英全結構・新光鋼技術團隊

# 新 世 紀 建 築 技 術
# A S B D 隔震系統研討會

**大綱**

- 隔震系統演進
- 採用ASBD隔震系統理由
- 華航採用之理由
- 系統介紹
- 施工流程
- 案例介紹



## 宿命

20世紀末迄今短短15年內，因超越當地法規紀錄而遭受的地震災難如下：

1994年－美國加州北嶺大地震
（M6.8，傷亡11918人）

1995年－日本阪神大地震
（M7.2 ，傷亡50215人）

1999年－台灣集集大地震
（M7.3 ，傷亡13756人）

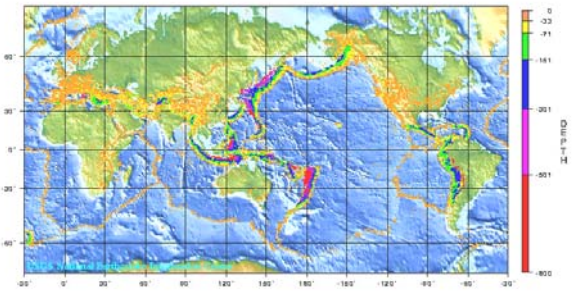
2008年－大陸汶川大地震
（M7.9 ，傷亡50萬人以上）

面臨地震災難是人類生活在地球上無法脫離的“宿命”

UNIDO（聯合國工業發展組織）將隔震系統列為21世紀抗震防災的主流。

World Seismicity: 1975 - 1995

世界地震帶



# 目前世界上隔震系統之演進

類彈簧隔震系統 ⟶ 滑動式隔震系統

LRB（鉛心橡膠支承墊） ⟶ HDR（高阻尼橡膠支承墊） ⟶ FPS（磨擦單擺支承墊） ⟶ ASBD（低磨阻雙曲面單擺）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 專利國 | 紐西蘭<br>日本推廣 | 日本推廣 | 美國 | 台灣<br>（美、歐、日、大陸區） |
| 支承墊使用材料 | 橡膠、鉛（環保問題） | 橡膠<br>及專利性配方 | 不鏽鋼、鍍鉻、鍍鐵氟龍<br>（專利性磨耗材） | 不鏽鋼、鐵氟龍片<br>（不受軸力、速度之影響） |
| 空間影響 | 須設隔震層(1.8M~2.5M)<br>(多出一層結構費用) | 須設隔震層(1.8M~2.5M)<br>(多出一層結構費用) | 須設隔震層(1.8M~2.5M)<br>(多出一層結構費用) | 不須設隔震層 |
| 系統力學行為 | 支承墊須負擔水平<br>及垂直力 | 支承墊須負擔水平<br>及垂直力 | 支承墊須負擔水平<br>及垂直力 | 高承載低摩阻支承墊<br>高性能消能器 〉分工 |
| 施工期 | 20~30天 | 20~30天 | 20~30天 | ≦7天 |

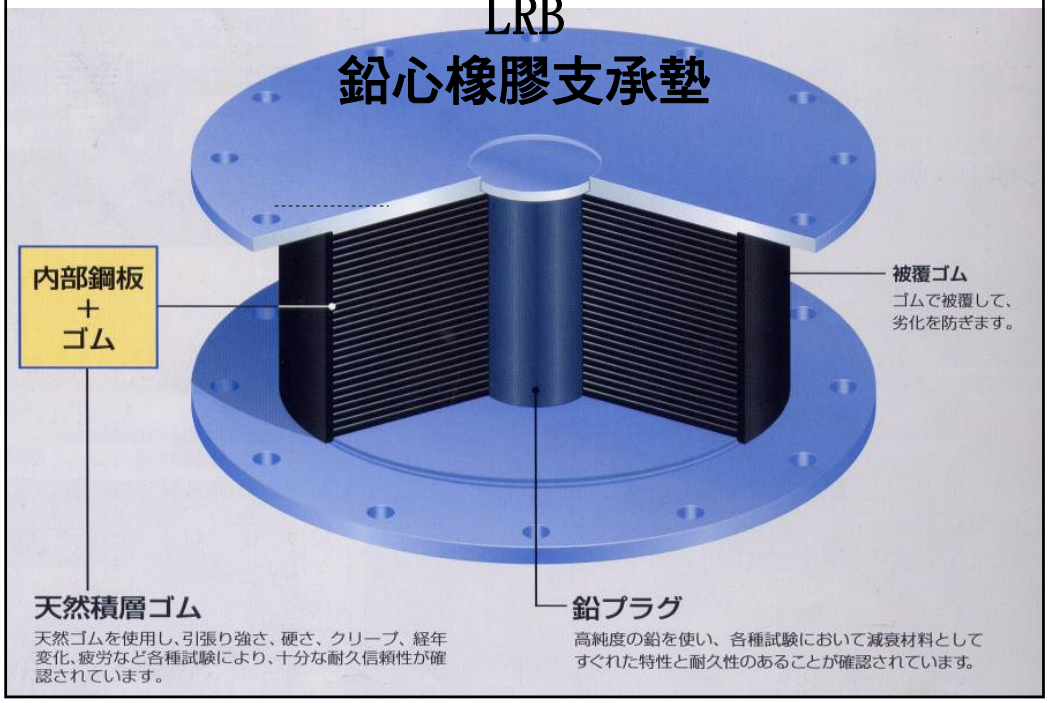
## 採用防災型ASBD隔震系統之十大理由（普通版）

一.更安全：（2500年回歸期地震規模）
二.省鋼筋（骨）：（傳統鋼筋量150~170kg/㎥降至110~130kg/㎥）
三.無須設置隔震層：（不增加開挖深或總樓高）
四.品管易控制：（韌性要求降至彈性要求）
五.施工期短：（小於7天不影響工期）
六.結構力系簡單：（水平力、垂直力各自獨立）
七.解決地震搖晃恐懼感及防止貴重物品掉落。
八.客戶（住戶、建設公司）意見：（希望天天有地震）
九.無使用期限及維修問題。
十.唯一經中華建築中心評鑑優良隔震工法、國家發明創作金牌獎及結構工程學會建築金獎產品。

## 採用防災型ASBD隔震系統之理由（專業版）

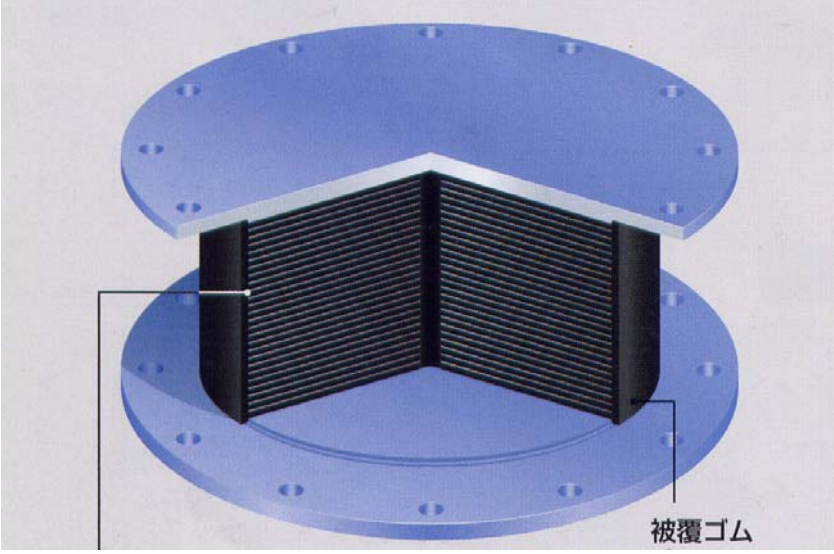
一.系統儲能週期6.24sec，任何地面結構及各種地質均適用。
二.系統具抗扭性。
三.系統隔震效果監測化。
四.結構設計更簡單。
五.設計資源平台共享。
六.無使用性之限制：
- 新舊建物
- RC,SRC,SS
- 高科技廠房,醫院,博物館,核電廠
- 無高度限制(解決抗風,抗震之衝突性)

# LRB
# 鉛心橡膠支承墊



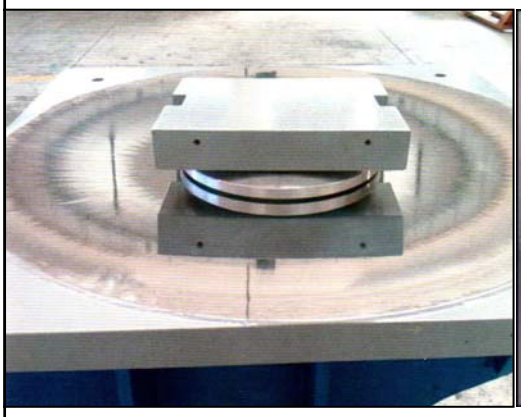
HDR

# 高阻尼橡膠支承墊




FPS

# 磨擦單擺支承墊



# ASBD
# 低磨阻雙曲面單擺支承墊

## 華航園區NOVOTEL旅館擴建工程

本案採用**ASBD**隔震系統之理由業主訴求

**1.**容積量夠**(7**層樓地版**)** ，限高及限挖要求。

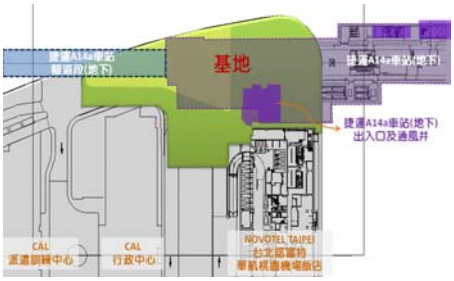
**2.**捷運頂版不得有載重。

**3.**降低地震反應。

**4.**經濟性及施工性。

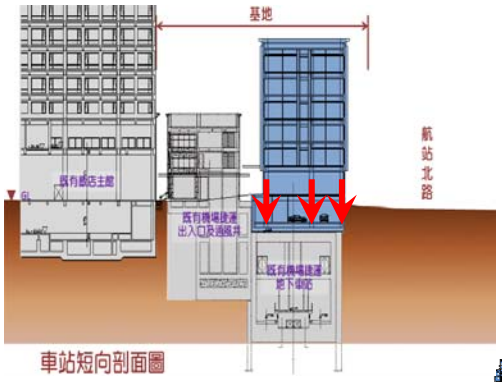
CHINA AIRLINES

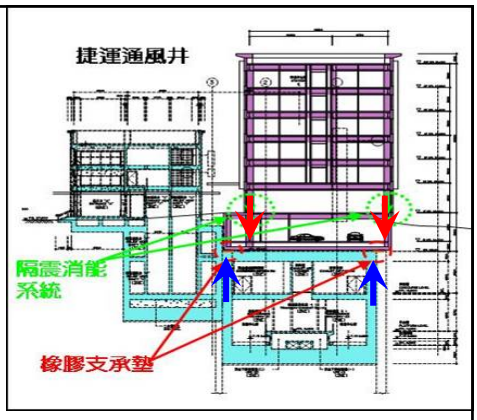
機場旅館站(A14a)剖透視圖

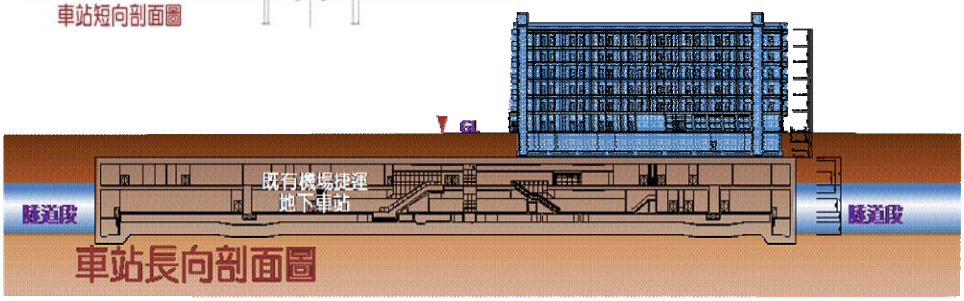



基地與機場旅館站(A14a)車站關係圖

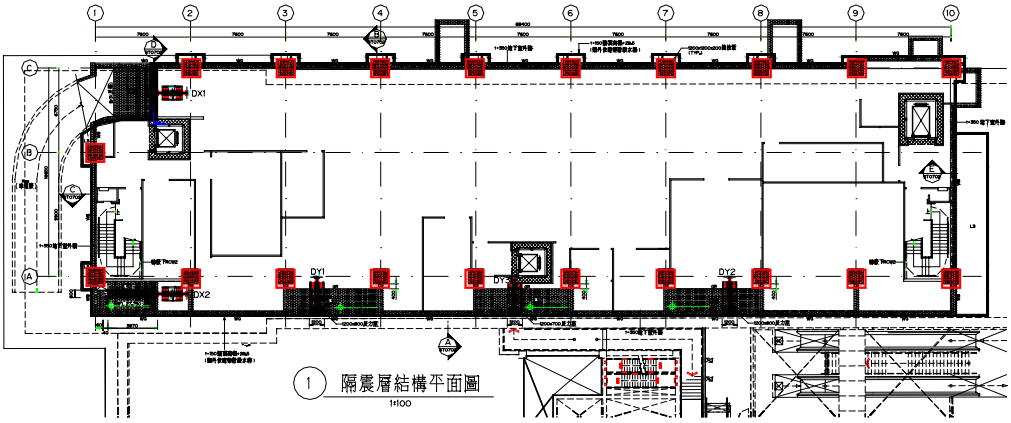
# 介紹-進行中案例（二）



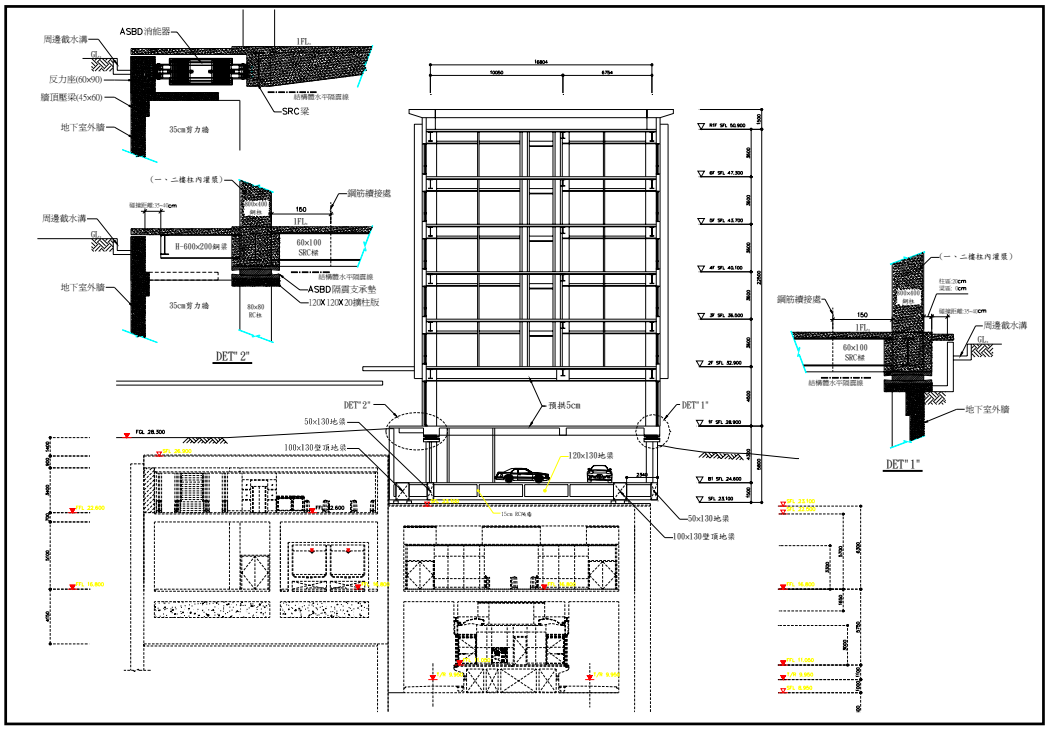



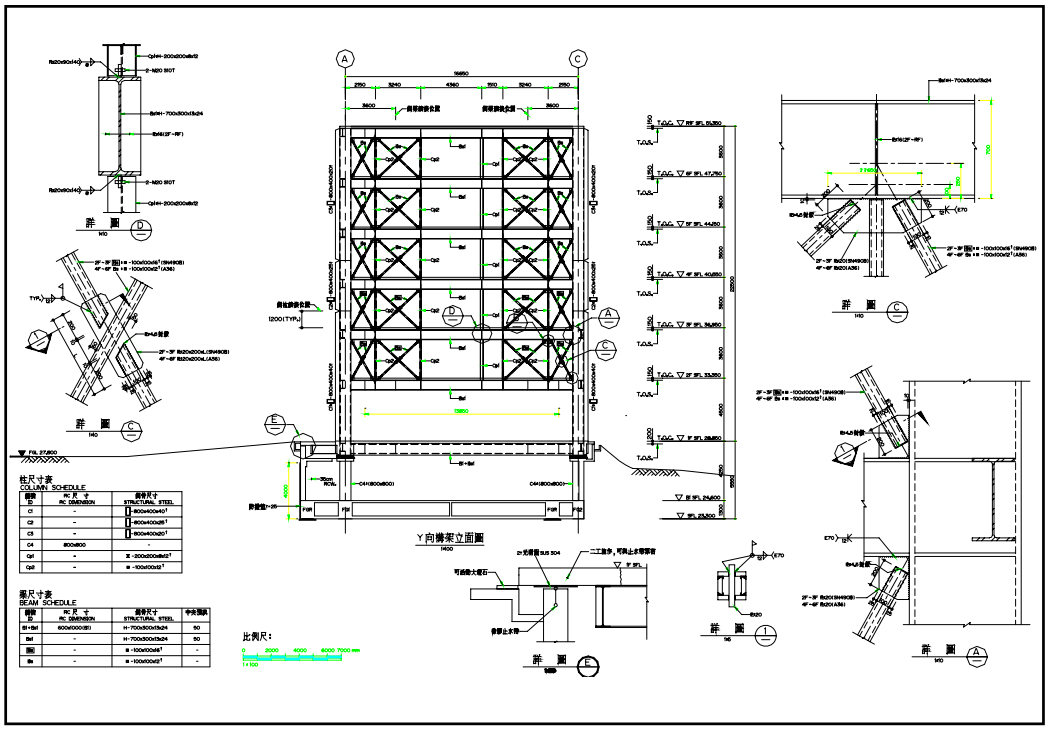





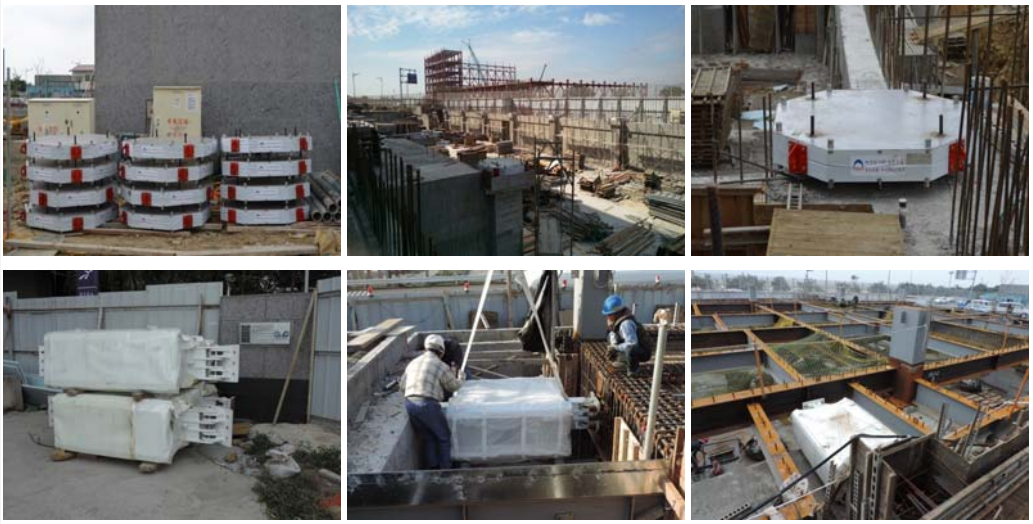

隔 震 層 結 構 平 面 圖


ASBD消能器
周邊截水溝
反力座(60x90)
牆頂壓梁(45x60)
地下室外牆
35cm剪力牆
SRC梁
結構體水平隔震線
(一、二樓柱內灌漿)
鋼筋續接處
H-600x200鋼梁
60x100 SRC梁
ASBD隔震支承墊
120X120X30鋼柱版
80x80 RC柱
DET" 2"
DET" 1"
預拱5cm
50x130地梁
100x130壁頂地梁
120x130地梁
15cm 花崗石


詳圖
Y向構架立面圖
柱尺寸表
COLUMN SCHEDULE
梁尺寸表
BEAM SCHEDULE
比例尺:

## 介紹－完工案例（六） 華航園區華航園區NOVOTEL旅館擴建工程

支承墊安裝



消能器安裝



## 介紹－完工案例（六） 華航園區華航園區NOVOTEL旅館擴建工程

中興顧問參訪　　華航業主及中興顧問參訪　　業主及建築師參訪

中華民國建築技術學會參訪　　工程顧問參訪　　宜蘭大學參訪

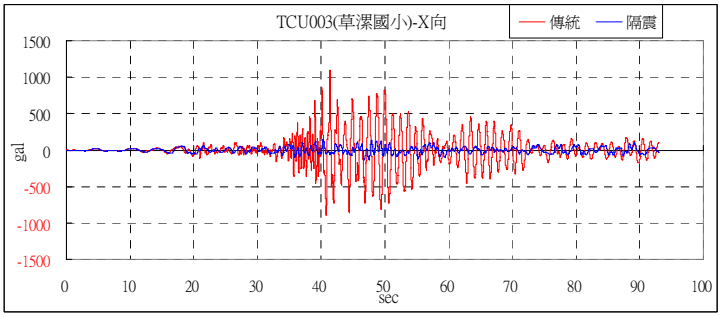
## 介紹－完工案例（六） 華航園區華航園區NOVOTEL旅館擴建工程

## 1.TCU003-頂層加速度分析（工址2500年回歸期280gal）

X向

傳統：1097gal

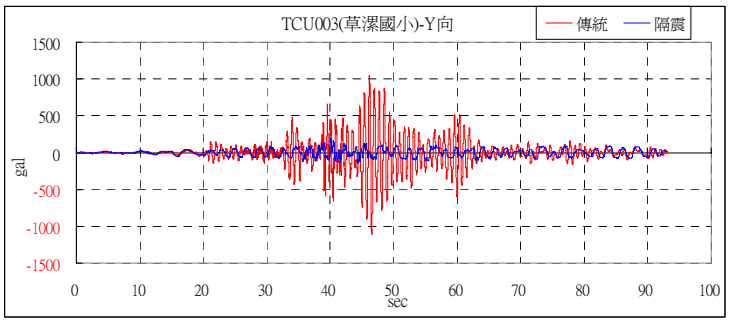
隔震：169gal



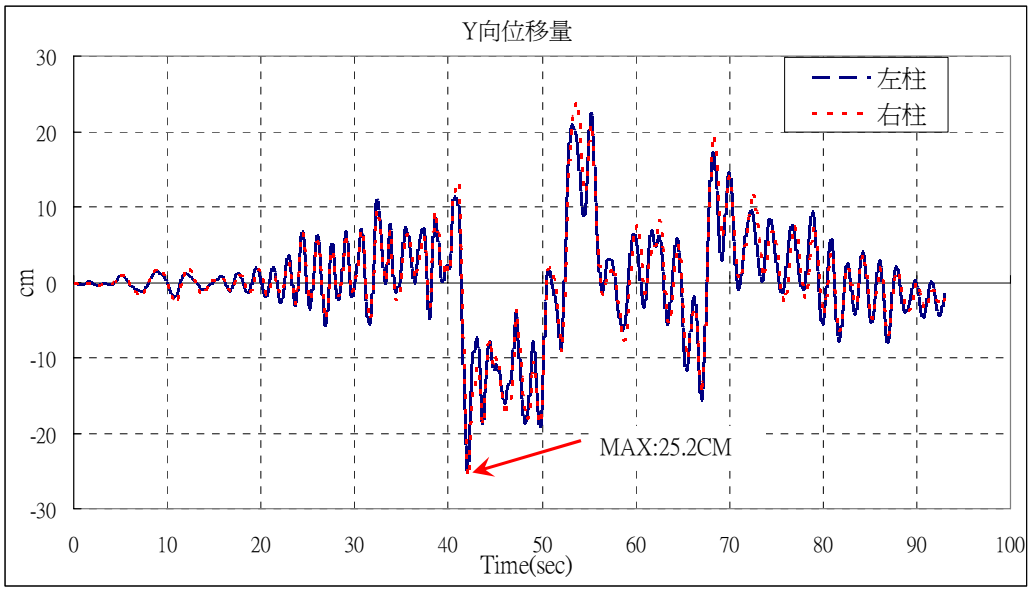

Y向

傳統：1107gal

隔震：196gal



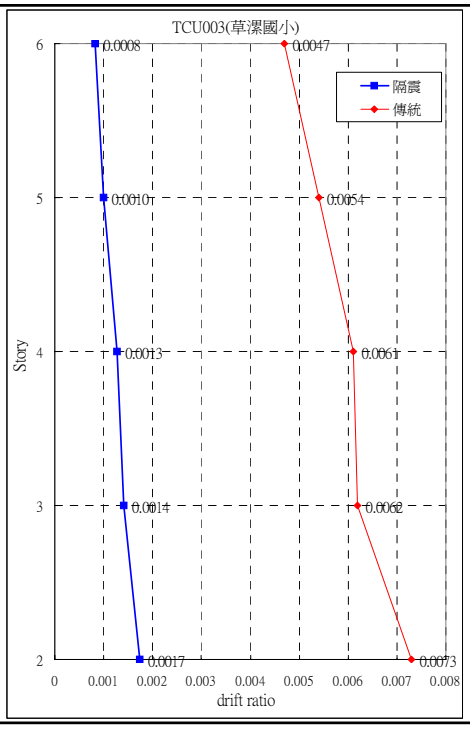
# Y向位移量分析




## 1.TCU003-層間變位

**傳統－DRIFT（MAX）：0.0073**

**隔震－DRIFT（MAX）：0.0017**



# 隔震系統－介紹

軸式　策劃組合　彎矩　消能器

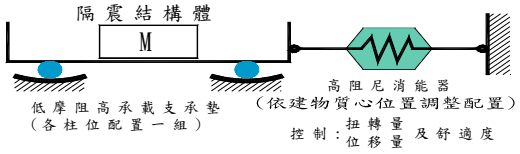
ASBD 隔震系統之涵義：( Axial Scheme of Bending type Damper )

ASBD隔震系統是一套力學行爲 非常單純有效的 優良隔震系統：

高承載低摩阻支承墊 ＋ 高阻尼值消能器 各自分工、力學行爲單純的完美結構系統

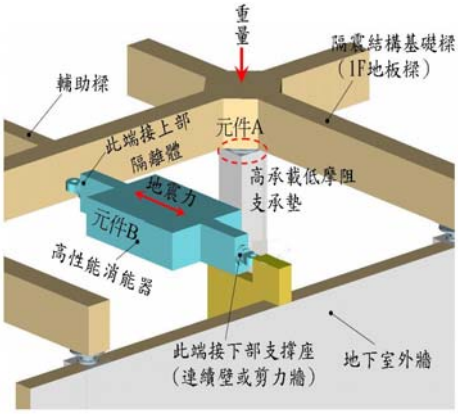
垂直力系：元件A　　水平力系：元件B

（支撐建物重量）　　（控制水平地震力）

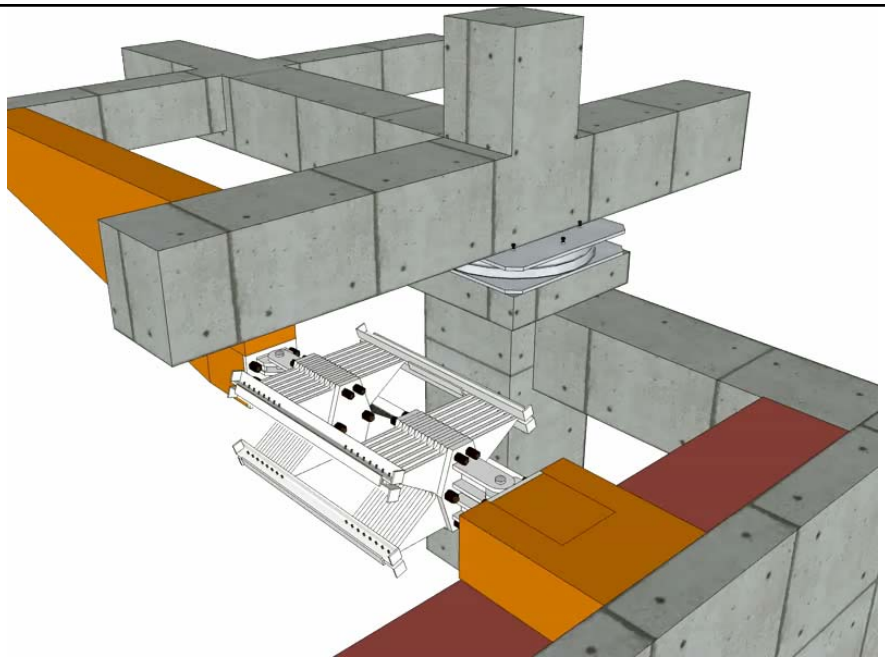



系統理論示意圖

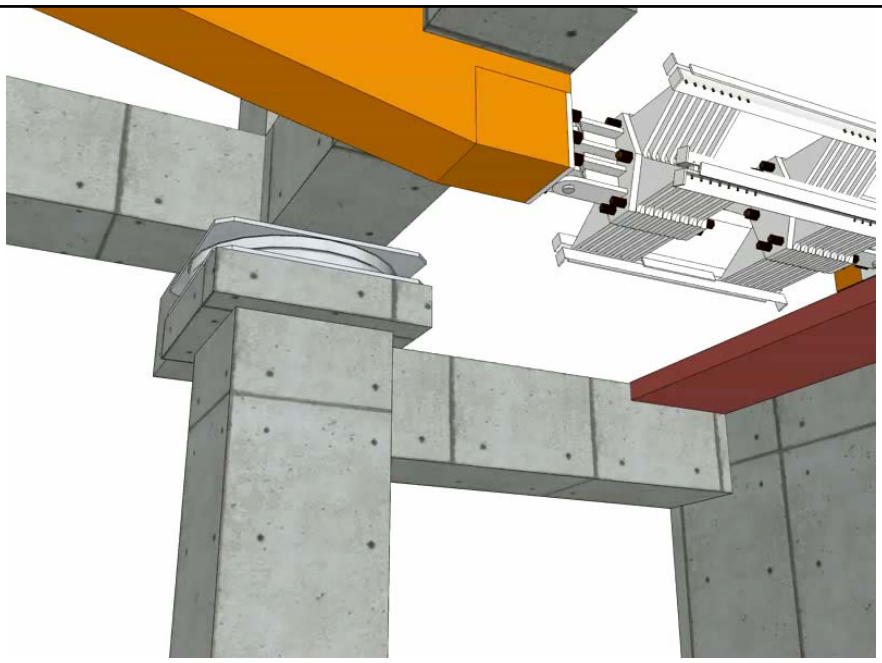
系統安裝示意圖





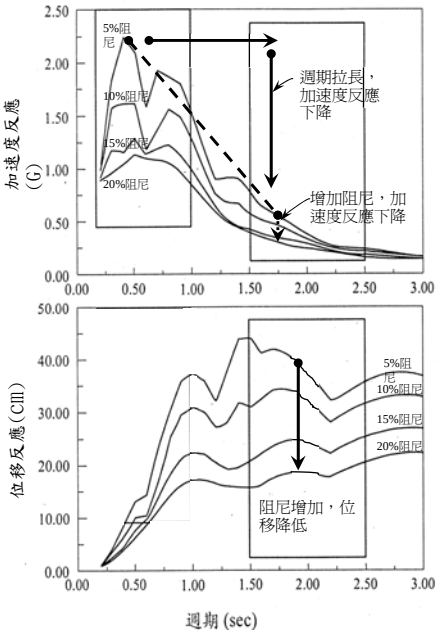
ASBD隔震系統運作情況

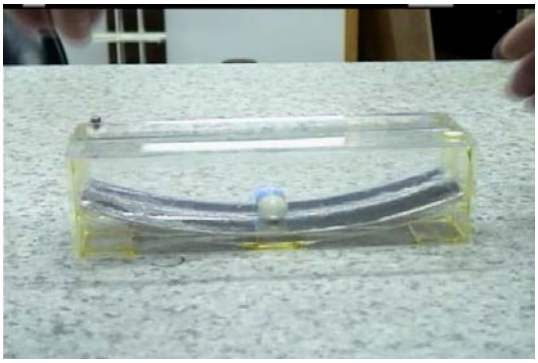


ASBD隔震系統運作情況

## 隔震系統－介紹

## 隔震原理



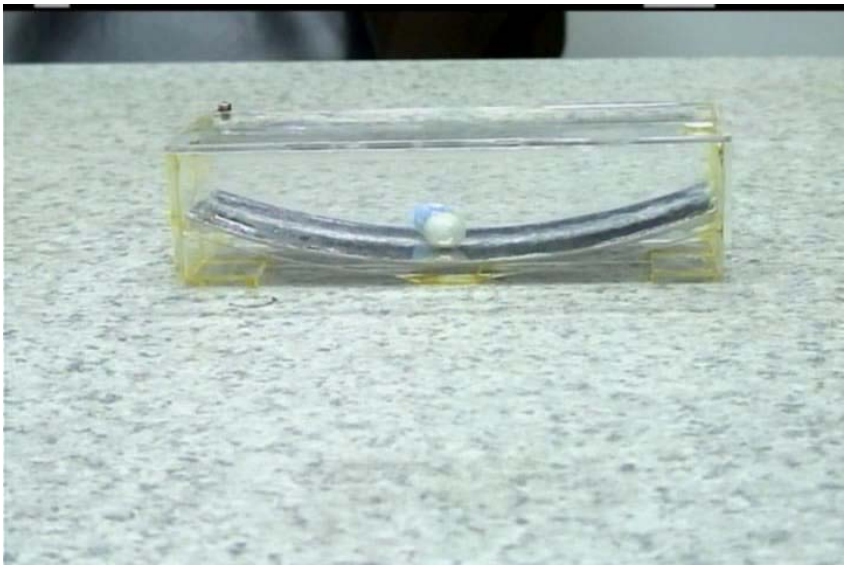



說明：隔離體承受單次地震能量

隔離體（藍色球）→ 週期(T)變長
隔離體（藍色球）→ 加速度(G)變小
隔離體（藍色球）→ 位移量(D)變小
原因：藍色球進行阻尼消能（水阻力）

## 隔震系統－介紹

說明：隔離體在連續地震時 籃球（有消能） 白球（無消能） 時之運動情形。

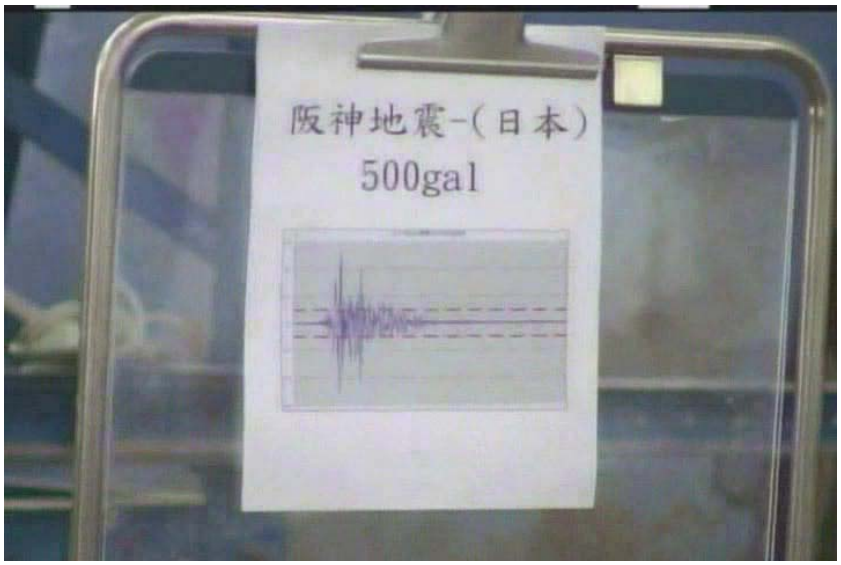




## 隔震系統－介紹

國家地震中心系統測試實驗

說明：三層鋼構隔震性能試驗（EL：0.4G、KOBE：0.5G 、921集集：0.5G ）



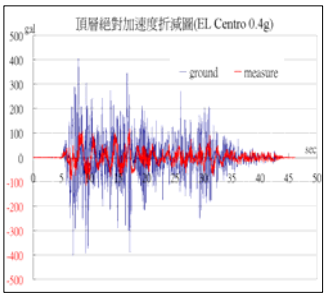
# 隔震系統－介紹

ASBD隔震系統是一套經國家地震中心測試成功之系統（三層實體鋼骨結構）

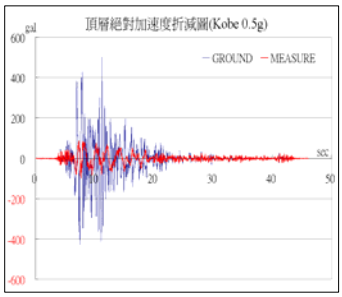
一、ASBD消能器具有極優良之變形及消能特性。

二、ASBD隔震系統可視爲一較安全保守的結構系統。

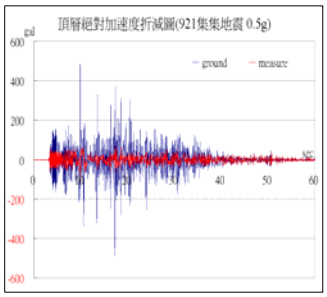
三、ASBD隔震系統可以正確被分析模擬。




EL Centro 0.4g 隔震效果




阪神地震 0.5g 隔震效果




921集集地震 0.5g 隔震效果

ASBD隔震系統其阻尼器經中華建築中心評鑑

一、力學原理簡單，且具有優越性能的阻尼器（等效阻尼比40%/40cm以上）。

二、配合習用之支承墊，經國家地震中心測試，確能發揮優越隔震功能。

三、該產品雖無年限之限制，但仍可隨時輕易更換，其耐久性試驗之總能量足可耐15次921地震。

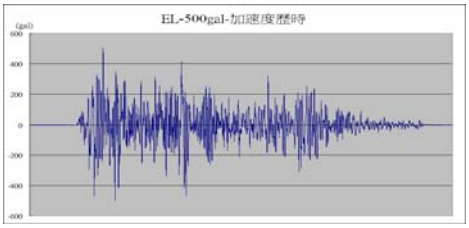


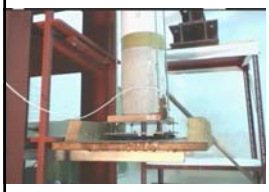
# 隔震系統－介紹

說明：ASBD隔震系統在EL500gal下之安全性及舒適性定性試驗

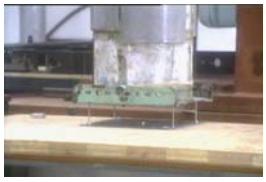
高寬比爲10：1之建物（混凝土試體）
左下方試體爲傳統系統（未隔震）
右上方試體爲隔震系統之試驗過程

地震歷時：EL 500gal



隔震系統之弱柱
高 / 寬＝ 20 / 1



未隔震之弱柱
高 / 寬＝ 20 / 1
之破壞過程

舒適性測試：
小朋友站於隔震系統內吃東西

## 隔震系統－介紹　　ASBD 隔震 與 制震 之 比較

說明：隔震系統－直接隔離大部分地震能量進入結構體（後者模型）

制震（減震）系統－地震能量全部進入結構體，再以消能桿件消耗能量（前者模型）

## 隔震系統－介紹

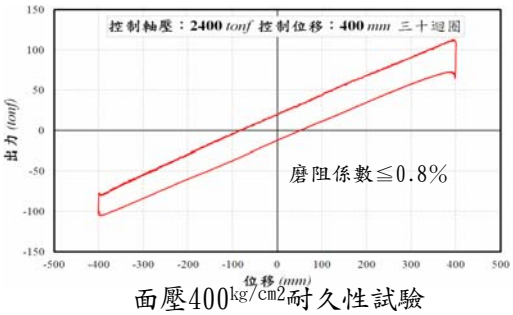
### 系統元件（A）

SBD 高承載 低磨阻　球面型支承墊－世界之“最”

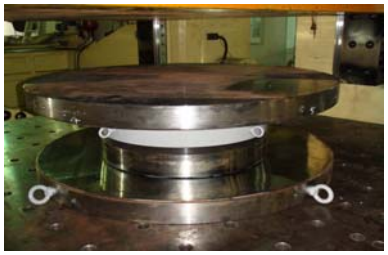
**優越性能：**

1. 承載力高且均勻
   允許面壓Pa＝ 250kg / cm²、 極限面壓Pu＝ 600kg / cm²
   制式成品軸力可達 5000 TON 以上
2. 低磨阻，$\mu \leq 1\%$
3. 耐磨試驗 16 km 約 1600 次阪神地震
4. 重力式恢復力，具有消除結構體扭轉效應
5. 安裝施工簡易（約 2～3 天）

ASBD隔震系統支承墊
在國家地震中心試驗現況




面壓400kg/cm2耐久性試驗



SGS測試台上支承墊
不須錨定仍具隔震效果

## 隔震系統－介紹　系統元件（A）　支承墊耐久試驗

說明：接觸面壓400kg/cm$^2$，±40cm 60迴圈測試。　垂直軸力Pa：2400T

## 隔震系統－介紹　系統元件（A）　支承墊抗扭性試驗

說明：不同重量在球面型系統（左側）及類彈簧系統（右側）之抗扭性試驗。

## 隔震系統－介紹　系統元件（A）　支承墊抗扭性試驗

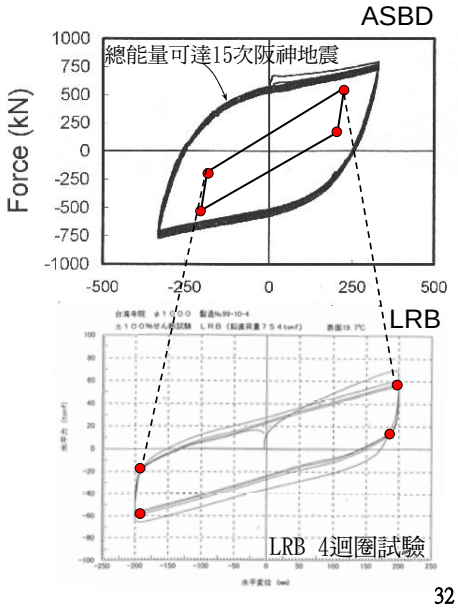
說明：偏心結構在EL 0.5G下之抗扭性試驗。

## 隔震系統－介紹　系統元件（B）

ASBD消能器－世界之“最”

### 優越性能：

1.位移量可達80cm以上（斷層帶用）
2.有效阻尼比最高，可達40%以上
3.耐久性最高，可連續消耗15次阪神地震能量以上，消能性能不變
4.被動性恢復力，可依建物質心位置彈性配置，降低建物扭轉效應
5.安裝施工簡易（約2~3天）



## 隔震系統－介紹　系統元件（B）　消能器實驗機

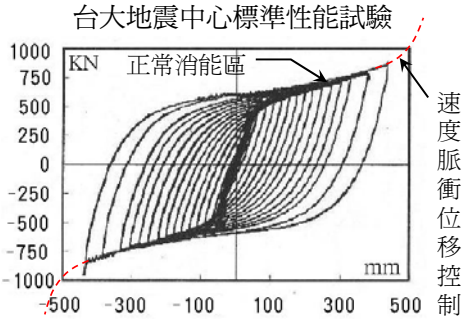
說明：ASBD 消能器之耐久性實驗機

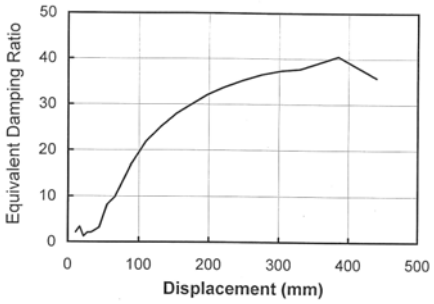
## 隔震系統－介紹　系統元件（B）

台大地震中心75噸/40cm性能試驗

國家地震中心150噸/40cm性能試驗

台大地震中心標準性能試驗




圖八　試驗之設計隔震位移與等效阻尼比關係圖

## 隔震系統－介紹　系統元件（B）

### 消能器－耐久性實驗

2.5 T / 2 5 cm

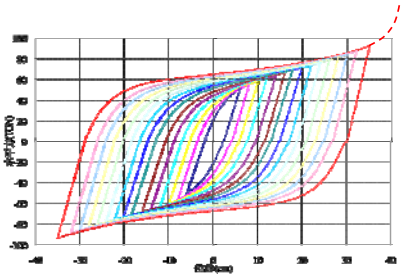
說明：低樓層（別墅）之消能器。

90 T / 3 5 cm

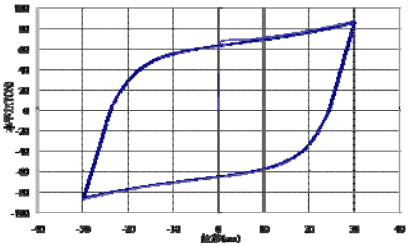
說明：大樓建物之消能器。



## 隔震系統－介紹　系統元件（B）高性能消能器性能測試表



消能器標準性能測試



消能器耐久性測試（30圈）

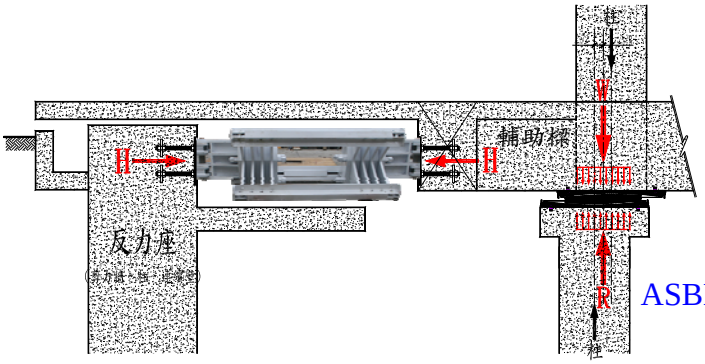
## 現有隔震系統－比較

### 隔震層空間影響

LRB：需2M以上，可能影響建築高度或容積。

ASBD：0~0.5M，不影響高度及容積。

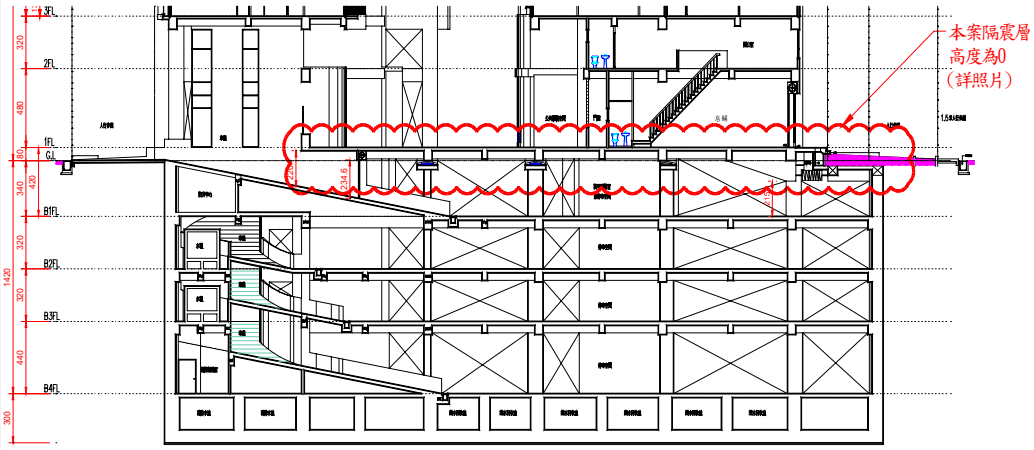
LRB




ASBD



## 現有隔震系統－比較　隔震層空間影響




縱向剖面圖　A1=S:1/150
A3=S:1/300

ASBD案例

## 現有隔震系統－比較 ASBD 隔 震 層 現 況

## 國內外發明專利及獎狀 專 利 資 料

支承墊－台灣專利

阻尼器－台灣專利（一）

阻尼器－台灣專利（二）

支承墊－美國發明專利
專利號碼：US 7530555 B2

阻尼器－美國發明專利（一）
專利號碼：US 6799400 B2

阻尼器－美國發明專利（二）
專利號碼：US 7549257 B2

## 國內外發明專利及獎狀 專利資料

支承墊－日本發明專利

阻尼器－日本發明專利

阻尼器－義大利發明專利

支承墊－大陸專利

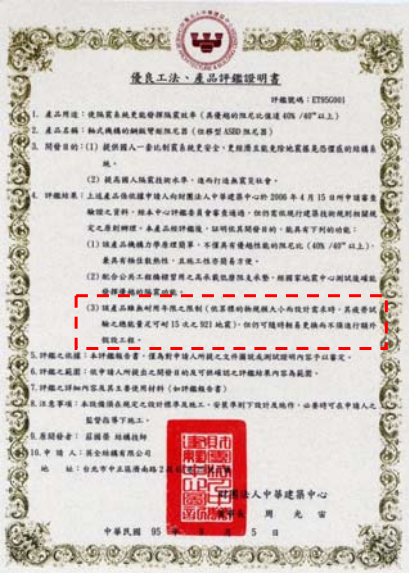
阻尼器－大陸專利（一）

阻尼器－大陸專利（二）



## 國內外發明專利及獎狀

### ASBD 隔震系統－優良工法、產品評鑑

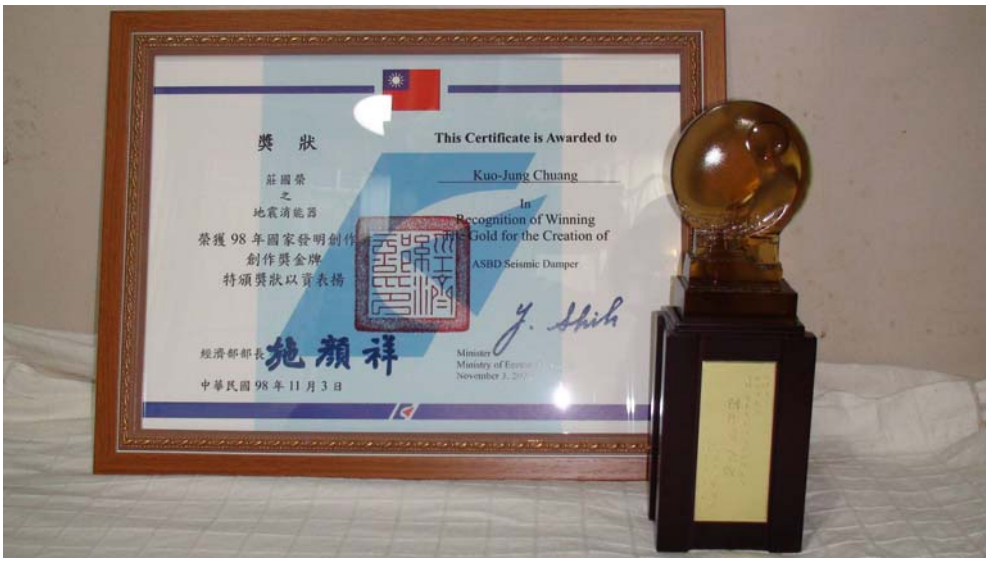


優良工法、產品評鑑證明書

(3)該產品雖無耐用年限之限制(依某標的物規模大小而設計需求時，其疲勞試驗之總能量足**可耐15次之921地震)**，但仍可隨時輕易更換而不須進行額外假設工程 。

## 國內外發明專利及獎狀

### 經濟部－國家發明創作金牌獎



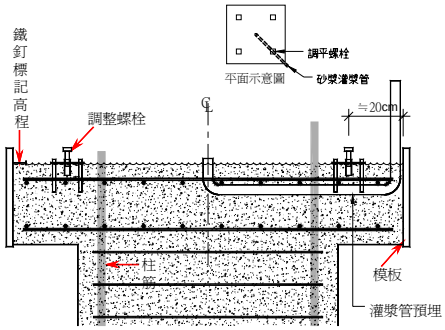



## 國內外發明專利及獎狀

### 結構工程學會－建築結構金獎

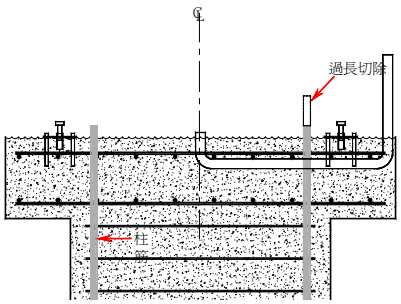
# 支承墊施工流程

- 力係單純化：水平力、垂直力獨立
- 設計精簡化：設計參數簡化
- 經濟效益高：元件製作簡化，隔震效果好
- 應用多元化：新、舊建物，無隔震層均適用
- 易施工、施工期短：約3天
- 具第二道安全防線：消能器具有三線性消能




步驟一(柱體灌漿及預埋調整螺栓)

a.灌漿前檢查預定完成面高度(高程標記於模板)。
b.預埋無收縮砂漿灌漿管。
c.混凝土初凝前埋入調整螺栓。

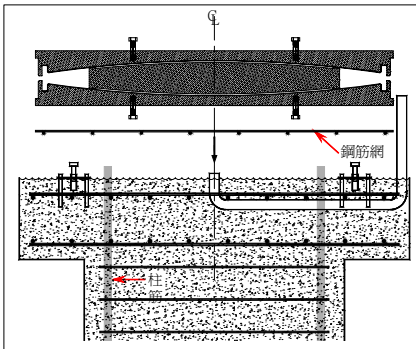



步驟二(柱位放樣)

a.支承墊中心線放樣。
b.調整螺栓高度及水平。

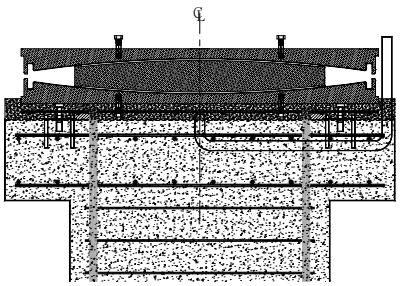
# 支承墊施工流程

- 力係單純化：水平力、垂直力獨立
- 設計精簡化：設計參數簡化
- 經濟效益高：元件製作簡化，隔震效果好
- 應用多元化：新、舊建物，無隔震層均適用
- 易施工、施工期短：約3天
- 具第二道安全防線：消能器具有三線性消能




步驟三(吊放隔震墊)

a.放置鋼筋網。
b.吊放隔震墊。
柱心誤差≦5mm以內
高程誤差≦10mm以內
墊面水平≦1/500以內



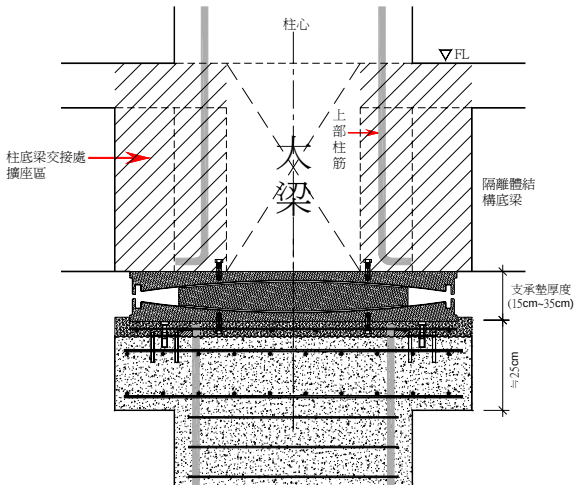
步驟四(灌注無收縮水泥砂漿)

a.封側模，並由柱心灌漿管壓力灌注無收縮水泥砂漿(f'c≧550kg/cm2)。

b.漿體面須高於底座鈑面。

# 支承墊施工流程

- 力係單純化：水平力、垂直力獨立
- 設計精簡化：設計參數簡化
- 經濟效益高：元件製作簡化，隔震效果好
- 應用多元化：新、舊建物，無隔震層均適用
- 易施工、施工期短：約3天
- 具第二道安全防線：消能器具有三線性消能



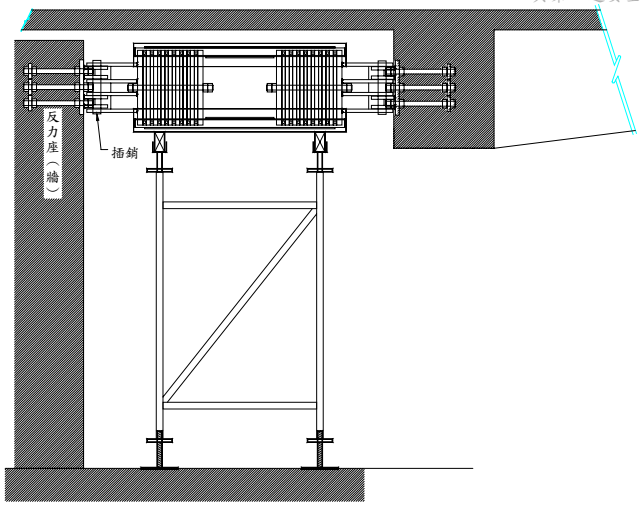

步驟五(繼續上部結構施工)

a.支承墊定位性檢查並記錄。

b.各柱位標記統一水準點(依需要施作，用於觀測結構體之不均勻沉陷)。

# 消能器施工流程

- 力係單純化：水平力、垂直力獨立
- 設計精簡化：設計參數簡化
- 經濟效益高：元件製作簡化，隔震效果好
- 應用多元化：新、舊建物，無隔震層均適用
- 易施工、施工期短：約3天
- 具第二道安全防線：消能器具有三線性消能




步驟一
消能器錨定座
澆置混凝土

步驟二
支撐架組裝

步驟三
消能器移入

步驟四
上部結構組
模、灌漿

# 介紹－完工案例（一）和新建設臨沂街案(7樓)

**建築概述：**

1.基地面積：217.9㎡

2.使用機能：

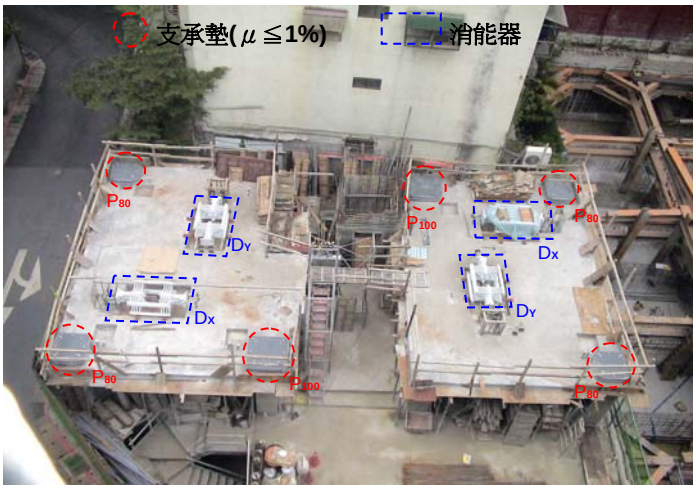
2F~7F：一般住宅(左右兩戶各15坪)

1F：公共梯聽、汽機車升降機入口

B1F~B2F：機械停車

| 編號 | Pa：承載力（T） | 1.75Pa | 數目 |
|---|---|---|---|
| $P_{80}$ | 200T | 350T | 4 |
| $P_{100}$ | 350T | 600T | 2 |

| 編號 | 起始勁度 | 降伏勁度比 | 降伏力 | 數目 |
|---|---|---|---|---|
| $D_X$ | 12 T/㎝ | 0.05 | 35T | 2 |
| $D_Y$ | 12 T/㎝ | 0.05 | 35T | 2 |




**結構概述：**

本基地使用經國震中心測試通過之ASBD隔震系統。

1.本工程使用6組具抗扭性高承載球面支承墊及使用4組可對稱配置之高阻尼40%/40㎝消能器。

2.隔震層設於1F頂，高40㎝。

40㎝ { 20㎝-RC隔音版 / 20㎝-支承墊高



# 介紹－完工案例（一）臨沂街案－支承墊安裝現況

## 介紹-完工案例(一)臨沂街案－阻尼器安裝現況

## 介紹-完工案例(一)【入圍作品】

(A)

工程顧問公司參選

台北市防災中心

LRB 隔震 ⟶

(B)

工程顧問公司參選

台中亞緻飯店

⟵ 44層鋼骨制震

(C) ASBD 隔震

和新建設臨沂街案

## 介紹－完工案例（一）

中華民國結構工程學會

技術卓越

建築結構金獎

## 介紹－完工案例（二）

上冠建設－長沙街新建案(15樓)

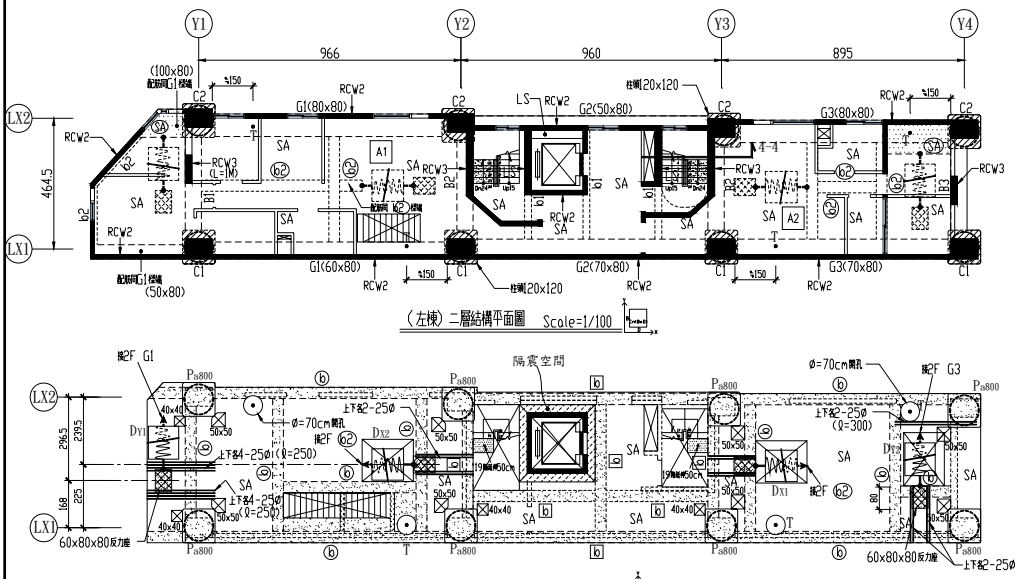
結構審查單位：台北市結構技師公會

國家地震中心教授

本工程使用 ASBD 隔震系統
高承載支承墊：8座
高阻尼消能器：4組
結構系統特性：建物高寬比 H/W≒10

基地位置

## 介紹－完工案例（二）上冠建設－長沙街新建案（15 樓）







結構平面配置

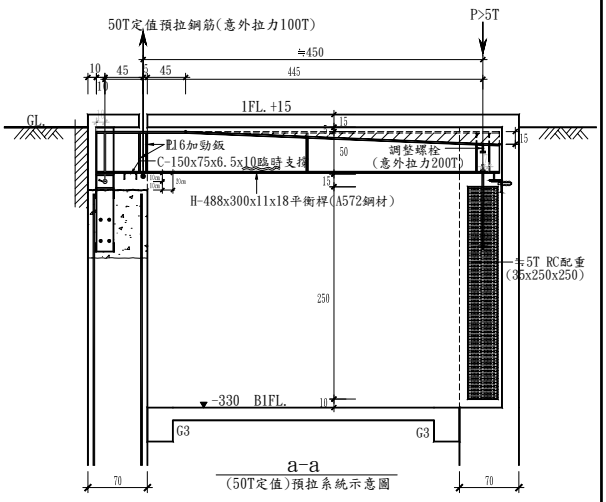
DYN ： 80Tx2高性能消能器(有效阻尼比=35%/35cm)
DXN ： 75Tx2高性能消能器(有效阻尼比=35%/35cm)
Pa800 ： 高承載支承墊(摩阻係數f≦1.0%)
⊙ T ： 50ton 預拉鋼索(4處)



## 介紹－完工案例（二）長沙街案－隔震系統安裝現況

## 介紹－完工案例（二）長沙街案－隔震系統安裝現況

## 介紹－完工案例（二）長沙街案－預拉系統安裝現況



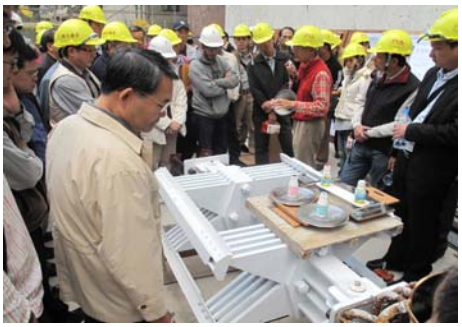

a-a
(50T定值)預拉系統示意圖

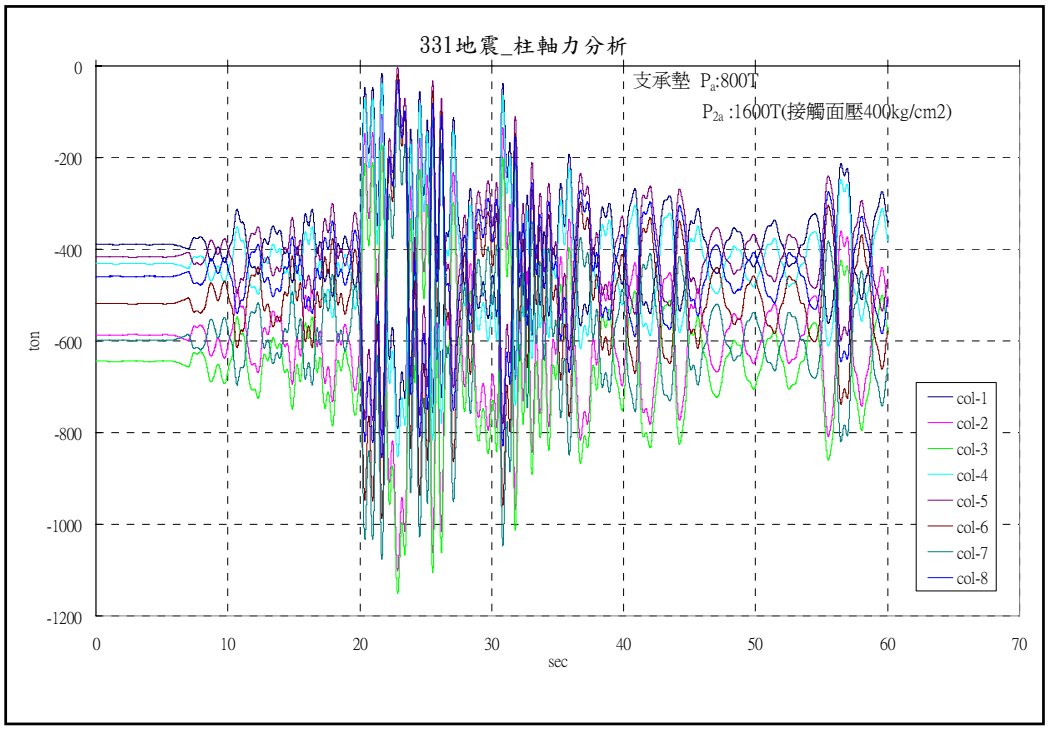
## 介紹－完工案例（二）

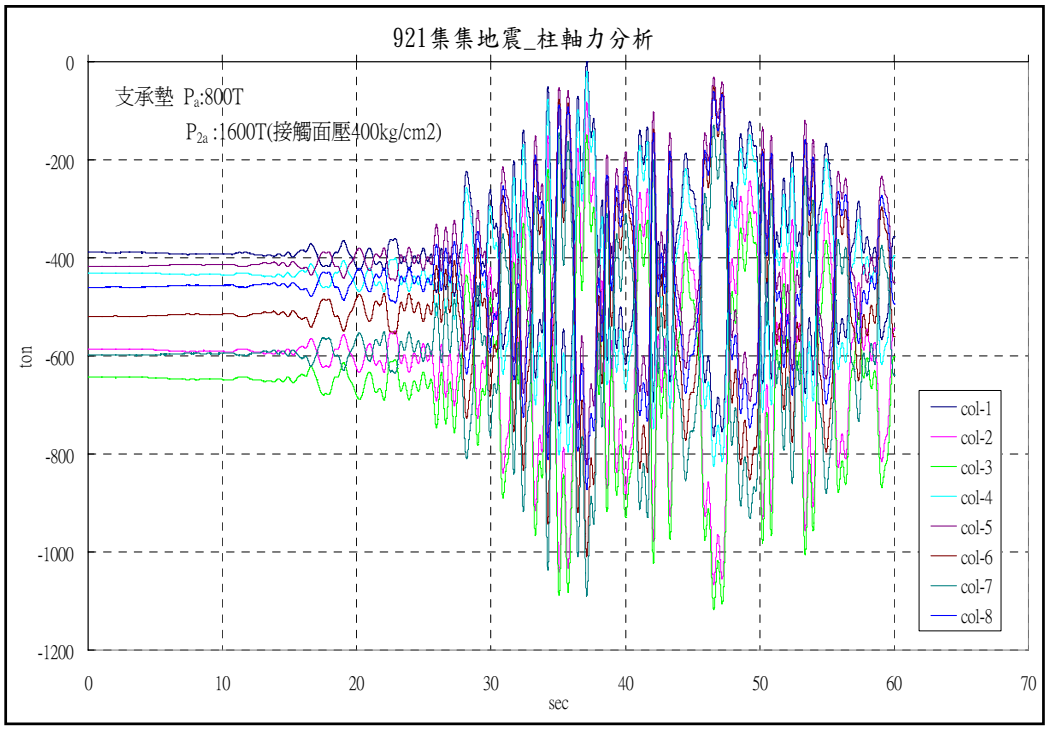
預拉系統安裝現況

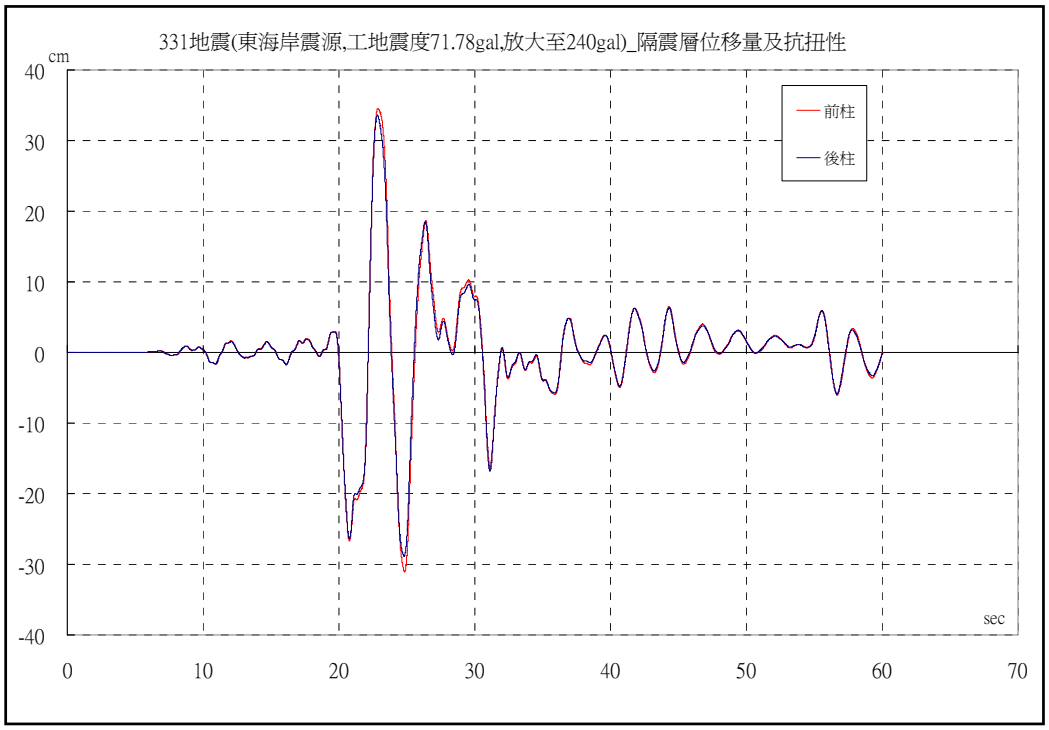
長沙街正立面現況

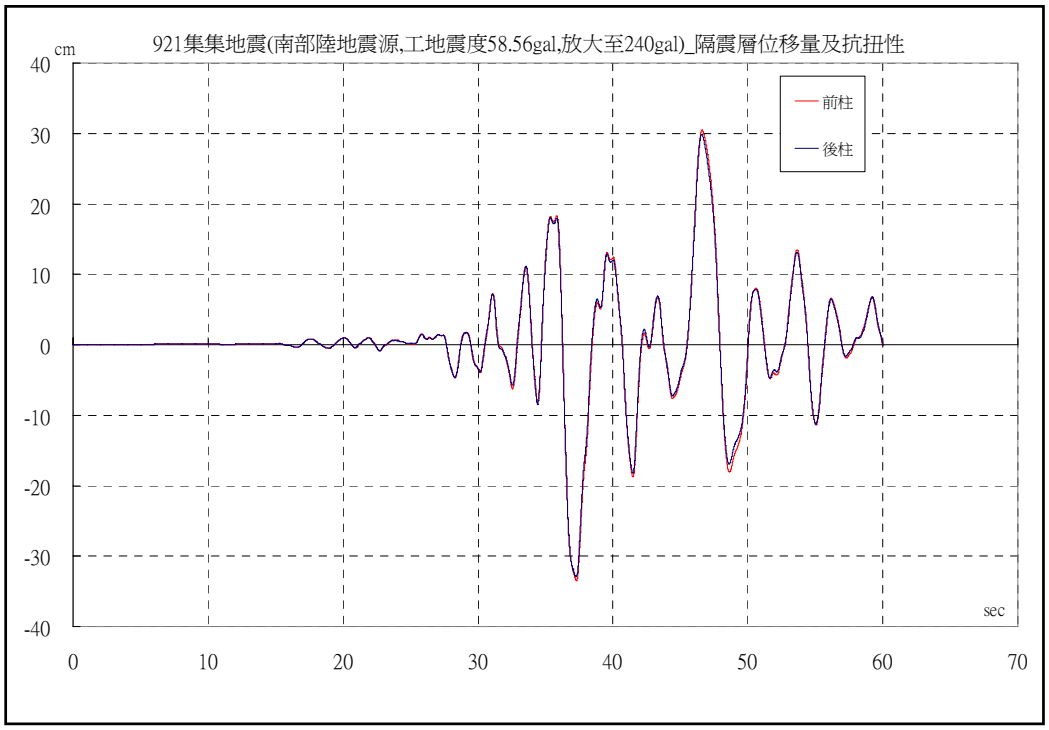
## 介紹－完工案例（二）技師、技術學會及業界現場參觀照片




331地震_柱軸力分析
支承墊 Pa:800T
P2a :1600T(接觸面壓400kg/cm2)
ton
sec
0
-200
-400
-600
-800
-1000
-1200
0
10
20
30
40
50
60
70
col-1
col-2
col-3
col-4
col-5
col-6
col-7
col-8


921集集地震_柱軸力分析
支承墊 Pa:800T
P2a :1600T(接觸面壓400kg/cm2)
ton
sec
0
-200
-400
-600
-800
-1000
-1200
0
10
20
30
40
50
60
70
col-1
col-2
col-3
col-4
col-5
col-6
col-7
col-8


331地震(東海岸震源,工地震度71.78gal,放大至240gal)_隔震層位移量及抗扭性
cm
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
0
10
20
30
40
50
60
70
sec
前柱
後柱

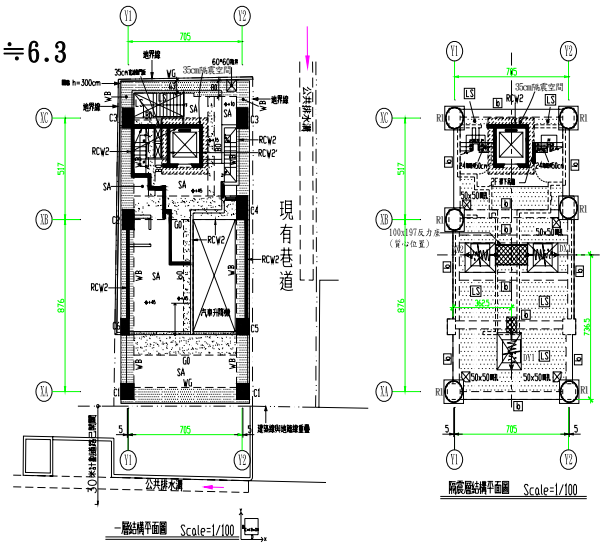

921集集地震(南部陸地震源,工地震度58.56gal,放大至240gal)_隔震層位移量及抗扭性
cm
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
0
10
20
30
40
50
60
70
sec
前柱
後柱

## 介紹－完工案例（三）

和平東路二段集合住宅(13樓)

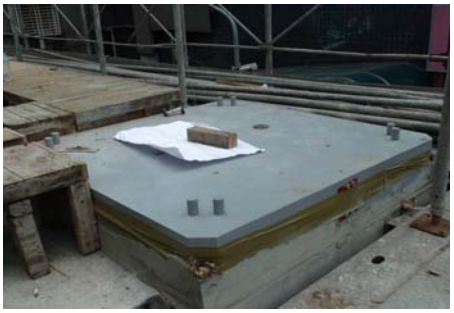
結構審查單位：中華民國建築技術學會

本工程使用ASBD隔震系統
高承載支承墊：6座
高阻尼消能器：3組
結構系統特性：建物高寬比 H/W≒6.3






## 介紹－完工案例（三） 和平東路案－隔震系統安裝現況



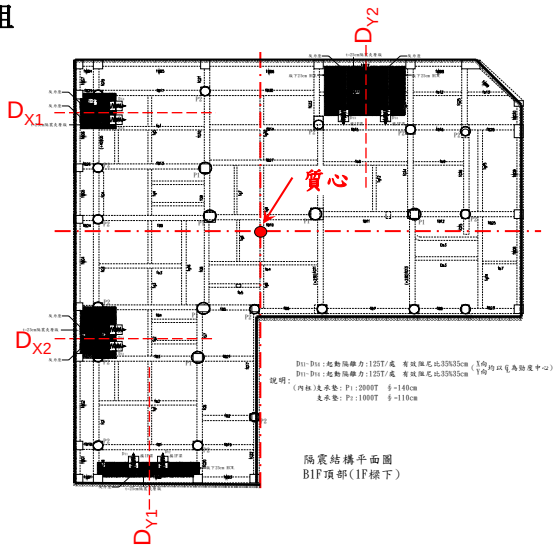
## 介紹－完工案例（四）

皇龍建設

台南市中華西路二段集合住宅新建案

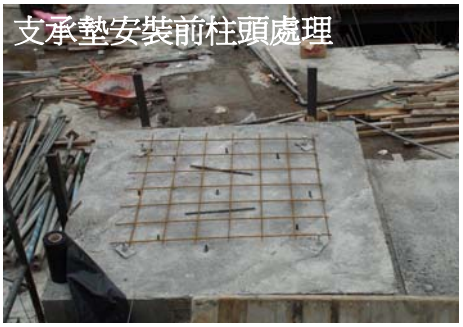
結構審查單位：成大土木系

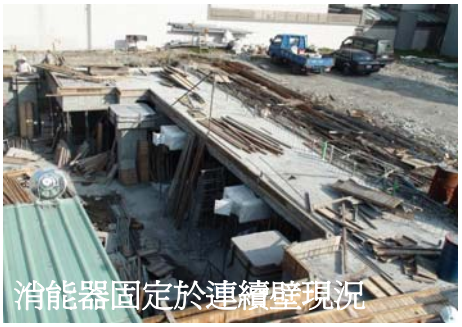
本工程使用ASBD隔震系統
高承載支承墊：23座
高阻尼消能器：8組 X向4組，Y向4組






## 介紹－完工案例（四） 現場施工照片


支承墊安裝前柱頭處理

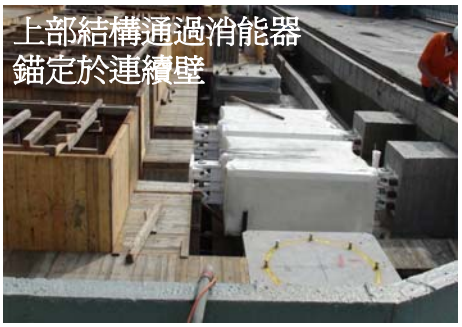

消能器固定於連續壁現況

支承墊安裝後現況

成大教授及研究生現場參觀

## 介紹－完工案例（四） 現場施工照片

上部結構坐落於支承墊現況

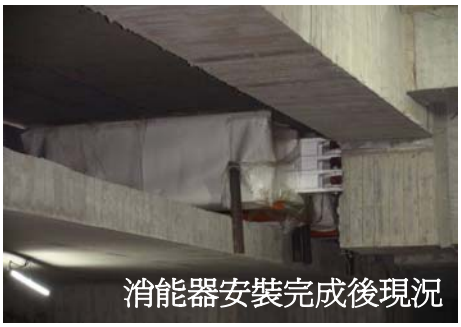

上部結構通過消能器錨定於連續壁

消能器反力座錨定於連續壁之配筋

消能器安裝完成後現況



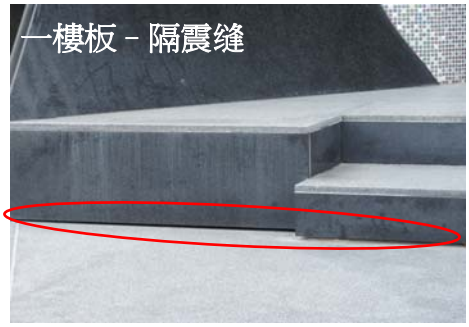
## 介紹－完工案例（四） 現場施工照片


消能器安裝完成後現況

車道位置之隔震縫

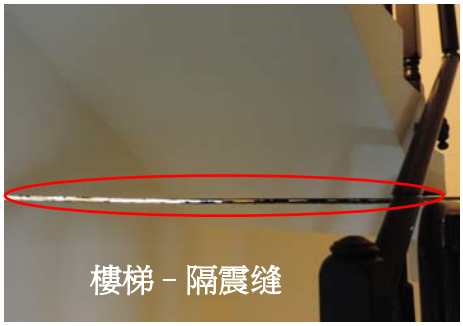
完工照片

## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片

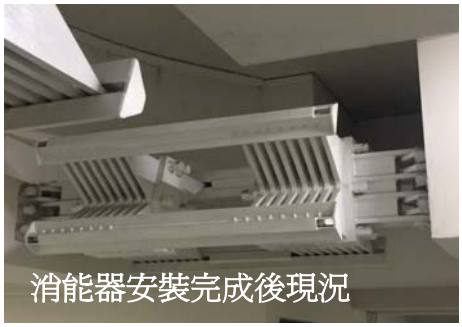





## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片



## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片



## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片

## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片

## 介紹－完工案例（四） 104年5月28日參觀照片

## 傳統的抗震設計

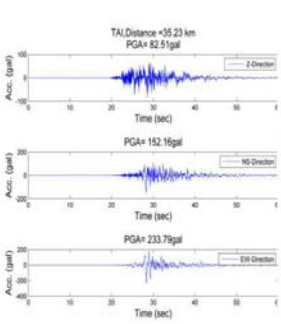
建築結構再強，若碰上更強的地震，樑柱依然破壞《軟腳》

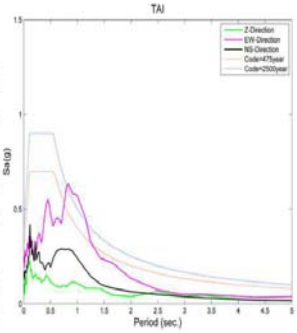
傳統的抗震設計



## 傳統的抗震設計　2016.02.06 高雄美濃地震 – 台南市五級地震

## 傳統的抗震設計　2016.02.06 高雄美濃地震 – 台南市五級地震



## 0206南台地震
## 台南皇龍建設湖美天河案地震實況影片

0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案地震實況影片

0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案地震實況影片

0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案地震實況影片

0206南台地震

東森新聞採訪台南皇龍建設湖美天河住戶影片

0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案消能器震後回復原狀，無任何損壞。

0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案消能器震後回復原狀，無任何損壞。

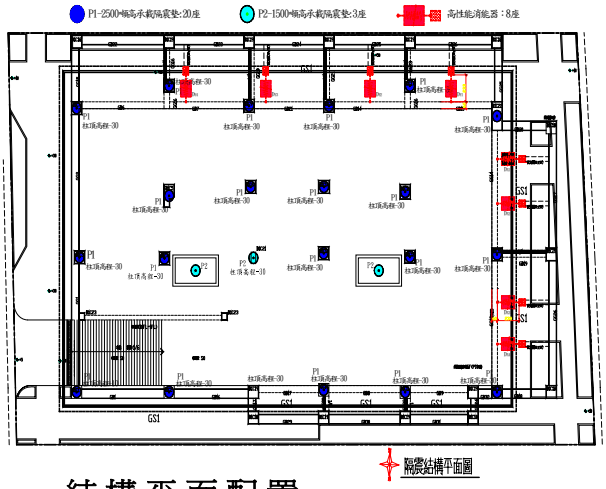
0206南台地震

台南皇龍建設湖美天河案消能器震後回復原狀，無任何損壞。

## 介紹－進行中案例（一）

皇龍建設－天朵綠園集合住宅新建案

（結構審查單位：成大土木系）



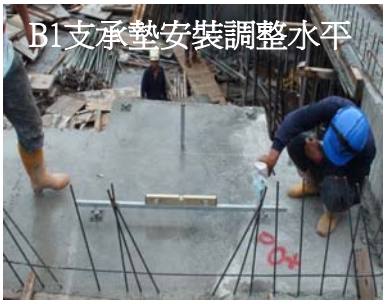

結構平面配置

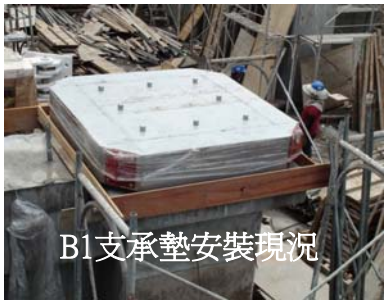
本工程使用ASBD隔震系統

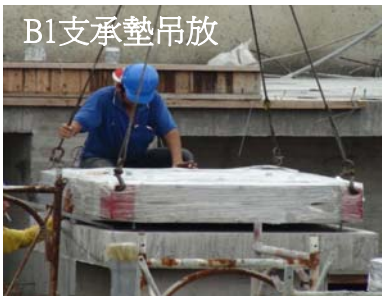
高承載支承墊：23座

高阻尼消能器：8組

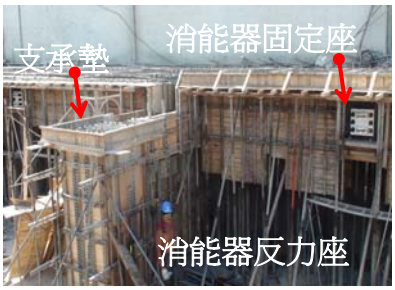
## 介紹－進行中案例（一）參觀－天朵綠園集合住宅新建案

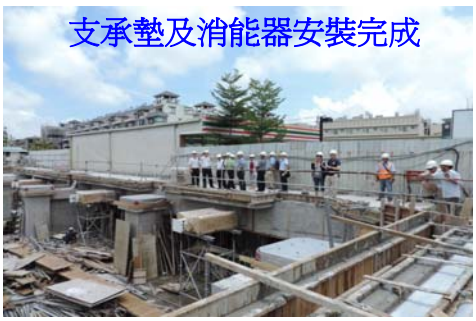


## 介紹－進行中案例（一）參觀－天朵綠園集合住宅新建案





## ※ 結　語 ※

使用 SBD 隔震系統之理由－更安全、更經濟、更舒適。

- 政府單位　：不僅可降低預算成本更能達到避免震災之最高手段－預防重於災後重建。
- 大眾住户　：不須預測地震來臨，免於恐懼陰影。
- 建築師　　：降低地震影響，讓建築設計理念更能發揮。
- 結構技師　：提高結構安全，並降低設計工作量。
- 建設投資業：不僅降低投資成本，亦能造福社會大眾免於地震傷亡及震後維修。
- 施工廠商　：傳統工法施工易，且工期短（2~3日）不影響進度。

終極目標－－隔震城市、隔震國家，帶動觀光考察並促進經濟活動。



ASBD SYSTEM PROVIDER

SBD 隔震系統

Ying Chuan Structural Engineering Co/Ltd

Thank you for your joining.

感謝您使用ASBD隔震系統，剛剛您的住處地表發生七級地震而您的住所僅受到四級的震度，結構安全無受損。

ASBD隔震系統關心您！