

如何做安全鑑定的耐震能力評估 及補強



主講人 陳澤修建築師

台北市建築師公會鑑定委員會 委員
全國建築師公會特殊結構 顧問
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

安全鑑定之種類

1. 損害鑑定
2. 未報勘驗先行動工結構安全鑑定
3. 火害結構安全鑑定
4. 氯離子結構安全鑑定
5. 拆屋還地結構安全鑑定
6. 耐震能力評估
7. 灌漿後七日內發生地震之結構安全鑑定
8. 一般建築物的安全鑑定

安全鑑定之檢測方式

1. 建築物傾斜測量
2. 混凝土強度取樣
 - (1) 抗壓強度試驗
 - (2) 氯離子檢測
 - (3) 中性化檢測
3. 鋼筋掃瞄

建築物耐震能力評估方式

一、耐震初評

1. PSERCB
2. 階段性補強評估

二、耐震詳評

1. SERCB
2. TEASPA
3. NCREE

損害修復及補強方式

1. 裂縫修補
2. 鋼筋外露修復
3. 結構補強方式
 - (1) 碳纖維包覆
 - (2) 鋼板包覆
 - (3) 加設支撐
 - (4) 增設耐震壁
 - (5) 解除短柱效應
 - (6) 擴柱及翼牆補強
 - (7) 裂縫Epoxy灌注

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。...

耐震評估與建築結構補強



- 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)

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)

如何做安全鑑定的耐震能力評估及補強



建築結構耐震能力 初步評估系統介紹

PSERCB開發動機與目的



- 我們居住的島嶼「台灣」其位處環太平洋地震帶上，歷經眾多次的地震災害。
 - 如：九二一集集地震、花蓮0206地震、台南維冠金龍大樓倒塌等。
- 造成國內許多建築物的倒塌及損壞也造成許許多多的人死亡及數萬人受傷，以及難以估計的財產損失，故對建築物是否具備有足夠耐震能力，一直是民眾所關注的焦點。

PSERCB開發動機與目的



- 行政院自民國89年核定「建築物實施耐震能力評估及補強方案」。
- 而由重要的公有建築物先行來執行，在地震災害中有許多中、小學校的損壞情形更為嚴重。
- 這些本應該在大地震發生後成為臨時救難收容中心的建築物，本身卻不堪一震，不禁使人懷疑，我們的建築物其安全性到底如何。

PSERCB開發動機與目的



- 因此「內政部建築研究所」於2014年與2016年委託開發以雲端作業系統
- 其為平台的「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估系統(Preliminary Seismic Evaluation of RC Buildings，簡稱PSERCB)」。
- 其兼採以**定性評估**與**定量評估**模式，比以往的耐震能力初步評估來得更加嚴謹。

PSERCB開發動機與目的



PSERCB開發動機與目的

定性評估



評估結果易因評估者不同，產生差異過大，變異性過高。



紙本方式呈現不易保存，無統一單位彙整儲存資料

定性+定量評估

48分

53分

50分



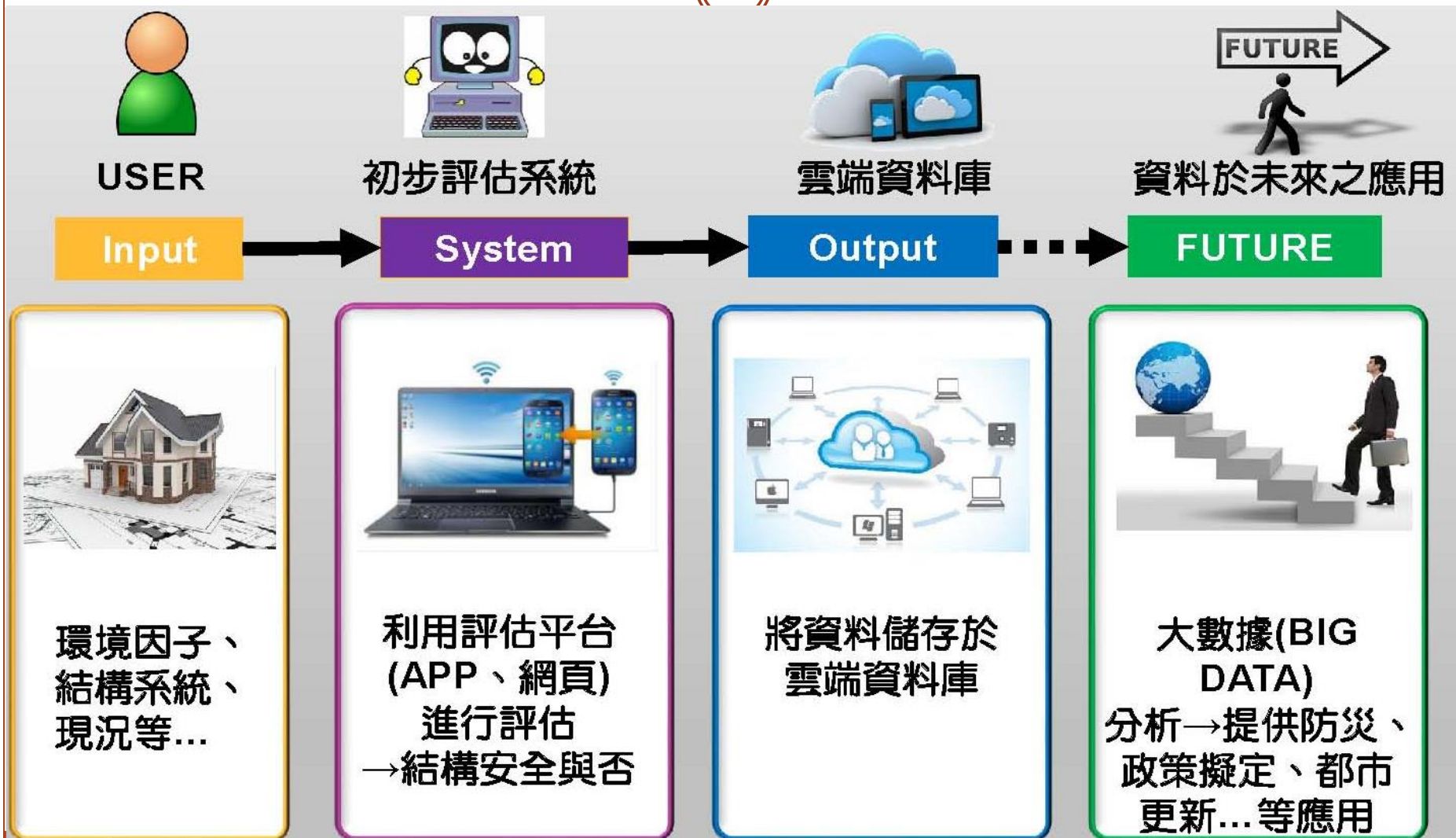
<input type="checkbox"/>	$R \leq 30$ ：建築物耐震能力尚無疑慮
<input type="checkbox"/>	$30 < R \leq 45$ ：建築物耐震能力稍有疑慮，宜進行詳評
<input type="checkbox"/>	$45 < R \leq 60$ ：建築物耐震能力有疑慮，優先進行詳評
<input type="checkbox"/>	$60 < R$ ：建築物的耐震能力確有疑慮，逕自進行補強或拆除

減少評估結果差異過大，變異性過高。



彙整初評成果，發揮大數據功效，作為耐震防災對策制定之依據。

PSERCB開發動機與目的



PSERCB開發動機與目的

定性評估

定量評估

項次	項目		配分
1	結構系統	靜不定程度	5
2		地下室面積比, r_a	2
3		平面對稱性	3
4		立面對稱性	3
5		梁之跨深比b	3
6		柱之高深比c	3
7		軟弱層顯著性	3
8	結構細部	塑綫區箍筋細部(由設計年度評估)	5
9		窗台、氣窗造成短柱嚴重性	3
10		牆體造成短梁嚴重性	3
11	結構現況	柱之損害程度	2
12		牆之損害程度	2
13	定量分析	裂縫鏽蝕滲水等程度	3
14		475年耐震能力初步評估	30
15		2500年耐震能力初步評估	30
分數總計			100

PSERCB開發動機與目的



定性評估

定量評估

項次	項目	配分	評估內容	權重	評分
1	結構系統	5	<input type="checkbox"/> 單跨(1.0) <input type="checkbox"/> 雙跨(0.67) <input type="checkbox"/> 三跨(0.33) <input type="checkbox"/> 四跨以上(0)		
2		2	$0 \leq (1.5 r_g) / 1.5 \leq 1.0$; r_g : 地下室面積與建築面積之比 r_g-1		
3		3	<input type="checkbox"/> 不良(1.0) <input type="checkbox"/> 尚可(0.5) <input type="checkbox"/> 良(0)		
4		3	<input type="checkbox"/> 不良(1.0) <input type="checkbox"/> 尚可(0.5) <input type="checkbox"/> 良(0)		
5		3	當 $b < 3$, $w-1.0$; 當 $3 \leq b < 8$, $w-(8-b)/5$; 當 $b \geq 8$, $w-0$ $b-6$		
6		3	當 $c < 2$, $w-1.0$; 當 $2 \leq c < 6$, $w-(6-c)/4$; 當 $c \geq 6$, $w-0$ $c-4.297$		
7		3	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)		
8	結構細部	5	<input type="checkbox"/> 63年2月以前(1.0) <input type="checkbox"/> 63年2月至71年6月(0.67) <input type="checkbox"/> 71年6月至86年5月(0.33) <input type="checkbox"/> 86年5月以後(0)		
9		3	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)		
10	結構現況	3	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)		
11		2	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)		
12		2	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)		
13	3	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)			
14	定量分析	30	$* \frac{A_{21}}{M_{210}} < 0.25, w=1; * 0.25 < \frac{A_{21}}{M_{210}} < 1, w = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{A_{21}}{M_{210}} \right); * \frac{A_{21}}{M_{210}} > 1, w=0$ $A_{21} = \min[A_{21x}, A_{21y}]$ 同時可慮X、Y方向		
15		30	$* \frac{A_{22}}{M_{220}} \leq 0.25, w=1; * 0.25 \leq \frac{A_{22}}{M_{220}} \leq 1, w = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{A_{22}}{M_{220}} \right); * \frac{A_{22}}{M_{220}} > 1, w=0$ $A_{22} = \min[A_{22x}, A_{22y}]$		
分數總計		100			評分總計(P):

考慮475年與
2500年回歸期
地震

PSERCB開發動機與目的



- 所得耐震能力初步評估分數即代表該評估棟建築物的耐震風險多寡程度：
 - 分數高表示耐震風險較大(即其耐震能力較差)。
 - 分數低表示耐震風險較小(即其耐震能力較好)。
- 其評估結果依目前結構安全性能初步評估分為三個等級
 - 甲級(指危險度總分數 ≤ 30 者、評估分數 ≥ 70 者)
 - 乙級($30 \leq$ 危險度總分數 ≤ 45 間、 $70 \geq$ 評估分數 ≥ 55)
 - 未達最低等級(指危險度總分數 > 45 者、評估分數 < 55 者)

結構補強方式

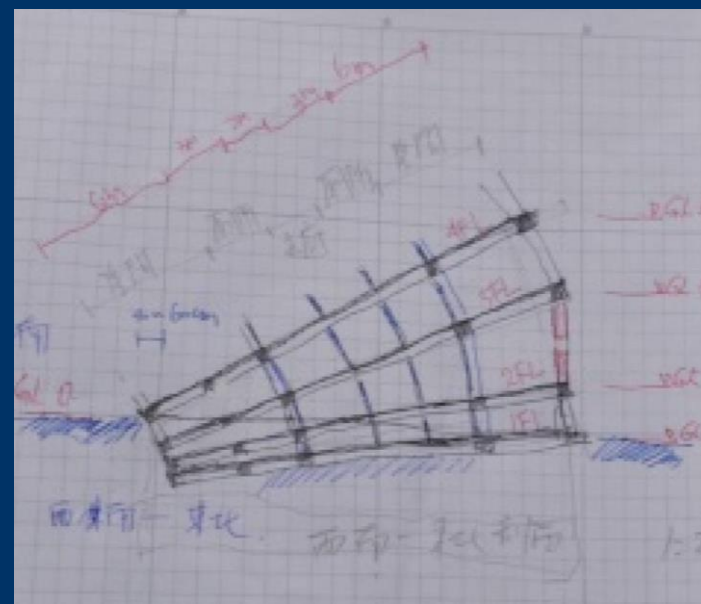
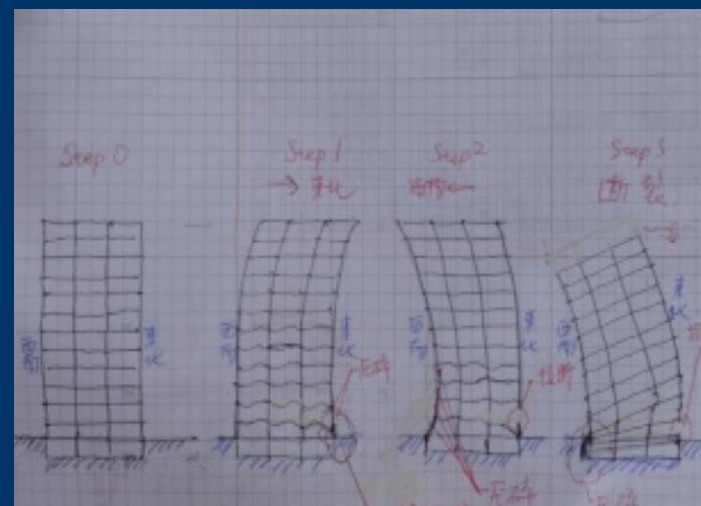
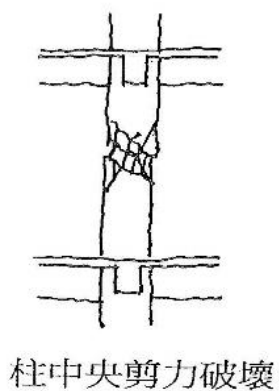
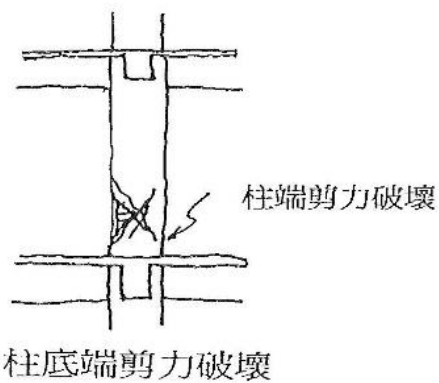
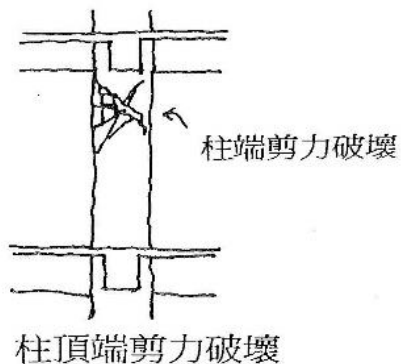
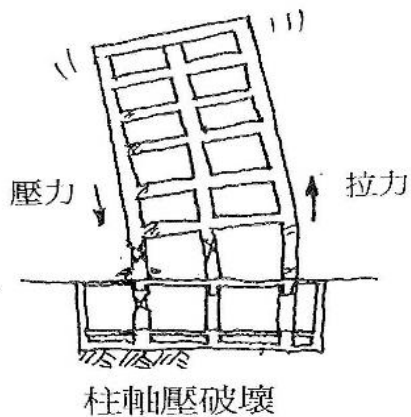
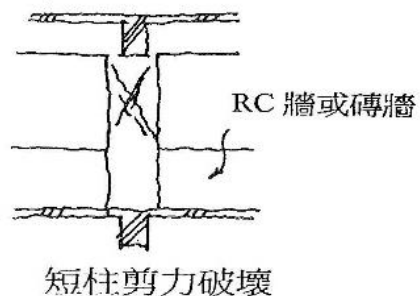
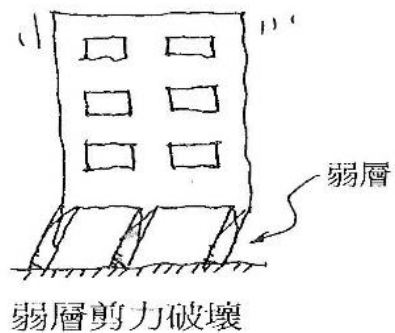


結構補強方式

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。



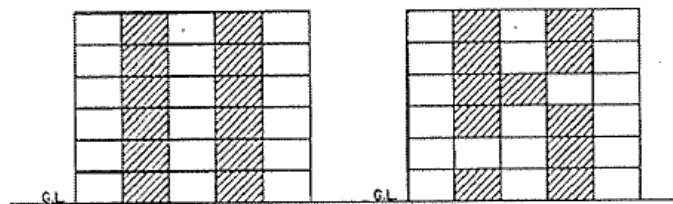
1.1.6 牆體在豎向的安排

1.1.6.1 牆體配置宜上下連續；牆的中心應立求一致。

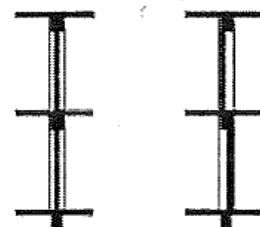
下列情況為耐震規劃時不良的牆體豎向安排方式：

- (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

如何做安全鑑定的耐震能力評估及補強



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】 $S \leq 0.2\text{m}$
 - 【中度破壞】 $0.2\text{m} < S \leq 1.0\text{m}$
 - 【嚴重破壞】 $S > 1.0\text{m}$
- 基礎下土層變化、整體結構未受損或輕微受損
 - 【輕度破壞】 $S \leq 0.4\text{m}$
 - 【中度破壞】 $0.4\text{m} < S \leq 1.5\text{m}$
 - 【嚴重破壞】 $S > 1.5\text{m}$

建物傾斜



- 結構受損、基礎未受損
 - 【輕度破壞】 $\theta \leq 1/200$
 - 【中度破壞】 $1/200 < \theta \leq 1/100$
 - 【嚴重破壞】 $1/100 < \theta \leq 3/100$
 - 【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】 $\theta \leq 1/100$
 - 【中度破壞】 $1/100 < \theta \leq 3/100$
 - 【嚴重破壞】 $3/100 < \theta \leq 6/100$
 - 【完全毀壞】 $\theta > 6/100$

RC柱或剪力牆之損傷度分類基準



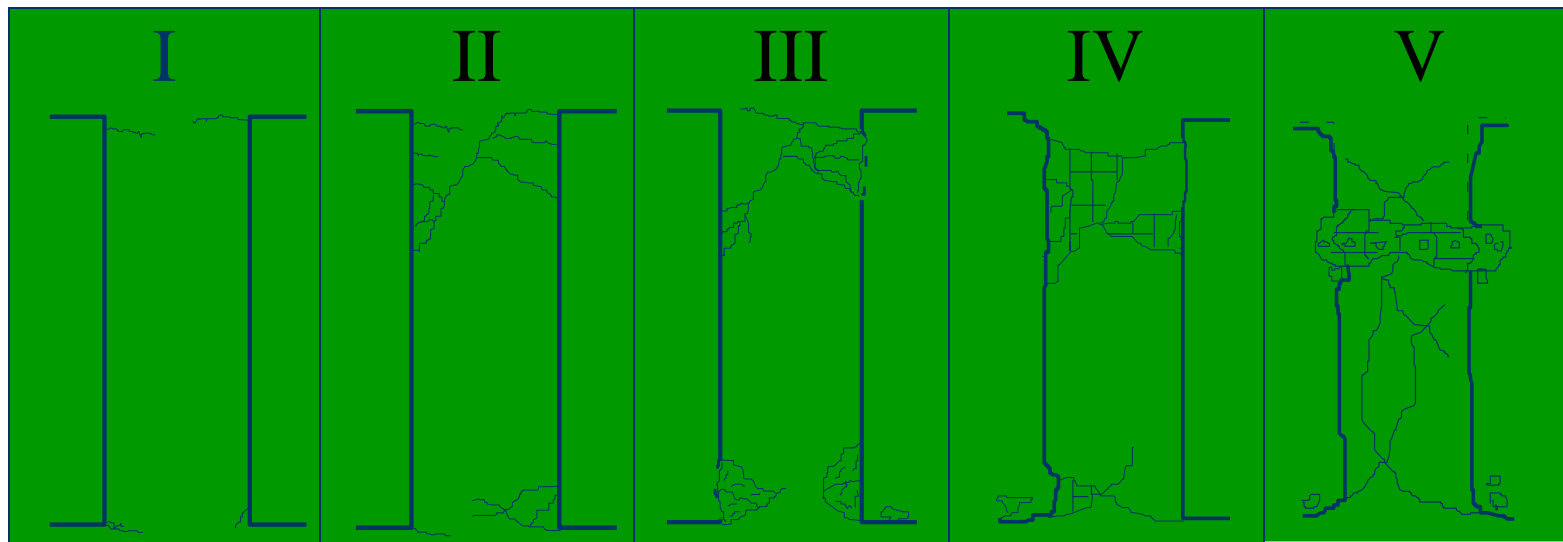
RC柱或剪力牆之損傷度	損傷內容
I (受損輕微)	近看始可看到裂縫 (裂縫寬度 <0.2 mm)
II (輕度破壞)	用肉眼即可看到裂縫 (裂縫寬度 $0.2\sim 1$ mm)
III (中度破壞)	雖有較大裂縫，但混凝土僅保護層脫落 (裂縫寬度 $>1\sim 2$ mm)
IV (嚴重破壞)	甚多裂縫寬度超過 2 mm，混凝土之剝落嚴重且鋼筋有露出現象
V (完全毀壞)	主筋挫屈、混凝土碎裂、柱或剪力牆於高度方向變形，有沈陷及傾斜現象，甚至有鋼筋斷裂之情形。

磚牆之損傷度分類基準

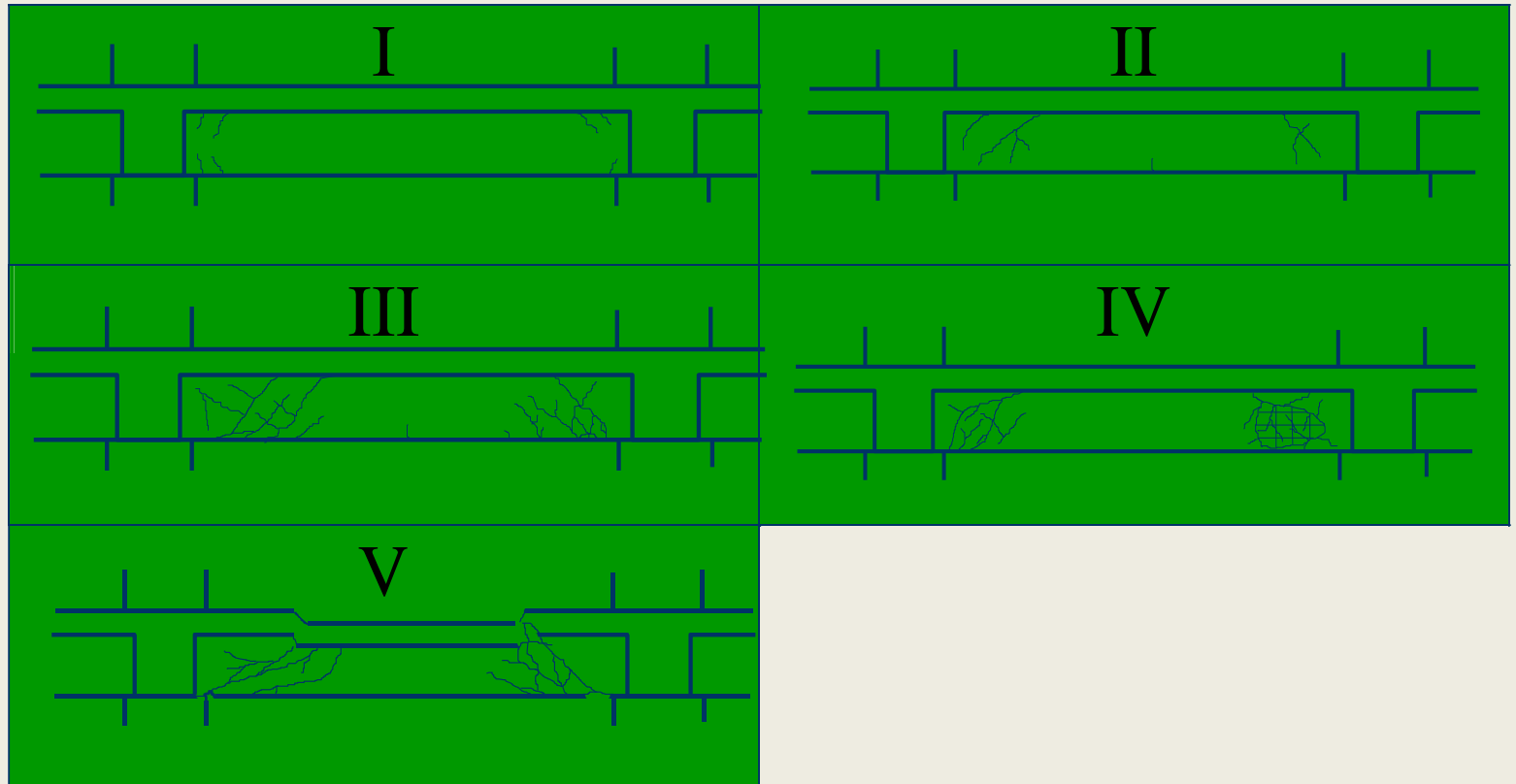


磚牆之損傷度	損傷內容
I (受損輕微)	牆與其週邊之柱或
II (輕度破壞)	牆與其週邊之柱或 梁相接處，可見到
III (中度破壞)	產生斜向裂縫及沿 著磚縫有滑動現象 ，牆面隅角與牆面
IV (嚴重破壞)	裝修材料大片剝
V (完全毀壞)	牆面之一部分或大 部分崩落、由牆面

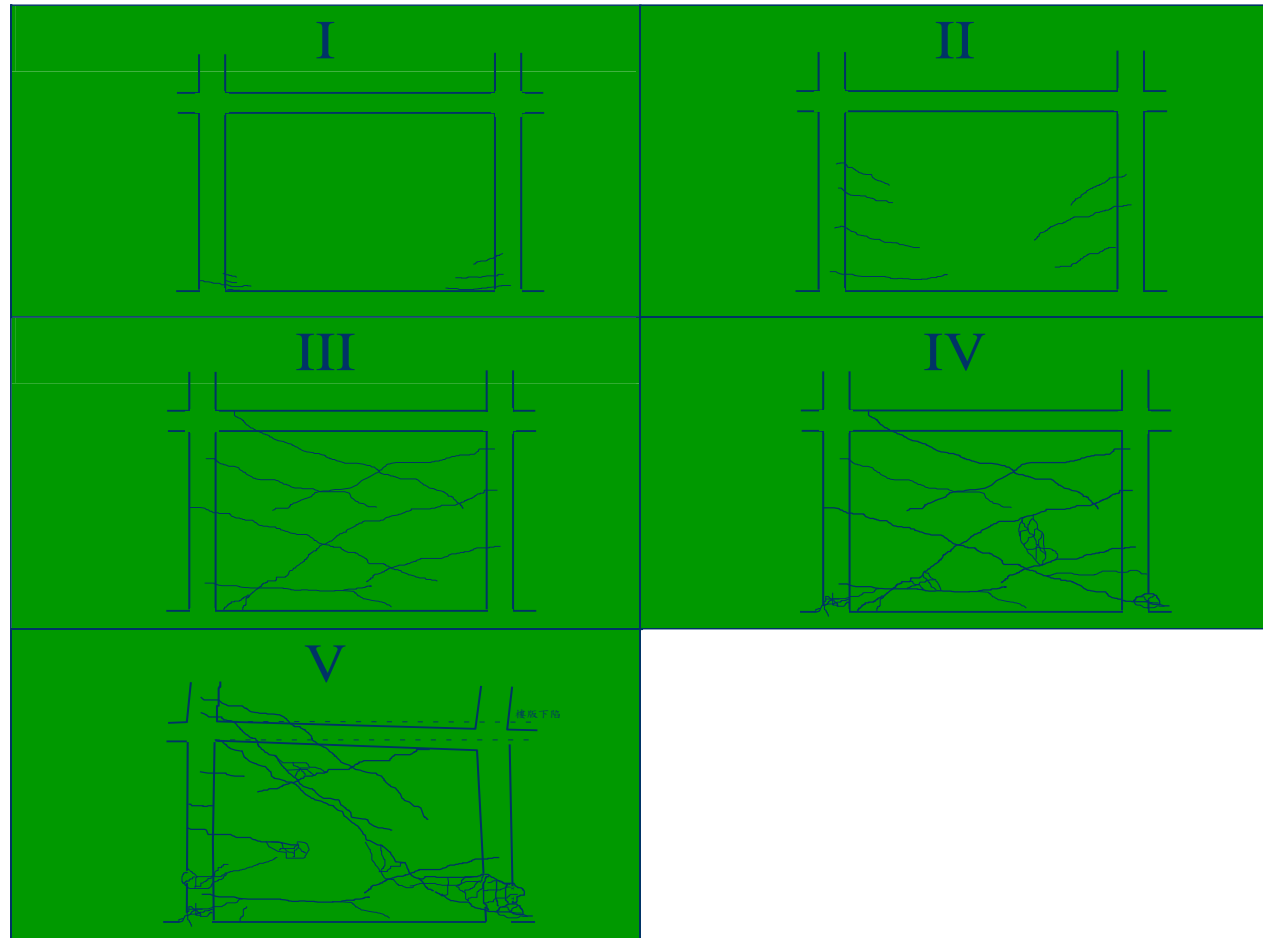
柱損害分級



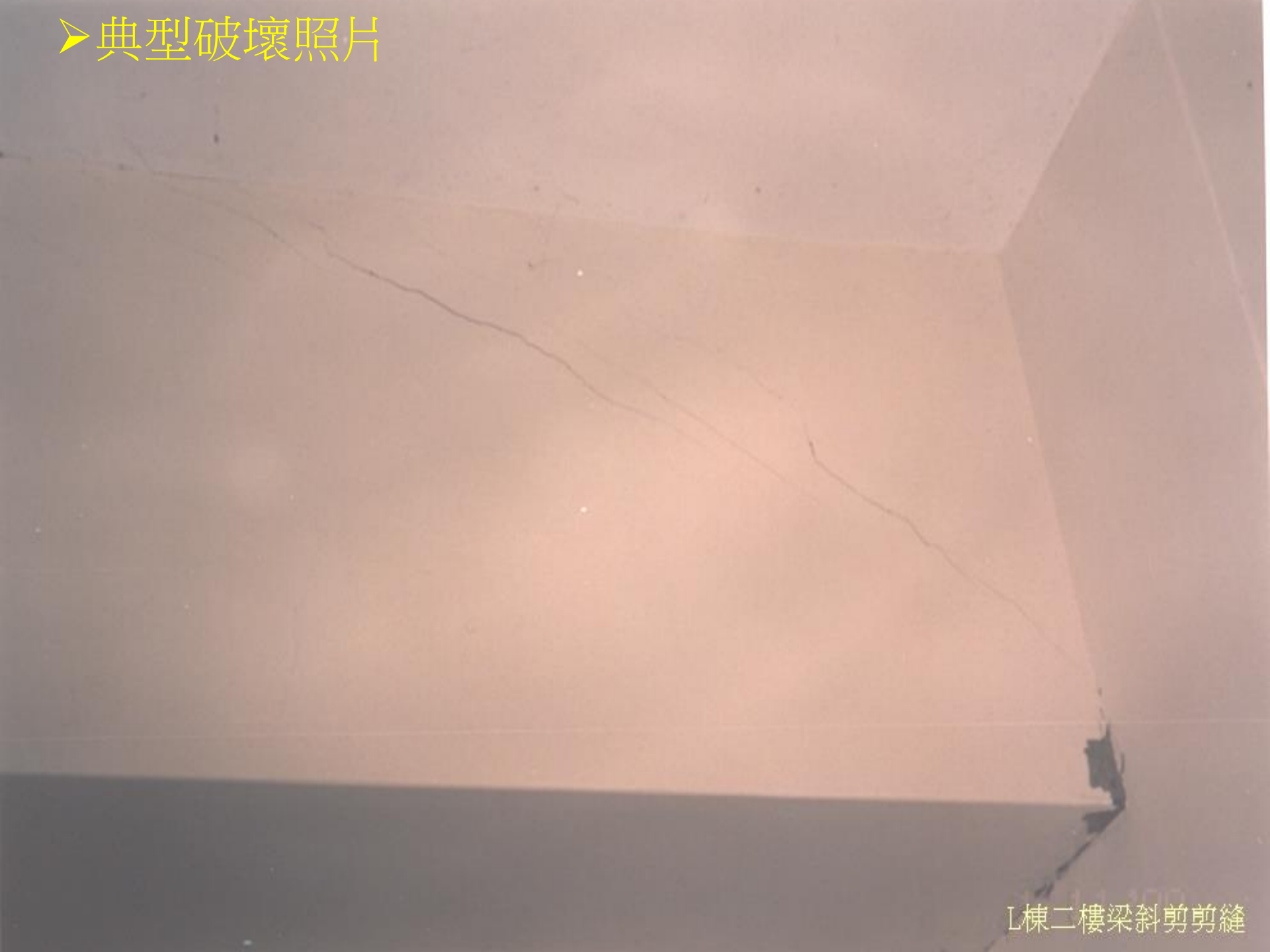
梁損害分級



結構牆損害分級



➤ 典型破壞照片



I棟二樓梁斜剪剪縫

樂利包開口，應力集中的案例



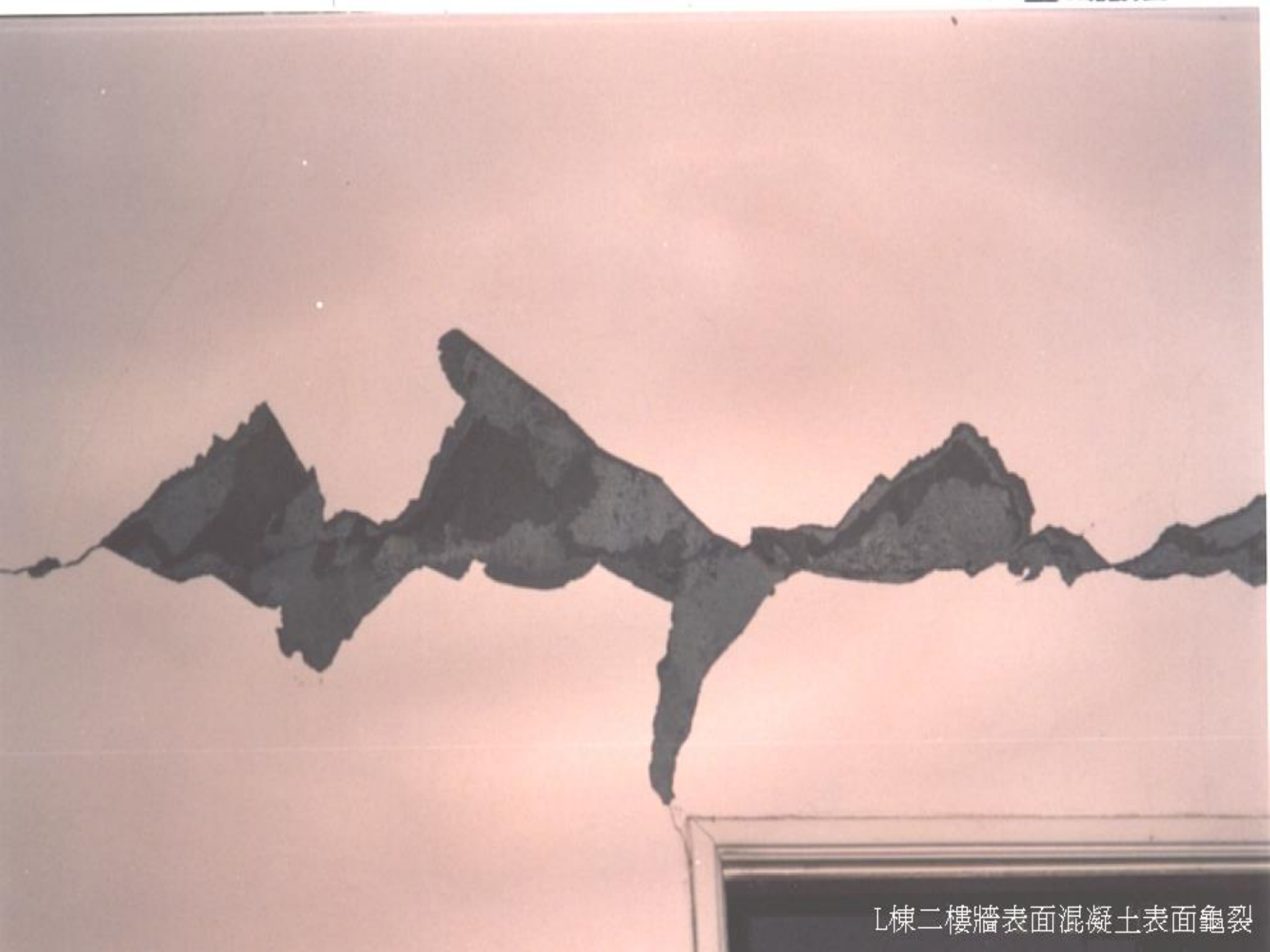
地震後，結構產生的微小裂縫，若不加以修護，長期經歷地震，裂縫會因為應力集中，讓裂縫長大且變深，進而影響結構強度。



200
L棟二樓RC外牆斜剪裂縫



L棟二樓隔間磚牆裂縫



I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

營造施工不良



- 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

營造施工不良



- 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

使用管理不當



- 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

如何做安全鑑定的耐震能力評估及補強



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0.3~2 mm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

● 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）

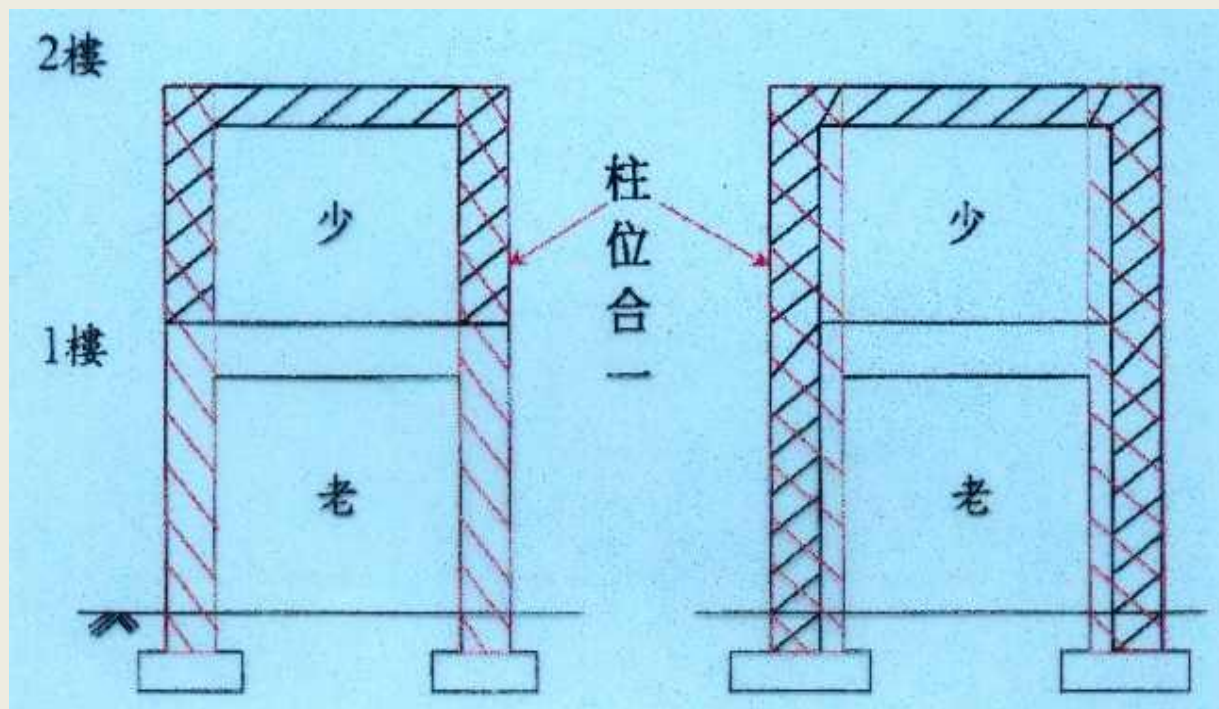


建築物實施耐震能力評估及 補強方案解說

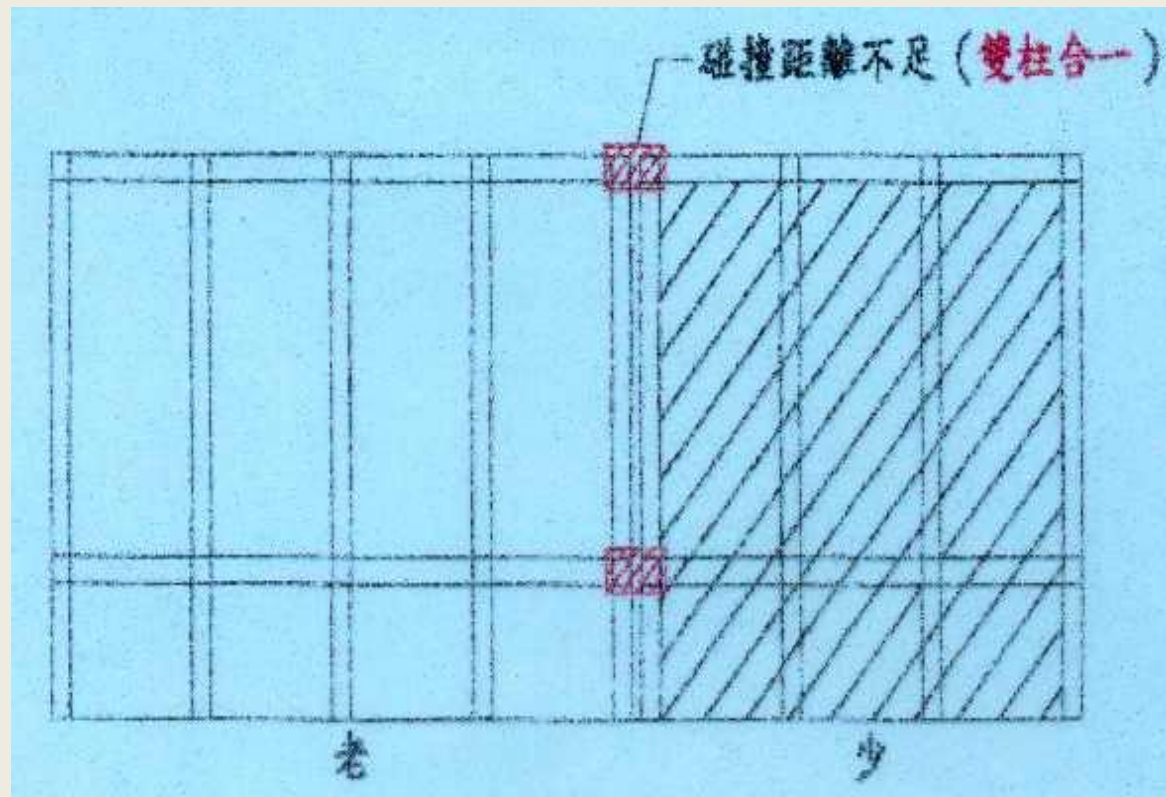


既有建築物結構系統缺失

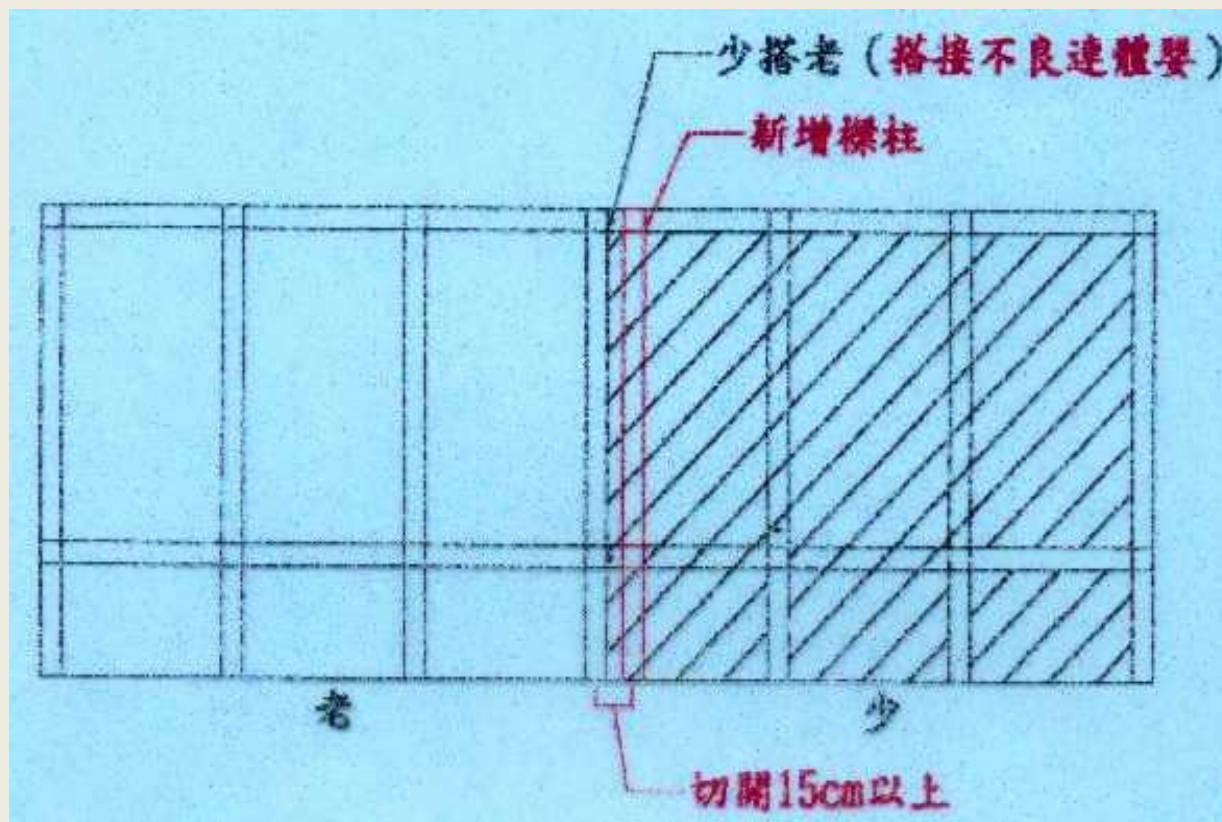
老背少（垂直整合）



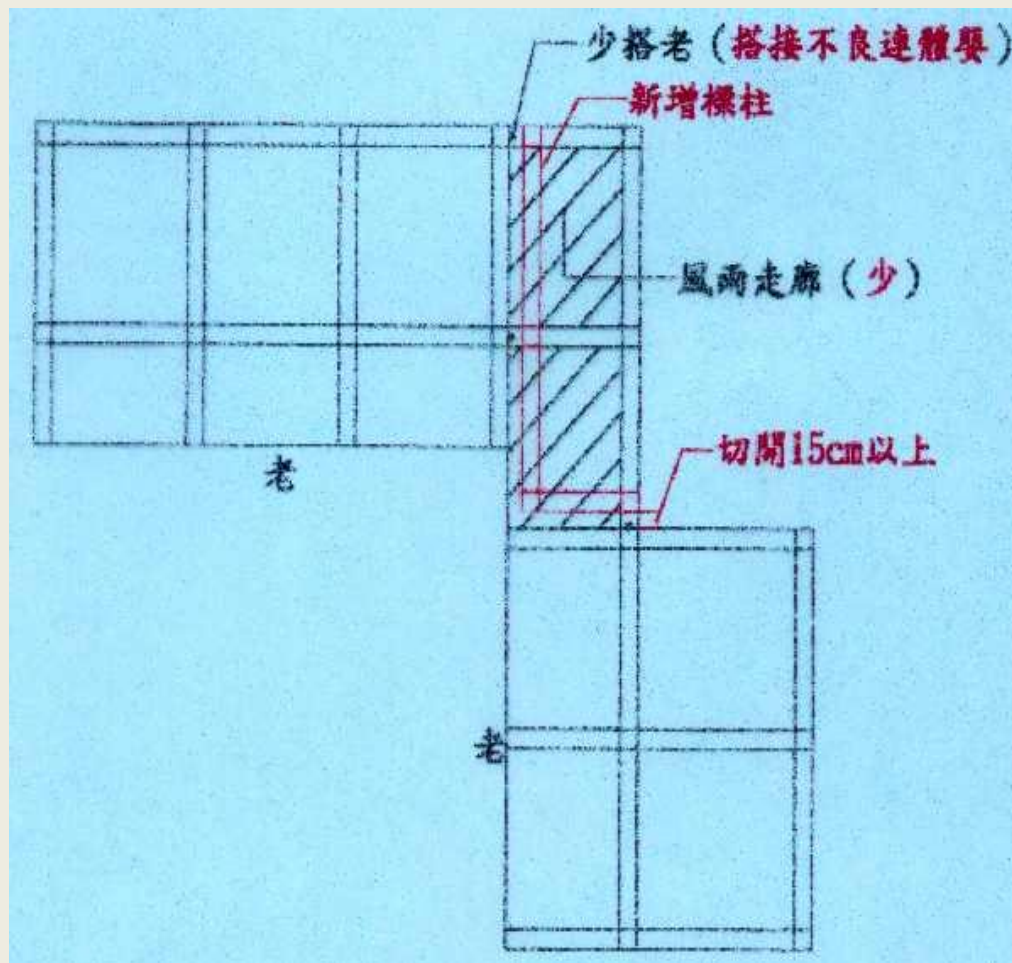
老少搭 (切開連體嬰)



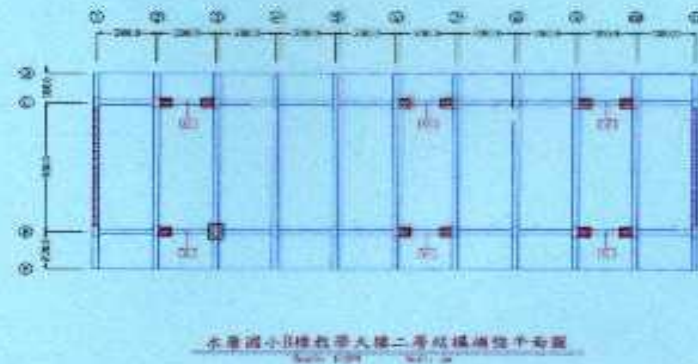
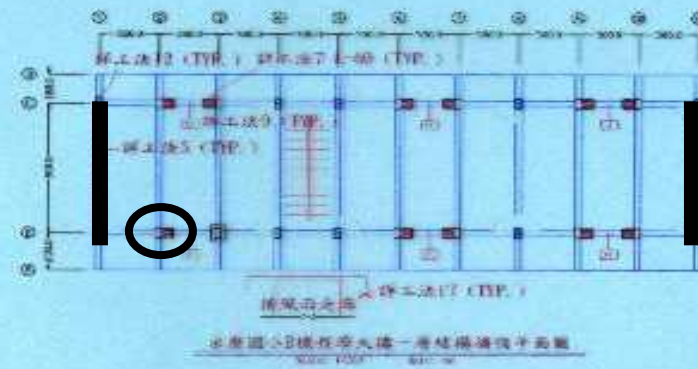
老少對 (水平整合)

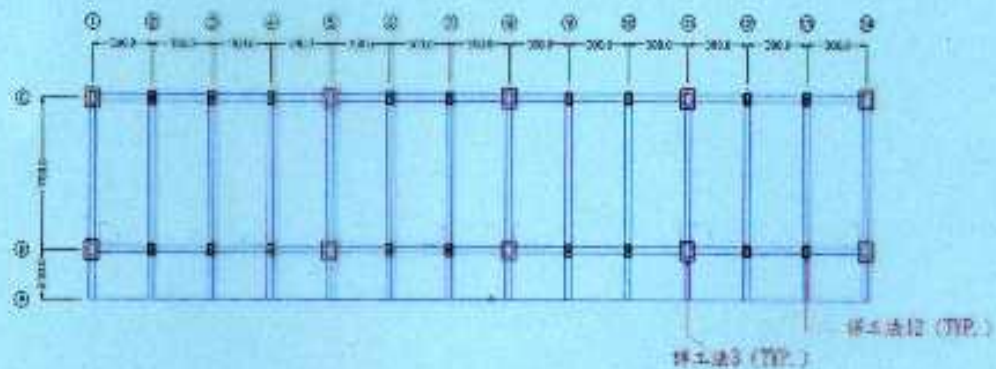


老少搭（切開連體嬰）



耐震能力提昇－增設耐震壁或擴柱





長流國小公園(一)一層結構佈置平面圖
 1:100

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



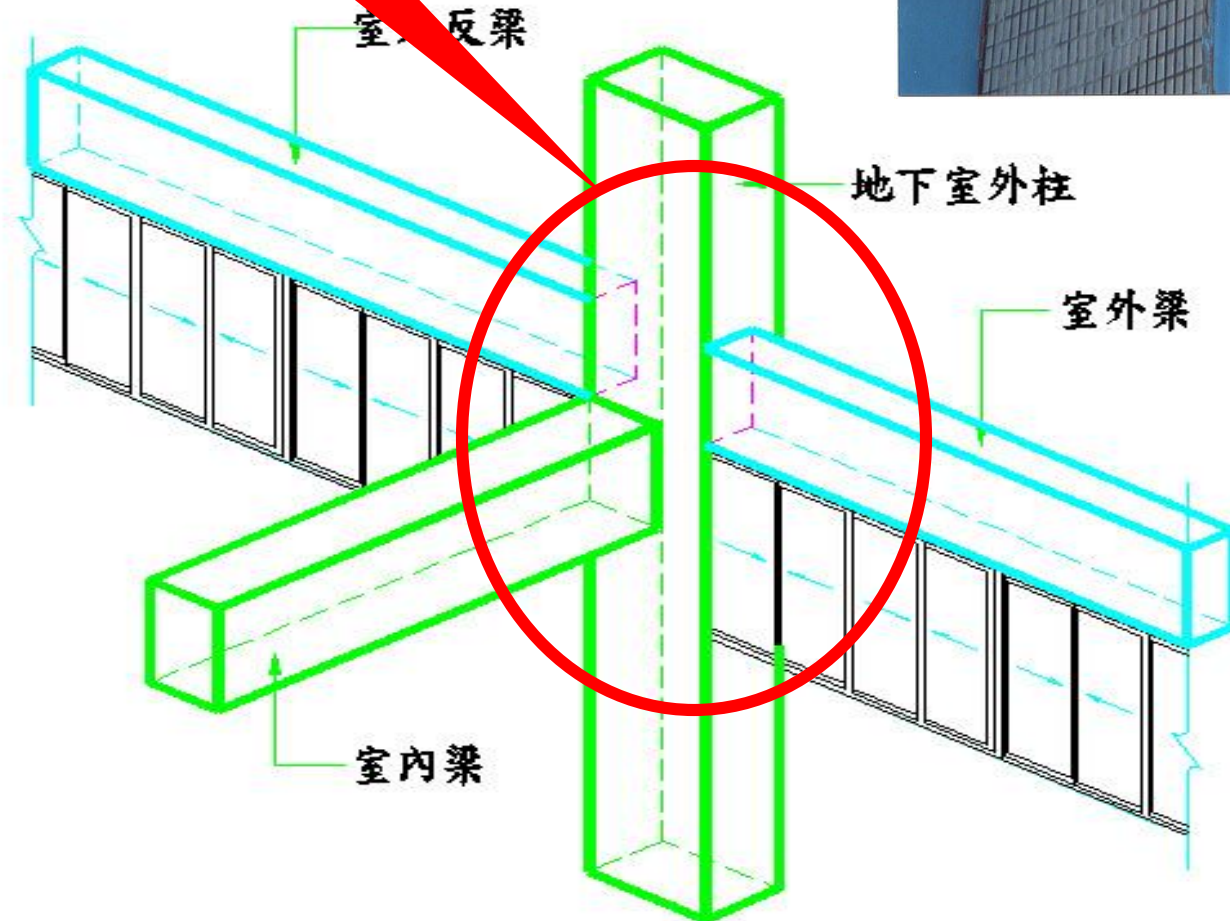
2002 2 25

第一樓層梁為反梁
— 結構梁不連續



2002 2 25

梁柱接頭 —反梁





31 1 '01

地下室底層，需由結構分析成果確認

● 耐震不利因素 ●

建物碰撞



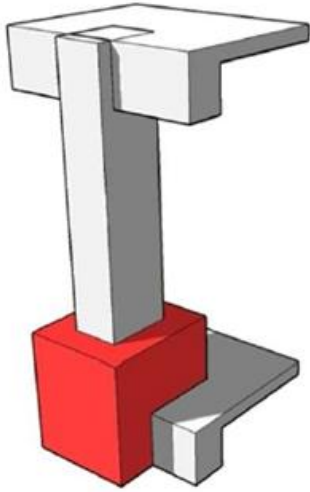
2002 2 25

常見補強工法

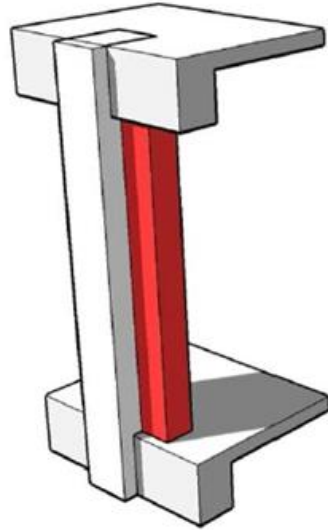


圖說下載：[校舍耐震資訊網](#)

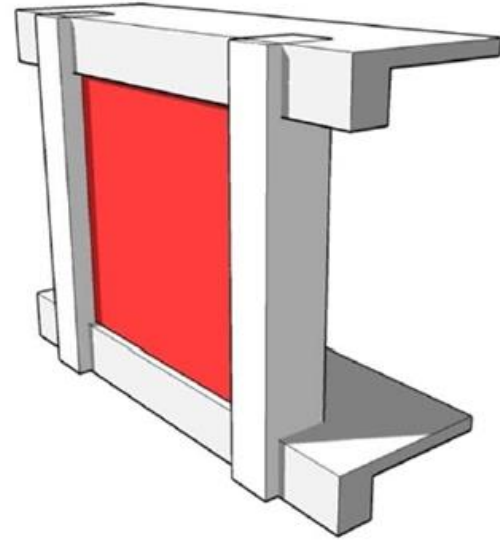
常見補強工法



擴柱



翼牆

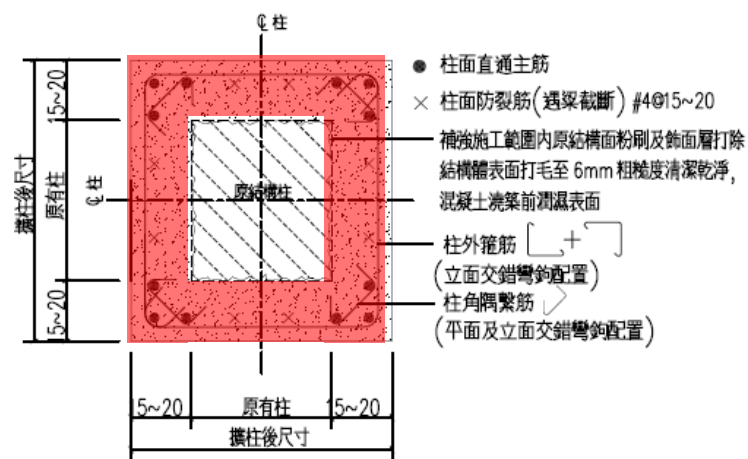


剪力牆



擴柱補強參考圖說

簡介



擴柱補強

結構特性：

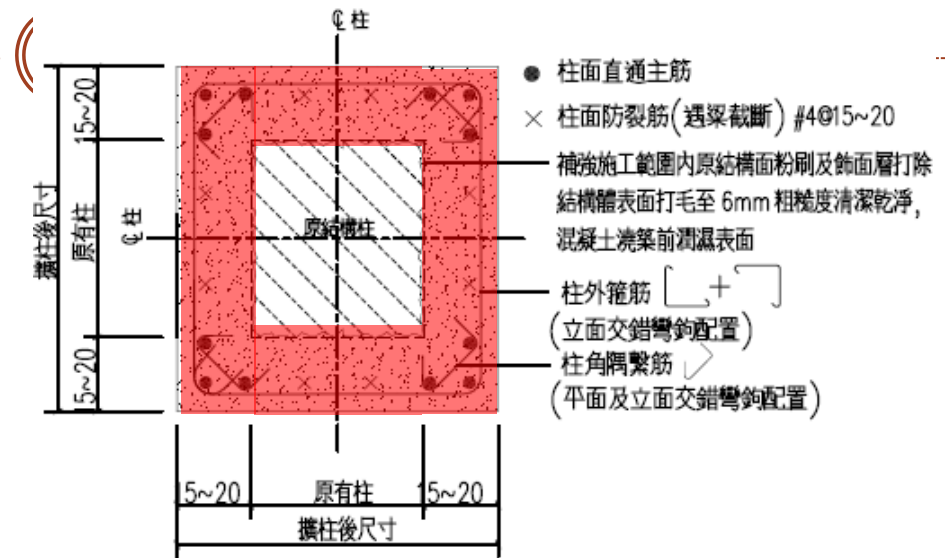
1. 屬結構元件補強工法
2. 雙向提高耐震強度
3. 強度及韌性同時補強

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：

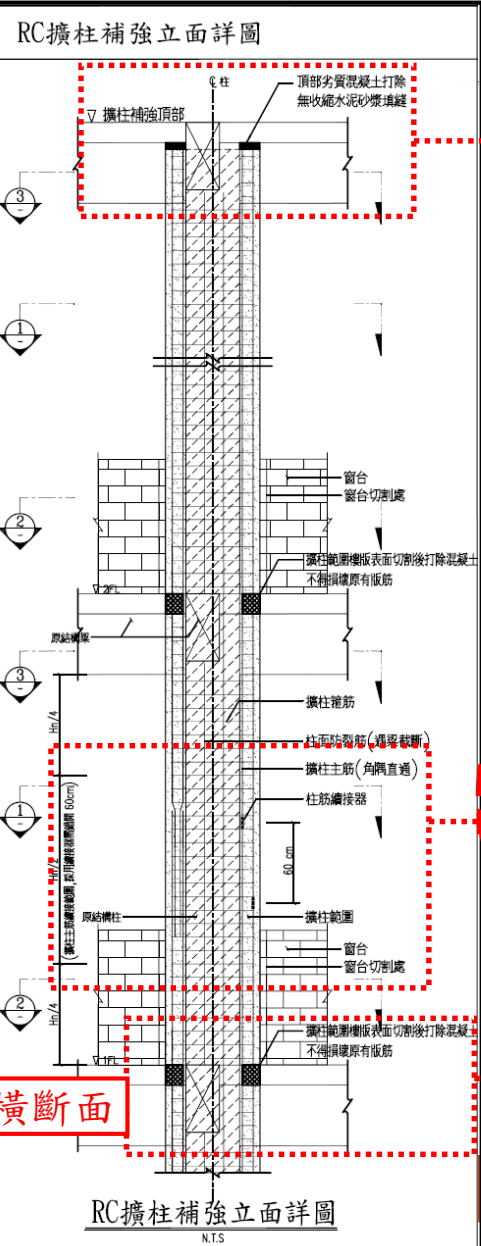
1. 需雙向提高建物耐震強度
2. 柱混凝土品質不佳(抗壓強度偏低或品質差)



擴柱補強參考圖說

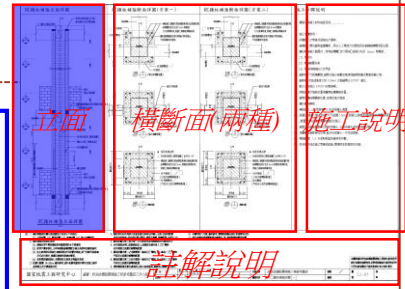
柱頂處理及配套措施

頂部劣質混凝土打除
無收縮水泥砂漿填縫

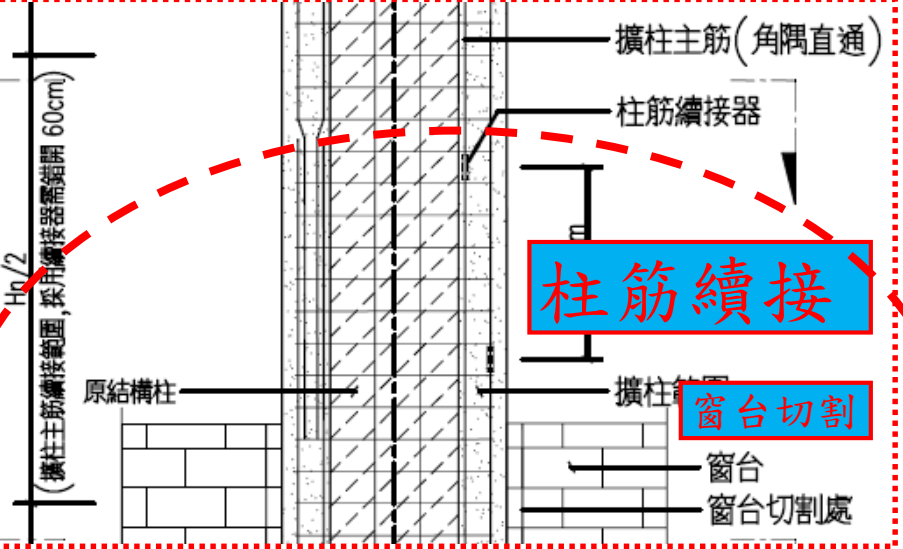


擴柱補強頂部

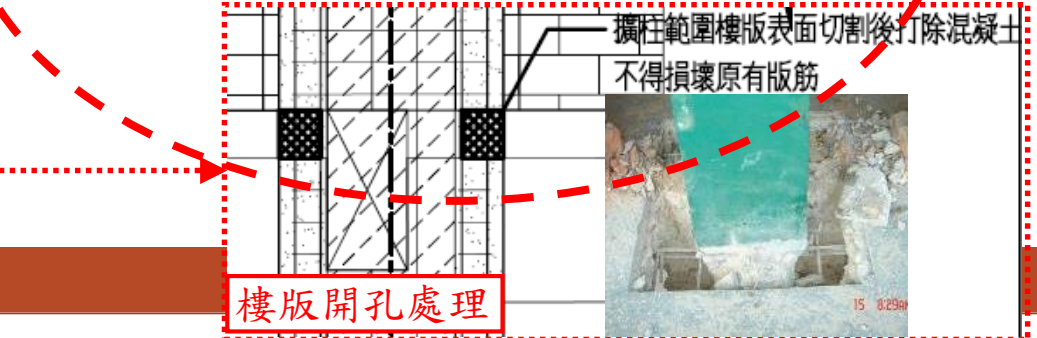
- 擴柱補強頂部設計說明
1. 補強柱頂不貫穿樓版係考量屋頂防水不易處理。
 2. 採用不貫穿設計，分析時塑鉸參數需配合修正為原有柱斷面條件。
 3. 柱主筋頂部及混凝土澆築頂面亦可設置於梁底，版下空隙可採裝修方式自行設計(應注意避免裝修材墜落。)
 4. 若採貫穿樓版設計，則需使柱主筋具足夠錨定長度。



擴柱參考圖 CJ-01



窗台切割

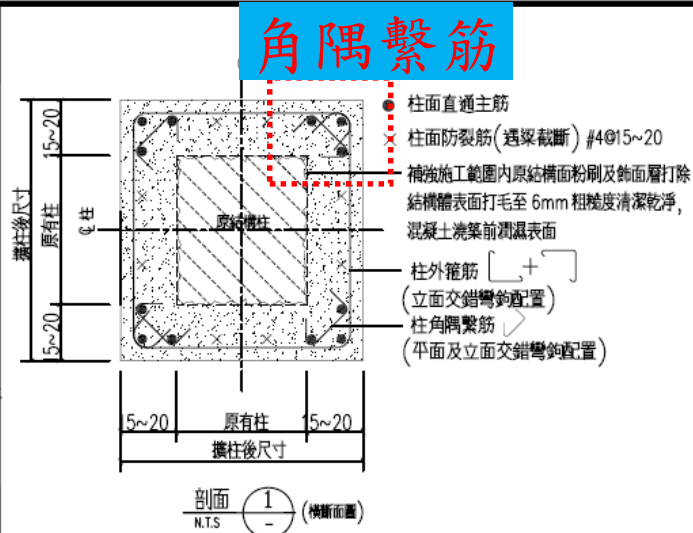


切橫斷面

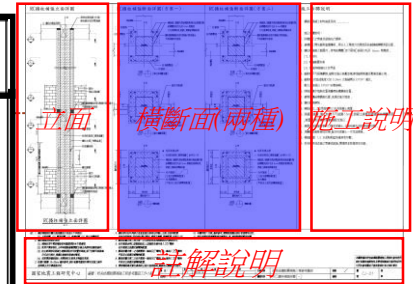
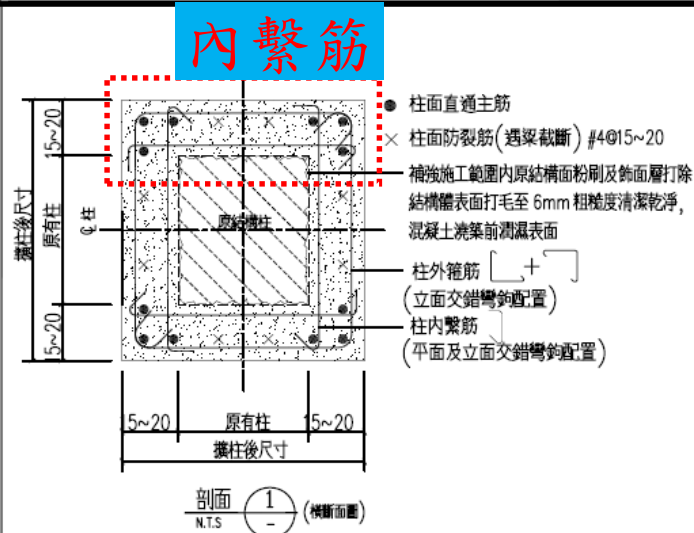
RC擴柱補強立面詳圖 N.T.S

擴柱補強參考圖說

RC擴柱補強斷面詳圖(方案一)



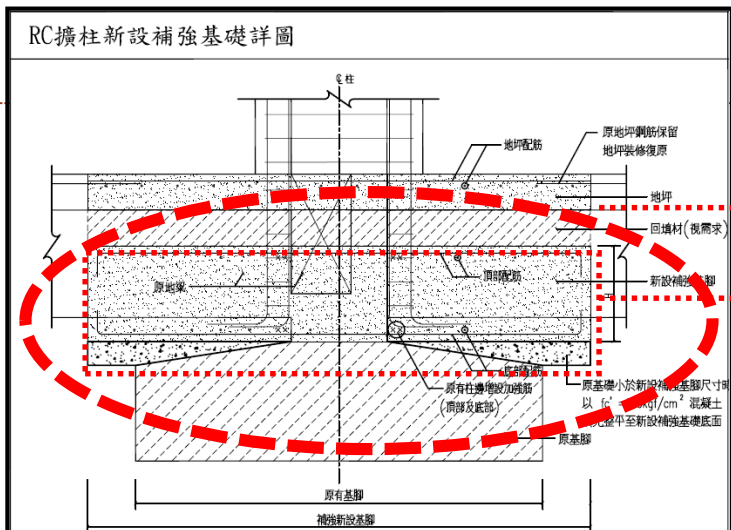
RC擴柱補強斷面詳圖(方案二)



擴柱參考圖 CJ-01

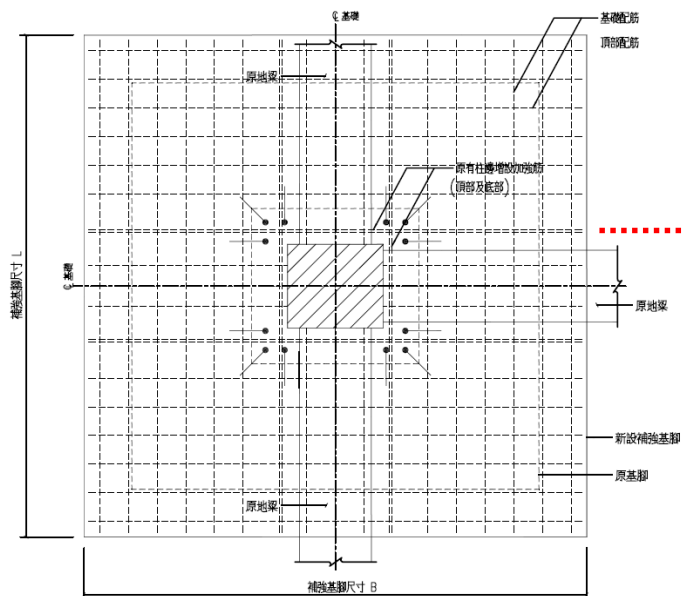


擴柱補強參考圖說



RC擴柱新設補強基礎剖面圖

NTS



RC擴柱新設補強基礎平面圖

NTS

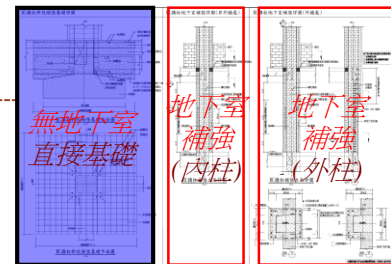


回填及地坪依個案特性設計

以新設基礎構想設計

擴柱須補到基礎

基礎鋼筋遇原有柱無法直通(斷筋)
原有柱側增設補強鋼筋

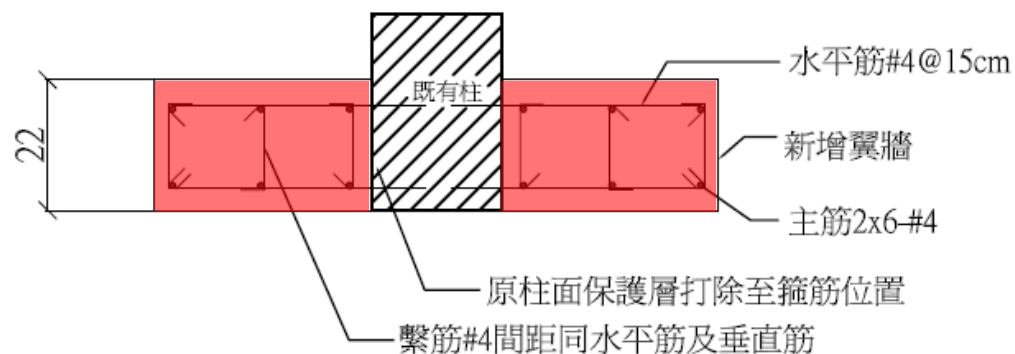


擴柱參考圖CJ-02



翼牆補強參考圖說

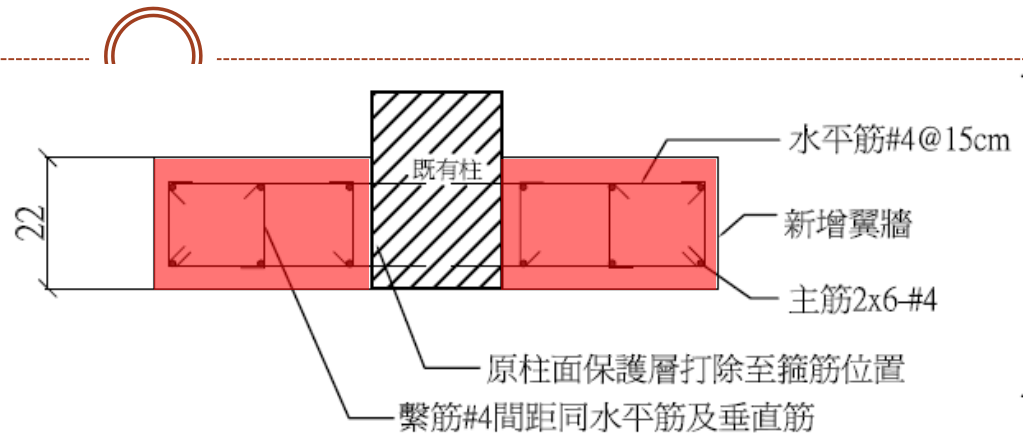
簡介



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：

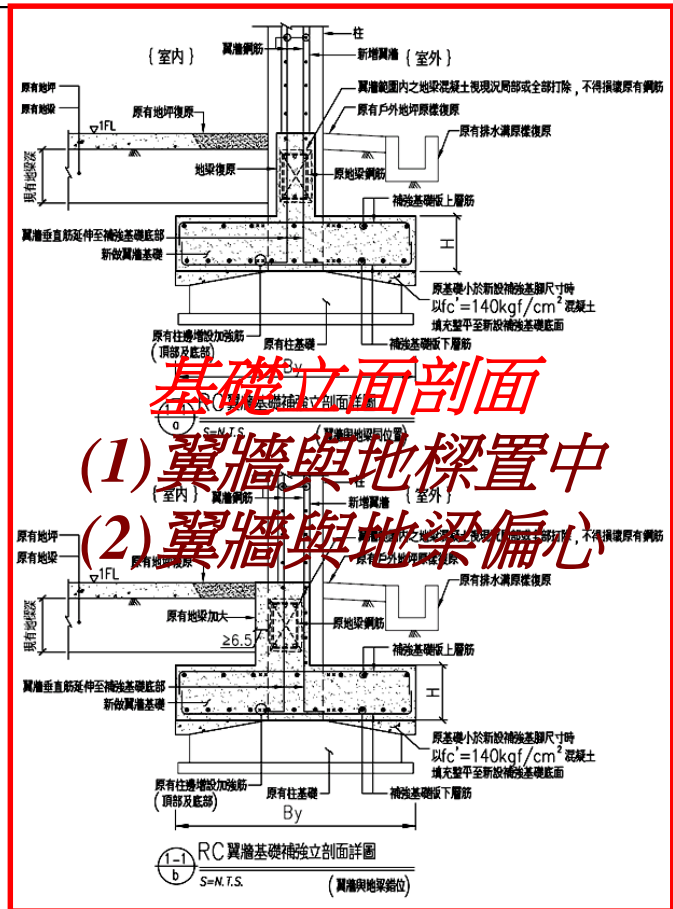
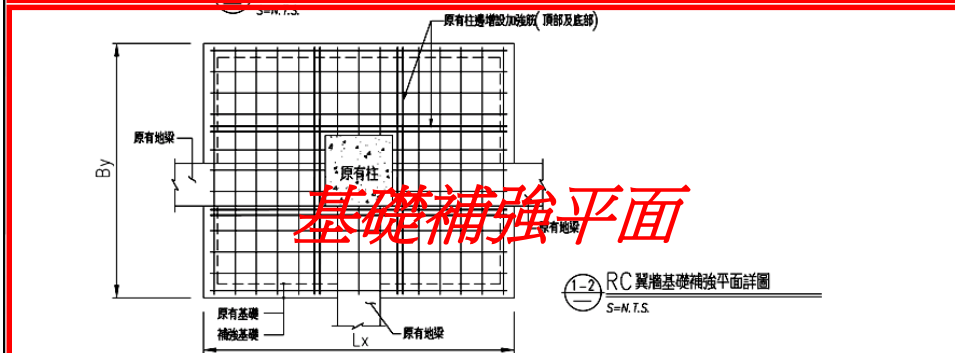
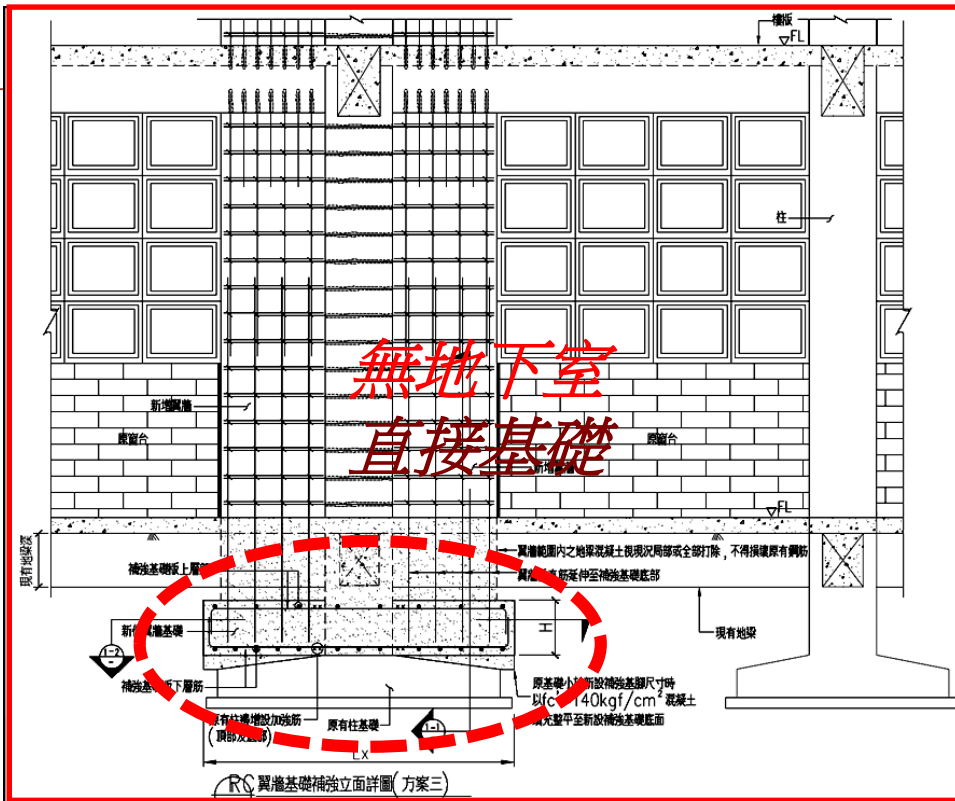
1. 設置於走廊時，不影響通行空間
2. 若翼牆設置較長，對通風、採光稍有影響
3. 植筋品質影響補強成效

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

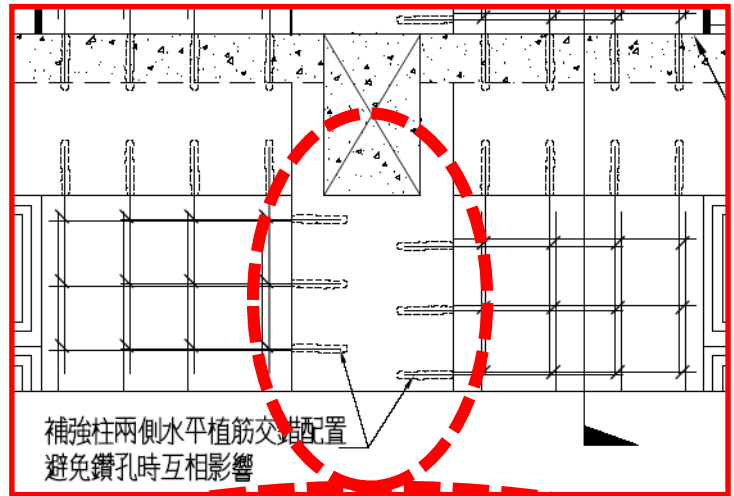
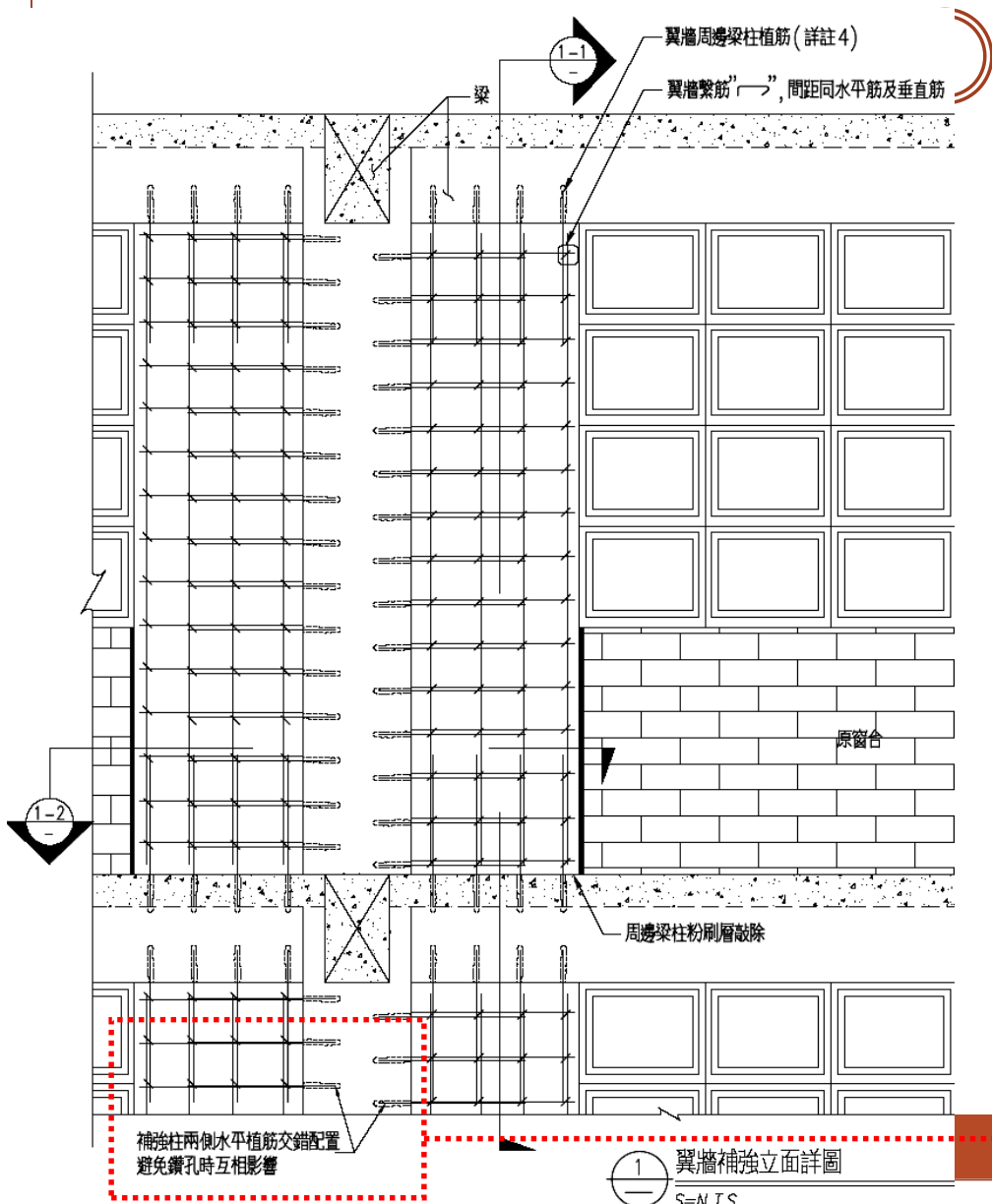


註：1. 本案為NCRREE原始版本。
 2. 翼牆補強設計圖之組成應至少包含以下四部份：
 (1) 立面詳圖 (2) 剖面詳圖 (3) 基礎詳圖 (4) 施工步驟說明
 3. 翼牆之長度及厚度，設計者應考慮設計需求及施工條件並與業主充分溝通後決定。
 4. 翼牆鋼筋數量建議不宜超過 $\phi/4$ 。
 5. 翼牆應與新基礎構架交界處，若有與原有基礎、牆等相連時，應考慮增加小鋼筋。
 6. 鋼筋應為防止施工造成破壞，應避免以鋼筋作為支撐。
 7. 本圖僅參考圖提供一設計圖型實例，實際設計應依設計者之設計需求決定。
 8. 設計者應考慮設計需求及施工條件，繪製基礎長度與鋼筋之尺寸。
 9. 設計者應依實際設計尺寸及應力需求，繪製基礎長度與鋼筋之圖式。
 10. 設計者應依現場實際條件繪製柱、梁、牆與基礎之剖面詳圖。

圖說說明

本圖僅供校核結構耐震補強工程設計參考使用，設計者應依實際情況及工程規範進行適用性判斷，引用本圖者不能免除設計者之設計責任。

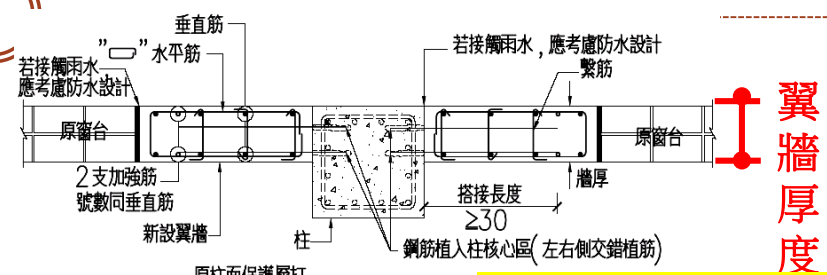
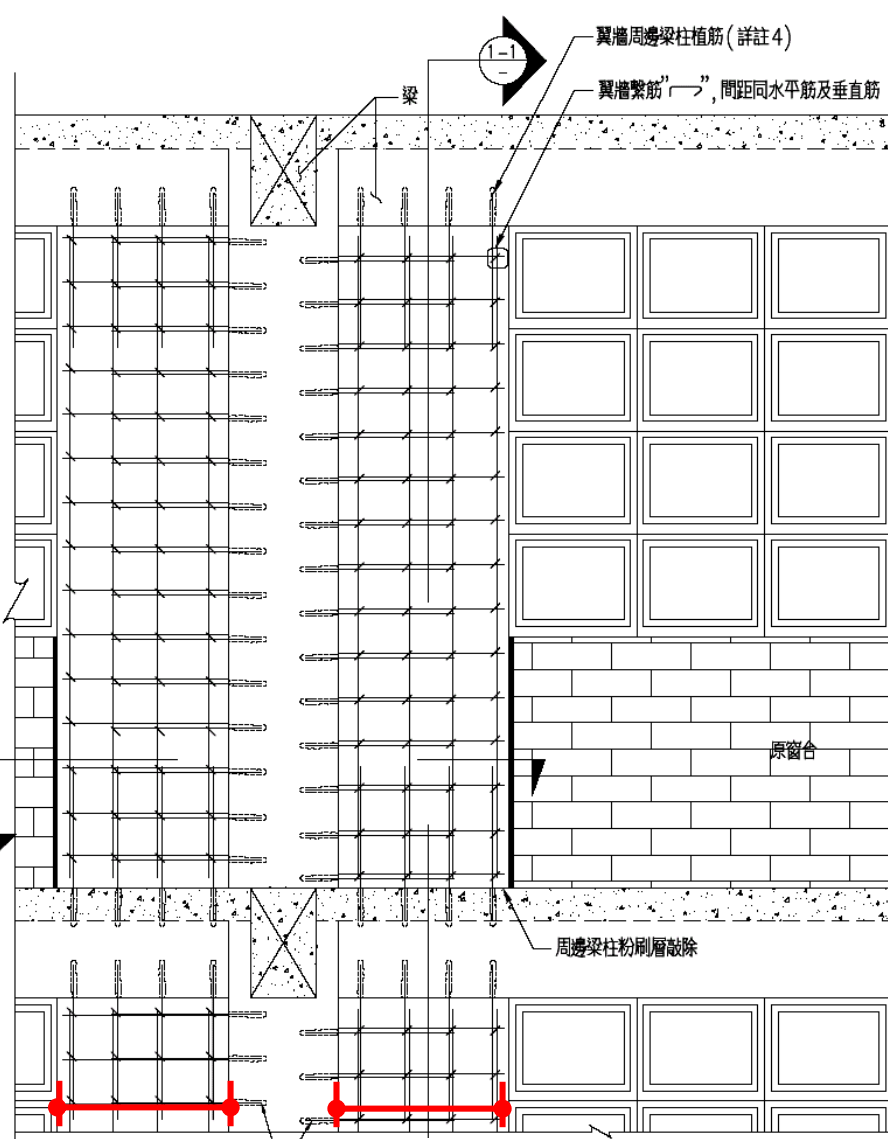
翼牆補強參考圖說



柱兩側水平植筋交錯配置，
避免鑽孔互相影響。

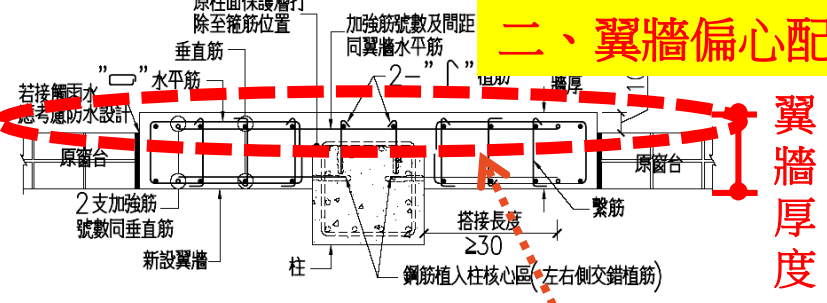
翼牆補強參考圖說

一、翼牆至樑底



翼牆厚度

二、翼牆偏心配置



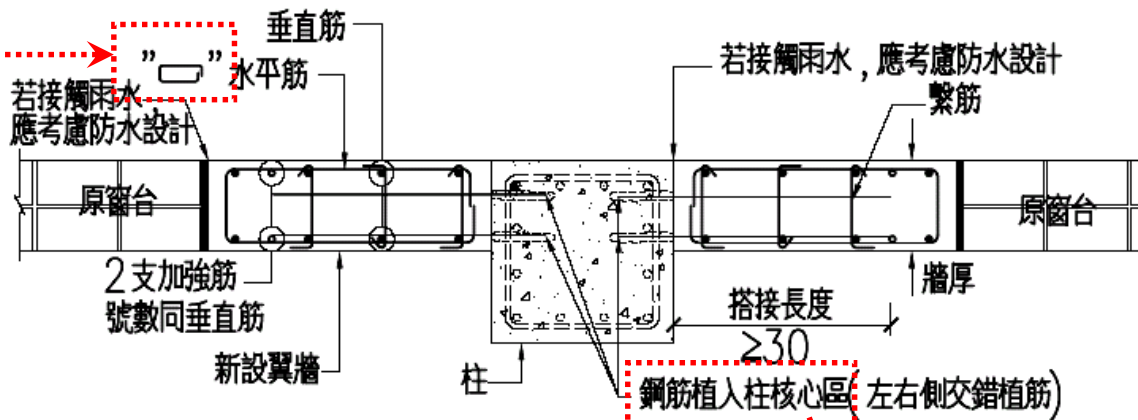
翼牆厚度

翼牆長度 翼牆長度

1 翼牆補強立面詳圖
S=N. T.S.

- 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



彎鉤植筋長度及方向不易控制
採用植筋後搭接處理

新增 RC 翼牆平剖面詳圖(方案一)

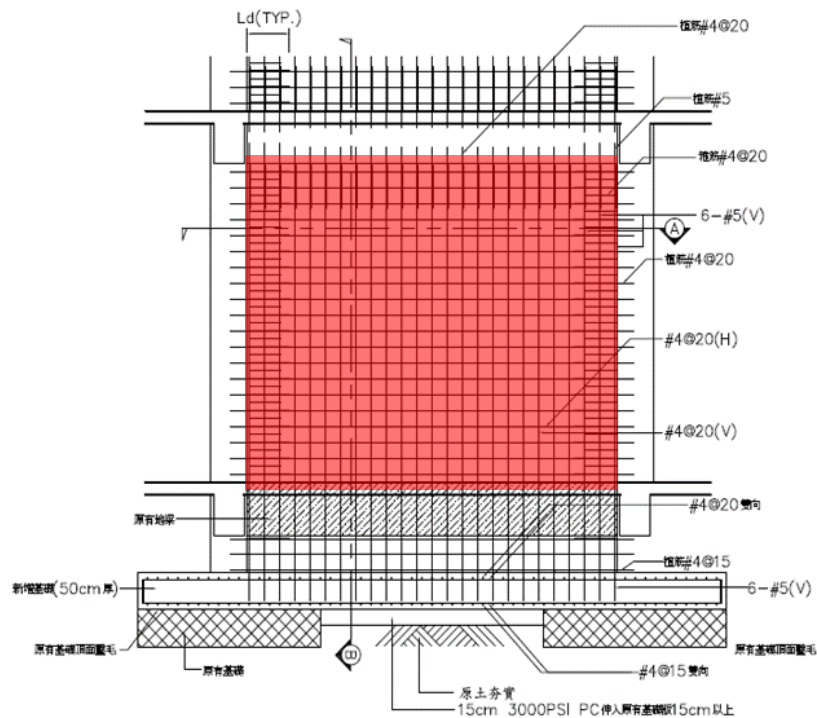
=N.T.S.

鋼筋須植入核心區





RC牆補強參考圖說簡介



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：

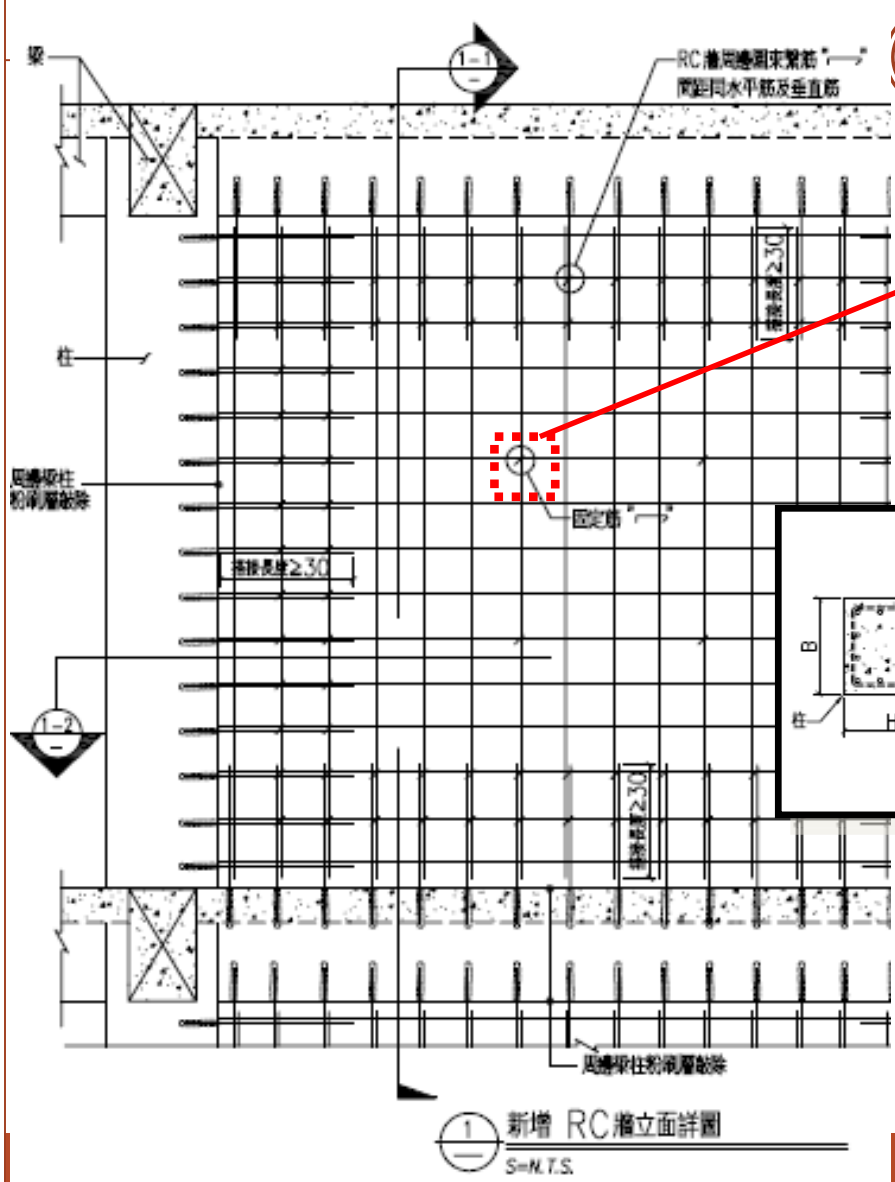
1. 適合強梁弱柱或軟弱底層之結構形式
2. 需降低補強經費及施工影響範圍
3. 樓高超過4層時若無地下室實不建議採用(基礎考量)

RC牆補強參考圖說

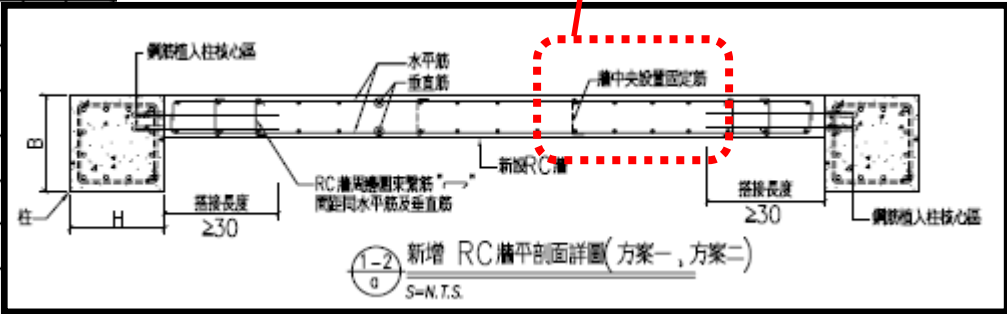
RC牆參考圖註解說明彙整如下

- 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

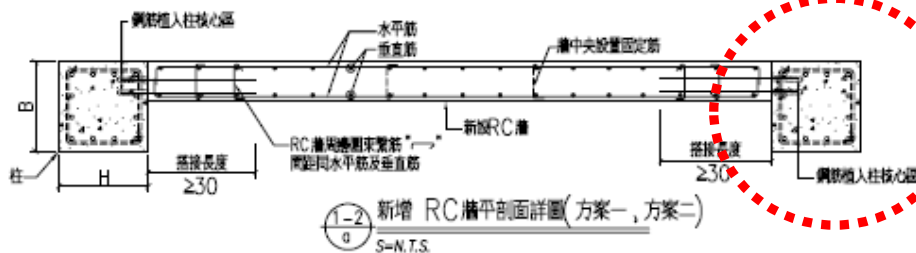
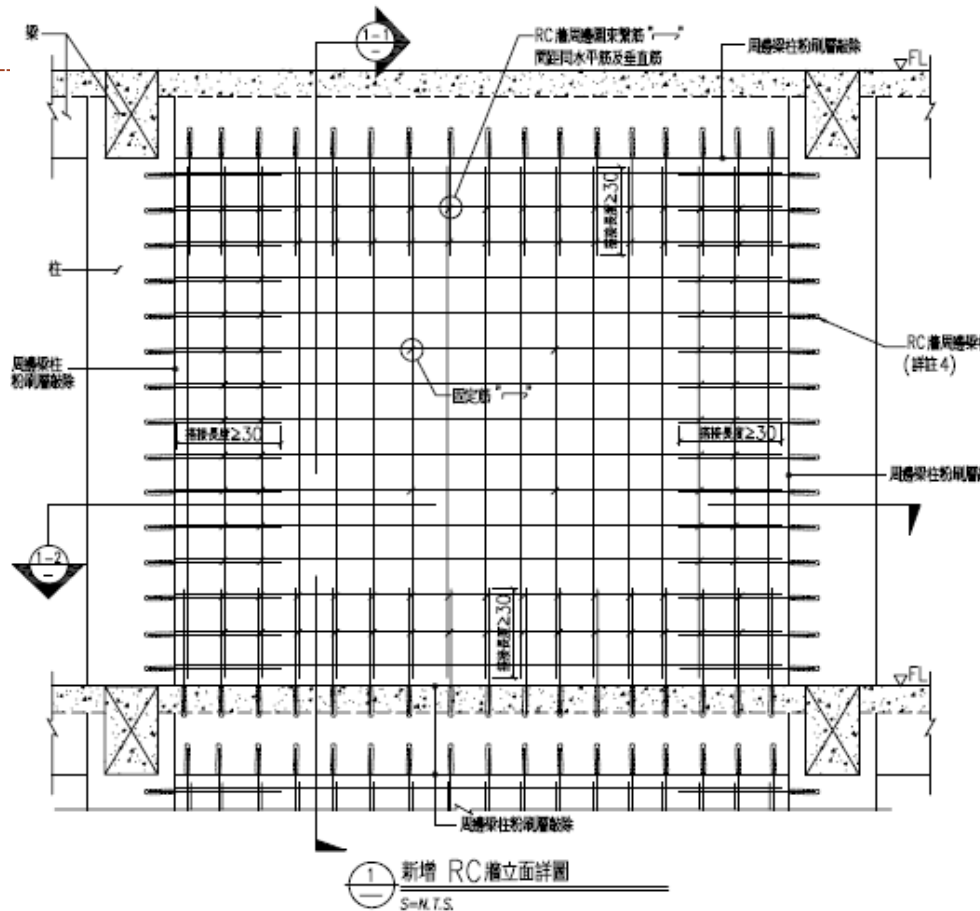


需設置橫向固定筋，號屬可採用#3，水平及垂直間距約為牆筋之3~4倍(視牆面大小決定，避免灌漿時造成鋼筋移位)



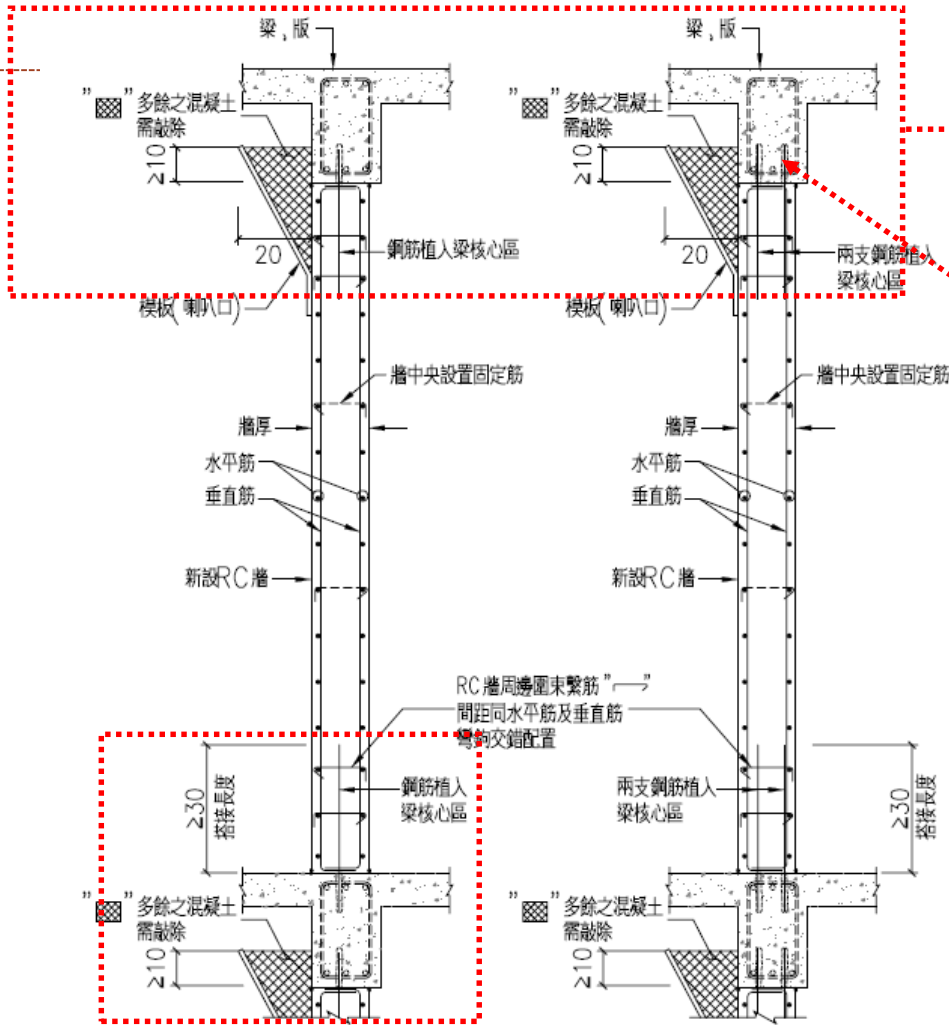
1 新增 RC 牆立面詳圖
S=N.T.S.

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



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

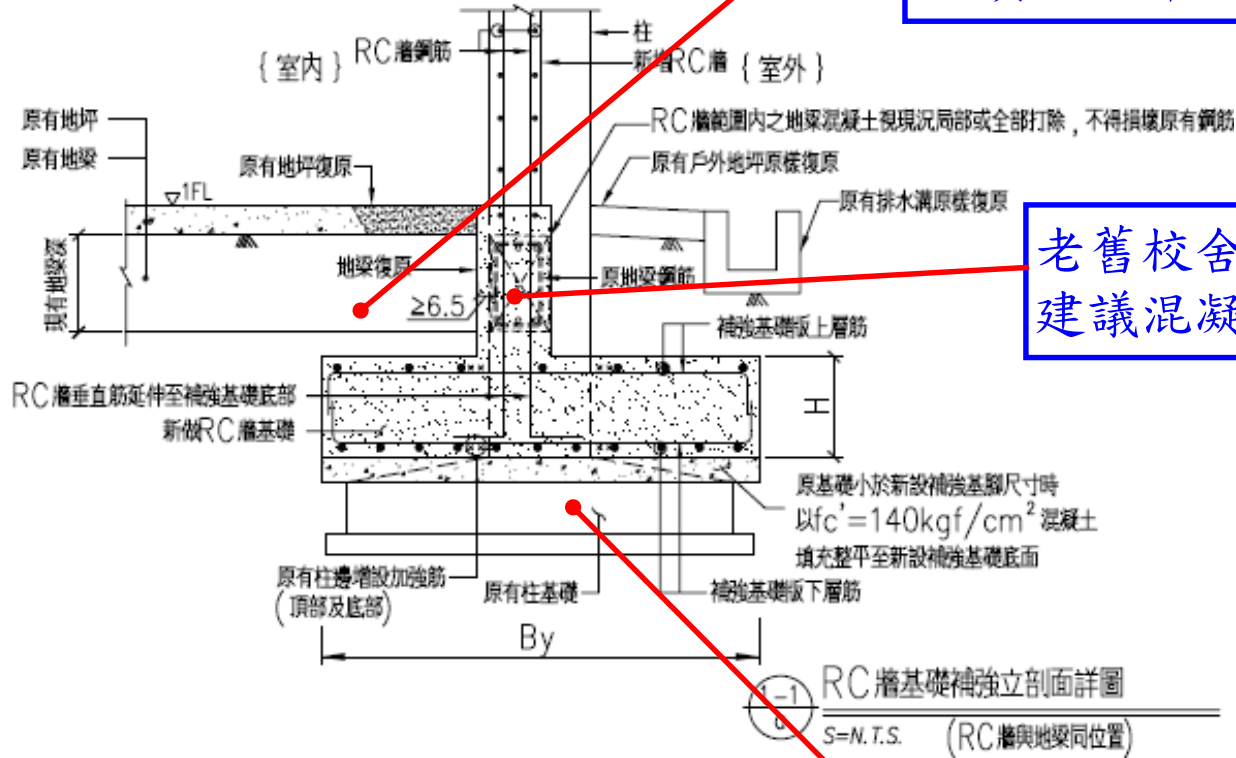
老舊校舍梁寬僅25~30cm，
於梁植筋得採用單排鋼筋

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.

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牆補強施作步驟



植筋拉拔試驗



如何做安全鑑定的耐震能力評估及補強



各類建築物結構補強工法介紹

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

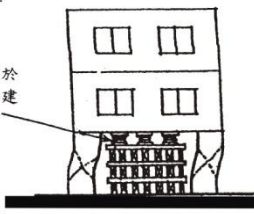
建築物補強施工法

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

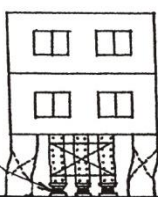
1. 構台式臨時支撐

鋼製千斤頂置於構台上方調整建築物之傾斜。



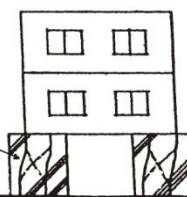
2. H型鋼臨時支撐

鋼製千斤頂置於H型鋼下方調整建築物之傾斜。

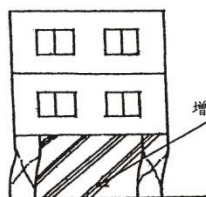


3. 灌注混凝土臨時支撐

早強混凝土灌注

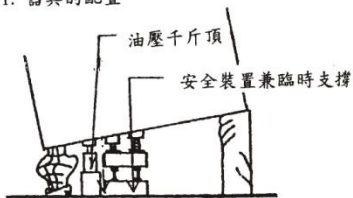


增設 RC 牆

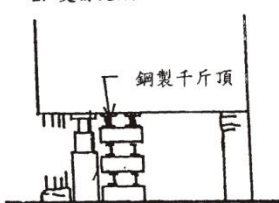


千斤頂先扶正後再對柱補強工法

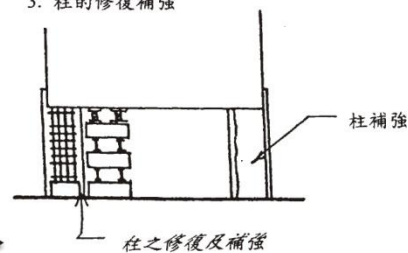
1. 器具的配置



2. 支撐完成，更換主筋

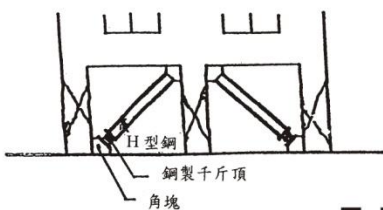


3. 柱的修復補強

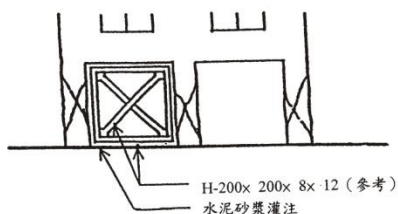


確保對餘震之水平抵抗力工法

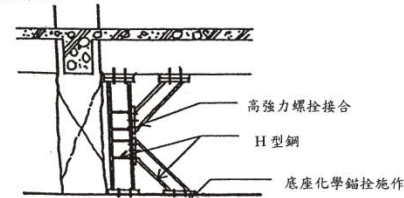
1. H型鋼斜撐臨時支撐



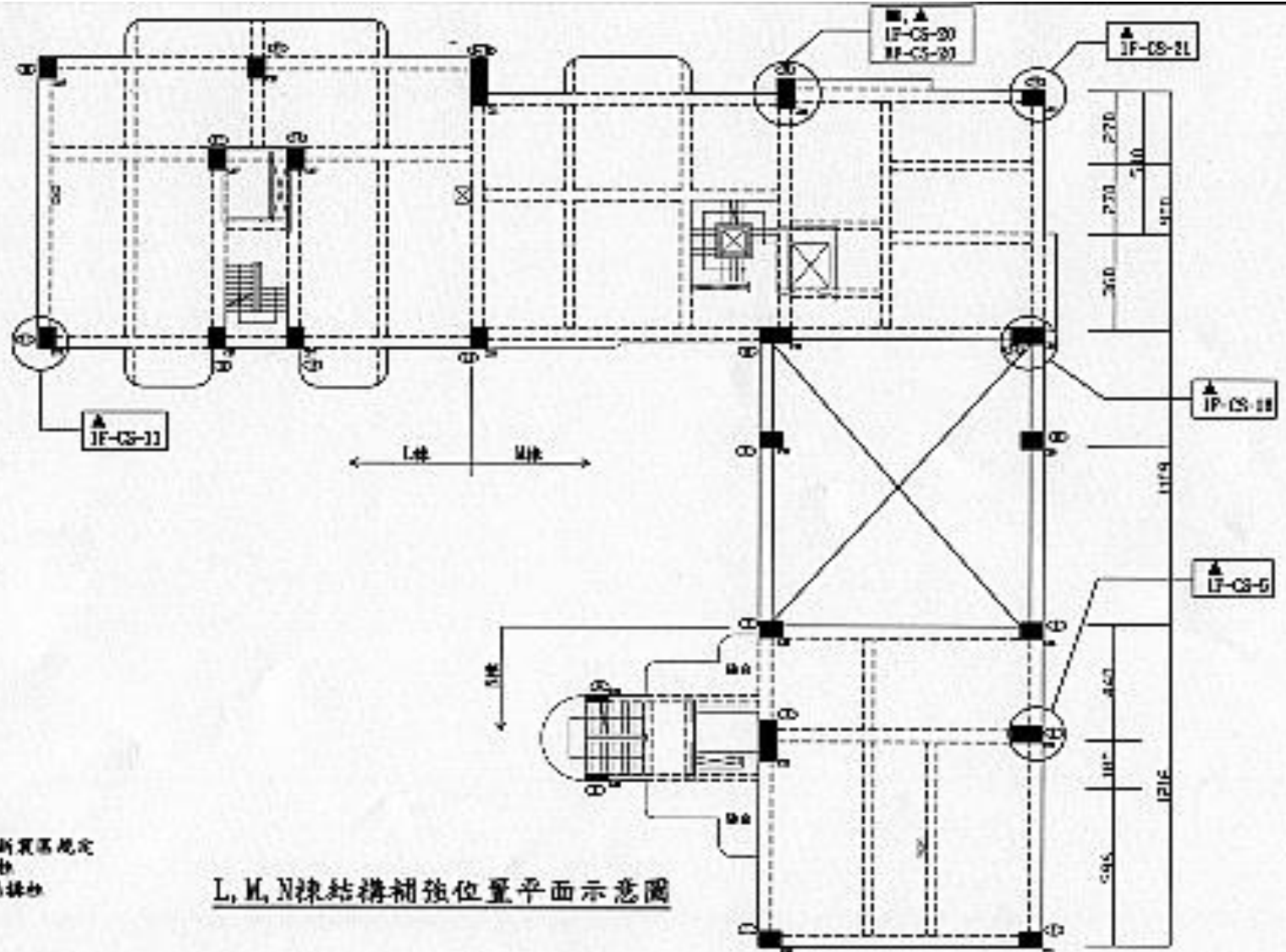
2. 鋼框鋼骨斜撐臨時支撐



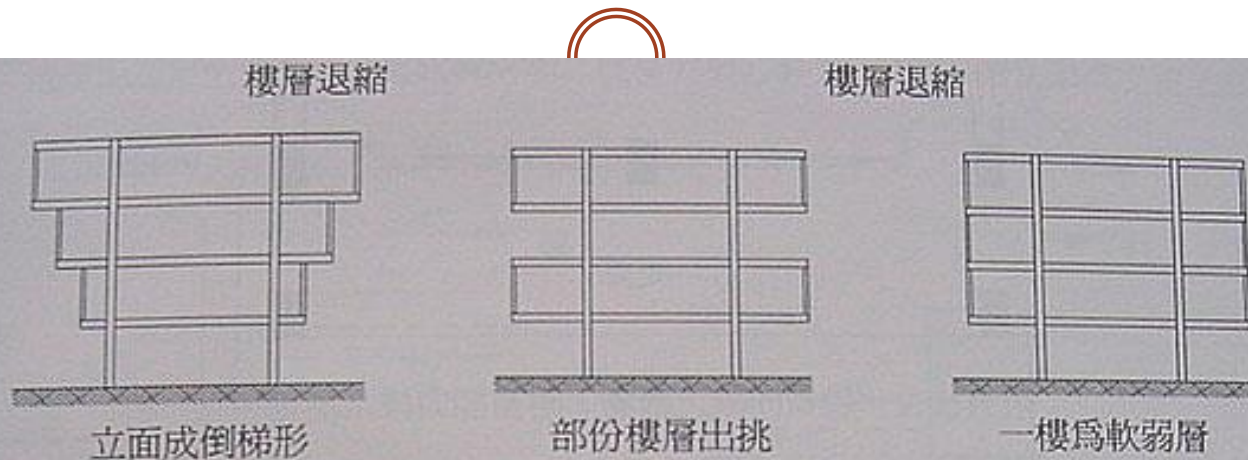
3. K型斜撐臨時支撐



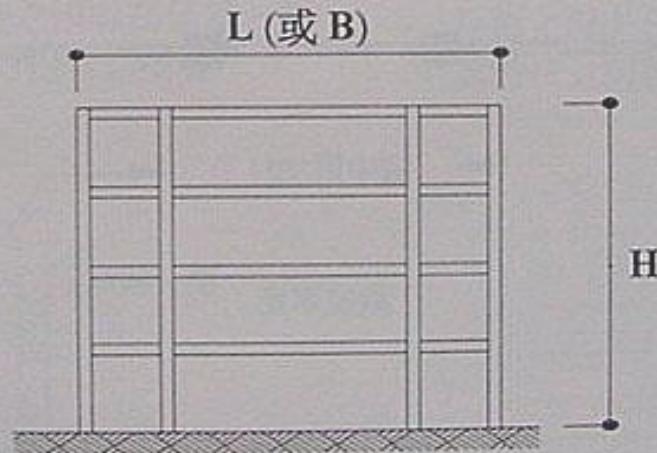
➤ 結構補強位置圖



如何補強建築物結構安全



耐震良好之規劃設計：



規則之立面形狀

1. 單棟校舍應盡量採用形狀規則、寬度均勻變化之立面。

如何補強建築物結構安全

特性：

- 質輕耐震
- 防火時效1小時以上（經內政部營建署審核認可）
- 隔熱、防水、防潮等性能佳
- 安裝簡易
- 施工快速

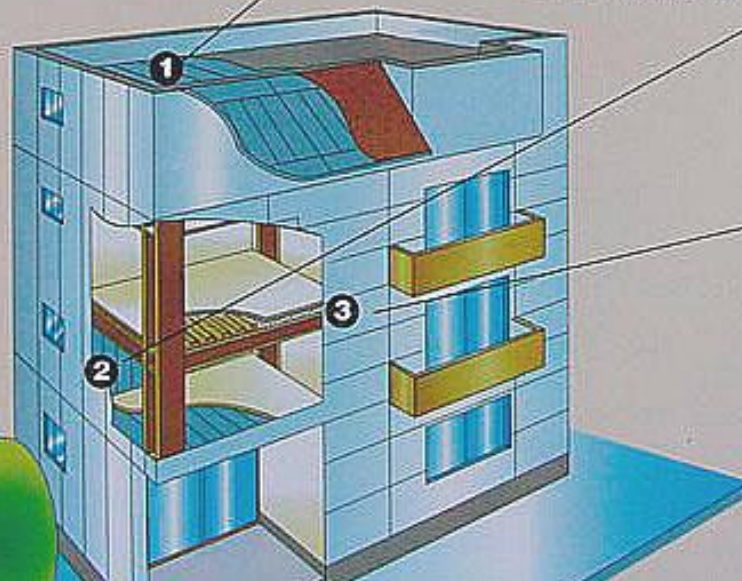
- ① LITEC屋頂板
- ② LITEC隔間板
- ③ LITEC外牆板



中正機場一萊特板施工成面



萊特板內牆施工完成



一層樓建築外牆一萊特板施工中



一層樓建築外牆一萊特板完成

7.10.2001

如何補強建築物結構安全

耐震補強—結構系統之調整與改善

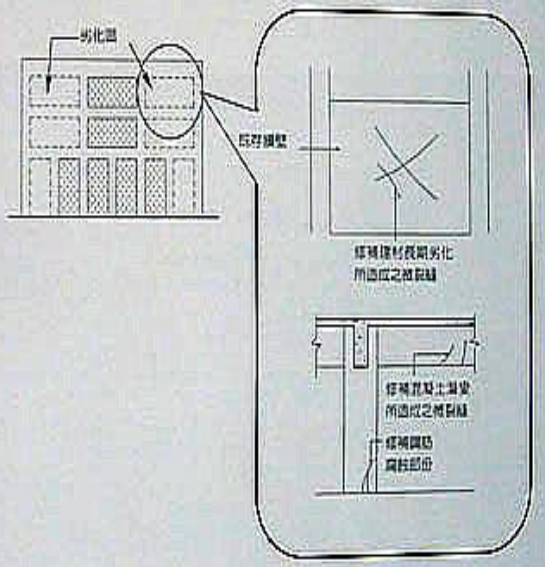
材料劣化之降低

編號 2-5

· RC柱、樑、牆產生裂縫或鋼筋生鏽，或保護層脫落等構材劣化現象時會減低構材原有之強度及韌度，並影響整體建築物之耐震能力。

· 改善方式有：

1. 以環氧樹脂(epoxy)高壓灌注2mm以下之裂縫。
2. 修補鋼筋生鏽部位。



2mm以下之裂縫可以用環氧樹脂高壓灌注來改善

耐震補強—構材補強

RC樑之補強

編號 1-1

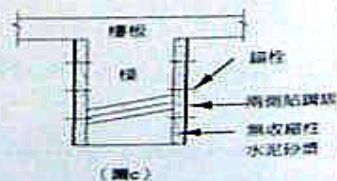
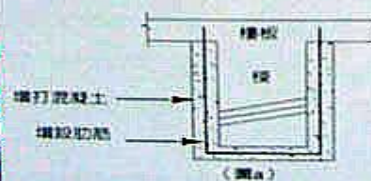
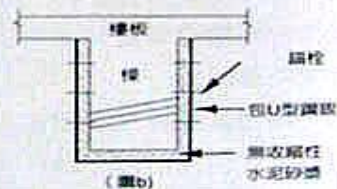
· 地震導致之樑破壞，常見者有樑端部產生斜向裂縫、樑端部混凝土破碎並鋼筋外露、以及短樑產生X形裂縫等。

· RC樑常見之補強方式有：

1. 在樑之下緣及兩側增設肋筋並增打混凝土（如圖a）
2. 在樑之兩側以及下緣貼鋼板（如圖b）
3. 在樑之兩側貼鋼板（如圖c）



RC梁強度不足時可以鋼板來補強



如何補強建築物結構安全



如何補強建築物結構安全



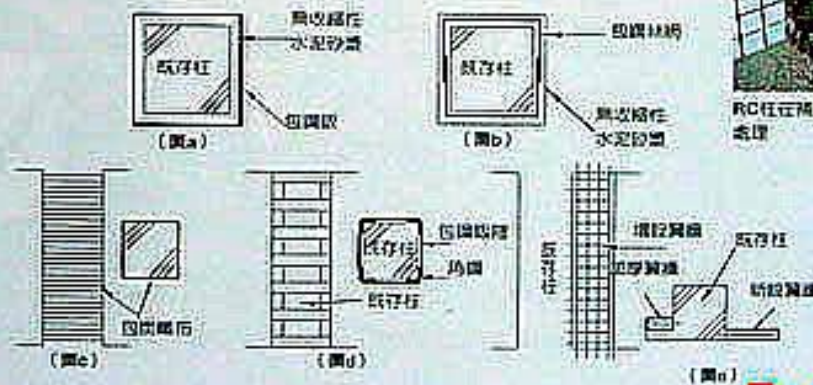
耐震補強—構材補強

RC柱之補強

編號 1-2

- 柱子是鋼筋混凝土建築物抵抗地震作用最重要的構件之一。柱子在地震中若遭到嚴重破壞，可能導致整個建築物倒塌。
- 地震導致之柱破壞常見者有柱身產生斜向裂縫，柱頭或柱腳混凝土破碎，箍筋鬆開，主筋挫曲。
- RC柱常見補強方式有：

1. 柱面包鋼板 (如圖a)
2. 柱面包鋼絲網 (如圖b)
3. 柱面包炭纖維 (如圖c)
4. 柱身環以鋼板箍 (如圖d)
5. 柱身增設翼牆 (如圖e)



RC柱在補強前以砂之鋼板須先做除銹處理

7 10 2001

如何補強建築物結構安全



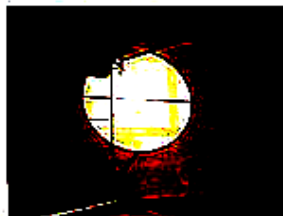
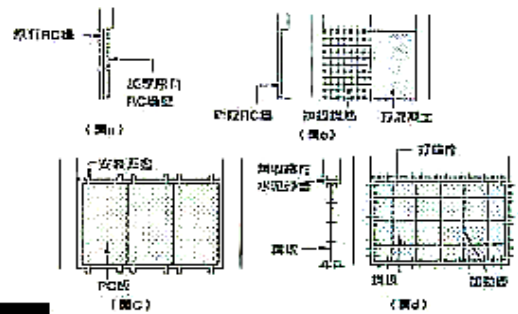
如何補強建築物結構安全

耐震補強—構材補強

壁體之補強(一)

編號 1-3

- 壁體本身剛度大，地震時破壞裂縫常成X形（剪力裂縫）。
- RC壁體補強常見之方式有：
 1. 加厚原有RC牆，使其強度增加（如圖a）。
 2. 在構架中適當位置新設RC牆或炭纖維布被覆之牆壁（如圖b）。
 3. 在構架適當位置利用預鑄混凝土板(PC板)、鋼板等做成補強牆壁（如圖c、圖d）。

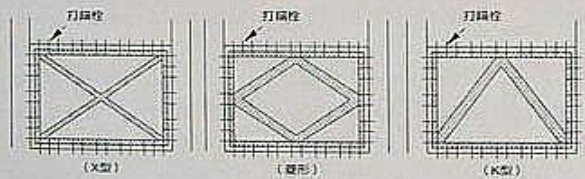


耐震補強—構材補強

壁體之補強(二)

編號 1-4

- 利用增設RC牆、PC板、鋼板等來做壁體補強時，空間中之動線有時會被隔斷，有時也會影響建築物之通風及採光。若基礎強度不足，地震時增設牆體會產生旋轉及上浮等破壞現象。
 - 為避免上述缺點，補強壁體也可以鋼樑加斜撐來替代。
- 常見型式如下：



建築師需要良好通風採光時，可以採用鋼樑加斜撐來做補強

如何補強建築物結構安全



結構補強效果



- 補強工程量
- 補強位置
- 補強經費與影響(補強經費 < $\frac{1}{2}$ 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



造成建築物耐震能力不足的原因

- 設計品質不良
 - 建築設計不良
 - 結構設計不良
- 施工品質不良
- 使用管理不當
 - 違章建築
 - 任意變更使用

結論與建議



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，影響混凝土之握裹力，造成鋼筋混凝土強度降低。
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