

2016「台灣地震損失評估系統」 講習會

地震危害潛勢評估與 設計基準地震

簡文郁

國家地震工程研究中心 研究員

2016/11/22

1

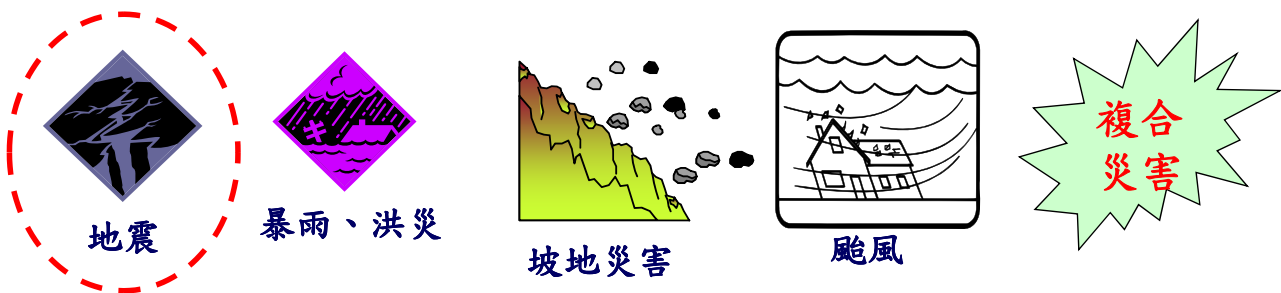
大綱

- 天然災害概況與台灣的地震環境
- 地震危害度分析之架構
- 地震危害度分析之輸入模型，HID
- 地震潛勢(震源)
 - 區域地震---時、空之分布模擬
 - 活動斷層地震---特徵地震之模擬
- 地震危害分區圖與設計基準地震
- 特定因素考量



台灣的天然環境與天災

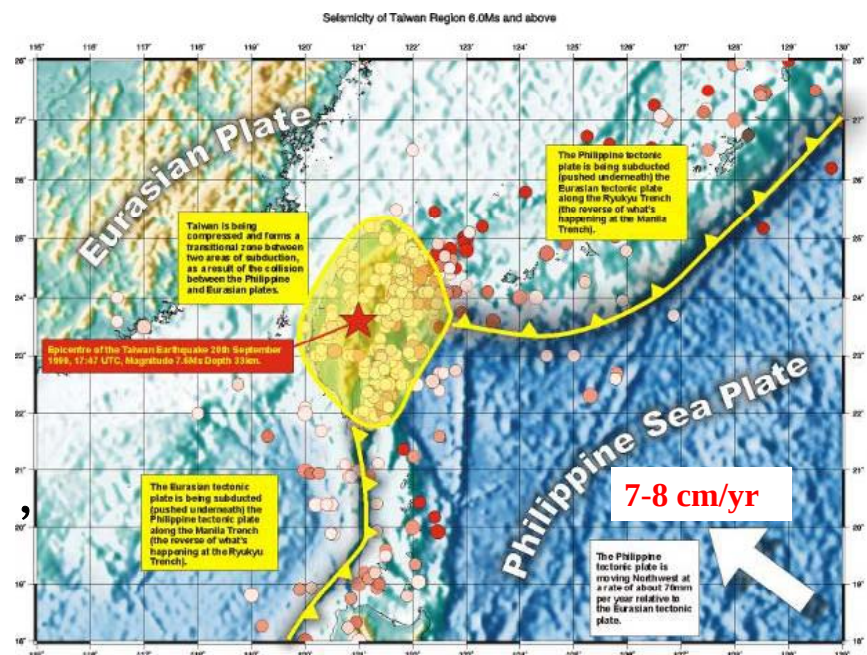
- 台灣位於西環太平洋。
- 颱風主要路徑上；環太平洋地震帶上。
- 天災不斷，損失鉅大。
- 社會大眾及政府接極度重視防、減災。



台灣附近板塊構造

台灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊間的島弧碰撞帶

菲律賓海板塊以約 **7-8 cm/yr** 的速率，由東南往西北方向碰撞歐亞大陸板塊，故台灣地區地震頻繁



Data Source : <http://www.gsrg.nmh.ac.uk/gsrg.html>



台灣災害地震頻率與損失

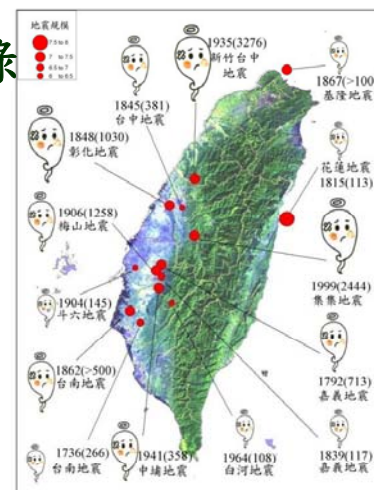
88年 921集集大地震

- 2,444人喪生、50人失蹤、758人重傷，38,935戶房屋全倒、45,320戶房屋半倒，經濟與財務損失達台幣4,500億元。約佔國內生產毛額GDP的4.86%。

鄭世楠教授提供

台灣地區過去三百年來的災害地震紀錄

- 約15~20年即發生一次劇災型地震(死亡超過百人)
- 共造成超過10,700人死亡
- 平均每年因地震而死亡的人數高達76人
- 年平均損失高達200~300億。
- 與颱風所造成的災害規模相當(112人+84億/年)

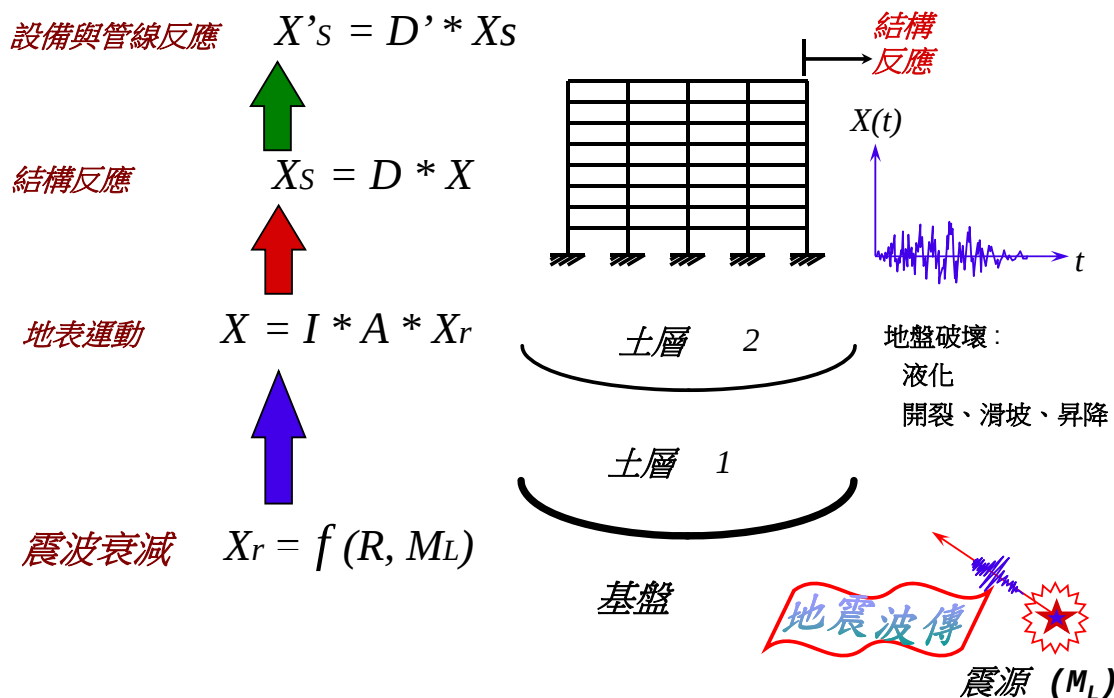


台灣震災多與活斷層有關

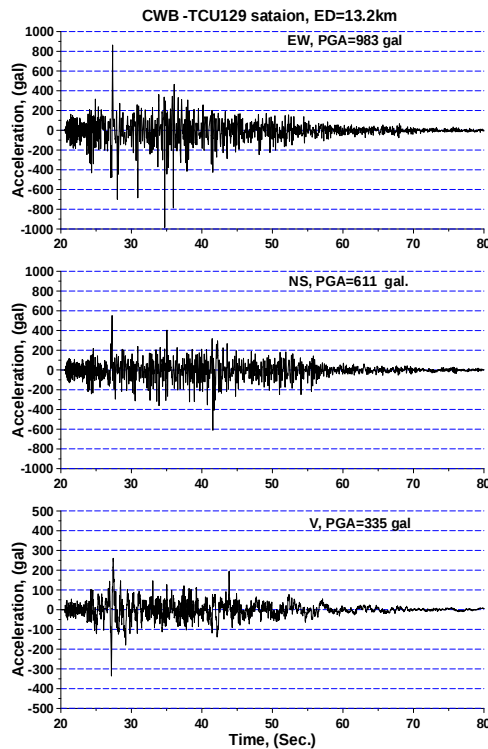
國家地震工程研究中心
National Center for Research on Earthquake Engineering



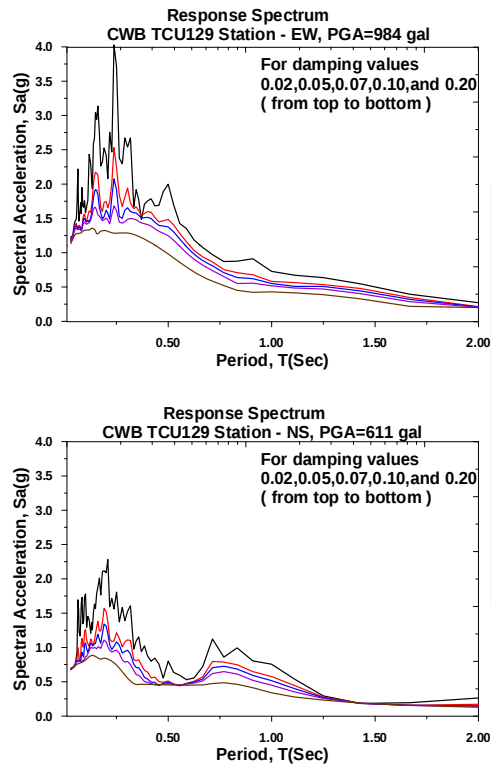
地震動現象與效應



地震動特性



(a) acceleration-time histories



(b) normalized response spectra

資訊複雜統計處理困難

簡化工程資訊統計處理



設計地震與耐震需求

地震工程常使用簡化參數

可以統計
易於分析

$T=0.3$ Sec.

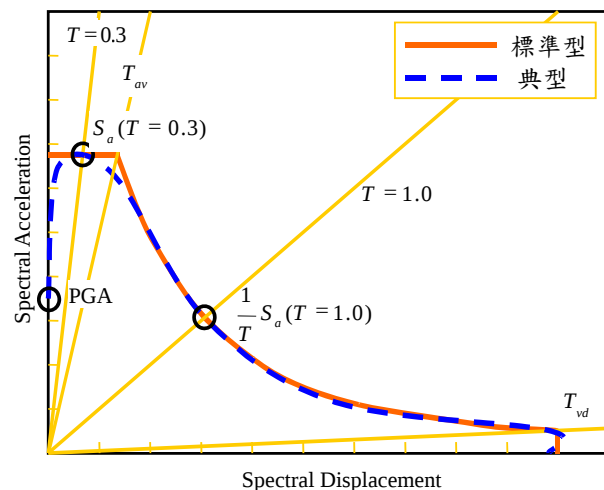
Constant Spectral
Acceleration, S_a

$T=1.0$ Sec.

Constant Spectral
Velocity, S_v

$$S_d = \frac{T^2}{4\pi^2} S_a$$

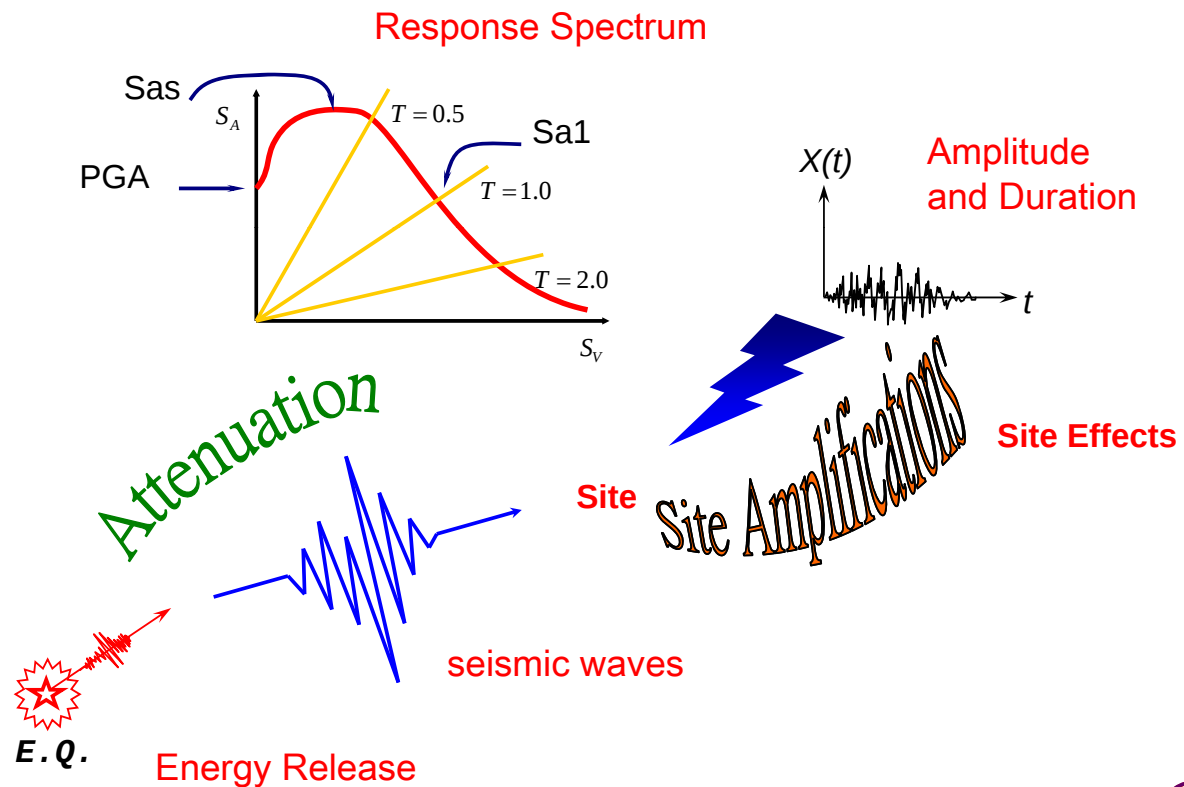
$$S_v = \frac{T}{2\pi} S_a$$



Other possible IMs: PGA, PGV, PGD,
 S_v , S_d , etc.



Earthquake and Ground Motion



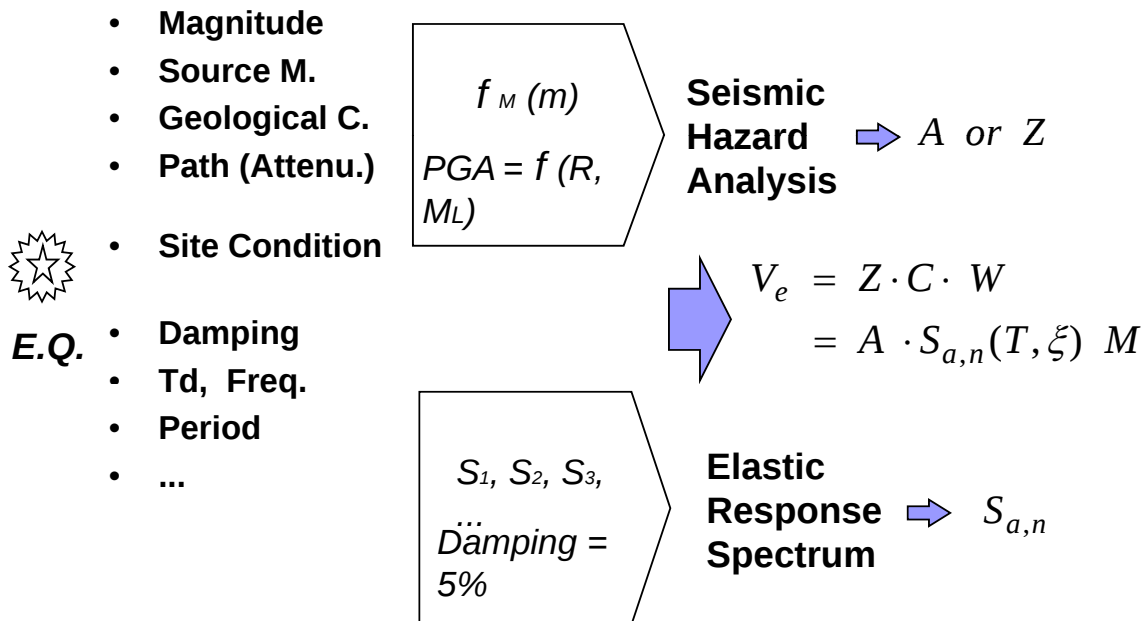
地震災害潛勢

地震危害度分析

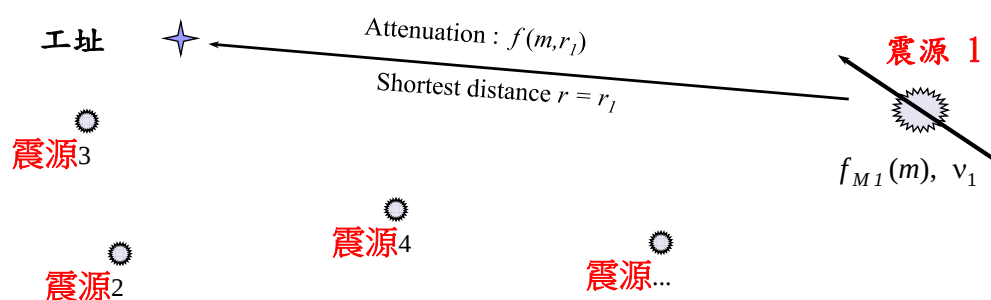
地震危害分區圖與設計地震



Influence factors in seismic hazard potential



地震危害度分析: DSHA & PSHA



➤ 震源模型

➤ 衰减模型: $f(M, R)$

➤ 地震動参数: PGA, S_a , ➤ 危害度分析

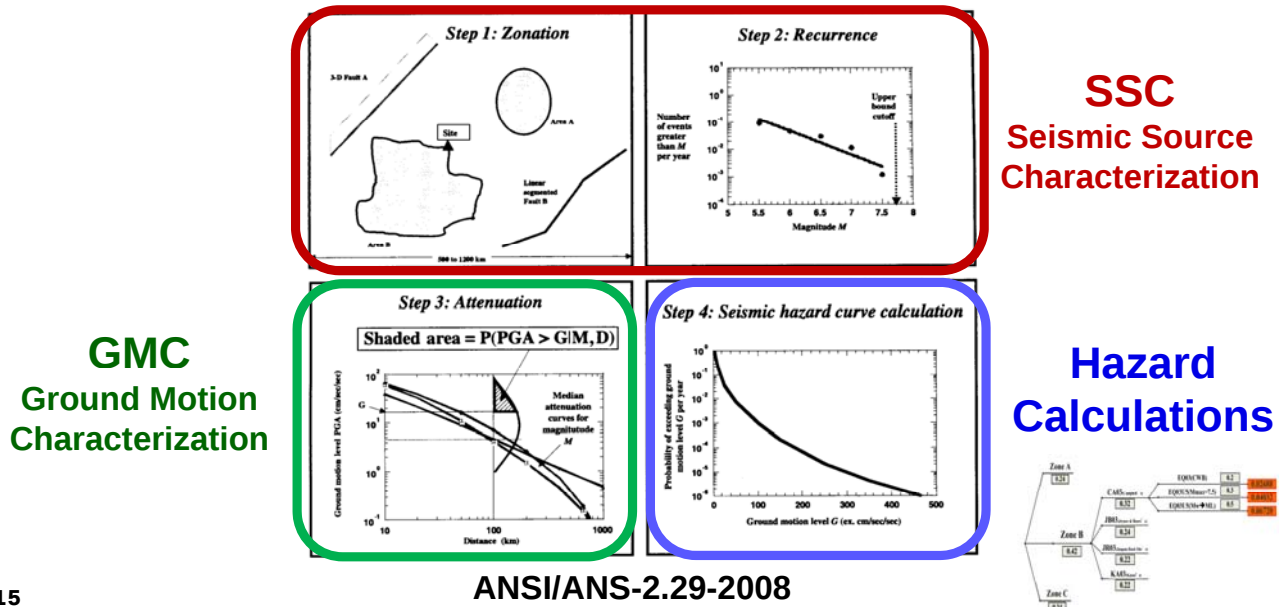
The SHA is usually to develop ground motion for seismic design and earthquake loss estimation. Hazard curves are presented in terms of annual probability of exceedance versus IM.





Input Models for PSHA

- ❑ Elements: **Seismic Source Characterization(SSC)** 、**Ground Motion Characterization(GMC)** 、**Uncertainties**
- ❑ Results: **Hazard Curves**



15

Earthquake Source Model

- ❑ Area source --- Poisson Process
- ❑ Active fault --- Characteristic Eq.

The spatial and temporal randomness of earthquake occurrences

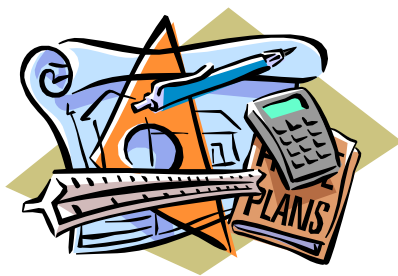
Source model	Spatial model	Temporal model
Area source	Zoneing Scheme	G-R Relationship (Poisson Process)
Active fault	known (Type I)	Characteristic Earthquake (Time-Predictable)



台灣地震潛勢(震源)

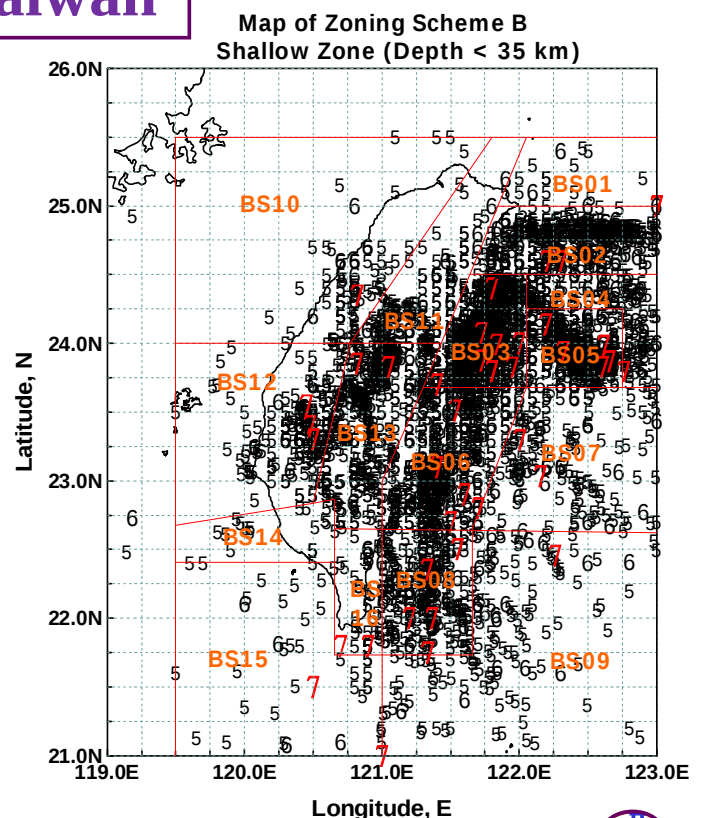
區域地震---時、空之分布模擬

活動斷層地震---特徵地震之模擬

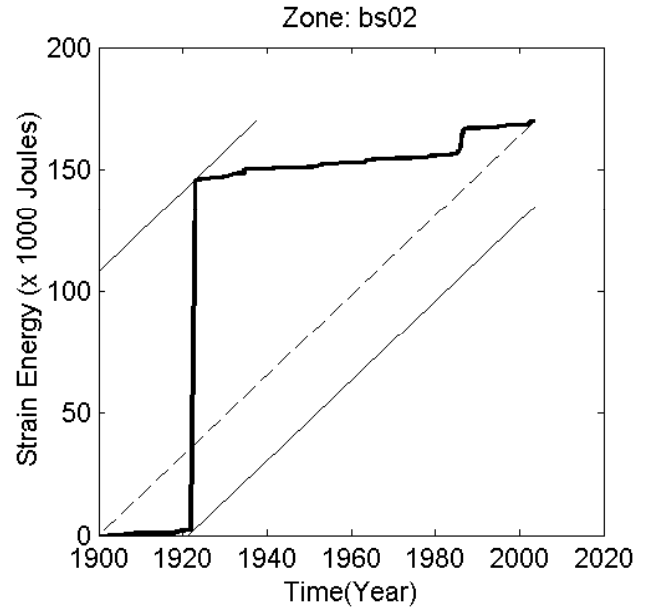
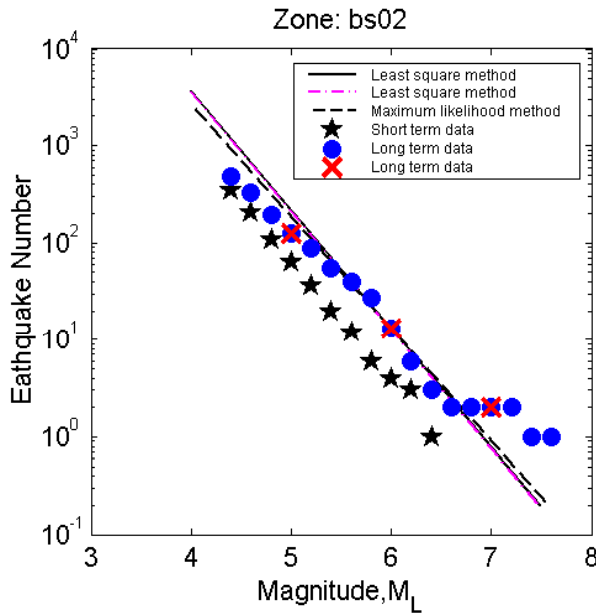


Seismicity data of Taiwan

- Data base
- 完整性
- 規模定義



Determination of Source Parameters

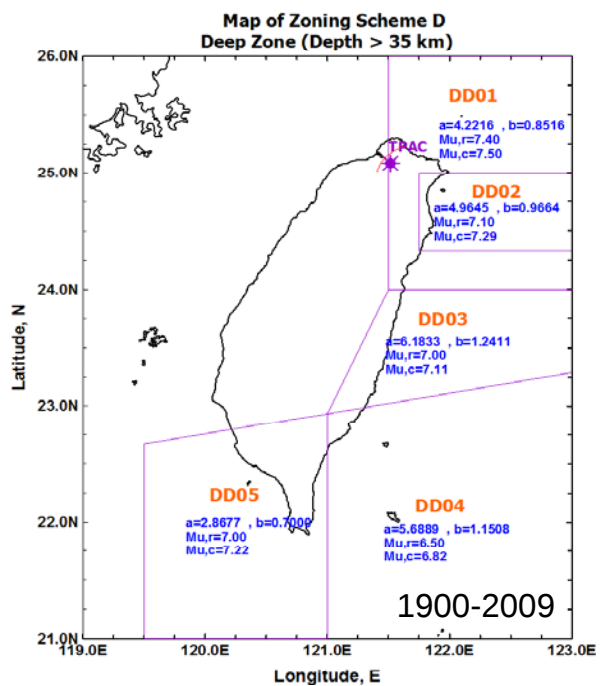
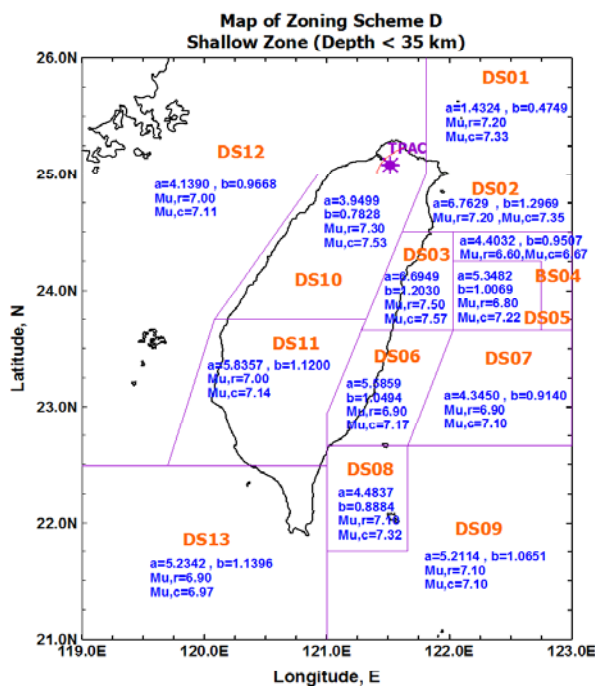


- **Data Set A** to obtain **b-values**: Earthquakes from January 1973.
- **Data Set B** to obtain **a-values**: Earthquakes between 1900 through May 2003.

The rate of total energy accumulation and release in the region remains fairly constant.



震源模型 --- G-R 關係式



地震潛勢(震源)

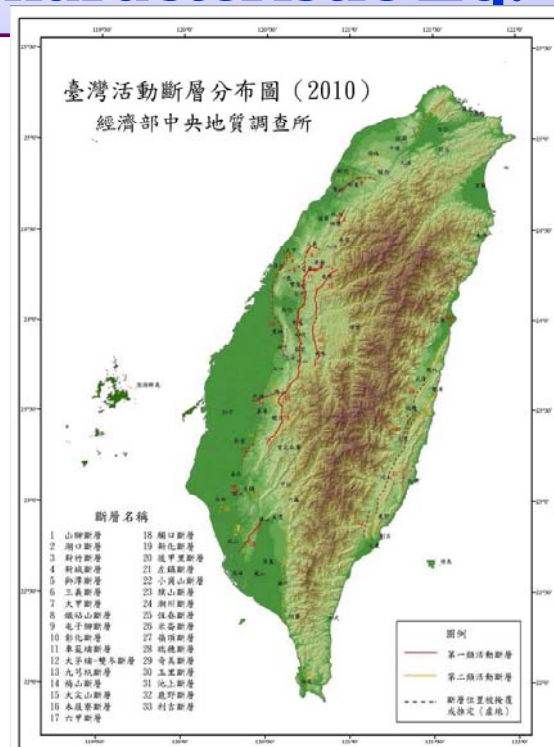
區域地震---時、空之分布模擬

活動斷層地震---特徵地震之模擬



Type I Faults --- Characteristic Eq.

- ❑ Magnitude Predictable
- ❑ Time Predictable
- ❑ Magnitude and Return Period of Characteristic Eq. are estimated by Geological survey and Earthquake Data

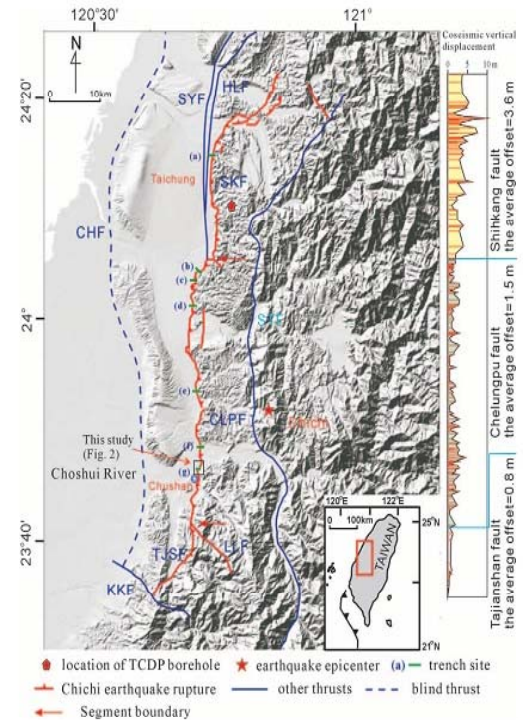


Paleoseismological study

- Estimated the intervals between earthquakes and earthquake recurrence probability on specific faults

- trenching studies
- paleoearthquakes investigation
- The Coefficient of Variation, CV

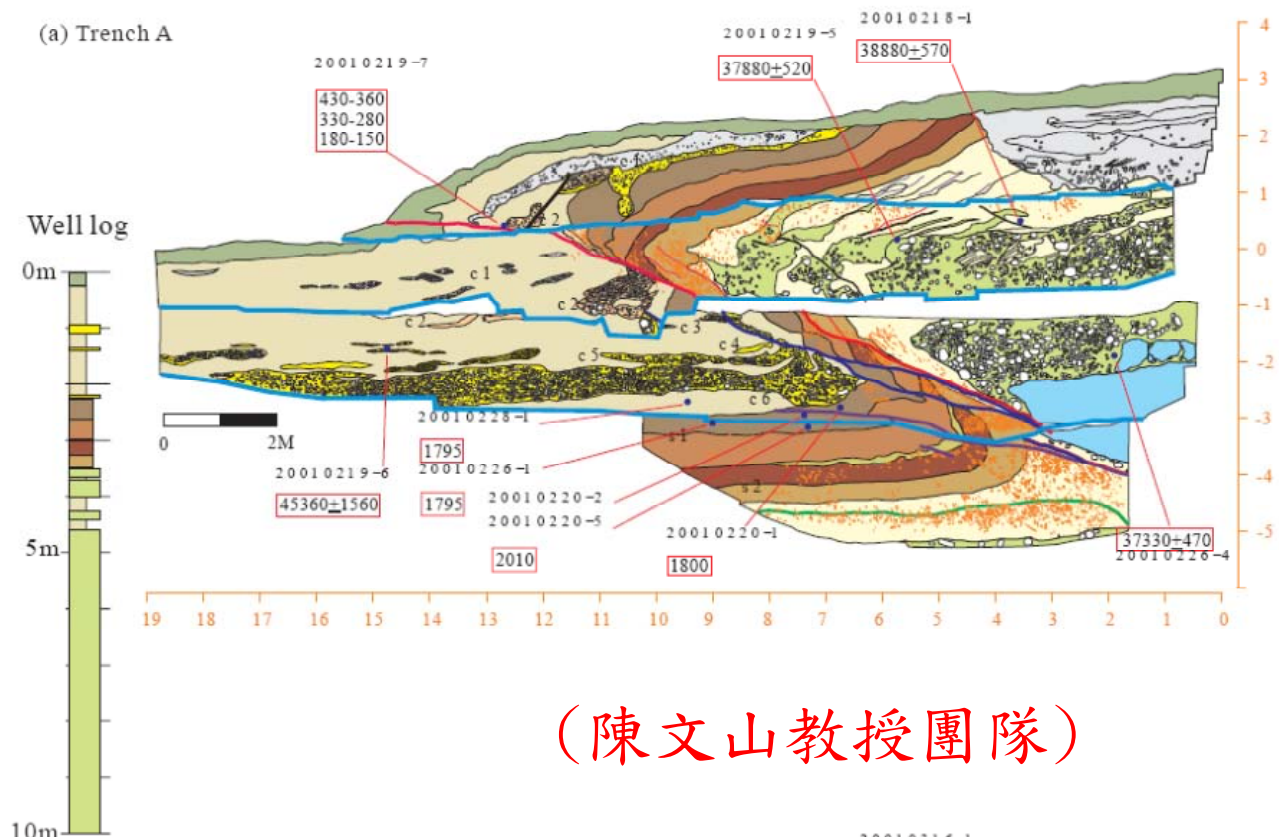
Earthquake recurrence is highly variable; probabilities hard to assess



Chen et al., 2007



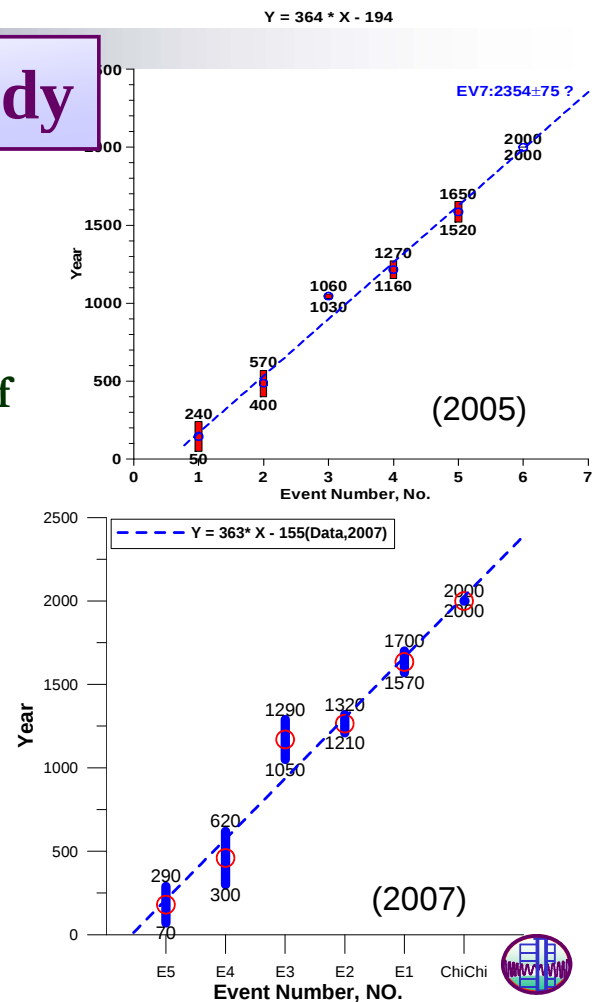
車籠埔斷層古地震調查---槽溝開挖



(陳文山教授團隊)

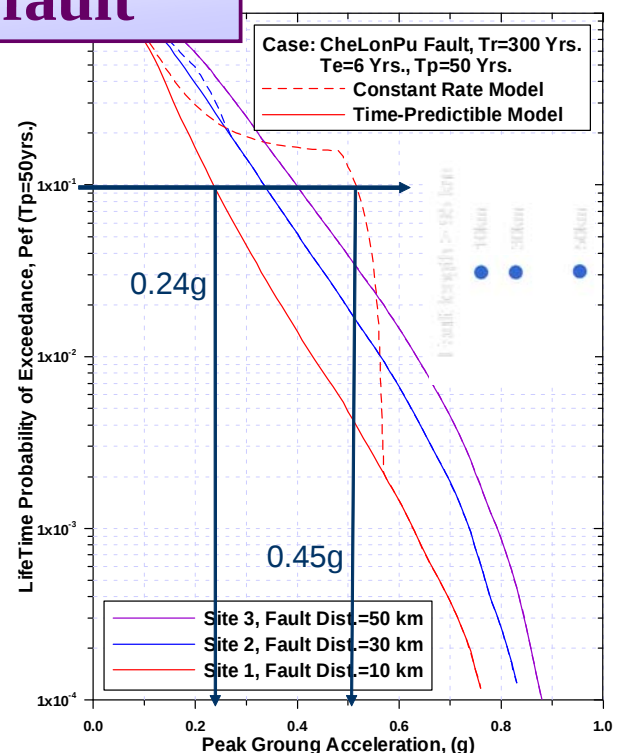
Paleoseismological study

- ❑ A key parameter in time varying probability estimates is include the uncertainties of the paleoseismological study
- ❑ The recurrence interval time is about 360 years, COV is about 0.37



Case study – CLP fault

- ❑ The Chelungpu fault
 - The hazard contributed from the CLP fault is very low due to the short elapse time and long mean-recurrence time. The constant rate characteristic earthquake model is not able to get a reasonable results.
 - Based on the seismicity distribution in Taiwan, the seismic hazard exhibits an east trend. So, the hazard for distance of 50km is highest than other site.



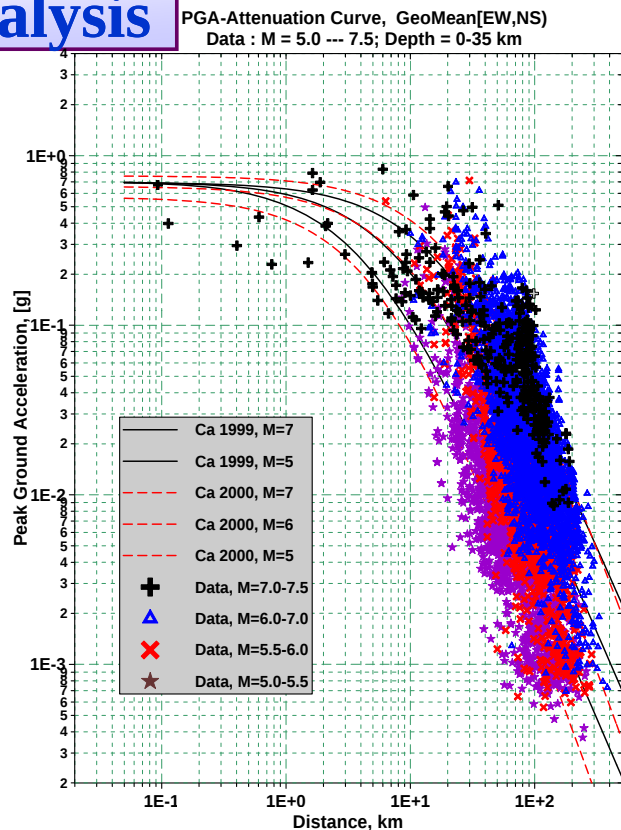
PGA attenuation analysis

- In the stage one analysis of reference attenuation law, do not take the site conditions into consideration.

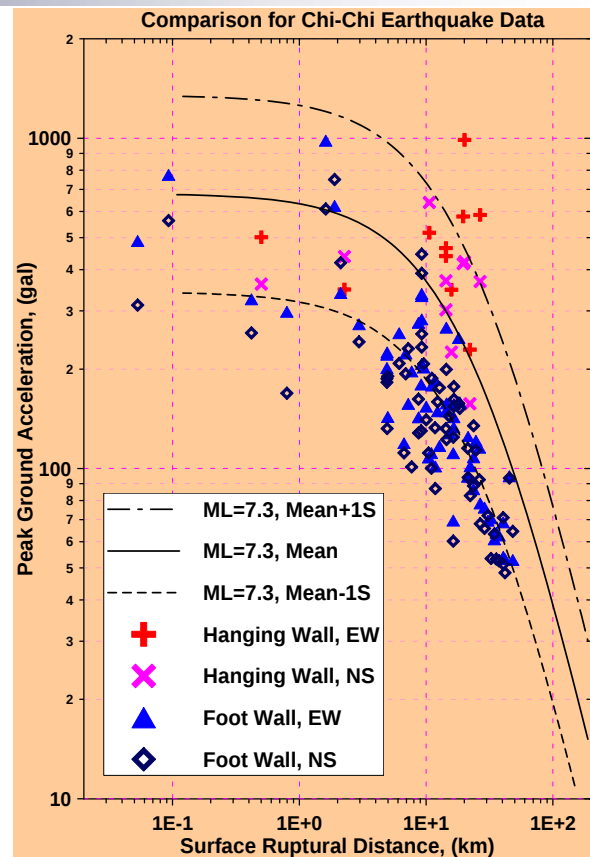
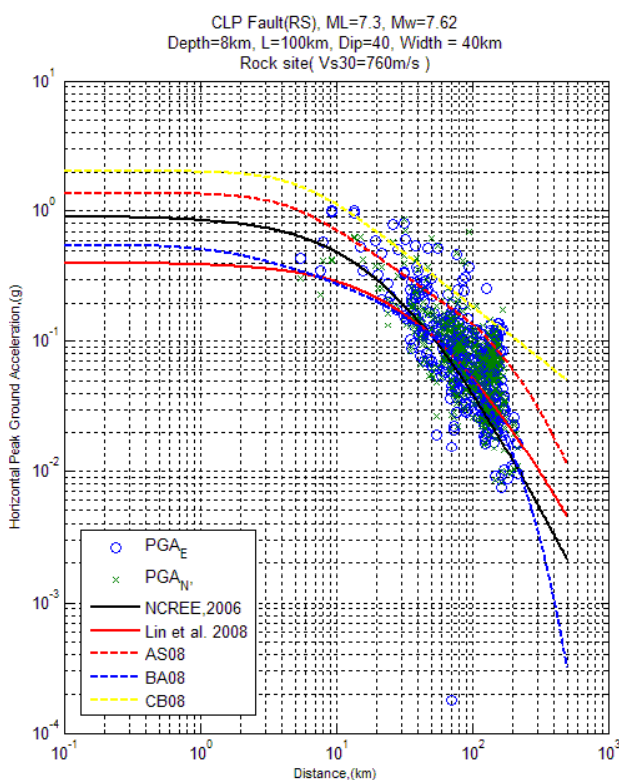
$$Y_a = f(M, R)$$

Geo-Mean (EW, NS)

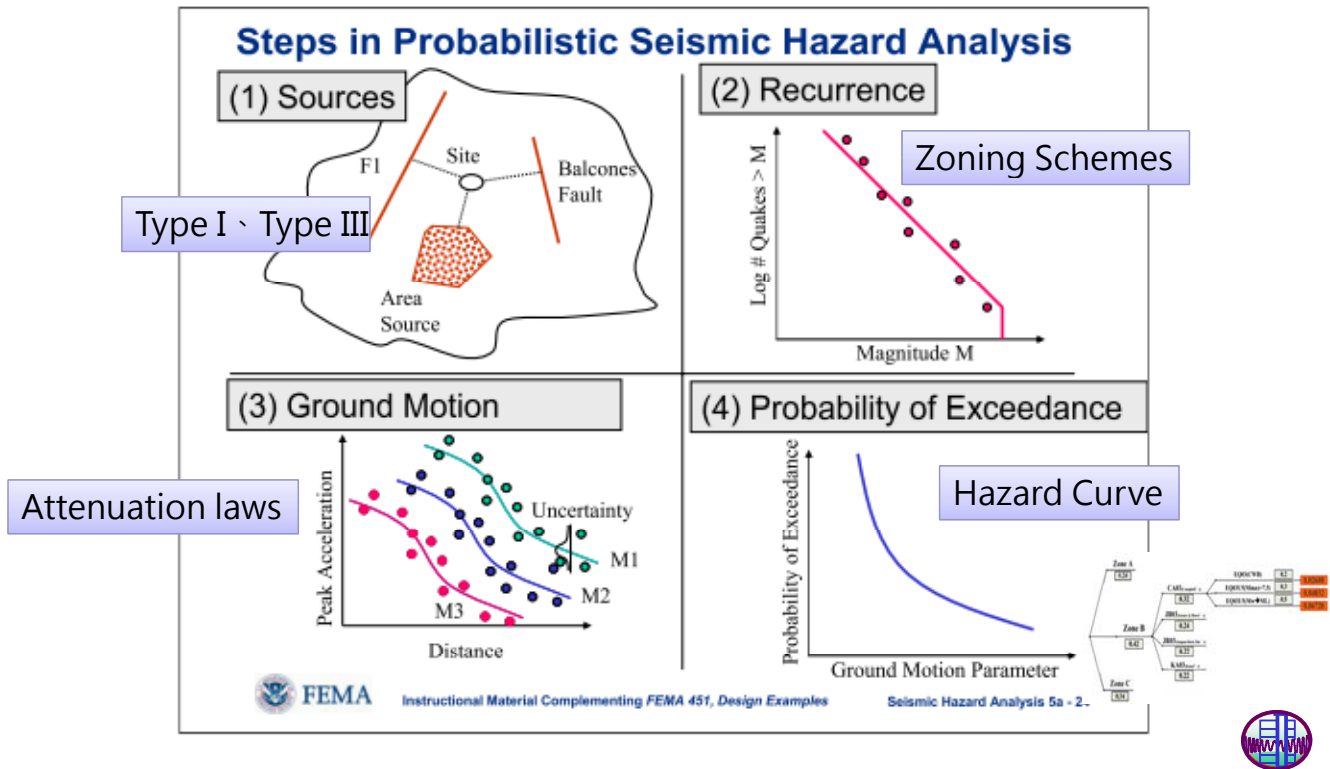
$$A = \sqrt{(EW) \times (NS)}$$



衰减律

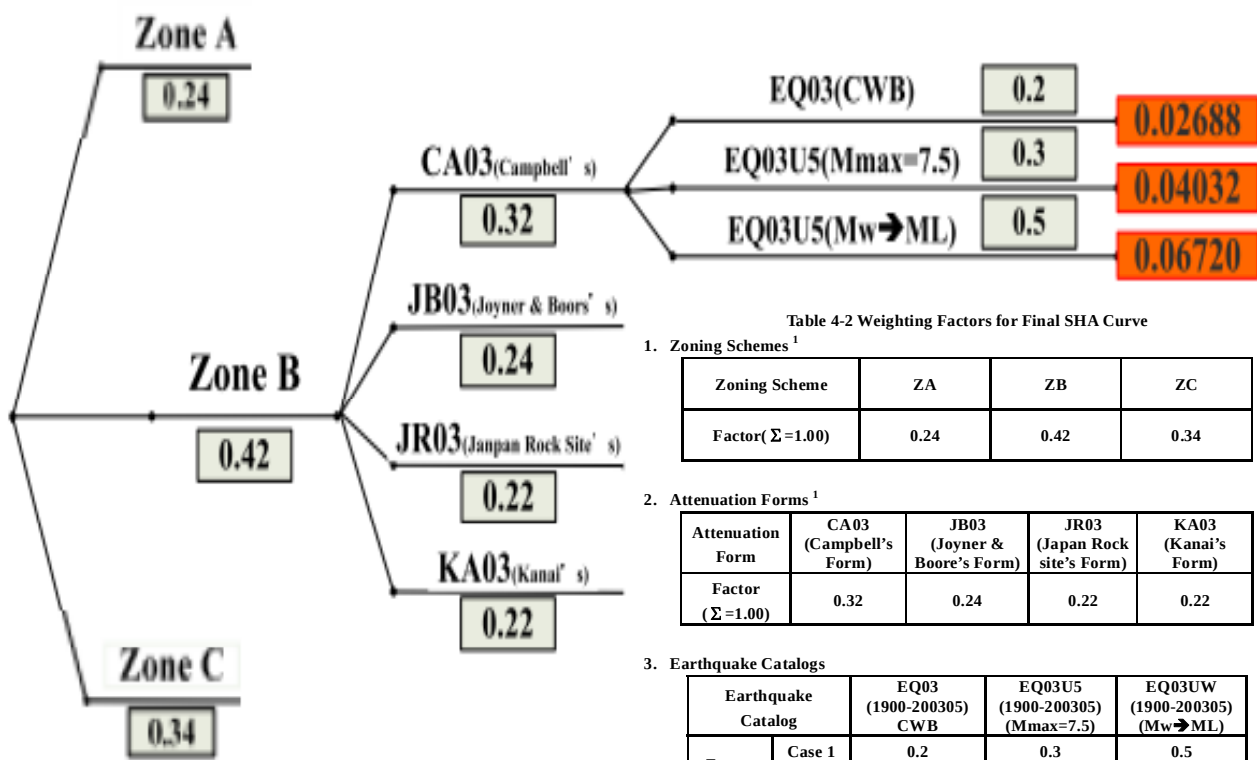


PSHA models: case study

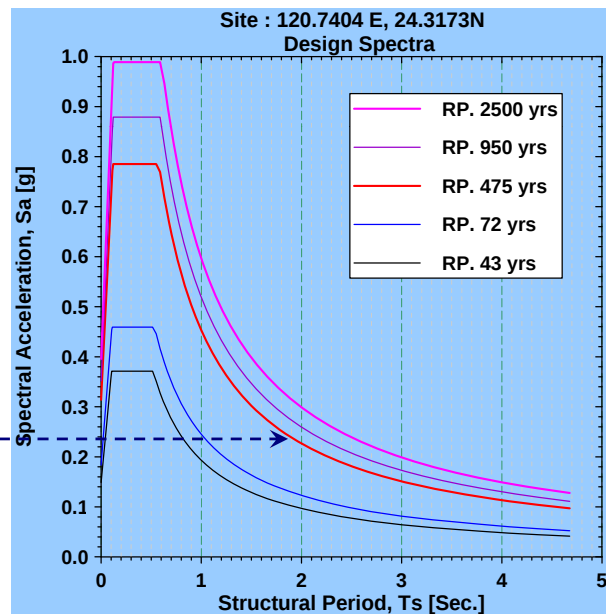
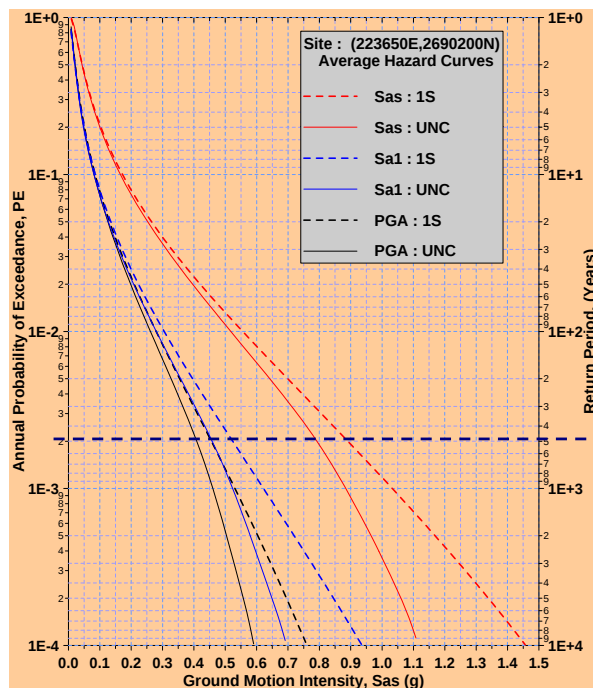


Final Hazard Curve --- weighting

Zoning Scheme	Attenuation Law	Catalogs(1900/01~2003/05)
---------------	-----------------	---------------------------



危害度曲線與設計地震



地震危害分區圖 與設計基準地震



Seismic Force Requirements in Taiwan

建築耐震設計規範之演進

U
H
R
S

- 63年以前 $V = 0.1W$
- 63年2月版本 $V = ZKCW$
- 71年6月版本 $V = ZKCIW$
- 78年5月版本(修) · 75年11月15日地震, $M_L = 6.8$
- 86年5月版本 $V = \frac{ZI}{1.4\alpha_y} \left(\frac{C}{F_u} \right)_m W$
- 88年12月版本 · 88年9月21日地震, $M_L = 7.3$
- 94年現行版 · UHRS, seismic microzonation

Design
Earthquake

Z

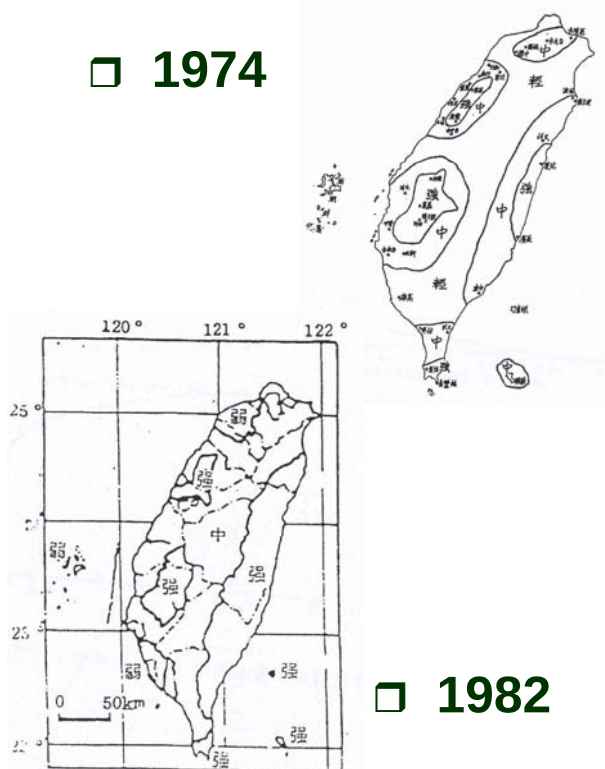
C

S_D

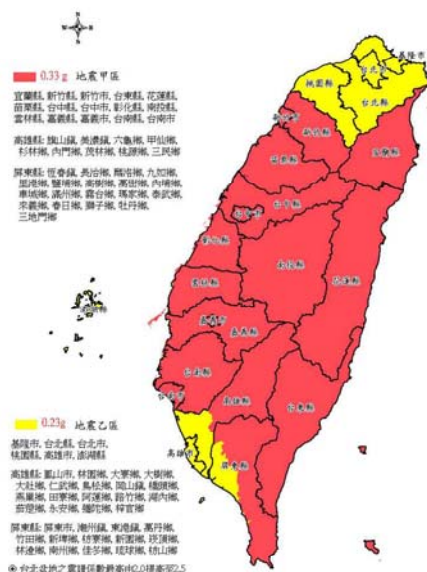


台灣設計地震分區之演進

1974



1982

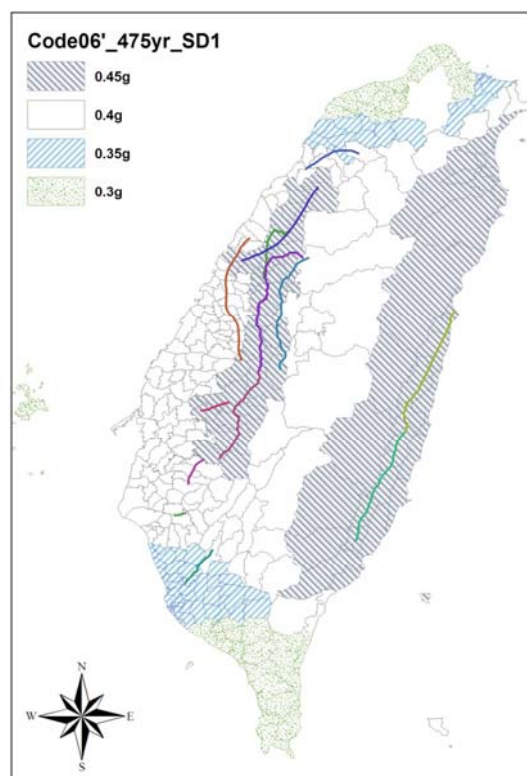
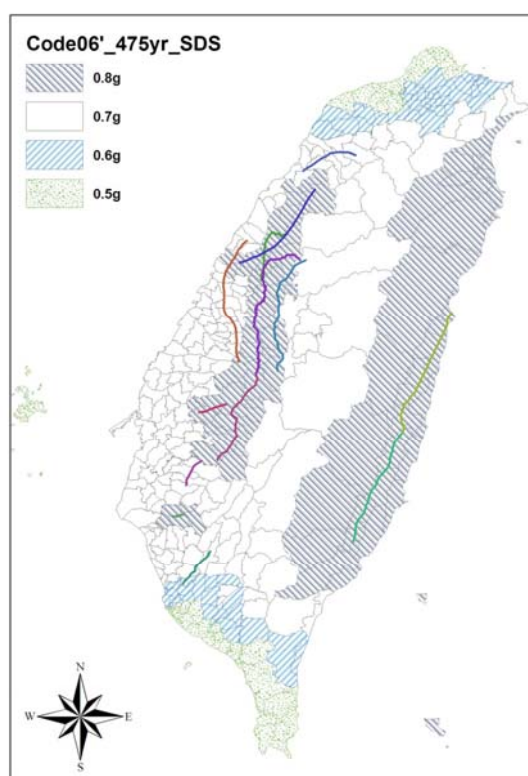


台灣地區震區劃分建議圖

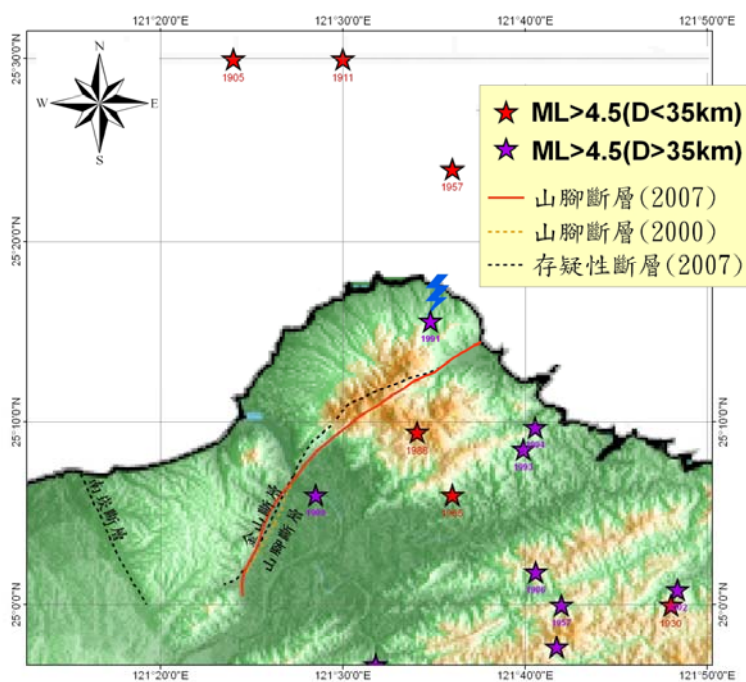
1999



設計地震分佈與斷層位置比較---475yrs



西部麓山帶活斷層多



近斷層效應的
影響與因應

1. 地盤變動
2. 震動大
3. 長週期能量

近斷層效應的影響：耐震需求大

1. **地表錯位：**
在地表造成的永久位移。
2. **耐震需求大：**
地表面產生的加速度較高。
3. **速度脈衝：**
長週期結構受害。
4. **上、下盤效應**



九二一地震教育園區



近斷層工址的風險考量

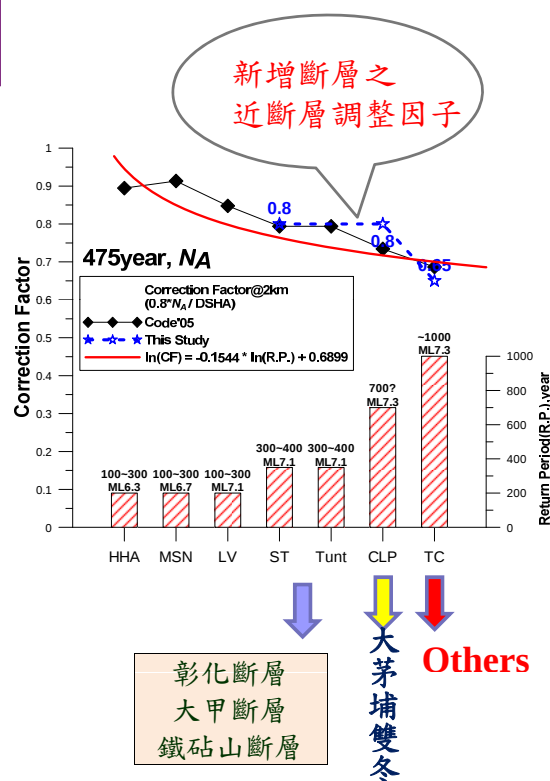
1. **地表變位與錯動：**
工程上不易克服 → 迴避，維生系統<--難
存在誤差與變動 → 斷層帶，(300M?)
2. **震動強度增大：**
設計地震提升 → 近斷層放大因子(隨斷層距離)
3. **長週期速度脈衝：(不利長周期結構)**
設計考量 → 歷時動力反應分析



近斷層因子分析方法

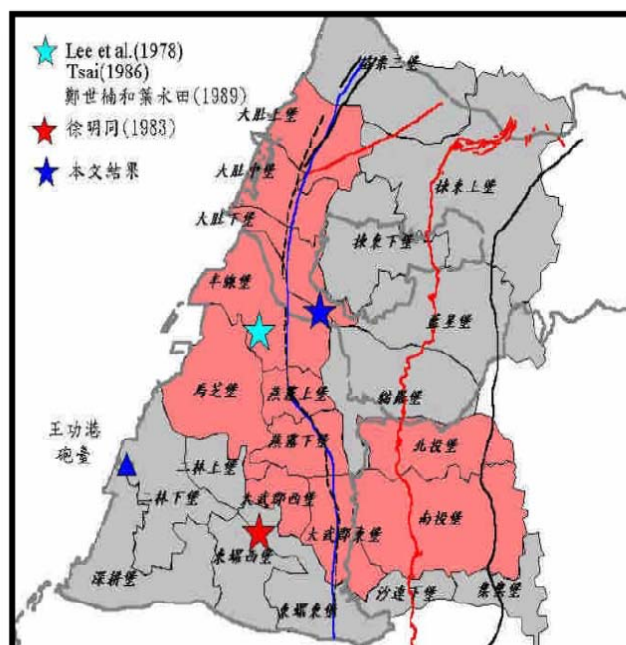
- 由475年及2500年回歸期之短週期和一秒週期震區水平譜加速度係數(0.8, 0.45)及(1.0, 0.55)為基準值
- 由近斷層工址(1km)之近斷層調整因子及基準值與DSHA分析結果比較, 找出現行規範設計值與DSHA結果間之關係。
- 探討各斷層之近斷層調整因子
- 新增分析的斷層

	斷層	R.P.
參考獅潭斷層	彰化斷層	350
	大甲斷層	
	鐵砧山斷層	
參考車籠埔斷層	大茅埔-雙冬斷層	700
	新城斷層	1500
參考大尖山斷層	三義斷層	1500
	六甲斷層	1500
	旗山斷層	1500



古地震研究

1030 death



1848 年彰化地震中受災較嚴重地區：大肚上、中、下保、大武郡東、西保、燕霧上、下保、南、北投保、馬芝遴保、半線保(淺紅色區域)；圖中藍色星型符號為本文推估之震央位置。

Data Source : 鄭世楠

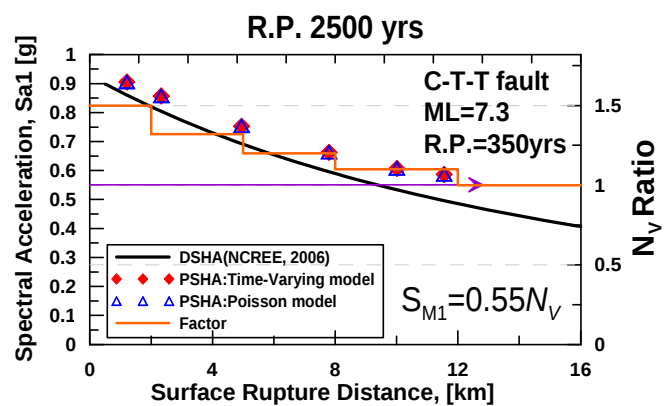
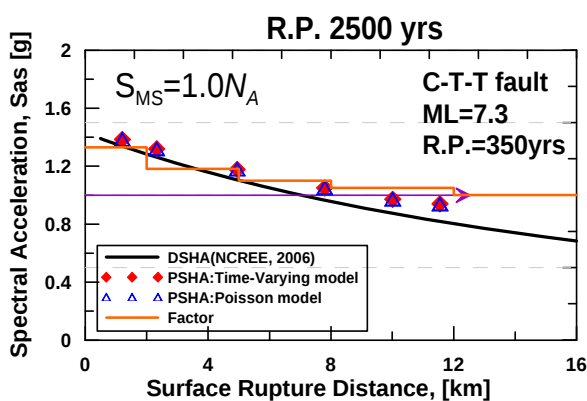
彰化、大甲、鐵砧山斷層

- ◎ 假設回歸期**350年**
(GPS短期滑移率評估約407年~552年)
- ◎ **DSHA**分析
 - $L=79\text{km}$, $M_L 7.3$
- ◎ **PSHA**分析
 - $M_L=7.60\sim 7.10$
 - time-varying model (1848yr)
 - Poisson model



獅潭斷層: R.P. ~350yr, $M_L 7.1$

最大考量地震之近斷層調整因子 (2500年回歸期)

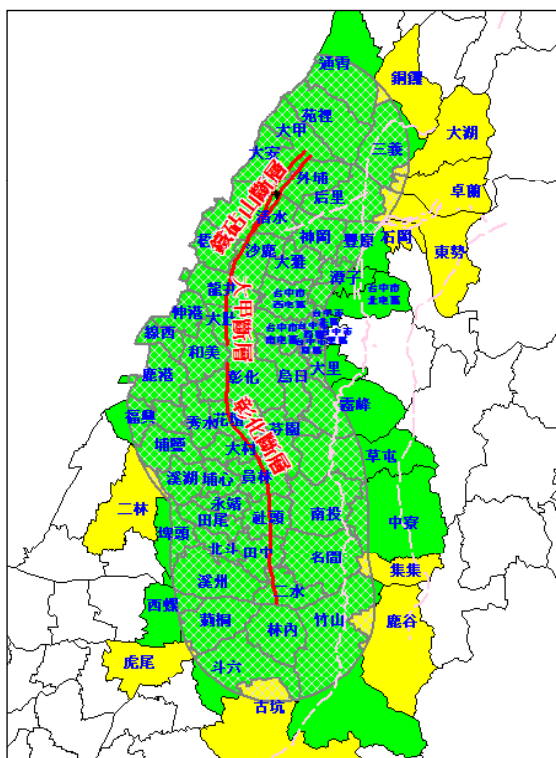


	$r \leq 2 \text{ km}$	$2\text{km} < r \leq 5 \text{ km}$	$5\text{km} < r \leq 8 \text{ km}$	$8\text{km} < r \leq 12 \text{ km}$	$12\text{km} < r \leq 14 \text{ km}$	$r > 14 \text{ km}$
N_A	1.33	1.18	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.50	1.32	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

Reference: 獅潭斷層 R.P. ~350yr, $M_L 7.1$



新增斷層：彰化、大甲、鐵砧山斷層



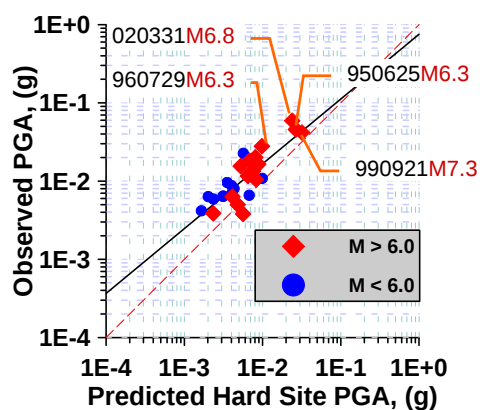
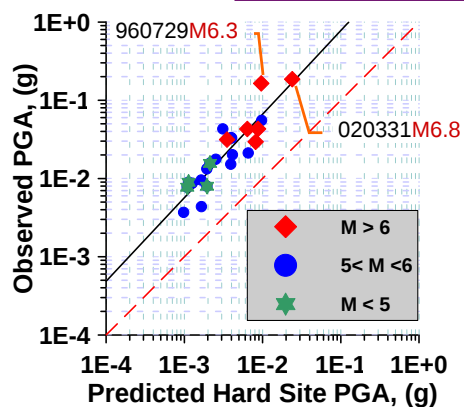
納入斷層考
量之鄉鎮

未納入考
量之鄉鎮

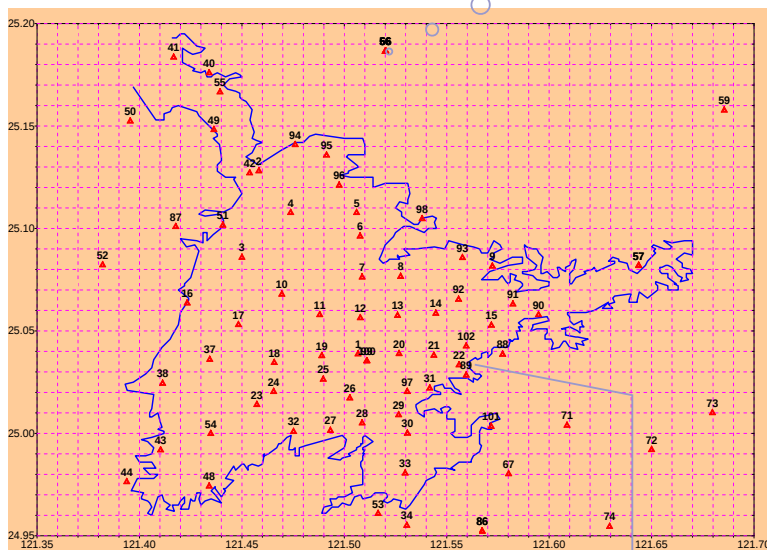
表2-1之修訂



地盤效應之影響

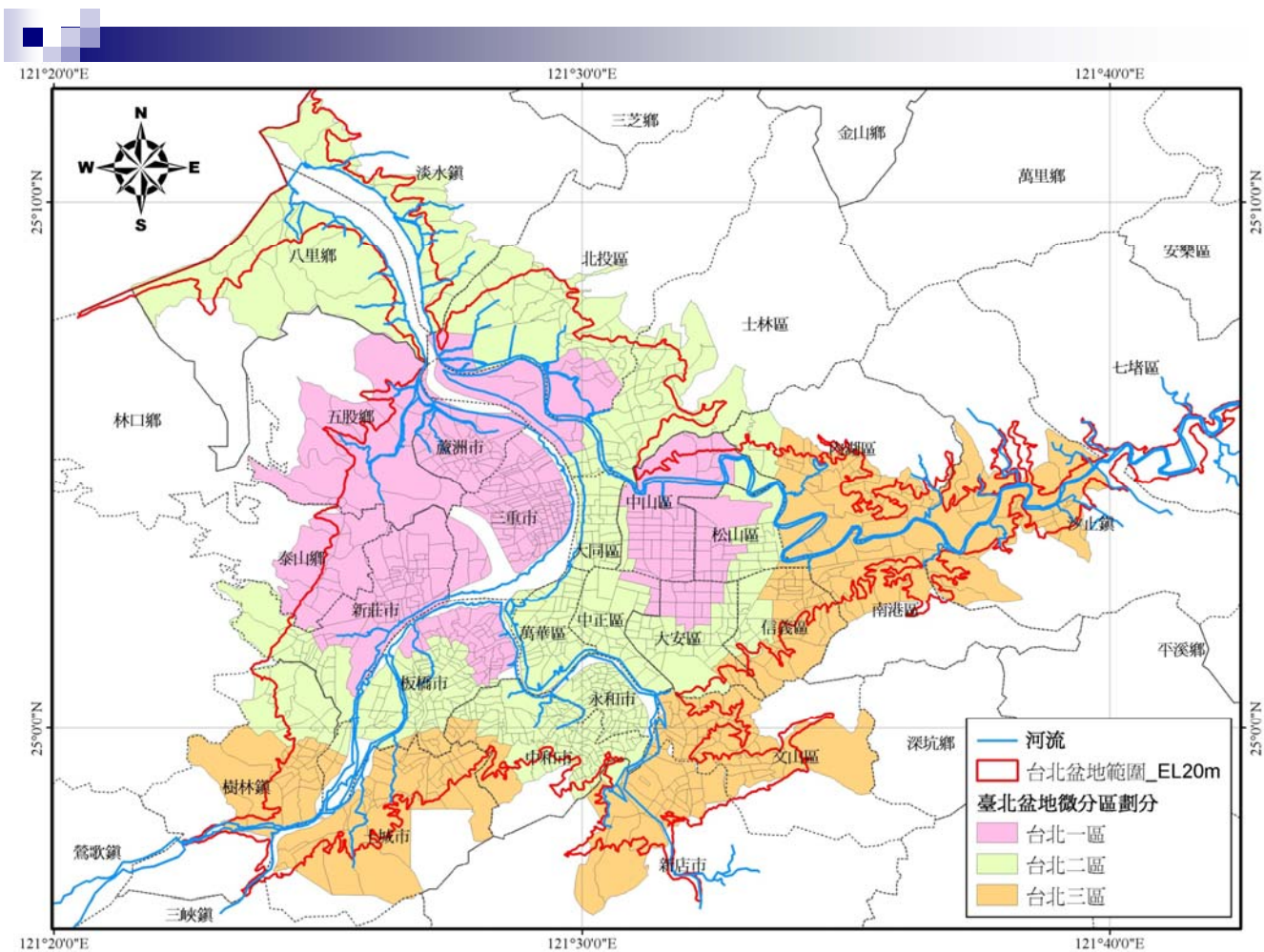


TAP056
TAP066

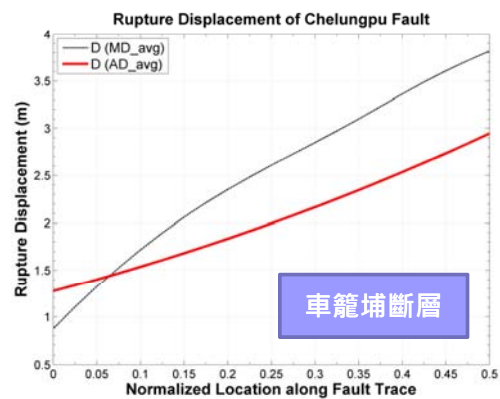
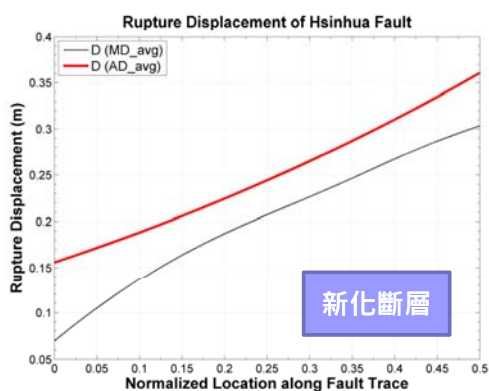
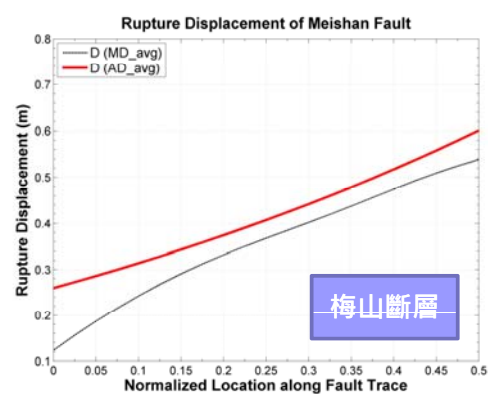
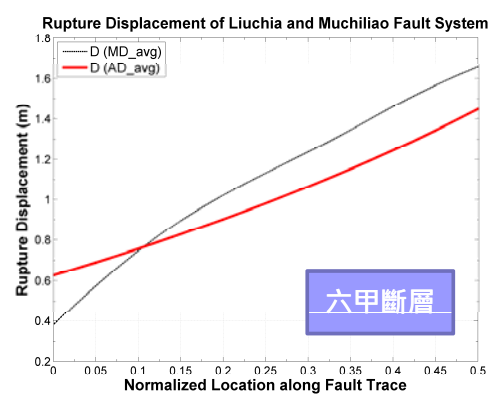


TAP022
TAP089





斷層錯動量評估



結論

- 有地震才有台灣的形成 → 台灣地震潛勢高、地震不斷，平均約20年即有大地震災害。海嘯威脅相對較小。
- 危害度分析提供一個系統化程序評估自然災害之威脅：IM .vs. Freq. 。
- 結構設計依據可靠度要求，決定設計基準及對應之性能目標

巨災事件：重尾機率分布(heavy-tailed probability)
或稱黑天鵝效應。

2004南亞地震(海嘯)、2008汶川地震、2009海地地震、2011基督城地震、
2011日本東海地震(海嘯)。

目前災害潛勢分析模型仍有不足。



感謝聆聽
敬請指教

規範設計反應譜查詢介面

<http://www.ncree.org/ZH/DesignSpectra.aspx>

管理者：劉 勛 仁

hjliu@ncree.narl.org.tw

