

建立建築物震損圖之研究(III)

◆主持人：林其璋

子計畫1：學校建築自動化診斷及損壞評估之研究

◆主持人：朱世禹

子計畫3：以速報系統為基準進行大專院校建築震損圖建立模式之研究(III)

◆主持人：洪李陵

子計畫2：鋼筋混凝土民房震損圖研究(III)

◆主持人：姚昭智

子計畫4：學校建築震害復原時間之機率曲線建立

◆子計畫1：學校建築自動化診斷及損壞評估之研究

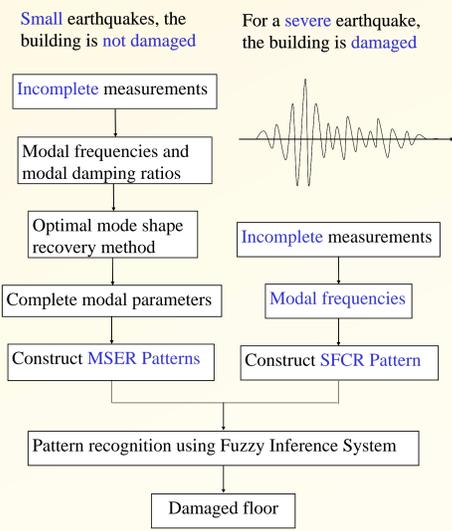
模態應變能比(MSER) MSER vs. SFCR 模態頻率平方變化比(SFCR)

$$\lambda_{il} = \frac{k_{0l}(\Delta\phi_{il})^2}{\phi_{0l}^T \mathbf{K}_0 \phi_{0l}} = \frac{S_{0il}}{S_{0i}}$$

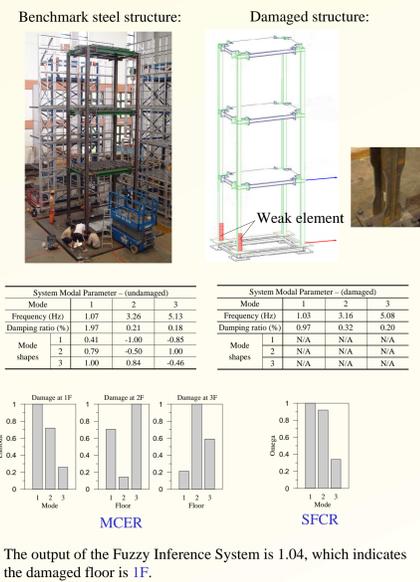
$$\Omega_i = \sum_{l=1}^N \lambda_{il} \cdot \alpha_l$$

$$\Omega_i = \frac{\omega_{0i}^2 - \omega_{Di}^2}{\omega_{0i}^2} = \frac{\Delta\omega_i^2}{\omega_{0i}^2}$$

自動化損壞評估流程圖：



實驗驗證：



利用氣象局之學校建築結構量測資料，求得學校建築之初始狀態模態參數資訊，並建立MSER圖像資料庫。

利用強震後學校建築之SFCR圖像，進行自動化圖像辨識，以偵測層間損壞位置。

◆子計畫3：

以速報系統為基準進行大專院校建築震損圖建立模式之研究(III)

計畫摘要：

考量結構物受到較大的地震作用下，內部構件或斷面產生降伏而可能造成損壞。參考Bozorgnia與Bertero基於理想彈塑模型所建議之損壞指標，改良其理論模型為雙線性模型，先利用二層樓RC校舍縮尺模型振動台試驗資料與中興土壤大樓實測資料，校正損壞指標模型之參數，以獲得合理之損壞指標。並進一步利用大專院校建築強震測站資料及速報系統之自由場測站資料，建立大專院校建築結構之震損預估圖。

結構損壞指標簡介：

本研究參考Bozorgnia與Bertero於2001年提出之損壞指標為基礎，該指標假設評估之標的建築物可簡化為一單自由度理想彈塑性模型加以描述其損壞行為，其損壞指標如下：

$$DI_1 = (1 - \alpha_1)(\mu - \mu_e) / (\mu_{mon} - 1) + \alpha_1 (E_{H1} / E_{Hmon}) \quad (1)$$

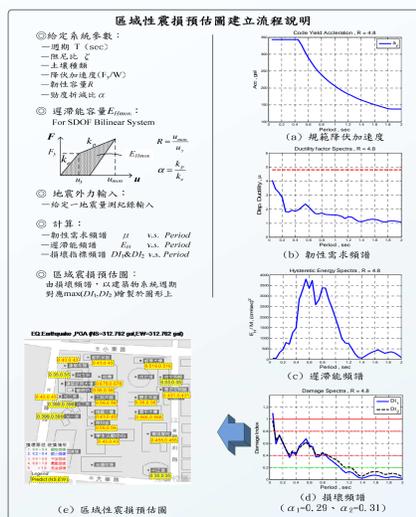
$$DI_2 = (1 - \alpha_2)(\mu - \mu_e) / (\mu_{mon} - 1) + \alpha_2 \sqrt{E_{H1} / E_{Hmon}} \quad (2)$$

建立區域性建築物損壞預估圖：

根據縮尺寸RC校舍模型與中興土壤大樓之損壞評估結果，採用雙線性模型進行模擬計算之損壞指標，對照建築物實際破損情形較為合理，所以採用雙線性模型進行計算結構物韌性需求頻譜、遲滯能頻譜與損壞頻譜。採用2010年3月4號甲仙地震調整PGA為200gal。進一步以建築物系統週期來對應的DI1、DI2最大值作為該建築物之損壞指標，所得之值繪製於該區域的建築物上，即完成區域性建築物之震損預估圖。

結果討論：

在結構物受到較大的地震外力下，當結構物的反應已經超過降伏加速度，結構物內部構件可能發生構件降伏，進而產生破壞，損壞指標利用定量方式，來描述結構物的損壞情形大小。依據震損預估圖上之損壞指標結果，可快速預估建築物損壞狀況，如進一步對應實際之損壞情形，可作為建築物初步損壞評估，及修復與補強之依據。



EQ:2010-0304-0018, PGA (NS=200 gal,EW=200 gal)



◆子計畫2：鋼筋混凝土民房震損圖研究(III)

以村里為單位，計算各種損壞程度之棟數

由自由場測站紀錄內插推估各村里之損壞指標

以村里為單位，計算各種損壞程度之百分比

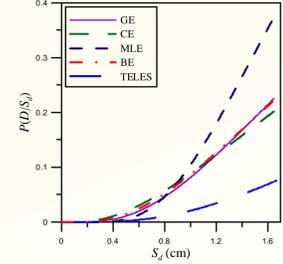
由房屋稅籍資料估算震災時建築物總棟數

1. 分組估計法
2. 累計估計法
3. 最大似然法
4. 貝氏估計法

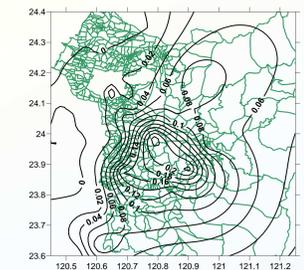
建立二、三層RC民房各種損壞程度之易損度曲線

建立二、三層RC民房各種損壞程度之震損圖，以震損百分比或震損棟數表示之

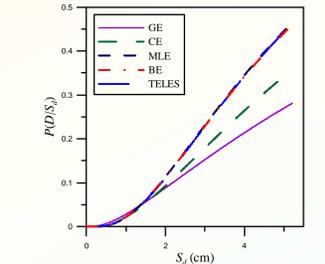
二層樓RC民房易損度曲線



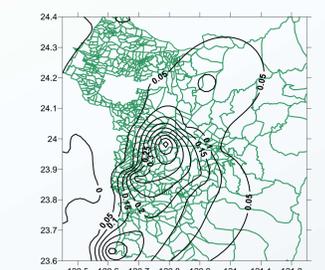
二層樓RC民房震損圖



三層樓RC民房易損度曲線

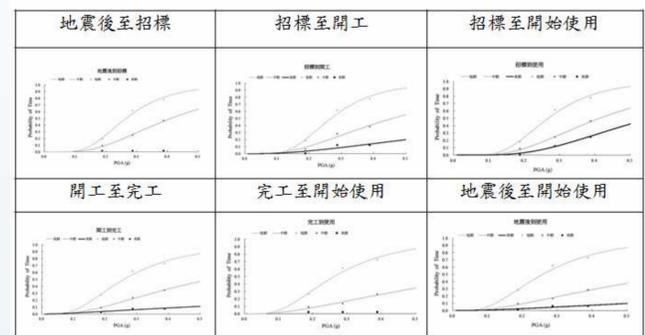


三層樓RC民房震損圖



◆子計畫4：學校建築震害復原時間之機率曲線建立

計畫摘要：本計畫以學校建築為對象，把過去地震的破壞資料為調查重點，對學校的整體復原時間(Downtime)作評估分析。利用易損性曲線(Fragility Curve)觀念，探討地震PGA大小與震害後復原時間的關係，建立學校建築震害後復原時間機率曲線(Probability Curve)，提供學校震後迅速預估復原時間依據，俾能從事有效率之修復，使震害對教學活動之影響降至最低。本研究將各項建築物之修復工程描述分類為短時期、中時期及長時間，分別繪製建築物於不同時間點復原時間機率之機率曲線。



恆春、花蓮、台東及甲仙地震之學校中建築物於不同復原時間的機率曲線

	0.188g			0.287g			0.388g		
	短時期	中時期	長時期	短時期	中時期	長時期	短時期	中時期	長時期
地震後至招標	19.4%	8.2%	3.5%	58.2%	26.4%	8.3%	81.7%	46.1%	13.7%
招標至開工	20.8%	9.2%	3.7%	57.6%	24.4%	6.1%	81.5%	40.3%	7.8%
開工至完工	27.7%	9.9%	3.7%	57.7%	22.4%	6.1%	75.9%	34.9%	7.8%
完工至開始使用	28.6%	7.5%	2.6%	56.9%	15.3%	11.8%	75.6%	26.2%	25.9%
招標至開始使用	20.4%	7.5%	2.6%	57.4%	25.5%	11.8%	81.5%	45.6%	25.9%
地震後至開始使用	30.0%	9.5%	1.1%	57.9%	16.6%	4.6%	76.1%	27.9%	6.3%

學校中建築物各復原時間發生機率表

結果分析與討論

1. 本計畫從232所學校調查資料中，利用機率理論之存活率分析，獲得非結構物復原時間之機率曲線。透過該曲線，工程人員可從建築物位址之PGA，掌握該地區學校中建築物復原時間之機率，進而研判建築物之復原時間，達到學校震後迅速預估復原時間之目的，並提供災後重建參考。
2. 在研究過程中發現，隨著樣本增加或減少，所分析機率會有所變動，屬於正常現象，如果樣本數達到一定數量則機率表現會趨於穩定。本計畫建議應持續增加樣本資料庫，以達到分析穩定原則。
3. 建築物復原的時間會隨著震度階級提升而變長，但有時地震震度較小時，則有例外情形產生，猜測可能會是建築物興建年代或施工品質等外在因素。
4. 在評估建築物復原時間機率曲線時，地震後到招標及地震後到開始使用之復原時間較長，其次招標到開始使用及開工到完工之復原時間，最後招標到開工及完工到開始使用之復原時間較短。