

承受軸力位移型消能元件彈性及 性能試驗方法之標準研究

成果報告

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 110 年 12 月

PG11006-0092

承受軸力位移型消能元件彈性及 試驗方法之標準研究

期末報告

研究人員：黃國倫

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 110 年 11 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究方法及進度說明	3
第三節 研究目的	4
第二章 常用檢測挫屈束制斜撐試驗標準	11
第一節 美國規定	11
第二節 日本規定	12
第三章 研擬性能要求及試驗程序草案	17
第一節 性能要求	17
第二節 試驗程序	18
第四章 結論與建議	21
第一節 結論	21
第二節 建議	21
附錄一 自行研究計畫審查會議紀錄	23
附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表	41
附錄三 承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案	51
附錄四 挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準草案	61
附錄五 承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之國	

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

家標準草案	71
附錄六挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法之國家標準草案	79
附錄七應變增加率計算過程	87
參考書目	91

表次

表 1-1 預定之研究進度.....5

圖次

圖 1-1 位移型消能斜撐 SDB.....	6
圖 1-2 地震消能器.....	7
圖 1-3 減震消能器.....	8
圖 1-4 減震消能器.....	9
圖 1-5 消能型金屬接合板消能機構.....	9
圖 1-6 挫屈束制斜撐示意圖(以槽接式挫屈束制斜 撐為例).....	10
圖 1-7 研究流程圖.....	10
圖 2-1 AISC 341-10 及 AISC 341-16 之標準與疲勞 加載歷程示意圖.....	14
圖 2-2 日本免震構造協會出版「Buckling- Restrained Braces and Applications」之標準與 疲勞加載歷程示意圖.....	14
圖 2-3 消能元件強度下降過度軟化示意圖.....	15

摘要

關鍵詞：消能元件、試驗方法、軸力、位移型

一、研究緣起

建築物抵抗地震有許多方式，從早期用建築物側向強度抵抗地震力，接著發展出以梁端產生塑鉸來消散地震能量的韌性抗彎構架結構系統，後來進入隔震、減震(包含主動控制及被動控制)等不同於傳統的耐震設計，近年結構減震(日本稱為制震)就是一種常用的方式，其中具有良好消能能力的特殊斜撐桿件，近年被大量採用於新建建築或既有建築補強。例如挫屈束制斜撐(Buckling Inhibited Brace, 簡稱 BIB, 或稱 Buckling Restrained Brace, 簡稱 BRB, 或稱 Unbonded Brace, 簡稱 UBB), 為利用核心元件軸向受力降伏來達到消散地震能量的目的。

斜撐桿件消能多採挫屈束制斜撐(簡稱 BRB), 國內尚無 BRB 檢測試驗方法之國家標準, 多參採美國 AISC 341-16 之相關規定進行試驗, 且除了 BRB 之外, 尚有其他種類之斜撐消能桿件, 例如位移型消能斜撐 SDB、地震消能器、減震消能器……等消能元件, 其消能機制與 BRB 不同, 檢測所應注意及檢核的項目也不完全相同。本研究擬蒐集國內常用承受軸力位移型消能元件相關文獻, 嘗試提出能考量不同種類消能機制的試驗方法及允收準則, 供業界作為檢測其減震消能性能的參考。

二、研究方法及過程

本研究之工作包括文獻資料蒐集與整理、相關標準或規範條文之檢討、結合實驗室檢測斜撐之經驗做綜合歸納, 以及報告撰寫等

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

步驟。

三、研究發現

本研究參考相關文獻，已利用 AISC 341-16 對挫屈束制斜撐試驗之規定作為基礎，結合實驗室檢測斜撐之經驗，增加試驗試體軸向應變增加率及強度下降比率限制等規定，提出承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案，以及承受軸力位移型消能元件之性能要求。

四、建議事項

本研究目前初步提出下列具體建議。

建議一

增訂承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準：立即可行建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

承受軸力位移型消能元件(尤其是挫屈束制斜撐)在國內已廣泛被應用，建議應增訂承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準，以提供國內建築工程能檢驗承受軸力位移型消能元件性能。

建議二

增訂挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準：立即可行建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

挫屈束制斜撐在國內已廣泛被應用，建議應增訂挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準，以供國內建築工程能檢驗挫屈束制斜撐性能。

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

建築物抵抗地震有許多方式[1]，從早期用建築物側向強度抵抗地震力，接著發展出以梁端產生塑鉸來消散地震能量的韌性抗彎構架結構系統，後來進入隔震、減震(包含主動控制及被動控制)等不同於傳統的耐震設計，近年結構減震(日本稱為制震)就是一種常用的方式，國內無論新建建築工程或既有建築補強工程，採用被動式減震消能裝置之建築物日益增加，其中作為斜撐桿件以軸向變形消能的消能元件能提供優良的消能減震效益。近年被大量採用於新建建築或既有建築補強。例如挫屈束制斜撐(Buckling Inhibited Brace，簡稱 BIB，或稱 Buckling Restrained Brace，簡稱 BRB，或稱 Unbonded Brace，簡稱 UBB)[3-6]，為利用核心元件軸向受力降伏來達到消散地震能量的目的。

斜撐桿件消能多採挫屈束制斜撐(簡稱 BRB)，國內尚無 BRB 檢測試驗方法之國家標準，多參採美國鋼結構協會 AISC 341-10[13](或 AISC 341-16[14])之相關規定進行試驗，且除了 BRB 之外，尚有其他種類之斜撐消能桿件，例如位移型消能斜撐 SDB[3](圖 1-1)、地震消能器[8](圖 1-2)、減震消能器[9](圖 1-3)……等消能元件，其消能機制與 BRB 不同，檢測所應注意及檢核的項目也不完全相同。本研究擬蒐集國內常用承受軸力位移型消能元件相關文獻，嘗試提出能考量不同種類消能機制的試驗方法及允收準則，供業界作為檢測其減震消能

性能的參考。

二、研究背景及文獻回顧

金屬類消能器的消能機制有很多種，例如撓曲降伏、剪力降伏、軸力降伏等，常見利用撓曲變形降伏來消能的有 X 型、菱形及三角形鋼板消能器(或稱制震器)[10]，如圖 1-4 所示[11]，係搭配斜撐安裝在構架上，讓地震時，變形集中在消能器上，確保其他結構構件仍在彈性範圍，只讓消能器產生降伏而吸收地震能量；利用剪力降伏來消能的有消能型金屬接合板消能機構[12]，如圖 1-5 所示；而最常見利用軸力降伏來消能的，就是挫屈束制斜撐[3-6]，如圖 1-6 所示。而位移型消能斜撐 SDB[3](圖 1-1)、地震消能器[8](圖 1-2)、減震消能器[9](圖 1-3)……等消能元件，雖然其消能機制與挫屈束制斜撐利用軸力降伏來消能不同，但仍然是以軸力傳入消能器，轉換成其他方式消能，因此要檢測其性能，仍是以軸向反復載重試驗為主。

國內尚無挫屈束制斜撐檢測試驗方法之國家標準或規範規定，本所前於 105 年 12 月 2 日以建研工字第 1050010136 號函建請營建署於「建築物耐震設計規範及解說」增訂挫屈束制斜撐相關試驗規定，營建署已於 108 年 9 月 11 日召開研商「建築物耐震設計規範及解說」修正草案第 6 次會議，決議通過增訂挫屈束制斜撐相關試驗規定，惟至今尚未發布規範修正版本。目前國內多參採美國鋼結構協會 AISC 341-10[13](或 AISC 341-16[14])之相關規定進行試驗，有些日本來本所材料實驗中心進行檢測的 BRB 試體，則是採用日本免震構造協會出版的「Buckling-Restrained Braces and Applications」[15]建議的試驗程序及規定，後續將於第二章中介紹這些試驗方法。

第二節 研究方法及進度說明

本研究案研究方法包括：(1) 文獻資料蒐集與整理；(2) 相關標準或規範條文之檢討；(3) 結合實驗室檢測斜撐之經驗做綜合歸納；(4) 報告之撰寫。流程如圖 1-7 所示，本研究預定之進度表如表 1-1 所示。採用的研究方法及進度說明敘述如後。

一、文獻之收集與整理

收集、整理相關文獻，避免本研究之內容與現有成果重複，另一方面所收集之資料可作為分析模型建立及規範檢討的參考或補充資料。

進度說明

目前收集到重要相關文獻約 15 篇，研讀心得及彙整結果已在前一節中說明。

二、相關標準或規範條文之檢討

收集之資料可作為相關及規範檢討的參考或補充資料。

進度說明

經過本所第 1 次自行研究計畫審查會議討論確認，會議紀錄、簽到單及簡報內容附在附錄一。目前第二章介紹已完成蒐集常用來檢測挫屈束制斜撐的相關試驗標準資料。

三、結合實驗室檢測斜撐之經驗做綜合歸納

本研究以挫屈束制斜撐相關試驗規定為基礎，結合實驗室檢測斜撐之經驗，建議承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準，並建議挫屈束制斜撐彈性及性能試驗方法之標準。

進度說明

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

第三章以挫屈束制斜撐相關試驗規定為基準，介紹本研究建議之承受軸力位移型消能元件彈性及試驗方法之標準，並建議挫屈束制斜撐彈性及性能試驗方法之標準。

四、報告之撰寫

本研究包含兩次報告之撰寫，第一次為期中報告，在執行第 8 個月時說明本案之執行進度（期中審查之審查意見回應表附在附錄二）。第二次為期末報告，在執行第 11 個月時完成本案之研究報告。

進度說明

本報告即為期末報告，而成果報告仍待繼續撰寫。

第三節 研究目的

本研究針對承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準進行研究，預期目標包括：（一）嘗試提出承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之國家標準草案；（二）嘗試提出承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案。

表 1-1 預定之研究進度

月份	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	備註	
工作項目												
文獻資料搜集及整理	■											
相關標準或規範條文之檢討					■							
結合實驗室檢測斜撐之經驗做綜合歸納					■							
報告撰寫					■							
期中報告						※					8/12	
期末報告									※		11/30	
研究進度百分比	6	11	17	22	44	67	78	89	94	100		
預定查核點	第 1 季：無											
	第 2 季：期中報告											
	第 3 季：期末報告											
<p>說明：1 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定，預定研究進度以粗線表示其起訖日期。</p> <p>2 預定研究進度百分比一欄，係為配合追蹤考核作業所設計。請以每一小格粗組線為一分，統計求得本計畫之總分，再將各月份工作項目之累積得分(與之前各月加總)除以總分，即為各月份之預定進度。</p> <p>3 科技計畫請註明查核點，作為每一季所預定完成工作項目之查核依據。</p>												

(資料來源：本研究製作)

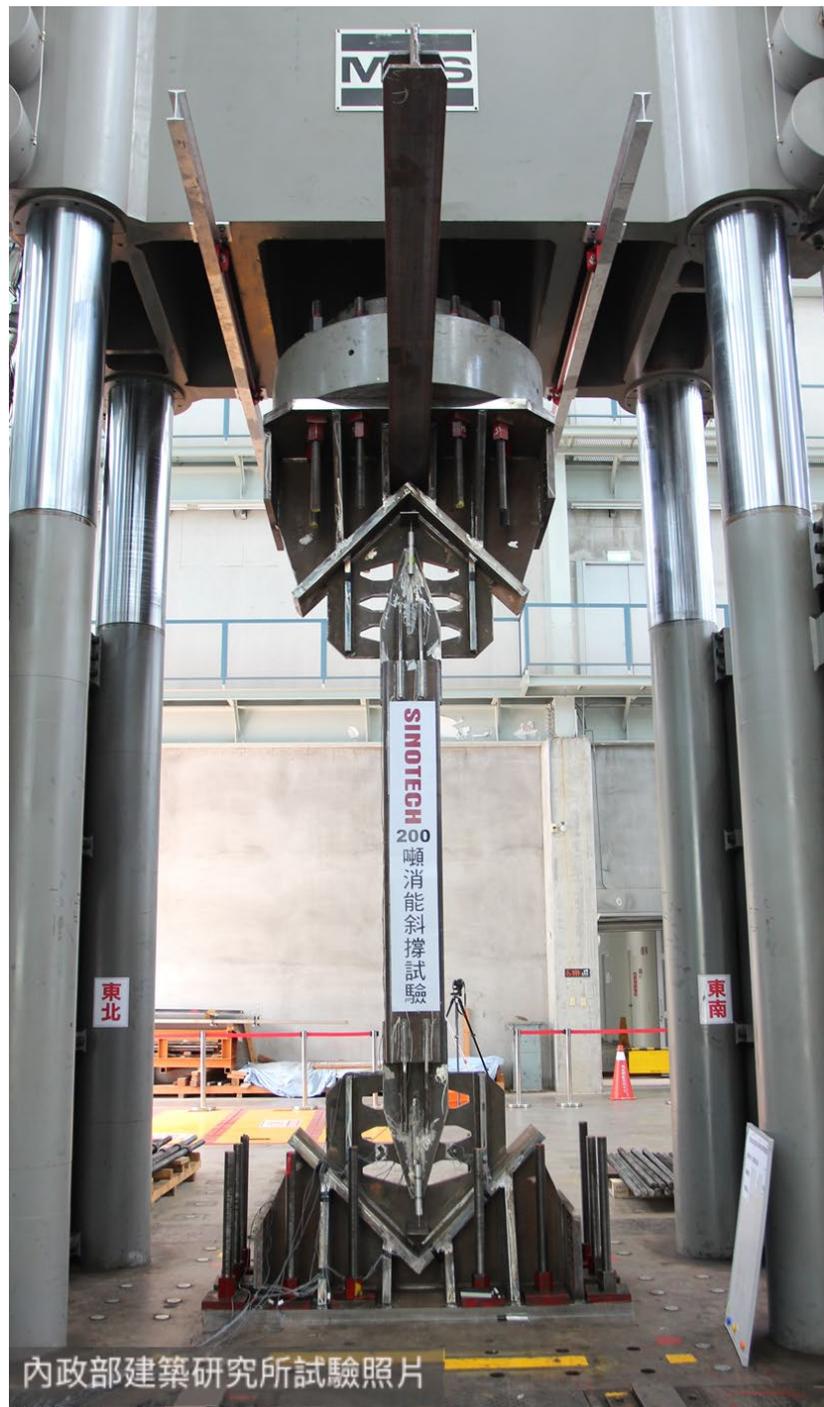
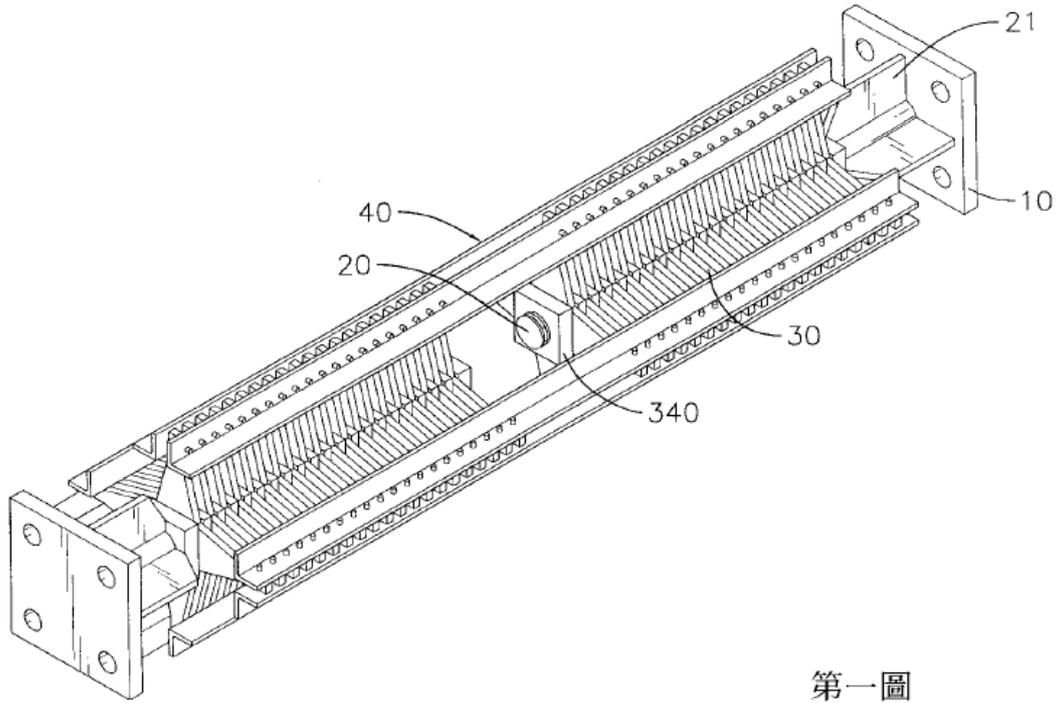


圖 1-1 位移型消能斜撐 SDB

(資料來源：參考書目[1])



第一圖

圖 1-2 地震消能器

(資料來源：參考書目[8])

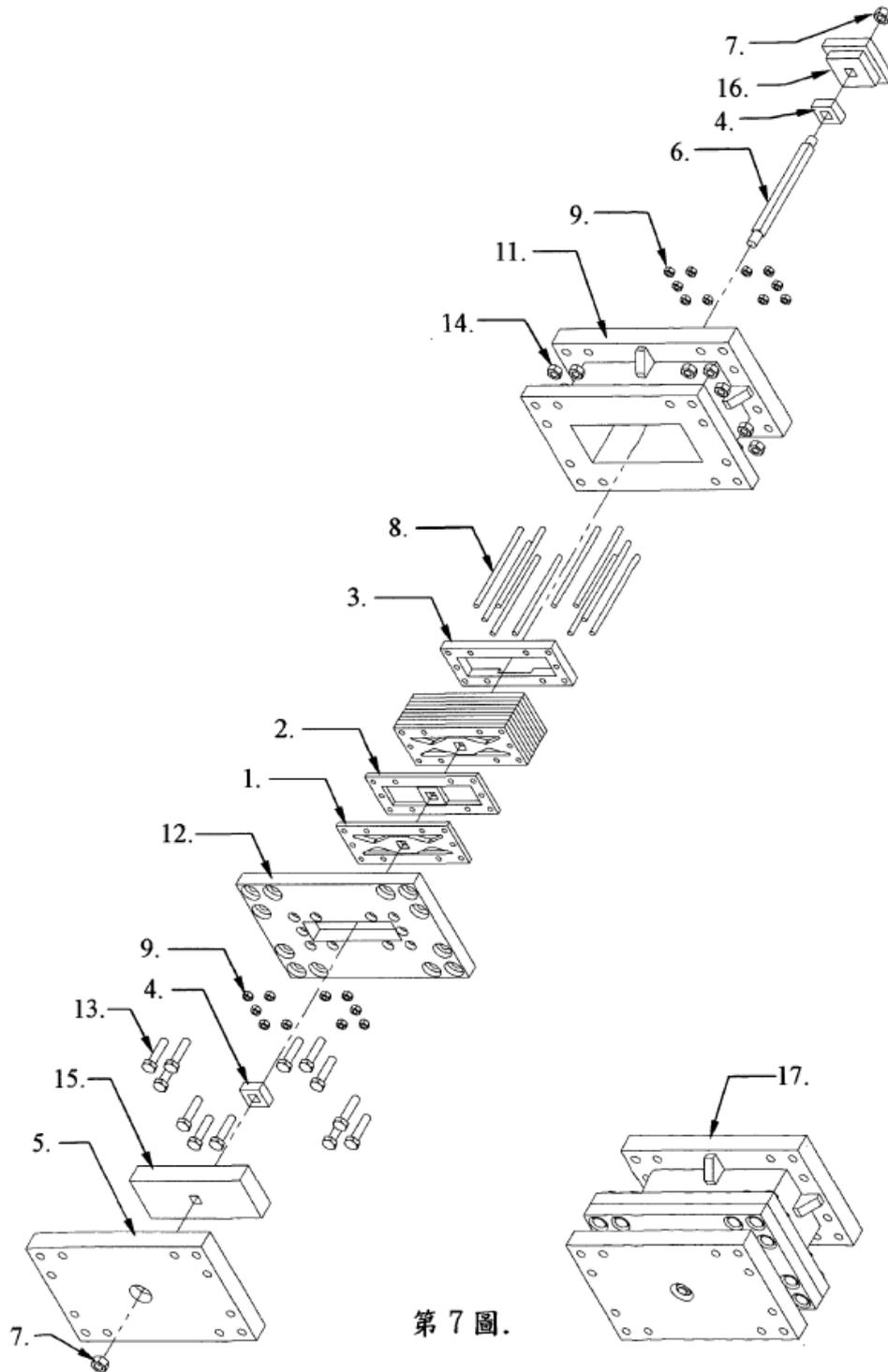


圖 1-3 減震消能器

(資料來源：參考書目[9])

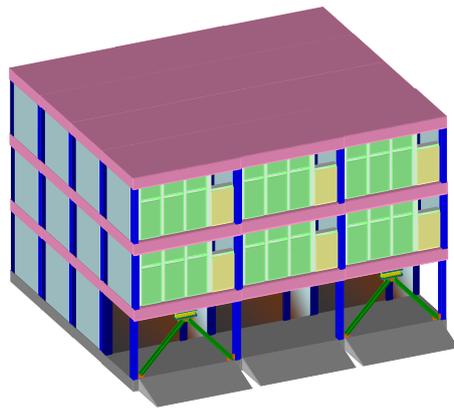
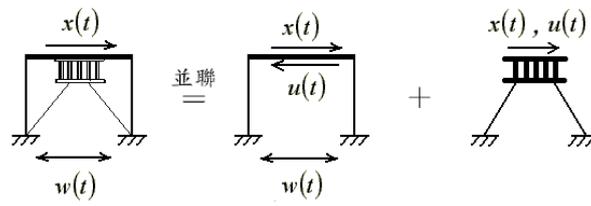


圖 1-4 減震消能器

(資料來源：參考書目[11])

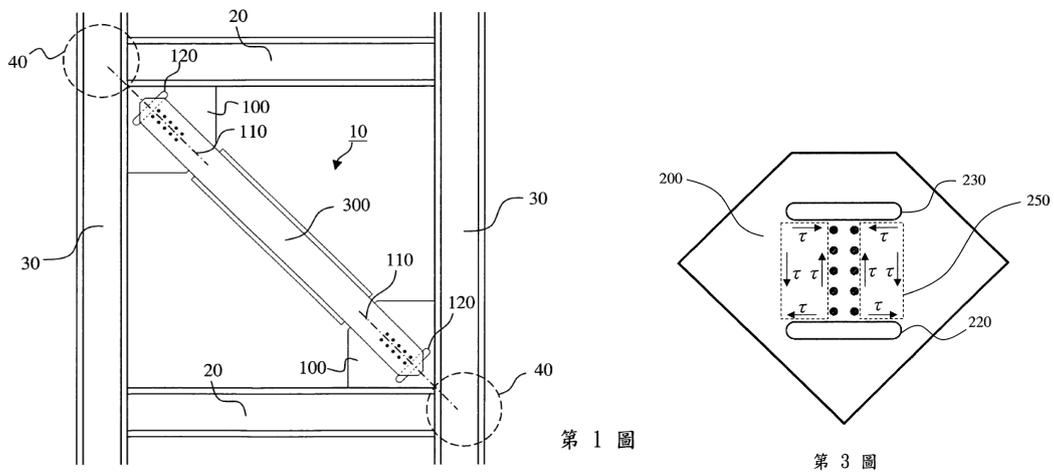


圖 1-5 消能型金屬接合板消能機構

(資料來源：參考書目[12])

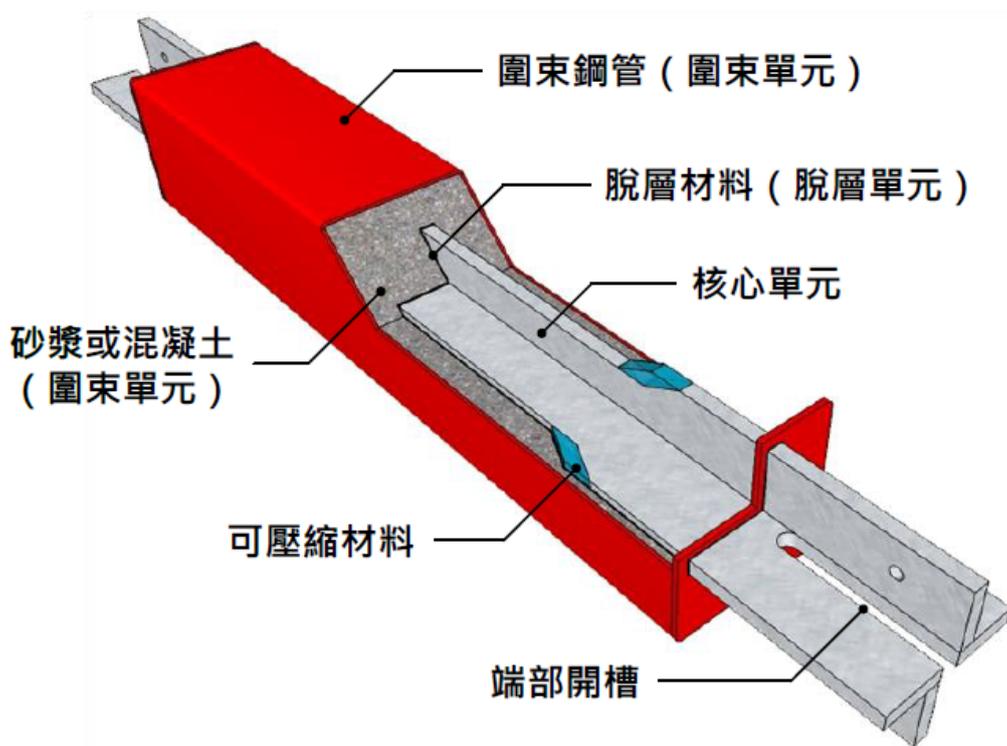


圖 1-6 挫屈束制斜撐示意圖(以槽接式挫屈束制斜撐為例)

(資料來源：參考書目[6])

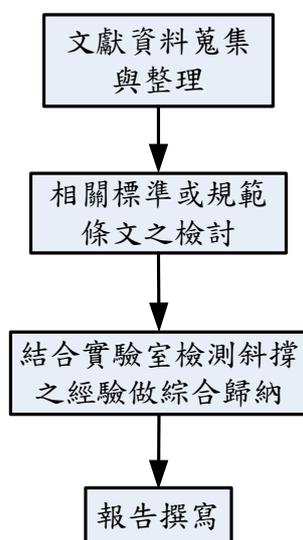


圖 1-7 研究流程圖

(資料來源：本研究製作)

第二章 常用檢測挫屈束制斜撐試驗標準

國內多參採美國鋼結構協會 AISC 341-10[13](或 AISC 341-16[14])之相關規定進行斜撐試驗，有些日本製斜撐試體是採用日本免震構造協會出版的「Buckling-Restrained Braces and Applications」[15]建議的試驗程序及規定，本章介紹這些文獻對斜撐試體的試驗方法及要求。

第一節 美國規定

AISC 341-16[14]第 K3 節規定挫屈束制斜撐試體性能試驗方法與要求，該規定亦為目前國內進行挫屈束制斜撐性能試驗的主要依據，其性能要求與試驗程序，詳如下所示。

1. 性能要求

- (1) 須有穩定之非線性受力與變形消能行為，分別在 0.5、1.0、1.5 及 2.0 倍樓層設計位移角之各迴圈最大拉力與最大壓力應不小於核心的標稱降伏強度，且最大拉壓力差應不超過最大拉力的 50%(AISC 341-10[13]規定為 30%)。
- (2) 應具飽滿之遲滯迴圈，在 2 倍樓層設計位移角時，不得有斷裂或不穩定(挫屈或負向勁度)現象。
- (3) 應有良好的累積韌性容量，以提供可靠之耐震性能，在反復漸增應變及疲勞應變之作用下，非線性累積變形須達 200 倍降伏應變。

2. 試驗程序

包含標準加載歷程(基本性能)及疲勞加載歷程(疲勞性能)，試驗

程序詳如下及如圖 2-1 所示，其中 Δ_b 為對應於試體兩端點間的軸向變形， Δ_{by} 為試體兩端點間的理论軸向降伏位移， Δ_{bm} 為由設計樓層側位移角(不應小於 1%)所換算對應於試體兩端點間的軸向變形。

- (1) 標準加載歷程：(這裡缺少對試驗速率的規定。)
 - (a) 對應於 $\Delta_b=1.0 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 2 週次；
 - (b) 對應於 $\Delta_b=0.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次；
 - (c) 對應於 $\Delta_b=1.0 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次；
 - (d) 對應於 $\Delta_b=1.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次；
 - (e) 對應於 $\Delta_b=2.0 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次；
- (2) 疲勞加載歷程：標準加載歷程後，進行對應於 $\Delta_b=1.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反覆加載，最終至非線性累積變形達 200 倍降伏應變。(這裡缺少對試驗速率的規定，也缺少考量同一衝程之不同循環，強度下降的規定，以防止消能元件過度軟化，毫無消能效果。)

第二節 日本規定

日本免震構造協會出版的「Buckling-Restrained Braces and Applications」[15]建議的性能要求與試驗程序，詳如下所示。

1. 性能要求

- (1) 須在沒有發生局部挫屈及整體挫屈之情況下，有穩定之受力與變形消能行為。
- (2) 各週次最大壓力與最大拉力比值(β)應不超過 1.2。
- (3) 累積塑性應變量($\sum \varepsilon_p$)不得少於 66%。

2. 試驗程序

包含標準加載歷程(基本性能)及疲勞加載歷程(疲勞性能)，試驗程序詳如下及如圖 2-2 所示，其中 Δ_b 為對應於試體兩端點間的軸向變形， Δ_{by} 為試體兩端點間的理论軸向降伏位移，另 $\Delta_{0.5\%}$ 、 $\Delta_{1\%}$ 、 $\Delta_{2\%}$ 及 $\Delta_{3\%}$ 分別為由軸向塑性應變 0.5 %、1 %、2 % 及 3 % 所換算，對應於試體兩端點間的軸向變形。

- (1) 標準加載歷程：(這裡缺少對試驗速率的規定。)
 - (a) 對應於 $\Delta_b = 1.0 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 3 週次；
 - (b) 對應於 $\Delta_b = \Delta_{0.5\%}$ 之拉、壓反復加載 3 週次；
 - (c) 對應於 $\Delta_b = \Delta_{1\%}$ 之拉、壓反復加載 3 週次；
 - (d) 對應於 $\Delta_b = \Delta_{2\%}$ 之拉、壓反復加載 3 週次；
 - (e) 對應於 $\Delta_b = \Delta_{3\%}$ 之拉、壓反復加載 3 週次；
- (2) 疲勞加載歷程：標準加載歷程後，進行對應於 $\Delta_b = \Delta_{3\%}$ 之拉、壓反覆加載，最終至累積塑性應變量 ($\sum \varepsilon_p$) 達 66%。(這裡缺少對試驗速率的規定，也缺少考量同一衝程之不同循環，強度下降的規定，以防止消能元件過度軟化，毫無消能效果，例如圖 2-3 所示，最大強度隨著循環次數增加而大幅降低，後期的非線性累積變形可否計入，實有待商榷。)

。

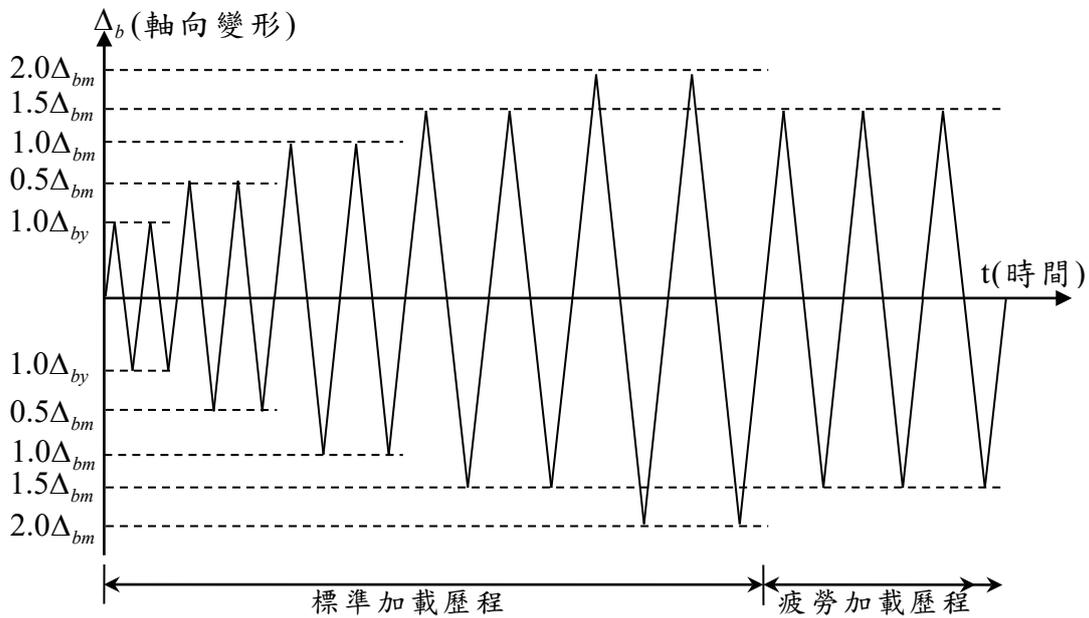


圖 2-1 AISC 341-10 及 AISC 341-16 之標準與疲勞加載歷程示意圖

(資料來源：本研究製作)

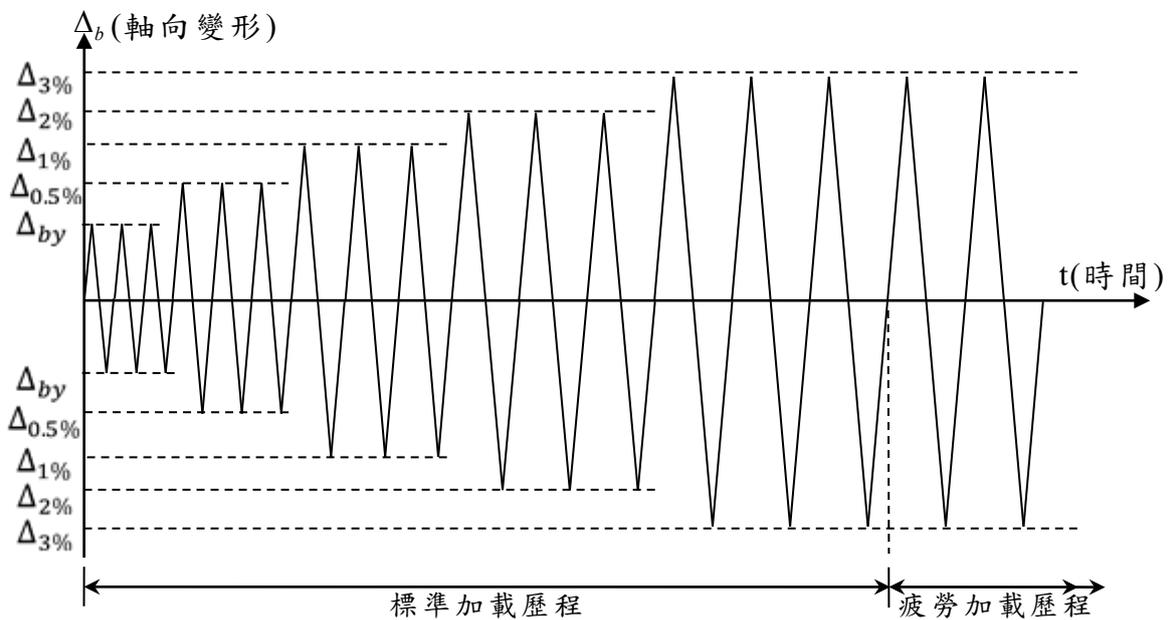


圖 2-2 日本免震構造協會出版「Buckling-Restrained Braces and Applications」之標準與疲勞加載歷程示意圖

(資料來源：本研究製作)

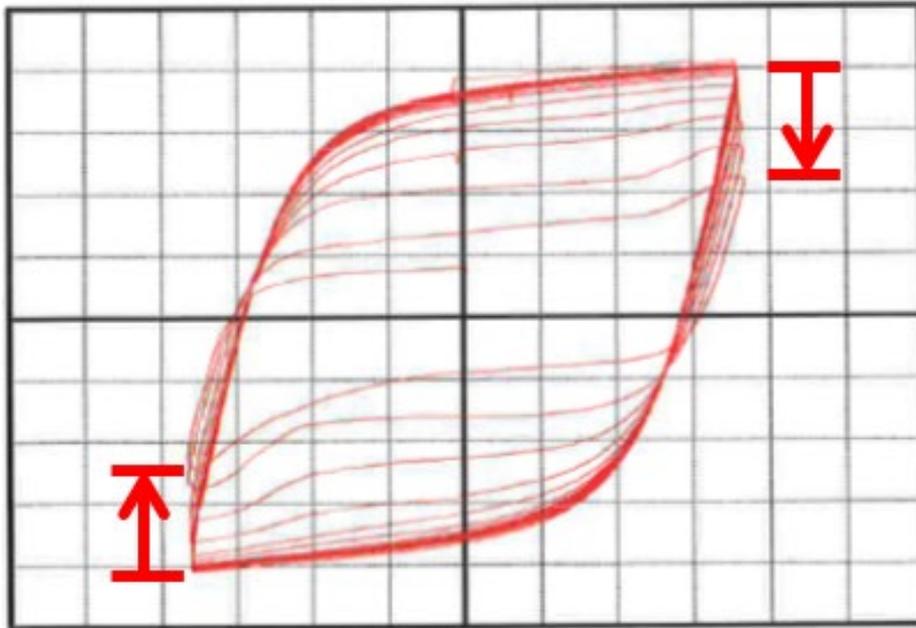


圖 2-3 消能元件強度下降過度軟化示意圖

(資料來源：本研究製作)

第三章 研擬性能要求及試驗程序草案

經過蒐集挫屈束制斜撐的相關試驗規定及性能要求，並結合本人於材料實驗中心大型力學實驗室的斜撐檢測經驗，本研究提出承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之標準草案，如附錄三所示，同時以相同邏輯提出挫屈束制斜撐性能試驗方法之標準草案，如附錄四所示。另外，國內常遇到業主要求進行挫屈束制斜撐彈性試驗，其試驗程序與性能試驗不同，故本研究提出承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之標準草案，如附錄三所示，同時以相同邏輯提出挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法之標準草案，如附錄四所示。

第一節 性能要求

本節提出的位移型消能元件性能要求，僅提供國內各規範制定相關試驗規定時參採，不建議納於國家標準之中。其性能要求說明如下：

- (1) 須有穩定之非線性受力與變形消能行為，分別在 0.5、1.0、1.5 及 2.0 倍樓層設計位移角之各迴圈最大拉力與最大壓力應不小於核心的標稱降伏強度，且最大拉壓力差應不超過最大拉力的 30%。

說明：雖然 AISC 341-16[14]規定為 50%，但國內建築新建工程或補強工程多採更嚴格之規定，故建議仍依照 AISC 341-10[13]規定採 30%。

- (2) 應具飽滿之遲滯迴圈，在 2 倍樓層設計位移角時，不得有斷裂或不穩定(挫屈或負向勁度)現象。

說明：本項維持與 AISC 341-16[14]規定相同。

- (3) 應有良好的累積韌性容量，以提供可靠之耐震性能，在反復漸增應變及疲勞應變之作用下，非線性累積變形須達 200 倍降伏應變。

說明：本項維持與 AISC 341-16[14]規定相同。

- (4) 同一衝程之不同循環，最大拉力或最大壓力不得比第 1 循環下降 20%。

說明：新增 AISC 341-16[14]規定未考量同一衝程之不同循環，強度下降的規定，以防止消能元件過度軟化，毫無消能效果，20%的規定是參考 AISC 341-16[14]中，E3.6b(b)規定耐震梁柱接頭的彎矩強度最多可降至 80%。

第二節 性能試驗程序

本節提出的位移型消能元件試驗程序，建議納於國家標準之中，以供國內各規範需要時引用，以免贅述或各規範規定之試驗程序差異造成誤用。其試驗程序包含標準加載歷程(基本性能)及疲勞加載歷程(疲勞性能)，試驗程序詳如下。

- (1) 標準加載歷程：

- (a) 對應於 $\Delta_b = 1.0 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.00015/s)；
- (b) 對應於 $\Delta_b = 0.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)；
- (c) 對應於 $\Delta_b = 1.0 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)；

- (d) 對應於 $\Delta_b = 1.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)；
- (e) 對應於 $\Delta_b = 2.0 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)；
- (2) 疲勞加載歷程：標準加載歷程後，進行對應於 $\Delta_b = 1.5 \Delta_{bm}$ 之拉、壓反覆加載(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)，最終至非線性累積變形達 200 倍降伏應變。

前述應變增加率的計算過程，如附錄七所示。

第三節 彈性性能試驗程序

國內常遇到業主要求進行位移型消能元件彈性試驗，本節提出的位移型消能元件彈性性能試驗程序，建議納於國家標準之中，以供國內各規範需要時引用，以免贅述或各規範規定之試驗程序差異造成誤用。其試驗程序詳如下。

- (1) 對應於 $\Delta_b = 0.3 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.000015/s 至 0.00015/s)；
- (2) 對應於 $\Delta_b = 0.5 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.000015/s 至 0.00015/s)；
- (3) 對應於 $\Delta_b = 0.8 \Delta_{by}$ 之拉、壓反復加載 2 週次(參考 CNS 2111[16])，應變增加率應控制於 0.000015/s 至 0.00015/s)。

前述應變增加率的計算過程，如附錄七所示。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

第四章 結論與建議

第一節 結論

本研究參考相關文獻，已利用 AISC 341-16 對挫屈束制斜撐試驗之規定作為基礎，結合實驗室檢測斜撐之經驗，增加試驗試體軸向應變增加率及強度下降比率限制等規定，提出承受軸力位移型消能元件性能試驗方法及彈性性能試驗方法之國家標準草案，同時提出挫屈束制斜撐性能試驗方法及彈性性能試驗方法之國家標準草案，並建議出承受軸力位移型消能元件之性能要求。

第二節 建議

建議一

立即可行建議：增訂承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

承受軸力位移型消能元件(尤其是挫屈束制斜撐)在國內已廣泛被應用，建議應增訂承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準，以提供國內建築工程能檢驗承受軸力位移型消能元件性能。

建議二

立即可行建議：增訂挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準

主辦機關：經濟部標準檢驗局

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

協辦機關：內政部建築研究所

挫屈束制斜撐在國內已廣泛被應用，建議應增訂挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準，以供國內建築工程能檢驗挫屈束制斜撐性能。

附錄一 自行研究計畫審查會議紀錄

附錄一 自行研究計畫審查會議紀錄

副本

附錄一 自行研究計畫審查會議紀錄

檔 號：

保存年限：

內政部建築研究所 函

機關地址：231新北市新店區北新路3段200號13樓

承辦單位：工程技術組

聯絡人：黃國倫

聯絡電話：02-29310686 分機1322

傳真電話：02-29310656

電子信箱：glhuang@abri.gov.tw

受文者：材料實驗中心

發文日期：中華民國110年3月12日

發文字號：建研工字第1100002764號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送本所110年度第3次研究業務協調會議紀錄1份，請查照。

正本：王所長榮進、王副所長安強、鄭主任秘書元良、王組長順治、蔡組長綽芳、
陳組長建忠、羅組長時麒、黃助理研究員國倫、陶主任其駿、陳副研究員麒
任、黃助理研究員中興、陳聘用副研究員柏端、李副研究員其忠
副本：本所工程技術組、材料實驗中心

所長 王榮進

內政部建築研究所

本所 110 年度第 3 次研究業務協調會議簽到簿

時 間：110 年 3 月 8 日(星期一) 下午 2 時 30 分			
地 點：本所簡報室 (新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓)			
主 席：王所長榮進		紀 錄：黃國倫	
出席人員	簽 到 處	代 理 人	
		職 稱	簽 到 處
王副所長安強	請假		
鄭主任秘書元良	請假		
王組長順治	王順治		
蔡組長綽芳	蔡綽芳		
陳組長建忠	陳建忠		
羅組長時麒	羅時麒		
工程技術組自行研究計畫 研究人員-黃國倫	黃國倫		
工程技術組自行研究計畫 研究人員-陶其駿	陶其駿		
環境控制組自行研究計畫 研究人員-陳麒任	陳麒任		
綜合規劃組自行研究計畫 研究人員-黃中興	黃中興		
安全防災組自行研究計畫 研究人員-陳柏端	陳柏端		
安全防災組自行研究計畫 研究人員-李其忠	李其忠		

附錄一 自行研究計畫審查會議紀錄

本所業務組同仁			
	呂文弘		
	盧瑞瑞		
	游伯聖		
	褚政鑫		
	張乃修	張怡文	
	王明軒	靳宇鈺	
	林谷陶	謝崇興	
	厲妮妮	張子恆	
	賴深江	白樽芳	

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

蔡宜中			
鄭建源			
陳任玲			
林育超			
歐陽峰			
李鎮名			
薄昭仰			
王天志			
詹宗財			

內政部建築研究所 110 年度第 3 次研究業務協調會議紀錄

一、時間：109 年 3 月 8 日(星期一)下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王所長榮進

記錄：黃國倫、陶其駿、陳麒任、
黃中興、陳柏端、李其忠

四、出席人員：詳簽到簿

五、主席致詞：(略)

六、研究案主持人簡報：(略)

七、發言要點(依簡報順序)：

(一)「承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究」案：

1. 建議多蒐集與本研究有關之 ANSI 試驗方法及標準。
2. 建議於研究期間，多與經濟部標準檢驗局聯繫及協調，以利採納本所提供之相關 CNS 標準草案。
3. 若研究成果未被 CNS 標準採納，或許可轉為建議內政部營建署將相關試驗規定納入適當規範。

(二)「建築耐震與延壽創新技術科技發展規劃研究」案：

1. 未來新興科技計畫的名稱，建議朝新方向發想(如「建築耐震 2.0」)。至建築延壽部分的標題，或許可再予修飾，例如材料性能創新之類的新科技計畫。
2. 對於建築物的老舊、補強或防水問題，民眾常寧願接受都更重建，居住於被修復或補強的建築之意願相較為低，因此未來所提的研究課題，或許可善用儀器設備的優勢提供試驗服務，並由建築耐震新技術的發展規劃，對於未來研究經費的爭取，可能更有助益。
3. 本研究進行專家訪談或座談時，建議擴大徵詢對象，並納入甫自國外學成返國的新一輩，多聽其意見，或許更可獲得新的創意或接軌國際的發展趨勢。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

4. 建築耐震研究議題雖已推動多年，但是人類對於地震的瞭解，仍非常淺薄。歷經 921 地震後二十多年的發展，國內已開發許多包括耐震評估與補強方面之技術，亦已修訂建築物耐震設計規範。或可從原結論及建議中，再檢視是否有仍待完成的課題。
5. 近一、二十年新建之建築，無論於材料的使用及其結構設計，皆屬優良，故此類建築物之體質適於長期使用，未來該如何去保存這類建築物？由於國內建築物尚未建立維護的機制，因此國人未養成建築物維護及整修的觀念，而長期忽視建築物狀況。反觀歐洲等其他先進國家，多有固定周期進行建築物維護，而非發生問題才解決。建立建築的維護經歷，有助於開發「診斷」的技術，而所謂「維護」不單是修補，還包括如何檢查，以及建立並運用相關資料。平常進行定期性的檢查與維護保養，數年後再施以較大規模的修復，而這些機制或可嘗試建立，如此維護成本可降低，對於建築壽命的延長亦有助益。

(三)「新建集合住宅導入近零能源建築技術之推動策略研究」案：

1. 本研究蒐集之美國、日本、歐洲等為溫帶國家案例，其建築能源消耗係以供暖為主，與亞熱帶國家之通風及供冷需求不同。建議可蒐集分析相關耗能數據，以說明氣候因素造成我國住宅建築物之耗能特性與歐美等國不同，及我國建築外殼隔熱性能無需比照溫帶國家標準之原因。
2. 建議可依我國政府分工運作體制，分析住宅建築之耗能組成模式及效率，找出具節能潛力之耗能項目，供該項目之主管部會參考，以進一步提升能源使用效率。
3. 建議可探討近零能源建築結合社區微電網與電動車之可行性，以利未來國際發展趨勢。
4. 建議可蒐集經濟部推動之沙崙綠能實驗屋案例資料，納入本研究分析探討。

(四)「設置附設位移機之行動不便者上下車專區可行性初探」案：

1. 建議先行釐清本研究之移位設備名稱，是「位移機」或為「移位機」。
2. 建議先行釐清本研究移位設備之定位，例如係屬於醫療、社福、護理或無障礙等範疇。
3. 就本研究構想提出之位移設備，若需重新研發應用，恐需要較長時間；建議可探討在現有的法規及空間架構體系下，結合現有的輔具設備資源，以對應行動不便者上下車之問題。
4. 本研究構想可能應用之範圍，以及後續之管理維護方式，建議亦可透過本研究進行資料收集及探討。

(五)「高溫下混凝土構件之熱傳數值分析」案：

1. 本研究可協助防火實驗中心耐火爐相關柱構件測試，無論是對於實驗前模擬以供實驗規劃參考及修正，或者是於實驗後提供數據輔助分析，對於防火實驗中心發展數值方法有相當之助益。
2. 本研究為探討混凝土材料於高溫下熱傳作用，但混凝土材料為非均質材料，其配比、含水量及養護情況差異性大，建議須控制相關參數，以得到良好之試體斷面溫度。
3. 建議補充國內外相關研究資料，尤其是混凝土材料之熱傳行為分析，以增加本研究數值方法之可靠度。

(六)「鋼構件防火被覆耐火試驗精進研究」案：

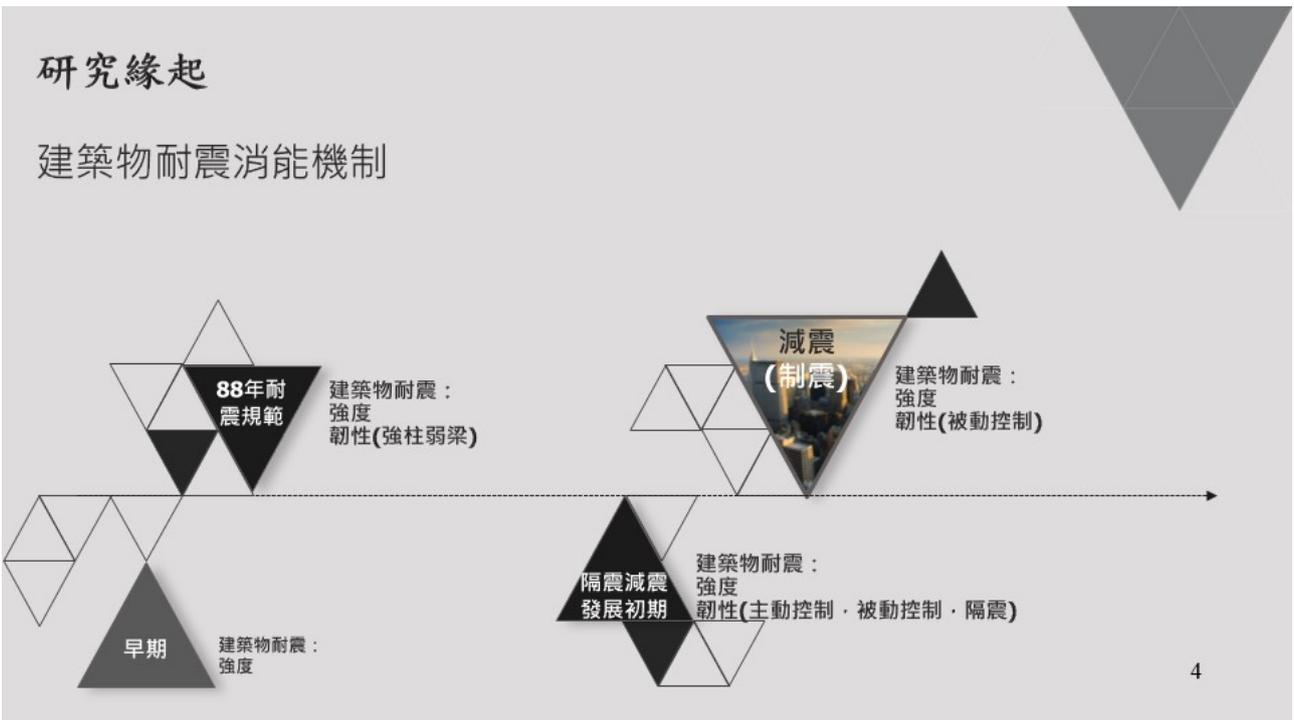
1. 建議本研究先瞭解國內潛在廠商意願，另若需增加實驗費用時，請做好成本效益分析。
2. 建議本研究內容納入國內現行的鋼構件防火被覆材料審核認可規定，增加抽查檢驗方式之可行性評估。

八、會議結論：

本次會議 6 項研究計畫通過。請計畫主持人參考與會同仁之寶貴意見，並請納入研究內容參採修正，使研究成果更為豐富完整。

九、散會：(下午 5 時 40 分)





研究緣起

建築物耐震韌性：被動控制
消能元件（或稱阻尼器）有很多種類



5

能受理承受軸力位移型消能元件性能試驗之設備

但目前國內並無相關試驗標準，多為參考國外規範或技術文件。

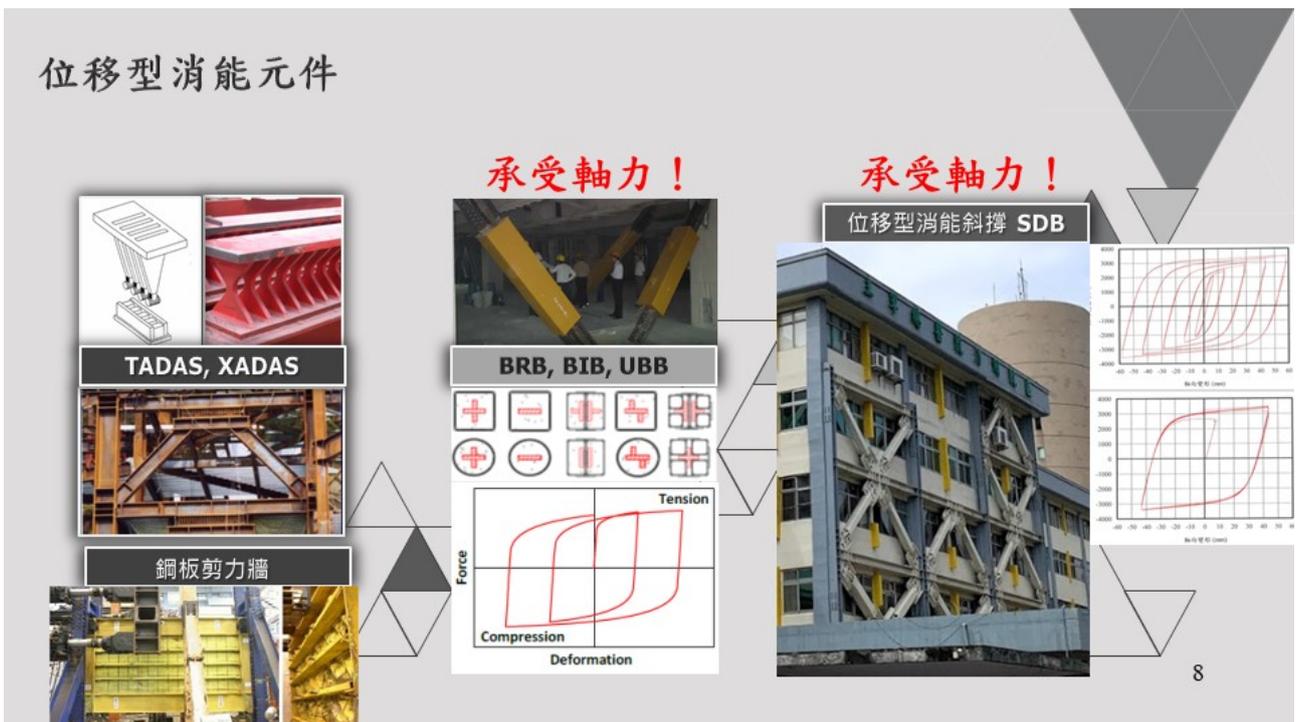
大多參採ANSI/AISC 341-10 (Seismic Provisions for Structural Steel Buildings)中K3節 (Cyclic Tests for Qualification of Buckling-Restrained Braces)之相關規定

日本UBB有部分是依日本建築中心(The Building Center of Japan)的BRB測試規定



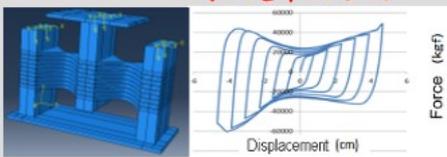
本所材料實驗中心



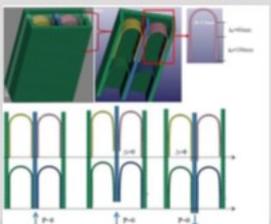


位移型消能元件

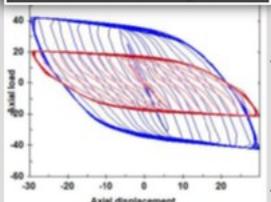
承受軸力！



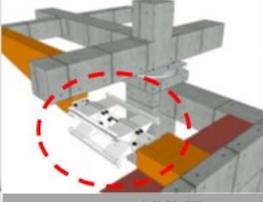
承受軸力！



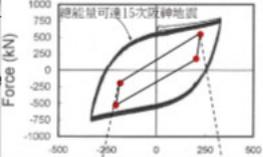
Flexure Based Energy Dissipating Device in Self-Centering Braces

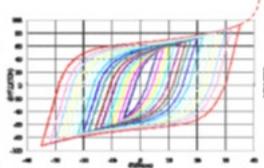


DADAS消能器

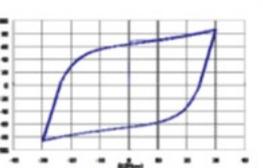


總能量可達15次罕見地震





消能器標準性能測試



消能器耐久性測試 (30圖)




9



03

研究目的





10

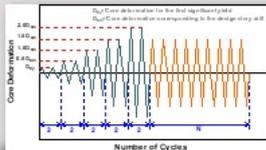
ANSI/AISC 341-10 K3節 規定

對BRB試體軸向加載並記錄試體受力與變形，包含標準加載歷程及疲勞加載歷程。

Δ_{by} 為構件發生初始降伏所對應之軸向變形量

Δ_{bm} 為設計樓層側位移角所對應之斜撐軸向變形量

這些合格標準都是針對BRB的檢驗！非BRB之消能元件需要不同的考量！

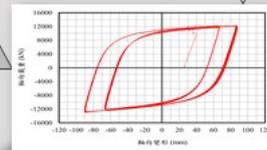
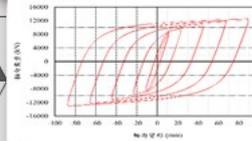


試驗合格標準

2.0 Δ_{bm} 未達到前，最大抗壓能力與抗拉能力之差值，應小於最大抗拉能力的30%，試驗構件不得發生斷裂現象。
遲滯迴圈需飽滿且具正向勁度。
疲勞破壞前之非線性累積變形須達200倍降伏位移。

- a) 對應於 Δ_{by} 之反覆加載2週次
- b) 對應於0.5 Δ_{bm} 之反覆加載2週次
- c) 對應於1.0 Δ_{bm} 之反覆加載2週次
- d) 對應於1.5 Δ_{bm} 之反覆加載2週次
- e) 對應於2.0 Δ_{bm} 之反覆加載2週次

標準加載歷程



疲勞加載歷程

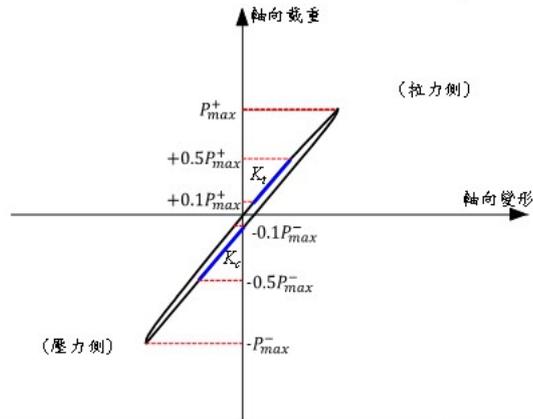
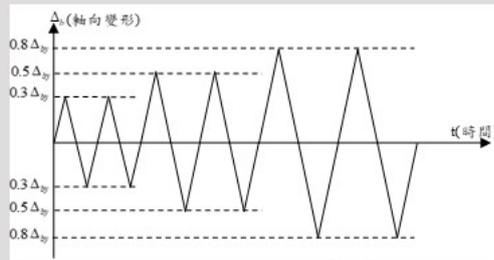
執行完標準加載歷程後，接著進行疲勞加載歷程，對應於 $\Delta_b = 1.5\Delta_{bm}$ 進行額外之拉、壓反覆加載，至試體破壞終止。

11

BRB彈性性能試驗

目前國內並無相關試驗標準，多為依委託單位要求之試驗程序進行。

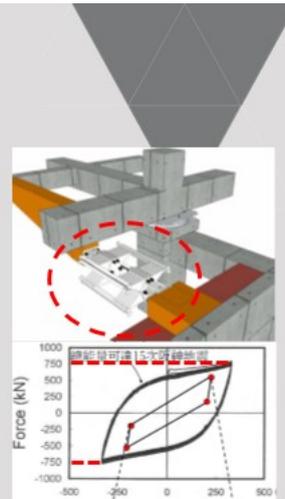
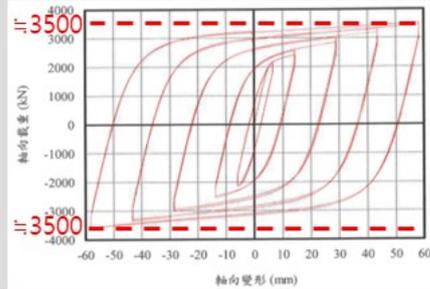
試驗所測得之挫屈束制支撐軸向勁度 K_{exp} 與依據理論公式所計算出之等效勁度 K_{eff} 之差異須小於15%



12

位移型消能斜撐 SDB

最大抗壓能力與抗拉能力之差值
遠小於最大抗拉能力的30%



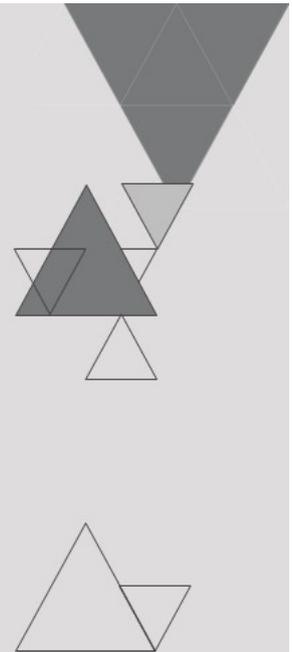
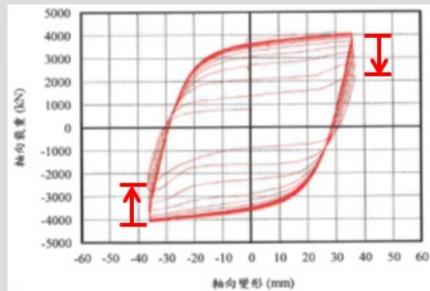
13

位移型消能斜撐 SDB

疲勞破壞前之非線性累積變形須達200倍降伏位移

疲勞試驗之尖峰強度：

應限制降低幅度(例:不得降低20%)



14



04

預期成果

15

預期成果

嘗試提出承受軸力位移型消能元件**彈性性能試驗方法**之國家標準草案。



嘗試提出承受軸力位移型消能元件**性能試驗方法**之國家標準草案。



16



附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表

附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表

附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表

「承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究」期中審查：

謝謝委員的意見，委員意見之回應將列表如下。

審查委員意見	執行單位回應
經濟部標準檢驗局 王技士義廷	
<p>(1) 有關本研究提出國家標準草案，係依據為 AISC 設計規範所編擬，而設計規範主要依據設計目的及條件，進行分析取得所需結果，以判斷是否符合規範要求，與國家標準的規定要求明確，有可靠的科學數據做為依據，主要參考國際標準或區域標準不同。國家標準應可明確規範適用對象、操作設備、操作程序、取樣方法、環境條件、數據產出方法、報告的要求、相關準確度及精密度等，不會因為不同設計條件規定而不同。AISC 屬於鋼結構的設計規範，要考量設計條件及結構系統等不同因素，產出數據也可能因設計不同而有差異。試驗法如無國際標準等相關標準可供參考時，建議實務上先建立大量可靠試驗數據，以建立試驗法標準化程序，不適宜直接作為國家標準之參考依據。</p> <p>(2) 一旦成為國家標準，現行採購法規定政府採購案如有國家標準應參考國家標準，即為強制性要求，所以建立國家標準宜有足夠佐證資料較為妥適。</p>	<p>由於 AISC 341-10 或 AISC 341-16 針對挫屈束制斜撐之試驗規定，均是以大量試驗結果所做出之試驗建議。且 AISC 是屬於 ANSI 國際標準，應足以為我國制定國家標準草案的依據。非屬挫屈束制斜撐之承受軸力位移型消能元件，因其在結構分析上有一樣的分析模式，建議應比照挫屈束制斜撐之試驗規定。</p> <p>由於 AISC 341-10 或 AISC 341-16 針對挫屈束制斜撐之試驗規定，均是以大量試驗結果所做出之試驗建議，再加上國內針對挫屈束制斜撐的試驗數量夠多，已有足夠佐證資料。</p>

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

中華民國全國建築師公會 江建築師支川	
<p>(1) 本研究的消能元件包含哪幾種產品？市面上的產品有油壓器、變形(挫屈)軟鋼、摩擦消能構件等等，是否都涵蓋在本研究的試驗範圍？</p> <p>(2) 消能元件產品有疲勞與劣化的問題，已經安裝的消能元件每隔一段時間(幾年?)，需要再檢測其性能嗎？若為需要，本研究有何建議？檢測費用將如何計算？由誰支付？</p> <p>(3) 消能元件產品日新月異，例如智慧型油壓消能器(日本東京五反田 SONY 大樓)，將隨著風力或地震力的程度，瞬間調整其性能，本研究試驗方法可涵蓋哪些領域，以因應消能元件的產品變化？</p>	<p>本研究係針對用以承受軸力位移型消能元件之試驗方法，其他型式消能元件非屬本研究內容範疇，建議另案研究。</p> <p>本研究係針對用以承受軸力位移型消能元件之試驗方法，消能元件是否定期檢驗之問題，非屬本研究內容範疇，建議另案研究。</p> <p>本研究係針對用以承受軸力位移型消能元件之試驗方法，消能元件是否定期檢驗之問題，非屬本研究內容範疇，建議另案研究。</p>
中華民國土木技師公會全國聯合會 林技師自勤	
<p>(1) 本研究報告書第 52 頁表 1，計有 4 項試驗檢核項目，與後面之試驗方法，能否匹配對應？</p> <p>(2) 本研究報告書第 18 頁所規定最大拉力或最大壓力為下降 20%，而報告書第 53 頁之最大拉力或最大壓力為下降 15%，是否應一致？</p> <p>(3) 承受軸力位移型消能元件的試驗方法與允收標準，可考慮併入施工規範內。</p>	<p>試驗檢核項目與試驗方法並非各自對應，而是依試驗方法完成整個試驗，再以試驗數據及結果進行檢核。</p> <p>此為期中報告書誤繕，應為 20%，現已於附錄三改善，謝謝委員指正。</p> <p>本研究係針對用以承受軸力位移型消能元件之試驗方法建議出國家標準草案，允收標準及是否納入施工規範，建議另案研究。</p>
中華民國結構工程技師公會全國聯合會 彭技師康瑜	
<p>(1) 對「承受軸力位移型消能元件」的定義，仍不夠明確。依</p>	<p>本研究之立論是基於在結構分析時，只要是承受軸力位移型消</p>

<p>據國際的一般分類，被動消能元件之位移型金屬降伏阻尼器，可分為 3 大類：(1)軸力拉壓降伏阻尼器(如 BRB)；(2)面外受彎降伏阻尼器(如 ADAS)及(3)面內受剪降伏阻尼器(如 SPSW)，不宜僅以型式上類似桿件，就歸類為第(1)大類。</p> <p>(2) 上述 3 類金屬降伏阻尼器的性能試驗與允收標準，應該考慮其各有特性上的要求，建議分開研擬。至於，第(1)類軸力拉壓降伏阻尼器(如 BRB)，因為新版建築物耐震設計規範(草案)之(附錄 C)挫屈束制支撐構件性能試驗，已規定採用 AISC 341-16 K3 的規定，且規定最大抗壓能力與抗拉能力之差值應小於 30%，建議研究報告能與設計規範相符合，較能為工程界所銜接及採用。</p> <p>(3) 有關試驗速率的律定，應該考慮耐震設計所面對的地震波特性和，例如：鄰近斷層的脈衝速度波，結構技師會有不同設定，另也必須考慮國內外現有實驗室試驗設備的能量與限制。</p>	<p>能元件，其分析模型之建立方式非常雷同，故較適合用同一方式進行檢驗。一般面外受彎降伏阻尼器(如 ADAS)及面內受剪降伏阻尼器(如 SPSW)在結構上安裝的方式，不屬於承受軸力位移型消能元件，故不屬於本研究之探討對象。</p> <p>一般面外受彎降伏阻尼器(如 ADAS)及面內受剪降伏阻尼器(如 SPSW)在結構上安裝的方式，不屬於承受軸力位移型消能元件，故不屬於本研究之探討對象。餘遵示辦理。</p> <p>考量試驗速率對位移型消能元件的影響不明顯，因此本研究不會建議在試驗程序考慮地震波特性和，本研究建議最低試驗速率，只是希望試驗不會因為速率太低造成試驗過程冗長及試驗設備能量耗損太多。</p>
<p>財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心 林研究員克強</p>	
<p>(1) 本研究針對「承受軸力位移型消能元件」，提出性能試驗方法，目標明確。</p> <p>(2) 建議收集不同形式的軸力構件，並確認其特徵的耐震性能需求，以決定其合格標準。</p> <p>(3) 有關試驗速率，建議先確認</p>	<p>謝謝委員肯定。</p> <p>本研究僅探討及建議試驗方法，合格標準建議另案研究之。</p> <p>由於本研究探討的消能元件皆</p>

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

<p>材料受試驗速率的影響，並先試算試驗所需時間，並考量試件受試驗速率特性的影響後，決定之。</p> <p>(4) 疲勞試驗的內容決定，應先確認疲勞試驗目的。</p>	<p>屬於鋼板材料，因此試驗速率的建議也是參考鋼板拉力試片的國家標準。</p> <p>依照 AISC 341-10 或 AISC341-16 規定，疲勞試驗係為滿足非線性累積變形達到降伏位移的 200 倍。</p>
<p>陳助理研究員士明</p>	
<p>(1) 本研究嘗試提出增訂承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法，及承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案，立意良好。</p> <p>(2) 國家標準之增訂，涉及試驗設備、試驗方法及試驗步驟的訂定，亦須考量技術成熟性，以及須普遍為業界所接受，故建議於研究過程宜一併考量。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p> <p>國內試驗挫屈束制斜撐已經非常成熟，而其他「承受軸力位移型消能元件」的結構用途多與挫屈束制斜撐相似，</p>
<p>陳組長建忠</p>	
<p>(1) ANSI 等先進國家標準，宜整體列出，再依研究及實務需求，做差異性調整成相關國家標準草案，比較容易讓國家標準研擬訂定機關，接受完成審訂與發布。</p> <p>(2) 預期成果兩項中，第 1 項是「彈性」性能試驗方法，第 2 項是性能試驗方法，好像第 2 項已包括第 1 項。</p> <p>(3) 試驗方法標準，宜於每一循環，或可中斷在合理的勞工安全工時，以及必要休息用餐之需求來研擬。</p>	<p>謝謝委員建議，本研究建議之標準草案已考量差異性進行調整。</p> <p>AISC 341 之規定係性能試驗，但國內常遇到業主要求進行彈性試驗，其試驗程序與性能試驗不同，故需要不同試驗方法。</p> <p>本研究僅針對試驗方法提出建議，實際執行時應由實驗室視情況判斷決定相關休息時間。</p>

附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表

「承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究」期末審查：

謝謝委員的意見，委員意見之回應將列表如下。

審查委員意見	執行單位回應
經濟部標準檢驗局 王技士義廷	
<p>(1) 國家標準如能參考國際相關標準制定應較為妥適。如無國際相關標準可供參考時，需有足夠的統計數據，實務上可先建立大量可靠試驗數據，以建立試驗法標準化程序之共識。</p> <p>(2) 國家標準應明確規範內容以達可據以執行，報告內之國家標準草案內容，其適用範圍所指承受軸力之位移型消能元件，是否可適用所有材質，或僅適用特定材質(如鋼材)，應有所說明，避免錯誤引用標準。草案內容僅列試驗方法歷程，略顯不足，相關使用之儀器設備，試樣尺寸，取樣方法，環境條件，數據產出、準確度、精密度及試驗報告等是否亦應有所規定，避免測試條件不一致，無法達到標準化之目的。</p>	<p>。</p> <p>。</p>
中華民國全國建築師公會 楊建築師勝德	
<p>(1) 90 年代大力推行 BRB，例如：文化大學體育館使用很多 BRB，當時營建產業施工水準差異很大，造價差異亦大，一級大廠都交給二級廠製作，品質堪虞，能有規範是件好事，但是如何驗收成品，比較困難。</p> <p>(2) 樂見透過試驗標準之訂定，</p>	<p>。</p> <p>。</p> <p>。</p>

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

審查委員意見	執行單位回應
<p>以規範施工者要遵行事項及監造者如何監造驗收。</p> <p>(3) 若未能達到 CNS 規範製作標準，建議可先在行政院公共工程委員會施工綱要規範訂定。</p>	
<p>中華民國土木技師公會全國聯合會 林技師自勤</p>	
<p>(1) 「承受軸力位移型消能元件」使用於建物上，目前國內的施工規範尚無此「施工與允收的方式」，因此建議未來各式的消能元件皆可放入施工規範，以利工程師執行作業。(若 CNS 同意，亦可於施工規範內註明允收標準需依據 CNS 規定。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ◦ ◦
<p>財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心 吳副研究員安傑</p>	
<p>(1) 本研究標的為「承受軸力位移型消能元件」，但文中所列 BRB 以外元件(報告書圖 1-1 至圖 1-5)均非屬軸力/軸向位移降伏型之消能元件，應釐清說明避免誤導。</p> <p>(2) ◦</p> <p>(3) ◦</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ◦ ◦
<p>財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心 沈助理研究員文成</p>	
<p>(1) ◦</p> <p>(2) ◦</p> <p>(3) ◦</p> <p>(4) ◦</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ◦ ◦ ◦
<p>陳助理研究員士明</p>	
<p>(1) ◦</p> <p>(2) ◦</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦
<p>陳組長建忠</p>	
<p>(1) ◦</p> <p>(2) ◦</p> <p>(3) ◦</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ ◦ ◦

附錄二 期中、期末審查會議審查意見回應表

附錄三 承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家
標準草案

中華民國國家標準

C N S

承受軸力位移型消能元件性能 試驗方法(草案)

**Performance test method of
displacement-dependent energy
dissipation devices bearing axial force**

目錄

節次	頁次
前言	55
1. 適用範圍	56
2. 引用標準	56
3. 用語及定義	56
3.1 消能元件 (ENERGY DISSIPATION DEVICES)	56
3.2 位移型消能元件 (DISPLACEMENT-DEPENDENT DEVICES)	56
3.3 挫屈束制斜撐 (BUCKING-RESTRAINED BRACE)	56
3.4 衝程 (STROKE)	57
3.5 降伏位移 D_{BY} (YIELD DISPLACEMENT)	57
3.6 設計位移 D_{BM} (DESIGN DISPLACEMENT)	57
3.7 平衡狀態 (BALANCE STATE)	57
3.8 彈性勁度 (ELASTIC STIFFNESS)	57
4. 試驗方法	57
4.1 外觀	57
4.2 材料	58
4.3 性能試驗方法	58

附錄三 承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

1. 適用範圍

本標準適用於承受軸力之位移型消能元件，典型的例子為挫屈束制斜撐。

2. 引用標準

下列之標準，係由於引用於本標準而構成為本標準之一部分。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 2111 金屬材料拉伸試驗法

CNS 12868 鋼鐵詞彙(試驗)

3. 用語及定義

本標準主要用語及符號的定義如下。

3.1 消能元件(Energy dissipation devices)

安裝在建築物或橋梁中，用於消散地震或風力引起的結構振動能量，或稱為阻尼器(damper)。

3.2 位移型消能元件(Displacement-dependent devices)

該消能元件的出力主要為兩端相對位移的函數，且原則上與兩端相對速度及運動頻率無關。

3.3 挫屈束制斜撐(Buckling-restrained brace)

安裝在建築物中，用於消散地震引起的結構振動能量，由核心單

附錄三 承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案

元、束制單元和介於此兩單元之間的脫黏層所組成的位移型消能元件。

3.4 衝程 (Stroke)

試驗機致動器作動使消能元件由平衡狀態伸長或縮短的致動器位移量。

3.5 降伏位移 D_{by} (Yield displacement)

消能元件由平衡狀態達到降伏時所伸長或縮短的位移量。

3.6 設計位移 D_{bm} (Design displacement)

消能元件於設計樓層側位移角所對應之斜撐軸向變形量，其中設計樓層側位移角不得小於層高的 1%。

3.7 平衡狀態 (Balance state)

初始出力等於零之狀態。

3.8 彈性勁度 (Elastic stiffness)

位移型消能元件降伏前的勁度。

4. 試驗方法

4.1 外觀

位移型消能元件之外觀檢測應採用目視及常規量測方式為之，惟外觀量測僅為確認試體正確性，實驗室不須對試體尺寸負責。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

4.2 材料

位移型消能元件所使用的各項鋼材應有原製造商或公正檢驗機構提供的品質證明書或檢驗報告。

4.3 性能試驗方法

位移型消能元件的性能應依表 1 規定進行試驗驗證。

表 1 位移型消能元件性能之試驗方法

項目		試驗方法
基本性能試驗	累積非彈性位移	<p>在環境溫度下採用位移控制之靜態加載試驗，加載歷程如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 衝程等於 D_{by} 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.00015/s)。 備註：等值應變為軸向變形量除以試體量測點之間的距離。2) 衝程等於 $0.5D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。3) 衝程等於 $1.0D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。4) 衝程等於 $1.5D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。5) 衝程等於 $2.0D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於

附錄三 承受軸力位移型消能元件性能試驗方法之國家標準草案

		<p>0.00015/s 至 0.01333/s)。</p> <p>6) 衝程等於 $1.5D_{bm}$ 之下進行連續循環加載(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)，直至達到極限狀態或整體基本性能試驗之累積非彈性位移達到降伏位移實測值的 200 倍以上。</p>
<p>試驗中所採用的極限狀態包含：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 消能元件斷裂破壞。2) 消能元件載重與位移之曲線呈現負勁度。3) 同一衝程之不同循環，最大拉力或最大壓力下降 20%。		

附錄四 挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準草案

中華民國國家標準

C N S

挫屈束制斜撐性能試驗方法 (草案)

Performance test method of buckling
restrained braces

目錄

節次	頁次
前言	65
1. 適用範圍	66
2. 引用標準	66
3. 用語及定義	66
3.1 挫屈束制斜撐 (BUCKING-RESTRAINED BRACE)	66
3.2 衝程 (STROKE)	66
3.3 降伏位移 D_{BY} (YIELD DISPLACEMENT)	66
3.4 設計位移 D_{BM} (DESIGN DISPLACEMENT)	67
3.5 平衡狀態 (BALANCE STATE)	67
3.6 彈性勁度 (ELASTIC STIFFNESS)	67
4. 試驗方法	67
4.1 外觀	67
4.2 材料	67
4.3 性能試驗方法	67

附錄四 挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準草案

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

1. 適用範圍

本標準適用於挫屈束制斜撐。

2. 引用標準

下列之標準，係由於引用於本標準而構成為本標準之一部分。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 2111 金屬材料拉伸試驗法

CNS 12868 鋼鐵詞彙(試驗)

3. 用語及定義

本標準主要用語及符號的定義如下。

3.1 挫屈束制斜撐(Buckling-restrained brace)

安裝在建築物中，用於消散地震引起的結構振動能量，由核心單元、束制單元和介於此兩單元之間的脫黏層所組成的位移型消能元件。

3.2 衝程 (Stroke)

試驗機致動器作動使消能元件由平衡狀態伸長或縮短的致動器位移量。

3.3 降伏位移 D_{by} (Yield displacement)

挫屈束制斜撐由平衡狀態達到降伏時所伸長或縮短的位移量。

3.4 設計位移 D_{bm} (Design displacement)

挫屈束制斜撐於設計樓層側位移角所對應之斜撐軸向變形量，其中設計樓層側位移角不得小於層高的 1%。

3.5 平衡狀態 (Balance state)

初始出力等於零之狀態。

3.6 彈性勁度 (Elastic stiffness)

挫屈束制斜撐降伏前的勁度。

4. 試驗方法

4.1 外觀

挫屈束制斜撐之外觀檢測應採用目視及常規量測方式為之，惟外觀量測僅為確認試體正確性，實驗室不須對試體尺寸負責。

4.2 材料

挫屈束制斜撐所使用的各項材料應有原製造商或公正檢驗機構提供的品質證明書或檢驗報告。

4.3 性能試驗方法

挫屈束制斜撐的性能應依表 1 規定進行試驗驗證。

表 1 挫屈束制斜撐性能之試驗方法

項目	試驗方法
----	------

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

<p>基本性能試驗</p>	<p>累積非彈性位移</p>	<p>在環境溫度下採用位移控制之靜態加載試驗，加載歷程如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 衝程等於 D_{by} 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.00015/s)。 備註：等值應變為軸向變形量除以試體量測點之間的距離。 2) 衝程等於 $0.5D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。 3) 衝程等於 $1.0D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。 4) 衝程等於 $1.5D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。 5) 衝程等於 $2.0D_{bm}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)。 6) 衝程等於 $1.5D_{bm}$ 之下進行連續循環加載(參考 CNS 2111，等值應變增加率應控制於 0.00015/s 至 0.01333/s)，直至達到極限狀態或整體基本性能試驗之累積非彈性位移達到降伏位移實測值的 200 倍以上。
<p>試驗中所採用的極限狀態包含：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 挫屈束制斜撐斷裂破壞。 2) 挫屈束制斜撐載重與位移之曲線呈現負勁度。 		

附錄四 挫屈束制斜撐性能試驗方法之國家標準草案

3) 同一衝程之不同循環，最大拉力或最大壓力下降 20%。

附錄五 承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之國家標準草案

附錄五 承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之
國家標準草案

中華民國國家標準

C N S

承受軸力位移型消能元件彈性 性能試驗方法(草案)

Elastic performance test method of
displacement-dependent energy
dissipation devices bearing axial force

目錄

節次	頁次
前言	73
1. 適用範圍	74
2. 引用標準	74
3. 用語及定義	74
3.1 消能元件 (ENERGY DISSIPATION DEVICES)	74
3.2 位移型消能元件 (DISPLACEMENT-DEPENDENT DEVICES)	74
3.3 挫屈束制斜撐 (BUCKING-RESTRAINED BRACE)	74
3.4 衝程 (STROKE)	75
3.5 降伏位移 D_{BY} (YIELD DISPLACEMENT)	75
3.6 平衡狀態 (BALANCE STATE)	75
3.7 彈性勁度 (ELASTIC STIFFNESS)	75
4. 試驗方法	75
4.1 外觀	75
4.2 材料	75
4.3 彈性性能試驗方法	76

附錄五 承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之國家標準草案

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

1. 適用範圍

本標準適用於承受軸力之位移型消能元件，典型的例子為挫屈束制斜撐。

2. 引用標準

下列之標準，係由於引用於本標準而構成為本標準之一部分。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 2111 金屬材料拉伸試驗法

CNS 12868 鋼鐵詞彙(試驗)

3. 用語及定義

本標準主要用語及符號的定義如下。

3.1 消能元件(Energy dissipation devices)

安裝在建築物或橋梁中，用於消散地震或風力引起的結構振動能量，或稱為阻尼器(damper)。

3.2 位移型消能元件(Displacement-dependent devices)

該消能元件的出力主要為兩端相對位移的函數，且原則上與兩端相對速度及運動頻率無關。

3.3 挫屈束制斜撐(Buckling-restrained brace)

安裝在建築物中，用於消散地震引起的結構振動能量，由核心單

附錄五 承受軸力位移型消能元件彈性性能試驗方法之國家標準草案

元、束制單元和介於此兩單元之間的脫黏層所組成的位移型消能元件。

3.4 衝程 (Stroke)

試驗機致動器作動使消能元件由平衡狀態伸長或縮短的致動器位移量。

3.5 降伏位移 D_{by} (Yield displacement)

消能元件由平衡狀態達到降伏時所伸長或縮短的位移量。

3.6 平衡狀態 (Balance state)

初始出力等於零之狀態。

3.7 彈性勁度 (Elastic stiffness)

位移型消能元件降伏前的勁度。

4. 試驗方法

4.1 外觀

位移型消能元件之外觀檢測應採用目視及常規量測方式為之，惟外觀量測僅為確認試體正確性，實驗室不須對試體尺寸負責。

4.2 材料

阻尼器所使用的各項鋼材應有原製造商或公正檢驗機構提供的品質證明書或檢驗報告。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

4.3 彈性性能試驗方法

位移型消能元件的性能應依表 1 規定進行試驗驗證。

表 1 位移型消能元件彈性性能之試驗方法

項目		試驗方法
彈性性能試驗	彈性勁度	<p>在環境溫度下採用位移控制之靜態加載試驗，加載歷程如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 衝程等於 $0.3D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$)2) 衝程等於 $0.5D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$)3) 衝程等於 $0.8D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$)

附錄六 挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法之國家標準草案

附錄六 挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法之國家標準草
案

中華民國國家標準

C N S

挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法 (草案)

Performance test method of buckling
restrained braces

目錄

節次	頁次
前言	81
1. 適用範圍	82
2. 引用標準	82
3. 用語及定義	82
3.1 挫屈束制斜撐 (BUCKING-RESTRAINED BRACE).....	82
3.2 衝程 (STROKE).....	82
3.3 降伏位移 D_{BY} (YIELD DISPLACEMENT).....	82
3.4 平衡狀態 (BALANCE STATE).....	83
3.5 彈性勁度 (ELASTIC STIFFNESS).....	83
4. 試驗方法	83
4.1 外觀	83
4.2 材料	83
4.3 性能要求	83

附錄六 挫屈束制斜撐彈性性能試驗方法之國家標準草案

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

1. 適用範圍

本標準適用於挫屈束制斜撐。

2. 引用標準

下列之標準，係由於引用於本標準而構成為本標準之一部分。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 2111 金屬材料拉伸試驗法

CNS 12868 鋼鐵詞彙(試驗)

3. 用語及定義

本標準主要用語及符號的定義如下。

3.1 挫屈束制斜撐(Buckling-restrained brace)

安裝在建築物中，用於消散地震引起的結構振動能量，由核心單元、束制單元和介於此兩單元之間的脫黏層所組成的位移型消能元件。

3.2 衝程 (Stroke)

試驗機致動器作動使消能元件由平衡狀態伸長或縮短的致動器位移量。

3.3 降伏位移 D_{by} (Yield displacement)

挫屈束制斜撐由平衡狀態達到降伏時所伸長或縮短的位移量。

3.4 平衡狀態 (Balance state)

初始出力等於零之狀態。

3.5 彈性勁度 (Elastic stiffness)

挫屈束制斜撐降伏前的勁度。

4. 試驗方法

4.1 外觀

挫屈束制斜撐之外觀檢測應採用目視及常規量測方式為之，惟外觀量測僅為確認試體正確性，實驗室不須對試體尺寸負責。

4.2 材料

挫屈束制斜撐所使用的各項材料應有原製造商或公正檢驗機構提供的品質證明書或檢驗報告。

4.3 彈性性能試驗方法

挫屈束制斜撐的性能應依表 1 規定進行試驗驗證。

表 1 挫屈束制斜撐彈性性能的試驗方法

項目	試驗方法
----	------

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

<p>彈性性能試驗</p>	<p>彈性勁度</p>	<p>在環境溫度下採用位移控制之靜態加載試驗，加載歷程如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 衝程等於 $0.3D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$) 2) 衝程等於 $0.5D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$) 3) 衝程等於 $0.8D_{by}$ 之下進行 2 次循環(參考 CNS 2111，應變增加率應控制於 $0.000015/s$ 至 $0.00015/s$)
---------------	-------------	--

附錄七 應變增加率計算過程

附錄七 應變增加率計算過程

鋼材彈性模數 $E_s=200 \text{ GPa}=200000 \text{ MPa}=200000 \text{ N/mm}^2$

當 $\sigma'=3 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}=E_s \varepsilon'$

$\varepsilon'=3/200000=0.000015/\text{s}$

當 $\sigma'=30 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$

$\varepsilon'=30/200000=0.00015/\text{s}$

$20\%/\text{min}=0.2/60=0.003333/\text{s}$

$80\%/\text{min}=0.01333/\text{s}$

假設 $L_0=3907 \text{ mm} \rightarrow$ 速率 $\Delta'=\varepsilon' L_0$

$\Delta'=0.0586 \text{ mm/s}$ for $\sigma'=3 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$

$\Delta'=0.586 \text{ mm/s}$ for $\sigma'=30 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$

$\Delta'=13.02 \text{ mm/s}$ for $20\%/\text{min}$

$\Delta'=52.08 \text{ mm/s}$ for $80\%/\text{min}$

參考書目

1. 張富進，「談耐震、隔震、制震、補強設計」，技師報第 288 期。
2. 汪向榮、游忠翰、林旺春，「減震與隔震技術-建築的盔甲與防護罩」，科學發展，第 519 期，第 6-11 頁，2016 年 3 月。
3. Black, C., Makris, N., and Aiken, I., “Component Testing, Stability Analysis and Characterization of Buckling-Restrained Unbonded Braces”, September 2002.
4. 陳正誠，「韌性同心斜撐構架與韌性斜撐構材之耐震行為與設計」，結構工程期刊，第十五卷，第一期，第 53-78 頁，2000 年。
5. 科普講堂「以助人為出發點，談『挫屈束制支撐技術』」網頁，<https://www.narlabs.org.tw/xscience/cont?xsmsid=0I148638629329404252&sid=0I164519147303132265>，財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心。
6. 蔡克銓、吳安傑、莊明介、林保均，「挫屈束制支撐 建築耐震新法」，營建知訊，第 364 期，第 28-40 頁，2013 年。
7. 制震設備介紹網頁，<https://www.sinotech.org.tw/zh/SinotechDevices.aspx>，中興工程顧問社。
8. 莊國榮，中華民國專利公報公告編號：M278717，「地震消能器」，2005 年 10 月。
9. 賴裕光，中華民國專利公報公告編號：I324204，「減震消能器」，2010 年 5 月。
10. 張富進，「談制震系統」，技師報第 286 期。
11. 吳賴雲、鍾立來、施閔元、黃國倫、陳家乾、林昭葳，「鋼筋混凝土結構加勁消能補強之耐震能力評估」，中華民國第七屆結構工程研討會論文集，O23，2004 年。
12. 張權，中華民國專利公報公告編號：I449832，「消能型金屬接合板消能機構」，2014 年 8 月。
13. ANSI/AISC 341-10, “Seismic Provisions for Structural Steel Buildings,” American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 2010.
14. ANSI/AISC 341-16, “Seismic Provisions for Structural Steel Buildings,” American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, Illinois, 2016.
15. Toru Takeuchi, Akira Wada, Ryota Matsui, Ben Sitler, Pao-Chun Lin, Fatih Sutcu, Hiroyasu Sakata, Zhe Qu, “Buckling-Restrained Braces and Applications,” Japan

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

Society of Seismic Isolation, 2017.

16. 經濟部標準檢驗局，中華民國國家標準：金屬材料拉伸試驗法(CNS 2111)，台北，2013。

承受軸力位移型消能元件彈性及性能試驗方法之標準研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：黃國倫

出版年月：110 年 11 月

版次：第一版

ISBN：