NARLabs
國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

科普演講系列-淺談土壤液化

簡報人:盧志杰

- 背景介紹
- 土壤液化機制
- 台灣地區液化風險
- 台灣土壤液化之研究
- 結論與建議

背景介紹

- 土壤液化受到重視之起源
  - 1964 Niigata earthquake
  - 1964 Alaska earthquake
- 典型土壤液化之危害

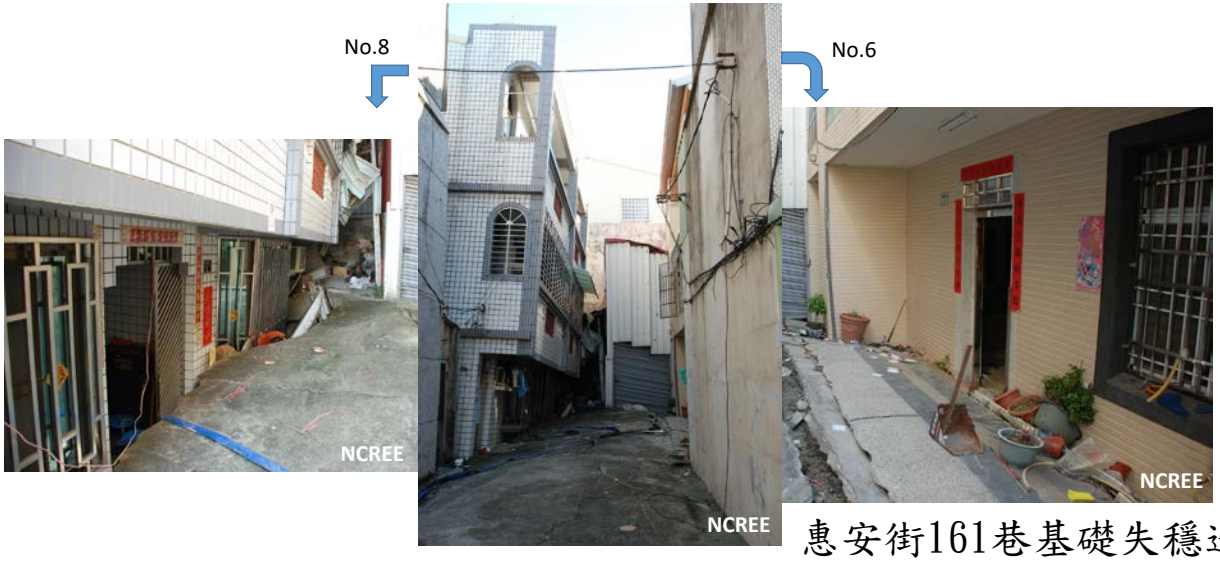
https://www.suggest-keywords.com/MTk2NCBuaWlnYXRhIGVhcnRocXVha2U/

https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_liquefaction

http://translate-en.city.yokohama.lg.jp/somu/org/kikikanri/ekijouka-map/q-and-a.html

背景介紹

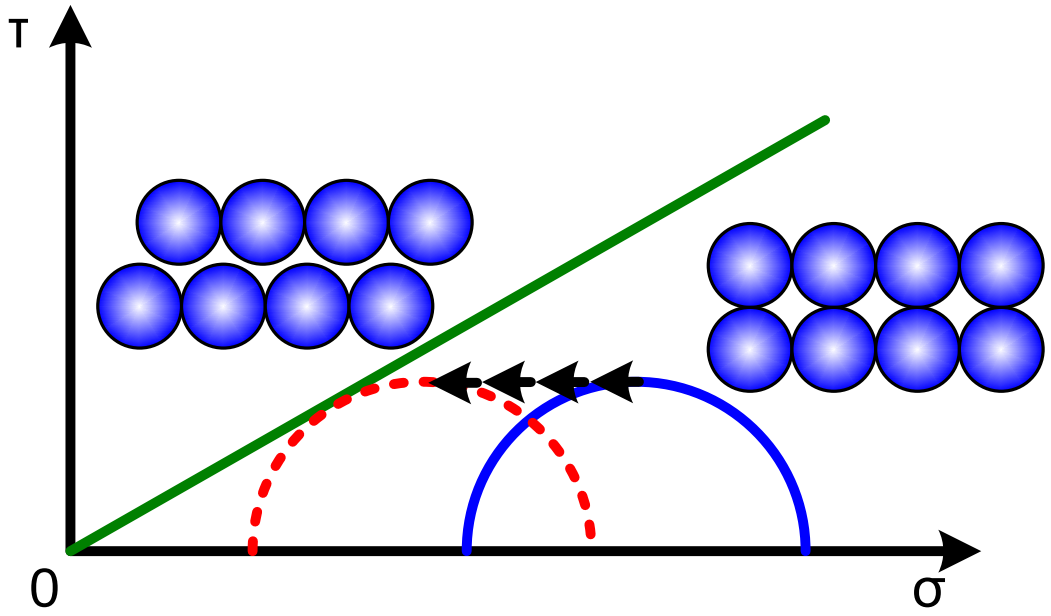
- 台灣對於土壤液化之重視
  - 1999集集地震
    - ✓造成台灣中部地區廣泛液化，本土的液化案例資料大增
    - ✓土壤液化問題受各界高度重視
  - 2016美濃地震
    - ✓中小地震亦造成液化災情，促使國人正視液化風險

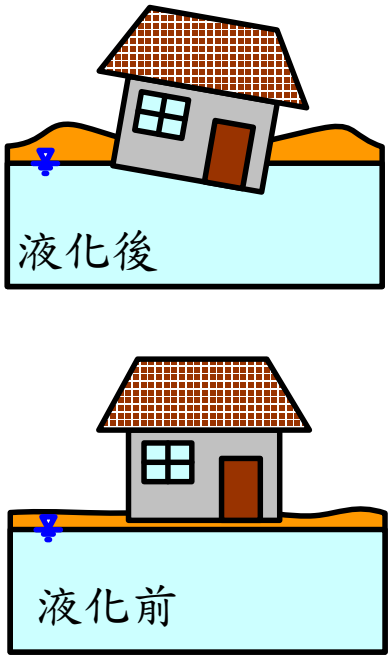


惠安街161巷基礎失穩造成上構沉陷

土壤液化機制

- 在地震作用下，鬆散土壤因受到壓縮而空隙減小擠壓孔隙水，造成空隙內水壓升高，降低砂顆粒間的接觸力，進而發生土壤液化
- 土壤因為液化而短暫失去強度，造成其鄰近結構受損無法發揮功能

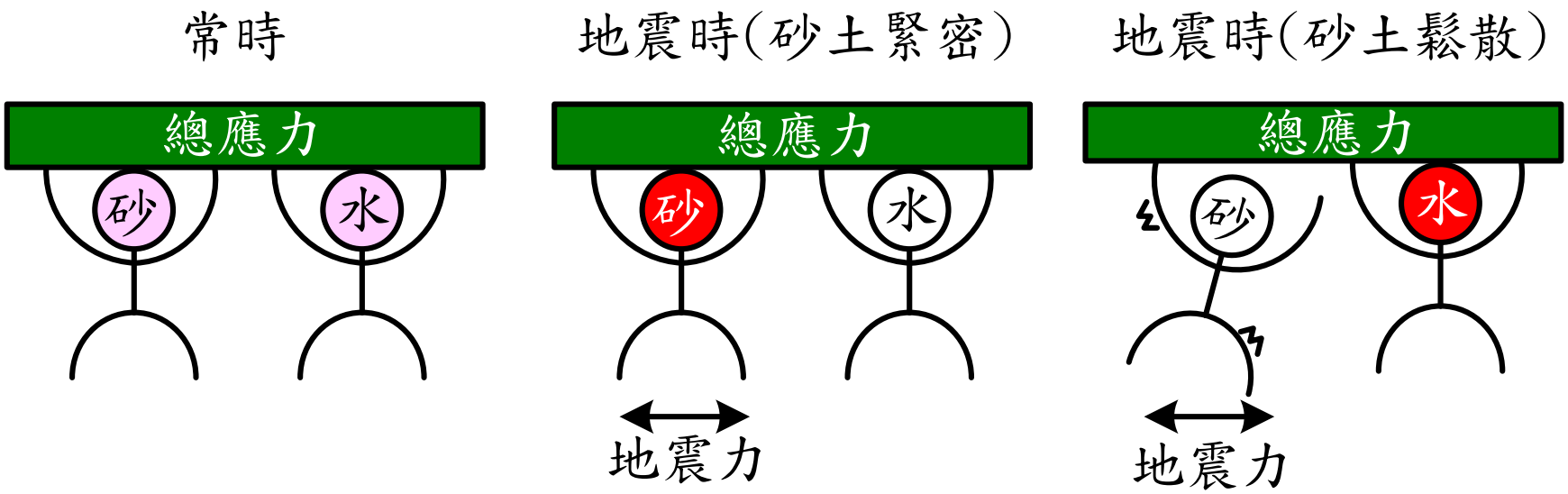




土壤液化機制

- 土壤液化機制
  - 土壤特性
    - ✓鬆散砂土
    - ✓地下水
  - 外力(地震力)

https://en.wikipedia.org/wiki/Sand_boil

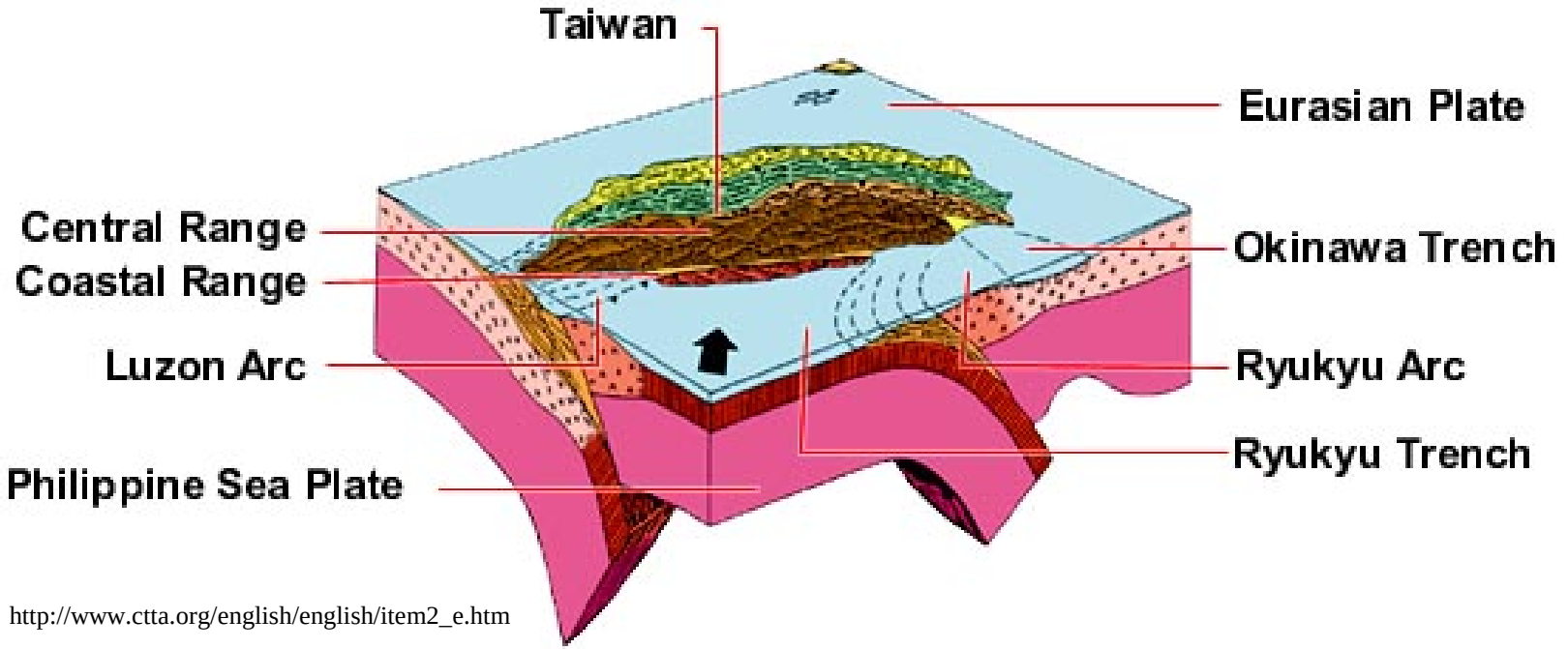


台灣地震液化風險與評估

- 台灣地震特性
- 台灣過往液化案例
- 土壤液化評估
- 土壤液化之影響
- 台灣土壤液化之高風險地區

台灣地震特性

- 台灣位於歐亞板塊及菲律賓海板塊交界的環太平洋地震帶上，由於菲律賓海板塊長年不斷地擠壓歐亞板塊，因此地震活動頻繁。



http://www.ctta.org/english/english/item2_e.htm

台灣過往液化案例

- 平均每10年就有一次土壤液化災害案例

編號	時間	地震名稱	震央位置		規模 (M_L)
			緯度	經度	
1	1904/11/6	斗六地震	23.575	120.250	6.1
2	1906/3/17	梅山地震	23.550	120.450	7.2
3	1917/11/15	台中-南投地震	24.100	120.875	6.2
4	1927/8/25	新營地震	23.325	120.250	6.2
5	1930/12/08 1930/12/22	前大埔地震 六重溪地震	23.325 23.350	120.200 120.425	5.7 5.8
6	1935/4/21	新竹-台中地震	24.350	120.817	7.1
7	1941/12/17	中埔地震	23.400	120.475	7.1
8	1946/12/5	新化地震	23.070	120.330	6.1
9	1964/1/18	白河地震	23.267	120.612	6.3
10	1991/3/12	佳里地震	23.246	120.075	5.7
11	1999/9/21	集集地震	23.853	120.816	7.3
12	2016/2/6	美濃地震	22.930	120.540	6.4

修改自葉永田與鄭世楠,(2003)

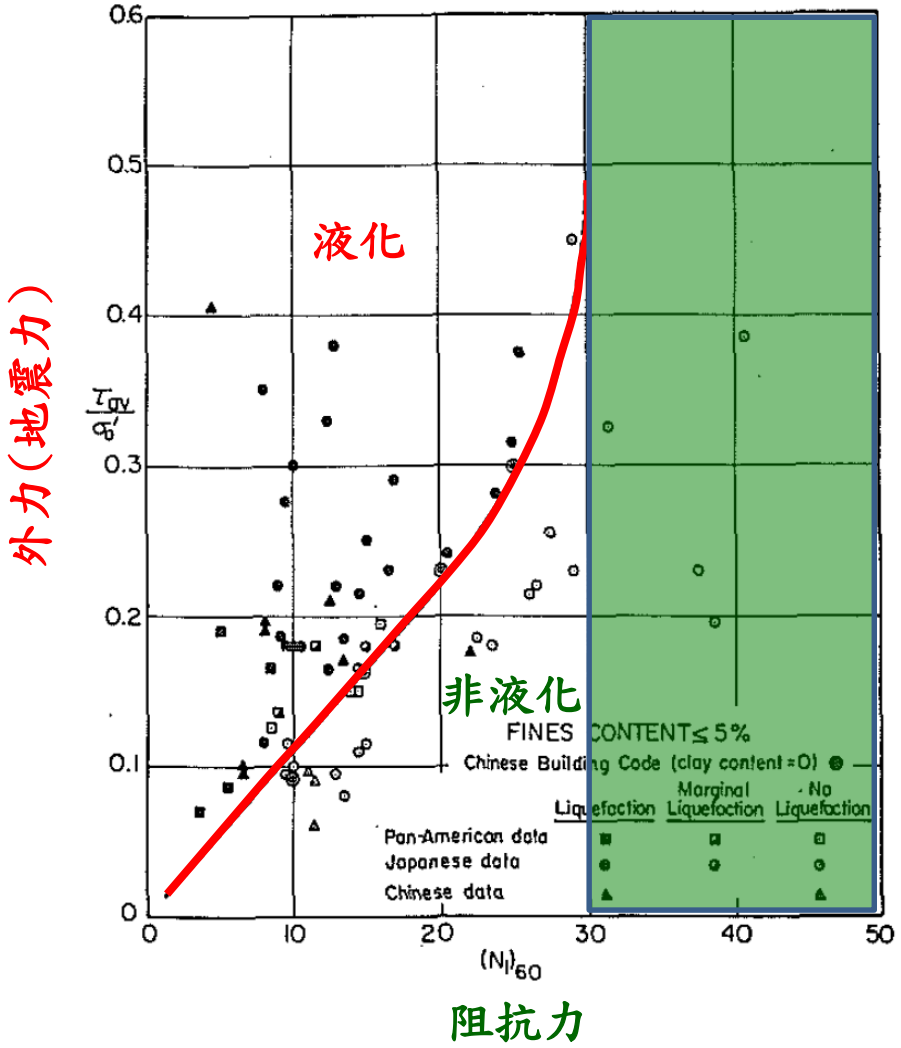
小結

- 很不幸地，我們身處在一個地震頻繁，土壤液化很容易發生在我們周邊的地方
- 瞭解自身處境後，更應該思考如何去面對它及處理它

土壤液化評估

- 土壤液化評估方法
  - Seed et al. (1985)

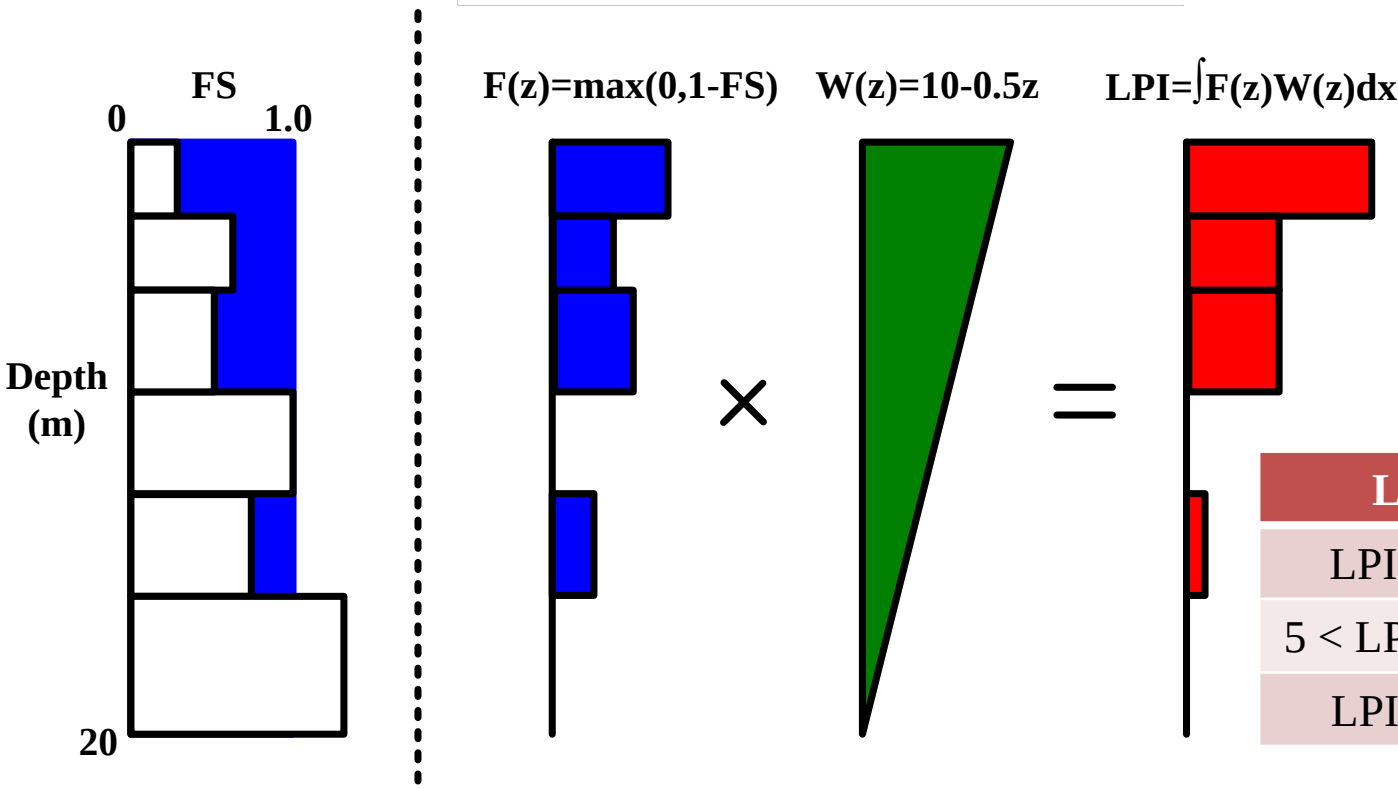
- 抗液化安全係數
  - FS=阻抗力/外力



土壤液化之影響

- 液化潛能指數(Iwasaki et al., 1982)

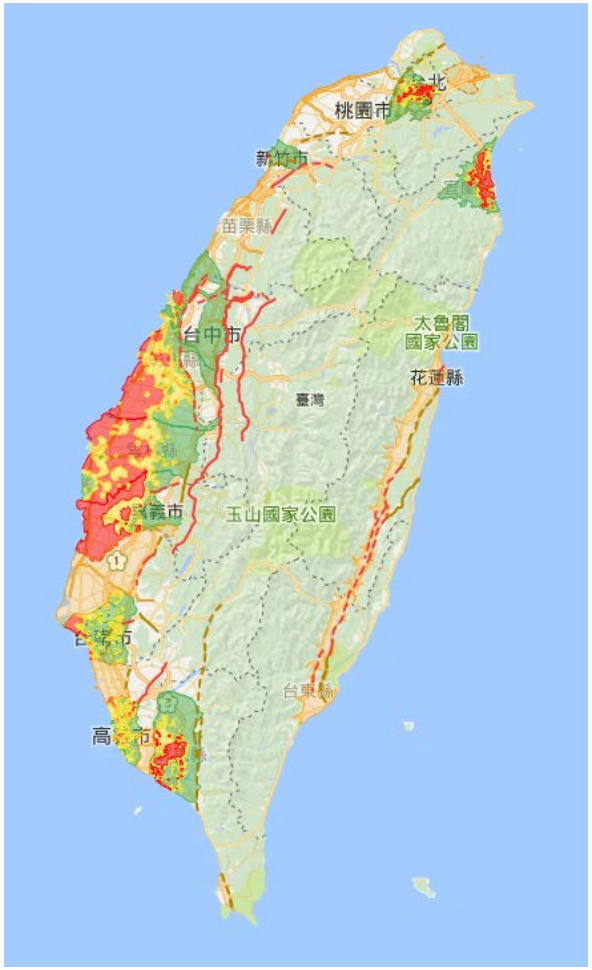
$$LPI = \int_0^{20} F(z)W(z)dz$$



LPI	液化等級
LPI > 15	嚴重液化
5 < LPI ≦ 15	中度液化
LPI ≦ 5	輕微液化

台灣土壤液化之高風險地區

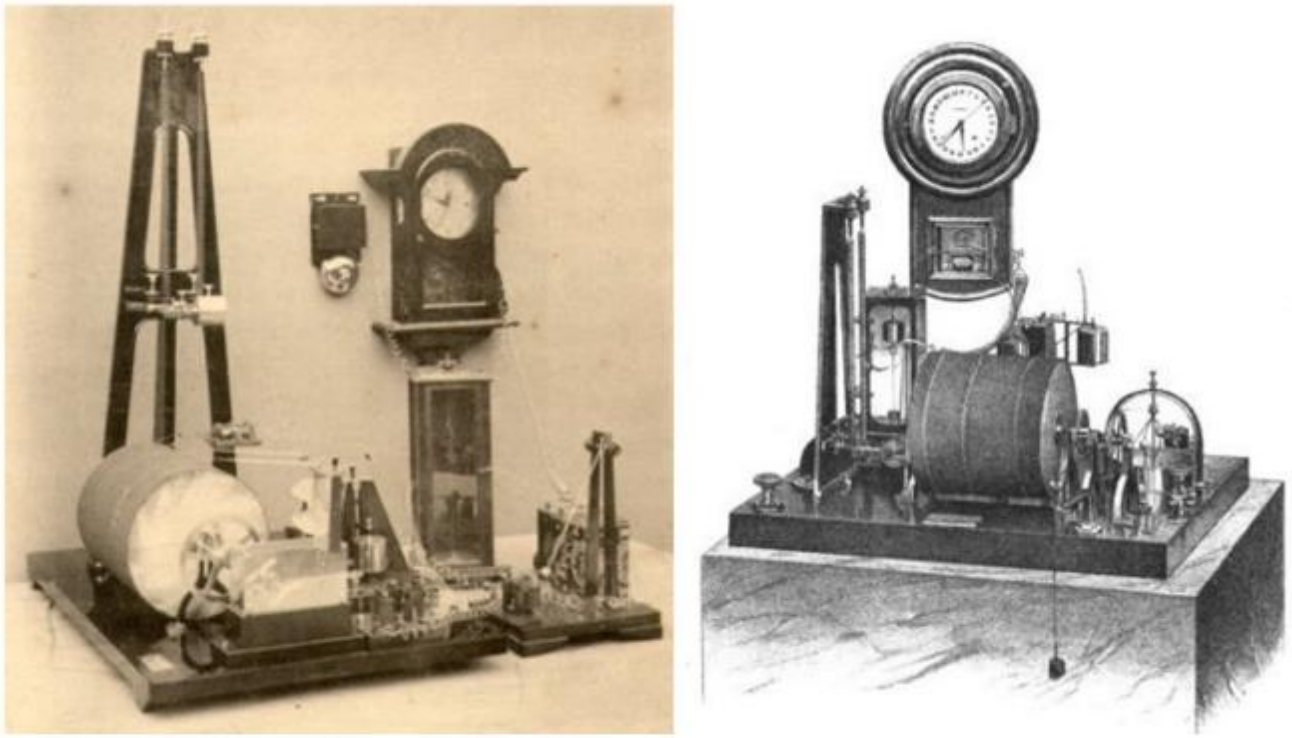
- 土壤液化之高風險地區
  - 地震活動頻繁
  - 鬆散飽和砂土地層
    - ✓容易發生於年代較輕的砂質地層，例如沖積地層、河岸、海岸、舊河道、海埔新生地。
- 中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統
  - 台灣北部宜蘭平原、大台北盆地、新竹地區，以及西南平原為具土壤液化風險地區



摘自中央地質調查所

台灣土壤液化之研究

- 1987年台灣島內第一部地震儀設置於台北測候所，開創了地震工程之研究



格雷－米爾恩型地震儀(Gray-Milne Seismograph)外觀圖

http://tec.earth.sinica.edu.tw/TEM/hisevent/images/sample/seis001.jpg

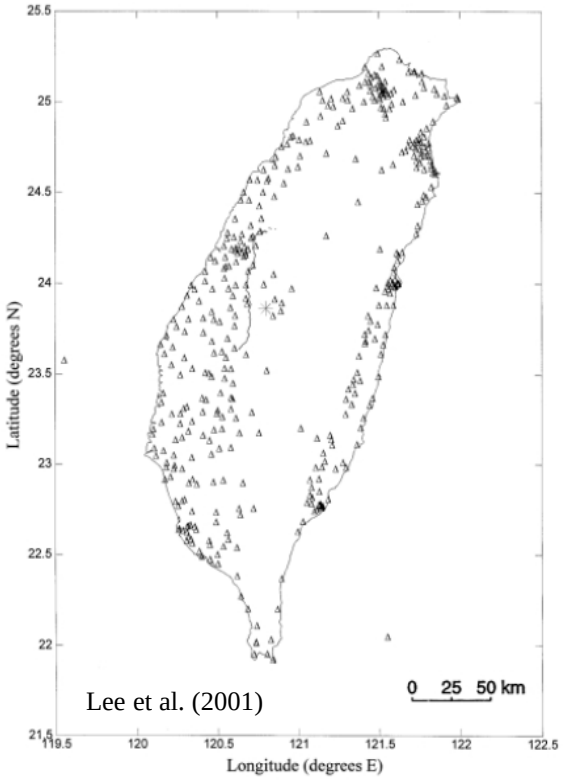
台灣土壤液化之研究

- 1897年至1945年間，日本學者曾經進行大量之地震工程之研究，惟因其後歷經第二次世界大戰及政權轉移，許多資料都逸散不可考。
- 1945 年至1990年間，土壤液化知識尚待建立，且台灣島內無較大規模之土壤液化災情，因此土壤液化之研究非當時之顯學。此期間僅有少部分重大公共工程需考量土壤液化之影響：
  - 核能發電廠(1970年代)
    - ✓地盤改良、選址
  - 台北捷運(1980年代)
    - ✓第一個經詳細土壤液化評估之工程案例

台灣土壤液化之研究

- 1991年中央氣象局著手進行臺灣強地動觀測計畫，開始在台灣本島廣布地震測站。
- 1999 集集地震時，強烈地震動使得超過400個地震測站測得地震訊號，並造成大量的土壤液化案例

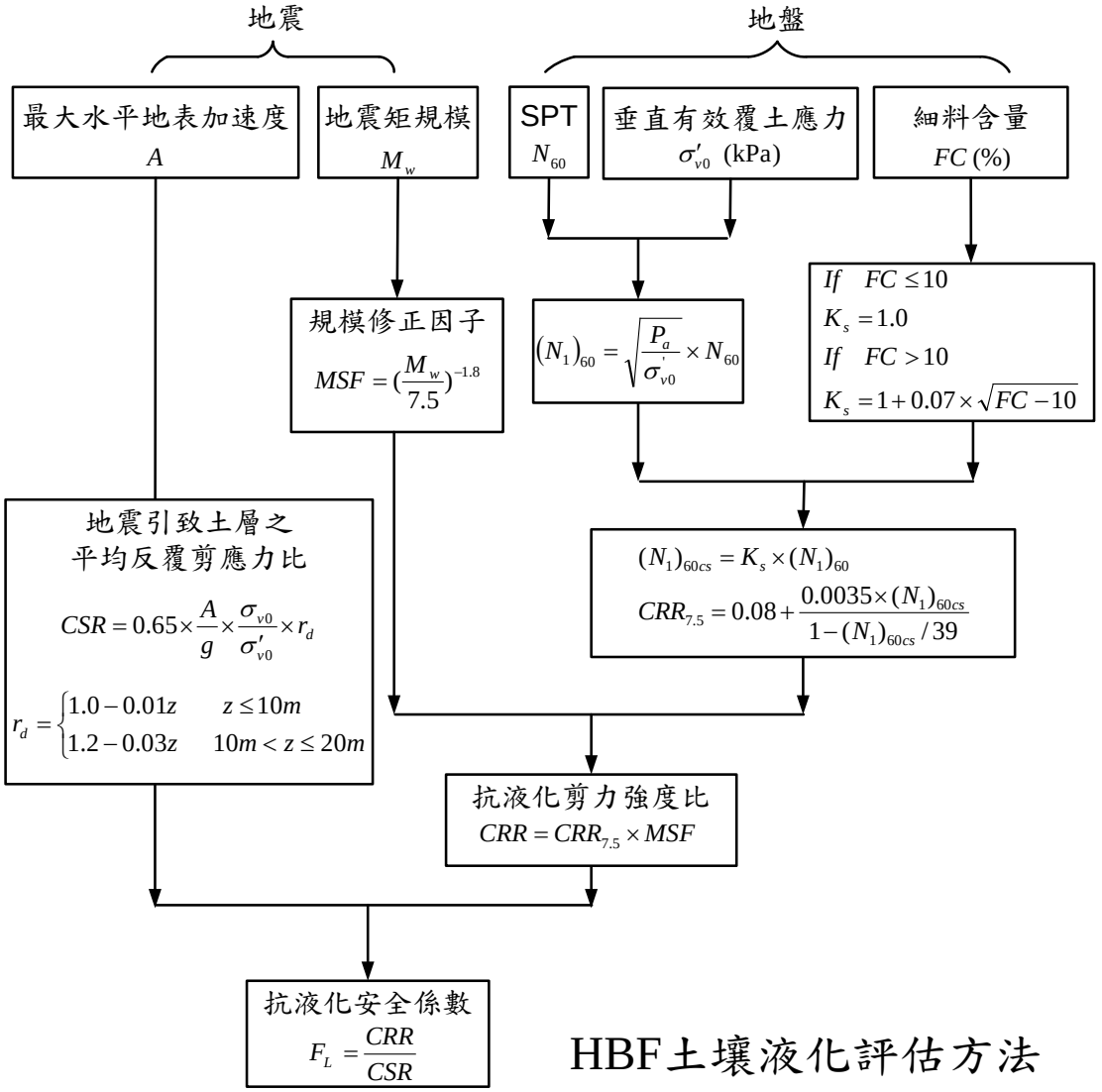
Chen and Chen (2014)



Lee et al. (2001)

台灣土壤液化之研究

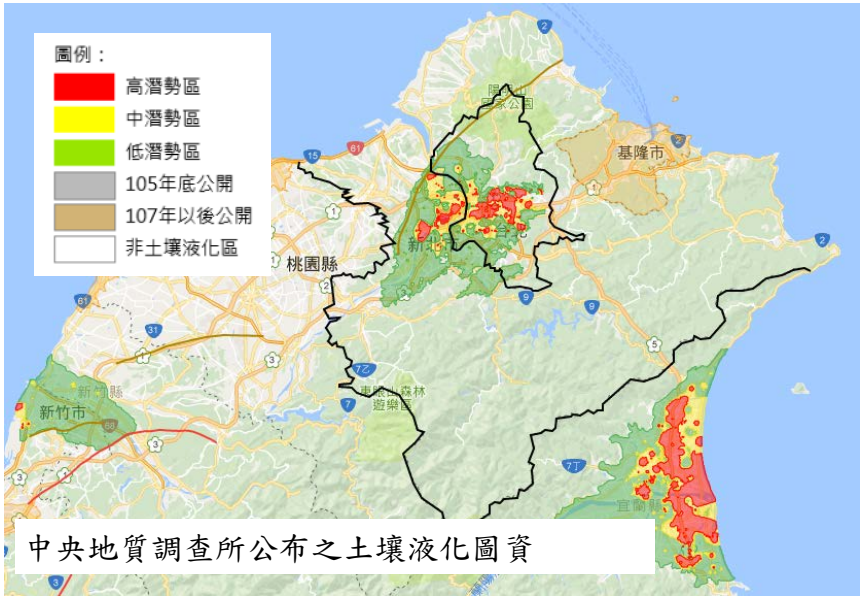
- 1999 集集地震後，土壤液化成為當時顯學。實貴的土壤液化災損資料亦培養出國家許多優秀的學者
- 發展出預測準確率與世界主流方法相符，但公式相對簡單且符合台灣本土特性之土壤液化評估方法



HBF土壤液化評估方法

台灣土壤液化之研究

- 2016年美濃地震後，嚴重的土壤液化災情，使得土壤液化議題再度受到國人重視。
- 中央地質調查所亦在短時間內發布初級土壤液化潛能圖。
- 目前政府正在推動安家固園計畫，將進一步製作中級精度土壤液化潛能圖，使國人瞭解身處環境之液化風險



中央地質調查所公布之土壤液化圖資

結論與建議

- 土壤液化是地震災害事件之一種。截至今日，土壤液化案例多僅造成財產損失，尚無造成人員死亡之案例。相較於其他地震災害，只要做到瞭解它、面對它、處理它，即不用過度擔心
  - 瞭解：認識土壤液化，查詢周圍環境土壤液化風險(初級圖資、中級圖資)
  - 面對：評估場址土壤液化風險(土壤液化評估及液化潛能評估...)
  - 處理：選址、基礎強化、地盤改良...

NARLabs
國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

簡報完畢

感謝聆聽