

「結構耐震評估與補強」系列簡報  
2019.7.30 (二)

結構耐震評估：  
審查重點及結果彙整表

鍾立來

陳俊鴻、楊耀昇、邱聰智、涂耀賢

國家地震工程研究中心

國立臺灣大學土木工程學系

國立成功大學土木工程學系

# 詳細評估

既有樓房結構，耐震能力可能不足。

結構耐震能力詳細評估，得其耐震容量與需求比  
(CDR, Capacity to Demand Ratio)

$CDR \geq 1$ ，耐震合格，不需補強。

$CDR < 1$ ，耐震不合格，或補強，或拆建。

低估而補強，浪費資源。

高估而未補強，置身險境。

# 審查重點及結果彙整表

詳細評估重要結果之彙整：

自主檢查

第三方審查

避免誤判！

# 範例樓房

---

工址座落在花蓮縣花蓮市

# 工址之資料

座落之震區	花蓮縣 花蓮市
震區短週期設計譜加速度係數 (g)	0.8
震區一秒週期設計譜加速度係數 (g)	0.45
反應譜等加速度段之近斷層調整因子	1.42
反應譜等速度段之近斷層調整因子	1.58
地盤分類 (第一、二、三類或臺北盆地)	二
反應譜等加速度段之工址放大係數	1.0
反應譜等速度段之工址放大係數	1.1
工址短週期設計譜加速度係數 (g)	1.136
工址一秒週期設計譜加速度係數 (g)	0.7821
工址反應譜短週期與中長週期之分界 (s)	0.6885
(設計) 目標最大地表加速度 (g)	0.4544

$$S_S^D$$

$$S_1^D$$

$$N_A$$

$$N_V$$

$$F_a$$

$$F_v$$

$$S_{DS} = F_a N_A S_S^D$$

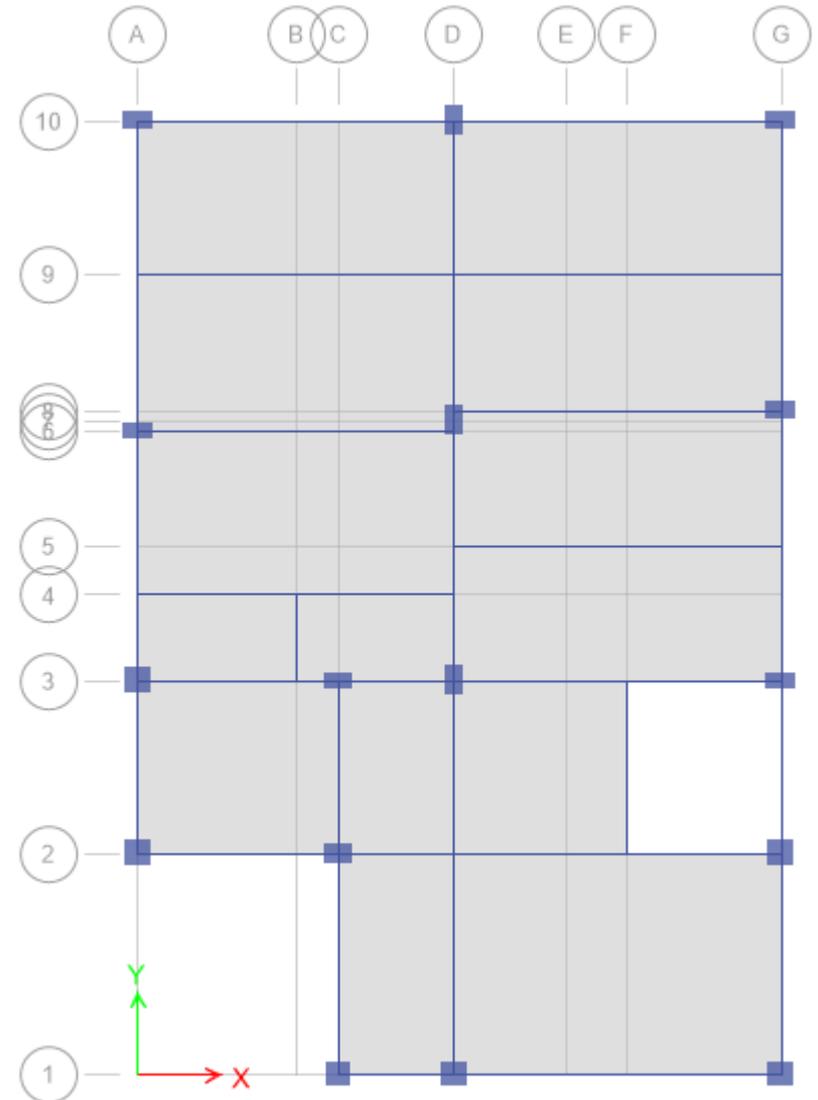
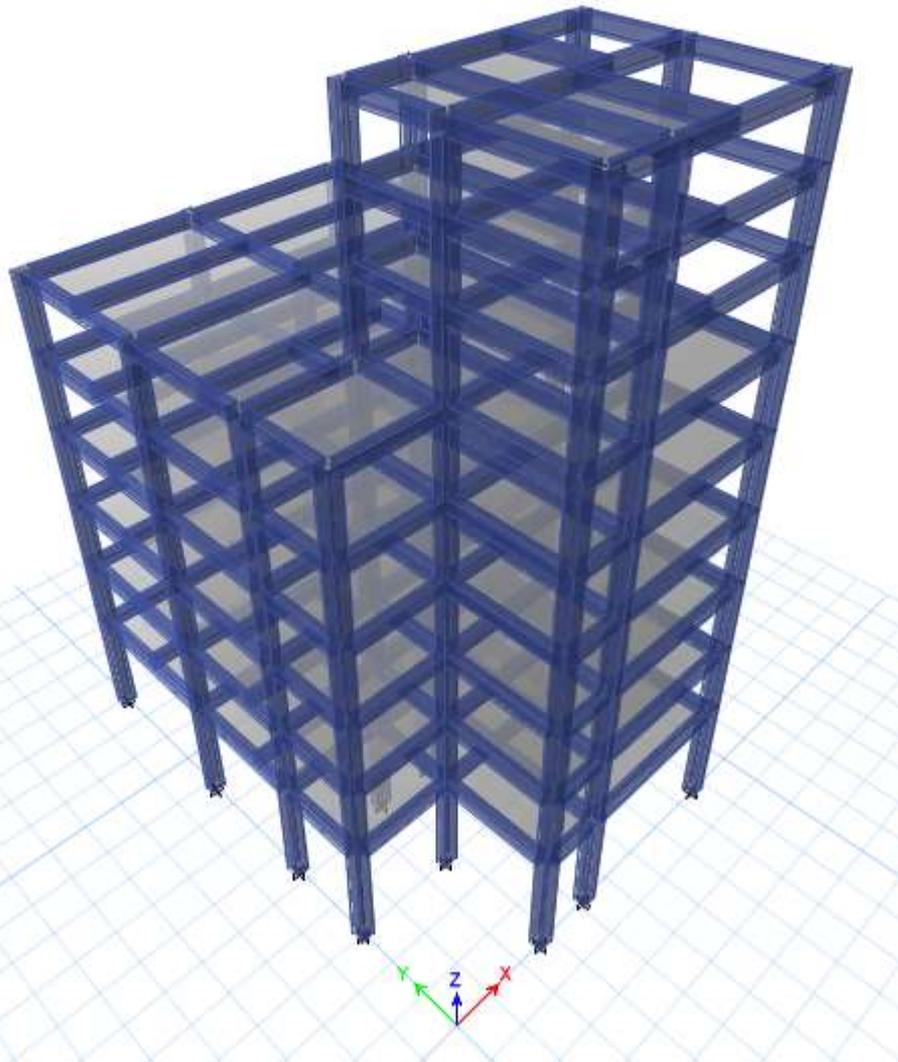
$$S_{D1} = F_v N_V S_1^D$$

$$T_0^D = S_{D1} / S_{DS}$$

$$A_T = 0.4 S_{DS}$$

# 範例樓房

鋼筋混凝土構造，6層樓(外加3層屋突)。



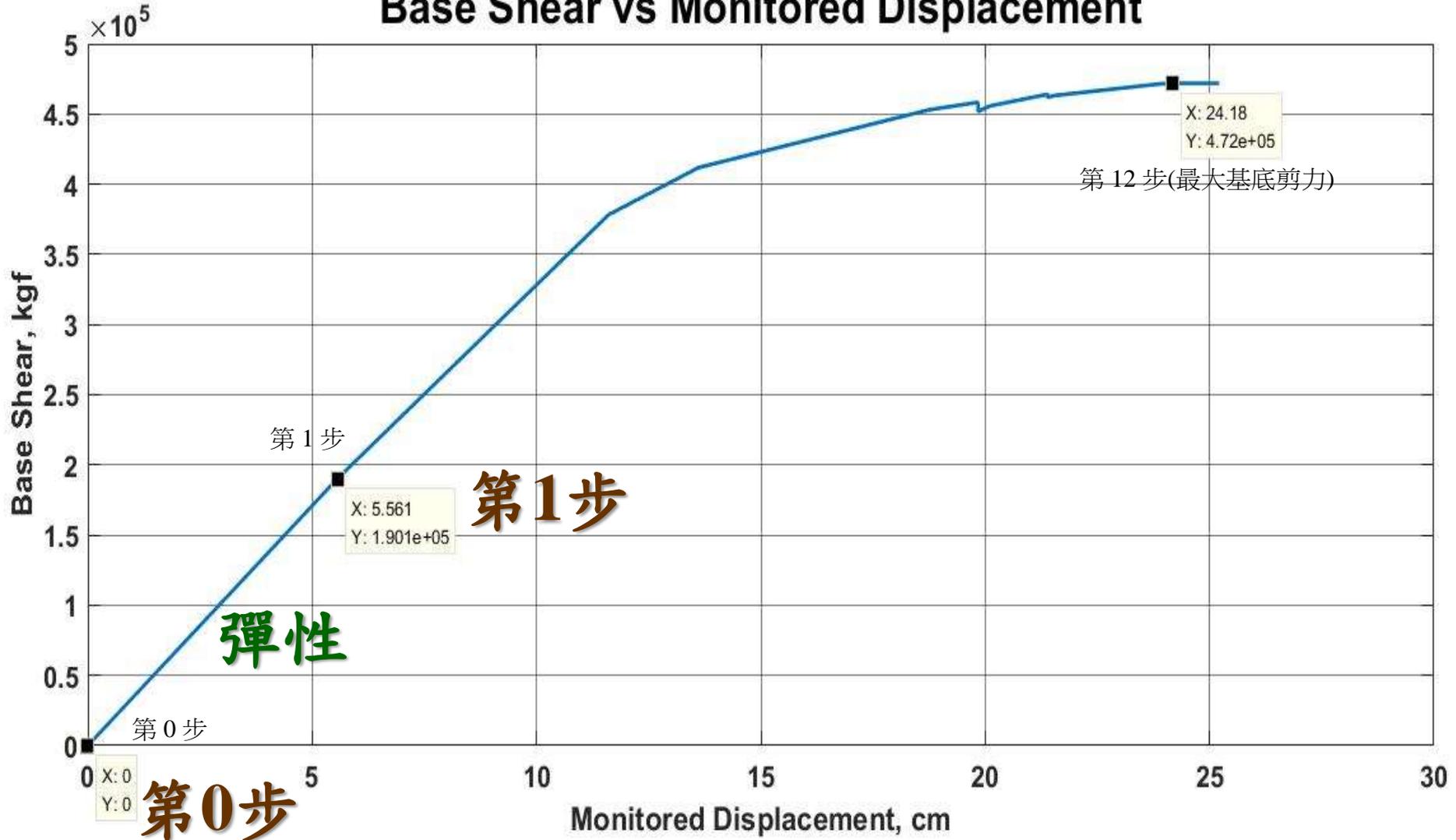
# 結構之資料

構造	鋼筋混凝土	
樓層數	6	$N$ 不含屋突
建築高 (基面以上) (m)	23.6	$H$ 不含屋突
一樓樓層高 (m)	5.6	$h_1$
標準層樓層高 (m)	3.6	$h_T$
一樓及標準層樓層高度比	1.556	$h_1/h_T$
X向之最大尺度 (m)	15.05	$L_X$
Y向之最大尺度 (m)	22.65	$L_Y$
總樓地板面積 (基面以上) (m <sup>2</sup> )	1,976	$A$ 含屋突
總重量 (基面以上) (tf)	2,401	$W$ 含屋突
單位樓地板面積之重量 (tf/m <sup>2</sup> )	1.215	$w = W/A$

# 範例樓房

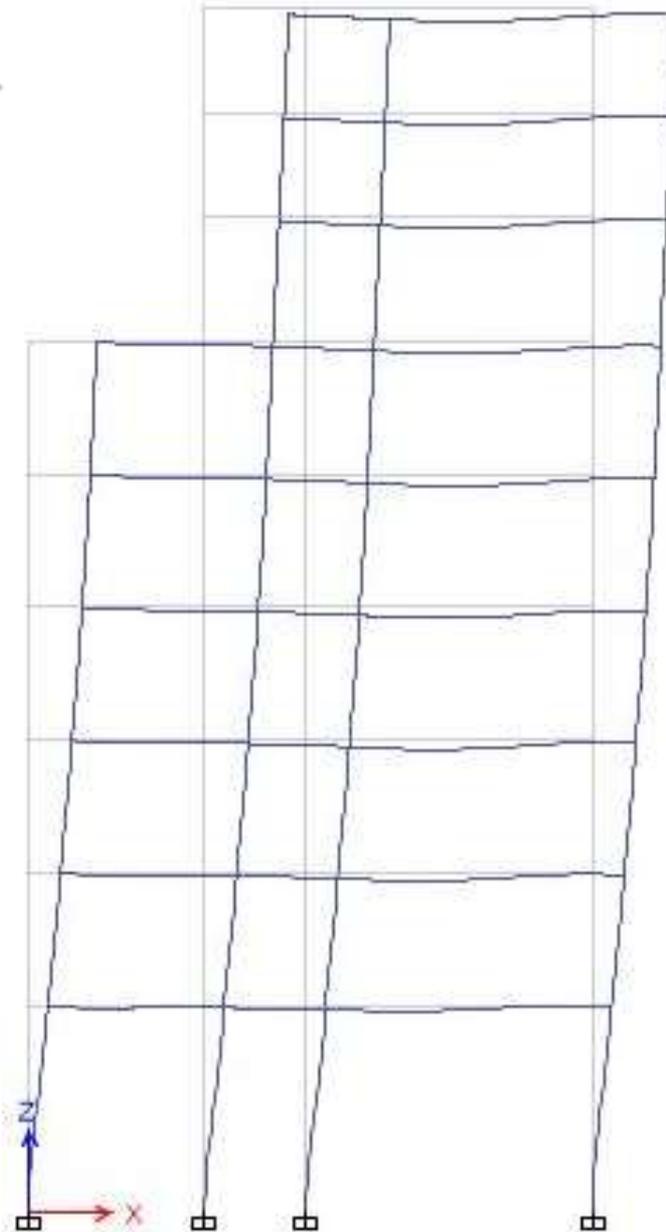
## 側推曲線

### Base Shear vs Monitored Displacement



# 範例樓房

## 非線性鉸之發展



第1步

# 詳細評估之勁度結果 (第0至1步)

一樓之彈性層間位移比 (%)	<b>0.320</b>	$D_1 = \delta_1 / h_1$
屋頂之彈性位移比 (%)	<b>0.257</b>	$D_{RF} = \Delta_{RF} / H$
一樓及屋頂彈性位移比之比值	<b>1.245</b>	$D_1 / D_{RF}$
一樓之彈性勁度 (tf/cm)	<b>106.2</b>	$k_1 = V_1 / \delta_1$
二樓之彈性勁度 (tf/cm)	<b>151.8</b>	$k_2 = V_2 / \delta_2$
一、二樓之彈性勁度比	<b>0.6995</b>	$k_1 / k_2$ 軟層
設計規範之經驗基本振動週期 (s)	<b>0.7495</b>	$T_{Cod}$
動力分析之基本振動週期 (s)	<b>1.4351</b>	$T_{Dyn}$
動力及經驗週期比	<b>1.915</b>	$T_{Dyn} / T_{Cod}$
側推分析之彈性振動週期 (s)	<b>1.3404</b>	$T_{PO}$
側推及動力分析之週期比	<b>0.934</b>	$T_{PO} / T_{Dyn}$

# 範例樓房

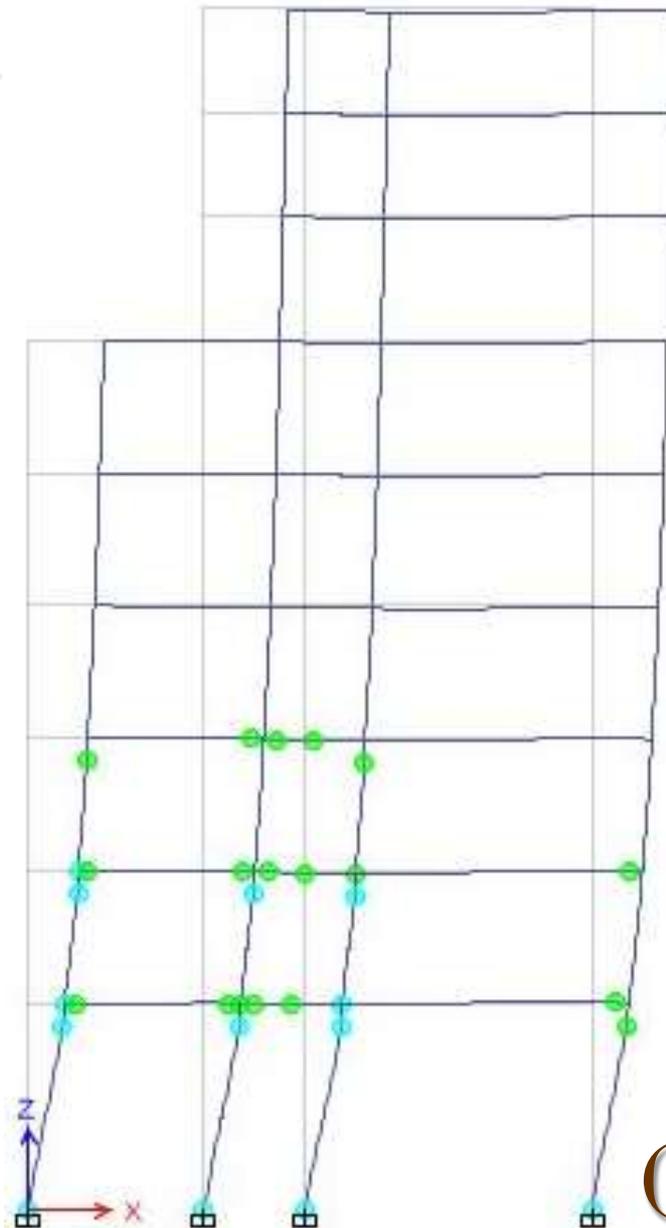
## 側推曲線

### Base Shear vs Monitored Displacement



# 範例樓房

## 非線性鉸之發展



第12步  
(最大基底剪力)

# 詳細評估之強度結果 ( $V_{max}$ )

最大基底剪力 (tf)	472.0	$V_{max}$
單位重量之最大基底剪力	0.197	$V_{max}/W$
最大基底剪力之上限 (tf)	505.7	$V_{max,ub}$
最大基底剪力及其上限之比	0.933	$V_{max}/V_{max,ub}$
最大基底剪力時之一樓層間位移 (cm)	12.50	$\delta_{1,Vmax}$
最大基底剪力時之一樓層間位移比 (%)	2.232	$D_{1,Vmax} = \delta_{1,Vmax}/h_1$
最大基底剪力時之屋頂位移 (cm)	24.18	$\Delta_{RF,Vmax}$
最大基底剪力時之屋頂位移比 (%)	1.025	$D_{RF,Vmax} = \Delta_{RF,Vmax}/H$
最大基底剪力時一樓及屋頂位移比之比值	2.178	$D_{1,Vmax}/D_{RF,Vmax}$
最大基底剪力時之等效週期 (s)	1.774	$T_{PO,Vmax}$
最大基底剪力時之等效阻尼比 (%)	12.61	$\zeta_{Vmax}$
一樓柱子之總數	16	$N_C$
最大基底剪力時一樓柱子破壞 (剪力或兩端撓曲) 之數目	16	$N_{CF,Vmax}$
最大基底剪力時一樓柱子破壞 (剪力或兩端撓曲) 之比例	1.000	$N_{CF,Vmax}/N_C$
一樓RC牆之總數	0	$N_W$
最大基底剪力時一樓RC牆破壞 (剪力或兩端撓曲) 之數目	0	$N_{WF,Vmax}$
最大基底剪力時一樓RC牆破壞 (剪力或兩端撓曲) 之比例	---	$N_{WF,Vmax}/N_W$
最大基底剪力時之性能最大地表加速度 (g)	0.3256	$A_{P,Vmax}$
最大基底剪力時之容量需求比 (CDR)	0.717	$R_{CD} = A_P/A_T$

# 詳細評估之強度結果 ( $V_{\max}$ )

最大基底剪力 (tf)	<b>472.0</b>	$V_{\max}$
單位重量之最大基底剪力	<b>0.197</b>	$V_{\max} / W$
最大基底剪力之上限 (tf)	<b>505.7</b>	$V_{\max,ub}$
最大基底剪力及其上限之比	<b>0.933</b>	$V_{\max} / V_{\max,ub}$

# 詳細評估之強度結果 ( $V_{max}$ )

最大基底剪力時 (第12步)

彈性時 (第1步)

一樓層間位移 (cm)	<b>12.50</b>
一樓層間位移比 (%)	<b>2.232</b>
屋頂位移 (cm)	<b>24.18</b>
屋頂位移比 (%)	<b>1.025</b>
一樓及屋頂位移比之比值	<b>2.178</b>
等效週期 (s)	<b>1.774</b>
之等效阻尼比 (%)	<b>12.61</b>

$$\delta_{1,Vmax}$$

$$D_{1,Vmax} = \delta_{1,Vmax} / h_1 \quad \mathbf{0.320}$$

$$\Delta_{RF,Vmax}$$

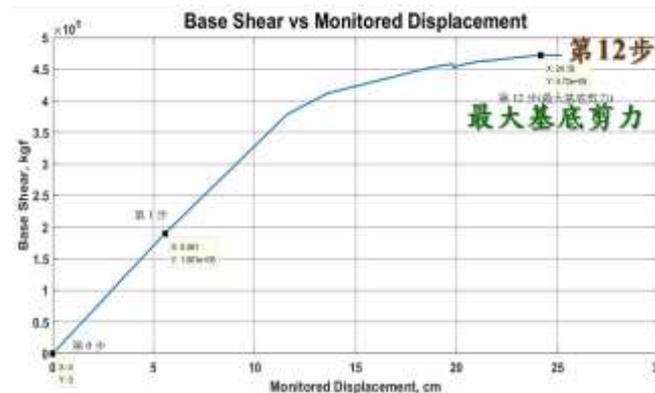
$$D_{RF,Vmax} = \Delta_{RF,Vmax} / H \quad \mathbf{0.257}$$

$$D_{1,Vmax} / D_{RF,Vmax} \quad \mathbf{1.245}$$

$$T_{PO,Vmax} \quad \mathbf{1.3404}$$

$$\zeta_{Vmax} \quad \mathbf{5.00}$$

$$\left( \frac{T_{PO}}{T_{PO,Vmax}} \right)^2 = \left( \frac{1.3404}{1.774} \right)^2 = 0.571$$



# 詳細評估之強度結果 ( $V_{max}$ )

一樓柱子之總數	16	$N_C$
最大基底剪力時一樓柱子破壞 (剪力或兩端撓曲)之數目	16	$N_{CF,Vmax}$
最大基底剪力時一樓柱子破壞 (剪力或兩端撓曲)之比例	1.000	$N_{CF,Vmax} / N_C$
一樓RC牆之總數	0	$N_W$
最大基底剪力時一樓RC牆破壞 (剪力或兩端撓曲)之數目	0	$N_{WF,Vmax}$
最大基底剪力時一樓RC牆破壞 (剪力或兩端撓曲)之比例	---	$N_{WF,Vmax} / N_W$
最大基底剪力時之 性能最大地表加速度 (g)	0.3256	$A_{P,Vmax}$
最大基底剪力時之 容量需求比 (CDR)	0.717	$R_{C/D} = A_P / A_T$

# 結構耐震評估：審查重點及結果彙整表

鍾立來、陳俊鴻、楊耀昇、邱聰智、涂耀賢 (2019)，「結構耐震評估：審查重點及結果彙整表」，技師報，第1180期。

邱聰智等 (2018)，「臺灣結構耐震評估側推分析法 (TEASPA V3.1)」，國家地震工程研究中心，研究報告 NCREE-18-015。

楊耀昇、周維苓、鍾立來、賴勇安、邱聰智、賴昱志 (2018)，「結構耐震評估與補強設計結果之檢核 (上) (下)」，技師報，第1123及1124期。

鍾立來、陳俊鴻、楊耀昇、邱聰智 (2019)，「結構耐震設計與評估：以側推分析檢核軟弱層」，技師報，第1175期。

內政部營建署 (2011)，「建築物耐震設計規範及解說」。

# 結構耐震評估：審查重點及結果彙整表

自主檢查，以免遺漏。

第三方審查，便於溝通，釐清問題。

避免誤判！

謝謝！

[https://youtu.be/5jdmMc2Pp\\_0](https://youtu.be/5jdmMc2Pp_0)

Chung's group

<https://www.youtube.com/channel/UCkqFe9pQB9u5bYvmuRrIZTw>