

2018.02.06
花蓮地震概要

Date of Release: 2018/04/06 – Ver 8.0

大綱

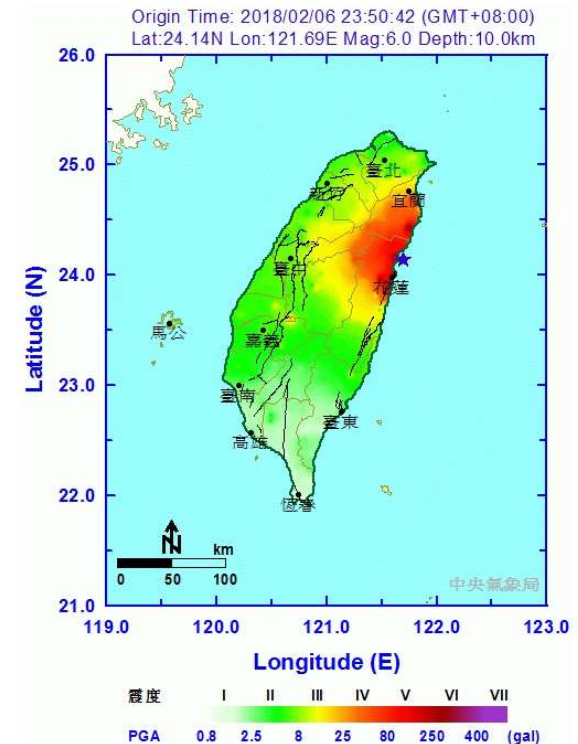
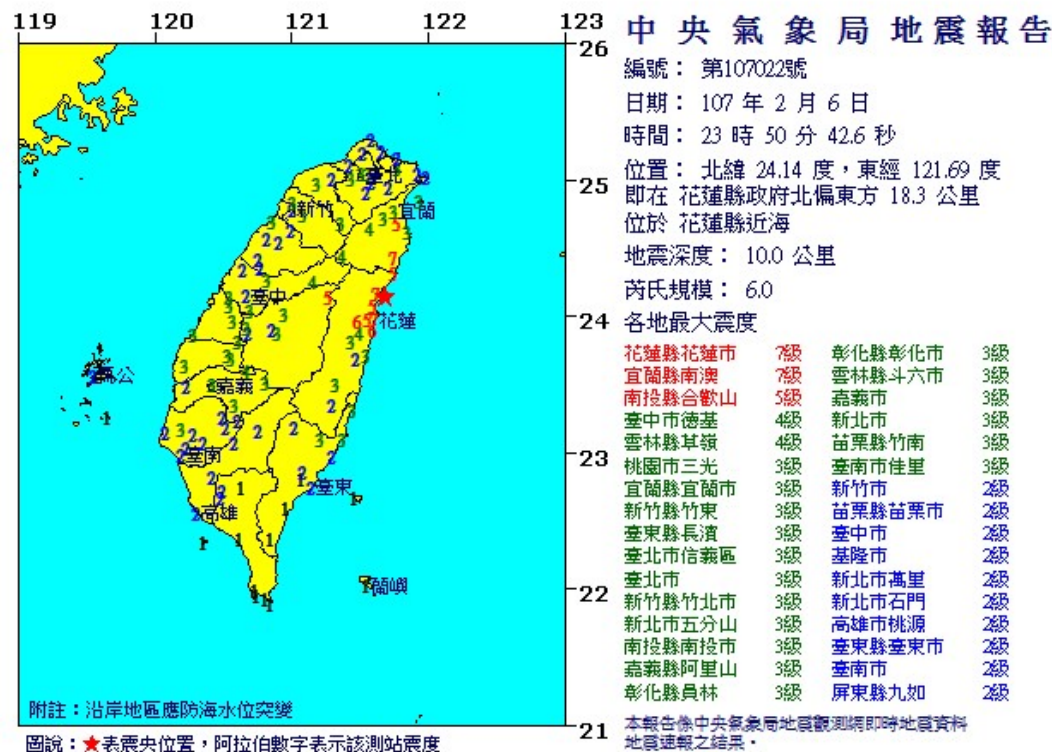
- 一. 震源機制與強地動特性
- 二. 建築物震損災情
- 三. 橋梁震損災情
- 四. 港灣與地工震損災情
- 五. 非結構設備震損調查
- 六. 早期預警系統驗證
- 七. 結論

溫國樑、張毓文、郭俊翔、林哲民、劉勛仁

震源機制與強地動特性

2018.02.06 花蓮地震

- 台灣時間2018年02月06日午夜23時50分42.6秒（世界時間2月6日15時50分42.6秒）於台灣花蓮縣近海（花蓮縣政府北偏東方18.3公里）發生芮氏規模 $M_L 6.0$ 之地震，花蓮市、宜蘭南澳皆觀測到7級震度。
- 震央位置在北緯24.14度、東經121.69度，震源深度為10.0公里。氣象局後續重新進行地震定位和規模修正後，將震央位置修正為北緯24.1度、東經121.73度，**震源深度改為6.31公里，地震規模則修訂為 $M_L 6.26$** 。



(中央氣象局 https://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/rtd_eq.htm)

餘震活動

- 截至2月07日04時00分，餘震持續發生中。
- 最大餘震規模為 $M_L 5.4$ 。

最近地震



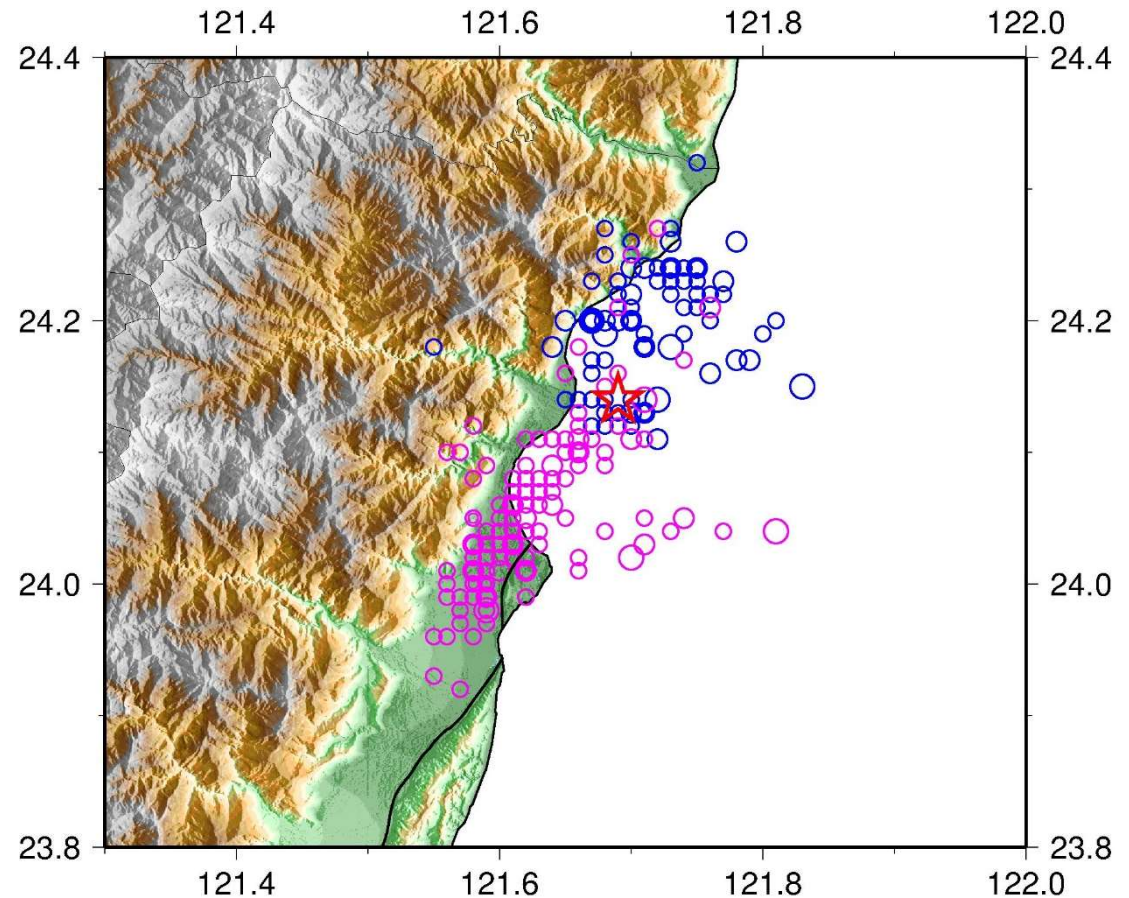
編號	臺灣時間	規模	深度 (公里)	位置	分享
小區域	02/07 01:19	3.5	8.0	花蓮縣政府東北方 16.0 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 01:02	4.1	11.8	花蓮縣政府北偏東方 27.7 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 01:01	2.9	6.7	花蓮縣政府西偏北方 4.5 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
小區域	02/07 00:44	3.8	5.1	花蓮縣政府西偏北方 4.0 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
小區域	02/07 00:34	3.4	5.0	花蓮縣政府北偏西方 4.9 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享
026 PWS	02/07 00:26	4.1	6.3	花蓮縣政府西北方 3.3 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享
小區域	02/07 00:19	3.2	5.6	花蓮縣政府北方 2.6 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
小區域	02/07 00:18	3.5	6.2	花蓮縣政府北偏西方 3.9 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享
025 PWS	02/07 00:17	4.7	5.0	花蓮縣政府北方 2.4 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
小區域	02/07 00:16	3.8	6.7	花蓮縣政府西偏南方 6.6 公里 (位於花蓮縣吉安鄉)	分享
024 PWS	02/07 00:13	4.0	2.6	花蓮縣政府北偏西方 4.0 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享
小區域	02/06 23:54	4.6	6.3	花蓮縣政府西北方 5.6 公里 (位於花蓮縣秀林鄉)	分享
023 PWS	02/06 23:53	5.0	5.1	花蓮縣政府西偏南方 3.1 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
022 PWS	02/06 23:50	6.0	10.0	花蓮縣政府北偏東方 18.3 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/06 21:36	3.7	9.0	花蓮縣政府北偏東方 20.2 公里 (位於花蓮縣近海)	分享

編號	臺灣時間	規模	深度 (公里)	位置	分享
小區域	02/07 03:57	3.6	8.3	花蓮縣政府北偏東方 21.2 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 03:51	3.6	5.0	花蓮縣政府東偏北方 11.1 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
032 PWS	02/07 03:36	4.6	5.0	花蓮縣政府東偏北方 14.2 公里 (位於臺灣東部海域)	分享
小區域	02/07 03:32	3.2	8.9	花蓮縣政府北偏東方 12.3 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 03:17	3.9	3.7	花蓮縣政府西偏北方 3.9 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
031 PWS	02/07 03:15	5.4	10.0	花蓮縣政府東偏北方 9.1 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 03:03	3.5	5.2	花蓮縣政府北偏西方 8.1 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享
小區域	02/07 02:37	3.4	9.1	花蓮縣政府北偏東方 13.4 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
030 PWS	02/07 02:09	4.0	7.4	花蓮縣政府北方 7.1 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
029 PWS	02/07 02:07	5.4	10.0	花蓮縣政府東偏北方 20.7 公里 (位於臺灣東部海域)	分享
028 PWS	02/07 02:00	5.2	10.0	花蓮縣政府北偏東方 18.7 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 01:56	3.6	8.1	花蓮縣政府北偏東方 9.9 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
027 PWS	02/07 01:50	4.1	5.5	花蓮縣政府西偏北方 4.3 公里 (位於花蓮縣花蓮市)	分享
小區域	02/07 01:45	3.5	7.9	花蓮縣政府北偏東方 8.7 公里 (位於花蓮縣近海)	分享
小區域	02/07 01:27	3.0	8.5	花蓮縣政府北偏西方 4.9 公里 (位於花蓮縣新城鄉)	分享

(中央氣象局)

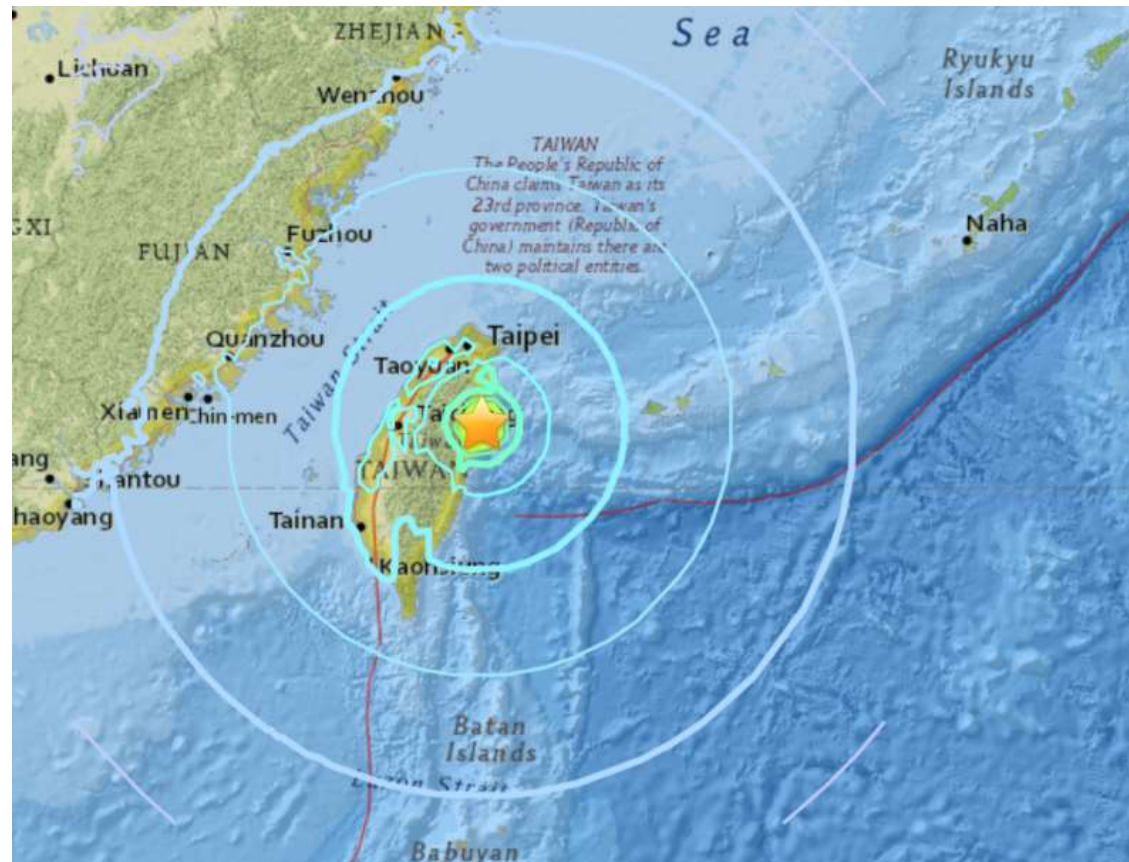
前震與餘震比較

- 有感前震數量約100個，最大規模 M_L 5.8，主要分佈在主震之東北側
- 有感餘震數量約147個（截至2/7 12:50），最大規模 M_L 5.4，主要分佈在主震之西南側，略呈東北-西南向線型延伸至花蓮市區之米崙斷層西側



USGS世界網資料

- USGS公佈之地震矩規模 M_W 為6.4
- 震央位置為北緯24.158度、東經121.680度，震源深度9.5公里



(USGS)

附近區域近期地震活動

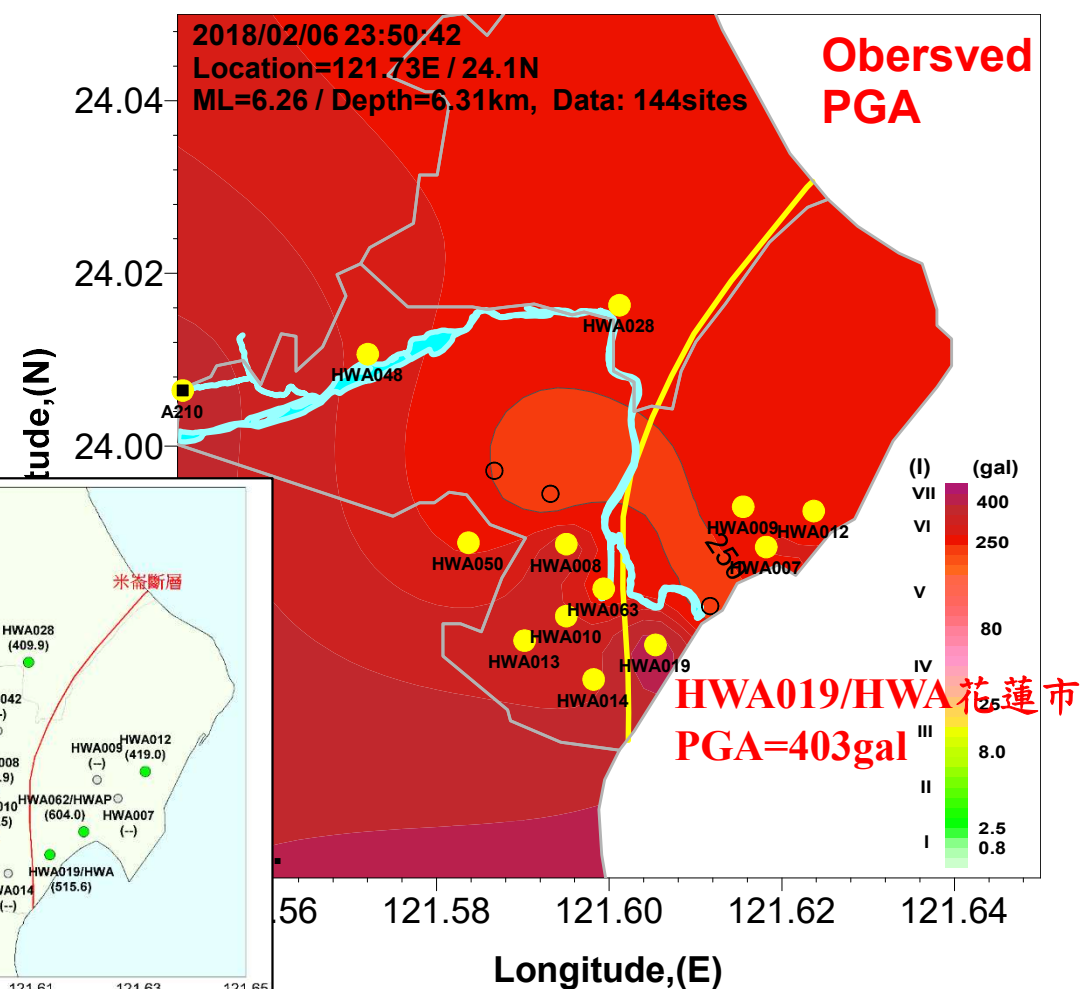
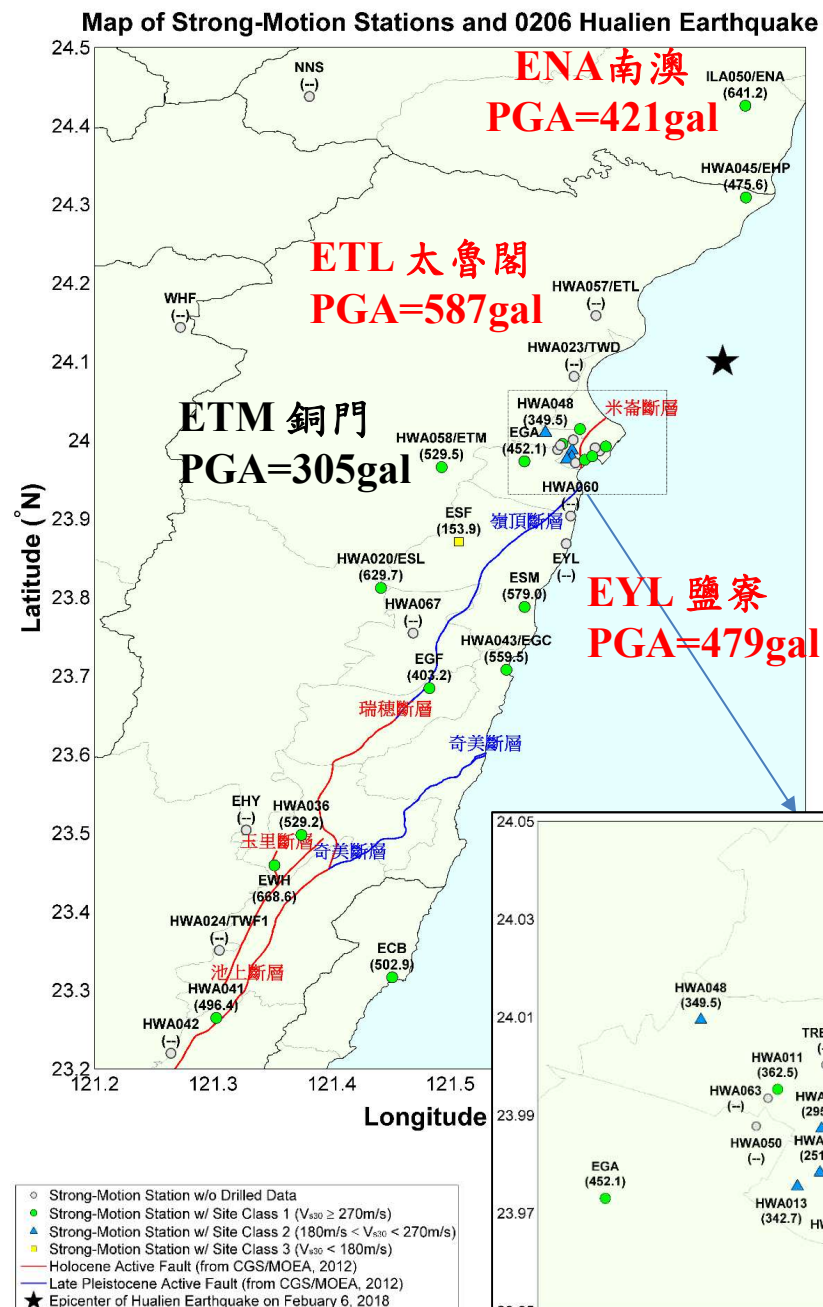
- 在此地震發生前震央附近區域已有地震活動持續兩天。
- 自2月4日開始，震央附近有密集的地震活動，並於2月4日晚間21：56發生芮式規模5.8之地震（USGS震矩規模6.0），後續並不斷有規模5以上地震發生。
- 直至2月6日午夜23：50發生芮式規模6.0地震（USGS震矩規模6.4）。

（中央氣象局）

0206花蓮地震

強震測站與PGA分布圖

● 花蓮市區之地震動多為六級震度 (PGA>250gal)

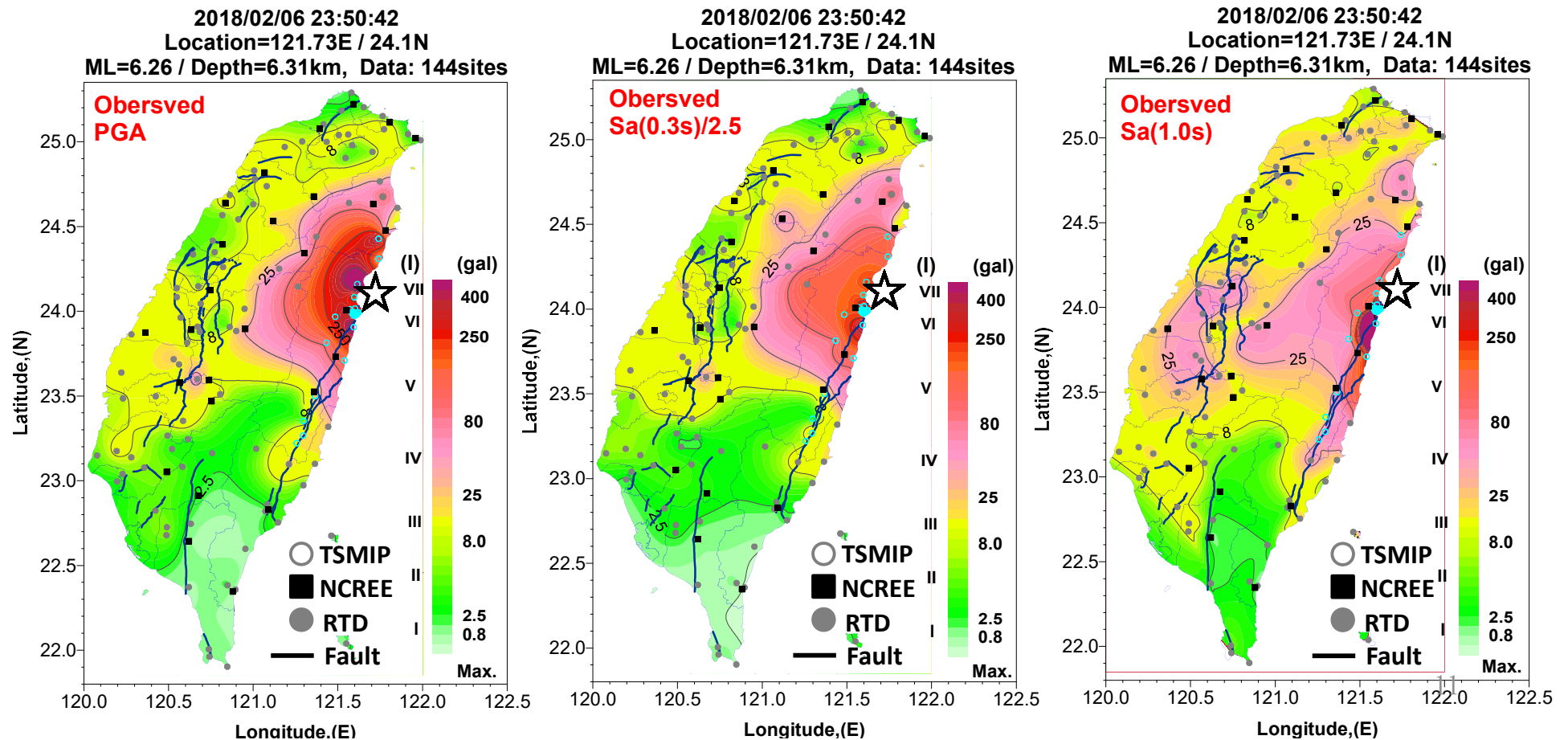


劉勛仁助理研究員提供

實測地震動分布圖

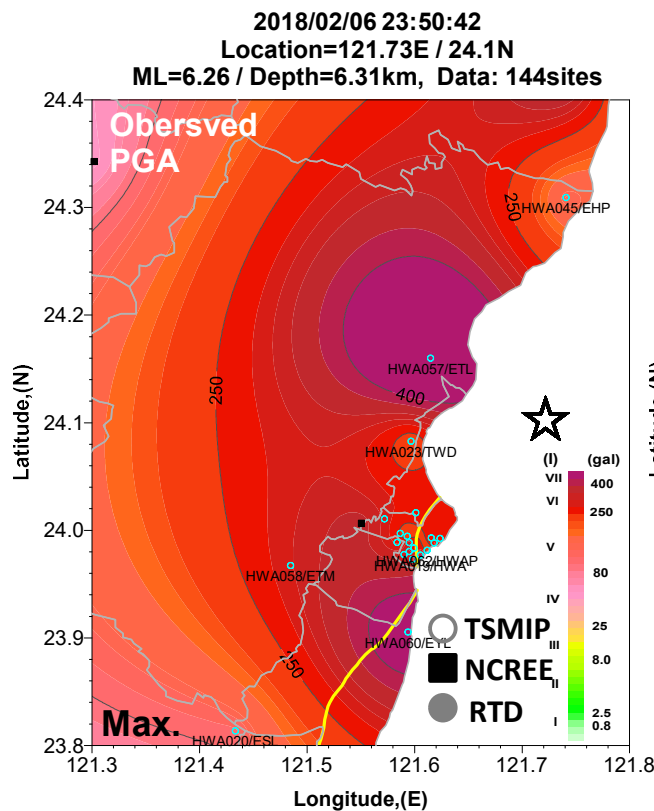
(張毓文博士)

- 實測紀錄包括CWB RTD站(90) + NCREE測站(27) + TSMIP(27)

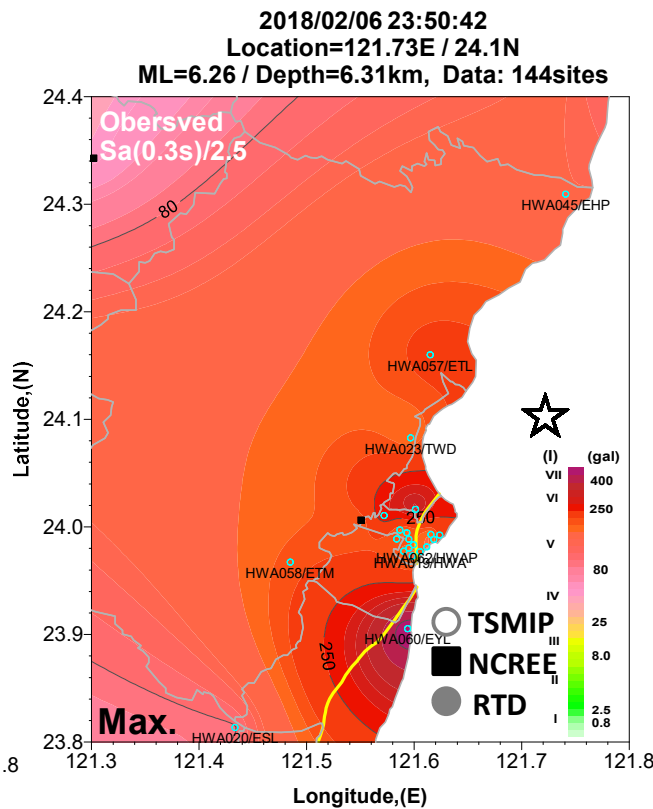


花蓮地區實測地震動分布圖

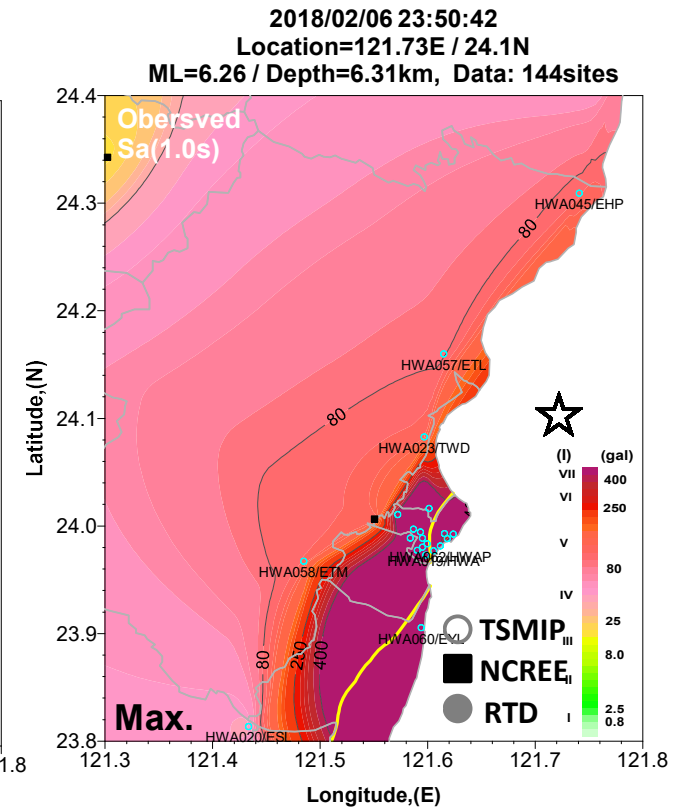
- 鄰近震源區域，部分測站PGA大於震度七級
- 靠近花東縱谷斷層之測站，較長周期($T=1.0s$)之譜加速度值大於400gal



(張毓文博士)

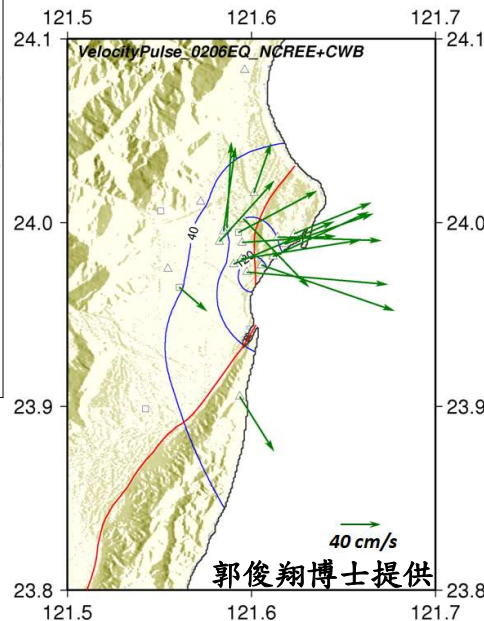
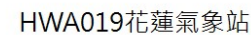


低矮樓結構反應較小



中高樓結構反應較大

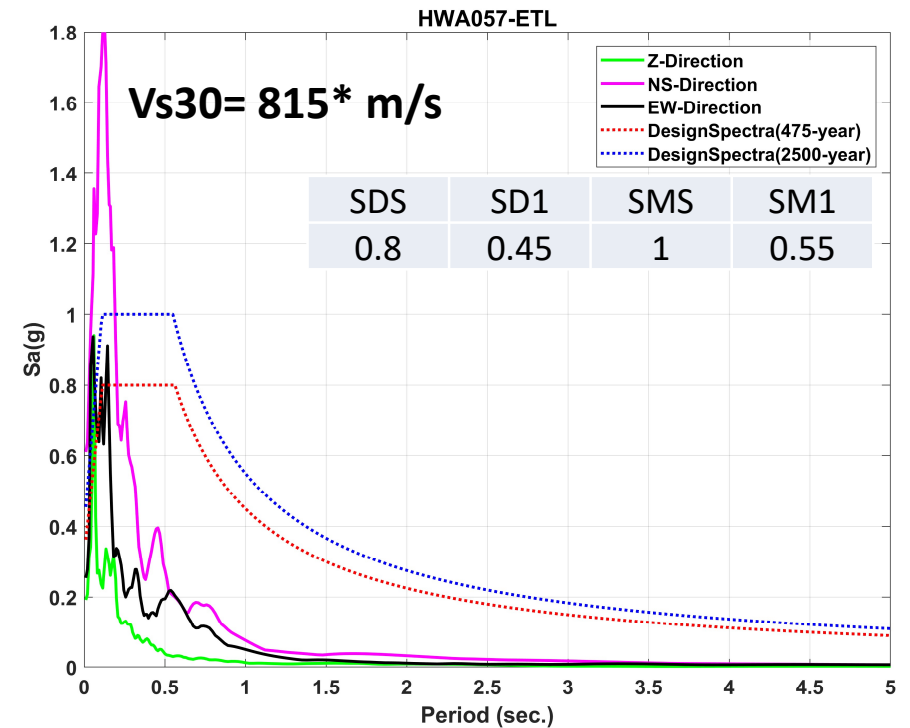
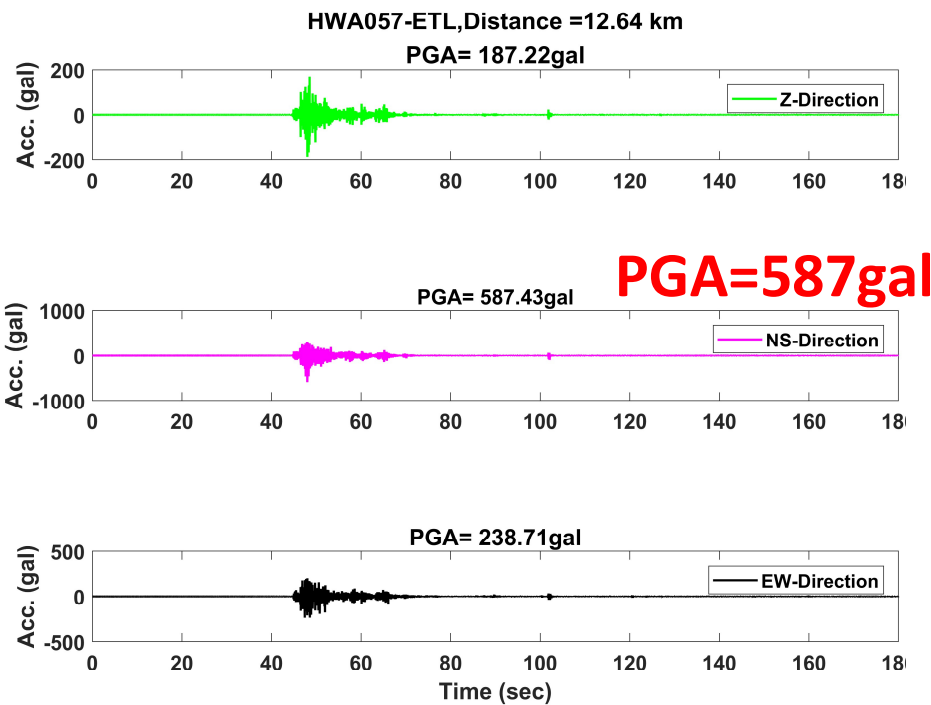
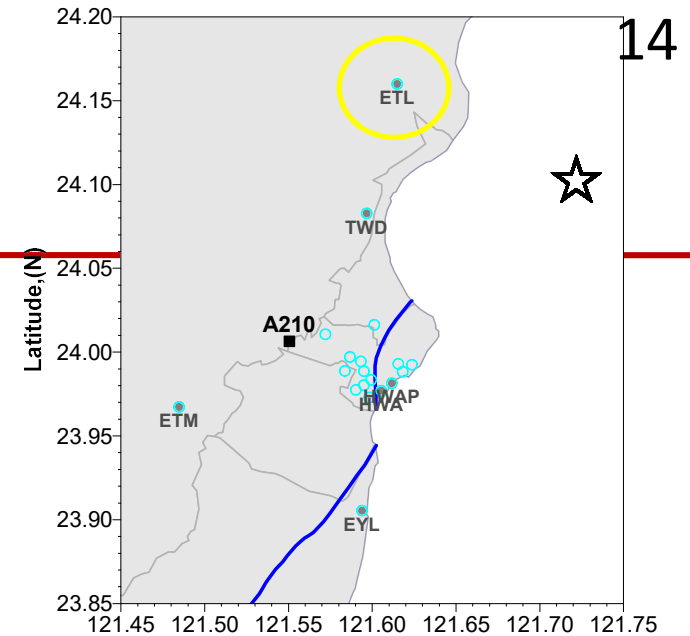
- HWA014信義國小



北村春幸 (1983)
25cm/sec 為彈性限界
50cm/sec 為塑性限界
EASPA臉書發布的短文)

PGA>400gal 測站之反應譜與 設計反應譜之比較

- **HWA057/ETL (太魯閣)**
震央距=12.6km

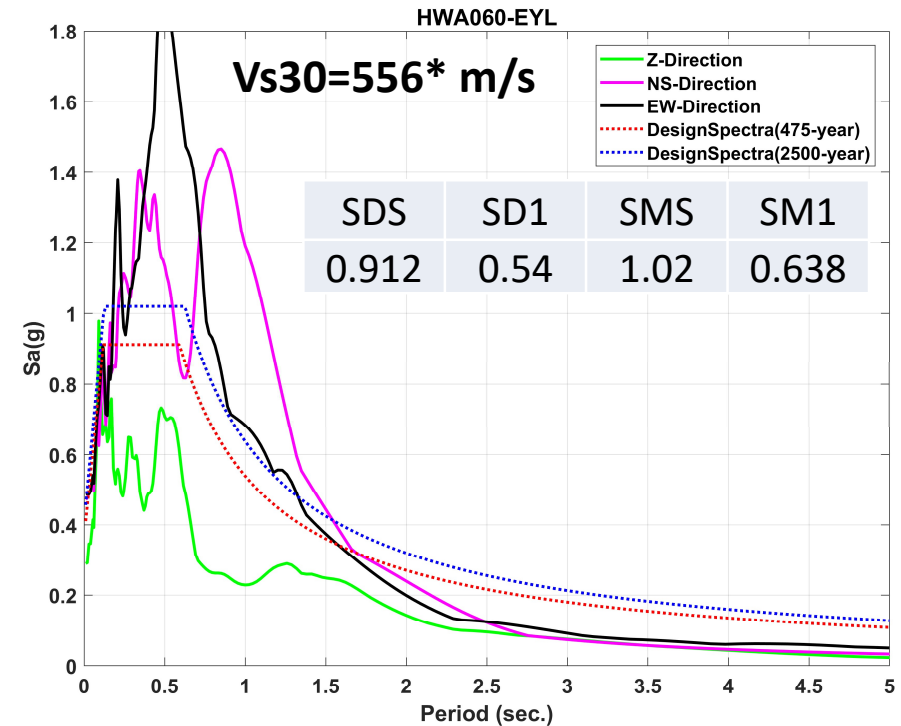
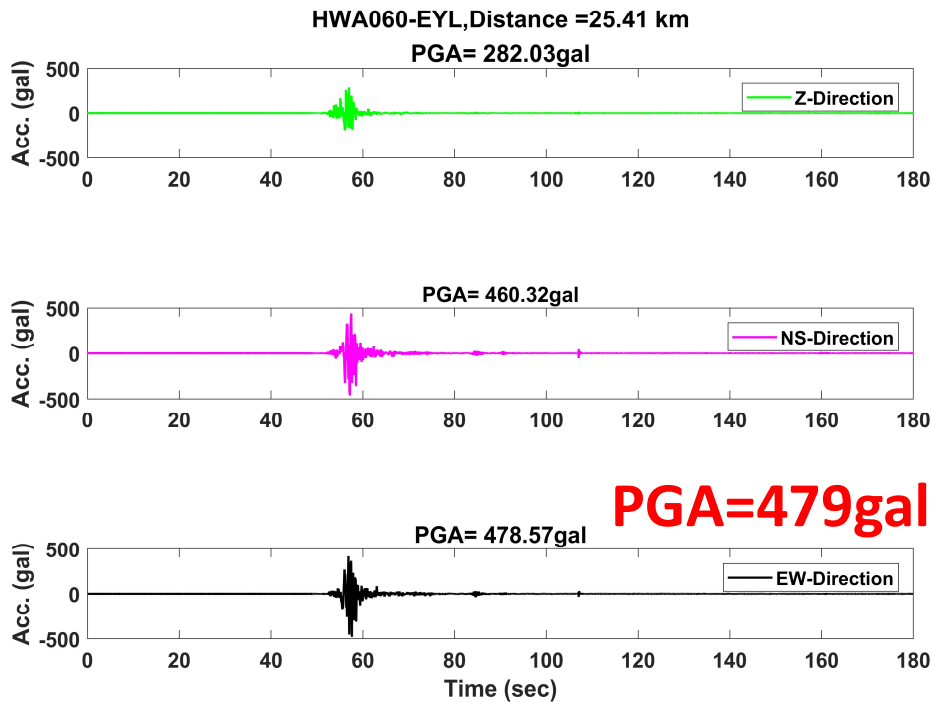
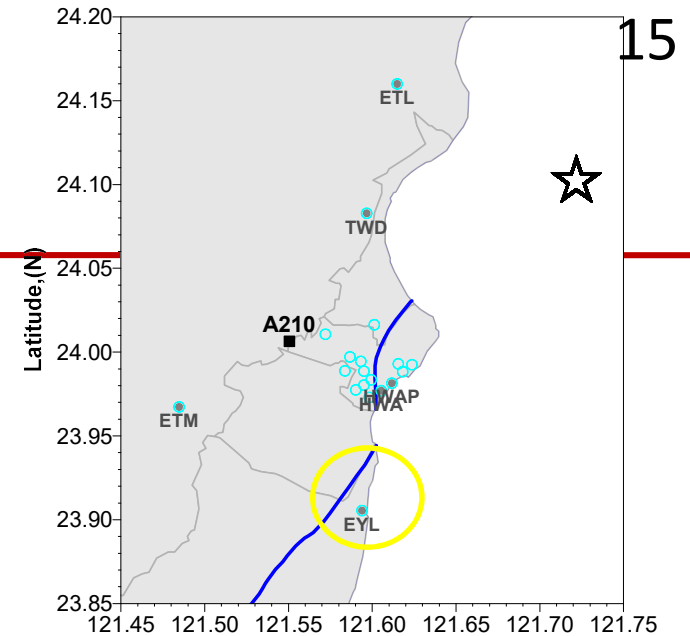


PGA>400gal 測站之反應譜與 設計反應譜之比較

- HWA060/EYL (鹽寮)**

震央距=25.4km

斷層	距離
米崙斷層	4km
嶺頂斷層	1.5km

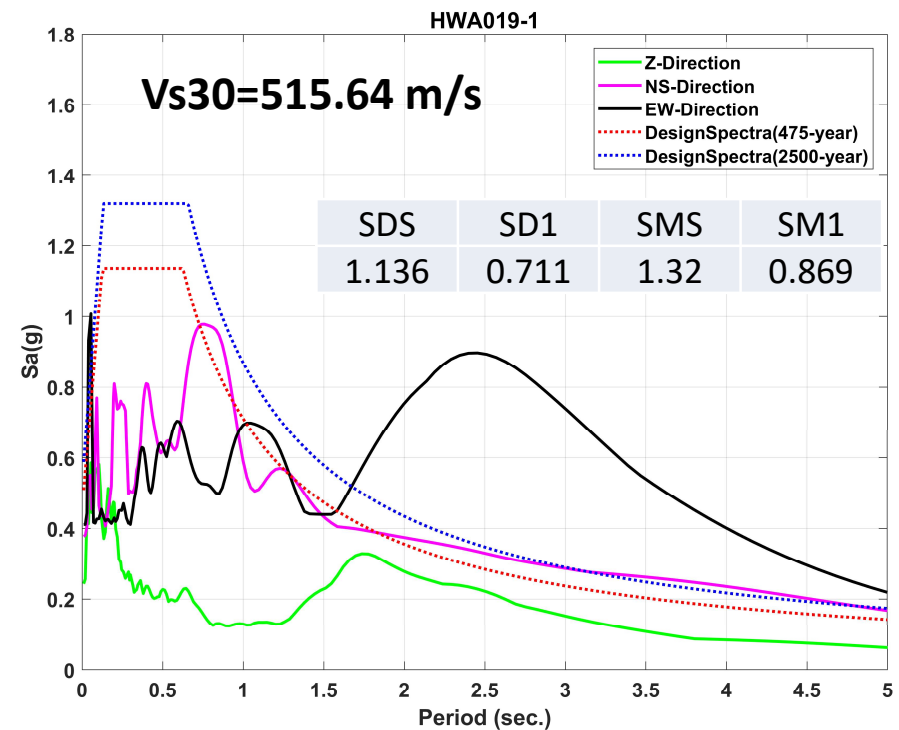
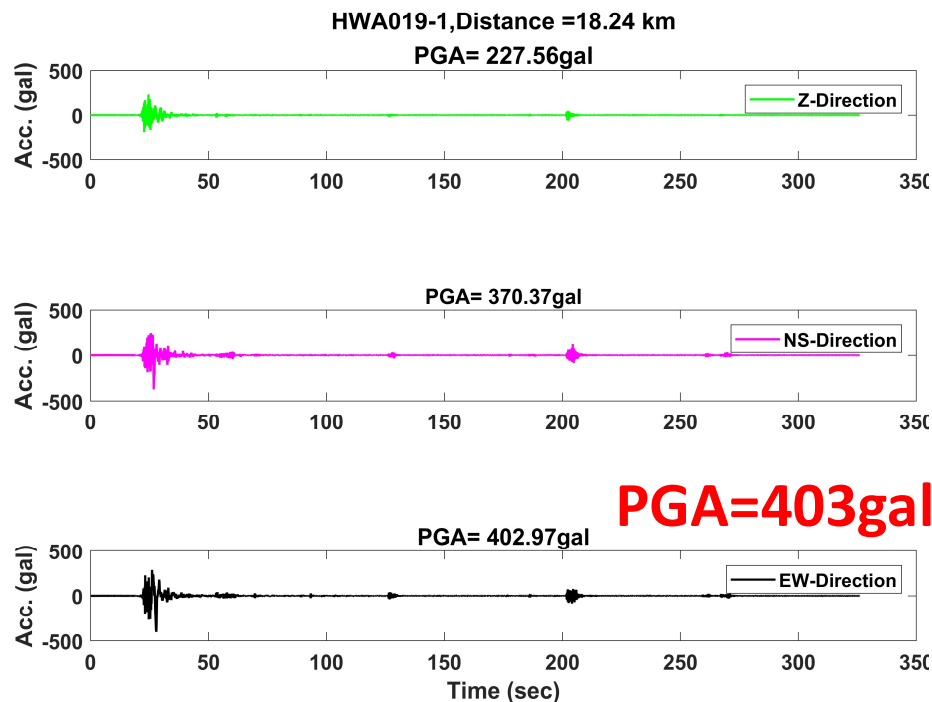
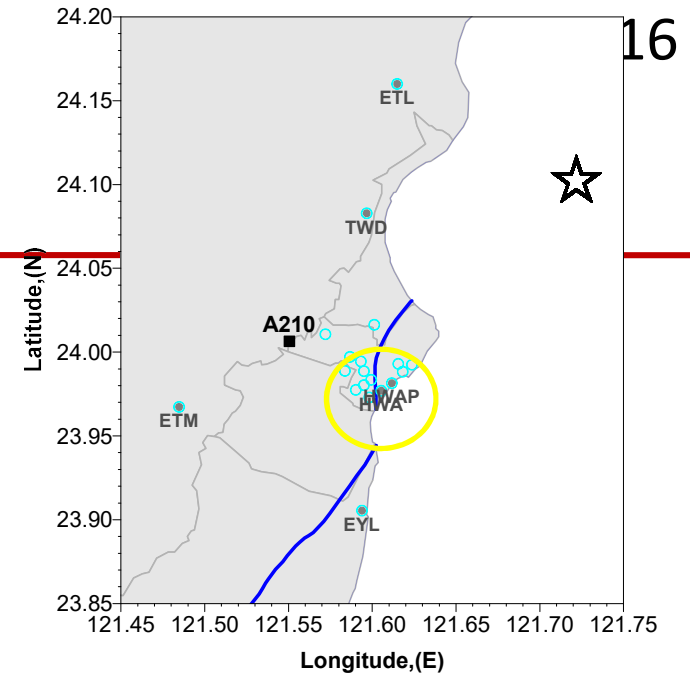


PGA>400gal 測站之反應譜 與設計反應譜之比較

- HWA019/HWA (花蓮市)**

震央距=18.2km

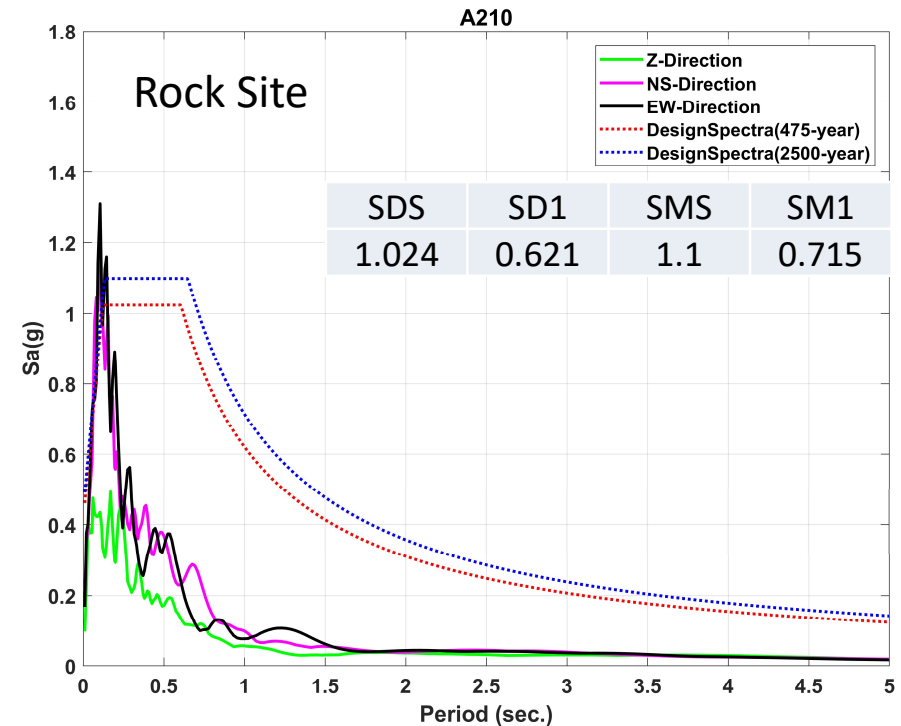
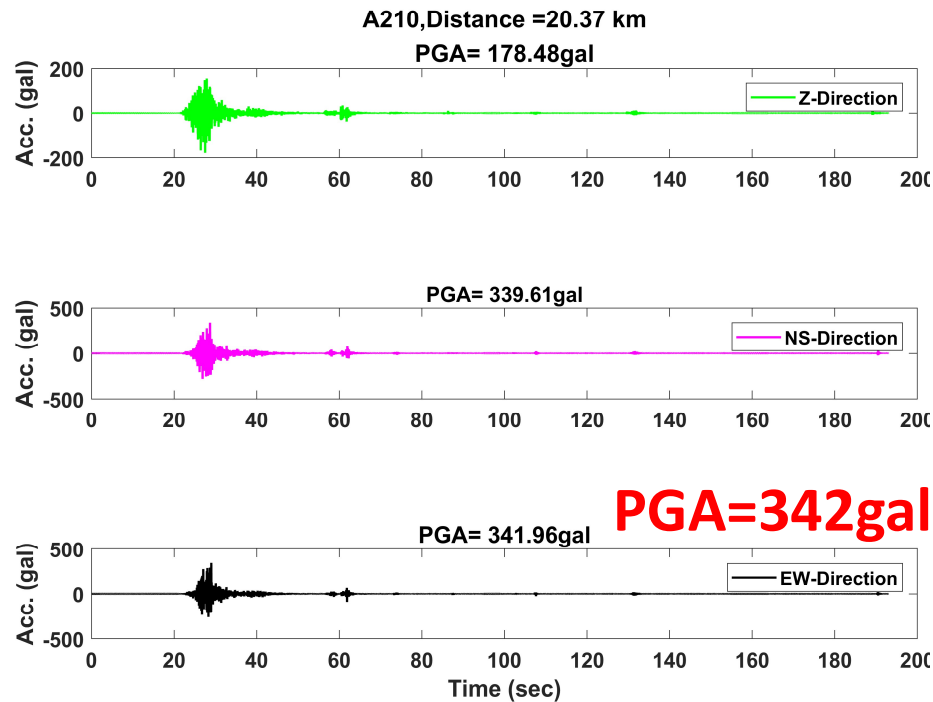
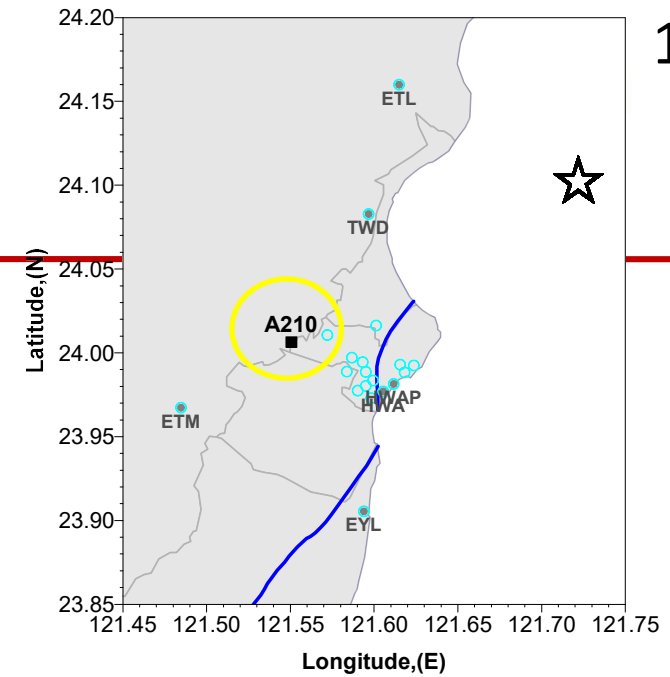
斷層	距離
米崙斷層	0.5km



PGA>300gal 測站之反應譜 與設計反應譜之比較

- A210 (NCREE)**
震央距=20.4km

斷層	距離
米崙斷層	5km

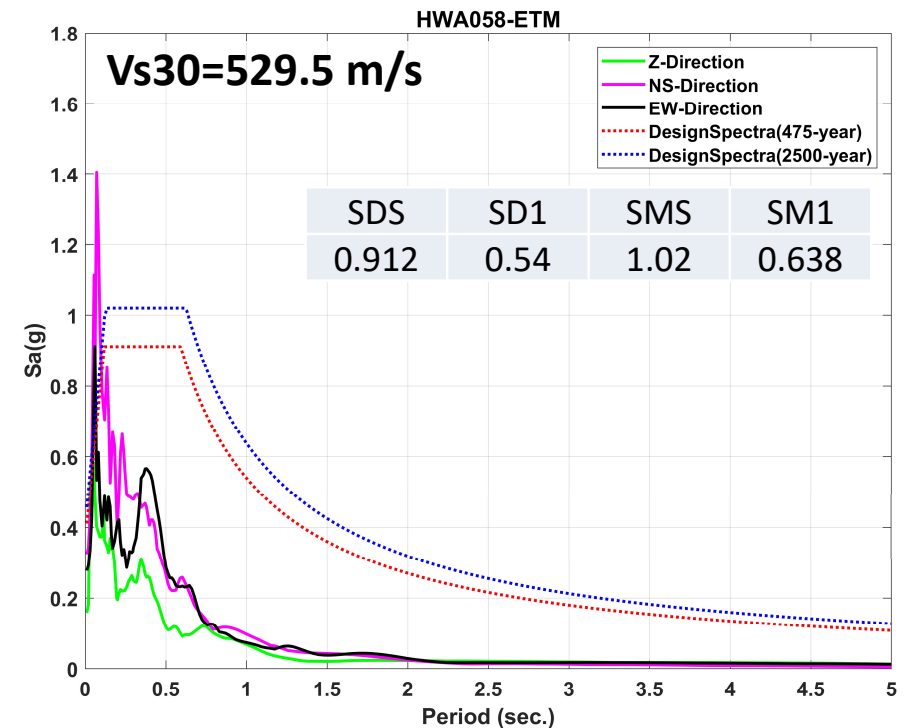
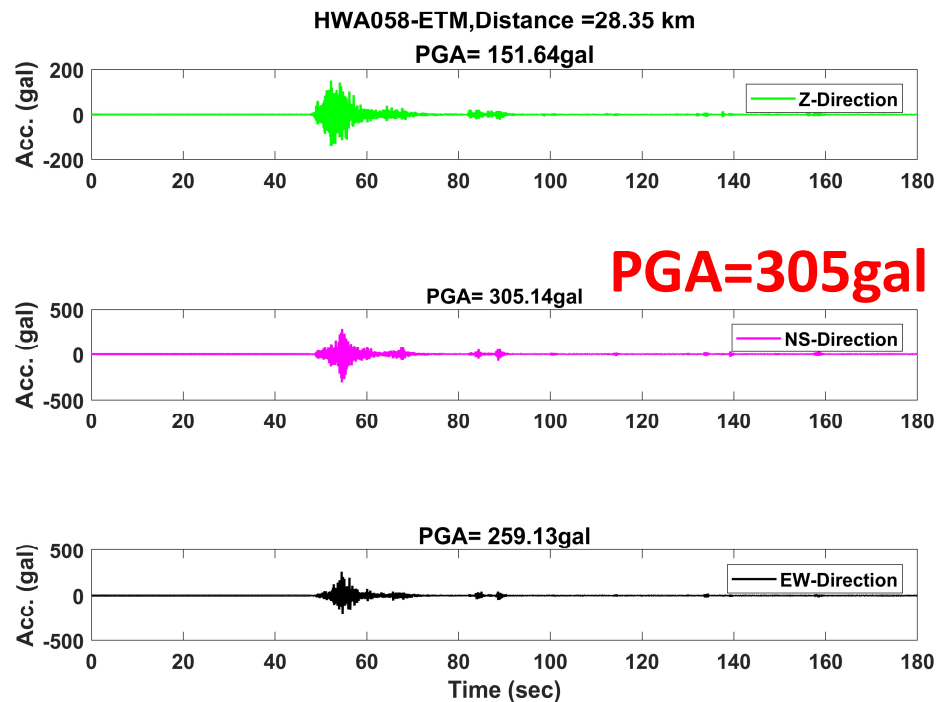
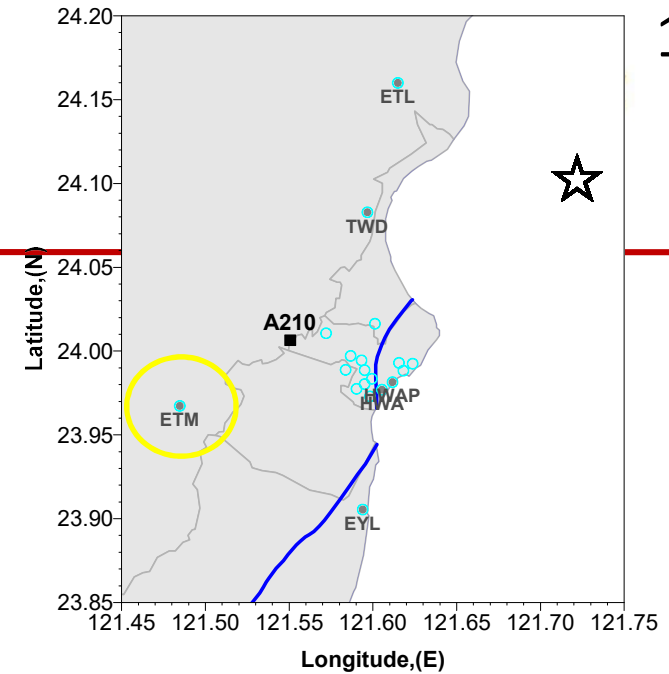


PGA>300gal 測站之反應譜 與設計反應譜之比較

• HWA058/ETM (銅門)

震央距=28.4km

斷層	距離
花東縱谷斷層	8.9km
嶺頂斷層	11.5km

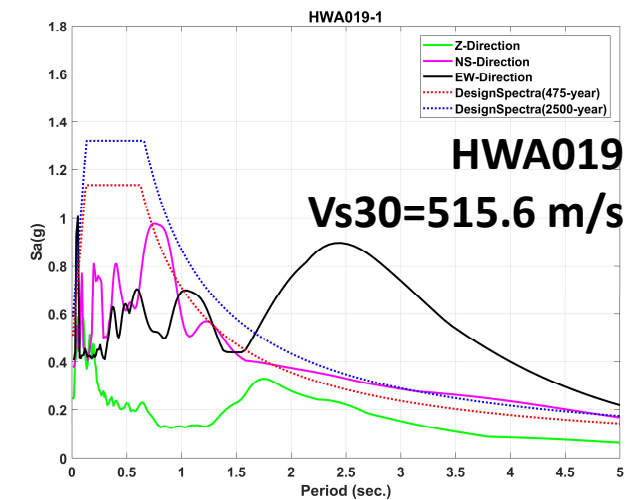
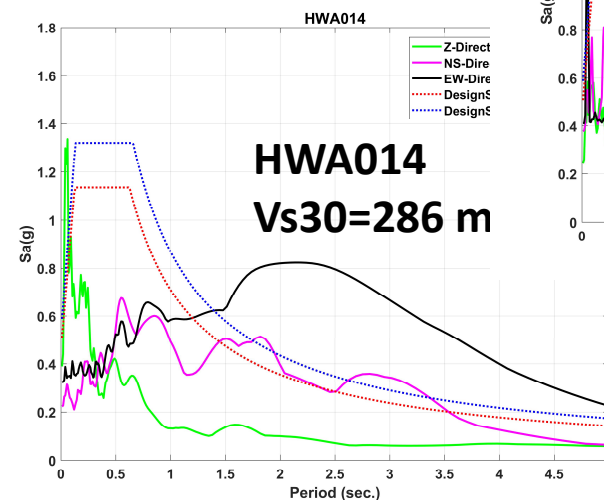
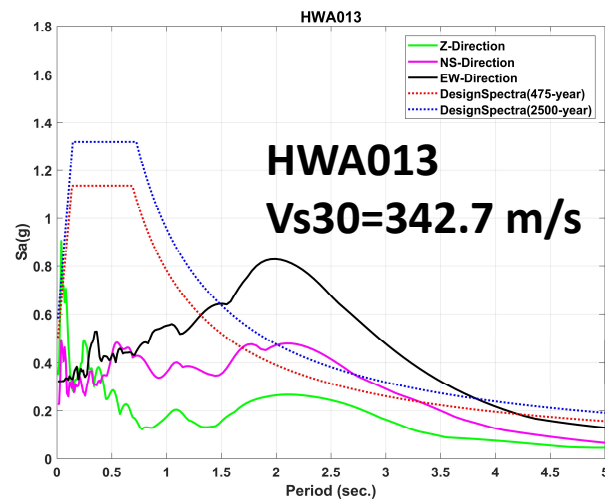
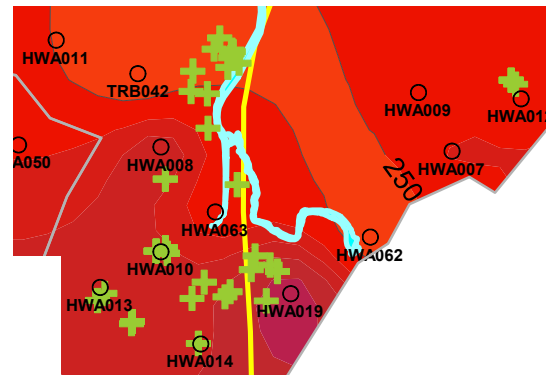
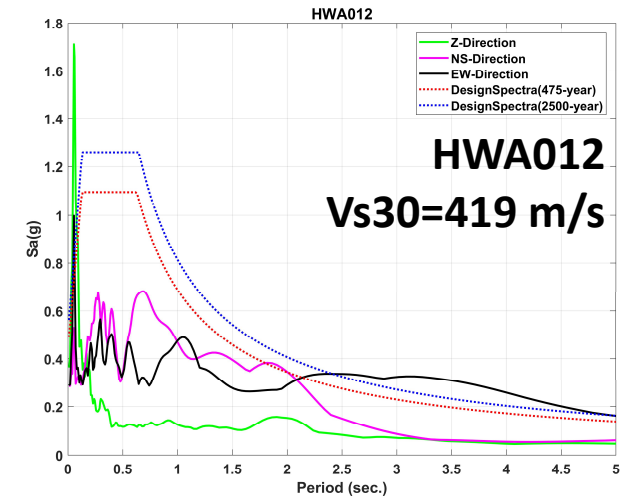
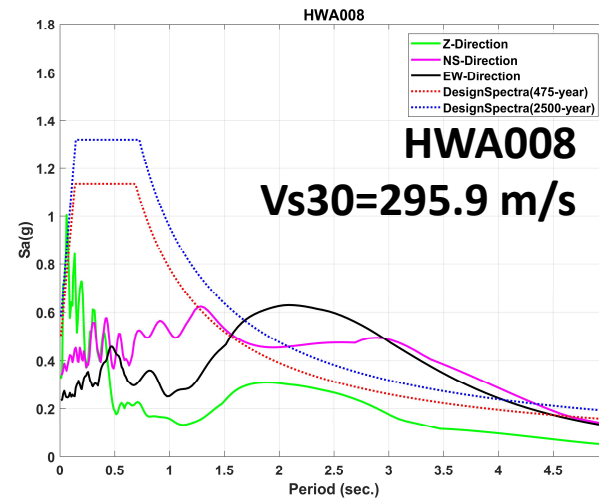
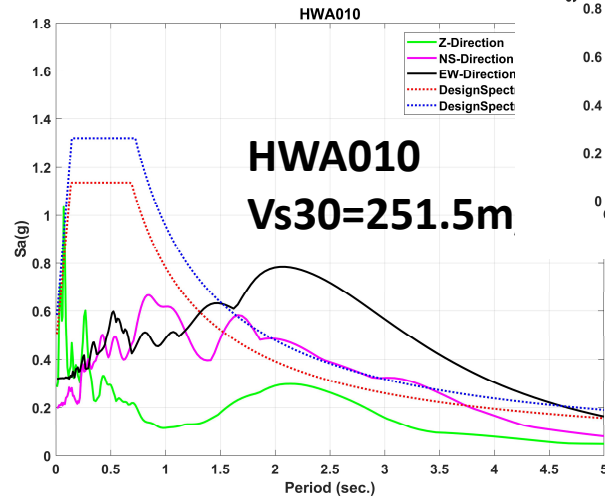


建物災損位

24.03



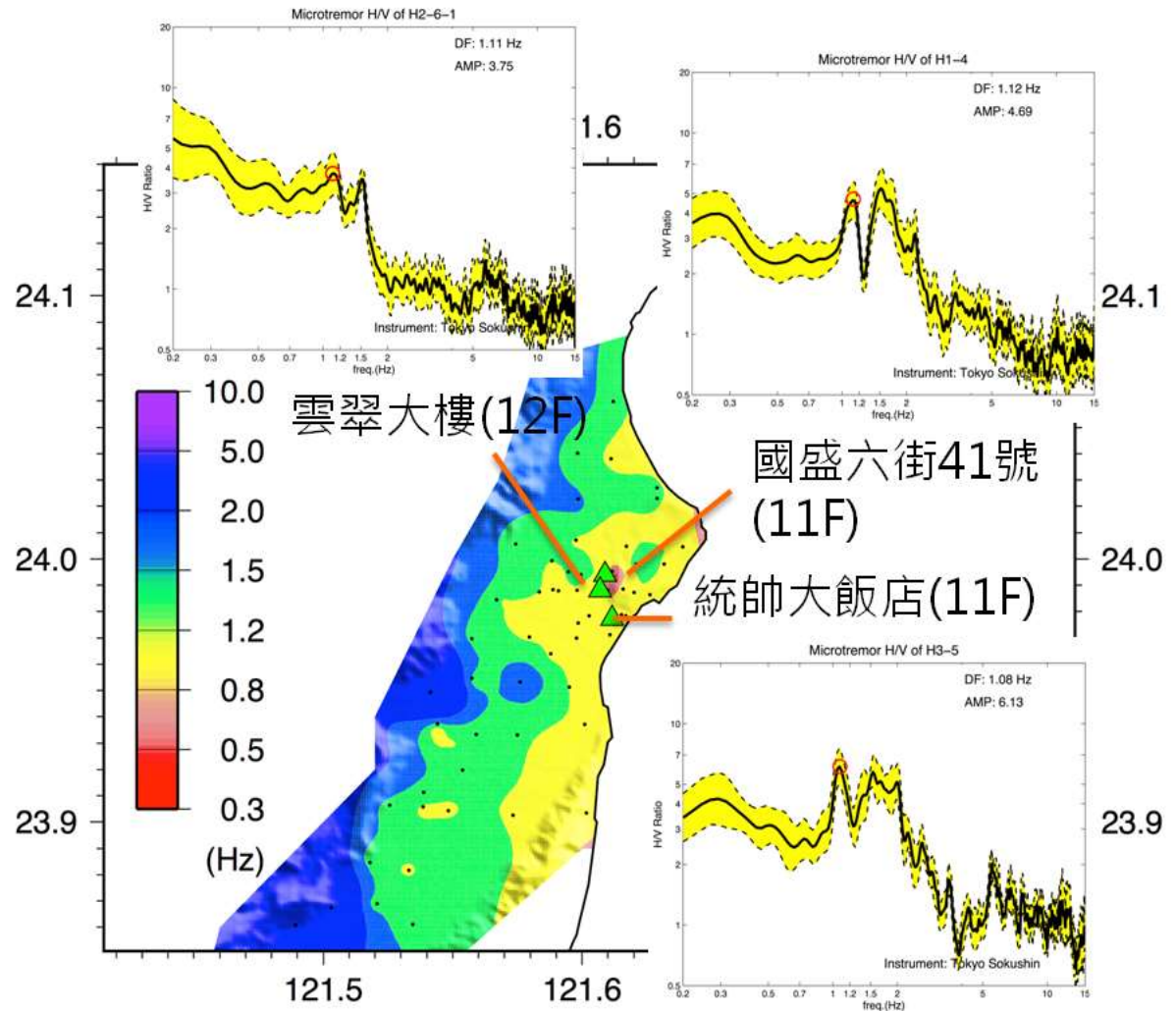
NAR Labs



此次地震發生觸發斷層錯動，引致近斷層效應的長周期特徵

微地動H/V主頻分佈圖

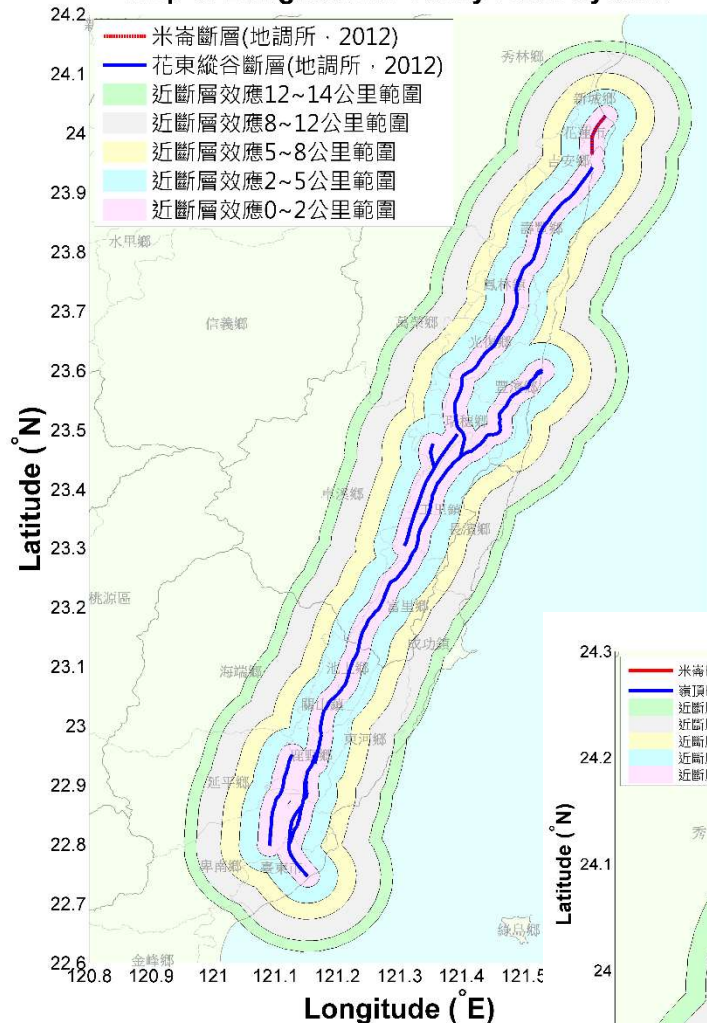
- 由主頻分布可見地盤共振頻率在東側最低，約0.8 Hz~1.2Hz，向西逐漸增加到1.2Hz~1.5Hz，到達中央山脈區域時達到1.5Hz以上。
- 主要災損點(綠色三角形)的HVSR頗為相似，皆於1Hz~2 Hz間有兩個放大峰值，然而雲翠大樓所在測點除了這兩個峰值外，低頻(0.3Hz)放大相較也更為明顯，可能因該位置相當靠近美崙溪之緣故。



國震中心強地動組協同
中央大學溫國樑教授團隊分析成果提供

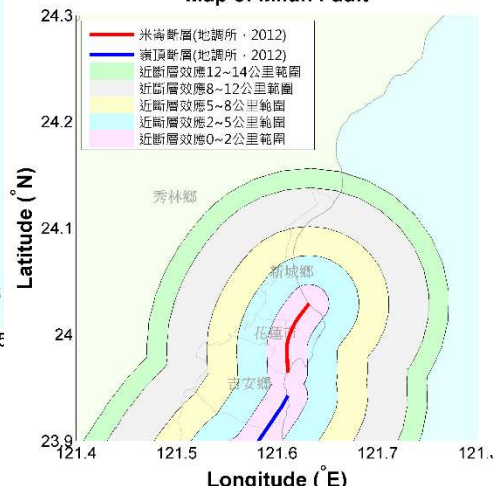
現行建築物耐震設計規範-近斷層耐震設計需求

Map of Longitudinal-Valley Fault System

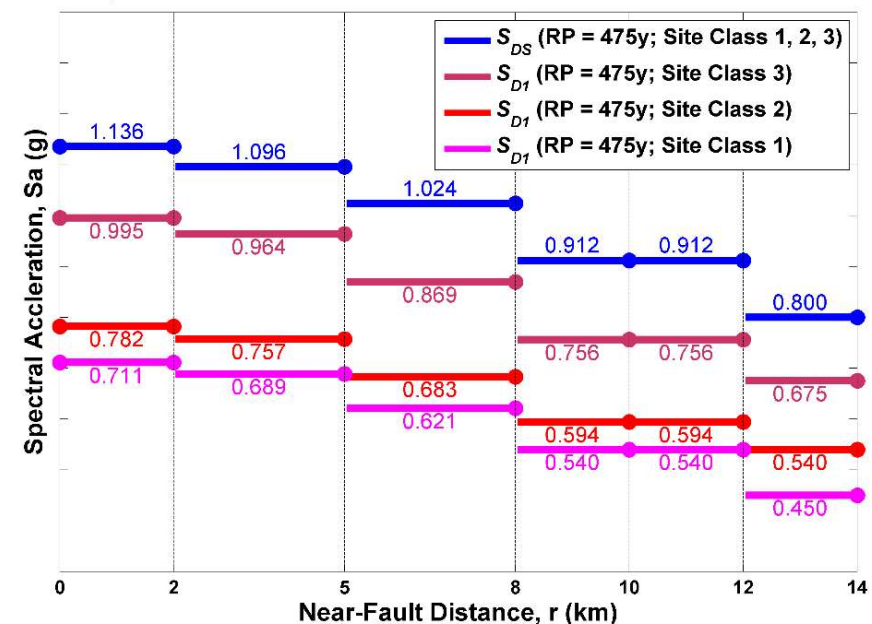


為使設計地震力能包括因斷層錯動引致之近斷層效應，現行建築物耐震設計規範（內政部營建署，2011）中針對鄰近斷層之縣市鄉鎮，依據與斷層之距離考慮近斷層調整因子，以提升設計地震力需求。圖為鄰近花東縱谷斷層，在不同距離下所應考慮之近斷層效應分布與對應之近斷層調整因子。

Map of Milun Fault



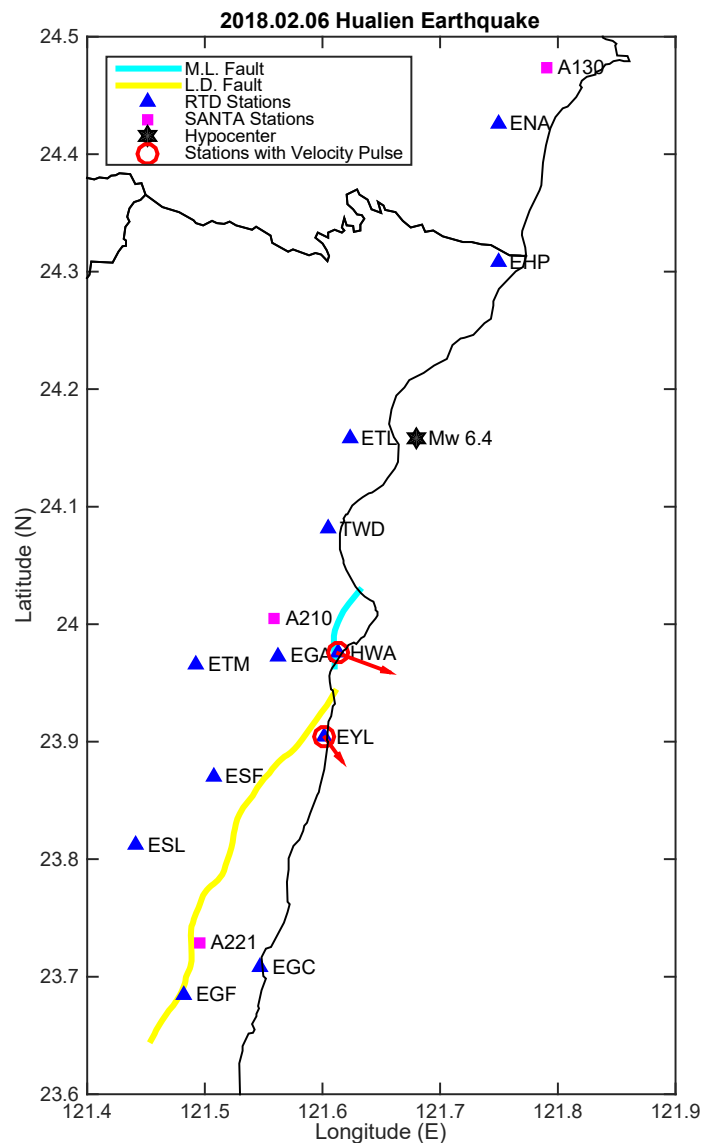
S_{DS} and S_{D1} for the Site nearby Longitudinal-Valley Fault System



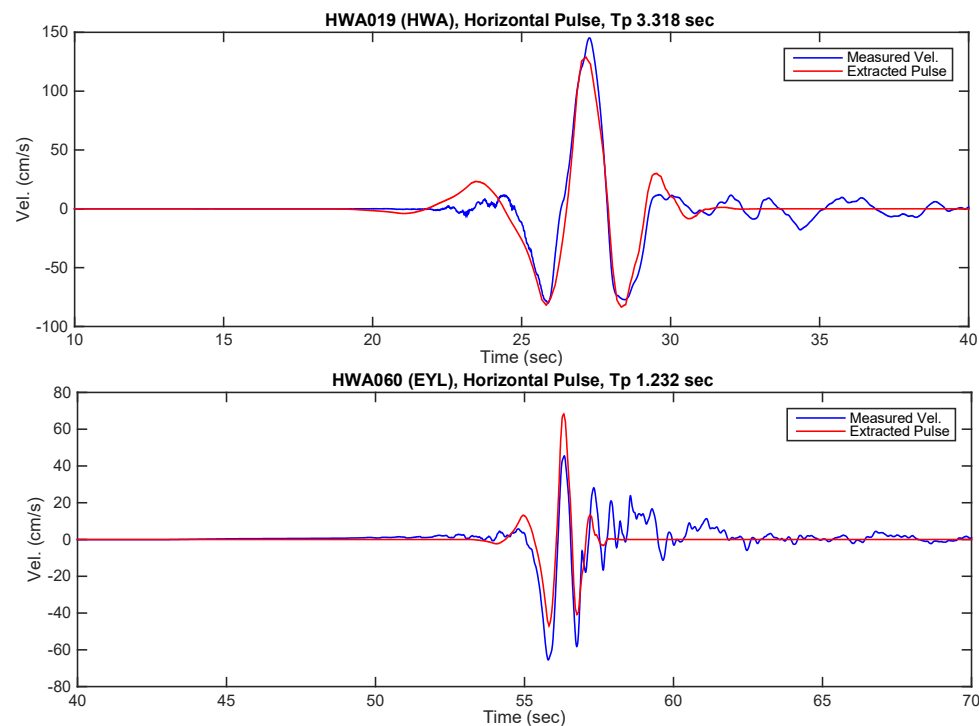
災損點位置資訊



工程災損暴露的問題— 具近斷層效應的地震歷時

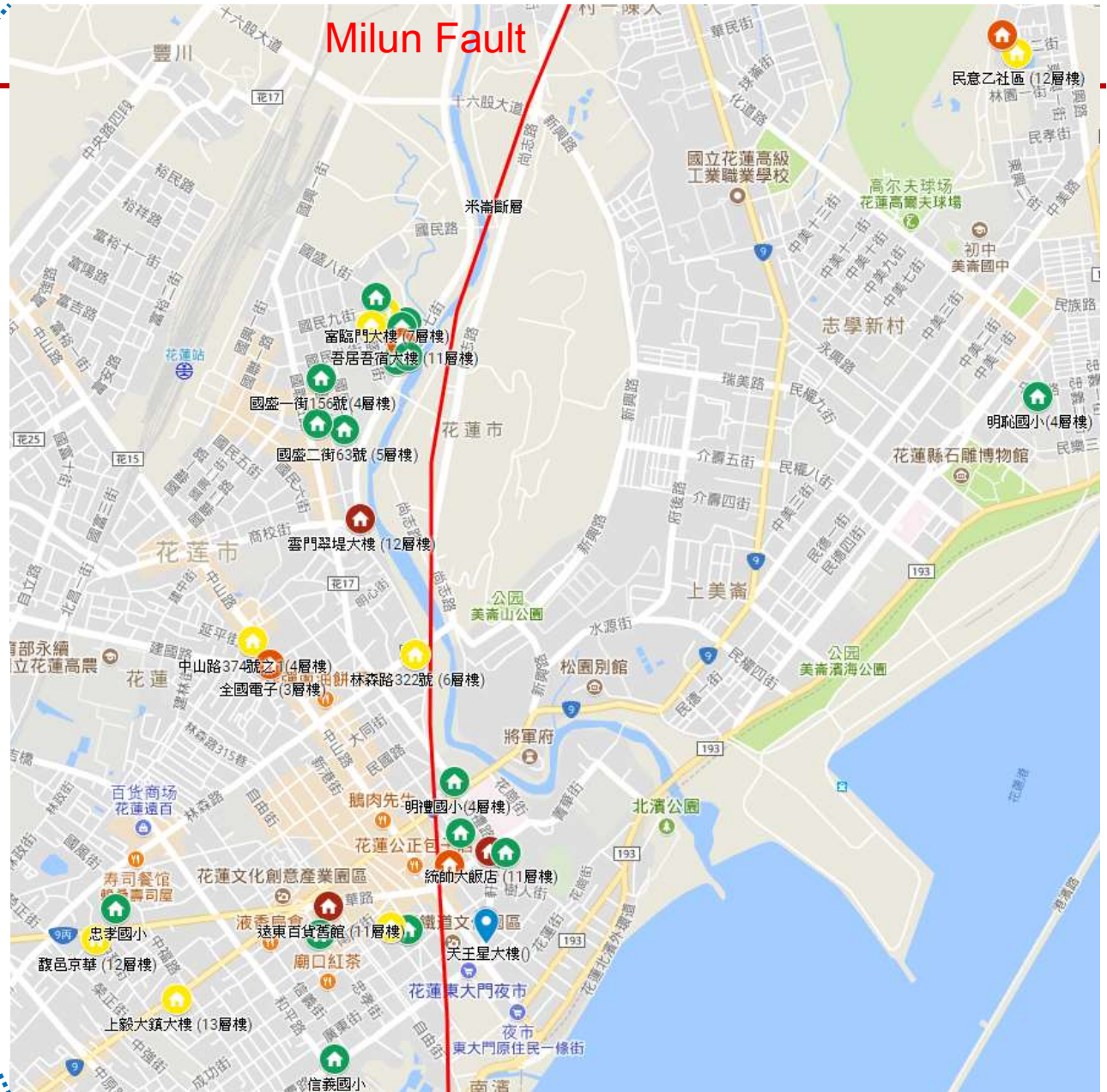


臨近斷層的花蓮市測站 (HWA)
與鹽寮站 (EYL) 之速度歷時具
有脈衝波形，其易導致結構物
的損壞與倒塌。



邱聰智、沈文成、翁樸文、李翼安、蔡仁傑、林佳蓁、何郁姍、
陳幸均、徐侑呈、林煜衡、Susumu Kono

建築物震損災情



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)

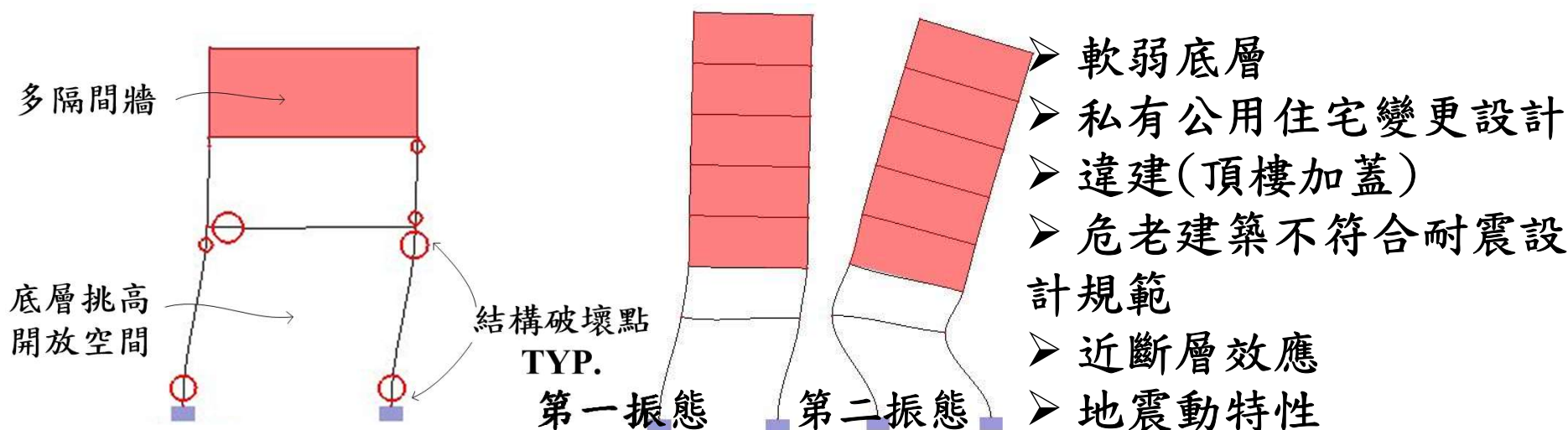


跪下(kneel down)



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2009年增設的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

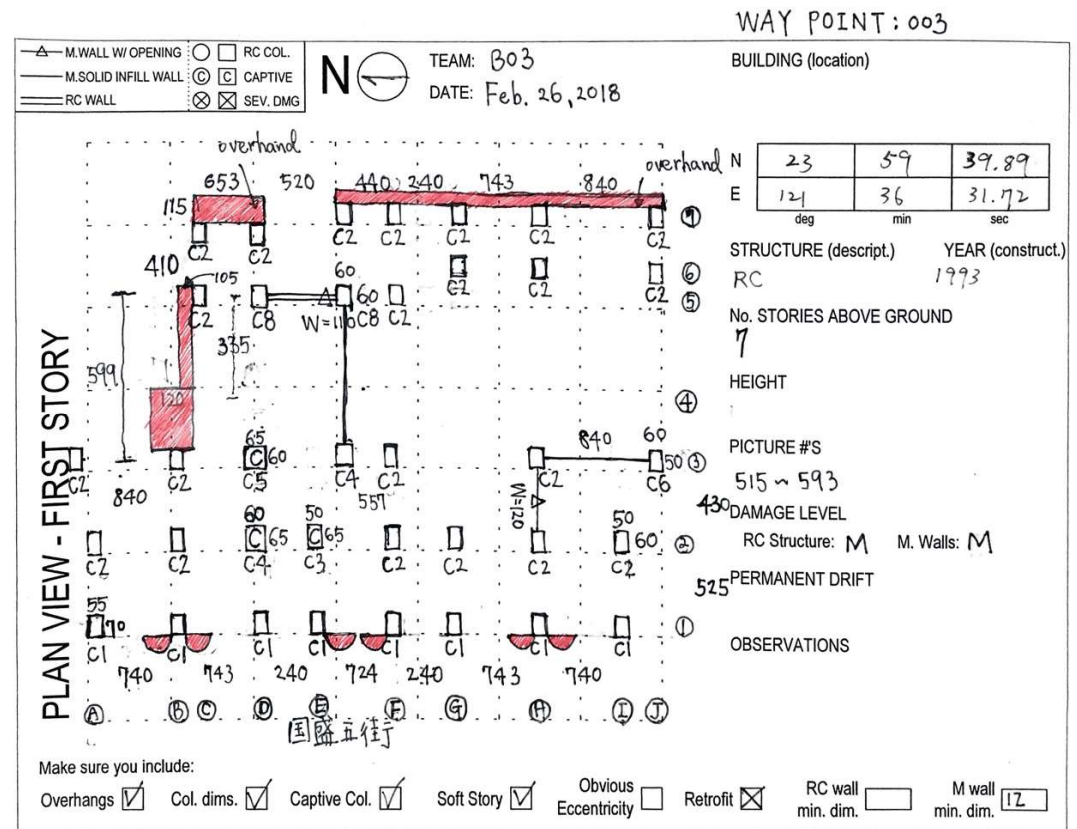


RC 牆



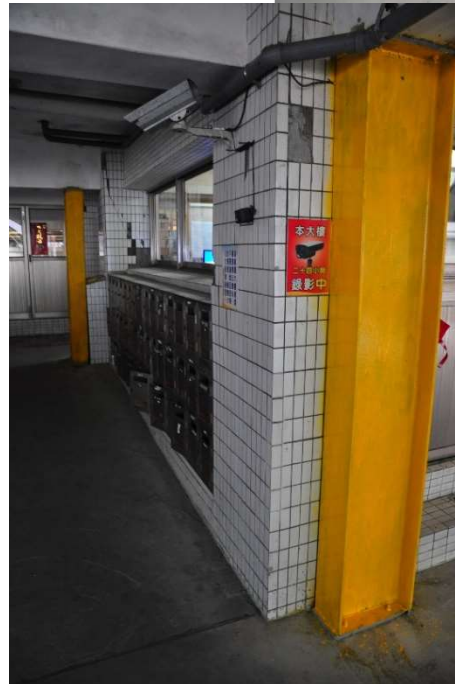
磚牆

B03 (7 story)

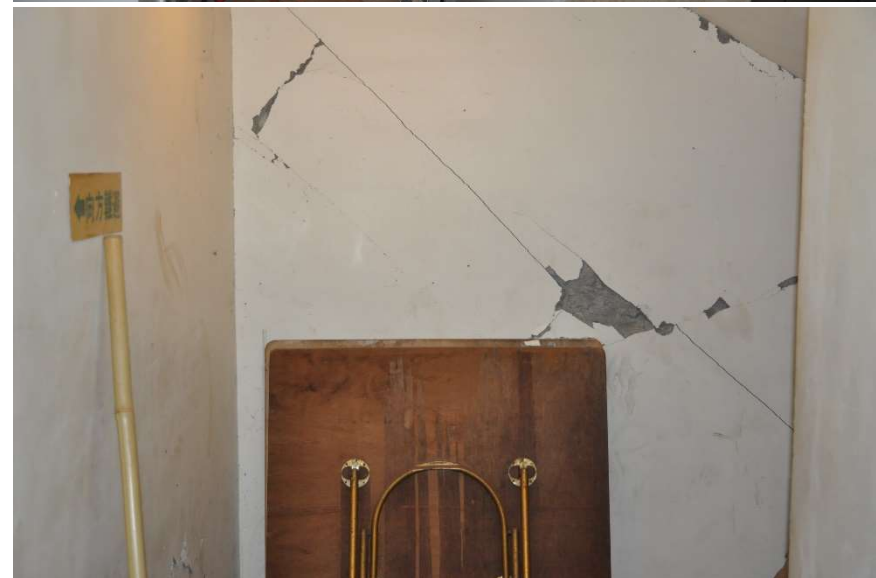


RC 柱剪力裂縫

- 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

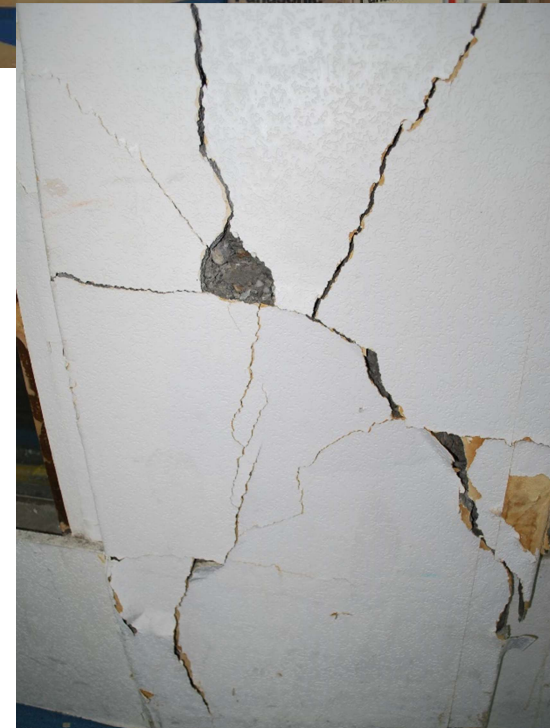
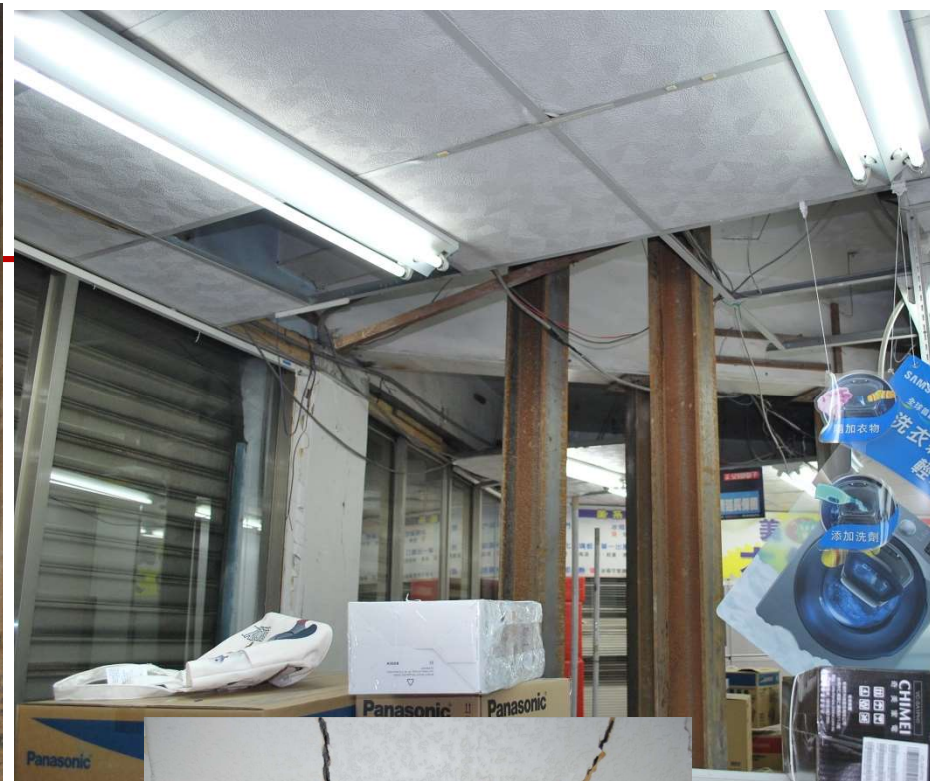


梯間RC牆剪力破壞



A09 (3 story)

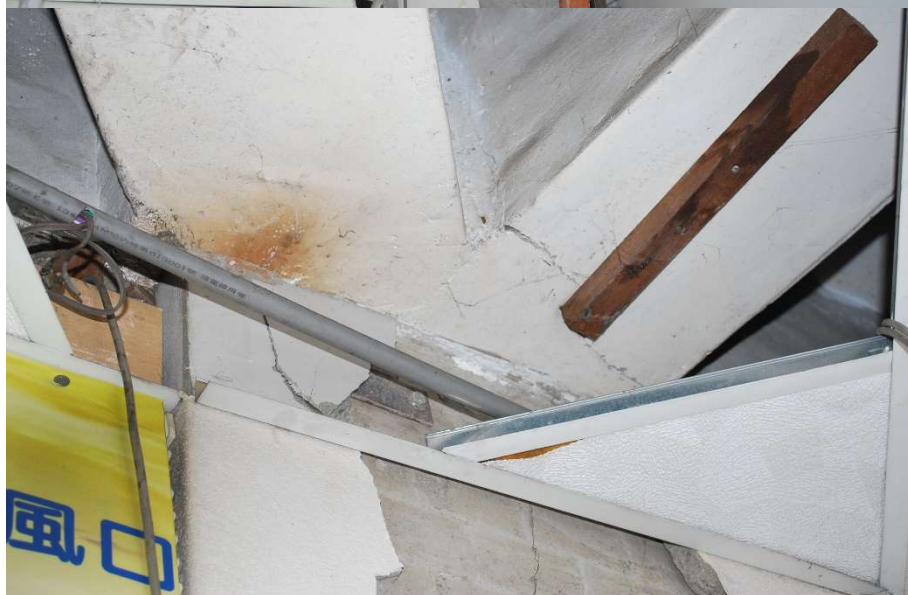




- 梁剪力開裂



柱頂表層擠碎



柱頂表層擠碎

-

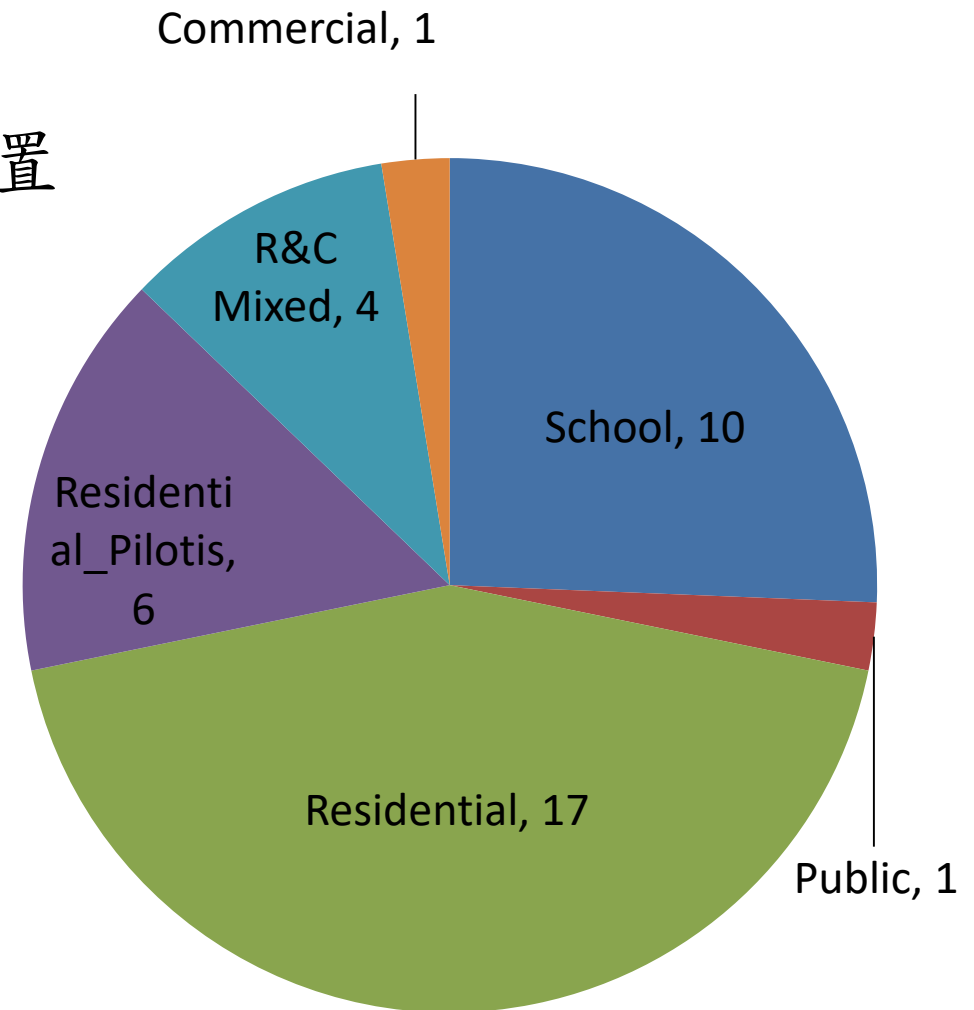
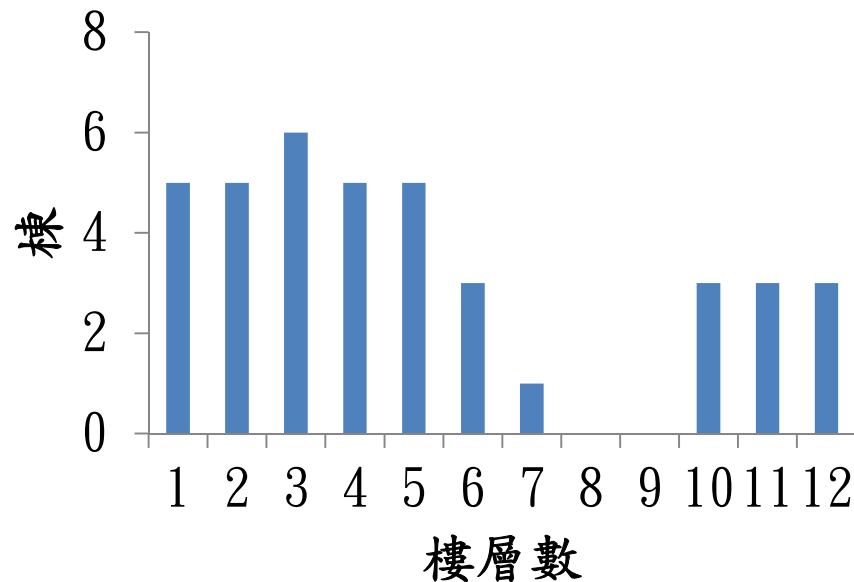


震損建物資料庫

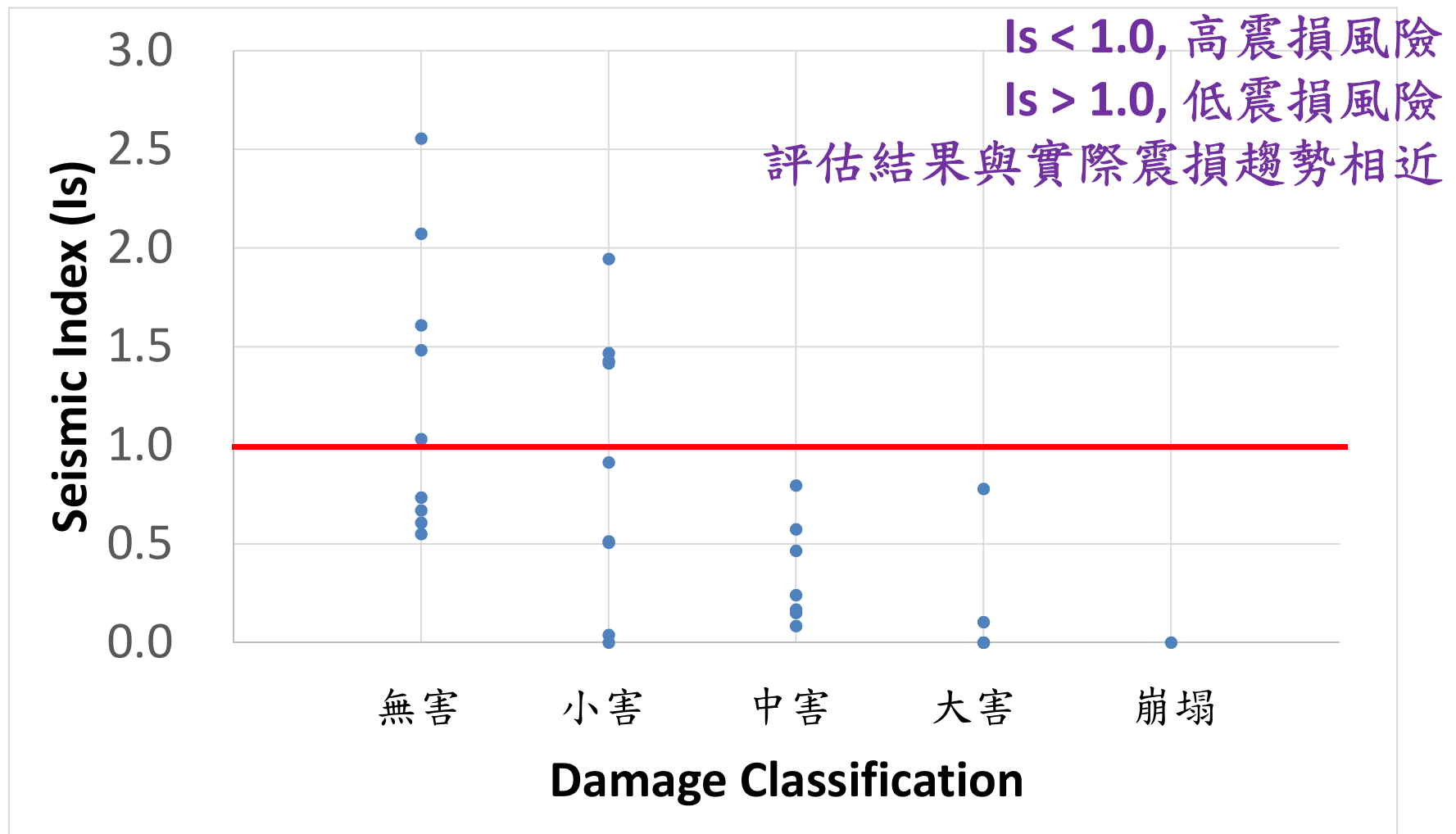
39棟震損建物資料

1. 測繪建築結構基本圖
2. 標示損傷構件照片、位置
3. 震損等級判定

樓層統計



國震中心初評方法(Is)驗證

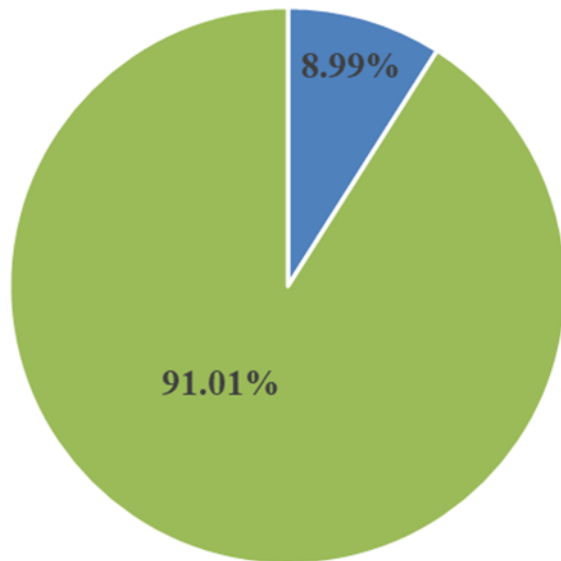


花蓮縣校舍耐震行為表現

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。

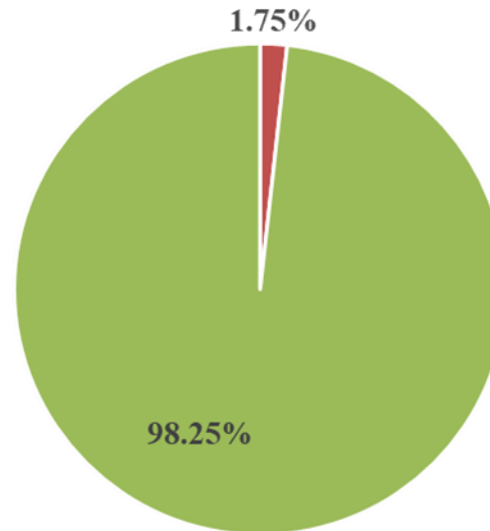
花蓮縣0206地震校舍震損統計

■ 震損棟數 ■ 無震損棟數



花蓮縣0206地震校舍建築物震損之類型

■ 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

洪曉慧、陳俊仲、蘇進國、李柏翰、江奇融

橋梁震損災情

橋梁勘災路線 - Day I

目的地一：七星潭大橋

目的地二：花蓮大橋



七星潭大橋 - Day I



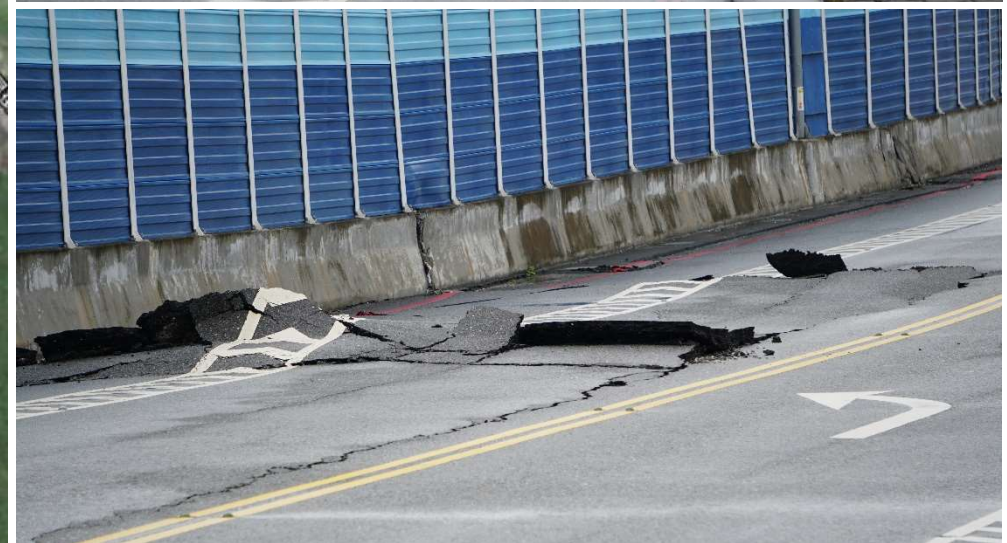
七星潭大橋 - Day I



七星潭大橋 - Day I



七星潭大橋 - Day I



花蓮大橋 - Day I



花蓮大橋 - Day I



花蓮大橋 - Day I



花蓮大橋 - Day I



花蓮大橋 - Day I



橋梁勘災路線 - Day II

米崙斷層沿線

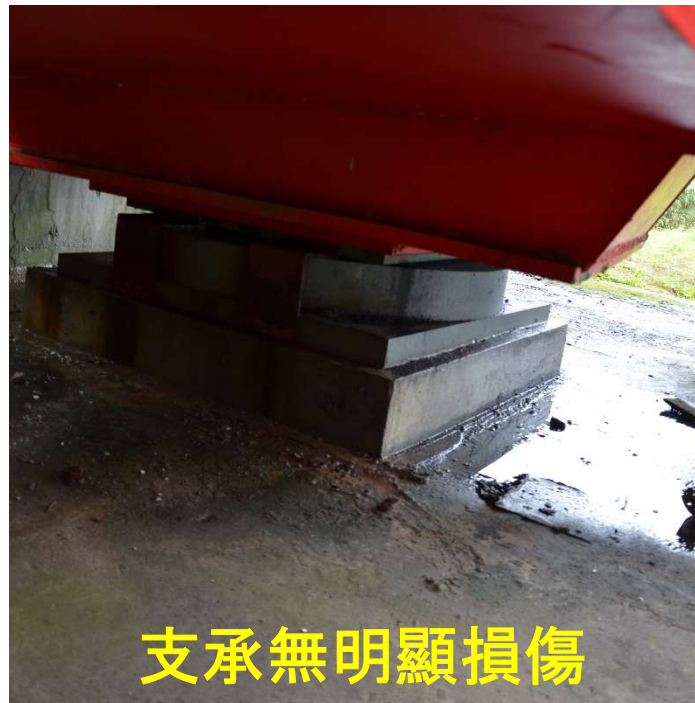


十六股大道 - Day II

鋼拱橋



穿越箱涵無明顯損傷



支承無明顯損傷



橋護欄些微錯位

農兵橋 - Day II

PCI 橋



進橋板沉陷



橋護欄剝落



自來水管線

花蓮市三號橋 - Day II

PCI橋



橋護欄破損



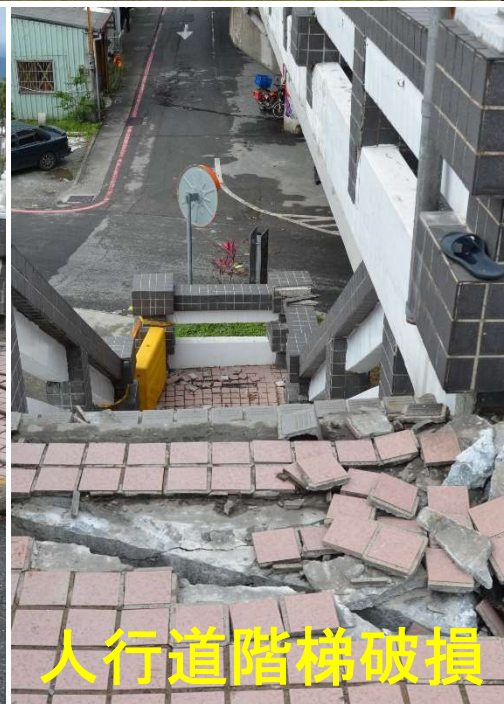
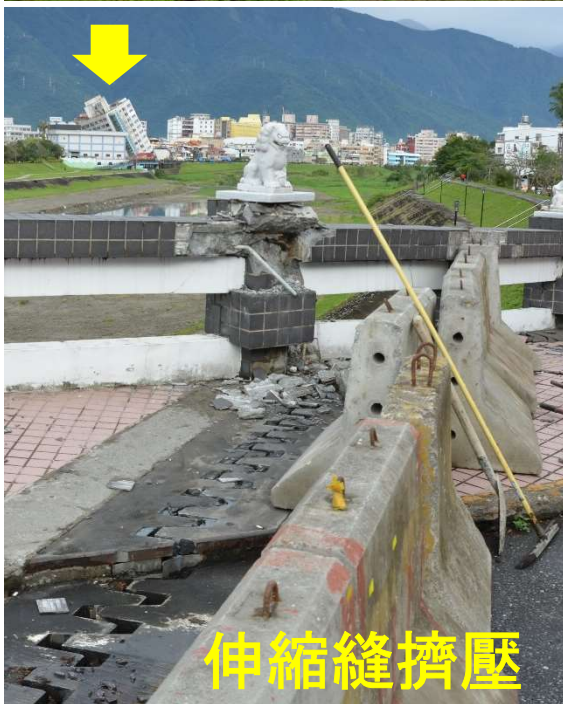
地表破裂



橋台撞損

林森路橋 - Day II

PCI 橋

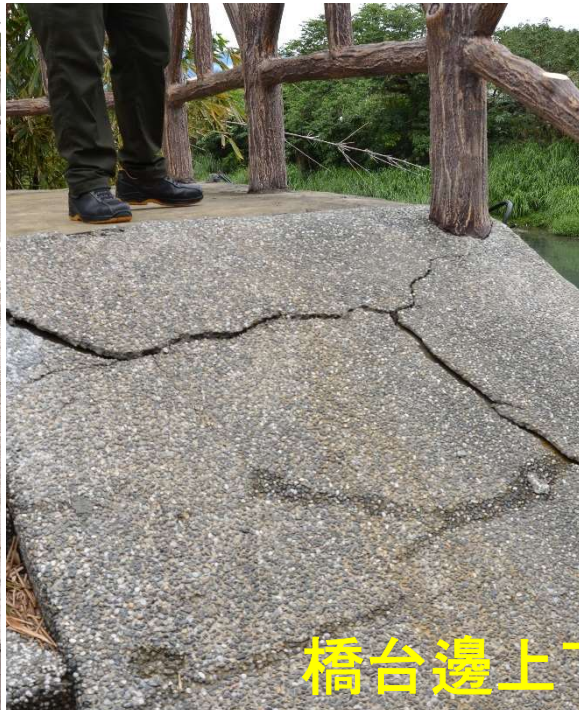


中正橋 - Day II

π 型橋



伸縮縫些微抬升錯位



橋台邊上下樓梯撞損



黃俊鴻、許尚逸、盧志杰、黃郁惟、劉佳泓、楊炫智

港灣與地工震損災情

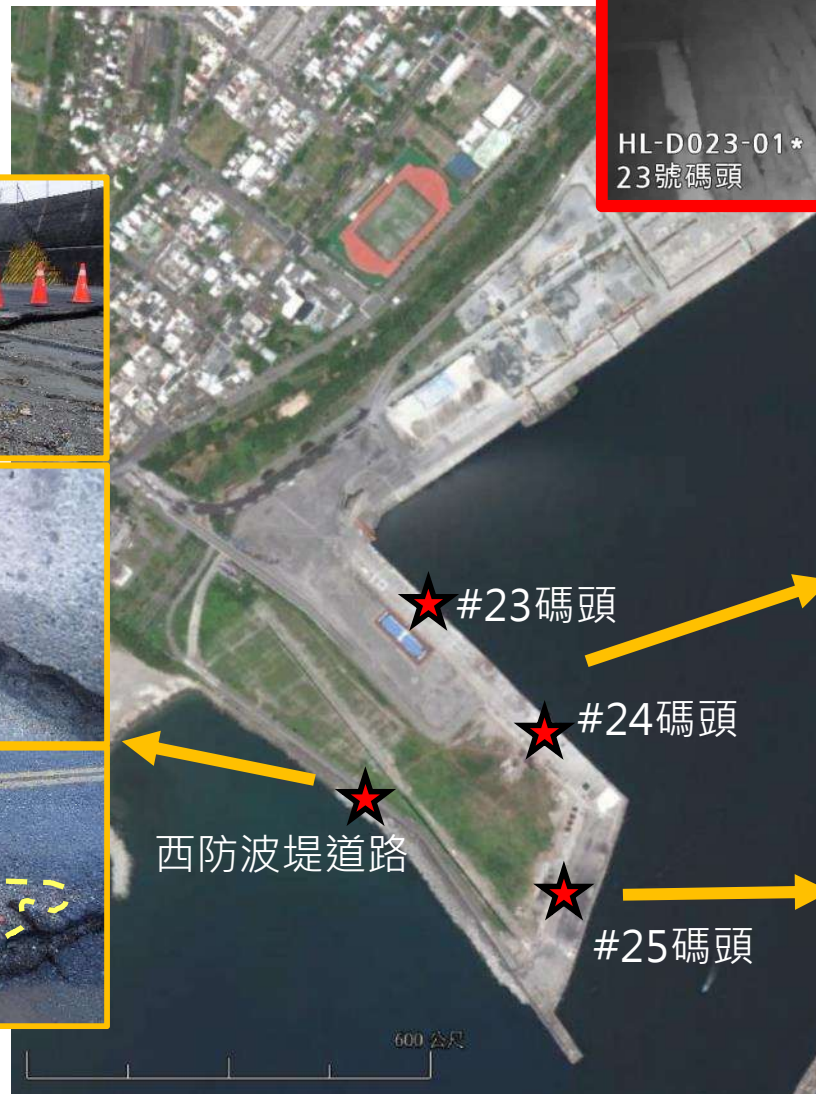
花蓮港灣震損災情與地工災害調查



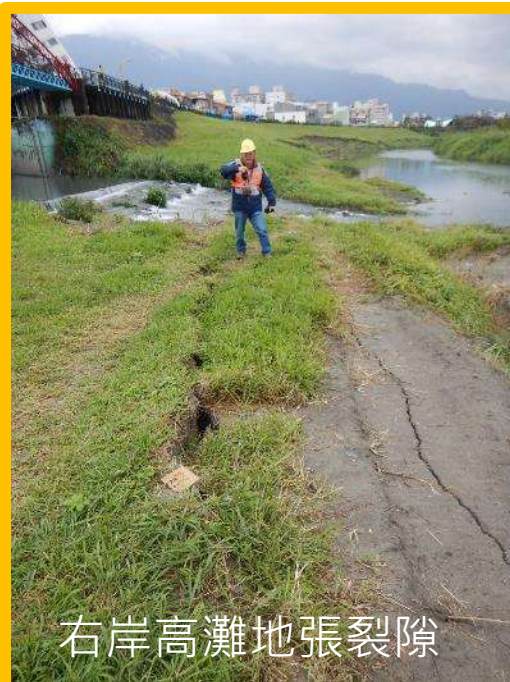
花蓮港震災說明



#23碼頭地震時畫面
(花蓮港務公司提供)



美崙溪兩岸液化與側潰



花蓮溪口河岸液化側潰



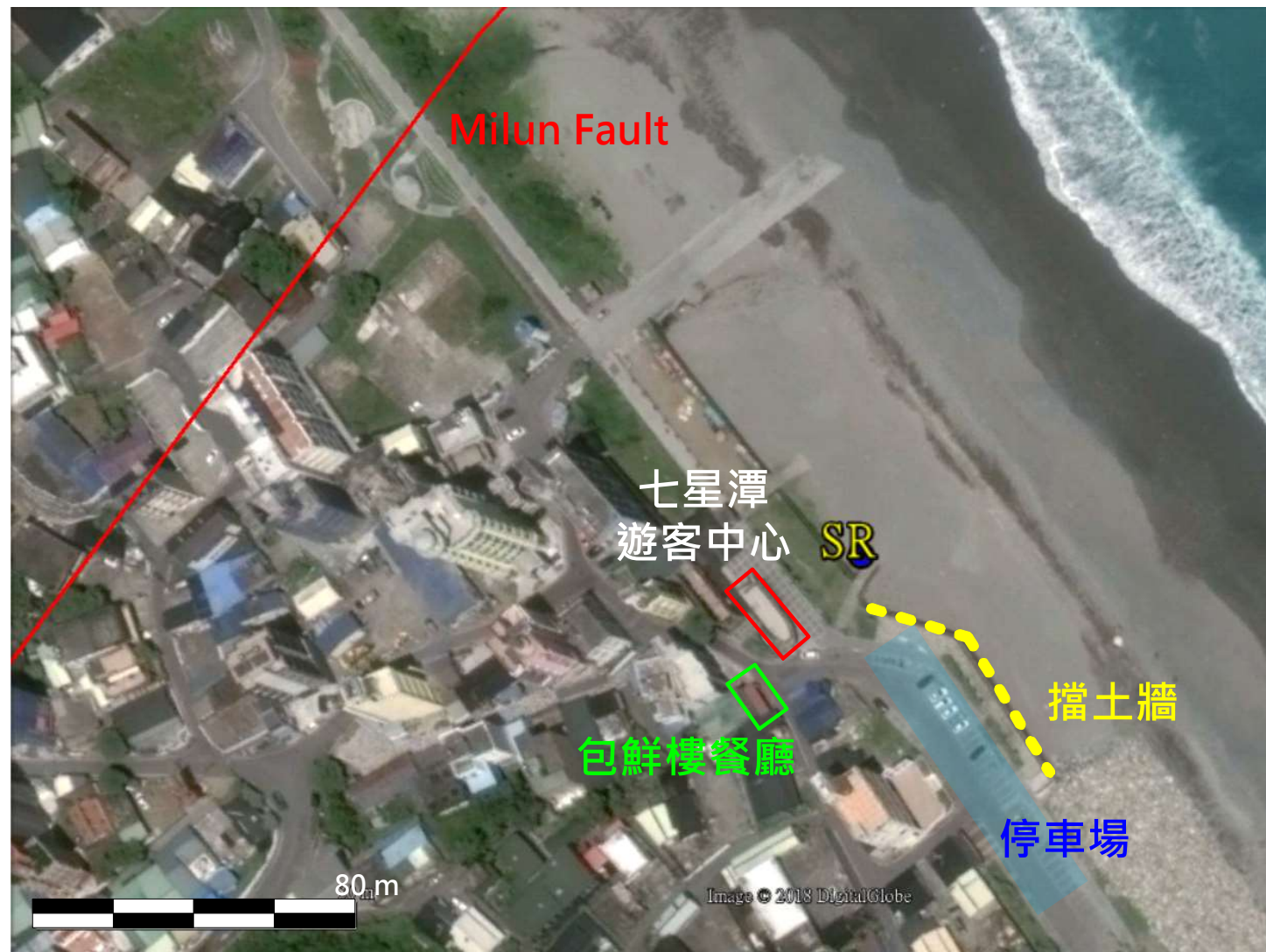
華西路液化



華西路鋪面下方土壤液化



七星潭遊客服務中心地表破裂





停車場供水管線受震擠壓突出地表



原1961年地盤錯動抬升 → 此次地震地表錯動擠壓方向



斷層錯動線



自來水管網災損說明

(劉季宇博士)



尚志橋下600mm管線修復情形

總停水戶數：
40,000戶

富世淨水場300mm
原水管破裂

砂婆礑淨水場送尚志淨水場600mm管線
破裂(尚志橋下)，停水35,000戶

光華淨水場送壽豐鄉鹽寮村200mm管線
破裂(花蓮大橋附掛管線)，停水100戶



國震中心 柴駿甫 林凡茹 賴姿妤 曾柏翰
成大建築系 姚昭智 涂昭仔 王于愷

非結構設備震損調查

供公用使用建築之非結構勘查

- 勘查之建築類別

- 醫院
- 學校
- 交通設施

- 破壞之非結構類別

- 建築裝修構件

- 天花板、外牆飾板等

- 機電設備

- 水塔、消防管線等

- 內容物

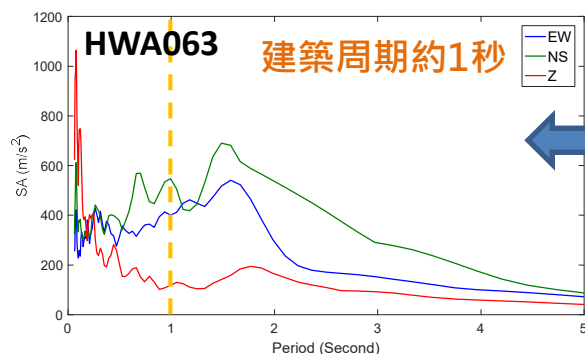
- 電腦、儀器、櫥櫃等

勘查點與米崙斷層位置



醫院建築

米崙斷層

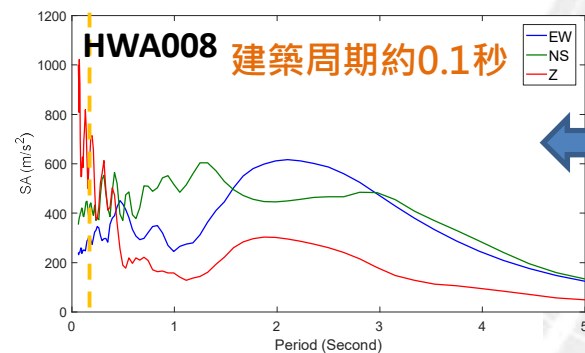


慈濟醫院 [10層樓]

0.26g(NS)0.22g(EW)0.26g(Z)

病歷架倒塌、RO管線、
供氣管線破裂

1.81公里



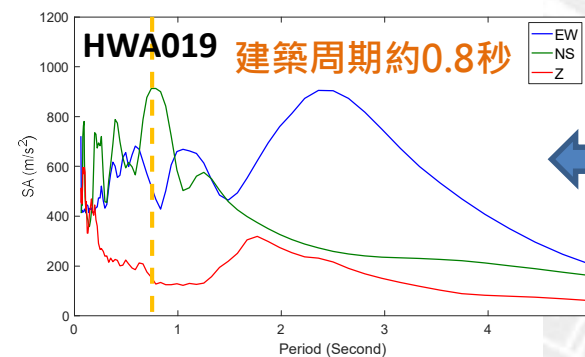
[1層樓]

國軍醫院進豐門診

0.34g(NS)0.23g(EW)0.34g(Z)

病歷架受損、水塔管線斷裂

0.35公里



[8層樓] 部立花蓮醫院

0.34g(NS)0.42g(EW)0.24g(Z)

輕隔間破損、天花板崩塌、內容物傾倒、管線斷裂

0.2公里

慈濟醫院

底部錨定強度不足，結構系統耐震性能不佳而傾覆

A類：底部錨定病歷架

B類：頂部連接桿病歷架

C類：移動式病歷架

透過連桿降低整體高寬比，只有局部變形



因強震方向為病歷架強軸，僅產生面內變形及些微歪斜



液態氮儲槽連接管扯斷

RO水淨化槽管線扭轉破裂



部立花蓮醫院



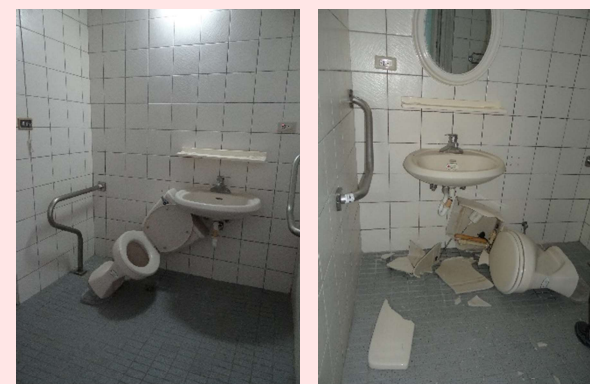
天花板系統末端鄰近牆面處破壞



天花板管線及
管道間漏水



冰箱及物品傾倒



病房馬桶傾倒

國軍醫院進豐門診

冰箱傾倒



傾倒時



復原後

病歷櫃受損



重心高且重，支腳過細，導致地震時挫曲



非結構災損—學校

學校建築



東華大學圖書館

天花板破損及掉落



未正確設施吊線

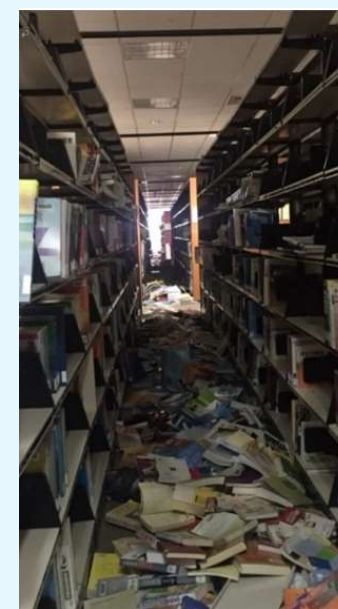


管線無吊線、燈具掉落

書櫃



書櫃封板脫離櫃體



書本掉落



書擋可發揮良好防落效果

非結構災損—學校

學校建築

[1層樓] 嘉里國小

0.20g(NS)0.25g(EW)0.33g(Z)

電腦掉落損壞、水塔管線斷裂



975公尺

[3層樓] 海星高中

0.20g(NS)0.25g(EW)0.33g(Z)

天花板損壞、電腦主機掉落
損壞、印表機滑移撞損、飲
水機傾覆、水塔管線破損



223公尺

米崙斷層

中華國小 [3層樓]

0.34g(NS)0.23g(EW)0.33g(Z)

天花板掉落、部分燈具脫落、電
腦傾倒、機櫃移位變形、冷氣送
水管破裂、女兒牆產生裂縫



207公尺

米崙斷層

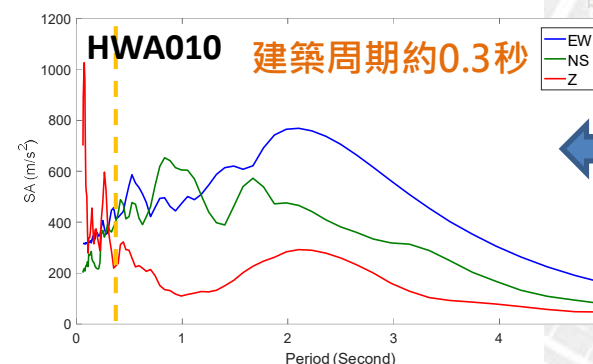
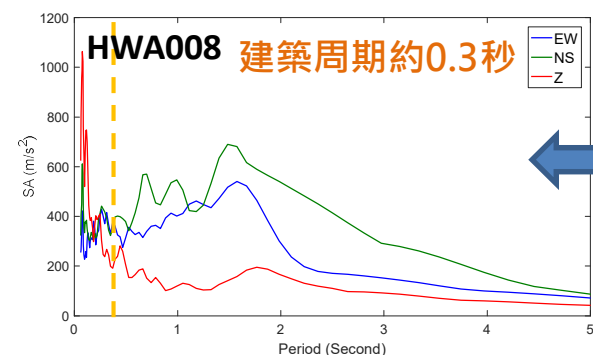
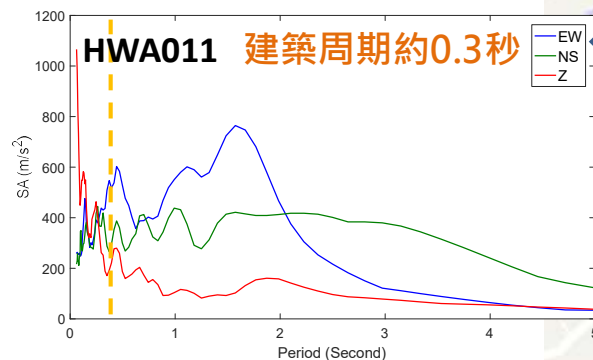
明義國小 [3層樓]

0.20g(NS)0.31g(EW)0.28g(Z)

懸掉天花板損壞、書櫃損壞、
書本掉落、水塔支撐架變形



712公尺



懸吊設施

天花板破損及掉落



海星高中宿舍
天花板掉落



中華國小教室天花板破裂 中華國小活動中心天花板掉落

燈具脫落



中華國小教室燈架脫落情況

易傾覆內容物

電腦



印表機



飲水機



機櫃



盆栽



櫥櫃



水塔與管線

水塔損壞



水塔倒塌



水塔底部變形漏水

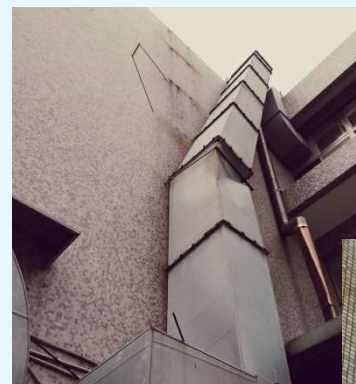


水塔支架變形



錨定情況(螺栓鏽蝕)

風管



餐廳外側風管變形



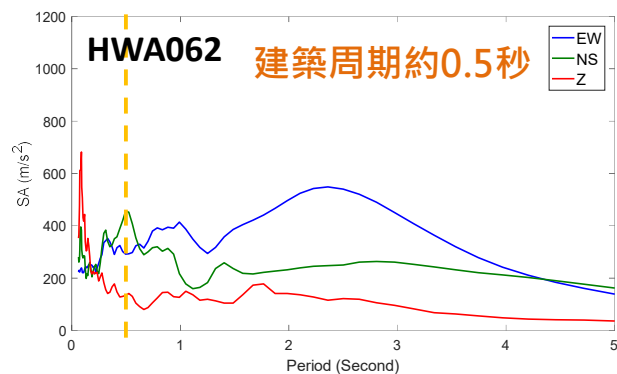
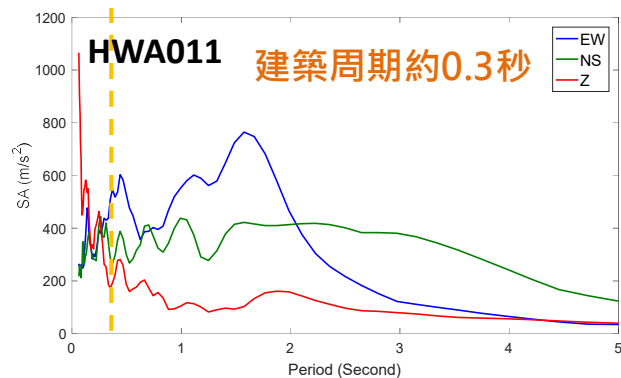
水管



活動中心冰水管破裂



交通建築



[3層樓] 花蓮航空站



花蓮航空站

1.28公里



0.20g(NS)0.25g(EW)0.32g(Z)

天花板掉落、消防水系統漏水、設備物傾倒

米崙斷層

台灣港務局 [5層樓]

0.21g(NS)0.21g(EW)0.22g(Z)

天花板及裝飾物掉落

花蓮市

花蓮縣

花蓮

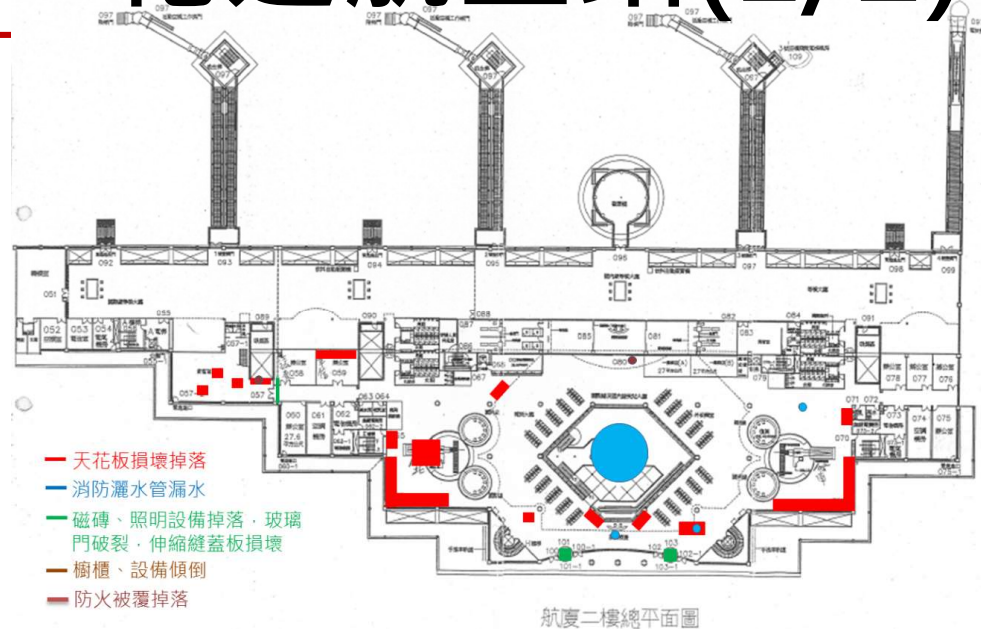
1.05公里



台灣港務股份有限公司

1.05公里

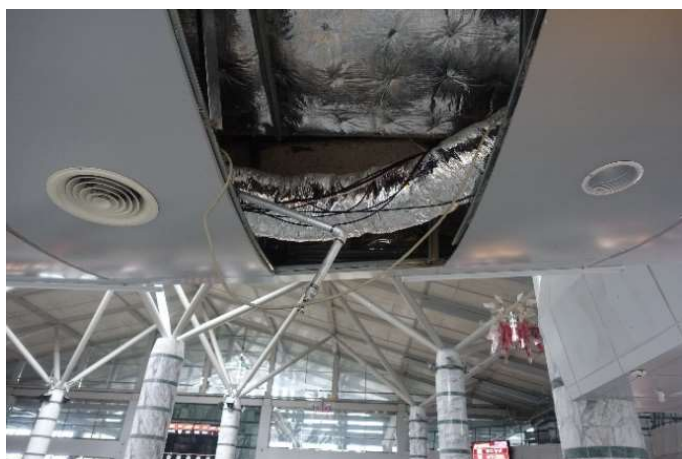
花蓮航空站(1/2)



消防撒水管受損情況：



中庭挑空消防撒水管懸吊線鬆脫



入境大廳消防撒水管震損向下折彎損壞漏水

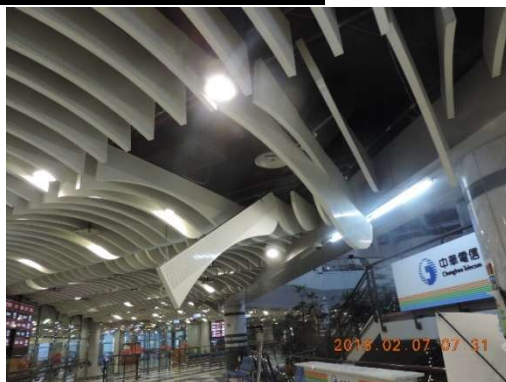


沖孔金屬天花上方消防撒水管漏水

花蓮航空站(2/2)

花蓮航空站天花板材質類型與受損情形：

金屬帳板天花板



礦纖明架天花板



金屬沖孔明架天花板+塑膠板明架天花板



台灣港務股份有限公司

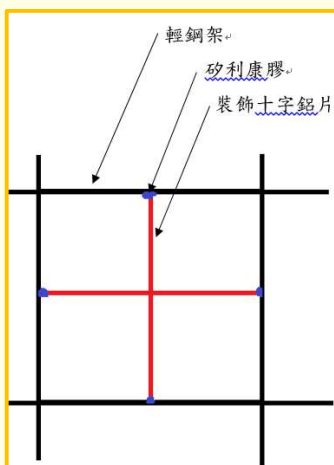


走廊天花板受損



通關大廳天花板損壞

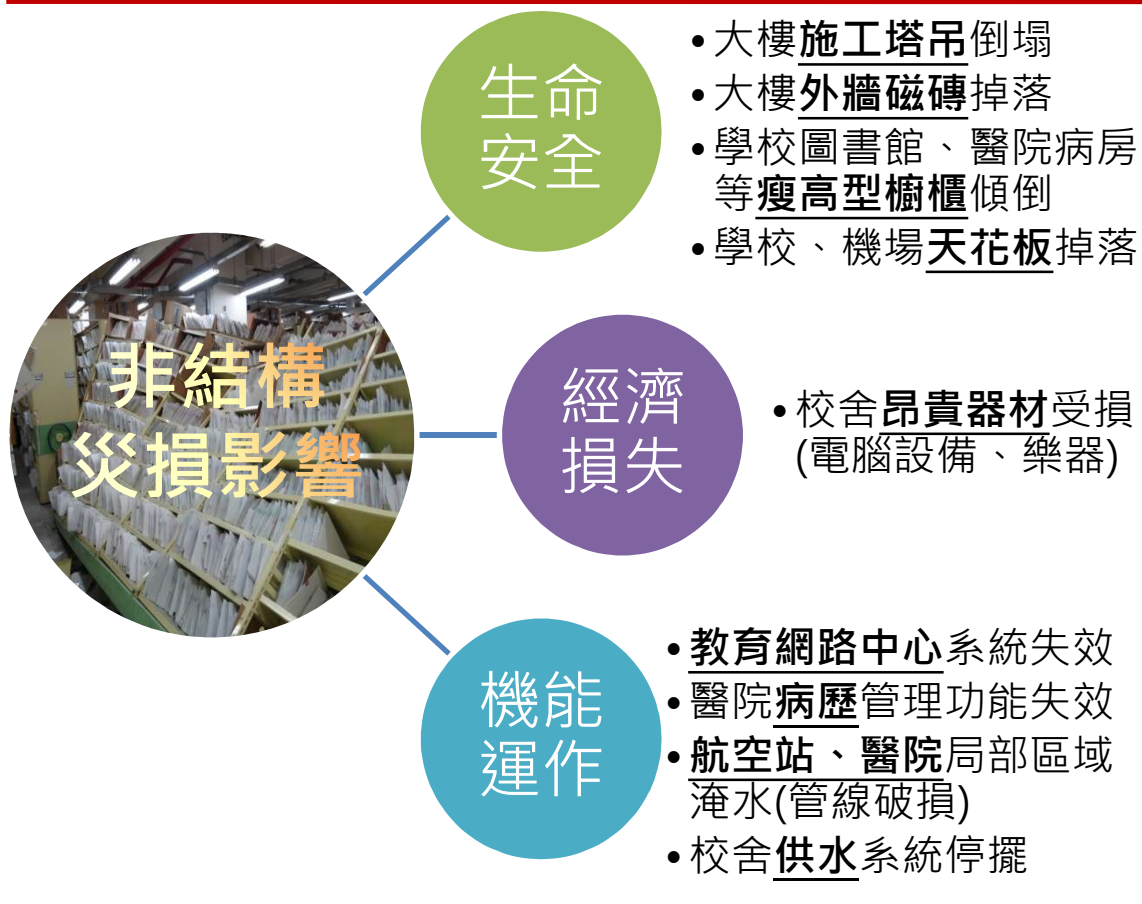
補強示意圖



通關大廳飾板(十字鋁片)掉落



非結構破壞影響及改善課題



提升公共空間與供公眾使用建築之非結構耐震性能

- 推廣非結構耐震概念，並釐清新建/既有建築之非結構耐震設計/補強權責
- 強化規範對於「施工中地震之考慮」規定(耐震規範11.1節)

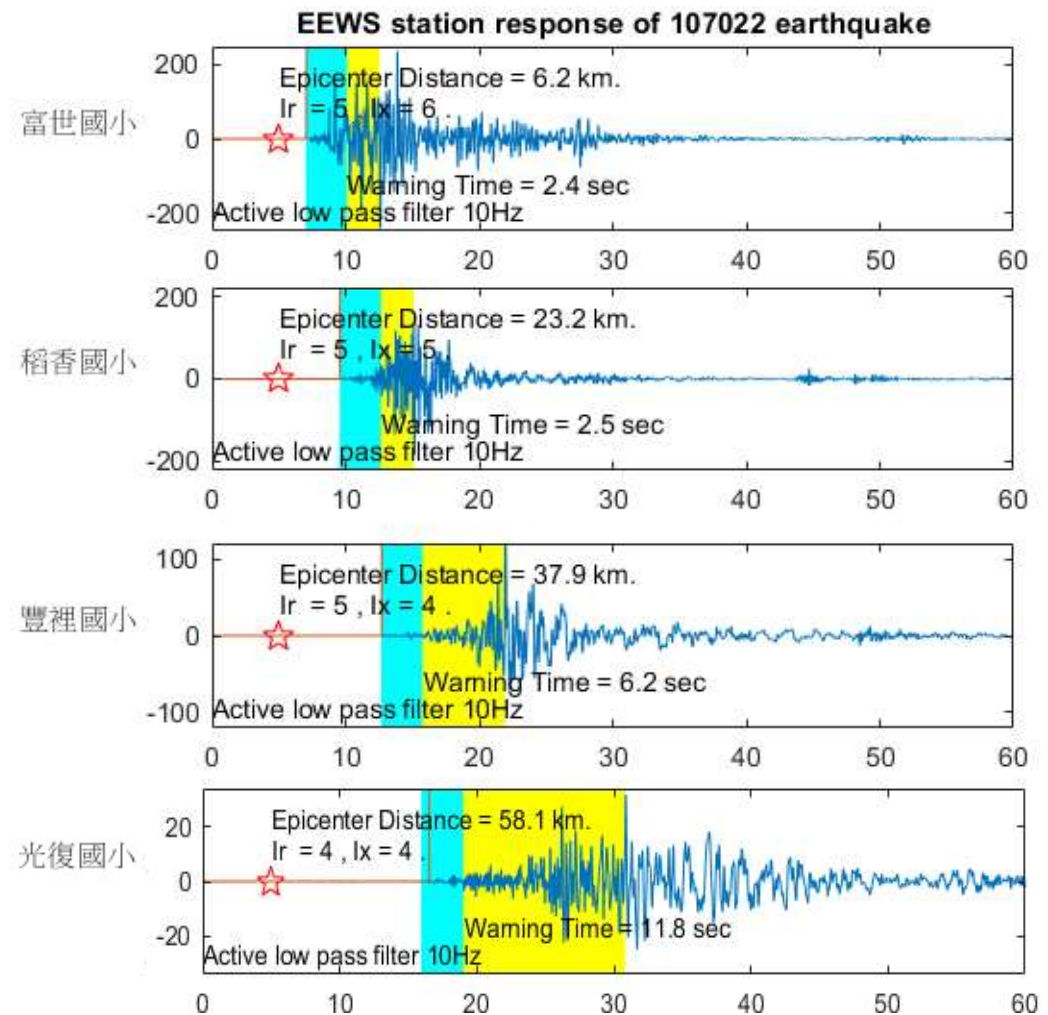
林沛暘

早期預警系統驗證

NO.107022 花蓮地區地震預警系統成效



測站名稱	實際震度	現地型		震央距離 (公里)
		預警時間(秒)	預估震度	
富世國小	5	2.4	6	6.2
稻香國小	5	2.5	5	23.2
豐裡國小	5	6.2	4	37.9
光復國小	4	11.8	4	58.2



結論



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。

建議

1. 推動**私有公用**的危險建築之耐震評估與補強的立法。
2. 精進**近斷層地震**對結構受震反應的研究。
3. 研發針對**具軟弱底層之建築**的耐震評估與補強方法。
4. 持續建置與推廣**早期地震預警系統**。

致謝

1. 2018.02.06午夜啟動緊急應變人員

- 黃世建、許健智、鍾立來、葉錦勳、葉芳耀、
林瑞良、吳俊霖、邱聰智、郭俊翔、林哲民、
邱世彬、陳家漢、郭俊翔、王仁佐、鄭維中、
林憲忠、李翼安、李牧軒

2. 協力勘災團隊

- 成大土木系：倪勝火、洪崇展、
劉光晏、柯永彥
- 成大建築系：姚昭智、杜怡萱、鍾育霖
- 省土木公會：江文卿、楊耀昇

簡報結束