

建築結構及住宅規劃趨勢

1.緣起

2.結構設計概念

3.住宅結構規劃趨勢

4.新建住宅性能評估與耐震標章

5.實際案例（以宜居建築為例）

6.結語

1. 緣起

在921集集地震侵襲下，國內有不少建築結構損傷甚或倒塌，其中施工不良是重要的原因之一。**建築結構施工品質不良與建築結構之監造有密切的關係**，過去數十年，國內建築結構之監造品質良莠不齊，不同建築結構之間，監造者甚或業主對施工品質要求的嚴謹度，常有很大的差異。





日本 (1995阪神大地震)

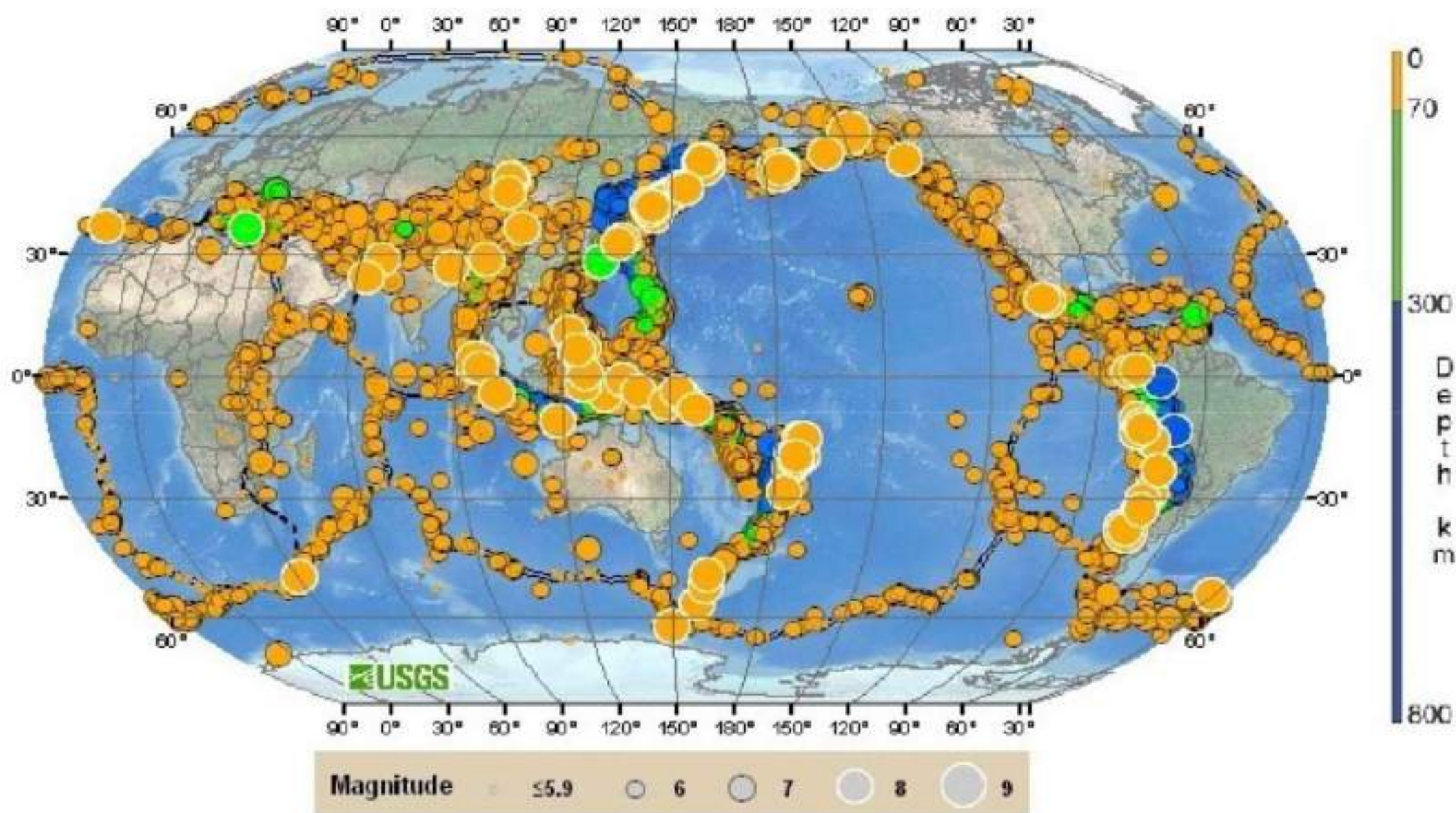


2015.4.28 尼泊爾地震



美國 (1994北嶺大地震)

世界地震分佈



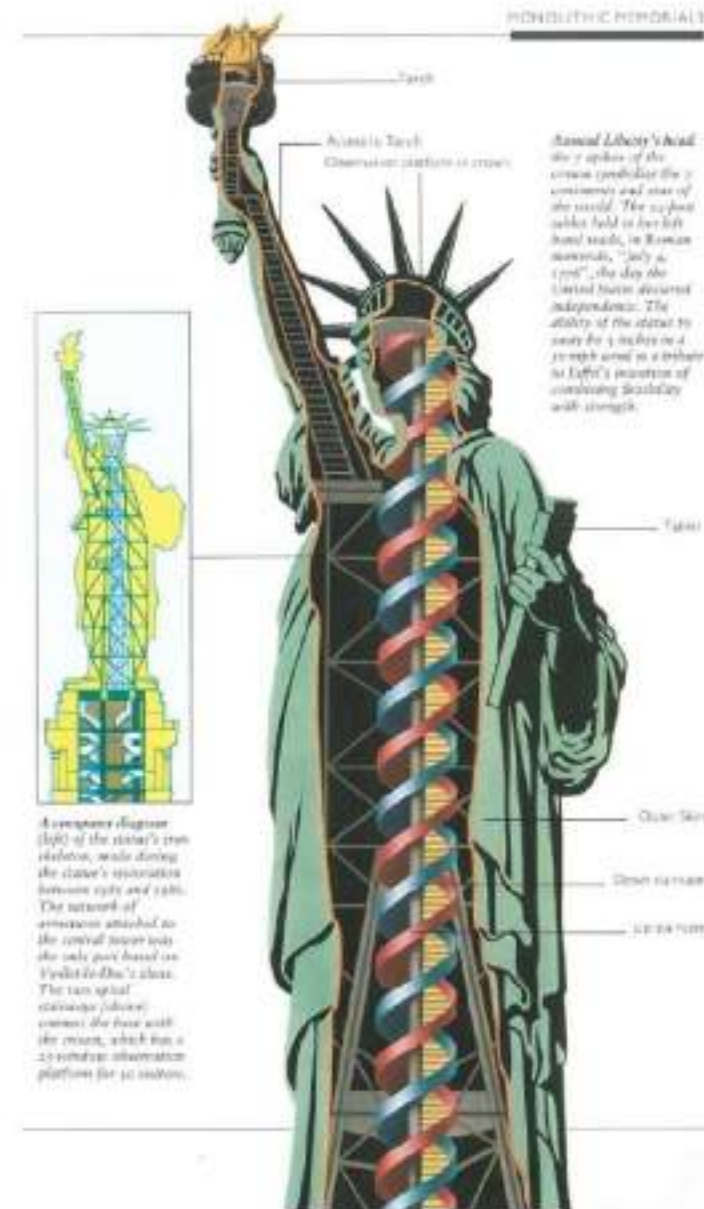
➔ 地震防災為各國重要課題

台灣活斷層分布圖



何謂結構？

形體上承擔重力或外力的部分的構造



為何結構需要設計？

- 安全性：結構須能抵抗載重。
- 使用性：1. 結構內須保留使用空間。
2. 控制變形，以確保使用的舒適性。
- 經濟性：以最低的結構成本，來達到設計目標。
- 施工性：良好施工性才能確保施工品質。

2 結構設計概念

- 訂定結構系統：配合空間規劃安排結構系統
- 載重分析：依據結構可能面臨的載重加載分析
- 桿件設計：
 - 1.依載重作用後的桿件力量設計桿件尺寸。
 - 2.桿件強度 $>$ 作用應力。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 系統種類：框架，桁架，懸索



結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 材料：木，磚，鋼骨，鋼筋，混凝土
- 構造：RC，SS，SRC，混合
- 構件：梁，柱，版，牆，斜撐，拉桿

結構設計概念

- 訂定結構系統

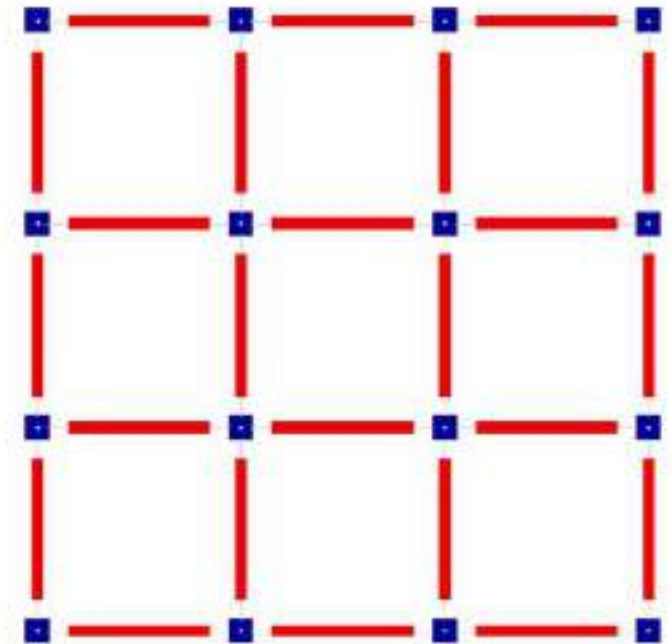
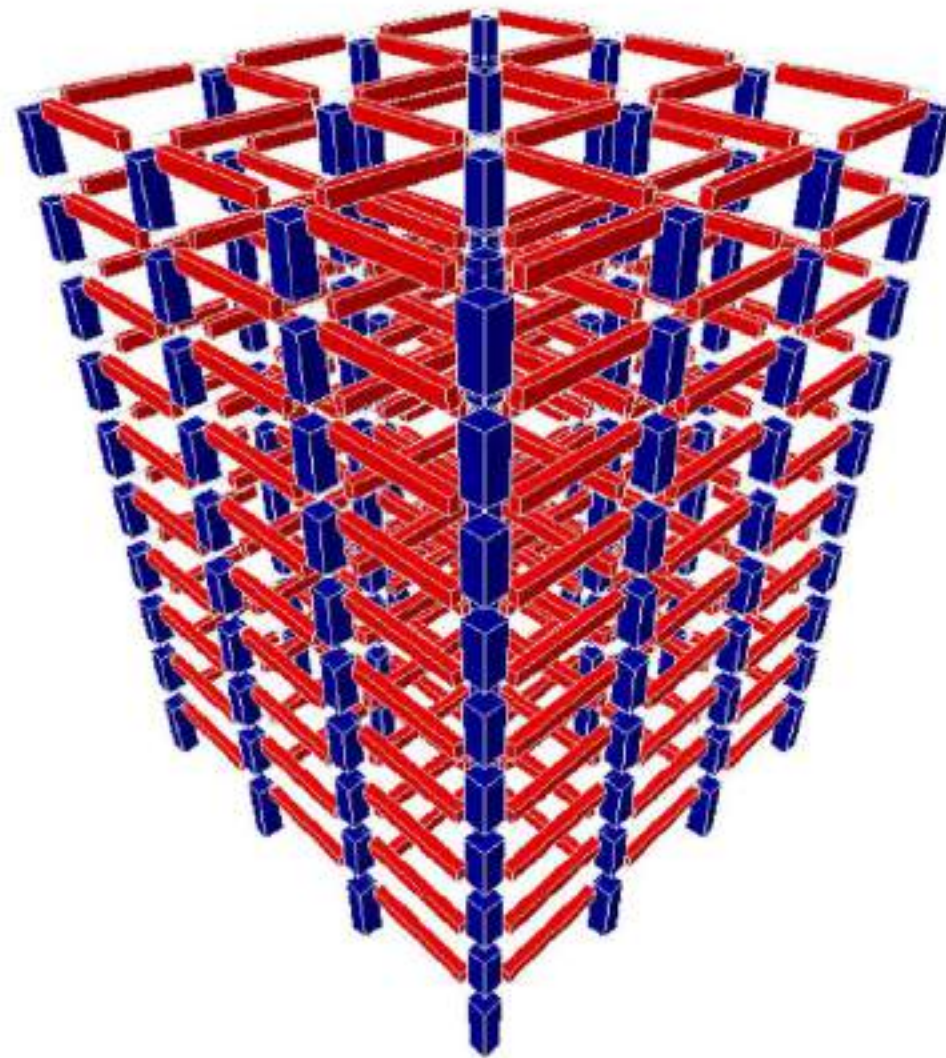
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析

載重類型
分析模式

- 桿件設計

以構造區分
以設計法區分



結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 靜載重：梁，柱，樓版，牆，粉刷，外飾材料(磁磚，石材，金屬，木材)，水池，景觀覆土



結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 活載重：建築技術規則；人，家具，家電，儲藏物品，設備

樓地版用途類別	載重 (kgf/m ²)
1. 住宅、旅館客房、病房	200
2. 教室	250
3. 辦公室、商店、餐廳、圖書閱覽室、醫院手術室及固定座位之集會堂、電影院、戲院、歌廳與演藝場等	300
4. 博物館、健身房、保齡球館、太平間、市場及無固定座位之集會堂、電影院、戲院、歌廳與演藝場等	400
5. 百貨商場、拍賣商場、舞廳、夜總會、運動場及看臺、操練場、工作場、車庫、臨街看臺、太平樓梯與公共走廊	500
6. 倉庫、書庫	600
7. 走廊、樓梯之活載重應與室載重相同，但供公眾使用人數眾多者如教室、集會堂等之公共走廊、樓梯每平方公尺不得少於 400 公斤	
8. 屋頂露臺之活載重得較室載重每平方公尺減少 50 公斤，但供公眾使用人數眾多者，每平方公尺不得少於 300 公斤	

備註：垂直載重中不屬於靜載重者，均為活載重。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 地震力：建築物耐震設計規範；地震分區，近斷層，建築物用途，樓層自重

2.2 最小設計水平總橫力

構造物各主軸方向分別所受地震之最小設計水平總橫力 V 依下式計算：

$$V = \frac{S_{aD} I}{1.4\alpha_y F_u} W \quad (2-1)$$

(2-1)式中， $\frac{S_{aD}}{F_u}$ 得依(2-2)式修正，修正後命為 $\left(\frac{S_{aD}}{F_u}\right)_m$ 如下：

$$\left(\frac{S_{aD}}{F_u}\right)_m = \begin{cases} \frac{S_{aD}}{F_u} & ; \frac{S_{aD}}{F_u} \leq 0.3 \\ 0.52 \frac{S_{aD}}{F_u} + 0.144 & ; 0.3 < \frac{S_{aD}}{F_u} < 0.8 \\ 0.70 \frac{S_{aD}}{F_u} & ; \frac{S_{aD}}{F_u} \geq 0.8 \end{cases} \quad (2-2)$$

則

$$V = \frac{I}{1.4\alpha_y} \left(\frac{S_{aD}}{F_u}\right)_m W \quad (2-3)$$

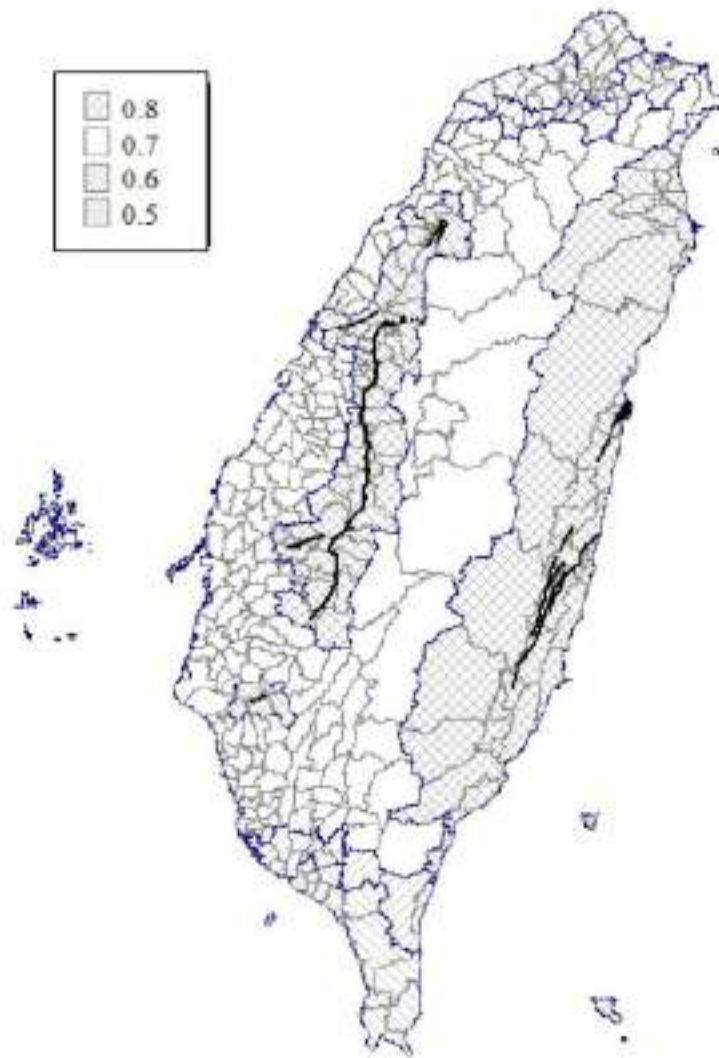
結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 地震力：建築物耐震設計規範；地震分區，近斷層，建築物用途，樓層自重



地震分區圖

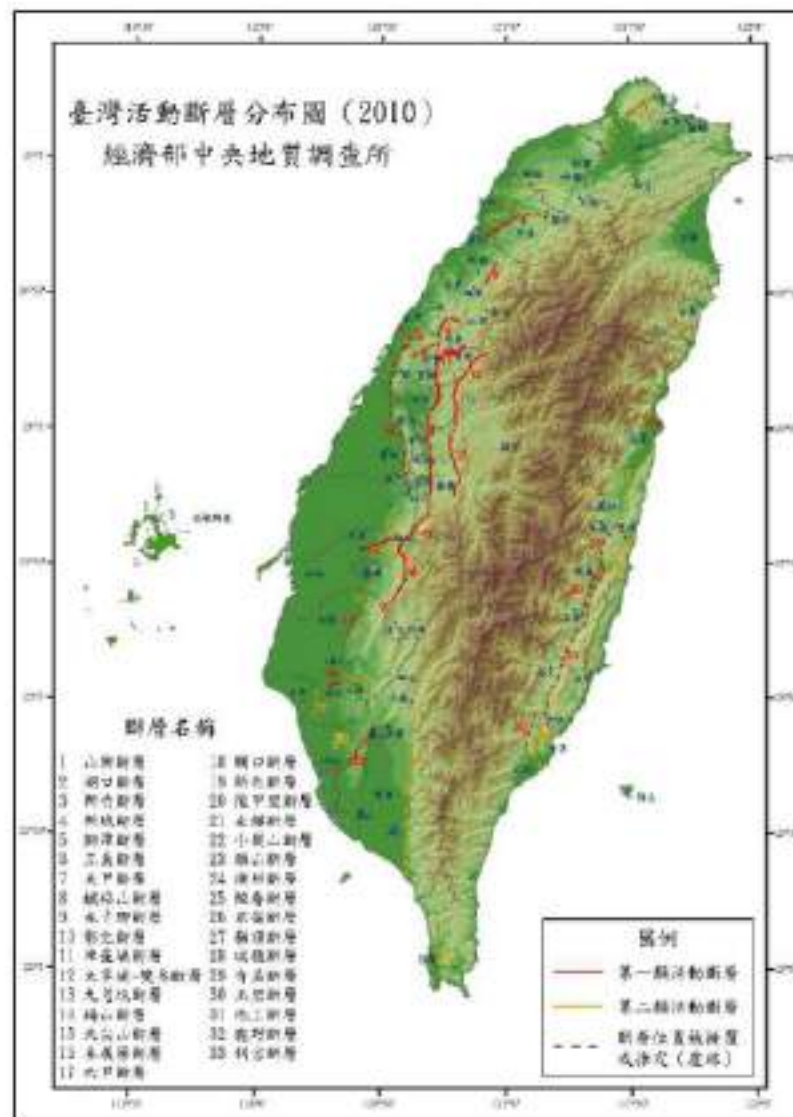
結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 地震力：建築物耐震設計規範；地震分區，近斷層，建築物用途，樓層自重



第一類活斷層分布圖

圖 3-4(c) 台灣地區活動斷層分布圖

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 地震力：建築物耐震設計規範；地震分區，近斷層，建築物用途，樓層自重

2.8 用途係數

用途係數 I 依下列規定：

第一類建築物

地震災害發生後，必須維持機能以救濟大眾之重要建築物， $I=1.5$ 。

第二類建築物

儲存多量具有毒性、爆炸性等危險物品之建築物， $I=1.5$ 。

第三類建築物

下列公眾使用之建築物， $I=1.25$ 。

一棟建築物如係混合使用，上述供公眾使用場所累計樓地板面積超過 3000 平方公尺或總樓地板面積百分之二十以上者，用途係數才需用 1.25。如一棟建築物單種用途使用時，必須總樓版面積超過 1000 平方公尺，用途係數才需用 1.25。

第四類建築物

其他一般建築物， $I=1.0$ 。

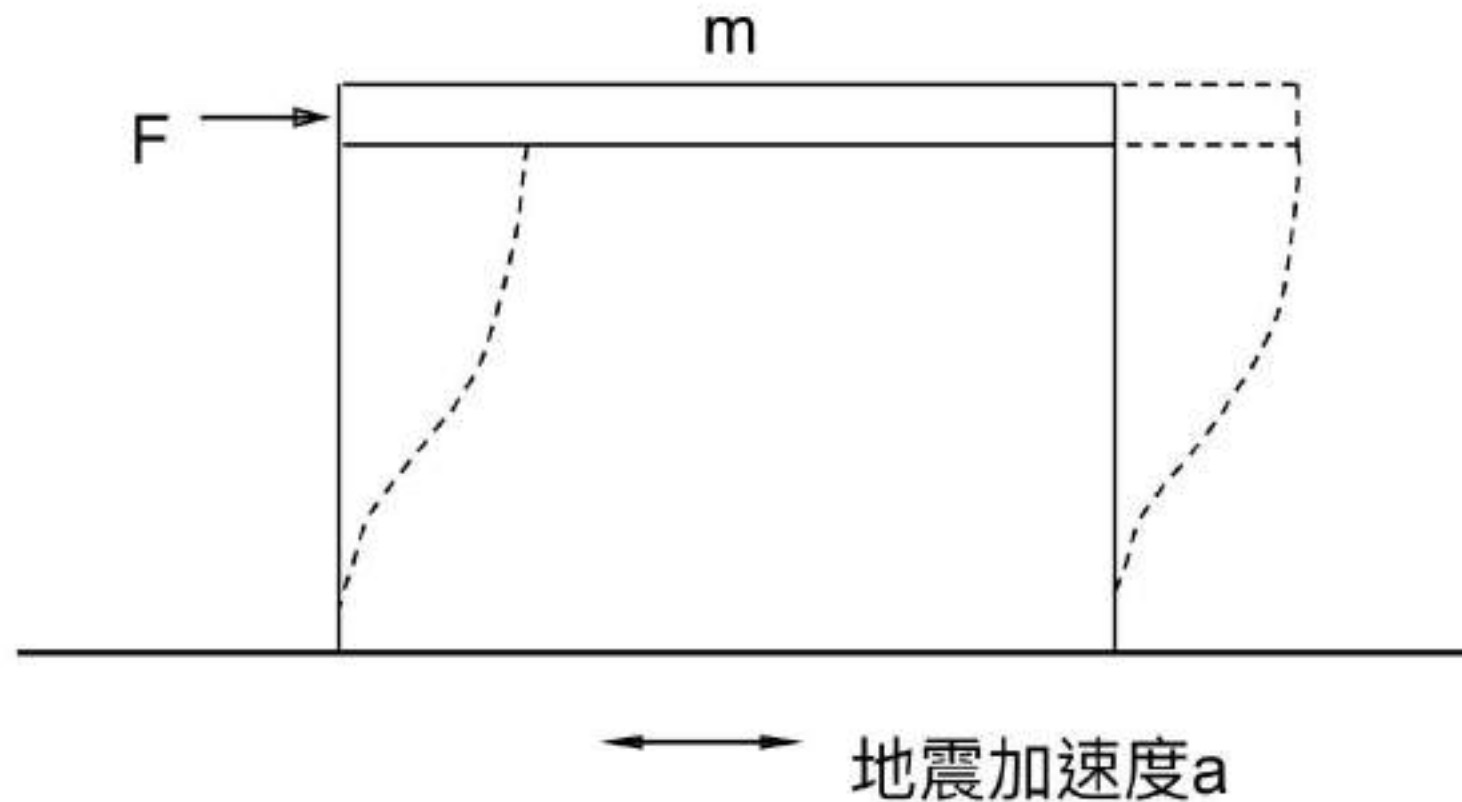
結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 地震力：建築物耐震設計規範；地震分區，近斷層，建築物用途，樓層自重



牛頓運動定律：

地震造成結構的地震力(F)=樓層自重(m) \times 地震加速度(a)

樓層自重(m)愈大，造成結構的地震力(F)也愈大

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 風力： 建築物耐風設計規範；風力級區，地況，
建築物用途

2.2 設計風力計算式

封閉式、部分封閉式或開放式建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統所應承受之設計風壓 p ，屋頂女兒牆設計風壓 p_p 及設計風力 F ，應依本節規定之公式計算，相關公式整理列於表 2.1。

封閉式或部分封閉式普通建築物或地上獨立結構物之主要風力抵抗系統所應承受之設計風壓 p ，依下式計算：

$$p = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \dots \dots \dots (2.1)$$

式中對迎風面牆，外風速壓 q 採 $q(z)$ ；對背風面牆、側牆與屋頂，外風速壓 q 採 $q(h)$ ； $q(z)$ 與 $q(h)$ 依 2.6 節之規定計算。對封閉式建築物或內風壓取負值之部分封閉式建築物，內風速壓 q_i 採 $q(h)$ ；對內風壓取正值之部分封閉式建築物，內風速壓 q_i 可採 $q(z_{h_0})$ 或 $q(h)$ ，其中， z_{h_0} 為會影響正值內風壓之最高開口高度。 G 為普通建築物之陣風反應因子，依 2.7 節之規定計算。 C_p 為外風壓係數，依 2.8 節之規定計算。 (GC_{pi}) 為內風壓係數，依 2.9 節之規定計算。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 風力： 建築物耐風設計規範；風力級區，地況，建築物用途

2.4 基本設計風速

任一地點之基本設計風速 $V_{10}(C)$ ，係假設該地點之地況種類為 C 類，離地面 10 公尺高，相對於 50 年回歸期之 10 分鐘平均風速，其單位為 m/s。

臺灣地區各地之基本設計風速，分為下列各區：

一、臺灣本島地區：

(一) 每秒四十七·五公尺區：

花蓮縣：花蓮市、吉安鄉。

屏東縣：恆春鎮、滿州鄉。

(二) 每秒四十二·五公尺區：

基隆市。

臺北縣：貢寮鄉、雙溪鄉、坪林鄉、瑞芳鎮、平溪鄉、石碇鄉、深坑鄉、汐止市、萬里鄉、金山鄉、石門鄉、三芝鄉、淡水鎮。

(三) 每秒三十七·五公尺區：

臺北縣：烏來鄉、新店市、三峽鎮、五股鄉、蘆洲市、三重市、泰山鄉、新莊市、板橋市、中和市、永和市、土城市、樹林市、鶯歌鎮、林口鄉、八里鄉。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 風力： 建築物耐風設計規範；風力級區，地況，
建築物用途

地況種類依建築物所在位置及其附近地表特性而定，分成以下三類：

- (1) 地況 A：大城市市中心區，至少有 50%之建築物高度大於 20 公尺者。建築物迎風向之前方至少 800 公尺或建築物高度 10 倍的範圍（兩者取大值）係屬此種條件下，才可使用地況 A。
- (2) 地況 B：大城市市郊、小市鎮或有許多像民舍高度（10~20 公尺），或較民舍為高之障礙物分布其間之地區者。建築物迎風向之前方至少 500 公尺或建築物高度 10 倍的範圍（兩者取大值）係屬此種條件下，方可使用地況 B。
- (3) 地況 C：平坦開闊之地面或草原或海岸或湖岸地區，其零星座落之障礙物高度小於 10 公尺者。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 風力： 建築物耐風設計規範；風力級區，地況，
建築物用途

2.5 用途係數

一般建築物之基本設計風速係對應於 50 年回歸期，為提高重要建築物之基本設計風速為 100 年回歸期，並降低重要性較低建築物之基本設計風速為 25 年回歸期，訂定用途係數 I 。

第一類建築物

風災發生後，必需維持機能以救濟大眾之重要建築物與相關之附屬或獨立結構物， $I = 1.1$ 。

第二類建築物

儲存多量具有毒性、爆炸性等危險物品之建築物與相關之附屬或獨立結構物， $I = 1.1$ 。

第三類建築物

下列供公眾使用之建築物與相關之附屬或獨立結構物， $I = 1.1$ 。

第四類建築物

建築物破壞時，對人類之生命危害度小，如臨時性設施及非居住性儲藏設施等， $I = 0.9$ 。

第五類建築物

其他一般建築物與相關之附屬或獨立結構物， $I = 1.0$ 。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

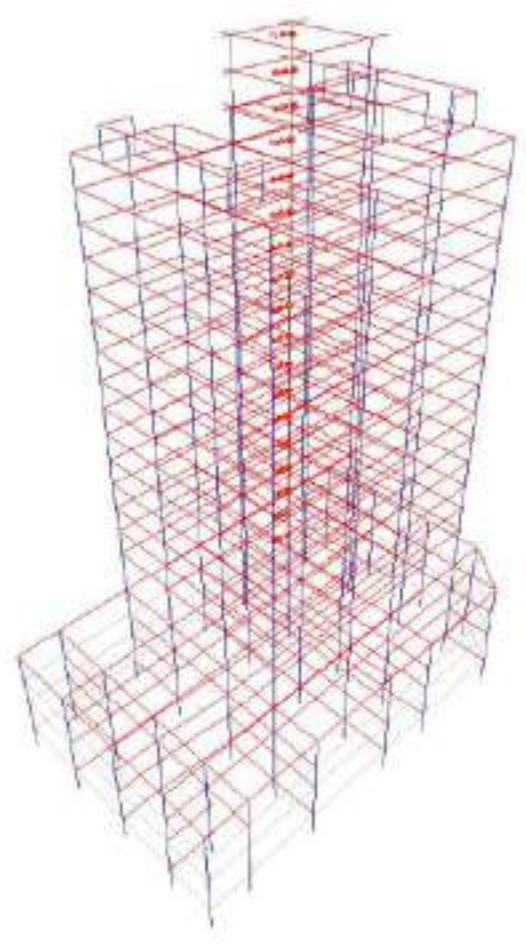
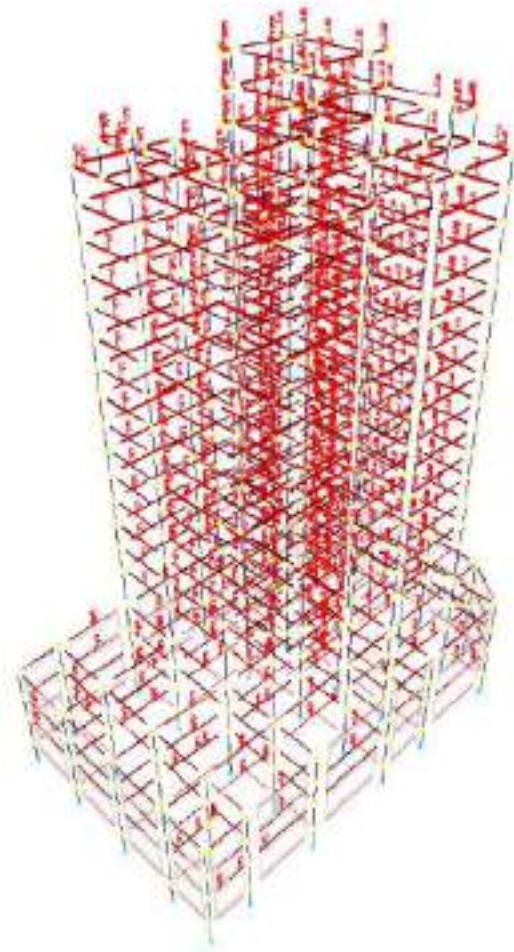
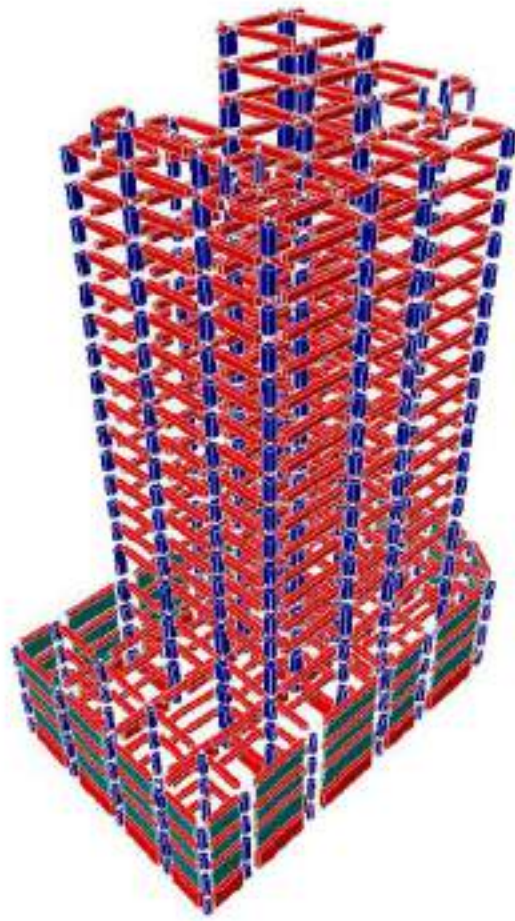
- 土壓力：建築物基礎構造設計規範；土壤性質，覆土深度(地下室開挖深度)
- 水壓力：水深，地下水位高度

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

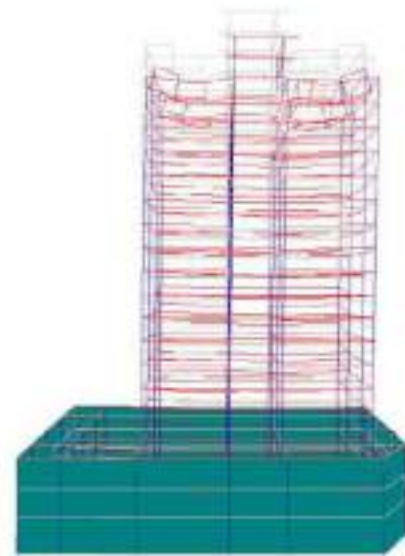


結構設計概念

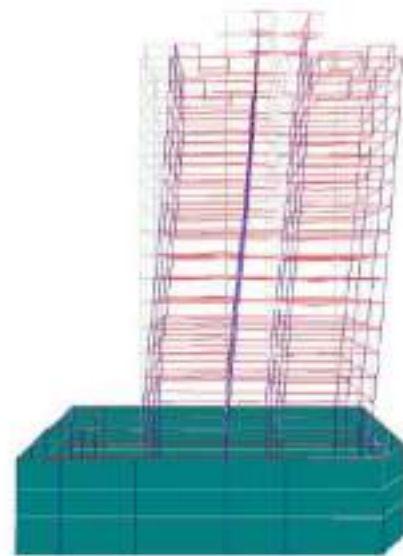
- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分



垂直載重作用下變形及應力



地震載重作用下變形及應力

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 鋼筋混凝土(RC)構造：鋼筋混凝土結構設計規範
- 鋼骨(SS)構造：鋼結構容許應力設計法，
鋼結構極限強度設計法
- 鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)：鋼骨鋼筋混凝土設計規範
- 混合構造：根據所有使用的構造形式，分別依各個設計
規範設計之

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 彈性設計：桿件強度 > 作用應力，使材料保持在彈性範圍內

$$\phi_i R_i \geq \sum r_i Q_i$$

其中， ϕ_i 為材料或構件的強度折減係數， $\phi_i < 1.0$ ； R_i 為標稱強度； r_i 為載重放大係數， $r_i \geq 1.0$ ； Q_i 則為標稱載重；而 ϕ_i 及 r_i 皆以可靠度之方法決定之。

結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 韌性設計：針對地震力作用下的結構設計方式

1. 彈性設計成本太高：以結構物生命週期內會面臨的最大地震作用下，以彈性設計所設計出的結構成本太高，且該地震發生機率不大，整體社會成本太高。
2. 韌性設計目標：小震不壞，中震可修，大震不倒
3. 韌性設計方法：強柱弱梁，強剪弱彎，強節點弱桿件

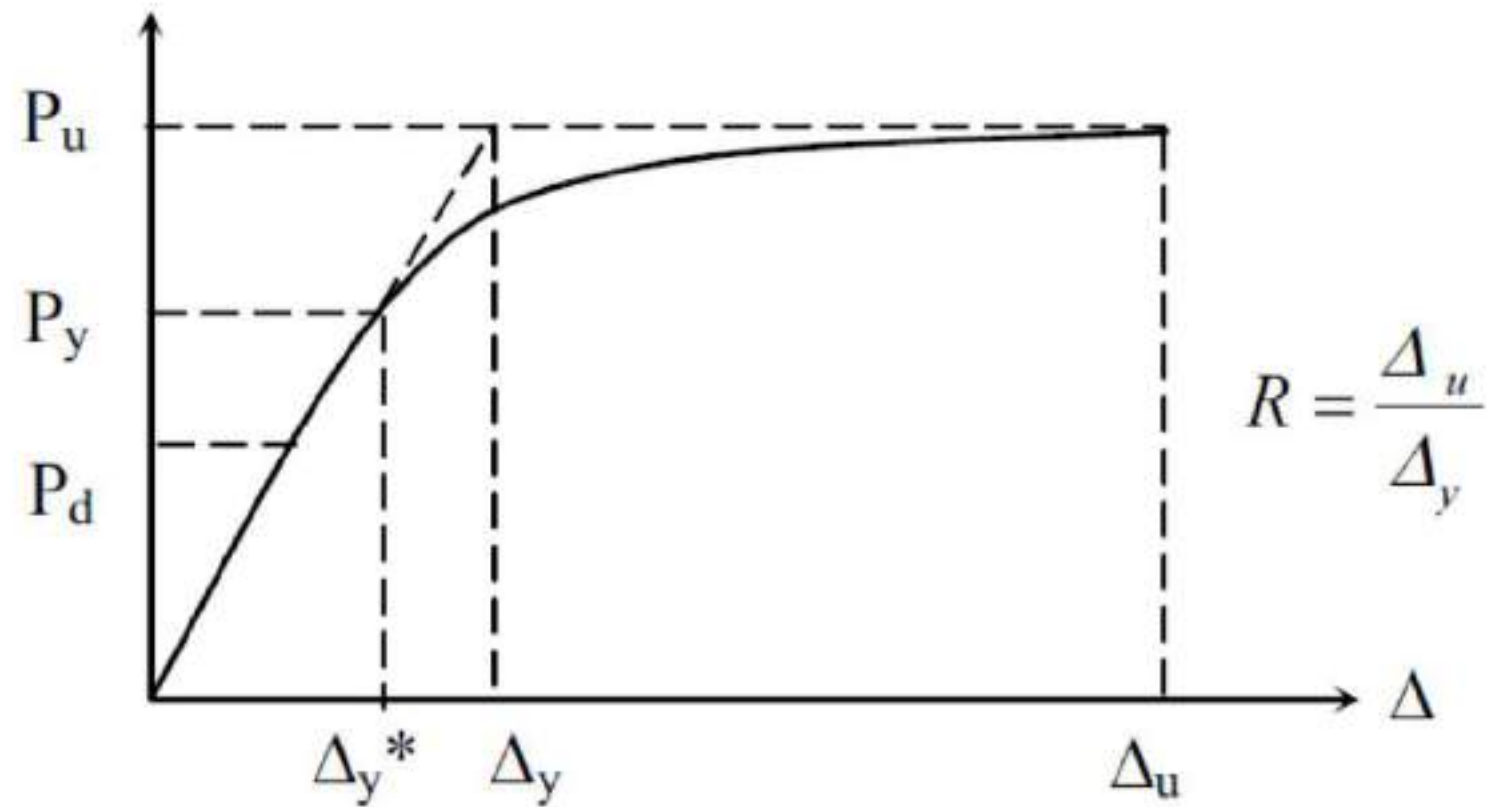
結構設計概念

- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 中小地震保持彈性，大地震時發揮韌性



結構設計概念

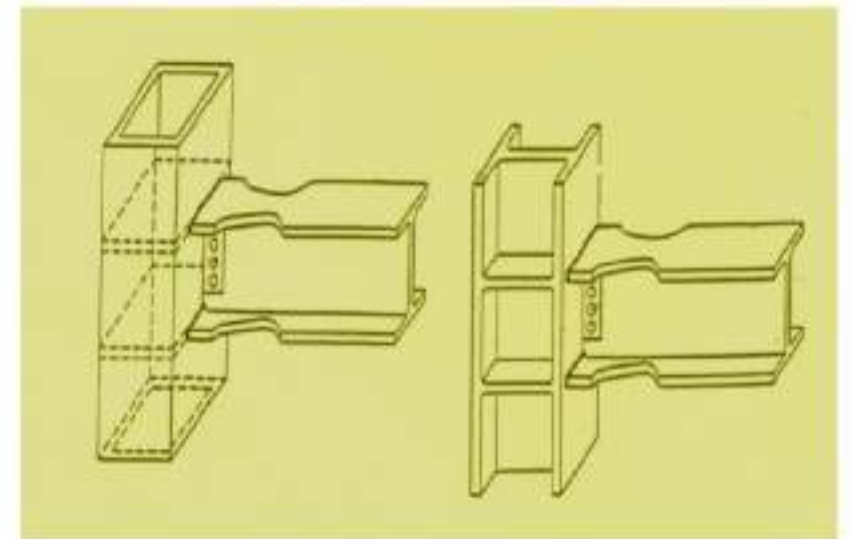
- 訂定結構系統
結構系統內容
結構系統選擇

- 載重分析
載重類型
分析模式

- 桿件設計
以構造區分
以設計法區分

- 強柱弱梁，強剪弱彎，強節點弱桿件

$$\frac{\sum Z_c (F_{yc} - P_{uc} / A_g)}{\sum Z_b F_{yb}} \geq 1.25$$



結構設計未來趨勢

●結構系統

材料高強化
構件輕量化
系統智能化

●載重分析

非線性靜力分析
非線性動力分析

●桿件設計

性能設計

●材料高強化：

- 1.減少結構尺寸，增加使用空間
- 2.減少結構自重，降低地震力，減輕地震作用時的構件負擔
- 3.降低結構成本
- 4.減少資源浪費，節能減碳

●材料高強化作法：

- 1.鋼骨：SM570M
- 2.混凝土：10000psi

結構設計未來趨勢

●結構系統

材料高強化
構件輕量化
系統智能化

●載重分析

非線性靜力分析
非線性動力分析

●桿件設計

性能設計

●系統智能化：

利用結構主動或被動控制技術，以增加系統阻尼或降低載重輸入等手段，來提高結構抵抗載重的能力。

●系統智能化作法：

- 1.制震：在構架中增設制震器，於地震作用時吸收地震能量，降低結構反應，達到保護構架的目的。
- 2.隔震：在構架底部設置隔震器，於地震作用時藉由隔震器的特性來減少輸入構架的能量，使構架承受的地震力降低，達到保護構架的目的。

結構設計未來趨勢

- 結構系統

- 材料高強化
- 構件輕量化
- 系統智能化

- 載重分析

- 非線性靜力分析
- 非線性動力分析

- 桿件設計

- 性能設計

- 制震作法：



結構設計未來趨勢

- 結構系統

材料高強化
構件輕量化
系統智能化

- 載重分析

非線性靜力分析
非線性動力分析

- 桿件設計

性能設計

- 隔震作法：



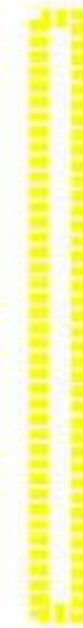
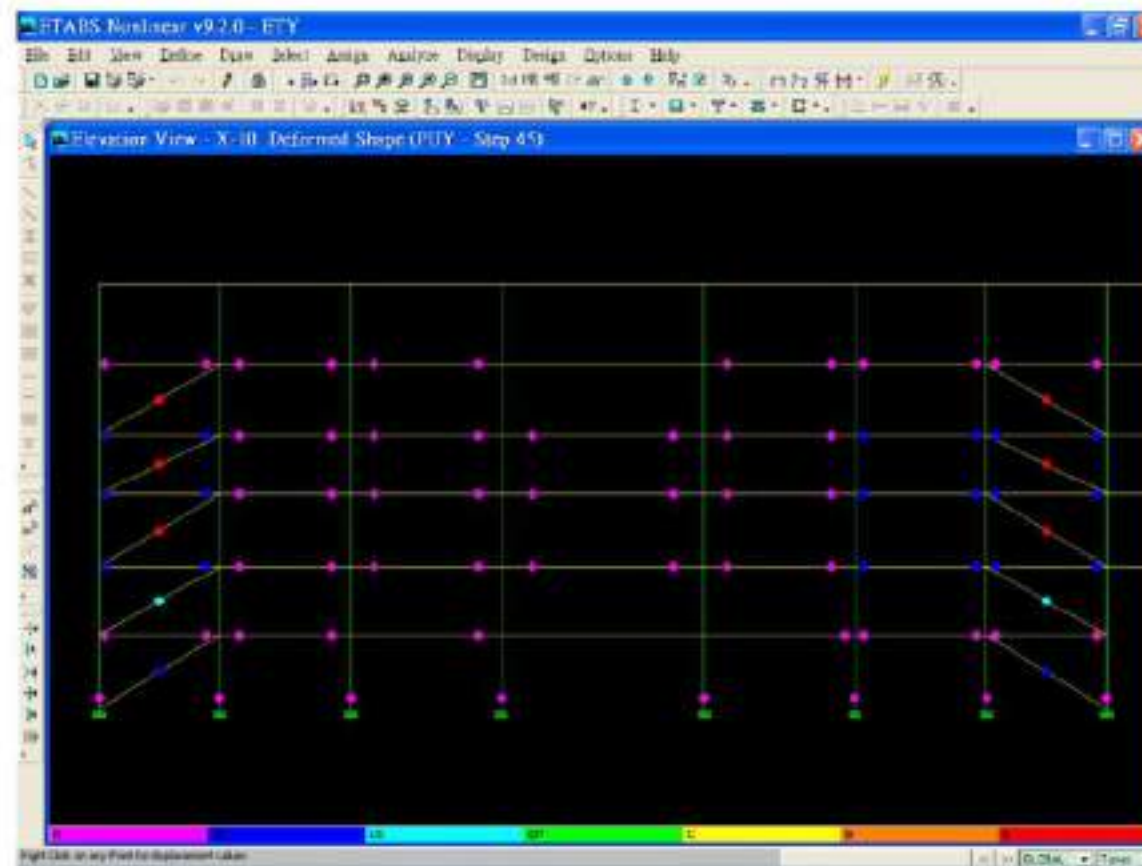
結構設計未來趨勢

- 結構系統
材料高強化
構件輕量化
系統智能化

- 載重分析
非線性靜力分析
非線性動力分析

- 桿件設計
性能設計

- 非線性靜力分析：以側推分析(pushover)觀察結構桿件進入塑性階段後的結構變形、應力及破壞機制。



結構設計未來趨勢

●結構系統

材料高強化
構件輕量化
系統智能化

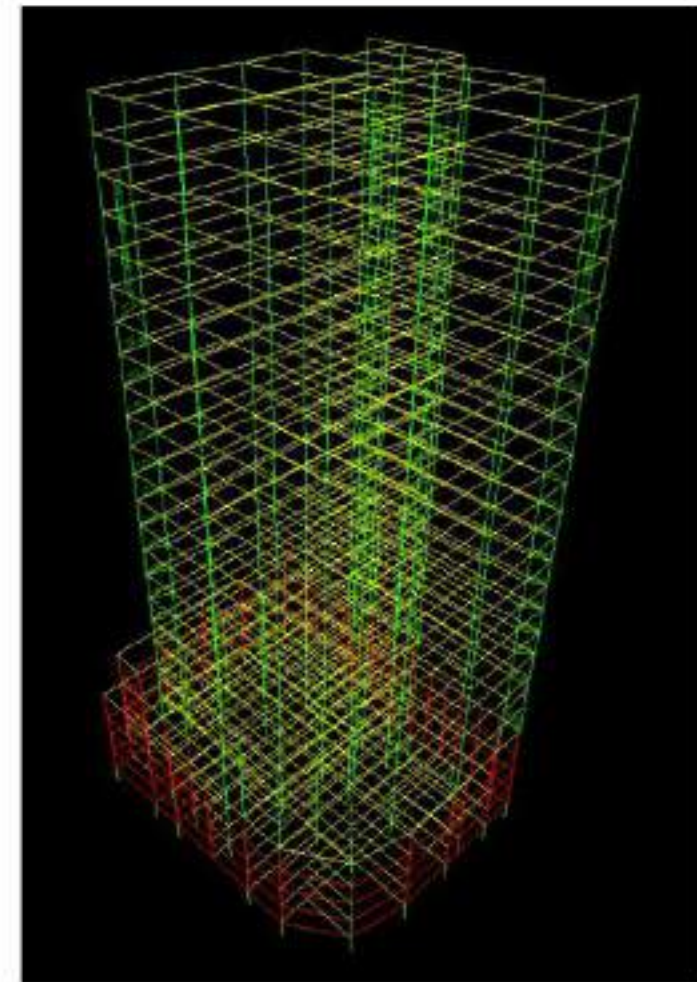
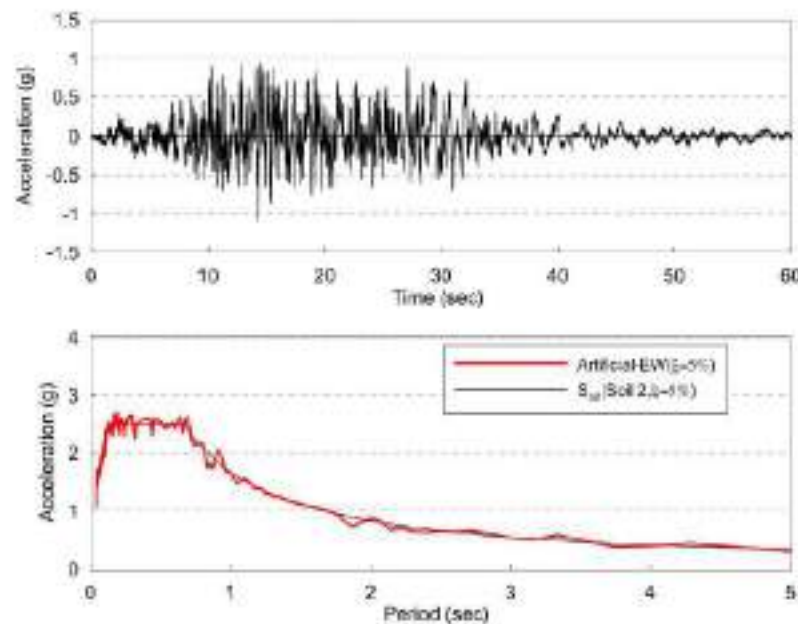
●載重分析

非線性靜力分析
非線性動力分析

●桿件設計

性能設計

- 非線性動力分析：以地震資料輸入結構中，觀察結構桿件隨時間變化時，桿件進入塑性階段後的結構變形、應力及破壞機制。



結構設計未來趨勢

- 結構系統
材料高強化
構件輕量化
系統智能化

- 載重分析
非線性靜力分析
非線性動力分析

- 桿件設計
性能設計

- 性能設計：依據建築物在地震過後需表現出的性能等級來設計桿件。

地震危害層級 \ 建物性能水準	正常運作 (OP)	立即居住 (IO)	生命安全 (LS)	預防崩塌 (CP)
常遇地震 (80%/50年)	●	●		
偶遇地震 (50%/50年)	●	●		
罕遇地震 (10%/50年)	○	○	●	
最大考量地震 (2%/50年)			●	●

地震用途群 I (常遇、偶遇)

地震用途群 II (偶遇、罕遇)

地震用途群 III (罕遇、最大)

圖一 建物性能目標(初步設計目標與檢核目標)矩陣圖

3. 住宅結構規劃趨勢

採SD550W高強度鋼筋

- SD420W與SD550W之大梁與柱鋼筋用量比較

1.柱主筋量變化：採SD550W鋼筋，其降伏強度5600kgf/cm²，較SD420W之降伏強度4200kgf/cm²提高約33%，柱主筋鋼筋量可減少約 $1-1/1.33=25\%$ 。

2.大梁主筋量變化：採SD550W鋼筋，雖然降伏強度較SD420W提高，但其搭接長度較SD420W長，故大梁主筋若考慮搭接長度的鋼筋增量後，大梁主筋鋼筋量可減少約16% (後續評估保守以15%評估)。

採SD550W高強度鋼筋

- SD420W與SD550W之鋼筋強度與大梁鋼筋用量比較

SD420W設計結果

(3)G	梁編號	B1 <407>Y _{par}			B2 <408>Y			B3 <409>Y		
		尺寸	80X100	120	120/7	80X100	120	120/7	80X100	120
7F	跨距	120/7	L=9.0	120	120/7	L=10.2	120	120/7	L=9.8	120
	材料	fc'=420	fy=4200	fy _t =4200	fc'=420	fy=4200	fy _t =4200	fc'=420	fy=4200	fy _t =4200
	位置	1端	中央	J端	1端	中央	J端	1端	中央	J端
需求鋼筋	Astop	219.0	77.3	165.7	229.9	86.6	220.2	157.2	82.4	216.7
	Asbot	153.8	94.3	195.7	162.1	104.9	171.7	177.4	88.0	133.2
	Av	0.763	0.734	0.641	0.696	0.712	0.754	0.595	0.661	0.696
	Avt				0.599	0.619	0.662			
	Al/4				6.8	6.8	6.8			
鋼筋配置	Top	14-#11 8-#11	8-#11	8-#11	15-#11	7-#11	14-#11	8-#11	7-#11	14-#11
	Bot	7-#11	2-#11	8-#11	8-#11	3-#11	8-#11	8-#11	2-#11	6-#11
	Web	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@12	2#5@10
			3-#4			4-#5			3-#4	

SD550W設計結果

(3)G	梁編號	B1 <407>Y _{par}			B2 <408>Y			B3 <409>Y		
		尺寸	80X100	120	120/7	80X100	120	120/7	80X100	120
7F	跨距	120/7	L=9.0	120	120/7	L=10.2	120	120/7	L=9.8	120
	材料	fc'=420	fy=5600	fy _t =4200	fc'=420	fy=5600	fy _t =4200	fc'=420	fy=5600	fy _t =4200
	位置	1端	中央	J端	1端	中央	J端	1端	中央	J端
需求鋼筋	Astop	164.3	58.0	124.3	172.4	65.0	165.2	117.9	61.8	162.5
	Asbot	115.4	70.7	146.8	121.6	78.7	128.8	133.1	66.0	99.9
	Av	0.763	0.734	0.641	0.696	0.712	0.754	0.595	0.661	0.696
	Avt				0.599	0.619	0.662			
	Al/4				6.8	6.8	6.8			
鋼筋配置	Top	9-#11 8-#11	6-#11	8-#11	9-#11	7-#11	9-#11	8-#11	7-#11	9-#11
	Bot	4-#11		7-#11	4-#11		5-#11	4-#11		8-#11
	Web	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@12	2#5@10
			3-#4			4-#5			3-#4	

• F_y 比較 $\frac{SD550W}{SD420W} = \frac{5600}{4200} = 1.33 \rightarrow$ 強度提高33%

• 鋼筋量比較 $1/1.33 = 0.75 \rightarrow$ 鋼筋量減少25%

採SD550W高強度鋼筋

●SD420W與SD550W之大梁鋼筋搭接長度比較

4.梁及柱鋼筋受拉搭接長度

適用範圍：
 1. 鋼筋之最小淨保護層厚不小於鋼筋之標稱直徑 d_s 。
 2. 鋼筋最小淨間距不小於 d_s 。
 3. 配置於搭接長度範圍內之橫向鋼筋符合設計規範第13.9.5節有關橫筋之規定，或符合第4.6.5節剪力鋼筋間距及第4.6.6節最少剪力鋼筋量之規定。
 4. 頂層鋼筋係指水平鋼筋其下混凝土一次澆置厚度大於30cm者。

表4 單位:cm

fy kgf/cm ²	lc' kgf/cm ²	鋼筋代號								
		D10(#3)	D13(#4)	D16(#5)	D19(#6)	D22(#7)	D25(#8)	D29(#9)	D32(#10)	D36(#11)
表4.1 頂層鋼筋										
2800	210	47	63	78	說明： 本表標示如為"a/b"時其適用範圍如下： 1. "a" 搭接長度為柱及梁之TypeA搭接長度。 2. "b" 搭接長度為梁之TypeB搭接長度。					
	245	44	58	73						
	280	41	54	68						
	315	39	51	64						
	350	37	49	61						
	420	34	44	56						
	490	31	41	51						
4200	210	71	94	117	141/84	207/124	237/141	268/162	300/181	334/220
	245	65	87	109	130/78	192/114	219/131	248/150	278/167	309/204
	280	61	81	102	122/73	179/107	205/122	232/140	260/157	289/191
	315	58	77	96	115/69	169/101	194/115	219/132	245/148	273/180
	350	55	73	91	109/65	161/96	184/109	207/125	233/140	259/171
	420	50	66	83	100/60	147/87	168/100	189/115	212/128	236/156
	490	46	62	77	92/55	136/81	155/92	175/106	197/118	219/144
5600	420	77	103	128	154/93	223/135	255/155	288/175	323/196	359/218
	490	71	95	119	143/86	206/125	236/143	267/162	299/181	333/202

比較 $f_c' = 420 \text{ kgf/cm}^2$, #11 鋼筋
之頂層鋼筋搭接長度

$$\frac{SD550W}{SD420W} = \frac{359}{236} = 1.521$$

約增加鋼筋量 52.1%

採SD550W高強度鋼筋

- SD420W與SD550W之大梁鋼筋用量比較(合併強度與搭接長度影響)

SD420W設計結果

(3)G	梁編號	B1 <407>Y			B2 <408>Y			B3 <409>Y		
		尺寸	120/7	80X100	120	120/7	80X100	120	120/7	80X100
7F	跨距	120/7	L=9.0	120	120/7	L=10.2	120	120/7	L=9.8	120
	材料	fc'=420	fy=4200	fyt=4200	fc'=420	fy=4200	fyt=4200	fc'=420	fy=4200	fyt=4200
	位置	1端	中央	J端	1端	中央	J端	1端	中央	J端
需求鋼筋	Astop	219.0	77.3	165.7	229.9	86.6	220.2	157.2	82.4	216.7
	Asbot	153.8	94.3	195.7	162.1	104.9	171.7	177.4	88.0	133.2
	Av	0.763	0.734	0.641	0.696	0.712	0.754	0.595	0.661	0.696
	Avt				0.599	0.619	0.662			
	Al/4				6.8	6.8	6.8			
鋼筋配置	Top	14-#11	8-#11	8-#11	15-#11	7-#11	14-#11	8-#11	7-#11	14-#11
		8-#11		8-#11	8-#11	2-#11	8-#11	8-#11	2-#11	8-#11
	Bot	7-#11	2-#11	8-#11	8-#11	3-#11	8-#11	8-#11	2-#11	6-#11
		8-#11	8-#11	11-#11	9-#11	8-#11	10-#11	10-#11	7-#11	8-#11
Web	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@12	2#5@10	
		3-#4			4-#5			3-#4		

$$72 \times 3 + 8 \times (3 + 2.36) + 10 \times (3 + 1.82) = 307.08m$$

SD550W設計結果

(3)G	梁編號	B1 <407>Y			B2 <408>Y			B3 <409>Y		
		尺寸	120/7	80X100	120	120/7	80X100	120	120/7	80X100
7F	跨距	120/7	L=9.0	120	120/7	L=10.2	120	120/7	L=9.8	120
	材料	fc'=420	fy=5600	fyt=4200	fc'=420	fy=5600	fyt=4200	fc'=420	fy=5600	fyt=4200
	位置	1端	中央	J端	1端	中央	J端	1端	中央	J端
需求鋼筋	Astop	164.3	58.0	124.3	172.4	65.0	165.2	117.9	61.8	162.5
	Asbot	115.4	70.7	146.8	121.6	78.7	128.8	133.1	66.0	99.9
	Av	0.763	0.734	0.641	0.696	0.712	0.754	0.595	0.661	0.696
	Avt				0.599	0.619	0.662			
	Al/4				6.8	6.8	6.8			
鋼筋配置	Top	9-#11	6-#11	8-#11	9-#11	7-#11	9-#11	8-#11	7-#11	9-#11
		8-#11		5-#11	9-#11		8-#11	4-#11		8-#11
	Bot	4-#11		7-#11	4-#11		5-#11	6-#11		2-#11
		8-#11	8-#11	8-#11	8-#11	8-#11	8-#11	8-#11	7-#11	8-#11
Web	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@10	2#5@12	2#5@10	
		3-#4			4-#5			3-#4		

$$57 \times 3 + 6 \times (3 + 3.59) + 8 \times (3 + 2.76) = 256.62m$$

鋼筋量比較 $\frac{SD550W}{SD420W} = \frac{256.62}{307.08} = 0.84 \rightarrow$ 鋼筋量減少16%

採SD550W高強度鋼筋

- SD420W與SD550W之鋼筋用量與費用比較(鋼筋當量是包含宜居陽台面積均攤計算)

一.依各分區鋼筋用量評估

計損耗 #3-#11	分區面積 m2	分區面積 坪	鋼筋量小計 kg	單位面積鋼筋量 kg/坪	單位總面積鋼筋量 kg/坪	柱		梁		版		牆		其他		小計	
						(tf)	(kgf/坪)	(tf)	(kgf/坪)	(tf)	(kgf/坪)	(tf)	(kgf/坪)	(tf)	(kgf/坪)	(tf)	(kgf/坪)
FB	2119.42	641.1	516746.4	806	501.32	64	100	256	400	192	300	3	5	0.6	1	517	806
BF	5032.39	1522.3	567817.1	373		167	110	228	150	152	100	15	10	4.6	3	568	373
UF	11166.43	3377.8	2516494.6	745	745.00	574	170	1284	380	304	90	338	100	16.9	5	2516	745
SUM	18318.24	5541.3	3601058.1	650	649.86	805.799	145	1768.38	319	648.573	117	356.213	64	22.0972	4	3601	650

	SD420W(W1)		SD550W(W2)		(W2)-(W1)
柱主筋(tf)	805.8	*40%= 322.3	322.3	*(1-25%)= 241.7	-80.6
梁主筋(tf)	1768.4	*45%= 795.8	795.8	*(1-15%)= 676.4	-119.4
合計(tf)	1118.1		918.1		-199.9
單價(元/tf)	32,500		36,000		3,500
小計(元)	36,337,879		33,053,161		-3,284,719
授權費(元)(註1)	0		500,000		500,000
鋼筋續接器增加費用(元)(註2)	0		241.7tf /0.027tf/個 = 8855 個 *20元/個 = 177100 元	8855 個	177,100
合計(元)	36,337,879		33,730,261		-2,607,619
鋼筋當量(kgf/坪)	650		614		-36

註1：為建國工程的新材料新工法授權費500,000元(未稅)

註2：#11鋼筋續接器在SD420W及SD550W的單價分別為130元/個及150元/個，價差20元/個

採SD550W高強度鋼筋

- 採用SD550W鋼筋之建議

1.使用SD550W須依據建國工程股份有限公司的「採用SD550W鋼筋之鋼筋混凝土造建築物建築新工法」授權使用，需負擔授權費約50萬元整(未稅)。使用新材料新工法的結構設計結果還需經由台大地震中心審查通過，設計品質又多一層把關。

2.使用SD550W高強度鋼筋的優點

- 可以減小梁柱構件尺寸，減輕結構物自重。
- 可減少鋼筋用量，雖然SD550W鋼筋較SD420W單價提高約7%，但造價還是會降低。
- 減少鋼筋量後可提高現場鋼筋綁紮及混凝土澆置的施工性，可確保施工品質。

採輕量化SRC或SC結構系統

SRC及SS不同優點

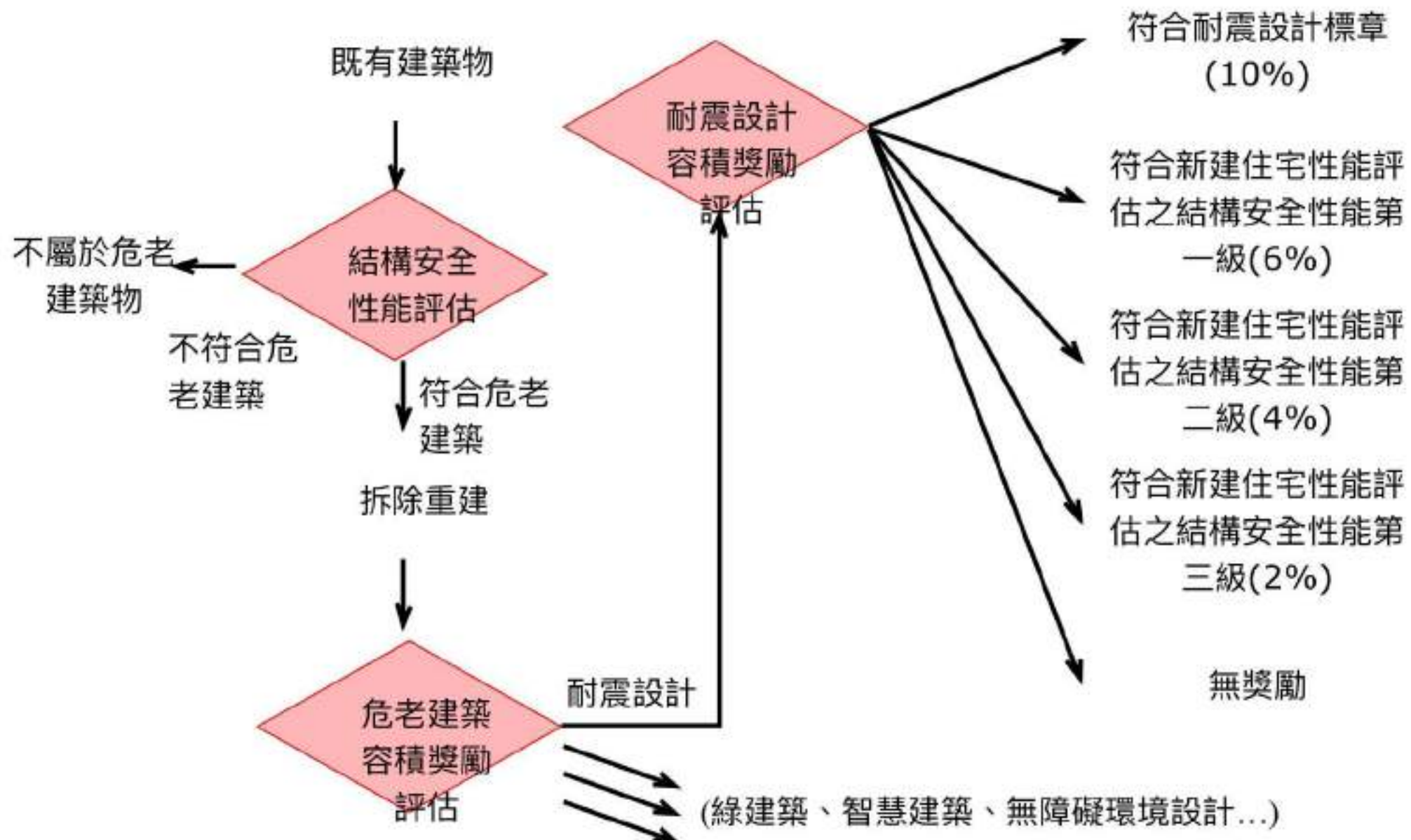
SRC、SC	SS
RC可保護鋼骨，不須防火披覆，耐火性佳。勁度（剛性）大，變形小，提高居家舒適性。使用住宅用途裝修方便	重量輕，柱、梁斷面較小，使用面積較大，適合超高層大樓。施工迅速，工期短。接合容易。

SRC、SC及SS共同優點

- 1.鋼材具高強度，高韌性。
- 2.鋼材品質穩定。
- 3.減少砂石資源開採，保護地球資源。
- 4.降低廢氣（CO₂）排放，減少環境污染。
- 5.施工時鋼骨可支撐垂直載重。

4. 新建住宅性能評估與耐震標章

新建住宅性能評估、耐震標章與危老建築的關係



容積獎勵與保證金

- 關於106.08.01「都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法」第六條：建築物耐震設計之容積獎勵額度，若取得耐震設計標章或是經107.07.06「住宅性能評估實施辦法」評定其結構安全性能等級屬第一級~第三級者，可獲得基準容積2%~10%之容積獎勵。
- 依據106.08.01「都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法」第十一條：申請容積獎勵需繳納獎勵容積對應之保證金，若建築物建造完成後並未取得耐震標章或通過性能評估者，保證金不予退還。

試評結果分析

評估內容	基地狀況	平面不規則性	立面不規則性	耐震設計	積分	性能等級
權重	10%	15%	15%	60%		
Case 1-1	A	C	D	D	1.45	第四級
Case 1-2	A	C	D	C	2.05	第三級
Case 1-3	A	C	D	B	2.65	第二級
Case 1-4	A	C	D	A	3.25	第二級
Case 2-1	A	B	C	D	1.75	第三級
Case 2-2	A	B	C	C	2.35	第三級
Case 2-3	A	B	C	B	2.95	第二級
Case 2-4	A	B	C	A	3.55	第一級
Case 3-1	A	B	B	D	1.9	第三級
Case 3-2	A	B	B	C	2.5	第二級
Case 3-3	A	B	B	B	3.1	第二級
Case 3-4	A	B	B	A	3.7	第一級
Case 4-1	C	C	D	D	1.25	第四級
Case 4-2	C	C	D	C	1.85	第三級
Case 4-3	C	C	D	B	2.45	第三級
Case 4-4	C	C	D	A	3.05	第二級

表1 結構安全性能等級評估試評結果比較表

試評結果比較

性能等級	獎勵容積	基地狀況	結構系統	耐震等級	Case No.
第三級	2%	一般	一般	B~C	4-2,4-3
		佳	一般	C	1-2
		佳	佳	C~D	2-1,2-2,3-1
第二級	4%	一般	一般	A	4-4
		佳	一般	A~B	1-3,1-4
		佳	佳	B~C	2-3,3-2,3-3
第一級	6%	佳	佳	A	2-4,3-4
耐震標章	10%	NA	NA	NA	

耐震設計標章與耐震標章

都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法

●第六條 建築物耐震設計之容積獎勵額度，規定如下：

一、取得耐震設計標章：基準容積百分之十。

●第十一條 起造人申請第六條至第九條之容積獎勵，應依下列規定辦理：

一、與直轄市、縣(市)政府簽訂協議書。

二、於領得使用執照前繳納保證金。

三、於領得使用執照後二年內，取得耐震標章、...

起造人依第一項第三款取得標章或通過評估者，保證金無息退還。未取得或通過者，不予退還。

緣起

耐震標章認證制度係

以公正客觀第三者(Third Party) 立場針對**結構設計**與**施工安全品質**進行一系列的

的察證，確保建築物耐震安全與施工品質，協助建築相關行為人建造品質優良之建築物，提供消費者一項辨識耐震建築物之基準。

新建住宅性能評估與耐震標章



依據、精神、執行重點

法規依

據

耐震標章執行主要依據內政部100.1.19台內營字第0990810250號令修正「**建築物耐震設計規範及解說**」**第七章及附錄A之「耐震工程品管**」並強調結構施工特別監督制度等相關技術面之審

精

神

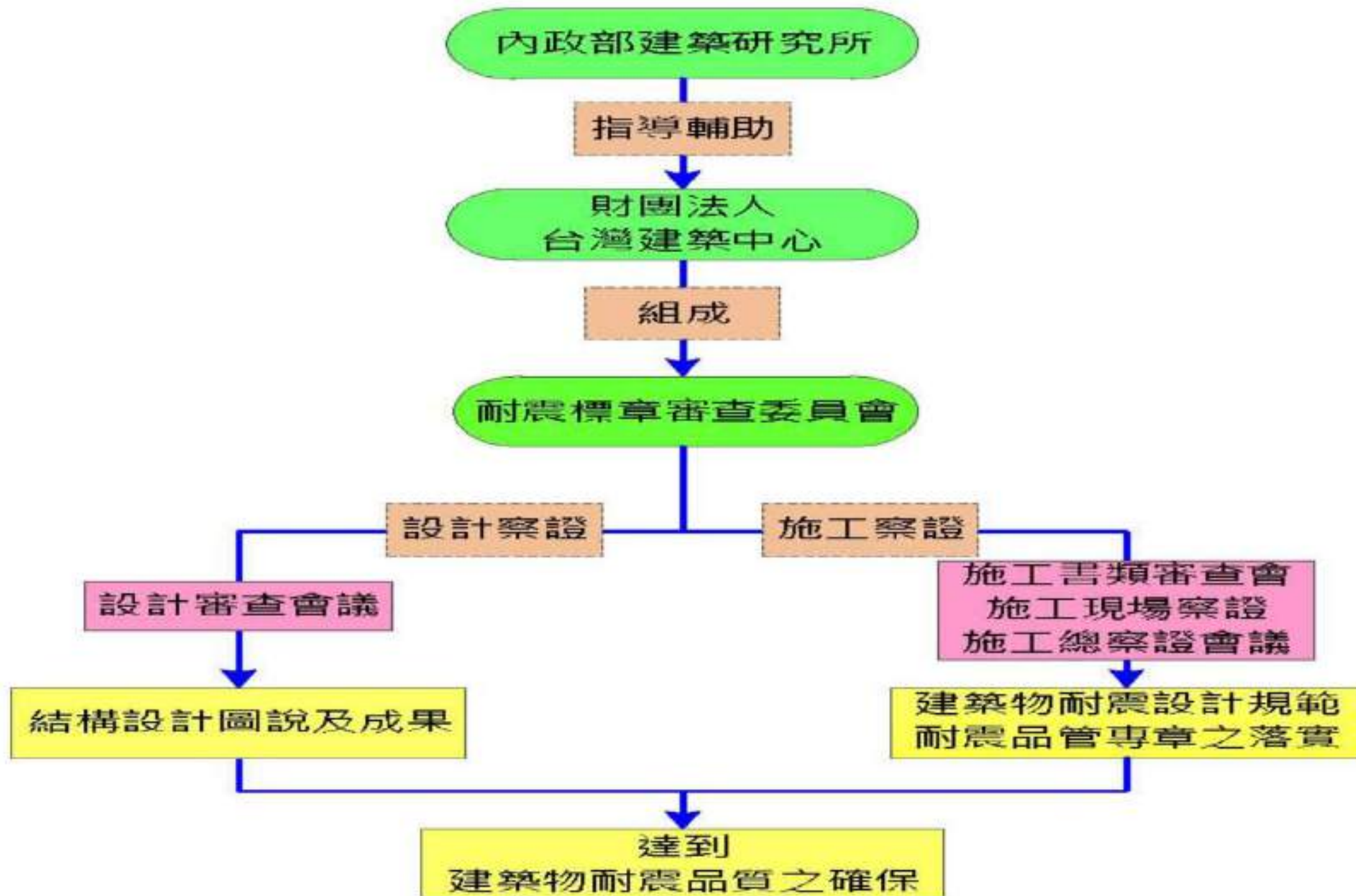
耐震標章之特色主要**強調結構設計系統合理性與施工可行性**，同時**落實特別監督制度**，以提昇建築物結構耐震安全與施工品質

執行重

點

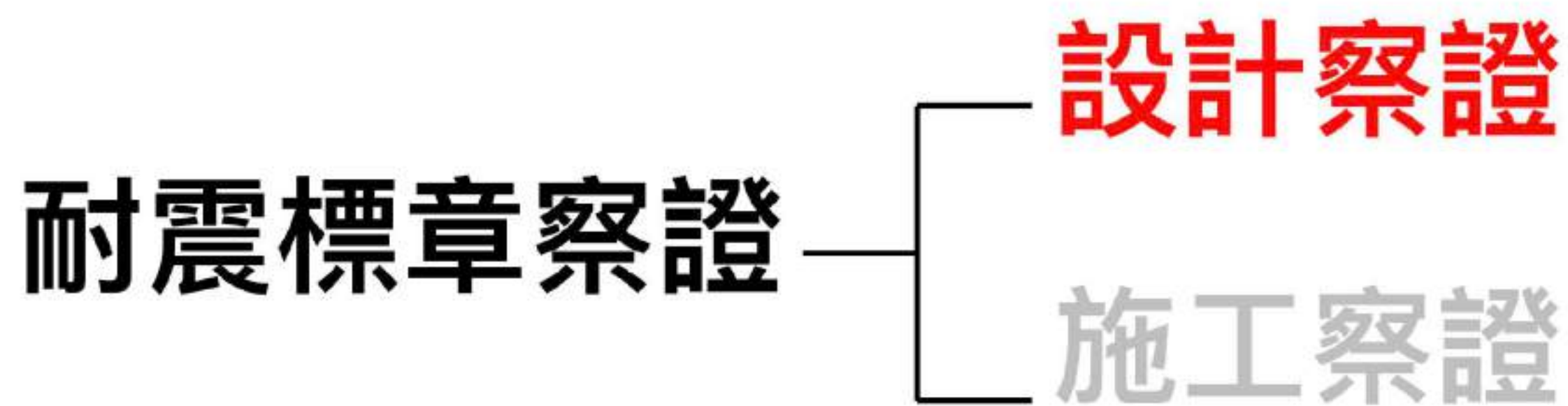
設計階段：依據結構計算書與圖說進行審查會議。
施工階段：落實特別監督制度，不定期施工現場察證。

耐震標章執行流程



一般工程與耐震標章工程執行比較

		一 般	耐震標章
設 計		特殊結構審查(特定建築)	特殊結構審查(特定建築) 耐震設計標章審查
施 工	一級品管	營造廠	營造廠
	二級品管	建築師	建築師、 特別監督人
	三級品管	業主	業主、 耐震標章委員



設計察證流程

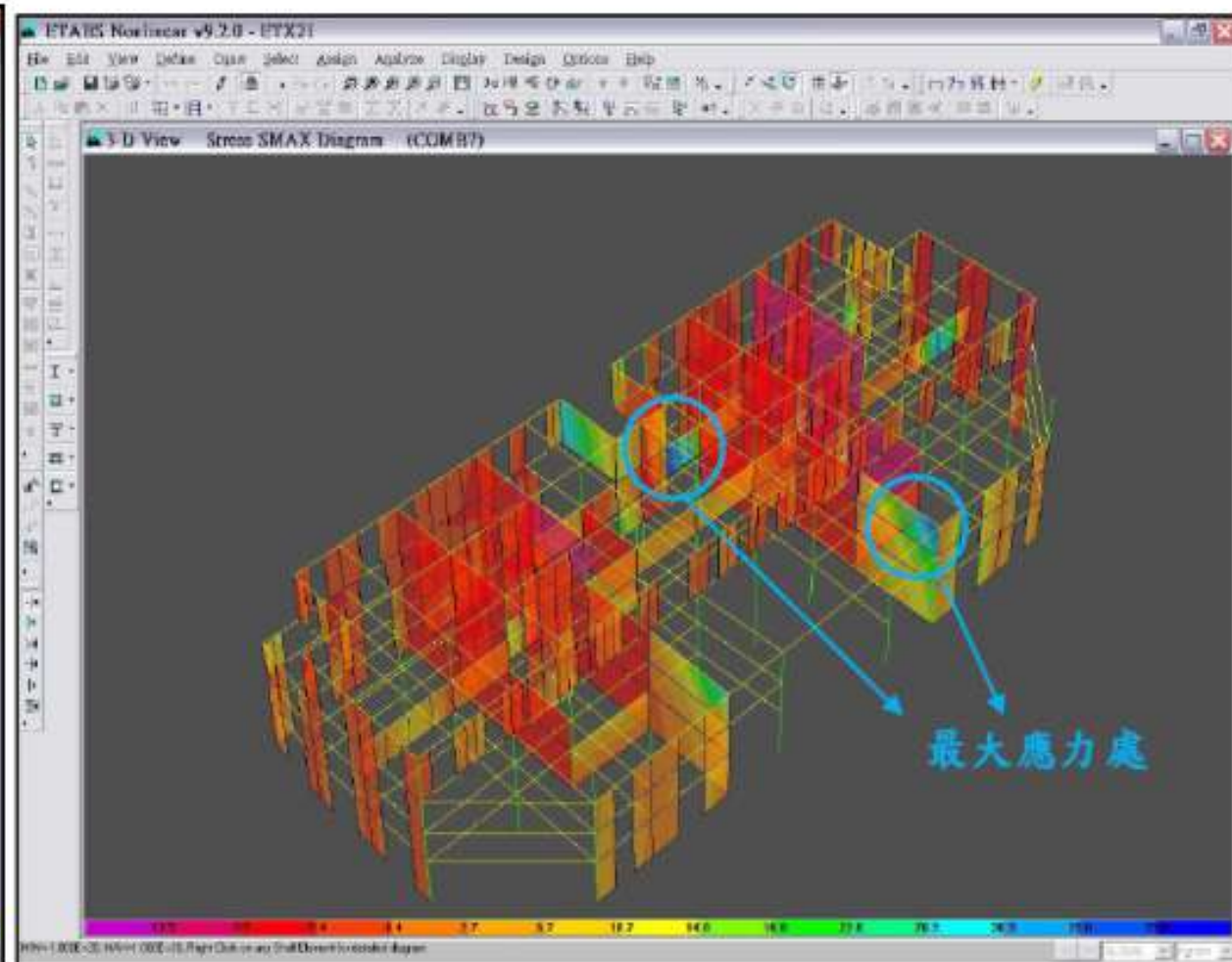
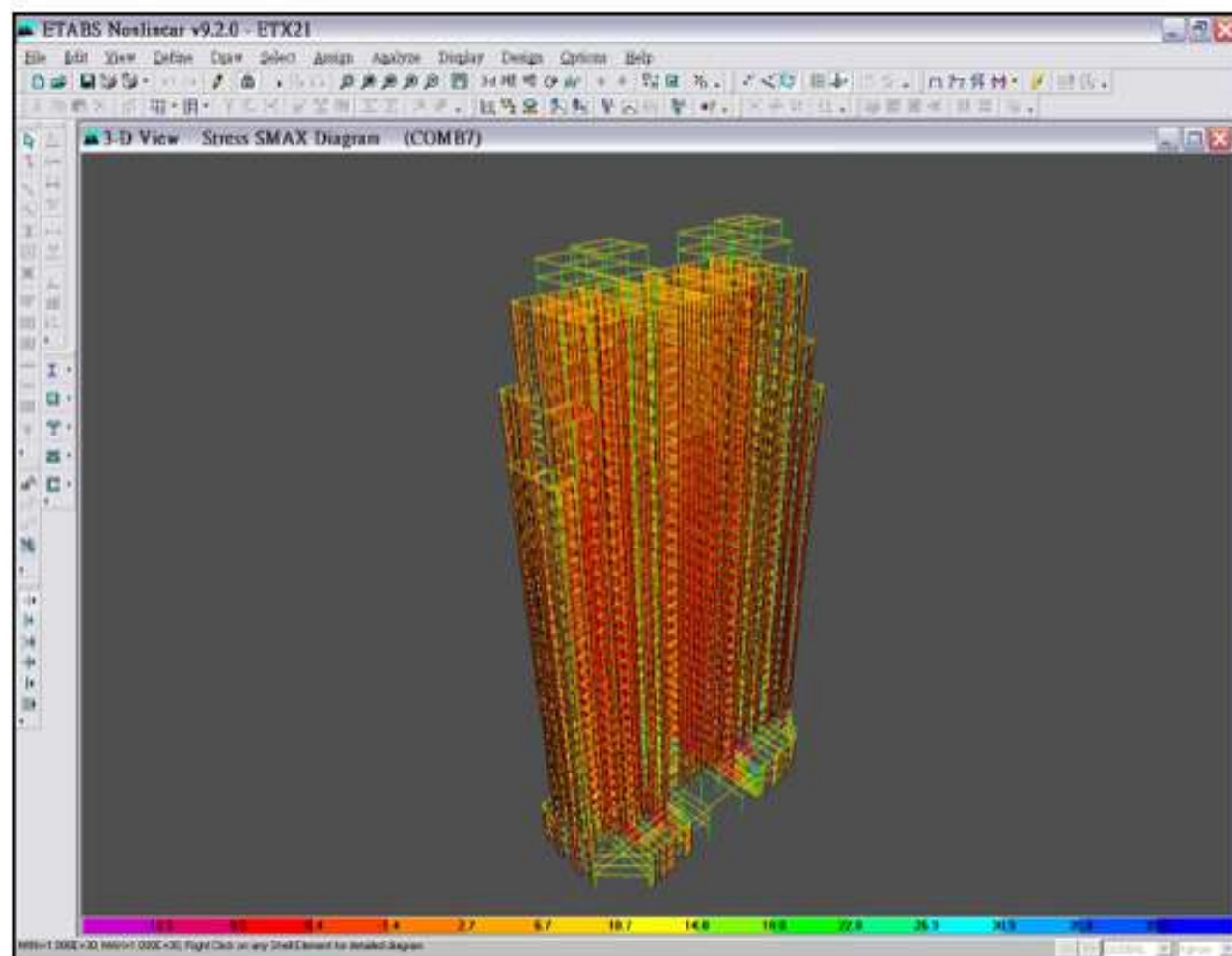


設計察證項目

耐震設計會議主要依據結構計算書、建築結構設計圖說、地質鑽探報告等資料進行書面審查，藉由歷次審查結果，參照耐震委員意見表與會議紀錄彙整出設計審查重點與注意事項，提供後續申請廠商參考與修正，達到結構設計系統合理性與施工可行性之要求。

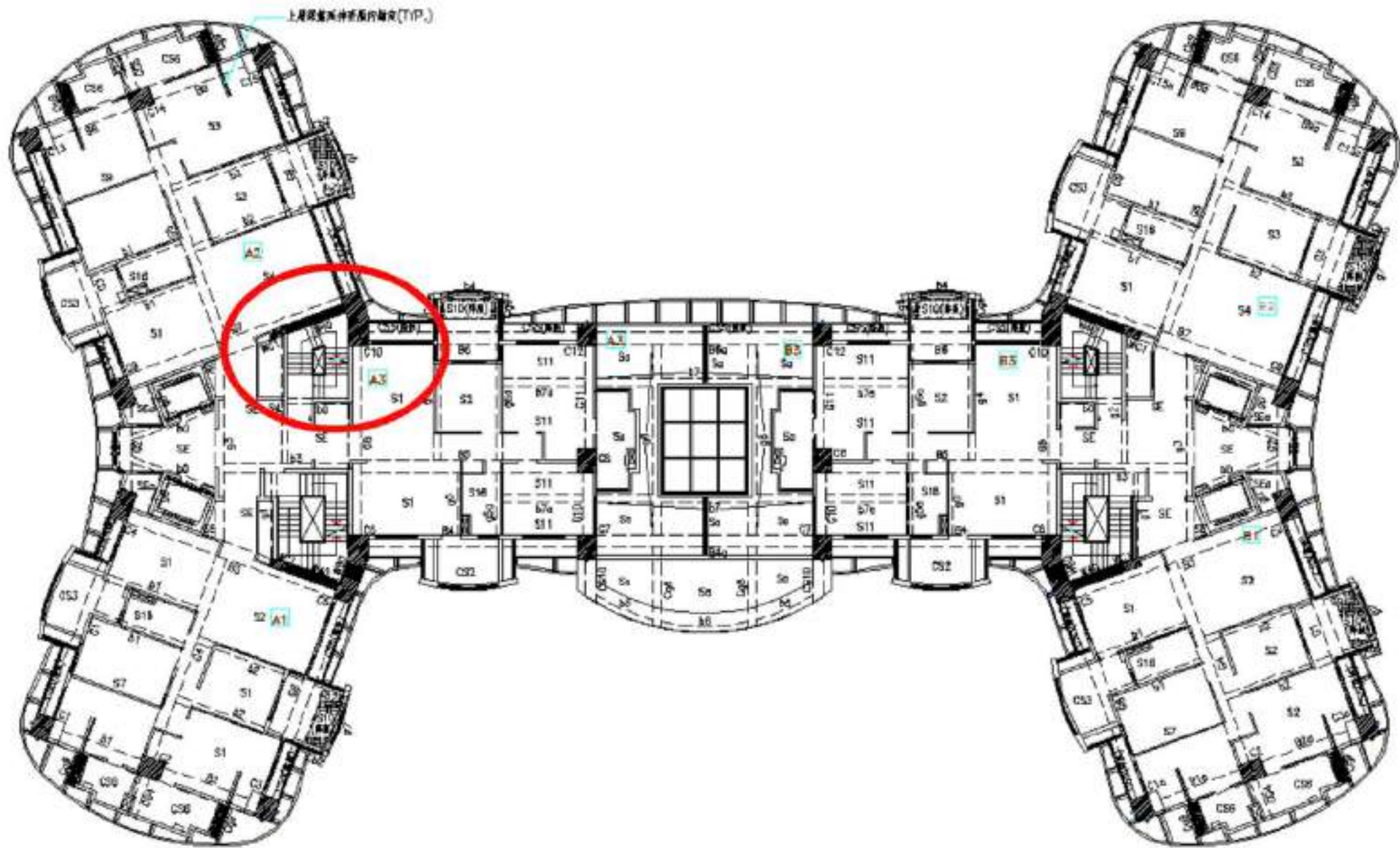
審查要項	注意事項
基地調查	<ul style="list-style-type: none">● 取樣及試驗● 地下水位概況及上浮力分析● 承载力、沉陷量、土壤彈簧值、側土壓力、液化潛能評估等
結構系統部分	<ul style="list-style-type: none">● 承受垂直力與水平力結構系統● 平面、立面、基礎結構配置
結構材料與規格	<ul style="list-style-type: none">● 材料之強度與規格分析
開挖擋土安全措施	<ul style="list-style-type: none">● 開挖擋土結構系統型式與穩定分析
結構分析	<ul style="list-style-type: none">● 結構分析模式、上部與基礎結構承受各種載重之分析
細部設計	<ul style="list-style-type: none">● 梁、柱、牆、版、非結構構材之設計（銲接等）● 極限層剪力強度之檢核
結構圖面	<ul style="list-style-type: none">● 各層結構平面圖與梁、柱、版、牆、基礎構材設計圖等

設計察證-結構性能檢討



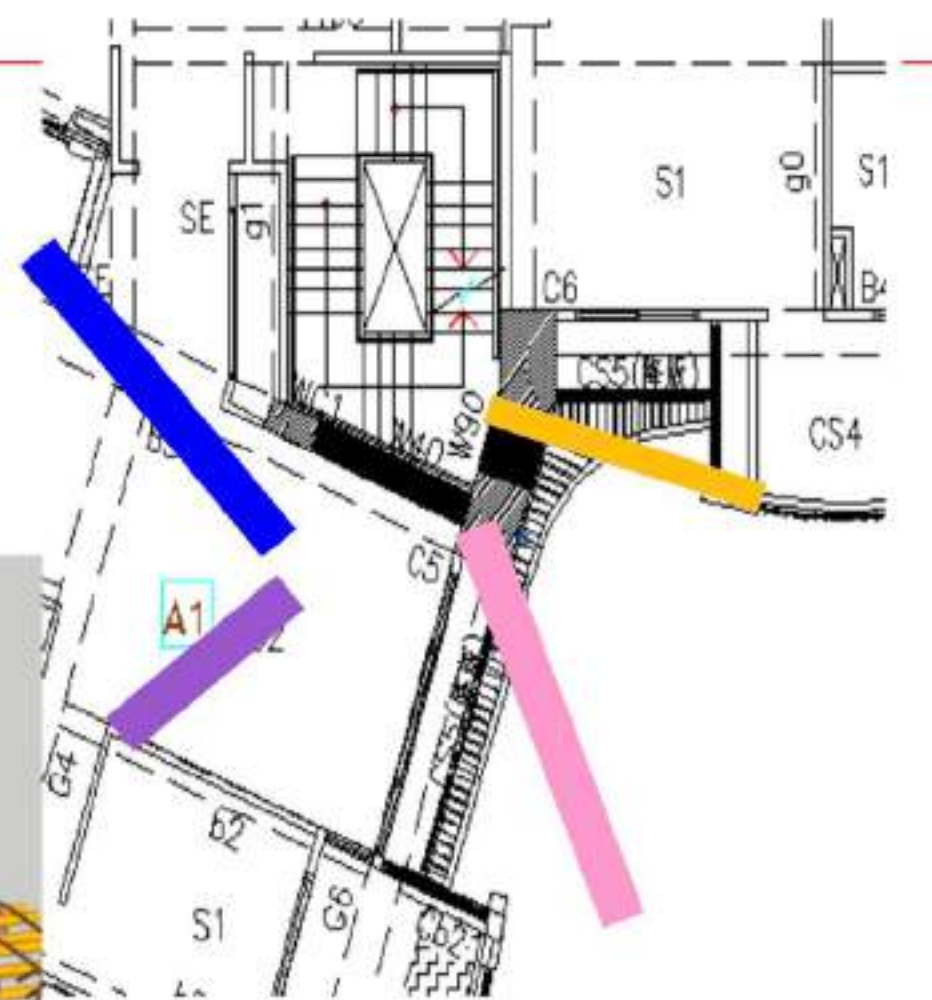
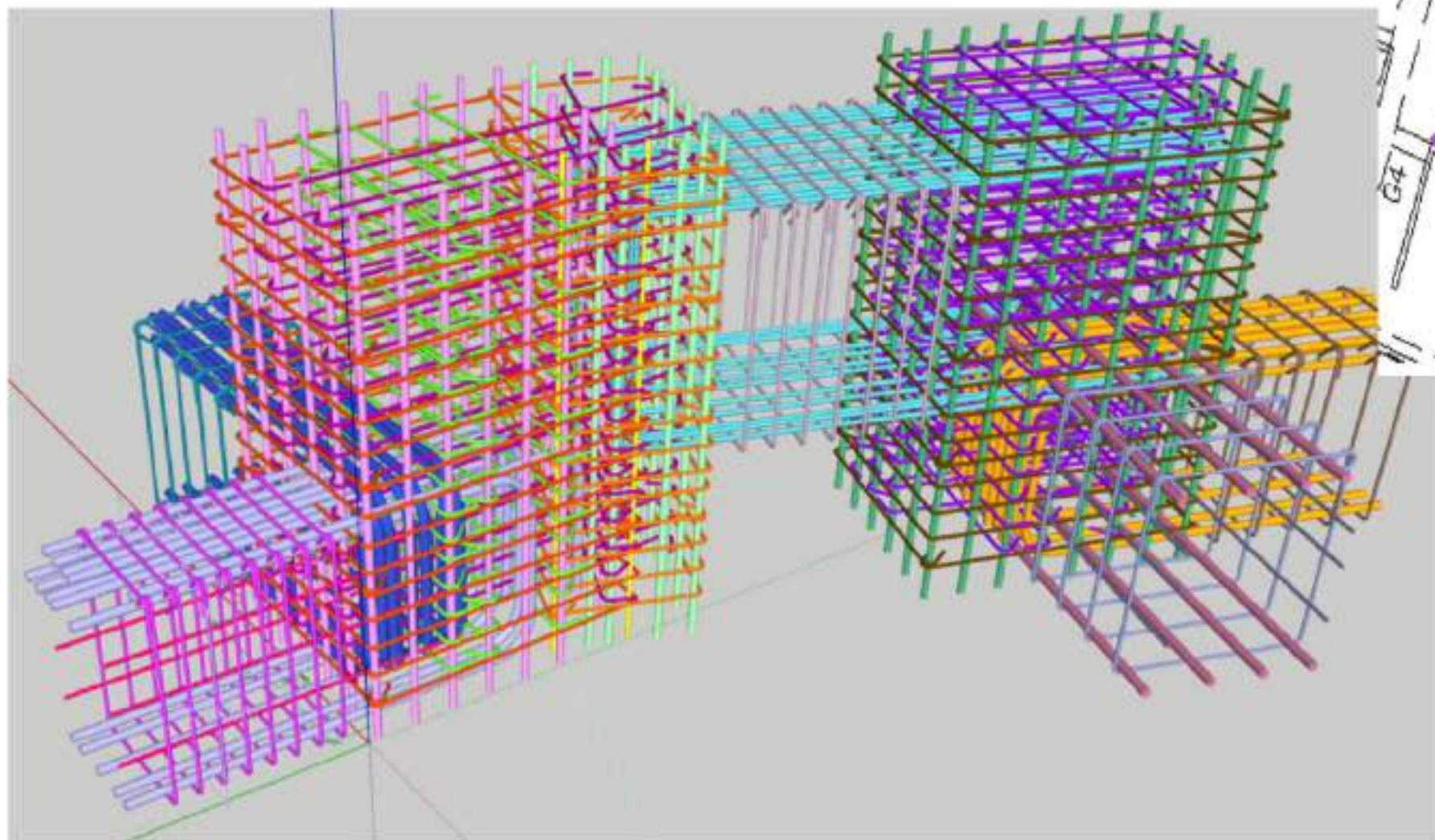
詳細檢討非結構牆開裂時機，於中小度地震下不應開裂

設計察證-施工性檢討



鋼筋綁紮3D模

擬



耐震標章察證

設計察證

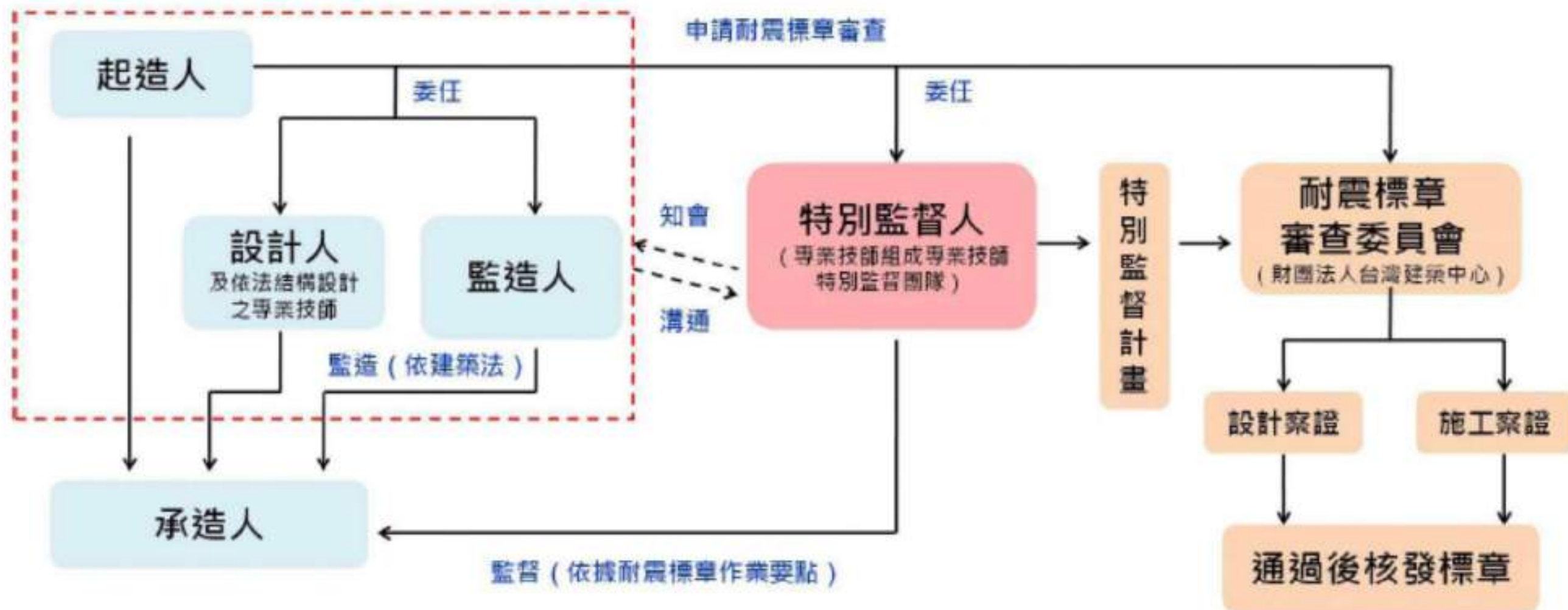
施工察證

落實工地現場結構監造



耐震特別監督

特別監督人與起、承、監造人的關係



特別監督人於起、承、監造人間之組織關係圖 (二)

施工察證-特別監督團隊

駐地專業技師

具有結構、土木資格且至少5
年以上（含）工地經驗者

工作內容

- 連續壁工程（建議）
- 壁樁、基樁工程
- 結構工程連續性項目
- 結構工程週期性項目

特別監督 團隊

專業工程師

需依特別監督計畫書中施
工規模與進度表適時做人
力配置

符合品管證照資格

需有1位以上品管資格之人員

施工察證流程



耐震特別監督



耐震特別監督



耐震特別監督



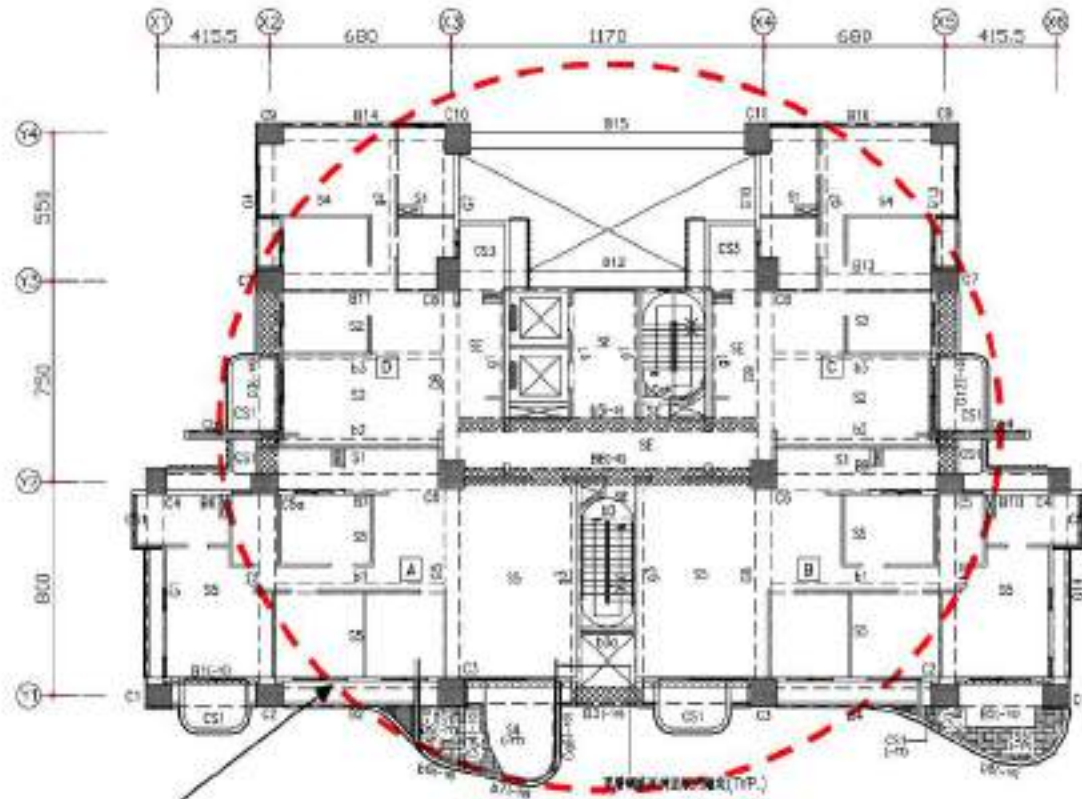
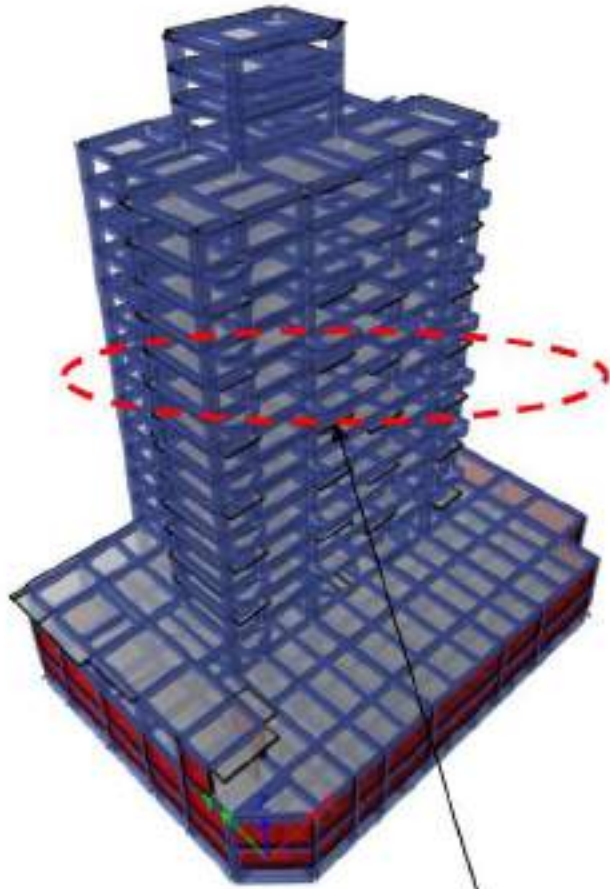
施工察證-耐震標章委員工地察證



5. 實際案例 (以台中宜居建築為例)



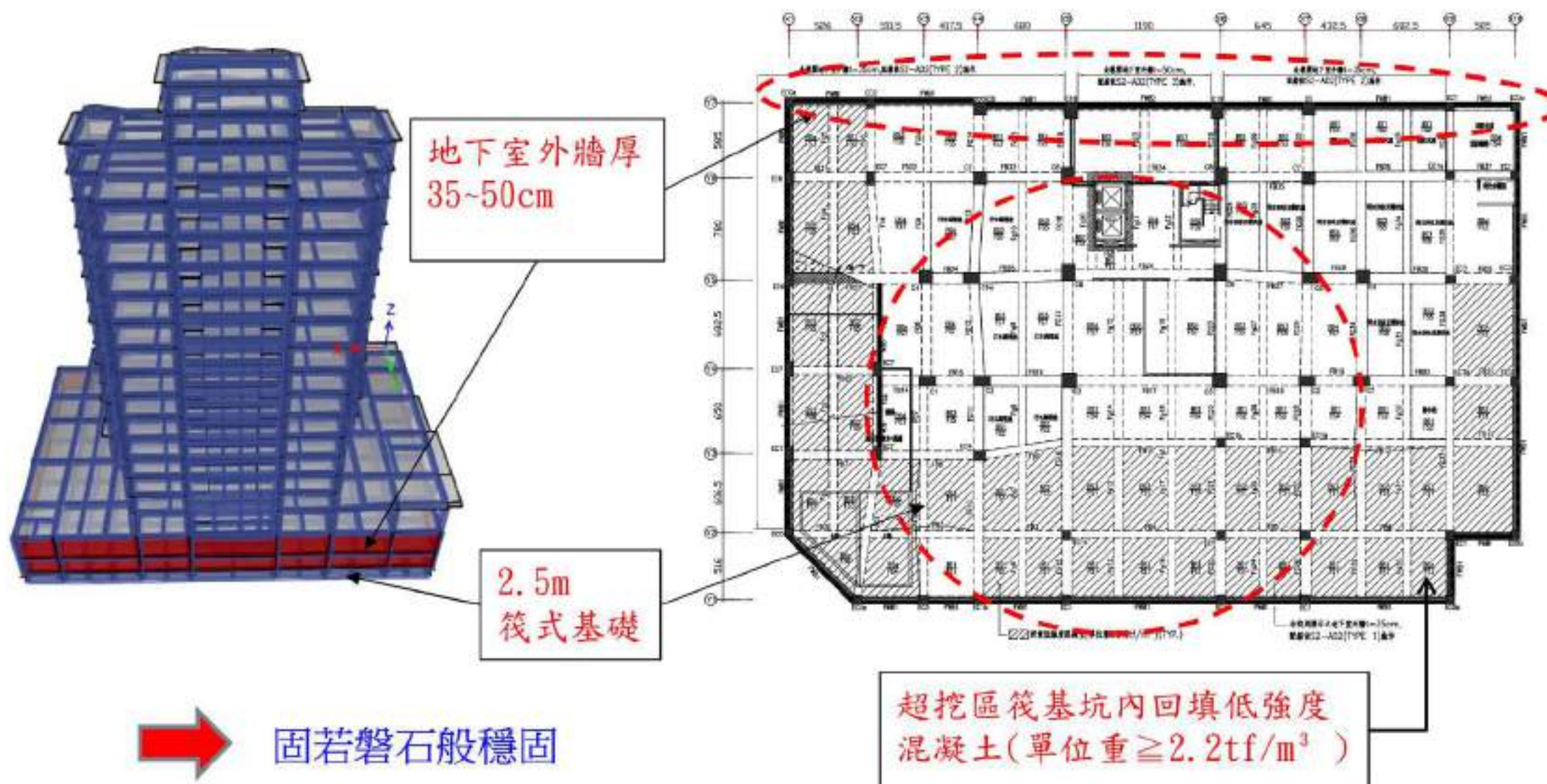
B2F+14F結構



抗震系統: 鋼筋混凝土(RC)
柱梁構架系統

➔ 技術工法成熟 **RC**構造系統

B2F+14F結構



- 建築物立面配置均勻，可符合耐震規範軟弱層的規定，無**921**及**206**地震之軟腳蝦建築現象



材料強度

鋼筋

- #3 $f_y=2800 \text{ kgf/cm}^2(\text{SD280})$
- #4~#5 $f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2(\text{SD420})$
- #6~#10 $f_y=4200 \text{ kgf/cm}^2(\text{SD420W})$

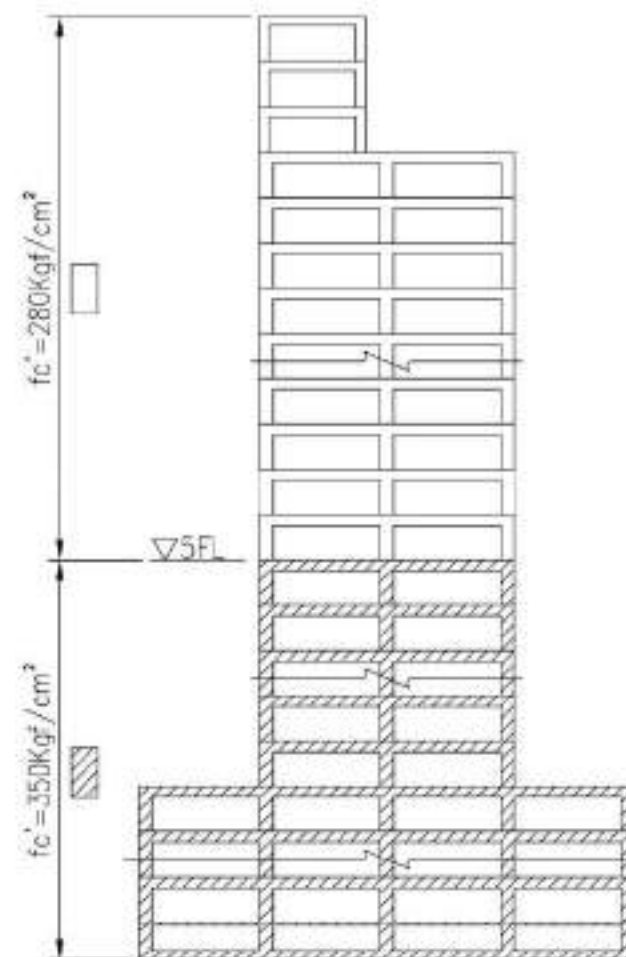
混凝土強度

(1)5F(柱以上)~PRFL

28天抗壓強度 $f_c'=280\text{kgf/cm}^2(4000\text{psi})$

(2)FS版~5FL(版以下)

28天抗壓強度 $f_c'=350\text{kgf/cm}^2(5000\text{psi})$



混凝土強度範圍立面示意圖

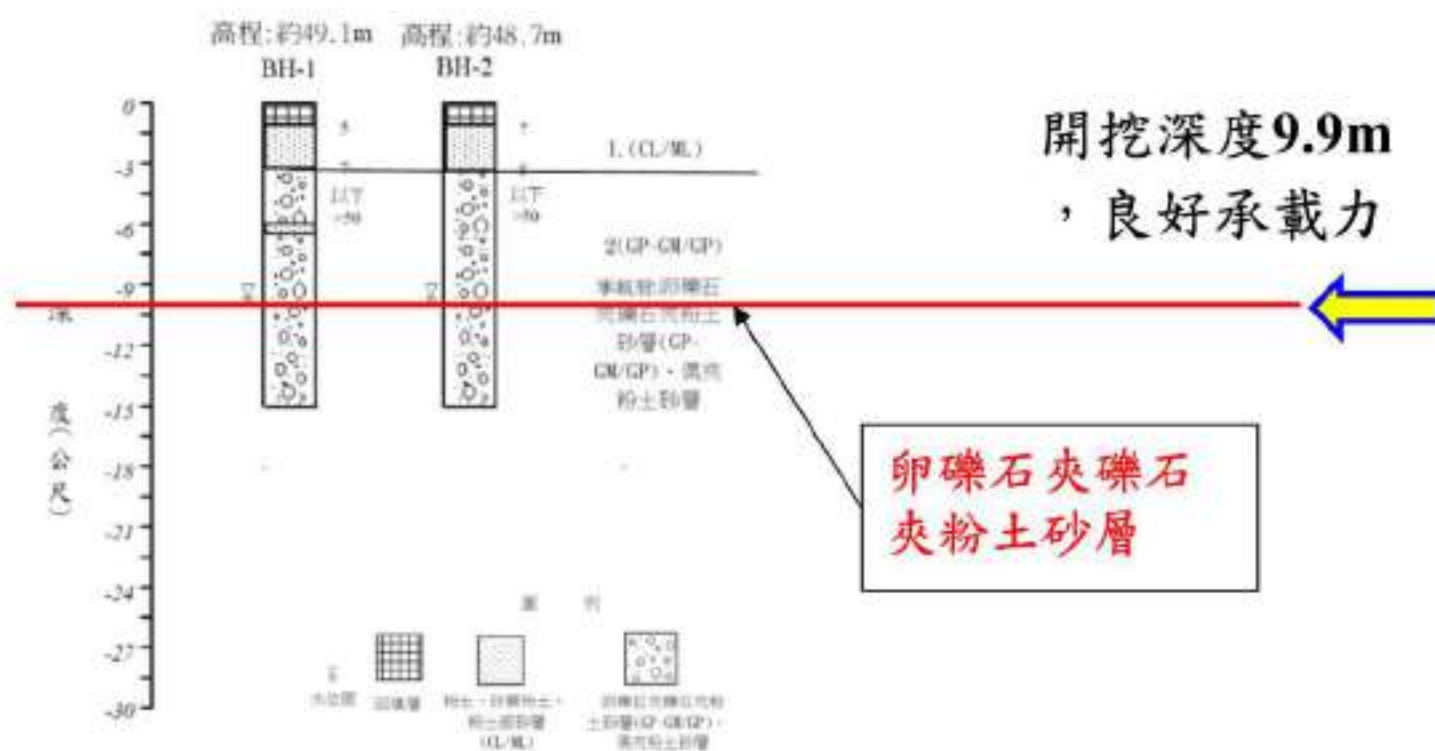
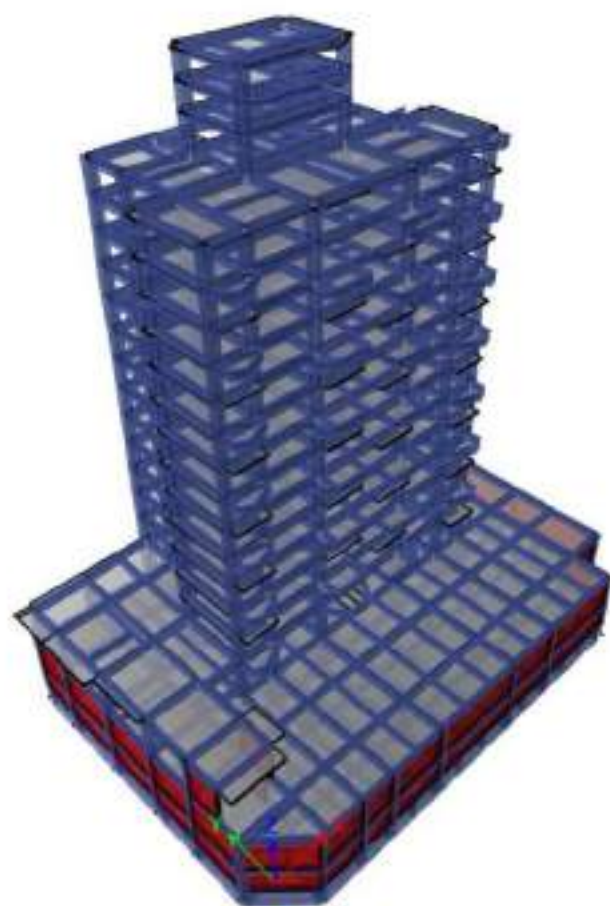
材料強度

採用高品質SA級鋼筋續接器



土壤液化安全無慮

設計地下二層並採用筏式基礎，開挖深度9.9m，基礎座落於承載力極佳之卵礫石夾礫石夾粉土砂層，發生土壤液化之可能性極低。



鄰近之活動斷層

□ 台中市南屯區鄰近之活動斷層：

依據內政部營建署「建築物耐震設計規範及解說」
(111年6月14日發布，111年10月1日施行)

依中央地調所“地震地質與活動斷層查詢系統”之12公里內資料，大甲斷層與本基地場址之距離約為9.8公里，彰化斷層與本基地場址之距離約為10.1公里，三義斷層與本基地場址之距離約為9.8公里，車籠埔斷層與本基地場址之距離約為8.8公里(圖七)，建議依據相關之建築物耐震設計法規，以抵抗可能發生之強震。



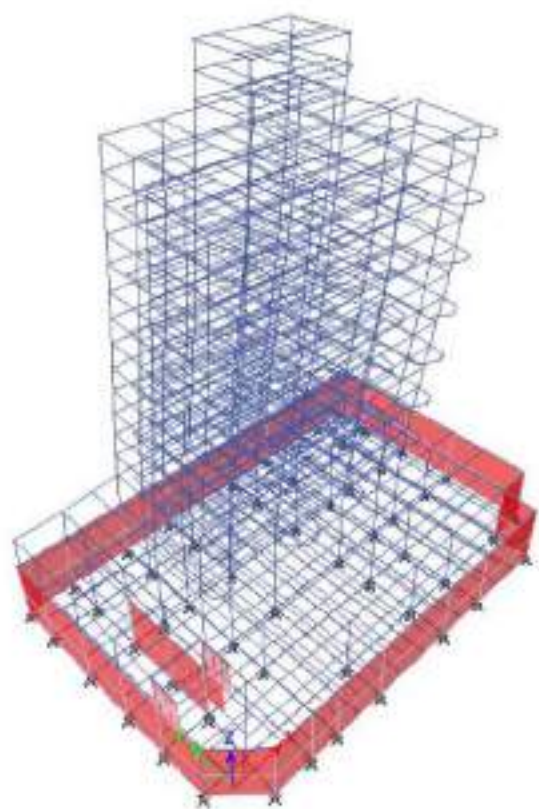
設計地震力

□ 法規標準 **0.3328g**

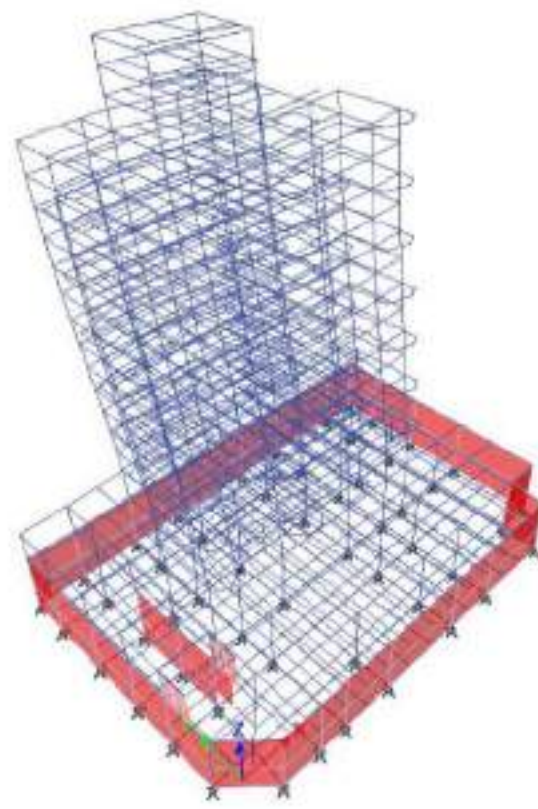
規模與震度



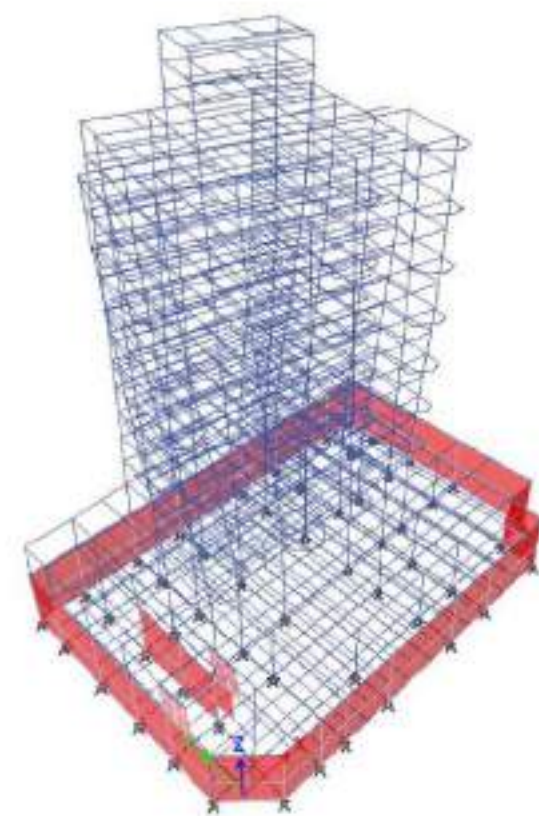
結構動力分析



第一模態(Y向)



第二模態(X向)



第三模態(扭轉向)

結構韌性設計

耐震設計原則



小震不壞



中震可修

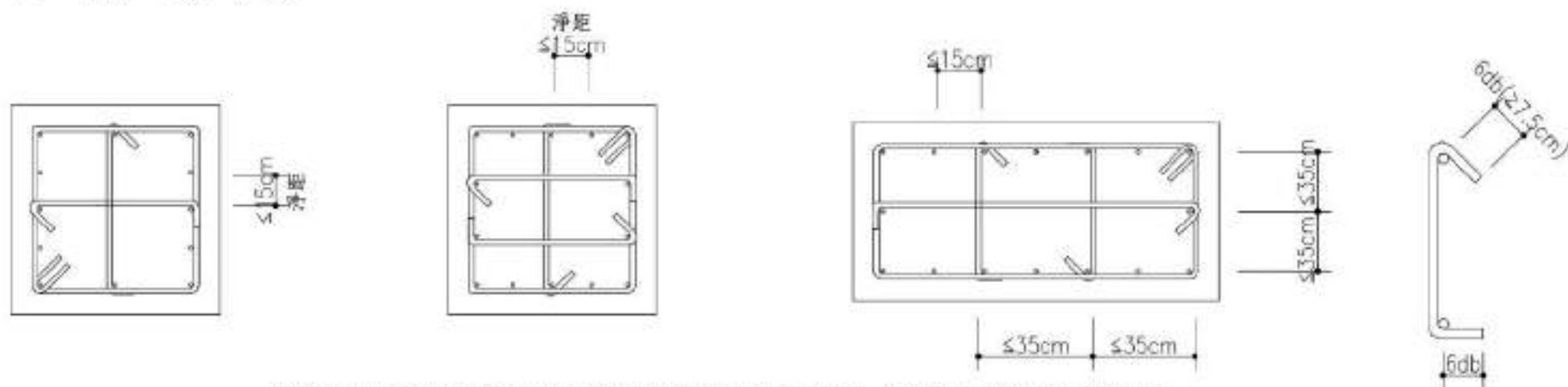


大震不倒

緊密箍筋



- 柱之箍筋使用耐震規定之緊密箍筋，增加柱之圍束力及韌性，確保在地震力作用下柱子不會爆開



附註: 1. 相鄰輔助繫筋之 135° 與 90° 彎鉤須上下錯開, 外箍筋之彎鉤須四角錯開。
2. 輔助繫筋之支數及配置詳柱配筋圖, 繫筋最大間距如上圖示, 原則上每隔 1 支主筋需以繫筋鉤住。

柱鋼筋爆開



柱 韌性設計

□ 緊密箍筋



SA級續接器



-
- 鋼筋續接器使用耐震之**SA**級續接器，使續接器之品質更加穩定



中陽昌明段結構設計特點

- 1.標準層平面左右對稱，結構規則性佳。
- 2.一樓配置裙樓，擴大基座尺度，結構更為穩固。
- 3.標準層大梁採外圍深、內部淺方式配置，兼顧耐震性能與空間使用需求。
- 4.標準層樓版**18公分**，隔音性佳。
- 5.混凝土最高強度達**5000PSI**。
- 6.主筋採**SD420W**耐震鋼筋。
- 7.依據**111**年度最新耐震設計規範，設計地表速度**0.3328g**
- 8.所有大樓柱全長施作緊密圍束箍筋。
9. **1**樓柱全長圍束加強，每支主筋均勻設繫筋。
10. **1**樓柱加大、**1 ~ 2F**非結構牆配筋加強，提高底層耐震能力。





9F













亞昕台中辦公室材料方案 - 莎曼莎藍



結語



2016.02.06 美濃大地震

耐震建築 →

對大自然力量的敬畏

對大眾生命的尊重

需要大家一起努力



大彥工程顧問股份有限公司 49
DAYAN ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.