

# 建築物災損初步判斷

台南市結構工程技師公會理事長

施忠賢

2023-06-30





## 施忠賢 結構技師

---

- 國立成功大學建築博士
- 台南市結構工程技師公會理事長
- 台南市政府市政顧問(2022迄今)
- 曾任中央大學土木系、成功大學建築系及台南應用科技大學室內設計系兼任助理教授
- 「古蹟修復工程工地負責人培訓班」計畫主持人(103年迄今)
- 金門縣、屏東縣、高雄市、嘉義市、苗栗縣古蹟、歷史建築、聚落與文化景觀審議委員



# 集集地震校舍損毀狀況

- Chi-Chi Earthquake
- September 21, 1999;  $M_L=7.3$



資料來源：國家地震工程研究中心

# 35棟921震損校舍之震害受損等級



崩壞

大害



中害



小害



微害

資料來源：國家地震工程研究中心



# 窗台柱之剪力破壞



1999 集集地震



2016 美濃地震

# 短柱之剪力破壞



1999 集集地震

資料來源：國家地震工程研究中心



# 建築結構特性

## 校舍



### 窗台柱

強調通風、採光之  
開放式建築

## 街屋



### 開孔牆

強調隔音、隔熱之  
私密性空間

# 剪力破壞



短柱

剪力牆



一般柱

資料來源：國家地震工程研究中心



# 短柱之剪力破壞



1999 Chi-Chi Earthquake

資料來源：國家地震工程研究中心

# 中短柱之剪力破壞



1999 Chi-Chi Earthquake



2016 Meinong Earthquake



# 一般柱之剪力破壞



2016 Meinong  
Earthquake

資料來源：國家地震工程研究中心

Sim et al. (2018)



2017 Pohang Earthquake

# 剪力牆之剪力破壞



1999 Turkey Earthquake



2003 Turkey Earthquake



1999 Chi-Chi Earthquake

資料來源：國家地震工程研究中心



# 開孔牆之剪力破壞



2010 Chile Earthquake

資料來源：國家地震工程研究中心

# 耐震補強之有效性

99 年 3 月 4 日  
高雄甲仙地震  $M_L = 6.4$



玉井國中  
待補強  
距離震央約 30 km

玉井工商  
已補強  
距離震央約 31 km



增設翼牆補強



增設剪力牆補強



多處柱產生結構性損壞



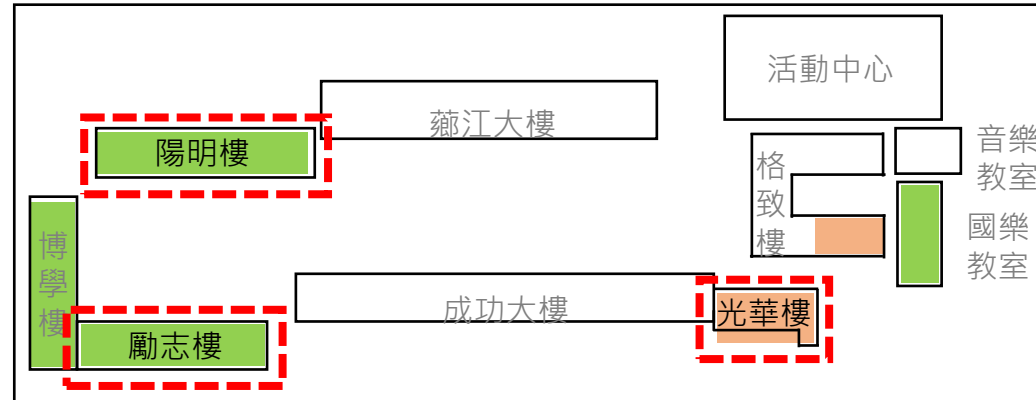
資料來源：國家地震工程研究中心



# 2016年美濃地震校舍補強有效性之比較

- 本次地震以東西向之地震力較大

歸仁國中



陽明樓



擴柱、翼牆補強，無損壞

勵志樓



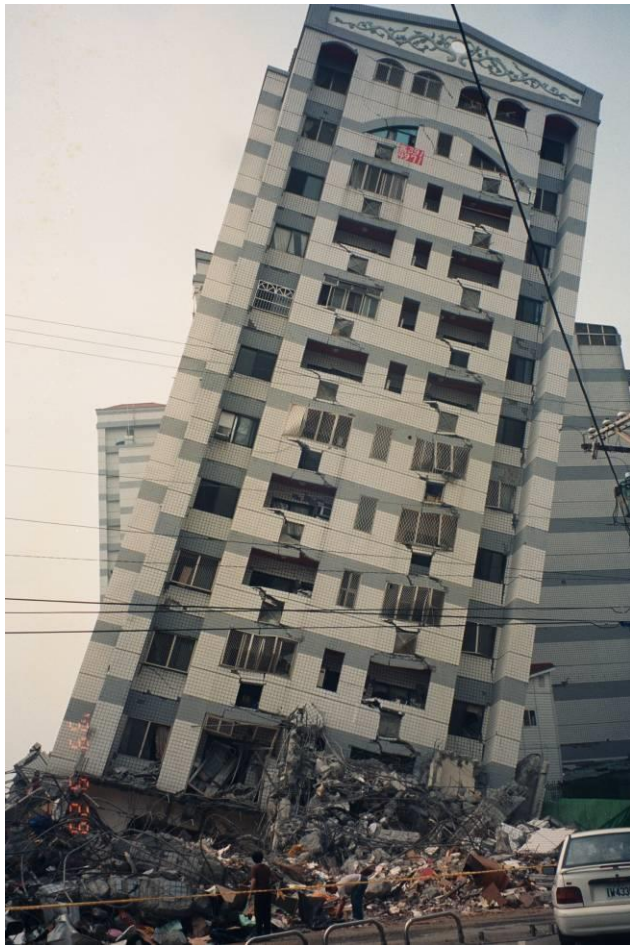
光華樓



柱剪力裂縫

資料來源：國家地震工程研究中心

# 921 勘災



- 1999/09/29



# 921勘災



- 1999/10/03

# 921 勘災



• 1999/09/29







# 芳購物中心

石麟廟寺公司  
TEL: 04-2024381

福安平順高屋吉

照供呈三壽祿福

施工危險 請勿靠近

99 9 28



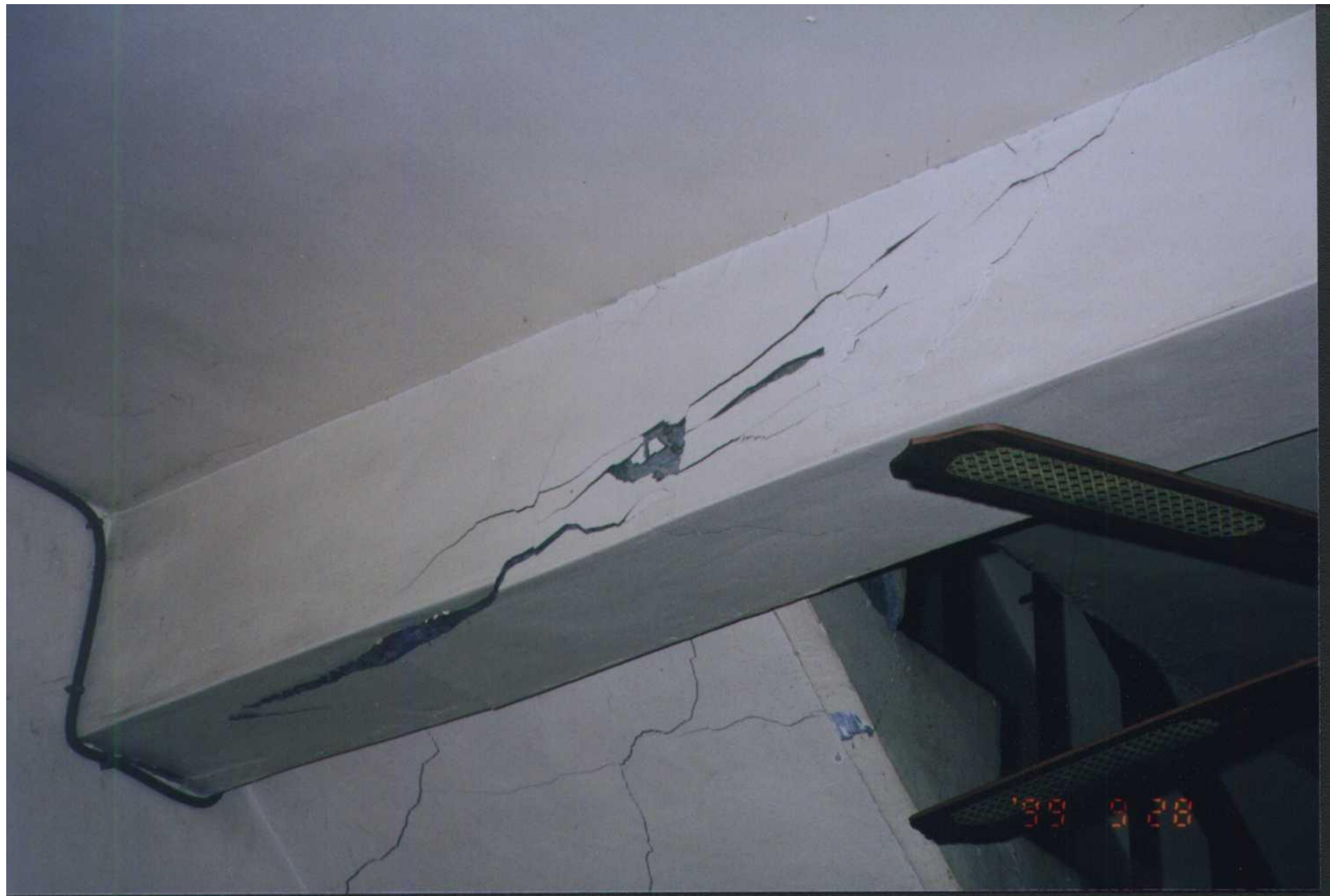






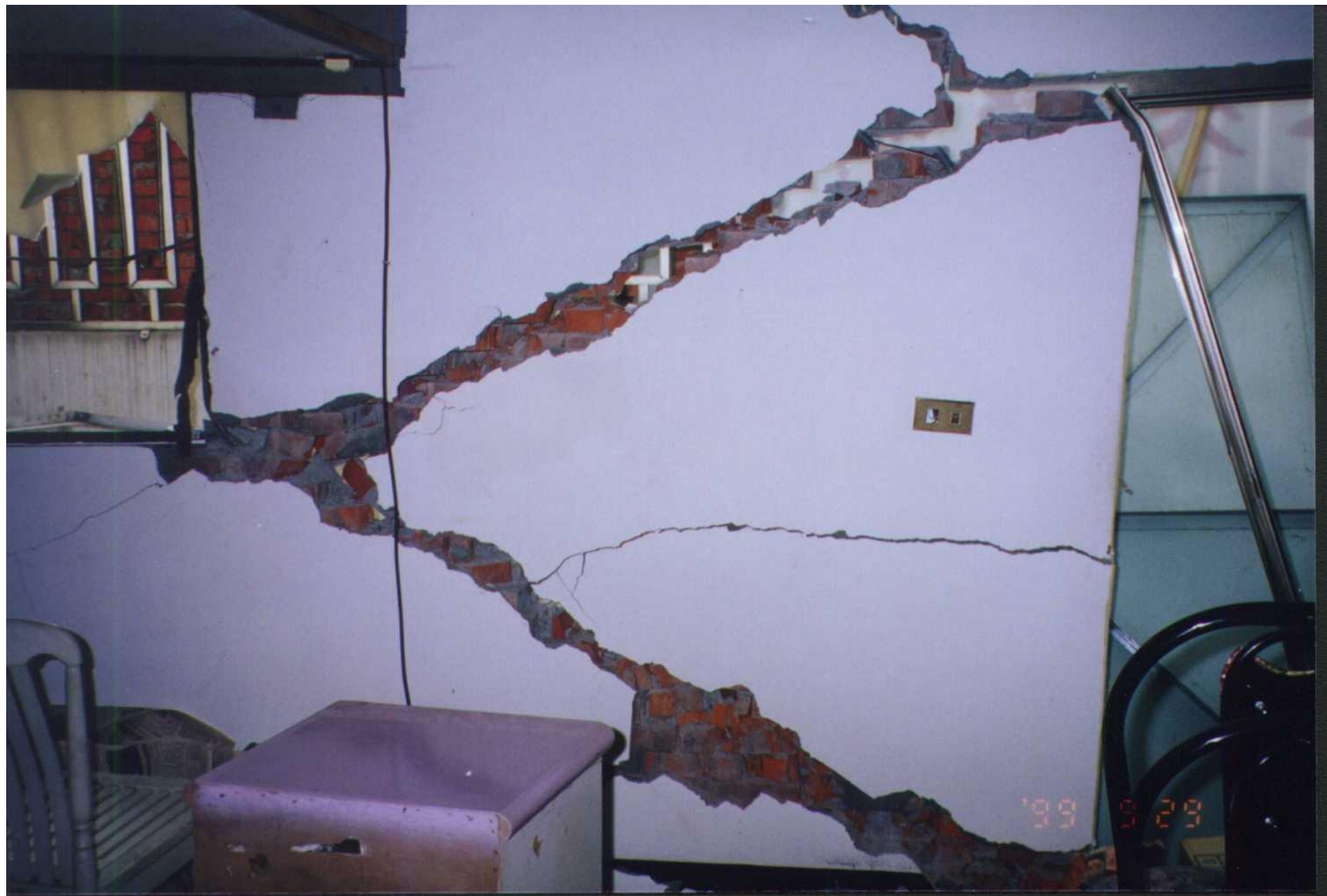




















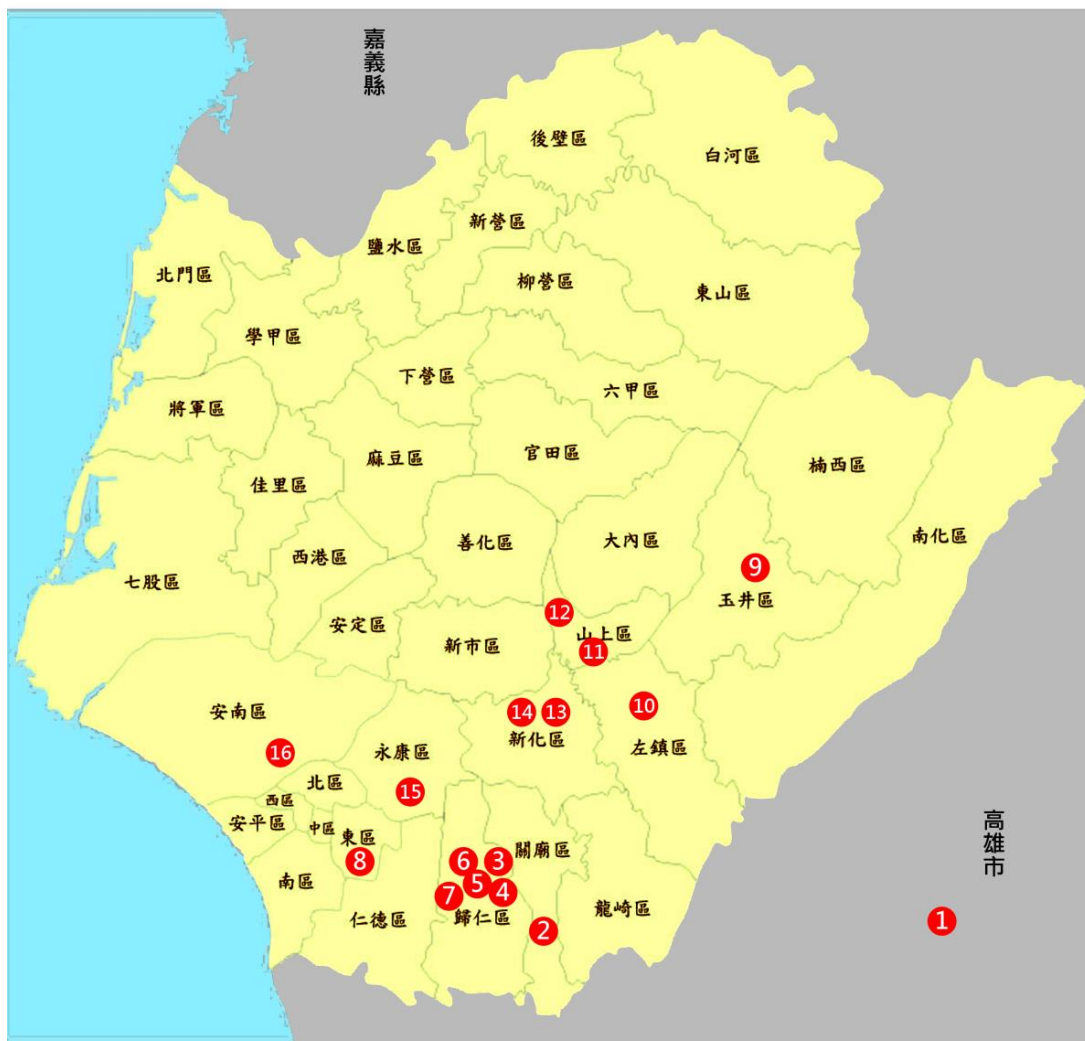








# 2016-02-06 受損建築基本資料



- 1.美濃民族路傅家菸樓
- 2.關廟慈惠堂、玄樞院
- 3.歸仁敦源聖廟
- 4.歸仁幸福大樓
- 5.歸仁文化街三段
- 6.歸仁美國大樓
- 7.歸仁旺林飯店
- 8.大智里長東街市場
- 9.玉井國中
- 10.左鎮區公所
- 11.山上購物中心
- 12.山上區公所
- 13.新化聯興市場
- 14.新化京城銀行
- 15.永康維冠大樓
- 16.惠安街土壤液化



# 主要勘災建物位置



1.美濃民族路傅家菸樓



2.關廟慈惠堂、玄樞院



3.歸仁敦源聖廟



4.歸仁幸福大樓



5.歸仁文化街三段



6.歸仁美國大樓



7.歸仁旺林飯店



8.大智里長東街市場



# 主要勘災建物位置



9.玉井國中



10.左鎮區公所



11.山上區購物中心



12.山上區公所



13.新化聯興市場



14.新化京城銀行



15.永康維冠大樓



16.惠安街土壤液化



# 歸仁幸福大樓 2016/02/06





## 歸仁文化街三段

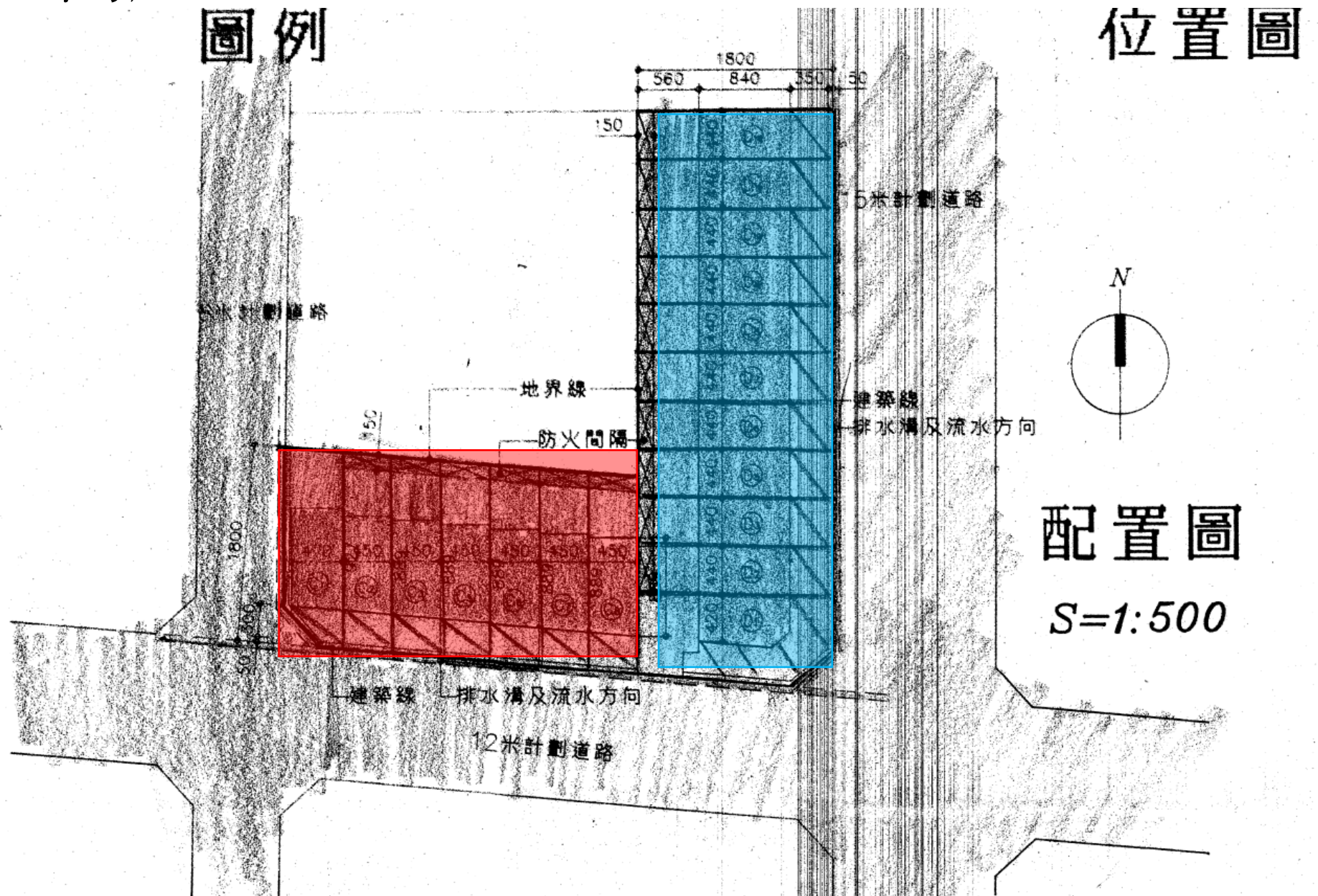




# 街屋

## 圖例

## 位置圖





# 玉井國中







• 2016-02-06





資料來源：自由時報(網路) **自由時報**

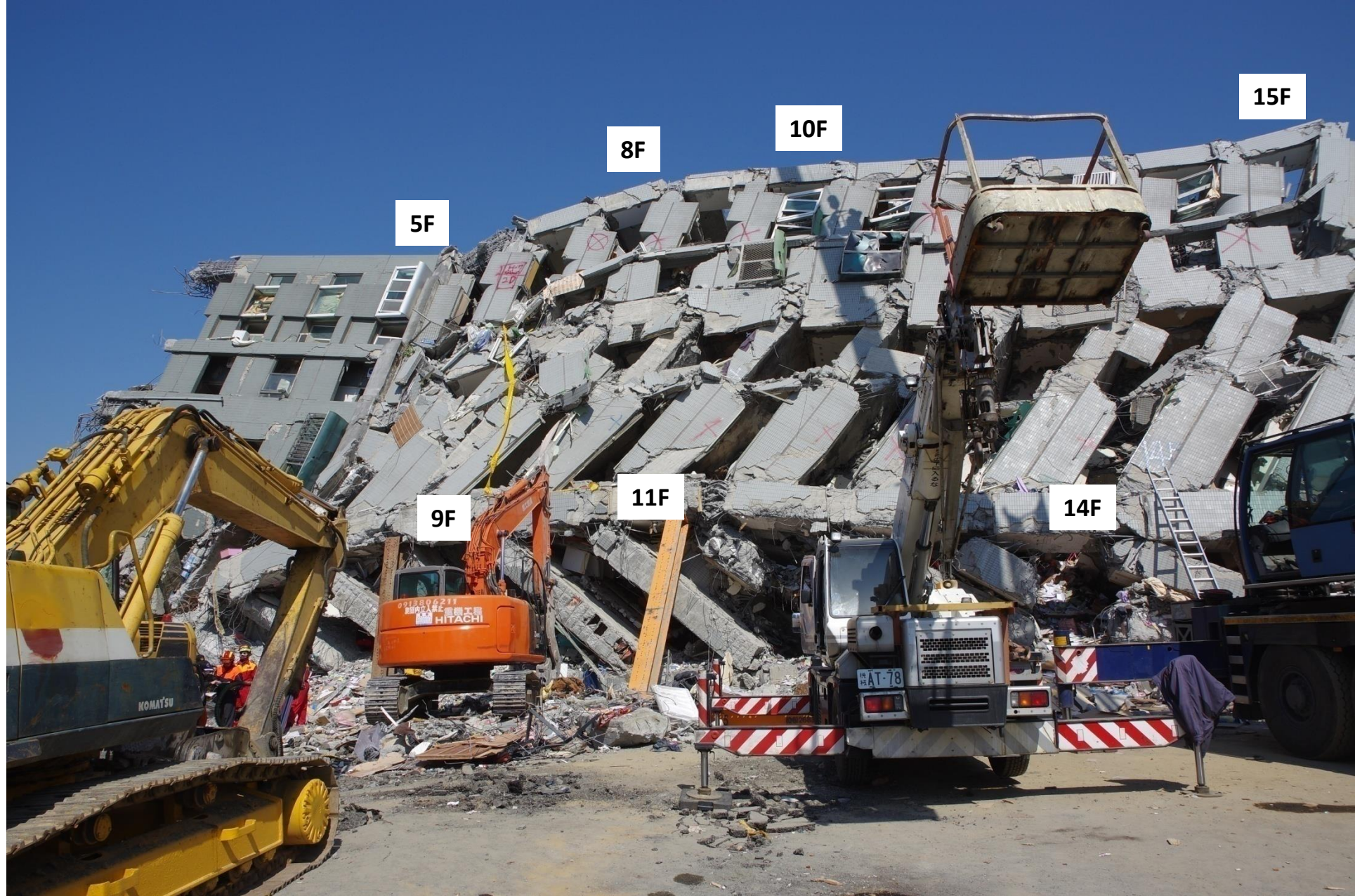












南向立面(A棟、H棟)柱樑損壞嚴重

Columns at South Elevation(Building A, H) suffer severe damage

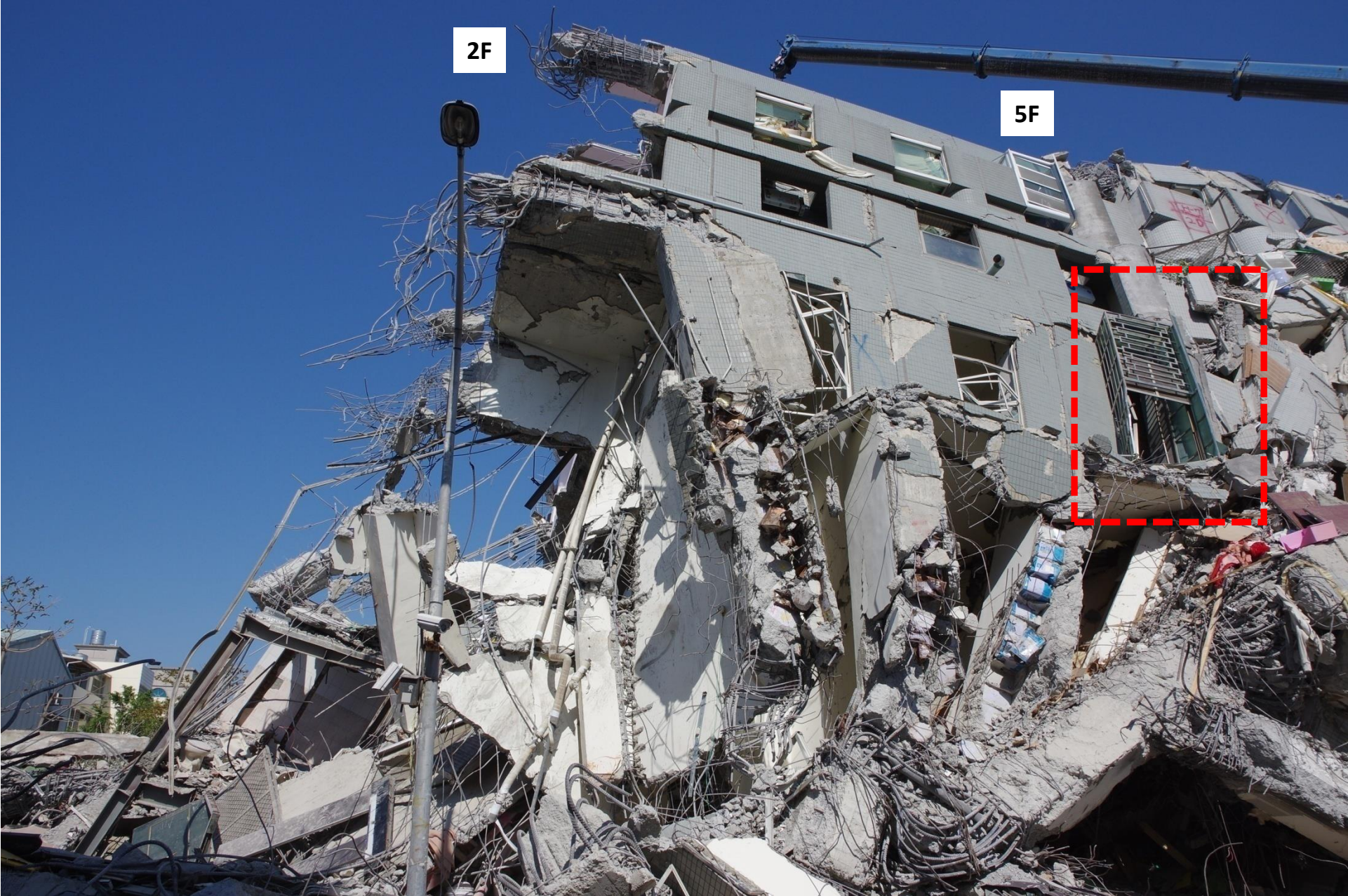


## H棟2F柱主筋嚴重彎折

Steel rebar inside column at 2<sup>nd</sup> floor (Building H) were bent severely







2F

5F



## H棟2F柱主筋嚴重彎折

Steel rebar inside column at 2<sup>nd</sup> floor (Building H) were bent severely















北向立面(I棟)柱樑損壞相對較輕  
Beams Columns at North Elevation(Building I) suffer relative slight damage







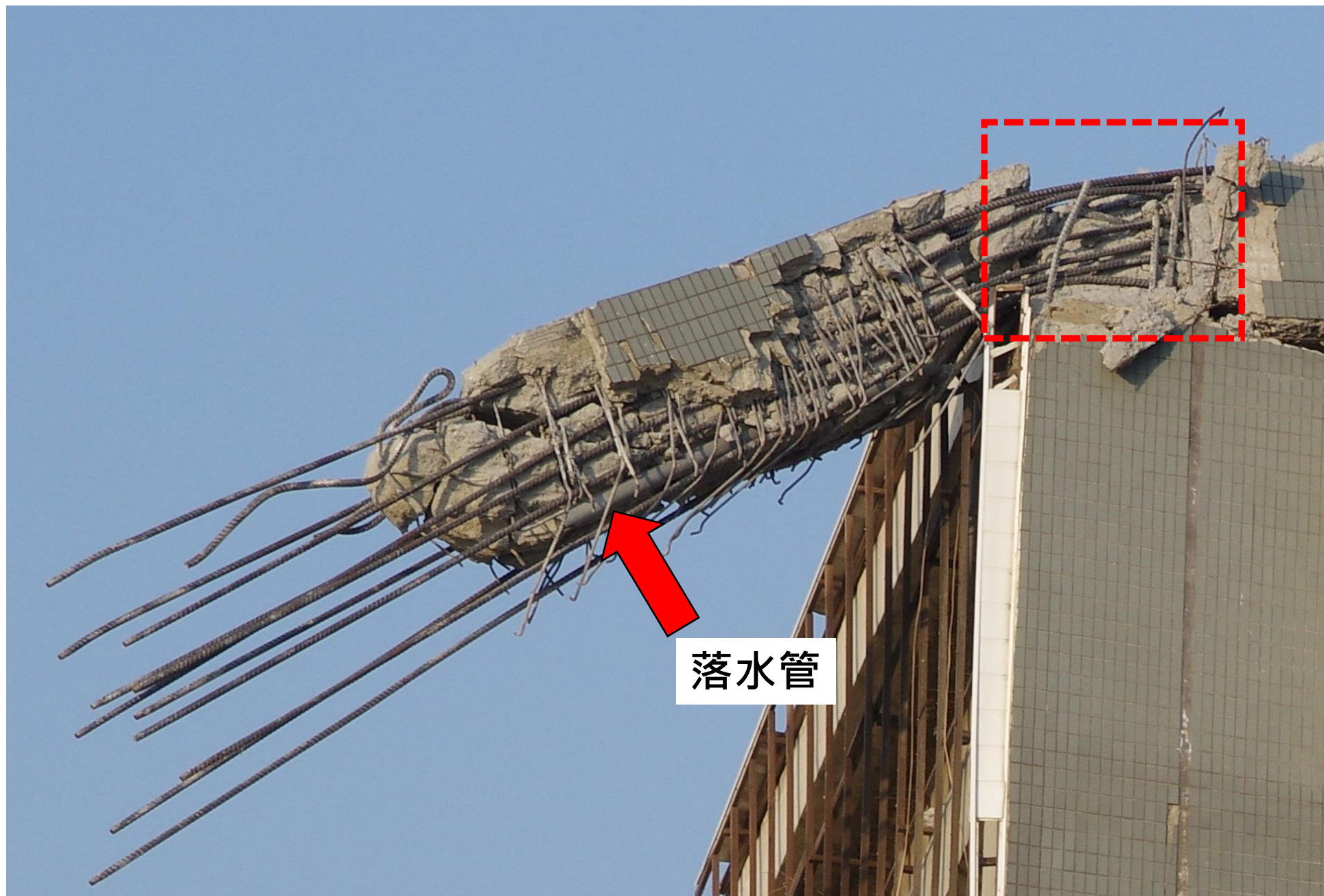


I棟柱主筋直接拉斷

Rebar inside Building I broke by tensile force







落水管















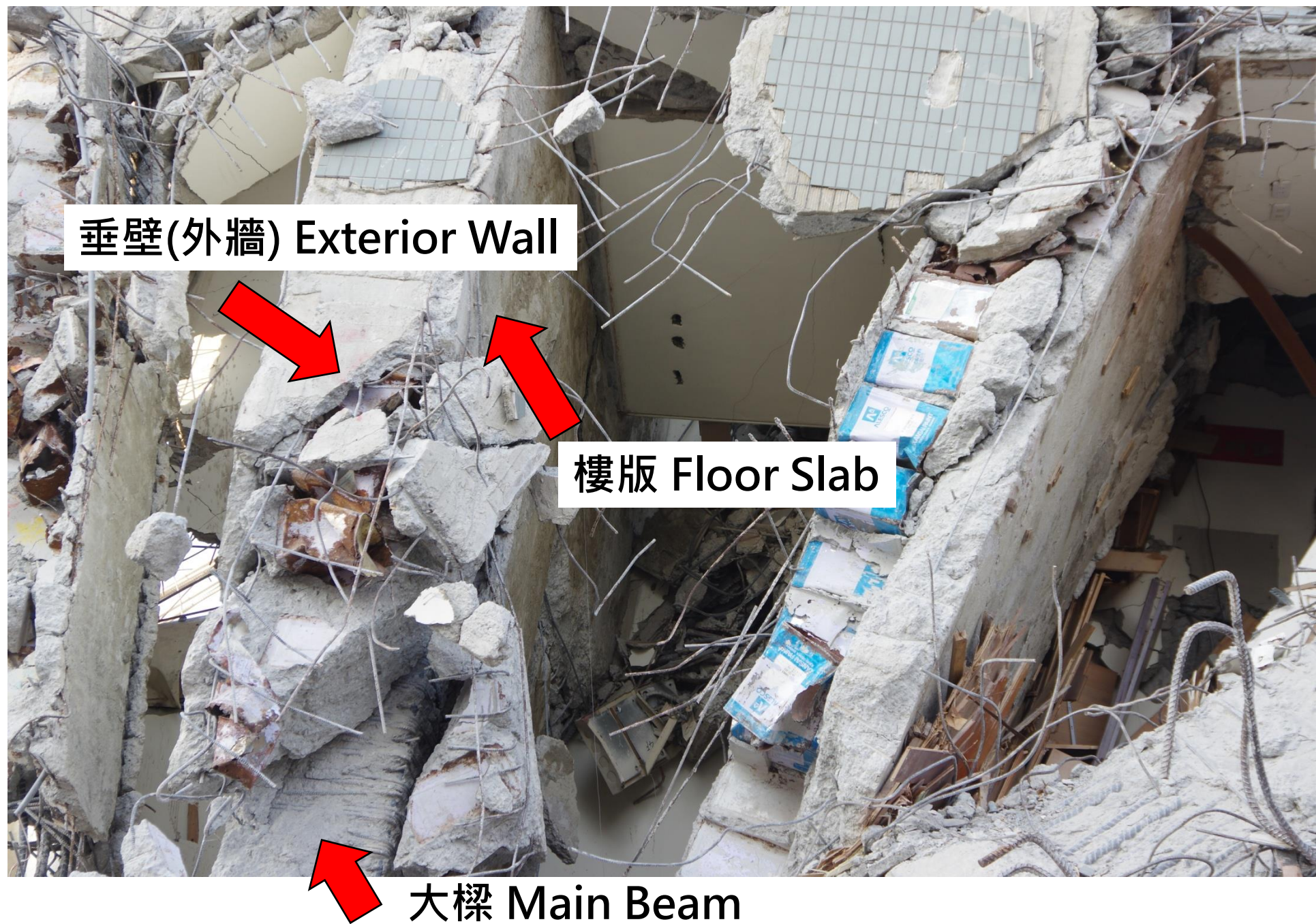




	Load Case	Story	Story Height (cm)	Allowable Story Drift Ratio	Time/Step (sec)	Story Drift (cm)	Modified Drift (cm)	Story Drift Ratio	Remark
	RMC=Not Used, Cd=1, Ie=1.5, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015 Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio!								
	206_TAI(max)	16F	290.00	1/67	30.1800	1.6950	1.1300	0.0039	OK
	206_TAI(max)	15F	290.00	1/67	29.7500	1.1964	0.7976	0.0028	OK
	206_TAI(max)	14F	290.00	1/67	28.5900	0.4493	0.2996	0.0010	OK
	206_TAI(max)	13F	290.00	1/67	28.5900	0.4719	0.3146	0.0011	OK
	206_TAI(max)	12F	290.00	1/67	28.6100	0.5122	0.3415	0.0012	OK
	206_TAI(max)	11F	290.00	1/67	28.6200	0.5544	0.3696	0.0013	OK
	206_TAI(max)	10F	290.00	1/67	28.6300	0.5910	0.3940	0.0014	OK
	206_TAI(max)	9F	290.00	1/67	28.6400	0.6144	0.4096	0.0014	OK
	206_TAI(max)	8F	290.00	1/67	32.3300	0.6358	0.4238	0.0015	OK
	206_TAI(max)	7F	290.00	1/67	32.3300	0.6514	0.4343	0.0015	OK
	206_TAI(max)	6F	290.00	1/67	32.3300	0.6419	0.4279	0.0015	OK
	206_TAI(max)	5F	290.00	1/67	32.3200	0.5784	0.3856	0.0013	OK
	206_TAI(max)	4F	290.00	1/67	32.3200	0.5367	0.3578	0.0012	OK
	206_TAI(max)	3F	290.00	1/67	32.3100	0.4990	0.3327	0.0011	OK
	206_TAI(max)	2F	290.00	1/67	32.3000	0.4654	0.3103	0.0011	OK
▶	206_TAI(max)	1F	600.00	1/67	32.2900	0.5929	0.3953	0.0007	OK







垂壁(外牆) Exterior Wall

樓版 Floor Slab

大樑 Main Beam





7F

8F

9F





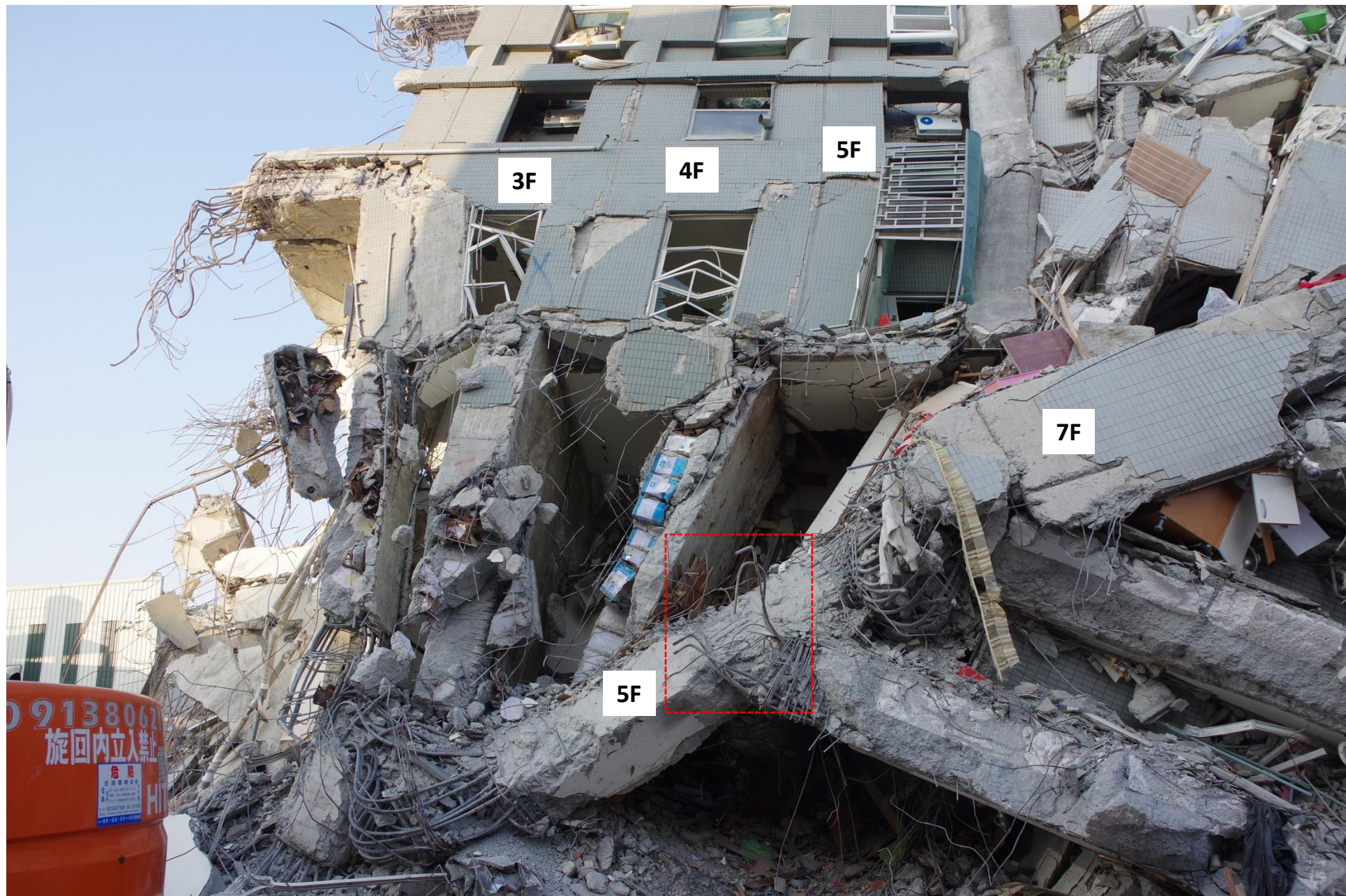






























- You can't connect the dots looking forward; you can only connect them looking backwards.
- 你沒辦法預見這些點點滴滴如何串起來，唯有回頭看時候，才可以看出彼此關聯。















台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝









台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝





台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝

























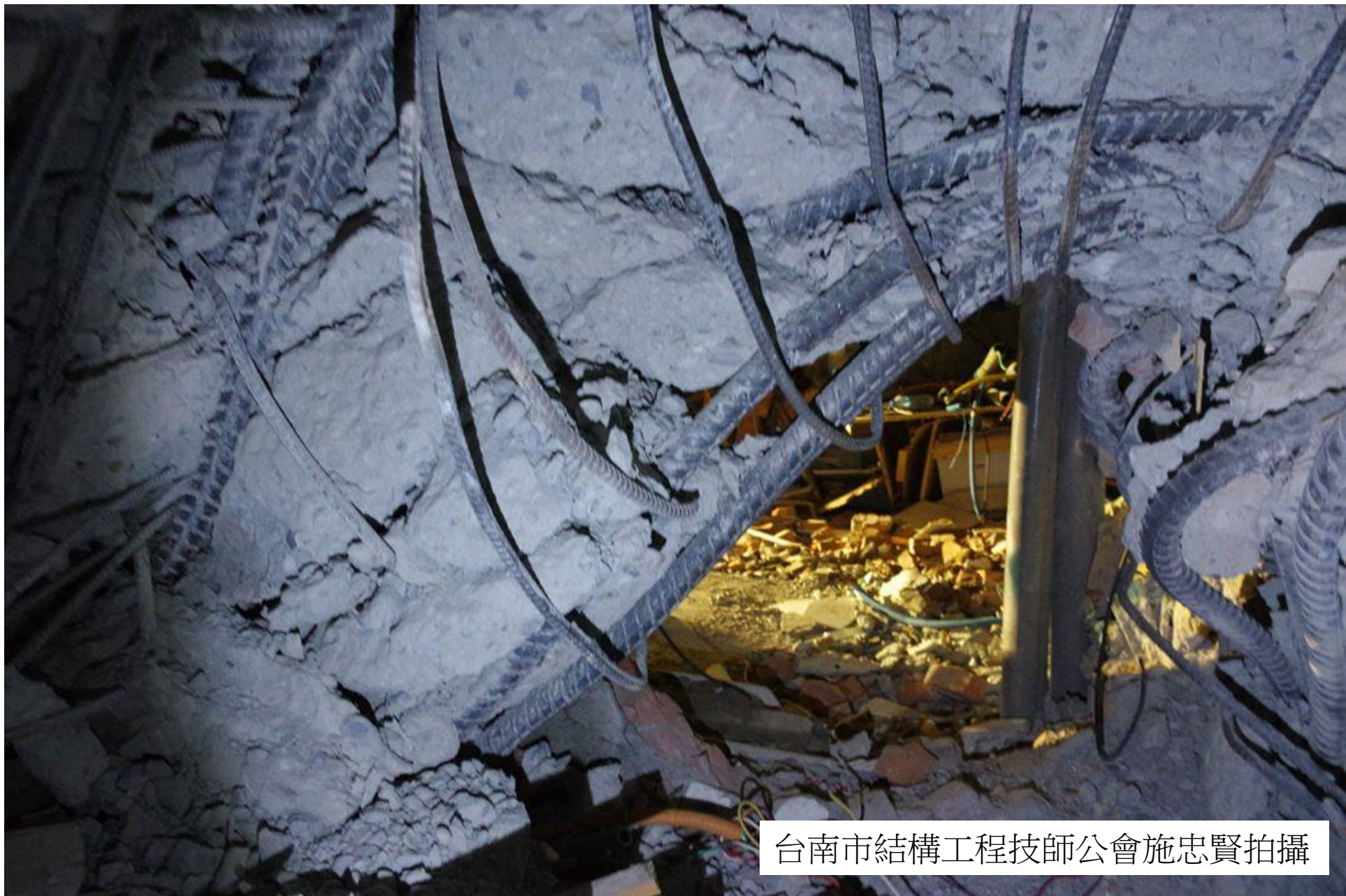
台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝





台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝





台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝





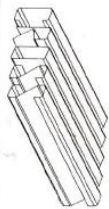












Project:

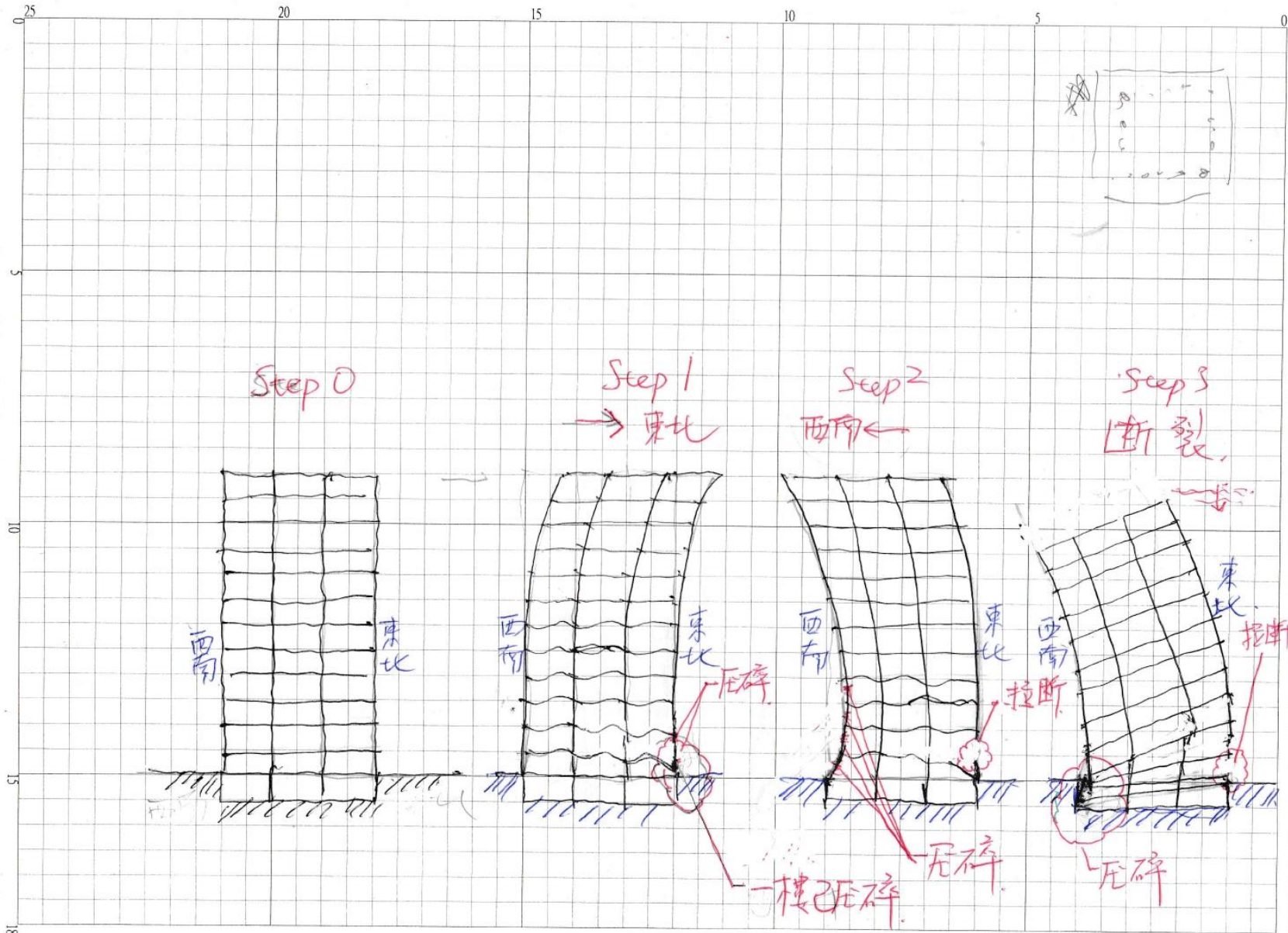
雲翠大樓  
傾斜機制

Page:

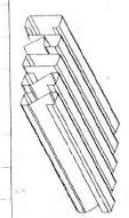
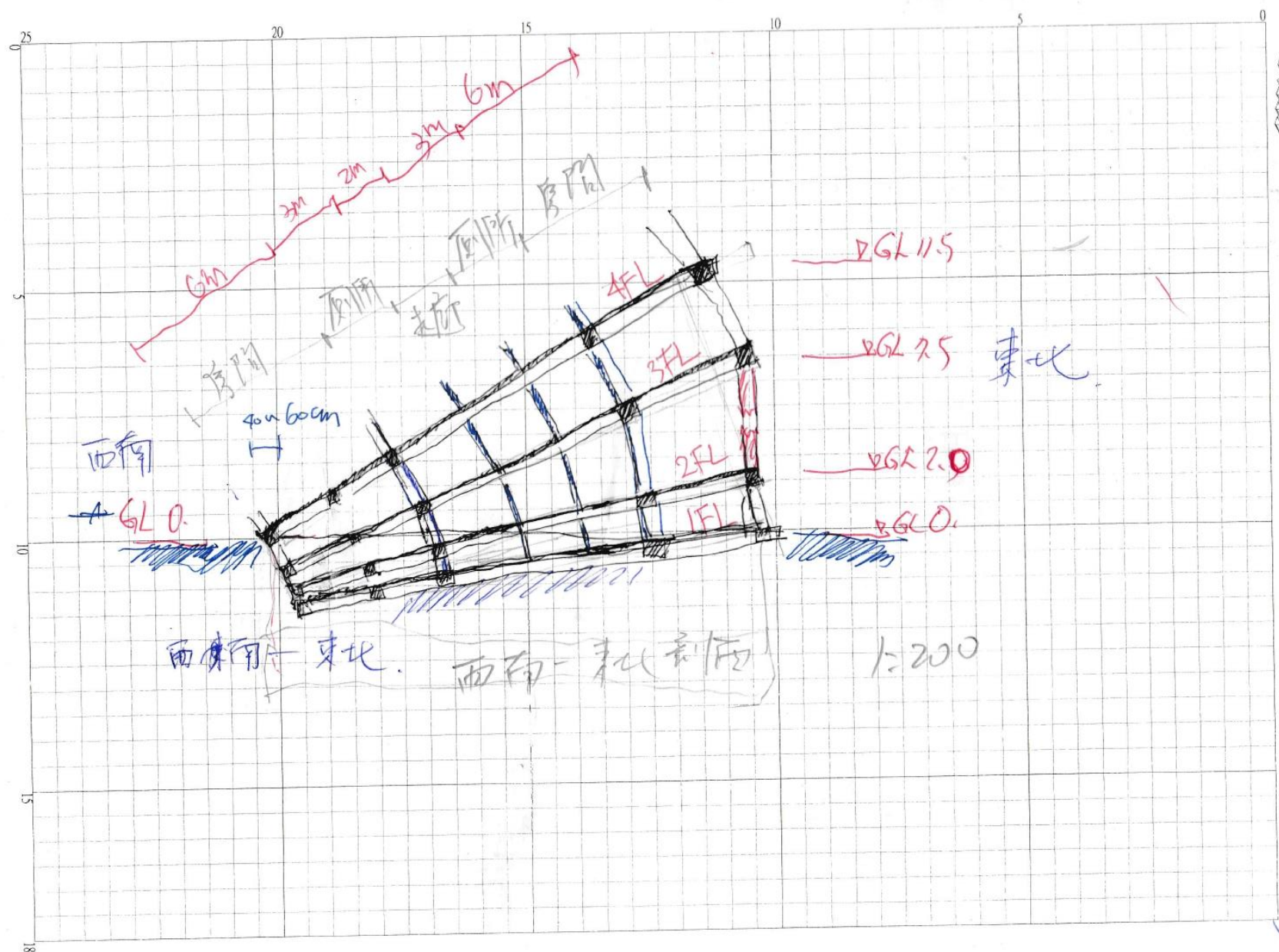
1

Date:

2018.2.10(六)







Project:

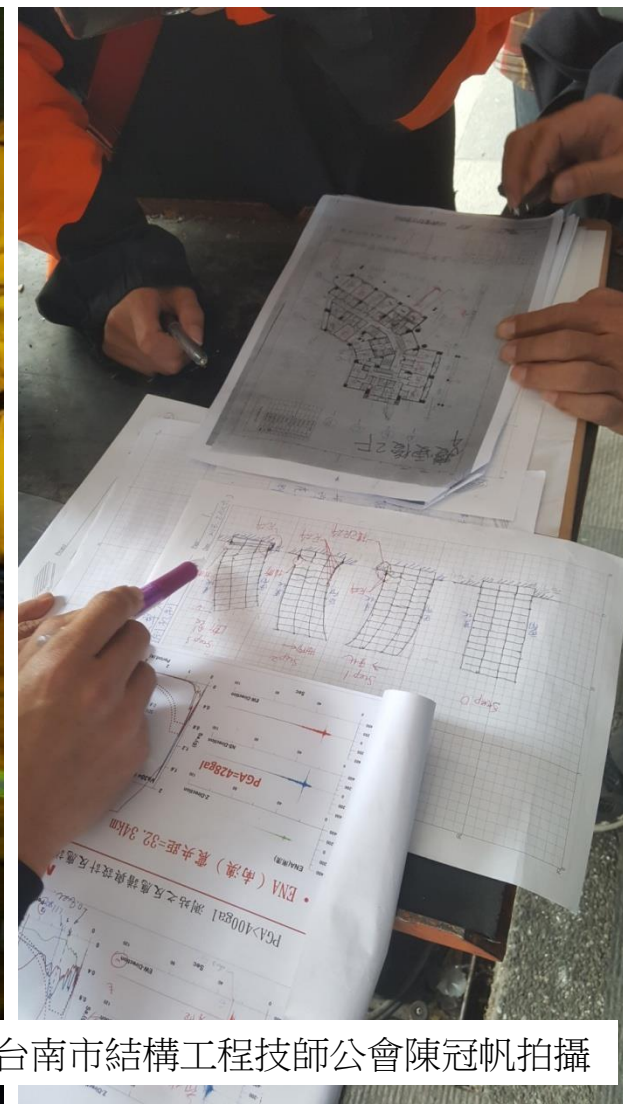
雲昇大樓傾倒情況

Page:

5

Date: 2018.2.9 (五)





台南市結構工程技師公會陳冠帆拍攝





2/9 20:32 開始從4FS開始往下打，台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝









台北市土木技師公會磨年生繪

2/10 21:11 陸續挖出3具遺體之後台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝





2/10 11:42 台南市結構工程技師公會施忠賢拍攝







# 結構技師準確評估 克服搜救困境

〔記者簡惠茹／花蓮報導〕由於花蓮雲門翠堤大樓倒塌後呈現三明治的形狀，中國遊客一家五人受困的二〇一室，更被夾在最底層的死角，埋在地下，被倒下的梁柱包圍，造成搶救困境，經結構技師分析判斷，在完全打斷梁柱的情形下，救災人員成功進到房間將人拉出，光是搶救二〇一室，就耗時超過卅八小時。

台灣省土木技師公會、台南市結構工程技師公會等超過五個以上技師公會，從第一天救災時就開始協助，提供專業的建築評估意見，台灣省土木技師公會技師磨年生從第一時間待到最後一刻，他說：「這是救災團隊大家一起努力，才能成功救出受困民眾。」台南市結構工程技師公會常務理事施忠賢

說，光是二〇一室就兵分四路，一開始由三樓進入，從二〇三室上方往下打穿到二樓，但二〇一室的周圍都被橫倒的梁柱包圍，根本進不去。後來清空二樓路線，但到了二〇一室浴室門口時，還是遭梁柱阻擋。再從二〇一室浴室左方切入，還是無功而返，一直到九日嘗試從四樓往下挖掘，才成功進入，並拉出三人。

磨年生紅著眼眶說，大樓內鋼筋早已變形交錯，層層堆疊的天花板、樓地板，光打一面牆就要二小時的時間，感謝大家的合作，和無限的檢討，才促成二〇一室的挖掘工作，大樓內每一塊石塊、磚頭，都是救災人員一塊、一塊徒手搬運出來的，「我們真的要非常非常敬佩他們」。



台南市結構工程技師公會協助雲門翠堤大樓的搜救行動，並進到大樓內評估結構狀況。

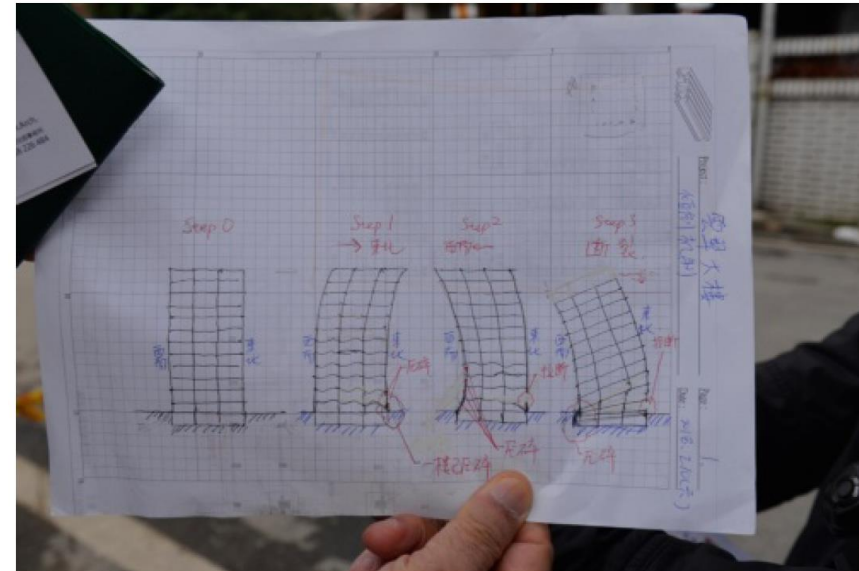
（記者簡惠茹攝、台南市結構工程技師公會提供）



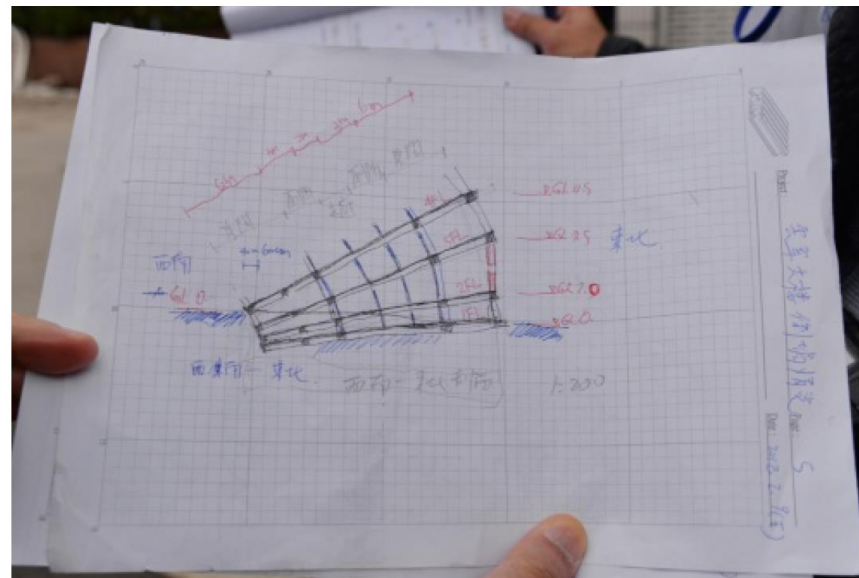




台湾東部の花蓮市で地震被害を調査する和田章・東京工業大学名誉教授（左）。右の2人は構造エンジニアで台南市結構工程技師公会の施忠賢常務理事（中）と彭光聡氏（右）。2月11日に撮影（写真：菅原 由依子）  
[画像のクリックで拡大表示]



台南市から駆け付けた結構工程技師公会の施忠賢常務理事が推測する倒壊メカニズムの3ステップ。図を描いたのは、同じ会に所属し、調査に同行していたエンジニアの彭光聡氏（写真：菅原 由依子）  
[画像のクリックで拡大表示]

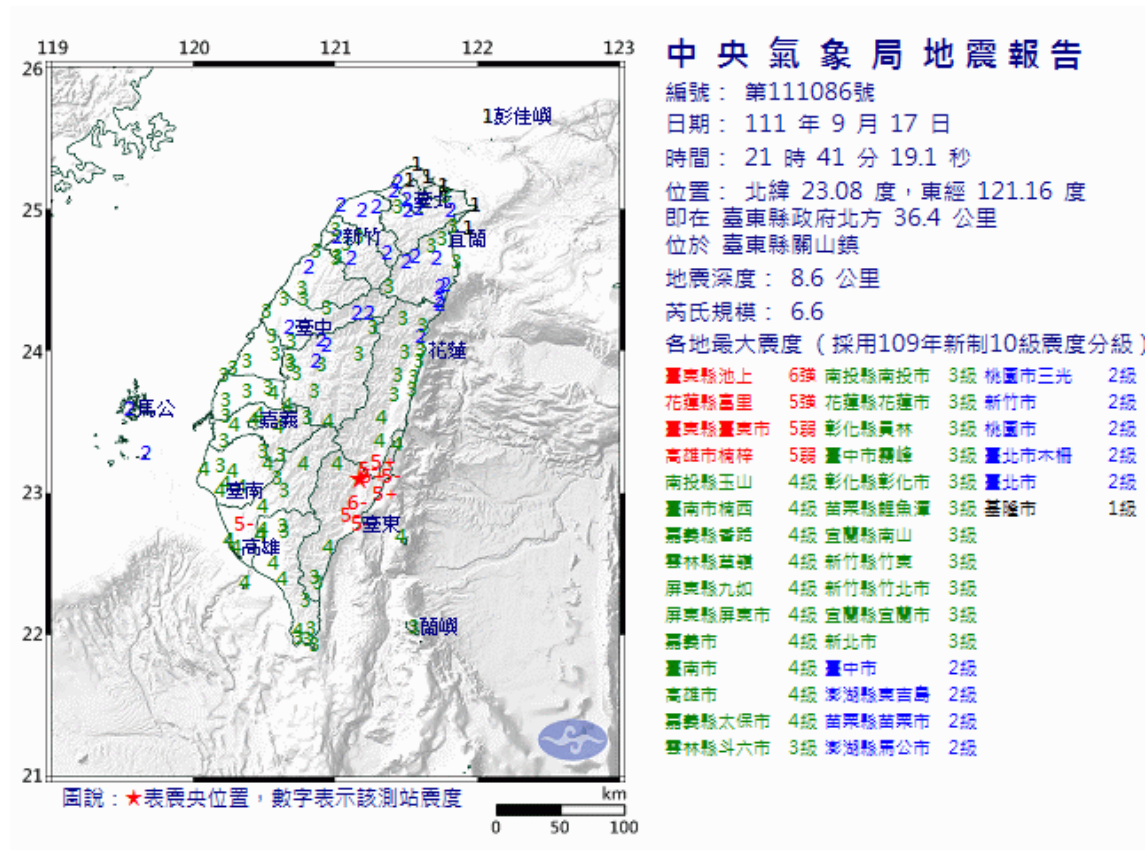


構造エンジニアの彭光聡氏が描いた倒壊のイメージ（写真：菅原 由依子）  
[画像のクリックで拡大表示]

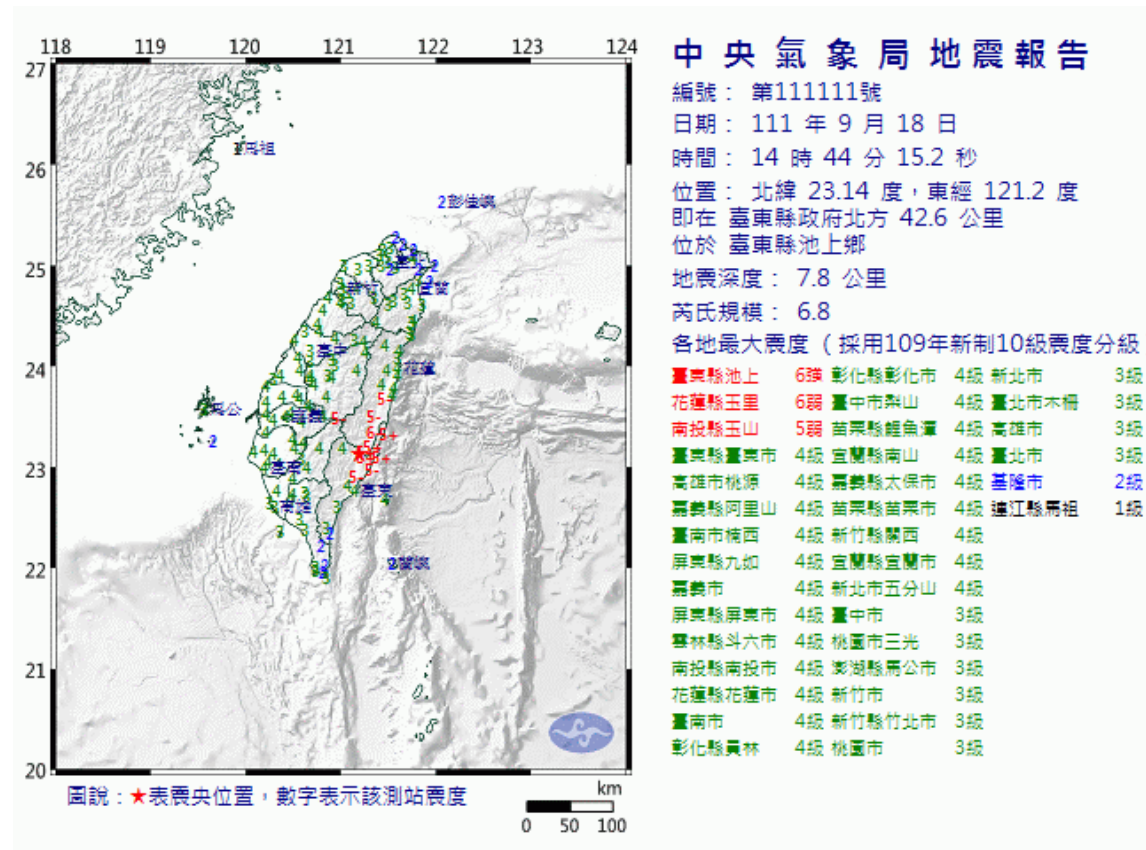


# 中央氣象局地震報告

2022.9.17 21:41:19



2022.9.18 14:44:15







交通部中央氣象局

# 秒懂新震度分級

## 現行地震震度分級表

震度	0級	1級	2級	3級	4級	5級	6級	7級
地動 加速度 cm/sec <sup>2</sup>	0.8	2.5	8.0	25	80	250	400	

## 新制地震震度分級表(109年1月1日起)

震度	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
地動 加速度 cm/sec <sup>2</sup>	0.8	2.5	8.0	25	80					
地動 速度 cm/sec					15	30	50	80	140	

讓震度和災害的嚴重程度有更大相關性



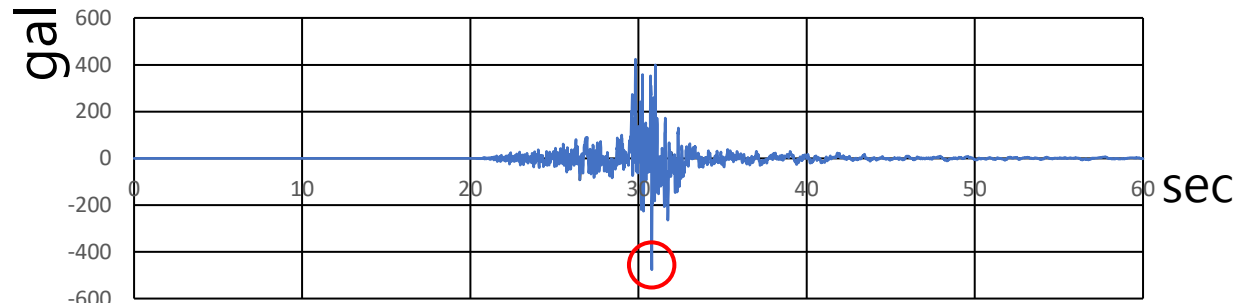
# 勘災地點





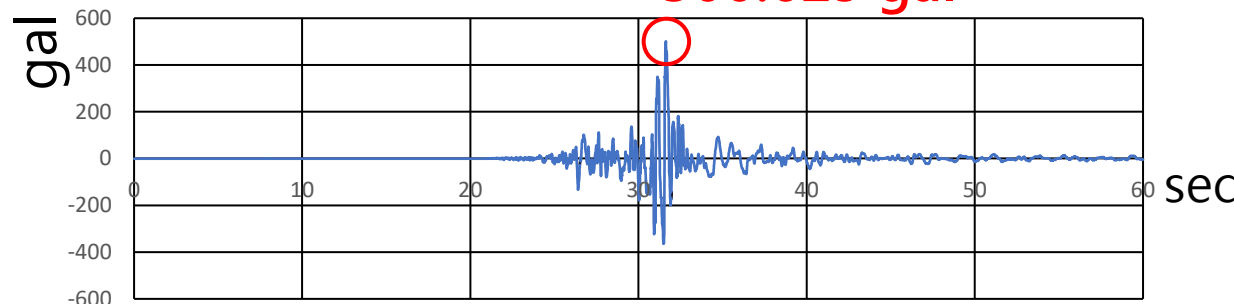
# 地震歷時資料(918地震)-玉里高中(距離震央約26公里)

## 垂直向地震歷時

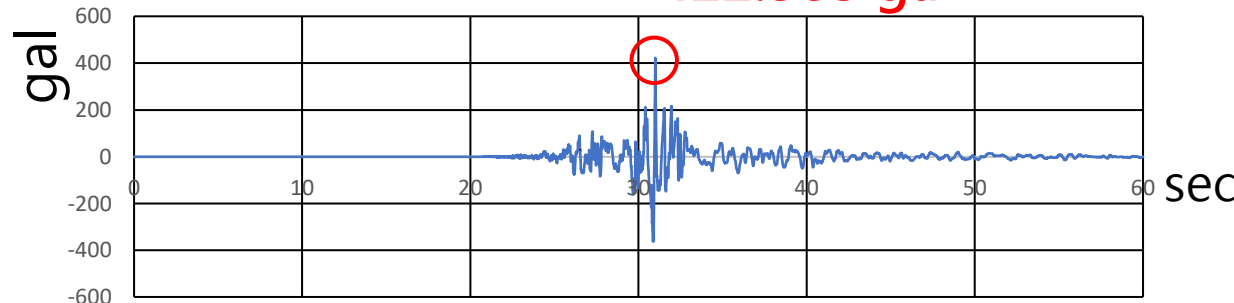


476.072 gal  
500.629 gal

## 南北向地震歷時

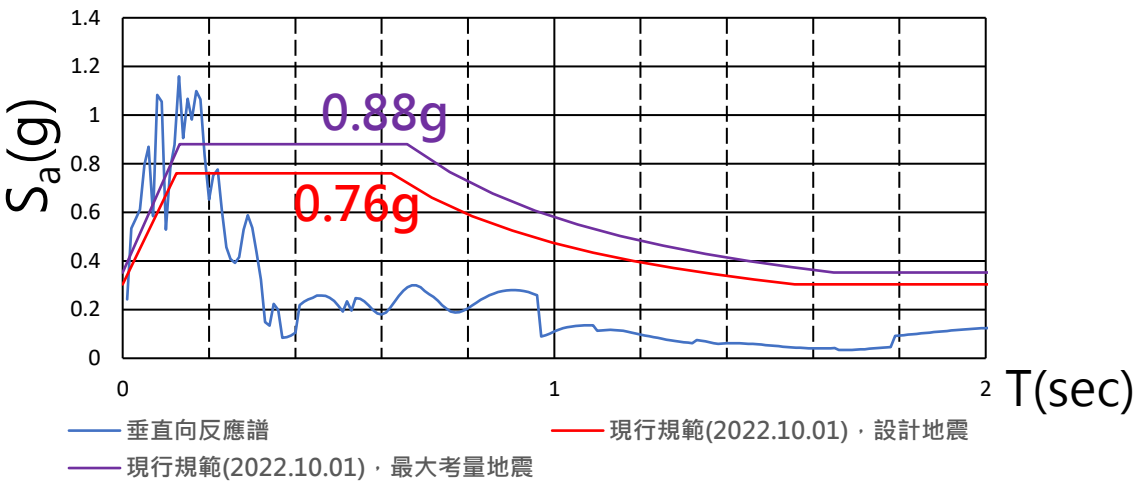


## 東西向地震歷時

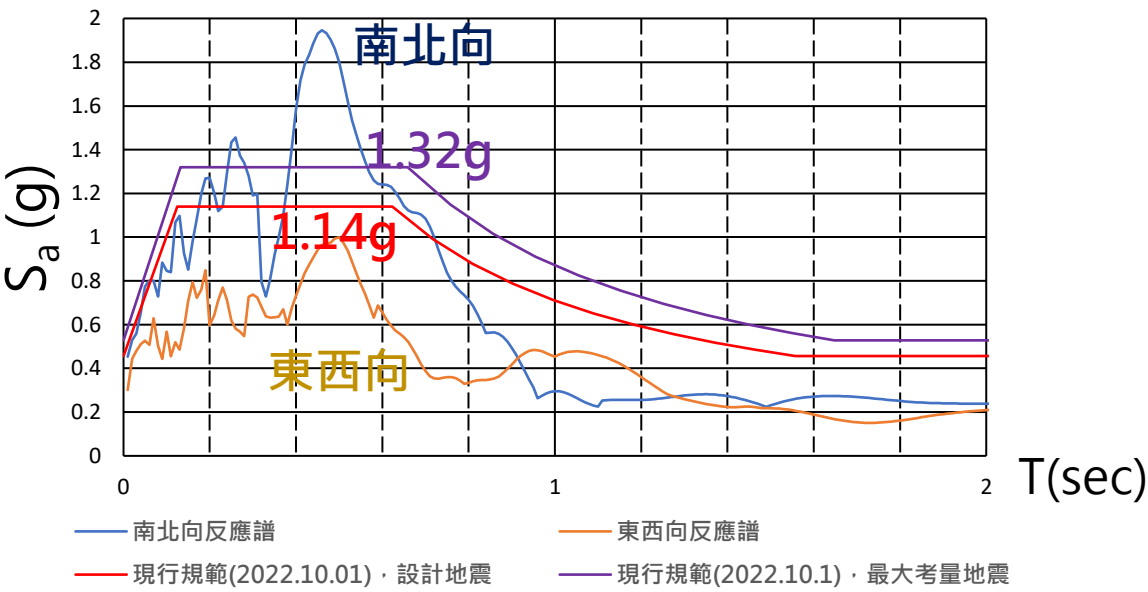


422.385 gal

## 垂直向反應譜



## 水平向反應譜



歷時資料來源：國震中心提供；圖說繪製：賴昱志





20220920玉里鎮春日國小

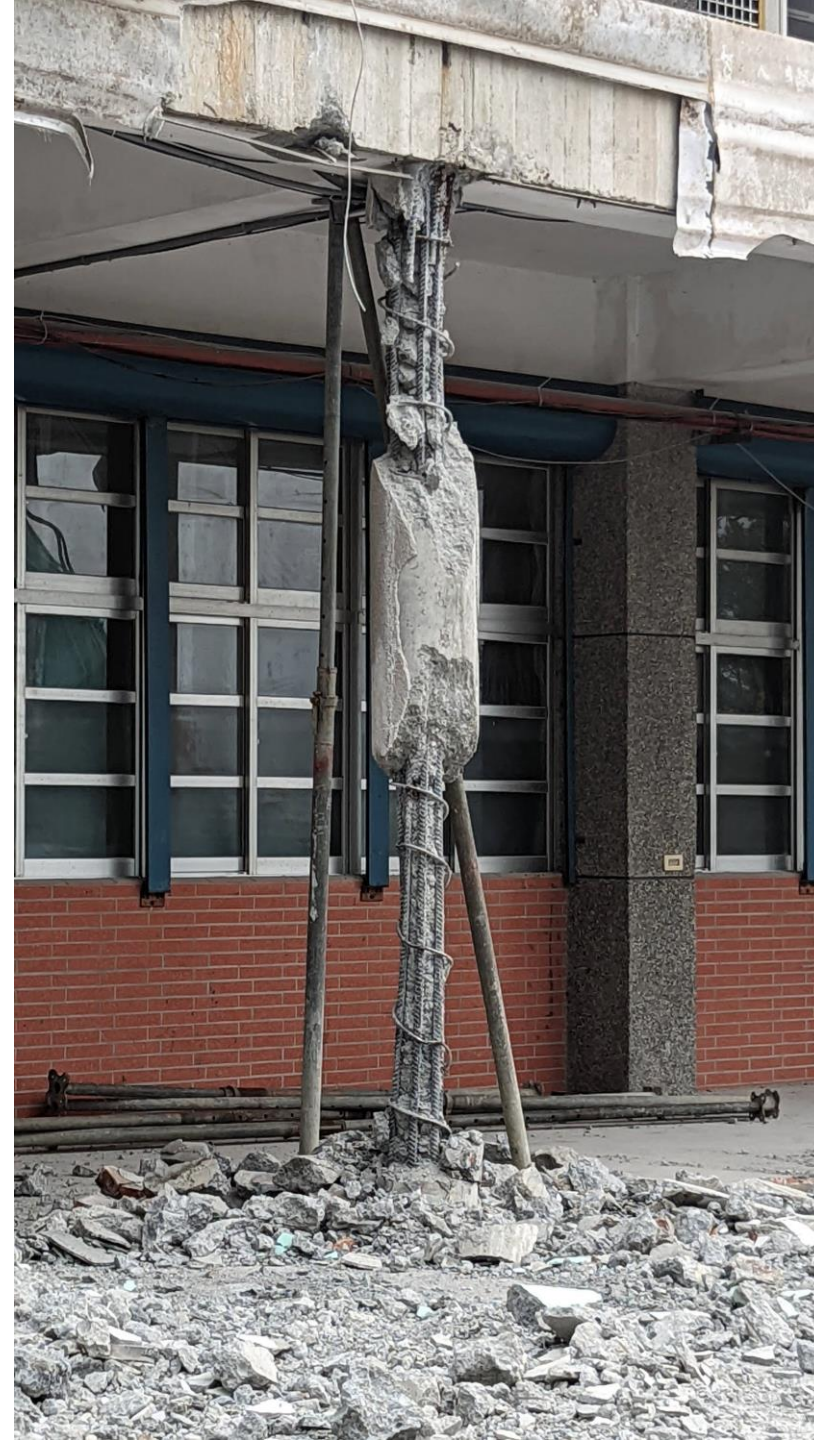








20220920玉里鎮春日國小







20220920天宣道院<sub>03</sub>

























20220920松浦里滿自然部落193縣道 109





20220920松浦里滿自然部落193縣道110



← 981花蓮縣玉里鎮中山路二段135號

全部 街景服務和 360 度相片



135 中山路二段  
玉里鎮, 台灣  
Google  
街景 - 11月 2021



玉里民族路中山路二段7-11  
資料來源：GOOGLE MAP





東北騎樓柱  
往西北方向

整體由南往北側民族街倒塌

20220918玉里民族路中山路二段7-11 攝影：呂傳明





4F版  
3F頂版

20220918玉里民族路中山路二段7-11  
攝影：呂傳明





4F

20220918玉里民族路中山路二段7-11  
攝影：呂傳明<sub>114</sub>

















































20221004富里鄉東里國中













20221004富里鄉東里國中











「生命的結局在我們還未察覺之前  
來臨了。」

- Le Corbusier

謝謝聆聽