

結構設計概述.

新北市結構工程技師公會

陳伯炤理事長

建築物結構設計施工制度

1. 建築物設計：建築師
2. 建築物監造：建築師
3. 結構設計簽證：民國81~82年以後
 - ① 建築師：15公尺以下非公共使用
 - ② 土木技師：36公尺以下
 - ③ 結構技師：無限制

建築師及土木技師與結構技師之差別

- 建築師：建築系
- 土木技師：土木系
- 結構技師：土木系
- 大地技師：土木系

技師考試科目

□ 土木技師：

結構分析、結構設計、大地工程、
工程測量、施工法、營建管理

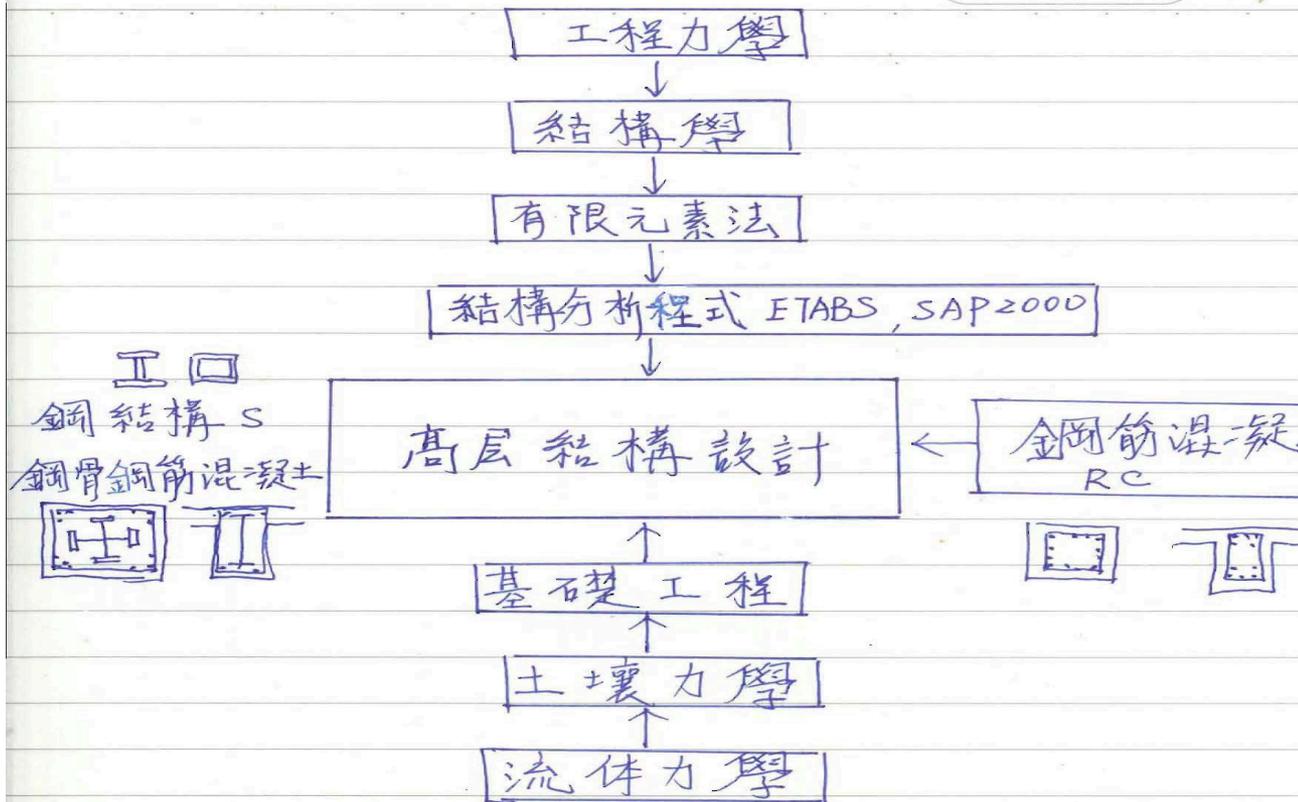
□ 結構技師：

材料力學、結構學、
鋼筋混凝土學與預力混凝土學、
鋼結構設計、土壤力學與基礎工程、
結構動力學與耐震設計

結構設計必修課程

date

No.



鋼結構 S
鋼骨鋼筋混凝土

鋼筋混凝土 RC

地震工程
風力設計

施工學

房屋構造系統

1. 加強磚造
2. 鋼筋混凝土造 (RC)
3. 鋼筋混凝土造 (剪力牆系統)
4. 鋼結構 (S)
5. 鋼骨鋼筋混凝土 (SRC)

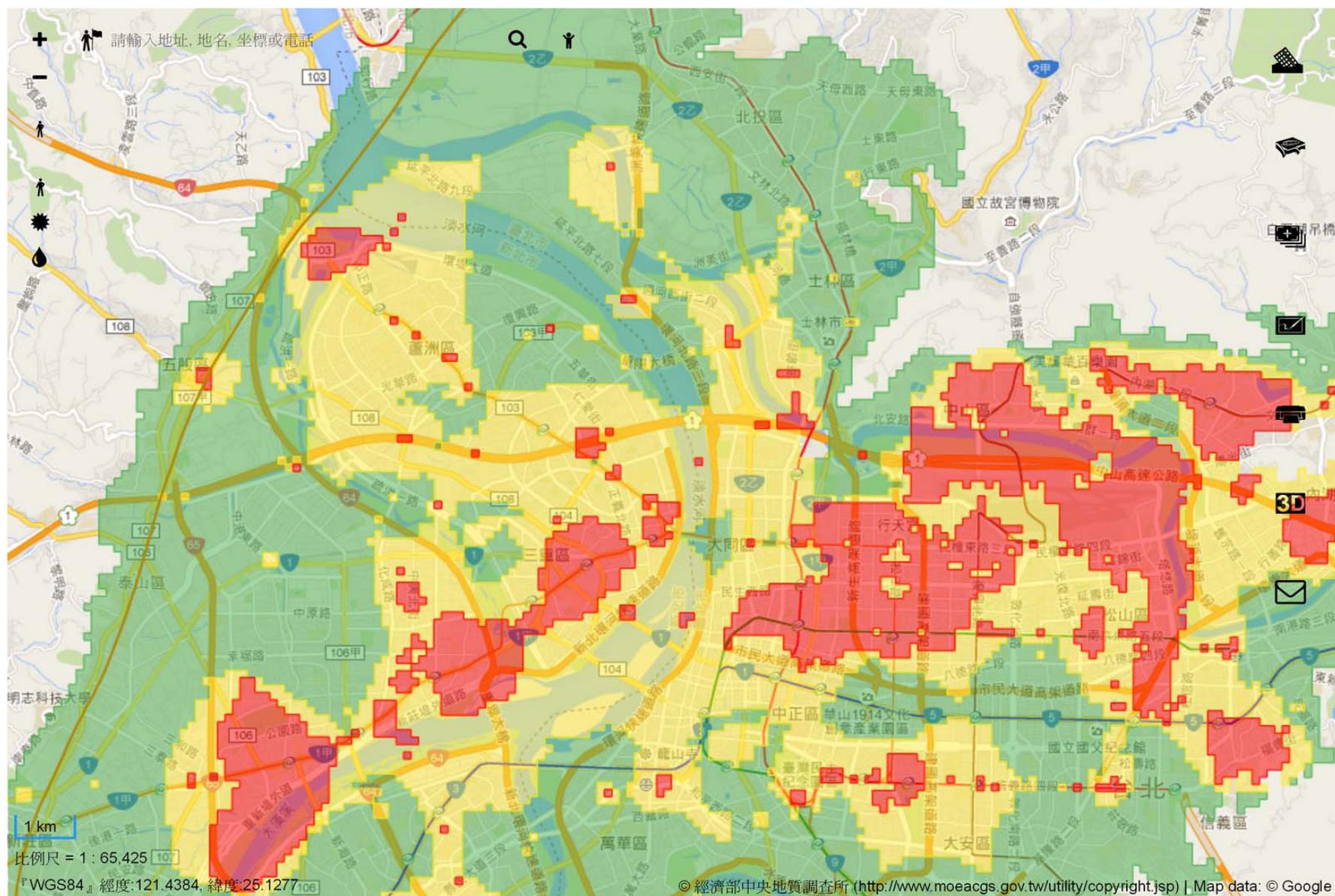
設計標準都一樣，故耐震能力也都一樣

設計規範

- (一) 建築技術規則(民國108年版)
- (二) 建築物混凝土結構設計規範(1130101)
- (三) 建築物耐震設計規範及解說(111年)
- (四) 建築物基礎構造設計規範(1130101)
- (五) 鋼構造建築物鋼結構設計技術規範(99)
- (六) 建築物耐風設計規範及解說(民國104年)

新增第一類活動斷層

- 新城斷層
- 三義斷層
- 大甲斷層、鐵砧山斷層
- 彰化斷層
- 大茅埔-雙冬斷層
- 六甲斷層
- 旗山斷層





房屋有土壤液化風險 該怎麼辦？

液化地層土壤參數折減

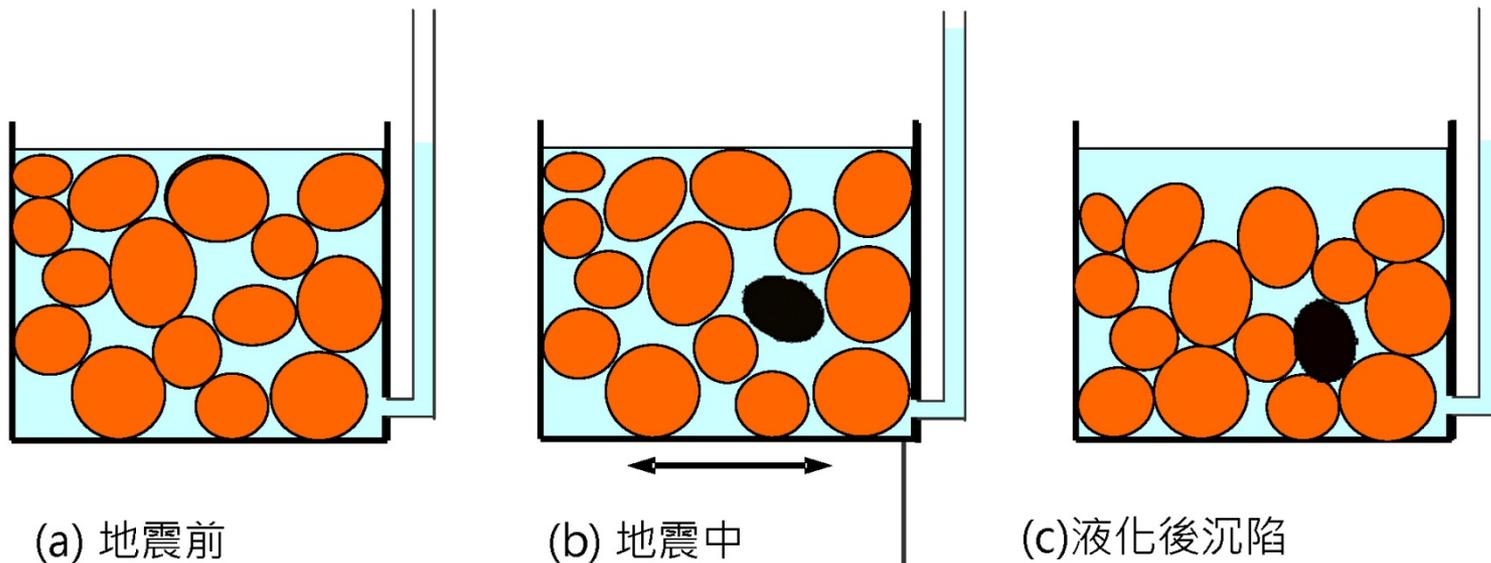
表-解 10.5-1 土壤參數之折減係數 D_E

F_L 之範圍	距地表面之深度 z (m)	$(N_1)_{60cs} \leq 5$	$5 < (N_1)_{60cs} \leq 10$	$10 < (N_1)_{60cs} \leq 20$	$20 < (N_1)_{60cs}$
$F_L \leq 0.5$	$0 \leq z \leq 10$	0	0	0.05	0.1
	$10 < z \leq 20$	0	0.05	0.1	0.2
$0.5 < F_L \leq 0.75$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2
	$10 < z \leq 20$	0.05	0.1	0.2	0.5
$0.75 < F_L \leq 1$	$0 \leq z \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5
	$10 < z \leq 20$	0.1	0.2	0.5	1.0

土壤液化示意圖

疏鬆飽和砂土在承受反覆振動作用時，顆粒組構趨向緊密化，造成孔隙水壓上升，當孔隙水壓達到有效應力時，顆粒彼此不相接觸，使得土壤呈現暫時液狀的現象。

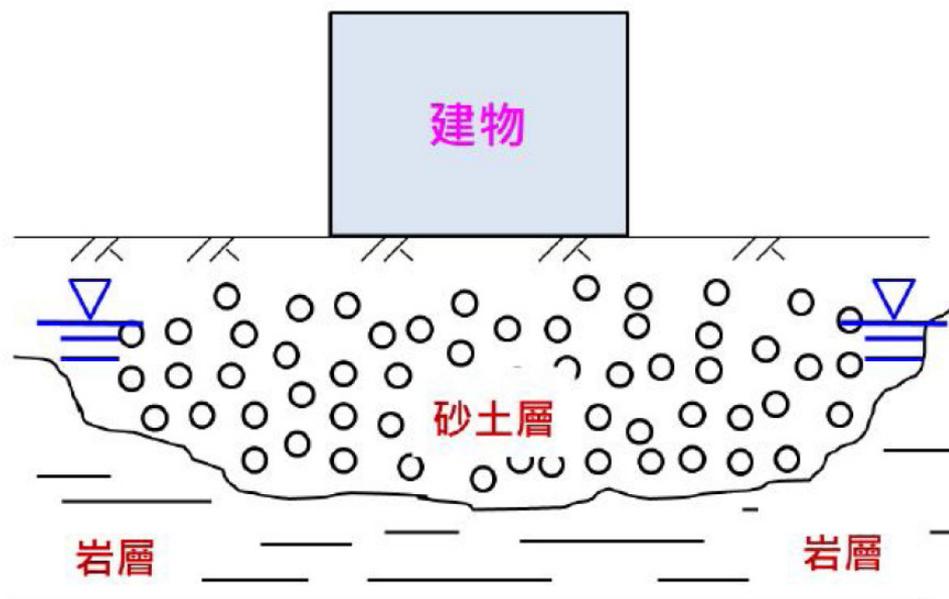
而在孔隙水壓消後，由於顆粒排列緊密有沉陷現象伴隨發生。



顆粒彼此不相接觸

土壤液化必要條件

1. 地表下**砂土層**的地層結構(>20公尺)
2. **高地下水位**(>2/3砂土層)

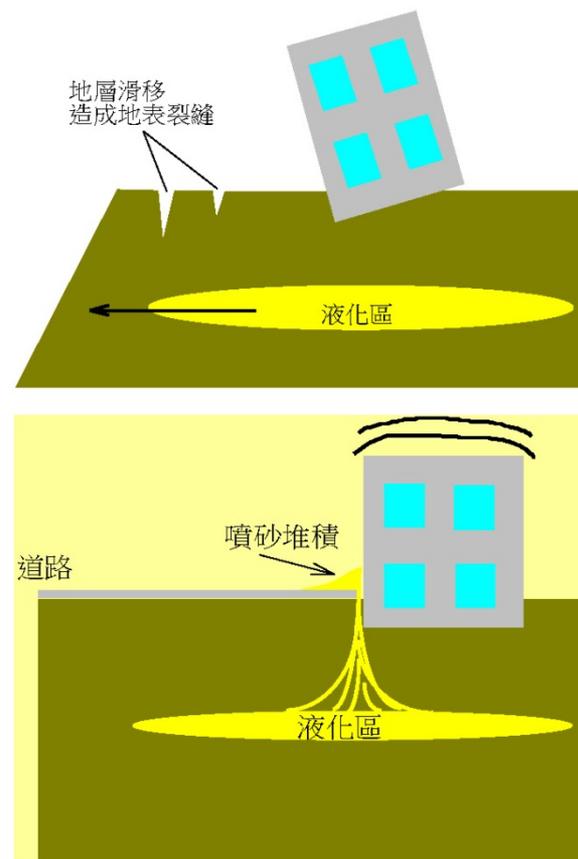


何處較容易土壤液化？

- 「土壤液化」係因土壤顆粒結構破壞所造成，惟黏性土壤較不易破壞，故土壤液化大都發生在**砂質土層**當中。
- 土壤液化常發生於年輕的沖積地層或海埔新生地，例如沖積平原、沖積扇、沖積盆地、河川旁的高灘地、低地、舊有河道、洪氾區、人工水力回填區等，此類地層含疏鬆砂土且地下水位高，如距震央位置不遠，那此類地層是液化高潛能區。
- 液化發生主要條件除了地質狀況外，主要與地震規模、強震延時與最大地表加速度有關。

土壤液化可能造成的地盤破壞模式

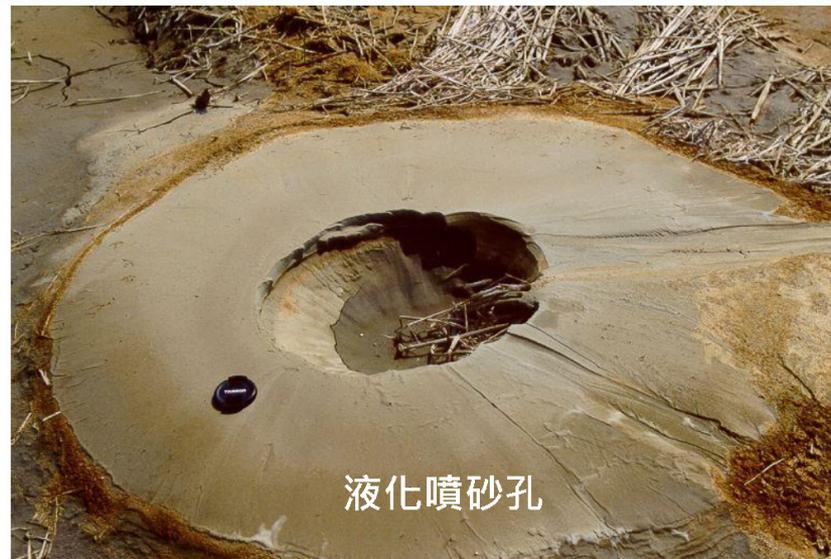
- 壩體邊坡流動破壞。
- 堤防或擋土設施側滑破壞。
- 地盤及道路龜裂、沉陷及水平位移，造成橋樑及建物基礎沉陷，不均勻沉陷也會造成各式基礎的傾斜或甚至破壞。
- 輕型沉埋結構物也會因孔隙中的水壓力上升而浮起，如瓦斯管線、自來水管線等維生管線。
- **液化災害甚少直接造成人命之傷亡!!**



921 液化震害照片



水井被液化砂土填滿



液化噴砂孔



水井被液化砂土填滿



堤防坡頂液化沉陷

921 液化震害照片

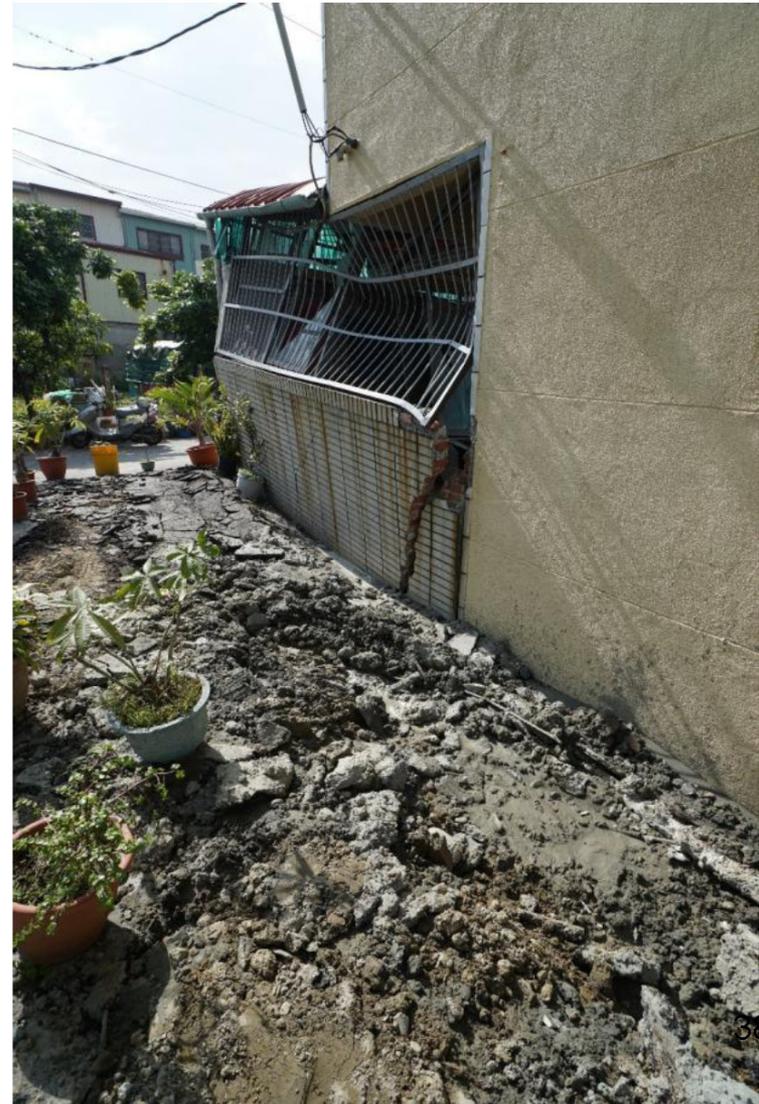


屋舍傾斜(霧峰)



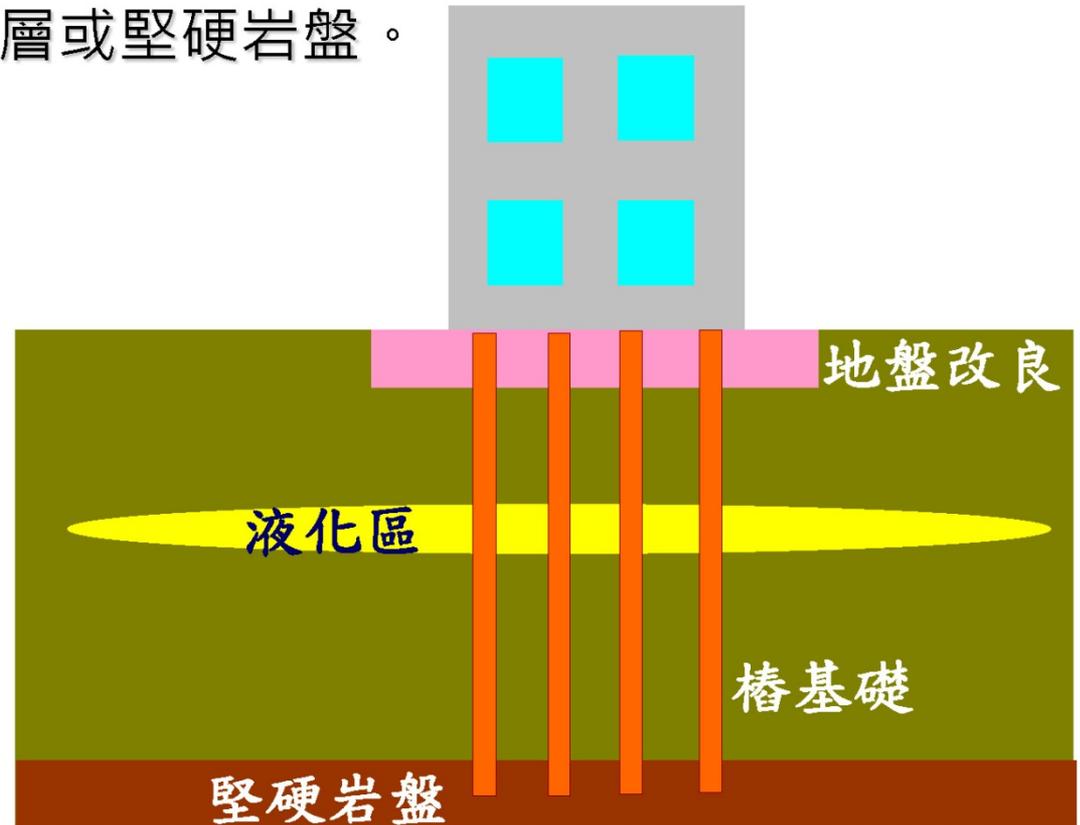
台中港側潰沉陷破壞

0206高雄美濃地震土壤液化



土壤液化的防治

- 樁基礎打設至非液化層或堅硬岩盤。



既有屋舍液化傾斜整治案例

921地震後



基礎扶正灌漿

整治後



「新版RC規範與基礎規範修改內容」研討會

新版 RC 規範對 結構分析與構材設計 之規定



混凝土抗壓強度

現行規範(15.3.4)	新規範(18.2.5.1)								
<p>15.3.4.1 混凝土之規定抗壓強度不得低於210 kgf/cm²。</p>	<p>特殊抗彎矩構架與特殊結構牆之規定混凝土抗壓強度應按表19.2.1.1中特殊耐震系統之規定。</p> <p>表19.2.1.1 f'_c之限制</p> <table border="1" data-bbox="1039 636 1792 872"> <thead> <tr> <th>應用範圍</th> <th>混凝土</th> <th>最低f'_c (kgf/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">特殊抗彎矩構架及 特殊結構牆</td> <td>常重</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>輕質</td> <td>280</td> </tr> </tbody> </table>	應用範圍	混凝土	最低 f'_c (kgf/cm ²)	特殊抗彎矩構架及 特殊結構牆	常重	280	輕質	280
應用範圍	混凝土	最低 f'_c (kgf/cm ²)							
特殊抗彎矩構架及 特殊結構牆	常重	280							
	輕質	280							

$$1440 \leq \omega_c \leq 2560 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$E_c = \omega_c^{1.5} \cdot 0.11 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 12000 \sqrt{f'_c}$$

設計差異_材料

— 撓曲鋼筋強度 f_y 上限

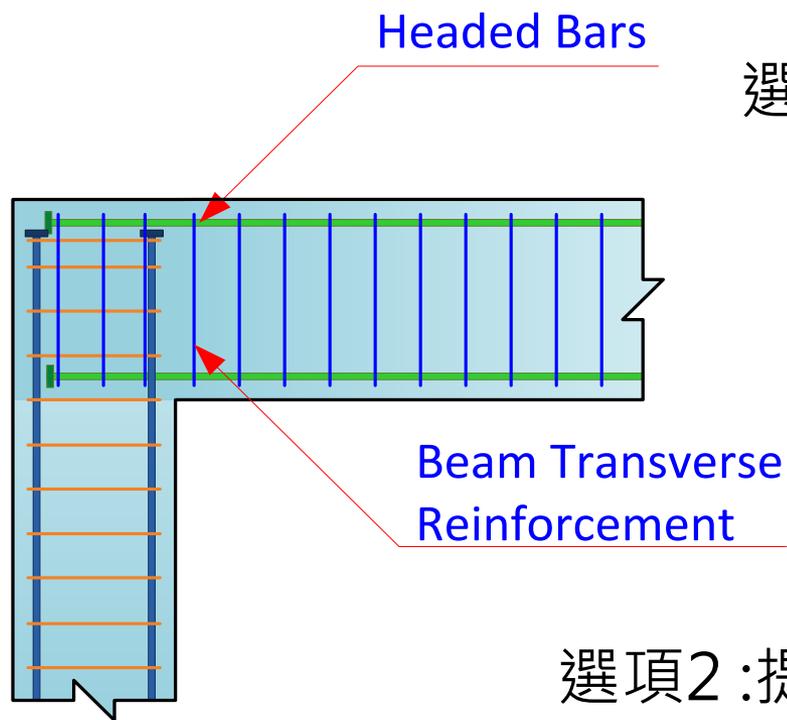
	ACI318-05	新規範
非耐震系統	5600 kgf/cm ² ; 550 MPa; 80 ksi	5600 kgf/cm ² ; 550 MPa; 80 ksi
耐震系統	4200kgf/cm ² ; 420 MPa; 60 ksi	5600 kgf/cm ² ; 550 MPa; 80 ksi

— 剪力鋼筋強度 f_y 上限

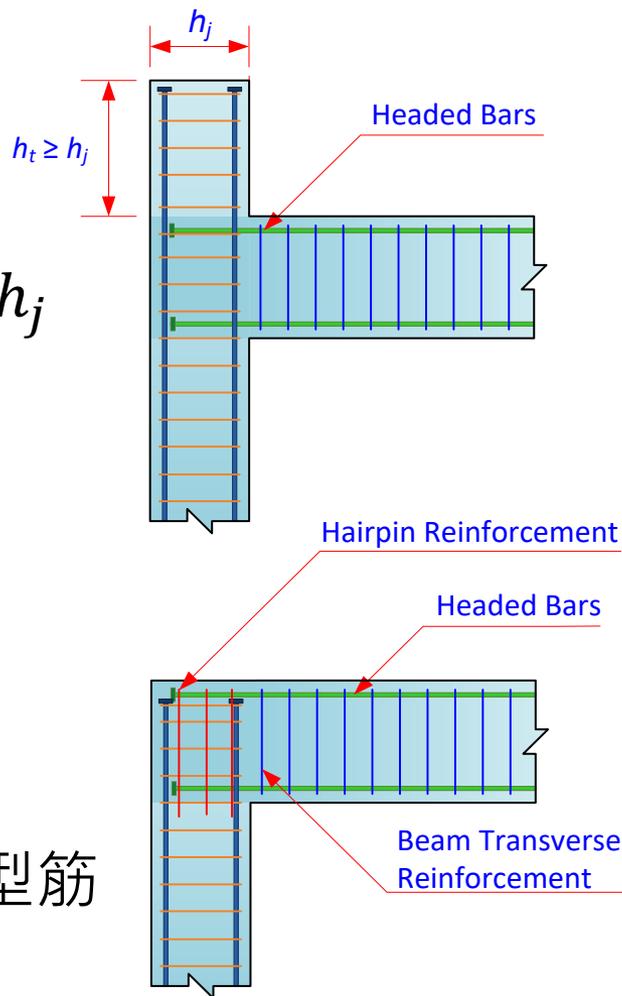
$$f_y \leq 4200 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (420 MPa , 60 ksi)}$$

梁柱接頭設計差異_配筋細部

屋頂層梁鋼筋以擴頭錨定時，
額外細部要求

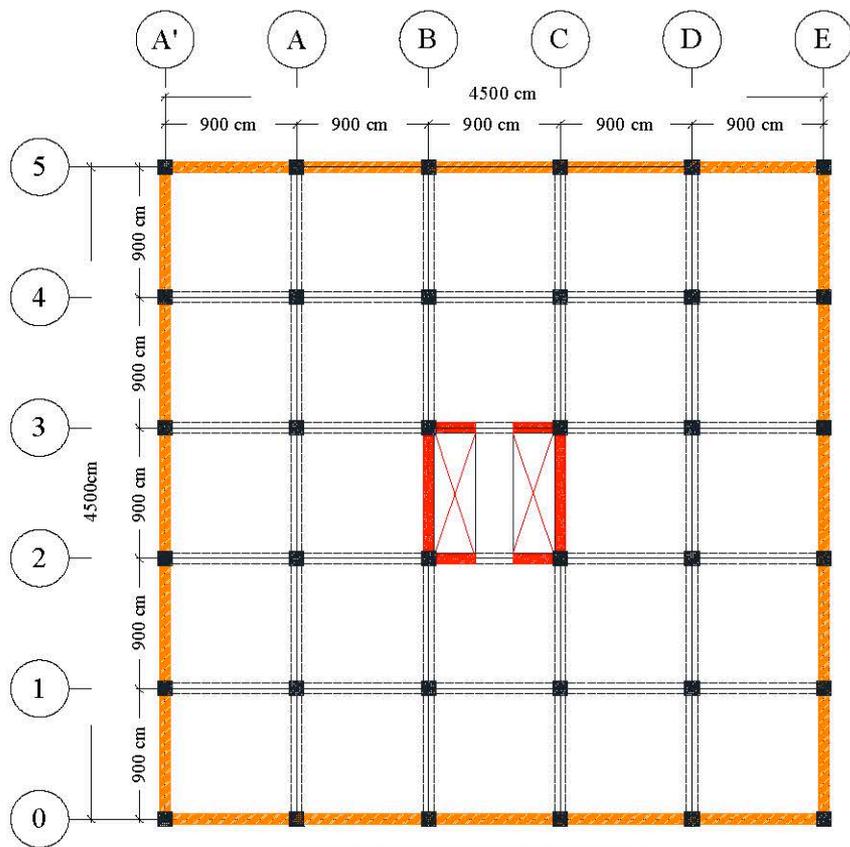


選項1 : $h_t \geq h_j$

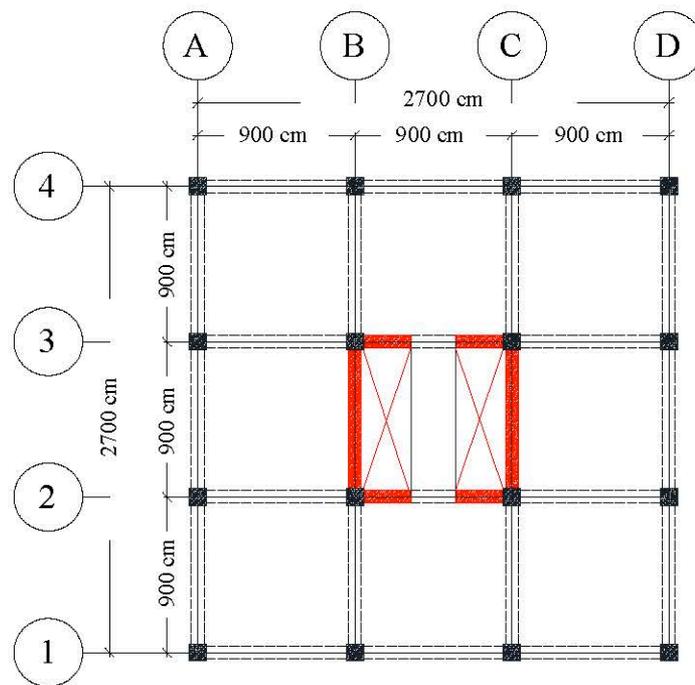


選項2 : 提供額外U型筋

設計案例-基本資訊



1F以下之平面圖

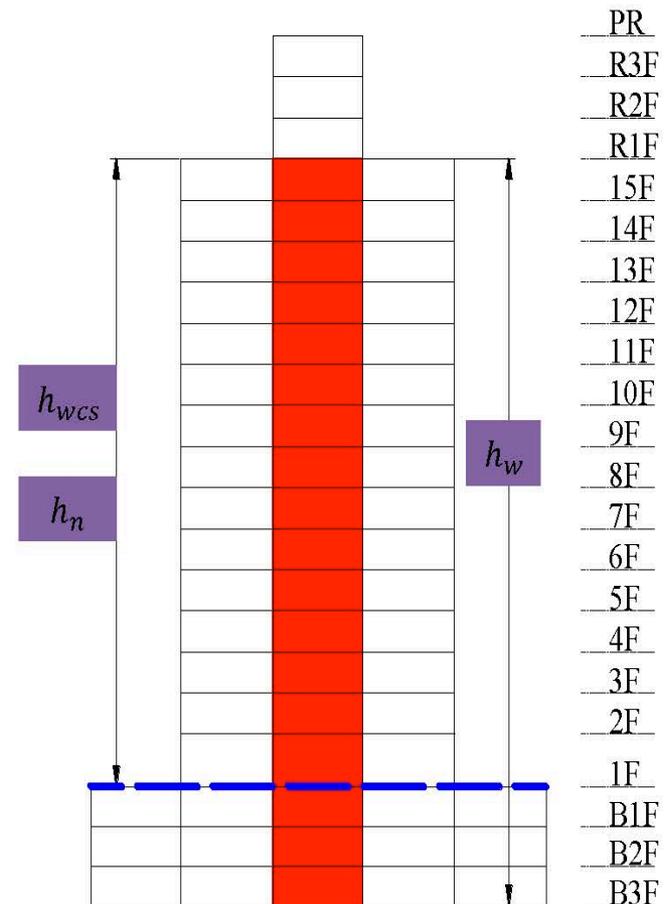


2F以上之平面圖

設計案例-基本資訊

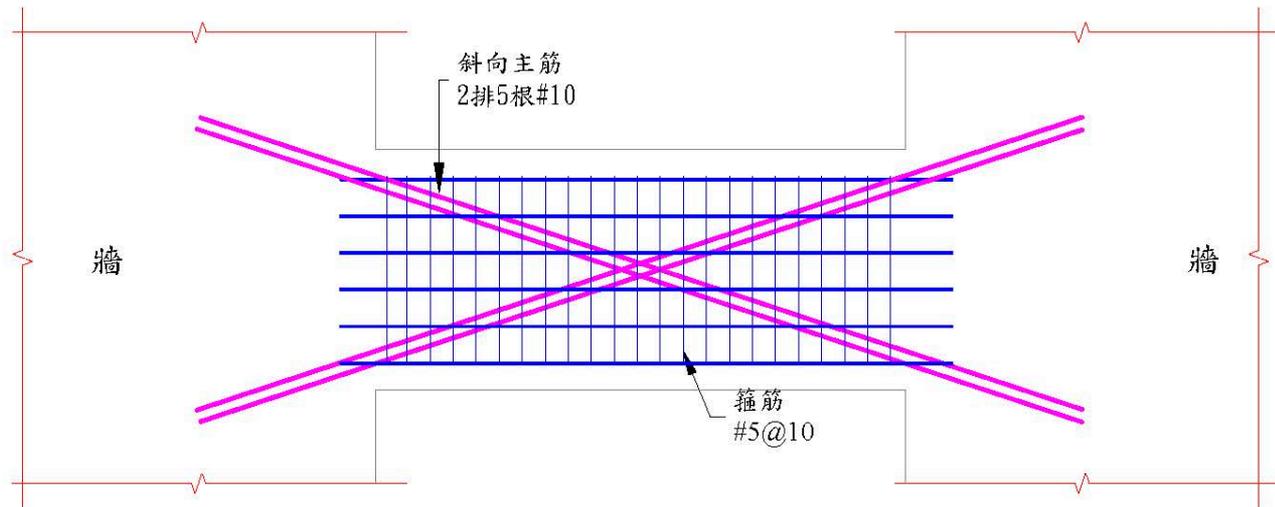
本章節剪力牆設計範例以15層建築之3樓剪力牆為例，設計參數如下：

- 基地位置位於台北一區
- 地上十五層地下三層之一般住宅建築物
- 標準層高為3.3公尺
- 採用RC特殊抗彎矩構架系統加剪力牆之二元系統
- 混凝土強度最高 $f'_c = 560 \text{ kgf/cm}^2$
- 鋼筋強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$
- $h_n = 5040 \text{ cm}$ (基面位於1F)
- $h_w = 6150 \text{ cm}$ (牆底位於B3F)
- $h_{wcs} = 5040 \text{ cm}$ (臨界斷面位於2F牆底)

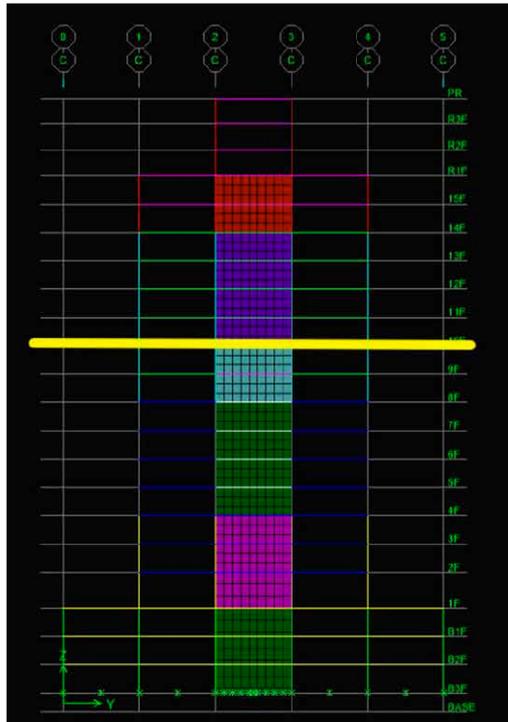


豎向構材-剪力連接梁

剪力連接梁設計成果如下圖所示



設計案例-構架/剪力牆尺寸



	梁	柱	牆厚	f'_c (kgf/cm ²)
R1F	50X70	70X70	40	280
15F	50X70	70X70	40	280
14F	60X80	90X90	50	350
13F	60X80	90X90	50	350
12F	60X80	90X90	70	350
11F	60X80	90X90	70	350
10F	60X80	90X90	75	420
9F	60X80	90X90	75	420
8F	70X90	100X100	80	490
7F	70X90	100X100	80	490
6F	70X90	100X100	80	490
5F	70X90	100X100	80	490
4F	80X100	100X100	80	560
3F	80X100	100X100	80	560
2F	80X100	100X100	80	560
1F	80X105	110X110	100	560
B1F	80X105	110X110	100	560
B2F	65X80	110X110	100	490

韌性設計之必要性

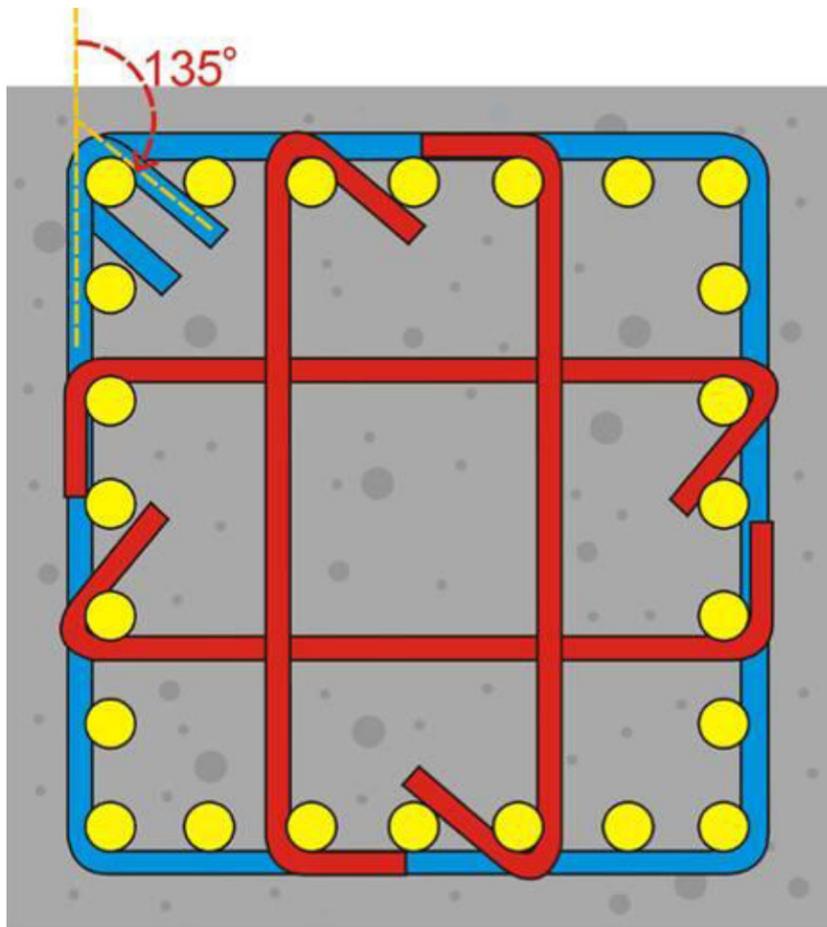


規範訂定設計地震力時

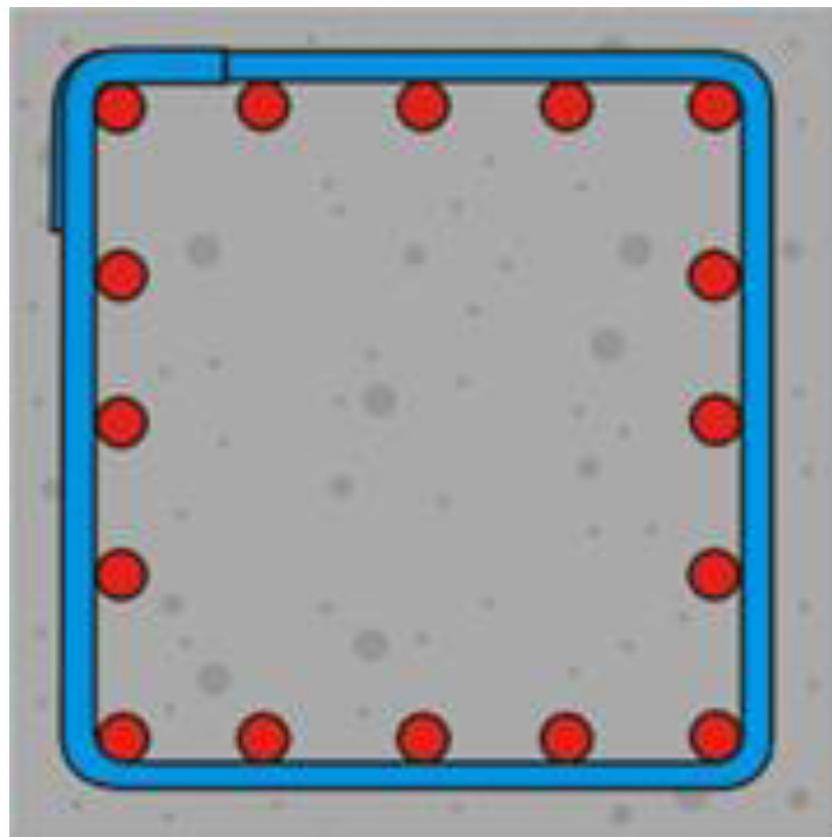
- 已考慮韌性容量而將設計地震力折減，因此構件設計需進行韌性設計。

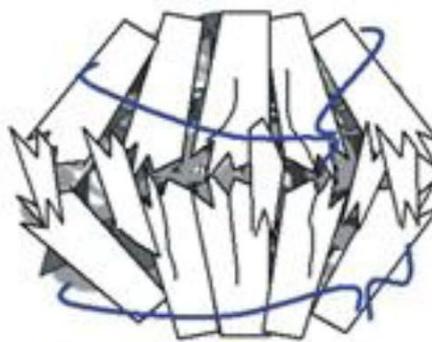
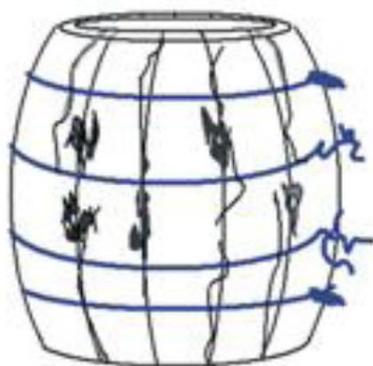
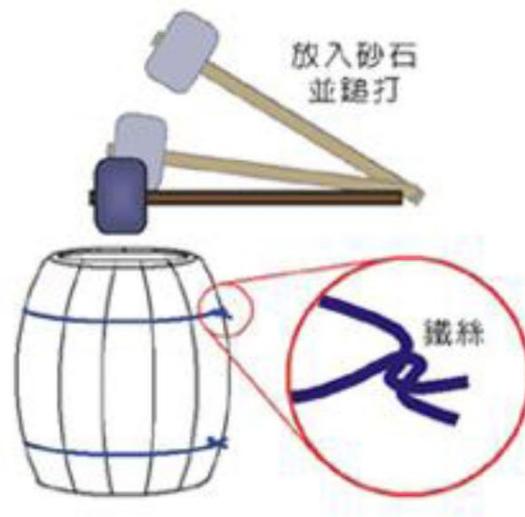
鋼筋綁紮細節要求

良好箍筋與繫筋之彎鉤
每層間距10~15cm

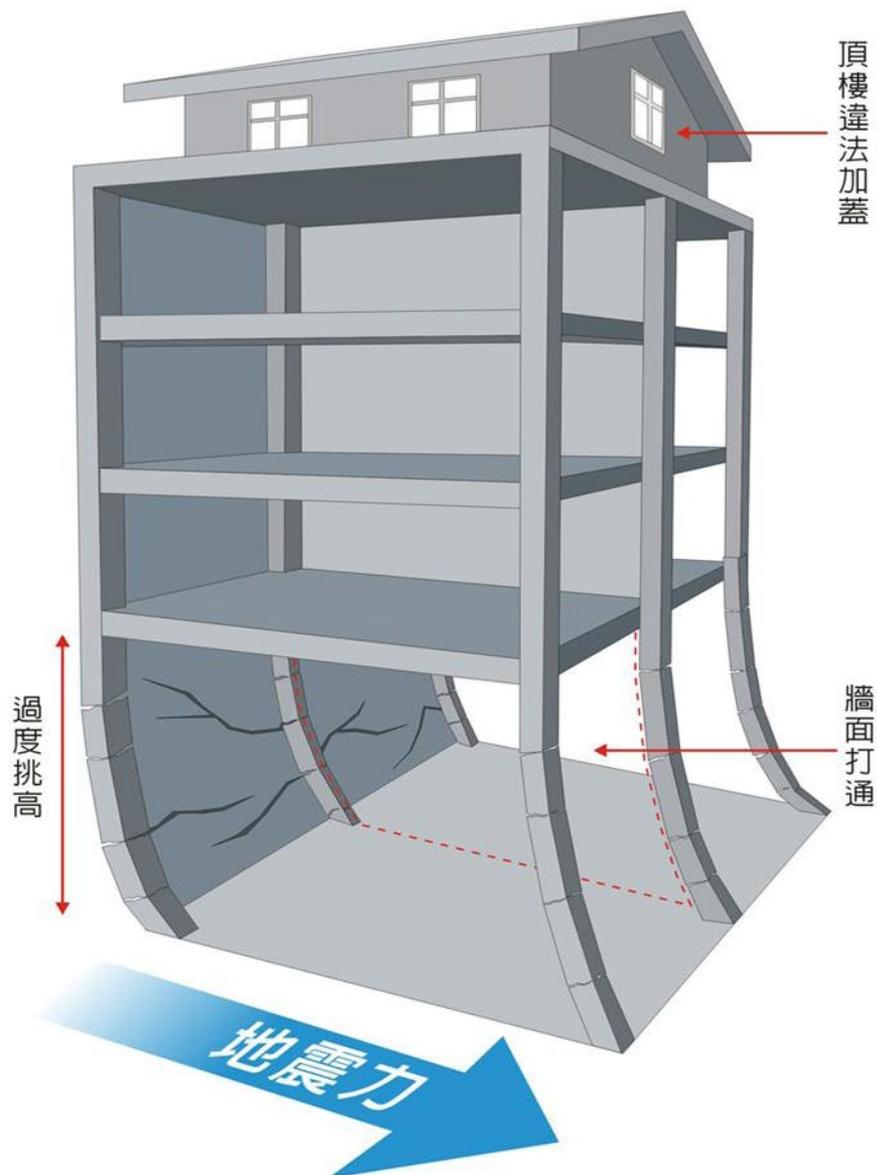


不良箍筋與缺乏繫筋之彎鉤
每層間距30cm





軟弱底層問題



影響結構安全因素

1. 結構設計分析

2. 施工品質

a. 混凝土及鋼筋強度

b. 混凝土氯離子含量 (海砂屋)

1. 使用因素

a. 變更結構

b. 敲除牆壁

c. 滲水

d. 火害

鋼筋混凝土結構破壞原因

- 2、施工過失
 - a · 混凝土強度嚴重不足
 - b · 地下室上一樓之柱施工錯離，且處理不當
 - c · 一樓柱底粒料分離蜂巢及柱底未清理乾淨
 - d · 柱未箍筋未採用135度彎鉤
 - e · 鋼筋細部排紮不正確
 - f · 混凝土氯離子含量過高(海砂屋)

鋼筋混凝土結構破壞原因

- 3、使用者過失
 - a · 不當的破壞結構體
 - b · 拆除RC隔戶牆
 - c · 違法加建
 - d · 超載程度
 - e · 火害

影響建築物之抗震能力：

1、設計因素 F 1

- a · 依地區不同之設計地表加速度
- b · 韌性設計細部要求
- c · 柱 135 度彎鉤
- d · 梁、柱塑性設計
- e · 強柱弱梁設計要求
- f · 極限層剪力檢核

2、施工因素 F 2

- a · 材料強度
- b · 施工品質
- c · 鋼筋排紮品質

3、使用者因素 F 3

- a · 結構體維護程度
- b · 非結構牆拆除程度
- c · 超載程度

最終抗震能力

房屋最終抗震能

$$F = a \times F1 \times F2 \times F3$$

一般 $F1 = 1.2 \sim 3$ (設計因素)

$F2 = 0.6 \sim 1.2$ (施工因素)

$F3 = 0.8 \sim 1.2$ (使用者因素)

例如台北市 $a = 0.24g$

$$F1 = 2.0$$

$$F2 = 1.0$$

$$F3 = 1.0$$

$$F = 0.24 \times 2 \times 1.0 \times 1.0 = 0.48g$$

日勝生浮洲合宜住宅

不均勻變形產生



不均勻變形產生



日勝生浮洲合宜住宅

不均勻變形產生



不均勻變形產生



維冠大樓

mail.narlabs.org.tw

勘災點座標及推估地表加速度

No.	0206主要災情點	Long_WG S84	Lat_WGS 84	Long_TW D67	Lat_TWD 67	評估PGA 值(gal) 幾 何平均值
1	台南市永康區維冠金龍(燦坤)大樓	120.261	23.00523	120.253	23.00697	143.63
2	台南市新化區京城銀行	120.301	23.03636	120.2929	23.0381	171.48
3	台南市東區大智市場	120.231	22.96216	120.2225	22.9639	163.08
4	台南市中西區風神廟	120.196	22.99711	120.1876	22.99885	219.23
5	台南市歸仁區信義北路&大仁街口	120.298	22.96727	120.2895	22.96901	220.30
6	高雄市旗山天后宮	120.482	22.88667	120.4742	22.88842	302.83
7	台南市仁德區太子路101巷	120.267	22.98984	120.2593	22.99158	151.21
8	台南市玉井區民族路205號	120.468	23.1238	120.4598	23.12555	217.24
9	台南市玉井國中	120.47	23.12379	120.4615	23.12554	220.37
10	台南市北門國小玉湖分校	120.139	23.2616	120.1311	23.26333	141.18
11	台南市北門國小	120.125	23.26509	120.1171	23.26682	125.52



施工不良



施工不良









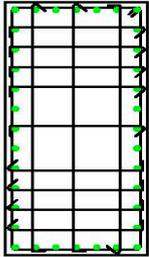




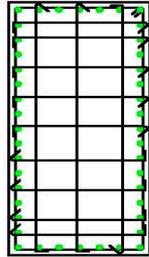


70x80

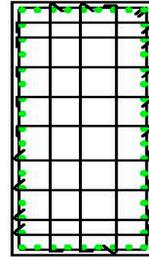




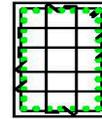
90 x 200



90 x 200



90 x 200



60 x 90

● 44-#10

同圖東區

□ 1-#5+[12-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[12-#4@15 加圖示

● 48-#10

同圖東區

□ 1-#5+[12-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[12-#4@15 加圖示

● 32-#10

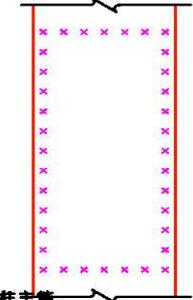
同圖東區

□ 1-#5+[6-#4@10 加圖示

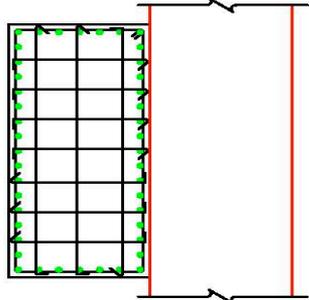
□ 1-#5+[6-#4@15 加圖示

#4@10 加圖示

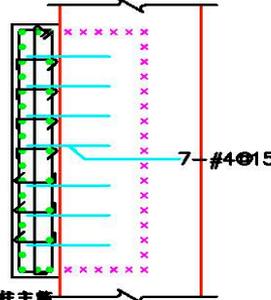
#4@15 加圖示



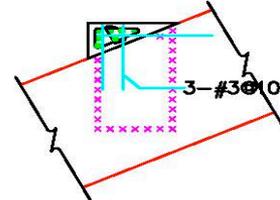
90 x 200



90 x 200



90 x 200



60 x 90

● 44-#10

同圖東區

□ 1-#5+[10-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[10-#4@15 加圖示

● 28-#10 × 27-#10

同圖東區

□ 1-#5+[8-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[8-#4@15 加圖示

● 7-#10 × 25-#10

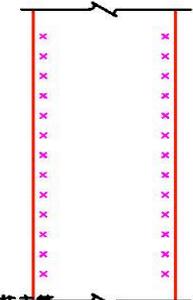
同圖東區

□ 1-#4+[1-#4@10 加圖示

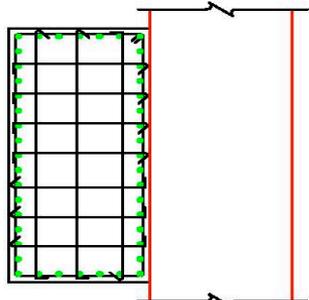
□ 1-#4+[1-#4@15 加圖示

#4@10 加圖示

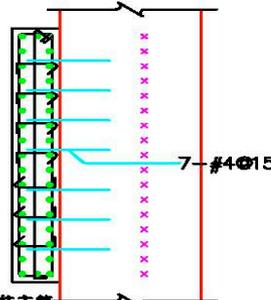
#4@15 加圖示



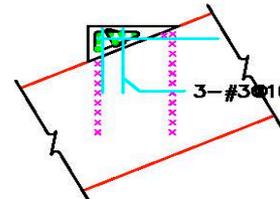
90 x 200



90 x 200



90 x 200



60 x 90

● 44-#10

同圖東區

□ 1-#5+[10-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[10-#4@15 加圖示

● 28-#10 × 17-#10

同圖東區

□ 1-#5+[8-#4@10 加圖示

□ 1-#5+[8-#4@15 加圖示

● 7-#10 × 20-#10

同圖東區

□ 1-#4+[1-#4@10 加圖示

□ 1-#4+[1-#4@15 加圖示

#4@10 加圖示

#4@15 加圖示





