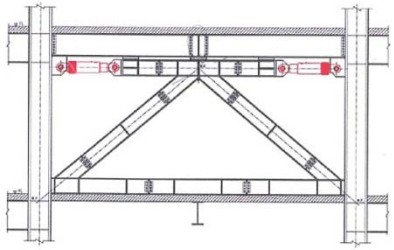


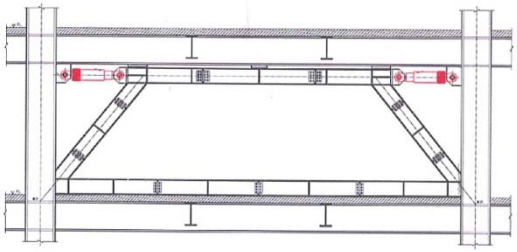
圖 8-6 結構強化阻尼提升方案(附件 20 方案 2)阻尼配置位置

8.6 結構阻尼器建議配置方式

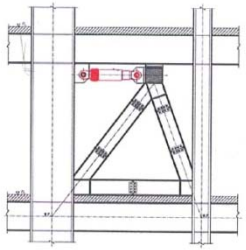
依圖 8-6 之結構阻尼配置位置，採用**速度型油壓阻尼器**。**阻尼器方程式 $F=CV^{\alpha}$**，阻尼器參數選用**阻尼指數 α=0.3、阻尼係數 C=450 KN-(sec/mm)$^{\alpha}$、阻尼力 F≒1500KN**，三種阻尼配置型式如圖 8-7，共配置 172 組阻尼器。



TYPE A 阻尼器配置型式



TYPE B 阻尼器配置型式



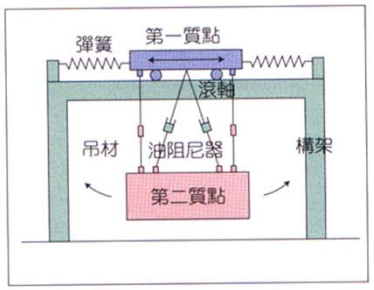
TYPE C 阻尼器配置型式

圖 8-7 阻尼器建議配置型式

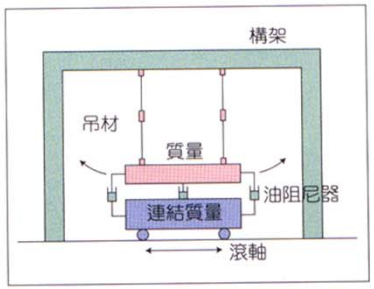
新科技增強建築物結構安全

被動式制振構法

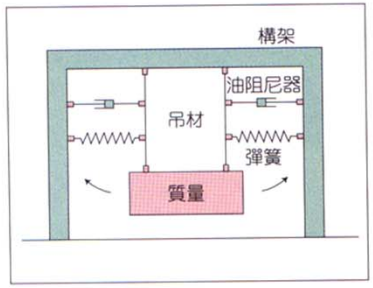
應對強風或中小型地震之搖晃，設置於建築物屋頂之制振裝置將被動地運作。
單擺或水槽內的水將和建築物頂部逆方向搖動，減低建築物搖晃。



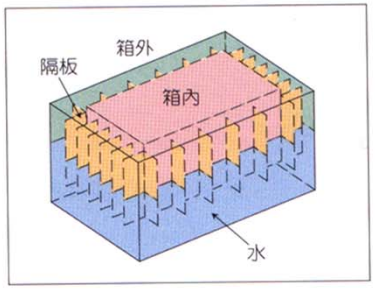
質點系TMD
適合長周期（3秒以上）之建築物。
可確保大空間振動體之可動範圍。



連結質量TMD
適合長周期（3秒以上）之建築物，
可將振動體之載重分散至天花板及
樓版。



擺錘彈簧TMD
適合計有周期2秒以下之建築物或超
高層大樓之2次振動體。



2方向液柱管組尼器
擺錘代替振動體，利用水之振動。
低成本，且維持方便。

台北101
吉富利塔

高雄85大樓

結構補強效果

- 補強數量
- 補強位置
- 補強經費與影響(補強經費< ½ 重建成本)
- 補強效果
  - 補強後，建物崩塌地表加速度可達預期
  - 補強後，建築物仍可能受損
    - 強烈地震時，建物不崩塌，但梁柱與附屬結構可能嚴重受損
    - 中度地震時，梁柱結構與附屬結構可能受損

結論與建議

- 施工品質不良
- 設計品質不良
  - 建築設計不良
  - 結構設計不良
- 結構安全之考慮
- 設計圖說之保存
- 災害救濟及災害鑑定

結論與建議

- 政府之責任
  - 檢討建築技術規則建築物耐震設計之規定
  - 檢討騎樓和蓋型開放空間的防震規範
  - 加強建築結構專業人才之專業知識及實務經驗，以增進建築物之結構安全
  - 儘速擬定結構補強設計與施工規範

超過30年的建築物，

1建築材料老化，建築物受損裂傷無人修補，造成結構耐震能力降低或不足。

2.使用人漏水不修復，造成鋼筋鏽蝕，影響混泥土之握裹力，造成鋼筋混泥土強度降低。

3.使用管理未落實，任意改變隔間牆，變更使用，增加違建，造成建築物重量增加。請問政府這是誰的責任？

這幾年大地震有5~10年內的結構良好的新建築物倒塌嗎?

若有建築師設計不良的房子，5年內不會倒，30後房子就會倒塌???

其原因就是使用管及結構維護是否落實才是最大關鍵問題

。

謝謝指教