

投稿類別:各類議題

篇名:

0403 花蓮大地震中建築物毀損原因與耐震建築之探討

作者:

石謙恩。東華附小。六年級 忠班

張珞栩。東華附小。六年級 信班

胡謙謙。東華附小。六年級 信班

指導老師:

張玉真老師 周子宇老師

壹、前言

一、研究動機

2024年4月3日早上7時58分花蓮外海發生驚天動地的地震，芮氏規模達7.2，是1999年921大地震後規模最大的地震，更是氣象署自2020年，首次記錄到在花蓮和平鄉最大震度6強的地震。根據內政部消防署報告，中央災害應變中心4月7日統計，截至當日下午3時，花蓮地震造成13人死亡、1140人受傷，尚有6人失聯，還有多棟房屋倒塌。

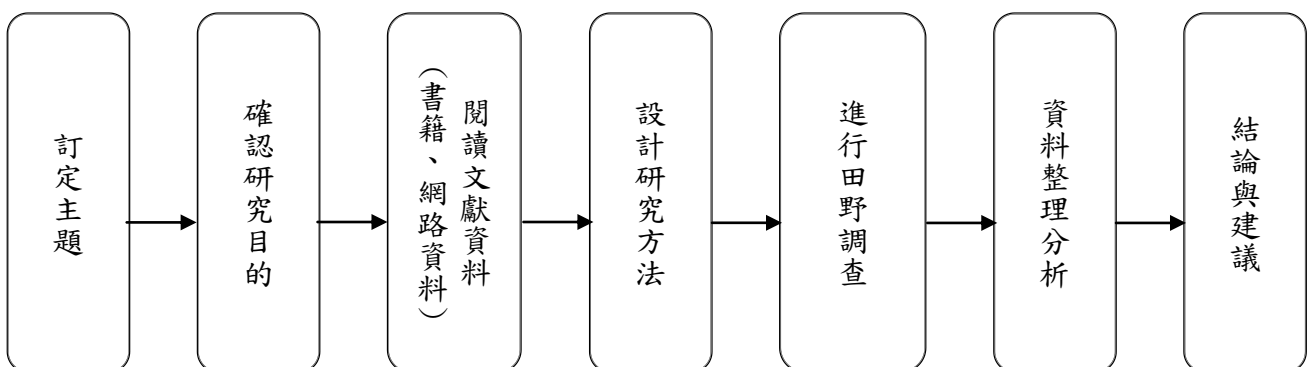
根據中央社記者陳俊華113年5月3日的報導指出：國土署長吳欣修說，0403地震後截至5月2日，勘查花蓮建築物總數逾566件，確認紅單72件、黃單67件，無須張貼危險標誌427件，已拆除11件、3件拆除中，將協助民眾儘早修繕補強。

我們從新聞媒體中不斷看到地震後建物受損甚至導致人員傷亡的報導，覺得心驚膽跳。因此，我們想進一步了解在0403強震中，倒塌或損毀的建築物，有沒有相同或不同的結構問題？其結果或許可以提供家人未來要購買房子的參考。

二、研究目的

- (一) 透過文獻探討，了解地震形成的原因。
- (二) 透過文獻探討，了解地震所造成的災害及影響力。
- (三) 透過資料檢索與田野調查，了解花蓮縣0206地震與0403地震對建築物造成的影響。
- (四) 透過田野調查，了解校舍建築耐震補強的成效。

三、研究流程



貳、文獻探討

一、地震的形成

地震是地球表層或表層下的振動所造成的地面震動，原因通常是由地殼運動、火山活動及隕石撞擊等自然現象所引起的，不過歷史上主要的災害性地震都是由地殼的運動所造成(維基百科。2024年6月25日)。

二、如何分辨震度?

震度是描述地震對地表或地下某一特定地點所造成影響程度的指標，主要由地震感測網站或地震監測中心根據感測到的地震波資料進行分析和評估。分辨震度通常依賴以下幾種主要方法：

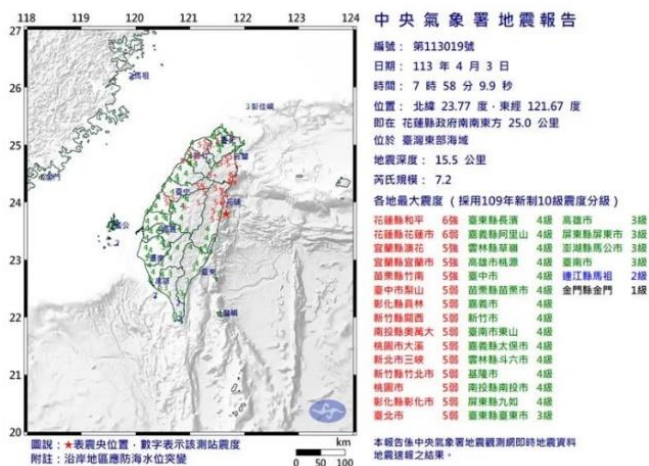
(一)地震感知者的報告：當地居民或目擊者可以通過感受到的震動強度來報告震度。這些報告通常描述為「震感」，例如：輕微震感、明顯震感、強烈震感等級別，不同的震感對應不同的震度等級。

(二)地震儀器的記錄：地震監測站會有設置在地面或地下的地震儀器，用來感測地震波的振幅和頻率。這些數據可以進行分析，計算出對應的震度值。

(三)綜合分析：地震監測中心通常會根據多個地震儀器的觀測數據，進行綜合分析和評估，以確定不同地點的震度分佈情況。他們可能會根據地震波到達時間、波速、地質特徵等因素來進行推斷和計算。

(四)震度分佈圖：地震監測中心會根據上述分析結果，製作出震度分佈圖。這些圖通常顯示地震影響區域內各地點的震度等級，以顏色或數字方式表示。

總結來說，分辨震度主要依賴於地震監測站收集的數據和當地居民的報告，這些資訊會被地震監測中心用來評估地震的強度和影響範圍，並通過相關報告和圖表向公眾和相關單位傳遞相關信息。以下圖例為 0403 花蓮強震之震度分佈圖。



圖一、 0403 地震震度表 (資料引自: 中央氣象局)

三、全台各地歷年因強震所造成的災害及影響

地震的影響力涵蓋岩石圈及水圈，所以當地震發生時，可能會引發地表斷裂、大地震動、土壤液化、山崩、海嘯、火山活動，甚至會影響人類的生存。(維基百科。2024年6月25日)台灣位於環太平洋地震帶西側一個顯著的環節上，因此地震活動頻繁。自古以來，台灣就常發生大地震，明朝末期，地方誌、清宮檔案等即有記載(方豪，1969；徐泓，1983)。近年來也有不少的地震，如：1906年梅山地震、1935年新竹-臺中地震、1951年花東縱谷地震、

1964 年白河地震、1986 年花蓮地震、1999 年南投集集大地震、2016 年 0206 美濃地震、2018 年 0206 花蓮地震以及 2024 年的 0403 花蓮強震，都造成重大傷亡。

其中建築物震損主因是:

(1)1999 年以前的老舊年築物依據舊耐震設計規範。

(2)私有供公眾使用的建築包括住商混合大樓、飯店、集合住宅等，底層為開放空間，上層設計為居住用途，具軟弱底層的缺陷。



說明:統帥飯店:1977 年營業，2018 花蓮強震後，造成底層一、二樓崩塌。(資料來源:0206 花蓮地震省思。國家地震工程研究中心)



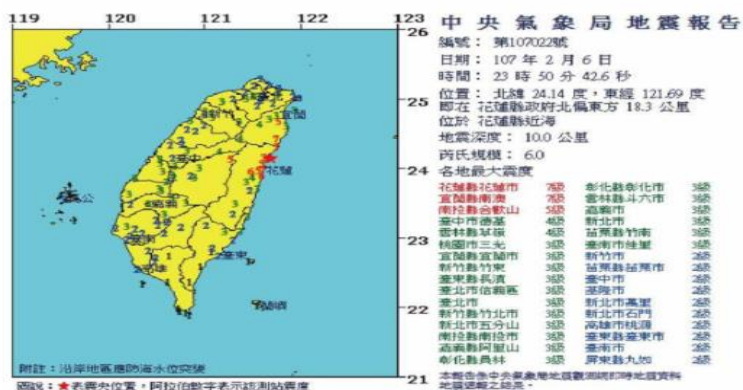
說明: 2016 年 0206 高雄美濃地震、造成維冠金龍大樓倒塌。(資料來源:0206 花蓮地震省思。國家地震工程研究中心)

四、2018 年 0206 花蓮強震

2018 年 2 月 6 日深夜 11 點 50 分，於臺灣花蓮地區發生芮氏規模 6.2 的地震(經濟部中央地質調查所，2018)，且花蓮市震度最高達到 7 級，這一次地震是臺灣繼 2016 年高雄美濃大地震後最嚴重的地震(0206 花蓮地震：地震感知與避難行為調查，2018)。

震央在花蓮東北方立霧溪口的海上，震源深度 6.31 公里，此地震是位於板塊隱沒系統的發震構造所引起，造成米崙斷層與嶺頂斷層沿線地表破裂。經濟部中央地質調查所動員構造與地震地質組人力針對周遭地區進行野外調查與大地測量工作，地表地質調查重點在地表破裂分布範圍與活動斷層的相關性，並評估陸上活動斷層是否為此次地震的發震構造，大地測量的目的在了解地表變動的範圍與程度。調查範圍涵蓋花蓮縣新城鄉、花蓮市、吉安鄉與壽

豐鄉等破壞較集中的區域。由餘震分布以及主震的斷層面解釋等資料，研判 0206 花蓮地震的發震構造是一個深度約 6 公里，呈北東走向且向西北傾斜約 60 度的海域發震構造所致，此構造與琉球海溝的隱沒系統有關。(經濟部中央地質調查所。2018-03-01)



圖二、0206 花蓮地震震度表 (資料引自: 中央氣象局)



圖三、0206 花蓮地震災損點與米崙斷層位置。(資料來源:0206 花蓮地震省思。國家地震工程研究中心)

根據內政部消防署統計，這次地震在花蓮縣一共造成 17 人死亡，約 300 人受傷，而花蓮縣共有 4 棟房屋傾倒，分別是統帥飯店(B1+11 樓)、國盛六街 2、4 號的白金雙星大樓 6 樓、國盛六街 41 號的吾居吾宿大樓 9 樓和商校街 2 號的雲門翠堤大樓(B1+12 樓)。期間開設 3 處收容處所，累計收容 830 人；通訊基地臺 70 座受損，電力受損 2,008 戶，停電約 4 萬戶，道路受損 29 處(包含突起、龜裂等)；花蓮港 4 處碼頭受損；各受災學校 222 校。

根據經濟部中央地質調查指出，米崙斷層是位於花蓮縣的活動斷層，由花蓮縣七星潭海岸向南延伸至花蓮市美崙山西南側，長約 8 公里；1951 年米崙斷層就曾發生過兩次芮氏規模 7.5 左右的地震。因此有學者認為米崙斷層是造成此次花蓮大地震 4 棟建物倒塌的主要原因。



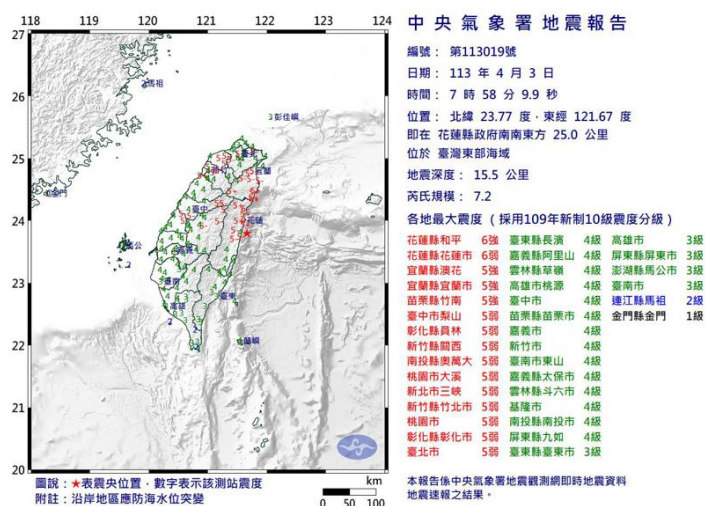
圖四、倒塌的大樓位在米崙斷層上，專家學者推測地震發生與斷層有關。(上報)

中央大學地科系教授馬國鳳指出，花蓮強震是因米崙斷層而引起，米崙斷層橫跨過花蓮市，就在花蓮下方，所以才造成重大災情；對此，氣象局地震測報中心主任陳國昌表示，雖然米崙斷層若有斷層錯動會造成建築物或結構物受影響，但還需要更多資料來證明。花蓮大地震成因引發各界猜測，有專家指出雲翠大樓倒塌情形如同 2016 年高雄美濃地震中倒塌的台南維冠大樓一樣，屬於一樓挑高、單邊簍空的「軟腳蝦」建築，且都位在不穩的地基上。比對 1930 年地圖，可發現花蓮大地震倒塌的 4 棟建築物，都蓋在當年的美崙溪河床上，回溯當年美崙溪截彎取直工程後周邊出現許多綠地，而這般青山綠水吸引不少建商在此興建大樓。(資料來源: <https://today.line.me/tw/v2/article/ePa7xD>) 雲翠大樓的拆除是一個讓人深刻反思的事件，提醒了我們地震帶來的破壞性以及建築物耐震設計的重要性。這一事件也促使台灣各地加強了對老舊建築的耐震檢測與補強工作，以提升公共安全。

五、2024 年 0403 花蓮強震

2024 年 4 月 3 日早晨 7 時 58 分，臺灣東部花蓮縣壽豐近海發生芮氏規模 7.2 (ML) 的地震，此次地震可能由近海的北北東走向之左移形式斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方的板塊邊界活動所致。野外地質調查結果，在米崙斷層與嶺頂斷層沿線並未產生地表破裂現象，僅部分區域受地震影響而導致噴沙現象。綜合衛星導航系統與雷達衛星觀測資料，地表垂直抬升約為 45 公分，花蓮港驗潮站記錄港灣地表抬升達 49 公分，與地質人員在花蓮海岸沿岸地區現地觀察一致。

本次地震未產生明確地表破裂現象，災情係受到地震波產生的強烈搖動所致，建議位於臺灣東部地區的重要結構物設計時須重新檢討安全係數，並視需要補強結構提高耐震能力，尤其是位於活動斷層敏感區範圍內的結構物，以因應下一次地震的到來。(梁勝雄等，2024;經濟部 20240403 花蓮地震地質調查報告)



圖五、0403 地震震度表 (資料引自: 中央氣象局)

參、田野調查

為了更瞭解花蓮縣近年來發生的二次大地震，對於建築物造成的影響，我們於 113 年 6 月 30 日在花蓮市相關區域實地進行田野調查。

一、2018 年 0206 花蓮大地震

2018 年 02 月 06 日 23 時 50 分，在許多民眾已經就寢的時刻，於臺灣花蓮發生規模 6.4 地震，花蓮市震央最高達到 7 級，這一次地震是臺灣繼 2016 年高雄美濃大地震後最嚴重的地震，造成知名統帥大飯店、雲門翠堤、白金雙星及吾居吾宿社區大樓建築傾斜倒塌。這起地震造成 17 人罹難、291 人輕重傷，且在主震發生後仍有多起規模 5 以上餘震，造成許多居民生活重大影響(資料來源: <https://drrstat.ncdr.nat.gov.tw/statistics/HualienEarthquake>)。



此外，七星潭及其周邊地區也受到了不同程度的影響。具體的災情包括：


1. 道路和橋樑受損：地震引發了道路和橋樑的破損，影響了當地的交通狀況。
2. 建築物損壞：部分建築物出現了倒塌或結構損壞的情況，尤其是老舊建築和未經抗震加固的房屋。
3. 停電和供水中斷：地震導致了當地的停電和供水中斷，加劇了災後的生活困難。
4. 災情評估和救援工作：地方政府及救援隊伍迅速展開災情評估和救援工作，以應對災區居民的急需。

我們進行調查當天，也訪問了當地的社區居民，請他們說明地震當時的情景，以及災後重建的歷程。

地點	花蓮市七星潭社區	
		
說明	地震後坍塌的圍牆、倒塌的房屋，都經歷重建，變得堅固許多。	

二、2024 年 0403 花蓮大地震

0403 強震造成花蓮市中山路上天王星大樓及北濱街上的 5 樓民宅 2 棟建物坍塌，4 月 3 日主震來襲時，北濱街 5 層透天建物被震垮坍塌，縣府當晚進駐大型機具漏夜趕工拆除，5 日上午已成空地。天王星大樓位於花蓮市東大門附近，已近 40 年屋齡，共有 79 戶，嚴重傾斜幾乎半倒。地震發生時，屋內還有 20 多人在家，因屋倒受困，花蓮縣消防局出動全縣唯一的 52 公尺雲梯車，陸續將人救出，其中一名康姓女住戶，在受困超過 12 小時後不幸身亡。天王星大樓在 2018 年花蓮強震時曾遭貼黃單判定危樓，經不起 403 強震坍塌，5 日下午拆除。

地點	花蓮市	
		
說明	天王星大樓因結構嚴重受損已經將建築物拆除。	
地點		
說明	藍天麗池飯店一館結構受損，已拆除。	
地點		
說明	軒轅路華王飯店一樓結構變形。	
	吉安鄉	
地點		
說明	麥當勞吉安店結構嚴重受損已拆除。	
	山海觀大樓外牆嚴重剝落，列為需進行耐震補強建物。	

三、校園耐震補強建築探查

校舍耐震補強工程常用之工法：

- 1.擴柱：擴大既有柱之斷面，同時增加建築物之強度與韌性。其優點可提升雙向耐震能力且對通風、採光影響較小。
 - 2.增設 RC 翼牆：於既有獨立柱兩旁加設單片或雙片牆體。其優點較不影響教室使用空間與走廊通行空間，且新增牆面可有效再利用。
 - 3.增設剪力牆：於既有梁、柱構架內加設整片 RC 牆體。其優點為較少的補強量，即可達到足夠的耐震需求，且新增的牆面可有效再利用。
- 另有其他補強工法如鋼斜撐框架、碳纖維包覆、複合柱補強等。

花蓮市、吉安鄉大多數的國中小建築均已完成耐震補強的修建或重建，如鄰近 0403 地震受損建物的花崗國中(軒轅路華王飯店附近)、明禮國小(藍天麗池飯店附近)、宜昌國小(麥當勞吉安店、山海觀大樓附近)，加固柱子、牆體或基礎，增設支撐結構，或使用加強材料來提升建築的抗震性能，才能避免 4 月 3 日 7 時 58 分主震時沒有造成學校建物損壞。我們實際參觀這些學校的校園建築，深入了解校園建築物耐震補強的施作方式。

地點	花蓮市明禮國小	
		
說明	明禮國小教室北面增建許多剪力牆	背景中左邊的建物は藍天麗池飯店、右邊建物は艾美酒店，在 0403 地震中受損嚴重。
		
說明	明禮國小教室南面有許多剪力牆	明禮國小教室南面一至三樓大面積的剪力牆

地點	花蓮市花崗國中	
		
說明	花崗國中正面建物的柱子粗又多	花崗國中教室背面剪力牆也很多
		
說明	花崗國中活動中心的柱子加強	活動中心兩側設置許多剪力牆

地點	吉安鄉宜昌國小	
		
說明	耐震補強施工前	耐震補強完成後，宜昌國小增建許多剪力牆和粗的柱子，提高建物的耐震強度。
		
說明	南側教室背面也增設剪力牆	從司令台眺望鄰近的山海觀建物

肆、研究結果與討論

一、花蓮 2 次大地震形成的原因：

依據 2018 年 0206 花蓮強震倒塌大樓的位置，專家學者推測地震發生與米崙斷層有重大的關聯。2024 年 0403 花蓮大地震可能由近海的北北東走向之左移形式斷層錯動所造成，推測屬於菲律賓海板塊向北隱沒到琉球島弧下方的板塊邊界活動所致。

二、地震所造成的災害：

2018 年 0206 花蓮強震倒塌的大樓多數位在米崙斷層上，2024 年 0403 花蓮大地震受損的建物以花蓮市、吉安鄉較多，多數為一樓挑高的「軟腳蝦」建築，因兩者地震原因不同，造成的建物受損位置及情況也不一樣。

三、建物耐震補強的成效：

花蓮縣大多數的國中小建築均已完成耐震補強的修建或重建，如鄰近 0403 地震受損建物的花崗國中(軒轅路華王飯店附近)、明禮國小(藍天麗池飯店附近)、宜昌國小(麥當勞吉安店、山海關大樓附近)，進行加固柱子(擴柱)、牆體(剪力牆及翼牆)或增設支撐結構(鋼斜撐框架)，或使用加強材料來提升建築的抗震性能，才能避免 4 月 3 日 7 時 58 分主震時沒有造成學校建物損壞，維護學校師生的安全，實屬不幸中之大幸。這些抗震補強措施有效提升了建築物的抗震性能，減少了地震對建築物造成的損害。

四、地震對建築物造成的影響：

花蓮位於歐亞大陸板塊和菲律賓板塊交接處，地震頻繁且強度相當大，在建造建築物及高樓層建築時，更要提升建築物的耐震性能，降低地震對建築物及生命財產造成的損害。

伍、參考資料

20240403 花蓮地震地質調查報告。梁勝雄等。經濟部地質調查及礦業管理中心中華民國 113 年 5 月

交通部中央氣象局網站 <https://www.cwa.gov.tw/V8/C/>

經濟部地質調查及礦業管理中心網站 <https://www.gsmma.gov.tw/nss/p/index>

0206 花蓮地震省思。國家地震工程研究中心網站

<https://www.ncree.narl.org.tw/news/earthquakeinformation/page>