

2018 年花蓮地震調查與探討研討會

建築震損特性分析

報告人：邱聰智 博士
國家地震工程研究中心副研究員

演講大綱

- 一. 2018花蓮地震震損建物資料庫
- 二. 建築物震損探討
- 三. 耐震快速評估驗證
- 四. 結論

2018花蓮地震震損建物資料庫

勘災團隊

- 2/26~3/2 (5天)，蒐集51棟建物資料
- 國震(8人)：邱聰智、沈文成、翁樸文、李翼安、蔡仁傑、林佳蓁、何郁姍、陳幸均
- 台大(2人)：徐侑呈、林煜衡
- 東京工業大學(1人)：Sam Kono



51棟震損建物地理位置

Epicenter was at Hualien Offshore, Hualien City, Taiwan.
Maximum Ground motion recorded larger than 400 gal.

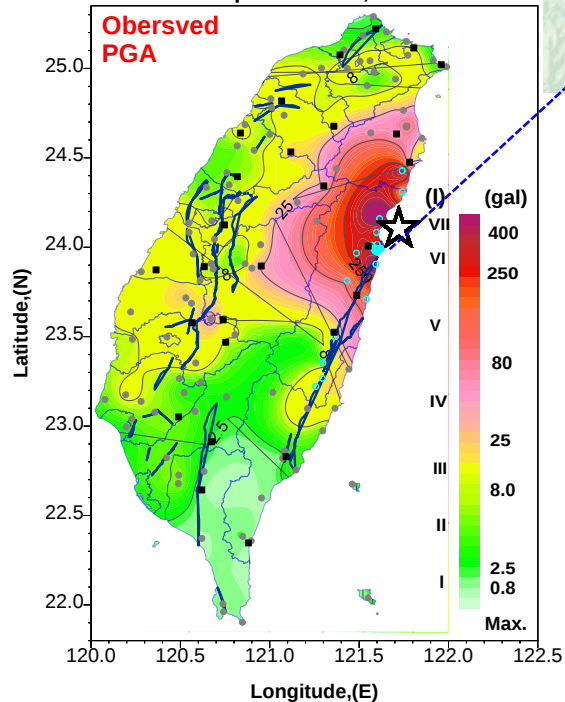
PGA

2018/02/06 23:50:42

Location=121.73E / 24.1N

ML=6.26 / Depth=6.31km, Data: 144sites

Observed
PGA

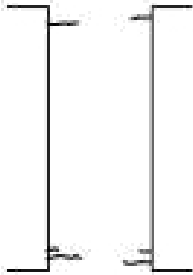
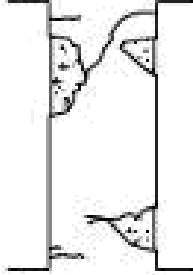
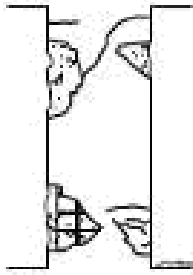
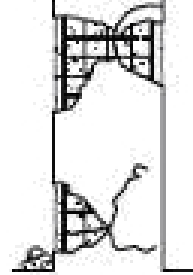
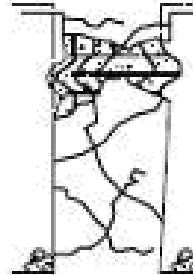




柱

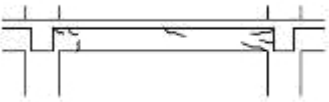
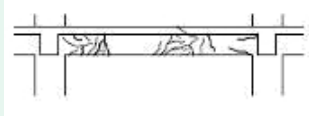
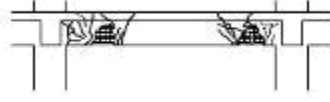
參考營建署

NAR Labs
國家實驗研究院

I	II	III	IV	V
輕微裂縫	剪力裂縫 0.3mm以上， 混凝土粉刷層 脫落。	混凝土保護層 剝落，但主筋 未挫屈，箍筋 未脫開或斷 裂。	保護層脫落範 圍度大，部分 箍筋脫開或斷 裂，主筋可能 挫屈。	箍筋脫開或斷 裂，主筋挫屈 嚴重，柱內混 凝土脫落，樓 層下陷。
				
				

* III級比例超過20%→昇為IV級

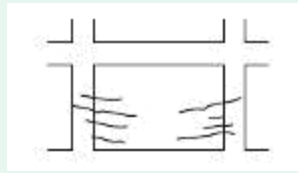
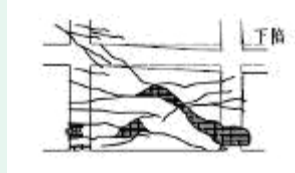
** IV級比例超過20%→昇為V級

I	II	III	IV	V
輕微裂縫	剪力裂縫 0.3mm以上， 混凝土粉刷層 脫落。	混凝土保護層 剝落，但主筋 未挫屈，箍筋 未脫開或斷裂。	保護層脫落範 圍度大，部分 箍筋脫開或斷 裂，主筋可能 挫屈。	箍筋脫開或斷 裂，主筋挫屈 嚴重，梁內混 凝土脫落，樓 層下陷。
				
				

RC牆

* 參考營建署

NAR Labs
國家實驗研究院

I	II	III	IV	V
輕微裂縫，水平向裂縫寬度在0.3mm以下。	水平向裂縫多且延伸至柱，或有斜向裂縫，裂縫寬度0.3~0.5mm。	有斜向裂縫，部分保護層混凝土剝落，但未見牆內主筋。	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。	斜向裂縫擴大，牆內主筋拉斷，邊柱壓潰，柱筋挫屈，混凝土碎裂脫落，樓版下陷。
				
				

I

- 無裂縫或牆體灰縫出現裂縫，裂縫寬度 $\leq 1\text{mm}$



II

- $1\text{mm} < \text{裂縫寬度} \leq 10\text{mm}$ ，牆體常見磚塊劈裂裂縫



III

- 裂縫寬度 $> 10\text{mm}$ ，或牆體穿孔可見，常見磚塊擠碎



IV

- 大量磚塊擠碎，邊柱有嚴重剪力破壞



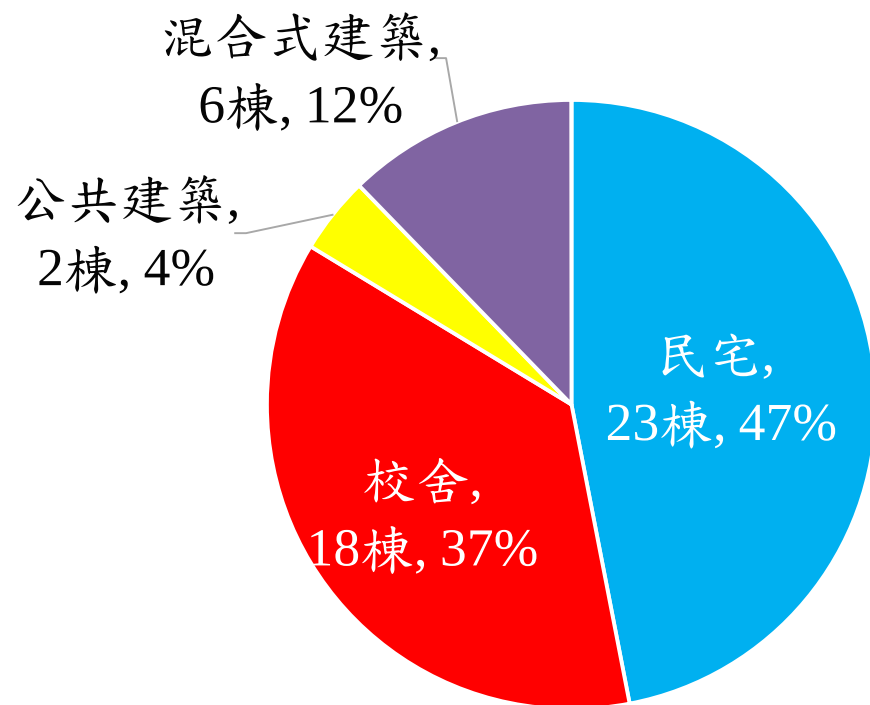
V

- 牆體擠碎崩落，邊柱錯位，樓層沉陷

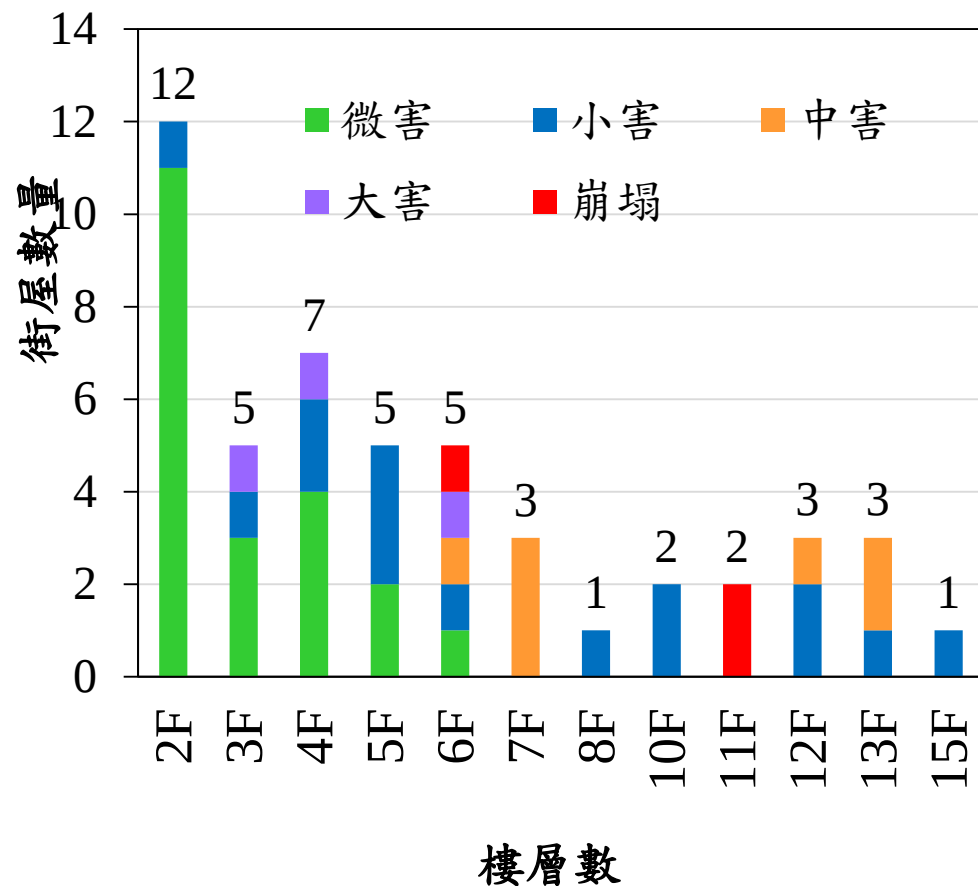


2018 花蓮地震震損建物資料庫

- 有效評估資料49棟 (2棟已拆除，欠缺圖資)

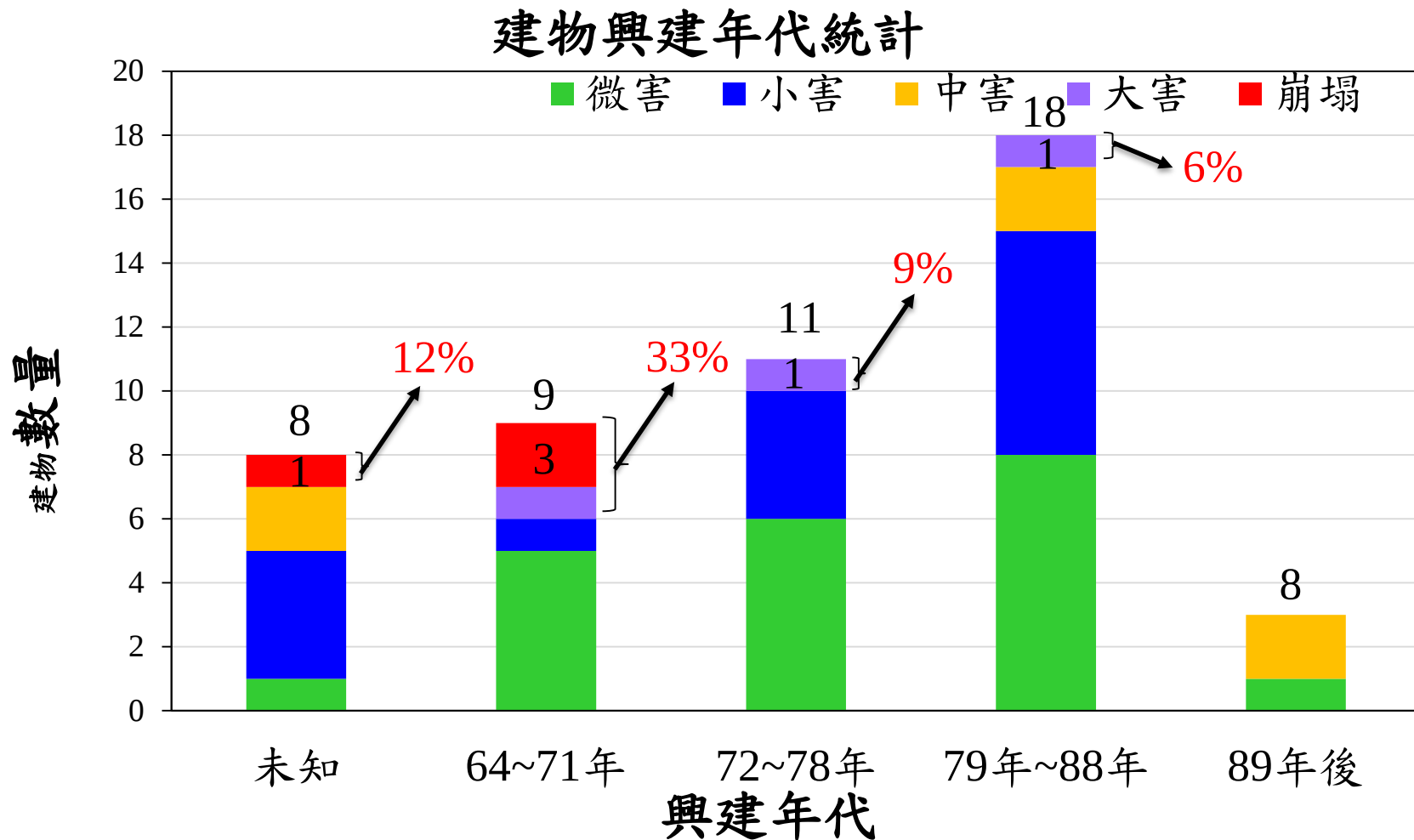


樓層數統計



2018 花蓮地震震損建物資料庫

- 18% 的總棟數有中度以上損壞(老舊建築)



資料庫下載

2016 美濃地震

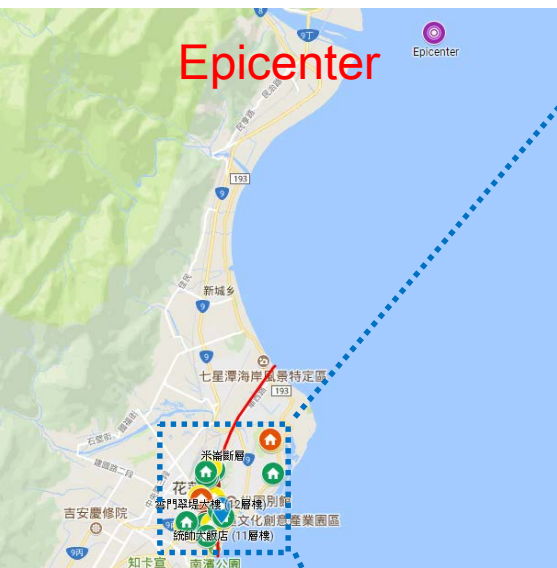
<https://www.ncree.org/recce/20160206>

2018 花蓮地震

<https://www.ncree.org/recce/20180206>

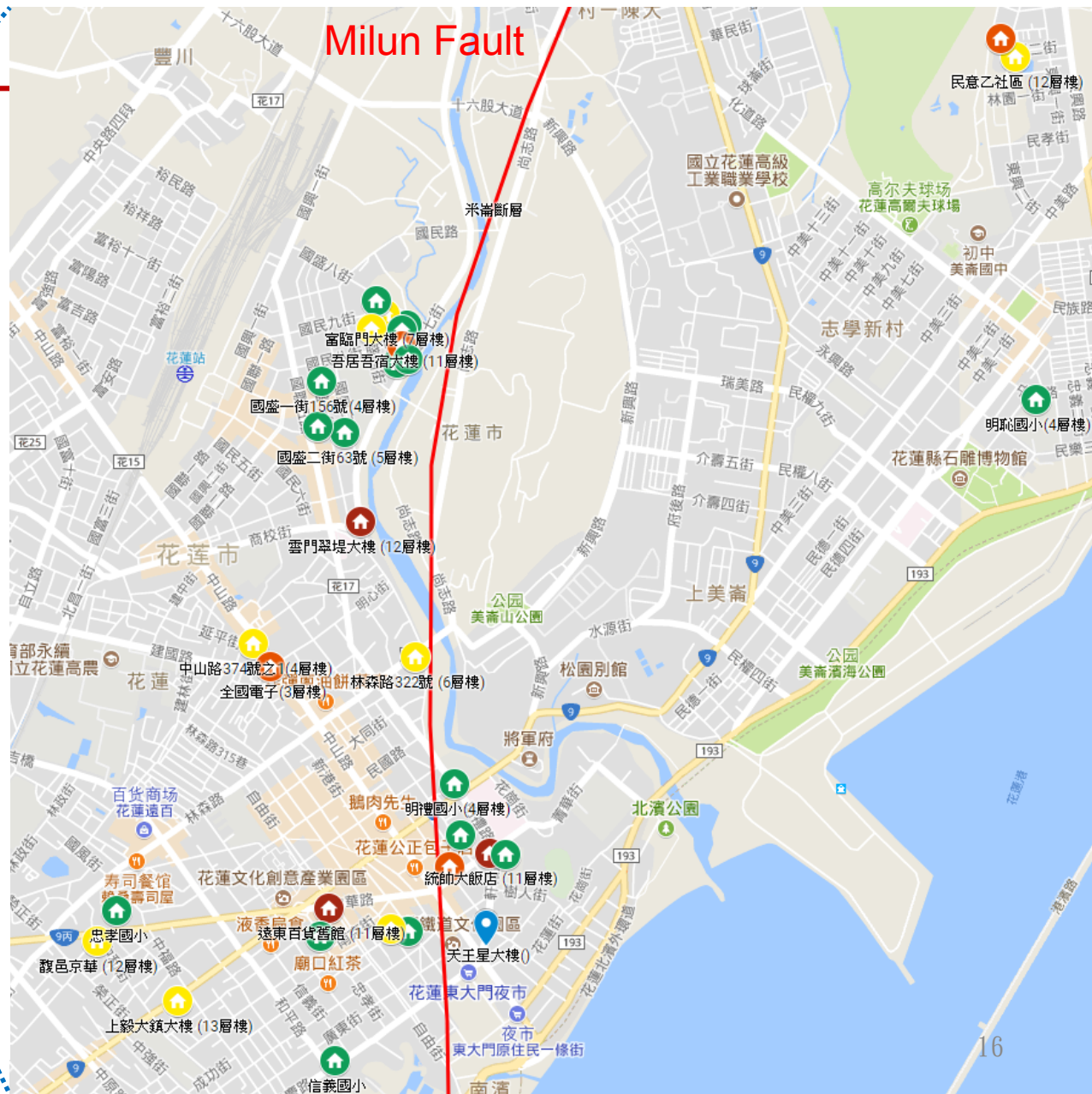
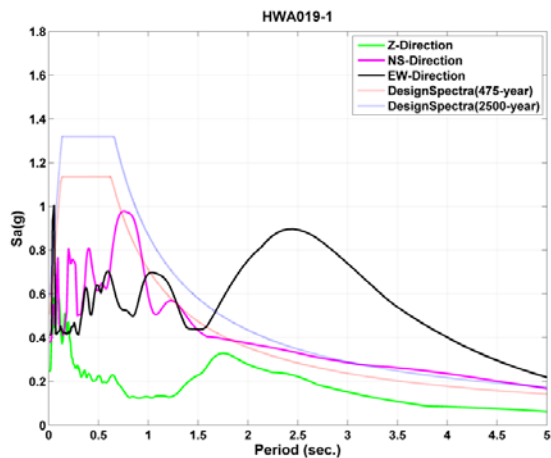
建築物震損

51棟建物位置與米崙斷層關係



Epicenter

Hualien City



中高樓建築震損

統帥飯店(11層樓, 1977)



雲門翠堤大樓(12層樓, 1991)



白金雙星(7層樓, 19??)



吾居吾宿(7+3層樓, 19??)



工程災損暴露的問題— 具軟弱底層之不規則建築

NAR Labs

(林瑞良博士)



坐下(sit down)

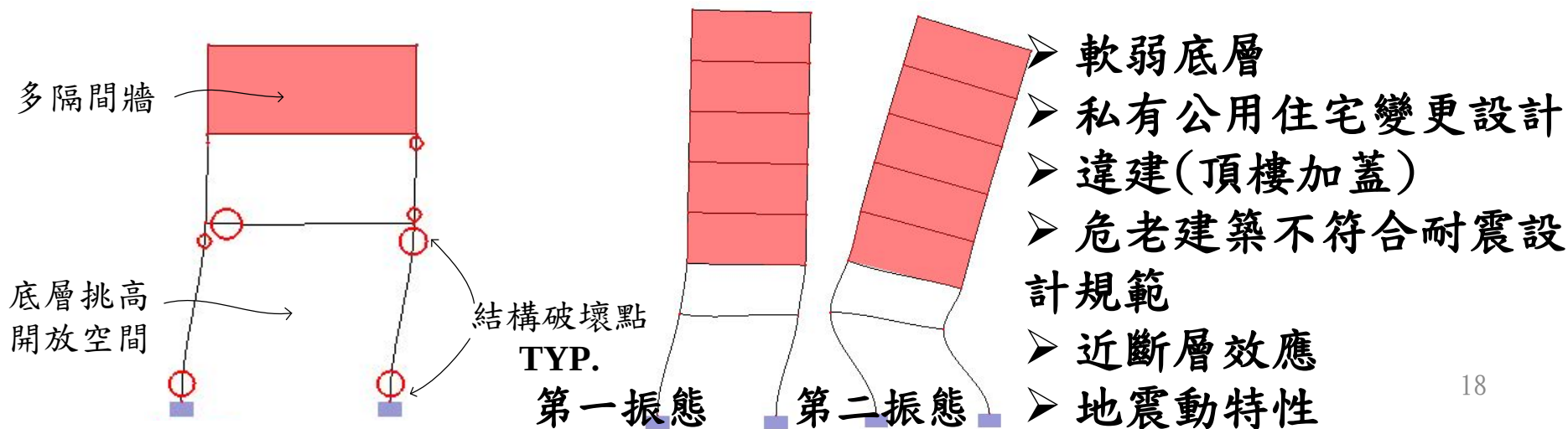


跪下(kneel down)



趴下(lie down)

嚴重災損建築均為具軟弱底層之不規則建築



B15 (11 story)



RC structural elements



廊外柱為增設的H型鋼柱

柱剪力破壞



- 柱主筋挫曲
- 核心混凝土擠碎
- 層高沉陷

箍筋90度彎鉤、箍筋斷裂、主筋瓦斯壓接拉斷



牆



RC 牆



磚牆

B03 (7 story)



WAY POINT: 003

TEAM: B03
DATE: Feb. 26, 2018

BUILDING (location)

N	23	59	39.89
E	121	36	31.72
	deg	min	sec

STRUCTURE (descript.) YEAR (construct.)
RC 1993

No. STORIES ABOVE GROUND
7

HEIGHT
4

PICTURE #S
515 ~ 593

DAMAGE LEVEL
RC Structure: M M. Walls: M

PERMANENT DRIFT
525

OBSERVATIONS

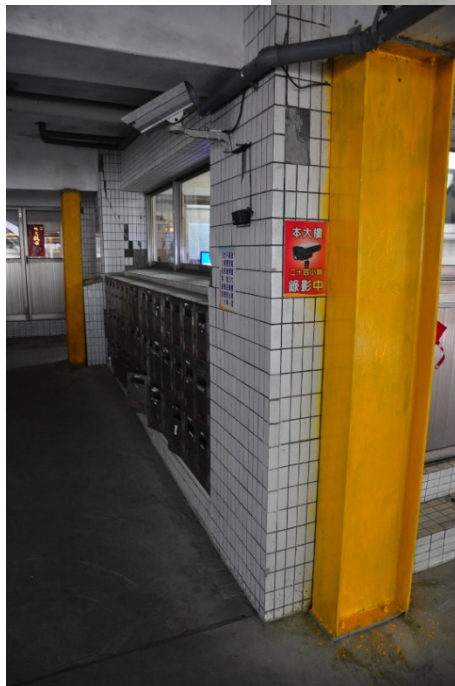
PLAN VIEW - FIRST STORY

Make sure you include:

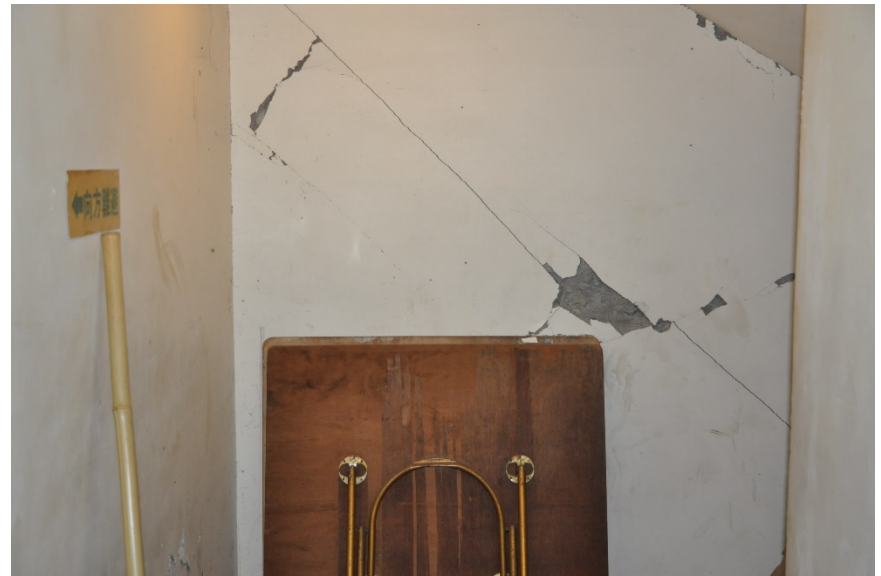
Overhangs ☒ Col. dims. ☒ Captive Col. ☒ Soft Story ☒ Obvious Eccentricity ☐ Retrofit ☒ RC wall min. dim. ☐ M wall min. dim. 17

RC 柱剪力裂縫

- 底層挑空
- 多處RC構件剪力破壞



RC WALL



Masonry Infill



A01 (6 story)



柱表層混凝土輕微擠碎，短梁剪力開裂



梯間RC牆剪力破壞



A09 (3 story)





- 梁剪力開裂



柱頂表層擠碎



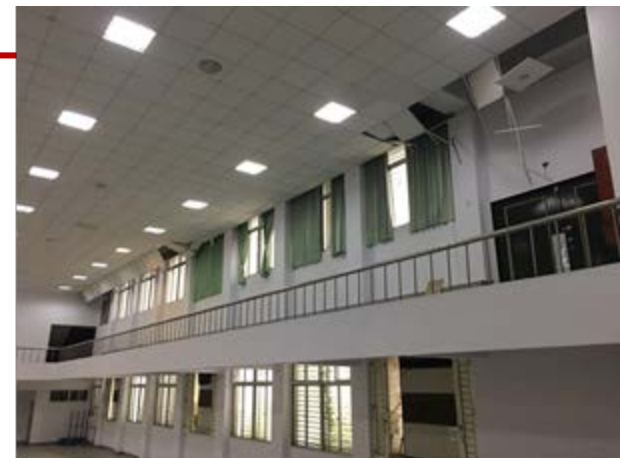
柱頂表層擠碎



花蓮縣校舍耐震行為表現

校舍總數共計634棟，其中有57棟校舍申報震損(9%)。

於申報震損57棟校舍中，僅有1棟校舍為結構損壞，餘56棟校舍皆為非結構損壞。

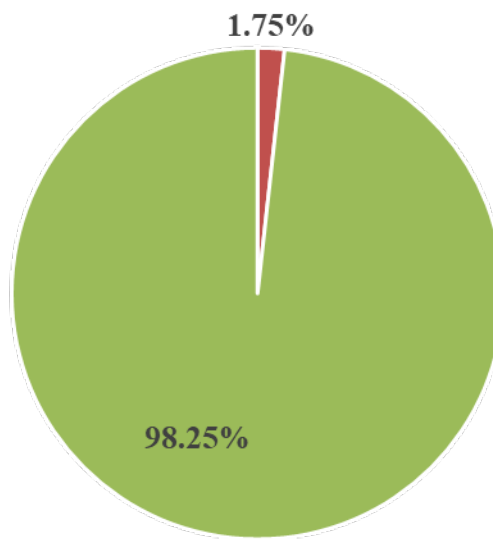
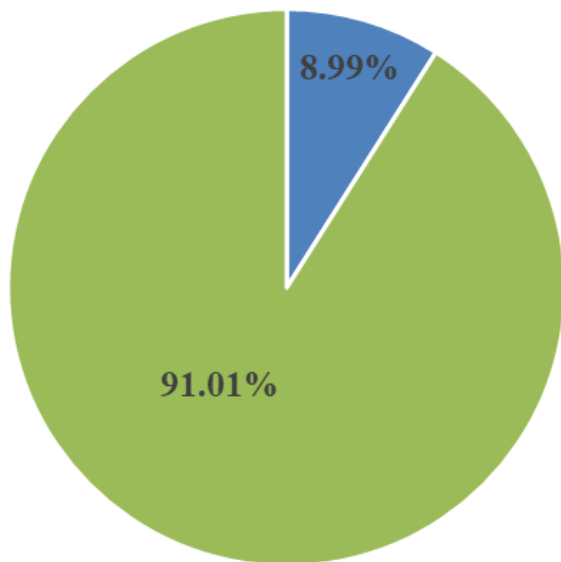


花蓮縣0206地震校舍震損統計

花蓮縣0206地震校舍建築物震損之類型

■ 震損棟數 ■ 無震損棟數

■ 結構損壞 ■ 非結構損壞



非結構損壞-美崙國中活動中心



結構損壞-明義國小明義樓

街屋耐震資訊網

0206花蓮地震驗證

街屋耐震資訊網

NARLabs

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

街屋耐震資訊網

sde4/wmmt/

應用程式 建議的網站 網頁快訊圖庫 街屋 從 IE 匯入 Chrome 功能導... Google 新聞 新分頁 Synology Disk... International C... 登入頁面 其他書籤

NARLabs 國家實驗研究院 National Applied Research Laboratories

國家地震工程研究中心
街屋耐震資訊網

網站地圖 聯絡我們 網網相連 常見問題

住宅安全  起來

何謂街屋建築


居安思危


建築的構成


耐震能力補強


我家耐震嗎？
想知道您住的街屋是否耐震
算一算就知道！

耐震E博士
帶您一起算
GO





NCREE低矮型街屋耐震能力初步評估公式

宋嘉誠等人 (2013). NCREE-13-031

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

5層樓(含)以上者， $N_f = 4$

$$CFR_{eq} = \frac{\begin{array}{c} \text{柱} \\ \sum A_C + \beta(0.40 \sum \begin{array}{c} \text{三面圍束} \\ \text{磚牆} \end{array} A_{bw3} + 0.50 \sum \begin{array}{c} \text{四面圍束} \\ \text{磚牆} \end{array} A_{bw4} + 1.51 \sum \begin{array}{c} \text{三面圍束} \\ \text{RC牆} \end{array} A_{rcw3} + 2.64 \sum \begin{array}{c} \text{四面圍束} \\ \text{RC牆} \end{array} A_{rcw4}) \end{array}}{\sum A_f}$$

$$= \frac{\sum A_C + 0.36 \sum A_{bw3} + 0.45 \sum A_{bw4} + 1.36 \sum A_{rcw3} + 2.38 \sum A_{rcw4}}{\sum A_f}$$

β 為極限強度折減係數，
依據蘇耕立之建議，取0.9。

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

邱聰智 (2015)

NCREE初步評估指標 I_s

- 基本耐震性能

$$E = \frac{A_p}{0.4S_{DS}} = \frac{Capacity}{Demand} \leftarrow \text{Design Base Earthquake}$$

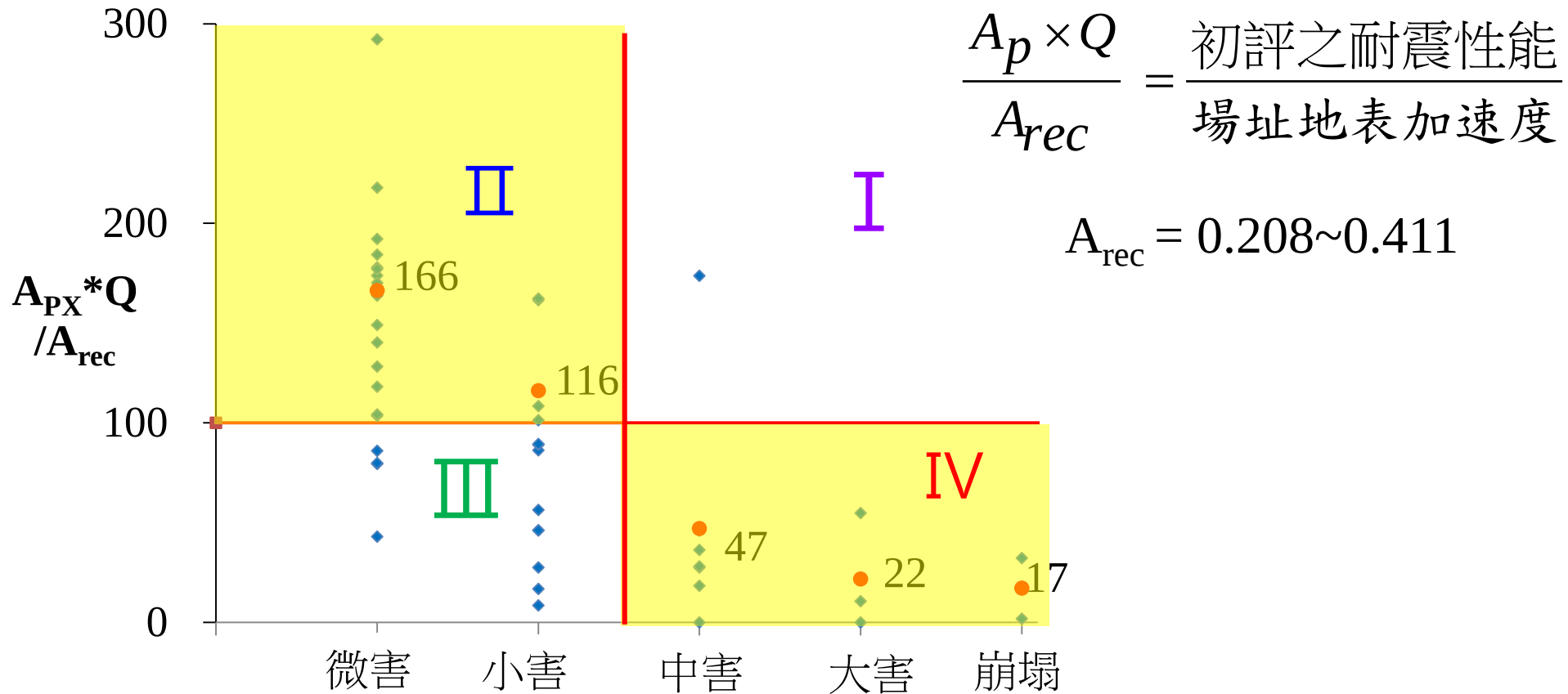
- 初步評估指標

$$I_s = E \times Q \leftarrow \text{調整因子(興建年代、三角窗、軟弱層及極短柱)}$$

若 $I_s < 1.0$, 表示耐震能力有疑慮

若 $I_s \geq 1.0$, 表示耐震能力暫時無疑慮

初評法與震損關係-震後方法驗證

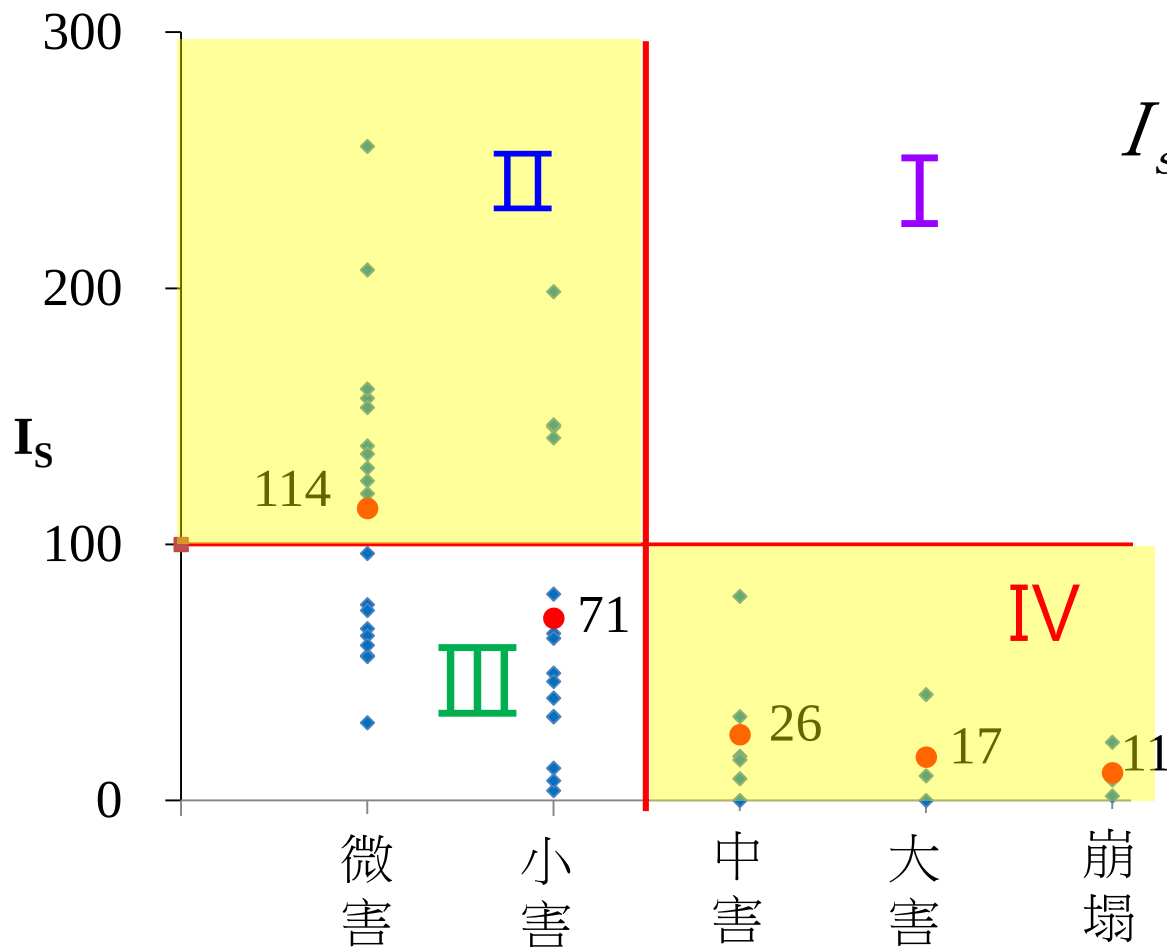


準確預估 II+IV = (23+12)/49 = 73% 準確率

保守 III = 13/49 = 27%

誤判 I = 1/49 = 2%

NCREE快評驗證Is - 震前篩選



$$I_s = \frac{A_p \times Q}{0.4S_{DS}}$$

= $\frac{\text{初評之耐震性能}}{\text{設計地震需求}}$

本次花蓮設計耐震需求

$A_T: 0.4544$

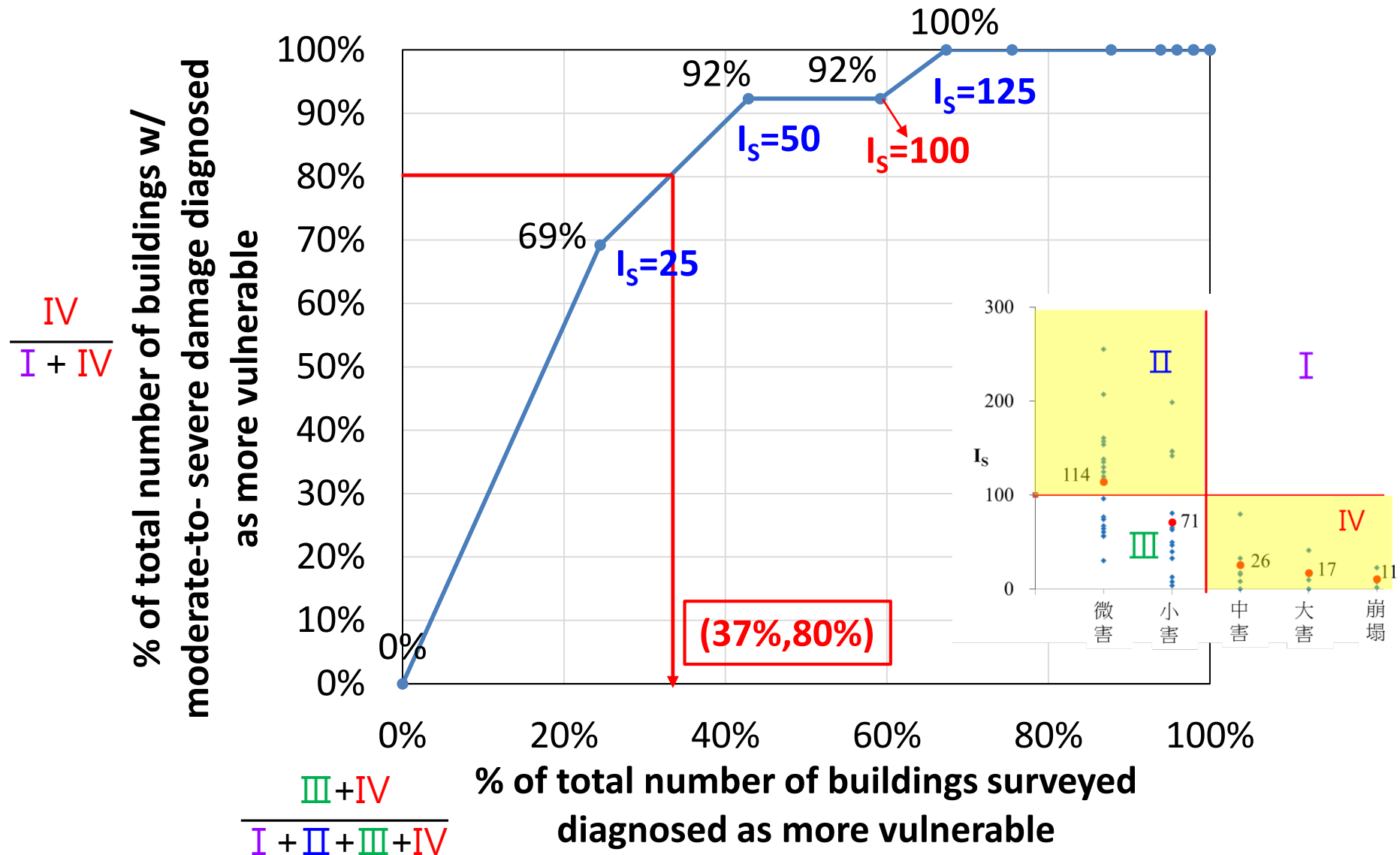
0.4384

準確預估 $\text{II} + \text{IV} = (16 + 13)/49 = 59\%$ 準確率

保守 $\text{III} = 20/49 = 41\%$

誤判 $\text{I} = 0/49 = 0\%$

經濟性



Seismic indices of Purdue

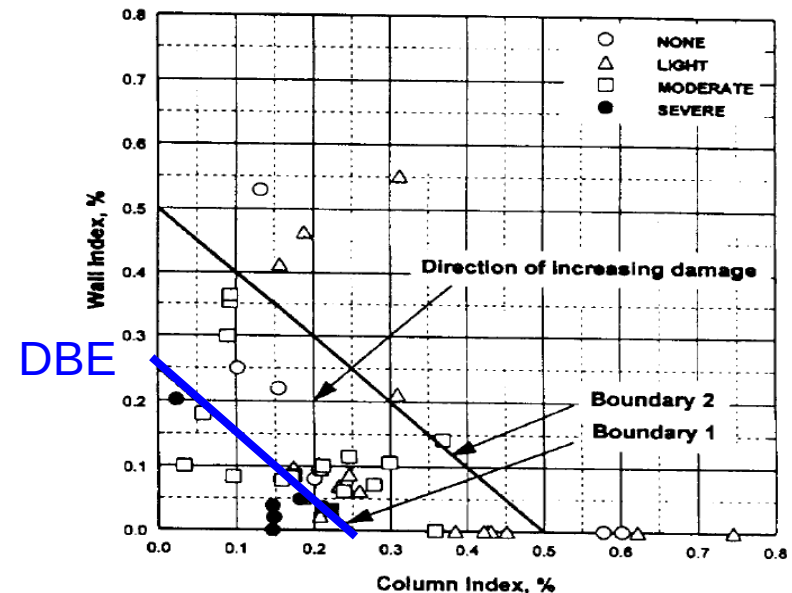
- SOZEN (1997)

$$CI_{Sozen} = \frac{0.5 \sum A_c}{\sum A_f}$$

$$WI_{Sozen} = \frac{1.0 \sum A_{rcw4} + 0.1 \sum A_{bw4}}{\sum A_f}$$

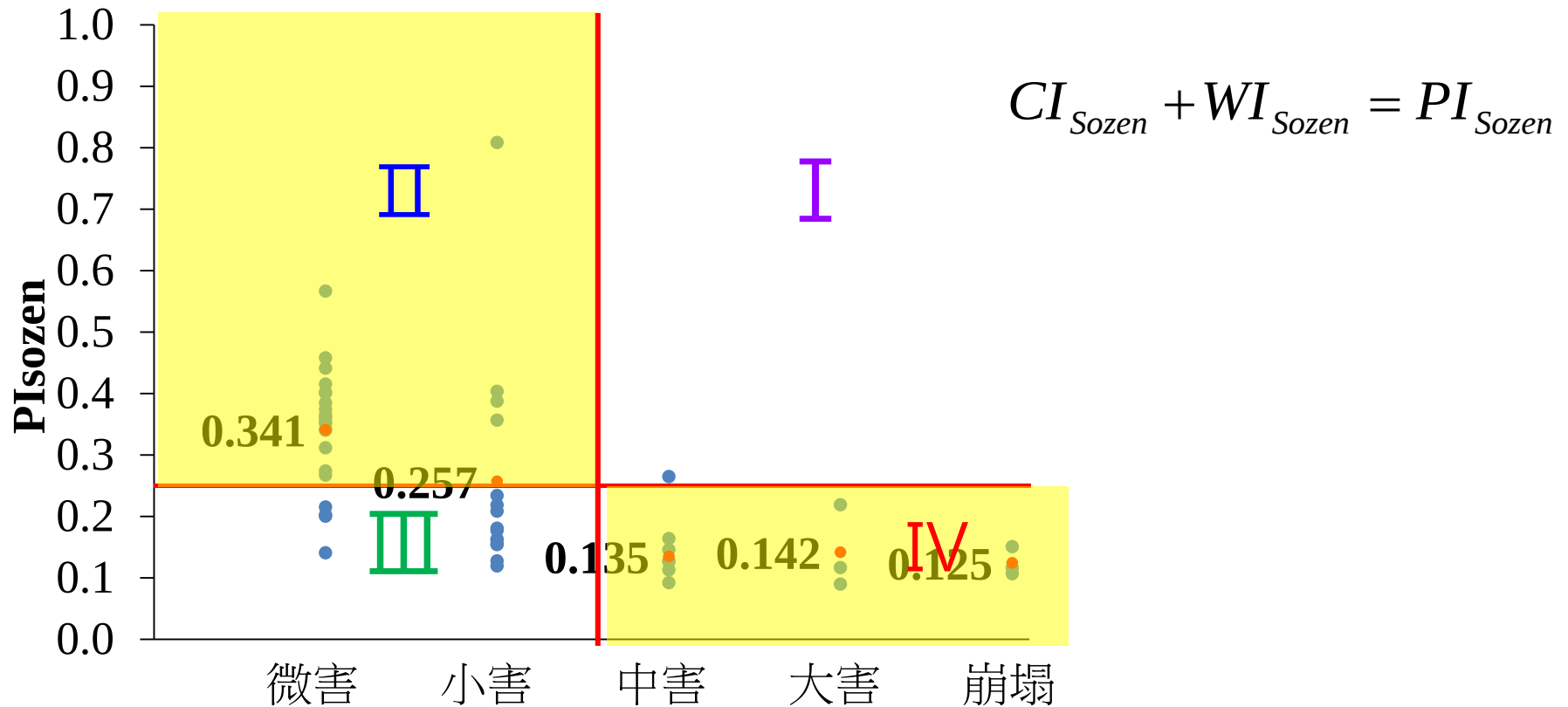
Safety threshold : $PI=CI+WI=0.25\%$

Collected data after earthquakes from Turkey, Peru, Haiti, China and Nepal.



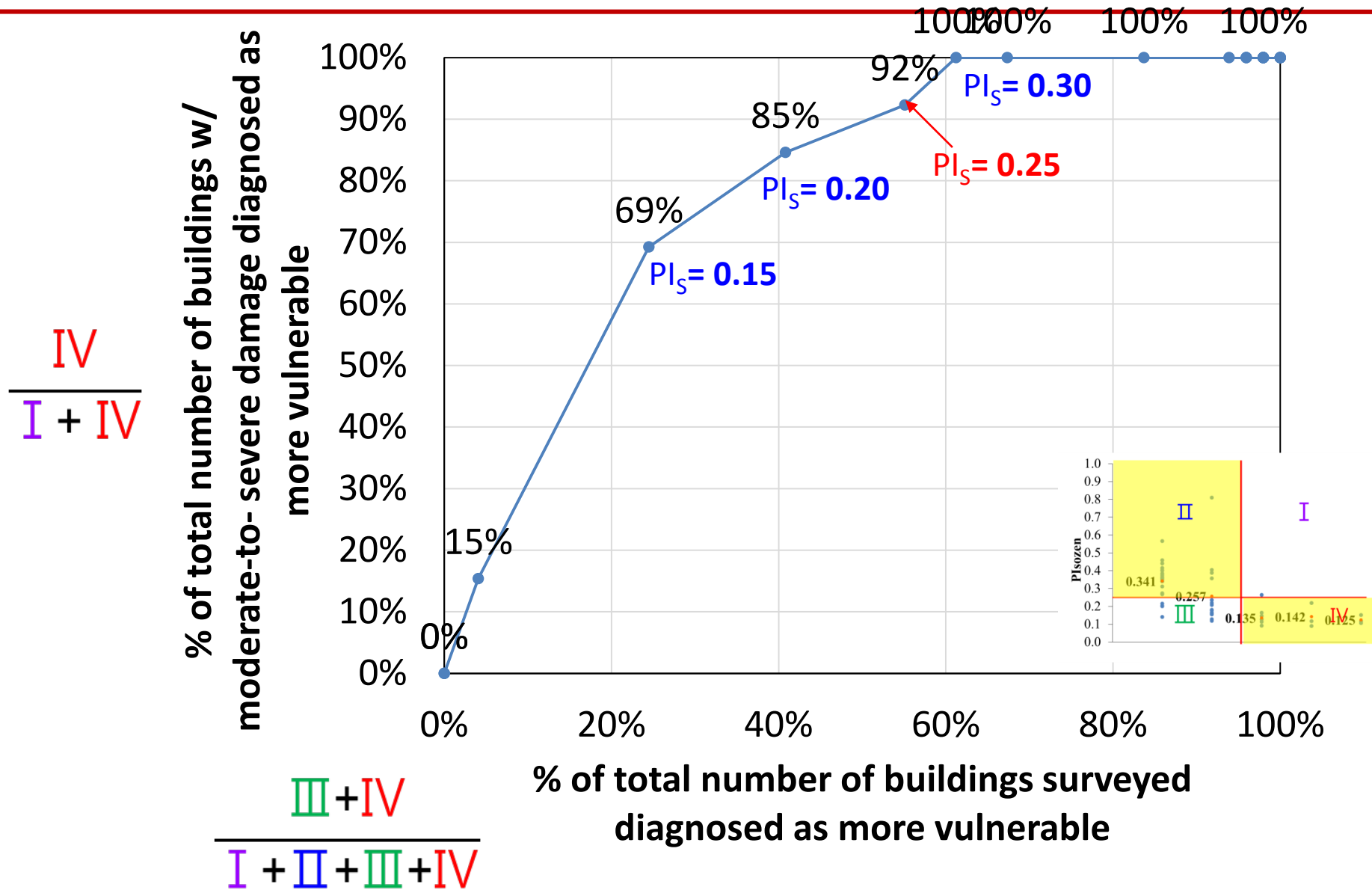
Hassan A., Sozen M. (1997). "Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes," ACI Structural Journal, Vol. 94, No. 1.

美國耐震指標-震前評估



	$I_s=100$	$PI_{SOZEN}=0.25$
II+IV 準確率	59 %	$(21+12)/49 = 67\%$
I 誤報率	0%	$1/49 = 2\%$
III 保守率	41%	$15/49 = 31\%$

經濟性



結論

結論

- 重大地震事件勘災應建立資料庫。
- 國震中心之建築震損資料庫已公開，開放各界使用。
- 國震中心之耐震初評指標經驗證為具鑑別度及經濟性的篩選工具。
- 具軟弱底層的建築可以階段性補強，排除軟弱層破壞的不利因素。

結論

921, 1999



206, 2018



206, 2016



此類建築若無法儘速找出並加以改善耐震能力，下次地震出現在媒體版面的只會是換了名字的同樣畫面而已。