

# 由美濃地震看建築及結構的管理制度

## —— 台灣與香港經驗分享

中國土木水利工程學會

國立台灣大學土木系

2016.4.8

# 0206 美濃地震之建築物

鍾立來

國家地震工程研究中心

國立臺灣大學土木工程學系

# 0206 美濃地震

## 中央氣象局地震報告

編號：第105006號

日期：105年2月6日

時間：3時57分27.2秒

位置：北緯 22.93 度，東經 120.54 度  
即在 屏東縣政府北偏東方 27.4 公里  
位於 高雄市美濃區

地震深度：16.7 公里

芮氏規模：6.4

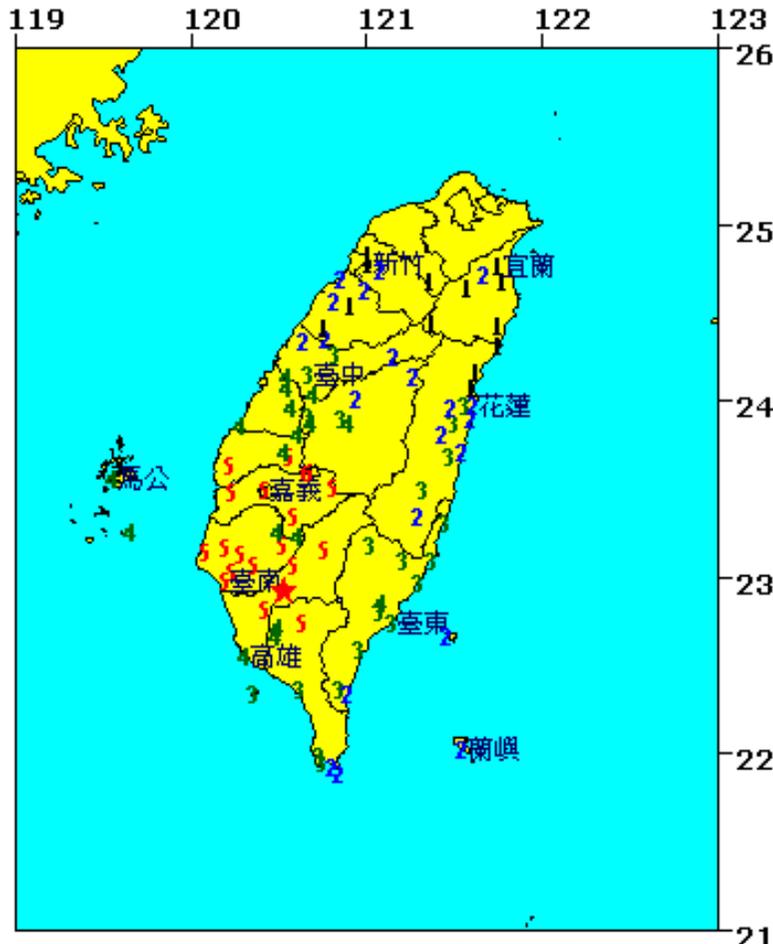
日期：2016. 2. 6

時間：03:57:27

震央：  
22.93 N Lat.,  
120.54 E Long.

震源深度：  
16.7 km

規模：6.4



各地最大震度

雲林縣草嶺	6級	彰化縣彰化市	4級
高雄市旗山	5級	臺東縣臺東市	3級
屏東縣三地門	5級	花蓮縣紅葉	3級
臺南市楠西	5級	屏東縣南灣	3級
臺南市	5級	南投縣南投市	3級
嘉義縣草山	5級	臺中市	3級
嘉義市	5級	花蓮縣花蓮市	2級
屏東縣屏東市	4級	苗栗縣鯉魚潭	2級
高雄市	4級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣初鹿	4級	新竹縣竹東	2級
雲林縣斗六市	4級	宜蘭縣內城	2級
澎湖縣東吉島	4級	桃園市三光	1級
彰化縣二水	4級	新竹市	1級
南投縣名間	4級	新竹縣竹北市	1級
澎湖縣馬公市	4級	宜蘭縣宜蘭市	1級
臺中市霧峰	4級		

圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

本報告係中央氣象局地震觀測網即時地震資料  
地震速報之結果。

## 中央氣象發佈之地震報告

# 0206 美濃地震

---

亡：117

傷：551

# 維冠金龍大樓

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

16層 RC 建物

震前

1994年

前側 (Google)



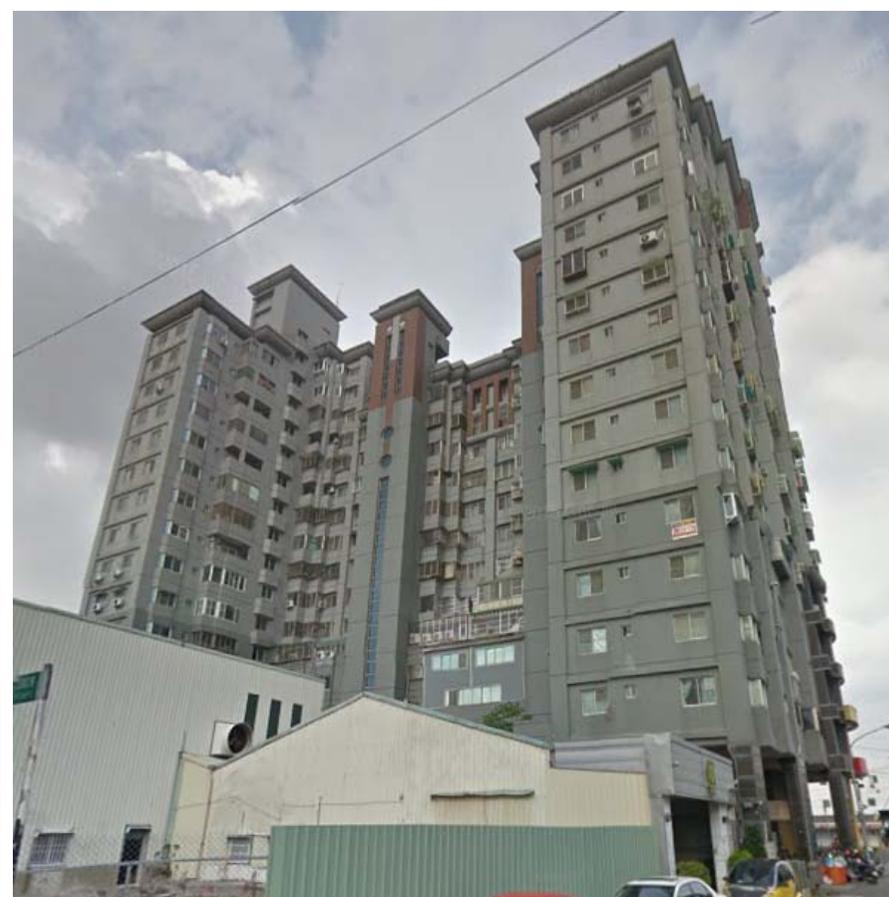
# 維冠金龍大樓

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

16層 RC 建物

震前

後側 (Google)

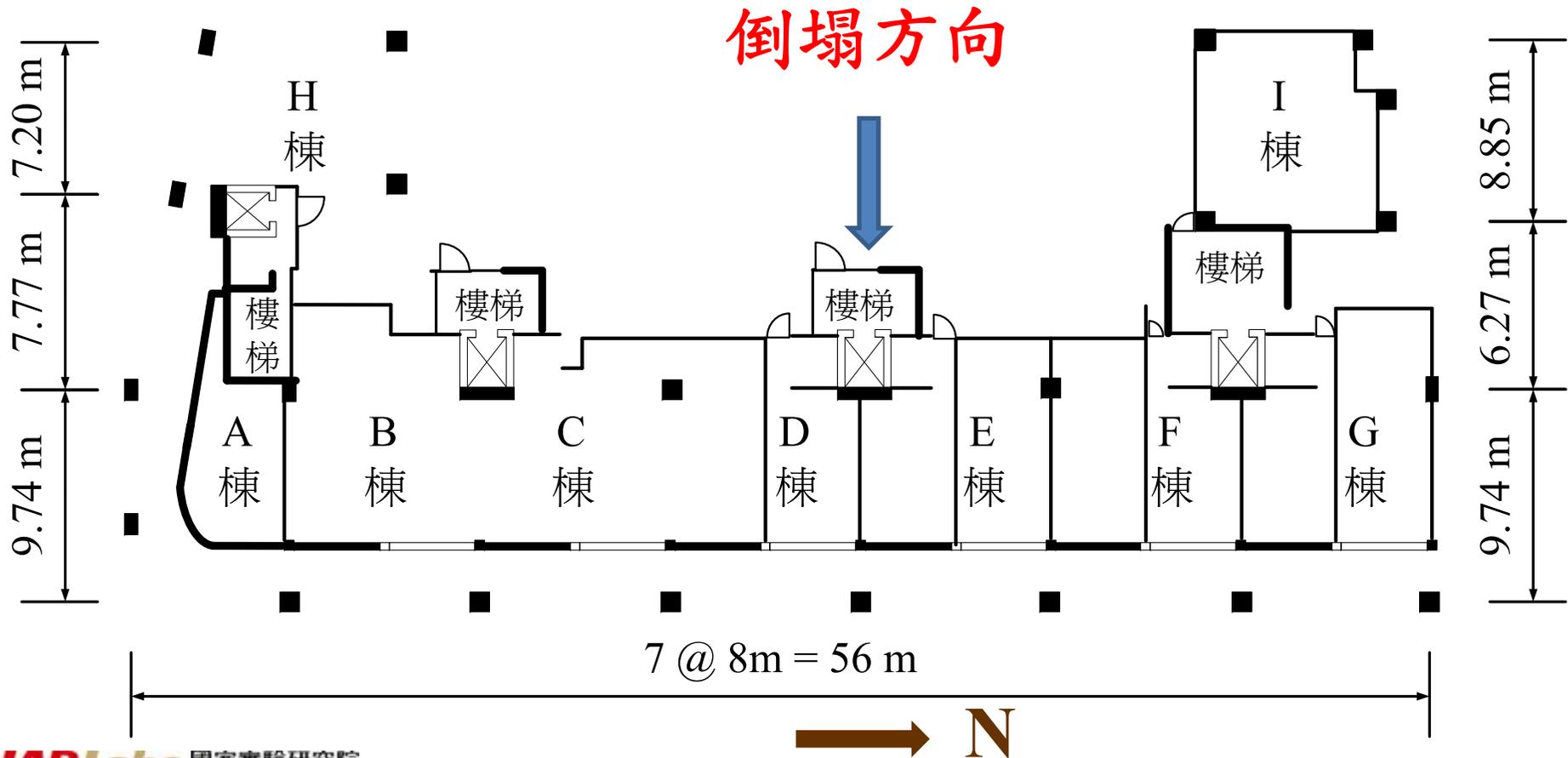


# 維冠金龍大樓

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

16層 RC 建物

## 平面示意圖



# 維冠金龍大樓

23.0055°N, 120.2609°E (臺南市永康區國光五路街2號)

16層 RC 建物

震後

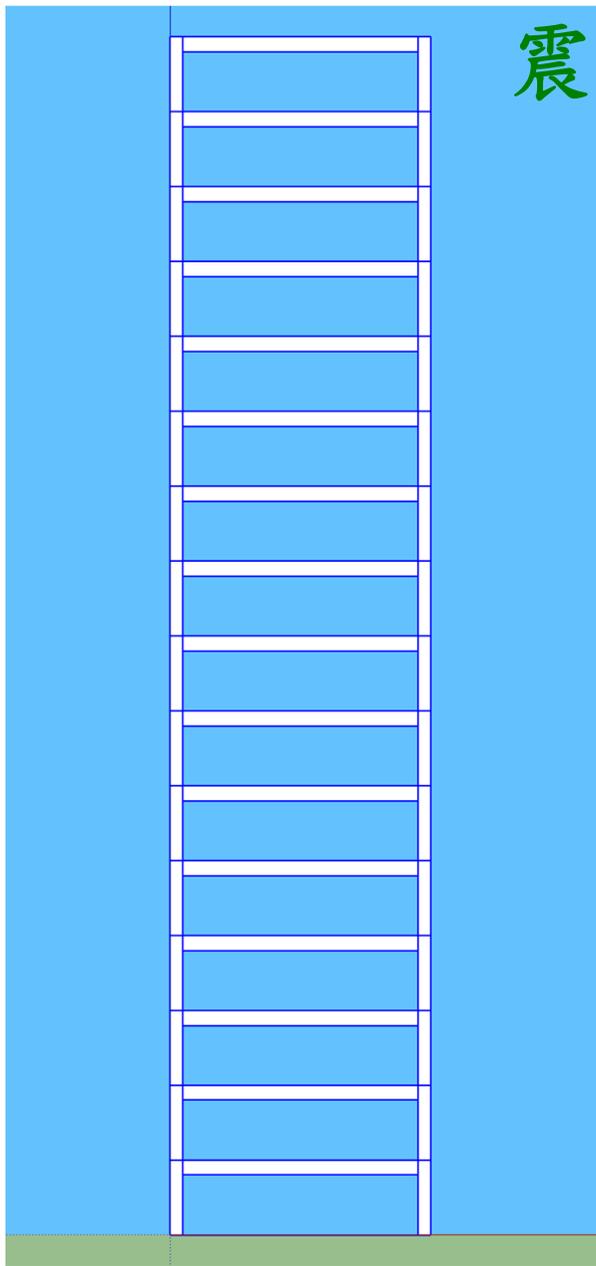
亡：115

傷：96

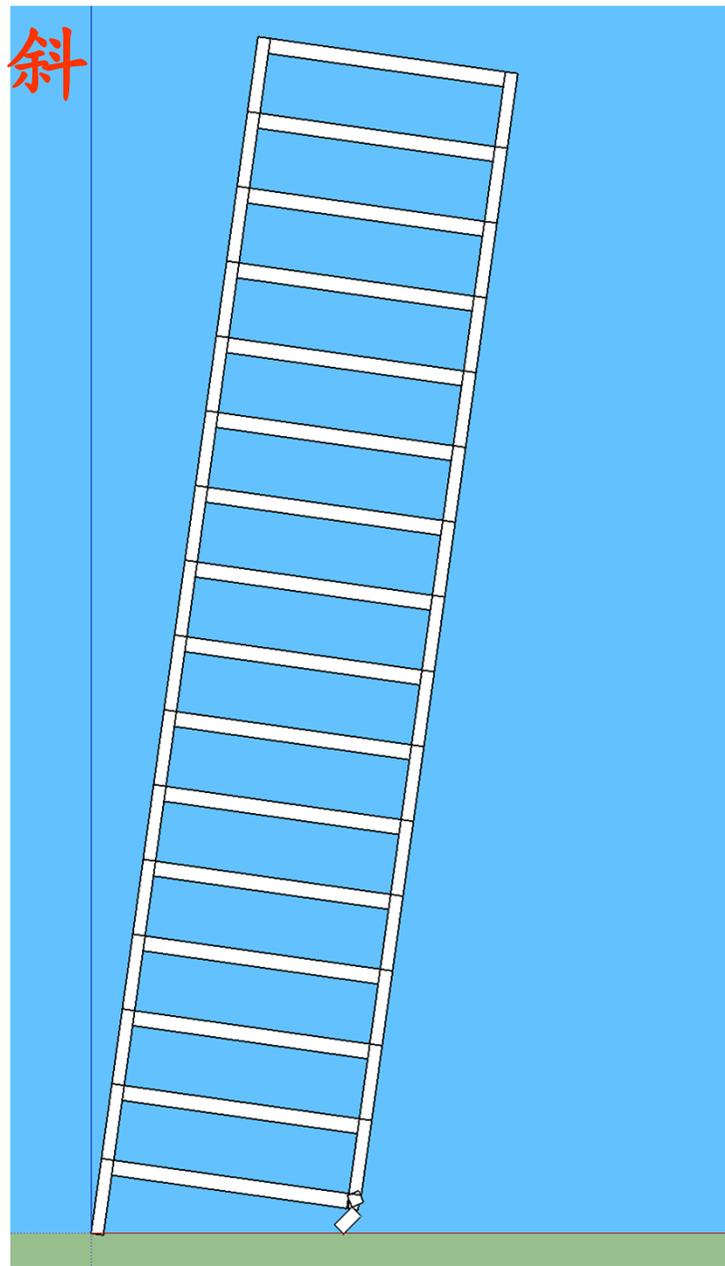


# 可能之倒塌機制

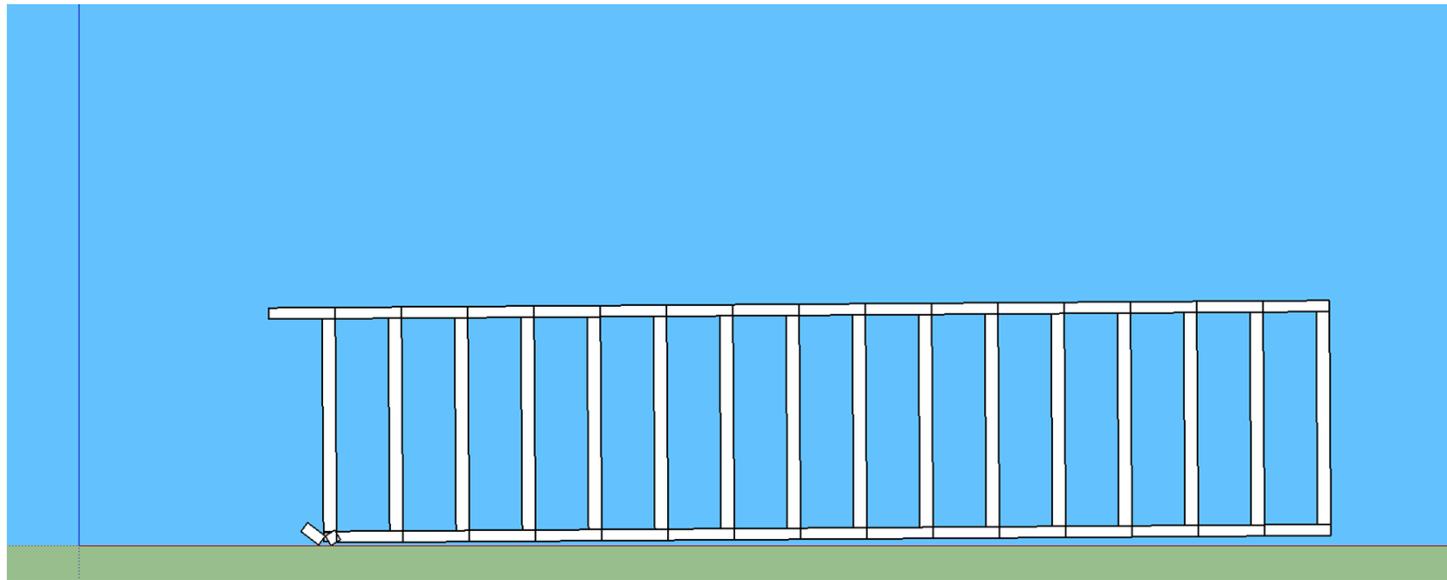
震前



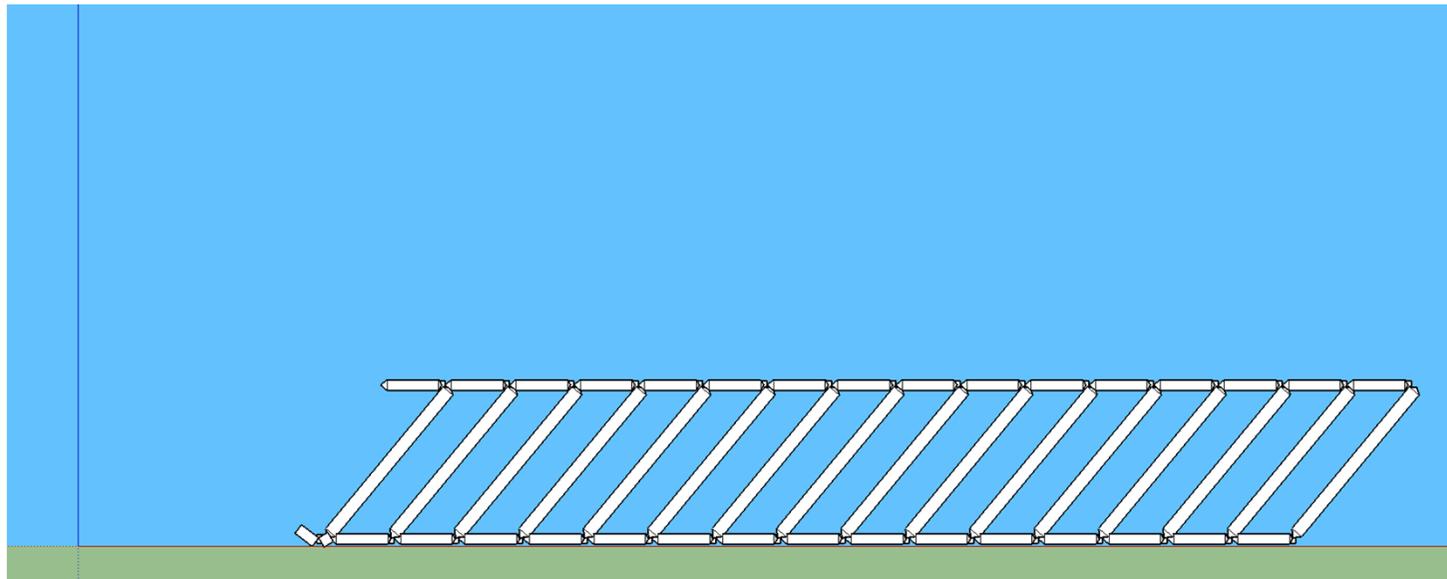
傾斜



# 可能之倒塌機制



傾倒



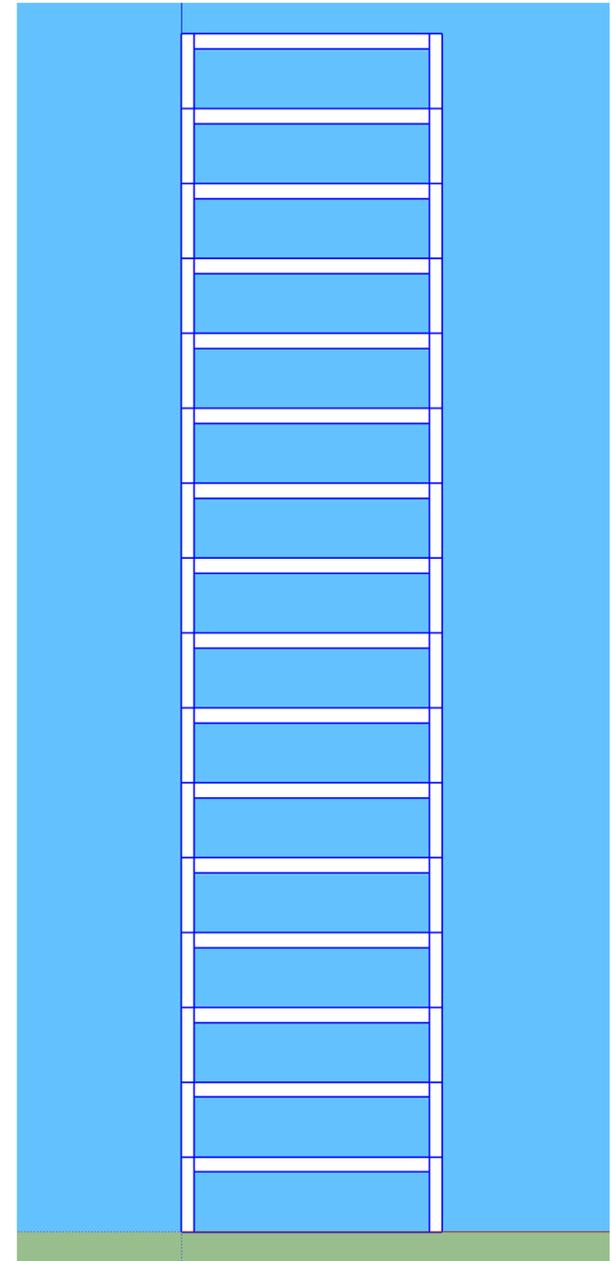
崩塌

# 可能之倒塌機制

下弱上強

前弱後強

柱梁互換



# 京城銀行大樓

23.0365°N, 120.3010°E (臺南市新化區中山路586號)

11層 RC 建物

1996年

震前

前側 (Google)



# 京城銀行大樓

23.0365°N, 120.3010°E (臺南市新化區中山路586號)

11層 RC 建物

震前

後側 (Google)



# 京城銀行大樓

23.0365°N, 120.3010°E (臺南市新化區中山路586號)

11層 RC 建物

震後

亡：0

傷：0

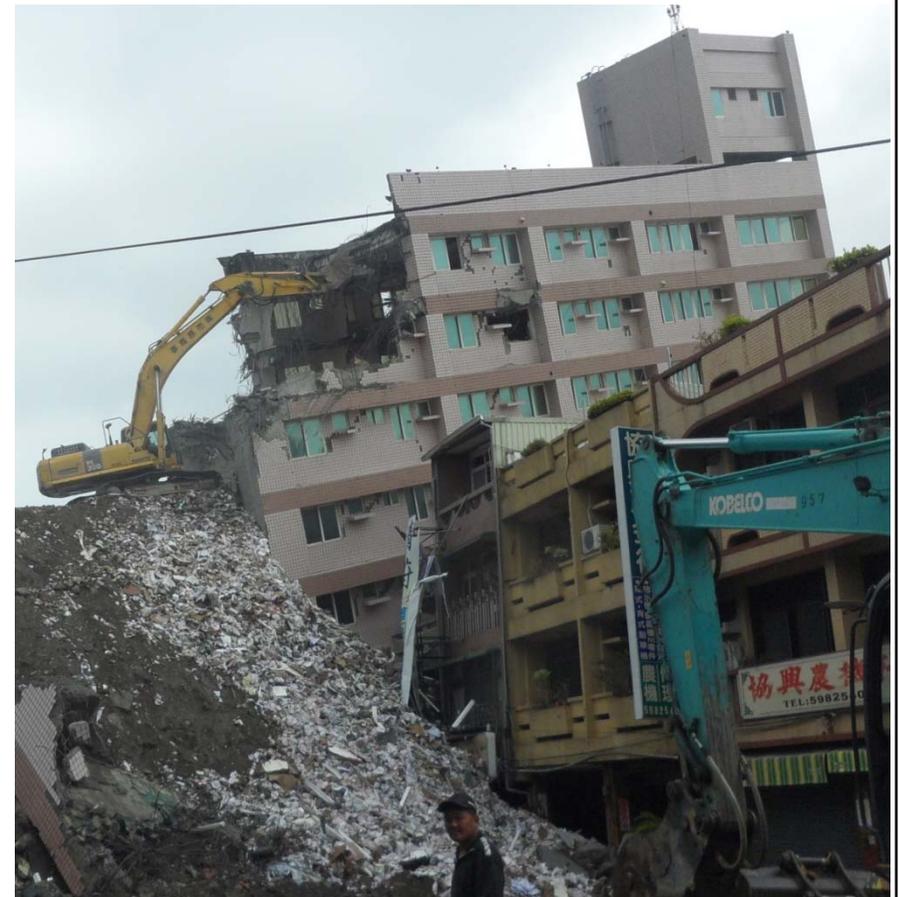
最下4層  
消失！



# 京城銀行大樓

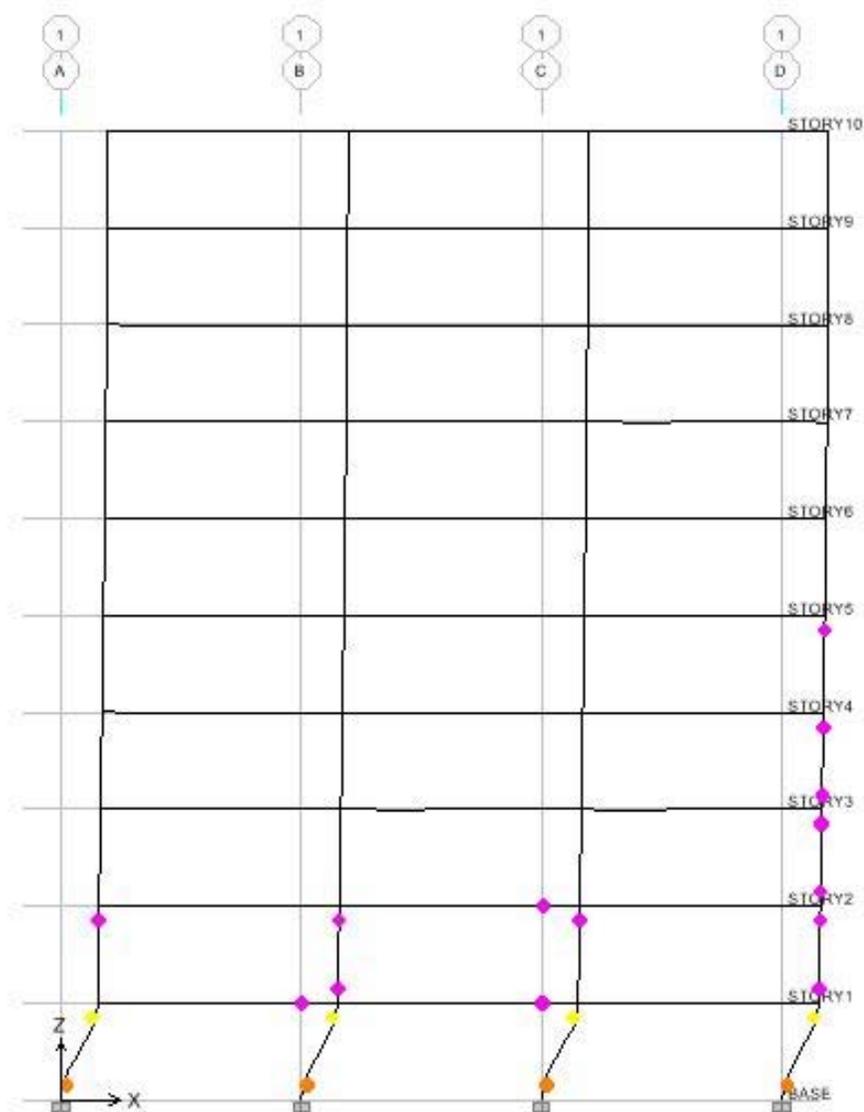
23.0365°N, 120.3010°E (臺南市新化區中山路586號)

11層 RC 建物

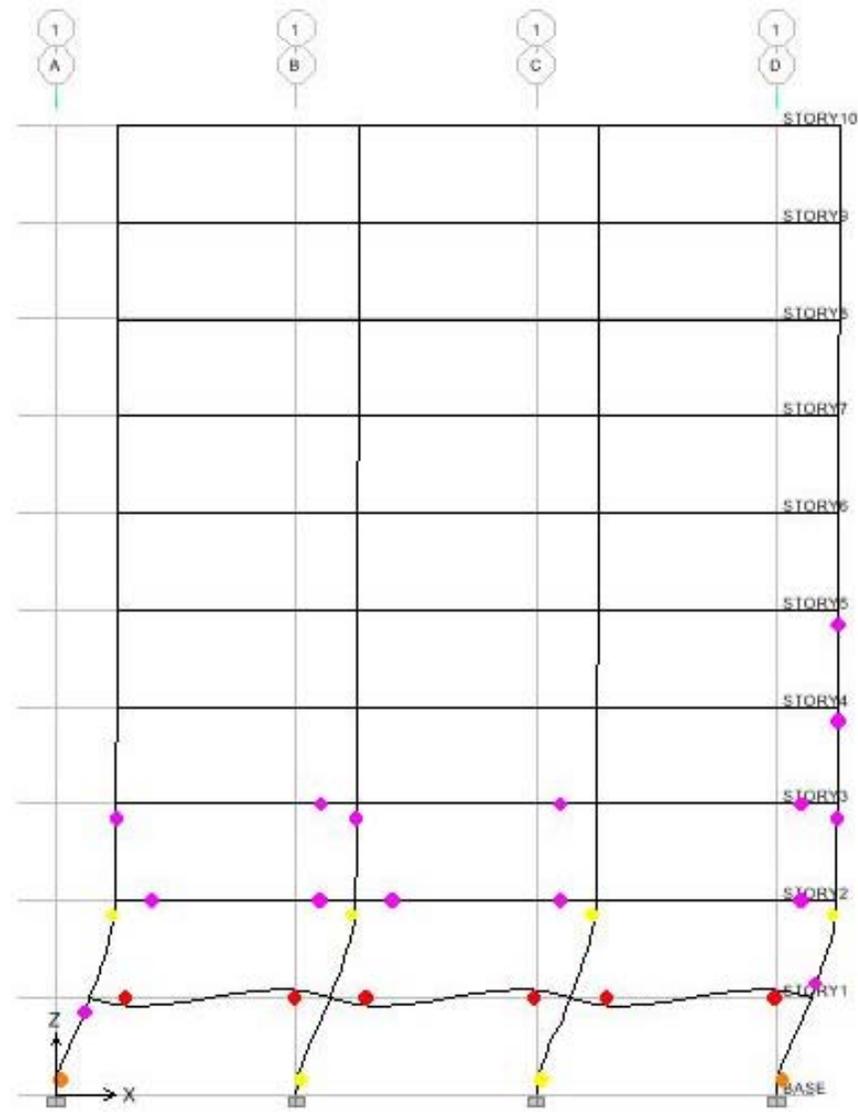


震後 7 日

# 強柱弱梁



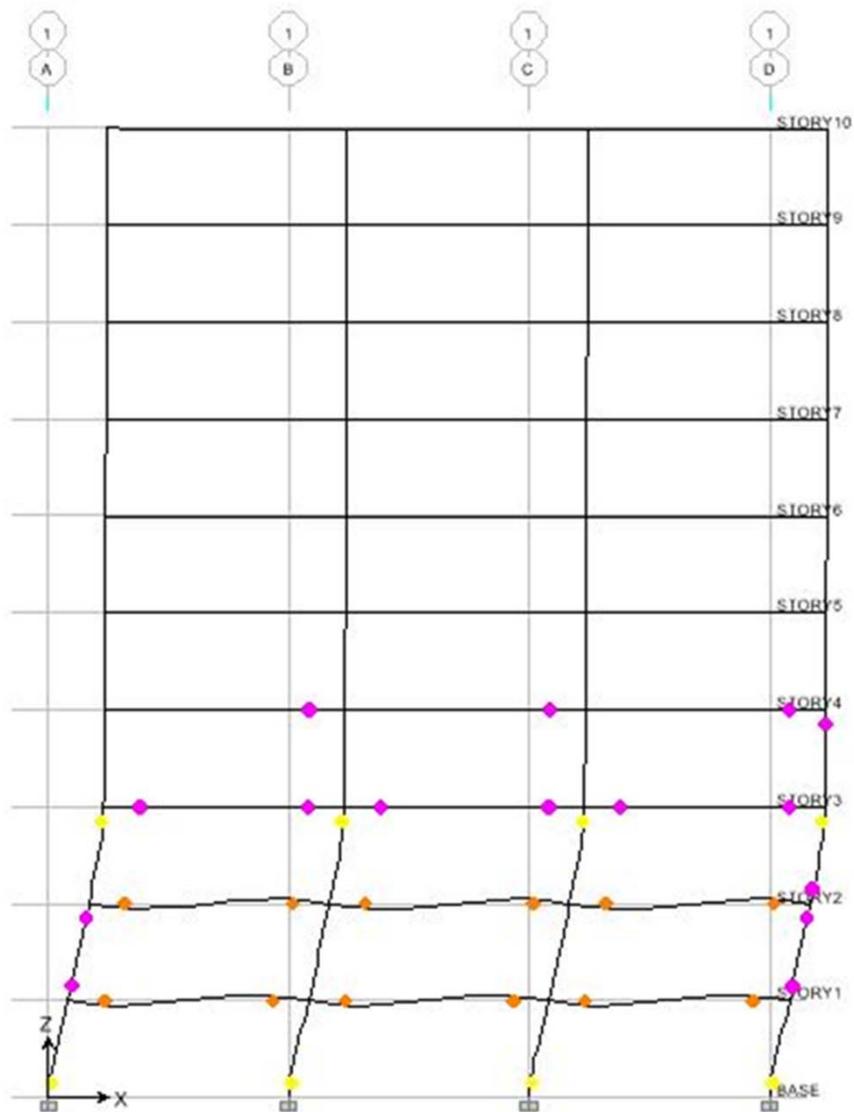
$\alpha = 0.8$



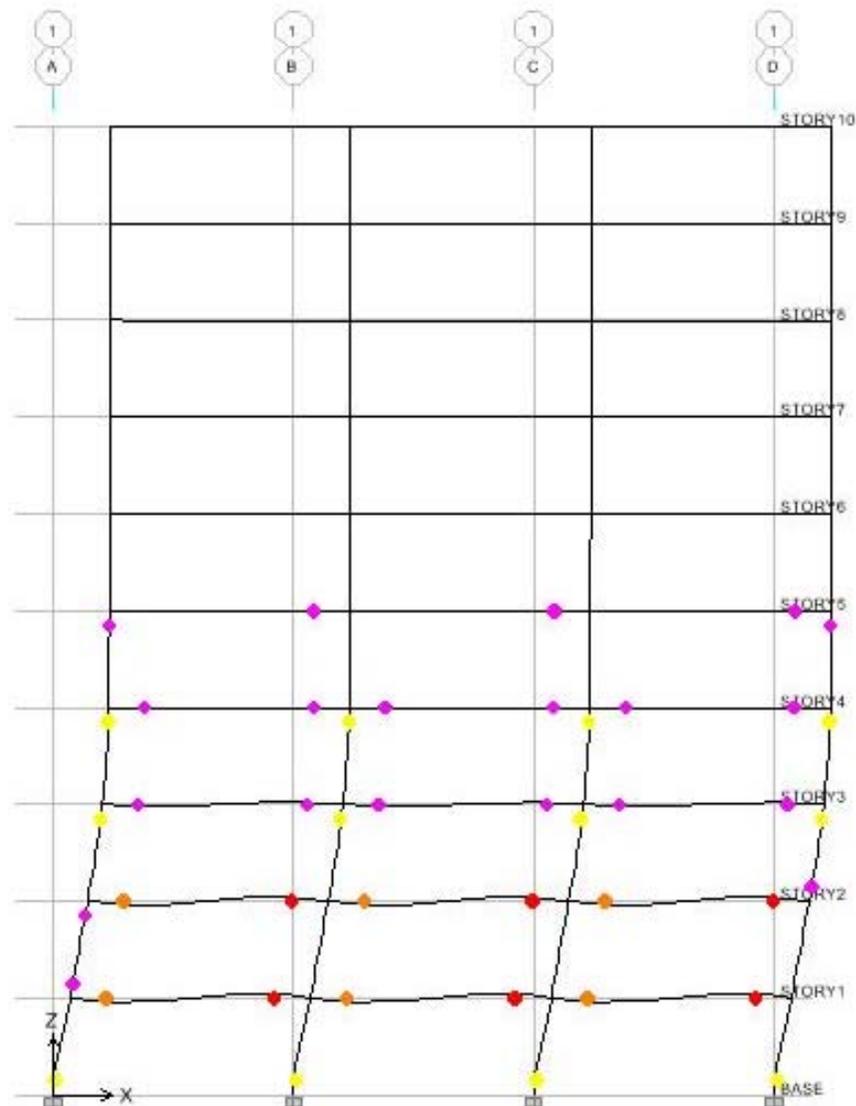
$\alpha = 0.9$

$$M_{nc} = \alpha M_{nb}$$

# 強柱弱梁



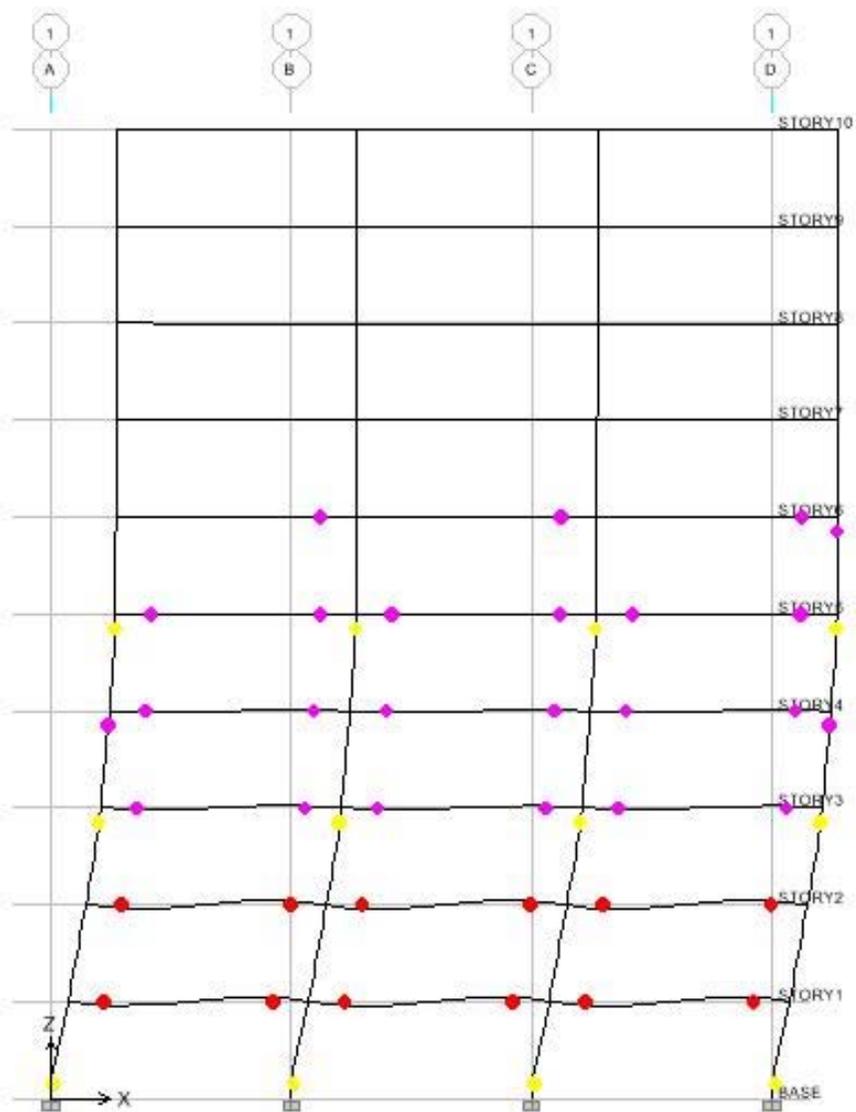
$\alpha = 1.0$



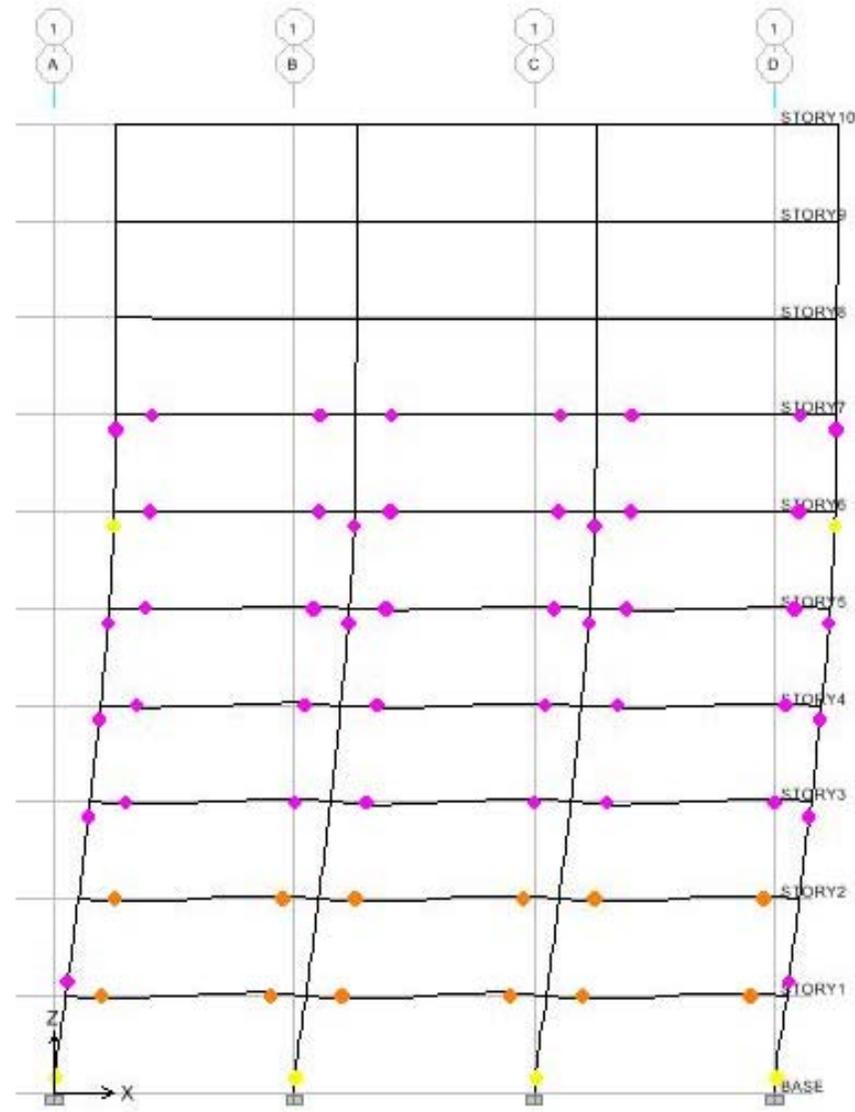
$\alpha = 1.2$  規範

$$M_{nc} = \alpha M_{nb}$$

# 強柱弱梁



$\alpha = 1.5$



$\alpha = 2.1$

$$M_{nc} = \alpha M_{nb}$$

# 幸福大樓

22.9676°N, 120.2977°E (臺南市歸仁區信義北路46號)

7層 RC 建物

震前 (Google)



# 幸福大樓

22.9676°N, 120.2977°E (臺南市歸仁區信義北路46號)

7層 RC 建物

震後

亡：0

傷：1



# 幸福大樓

22.9676°N, 120.2977°E

震後



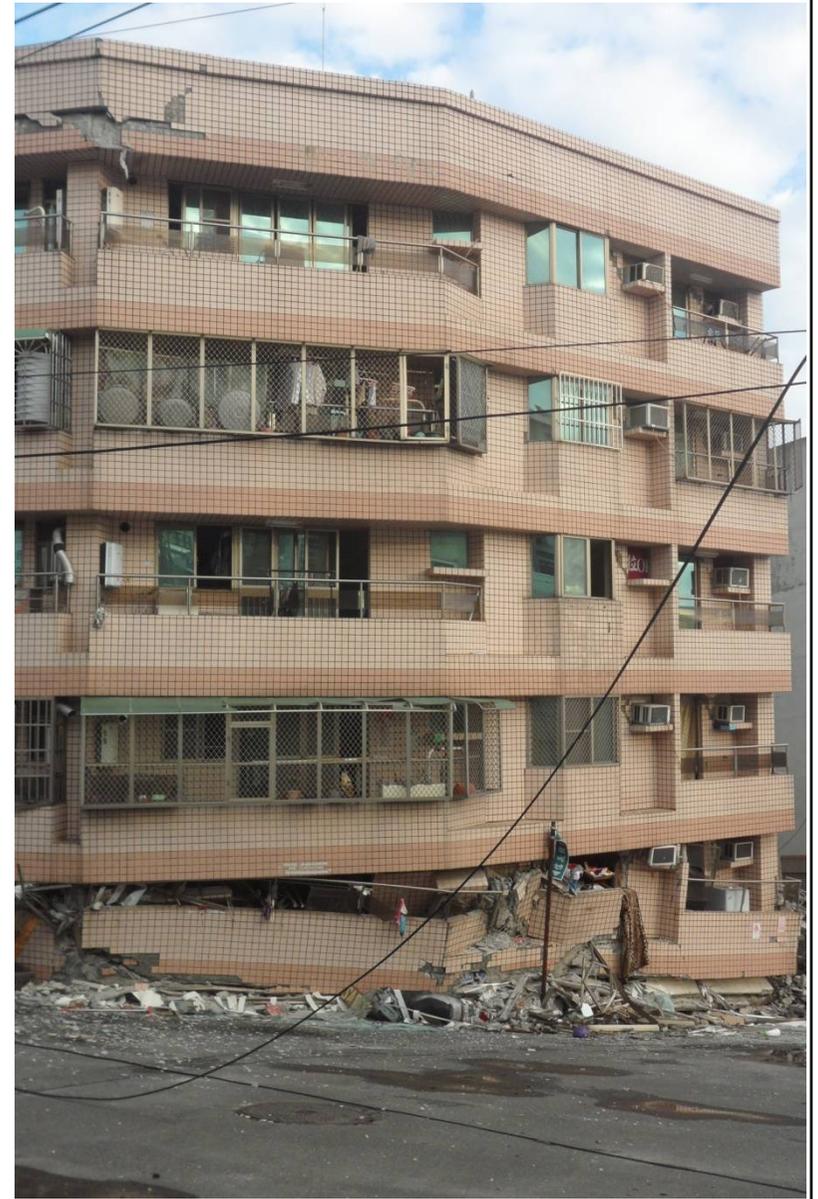
最下3層消失！

# 幸福大樓

22.9676°N, 120.2977°E



震後



# 住商大樓

- 低樓層作商業用，高樓層作住宅用。
- 低樓層牆量少，形成軟弱層。
- 臨街牆量少，形成扭轉。
- 柱強度不足。
- 細節不夠。

# 住商大樓之用途係數

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。

## 16層建築物

每層樓地板面積**900**平方公尺；最低三層作商場用  
 **$900 \times 3 = 2,700 < 3,000$** 平方公尺

**$3/16 = 18.75 \% < 20 \%$**

**$I = 1.0$**

# 住商大樓之用途係數

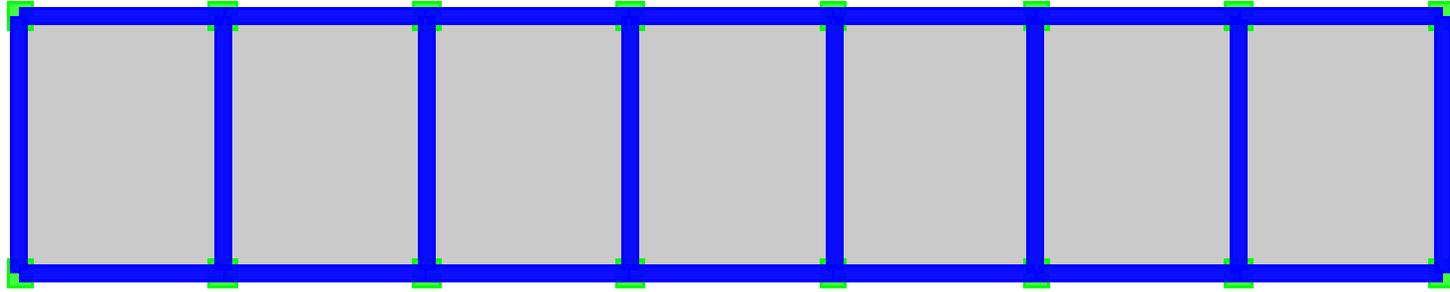
公眾使用之建築物， **$I = 1.25$** 。

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。

**公眾使用之樓層及其下之樓層**

**$I = 1.25$**

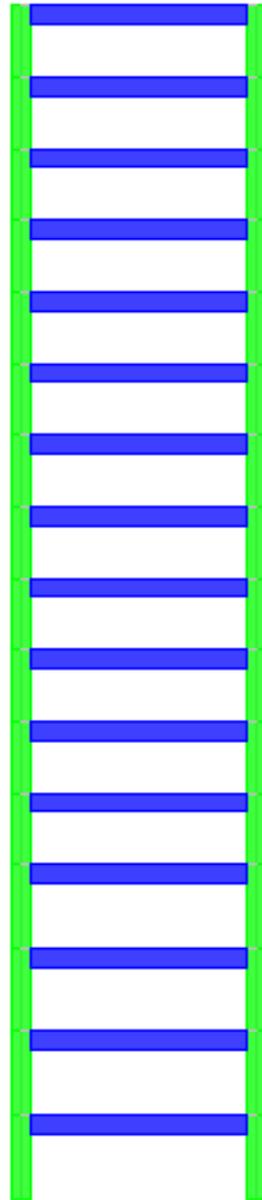
# 單跨高樓



結構平面圖

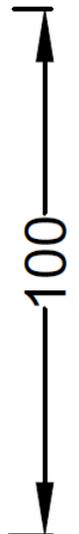
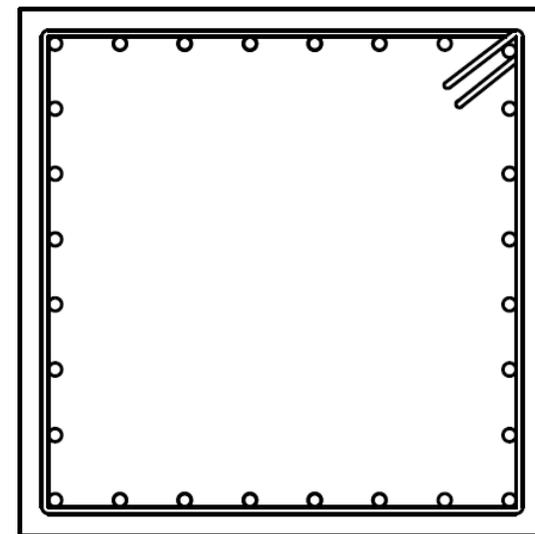
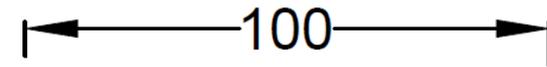
# 單跨高樓

## 內構架立面圖



28D25

1.42%



$$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

# 單跨高樓

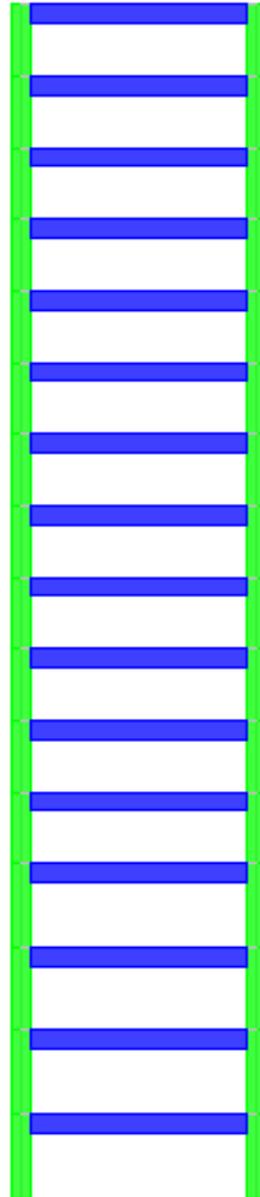
靜載重

$$W = 1536 \text{ tf}$$

$$M_{ao} = WB/2 \\ = 7680 \text{ tf - m}$$

$$P_u = +768 \text{ tf} \\ = 0.219 f'_c A_g$$

$$P_u = +768 \text{ tf} \\ = 0.219 f'_c A_g$$



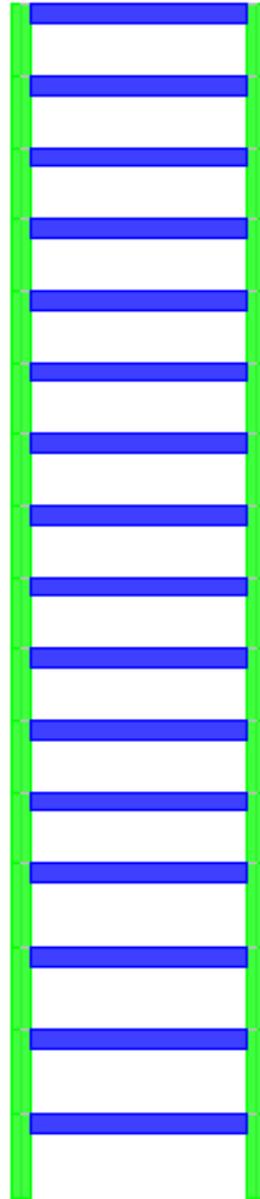
# 單跨高樓

## 設計地震力

$$V = 0.1158W \\ = 177.87 \text{ tf}$$

$$M_o = \sum_{i=2}^{17} F_i H_i \\ = 6407 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$P_u = +182 \text{ tf} \\ = 0.052 f'_c A_g$$



## 靜載重

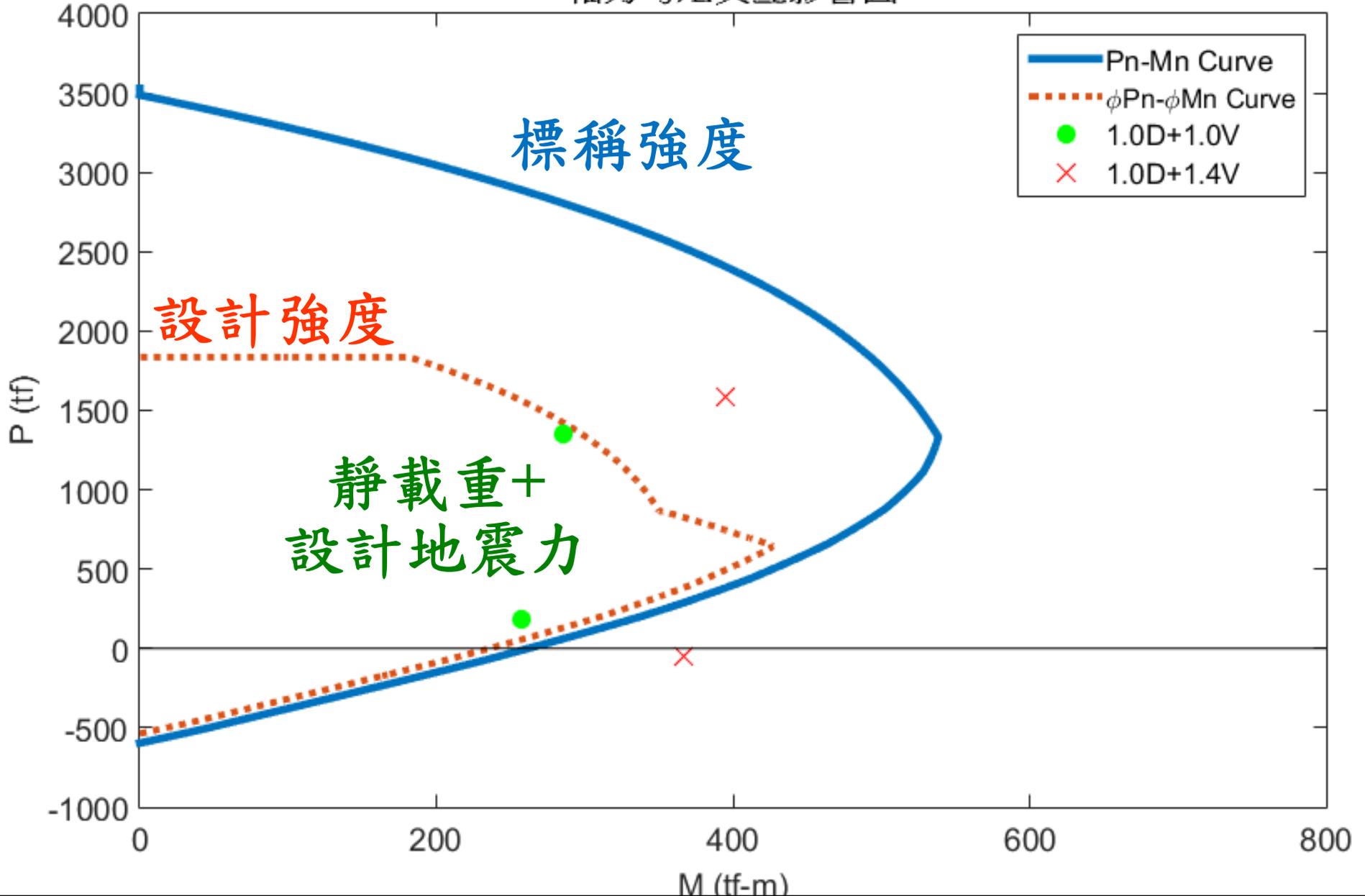
$$W = 1536 \text{ tf}$$

$$M_{ao} = WB/2 \\ = 7680 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$P_u = +1354 \text{ tf} \\ = 0.387 f'_c A_g$$

# 單跨高樓

軸力彎矩交互影響圖



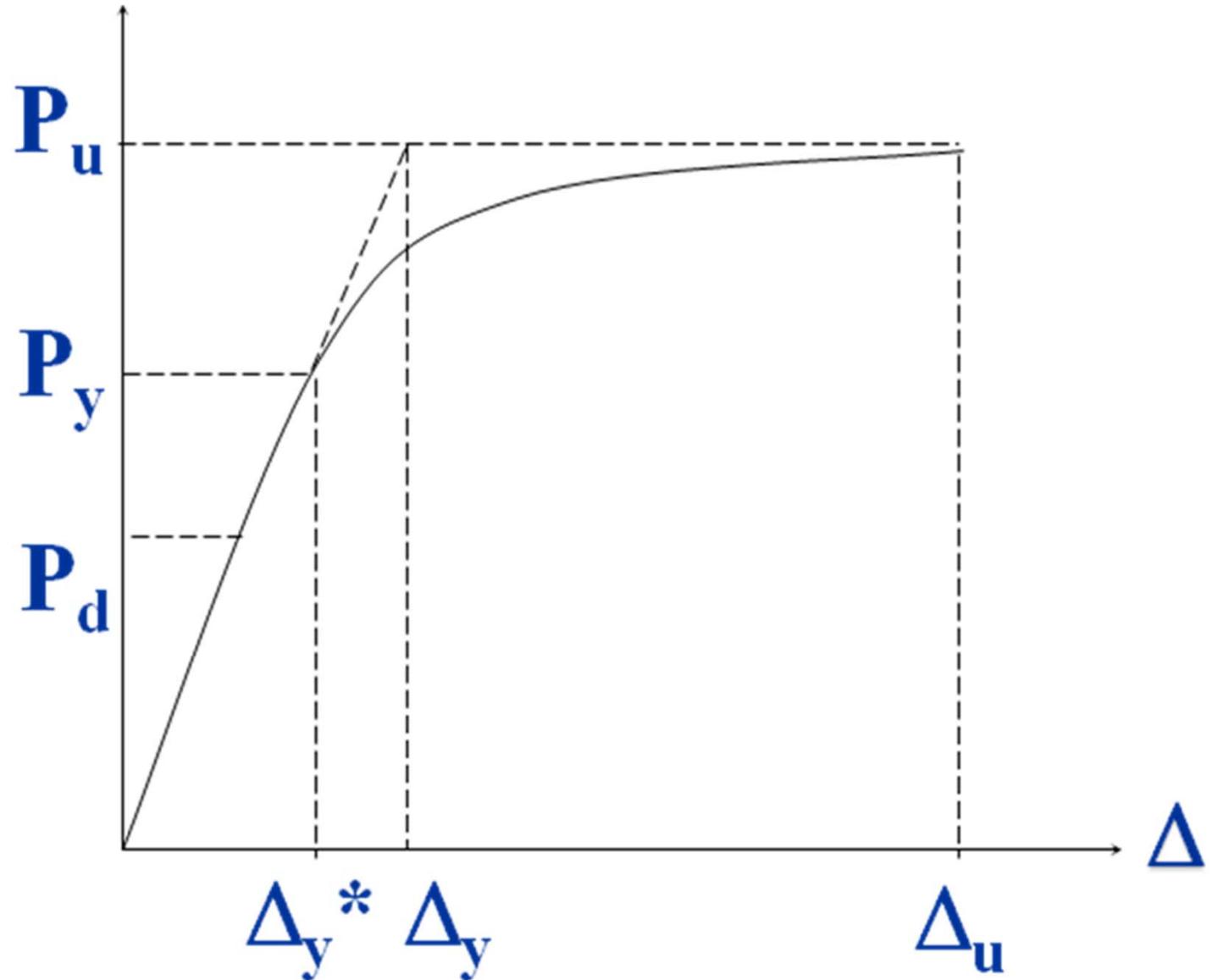
# 單跨高樓

## 建築物耐震設計規範

極限地震力  
 $1.4\alpha_y V$

降伏地震力  
 $\alpha_y V$

設計地震力  
 $V$



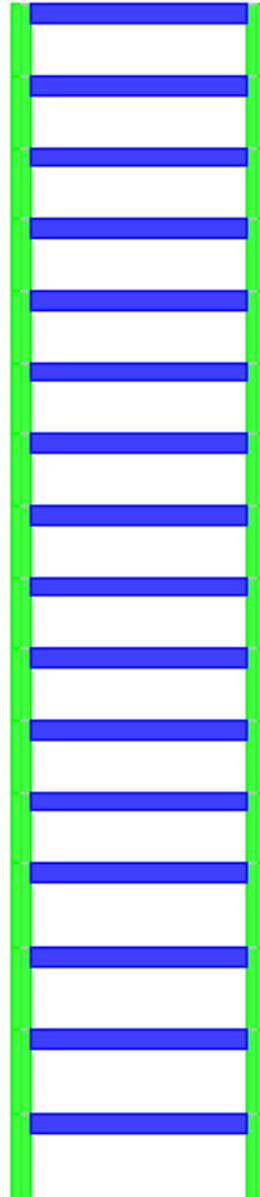
# 單跨高樓

## 設計極限地震力

$$1.4\alpha_y V = 249.02 \text{ tf}$$

$$1.4\alpha_y M_o = 8970 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$P_u = -53 \text{ tf}$$
$$= -0.015 f'_c A_g$$



## 靜載重

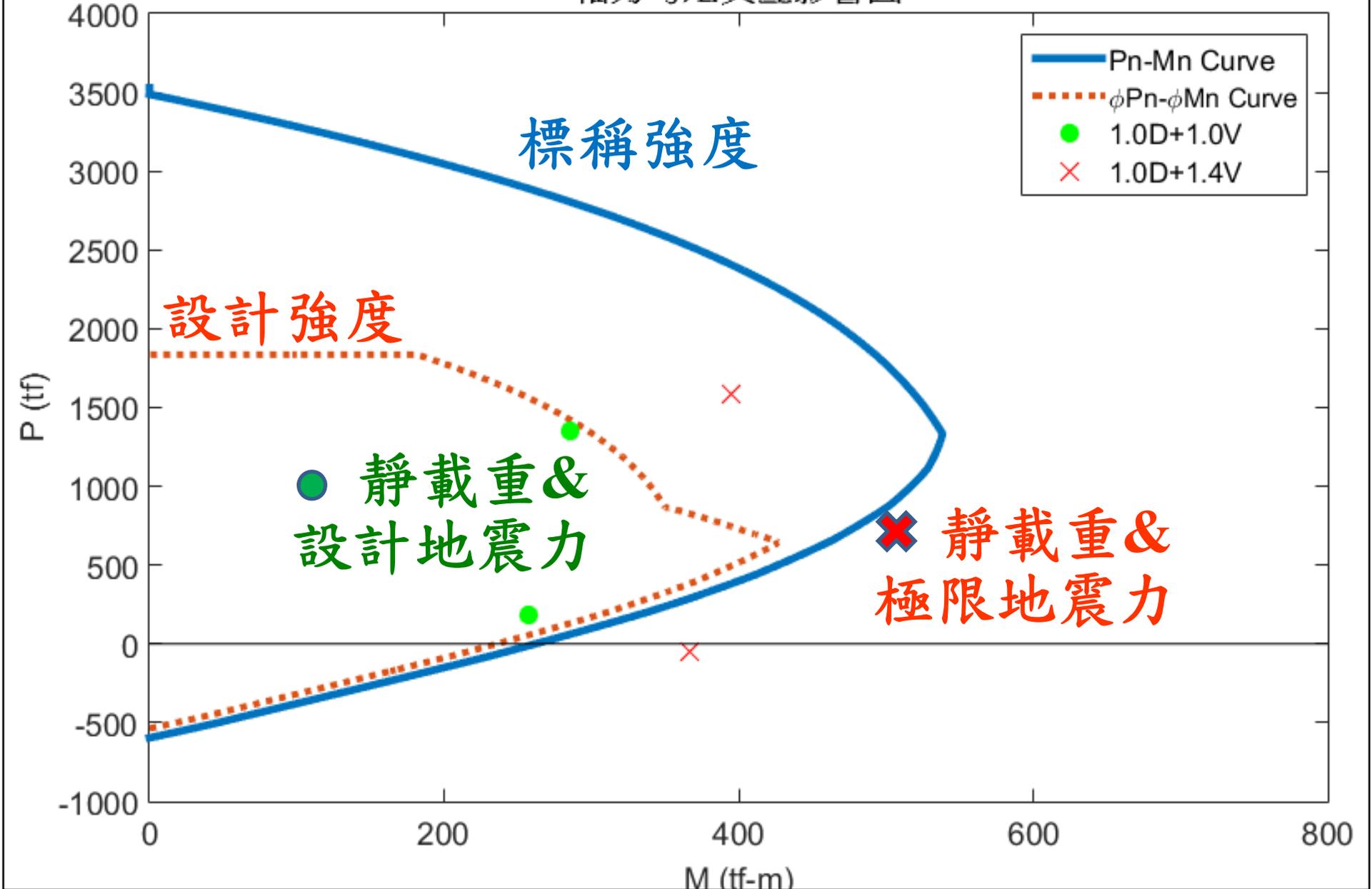
$$W = 1536 \text{ tf}$$

$$M_{ao} = WB/2$$
$$= 7680 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$P_u = +1589 \text{ tf}$$
$$= 0.454 f'_c A_g$$

# 單跨高樓

軸力彎矩交互影響圖



標稱強度

設計強度

● 靜載重 & 設計地震力

✕ 靜載重 & 極限地震力

- Pn-Mn Curve
- - -  $\phi P_n - \phi M_n$  Curve
- 1.0D+1.0V
- ✕ 1.0D+1.4V

# 單跨高樓

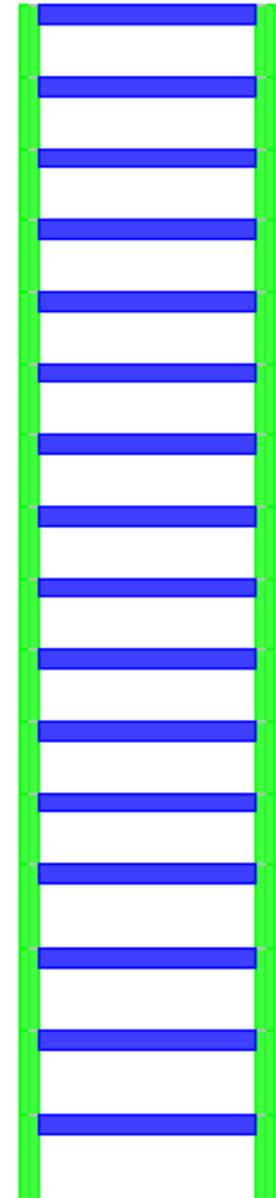
設計：設計地震力  $V$

檢核：極限地震力  $1.4\alpha_y V$

**1.4 → 1.2**

$$V = \frac{I}{1.2\alpha_y} \left( \frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W$$

**R = 4.0 → R = 3.6**



# 山上區公有市場

23.1028°N, 120.3548°E (台南市山上區南洲里104號)

2 層 RC 建物。



震前 (Google)



一樓軟弱層

# 山上區公有市場

23.1028°N, 120.3548°E (台南市山上區南洲里104號)



震後

一樓崩塌



亡：0

傷：0

# 大智市場

22.9625°N, 120.2305°E (台南市東區長東街103巷2號)

4層RC建物

軟弱層



震前  
(Google)



# 大智市場

22.9625°N, 120.2305°E (台南市東區長東街103巷2號)



震後

一層樓  
崩塌



亡：0

傷：4

# 南化區公有市場

23.0421°N, 120.4777°E (臺南市南化區南化里174-9號)

2層RC 建物



震前 (Google)



一樓  
軟弱層

# 南化區公有市場

23.0421°N, 120.4777°E (臺南市南化區南化里174-9號)

2010.3.4 甲仙地震後，以鋼柱支撐。



震後



損壞  
但未崩塌！



# 市場

- 一樓作商業用，形成軟弱層。
- 未補強者，崩塌。
- 經簡單加固者，損壞但未崩塌。
- 耐震補強，可行。

# 山上區區公所

23.1039°N, 120.3527°E (臺南市山上區南洲里325號)

緊急應變中心改至其他大樓



# 山上區區公所

23.1039°N, 120.3527°E ; 緊急應變中心改至其他大樓



# 左鎮區區公所

23.0570°N, 120.4087°E (臺南市左鎮區中正里171之4號)

1971年；柱子損壞。



# 左鎮區區公所

23.0570°N, 120.4087°E



柱子損壞



柱子損壞

# 南化區區公所

23.0433°N, 120.4778 °E (臺南市南化區南化里230號)

列為危樓



# 南化區區公所

23.0433°N, 120.4778 °E ; 列為危樓



柱子損壞  
水管置於保護層



# 歸仁區區公所

22.9675 °N, 120.2939 °E (臺南市歸仁區中山路二段二號)



無損害  
正常運作  
緊急應變中心

補強前 (Google Map)



補強後 (RC 剪力牆)

# 歸仁區區公所

22.9675 °N, 120.2939 °E



無損害  
正常運作  
緊急應變中心

RC 剪力牆補強



# 區公所

- 未補強者，結構損壞，無法作緊急應變中心。
- 已補強者，無損，正常運作，為緊急應變中心。
- 耐震補強實屬經濟有效。

# 玉井國中

23.1239°N, 120.4705°E (台南市玉井區大成路152號)

專科大樓；3層 RC 建物；1998年



# 玉井國中

23.1239°N, 120.4705°E

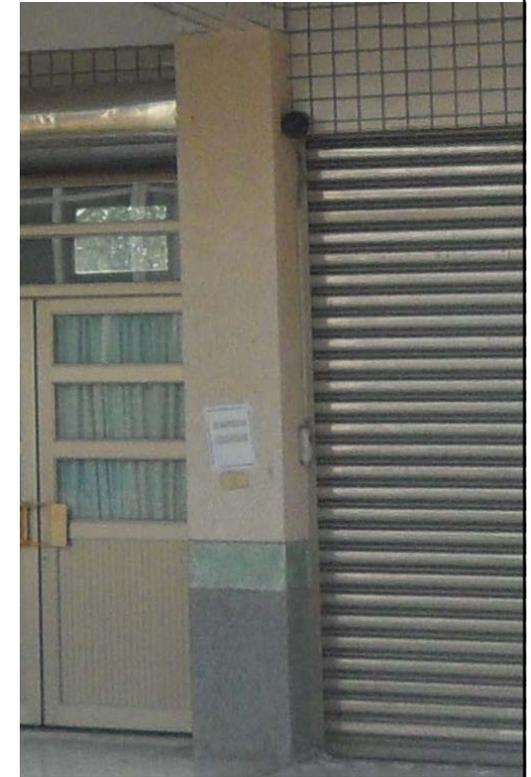
正面



開口RC牆  
開裂



窗台柱  
開裂



長柱  
無損

# 玉井國中

23.1239°N, 120.4705°E



背面



窗台及垂壁共同束制  
開裂

僅窗台東制  
無開裂

# 校舍

- 集集地震，校舍崩塌嚴重。
- 集集地震後，教育部積極推動校舍耐震能力提升之工作。
- 高震損風險之校舍，完成耐震補強。
- 補強者，無損。
- 未補強者(已非高震風險)，結構損壞，但未至於崩塌。

---

感謝！  
請指正！