「0206美濃地震台南維冠金龍大樓倒塌省思與探討」，
中華民國全國建築師公會，台北科大(2016/03/08)

液化問題與液化潛勢圖功能之異同剖析

李咸亨 博士

國立台灣科技大學名譽教授

台北市災害防救專家諮詢委員會地震組召集人

一、 20160206 台南震災

- 勘災、鑑定、修法
- 救災、救濟、重建
- 評論

勘災20160206 小年夜地牛翻身 台南暗夜屋毀樓塌 災情頻傳(中)
勘災20160206 豆腐維冠大樓沙拉油桶梁柱曝光
勘災20160206 地圖 南台灣大地震 11樓倒塌災情地點整理
勘災20160206 強震晃全台 台南3小時內餘震8次
勘災20160210 台南強震 無建築師 鋼筋減半 維冠3人組收押
勘災20160210 維冠住戶PO照片指燦坤房東「為了賺錢」害死住戶
勘災C20160213土木專家鄭明昌：維冠有騎樓是倒塌原因之一
勘災C20160218 維冠蓋49.9米 規避實質審查 建築法規漏洞多
勘災G20160206 驚!台南南寶球場出現斷層？
勘災G 2016李錫堤台南地震活斷層
勘災液化20160215 嚴重液化區民宅下陷1公尺半 湧進泥漿

一、 20160206 台南震災

- 勘災、鑑定、修法
- 救災、救濟、重建
- 評論

勘災20160206 小年夜地牛翻身 台南暗夜屋毀樓塌 災情頻傳(中)

勘災20160206 豆腐維冠大樓**沙拉油桶**梁柱曝光

勘災20160206 地圖 南台灣大地震 11樓倒塌災情地點整理

勘災20160206 強震晃全台 台南3小時內餘震8次

勘災20160210 台南強震 **無建築師 鋼筋減半** 維冠3人組收押

勘災20160210 維冠住戶PO照片指燦坤**房東**「為了賺錢」害死住戶

勘災C20160213土木專家鄭明昌：維冠有**騎樓**是倒塌原因之一

勘災C20160218 維冠蓋49.9米 規避實質審查 建築**法規漏洞多**

勘災G20160206 驚!台南南寶球場出現**斷層**？

勘災G 2016李錫堤台南地震活斷層

勘災液化20160215 **嚴重液化**區民宅下陷1公尺半 湧進泥漿

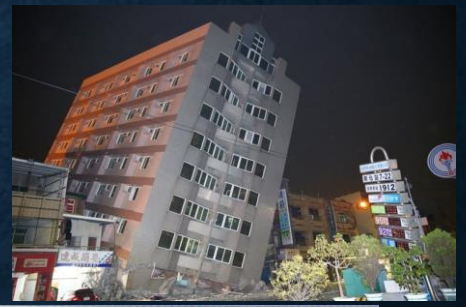
一、 20160206 台南震災

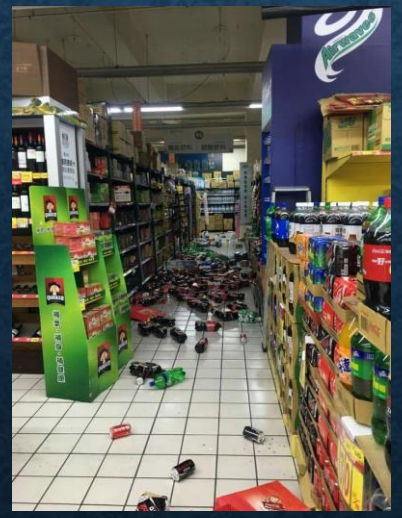
- 勘災液化20160215 嚴重液化區民宅下陷1公尺半 湧進泥漿
- 液化評論P2016 0215 李鴻源：**土壤液化潛勢圖 3年前**就套疊了
- 液化 2016 0215土壤液化潛勢區 行政院將**分三等級公布**
- 液化評論A20160215 王應傑：土壤液化區 **房價恐下跌**二成-經濟日報
- 液化評論A20160215 土壤液化是**柱斷屋塌元凶？**學者提三大點打臉
- 液化評論A20160215 政府將公布土壤液化潛勢圖 工程及學界：**一知半解**
- 液化評論A20160217 房屋下方土壤液化不容易，即使液化了也**不必恐慌**
- 液化評論C20160216 地調所：土壤液化 不代表房子不能住
- 液化評論 20160217 你該知道的真相 獨家！土壤**液化潛能圖該怎麼看**
- 液化評論20160216土壤液化潛勢區李鴻源：**3年前已套疊卻未獲政院支持**
- 液化評論20160217 公告土壤液化受阻 李鴻源批江宜樺擋「防災型都更」
- 液化評論20160217 擋下防災都更政策？官員為江宜樺喊冤

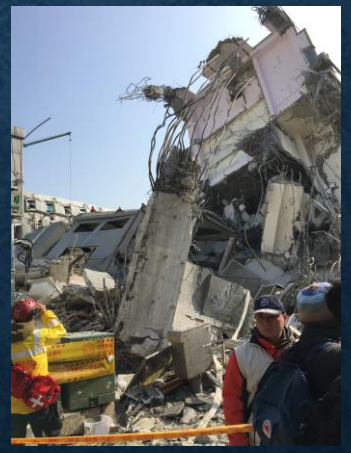
一、 20160206 台南震災

- 液化修法P20160210北市1個月內公布都更戰略方案土壤液化潛勢區**老屋優先更新**
- 液化 P20160216 **怕房價跌？** 北市土壤液化嚴重　馬英九14年前早知道
- 修法評論 P20160217 北市78.8%建築物屋齡30年以上柯市府卻停辦老屋健檢
- 修法 2016 0219 內政部老屋健檢辦法通過 全台約50萬棟需受檢
- 修法 20160226 政院啟動3級土壤調查 **老屋健檢擴大**至60萬棟
- 修法 2016 0226 高雄市921前6層以上老屋健檢 3月1日開始受理申請
- **********
- 修法 2016 0222 **老屋買賣 耐震性擬強制揭露**
- 修法 2016 0223 **大規模防災模擬演練** 張善政：今年會納入
- 修法 2016 0223 內政部修訂中央**都市更新基金補助辦理**自行實施更新辦法
- 修法 2016 0226 防災三法修正案列優先法案 防災都更同意門檻1/2
- ：**天災災民領救助金，免徵所得稅**
- 修法評論 20160221 南台大震後...**快設災後重建體系**(陳振川)
- 買房_20160217 #買房子先過五關斬六將
- 買房_20160222 地震險該怎麼買 專家告訴你

一、 20160206 台南震災







1.1 技術論點摘要

- 一般16樓須要地下3層，維冠大樓卻只有地下一層，以省施工費。
- 前後棟(A和H；B和I)不加柱只靠連梁，目的在省建造施工費。
- 軟弱一樓(店面騎樓設計)、A、B、C棟1至4樓的樑柱及牆面被打掉、混凝土品質不良、箍筋施工不良、
  - 台南市土木技師公會理事長鄭明昌：維冠有騎樓是倒塌原因之一(中時)
  - 國立成功大學建築系教授姚昭智舉例說，例如台南市東區的大智里菜市場和山上區的菜市場，2樓以上全部都是住戶，造成頭重腳輕，地震一來，當然承受不了，全部倒塌；另有受損嚴重的山上和左鎮區公所也是一樣的設計；還有維冠金龍大樓的1樓店面騎樓設計，再加上A、B、C棟1至4樓的樑柱及牆面被打掉。
- A~G棟平均每棟分到2.3根柱是結構系統不合格主因，圖省施工費。
- 維冠建造一路犯忌 政府無責？
- (1983年豐原高中禮堂倒塌,行政院頒布施行「行政與技術分立制度」
- (1994臺南市市長施治明)

1.1 技術論點結語

?.1. 維冠大樓是標準的~結構合格，結構系統/結構行為不合格的案例?

?.2. 政府以行政與技術分立為由，沒有盡到結構設計之審查把關責任。

?.3. 維冠大樓建商有偷工減料之嫌。

?.4. 維冠大樓監工也要有負責的正義擔當。

?.5. 維冠大樓房東有擅自破壞結構系統之嫌。

1.2 擋下李鴻源防災都更政策？口水?

- 液化修法 20160216土壤液化潛勢區李鴻源：3年前已套疊卻未獲政院支持
- 液化修法 20160217 公告土壤液化受阻 李鴻源批江宜樺擋「防災型都更」
- 液化修法 20160217 擋下防災都更政策？官員為江宜樺喊冤

➢李鴻源解釋，當時原想等防災型都更配套出來後公告，且公告土壤液化潛勢圖須依《地質法》、《國土計畫法》等法源，而相關法案也是在他離開內政部後才通過，因此對於計畫未被推動採用感到遺憾。 (2014年2月26日李鴻源去職)

1.2 國土三法

- 國土第三法「濕地保育法」， 102年6月18日立法院三讀通過，是國土三法中最早立法完成的法案。自104年2月2日起施行，9項子法皆已完成立法。
- 國土第二法是「海岸管理法」，立法院於104年1月20日三讀通過
- 國土第一法是《國土計畫法》於2015年12月18日完成三讀，將國土區分為「國土保育地區」、「海洋資源地區」、「農業發展地區」、「城鄉發展地區」四區，讓國土可「適地適用」，但自公布至法律施行、公告實施全國國土計畫、公告實施地方政府國土計畫、以及公告國土功能分區圖各階段間，仍各有1～2年的緩衝期。
- 《地質法》於2010年11月16日立法院三讀*通過*。

➢(2014年2月26日李鴻源去職)

1.2 地質法

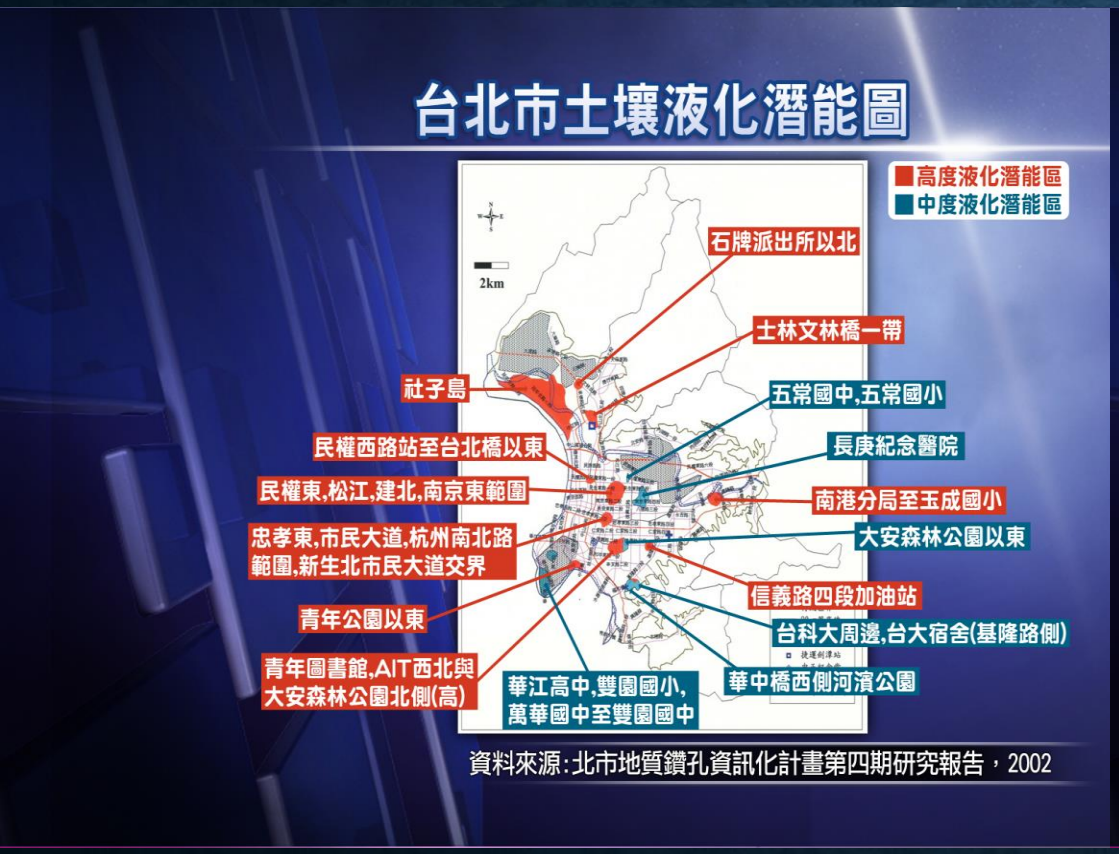
- 經濟部於1996年即研擬地質法草案，2004年一度三讀通過，但不少立委認為敏感區一公布，將帶來恐慌、損及民眾權益，馬上被復議，並延宕至今；今年(2010)四月北二高走山事件，讓地質法出現轉機。
- 據該法，經濟部應辦理全國基本地質調查、全國資源地質調查、全國地質災害調查等，每五年應通盤檢討；經濟部應彙整及管理地質資料、建立資料庫，定期主動公開或依人民申請提供資料。
- 提案已十四年的地質法，昨天終於在立法院三讀通過，未來政府應進行全國地質調查，並設審議會審查、公告地質敏感區，可禁止或僅准許有限度開發；若規避、妨礙或拒絕地質調查，可處十至五十萬元罰鍰。

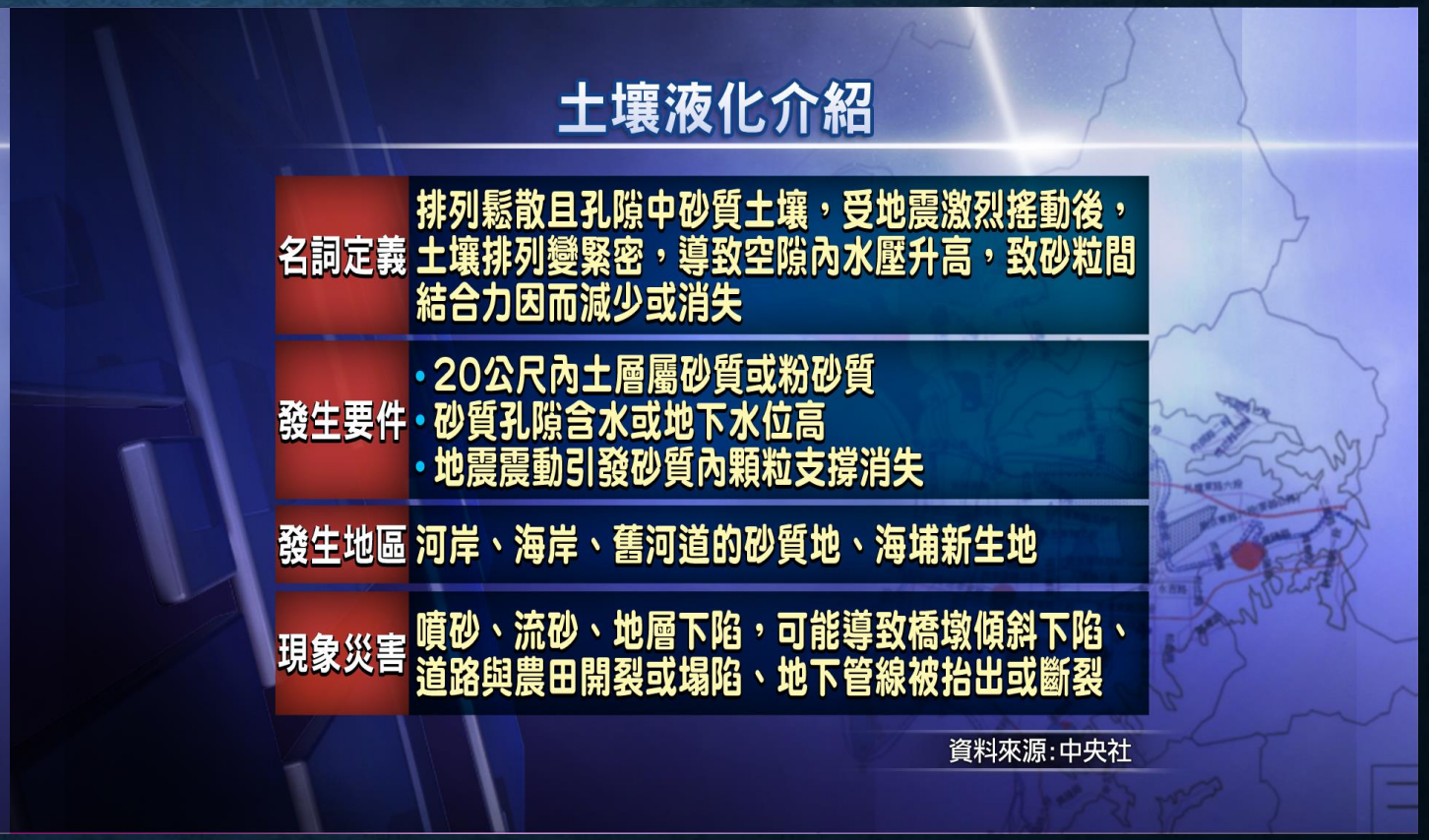
1.3 液化口水?

www.setn.com/NewsLive.aspx?SLVID=357
娛樂 即時 大選 政治 社會 生活 玩樂 國際 科技 新奇 運動 財經
新聞快訊
初一掛急診 小甜甜：身體健康最重要 18:22
北市土壤液化危機
三立新聞
共16處
長庚醫院周邊
大安森林公園以東
30年屋齡80萬棟
老屋拚健檢
初評: 10-20萬
詳評: 34-100萬▲
擬補助45%
18:49:48
6.4震全台
挺過921大地震 志工嬤協助盼能多救一個人

娛樂 即時 大選 政治 社會 生活 玩樂 國際 科技 新奇 運動 財經
新聞快訊
好消息！F14發現2大2小生命跡象 18:05
震出大問題!... 北市土壤液化危機
三立新聞
一個月內給地震都更戰略
高度液化
中度液化
社子島
士林橋
行天宮週邊
華山特區周邊
共16處
長庚醫院周邊
大安森林公園以東
30年屋齡80萬棟
老屋拚健檢
初評: 10-20萬
詳評: 34-100萬▲
擬補助45%
健檢眉角多
房屋結構
內部結構
地質土質
房屋傾斜
外部磚牆
拉力測試
外牆懸掛物
18:46:53
6.4震全台
E12 F14生命跡象難抵 大鋼牙"咬"出活路
影音訂閱: 三立財經 YouTube 999+ 三立新聞 YouTube 999+

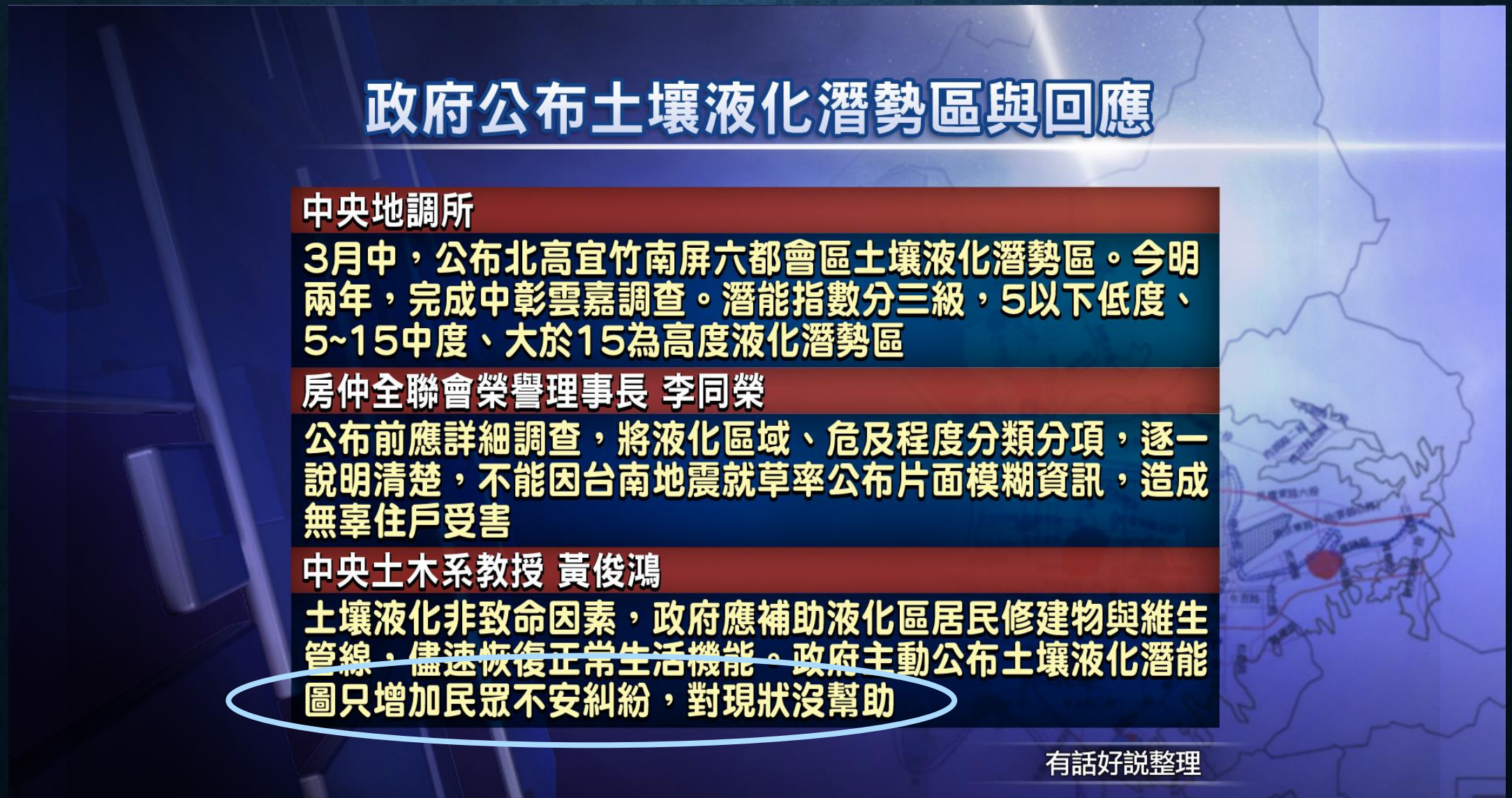
1.3 液化口水?


台北市土壤液化潛能圖
高度液化潛能區
中度液化潛能區
2km
石牌派出所以北
士林文林橋一帶
社子島
五常國中,五常國小
民權西路站至台北橋以東
長庚紀念醫院
民權東,松江,建北,南京東範圍
南港分局至玉成國小
忠孝東,市民大道,杭州南北路範圍,新生北市民大道交界
大安森林公園以東
信義路四段加油站
青年公園以東
台科大周邊,台大宿舍(基隆路側)
青年圖書館,AIT西北與大安森林公園北側(高)
華江高中,雙園國小,萬華國中至雙園國中
華中橋西側河濱公園
資料來源:北市地質鑽孔資訊化計畫第四期研究報告，2002


土壤液化介紹
名詞定義
排列鬆散且孔隙中砂質土壤，受地震激烈搖動後，土壤排列變緊密，導致空隙內水壓升高，致砂粒間結合力因而減少或消失
發生要件
•20公尺內土層屬砂質或粉砂質
•砂質孔隙含水或地下水位高
•地震震動引發砂質內顆粒支撐消失
發生地區
河岸、海岸、舊河道的砂質地、海埔新生地
現象災害
噴砂、流砂、地層下陷，可能導致橋墩傾斜下陷、道路與農田開裂或塌陷、地下管線被抬出或斷裂
資料來源:中央社

公視

1.3 液化口水?


政府公布土壤液化潛勢區與回應
中央地調所
3月中，公布北高宜竹南屏六都會區土壤液化潛勢區。今明兩年，完成中彰雲嘉調查。潛能指數分三級，5以下低度、5~15中度、大於15為高度液化潛勢區
房仲全聯會榮譽理事長 李同榮
公布前應詳細調查，將液化區域、危及程度分類分項，逐一說明清楚，不能因台南地震就草率公布片面模糊資訊，造成無辜住戶受害
中央土木系教授 黃俊鴻
土壤液化非致命因素，政府應補助液化區居民修建物與維生管線，儘速恢復正常生活機能。政府主動公布土壤液化潛能圖只增加民眾不安糾紛，對現狀沒幫助
有話好說整理

1.3 液化口水?

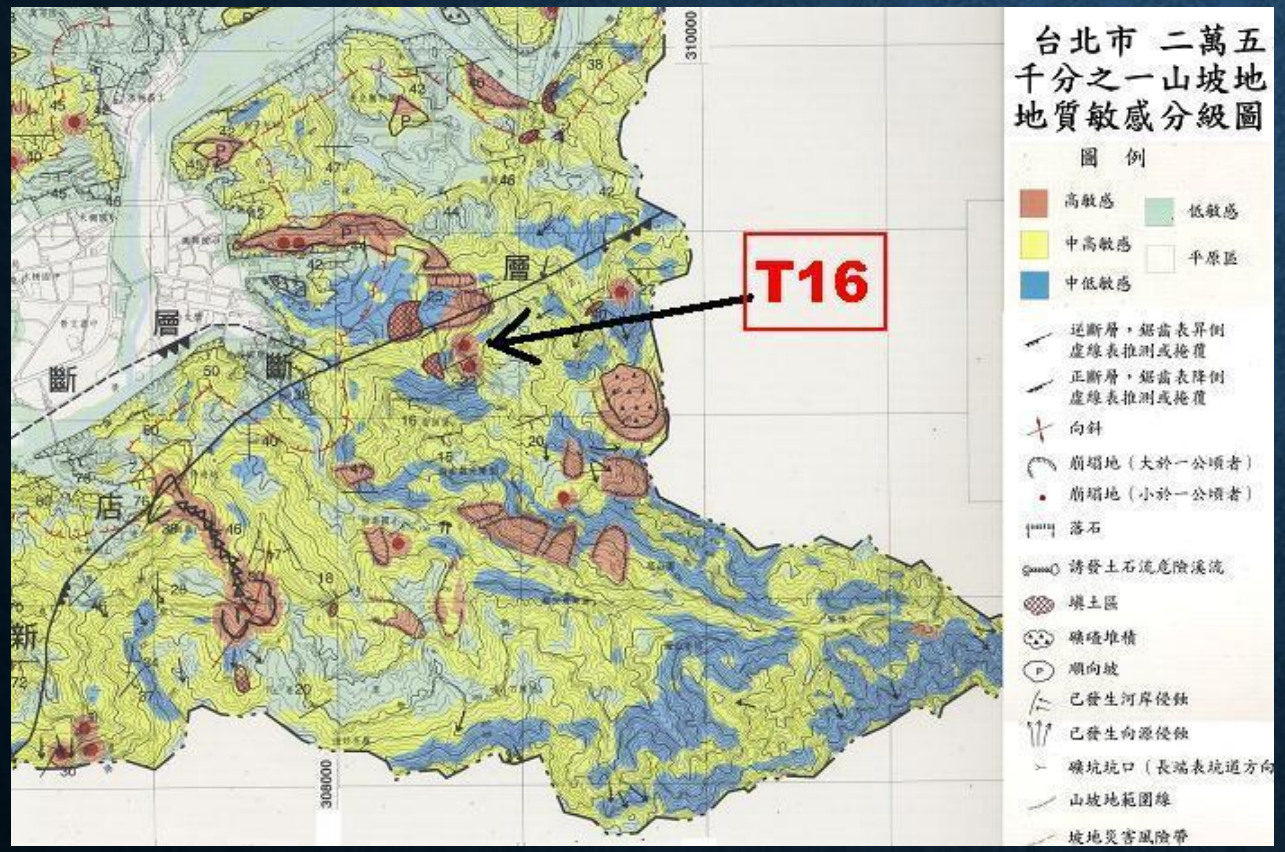
- 提案已十四年的**地質法**，昨天終於在立法院三讀通過，未來政府應進行全國地質調查，並設審議會審查、**公告地質敏感區**，可禁止或僅准許有限度開發；若規避、妨礙或拒絕地質調查，可處十至五十萬元罰鍰。

防災地圖：全國(省)、城市、個案。

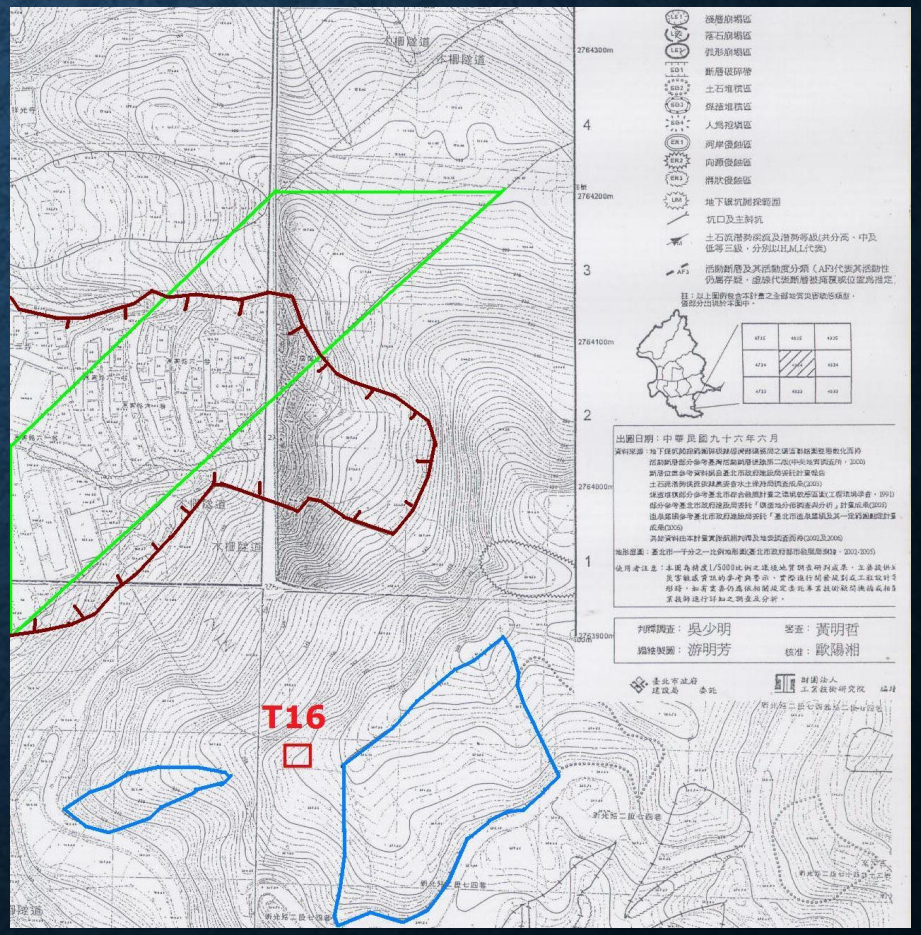
地震地質專家、都市計畫專家、土木專家(結構、大地)

比 例 尺

2萬5千分之一



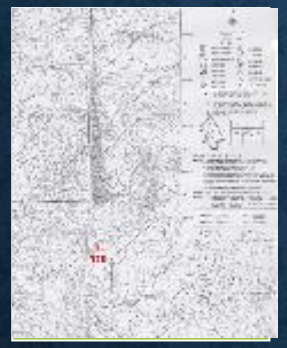
5千分之一



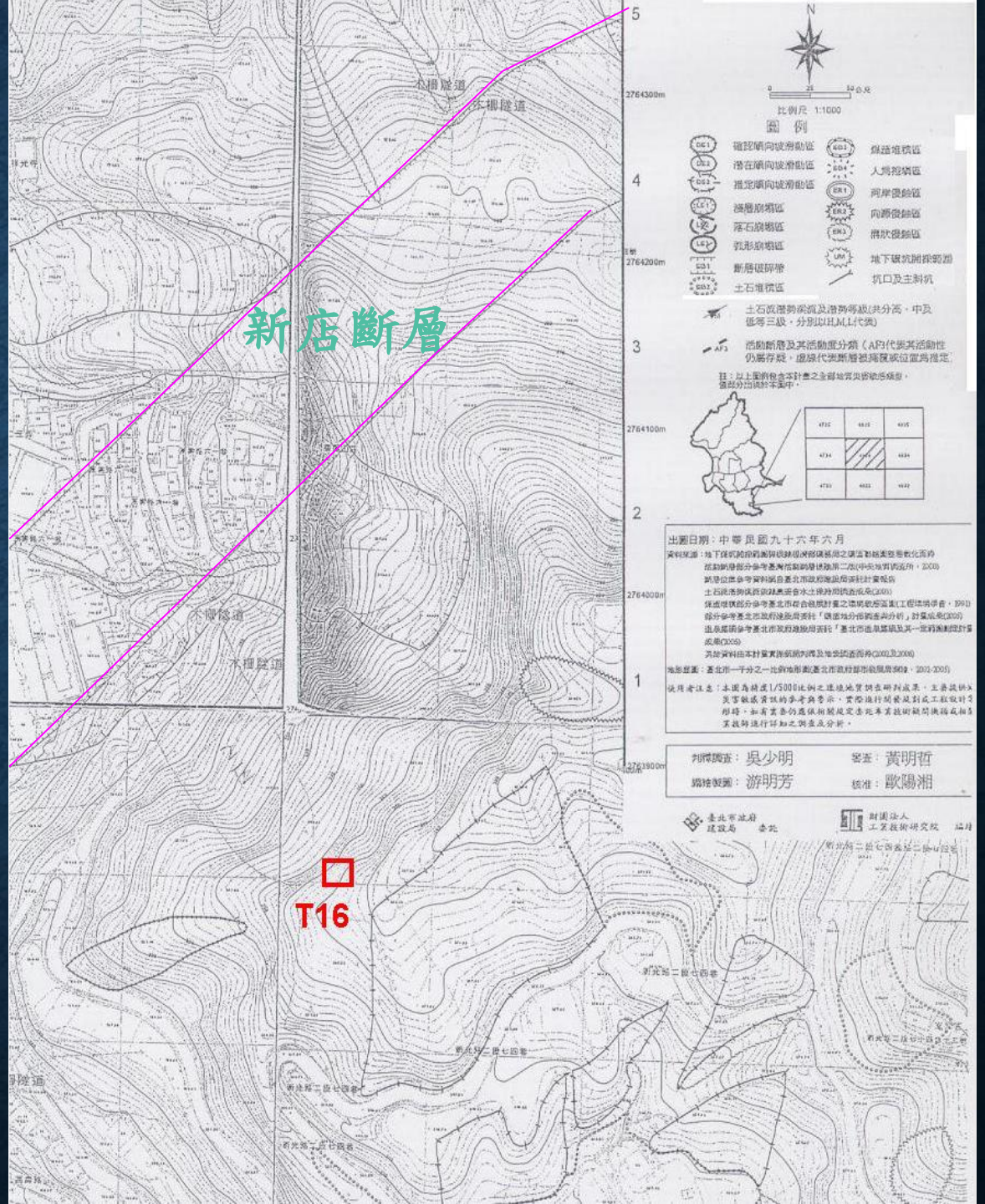
(2). 危險中的安全

1/5000→

1/25000→

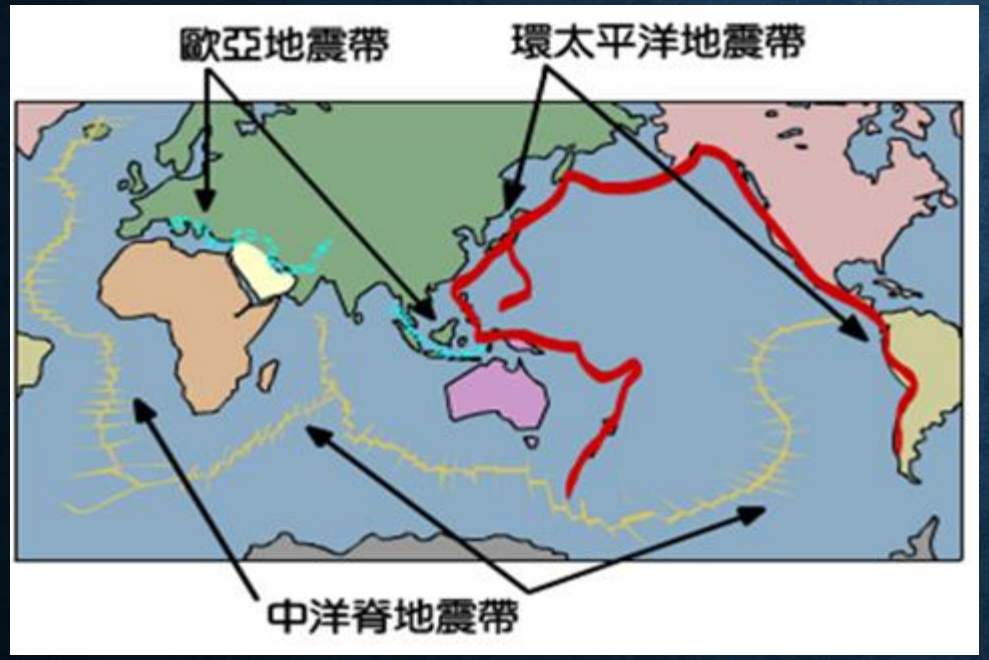


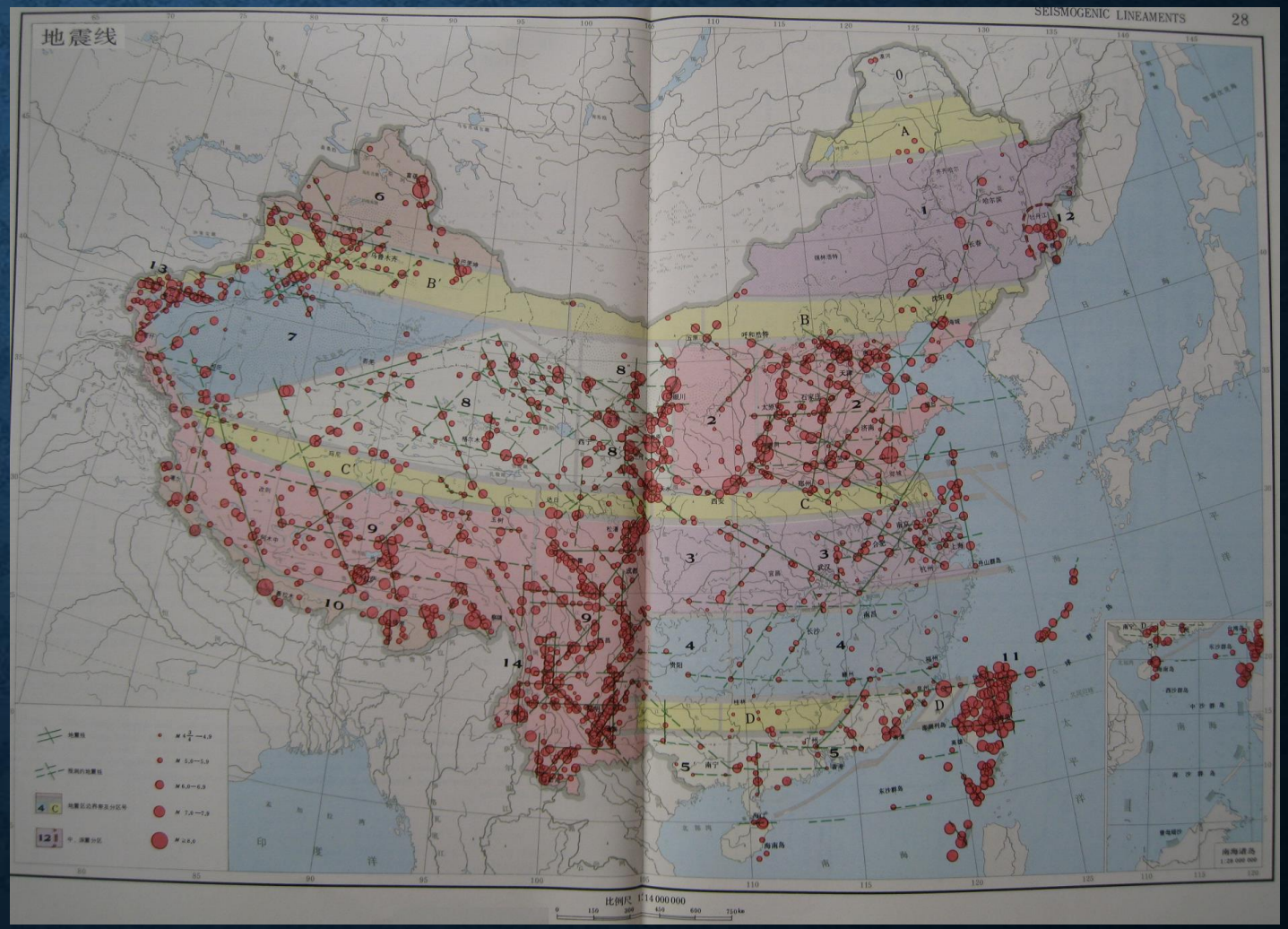
1/100,000→



比 例 尺

1000-1400萬分之一





比例尺

300萬分之一

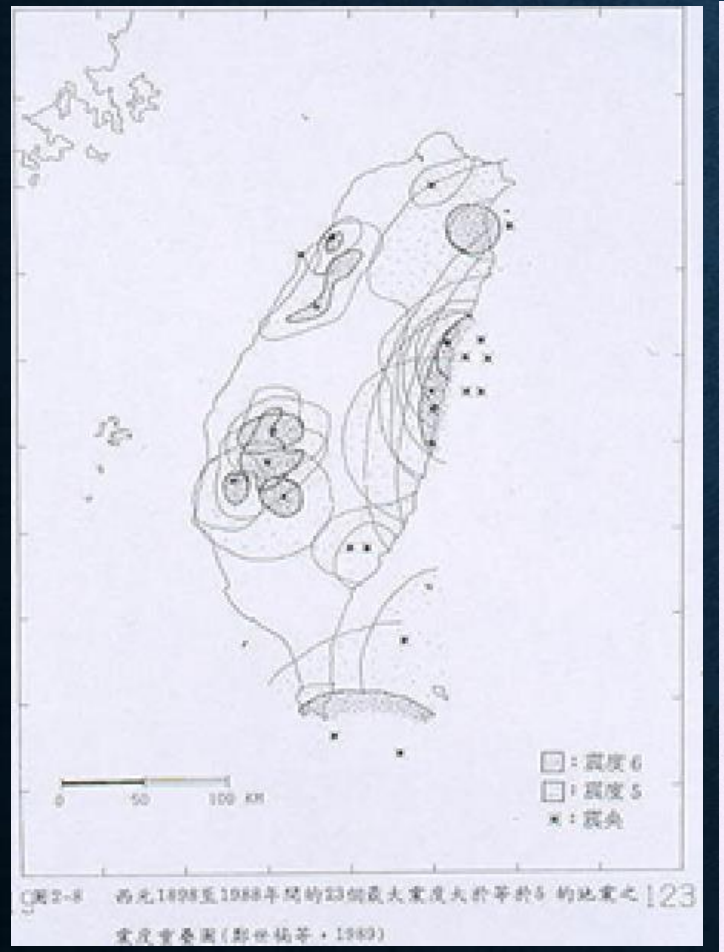
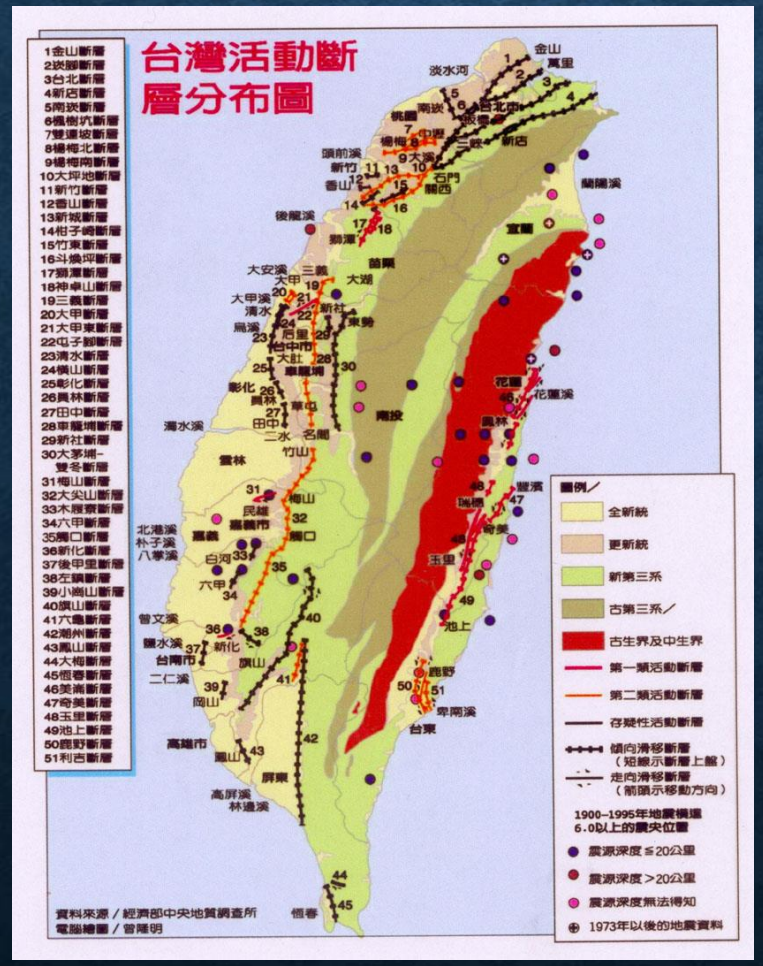
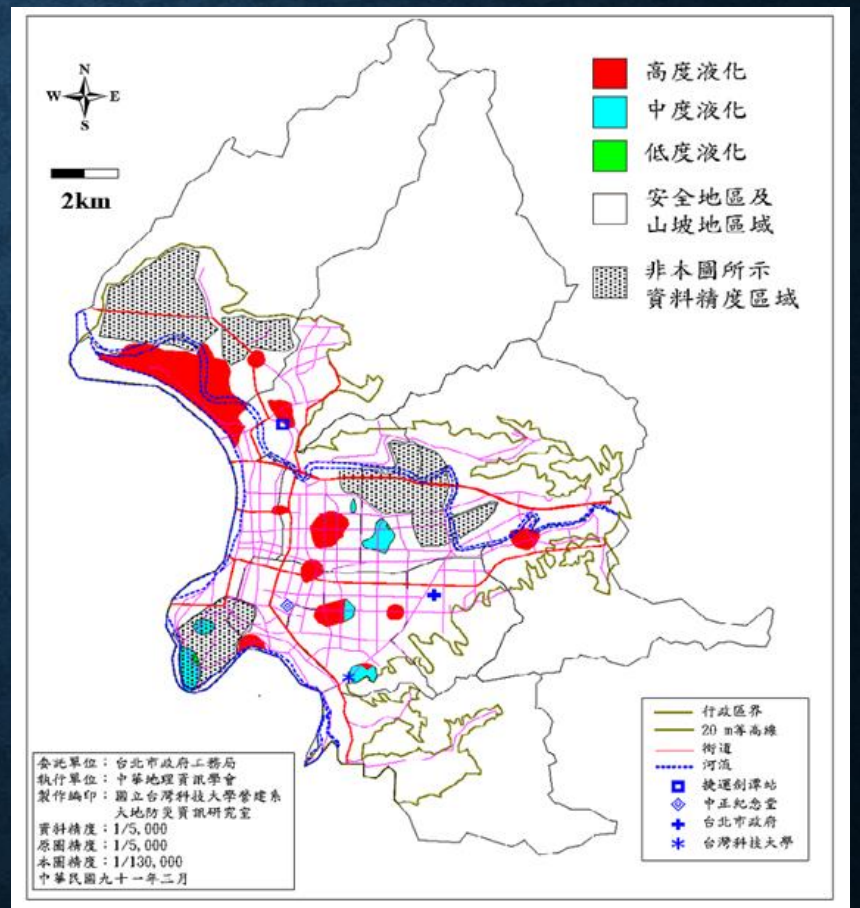


圖2-8 西元1898至1988年間的23個最大震度大於等於5的地震之震度曾晕圖(鄭世楠等，1989)

50萬分之一



5000分之一



依最新地震規範0.23g條件下預估之台北市平原地區液化潛能圖

1.3 液化口水?

- 以美日之土壤液化潛能圖為例，分三等級先後公布，也就是

1) 先以全國性比例尺1000萬分之一至50萬分之一地質圖標準發布，以利各州(省) 地方政府續做防災城市規劃。
2) 再由都市計畫專家、土木、建築和消防工程師的加入，城市性比例尺須求提高至5萬之一至1萬分之一，以便都發局做防災都市規畫，消防局做離災和救災規畫。
3) 個別建築案件在參考前述資料後，為自己的業主製作1/1000至1/200液化潛能圖是理所當然的必要。所以各等級液化圖精度各不相同，責任也不一樣。

二、液化潛能圖 & 防災都市

- 第一代液化潛能圖 (1992) [122孔, Vs data]
- 第二代液化潛能圖 (1995) [1600孔]
- 第三代液化潛能圖 (2002) [3444孔]

7 動脈會社　　中國時報

8/5/85 中時 7

北市震度微區圖繪製完成

工程防震有圖參考

模擬顯示十六個地區較具土壤液化潛能，關渡平原與社子島附近的面積最大，開發施工單位特別注意

【記者楊維敏台北報導】國家地震工程中心昨日表示，該中心目前正建立「全國震度微區圖」，有了震度微區圖，可以將地震工程設計重點落實到街道、甚至定點建築物的地步，有助減少地震災害。該中心目前並已完成台北市的震度微區圖繪製。

水、風、旱、地震爲台灣四大天然災害，而地震因發生在瞬間，且可能造成巨大災害，但目前最好的預測成功率也只有廿五%左右。因此，如何藉工程觀點降低建築物在地震中的損壞，以減少傷亡，是地震研究的重點之一。

國家地震工程中心現地實驗組組長李咸亨教授十四日指出，實施有效的地震工程之前，必須了解各地的地震區分。目前國內僅有大致的強震、中震、弱震區分圖，將全國區分爲十個區域，這種區分方式對地震工程並沒有太大的幫助。

他表示，國家地震工程中心目前進行的「全國震度微區圖」是以都會區內的行政區爲單位，甚至可以將地震危險地帶定點到街道、建築物的地步，可以直接應用在建物防震設計中。

震度微區圖包括土壤液化區分、地表自然震動頻率區分、地表最大水平加速度等值圖三項。這三項資料可以分別指示出一個地區內，何處土壤容易在地震來襲時發生如流沙般的液化現象；樓層高度設計如何避免與土壤自然振動相同，以免發生共振現象；或是提供建築物震度係數設計的依據。

目前國家地震中心蒐集國內各有關單位歷年來在台北市所進行的一千五百個鑽孔資料，完成台北市的震度微區圖。根據模擬，台北市共有十六個地區較具土壤液化潛能，其中以關渡平原及社子島附近的面積最大，開發施工單位應該特別注意。

李咸亨並表示，國家地震中心根據行政院頒佈的「災害防救方案」，正進行全國都會區的震度微區圖繪製，預計民國九十年可以完成全國各地土壤液化之初步分析。

國家地震工程中心完成台北市區土壤液化分布初步調查。「土壤液化」是指含水之砂土層，在遭受地震力震動時，會變得像流沙一般，失去對建築物的支撐力量，導致路面陷落、橋墩損毀或建物傾斜等災害。但這種地質仍可藉在砂土中混入黏土，或埋設地下管線，排除水份的工程方式改善。

（圖：李咸亨提供　文：楊維敏）

2.1 防災都市 & 液化潛能圖

1) 馮正民、李咸亨等人，「修訂綜合發展計畫-永續城市之發展目標及策略之研擬」，台北市政府都市發展局，台北市(1995)。(使用第二代液化潛能圖(1995) [1600孔])
2) 李威儀、錢學陶、李咸亨，「台北市防救災路徑之研擬」，台北市政府都市發展局，台北市(1996)。(使用第二代液化潛能圖(1995) [1600孔])
3) 李咸亨、鄭蘩、陳志佩、羅勝元，「GIS於地震防災之運用－以台北市中小學建築為例」，第三屆地理資訊系統學術研討會，12/11~12，台南市，第823-836頁(1997)。
4) 張弘鼎、李威儀、李咸亨，「都市地震災害危害度評估方法之研究- 以台北市南港區都市公園及中小學為例」，中華民國建築學會第十二屆建築研究成果發表會，4月16日，台中市(2000)。
5) 李咸亨，「台北市震度微區圖在建築防災之運用」，海峽兩岸減輕災害與可持續發展研討會，4月，台中市(2000)。

2.1 防災都市 & 李威儀

1.李威儀、錢學陶、李咸亨，1997，《台北市都市計畫防災系統之規劃》，中華民國都市計畫學會

2.何明錦、李威儀，1998，《從都市防災系統檢討實質空間之防災功能-(一) 防救災交通動線系統及防救據點》，內政部建築研究所

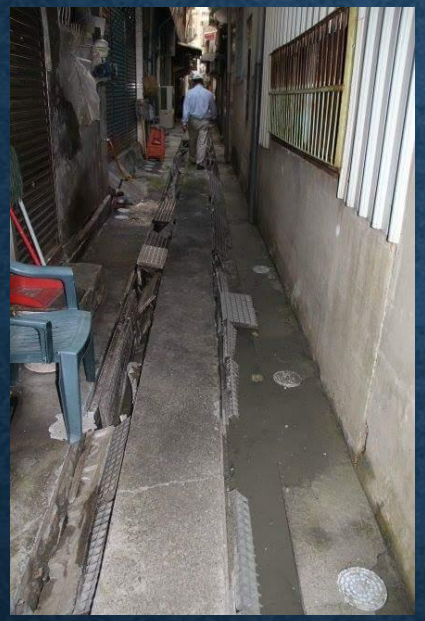
3.李威儀、錢學陶，1999，《從都市防災系統中實質空間防災功能檢討-(二) 學校、公園及大型公共設施等防救據點，中華民國都市計畫學會

4.李威儀、何明錦，1999，《台北市實質環境防災機能之研究》，國立台灣科 技大學建築系 APAUD 研究室

5.李威儀，2000，《以台北市市中心防救災據點與路徑之檢討與空間規劃》， 台北市政府都市發展局

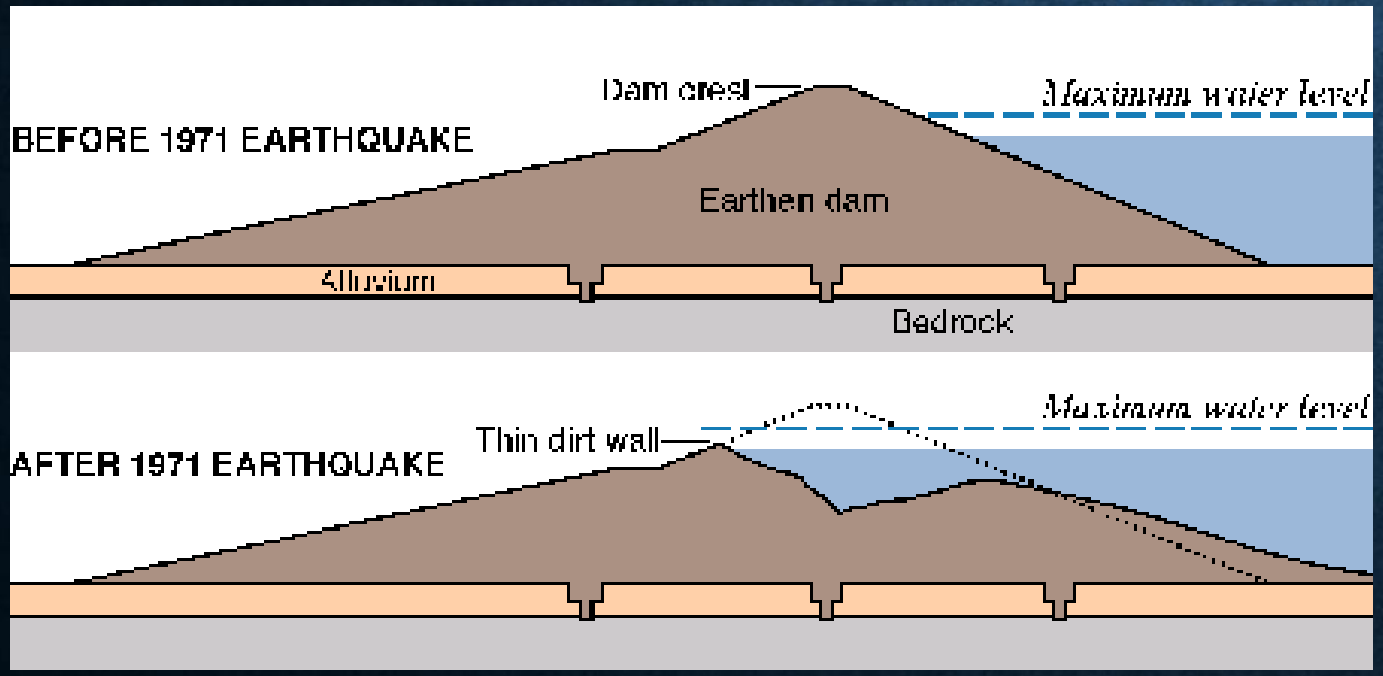
6.李威儀，2000，《花蓮市都市防災系統規劃與建築耐震評估作業之建構》， 花蓮市公所

2.2 液化問題嚴重嗎?



the overturned apartment complex buildings in Niigata in 1964.

Liquefaction caused Lower San Fernando Dam in California to fail at 1971 earthquake



2.3 液化分析 & 液化潛能評估圖

第一代(1986至1989)

第二代(1995至1998)

第三代(1998至2002)

地震預測

地質調查&大地工程資料庫(GEDBS)1600孔之鑽孔資料

台北市區內之松山層垂直分六個次層，水平分為13區。

分區執行之剪力波速試驗和共振柱和動力三軸試驗成果。

(1986至2002)

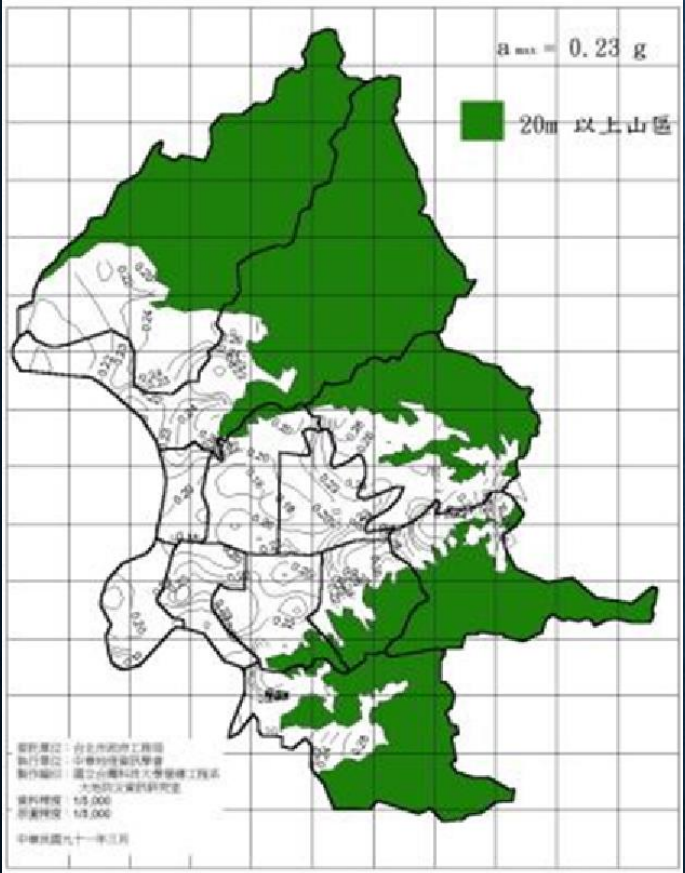
砂土和粘土之動態剪力模數和剪應變關係曲線以及阻尼比和剪應變關係曲線

SHAKE II 之地震地盤反應分析

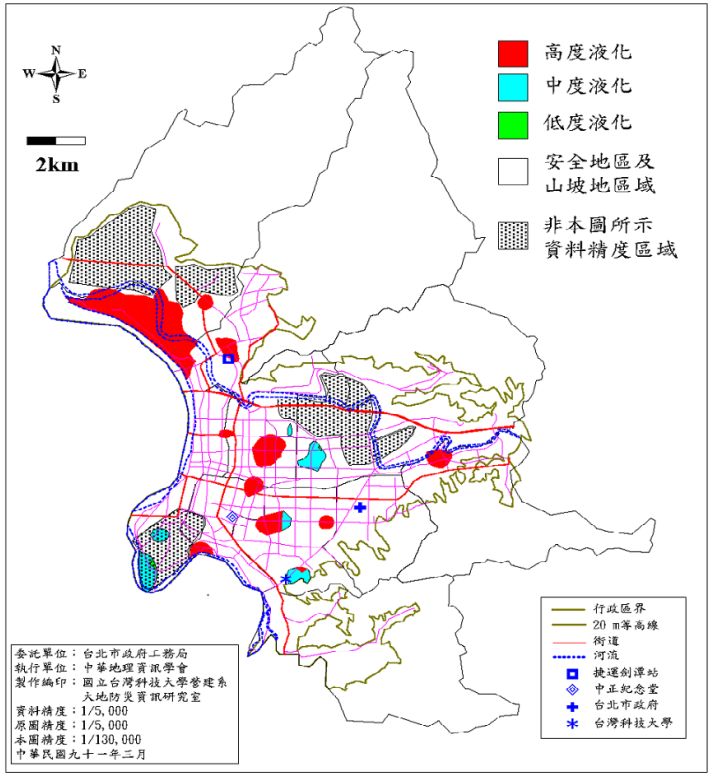
液化潛能評估方法

(第三代) **液化潛能評估圖**

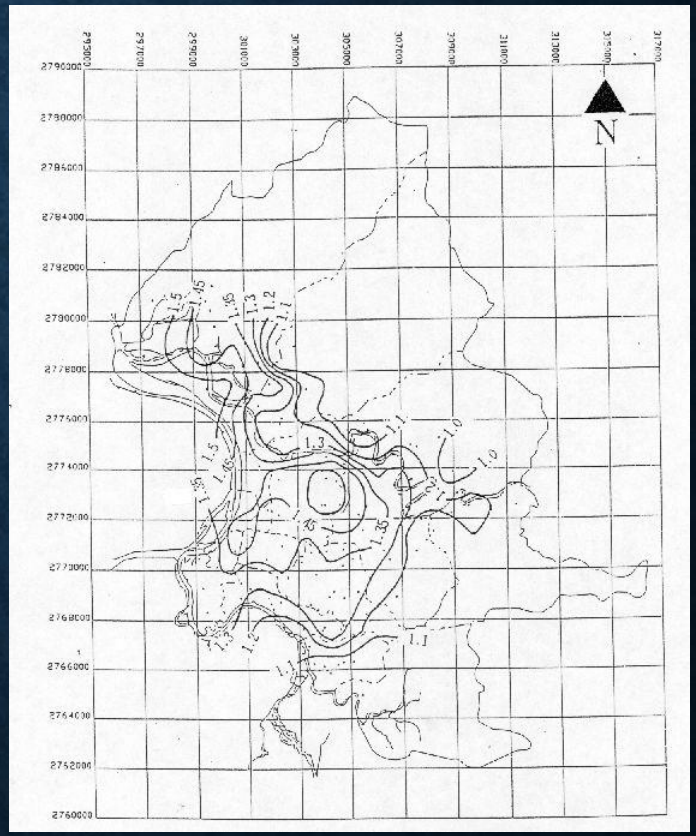
2.3 震 度 微 區 圖



台北市平原地區加速度等值線圖



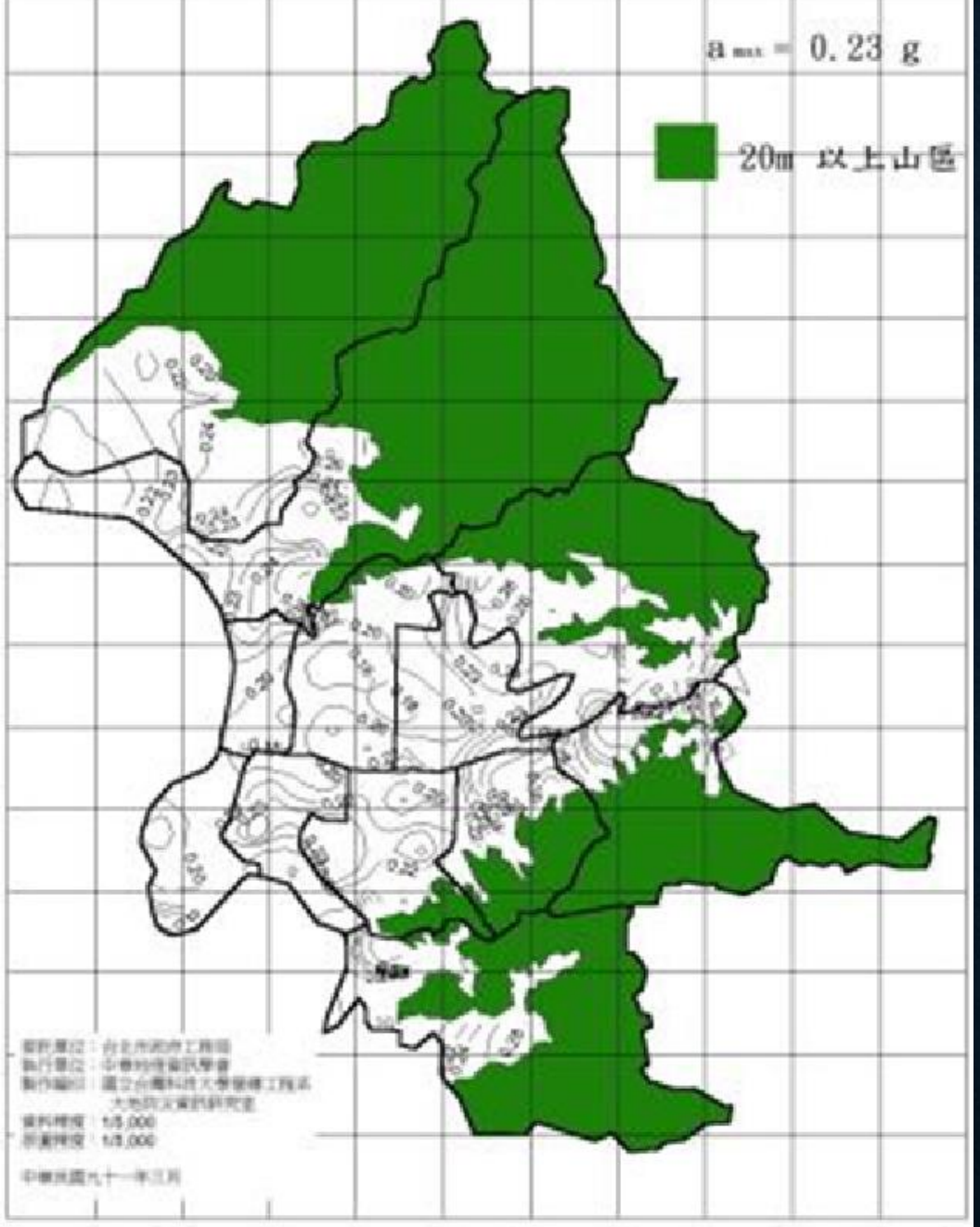
依最新地震規範0.23g條件下預估之台北市平原地區液化潛能圖



依最新地震規範0.23g條件下預估之台北市平原區PGA圖

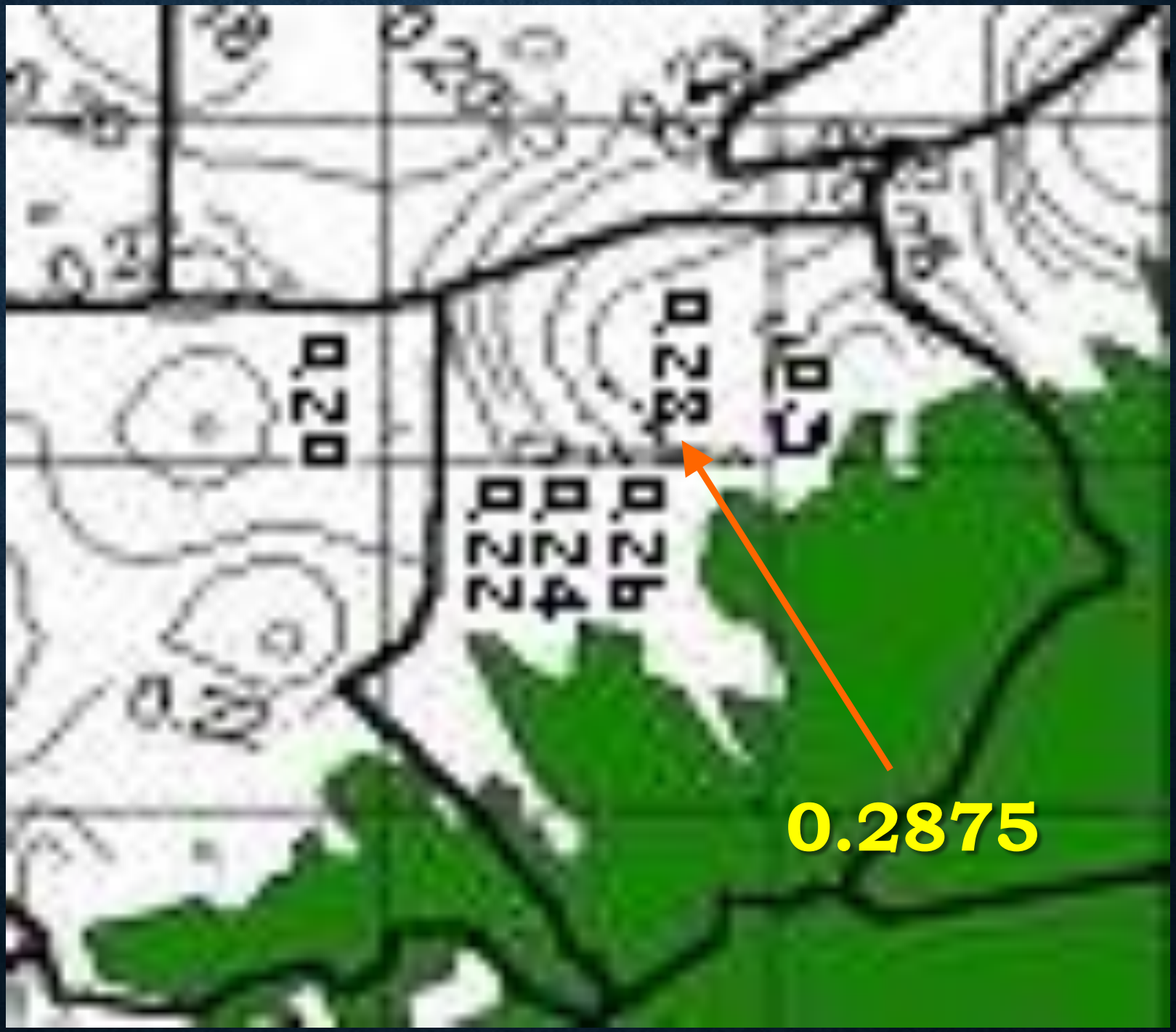
-Lee, S.H. and C.M. Wu, "Acceleration-based Seismic Microzonation Map of Taipei Basin," 10th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, October 7-10, Drexel University, USA, (2001).

震度微區圖

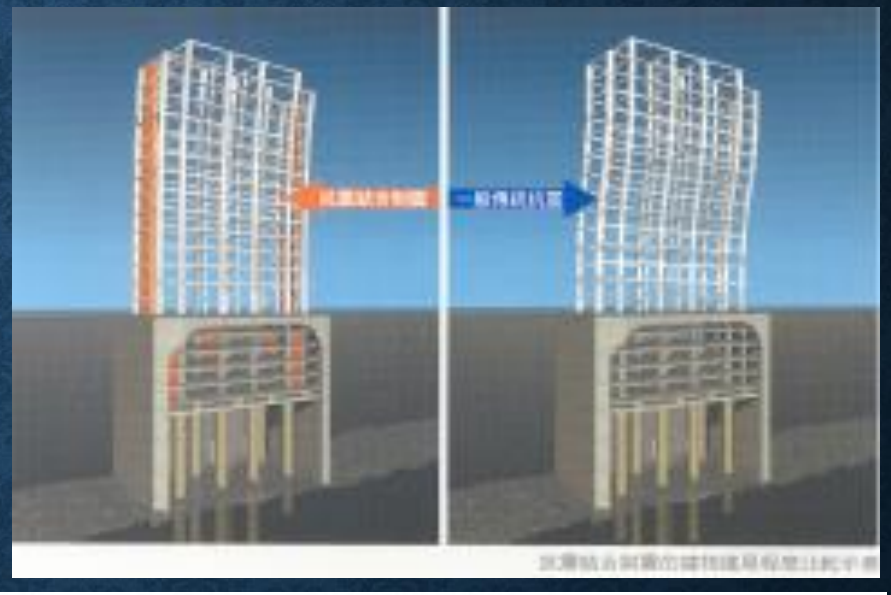


台北市平原地區加速度等值線圖

震度微區圖



租屋、購屋秘笈 - 售屋篇(國美敦南藝術館)



震區係數由0.23提昇到0.2875 可承受六級烈震

國美敦南藝術館

2.4 臺北市液化潛能區相關資料

發 文 單 位：臺北市政府都市發展局 發 文 日 期：2011-05-16 發 文 字 號：北市都建字第10033220600號	收 文 單 位：台北市建築師公會 收 文 日 期：2011-05-20 收 文 字 號：北市師會字第1127號	瀏覽人次：3807次

轉本府工務局關於日本311震災後各界持續關心本市液化潛能區相關資料，請　查照轉知　貴會會員。

一、依據本府工務局100年5月3日北市工土字第10030034500號函辦理。

二、本案納入本局100年度臺北市建管法令函釋彙編第024號，彙編歸類第一組編號第008號。

三、網址：http://www.dba.tcg.gov.tw。

＊北市工土字第10030034500號

中華民國100年5月3日 ➔➔➔➔ 2011

主旨：有關日本311震災後各界持續關心本市液化潛能區相關資料，請本府各機關針對權管設施內容預做防災對策，請　查照。

2.4 轉本府工務局關於日本311震災後各界持續關心本市液化潛能區相關資料，請查照轉知　貴會會員。

說明：

一、有關新聞所報導之「台北市平原地區液化潛能圖」主要用途，係提醒結構技師於進行工程結構設計時，如於土壤液化潛能區域內興建工程時，應特別評估發生土壤液化之可能並予以預防。目前對於防止土壤液化的對策有土壤改良(排水工法，夯實工法，化學固結工法)及基礎型式耐震選擇或處理(樁基礎、筏式基礎下鋪砂礫層、基礎下方設置混凝土圍牆)。上述防止土壤液化的對策皆是針對單一的建築結構物防止土壤液化，對於整個區域、大面積的防止土壤液化之對策另議。

二、對於已興建之建築物，應了解該建築物是否已經做過土壤液化影響之評估及預防，如仍有疑慮時，可請相關技師協助評估。

三、隨函檢附「台北市平原地區液化潛能圖」供參。 ➔ ➔ ➔ 2011

附件：

http://www.dbaweb.tcg.gov.tw/taipeilaw/img/100024-1.pdf

三、 結　語

- 921震出土壤液化！傾斜屋 員林人一住17年

2016年03月08日
劉永祥 / 彰化報導(中國時報)

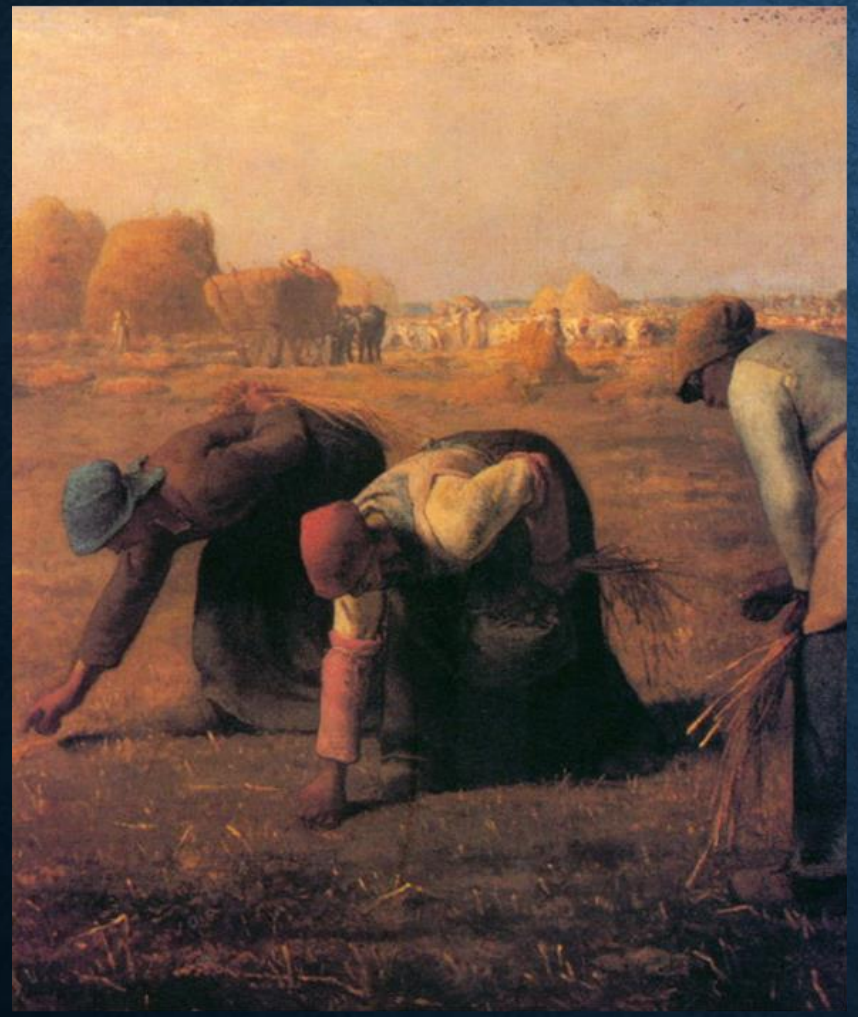
噴砂活教材 防治做半套

- 員林市代會副主席張國良說，當年政府承諾組專案小組鑑定土壤液化範圍，並與國際相關土質研究的專家、學者，進行土壤分析、研究，尋求土質改良等補救、防治措施，但經費有限，只鑽探100多個點，後來也沒進行更密集探測，沒有補助標準，一等就17年過去了。
- 崙雅噴砂這一度炙手可熱的科展題目，隨台南大地震再度喚起人們的記憶，彰化縣政府建設處表示，土壤液化區域範圍一直沒有確定、也沒有訂出一套土壤液化評估的原則和土壤改良方式，所以相關法規上，至今沒有特別的規範。
- (中國時報)

口水? ➔ 口德!

- 921 集集大震災 ➔ 0206 美濃小震災
- ➔ 李鴻源 ➔ 土壤液化潛勢區 ➔ 防災都市 ➔ 正式防救災單位
- ➔ 國土三法 ➔ 地質法 ➔ 公布土壤液化潛勢區 (淹水、下陷)
- ➔ 陳振川➔ 災後重建體系➔ FEMA (美國正式防救災單位)
- 行政院國家災害防救科技中心(NCDR)-災害潛勢地圖網站 (災害防救委員會)
- 內政部消防署-消防署防災地圖(疏散避難圖)

敬請指教



拾穗、播種者
_米勒

END

李 咸 亨

職　　務：國立台灣科技大學&營建工程系名譽教授
國立成功大學工學院國際減災學程兼任教授

兼　　職：台北市災害防救專家諮詢委員會地震組召集人
財團法人成大土木文教基金會董事
東亞建築經理股份有限公司監察人
高雄市土木技師公會顧問
科技部廉政委員

學　　歷：美國奧斯汀德州大學土木工程博士
國立成功大學土木工程系所學士、碩士

經　　歷：

(產)中華、亞新、富國工程顧問公司
台灣工程界協助震災重建家園協會理事長
(官)臺北市政府工務局局長
財團法人臺北市都更推動中心董事長
(學)國立台灣科技大學副校長、技術合作處處長、教授
國立暨南國際大學總務長、土木工程系系主任
(研)國家地震工程研究中心現地實驗組組長
財團法人臺灣營建研究院院長

兼職經歷：中華顧問工程司董事、第一金控董事、第一銀行董事

研究領域：地震防災、坡地防災、GIS & GPS、加勁土壤、基樁

發表論文：期刊57篇，研討會165篇，專書60篇，研究報告115本，書刊編輯6本