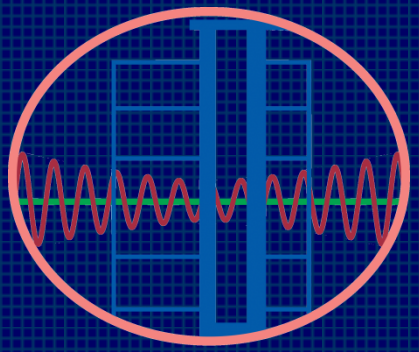
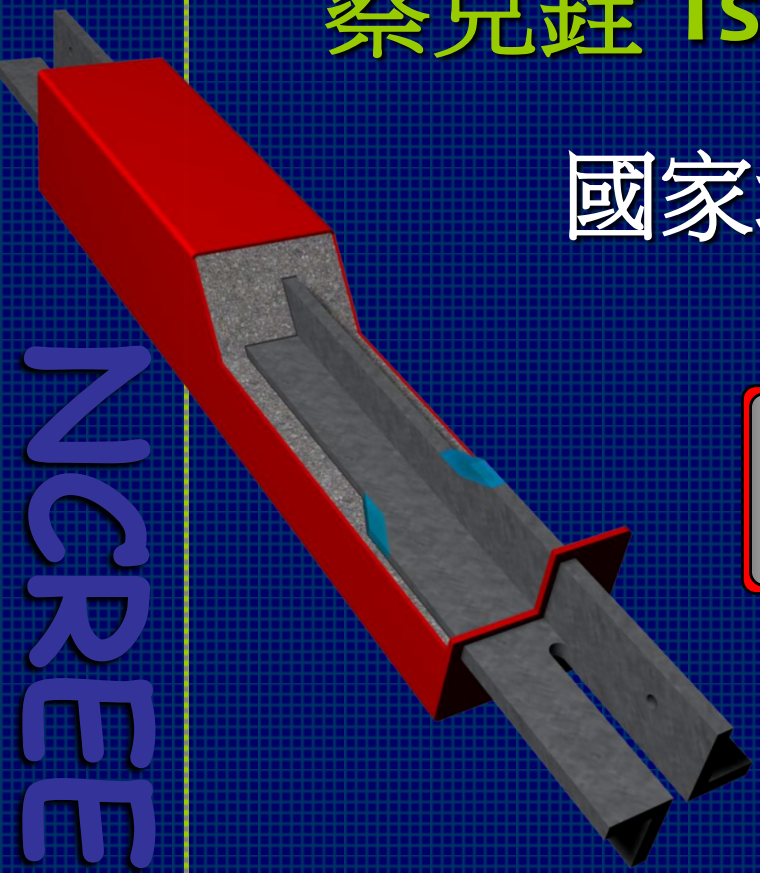
挫屈束制支撐制震技術研發挑戰與成果

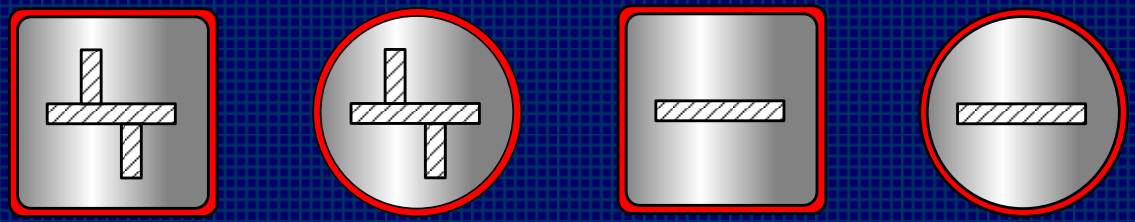


蔡克銓 Tsai Keh-Chyuan

國家地震工程研究中心 (NCREE)

國立台灣大學 (NTU)

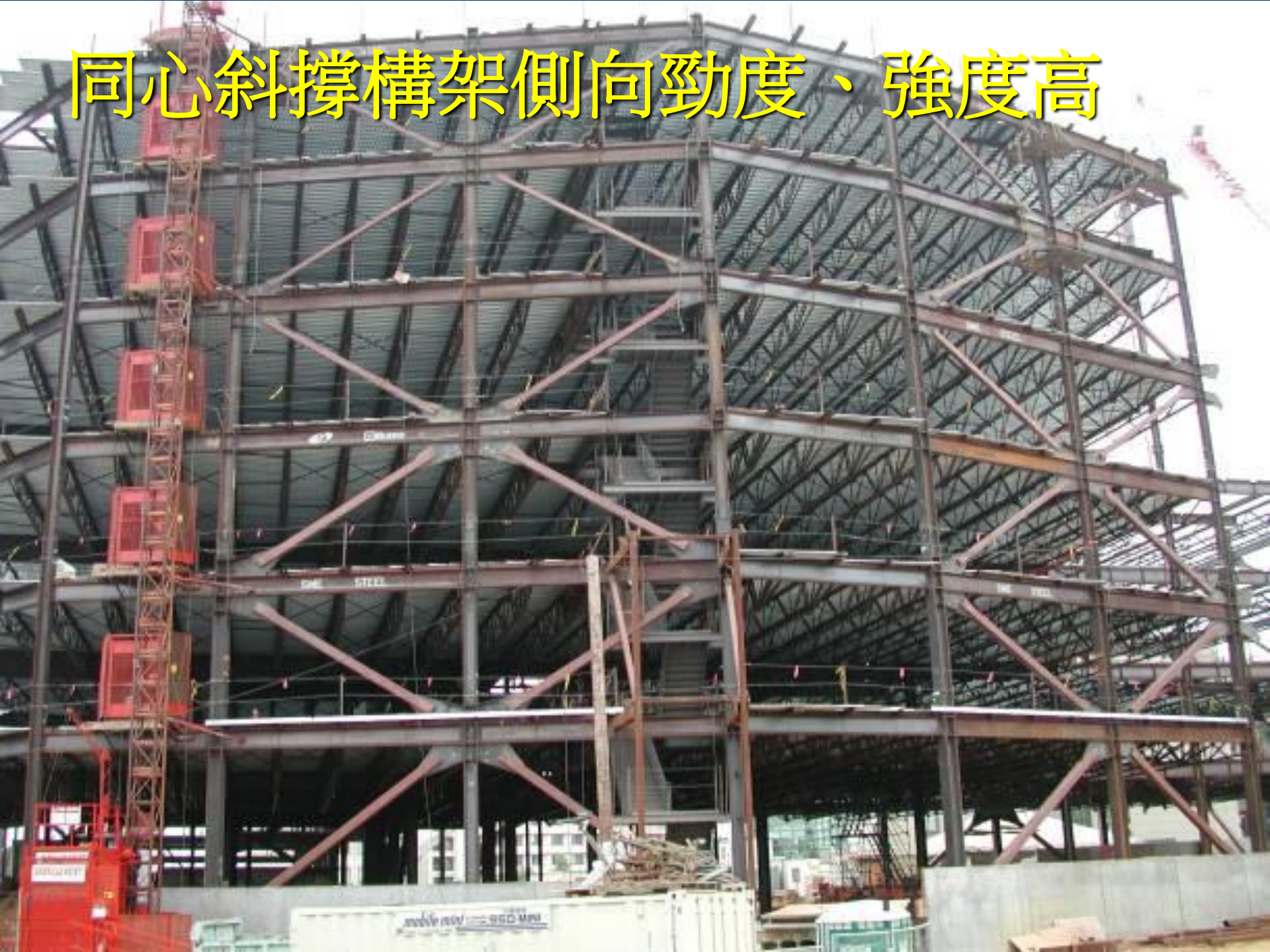




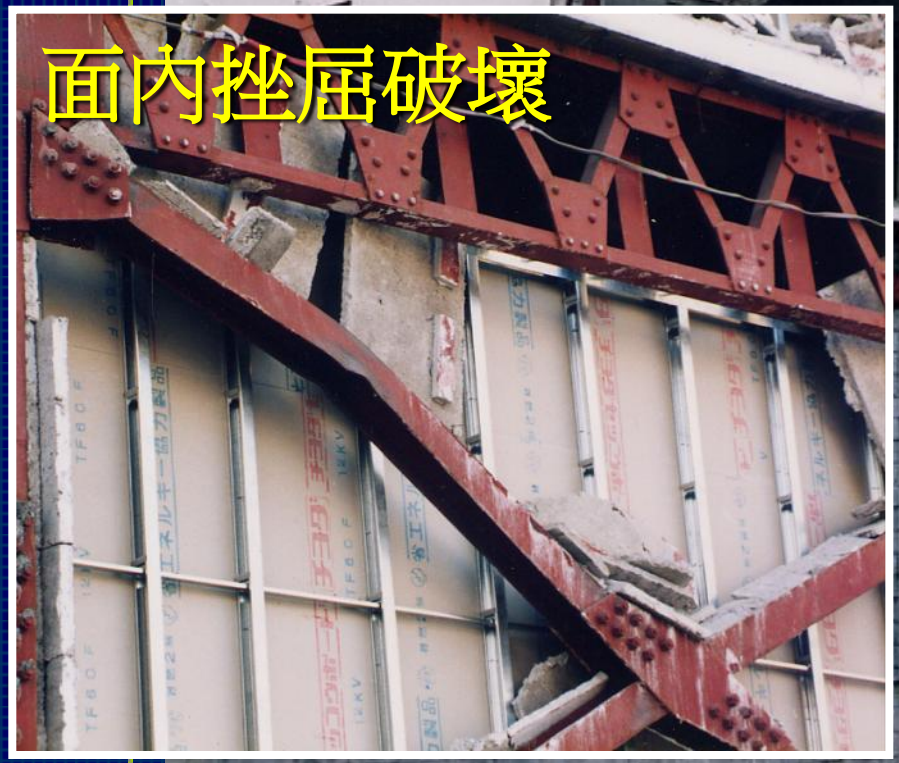
含挫屈束制支撐之RC構架耐震設計、試驗與應用研討會

2015/11/13, 台北市

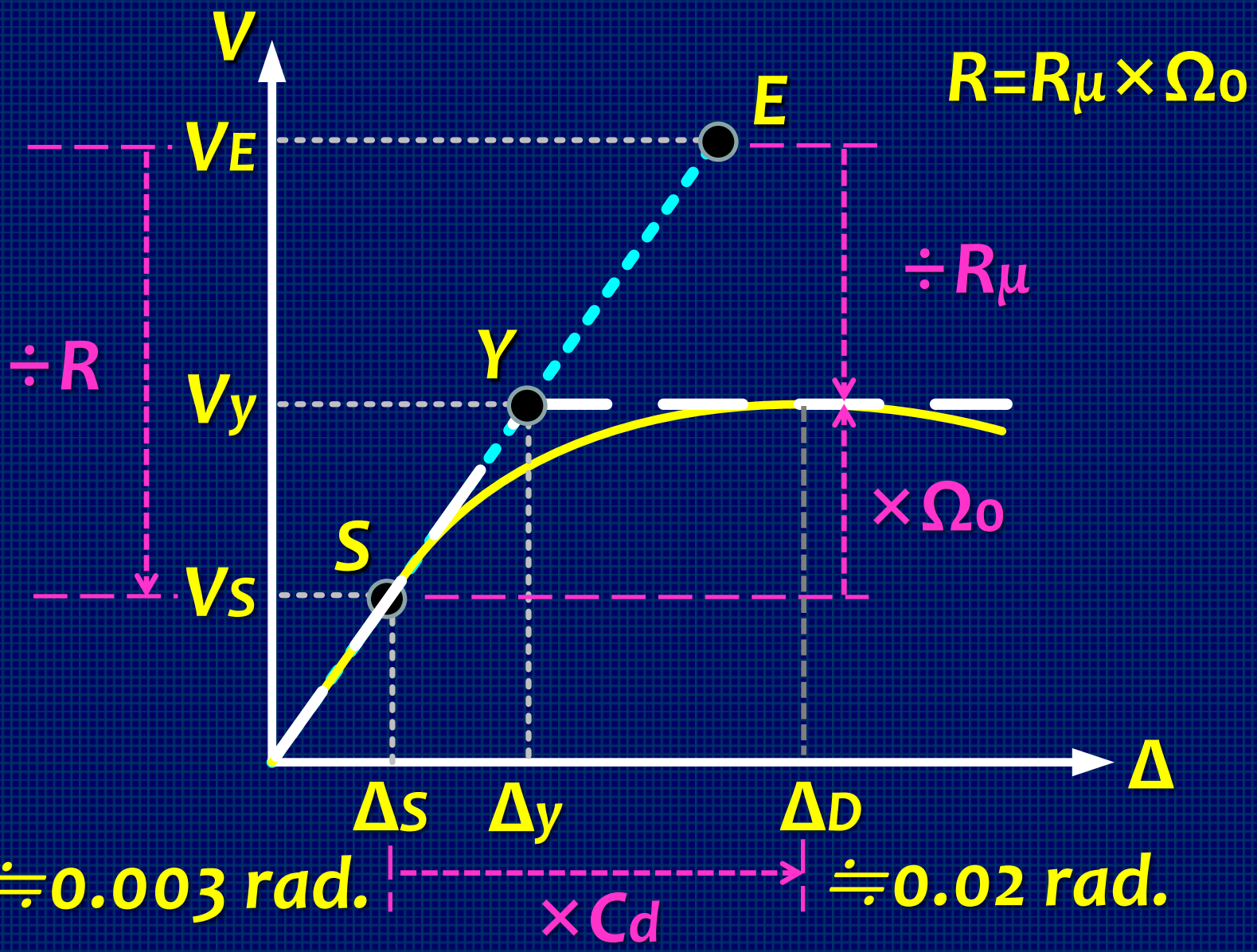
同心斜撐構架側向勁度、強度高



傳統鋼骨同心斜撐破壞實例(1995年阪神地震)



設計地震力(475年)樓層側位估計



$R = R_\mu \times \Omega_0$

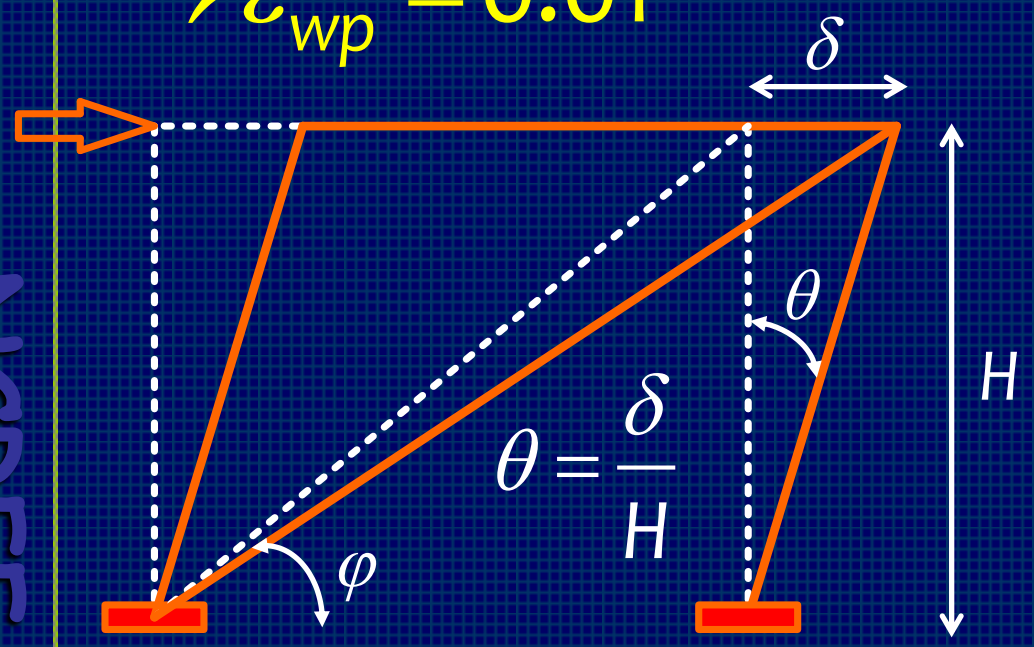
NCREE

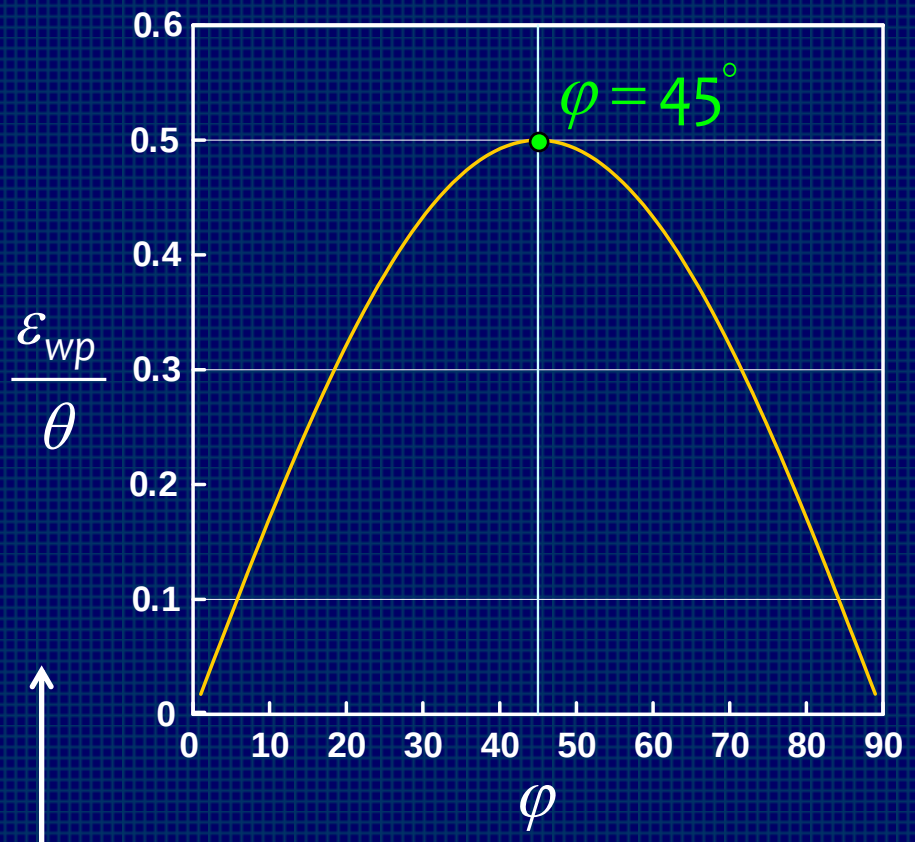
斜撐應變與側位移角之關係

$$\varepsilon_{wp} = \frac{\theta}{2} \times \sin 2\varphi$$

$$If\ \varphi = 45^{\circ},\ \theta = 0.02\ rad.$$

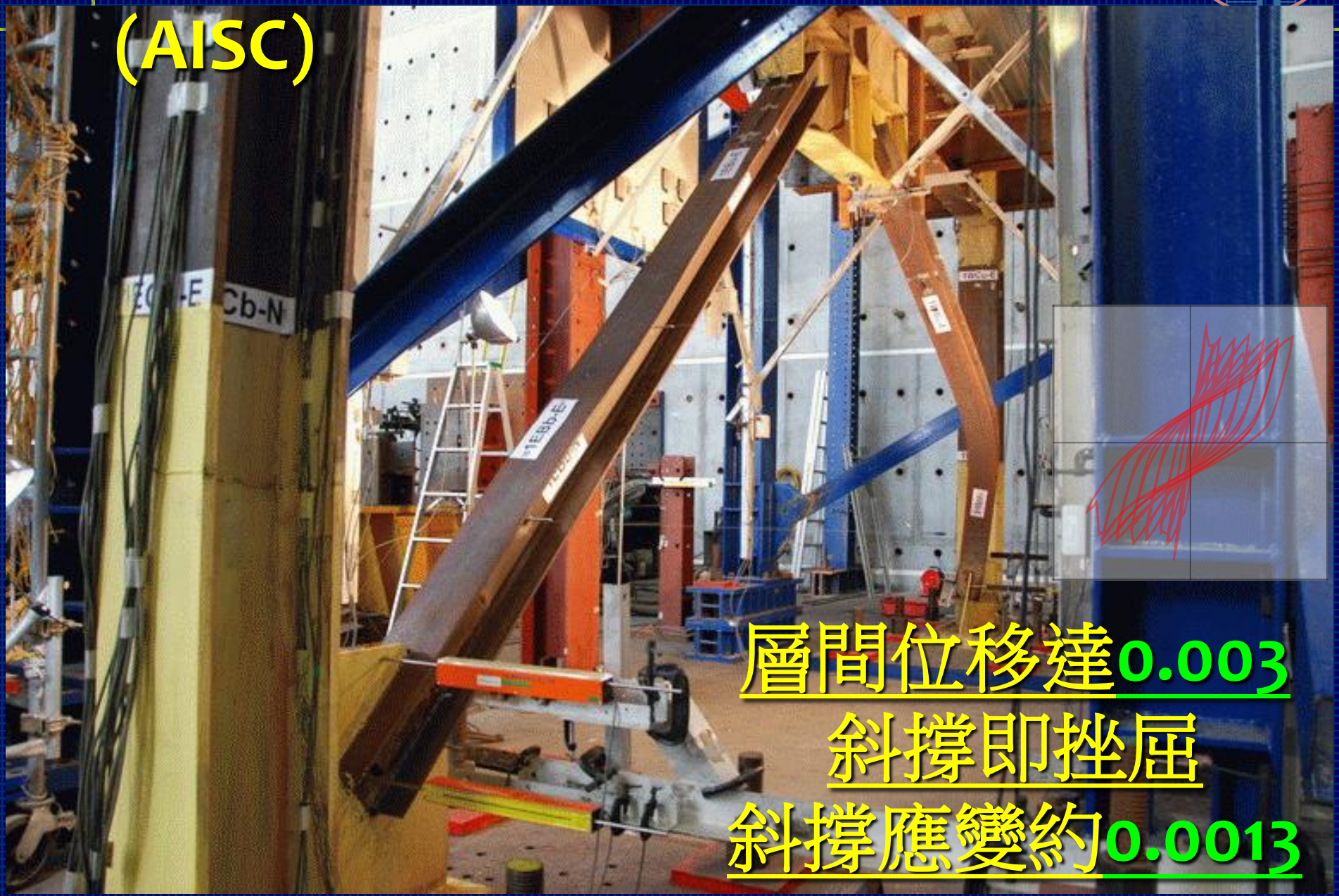
$$\rightarrow \varepsilon_{wp} = 0.01$$





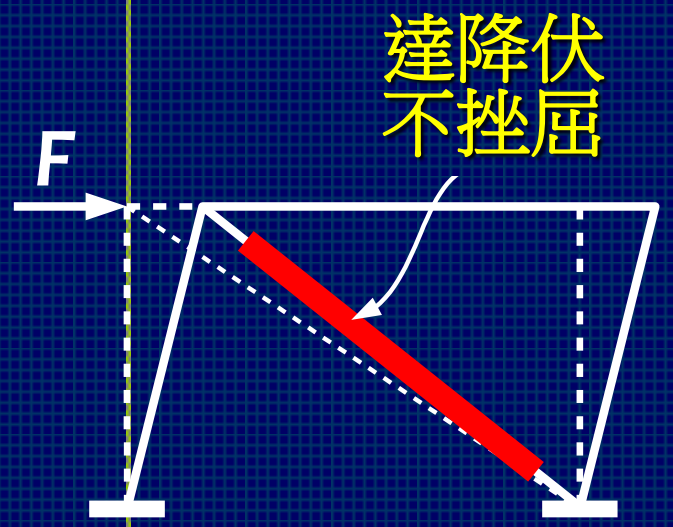
NCREE

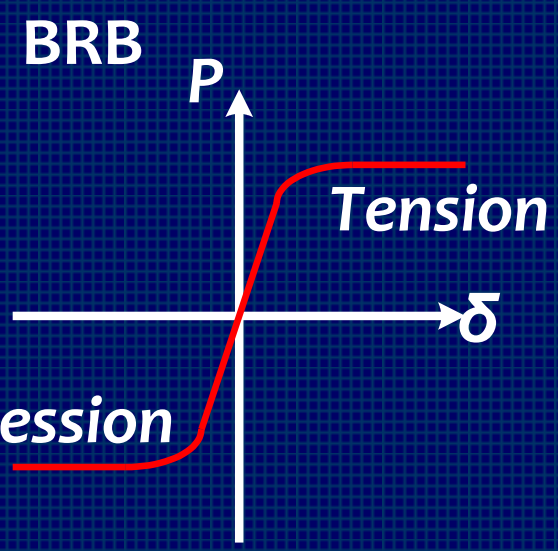
斜撐構件壓挫屈之韌性接合細節建議(AISC)

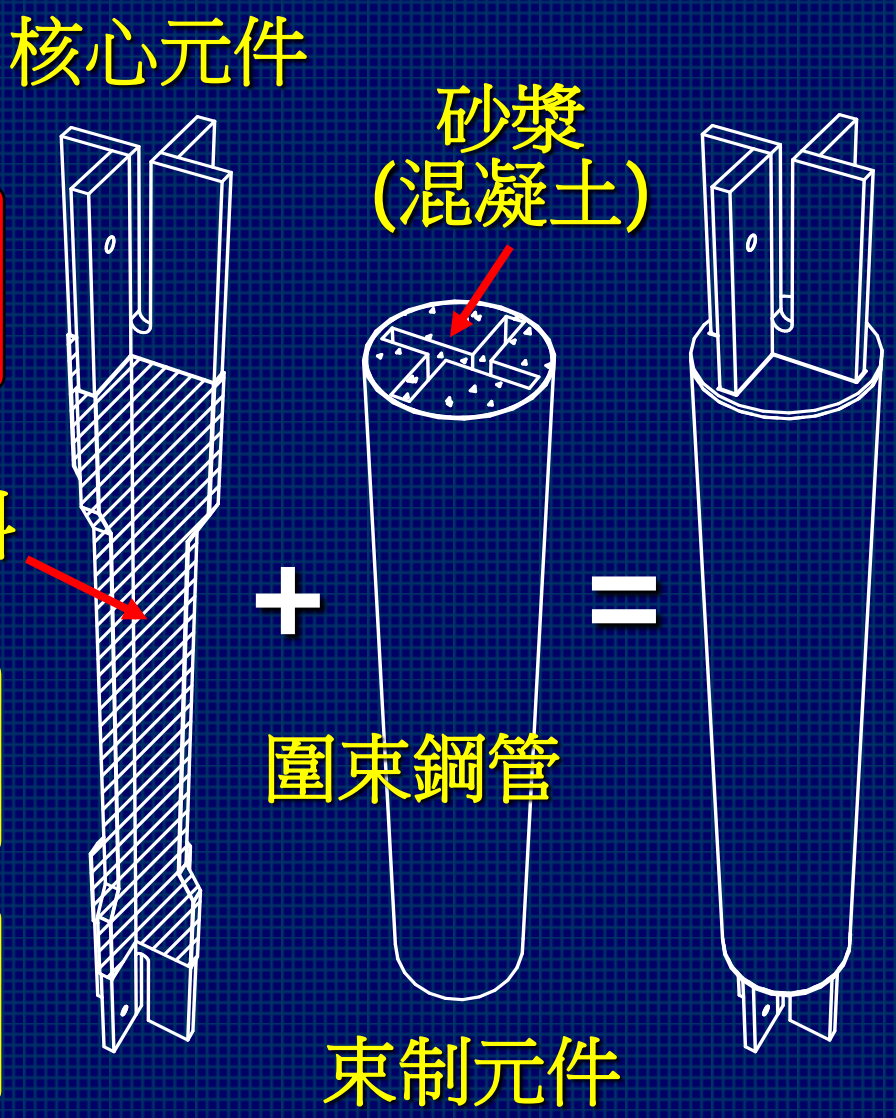


層間位移達0.003
斜撐即挫屈
斜撐應變約0.0013

挫屈束制支撐(BRB)組成與特性

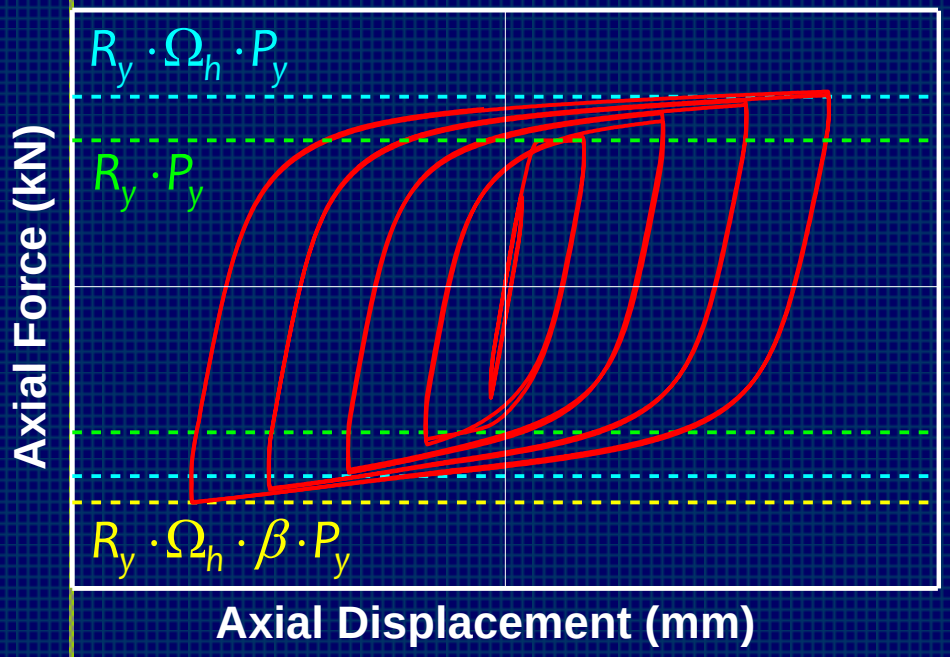






NCREE

挫屈束制支撐強度特性易預測



- 標稱降伏強度

$$P_y = F_y \times A_c$$

- 最大壓力強度

$$P_{max} = P_y \times R_y \times \Omega_h \times \beta$$

R_y : *material overstrength factor*

Ω_h : *strain hardening factor*

β : *compression strength adjustment factor*
(壓力強度調整因子)

Material	R_y	Ω_h	β
SN490B	1.2	1.3	1.1~1.2
A572 GR50	1.1	1.3	1.1~1.2
A36	1.3	1.5	1.1~1.2

NCREE

BRB尖峰壓拉比值上限(AISC 2010)

- 標稱降伏強度

$$P_y = F_y \times A_c$$

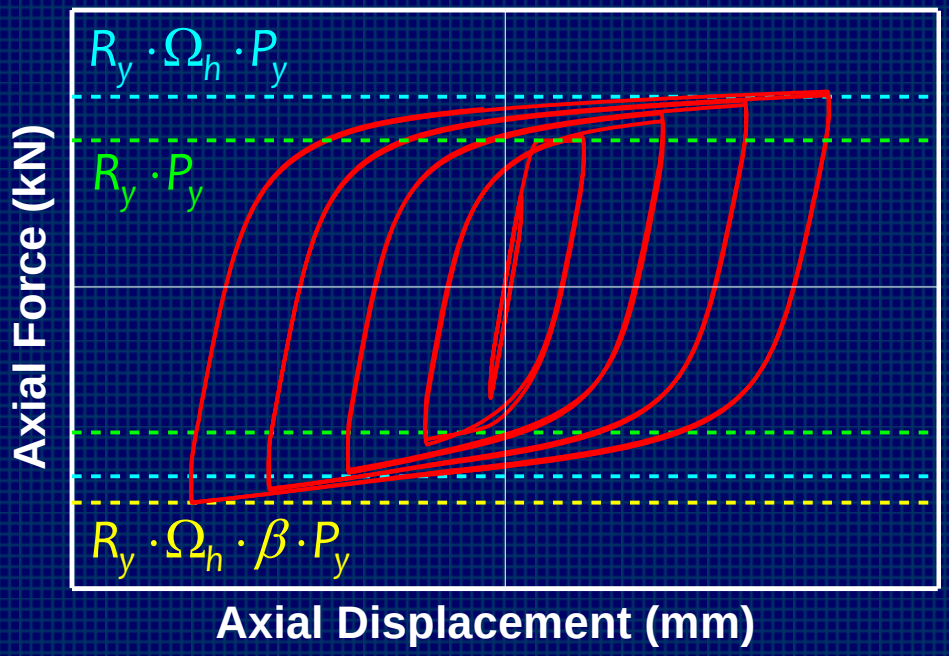
- 最大壓力強度

$$P_{max} = P_y \times R_y \times \Omega_h \times \beta$$

R_y：材料超強因子

Ω_h：應變硬化因子

β：壓力強度調整因子



AISC 341-10 acceptance criteria:

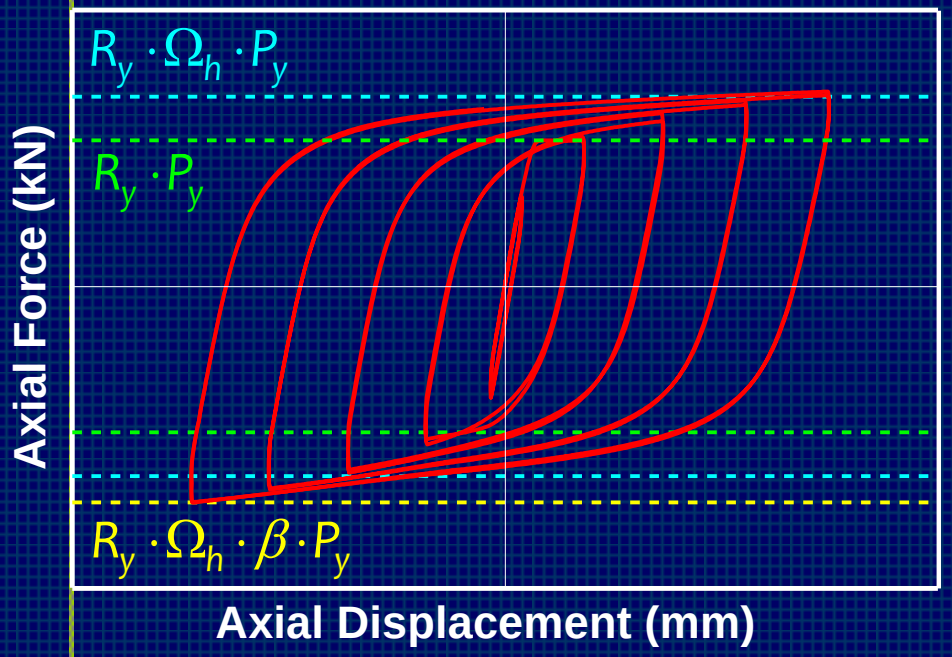
$$\beta_i = P_C^{\,i} / P_T^{\,i} < 1.3$$

$$CPD > 200\Delta_{by}$$

(累積非線性變形量)

NCREE

挫屈束制支撐外管強度容易預測

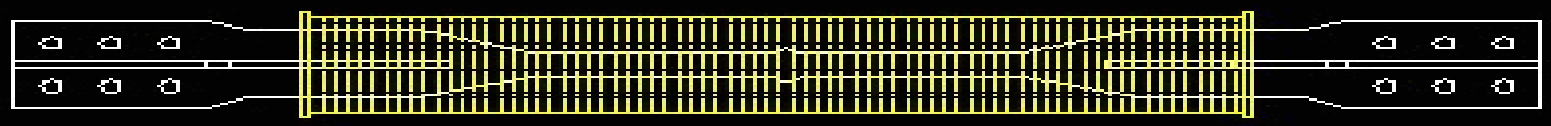


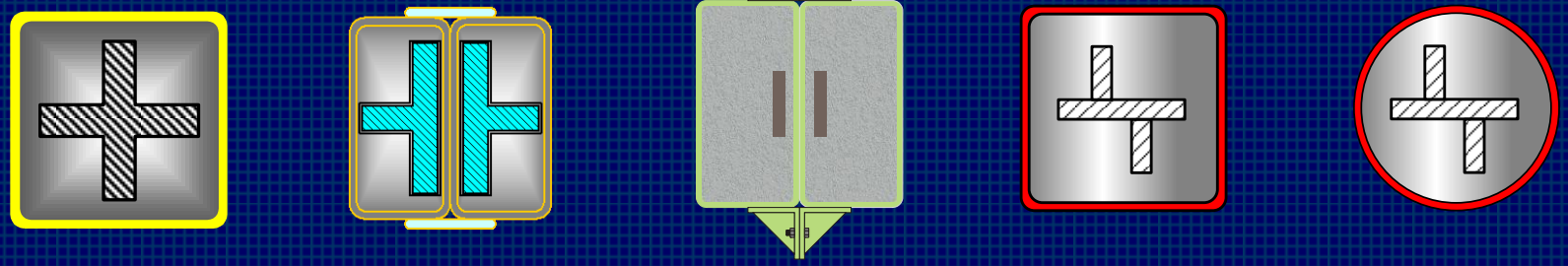
- 避免整體撓曲挫屈

$$P_y = F_y \times A_c \rightarrow$$

$$P_{max} = P_y \times R_y \times \Omega_h \times \beta$$

$$P_{max} \le P_{e_tube} = \frac{\pi^2 EI_{tube}}{(KL_{tube})^2}$$

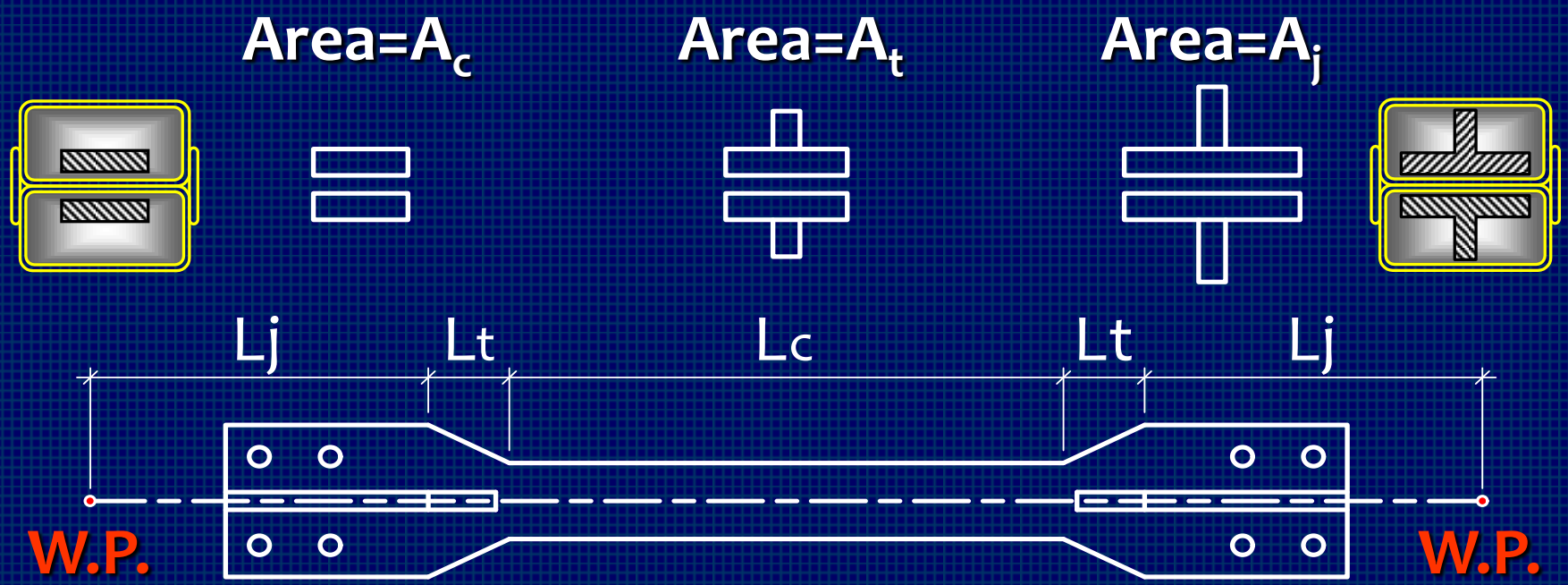




挫屈束制支撐等效彈性勁度

- **Effective stiffness**

$$K_{eff} = \frac{1}{\dfrac{L_c}{EA_c} + \dfrac{2L_t}{EA_t} + \dfrac{2L_j}{EA_j}} = \frac{EA_c A_t A_j}{L_c A_t A_j + 2L_t A_c A_j + 2L_j A_c A_t}$$

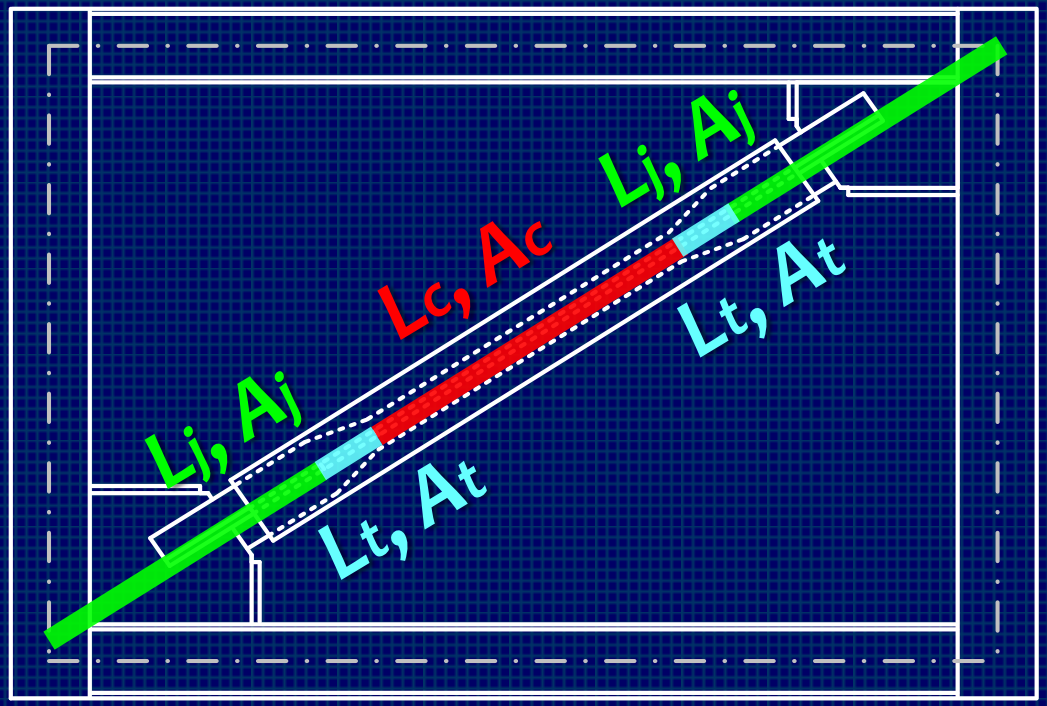


NCREE

BRB等效彈性勁度係數 Q

- **Length ratio** $L_c = \alpha_c L_{wp}, 2L_t = \alpha_t L_{wp}, 2L_j = \alpha_j L_{wp}$

$$\alpha_c + \alpha_t + \alpha_j = 1.0$$



- **Area ratio**

$$A_t = a_t A_c, A_j = a_j A_c$$

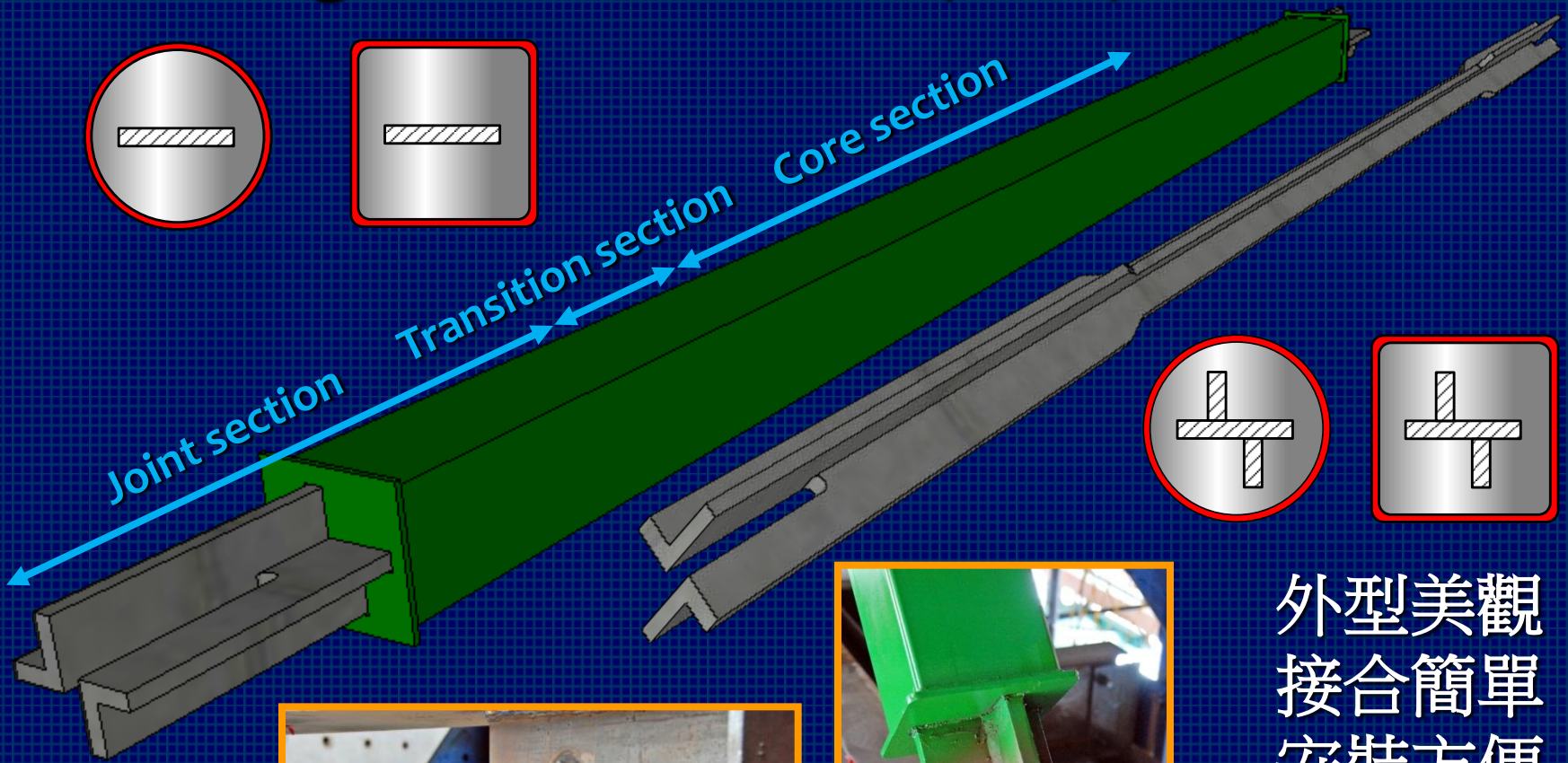
- **Effective stiffness**

$$K_{eff} = \frac{a_t a_j}{\alpha_c a_t a_j + \alpha_t a_j + \alpha_j a_t} \frac{EA_c}{L_{wp}} = Q \frac{EA_c}{L_{wp}}$$

NCREE

槽接式挫屈束制支撐 (WES-BRB)

BRB using Welded End-Slot (WES) connection

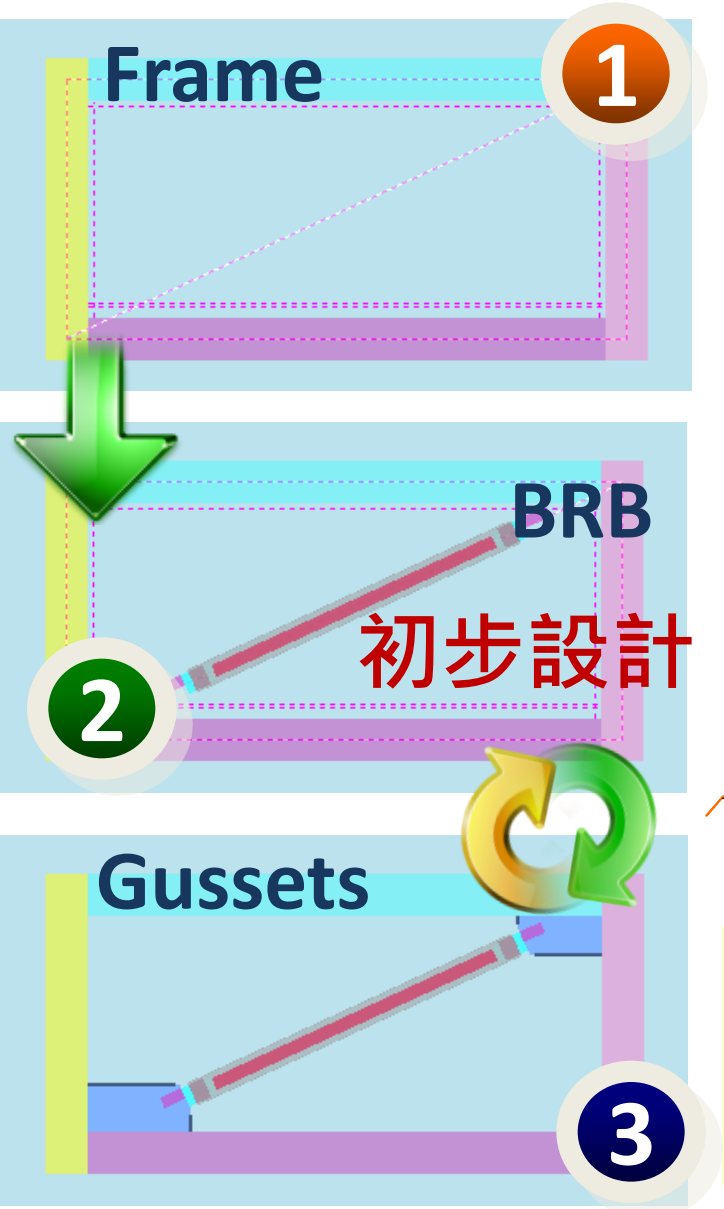


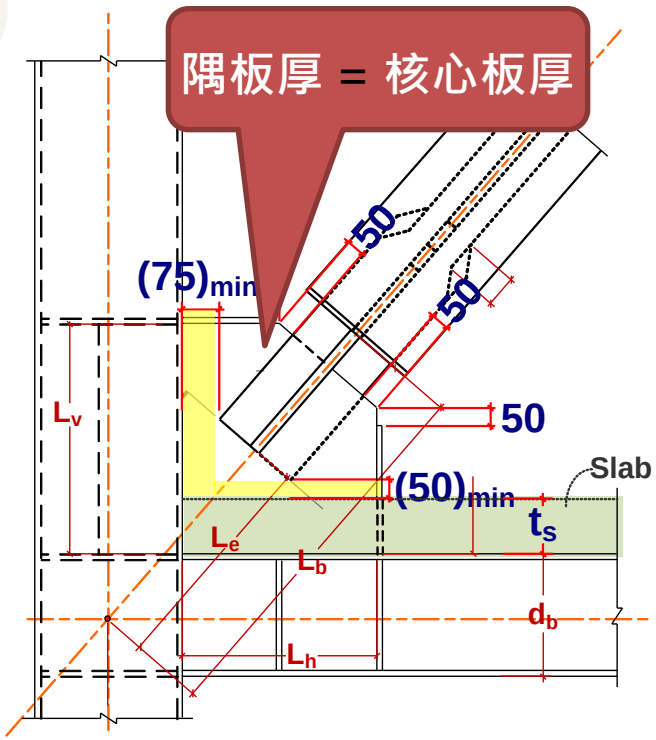
外型美觀
接合簡單
安裝方便
疲勞壽命長
材料用量少
整體成本低

NCREE

外型美觀、安裝方便且容錯性高

BOD自動化設計流程





BOD自動迭代
滿足所有檢核

檢核項目

1.外鋼管挫屈檢核

2.接合段保持彈性

3.接合段受壓

4.隅板塊狀剪力破壞

5.隅板拉力降伏

6.隅板挫屈破壞

7.隅板與梁柱接面強度

槽接式挫屈束制支撐授權廠

感謝支持

台灣地區：

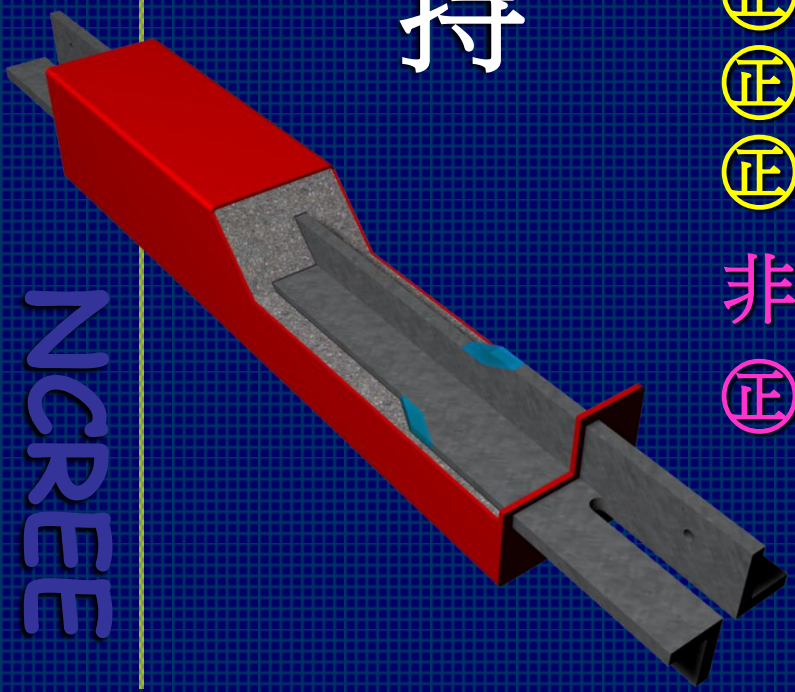
㊣ 皆豪實業(股)有限公司
㊣ 長榮鋼鐵(股)有限公司
㊣ 春源鋼鐵工業(股)有限公司
㊣ 理成工業(股)有限公司
㊣ 東鋼鋼結構(股)有限公司
㊣ 中國鋼鐵結構(股)有限公司
㊣ 鴻舜機械有限公司

非台灣地區 (開放三組廠商代理)：

㊣ 紐西蘭 Grayson Engineering Ltd.

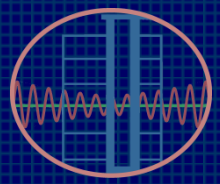
特別感謝：

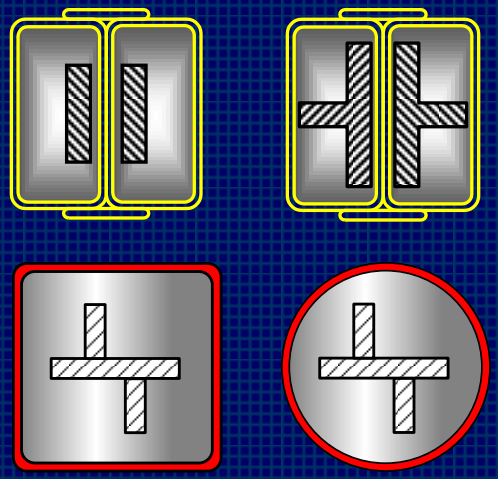
㊣ 千翔膠業有限公司



NCREE

國震中心研發之BRB應用案例





◎ 台灣電力公司萬隆聯合辦公室
◎ 彰化基督教醫院員林分院
◎ 台灣積體電路竹科十二廠六期
◎ 台灣積體電路竹科十二廠七期
◎ 台灣積體電路南科十四廠五期
◎ 宜華國際大直觀光旅館
◎ 合作金庫商業銀行
◎ 五股多功能會館
◎ 新北市三重區國民運動中心
◎ 新北市土城區國民運動中心
◎ 新北市中和區國民運動中心
◎ 三商美邦人壽中辦公大樓新建工程
◎ 天強建設萬華直潭住宅大樓
◎ 台北捷運信義線安和路站聯合開發大樓
◎ 台北文化體育園區大巨蛋影城/辦公/旅館/商場棟

超過100案建築工程使用
已設計製造超過15,000組

NCREE

~因為有您 榮耀共享~

經濟部

- 國家發明創作獎 - 發明獎金牌 (2004)
- 國家發明創作獎 - 貢獻獎 (2013)
- 國家發明創作獎 - 發明獎銀牌 (2014)

科技部

- 技術移轉獎 (2004, 2006)
- 傑出技術移轉貢獻獎 (2012, 2013)

國家實驗研究院

- 傑出技術移轉貢獻獎 (2013)
- 傑出科技貢獻獎 - 技術發展類 (2015)

NCREE

面臨的挑戰

- 如何補強既有RC結構？
  → 避免破壞既有RC構件！
  → 使BRB發揮功效！
- 如何使用於新建RC建築？
  → 預埋鐵件之設計！
  → 避免預埋鐵件干涉鋼筋綁紮！
  → 使BRB發揮功效！
- 如何確保BRB現地接合之施工性？

NCREE

本研討會討論議題

議 題	主講人
含挫屈束制支撐之RC構架 耐震補強設計與試驗	潘冠宇 先生
含挫屈束制支撐之新建RC構架 耐震設計與試驗	吳安傑 先生
挫屈束制支撐在RC結構之 耐震設計與應用	夏沛禹 技師
	栗正暐 技師
	張育銘 技師
	許志強 技師
	木村功 部長

NCREE

結論

http://BOD.ncree.org.tw

- 能降低鋼構成本，顯著提升結構耐震性能。
- 容易設計、分析，降低製造用料與成本。
- 外型美觀、安裝方便且容錯性高。
- 消能段長、抗疲勞壽命長、接合可短而穩定。
- 實尺寸試驗証實耐震性能穩定、良好。
- 已技轉授權、有管理與品保機制，確保品質。
- 已超過30件工程案、2,500組使用。
- 保障國人性命與財產。
- 製造工作機會，減少外匯、提升國家競爭力。

NCREE

Thanks for your attention

http://BOD.ncree.org.tw

E-mail: kctsai@ntu.edu.tw
acwu@ncree.narl.org.tw

FB: BraceOnDemand

NCREE