財團法人臺灣營建研究院／TAIWAN CONSTRUCTION RESEARCH INSTITUTE

# 營建知訊
# CONSTRUCTION NEWS RECORD

NO.364
二〇一三年五月二十三日
一九八一年創刊
http://www.tcri.org.tw
ISSN 1019612-9

## 隔震束制運用
## 營建耐震新法

三聯埤再造 北埔埤塘新美地／新一代土木工程師的資訊教育

## 版權聲明與會員注意事項：

◎ 電子雜誌刊載之所有內容為財團法人臺灣營建研究院所有或已獲版權持有者授權使用，均受中華民國著作權法及國際著作權法保護，對於相關資訊之運用，用戶須遵守著作權法相關規定。

◎ 電子雜誌所提供之內容與資訊僅供個人、非商業用途之下載或拷貝使用，不得有變更、發行、播送、轉賣、重製、改作、散佈等行為。所有商業性質利用用途，未取得內容之著作權人及財團法人臺灣營建研究院書面許可前，不得使用之。違者依法求償。

◎ 電子雜誌刊載內容所包含之著作權人、著作權聲明、授權條款等，受著作權法管理電子資訊之保護，利用人不得更改或移除。任何形式之轉載及對著作權聲明有任何意見或疑問，請與我們聯絡。

◎ 本刊將依個人資料保護法令相關規定保護您的個人資料，並遵守相關隱私權保護政策。

◎ 您的服務帳號僅限個人使用，不得授權他人的存取及使用服務；另本刊將於知悉您帳號密碼遭冒用時，立即停止該帳號之後續利用。

財團法人臺灣營建研究院

營建知訊/編輯部 敬啟

# 大家一起來，作伙來投稿！

這是屬於營建業界的園地，歡迎產官學研各家高手、專業伙伴共同加入筆耕行列，分享海內外資訊。

1. 第一守則，維護讀者權益，嚴禁一稿兩投。
2. 投稿每篇文字以 4000 字為限，請附上作者姓名與職稱。稿件請以 word 檔完成，並 e-mail 至 tcri811@tcri.org.tw。
3. 來稿文字請統一以 12 號字、新細明體、最小行高 20pt 編排。
4. 為豐富文章內容，歡迎多加運用彩色圖表、照片。任何圖表及照片請提供 word 檔可運用之電腦檔。
5. 圖表需註記圖號及表號，並附註解說。編號需以中文數字，如表一、圖一等。圖表、照片之說明與內文字，請統一以楷體、11 號字編排。
6. 文稿中所引用之技術性名詞應採用通行之譯名。不常見的專有名詞需加註該名詞之原文。
7. 參考文獻之資料排列應照下列順序：作者姓名、文獻標題、期刊或書名、刊載券號期數、日期等。例如：林豐博、蘇振維，「國道 5 號雪山隧道車流特性之研究」，運輸計劃季刊，第 38 卷第 1 期，2009 年 3 月，pp.85-120。
8. 參考文獻如包含中英文文獻則需先排中文文獻再列英文文獻。中文文獻應按作者姓氏筆畫排列，英文文獻則需按作者姓氏字母排列。如另有日文文獻則列於中文文獻之後，英文文獻之前。

# 364 目錄

2013 年 05 月 23 日


*封面故事

三聯埤再造　北埔農塘新美地　翁志成 張照宏　4

*時事短波

輕鬆看世界　編輯部　13

*每月專題/隔震束制運用　營建耐震新法

預鑄節塊加支承墊 橋梁隔震新運用　張國鎮 歐昱辰 王柄雄　17

挫屈束制支撐　建築耐震新法　蔡克銓 吳安傑 莊明介 林保均　28

*大陸觀察

大陸工程建設規範 邁向系統整合(下)　王祥騮　41

*水資源議題

臺灣老是缺水合理嗎?　黃煌煇　48

*國際頻道

港珠澳大橋之旅　見證跨海橋隧世界之最　蔡俊鐿　54

*資訊科技

新一代土木工程師的資訊教育　康仕仲　59


封面照片/苗栗北埔三聯埤環境改善工程
照片提供：行政院農業委員會水土保持局台中分局


發行人　鄭文隆
總編輯　詹穎雯
副總編輯　徐力平
主　編　戴玲玲
顧　問　歐晉德 李建中 林英俊 陳永祥 陳清泉 陳舜田 陳堯中 陳振川 梁　樾 葉超雄 顏清連 沈景鵬 陳生金 王明德

發行　財團法人臺灣營建研究院
通訊　231 新北市新店區中興路二段 190 號 11 樓
電話　(02)8919-5007
網址　http：//www.tcri.org.tw
e-mail　tcri811@tcri.org.tw

編輯委員
(管理) 李得璋 王慶煌
(施工) 邱昌平 林志棟 沈進發
(大地) 陳正興 廖洪鈞
(結構) 張國鎮 黃世建
(材料) 高健章 張大鵬 黃兆龍
(交通) 楊立奇 周家蓓 周義華
(水利) 林國峰 徐年盛
(建築) 林慶元 彭雲宏 戴期甦
(耐震) 蔡益超 陳正誠
(電腦) 謝尚賢 張善政 呂守陞
(隧道) 姚錫齡
執行編輯 林貞吟 徐敏晃 黃正翰 張嘉峰 張光甫 廖振程 謝政達



為維護讀者權益 來稿請勿一稿兩投　本刊對來稿保有刪修權

# 挫屈束制支撐　建築耐震新法

蔡克銓　國立台灣大學 土木工程學系教授
吳安傑　國家地震工程研究中心 助理研究員
莊明介　國家地震工程研究中心 助理研究員
林保均　國家地震工程研究中心 專案助理研究員

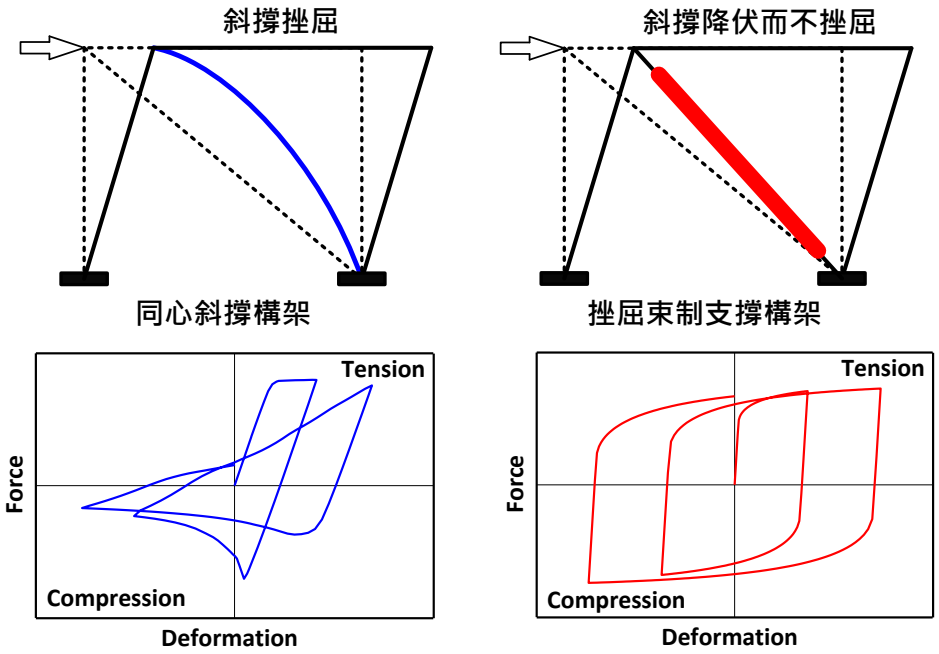
## 耐震建築結構　隔震與制震

食衣住行為人類生存的基本四大要素，經過科技的發展，人類從穴居生活到今日才能在達數百公尺高的建築空間中工作與生活。儘管科技的進步讓人們能夠有更舒適的生活空間，但人類仍須要面對大自然力量的挑戰。長久以來，地震的發生已導致數以百萬計的生命財產損失，往往短短不到一分鐘的地震，卻要數年甚至數十年以上的時間才得以復原，且無法挽回在地震中不幸失去的生命。

以現今科技，人類仍無法準確地預測地震發生的時間和地點，更無法避免地震的發生；因此，建構耐震建築提供人類更安全的生活空間成為全球地震工程學家所努力的目標。建築物除了必須承載重力之外，還要承受地震造成的外力；隨

著施工技術與結構工程技術的進步，在兼顧耐震性能與建築成本的考量下，傳統耐震設計目標多期望藉由不同的結構系統，使建築物在小地震時避免破壞，在中度地震發生後可迅速修復，且於大地震時能夠免於倒塌。較先進的耐震建築結構系統另可分為隔震與制震兩種系統。隔震系統通常於建築底層配置隔震層以降低地震側力，常採用鉛心橡膠支承墊作為隔震建築之隔震墊；儘管隔震層可以減少上部建築的抗側力需求，但整體建築自然震動週期變得較長，所以上部建築即使在小地震發生時，也容易產生不小的震動幅度。此外，高層建築之自然震動週期已較低層建築更大，且由於柱構件可能會在傾倒彎矩效應下發生拉力，因此隔震系統較少為超高層建築所採用。而制震系統主要在建築的抗側力系統配置制震構件，制震構件又可分為位移相依型與速度相依型兩種，能分別增加結構側向勁度與阻尼，均能於地震發生時減少建築的側向變形；位移相依型的制震構件除了提供側向勁度外，在較大地震中可藉由產生非線性變形達到吸收及消釋地震能量的目的。因此這些制震構件或消能構件，可在採適當的結構設計步驟後，扮演結構保險絲的角色，來保護其結構或建築部份得以免於地震力的破壞。

以鋼建築結構系統為例，傳統抗側力系統多採用抗彎矩構架系統或是同心斜撐構架系統。抗彎矩構架系統通常需採用較大斷面尺寸的梁與柱構件，且在大地震作用下恐有很大的樓層側位移。而同心斜撐構架系統則可以經濟地提供抗側力結構之側向勁度，降低梁與柱的斷面尺寸需求；然而在中度或大地震時，受壓斜撐易發生挫屈而失去承壓能力，持續反覆受載後即發生斷裂，因此同心斜撐構架系統的韌性容量較差。挫屈束制支撐構架（buckling-restrained braced frame, BRBF）與同心斜撐構架同樣具有高側向勁度的特性，而挫屈束制支撐（buckling-restrained brace, BRB）與同心斜撐構件最大的不同點在於，BRB 受壓時可達降伏而不發生挫屈，這種特性可以增加抗側力系統的整體韌性（圖一）。此外，由於 BRB 受拉與受壓行為相當對稱且拉力與壓力強度差異小，可產生飽滿的遲滯行為來消散地震所帶來的能量；而其耐震性能穩定且易預測，因此很容易在結構設計過程中將 BRB 設計成結構的保險絲，經適當設計的 BRBF，在地震發生時，可將抗側力系統的非線性變形都集中在 BRB 消能段中，因消能斜撐的存在，在大地震作用下樓層側位移也較小，能有效保護建築與其它結構部份。BRB 運作原理與施工簡易，近幾年來已在全球廣受重視與採用，在台灣地區以 BRBF 系統作為主要抗側力系統之應用實例亦迅速成長中。



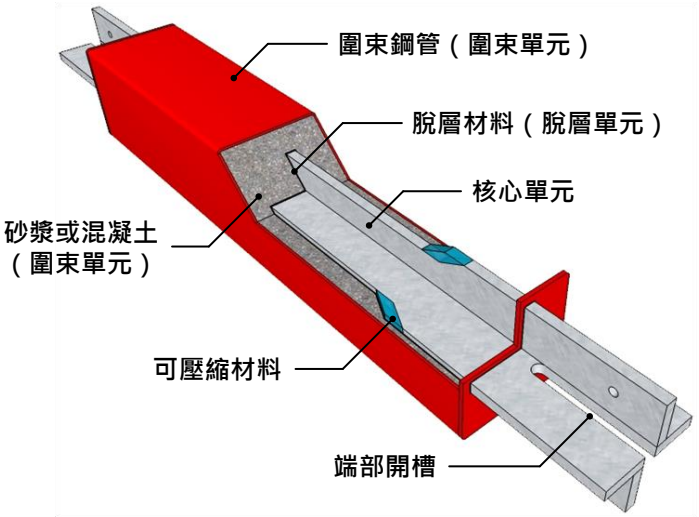

圖一　同心斜撐構架與挫屈束制支撐構架特性比較

## 挫屈束制支撐　組成與類型

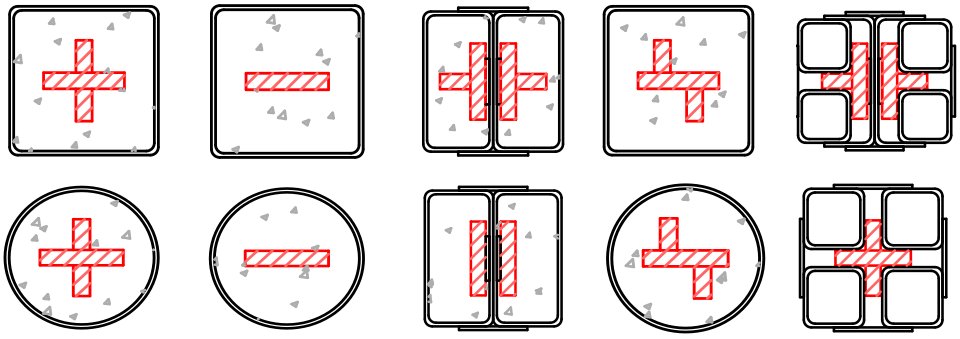
圖二所示為習見的 BRB 構造示意圖，典型的 BRB 一般由三個部份所組成，即核心單元、圍束單元及脫層單元：

- 核心單元：為 BRB 之主受力元件，一般由鋼板所組成，依其形狀與功用，可分為消能段、轉換段與接合段。BRB 強度與消能表現由斷面積最小的消能段控制，其主要功能是承受構架受震傳遞而來的軸拉力與壓力，使構件在強震中進入非線性變形而消能。轉換段可防止消能段與接合段斷面變化過大而產生應力集中現象，於設計上一般以能保持其在彈性反應範圍作為要求。接合段為核心單元斷面積最大的部份，藉由此部份與構架接合；一般常見的接合方式有對接、搭接、槽接與樞軸接合等方式。為了避免接合段的破壞，接合段的設計要求是以讓其始終保持在彈性反應範圍為主。
- 圍束單元：主要目的為防止核心單元受軸壓力時發生整體撓曲挫屈，並須足

以防止核心鋼板高模態挫屈時所可能導致的局部破壞模式。一般常見的圍束單元由鋼管填充無收縮水泥砂漿或自充填混凝土所組成（圖二）；另外也有全鋼型式的圍束單元，直接利用鋼管或鋼材組合斷面（圖三），產生足夠的側向強度與勁度以圍束核心單元。BRB 構件的種類與型式繁多，由於高強度砂漿或混凝土材料成本較低且製程品管容易，全球各地應用最廣泛的 BRB 即為以砂漿或混凝土填充鋼管而成。




圖二　挫屈束制支撐構造示意圖（槽接式挫屈束制支撐為例）



圖三　挫屈束制支撐斷面型式變化

- 脫層單元：BRB 耐震性能優劣與否與脫層單元的性能有密切關係，設計與製造良好的 BRB 在反覆受軸拉與軸壓時，尖峰壓拉強度反應差值應不大。為避免核心單元受壓膨脹後與圍束單元間產生過大摩擦力而造成軸壓強度大量增加，因此常在核心單元與圍束單元間被覆一層脫層材料或脫層間隙，以形成所需的脫層單元。由於製程上的需求，核心單元置入圍束鋼管定位及填充砂漿或混凝土以前，需於核心單元表面先行被覆一層脫層材料，以提供核心單元與圍束單元間所需的脫層單元。對於全鋼型式圍束單元的 BRB 而言，核心單元除可被覆脫層材料施作外，也可直接製造使得核心單元與圍束單元間存在一間隙作為其脫層單元。

國內工程應用最普遍的 BRB，就圍束單元型式約可分為兩大類，其中最常見即為以砂漿或混凝土填充鋼材而成，另一類則為全鋼型式的圍束構材；而最常見的接合型式則分為對接、搭接與槽接三種類型（圖四），可分別採用栓接或銲接方式與構架隅板連接。國內許多採用如圖五的進口產品，此種對接式 BRB 構件的性能優良，但在原產地製作完成需運至台灣，價格成本較高且待貨時間可能較久。

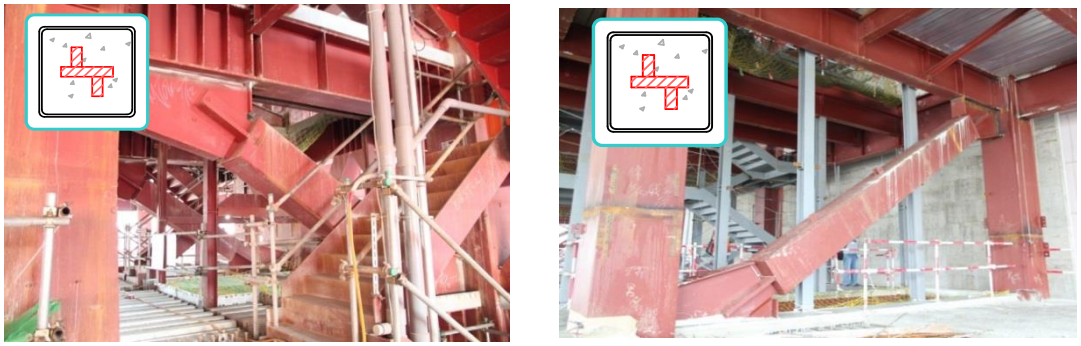
圖四　挫屈束制支撐接合型式變化

在國內許多學者的努力下，已研發出各類型 BRB 且加以應用，其中最具代表性者包括台灣科技大學所研發的韌性斜撐構材，屬於全鋼型式的圍束單元，且為對接類型採銲接接合的型式（圖六）；國家地震工程研究中心（國震中心）與台灣大學所共同研發的搭接組合式挫屈束制支撐（double-core buckling-restrained brace, DC-BRB）及槽接式挫屈束制支撐（welded end-slot buckling-restrained brace, WES-BRB）則分別為搭接（圖七）與槽接（圖八）類型，與構架隅板連接可採螺栓或銲接接合的型式，而圍束單元利用砂漿或混凝土填充鋼材而成。

圖五 對接式挫屈束制支撐應用工程案例

圖六　韌性斜撐構材應用工程案例

圖七　搭接組合式挫屈束制支撐應用工程案例

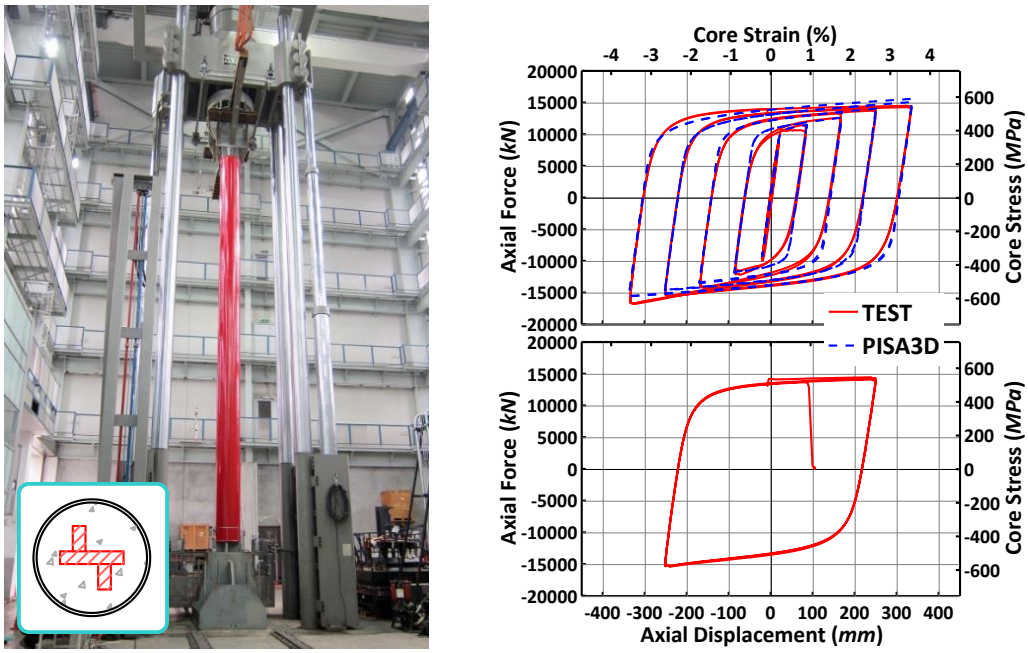


圖八　槽接式挫屈束制支撐應用工程案例

## 創新研發　提高勁度與強度

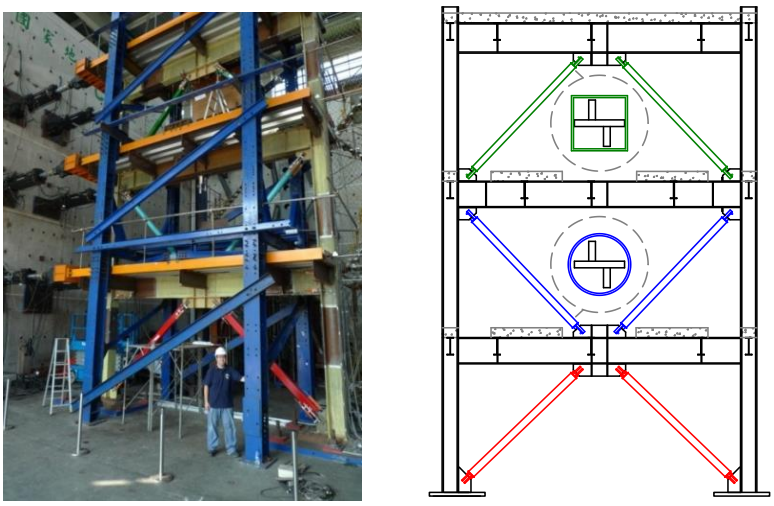
對接型式的 BRB，其核心單元的十字型斷面端部與結構隅板及配置的加勁板採對接接合，除兩者鋼板厚度需一致外，在 BRB 構件任一端須分別採用八片連接板及兩套螺栓來與隅板接合，所需接合總長度較長（圖四）；而採螺栓或銲接搭接接合方式的 DC-BRB 可有效地縮短接合長度，能使接合與斜撐構件穩定性提高並增加核心消能段長度，亦能提升構件疲勞壽命。新研發之 WES-BRB 主要特點在其構件接合段，如圖二及圖四所示，利用兩片或兩片以上錯開的加勁板，配合核心板端部的開槽，可在安裝時將構件插入隅板，並在開槽側與加勁板側進行銲接接合。核心單元主要包括核心板與兩片或兩片以上的加勁板，核心板面向與隅板面向垂直，加勁板垂直於核心板，分別配置在核心板兩面及其開槽的兩側；加勁板亦可由接合段延伸至消能段，以增加核心消能段斷面積，提高 BRB 勁度與強度。此外，搭配使用新研發應用的自黏性橡膠為其脫層材料，可降低 BRB 壓拉強度反應差異，並大幅提升脫層單元施作的經濟效益與確保其製造之精密度。因此 WES-BRB 如前述 DC-BRB 能有效縮短接合段長度，提高接合穩定性及增加消能段長度，進而提升構件疲勞壽命。由國震中心許多的試體發包製造過程顯示，WES-BRB 外觀簡潔且品質穩定，並可有效降低材料、製造與組立安裝的成本，具有多方面的優越性。

國震中心為驗證新開發之 WES-BRB 構件性能，特別研究規劃一系列實尺寸規模的構件試體，包含採用常見之矩形與圓形斷面外鋼管內灌無收縮水泥砂漿或自充填混凝土作為圍束單元；另因考量各種建築結構採用 BRB 可能有的強度與尺寸變化，數組實尺寸構件試體中，更包含一組超大噸位長尺寸的 WES-BRB 構件，其構件全長達 12.5*m*，最大抗壓強度超過 16800*kN*，核心消能段應變量達 3.5%（圖九），為現今國內所測試過尺寸最長且軸力強度最大的 BRB 構件試體。試驗結果顯示，新研發之 WES-BRB 經濟效益極高，遲滯消能行為良好穩定，具有優良之耐震性能，且擁有良好的抗疲勞壽命；而數值分析軟體 PISA3D 可以準確的模擬構件受力與變形反應。

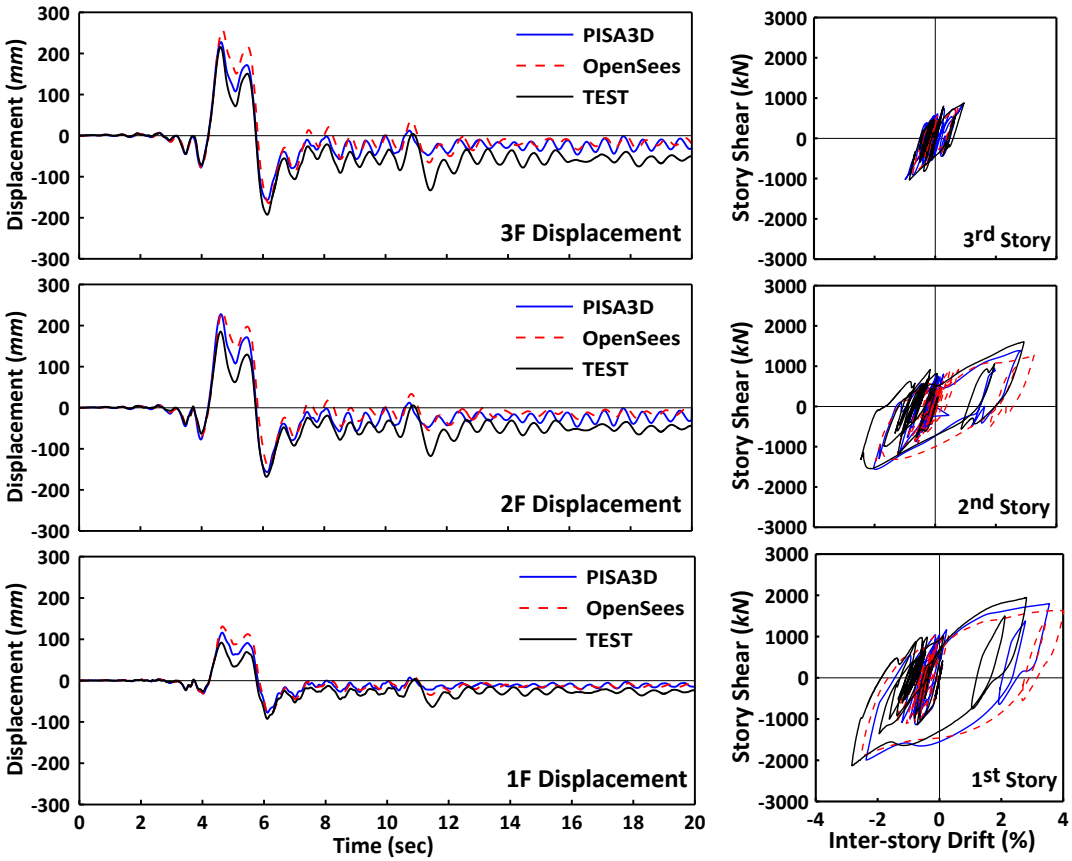



圖九　實尺寸槽接式挫屈束制支撐構件試驗

為進一步探討 WES-BRB 在構架中的耐震性能，國震中心也已將 WES-BRB 構件應用於實尺寸三層樓 BRBF（圖十）進行一系列的擬動態與反覆載重試驗。構架試驗結果顯示，各組斜撐與接合耐震性能良好，各層兩組斜撐在構架中足以承受約七成以上的樓層剪力，即使進入非線性範圍，仍可抵抗五成左右的樓層剪力，消散大部分地震能量。此外，利用數值分析軟體 PISA3D 與 OpenSees 在試驗前預測試體反應，證實能有效預測試體構架與各構件之受震反應。而擬動態試驗與預測反應已同步在網站播放（http://exp.ncree.org/cbf），各樓層的位移歷時及遲滯迴圈圖如圖十一所示。



圖十　實尺寸三層樓槽接式挫屈束制支撐構架試驗




圖十一　構架擬動態試驗各樓層側位移歷時及遲滯迴圈圖

## 雲端設計軟體　支援服務

國震中心針對 WES-BRB 構件及其與構架結構的接合細節，已完成試驗驗證並提出完整的設計流程與檢核方法。過去採用國震中心研發成果的結構工程師，一般遵循國震中心所發表的相關技術文件執行結構耐震設計，根據構架幾何條件、BRB 構件設計強度與等效勁度等需求，自行進行 BRB 的細部設計與接合細節，設計完畢製圖後，再由取得授權的製造廠商進行 BRB 構件的製造。而在前述結構工程師所需進行的結構耐震設計流程中，單就 BRB 構件細部與接合細節設計與檢核的部份，所需要的計算量已十分可觀。故工程師所採行的應對方法多為自行建立設計試算表，囿於試算表並不適合進行大量疊代計算的設計工作，許多重要參數的初始化仍需仰賴工程師的經驗判斷。因此，為降低人為經驗判斷需求、減少錯誤發生機會，以確保 WES-BRB 可被正確應用並發揮抗震功能，國震中心以結構設計人員為服務對象，除了提供 WES-BRB 構件、接合設計與製造技術論文外，同時也提供設計軟體的支援服務。為滿足設計與檢核的計算需求，國震中心已自行完成開發名為 Brace on Demand（BOD）的雲端設計軟體（http://BOD.ncree.org.tw）；使用者可透過專屬 BOD 客戶端瀏覽器（圖十二），遠端連線國震中心所架設的 BOD 伺服器（圖十二），執行雲端設計運算並快速取得設計結果。BOD 系統可根據使用者所輸入的構架高寬幾何條件、BRB 構件降伏強度與等效勁度等設計需求，進行 BRB 構件及與隅板接合之完全自動化調整、設計與檢核等運算工作，並可動態產生該專案之結構計算書與試算表，再搭配國震中心設計的標準圖說，使用者可快速將運算結果與製圖工作連結；故 BOD 可充分協助結構設計人員提升 WES-BRB 構件與接合設計工作的「質」與「量」。

圖十二　BOD 客戶端瀏覽器與伺服器端互動架構示意圖

綜觀目前國內外制震消能元件相關產品，均未見類似BOD系統的雲端服務；相信藉由國震中心所開發的 BOD 雲端設計服務，可以協助工程師在兼顧設計合理性與正確性的前提下，使得 WES-BRB 於產業的應用架構上，更快速、更正確、更透明且更廣泛地被應用。總結 BOD 雲端設計服務所創造的技術優勢，分別說明如下：

- 即時更新的運算核心與服務內容：相較於過去由工程師自行建立試算表的模式，除了參考國震中心所發表的技術文件外，並無統一標準，計算及設計的正確性與經濟性亦無從查證。透過 BOD 雲端設計服務的導入，軟體版本與服務內容均可依最新研發成果即時更新，確保使用者獲得最正確與最新的技術內容。
- 資訊透明與雙重檢核機制：BOD 雲端運算服務不僅快速且便利，更強調的是運算過程的透明。BOD 系統運算所得到的數據，在試算表格中皆已預先嵌入對應之計算公式，透過試算表計算結果與 BOD 系統運算數據的兩相對照，除了可以讓使用者進行雙重檢核，同時也是使用者了解 BOD 運算內容的最佳索引。
- e 化型錄：相較於其它抗震元件產品僅能提供靜態的紙本或電子型錄，BOD 以更動態的方式呈現 WES-BRB 產品設計相關資訊。進行結構設計的工程師僅須說明 WES-BRB 所欲安裝的空間狀況、所需的 BRB 構件強度，即可迅速獲知 WES-BRB 及接合隅板的最佳設計尺寸，亦能快速推估所需的工程造價。因此，BOD 的創新雲端服務可被視為更具有彈性的 e 化產品型錄。

## 工程應用漸廣　取得七國專利

由於 BRB 容易設計與製造，可降低投資成本，而其優越且可靠的耐震性能，使得 BRBF 最大的價值在於能確保建築在地震中的安全與耐震性能，有效減低建物在大地震中可能遭受之重大生命財產損失。國震中心所研發之 DC-BRB 至今已累計技術移轉授權給國內 15 間鋼構廠商生產，因其兼具經濟性、性能良好及供貨時間短等各項優點，統計至 2012 年底，國內已製造安裝超過 11,000 組的 DC-BRB，使用在超過 60 個新建或補強的建築工程案中。國震中心所研發的 WES-BRB 技術更先後獲得台灣、中國、加拿大、日本、韓國、義大利及美國七國發明專利，並已審查挑選國內 5 間鋼構廠商完成技術移轉授權，成果技術公開

發表後短短數個月內即獲超過10件工程案採用，且應用案例仍持續迅速增加中。顯示國震中心研發的完整技術可協助國內營建工業所需，提升國家防災能力，並在相關領域有所貢獻：

- 安全性能：顯著提升結構抗震能力與安全性能，使新建與舊有結構抗震能力大增，降低結構受震反應，避免結構桿件與非結構元件於地震中之損壞，有效保障人身安全與減少財產損失。
- 經濟效益：有效增加抗側力系統之側向勁度，節省鋼構總用量，降低整體建築綜合造價，節省社會資源及國家外匯支出。
- 社會公平：透過行政院國家科學委員會及財團法人國家實驗研究院，採公平公正公開之非獨家方式進行技術移轉授權，使市場價格趨於合理化，同時增加國內鋼構加工就業機會。
- 國際競爭力:落實產學合作，提升國內廠商於抗震領域之應用技術，WES-BRB 技術共獲七國發明專利，除已研擬技術推廣至海外市場策略外，隨時掌握國際營建工程脈動，發揚 MIT 精神立足世界。
- 創新加值：搭配已開發之 BOD 雲端服務技術，輔助工程師進行 WES-BRB 構件及接合細部設計，使工程師無論在世界各角落隨時隨地皆能輕易快速掌握最新成果技術。

## 參考文獻

1. 陳正誠。2000，韌性同心斜撐構架與韌性斜撐構材之耐震行為與設計。結構工程，第十五卷，第一期，第 53-78 頁。
2. 蔡克銓、賴俊維。2002，鋼骨消能支撐構架之耐震研究。結構工程，第十七卷，第二期，第 3-32 頁。
3. 蔡克銓、翁崇興、翁元滔、黃彥智。2003，含挫屈束制斜撐鋼構架之耐震性能評估方法研究。結構工程，第十八卷，第二期，第 3-29 頁。
4. 蔡克銓、黃彥智、翁崇興。2004，含挫屈束制消能支撐構架耐震性能試驗與分析研究。結構工程，第十九卷，第一期，第 3-40 頁。
5. 魏志毓、蔡克銓。2008，挫屈束制支撐構架之設計。結構工程，第二十三卷，第四期，第 85-100 頁。
6. 蔡青宜、蔡克銓、魏志毓、林志翰、吳安傑、游宜哲。2009，實尺寸兩層樓

特殊同心斜撐鋼構架試驗反應與有限元素分析研究。中國土木水利工程學刊，第二十一卷，第四期，第 453-472 頁。

7. 周中哲、陳昇陽。2010，可更換核心板之挫屈束制消能支撐耐震試驗及有限元素分析。結構工程，第二十五卷，第一期，第 43-70 頁。
8. 蔡克銓、吳安傑、林保均、魏志毓、莊明介。2012，槽接式挫屈束制支撐與脫層材料性能研究。結構工程，第二十七卷，第三期，第 29-59 頁。
9. Uang CM, Nakashima M, Tsai KC. 2004, Research and application of buckling-restrained braced frames. Steel Structures, **4**(4): 301-313.
10. Tsai KC, Hsiao PC, Wang KJ, Weng YT, Lin ML, Lin KC, Chen CH, Lai JW, Lin SL. 2008, Pseudo-dynamic tests of a full-scale CFT/BRB frame-Part I: Specimen design, experiment and analysis. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, **37**(7): 1081-1098.
11. Tsai KC, Hsiao PC. 2008, Pseudo-dynamic tests of a full-scale CFT/BRB frame-Part II: Seismic performance of buckling-restrained braces and connections. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, **37**(7): 1099-1115.
12. Lin PC, Tsai KC, Wang KJ, Yu YJ, Wei CY, Wu AC, Tsai CY, Lin CH, Chen JC, Schellenberg AH, Mahin SA, Roeder CW. 2012, Seismic design and hybrid tests of a full-scale three-story buckling-restrained braced frame using welded end connections and thin profile. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, **41**(5): 1001-1020.

Welded End-Slot Buckling Restrained Brace ( WES-BRB )

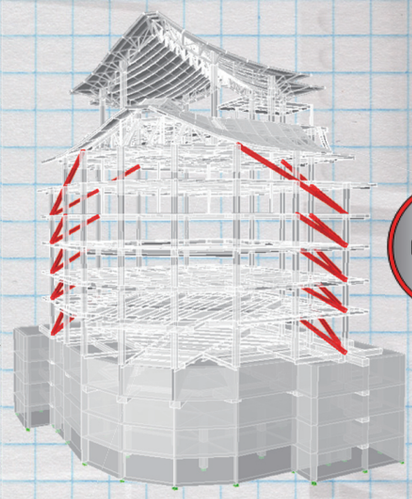
# 槽接式 挫屈束制支撐

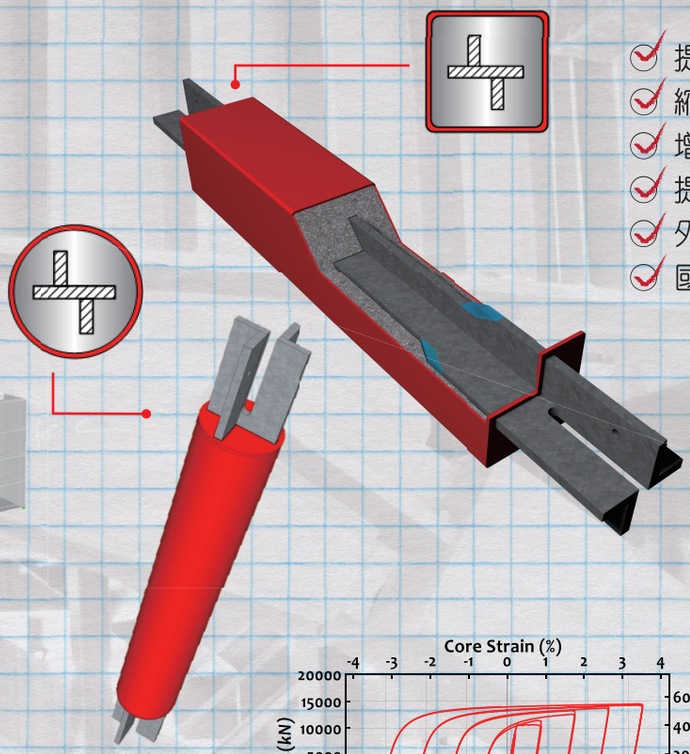
## WES-BRB

國震中心新研發的制震構件，特點在接合段用兩片錯開的加勁板配合核心板端部的開槽，可在安裝時將構件插入隅板，並在開槽側與加勁板側進行銲接接合，因此稱其為槽接式挫屈束制支撐。

**挫屈束制支撐** (Buckling Restrained Brace, BRB)

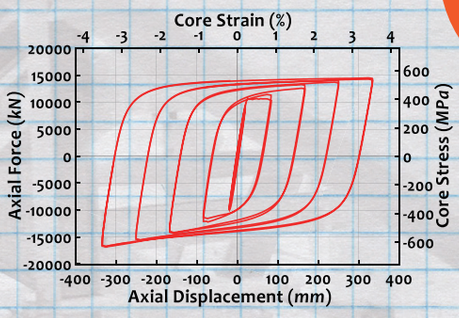
是一種高性能與高經濟效益之鋼制震器，挫屈束制的核心鋼材受拉或壓力，經由伸長或縮短的塑性變形，吸收結構震動能量，發揮減震功能，能有效降低建築的受震反應，進而保障使用者生命財產安全。





- 提高接合穩定性
- 縮短接合段長度
- 增加消能段長度
- 提升疲勞壽命
- 外觀簡潔且品質穩定
- 國震中心研發與後援

WES-BRB受力與變形反應穩定，遲滯迴圈飽滿可有效吸收地震輸入能量，具有優異之耐震與抗疲勞性能！




BOD Brace On Demand

**國震中心開發之WES-BRB**
**雲端運算設計軟體 - BOD (Brace On Demand)**

BOD可協助結構工程師進行槽接式挫屈束制支撐的設計工作！

採雲端運算之BOD設計軟體，使用者可隨時隨地上網輸入BRB降伏軸力與尺度要求，雲端運算全自動設計並詳列構件及接合細部尺寸檢核結果，項目包括有效勁度、核心元件、外鋼管、隅板與所有銲道尺寸，計算完成後可自動產生結構計算書並以試算表儲存運算結果，下載運算結果檔案後搭配國震中心所提供之標準圖說，即可與結構外審或生產製造工作快速連接。

賀 槽接式挫屈束制支撐已獲台、中、加、日、韓、義、美七國發明專利。
國震中心研發之雙管型BRB在台灣已組裝超過一萬組！


NARL 國家實驗研究院 National Applied Research Laboratories
國家地震工程研究中心 National Center for Research on Earthquake Engineering
☎ : +886-2-6630-0844 : www.ncree.org.tw / BOD.ncree.org.tw




TB191.AD01.indd 1 2013/4/9 上午 09:05:33