
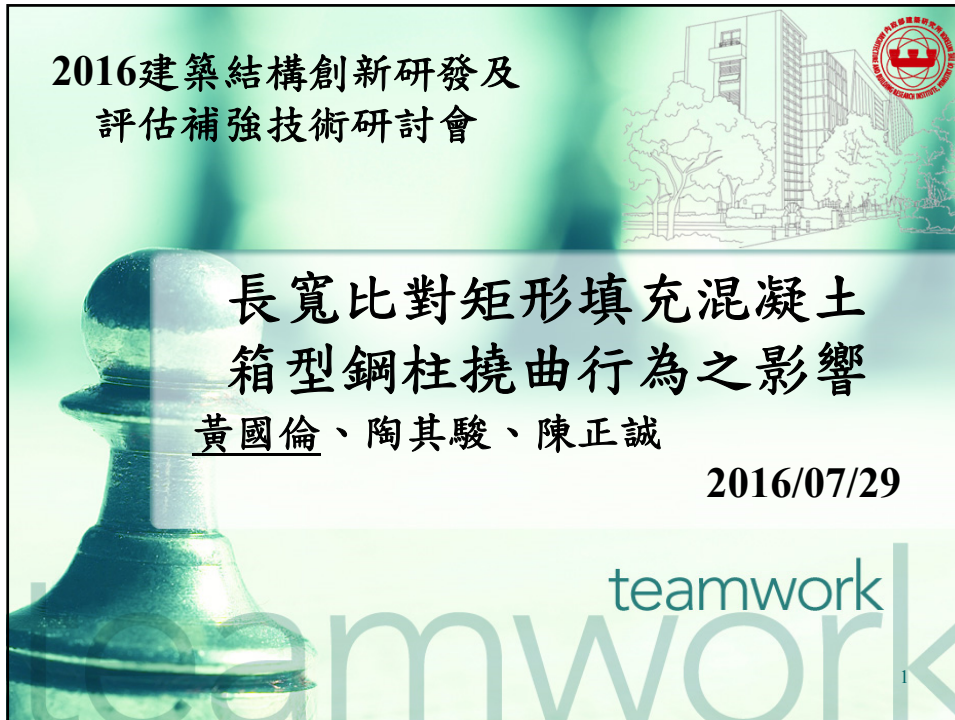


2016建築結構創新研發及  
評估補強技術研討會



長寬比對矩形填充混凝土  
箱型鋼柱撓曲行為之影響

黃國倫、陶其駿、陳正誠


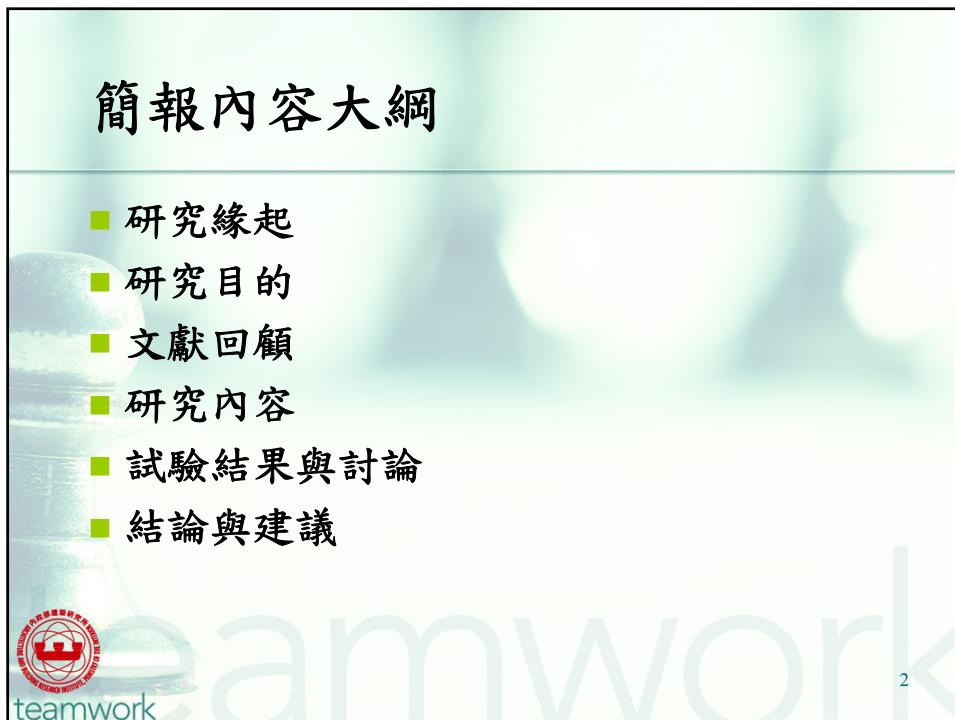
2016/07/29

teamwork

1

簡報內容大綱

- 研究緣起
- 研究目的
- 文獻回顧
- 研究內容
- 試驗結果與討論
- 結論與建議



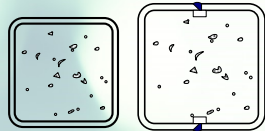
teamwork

2

# 研究緣起

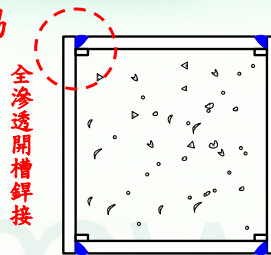
## 矩形CFT及CFBC優點

- 梁柱接頭比圓形CFT施工方便
- 比純鋼結構不易挫屈
- 灌漿不必使用模板
- 鋼板&混凝土回收容易



鋼管混凝土柱CFT

圓角  
(規格品)寬4~35 cm  
銲道不在角落



全滲透開槽銲接

方角  
(規格品)寬40~90 cm  
非規格品彈性大  
銲道在角落

填充混凝土箱型鋼柱CFBC(國內)

3



# 研究緣起(續)

## 耐震構材柱板寬厚比

$$\lambda_{pd} = \sqrt{3E_s/F_y}$$

### ■ 鋼骨斷面之寬厚比(b/t)(鋼構規範極限設計法§9.3)

9.3 壓力構材  
滿足下列各條件者，方可認定為合成柱：  
(1) 鋼骨之斷面積不得少於合成斷面總斷面積之 4%。  
(2) 包覆鋼骨之混凝土，須配置可以承受軸向載重之連續縱向鋼筋及橫向鋼筋。橫向及縱向鋼筋至少須有 4cm 厚之混凝土保護層。

⋮

(8) 鋼管混凝土構材中，矩形鋼管之管壁厚度不得小於  $b\sqrt{F_y/3E}$ ，其中  $b$  為矩形斷面之邊寬，圓形鋼管之管壁厚度不得小於  $D\sqrt{F_y/8E}$ ，其中  $D$  為圓形鋼管之外徑。



4

## 研究緣起(續)

### 耐震構材柱板寬厚比

$$\lambda_{pd} = \sqrt{3E_s/F_y}$$

- 鋼骨斷面之寬厚比(b/t)(SRC-code3.4)
  - AIJ-SRC規範中，SRC構材內鋼骨斷面肢材寬厚比之限制，大約比純鋼骨放寬約1.5倍

表3.4-3 填充型鋼管混凝土柱之鋼骨斷面肢材寬厚比限制

柱斷面肢材寬厚比		鋼材種類	$\lambda_{pd}$	$\lambda_p$
	b/t	SS490、SM490 與 SN490 級 (A572 Gr.50)	$\sqrt{3E_s/F_y}$	61
		SS400、SM400 與 SN400 級 (A36)	$\sqrt{3E_s/F_y}$	72

- 對斷面長度、寬度之比例，未予以限制



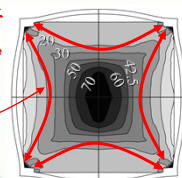
5

## 研究緣起(續)

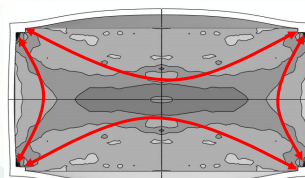
Chen, C.C., Ko, J.W., Huang, G.L., and Chang, Y.M. (2012), "Local buckling and concrete confinement of concrete-filled box columns under axial load", Journal of Constructional Steel Research, Vol. 78, No. 1, Pages 8-21.

- 陳正誠等(2012)進行CFBC短柱軸向加載之有限元素分析
  - 建立一合理且有效模擬之有限元素分析方法
  - CFBC內部混凝土的圍束機制  
不適合用Mander等RC構件的圍束機制模擬
  - 衍生：矩形CFBC圍束效果不如方形CFBC

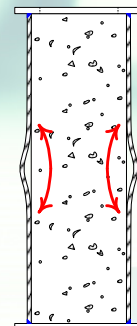
產生圍束效果時會出現的拱效應



方形CFBC圍束效果佳



矩形CFBC圍束效果差



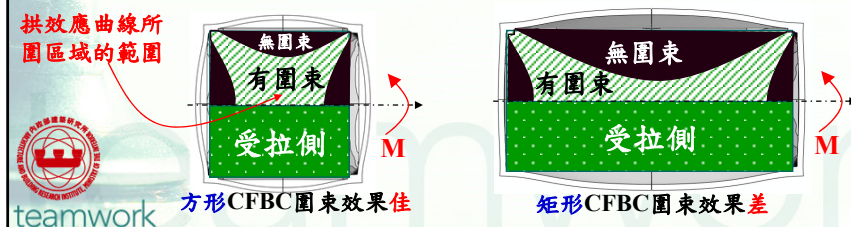
垂直拱效應



6

## 圍束效果比較

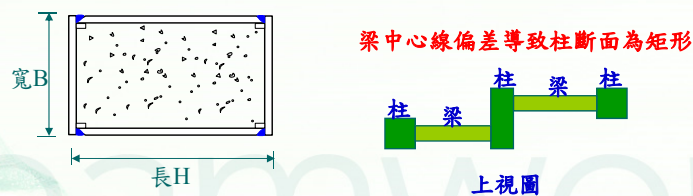
- **圍束面積比**：  
拱效應曲線所圍區域(被有效圍束的混凝土區域)  
其面積除以全斷面積的比例
- **圍束面積比**越大，表示其圍束效果越好
- 矩形CFBC的圍束面積比不如方形CFBC  
故矩形CFBC的圍束效果可能不如方形CFBC



## 研究緣起(續)

### 國內CFBC斷面應用現況

- **矩形CFBC斷面長寬比(H/B)**
  - 大多小於1.5，但仍有許多介於1.5~3.0
  - 若因長寬比太大導致鋼板對混凝土圍束效果太差，CFBC柱耐震性能可能遠不如預期，長寬比宜有適當之使用限制



# 研究緣起(續)

## 耐震構材柱板寬厚比

$$\lambda_{pd} = \sqrt{3E_s/F_y}$$

### ■ 梁柱接頭塑性轉角要求 (鋼構規範極限設計法§13.6.1)

#### 13.6.1 梁柱接頭

韌性抗彎矩構架之梁柱接頭應符合下列規定：

#### 3、塑性之轉角要求

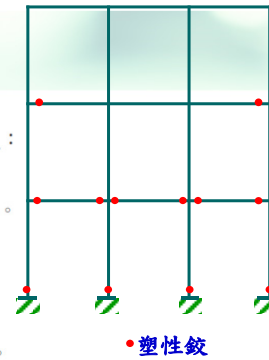
a、梁柱接頭所需塑性轉角( $\theta_p$ )應以下述三規定之一決定之：

- (1) 0.03 弧度。
- (2) 非線性動力分析所得之最大塑性轉角加上 0.005 弧度。
- (3)  $\theta_p = 1.1(R - 1.0)\theta_E$

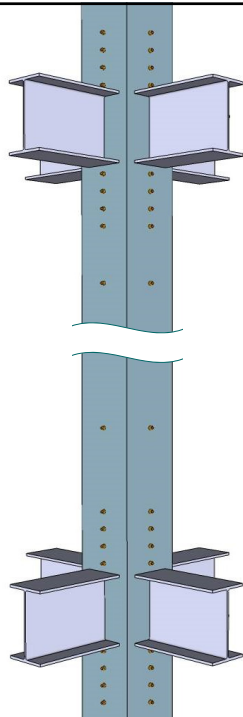
其中：

$R$  = 結構系統韌性容量。

$\theta_E$  = 在設計地震力  $E$  作用下之最大層間變位角。

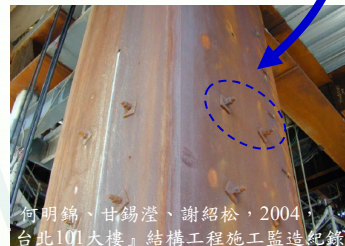
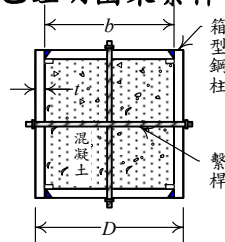


teamwork



## 文獻回顧 圍束繫桿

- 業界已使用CFBC  
在施工時須加防爆繫桿  
→ 避免柱板因混凝土壓力向外變形
- 在塑鉸區加上少許繫桿  
→ 結構用途之圍束繫桿
- 陳正誠等人，2008~2011  
已證明圍束繫桿可行(方形CFBC設計方法)



何明錦、甘錫澄、謝紹松，2004，台北101大樓。結構工程施工監造紀錄

# 文獻回顧(續) 圍束繫桿設計方法

繫桿間距  
 $S = D/3$

由實驗結果得到  
圍束應力需求

$\psi$ =折減係數  
 $F_t$ =螺牙桿件拉力強度  
 $A_b$ =螺桿標稱斷面積  
 $D$ =平均柱寬度

$$\sigma_{ct,req} = \frac{N_t F_{ut} A_e}{S[(N_t D)/(N_t + 1)]} = \begin{cases} \frac{2\phi F_t A_b}{SD} & \text{單排} \\ \frac{3\phi F_t A_b}{SD} & \text{雙排} \end{cases}$$

→  $\phi F_t A_b \geq \begin{cases} \frac{1}{2} SD \sigma_{ct,req} & \text{單排} \\ \frac{1}{3} SD \sigma_{ct,req} & \text{雙排} \end{cases}$

■ 由鋼構LSD設計規範查表10.3-2挑選適當 $\psi F_t A_b$   
(或表C10.3-2)



黃國倫，2012，圍束繫桿在提升填充混凝土箱型鋼柱韌性之設計，內政部建築研究所「建築結構創新技術研討會」論文集

12

teamwork

圍束繫桿設計

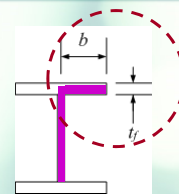
## 圍束繫桿 判斷單排、雙排配置

■ SRC規範

$$F_{ys} = 3.5 \text{ tf/cm}^2$$

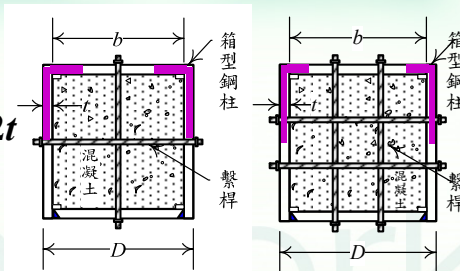
■ H型鋼柱斷面  
肢材寬厚比限制

$$\lambda_{pd} = \frac{21}{\sqrt{F_{ys}}} = 11.22$$



■ 兩側鋼板提供有效  
圍束之最大範圍

$$11.2t + 0.5t = 11.7t \approx 12t$$



- $b/t \leq 48 \rightarrow$  單排
- $b/t > 48 \rightarrow$  雙排



teamwork

圍束繫桿設計

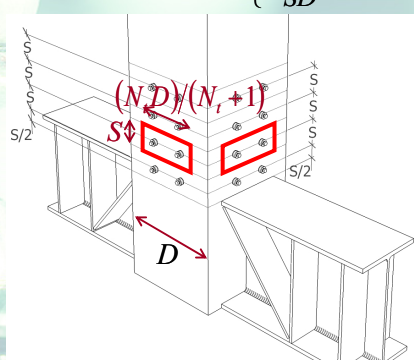
## 圍束繫桿提供之圍束應力 $\sigma_{ct}$

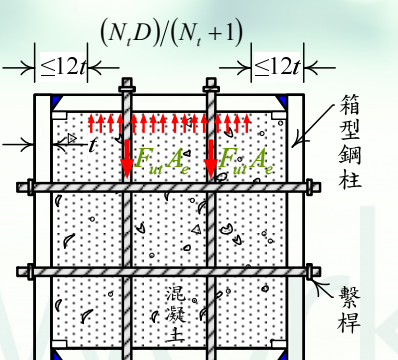
**圍束繫桿之圍束應力**


$$\sigma_{ct} = \frac{N_t F_{ut} A_e}{S[(N_t D)/(N_t + 1)]} = \begin{cases} \frac{2F_{ut} A_e}{SD} & \text{單排} \\ \frac{3F_{ut} A_e}{SD} & \text{雙排} \end{cases}$$

其中

- $N_t$  = 柱斷面單方向螺桿數量
- $F_{ut}$  = 螺桿實際抗拉強度
- $A_e = 0.75 A_b$  = 螺牙桿件有效斷面積
- $A_b$  = 螺桿標稱斷面積







圍束繫桿設計

## 圍束繫桿設計(1/2)

由實驗結果得到之圍束應力需求


$$\sigma_{ct} = \frac{N_t F_{ut} A_e}{S[(N_t D)/(N_t + 1)]} = \begin{cases} \frac{2F_{ut} A_e}{SD} & \text{單排} \\ \frac{3F_{ut} A_e}{SD} & \text{雙排} \end{cases}$$

$\psi$  = 折減係數

- $F_t$  = 螺牙桿件拉力強度
- $A_b$  = 螺桿標稱斷面積

$\phi F_t A_b$

$\phi F_t A_b \geq \begin{cases} \frac{1}{2} SD \sigma_{ct, req} & \text{單排} \\ \frac{1}{3} SD \sigma_{ct, req} & \text{雙排} \end{cases}$



圍束繫桿設計

## 圍束繫桿設計(2/2)

- $S = D/3$
- **單排圍束繫桿之圍束應力**  

$$\phi F_t A_b \geq \frac{1}{2} SD \sigma_{ct, req} = \frac{1}{6} D^2 \sigma_{ct, req}$$
- **雙排圍束繫桿之圍束應力**  

$$\phi F_t A_b \geq \frac{1}{3} SD \sigma_{ct, req} = \frac{1}{9} D^2 \sigma_{ct, req}$$
- 由鋼構LSD設計規範查表10.3-2挑選適當 $\psi F_t A_b$   
 (或表C10.3-2)

圍束繫桿設計

## 挑選適當 $\psi F_t A_b$ (1/2)

表10.3-2 螺柱及螺牙桿件設計強度

	拉力強度		承壓式接合剪力強度	
	強度折減係數 $\phi$	標稱應力強度 $t_f/cm^2$	強度折減係數 $\phi$	標稱應力強度 $t_f/cm^2$
A307 螺柱	$\psi$ (0.75)	3.15[a]	0.75	1.68[b][e]
F10T(S10T)螺柱、螺紋在剪力平面		$F_t$ 7.50[d]		4.00[e]
F10T(S10T)螺柱、螺紋不在剪力平面		7.50[d]		5.00[e]
螺牙桿件符合 3.4 節規定且螺紋在剪力平面		0.75F <sub>u</sub> [a][c]		0.40F <sub>u</sub>
螺牙桿件符合 3.4 節規定且螺紋不在剪力平面		0.75F <sub>u</sub> [a][c]		0.50F <sub>u</sub>

註：  
 [a] 僅適用於靜載重。  
 [b] 允許螺紋在剪力平面內。  
 [c] 擴頭桿螺紋部分之標稱拉力強度，依據主螺紋直徑之斷面積  $A_b$ ，須大於未放大部分標稱桿身斷面積乘以標稱降伏強度  $F_y$  值。  
 [d] F10T 螺柱承受拉力疲勞載重時，其疲勞強度為 A490 螺柱之 0.95 倍，另見附錄 5。  
 [e] 續接拉力構材以承壓式接合時，螺柱及螺牙桿件排列形式，其在平行拉力方向上之長度超過 125cm 時，表列各值須減少 20%。



挑選適當  $\psi F_t A_b$  (2/2)

表 C10.3-2 ASTM 規格螺栓及螺牙桿件設計強度

	拉力強度		承壓式接合剪力強度	
	強度折減係數 $\phi$	標稱應力強度 $\text{tf/cm}^2$	強度折減係數 $\phi$	標稱應力強度 $\text{tf/cm}^2$
A307 螺栓		3.15[a]		1.68[b][e]
A325 螺栓、螺紋在剪力平面	$\psi$ 0.75	6.30[d]	0.75	3.36[e]
A325 螺栓、螺紋不在剪力平面		6.30[d]		4.20[e]
A490 螺栓、螺紋在剪力平面		$F_t$ 7.95[d]		4.20
A490 螺栓、螺紋不在剪力平面		7.95[d]		5.25
A449 螺桿、螺紋在剪力平面		6.30 (直徑 $\leq 25\text{mm}$ ) 5.51 (38 mm $\leq$ 直徑 $\leq 27\text{mm}$ ) 4.72 (直徑 $\geq 40\text{mm}$ )		3.36 (直徑 $\leq 25\text{mm}$ ) 2.94 (38 mm $\leq$ 直徑 $\geq 27\text{mm}$ ) 2.52 (直徑 $\geq 40\text{mm}$ )
螺牙桿件符合 3.4 節規定且螺紋在剪力平面		0.75 $F_u$ [a][c]		0.40 $F_u$
螺牙桿件符合 3.4 節規定且螺紋不在剪力平面		0.75 $F_u$ [a][c]		0.50 $F_u$

註：

[a] 僅適用於靜載重。

[b] 允許螺紋在剪力平面內。

[c] 擴頭桿螺紋部分之標稱拉力強度，依據主螺紋直徑之斷面積  $A_b$ ，須大於未放大部分標稱桿身斷面積乘以標稱降伏強度  $F_y$  值。

[d] 對於 A325 與 A490 螺栓承受拉力度勞載重，見附錄 5。

[e] 續接拉力構材以承壓式接合時，螺栓及螺牙桿件排列形式，其在平行拉力方向上之長度超過 125cm 時，表列各值須減少 20%。



teamwork

## 研究目的

- 以柱彎矩強度及塑性轉角容量(撓曲韌性需求)的觀念出發，藉由理論分析及結構試驗，探討矩形CFBC柱的撓曲耐震性能是否符合規範要求。
- 檢討國內SRC規範，是否應於塑性鉸範圍內增訂矩形鋼骨斷面長寬比的使用限制草案。



teamwork

19

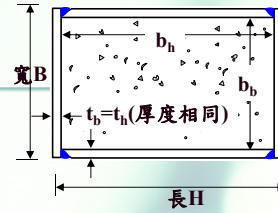
## 研究內容

- 依SRC規範規定：

- $b/t \leq \lambda_{pd} = \sqrt{3E_s/F_y}$

- $b/t$ ：鋼骨斷面寬厚比

- $\lambda_{pd}$ ：耐震構材柱板寬厚比



- 採用SN490B 鋼材( $F_y \cong 3.3 \text{ tf/cm}^2$ )
- 耐震構材柱板寬厚比 $\lambda_{pd}$  約為**43**

- 設計試體 $b_h/t=40$

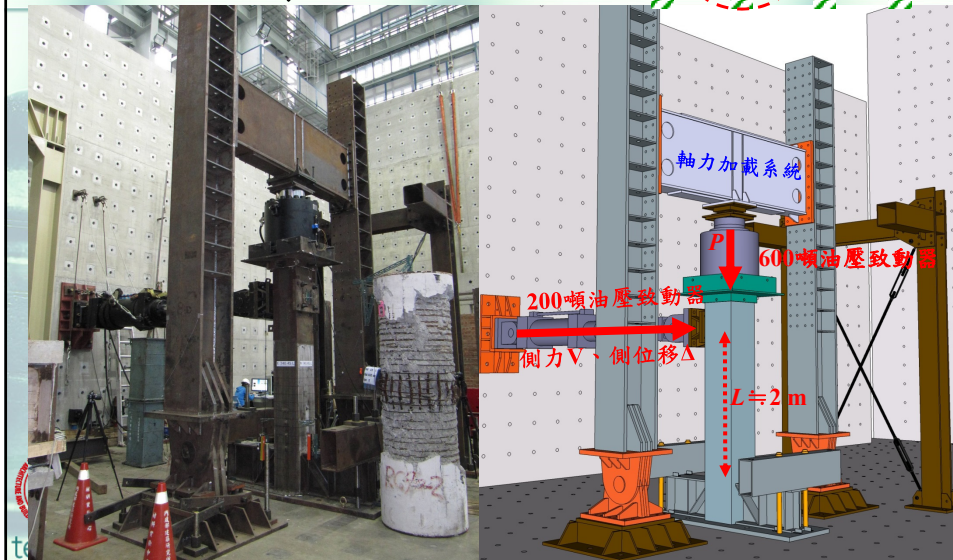


teamwork

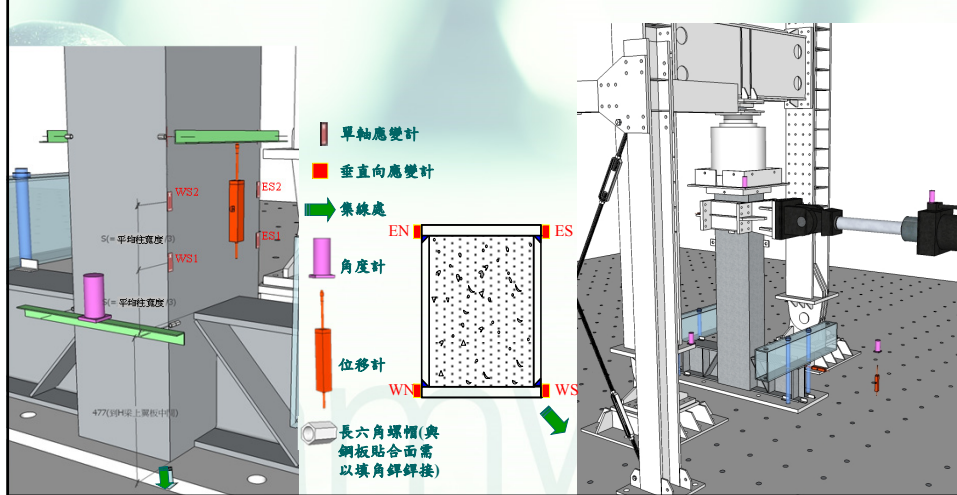
20

## 研究內容(續) 試驗規畫

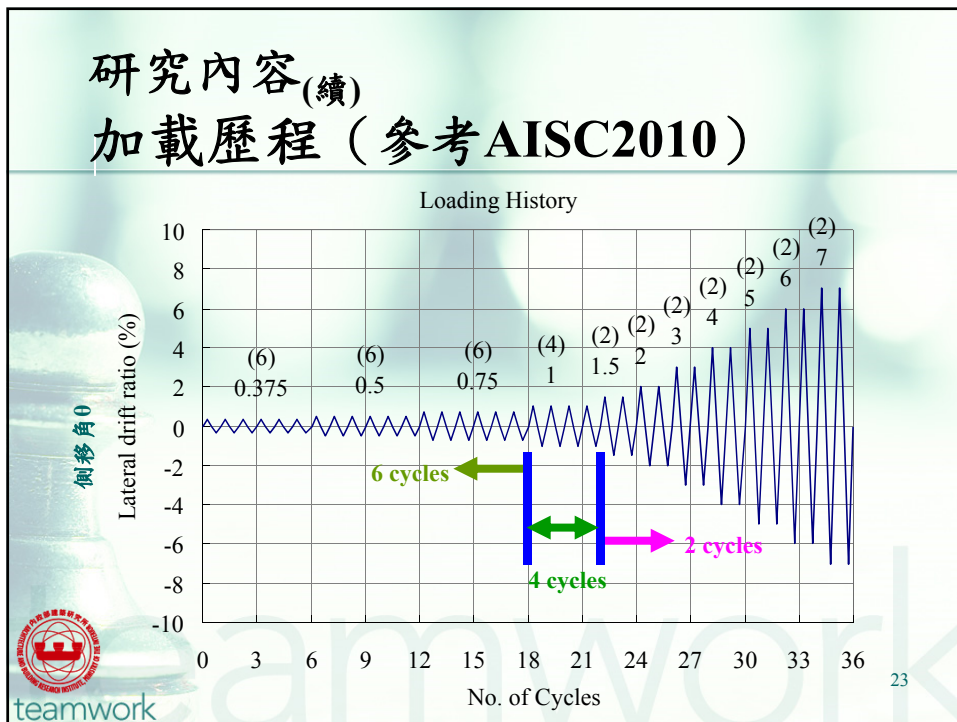
• 塑性鉸



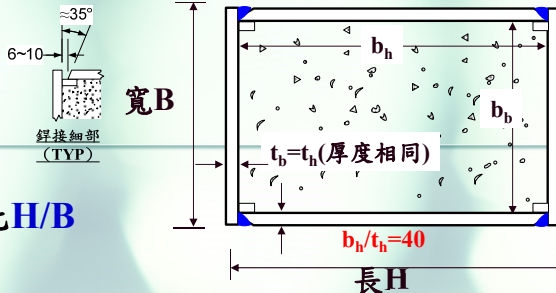
## 研究內容(續) 量測儀器架設-據此修正P-δ效應之影響



## 研究內容(續) 加載歷程 (參考AISC2010)



## 研究內容(續) 試體設計

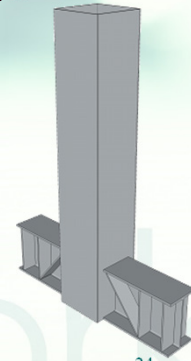


寬B


長H

$b_h/t_h=40$

- 設計參數：  
鋼骨斷面長寬比  $H/B$   
圍束繫桿
- 固定參數
  - 長向寬厚比 ( $b_h/t_h$ ) : 40
  - 混凝土材料強度 ( $f'_c$ ) : 280 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 鋼板降伏強度 ( $F_y$ ) : 3.3 tf/cm<sup>2</sup>
- 2個系列共8支試體：
  - FS ( $H/B=1$ )
  - FR系列 ( $H/B=1.2, 1.35, 1.5, 1.7, 2.0$ )
  - TR系列 ( $H/B=2$ , 加圍束繫桿, 繫桿材質A490)

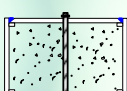
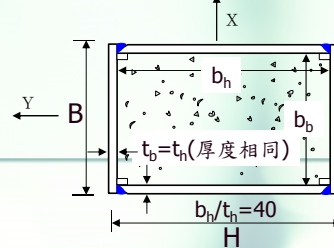


24




teamwork

## 研究內容(續) 試體列表

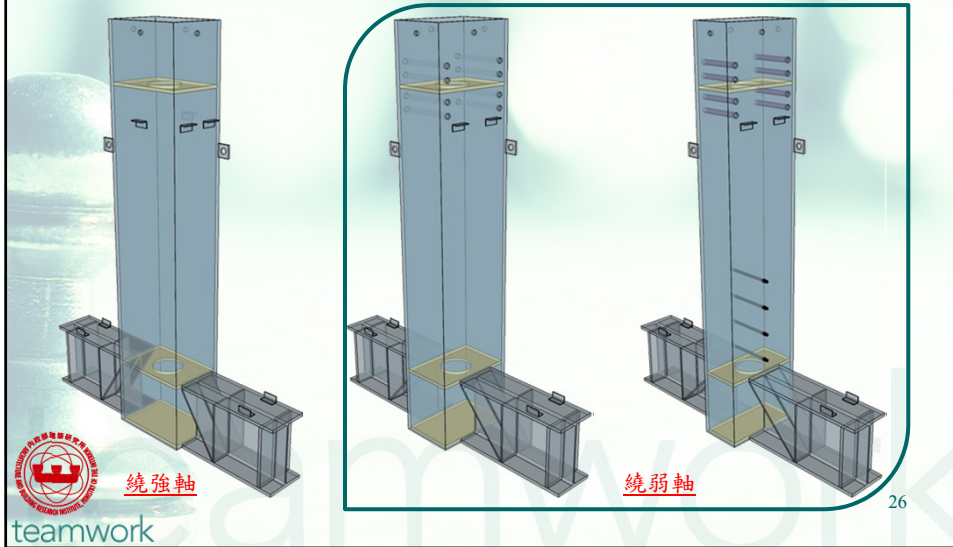



試體編號	H (cm)	B (cm)	H/B	t <sub>b</sub> (cm)	$\frac{P_a}{P_{a0}}$	$\phi_{1R}$ (mm)	$\sigma_{cl}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	M <sub>0.2</sub> (tf-m)
FS	59	59	1.0	1.4	20.0%	-	-	336
FR1.35X	59	44	1.35	1.4	20.0%	-	-	288
FR1.5X	59	40	1.5	1.4	22.0%	-	-	242
FR1.7X	59	35	1.7	1.4	21.9%	-	-	222
FR2.0X	59	30	2.0	1.4	21.8%	-	-	201
FR1.2Y	59	49	1.2	1.4	21.8%	-	-	121
FR1.35Y	59	44	1.35	1.4	18.4%	-	-	283
FR1.5Y	59	40	1.5	1.4	18.5%	-	-	242
FR1.7Y	59	35	1.7	1.4	22.0%	-	-	181
FR2.0Y	59	30	2.0	1.4	21.9%	-	-	150
TR2.0Y	59	30	2.0	1.4	21.8%	19	55.2	121
TR2.0YST	59	30	2.0	1.4	18.7%	16	41.6	140
TR2.0YS	59	30	2.0	1.4	18.7%	16	41.6	140

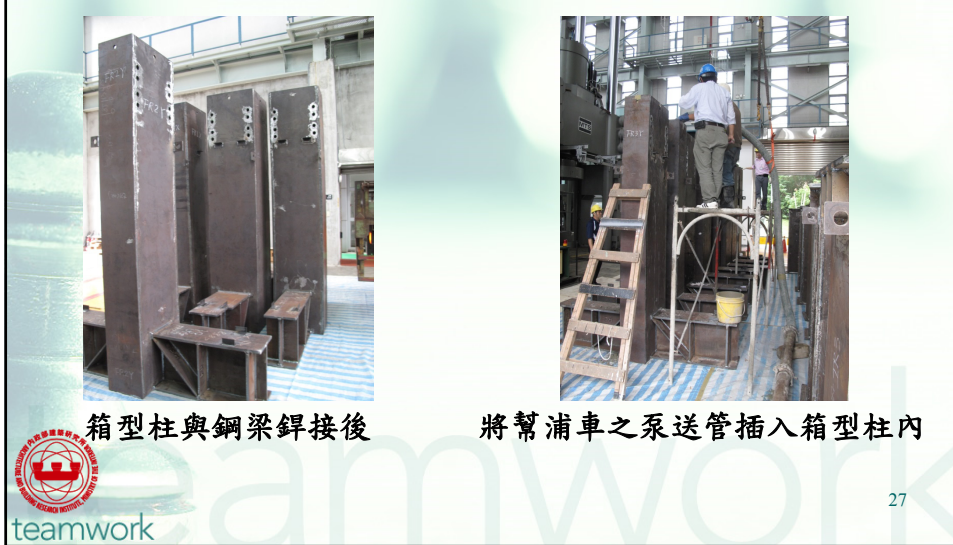


teamwork

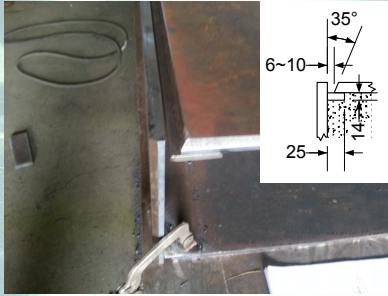
### 研究內容(續) 試體製作



### 研究內容(續) 試體製作



# 研究內容(續) 試體製作



試體全滲透鐸細部



試體全滲透鐸超音波檢驗



28

# 研究內容(續) 試體製作



量測坍度



圓柱試體採用保鮮膜包覆



29

## 研究內容(續) 試體製作



試體灌漿施作

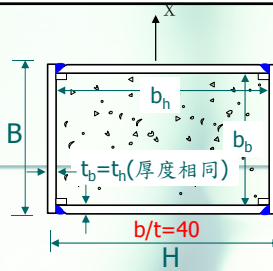
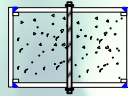


試體下方壓力灌漿入料閥  
與幫浦車之泵送管連接



30

## 研究內容(續) 繞強軸彎曲試體列表



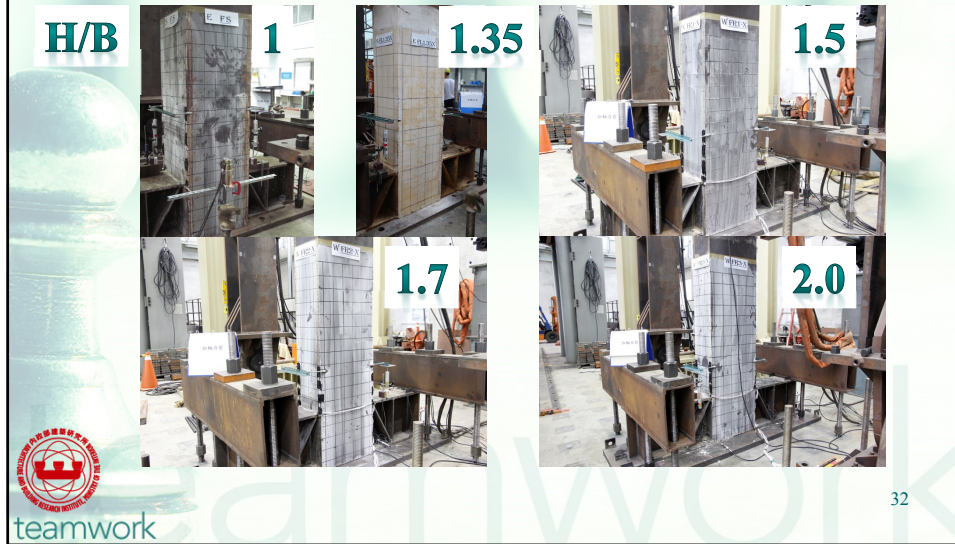
繞強軸

試體編號	H (cm)	B (cm)	H/B	t <sub>h</sub> (cm)	$\frac{P_a}{P_{a0}}$	$\varphi_{TR}$ (mm)	$\sigma_{ct}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	M <sub>0.2</sub> (tf-m)
FS	59	59	1.0	1.4	20.0%	-	-	336
FR1.35X	59	44	1.35	1.4	20.0%	-	-	288
FR1.5X	59	40	1.5	1.4	22.0%	-	-	242
FR1.7X	59	35	1.7	1.4	21.9%	-	-	222
FR2.0X	59	30	2.0	1.4	21.8%	-	-	201

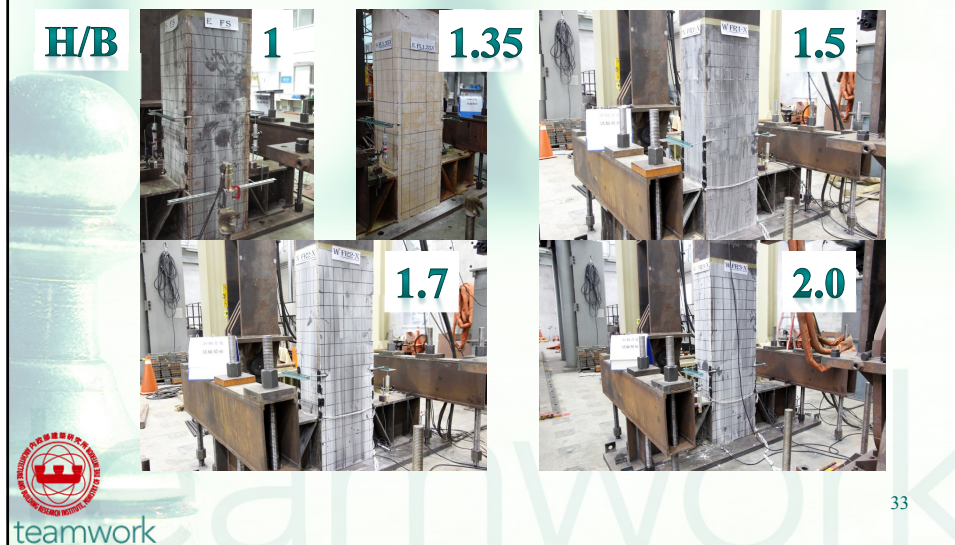


31

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-加軸力前

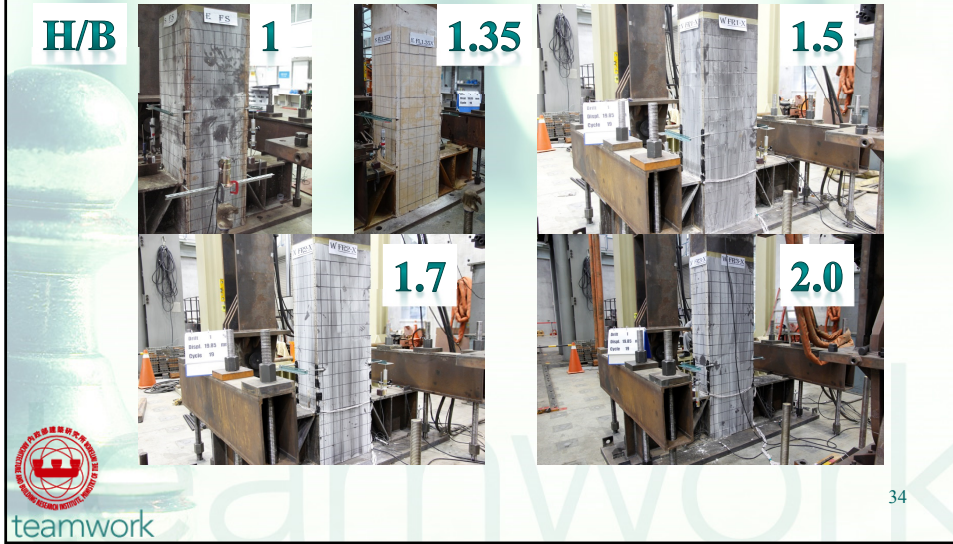


## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-加軸力後

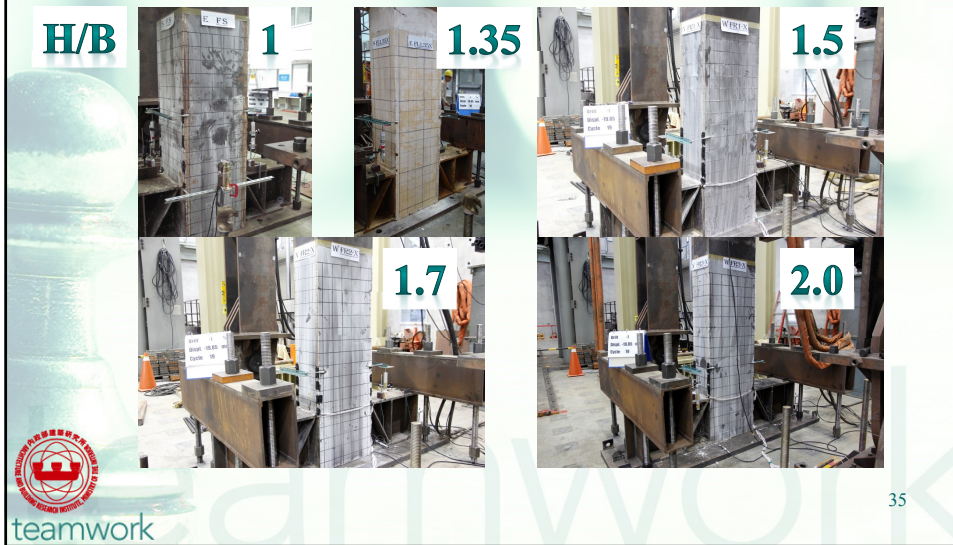




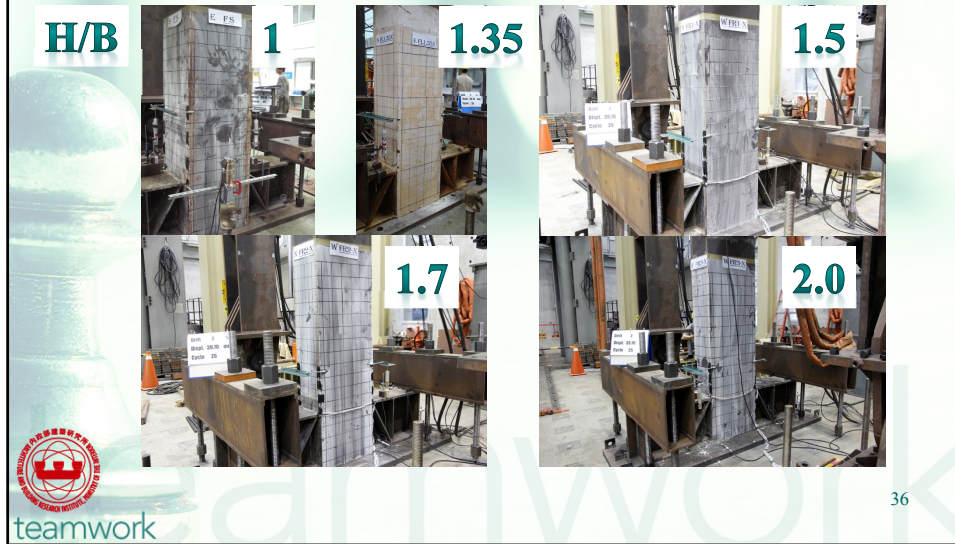
# 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角1%



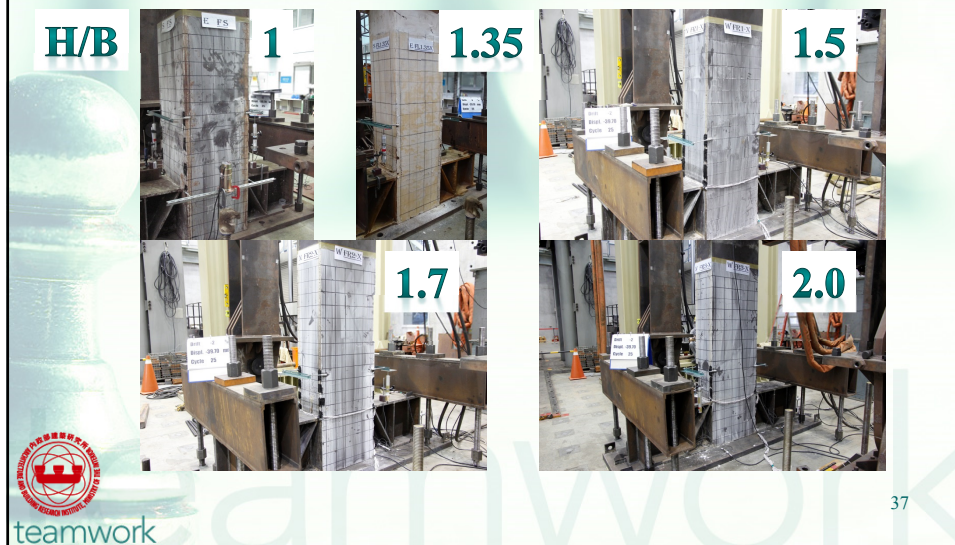
# 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-1%



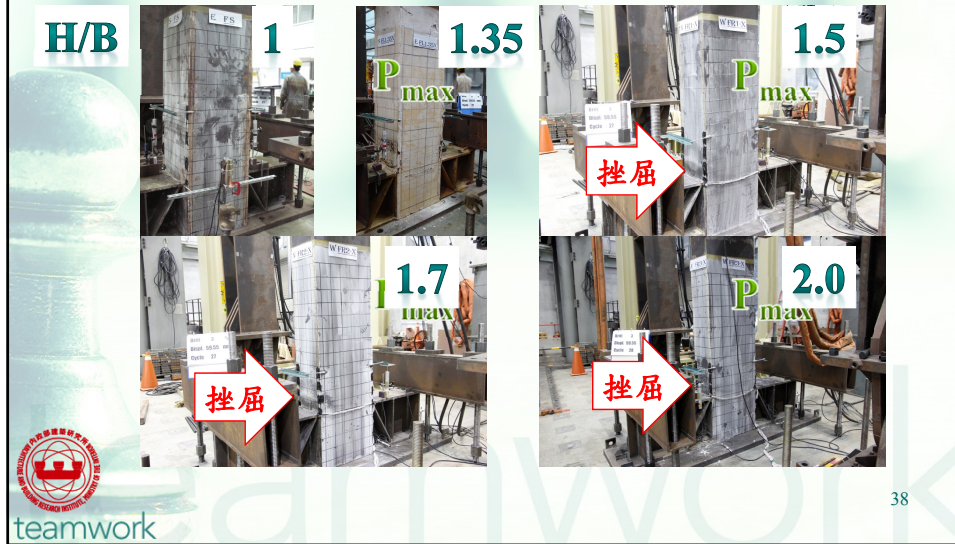
## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角2%



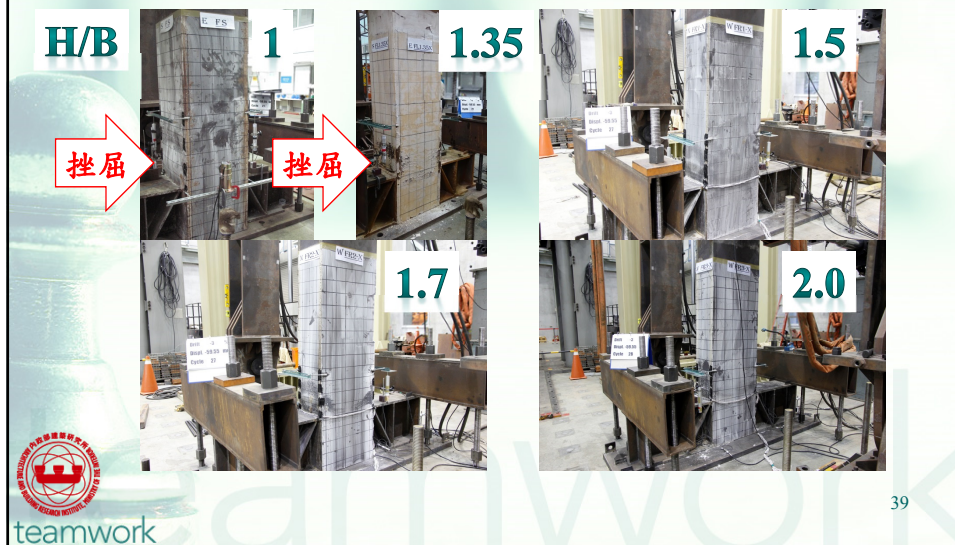
## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-2%



### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角3%



### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-3%



### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角4%

**H/B**

1 1.35 1.5 1.7 2.0

微開裂 挫屈 挫屈 挫屈

teamwork 40

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-4%

**H/B**

1 1.35 1.5 1.7 2.0

teamwork 41

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角5%

**H/B**

1  $P_{max}$

1.35  $P_{max}$

1.5  $P < 0.8 P_{max}$

1.7  $P < 0.8 P_{max}$

2.0  $P < 0.8 P_{max}$

teamwork

42

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-5%

**H/B**

1

1.35

1.5

1.7

2.0

teamwork

43

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角6%

**H/B** **1** **1.35** **1.5** **2.0**

微開裂

44

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-6%

**H/B** **1** **1.35** **1.5** **1.7** **2.0**

teamwork

45

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角7%

**H/B**



**1**



**1.35**  
開裂  
 $P < 0.8 P_{max}$



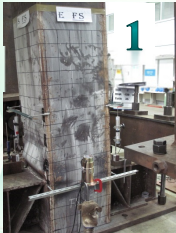

**2.0**




46

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-7%

**H/B**



**1**




**1.35**

**1.5**

**1.7**

**2.0**



47

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角8%

H/B		1	1.35	1.5
				2.0

48

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-8%

H/B		1	1.35	1.5
				2.0

49



## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角9%

H/B

1

1.35

1.5

2.0



50

teamwork

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-試驗結束

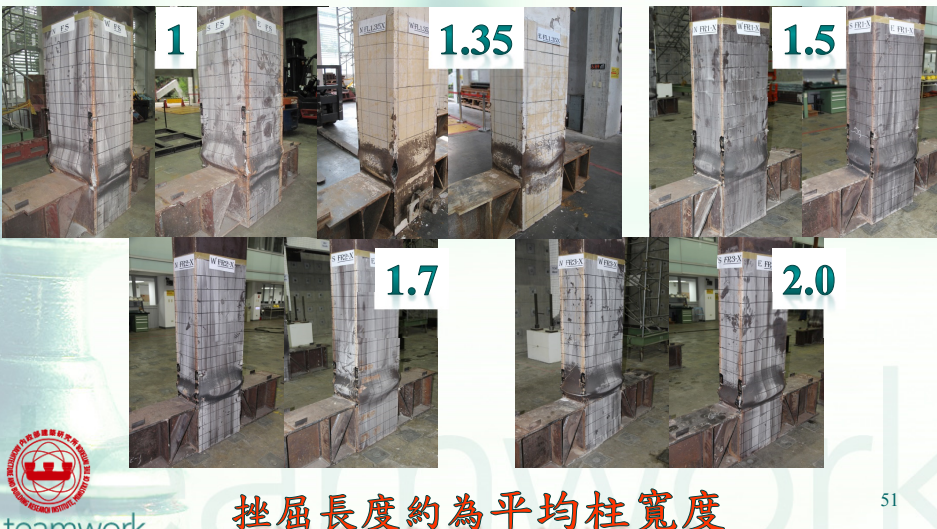
1

1.35

1.5

1.7

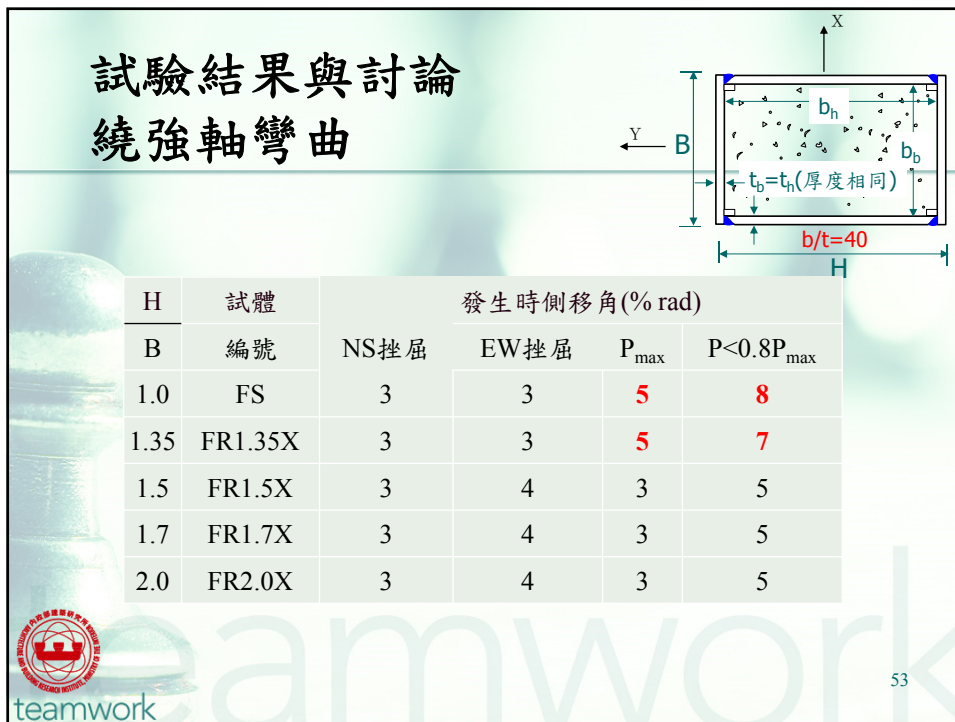
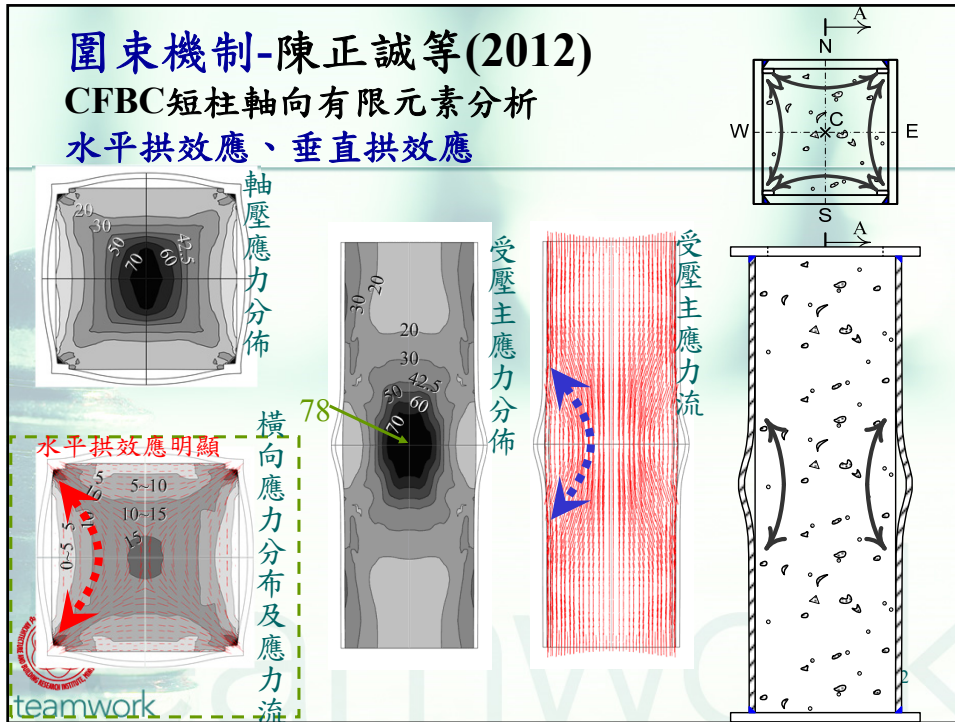
2.0



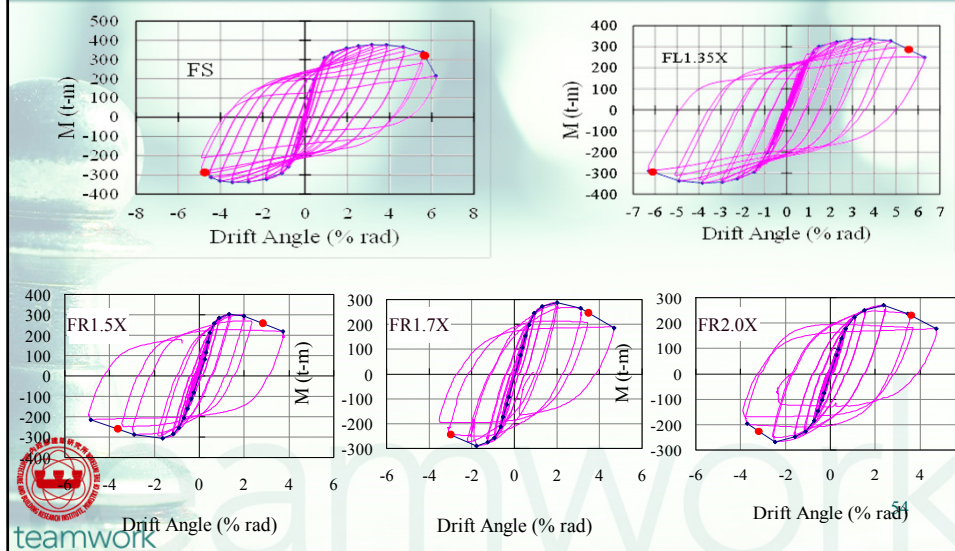
51

teamwork

挫屈長度約為平均柱寬度

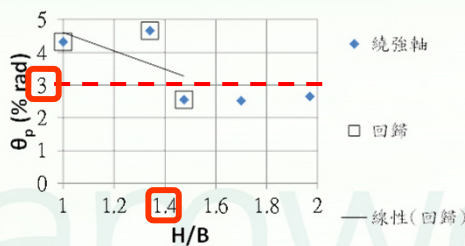
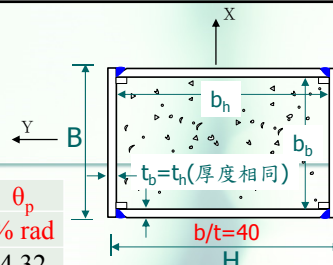


## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲



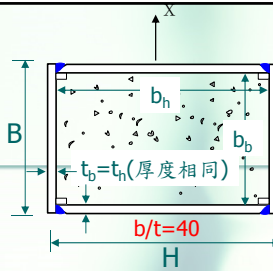
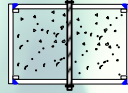
## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲

H	試體 編號	$P_a$ $P_{a0}$	$M_{0.2}$ (tf-m)	$M_{exp}$	$M_{exp}$ $M_{0.2}$	$\theta_p$ % rad
1.0	FS	20%	336	357	106%	4.32
1.35	FR1.35X	20%	288	342	119%	4.66
1.5	FR1.5X	22%	242	305	126%	2.55
1.7	FR1.7X	22%	222	289	131%	2.52
2.0	FR2.0X	22%	201	269	134%	2.65



teamwork

## 研究內容(續) 繞弱軸彎曲試體列表



繞弱軸

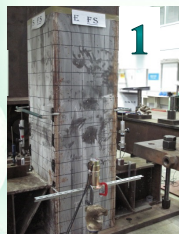
試體編號	H (cm)	B (cm)	H/B	t <sub>h</sub> (cm)	$\frac{P_a}{P_{a0}}$	$\phi_{TR}$ (mm)	$\sigma_{ct}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	M <sub>0.2</sub> (tf-m)
FS	59	59	1.0	1.4	20.0%	-	-	336
FR1.2Y	59	49	1.2	1.4	21.8%	-	-	121
FR1.35Y	59	44	1.35	1.4	18.4%	-	-	283
FR1.5Y	59	40	1.5	1.4	18.5%	-	-	242
FR1.7Y	59	35	1.7	1.4	22.0%	-	-	181
FR2.0Y	59	30	2.0	1.4	21.9%	-	-	150



56

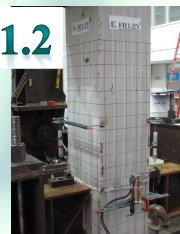
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-加軸力前

H/B



1

1.2

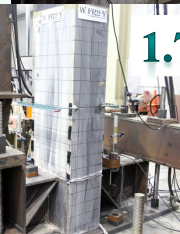


1.35

1.5



1.7



2.0

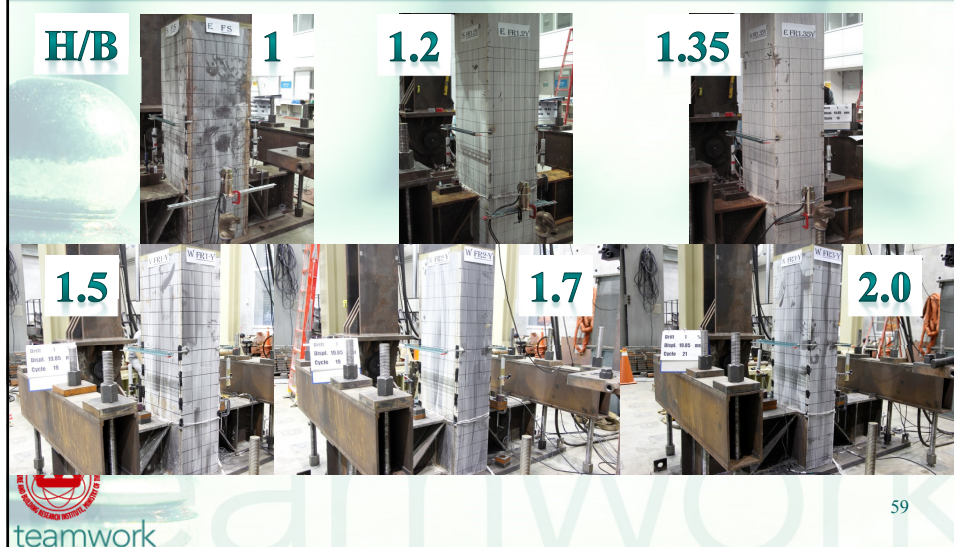


57

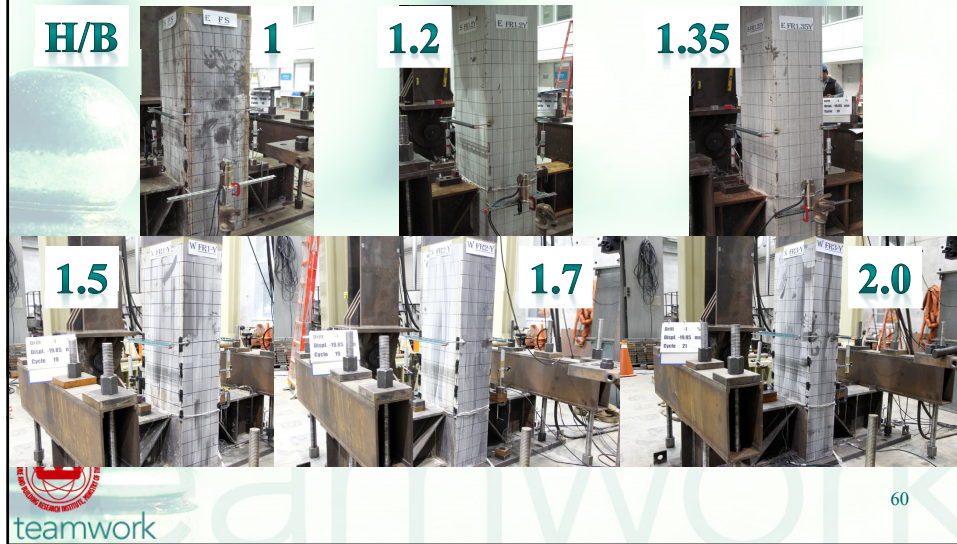
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-加軸力後



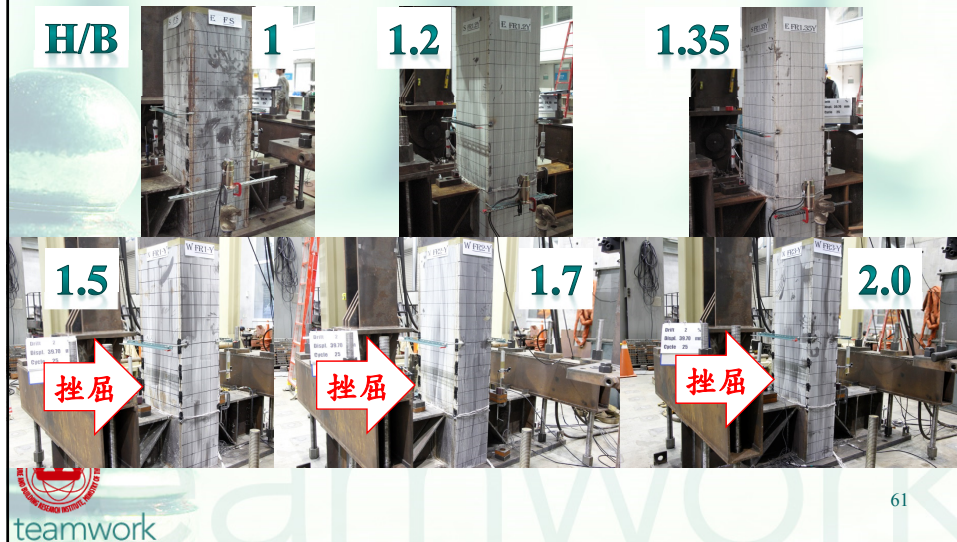
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角1%



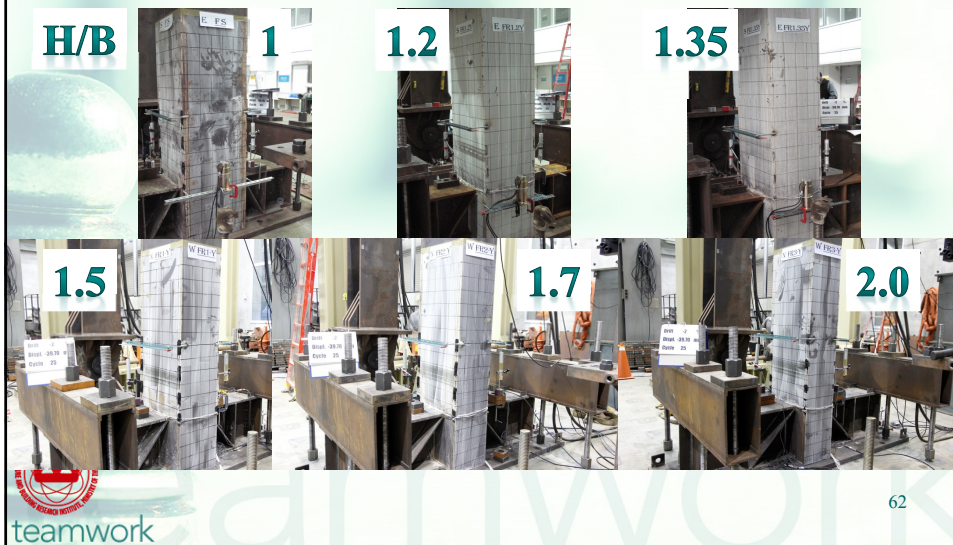
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-1%



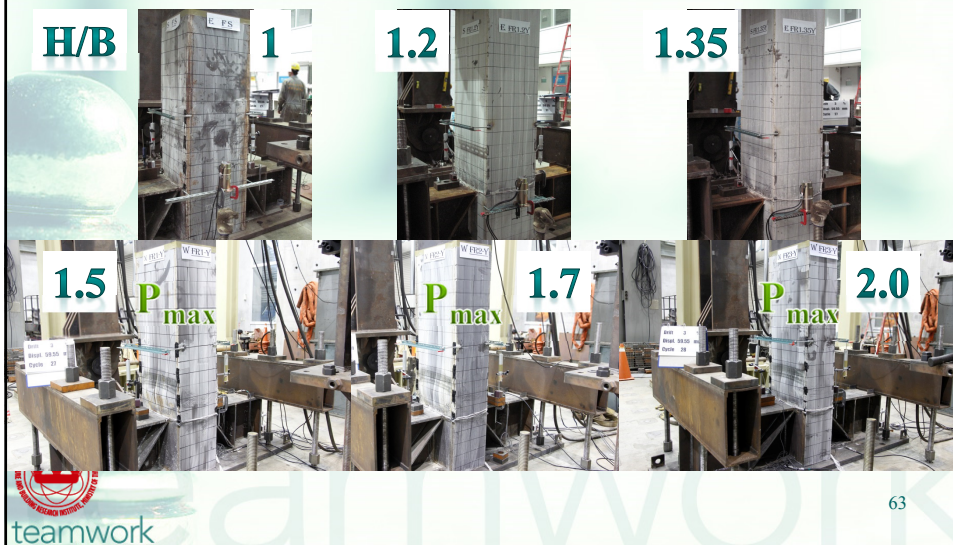
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角2%



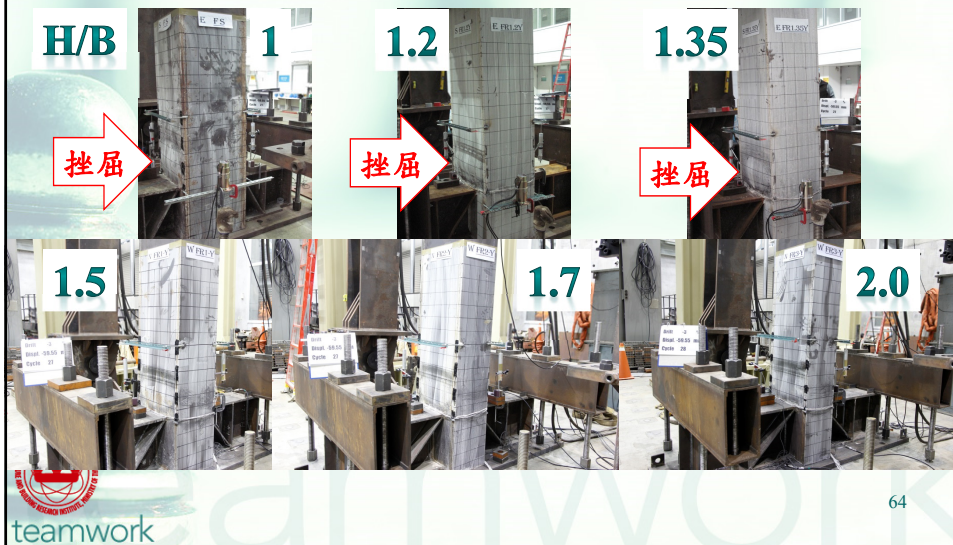
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-2%



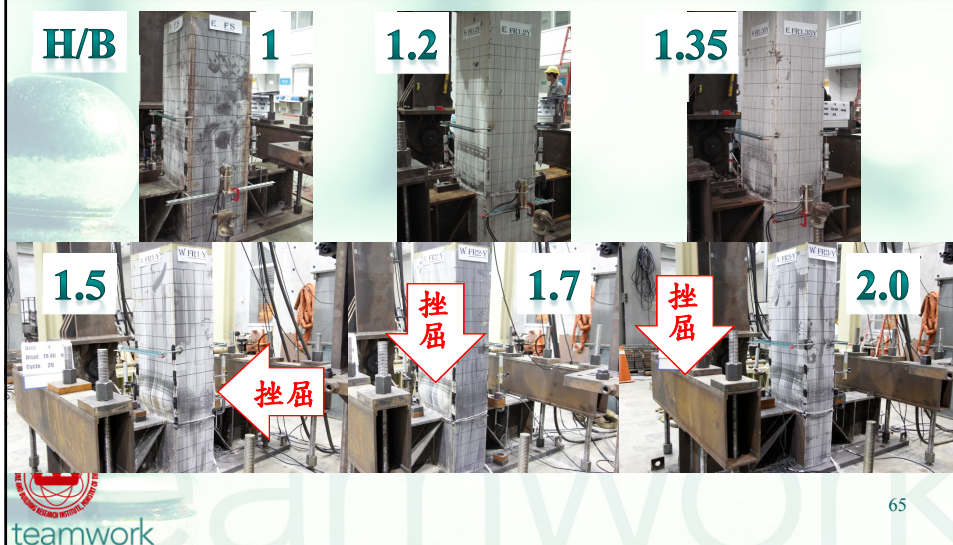
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角3%



### 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-3%

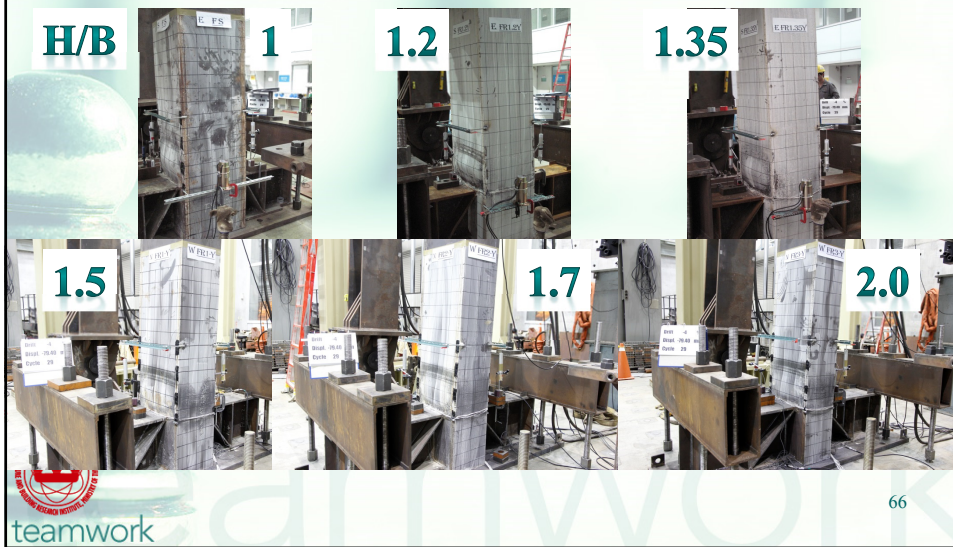


### 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角4%

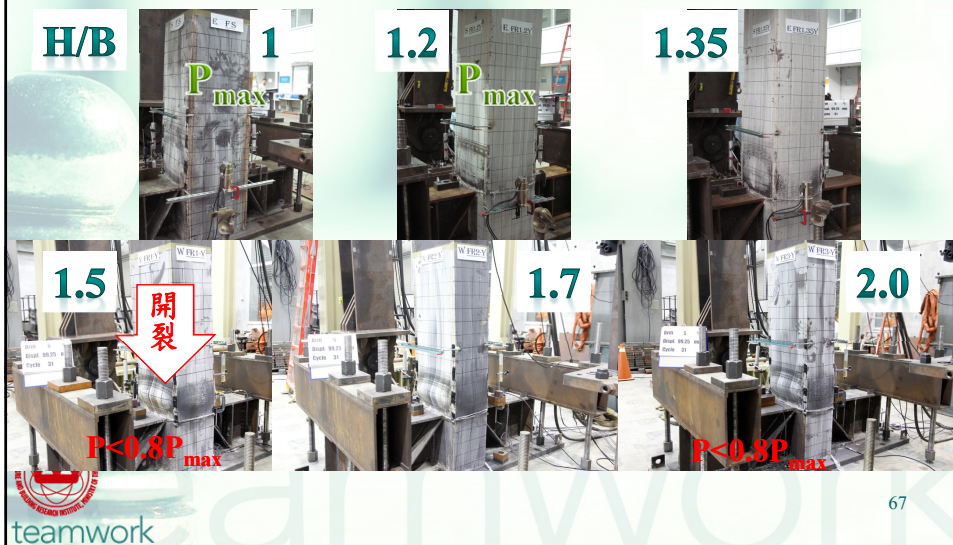




## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-4%



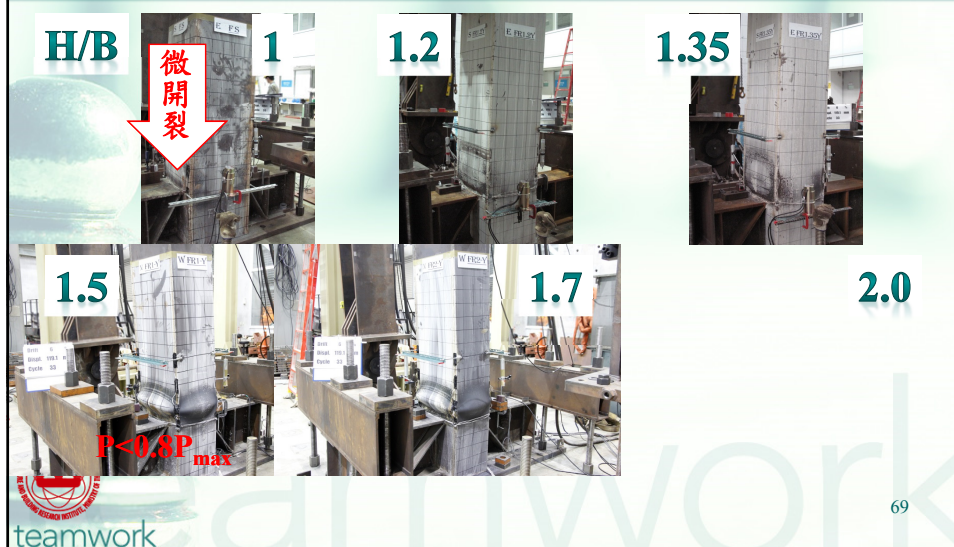
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角5%



## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-5%

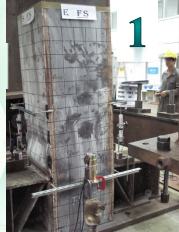


## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角6%



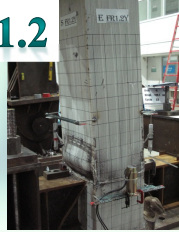
## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-側移角-6%

H/B



1

1.2



1.35



1.5

1.7

2.0



70

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角7%

H/B



1

1.2



1.35



71

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-7%

H/B



1.2



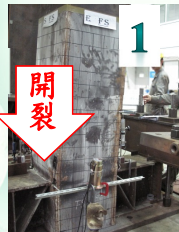
1.35



72

## 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角8%

H/B



1.2

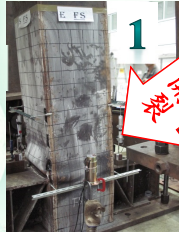
1.35



73

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角-8%

H/B



1

1.2

1.35



74

### 試驗結果與討論 繞強軸彎曲-側移角9%

H/B



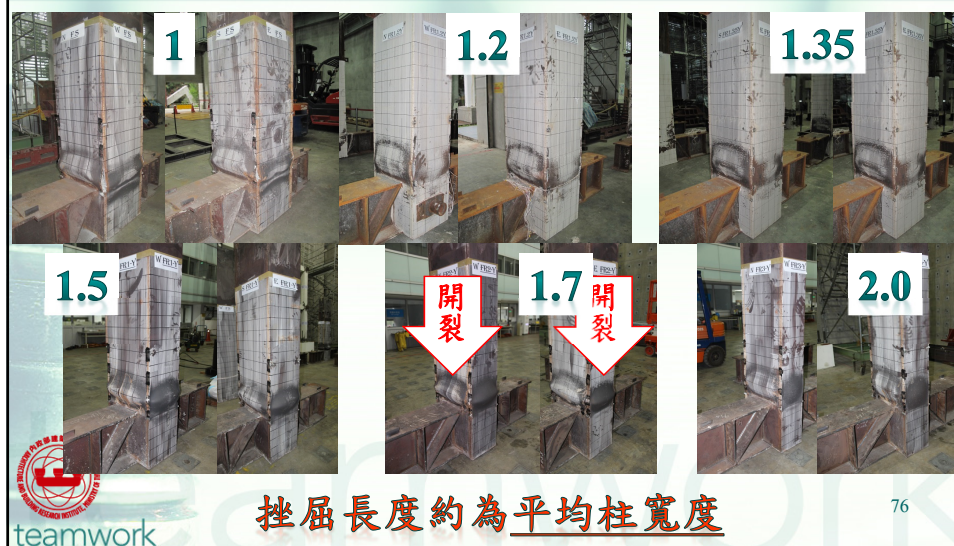
1



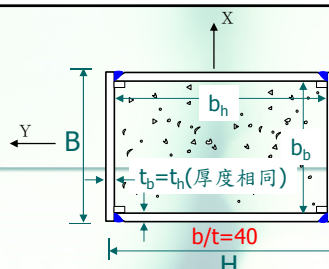
75



## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲-試驗結束

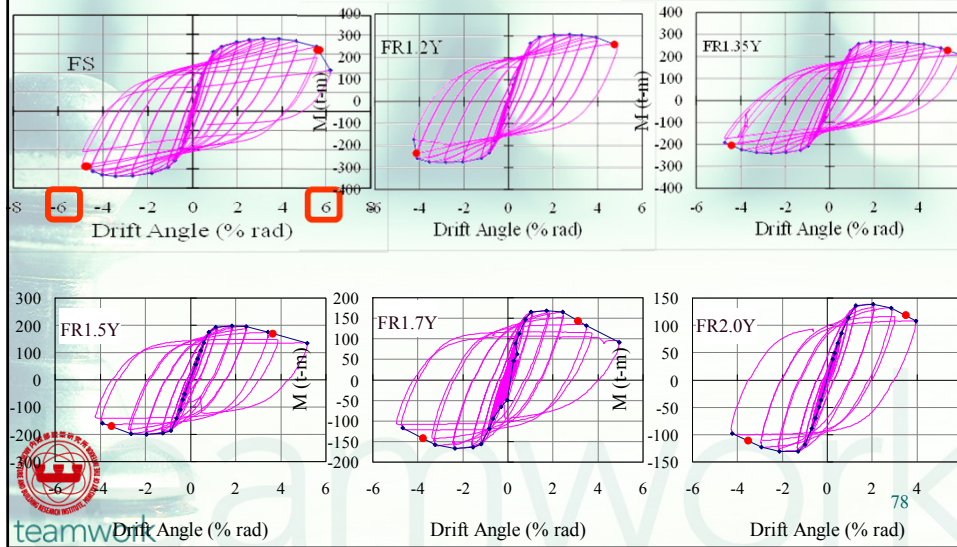


## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲



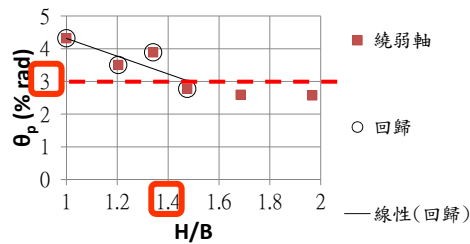
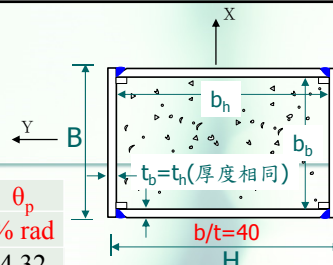
H/B	試體編號	發生時側移角(% rad)			
		NS挫屈	EW挫屈	$P_{max}$	$P < 0.8P_{max}$
1.0	FS	3	3	5	8
1.2	FR1.2Y	3	3	5	7
1.35	FR1.35Y	3	3	4	7
1.5	FR1.5Y	2	4	3	6
1.7	FR1.7Y	2	4	3	5
2.0	FR2.0Y	2	4	3	5

## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲

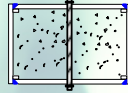
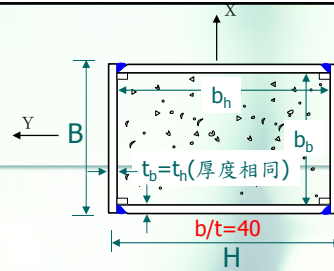


## 試驗結果與討論 繞弱軸彎曲

H/B	試體編號	$P_a/P_{a0}$	$M_{0.2}$ (tf-m)	$M_{exp}$	$M_{exp}/M_{0.2}$	$\theta_p$ % rad
1.0	FS	20%	336	357	106%	4.32
1.2	FR1.2Y	18%	283	292	103%	3.50
1.35	FR1.35Y	18%	242	254	105%	3.89
1.5	FR1.5Y	22%	181	200	100%	2.77
1.7	FR1.7Y	22%	150	168	112%	2.59
2.0	FR2.0Y	22%	121	135	111%	2.57



# 研究內容(續) 圍束繫桿效果

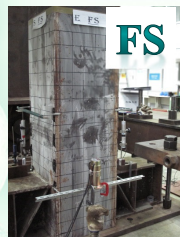


繞弱軸

試體編號	H (cm)	B (cm)	H/B	t <sub>h</sub> (cm)	$\frac{P_a}{P_{a0}}$	$\Phi_{TR}$ (mm)	$\sigma_{ct}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	M <sub>0.2</sub> (tf-m)
FS	59	59	1.0	1.4	20.0%	-	-	336
FR2.0Y	59	30	2.0	1.4	21.9%	-	-	150
TR2.0Y	59	30	2.0	1.4	21.8%	19	55.2	121
TR2.0YST	59	30	2.0	1.4	18.7%	16	41.6	140
TR2.0YS	59	30	2.0	1.4	18.7%	16	41.6	140



# 試驗結果與討論 圍束繫桿效果-加軸力前



FS



TR2.0YST



TR2.0Y



TR2.0YS



FR2.0Y

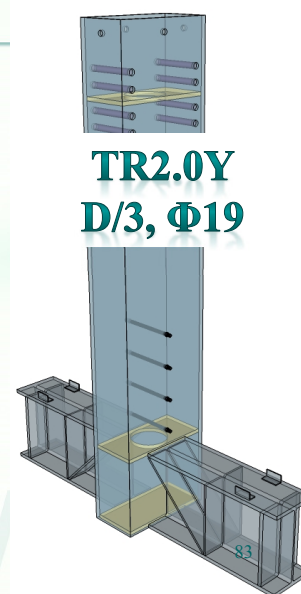
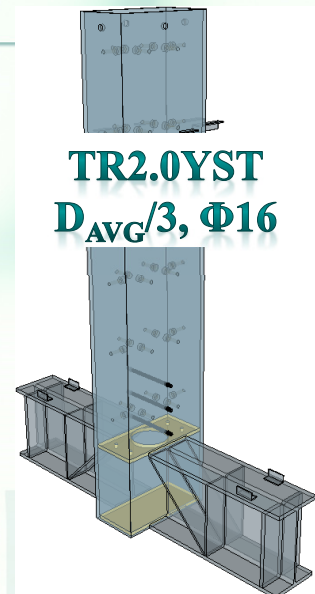
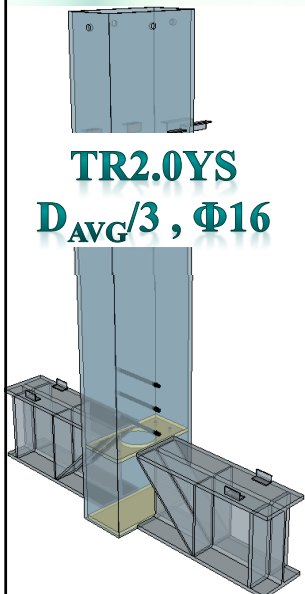




## 試驗結果與討論 圍束繫桿效果



## 試驗結果與討論



# 試驗結果與討論 圍束繫桿效果-試驗結束

FS TR2.0YST TR2.0Y

TR2.0YS FR2.0Y

挫屈長度較小 挫屈長度較大

挫屈長度約為平均柱寬度

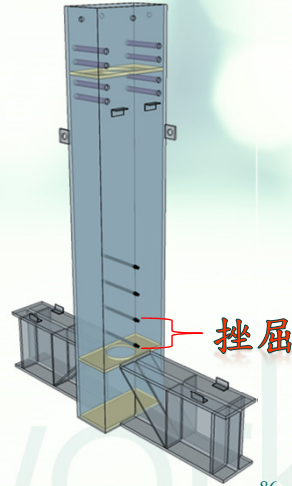
teamwork 84

# 試驗結果與討論 圍束繫桿效果-試驗結束

挫屈

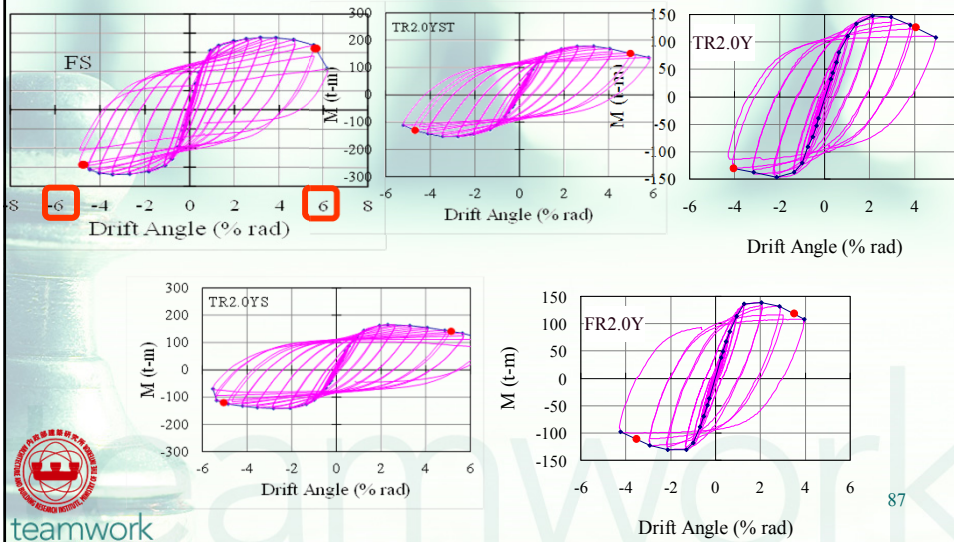
teamwork 85

# 試驗結果與討論 圍束繫桿效果-試驗結束



86

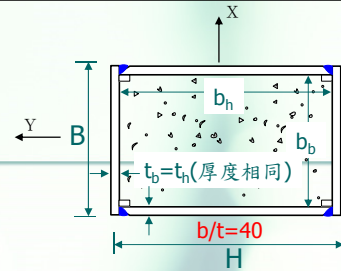
# 試驗結果與討論 圍束繫桿效果



87

## 試驗結果與討論

### 圍束繫桿效果



H	試體	$\frac{P_a}{P_{a0}}$	$M_{0.2}$ (tf-m)	$M_{exp}$	$\frac{M_{exp}}{M_{0.2}}$	$\theta_p$ % rad
1.0	FS	20%	336	357	106%	4.32
2.0	TR2.0Y	21.8%	121	147	122%	3.03
2.0	TR2.0YST	18.7%	140	165	119%	3.80
2.0	TR2.0YS	18.7%	140	153	110%	4.07
2.0	FR2.0Y	21.8%	121	135	111%	2.57

平均柱寬度  
剪力釘效果  
不明顯



88

## 結論與建議

- 基於箱型柱鋼板之標稱降伏強度 $3.3 \text{ tf/cm}^2$ 、 $420 \text{ kgf/cm}^2$ 標稱抗壓強度混凝土、箱型柱以全滲透銲接製作以及低軸力作用(承受軸力約為軸向強度20%)之條件
  - 繞強軸彎曲時，實際彎矩強度可比計算彎矩強度多至少20%
  - 繞弱軸彎曲時，實際彎矩強度只比計算彎矩強度多約10%，故長寬比確實會造成繞弱軸彎曲彎矩強度下降



89

## 結論與建議

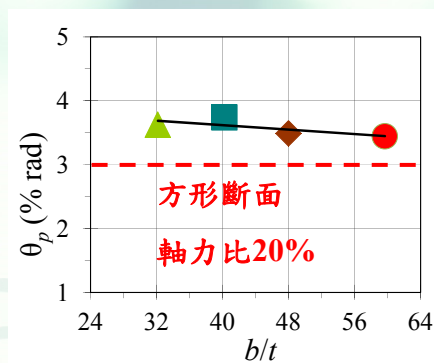
- 建議矩形填充混凝土箱型鋼柱之長寬比上限為1.4
- 若矩形填充混凝土箱型鋼柱之長寬比超過此長寬比上限，且結構分析發現此處會產生塑鉸
  - 建議設計者應在塑鉸區採用韌性強化措施  
例如依照本研究建議的方式適當設計及配置圍束繫桿，且應使用平均柱寬度的1/3作為圍束繫桿間距，且圍束應力需求為42 kgf/cm<sup>2</sup>



90

## 未來發展

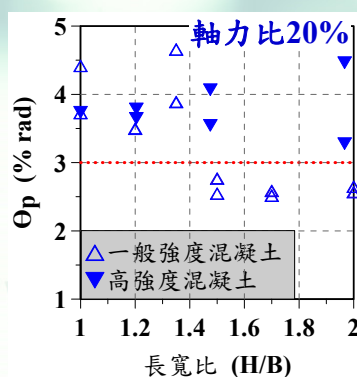
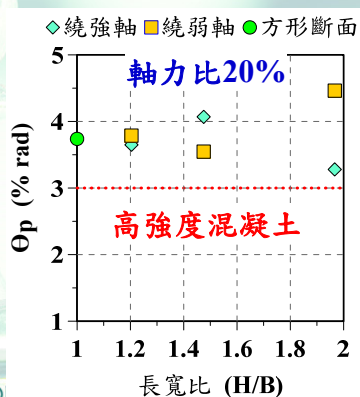
- CFB柱使用700 kgf/cm<sup>2</sup>級混凝土  
軸力比20%， $b/t \leq 60 \rightarrow$ 耐震韌性足夠



91

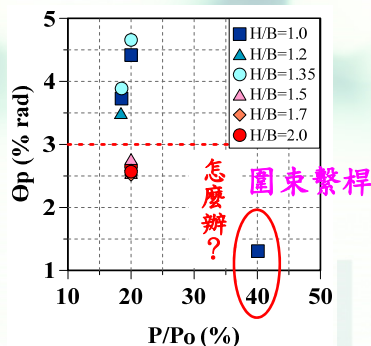
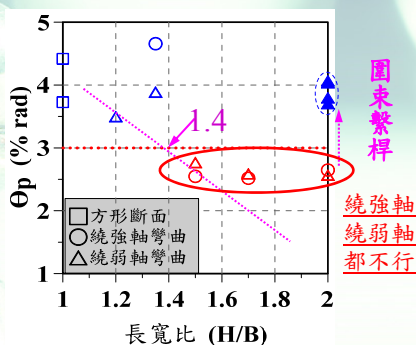
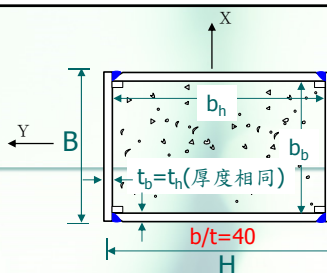
# 未來發展

- CFB柱使用700 kgf/cm<sup>2</sup>級混凝土  
CFB柱H/B≤2.0→耐震韌性足夠



92

# 未來發展



93

