

研思如何綜整目前耐震工程技術，以落實危險、老舊建築物之加速重建或補強工作

0206花蓮地震： 下一次地震 來襲前之作為？

鍾立來／國家地震工程研究中心 副主任、國立臺灣大學土木工程學系 教授、國立成功大學土木工程學系 合聘教授

邱世彬／國家地震工程研究中心 助理研究員

吳俊霖／國家地震工程研究中心 研究員

邱聰智／國家地震工程研究中心 副研究員

陳家漢／國家地震工程研究中心 助理研究員

黃世建／國家地震工程研究中心 主任、國立臺灣大學土木工程學系 教授

從 1999 年九二一集集地震（圖 1），到 2016 年二〇六美濃地震（圖 2），再到 2018 年二〇六花蓮地震（圖 3），類似的場景，同樣的悲劇，一再上演。若沒有適當的作為，恐怕悲劇不會停止。

根據統計，每 15 至 20 年，即有一次劇災型地震，死亡人數超過 100 人。地震是臺灣的宿命，吾人必須學習與地震共存，不必也不能心存僥倖，而應誠實且勇敢地面對。面對地震，一則謙卑，一則充滿信心。吾人承認，無法完全排除地震之災害（經濟損失），所以謙卑。吾人深信，只要方向正確，有所作為，必能大幅減緩地震之災害（人命傷亡），所以充滿信心。

地震減災，千頭萬緒，若未能抓對方向，對症下藥，在吾人左搖右擺，猶豫不決間，時間無情地消逝，地震又來了，悲劇又重演。

工程師之養成是，將複雜的問題簡化，龐大的問題縮小。簡化並縮小至可執行之程度，逐步邁進，問題隨時間而減輕，風險隨時間而降低。以有限之資源（人力、物力、時間），獲致最多的效益，風險（人命傷亡）的降幅最大。

預想二年後，類似地震發生在臺灣某一地方，在這二年間，吾人有何作為？

傷亡之主因：樓房之塌陷

現代的人類，每天少則 12 小時，多則 22 小時，在室內從事各種活動（讀書、工作、娛樂）。在平時，樓房遮風蔽雨，乃人類安身之所；地震時，若樓房不堪一擊，即變為人類葬身之地。因此，人員的傷亡，絕大多數肇因於樓房的崩塌。

1997 年頒布之建築物耐震設計規範，被認為現代化且較為完備的規範，徒法不足以自行，未必能全然實

踐。在 1999 年的集集地震中，人們受到血與淚的教訓，耐震設計及施工之落實度，大幅提升。因此，吾人認為 2000 年以後興建之樓房，其耐震能力普遍較佳，可暫不處理。縮小範圍，集中力量，優先處理 1999 年以前興建的樓房。待後者之處理上軌道後，再回頭檢視前者。

為了爭取更大的室內空間，留下更多的空地，樓房往上升發展。樓房的重力，由高樓層往下累加，故一樓因重力而承受之垂直力最大。在地震之作用下，高樓層搖



圖 1 1999 年集集地震之樓房崩塌（資料來源：路透社）

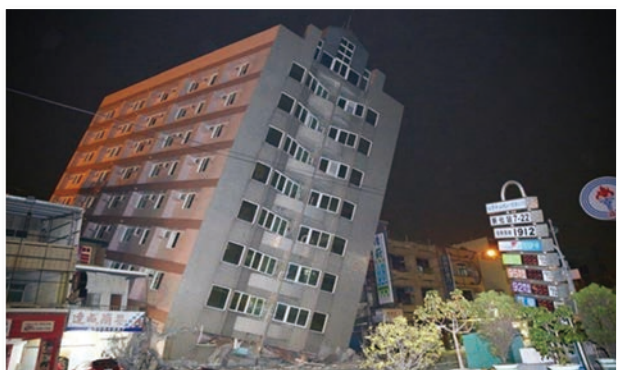


圖 2 2016 年美濃地震之樓房崩塌



圖 3 2018 年花蓮地震之樓房崩塌

晃之幅度較大，地震力隨之較高，可是，地震力形成之剪力，從高樓層往下累加，故一樓因地震而承受之橫向力最大。因此，若一樓之柱量或壁量（較其上之樓層）沒有相對提高，一樓即成為最脆弱的一環。

一樓大多為公共空間或作商業用，為求氣派之門面，樓層挑高，其柱量及壁量甚至比其上樓層為低，導致一樓既軟且弱。一樓受力（垂直力及橫向力）最大，強度往往卻沒有相對提高，樓房之崩塌多發生於一樓（或低樓層）。

減災之上策：樓房之不倒

房子不要倒，人命就有保。1999 年以前興建的樓房，優先處理，目標是：在設計地震下，「不要倒」，可以損壞，但不能崩塌。

房子要不倒，一樓先顧好。一樓最為脆弱，且多為公共空間（或作商業用），聚集之人員密度高，一旦崩塌，傷亡慘重。從防災之角度，只要顧好一樓，風

險（人員傷亡）即大幅降低。

一樓經濟價值較高，所有權人具經濟能力，有責任改善一樓之耐震能力，維護公共安全。

結語

預想兩年後的 2020 年 2 月 6 日，類似地震襲擊臺灣某處，掌握兩年時間，採取最有經濟效益之作為，以有限之資源，降低最大的風險（人命傷亡）。

1999 年以前興建之樓房，供公眾使用（或作商業用）之一樓（或低樓層），必須於 2020 年 2 月 6 日前，完成耐震評估，合格者，須取得證明；不合格者，須完成耐震補強。否則，於 2020 年 2 月 6 日後，不得再供公眾使用，直至耐震評估合格或耐震補強完成為止。

政府必須研擬合法可行之簡化程序，學界必須提供理論與技術之支援，工程界必須確實執行耐震評估與補強之專業，人命關天，產、官、學界通力合作，目標一致，如期、如質、如預算，達成任務，有以待之。🏡