

建築物耐震能力分類與 震損評估模式精進

葉錦勳

2017「台灣地震損失評估系統」講習會
民國 106 年 11 月 27 日

簡報大綱

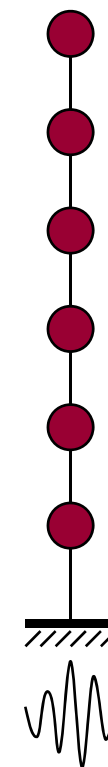
- ✚ 前言—震損評估與耐震設計簡介
- ✚ 耐震需求曲線
- ✚ 模型建物分類
- ✚ 模型建物之能耐曲線
- ✚ 模型建物之易損性曲線
- ✚ 建築物震損評估流程
- ✚ 新舊模型建物與耐震能力分類之評估結果比較

前言

- ✚ 一般建築物之種類和數量繁多，無法針對個別差異進行詳細評估
- ✚ 考慮個別建築物的耐震能力不同，為有效進行大範圍地區的災損評估，須依建築結構型式和受震行為特性概分數種模型建物與耐震設計水準
- ✚ 建築物的損害模式相似：底層先破壞且通常損害最嚴重；根據經驗和試驗結果，以頂樓位移率或層間位移率作為易損性曲線參數較合理
- ✚ 建築物之非結構構件、內含物和庫存品等的重置成本與特定用途類別較相關，需將模型建物的損害機率轉化為特定用途類別的損害機率
- ✚ 依照實務應用之需求，擬訂損害與損失的關係式

建築物之震損評估原理與構想

- ✚ 如基地面積不大，地震力可視為單點輸入
- ✚ 底層破壞較嚴重，損害模式較單純；可利用頂層位移率或層間位移率推估損害狀態
- ✚ 建築物在地震時的反應(結構反應譜)與結構系統之基本振動週期和阻尼比息息相關
- ✚ 結合模型建物之能耐曲線(力與位移的關係)，並考慮非彈性反應時的遲滯阻尼和結構系統弱化現象，可合理推估受震時的最大位移與加速度值
- ✚ 推估經濟損失與人員傷亡時，需將模型建物的損害機率轉化為特定用途類別的損害機率



一般建築物資料之收集與整理

- ✚ 一般建築物有建造執照、使用執照等紀錄，但較完整且持續更新的資料庫為財政部和各縣市政府稅捐單位維護的房屋稅籍資料
- ✚ 依照現有資料庫的內容，除利用有限的耐震屬性資料(如建造年份、構造類別、樓層數等)推估具參考價值之分析參數外，也利用房屋座落地址配合門牌定位技術，提升風險暴露數量分布的精度
- ✚ 震損評估所採用之建築物分類系統，宜直接利用既有的分類加以歸納整理；避免分類系統不一致，導致須額外的假設以推算其風險暴露數量

建築物耐震能力概述(1/2)

✚ 材料 ➡ 結構構件 ➡ 抗橫力系統 ➡ 整體結構

- 材料：鋼筋、混凝土、磚塊、木條
- 構件：柱、梁、牆、版、接頭
- 抗橫力系統：抗彎矩構架、剪力牆、斜撐、桁架

✚ 耐震設計規範的方法與演進

- 工作應力法：以結構系統之彈性分析結果為基礎
- 極限強度法：考量材料與幾何非線性行為
- 性能設計法：強調功能性的維持，降低全生命週期成本

建築物耐震能力概述(2/2)

✚ 由結構系統與構件之強度與韌性決定

● 強度：能抵抗的地震力

- ▶ 與震區劃分(強震區、中震區、弱震區)、地盤種類密切相關
- ▶ 以能耐曲線描述

● 韌性：能承受的變形量

- ▶ 與建造時期耐震設計規範、施工細節與品質、抗橫力系統、韌性容量密切相關
- ▶ 以易損性曲線描述

✚ 材料➡結構構件➡抗橫力系統➡整體結構

● 材料與構件的差異

● 結構構件與非結構構件的差異

● 結構強度與韌性容量的差異

歷年耐震設計規範修訂重點(1/2)

✚ 民國63年2月

$$V = Z \cdot K \cdot C \cdot W$$

- 劃分為強震區、中震區和弱震區

✚ 民國71年7月

$$V = Z \cdot K \cdot C \cdot I \cdot W$$

- 增加用途係數
- 民國78年因應花蓮外海地震引致台北市華陽市場倒塌，增加台北盆地之特殊規定

✚ 民國86年6月

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot W}{1.4 \cdot \alpha_y} \cdot \left(\frac{C}{F_u} \right)_m$$

- 震區劃分為一甲區、一乙區、二區和三區($Z=0.33, 0.28, 0.23, 0.18$)
- 概分堅實、中等、軟弱地盤和台北盆地
- 民國88年因應集集地震，震區劃分簡化為甲、乙兩區($Z=0.33, 0.23$)

歷年耐震設計規範修訂重點(2/2)

✚ 民國94年6月

$$V = \frac{I \cdot W}{1.4 \cdot \alpha_y} \cdot \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m$$

- 短週期與一秒週期設計譜加速度值各劃分為四個震區；分別為0.5, 0.6, 0.7, 0.8和0.3, 0.35, 0.4, 0.45
- 增加近斷層效應調整因子
- 台北盆地劃分為四個微分區

✚ 民國100年

- 台北盆地微分區改為三區

建築物資料的分類構想

- ✚ 一般建築物可依建築材料、樓層數等概分18種模型建物
- ✚ 每一種模型建物可依建造年份、震區劃分、構造類別和樓層數等，並依不同年份耐震設計規範之地震力需求和工程實務經驗，分別擬訂其耐震能力，亦即設定其能耐曲線和易損性曲線的參數值
- ✚ 其它如校舍、醫院、警政、消防等重要設施，可依其建造年代、構造類別和樓層數等，給定適當模型建物類別和微調其耐震能力
- ✚ 個別建物如有初評、詳評或補強設計等資料，也可據以微調其易損性曲線參數

能耐曲線和易損性曲線參數設定

- ✚ 目標：將一般建築物概分數種模型建物，每一種模型建物依其能耐曲線和易損性曲線，合理描述其受震反應(力與位移關係)和損害狀態(變形能力)
- ✚ 各模型建物之基底剪力強度，可依建造時之耐震設計規範、震區劃分、地盤種類和結構系統之基本振動週期(依構造類別、樓層數)等計算，並藉以建立其能耐曲線(含設計能耐、降伏能耐與極限能耐)
- ✚ 各模型建物可承受的變形量稱為「韌性」，隨耐震設計規範落實程度、工程材料品質、施工技術和細節或結構系統的贅餘度多寡等而定；依頂層位移率(或層間位移率)推估值概估損害狀態機率，由易損性曲線描述之

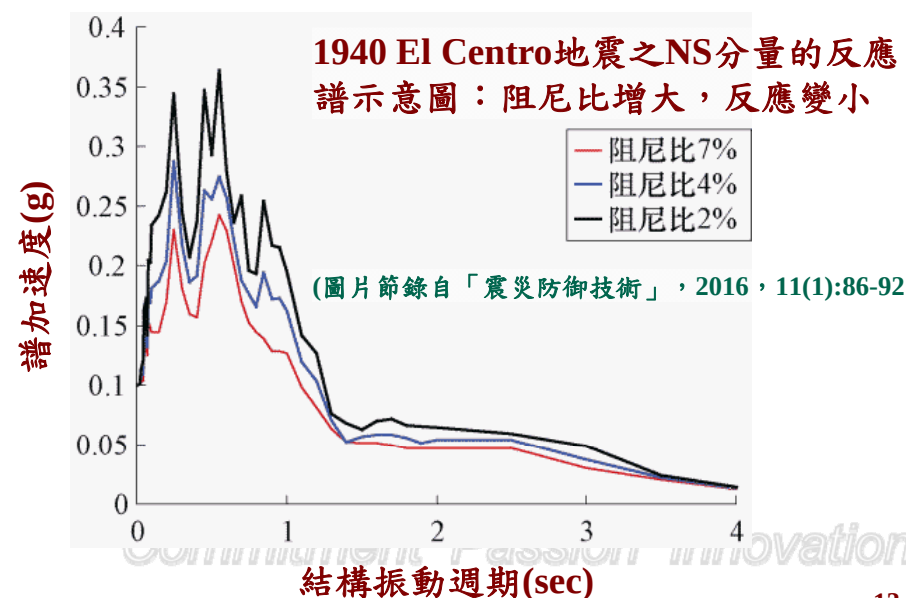
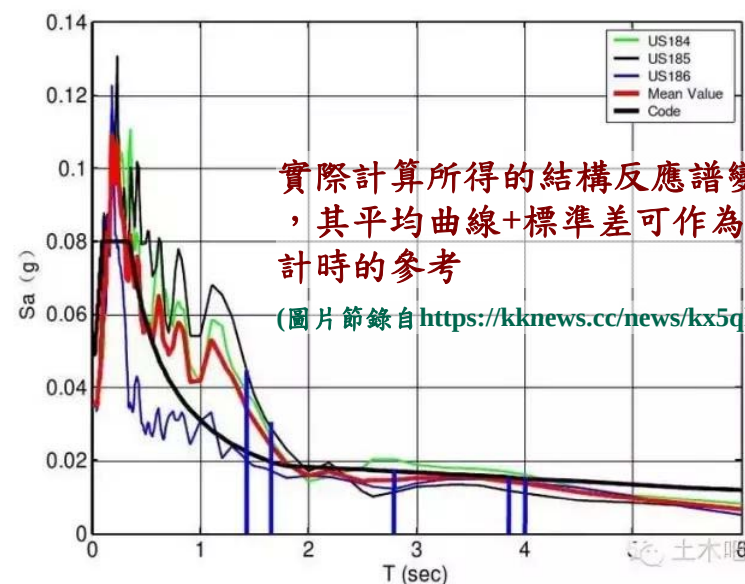
建築物震損評估

耐震需求曲線

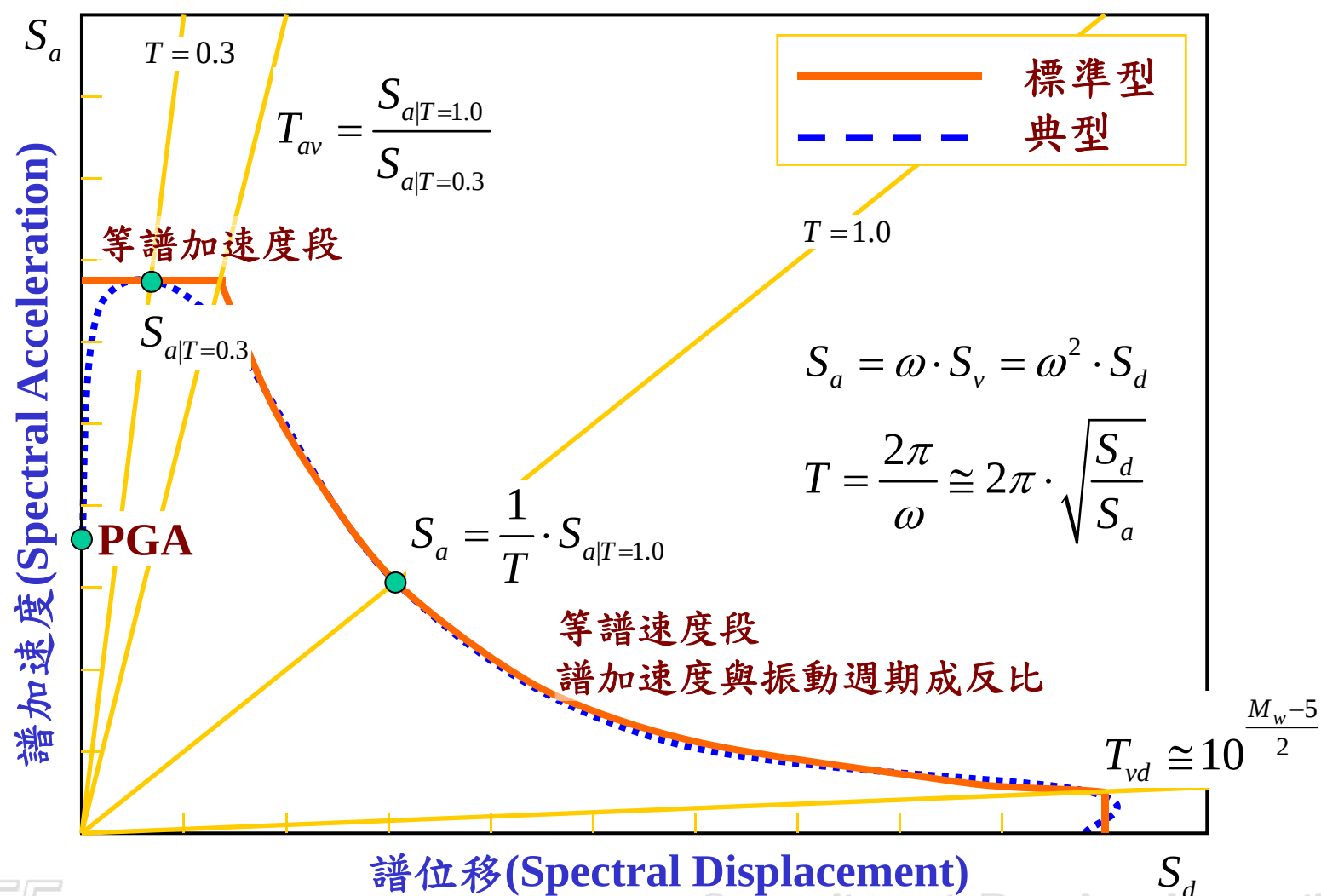
結構彈性反應譜

已知阻尼比之單自由度系統受外力作用下，其最大反應與系統之自然振動週期的關係曲線

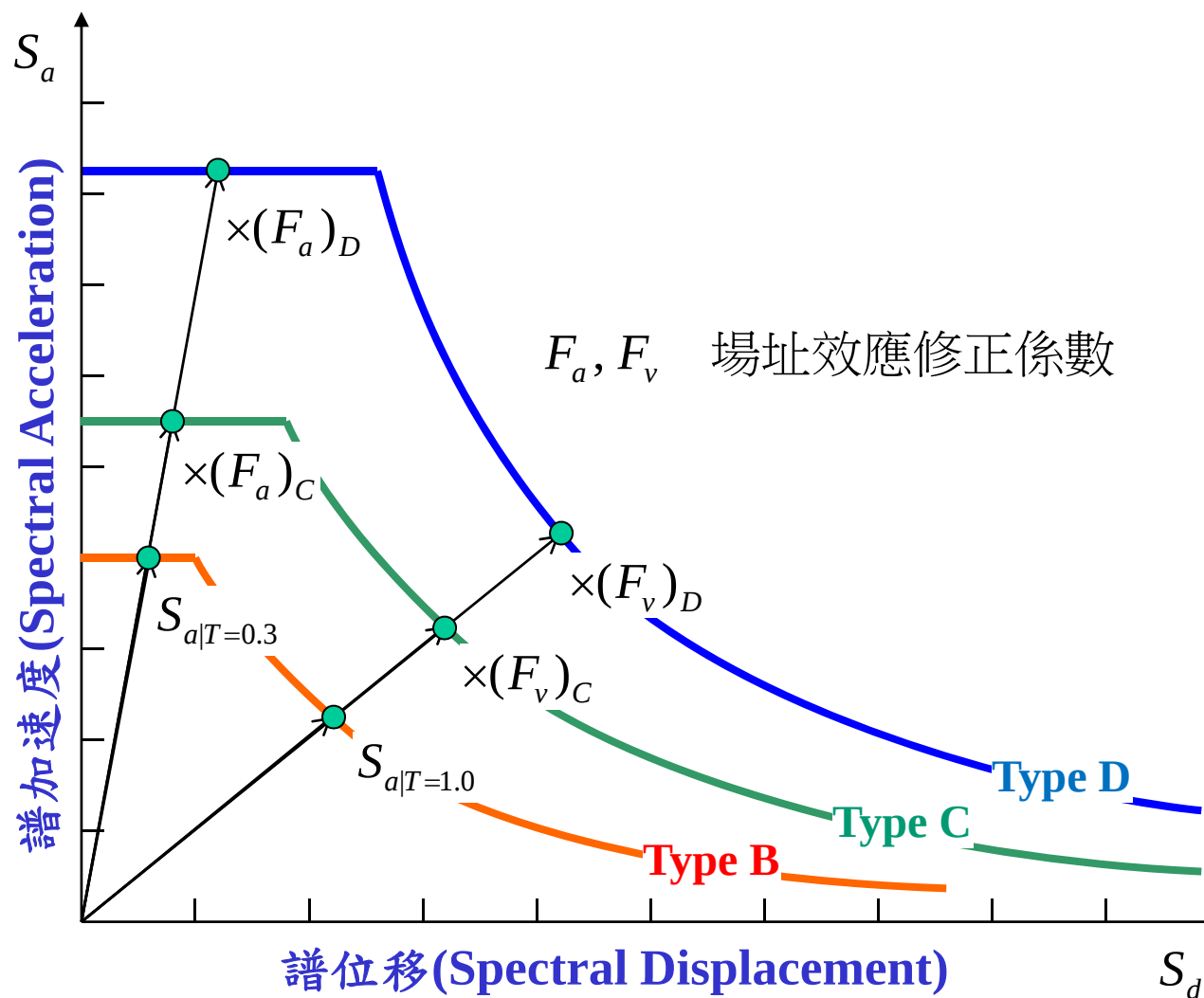
- 假設結構系統維持彈性
- 外力可指地震力、風力等
- 最大反應可為相對或絕對加速度、速度和位移；相對位移與結構系統的變形量關係較密切
- 結構反應譜與系統的振動週期和阻尼比都有關聯
- 橫軸通常為結構系統的振動週期(頻率)



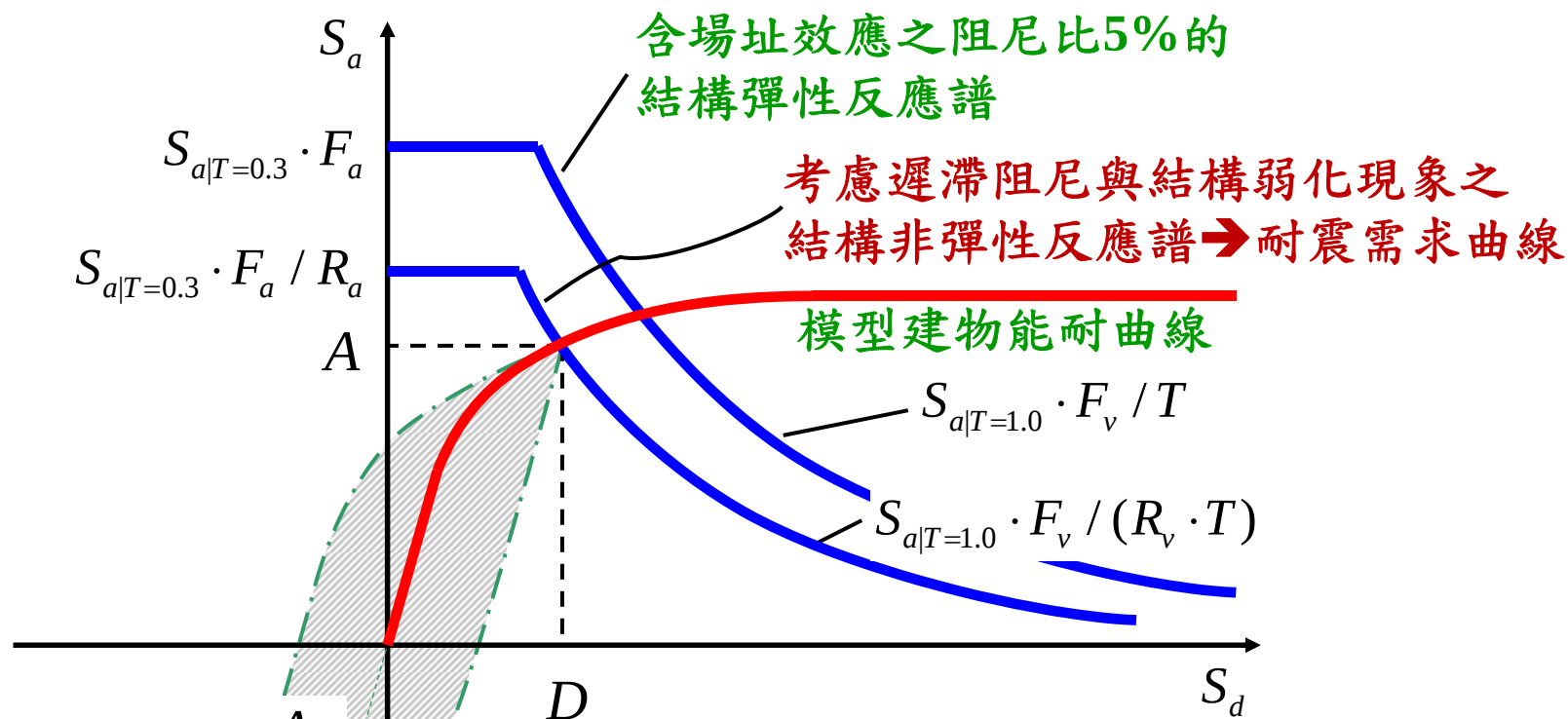
「標準型」結構彈性反應譜



含場址效應修正之結構彈性反應譜



結構非彈性反應譜→耐震需求曲線



- 考慮加載與卸載之非彈性行為，反覆振動所引起之遲滯阻尼和結構弱化現象
- 需以迭代法推估能耐曲線和非彈性耐震需求曲線的交點→性能點

$$R_a = 2.12 / [3.21 - 0.68 \cdot \ln(B_{eff})]$$

$$R_v = 1.65 / [2.31 - 0.41 \cdot \ln(B_{eff})]$$

$$B_{eff} = B_E + B_H$$

$$= B_E + \kappa \cdot \left(\frac{A_H}{2\pi \cdot D \cdot A} \right)$$

建築物震損評估

模型建物分類

模型建物之分類原則(1/2)

影響建築結構在地震時之反應和損害狀態的主要因素

● 建築材料特性

- ▶ 鋼筋
- ▶ 混凝土
- ▶ 磚石
- ▶ 木材

● 抗橫力系統

- ▶ 韌性抗彎矩構架
- ▶ (同心、偏心)斜撐
- ▶ 剪力牆

● 振動週期與模態

- ▶ 樓層高度
- ▶ 結構構件之平面與立面配置

✚ 依建築材料

- 鋼構造(S1)、輕鋼構(S3)
- 鋼筋混凝土造(C1)
- 預鑄混凝土造(PC)、加強磚造(RM)
- 鋼骨鋼筋混凝土造(SRC1)
- 木造(W1)、磚石造(URM)

✚ 依樓層高度

- 低(L, 1-3層)
- 中(M, 4-7層)
- 高(H, 8-18層)
- 超高(SH, 19層以上)

模型建物之分類原則(2/2)

- ✚ 依建築材料、樓層數概分18類
- ✚ 依樓層數概分1-3層(L)、4-7層(M)、8-18層(H)和19層以上(SH)等四類，並分別以2、5、12和24層樓為模型建物之代表
- ✚ 模型建物分類如下
 - 鋼構造或輕鋼構：S1L、S1M、S1H、S1SH、S3
 - 鋼筋混凝土造：C1L、C1M、C1H、C1SH
 - 預鑄或加強磚造：PCL、RML、RMM
 - 鋼骨鋼筋混凝土造：SRC1L、SRC1M、SRC1H、SRC1SH
 - 木造或傳統磚造：W1、URML

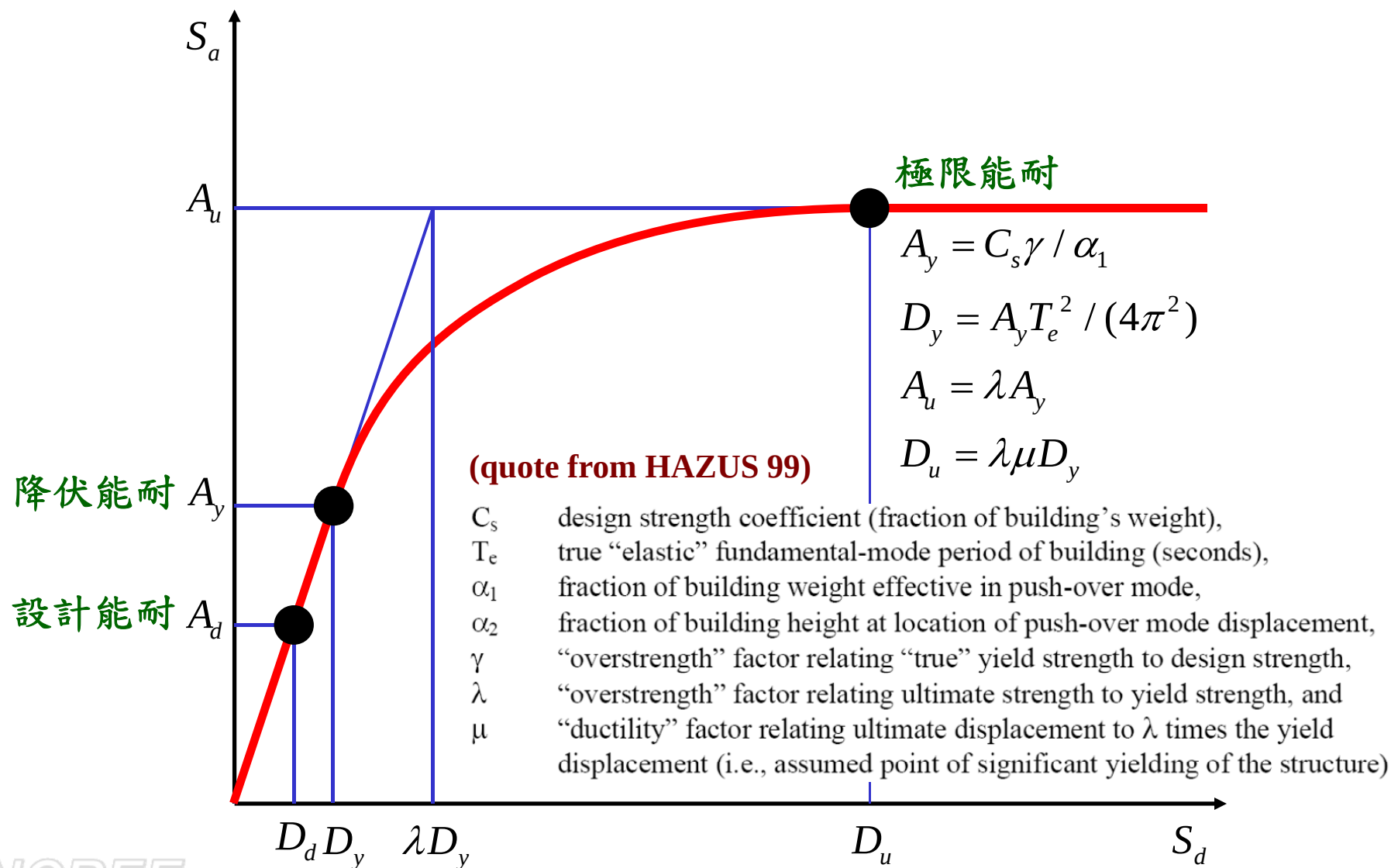
房屋稅籍資料之建物類別 vs. 模型建物

	1~3層	4~7層	8~18層	19層以上
P(鋼骨造)	S1L	S1M	S1H	S1SH
U(鋼鐵造，90*90*6 mm以上)				
J(鋼鐵造，未達90*90*6 mm)	S3	S1M	S1H	S1SH
A(鋼骨混凝土造)	SRC1L	SRC1M	SRC1H	SRC1SH
S(鋼骨鋼筋混凝土造)				
B(鋼筋混凝土造)	C1L	C1M	C1H	C1SH
T(預鑄混凝土造)	PCL	C1M	C1H	C1SH
C(加強磚造)	RML	RMM	C1H	C1SH
G(咾咕石造)、H(卵石混凝土造)	URML	RMM	C1H	C1SH
F(磚石造)、K(土磚混合造)				
R(純土造)				
D(雜木以外)、E(雜木)、L(竹造)	W1			

建築物震損評估

模型建物之能耐曲線

模型建物之能耐曲線(側推曲線)



不同年份與震區之耐震設計水準

以往僅依建造年代和震區劃分設定四種耐震設計水準

建造年代	震區劃分	耐震設計水準
民國62年以前	全部	P
民國63年 ~71年	強震區	M
	中震區	L
	弱震區	L
民國72年 ~79年	強震區	M
	中震區	M
	弱震區	L
民國80年 ~86年	強震區	H
	中震區	M
	弱震區	L

建造年代	震區劃分	耐震設計水準
民國87年 ~88年	一甲區	H
	一乙區	H
	二區	M
	三區	L
民國89年 ~94年	甲區	H
	乙區	M
民國95年以後	$S_{as} = 0.8$	H
	$S_{as} = 0.7$	H
	$S_{as} = 0.6$	M
	$S_{as} = 0.5$	L
	台北盆地	M

木造、磚造、年份未知→低耐震

計算基底剪力強度 C_s 時使用的參數值

MBT	樓層數	典型層數	典型樓高	C	T	α_y
S1L	1-3	2	7.2	0.080	0.352	1.20
S1M	4-7	5	18.0	0.080	0.699	1.20
S1H	8-18	12	43.2	0.080	1.348	1.20
S1SH	19以上	24	86.4	0.080	2.267	1.20
S3	1-3	2	5.8	0.082	0.306	1.20
C1L	1-3	2	6.4	0.070	0.282	1.50
C1M	4-7	5	16.0	0.070	0.560	1.50
C1H	8-18	12	38.4	0.070	1.080	1.50
C1SH	19以上	24	76.8	0.070	1.816	1.50
PCL	1-3	2	6.4	0.072	0.290	1.50
RML	1-3	2	6.0	0.072	0.276	1.50
RMM	4-7	5	15.0	0.072	0.549	1.50
SRC1L	1-3	2	7.2	0.072	0.316	1.30
SRC1M	4-7	5	18.0	0.072	0.629	1.30
SRC1H	8-18	12	43.2	0.072	1.213	1.30
SRC1SH	19以上	24	86.4	0.072	2.040	1.30
W1	1-3	2	5.6	0.060	0.218	1.00
URML	1-3	2	5.8	0.050	0.187	1.00

概分18種模型建物，假設

$$T = C \cdot h^{0.75}$$

T ：建築物之基本振動週期；單位：秒

h ：基面至屋頂面高度；單位：公尺

α_y ：起始降伏地震力放大倍數。以容許應力設計之鋼結構可設為1.2；依極限強度設計之鋼筋混凝土構造可設為1.5

能耐曲線之極限強度/降伏強度比值

✚ 假設極限強度與降伏強度之
比值(λ)與建造年份及是否採
韌性設計等因素相關

- 耐震設計規範之良莠
- 耐震設計規範落實程度
- 材料品質控制
- 施工技術與細節

建造年份	韌性水準	λ
1973年以前	P	2.40
1974年~1982年	L	2.50
1983年~1997年	M	2.75
1998年迄今	H	3.00
特殊設計	S	3.10

第一模態參與係數

- ✚ 假設為平面與立面規則的建築物，各樓層之材料性質均勻，且振動模態相似
- ✚ 須留意高樓層建築物進入非線性反應時的行為特徵，譬如高頻振態和穩定性；並留意設定值 μ 對震損評估結果的影響
- ✚ 已知 C_s 、 T 、 α_1 、 γ 和 μ 時，可據以計算降伏能耐(A_y, D_y)和極限能耐(A_u, D_u)

樓高	α_1	α_2	μ
L(低)	0.76	0.75	5.0
M(中)	0.72	0.70	4.0
H(高)	0.68	0.65	3.0
SH(超高)	0.64	0.60	3.0

α_1 ：第一模態的參與係數

α_2 ：譜位移與頂層位移的比值

μ ：韌性係數，極限位移與 λD_y 的比值

$$A_y = C_s \gamma / \alpha_1$$

$$D_y = A_y T_e^2 / (4\pi^2)$$

$$A_u = \lambda A_y$$

$$D_u = \lambda \mu D_y$$

建築物震損評估

模型建物之易損性曲線

一般建築物之損害狀態的定義

✚ 輕微損害

- 結構系統完好，非結構構件也無嚴重損害，僅需簡單修復或粉刷，修復費用在5%以下(2%)

✚ 中度損害

- 結構系統仍完好或僅輕微受損，毋需補強；但非結構構件損害嚴重，合理修復費用約在5%~20% (10%)

✚ 嚴重損害

- 結構系統已遭受破壞，除非經適當補強否則無法提供安全使用，修復費用在20%~50% (30%)

✚ 完全損害

- 無法補強或費用超過重置成本的50% (70%)

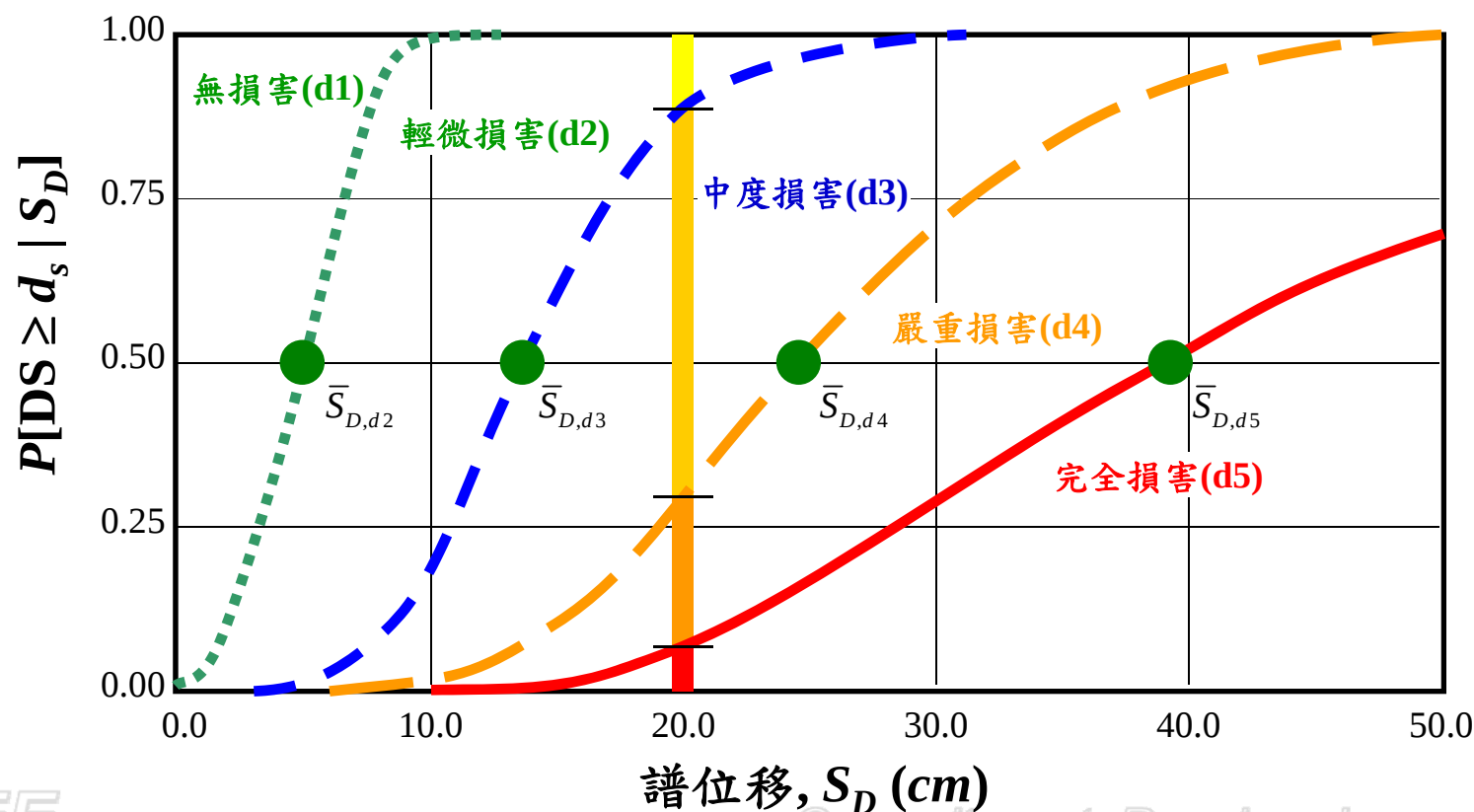
RC住宅建築物結構構材破壞等級定義

破壞等級	柱 (結構柱)	梁 (主梁)	結構牆 (RC)
I	輕微裂縫	輕微裂縫	輕微裂縫，水平向裂縫在0.3mm 以下
II	有明顯之裂痕	剪力裂縫0.3mm 以下，混凝土粉刷脫落	水平向裂縫多且延伸至柱，裂縫寬度0.3mm~0.5mm
III	裂縫0.3mm 以上，混凝土保護層脫落	裂縫0.3mm 以上，混凝土保護層脫落，但主筋未挫曲，箍筋未斷裂	有斜向裂縫，但未見牆內主筋
IV	可見柱筋或箍筋，但鋼筋未挫曲且中間混凝土未爆裂脫落	保護層脫落範圍度大，部分箍筋斷裂，主筋可能挫曲	有大量之斜向裂縫，可見牆內主筋但未拉斷。邊柱之保護層脫落
V	破壞超過IV級，例如：箍筋斷裂脫落，主筋挫曲，混凝土裂碎，樓層下陷	破壞超過IV級，例如：箍筋斷裂脫落，主筋折曲嚴重，梁中混凝土裂開，樓層下陷	破壞超過IV級，例如：斜向裂縫擴大，牆內主筋拉斷，邊柱壓潰，柱筋挫屈，混凝土碎裂脫出，樓版下陷

(財團法人住宅地震保險基金理賠認定基準)

易損性曲線及其參數的意義

- 超越四種不同損害狀態之機率分布曲線，通常以對數常態分布曲線描述之
- 橫軸可為地震動、地表永久變位或結構反應譜等參數
- 建築物震損評估乃以結構反應的譜位移(或頂層位移率)推測可能的損害狀態
- 超越損害狀態 ds 之對數常態分布曲線的中值為 $\bar{S}_{D,ds}$ ，對數標準差為 β_{ds}



譜位移與頂層位移率的關係式

$$\bar{S}_{D,ds} = \delta_{R,ds} \cdot \alpha_2 \cdot h$$

$\bar{S}_{D,ds}$ 進入損害狀態 ds 之譜位移的中值

$\delta_{R,ds}$ 進入損害狀態 ds 之頂層位移率的中值

α_2 側推分析時，計算譜位移之處佔樓高的比率

h 模型建物之基面至屋頂面的高度

Table 5.9a Structural Fragility Curve Parameters - High-Code
Seismic Design Level

Building Properties			Interstory Drift at Threshold of Damage State				Spectral Displacement (inches)							
Type	Height (inches)		Slight	Moderate	Extensive	Complete	Slight		Moderate		Extensive		Complete	
	Roof	Modal					Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta
W1	168	126	0.0040	0.0120	0.0400	0.1000	0.50	0.80	1.51	0.81	5.04	0.85	12.60	0.97
W2	288	216	0.0040	0.0120	0.0400	0.1000	0.86	0.81	2.59	0.88	8.64	0.90	21.60	0.83
S1L	288	216	0.0060	0.0120	0.0300	0.0800	1.30	0.80	2.59	0.76	6.48	0.69	17.28	0.72
S1M	720	540	0.0040	0.0080	0.0200	0.0533	2.16	0.65	4.32	0.66	10.80	0.67	28.80	0.74
S1H	1872	1123	0.0030	0.0060	0.0150	0.0400	3.37	0.64	6.74	0.64	16.85	0.65	44.93	0.67

(From HAZUS 99)

不同模型建物/損害狀態之位移率的中值

Table 5.8 Typical Drift Ratios Used to Define Median Values of Structural Damage

Seismic Design Level	Building Type (Low-Rise)	Drift Ratios at the Threshold of Structural Damage			
			Moderate	Extensive	Complete
High-Code	W1/W2	0.004	0.012	0.040	0.100
	C1L, S2L	0.005	0.010	0.030	0.080
	RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.004	0.008	0.070	0.070
Moderate-Code	W1/W2	0.004	0.010	0.075	0.075
	C1L, S2L	0.005	0.009	0.060	0.060
	RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.004	0.007	0.053	0.053
Low-Code	W1/W2	0.004	0.010	0.031	0.075
	C1L, S2L	0.005	0.008	0.020	0.050
	RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.004	0.006	0.016	0.044
	URML, C3L, S5L	0.003	0.006	0.035	0.035
Pre-Code	W1/W2	0.003	0.008	0.060	0.060
	C1L, S2L	0.004	0.006	0.016	0.040
	RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.003	0.005	0.013	0.035
	URML, C3L, S5L	0.002	0.005	0.012	0.028

×0.50 = high-rise

×0.75

×0.63

×0.80

(節錄自 HAZUS 99 技術手冊)

不同損害狀態之易損性曲線中值

$$m_{d2} = 0.5 \cdot [0.125 \cdot H \cdot \alpha_2 \cdot D_t + (\mu_{d2} + 0.05 \cdot \mu_{d5}) \cdot S_{dy} \cdot \lambda]$$

$$m_{d3} = 0.5 \cdot [0.25 \cdot H \cdot \alpha_2 \cdot D_t + (\mu_{d2} + 0.2 \cdot \mu_{d5}) \cdot S_{dy} \cdot \lambda]$$

$$m_{d4} = 0.5 \cdot [0.5 \cdot H \cdot \alpha_2 \cdot D_t + (\mu_{d2} + 0.5 \cdot \mu_{d5}) \cdot S_{dy} \cdot \lambda]$$

$$m_{d5} = 0.5 \cdot [H \cdot \alpha_2 \cdot D_t + (\mu_{d2} + \mu_{d5}) \cdot S_{dy} \cdot \lambda]$$

H 總樓高

D_t 達完全損害狀態之頂層位移率的中值

S_{dy} 降伏時之譜位移 $\Delta = S_{dy} \cdot \lambda$

μ_{d2} 起始輕損的譜位移與 Δ 的比值

μ_{d5} 起始輕損至全損之譜位移差值與 Δ 的比值

綜合考慮歷史震災和試驗的經驗值，以及能耐曲線的降伏假設

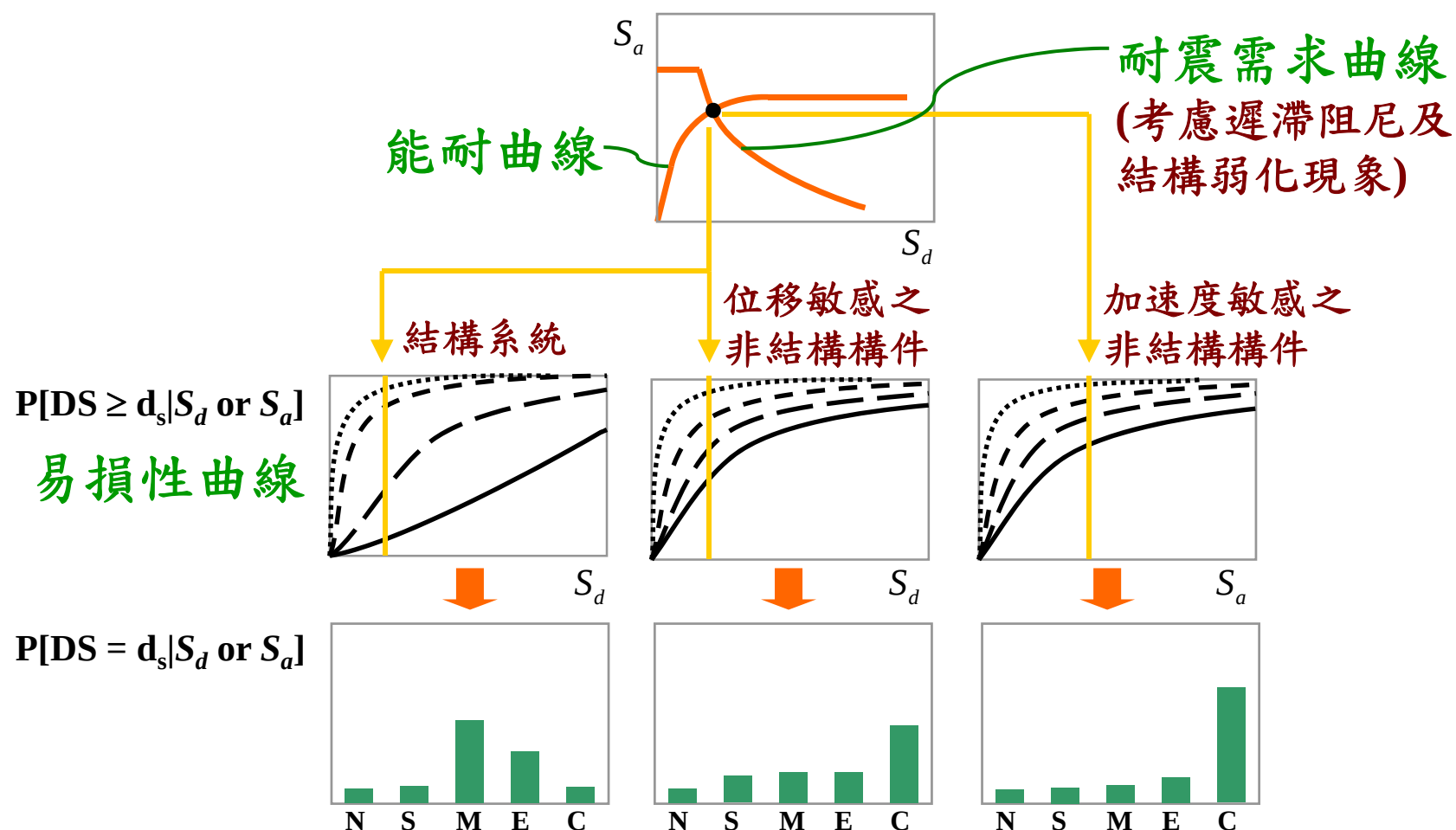
全損之頂層位移率與韌性目標值

樓高類別	韌性水準	D_t	μ_{d2}	μ_{d5}
L	P	6.00	0.90	4.80
L	L	7.00	0.90	5.60
L	M	8.00	0.90	6.40
L	H	10.00	0.90	8.00
L	S	12.00	0.90	9.60
M	P	4.20	0.85	3.36
M	L	4.90	0.85	3.92
M	M	5.60	0.85	4.48
M	H	7.00	0.85	5.60
M	S	8.40	0.85	6.72
H	P	3.00	0.80	2.40
H	L	3.50	0.80	2.80
H	M	4.00	0.80	3.20
H	H	5.00	0.80	4.00
H	S	6.00	0.80	4.80
SH	P	2.40	0.75	1.68
SH	L	2.80	0.75	1.96
SH	M	3.20	0.75	2.24
SH	H	4.00	0.75	2.80
SH	S	4.80	0.75	3.36

建築物震損評估

建築物震損評估流程

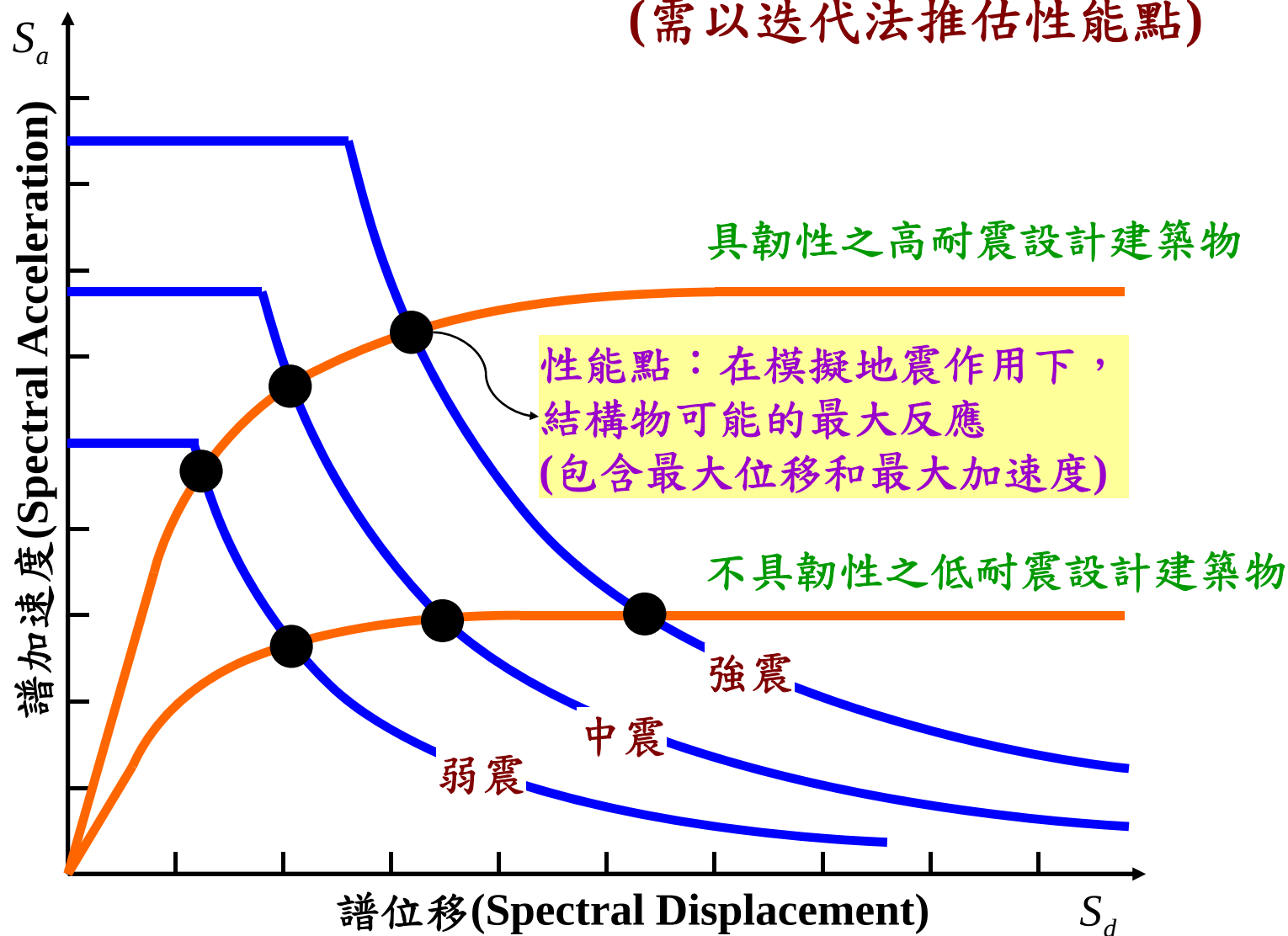
模型建物之損害評估流程



損害狀態：N(無損害)，S(輕微損害)，M(中度損害)，E(嚴重損害)，C(完全損害)

能耐曲線和耐震需求曲線交點→性能點

(需以迭代法推估性能點)



地震動與永久變位引致之損害機率

- 地震動與土層破壞引致之結構物超越不同損害狀態的機率分別為

$$P_{gm}(DS \geq d_i), \quad P_{gf}(DS \geq d_i); \quad i = 2, 3, 4, 5$$

- 假設地表震動引致結構物損害和土層破壞引致結構物損害的兩事件獨立，則組合後(聯集)之結構物超越不同損害狀態之機率為

$$P_{comb}(DS \geq d_i) = P_{gm}(DS \geq d_i) + P_{gf}(DS \geq d_i) - P_{gm}(DS \geq d_i) \cdot P_{gf}(DS \geq d_i)$$

- 離散之損害狀態機率為

$$P_{comb}(DS = d_i) = P_{comb}(DS \geq d_i) - P_{comb}(DS \geq d_{i+1})$$

建築物震損評估

新舊模型建物與耐震能力 分類之評估結果比較

新舊建築物耐震能力分類之差異

✚ 新版

- 增加超高層樓類別，概分18種模型建物
- 依不同年份耐震設計規範之地震力需求和工程實務經驗，擬訂各種模型建物之能耐曲線和易損性曲線，數量超過百種以上
- 能耐曲線反映結構系統抗震強度，易損性曲線反映結構系統韌性容量
- 易損性曲線已綜合震災經驗和試驗數據，以及能耐曲線的降伏假設
- 考慮建築物用途係數對結構系統強度的影響，譬如供公眾使用建築物的用途係數採1.25

✚ 舊版

- 概分15種模型建物
- 僅依建造年份和震區劃分概分四種耐震設計水準，能耐曲線和易損性曲線至多60種
- 能耐曲線和易損性曲線的角色模糊
- 抗震強度與韌性容量密切相關，且僅考慮不同損害狀態之頂層位移率的經驗值
- 未考慮建築物用途係數的影響

超越嚴重損害建築物之評估結果比較

建築物數量統計採2014年取得的房屋稅籍資料

舊版

以九二一地震事件為例

新版

縣市	1-3層	4-7層	8層以上	總棟數
台中市	15,172	2,148	250	17,570
南投縣	6,838	381	10	7,228
彰化縣	2,880	250	11	3,141
雲林縣	520	32	3	555
苗栗縣	510	31	1	542
嘉義縣	106	4	1	111
嘉義市	30	8	1	39
新竹市	23	5	2	30
台北市	10	8	2	20
台南市	15	0	0	15
新竹縣	11	1	1	13
新北市	2	2	1	4
桃園市	1	1	0	3
花蓮縣	2	0	0	2
台東縣	0	0	0	0
高雄市	0	0	0	0
宜蘭縣	0	0	0	0
總計	26,120	2,871	283	29,273

縣市	1-3層	4-7層	8-18層	19層以上	總棟數
台中市	17,517	2,765	223	7	20,512
南投縣	8,709	439	8	0	9,155
彰化縣	2,531	411	13	0	2,955
苗栗縣	415	68	1	0	484
雲林縣	323	68	5	0	396
嘉義縣	87	18	1	0	106
嘉義市	38	27	1	0	67
新竹市	23	24	3	0	50
台北市	10	11	3	0	24
台南市	14	6	0	0	20
新竹縣	3	10	1	0	14
桃園市	1	9	1	0	10
新北市	2	6	1	0	8
花蓮縣	3	2	0	0	5
台東縣	0	0	0	0	0
高雄市	0	0	0	0	0
宜蘭縣	0	0	0	0	0
總計	29,676	3,864	261	7	33,806

傷亡人數評估結果比較

建築物數量統計採2014年取得的房屋稅籍資料

舊版

以九二一地震事件為例

新版

縣市	輕傷	中傷	重傷	死亡	傷亡和
台中市	4,700	1,767	1,065	779	1,845
南投縣	1,249	490	297	220	516
彰化縣	762	311	192	141	332
苗栗縣	120	42	25	18	43
雲林縣	95	30	16	12	29
台北市	16	7	5	3	8
新竹市	18	5	2	2	4
嘉義縣	18	4	2	1	3
新北市	7	2	1	1	2
嘉義市	14	3	1	1	2
台南市	6	1	0	0	1
桃園市	6	1	0	0	0
新竹縣	7	1	0	0	0
花蓮縣	2	0	0	0	0
總計	7,020	2,664	1,606	1,178	2,785

縣市	輕傷	中傷	重傷	死亡	傷亡和
台中市	6,010	2,609	1,635	1,206	2,840
南投縣	1,640	748	470	351	821
彰化縣	886	377	235	173	409
苗栗縣	141	56	34	25	59
雲林縣	117	42	25	18	43
台北市	19	9	5	4	9
嘉義市	30	9	5	4	9
新竹市	27	9	5	4	9
嘉義縣	27	8	4	3	8
新竹縣	12	3	2	1	3
新北市	7	3	2	1	3
桃園市	10	3	2	1	3
台南市	9	2	1	1	2
花蓮縣	3	1	0	0	1
總計	8,938	3,879	2,425	1,792	4,219

輕傷：僅需基本治療，毋須住院；

中傷：需住院治療，但無生命危險；

重傷：如無即時有效治療，可能危及生命；

死亡：震後立即死亡

NCREE

Commitment Passion Innovation

經濟損失評估結果比較

建築物數量統計採2014年取得的房屋稅籍資料

舊版

以九二一地震事件為例

新版

縣市	結構系統	加速度敏感構件	位移敏感構件	庫存損失	搬遷費用	租金損失	總損失
台中市	78,258	23,603	31,676	29,184	3,343	24,616	190,680
南投縣	19,261	5,608	5,807	6,992	672	5,114	43,454
彰化縣	12,690	8,215	5,051	9,163	496	3,597	39,211
雲林縣	2,988	2,686	1,498	3,066	124	684	11,046
苗栗縣	2,540	2,216	1,185	2,587	97	591	9,215
嘉義縣	954	1,425	626	1,584	40	201	4,830
新竹市	930	565	951	647	41	243	3,378
嘉義市	688	662	553	870	33	180	2,986
新竹縣	606	491	636	558	28	145	2,464
台南市	312	592	233	651	13	57	1,858
桃園市	394	367	420	419	16	81	1,698
台北市	343	67	328	92	15	175	1,020
新北市	256	79	299	93	13	83	823
花蓮縣	146	209	132	262	5	26	781
台東縣	5	8	3	10	0	0	26
高雄市	1	2	1	3	0	0	6
宜蘭縣	0	1	0	1	0	0	2
總計	120,372	46,796	49,400	56,183	4,937	35,792	313,480

(單位：百萬元)

縣市	結構系統	加速度敏感構件	位移敏感構件	庫存損失	搬遷費用	租金損失	總損失
台中市	81,942	27,266	11,847	28,394	2,630	22,219	174,297
南投縣	20,731	6,733	2,116	7,132	510	4,279	41,501
彰化縣	12,682	9,388	2,144	8,870	477	3,757	37,317
雲林縣	2,563	2,541	432	2,539	108	698	8,882
苗栗縣	2,379	2,394	380	2,381	93	623	8,251
嘉義縣	890	1,249	169	1,205	44	245	3,801
新竹市	909	502	188	507	36	247	2,388
嘉義市	756	464	153	511	33	214	2,132
新竹縣	468	438	115	440	24	144	1,629
台南市	304	519	58	480	14	71	1,446
桃園市	384	375	67	367	15	84	1,292
台北市	351	109	108	124	14	186	892
花蓮縣	133	138	24	149	4	27	475
新北市	182	37	35	36	6	46	342
台東縣	2	5	0	5	0	0	14
高雄市	0	2	0	2	0	0	5
宜蘭縣	0	1	0	1	0	0	2
總計	124,676	52,161	17,839	53,144	4,006	32,840	284,665

(單位：百萬元)

NCREE

2017/11/27

建築物耐震能力分類與震損評估模式精進

Commitment Passion Innovation

43

避難需求評估結果比較

建築物數量統計採2014年取得的房屋稅籍資料

舊版

以九二一地震事件為例

新版

縣市	搬遷戶數	搬遷人數	臨時避難 需求人數
台中市	35,909	109,160	32,512
南投縣	8,380	25,920	7,812
彰化縣	4,571	16,008	4,560
苗栗縣	1,002	3,238	951
雲林縣	955	3,012	913
嘉義市	330	945	318
嘉義縣	324	1,019	315
新竹市	289	838	211
新北市	192	555	146
新竹縣	167	513	122
桃園市	127	371	85
台南市	102	291	83
台北市	146	362	64
花蓮縣	48	137	44
台東縣	1	2	1
高雄市	1	2	1
宜蘭縣	0	1	0
總計	52,545	162,373	48,138

縣市	搬遷戶數	搬遷人數	臨時避難 需求人數
台中市	28,242	86,098	25,665
南投縣	5,956	18,447	5,573
彰化縣	4,169	14,579	4,166
雲林縣	829	2,599	793
苗栗縣	808	2,618	776
嘉義市	349	1,000	336
嘉義縣	282	886	275
新竹市	277	803	202
新竹縣	152	473	110
台南市	93	269	77
桃園市	110	321	74
新北市	89	258	67
台北市	151	374	66
花蓮縣	38	103	34
台東縣	1	2	1
高雄市	0	1	0
宜蘭縣	0	0	0
總計	41,545	128,830	38,214

謝謝聆聽
敬請指教