

0206 花蓮地震受損建築物之勘災分享

Reconnaissance Report on Damaged Buildings in 2018 Hualien Earthquake

翁樸文¹ 李翼安² 沈文成² 蕭輔沛³ 楊耀昇⁴

¹ 國家地震工程研究中心 助理研究員 E-mail: pwweng@narl.ncree.org.tw-, (02-66300870)

² 國家地震工程研究中心 助理研究員

³ 國家地震工程研究中心 研究員

⁴ 國家地震工程研究中心 兼任助理研究員

摘要

2018 年 2 月 6 日花蓮地震，造成鋼筋混凝土建築物嚴重損壞或倒塌，導致人員嚴重傷亡。回顧二年前(2016 年 2 月 6 日)美濃地震，建築物損壞同樣嚴重，造成超過一百人死亡。在上述地震中，若能預防建築物致命之破壞模式，即能大幅降低人員生命之損失。因此，有必要進行勘查，並蒐集相關資料，以供日後詳細之探討，釐清肇因，提出對策，排除不幸事件再度重演。由勘查中發現，倒塌之建築物皆為 1999 年以前興建，從現行之規範檢討，若干耐震細節(如柱主筋於同一高程全部搭接、橫向鋼筋緊密度不足、90 度彎鉤等)，確實與現行規範不符。再者，低樓層柱量、牆量不足，形成軟弱底層，亦為倒塌之可能原因。經初步勘查及地震紀錄之分析，從現行之規範進行探討，耐震容量不足，耐震需求過高，兼而有之。確切之原因，尚待進一步之探討。

關鍵字：花蓮地震、鋼筋混凝土、倒塌、勘災、軟弱底層

Abstract

An earthquake of magnitude 6.2 on the Richter magnitude scale hit Hualien city in Taiwan at 23:50 local time on 6 February 2018. The earthquake damaged several buildings and caused the heavy casualties. In order to understand the characteristic of the damaged buildings, earthquake reconnaissance is needed. After Hualien Earthquake in Taiwan, the National Center for Research on Earthquake Engineering (NCREE) sent a reconnaissance team to the affected area and surveyed the damaged buildings. There are four collapsed buildings and one severe damaged building were investigated during the reconnaissance. The reconnaissance investigations show that the damaged buildings were built before 1999 and had same seismic problems, such as bad steel detailing, rebar splices at the same elevation, less lateral hoops, non-seismic hooks, and so on. This paper will introduce the characteristic of the damaged buildings, and provide the photos of reconnaissance.

Keywords: Hualien Earthquake, Reinforced Concrete, Collapse, Reconnaissance, Soften and Weak Story

一、前言

0206 花蓮地震造成多棟建築物發生倒塌或嚴重損壞，造成人民生命財產的嚴重損失。依據中央氣象局地震測報中心發佈之地震報告[1]，花蓮地震發生於 2018 年 2 月 6 日 23 時 50 分 41.6 秒，震央位置為北緯 24.1 度、東經 121.73 度，其震源深度為 6.3 公里，地震強度為芮氏規模 6.2，本次地震位於花蓮市，太魯閣及宜蘭南澳之強震測站均觀測到 7 級震度。為了瞭解本次地震災害造成建築物之損壞情況，國家地震工程研究中心於第一時間即組成了建築物震損調查團隊，前往花蓮地區進行現地勘查，針對震損建築蒐集相關結構特性與記錄震損構件照片。於本文中將針對震損調查團隊所蒐集之倒塌或嚴重損壞建物進行簡介，期能提供各界了解本次震害建築之類型與其損壞特性，以幫助相關工程人員於建築設計時避免類似情況之發生。

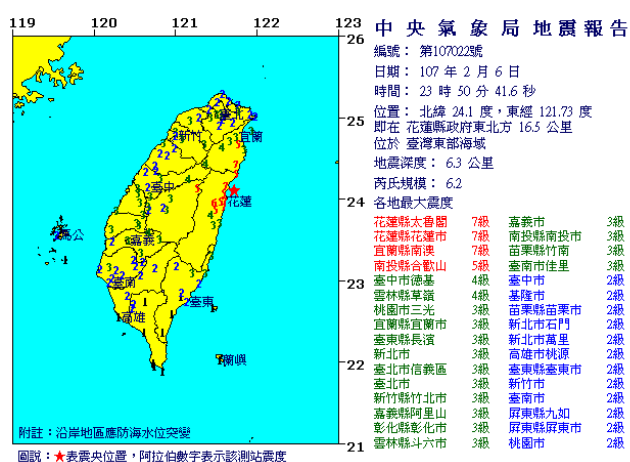


圖 1 中央氣象局 0206 花蓮地震報告[1]

二、災損建築之介紹

依據震損調查團隊之現地勘查，本次地震對於花蓮市造成嚴重損壞或倒塌之建築共有 5 棟，包含有白金雙星大樓、吾居吾宿大樓、雲門翠堤大樓及統帥大飯店等 4 棟建築物於地震中倒塌，而有 1 棟舊遠東百貨大樓則為嚴重震損。倒塌及嚴重損壞建築分佈如圖 2 所示，由建築物之位置可發現此 5 棟建築物皆臨近米崙斷層（虛線顯示為斷層線 1 公里範圍）。以下將針對本次地震造成各建築之損毀進行簡介。



圖 2 花蓮地震倒塌或嚴重損毀建物之位置圖(於 Google 地圖上標註[2])

2.1 白金雙星大樓

白金雙星大樓為 6 層樓高之鋼筋混凝土建築物，2 樓以上為住宅用途，底層 1 樓為開放空間作為停車場使用，1 樓牆量與樓上樓層差異大，有顯著之軟弱底層情況，一樓柱可能因地震作用造成較大載重而發生軸力破壞。圖 3(a)~(c)為勘查時紀錄之建築外觀照片，可明顯發現底層已完全崩塌。圖 3(d)~(f)為一樓損壞之照片，可得知柱發生軸力破壞與結構外牆受壓破壞。



(a)倒塌正面



(b)倒塌正面



(c)倒塌正面近照



(d)一樓柱及外牆破壞



(e)一樓柱破壞近照



(f)一樓柱破壞(背面)

圖 3 白金雙星大樓勘查照片

2.2 吾居吾宿大樓

吾居吾宿大樓，為 9 層樓高之住宅用途建築物，與白金雙星大樓相同，其一樓為開放空間作為停車空間使用，亦有相似之軟弱底層問題，於地震中吾居吾宿大樓也發生倒塌破壞(圖 4(a))。另本棟大樓之 7~9 樓為後期增建樓層(圖 4(b))，可能因此導致柱須承受比原建築設計更大之載重。圖 4(c)顯示一樓柱發生軸力破壞，除此之外，亦有梁柱接頭破壞之現象(圖 4(d))。圖 4(e)~(h)

顯示吾居吾宿大樓後巷之柱破壞與結構外牆破壞照，其結構外牆受損情形相當嚴重。



(a)倒塌正面



(b)倒塌背面



(c)一樓柱及梁柱接頭破壞



(d)一樓柱及梁柱接頭破壞(背面)



(e)倒塌側面



(f)一樓柱破壞近照(側面)



(g)外牆破壞(側面)



(h)外牆破壞(側面)

圖 4 吾居吾宿大樓勘查照片

2.3 雲門翠堤大樓

雲門翠堤大樓為 12 層樓高之鋼筋混凝土建築，在本次地震中倒塌而造成嚴重傷亡。該棟建築之一樓至三樓為商業用途，三樓以上為住宅用途。由建築平面圖(圖 5)可知，該棟結構可能具有平面不規則之特性，可能需探討是否有結構扭轉之疑慮，然因本棟建築已嚴重崩塌，並無法於現場觀察確認，尚待後續蒐集結構圖說以進行深入之分析探討。



圖 5 建築平面圖(2F)

圖 6(a)~(c)為倒塌建築之外觀，建築物向西南方向倒塌後傾斜。該棟建築物正面處之柱皆發現有軸力破壞現象(圖 6(d)~(e))，此現象常於低矮樓層牆量過少之建築(軟弱底層建築)中觀察到，因牆量過少常引致軸向載重承受過大，進而發生軸力破壞倒塌。圖 6(f)~(h)顯示建築物背側之勘查照片，由照片中可發現柱主筋有同位搭接之施工缺陷，亦可能有搭接長度不足之疑慮。



(a)倒塌正面



(b)倒塌背面



(c)建築倒塌傾斜



(d)角柱破壞

圖 6 雲門翠堤大樓勘查照片



(e)邊柱破壞



(f)內柱破壞



(g)柱主筋同位搭接



(h)柱主筋同位搭接近照

圖 6 雲門翠堤大樓勘查照片(接續前頁)

2.2 統帥大飯店

統帥飯店興建於西元 1978 年，為 11 層樓高之鋼筋混凝土建築，於本次地震中因底層 1、2 樓發生破壞而崩塌。該棟建築為飯店經營之商業用途，1 樓為飯店大廳之開放空間，2 樓作為餐廳之用，3 樓以上則為飯店之住宿房間樓層，故推測其 1、2 樓隔間牆量較其他樓層少，軟弱底層之特性相當顯著，於低矮樓層柱承受地震作用可能較大，較易產生軸力破壞，導致結構物倒塌。由 Google 街景圖(圖 7)觀察該棟建築之外觀原貌，可發現該建築為走廊無柱之懸臂式結構，其具有立面不規則之特性，也可能為導致本次震害原因之一。



圖 7 統帥大飯店原貌(摘錄自 Google 街景[2])

圖 8(a)~(b)為現場勘查之建築物外觀，可明顯見到本棟建築之低矮樓層倒塌，而上部樓層則尚屬完整，顯示其低矮樓層抵抗地震之作用力與上部樓層有明顯之差異。由圖 9 可知統帥大飯店之建築平面為 L 型，具有平面不規則之特性，於現場勘查時發現建築物之背面與側面外牆，均有同方向之斜裂縫產生，推測可能有扭轉之現象發生(圖 8(c)~(e))。本棟建築也發現有柱圍束鋼筋量較少(圖 8(f))、梁柱接頭未配置橫向鋼筋(圖 8(g))及梁下層主筋彎折方向未向上彎折埋入接頭遠端(圖 8(h))之情況。另觀察本棟建築倒塌之一樓結構外牆，發現其未與上方梁構件完整連結，可能具有牆筋埋入不足之情況(圖 8(i))。圖 8(j)顯示本棟建築物雖然已於懸臂走廊增設鋼柱，但其鋼柱可能並非結構性補強桿件，故未能提供足夠之承載能力而發生破壞。



(a)倒塌正面



(b)倒塌背面



(c)建築外牆受損(側面)



(d)建築外牆受損近照(側面)



(e)建築外牆受損(背面)



(f)角柱破壞

圖 8 統帥大飯店勘查照片



圖 8 統帥大飯店勘查照片(接續前頁)



圖 9 統帥大飯店平面圖(8F)

2.5 舊遠東百貨大樓

舊遠東百貨大樓為 12 層樓之建築，原為百貨經營之商業用途，故於各樓層均屬於開放空間，因此牆量較低不利於抗地震側力。本棟建築物於地震前已經過結構補強，其補強工法為鋼斜撐與鋼柱補強(圖 10(a))，然而仍發生嚴重損壞，經現場勘查後發現一樓柱出現大量之剪力破壞(圖 10(b)~(d))，柱主筋係採用焊接方式進行連接，現場觀察發現焊接處有斷裂之現象(圖 10(e))，其箍筋間距較大且並未配置 135° 耐震彎鉤(圖 10(f))，故柱箍筋也發現有鬆脫之情況。該棟建築於背面樓梯間，已有外加鋼斜撐構架補強(圖 10(g))。圖 10(h)~(i) 為該棟大樓側面外牆之破壞照，

由圖中得知外牆出現明顯之剪力裂縫，並有角隅混凝土擠碎之現象。圖 10(j)顯示結構背面於一樓之磚牆破壞照。



(a)一樓外觀



(b)一樓角柱破壞



(c)一樓柱剪力破壞



(d)一樓柱剪力破壞



(e)柱主筋焊接點破壞



(f)柱箍筋非耐震彎鉤

圖 10 舊遠東百貨大樓勘查照片



圖 10 舊遠東百貨大樓勘查照片(接續前頁)

三、結論

本次勘查後發現，0206 花蓮地震造成倒塌或嚴重損壞之建築物多為中高樓建築，其主要原因多為建築物底層於其上樓層具有較大之牆量差異，造成樓層間具有較大之勁度與強度不連續性，不利於抵抗地震力之作用，於 2016 美濃地震中也發現此類軟弱底層問題，因此，工程師於建築結構設計時，須特別注意結構整體之平面或立面規則性，避免此類不利耐震之結構特性。

另於損壞與倒塌建築勘察中，也發現老舊建築常見之鋼筋配置細節缺點，包含柱圍束鋼筋間距過大、梁柱接頭未配置橫向鋼筋及梁下層主筋彎折方向未向上彎折埋入接頭遠端，這些常見鋼筋配置細節缺點可能非為直接影響建築倒塌或損壞之主因，然而此相關配筋細節可幫助建築物中主要梁、柱、版、牆構件，能具有更好之連結與韌性行為表現，均可改善鋼筋混凝土建築物受震後之反應，工程師於建築設計與施工時仍須特別注意，同時具有良好之結構特性與配筋細節，以避免下次地震災害發生造成嚴重傷亡。

參考文獻

1. 中央氣象局地震測報中心，中央氣象局地震報告，報告編號第 107022 號，台北 (2018)。
2. Google，Google 地圖/Google 地球和街景服務，(2018)。