

地震災害與震災防護

◎石瑞銓（國立中正大學地震研究所教授）

一、前言

根據全球性的統計資料顯示，世界上平均每年會發生一百次芮氏規模六以上的大地震，其中規模大於七以上的強烈地震也會有二十次，平均每三天左右地球上某處便可能發生一次大地震。幸運的話，大地震發生在深海底下或人煙稀少的地區，不幸的時候，大地震發生在人口稠密的地區，帶來激烈地動並急速的破壞房屋、建築物、道路以及其它維生管線，使人類生命及財產遭受嚴重損害。

縱觀全球各地，每年均有許多生命財產受虐於地震災害的威脅下。以一九

七六年為例，該年二月瓜地馬拉發生了強烈地震，共有二萬三千人喪生；同年五月，義大利發生了使九百人喪生的大地震；六月時伊朗地震又造成了六千人死亡；七月時中國大陸唐山再發生強烈地震，使得二十五萬人遇害；八月時菲律賓的大地震又有二千人死亡；十一月，土耳其又發生大地震並再造成四千人喪生。在一九七六年一年內便大約有三十萬人口死於地震災害，財產損失更難計其數。日本位於歐亞大陸板塊、太平洋板塊以及菲律賓海板塊的交接處，也常常遭受強烈地震的侵襲。一九二三年的關東大地震共有超過十四萬四千人喪生；最近的一次強烈地震發生於一九九五年的關西兵庫縣，短短的二十秒鐘內便奪走了五千餘條人命。

台灣位於環太平洋地震帶上，自二十世紀初以來因為地震而死亡的人數已超過七千人，遠高於其它天然災害所帶來的損失。在多次的地震中，依序以一

九三五年新竹台中烈震、一九九九年集集大地震，以及一九〇六年的梅山地震等三次大地震所造成的死亡人數為最多。地震的規模則以集集大地震為最大，而財物的損失也最為嚴重。新竹台中烈震的規模雖沒有集集大地震大，造成那麼多人死亡的主要原因是當時的建築物不耐震，無法承受劇烈的地震力而倒塌造成，梅山地震亦然。那時候地震逃生的最佳方法就是直接往外衝，以免被倒塌的建築物壓到。現代化建築具有相當的抗震強度，建築物造成的直接破壞可能比以前小，但是因為人口集中，建築物樓層增高，地震災害的型類比以前多，逃生的方式也異於以往。

以集集大地震為例，這次地震的規模以及地變的程度與範圍都遠大於前兩次的大地震，雖然所造成的死亡人數並非最多，但是整體性的災害卻比以前劇烈，災害形態也比以前的地震多。比較世界其它地方的地震災害，現代地震的災害模式皆極為類似，地震防災的模式因而也近似。

台灣位處於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的交接處，為非常活躍的地震帶。由於地震預測在中長期內仍不可及，地震災害防護的概念因此更加重要。要使地震災害減低至最小的程度，人們必需對地震知識與地震災害有基本的認識並且確實落實震災防護要領，才能有效地減低地震帶來的災害。

二、地震可能造成的災害

（一）建築物直接造成的災害

地震時所發生最直接的破壞便是地面劇烈震動而摧毀我們所居住的房屋及建築物。要避免上述地震所帶來的直接破壞，必須由加強建築物的耐震設計、

嚴謹的施工以及使用耐震的建材著手。然而，建築物若是位於大地震伴生的斷層帶上，斷層本身大規模的地表位移亦足以將建築物摧毀。因此，除了加強建築物的耐震度外，更應將建築物遠離已知的活動斷層帶，而斷層鄰近位置的建築物也應依不同的地震危害度區分而作不同的建築設計。

集集大地震所造成的大量傷亡就是以這一類直接的破壞為主。震央區附近如中寮、集集以及埔里等地，因強烈地動而造成大量的房屋倒塌；而車籠埔斷層沿線，除了強烈的地震力外加上因斷層作用而成的巨大地表位移也引發了非常重大的災害；此外，也有多處的破壞個案是因為軟弱地層或施工不良而造成，如台北、員林以及斗六等地，也造成建物大量倒塌而形成非常大的破壞。累計二十世紀以來，台灣地區因大地震所造成的建物損害，房屋全倒者超過五萬幢，損壞超過十三萬四千幢。

集集大地震因為是發生在深夜，所以傷亡主要發生的地點以住家為主；如

果地震發生在白天，住家內的傷亡可能減少，但學校內及辦公場所內所造成的傷亡卻可能更為嚴重。加上交通線的嚴重破壞，白天時地震造成的災害可能比深夜時還要嚴重，這種情形在已開發的國家更為顯著。如美、日等國亦深信，若一九九四年的洛杉磯大地震與一九九五年的阪神大地震是發生在白天，災害的規模將比當時更為嚴重。反之，在未開發或開發中的國家，由於居家的建物一般均不耐震，夜晚時地震災害則比白天為大。

地震是天災，有些災害無法避免，但也有部分是人禍而使得災害加劇，如集集大地震中許多施工不良的個案便是。若建築物經過適當的調查、設計、規畫以及審慎地施工，地震災害也必然可以減輕。

（二）山崩或海嘯

地震時劇烈的地動也可能引發大規模的山崩或海嘯。在海邊，隨地震而引發的海嘯可能比地震本身帶來的破壞更劇烈。一九九八年及二〇〇〇年，於南太平洋的巴布亞紐幾內亞所發生的地震，引發海嘯造成二千多人喪生。

水壩亦可能因為水庫中大量水體的劇烈震動、強烈的地動或山崩而被摧毀，引發的洪水可能對水庫下游居民帶來比地震本身更直接的傷害。幸運的，集集大地震因為震央位於陸地而沒有引發海嘯，並且德基及日月潭等大型水庫也無潰壩而造成二度災害；然而供應大台中地區飲用水的石岡壩則因受到斷層破壞而潰壩，引起大台中地區災後無水可用的重創。

不幸地，在這一次的地震中大型山崩引起非常大的破壞。據估計，集集大地震於全台共造成了多達一千八百餘處的山崩，估計總面積達三千五百餘公

頃。中橫公路谷關至德基間約長三十公里的路段損壞非常地嚴重，修復的日期難以預見，另有多處山區的道路也被嚴重地破壞。除了山區道路的破壞外，大型山崩也在多處發生，其中以草嶺以及南投的九九峰與九份二山最為嚴重。這些山崩地帶都會在未來的雨季中變成土石流、泥石流等的嚴重災害的根源。

山崩也在許多地方造成堰塞湖。草嶺新形成的草嶺潭就如同一顆不定時的炸彈一般，須觀察其未來如何演變。該處自十九世紀中葉以來已形成五次的堰塞，前四次都是由另一次的天然災害將其疏浚，這一次影響的範圍則是最廣的一次，隨時都需加以注意。

台灣是一處多山的島嶼，地質活動非常活躍，幾乎在各次的地震後均會發生山崩，由於山區的大量開發，人文活動交流頻繁，潛在的地質災害將不可忽視。而台灣四面環海，若地震發生在海上，海嘯的預防知識也不應輕忽。

（三）土壤液化

土壤液化也是一種可能發生的地震災害。劇烈的震動亦可能破壞土壤強度或使建築物底下的基礎物質液化，而造成建築物傾斜、全倒或損壞。由於地層內疏鬆的飽和砂土於地震時受到大量外來的壓力，使得砂層內的砂粒因被擠壓而緊密地靠在一起且體積縮小，這種現象使得砂層內的水無法順利地排出而產生額外的水壓力。若累積增加的水壓力超過土壤強度，則土壤抗剪強度便會完全消失而呈現液態，這情形將使土壤失去支撐其上建築物的強度，造成建築物急速沉陷或傾斜。

集集大地震後西部平原地區因受到劇烈震動而造成建築物傾斜、全倒或損壞。液化現象以台中縣之霧峰、太平以及大肚溪口南岸，彰化縣之員林及社頭以及南投之貓羅溪沿岸一帶最為嚴重。此現象西至台中港，南至嘉義梅山一帶

也有發生。土壤液化於西部平原造成的破壞不僅在這次的地震中發生，前幾次的大地震也均有詳細的紀錄，是西部平原開發中工程規畫設計不可忽視的要素。

（四）火災

地震時除了可能帶來上述直接或間接的災害外，尚有一種更為嚴重的災害——火災。地震時劇烈的地動會直接破壞如水管、瓦斯管及電線等維生線，外洩的瓦斯若碰上電線走火或其它燃燒的火苗便會引起火災；此時由於大部分的水管又已被震裂而缺水，在無法搶救的情形下便會形成了不可收拾的大火。集集大地震後，幸運地並未發生這一類的大災害，僅在南投酒廠發生火災。該酒

場恰好位於隔離的區域，因此火勢並未向外延燒引起更巨大的災害。

地震加火災而造成不可收拾的災害，這幾乎是這一世紀以來全球各地大地震震災的共通模式。例如一九二三年的日本關東大地震十四萬四千人因此喪生；一九〇六年美國舊金山大地震造成都市全毀，及日本阪神大地震後無法控制的火勢都是同一個模式。一九六四年台灣地區的白河地震也造成嘉義市的精華區被大火摧毀。

大地震後的火災不是不想撲滅，而是無法拯救。以這次的集集大地震為例，斷層沿線有多處的加油站倒塌，但幸運地並未起火燃燒。如果其中任何一座加油站或城鎮有火災發生，那麼造成的災害將無法估計。因為當時通訊皆已中斷，火災無法往外通報，而且道路亦已中斷也將使得消防車無法進入，加上水管業已斷裂而缺水，即便消防車能到場也將無法救災。這一種循環作用的結果將使得救災無法立即進行，最後的結果就是將整個城鎮燒毀，造成無法磨滅

的災害。正因為如此，全世界各國均將地震防火的防災觀念作為地震災害防災教育的第一要項。教育民衆當地震發生時先隨手將火源熄滅再行避難，是防止火災發生的第一要務。

台灣地區人口越來越稠密，而且居住的環境相當集中，加強百姓的防火意識與消防演練，是我們未來期望將地震災害減低到最小程度的第一課題。

三、地震災害防護

地震在目前仍然無法預測，瞭解地震可能帶來的災害以及知道如何應變是地震災害防護最重要的一項工作。因為對一般大地震而言，最劇烈的地動可能都不會超過三十秒；就算最強烈地震來襲時也不會持續超過一分鐘。在如此短

的時間內要讓自己免於受到傷害，便需要極機智的反應與迅速的行動，這也端賴平時是否有充實的防災知識與紮實的防護演練。

（二）個人與居家的震災防護

（1）、地震發生前

平時家裡就應該準備好手電筒、使用電池的收音機、各型號的電池、滅火器以及急救箱，並讓家裡每個人都知道上述裝備的存放位置與使用方法。飲用水以及乾糧等簡便的食物平時也應備便。大人們應該知道水電總開關及瓦斯開關的位置與如何開關；重型家具例如冰箱、衣櫥、書櫃以及酒櫃等也應固定

好，較重的東西則應儘量放在較低的位置，並且要規畫好大地震發生後家人們要如何疏散與疏散的地點。大地震發生後，家人重聚的地點也應事先規畫。大地震後通信與交通均可能被破壞，社會可能會出現混亂的景象，除非地震前有妥善的規畫，否則震災防護將淪為空談。

(2) 地震發生時

由以往的資料顯示，地震發生時因慌亂不當地奔跑往往會造成不必要的災害。因此，當地震發生時務必要保持鎮定，在室內的人並應躲在堅固的桌子旁，而非桌子底下，遠離窗戶、鏡子，並應背向窗戶且注意保護頭部安全；若室內沒有堅固的桌子可供躲避，則應靠梁柱站立並保護頭部。如果地震發生時

你正在煮飯、燒開水或使用熱水器，應該先把火源關掉再行躲避，以免發生火災帶來更大的災害。

地震發生時如果你剛好站在門邊，這時應順手打開大門以避免大門變形而無法打開逃離。地震發生時若你人在室外，則留在室外便可；但要注意上方的電線、廣告招牌、屋瓦以及樓頂的違建物如鐵皮屋及鴿子籠等是否會掉落，以免被砸傷。地震時在巷道間行走的人要靠巷道中央躲避，但大馬路上因為車子多，所以在馬路上的行人並不要急忙跑到馬路中央。但開車的人則應該將車子減速靠路邊並留在車中，但若剛好行經橋梁、天橋或地下道則應儘速離開。

(3)、地震發生後

地震發生後，首先要看看周遭是否有人受傷，是否有東西著火；若有人受

傷就馬上施以急救，若有東西著火便立刻救火並通知警察與消防單位。聞聞看是否有瓦斯漏氣？若有，關掉瓦斯開關、打開窗戶，並立刻報告相關單位。千萬不要使用蠟燭或火柴等明火，並且不要使用電器用品以免發生火災。地震後並應儘速地疏散到空曠的地方以防餘震來襲。疏散後應打開用電池的收音機收聽緊急的災變指示，等待救援及幫助救災。疏散時儘量穿上厚底鞋免得被利物刺傷，並且由高樓疏散時使用樓梯而不要使用電梯。雖然大家會非常擔心親友的安危，但請儘量不要使用電話，讓更緊急的救災通信得以通暢。

大地震發生後還會有許多較大規模的餘震來襲，在未確定建築物的結構是否安全前不要輕易進入室內。大地震後也要儘速離開山區以避山崩，並儘快從海邊撤離以避開海嘯的侵襲。

（二）學校的震災防護

（1）、地震發生前

地震災害防護工作不只是個人需要重視，機關團體如學校與工廠等人群集中的地方更要特別注意。

以學校為例，學校的震災防護措施便須於地震發生前著手。學校於平時應該有完善的震災防護計畫並且定期演練。地震發生前便請專家調查各幢建築物之安危，並且將吊扇、燈具、櫃子及其它儀器設備等牢牢地固定。地震前並先計畫好各個班級學生的疏散地點、次序與疏散管道。學校教職員必須依任務編組，職員中一定要有人負責在地震發生時便立刻關閉全校的火源及水電瓦斯後

再行避難，地震後並要有人負責全校的對外求救與通訊。

老師最主要的工作則為維持各班同學的安全與秩序。老師如果不能在極度慌亂的情形下冷靜有效的安撫學生的情緒，學生的恐懼感將更加深而使紊亂的情況更為惡化。

(2)、地震發生時

由於早期的學校建築，基於採光的考量，致使學校的教室之柱子均有短柱的現象而容易造成損壞。基本上梁柱是建築物最堅固的位置，但因短柱現象，學校的梁柱很可能在地震來襲時最先破壞，尤其是最底層的教室。地震發生時，老師應鎮定並注意自己的安全以免學生恐慌，同時要求在教室內的學生躲

在桌子旁，或以書包保護頭部並背向窗戶，以免被從柱子迸出來的石塊或玻璃擊傷。在操場上的同學則留在原地，但是在圍牆邊的同學必須儘速離開，以免被倒下的圍牆壓傷。

(3) 地震發生後

地震後各個班級的學生應該照避難計畫，有秩序且迅速地疏散至指定位置；受傷的人員儘速就醫，有火警則儘速處理並通知消防隊撲滅。較大規模的餘震在主震後還會繼續發生，在未知建築物是否絕對安全之前不要讓學生進入教室內，應儘量安排戶外的活動。大地震之後，整個社會及交通將會進入混亂的狀態，因此學校應該繼續留置學生在安全的地點，而不應該任其單獨離開。

(三) 機關團體的震災防護

平時各機關團體也應該制訂震災防護計畫並確實演練。櫃子及其它粗重的家具或機器在平時便應確實地固定；個人疏散的地點與管道於事先便須計畫好，同時也要指定幾位專人在地震發生時先行關閉水電瓦斯開關再行避難。個人於平時便應留意安全的難避位置，當地震一發生時便迅速躲避；適當的避難位置如堅固的桌子、家具或梁柱旁皆是，避難時並應遠離及背向窗戶。地震後每個人再依規畫的路線疏散至空曠的地點，疏散時不要使用電梯。疏散後幫忙救災並且留在空地不要再隨便進入室內。

TZU CHI FOUNDATION

四、結語

多一分準備，少一分災害。在大地震發生時每個人都應該有可以自救的準備。由於以前的建築物不耐震，地震發生時立即逃離便成為最重要的一個動作。現代化建築物具有一定的抗震能力，並無必要立即逃出，並且因樓層增高，要在非常短的時間內逃生也有困難，因此地震來時躲避落物便成為較重要的動作。地震防災的觀念已隨著時代的變遷而改變。

目前我們仍然無法預測地震將在什麼時候或什麼地點發生，也無法知道將再發生的地震會有多大，但是台灣屬於非常活躍的地震帶，隨時都有發生地震的可能。唯有平時瞭解自救的重要並落實震災防護工作，才能將震災減低到最小的程度。