

從 0206 花蓮地震看石材產業 石材儲存建議

林信宏

今年 0206 花蓮發生芮氏規模 6.0 的地震，不僅震垮 4 棟建築物，造成 17 人死亡、近 300 人受傷，也重傷了花蓮的石材產業；在美崙、光華 2 座工業區，滿地的石材碎片使得產業損失慘重，台灣區石礦製品工業同業公會理事長王淳甫於二月接受新聞媒體聯訪時表示：石材估計受損金額高達 20 億元，加上後續的檢查、設備維修，虧損金額可能上看 30 億元，恐怕有 3%到 5%的廠商會倒閉，影響受雇員工生計。

以當時新聞傳媒播放的監視影片來看，地震當下是置存於貯放架的石板向前晃動後，接著發生傾覆而破裂，而且隨著高寬比增加，石板發生晃動之情況越明顯。石板貯放架原是為了滿足廠方暫時置放或貯存石板需要而設，當貯放架對立於其上的石板束制能力不足時，即可能發生傾覆。

一顆原石可以切出 40 片石板，每片價格約為一萬元左右，因此一疊碎石便意味著 30、40 萬元的損失，台灣地震頻繁，為避免地震再次重創石材產業，建議業者應積極加強石板貯放方式，降低地震發生之損失幅度。

在進行貯放架上的石板固定時，首先應確實掌握其運動模態，再針對其運動特性進行適合的固定設計。以筆者所檢視的監視影片，業主貯放約十~廿片石板斜倚在 A 型架上，地震發生時最前面或全部石

板將形成以其下緣為支點，向前方可做自由運動之個體或群體，如石板（堆）在短時間發生大幅度且突出於石板正面的位移，便可能發生數片或成堆石板的晃動傾覆。因此，貯放架固定的目標可設為限制石板（堆）之位移幅度，或利用石板重力大於水平地震力的原則，減少地震時發生晃動的機遇，以達到固定石板（堆）的終極目標。

惟過去經驗發現，一般業主對於耐震設計的要求通常僅著重在建築結構的安全，對避免或減少財產損失的非建築結構物耐震安全，則放在第二位或完全忽視。從政府管理的角度來說，首重人命安全絕對是一項正確的政策，但對業主或設計人員來說，不應因此便忽略減輕財產損失的重要性，因為昂貴的非建築結構物（即財產）破壞，仍可能造成一家公司或產業嚴重的經濟災難。

其實，保障結構安全和減少地震引起的非建築結構物財產損失應當同時並重，正確的非建築結構物耐震設計或措施既能達到保護人員安全、又能減少財產損失的雙重功效。要達到這個目標，便須從了解地震力大小及選擇適宜的貯放架型式二個層面下手。921 集集地震後，國家地震工程研究中心完成約二萬棟的建築物調查，在比較不同結構種類、區域分佈、建造年代建築物之破壞情形後，制定建築物耐震

設計規範，以集集大地震調查結論為基礎，配合氣象局強地動資料，明訂台灣地區建築在耐震設計時之應注意事項，規範中除了對建築物的耐震設計與規定作詳盡之檢討，其實對非建築結構物之地震力或耐震需求也作了原則性的規定。

依據內政部 100 年 1 月公布「建築物耐震設計規範及解說」(參考註一)，石材業者可按其中〔第五章非建築結構物之地震力〕計算貯放架上石板可能遭遇之地震力，該章節定義之非建築結構物為建築物以外自行承擔垂直載重與地震力之結構物，由於常在其上置放重要財物，為了地震後仍能正常發揮作用，需用較大的地震力來設計；此定義與石材業者貯放架之真實狀況相當，因此可參考作為最小地震力之計算方式。而地震力計算公式中預留之用途係數 I 值，依規範第 2.8 節表述，其他一般建築物可採 I=1.0 計算；但對於批發量販營業場所、展售場、觀覽場、地下街，須將用途係數 I 提高到 1.25 做更保守之設計，同樣地，石材業者如需要更可靠之貯放架設計以束制石板(堆)，亦可提高用途係數 I 值以維護貯放架上石板之安全性。

至於貯放架之型式，筆者並沒有發現明確的法規或標準建議合適的貯放架型式，惟 98 年勞委會勞安衛研究所曾發表「石材吊掛安全技術及安全輔具研究」(參考註二)，其中「第四章吊掛與貯放架安全分析」具體分析了國內、國外石材業者採用的不同 A 型架、L 型架或其他的石板(堆)固定方式，並在第十節討論了各種 A 型架、L 型架之優缺點，最後從安全性、作業方便性及初購成本三個面向歸納了七個

不同種類固定方式的優缺點，相信對於國內的石材業者，可作為貯放架型式選擇的重要參考。

近幾年來，地震工程的進步和成就已經被成功地運用於建築結構的耐震設計，但對於非建築結構物則相對較少。實際上，在地震時非建築結構物比建築結構更易受到破壞，因此，確保貨物和重要設施在震時及震後能正常使用或出貨，是業主不可迴避的責任。非建築結構物的地震安全，更需要建築師、結構技師、土木技師、機械技師、電機技師、室內設計師、業主和經理人員一起關注，指派專門人員負起應盡的責任，惟有完善的設計與落實，方能確保石材在強震下的安全。

註一. 內政部 100 年 1 月公布「建築物耐震設計規範及解說」電子檔可於以下網址下載

<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/10471-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9%E8%80%90%E9%9C%87%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84%E5%8F%8A%E8%A7%A3%E8%AA%AA.html>

註二. 勞委會勞安衛研究所 98 年完成之「石材吊掛安全技術及安全輔具研究」電子檔可於以下網址

下載 https://epaper.lio.gov.taipei/big5/html/Epaper_tpl/images70/knowledge3.pdf

本文作者：

富邦產物保險股份有限公司

損防暨勞安部協理