

NAR Labs 國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

地震工程與耐震安全

邱聰智 博士

國家地震工程研究中心副研究員



邱聰智簡歷

- 學歷

- 台灣大學土木所結構組博士
- 台灣科技大學營建所結構組碩士

- 經歷

- 國家地震工程研究中心副研究員
- 國家地震工程研究中心助理研究員
- 雲林科技大學營建系業界專業教師
- 宏國德霖科技大學土木系兼任助理教授
- 教育部合格大專院校講師(講字第103966號)
- 中華民國地震工程學會第10屆耐震補強委員會委員(103震學聘字第0110號)

[Email: tcchiou@ncree.narl.org.tw](mailto:tcchiou@ncree.narl.org.tw)

TEL: +886-2-66300869

演講大綱

- 一. 地震與地震災害
- 二. 台灣耐震規範的演進
- 三. 街屋快速耐震評估與補強
- 四. 居家防護與應變
- 五. 結論

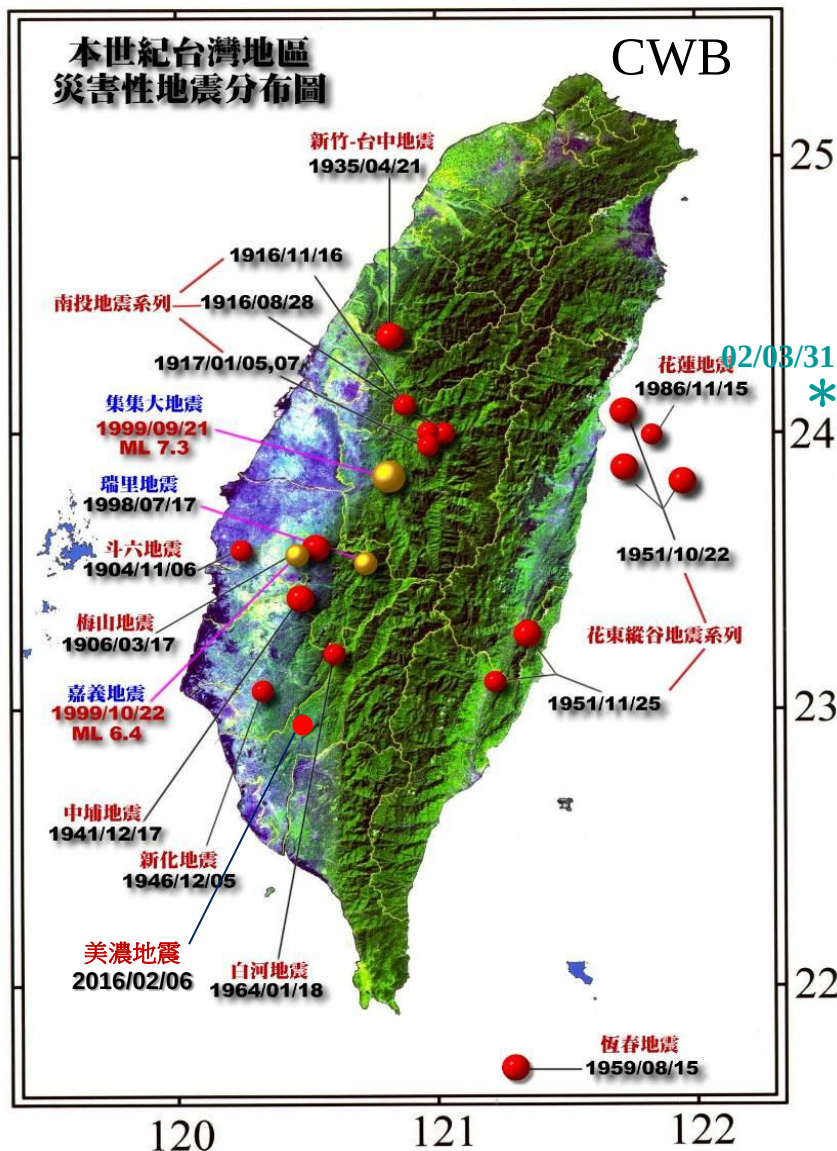
地震災害與防災

一、地震與地震災害

台灣近百年來的大地震

編號	地震名稱	發震時間	震央位置		震源深度	地震規模	死亡人數
		(120°E)	北緯(N)	東經(E)	(公里)	(M _L)	(人)
1	斗六地震	1904/11/6	23.575	120.25	7	6.1	145
2	梅山地震	1906/3/17	23.55	120.45	6	7.1	1259
3	南投地震系列	1916/8/28	24	121.025	45	6.8	70
4	新竹-台中地震	1935/4/21	24.35	120.817	5	7.1	3279
5	中埔地震	1941/12/17	23.4	120.475	12	7.1	360
6	新化地震	1946/12/5	23.07	120.33	5	6.1	74
7	縱谷地震系列	1951/10/22	23.875	121.725	4	7.3	85
8	恆春地震	1959/8/15	21.7	121.3	20	7.1	17
9	白河地震	1964/1/18	23.2	120.6	18	6.3	106
10	花蓮地震	1986/11/15	23.992	121.833	15	6.8	15
11	集集地震	1999/9/21	23.85	120.78	10	7.3	2444
12	美濃地震	2016/2/6	22.93	120.54	16.7	6.4	117

台灣近百年來的大地震



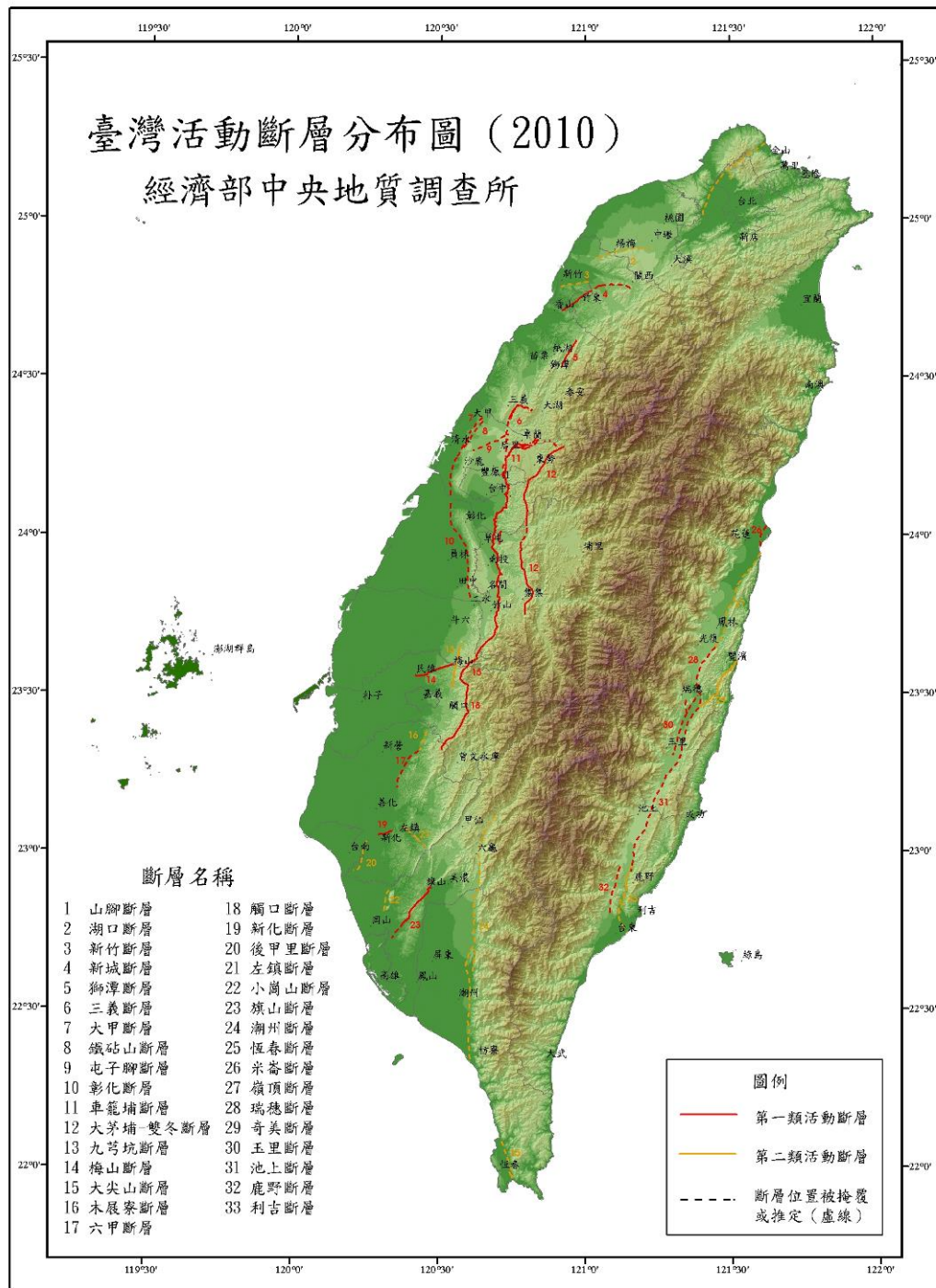
縱谷系列地震85
人死亡

新竹-台中地震
3279人死亡

災害關鍵一：
地點

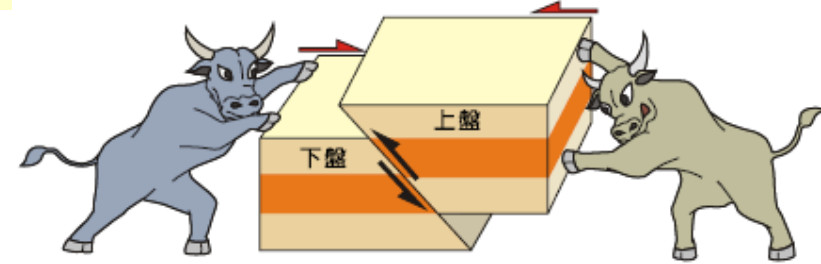
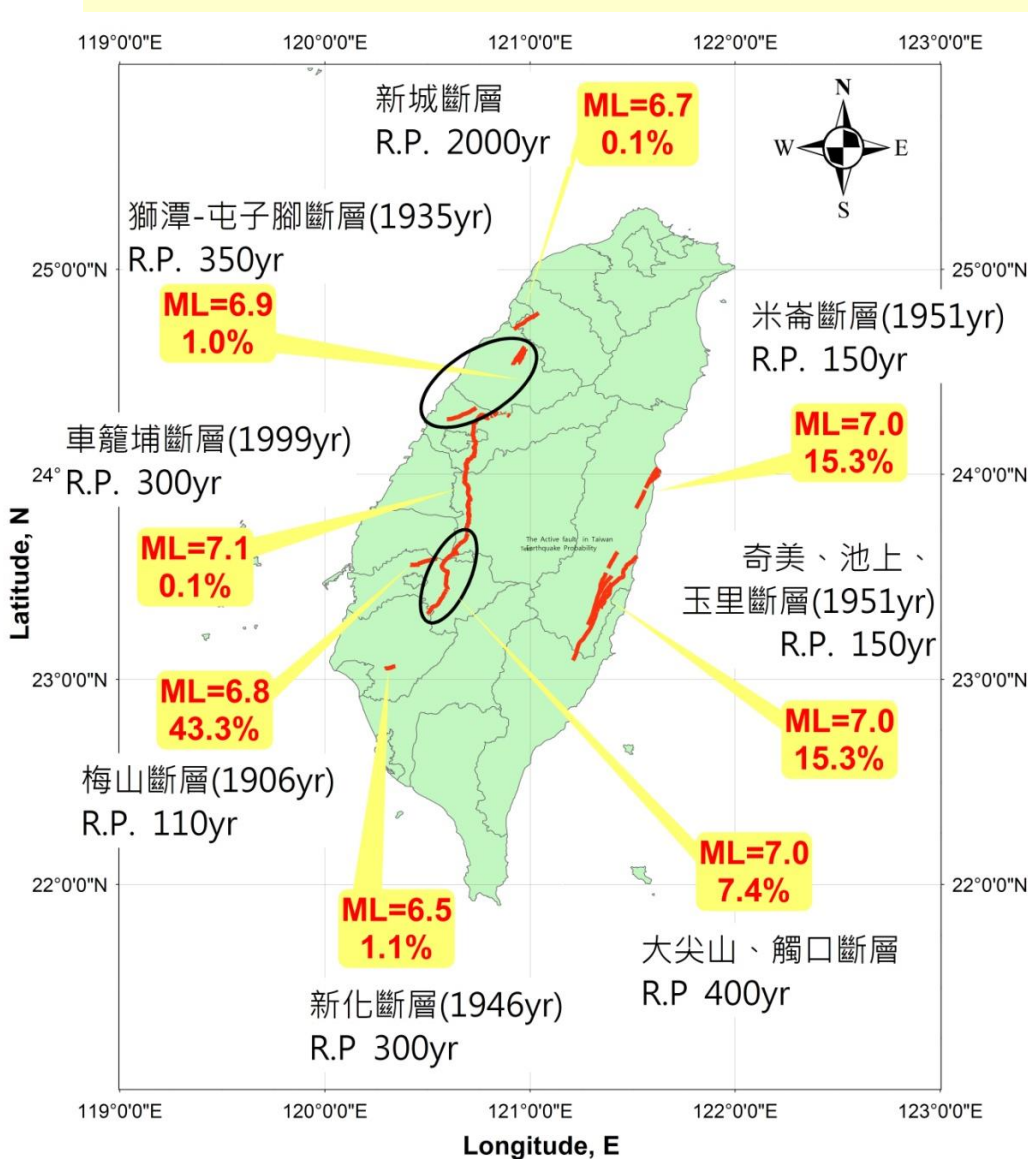
台灣的斷層分布

- 目前居住於**第一類**活動斷層兩側**10km**內之人口約有**860萬人**。
- 與民國88年 921規模相當之大地震可能再現，傷亡人數仍可能高達**數千人**
- 若發生於靠近都會區之斷層，**傷亡人數及經濟損失可能數倍於921地震**



台灣未來可能面臨的地震威脅

台灣內陸斷層未來30年內發生重大災害地震之機率與震央分佈圖



比較斷層面錯動釋放的能量

日本311 ML9.0

NS: 400 km

EW: 300 km

Slip: 60~70 m

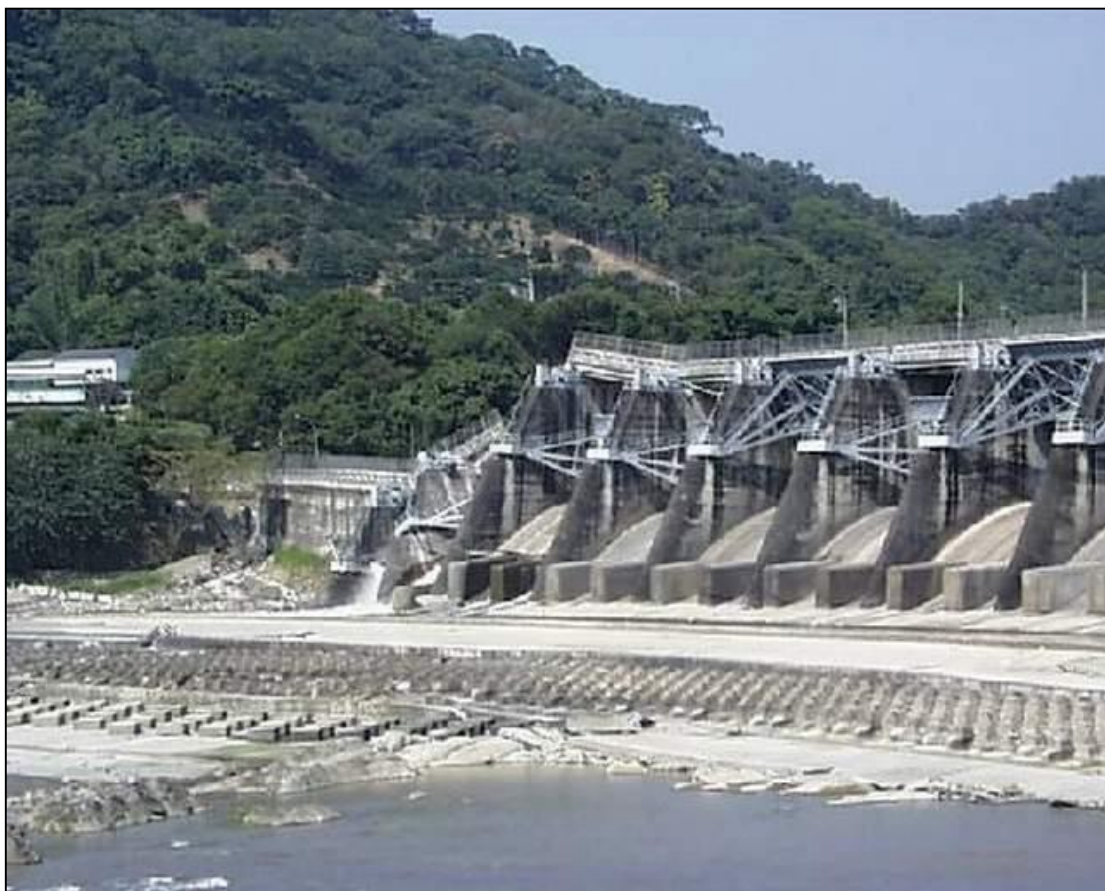
921 集集地震 ML7.3

NS: 100 km

EW: 30 km

SLIP: 10m

斷層的力量



錯動高差10公尺



建築毀損、倒塌---主要傷亡原因



1. 921集集地震：
規模7.3
2. 造成 2,444人死亡，
11,000 人受傷，10萬棟房屋受損。
3. 損失超過4000億台幣。

校舍等聚眾建築更重要



伴隨災害 --- 火災

地震伴隨災害 ---
火災 悶燒 無水可救
(集集地震
新莊博士的家)



地震伴隨災害 ---
大火 無水可救
(1995 日本阪神地震)
死亡: 6434人
房屋損害: 249,180棟
火災損害: 7,483棟

2011年03月11 日日本宮城 Mw9.0 強震



宮城縣名取市
十一日晚間發生大火，
燒毀許多民宅。



海嘯與大火。

木造房屋易生火災
對海嘯無抵抗能力

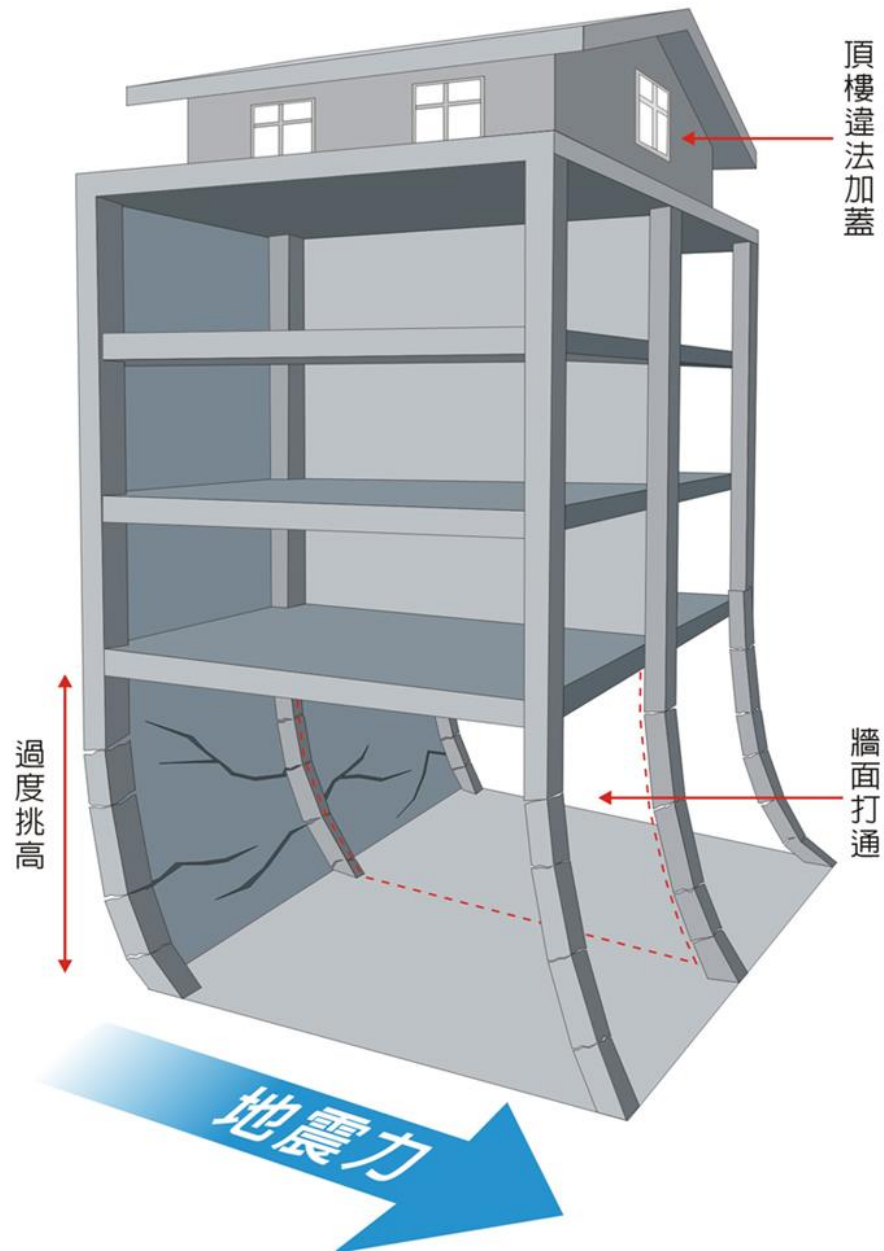
Performance of High Break-waters-2



Breakwater height was insufficient

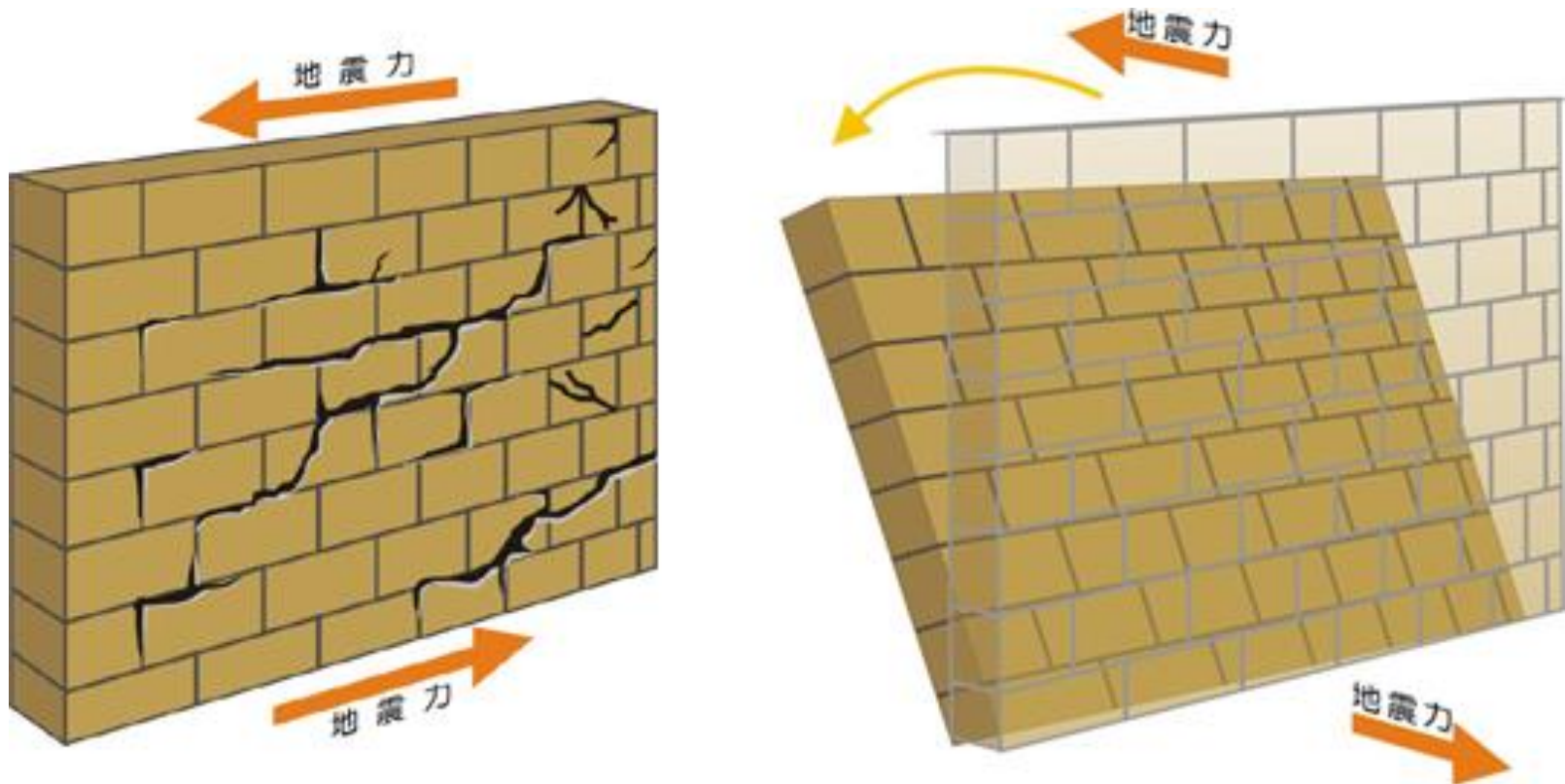
Compiled from Newspapers

頭重腳輕的房子





牆壁很重要—— 只有沿著牆壁才有力量

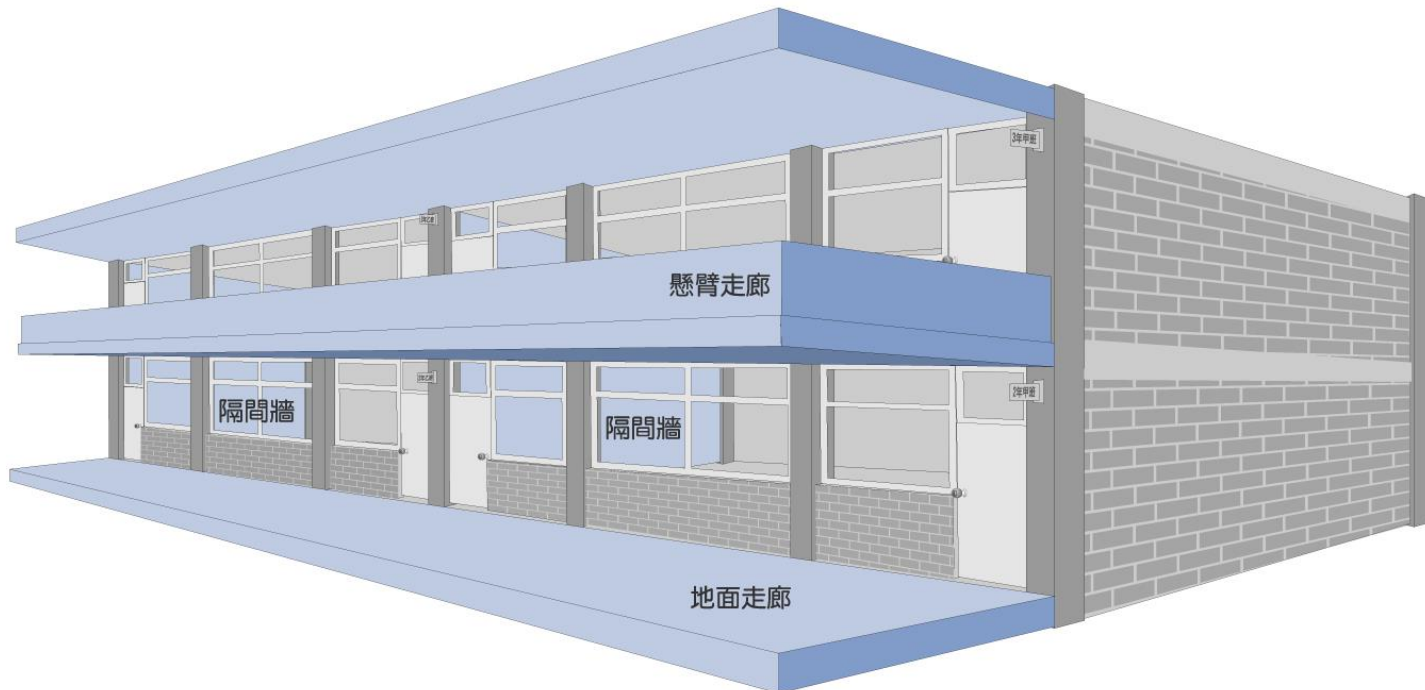
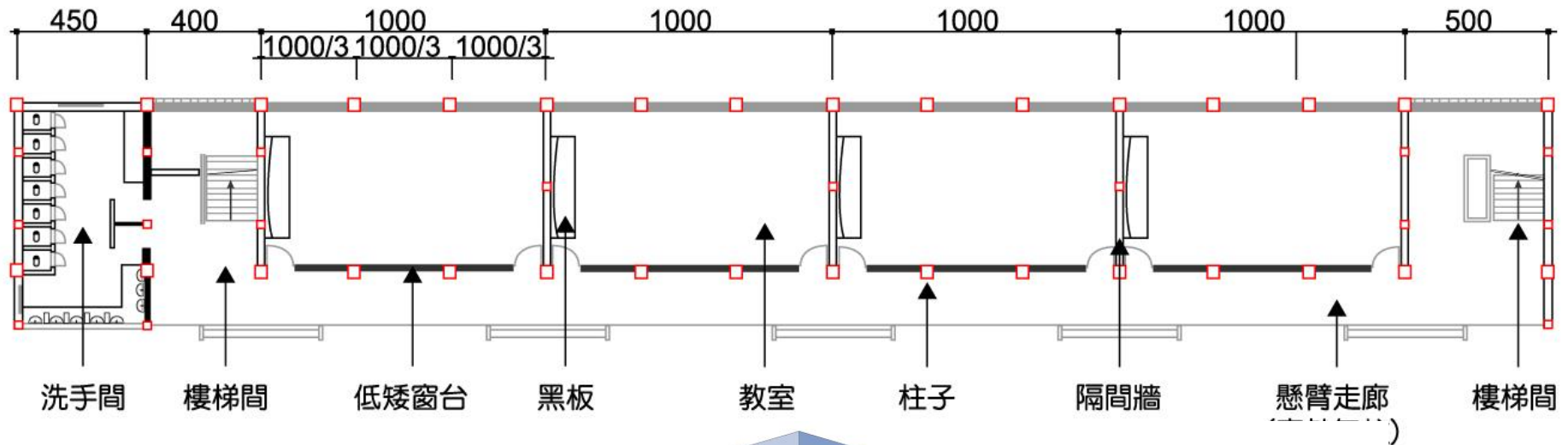


牆壁只能提供面內剪力，面外無法提供力量

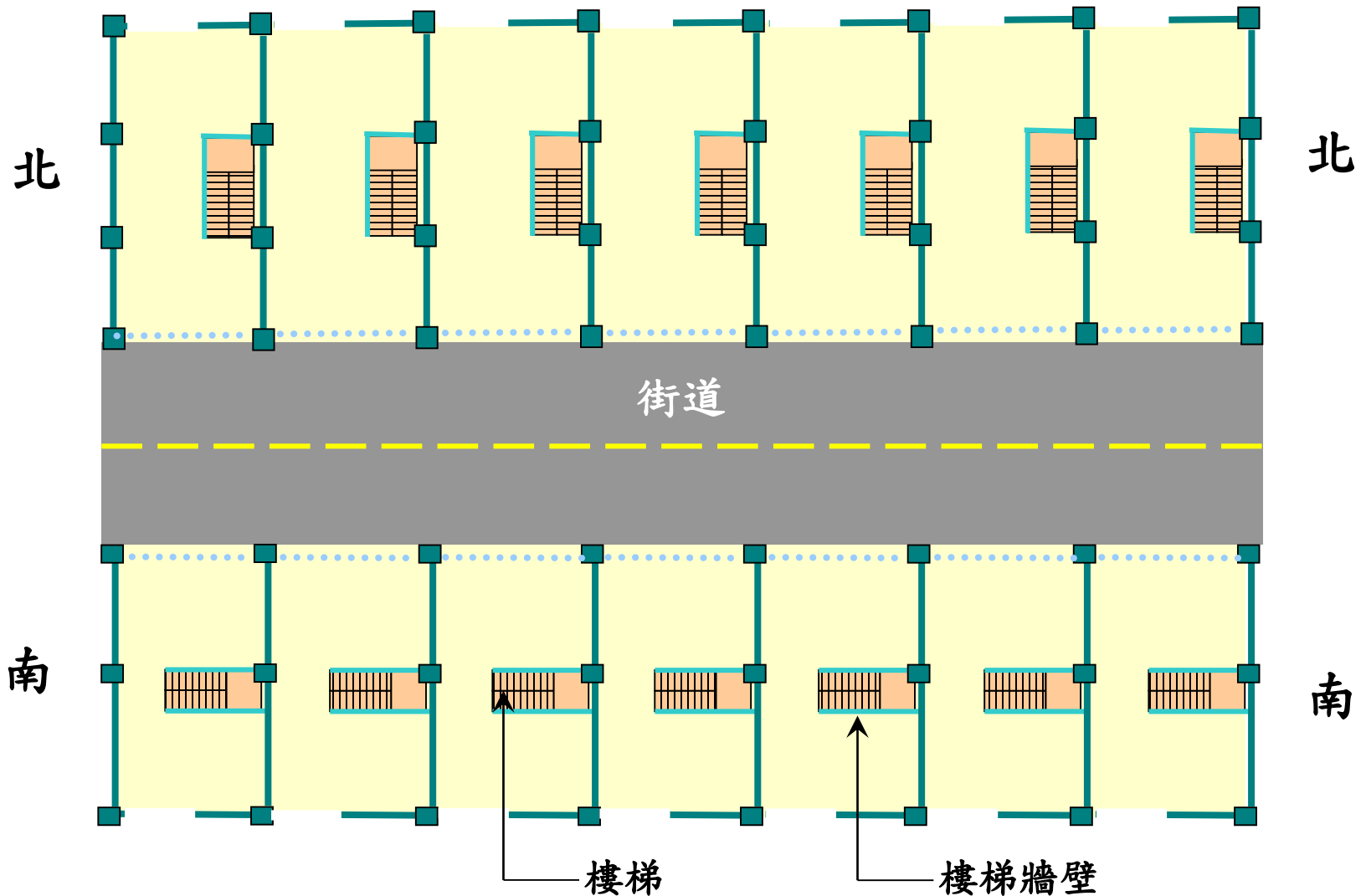
典型的街屋住宅



學校教室的危險—結構弱向



你要住在哪一排呢？



為何同年代，同式樣建築，耐震能力有異？



地震災害與防災

二、台灣耐震規範的演進

中央氣象局震度分級



■ 地震震度分級

各國採用的震度分級的方式可能不同，
本頁為臺灣所採用的震度分級：

我國耐震規範設計水準

震度 7 級 劇震

(最大加速度400gal以上)

搖晃劇烈以致無法依意志行動、建築物受損或倒塌、山崩地裂、鐵軌彎曲

震度 6 級 烈震

(最大加速度250~400gal)

搖晃劇烈以致站立及開車困難，建築物受損、門窗扭曲變形，地面有噴砂現象

震度 5 級 強震

(最大加速度80~250gal)

汽車駕駛人明顯感覺地震、牆壁產生裂痕、牌坊傾倒、重傢俱翻倒

震度 4 級 中震

(最大加速度25~80gal)

令人產生恐懼感、步行中的人可感覺搖晃、房屋搖晃甚烈、物品傾倒、電線明顯搖晃

震度 3 級 弱震

(最大加速度8~25gal)

幾乎所有人都感覺搖晃、房屋震動、門窗發出聲音、靜止的汽車明顯搖動

震度 2 級 輕震

(最大加速度2.5~8.0gal)

大多數人可感覺晃動，部分正在睡覺的人會驚醒，懸掛物略為搖晃

震度 1 級 微震

(最大加速度0.8~2.5gal)

靜止時可感覺微小晃動

震度 0 級 無感地震

(最大加速度0.8gal以下)

人無感覺

參考資料來源：中央氣象局

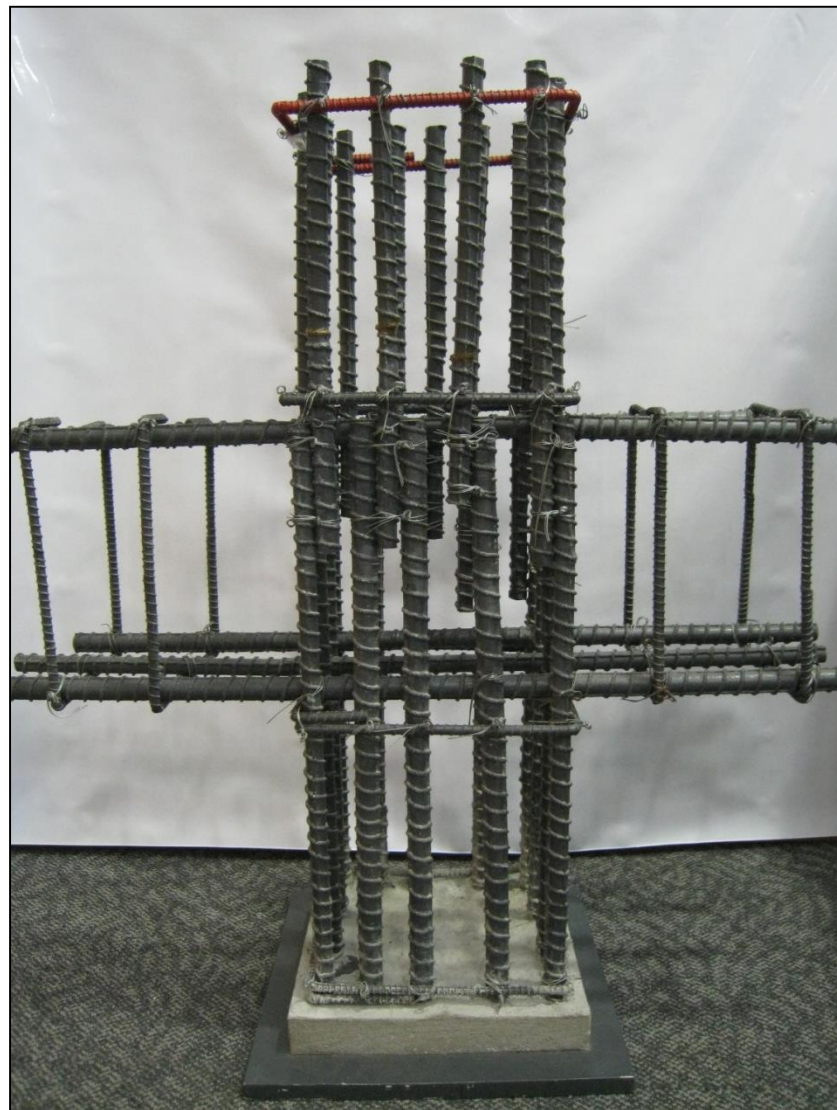
如何達到「大震不倒」的要求

- 建築物的施工細節

鋼筋混凝土結構的韌性



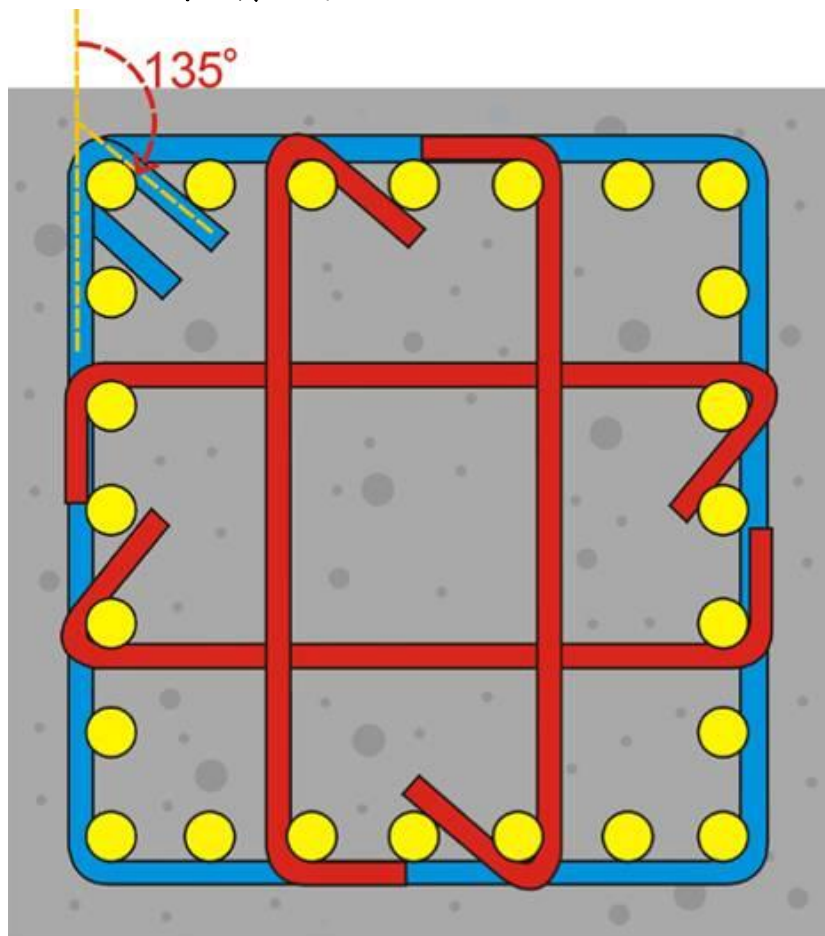
1997年後規範規定



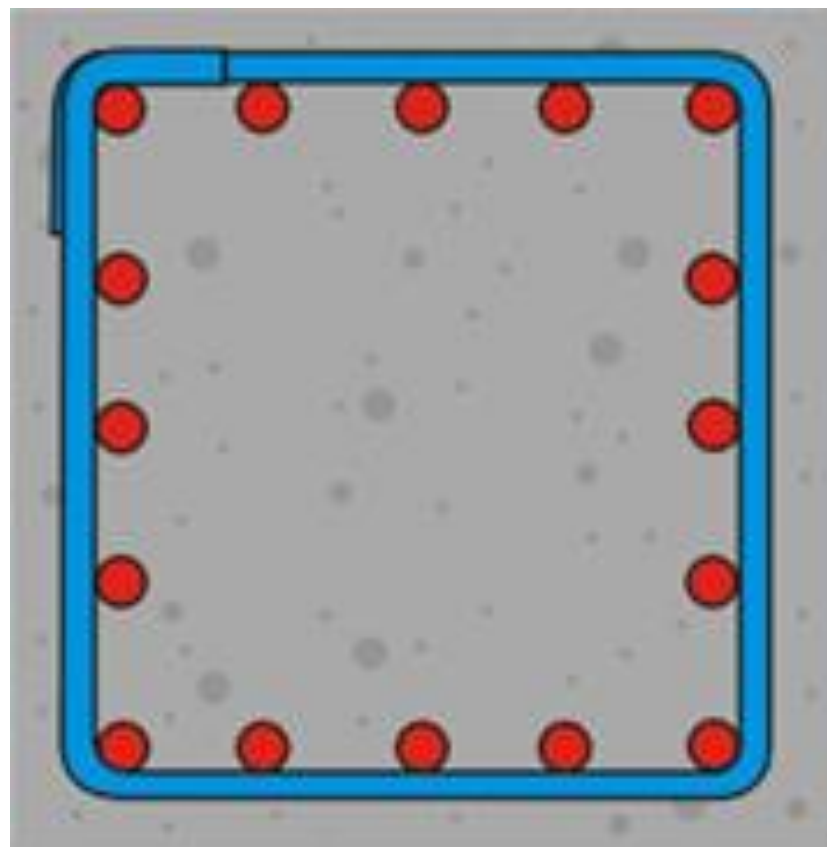
1997之前

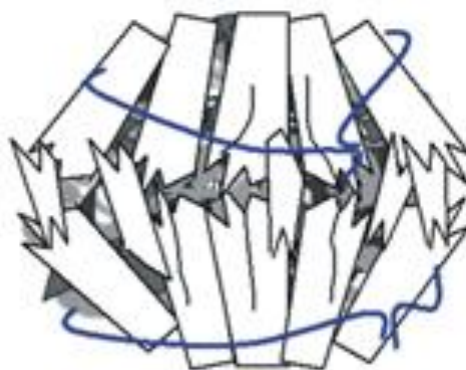
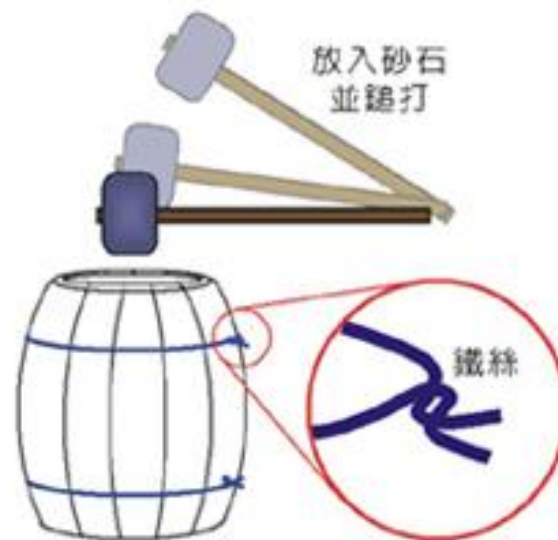
鋼筋綁紮細節要求

良好箍筋與繫筋之彎鉤
每層間距10~15cm

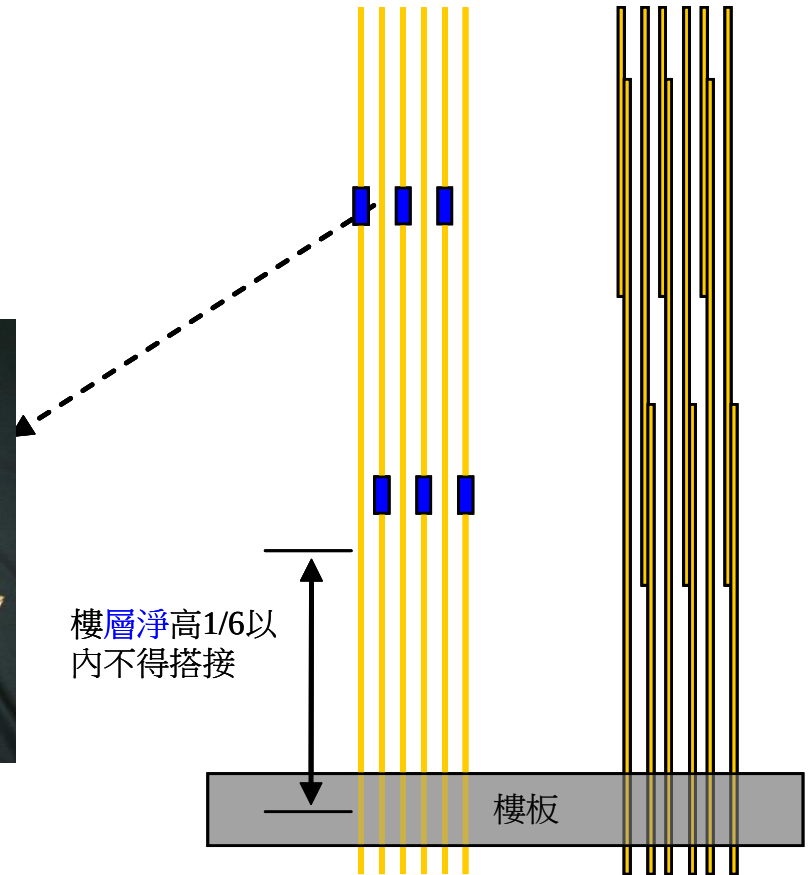
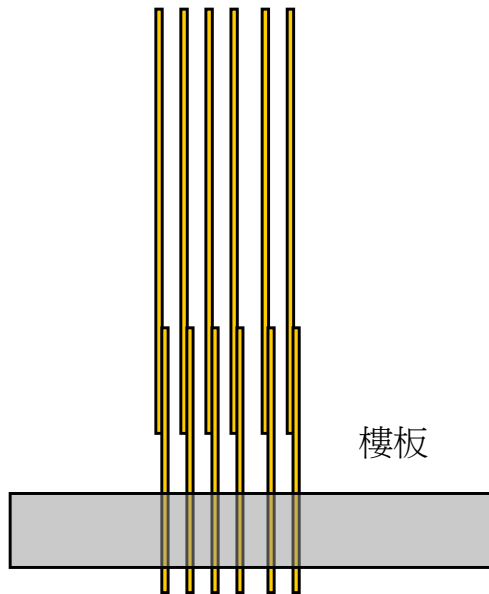


不良箍筋與缺乏繫筋之彎鉤
每層間距30cm





主筋搭接及續接



同位搭接—不良



住宅安全  起來



地震災害與防災

三、街屋快速耐震評估與補強

街屋耐震資訊網

NARLabs

<http://streethouse.ncree.narl.org.tw/>

街屋耐震資訊網

sde4/wmmt/

應用程式 建議的網站 網頁快訊圖庫 街屋 從 IE 匯入 Chrome 功能導... Google 新聞 新分頁 Synology Disk... International C... 登入頁面 其他書籤

NARLabs 國家實驗研究院 National Applied Research Laboratories

國家地震工程研究中心
街屋耐震資訊網

網站地圖 聯絡我們 網網相連 常見問題

住宅安全  起來

何謂街屋建築
居安思危
建築的構成
耐震能力補強

我家耐震嗎?
想知道您住的街屋是否耐震
算一算就知道!

耐震E博士
帶您一起算
GO



街屋快速評估方法之研發

對象：一般民眾

特色：簡單、可操作、保守



☆重量：樓地板面積及樓層數

☆承载力：柱量或牆量

$$I_s = \frac{\text{初評之耐震性能}}{\text{設計地震需求}}$$

適用對象

- 五層樓(含)以下建築
- 鋼筋混凝土或加強磚造
- 樓版為鋼筋混凝土現澆版



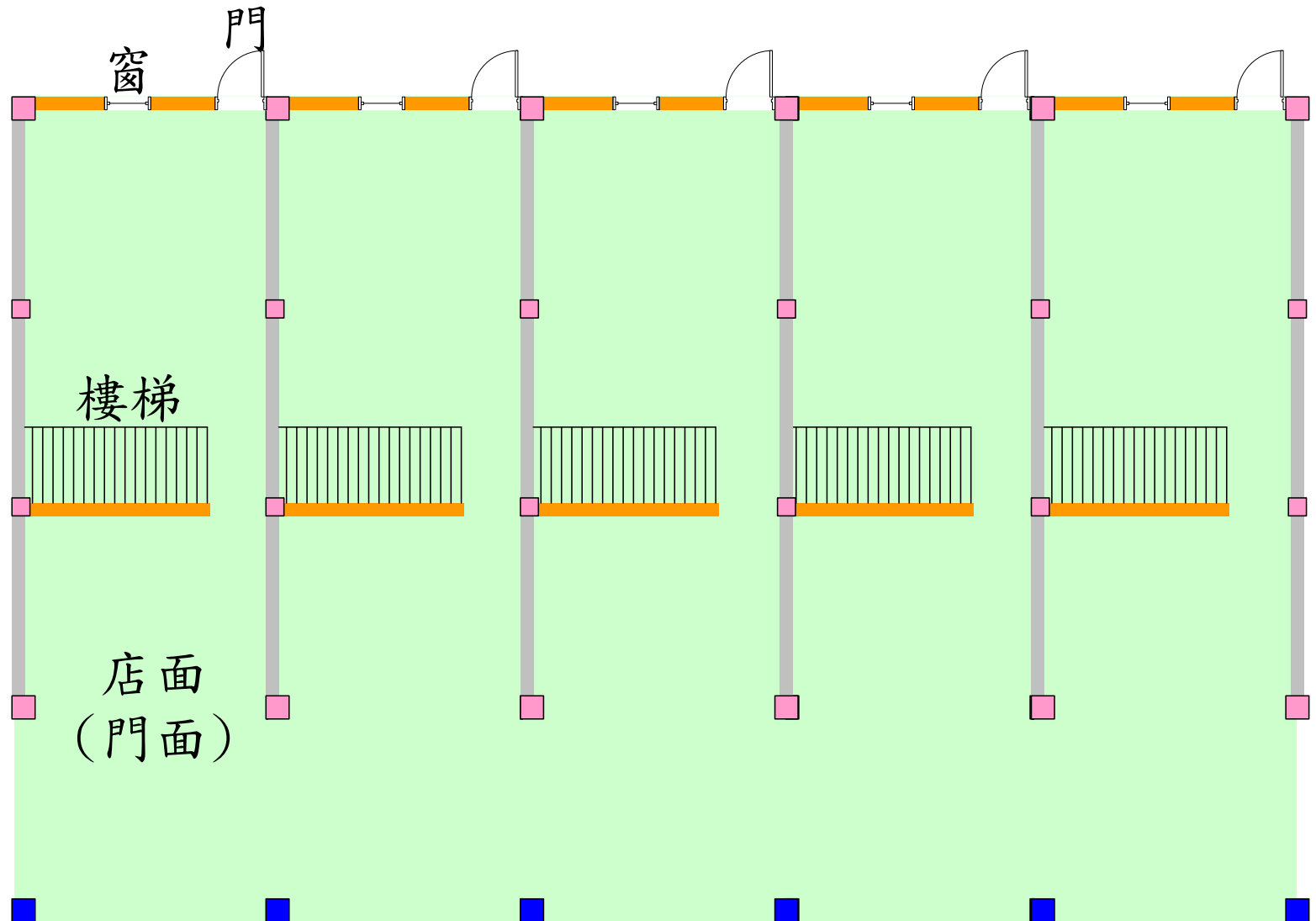
磚造木屋頂、磚造鐵皮屋頂、土角厝皆不適用



☆重量: 樓地板面積及樓層數



☆承載力：1樓的柱面積及牆面積



評估結果

認識地 x
2.aspx?housetype=a
街屋 從 IE 匯入 Chrome 功能導... Google 新聞 新分頁 Synology Disk... International C...

NAR Labs 國家地震工程研究中心
國家實驗研究院 National Applied Research Laboratories
街屋耐震資訊網

回首頁 網站地圖 聯絡我們 網網相連 常見問題



現在位置：首頁 / 我家耐震嗎

測量結果

1 建物基本資料 2 室外柱 3 室內柱 4 牆 5 測量結果

何謂街屋建築
居安思危
建築的構成
我家耐震嗎
耐震能力補強

耐震安全可能有疑慮 耐震安全暫無疑慮

根據計算，您的街屋耐震安全可能有疑慮，建議進一步尋求專業技師或建築師進行詳細評估，確認耐震能力。

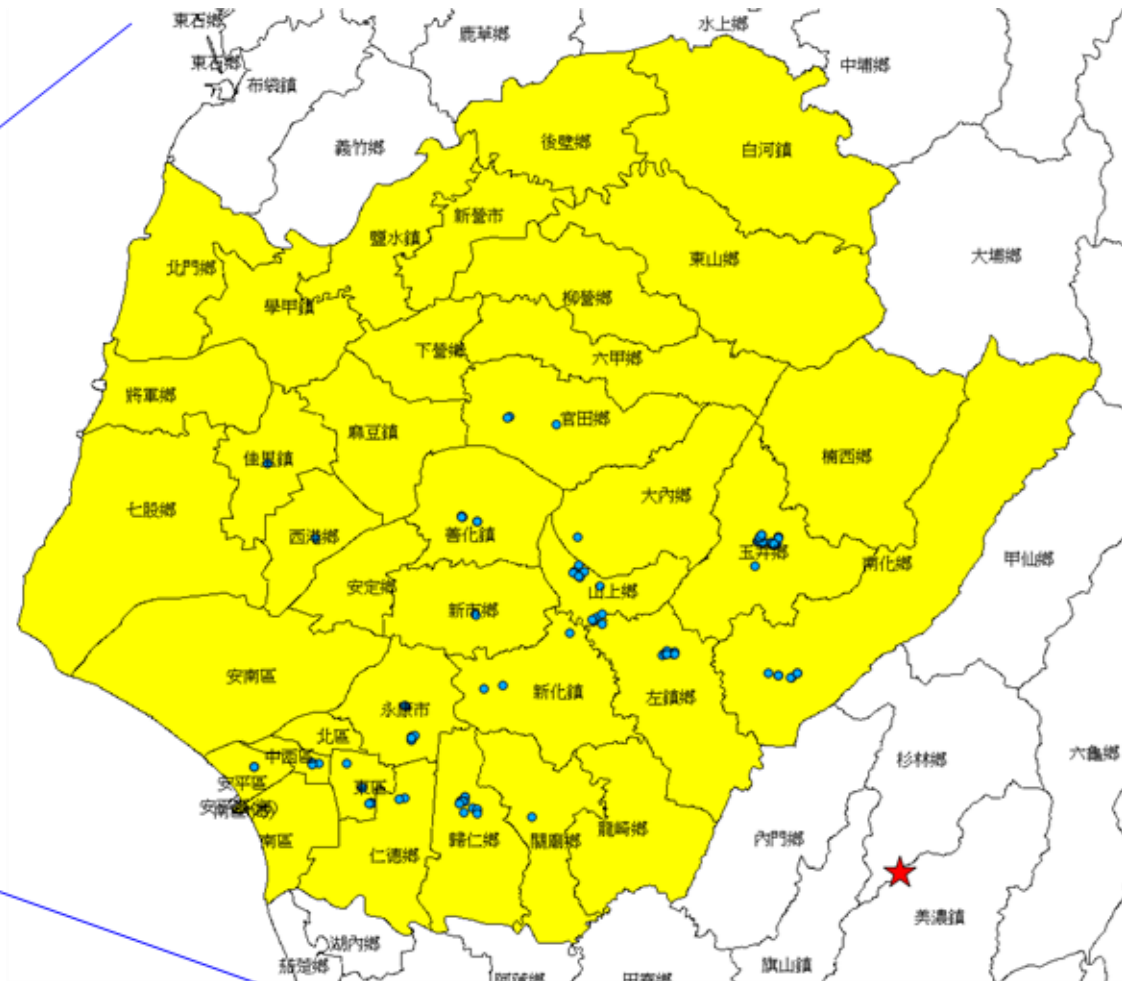
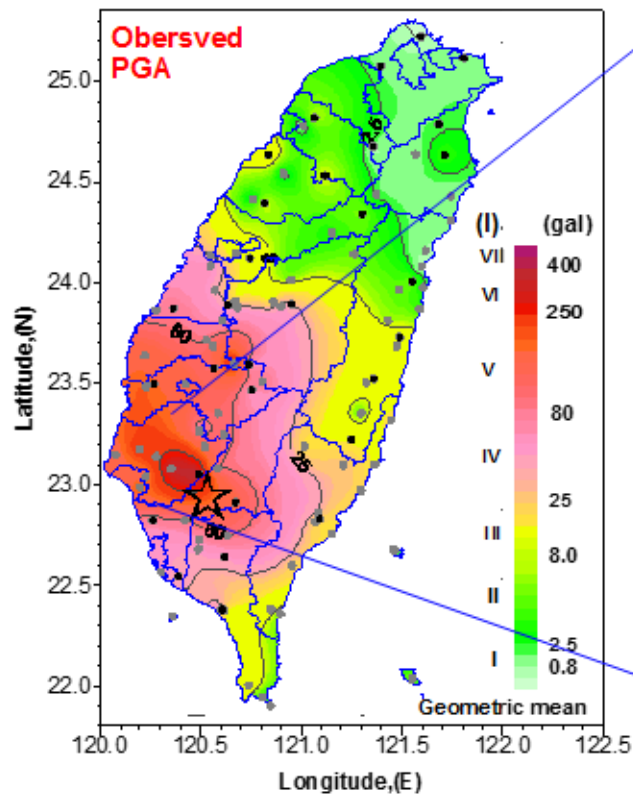
本網頁估算建築結構耐震能力僅供參考，本中心無法出具結構安全證明及簽證，若有需要進一步確認住宅結構耐震安全，請洽專業技師或建築師尋求專業協助。

上一步



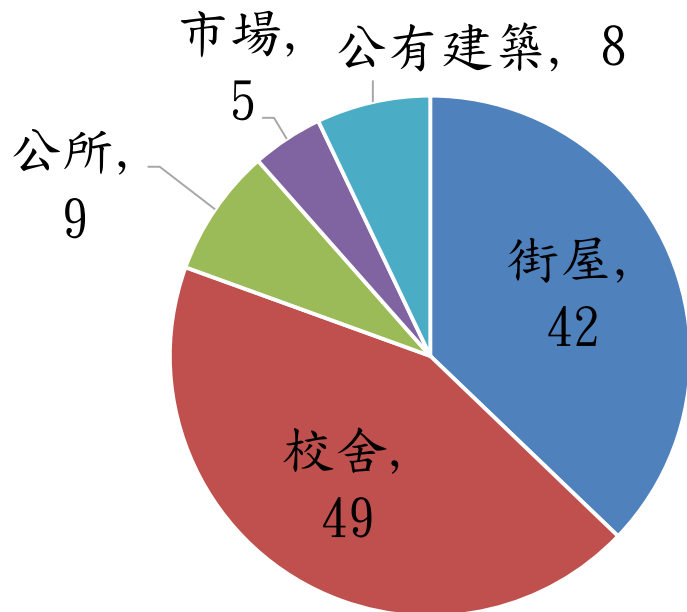
2016 美濃地震震損建物資料庫

- 國震中心
- 普渡大學

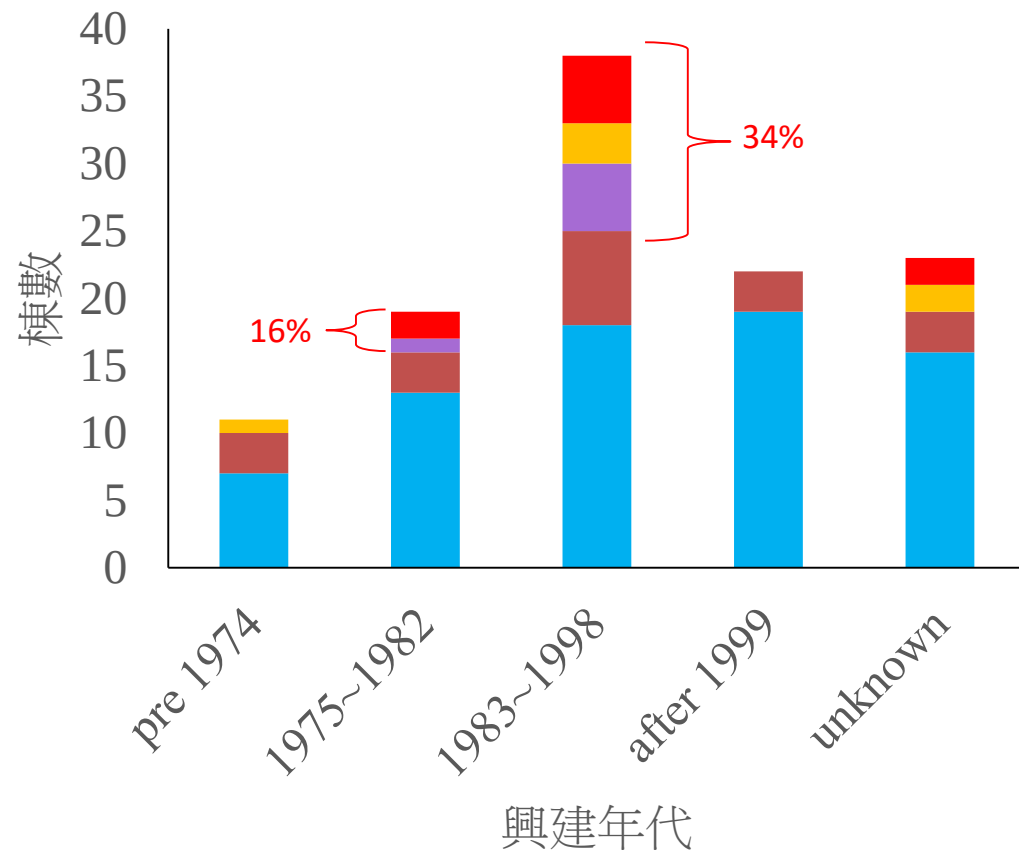


2016 美濃地震震損建物資料庫

- 總數113 棟
- 18.6% 的總棟數有中度以上損壞



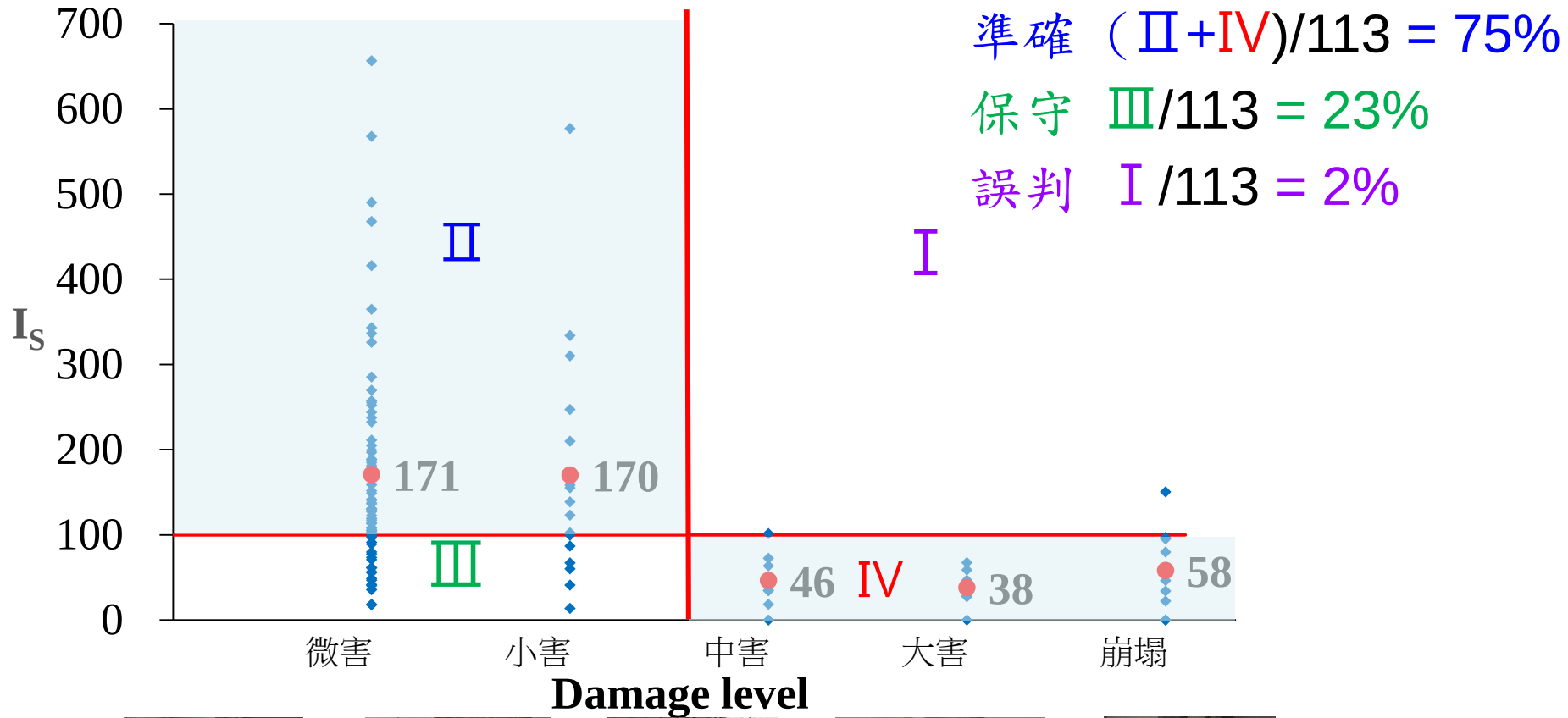
各興建年代之建物震損程度



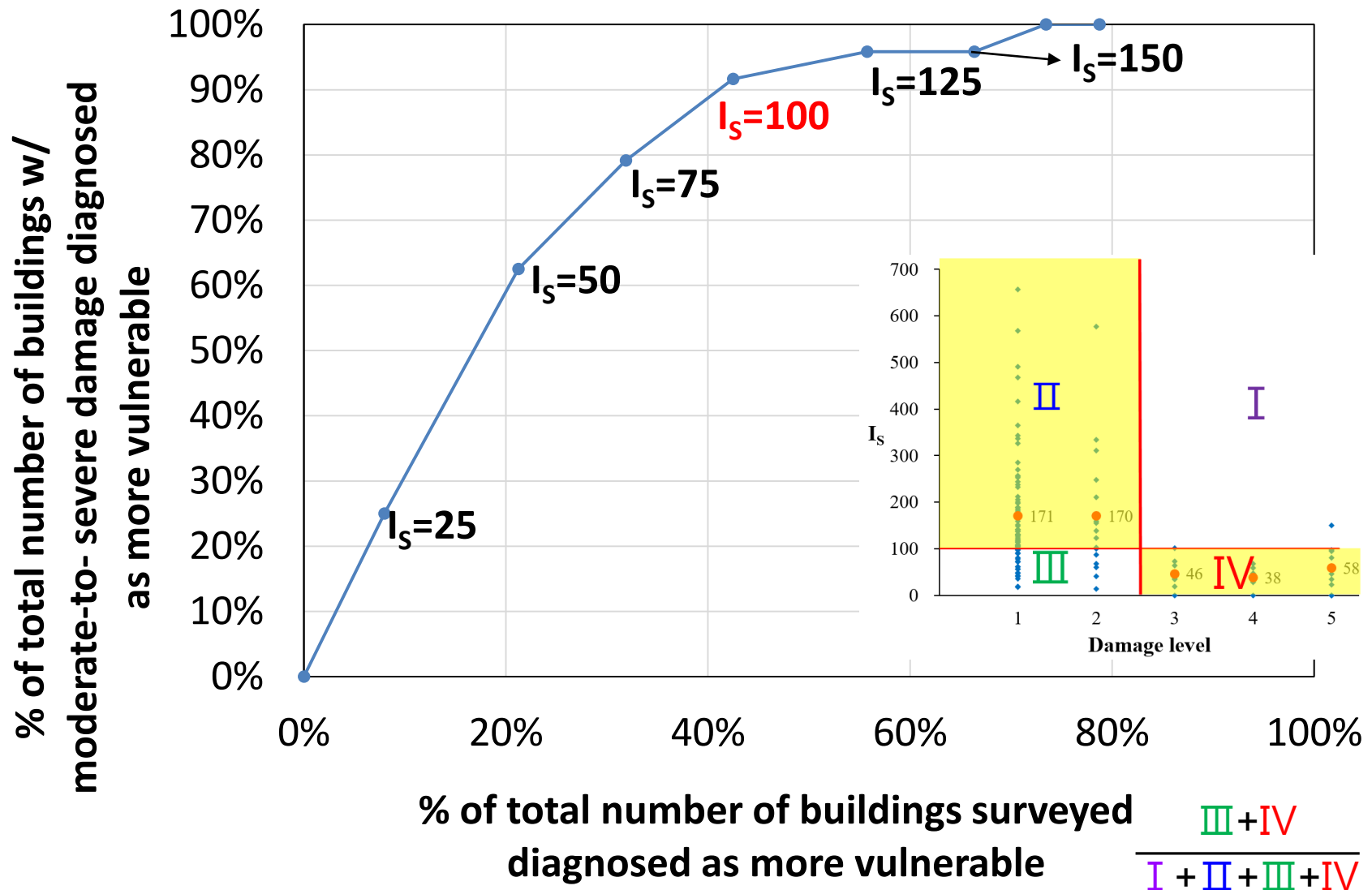
Legend for damage severity:

- Light/Non (Light)
- Minor
- Moderate
- Severe
- Collapse

NCREE快評以美濃資料庫驗證

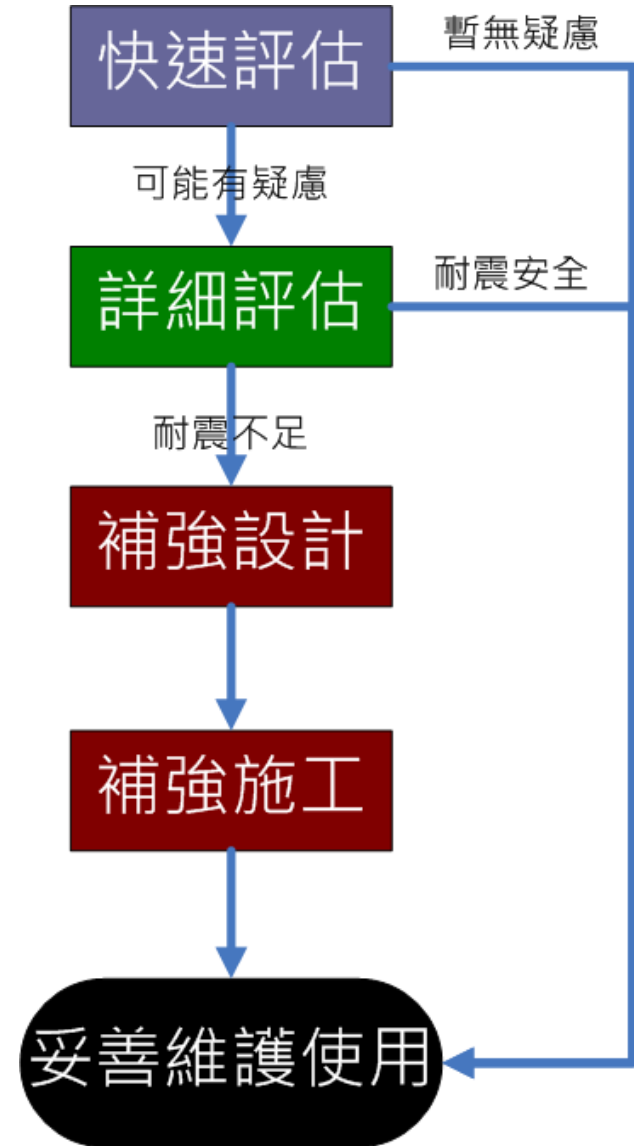


經濟效益

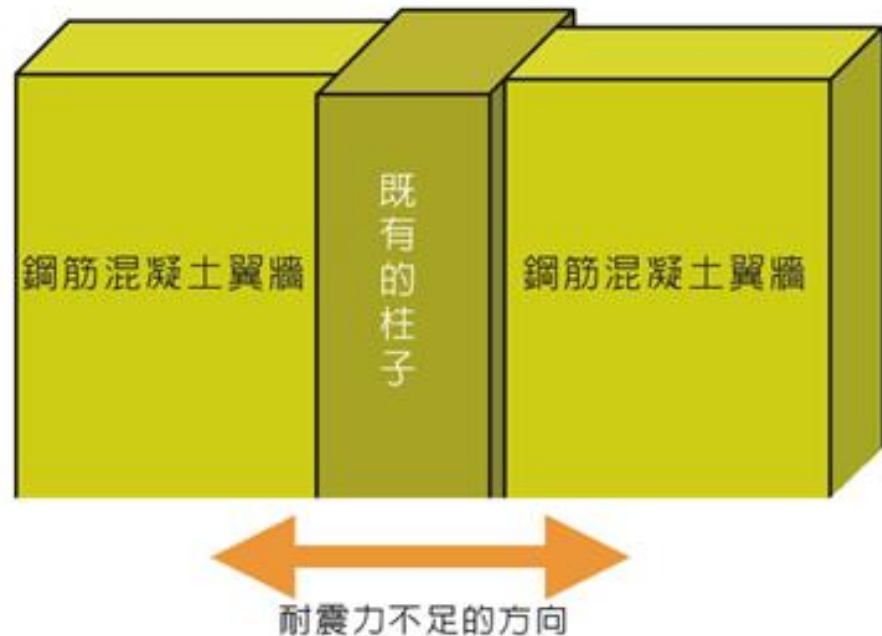


住宅耐震安全有疑慮該怎麼辦？

- 洽專業人士進行耐震能力詳細評估。
- 當確認現況耐震能力不足時，建議進行補強措施，以確保您寶貴的生命及財產安全。



翼牆補強工法



補強處基礎
開挖



碎裂混凝土
清除



鑽孔植入
牆筋



組模灌漿

剪力牆補強工法

NARLabs



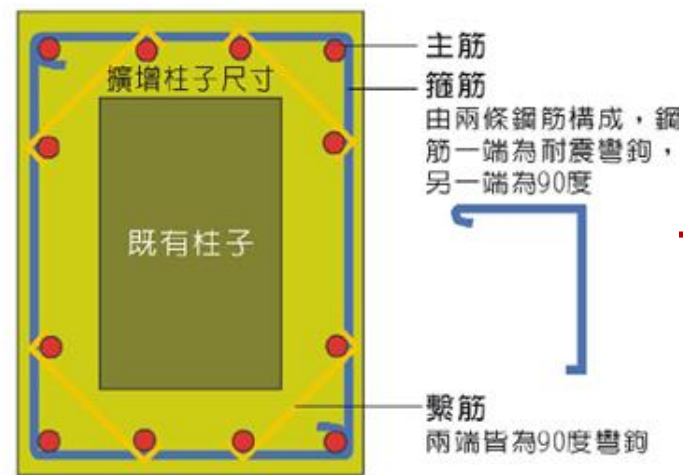
擴柱補強工法



補強處基礎開挖



擴柱的立面



擴柱的剖面



綁紮鋼筋



組模灌漿

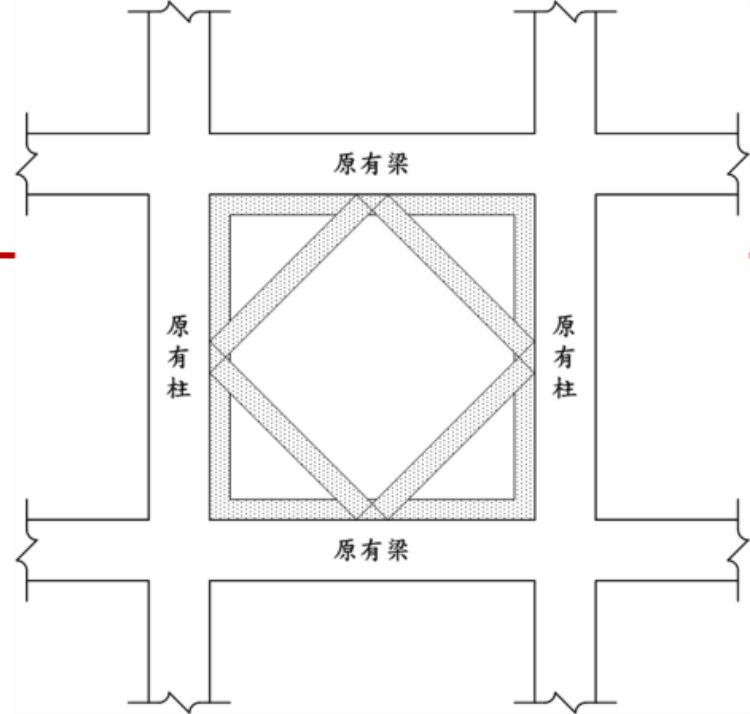


拆模粉飾

鋼框架斜撐補強



測量放樣



拆除原有門窗



現場組裝



外觀復原與美化

校舍耐震補強有效性(以2010年甲仙地震為例)



本次地震
嚴重損壞



翼牆補強



翼牆補強



剪力牆補強

本次地震
未損壞

距震央31 km



0206美濃地震驗證耐震補強有效

臺南市南化區公所

臺南市南化區南化里230號

已列危樓



臺南市南化區公所

臺南市南化區南化里230號



柱子損壞
保護層埋管



臺南市歸仁區公所

臺南市歸仁區中山路二段二號

震前耐震補強
結構無損
照常辦公



補強前
(Google Map)

剪力牆補強

臺南市歸仁區公所

臺南市歸仁區中山路二段二號



剪力牆補強



公所

- 未補強之區公所，結構受損，不能使用，影響救災。
- 經補強之區公所，結構無損，正常使用，投入救災。
- 耐震補強確為經濟、有效之方法，減緩地震之災情。

臺南市山上區公有市場

台南市山上區南洲里104號

二層樓鋼筋混凝土結構



地震前 (Google)



臺南市山上區公有市場

台南市山上區南洲里104號

二層樓鋼筋混凝土結構

0206美濃地震導致一樓崩塌

災害關鍵二：
時間
(03:57 AM)

地震後



臺南市南化區公所有市場

臺南市南化區南化里174-9號

二層樓



地震前 (Google)



臺南市南化區公所有市場

臺南市南化區南化里174-9號

二層樓

2010年甲仙地震後施作鋼柱補強，作垂直力支撐。



地震後



結語

- 市場一樓作商業用途，除樓梯間外，幾無牆壁；二樓作住宅用，有外牆及隔間牆。遂形成軟弱底層，於地震中，一樓崩塌，幸時為深夜，無人活動其中(山上區)。
- 2010年甲仙地震後，作簡易補強，於地震中，結構受損，但未崩塌，縱使有人員活動其中，亦一至於造成重傷或死亡(南化區)。
- 耐震補強確為經濟、有效之方法，減緩地震之災情。

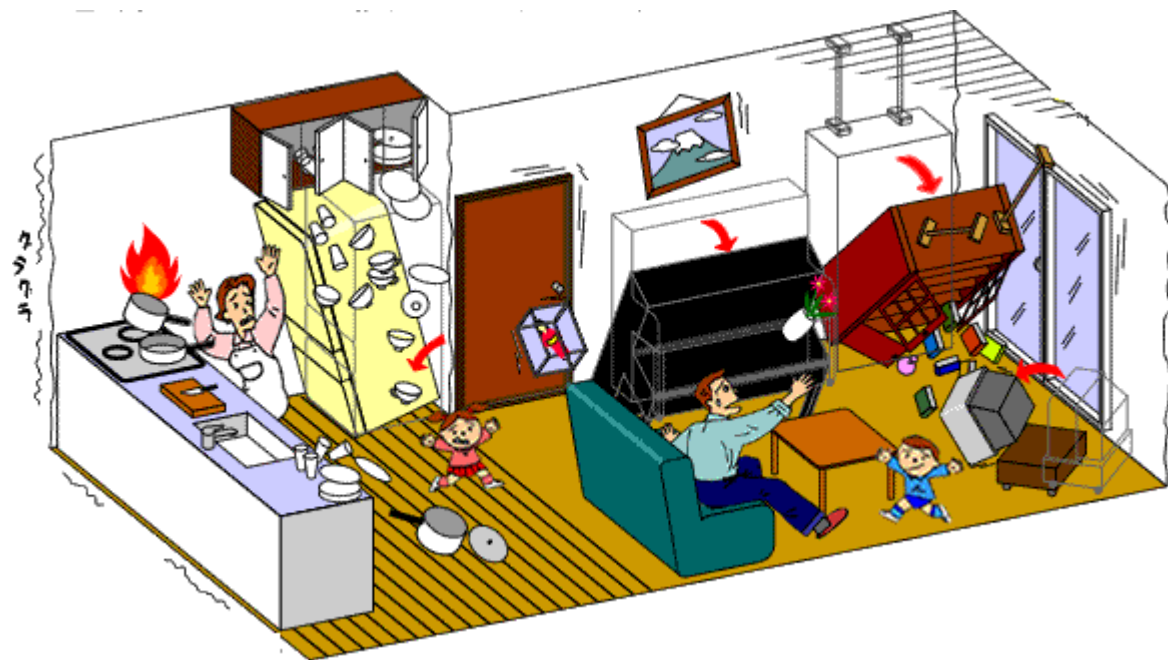
地震災害與防災

四、居家防護與應變

地震時，你在室內安全嗎？

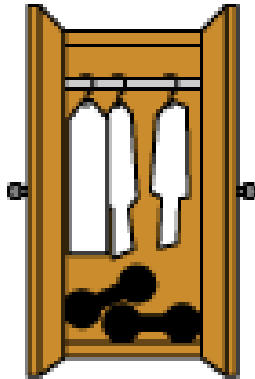
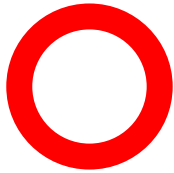
地震時，建築物會受到不同程度的損害，室內的家俱物品也可能傾倒或四處飛散，家中將一片混亂且危機四伏，如果你在屋內就可能被壓到、砸傷或被玻璃割傷，因此我們可以採取一些防護措施，讓屋內的人可以更安全，並減少財產的損失。

Falling objects and toppling furniture present the greatest danger and the biggest potential financial loss for most people. Imagine all of the contents of your kitchen cabinets falling to the floor or on your head! At home, at work, and in schools, **building contents should be secured.**



基本觀念 一

Basic Concept I



Store heavy objects low down



衣櫥、書櫃等此類家具因為重心較高，容易傾倒，因此較重物品應放置在底層以增加其穩定性，避免將重物、刀具與易脆物品放在櫥櫃上方

基本觀念 二

Basic Concept II



Allocate furniture correctly

注意居家或辦公家具的擺設位置，床或辦公桌要避開櫥櫃倒下的位置，此外不要讓傾倒的家具擋住出入口，影響逃生



臨震反應(歸納:大家都知道的常識)

1. 打開(所有)門、關閉瓦斯、電源(、水)。
2. 適當地點如:堅固桌下(旁?)、牆(柱)角，以低姿勢避難。
3. 遠離玻璃門窗、注意碎玻璃等及墜落物。
4. 不要慌張往室外逃難，注意墜落物(護頭)。
5. 使用樓梯、不可用電梯。

討論一下:你有多少時間應變。 避難地點眾說紛紜。

重點: 不遲疑、立刻行動(平時要想清楚)

堅固的桌子下

NARLabs



**PROTECT YOURSELF DURING
EARTHQUAKE SHAKING—
DROP, COVER, AND HOLD ON.**

堅固的桌子下還是旁邊？



博士的家
死44人，
如何罹難？

桌子下還是
桌子旁邊大不同

桌子下還是
旁邊都一樣



地震災害與防災

五、結論

結論

- ➔ 台灣地震潛勢高、地震不斷，
平均約20年即有大地震災害。海嘯威脅相對較小。
- ➔ 台灣整體社會防災意識仍須提升。
- ➔ 地震災害無法完全避免 ➔ 減災。
 - 平時整備：新建、補強、防震演練
 - 震時應變

參考資料來源

- 校舍耐震評估與補強小知識
<http://school.ncree.org.tw/school/information/popular-science-education.php>
- 安全耐震的家
<http://w3.ncree.org/safehome/>
- 國家地震工程研究中心
<http://www.ncree.org/ZH/Home.aspx>
- 感謝國震中心簡文郁博士、邱世彬先生、翁樸文先生、沈文成先生等人，提供簡報資料。



簡報完畢

敬請指教

歡迎蒞臨參觀指導
台北市大安區辛亥路三段200號