

# 用「減法」守護橋梁，領團隊獲世界大獎

**國**家產學大師獎，顧名思義是以評估候選人的專利技轉為重點，通常金額應以「多」為擇選標準，但防災工程領域卻正好相反，以「少」為目標；臺北科技大學土木工程系特聘教授宋裕祺解釋：「我們追求災害更少、傷亡更少！連耐震評估軟體，都免費提供給技師們使用。」因為秉持減法理念，迄今守護了國人生命及財產，讓宋裕祺成為第六屆國家產學大師獎得主。

## 豐富的學經歷，成就如今的防災產學大師

宋裕祺畢業於臺北工業專科學校（一九九七年升格為臺北科技大學）土木工程科，在當兵期間考上公務人員高考，退伍後便進入交通部公路局擔任工程師，他說：「當時，負責台二線跟台十五線的橋梁設計，雖是簡單的工程，卻是我學以致用的起點。」一年後，他以同等學歷考取清華大學動力機械研究所固體力學組，等同於土木工程研究所的結構工程組，自此深入鑽研「結構工程」，包括編寫程式，為日後奠定扎實的編程實力。

畢業後，他進入財團法人中華顧問工程公司擔任橋梁設計工程師長達十一年，參與不少橋梁設計，例如：臺北市基隆路的正氣橋、連接松山與內湖區的麥帥一橋、中興系統交流道的鋼拱塔斜張橋、著名地標高屏溪斜張橋等。

宋裕祺透露：「當年，斜張橋的結構分析均仰賴國外軟體，但我覺得操作上過於繁瑣，於是決定自己嘗試，歷經千辛萬苦後，終於研發出一套分析程式，並請國外的顧問公司進行比較，結果運算效果更好！至今想起來，依然很有成就感。」他未止步於此，在臺灣大學土木工程系教授楊永斌的鼓勵和家人的支持下，決定留職停薪，專心到臺大攻讀土木博士。

「念博士期間，我開始關注防災工程。臺灣每年都有地震發生，但全臺超過三十年屋齡的建築物，至今已近五百萬戶，如何提升結構物的耐震能力，是結構工程師的價值。」宋裕祺回憶自己從橋梁設計、結構工程，走向建築防災領域之演變，也為日後開發廣被業界人士使用的耐震評估雲端系統平臺做鋪陳。



## 宋裕祺

工程領域

### 第六屆國家產學大師獎

臺北科技大學土木工程系特聘教授

#### 當年創建耐震評估軟體，面臨三大挑戰

在臺灣，進行建築物耐震能力評估的專業人士普遍使用「鋼筋混凝土建築物耐震能力初步／詳細評估軟體」(PSERCB SERCB)，因為它們既精準有效，還採雲端系統與視覺化介面，操作便利，尤其是可免費使用，現已評估超過兩萬餘棟的建築物；若再加上「橋梁耐震能力詳細評估程式」(SERCB for Bridge)，對於提升國內建築物暨公共建設之結構安全性，可謂是功不可沒。

宋裕祺解釋，為避免地震帶來嚴重的倒塌及損害，造成眾多生命的傷亡，他們致力開發有效評估建築物耐震能力的方式及軟體，作為後續補強或重建判斷之依據；但前提是臺灣須有一套統一的精準評估工具來建立評估標準，所以他們率先開發「鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估軟體」，並在二〇〇八年通過內政部營建署（現為國土管理署）之認證，成為國家的官方版本。

「詳細評估需耗費較多的時間、人力及成本，全臺建築物超過九百萬戶，無法每一戶都採詳評；我們決定再開發一套初評系統，先篩選出耐震力明顯不足的建築物，再進行詳評。」宋裕祺坦承，以前使用的初評方法是依據每一名工程師採主觀定性方式所填寫的表單內容，加上紙本表單不易保存，所以當時開發兼具主觀定性與客觀定量之初



評雲端系統平臺時，需面對三大挑戰：一、必須跟上世界最先進的專業學理，從無到有創建這套系統；二、初評的精準度必須與詳評系統的結果相去無幾；三、從雲端、大數據、視覺化到A I，必須與時俱進跟上科技的進展。

隨著上傳雲端資料庫的數據越來越多，加上A I興起，宋裕祺團隊的應用層面更加廣泛，譬如：經大數據分析和A I深度學習，結合房屋稅籍資料與地理資訊系統（GIS），訓練A I推估出其餘未經初評的建築物之耐震能力，進行快篩；首創橋梁全方位自動監測系統，透過設置感測器，配合A I每分鐘對橋梁的健康監測，即時回傳重要的診斷資訊，以防二〇一九年的南方澳斷橋憾事再次上演等。

### 從專利到產學合作，帶領業界跟上全球的韌性趨勢

近年來，極端氣候影響日益劇烈，各國政府紛紛將昔日的「防災」觀念轉變為更積極主動的「韌性」態度，例如：增加基礎建設的適應力、加快災後的復原速度、發展再生能源等，宋裕祺團隊儼然也走在全球「韌性」趨勢的前沿。

以獲得臺、日、美專利並刊登於著名國際期刊《Engineering Structures》的「建築物環型耐震補強構造」為例，該項工法採用橢圓形的鋼製環型結構，模擬捏皮球的回彈性，使其在地震作用下具有優越的變形和復原力；經試驗顯示，補強

後建築的最大位移減少八五%，基底可承受的水平力提升三九%。

「相較於一樓增立牆面來解決耐震力不足的問題，環型補強構造在不影響採光、通風、照明、動線的前提下，顯著提高柱的耐震性與梁的承载力，特別適用於大型賣場、醫療院所等建物，」宋裕祺補充。

還有靈感來自《道德經》和人體脊椎樺卯式凹凸接合結構的「新型仿生積木式預鑄橋墩系統」，打破傳統高橋墩一體成型的現場澆注混凝土之施工法，改於事先在預鑄廠製造，再運至現場一塊一塊堆疊，既能保障品質，亦可節省施工時間和人力成本；一旦真的遇上橋梁倒塌，還能如樂高積木般迅速組裝，加速橋墩復原的腳步。

宋裕祺說：「以前，美國只允許弱震區使用預鑄式橋墩；為此，我們特地進行大型的現場實驗，結果證實我們的預鑄橋墩系統之耐震力，遠比傳統的常鑄橋墩來得更好！我們將研究發表在美國土木工程師學會期刊《Journal of Bridge Engineering》上，並因此成為首支榮獲『林同棧』獎項（ASCE T.Y. Lin Award）的華人研究團隊。」

橋梁大師林同棧是世界預力混凝土工程標準化之先河，美國土木工程師學會於一九六九年以其名設立獎項，每年精選對預力混凝土研究領域深具影響力的論文，而宋裕祺團隊的

獲獎，足以彰顯臺灣的技術實力不輸國外。

### 以教書為樂，以北科大學子為榮

若論宋裕祺作育英才的貢獻，除了為推廣耐震評估系統，舉辦超過一百場說明會、受訓人次逾一萬五千人之外，從工程師期間兼任老師到擔任北科大教授，宋裕祺的教學年資超過三十年，更以中英文雙語上課、主動增加上課時數、以鼓勵激起學生的學習動機等用心，博得學生們的一致好評。

「我現在教書興起時還會笑出來，而且從學生的發展來看，我覺得臺灣的工程教育很成功！」宋裕祺以北科大離岸風電工程研究中心開發的「接頭熱點應力動力歷時分析」為例，指出這套系統將國外傳統分析軟體超過十三個小時的運算時間，銳減至十秒，不只大幅降低時間成本，自主研发的軟體價格也比國外單機版動輒三至四百萬元更加實惠，「我們培育的學生能力其實很強！」

事實上，這也是宋裕祺近三年來，為了將國外的離岸風電技術根留臺灣，從接受政府委託撰寫設計規範，到投入開發離岸風電分析軟體，並引領學子參與其中的初步成果，再次凸顯宋裕祺的創新實力及其對臺灣產學的莫大貢獻。