



地震災害 防災教材

地震防災教材

-與地震共舞-

編者：南亞技術學院

土木與環境工程系

林世洪 彭國隆

前言：常見的疑問

買公寓一樓好不好？

- 我的房子結構安全堪慮，一時又無力換屋，怎麼辦？

課程大綱（1）

- 第壹篇 認識篇

- －第一章 地震概論

- －第二章 重大地震回顧

課程大綱（2）

- 第貳篇 災害篇

- 第三章 地震對大自然之破壞
- 第四章 地震對工程設施之破壞
- 第五章 地震對房屋建築之破壞

課程大綱（3）

● 第叁篇 對策篇

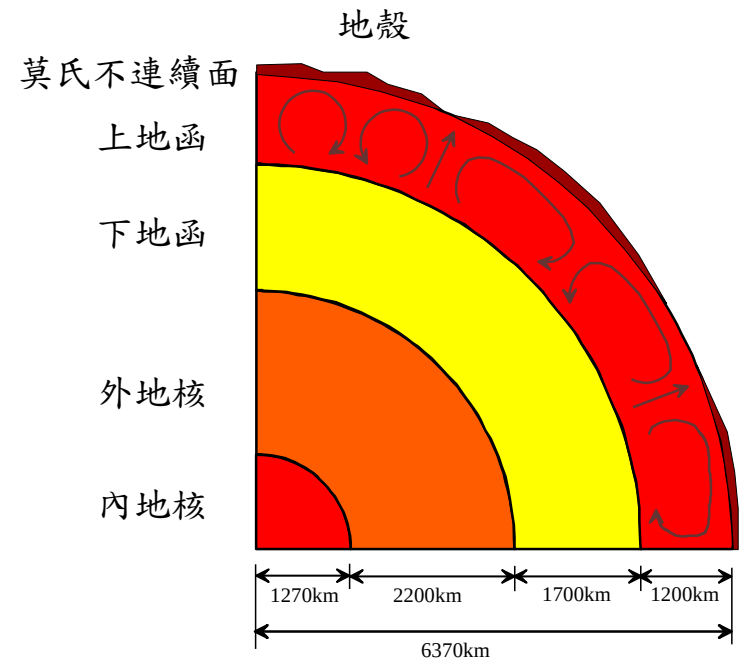
- 第六章 房屋建築風水
- 第七章 房屋結構風水
- 第八章 台灣建築物耐震性能概況
- 第九章 提昇建築物耐震能力之方法
- 第十章 地震防災對策：地震前之防範
- 第十一章 地震防災對策：地震中之應變
- 第十二章 地震防災對策：地震後之救災及復建

第一篇第一章 地震概論

- 地球構造
- 地球的演進
- 地震成因
- 地震帶

地球構造

- 地球平均半徑為6367公里。
- 地核是液態。
- 地函具可塑性。
- 地殼相對很薄，分成許多板塊漂浮在地函之上。



地球的演進

有趣的事實

紐約正以每年2.5厘米的速度遠離倫敦。

▼ 很難相信大陸是移動的，但它們就是在移動。歷經數千萬年，它們移動了很遠的距離。在過去的2億年裡，大陸漂移已經非常非常緩慢地改變了世界地圖，在未來還將繼續改變。

3. 大約1.10億年前，北美大陸和南美大陸終於開始連接起來。後來，澳大利亞大陸和南極大陸分離。印度大陸從非洲大陸斷裂，迅速往北漂向亞洲大陸。歐洲大陸和北美大陸大約在6,000萬年前開始移動開來，大約與此同時，恐龍滅絕。

1. 大約2.2億年前，所有的大陸都是連在一起的，成為“泛古陸”超大陸。周圍只有一個巨大的海洋，稱為“泛古洋”（Panthalassa），意思是“到處都是海洋”。

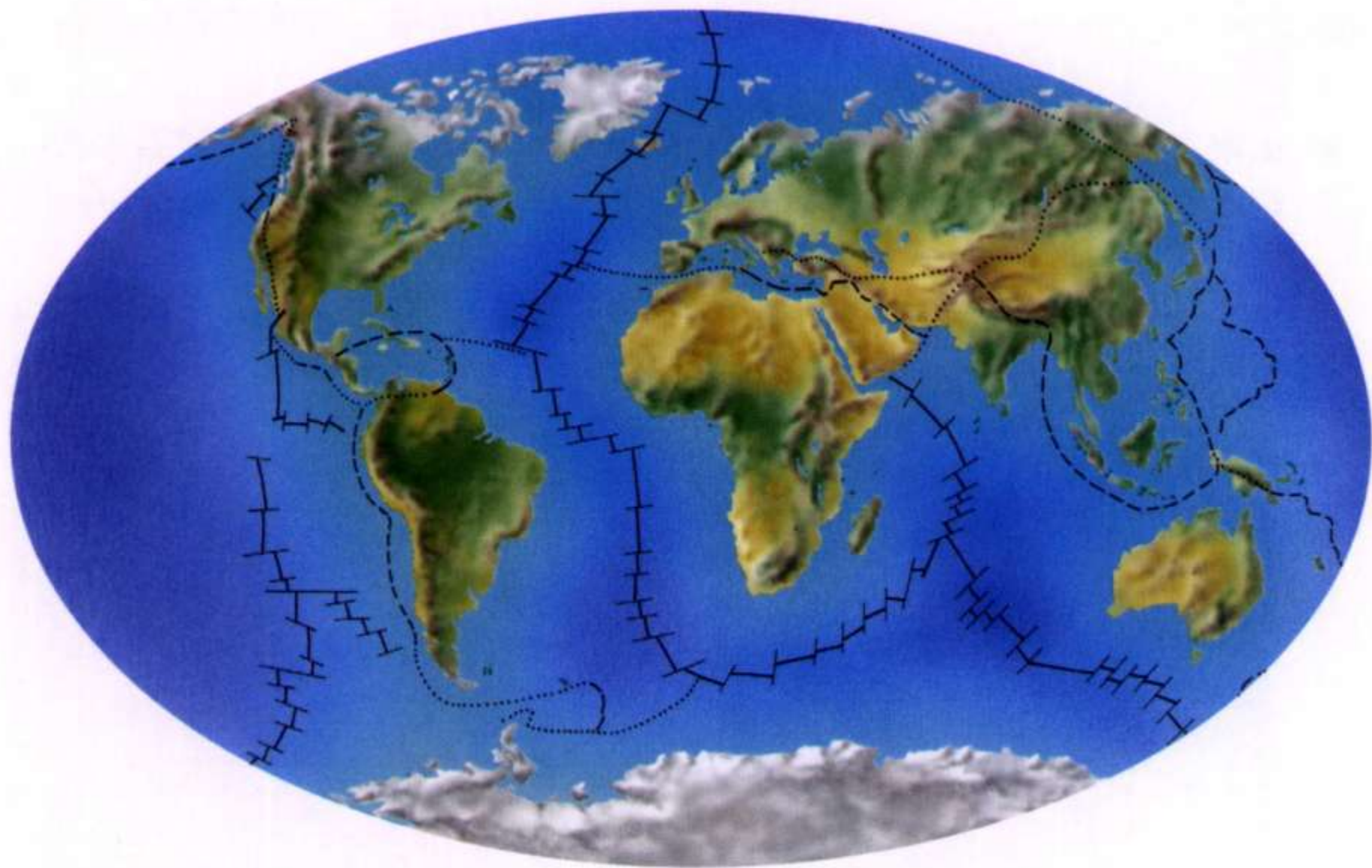


2. 到2億年前，泛古陸分裂成兩個巨大的陸塊（landmass），叫作勞亞古陸（Laurasia）和岡瓦納古陸（Gondwanaland），兩者被特提斯海（Tethys Sea）分開。大約1.35億年前，這兩個陸塊也開始分裂。



4. 所有的大陸並沒有停止移動。北美大陸仍然在繼續遠離歐洲大陸——離亞洲大陸越來越近。





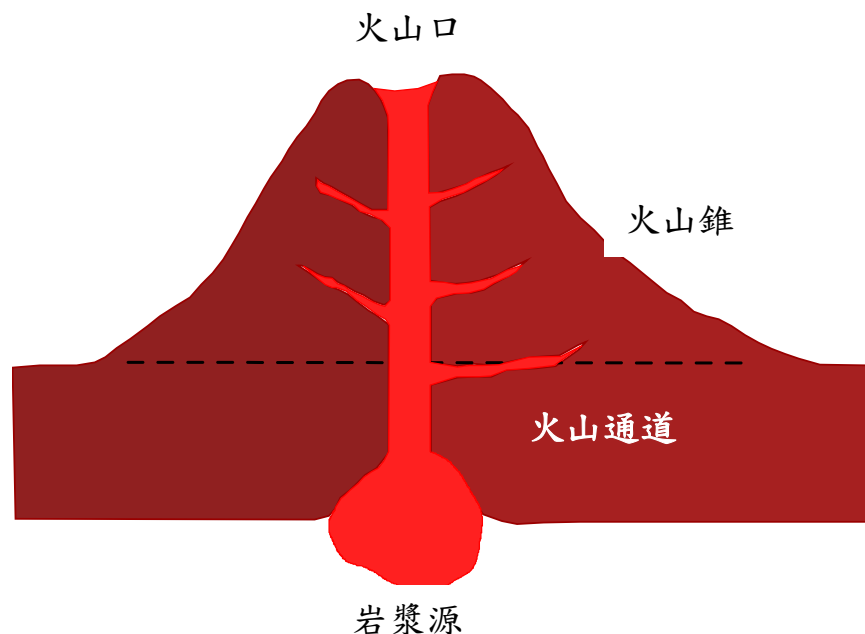
▲ 這幅地圖顯示了板塊之間一些齒狀邊界。

地震成因

- 火山活動
- 板塊運動(含活動斷層)
- 核子試爆
- 水庫興建
- 流體注射
- 隕石撞擊

地震成因——火山活動

- 地球內部所蘊藏著高溫高壓的岩漿，流動至地殼裂縫或薄弱處，噴出地表而形成火山。

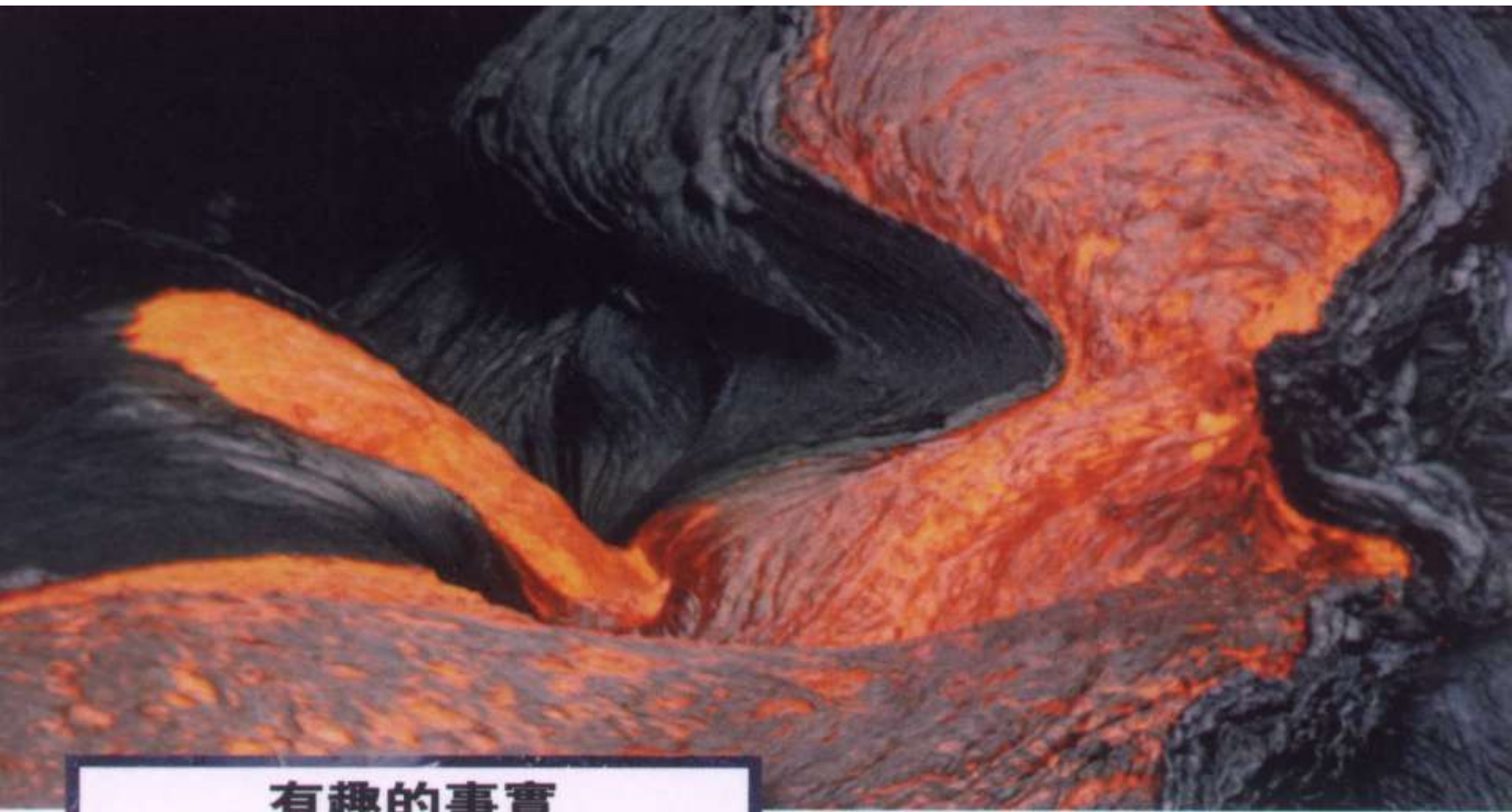






▲ 裂縫火山將熔岩噴泉噴向空中。當熔岩中的氣體在到達地表並驟然變熱時，就會發生這種奇異景觀。





有趣的事實

“浮岩”(pumice)是由硬化的熔岩泡沫形成的——裡面滿是氣泡，以致可以漂浮在熔岩上面。

▲ 熔岩的溫度，可達到沸水溫度的12倍。

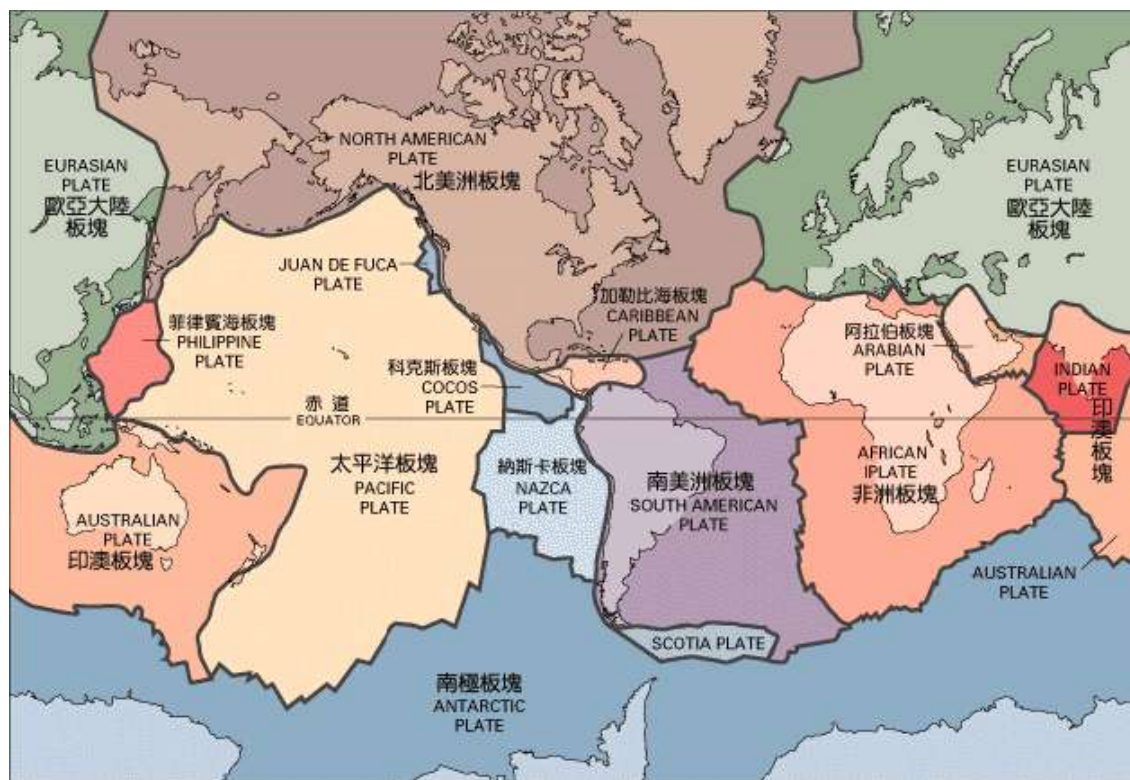


地震成因——板塊運動(含活動斷層)

- 由於地函的對流作用以及海洋地殼的擴張，這一些板塊並不是固定不動的，而是經常發生拉扯或擠壓，這種地殼板塊的運動稱為板塊構造運動。
- 在板塊內，岩層也會因為地殼擠壓或拉扯而產生破碎帶，若這些破碎帶的兩側在過去曾發生過相對的移動時（或稱錯動）則稱為斷層。

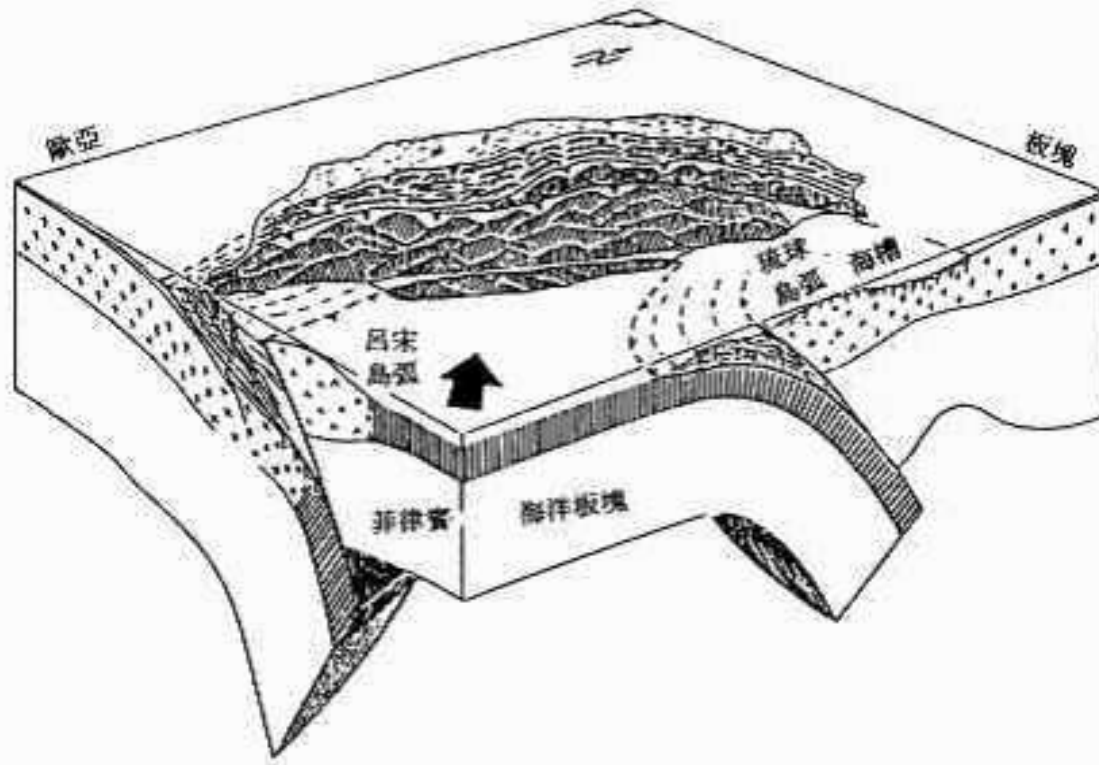
地球表面7大板塊

太平洋板塊、歐亞板塊、北美洲板塊、南美洲板塊、非洲板塊、印澳板塊及南極板塊。



美國地質調查所1996年繪製之全球7大板塊位置圖
(北一女地科網站)

台灣地區板塊位置關係圖

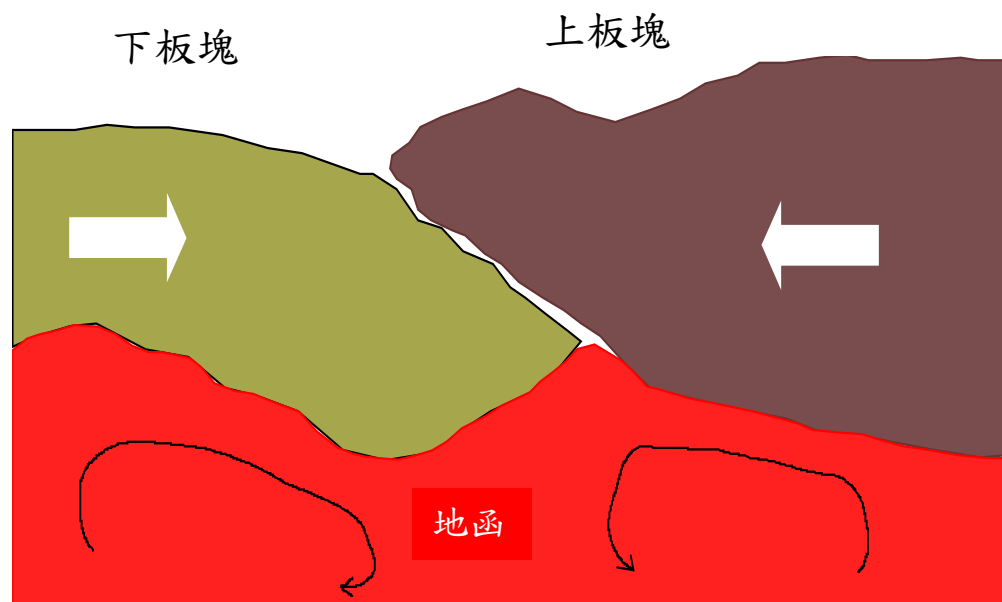


台灣位處菲律賓板塊與歐亞大陸板塊交界

(經濟部中央地質調查所)

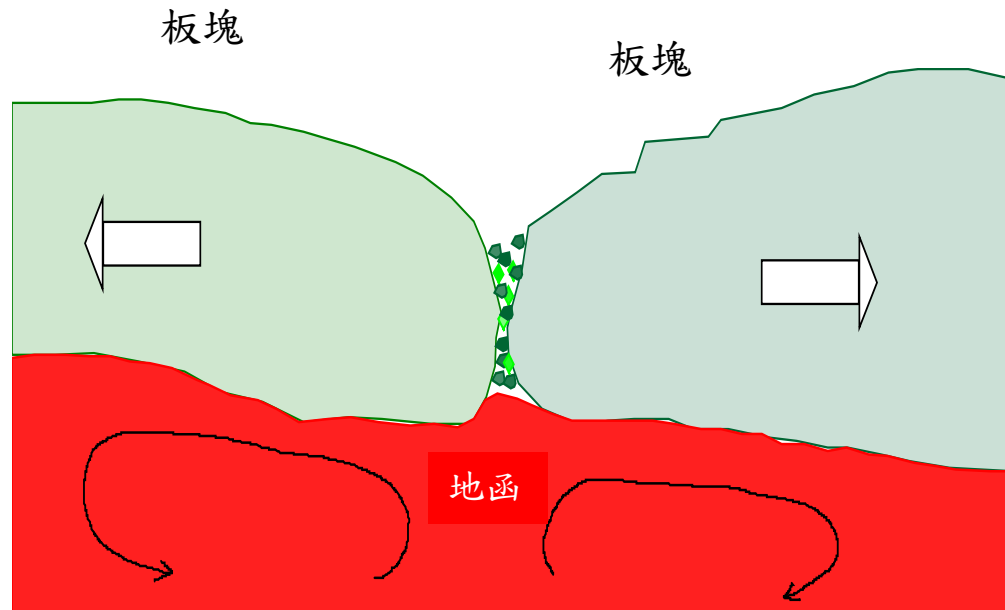
您知道嗎？台灣東部與西部每年靠近8cm！

地震成因—板塊運動



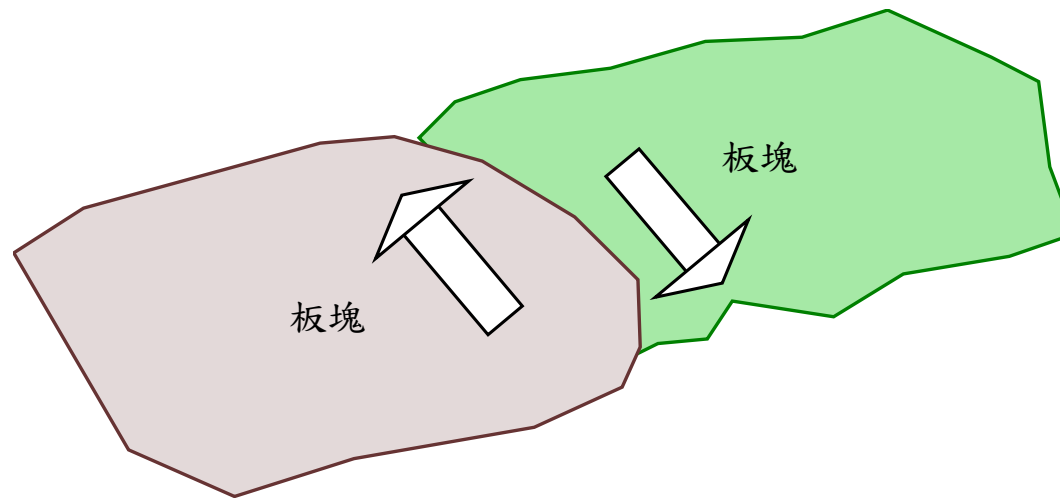
聚合型板塊示意圖

地震成因—板塊運動



分離型板塊示意圖

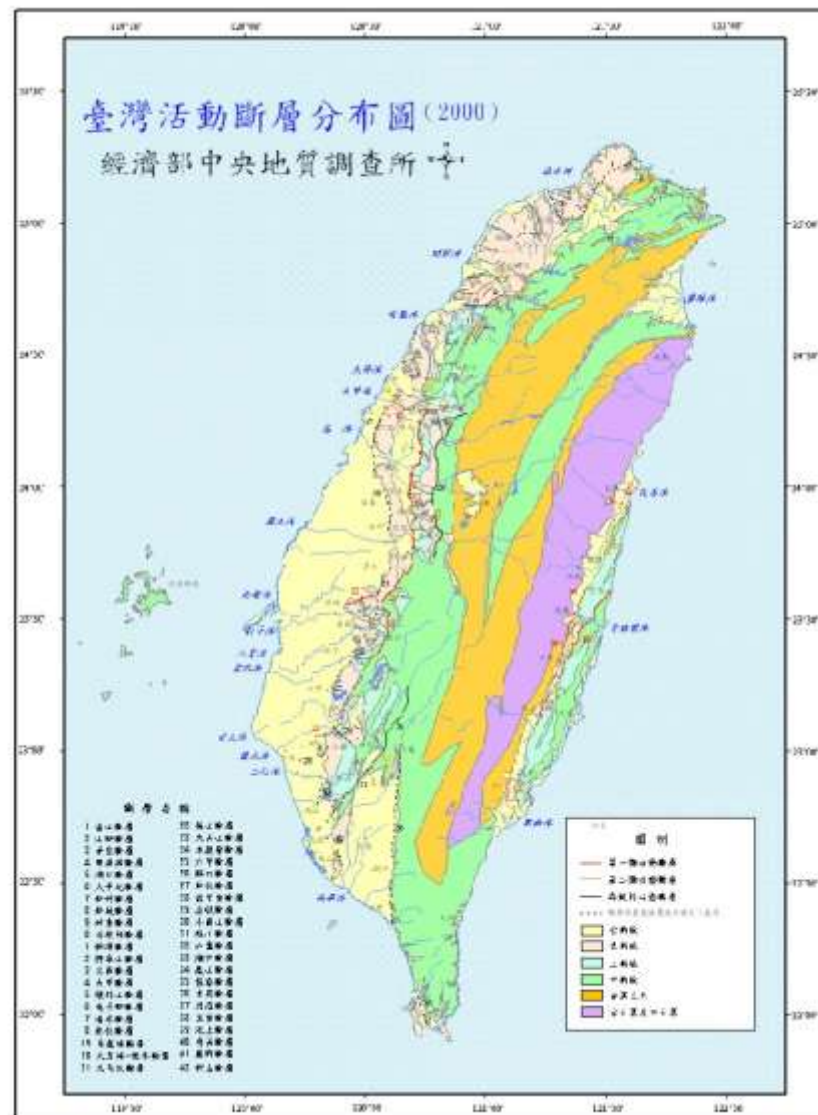
地震成因—板塊運動



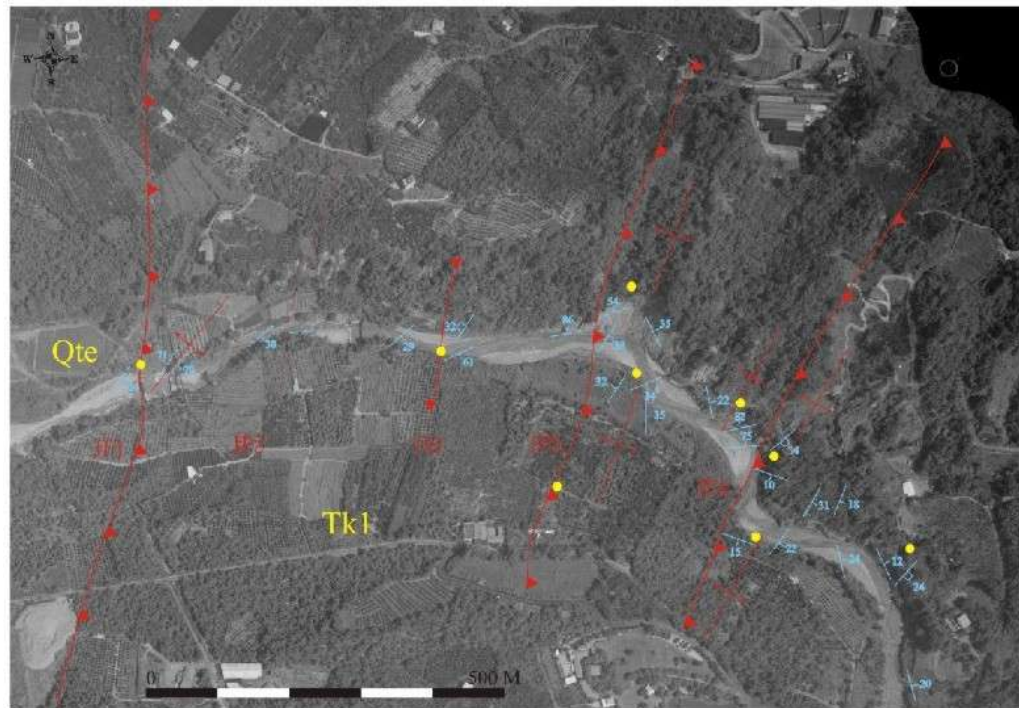
剪切型板塊示意圖

台灣斷層分布圖

(經濟部中央地質調查所)



斷層錯動



斷層錯動之照片（中央研究院地質調查所）

石牛溪剖面的九芎坑斷層帶，JF1為主斷層（斷層前緣），JF2至JF4為九芎坑斷層的分支斷層。

斷層錯動



斷層錯動之照片（中央研究院地質調查所）

A：北岸斷層上盤頭嵛山層下段的粉砂岩向西逆衝到階地礫石層之上。B：南岸斷層面水平的斷坪轉為傾斜約26度的斷坡。

地震成因—核子試爆

- 核子試爆所產生的強大震波除直接因發人為之地震外，其震波也會影響板塊間或是斷層間之暫時平衡狀態而引發後續相當程度之地震。



www.nstm.gov.tw

地震成因—水庫興建

- 地震學家在一九四〇年左右發現，世界上有一些地方於水庫建築完成後，當地地震活動有增加之現象，此種現象是因為人工湖的建造而增加其周圍地層的負荷所致。

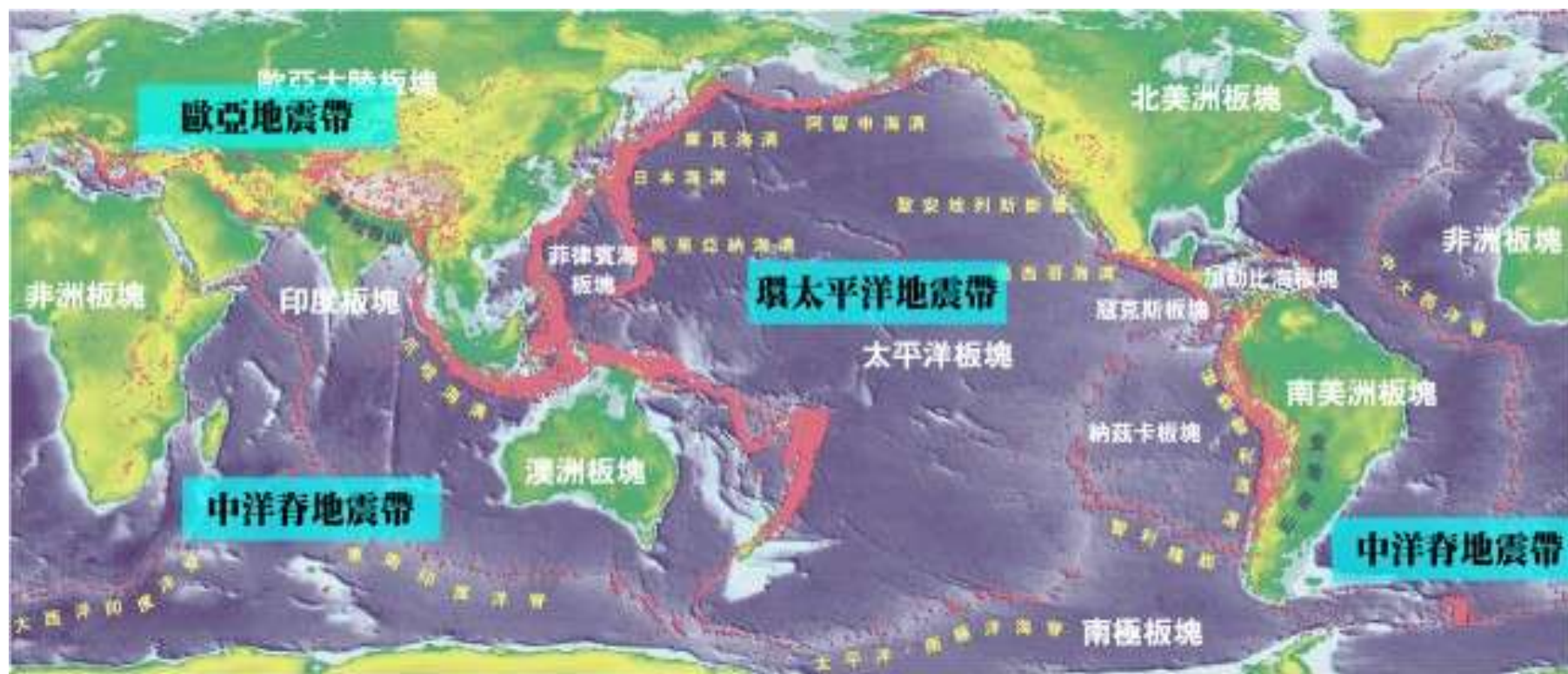
地震成因—流體注射

- 大規模地以高壓將液體注入地表之下，會引發一連串的地震效應，與水庫興建後蓄水造成之地下水位上升有相似之效果。
- 實例：美國科羅拉多州丹佛市（1962）

地震成因——隕石撞擊

- 較大型隕石撞擊地球時除直接撞擊所造成之地震外，另外因對地層的擾動而造成暫時穩定性被破壞，也會引發後續一連串地震。

地震帶——環太平洋及歐亞地震帶



(中央氣象局)

地震帶

- 環太平洋地震帶（68%）
- 歐亞地震帶（21%）
- 海洋洋脊地震帶（11%）

地震帶—環太平洋地震帶

- 主要位於太平洋與歐亞大陸、美洲大陸交界處，為太平洋板塊與歐亞、菲律賓、北美洲、南美洲等板塊相交處，因各板塊運動不一致而累積能量，進而造成地震。

地震帶——歐亞地震帶

- 位於歐亞板塊與印度板塊交界處，屬聚合型板塊，沿板塊交界處因二板塊持續撞擊而產生地震，喜馬拉雅山即為二板塊相撞所形成造山運動之產物。

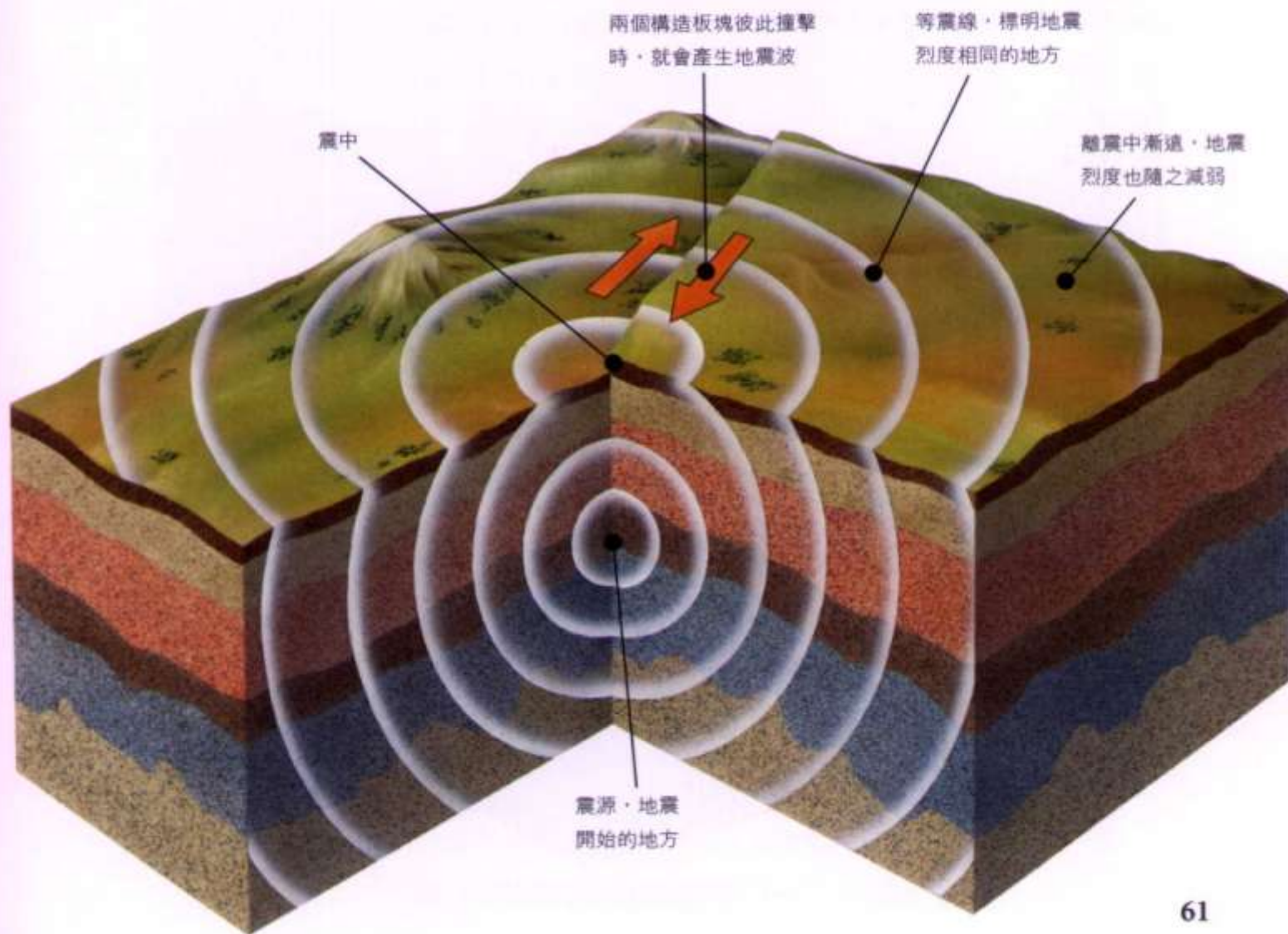
地震帶——海洋洋脊地震帶

- 位於大西洋洋脊，因歐亞大陸與南北美洲二板塊交界處，屬分離型板塊，隨板塊相對分離運動而持續引發地震，並自板塊交界處持續湧出岩漿冷卻形成海洋洋脊地形。

▼ 在地震發生時，地震波由震源呈圓形向外和向上擴散。震中所受的損害最為嚴重——這裡的地震波最為強烈，400公里外仍然可以感覺到震動。

有趣的事實

有記錄可查、持續時間最長的地震，是1964年3月21日在阿拉斯加發生的，只持續了四分鐘。



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 $E_b = 10^{14}$ 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 $\doteq 1/4 G$

強震=5級

-----80 gal (1G = 981 cm / s²

)

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

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）

地震的量測

- 地震儀
- 地震監測網

地震儀

- 1.短週期地震儀——大多用於記錄地動速度歷時。
- 2.長週期地震儀——大多用於記錄地動位移歷時。
- 3.強震儀——大多用於記錄地動加速度歷時。
- 4.寬頻地震儀——頻寬較寬，感應器較靈敏，可以記錄完整的地震波形，對於地震定位及規模計算最精確，可以彌補其他型地震量測儀進震及較大地震滿格之缺失。

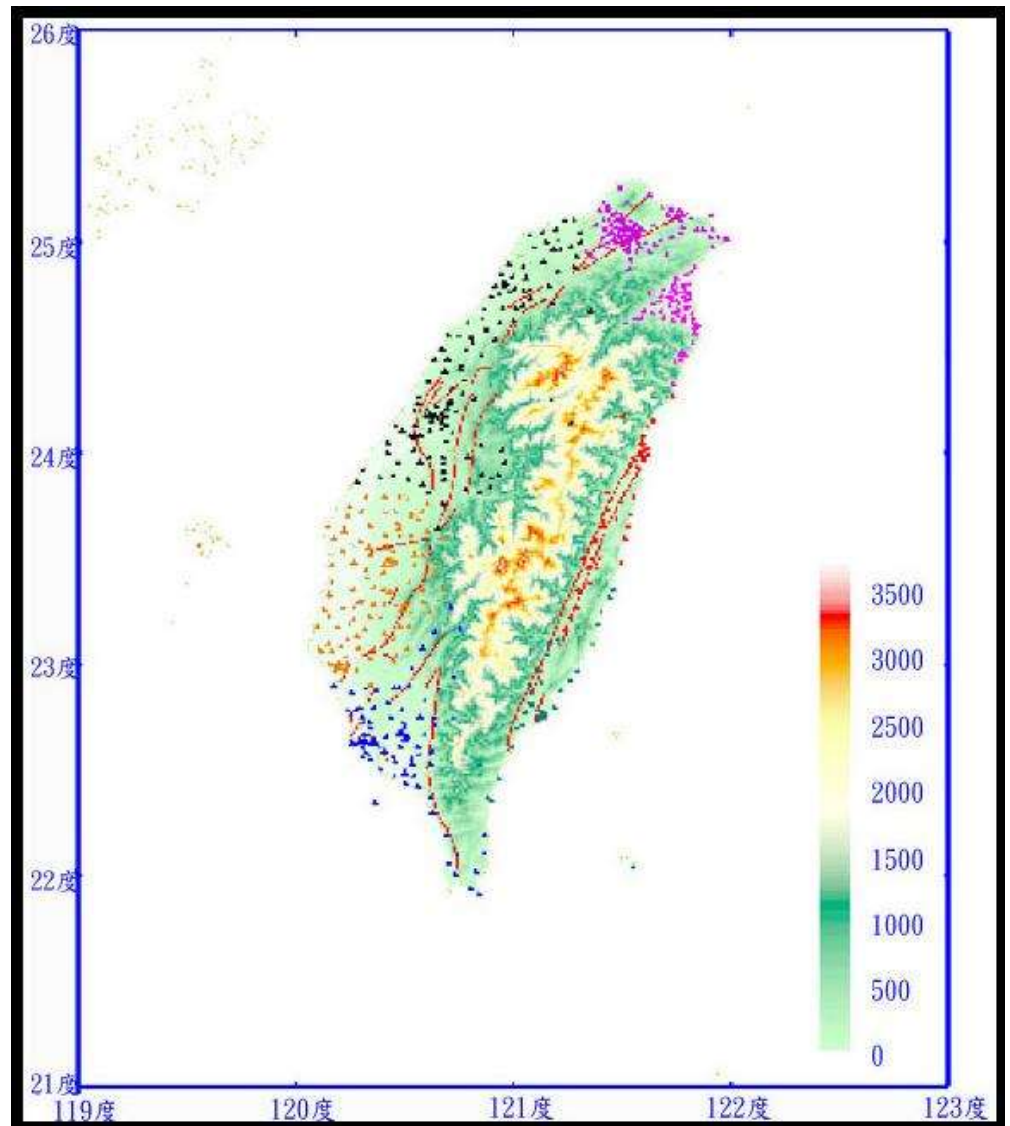
地震監測網

中央氣象局的台灣
地震監測網



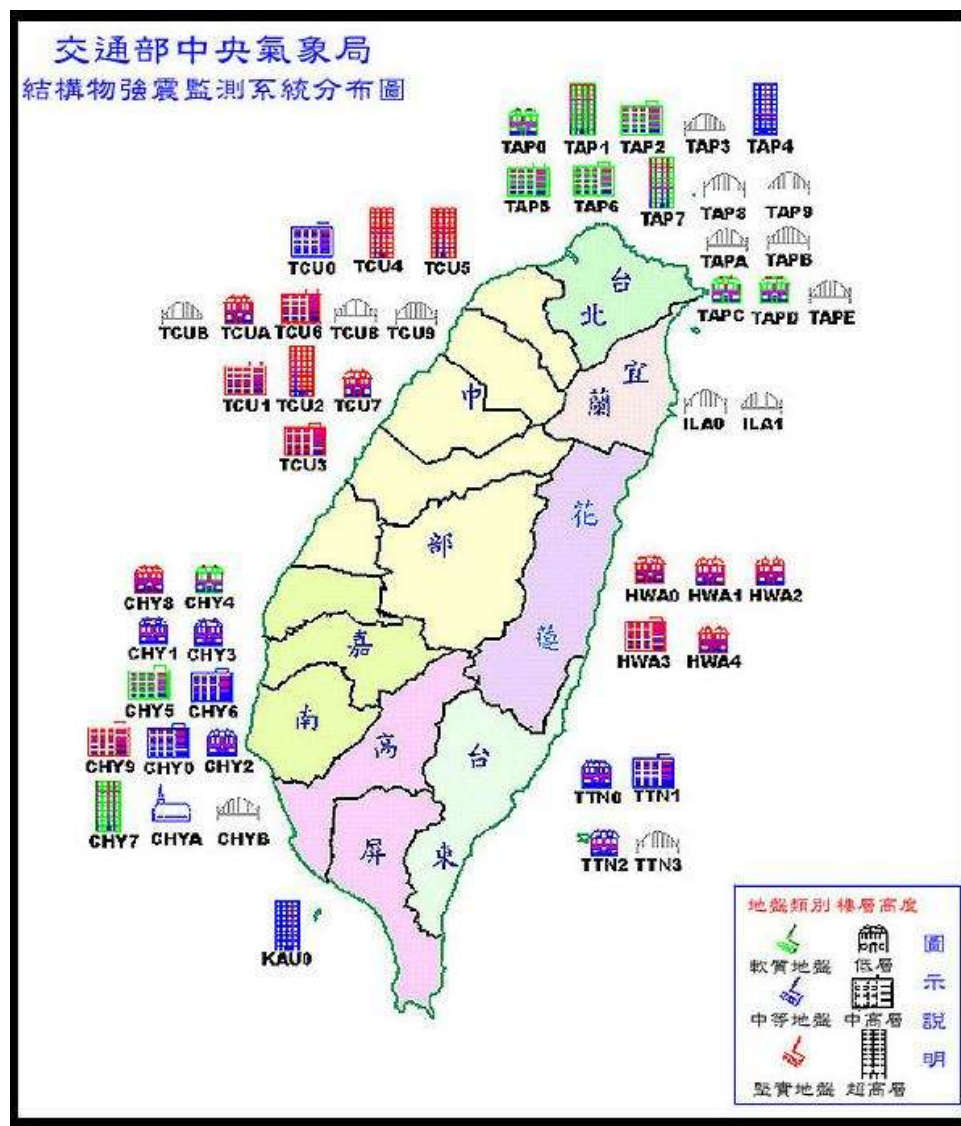
地震監測網

中央氣象局的自由
場強震網



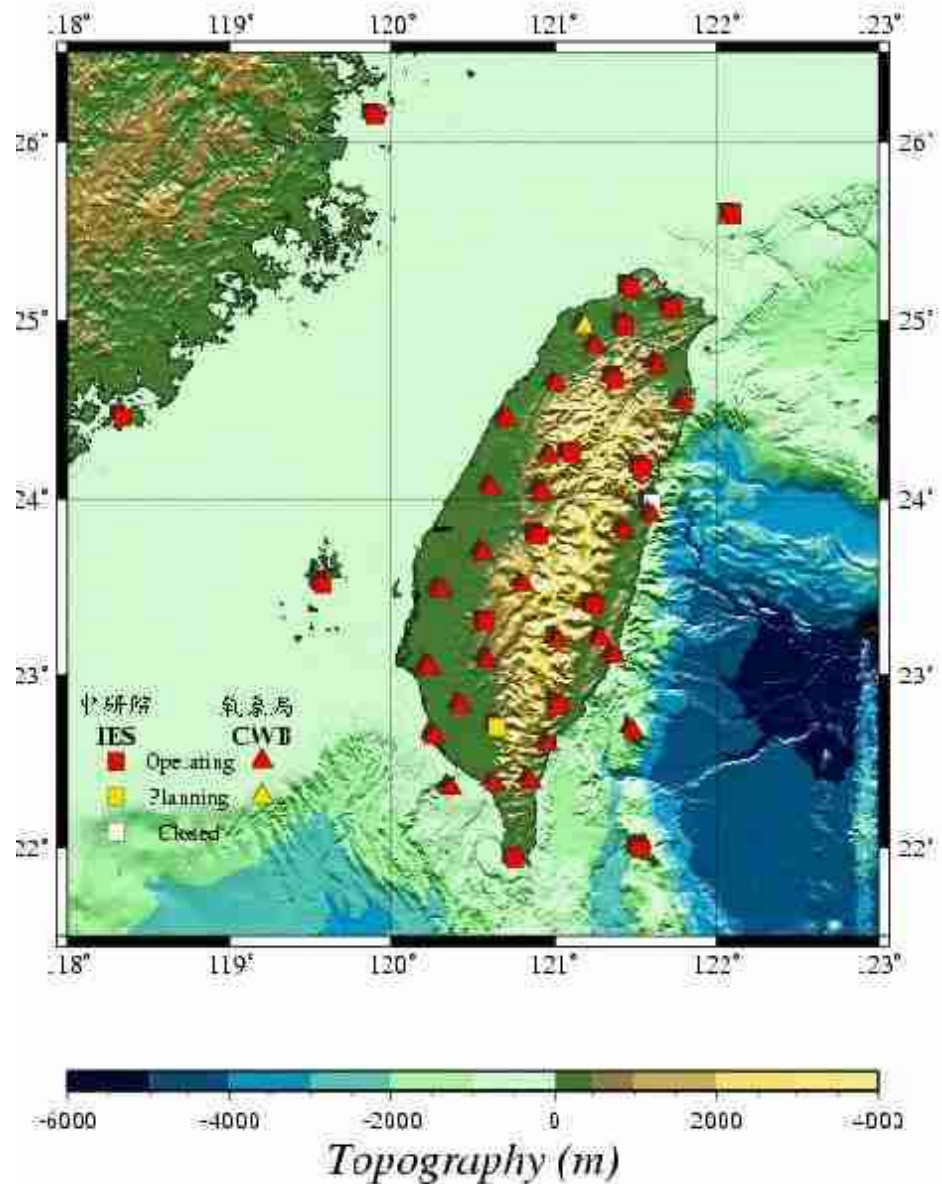
地震監測網

中央氣象局所設立之結構物強震網位置



地震監測網

台灣地區寬頻地震觀測
站圖（中央氣象局）



第二章 重大地震回顧

- 台灣近年來之大地震
- 其他地區之大地震

台灣近年來之大地震

編號	地震名稱	發震時間	震央位置		震源深度 (公里)	地震規模 (M_L)
			北緯(N)	東經(E)		
1	斗六地震	1904/11/06 04:25	23.575	120.250	7.0	6.1
2	梅山地震	1906/03/17 06:43	23.550	120.450	6.0	7.1
3	南投地震 系列	1916/08/28 15:27	24.000	121.025	45.0	6.8
		1916/11/15 06:31	24.100	120.875	3.0	6.2
		1917/01/05 00:55	24.000	120.975	很淺	6.2
		1917/01/07 02:08	23.950	120.975	很淺	5.5
4	新竹-台中 地震	1935/04/21 06:02	24.350	120.817	5.0	7.1
5	中埔地震	1941/12/17 03:19	23.400	120.475	12.0	7.1
6	新化地震	1946/12/05 06:47	23.070	120.330	5.0	6.1
7	縱谷地震 系列	1951/10/22 05:34	23.875	121.725	4.0	7.3
		1951/10/22 11:29	24.075	121.725	1.0	7.1
		1951/10/22 13:43	23.825	121.950	18.0	7.1
		1951/11/25 02:4	23.100	121.225	16.0	6.1
		1951/11/25 02:50	23.275	121.350	36.0	7.3
8	恆春地震	1959/08/15 16:57	21.700	121.300	20.0	7.1
9	白河地震	1964/01/18 20:04	23.200	120.600	18.0	6.3
10	花蓮地震	1986/11/15 05:20	23.992	121.833	15.0	6.8
11	集集地震	1999/9/21 01:47	23.850	120.780	1.1	7.3

(中央氣象局)

集集大地震前台灣十大地震震央分布圖

(國立中央大學太空及遙測中心)

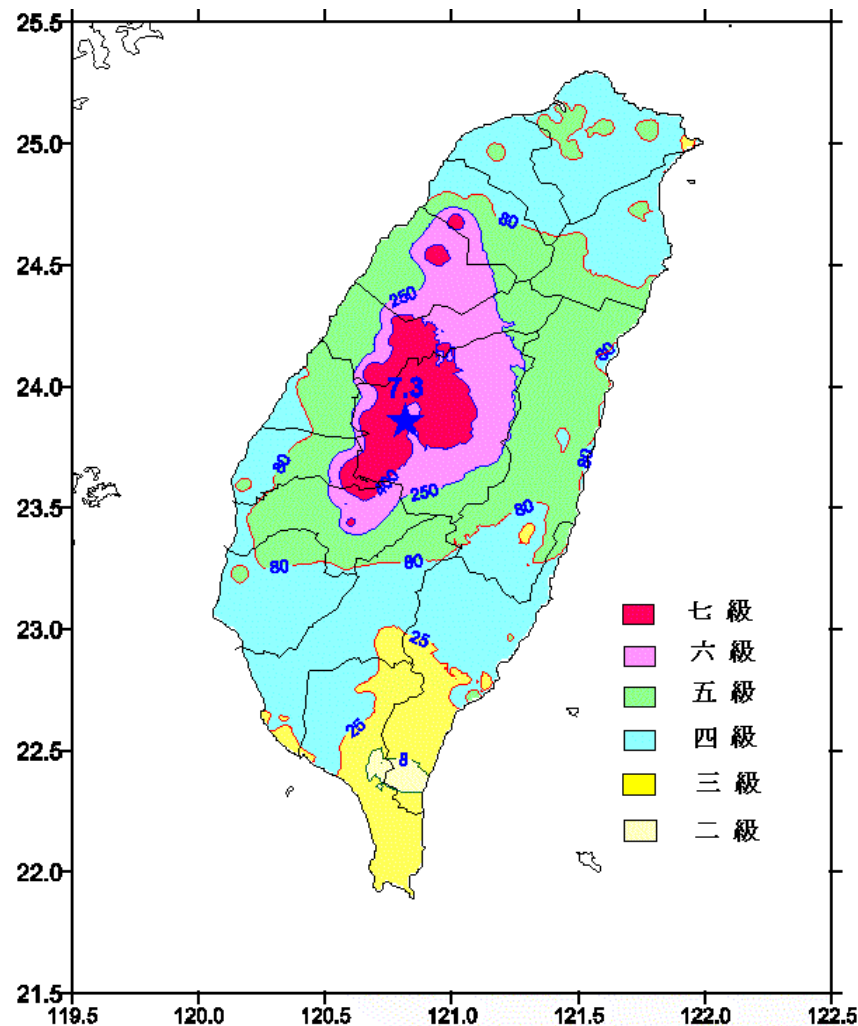


1999年集集地震



1999/9/21集集大地震車籠埔斷層位移量圖

影像繪製：中央大學應用地質研究所工程地質與防災科技研究室
(<http://gis.gec.ncu.edu.tw>)



迷思（1）

- 我的住家經歷過921大地震而沒事，所以我家的結構安全沒問題！？
- 請問您家住哪？

第貳篇 災害篇

- 第三章 地震對大自然之破壞
- 第四章 地震對工程設施之破壞
- 第五章 地震對房屋建築之破壞

第三章 地震對大自然之破壞

- 山崩
- 地裂
- 土壤液化
- 海嘯

山崩



921集集地震引起之草嶺地區山崩
(李錫堤) (中央大學應用地質研究所)

山崩



921集集地震引起之雲220公路地區山崩
(陳炳文) (土木工程技術地震叢書I)

地變



921集集地震引起之豐原市高爾夫球場地表破裂（張溢城）（土木工程技術地震叢書I）

地變



921集集地震引起之光復國中地表隆起扭曲破裂
(田永銘)
(中央大學土木系)

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）

土壤液化



921集集地震引起之土壤液化
(林泉嘉)

土壤液化

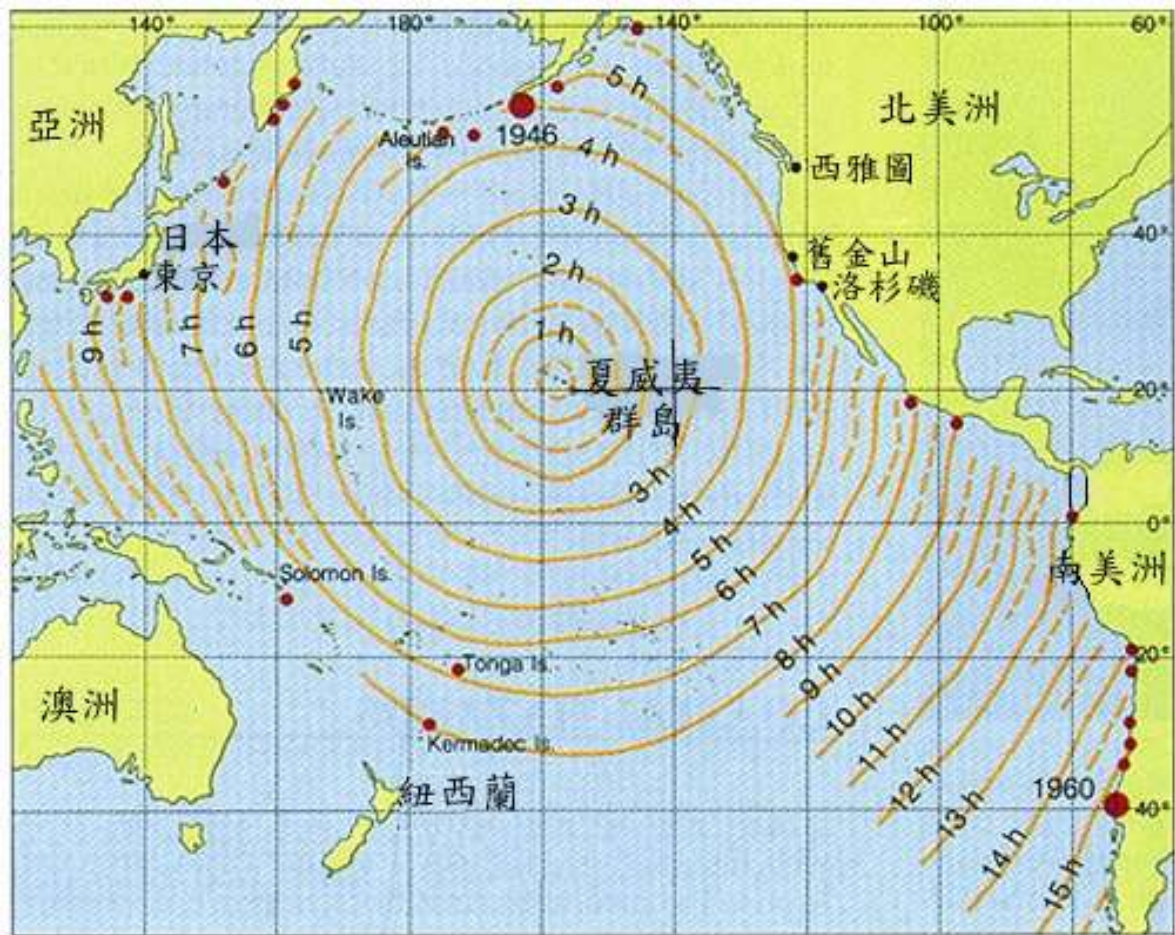


921集集地震引起之土壤液化
(章致一)
(土木工程技術地震叢書I)

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

第四章 地震對工程設施之破壞

- 港灣設施之災變
- 道路橋樑之災變
- 隧道工程之災變
- 維生系統設施之災變
- 水庫堤壩設施之災變

港灣設施之災變



地震造成之碼頭地面扭曲移位破損
(中央大學土木系)

港灣設施之災變



地震造成之港灣軌道變形之災變

(黃木發)

(土木工程技術地震叢書I)

道路橋樑之災變



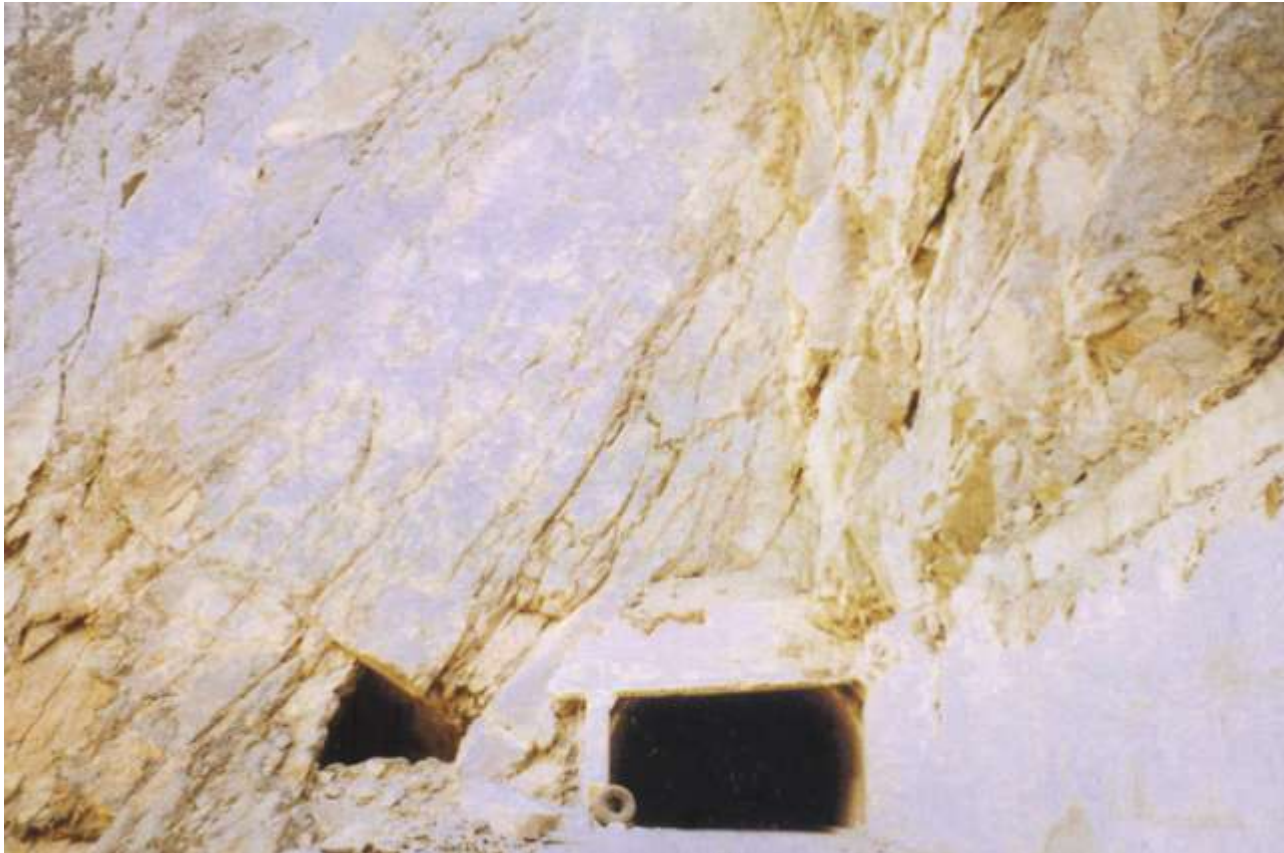
地震造成之道路破損災變照片
(中央大學土木系)

道路橋樑之災變



地震造成之橋樑橋墩破損災變
(中央大學土木系)

隧道工程之災變



地震造成之隧道工程崩塌災變
(土木工程技術地震叢書II)

隧道工程之災變



地震造成之隧道工程崩塌災變
(土木工程技術地震叢書II)

維生系統設施之災變



地震造成之輸電鐵塔設施倒塌災變照片
(土木工程技術地震叢書I)

維生系統設施之災變



地震造成之輸水管線設施災變照片

水庫堤壩設施之災變



地震造成之水庫設施災變照片
(中央大學土木系)

水庫堤壩設施之災變



地震造成之堤防破損災變
(土木工程技術地震叢書I)

第五章 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
(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



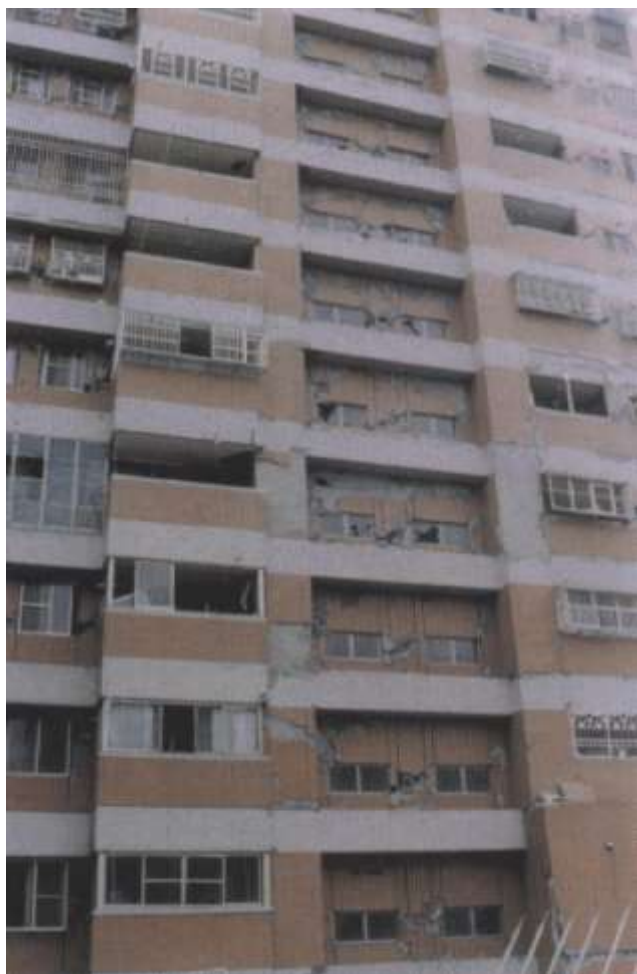
地震造成之房屋建築弱層崩塌災變
(土木工程技術地震叢書I)

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)

第參篇 對策篇

- 第六章 房屋建築風水
- 第七章 房屋結構風水
- 第八章 台灣建築物耐震性能概況
- 第九章 提昇建築物耐震能力之方法
- 第十章 地震防災對策：地震前之防範
- 第十一章 地震防災對策：地震中之應變
- 第十二章 地震防災對策：地震後之救災及復建

第六章 房屋建築風水

- 風水之起源及意義
- 陽宅風水學之特性及侷限
- 如何利用陽宅風水

風水之起源

- 風水之起源：相傳在周朝以前，人們就曉得選擇居所要「相其陰陽，觀其流泉」（詩經，大雅）

風水之演化

東漢時代，由於光武皇帝劉秀提倡風水，使得人民競相研究風水學，但其中不免產生一些無稽之談，例如當時流行的「五音相宅術」即屬之，類似這樣的理論，很難通過現代科學的驗證。

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。

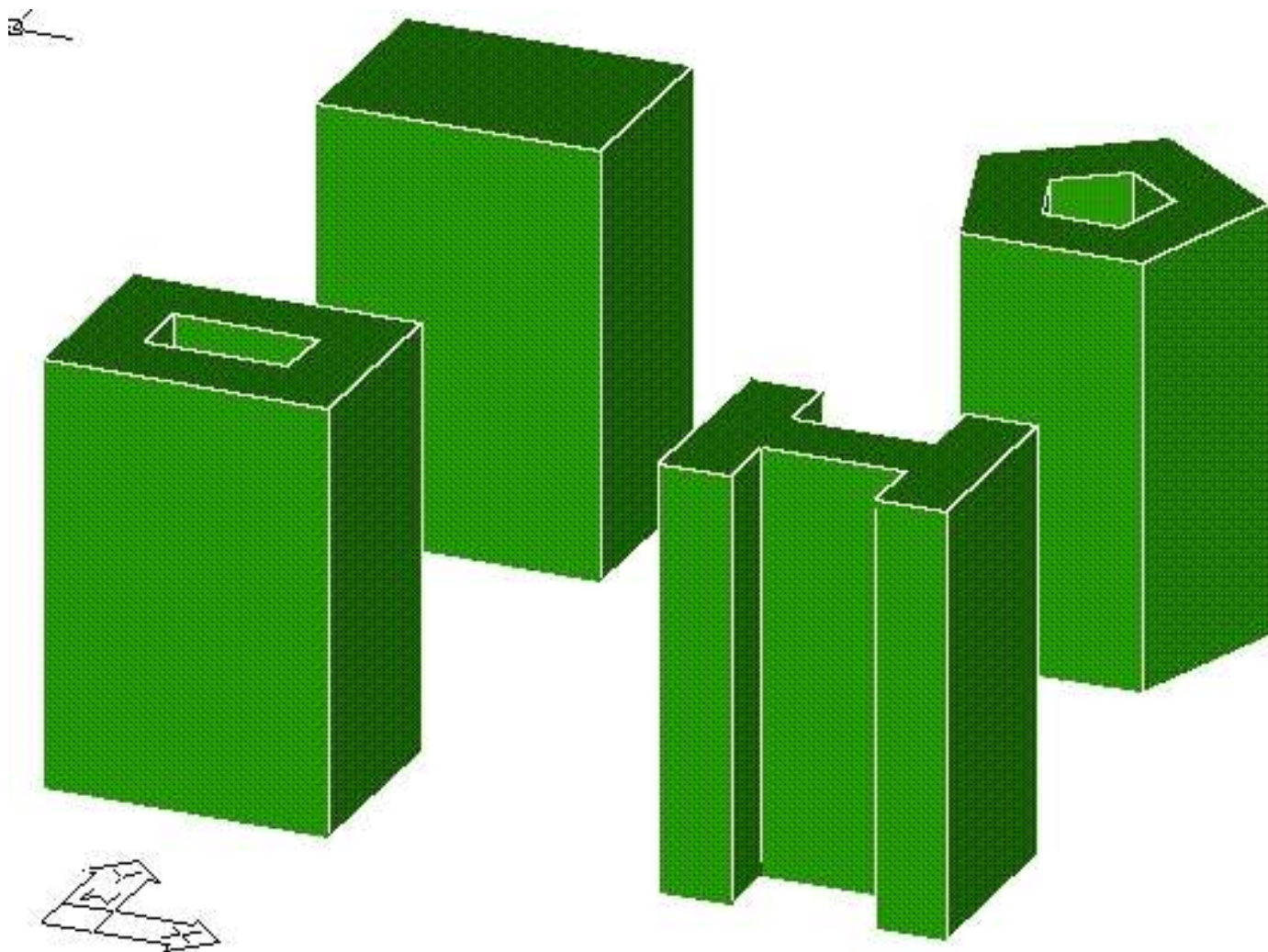
第七章 房屋結構風水

- 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

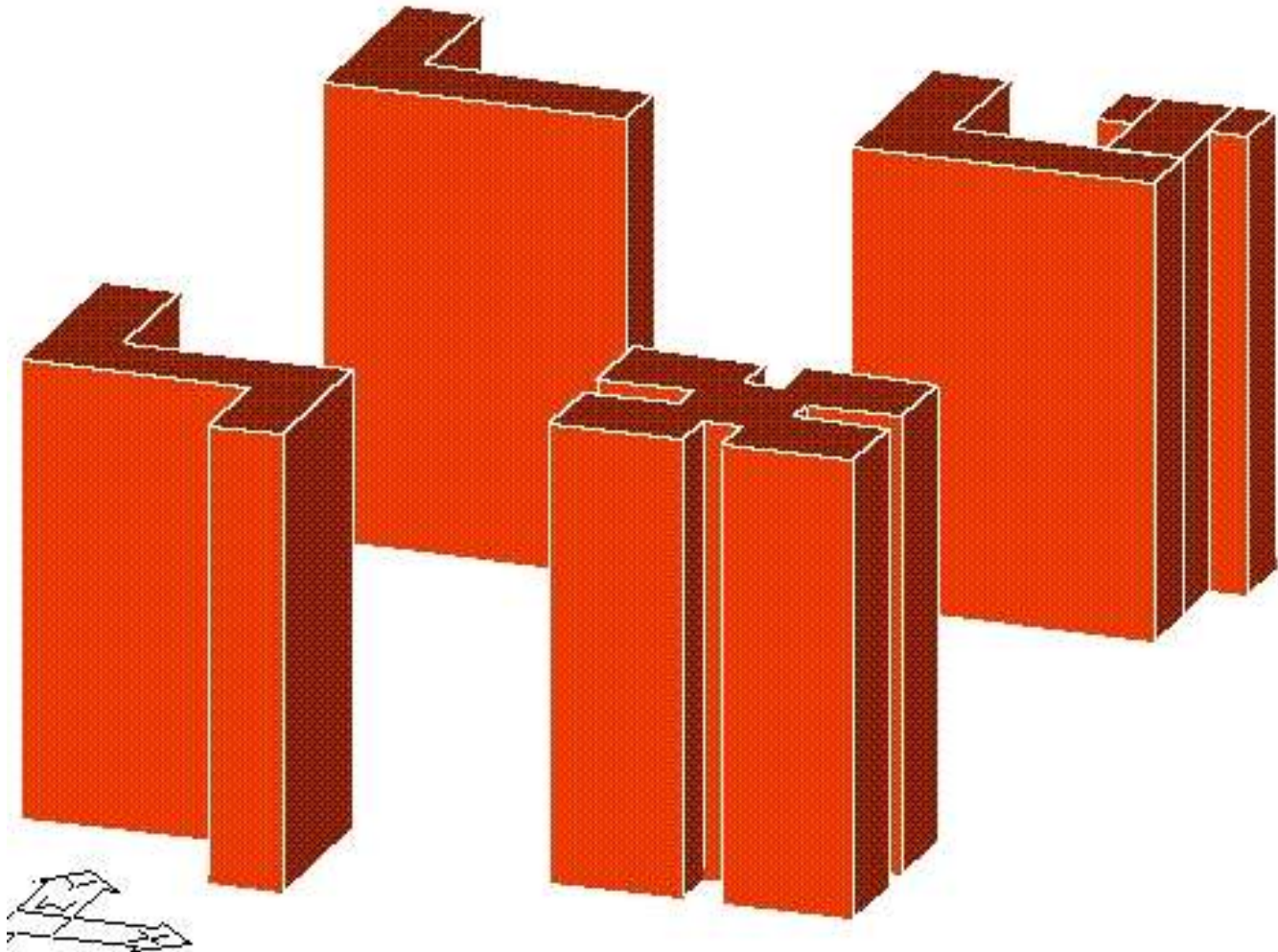
結構平面配置

- 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



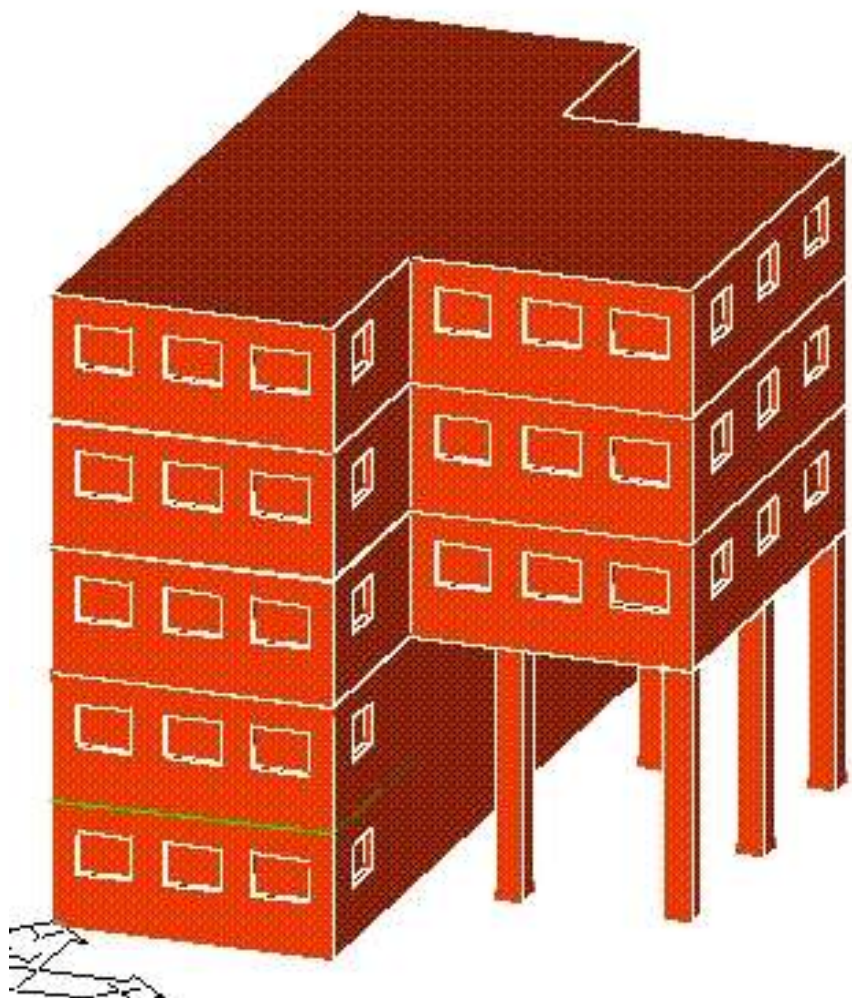
(彭國隆)

凹角處未設置聯繫梁 之建築物

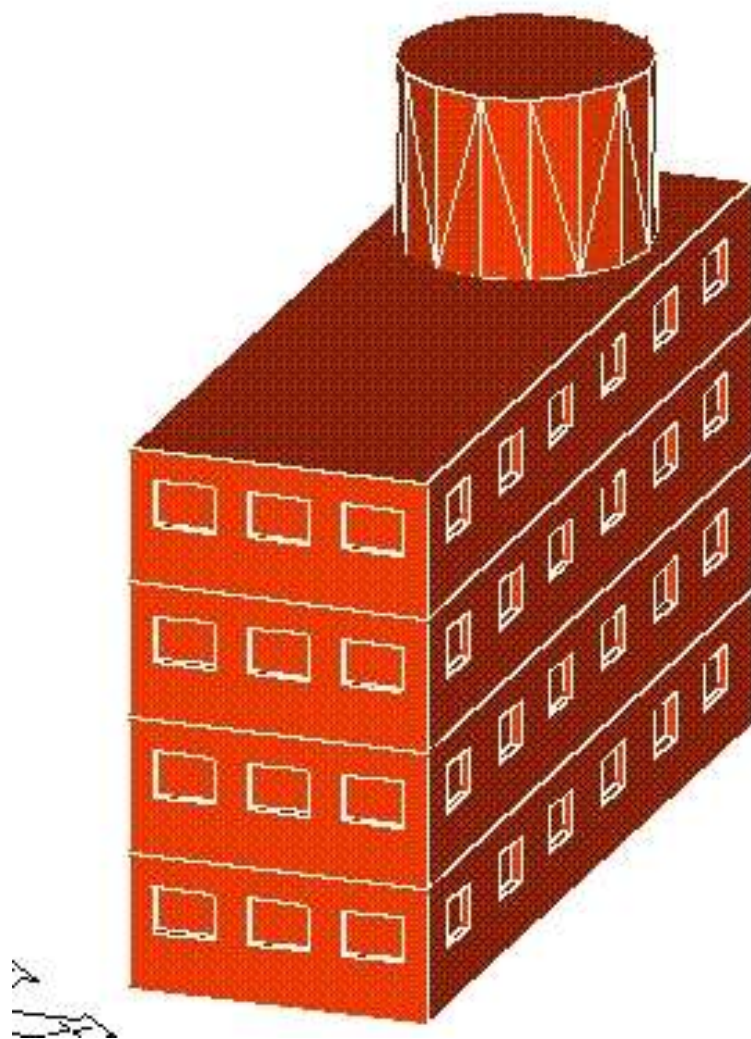
(彭國隆)



勁度不均勻配置的建築物結構示意圖



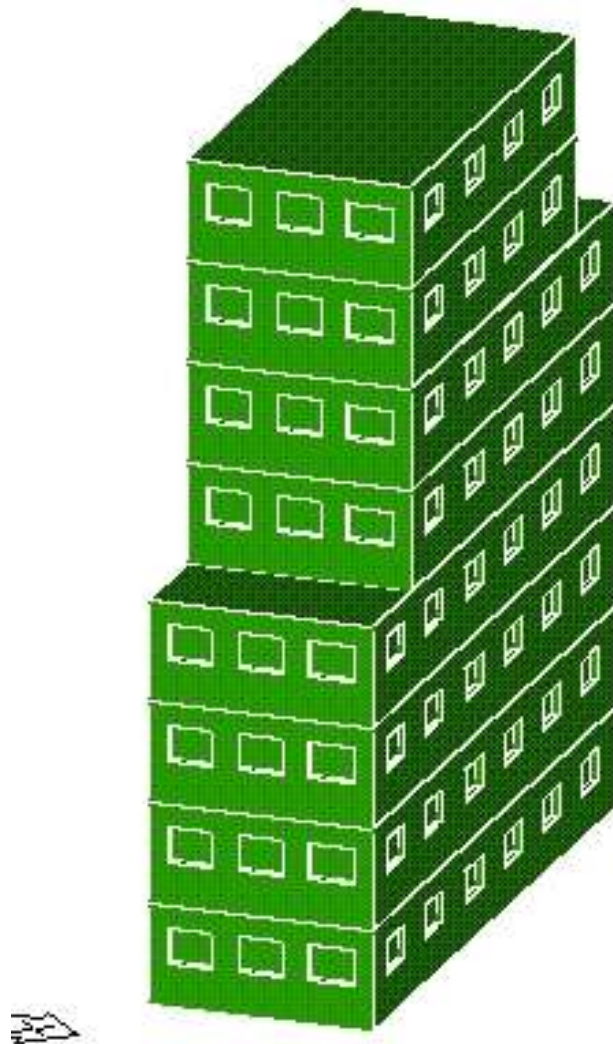
整棟建築受力不均勻之建築物示意圖



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。

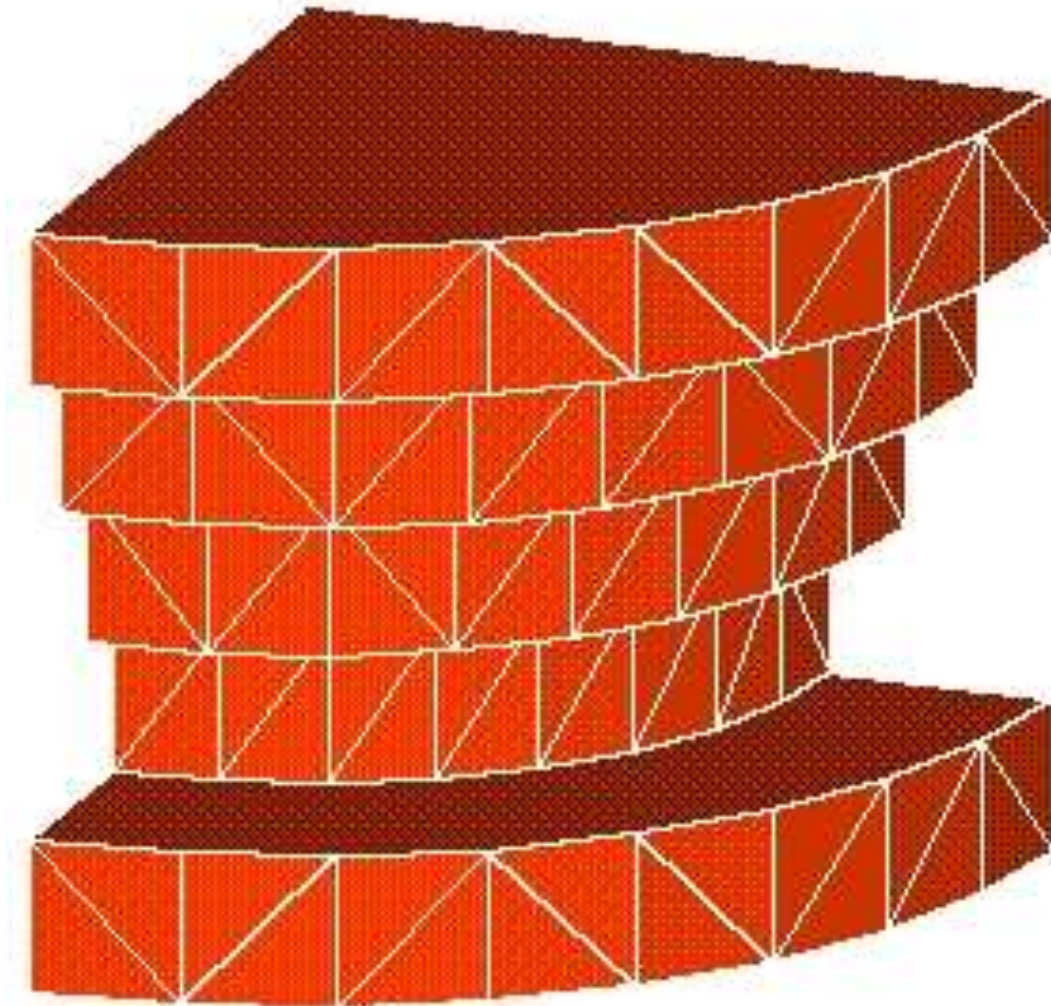
結構立面配置要勻稱



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)

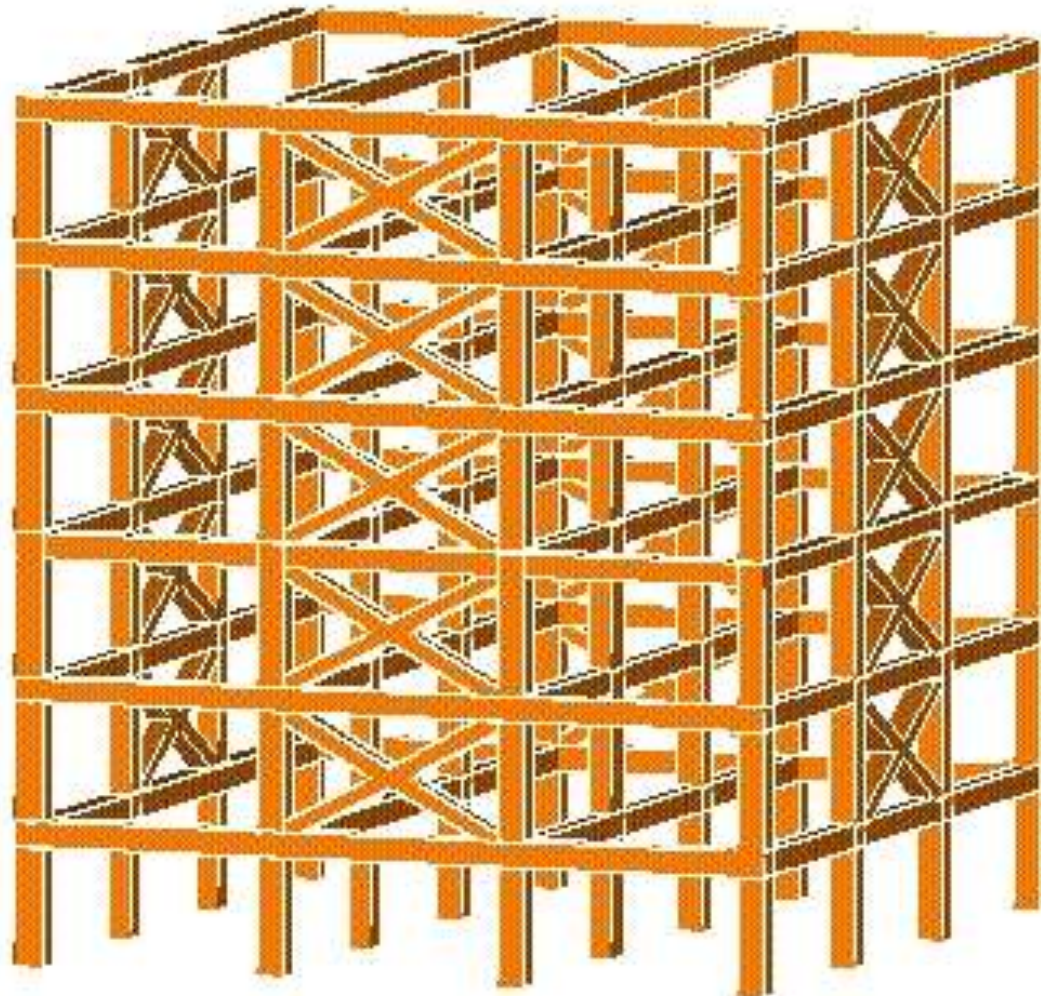
結構應避免上層重、下層輕



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）

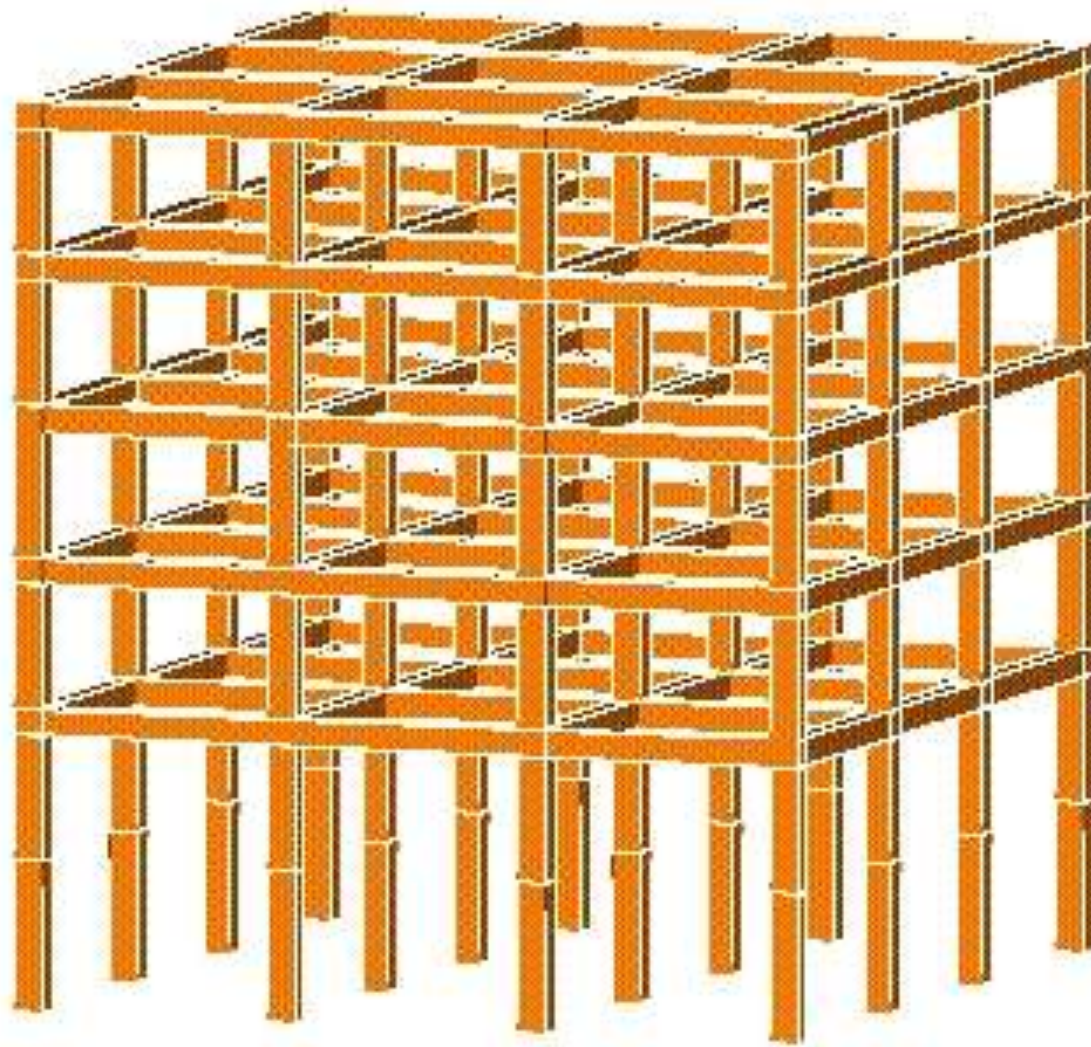
結構應避免上層強、下層弱



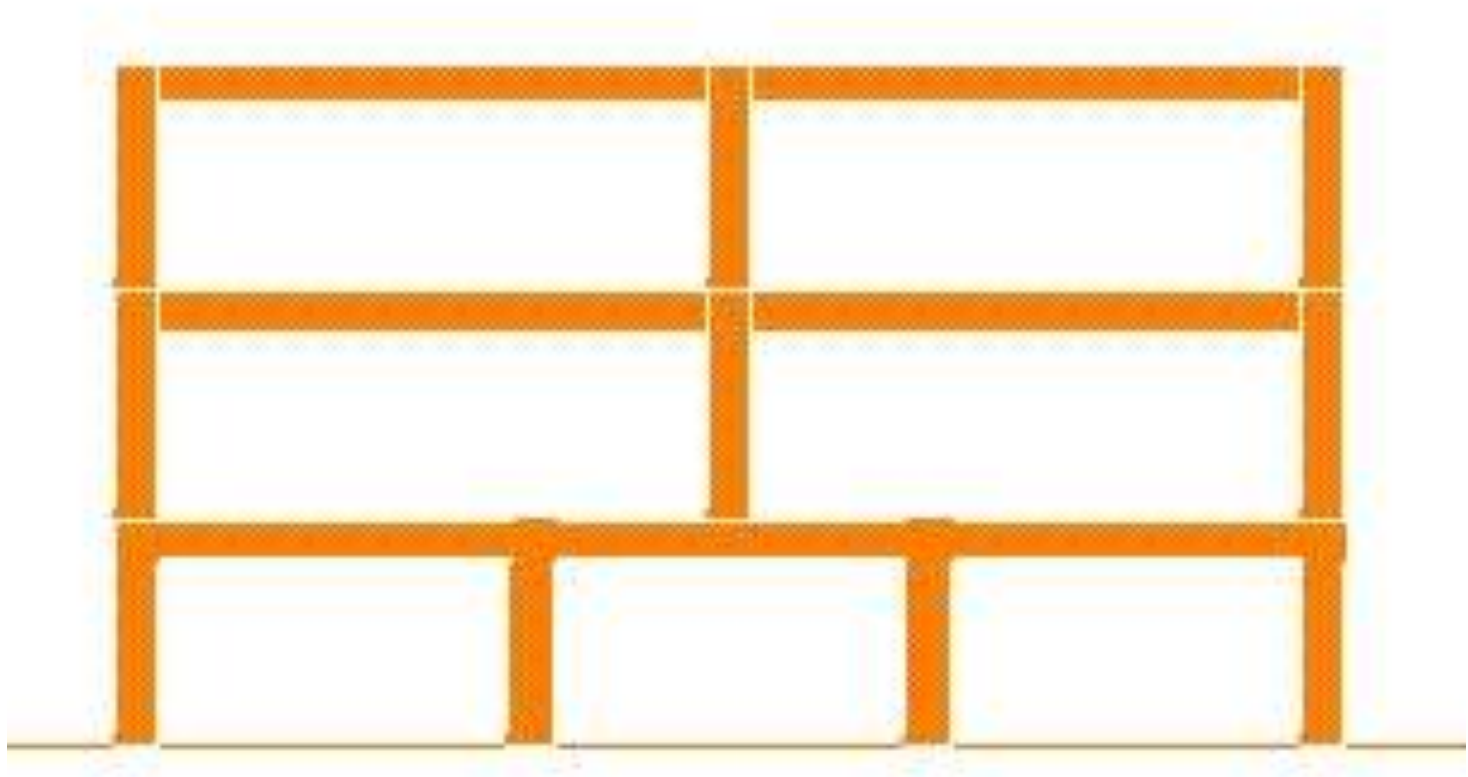
結構應避免上層強、下層弱



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)

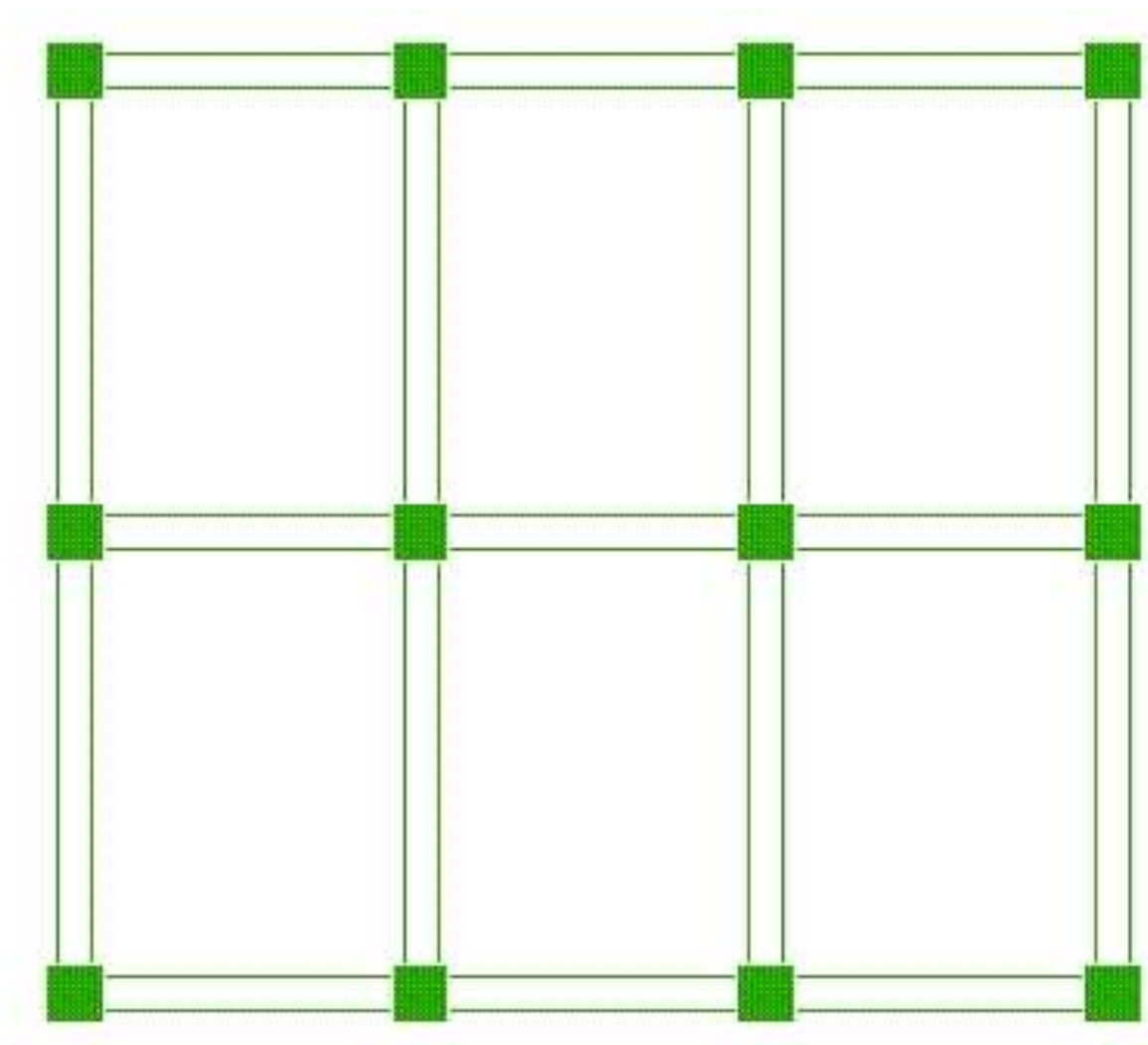
懸臂式設計抗震性能不佳



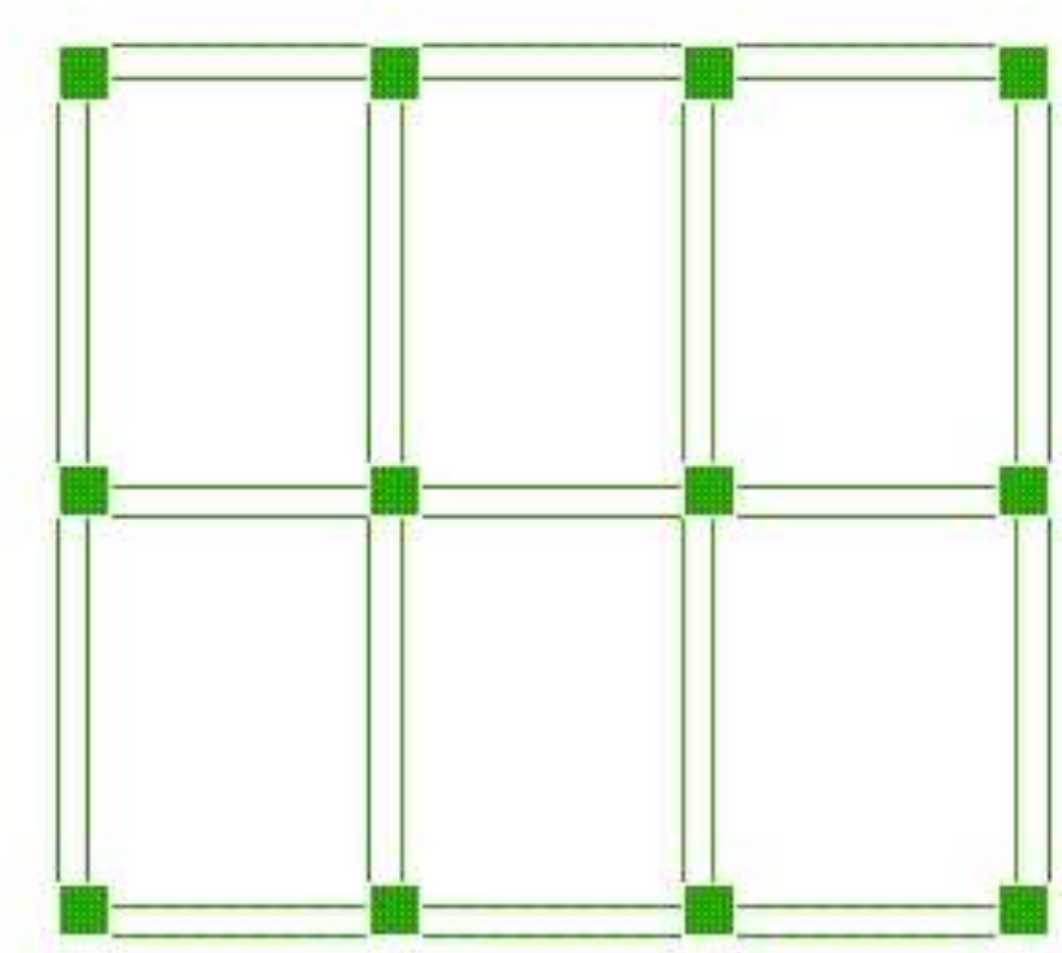
柱、牆之配置

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。

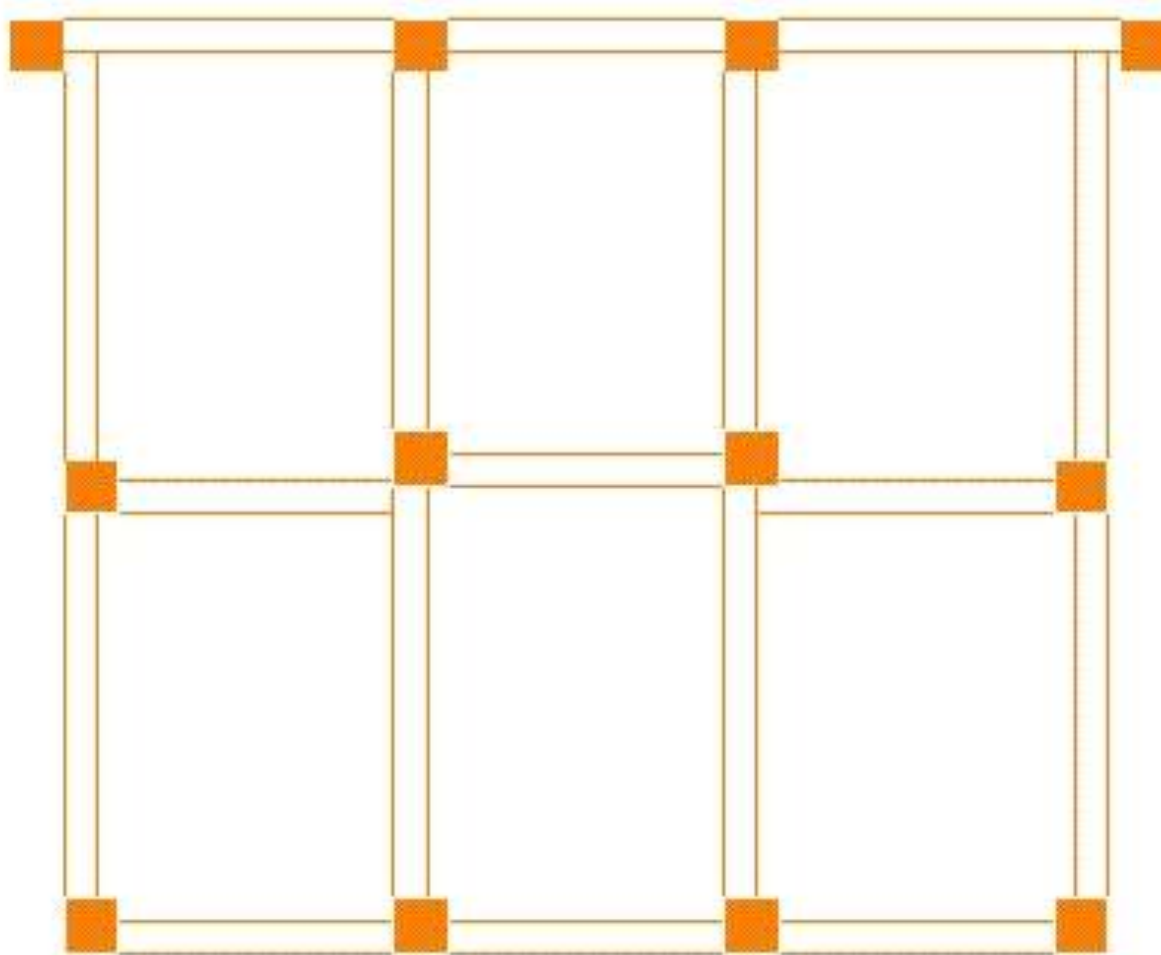
柱位配置最好呈棋盤式對齊



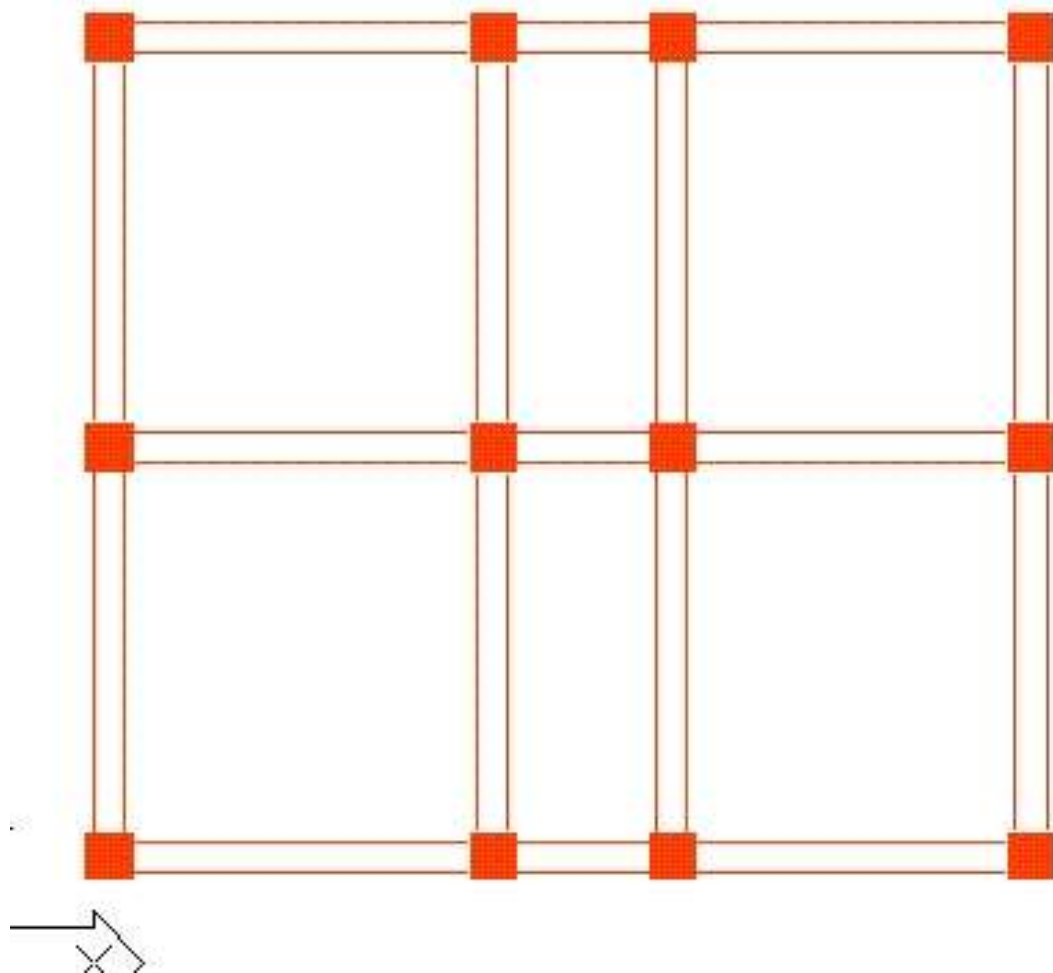
柱位整齊但大樑偏於柱之一邊，梁柱接頭剪力較低，仍屬可接受之結構平面配置。



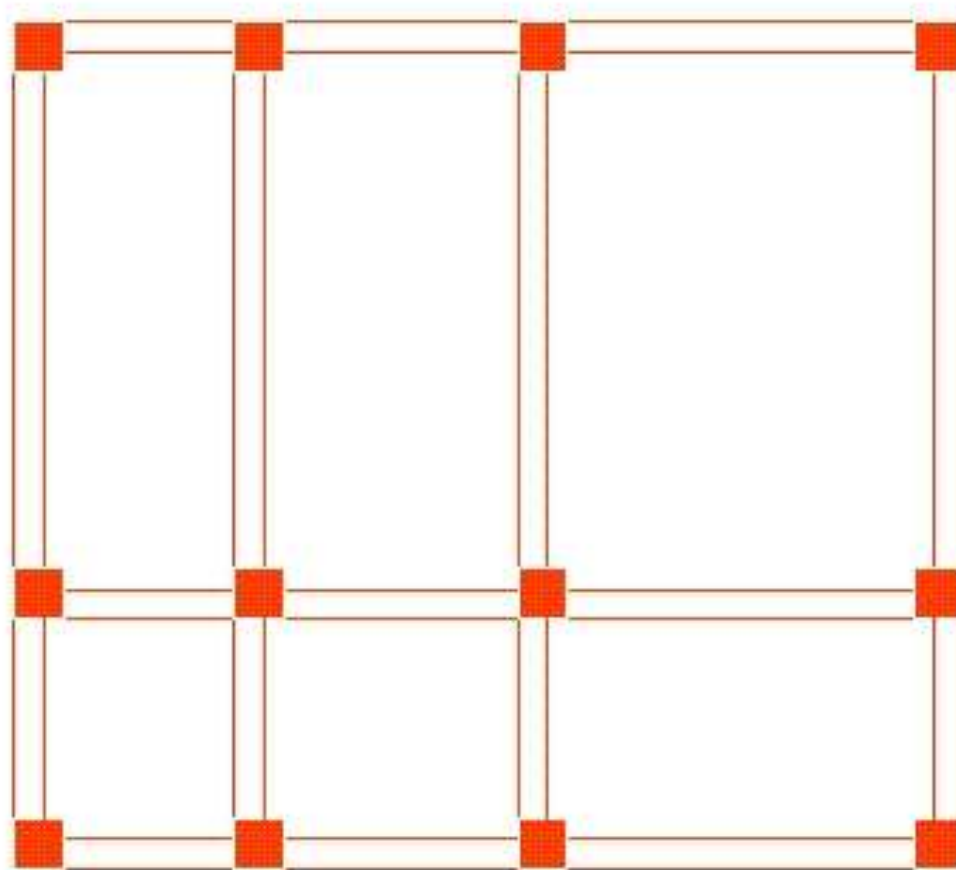
柱位不整齊且部分大樑未全部伸入柱內，或完全未伸入柱內，屬不良之結構平面配置。



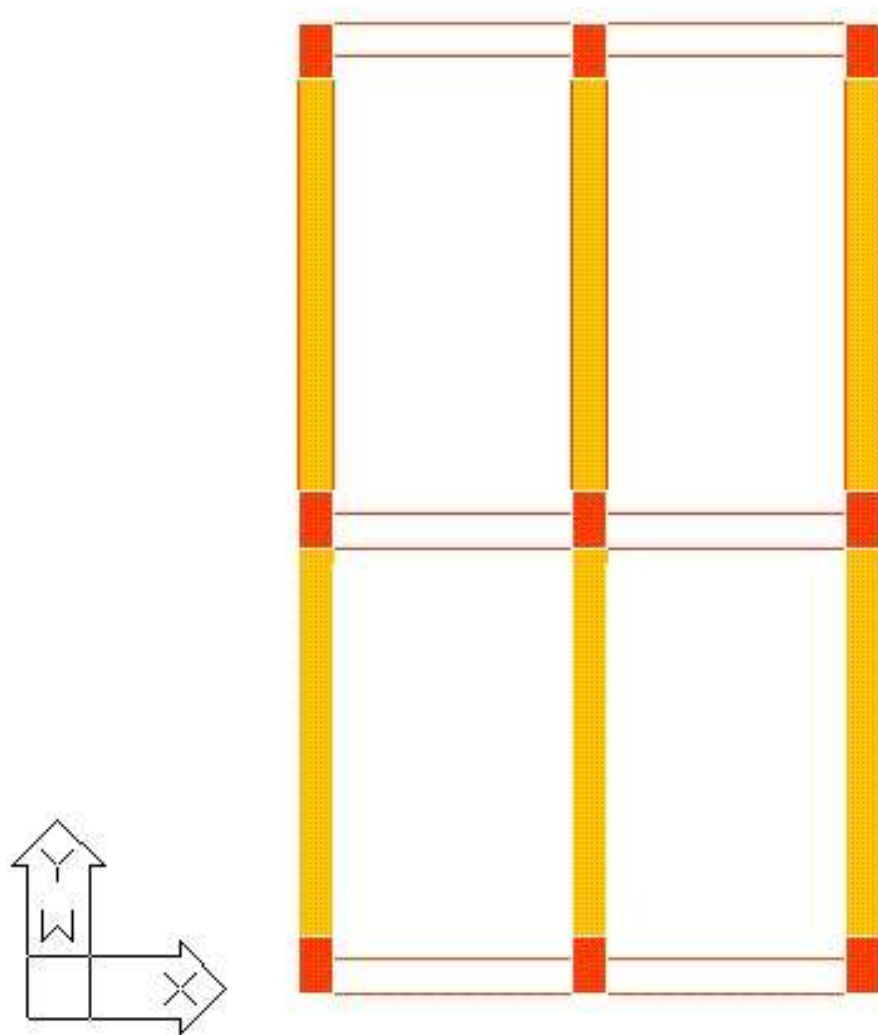
部分柱距過短，導致其間之梁可能發生剪力破壞，將大大降低此短梁之韌性。



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。



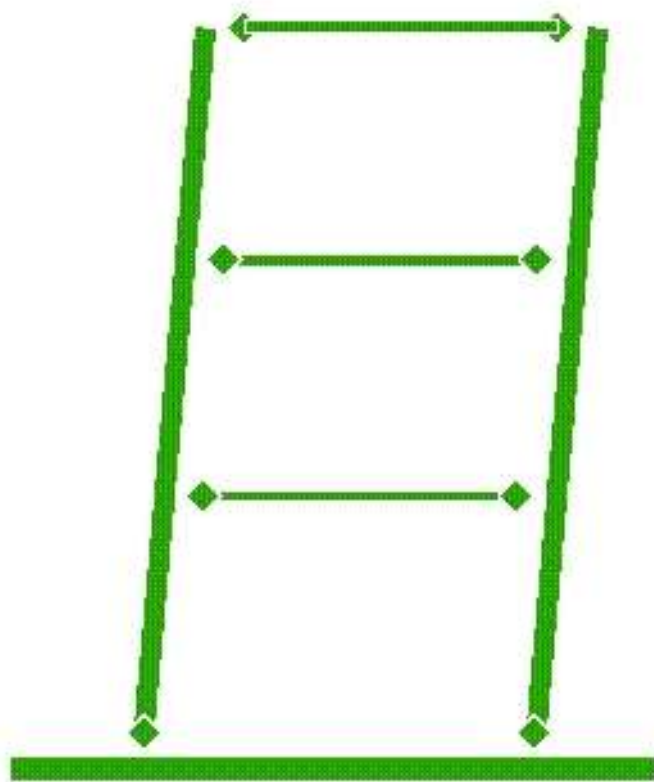
（彭國隆）

梁、柱之關係

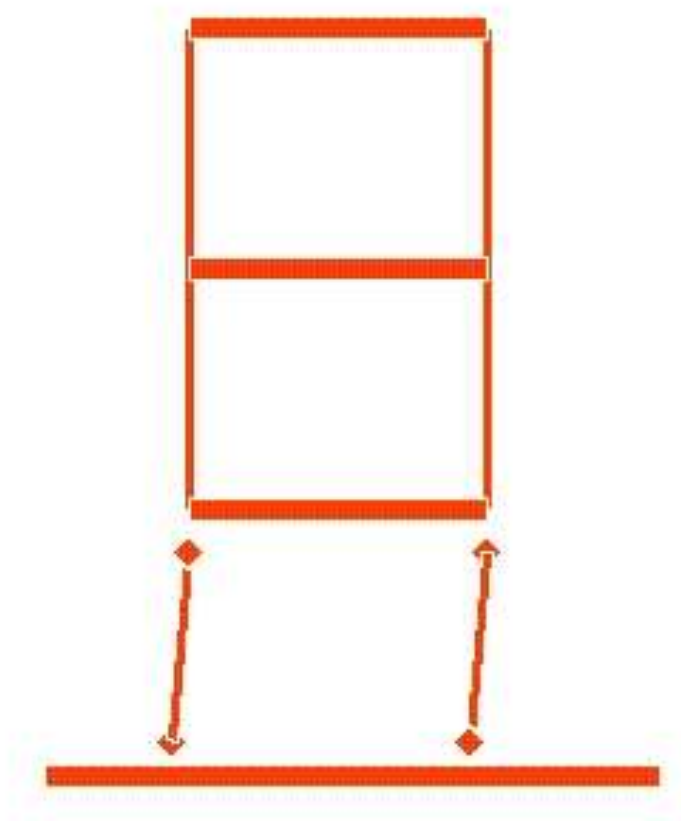
1.柱強度（尺寸）應大於梁強度（尺寸）

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)

第八章 台灣建築物耐震性能概況

- 法定的建築耐震能力
- 依建造時期分
- 依座落地區分
- 依建物規模分
- 依建物用途分
- 常見之建物耐震問題

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？

依座落地區分

- 部分地震災區重建之建築較重視結構安全
- 非震災區重視結構安全之觀念仍有待加強

依建物規模分

- 一般規模較大之建築，其建造團隊素質較整齊，一般而言，營建品質較佳。

依建物用途分

- 一般公眾建築，其耐震能力應較一般建築為佳。



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)

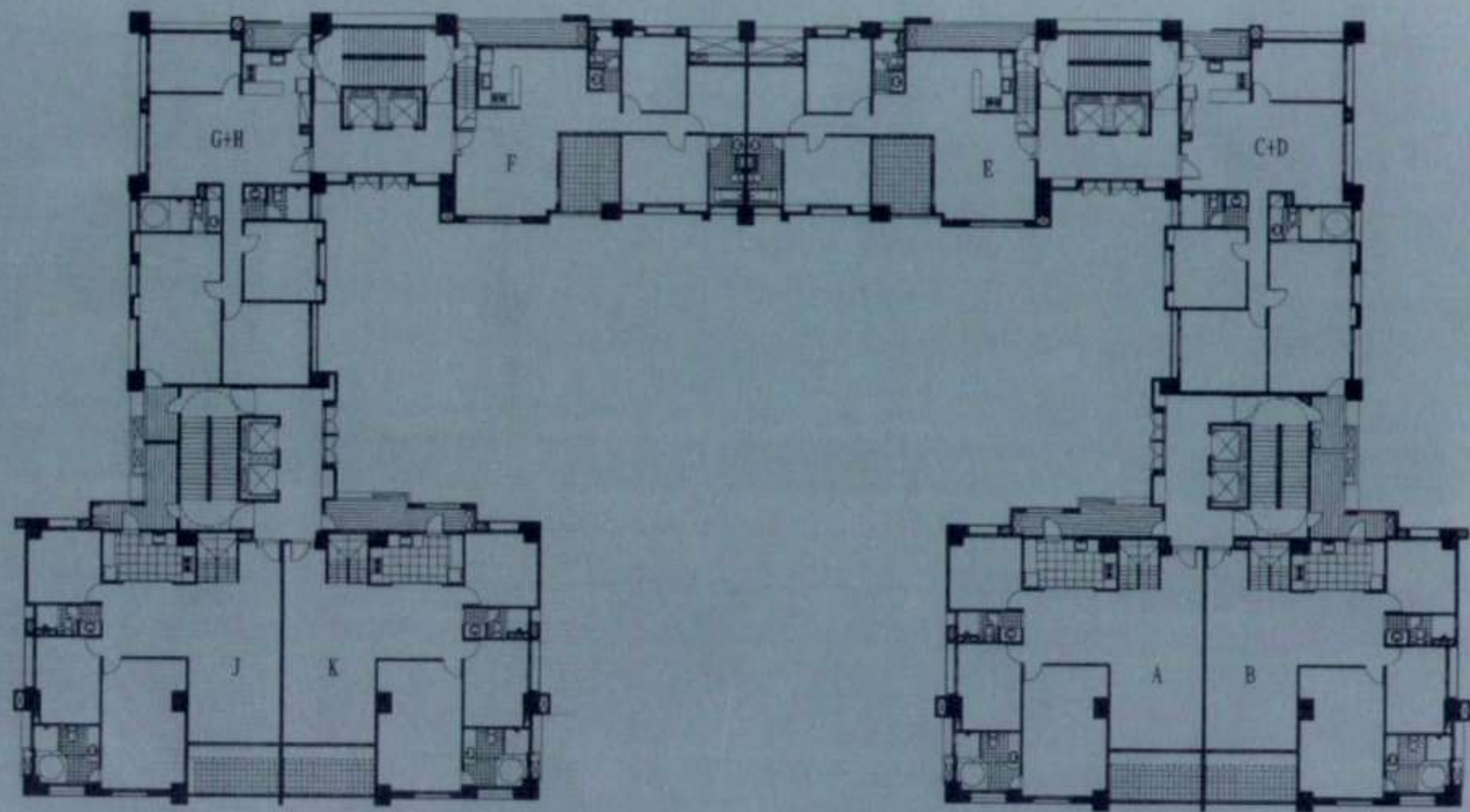
房屋結構平面圖鑑賞

13F~14F平面配置圖



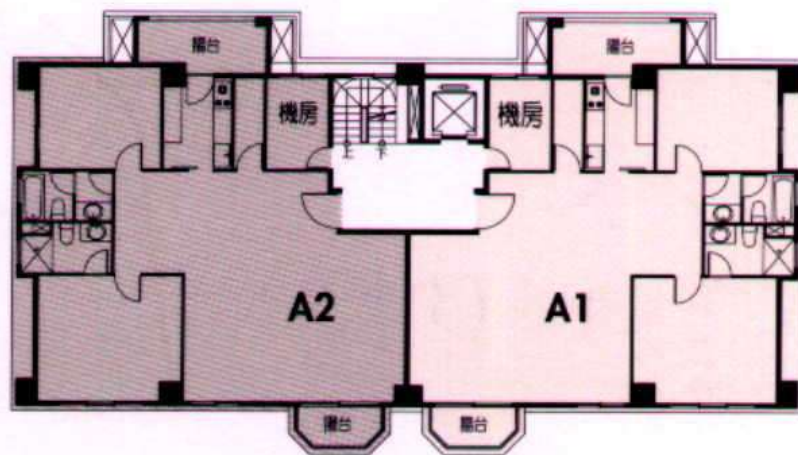
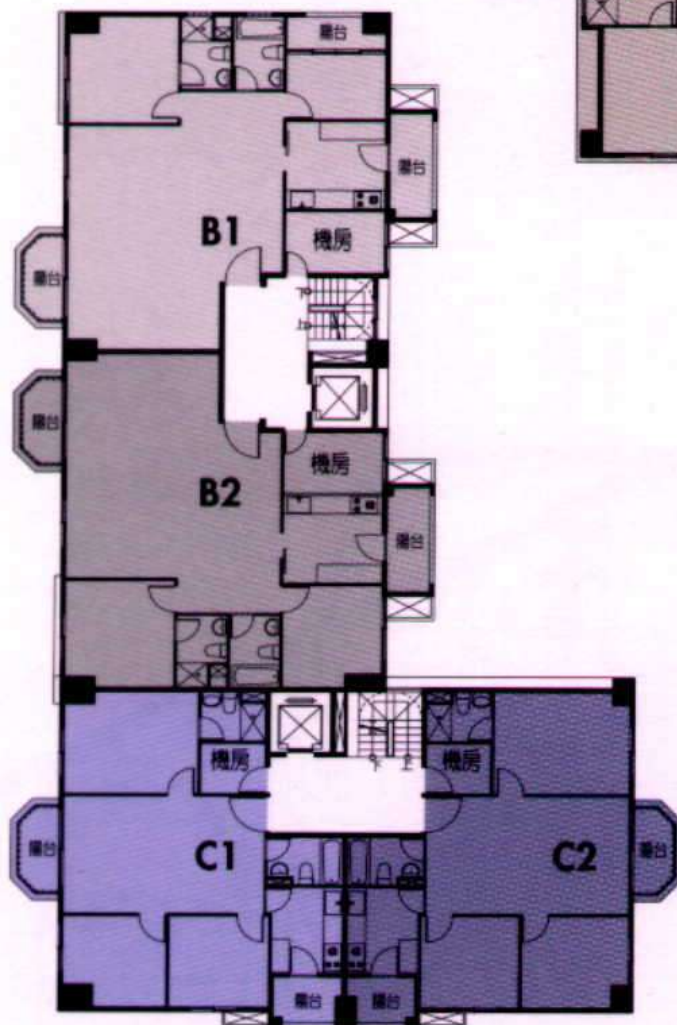


13F 全區平面圖



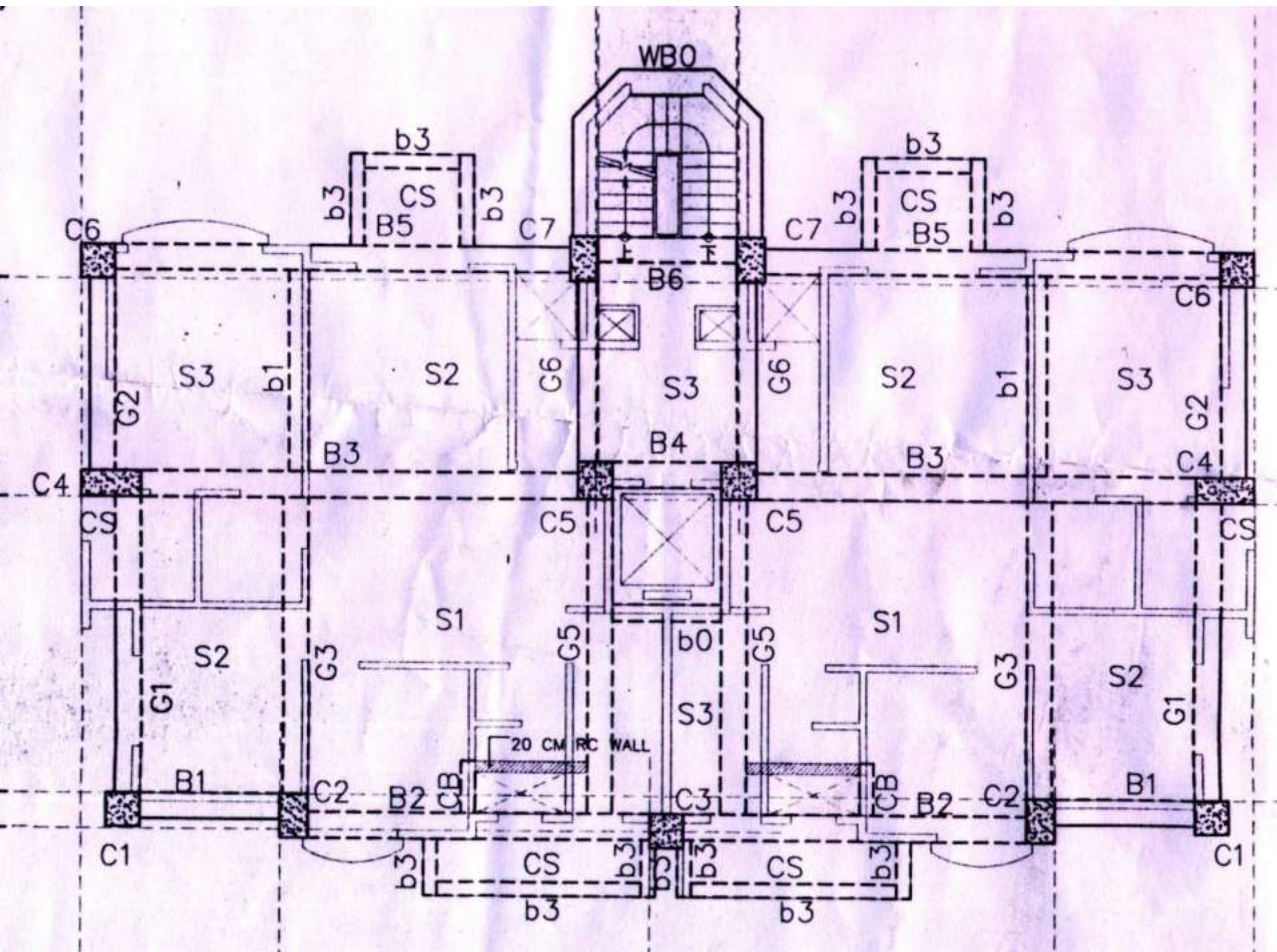


10F



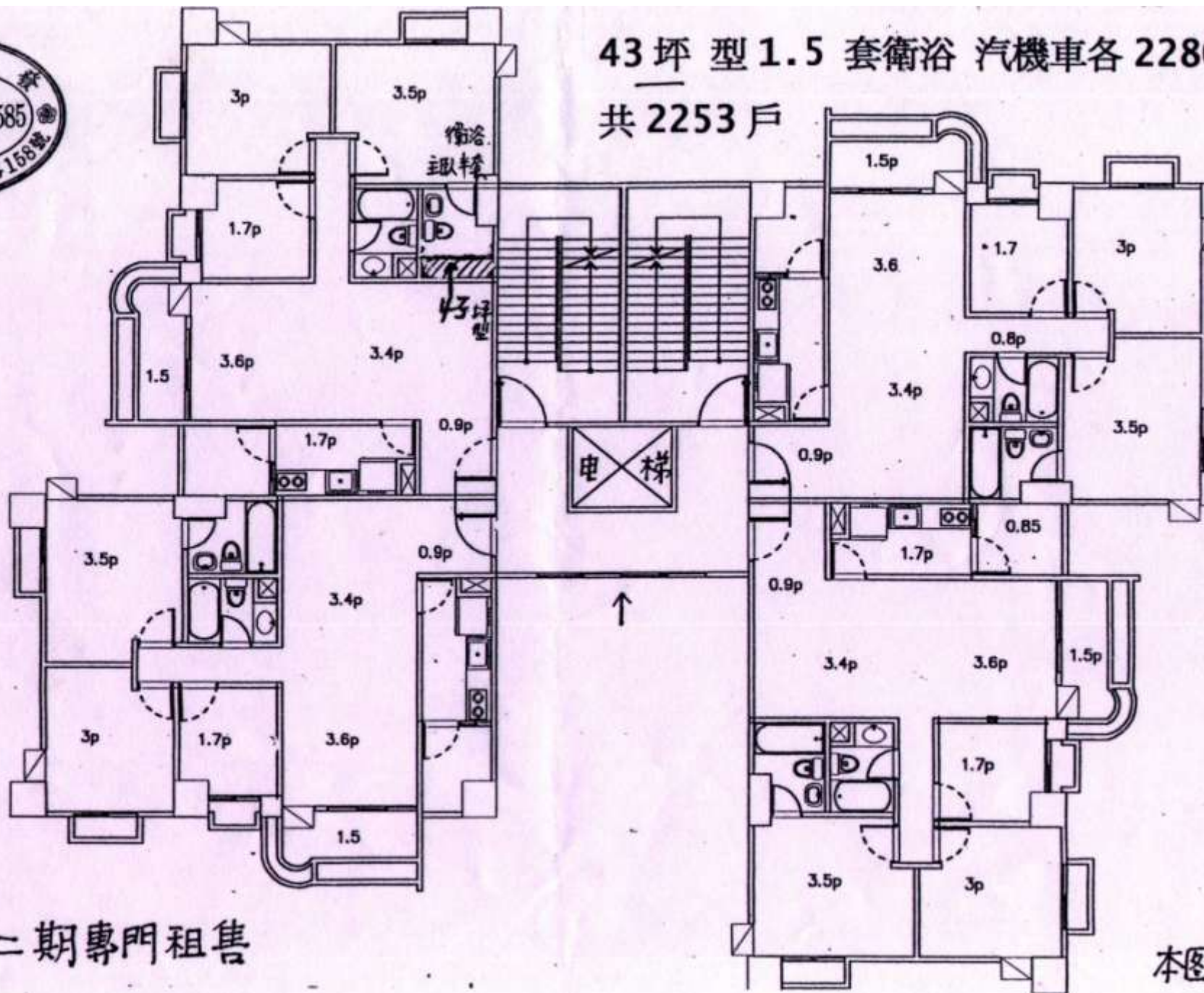






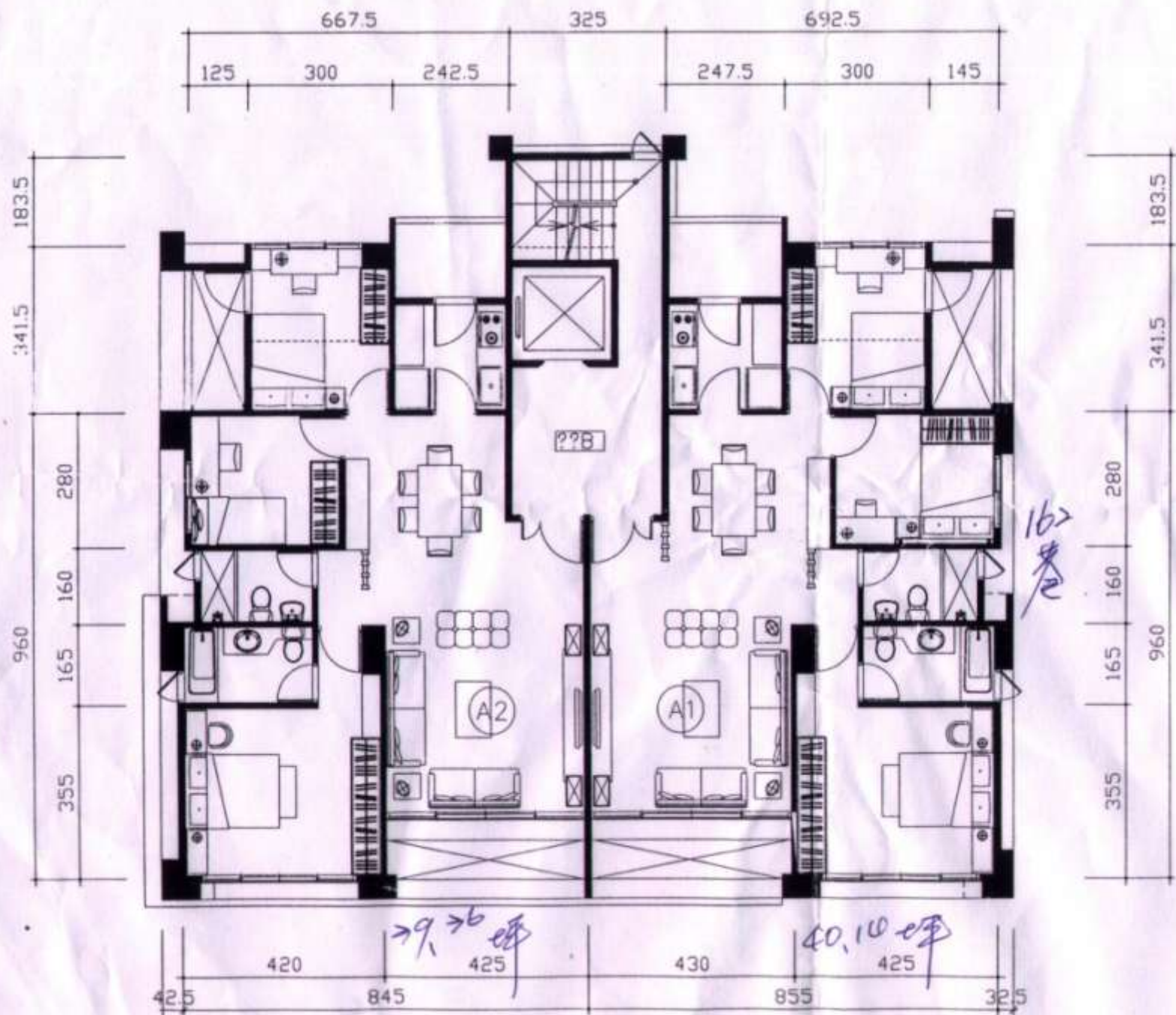


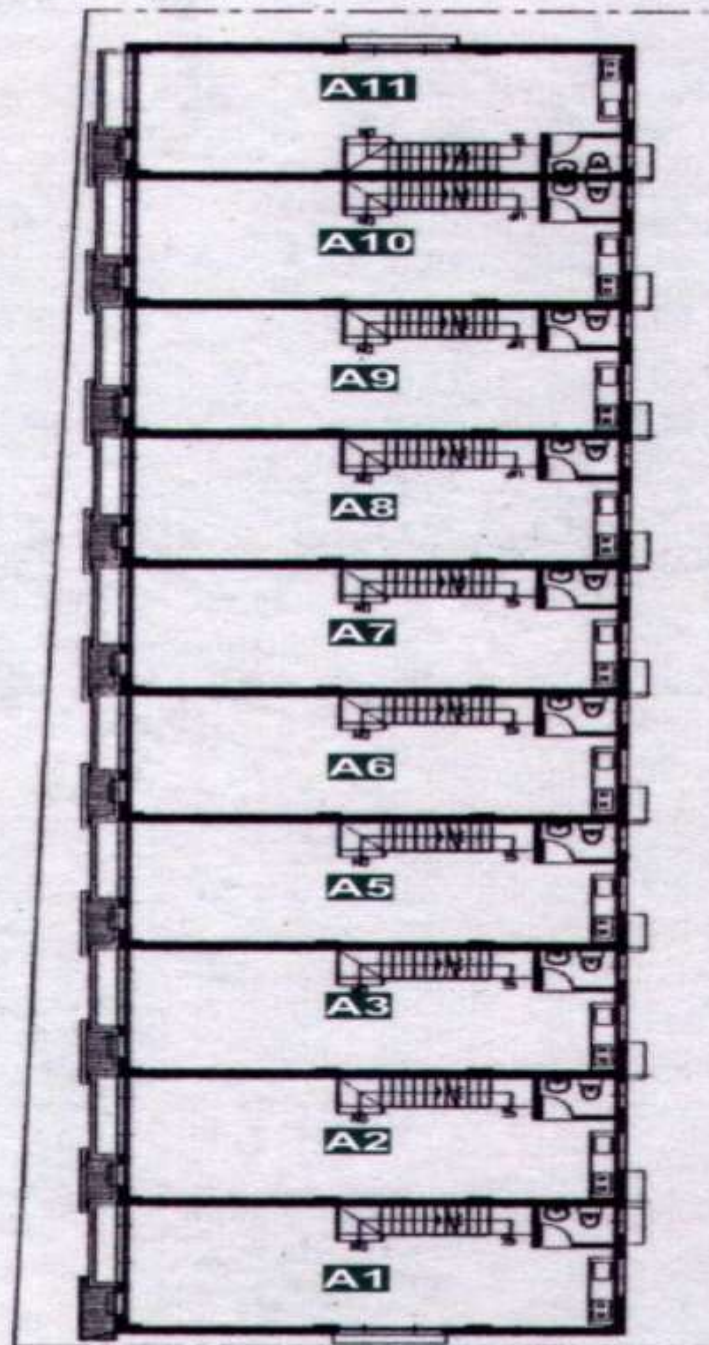
43坪 型 1.5 套衛浴 汽機車各 228
共 2253 戶

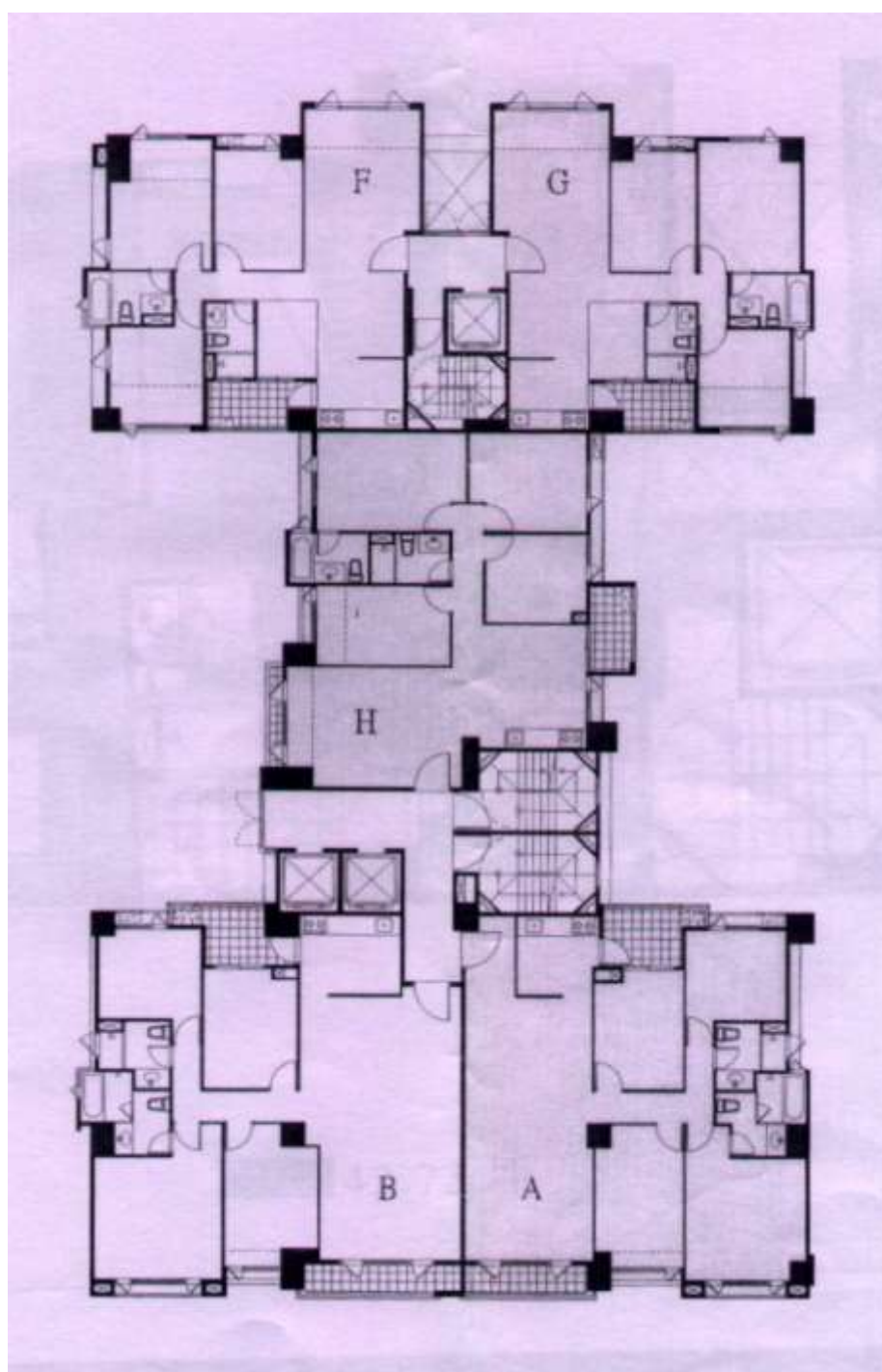


龍馳 二期專門租售

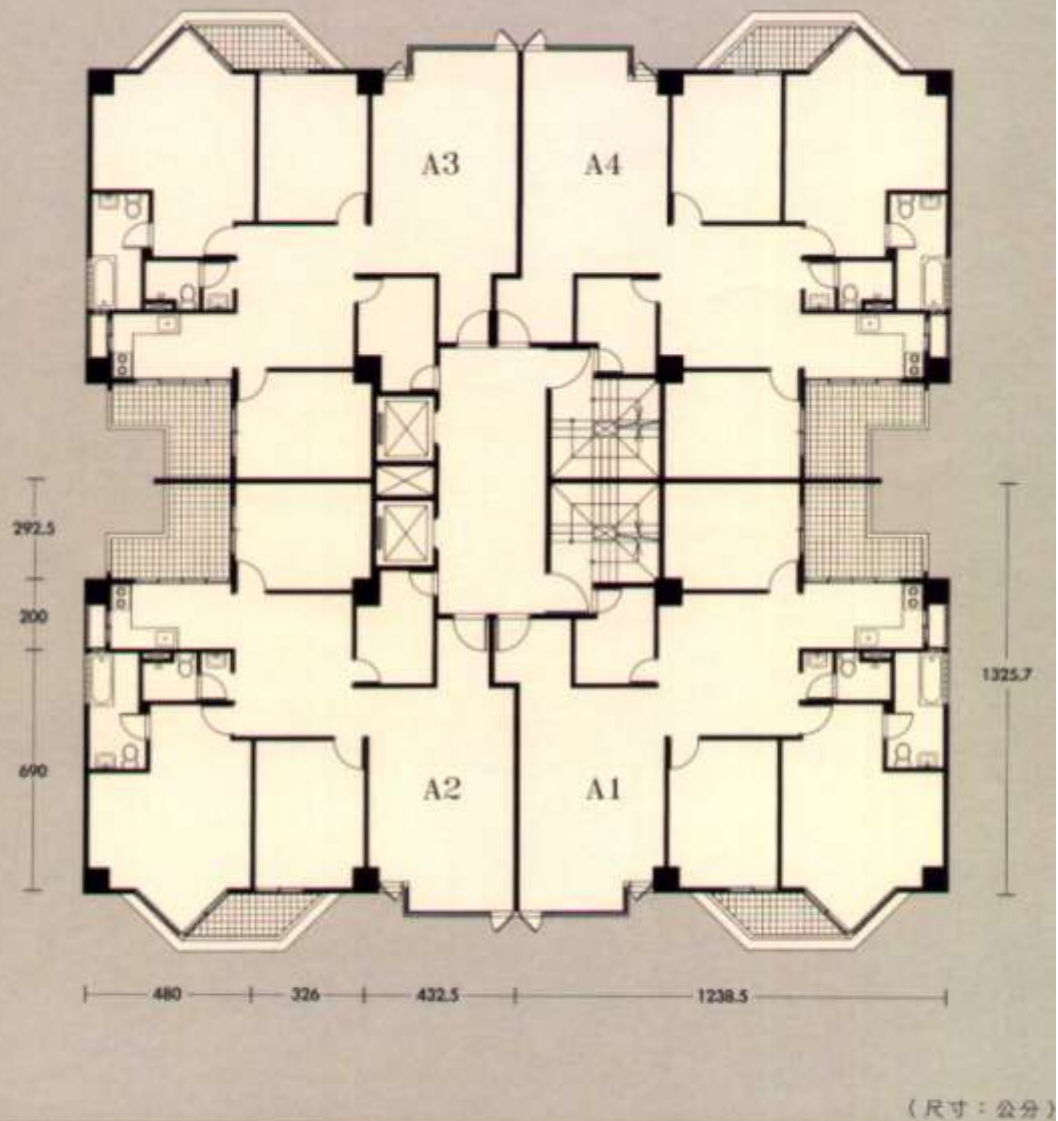
本圖



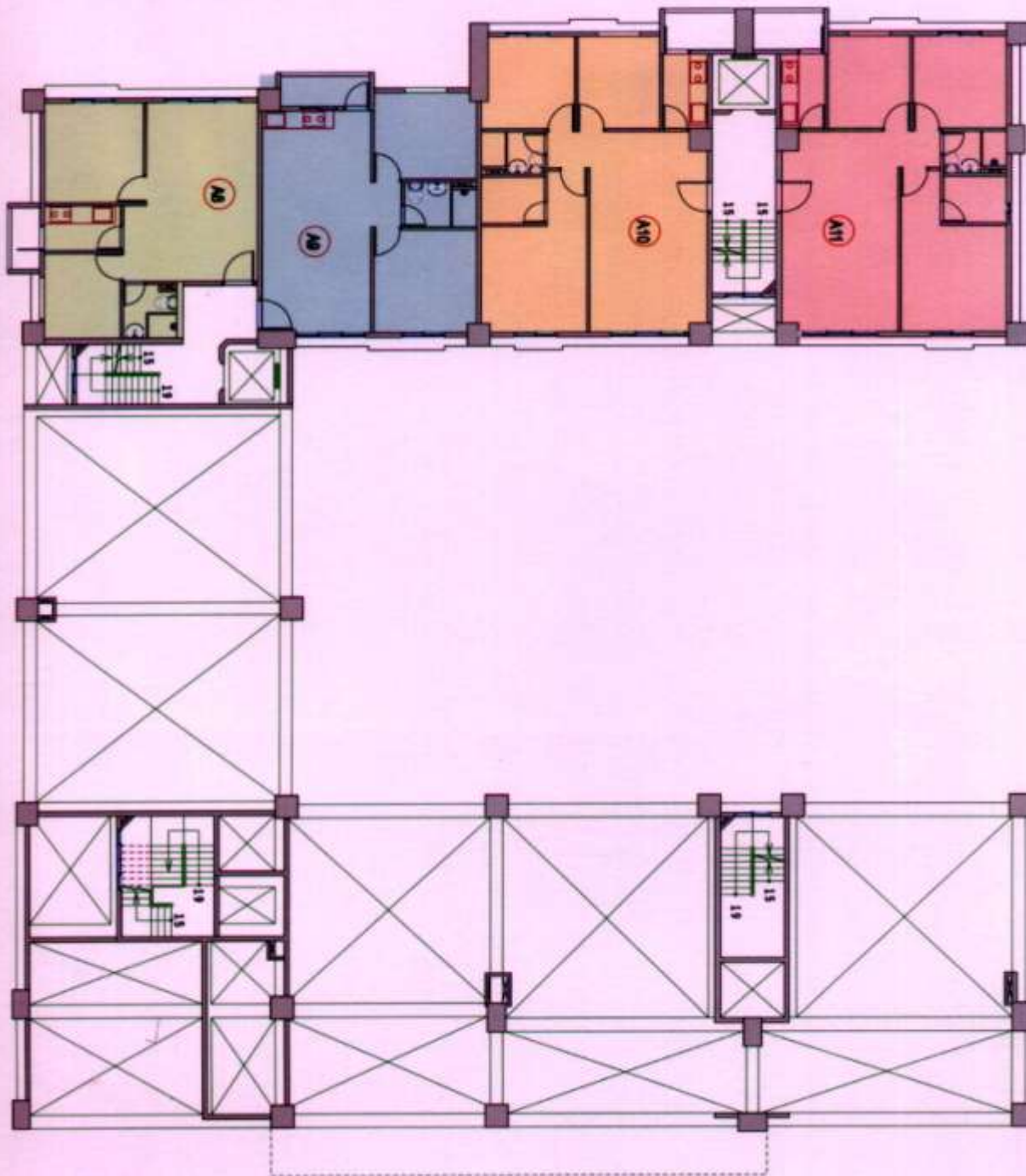








4~11 F 樓全區平面參考圖



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。





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91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）

第九章 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



橡膠支承墊隔震基礎之一例



(林超馴)

彈簧支承隔震基礎之一例



(林超馴)

曲管支承隔震 基礎之一例



(林超馴)

隔震基礎上方之樓梯，採用懸空式設計，以避免損壞



(林超馴)

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。

第十章 地震防災對策

- 地震前的防範
- 地震中的應變
- 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
 - 避開軟弱地層
 - 避開地盤顯著週期
 - 避開活動斷層
 - 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
角處較容易遭受破壞。

(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。





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。



了一座鐵橋，

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

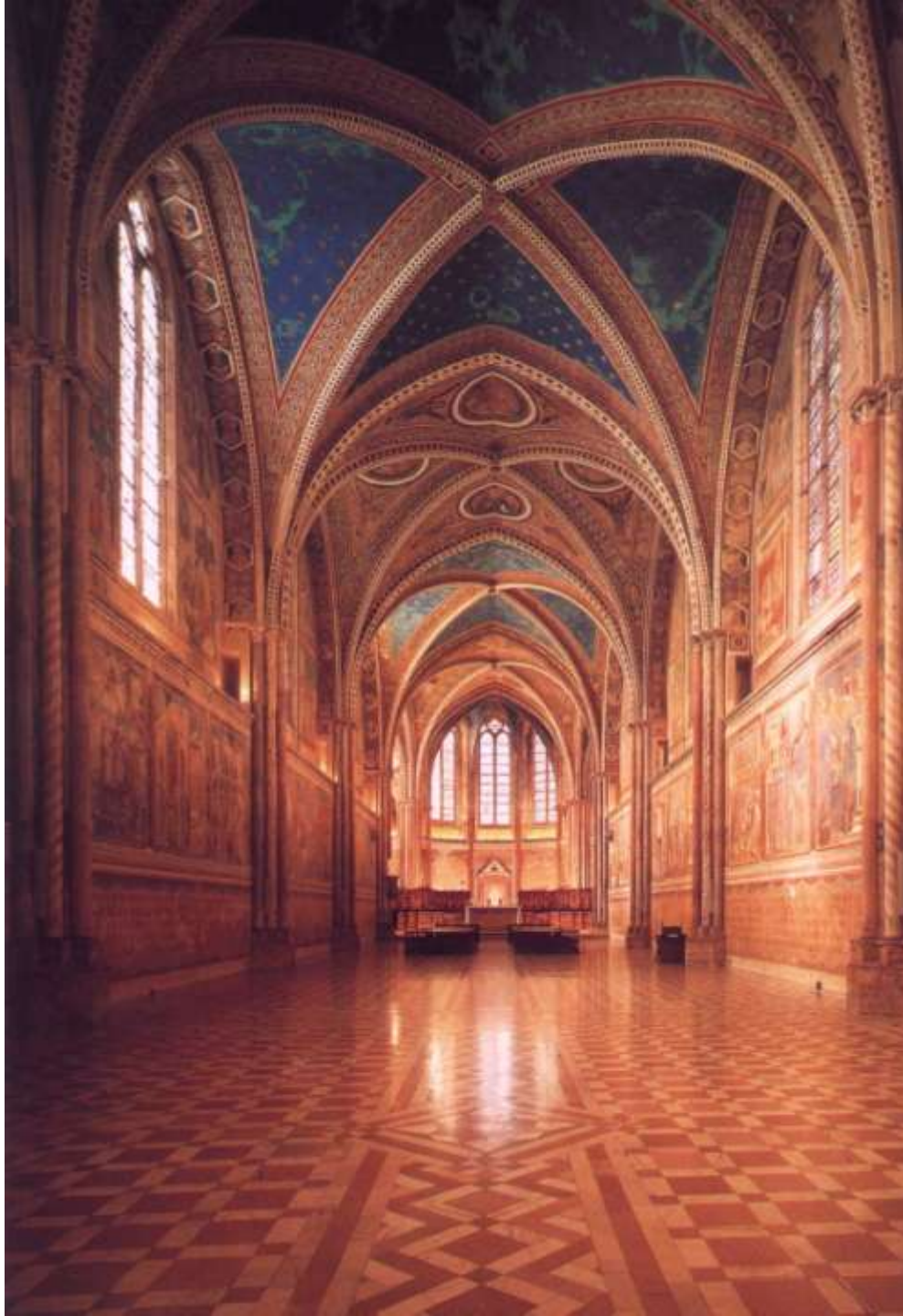
平時即定期舉行防震演習，訓練人們在地震發生時能夠不經思考即做出正確的反應，使地震造成之災害能夠降至最低。

事先想好逃生方向

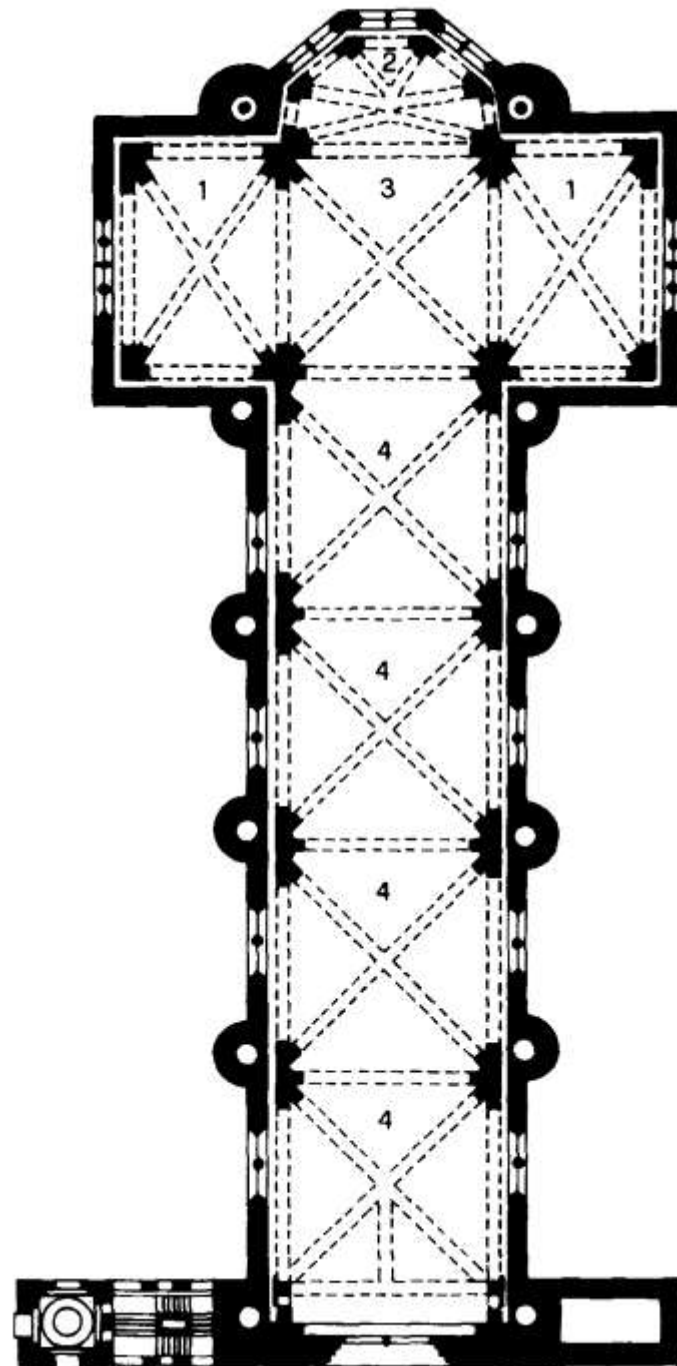


331地震時，台北市承德路公寓倒塌，部分人員順利從建物後側逃生。（法新社）

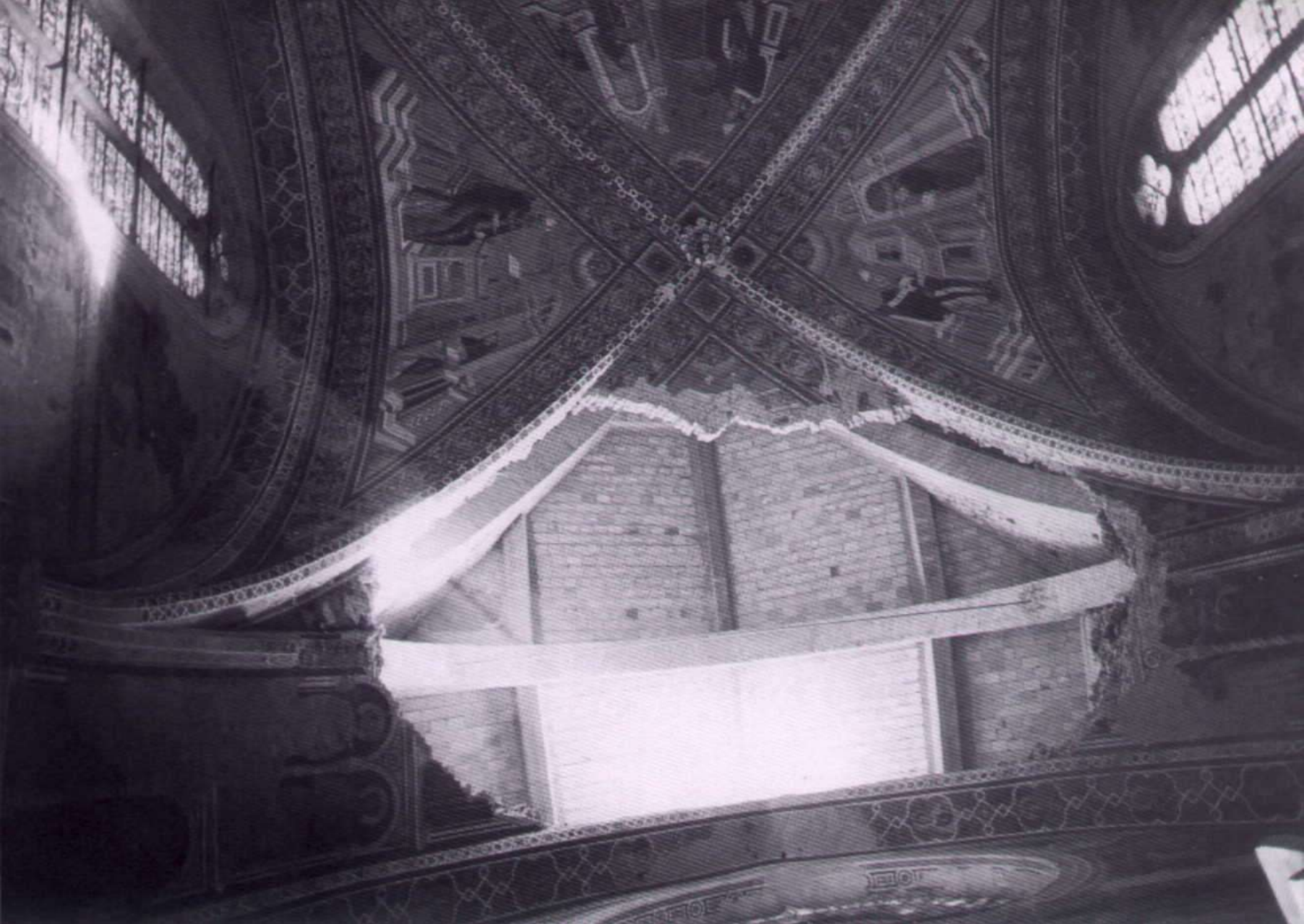




PLAN OF THE UPPER CHURCH









第十一章 地震防災對策：

地震中之應變

- 在建築物內之應變
- 在室外之應變
- 在交通工具內之應變

在建築物內之應變

- 迅速關閉瓦斯開關，或關閉電源開關
- 打開逃生門
- 以手或坐墊護頭，跑至平時即已決定之該建物較安全處所，勿搭電梯且勿進入樓梯間，因為樓梯間是建物中較脆弱處所之一
- 要遠離窗戶、玻璃和高的傢俱，躲在矮而堅固的家具旁邊或下邊，更可以隨手拿起棉被、座墊或機車安全帽來保護自己的頭部。
- 萬一失火時，首先在火苗不大時，以滅火器或水桶等消防用具緊急滅火。
- 如果地震時您正好在人多的公共建築內，千萬不要驚慌的奪門而出，因為這樣容易造成混亂而發生踩傷、擠傷的情形；也不要慌慌張張的由樓上往樓下跑，不使用電梯，不要怪叫，盡量抑制心理的慌亂。

在室外之應變

- 小巷、牆邊、斷崖、河邊等切勿靠近。
打開逃生門
- 注意山崩、崖崩、及海嘯。山邊或斜坡地帶的山崩、崖崩最多；又震源在海底時，將有海嘯的突襲或低窪地區浸水之虞。
- 避難要徒步，行李要少帶。聽到避難命令時，必須以徒步避難，用汽車會妨礙消防或救護的行動，所以不可使用。

搭乘交通工具時之應變

（自行開車）

- 確保道路上避難者與緊急車輛的暢通無阻，在混亂中尤其必須遵守交通規則。
- 防止由汽車引發的火災，不要成為火災蔓延的媒介。
- 地震時如果繼續開車的話，車子會產生蛇行或橫向打滑的現象，容易造成衝撞事故
- 停車以後，打開收音機收聽地震的消息，確認地震是否造成交通中斷、交通管制、或是交通阻塞，接著再考慮是否可以繼續開車前進，應該走哪一條道路，或是如何做下一步的動作
- 當道路中央有拋錨的車輛或受傷人員時，大家應該互相幫忙，給予救助。
- 地震時若需要繼續開車的話，會遭受許多危險，所以必須遵從正確的廣播訊息及警察的指揮。

搭乘交通工具時之應變

(搭乘電車、火車、公車時)

- 乘客如果坐著，就要抓住前面座位的靠背；若是站著的話，可以抓緊吊環或柱子，並遠離玻璃窗戶，儘可能集中列車廂中央，比較安全。
- 將上半身向前彎，從腰部至腳部，使勁出力。若是站著時，應當使雙腳重心左右一致，並且抓牢吊環或扶手，當緊急狀況發生時，趕快叉開雙腳，使勁站住。
- 聽從工作人員的指示行動，大家才能順利脫困。但避難時要特別注意地下流通高壓電的軌道，一不小心觸電，就會造成慘重意外。
- 立刻抓緊吊環或行李架，移位到車廂中央，離開窗戶旁邊。如果公車不幸翻覆，要趕快設法打破窗戶以利逃生。

第十二章 地震防災對策：

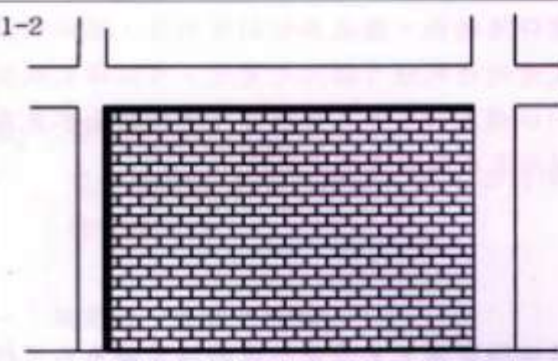
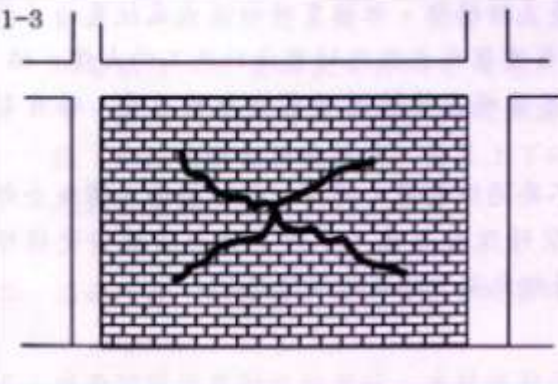
地震後之救災及復建

- 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

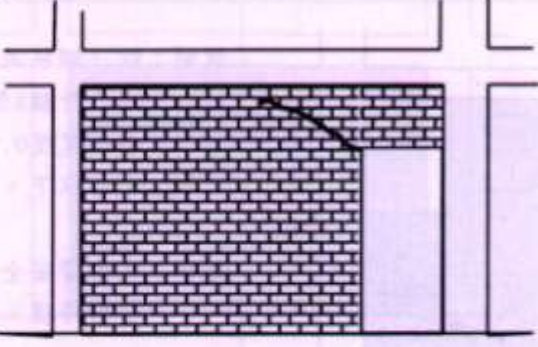
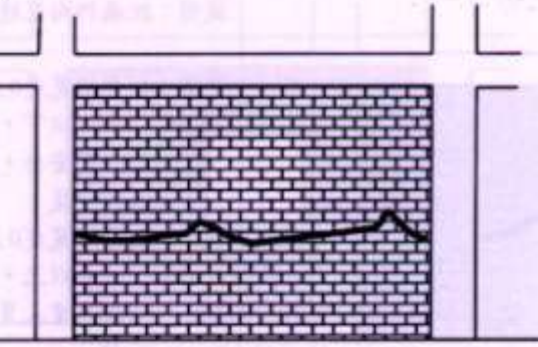
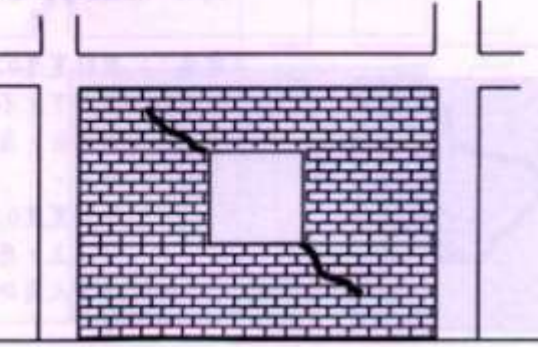
建築物安全 緊急評估及 安全鑑定

圖示說明

1. 磚牆

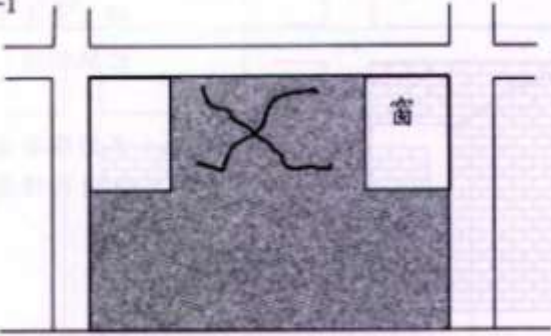
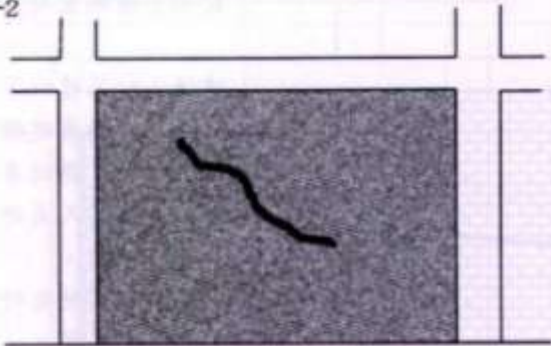
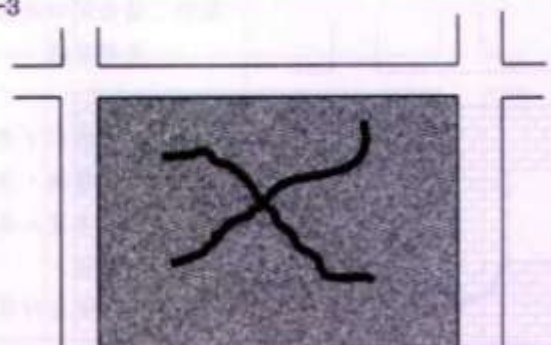
1-1  窗/冷氣口	說明：磚牆窗台下 (冷氣口同) 裂縫。 建議：不影響安全 ，自行修復 。
1-2 	說明：磚牆沿RC柱或樑 邊離縫。 建議：1. 因材質不同產 生離縫不影響 安全。 2. 三樓以下老舊 建物外牆發生 此情形時，應 請專業人員評 估。
1-3 	說明：外牆（磚牆） 成斜向X形寬大 裂縫。 建議：由地震產生應 請專業人員評 估。

建築物安全 緊急評估及 安全鑑定

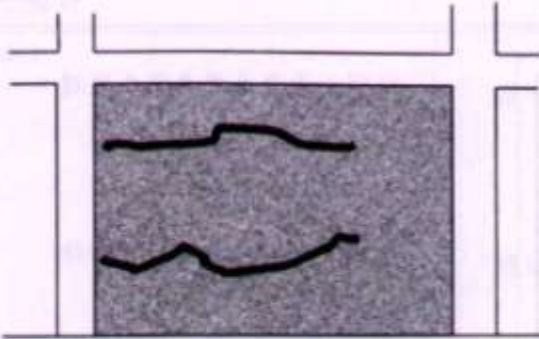
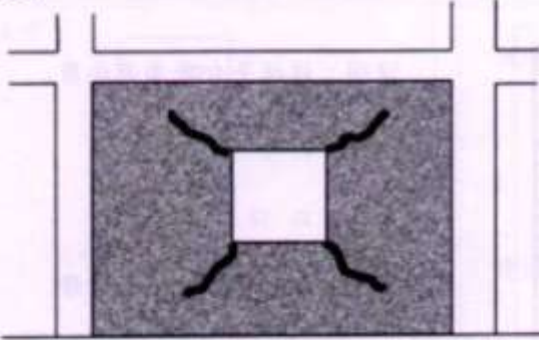
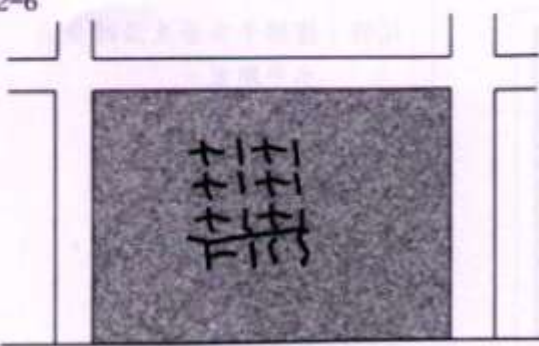
1-4 	說明：門楣磚牆裂縫（多產生於隔間牆） 建議：不影響安全，自行修復。
1-5 	說明：橫向裂縫。 建議：1. 三樓以下老舊建物，應請專業人員評估。 2. 其他自行修復。
1-6 	說明：牆面開口處對角斜裂縫。 建議：1. 三樓以下老舊建物，應請專業人員評估。 2. 其他自行修復。

建築物安全 緊急評估及 安全鑑定

2.RC牆

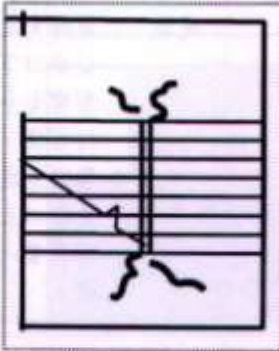
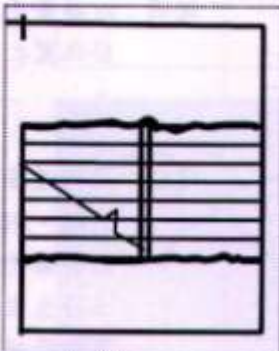
2-1 	說明：RC（鋼筋混凝土）外牆X形裂縫寬度0.2公分以下。 建議：不影響安全，自行修復。
2-2 	說明：RC牆斜向裂縫。 建議：1. 裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2. 裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。
2-3 	說明：RC牆X形裂縫。 建議：1. 裂縫寬度0.2公分以下，不影響安全，自行修復。 2. 裂縫寬度0.2公分以上，應請專業人員評估。

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

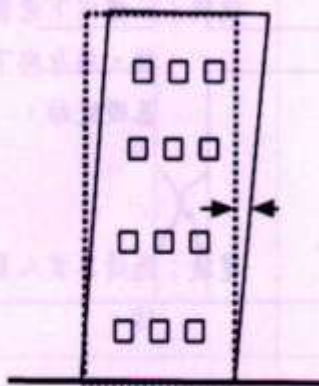
3. 樓梯

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

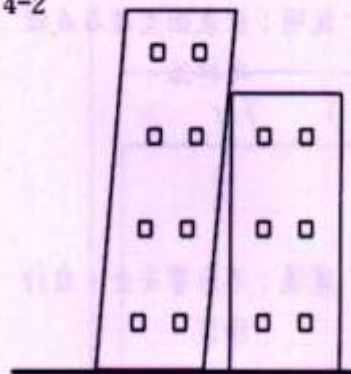
4-1



說明：建築物傾斜。

建議：應請專業人員評估。

4-2

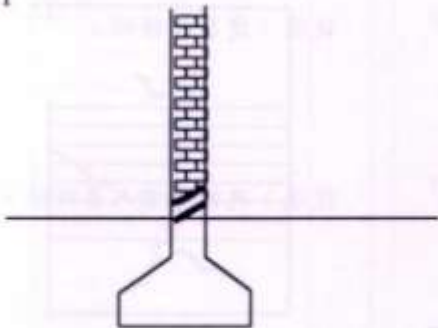
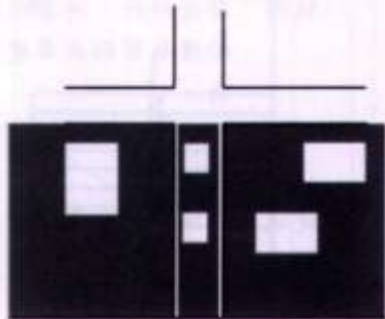
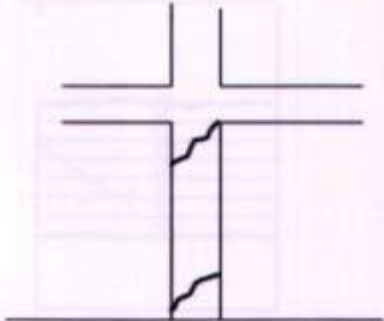


說明：鄰房傾斜，倚靠或部分樓層緊貼在本建築物。

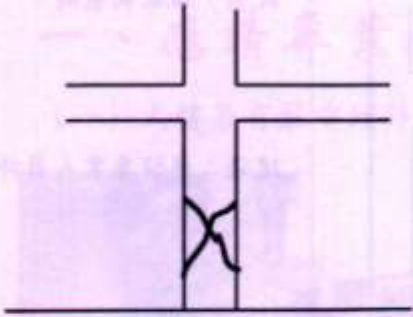
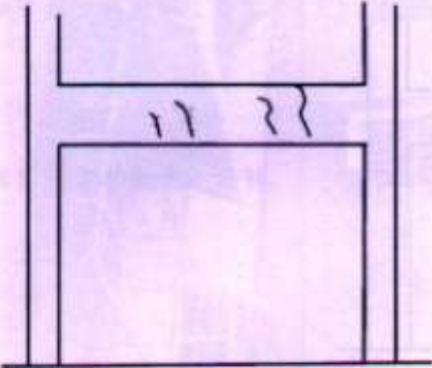
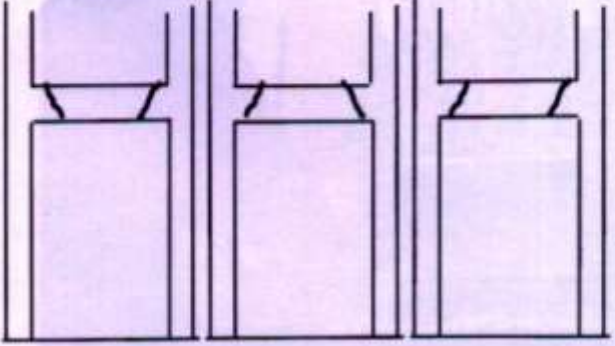
建議：應請專業人員評估。

建築物安全 緊急評估及 安全鑑定

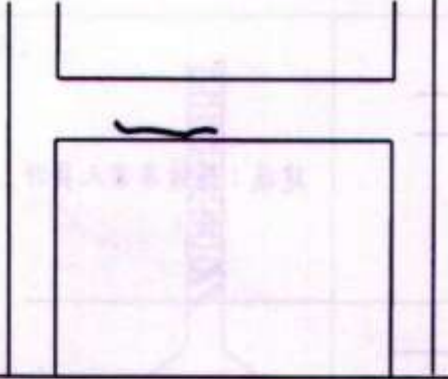
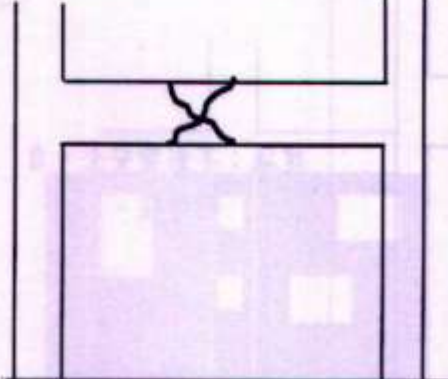
5. 柱樑

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

5-4 	說明：柱出現交叉裂紋。 建議：應請專業人員評估。
5-5 	說明：樑細小裂紋。 建議：不影響安全，自行修復。
5-6 	說明：樑端斜向明顯裂縫。 建議：應請專業人員評估。

建築物安全 緊急評估及 安全鑑定

5-7 	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

- 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。
- 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。