



國震中心 臺南實驗室 之發展與應用

黃百誼／國家地震工程研究中心 助理研究員

林晉丞、徐 安、葉事義／國家地震工程研究中心 助理技術師

蕭輔沛／國家地震工程研究中心臺南實驗技術組 組長、國立成功大學土木工程學系 合聘教授

葉士瑋／國家地震工程研究中心 副技術師

王郁涵／國家地震工程研究中心 技術員

1999 年集集地震造成之嚴重災損，突顯近斷層效應相關研究之重要性，然而當時既有之實驗設備能量難以重現近斷層地震，乃因近斷層地震包含兩主要特徵：大地表位移與高速度脈衝。職是之故，國家地震工程研究中心經多年規劃，最後由國家實驗研究院與國立成功大學簽訂合作備忘錄，定於成大歸仁校區建置國家地震工程研究中心臺南實驗室，後於 2017 年 8 月 9 日正式開幕啟用。臺南實驗室主要實驗設施皆扣合近斷層震波研究主軸，長衝程高速度地震模擬振動台可於大載重下模擬近斷層震波；雙軸向動態測試系統可同時對足尺隔減震元件施加高垂直軸力與大水平向之位移與速度；反力牆測試系統則搭配高速致動器，測試近斷層效應對大型結構元件之影響；關鍵零組件測試系統為針對設備耐震性能研究之小型振動台。此外，國震中心亦打造大型懸吊設備測試系統、水下基礎測試系統及土壤動力實驗室，以進一步強化高科技與綠能產業所需之地震工程實驗能量，使臺南實驗室逐步成為全方位之研究設施。

關鍵詞：近斷層效應、大型結構實驗、智慧實驗室、長衝程高速度地震模擬振動台、雙軸向動態測試系統、關鍵零組件測試系統

前言

近斷層地震的危害

臺灣約於六百萬年前經由歐亞大陸板塊及菲律賓海板塊之碰撞而形成，以地質年代而言極為年輕，因此板塊運動仍頻繁而激烈，菲律賓海板塊平均以每年 7 至 8 公分的速率向西北方擠壓歐亞板塊，倘若造訪花蓮縣玉里鎮玉富自行車道舊鐵橋，其上設有歐亞及菲律賓板塊交界紀念碑，是與冰島比肩，世上少數可同時橫跨兩大板塊的奇景。然而正因板塊運動激烈，臺灣各地皆有板塊擠壓破裂造成的斷層帶，多半分布於高山與平地的交界處，但亦不乏人口稠密處，因此臺灣有近 1/3 人口居住於鄰近斷層區域。1999 年發生的集集地震使國人徹底意識到近斷層地震之危害，當時車籠埔斷層推測有 100 公里以上的開裂長度，引致芮

氏規模 7.3 的災害性地震。集集地震發生後，國立臺灣大學地質科學系陳文山教授著手於竹山進行斷層槽溝開挖，以研究車籠埔斷層古地震，日後則以車籠埔斷層保存園區形式，對世人展示地層經擠壓、皺褶、斷裂等孕震過程。令人遺憾的是，集集地震屬島內淺層地震，其開裂長度極長並穿越城鎮，因此造成極為嚴重的災情，包含人員傷亡、建築物毀損、民生基礎設施停擺等。

集集地震的省思

集集地震後，國內各界對於地震危害採取積極作為。震災後發現，原有震度分級制度無法有效連結災損嚴重性，因其僅與最大地表加速度值（Peak Ground Acceleration, PGA）相關，且單軸向 PGA 超過 400 Gal（ cm/s^2 ）即達最大震度 7 級，相對於集集地震測得高

達 980 Gal 以上的 PGA，顯然並無法適當反應致災性地震之震度，換言之，集集地震中 7 級以上震度區域涵蓋中臺灣各地，以致無法於第一時間訂定有效救災策略以分配資源投入重災區。另一方面，集集地震讓學研界意識到速度對於結構物之危害，由於位移至速度至加速度間存在積分關係，因此近斷層地震特有之地表速度脈衝可以理解為同向的加速度作用的時間拉長，依據牛頓第二運動定律，代表地震中持續向某一方向對結構物施加力量，因此危害甚鉅，而高速度脈衝對時間積分後，即為大地表位移，圖 1 即可見石岡壩、埤豐橋與操場因斷層大幅度錯動而嚴重破壞的災損。此外，因近斷層地震的振動週期較長，故可能引致長週期建築物的共振反應，在在顯示近斷層地震特有之長週期速度脈衝波與結構物之破壞具有正相關性。為改進原有震度分級方法之不足，交通部中央氣象局與相關單位經過多年研討，訂定新制震度分級方法，並於 2020 年元旦正式頒行，其最大差異在於震度 5 級以上採三軸向合成最大地表速度（Peak Ground Velocity, PGV）為分級標準^[1]。自新制分級制度頒行以來，於 2022/03/23 長濱外海地震首次測得震度 6 弱，該地震亦造成台東縣與花蓮縣等部份區域發生震災，主要災損區域如成功鎮與玉里鎮之震度皆達震度五強，顯示新制分級制度確實達到連結震災區域之目標。

為能進一步研究近斷層地震對國內建築物的危

害，國家實驗研究院國家地震工程研究中心（以下簡稱國震中心）肩負國內地震工程相關研究重任，於集集地震後即以幕僚單位角色積極參與耐震設計規範之修訂，並於 2011 年由內政部營建署發布新版「建築物耐震設計規範及解說」^[2]。與舊式建築物相比，新規範可大幅提升新建建築物之耐震性能。另一方面，集集地震勘災調查中發現許多校舍沿走廊方向倒塌，因當時國內存在大量建於民國 60 至 80 年代間之校舍，其結構形式相近且存在系統性結構弱點，例如耐震性能不足、懸臂式走廊教室單元、開窗面積大易導致短柱效應等，如圖 1 所示之光復國中校舍即為一例，該受災校舍至今仍保存於台中市霧峰區九二一地震教育園區。為此，國震中心與教育部合作，推動一系列校舍耐震性能評估與補強專案，目前校舍補強進度幾近完成，其中部分校舍亦已經歷 0206 花蓮地震等烈震考驗，可見國震中心推動之耐震性能評估與補強工法，對既有建築確實為有效之耐震性能提升對策。

集集地震發生後，近斷層地震危害受到重視，但當時國內的實驗測試設備量能並不足以模擬近斷層地震特性。為深入探討臺灣近斷層地震特性、以發展新式耐震技術與工法，國震中心著手籌備新實驗室，在 2013 年由國家實驗研究院與國立成功大學（以下簡稱成大）簽訂合作備忘錄，於成大歸仁校區建置臺南實驗室，並於 2017 年 8 月 9 日正式開幕啟用。臺南實驗



圖 1 集集地震造成之災損^[3]

室之主要實驗設施皆能模擬近斷層地震特性，可提供世界頂尖之實驗能量：長衝程高速度地震模擬振動台可於大載重下模擬近斷層震波；雙軸向測試系統可同時對足尺隔減震元件施加高垂直軸力與大水平向位移與速度；反力牆測試系統則搭配高速動態致動器，可測試近斷層效應對大型結構元件之影響；關鍵零組件測試系統則為針對設備耐震性能測試應用之小型高性能振動台。

另一方面，設備與非結構耐震性能亦為臺南實驗室發展重點之一。早於 70 年代起，即有研究調查指出結構震損僅佔 3% [4]，若是諸如醫院等配置大量昂貴的器材與設備的建築物，建築成本甚至低於一成 [5]，可見無論是建置成本與震損金額，非結構物的占比皆遠高於結構物。除了費用考量外，醫院等緊急救難組織若於地震後無法正常運作，勢將嚴重影響受災民眾之生命存活率、進而影響社會安定，而在高度仰賴科技的現代生活中，能源設施與網通設備若無法維持機能，勢將衝擊產業活動。過往之耐震設計理念以功能設計法為主流，以確保致災性地震發生時結構物得以保持完整性，但非結構物之耐震設計往往未經落實。考量非結構物震損的直接損失，及後續的復原成本與機能停擺的間接損失，於設計階段確保非結構物具備足夠之耐震性能應為耐震設計中重要的一環。職是之故，臺南實驗室打造懸吊設備測試系統以提供懸吊式非結構物之測試，另為強化高科技與綠能產業所需之地震工程實驗能量，臺南實驗室亦建置水下基礎測試系統、土壤動力實驗室與關鍵零組件測試系統，使臺南實驗室逐步成為全方位之地震工程研究設施。

臺南實驗室主要實驗設施

反力牆測試系統

反力牆測試系統由反力牆與強力地板組成，配置於臺南實驗室的反力牆高度為 12 米，與強力地板同樣由 1.2 米厚之高強度混凝土打造而成，如圖 2 所示。反力牆主要功能係固定致動器並提供致動器反力，而強力地板為反力牆測試系統之基礎，其主要功能係固定待測物（試體），並以油壓致動器推或拉動試體，藉此觀察試體的變形或受力反應。推動結構元件試體，如樑、柱、牆等，所需的力由數噸力至數百噸力之譜，因此大型結構實驗設施皆以油壓系統提供動力。



圖 2 反力牆與強力地板測試系統

油壓系統可比喻為實驗室的心臟（液壓馬達）與血管（油管）、致動器則為肌肉，致動器的構造類似於針筒，惟針筒是由手指出力對活塞加壓以推動針筒內藥水，致動器則是透過經液壓馬達加壓的液壓油推動活塞。然而根據帕斯卡原理（Pascal's principle），施加於封閉流體任何部分的壓力將均勻地傳遞至流體的所有方向，因此加大活塞面積雖可提高出力，但在相同流量下，活塞移動距離或速度會降低。為進行近斷層地震相關研究，臺南實驗室的挑戰即是在提供大出力之餘，同時保有長衝程與高速度之性能，亦即油壓系統必須可提供高油壓與瞬間高流量，因此設置蓄壓系統（Accumulator banks）蓄積高壓液壓油，於油壓馬達加壓與供油不及時補充所需的油壓與瞬間流量。反力牆測試系統自由度極高，使研究者可依實驗需求設計致動器與感測器的配置。後續將介紹之振動台與雙軸向測試系統等動態測試設施，都是基於本系統之概念，依據特定需求而量身打造之應用。

高速度長衝程地震模擬振動台與關鍵零組件測試系統

於地震工程領域中，利用振動台系統對安裝於其檯面上之試體進行動態測試以驗證其耐震性能，已是廣為接受的試驗方法。透過振動台可如實模擬地表或樓板等特定位置之運動行為之特性，可以直接觀察到試體受地震力作用下之動態特性。振動台測試技術已發展逾百年，1890 年代即有以軌道車輛製作之簡易振動台，僅能執行單自由度往復運動；因應核電設施安全驗證需求，1970 年代起 6 自由度振動台逐漸普及，其中德國的 SAMSON 振動台採正交型配置，各致動器

均沿檯面座標軸方向配置，於實現三軸向移動與三軸向轉動之 6 自由度運動之餘，同時可有效利用致動器出力^[6]，國震中心臺北實驗室之振動台亦屬此類型；國震中心於臺南實驗室建置之長衝程高速度地震模擬振動台，其水平致動器改採 V 型配置，致動器作動方向與檯面運動座標軸約呈 45 度夾角，同時實現高荷載、高位移及高速度性能；同樣建置於臺南實驗室之關鍵零組件測試系統（Multi-Axial Seismic Test System，以下簡稱為 MAST）則係採用史都華平台^[7]設計，因此 MAST 系統僅使用 6 支致動器運行六自由度運動，可降低建置成本以及系統冗餘度。

高速度長衝程地震模擬振動台之外觀與各部件如圖 3 所示，於 8 m 乘 8 m 的大型剛性檯面下方以 4 支靜態與 4 支動態垂直向致動器支撐，北側與南側則各以 2 支 V 型配置的水平致動器推動檯面，其荷載可高達 250 噸重，且水平向最大速度與最大位移可達 2 m/s 與 1 m，足以重現六自由度近斷層震波與高樓層建築物之樓板反應，為世界頂尖振動台系統之一，則其規格如表 1 所示。拜其優異性能所賜，臺南實驗室可執行足尺結構試體之振動台實驗，另搭配不同測試構架，如前述之懸吊系統測試剛性構架與水下基礎與地盤測試系統，即可進行多樣化的先進地震工程實驗研究。

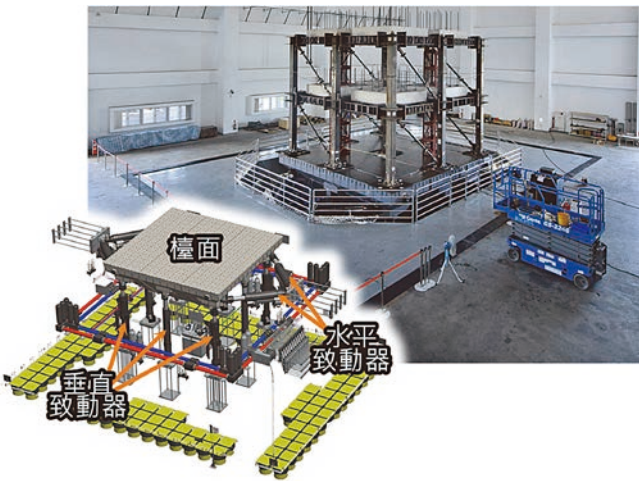


圖 3 高速度長衝程地震模擬振動台

表 1 高速度長衝程地震模擬振動台基本性能

項目		X 向	Y 向	Z 向
衝程 (±m)		1.0	1.0	0.4
速度 (±m/s)		2.0	2.0	1.0
加速度 (±g)	250 噸荷載	0.75	0.75	0.5
	100 噸荷載	1.4	1.4	0.8
	空檯面	2.5	2.5	3.0

隨著科技高度發展，機電或網通等設備與建築物可提供之機能息息相關，故其耐震性能日益受到重視，然設備大多以錨定或支架方式與建築結構相連，地震力會由基礎傳遞至結構物、經結構放大後再傳遞至設備，兼之設備的自然振動頻率通常較結構物更高、重量極輕，因此針對大型結構實驗測試所打造之振動台系統不一定適合。上述之 MAST 系統則為執行設備物的耐震性能測試所設計之小型高性能之六自由度振動台，其外觀與各部件如圖 4 所示，表 2 所示之性能著重於高頻加速度之重現性，於最大荷載下仍可提供 5.5 g 的高加速度，且工作頻率達 60 Hz，可滿足諸如 GR-63-Core 或 AC156 等國際通行之非結構物或設備耐震測試標準之要求。

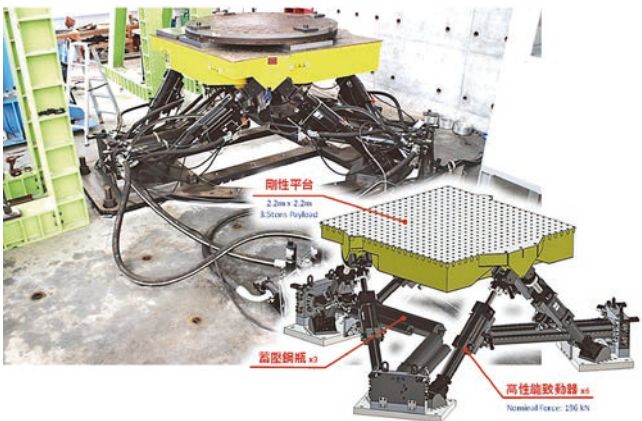


圖 4 關鍵零組件測試系統

表 2 關鍵零組件測試系統基本性能

項目		X 向	Y 向	Z 向
衝程 (±m)		0.2	0.2	0.2
速度 (±m/s)		2.0	2.0	1.65
加速度 (±g)	3.5 噸荷載	5.5	5.5	14
	2.0 噸荷載	6.5	6.5	20
	空檯面	20.0	20.0	30

雙軸向測試系統

傳統耐震設計乃是以結構構件自身的強度或韌性以抵禦地震力的作用，但隨著耐震性能要求提高，所需的結構構件尺寸亦可能隨之增加，若結構構件受到輕微或中度震損，修復亦非易事，因此近年來隔減震系統已逐漸被廣泛應用於保護建築物或設備物，以降低地震對結構物的損害。隔震與減震為兩種不同概念的消能策略，前者猶如滑板，在建築物與基礎之間以隔震器提供一滑動介面，隔震器之上下半部間的交互作用力因低摩擦力

或柔性之設計而可大幅降低，相當於力傳遞路徑上設置斷點以隔絕大部分地震能量，後者則像是車輛的阻尼器，可以吸收並減緩上傳至建築物之地震能量。然而隔減震系統通常屬非線性，亦即不易透過數值分析模擬其行為，故需針對使用境況設計隔減震系統參數，方能獲得最佳效果，以車輛之阻尼器為例，其預載行程、彈簧勁度、油孔大小等參數都需要根據行駛目的、車重等因素調整，甚至有電子避振器可讓駕駛依舒適性或操控性的取向於行駛間即時變更參數，有鑑於此，透過實尺寸隔減震元件實驗測試以評估其性能與設計參數，乃最可靠與直觀之方法。

另一方面，此類以消能為目的之元件，其性能通常與速度相關，兼之臺灣環境可能受近斷層地震威脅，不可不重視高速度脈衝之危害，因此臺南實驗室所配置之雙軸向測試系統（Bi-Axial Test System，以下簡稱 BATS）可於加載極高垂直軸力之同時，對試體施加大位移與高速度水平向運動，則實驗配置概念圖如圖 5、性能列於表 3，為世上屈指可數可執行全尺寸隔減震元件動態測試之實驗設施。除了隔減震系統外，BATS 系統亦適於進行結構元件之測試，大幅簡化前述反力牆測試系統所需的實驗設計與安裝流程，然因 BATS 系統僅能容納低於 2 公尺高的試體，故多半以隔震元件、小型結構元件或縮尺模型為主。



圖 5 雙軸向測試系統外觀與測試配置圖

表 3 雙軸向測試系統基本性能

項目	X 向	Z 向
行程 (±m)	1.2	0.125
速度 (±m/s)	1.0	0.15
力量 (MN)	±4	靜態壓力
		30
		動態壓力
		30
		拉力
		8

輔助測試裝置

懸吊系統測試剛性構架

在寸土寸金的現代社會裡，向上發展是自然的趨勢，因此都會區高樓林立，而在室內亦須充分利用樓高，故現代建築中經常將管線及設備安裝於懸吊系統上，以爭取最大的樓地板使用面積，這些懸吊系統即承載提供建築物機能的重責大任，包括水、電、網路、空調、消防，以及高科技廠房的搬運系統等。多數懸吊系統由細長、柔性之元件組成網格狀的分佈系統，相對於一般結構物更容易受到邊界條件之影響，因此不易以局部元件測試來推估系統整體運動行為，而且不同系統受震時的擺盪行為不一定同步，有可能互相干涉而導致震損，例如消防撒水頭受天花板系統拉扯而破壞即為最常見的懸吊系統震損類型之一。以大懸吊面積構架擬真之懸吊系統及邊界條件為探討其耐震性能之捷徑，拜長衝程高速度地震模擬振動台優異大檯面空間與高荷載能力所賜，國震中心打造如圖 6 所示之懸吊系統測試剛性構架，懸吊面積擴展至 10 米見方、懸吊高度則可於 2 米與 4 米間變化，進一步強化可容納試體之空間，且其設計自然振動頻率達 15 Hz，不易與懸吊系統共振，而高剛性結構亦可將振動台檯面運動映射至頂部，以模擬樓板的受震行為作為懸吊系統的輸入運動。透過剛性構架的實驗成果，可以協助研究者確認懸吊系統真實受震行為、研擬補強策略，並落實於耐震設計規範或施工方法中。

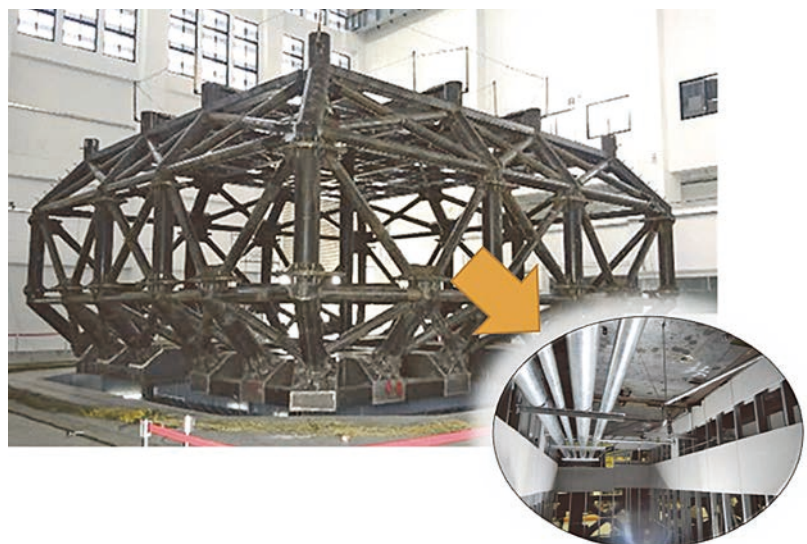


圖 6 於懸吊系統測試剛性構架內模擬懸吊系統安裝環境

水下基礎與地盤測試系統

在地震工程領域中，無法忽略地盤特性對結構物之影響，因此土壤—結構互制效應（Soil-Structure Interaction）與土壤液化等研究備受矚目，研究者通常會以地盤的物理模型進行振動台實驗，以探討土壤本身的受震反應以及與結構的交互作用。然而我們腳踏的土地近乎無限地向四面八方擴展，沈積而成的層狀結構於地震來時大抵會一起運動，若只取部份作為試體裝載在容器中進行實驗時，無可避免地會遭遇邊界條件的問題，試想像布丁裝在包裝裡跟倒出來搖晃的狀態一定不同，因此發展出剪力盒（Shear Box）技術，將框架層層堆疊，猶如疊成一堆的撲克牌般易於水平滑動，藉柔性邊界特性以模擬半無限域的地盤運動行為。而為進一步降低邊界條件與縮尺率的影響，將剪力盒大型化是合理的趨勢，因此國震中心搭配長衝程高速度地震模擬振動台，打造如圖 7 之水下基礎與地盤測試系統（以下簡稱剪力盒），於剛性外牆內以線性滑軌連接外框架與內框架系統，內、外框架系統各層可沿滑軌軸向自由滑動，提供 $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m} \times 3\text{ m}$ 的試體空間與雙軸向各 35 與 65 cm 的水平運動能力，框架系統內側則貼附橡皮膜，於保有柔性邊界特性下同時提供水密性，適於模擬水下地盤環境，例如近期發展迅速的離岸風場即安裝於水深數十米的海床上，透過高性能振動台與剪力盒之搭配，即可測試離岸風機支撐結構是否可能遭受土壤液化與近斷層地震等危害。

土壤力學實驗室

為配合國家能源政策，離岸風場正如火如荼建置中，然而臺灣西部海域正是易於發生土壤液化的飽和粉質砂土環境，而風、浪、流與地震等外在環境作用力施加於風機結構後，是否會因土壤—結構互制效應而危害其安全，皆有必要於風場開發階段，依據可靠的地工參數進行評估與設計，因此有大量海床地質鑽探調查與分析需求。然而國內較缺乏土壤動態力學測試能量，故國震中心因應國家離岸風機檢測驗證技術本土化政策，於臺南實驗室建置如圖 8 所示之土壤力學實驗室，提供土壤基本物理性質、靜態及動態力學性質等完整測試能量，測試設備包括靜態三軸試驗系統、動態三軸試驗系統、共振柱系統及反覆單剪試驗系統等，可獲取土壤於小應變至大應變範圍內之動態特性，一站式完成海床場址調查與設計所必需之地工參數分析，以及土壤抗液化能力之評估。為使土壤實驗室產出之數據受國際認可，由 2019 年起陸續取得土壤一般物理性質試驗與共振柱動態測試項目之 ILAC/TAF 土木測試領域實驗室認證資格，並持續積極辦理，預計於 2022 年內取得所有測試項目之認證。

光學動作捕捉系統

以往執行結構實驗時，會將位移量測儀器架設於不動點，並與試體相接以量取其變形量，然而臺南實驗室的設施皆具有相當規模而不易接近試體，因此引

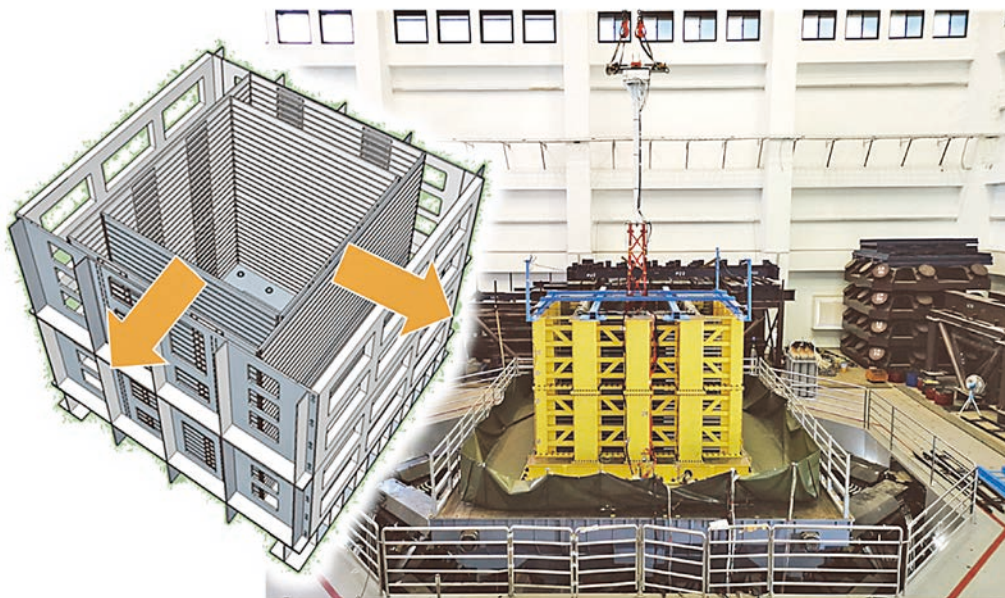


圖 7 以剪力盒振動台試驗驗證水下地盤與離岸風機結構模型受震行為



圖 8 土壤力學實驗室具備完整土壤靜態、動態力學及物性實驗能量

進已廣泛應用於電影與運動產業的光學動作捕捉系統 (Motion Capture, 以下簡稱 MoCap), 透過非接觸式量測技術解決實驗需求。MoCap 的概念如同人眼, 透過視差建構立體空間資訊, 只是人眼所見的是可見光, MoCap 鏡頭捕捉的則是標記點 (Marker) 所反射或主動發出的特定波長紅外線, 並透過三角定位方法即時運算 Marker 的空間資訊。如圖 9 所示, 實驗時將兩顆以上的鏡頭安裝於遠處不動點並望向試體, 經過校準與定義座標系統後, 僅需將 Marker 貼附於試體上, 即可獲取各 Marker 的即時空間資訊, 相較於傳統位移量測儀器佈線、架設的繁複步驟, MoCap 具

有極易於擴充量測點的優勢, 且可同時獲得高精度立體空間資訊而不限於單軸向運動紀錄, 但其亦有諸多限制, 例如僅可量測可見的 Marker、易受環境光源影響, 以及取樣頻率不如傳統位移量測儀器等, 但在實驗大型化的趨勢下, 仍有必要導入 MoCap 等先進量測方法, 持續精進實驗技術。

不只是實驗室 虛擬智慧實驗室

在實驗規劃過程中, 試體與夾治具設計為最棘手的環節之一。試體、夾治具、實驗設施間有許多界面

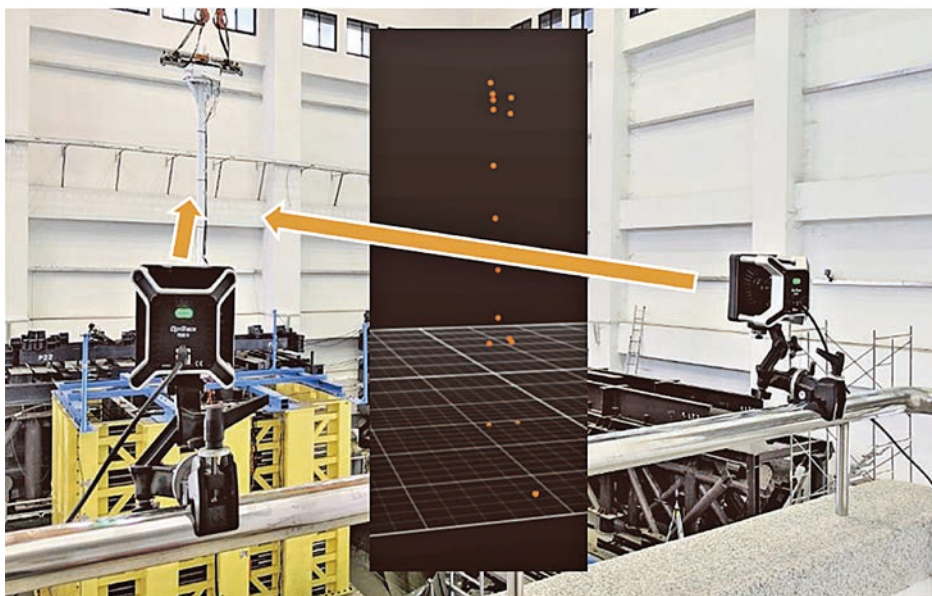


圖 9 光學動作捕捉系統即時計算標記點空間資訊

需要配合與協調，尤其反力牆與強力地板測試系統為高度自由化的實驗設施，實驗設計者需在試體材料與尺寸設計、致動器容量選擇、夾治具安裝順序、感測器架設等諸多變因中挑選最佳解，若非實驗經驗豐富者，幾乎不可能一帆風順地完成實驗規劃與執行。為了降低實驗規劃的難度以及設計錯誤導致的成本耗損，臺南實驗室正推廣以建築資訊模型（Building Information Modeling, BIM）軟體，輔助實驗設計者於虛擬智慧實驗室中進行實驗規劃，其概念與近年熱門之科技話題：元宇宙（Meta Universe）與數位孿生（Digital Twin）相當類似。目前臺南實驗室以及現有之實驗設施與夾治具皆已使用 SolidWorks 軟體建模完成，致動器的行程或性能資訊亦包含在其中，使用者僅需建立自行設計的試體模型，即可在虛擬智慧實驗室中，透過 3D 視覺化界面逐步安裝試體與夾治具，並與致動器接合，以檢核安裝過程之中是否有衝突點，或是規劃施工順序、計算材料數量等。

科普推廣

國震中心多年來熱心於推廣地震工程與防災相關科普教育，長年舉辦之抗震杯更是擴及國際學子，於饒富趣味的比賽過程中感受地震工程的醍醐味，亦曾協助 921 地震教育園區布展，使遊客更容易理解震災發生的原理，更發行諸多科普刊物或文章以推廣耐震、防災概念。臺南實驗室擁有全臺灣最先進的地震工程實驗設施，亦樂於展演地震工程最新研發成果，故開幕以來舉辦數次展示實驗，包含 2017 年開幕之實尺寸鋼構振動台試驗與隔振墊 BATS 試驗、2019 年離岸風機縮尺模型剪力盒試驗等，此外亦有多次國內外機關學校或來賓參訪，以及配合科技部或國家實驗研究院辦理、面向一般大眾的 Open House 科普系列活動，臺南實驗室皆依據參訪來賓調性，可學術、可生活化地展示臺灣地震工程之最新發展。惟近兩年受 Covid-19 疫情影響之故，難以舉辦大型參訪活動，因此臺南實驗室亦與時俱進，嘗試以遠距參訪進行科普推廣活動。

結論

「可以預測地震嗎？」是地震研究領域經常被提及的問題，雖有學者投入相關研究，但目前尚無可靠

理論能準確預測地震發生的時間、地點、規模等，較實際的方式乃透過地質調查、歷史地震紀錄等資訊，以機率式地震危害度分析預估未來可能發生的地震潛勢，以有效規劃防救災策略與進行耐震性能評估補強，另以遍佈於臺灣各處之數百個地震測站，於地震發生當下發布國家級警報，爭取數秒至數十秒之預警時間。集集地震後至今，隨著材料、工法、規範的進化，現今建築物之耐震性能已有所提昇，但面對未知的天然災害，我等仍需保持臨淵履薄的心態，時刻保持警覺並做好準備，因此國震中心依據「震前準備、震時應變、震後復建」的目標，訂定「耐震設計評估與補強」、「境況模擬與風險評估」、「安全監測與預警」三大研究主軸，持續精進地震工程與防減災技術之研發，並打造臺南實驗室以提昇實驗能量，為世上少數以近斷層效應為主軸之研究單位，同時扣合國家發展策略，針對高科技與綠能產業提供設備與管線等非結構耐震性能研發能量，並積極取得土壤力學實驗室、振動台與雙軸向測試系統之 ILAC/TAF 認證實驗室資格，提供公正可靠的實驗服務，期與鄰近之沙崙綠能科學城、成功大學等單位並肩，成為產官學緊密合作之研發聚落。

參考文獻

1. 交通部中央氣象局（2019）。「震度新分級 應變更實用」新聞稿，中象 108 字第 32 號。取自 <https://www.cwb.gov.tw/Data/service/Newsbb/CH/1081218earthquakepress.pdf>
2. 內政部營建署（2011）。建築物耐震設計規範及解說。
3. 國家地震工程研究中心（2009）。安全耐震的家。
4. Steinbrugge, K.V. and Schader, E.E. "Earthquake damage and related statistics In San Fernando, California, Earthquake of February 9, 1971," edited by Leonard Murphy. Volume 1A, pp. 709-710 and 713. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington D.C. (1973).
5. Miranda, E. and Taghavi, S. "Response assessment of non-structural building elements." PEER 2002/03, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA, USA. (2003).
6. Severn RT. "The development of shaking tables – a historical note". Earthquake Engineering Structure Dynamic Vol. 20, pp. 195-214 (2011).
7. Stewart, D. "A Platform with Six Degrees of Freedom". Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 180(1), pp. 371-386. (1965). 