台灣離島建築物地震防災之事前預防及災後復原

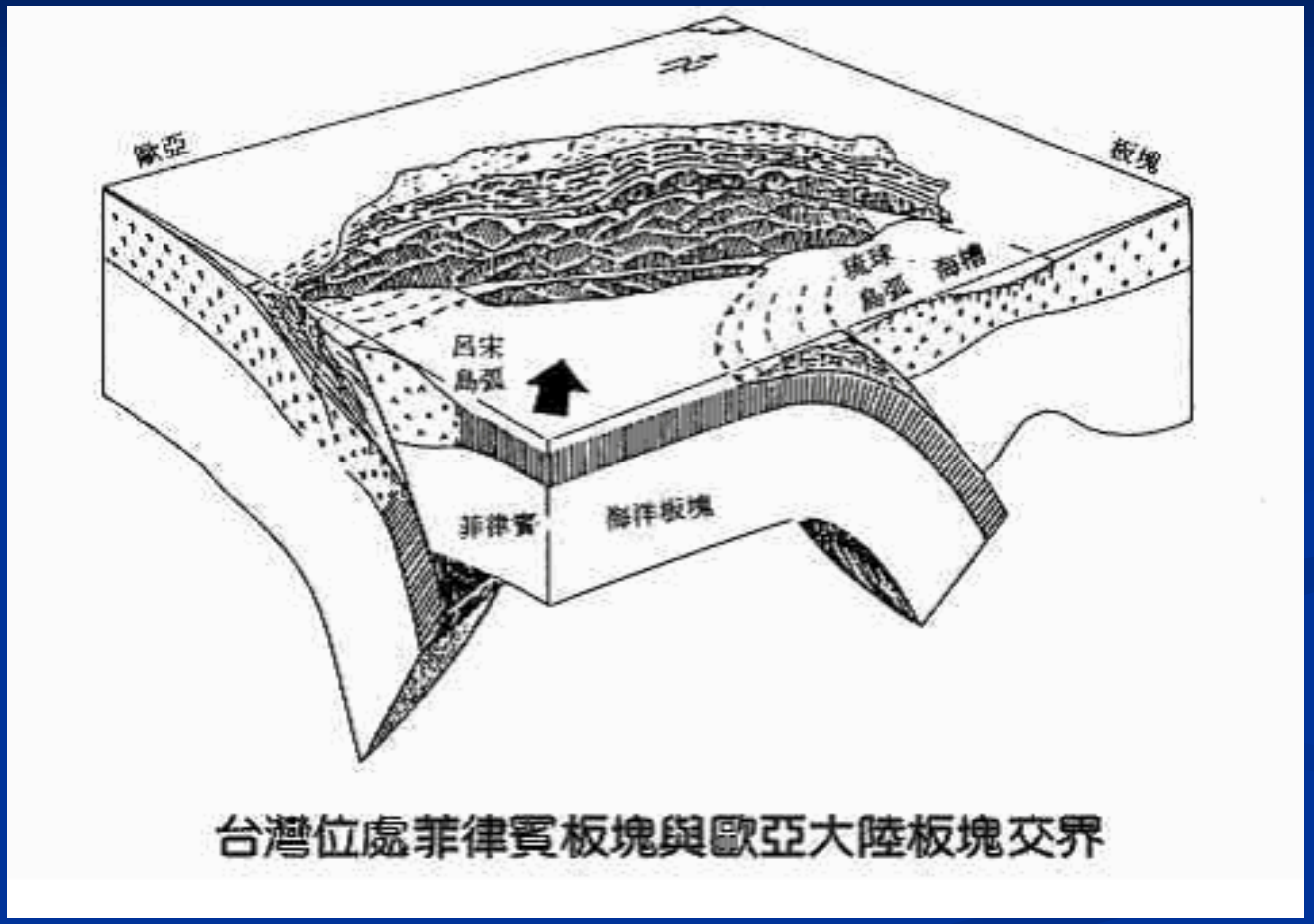
主辦單位：澎湖縣政府消防局
承辦單位：澎湖科技大學
桃園創新技術學院
主　講　人：彭國隆 講師(結構技師)
2012.09.26

主講人簡介：

- 姓名：彭國隆
- 現職：桃園創新技術學院環境科技與技術系講師
  台北市結構技師公會特殊結構審查委員
  彭國隆結構工程技師事務所負責人
- 學歷：中央大學土木工程研究所碩士（1984）
- 經歷：林同棪工程顧問公司結構工程師
  中華工程公司土木工程師

形影不離的地震小常識

台灣地區板塊位置關係圖



台灣位處菲律賓板塊與歐亞大陸板塊交界

(經濟部中央地質調查所)

依據板塊位置判斷位處台灣海峽之島嶼發生大地震之機率較本島為低。

常見的等差數VS.等比量

- 酸鹼度：PH值 vs. H^+濃度

  7 vs. 10^{-7}

  6 vs. 10^{-6}

  5 vs. 10^{-5}

- 音　量：分貝值 vs. 振幅

  0db vs. A_0

  20db vs. $10A_0$

  40db vs. $100A_0$

地震規模（M）

- 地震規模—地震本身的強度依其所釋放的能量來決定，主要係指在地震儀上所量測到的最大振幅之對數值而訂定的。
- 目前通用的芮氏規模是由美國地震學家芮克特 Richter 教授於1935年所提出的。

- 規模—釋放的能量
- 芮氏規模，Richter，1935，有小數，無單位

日本廣島原子彈的能量

- 日本廣島原子彈的能量 $Eb=10^{14}$ Joul
  —相當於將直徑1公里、厚度90公尺的土壤，向上舉升90公尺之能量。

- 註：地震能量 $E(M)=10^{11.8+1.5M}$ erg （Gutenberg）
  M = 地震規模

等差規模VS.等比能量

- 地震規模M　vs.　能量E
  - 7.2　vs.　32E_b（精確為$10^{1.5}$=31.6）
  - 7.0　vs.　16E_b
  - 6.8　vs.　8E_b
  - 6.6　vs.　4E_b
  - 6.4　vs.　2E_b（6.3 vs.？E_b）
  - 6.2　vs.　1E_b
  - 6.0　vs.　E_b/2
  - 5.8　vs.　E_b/4

地震震度（I）

- 震度—中央氣象局將震度根據地震儀所測到加速度值區分為0級的無感地震及1~7級的有感地震，並以地震時人所感受到的震動程度製作成表。
- 震度無小數，以級名之。
- 相同震度，震動程度約可相差3倍。

等差震度VS.等比加速度

- 地震震度Ⅰ　vs.　最大地表加速度

劇震=7級

－－－－－－－－－－400　gal

烈震=6級

－－－－－－－－－－250　gal　≒ 1/4 G

強震=5級

－－－－－－－－－－ 80　gal　（ 1G = 981 cm / s^2 ）

中震=4級

－－－－－－－－－－ 25　gal　（ 1G = 981　gal　）

弱震=3級

－－－－－－－－－－ 8　gal

輕震=2級

－－－－－－－－－－ 2.5 gal

微震=1級

－－－－－－－－－－ 0.8 gal

無感=0級

全世界地震發生之頻度

- M大於9.0，　5次/自有地震觀測以來
- M8.0至8.9，　1次/年
- M7.0至7.9，　18次/年
- M6.0至6.9，120次/年（如震央在陸上會造成災害）
- M5.0至5.9，800次/年（震央附近會造成災害）

地震易生火災

921集集地震引起之火災
（新莊博士的家）
（中央大學土木系）



火災

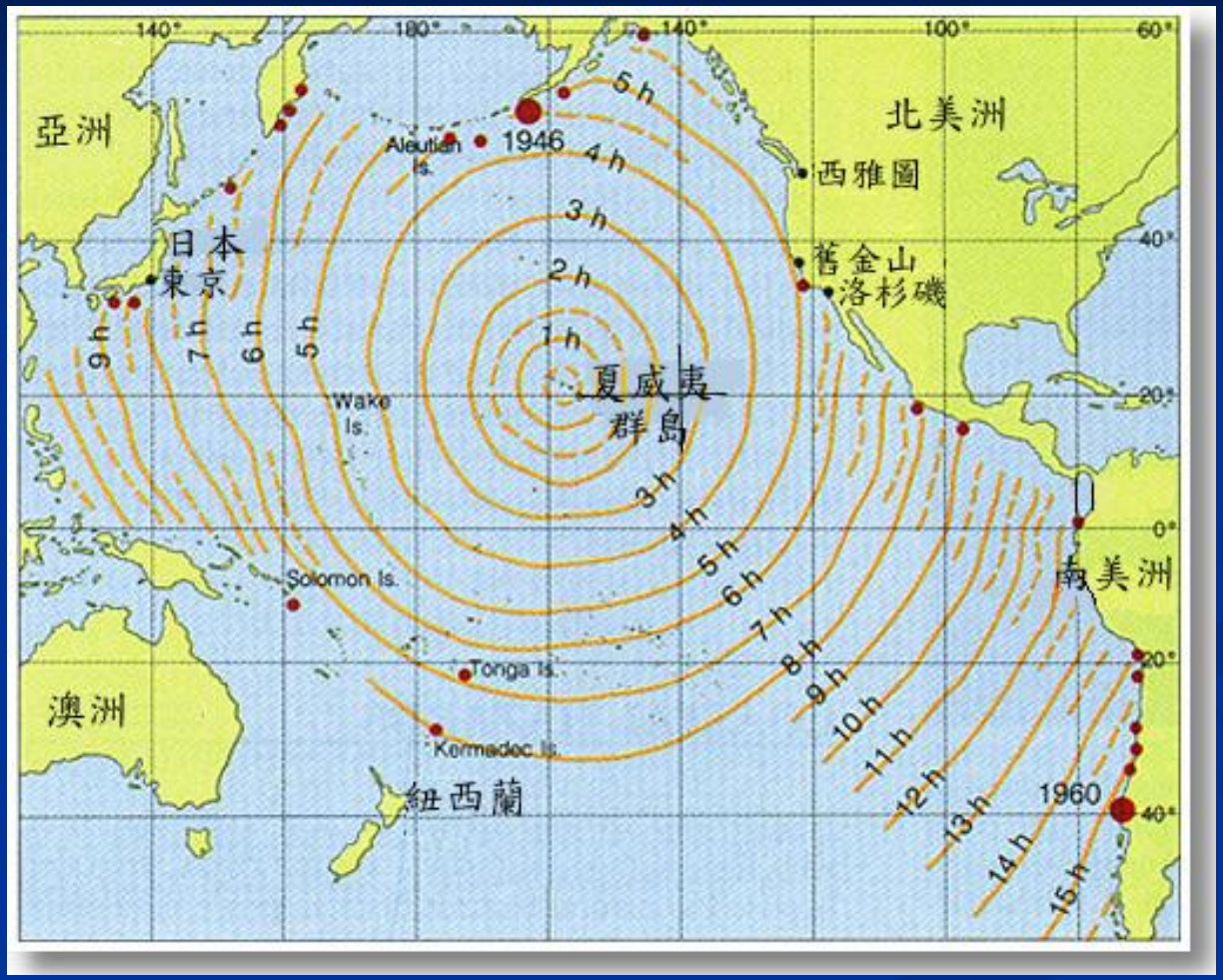


921集集地震引起之火災（台北東興大樓）
（土木工程技術地震叢書III）

海島宜防海嘯

- 當震源在海域，可能造成海底地形變動，而引起海面擾動成長週期的波浪，統稱海嘯（津波TsuNami）。
- 在深廣闊的海洋，浪高約30～60公分，但是當海嘯接近海岸時，波高急速增加，造成災害。
- 海嘯是可以傳播很遠之長波，在太平洋其傳播速度約**200m/sec**，由太平洋之一岸傳播至另一岸大約需一天的時間。

海嘯



海嘯傳播速度示意圖

海嘯



海嘯引起之破壞

地震對房屋建築之破壞

- 整棟崩塌
- 整棟傾倒
- 弱層崩塌
- 局部破壞
- 房屋傾斜

整棟崩塌



地震造成之房屋建築整棟崩塌災變照片
（土木工程技術地震叢書I）

台北市東星大樓幸運的孫氏兄弟住在3樓。

整棟崩塌



地震造成之房屋建築整棟崩塌災變
（土木工程技術地震叢書I）

整棟傾倒



地震造成之房屋建築整棟傾倒災變照片
（土木工程技術地震叢書I）

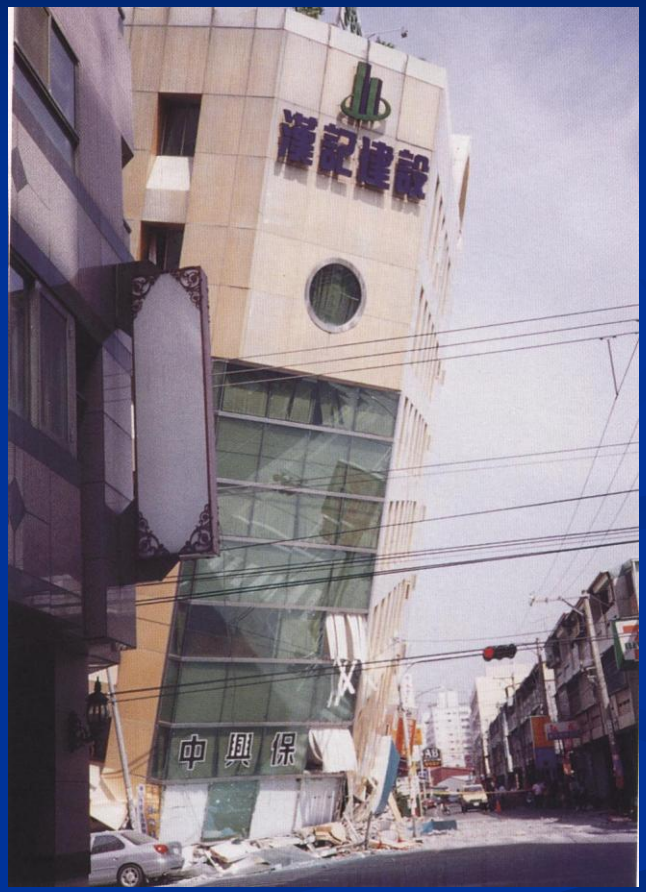
整棟傾倒



地震造成之房屋建築整棟傾倒災變照片
（土木工程技術地震叢書I）

弱層 崩塌斷裂





地震造成之房屋建築弱層崩塌災變
（土木工程技術地震叢書I）

局部破壞



地震造成之房屋建築局部破壞災變照片
（土木工程技術地震叢書I）

局部破壞





地震造成之房屋建築局部破壞災變照片
（土木工程技術地震叢書I）

房屋傾斜



地震造成之房屋建築傾斜災變照片
（中央大學土木系黃俊鴻）

房屋傾斜



地震造成之房屋建築傾斜災變照片
（土木工程技術地震叢書II）

風水之分類

- 陽宅風水 VS. 陰宅風水
- 科學風水 VS. 非科學風水
- 建築風水 VS. 結構風水
- 真風水師 VS. 假風水師

建築風水 VS. 結構風水

- 建築風水追求健康快樂
- 結構風水追求平安幸福

- 建築風水包含科學及非科學
- 結構風水純屬科學

陽宅風水學之重點

1. 地勢：地勢以高平為優。
2. 方位：房屋之方位以座北朝南為優。
3. 格局：較佳格局皆以方正為主。
4. 通風：建築物的「氣」必須能流動。
5. 採光：有充足的光線，身心較健康。

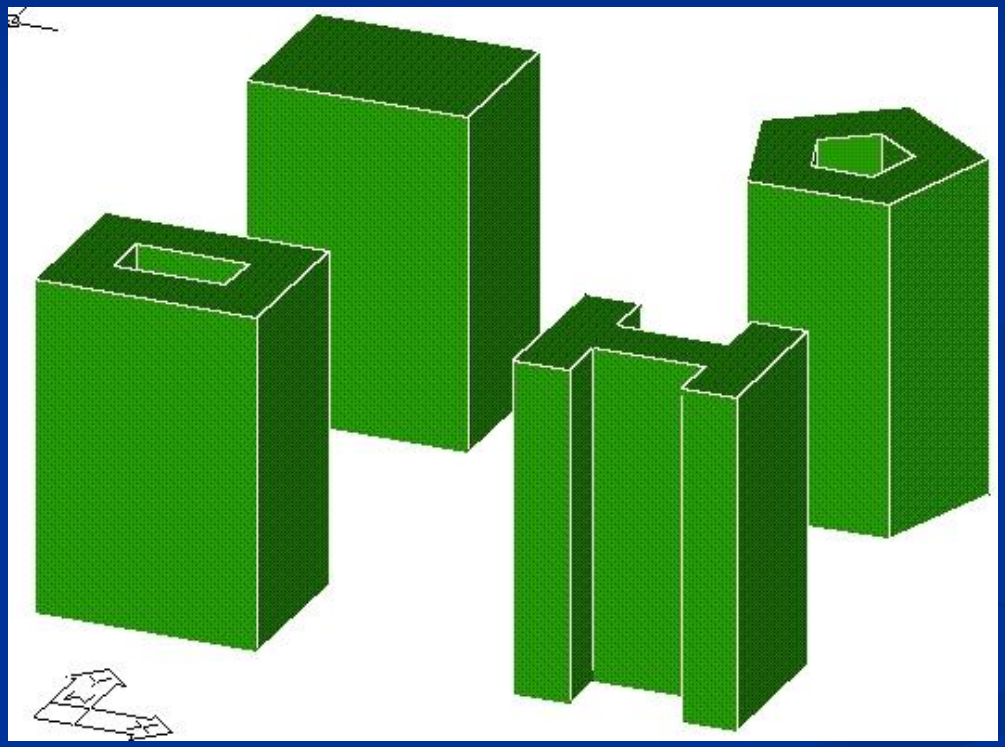
房屋結構風水

- 結構平面配置
- 結構立面配置
- 柱、牆之配置
- 梁、柱之關係
- 強梁弱柱現象
- 短柱效應
- 短梁效應

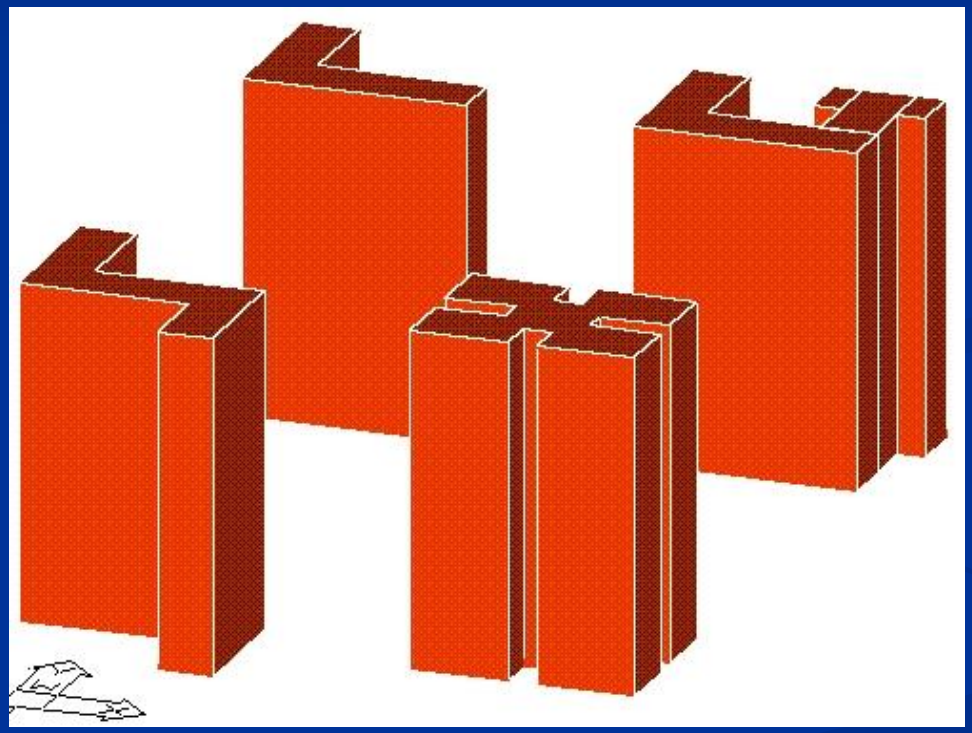
結構平面配置

1. 良好的結構平面配置原則為方正、對稱、完整。
2. 不好的結構平面配置例有L形、曲折形、不對稱及多凹角等不適當形狀 。
3. 結構之勁度應均勻配置。
4. 結構之重心不宜偏於一邊。
5. 結構平面配置最好不要有太多樓板開口。

良好的結構平面配置原則為
方正、對稱、　完整



不好的結構平面配置例有L形、曲折形、不對稱及多凹角等不適當形狀



凹角處設置聯繫梁之建築物



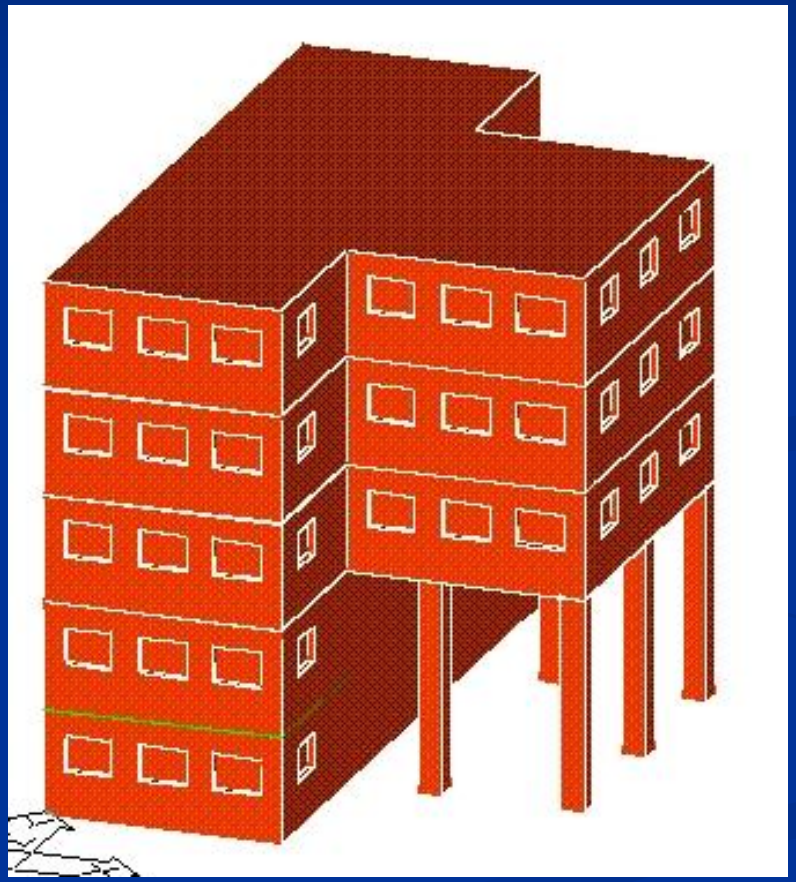
（彭國隆）

凹角處未設置聯繫梁之建築物

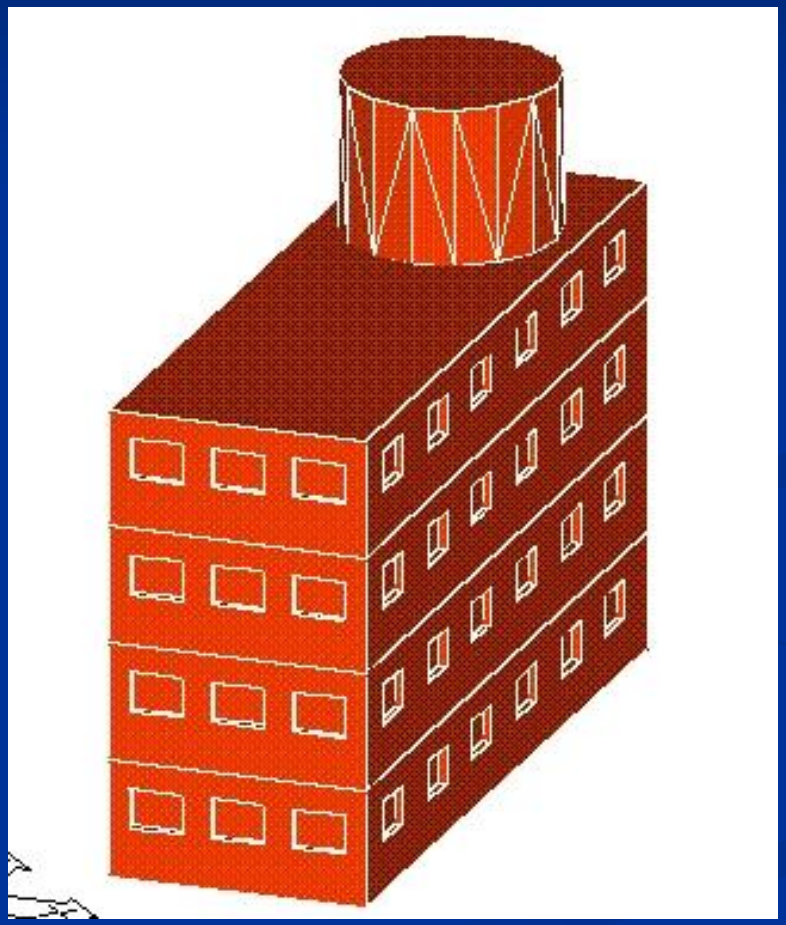
（彭國隆）



勁度不均勻配置的建築物結構示意圖



整棟建築受力不均勻之建築物示意圖



結構立面配置

1.結構立面配置要勻稱。

2. 結構立面配置應避免突然變化。

3. 結構應避免上層重、下層輕。

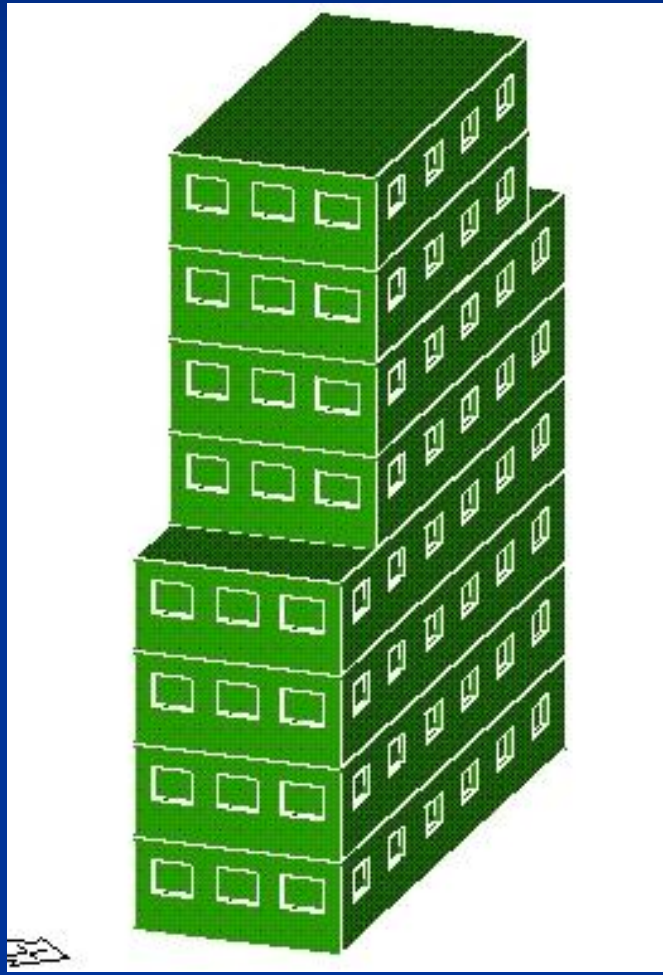
4. 結構應避免上層強、下層弱。

5. 結構應避免上層硬、下層軟。

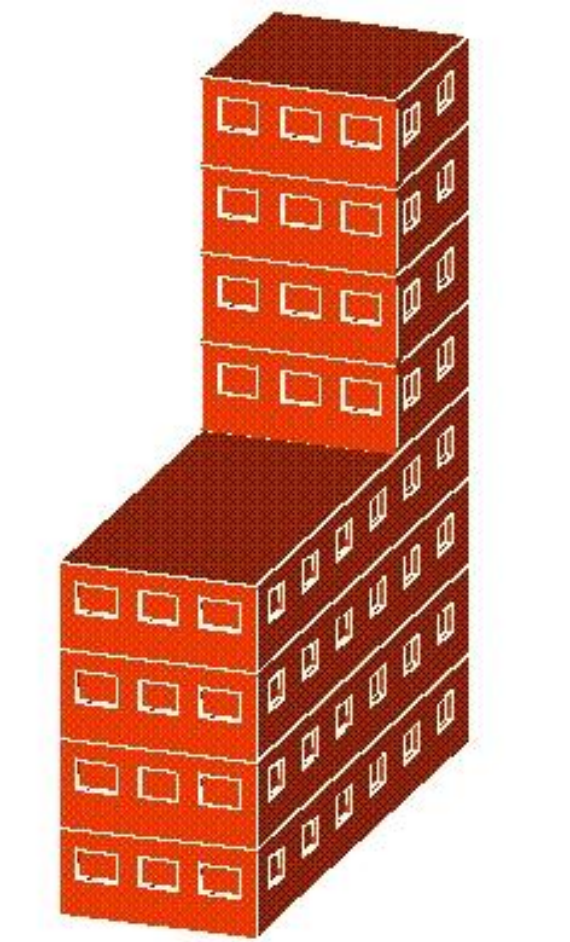
6. 構件應避免上下不連貫。

7. 應避免超長懸臂式結構體。

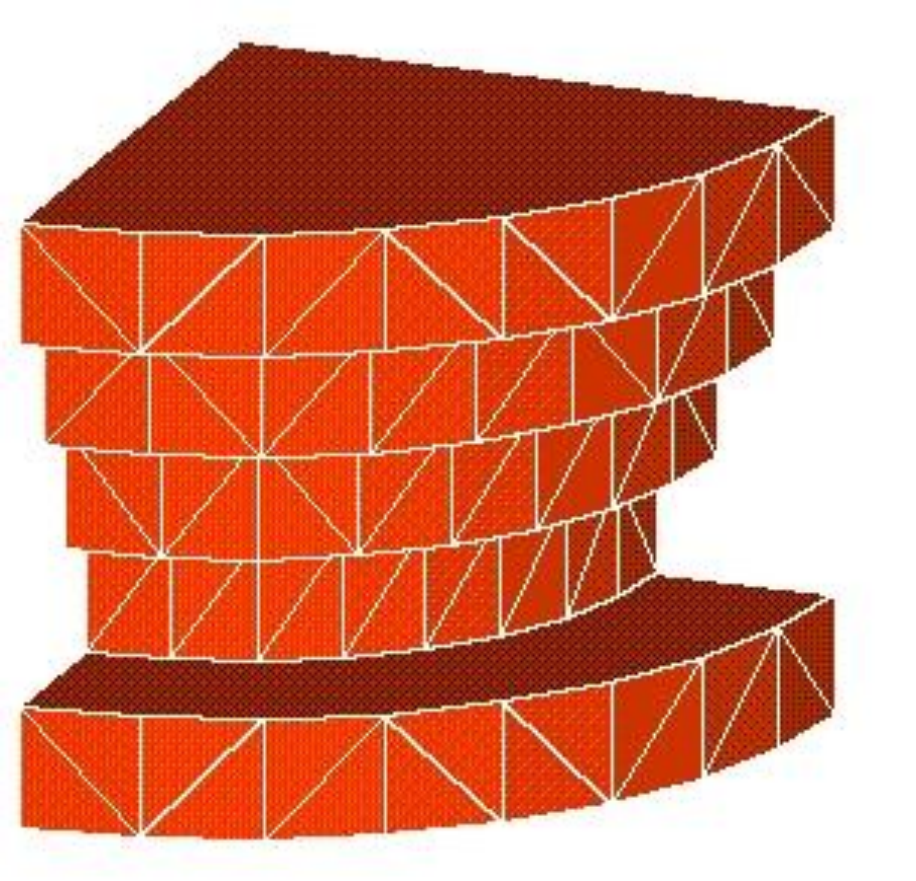
結構立面配置要勻稱



結構立面配置應避免突然變化



結構應避免上層重、下層輕



結構應避免上層重、下層輕



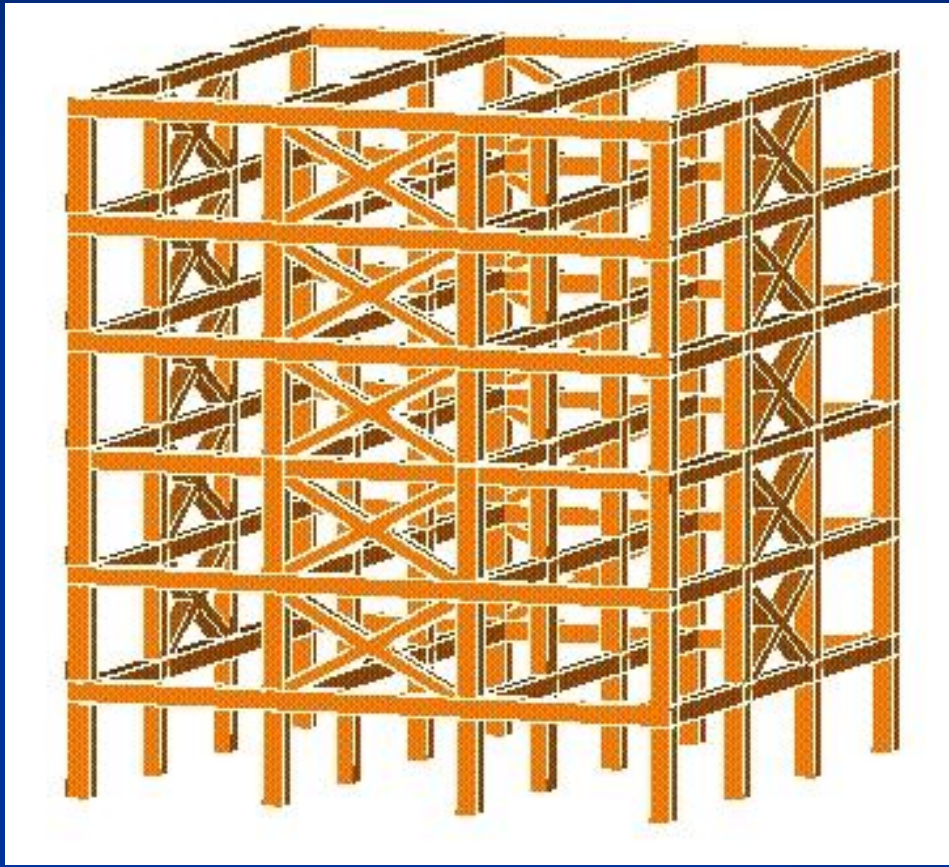
台北市立圖書館一樓部份為開放空間，其上方結構於331地震遭受明顯破壞。（彭國隆）

結構應避免上層重、下層輕



位於中壢市之消防分隊，其一樓柱之尺寸明顯較上方柱為小，違反結構原理，整棟建築亦有頭重腳輕之現象。
（彭國隆）

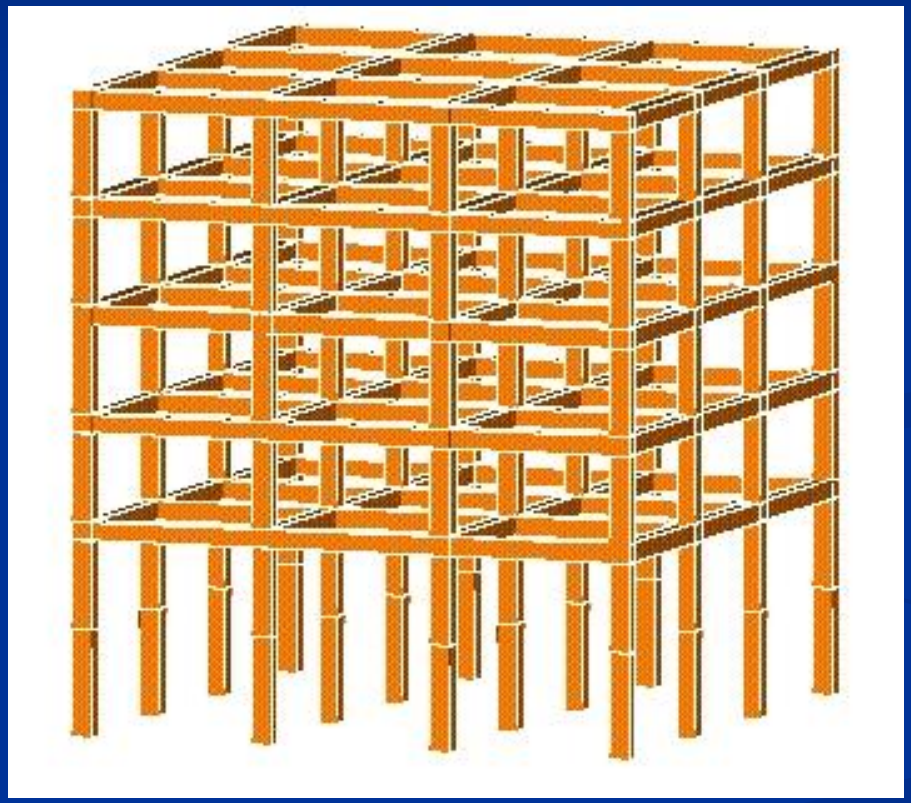
結構應避免上層強、下層弱



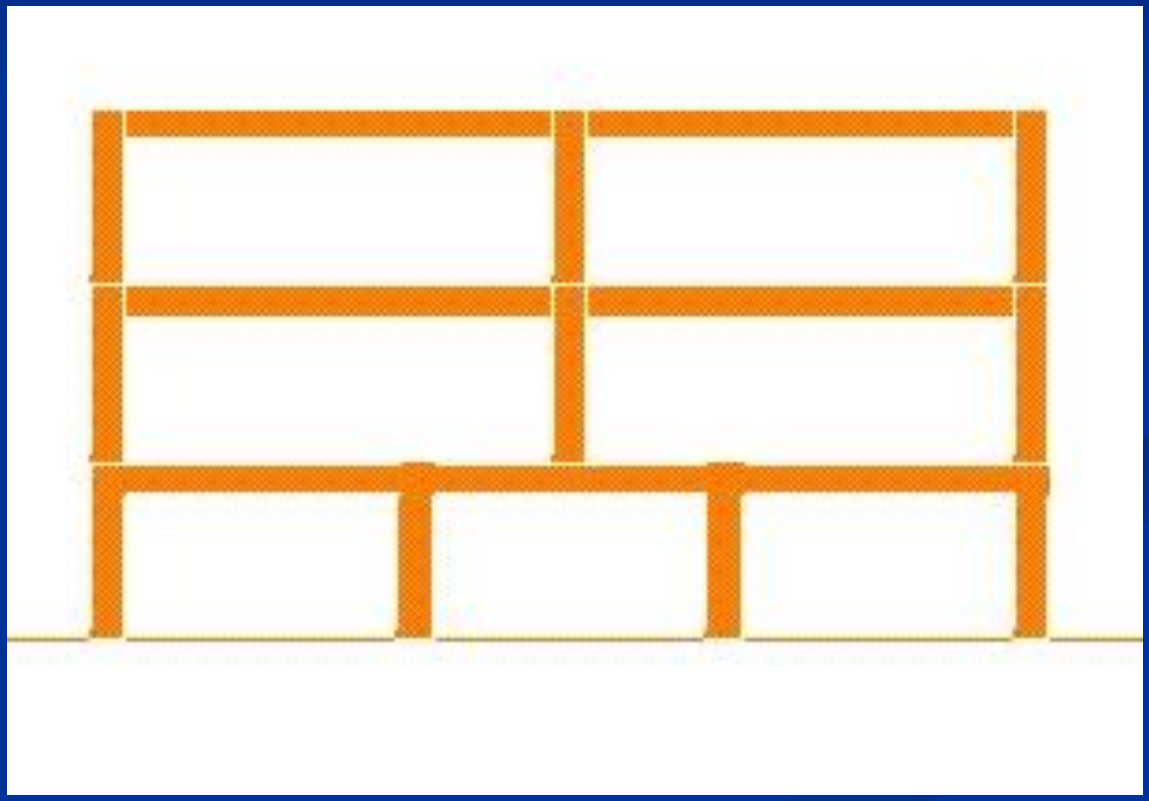
結構應避免上層強、下層弱



結構應避免上層硬、下層軟



構件應避免上下不連貫



懸臂式設計抗震性能不佳



懸臂式設計抗震性能不佳



懸臂式設計抗震性能不佳，鋁窗因地震而變形（彭國隆）

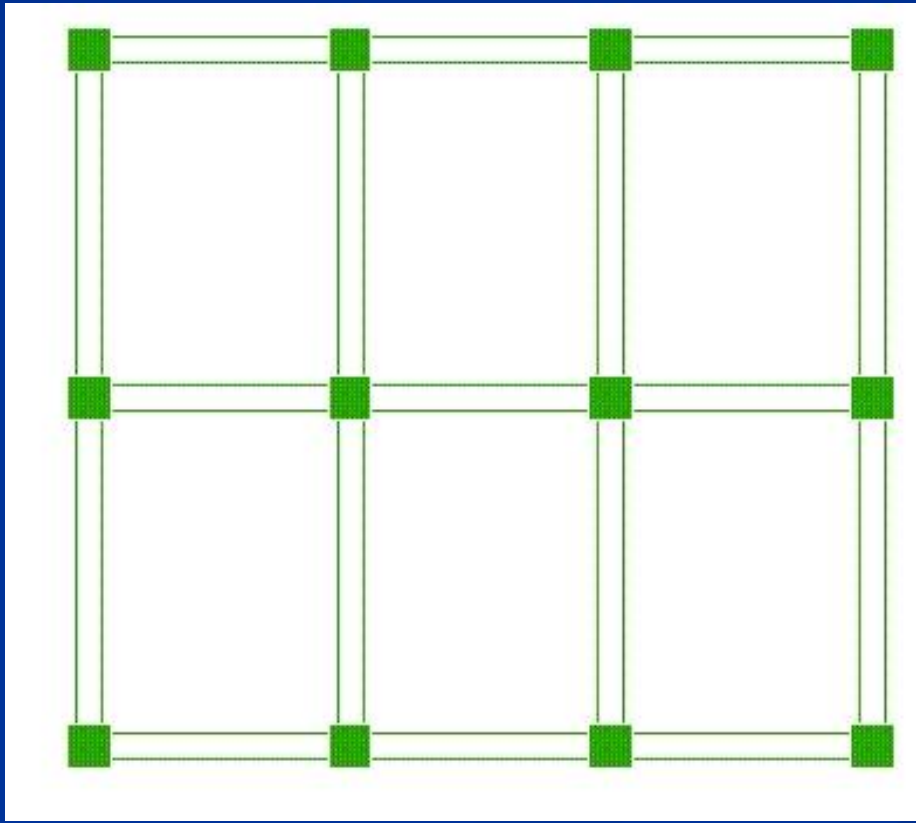
懸臂式設計抗震性能不佳



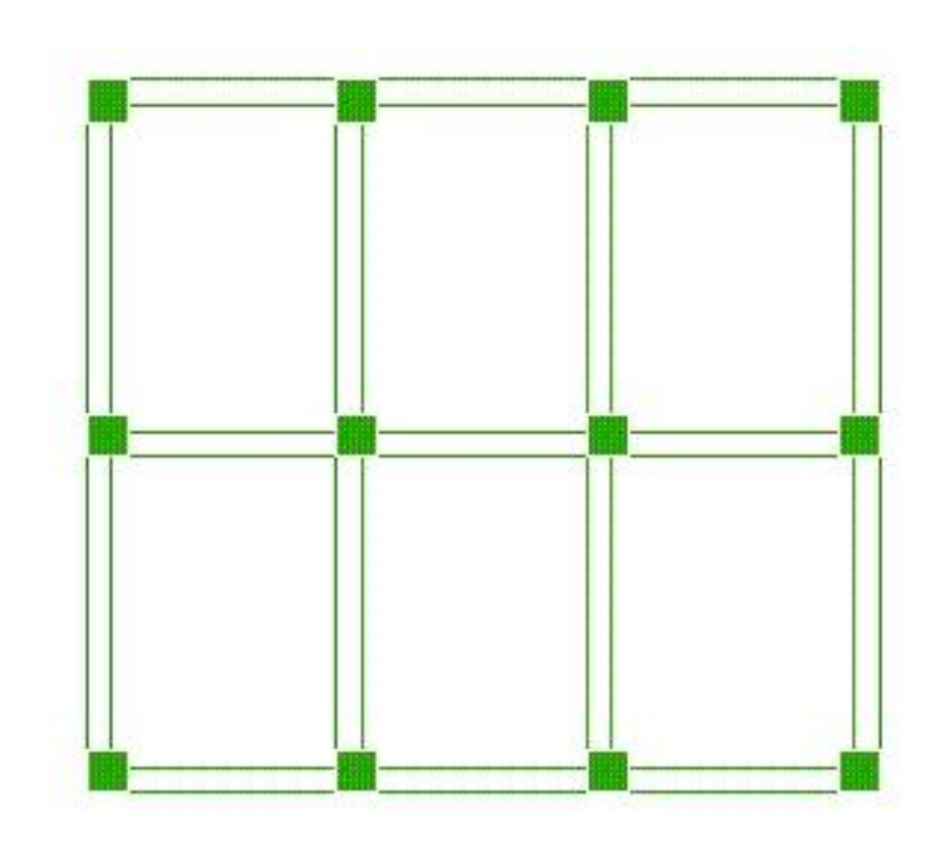
柱、牆之配置

1. 柱位配置最好呈棋盤式對齊。
2. 柱間距離最好均勻，勿相差懸殊。
3. 柱、牆之配置應對稱。
4. 柱及剪力牆之配置應兼顧各方向之強度與勁度。

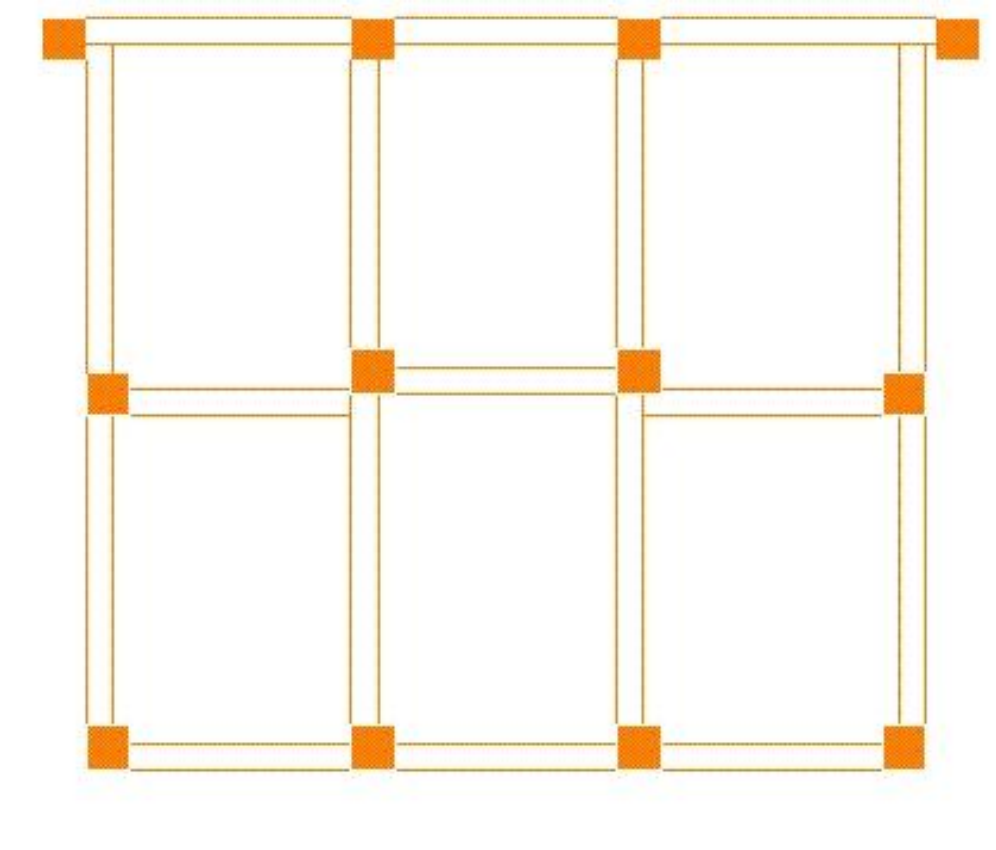
柱位配置最好呈棋盤式對齊



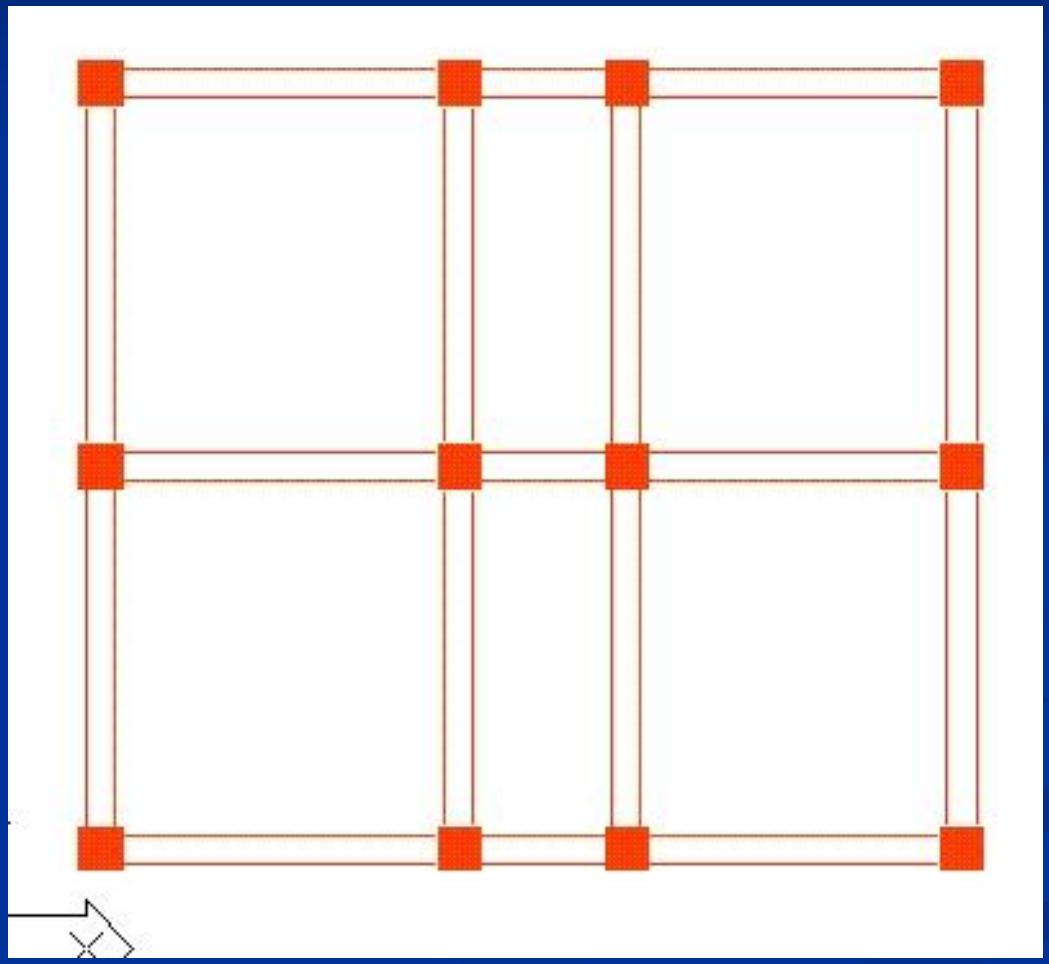
柱位整齊但大樑偏於柱之一邊，梁柱接頭剪力較低，仍屬可接受之結構平面配置。



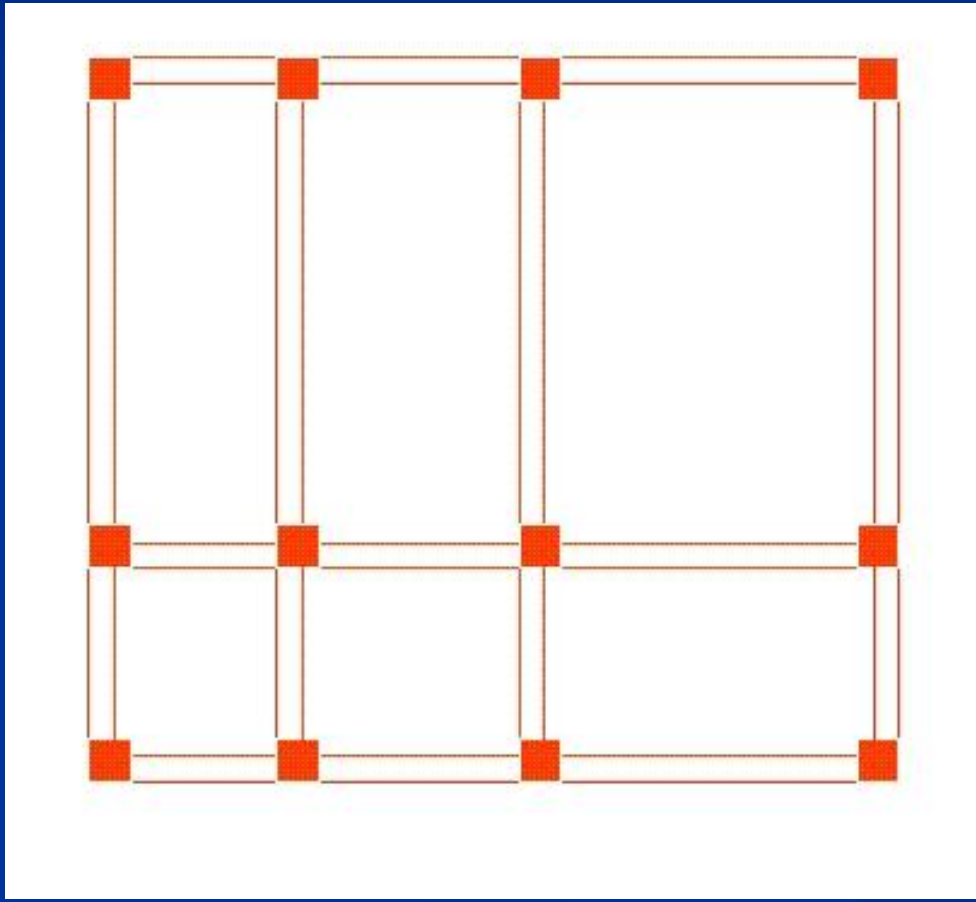
柱位不整齊且部分大樑未全部伸入柱內，或完全未伸入柱內，屬不良之結構平面配置。



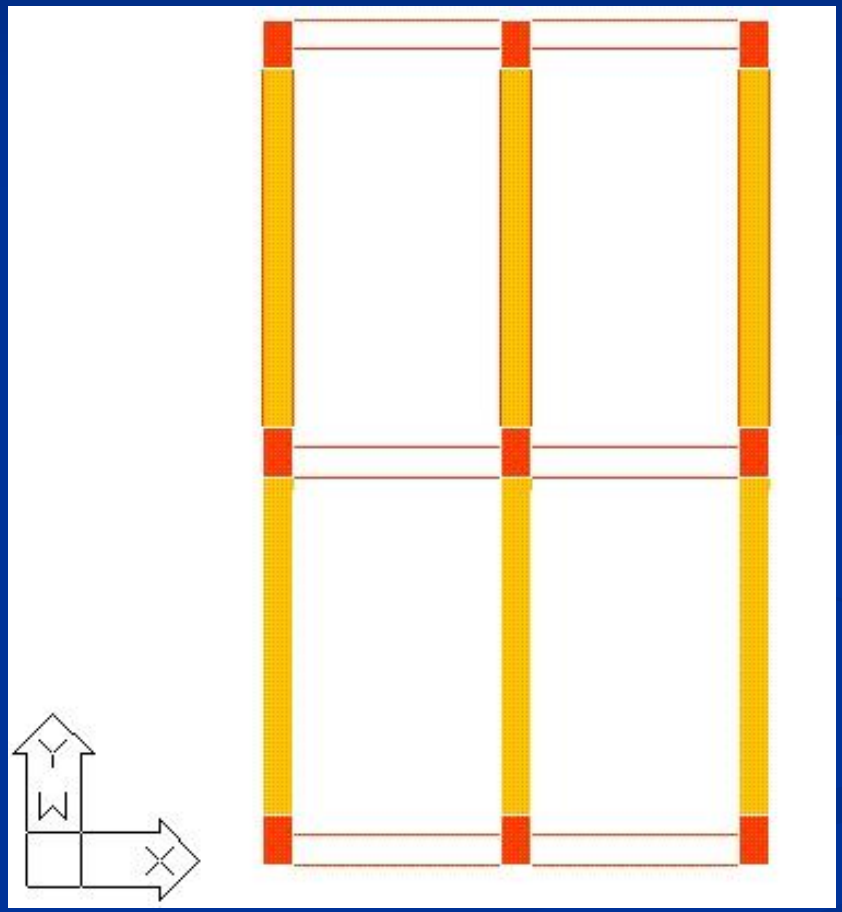
部分柱距過短，導致其間之梁可能發生剪力破壞，將大大降低此短梁之韌性。



柱位集中於結構平面之一角，將導致整體結構受力不均勻



傳統連棟式樓房之結構平面，其沿Y向之抗震強度足夠，但沿X向之抗震強度卻嚴重不足。



建築之柱寬度僅與1B磚牆同厚，雖然在空間使用上頗為便利，但在建物耐震機能上卻顯嚴重不足，921地震使其構件嚴重破壞，不堪繼續使用。



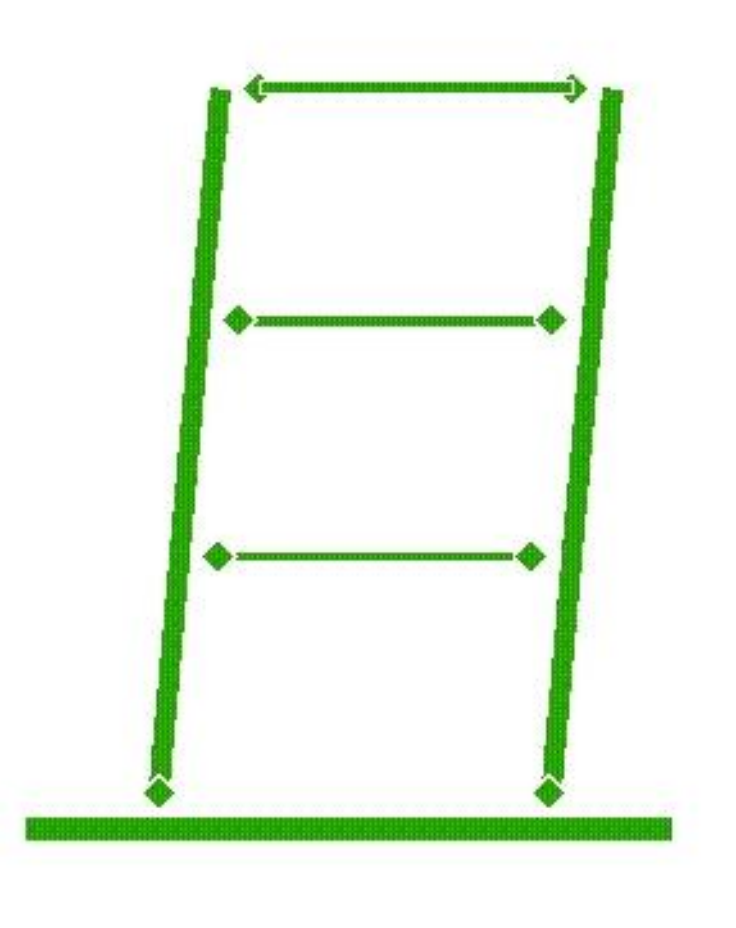
（彭國隆）

梁、柱之關係

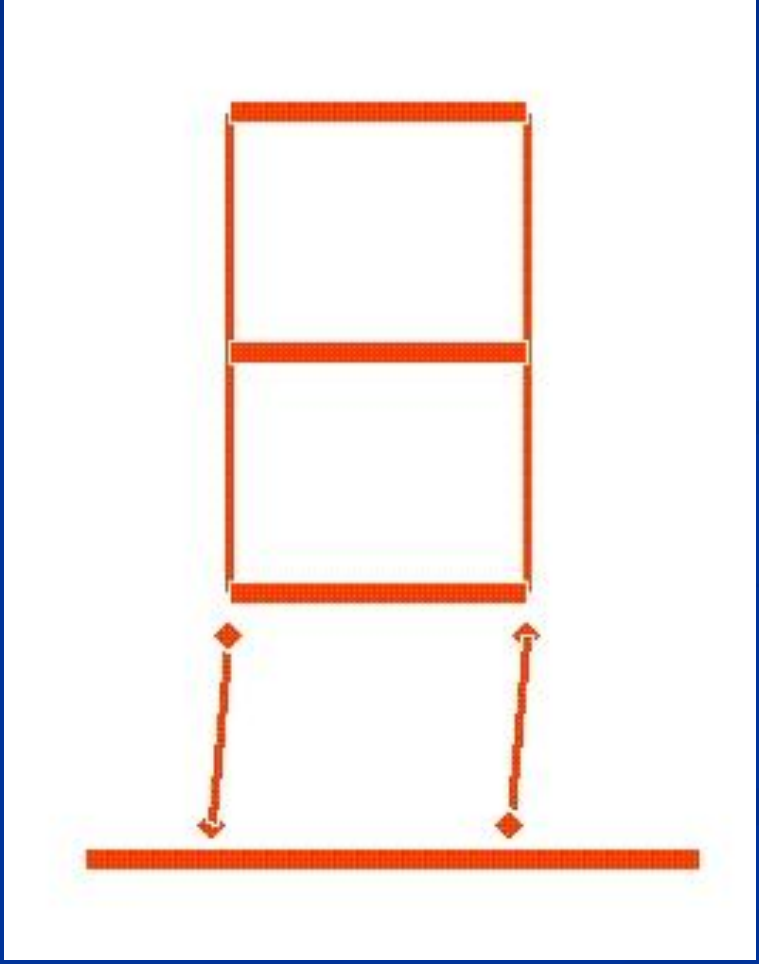
1.柱強度（尺寸）應大於梁強度（尺寸）

2.正方柱優於長方柱

結構立面圖顯現柱強度大於梁強度，整體結構可發揮較大之韌性，因而提高其抵抗地震之能力。



結構立面圖顯現梁強度大於柱強度，僅有部分構件可發揮韌性，因而降低整體結構之韌性。



台中市之建築，於921地震顯現柱之強度相對不足之現象。



（彭國隆）

位於南投縣埔里鎮忠孝路之民宅改建工程，其室內柱突出牆面甚多，雖不利於空間使用，但大有利於其耐震機能。



（彭國隆）

法定的建築耐震能力

- 建築物在50年使用期間遭受較「設計地震力」為大之地震力的機率為10%；專業術語謂之為「危害度（Risk）」10%。
- 法定的建築耐震能力是有限度的，萬一建築承受不了地震力而倒塌，應如何因應？



位於桃園縣中壢市之民宅，其完工日期為民國九十年，雖然樓高五層，其柱斷面尺寸仍只有25公分，其結構耐震性令人存疑。（彭國隆）



位於南投縣埔里鎮中山路之民宅改建工程，其完工日期為民國九十一年，其為SRC構造，雖然樓高只有三層，但其外觀之厚重感顯與非災區者不同。（彭國隆）



規模較大之建築工地，其柱配筋施做方式，大抵符合規範。（彭國隆）

常見之建物耐震問題

- 設計不合結構原理
- 施工不符規範
- 材料強度不足(含混凝土老化及鋼筋鏽蝕)
- 違建加重結構負擔
- 擅自改建破壞原設計理念

德國建築大師馮・葛肯的良心話

- 德國建築大師馮·葛肯1999年來台訪問，對台灣建築的批評如下：

  裝飾味太重，表現不出結構原型所蘊涵的建築特質，因此違反理性、違反合理造型，並且違反經濟原則。

  （建築周報1999.11.19）



位於台北市之高樓，本建築大量採用了不具結構功能之裝飾元件，若未特別處理，容易因為中度地震之侵襲而損壞。

（彭國隆）



位於桃園市茄苳路之集合住宅新建工程，其柱箍筋不符合法規：間距達23公分。

（彭國隆）

位於桃園市茄苳路之集合住宅新建工程，其箍筋彎鉤一端僅為90度，另一端卻為180度，圍束效果有問題；真是搞怪的錯誤工法。



（彭國隆）



位於中壢市之新建民宅，違法增建2層樓，二次施工之痕跡清晰可見。

（彭國隆）



位於桃園縣龍岡地區之民宅增建，其完工日期為民國九十一年，其增建柱斷面尺寸厚只有23公分，施工者並未從921經驗獲取教訓。

（彭國隆）

提昇建築物耐震能力之方法

- 設計方面
  - 韌性設計
  - 減震系統
  - 隔震系統
  - 避災觀念
- 管理方面
- 使用方面

韌性設計

- 韌性設計之原理乃是利用結構之韌性，以吸收地震之能量，達到降低地震作用力之效果；故使用人不應任意改變房屋之結構，否則可能影響結構之韌性，降低結構抵抗地震之能力。

減震系統

- 近來減震系統頗為流行，其原理為在結構上裝設容量大之吸能器（經特別設計之構件或阻尼器），大幅增加結構之韌性，進而提昇結構之抗震能力。

隔震系統

- 隔震系統乃在結構及基礎之間裝設緩衝器，大幅降低地基傳導至結構之震動力，進而提昇結構之抗震能力。近來慈濟醫院之基礎大都採用隔震系統。

避災觀念

- 在住宅建築內設置一強固之小空間，且使其不需承受地震力，則萬一建物將因地震而倒塌時，居住其內之人可迅速躲入該空間，以靜待救難人員救出，如此應可大幅降低傷亡率。

減震吸能器



（林超馴）

橡膠支承墊隔震基礎之一例



（林超駟）

橡膠支承墊隔震基礎之一例



（林超駟）

彈簧支承隔震基礎之一例



（林超駟）



曲管支承隔震基礎之一例

（林超駟）

隔震基礎上方之樓梯，採用懸空式設計，以避免損壞



（林超駟）

避災鋼床



行政院國家科學委員會
計畫編號：NSC92-2622-E-253-001-CC3
（彭國隆）

管理方面

1.政府立法機關應訂定較嚴格之建築使用管理辦法，對任意加蓋違章建築及任意破壞房屋結構者施以重罰。

2.政府主管機關應強化建築物設計審查工作，排除不當設計之比例，防範危險於未然。

3.政府主管機關應強化建築物管理工作，取締完工後改建行為，保障其他住戶之權益及生命財產安全。

4.政府主管機關應徹底落實建築管理工作，徹底杜絕違章建築及任意破壞房屋結構之行為。

使用方面

- 民眾應重新認識建築物安全性問題，不應僅考慮使用上之方便，應加強重視結構安全之觀念，將「結構安全」放在第一位，不任意違法加蓋違建，如欲整修房子，應先徵詢專家之意見，不可閉門造車，避免破壞房屋結構情形發生。對於環境的變化也應關心，微小的變化可能都是重大危害的警訊，如無法判斷，應盡速與相關執行單位或學術單位洽詢尋求協助，避免災害擴大到不可收拾的地步。

地震防災對策

- 地震前的防範
- 地震後的復健

地震前的防範

- 選購（租）住宅注意事項
- 自建住宅注意事項
- 住宅使用準則

  家具擺設原則

  預設避難空間

  準備避難物資

  裝設監控系統

  避免違規使用
- 對特殊工程建物安全性之監控

選購（租）住宅一般注意事項

- 產權安全
- 天然環境
- 人文環境
- 週遭環境
- 建築機能

結構安全注意事項

- 檢討基地是否穩固

1. 避開軟弱地層
2. 避開地盤顯著週期
3. 避開活動斷層
4. 避開容易山崩、滑坡地區

- 檢討結構系統是否有缺陷
- 選擇整棟建物中較安全之一戶
- 檢查結構材料是否安全（強度、 輻射）

基於結構安全擇屋原則

- 避免選擇結構有缺陷之建築
- R.C.大樓總樓層數不宜過多
- 大樓或公寓產品宜選中高樓層
- 透天產品須特別留意柱配置方向

陽明山行義路之別墅，位於山坡地，建築兩側地面高度相差一層樓，於921地震因受不平衡土壓擠壓，導致一樓柱腳破壞。



（彭國隆）



L形配置之建築，轉角處較容意遭受破壞。

（彭國隆）

位於陽明山上之教師研習中心，L形轉角處因921地震而產生破裂。



（彭國隆）



位於土城市之大樓，伸縮縫處因921地震而碰撞損傷。

（彭國隆）

鄰近伸縮縫之構件損傷情形。



（彭國隆）

自建住宅注意事項

- 慎選素質優良之建築師
- 專業技師設計
- 信譽良好之營造商承建
- 訂定完善的契約書



位於桃園縣龍岡地區之民宅增建工程，多項嚴重缺失，安全堪慮。

（彭國隆）

住宅使用準則

1.結構安全檢查
2.家具、物品擺設原則
3.避免違規使用



位於台中市之建築，九二一地震導致樓上花台整座掉落之現象。

（彭國隆）

預設避難空間

平日在家中適當位置，經營一個可靠的地震避難空間，俟大地震來襲時，可以躲入此避難空間，等待救難人員救援。

準備救災及避難物資

- 平日做好防震規劃
- 備好急難逃生物品
  - 應變工具
  - 急救包
  - 活命包
  - 緊急飲水

吸收防震知識

- 破除迷思
- 吸收防震知識
  - 網路
  - 書籍
  - 研討會

定期舉行防震演習

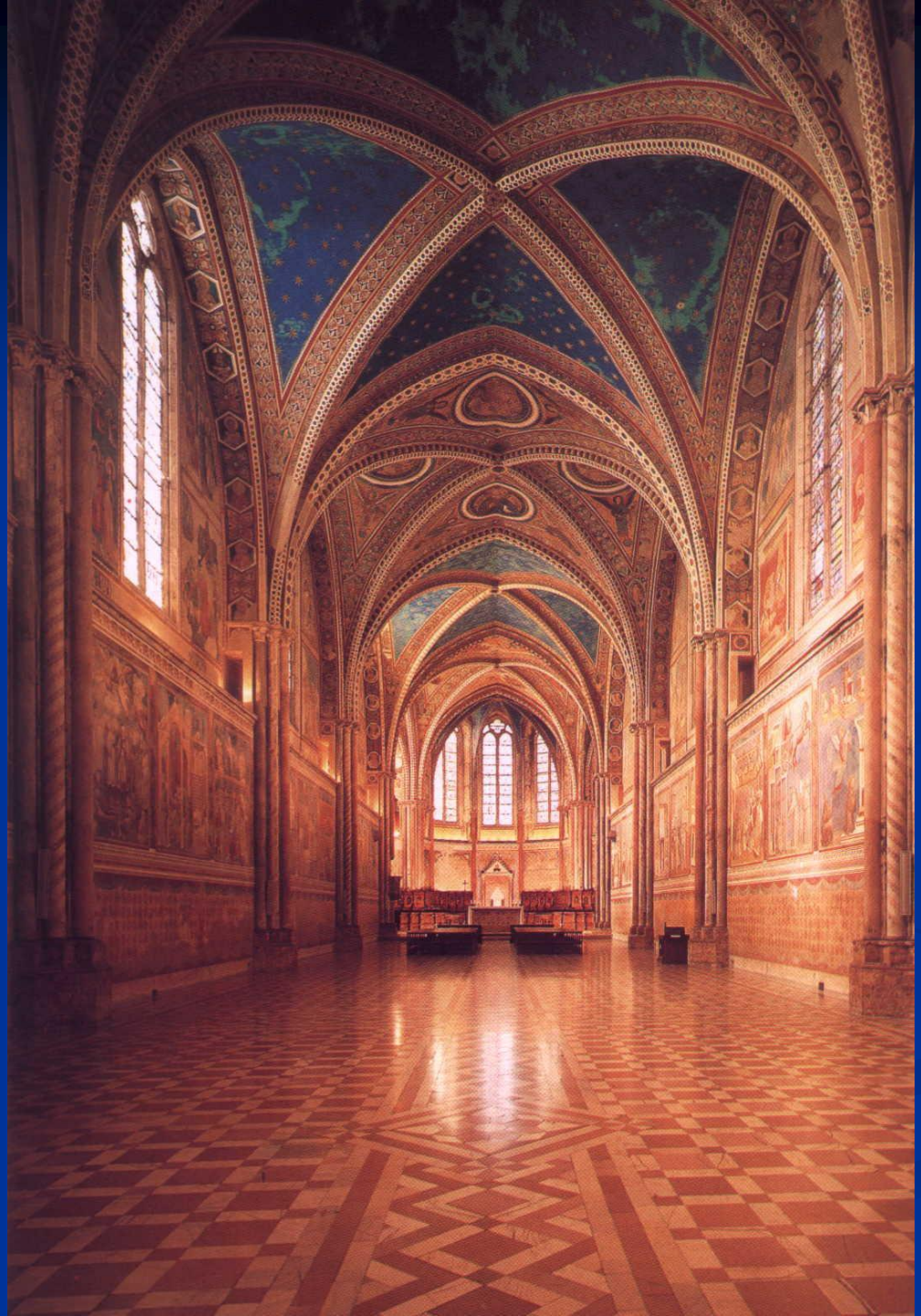
平時即定期舉行防震演習，訓練人們在地震發生時能夠不經思考即做出正確的反應，使地震造成之災害能夠降至最低。

事先想好逃生方向

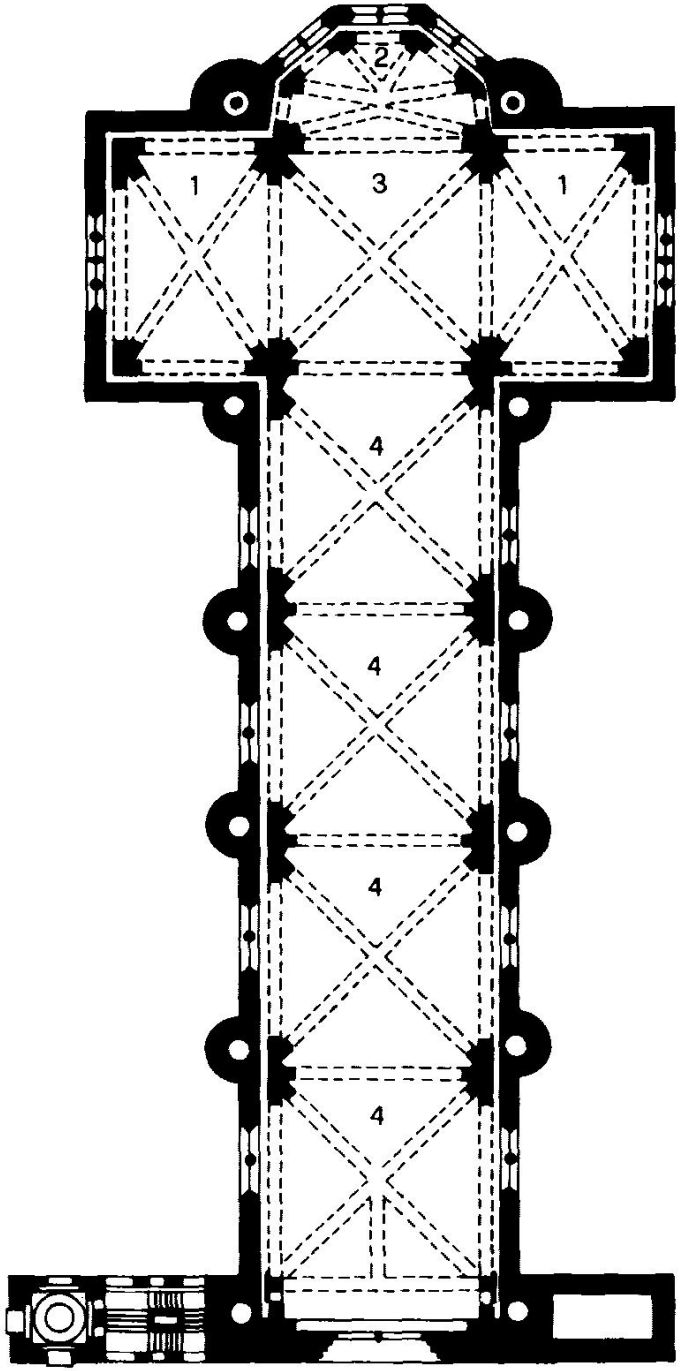


331地震時，台北市承德路公寓倒塌，部分人員順利從建物後側逃生。（法新社）

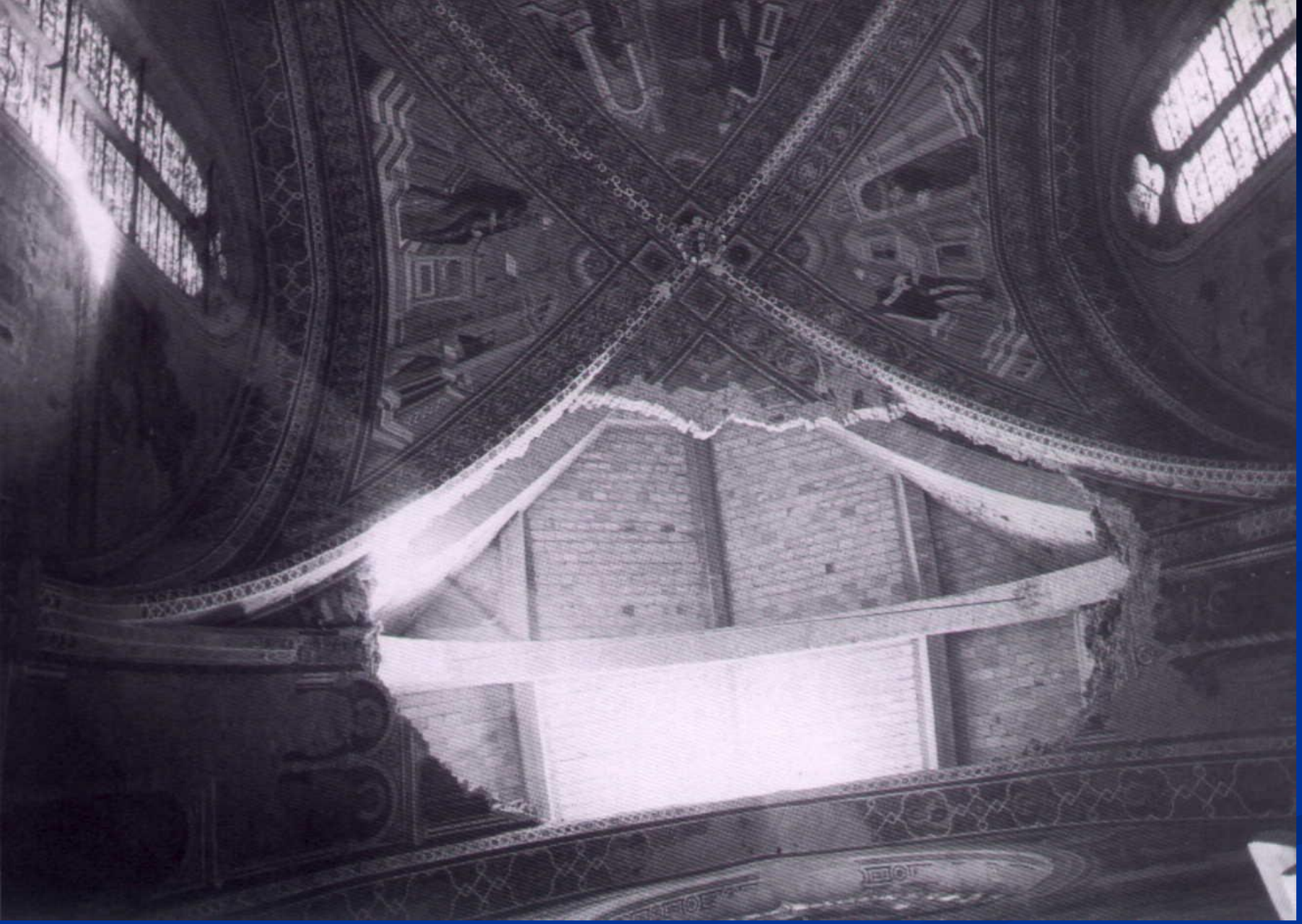




PLAN OF THE UPPER CHURCH









離島建築物毀壞之主因及對策

離島建築環境特性

- 離島氣候鹽分高
- 離島建築使用海砂機率高
- 習慣建築工法大多沿用本島慣例，採用普通鋼筋及普通水泥。

鋼筋之重要分類

- 依降伏強度而分，常用fy=2800~4200kg/cm^2
- 依可否銲接而分，可銲接之型號含有「W」字樣。

波特蘭水泥之重要分類

- 波特蘭第一型水泥：普通水泥
  - 具一般特性，無特殊功能。占水泥使用量約九成以上。
- **波特蘭第二型水泥：抗腐蝕水泥**
  - 能抵抗中度硫酸鹽之浸蝕作用。此種水泥適合於中型巨積混凝土使用。
- 波特蘭第三型水泥：早強水泥
  - 在3～5天之間所能發展之強度相當於普通水泥28天所發展強度。
- 波特蘭第四型水泥：低水合熱水泥
  - 建築大水壩工程等之巨體積混凝土至為適用。
- 波特蘭第五型水泥：抗硫酸水泥
  - 適用於抗酸蝕、下水道、地下室、溫泉區等特殊環境之工程。

離島建築毀壞主因

- 由於離島地震一般較本島為小及前述建築環境特性，導致其建築多因腐蝕而毀壞，非因地震而毀壞。根據調查，許多RC建築屋齡約達15年，結構體便產生數mm之裂縫。

馬公市公所內之柱-1



2011攝

馬公市公所內之柱-2



2011攝

七美鄉公所-1



2012攝

七美鄉公所-2



2012攝

七美鄉公所-3



2012攝

改善對策-1

- 新建RC建築採用「熱浸鍍鋅鋼筋」以減緩鋼筋腐蝕速度。
- 熱浸鍍鋅鋼筋之費用約為7000~10000元/ton

改善對策-2

- 新建RC建築採用**波特蘭第二型水泥：抗腐蝕水泥**，以減緩鋼筋腐蝕速度。

改善對策-3

- 既有RC建築產生細微裂縫後，盡速於表面塗佈不透氣塗料，以隔絕大氣滲入混凝土內部。
- 外露鋼筋應塗佈防銹漆。
- 保養重於修復。



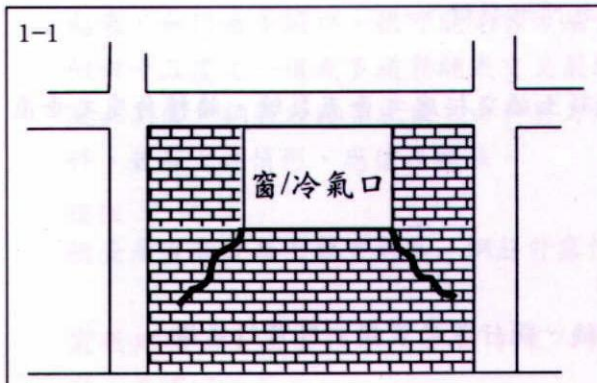
地震防災對策：
地震後之救災及復建

- 注意餘震並防範災害擴大
- 保持通信及交通暢通
- 協助救災
- 建築物安全緊急評估及安全鑑定
- 工程之復建

建築物安全緊急評估及安全鑑定

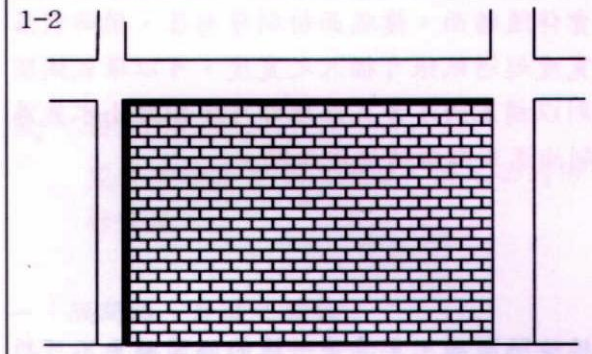
圖示說明

1．磚牆



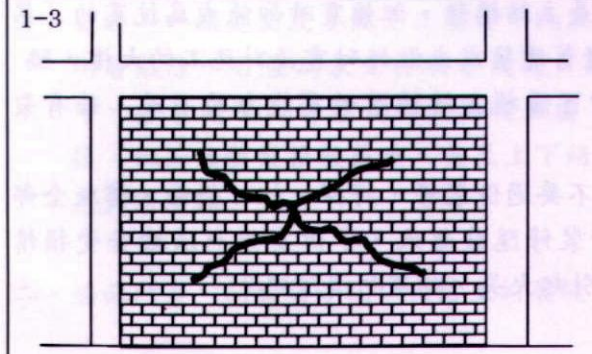
說明：磚牆窗台下（冷氣口同）裂縫。

建議：不影響安全，自行修復。



說明：磚牆沿RC柱或樑邊離縫。

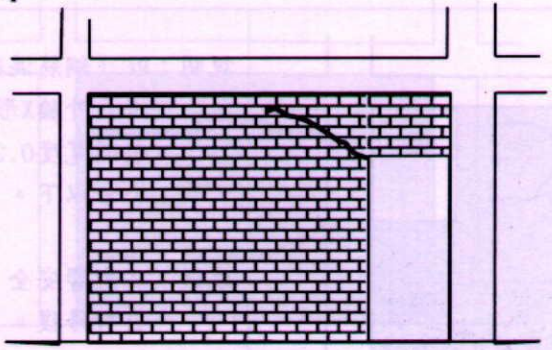
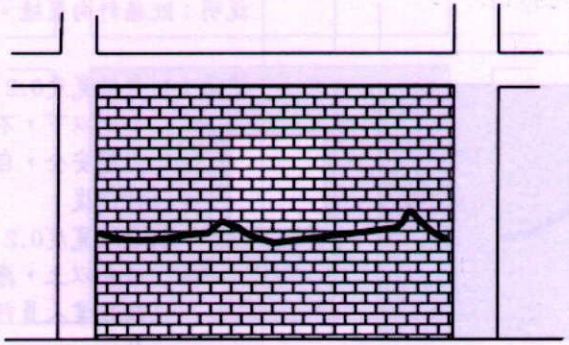
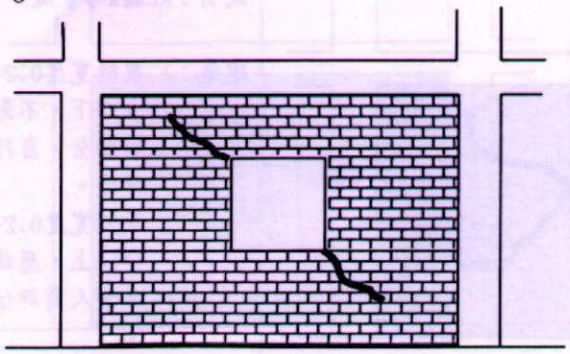
建議：1.因材質不同產生離縫不影響安全。
2.三樓以下老舊建物外牆發生此情形時，應請專業人員評估。



說明：外牆（磚牆）成斜向X形寬大裂縫。

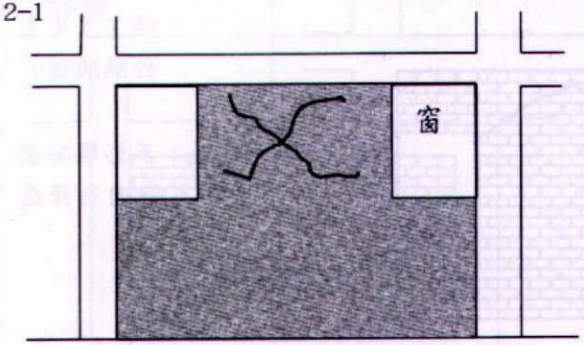
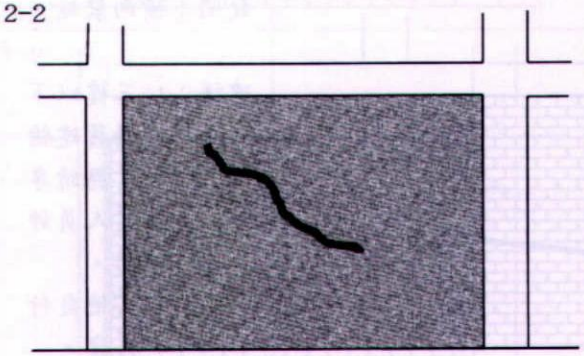
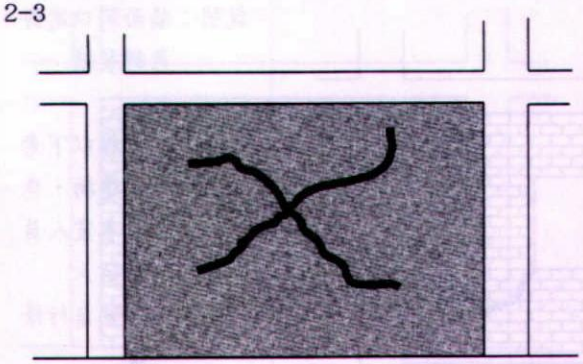
建議：由地震產生應請專業人員評估。

建築物安全緊急評估及安全鑑定

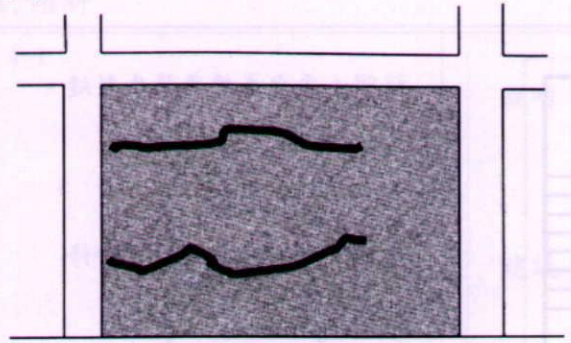
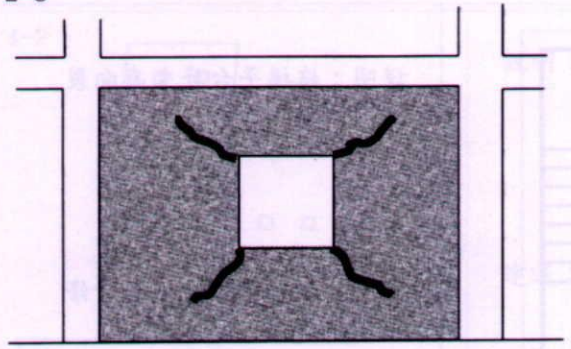
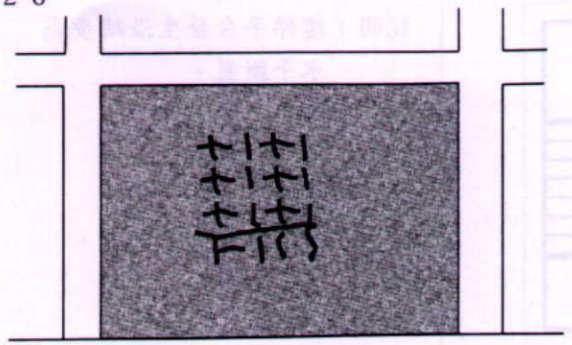
1-4 	說明：門楣磚牆裂縫（多產生於隔間牆） 建議：不影響安全，自行修復。
1-5 	說明：橫向裂縫。 建議：1.三樓以下老舊建物，應請專業人員評估。 2.其他自行修復。
1-6 	說明：牆面開口處對角斜裂縫 。 建議：1.三樓以下老舊建物，應請專業人員評估。 2.其他自行修復。

建築物安全緊急評估及安全鑑定

2.RC牆

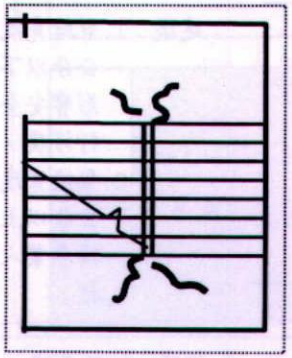
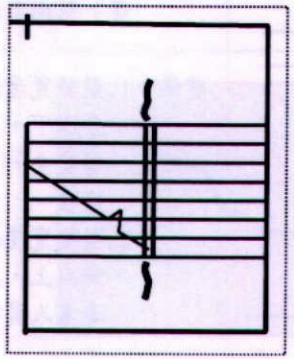
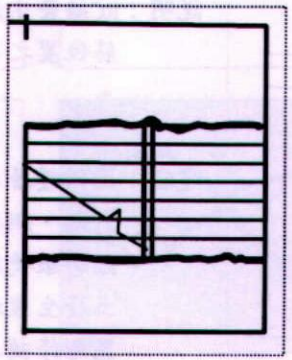
2-1		說明：RC（鋼筋混凝土）外牆X形裂縫寬度0.2公分以下。 建議：不影響安全，自行修復。
2-2		說明：RC牆斜向裂縫。 建議：1.裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2.裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。
2-3		說明：RC牆X形裂縫。 建議：1.裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2.裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。

建築物安全緊急評估及安全鑑定

2-4		說明：RC牆水平裂縫。 建議：1.裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2.裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。
2-5		說明：RC牆面開口（窗等）斜向裂縫。 建議：1.裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2.裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。
2-6		說明：RC牆發生沿鋼筋位置之裂縫。 建議：因保護層不足引起，鋼筋銹蝕膨脹使混凝土發生裂縫，應即修補。

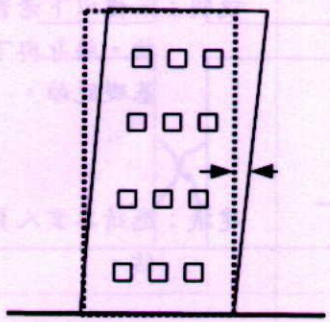
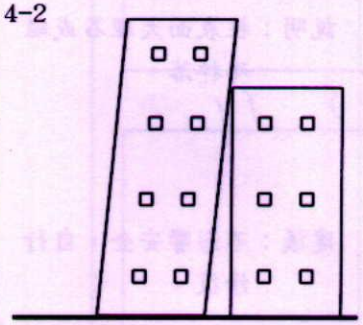
建築物安全緊急評估及安全鑑定

3.樓梯

3-1		說明：平台或轉角發生裂縫。 建議：不影響安全，自行修復。
3-2		說明：樓梯平台發生直向裂縫。 建議：不影響安全，自行修復。
3-3		說明：樓梯平台發生沿踏步處水平斷裂。 建議：應請專業人員評估。

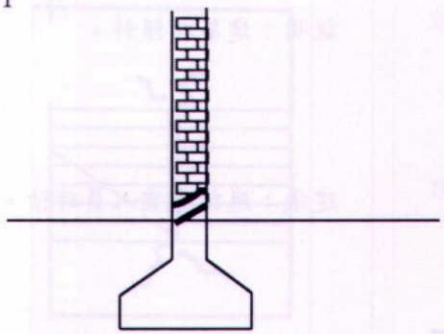
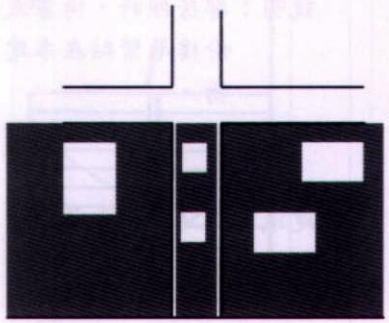
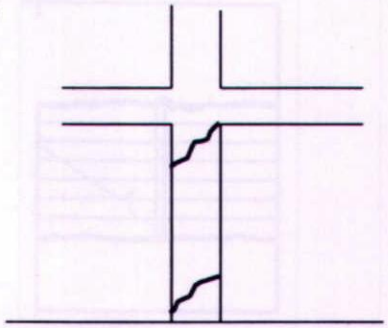
建築物安全緊急評估及安全鑑定

4.傾斜

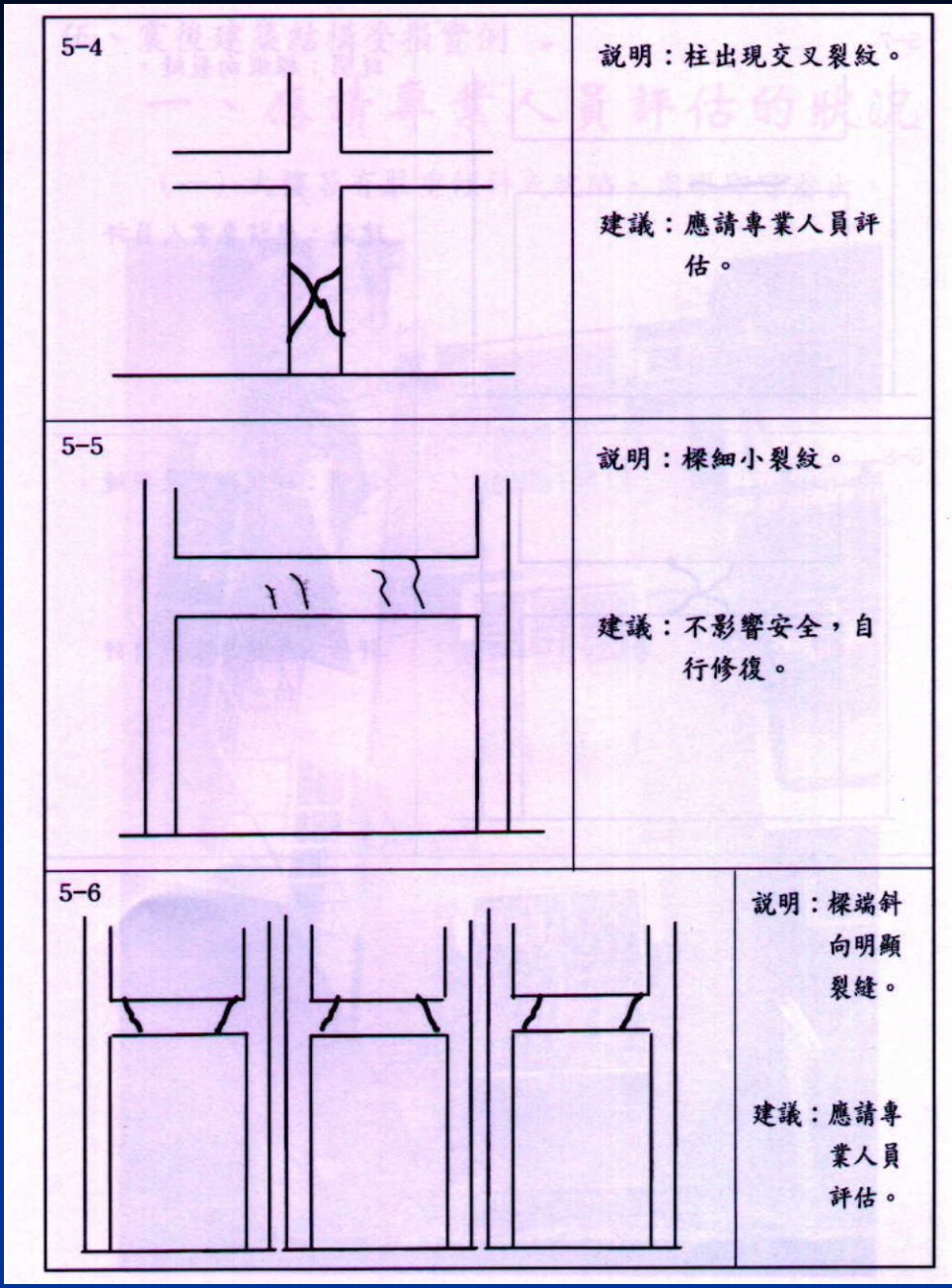
4-1 	說明：建築物傾斜。 建議：應請專業人員評估。
4-2 	說明：鄰房傾斜，倚靠或部份樓層緊貼在本建築物。 建議：應請專業人員評估。

建築物安全緊急評估及安全鑑定

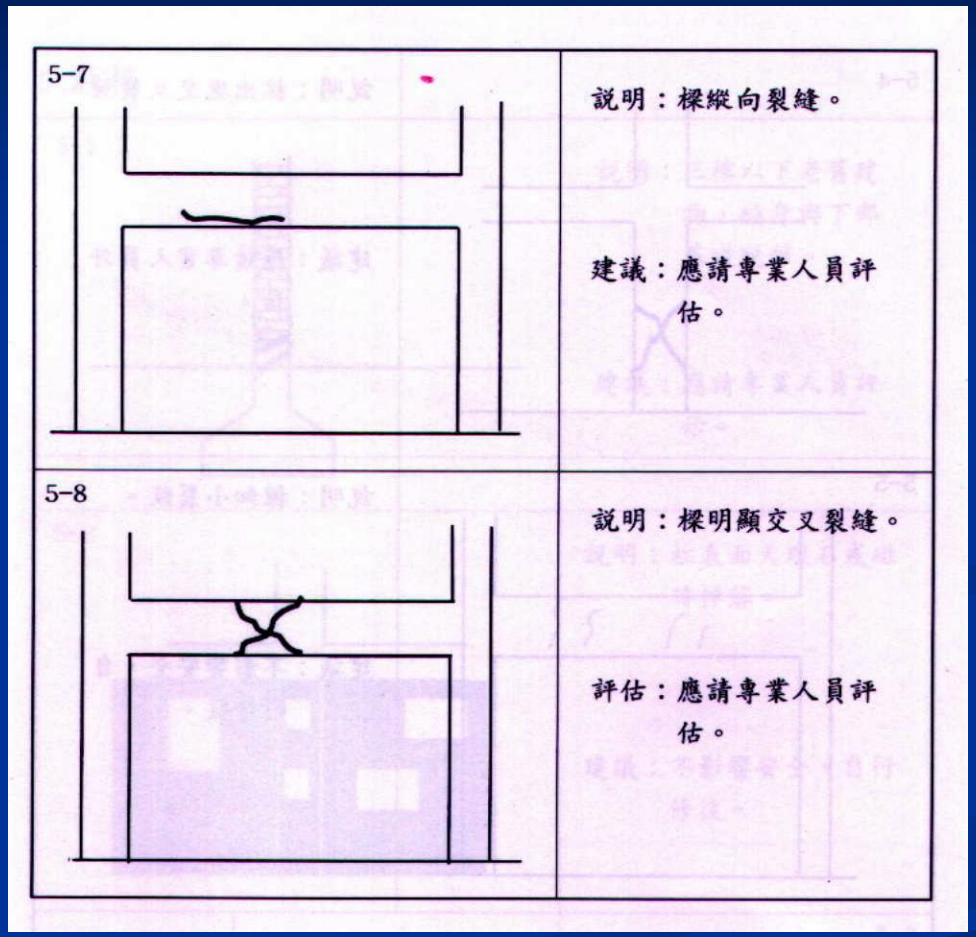
5.柱樑

5-1		說明：三樓以下老舊建物，牆身與下部基礎脫離。 建議：應請專業人員評估。
5-2		說明：柱表面大理石或磁磚掉落。 建議：不影響安全，自行修復。
5-3		說明：柱頂或柱底斜向裂紋。 建議：應請專業人員評估。

建築物安全緊急評估及安全鑑定



建築物安全緊急評估及安全鑑定



5-7	說明：樑縱向裂縫。 建議：應請專業人員評估。
5-8	說明：樑明顯交叉裂縫。 評估：應請專業人員評估。

建築物安全緊急評估及安全鑑定

1. 若建物各部分之結構部分無明顯之損傷情形發生；工程專業人員將判定其為「安全」建築，並於建物主要入口處張貼綠色告示，表示本建物無立即之危險，可繼續使用。
2. 若建物之部分結構有明顯之損傷情形發生，但損傷部位不多、損傷程度不嚴重；工程專業人員將判定其為「需注意」建築，並於建物主要入口處張貼黃色告示，表示本建物需經專業人員設計補強修復，在其經修復完成之前，盡量不要繼續使用。

建築物之復建

民眾之住家經歷大地震後，如有損傷，可依據「建築物安全緊急評估及安全鑑定」結果，向主管機關申請補助金。注意建築物之復建工作必須委由專業人員（土木技師、結構技師、大地技師等）設計後，由合格之承包商施作；方可達到預期之補強效果。九二一震災後，許多民眾自行雇工補強受損之建物，往往無法達到預期之補強效果。

敬請指教！

klp@tiit.edu.tw
2012.9.26