

大橋頭站捷二聯合開發案隔震結構設計

文圖/永峻工程顧問(股)公司/洪雅惠技師 聯開處/王聰賢

新莊線大橋頭站捷二聯合開發案本局於96年10月1日公告實施本市都市計畫「配合臺北市捷運系統新莊線（北市段）大橋國小站變更商業區、住宅區、機關用地、道路用地為聯合開發區（捷）主要計畫案」都市計畫書、圖；96年10月16日擬定臺北市捷運系統新莊線（北市段）大橋國小站聯合開發區（捷）細部計畫案；96年10月19日公告「捷運系統新莊線大橋國小站聯合開發區（捷）基地開發內容及管制規定」，整宗土地於98年間與79位私地主簽訂「臺北都會區大眾捷運系統開發所需土地協議價購協議書」，98年2月18日本府與投資人日勝生活科技股份有限公司簽訂「臺北都會區大眾捷運系統新莊線大橋國小站（捷二）基地土地開發投資契約書」。

本開發案共取得都市計畫、捷運、都市更新等3項容積獎勵，基地坐落於臺北市大同區延平北路三段及民權西路之交界處，地上老舊建築物拆除及地下共構工程結構體施工，由當時本局南區工程處(今改組第二區工程處)為主導營建管理相關作業，後續捷運轉乘機車停車場及大橋頭站1A出入口建築裝修工程，亦由第二區工程處負責監造相關作業，本基地結構型式為鋼筋混凝土，共興建1幢3棟大樓，地上19層、地下4層共317戶，於105年4月7日開工，108年6月25日取得使用執照，圖1為大橋頭站捷二聯合開發大樓完工照片，本開發案最大特色為結構系統設計規劃為「隔震建築」，簡要介紹如下：

一、隔震設計的原理：

在於透過水平勁度較小的隔震層延長結構物之基本週期、提高系統阻尼比，使其所承受之地震力降低。藉由隔震元件之作用，減少梁柱等支承桿件之損壞機率，且因建物變形量相對變小，非結構牆或建築裝修的損害也同時減小，因而可減少地震災後建築物修復之費用。提高結構之抗震等級與安全性，並增加建築使用之舒適性。

傳統結構物之耐震設計係以建築物本身強度及勁度來抵抗地震力，使結構桿件在中度地震以下能維持於彈性，並透過韌性設計以確保建築物在中度地震具有足夠之韌性容量來消散地震輸入結構之能量，而在大地震下避免結構倒塌。由於整個消能機制完全仰賴結構自身主構件的非線性變形行為，因此構件的韌性設計及震後的維修補強作業，是傳統耐震結構應用的主要限制。

相對於傳統結構的耐震設計邏輯，結構控制的基本原理在於降低地震輸入的能量或是將能量消散集中於適當的消能裝置內，以降低或防止主結構的非線性變形產生，並在降低建物耐震反應的同時減少裝修的損害並提高居住的舒適性。一般結構控制系統可分為主動、被動與混合型式等三種：主動控制系統是以透過外加反向載重以控制結構反應，被動控制系統則是以隔震或減震裝置降低地震輸入主建物的能量以達結構控制的目的。

二、隔震層選定與說明：

本工程之隔震層主要規劃於1層結構與地下1層間，如隔震縫的界面可以妥為處理時，基礎隔震為最符合隔震原理與結構安全的方式，由於本工程與捷運通道相連之聯合開發，主體結構下方西南側為捷運新莊線大橋頭站之1A號出入口，此範圍之地下室為捷運獨立使用空間與本建物地下室停車空間以40cm厚之RC擋水牆隔

開不相連通。依據捷運設計要求，通道出入口必須滿足200年洪水位加1.1M且鄰地面至少高60cm之防洪要求，因此於回歸期防洪線以下之建物需具有完整之防水功能為設計考量；如果捷運出入口範圍內之隔震層設置於地下1層，隔震縫存在下的防水計畫難以滿足防洪要求。基於上述考量，針對捷運出入口區域之隔震層選擇施做於地上2層，將整個捷運出入口區域做完整之區隔。

因捷運連通道防水需求造就本案特殊之隔震配置，多數隔震裝置位於1層結構下方、南側部分隔震裝置位於2層結構下方，隔震層結構南北向立面圖如圖2所示。隔震裝置規劃採用鉛心橡膠支承墊搭配液態黏滯阻尼器所構成，圖3為隔震墊剖面示意。另為控制隔震位移量，隔震層亦裝額外增設雙向各6組共12組最大出力150噸之液態阻尼器。

三、隔震裝置試驗：

隔震裝置為隔震建築物之最重要之元素，所以隔震裝置之可靠度及參數精準度是非常重要之議題。本案根據建築物耐震設計規範第9.5節之相關規定進行一系列之隔震墊試驗，包含實體試驗與性能保證試驗。其中實體試驗所用的試體不得再用於建物內。本案於民國102年於國家地震工程研究中心實驗室進行兩組隔震裝置之實體試驗，實驗尺寸分別為直徑1.2m與1.5m各一組。相關試驗程序依循規範規定進行。本案最大隔震設計位移達60cm，圖4為試驗報告內執行最大位移試驗（60cm）之照片。

四、結論：

本案隔震設計面臨較大之考驗有三點：(1)本案因捷運設施之防洪需求，隔震裝置需設置於壹層版下與部分設置於貳層板下，增加結構分析之難度。(2)本案因地上層三棟建物配置屬不規格配置，地上層三棟建物又共構於同一隔震層，確保控制隔震裝置之偏心扭轉。(3)隔震墊是否有受拉之行為檢討。透過詳細之3D結構動力歷時分析，確保結構受震後之反應，並加設液態阻尼器控制隔震位移為必要之課題。另藉由試驗確保隔震裝置之可靠度與參數精準度亦是非常重要之一環。透過詳細之分析與試驗之佐證，確保未來本聯開案經得起大地震之考驗。



圖1 大橋頭站捷二聯合開發大樓完工照片

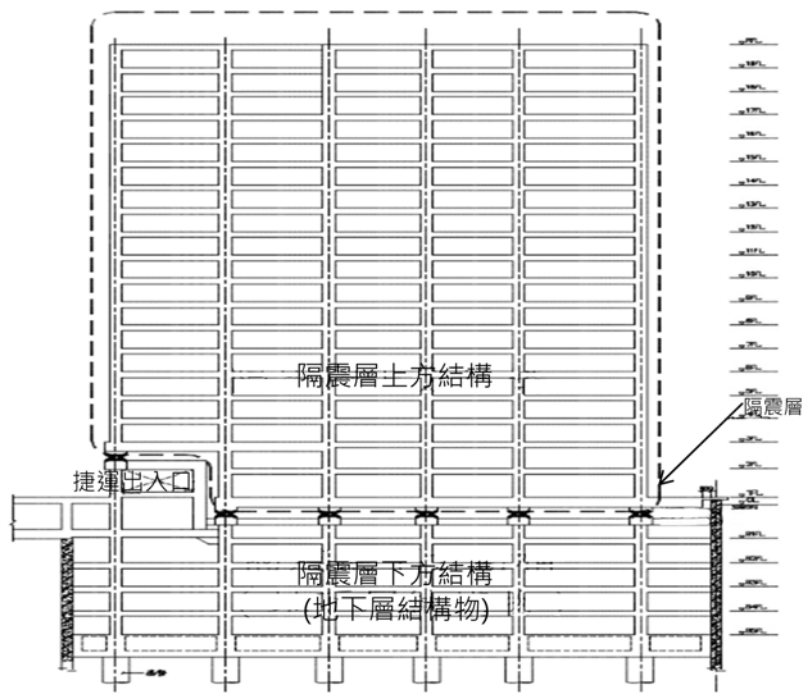


圖2 隔震層結構南北向立面示意

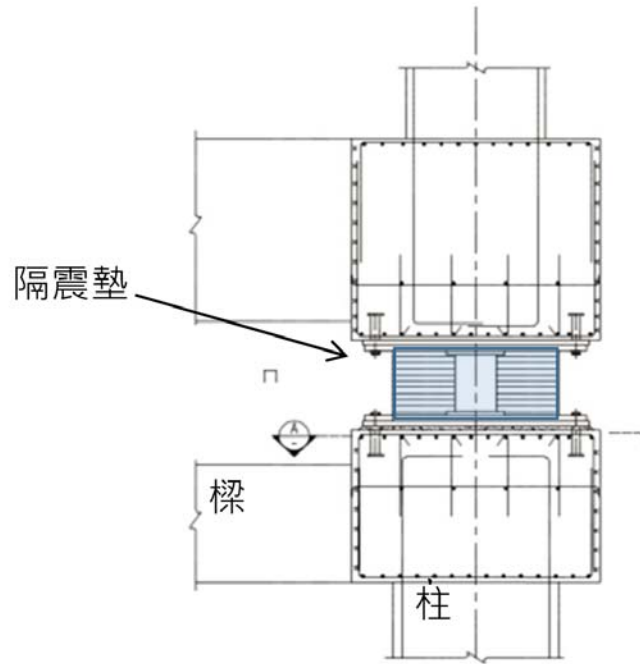
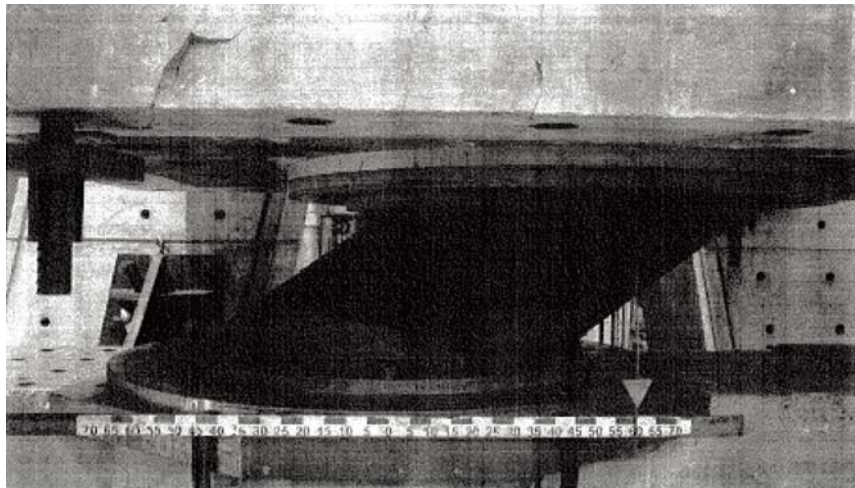


圖3 隔震墊剖面示意



測試件於不同變形特性試驗過程中情形(型號：LRB1200)
試驗最大位移(600mm)

圖4 隔震墊試驗照片

Daqiaotou Station (M2) Joint Development Project Seismic Isolation Structural Design

The development project has received the following three “Bulk Rewards”: urban planning, MRT, and urban renewal. Located at the intersection of Section 3, Yanping North Rd. and Minquan West Rd., the project has a reinforced concrete structural type and consists of a total of three high-rise buildings with 19 above-ground floors and four underground levels. Construction commenced on April 7, 2016, and the usage license was obtained on June 25, 2019. The main characteristic of this development project is the planning design of “seismic isolation architecture” for the structural system.