

美濃大地震

台南地震損壞調查  
與防制之道

- 1.美濃地震台南遭殃???
- 2.地質敏感區(廠址效應與液化區)
- 3.天災???人禍???
- 4.唯冠金龍倒塌初探
- 5.防制之道(耐震>消能>隔震)

# 1.美濃地震台南遭 殃???

## 盲斷層



# 2016-02-06 $M_L$ 6.4 高雄市美濃區地震

03:57:27 (台灣時間)

19:57:27 (GMT time)

Information compiled by

Committee on Education & Outreach, Taiwan Earthquake Research Center

TEC-CEO

Published on 2015/04/20

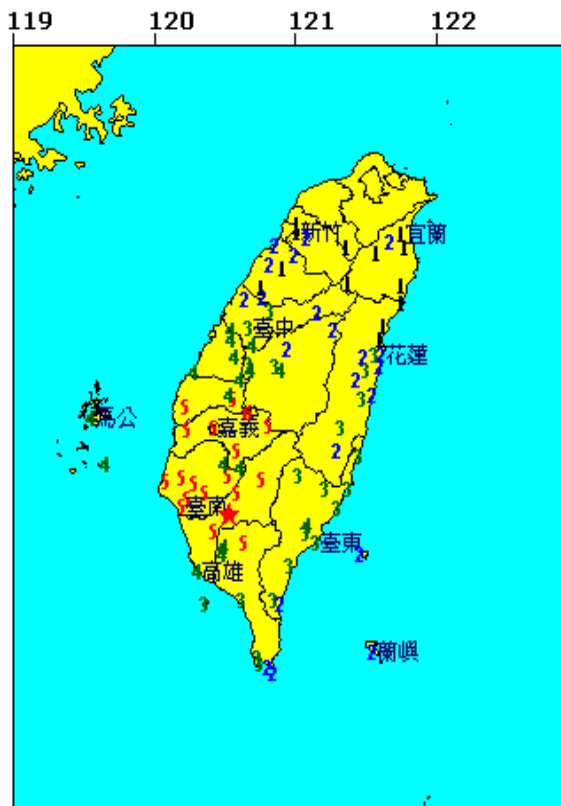
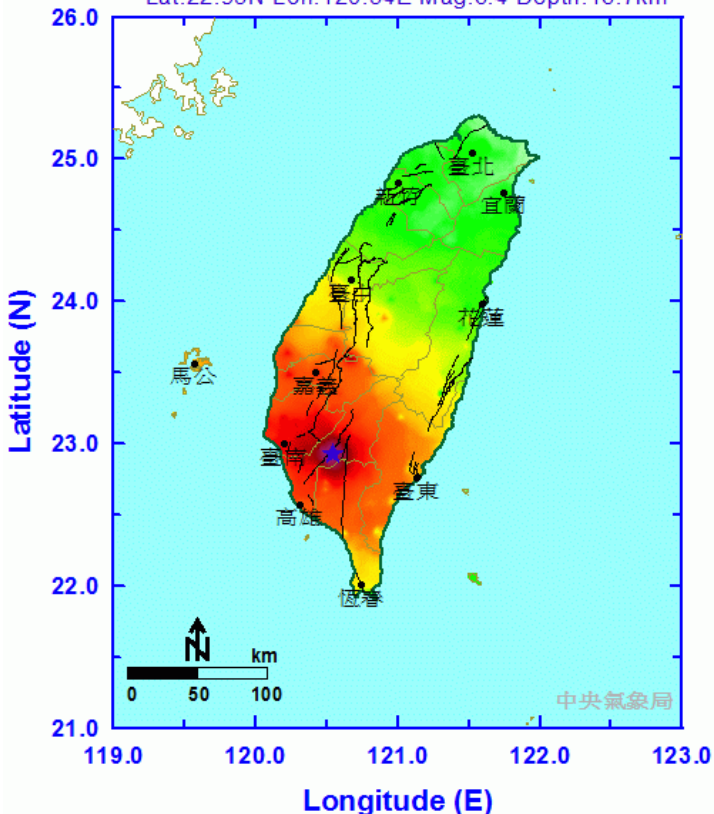
Version 1.  
2016/02/06



# 中央氣象局速報 (Fast report from CWB)

台灣時間 2016/02/06 03:57 在高雄市美濃區發生一起芮氏規模6.4之有感地震。最大震度為雲林縣草嶺的6級，震央位置在屏東縣政府北偏東方 27.4 公里 (位於高雄市美濃區)，座標為北緯22.93度、東經120.54度。地震深度為16.7 公里，屬於淺層地震。

Origin Time: 2016/02/06 03:57:27 (GMT+08:00)  
Lat: 22.93N Lon: 120.54E Mag: 6.4 Depth: 16.7km



圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

## 中央氣象局地震報告

編號：第105006號

日期：105年2月6日

時間：3時57分27.2秒

位置：北緯22.93度，東經120.54度  
即在屏東縣政府北偏東方27.4公里  
位於高雄市美濃區

地震深度：16.7公里

芮氏規模：6.4

各地最大震度

雲林縣草嶺	6級	彰化縣彰化市	4級
高雄市旗山	5級	臺東縣臺東市	3級
屏東縣三地門	5級	花蓮縣紅葉	3級
臺南市楠西	5級	屏東縣南灣	3級
臺南市	5級	南投縣南投市	3級
嘉義縣草山	5級	臺中市	3級
嘉義市	5級	花蓮縣花蓮市	2級
屏東縣屏東市	4級	苗栗縣鯉魚潭	2級
高雄市	4級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣初鹿	4級	新竹縣竹東	2級
雲林縣斗六市	4級	宜蘭縣內城	2級
澎湖縣東吉島	4級	桃園市三光	1級
彰化縣二水	4級	新竹市	1級
南投縣名間	4級	新竹縣竹北市	1級
澎湖縣馬公市	4級	宜蘭縣宜蘭市	1級
臺中市霧峰	4級		

本報告係中央氣象局地震觀測網即時地震資料  
地震速報之結果。

<http://www.cwb.gov.tw>

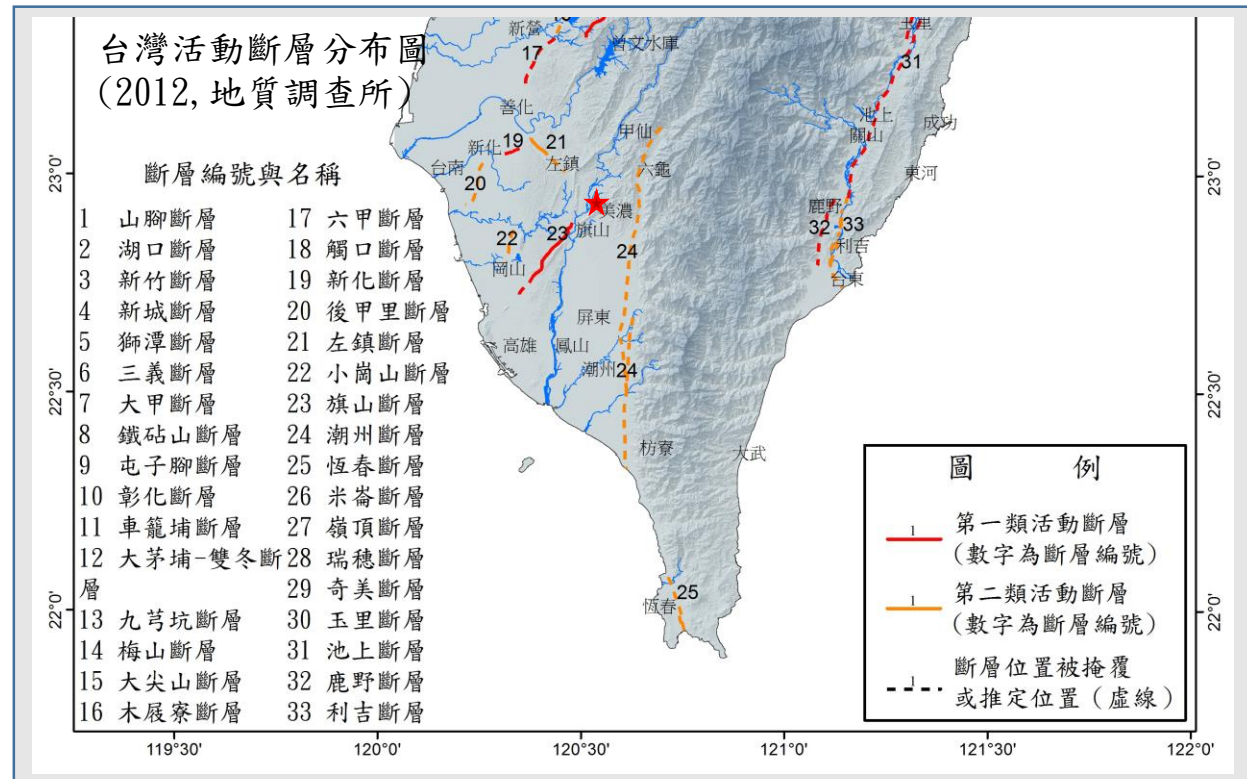


# 台南高雄地區的地體構造與地質背景

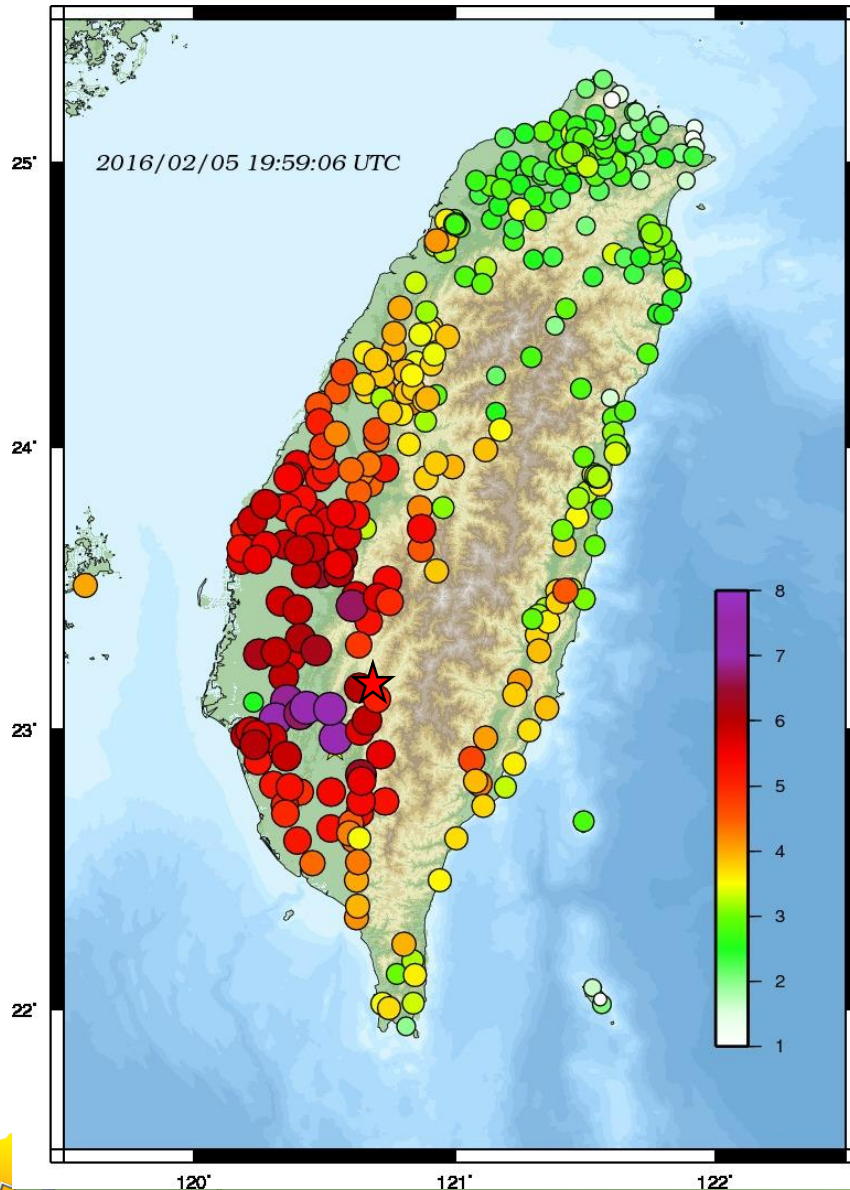
此區域位於台灣造山帶中褶皺逆衝帶的最南端，同時也是最年輕的部分。因呂宋島弧(屬菲律賓海板塊)與中國大陸邊緣(屬歐亞板塊)的斜向聚合自北向南發展，此區域的褶皺逆衝帶約一至兩百萬年前才開始發育，至今仍相當活躍，其構造以一系列南北走向近平行的逆衝斷層與相關的褶皺為主，由西向東分別為：後甲里斷層、小岡山斷層、平治斷層、龍船斷層、旗山斷層、與潮州斷層。除了這些活動逆衝斷層，台南高雄地區的快速地殼縮短變形也集中在此區域廣泛分布、厚達數公里的古亭坑層泥岩中的褶皺變形。這些逆衝斷層與相關褶皺至今，不論是歷史紀錄或地震儀器監測紀錄，都沒有發生過大型地震；因此針對此區域的活動構造長期監測其活動至關重要。

台南高雄地區紀錄過的大型地震皆發生於平移斷層。如1946年規模6.9的新化地震，發生於東北東走向的新化平移斷層，長度三十餘公里，截穿小岡山斷層北段並延伸進海岸平原區。斜向截穿此區域褶皺逆衝帶的左鎮斷層也是台南高雄地區潛在的發震斷層，2010年發生規模6.3的甲仙地震被猜測可能是此斷層深部活動所造成，但仍缺乏確鑿證據。

From JLee (李建成博士)



# 震度分布及地震可能的破裂方向



左圖展示全台數百個Palert強震站的震度分布，星號為震央位置，其結果與中央氣象局發布的震度圖相類似。除了震央至其西方40公里內的震度達到七級，其他鄰近地區包括嘉義、高雄、彰化至台中的沖積平原區都有很高的震度，其他本島區域都有2級震度。

從動態圖可以窺知，地震可能先向西再轉為向北破裂。

動態圖：

[http://palert.earth.sinica.edu.tw/palert\\_media/gif/2016/20160205195727\\_1.gif](http://palert.earth.sinica.edu.tw/palert_media/gif/2016/20160205195727_1.gif)

<http://palert.earth.sinica.edu.tw/>

# Focal Mechanism from full-waveform inversion

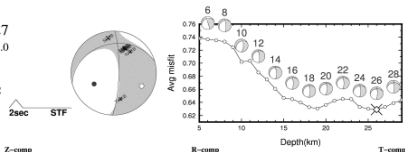
## 震源機制解



CMT (CWB)

Event ID: 20160205195727

Date: 2016 / 2 / 5 Time: 19 : 57 : 27.0  
 Epicenter: 22.9258 N 120.5380 E  
 Depth: 26 km  
 Mw: 6.370  
 Nodal plane: 254.70 / 31.76 / -19.42  
 Nodal plane: 1.38 / 79.92 / -120.28  
 CLVD: 22.39 % Isotropic: 0.00 %



IES 中央研究院  
地球科學研究所

CMT (IES)

Event ID: 201602051957

Date: 2016 / 2 / 5 Time: 19 : 57 : 27.5  
 Epicenter: 22.9300 N 120.5400 E  
 Depth: 23 km  
 Mw: 6.26  
 Nodal plane: 270.29 / 48.23 / 12.01  
 Nodal plane: 172.22 / 81.07 / 137.60  
 CLVD: 28.4 % Isotropic: 0.0 %

0.010-0.040 Hz  
 moh35

Station 1 SSLB  
 24° 0104 km  
 $\epsilon = 0.166$

Station 2 LYUB  
 154° 0140 km  
 $\epsilon = 0.459$

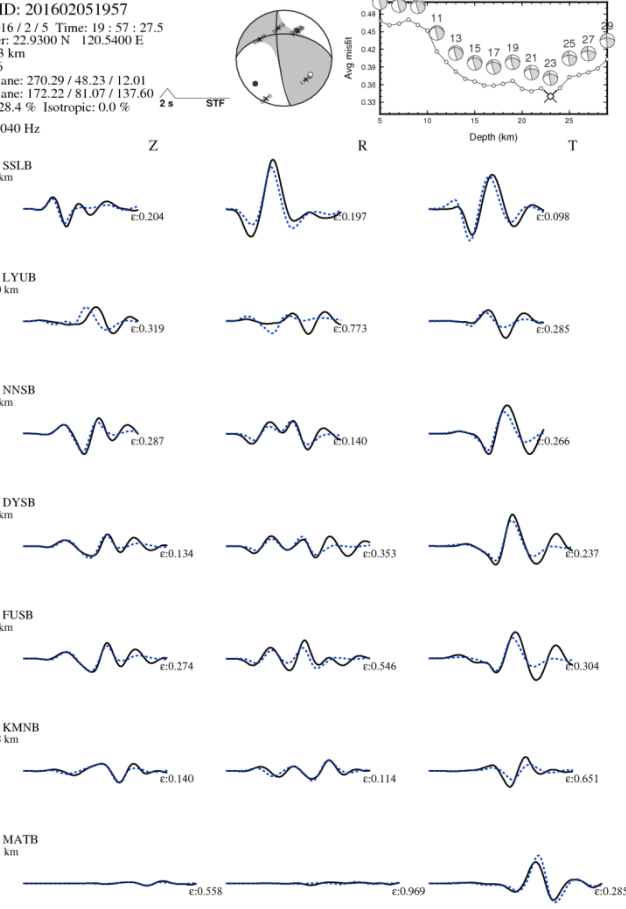
Station 3 NNSB  
 27° 0187 km  
 $\epsilon = 0.231$

Station 4 DYSB  
 23° 0227 km  
 $\epsilon = 0.242$

Station 5 FUSB  
 28° 0229 km  
 $\epsilon = 0.375$

Station 6 KMNB  
 308° 0278 km  
 $\epsilon = 0.302$

Station 7 MATB  
 350° 0361 km  
 $\epsilon = 0.604$



利用波形逆推求得地震的錯動形式、規模、及中心深度。

<http://www.cwb.gov.tw>

Average misfit for 7 stations = 0.340

Time scale (s)

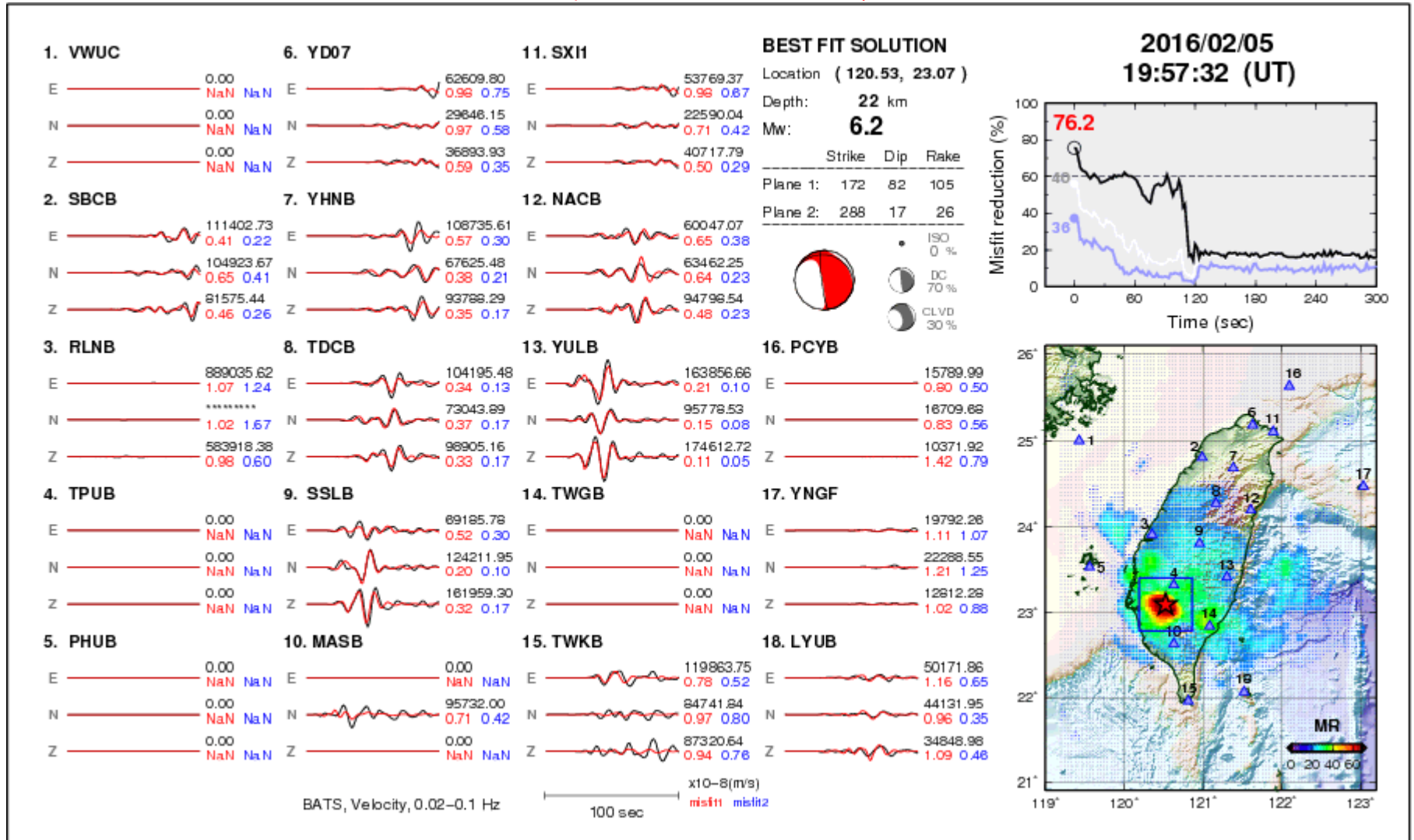
<http://tecdc.earth.sinica.edu.tw/FM/>





# Focal Mechanism from full-waveform inversion

## 震源機制解



BATS, Velocity, 0.02–0.1 Hz

x10<sup>-8</sup>(m/s)  
misfit1 misfit2

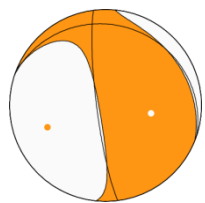
100 sec

From <http://rmt.earth.sinica.edu.tw/> Dr. Shiann-Jong Lee (李憲忠博士)

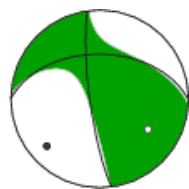


# Summary of Source Parameters

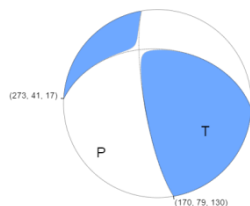
## 震源參數比較



RMT  
(IES)



auto BATS  
(IES)



USGS

各單位所求得的主震相關參數都相當地一致。

震源機制解的地震能量中心深度落在17~26 公里之間，比CWB即時定位的初始破裂深度16.7公里略深。

地震矩規模( $M_w$ )為6.2~6.3。

此地震的震源機制屬於逆衝斷層形式，有兩個可能的破裂面，分別為東西走向的中低角度北傾之斷層面，或是南北走向的垂直斷層面。由於地表可疑斷層複雜，而地震並未破裂到地表，目前尚難斷定是否與地表構造直接相關。

應力壓縮軸(P軸)較接近東北-西南方向，與菲律賓海板塊向西北擠壓的方向有明顯交角，拉張軸(T軸)則為西北-東南。

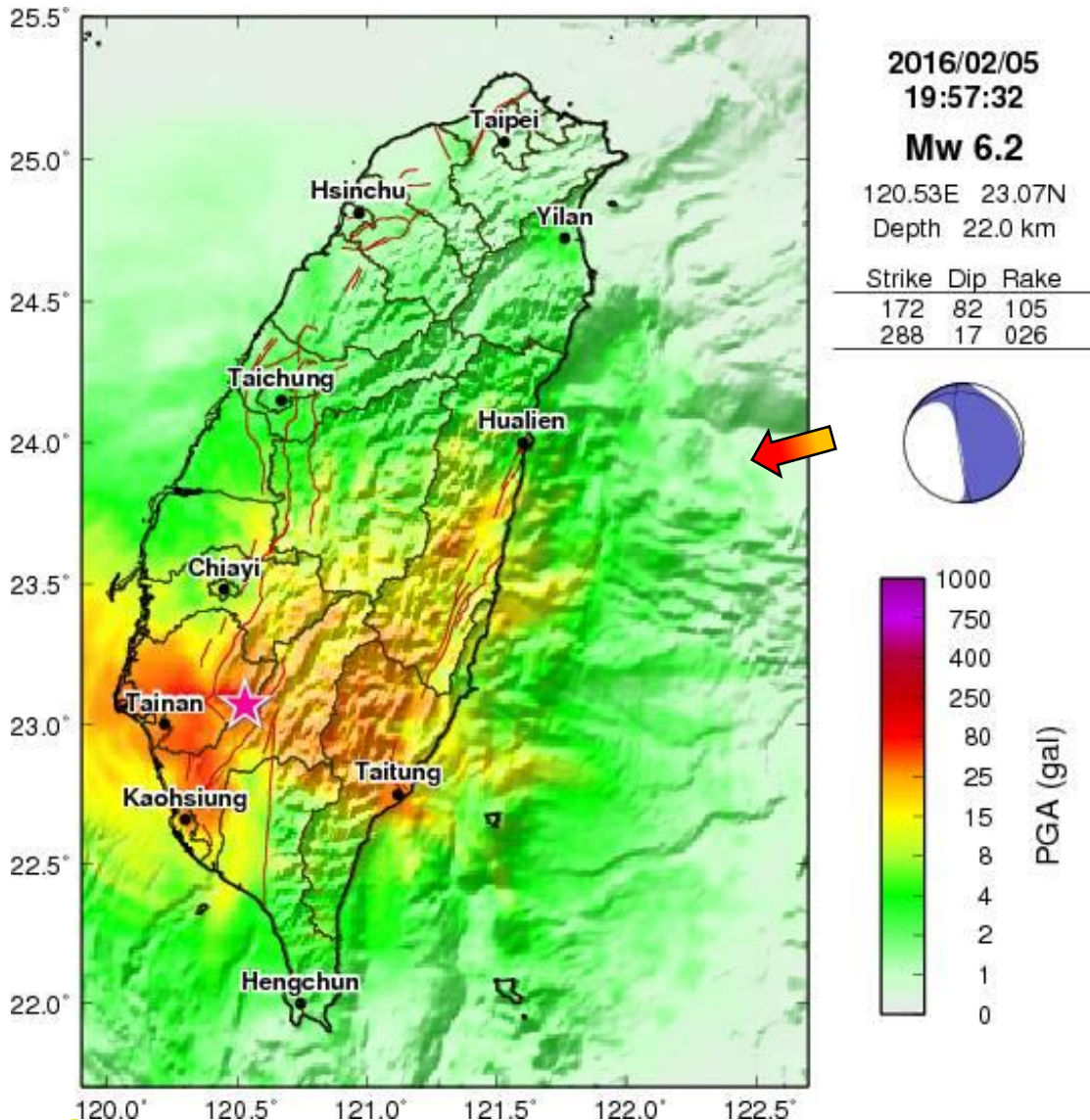
資料來源	深度	規模
CWB	16.7km	ML=6.4
RMT	22 km	$M_w=6.2$
Auto BATS	23 km	$M_w=6.3$
CWB CMT	26km	$M_w=6.3$
GCAP	22km	$M_w=6.3$
USGS	20km	$M_{wb}=6.2$

<http://earthquake.usgs.gov/>

<http://tesis.earth.sinica.edu.tw>



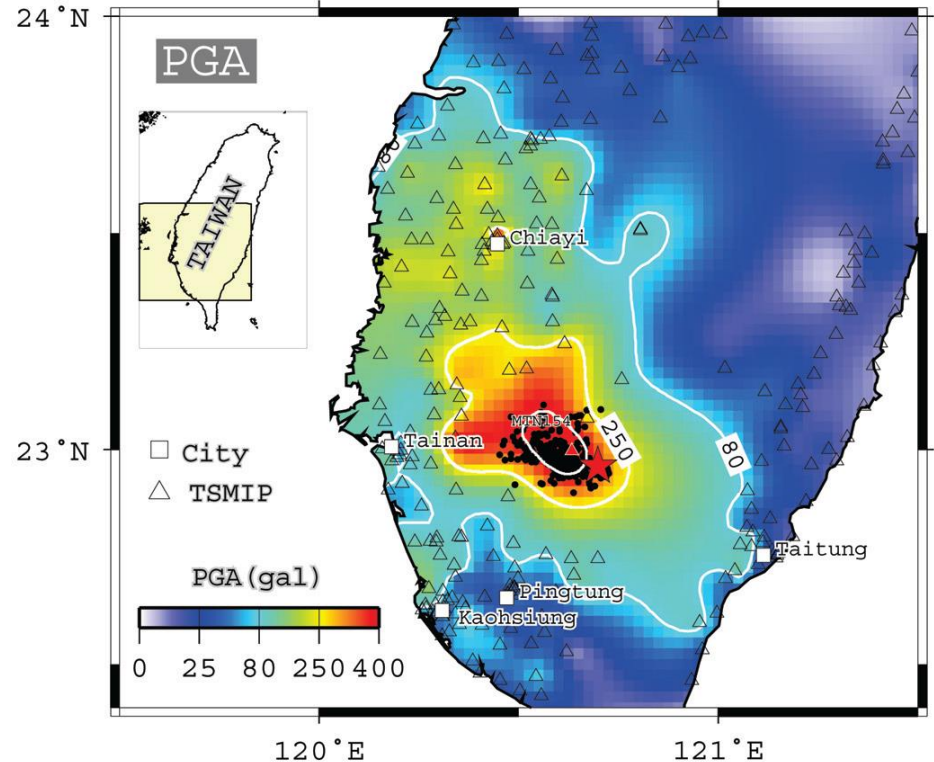
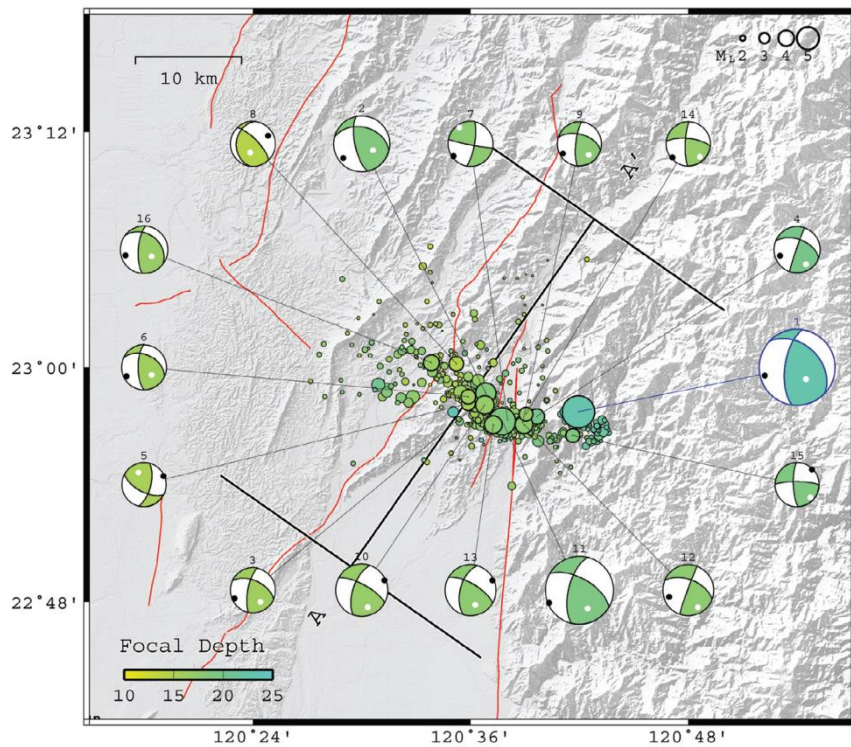
# 震源機制的輻射效果



厚層泥岩與土壤液化等地表效應，以及房屋不符耐震標準是一般造成損害的主要因素。

然而這次地震在台南造成那麼大的災情，上述原因、破裂方向性外，或許更簡單的解釋是震源機制本身造成的能量輻射效應，單是點源的模擬結果就可以看到台南高雄一帶的地表加速度PGA極大，而北台灣與台灣南端的震動就相對小許多。右方震源機制上的橘紅箭頭代表輻射方向，與斷層面夾45度角，指向台南區域。

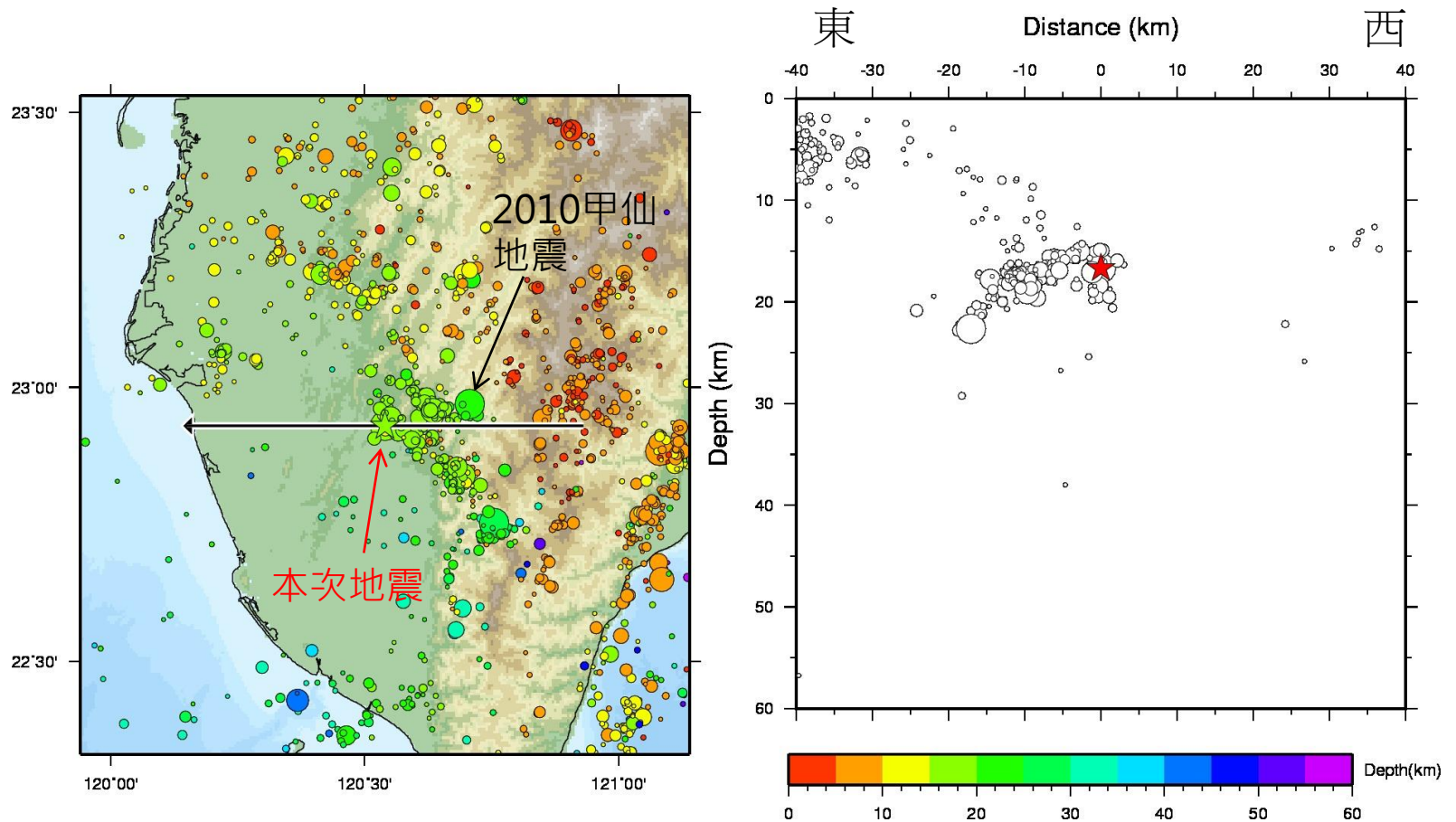
# 2010甲仙地震



**2010/03/04 在高雄甲仙也發生過規模6.4的地震，主震深度約23公里，其震源機制亦與本次地震相似，但其中東西方向之斷層面順時針旋轉了約40度，為西北東南走向，主餘震分布約呈西北東南走向。紅線為活動斷層。最大地表加速度PGA分布如右圖所示，輻射主要往西偏北，**台南地區震動不如本次地震強。****

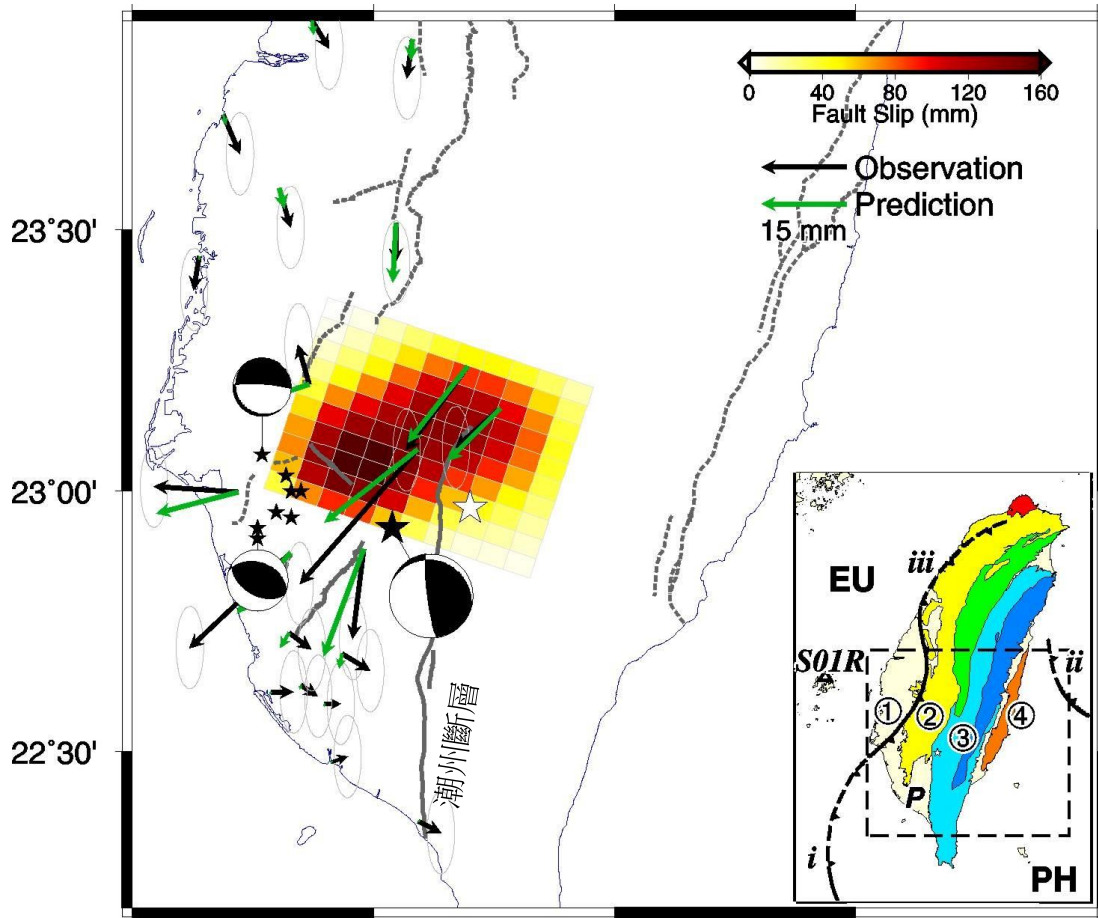
# 震央附近之背景地震活動

Azimuth: 270



本圖顯示1980~2014/01/31 規模大於3.5的背景地震活動資料(Data Source :CWB)。將背景地震沿著東西向剖面投影，投影長度80公里。中央山脈西南有一地震帶呈現東北-西南之線性分布，位於深度約20公里，本次地震發生此地震帶之最西端。

# 地表同震變形及斷層面滑移分布



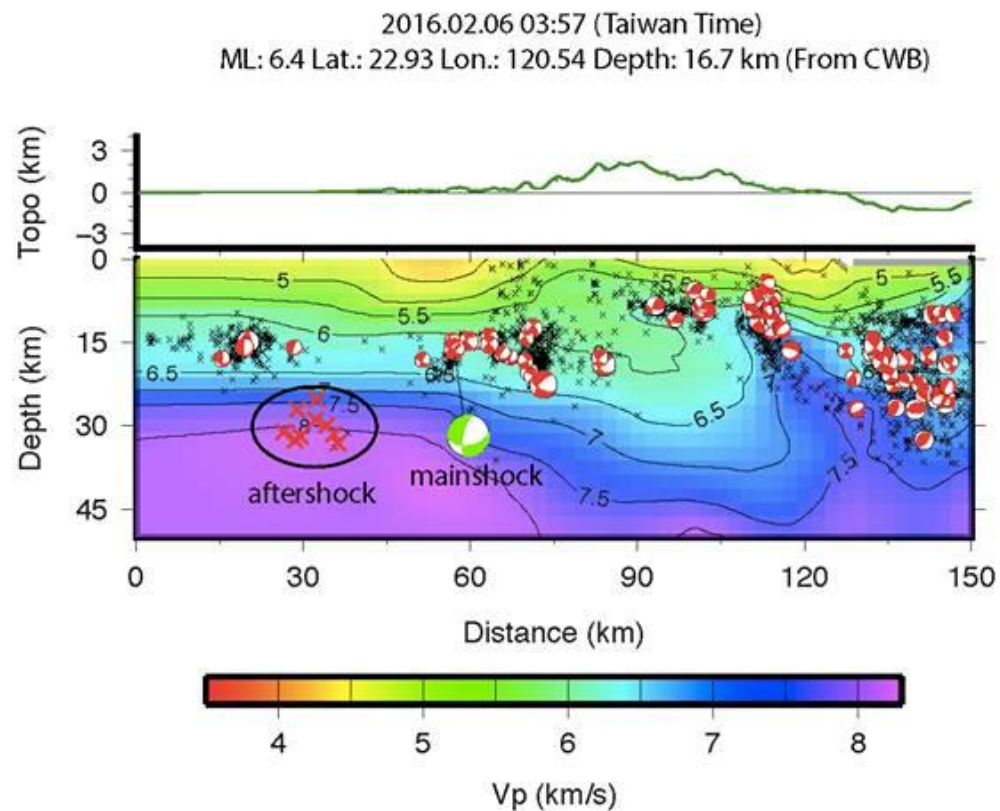
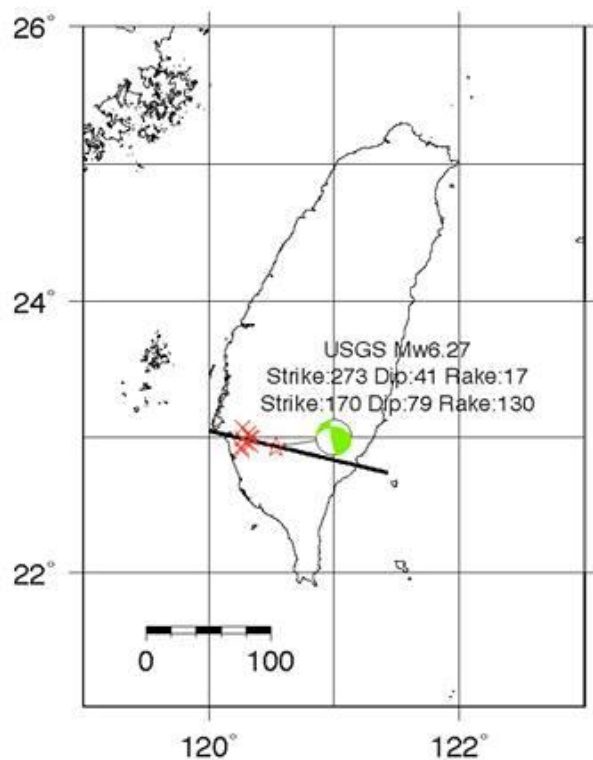
本圖比較這次的地震(黑色星號)和先前甲仙地震(白色星號)之相關位置，及滑移情形。

本次主震與兩個餘震之震源機制並不相同。主震發生在較東邊，深度在22公里，但大部分餘震發生在西邊接近台南，深度較深，約30公里左右。

箭頭為地表所量測到的同震位移場(國土測繪中心所提供)，地表滑移向量在震央附近往西南方移動約1.5公分。依此觀測資料推求地下東西方向斷層面上的滑移分布情形(色磚所示)，斷層頂部的深度是12公里，主要滑動面在深度14-17公里左右，斷層面上最大錯動量達16公分。

景國恩 博士 提供

# 震央附近之背景地震活動與地震波速度構造



沿東西剖面作圖可見本次主震(紅色星號)和餘震群(紅色叉號)在空間分布上有一段差距，餘震群深度較深，接近地殼與地函的交界。

紅色海灘球為過去較大地震之震源機制。背景顏色為速度構造，此乃藉由地震波穿透介質的波速快慢與折反射的強弱來呈現域性的地層結構，地震波的速度及穿透性與岩石的性質及溫度有關，一般以 P 波波速 7.5-8.0 km/s 來界定莫何面的位置。

黑色叉號為 1994~2009.6 以 hypoddd 方法重定位的背景地震活動資料 (Data Source : Dr. F.T. Wu)

# 台灣孕震構造

未來30年台灣孕震構造之發震機率圖

## 中台灣

- 10 苗栗前緣構造
  - 11 銅鑼構造
  - 12 東部苗栗構造
  - 13 獅潭斷層
  - 14 三義斷層
  - 15 屯子腳斷層
  - 16 彰化斷層
  - 17 車籠埔斷層
  - 18 大茅埔-雙冬斷層
  - 20 梅山斷層
- 規模大於6.5 25%  
 規模大於6.7 11%  
 規模大於7.0 7%

## 南台灣

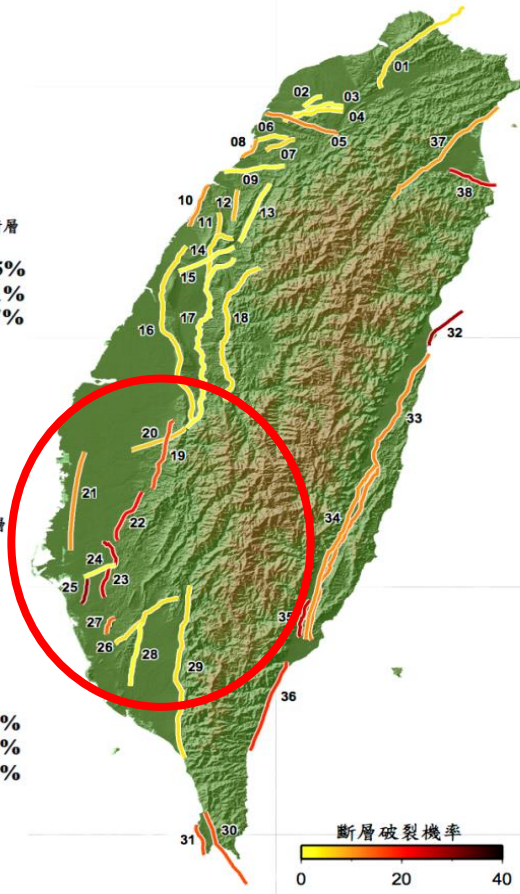
- 19 九芎坑斷層
  - 21 嘉義前緣構造
  - 22 木屐寮-六甲斷層
  - 23 中洲構造
  - 24 新化斷層
  - 25 後甲里斷層
  - 26 旗山斷層
  - 27 小崗山斷層
  - 28 高屏溪構造
  - 29 潮州斷層
  - 30 恆春斷層
  - 31 恆春離岸構造
- 規模大於6.5 64%  
 規模大於6.7 62%  
 規模大於7.0 13%

## 北台灣

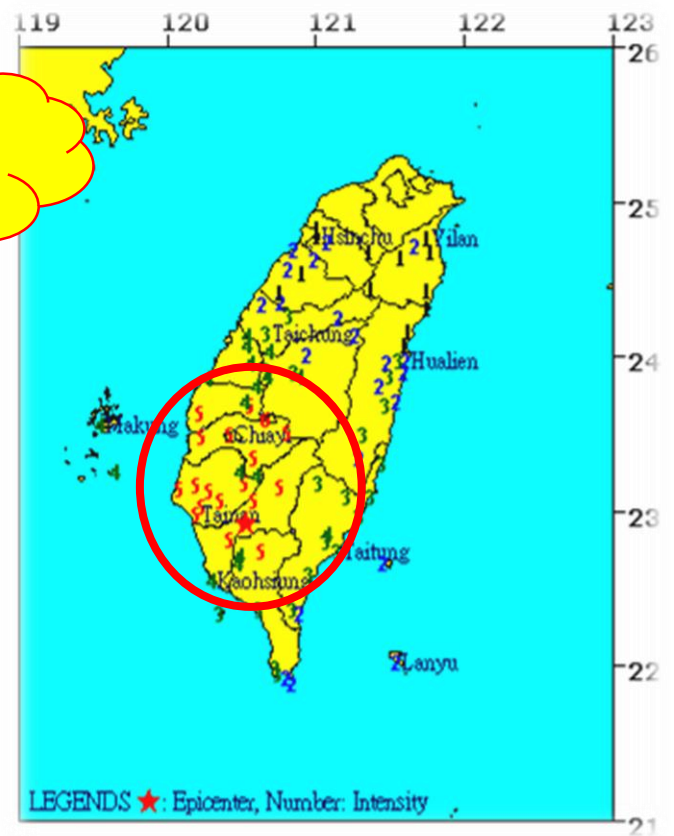
- 01 山腳斷層
  - 02 雙連坡構造
  - 03 楊梅構造
  - 04 湖口斷層
  - 05 鳳山溪走向滑移構造
  - 06 新竹斷層
  - 07 新城斷層
  - 08 新竹前緣構造
  - 09 斗煥坪構造
  - 37 北宜蘭構造
  - 38 南宜蘭構造
- 規模大於6.5 29%  
 規模大於6.7 16%  
 規模大於7.0 4%

## 東台灣

- 32 米崙斷層
  - 33 花東縱谷斷層
  - 34 中央山脈構造
  - 35 鹿野斷層
  - 36 太麻里海岸線構造
- 規模大於6.5 34%  
 規模大於6.7 34%  
 規模大於7.0 20%



震央位置在**旗山斷層**以及**潮州斷層**兩個地表活動斷層的交界附近。根據2015年所評估的孕震構造結果顯示，**未來30年南台灣地區發生規模大於6.5地震的機率為64%。本次地震發生凸顯此圖對台灣未來地震災害評估的重要意義。**



此計算參考台灣地震模型所提供之孕震構造參數。孕震構造13,15,16,17,20,22,24,32,33採用布朗過程時間模型(BPT)，其餘孕震構造使用泊松模型(Poisson)估算。



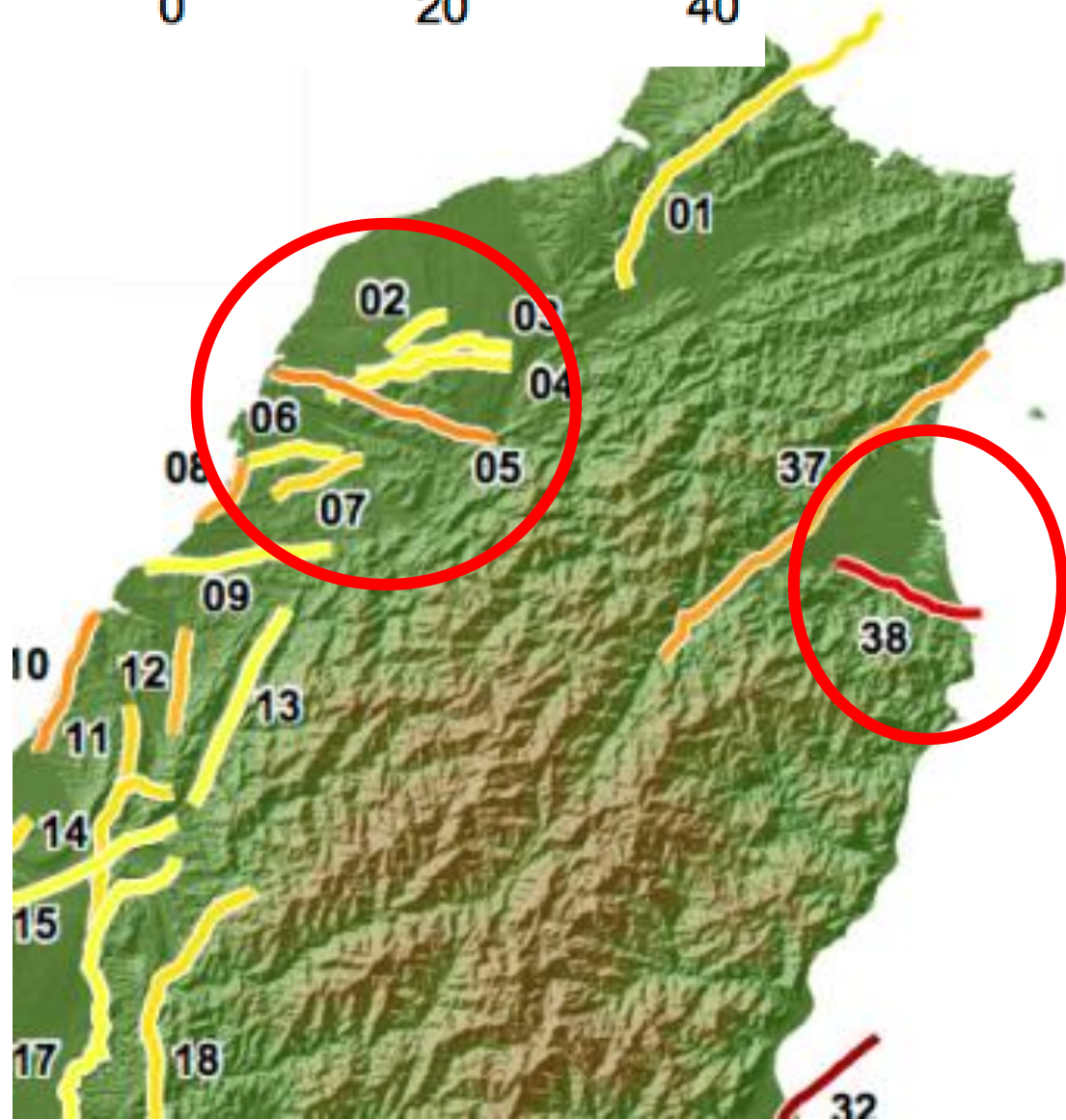
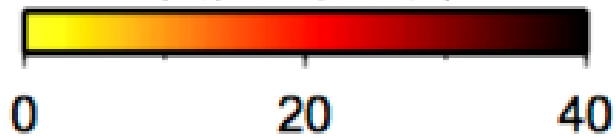
基準日2015年1月1日

From TEM  
(Taiwan Earthquake Model)





# 斷層破裂機率



## 北台灣

- 01 山腳斷層
- 02 雙連坡構造
- 03 楊梅構造
- 04 湖口斷層
- 05 鳳山溪走向滑移構造
- 06 新竹斷層
- 07 新城斷層
- 08 新竹前緣構造
- 09 斗煥坪構造
- 37 北宜蘭構造
- 38 南宜蘭構造

**規模大於6.5 29%**

規模大於6.7 16%

規模大於7.0 4%

# 中台灣

- 10 苗栗前緣構造
- 11 銅鑼構造
- 12 東部苗栗構造
- 13 獅潭斷層
- 14 三義斷層
- 15 屯子腳斷層
- 16 彰化斷層
- 17 車籠埔斷層
- 18 大茅埔-雙冬斷層

20 梅山斷層

規模大於6.5 **25%**

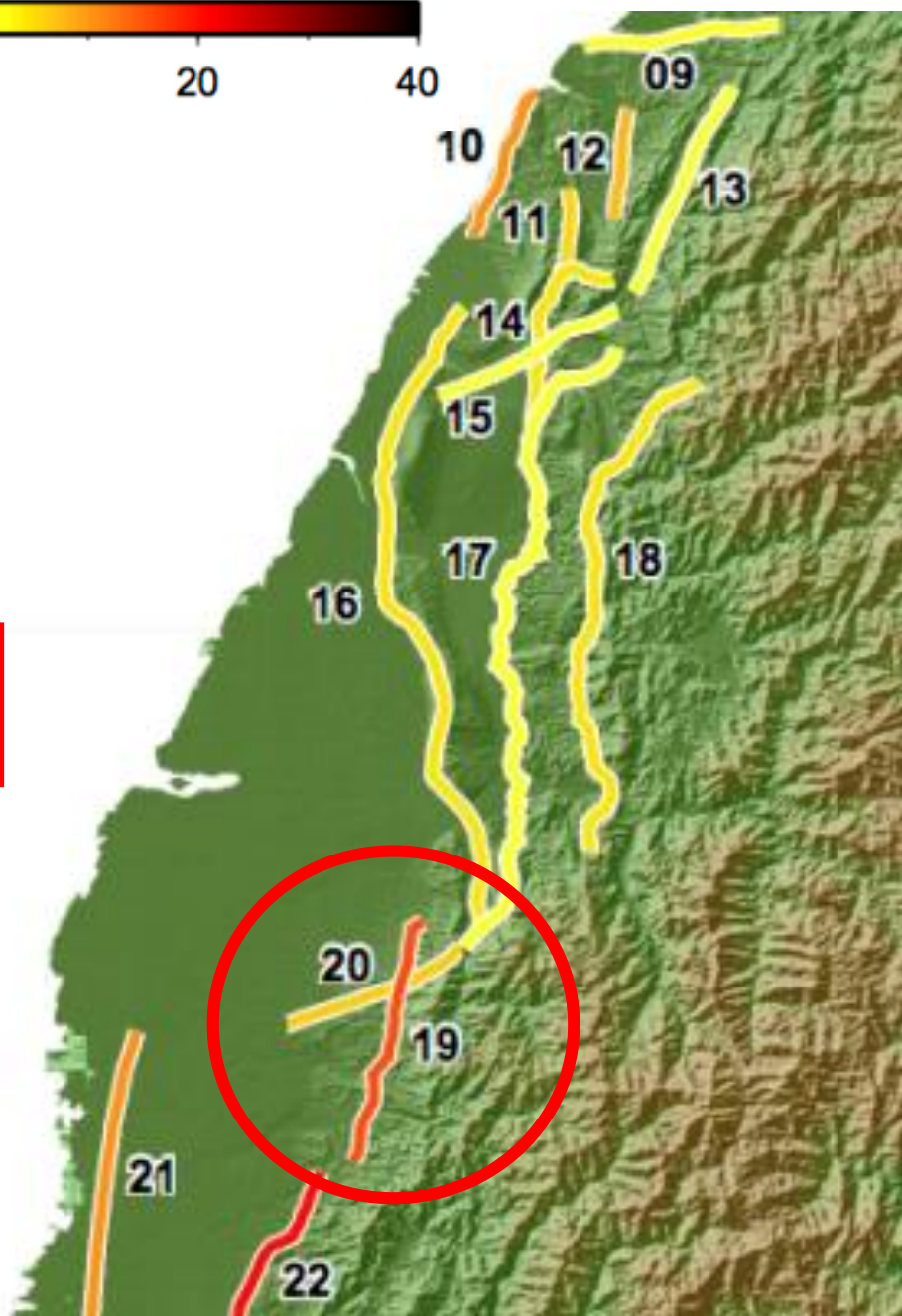
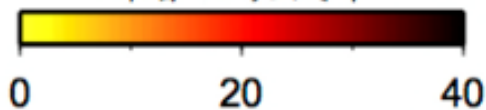
規模大於6.7 **11%**

規模大於7.0 **7%**

# 南台灣

- 19 九芎坑斷層
- 21 嘉義前緣構造
- 22 木屐寮-六甲斷層

斷層破裂機率



# 南台灣

- 19 九芎坑斷層
- 21 嘉義前緣構造
- 22 木屐寮-六甲斷層
- 23 中洲構造
- 24 新化斷層
- 25 後甲里斷層
- 26 旗山斷層
- 27 小崗山斷層
- 28 高屏溪構造
- 29 潮州斷層
- 30 恆春斷層
- 31 恆春離岸構造

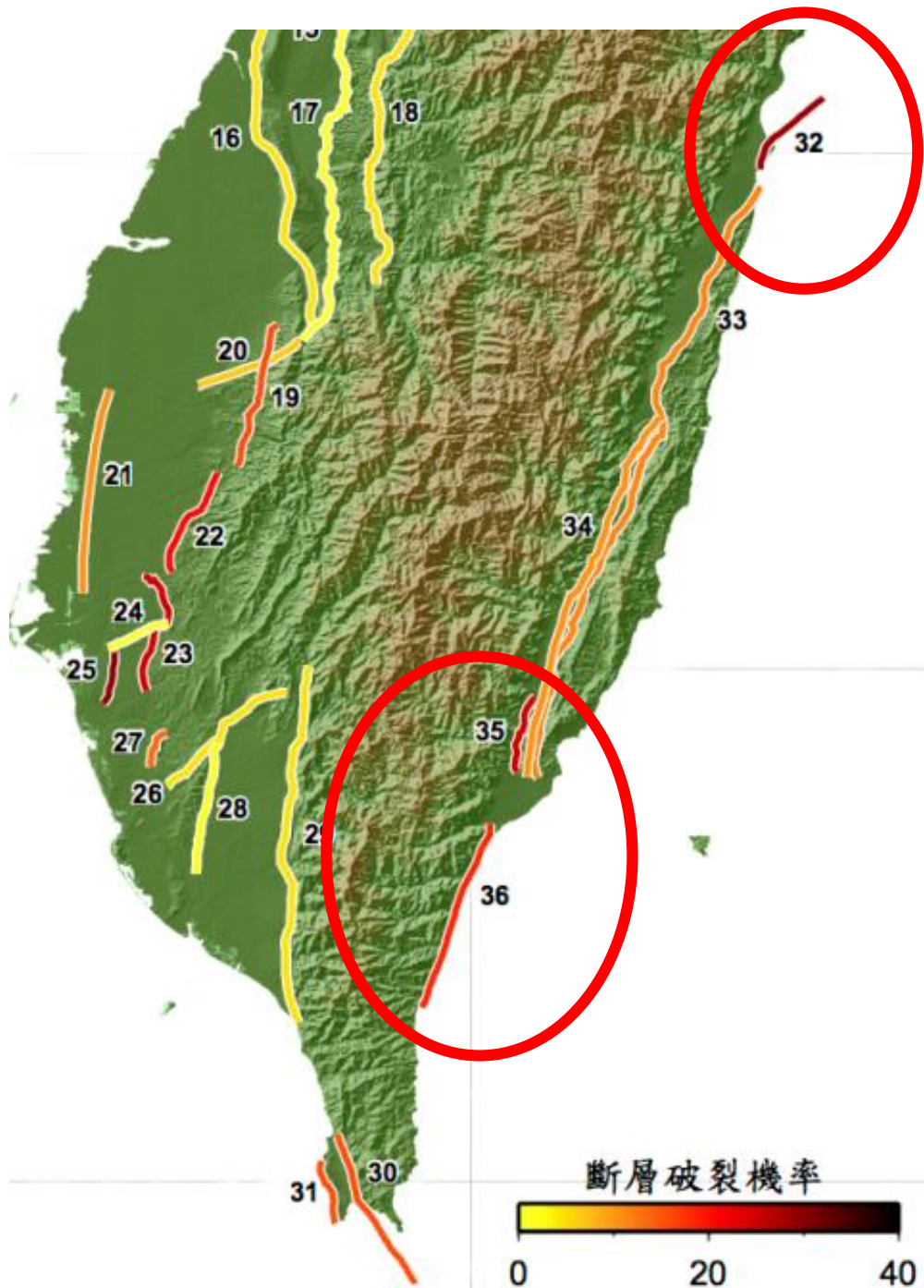
規模大於6.5 64%

規模大於6.7 62%

規模大於7.0 13%



2015.01.01公布預測



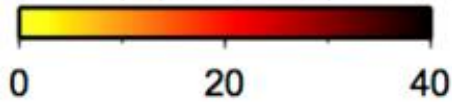
### 東台灣

- 32 米崙斷層
- 33 花東縱谷斷層
- 34 中央山脈構造

35 鹿野斷層  
 36 太麻里海岸線構造

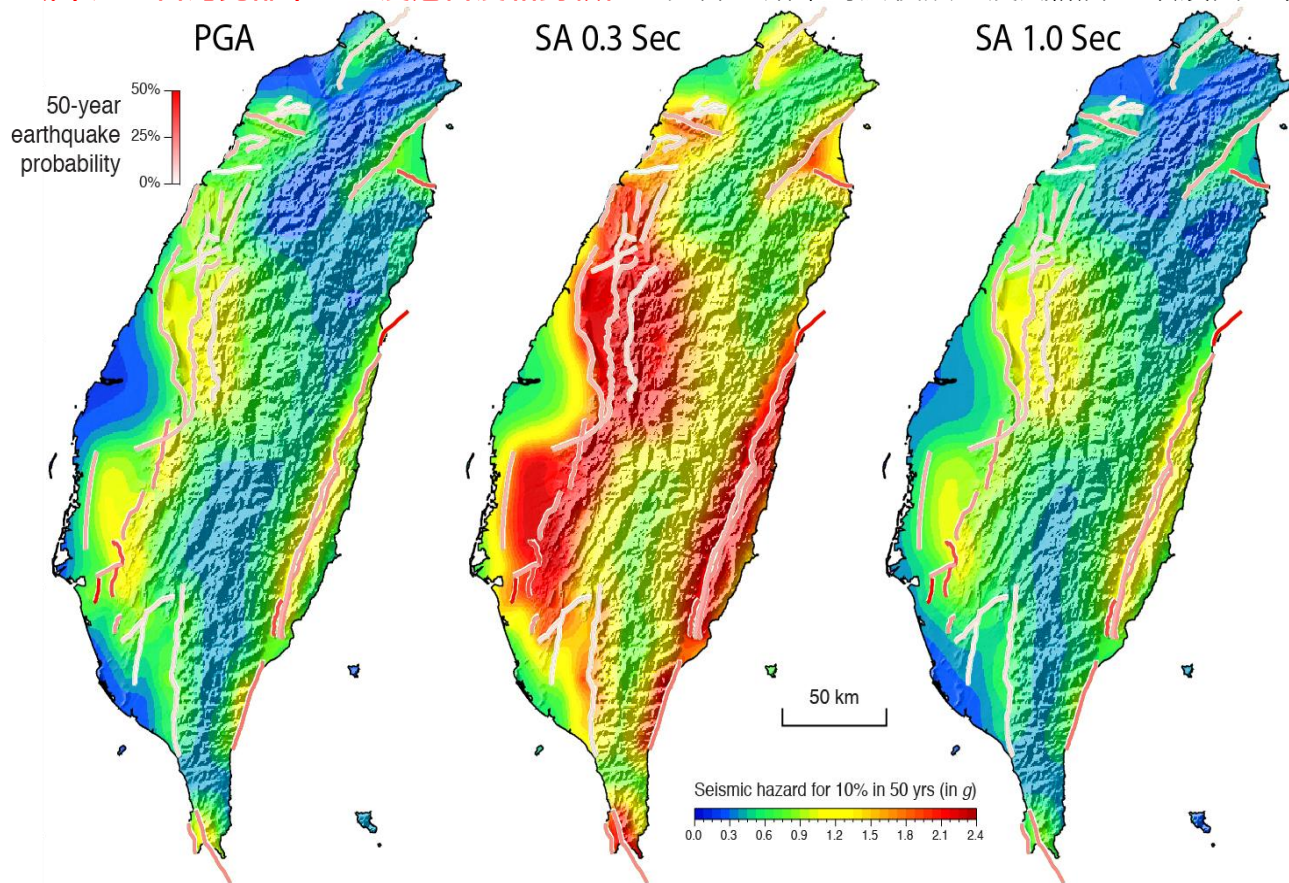
規模大於6.5 34%  
 規模大於6.7 34%  
 規模大於7.0 20%

斷層破裂機率



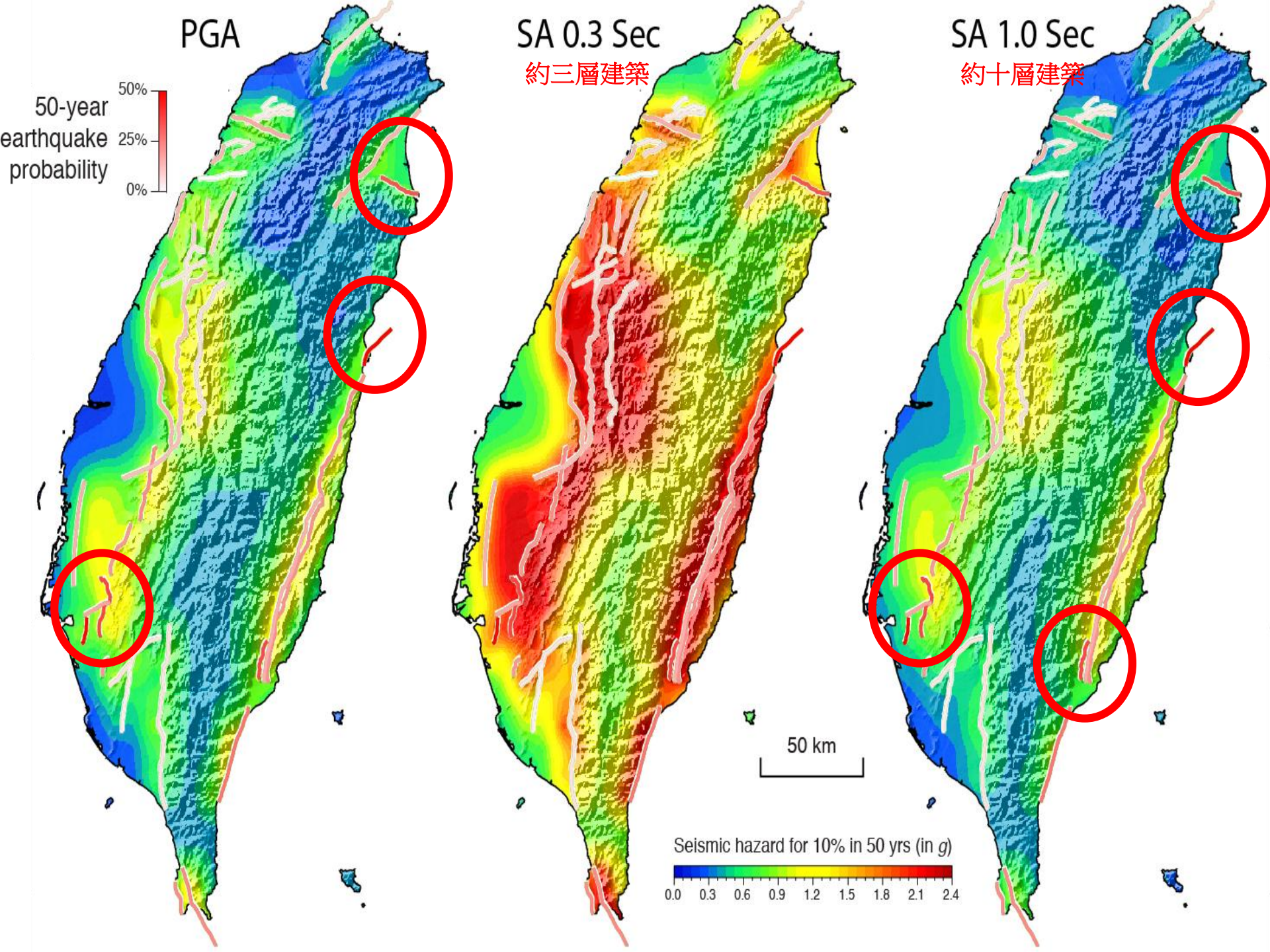
# 台灣地震危害度

利用地震目錄、震源機制目錄、衰減公式，以及活動斷層參數資料庫，評估台灣地區之地震危害度。根據各斷層的回歸週期，評估未來五十年各活動斷層發生地震之機率。為了呈現對不同建築結構之地震危害，分別呈現**地表加速度 ( peak ground acceleration )**，簡稱「PGA」)、**加速度反應頻譜 ( spectral acceleration ) 0.3秒** ( 簡稱「SA 0.3 Sec」，對應約樓高三層之建築物 ) 以及**1.0秒** ( 簡稱「SA 1.0 Sec」，對應約樓高十層之建築物 ) 之地震危害分布圖。結果顯示，**較短回歸週期之活斷層，未來發震機率較高** ( 斷層呈深紅色 )，且該斷層周圍具有較大之地震危害度；相對地，無活動斷層 ( 如：中央山脈地區 ) 或附近斷層回歸週期較長，**地震活動較不活躍之區域 ( 如：台灣北部 )**，**地震危害度相對較低**。此評估結果對於後續地震風險評估以及國土規劃提供重要資訊。



From TEM  
(Taiwan Earthquake Model)





# 更多的 T E C 資源等你來用

## ✧ 我想要知道更多名詞解釋

Coming soon~

## ✧ [我想要自己做地震速報](http://qcntw.earth.sinica.edu.tw/games/competitionV2/index.php)

<http://qcntw.earth.sinica.edu.tw/games/competitionV2/index.php>

## ✧ [我想要了解這個地震附近的構造背景](http://tesis.earth.sinica.edu.tw/new/)

<http://tesis.earth.sinica.edu.tw/new/>

## ✧ [TEC 近期活動](http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/news_list.php?id=1)

[http://tec.earth.sinica.edu.tw/new\\_web/news\\_list.php?id=1](http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/news_list.php?id=1)

## ✧ [台灣地震科學中心TEC 主頁](http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/index.php)

[http://tec.earth.sinica.edu.tw/new\\_web/index.php](http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/index.php)



# 參考文獻

Ching, K.-E., K. M. Johnson, R.-J. Rau, R. Y. Chuang, L.-C. Kuo, and P.-L. Leu (2011), Inferred fault geometry and slip distribution of the 2010 Jiashian, Taiwan, earthquake is consistent with a thick-skinned deformation model, *Earth and Planetary Science Letters*, 301(1-2), 78-86, doi:10.1016/j.epsl.2010.10.021.

Huang, H. H., Y.-M. Wu, T.-L. Lin, W.-A. Chao, J. B. H. Shyu, C.-H. Han, and C.-H. Chang (2011), The Preliminary Study of the 4 March 2010 Mw 6.3 Jiasian, Taiwan Earthquake Sequence, *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 22(3), 283-290, doi:10.3319/TAO.2010.12.13.01(T).

Lee, S.-J., L. Mozziconacci, W.-T. Liang, Y.-J. Hsu, W.-G. Huang, and B.-S. Huang (2013), Source complexity of the 4 March 2010 Jiashian, Taiwan, Earthquake determined by joint inversion of teleseismic and near field data, *Journal of Asian Earth Sciences*, 64, 14-26, doi:10.1016/j.jseaes.2012.11.018.

Wu, Y. M., D. Y. Chen, T. L. Lin, C. Y. Hsieh, T. L. Chin, W. Y. Chang, W. S. Li, and S. H. Ker (2013), A High-Density Seismic Network for Earthquake Early Warning in Taiwan Based on Low Cost Sensors, *Seismological Research Letters*, 84(6), 1048-1054, doi:10.1785/0220130085.

臺灣活動斷層條帶地質圖，中央地質調查所(2012)。

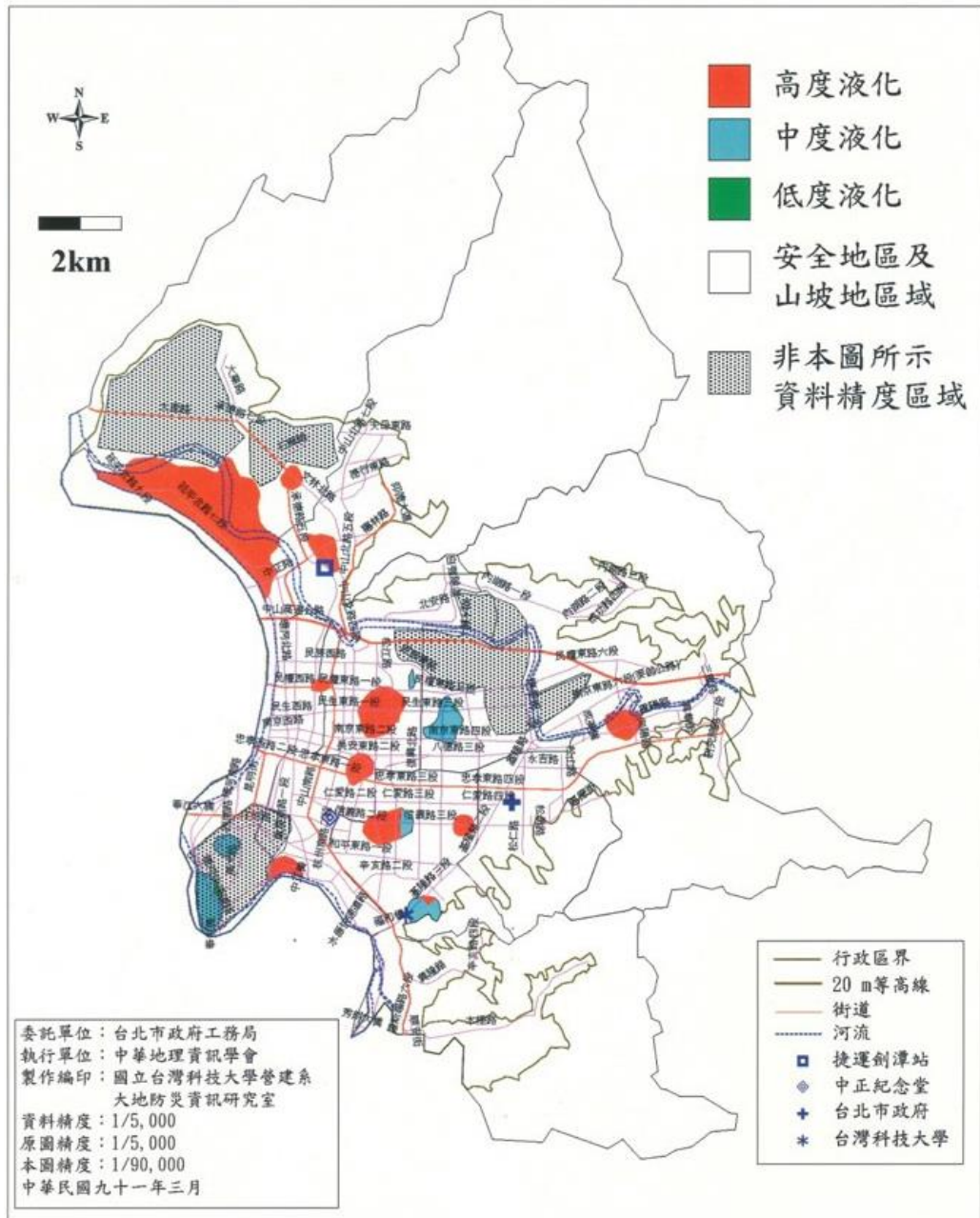




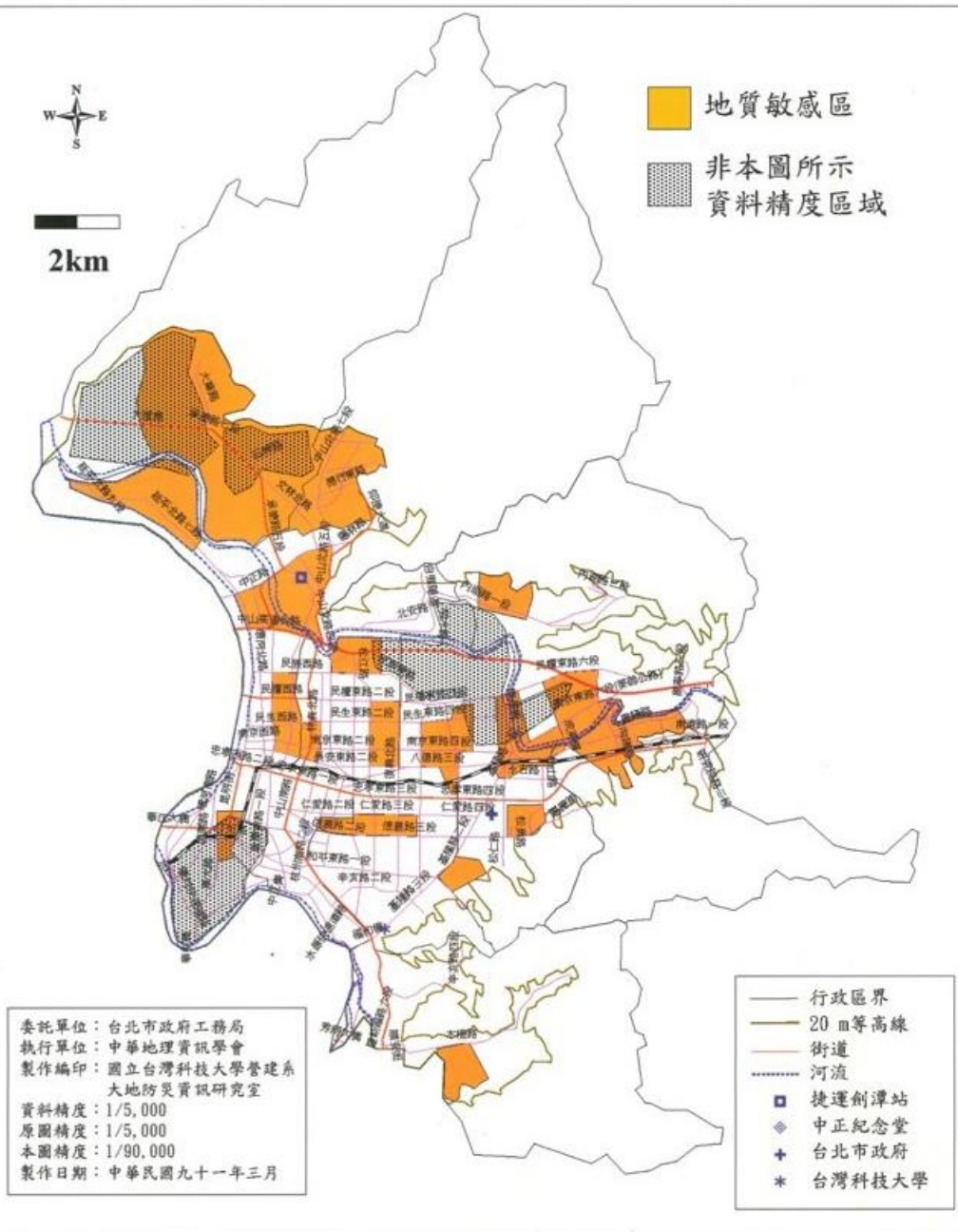
# 2.地質敏感區

(廠址效應與液化區)  
(盆地效應) (流沙區)

台灣科大李咸亨教授

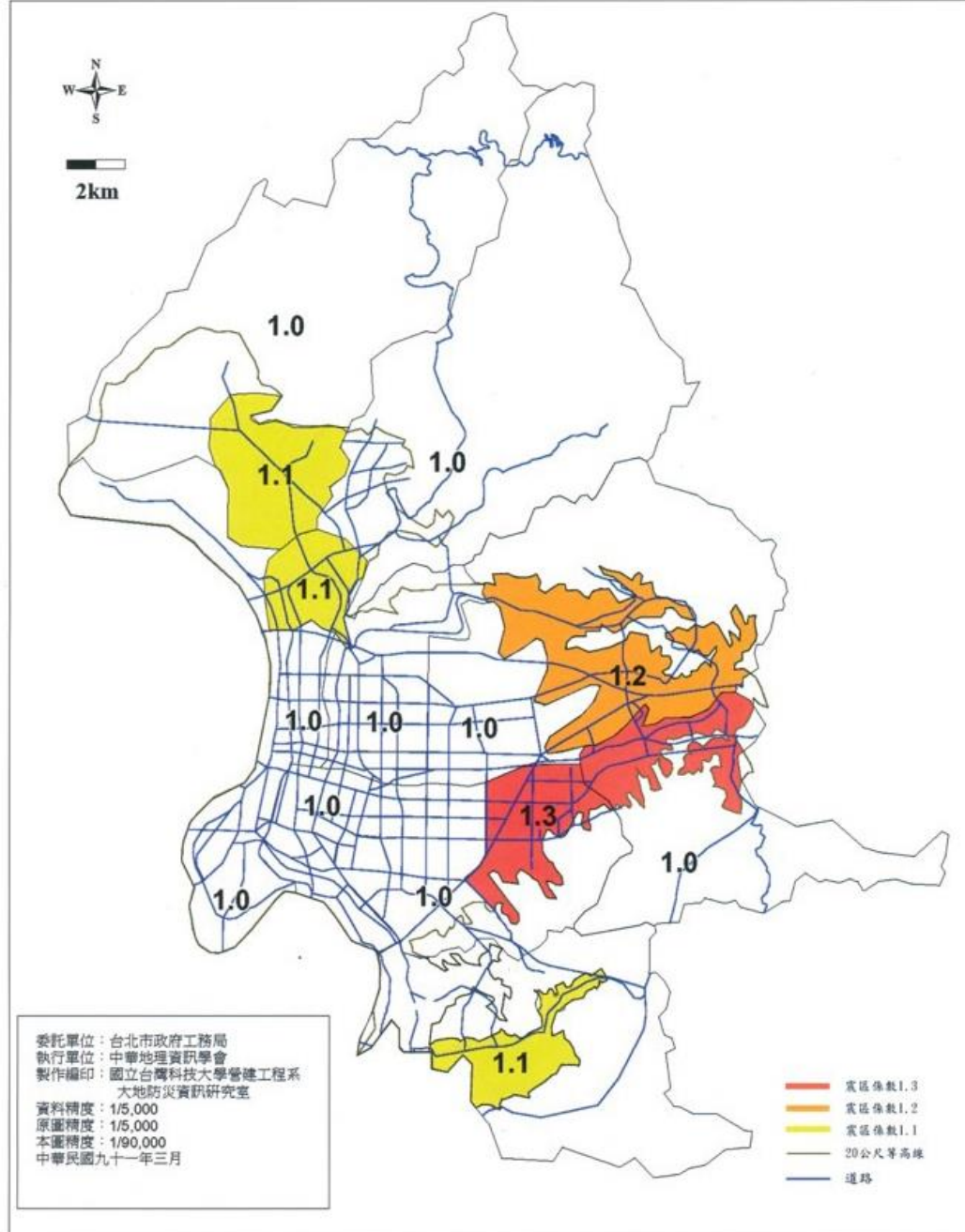


依最新地震規範0.23g條件下預估之台北市平原地區液化潛能圖



台北市平原地區範圍內反映地表至地下15公尺深度內地質敏感區位圖

李成亨,「台北地質敏感區位圖研究計劃-平地建築篇」,市政建設專題研究報告第260輯,台北市政府研究發展考核委員會,台北(1995)。  
 李成亨、謝宗榮,「台北市地質鑽孔資訊化計畫第三期研究報告」,研究報告,台北市政府,台北市(2001)。



台北市行政區地震放大係數圖 (場址效應(盆地效應))

# 3. 天災?? 人禍??

## 地震加速度超過 設計規範值

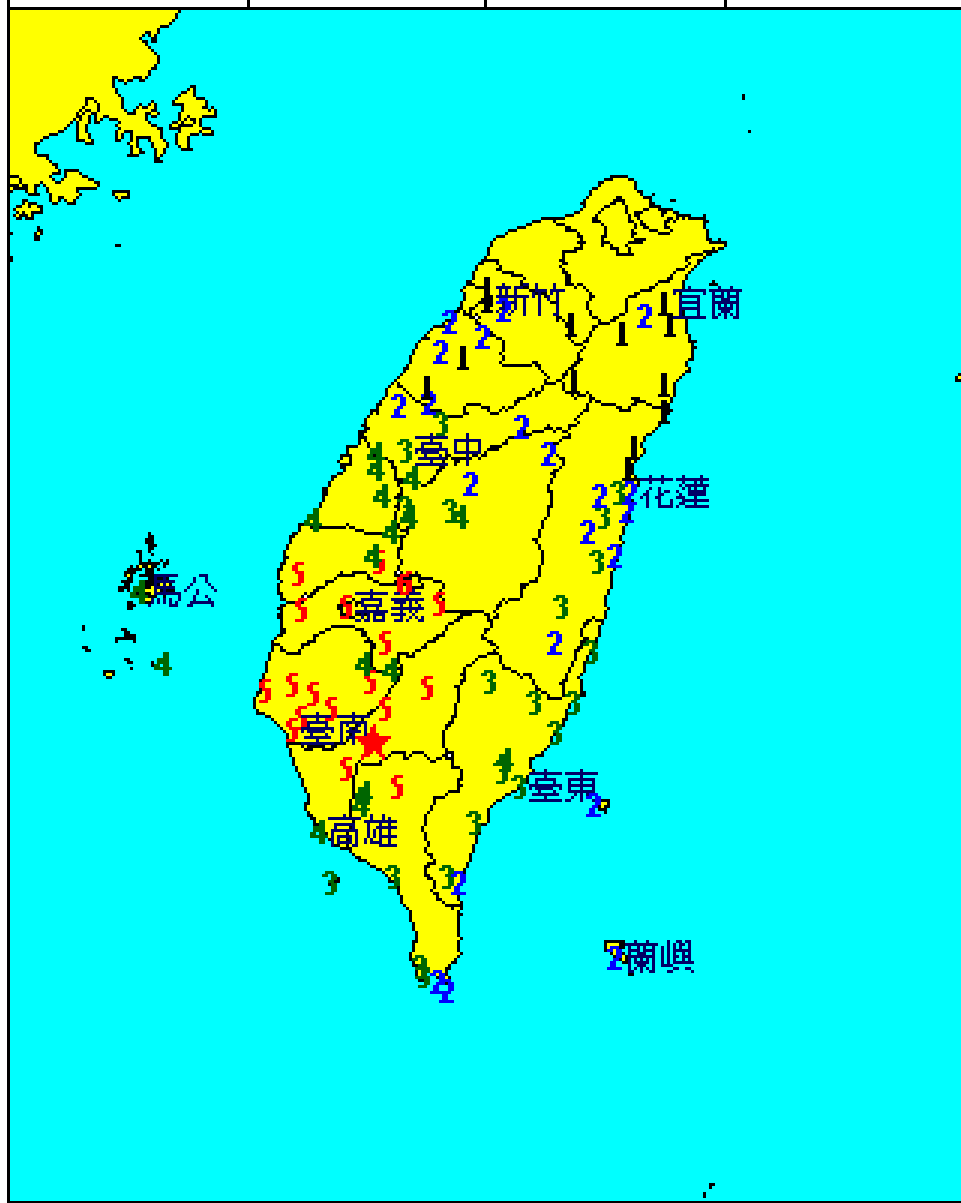
台南市土木技師公會針對維冠金龍大樓鋼筋數量、箍筋方式、接筋綁法、混凝土比例與建築結構等協助檢方進行蒐證，亦比對建築圖，分析大樓結構、耐震度及強度等，供檢方參考。專案人員初步歸納六大缺失：

1. 包括降低高度規避實質審查，導致安全無人把關；
2. 1到4樓無隔間牆，大樓樑柱不足，形成軟弱樓層；
3. 建築的U字型結構差，抗震能力不足；
4. 偷工減料，綁筋施工不實；
5. 接續鋼筋未交錯，連接頭都斷裂；
6. 16層樓建築居然只有1層地下室，地基深度不足，造成頭重腳輕。

119 120 121 122 123

# 中央氣象局地震報告

編號：第105006號  
 日期：105年2月6日  
 時間：3時57分27.2秒  
 位置：北緯22.93度，東經120.54度  
 即在屏東縣政府北偏東方27.4公里  
 位於高雄市美濃區  
 地震深度：16.7公里  
 芮氏規模：6.4



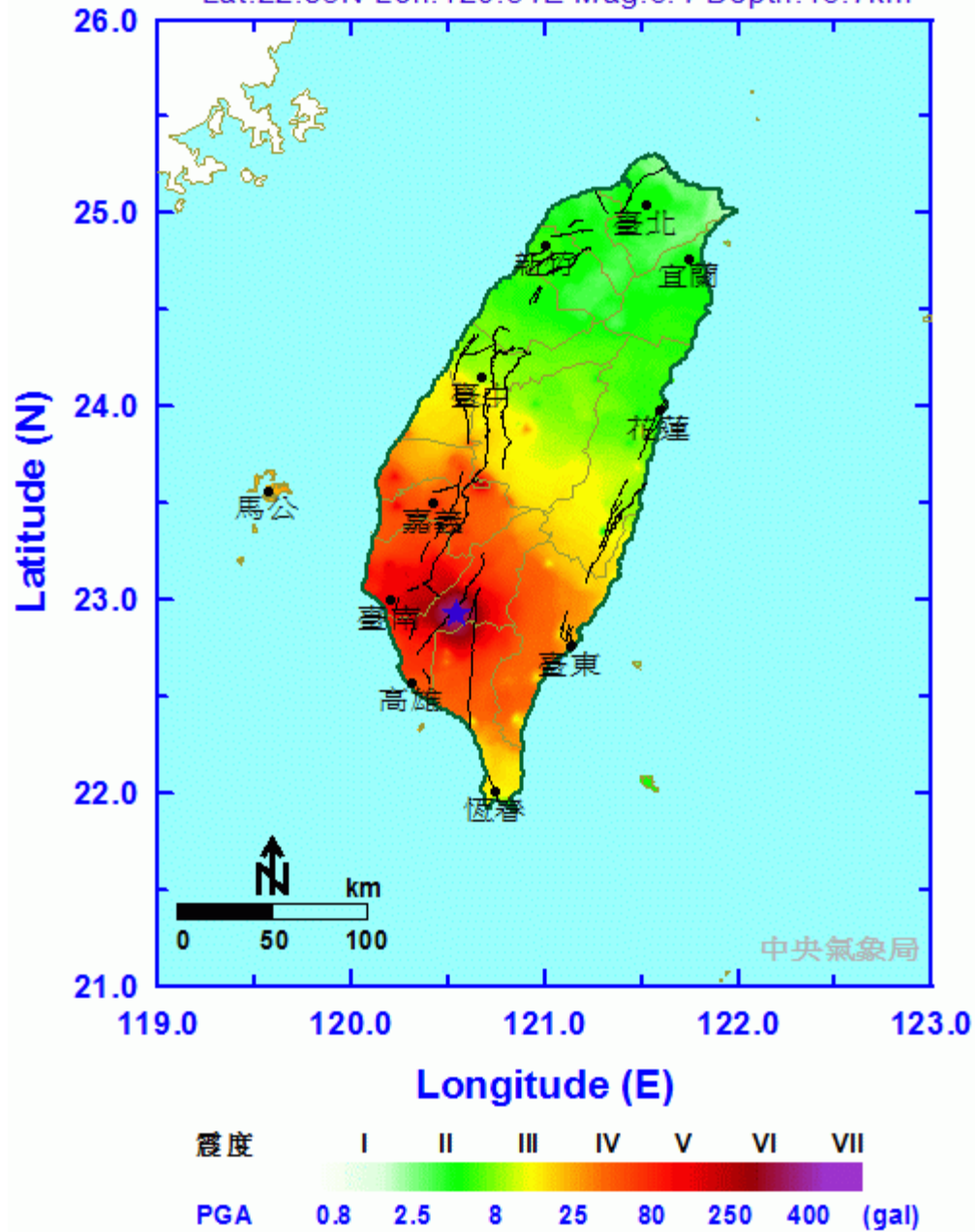
## 各地最大震度

雲林縣草嶺	6級	彰化縣彰化市	4級
高雄市旗山	5級	臺東縣臺東市	3級
屏東縣三地門	5級	花蓮縣紅葉	3級
臺南市楠西	5級	屏東縣南灣	3級
臺南市	5級	南投縣南投市	3級
嘉義縣草山	5級	臺中市	3級
嘉義市	5級	花蓮縣花蓮市	2級
屏東縣屏東市	4級	苗栗縣鯉魚潭	2級
高雄市	4級	苗栗縣苗栗市	2級
臺東縣初鹿	4級	新竹縣竹東	2級
雲林縣斗六市	4級	宜蘭縣內城	2級
澎湖縣東吉島	4級	桃園市三光	1級
彰化縣二水	4級	新竹市	1級
南投縣名間	4級	新竹縣竹北市	1級
澎湖縣馬公市	4級	宜蘭縣宜蘭市	1級
臺中市霧峰	4級		

圖說：★表震央位置，阿拉伯數字表示該測站震度

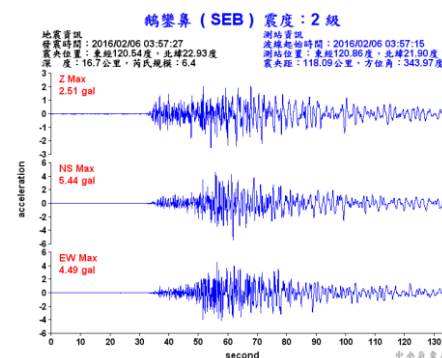
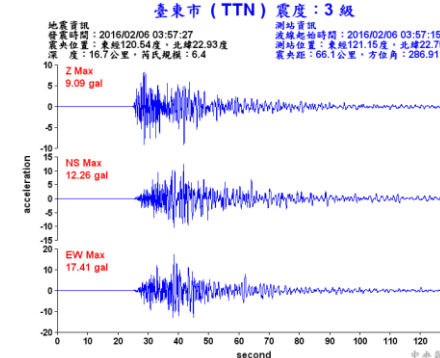
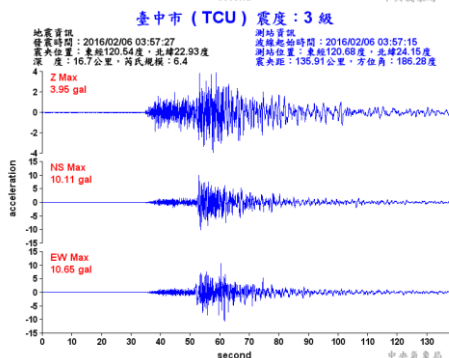
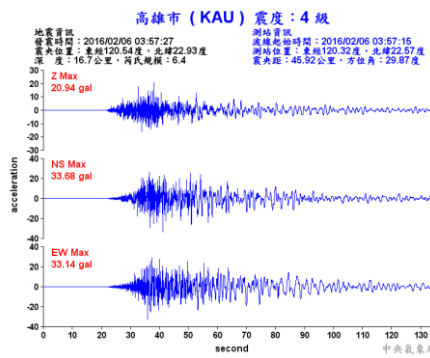
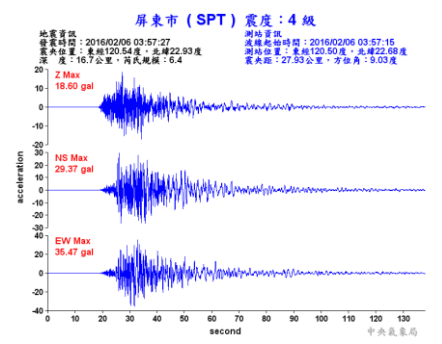
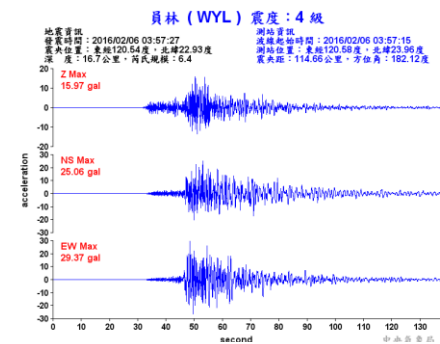
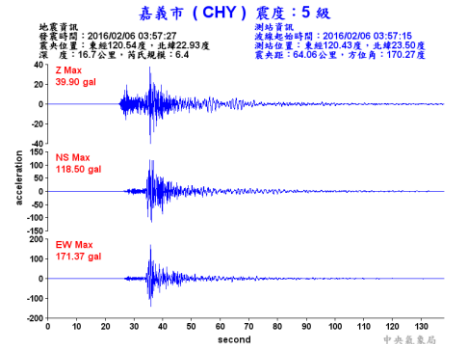
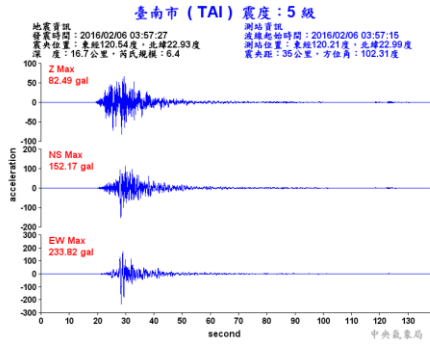
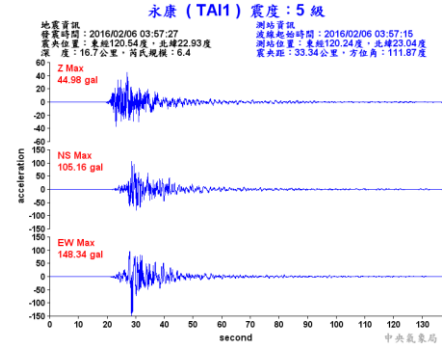
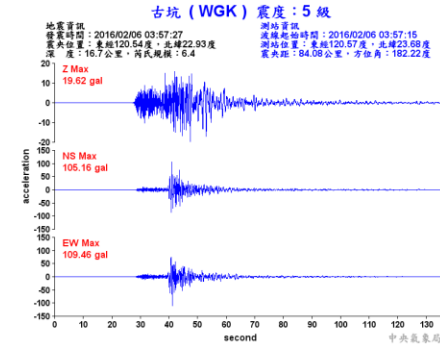
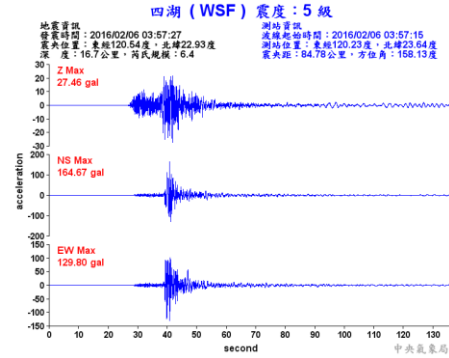
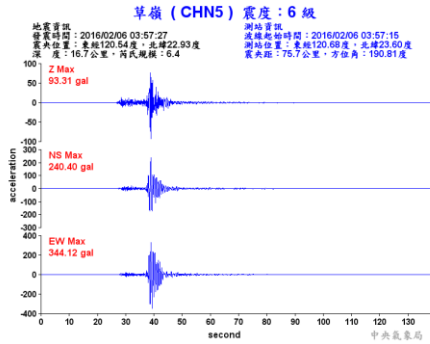
本報告係中央氣象局地震觀測網即時地震資料地震速報之結果。

Origin Time: 2016/02/06 03:57:27 (GMT+08:00)  
Lat:22.93N Lon:120.54E Mag:6.4 Depth:16.7km



# 即時強地動震波圖

[http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/Data/detailData/EC0206035764006/detail\\_frameset.htm](http://www.cwb.gov.tw/V7/earthquake/Data/detailData/EC0206035764006/detail_frameset.htm)





# 臺南市 (TAI) 震度：5 級

地震資訊

發震時間：2016/02/06 03:57:27

震央位置：東經120.54度，北緯22.93度

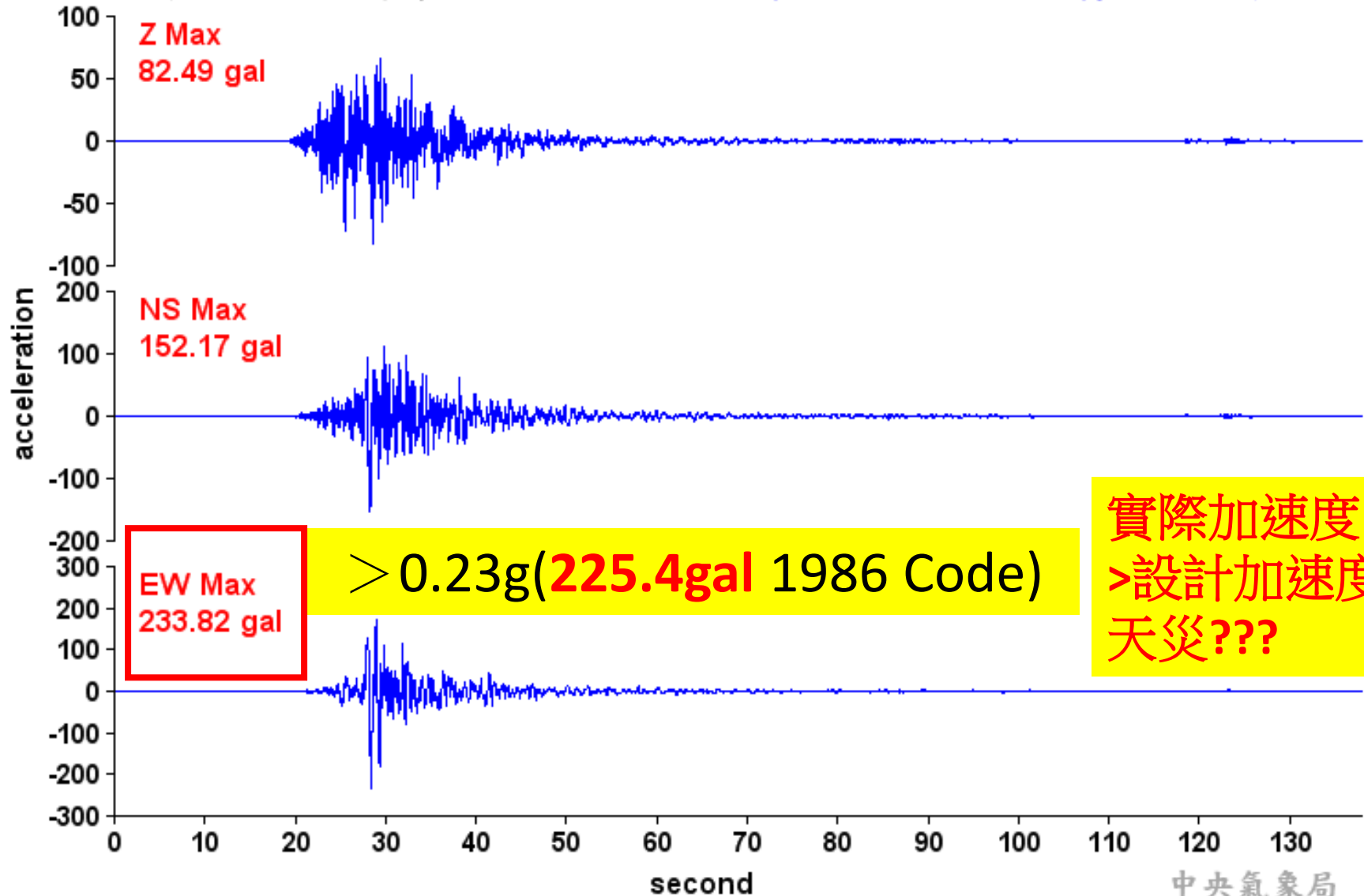
深度：16.7公里，芮氏規模：6.4

測站資訊

波線起始時間：2016/02/06 03:57:15

測站位置：東經120.21度，北緯22.99度

震央距：35公里，方位角：102.31度



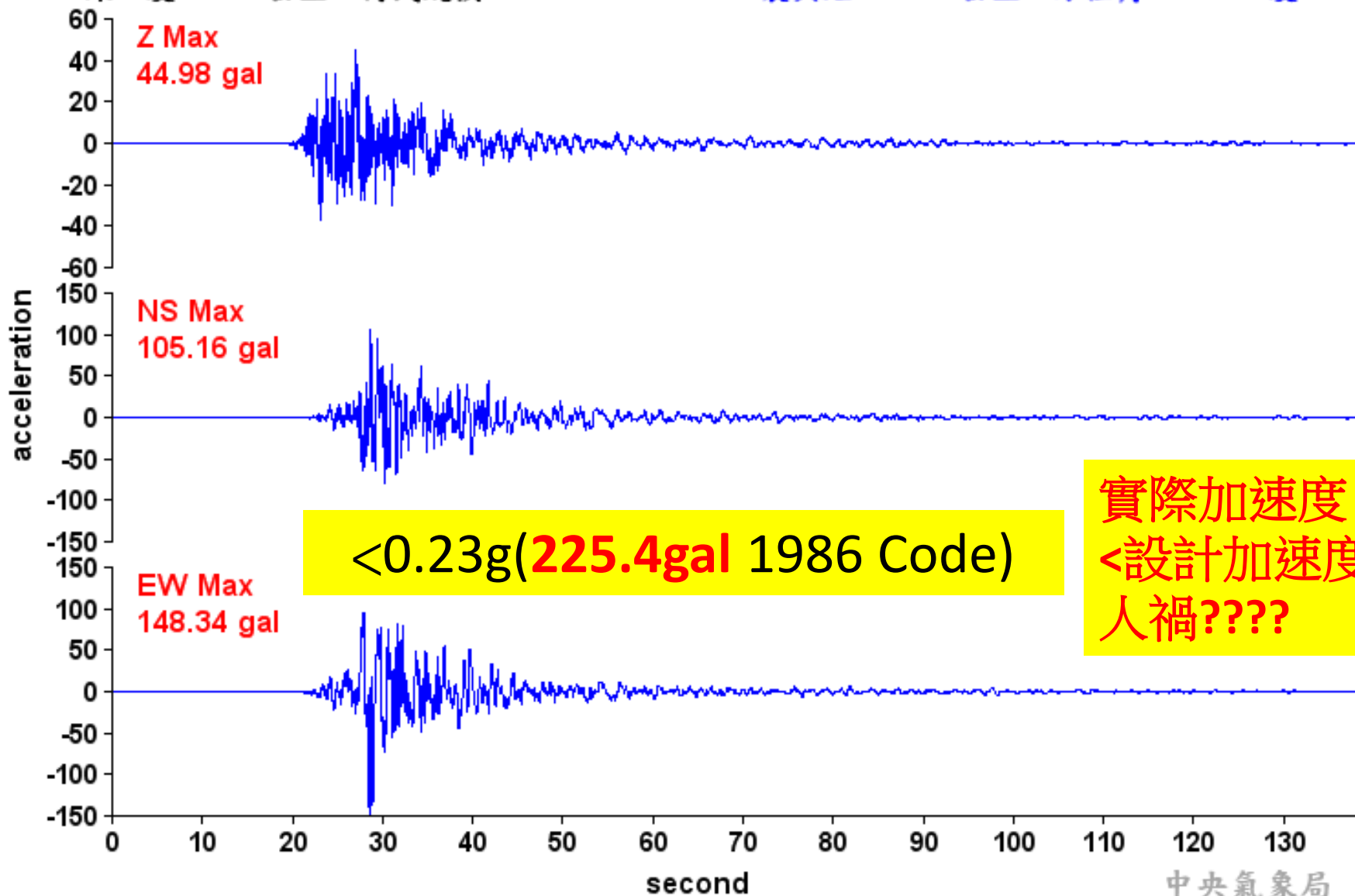
# 永康 (TAI1) 震度：5 級

## 地震資訊

發震時間：2016/02/06 03:57:27  
震央位置：東經120.54度，北緯22.93度  
深度：16.7公里，芮氏規模：6.4

## 測站資訊

波線起始時間：2016/02/06 03:57:15  
測站位置：東經120.24度，北緯23.04度  
震央距：33.34公里，方位角：111.87度

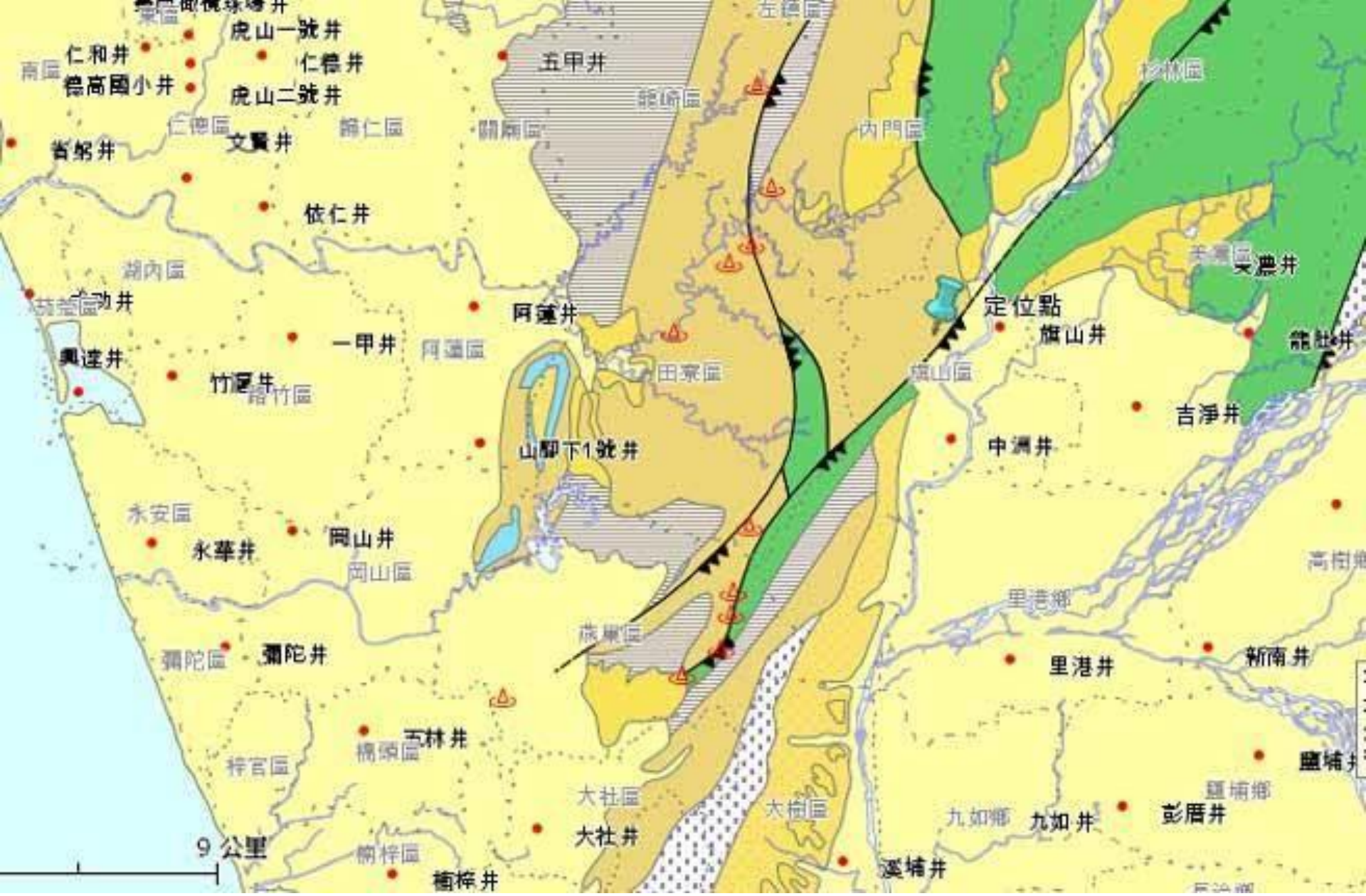




台南市永康區永大港二段維冠大樓

斷層種類	第一類
觀察報告	觀察
英文名稱	Chishan Fault
註記	逆移兼左移
斷層編號	23
更新時間	2009年12月
斷層名稱	旗山斷層

Epicenter





台南市永康區永大路二段鐵冠大樓

★ 2016/02/06 04:01:52(UTC+8) M:4.3

★ 2016/02/06 05:07:19(UTC+8) M:4.4

★ 2016/02/06 04:03:09(UTC+8) M:4.5

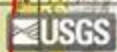
★ 2016/02/06 03:57:27(UTC+8) M:6.4

★ Epicenter



交通部中央氣象局  
Central Weather Bureau

Images © 2016 DigitalGlobe  
Images © 2016 CNES / Airbus  
Images © 2016 TerraMetrics  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO



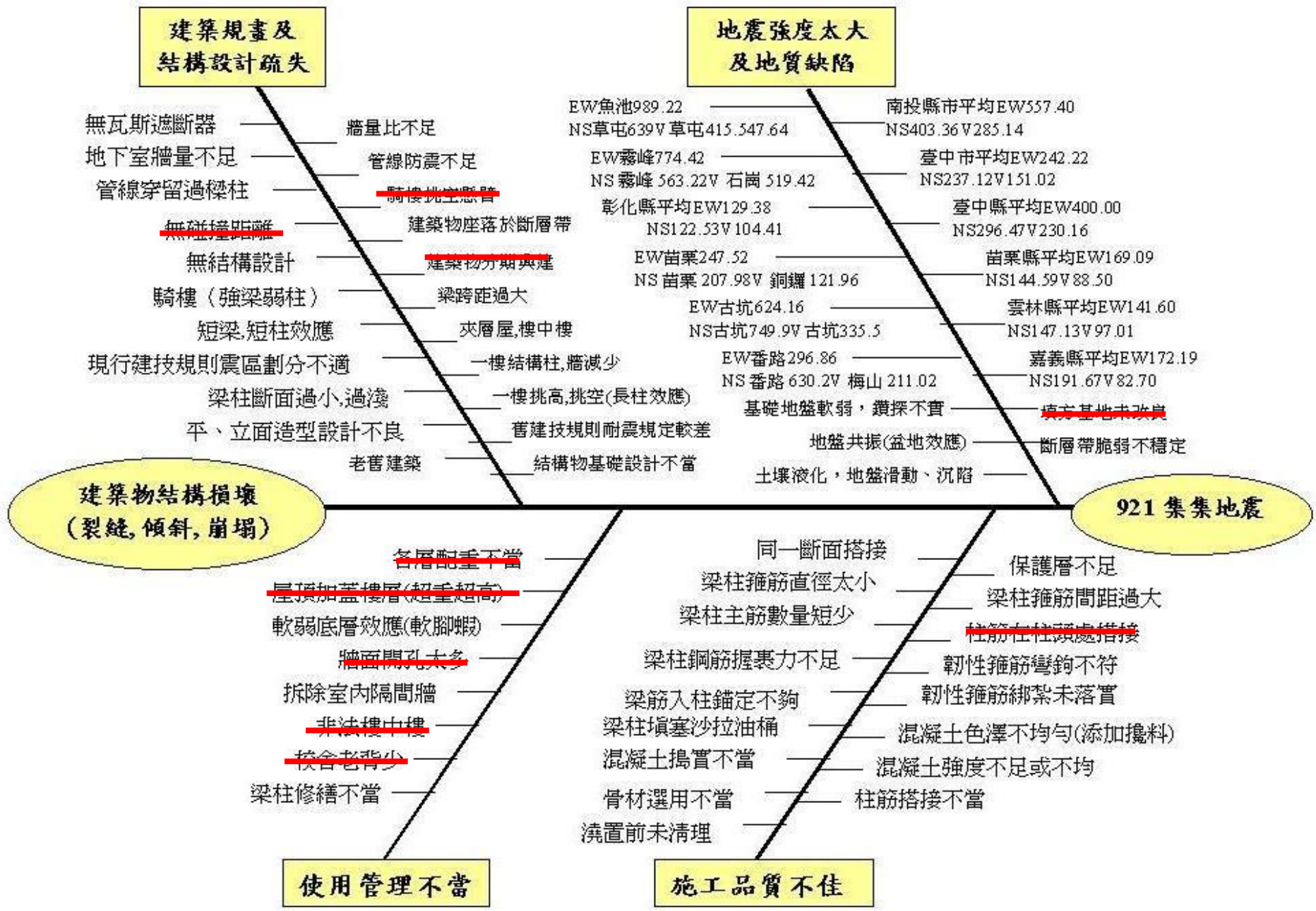
Google earth

圖像日期: 2015/12/14 緯度: 22.980155° 經度: 120.414652° 海拔高度: 0公尺 視覺海拔高度: 67.79公里

人禍???

檢警辦案  
倒塌鑑定

# 921大地震建築物損壞案例分析(Causes of Building Damage in 1999 Ji-Ji EQ.)



# 維冠金龍大樓被震垮六大缺失造成



作者社會中心／綜合報導 | NOWnews - 2016 年 2 月 17 日 上午 9:55

台南市維冠金龍大樓因強震而倒塌，釀成 114 人死亡的悲劇，台南地檢署檢察官會同台南市土木技師公會進入災區蒐證後，竟發現建築結構設計有 6 項重大缺失。其中，維冠金龍大樓的建築結構錯誤百出，卻無人把關；而建商林明輝為賺黑心錢，竟刻意將每層樓的高度降低幾公分，使大樓整體高度低於 50 公尺，規避建築結構的實質審查。

據最新出刊《壹週刊》報導，台南市土木技師公會針對維冠金龍大樓鋼筋數量、箍筋方式、接筋綁法、混擬土比例與建築結構等協助檢方進行蒐證，亦比對建築圖，分析大樓結構、耐震度及強度等，供檢方參考。

專案人員初步歸納**六大缺失**，

- 1.包括降低高度規避實質審查，導致安全無人把關；(法令規定>50m 或 17 層樓才要外審)**
- 2. 1 到 4 樓無隔間牆，大樓樑柱不足，形成軟弱樓層；(為何政府核發建照?)**
- 3.建築的Π字型結構差，抗震能力不足；(Π字型結構全國比比皆是)**
- 4.偷工減料，綁筋施工不實；(當年設計、施工規範未明確規定)**
- 5.接續鋼筋未交錯，連接頭都斷裂；(當年設計、施工規範未明確規定)**
- 6. 16 層樓建築居然只有 1 層地下室，地基深度不足，造成頭重腳輕。(當年設計、施工規範未明確規定)**

報導指出，依照《建築技術規則》規定，50 公尺以上的建物屬高層建築，結構計算書須單獨送驗。建商申請這類型的建照，除需將建築圖、容積率、消防安全等基本公共設施配置圖送驗外，還需將鋼筋數量等結構安全係數仔細計算後送驗，由相關單位進行實質審查，手續較為繁雜，請照時間也較長，但樓高只要低於 50 公尺就流於形式，只有書面審核。

檢方追查發現，**一般大樓每層的樓高約為 3.2 公尺(????)**，16 層樓的建築物**高度應為 51.2 公尺(?????)**，林明輝可能為賺黑心錢，竟**刻意將每層樓的高度降低幾公分(?????)**，使大樓的高度低於 50 公尺，僅 49 公尺，規避建築結構的實質審查。

Description Toggle

## 6.4 強震重創 台南樓倒屋毀

非  
規  
範  
規  
定  
，  
難  
以  
認  
定  
違  
法  
!!



# 台南市轄區最新災情狀況處置表

發生時間	狀況摘要	處置情形	備
04 03	國光五街6號 大樓倒塌1	已救出1名小孩 增派隊來特搜及援	
04 23	山上區南洲里104號 房屋傾斜	救出3人受困	
04 10	安南區實定街 29號	受困	
04 11	中華東路二段185 巷12號	電梯受困	
04 16	東區長東街市場附近 大樓傾斜	無人受困	
04 20	公園南路37巷72號14F 西門路三段206號4F之7	1人受困	
04 32	新化京城銀行傾斜	屋內有人受困	
04 35	市議會包樣區圍	無人受困	
04 42	市議會包樣區圍	永華11 0456-02 回報人已脫困	
04 42	市議會包樣區圍	電梯受困	

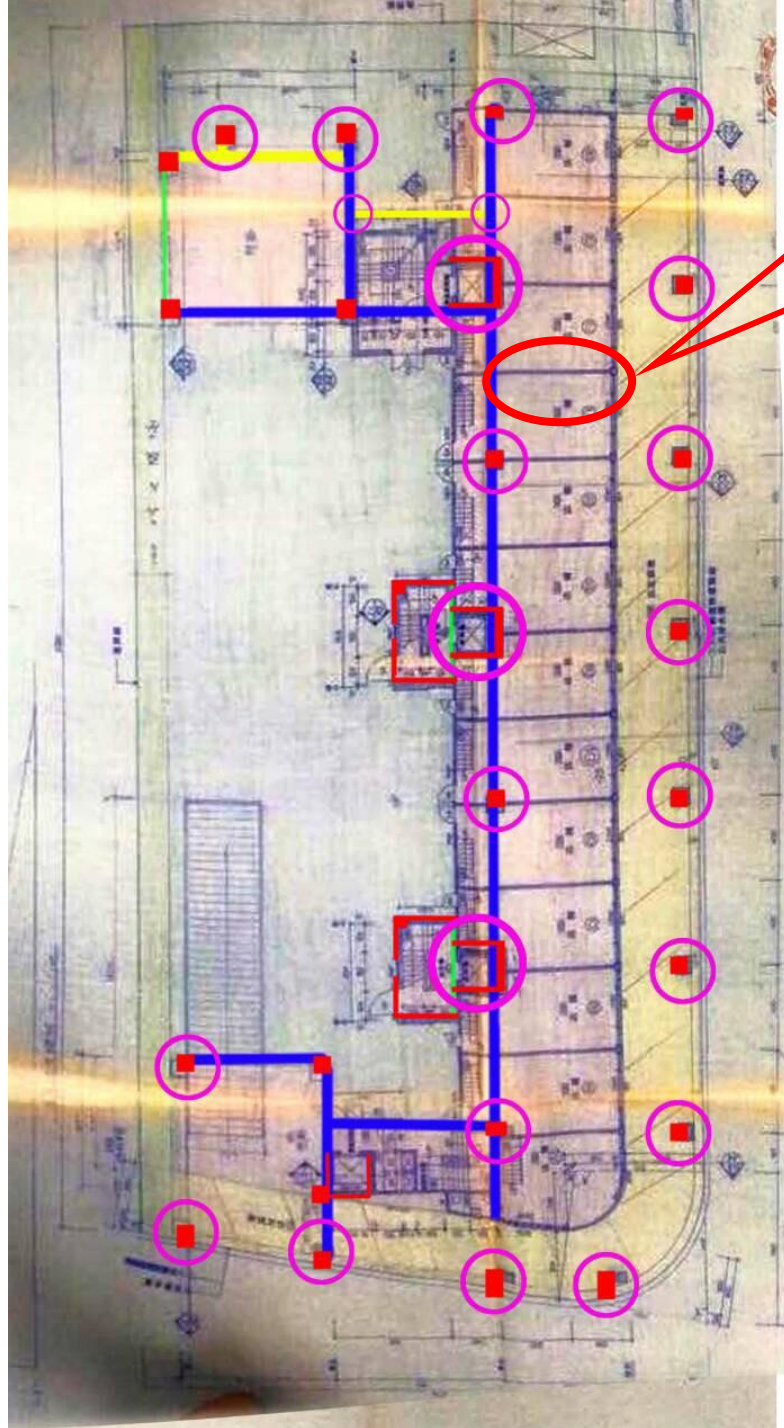
# 4. 唯冠金龍倒塌初探

軟弱一層



因騎樓  
限制柱寬





店鋪分戶牆  
不見了!藍太太沒敲?  
**Who, did???**

倒塌方向(東側)

地震搖擺方向

主結構+剪力牆/承重牆

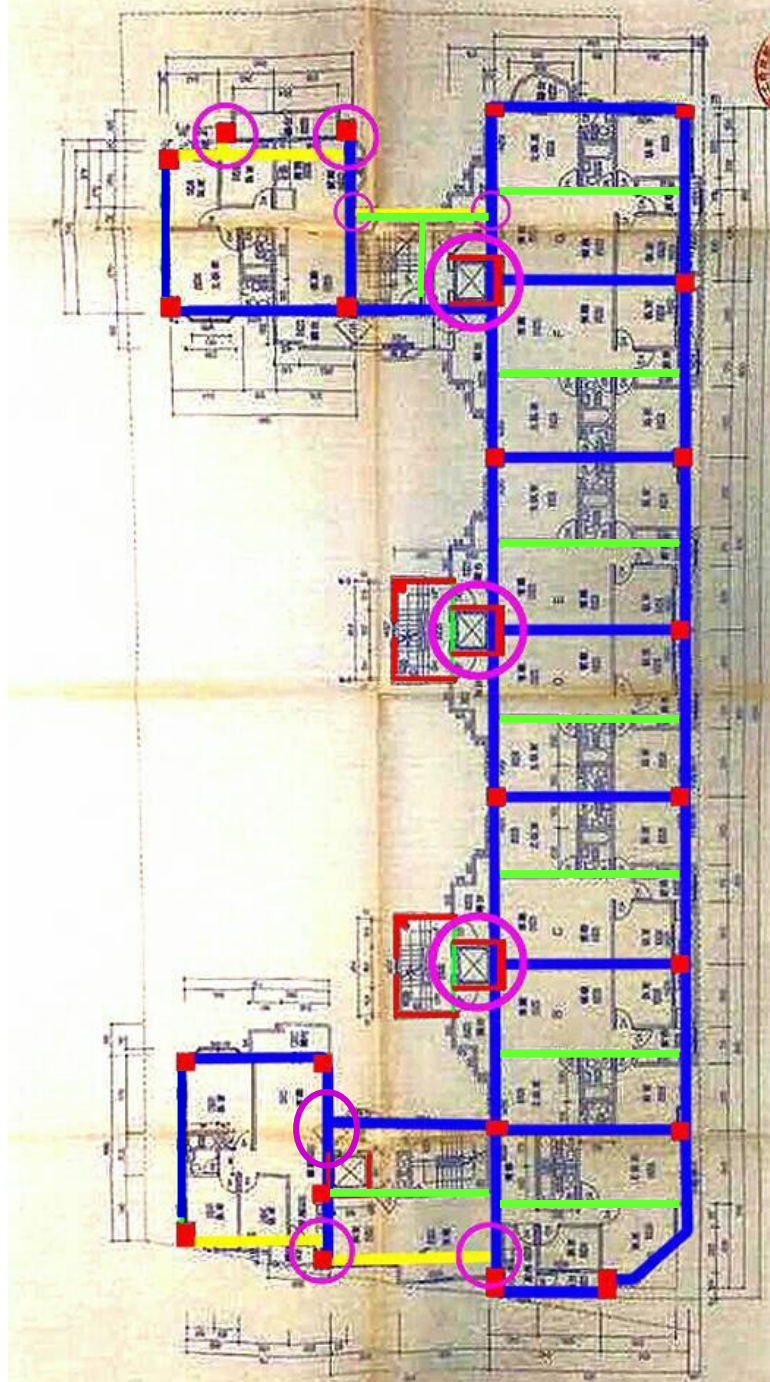
大梁








小梁

無法判斷

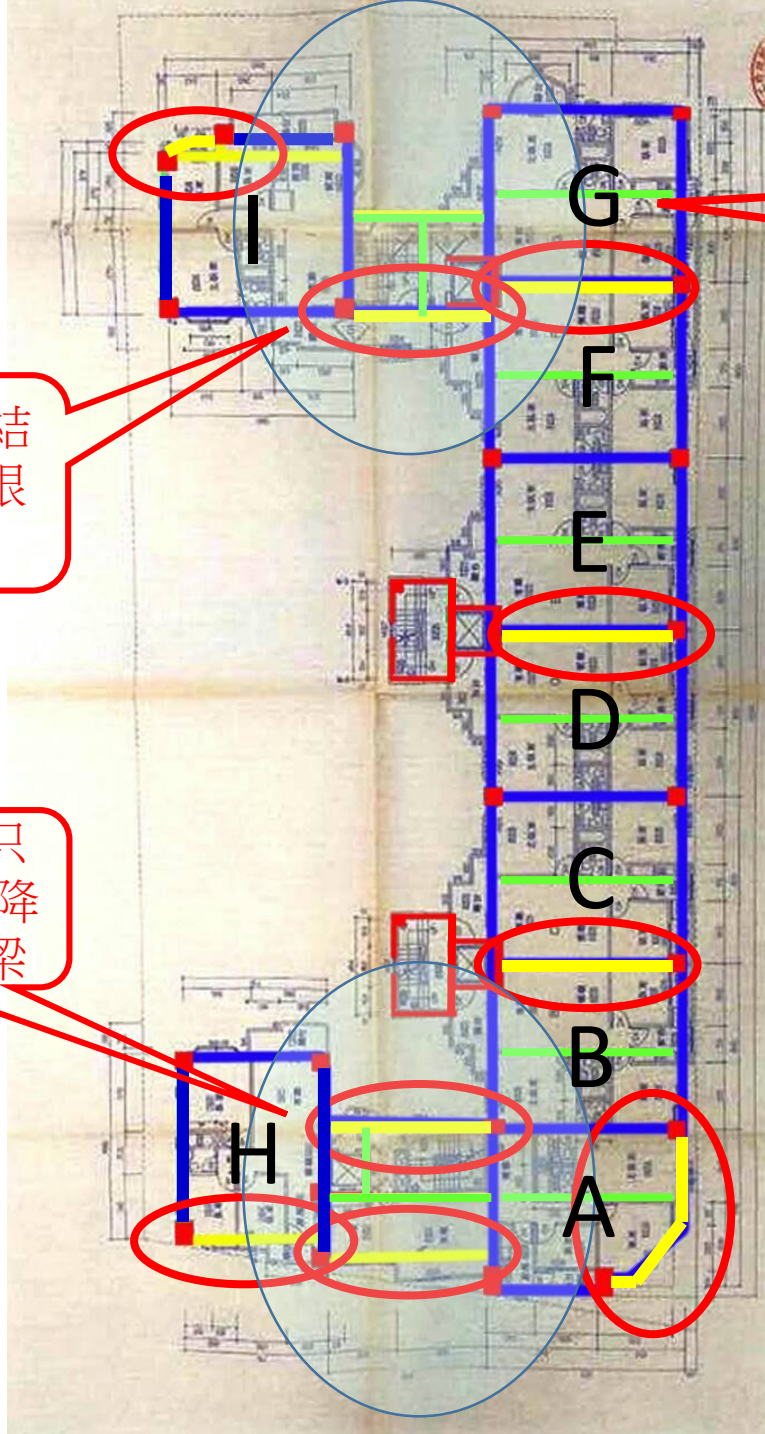
結構問題/易斷裂處

一層平面圖



-  倒塌方向(東側)
-  地震搖擺方向
-  主結構+剪力牆/承重牆
-  大梁
-  小梁
-  無法判斷
-  結構問題/易斷裂處

四層~十六層平面圖



每一單元只有四根柱

G-I棟連結  
只有一根  
大梁

A-H棟連結只有兩根剛度降低25%之大梁



主結構+剪力牆/承重牆

大梁 (主要耐震剛度來源)

小梁 (無耐震剛度)

大梁耐震剛度降低25%

佔全部構架  
之9/13(七成  
69.23%)

四層~十六層平面圖





維冠金龍大樓倒塌示意圖



# 921豐原向陽永照



# 921台北東星大樓



鐵道立面外觀



照片：921地震發生前後背面照片

# 921台北東星大樓

Taiwan 1999.09.21  
AM01:47, M=7.3, 2456



八德路四段立面外觀



台北市八德路四段虎林街口東興大樓  
921地震發生前、後正面照片

# 921斗六中山國寶



921大地震( $M=7.3$   $a=989\text{gal}$ )

# 921斗六大樓倒 奮鬥11年國賠3.8億

記者/ 雲林報導

2010/08/21 17:59(更新時間：2014/11/16 14:44)

雲林斗六市觀邸及中山國寶921地震倒塌，造成34死、60多人傷，受災戶11年訴訟，終於勝訴，確定是公務人員疏失，雲林縣政府必須國賠3億8千萬元；而打贏這場官司的幕後推手是一名警察-蕭永源，他的小孩那時候剛考上大學，卻在倒塌大樓中受困15小時斷氣，蕭永源為了爭公道，不屈不撓奮鬥11年，才讓真相大白，但想起兒子，蕭勇源還是非常難過。

退休警察蕭永源，帶領整棟大樓受災戶打贏官司，拿到3.8億國賠，但這是34條生命換來的，其中包括他兒子！921地震時，兒子剛考上大學，受困倒塌大樓15小時，斷送生命。

退休警察蕭永源：「每一個人都有孩子，既然孩子往生了，我們有時候要自己去發奮圖強。」

蕭勇源想起兒子，11年過去，還是非常傷痛，兒子是怎麼死的，他要查出來。蕭永源：「趕快退休下來，把這個官司打贏。」

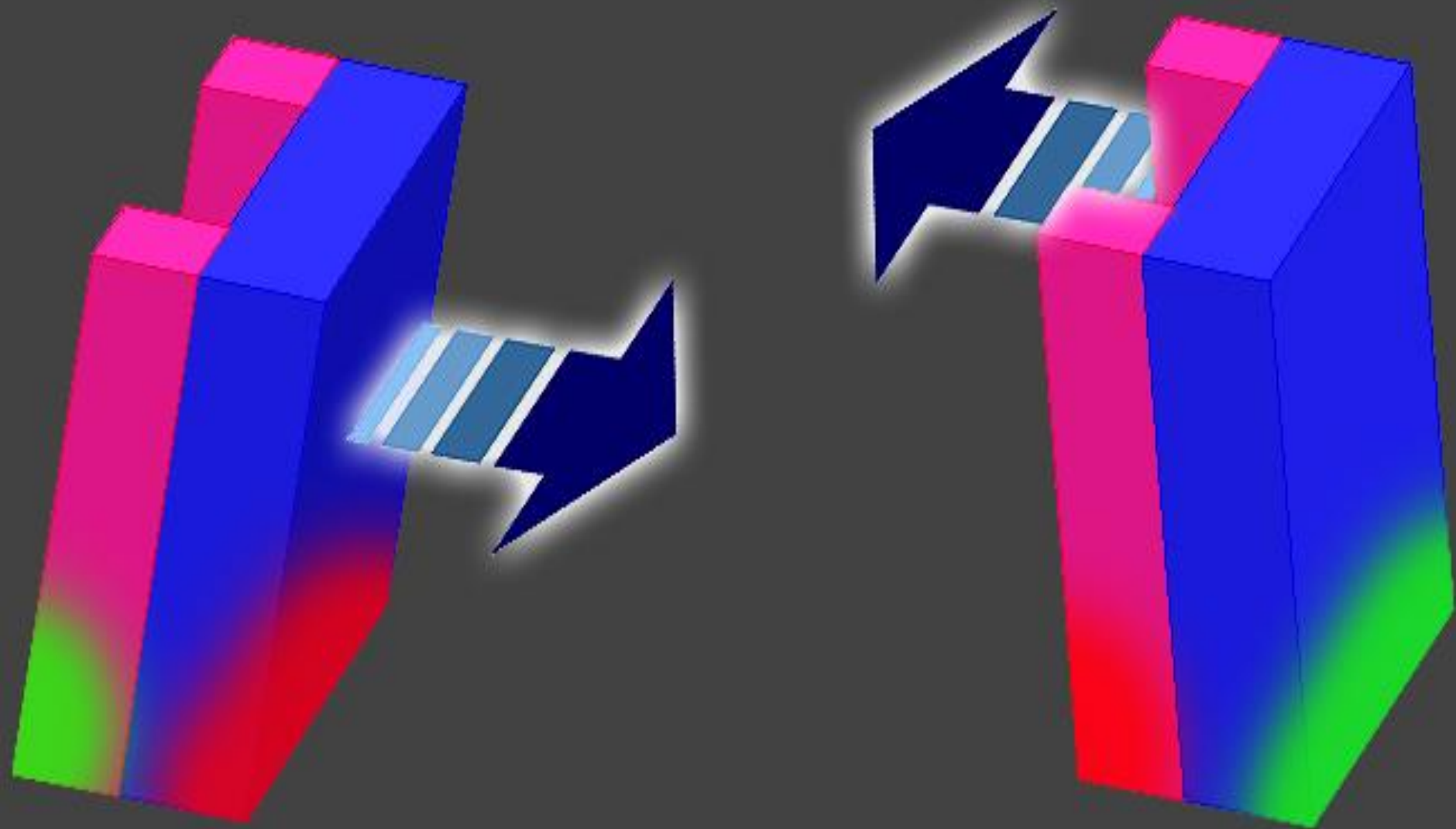
921當時，雲林斗六市觀邸及中山國寶大樓倒塌，沒人要負責，蕭永源開始打官司，初期他門受災戶提告，每次都輸，但事情總有公道，大樓不會無故倒塌，蕭永源追查下去，發現根本就是縣政府公務人員怠忽職守。

蕭永源：「法官問他，你知道容積率的問題嗎？他講了一句話，學校沒有容積率，所以容積率我不知道。」

蕭永源自己唸建築法，找出破綻和真相，為了這個公道，他拚了11年，這11年來，他跑了87趟法院，纏訟的訴券要3大推車才能推完，光是自己買紙影印紙張費用，就高達6千元，他努力追真相，法院還給他們公道，蕭永源說，他不信公理喚不回。

這11年來，蕭永源因常請假帶頭陳情、抗爭，警界長官都不是很高興，有形、無形壓力接踵而至，他自己也因為打官司，耗盡家產，從有錢請受災戶搭遊覽車去開庭，到後來沒錢只能搭火車，當中有太多心酸。

如今他重回倒塌現場，大樓清掉了，綠草長出來了，他也能告訴他兒子，爸爸幫你要回公道了。



上下張力



上下壓力



# 軟弱一層

## 1樓肇禍

台南市土木技師公會理事長鄭明昌指出，從這幾天邊開挖邊蒐證來看，此次地震造成倒塌破壞是從1樓開始，結構也是從1樓折斷。























自由時報



柱的續接鋼筋呢？

十幾層樓的基礎只用基腳或筏基嗎？  
怎麼連底層基土都可以看到？









續接鋼筋脫離續接套  
只有在超高層建築才會用電溶壓接  
一般集合住宅只會用帶螺牙的續接套

















箍筋不見了

柱內有沙拉油桶  
、保麗龍

# 大地震梁柱用沙拉油桶、保麗龍是偷工減料？ 建築師：有些是合理工法，不宜未審先判！

風傳媒報導 2016年02月07日 11:13





台南維冠金龍大樓倒塌，造成數百人無家可歸，在倒塌的現場有人發現梁柱中出現沙拉油桶、保麗龍，被懷疑是「偷工減料」，還有勘災人員認為是「箍筋角度不足」，對此有專業建築師提出4點說明。

建築師曹登貴在臉書發文「關於保麗龍塊、沙拉油桶、135度箍筋與錯層搭接」，列出4點「釐清幾個工程上經常被誤解的事情」，表示希望可以藉此減少非建築工程專業的朋友過度緊張恐慌，有較正確的工程常識。

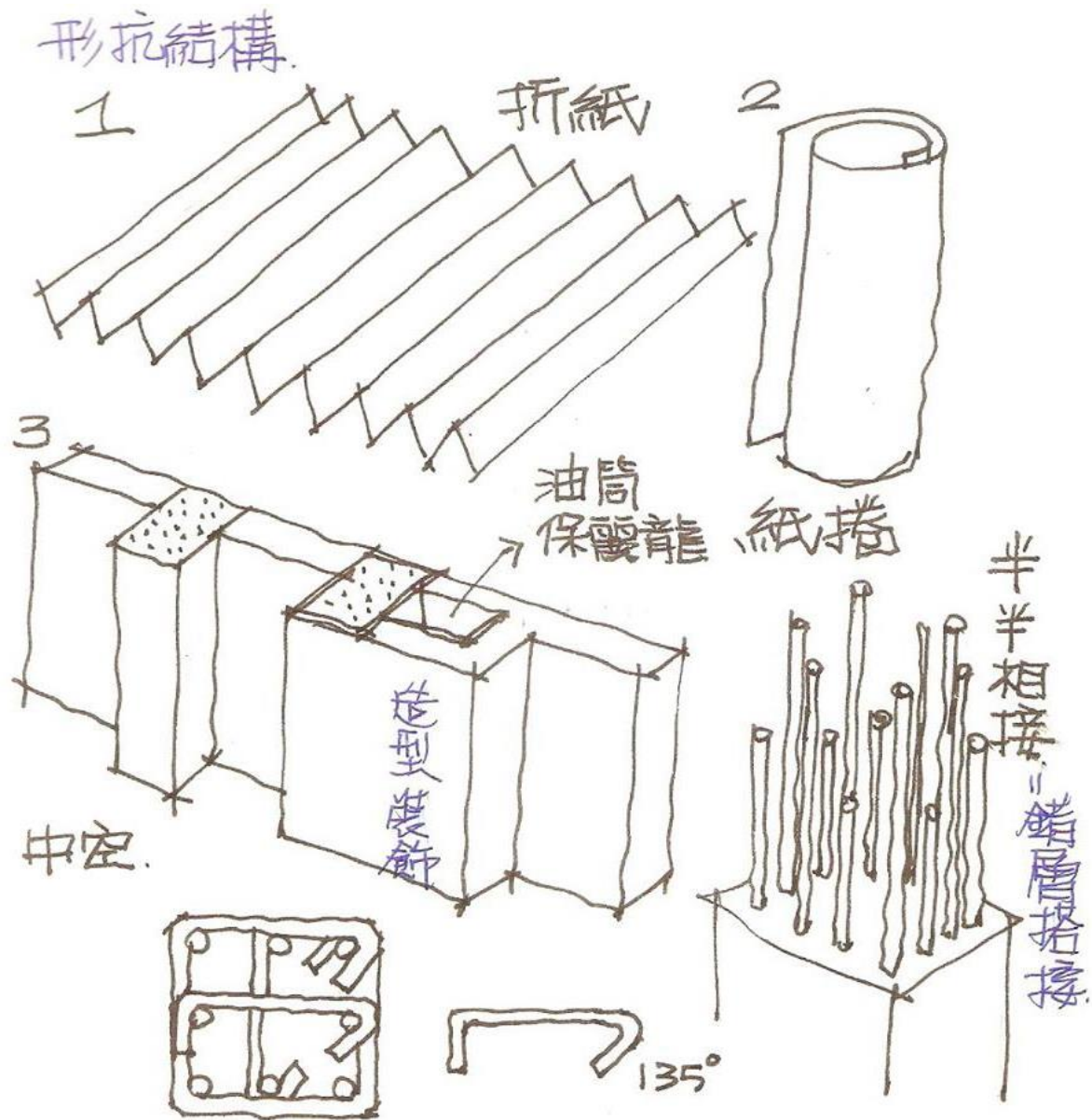
曹登貴指出，裝飾性圓柱中放置沙拉油桶可以減少拆模成本、減少混凝土柱的自重，是合理的工法。對於混凝土構造中，裝飾柱或裝飾性造型的部分，用沙拉油桶或保麗龍也是合理的工法，是不是偷工減料、算不算豆腐渣工程要先核對結構圖說，不宜未審先判。

## 一、裝飾性圓柱中的沙拉油桶？

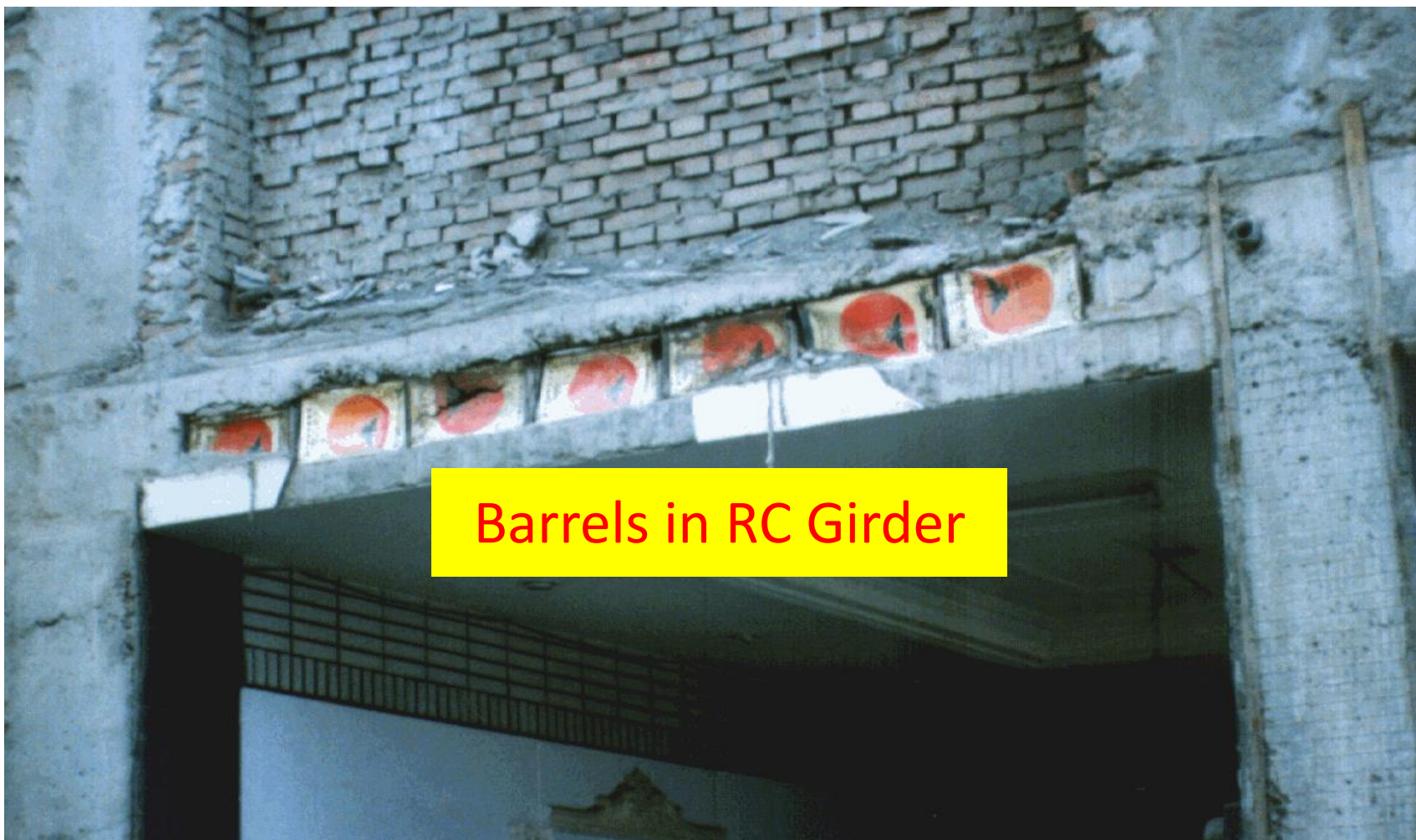
形抗結構是一種節省材料也對結構強度沒有負面影響的構造設計作法，學理是透過結構體的形狀增加斷面模數。例如，小時候把紙反覆折成折板，柔軟的紙張上面竟然可以放置小文具，這就是一個簡單的例證，另一個就是將紙張折成圓筒，紙圓筒也會產生強度，紙圓筒中心完全中空，但紙管上面可以放置物品，圓柱中間放置沙拉油桶可以將圓管空間塑形出來，同時**減少拆模成本也減少混凝土柱的自重**。這處理直徑較大的裝飾性圓柱中也不算少見的合理作法。

## 二、有關混凝土構造中的沙拉油桶以及保麗龍塊？

基本上，位於主要結構處的主筋配置的密度相對較高，通常不太容易也不太可能出現保麗龍或沙拉油桶。但是**裝飾柱或裝飾性造型的部分，這些與主要結構行為無關的部分，用沙拉油桶或保麗龍，可以讓裝飾造型能塑造形體，但較少重量不會因此造成結構過多負荷，是一種減少自重的設計手法**。灌漿後無須拆模也節省預算，邏輯上就是為了把混凝土體積排除。這是一種合理的工法，因此是不是偷工減料、算不算豆腐渣工程要先核對結構圖說，不該未審先判。



建築師曹登貴臉書發文說明「關於保麗龍塊、沙拉油桶、135度箍筋與錯層搭接」  
 (曹登貴臉書)



921施工品質不佳——混凝土梁以沙拉油桶填充

任意敲除隔間

# 大地震維冠住戶PO文附照片指燦坤房東為了賺錢害死住戶

維冠金龍大樓住戶指燦坤房東裝潢時打掉隔間與樑柱。（取自住戶鄭秀玲臉書）

為什麼維冠金龍大樓會倒塌？維冠的一名住戶上午在臉書上PO文並附上照片，指責是燦坤房東為了賺錢「打穿了A.B.C棟1-4樓內部所有的間隔牆和棟柱」，她並痛斥「為什麼你們為了賺錢，可以讓我們原來的團圓夜變成骨肉親情生死相離！」

外界懷疑台南永康的維冠金龍大樓在地震中倒塌，是因為樓下燦坤整修店面時破壞結構所致，媒體報導指稱大樓東側都是開放式店面，牆面、梁柱的設置較少、支撐力不足，導致大樓往東側倒塌。但燦坤已發表聲明，強調「燦坤永康店自2004年11月承租大樓1樓至3樓以來，並未做任何樑柱結構的整修或異動。燦坤與大樓居民同為震災受害者，在真正倒塌原因還未調查完全前，懇請媒體平衡報導。」

但上午維冠住戶鄭秀玲在臉書上PO指出，7年前的颱風，「趁著風雨夜打穿到A.H棟的樓梯防火區劃牆」，而她家的廚房水管因裝潢被打穿，要她自己去修復，因此給她進入A.B.C棟三樓與四樓的鑰匙。當她打開門與水電工看到的畫面，是已經「打穿了A.B.C棟1-4樓內部所有的間隔牆和棟柱」。

鄭秀玲文中說，老天讓她在地震中活下來，她「一定有使命與責任」，她希望大家轉發此文，並請相關單位重視此事。她幾年前就曾報過案要求處理，但政府單位卻不了了之。



分戶牆被敲除



分戶牆被敲除







**民生國小**  
敦化北路199巷18號  
EW106.9NS69.1

**東新國小**  
南港興南街62號  
EW135.9NS87.9

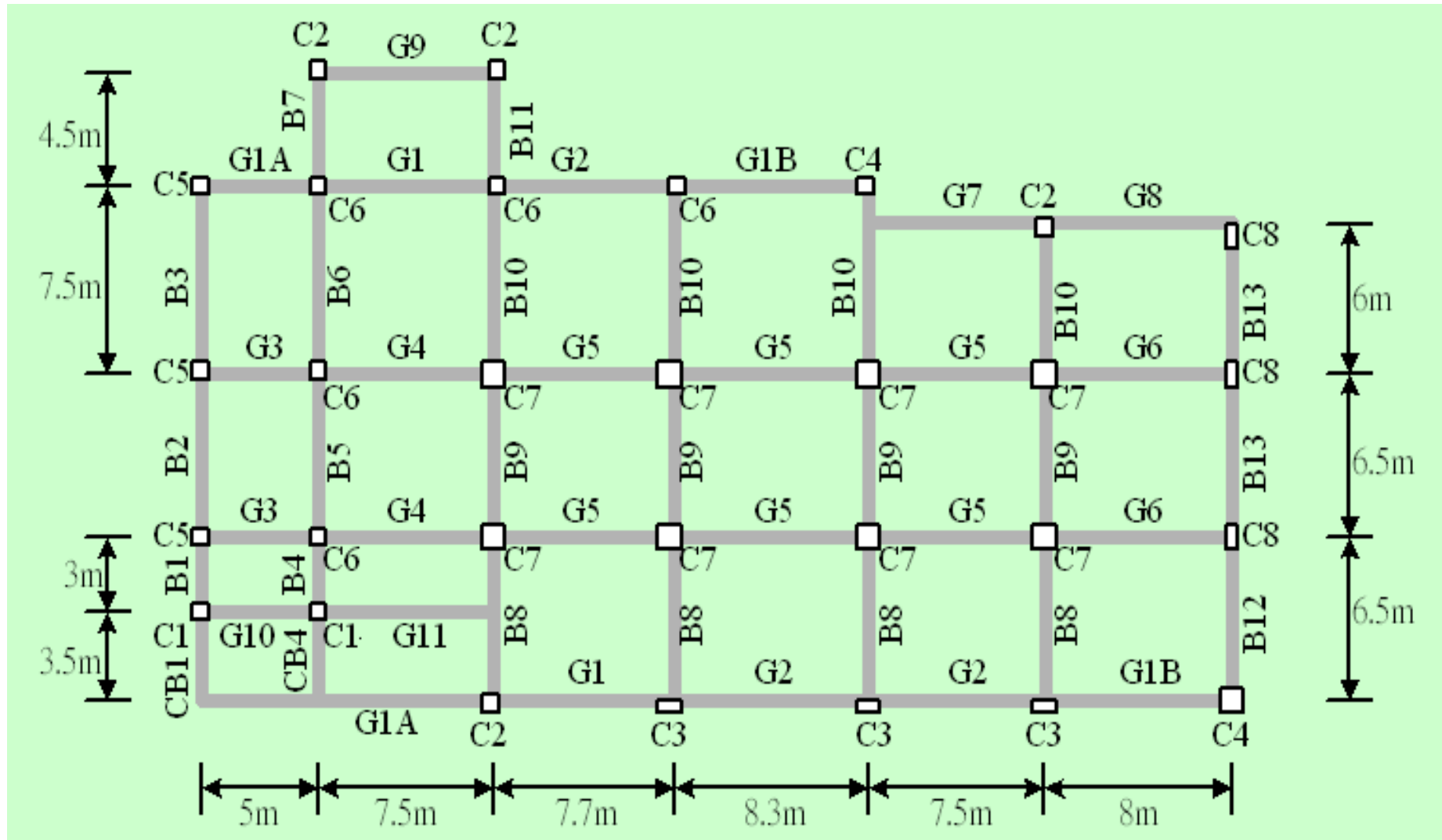
**幸安國小** TAP020  
仁愛二段22號  
EW59.7NS66.2

**仁愛國小**  
安和路一段60號  
TAP021 EW98.3NS99.2

**東星大樓**：位於台北市八德路四段虎林街口，是棟鋼筋混凝土造，地上十二層、地下二層的建築物。

# 東星大樓結構平面圖

(Structural Plan of Don-Hsin Building)





照片：921地震發生前正面照片



照片：921地震發生前一銀內部照片



照片 7 : 921地震發生前一銀內部照片



照片 8 : 921地震發生前一銀內部照片



台北市東星大樓921地震發生後地下室照片



八德路四段立面外觀



## 921地震發生前後正面照片

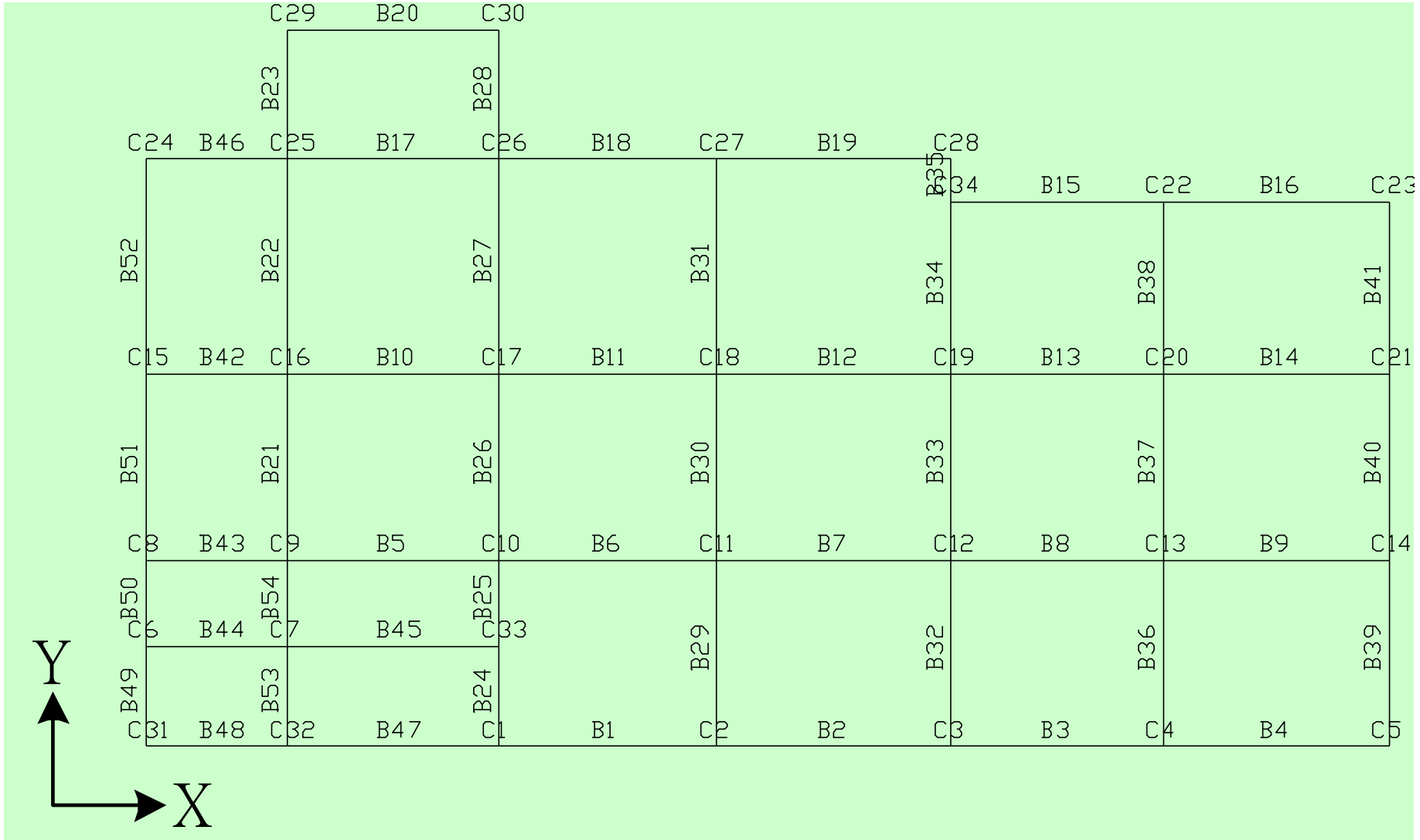




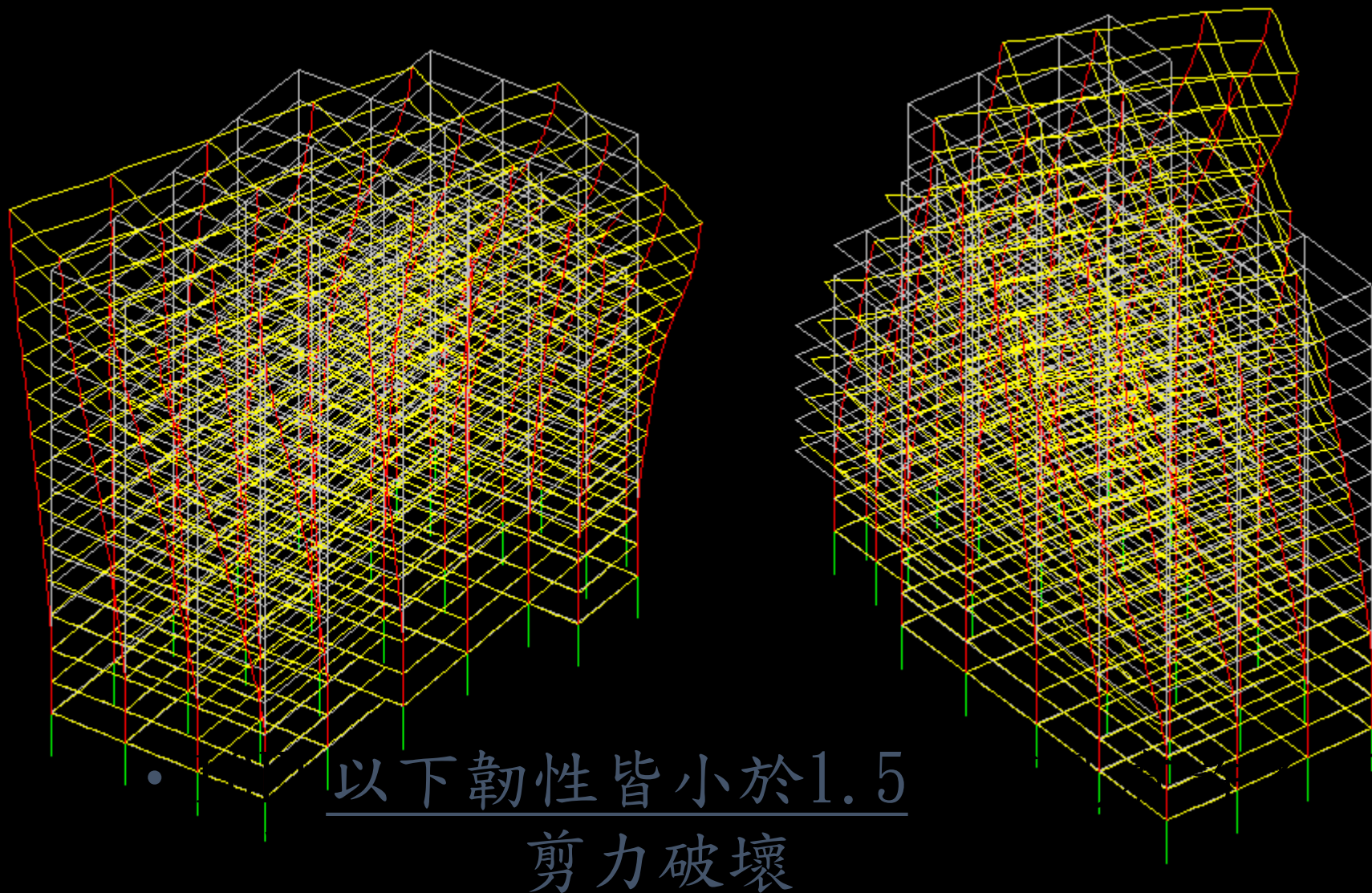
# 鋼筋混凝土建築物崩塌



# 模式1：純剛構架系統無磚牆及RC牆 (Model 1 : Rigid Frame System without wall)



# 模式1:結構變位情形(無磚牆及RC牆)



**表6.1**

**X向之強度  
韌性及崩塌  
加速度(無  
磚牆及RC  
牆)**

**X向韌性及崩  
塌加速度以  
2FL(0.076g)  
與6FL(0.071g)  
較差。**

LV	Vf	Rf	Ra	Fu	ay	Ay	Ac	Ay(B)/Ay(A)
R1(B)	401.28	3.718	2.359	2.359	0.685	0.069	0.162	
12FL(A)	556.31	2.592	1.796	1.796	0.95	0.095	0.171	
12FL(B)	635.48	3.013	2.006	2.006	0.74	0.074	0.149	0.78
11FL(A)	619.52	2.482	1.741	1.741	0.722	0.072	0.126	
11FL(B)	722.4	2.195	1.597	1.597	0.653	0.065	0.104	0.9
10FL(A)	745.72	2.194	1.597	1.597	0.674	0.067	0.108	
10FL(B)	863.26	1.983	1.492	1.492	0.653	0.065	0.097	0.97
9FL(A)	817.55	2.12	1.56	1.56	0.619	0.062	0.097	
9FL(B)	903.49	1.909	1.454	1.454	0.599	0.06	0.087	0.97
8FL(A)	939.16	1.455	1.227	1.227	0.622	0.062	0.076	
8FL(B)	1049.87	1.479	1.239	1.239	0.623	0.062	0.077	1
7FL(A)	1066.32	1.492	1.246	1.246	0.633	0.063	0.079	
7FL(B)	1210.44	1.353	1.176	1.176	0.655	0.065	0.077	1.03
6FL(A)	1249.57	1.227	1.114	1.114	0.676	0.068	0.075	
6FL(B)	1321.87	1.156	1.078	1.078	0.661	0.066	0.071	0.98
5FL(A)	1306.1	1.499	1.25	1.25	0.653	0.065	0.082	
5FL(B)	1410.98	1.454	1.227	1.227	0.665	0.066	0.082	1.02
4FL(A)	1412.63	1.355	1.177	1.177	0.665	0.067	0.078	
4FL(B)	1502.67	1.363	1.181	1.181	0.675	0.067	0.08	1.01
3FL(A)	1499.4	1.33	1.165	1.165	0.673	0.067	0.078	
3FL(B)	1640.84	1.49	1.245	1.245	0.712	0.071	0.089	1.06
2FL(A)	1652.84	1.12	1.06	1.06	0.718	0.072	0.076	
2FL(B)	1679.81	1.184	1.092	1.092	0.719	0.072	0.079	1
1FL(A)	1640.64	1.236	1.118	1.118	0.703	0.07	0.079	

# 表6.2

Y向之強度  
韌性及崩塌  
加速度(無  
磚牆及RC  
牆)

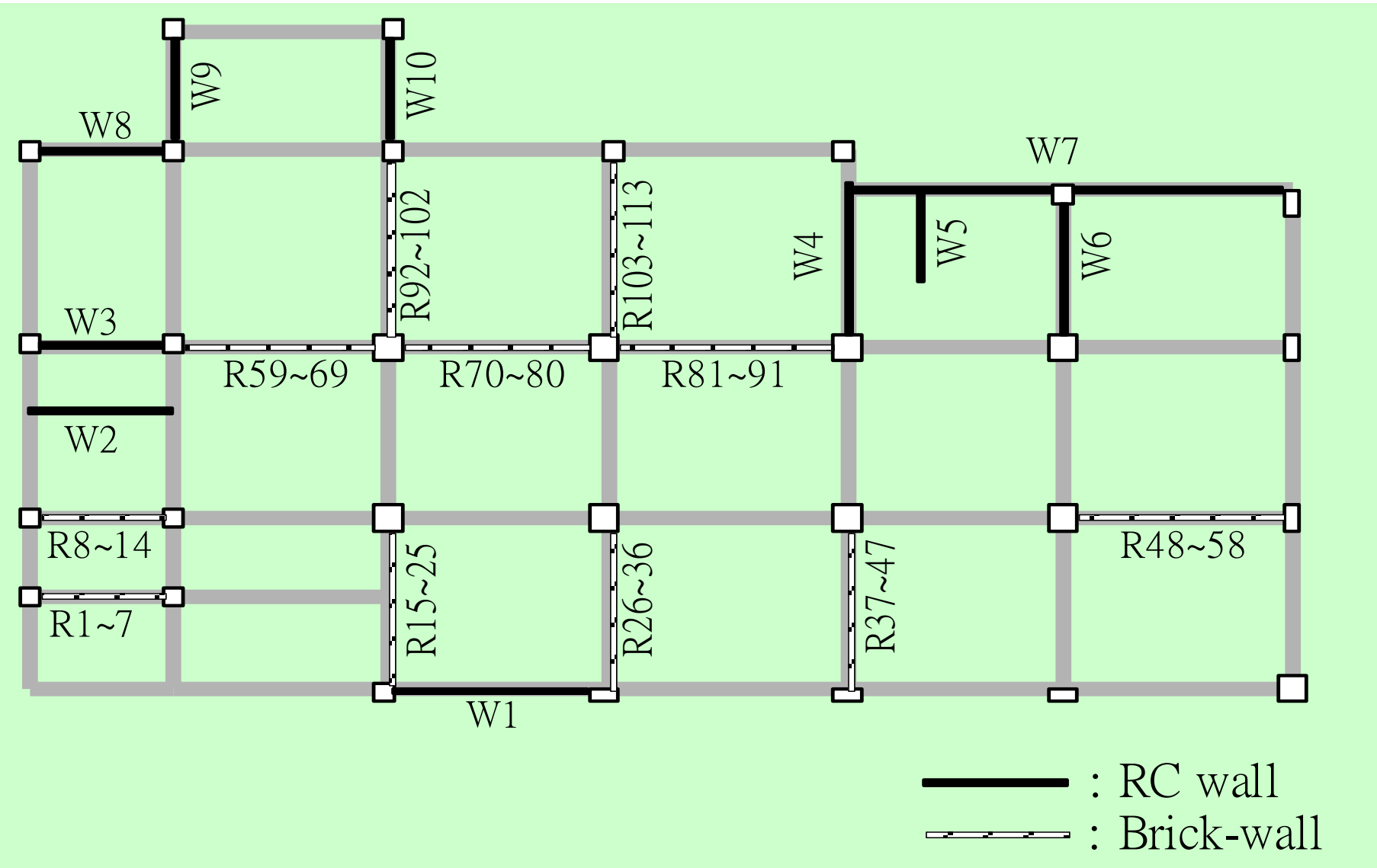
LV	Vf	Rf	Ra	Fu	Ay	Ay	Ac	Ay(B)/Ay(A)
R1(B)	319.23	2.919	1.96	1.96	0.545	0.054	0.107	
12FL(A)	366.89	2.648	1.824	1.824	0.626	0.063	0.114	
12FL(B)	481.55	2.311	1.656	1.656	0.56	0.056	0.093	0.89
11FL(A)	530.61	1.817	1.409	1.409	0.617	0.062	0.087	
11FL(B)	595.29	1.718	1.359	1.359	0.537	0.054	0.073	0.87
10FL(A)	628.76	1.403	1.201	1.201	0.567	0.057	0.068	
10FL(B)	763.64	1.403	1.201	1.201	0.576	0.058	0.069	1.02
9FL(A)	741.47	1.282	1.141	1.141	0.559	0.056	0.064	
9FL(B)	846.61	1.226	1.113	1.113	0.558	0.056	0.062	1
8FL(A)	815.85	1.117	1.059	1.059	0.537	0.054	0.057	
8FL(B)	935.78	1.058	1.029	1.029	0.552	0.055	0.057	1.03
7FL(A)	948.57	1.109	1.054	1.054	0.56	0.056	0.059	
7FL(B)	1110.54	1.24	1.12	1.12	0.598	0.06	0.067	1.07
6FL(A)	1095.14	1.199	1.1	1.1	0.59	0.059	0.065	
6FL(B)	1194.42	1.181	1.09	1.09	0.596	0.06	0.065	1.01
5FL(A)	1184.04	1.353	1.177	1.177	0.591	0.059	0.07	
5FL(B)	1283.17	1.31	1.155	1.155	0.603	0.06	0.07	1.02
4FL(A)	1283.73	1.3	1.15	1.15	0.604	0.06	0.069	
4FL(B)	1308.83	1.254	1.127	1.127	0.586	0.059	0.066	0.97
3FL(A)	1321.17	1.114	1.057	1.057	0.591	0.059	0.062	
3FL(B)	1506.46	1.137	1.069	1.069	0.653	0.065	0.07	1.1
2FL(A)	1512.34	1.137	1.068	1.068	0.656	0.066	0.07	
2FL(B)	1458.69	1.243	1.122	1.122	0.624	0.062	0.07	0.95
1FL(A)	1459.31	1.177	1.089	1.089	0.624	0.062	0.068	

● Y向幾乎都在  
0.06g以下。

# 模式1:(無磚牆及RC牆)分析結果

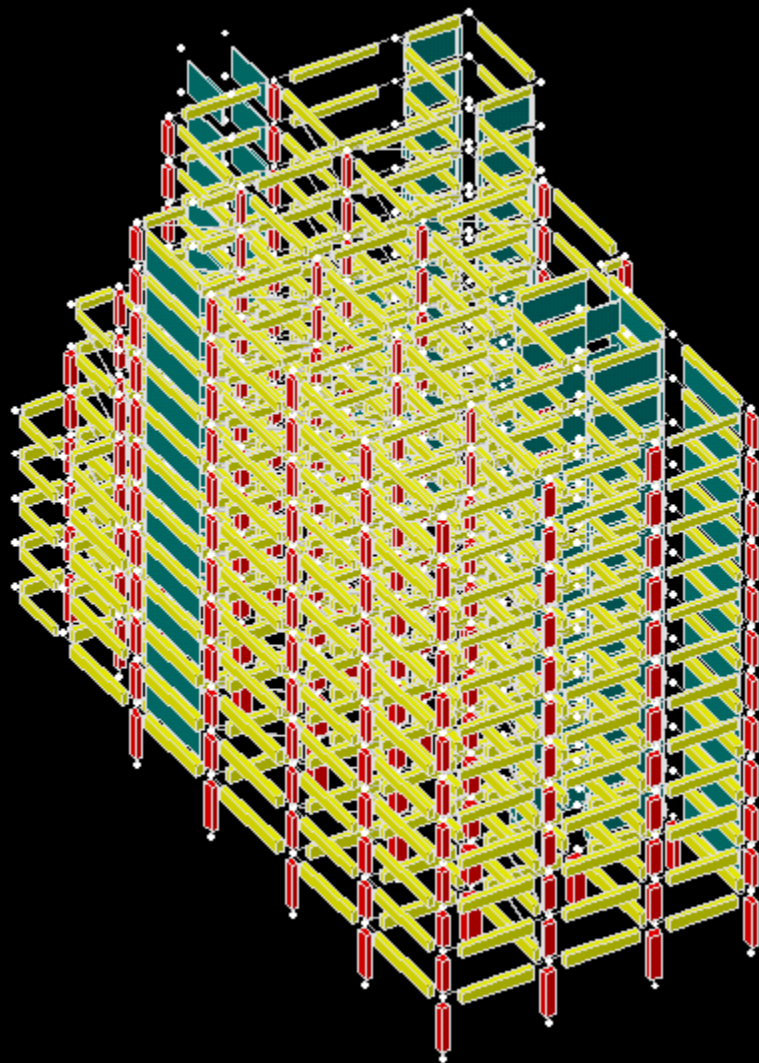
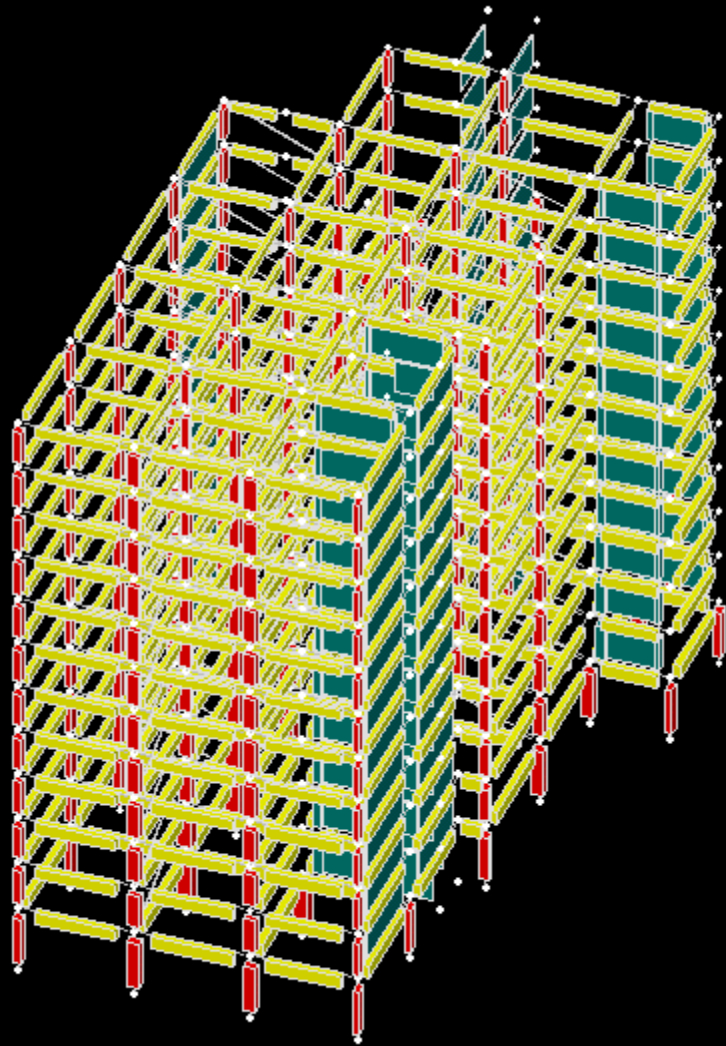
- X向韌性以2FL與6FL較差。
- Y向幾乎都在0.06g以下，若是建築物到達降伏應該是全面性的降伏，沒有特別弱的半層。
- 韌性來說，10FL以下韌性皆小於1.5，顯見有許多節點屬於柱的剪力破壞。
- 總結來看，本建築物的缺點在於強度太低，構材又沒有韌性，且傾向剪力破壞的型式。

# 模式2:東星大樓加牆構架平面圖(2F以上有牆)





# 模式2：結構模擬情形(2F以上有牆)



# 模式2：結構變位情形(2F以上有牆)

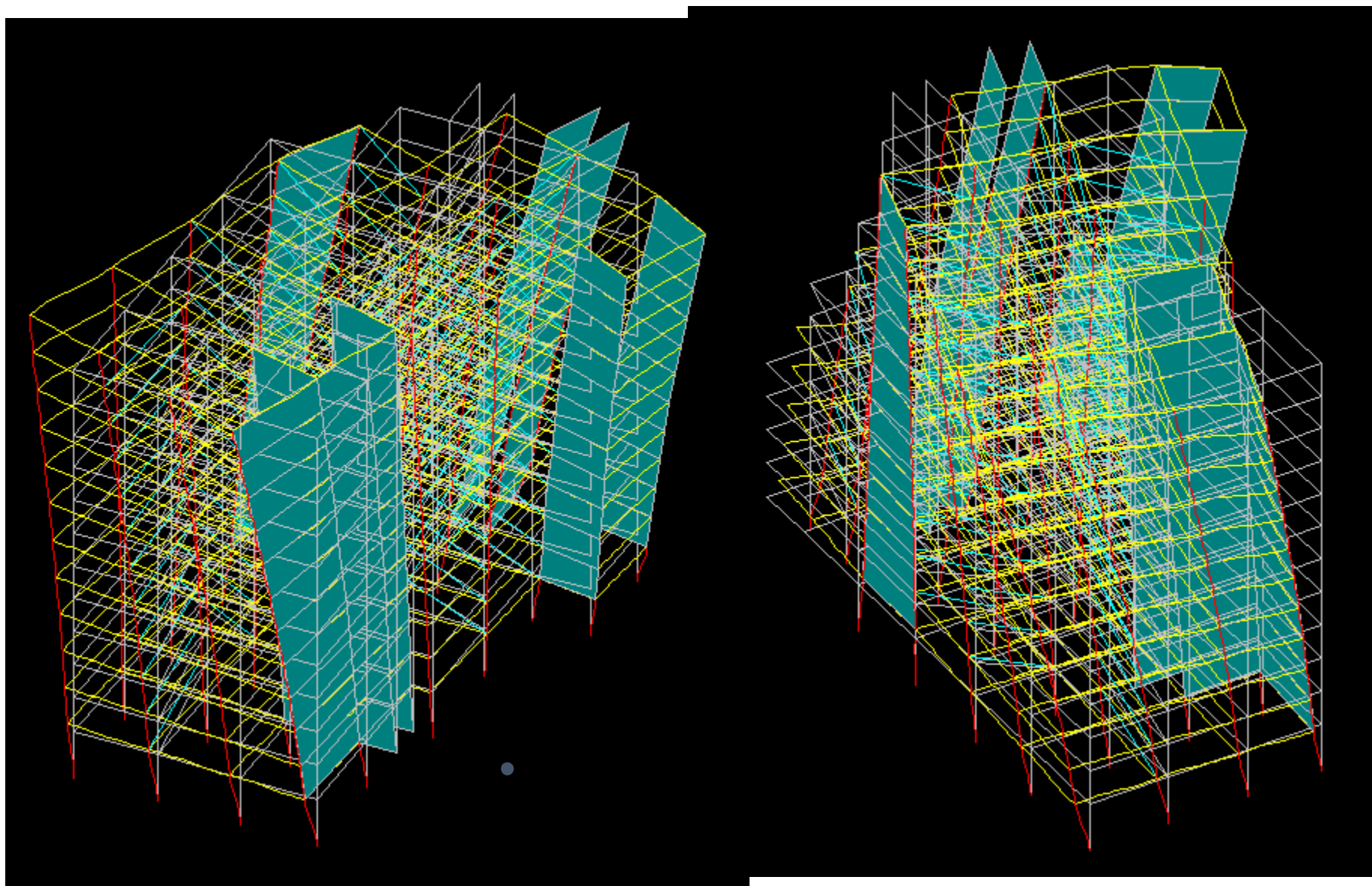


表6.3 X向各半層之強度韌性資料(2F以上有牆)

LV	Vf	Rf	Ra	Fu	Ay	Ay	Ac	Ay(B)/Ay(A)
R1(B)	762.97	2.762	1.881	1.818	1.212	0.121	0.22	
12FL(A)	800.08	2.556	1.778	1.727	1.175	0.118	0.203	
12FL(B)	826.87	2.585	1.793	1.74	0.979	0.098	0.17	0.83
11FL(A)	916.9	2.351	1.675	1.635	1.021	0.102	0.167	
11FL(B)	1012.24	2.35	1.675	1.634	0.928	0.093	0.152	0.91
10FL(A)	1071.8	2.151	1.576	1.545	0.934	0.093	0.144	
10FL(B)	1154.23	2.074	1.537	1.509	0.883	0.088	0.133	0.95
9FL(A)	1092.93	2.113	1.556	1.527	0.801	0.08	0.122	
9FL(B)	1279.01	1.827	1.413	1.396	0.851	0.085	0.119	1.06
8FL(A)	1200.04	1.806	1.403	1.386	0.769	0.077	0.107	
8FL(B)	1267.27	1.709	1.354	1.341	0.757	0.076	0.102	0.99
7FL(A)	1232.43	1.742	1.371	1.357	0.712	0.071	0.097	
7FL(B)	1456.86	1.608	1.304	1.293	0.781	0.078	0.101	1.1
6FL(A)	1384.81	1.783	1.391	1.375	0.721	0.072	0.099	
6FL(B)	1495.71	1.641	1.32	1.309	0.74	0.074	0.097	1.03
5FL(A)	1469.53	1.75	1.375	1.36	0.744	0.074	0.101	
5FL(B)	1549.28	1.65	1.325	1.314	0.718	0.072	0.094	0.97
4FL(A)	1494.09	1.772	1.386	1.37	0.676	0.068	0.093	
4FL(B)	1603.19	1.582	1.291	1.282	0.704	0.07	0.09	1.04
3FL(A)	1536	1.63	1.315	1.304	0.66	0.066	0.086	
3FL(B)	1283.17	1.785	1.393	1.377	0.522	0.052	0.072	0.79
2FL(A)	1353.49	1.726	1.363	1.349	0.54	0.054	0.073	
2FL(B)	1757.03	1.316	1.158	1.155	0.722	0.072	0.083	1.34
1FL(A)	1609.11	1.409	1.205	1.2	0.661	0.066	0.079	

● X向由3FL(below)的0.072g控制。

表6.4 Y向各半層之強度韌性資料(2F以上有牆)

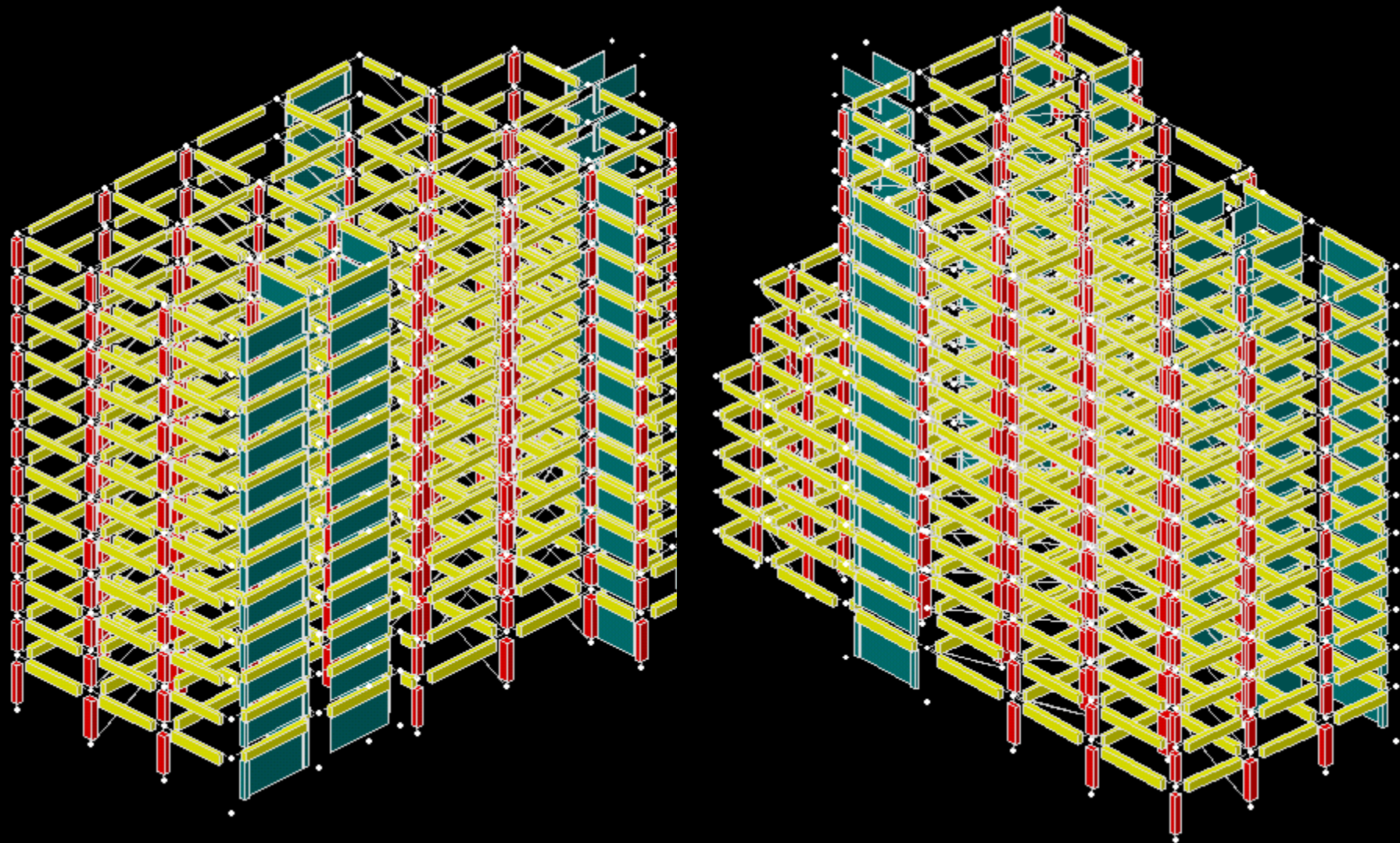
LV	Vf	Rf	Ra	Fu	ay	Ay	Ac	Ay(B)/ Ay(A)
R1(B)	429.57	2.846	1.923	1.856	0.618	0.062	0.115	
12FL(A)	440.17	2.557	1.779	1.727	0.757	0.076	0.131	
12FL(B)	621.66	2.913	1.957	1.885	0.688	0.069	0.13	0.91
11FL(A)	685.28	2.049	1.524	1.498	0.875	0.088	0.131	
11FL(B)	821.67	2.003	1.501	1.477	0.712	0.071	0.105	0.81
10FL(A)	830.46	1.899	1.45	1.429	0.81	0.081	0.116	
10FL(B)	1008.5	1.874	1.437	1.418	0.734	0.073	0.104	0.91
9FL(A)	944.95	1.825	1.412	1.395	0.762	0.076	0.106	
9FL(B)	1050.9	1.597	1.299	1.289	0.668	0.067	0.086	0.88
8FL(A)	961.7	1.51	1.255	1.248	0.67	0.067	0.084	
8FL(B)	1110.9	1.427	1.213	1.208	0.633	0.063	0.076	0.94
7FL(A)	1085.5	1.56	1.28	1.271	0.671	0.067	0.085	
7FL(B)	1218.3	1.562	1.281	1.272	0.637	0.064	0.081	0.95
6FL(A)	1182.1	1.523	1.261	1.254	0.657	0.066	0.082	
6FL(B)	1267.6	1.516	1.258	1.25	0.607	0.061	0.076	0.92
5FL(A)	1237.8	1.633	1.316	1.305	0.632	0.063	0.082	
5FL(B)	1330.1	1.592	1.296	1.286	0.599	0.06	0.077	0.95
4FL(A)	1296.9	1.438	1.219	1.213	0.618	0.062	0.075	
4FL(B)	1333.1	1.571	1.286	1.276	0.574	0.057	0.073	0.93
3FL(A)	1316.7	1.395	1.197	1.193	0.596	0.06	0.071	
3FL(B)	1341.5	1.556	1.278	1.269	0.54	0.054	0.069	0.91
2FL(A)	1407.6	1.598	1.299	1.289	0.591	0.059	0.076	
2FL(B)	1502	1.299	1.15	1.147	0.615	0.061	0.071	1.04
1FL(A)	1422	1.304	1.152	1.149	0.582	0.058	0.067	

● Y向由1FL(above)的0.067g控制。

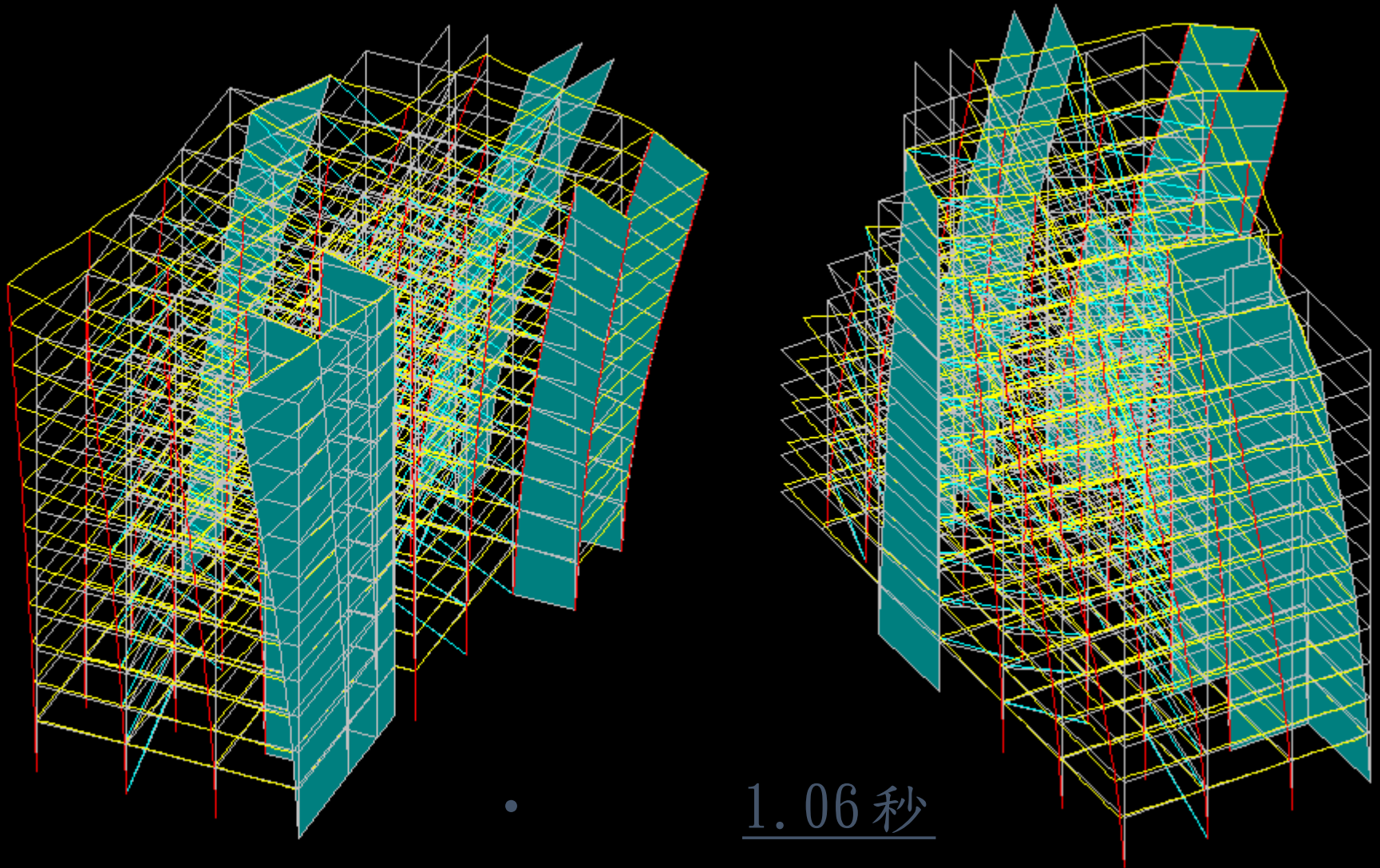
## 模式2:(2F以上有牆)分析結果

- 經ETABS程式分析得，「二樓以上有牆」的週期為1.16秒。
- 由表中得知：
- X向由3FL(below)的0.072g控制。
- Y向由1FL(above)的0.067g控制。
- 耐震能力保守取最小值為Y向的0.067g。

# 模式3：結構模擬情形(1F以上皆有牆)



# 模式3：結構變位情形(1F以上皆有牆)



<b>LV</b>	<b>Vf</b>	<b>Rf</b>	<b>Ra</b>	<b>Fu</b>	<b>Ay</b>	<b>Ay</b>	<b>Ac</b>	<b>Ay(B)/ Ay(A)</b>
<b>R1(B)</b>	<b>773.16</b>	<b>2.788</b>	<b>1.894</b>	<b>1.79</b>	<b>1.219</b>	<b>0.122</b>	<b>0.218</b>	
<b>12FL(A)</b>	<b>814.27</b>	<b>2.564</b>	<b>1.782</b>	<b>1.698</b>	<b>1.196</b>	<b>0.12</b>	<b>0.203</b>	
<b>12FL(B)</b>	<b>839.39</b>	<b>2.449</b>	<b>1.725</b>	<b>1.651</b>	<b>0.989</b>	<b>0.099</b>	<b>0.163</b>	<b>0.83</b>
<b>11FL(A)</b>	<b>919.39</b>	<b>2.357</b>	<b>1.678</b>	<b>1.612</b>	<b>1.024</b>	<b>0.102</b>	<b>0.165</b>	
<b>11FL(B)</b>	<b>1020.9</b>	<b>2.36</b>	<b>1.68</b>	<b>1.613</b>	<b>0.933</b>	<b>0.093</b>	<b>0.15</b>	<b>0.91</b>
<b>10FL(A)</b>	<b>1076.5</b>	<b>2.158</b>	<b>1.579</b>	<b>1.528</b>	<b>0.939</b>	<b>0.094</b>	<b>0.144</b>	
<b>10FL(B)</b>	<b>1160.2</b>	<b>2.083</b>	<b>1.542</b>	<b>1.496</b>	<b>0.885</b>	<b>0.089</b>	<b>0.132</b>	<b>0.94</b>
<b>9FL(A)</b>	<b>1093.6</b>	<b>2.118</b>	<b>1.559</b>	<b>1.511</b>	<b>0.802</b>	<b>0.08</b>	<b>0.121</b>	
<b>9FL(B)</b>	<b>1276.8</b>	<b>1.827</b>	<b>1.414</b>	<b>1.385</b>	<b>0.847</b>	<b>0.085</b>	<b>0.117</b>	<b>1.06</b>
<b>8FL(A)</b>	<b>1190.5</b>	<b>1.796</b>	<b>1.398</b>	<b>1.371</b>	<b>0.762</b>	<b>0.076</b>	<b>0.105</b>	
<b>8FL(B)</b>	<b>1260.6</b>	<b>1.709</b>	<b>1.354</b>	<b>1.333</b>	<b>0.752</b>	<b>0.075</b>	<b>0.1</b>	<b>0.99</b>
<b>7FL(A)</b>	<b>1226.1</b>	<b>1.741</b>	<b>1.37</b>	<b>1.347</b>	<b>0.708</b>	<b>0.071</b>	<b>0.095</b>	
<b>7FL(B)</b>	<b>1454.2</b>	<b>1.693</b>	<b>1.347</b>	<b>1.326</b>	<b>0.778</b>	<b>0.078</b>	<b>0.103</b>	<b>1.1</b>
<b>6FL(A)</b>	<b>1387.6</b>	<b>1.744</b>	<b>1.372</b>	<b>1.348</b>	<b>0.723</b>	<b>0.072</b>	<b>0.097</b>	
<b>6FL(B)</b>	<b>1487.3</b>	<b>1.644</b>	<b>1.322</b>	<b>1.303</b>	<b>0.735</b>	<b>0.073</b>	<b>0.096</b>	<b>1.02</b>
<b>5FL(A)</b>	<b>1455.1</b>	<b>1.7</b>	<b>1.35</b>	<b>1.329</b>	<b>0.734</b>	<b>0.073</b>	<b>0.098</b>	
<b>5FL(B)</b>	<b>1545.2</b>	<b>1.604</b>	<b>1.302</b>	<b>1.286</b>	<b>0.716</b>	<b>0.072</b>	<b>0.092</b>	<b>0.97</b>
<b>4FL(A)</b>	<b>1485.6</b>	<b>1.663</b>	<b>1.332</b>	<b>1.312</b>	<b>0.673</b>	<b>0.067</b>	<b>0.088</b>	
<b>4FL(B)</b>	<b>1562.4</b>	<b>1.635</b>	<b>1.318</b>	<b>1.3</b>	<b>0.689</b>	<b>0.069</b>	<b>0.09</b>	<b>1.02</b>
<b>3FL(A)</b>	<b>1497.7</b>	<b>1.708</b>	<b>1.354</b>	<b>1.332</b>	<b>0.648</b>	<b>0.065</b>	<b>0.086</b>	
<b>3FL(B)</b>	<b>1598.1</b>	<b>1.63</b>	<b>1.315</b>	<b>1.297</b>	<b>0.681</b>	<b>0.068</b>	<b>0.088</b>	<b>1.05</b>
<b>2FL(A)</b>	<b>1531.4</b>	<b>1.715</b>	<b>1.358</b>	<b>1.335</b>	<b>0.643</b>	<b>0.064</b>	<b>0.086</b>	

● X向由1FL(above)的0.081g控制



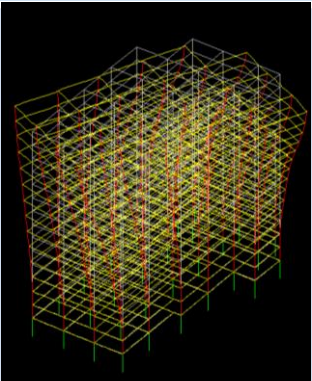
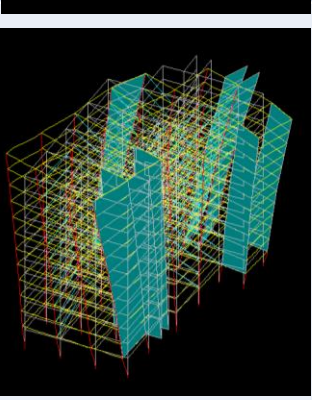
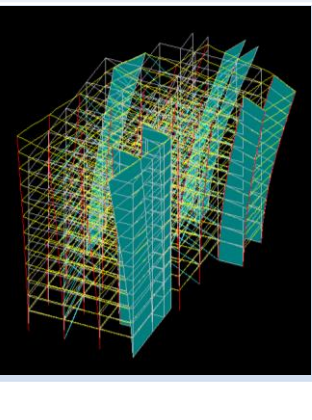
表6.6 Y向各半層之強度韌性資料(1F以上皆有牆)

LV	Vf	Rf	Ra	Fu	ay	Ay	Ac	Ay(B)/Ay(A)
R1(B)	440.71	2.883	1.942	1.828	0.638	0.064	0.117	
12FL(A)	451.35	2.574	1.787	1.702	0.776	0.078	0.132	
12FL(B)	637.87	2.93	1.965	1.848	0.706	0.071	0.131	0.91
11FL(A)	692.23	2.057	1.529	1.485	0.88	0.088	0.131	
11FL(B)	834.47	2.017	1.509	1.468	0.724	0.072	0.106	0.82
10FL(A)	875.24	1.863	1.431	1.4	0.85	0.085	0.119	
10FL(B)	1026.48	1.734	1.367	1.344	0.748	0.075	0.1	0.88
9FL(A)	943.98	1.66	1.33	1.311	0.758	0.076	0.099	
9FL(B)	1053.56	1.593	1.297	1.281	0.67	0.067	0.086	0.88
8FL(A)	963.48	1.509	1.255	1.242	0.669	0.067	0.083	
8FL(B)	1114.64	1.424	1.212	1.203	0.635	0.064	0.076	0.95
7FL(A)	1095.17	1.557	1.278	1.264	0.674	0.067	0.085	
7FL(B)	1231.5	1.558	1.279	1.265	0.644	0.064	0.081	0.96
6FL(A)	1182.08	1.521	1.26	1.248	0.655	0.065	0.082	
6FL(B)	1265.95	1.518	1.259	1.247	0.607	0.061	0.076	0.93
5FL(A)	1272.38	1.619	1.31	1.292	0.647	0.065	0.084	
5FL(B)	1369.54	1.572	1.286	1.271	0.618	0.062	0.079	0.95
4FL(A)	1277.16	1.441	1.221	1.211	0.607	0.061	0.073	
4FL(B)	1322.55	1.434	1.217	1.208	0.571	0.057	0.069	0.94
3FL(A)	1347.87	1.387	1.193	1.186	0.607	0.061	0.072	
3FL(B)	1491.69	1.423	1.211	1.203	0.623	0.062	0.075	1.03
2FL(A)	1352.71	1.386	1.193	1.186	0.585	0.058	0.069	
2FL(B)	1416.02	1.564	1.282	1.268	0.579	0.058	0.073	0.99
1FL(A)	1407.63	1.669	1.334	1.315	0.59	0.059	0.077	

● Y向由4FL(below)的0.069g控制

# 模式3:(1F以上皆有牆)分析結果

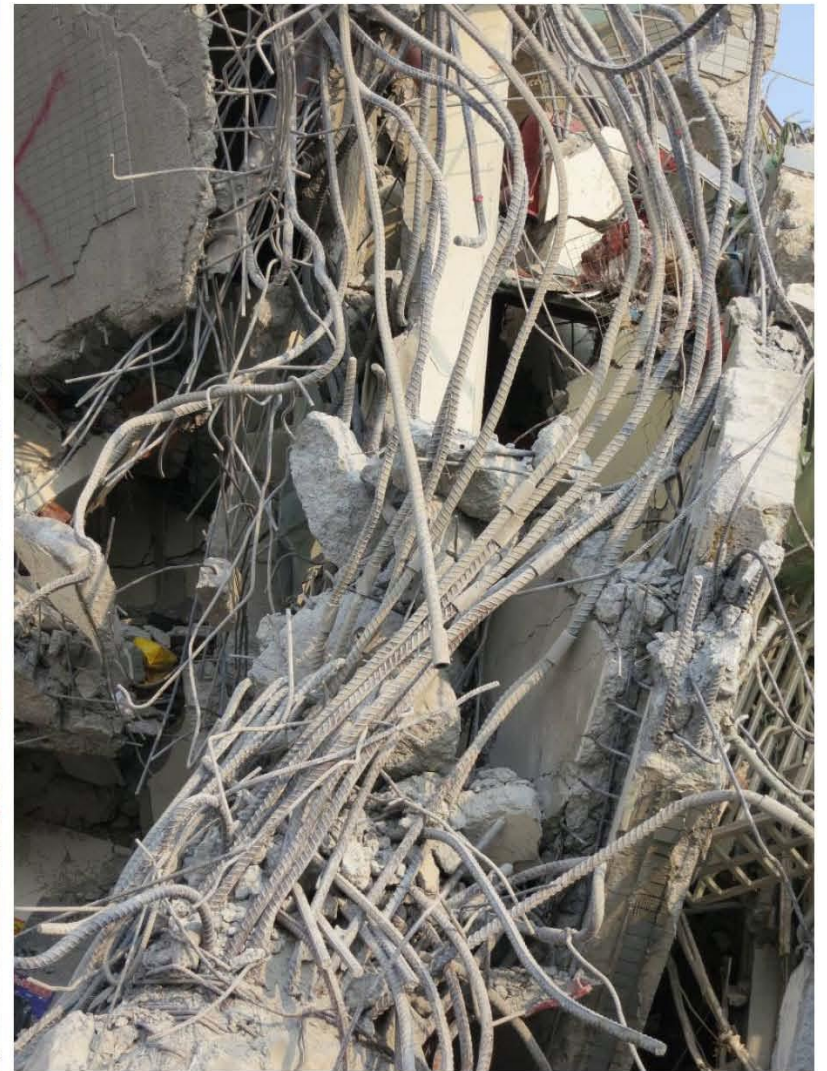
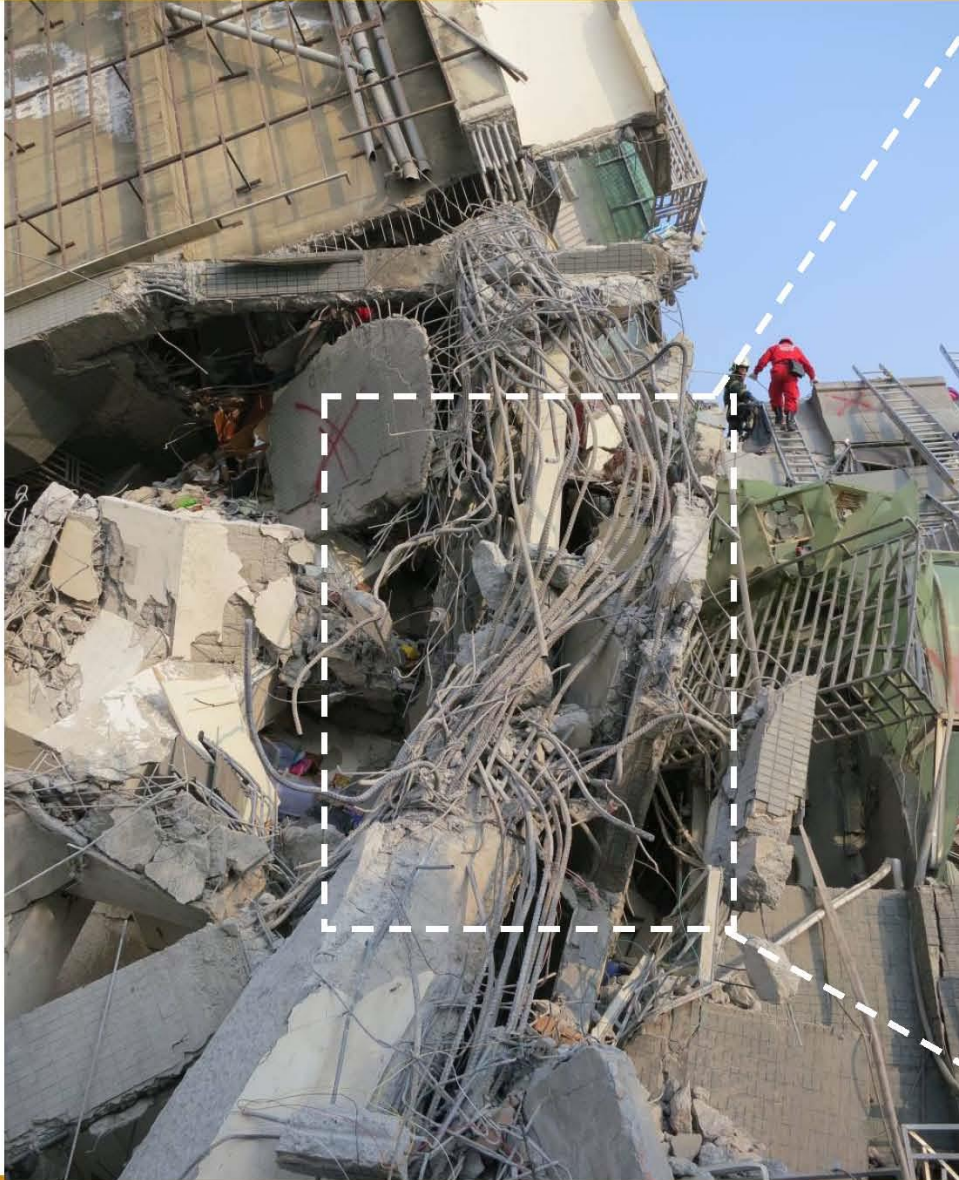
- 經ETABS程式分析得，「地面以上皆有牆」的週期為1.06秒。
- X向由1FL(above)的0.081g控制
- Y向由4FL(below)的0.069g控制
- 耐震能力保守取最小值為Y向控制的0.069g。

敲除分戶牆	變形圖	週期	X 崩塌加速度	Y 崩塌加速度
牆面敲除		1.27s.	0.071g (-12.35%)	0.057g (-17.39%)
2F以上 皆有牆		1.16s.	0.072g (-11.11%)	0.067g (-2.90%)
1F以上 皆有牆		1.06s.	0.081g	0.069g

梁柱接頭箍筋  
短少50%

# Collapsed Buildings

成大土木杜怡萱



南部大地震造成台南永康維冠金龍大樓倒塌、死傷慘重，檢方前晚傳訊維冠建設公司負責人林明輝與建築師張魁寶、鄭進貴等人，昨日上午並向法院聲請羈押，到昨晚10點法官終於裁准。

而根據專案小組調閱維冠金龍大樓的建照、使用執照等卷證，並研究建築法令及比對相關建築圖說後，發現該大樓的**1.結構計算書與配筋詳圖明顯不符**，**2.樑柱接頭箍筋的數量也比結構計算書少50%之多**，導致樑柱接頭強度嚴重不足，影響耐震能力甚鉅，有偷工減料之嫌。

因此檢方認為**3名被告涉犯業務過失致死罪**，罪嫌重大；此外，**3人的供詞內容很多都不相符合**，還有部分相關的證人尚未到案、事證尚待釐清，為免串供必須羈押才能進行追訴、審判。

台南地院行政庭長郭貞秀指出，經現場採樣後發現該大樓**3樓大梁主筋彎鉤長度不足**；現場**梁柱斷裂倒塌**，相鄰鋼筋續接沒有錯開，顯見大樓施工確有缺失。

此外，專案小組也發現該**工程的設計並未依照結構計算書的結論繪製鋼筋施工圖**，導致維冠金龍大樓**1至5樓樑柱接頭配筋與結構計算書不符**，樑柱接頭耐震強度嚴重不足，造成建物無法達到應有的耐震強度，結果地震一來就整個大樓都垮掉。

維冠金龍大樓倒塌造成嚴重傷亡後，**台南檢察長張文政**立刻指派**主任檢察官江孟芝**組成專案小組並分案調查。檢方指揮檢警分別前往相關人員的公司及住所等**5處地點**執行搜索，並傳喚**林明輝及建築師張魁寶、鄭進貴等人**與數名證人到案說明。

三、關於端部

135度箍筋與端部90度箍筋？

# Collapsed Building

## ■ Weiguan building

90-degree bend hooks were allowed to use before Chi-Chi earthquake. However the hooks drew the attention of the public opinion and is blamed for the collapse.

成大土木杜怡萱







四、混凝土柱的  
鋼筋接續作法，  
關於齊頭式搭接  
與錯層搭接？

## ■ Weiguan building



Failure at the  
steel coupler?

鑽心取樣

**結構混凝土施工規範**最新消息法規公告301-315內政部91.7.8台  
內營字第0910084735號令訂定

18.5.3 結構體混凝土，若平常之使用係在乾燥情況下，則**鑽心試體**應於試驗前置於溫度**15至27 °C**及相對濕度在**60%以下**陰乾**7日**以上，然後在氣乾狀況下進行試驗；若平常之使用係在潮濕情況下，則應按照 CNS 1238之規定，試體應先在飽和石灰水中浸置**40小時**以上，並在試體潮濕狀況下進行試驗。

18.5.4 混凝土強度可疑處，應取**三個代表性試體**為一組，由監造者選擇對結構物強度損害最小之位置鑽心取樣。若試驗前發現試體於取出或處理過程中有損壞之現象時，應重取試體。

1.鑽心試體合格之標準為同組試體之平均強度不低於規定強度  $f_c'$  之**85%**，且任一試體之強度不低於  $f_c'$  之**75%**。



錯誤  
取樣

檢警連日前往維冠大樓災區蒐證，希望盡速釐清樓塌原因。黃靖文攝

其他災害



窗戶四角都沒有剪應力集中的斜張破壞

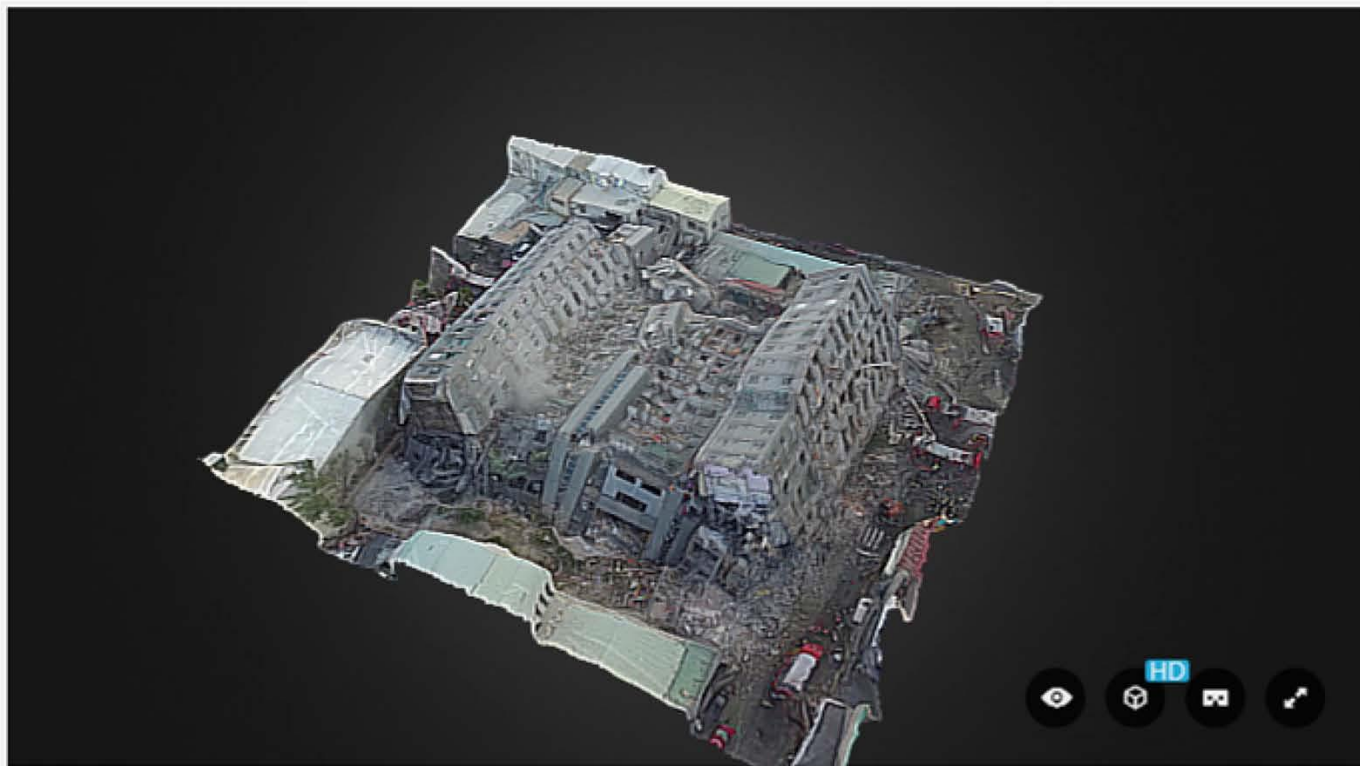




# Collapsed Buildings

## ■ Weiguan building

An interactive rough 3D model was built by Dept. of Geomatics, NCKU with photo taken by drones. [click here](#)



# 5.防制之道

(耐震>消能>隔震)

**建構**

**無震災城市**

# 永續都市

無災、智慧、健康

# 各階段目標年期及主要觀念

願景		循環有機生態城市		
階段	Conservation Phase	Renewable Green Phase	The Restorative Organic Phase	
	資源維護階段	綠色生態階段	循環有機階段	
目標年期	2010	2020	2030/2050	
主要觀念	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Eco-efficiency 生態效率 (有效率使用各種資源)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Eco- effectiveness 生態效益 (發揮各資源效益)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Earth restoration 城市=自然 (城市完全發揮生態的效能 · 不管是生產過程或最後的成果)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■減少對生態系統及公共健康的破壞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■改善生態系統及公共健康</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■重新恢復生態系統及公共健康</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■做破壞性比較少的事</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■隨著時間把事情越做越好</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■做確實可以改正過去破壞的事</li> </ul>	

# 主要議題擬定

## ■ 六個主要議題擬定

國際案例  
主要議題

樹/自然  
水資源  
公共建設  
人/教育  
能源  
國際/資訊

臺北市  
現況與特點

綠地不足  
水岸無法有效利用  
暴雨淹水問題  
區域型工作型態  
盆地地形熱島效應  
主要溫室氣體→住商

2050願景：  
循環有機  
臺北城

**Tree**  
綠意

**Aqua**  
親水

**Infrastructure**  
綠色公設

**People**  
綠生活圈

**Energy**  
節能減碳

**Intelligent**  
智慧生態城

# 綱要及行動計畫說明

## GREEN in T.A.I.P.E.I. 綠茵台北

Tree · Aqua · Infrastructure · People · Energy · Intelligent

綠意 · 親水 · 綠色公設 · 綠生活圈 · 節能減碳 · 智慧生態城

### Tree

綠意

See the green

- 提高都市綠意
- 發展都市農業



### Intelligent

智慧生態城

Intelligent eco-city

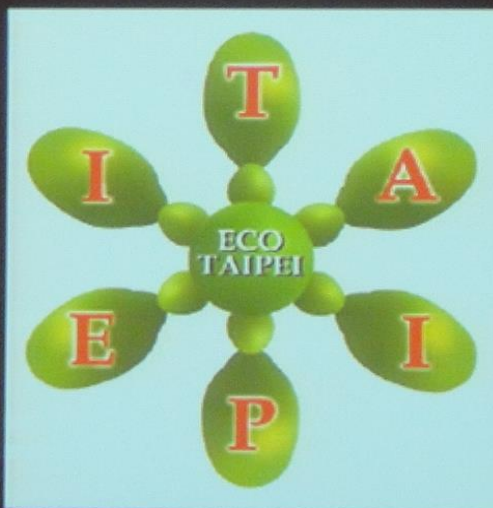
- 提高數位化應用
- 與國際接軌

### Energy

節能減碳

Save energy and reduce greenhouse gas emission

- 溫室氣體排放減量
- 提升空氣品質



### Aqua

親水

Touch the water

- 改善水質
- 有效管理洪患/暴雨
- 落實親水規劃

### Infrastructure

綠色公設

Green infrastructure

- 提高大眾運輸使用率
- 改善人行道及自行車道
- 改善街道照明燈具

### People

綠生活圈

Lifestyle

- 建構20分鐘生活型態
- 推廣環保教育



一個城市並不是  
全由建築物組成  
的，市民才是城  
市的核心！

# 無災

## 14. 推動無災城市為永續都市之基礎

✦ 2008年中國大陸四川發生規模 $M=8.0$ 強震，受災嚴重地區超過12萬平方公里，如今三年過去了，重建之路已大為進展，就實質面而言，以大規模大量體之隔震建築方式重建震災區建築物，以打造未來永續都市觀念之機場(雲南昆明機場)、學校建築(由廣州援建之汶川縣第一幼兒園和汶川第二小學共8幢教學樓、綿竹市遵道場鎮遵道學校、德陽市袁家小學等)、辦公大樓(都江堰向峨鄉政務服務中心、彭州市白鹿鎮政務服務中心)、住宅社區(汶川縣威州鎮20多棟3萬多戶的居民住宅)之數量不勝枚舉，值得世界刮目相看，大陸採用隔震技術係由廣州大學周福霖教授擔任召集人，自從1993年於廣州市建造全國首幢隔震樓，目前在北京、新疆、甘肅等地的300多棟建築物中推廣應用。甘肅隴南武都三棟6層民用住宅使用了90年代的第一代隔震技術，在此次512大地震中完好無損，連一條裂縫都沒有，房中人無強烈震動感覺。而該技術應用在新疆的中國第一座鐵路防震大橋也經受了2003年的伽師大地震，當時在道路中斷的情況下，該大橋保證了救災物資源源不斷運進災區，及時發揮了救災效率與功能。

# 無災

⊕ 如果地震是臺灣同胞的宿命，打造隔震房屋，應該是自921地震以來，政府可以努力加強的方向與目標。雖然我們起步較晚，但是由於國內首棟隔震建築霧峰光復國中地震博物館與消能建築101大樓採用質量調諧阻尼器(TMD)的成功，世人已經瞭解臺灣已經從921地震中站起來，雖然八八水災驗收921經驗不是很理想，誰知道再過十年八八水災回顧，或再過五十年921地震60周年回顧，同時八七水災100周年回顧，你我大部分人雖然都已不在，但是相信我們的經驗可以留傳給他們!。圖六與圖七為日本免震構造協會為2050年打造的永續無災隔震城市構想圖，本件作品為大林組的濁川拓也與丹羽俊介兩位先生創作，獲得日本免震構造協會2009年隔震創意的最優等賞，值得吾人打造無災城市的參考。

# 無災



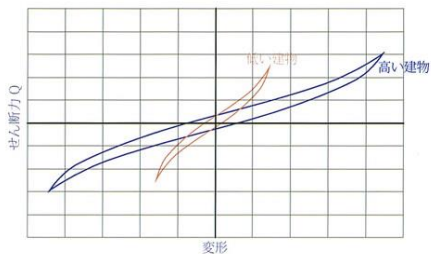
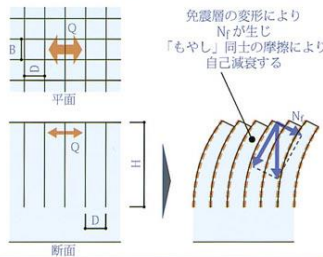
structural design  
「もやし免震」構造の特徴

### ① 自己減衰のメカニズム

「もやし免震」の原理 (スタイロフォーム+スリット切り込み加工)

建物高さ	高 ↔ 低
建物周期	長 ↔ 短
免震層の柔らかさ	大 ↔ 小
H	大 ↔ 小
B, D	小 ↔ 大
建物重量 (≒排土重量)	大 ↔ 小

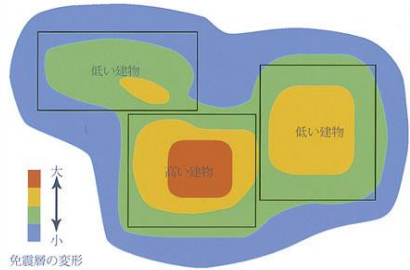
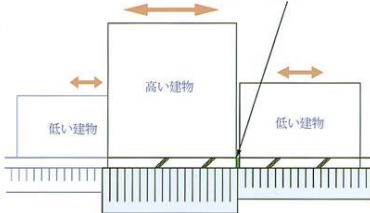
基本的には直接基礎が可能



「もやし」同士が寄り添うことによる自己減衰効果  
揺れの減衰は建物規模によって様々だが・・・

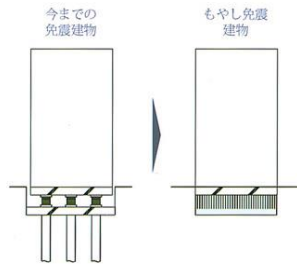
### ② 相互減衰のメカニズム

建物間に粘性の緩衝体を設ける  
建物がそれぞれの周期で押し合い  
全体の揺れが減衰する



建物同士が寄り添うことでさらに高い減衰効果  
建物群全体で安全性の高い免震層が構築可能

### ③ 「もやし免震」のメリット



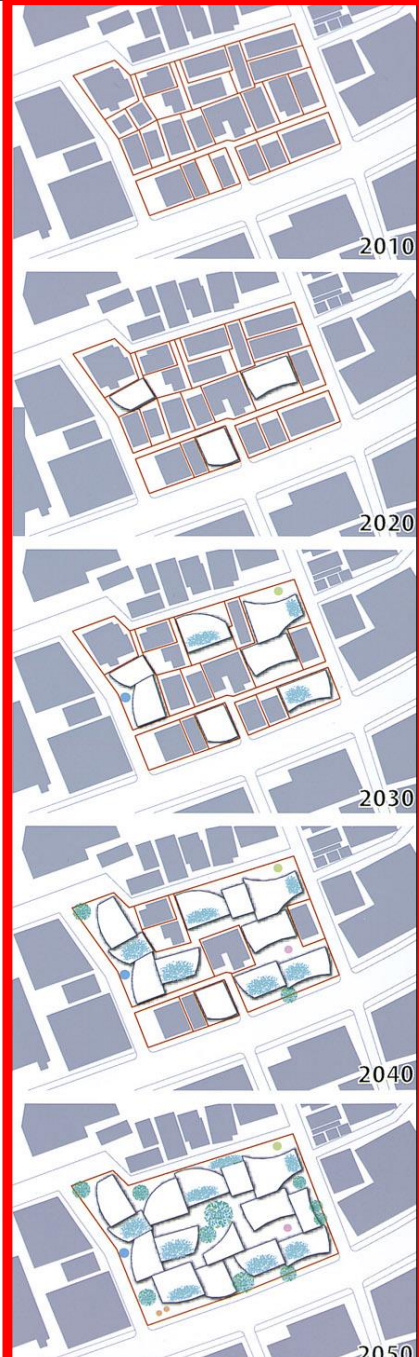
今までの免震は・・・

- ・免震層をはさむため基礎が二枚必要
- ・建物重量が大きい
- ・結果として、建物・施工費が高コスト
- ・建物が隣接した場合の対応が困難

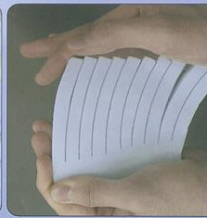
「もやし免震」は・・・

- ・もやし免震層の上に基礎一枚でOK
- ・建物重量が軽くなる
- ・結果として、建物・施工費が低コストで抑えることが可能
- ・建物を隣接させることによりさらに高い免震効果を得ることができる

[高い安全性]の[建物群]が  
従来よりも[低コスト]で実現可能



もやし 免震  
moyashi isolation system



# 無災

concept  
寄り添ってしなやかに生きる街

「もやし」という言葉は  
ひ弱で、頼りない人や物の比喩として用いられる。  
実際に、「もやし」という植物も  
その1本1本は青白くて頼りなくて、ほんの少しの力で折れてしまう。

しかし「もやし」が束となって生えるとき  
それは、かぶさっている土や石までも持ち上げてしまうほどの力強さで伸び上がる。  
そして、束を指で押すと、シャキシャキとした弾力があったりもする。  
集まると、意外にけなげで、しなやかで、くじげない。そんな一面を見せてくれる。

【もやし免震】とは、  
そんな「もやし」のように、集まり、寄り添うことで、力を発揮する免震の考え方である。

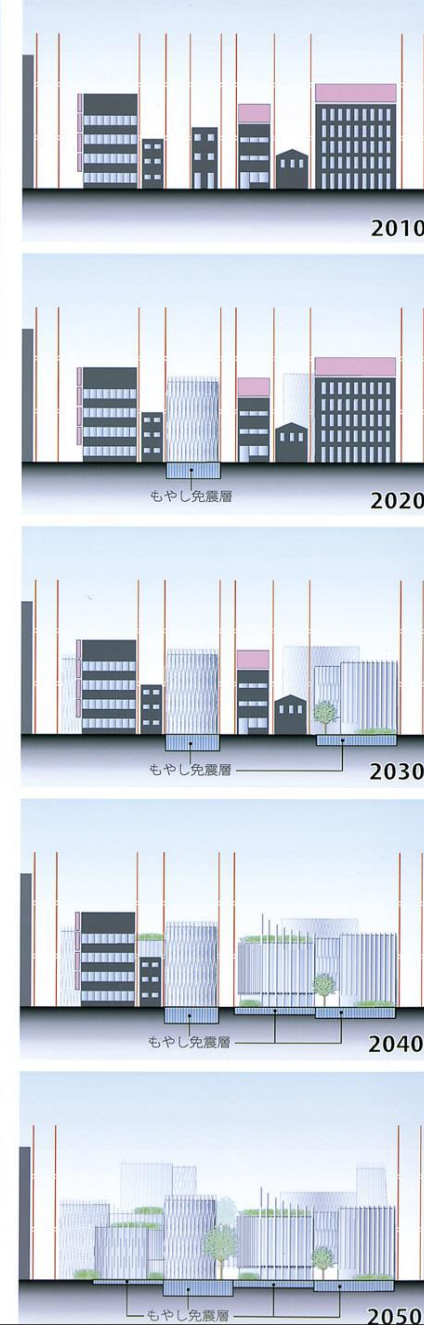
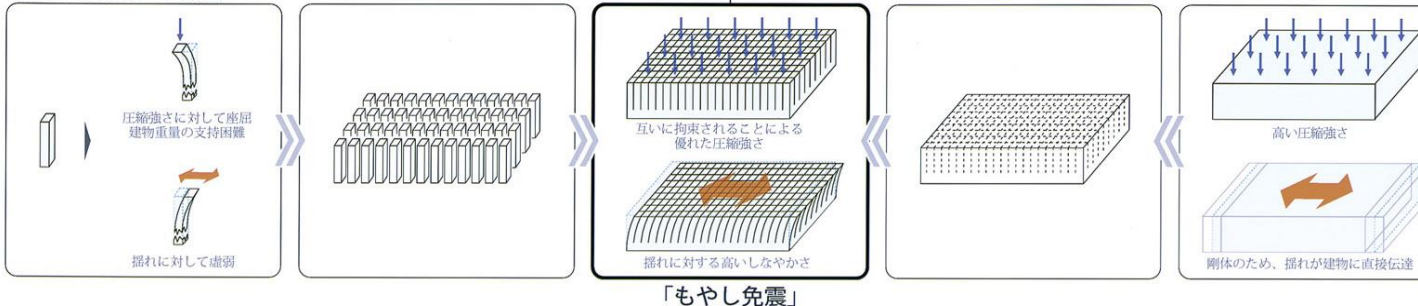
人だってそうである。  
どんなに強い人でも、1人でできることは限られるし、孤独で寂しい。  
たくさんの人が集まり寄り添って、暖かいコミュニティが生まれる。

建物だってそうである。  
どんな地震や衝撃に耐えることのできる建物でも、単体だと風景から孤立しがちである。  
たくさんの建物が集まり寄り添って、その土地の魅力が溢み出る街並みとなる。

「もやし」から見える、お互いを必要とするような関係。  
集まり寄り添うことで生まれる、けなげさ、しなやかさ、たくましさ。

2050年の、人、人が日々を営む建物、建物の安全性を確保する免震システム。  
「もやし」みたいな関係が持てるような、そんな未来であってほしい。

diagram  
「もやし免震」の特色



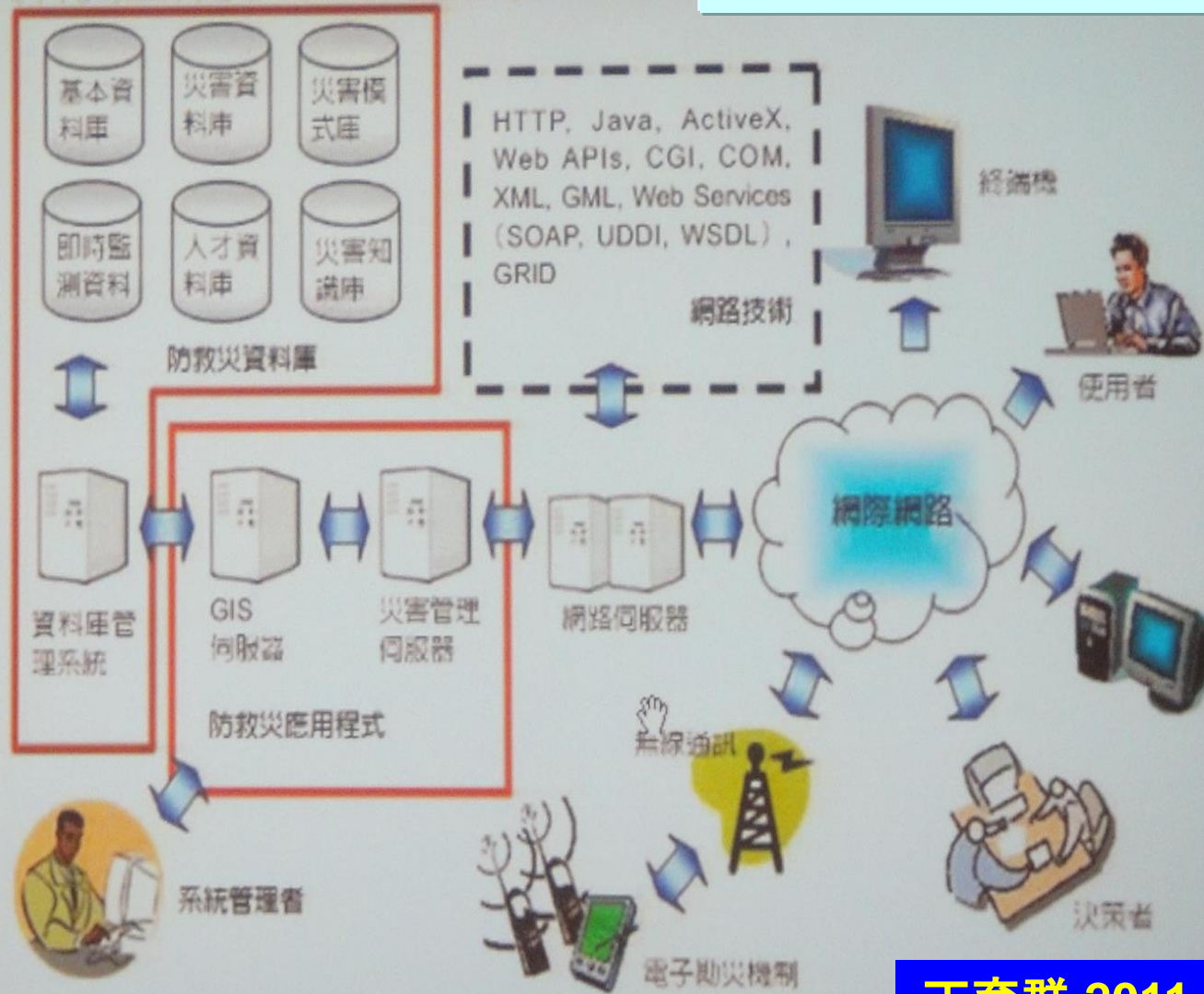
圖七、大林組的濁川拓也與丹羽俊介創作之免震永續城市之二[6]

# 智慧生態城-策略說明(一)

# 智慧

## 策略一：智慧技術在防災之運用

- 防救災資料庫之建立
  - 即時監測系統之建立
  - 4S防救災應用技術
- GIS (地理資訊系統)  
GPS (全球衛星定位系統)  
RS (衛星遙測技術)  
MIS (管理資訊系統)



# 智慧

## 【何謂智慧型建築】

因應高度資訊化社會之需求為建築整合新科技 (CA、OA、BA)、新服務型態 (STS, OSS) 使建築空間具有舒適性、效率性、經濟性、安全性等需求目標。

### 新科技之整合

- CA 系統
- OA 系統
- BA 系統
- 傳送系統

### 新服務型態之整合

- 租戶共享服務
- on side service
- 外部資訊服務

### 建築與環境設備之整合

- 建築環境
- 空調環境
- 照明環境

IN A PERF

智慧





# 真的被震怕了！日本發明「地震防護椅」數秒變頭盔逃生

▲日本設計師打造地震防護椅「Mamoris」。(圖／取自psfk.com)

國際中心／綜合報導

日本長久以來飽受地震威脅，兩年多前的**311**大地震核釀成福島核災事件，也讓當地居民留下揮之不去的陰影。為了減少民眾在地震受到的傷害，當地知名工業設計師根津孝太（**Kota Nezu**）設計了一款取名為「**Mamoris**」（マモリス）的保護椅，它可以透過頭盔來保護使用者，不讓人受到任何跌落碎片的傷害。這款椅子也在東京設計周上展出。

根據日本《**IT Media**》報導，這款保護椅雖然看起來有些笨重，但實際上只有**4磅**的重量。當中有一個可翻轉**90度**的轉盤能把座位和靠背分拆，並且連接著頭盔，因此若使用者若感受到地震，能很快速的做好防護措施來逃生。

▲保護椅側面圖。(圖／取自IT Media)

▲地震發生時就帶著椅背頭盔跑囉！這款椅子由該設計師屬的**Znug Design**公司和**Poplife**設計公司共同打造，未來是否能商品化還有待確認，目前已進入申請專利階段。

原文網址：[真的被震怕了！日本發明「地震防護椅」數秒變頭盔逃生](http://www.ettoday.net/news/20131102/290162.htm#ixzz2jXsW0X5W) | [ETtoday國際新聞](#) | [ETtoday新聞雲](#)

<http://www.ettoday.net/news/20131102/290162.htm#ixzz2jXsW0X5W> Facebook

# 智慧

っていれば、災害時にすぐ身を守れそうです。



と。あごヒモのような固定器具も取り付ける予定です。



かぶってみた。背後のガード感が頼もしい

# 避海嘯屋(石卷市漁獲冷藏中心)

# 智慧

底層挑高至海嘯高度以上



預鑄牆面均已  
鉸支承扣住海嘯  
壓力可衝開

海嘯壓力小以  
擋牆支撐  
海嘯壓力大可  
衝開牆面



# 健康

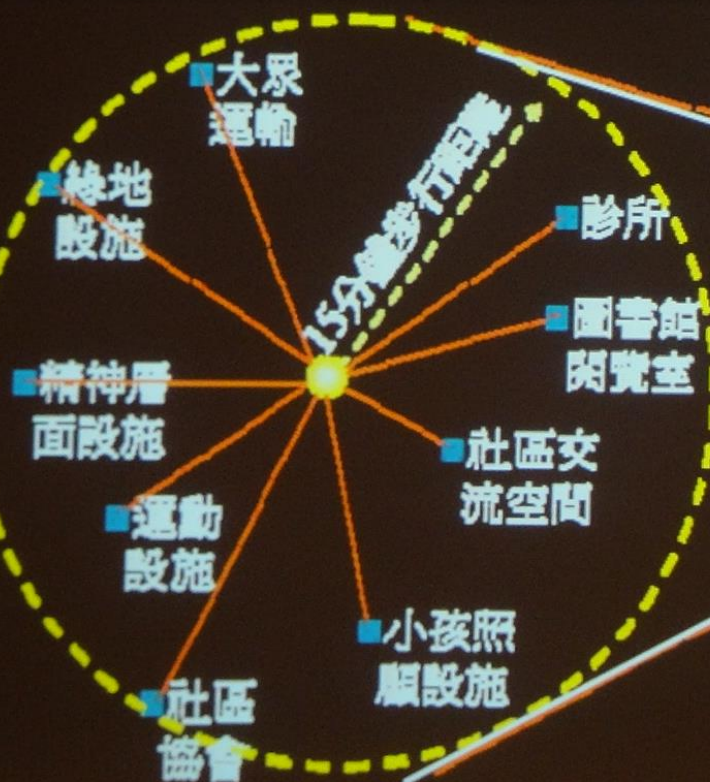


# 綠生活圈-策略說明(一)

# 健康

## ■ 策略一：建構15分鐘鄰里

- 在15分鐘步行距離範圍內，提供臺北市民基本生活所需 → 在油價高漲或能源不足時，人們仍可以步行維持基本需求
- 調查分析 → 找出不足設施與地區 → 利用政策、獎勵補足



# 6、結論

祝福無震災都市  
早日實現!!!