

耐震結構體驗學習教具之開發

國立科學工藝博物館 / 洪煌凱

因應臺灣校園校舍之耐震補強工作，我們嘗試建構一組可適用於國中、小學生進行耐震結構型式與效果學習之教具。教具以積木堆疊為發想，透過可變磁極磁球鑲嵌於積木，結合搖動平台組成 DIY 結構組裝與測試之體驗學習模組。期望經由此教具之體驗學習，輔以校園內實地可見的校園屋舍補強結構，讓學子耐震結構補強之原理與應用有更進一步之了解認識。



圖 1. 耐震結構補強實例一



圖 2. 耐震結構補強實例二



圖 3. 耐震結構補強實例三

一、緣起與動機

由於臺灣地處快速板塊移動交界地帶，地震發生頻繁，近年發生重大地震並造成生命之傷亡，社會經濟之損失，一般民眾深切體認其房屋結構之穩定性和重要性。20年前921集集大地震重創全國校園之屋舍，直接危及學生之安全。國教署辦理校舍補強工作，增加校園建築結構之耐震性。校園耐震結構補強通常於原結構上進行整理、修補後，再加上補強結構；工法包含了擴柱、鋼斜撐、剪力牆等，其中鋼斜撐常於校園中發現(如圖1至圖3)。我們期待製作一組教學組合，能實際經由體驗與觀察的過程，印證了在校園中耐震結構建築之型式與作用，讓耐震補強工作，在實際延伸建築使用年限的同時，也進一步達到教育傳達之功能。

二、教具開發原則與特色

在嘗試進行教具開發的過程中，我們曾對現有之耐震補強教具進行搜尋，其中包含具小組團隊合作性質之耐震挑戰比賽以及簡易式之耐震結構學習組合。前者利用配發之木材、黏著劑與各式創意材料，在指定之時間與地點由小組成員完成其結構，再利用專業地震平台進行搖動測試，國研院國家地震研究中心每年均辦理此活動，並邀請國內外大專院校組隊進行比賽。後者則利用脆性之義大利麵條為搭建材料，配合紙板與熱熔膠進行搭建，最後能以手動或是電動搖動台進行結構測試。以上兩種型式的學習體驗模式門檻較高，其合適學習年齡為國高中生以上，對於國內許多小學具有耐震補強結構單元之校園，學生透過以上體驗方式進行學習難度過高，其搭建材料與黏著方式應朝向更為簡易之方向。

因此，教具開發原則我們朝向利用兒童積

木型式發想，單元黏著方式則利用磁鐵方式接合，各類型之耐震結構單元則開發相對應之積木形狀。積木本體採木材開發，端點則採可變磁極之磁鐵鑲嵌，學習時可避免同性相斥之情形。以下針對不同單元構件進行說明：

(一)、柱與樓板(如圖4)

柱由15公分乘3公分之木材組成，端點鑲嵌磁鐵，和15公分見方的樓板可接合成基礎房屋型式，如圖4。

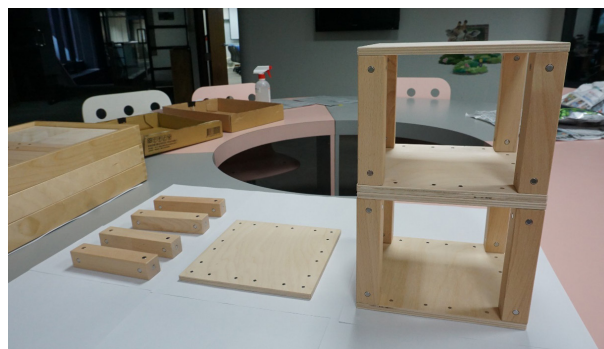


圖4. 教具實景(柱與樓板)

(二)、單斜撐(如圖5)

單斜撐為耐震結構單元之一，為鋼斜撐補強的型式之一(如圖2)。斜撐能有效提升因橫向搖晃所造成之剪力抵擋強度，故增強了建築抵抗地震力搖晃的程度。



圖5. 教具實景(單斜撐)

(三)、X 型斜撐 (如圖 6)

X 型斜撐為耐震結構單元之一，為鋼斜撐補強的型式之一 (如圖 1)。X 型斜撐較單斜撐抵抗地震力之程度為佳。



圖 6. 教具實景 (X 型斜撐)

(四)、V 型斜撐 (如圖 7)

V 型斜撐為耐震結構單元之一，為鋼斜撐補強的型式之一 (如圖 3)。



圖 7. 教具實景 (V 型斜撐)

(五)、剪力牆 (如圖 8)

剪力牆為耐震結構單元之一，為鋼斜撐補強的型式之一。剪力牆與一般隔間牆不同的地方在於剪力牆加上了斜向配筋。在此單元之教具設計上，則直接以側牆型態取代剪力牆。



圖 8. 教具實景 (剪力牆)

三、教具推廣之成效與回饋

本教具在過去 2 年本館之國家防災日活動與三聯科技教育基金會共同辦理進行演示，也於 2020 年嘉義科學 168 教育博覽會時發表 (如圖 9)。在 2021 年國立科學工藝博物館複合防災教育巡迴特展，也分別於台東市信義國小、台北市中山國中以及台中市沙鹿國中進行成果發表與演示。在各地演示過程中之回饋，表示該教具能易於讓國小學童進行體驗學習，且透過與搖動台之結合使用，更能讓學生了解耐震結構對於建築構造上之影響。



圖 9. 教具於嘉義科學 168 教育博覽會之發表情形

四、結論與建議

透過耐震結構體驗學習教具之開發，我們建置了一套適合於國小與幼兒階段認識耐震結構單元。藉由體驗學習與實際驗證後，能讓學生有效理解校園內耐震結構之作用與重要性。建議具有校舍補強結構之學校，也能以此教具開發之動機進行發想，將校園補強結構作為學生之重點學習單元之一。