

出國報告（出國類別：開會）

參加18WCSI 國際研討會

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：營建處專員 黃政勳

派赴國家/地區：土耳其

出國期間：112年11月5日至12日

報告日期：113年 1月 4日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加18WCSI 國際研討會

頁數 38 含附件：■是 □否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人資處/翁玉靜/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

黃政勳/台灣電力公司/營建處/專員/(02)2366-6969

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：112年11月5日至112年11月12日

派赴國家/地區：土耳其

報告日期：112年 12月25日

關鍵詞：WCSI、Seismic isolation、Energy dissipation、隔震(免震)、減震(制震)、消能、地震工程、耐震設計、被動能量消散、主動控制

內容摘要：

本次赴土耳其參加參加第18屆國際結構地震隔震、被動能量消散和主動控制研討會 WCSI(The 18th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation, and Active Vibration Control of Structures)由土耳其隔震協會 Turkish Association for Seismic Isolation (TASI) 及 Anti Seismic Systems International Society (ASSISi)贊助舉辦之國際研討會，ASSISi(抗震系統國際協會)是一家總部位於美國加州柏克萊的非營利組織，致力於推廣和推廣隔震和消能技術。ASSISi 協會最初於2001年10月5日在第7屆國際結構地震隔震、被動消能和主動控制研討會閉幕式期間在義大利阿西西成立。由於阿西西在國際上被稱為聖弗朗西斯城，因此它具有“和平與國際合作”的含義。以 ASSISi 作為協會的名稱，重申了創辦人願意採取明確的象徵性立場，透過國際合作和協作來建立一個更美好、更安全的世界。研討會邀請專家學者及業界工程師分享設計案例探討與研究成果，共涵蓋7大項主題及117篇以上之研究，並且與第7屆 International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (7ICEES)合辦。本報告耐震評估及補強、基礎隔震、2023土耳其 Kahramanmaras 地震專題等為主題節錄相關研究，並簡述摘要及成果，對日後相關建築結構耐震規劃、設計及建築物耐震評估時，有助於提升專業能力並提供寶貴經驗。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網(<http://report.nat.gov.tw>)

摘要：

本次赴土耳其參加參加第18屆國際結構地震隔震、被動能量消散和主動控制研討會18WCSI(The 18th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation, and Active Vibration Control of Structures)由土耳其隔震協會 Turkish Association for Seismic Isolation (TASI) 及 Anti Seismic Systems International Society (ASSISi)贊助舉辦之國際研討會，ASSISi(抗震系統國際協會)是一家總部位於美國加州柏克萊的非營利組織，致力於推廣和推廣隔震和消能技術。ASSISi協會最初於2001年10月5日在第7屆國際結構地震隔震、被動消能和主動控制研討會閉幕式期間在義大利阿西西成立。由於阿西西在國際上被稱為聖弗朗西斯城，因此它具有“和平與國際合作”的含義。以 ASSISi 作為協會的名稱，重申了創辦人願意採取明確的象徵性立場，透過國際合作和協作來建立一個更美好、更安全的世界。研討會邀請專家學者及業界工程師分享設計案例探討與研究成果，共涵蓋7大項主題及117篇以上之研究，並且與第7屆 International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (7ICEES)合辦。本報告耐震評估及補強、基礎隔震、2023土耳其 Kahramanmaras 地震專題等為主題節錄相關研究，並簡述摘要及成果，對日後相關建築結構耐震規劃、設計及建築物耐震評估時，有助於提升專業能力並提供寶貴經驗。

目次		
一、	目的.....	1
二、	過程.....	2
(一)	出國行程紀要.....	2
(二)	研討會概述.....	3
(三)	研討會相關主題演講.....	4
三、	心得與建議.....	28
四、	出國期間遭遇的困難與特殊事項.....	30
附錄.....		32

一、 目的

台灣位於歐亞板塊和菲律賓海板塊之交界地帶，平均每年大小地震超過兩萬個，其中有感地震(規模4以上)可達約四百個。近期2023年2月6日土耳其 Kahramanmaras 省同日發生規模7.8地震與規模7.5兩個地震，已造成土耳其及敘利亞境內超過59,259人死亡及大量建物毀損，故地震工程為所有地震帶結構工程師必須研究的重點。

本次赴土耳其參加舉辦之第18屆國際結構地震隔震、被動能量耗散和主動控制研討會18WCSI(The 18th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation, and Active Vibration Control of Structures)由土耳其隔震協會 Turkish Association for Seismic Isolation (TASI)，為地震工程及結構動力相關之學術研討會，邀請業界工程師與學界教授分享設計案例探討與研究成果，諸如耐震設計、耐震評估及補強、基礎隔震等。

藉由參與國際大型地震工程研討會，向世界各國最優秀之地震工程專家取經，獲取專業意見回饋，即時掌握最新研究成果及發展趨勢，提升耐震設計相關人員之專業深度與視野，對日後本公司相關建築結構耐震規劃、設計及建築物耐震評估時，有助於提升專業能力並提供寶貴經驗。

二、 過程

(一) 出國行程紀要

日期	公出行程
11月5日(日)	台北時間13:30前往桃園國際機場16:35起飛前往香港，18:30抵達香港機場，香港時間22:50起飛
11月6日(一)	土耳其時間9:50抵達安達利亞機場，等待主辦單位安排接駁巴士前往研討會報到，約略下午15點到達研討會會場
11月7日(二)	研討會第1天
11月8日(三)	研討會第2天
11月9日(四)	研討會第3天
11月10日(五)	研討會第4天
11月11日(六)	返程，土耳其時間約14:15抵達安達利亞機場，在機場內等候轉機伊斯坦堡，班機延誤至20:40起飛
11月12日(日)	伊斯坦堡機場等待飛往香港班機，原定土耳其時間02:00起飛延誤2小時，土耳其時間04:00於伊斯坦堡起飛，香港時間19:00到達香港，香港時間21:10起飛，台北時間22:55飛抵桃園國際機場

研討會進行期間同時採用手機應用程式 App 供參與者使用，相關研討會時間與主題主辦單位均在 App 上發佈最新訊息，研討會期間可藉由 APP 追蹤各會議開始的時段及會議地點，如圖1、圖2。



圖1、研討會 APP 介面

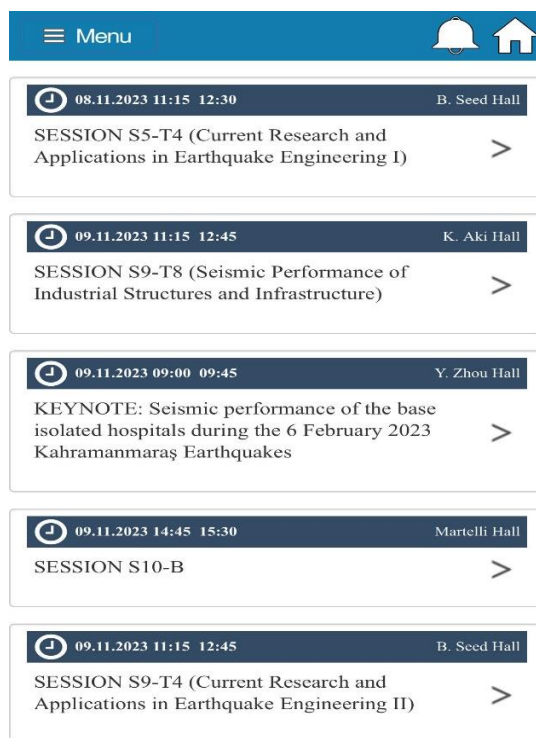


圖2、APP 介面提示各會議地點及時間

(二) 研討會概述

本次會議舉辦型式由數名受邀主講人於大廳演講，其餘時段由專家及學者依研究主題類別於各會議室發表，涵蓋主題如下，論文發表多達117篇以上，會議議程詳附錄，因主題眾多本次報告以隔減震相關、耐震評估及補強、2023土耳其 Kahramanmaras 地震專題等為主題節錄相關研究，並於第三節選擇公司未來會接觸的主題，簡述研究演講摘要及成果。

- 1.隔震及消能裝置設計(Seismic isolator and energy dissipating device design)
- 2.隔震器和消能裝置測試(Seismic isolator and energy dissipating device testing)
- 3.隔震和/或消能裝置建築物設計(Design of buildings with seismic isolation and/or energy dissipation devices)
4. 隔震和/或消能裝置的橋樑設計(Design of bridges with seismic isolation and/or energy dissipation devices)
5. 隔震和/或消能裝置工業和發電廠結構的設計(Design of industrial and power-plant structures with seismic isolation and/or energy dissipation devices)
- 6.使用隔震和/或消能裝置對既有結構和文化資產進行改造(Retrofitting of existing structures and cultural heritage with seismic isolation and/or energy dissipation devices)
- 7.具有隔震和/或消能裝置的結構設計規範、法規和指引(Codes, regulations, and guidelines on the design of structures with seismic isolation and/or energy dissipation devices)
- 8.使用隔震和/或耗能裝置對結構進行結構健康監測(Structural health monitoring of structures with seismic isolation and/or energy dissipation devices)

(三) 研討會相關主題演講

1. 永續綠屋頂隔震建築

演講編號	演講題目/演講者
13913 (DAY1)	SEISMICALLY ISOLATED BUILDINGS WITH GREEN ROOFS FOR SUSTAINABLE CITIES 綠屋頂隔震建築，打造永續城市 (M. HACIEMIROGLU (SISDEC ENGINEERING), A. OZENIR (KOCAELI UNIVERSITY), C. ALHAN (ISTANBUL CERRAHPASA UNIVERSITY))

永續性(Sustainability)概念於1980年初由環境科學家所提出，可以被認為是建築物在整個建築生命週期中，面對地震後仍維持其功能之能力。建築物永續發展在地震頻繁的區域也逐漸成為一個顯著的課題，本演講提出一個創新的解決方案藉由將綠屋頂結合隔震系統來達到建築物之永續性。綠屋頂(又名覆蓋植栽的屋頂、生態屋頂、活的屋頂或自然屋頂等)可以強化都市空氣品質、減少都市熱島效應、緩解基礎設施壓力，透過保留雨水，甚至提供額外的活動和生活空間。而基礎隔震是一種地震工程技術，被用來保護建築物及其內容物免於地震造成之損害，結合這兩種方法用以提高都市基礎建設之「永續性」。

永續建築案例同時考慮耐震及環境議題，採用綠屋頂系統及隔震系統，並將其與傳統固定基礎系統比較歷史近斷層地震記錄下的抗震性能。

藉由非線性歷時分析獲得主要的結構反應參數(層間變位、樓板加速度、樓層剪力)並進行比較，案例基本資訊如圖3所示。

基本資訊

- (1) 6-story RC hotel structure
- (2) 柱斷面為70 cm x70 cm、60 cm x60 cm
- (3) 梁斷面尺寸60 cm x75 cm
- (4) 樓版厚度20 cm
- (5) 平面規劃56 m x24 m
- (6) 樓層高度3.5m
- (7) 格線跨距8m
- (8) 混凝土等級 C35
- (9) 32個 LRB 隔震墊

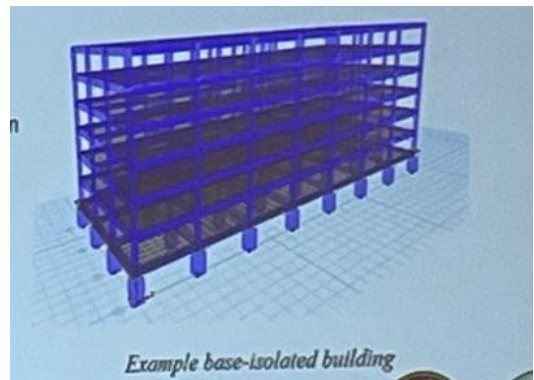
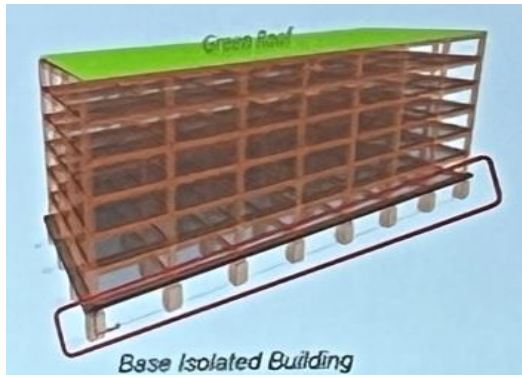
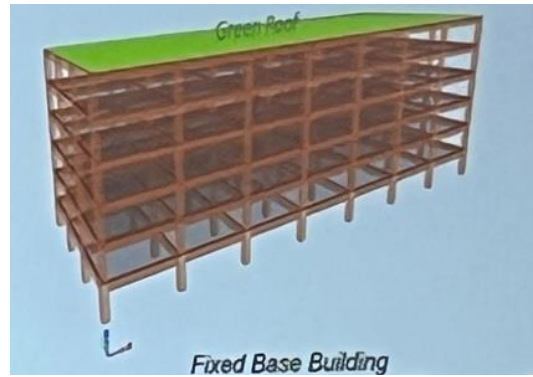


圖3、綠屋頂隔震建築案例基本資訊



基礎隔震綠屋頂



傳統綠屋頂

圖4、基礎隔震及傳統路屋頂對照

表1、研究案例建築物載重資訊

Load definition	Loads
RC 構件自重	25 kN/m ³
Coating load (Hotel)	2.2 kN/m ²
Partition wall	1.5 kN/m ²
Live Load (Hotel/Corridor)	2 kN/m ² / 5 kN/m ²
Green Roof	12.8 kN/m ²
Live Load (Roof)	1 kN/m ²
Snow Load	0.75 kN/m ²

這個案例研究中，隔震系統的降伏位移假定為25mm，建築物載重資訊如表1所示。

隔震系統主要參數如表2所示。

表2、隔震系統主要參數

T _b	W	Q/W	Q	D _y	K ₁	K ₂	α	F _y
Sec.	kN	%	kN	mm	kN/m	kN/m	-	kN
4.0	5214.4	7.5	391.08	25	16955	1312	0.077	423.9

T_b : the rigid-body-mode isolation period

$$K_1 = Q/D_y + K_2$$

$$K_1 = F_y/D_y$$

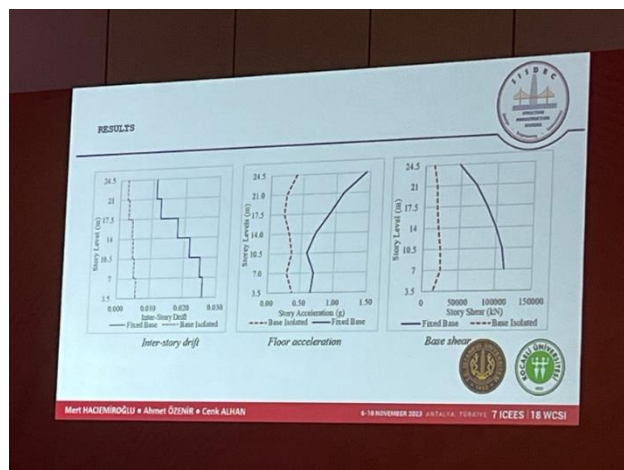


圖5本案例歷時分析結果

本研究案例分析結果顯示，使用基礎隔震建築之層間變位、樓層加速度均有顯著減少，這說明了基礎隔震系統對於地震後建築物的永續性至關重要。而傳統無採用隔震系統的建築物，屋頂加速度反應會接近1.5g，可能造成綠屋頂系統的災損，故藉由搭配基礎隔震系統的規劃可以有效解決這個問題，提升綠建築之永續性(Sustainability)。

2.伸縮縫碰撞衝擊力研究

演講編號	演講題目/演講者
13675 (DAY1)	Experimental Evaluation of Impact Force Caused by Collision of Expansion Joints for Seismic Isolated Structures 隔震結構伸縮縫碰撞衝擊力試驗評估 S. KISHIKI (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY), K. SUDO (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY), T. TSUJIKAWA (KANESO), A. NAKAMURA (KANESO)

隔震建築在地震過程中會產生很大的水平位移，設計隔震建築務須留設適當的間隔(Clearance)，如圖6所示，以避免地震時隔震建築物相對位移碰撞周遭地表或其他鄰近障礙物，以日本常用的設計為例(上升型伸縮縫 Rising-Type of expansion Joint 及滑移型伸縮縫 Sliding-Type expansion Joint) 如圖7所示，上升型伸縮縫的優點是地板面可以較為平整，缺點則是容易造成相對位移碰撞，而滑移型伸縮縫優缺點剛好與前者相反，滑移型伸縮縫地震中沒有碰撞風險，但地面面無法平整，日本隔震建築之伸縮縫設計多採用上升型伸縮縫。

本研究考量不同之碰撞速率(20~120cm/s)、額外重量(0~200kgf)、斜坡角度(15°、30°、45°、60°)，藉由實驗建立一個預測衝擊力(Impact force)公式做為未來設計之參考，實驗參數及配置如圖8所示。

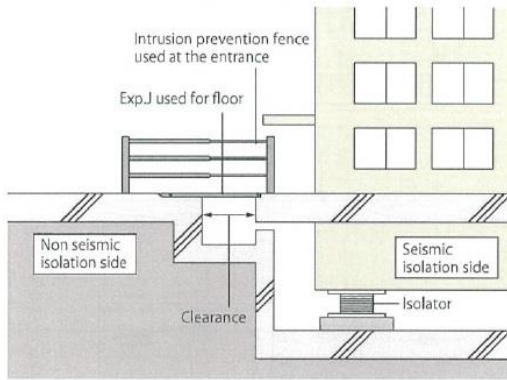


圖6、KENESO Exp. J 伸縮縫

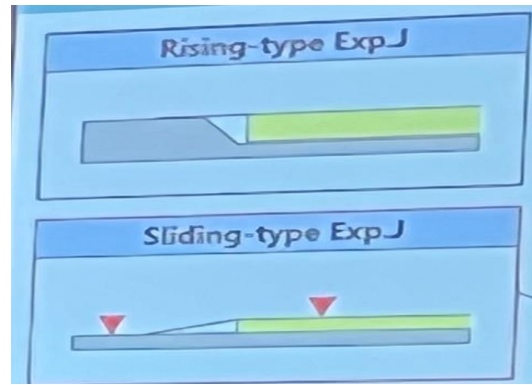


圖7、上升型與滑動型伸縮縫

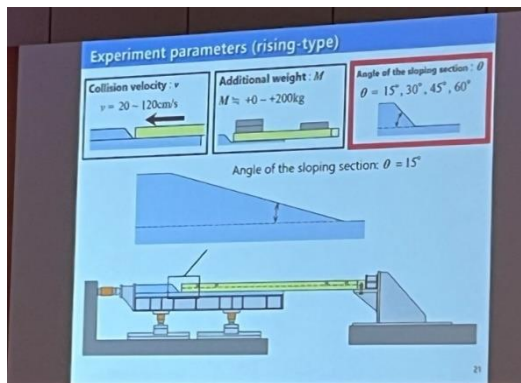


圖8、實驗參數

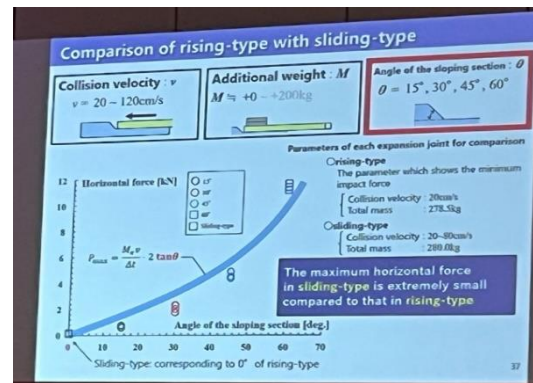


圖9、實驗結果

實驗結果顯示，實驗結果如圖9所示，伸縮縫衝擊力隨斜坡角度減少而減小，衝擊力隨額外重量增加而增加，衝擊力與碰撞速率正相關，研究藉由實驗迴歸出衝擊力預測公式作為設計參考。

3.既有建築物隔震設計

演講編號	演講題目/演講者
14102 (DAY2)	FIRST SEISMIC ISOLATION EXAMPLE IN EXISTING STRUCTURES IN TURKEY 第一個土耳其既有結構隔震案例 H. KARAYIGIT (FREYSAS FREYSSINET YAPI SISTEMLERI A.S.), C. NOYAN OZEL (FREYSAS FREYSSINET YAPI SISTEMLERI A.S.)

基礎隔震在土耳其是一個對於新建結構(如橋梁、醫院、資料中心等)被廣泛使用的方法，採用此系統的目的主要是藉由增加週期來減少地震加速度、提供額外阻尼、限制隔震系統上方結構位移。

2002年世界衛生組織(WHO, World Health Organization)發佈安全醫院指引，所有新建的醫院必須被設計及建造在震後仍能維持其功能性(Functionality)。在土耳其，自1999年科賈埃利 Kocaeli $M_w=7.4$ 地震以來，隔震技術已加速應用於土耳其新建或改造

建築物和基礎設施，以達到維持其大震後功能性(大震不壞)之要求，土耳其一些指導方針和新的法規逐步修訂，以鼓勵和規範隔震系統的應用。

而既有結構改造隔震系統主要能最小化的結構補強需求、簡化設計步驟、減少對室內運作衝擊、相較傳統補強工法更短的補強工期。首先說明施工步驟，要對既有的建築置入隔震墊，首先必須對既有建築之柱構件加上臨時性支撐，加上臨時性支撐及油壓器後，個別對柱進行裁切，接著對柱加上連接板及混凝土護套，安裝隔震墊後(如圖10所示)，移除臨時性支撐，施工步驟如圖11所示。隔震墊設計及試驗係依據 EN15129 & EN1337-3。

案例1:Marmara University Başibüyük Hospital

Marmara University Başibüyük Hospital 醫院於20世紀90年代初竣工，是一個大型綜合體，總共由16棟高度、大小和勁度各異的不同建築組成，16棟建築物的高度和地下室層數的差異也給設計團隊帶來了挑戰，工程師必須提出安裝設備的合適高度。隔震墊必須處於同一水平面才能有效運作；低於該水平的任何長度的柱子都必須用混凝土護套加固，因為它們直接受到全部地震力的影響。

本案例醫院自建成以來已經進行過一次改造，但土耳其耐震法規標準隨後發生了變化，基礎隔震對醫院建築已成為強制性的。新規範還規定了運作限制，規定抗震系統必須確保建築物在地震後仍能夠滿足功能性要求(Functionality)。Prota 工程師與 Freyssinet 專家對結構進行了分析，以確定基礎隔震墊如何理想分佈安裝在建築物的基礎，以達到預期的隔震效果。Marmara University Başibüyük Hospital 案例基本資訊如表3所示。相關試驗及分析如圖12、圖13所示。

表3、Marmara University Başibüyük Hospital 案例基本資訊

<p>Location:Maltepe, Istanbul Owner:IPCU Designer:Prota Engineering Contractor:Zeksan-Begum Consultants: Prof. Dr. Mustafa Erdik, Dr. Cüneyt Tüzün Subcontractor:Freysaş Freyssinet Design: EN15129 Structure: 16 blocks+car parking block Columns & shear walls 112,000 m² total area</p>	<p>Scope of work Design of isolation system Isolator tests (EU Centre) Cutting of Columns Installation of isolators</p>
---	--



圖10、隔震器安裝

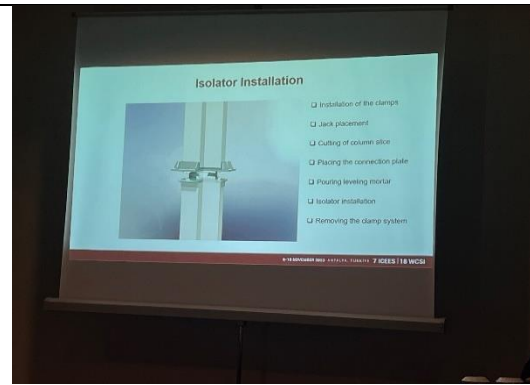


圖11、隔震器安裝步驟

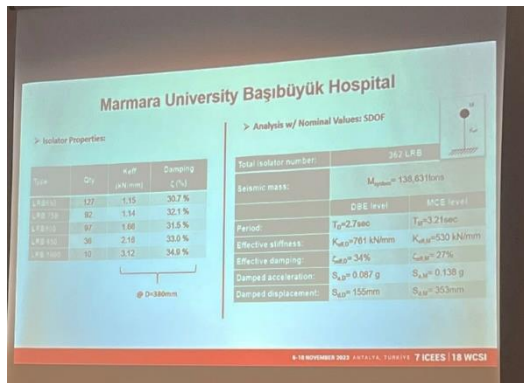


圖12、分析結果

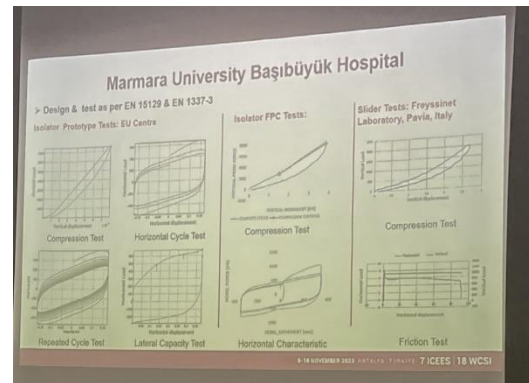


圖13、隔震墊試驗結果

案例2: Moda Gurup Apartment

另一個案例為在伊斯坦堡 Moda 一棟高地震風險公寓大樓的隔震改造案例，本案例加強基礎為筏式基礎，隔震裝置計27個 LRB 鉛心橡膠支承墊和6個滑軌，設計、生產以及電氣和機械裝置的更新均由 Freysaş 公司完成，Moda Gurup Apartment 案例基本資訊如表4所示，試驗及分析結果如圖14、圖15所示。

表4、Moda Gurup Apartment 案例基本資訊

<p>Location: Kadikoy, Istanbul</p> <p>Design: EN15129</p> <p>Structure: 10 residential floors 33 Columns & wide spread footings 3,100 m² total area</p>	<p>Scope of work</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Design of isolation system ● Isolator tests (EU Centre) ● Retrofitting of foundation ● Cutting of Columns Columns ● Installation of isolators
---	---

以上兩個案例顯示，隔震墊若使用在既有建築結構上，不需要更改或補強隔震墊上部結構構件，不需要對上部建築結構進行破壞，且相較於傳統補強模式可以快速施工，建築物使用者仍可以繼續使用室內空間不需撤出建築外，是一種快速有效率的結

構補強方式。

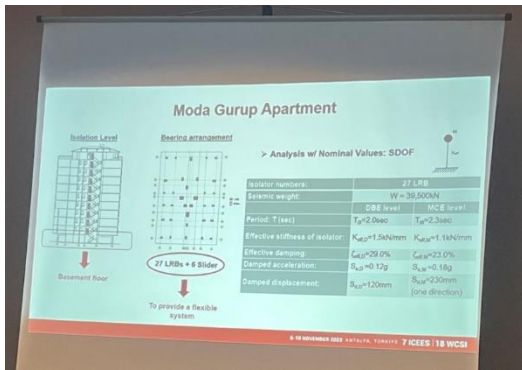


圖14、分析結果

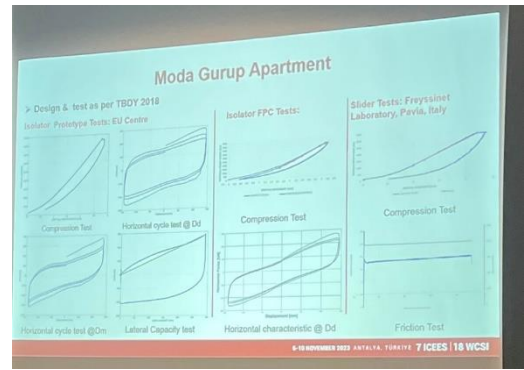


圖15、隔震墊試驗結果

4. 2023土耳其 Kahramanmaras 地震震災田野調查

演講編號	演講題目/演講者
13786 (DAY2)	A discussion on the causes of the observed damages during the February 2023 Kahramanmaras earthquakes E. Gultepe (IZTECH), H. G. Comlekoglu (IZTECH), B. Ozturk (Hacettepe Uni.), C. Donmez (IZTECH)

土耳其位於地震區，歷史上曾發生過數次毀滅性地震，2023年2月6日 Pazarcik (M_w 7.8) 和 Elbistan (M_w 7.6) 附近發生了兩次強烈地震，襲擊了土耳其東南部地區，造成了嚴重的人員傷亡和結構性損害，超過500,000座建築物的完整性遭到破壞，本研究仔細研究了各種鋼筋混凝土建築（包括低層和高層建築）結構損壞情形。

ACI 美國混凝土學會 Committee 133、ASCE 美國土木工程學會、土耳其官方代表 (NIST 等)、學術界代表 (IZTECH 等) 及顧問公司，調查土耳其地震後2000棟建築物的損害狀況 (Damage state)，其中70%被歸類為嚴重損傷 (Severe)，20%中等損傷 (Moderate)，10%輕微損傷 (Light)，其中損害的分類係依據學者 Hassan (1997) 提出的定義，如表5所示。田野調查也發現許多結構缺陷整理如表6所示，又分類為施工缺陷及設計缺陷。

表5、損害狀況程度分類

輕微損傷(Light)	Reinforcement exposed but not buckled near joint faces. Fine flexural cracks in structural and nonstructural elements.
中等損傷(Moderate)	Reinforcement buckled near joint faces and/or cracks in structural walls.
嚴重損傷(Severe)	Structural failure of individual element.

表6、2023土耳其 Kahramanmaras 地震災害調查結構缺陷整理

施工缺陷	<ol style="list-style-type: none"> 1. 柱箍筋間距不足 2. 柱主筋搭接不當 3. 梁主筋穿過柱核心外側 4. 不恰當的增建 5. 不良的混凝土品質 (粒料析離、蜂窩與孔洞)
設計缺陷	<ol style="list-style-type: none"> 1. 梁與梁的交界接點未有柱支撐 2. 鋼筋搭接細節不當及鋼筋終止點不當 3. 挑空 4. 建築結構碰撞 5. 不規則及不連續的抗彎構架系統 6. 短梁及短柱效應

土耳其目前規範的層間變位之限制無法防止非結構構件如隔間牆等的破壞，結構性破壞大致上在1%層間變位角就會發生，然而隔間牆卻遠小1%就會破壞，所以降低層間變位角限制可能會是一個解決此類型非結構構件破壞的方式。

觀察圖中在同一震區的3棟建築物，建築#1嚴重損傷，地表層層間變位約略6%；建物#2嚴重損傷但立於倒塌的樓層上；建築#3嚴重損傷(建物倒塌)，地震過程的層間變位均大於建築物的承受能力，採用韌性設計似乎無法拯救這些建築，提高對於層間變位的限制也許會是一個防止建築物倒塌的方法。

根據本研究調查，在嚴重損傷的案例中，其中採用扁梁(Shallow beams)的建築物明顯較高，典型的破壞是在於梁產生塑性鉸。參考學者 Hassan 提出的 Priority Index 評估建築結構地震脆弱性，經過統計當建築物 PI 值超過0.25%，可以發現嚴重損傷的案例明顯減少，所以未來建議可以使用 PI 指數作為穩健結構系統的標準。照片倒塌的案例中 PI 值經過計算為0.07%。

$$PI \text{ (Priority Index)} = WI \text{ (Wall Index)} + CI \text{ (Column Index)} \quad (\text{式1})$$

牆指數 WI (Wall Index)

$$WI = (A_{wt} / A_{ft}) \times 100\% \quad (\text{式2})$$

$$A_{wt} = A_{cw} + A_{mw} / 10$$

A_{wt} = 水平方向的牆有效斷面積

A_{cw} = 基底 RC 牆水平方向總斷面積

A_{mw} = 基底非加強磚牆水平方向總斷面積

A_{ft} = 建築基底上的樓地板面積

柱指數 CI (Column Index)

$$CI = (A_{ce} / A_{ft}) \times 100\% \quad (\text{式3})$$

A_{ce} = 基底水平方向的柱斷面有效斷面積 = $A_{col} / 2$

A_{col} = 基底柱水平方向總斷面積

A_{ft} = 建築基底上的樓地板面積

講者總結以上觀察，許多建築物在地震中損壞是由於結構缺陷造成的，包括耐震細節不足、結構構件配置不當、不遵守耐震施工技術、混凝土品質不良以及施工品質不良，如圖17至圖21所示。

土耳其地震災後田野調查顯示，如圖22至圖24所示，抗彎矩構架表現不甚理想，結構損壞型態仍高度可能發生，結構損害的程度可藉由控制層間變位程度來控制，當層間位移被限制，上述結構上的缺陷就不會被觸發，引發建築物倒塌或損毀。經過案

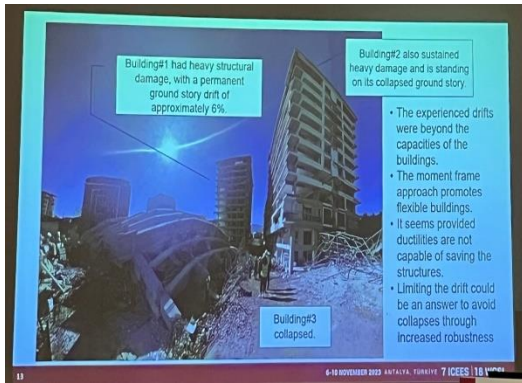


圖22、案例探討



圖23、案例未發生脆性破壞

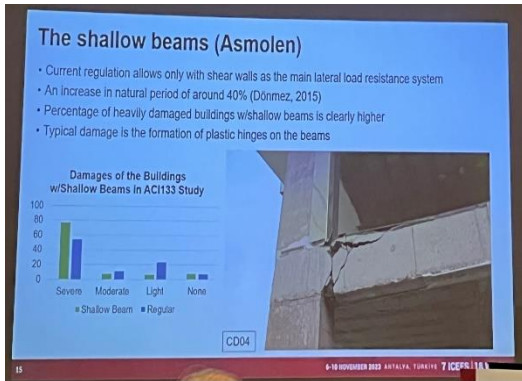


圖24、扁梁較易造成嚴重損傷

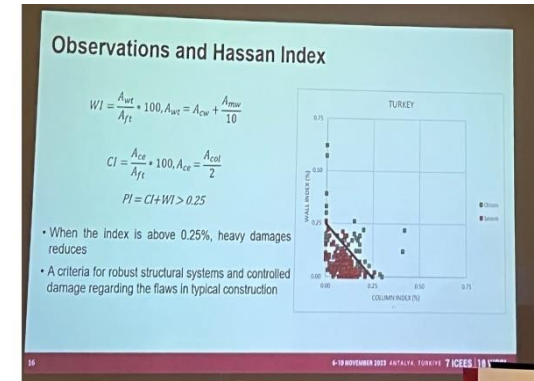


圖25、Hassan Index 觀察

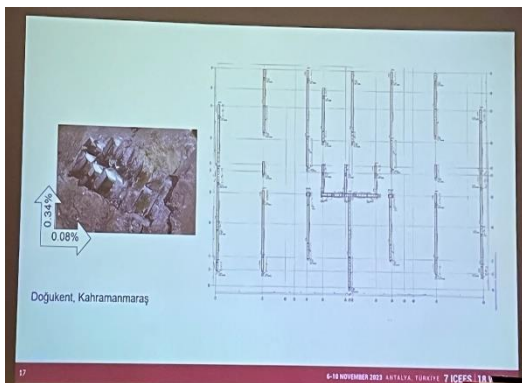


圖26、倒塌案例 Hassan Index 觀察



圖27、倒塌案例 PI 值0.07%

5. 土石壩地震研究

演講編號	演講題目/演講者
KEYNOTE (DAY3)	Seismic Cracking of Earth Dams: Gatun Dam in the Panama Canal 土石壩地震開裂裂縫：巴拿馬運河加通大壩 (Antonio Bobet)

本演講的講者為 Antonio Bobet 教授是美國普渡大學土木工程教授，他深入研究了隔震、能量消散、主動振動控制、地震工程和地震學領域，提供了塑造未來世界的前瞻觀點，簡報大綱如圖28所示。

演講主題介紹了巴拿馬運河加通大壩(Gatun Dam)興建歷史背景及相關工法，

加通水壩高35米，由東、西兩段堤防組成，總長2.2公里。位於靠近巴拿馬大西洋海岸，大壩保留了主要水道加通湖位於巴拿馬運河附近，海拔約27m。大壩由三個主要結構組成：(1)800公尺長的堤壩跨越東谷被稱為東堤；(2)壩頂有門控溢洪道一座200公尺寬的混凝土砌體結構，建在溢洪道山的切口上；(3)橫跨西山谷的1400公尺長的堤壩堤被稱為西堤。東堤左端緊靠溢洪道結構和溢洪道山的岩石。路堤的右端毗鄰反對加通水閘的結構。西側左橋台堤壩是由沿海高地的山坡形成的，而右側橋台由溢洪道結構和溢洪道山組成。

加通大壩是1907年至1914年間透過水力填築工法(Hydraulic Fill)建造，基礎相當深厚，地質年輕、沖積、潮間帶和海洋土壤沉積物，東堤深度達100m，西堤深度達100 m。加通大壩位於巴拿馬運河大西洋入口附近，封閉了巴拿馬海岸附近低窪山丘上的一個缺口，蓄積了查格雷斯河、加通河和特立尼達河，並由東部山谷和西邊的一個山谷，被一座稱為溢洪道的石山隔開。

巴拿馬是一個地震活動相對較高的地區，由科科斯和納斯卡構造板塊運動產生，這些板塊沿著稱為北巴拿馬變形帶和南巴拿馬變形帶的隱沒帶衝入下方。北巴拿馬變形帶(NPDB)下方隱沒板塊的破裂，可能會在壩址60公里範圍內產生規模8的地震。由於加通水壩位於地震活動區，極可能發生大地震影響水壩安全性。鑑於水壩重要性和區域地震危險性，巴拿馬運河管理局對加通大壩進行全面性的評估(巴拿馬運河擴建工程計畫的一部分)。

壩頂開裂裂縫與土壩路堤的變形行為，特別是不均勻沉降密切相關。根據現場變形監測數據，採用有限元素法，標定模型參數，可準確預測土石壩的變形。

研究也討論了分析工作中遇到的關鍵問題，分析程序的實施和涉及的因素評估加通大壩的地震風險。地震對於土石壩的損害型態主要有下列八種(1)沉陷 Settlement(2)Lateral deformation 側向變形(3)Sliding 滑動(4)Liquefaction 液化(5)Seepage 滲流(6)Overtopping 溢壩(7)Longitudinal Cracks 壩頂縱向開裂(8)Transverse cracks 壩頂橫向開裂，如圖29所示。過去30年來，研究逐步了解地震土壤液化和循環軟化的現象，並發展評估此類地震潛勢的方法，其中無黏性和黏性土壤在循環荷載下之行為扮演著關鍵。

Lower San Fernando Dam (California, 1971)美國加州下聖費爾南多大壩的上游斜坡在1971年聖費爾南多地震期間，因上游斜坡液化而潰壩破壞，如圖30所示。聖費爾南多大壩亦採用「水力填築」方式，將回填土與大量水混合，經由管道輸送至壩址，分階段將土和水分層沉積在堤壩上，將多餘的水排出，而剩餘的填充物是鬆散的，並且容易因為地震搖晃而液化。

Karakaya Dam 及 Sultansuyu Dam(Turkey, 2023)因地震而裂損，如圖31所示，

壩頂地震後亦產生明顯的開裂現象，水位因此下降1.5公尺，據報導土耳其官方為了避免潰壩立即進行了預防性放水。統計2000-2023水壩失敗案例如圖32所示，研究385個案例，其潰壩佔其中3.1%，潰壩是最嚴重的水壩災害，需要極力防止之。

加通大壩維持了巴拿馬運河的主要水道加通湖，鳥瞰圖如圖33所示，大壩地震評估應用最近開發的程序評估土壤液化潛勢、液化土壤的剩餘強度，以及評估黏土軟化並評估其循環後強度，並發現循環荷載下無黏性和黏性土壤的行為在地震穩定性和大壩的性能扮演重要的角色。大壩建造時，所進行的地質鑽探點位多達400孔提供充分的地質資料，如圖34所示。

地震評估結果顯示，如圖35所示，加通大壩壩堤在設計地震下可能發生變形，大壩預計仍能保持穩定，評估兩個壩堤大部分由水力填築的部分會發生液化現象，但預測基礎土壤中不會發生液化。

儘管大壩出現貫穿性橫向裂縫(Through-going transverse cracks)因壩壩寬度較大和溢洪道牆設計而受到緩和，但由於加通大壩缺乏內濾層及排水系統，這種裂縫會形成滲流通道，使壩體失去阻水的功能，也可能形成管湧，對壩體穩定性造成威脅，開裂其實即代表著風險，另外由於有足夠的出水高度(Freeboard Height)，預測地震後大壩不會發生溢壩。

Antonio Bobet 教授總結指出，土石壩容易受地震影響損害，在土石壩所有的破壞模式中，壩頂橫向開裂(Transverse Cracking)破壞是一種嚴重的土石壩水壩破壞型態。加通大壩的評估案例顯示，採用水力填築的土石壩在地震中有可能發生土壤液化或土壤軟化現象。早期加通大壩的設計並不足以抵抗地震載重，故亟需進行更新加強。評估經由加上扶壁(Buttress)和濾層(ilter)排水，可避免加通大壩於地震中發生毀滅性災難。

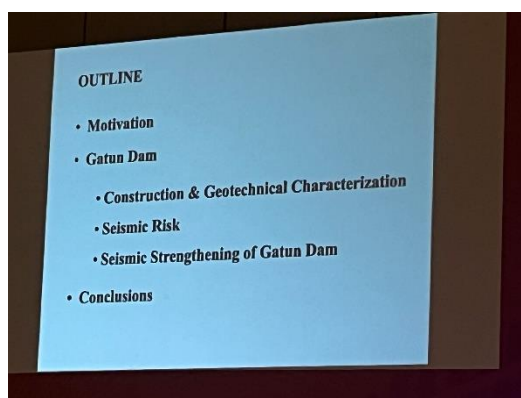


圖28、演講大綱

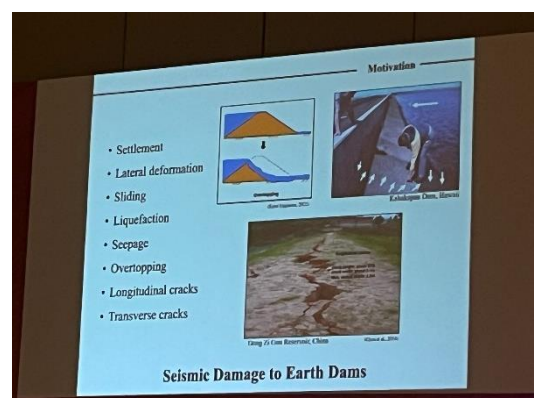


圖29、土石壩地震破壞模式

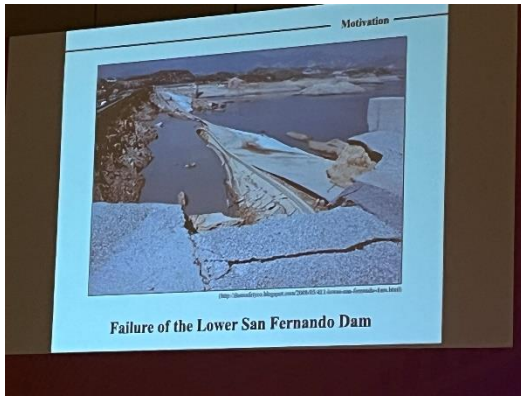


圖30、San Fernando Dam 失敗案例

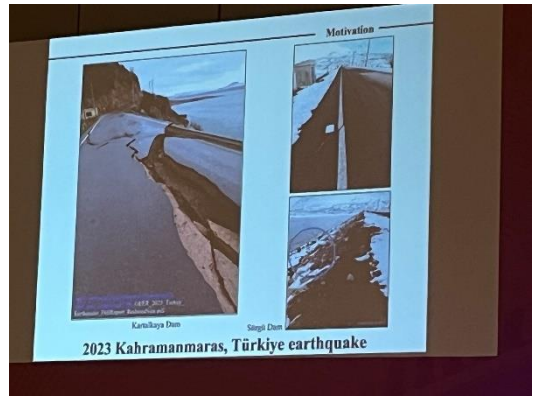


圖31、2023土耳其水壩失敗案例

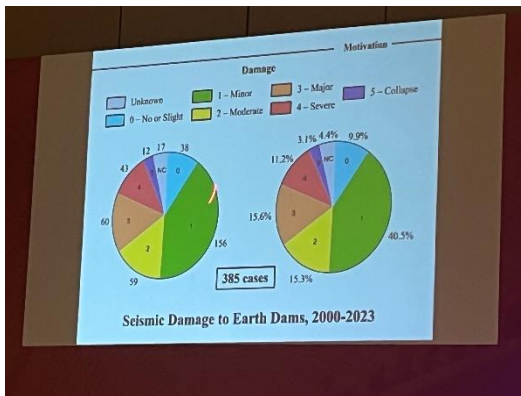


圖32、統計2000-2023水壩失敗案例

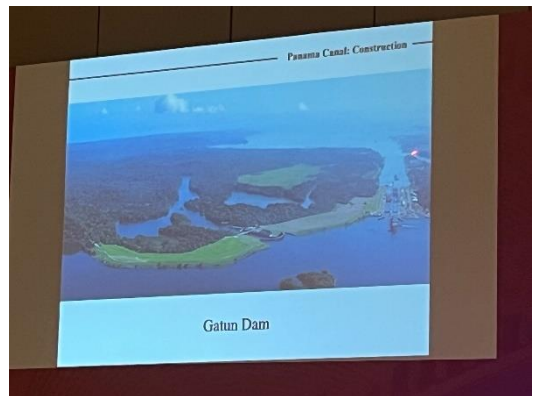


圖33、Gatun Dam 鳥瞰照片

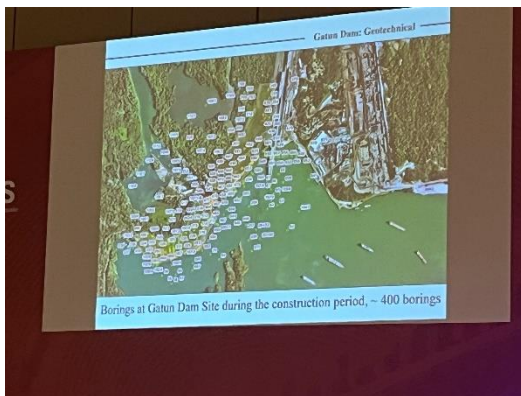


圖34、Gatun Dam 地質鑽探位置

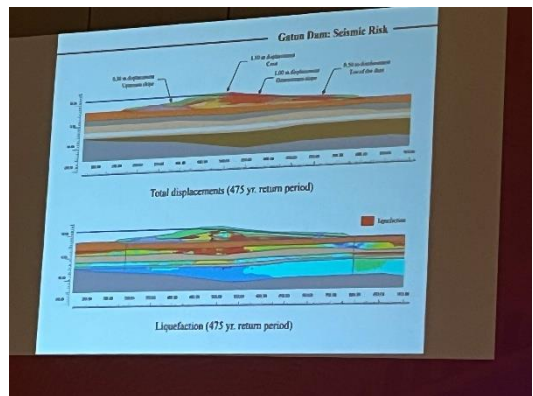


圖35、Gatun Dam 分析結果

6.基礎隔震醫院之地震性能

演講編號	演講題目/演講者
KEYNOTE (DAY3)	Seismic performance of the base isolated hospitals during the 6 February 2023 Kahramanmara Earthquakes 2023土耳其 Kahramanmaras 地震之基礎隔震醫院之地震性能 (Haluk Sucuoglu)

土耳其當地時間2023年2月6日4時17分35秒土耳其 Gaziantep 省(努爾達伊鎮 Nurdağı 東方26.2公里處發生規模 $M_w=7.8$ 之淺源地震，不幸的是同日於土耳其13時24分49秒前震震央北北西方向約85公里處，發生規模 $M_w=7.5$ 之地震。同日發生規模 $M_w=7.8$ 與 $M_w=7.5$ 兩個地震釀成巨大災害，重創土耳其與敘利亞邊界。

研究震央附近的隔震建築案例，本次地震震央附近共有9個醫院採用隔震系統，其中有6個醫院觀測數據被完整地紀錄下來(3間醫院新建中、2間運作中、1間已完工尚未運作)，本研究將探討這6間醫院的實際案例，如圖36及圖37所示。

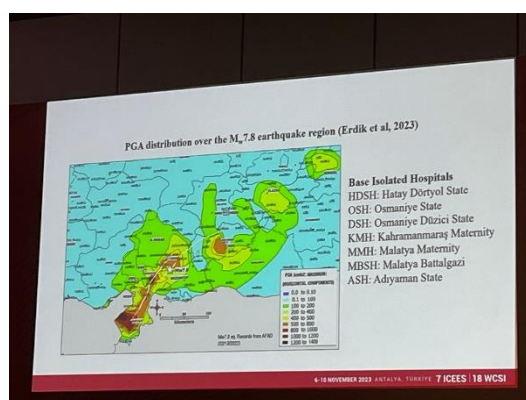


圖36、2023土耳其地震震央附近隔震醫院

Hospital Name and Location	Number of Hospital Beds	Number of Stories	Tot (t)	Notes
Osmaniye State	600	9	3.8	Completed, not operational
Hatay Döryel State	250	11	3.7	Operational
K.Mary Maternity	300	9	4.0	40% complete
Adiyaman Maternity	300	10	2.9	70% complete
Düzici State	100	7	3.6	70% complete
Malatya Battalgazi	200	10	3.9	Operational

圖37、6間隔震醫院調查

地震後觀察

案例1:Osmaniye State Hospital (Completed, not operational)

距離測站最近距離0.4km，距離斷層28km，測站 $PGA=2.16m/s^2$ ，測站 $PGV=0.38m/s$ ，有效週期約3.8 s，地震反應譜如圖38所示。觀察地震後結構系統並無損傷，如圖39所示，最大的隔震位移約100mm，藉由內視照相機，被動殘留位移約25mm，部分非結構性損害，耐震細節安排不當，導致滅火系統失效，懸吊天花板被消防水淹沒。

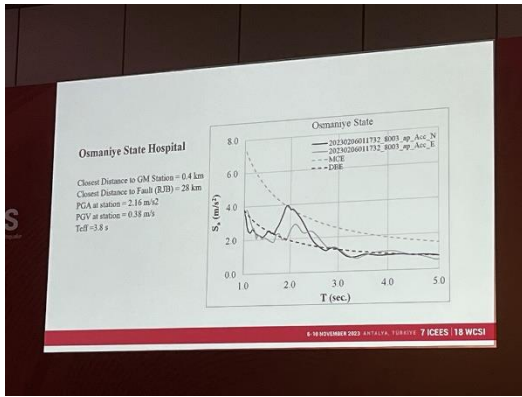


圖38、Osmaniye State Hospital 地震反應譜

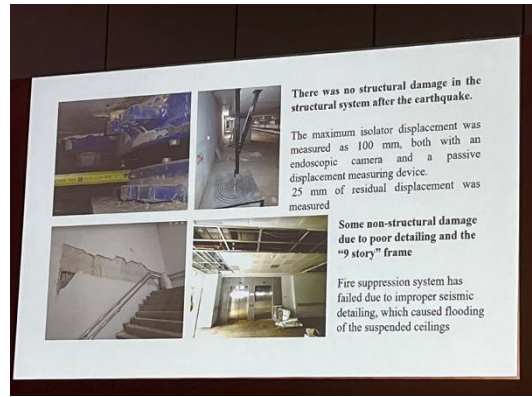


圖39、Osmaniye State Hospital 損害情形

案例2: Hatay Dörtüyl State Hospital (Operational)

距離測站最近距離0.9km，距離斷層(RJB)最近距離約21km，測站 $PGA=2.21m/s^2$ ，測站 $PGV=0.39m/s$ ，有效週期約3.7 s，最大量測位移40mm，地震反應譜如圖40所示。觀察地震後結構系統及非結構元件並無損傷，如圖41所示，隔震建築物與地坪間微小碰撞並未束制隔震墊相對位移。

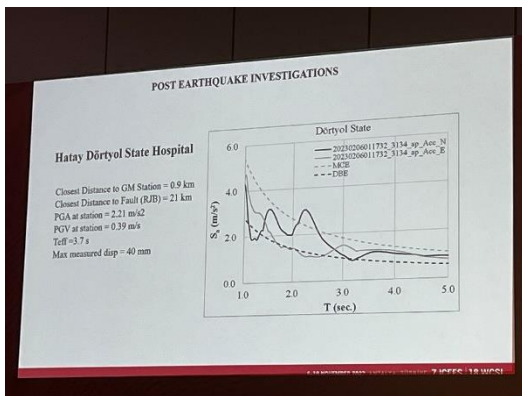


圖40、Hatay Dörtüyl State Hospital 地震反應譜

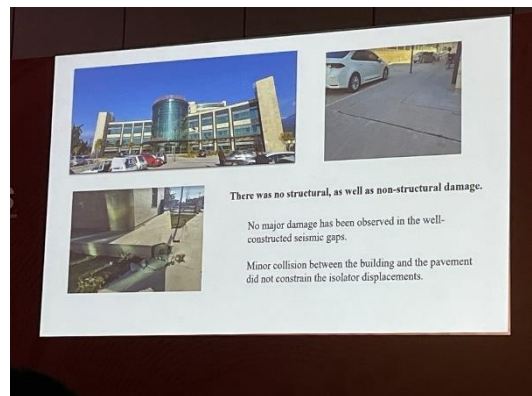


圖41、Hatay Dörtüyl State Hospital 損害情形

案例3: Kahramanmara Maternity and Children Hospital (40% Complete)

距離測站最近距離4.6km，距離斷層最近距離約2km，測站 $PGA=4.58m/s^2$ ，測站 $PGV=0.71m/s$ ，有效週期約4 s，最大量測位移200 mm，地震反應譜如圖42所示。觀察地震後完成的9層樓構架結構系統並無損傷，如圖43所示，RC 構件無裂痕。

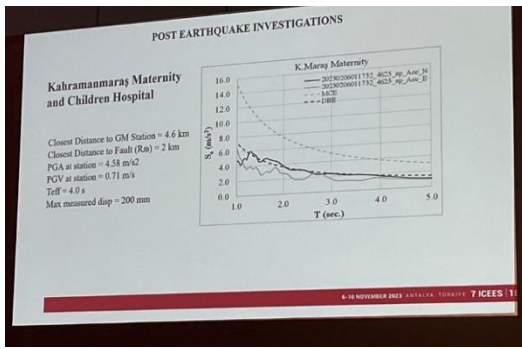


圖42、Kahramanmara Maternity and Children Hospital 地震反應譜

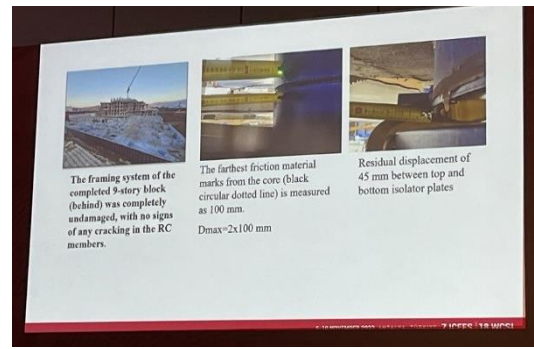


圖43、Kahramanmara Maternity and Children Hospital 損害情形

案例4:Adryaman Maternity Hospital (70% Complete)

距離測站最近距離48km，距離斷層最近距離約25km，測站 $PGA=6.62m/s^2$ ，測站 $PGV=0.53m/s$ ，有效週期約2.9 s，最大量測位移120 mm，(隔震墊上下盤)殘餘位移25 mm，地震反應譜如圖44所示。觀察地震後結構系統並無損傷，如圖45所示，高樓層隔間牆有些微損傷(面外失敗)，主要原因這些施工過程中的隔間牆尚未妥善連接結構系統。

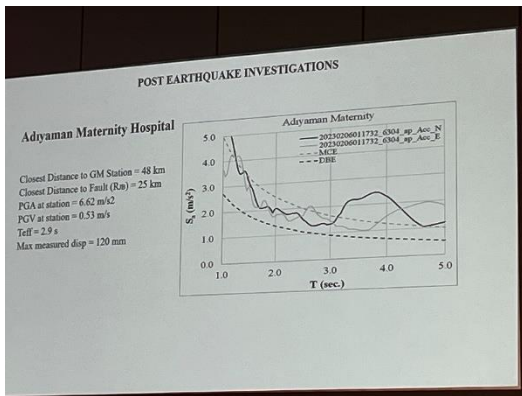


圖44、Adryaman Maternity Hospital 地震反應譜



圖45、Adryaman Maternity Hospital 損害情形

案例5:Duzici State Hospital (70% Complete)

距離測站最近距離12km，距離斷層最近距離約21km，測站 $PGA=2.18m/s^2$ ，測站 $PGV=0.41m/s$ ，有效週期約3 s，最大量測位移80 mm，地震反應譜如圖46所示。觀察地震後結構系統並無損傷，高樓層剛完成的粉刷牆無損傷，如圖47所示。

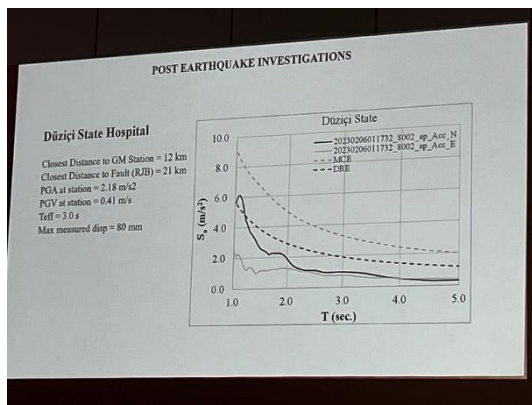


圖46、Duzici State Hospital 地震反應
譜



圖47、Duzici State Hospital 損害情形

案例6:Malatya Battalgazi Hospital (70% Complete)

距離測站最近距離32km，距離斷層最近距離約32km，測站 $PGA=1.65m/s^2$ ，測站 $PGV=0.26m/s$ ，有效週期約3.3 s，最大量測位移160 mm，地震反應譜如圖48所示，觀察地震後結構系統及非結構構件並無損傷，如圖49所示。

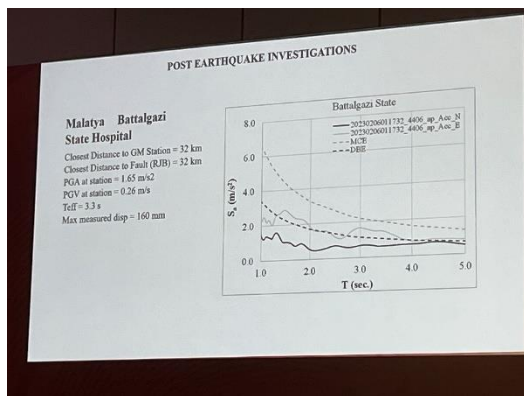


圖48、Malatya Battalgazi Hospital
地震反應譜



圖49、Malatya Battalgazi Hospital
損害情形

2023土耳其兩次大地震侵襲後，6家隔震醫院之結構系統均無損傷，因此滿足了土耳其法規明定醫院地震後仍可持續運作的功能性(Post-Earthquake Functionality)之要求，這是隔震系統的成功案例，雖然有些微小損傷發生在隔間牆，但歸咎其原因是由於這些非結構牆未妥善連接。

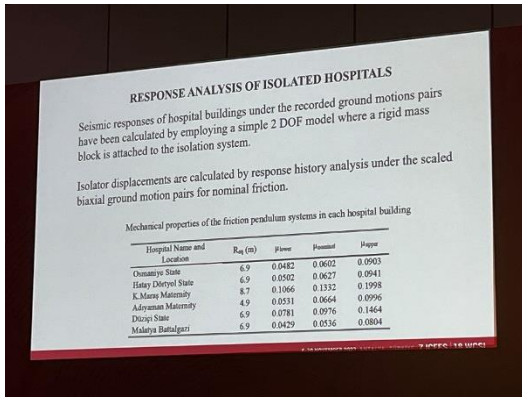


圖50、隔震醫院反應分析

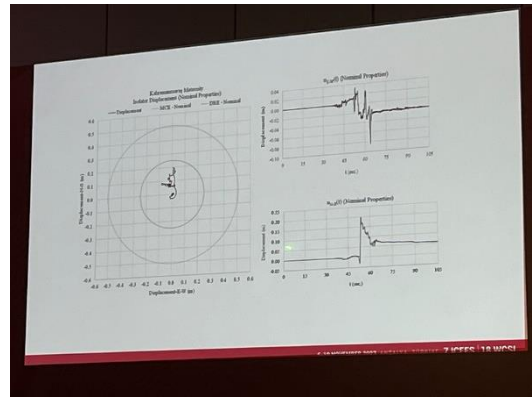


圖51、隔震墊位移紀錄

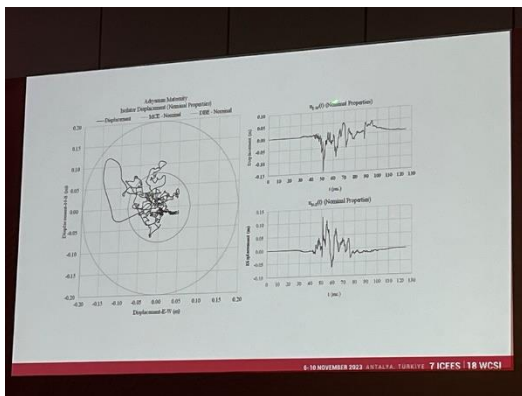


圖52、隔震墊位移紀錄

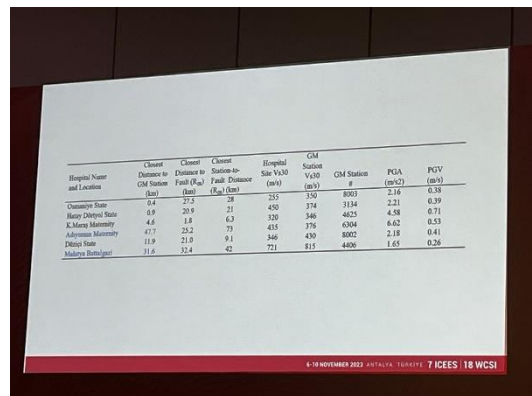


圖53、隔震醫院反應分析

表7、2023年土耳其地震6間隔震醫院案例加速度折減率比較

醫院名稱	隔震墊上最大 加速度 (m/s ²)	PGA	Reduction ratio
Osmaniye State	0.69	2.16	3.1
Hatay Dörtöyl State	0.67	2.21	3.3
K. Maras Maternity	1.53	4.58	3.0
Adryaman Maternity	0.94	6.62	7.0
Osmaniye Duzici State	1.06	2.18	2.1
Malatya Battalgazi	0.59	1.65	2.8

講者總結研究結果，最大隔震墊位移可以藉由非線性歷時分析預測，地表加速度在隔震墊上之折減率在 Adryaman Maternity 醫院之隔震案例甚至可達到7倍(如表7所示)，6家醫院案例的隔震墊位移容量(Displacement Capacity)均遠大於最大位移能力(地震動產生的位移需求)，如圖50至圖53所示，這種不必要的過度保守設計容易帶來高昂的成本，從而阻礙了隔震技術在全球的傳播（特別是對於摩擦型隔震墊，直徑增加會導致成本倍增）。

7.日本隔震建築性能

演講編號	演講題目/演講者
KEYNOTE (DAY4)	Learning from the Past: The Resilient Design and Performance of Seismically Isolated Buildings in Japan 從過去學習：韌性設計與日本隔震建築性能 (Taiki Saito)

主講人 Taiki Saito 為日本豐橋技術科學大學教授，同時也是 JSSI 日本免震構造協會(The Japan Society of Seismic Isolation)國際事務委員會理事長，會中介紹了日本免震(台灣規範稱為隔震)技術最新發展，為力推廣隔震技術 JSSI 每季會出版雜誌供日本國內工程師參考，如圖54所示。

日本國內的隔震建築數量主要於1995年阪神大地震(Kobe Earthquake)及2011年東日本大地震(Tohoku Earthquake)才明顯成長，如圖55所示，相較於土耳其主要將隔震技術強制用於醫院建築，中國將隔震技術用於學校建築，日本在隔震建築，並不強制於特定建築類型，故可看到各種類型的建築物在日本皆有採用隔震系統，如圖56所示，這些隔震系統中，針對採用的隔震墊進行分類，如圖57所示，NRB(Natural Rubber Bearing)佔了多數33%，依次序遞減分別為 HDR(High Damping Rubber Bearing)24%，SSD(Spherical Sliding Bearing)及 LRB(Lead Rubber Bearing)各18%，最少的是 CSS(Curved Surface Slider)7%，如圖57所示，。

在日本每年約略50萬建築被建造，約40萬為獨立式住宅，約1.5萬需要耐震計算，採用隔震的建築數量約150個，僅佔1.5萬中的1%左右，這樣說起來日本隔震建築其實不算普遍。

探討隔震建築在日本不普遍的主要理由，(1)隔震結構相對傳統結構成本較高(2)設計與施工的複雜性(3)法規及標準在各地區未普及。隔震建築的損害大多發生在伸縮縫，對日本業主來講往往不能接受在地震後這樣的損壞，即使結構工程師認為這樣的損害是輕微的，結構工程師需要更專注處理伸縮縫的設計，如圖58所示，在中小度地震下，伸縮縫的損壞修理可能很昂貴，這給日本民眾一個不好的印象，日本民眾普遍認為隔震建築在中小度地震中，表現較傳統建築結構差。為了要普及隔震技術，Taiki Saito 教授表示一個伸縮縫設計指導手冊是必要，JSSI 亦出版日文版指引，如圖59、圖60所示，JSSI 隔震伸縮縫指引(日文)。

由於隔震建築在地震中相對地表會有較大的相對移動，容易造成民眾的恐慌，在日本的隔震建築會在建築明顯處張貼免震標籤提醒民眾，如圖61所示。

除了關注伸縮縫的設計，結構工程師必須亦專注在管線設備之處理，JSSI 亦出版 JSSI 隔震建築設備標準指引，如圖62所示。JSSI 隔震建築抗風設計指引(提

供英文版)，如圖63所示。

日本目前針對高層樓建築未限制其隔震使用，而在其他國家可能會對隔震建築有高度限制，高層隔震建築在日本是相當獨特的現象，如圖64、圖65。

高層隔震建築設置需仔細考量4大議題，(1)隔震墊的尺寸:隔震墊需能承受高強度的軸壓力 (2)橡膠的拉應力:隔震墊須能承受高拉力 (3)隔震週期需要較上部結構的自然週期長 (4)高層建築物往往造成更大的風力效應，工程師在設計過程需要詳加考量。

隔震系統也並非完美，需考量長週期地震(Long Period Earthquake)的風險，長週期地震動是指地震期間發生週期為2至10秒地面運動，長週期地震動的持續時間和振幅因傳播路徑上厚厚的低速鬆軟沉積物而增強，長週期地震動會引起人口稠密地區大型人造結構的嚴重共振損壞，日本學者針對可能發生此類型地震的地點進行詳盡的調查，如圖66所示，從圖中可以看到人口稠密的東京都就是這類型長週期地震的潛勢區域，如圖67所示。

國際隔震標準的發展

目前的規範如 Eurocode、ASCE、Chinese Code、Japanese Code 等規範在其哲學上並不一致，然而所有地震帶國家隔震結構品質有需要提升，Taiki Saito 教授正與各國專家學者研擬相關 ISO(International Organization for Standardization)標準，如圖68至圖71所示，新冠疫情期間，Taiki Saito 教授也透過視訊會議與各國專家學者討論標準制定內容，如圖72、圖73所示，國際標準的目的是提供全世界一致的品質標準，對於各國的規範有所影響。

完美的隔震結構系統是從許多大地震教訓得到的啟發，在日本隔震系統是透過不斷地試誤過程(Try and Error Process)精進發展，分享這些日本寶貴經驗對世界隔震結構技術的發展相當重要，Taiki Saito 教授並期許 ASSISI 協會能從中扮演一個重要角色。

會議中各國學者專家較為感興趣的提問係有關日本的高層樓隔震建築物，因為高層樓建築物之週期已經相當長，地震力相對低矮建築物而言已相當小，將隔震系統應用於高層樓建築物是否需要、適當，Taiki Saito 教授表示日本國內各界針對這個爭議仍然有兩派說法，目前尚無定論。

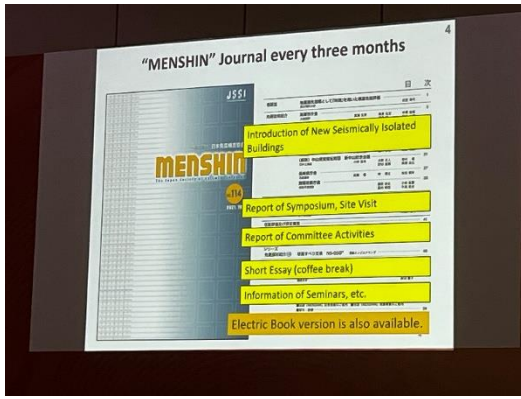


圖54、日本隔震季刊

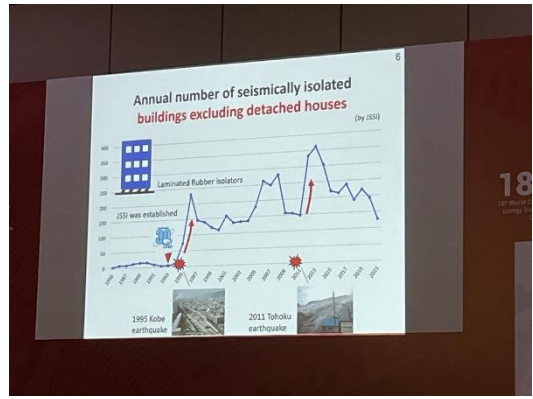


圖55、日本隔震建築歷年數量

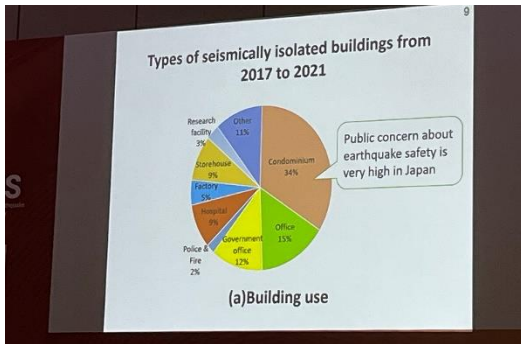


圖56、日本隔震建築使用類別

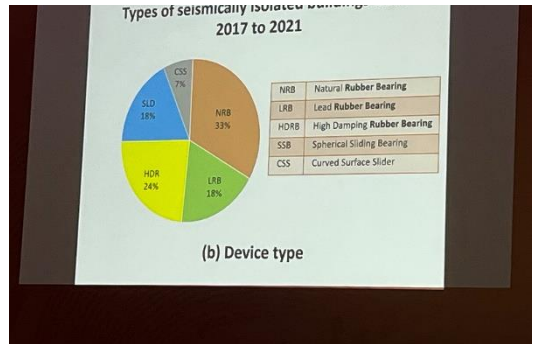


圖57、日本隔震墊型態

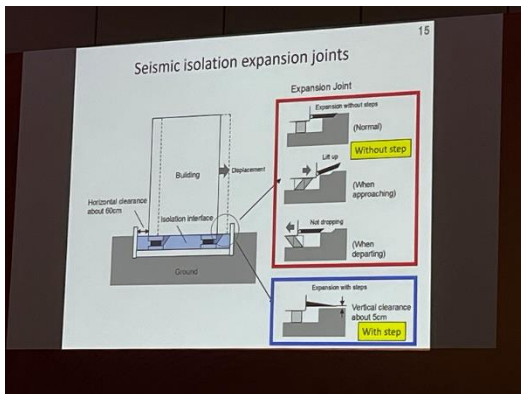


圖58、日本隔震墊型態

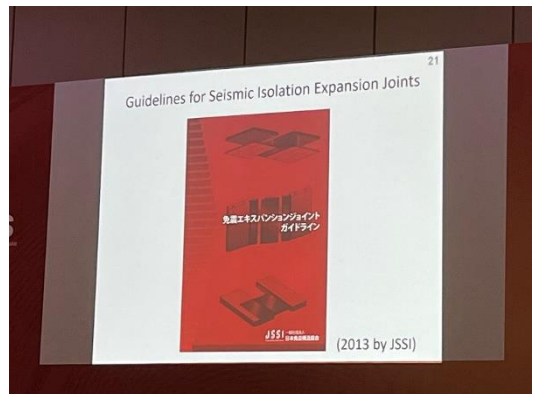


圖59、JSSI 隔震伸縮縫指引(日文)

Under moderate earthquake	Under large earthquake	Confirmation method	Location of use
Functional	Functional	Shaking table test	Areas with heavy pedestrian traffic
B	Damage Level 1	Shaking table test or static test	Areas with moderate pedestrian traffic
C	Damage Level 2	Confirm by drawing	Areas with little or no pedestrian traffic

(by JSSI)

No major deformation, continue to be used after the earthquake.

No dropout, require repair or replacement after the earthquake.

圖60、隔震建築伸縮縫性能分類

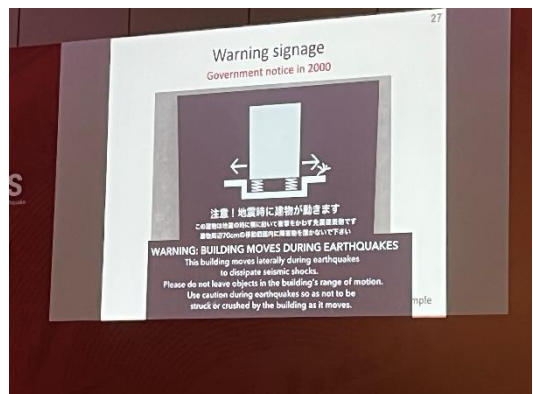


圖61、隔震建築標誌



圖62、JSSI 隔震建築設備標準指引(日文)

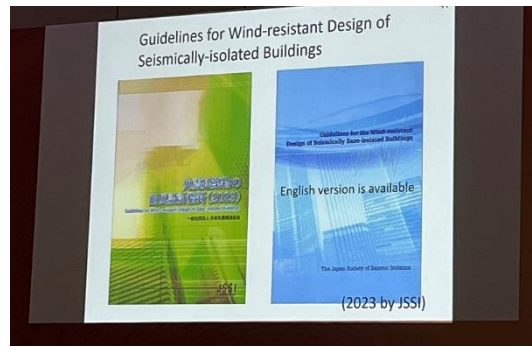


圖63、JSSI 隔震建築抗風設計指引(英文)

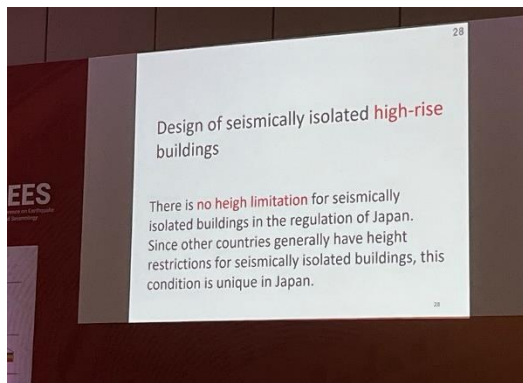


圖64、高層樓隔震在日本無限制

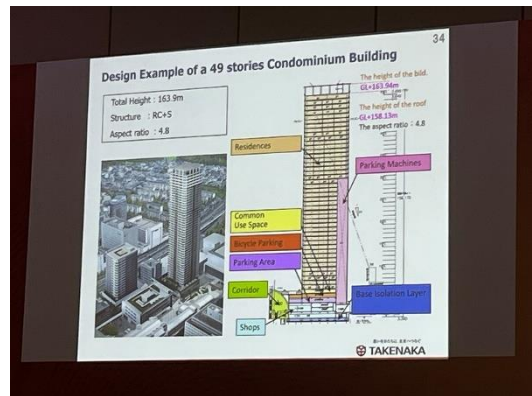


圖65、高層樓隔震案例

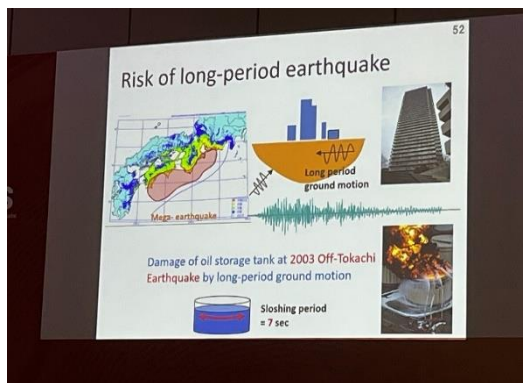


圖66、長週期地震風險

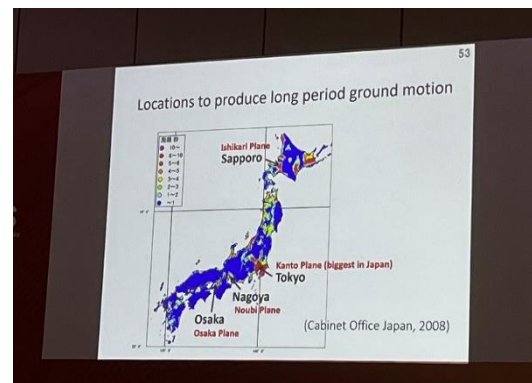


圖67、日本長週期地表震動區域

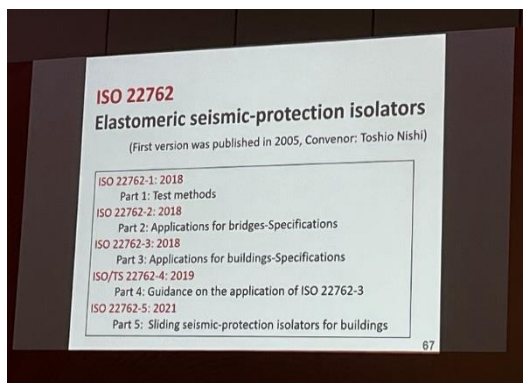


圖68、國際標準 ISO 22762架構

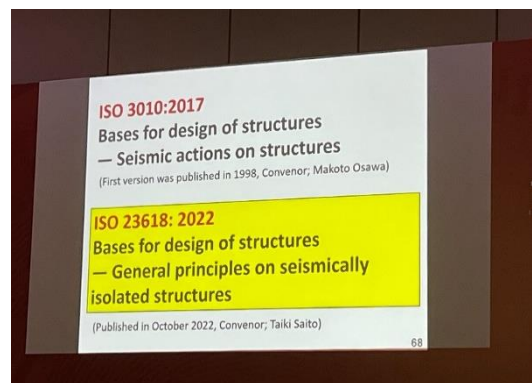


圖69、國際標準 ISO3010及 ISO 23618

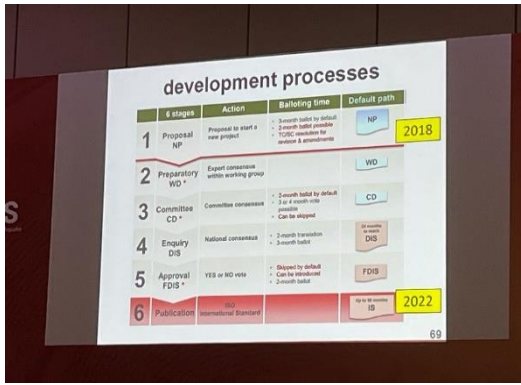


圖70、標準發展過程

1. Scope
2. Normative references
3. Terms and definitions
4. Symbols and abbreviations
5. Basic principles of structural planning
6. Target performance of the seismically isolated structure
7. Design seismic force
8. Structural analysis
9. Construction management specified in design documents
10. Maintenance specified in design documents
11. Performance requirement of isolation devices

圖71、標準架構內容



圖72、Taiki Saito 教授與各國地震專家會議討論



圖73、COVID19疫情期間透過視訊會議討論

三、心得與建議

(一) 水壩安全評估

目前本公司管理之日月潭水庫位於南投縣魚池鄉，原為天然湖泊，於1934年(台灣電力公司前身台灣電力株式會社)於其周圍水社、頭社兩地分築土石壩而形成水庫，兩水壩均為混凝土心牆土石壩，主要水源由武界壩所引濁水溪溪水，為一離槽水庫，其總容量約1.7億立方公尺。主要功能為供應大觀一廠及大觀二廠(明湖)、明潭抽蓄水力發電廠用水，並配合下游灌溉用水需求調節放水。

我國1999年921地震後，水社壩之壩頂路面雖有開裂裂隙，所幸經評估並未危及整體壩體安全。本次研討會 Antonio Bobet 教授針對巴拿馬運河加通土石壩分析方法仍值得各界參考，我國亦有許多水壩採用土石壩形式(如早期日月潭水庫、湖山水庫、石門水庫、牡丹水庫等)，其中有不少土石壩亦採用水力填築(Hydraulic Fill)工法，惟地震土壤液化及土壤軟化現象是近30年才逐步了解其機制，慢慢發展出可靠的分析模式，建議本公司及國內相關水壩管理單位得參考相關研究進行安全分析，以充分評估我國早期土石壩在地震下之安全性。

(二) 建築結構耐震規劃

本次研討會各講者分享了2023年土耳其 Kahramanmaras 地震後進行的田野調查結果，多數建築物在地震中損壞是由於許多結構缺陷造成的，包括耐震細節考量不足、結構構件配置不當、不遵守耐震規範、混凝土品質不良以及施工品質不良，結構震害的成因大致可歸類為設計缺陷與施工缺陷兩方面探討，分析土耳其震災相關結構缺陷與我國1999年921大地震後的震害調查相當類似。

為了避免建築物於大地震中嚴重損傷，建議可參考學者 Hason 提出 Priority Index 大於0.25%於規劃設計中訂為一個簡易基準，降低建築在地震發生嚴重損害之機率，於建築設計規劃也應避免採用不規則及不連續的抗彎構架系統，應能對於本公司建築結構安全性有一定程度之提升。

(三) 耐震評估及補強

在耐震評估及補強方面，目前國內經內政部營建署認可之建築物耐震能力詳細評估法如 SERCB 及 TEASPA 等，主要依建築物構件塑性鉸性質及側推分析結果等工程參數提出補強方案，我國採用的耐震補強工法多採用剪力牆、擴柱、外掛鋼框構架、斜撐或加裝阻尼器減震等方式。

本公司目前辦理之「台電牯嶺街大樓耐震補強工程」，惟早期辦公室設計地震力不足，故於須繼續使用時建議進行耐震初步評估、詳細評估及耐震補強。在土耳其醫院補強案例中於既有建築之基礎安裝隔震墊及阻尼作為建築結構補強方

法，較台灣較為習慣採用之剪力牆或擴柱工法進行耐震補強有顯著差異，傳統補強工法於施工期間，人員無法進入建築物作業，依據土耳其醫院建築隔震補強案例經驗，採用此工法期間其最大優勢是不會中斷建築物內部空間的使用及運作，如本公司既有電廠、營業所建築物需進行相關耐震補強，但又無法中斷電廠或營業所的運作，建議本公司得依個案特性將基礎隔震之補強方式納入補強考量。

(四) 建築基礎隔震

全球碳排放量約40%來自建築部門，為了達到2050年的淨零目標，我國國發會2022年發布《臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明》，依循國際能源總署（IEA）建議，規劃2050年我國100%新建建物、85%既有建物應達到近零碳建築的目標。建築物透過建築設計，設置綠屋頂及光電屋頂逐漸成為我國建築顯學，部分地方政府法規亦要求建築物屋頂應設置隔熱層及設置綠屋頂或光電屋頂，隨著2023年我國《再生能源發展條例》修法三讀通過，未來屋頂光電將成為新建建物的「標準配備」。根據同屬地震帶國家的土耳其研究，將綠屋頂搭配隔震系統，能大幅降低地震中屋頂加速度，降低綠屋頂在地震下受損機率，提升建築物永續性及震災後功能性，建議本公司未來需設置綠屋頂或光電之建築物，得依個案特性將基礎隔震之規劃納入考量。

本公司目前的建築結構多採用傳統耐震工法，並依據建築物的重要性放大其地震力進行設計，以達到我國建築物耐震規範要求的「小震不壞、中震可修、大震不倒」的耐震基本方針。本次研討會 Taiki Saito 教授介紹了日本免震構造協會 JSSI 出版相關規範及指引手冊(多為日文寫成)，內容包含日本相關隔震建築設計案例，因國內建築隔震系統設計相關指引仍較為缺乏，導致採用國內隔震建築的設計較不普遍，亦不利國內結構工程師隔震技術素養之養成，建議國內有關單位可將相關規範及指引翻譯並洽談版權引入國內，相信能對國內隔震建築的推廣及技術的傳播有相當助益。

四、 出國期間遭遇的困難與特殊事項

- (一)、 出國前三個禮拜發生以色列哈瑪斯衝突，中東地區陷入戰火，土耳其部分地區進入外交部紅色及橘色旅遊警示，行前一直很擔憂研討會受到戰火影響，不斷瞭解最新動態，經評估後因研討會地點旅遊警示仍維持黃色警示，最後決定仍出發前往土耳其研討會。
1. 至會議目的地土耳其安達利亞僅有外國籍航空土耳其航空可到達，原規劃期間規劃搭乘土耳其航空由台灣直飛伊斯坦堡，再轉機目的地安達利亞 (Antalya)，因本公司「因公奉派出國人員安排出國行程須知」及「因公奉派出國人員搭乘本國籍航空班機有關規定事項」規定要求不可只搭乘外國籍航空(土耳其航空)，必須多搭乘一段國內籍航空長榮(台北-香港)，香港後至土耳其的行程才可由外國籍航空土耳其航空完成(香港-伊斯坦堡、伊斯坦堡-安達利亞)，導致去程、回程時間均大幅拉長，原規劃土耳其航空直飛(台北-伊斯坦堡-安達利亞)，去程、回程總時間單趟僅需要約16小時，多了國內籍航空長榮(台北-香港)段後，去回程單趟所需時間增為約23.5小時(台北-香港-伊斯坦堡-安達利亞)，此計算還未包括往返機場所需時間。
 2. 去程與回程這兩段飛行對身心造成極大負擔，因為土耳其航空和長榮航空屬不同航空公司，到達香港後必須先出關領取行李，再去托運行李，香港入境的隊伍相當長，多了轉機點後，時時需擔心趕不上下一班飛機及行李遺失風險，身心處於長時間緊繃狀態。回程亦發生伊斯坦堡飛香港班機延誤起飛，影響下一段香港回台灣班機之銜接，很驚險地才改訂到最後一班回台灣的班機。
 3. 安達利亞研討會過程中，第2天身體發生頭痛及感冒症狀，獨自在海外旅行，只能靠行前準備的感冒藥物壓制控制，勉強撐回國。
 4. 入境香港可藉由申請「台灣居民預辦入境登記通知書」(俗稱「香港簽證」或「電子港簽」)或「臺灣居民來往大陸通行證」(俗稱台胞證)入境，於伊斯坦堡機場飛回香港路途，伊斯坦堡機場土耳其登機人員看不懂台灣進入香港的文件「台灣居民預辦入境登記通知書」，職被土耳其登機人員以非文明方式拒絕登機，職另外備案準備了台胞證嘗試溝通香港入境簽證問題，經過土耳其航空登機人員一段時間調查後，因台胞證上的文字”THIS CARD IS INTENDED FOR ITS HOLDER TO TRAVEL TO THE MAINLAND OF CHINA”，於飛機起飛前最後一刻才被允許登機。
- (二)、 建議爾後本公司強制奉派出國人員搭乘本國籍航空的規定(本公司因公奉派

出國人員安排出國行程須知)應予以檢討，一來未能節省公帑和飛行時間反而增加，二來增加轉機點徒然造成旅行中的各種麻煩，班機銜接困難，使奉派出國人員身心俱疲，三來不符合世界節能減碳趨勢。

1. 兩岸關係特殊，外國人不一定懂得兩岸的特殊關係，只準備香港簽證可能有所不足，本公司奉派出國人員於香港轉機需特別注意需準備台胞證或避免於香港轉機或避免前往國內籍航空無法到達的研討會地點，以避免發生上述被拒絕登機無法回國的情況。
2. 11月10日是土耳其國父凱末爾的逝世紀念日(Mustafa Kemal Atatürk)，這一天早上09:05，土耳其全國人民都會停下手中的事情，甚至停止行進中的車輛，立正向土耳其國父及國旗致敬，研討會期間也剛好碰到這個特殊節日，全體各國與會人員也參與了這個紀念日。

附錄

研討會議程表

18WCSI PROGRAM - SESSIONS OVERVIEW

TIME	7 Nov, Tue	8 Nov, Wed	9 Nov, Thu	10 Nov, Fri		
09.00	OPENING SPEECHES	KEYNOTE 4 (P. GULKAN)	"KEYNOTE HALUK SUCUOĞLU"	ATATÜRK COMMEMORATION CEREMONY		
09.15				"KEYNOTE TAIKI SAITO"		
09.30						
09.45						
10.00	PARALLEL SESSION 12	INVITED SPEECH (YING ZHOU)				
10.15			PLATINIUM SPONSOR PRESENTATIONS	13933		
10.30					13895	
10.45						COFFEE BREAK
11.00	14140					
11.15		KEYNOTE 1 (M. ERDIK)	COFFEE BREAK			
11.30				PARALLEL SESSION 5	"INVITED SPEECH PAOLO CLEMENTE"	
11.45						PARALLEL SESSION 9
12.00	CLOSING SESSION					
12.15		13491 13773 13864				
12.30			13927 13907 13882			
12.45				13401 13996 13884		
13.00	LUNCH					
13.15		LUNCH				
13.30			LUNCH			
13.45				LUNCH		
14.00	"KEYNOTE GIAN MICHELE CALVI"				"KEYNOTE ANTONIO BOBET"	
14.15		PARALLEL SESSION 6				"INVITED SPEECH MINEO TAKAYAMA"
14.30			PARALLEL SESSION 10			
14.45				13660 13785 13545		
15.00	13667 13839 13867					
15.15		13889 13845 13950				
15.30			13628 13897 14128			
15.45				13642 13430		
16.00	COFFEE BREAK					
16.15		COFFEE BREAK				
16.30			"INVITED SPEECH MEHMET ÇELEBI"			
16.45				PARALLEL SESSION 7	"INVITED SPEECH MURAT DİCLELİ"	
17.00	PARALLEL SESSION 3					"INVITED SPEECH ATİLA ZEKİOĞLU"
17.15		13659 14139				
17.30			13806 13721			
17.45				13903 13606		
18.00	14111 14102					
		13986 13776				
			13730 14424			
				"KEYNOTE MICHAEL CONSTANTINOU"		
	ASSISI GENERAL ASSEMBLY					
		19.00 GALA COCTAIL				
			POSTERS:			
				13696		
	13700					
		13840				
			13865			
				13939		
	14010					
		13641				
			13543			

- Martelli Zhou Joint Hall
- Keiti Aki Hall
- Zhou Hall
- Kelly Hall
- Martelli Hall
- Nathan Newmark Hall
- Newmark Hall
- Xanadu Amphitheater
- Bolton Seed Hall



6

Antalya Türkiye 6-10 November 2023

7ICEES PROGRAMME - SESSIONS OVERVIEW

TIME	6 Nov, Mon	7 Nov, Tue	8 Nov, Wed	9 Nov, Thu	10 Nov, Fri		
09.00		OPENING SESSION	KEYNOTE 4 (P. GULKAN)		ATATÜRK COMMEMORATION CEREMONY		
09.15					KEYNOTE 8 (T. SAITO)		
09.30							
09.45				KEYNOTE 6 (H. SUCUOGLU)			
10.00		PLATINIUM SPONSOR PRESENTATIONS	PARALLEL SESSION 4	13780 13827	PARALLEL SESSION 8	13474 13528	
10.15				13900 13762		13978 13509	
10.30				14032 13789		13404 13814	
10.45		COFFEE BREAK	14033 13797		PARALLEL SESSION 12	13669 13472 14446 13984 13876 14469 13556	
11.00		KEYNOTE 1 (M. ERDIK)	COFFEE BREAK		COFFEE BREAK		
11.15			PARALLEL SESSION 5	14404 13499	PARALLEL SESSION 9	13395 14001	Theme (S.Karamanos)
11.30				14465 13815		14116 13794	
11.45		PARALLEL SESSION 1	14199 13931	PARALLEL SESSION 11	13830 13792	14285	
12.00		Theme (S. Akkar)	13877 13382	14420 13507	13657		
12.15		13994 13866	13904 14312	14163	13855		
12.30		13734 14532	13758		14015		
12.45		13880					
13.00		LUNCH	LUNCH		LUNCH		
13.15							
13.30							
13.45		KEYNOTE 2 (M. CALVI)	KEYNOTE 7 (A. BOBET)		POSTERS: 13372 13478 13543 13682 13708 13713 13764 13831 14004 14533		
14.00		KEYNOTE 2 (M. HORI)	PARALLEL SESSION 6	Theme (A. Sextos)		14094 13917	14421 13631 13549
14.15				14121 13915		PARALLEL SESSION 10	13420 13413 13412
14.30				13791 13770 13912			14433 13367 13490
14.45		PARALLEL SESSION 2	13783 13612 13916	13670 13804 13414			
15.00		Theme (H. Yamazaki)	14531 13719 13914	13694 14530 14468			
15.15		JICA Special Session					
15.30		13982	COFFEE BREAK			COFFEE BREAK	
15.45		13739					
16.00		13872	PARALLEL SESSION 7	14540 13698 14412		PARALLEL SESSION 11	Theme (M. Zare)
16.15	REGISTRATION	COFFEE BREAK		13755 13687 14101		13627 13807	
16.30		PARALLEL SESSION 3	14414 13421	13786 14431		14529 13868	
16.45			13803 13902	13816 14419		14005 13819	
17.00			13818 13788	13728 13910		13873 13851	
17.15			13726 13419	13707 14441		14439	
17.30		KEYNOTE-3 (M. CONSTANTINO)					
17.45	WELCOME COCKTAIL						
18.00							
			19.00 GALA COCKTAIL				

 Martelli Zhou Joint Hall	 Keiti Aki Hall
 Zhou Hall	 Kelly Hall
 Martelli Hall	 Newmark Hall
 Nathan Newmark Hall	 Xanadu Amphitheater
 Bolton Seed Hall	

研討會相關照片



圖74、研討會會場



圖75、研討會開幕式



圖76、研討會演講廳研究發表

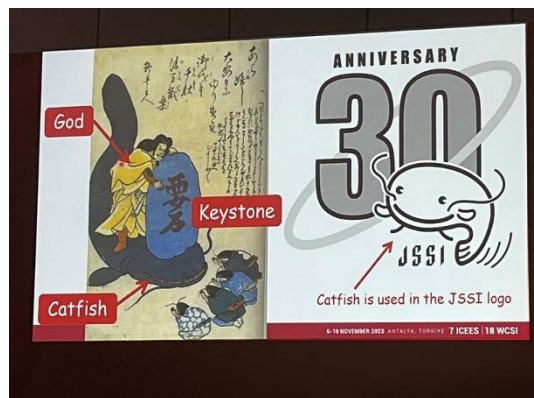


圖77、會議室研究成果發表

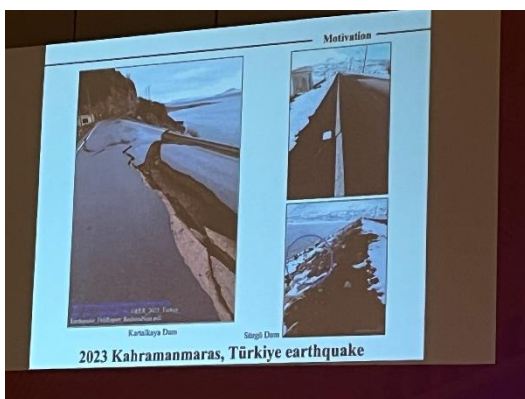


圖78、會議室研討會研究發表

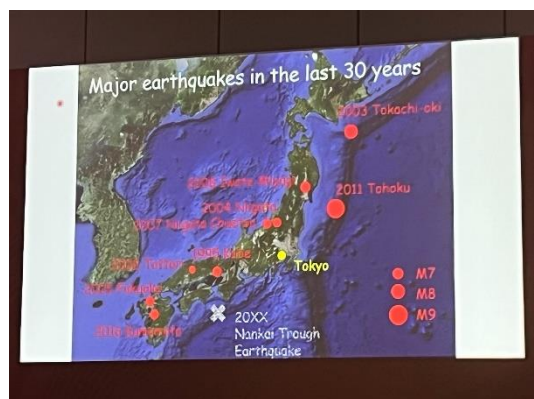


圖79、會議室研討會研究發表



圖80、研討會研究發表

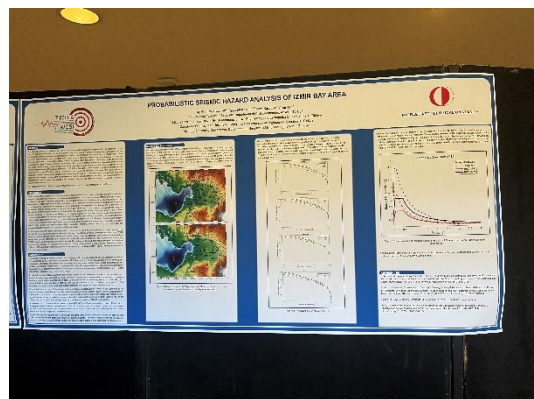


圖81、研究成果海報展示