

低矮型鋼筋混凝土建築物 耐震能力初步評估法

報告人: 邱聰智 博士

國家地震工程研究中心 副研究員

大綱

- 前言
- 初步評估法開發理論與驗證
- 低矮型RC建築物耐震能力初步評估表
- 初步評估法之驗證
- 結論

前言

典型街屋

- 六層樓(含)以下
- RC造或加強磚造
- 連棟透天厝、公寓式建築或獨棟透天厝



耐震能力脆弱

- 沿騎樓方向
- 底層塌陷



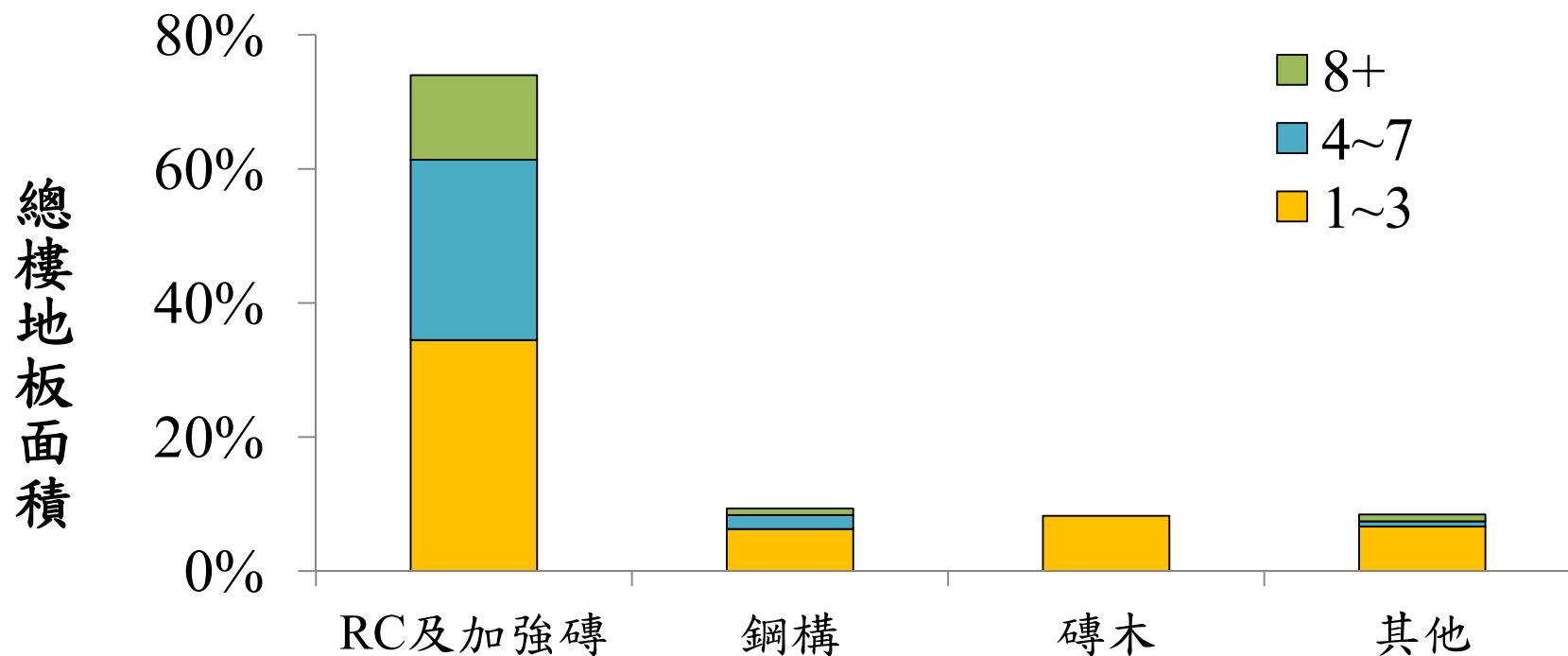
921集集地震: 南投縣某三層樓街屋底層塌陷
(照片來源: 蔡萬來技師)



331花蓮地震: 臺北市某五層樓公寓底層塌陷(照片來源: 國震中心)

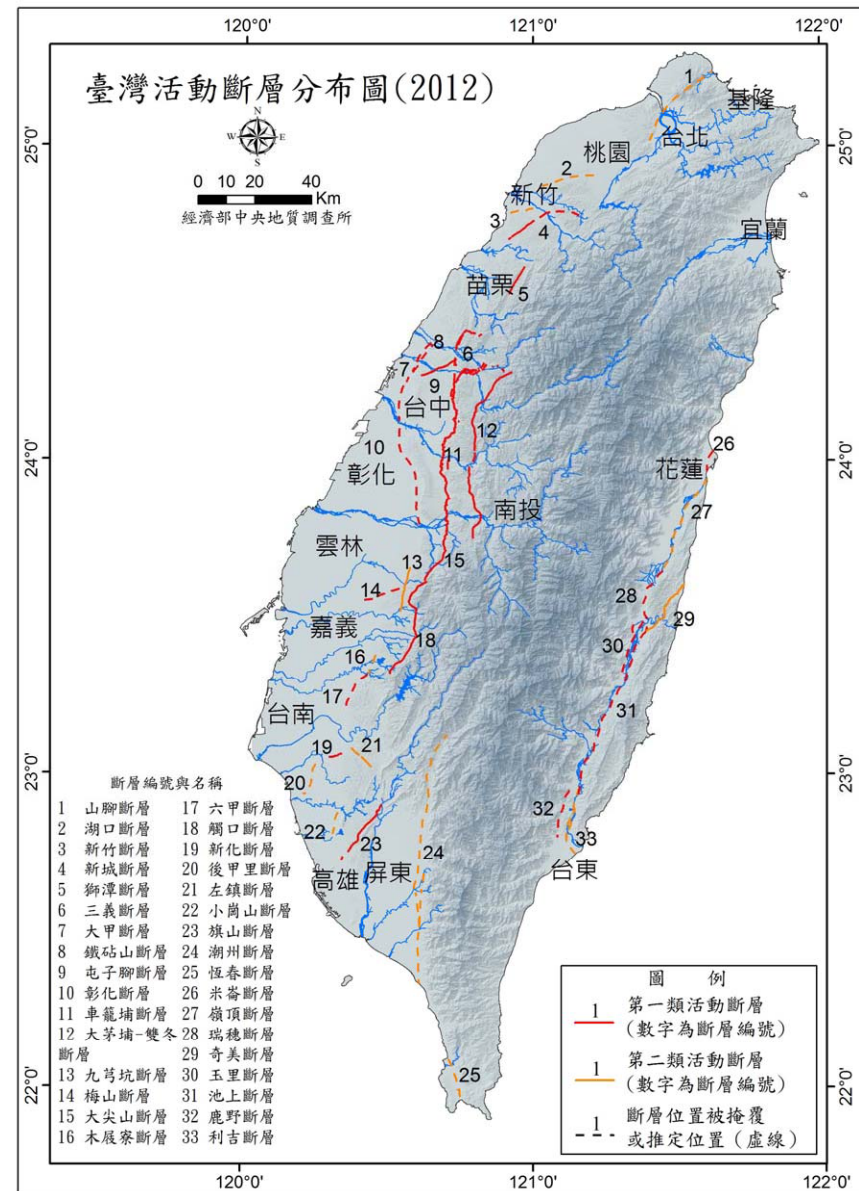
數量龐大，需要快評篩選

- 2011年稅籍資料
- 總數: 1,651百萬m²
- 7層樓以下RC造及加強磚造: 61.4%

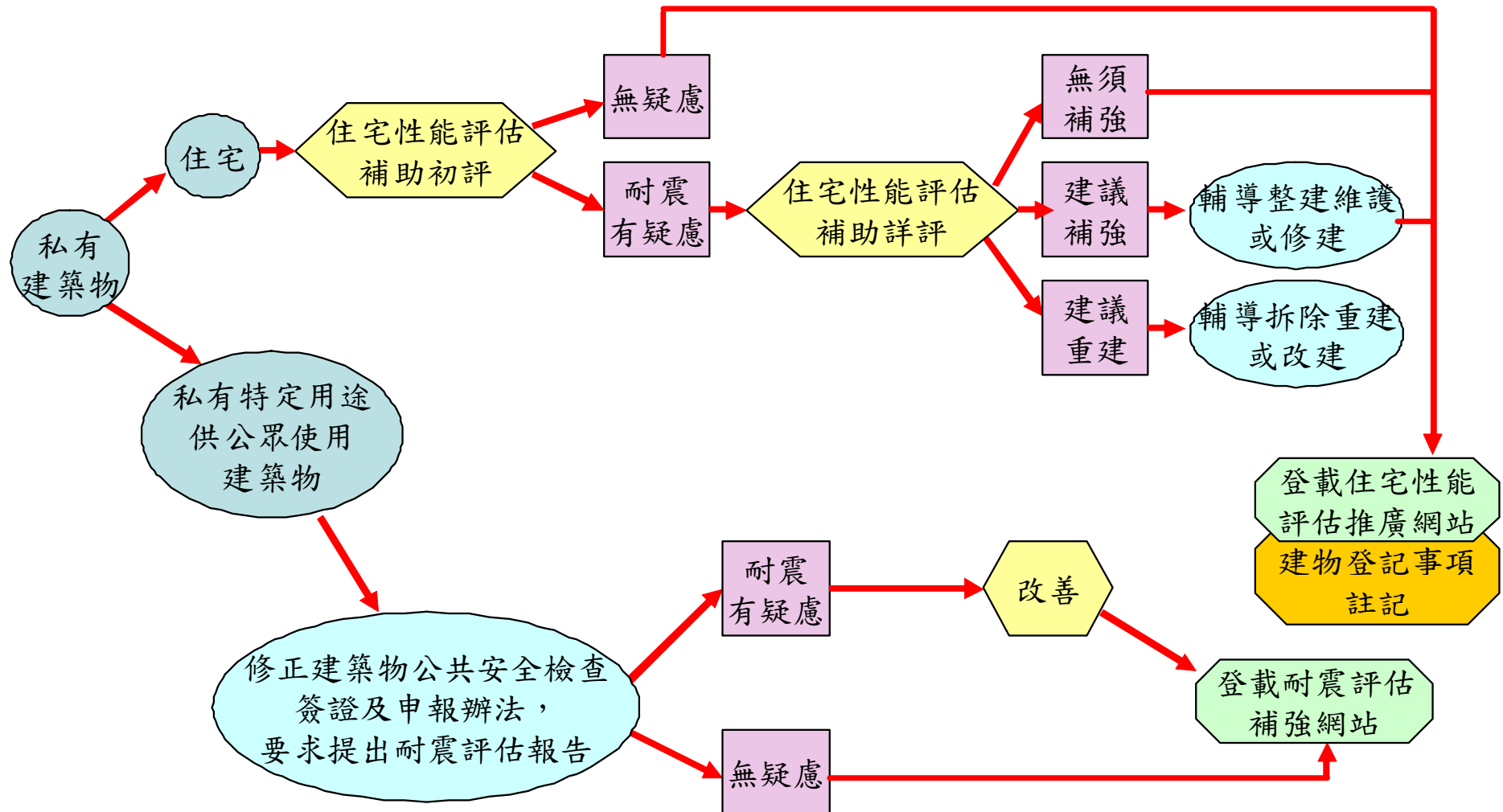


近斷層地震對低矮型建築之威脅

- 台灣有**250萬棟**建築，**860萬人**住在活動斷層兩側10公里內。
- 其中**61%**為低矮型RC造及加強磚造建築。
- 約有**530萬人**曝險於近斷層地震威脅。



私有建築物耐震評估補強推動架構

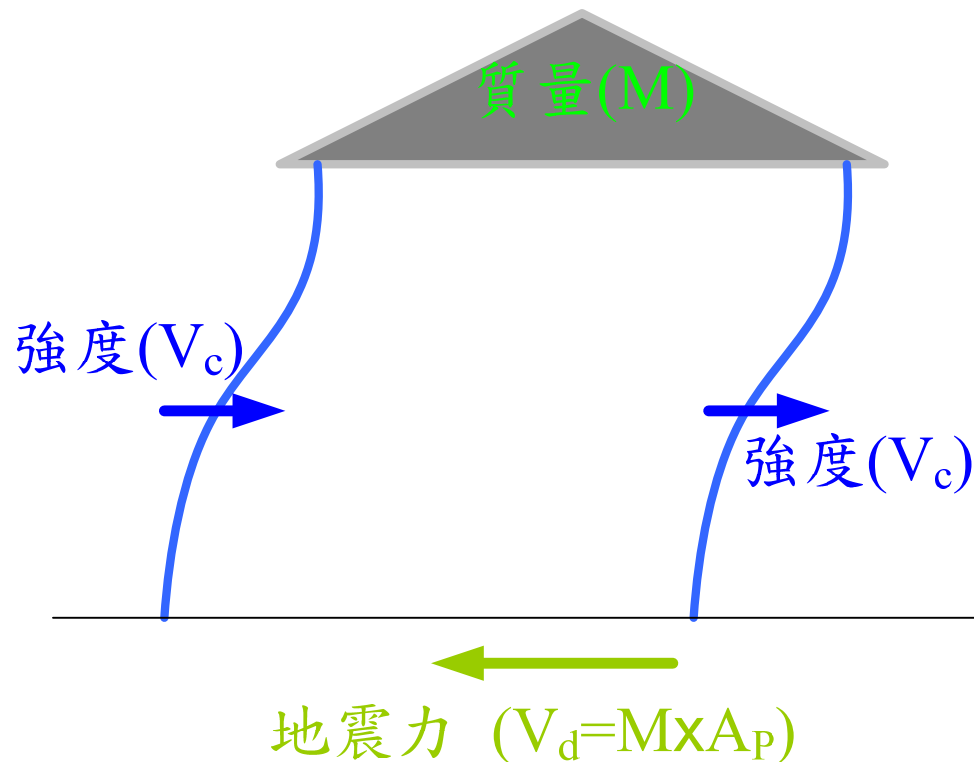


104. 7. 9 內政部「私有建築物耐震性能評估補強推動先行計畫」

初步評估法開發理論與驗證

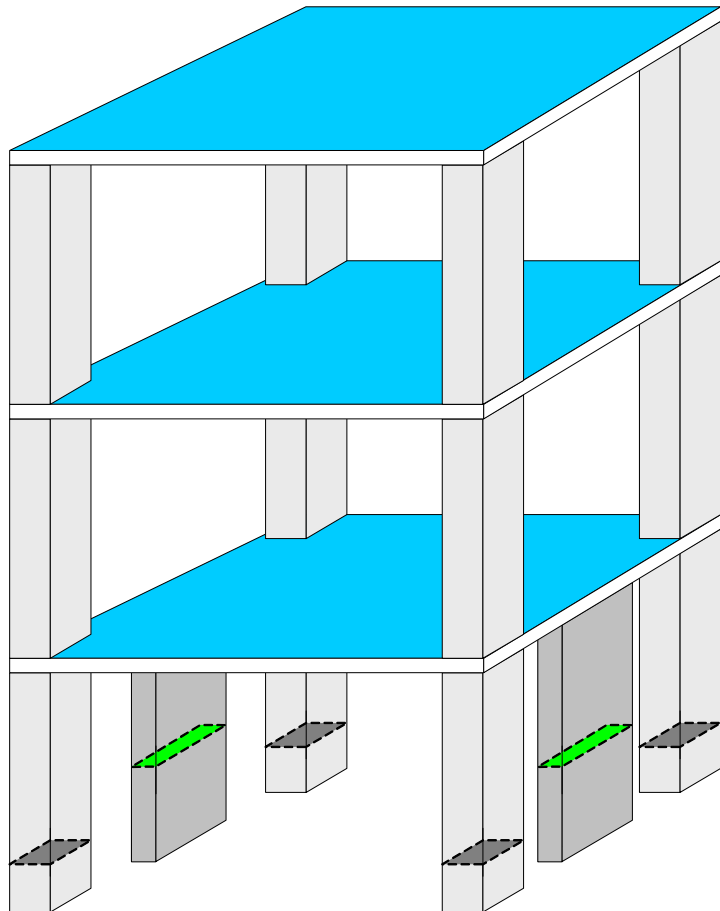
如何初步評估街屋之耐震性能？

- 剪力屋架行為 (剛性樓版、強梁弱柱)
- 主控構件: 柱、牆



低矮型建築耐震能力初步評估理論

$$\frac{Capacity}{Demand} = \frac{\text{柱強度} \times \text{柱面積} + \text{牆強度} \times \text{牆面積}}{\text{設計地表加速度} \times \text{重量}}$$

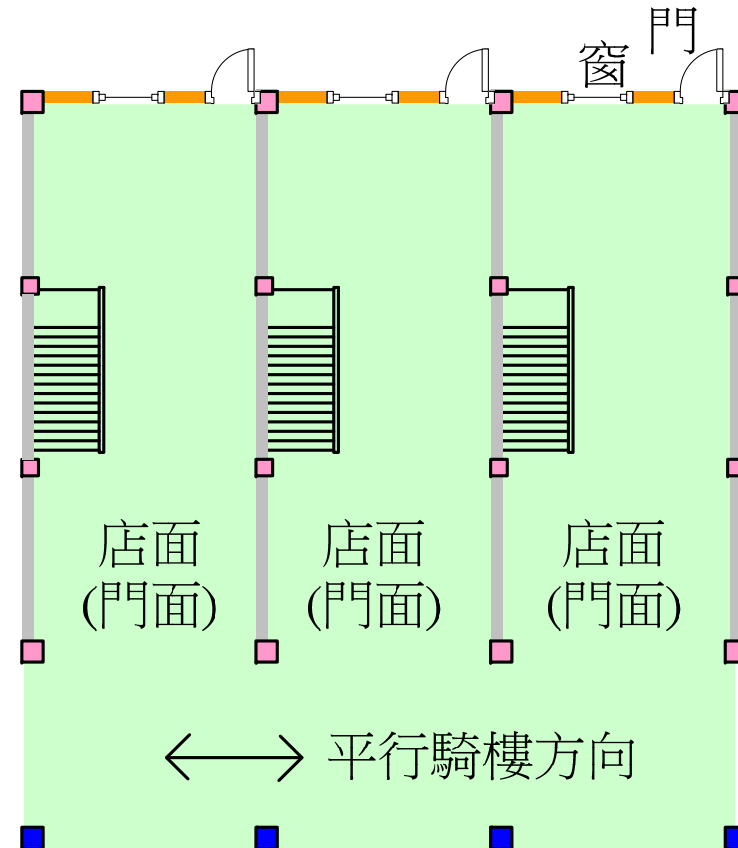


1. 日本建築防災協會「既有鋼筋混凝土建築物之耐震診斷基準」(1990)
2. 國震中心學校建築耐震能力初步評估表 (2008)

皆屬相同原理

街屋關鍵結構

1. 長柱
2. 無開口RC牆
3. 開口RC牆
4. 無開口磚牆
5. 開口磚牆



1. 長柱的抗震能力

- 校舍與街屋震損模式相似，校舍純柱結構的耐震能力可應用於街屋。

照片來源: 蔡萬來

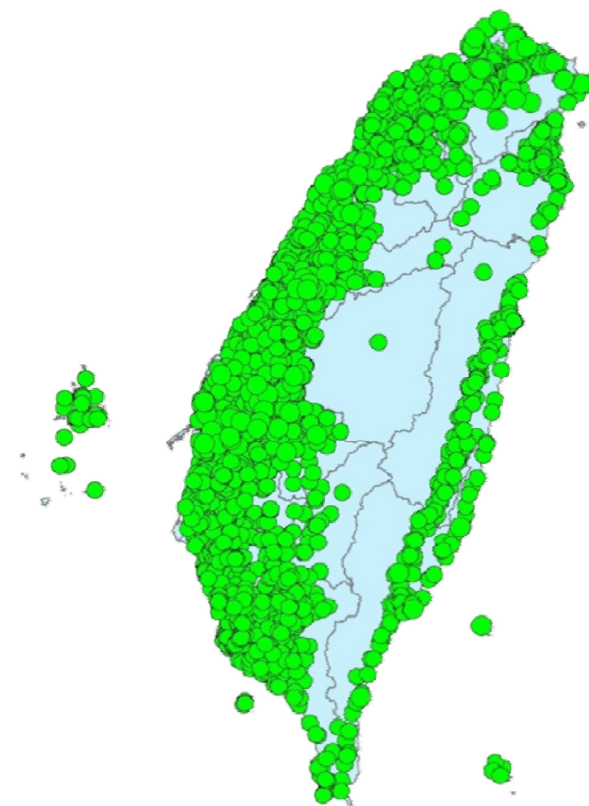
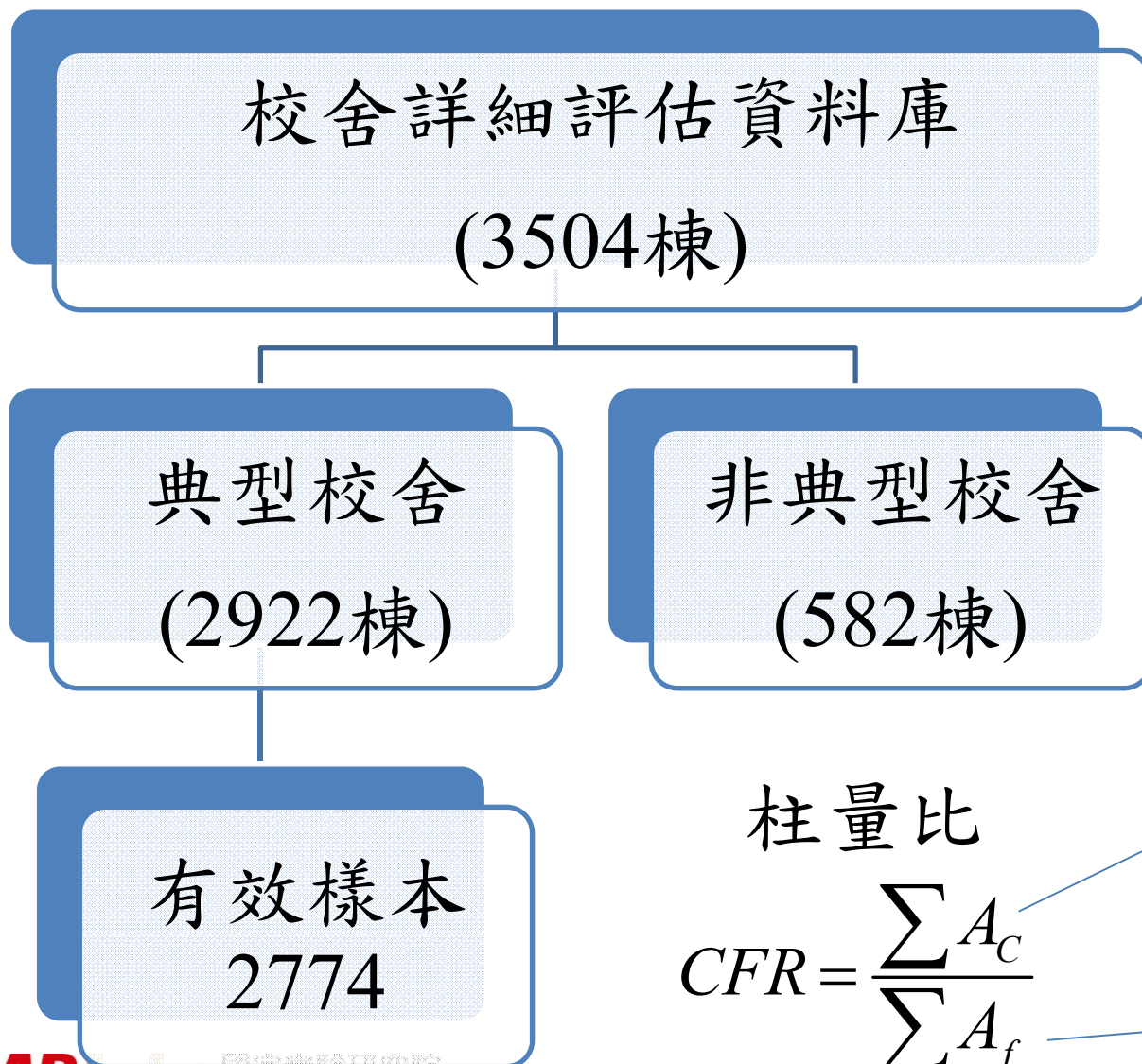


1. 剪力屋架且強梁弱柱，垂直構材先破壞
2. 各層樓柱斷面設計相同，底層需求最大



1. 底層為店面或客廳，牆量少。
2. 二層以上為居室，隔間牆量多
3. 底層需求最大

低矮型RC校舍詳評資料庫



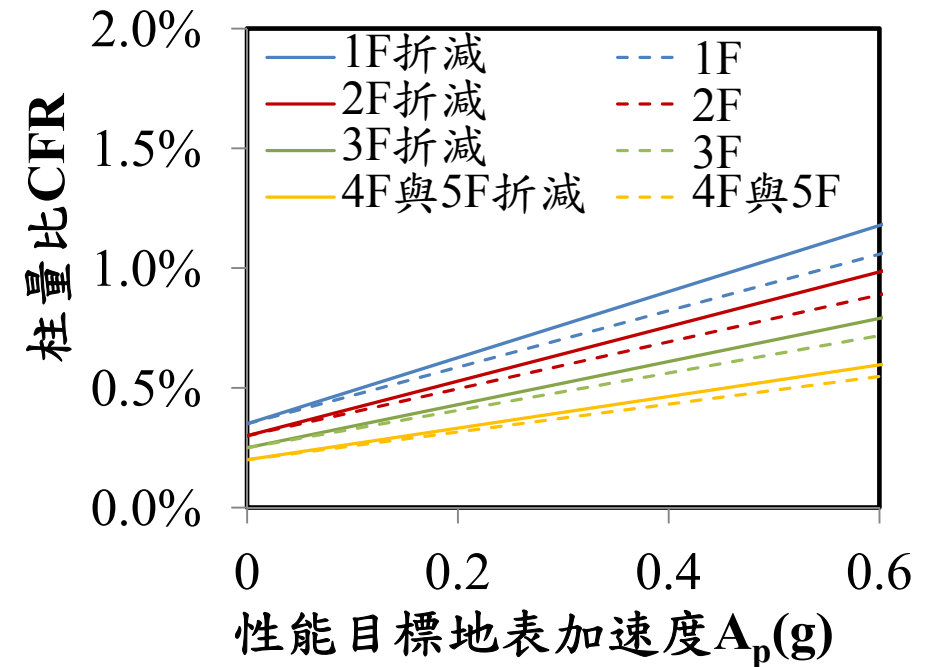
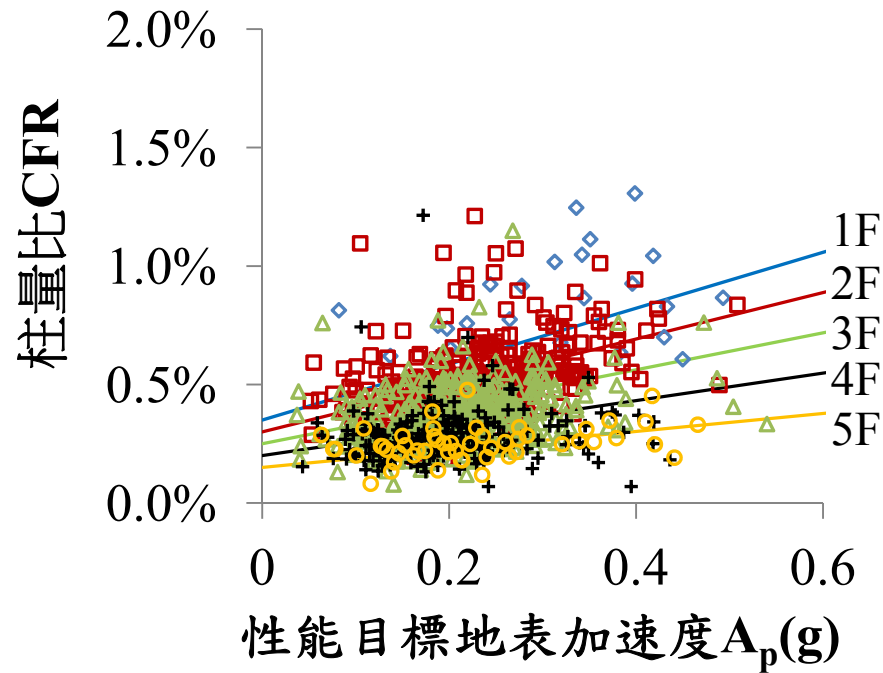
柱量比

$$CFR = \frac{\sum A_c}{\sum A_f}$$

底層柱量

二樓以上總樓地板面積

純構架校舍耐震性能與安全柱量比之關係



$$\begin{cases} A_p = \frac{100CFR - 0.4 + 0.05N_f}{1.38 - 0.2N_f}, CFR \geq (0.4 - 0.05N_f)\% \\ A_p = 0, CFR < (0.4 - 0.05N_f)\% \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_p = \frac{100CFR - 0.4 + 0.05N_f}{1.62 - 0.24N_f}, CFR \geq (0.4 - 0.05N_f)\% \\ A_p = 0, CFR < (0.4 - 0.05N_f)\% \end{cases}$$

折減係數0.85

宋嘉誠，邱聰智，黃世建，"臺灣中小學校舍結構耐震安全柱量比之研究"，國家地震工程研究中心，NCRE-13-031，臺北，2013。

低矮型街屋耐震能力初步評估公式

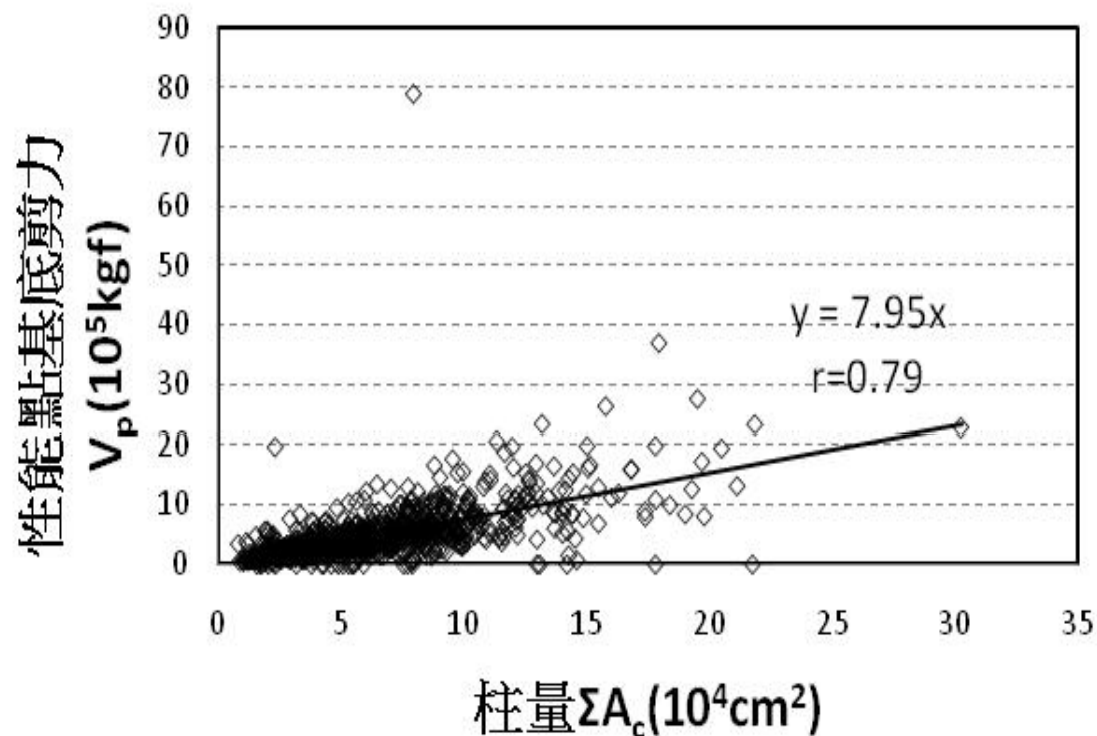
$$\left\{ \begin{array}{l} A_p = \frac{100CFR - 0.4 + 0.05N_f}{1.62 - 0.24N_f}, CFR \geq (0.4 - 0.05N_f)\% \\ A_p = 0, CFR < (0.4 - 0.05N_f)\% \end{array} \right.$$

$$\text{柱量比 } CFR = \frac{\sum A_c}{\sum A_f} \quad \text{底層柱量 } \sum A_c$$

$$\begin{array}{ll} \text{二樓以上總樓} & \sum A_f \\ \text{地板面積} & \end{array} \quad \begin{array}{ll} \text{牆轉為等值} & \sum A_{c,eq} \\ \text{柱量} & \end{array}$$

5層樓(含)以上者， $N_f = 4$

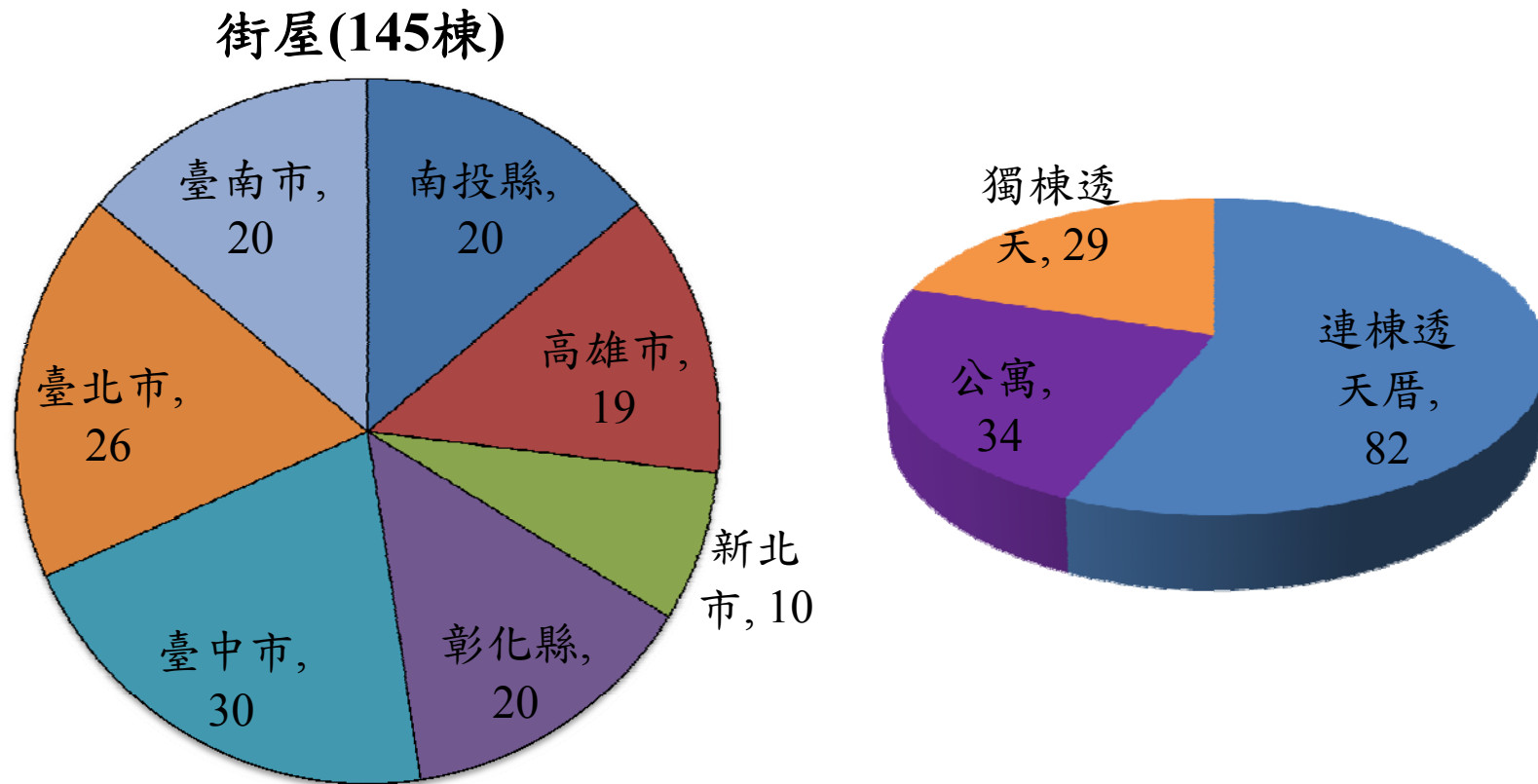
純柱構架單位面積抗側力強度



- 柱的平均極限剪應力強度為7.95 kgf/cm^2 ，
相關係數 r 為0.79。

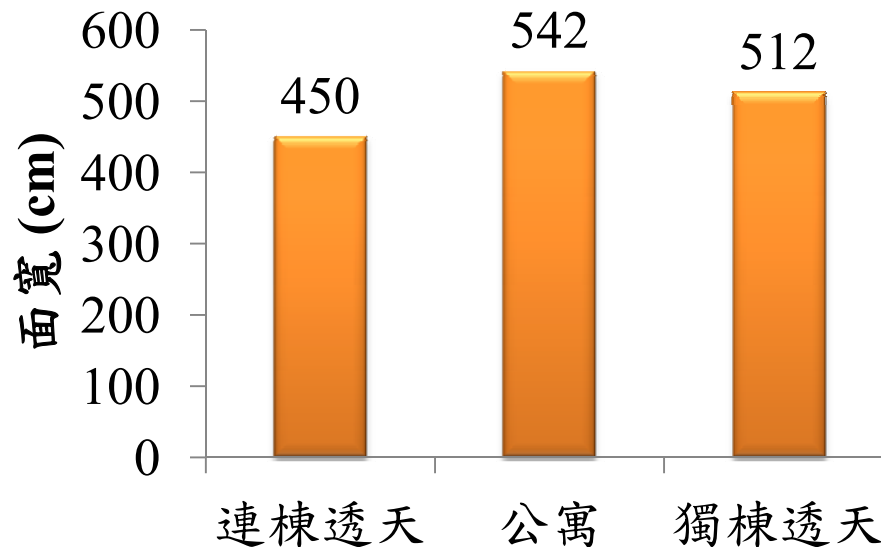
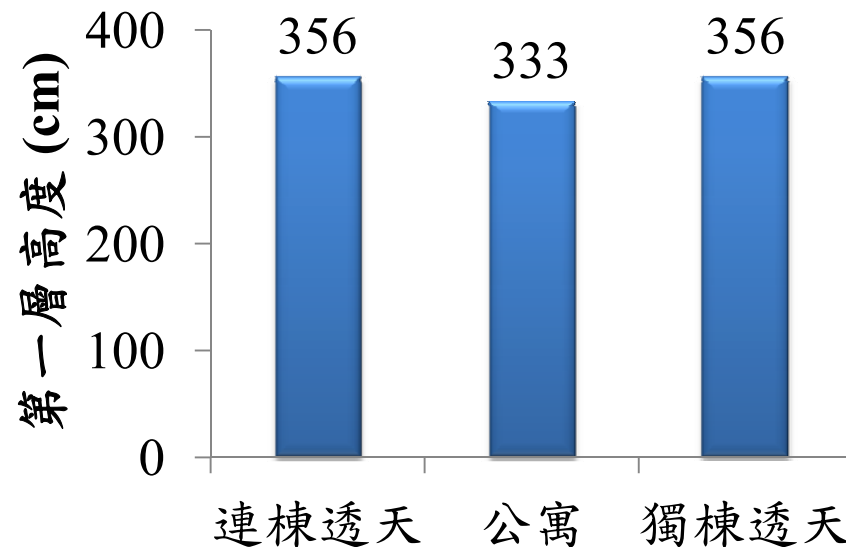
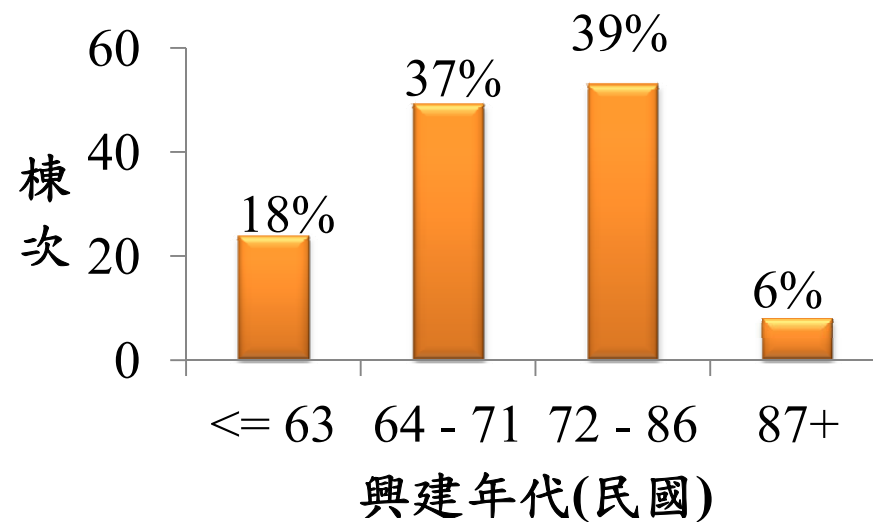
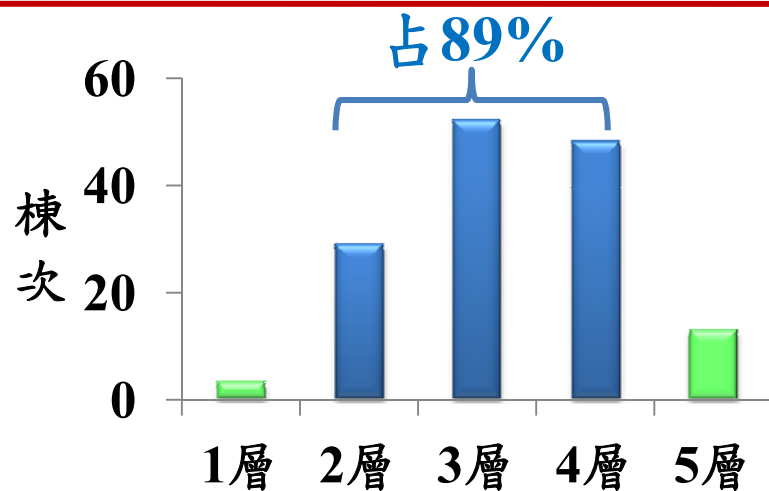
典型街屋牆的尺寸

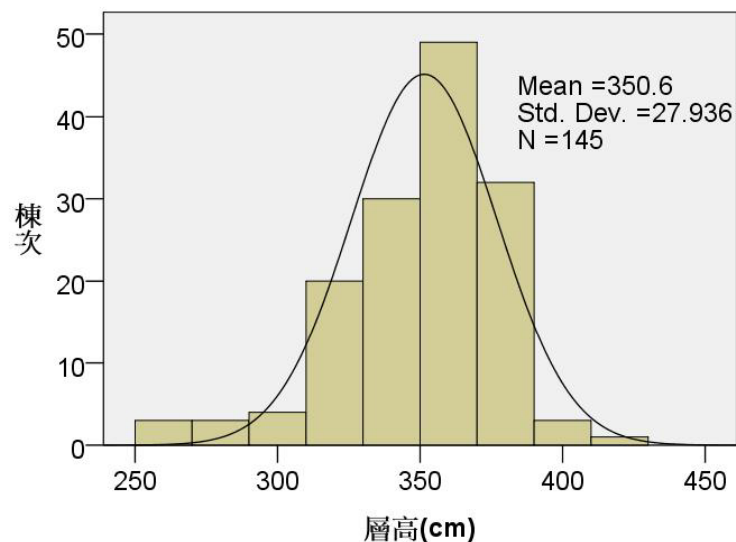
- 2012年7~8月 田野調查



邱聰智，翁樸文，沈文成，葉勇凱，鍾立來，黃世建，"台灣典型街屋建築結構資料庫"，國家地震工程研究中心，NCREE-14-006，臺北，2014。

建築特性統計

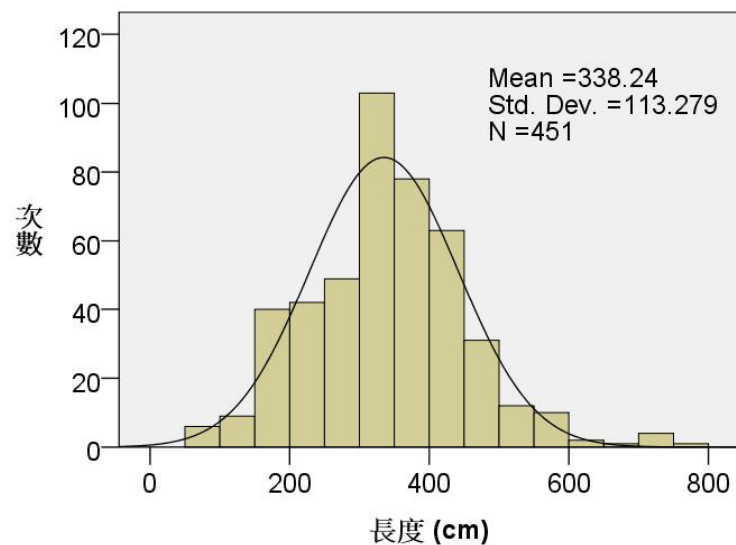




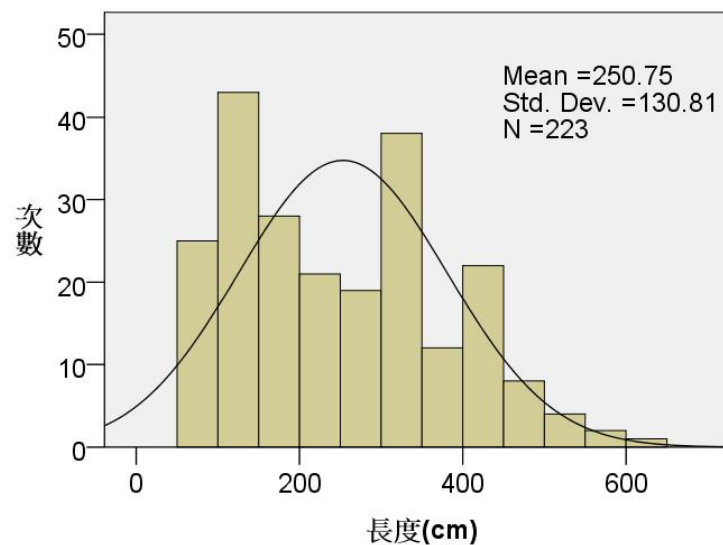
第一層樓版高度(322~378cm)

平均層高350cm

梁下淨高約300cm



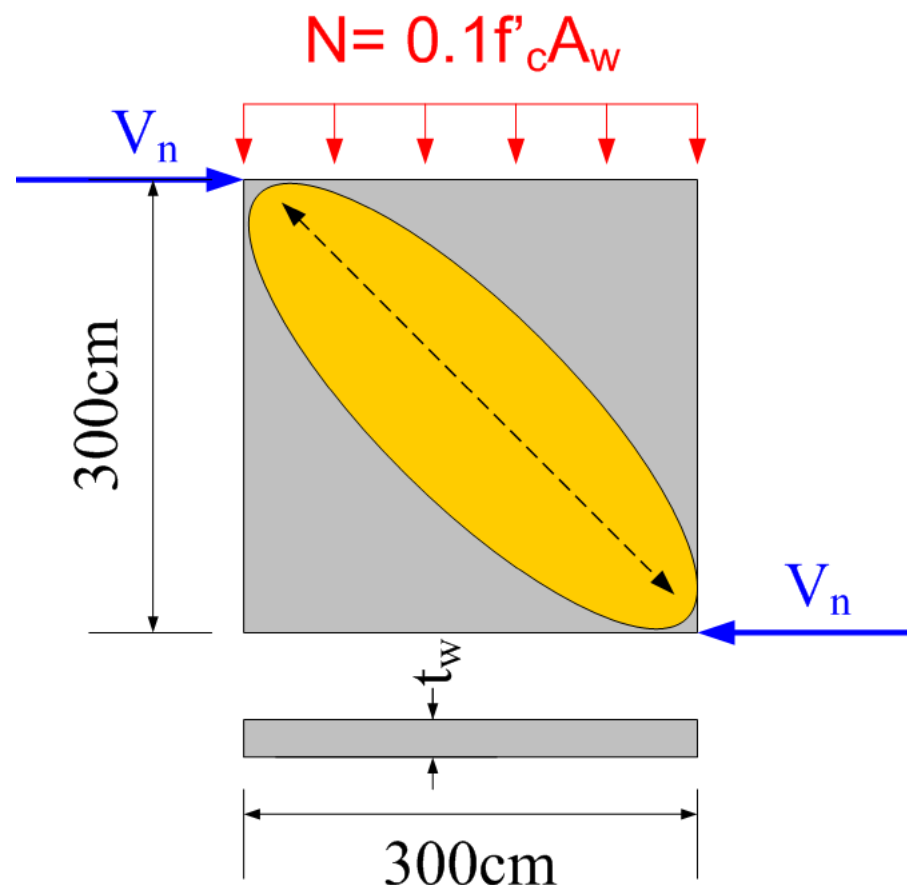
四面圍束牆長度
(225~451cm)



三面圍束牆長度
(120~382cm)

2. 四面圍束RC牆

- 牆淨高300cm
- 牆長平均338cm，
取300cm
- $f'_c = 175 \text{ kgf/cm}^2$



$$V_n = (K_h + K_v - 1) \zeta f'_c A_{str} \cos \theta$$

$$A_{str} = (0.25 + 0.85 \frac{N}{f'_c A_w}) \ell_w \times t_w$$

$$21 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{V_n}{\ell_w t_w} = (1 + 1 - 1) \times 0.52 \times 175 \times (0.25 + 0.85 \times 0.1) \times \cos 45^\circ = 21.6 \text{ kgf/cm}^2$$

3. 三面圍束RC牆

- 撓曲強度

$$V_b = \frac{2M_n}{h} \quad \tau_b = \frac{V_b}{\ell_w \times t_w} = 12.9 \text{ kgf/cm}^2$$

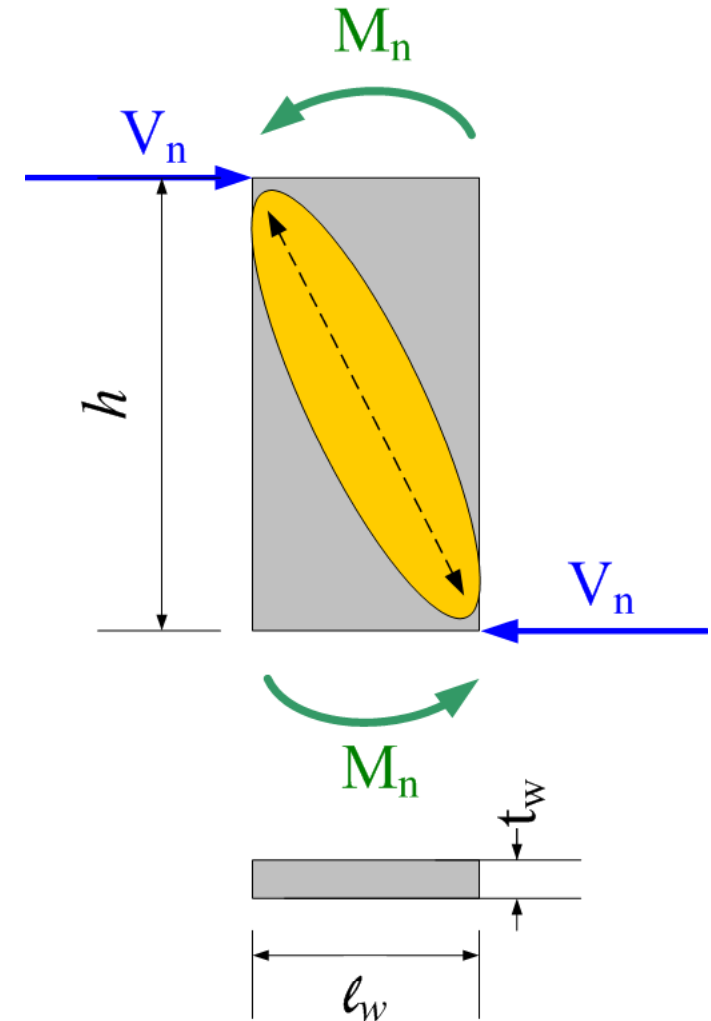
- 剪力強度

$$V_n = (K_h + K_v - 1) \zeta f'_c A_{str} \cos \theta$$

$$\tau_n = \frac{V_n}{\ell_w \times t_w} = 18.72 \text{ kgf/cm}^2$$

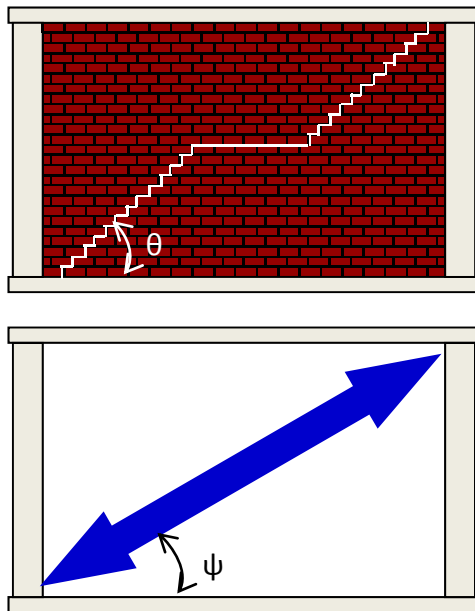
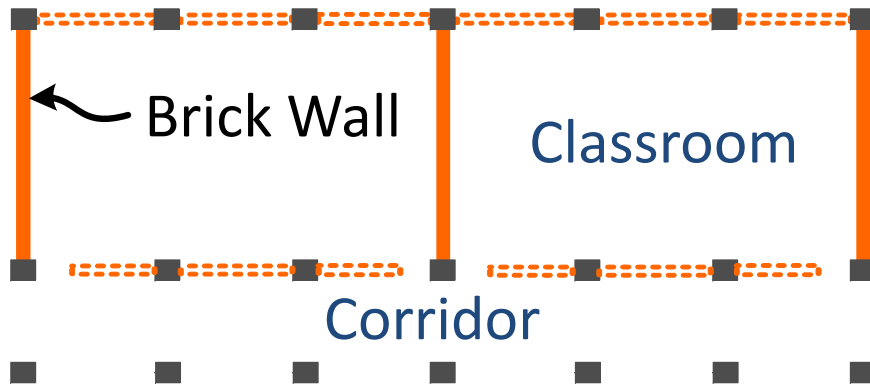
- 側力強度

$$\tau_{rcw3} = \min(\tau_b, \tau_n) = 12.9 \text{ 取 } 12 \text{ kgf/cm}^2$$

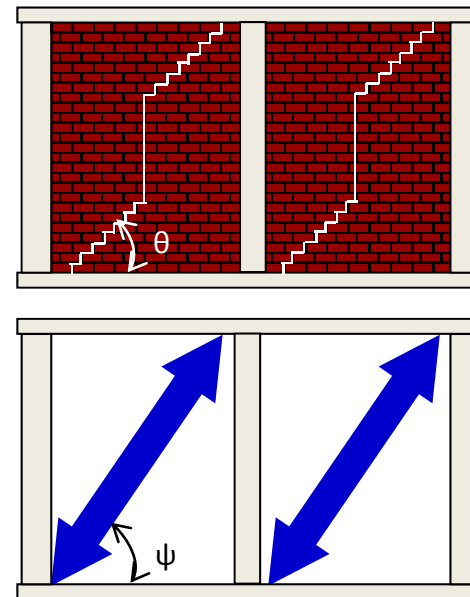


(蘇耕立, 2008)

4. 四面圍束磚牆



- 忽略內柱，單片低矮牆
 - **ASCE 41**
 - 側向強度低
 - 耐震能力由短向主控
- NG**

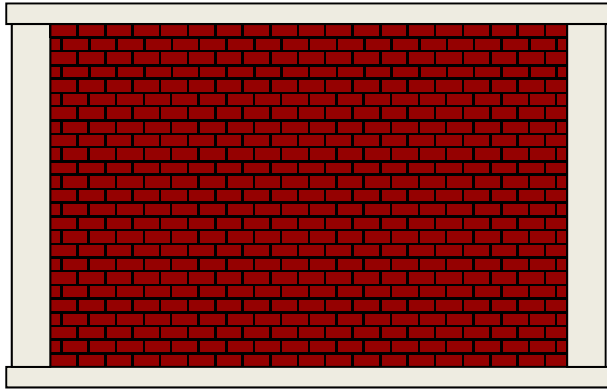


- 採計內柱，兩片高型牆
 - 許茂雄、陳奕信
 - 側向强度高
 - 耐震能力由長向主控
- OK**

四面圍束磚牆行為研究

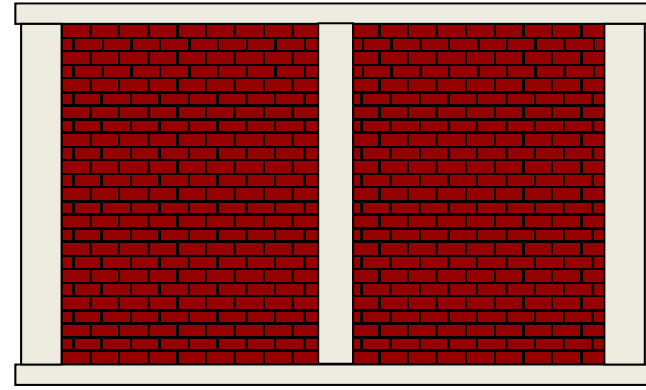


先砌式磚牆實驗計畫



B39-L

無中間柱



B83-L

有中間柱

砂漿 $f_{mc} = 7 \text{ MPa}$

磚塊 $f_{bc} = 15 \text{ MPa}$

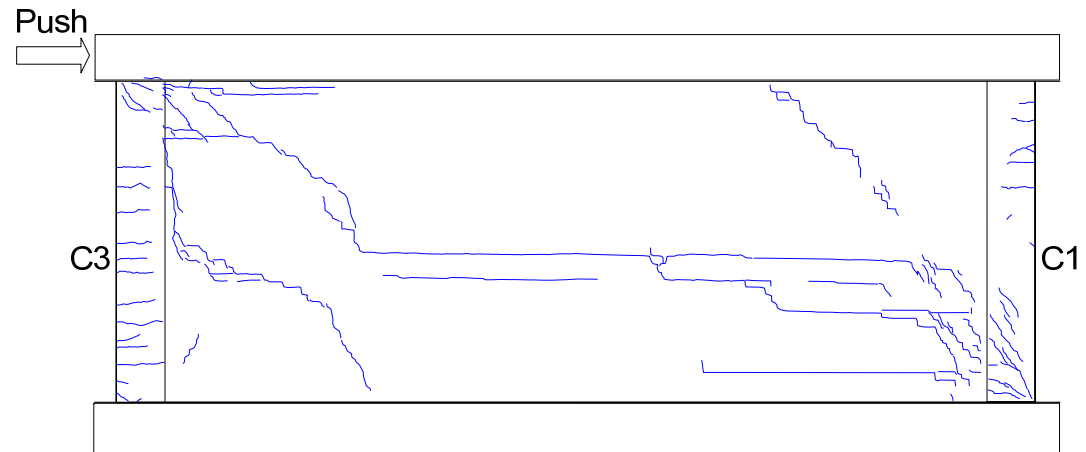
牆厚 $t_w = 20 \text{ cm}$

砌法：先砌式；一順一丁（英式）

無中間柱磚牆實驗結果

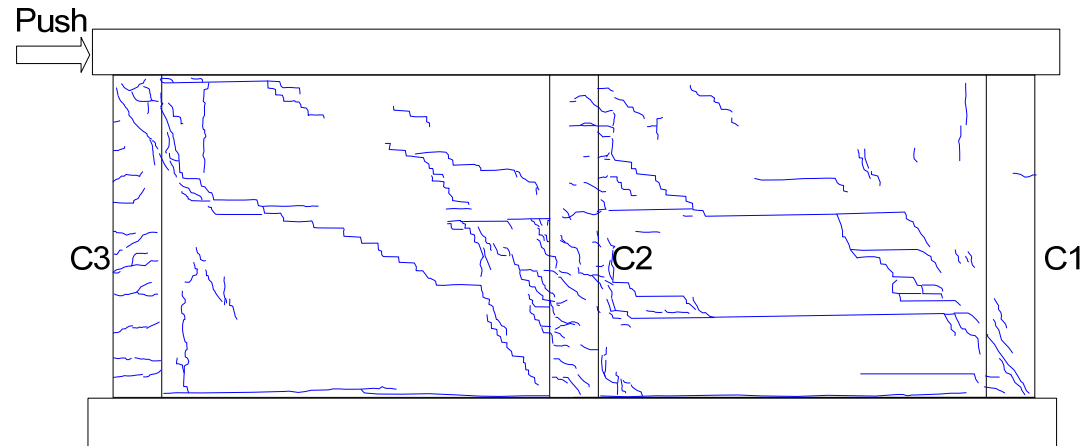
Drift: 0.75%

- 水平滑移裂縫為主
- 斜裂縫仍有部分劈磚裂縫
- 磚牆貢獻強度低



有中間柱磚牆實驗結果

Drift: 0.5%



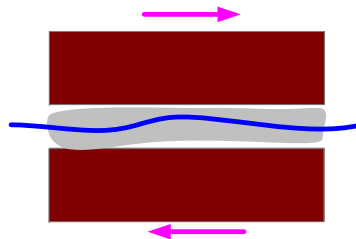
- 兩片牆之對角斜裂縫
- 包含灰縫滑移、豎縫劈裂、及劈磚裂縫
- 磚牆貢獻强度高



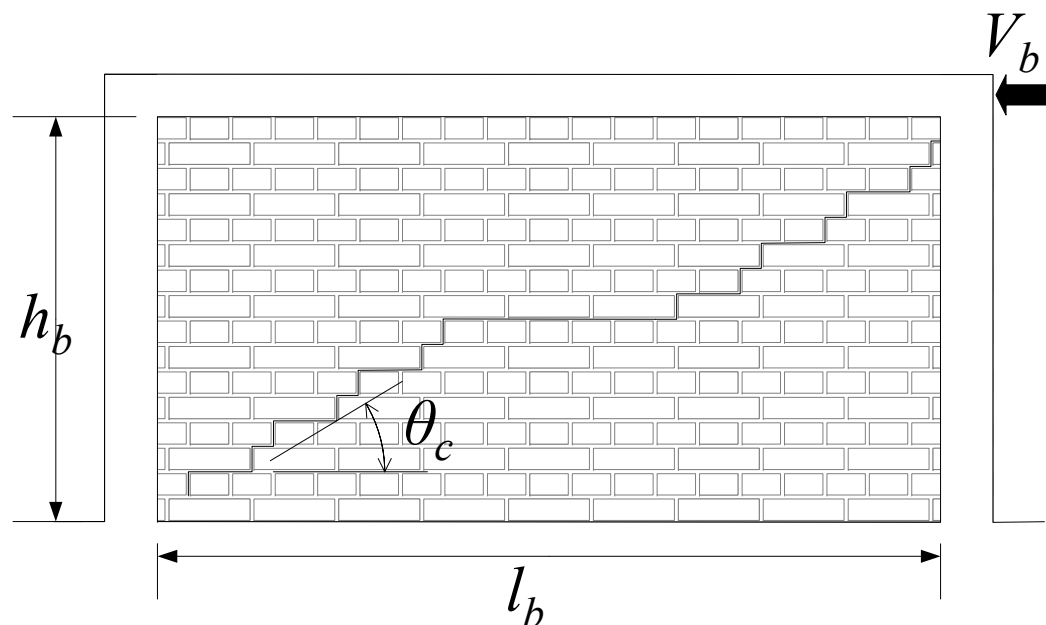
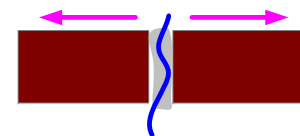
四面圍束磚牆強度評估模型 - 無中間柱

$$V_{b,NCREE} = \tau_f (l_b \times t_b) + 0.45 f_{mt} (h_b \times t_b)$$

水平滑移



豎縫劈裂



$$(h_b/l_b) \leq \tan \theta_c$$

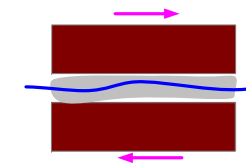
四面圍束磚牆強度評估模型－有中間柱

$$V_{b,NCREE} = \tau_f (l_b \times t_b) +$$

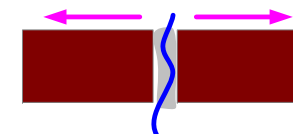
$$0.45 f_{mt} (l_b \tan \theta_c \times t_b) +$$

$$\frac{0.45 f_{mt} + 0.45 f_{bt}}{2} \left[(h_b - l_b \tan \theta_c) \times t_b \right]$$

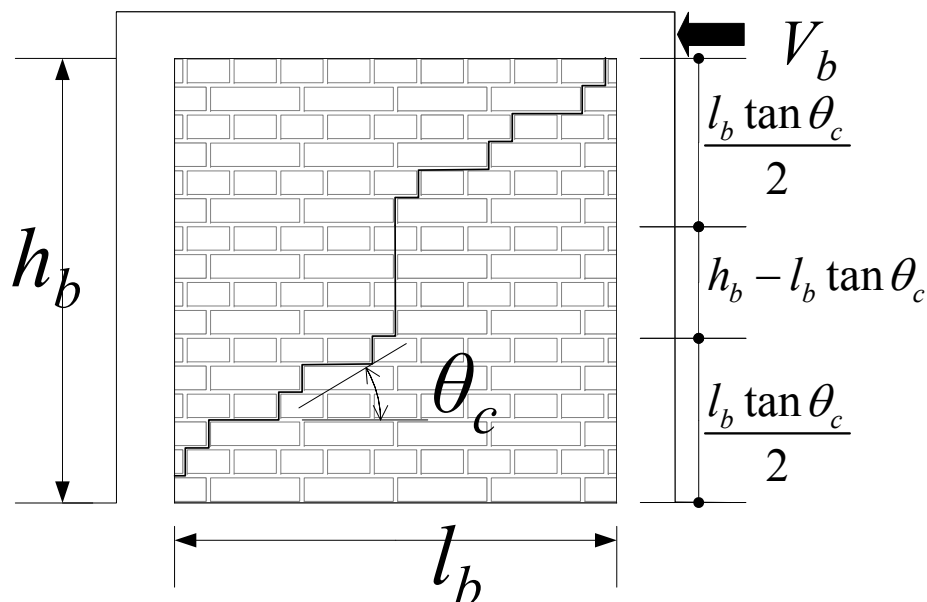
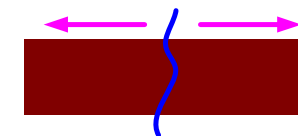
水平滑移



豎縫劈裂



磚塊劈裂

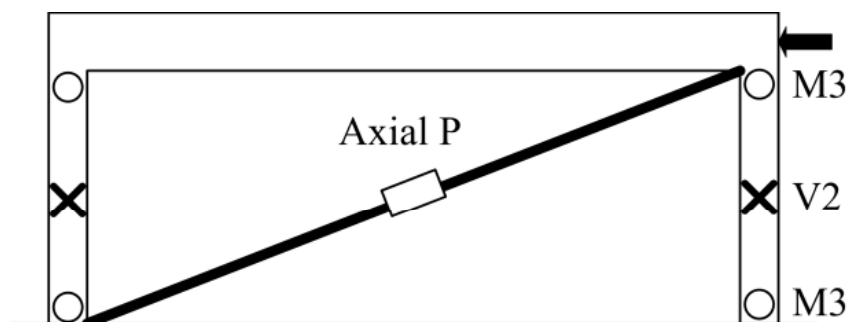


$$(h_b / l_b) > \tan \theta_c$$

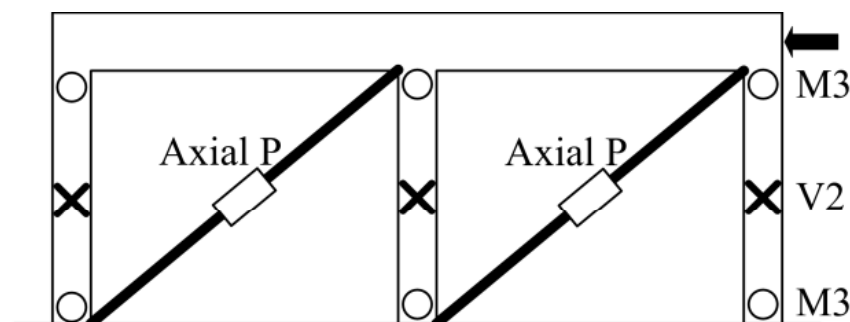
評估與實驗比較

Chiou and Hwang (2015)

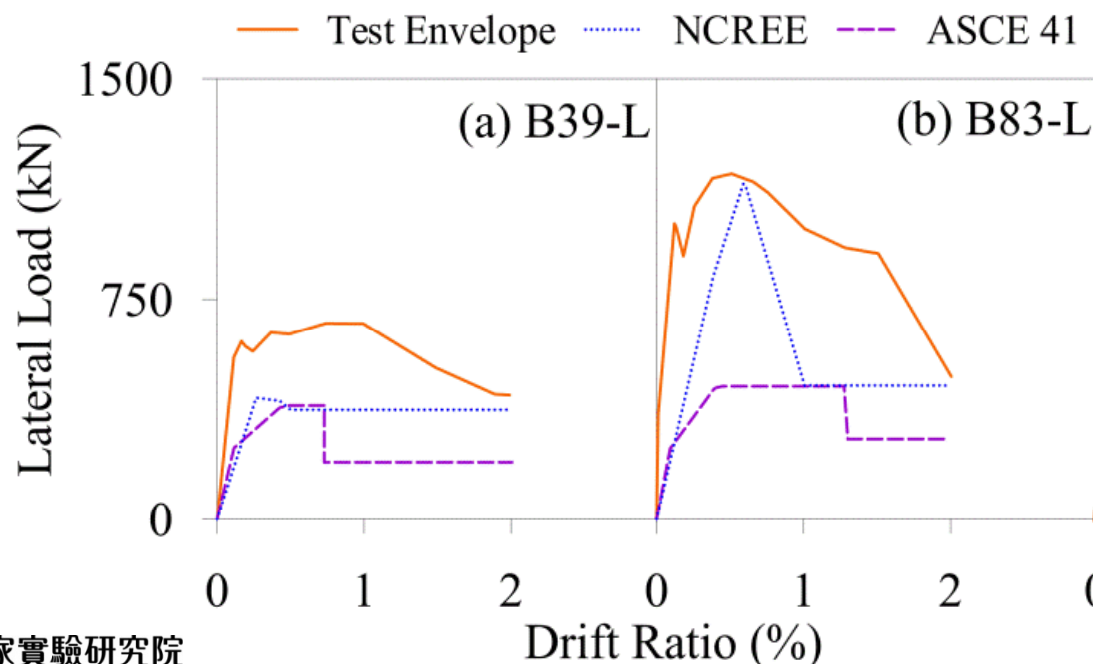
- TEASPA對先砌式四面圍束磚牆之模擬



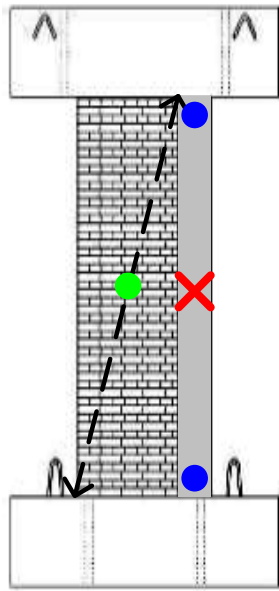
(a) B39 series



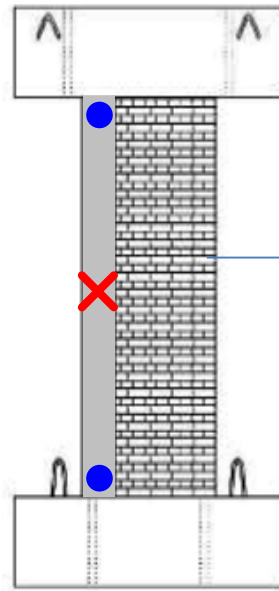
(b) B83 series



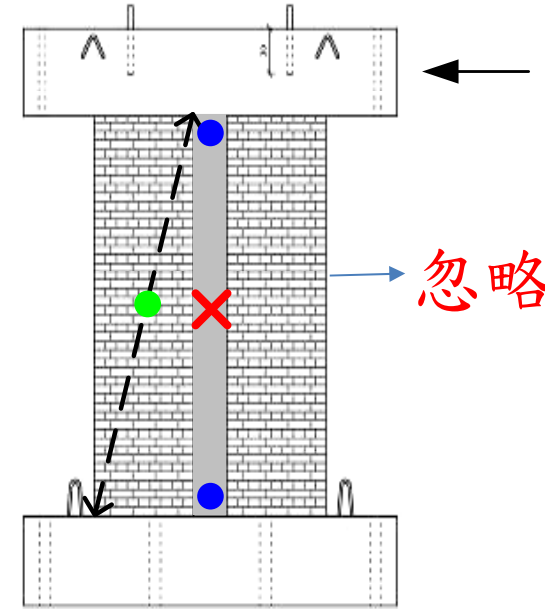
TEASPA三面圍束磚牆評估模型



試體A



試體C



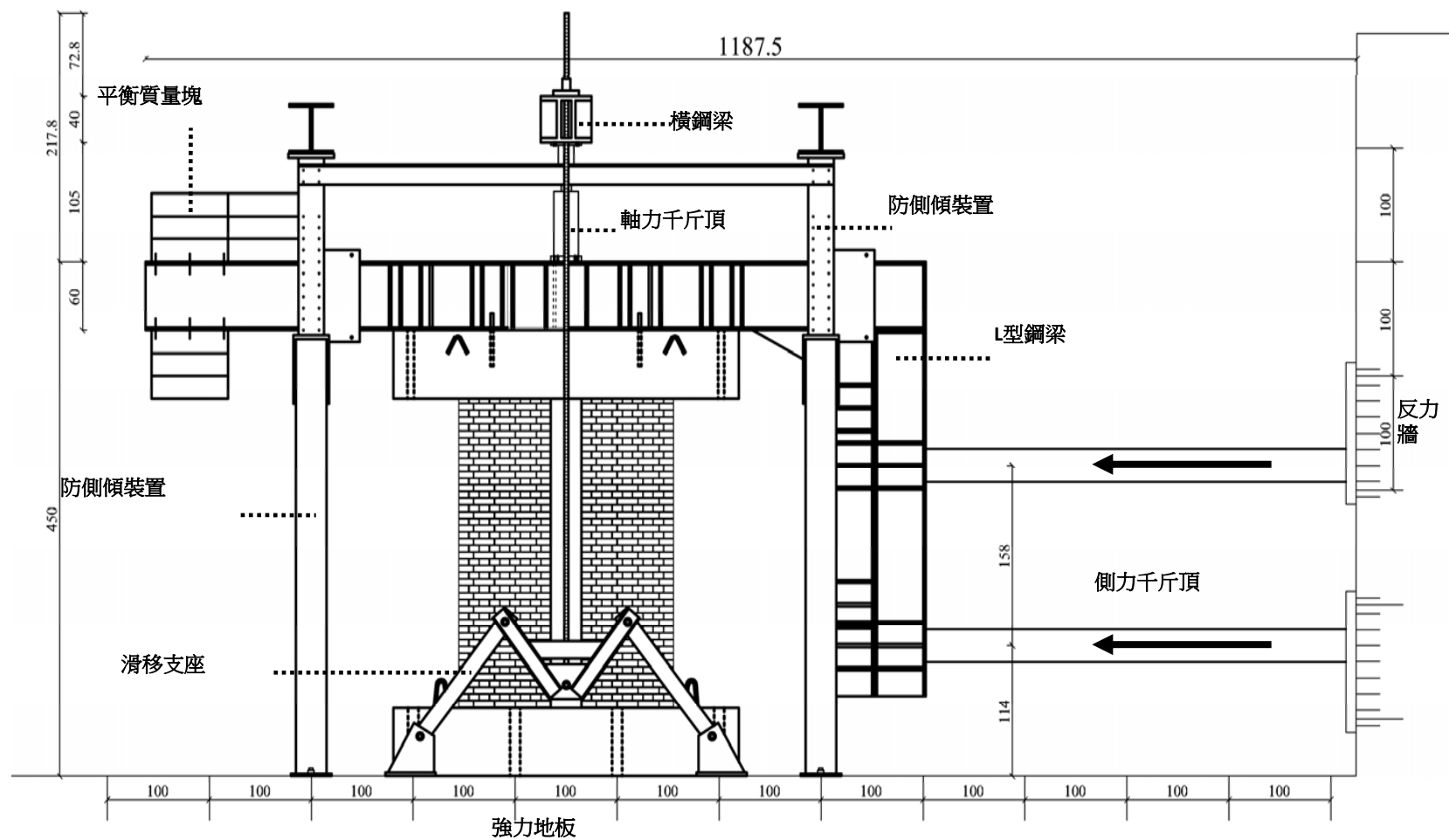
試體B

● 磚牆等值斜撐
軸力非線性鉸

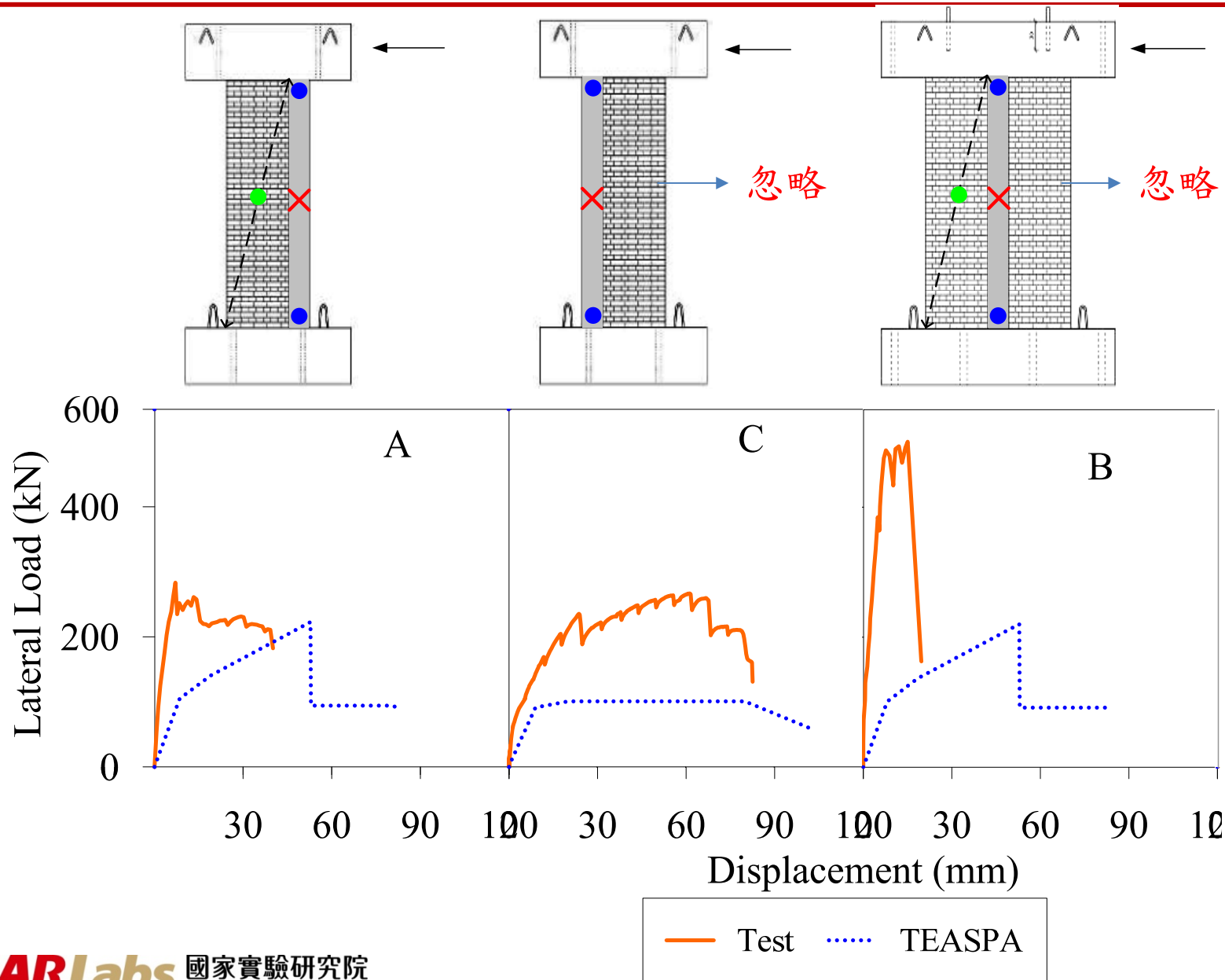
● 柱彎矩非線性鉸

✗ 柱剪力非線性鉸

測試布置



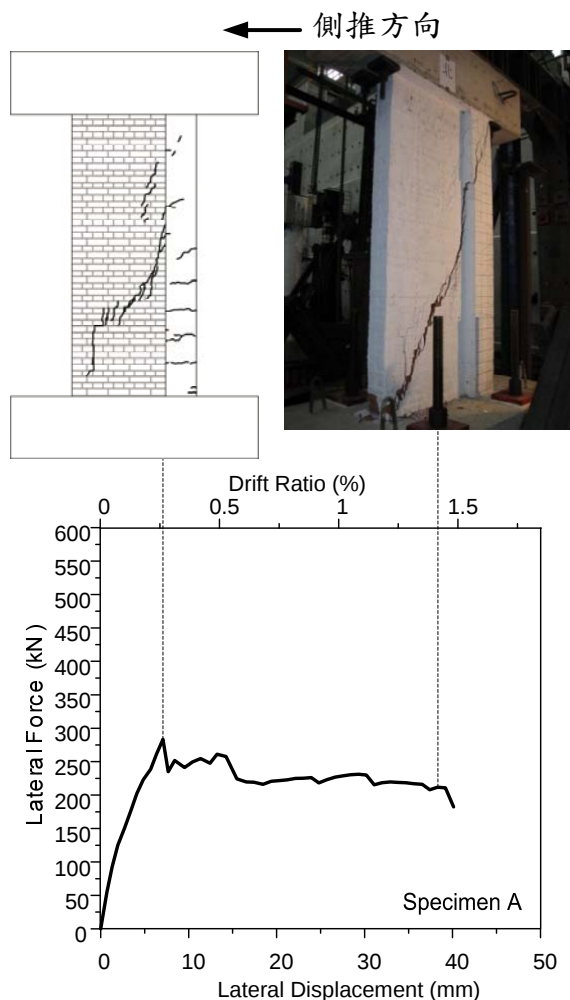
實驗與分析比較



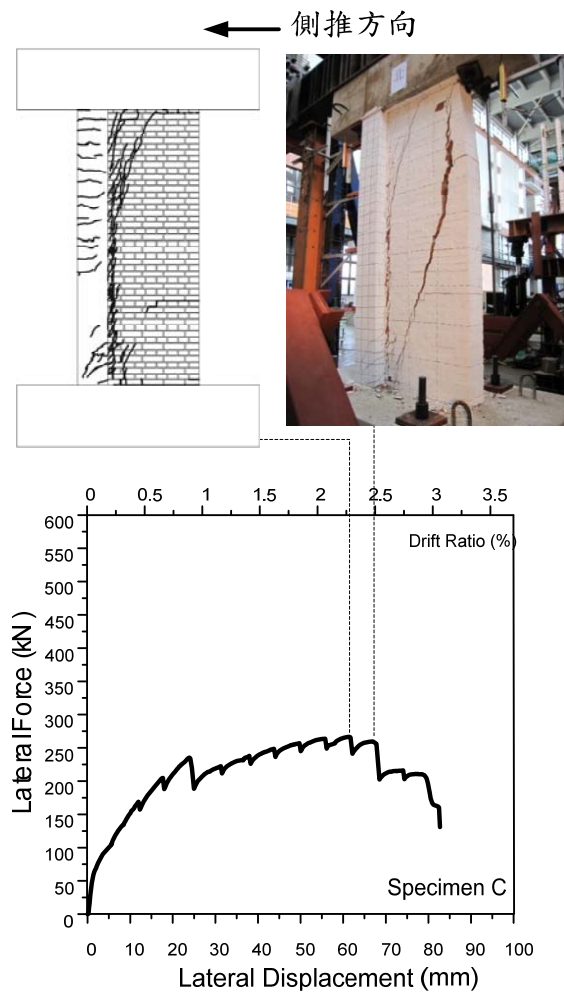
分析值低估

三面圍束磚牆行為測試

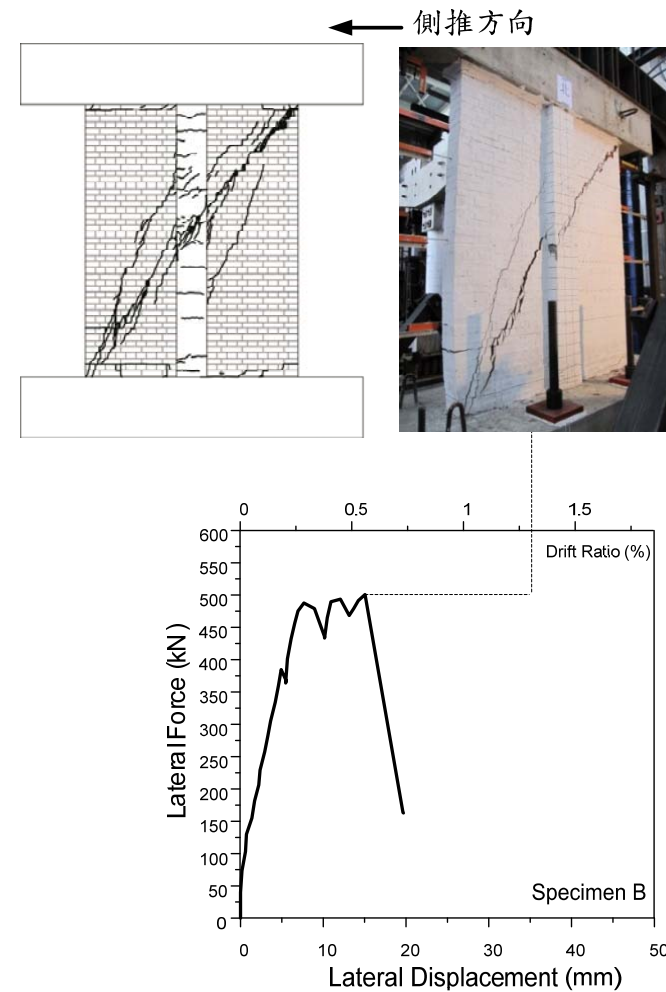
試體A



試體C

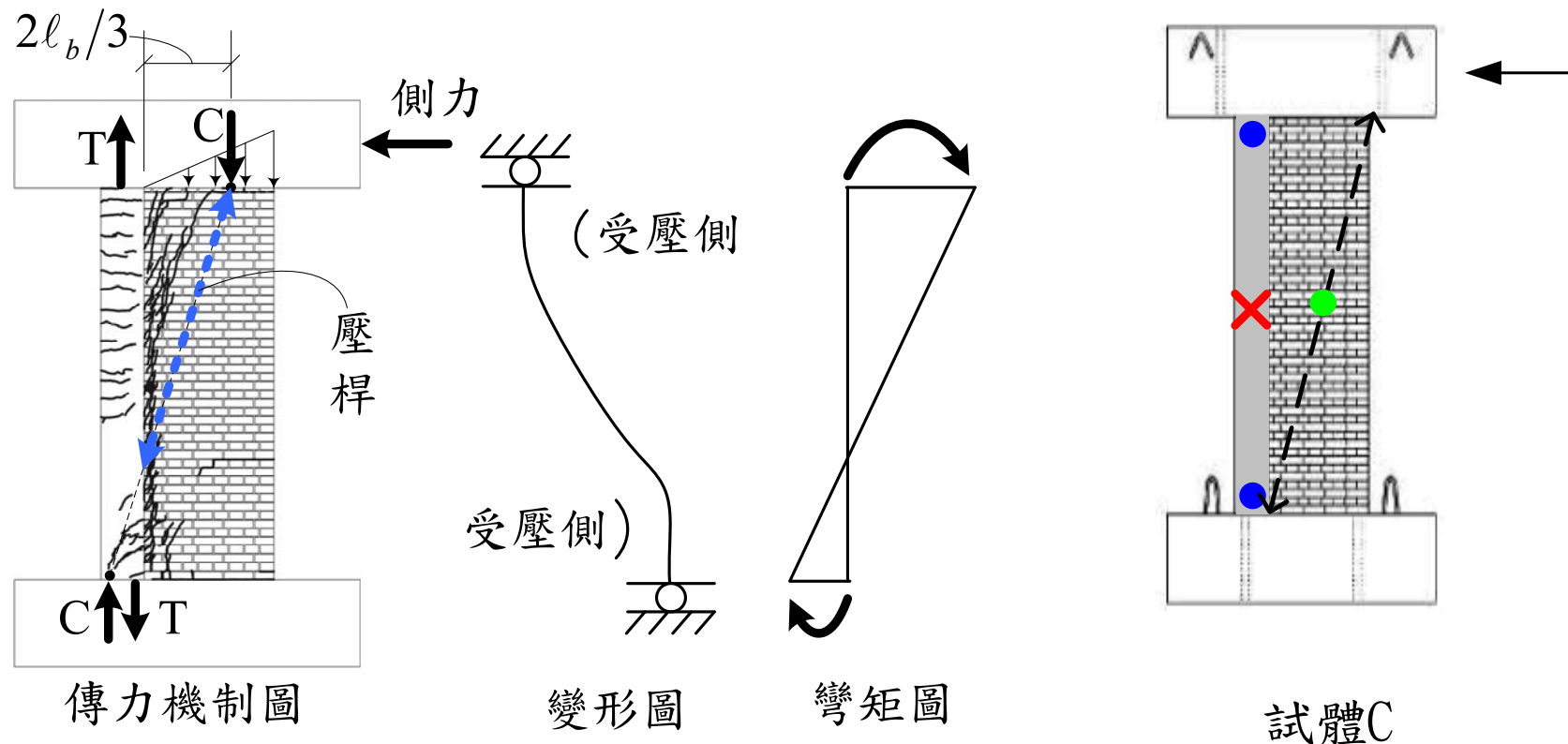


試體B



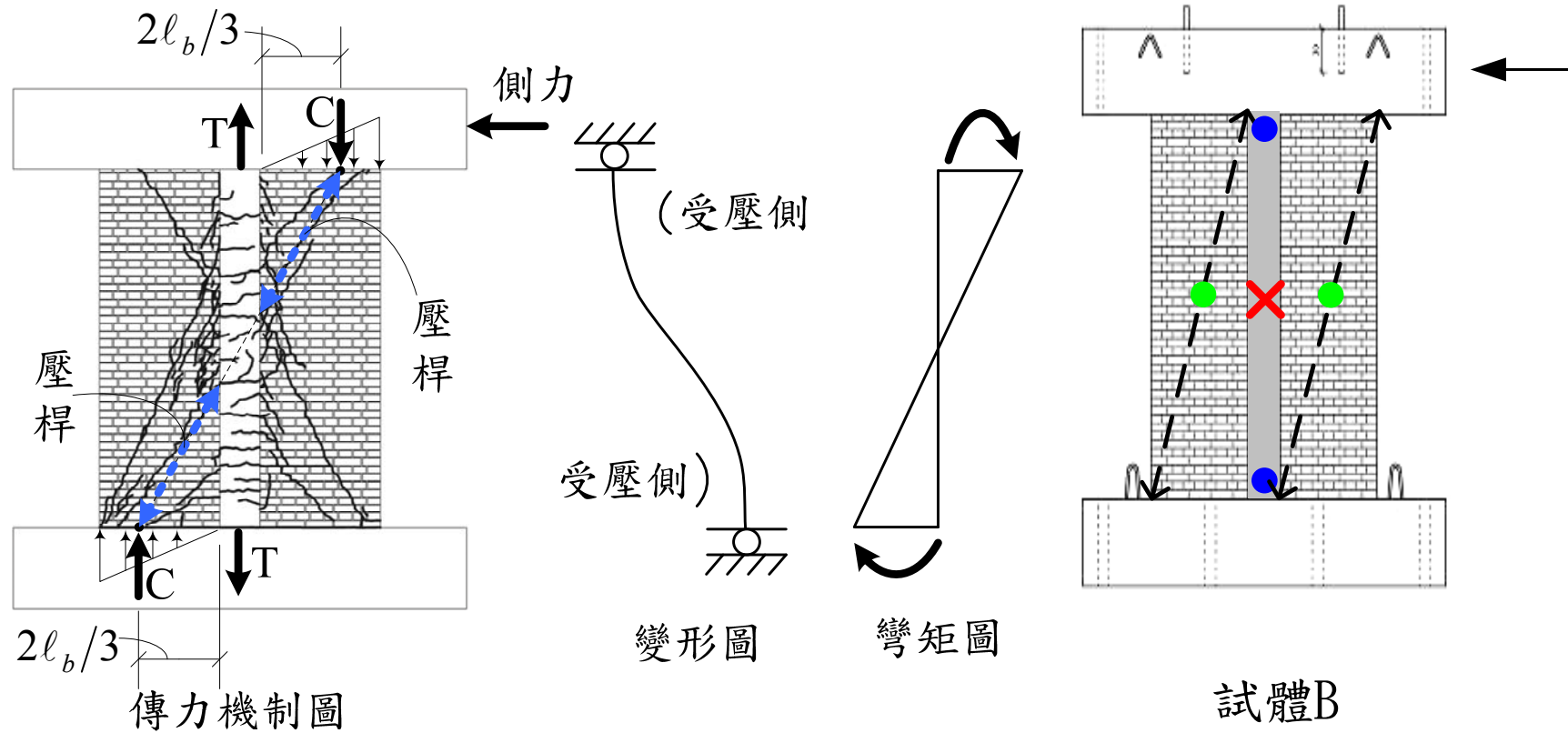
剪力屋架雙曲率變型模式

- 近施力側磚牆仍有效



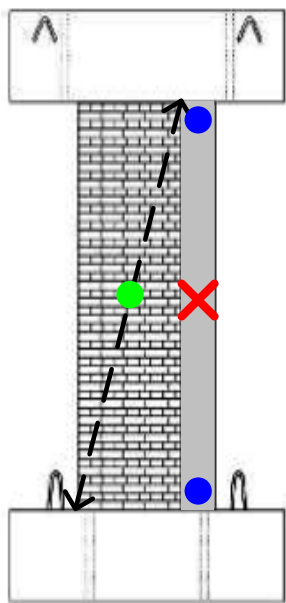
(b) 試體C (層間變位角2.3%)

TESPA模擬方式

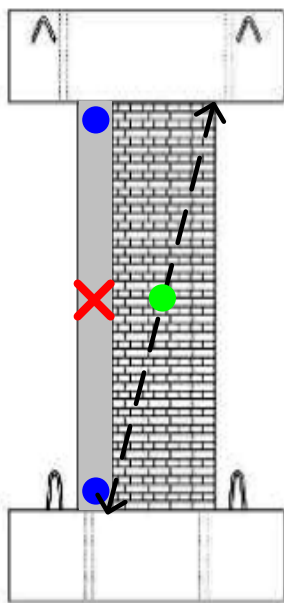


(c) 試體BC (層間變位角0.59%)

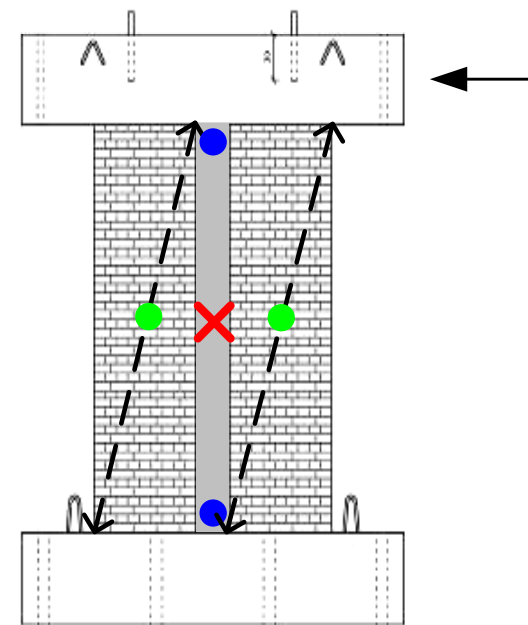
5. 三面圍束磚牆評估模型



試體A



試體C



試體B

● 磚牆等值斜撐
軸力非線性鉸

● 柱彎矩非線性鉸

✗ 柱剪力非線性鉸

5. 三面圍束磚牆強度評估模型

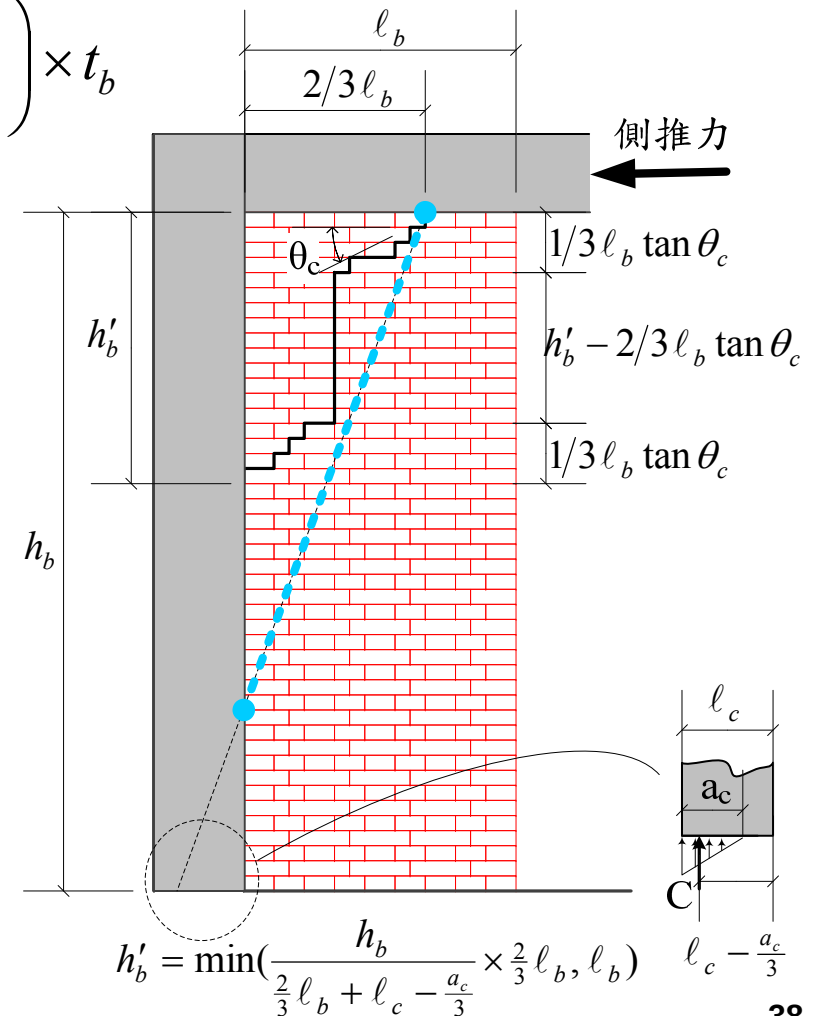
(邱聰智, 2015)

$$V_{bw3,proposed} = \tau_f \left(\frac{2}{3} \ell_b \times t_b \right) + 0.225 f_{mt} \left(\frac{2}{3} \ell_b \tan \theta_c \times t_b \right) + 0.225 \left(\frac{f_{mt} + f_{bt}}{2} \right) \left(h'_b - \frac{2}{3} \ell_b \tan \theta_c \right) \times t_b$$

劈裂強度折減係數

四面圍束: 0.45

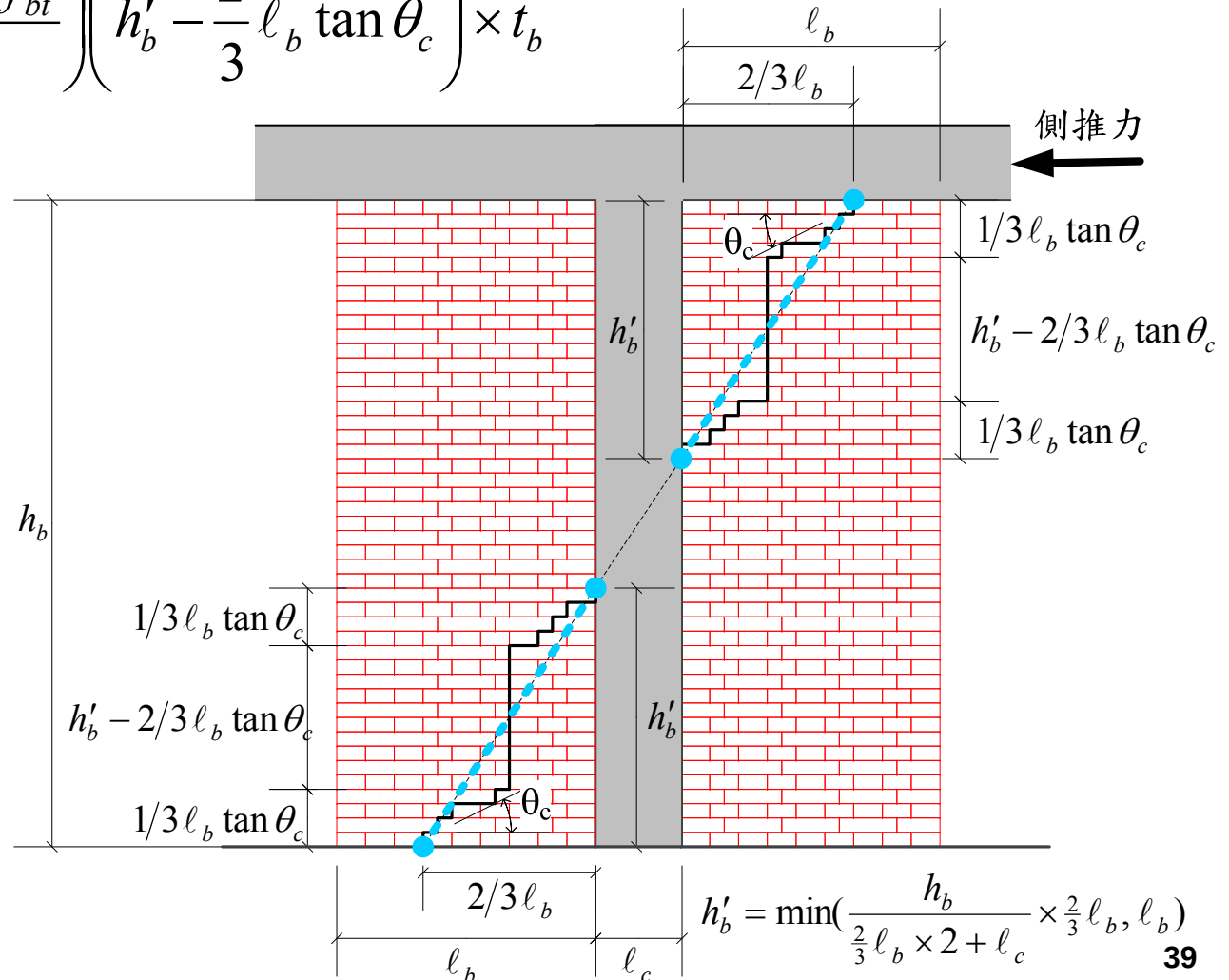
三面圍束: 0.45/2
=0.225



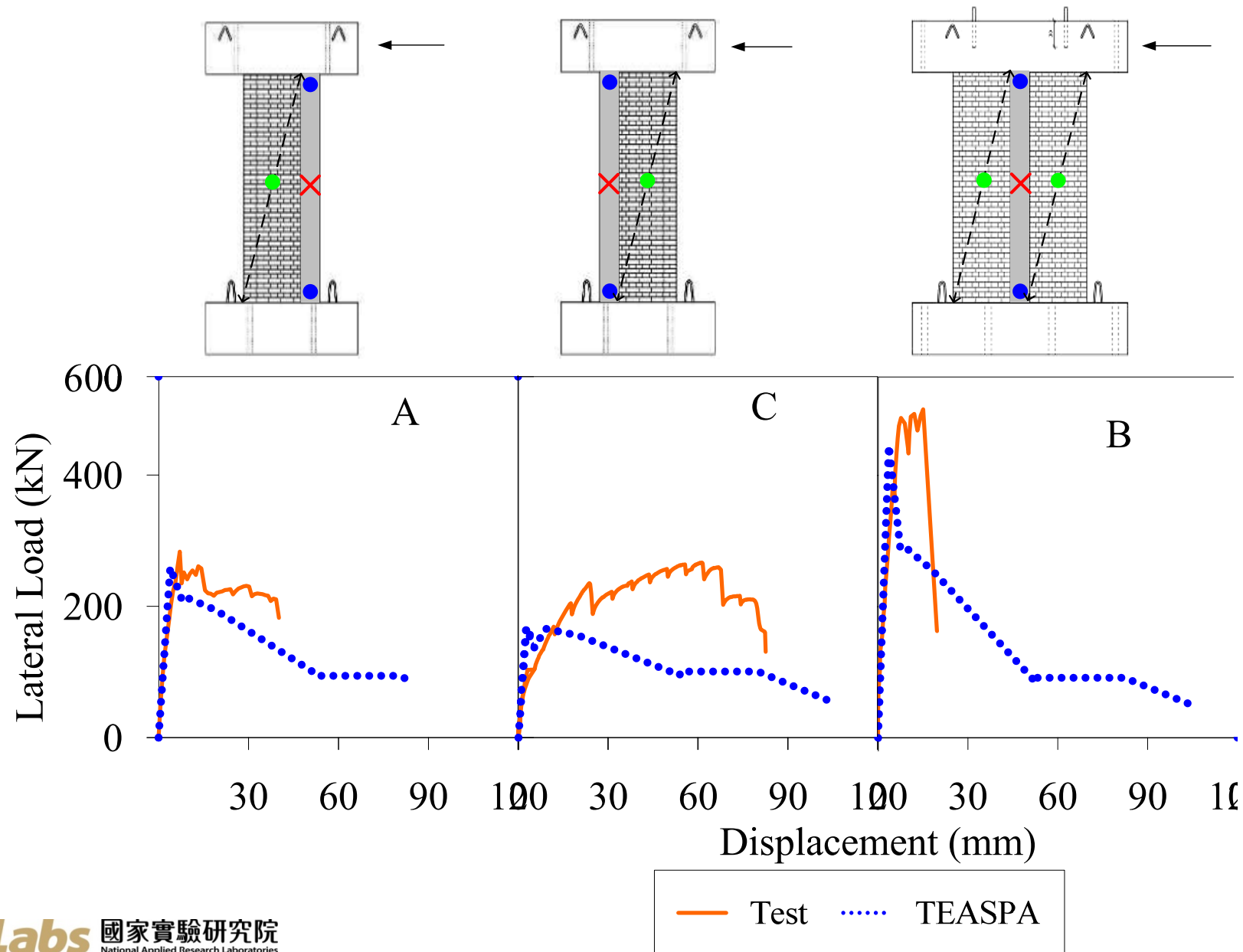
5. 三面圍束磚牆強度評估模型

$$V_{bw3,proposed} = \tau_f \left(\frac{2}{3} \ell_b \times t_b \right) + 0.225 f_{mt} \left(\frac{2}{3} \ell_b \tan \theta_c \times t_b \right) + 0.225 \left(\frac{f_{mt} + f_{bt}}{2} \right) \left(h'_b - \frac{2}{3} \ell_b \tan \theta_c \right) \times t_b \quad (\text{邱聰智, 2015})$$

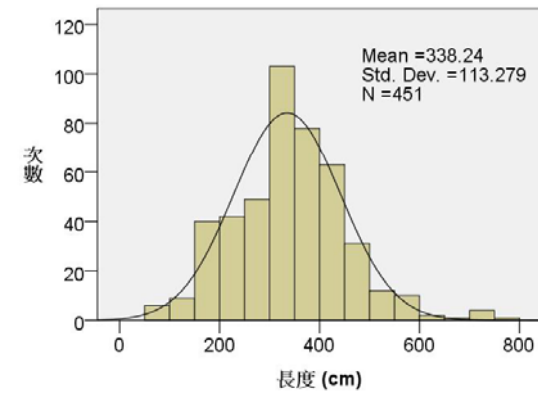
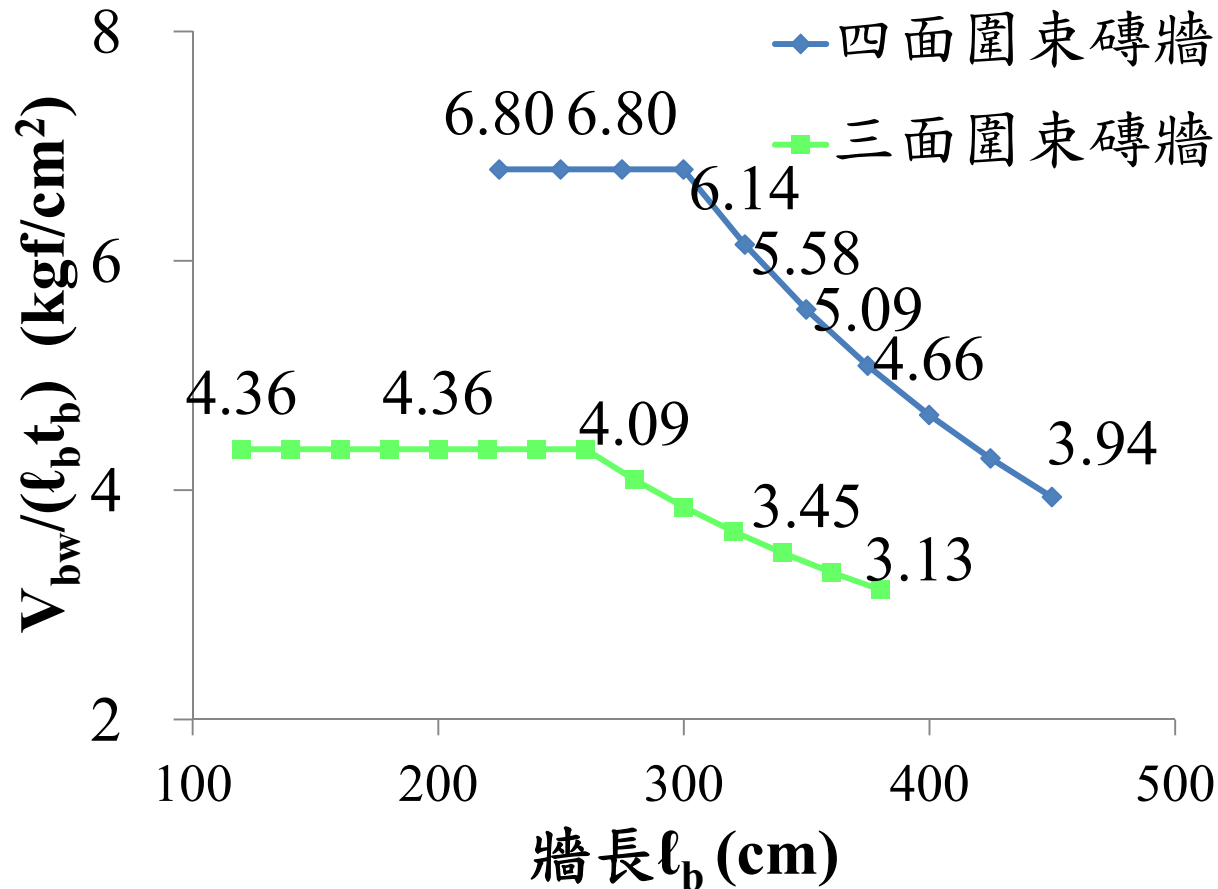
劈裂強度折減
係數
四面圍束: 0.45
三面圍束: 0.45/2
= 0.225



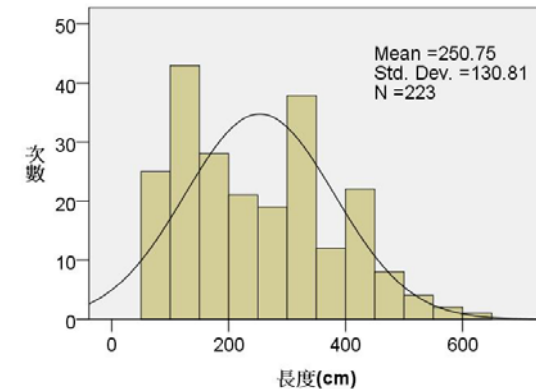
分析與實驗比較



磚牆強度分布



四面圍束牆長度
225~451cm



三面圍束牆長度
(120~382cm)

- 砂漿抗壓強度 100 kgf/cm²; 磚抗壓強度 150 kgf/cm²; 臨界破壞角 $\tan \theta_c = 0.6$

各構件單位面積抗側力強度

(邱聰智, 2015)

單位: kgf/cm ²		日本 [9]	郭心怡 [11]	許丁友 [13]	蘇耕立[4]	本研究
柱	短柱	15	14.1	15	-	7.95
	窗臺柱	10	9.9			
	長柱	7	5.4			
RC 牆	四邊圍束	30	28.6	-		21
	三邊圍束	20	20	24	12	12
	二邊圍束	10	11.2	-	-	-
磚 牆	四邊圍束	-	3.9	3	3	4.0
	三邊圍束	-	1.6	1.5	2	3.2

低矮型街屋耐震能力初步評估公式

$$\left\{ \begin{array}{l} A_p = \frac{100CFR - 0.4 + 0.05N_f}{1.62 - 0.24N_f}, CFR \geq (0.4 - 0.05N_f)\% \\ A_p = 0, CFR < (0.4 - 0.05N_f)\% \end{array} \right.$$

5層樓(含)以上者， $N_f = 4$

$$CFR_{eq} = \frac{\begin{array}{c} \text{柱} \quad \text{三面圍束磚牆} \quad \text{四面圍束磚牆} \quad \text{三面圍束RC牆} \quad \text{四面圍束RC牆} \\ \sum A_C + 0.36 \sum A_{bw3} + 0.45 \sum A_{bw4} + 1.36 \sum A_{rcw3} + 2.38 \sum A_{rcw4} \end{array}}{\sum A_f}$$

$$A_p = \min(A_{px}, A_{py})$$

低矮型RC建築物耐震能力初步評估表

低矮型鋼筋混凝土耐震能力初步評估表

低矮型RC建築物耐震能力初步評估表												
建物基本資料												
建築物名稱						GPS座標		N				
建築物地址						建築物高度		E				
興建年代 (民國)						總高度 H(m)						
評估日期						第一層高度 h1 (m)						
評估者		證照號:				而提審需求		S _D		S _{as}		
								Na		Fa		
								A _r =0.4S _{as}				
基本結構耐震性能調查項目												
二樓(含)以上各層樓地板面積和		各層樓地板面積A _{fi} (cm ²)						二樓以上總樓地板面積		樓層數		
		2FL	3FL	4FL	5FL	6FL	ROOF	ΣA _{fi} (cm ²)		地下 地上(NF)		
一樓柱量		柱類別	柱形式	柱尺寸 (長cm×寬cm)	斷面積 (A _{sci})	根數 (N _{ci})	斷面積小計 (A _{ci} = A _{sci} * N _{ci})					
		騎樓柱	第一種									
			第二種									
			第三種									
		室內柱	第一種									
			第二種									
			第三種									
			第四種									
			第五種									
總柱面積 ΣA _c												
一樓牆量		牆種類	牆厚度 (T _{wi} , cm)	有效牆長度 (L _{wi} , cm)		斷面積小計 (A _{wi} = T _{wi} * L _{wi}) (cm ²)		各類斷面面積合計 (cm ²)				
沿騎樓或街道方向	開口磚牆				Abwx3		ΣAbwx3					
	無開口磚牆				Abwx4		ΣAbwx4					
	開口RC牆				Arcwx3		ΣArcwx3					
	無開口RC牆				Arcwx4		ΣArcwx4					
垂直騎樓或街道方向	開口磚牆				Abwy3		ΣAbwy3					
	無開口磚牆				Abwy4		ΣAbwy4					
	開口RC牆				Arcwy3		ΣArcwy3					
	無開口RC牆				Arcwy4		ΣArcwy4					
沿騎樓方向等效柱量比 C _{FRcx} = (ΣA _c + 0.36ΣAbwx3 + 0.45ΣAbwx4 + 1.36ΣArcwx3 + 2.38ΣArcwx4) / A _f												
垂直騎樓方向等效柱量比 C _{FRcy} = (ΣA _c + 0.36ΣAbwy3 + 0.45ΣAbwy4 + 1.36ΣArcwy3 + 2.38ΣArcwy4) / A _f (%)												
沿騎樓方向性能地表加速度 A _{px}				(100C _{FRx} - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)								
垂直騎樓方向性能地表加速度 A _{py}				(100C _{FRy} - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)								
性能地表加速度 A _p (g)												
基本耐震性能 B = A _r / A _r												
調整因子調查項目												
項目		說明								因子		
三角窗轉角騎樓		☐ 雙向有騎樓(0%) ☐ 單向有騎樓(1.0)								q1 =		
軟弱層顯著性		☐ 有牆體中斷(0%) ☐ 無牆體中斷(1.0)								q2 =		
興建年代		民國 ☐ 83以前(0%) ☐ 84-71(0.95) ☐ 72-88(1.0) ☐ 89以後(1.05)								q3 =		
短柱顯著性		1-5級短柱占整體柱量比例								q4 =		

耐震需求

低矮型RC建築物耐震能力初步評估表										
建物基本資料										
建築物名稱		GPS座標		N						
建築物地址				E						
興建年代(民國)		建築物高度		總高度 H(m)						
評估日期				第一層高度 h1 (m)						
評估者		證號:		耐震需求		S _D		Na	Fa	S _{DS}
						A _r =0.4S _{DS}				
基本結構耐震性能調查項目										
二樓(含)以上 各層樓地板面積和		各層樓地板面積 A _{fi} (cm ²)					二樓以上總樓地板面積 ΣA _{fi} (cm ²)		樓層數	
		2FL	3FL	4FL	5FL	6FL			ROOF	地下

1. 依據耐震設計規範決定工址設計地表加速度
2. 總樓地板面積

耐震容量

一樓柱量	柱類別	柱形式	柱尺寸 (長cm x 寬cm)		斷面積 (A_{sci})	根數 (N_{ci})	斷面積小計 ($A_{ci} = A_{sci} * N_{ci}$)	
	騎樓柱	第一種			0		0	(cm^2)
		第二種			0		0	(cm^2)
		第三種			0		0	(cm^2)
	室內柱	第一種			0		0	(cm^2)
		第二種			0		0	(cm^2)
		第三種			0		0	(cm^2)
		第四種			0		0	(cm^2)
		第五種					0	(cm^2)
	總柱面積 ΣA_c						0	(cm^2)

底層柱總面積

耐震容量

一樓牆量	牆種類	牆厚度 (Twi,cm)	牆長度		斷面積小計 ($A_{wi}=T_{wi} * L_{wi}$) (cm^2)		各類牆斷面積合計 (cm^2)	
			算式	有效牆長度 (L_{wi})				
沿騎樓或街道方向	開口磚牆				Abwx3	0	$\Sigma Abwx3$	0
						0		
	無開口磚牆				Abwx4	0	$\Sigma Abwx4$	0
						0		
	開口RC牆				Arcwx3	0	$\Sigma Arcwx3$	0
						0		
	無開口RC牆				Arcwx4	0	$\Sigma Arcwx4$	0
						0		
垂直騎樓或街道方向	開口磚牆				Abwy3	0	$\Sigma Abwy3$	0
						0		
	無開口磚牆				Abwy4	0	$\Sigma Abwy4$	0
						0		
	開口RC牆				Arcwy3	0	$\Sigma Arcwy3$	0
						0		
	無開口RC牆				Arcwy4	0	$\Sigma Arcwy4$	0
						0		

1. X向、Y向
2. 磚牆或RC牆
3. 有無開口

有效牆長度：

1. 無開口牆之全牆長
2. 有開口牆僅計有靠柱邊之牆段的長度總和

耐震容量需求比

沿騎樓方向等效柱量比 $CF_{Reqx} = (\Sigma A_c + 0.36 \Sigma A_{bwx3} + 0.45 \Sigma A_{bwx4} + 1.36 \Sigma A_{rcwx3} + 2.38 \Sigma A_{rcwx4}) / A_f$										
垂直騎樓方向等效柱量比 $CF_{Requ} = (\Sigma A_c + 0.36 \Sigma A_{bwy3} + 0.45 \Sigma A_{bwy4} + 1.36 \Sigma A_{rcwy3} + 2.38 \Sigma A_{rcwy4}) / A_f (\%)$										
沿騎樓向性能地表加速度 A_{px}					$(100CF_{Rx} - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)$					
垂直騎樓向性能地表加速度 A_{py}					$(100CF_{Ry} - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)$					
性能地表加速度 $A_p (g)$										
基本耐震性能 $E = A_p / A_T$										
調整因子調查項目										
項目										
說明										
因子										
三角窗轉角騎樓					☐ 雙向有騎樓(0.9) ☐ 單向有騎樓(1.0)					$q_1 =$
軟弱層顯著性					☐ 有牆體中斷(0.9) ☐ 無牆體中斷(1.0)					$q_2 =$
興建年代					民國 ☐ 63 以前(0.9) ☐ 64-71(0.95) ☐ 72-88(1.0) ☐ 89 以後(1.05)					$q_3 =$
短柱顯著性					1-極短柱占整體柱量比例					$q_4 =$
調整因子 Q :					$Q = q_1 * q_2 * q_3 * q_4$					
耐震指標 I_s :										
$I_s = E * Q =$										
是否有疑慮:										
備註:										
I_s 小於 100 分表示耐震能力有疑慮，應進行詳細評估確認耐震能力。 I_s 大於等於 100 分以上表示耐震能力暫無疑慮。										
負責評估者簽章										

耐震容量需求比

沿騎樓方向等效柱量比 $CFR_{eqx} = (\Sigma A_c + 0.36 \Sigma Ab_{wx3} + 0.45 \Sigma Ab_{wx4} + 1.36 \Sigma Arc_{wx3} + 2.38 \Sigma Arc_{wx4}) / A_f$		
垂直騎樓方向等效柱量比 $CFR_{eqy} = (\Sigma A_c + 0.36 \Sigma Ab_{wy3} + 0.45 \Sigma Ab_{wy4} + 1.36 \Sigma Arc_{wy3} + 2.38 \Sigma Arc_{wy4}) / A_f (\%)$		
沿騎樓向性能地表加速度 A_{px}	$(100CFR_x - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)$	
垂直騎樓向性能地表加速度 A_{py}	$(100CFR_y - 0.4 + 0.05NF) / (1.62 - 0.24NF)$	
性能地表加速度 $A_p (g)$		
基本耐震性能 $E = A_p / A_T$		
調整因子調查項目		
項目	說明	因子
三角窗轉角騎樓	☐ 雙向有騎樓(0.9) ☐ 單向有騎樓(1.0)	$q_1 =$
軟弱層顯著性	☐ 有牆體中斷(0.9) ☐ 無牆體中斷(1.0)	$q_2 =$
興建年代	民國 ☐ 63 以前(0.9) ☐ 64~71(0.95) ☐ 72~88(1.0) ☐ 89 以後(1.05)	$q_3 =$
短柱顯著性	1-極短柱占整體柱量比例	$q_4 =$
調整因子 Q :	$Q = q_1 * q_2 * q_3 * q_4$	
耐震指標 I_s : $I_s = E * Q =$		
是否有疑慮:		
備註:		負責評估者簽章
I_s 小於 100 分表示耐震能力有疑慮，應進行詳細評估確認耐震能力。 I_s 大於等於 100 分以上表示耐震能力暫無疑慮。		

$I_s < 100$ 分，耐震能力有疑慮

$I_s \geq 100$ 分，耐震能力暫無疑慮

針對美濃地震之調整因子

- 三角窗扭轉效應(q_1)
 - 雙向有騎樓 (0.9)
 - 僅單向有騎樓或全無騎樓(1.0)
- 軟弱底層(q_2)
 - 底層有牆體中斷(0.9)
 - 底層無牆體中斷(1.0)
- 興建年代(q_3)
 - 1974以前0.9
 - 1975~1982(0.95)
 - 1983~1999 (1.0)
 - 2000以後(1.05)



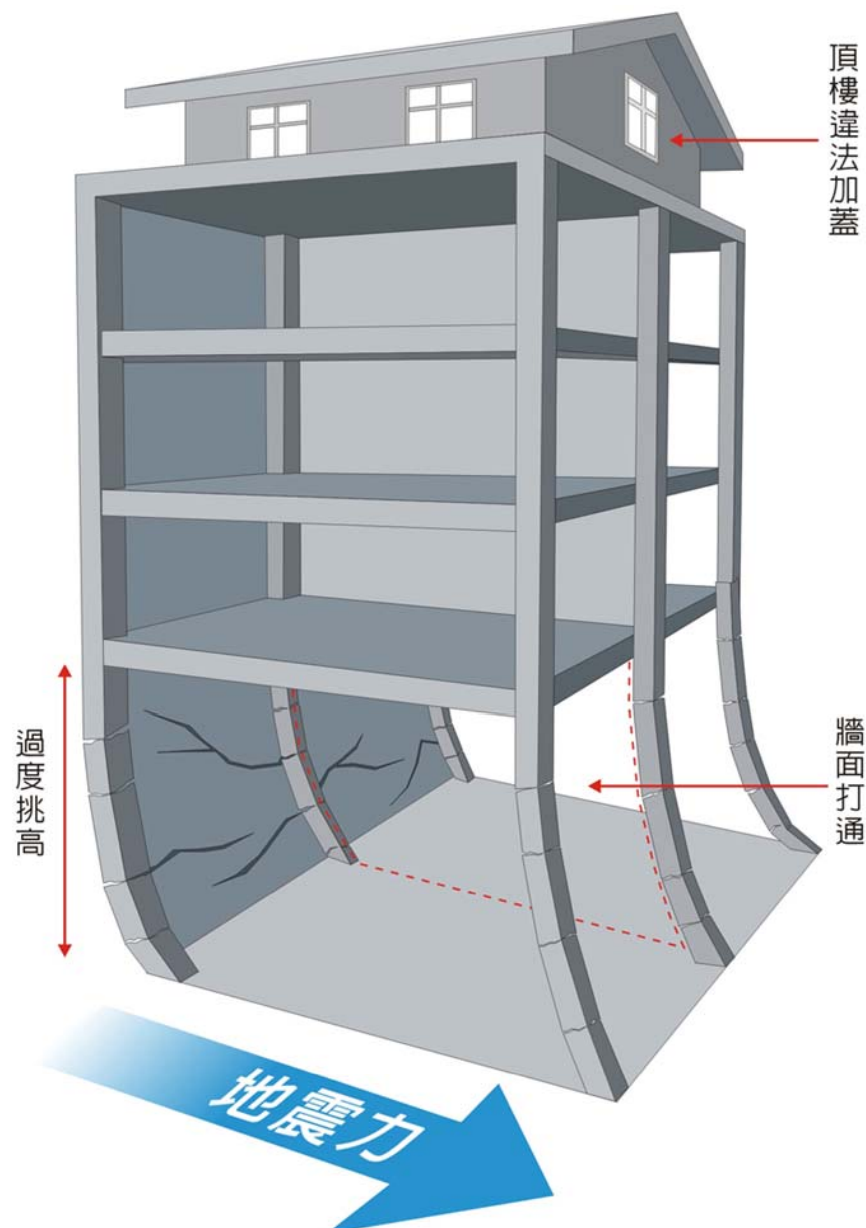
三角窗扭轉效應(q_1)

- 雙向有騎樓 (0.9)
- 僅單向有騎樓或全無騎樓(1.0)



軟弱底層(q_2)

- 底層有牆體中斷(0.9)
- 底層無牆體中斷(1.0)



短柱顯著性 (q_4)

- 極短柱: $H_n/D \leq 2$

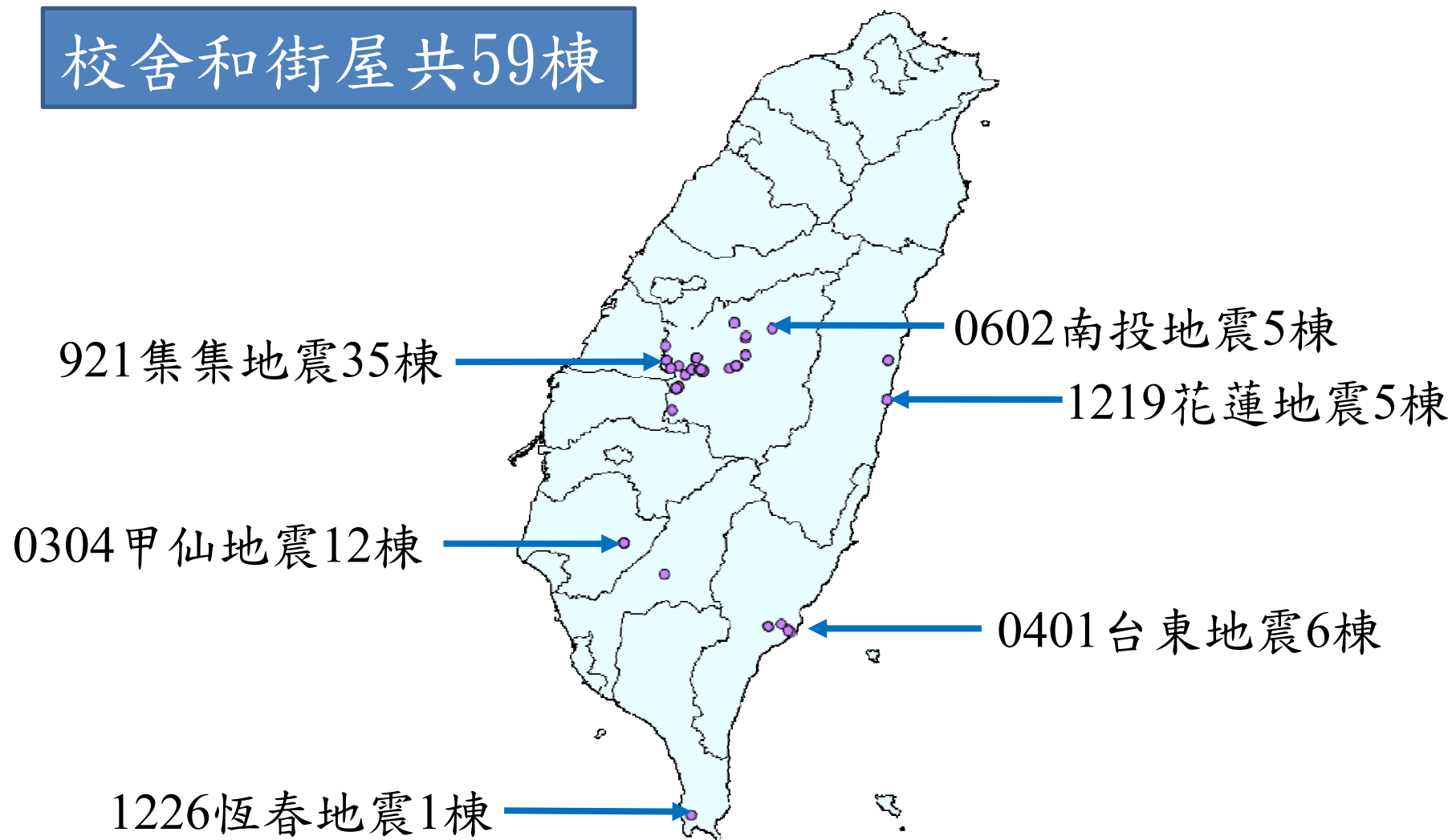
$q_4 = 1 - \text{極短柱占整體柱量的比例}$



初步評估法之驗證

低矮型RC建築震損資料庫

校舍和街屋共59棟

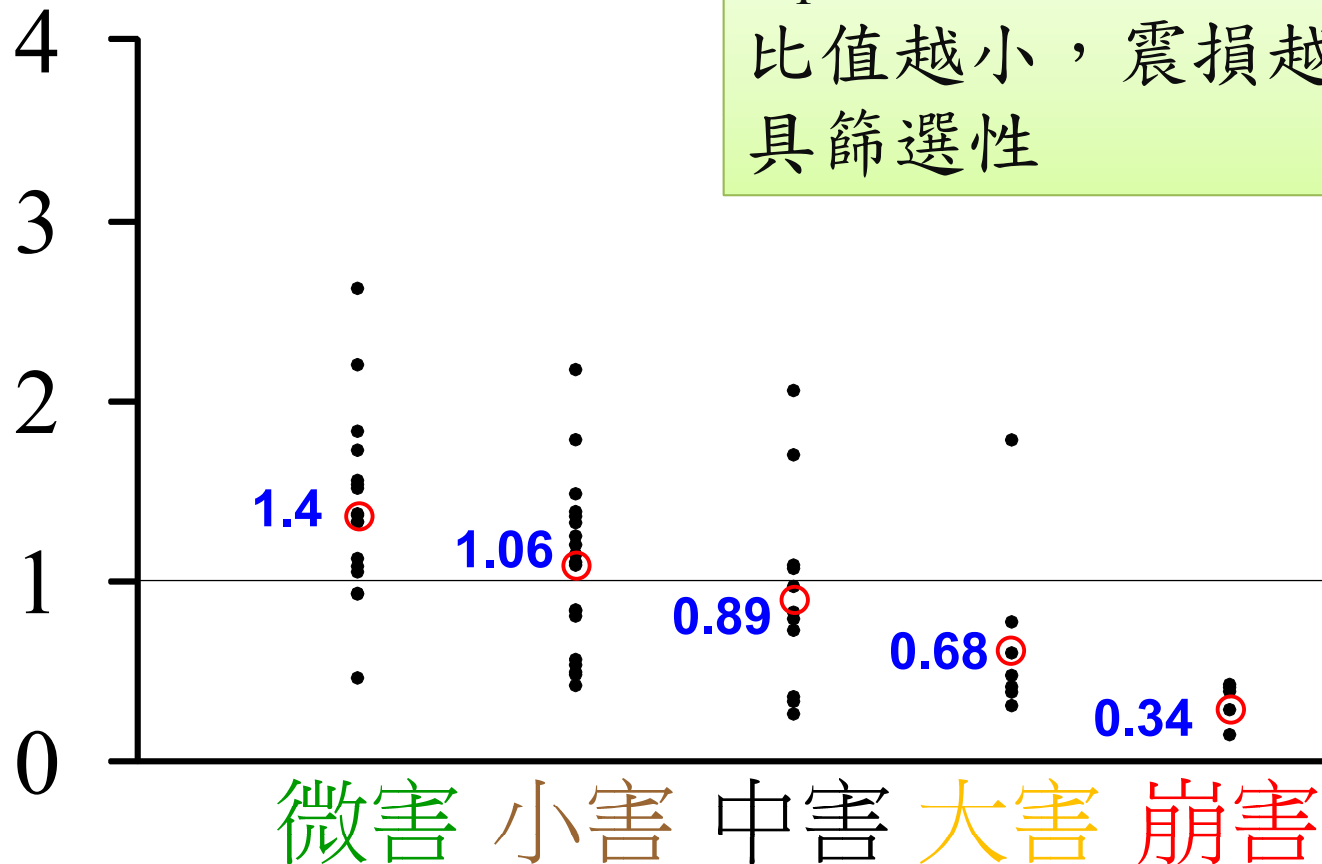


快評對設計地震與震損程度比較

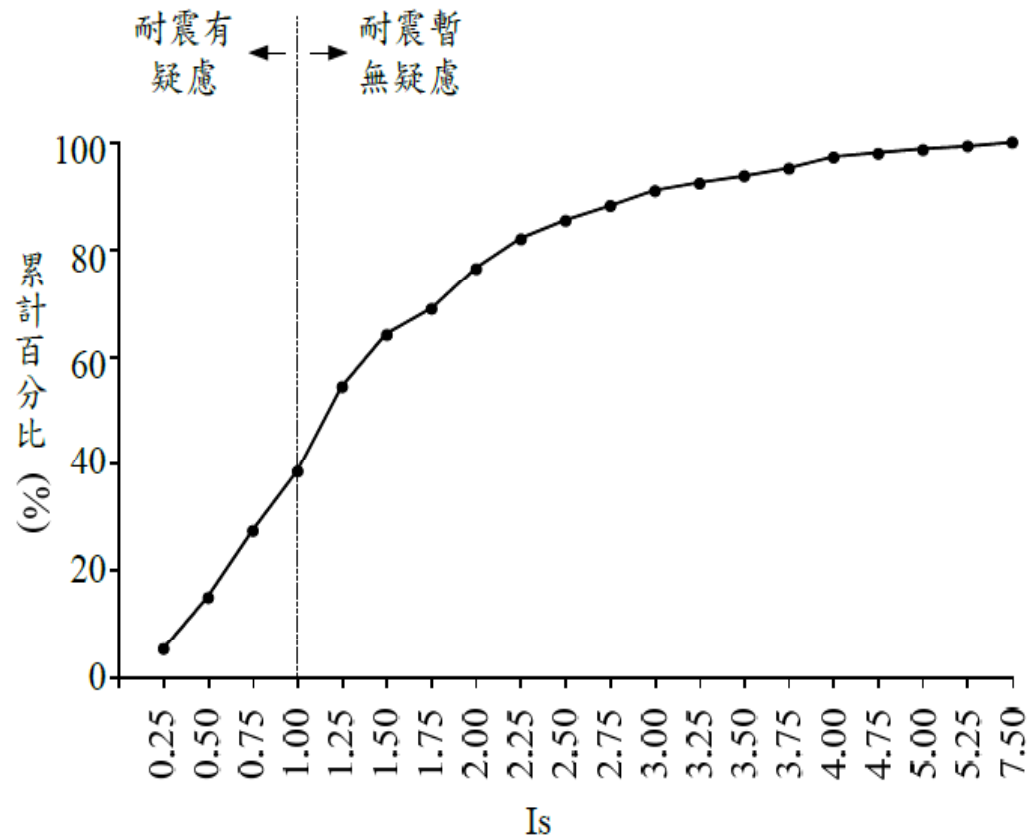
強度
需求

$$= A_p/A_T$$

A_T 為設計地震($=0.4S_{DS}$)
比值越小，震損越嚴重
具篩選性

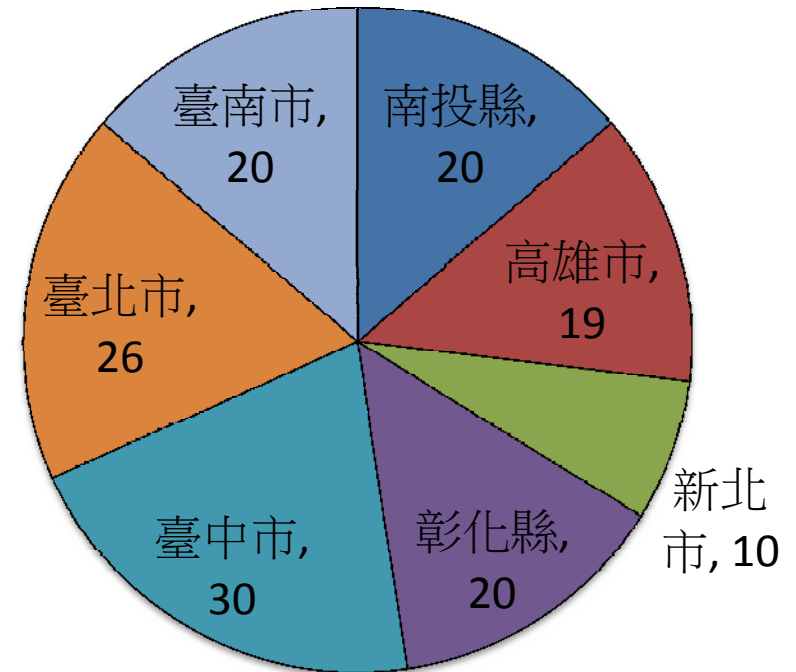


典型街屋結構資料庫



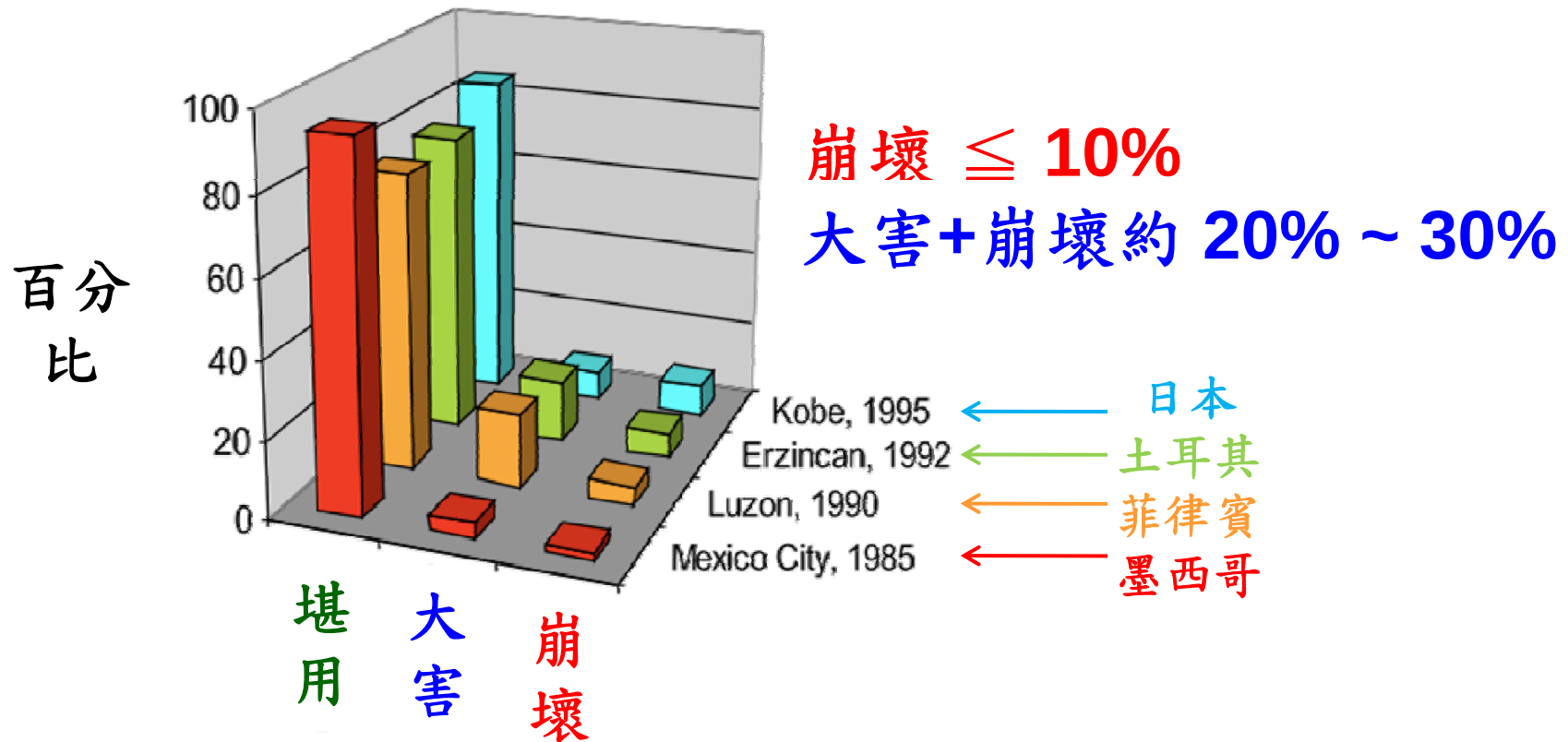
篩選率約38.6%

田野調查
街屋(145棟)



近年全球 RC 建築強震受損統計

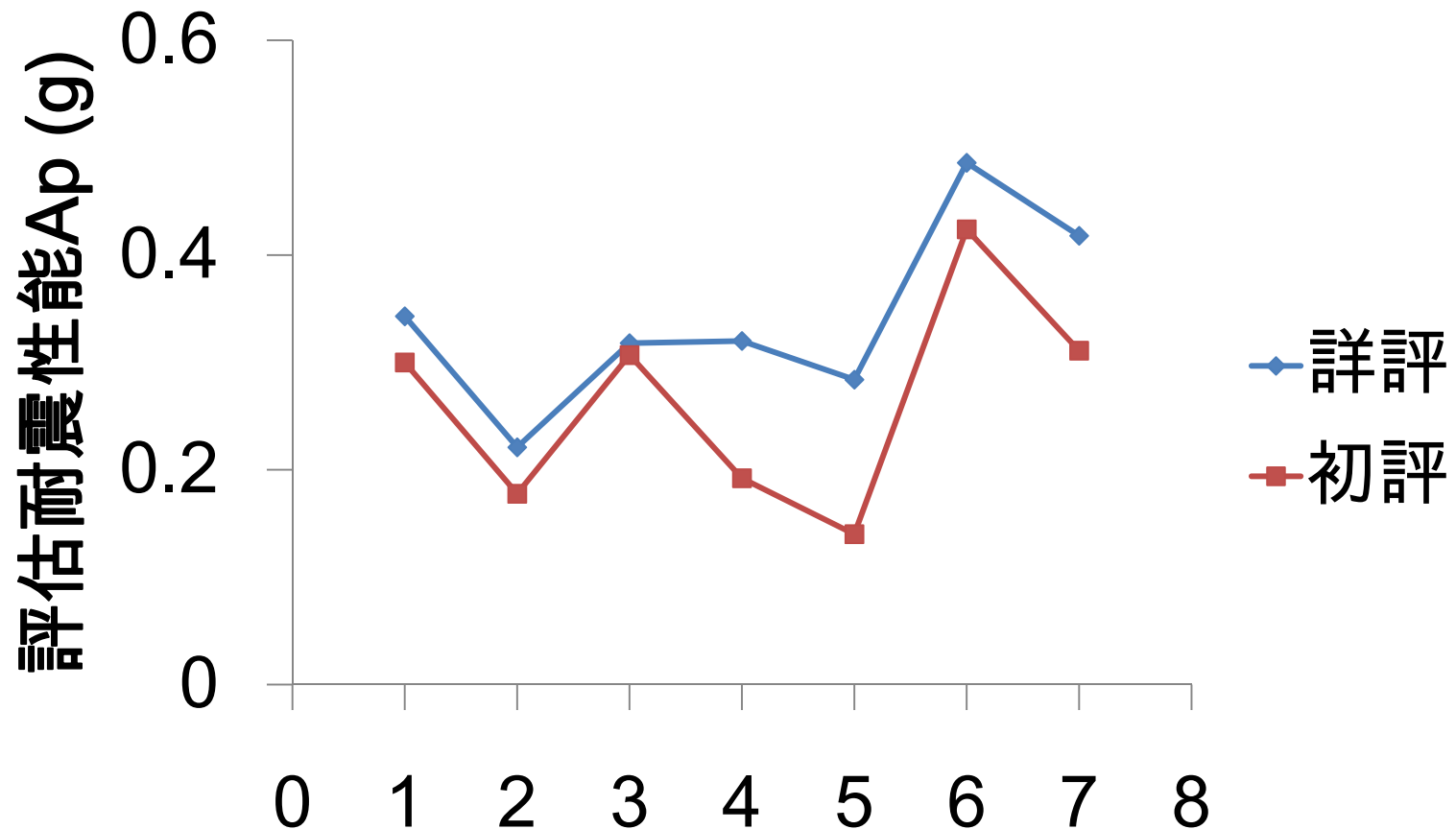
RC 建築物強震受損統計圖



資料來源：小谷俊介教授 (Otani, Shunsuke)

RC building Damage Statistics and SDF Response with
Design Seismic Forces, Earthquake Spectra (1999)

初評與TEASPA詳評比較



七棟街屋案例

平均值: 初評 A_p / 詳評 A_p = 0.76

街屋耐震資訊網

街屋耐震資訊網

NARLabs

<http://streethouse.ncree.narl.org.tw/>



The screenshot shows the homepage of the NAR Labs Street House Earthquake Resistance Information Website. The browser window title is "街屋耐震資訊網". The address bar shows "sde4/wmmf/". The page features a blue header with the NAR Labs logo and the text "國家地震工程研究中心 街屋耐震資訊網". Navigation links include "網站地圖", "聯絡我們", "網網相連", and "常見問題". The main content area has a large graphic with the text "住宅安全 E 起來" and four icons representing different topics: "何謂街屋建築", "居安思危", "建築的構成", and "耐震能力補強". Below this is a large image of a street scene with a blue truck and a motorcycle. On the right side, there is a cartoon character of a scientist wearing a hard hat and a graduation cap, holding a sign that says "我家耐震嗎?" and "想知道您住的街屋是否耐震 算一算就知道!". The sign also features a "GO" button and the text "耐震E博士 帶您一起算".

建物位置、樓地板面積、興建年代

第一個要填寫的項目為**建物基本資料**，

包含**位置**、**樓梯型式**、**整棟一樓店面數**（同期建案）、**地上樓層數**、**一樓單間店面樓地板尺寸**（平行騎樓方向/寬，垂直騎樓方向/長）、**第一層高度**、**建造年代**等資訊，如果對於填寫的欄位有疑問，可以按下右邊的**說明**，耐震E博士將為您提供更詳細的說明喔！



1 建物基本資料

2 室外柱

3 室內柱

4 牆

5 測量結果

建物位置 → 宜蘭縣 ▾ 宜蘭市 ▾ 神農里 ▾

樓梯型式 → ☐ 樓梯平行騎樓 **說明** ☐ 樓梯垂直騎樓 **說明**

樓梯方向很重要唷，會影響耐震能力。騎樓方向是沿主要的大馬路方向，位於三
建築物無騎樓者，沿騎樓方向就是指平行街道方向，垂直騎樓方向就是指垂直街道

整棟一樓店面數 → 間 **說明**

建築耐震能力是以棟為單位，通常一樓沿騎樓方向一跨為一戶店面。例如某一棟
所以此棟街屋為5戶店面的建築物。

地上樓層數 → 層 **說明**

原始建築地上有幾層樓?(不含頂加層)

民眾版

1. 第三類地盤
2. 依據村里區界中心定義近斷層距離
3. $A_T = 0.4S_{DS}$

專業版

1. 依據現行耐震設計規範決定
 N_a 、 F_a
2. $A_T = 0.4S_{DS}$

柱資料

街屋的柱子種類可分類為**室外柱**、**室內柱**。

如果柱子形狀為矩形，則柱面積為**長度**×**寬度**，其中長度為**平行騎樓**方向尺寸，寬度為**垂直騎樓**方向尺寸。如果柱子是圓形，則量**柱圍(周長)**。

本項目只需填寫一樓單間店面的柱子資訊，如果對於填寫的欄位有疑問，可以按下右邊的 **說明**，耐震E博士將為您提供更詳細的說明喔！



1 建物基本資料

2 室外柱

3 室內柱

4 牆

5 測量結果

矩形柱（若無室外柱，請勿填寫資料，直接按下一步。）

（單位/公分） 平行騎樓方向尺寸 **說明** 垂直騎樓方向尺寸 **說明** 柱數

第一種 ➡



圓形柱（若無室外柱，請勿填寫資料，直接按下一步。）

（單位/公分） 柱圍 **說明** 柱數

牆資料

街屋的牆可分類為**磚牆**及**鋼筋混凝土(RC)牆**。

磚牆顧名思義為磚砌成的牆；而鋼筋混凝土牆，簡稱「RC」(Reinforced Concrete)牆。R代表Reinforced-強化，C代表Concrete-混凝土，所以就是指含有水泥、砂、石子及鋼筋一起澆製的鋼筋混凝土牆。

本項目只需填寫一樓單間店面的牆量資訊，除了填寫您家的牆面為何種材質建造之外，還必須填入牆的長度及厚度。如果對於填寫的欄位有疑問，可以按下右邊的 **說明**，耐震E博士將為您提供更詳細的說明喔！



1 建物基本資料

2 室外柱

3 室內柱

4 牆

5 測量結果

磚牆

▶ 平行騎樓方向尺寸 **說明**

(單位/公分) 厚度 總長度 **說明**

第一種 ▶



▶ 垂直騎樓方向尺寸 **說明**

(單位/公分) 厚度 總長度 **說明**

第一種 ▶



鋼筋混凝土 (RC) 牆

▶ 平行騎樓方向尺寸 **說明**

▶ 垂直騎樓方向尺寸 **說明**

評估結果

現在位置：首頁 / 我家耐震嗎

測量結果

1 建物基本資料

2 室外柱

3 室內柱

4 牆

5 測量結果

耐震安全可能有疑慮

耐震安全暫無疑慮

根據計算，您的街屋耐震安全可能有疑慮，
建議進一步尋求專業技師或建築師進行詳細評估，確認耐震能力。

本網頁估算建築結構耐震能力僅供參考，本中心無法出具結構安全證明及簽證，
若有需要進一步確認住宅結構耐震安全，請洽專業技師或建築師尋求專業協助。



上一步

專業版

1. 調整因子
2. 列印初步評估表

結論與建議

- 本初步評估法係以TEASPA詳評方法為基礎，經統計迴歸方式找出柱量比對耐震能力之關係，適用於六層樓(含)以下之低矮型RC或加強磚造建築物。
- 牆構件之強度採用理論公式求得，並經實驗驗證為保守。
- 本初步評估法與TEASPA詳評案例比較，偏保守。
- 本初步評估法經與震損資料庫驗證，與震損程度趨勢相近。
- 本初步評估法篩選率約4成。
- 街屋耐震資訊網將開發專業版，供工程師上傳初步評估資料。

參考資料

- 邱聰智，"低矮型鋼筋混凝土住宅結構耐震快速評估法之開發與驗證"，臺灣大學土木工程學研究所，博士論文，臺北，2015。
- Chiou, T.-C., Hwang, S.-J., "Tests on cyclic behavior of reinforced concrete frames with brick infill." Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Volume 44, Issue 12, 2015, pp. 1939-1958.
- 邱聰智，黃世建，宋嘉誠，鍾立來 (2014)，"低矮型街屋耐震能力快速評估法之開發與驗證。" 結構工程 **29**(4): 65-87。
- 邱聰智，翁樸文，沈文成，葉勇凱，鍾立來，黃世建，"台灣典型街屋建築結構資料庫"，國家地震工程研究中心，NCREE-14-006，台北，2014。
- 宋嘉誠，邱聰智，黃世建，"臺灣中小學校舍結構耐震安全柱量比之研究"，國家地震工程研究中心，NCREE-13-031，臺北，2013。
- 蕭輔沛，鍾立來，葉勇凱，簡文郁，沈文成，邱聰智，周德光，趙宜峰，翁樸文，楊耀昇，涂耀賢，柴駿甫，黃世建，"校舍結構耐震評估與補強技術手冊第三版"，國家地震工程研究中心，NCREE-13-023，台北，2013。