

2022新北建築師公會講習

JSSI隔震施工標準 隔震裝置施工實務解析

主講：陳 禧 耘

台灣隔震科技有限公司(TSIT)
株式會社フジタ(FUJITA)
株式會社高環境エンジニアリング(EAE)

TSIT 台灣隔震科技有限公司 Taiwan Seismic Isolation Technologic Co.,Ltd.

■TEL : (02)2219-0786
■FAX : (02)2219-7182

■URL : <http://www.tsitcorp.com/>
■e-mail : tsit@url.com.tw tsitcorp@gmail.com

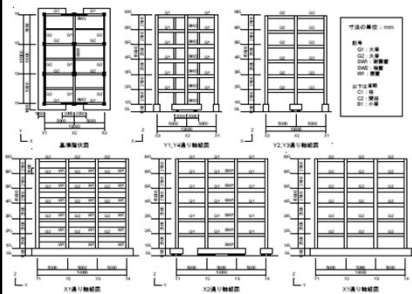
1

2022新北建築師公會講習

實體RC建築物地震模擬

2006年1月に実大鉄筋コンクリート建物の実験を行いました。試験体は、ほぼ実物大の6階建ての鉄筋コンクリート構造です。1970年代建設のマンション建築を想定しています。

試験体の大きさは、長辺17m、短辺12m、高さ16mです。総重量は約1,000トンです。50cm×50cmの柱が3×4=12本並んでいます。建物の中央には、連層耐震壁(1階から最上階まで貫いている壁)があり、地震時に大きな力を負担します。実験では、試験体の変位や耐震壁にかかる力などを測定しました。



試験体の基準階伏図と軸組図



実験棟に運び込まれる試験体



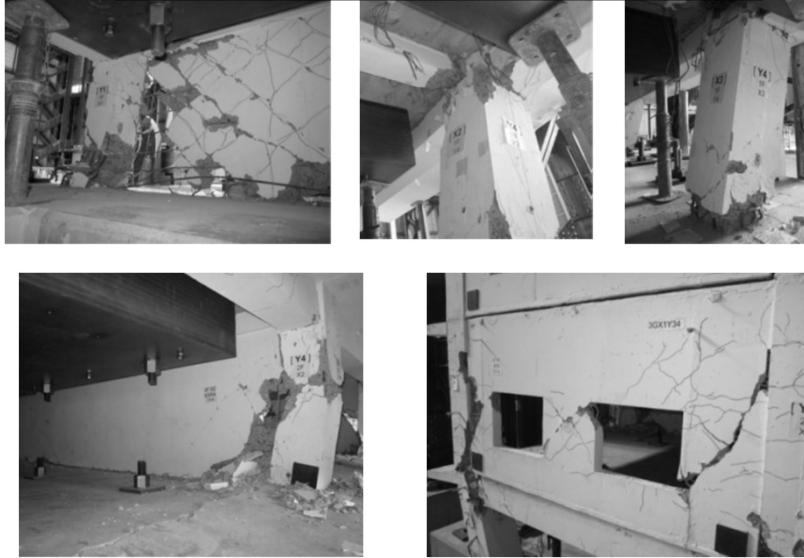
耐震壁のせん断力・軸力測定のための計測装置



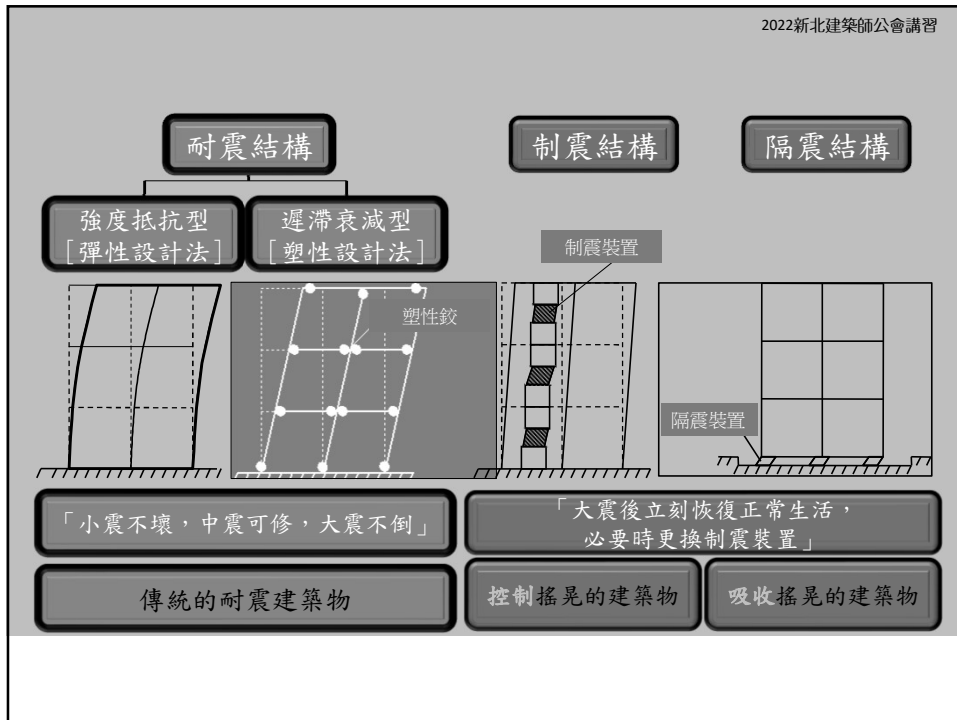
壁壁付短柱の水平変位計測装置

2

結構損壞部位與原因



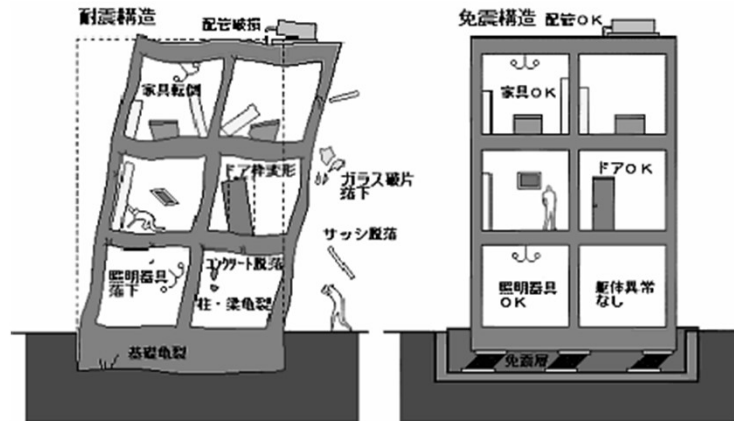
3



4

2022新北建築師公會講習

Seismic Isolated Building



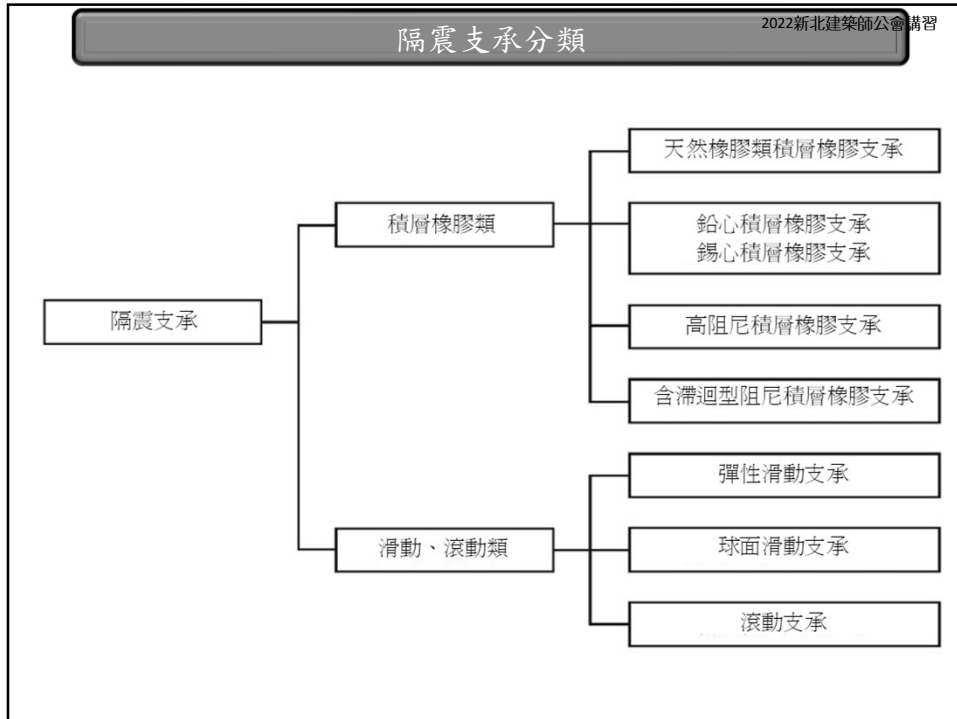
5

2022新北建築師公會講習

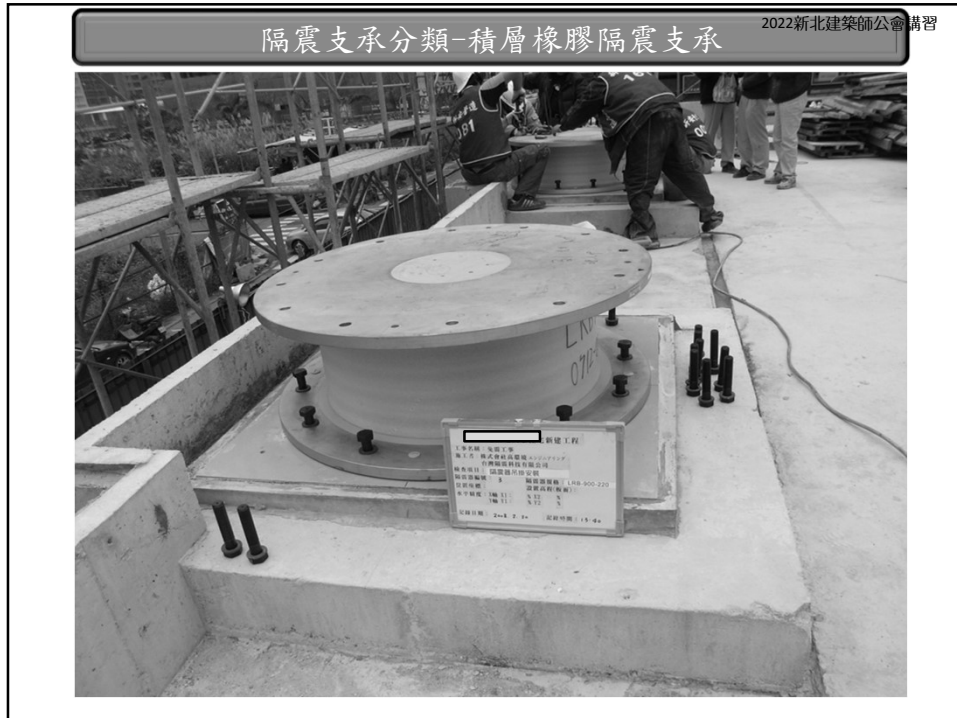
常見隔制震元件種類



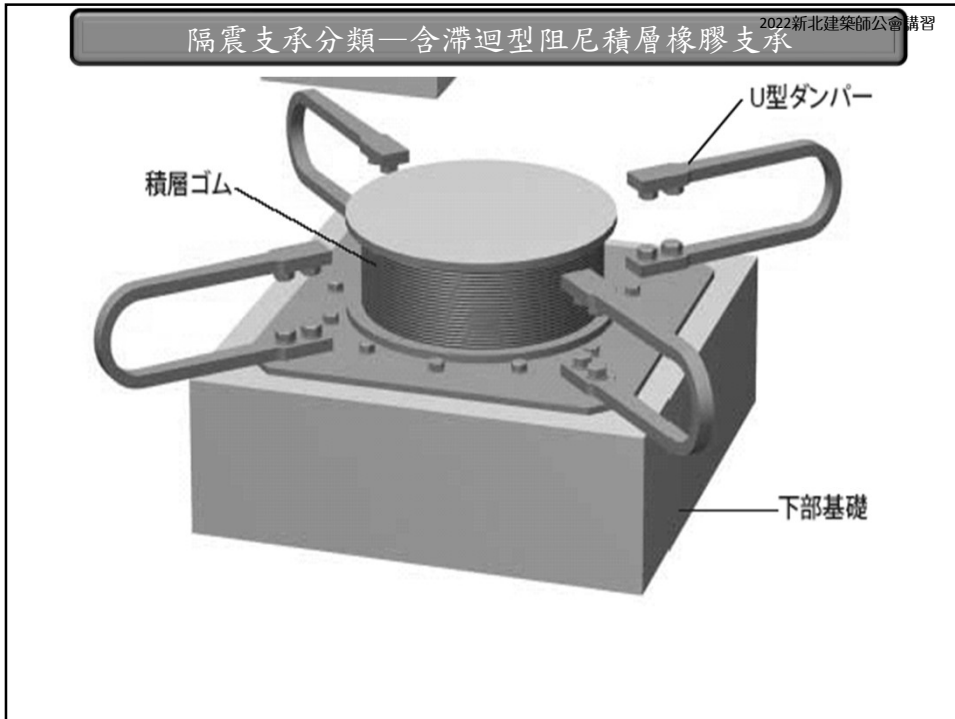
6



7



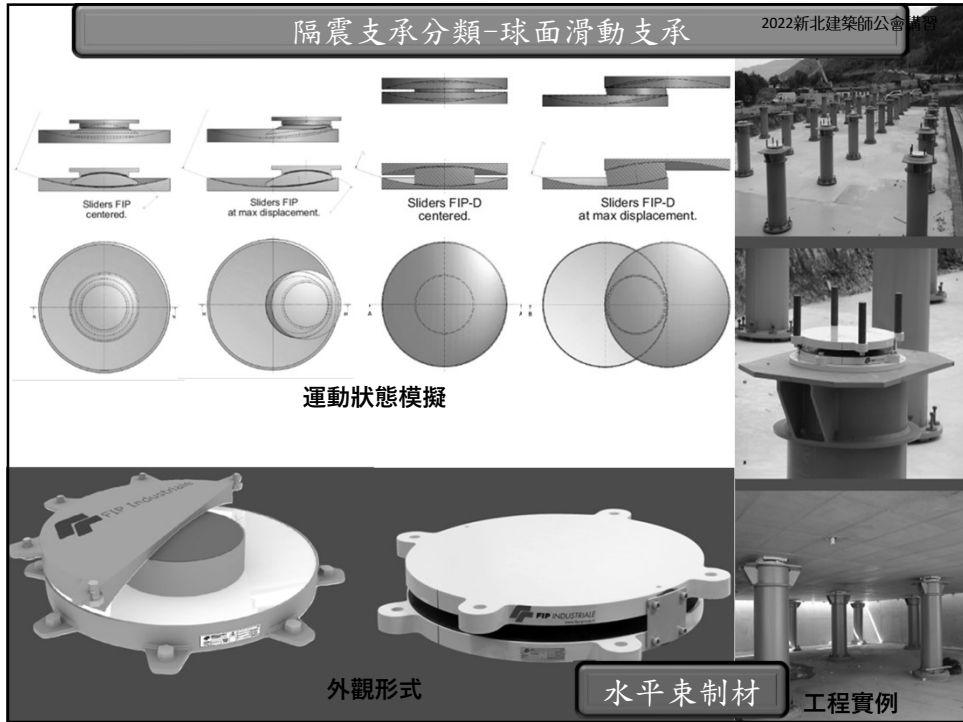
8



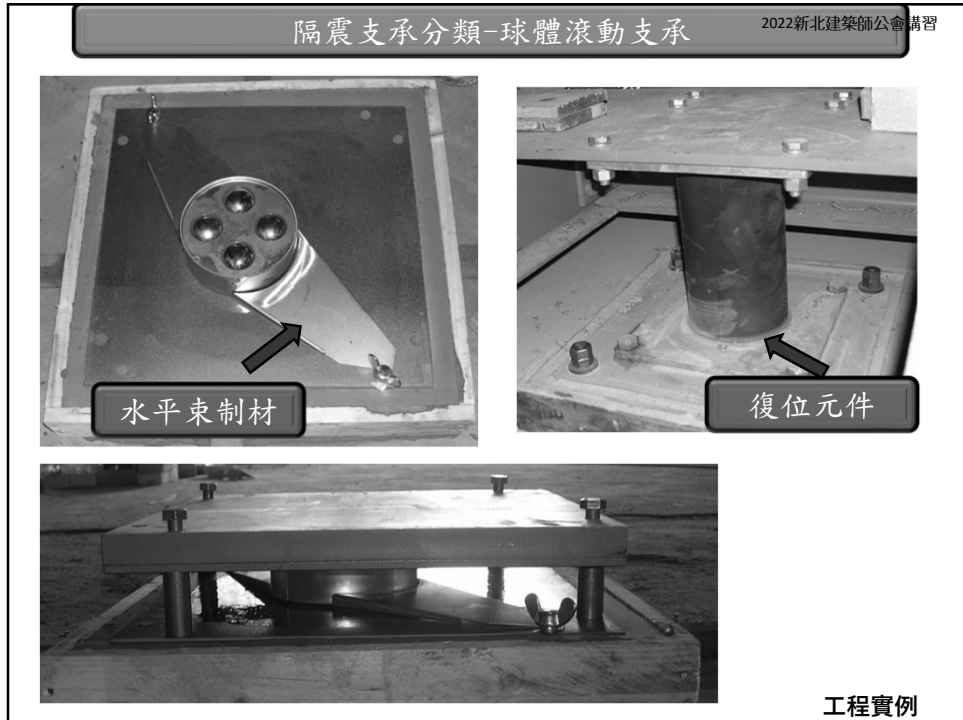
9



10



11



12



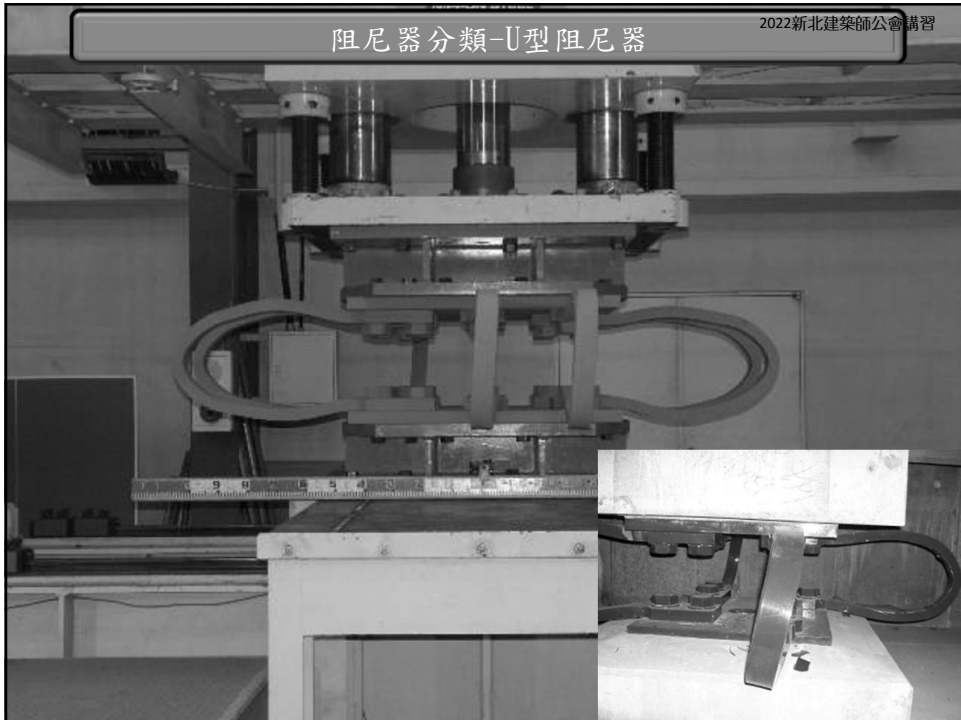
13



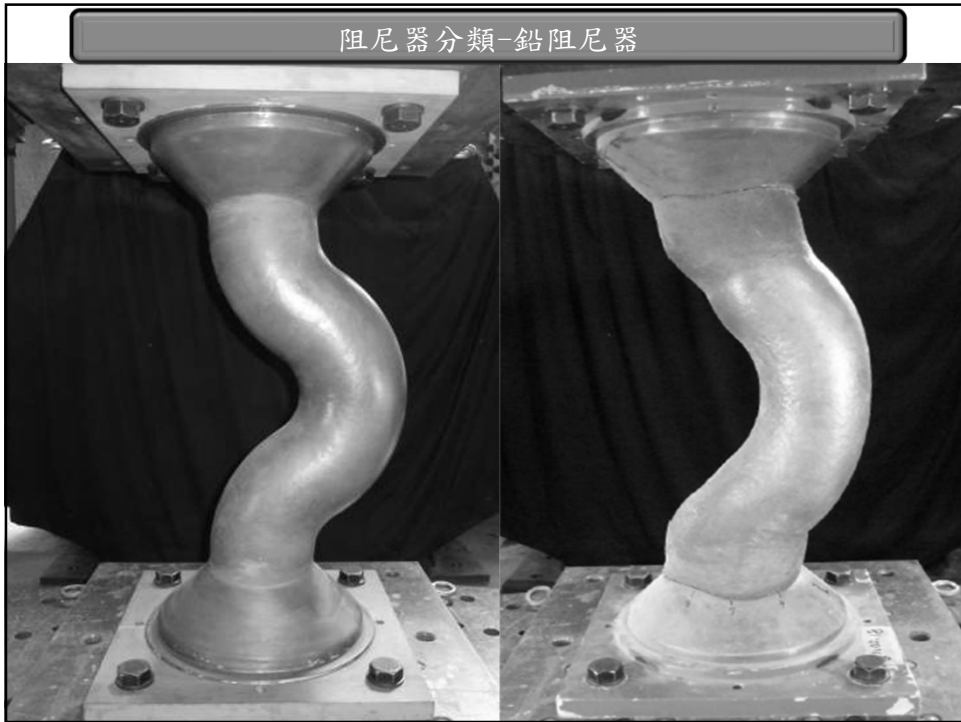
14



15



16



17



18



19



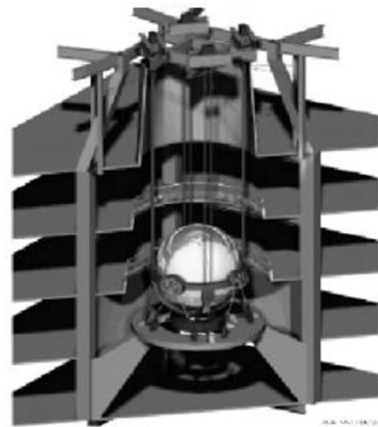
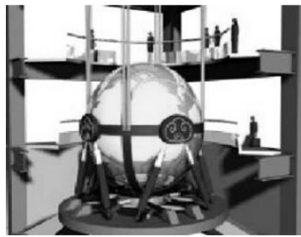
20

高層建築 - 長周期地震搖晃加劇

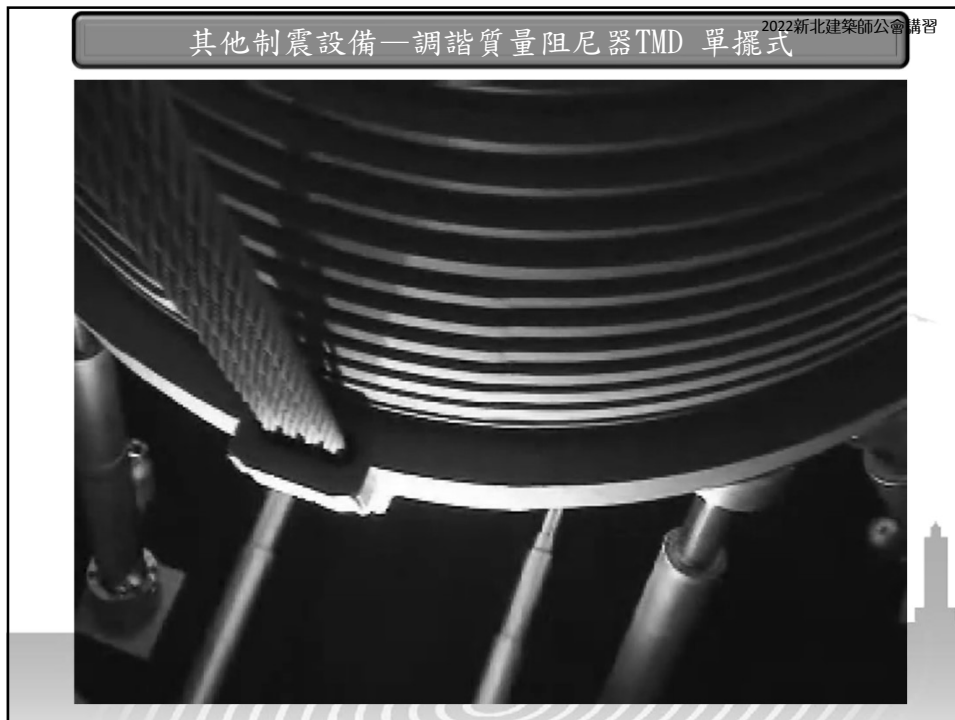


21

振動控制：調諧質量阻尼器TMD 單擺式 (屋頂)



22



23



24

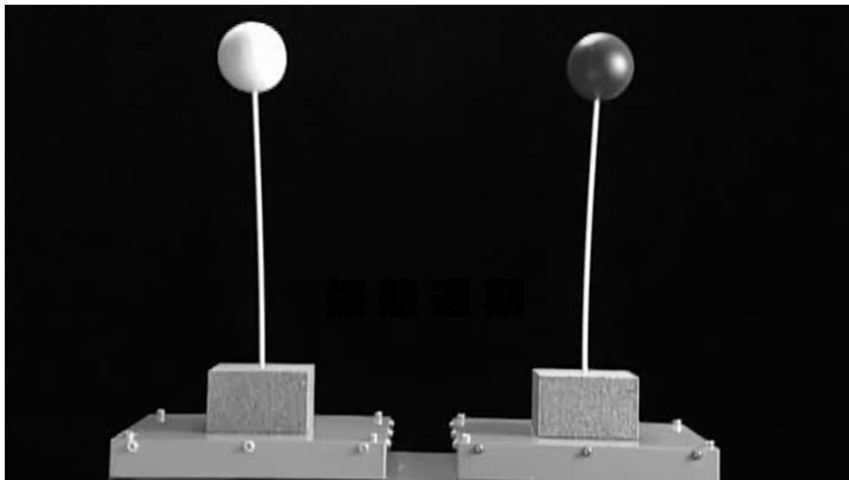
2022新北建築師公會講習

隔震建築原理與效能

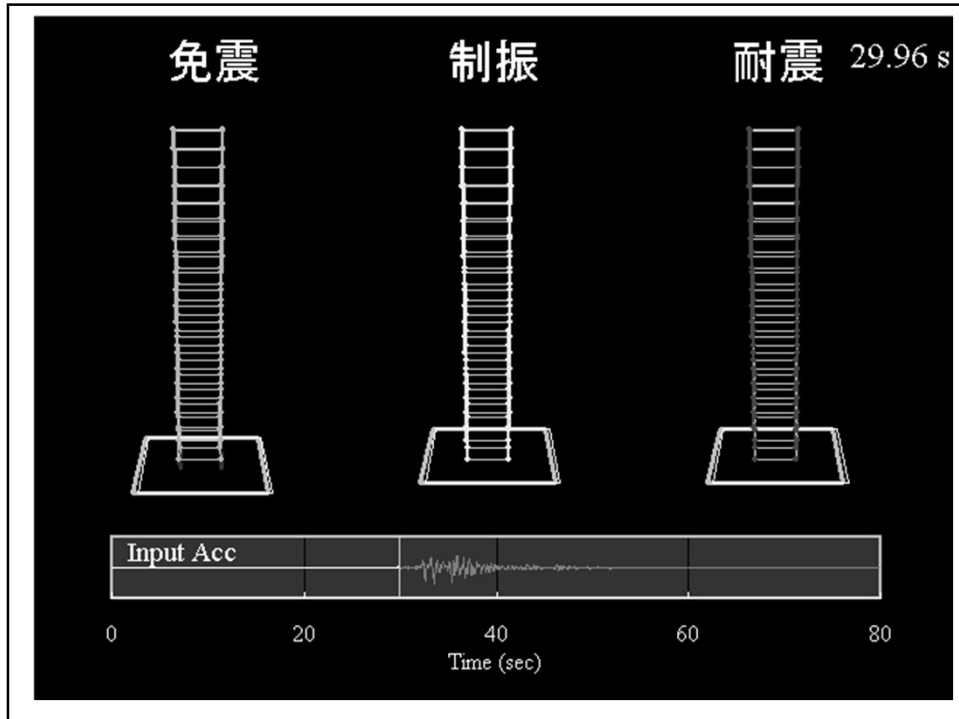


25

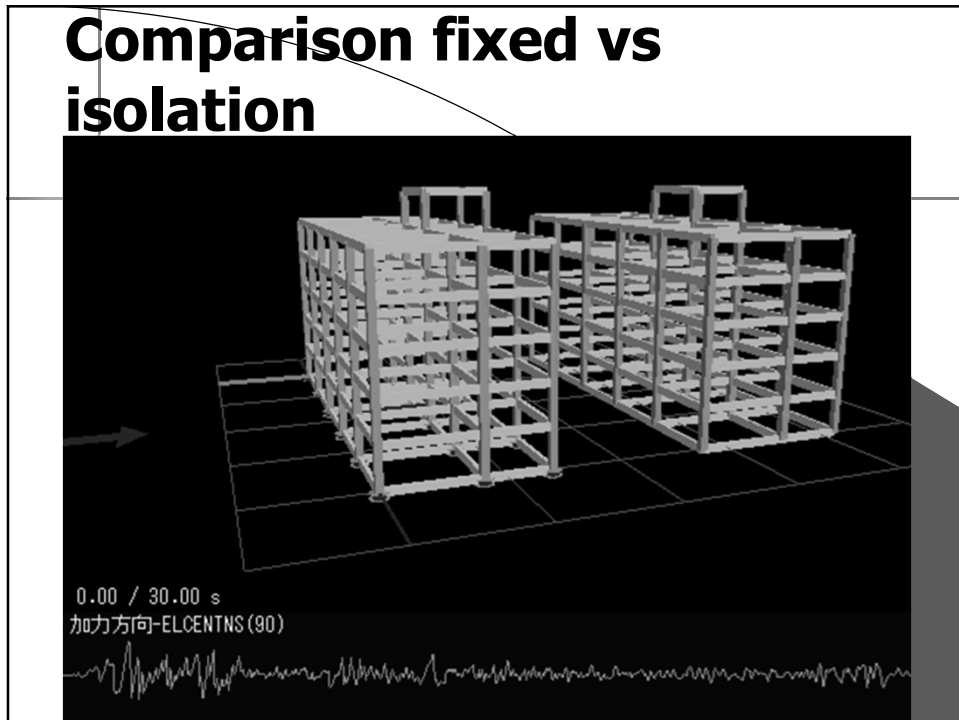
建築物振動週期



26



27



28

美國隔震建築案例介紹-南加州大學醫院

USC University Hospital

南加大醫院
 工地：距北嶺地震震央36 Km
 規模：7F-鋼構，高36 m
 總樓地板：30,000m²
 總重：13,668.3 ton
 工期：1988~1990
 隔震：HRB ×81(內部) · LRB
 ×68(外圍)
 工程費：US\$ 50 million
 北嶺地震時：地表0.49G
 屋頂0.21G
 各層0.10G ~0.15G



美國南加州大學醫院(積層橡膠隔震器)

29

日本隔震建築案例介紹-日本郵政省之西日本郵儲電算中心

日本郵政省之西日本郵儲電算中心位於神戶市西北方約20英哩處，曾為世界最大隔震建築之一，樓高6層，樓地板面積500,000平方英尺，為一鋼筋混凝土建築物。

在1995年阪神大地震時，該中心性能表現如當初設計所預期且毫髮未傷，比較該中心與鄰近非隔震建築之頂樓最大樓地板加速度，發現加速度降幅達至9倍，參見表一。此降幅不僅保障了結構的安全，更重要的是內部物品免於損害。



照片一 西日本郵儲電算中心

30

日本隔震建築案例介紹-日本郵政省之西日本郵儲電算中心

阪神地震時之加速度反應比較表
西日本郵儲電算中心：鄰近非隔震建築

	隔震建築(樓高6層)		未隔震建築(樓高5層)	
	東西向	南北向	東西向	南北向
地表(位於隔震器之下)	0.30G	0.26G	0.27G	0.26G
第一層(位於隔震器之上)	0.11G	0.06G		
頂層	0.10G	0.07G	0.97G	0.67G
放大比值(頂層/地表)	0.33	0.28	3.6	2.6
頂層放大比值(未隔震/隔)			9.7	9.6

31

日本隔震建築案例介紹-日本松村組技術研究所

日本松村組技術研究所，見照片二，該所位於神戶市，由兩棟樓高3層之鋼筋混凝土建築物組成，研究中心為隔震建築，行政中心為非隔震建築，阪神大地震時測得之加速度反應譜如圖二所示。研究中心與行政中心之最大加速度放大比值(屋頂/地表)分別為3.5與0.7如比較表所示。



照片二 日本松村組技術研究所

32

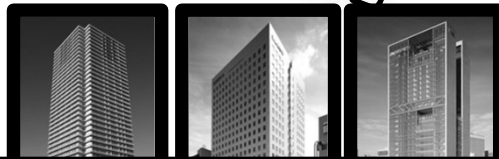
日本隔震建築案例介紹-日本松村組技術研究所

日本松村組技術研究所研究中心與行政中心於阪神地震時
最大加速度比較表

	研究中心 (隔震建築)		行政中心 (非隔震建築)	
	N334E方向	N64E方向(G)	N334E方向(G)	N64E方向(G)
地表(位於隔震器之下)	0.274G	0.262G	0.274G	0.262G
第一層(位於隔震器之上)	0.145G	0.251G		
屋頂	0.196G	0.270G	0.971G	0.674G
放大比值(頂層/地表)	0.72	1.03	3.54	2.58
頂層放大比值(未隔震/隔震)			4.92	2.51

33

日本311強震隔震效能



宮城県立こども病院 (兒童醫院)

石巻赤十字病院 (6+)

福島原子力発電所免震重要棟3/13深夜恢復供電(應急發電)



34

日本東京辦公室地震後



35

隔震效能-宮城県立兒童醫院



宮城県立兒童醫院 3月11日震度6強 / 3月12日餘震戶外停車棚倒塌



院長室 3月11日震度6強 / 4月7日震度6弱

36

隔震效能-石巻市紅十字醫院



<急患最大で1251人>
 地震当日の3月11日は99人
 12日には779人に増え
 13日は1251人に上った。
 14、15の両日も600~700人

37

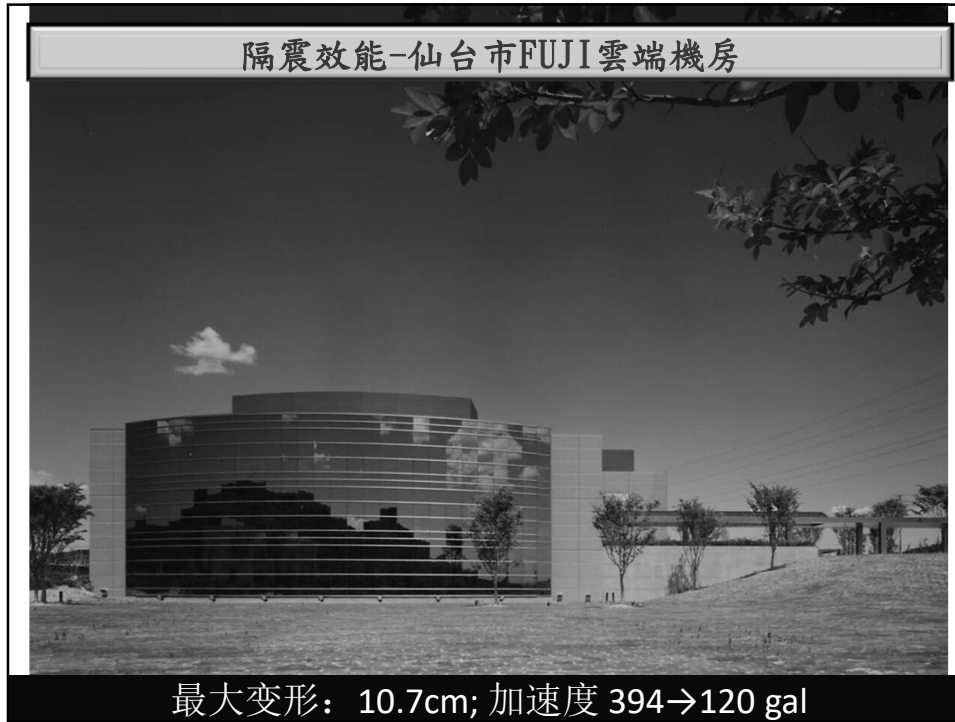
隔震成效-福島原子力発電所免震重要棟



免震重要棟の運用を開始



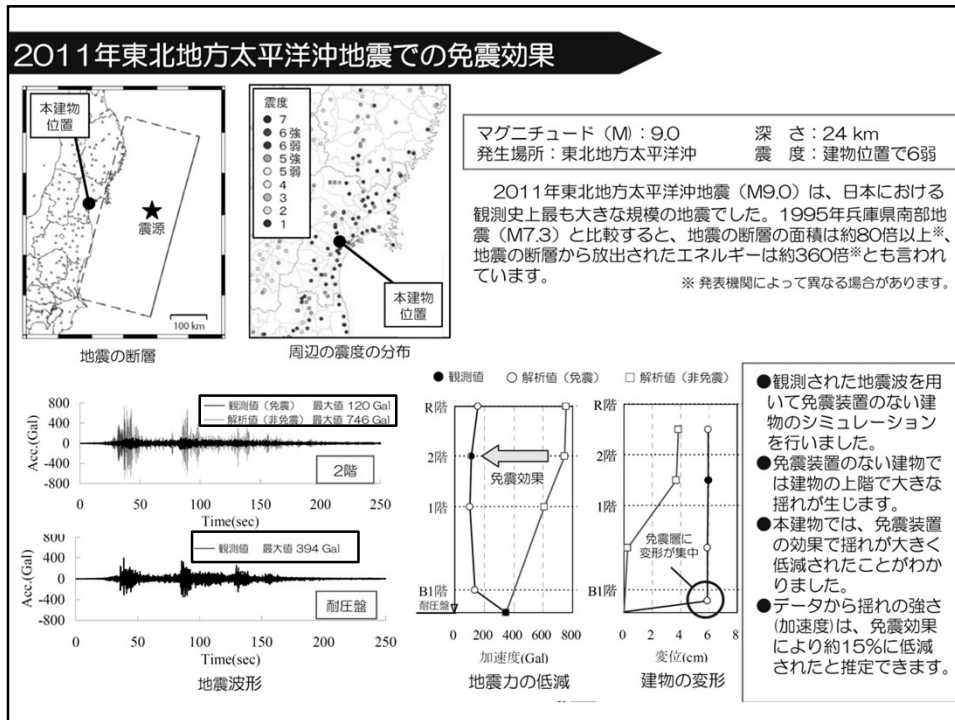
38



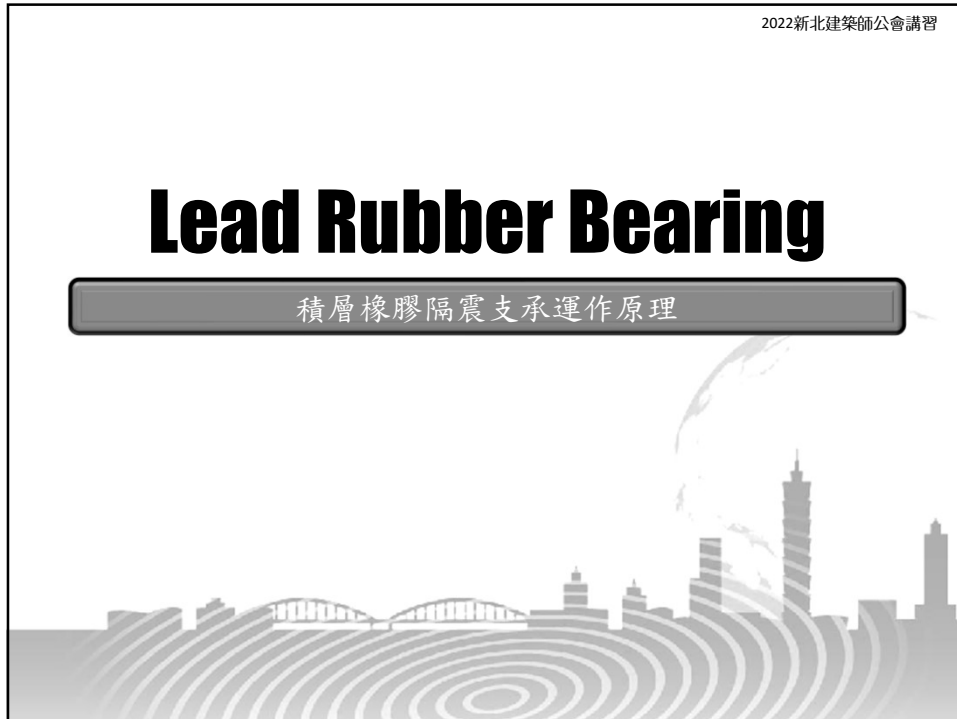
隔震效能-仙台市FUJI雲端機房

最大変形: 10.7cm; 加速度 394→120 gal

39



40



41

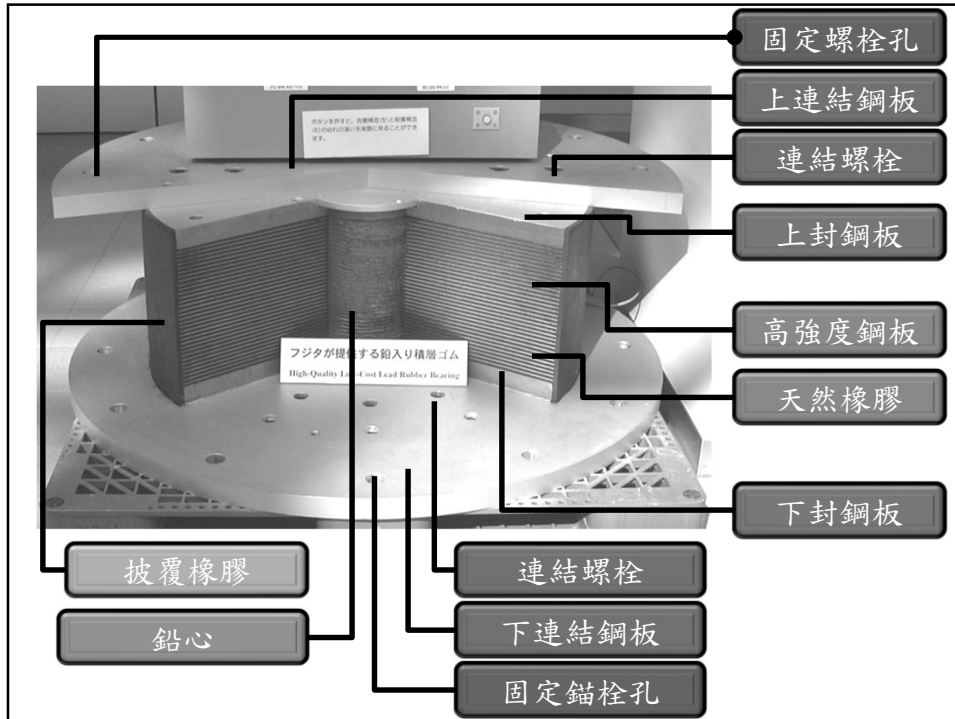
2022新北建築師公會講習

鉛心積層橡膠隔震器

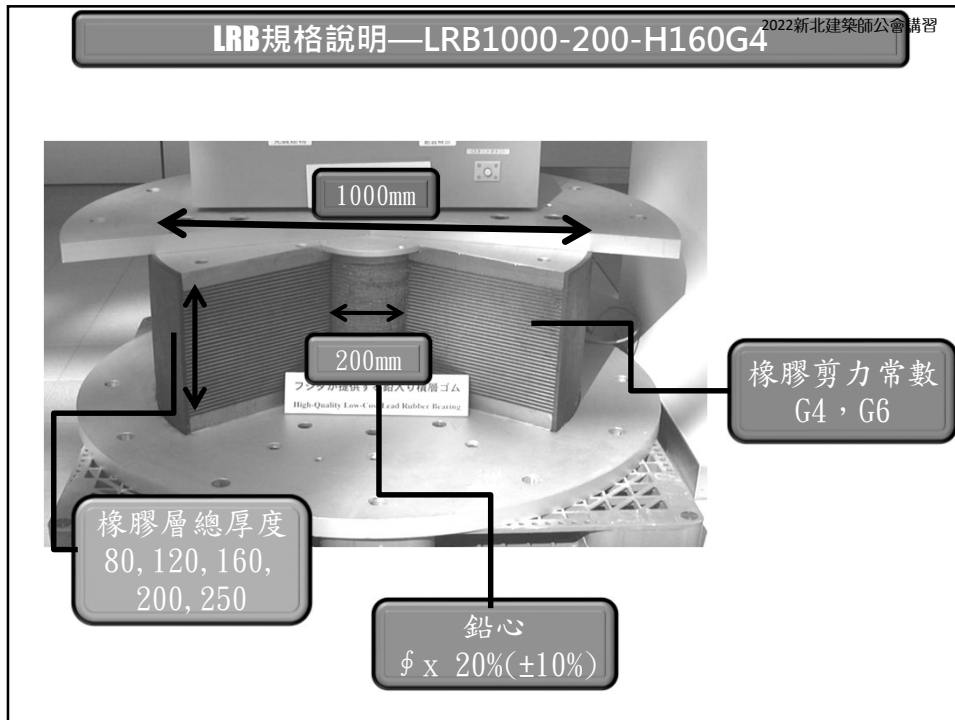
垂直剛性	水平剛性	水平變形能力
大	小	大

鋼板與橡膠交互疊合

42



43



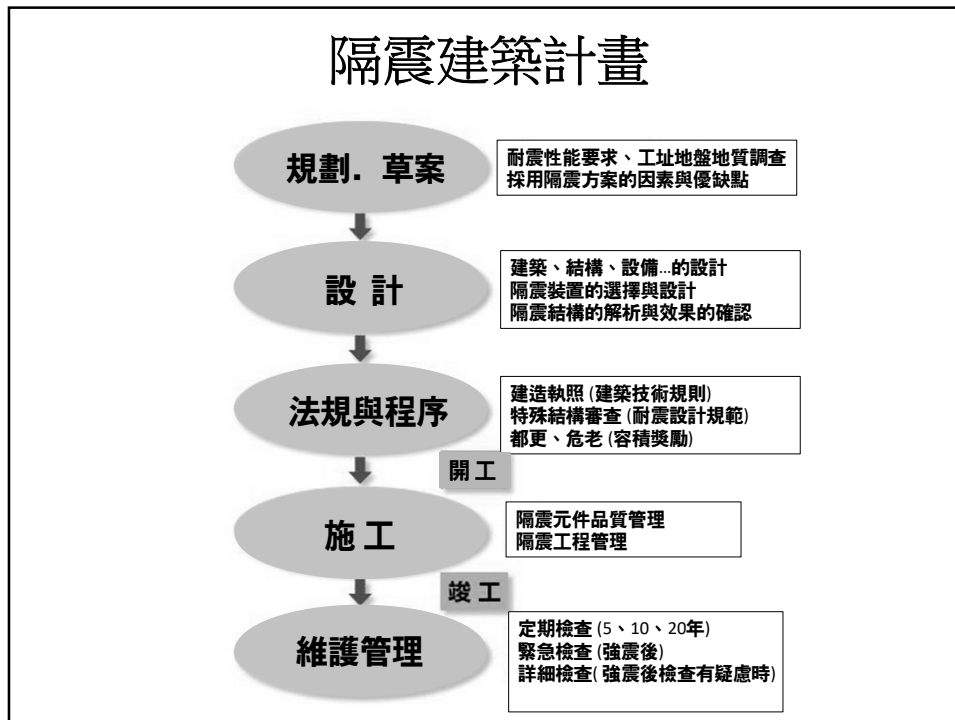
44



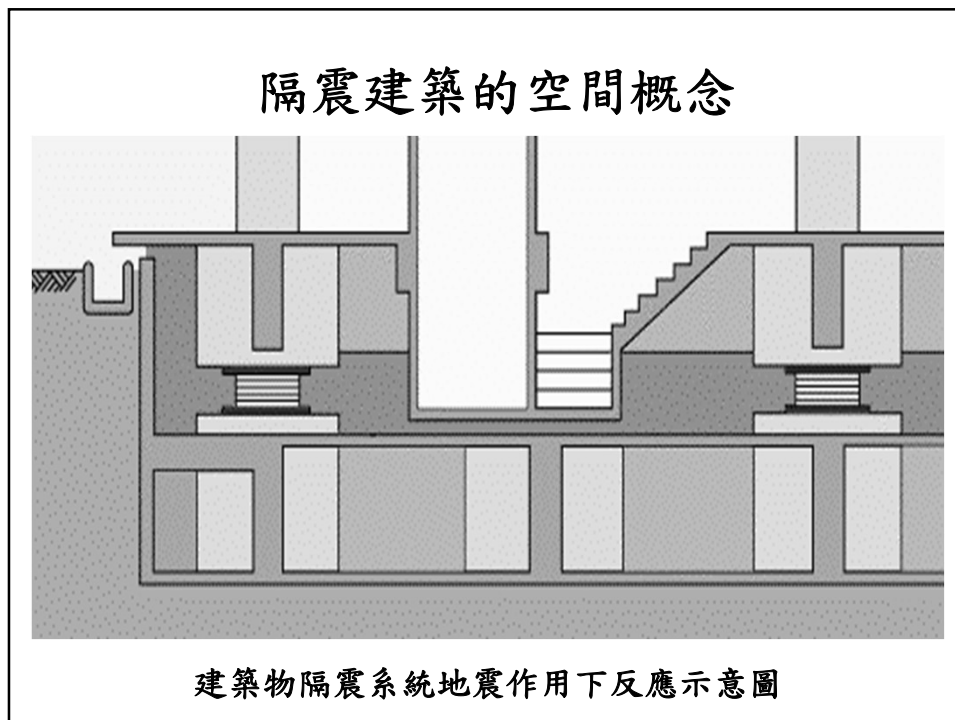
45



46



47



48

隔震規劃重要法規

內政部91年8月6日台內營字第0910009552號令「隔震層規定」

副本
內政部 函

受文者：本部營建署（建築管理組）

送別：表達件

密等及秘密條件：普通

發文日期：中華民國九十一年八月六日

發文字號：台內營字第0910009552號

附件：

機關地址：台北市徐州路五號
聯絡方式：

主旨：有關函為「建築物隔震設計規範」隔震層是否計入樓地板面積及容積樓地板面積等乙案，請查照。

說明：

- 一、復實為九十二年七月四日北市工建字第09153355000號函。
- 二、依「建築物隔震設計規範」設置之隔震層，不予計入樓地板面積、容積樓地板面積，及建築物層數，但隔震層內部空間除設置隔震系統構造，以及必要之管線外，不得為居室或其他用途使用，另為確保建築物使用安全，隔震層四週應予封閉，除必要之維修人員出入口外，不得設置其他出入口，請貴局確實管導。
- 三、建築物於隔震層之外週外牆施作之防護構造，如屬隔震層必要之構造，且其功能

第一頁(共二頁)

類似建築物兩處，得參照建築技術規則建築設計施工編第一條第一項第三款規定，未超過0.5公尺部份，不計入建築面積。

四、至隔震層高度是否不計入建築物高度乙節，因都市計畫區域、飛航管制區及軍事管制區對於高度限制皆有不同規定，涉及層面過大，不宜放寬，是隔震層仍應計入建築物高度為宜。

正本：台北市政府工務局

副本：高雄市政府工務局、二十一縣市政府、金門縣政府、連江縣政府、經濟部對台交流事務委員會、交通部對台交流事務委員會、農林部對台交流事務委員會、國防部對台交流事務委員會、衛生部對台交流事務委員會、教育部對台交流事務委員會、僑務委員會、建設管理委員會、建築管理組、二份

部長 余政憲

第二頁(共二頁)

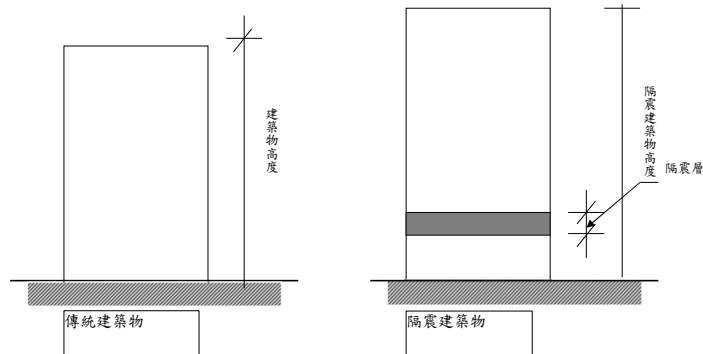
隔震規劃重要法規

A、隔震層

內政部91年8月6日台內營字第0910009552號令「隔震層規定」

1. 依「耐震設計規範第九章」設置之隔震層，不予計入樓地板面積、容積樓地板面積及建築物層數。但隔震層內部空間除放置隔震系統構造，以及必要之管線外，不得為居室或其他用途使用，另為確保建築物使用安全，隔震層四週應予封閉，除必要之維修人員出入口外，不得設置其他出入口。
2. 建築物於隔震層之外週外牆施作之防護構造，如屬隔震層必要之構造，且其功能類似建築物兩處，得參照建築技術規則建築設計施工編第一條第一項第三款規定，未超過0.5公尺部份，不計入建築面積。(最終依新版法規修正)
3. 至隔震層高度是否不計入建築物高度乙節，因都市計畫區域、飛航管制區及軍事管制區對於高度限制皆有不同規定，涉及層面過大，不宜放寬。是隔震層仍應計入建築物高度為宜。

隔震層樓高設計



「隔震層仍應計入建築物高度」

〔總建築物高度(依既有建築技術規則相關規定計算)+隔震層高度

= 隔震建築物高度+隔震層高度

一般中間層隔震之隔震層高度為1.9公尺~3.6公尺之間。

基礎隔震視隔震器大小而定，一般不低於1.6公尺。

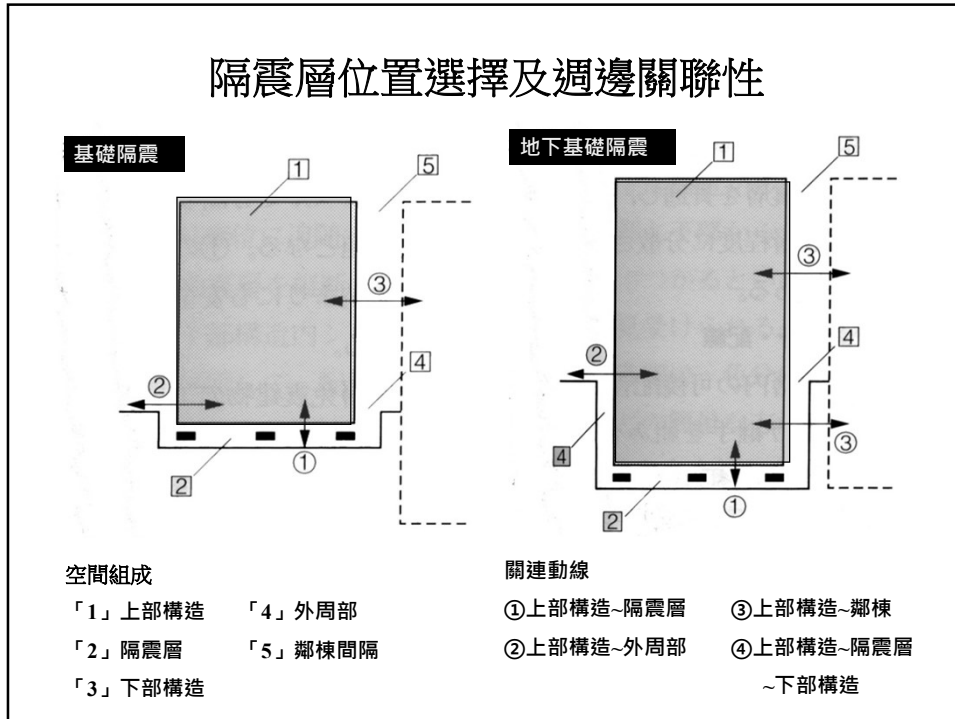
51

2022新北建築師公會講習

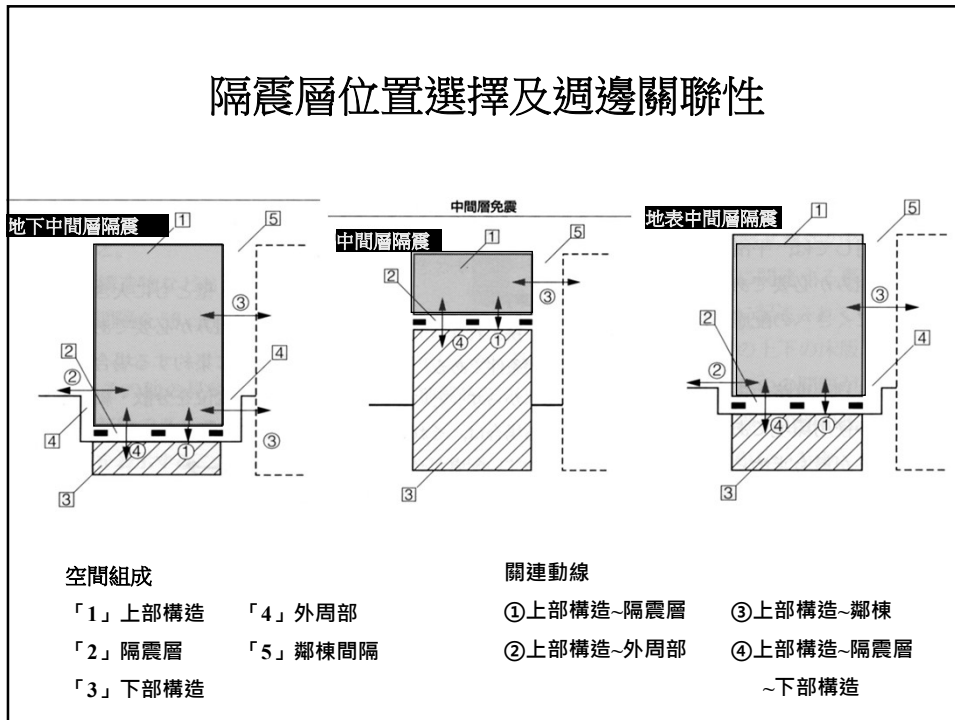
隔震層設置位置的選擇



52

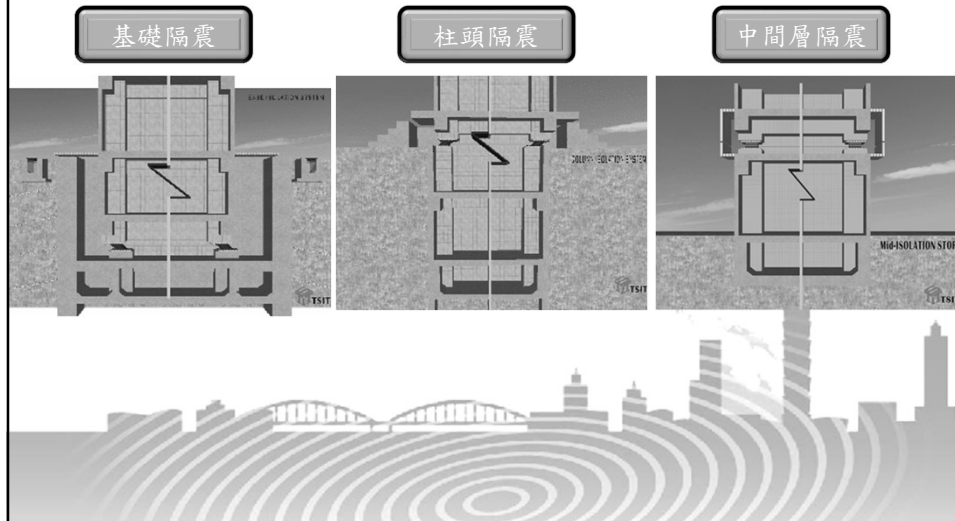


53



54

隔震建築物依隔震層位置分類



55

隔震系統之建築與空間設計

基礎隔震之設計考量

1. 隔震建築物四週須留設足夠的活動餘裕；且在設計上須考慮避免建築物在地震時所發生之移動時，所造成可能之危害。
2. 適當之管制入口得進入隔震層內檢查隔震裝置。
3. 隔震層內之水電管線設計須適應上下部結構之相對移動，不致發生破壞。同時要設於易於檢查之位置。
4. 與路面及其他建築物連通部份之隔離細部設計，須合於相對移動不生損壞。

56

隔震系統之建築與空間設計

中間層隔震之設計考量

- 1.~4. 同基礎隔震之設計考量。
5. 貫通上下部之動線之隔離設計，如電梯間、樓梯間。常見之電梯間之隔離設計即採用自上部結構向下懸吊之設計，並留設電梯四周足夠之活動餘裕。
6. 隔震層之防火區劃考量。
7. 隔震設備之防火被覆或防火區劃易於檢查及修復。

57

隔震層位置對設計影響

基礎層隔震建築

中間層隔震建築

規劃界面	配合隔震系統最大設計總位移，留設餘裕空間，行人動線穿越位移縫，車道穿越位移縫，建築物週邊淨空區	配合隔震系統最大設計總位移，留設餘裕空間，充足的鄰棟建築碰撞間隔
構造界面	樓梯、電梯、電扶梯一般設計方式	樓梯（切開處理） 電梯（可撓性軌道電梯、倒吊構造） 電扶梯（餘裕空間處理方式）
設備界面	一般設計方式 外水外電需考慮可撓性管線	垂直管線（消防、給排水、瓦斯、垃圾管道及其他維生設備） 需考慮可撓性管線

58

基礎隔震設計癥結



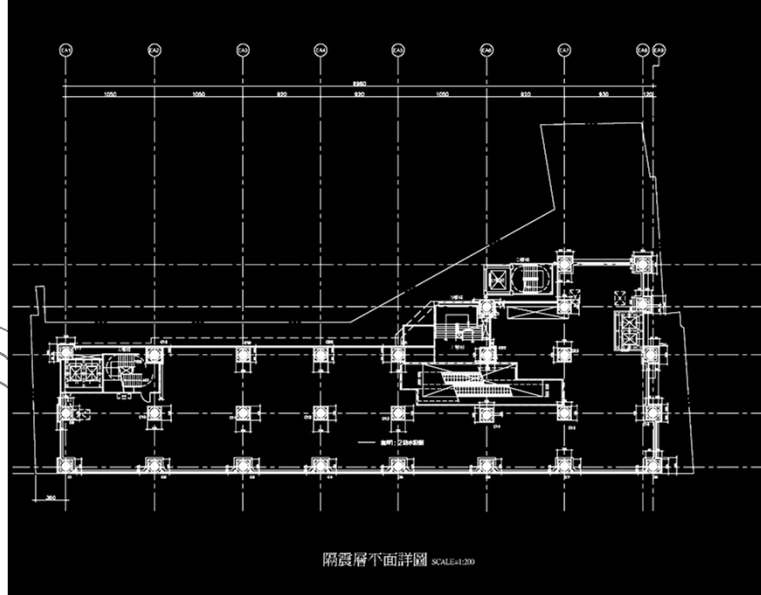
59

與隔震相關界面的設計



60

平面規劃對於立面影響(柱貼牆)



61

隔震層結構型態



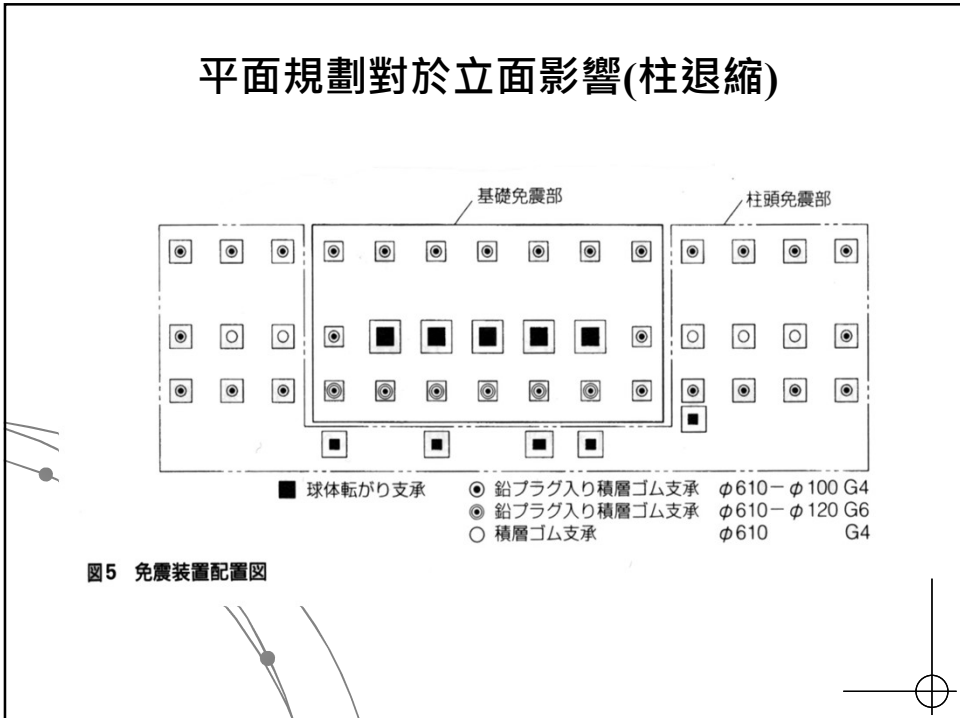
62

平面規劃對於立面影響

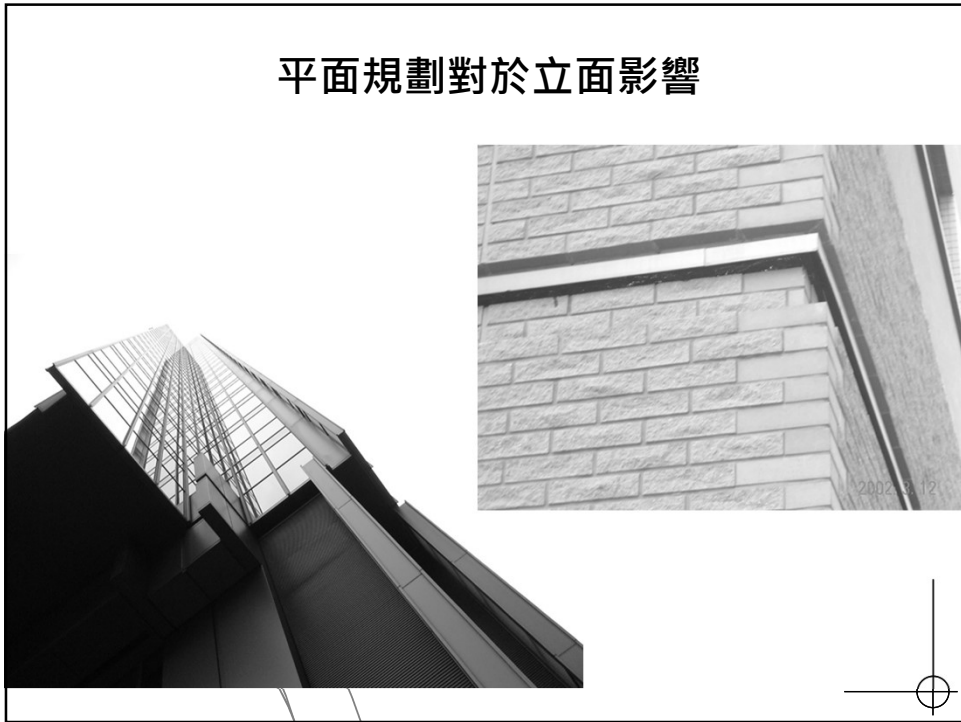


63

平面規劃對於立面影響(柱退縮)



64



65

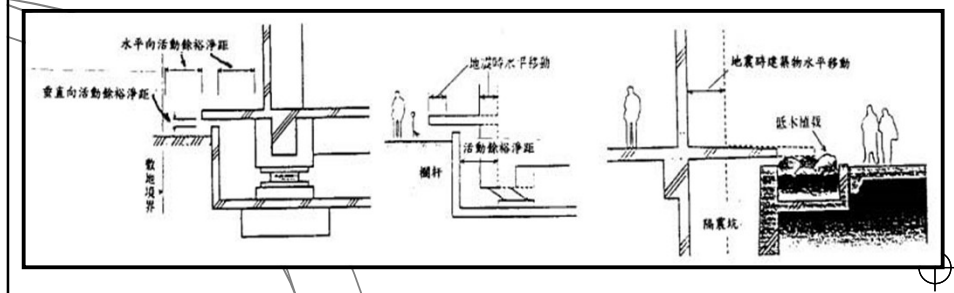


66

隔震建築之工程設計

隔震上部構造之水平位移空間設計

實際之設計上，因留設四週之移動空間為非常重要之因素，較大移動空間所設計之隔震系統自然週期可能相當長，而系統阻尼比可能很低，其所設計之隔震墊將造成偏大需求或偏高之面壓，不甚合理且建築構造上較難處理。罕遇地震時通常移動空間維持在50公分左右之設計較為適當（設計位移約30公分）。



67

隔震建築物之防火及防火避難設施設計原則

隔震建築物防火主要重點在於隔震器之耐火披覆及隔震層之防火區劃，其他有關建築物防火部分則依既有法令規定之。

依日本隔震建築作法：

1. 隔震層以防火時效材料作整層之防火區劃。
2. 隔震器本身作防火披覆。

國內目前已實施案例多以隔震層整層作防火材料區劃

68

隔震層防火區劃



69

隔震層非防火區劃



70

隔震層非防火區劃之防火披覆及切割縫處理



71

隔震層防火區劃加設防火披覆及切割縫



72

隔震建築歩道動線穿越位移區設計

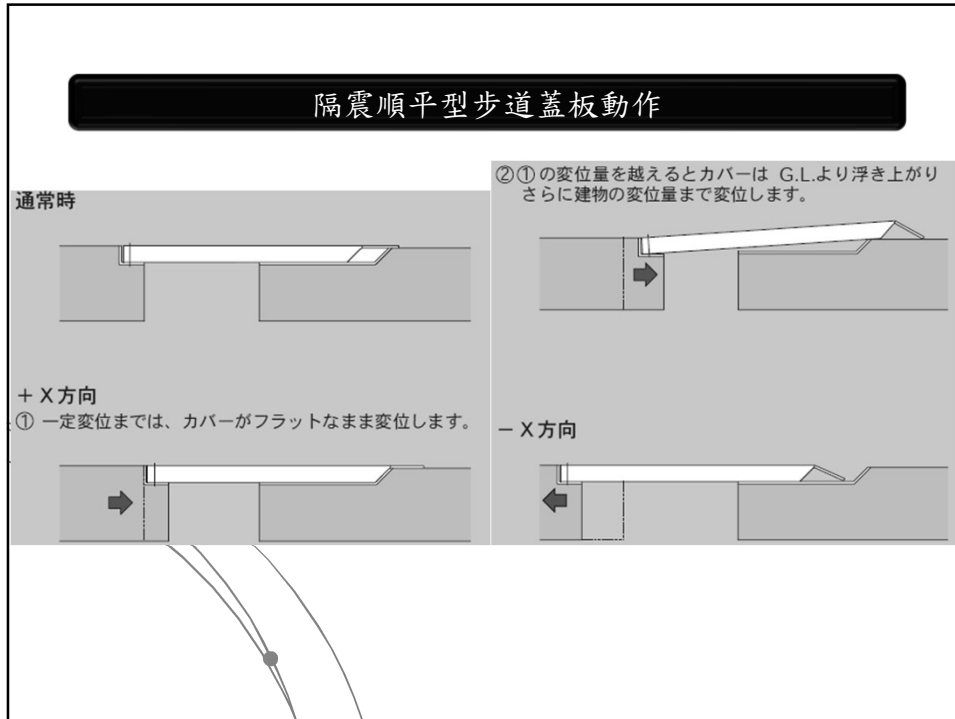


73

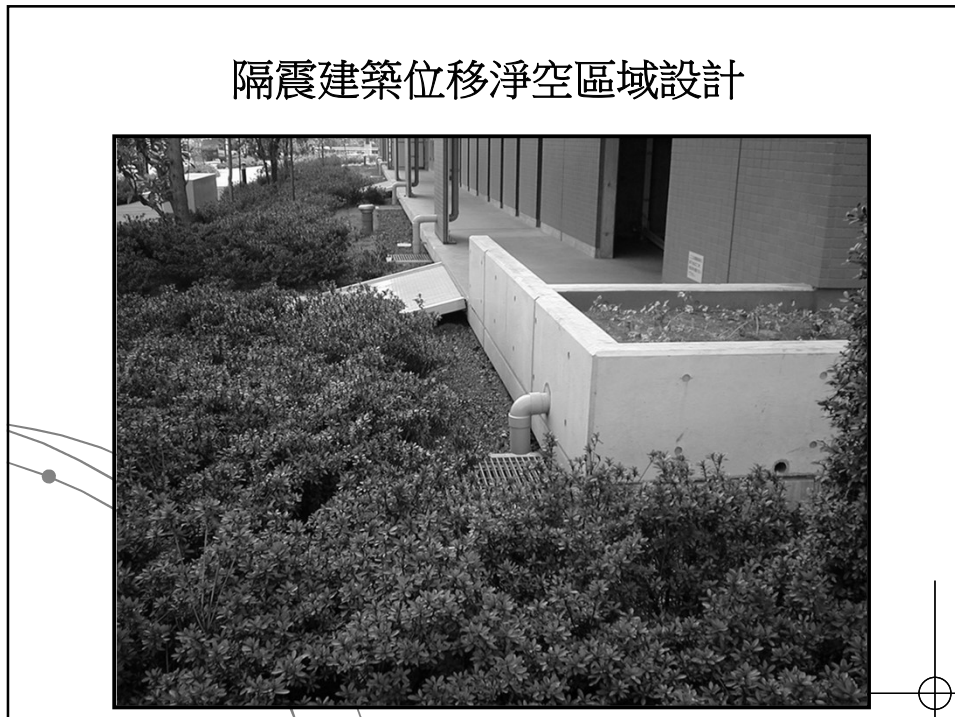
隔震建築歩道動線穿越位移區設計



74



75



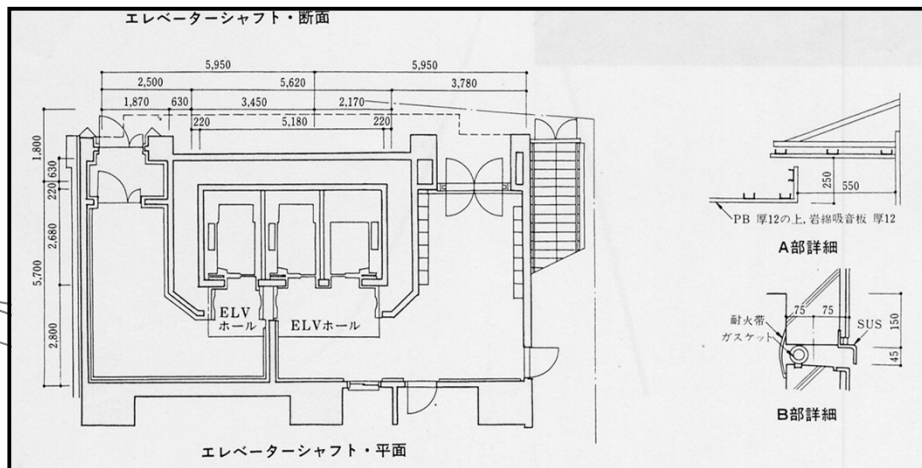
76

隔震建築位移淨空區域設計



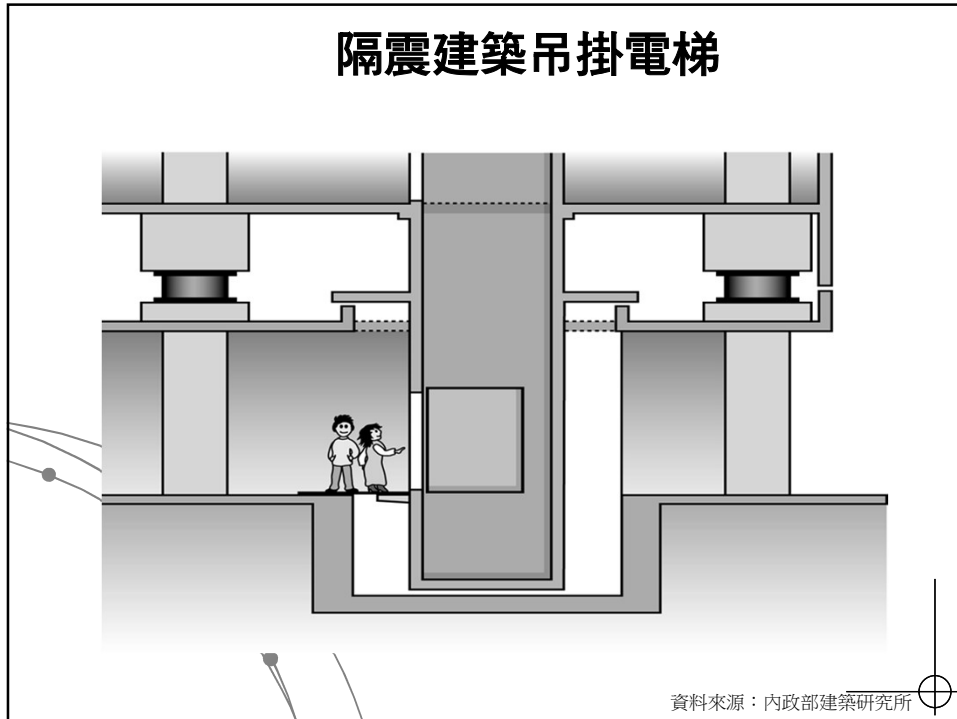
77

隔震系統之建築與空間設計

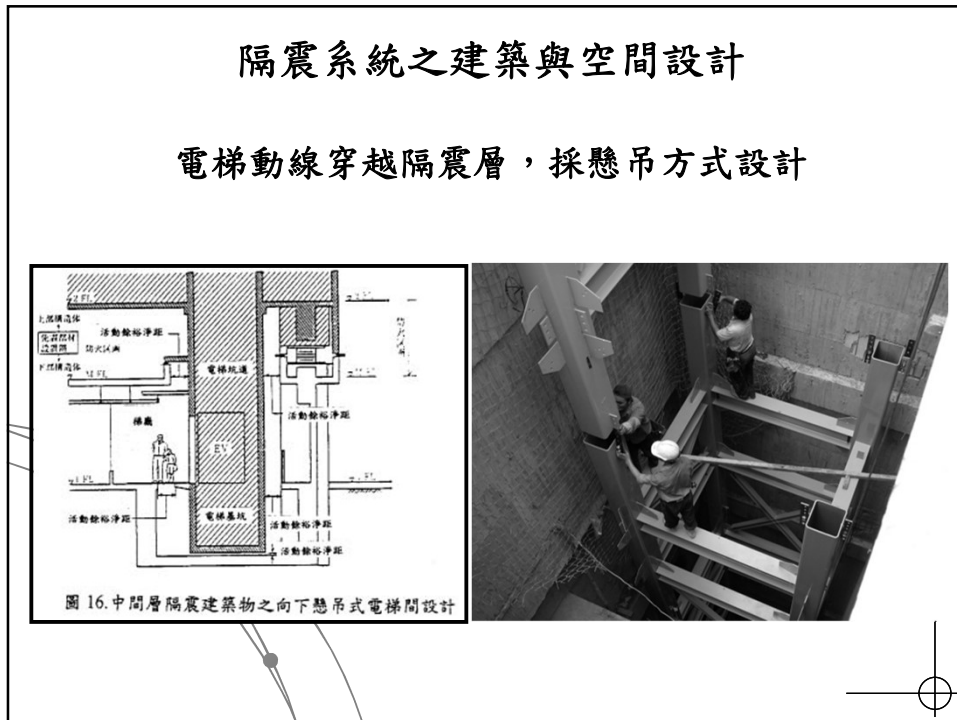


隔震建築電梯空間示意圖

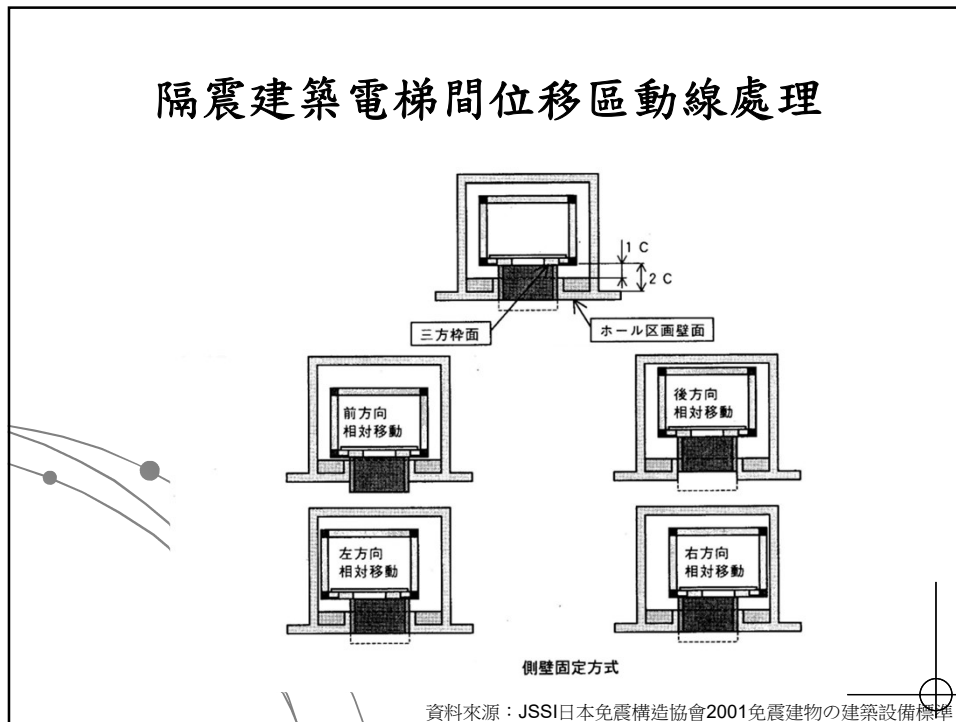
78



79



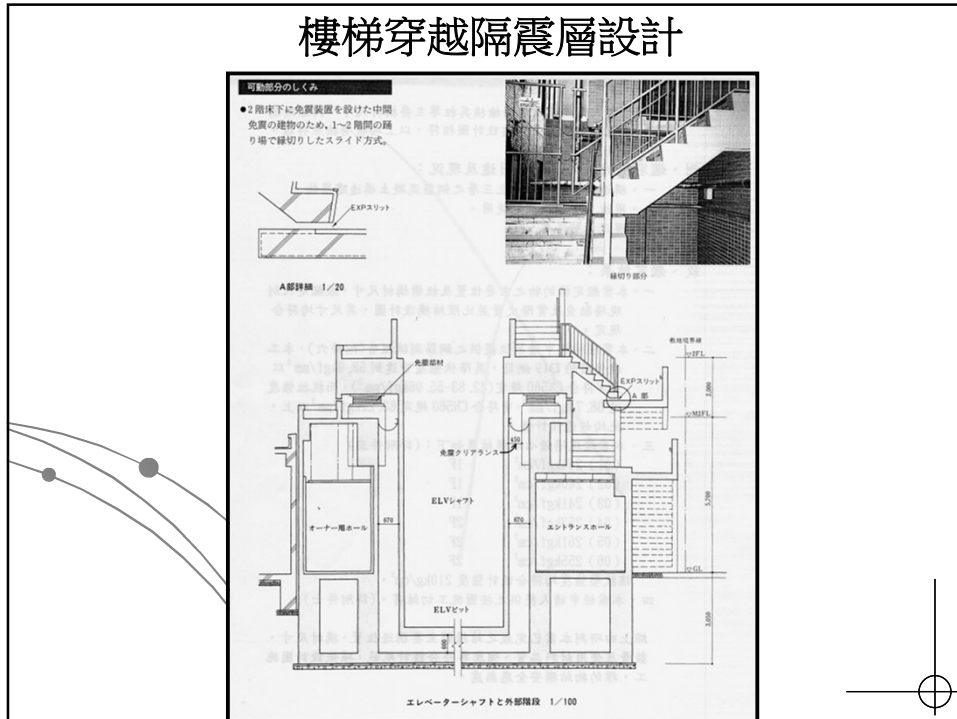
80



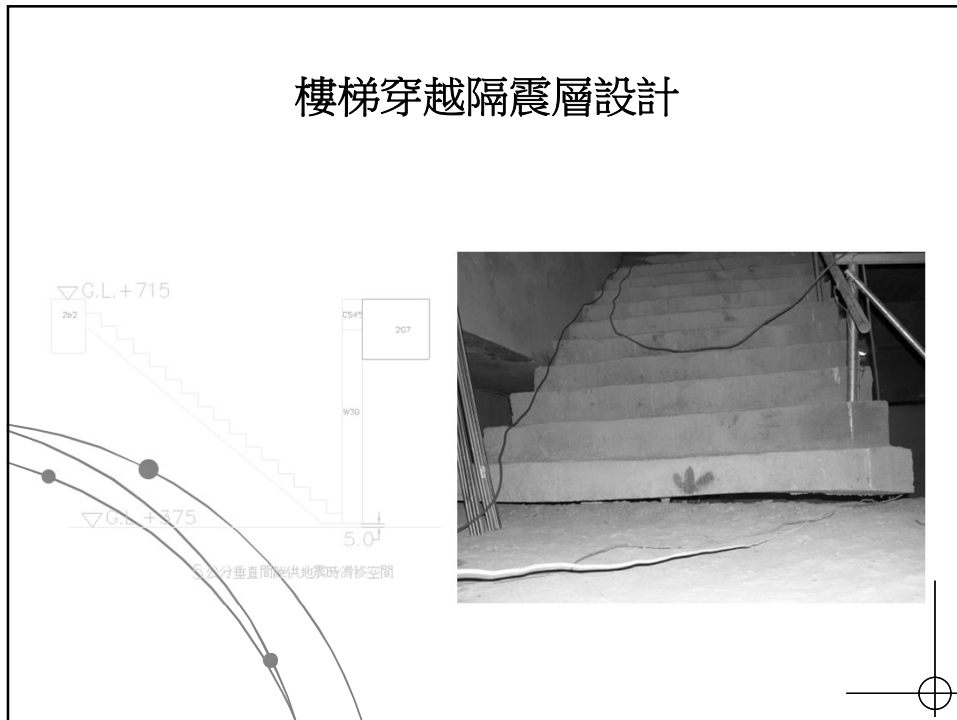
81



82



83



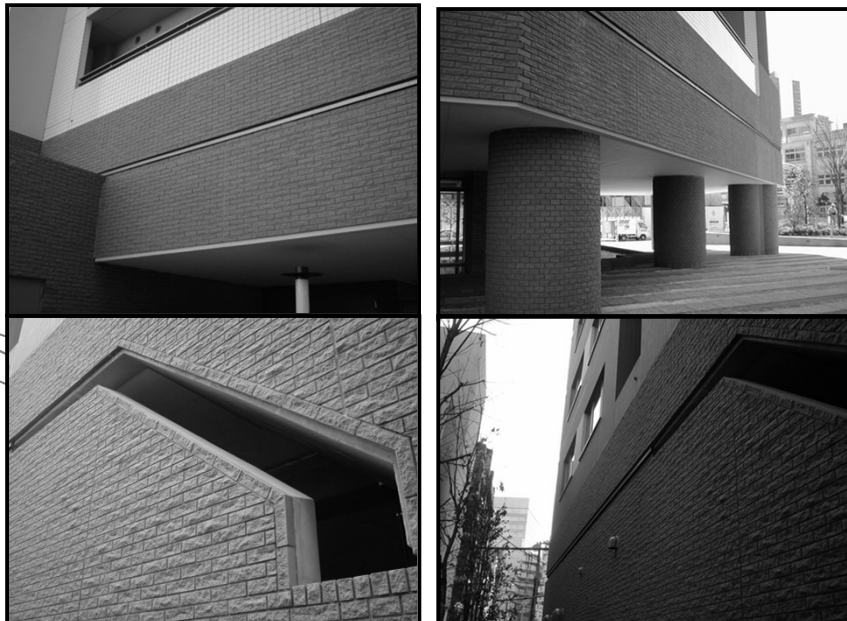
84

樓梯穿越隔震層設計



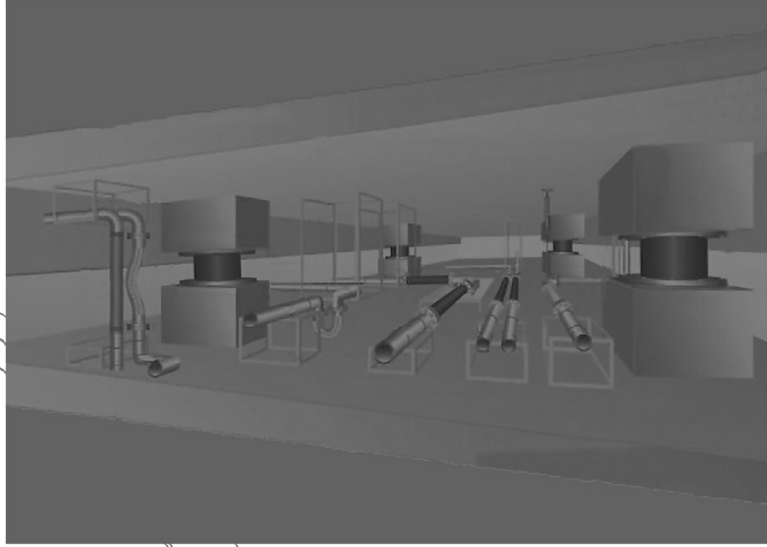
85

隔震位移縫切分方式



86

隔震建築管線設備



資料來源：日本倉敷

87



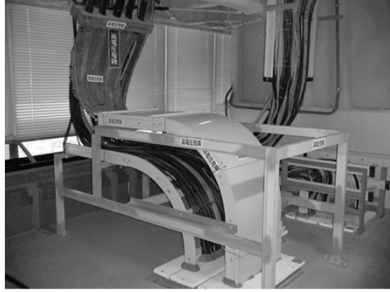
隔震建築物配管示意圖

設置方式：

1. 水平管吊於上層結構
2. 垂直管作可撓性管路

88

隔震層可撓性管線



89

隔震層可撓性管線



90

隔震層可撓性管線



91

管線系統



2022新北建築師公會講習



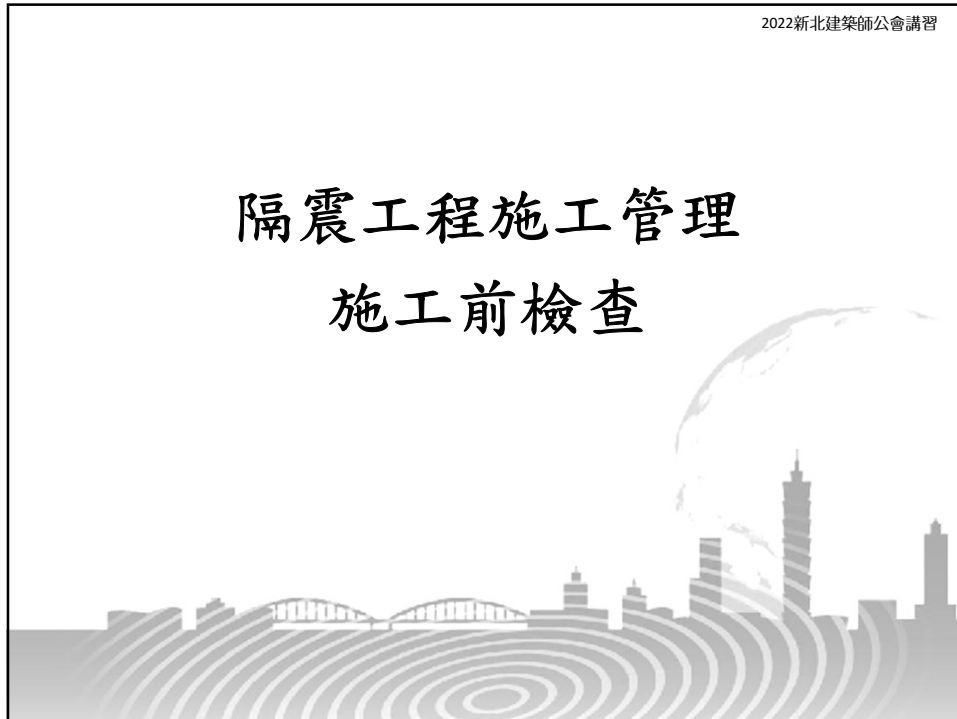
人車動線



監測系統



92



93



94

表 3.1.1 積層橡膠隔震支承之品質管理 (範例)

検査項目	検査頻率	判定基準	處置	管理区分		
				製造廠務	施工單位	
材料検査	硬度 橡膠材料の物性検査 拉伸應力 拉伸強度 伸長率	1個物件 1回以上	必須符合規格	材料再製作	●	■
	使用鋼材の品質保證書	全部	必須符合規格	材料再製作	■	■
	鉛或錫材料の品質保證書	每個隔塊	必須符合規格	材料再製作	■	■
外觀検査	完成品の外觀検査	全部	有害の傷痕・變形・塗裝・鍍鍍の浮遊及剝落等	修補	●	▲
尺寸検査	製品高度	全部	設計値 ±1.5% 且在 ±6 mm以内 連結板外徑的 0.5% 且在 3 mm 以内	修補或再製作	●	▲
	連結板傾斜度					
	橡膠部外徑					
	連結板外徑					
	連結板的偏移					
	連接螺栓孔間距					
	連接螺栓孔徑					
防鏽	塗裝膜厚検査(用電磁式膜厚計等量測)	同種製品中抽樣 50%以上	必須符合規格	修補	●	▲
性能検査	垂直特性確認試驗	垂直勁度 Kv	全部	設計値 ±20% 以内	●	▲
	水平特性確認試驗	RB 水平勁度 Kh				
		LRB 降伏後勁度 Kd				
		SnRB 特殊強度 Qd 等效勁度 Keq HDR 等效屈厄比 Heq				

2022新北建築師公會講習

● 自主検査

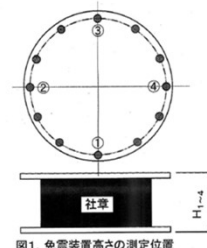
■ 書面審査

▲ 施工單位會驗検査(業主)

95

自主検査—外觀及尺寸検査方法

高度検査



社章より時計回りに①～④番とし、4点の高さの平均値を求め、平均値をゴムの線膨張係数 5.8×10^{-4} により20°Cに補正した値を免震装置高さとする。

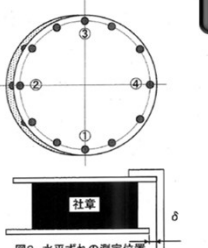
測定器: ノギス

H₁: ①高さ
H₂: ②高さ
H₃: ③高さ
H₄: ④高さ

設計値 ±1.5% , 且在 ±6 mm以内

図1. 免震装置高さの測定位置

偏移検査



①, ②又は③, ④におけるいずれか2方向の水平方向のずれを測定する。

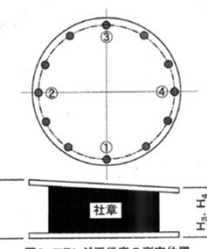
測定器: 直角定規
テンパー・ゲージ

δ: 水平ずれ

5 mm以内

図3. 水平ずれの測定位置

傾斜度検査



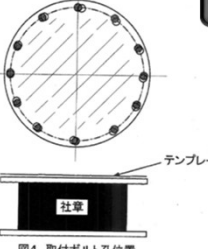
直交する①, ③又は②, ④における高さの差の絶対値をフランジ長辺で除した値をフランジ平行度とする。

高さの測定値を使用する

連結板外徑的 0.5% , 且在 3 mm以内

図2. フランジ平行度の測定位置

螺栓孔検査



専用のフィルム・シートでテンプレートを作成し、これをフランジプレートに乗せ取付ボルト孔位置を確認する。

測定器: テンプレート

螺栓孔間距
設計値 ±1.2 mm 以内

螺栓孔徑
設計値 ±0.5 mm 以内

図4. 取付ボルト孔位置

96

2022新北建築師公會講習

自主検査報告書—性能検査(個別規格)

性能試験結果一覧表 :

製品サイズ	LRB-S1400	数量	3
-------	-----------	----	---

試験荷重 = 28176 kN 面圧 = 15 N/mm²
 振幅 = ±100%・±248mmせん断変形 4サイクル加振

項目	個々 水平 載荷 試験						圧縮 載荷 試験		判定		
	降伏後剛性 (Kd)			降伏荷重 (Qd)			鉛直剛性 (Kv)				
設計値	3.073 kN/mm			490.9 kN			11016 kN/mm				
判定基準	-15%	~	+15%	-15%	~	+15%	-20%	~		+20%	
(許容値)	2.612	~	3.534	417.3	~	564.5	8813	~		13219	
製品番号	計測値	20°C換算	対設計%	計測値	20°C換算	対設計%	±175%			計測値	対設計%
0703-2001	2.939	3.016	-1.9	429.8	467.2	-4.8	29.5	異常なし	9647.9	-12.4	合格
0703-2002	2.969	3.079	0.2	415.3	467.2	-4.8	33.4	異常なし	9801.6	-11.0	合格
0703-2003	2.956	3.041	-1.0	422.5	463.4	-5.6	30.5	異常なし	9578.1	-13.1	合格

性能検査温度補正式
 降伏後剛性 Kd: 実測値 × exp(-0.00271 × (20-検査時温度))
 降伏荷重 Qd: 実測値 × exp(-0.00879 × (20-検査時温度))

97

2022新北建築師公會講習

自主検査報告書—性能検査(整體統計)

装置全体の性能試験結果

±10%

LRB			
降伏後剛性 Kd			
全製品の計測値	全製品の設計値	対設計	判定
kN/mm	kN/mm	%	(±10%)
20.288	21.218	-4.4	合格

降伏荷重 Qd			
全製品の計測値	全製品の設計値	対設計	判定
kN	kN	%	(±10%)
3671.5	4047.2	-9.3	合格

鉛直剛性 Kv			
全製品の計測値	全製品の設計値	対設計	判定
kN/mm	kN/mm	%	(±15%)
70395.9	74768.0	-5.8	合格

98

2022新北建築師公會講習

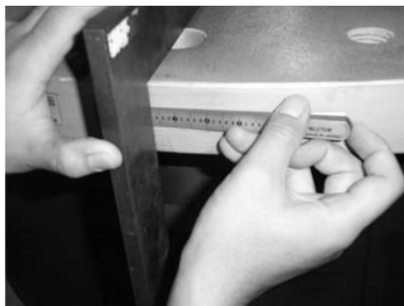
積層橡膠隔震支承品質管理基準(外型尺寸)

尺寸 檢 查	製品高度	設計值 $\pm 1.5\%$ ，且在 $\pm 6\text{ mm}$ 以內
	連結板傾斜度	連結板外徑的 0.5% ，且在 3 mm 以內
	橡膠部外徑	設計值 $\pm 0.5\%$ ，且在 $\pm 4\text{ mm}$ 以內
	連結板的外徑	設計值 $\pm 3\text{ mm}$ 以內
	連結板的偏移	5 mm 以內
	連接螺栓孔間距	設計值 $\pm 1.2\text{ mm}$ 以內
	連接螺栓孔徑	設計值 $\pm 0.5\text{ mm}$ 以內

99

外觀及尺寸檢查

2022新北建築師公會講習



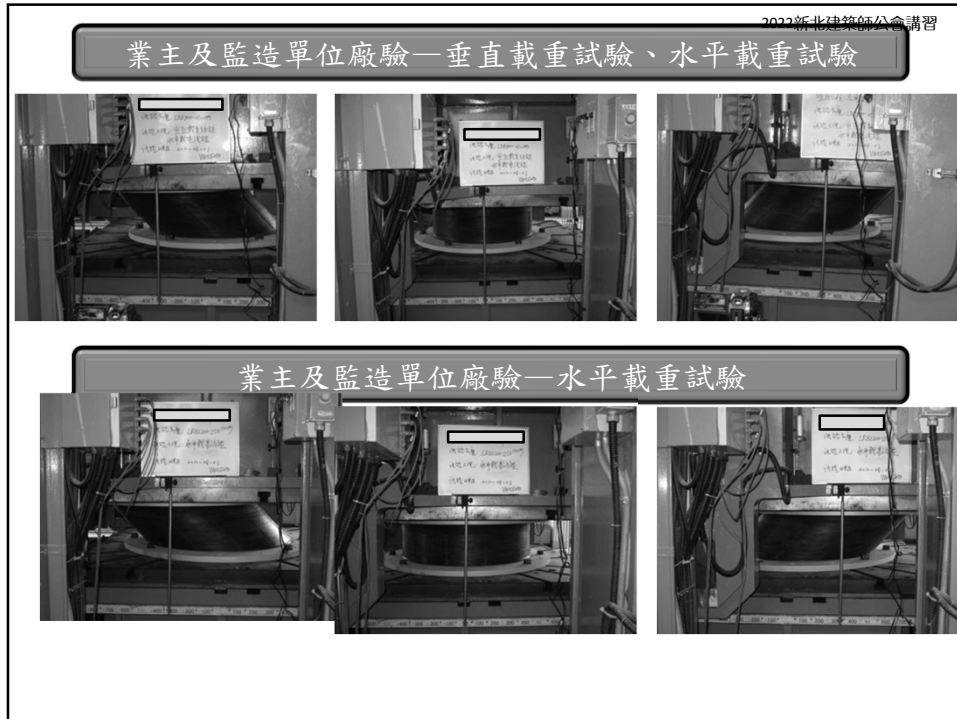
100

積層橡膠隔震支承品質管理基準(力學性能)				
性能檢查	垂直特性 確認試驗		垂直勁度Kv	設計值 ±20 %以內
	水平特性 確認試驗	RB	水平勁度Kh	設計值 ±20 %以內
		LRB SnRB	降伏後勁度Kd	設計值 ±20 %以內
			特徵強度Qd	
		HDR	等效勁度Keq	設計值 ±20%以內
等效阻尼比Heq				

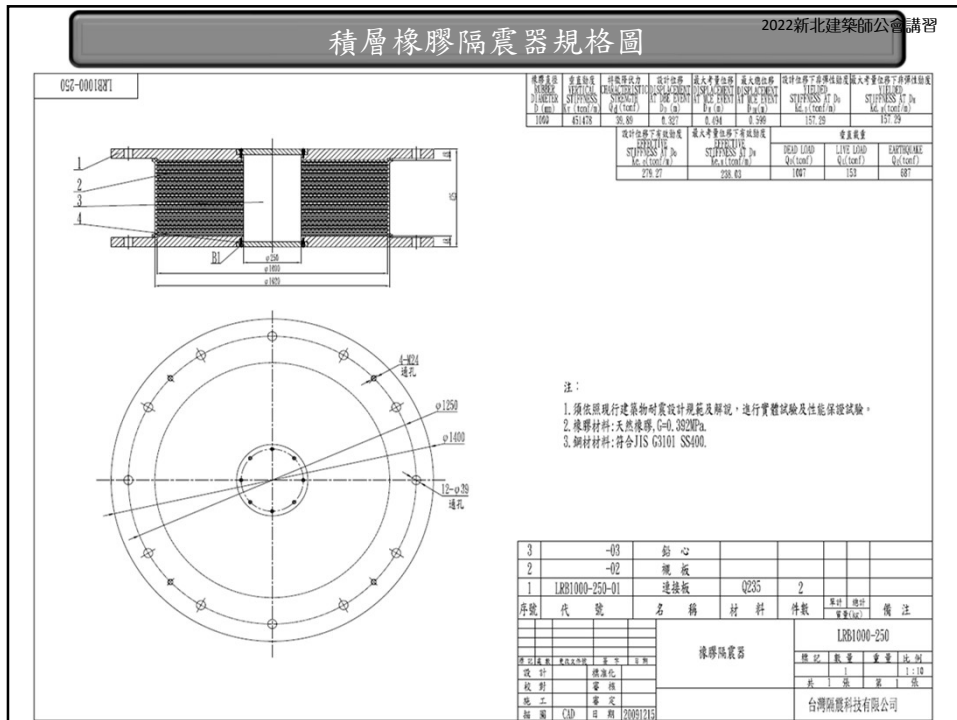
101



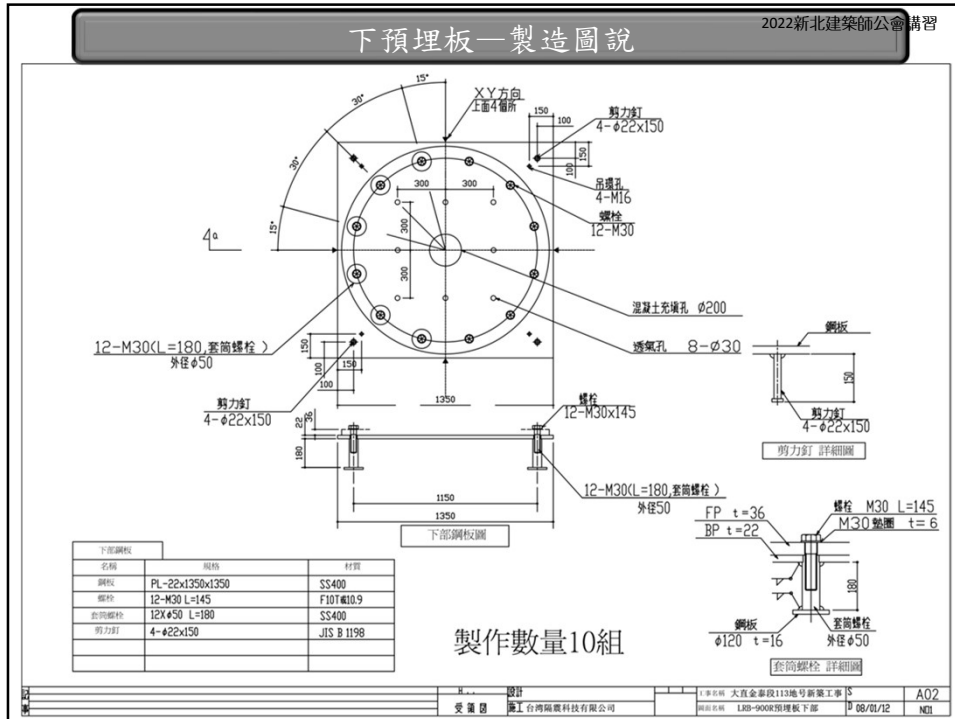
102



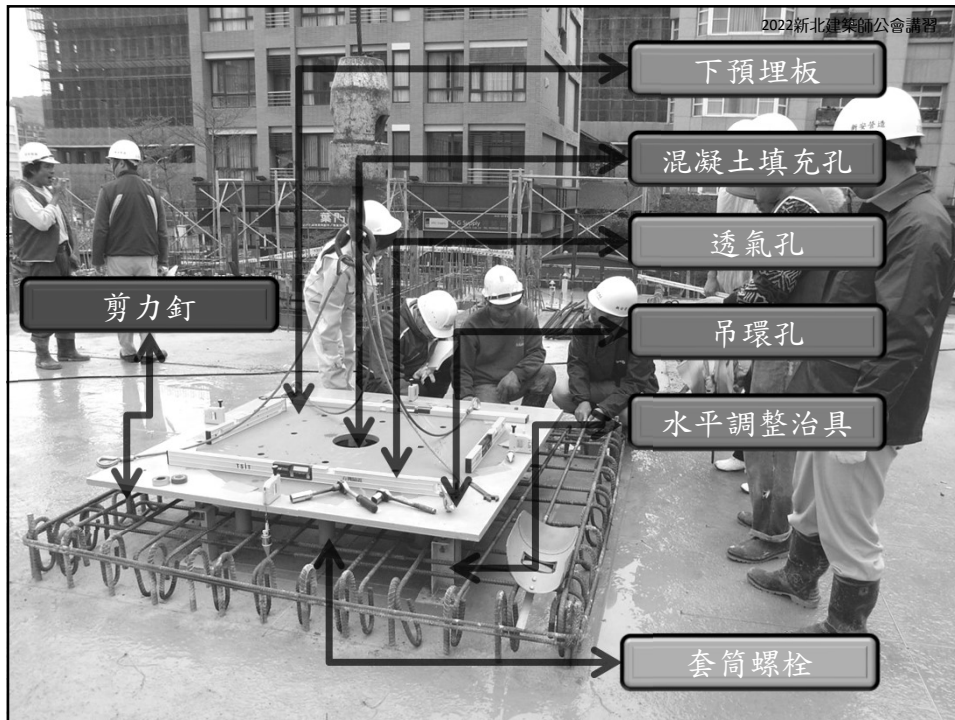
103



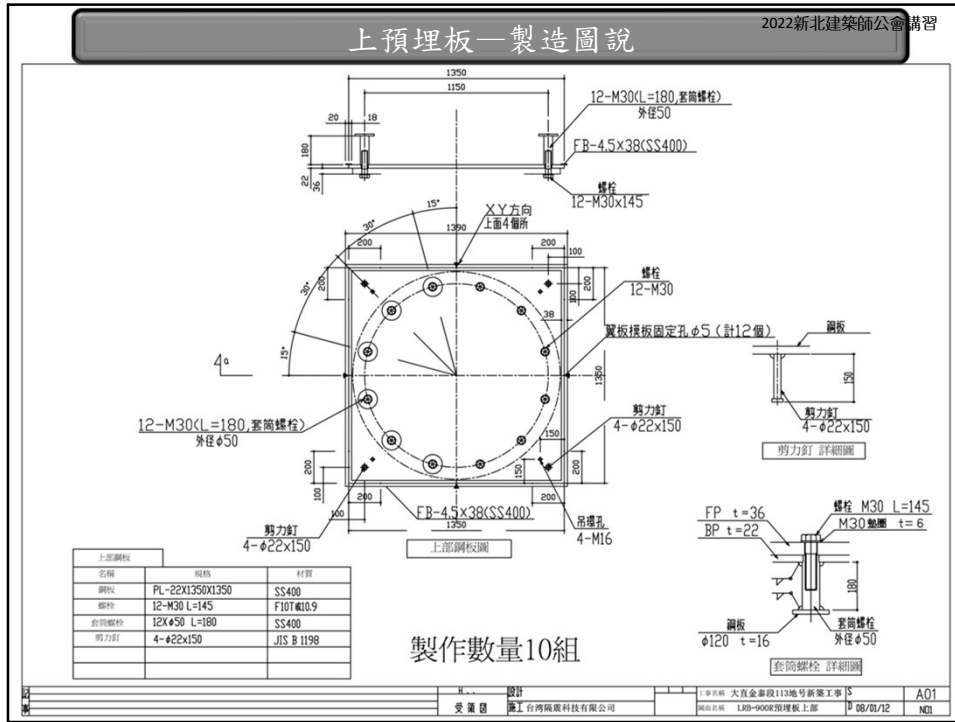
104



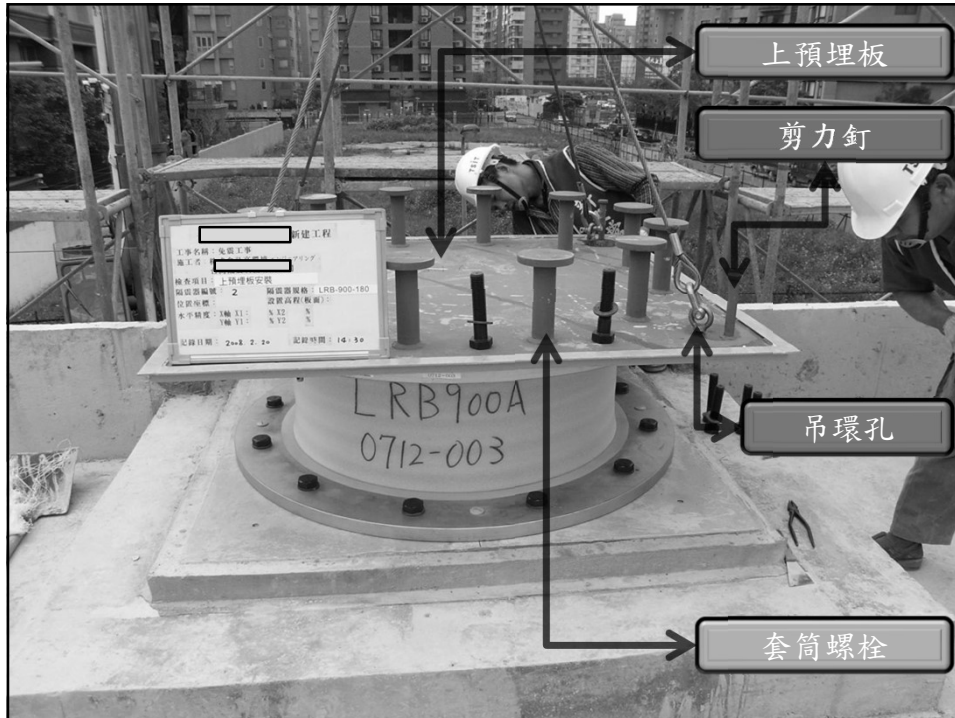
105



106



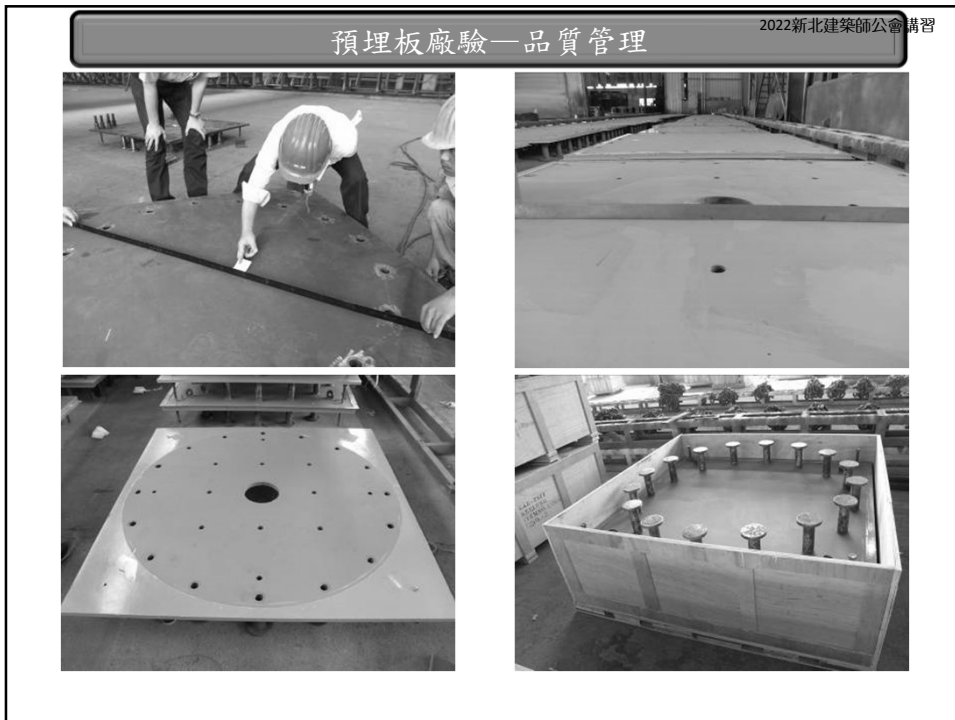
107



108

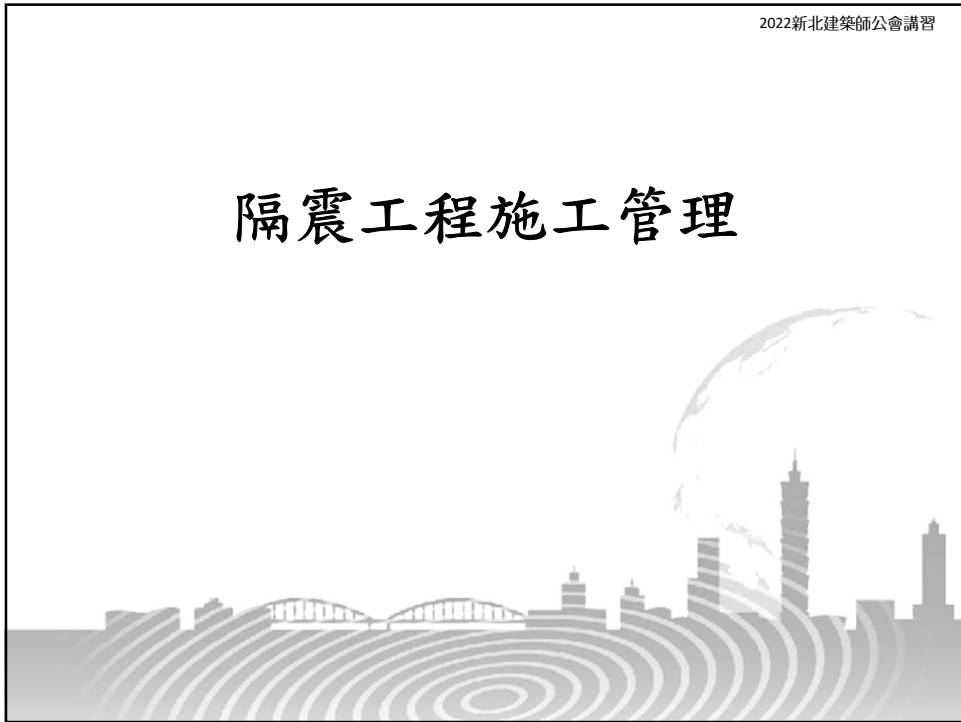


109

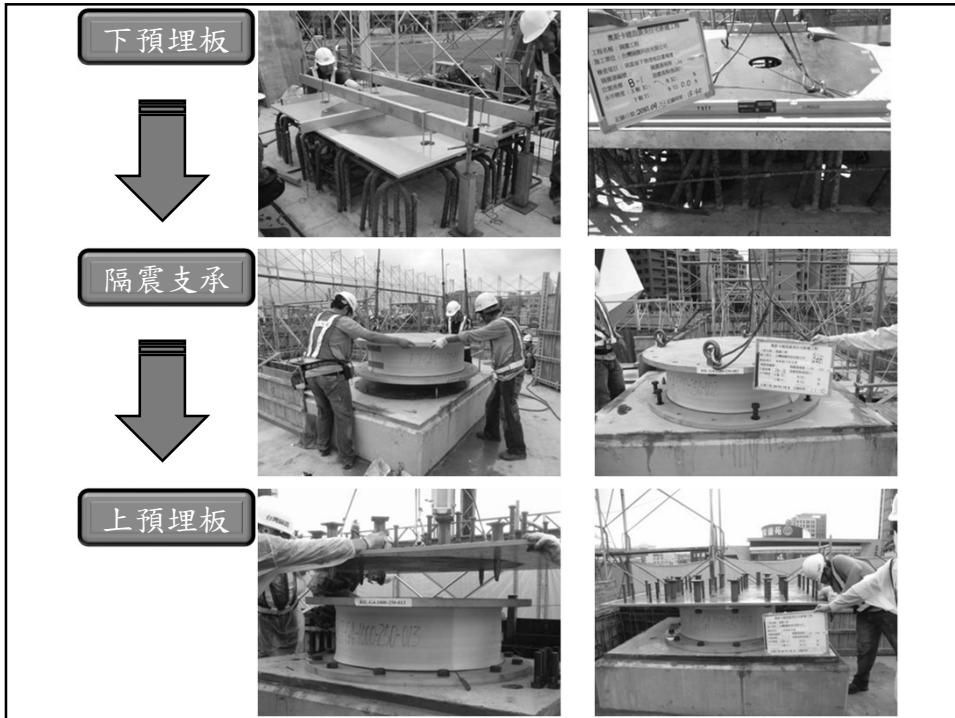


110

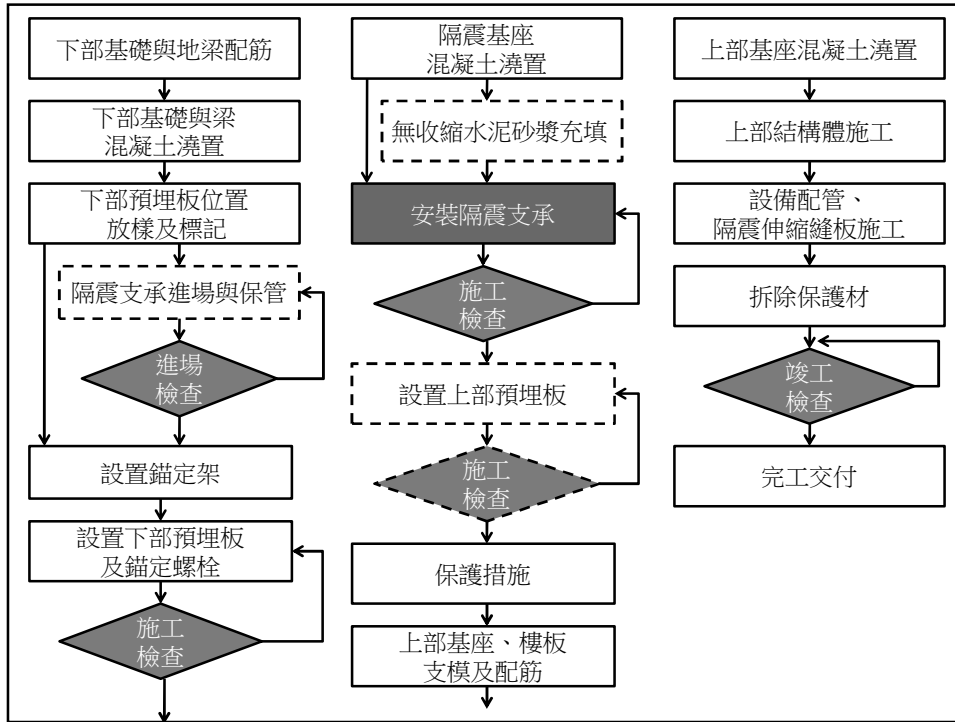
隔震工程施工管理



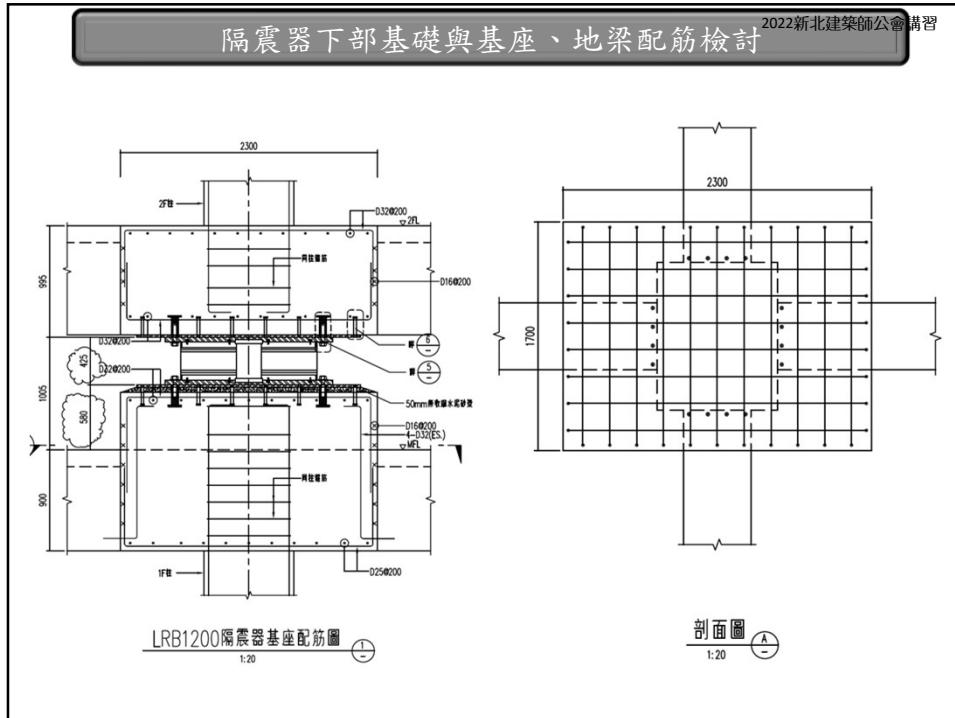
111



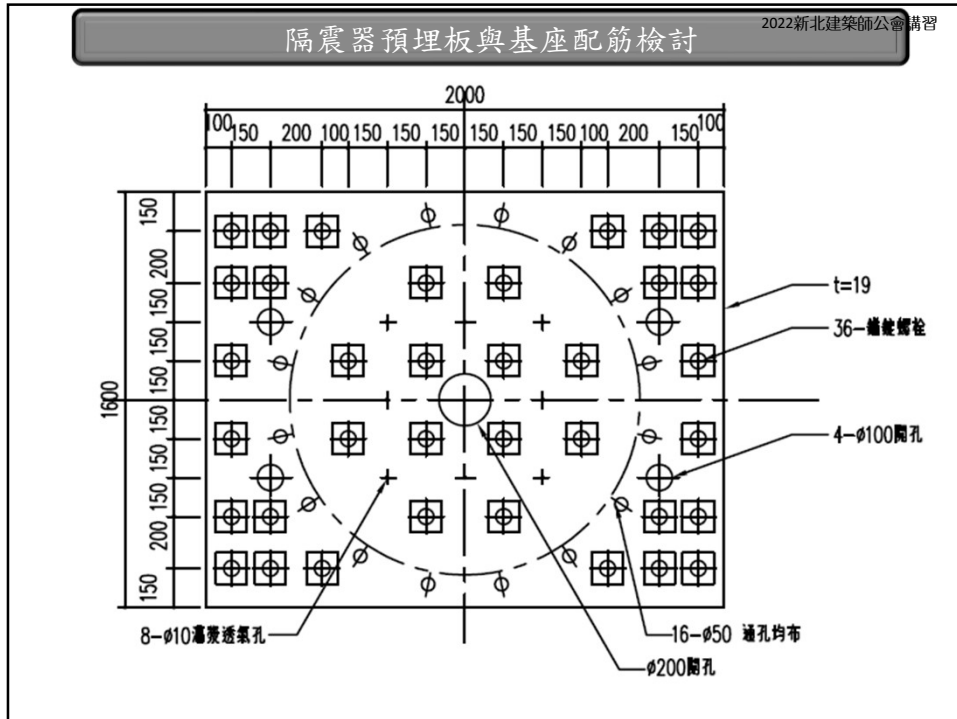
112



113



114





117



118



119



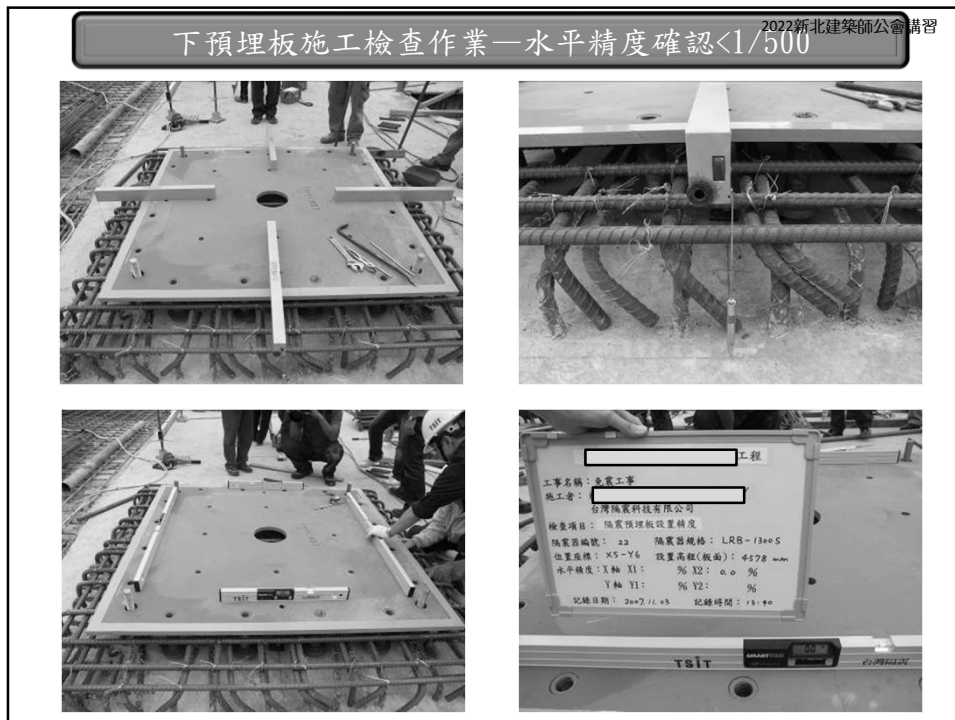
120



121



122



123



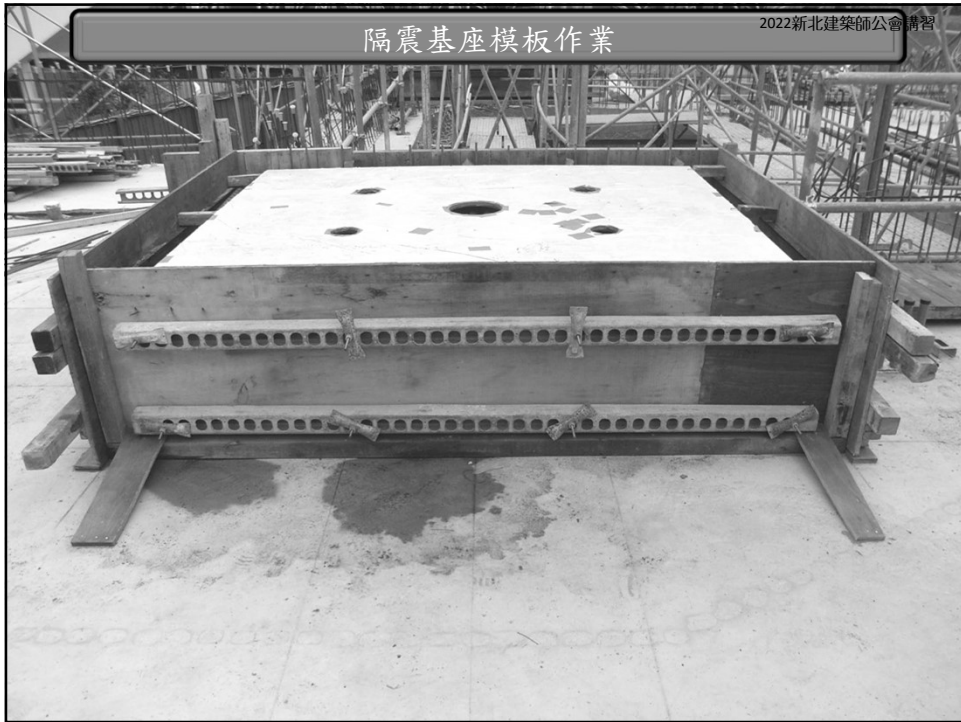
124



125



126



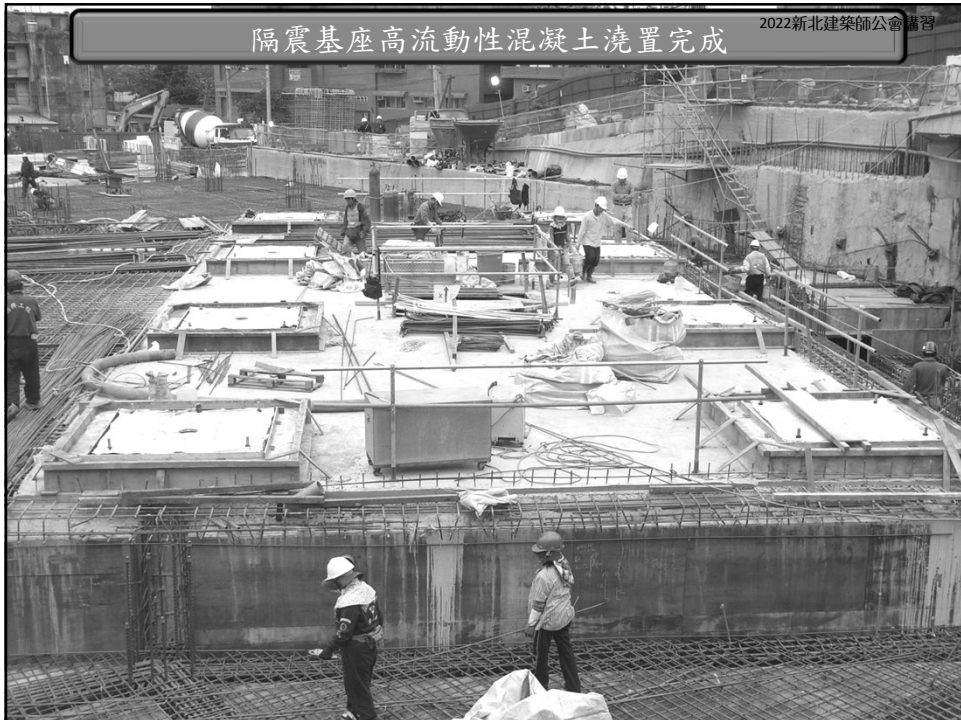
127



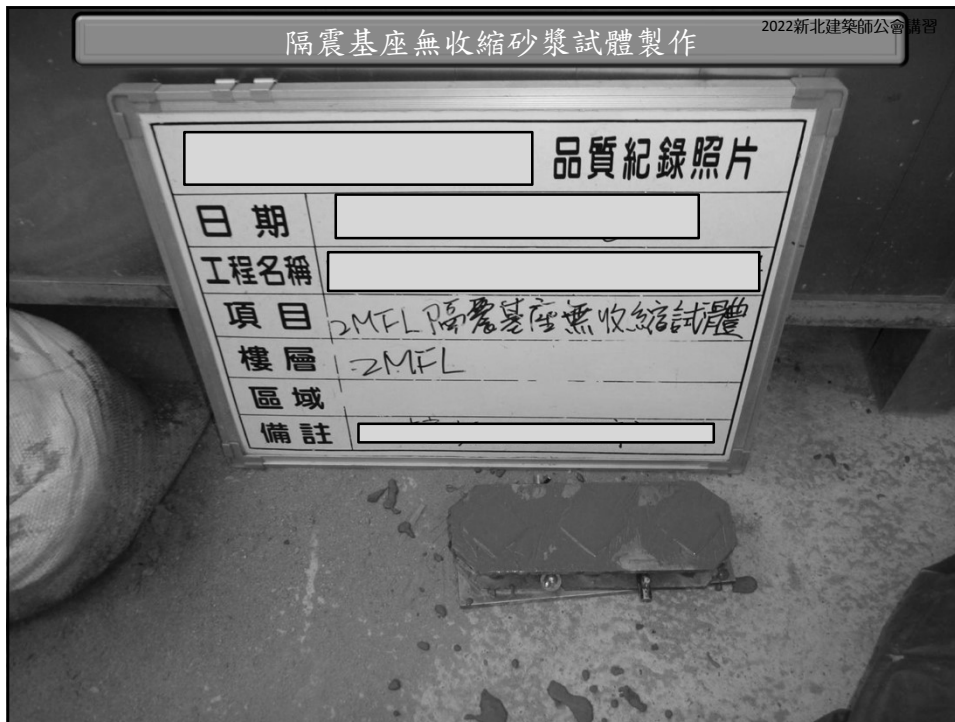
128



129



130



131



132



133



134



135



136



137



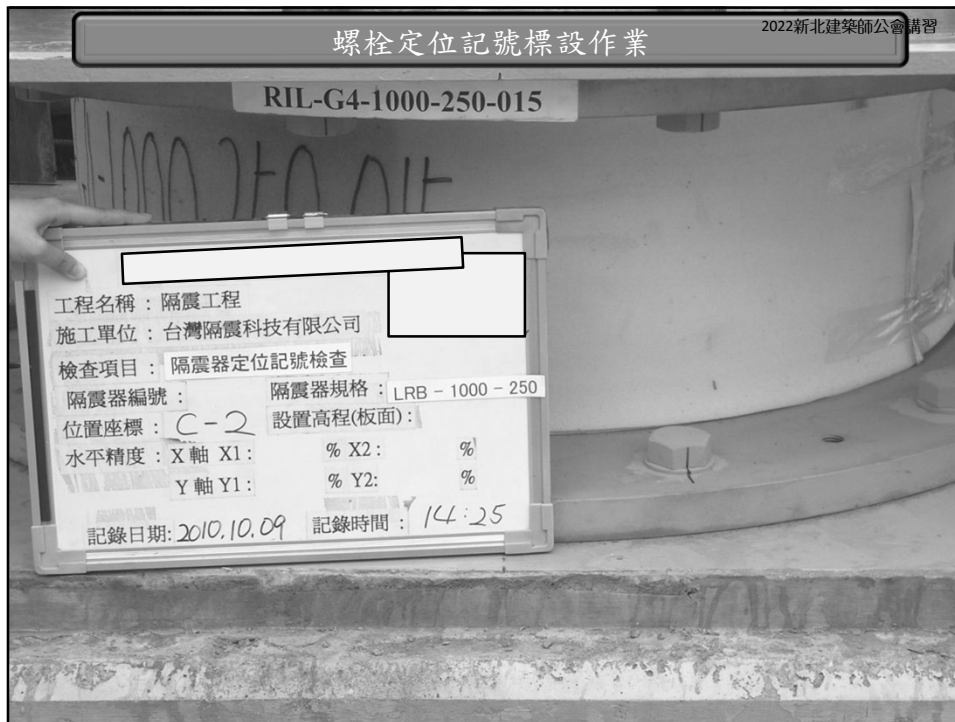
138



139



140



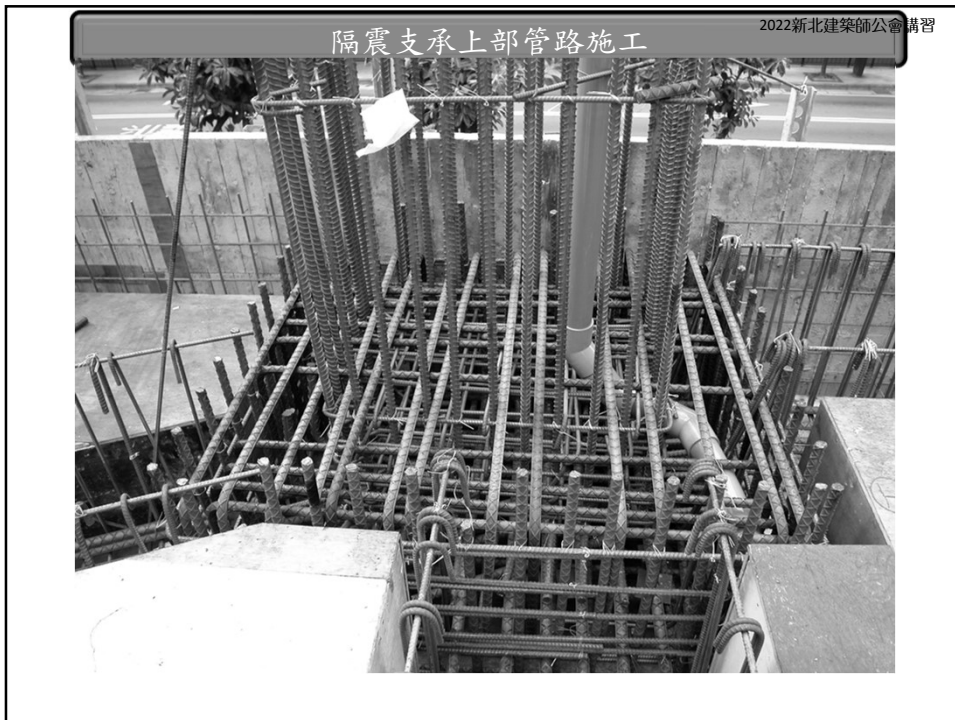
141



142



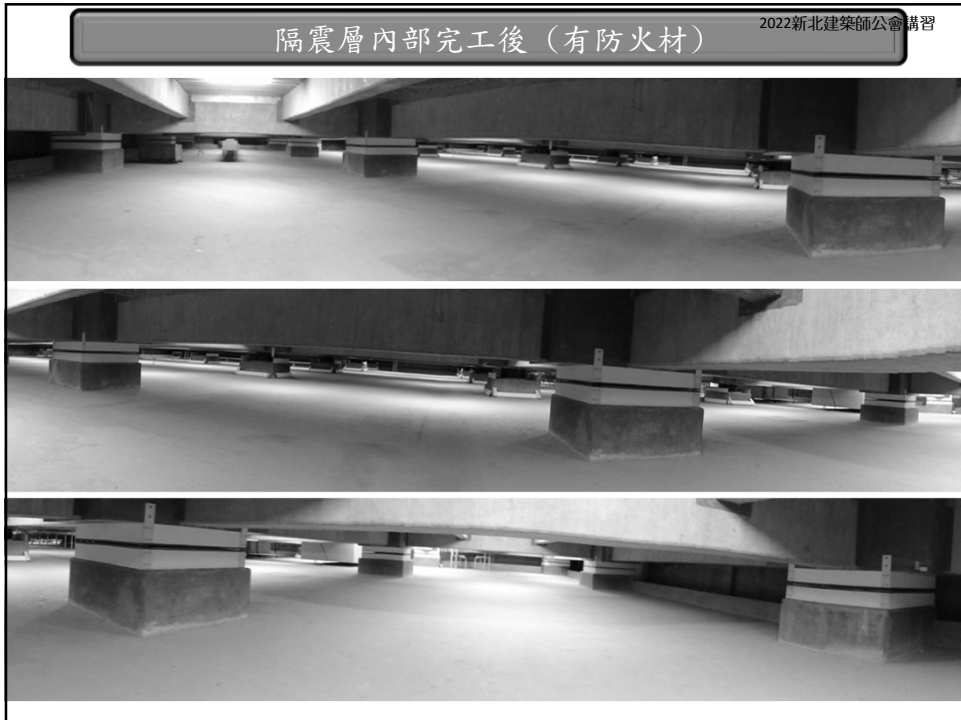
143



144



145



146



147

隔震建築常見施工缺失

148



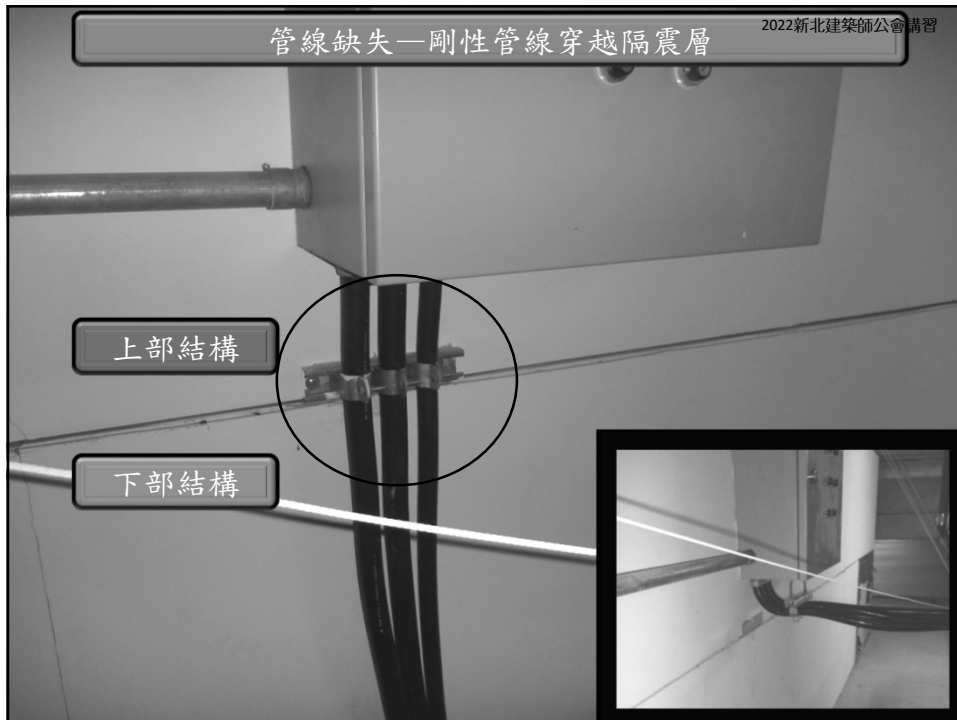
149



150



151



152



153



154



155



156

增設之設施未考慮隔震位移空間

2022新北建築師公會講習



157



簡報完畢
敬請指教

158