

# 鋼結構設計

張惠雲

土木與環境工程學系

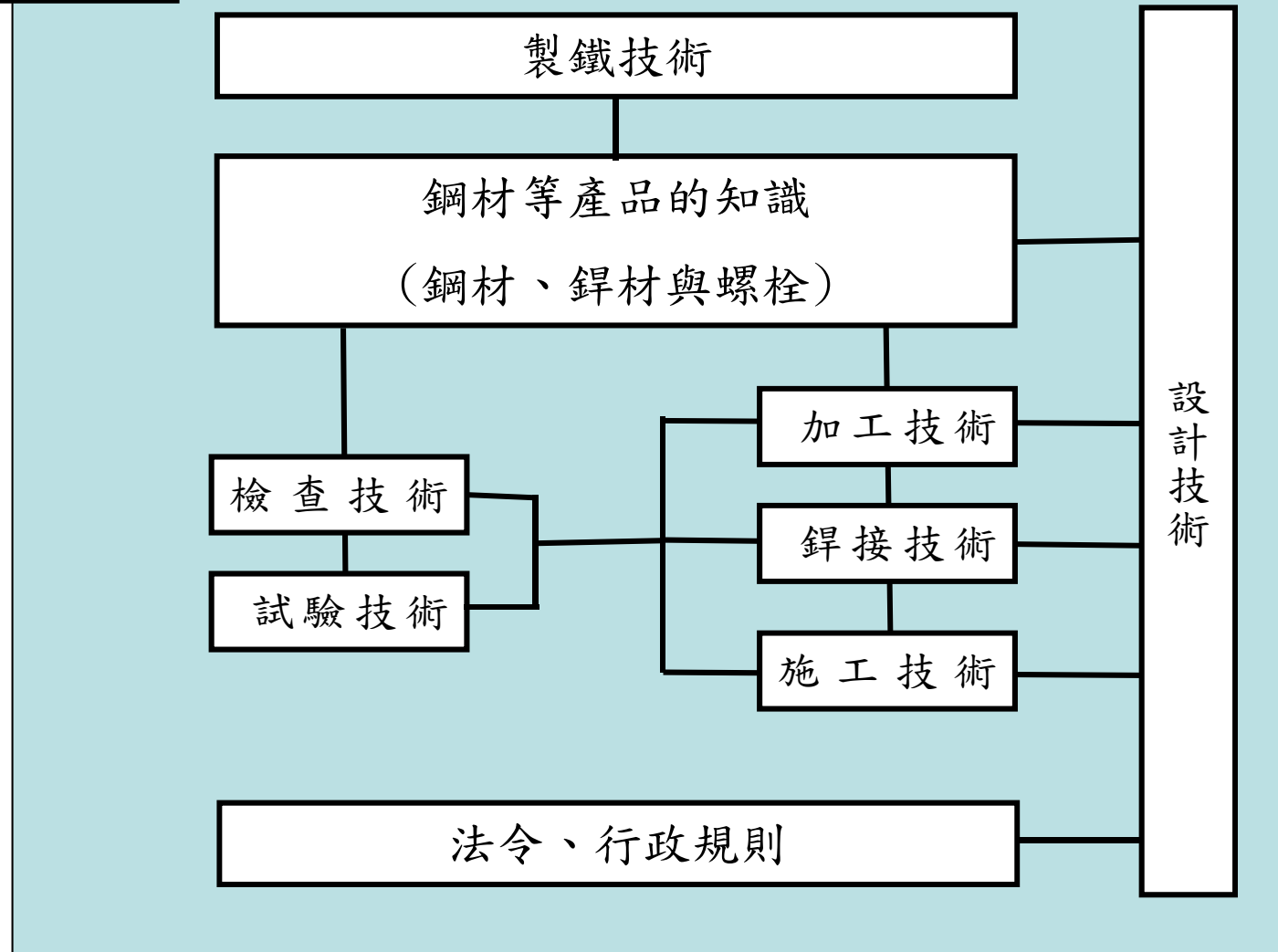
National University of Kaohsiung

國立高雄大學

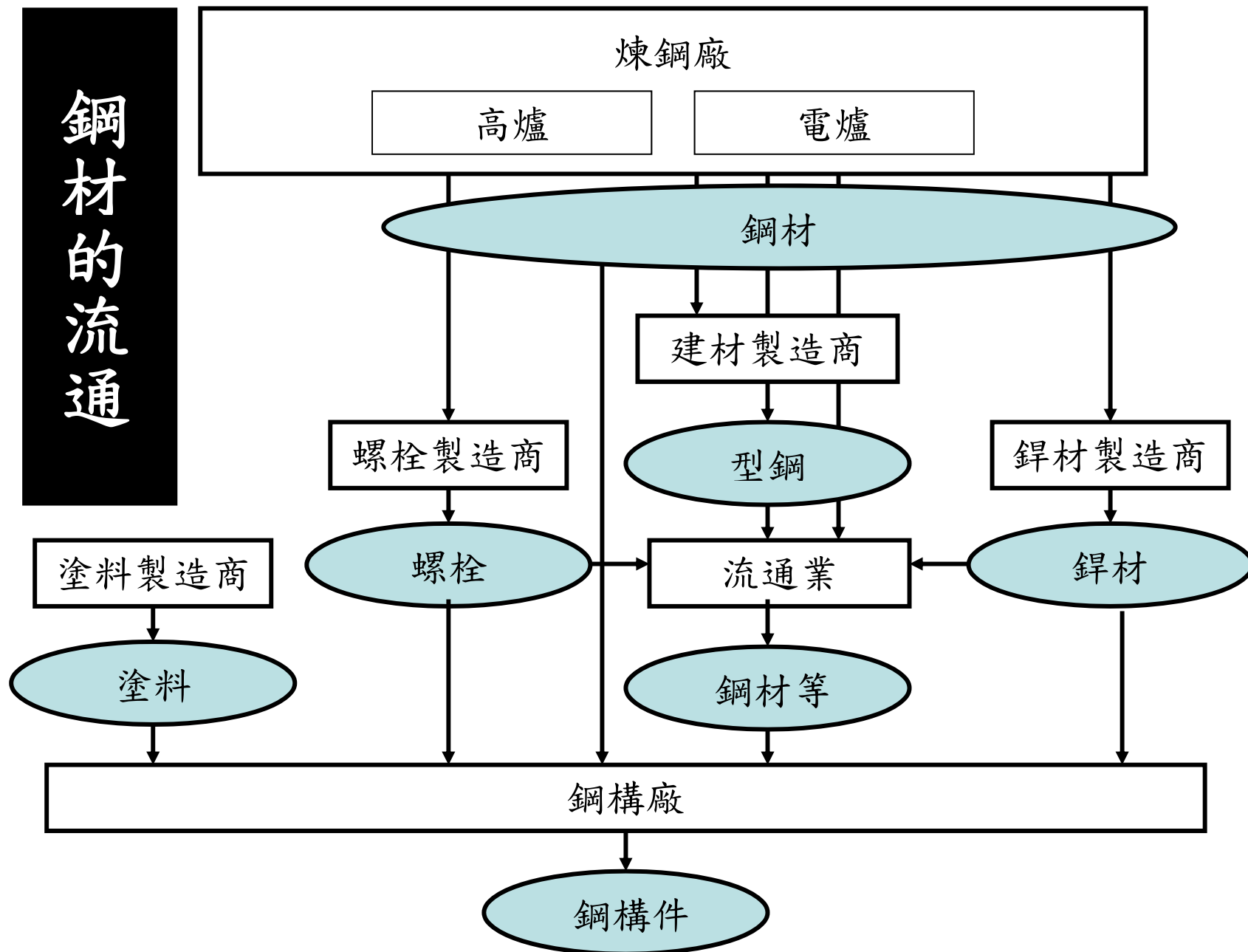


# 建築鋼結構技術相關圖

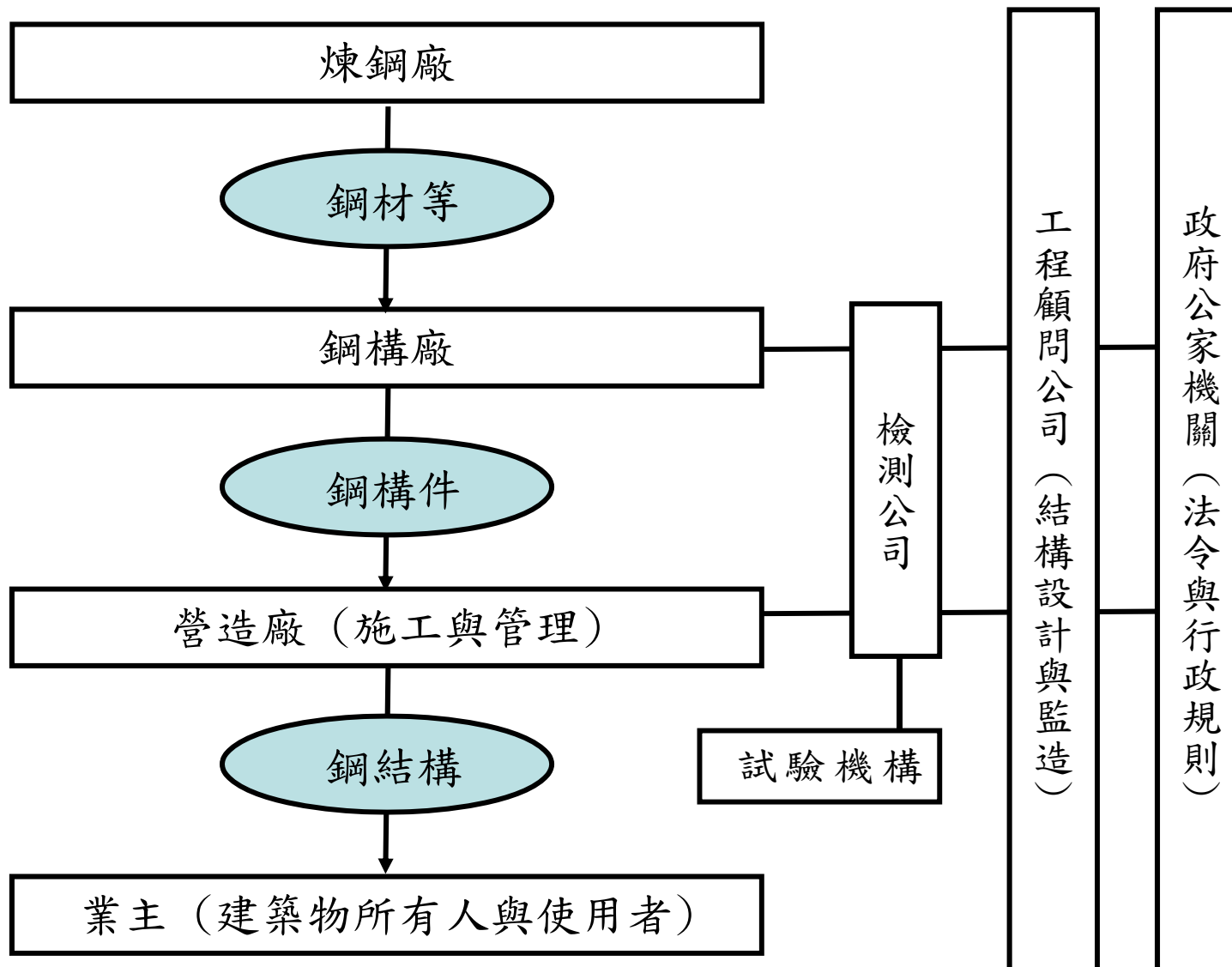
鋼構生產體系



# 鋼材的流通



# 建築鋼結構相關行業



# 大綱

- 建築結構用鋼  
(Structural Steel)
  - 特性
  - 用途
- 鋼結構設計
  - 結構分析
  - 細部設計
- 鋼構耐震補強
  - 地震災害
  - 補強應用

# 設計規範

- 鋼結構容許應力設計法規範及解說
- 鋼結構極限設計法規範及解說

# 鋼結構極限設計法規範及解說

- 第一章 總則
- 第二章 載重
- 第三章 材料
- 第四章 一般要求
- 第五章 受拉構材
- 第六章 受壓構材
- 第七章 撓曲構材
- 第八章 構材承受組合力及扭矩
- 第九章 合成構材
- 第十章 接合設計
- 第十一章 其它考慮事項
- 第十二章 製作、安裝及品管
- 第十三章 耐震設計
- 參考文獻

# 第一章 總則

## 1.1 適用範圍

本規範依據建築技術規則建築構造編第235條之1規定訂定之。本規範適用於建築之鋼結構設計。但不包括冷軋型鋼構造、鋼骨鋼筋混凝土結構及其它特殊結構。

解說： 本規範適用於建築之鋼結構設計，而特殊用途結構物，如廠房及橋梁等，其設計與一般建築物不同，應參考其相關之設計規定。對於冷軋型鋼之構件設計，本規範亦不適用，其設計時可參照「冷軋型鋼構造建築物結構設計規範及解說」或其它相關規範。對於鋼骨鋼筋混凝土結構本規範僅將其併入第九章之合成構材設計，較詳細之設計規範可參考「鋼骨鋼筋混凝土構造設計規範與解說」與相關之規範。對於特殊結構，或因研究資料尚不完備及無統一之設計基準，或因規範無法針對特殊之個案而編寫，仍有賴設計者依據實際的客觀條件及專業知識去設計。



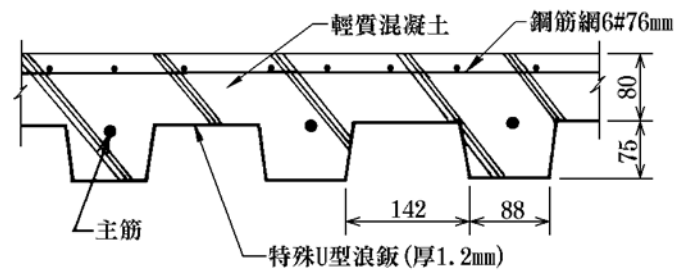
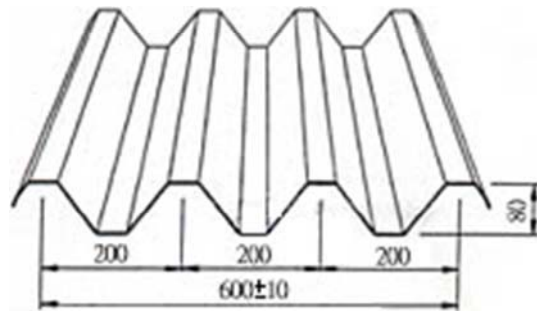
## 第九章 合成構材

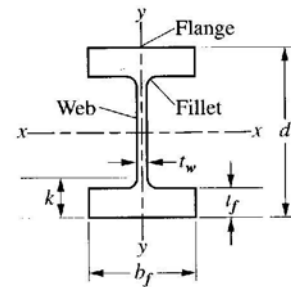
### 9.1 適用範圍

本章適用於由熱軋型鋼、組合型鋼或鋼管與結構混凝土共同作用之合成柱，以及鋼骨梁支撐混凝土樓版且與樓版共同作用以抵抗彎矩之合成梁。含剪力釘或混凝土包覆之簡支及連續合成梁，不論施工時有無設置臨時支撐，均涵蓋在內。

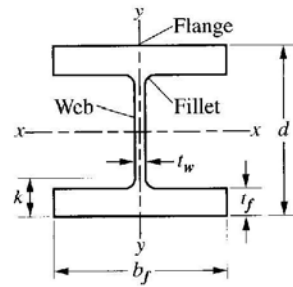
解說： 鋼骨與混凝土或鋼筋混凝土共同作用之結構構材型態可概分為 3 類：(1) 鋼骨與 RC 版共同作用之構材；(2)鋼筋混凝土包覆鋼骨之構材；(3)鋼管填充混凝土之構材；(4)混凝土包覆鋼骨之構材。國內合成梁構材包括上述第(1)及第(2)類構材，合成柱構材包括上述第(2)及第(3)類構材，第(4)類構材則甚少使用。

- 鋼結構 (S造)
  - 浪板

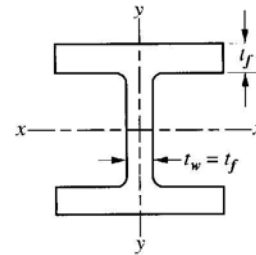




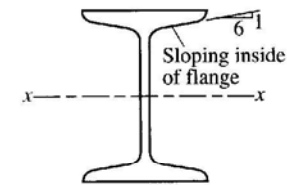
(a) W-shapes



(b) W-shapes

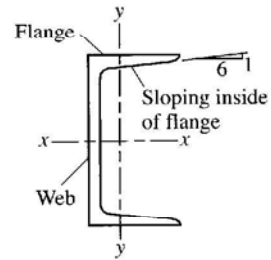


(c) HP-shapes

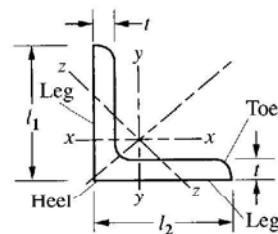


(d) S-shapes

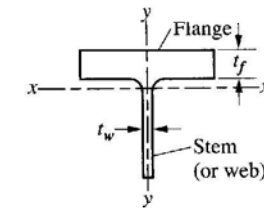
### I-shaped crosssections



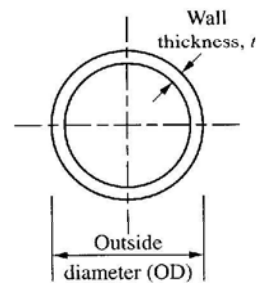
(e) Channels  
(C- and MC-shapes)



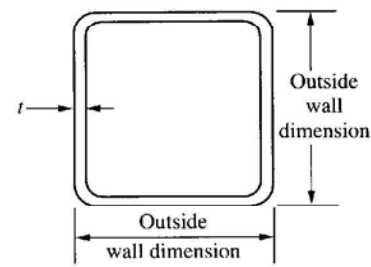
(f) Angles  
(equal or unequal legs)



(g) Tees (WT-shapes)



(h) Circular tube  
or pipe (HSS-shapes)



(i) Square and rectangular  
structural tubing (HSS-shapes)

## 第十三章 耐震設計

### 13.1 適用範圍

本章適用於抵抗地震力之普通抗彎矩構架、斜撐構架、韌性抗彎矩構架或韌性抗彎矩構架與斜撐構架共同抵抗地震力之鋼結構系統。對於斜撐構架與韌性抗彎矩構架合併使用以抵抗地震力之結構系統，須具完整豎向承重之立體構架，且全部地震力須由韌性抗彎矩構架與斜撐構架依其勁度與互制作用共同承擔，惟韌性抗彎矩構架至少須能抵抗全部地震力之四分之一。

解說：1.本章中引述的地震力為「建築物耐震設計規範及解說」所規定者。

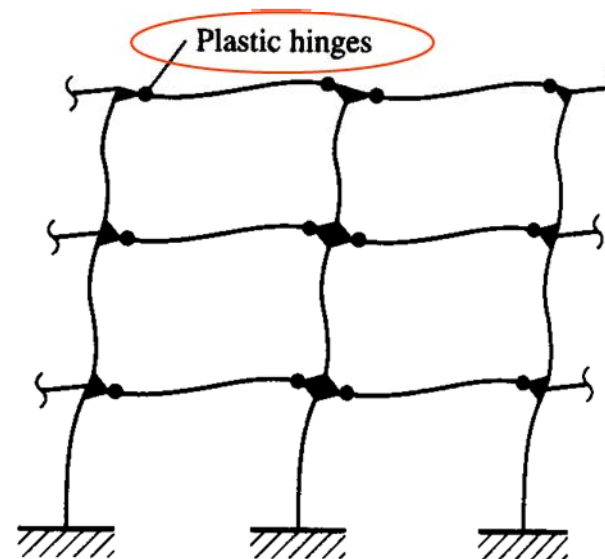
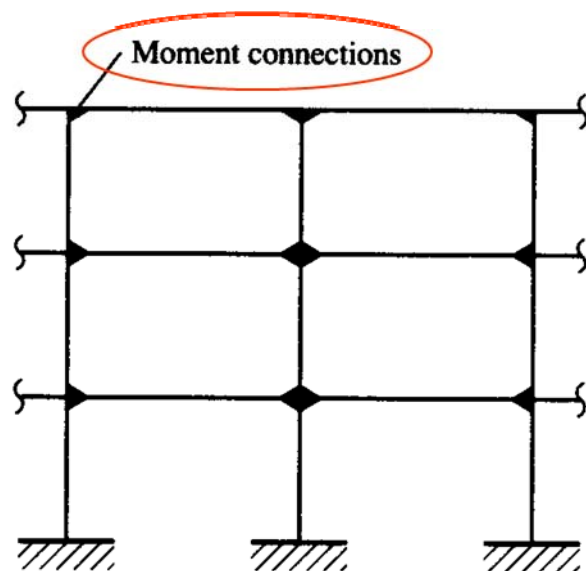
2.本章主要是根據UBC-97及AISC-1997，2002，2005耐震篇，並參考北嶺地震及阪神地震後之相關研究報告，及國內之相關研究綜合而成。

3.斜撐構架與韌性抗彎矩構架合用以抵抗地震力的二元系統，根據UBC-97的規定，斜撐構架不須單獨抵抗100%的設計地震力，但韌性抗彎矩構架至少須足以抵抗25%的地震力（包含扭矩效應）。

# 建築鋼結構系統分類

- 建築鋼結構 (Steel Architecture)
  - 抗彎矩鋼構架 (Steel Moment Frame)
  - 斜撐鋼構架 (Braced Steel Frame)
- 斜撐鋼構架
  - 同心斜撐構架 (Concentrically Braced Frame, CBF)
    - 挫屈束制斜撐構架 (Buckling Restrained Braced Frame, BRBF)
  - 偏心斜撐構架 (Eccentrically Braced Frame, EBF )

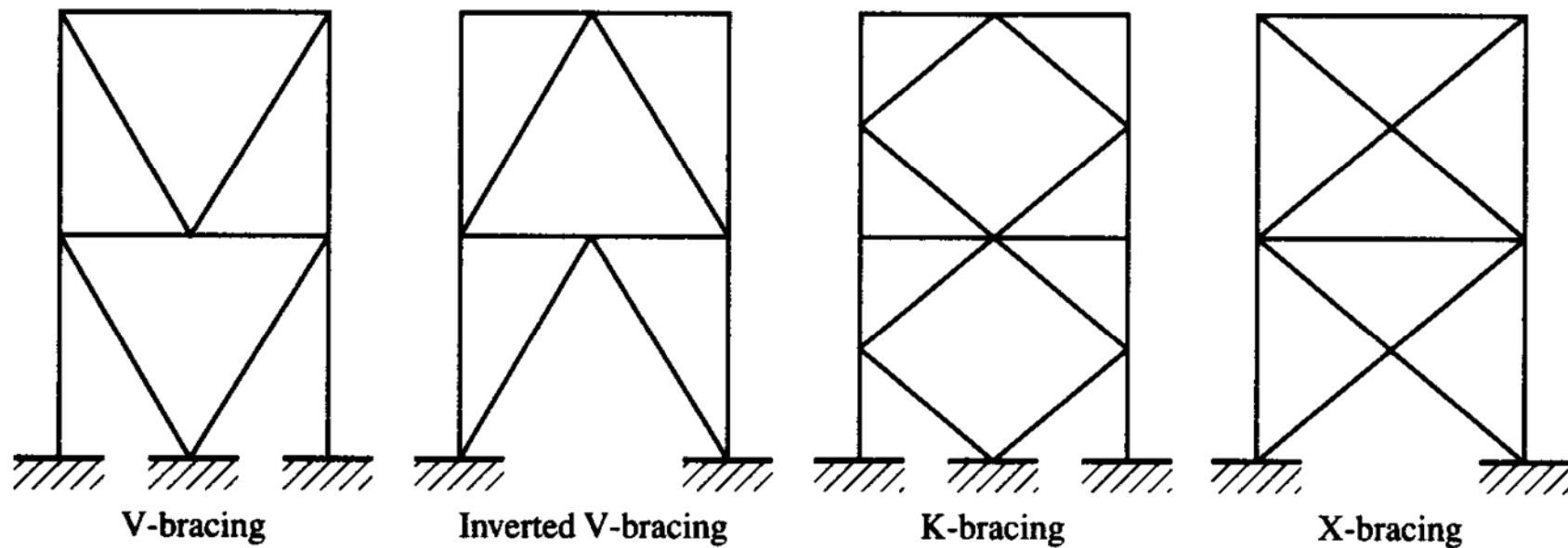
# 抗彎矩鋼構架的耐震消能機制



- 梁柱接頭 (beam-column connections)
- 抗彎接頭 (moment connections)
- 簡支接頭 (simple connections)
- 塑鉸 (plastic hinges)
- 梁降伏 (beam yielding)
- 柱降伏 (column yielding)

# 同心斜撐構架

(Concentric Braced Frame, CBF)



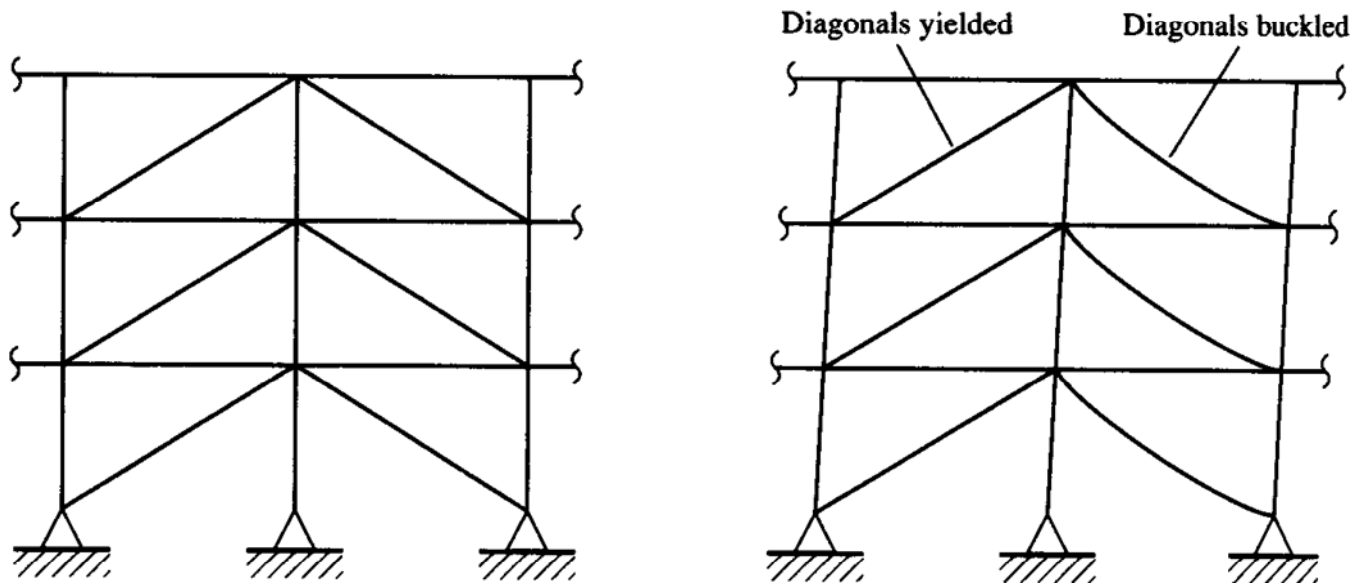
## •同心斜撐構架系統

- 斜撐構架(水平向載重)
- 梁柱構架(垂直向載重)

## •優點

- 有效提高系統的側向勁度
- 減少主結構破壞維修成本

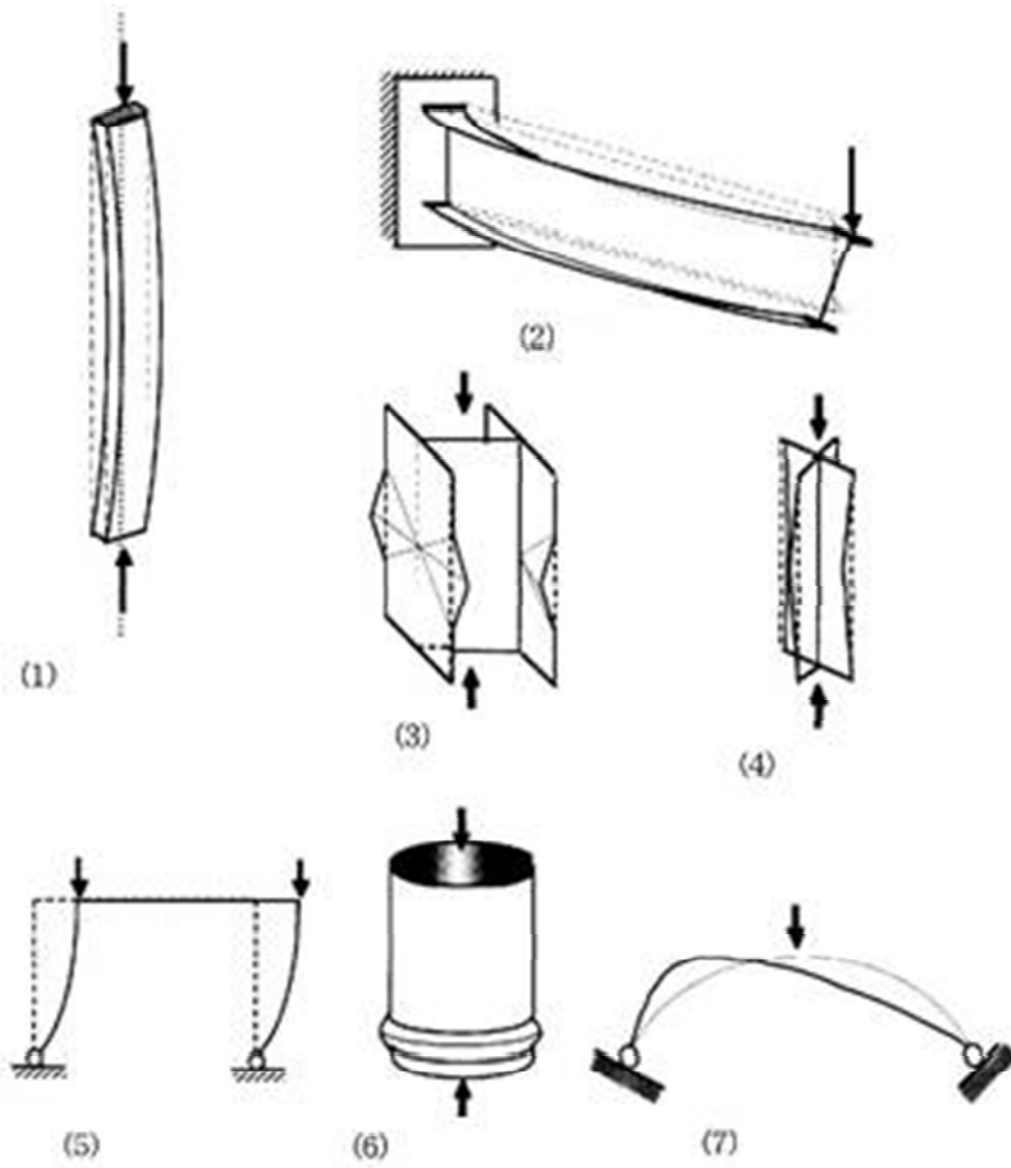
# 傳統同心斜撐鋼構架的問題



- 斜撐 (Braces) = 軸力桿件 (Axial Force Members)
  - 受拉 (Tension) → 降伏 (Yielding),  
韌性 (Ductile) / 脆性斷裂 (Brittle Fracture)
  - 受壓 (Compression) → 挫屈 (Euler Buckling / Local Plate Buckling)

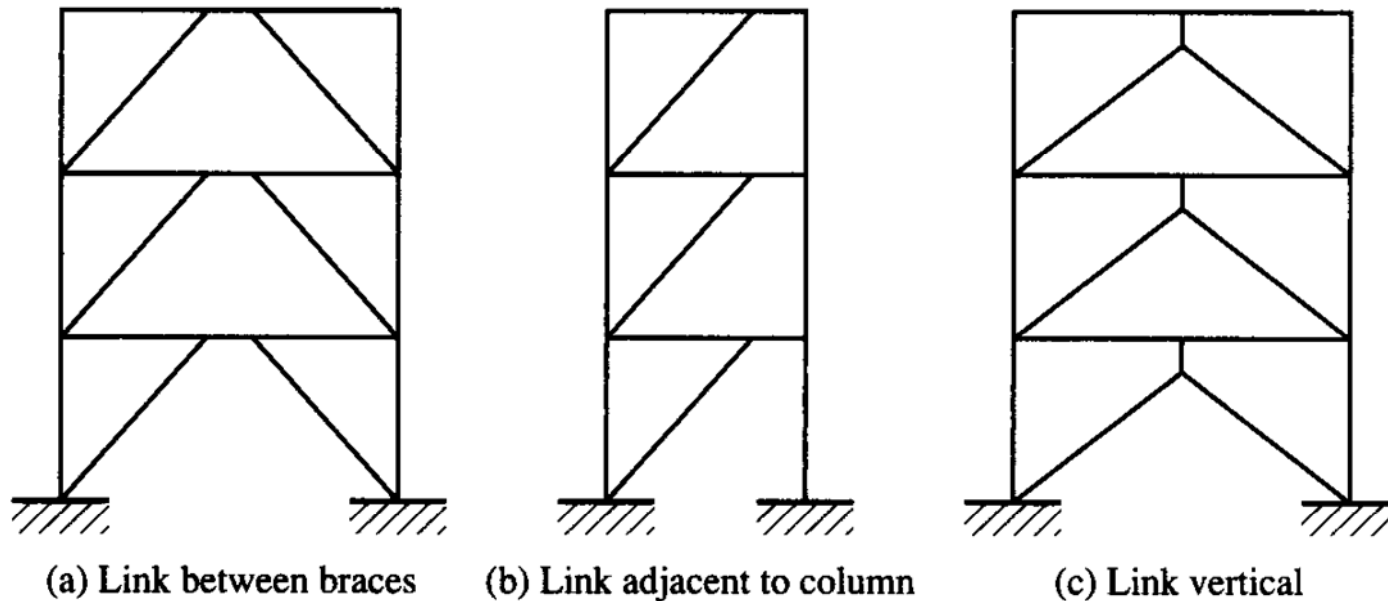


# 建築鋼結構的挫屈行為



# 偏心斜撐構架

## (Eccentric Braced Frame, EBF)



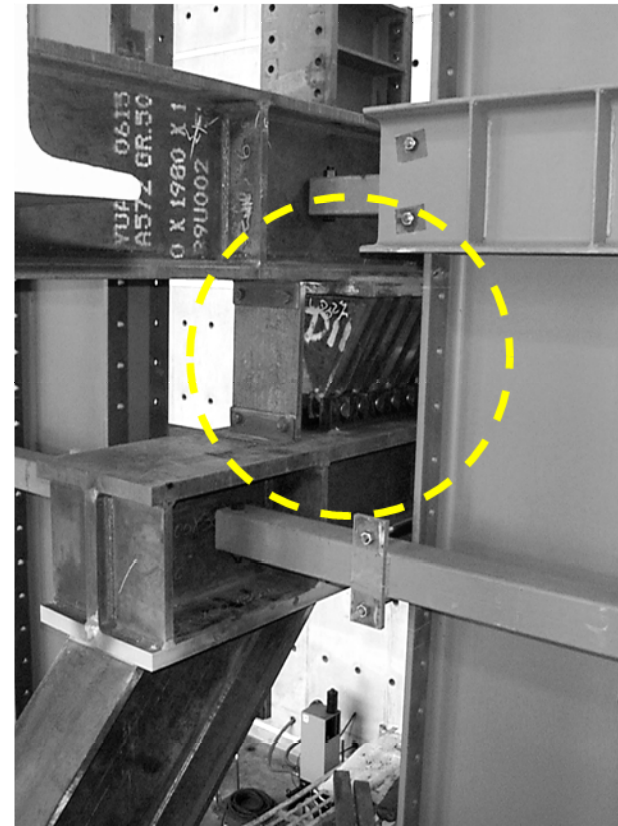
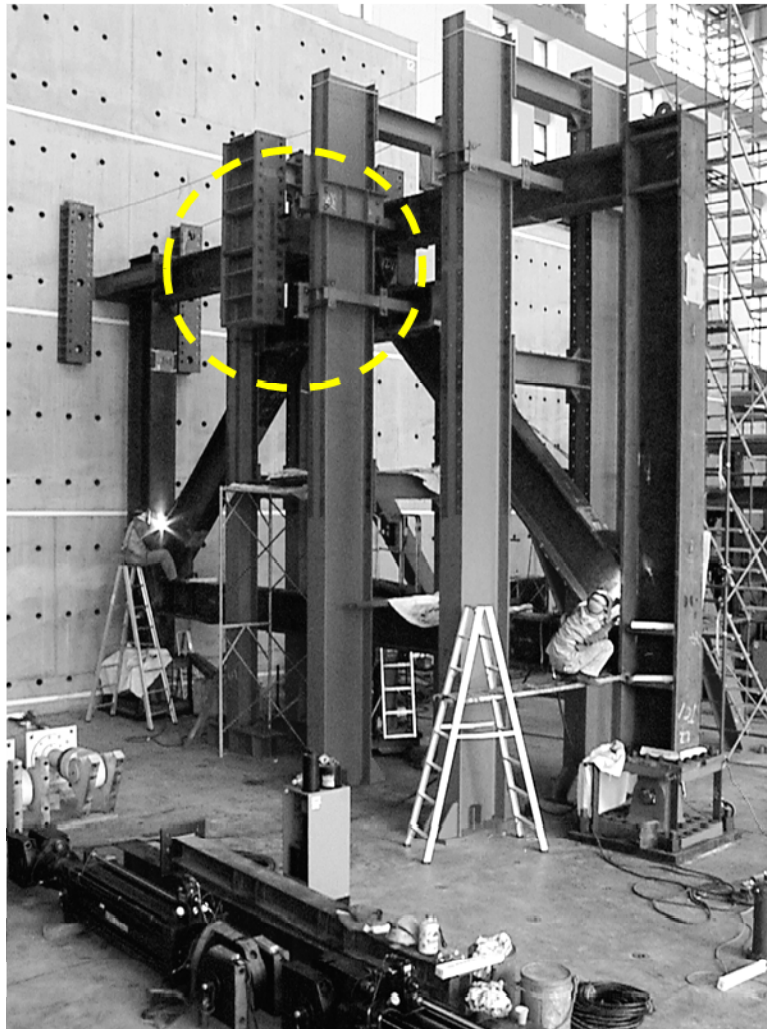
### • 偏心斜撐構架系統

- 消能器+斜撐（水平向載重）
- 梁柱構架（垂直向載重）

### • 優點

- 消能器（連桿梁）吸收地震能量
- 避免斜撐挫屈後的主結構破壞

# 京華城新建工程(國家地震工程研究中心) 含三角形鋼板消能器的全尺寸鋼構架試驗

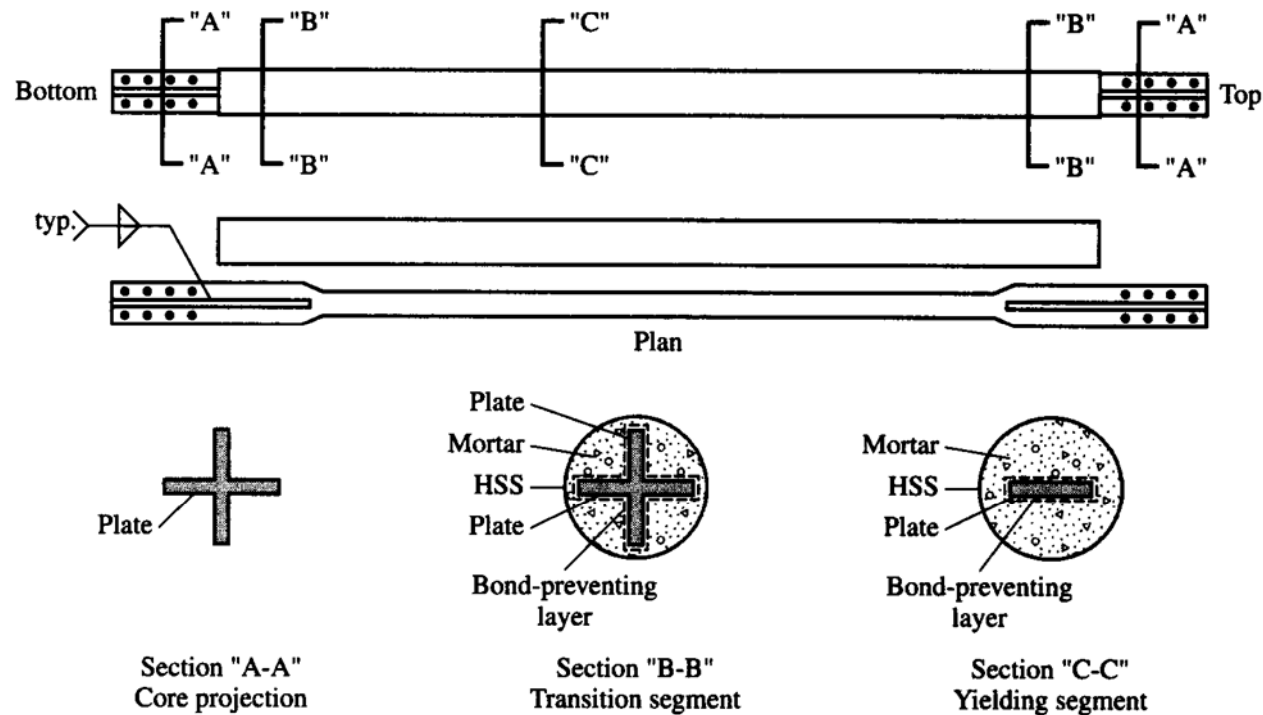


**TADAS Devices**



**Full-scale Frame Test**

# 挫屈束制斜撐 (Buckling Restrained Braces, BRB)



- 受壓不挫屈
- 受拉受壓降伏強度差異小 → BRB 比傳統式鋼製斜撐具有好的耐震性與可靠度

# 實尺寸結構耐震測試



## 13.2 材料及構材強度

### 13.2.1 使用材料

- 1.用以抵抗地震力之鋼構材其材料規格應符合第三章之規定，且須符合下列規格：  
CNS 13812 (SN400A、SN400B、SN400C、SN490B、SN490C)，CNS 2947 (SM400A、SM400B、SM400C、SM490A、SM490B、SM490C、SM490YA、SM490YB、SM520B、SM520C)，CNS 4435，CNS 4269 (SMA400AW、SMA400BW、SMA400CW、SMA400AP、SMA400CP、SMA490AW、SMA490CW、SMA490AP、SMA490BP、SMA490CP)。
- 2.銲接組合箱型柱應使用符合CNS 13812 SN400B、SN400C、SN490B或SN490C規格之鋼材。
- 3.銲接組合箱型柱斷面板厚大於或等於40mm時應使用符合CNS 13812 SN400C或SN490C規格之鋼材。
- 4.使用遮護金屬電弧銲接、潛弧銲接、氣體遮護金屬電弧銲接、包藥銲線電弧銲接等銲接方法之全滲透銲接，其相稱銲材於-29℃時至少具有27焦耳之衝擊韌性值。



解說： CNS 2947「熔接結構用軋鋼料」之規定主要沿用 JIS G3106「熔接構造用壓延鋼材」，其鋼材編號前兩個字母為 SM，一般以 SM 系列稱之。CNS 13812「建築構造用軋鋼材」之規定則主要沿用 JIS G3136「建築構造用壓延鋼材」，其鋼材編號前兩個字母為 SN，日本規範係鑒於既有建築銲接用 SM 鋼板的機械性能與銲接性能無法充分滿足耐震與施工性的需求，例如以鋼板含碳量標準 0.18% 及銲條 0.1% 的銲接組合進行評估，當入熱量在 80 KJ/cm 就有銲接熱裂的可能，因此於 1994 年推出建築用 SN 鋼材，推廣初期因為價格與鋼廠的生產能力等因素而較少使用，但在 1995 年阪神地震發生後，SM 鋼板的規格被公認無法適用於所有的建築耐震構材，日本通產省工技所已於同年 11 月公告取消 SM 材適用範圍中的「建築」項目，目前日本鋼構規範則規定耐震構材應使用 SN 材，其中 SN400B 及 SN490B 除基本性質分別與 SM400 及 SM490 相近外，還具有狹降伏強度及低降伏比之特性，更適合使用於耐震構材，造成層裂原因之一的 S，P 雜質含量標準也較為嚴格，故較適用於使用潛弧銲等高入熱量銲接之組合型鋼；而 SN400C 及 SN490C 則對鋼板厚度方向之性質與超音波檢驗有額外之要求，規格中並再降低 S，P 之成分含量，特別合適用於鋼板較厚之巨型構材或需使用高入熱與高束制性銲接之構材。

依 ASTM 之規格，傳統使用於耐震結構之鋼材為 A36 及 A572(Grade 50)，因 A36 鋼板之實際強度與標稱強度的比值較高而導致韌性設計結果變異性較高，故不建議使用。此外亦可選用 A242、A441、A500(Grade B 及 C)、A501、A572(Grade 42)及 A588。自 1994 北嶺地震發生後，因既有鋼材的變異性過高，在 AISC 推動下所開發的 ASTM A992 規格型鋼(不含鋼板規格)，因具有降伏強度範圍限制及降伏比要求(0.85)而被建議取代 A36 及 A572(Grade 50)型鋼，由於美國地區以使用熱軋型鋼為主，鋼材的銲接性以滿足低入熱銲接為主，因此鋼板材質的基本規格相對於 CNS 規格仍然較低，但規範同時要求以較為嚴謹的細部設計與施工配合之，相對於日本地區，雖使用規格較高之鋼板及較大之彈性設計地震力，但因配合較高效率的銲接施工，其細部要求仍漸趨嚴格，如設計時使用美規鋼板而細部要求採習用的日本寬鬆施工習慣，則會得到不安全的組合結果。國內所使用的構材以組合型鋼為主，銲接方法等則主要參考日本，因此耐震構材應以使用 CNS 13812 為原則。美國 ASTM 與我國 CNS 鋼板之基本規格比較表列如下：（表中○代表有制式規格，X 代表無規定或需協商）。



### 13.2.2 構材強度

本章中構材及接合之標稱強度除另有說明者外，均以下述各項為依據：

1. 標稱塑性撓曲強度

$$M_p = ZF_y$$

2. 標稱剪力強度

$$V_p = 0.6F_y A_v$$

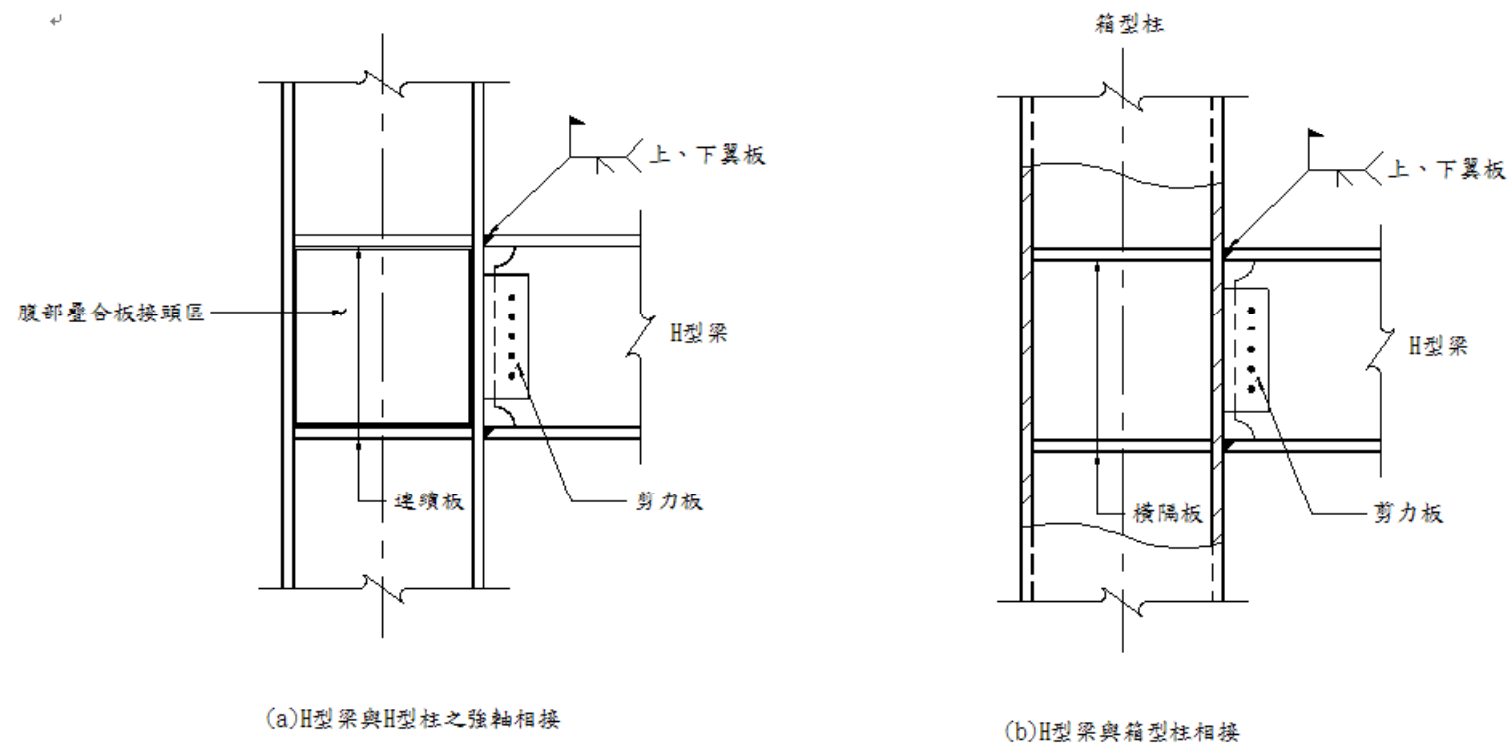
3. 標稱軸向壓力強度

$$P_{uc} = F_{cr} A$$

4. 標稱軸向拉力強度

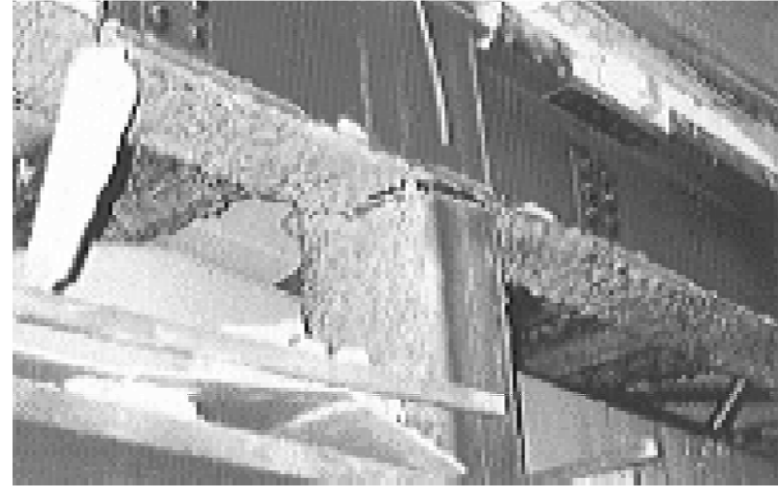
$$P_{ut} = F_y A$$

耐震梁構材之標稱強度為鋼材標稱降伏強度乘以斷面塑性模數，然而材料實際降伏強度通常高於其標稱降伏強度，依據鋼材之實際降伏強度統計顯示(Baker 1969 and Galambos et al. 1978)，A36鋼材之實際降伏強度平均值為44ksi，約為標稱值的1.25倍；此外梁在進入塑性化後最後可能進入應變硬化的階段，因此在1953年文獻(Knudsen et al. 1953)即曾建議梁之極限強度應考慮應變硬化的影響。另一方面梁柱接合之實際強度亦高於其標稱強度，因此翼板全滲透鉚腹板栓接梁柱接頭（如圖C13.6-1），平均可發揮1.3倍以上梁之塑性彎矩 $M_p$ ，而AISC之耐震設計規範直到1992年仍然只要求梁柱接頭之標稱強度需能發揮梁之塑性彎矩。1994年美國發生北嶺地震後發現傳統梁柱接頭的變形能力嚴重不足，不少研究乃針對鉚接、材料、基本設計等因素加以探討(SAC 1995；Tasi et al. 1996；Chen et al. 1996)。目前美、日等國仍持續進行梁柱接頭相關之研究，較為廣泛接受之共識則是應將梁柱接頭之最大受力位置移離梁與柱之交界面，因此FEMA(SAC 1995)乃建議可採補強方式或減弱方式，將塑性鉸移離柱面。本節主要參考FEMA之建議並考慮國內之現況訂定之，設計者設計梁柱接頭時應注意其發展。



圖C13.6-1 傳統翼板全滲透鐸腹板栓接梁柱接頭。

# 1995年日本阪神 地震鋼結構破壞

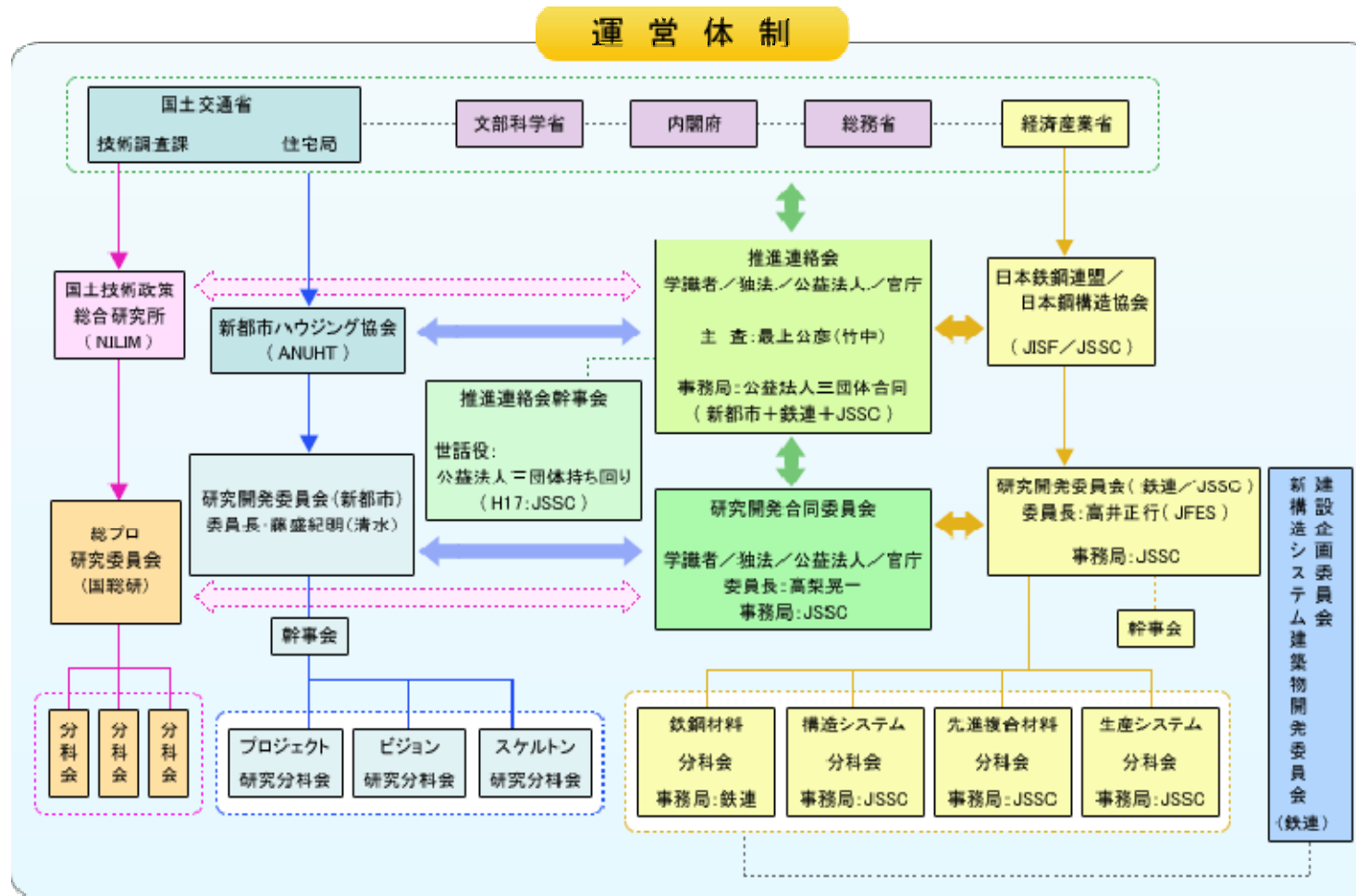


# 建築結構用鋼

種類	規格		碳當量或 冷裂敏感 係數	降伏強度 範圍限制	拉力強度 範圍限制	降伏比	軋延向衝 擊試驗	厚度向斷 面縮減率	超音波檢 驗	含磷量	含硫量
	適用範圍										
美國	A36	型鋼 鋼板	X	X	X	X	X	X	X	0.040	0.050
	A572-50	型鋼 鋼板	X	X	X	X	X	X	X	0.040	0.050
	A913-50	型鋼	○	X	X	X	○ (54 燕耳@21°C)	X	X	0.040	0.030
	A992	型鋼	○	○ <sup>(1)</sup> (3.5-4.55 tf/cm <sup>2</sup> )	X	○ (0.85)	X	X	X	0.035	0.045

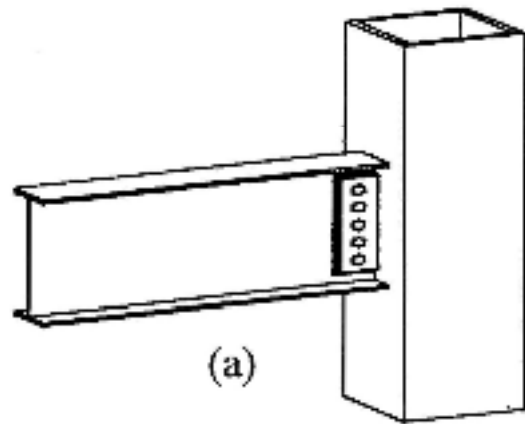
種類↙規格↘		適用範圍↙	碳當量或 冷裂敏感 係數↙	降伏強度 範圍限制↙	拉力強度 範圍限制↙	降伏比↙	軋延向衝 擊試驗↙	厚度向斷	超音波檢	含磷量↙	含硫量↙
								面縮減率	驗↙		
台灣↙ ↙日本↙	SM-A 系列↙	型鋼↙ 鋼板↙	X↙	X↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (5-6.2 tf/cm²)↙	X↙	X↙	X↙	X↙	0.035↙	0.035↙
	SM-B 系列↙	型鋼↙ 鋼板↙	X↙	X↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (5-6.2 tf/cm²)↙	X↙	○↙ (27 焦耳@0℃)	X↙	X↙	0.035↙	0.035↙
	SM-C 系列↙	型鋼↙ 鋼板↙	X↙	X↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (5-6.2 tf/cm²)↙	X↙	○↙ (47 焦耳@0℃)	X↙	X↙	0.035↙	0.035↙
	SN-A 系列 (無 50KG 級)↙	型鋼↙ 鋼板↙	X↙	X↙	○↙	X↙	X↙	X↙	X↙	0.050↙	0.050↙
	SN-B 系列↙	型鋼↙ 鋼板↙	○↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (3.3-4.5 tf/cm²)↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (5-6.2 tf/cm²)↙	○↙ (0.80)↙	○↙ (27 焦耳@0℃)	X↙	X↙	0.030↙	0.015↙
	SN-C 系列↙	型鋼↙ 鋼板↙	○↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (3.3-4.5 tf/cm²)↙	○ <sup>(1)</sup> ↙ (5-6.2 tf/cm²)↙	○↙ (0.80)↙	○↙ (27 焦耳@0℃)	○↙ (3 個平均 25%)	○↙	0.020↙	0.008↙

日本府省連攜計畫「使用革新的構造材料之新結構系統建築物的研究開發(2004-2008)」

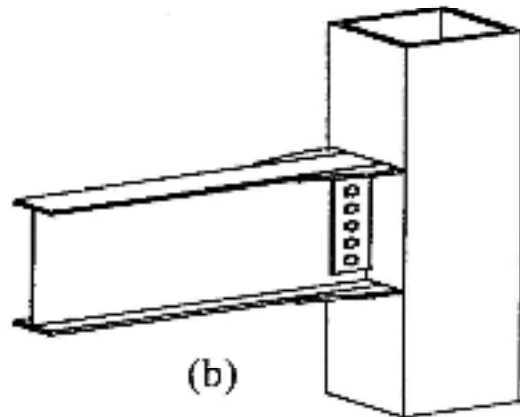


<資料來源 <http://www.jisf.or.jp/business/tech/build/project/index.html>>

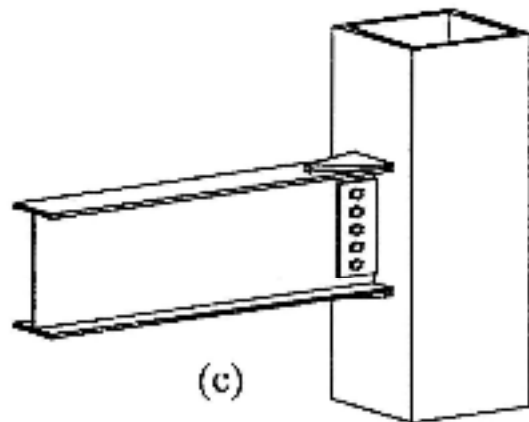
# 增強式與減弱式接頭



(a)



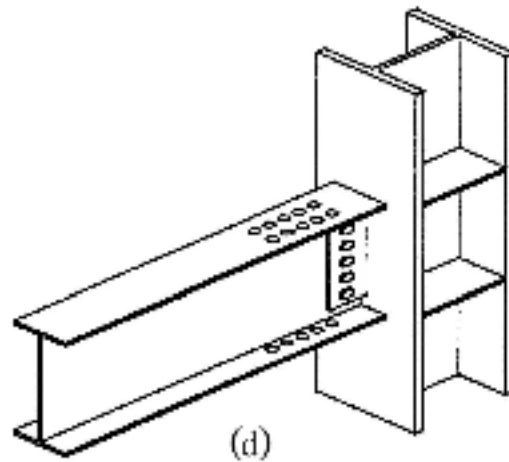
(b)



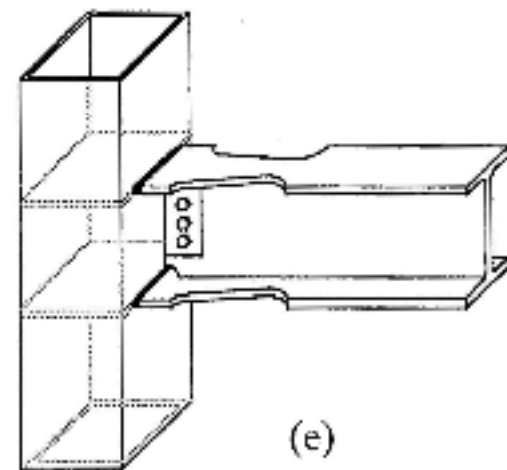
(c)

(a) 傳統式 (b) 擴板式 (c) 蓋板式

(d) 鑽孔型與 (e) 切削式



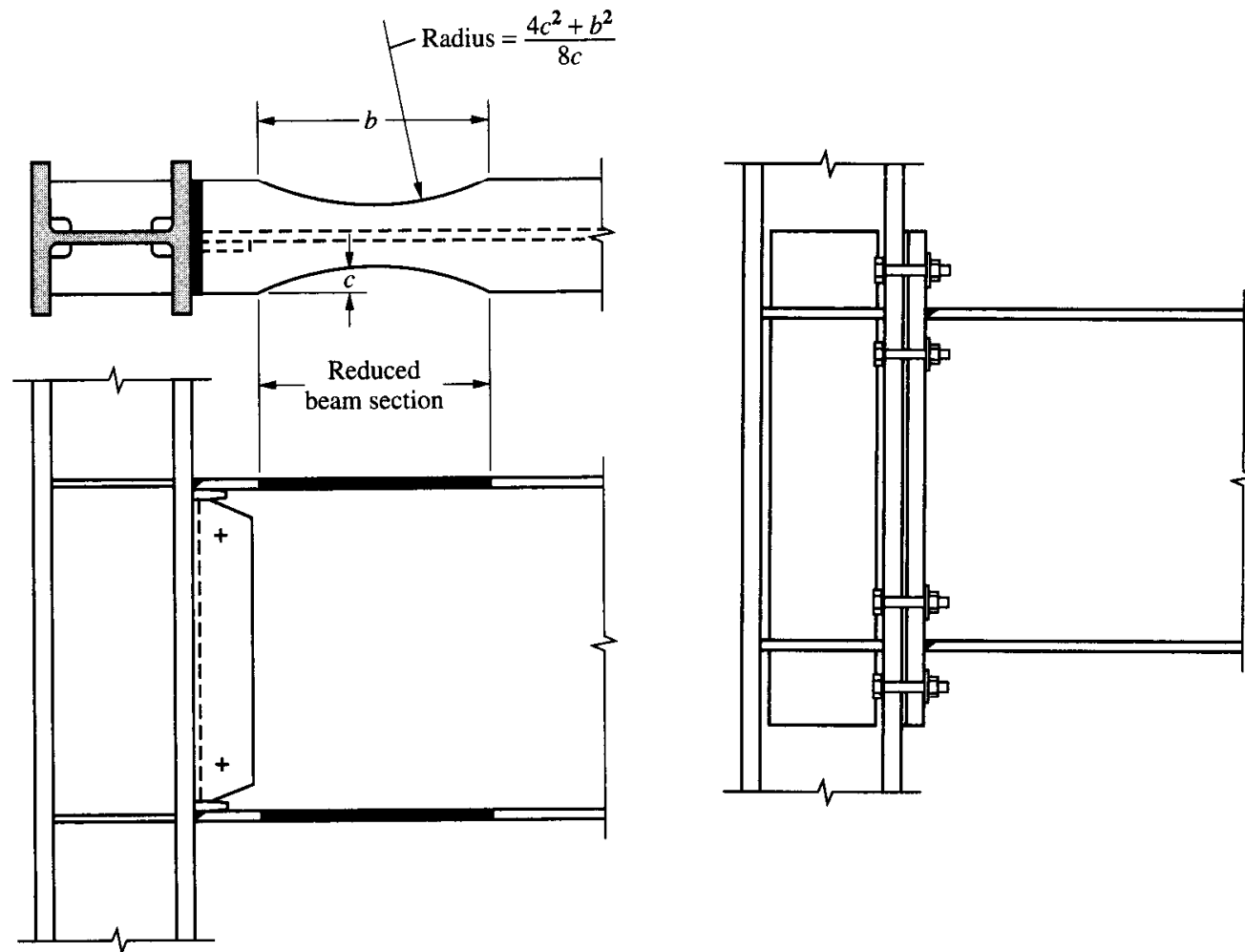
(d)



(e)



# 改良式梁柱接頭



## 13.6 韌性抗彎矩構架

韌性抗彎矩構架主要使用於抵抗地震力所引致之水平力，滿足本節規定之此類抗彎矩構架具可靠且足夠之韌性，以消散地震引致之能量。

### 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：

#### 1. 設計撓曲強度 $M_u$

梁柱接合處之撓曲強度須依下述個別規定之一決定之；惟若梁柱接合之作用非用來抵抗彎矩，且接合之變形能力可容許構材在放大變位（含地震力之載重組合計算所得之變位乘以係數  $1.4F_u$ ）下仍能維持接合之原有功能，則梁柱接合之撓曲強度可不須滿足下述要求。

a. 梁柱接合處所需之撓曲強度  $M_u$  為下列二者中之較小者；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在 CNS3506 級以上。

(1) 梁標稱塑性彎矩  $M_p$ 。

a. 梁柱接合處所需之撓曲強度  $M_u$  為下列二者中之較小者；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。

(1) 梁標稱塑性彎矩  $M_p$ 。

(2) 依式(13.6-1)計算梁柱腹板交會區標稱剪力強度所對應之梁端彎矩。

b. 補強式接頭。

梁柱接合處所需之撓曲強度  $M_u$  為梁臨界斷面產生塑性鉸時對應之梁端彎矩,惟計算該彎矩時應考慮臨界斷面部位實際鋼材材質之變異性及鋼材應變硬化之影響；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。

c. 減弱式接頭。

梁柱接合處所需之撓曲強度  $M_u$  為梁標稱塑性彎矩  $M_p$ ；此外銲接時採用之銲條除應與母材相稱外且至少應在CNS3506級以上。

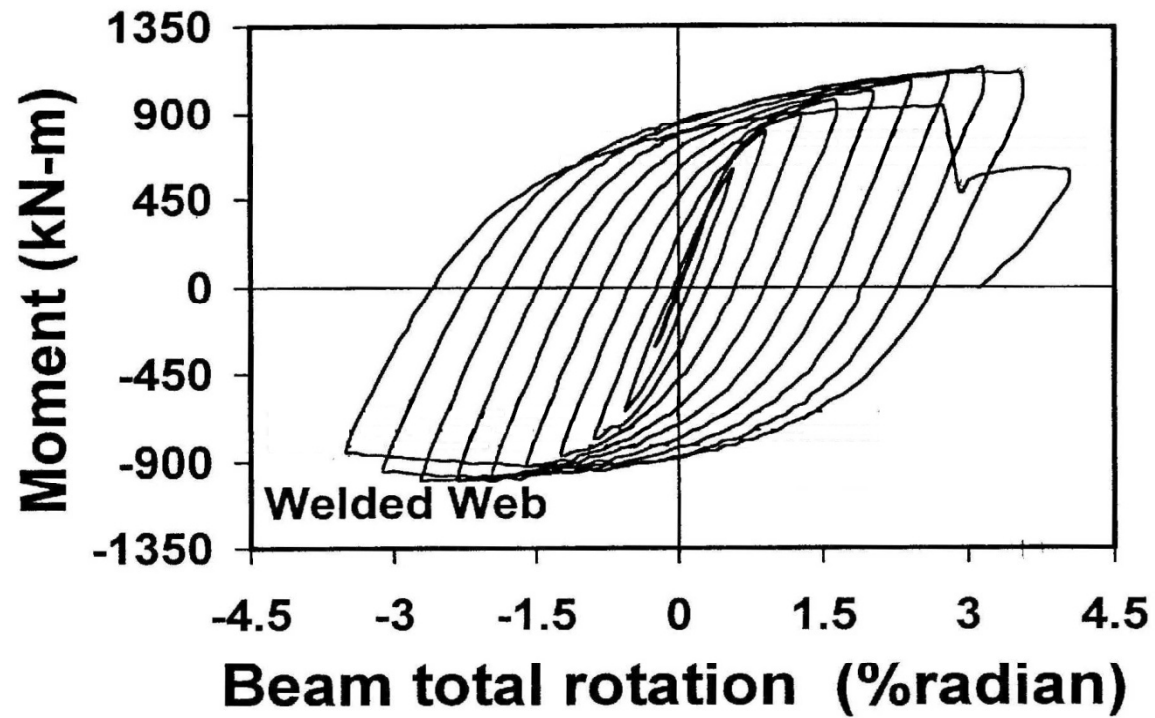
b. 梁柱接頭所能提供之塑性轉角應以下列方式之一決定之：

- (1) 反復載重試驗，最大塑性轉角以彎矩試驗強度之90%值所對應之最大轉角為基準。
- (2) 若未進行結構試驗，則設計者應提供一可信之証明，說明其設計之柱、梁構材、側向支撐條件及接頭細部與過去所進行過之破壞試驗不僅在設計方式上相同，且其採用之材料、銲接方法、尺寸、銲接孔形式、施工方法、施工流程皆與過去所做的結構試驗情況類似，而其最大梁翼板厚不大於1.25倍過去所試驗之梁翼板厚，且其梁翼板之塑性模數與全斷面塑性模數之比值不小於過去所試驗之梁。
- (3) 不符前述(2)之板厚或塑性模數比值要求但梁翼板不超過45mm者，設計者應提供可信之分析或計算，並經公正之第三者審查通過方得使用。

#### 4. 銲接細則：

梁柱接頭全滲透銲接之銲接程序應與結構試驗所採用之方法相同，而其銲接導銲板應於完成後切除磨平並符合表面粗糙度之標準。惟銲接背襯板無需切除，以免傷及柱板。

# 反覆載重試驗結果



## 2. 設計剪力強度

接合處之剪力強度須能抵抗由載重組合 $1.2D+0.5L$ 而得，並加上梁臨界斷面處產生該斷面之塑性彎矩所造成之剪力。但所需之剪力強度不須超過由載重組合式(13.3-1)所得之剪力。

## 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。

### 13.6.5 梁柱彎矩強度比

任何梁柱接頭應滿足下式：

$$\frac{\sum Z_c (F_{yc} - P_{uc} / A_g)}{\sum Z_b F_{yb}} \geq 1.25 \quad (13.6-3)$$

其中：

$A_g$  = 柱全斷面積。

$F_{yb}$  = 梁鋼材之標稱降伏強度。

$F_{yc}$  = 柱鋼材之標稱降伏強度。

$P_{uc}$  = 所需之柱軸向受壓強度。

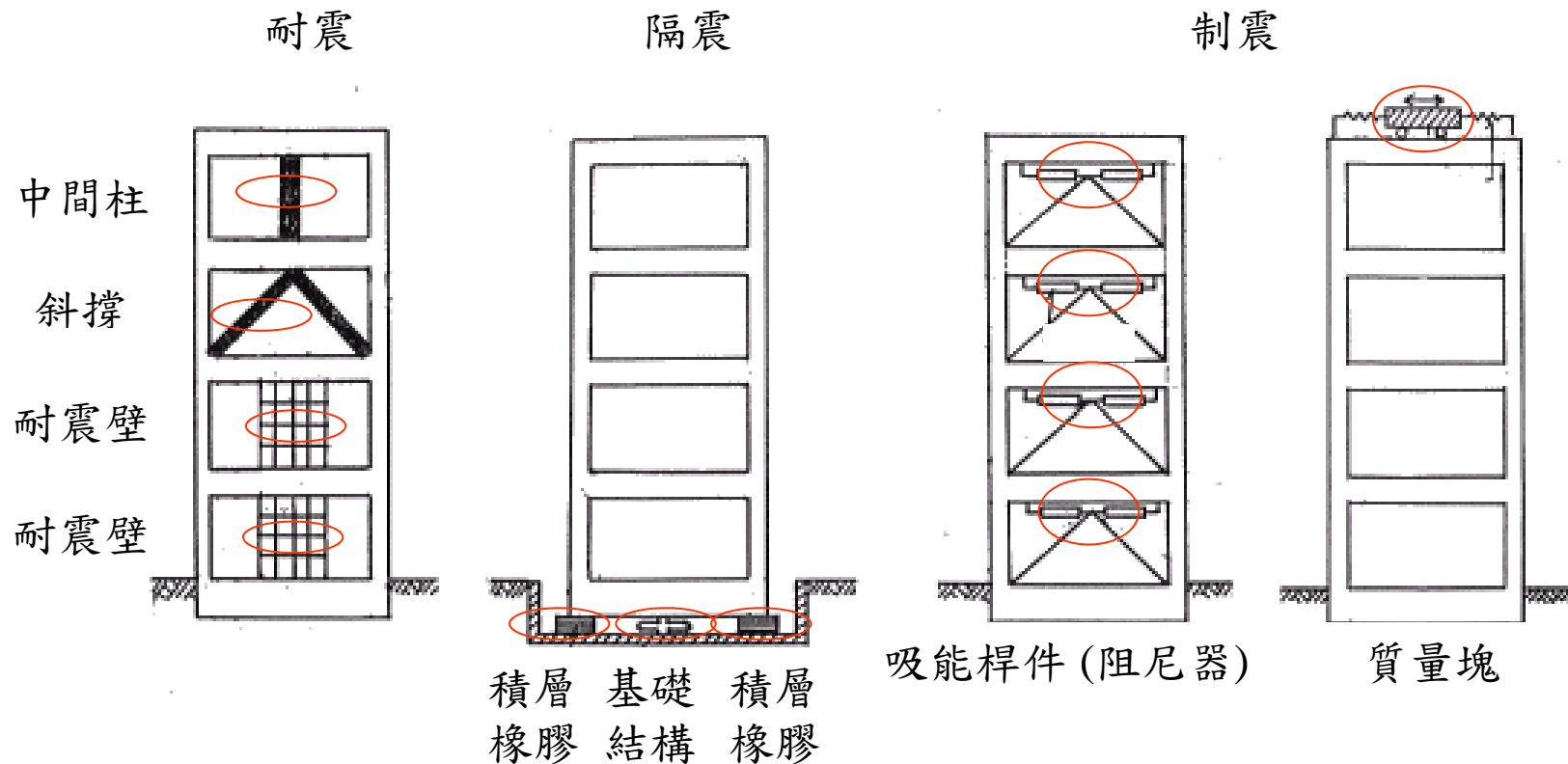
$Z_b$  = 梁斷面塑性模數。

$Z_c$  = 柱斷面塑性模數。

解說：雖然有關試驗結果顯示(Krawinkler et al. 1975)抗彎構架之柱發生降伏時，不一定會出現側向抵抗力顯著減弱的現象，但一般認為，假如柱不降伏，則抗彎構架的耐震性能會更可靠。因此本節之規定是期望能使降伏發生在梁端。

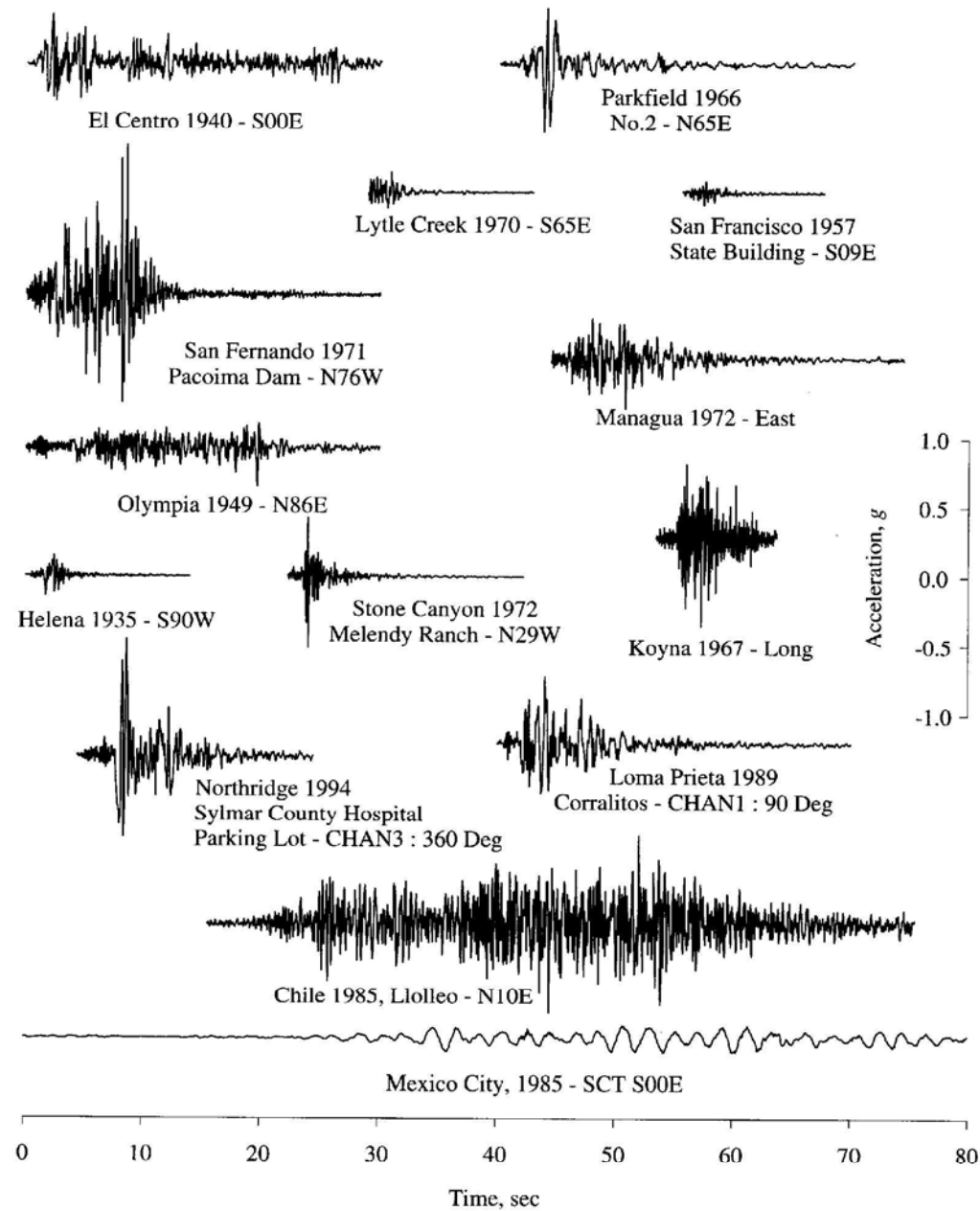
若採用補強式梁柱接頭，則宜將式(13.6-3)中 $\sum Z_b F_{yb}$ 以 $\sum (Z_b F_{yb} + V_p x)$ 取代之，見13.6.1解說。

# 耐震補強技術



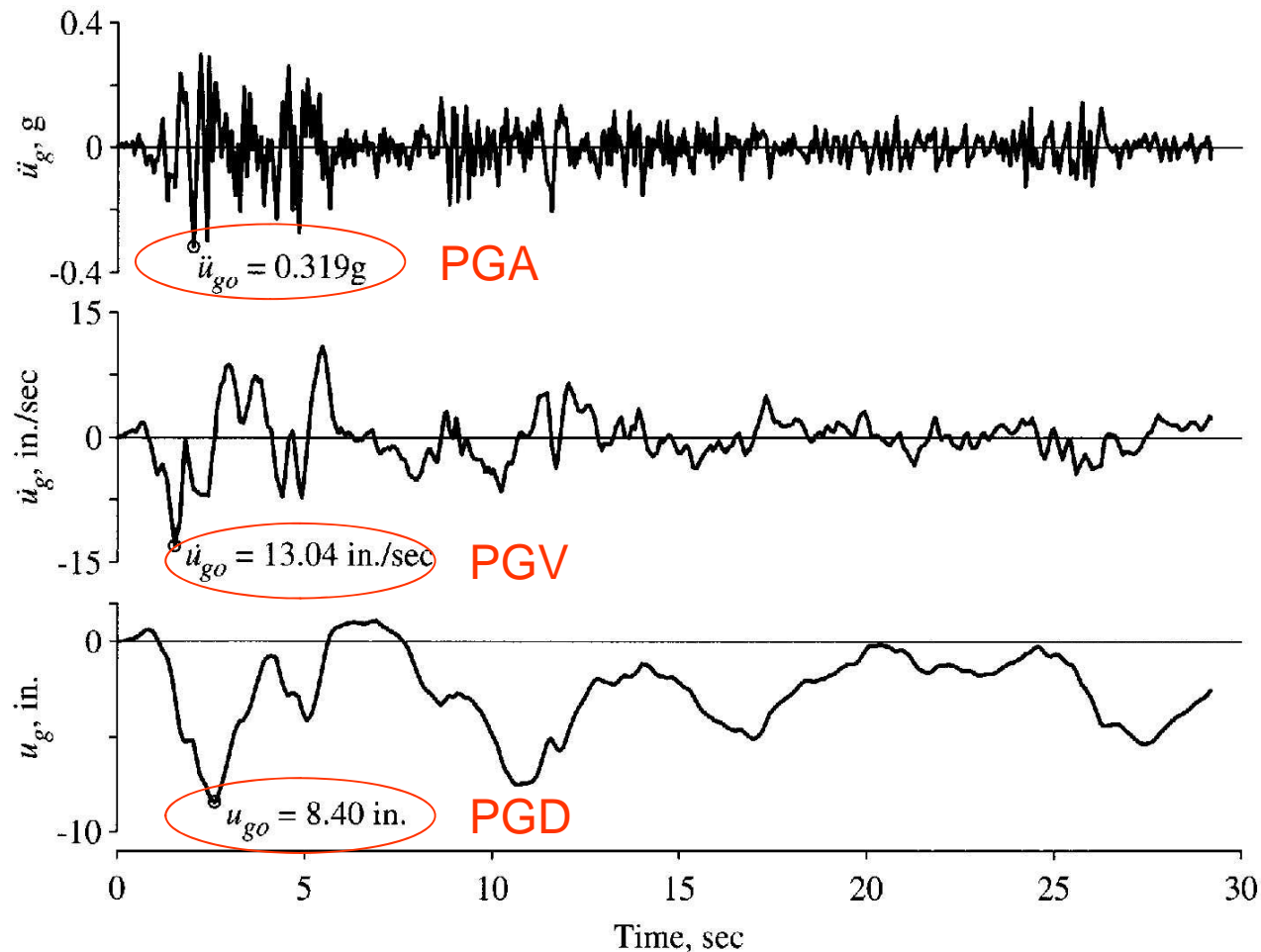
<資料來源: [http://www.jpo.go.jp/shiryou/s\\_sonota/map/ippan13/1/1-2-1.htm](http://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/map/ippan13/1/1-2-1.htm) >





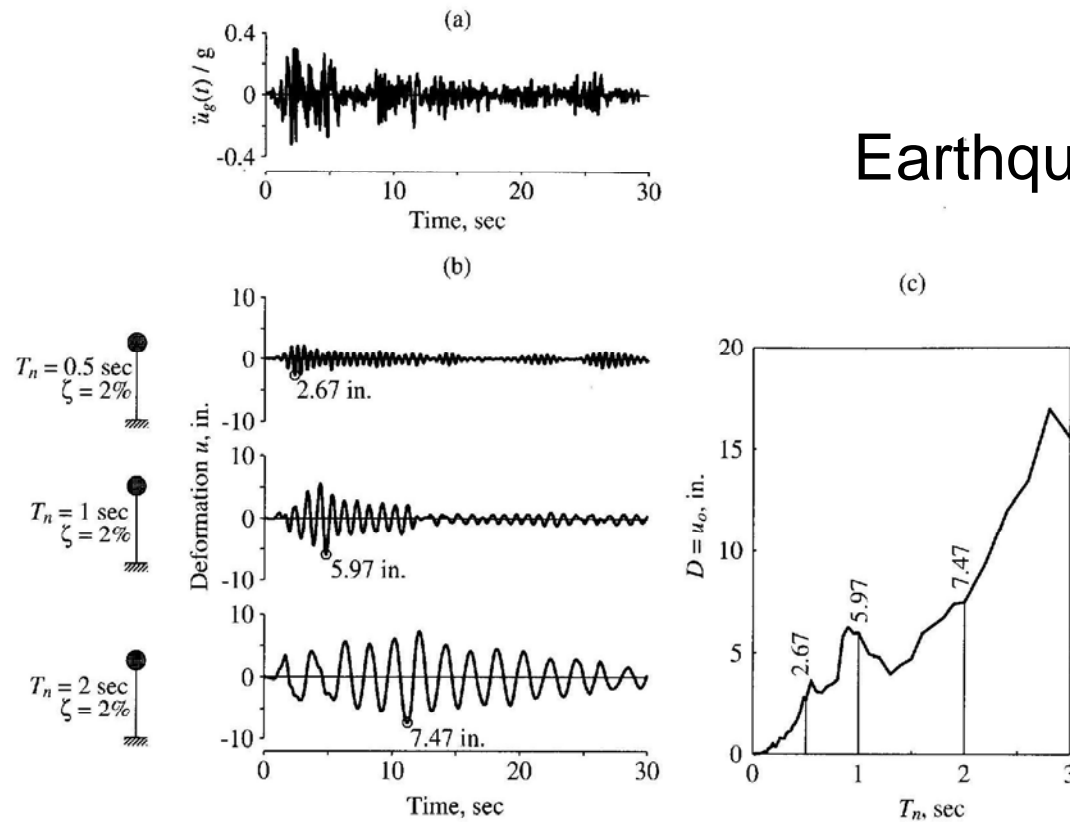
**Figure 6.1.3** Ground motions recorded during several earthquakes. [Based in part on Hudson (1979).]

# PGA, PGV and PGD



**Figure 6.1.4** North-south component of horizontal ground acceleration recorded at the Imperial Valley Irrigation District substation, El Centro, California, during the Imperial Valley earthquake of May 18, 1940. The ground velocity and ground displacement were computed by integrating the ground acceleration.

# Earthquake Response Spectra



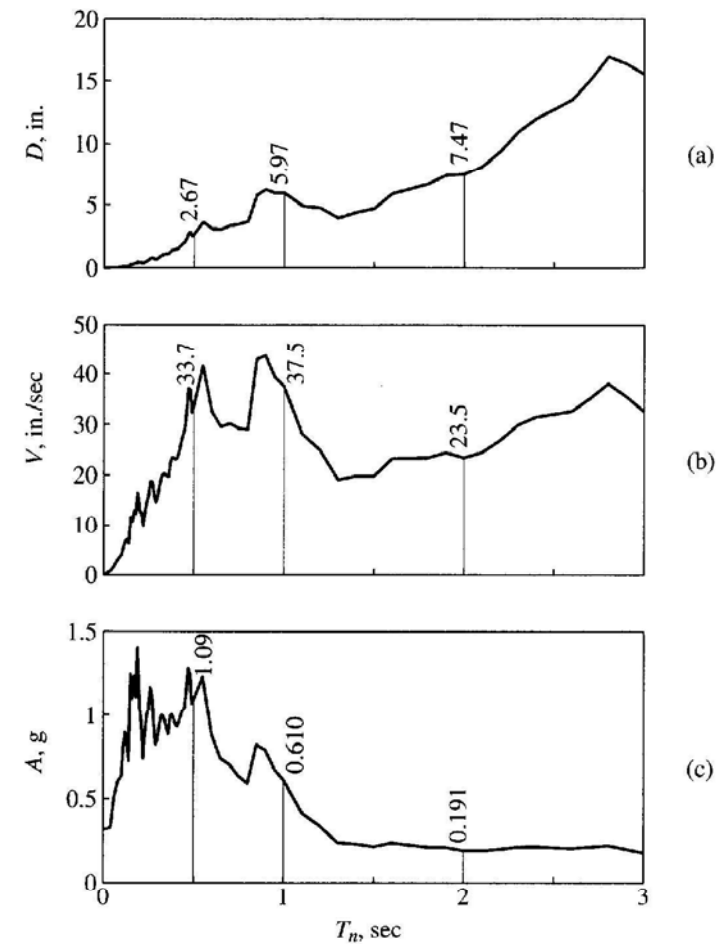
**Figure 6.6.1** (a) Ground acceleration; (b) deformation response of three SDF systems with  $\zeta = 2\%$  and  $T_n = 0.5, 1$ , and  $2$  sec; (c) deformation response spectrum for  $\zeta = 2\%$ .

D or  $S_d$ : Spectral Response Displacement

V or  $S_v$ : Spectral Response Velocity

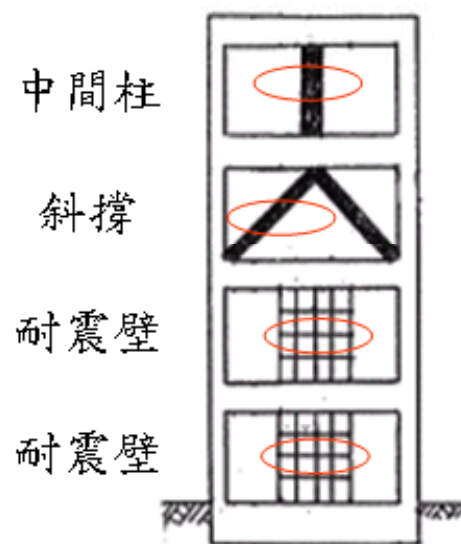
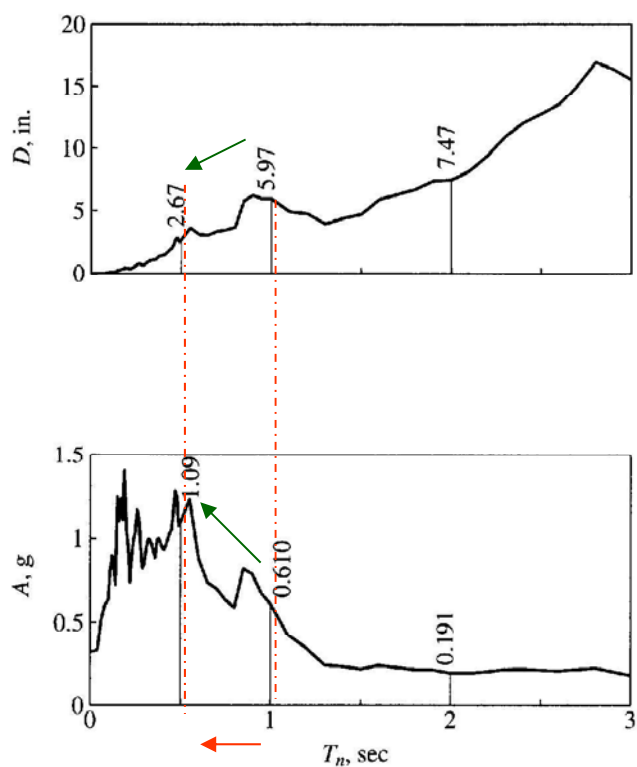
A or  $S_a$ : Spectral Response Acceleration

$$S_d = S_d(T_n, \zeta), S_v = S_v(T_n, \zeta), S_a = S_a(T_n, \zeta)$$



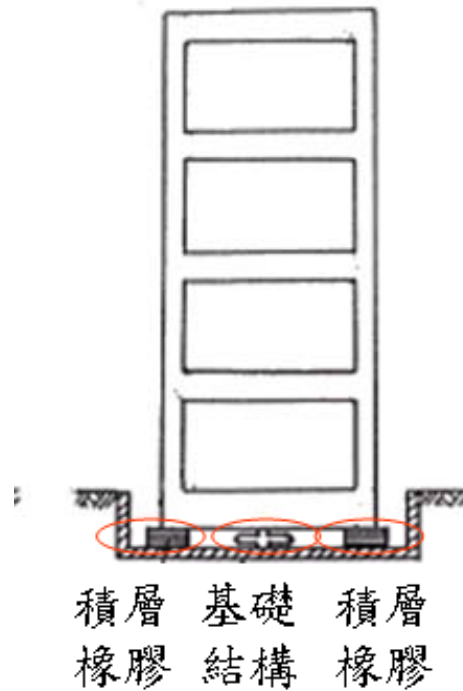
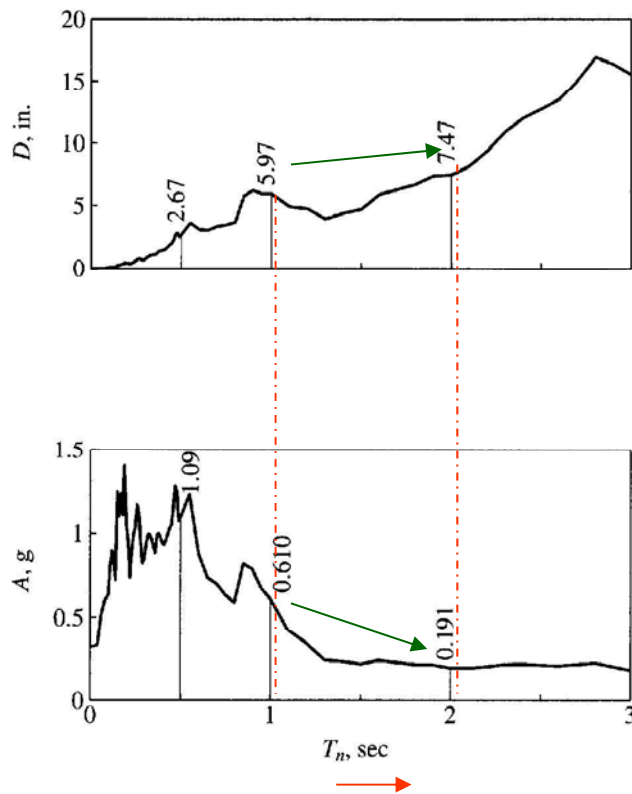
**Figure 6.6.2** Response spectra ( $\zeta = 0.02$ ) for El Centro ground motion: (a) deformation response spectrum; (b) pseudo-velocity response spectrum; (c) pseudo-acceleration response spectrum.

# 耐震結構的原理



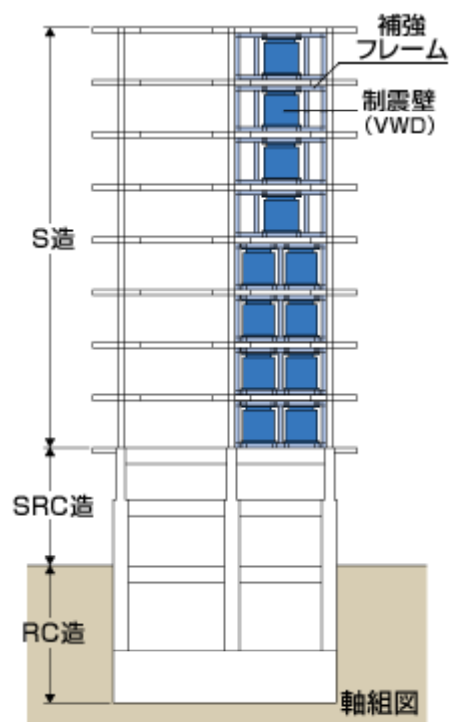
- 增加耐震元件以提高結構勁度
- 變形減小但加速度反應卻增加
- 降伏破壞集中發生在耐震元件

# 隔震結構的原理



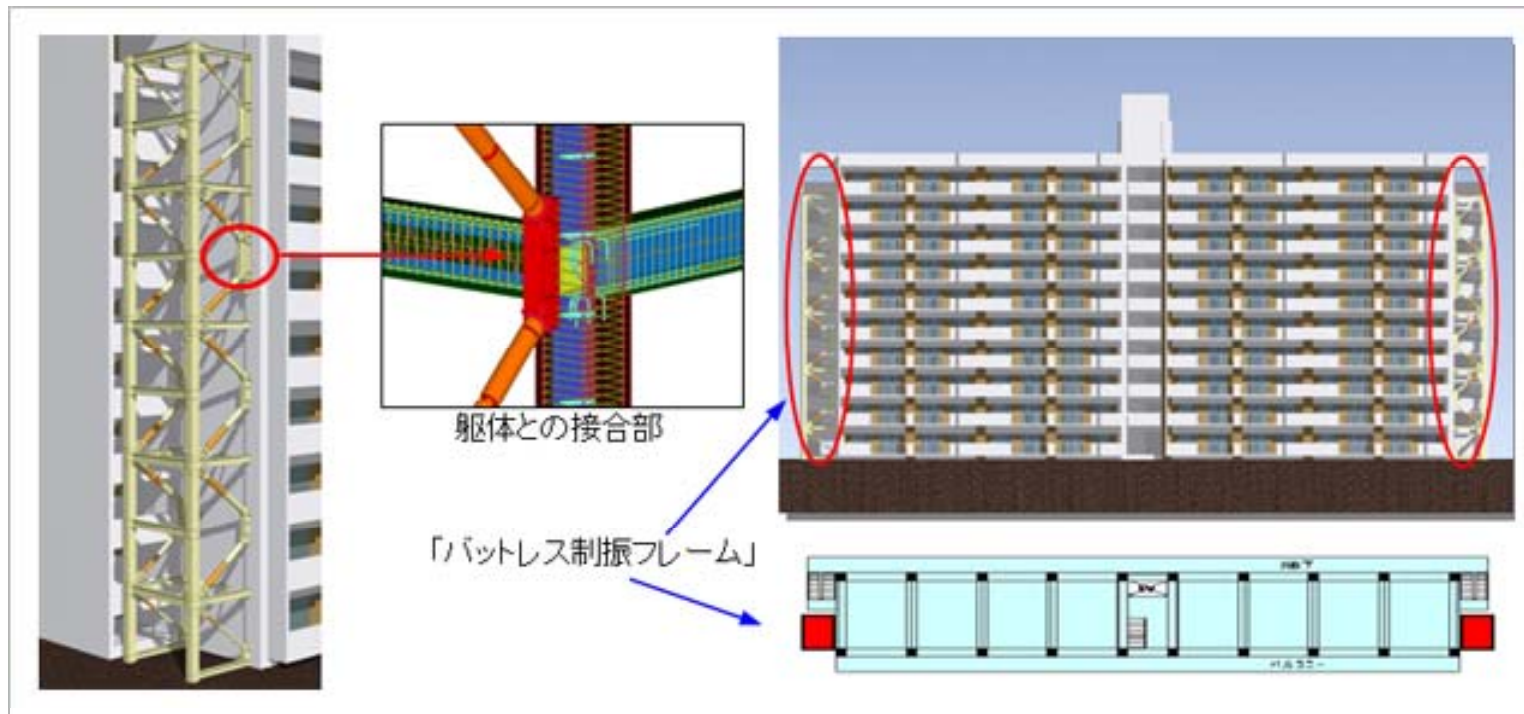
- 增加隔震元件以拉長結構周期
- 加速度反應減小但變形會增加
- 受力減小故結構不會降伏破壞

# 耐震壁與補強構架合併 利用的補強實例



<資料來源: [http://www.oiles.co.jp/building/seishin/taishin\\_m.html](http://www.oiles.co.jp/building/seishin/taishin_m.html) >

# 集合住宅外加鋼管扶壁的補強例



<資料來源： [http://www.maeda.co.jp/tech\\_info/kentiku/10/40buttressframe.html](http://www.maeda.co.jp/tech_info/kentiku/10/40buttressframe.html) >

# 鋼管斜撐與摩擦阻尼器的制震補強例



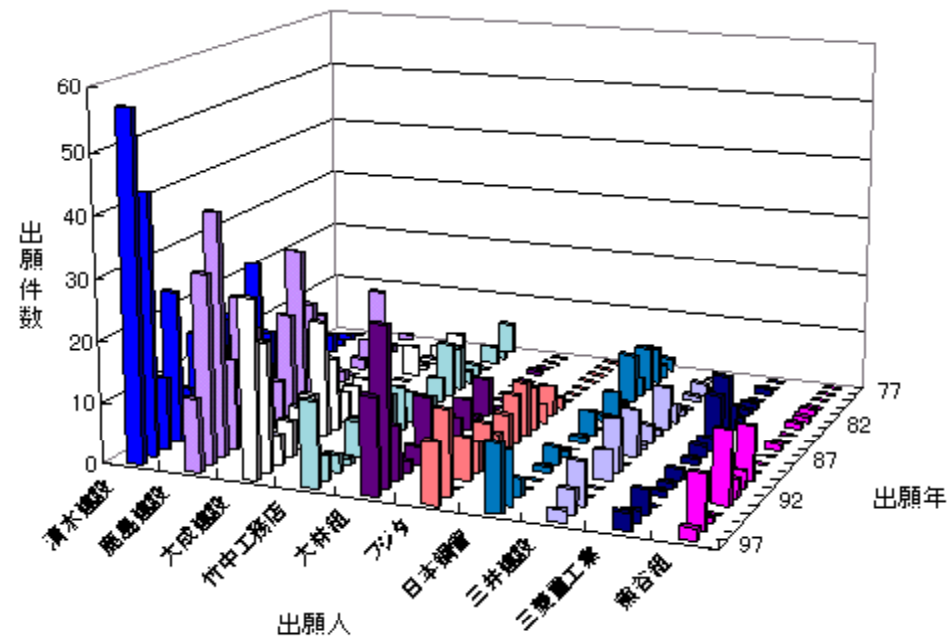
<資料來源:

<http://www.jice.or.jp/jishujigyo/kaihatsusho/02gaiyou/shourei/shourei10/shourei10.html> >



# 耐震補強技術的研究與開發 (I)

- 因應房屋耐震補強的市場，特別是在1995年阪神大地震後，日本前五大的營造廠紛紛投入補強相關技術的研究開發與專利申請。



# 耐震補強技術的研究與開發 (II)

- 各營造廠或建設公司推出的耐震元件，目前在市場上仍未達一經濟生產的規模、故價格仍偏高。
- 如何生產與製作便宜又有效的耐震元件，此課題已被納入日本內閣府的「使用革新的構造材料之新結構系統建築物的研究開發(2004-2008)」計畫中。