

## 防震新發現 RC建築的保命符

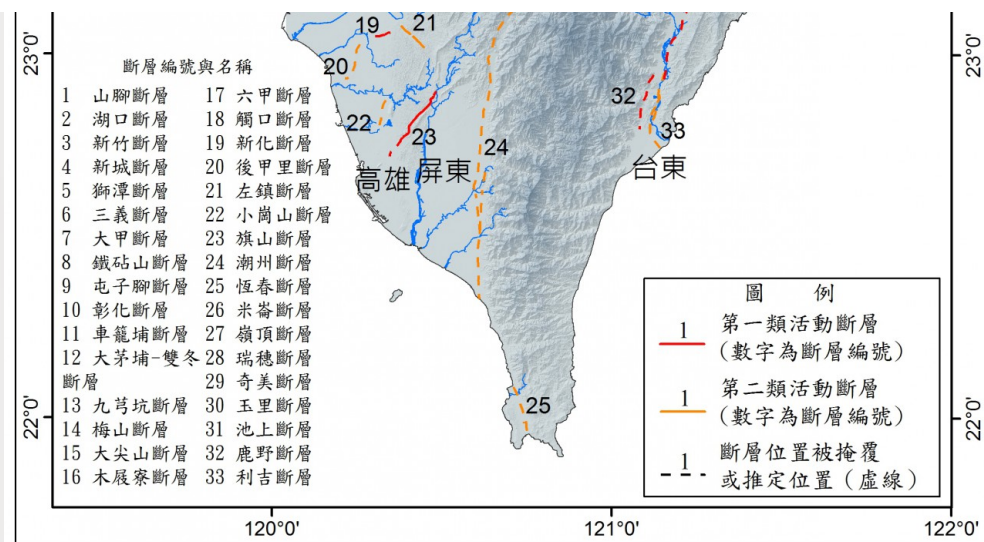
陳咨諭 文

「地震！地震！全校師生請立即就地避難掩護！」每個學生肯定經歷過地震防災逃生演練，全校師生聚集蹲坐在操場，聽著司令台上教官口沫橫飛地宣導防災。然而，真正遇到地震時，在依靠正確的逃生觀念逃出之前，我們還必須處於一棟不會立即倒塌的建築物中。

### 地理位置 與地震息息相關

台灣位於環太平洋地震帶上，造山運動甚繁。1999年的九二一大地震帶走了2455條生命，38935棟房屋倒塌；2016年2月6日的美濃地震也導致117人死亡，其中的115人喪生竟是因為維冠大樓的倒塌。由此可見，房屋防震的問題在台灣著實非同小可。根據中央氣象局的統計資料顯示，台灣平均每年有感地震就高達1000起左右，為了降低地震時建築物破壞所帶來的災害，各界專家學者持續致力於相關研究。





台灣活動斷層分布圖，看得出密集的斷層帶。(圖片來源 / [經濟部中央地質調查所](#))

2017年5月，一項由宏國德霖科技大學土木工程系副教授涂耀賢，向科技部提出的研究計畫中，經研究員在國家地震工程研究中心進行試驗後，在RC (鋼筋混凝土構造) 隔間牆建築物的防震有了重大的新發現，為台灣房屋的地震防災帶來新的觀點。

## 建築結構大比拚

什麼是RC？依照不同建築需求分類，台灣建築物主要的三種興建結構分別為：RC (鋼筋混凝土構造)、SRC (鋼骨鋼筋混凝土) 與SC (鋼骨結構)。

	RC鋼筋混凝土	SC鋼骨	SRC鋼筋鋼骨混凝土
成本	低	高	中
韌性	低	高	中
勁度	高	低	中
隔音	佳	差	中
防水	佳	不易	中
防火	佳	差 (須防火披覆)	佳
常見建築	普遍住宅	高樓層辦公大樓、雙子星	101大樓

RC、SC與SRC之比較。(圖片來源 / 陳咨諭重製) 資料來源：[泛科學](#)、[理財周刊](#)、[大紀元](#)

其中，RC結構是台灣最先發展純熟的構造技術，也因其成本不高又有極佳的防水、防火、隔音與不易搖晃的特性，普遍存在於舒適度要求較高的住宅房屋。

九二一地震過後，營造、建築業曾經掀起一波抵制使用RC工法的聲浪，因為當時上萬棟倒塌的建築物大多屬於RC結構，使「RC結構不耐震」的傳言四起，業者紛紛轉而使用SRC以及SC結構興建建築物。然而，九二一災區主要位於南投鄉下，本來就極少SRC與SC結構的高樓層建築物，外加RC施工時品管不易，早期偷工減料的問題層出不窮，被震倒的房屋當然以RC結構房屋為主。實際上，也有許多研究指出，三種工法在完善的施工與品管之下，都具備一定的耐震能力，只是RC靠的是鋼筋與核心混凝土消能、SRC的鋼筋、鋼骨與核心混凝土能同時消能、SC以鋼骨的韌性消能。

## 非結構隔間牆 拆與不拆

房屋內部都需要隔間與擺設，「隔間牆」的設置就不可或缺。房屋的隔間牆屬於非結構牆，建築時的鋼筋配置不像結構牆以及剪力牆，是為了承受建築物重量，須考慮結構性的強度問題；而是使RC隔間牆在遇熱漲冷縮時，能吸收結構內所產生的應力即可，也就是符合所謂「溫度鋼筋」的範圍。

根據劉德賢前期研究顯示，RC隔間牆擁有較高的勁度，能提升承受地震搖晃側力的強度，或在遇到中、大地震時，因形變量小的特性，會集中釋放地震大部分能量，導致裂痕由隔間牆開始形成，似乎能避免主體結構受損；然而，柱深與牆面厚度的比值掌握了影響大局的關鍵因素。若這項比值過小，RC隔間牆在受強力地震突如其來的剪力破壞時，會出現斜角型的裂痕，包含了\型、/型與X型，這樣的破壞方式，裂痕會沿著牆面一路向外延伸，直接深入隔間牆兩側的邊界柱，對邊界柱造成立即性的損害，此時隔間牆不但無法增加耐震度，還會使建築物降低韌性而無法承受地震，大大增加地震來臨時的損壞率。

## U型破壞 不傷主結構

身為土木技師公會結構及地質審查委員同時也是本實驗研究員的楊雨潔，在今年的研究中發現，RC隔間牆受震時也可能產生□或是U字型的破壞，這些形狀又分別對構造主體造成不同的後續影響。這項發現可能會發展成一項領先全球的新工法，因為以往實驗幾乎只會出現斜角型破壞，不曾出現U字型，避免破壞邊界柱的損壞方式。

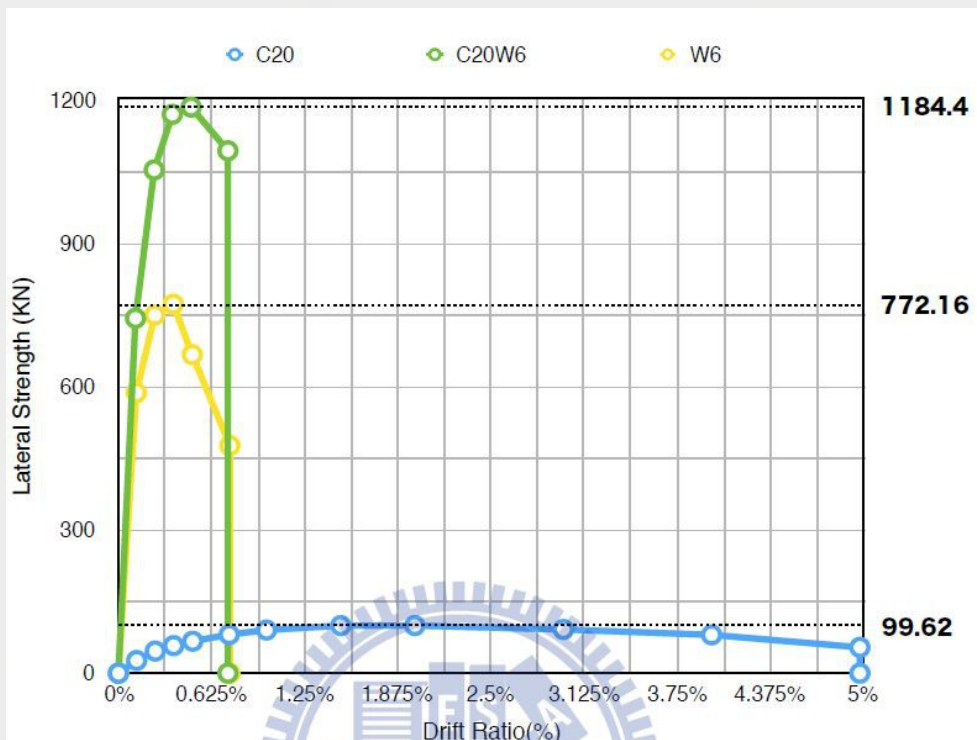
這項探討「RC隔間牆破壞形狀與建築物破壞程度」的實驗，以高低樓層、空構造與RC隔間牆作為變因，建立了四座試體：C20（柱深20公分的空構造）、C35（柱深35公分的空構造）、C50-35W6（柱寬50公分、柱深35公分、牆厚6公分）及C35-50W6（柱寬35公分、柱深50公分、牆厚6公分），分別以千斤頂在柱子側邊進行推與拉模擬地震的搖晃情形，測試其混凝土抗壓程度與鋼筋抗拉強度，推測受震後將產生的情形。

實驗結果顯示，單純柱體構架的最大強度受柱深影響，柱子越粗越能抵擋地震，而若牆構架的柱深與牆厚比比值較大（此實驗的C35-50W6試體），整體構架行為也不會受隔間牆影響；小型柱體含隔間牆構架之受側力強度又比純構架高出許多，其強度可達最高。但在地震超過最大位移量之後，也會因為牆體受剪力破壞

而進一步摧毀柱體，降低韌性；在牆體受力超過最大強度時，出現了U字型破壞。同於口字型破壞，牆面首先出現垂直方向裂痕，使之與邊界柱脫開，不受隔間牆高勁度的特性影響，也因此增加整體構架的韌性，唯一不同於口字型的，是水平方向裂痕近於地面，更不易有碎石砸傷人的安全疑慮。研究員楊雨潔表示：「牆體與梁跟柱完全脫開，可以減低樑柱的負擔、斷尾求生，後續的維修容易、經濟成本低。」

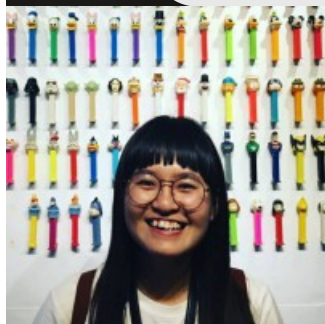


C50W6的裂縫發展呈現口字型。( 圖片來源 / 台灣省土木技師公會技師報 )

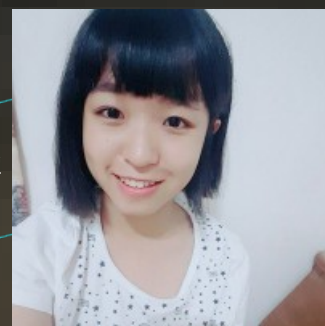


C20、C20W6、W6的最大強度與位移量包絡線圖。( 圖片來源 / RC牆板厚與邊界柱深相互關係對構架耐震行為之研究 )

這個發現可以說是台灣房屋防震的新曙光，原研究團隊也將會持續進行後續相關試驗，補足樣本數不足的問題，並找出影響最大強度與韌性的主因，盼望未來運用於RC隔間牆的切削，使之受力毀損時能依循著U字型的方式破壞，確保牆體破壞時不傷害邊界柱而保持完整的構架，發揮其韌性能力以抵抗地震反覆的搖晃，降低地震來臨時的災害與傷亡。



記者 陳咨諭



編輯 簡嘉瑩