

出國報告（出國類別：開會）

「參加 ICSBEA 2019 研討會暨拜會日本建築 聲學實驗室設施暨研究機構進行技術交流」 報告書

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：蔡介峰副研究員

派赴國家：日本

出國期間：108年11月10日至11月15日

報告日期：109年02月10日

摘要

為因應全球暖化國際間之節能減碳策略趨勢，自1980年世界自然保護組織（IUCN）首次提出「永續發展」的口號，呼籲全球重視地球環保危機。聯合國政府間氣候變遷專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）在其分析報告指出，面對氣候變遷之衝擊，必須採行減緩（mitigation）與調適（adaptation）兩項策略。除積極減少人為溫室氣體的排放以穩定大氣二氧化碳的濃度外，當今社會亦必須體認氣候異變的現實，積極面對氣候變化對於社會經濟與生態環境系統所產生的影響，最重要的關鍵在於經濟與社會的結構性轉型，另在建築都市方面亦積極推動「永續發展的議題，這些國際性共識都代表著地球環保問題已是超越國境、超越政體的國際要務，同時也顯示「永續發展」已成為人類重要的課題。為瞭解國際間相關發展現況及未來趨勢，爰參加於日本召開之ICSBEA 2019國際研討會(International Conference on Sustainable Built Environment)。本報告彙整與本所業務相關之研究主題，包括：永續城市規劃、營建廢棄物之回收、室內空氣品質、創新技術與材料等，此外，安排拜會日本建築音響之研究機構，參訪所建置之實驗設施，以瞭解營運、管理及研究發展應用情形，期能作為作為本所相關科技計畫內容研擬及實驗室營運發展之參考，最後，本文亦提出相關參與心得與建議。

目次

壹、出國目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、會議參與過程.....	3
一、會議及主辦單位簡介.....	3
二、會議報到.....	4
三、會議重要內容概述.....	5
四、會後交流.....	12
肆、考察日本建築聲學實驗室設施暨研究機構.....	13
一、拜會財團法人小林理學研究所.....	13
二、拜會鹿島建設-鹿島技術研究所.....	23
伍、建議與心得.....	34
一、建議.....	34
二、心得.....	35
附錄1 研討會發表文章摘錄.....	36
附錄2 內政部建築研究所性能實驗中心簡介.....	39
附錄3 小林理學研究所簡介及開發之設備摘錄.....	49
附錄4 鹿島技術研究所簡介及開發之工法摘錄.....	61

壹、出國目的

為因應全球暖化國際間之節能減碳策略趨勢，自 1980 年世界自然保護組織（IUCN）首次提出「永續發展」的口號，呼籲全球重視地球環保危機。聯合國政府間氣候變遷專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）在其分析報告指出，面對氣候變遷之衝擊，必須採行減緩（mitigation）與調適（adaptation）兩項策略。除積極減少人為溫室氣體的排放以穩定大氣二氧化碳的濃度外，當今社會亦必須體認氣候異變的現實，積極面對氣候變化對於社會經濟與生態環境系統所產生的影響，最重要的關鍵在於經濟與社會的結構性轉型，另在建築都市方面亦積極推動「永續發展的議題，這些國際性共識都代表著地球環保問題已是超越國境、超越政體的國際要務，同時也顯示「永續發展」已成為人類重要的課題。

本次出國參加 ICSBEA 2019 國際研討會的目的即是希望藉由研討會這樣的平台，廣泛地瞭解各國在循環綠建築案例、建築節能節水設計、健康居住環境、創新綠建材研發與永續城市環境科技等議題之執行現況，擷取其中值得參考或借鏡之處，作為我國相關研究或政策推動之參考，另外，本所建築音響實驗室係國內首座符合 ISO 國際標準之實驗室，先期已依照優先順序，逐步針對門、窗及牆之氣傳音隔音、樓板衝擊音與吸音作相當完整研究，並協助研訂國家標準、隔音法規，支援高性能防音綠建材研發驗證，惟科技日新月異，須於既有基礎上持續精進，擬並安排拜會日本建築音響之研究機構，參訪所建置之實驗設施，以瞭解營運、管理及研究發展應用情形，可作為實驗室營運發展之參考。

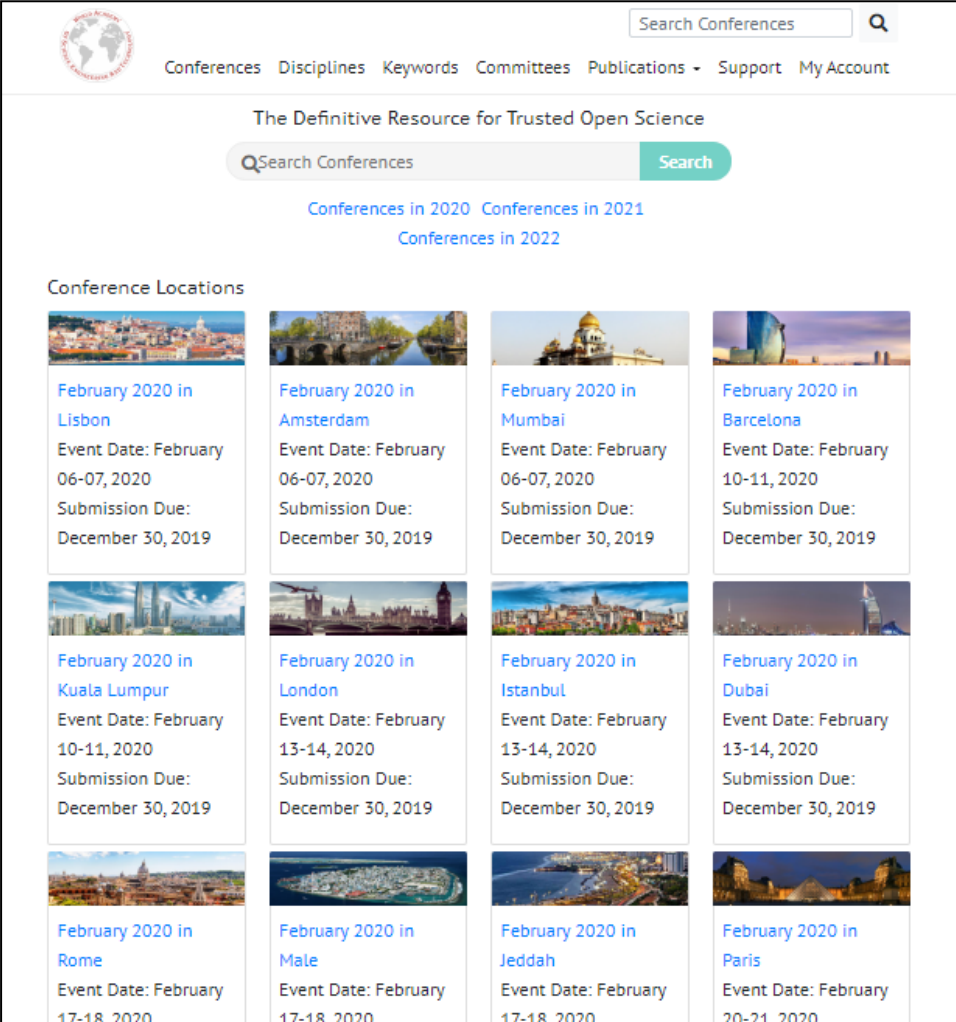
貳、出國行程

日期	任務	備考
11月10日 (星期日)	1.高雄-日本	去程
11月11日 (星期一)	2.會議第1天-參加 ICSBEA 2019(International Conference on Sustainable Built Environment) 研討會	
11月12日 (星期二)	3.會議第2天-參加 ICSBEA 2019(International Conference on Sustainable Built Environment)研討會	
11月13日 (星期三)	4.參訪日本建築聲學實驗室設施暨研究機構進行技術交流(財團法人小林理學研究所)	
11月14日 (星期四)	5.參訪日本建築聲學實驗室設施暨研究機構進行技術交流(鹿島建設-鹿島技術研究所)	
11月15日 (星期五)	6.日本-高雄	返程

參、會議參與過程

1.會議及主辦單位簡介

ICSBEA 2019 國際研討會(International Conference on Sustainable Built Environment)係世界科學、工程與技術學院(World Academy of Science, Engineering and Technology, WASET)主辦，每年舉辦一次，本屆會議是第 21 屆會議。主辦單位 WASET 是一學術期刊之出版商，每年出版不同領域之期刊，同時也舉辦相關研討會，其網頁上公告之資訊（詳圖 1），該單位每年舉辦之研討會超過 100 場。WASET 出版社註冊於亞塞拜然（Azerbaijan），總部設於土耳其。



The screenshot displays the WASET website's conference page. At the top, there is a navigation menu with links for Conferences, Disciplines, Keywords, Committees, Publications, Support, and My Account. Below the menu, a search bar is present with the text 'Search Conferences' and a magnifying glass icon. The main heading reads 'The Definitive Resource for Trusted Open Science'. Below this, there is another search bar with the text 'Search Conferences' and a green 'Search' button. The page features a grid of conference location cards for February 2020. Each card includes a representative image of the city, the location name, the event date, and the submission deadline.

Location	Event Date	Submission Due
Lisbon	February 06-07, 2020	December 30, 2019
Amsterdam	February 06-07, 2020	December 30, 2019
Mumbai	February 06-07, 2020	December 30, 2019
Barcelona	February 10-11, 2020	December 30, 2019
Kuala Lumpur	February 10-11, 2020	December 30, 2019
London	February 13-14, 2020	December 30, 2019
Istanbul	February 13-14, 2020	December 30, 2019
Dubai	February 13-14, 2020	December 30, 2019
Rome	February 17-18, 2020	December 30, 2019
Male	February 17-18, 2020	December 30, 2019
Jeddah	February 17-18, 2020	December 30, 2019
Paris	February 20-21, 2020	December 30, 2019

圖 1. WASET 官網顯示之該機構主辦之研討會

2.會議報到

本會議於 11 月 11 及 12 日東京召開，本次徵集論文議題包括：(1)再生能源；(2)永續發展設計建築；(3)永續社區；(4)氣候變遷調適；(5)景觀生態；(6)創新營建技術與材料；(7)景觀建築設計方法與工具；(8)建築遺產保護；(9)高性能建築的實踐；(10)永續營建環境，為確認場地位置，此行於會議前一天 11 月 10 日即先至會場踏勘，並於 11 日早上完成註冊報到手續（詳圖 2、圖 3。）。



圖 2. 徵集論文



圖 3. 會議報到處

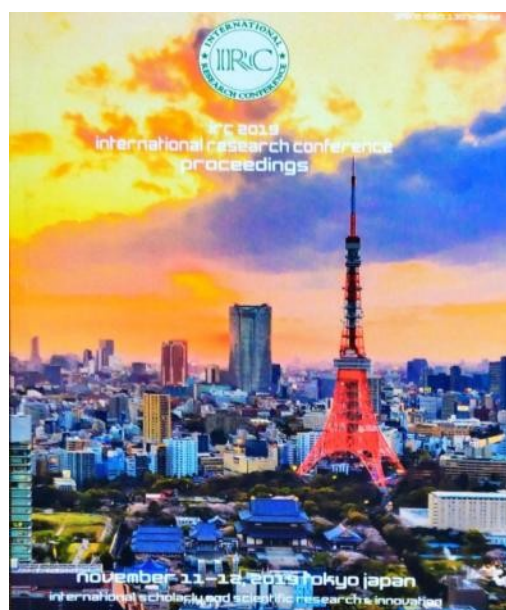


圖 4. 會議手冊

3.會議重要內容概述

本次會議大會提供之各研究發表資料，廣泛涵蓋生物與生態系統、地質工程、環境保護、都市永續、循環營建材料及室內環境等各式議題(詳附錄 1)，考量本次參與係以永續建築及環境為主題，爰擇其中 4 篇相關之重要論文，茲摘要說明如下：

(1) 永續城市規劃

美國德州大學 (The University of Texas at Austin) Yasaman Zeinali 等所發表之論文「A Framework and Case Study for Sustainable Development of Urban Areas」，提出了永續城市多目標發展架構(如圖 5)，並實際應用於重新開發 Brackenridge Tract 區域，以有效規劃策略，確保該社區在經濟、社會、環境、健康及文化方面均滿足永續發展標的。

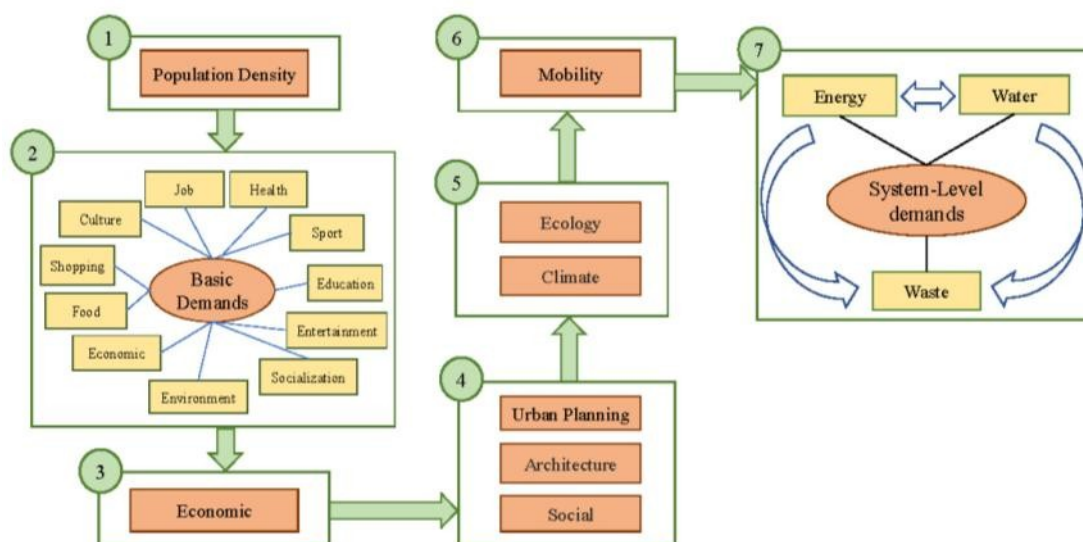


圖 5. 發展永續城市目標架構

a. 人口密度(Population Density)

定義為每平方英里的人數，係依據當前狀況人口統計數據及其未來估計值以確定人口密度，以本研究 Brackenridge Tract 區域為例，目前人口每平方英里 3,000 人，經評估以 8,000 人為目標人口密度，以防止當地人口增長而擴張至鄰近奧斯丁城市，因此總體規劃(如圖 6)提供了 30%的土

地分配給住宅和公寓。

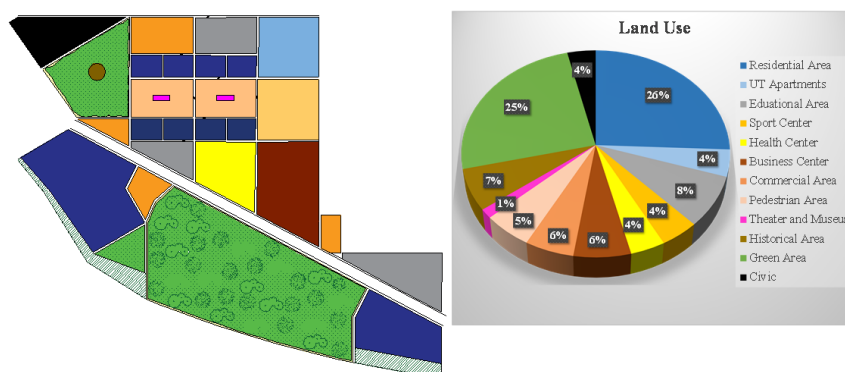


圖 6. 規劃之土地使用分佈

b.基本需求(Basic Demands)

確保居民的所有基本需求，包括工作、健康、教育、體育和文化等，尤其藉由開發案提供當地居民多樣化工作機會至為關鍵，本研究統計可提供共 4,170 個工作機會。

c.經濟面(Economic)

本研究採用 NPV(Net Present Value)及 BCR(benefit-cost ratio)進行評估，以確保整個計劃具有適當經濟利益，成本包括初始成本、維護、保險及稅收等，本案回收期為 8 年。

d.城市規劃、建築及社會面(Urban Planning、Architecture、Social)

在建築面，建議採取以下策略，以達永續發展的目標:

- 使用環保建築材料，例如可回收，可再生，確保其需求最少製造能源。
- 使用自然光，以減少人工照明之需求。
- 為建築物提供自然通風。
- 考慮設計綠色屋頂、綠色牆壁之建築物。

e.環境面(Ecology、Climate)

- 透水路面，要有合理百分比的可滲透表面。
- 保護生態系統和生物多樣性。
- 種植本地植物，以接近自然最少灌溉量來綠化綠地道。
- 適當的防洪屏障設置沿岸，以減少未來可能發生的洪水。

f.永續發展的交通(Mobility)

- 減少汽車活動並提高步行安全性。
- 鼓勵零排放的替代運輸。
- 增加公共交通之供給。
- 適當的防洪屏障設置沿岸，以減少未來可能發生的洪水。

g. 永續的系統運作需求(System-Level demands)

- 能源系統。
- 水系統。
- 廢物管理系統。

(2) 營建廢棄物之回收

捷克布拉格理工大學 (Czech Technical University) Vladimira Vytlačilova 等所發表之論文「Production and Recycling of Construction and Demolition Waste」，提到捷克建築廢棄物回收利用的情況，並分析當地拆除營建廢棄物、垃圾填埋場處理、回收材料生產成本等。

a.廢棄物管理

捷克於 1991 年通過第一項棄物管理法案(Waste Act)，在之前廢棄物處理無相關管制規範，自 2004 年以後，捷克相關立法主要參照歐盟法規，目前法令 NO. 185/2001 Coll “OnWaste and Amendment of Some Other Acts” 強調廢棄物預防，以及提倡環保及健康處理原則，目前歐盟 27 國的每年產生營建廢棄物約 310 到 700 百萬噸，依據歐盟指令 2008/98 / EC 至 2020 年建築拆除的回收目標訂為 70%，包括非危險建築拆除廢棄物，並排除土方和石頭。

b.回收營建廢棄物

目前捷克回收的建築材料主要用作修建公路、鐵路之基礎填充物，只有極少量被回收利用，以下工作可改善此現象：

- 有效率利用原生材料。

- 支持廢物和廢物處理領域的商業活動。
- 防止非法廢棄物處理。
- 預製（可拆卸）建築材料具有完全可回收的架構設計。

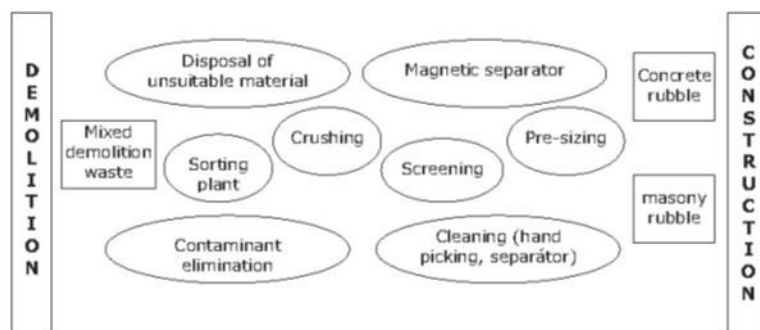


圖 7. 營建廢棄物回收過程

c.回收及垃圾填埋場成本分析

捷克大約有 80 個回收中心，每年可處理回收量約 14.5 百萬噸，大部分回收材料來自磚、混凝土、瀝青及混合建築廢料等。回收物的價格對於其後續工作至關重要利用率。再生材料的最終價格取決於許多參數。運輸是拆建廢物的最終成本，經估算再生材料可獲利行駛運距約為 40 公里。

而回收公司的投入（回購）價格取決於廢物類別上，即回收品特徵、污染程度影響價格，在捷克回收骨料分揀價格每噸約為 3 歐元，包括粉碎、篩分離、必要的性能測試等，而天然骨料的價格每噸約 10-18 歐元，因此，目前再生材料係有利基的，捷克建築廢料編號與歐盟一致：

- 17 01 00 – 混凝土，磚石，陶瓷
- 17 02 00 – 木材，玻璃，塑料，
- 17 03 00 – 瀝青，焦油產品，
- 17 04 00 – 金屬和金屬合金，
- 17 05 00 – 開採的土方，
- 17 06 00 – 絕緣材料，
- 17 08 00 – 石膏產品，
- 17 09 00 – 其他拆建廢料。

(3) 室內空氣品質

加拿大 Ottawa 大學 Mitra Bahri 所發表之論文「Application of Sorptive Passive Panels for Reducing Indoor Formaldehyde Level: Effect of Environmental Conditions」，提到加拿大衛生部規定甲醛 8 小時最高暴露量為 $50\mu\text{ g}/\text{m}^3$ ，然根據相關調查報告在魁北克市 96 家 1 月至 4 月長期關閉窗戶之房子，監測甲醛最高濃度可達 $90\mu\text{ g}/\text{m}^3$ ，甲醛不僅會引起眼睛及呼吸道刺激，造成極度不適，也與多種慢性性疾病和致癌健康影響有關，6~36 個月之兒童若長期暴露於甲醛濃度超過 $60\mu\text{ g}/\text{m}^3$ 環境中，會引起呼吸道疾病、影響生長發育和誘發腫瘤等健康危害。

a. 淨化室內污染物方法

降低住宅建築物中的甲醛濃度是一項重要的挑戰，尤其是在夏季，目前已經有幾種建議方法淨化室內污染物包括甲醛。其中，機械通風、過濾、吸附和催化氧化等最常見，惟這些主動方法需要消耗額外的機械動力能源，為解決此一問題，室內被動式的應用面板技術 (Indoor Passive Panel Technology, IPPT) 已被提議作為替代方案，被動淨化材料 (Passive Removal Materials, PRM) 專為去除室內污染物開發，毋需額外能量，可以製作成天花板、牆壁類、地板類、塗料類等，依淨化機制可分為吸附型面板 (Sorptive-based Passive Panels, S-PPs) 及光催化氧化型面板 (Photocatalytic Oxidative-based Passive panels, PCO-PPs)。

b. 實驗程序

本研究目的在評估不同環境條件吸附型面板去除甲醛之效果，測試件為天花板，係利用天花板作為吸附性被動板，以淨化甲醛，試樣裁切成尺寸 $0.405\text{ m} \times 0.273\text{ m}$ ，試樣邊緣以低逸散之鋁膠帶密封，環境控制箱內容積為 50 L，在兩種不同的溫度 ($21\pm 2^\circ\text{C}$ 、 $26\pm 2^\circ\text{C}$) 及三種不同的相對濕度 ($30\% \pm 5\%RH$ 、 $50\% \pm 5\%RH$ 、 $75\% \pm 5\%RH$) 進行相關測試，所有測試的持續時間為 7 天，換氣率設定為 0.5 ACH，試驗負荷率為 $0.23\text{ m}^2/\text{m}^3$ ，進行前須使用潔淨空氣進行沖洗及置換 1 小時，於上游注射濃度 $100\mu\text{ g}/\text{m}^3$ 甲醛，於下游

處在 $t = 1 \text{ hr}$ 、 2 hr 、 6 hr 、 24 hr 、 48 hr 、 72 hr 、 96 hr 、 102 hr 執行採樣及分析。

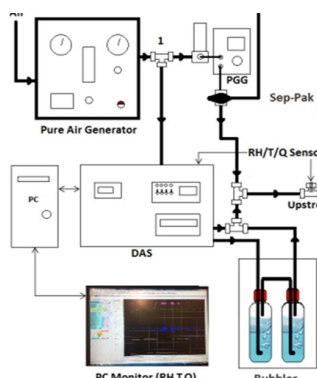


圖 8. 空氣產生器

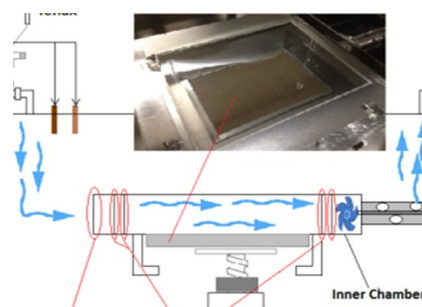


圖 9. 實驗佈置

c. 實驗結果

結果顯示由於甲醛易溶於水（溶解度： $400 \text{ kg} / \text{m}^3$ ），形成的水分子團簇表面可以作為甲醛和甲醛附劑介質橋樑，導致在濕度較高環境去除效率越好，在三種不同的相對濕度（ $30\% \pm 5\% \text{RH}$ 、 $50\% \pm 5\% \text{RH}$ 、 $75\% \pm 5\% \text{RH}$ ）去除效率有顯著變化，在 40% 至 71% 之間；另溫度從 21°C 升高到 26°C ，而相對濕度維持在 $75\% \pm 5\% \text{RH}$ ，不同溫度導致甲醛與吸附介質略有差異，溫度升高使的甲醛去除效率下降約 7% ；另以 HPLC 和 GC / MS 進行二次污染物分析，結果顯示濃度很低幾乎可以忽略不計。

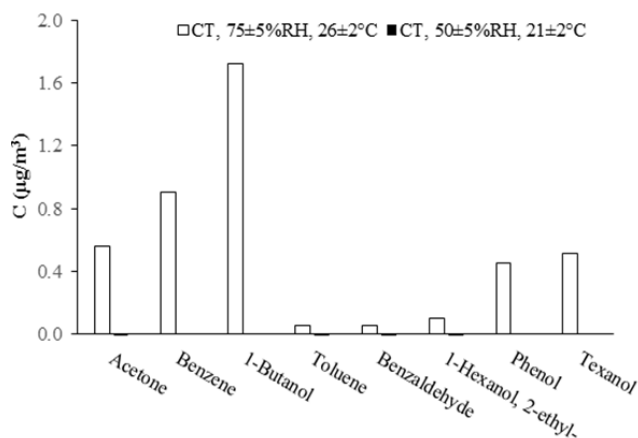


圖 10. 二次污染物分析

(4) 創新技術與材料

美國普渡大學（Purdue University）Peng Hao Wang 等所發表之論文「Investigating the Effectiveness of a 3D Printed Composite Mold」，提到在複合材料製造中，模具製造和模具維護占總成本的很大一部分。然而，隨著複合材料應用的不斷增加，對更多工具的需求也越來越大。對更多工具的需求強調如何在兼顧成本效益的同時，能具有高品質製造能力。目前開發的模具製造技術之一是採用稱為 3D 列印製造技術。3D 列印之所以逐漸受到歡迎，在於 3D 列印能夠保持低材料浪費、低成本和快速製造。在這項研究中，普渡大學研究小組探討 3D 列印複合模具的有效性，並利用 3D 掃描和電腦輔助設計（CAD）建模，以及實體創建相關原型。



圖 11. 會議簡報

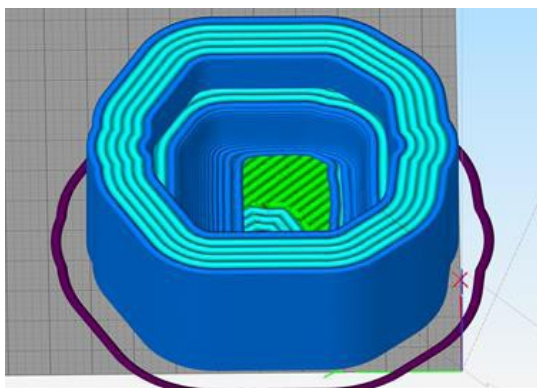


圖 12. 3D 建模

(資料來源:簡報資料)

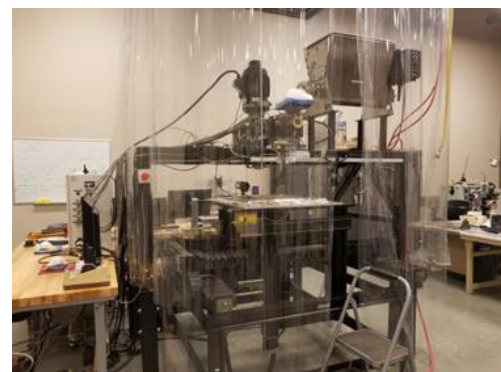


圖 13. 3D 列印過程

4.會後交流

本次會議與會人數雖然不算多，但是仍有數個國家之專家學者出席會議，在會議休息時間及主辦單位安排的餐敘活動中，亦利用機會與其他國家代表進行寒暄及交流，增進彼此瞭解。



圖 14. 研討會現場



圖 15. 會後合影

肆、考察日本建築聲學實驗室設施暨研究機構

一、拜會財團法人小林理學研究所（Kobayasi Institute of Physical Research）

（一）接待人員：建築音響研究室杉江聰 室長、新田龍馬、小林誠司

（二）單位簡介：財團法人小林理學研究所於1940年成立，目前共有36職員，轄下主要實驗室及主要研究工作如下：

1. 噪音振動實驗室

(1) 主要研究工作

道路交通噪音、鐵路噪音、飛機噪音、機械噪音、振動量測、環境調查及聽覺實驗研究等。

(2) 近期執行的相關研究

- 道路交通噪音預測模型準確性提高之研究

使用新的預測模型與實際值間的比較，以驗證準確性，近年主要用於交叉路口交通噪音實際測量結果與分析。

- 高頻噪音評估之研究

針對10 kHz以上頻率進行探討，包括聲音閾值、不適感的評估等，另在移動鐵路電車內部發現16 kHz至31.5 kHz高頻聲音，但是是否感到不舒服，確認存在個體差異。

- 飛機噪音暴露變化評估之研究

飛機噪音與道路交通噪音不同，飛機噪音是一種重複的單一噪音，每小時的暴露頻率差異取決於航班狀態和每天航線變化，近年使用麥克風陣列進行聲源分佈量測，透過橫向衰減校正方法，預測飛機噪音暴露變化。

- 純音噪音心理影響的實驗研究

針對低頻範圍內純音進行了可聽性評估，並應用響度評估的等效矩形帶寬進行數值模擬及實驗驗證，以確認其適用性。

• 使用模擬聲場設計適合廣播之研究

用於建築物、長隧道或室外的緊急廣播，在確保清晰度的同時，發出一種緊迫感的聲音是必需的，構建了一個新穎系統，可更改發聲方法（語音音高、語音速度及重音等），嘗試設計適合疏散廣播的聲音，並驗證其有用性。



圖16. 環境聽覺實驗屋



圖17. 外部架設麥克風設備



圖18. 環境聽覺實驗屋(2015年建置)

2.建築音響實驗室

(1)主要研究工作

吸音材吸音係數、空氣音隔音性能、樓板及表面緩衝材衝擊音隔音性能、傾斜入射聲吸收率量測、阻尼材料振動衰減、聲功率量測實驗研究等。

(2)近期執行的相關研究

- 複壁隔音性能工法提升之技術研究

膠粘劑塗佈方式（點塗層、線塗等）會影響隔音性能，即使是相同的塗佈量，透過實驗確認層板之損耗係數和彎曲剛度會因此發生了變化，而影響整體隔音效果。

- 迴響室之餘響時間變化之研究

整個頻率波段中之餘響時間易受室內壓力、溫度濕度分佈影響，尤其在低頻帶部分，發現當垂直方向發生較大溫度和濕度分佈時，餘響時間變化較大。

- 開發樓地板衝擊聲聽覺系統

採用多通道聲場再現系統，播放方法是全向麥克風和揚聲器，使用波前合成方法，以有效瞭解各種樓地板成分、材料及工法之衝擊聲差異性，可供初步規劃設計、驗證、改進效果之應用。

- 傾斜入射聲傳輸損耗計算方法之研究

傳聲損失受試件種類、尺寸、結構（單板或多層）、固定方法以及入射角的影響，因此，當建築物附近有噪音源時，傳統的迴響室方法用於室內噪音計算，需要考量傾斜入射角的入射聲傳輸損失，而不是聲音傳輸損失，進行相關研究探討傾斜入射聲傳輸損耗的計算方法。

- 噪音空間特性對心理評價的影響研究

噪音法規使用評估指標（例如 L_{Aeq} 和 L_{Amax} ）均不考慮諸如空間的方向特性，透過在無響室移動揚聲器至不同位置、方向，進行人員相關問卷調查，以評估聲音空間特性對心理影響之可能性。

(3)迴響室設備

在設備部分除有與本所音響實驗室類似多間不規則、大容積之迴響室(JIS A1416 TYPE I)，建置有6間矩形小容積之迴響室(JIS A1416 TYPE II)，其中4間作為空氣音隔音性能測試，2間作為樓板衝擊音隔音性能測試，特色說明如下：

- 空氣音隔音性能測試迴響室容積分別 56.7m^3 及 51.4m^3 ，其中1組2個迴響室均採固定基樁設計無法移動，另1組迴響室其中1個迴響室採固定基樁設計，另1個迴響室採移動式設計(底座為油壓式帶動機構)，以適用不同試件厚度之測試。
- 樓板衝擊音隔音性能測試迴響室容積均為 60.0m^3 ，但測試樓板厚度分別為150mm及200mm，設計以整棟建築物為音源迴響室，有別於傳統需有上下之迴響室。
- 所有迴響室均採用三種中低音吸音板分散佈置，以便有效控制迴響時間，測試件採自動化安裝，並利用吊掛系統運送測試件，分析儀採用自行研發Rion多頻道分析儀及網路連線測試。



圖19. 參訪實驗室合影



圖 20. 符合 JIS A1416 TYPE II 迴響室(共 6 間)



圖 21 樓板衝擊音隔音性能測試迴響室及衝擊音音源
(以整棟建築物為音源室)



圖 22 利用吊掛系統運送測試件



圖 23.日本 1955 年第 1 座建置 JIS A1416 TYPE I 迴響室(513m³)

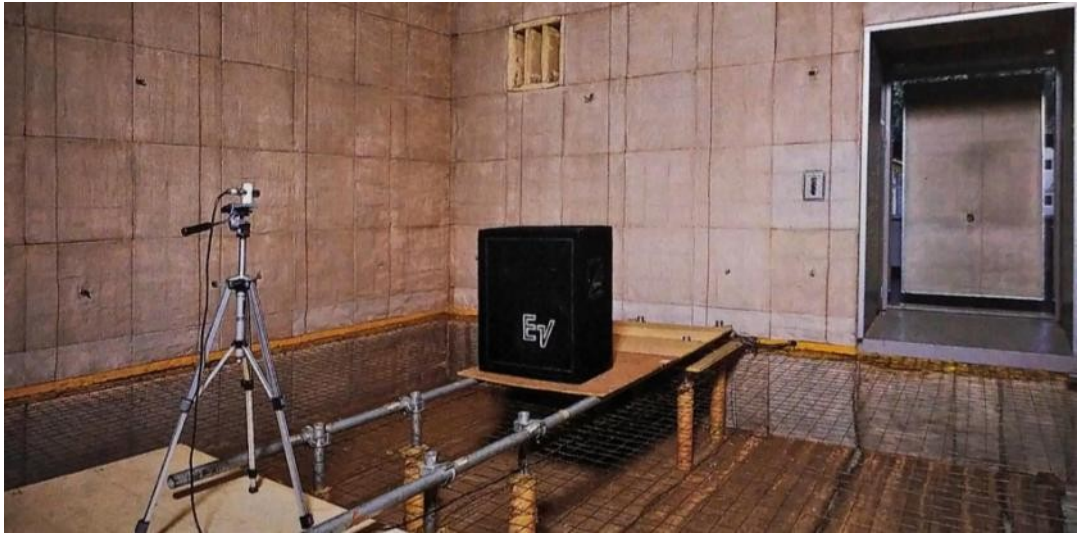


圖 24.無響室



圖 25.低頻聲音產生器(0.5~20 Hz)

3.壓電物性實驗室

(1)主要研究工作

樂器感應器開發、壓電元件進行聲音和振動控制、電話開發實驗研究及儀器設備開發等。

(2)近期執行的相關研究

- 新型有機壓電材料開發
- 壓電聚合物特性研究
- 高功率創新極體材料研發
- 壓電元件對聲和振動控制之研究

4.助聽器實驗室

(1)主要研究工作

助聽器開發、聽覺檢查機開發等。

(2)近期執行的相關研究

- 助聽器訊號處理對音質影響評估研究



圖 26. 小林理學研究所
[照片來源:小林理學研究所]



圖 27. 開發「地震監測器」



圖 28. 頻率分析儀



圖29. 開發「噪音計」



圖30. 開發「微粒子計」



圖31. 開發「聽覺檢查機」



圖32. 開發「助聽器」產品

5. 音響科学博物館



圖33. 參訪博物館合影



圖34. 手動消防擴音器



圖35. 可視化振動圖形



圖36. 聲學元件展示



圖37. 聲學量測設備



圖38. 紙製作之揚聲器

二、拜會鹿島建設-鹿島技術研究所（Kajimai Technical Research Institute）

（一）接待人員：古賀貴士 博士、郡絢子、高山小惠

（二）單位簡介：

1. 鹿島建設

於1840年由鹿島岩吉創立，歷經多次改組後於1930年正式成立，該公司曾參與日本與國際上許多重要工程，例如日本第一棟超高層大樓霞關大樓(1968年)、東京電力福島核能電廠(1967年)、關西國際機場(1994年)、明石海峽大橋(1998年)、西武球場(1999年)等等，建築與土木工程的營造經驗豐富，並具有相當優良的技術與能力，在高層建築、交通建設、核電廠建設和水利建設方面的技術方面頗為著名。

2. 鹿島技術研究所

於1949年鹿島建設繼承當時日本民間唯一之建設技術研究機關「財團法人建設技術研究所」，並投入鹿島建設之技術與研究團隊進而成立該研究所，也是日本第一間由民間建設公司所成立之建設技術研究所，迄今已逾70年。

研究組織共分為(1)先端・電子機械組；(2)地球環境・生物組；(3)都市防災・風環境組；(4)土質基礎・岩盤構造組；(5)地下水・地盤環境組；(6)土木結構組；(7)土木材料組；(8)建築環境組；(9)建築結構組；(10)建築生產組；(11)建築分析組；(12)海外發展組，下轄飛田給研究中心（Tobitakyu Research Center）、西調布實驗場（Nishchofu Complex）、葉山水域環境實驗場（Hayama Marine Science Laboratory）、西湘實驗場（Seisho Test and Practice Field）、新加坡分公司（Kajimai Technical Research Institute Singapore）目前該研究所就有約員工300名，顯見鹿島建設對知識產業甚為重視，主要負責工作為：

(1)提供鹿島建設相關工程新技術

(2)接受外界委託從事相關研究

- (3)與其他學術機構合作共同研發新技術
- (4)為鹿島建設解決各項工程技術問題
- (5)辦理相關訓練計劃
- 6.定時發表研究成果。

(三) 參訪過程：

本次參觀除聽取技術研究所概要簡報外，並至西調布實驗場參觀風洞實驗館、振動模擬實驗館、大型構造實驗館、建築音響實驗室等，惟各實驗場裡面禁止照相，然透過技術研究所人員對各項實驗設備及成果進行解說，對於試驗場規模及實驗內容豐富，令人印象深刻。



圖39. 飛田給研究中心



圖40. 參訪西調布實驗場合影

1. 風洞實驗館

由於工程材料及施工方法的大幅進步，工程設計逐步走向質量輕，大跨度及超高的方向，使得在傳統上地震力為結構的主要水平荷重觀念逐漸改變。風載重成為超高層建築、巨蛋型體育館、斜張橋等結構的主要水平載重，風洞能模擬強風下結構物所受之風壓及該結構物對環境風場之影響。除此之外由於環保意識的覺醒，社會上對於生活品質的要求，使得工業廢氣的排放及都市中大型建築物造成環境微氣候的改變，亦成為工程界必須予以重視的課題，也構成了近代風工程的核心。

(1) 大型邊界層風洞設備(B2F)

a. 特色

- 日本建築業最大風洞設備，最大風速50 m / s。
- 轉盤直徑為4.0m。
- 使用再循環（Getchgen型）風洞來獲得穩定和有效的氣流。
- 設置消音葉片，減少實驗過程之背景噪音。
- 使用氣流溫度控制器可使溫度變化最小化，以實現更準確的測量。

b. 應用

- 建築外表披覆物、玻璃多點表面風壓實驗。
- 建築環境風場試驗。
- 建築結構風載重試驗。
- 建築外表披覆物風產生振動實驗。
- 風切聲預測及實驗。
- 其他各種風洞實驗。

(2) 可視化風洞設備(3F)

a. 特色

- 考慮煙霧、追蹤劑顆粒和廢氣之使用，採用埃菲爾型室內循環風機。
- 使用PIV（Particle Image Velocimetry）進行流動可視化實驗。

- 轉盤直徑為1.6m。
- 可執行可視化實驗斷面尺寸2.0 m(寬) x 1.2 m(高)。
- 除大氣擴散實驗，亦適用其他各類型風洞實驗。



圖41. 風洞模型設置



圖42. 多點風壓實驗

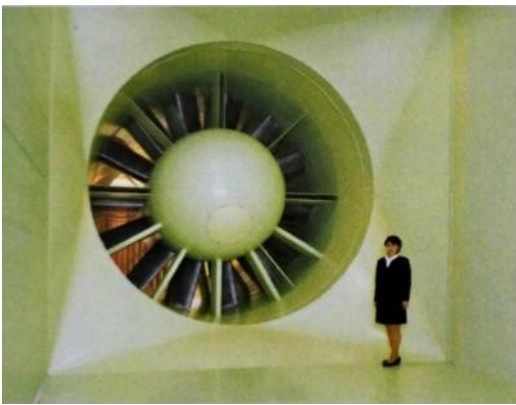


圖43. 送風機

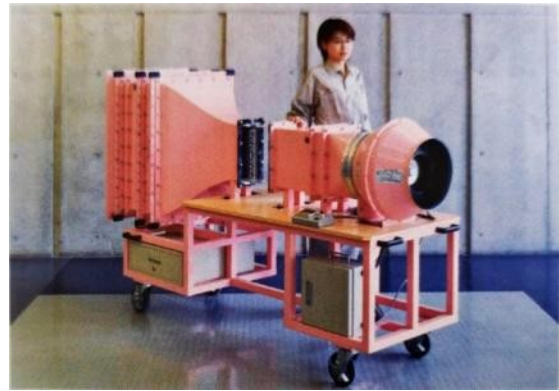


圖44. 風洞校正設備

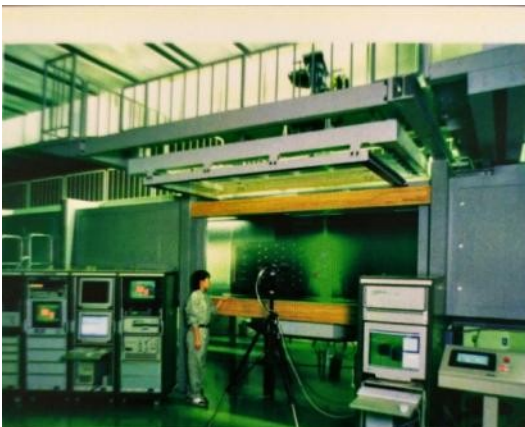


圖45. 可視化實驗

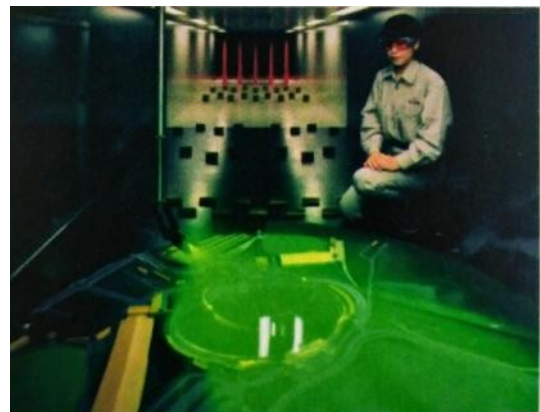


圖46可視化實驗

[照片來源:鹿島技術研究所]

2. 振動模擬實驗館

本實驗館主要研究地震運動分析及防災相關技術，其中振動模擬系統由「主振動台」及「長周期振動台」組合而成，可重現近年觀察到的地震運動現象及實際模擬3維方向地震搖晃情形，並且可以再現諸如摩天大樓等長周期結構的響應，並觀測土木及建築結構、機械設備、家俱等於地震發生時之行為，以進行高精度之耐震試驗，該振動台為日本最高性能的振動模擬設備，並可再現世界上最長周期的地面運動振幅。

(1) 主振動台

a. 特色

- 工作台尺寸5.0 m(長) x 7.0 m(寬)。
- 可測試最大樣品重量60噸。
- 加速度2.0g(水平)、2.0g(垂直)。
- 速度200 cm / s (水平)、100 cm / s (垂直)。
- 變位水平方向±50 cm(短邊)、±70 cm(長邊)；±30 cm (垂直)。
- 加振方式：電氣-油壓系統。
- 使用空氣彈簧和阻尼器支撐約4,000噸混凝土振動台基礎，以減少從振動台傳遞到外部的振動，並對附近區域的影響。

(2) 長周期振動台

a. 特色

- 工作台尺寸2.0 m(長) x 2.0 m(寬)。
- 可測試最大樣品重量5噸。
- 加速度0.5g(水平)。
- 速度250 cm / s (水平)。
- 變位水平方向±250 cm(短邊)、±270 cm(長邊)；±30 cm (垂直)。
- 加振方式：油壓系統。

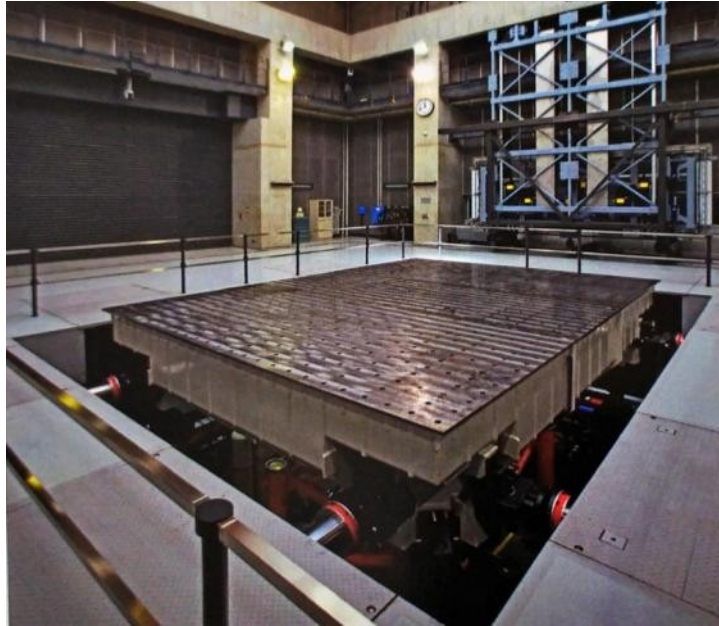


圖47 主振動台



圖48 家俱於地震發生時之行為觀測

[照片來源:鹿島技術研究所]

3. 大型構造實驗館

本實驗館主要研究開發建築結構之柱、梁、牆等重要構件強度及彈性等性質及材料，並進行超高層建築物或橋梁重要結點耐震性實驗、超高強度混凝土抗壓實驗、高強度鋼筋抗拉實驗及複合震動控制減振實驗，據以研究相關材料性質對於高層建築或橋梁之適用性，可進行大型構件靜態及動態試驗，開發構造工法包括：KCJW耐震壁工法、超高層架構式

HiRC工法、HPCa鋼構工法、CFT充填鋼管工法、HiDuc橋墩構造工法等，設有大型反力牆及加載設備等。

a. 特色

- 2組反力牆尺寸分別12.0 m(高) x 16.0 m(寬)，5.0 m(高) x 12.0 m(寬)。
- 自動控制油壓系統。
- 容許彎取載重：145,600 kN×m(反力牆)、4,300 kN×m(反力板-垂直方向)、1,800 kN×m(反力板-平行方向)。
- 容許剪力：465,400 kN(反力牆)、180 kN(反力板)



圖49 大型容器實驗



圖50 高層集合住宅



圖51 木構造屋頂實驗



圖52 橋樑實驗

[照片來源:鹿島技術研究所]

4. 建築音響實驗室

本實驗室主要研究防噪音及防振動技術、防止聲音干擾技術、聲場設計及音質設計等，進行開發隔音構造，以控制建築物內外產生的噪音和振動的侵入，並探討長距離迴聲和顫動迴聲干擾現象等，以採取適當建築形狀設計措施，為各種空間提供適合聲音的環境，主要設備包括迴響室、無響室等。

a. 特色

- 迴響室可以提供室內全反射之完整擴散聲場，使實驗室各點之聲壓位準量測值接近完全相同的環境，可用以評估吸音材的吸音特性、隔音材傳輸損耗及氣傳音隔音性能驗證等。
- 無響室為一個隔離且封閉空間，使用隔音材料組成之牆面，隔離及阻絕外在環境之聲音與電磁噪音源傳入室內，而其內部之表面鋪設吸音材料，用以吸收室內之聲波及避免聲音於室內產生反射與殘響現象，可用以量測聲功率、方向性研究、模擬音樂廳聲學試驗及心理音響比對實驗等。
- 迴響室及無響室均採用隔震和隔振的結構，不受外界噪音及振動的干擾，現場有1組音樂廳3D立體模型。

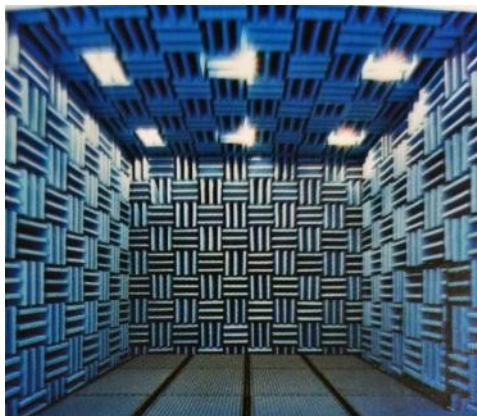


圖53 無響室



圖54 音樂廳3D立體模型

[照片來源:鹿島技術研究所]

b. 開發應用產品

- 防微振動預測軟體 (V-Fine系統): 該公司該發V-Fine系統，可模擬樓上

行走、施工或交通等振動源(加速度、頻率)及建築物振動傳播特性，以評估或預測對居住空間聲場環境之影響，另在施工振動部分，可搭配監控系統進行整體評估。

- 浮動地板工法 (Multi Adjustment Floating Floor, MAFF)：針對機械設備的隔振技術研發，以降低振動傳音之影響。
- 3D聲場再現技術的音響系統：虛擬空間的技術是與英國聲音和振動研究所 (Institute of Sound and Vibration Research, ISVR) 共同開發的“最佳聲源分配 (OSD) 聲場控制方法，現場試聽時僅使用1個揚聲器，就可以聽到3D立體環繞音效感覺。

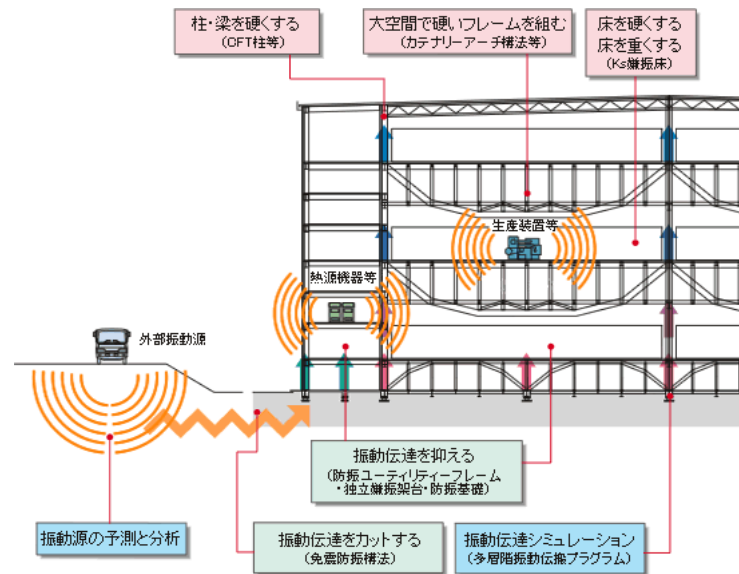
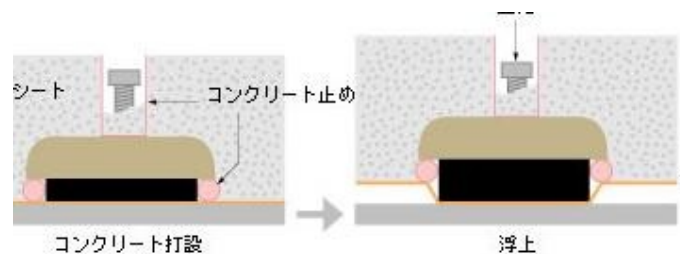


圖55 振動傳音機制



高さの調節が自在なMAFF工法。はじめに躯体のスラブに剝離シートを敷き、防振材とコンクリート止めをセット。次にスラブを型枠代わりにコンクリートを打設し、床を製作する。最後に防振ゴムのボルトを回して浮き床を浮上させる。既存

圖56 MAFF浮動地板

[資料來源:鹿島技術研究所]

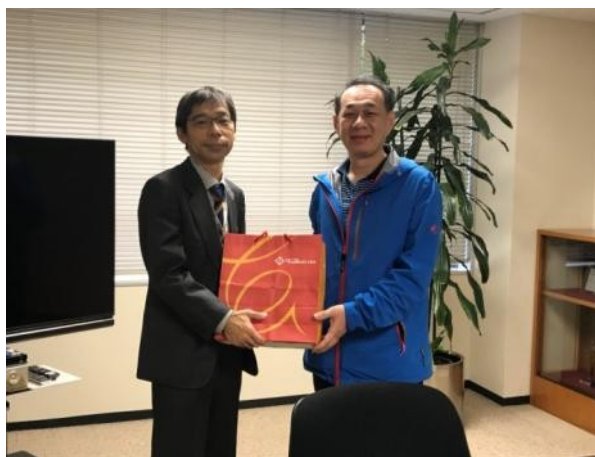


圖57 拜訪鹿島技術研究所古賀貴士博士並致贈禮品

6. 飛田給研究中心

鹿島技術研究所飛田給研究中心本館於2011年10月竣工地上5層、地下1層，共有研究棟及實驗樓兩個建築物組合而成，再將研究與技術部門分別設置在五層樓內，總建築基地面積11,847 m²，由該公司自行設計施工。該館導入3個理念(1)知識創造(2)鹿島技術(3)順應環境，以新的技術創造實現研究開發環境，本館透過許多技術於2010獲得日本CASBEE 的最高認證（BEE = 8.3），本館建築採用了24多種新技術，建立數據收集系統，並進一步的作為實驗研究的驗證場域，其中有幾項特色摘錄如下：

(1)無管式空調系統

中央空調採用無風管的系統，利用流體力學中的「附壁作用（Coanda effect）」原理，將冷空氣送進室內並流通，主要活動區域再以個別式空調輔助。如此不但可節約空調耗能，也能降低設備層所需的空間。其標準辦公層室內淨高為3m，室內風速則控制在0.3m/s 以下。

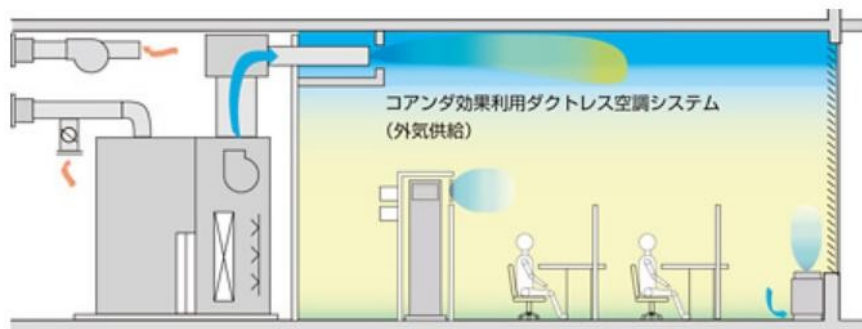


圖58 無管式空調系統[鹿島技術研究所]

(2)照明計畫：

在照明技術方面，以輝度評估代替一般照度設計，採用了一種在間接照明的同時抑制照度的方法來產生亮度感。結果，亮度與其他辦公室差不多，但是與普通辦公室照明相比，功率降低了約30%。



圖59 照明計畫[鹿島技術研究所]

(3)屋頂綠化：

採用Evercool Garden屋頂綠化技術，透過植物和土壤的蒸散作用來降低周圍的空氣溫度，並減輕熱島現象。一般灌溉後，土壤水分的量減少，植物蒸發量隨時間減少，而Evercool Garden能夠在土壤的下部存儲水，從而抑制土壤水分的減少並保持蒸騰量，從而增強緩解熱島現象的效果。

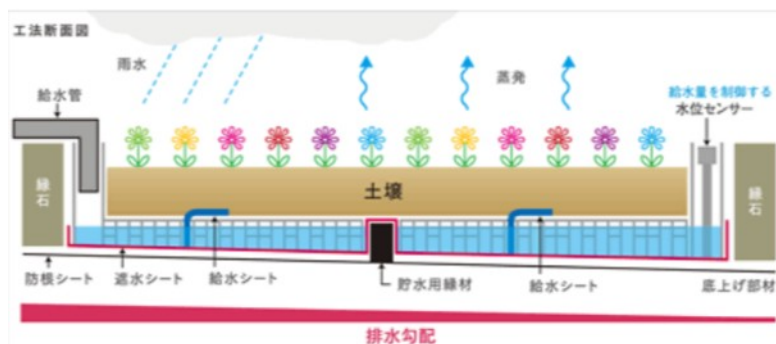


圖60 屋頂綠化[鹿島技術研究所]

伍、心得與建議

本次奉派赴日本參加 ICSBEA 2019 國際研討會(International Conference on Sustainable Built Environment)，並安排拜會日本建築音響之研究機構(財團法人小林理學研究所、鹿島技術研究所)，參訪所建置之建築音響實驗設施，獲致幾點心得與建議如下：

一、心得

1. 本次參訪建築音響實驗室，其特色為實驗場地寬廣，研究經費充裕，訂定長期研究方向，其中小林理學研究所自行開發噪音計、頻率分析儀、地震監測器、助聽器等多項設備，鹿島技術研究所在隔音工法及聲學軟體研發成果豐碩，面對本所目前科技計畫經費逐年降低，及人力不足問題，宜訂定優先研究主題，集中資源以獲得最大研究成效。
2. 本次參訪建築音響實驗室，除了部分設備正進行委託測試不便參觀外，其他設備均有詳細解說，其中部分設施令人印象深刻，值得本所實驗室營運、管理借鏡參考，包括(1)兼顧隔音及防塵之工作間設計，方便工作人員拆卸及組裝測試件，(2)利用吊掛系統運送測試件，以自動化方式節省人力，(3)移動式迴響室設計，可適用不同試件厚度之測試，(4)符合 JIS A1416 TYPE II 矩形小容積之迴響室。
3. 鹿島技術研究所之飛田給研究中心本館於 2010 獲得日本 CASBEE 的最高認證 (BEE=8.3)，該館導入知識創造、鹿島技術及順應環境之設計理念，以新的技術實現研究開發環境，本建築採用了 24 多種新技術，包括無管式空調系統、照明計畫、屋頂綠化、即時防災系統、再生粒料混凝土、室內環境評估技術、生態網絡評估技術、智慧能源管理技術等，可作為我國循環綠建築環境發展技術應用參考。
4. 本次研討會中有關永續城市多目標發展架構的研究，提出以(1)人口密度，(2)基本需求，(3)經濟面，(4)城市規劃、建築及社會面，(5)環

境面，(6)交通，(7)系統運作需求等作為規劃目標，並實際應用於重新開發 Brackenridge Tract 區域，有助於提供永續城市與建築規劃設計之發展方向，值得國內參考借鏡。

二、建議

(一)、透過本次拜會日本建築音響之研究機構，已建立相關聯絡點及方式，建議後續可互訪交流，以發展國際實驗技術合作之可能性

本所建築音響實驗室係國內首座符合 ISO 國際標準之實驗室，其量測並可符合 ISO、ASTM、JIS 及 CNS 等標準之規定。館內共有 9 間實驗室，分別為 6 間餘響室以及 3 間全(半)無響室，設備非常精良，試驗技術水準不亞於國外實驗室，透過本次參訪使日本研究機構對本所建築音響研究能量有所了解。如能妥善運用此一聯繫，維持互訪交流，以開發國際實驗技術合作之契機。

(二)、未來可進行「被動式淨化室內污染物」之相關探討，以帶動相關產業發展

近年來室內空氣品質所引發之各種健康議題備受重視，而建築裝修行為所引致的建材逸散揮發性有機化合物更對室內人員造成健康危害，目前已經有幾種建議方法淨化室內污染物包括甲醛及 VOCs。其中，機械通風、過濾、吸附和催化氧化等最常見，惟這些主動方法需要消耗額外的機械動力能源，為解決此一問題，室內被動式的應用面板技術(Indoor Passive Panel Technology, IPPT)已被提議作為替代方案，本所建材逸散檢測實驗室已開發相關建材 VOCs 及甲醛逸散檢測技術，建議後續可進行「被動式淨化室內污染物」之相關探討，以期協助建立相關制度，帶動建材產業發展。

附錄 1 研討會發表文章摘錄

Article	TABLE OF CONTENTS	
177	A Corpus-Based Approach to Understanding Market Access in Fisheries and Aquaculture: A Systematic Literature Review <i>Cheryl Marie Cordeiro</i>	2
178	Effect of Golden Apple Snail (<i>Pomacea canaliculata</i>) Meat as Feeds on the Growth and Survival Rates and Biochemical Composition of Mud Crab (<i>Scylla serrata</i>) <i>Mildred M. Capina, Cristina C. Salibay</i>	2
179	The Role of EDTA and EDDS in Reducing Metal Toxicity for Aquaculture Shellfish <i>Perna canaliculus</i> <i>Daniel R. McDougall, Martin D. de Jonge, Gordon M. Miskelly, Duncan J. McGillivray, Andrew G. Jeffs</i>	2
180	Wave Powered Airlift PUMP for Primarily Artificial Upwelling <i>Bruno Cossu, Elio Carlo</i>	2
181	Physiological and Transcriptomic Traits during Gonad Ripening of the Marine Mussel <i>Modiolus capax</i> Using High-Diluted Substances <i>Jose Luis Garcia-Corona, Carmen Rodriguez-Jaramillo, Norma Estrada-Munoz, Fabiola Arcos-Ortega, Jose M. Mazon-Suastegui</i>	2
182	Salmon Diseases Connectivity between Fish Farm Management Areas in Chile <i>Pablo Reche</i>	2
183	Study on the Dietary Lysine and Methionine Requirement for Snakehead (<i>Channa atriata</i>) <i>Tran Thi Thanh Hien, Nguyen Thi Cam Duyen, Pham Minh Duc</i>	2
184	rRNA Metagenomics for Exploring and Evaluation of Gut Flora in Wild Freshwater and Marine Egyptian Economic Fishes <i>Hosam Elsaied, Taha Bashier, Hany Tolba</i>	2
185	The Preliminary Molecular Mechanism on Functional Differentiation of Left and Right Mantles of the Pacific Oyster <i>Crassostrea Gigas</i> <i>Xiaotong Wang, Lei Wei, Fei Xu</i>	4
186	Effects of Epinephrine on Gene Expressions during the Metamorphosis of Pacific Oyster <i>Crassostrea gigas</i> <i>Fei Xu, Guofan Zhang, Xiao Liu</i>	4
187	Profile of Protein Isolated from Mucus of Infected <i>Oreochromis</i> spp. <i>M. Faizal, M. Nur-Nazifah, M. R. Syaifiq, G. Wan Norazlan, A. Azila, R. Rimatulhana</i>	4
188	Potential of <i>Melastoma malabathricum</i> and <i>Senna alata</i> Extract as Bio-Antimicrobial against <i>Vibrio alginolyticus</i> <i>N. M. N. Nur-Amalin, M. Nur-Nazifah, N. Y. Nik-Haiha, A. Baihaqi-Othman</i>	4
189	Pellet Feed Improvements through Vitamin C Supplementation for Snakehead (<i>Channa striata</i>) Culture in Vietnam <i>Pham Minh Duc, Tran Thi Thanh Hien, David A. Bengtson</i>	4
190	Cost Effective and Efficient Feeding: A Way Forward for Sustainable and Profitable Aquaculture <i>Pawan Kumar Sharma, J. Stephan Sampath Kumar, S. Anand, Chandana B. L.</i>	4
191	Risk Factors Associated with Ectoprotzoa Infestation of Wild and Farmed Cyprinids <i>M. A. Peribanez, G. Illan, I. De Blas, A. Muniesa, I. Ruiz-Zarzuela</i>	4
192	Phylogenetics and Expression Analysis of Transcriptional Regulation Factors <i>Sohlh</i> in <i>Crassostrea gigas</i> <i>Yongbo Bao, Qian Guang, Zhihua Lin</i>	4
193	The Interaction between Pedagogical Teaching Format for Students and Psycho-Educational Intervention for Patients <i>Orly Sarid, Rivka Berger, Jonathan Guez</i>	4
194	AURGAN: Gamification of Learning of Human Anatomy through Cards Using Augmented Reality with Learner Performance Evaluation <i>Ricky Michael M. Oliva</i>	4
195	The Effect of Emotional Stimuli Related to Body Imbalance in Postural Control and the Phenomenological Experience of Young Healthy Adults <i>David Martinez-Pernia, Alvaro Rivera-Rei, Alejandro Troncoso, Gonzalo Forno, Andrea Slachevsky, David Huepe, Victoria Silva-</i>	4
196	Self-Assessment Accuracy Revisited: The Arab English as a Foreign Language Context <i>Masha'el Al-Hamly</i>	4

- 197 Shaping the Future of Women Entrepreneurship in Rural India: Work-from-Home Opportunity
Ankita Raj
- 198 High Performance Computing Enhancement of Agent-Based Economic Models
Amit Gill, Lalith Wijerathne, Sebastian Poledna
- 199 Prioritization Assessment of Housing Development Risk Factors: A Fuzzy Hierarchical Process-Based Approach
Yusuf Garba Baba
- 200 Sustainable Happiness of Thai People: Monitoring the Thai Happiness Index
Kalayanee Senasu
- 201 The Gravitational Impact of the Sun and the Moon on Heavy Mineral Deposits and Dust Particles in Low Gravity Regions of the Earth
T. B. Karu Jayasundara
- 202 Sedimentological Study of Bivalve Fossils Site Locality in Hong Hoi Formation in Lampang, Thailand
Kritsada Moonpa, Kamipa Motanated, Weerapan Srichan
- 203 Preliminary Study of Sediment-Derived Plastiglomerate: Proposal to Classification
Agung Rizki Perdana, Asrofi Mursalin, Adniwan Shubhi Banuzaki, M. Indra Novian
- 204 Geochemical Evolution of Microgranular Enclaves Hosted in Cambro-Ordovician Kyrdem Granitoids, Meghalaya Plateau, Northeast India
K. Mohon Singh
- 205 Ecological Niche Modelling of Cold-Water Corals in the Southern Ocean (N Antarctic), Present Distribution and Future Projections Due to Temperature Changes
Safa Chaabani, Kerstin Jerosch, Pilar Casado-Amezua, Hendrik Pehlke, Lukas Weber, Irene Martínez-Baraldés, Pablo J. López-
- 206 Analysis of Symmetrical Components of Three-Phase Transformer Type Superconducting Fault Current Limiter Using Double Quench Due to Three-Phase Fault Types
Min-Ki Park, Tae-Hee Han, Seok-Cheol Ko, Sung-Hun Lim
- 207 Over-Equipping in Wind Farms While Maintaining Grid Connection Power
Antonio Brito, Luis Neves
- 208 Video Compression Using Mpeda
Janaki Kandasamy, Sivakumar K.
- 209 A Study on the Oil Spills Risk Assessment in the Shipping Industries
Chen Chia-Huei, Karina Aprilia, Taih-Cherng Lirn Peik Bremer
- 210 Modified Newton's Laws: Invariant in All Frames of Reference, Free of Fictitious Forces
S. K. S. Harsha Kumar Suriyaarachchi
- 211 Investigating the Effectiveness of a 3D Printed Composite Mold
Peng Hao Wang, Garam Kim, Ronald Sterkenburg
- 212 Investigating the Organizational Capacity of Communities Affecting Water Supply Resilience
Behrooz Balaei, Suzanne Wilkinson, Regan Potangaroa, Larry Abel, Philip McFarlane
- 213 Sustainable Retrofitting Interventions of Urban Mobility Challenges through Urban Modeling: An Assessment of Moradabad City
Krati Agarwal, Abhijit Shirodkar
- 214 Spatial Organization of Organelles in Living Cells: Insights from Mathematical Modelling
Congping Lin
- 215 Cross-pollinating Urban Community Gardens and Forests: A Network Approach to Conserving Insect Pollinators in Cities
Amelie M. Vanderstock, Tanya Latty
- 216 The Link between Migration Status and Occupational Health and Safety of Filipino Migrant Workers in South Korea
Lito M. Amit, Venecio U. Ultra, Young Woong Song

- 217 The Bark of Woody Vascular Plants: A Source for Bioactive Compounds
Corneliu Tanase
- 218 Genetic Variation of *Elephas maximus maximus* in Maduru Oya National Park in Sri Lanka
Widanalage Digashini Yasara de Mel, U. K. G. K. Padmalal, Saminda P. Fernando, Ruwan J. Illeperuma, Bimsara M. J. Puswi
- 219 Using Hierarchical Modelling to Understand the Role of Plantations in the Abundance of Koalas, *Phascolarctos cinereus*
Kita R. Ashman, Anthony R. Rendall, Matthew R. E. Symonds, Desley A. Whisson
- 220 Potential Impact of School Feeding on Health and Education of School Children in Magog Primary School, South Africa
Frederick Acheampong Dei
- 221 Study the Antimicrobial Effects of Agricultural Residue Extracts
Nithima Nakthong, Mohammad Naghi Eshtiagh
- 222 Extraction of Xanthone and Tannin from Mangosteen Peel Using Subcritical Fluid
Nithima Nakthong, Mohaammad N. Eshtiaghi
- 223 Corporate Social Responsibility Disclosure, Tax Aggressiveness and Sustainability Report Assurance: Evidence from Thailand
Eko Budi Santoso, Kazia Laturette, Stanislaus Adhanto Mastan
- 224 Improving Lubrication Efficiency at High Sliding Speeds by Plasma Surface Texturing
Wei Zha, Jingzeng Zhang, Chen Zhao, Ran Cai, Xueyuan Nie

附錄 2 內政部建築研究所性能實驗中心簡介

Introduction to Performance Experiment Center in Architecture and Building Research Institute of Ministry the Interior

TSAI,CHIEH-FENG

2019.11

1

A.Introduction

a.Purpose of setting



2

A.Introduction



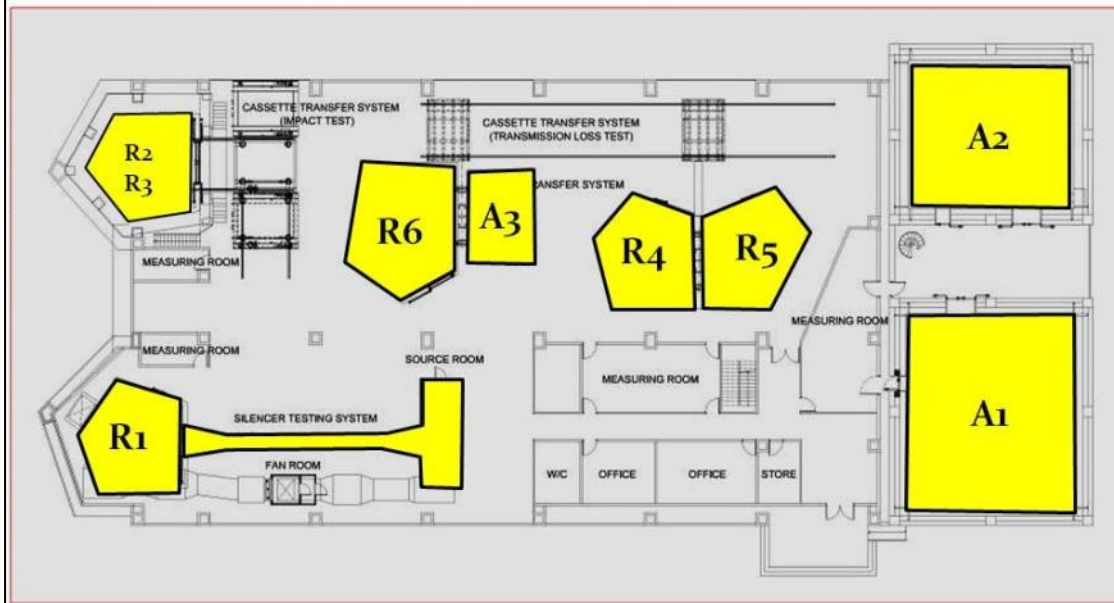
a.Purpose of setting

- The performance experiment center of ministry of interior was officiated established in 2004, it mainly functions as the proceeding of the experimental research for localization of building laws and regulations, standards concerning energy-saving of architecture, most efficacious use of resources, reducing environmental impact, as well as the requirement of health, safety, comfort, etc.
- In order to comply with implementing of the Green Building Materials Label, and to the Performance Experiment Center in Taiwan takes the urgent requirements of the enterprise to develop the innovation materials technology into consideration, the Performance Experiment Center in Taiwan alsoand providesing services for the experimental test and product research and development for Green Building Materials.

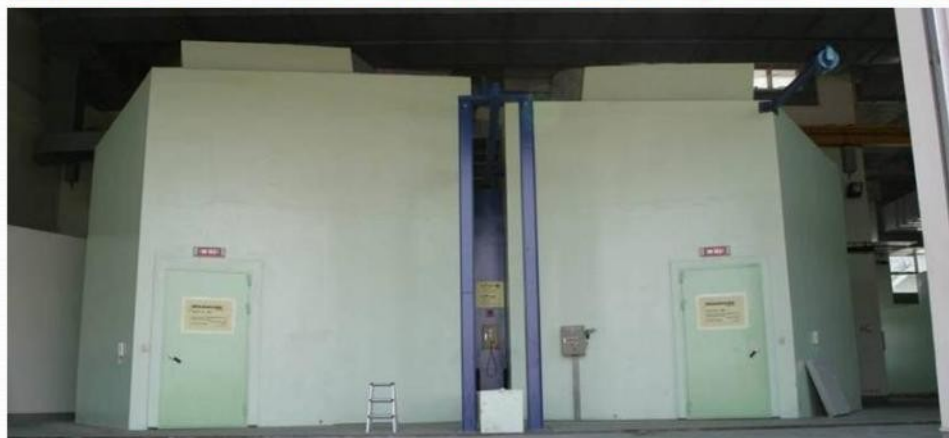


A.Introduction

b.Facilities(Architectural Acoustics Laboratory)



(1) Sound Insulation of Building Elements(door, windows and walls)



cut-off frequency : 100 Hz
 R^2_{max} : 77 dB
the inner volume of R4 : 220 m³
the inner volume of R5 : 250 m³
test opening : 10.5 m²

TAF Accreditation :
CNS 15160-3 、 CNS 8466 、
CNS 3092 、 CNS 7184 、
ISO 10140-2 、 ASTM E90 、
JIS A1416

(1) Sound Insulation of Building Elements(doors, windows and walls)



(2) Sound Insulation of Floor and Floor covering Performing Test



- cut-off frequency : 100 Hz
- R'_{\max} : 78 dB
- the inner volume of R2 : 220 m³
- the inner volume of R3 : 250 m³
- test opening : 10 m²

TAF Accreditation :
CNS 15160-6 、 CNS 15160-8
、 ISO 10140-3 、 ASTM E492
、 JIS A1418-1 、 JIS A1418-2

(2) Sound Insulation of Floor and Floor covering Performing Test



(3) Sound Absorption Coefficient Test



- cut-off frequency : 80 Hz
- the inner volume of R6 : 350 m³
- Maximum thickness : 30cm
- test item : 12 m²

TAF Accreditation :
CNS 9056 、 CNS 15967 、
ISO 354 、 ASTM C423 、
JIS A1409

(4) Silencer Duct Performing Test



- cut-off frequency : 100 Hz
- the inner volume of R1 : 250 m³
- flow velocity : 0~10 m/s
- cross-sectional : 0.9 m × 0.4 m
- maximum silencer length : 4 m

TAF Accreditation :
CNS 15256 、 ISO 7235

(5) Sound Pressure, Sound Power and Directivity Index of Electrical Equipment Test



- cut-off frequency : 63 Hz
- the inner volume of the anechoic chamber : 1072 m³
- TAF Accreditation : ISO 3745

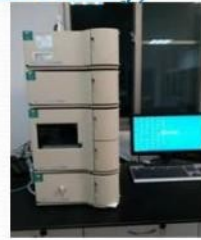


- cut-off frequency : 100 Hz
- the inner volume of the semi-anechoic chamber : 516 m³
- TAF Accreditation : ISO 7779

b. Facilities (Material Emission Laboratory)

Small-scale building materials

■ HPLC :



■ Chamber (225L) : Formaldehyde



TVOC



Qualitative analysis

■ Gas Chromatography/Mass Spectrometer (GC/MS)



Quantitative analysis

■ Thermal Desorption (TD)

■ Clean Air Generation System

■ GC-ECD



■ Gas Chromatography/Flame Ionization Detector (GC/FID)

TAF Accreditation :
MOIS901014 、
ASTM D5116 、
ISO 16000-3 、
ISO 16000-9

b. Facilities (Material Emission Laboratory)

Full-scale chamber



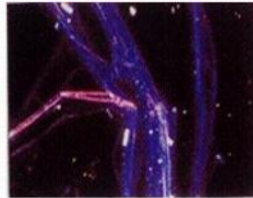
- the inner volume of chamber : 55 m³ (5m × 4m × 2.75m)
- The testing analysis of emission Formaldehyde and VOCs from large building materials testing items (timber door, timber windows, etc), system furniture (office furniture, home life furniture) etc.



c.Facilities(Recycling Green Building Material Laboratory)



- Asbestos identification instrument
- X-ray fluorescent spectrophotometer (XRF)
- X-ray diffraction detector(XRD)
- Universal material testing machines
- Automatic compression & flexural strength testing machines
- Wear resistance testing device
- Toxicity characteristic leaching procedure (TCLP) testing device
- TAF Accreditation :
CNS 487 、 CNS 491 、 CNS 1232 、 CNS 13407 、 CNS 13970 、 NIEA R401.2 、 NIOSH 9002



c.Facilities(Recycling Green Building Material Laboratory)

Recycling Building Material Process



Equipment of recycling stony building material :
Coarse and fine aggregate, magnetic separator and automatic machine of compressed concrete and brick.

Equipment of recycling wooden building material :
Crusher of coarse and fine wooden chip, magnetic separator, screener of wooden particle,

d. Facilities (Thermal Environment Laboratory)



- UV/VIS/Near-Infrared Spectrometric Spectrometer
- Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR)
- Portable effective thermal conductivity Heat Transfer Analyzer
- Thermal Properties Analyzers specific volume analyzer
- Hot Disk Thermal Constants Analyzer
- TAF Accreditation :
CNS 12381、ISO 9050、JIS R 3106、
JIS R 3107、CIE 13.3、ASTM E 1530、
ISO 22007-2

17

e. Facilities (Artificial Lighting and Day Lighting Laboratory)



- Goniophotometer
- Total luminous flux integrating sphere ($\varnothing 1\text{m}, \varnothing 2\text{m}$)
- Spectrometer
- Gloss meter, Haze meter, Color Analyzer, Reflectometer
- global horizontal sunshine recorder, diffuse horizontal Solar Radiation Analyzer, Direct Luxmeter
- TAF Accreditation :
CIE 121、EN 13032-1、CIE 69、CIE 84

18

f. Facilities (Building Drainage System R&D Laboratory)



19

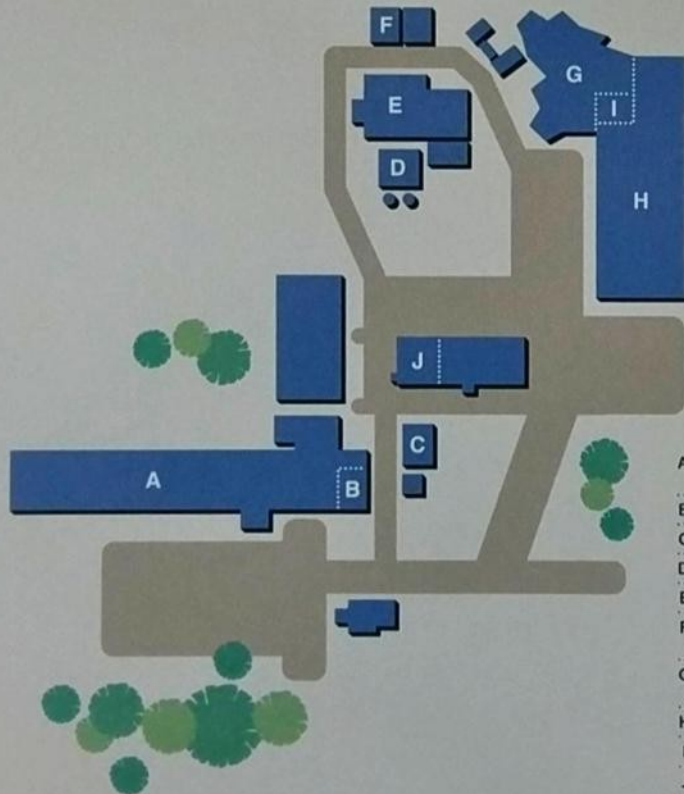
簡報結束 敬請指教
THANKS FOR YOUR ATTENTION

20

附錄 3 小林理學研究所簡介及開發之設備摘錄

KOBAYASI INSTITUTE OF PHYSICAL RESEARCH

Major Facilities



- A: Main Building of Institute / East Building
Acoustic Science Museum
- B: Anechoic Room
- C: Experiment house
- D: Low Frequency Sound Generator
- E: Scale-Model Experiment Laboratory
- F: Grazing-Incidence Acoustic Absorption
Experiment Laboratory
- G: Architectural Acoustics Reverberation
Chamber Building
- H: Architectural Acoustic Test Room Building
- I: Low Frequency Sound Experiment Laboratory
- J: Piezoelectric physics & devices laboratory

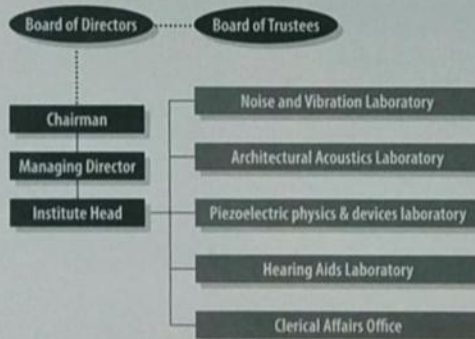
■ Overview of Business

The Institute conducts basic research on noise, vibration and low frequency sounds, etc., and also conducts a variety of funded research from diverse organizations. Utilizing resources of skilled researchers, facilities, and equipment held by the Institute, we propose countermeasures, predictions and assessments of noise, vibration and low frequency sounds, etc., by on-site surveys, scale model experiments, sensory experiments, etc., and also conduct tests on reverberation laboratory method acoustic absorption ratios, acoustic transmission loss and floor impact sound, etc., and testing of acoustic materials, including grazing-incidence acoustic absorption ratios. Furthermore, we also conduct development of piezoelectric materials and research related to its applications.

■ History

- 1940 Incorporation of Foundation, Kobayasi Institute of Physical Research authorized
- 1940 (Old) Main Building completed.
- 1944 Incorporation of Kobayasi Riken Manufacturing (currently RION CO., LTD.)
- 1951 Received private academic research institute subsidy from government.
- 1955 1st and 2nd Reverberation Chambers constructed. By 1965, 3rd through 7th Reverberation Chambers constructed.
- 1966 Hearing Aids Research Laboratory constructed in Shinjuku.
- 1968 Air Current Noise Experiment Laboratory constructed.
- 1968 (New) Main Building completed.
- 1977 Large Scale-Model Experiment Laboratory constructed.
- 1979 Vibration Experiment Building completed.
- 1980 Low Frequency Experiment Laboratory constructed.
- 1980 Large Scale-Model Experiment Laboratory constructed.
- 1984 Calibration system of vibration pickups completed (co-development with RION CO., LTD.)
- 1996 Grazing-Incidence Acoustic Absorption Experiment Laboratory constructed.
- 2002 Facilities commemorating the 60th anniversary constructed.

■ Organization Chart



RION Green Products

With the aim of creating truly environment friendly products, RION has established the "RION Green Procurement Guidelines". We use them as a standard for product development and parts procurement, to ensure that we can offer products that do not contain any harmful or hazardous chemical substances. Such products are entitled to bear our original "RION Green Product" logo.



class 1 / class 2 Sound Level Meters NL-42/52/62

Allow measurement of sound level, equivalent sound level, maximum and minimum sound level, as well as time percentile level and sound exposure level. Measurement results can be stored in internal memory or on SD card. Single range design eliminates the need for range switching. Standard requirement specifications are met even with mounted windscreen. The 3-inch backlit color TFT display also functions as touch panel. Support for Japanese language display. Output connectors include AC output, DC output, RS-232C output, and USB port. IP54 water-resistance rating for unit body (excluding microphone section) facilitates outdoor use. Powered by IEC R6 (size AA) batteries, with support for nickel-hydrate rechargeable types. Low-power design enables 24 hour continuous operation. NL-62 allows sound pressure level measurements in low frequency range / audible frequency range (1 Hz to 20 kHz).

class 2 Sound Level Meter NL-27

Compact and lightweight unit, designed for simple operation. Offers wide linearity range of 100 dB and covers 30 to 137 dB sound level measurement with a single range. Allows L_p , L_{eq} , L_E , and L_{max} measurement.
* Use with detached microphone not supported.
* Use of program cards not supported.



Measuring Amplifier NA-42

Acoustic measurement device offers wide frequency range, wide measurement level range, and support for connection of many different types of microphones.



Aircraft Noise Monitoring System NA-39A

This system is designed for automated monitoring of aircraft noise. It is capable of calculating evaluation values according to the "Environmental Standard Related to Aircraft Noise". Improved aircraft identification supports long-term measurement and generates more accurate data. Compact and lightweight design facilitates installation. Power consumption reduced by about fifty percent.



Sound Level Meter Unit UN-14

Designed for linked use in a measurement system for sound and vibrations, supporting flexible configuration. Integrated A, C, and Z weighting characteristics. AC and DC outputs allow connection of level recorder or analyzer.



Pistonphone NC-72A

Suitable for IEC 60942: 2017 class LS/M and class 1/M, JIS C 1515: 2004 Class LS/C and class 1/C. Calibration sound source outputs 250 Hz tone at 114 dB SPL.



Sound Calibrator NC-75

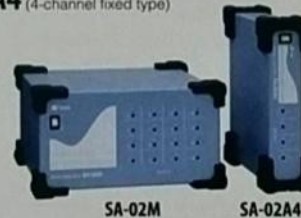
Conforming with IEC 60942: 2017 class 1 and JIS C 1515: 2004 class 1. Supports 1-inch, 1/2-inch, and 1/4-inch microphones. (1/4 inch with optional adapter)



Multi-Channel Signal Analyzers

SA-02M (4-channel expandable type)

SA-02A4 (4-channel fixed type)



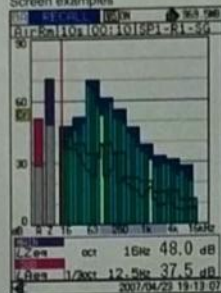
Frequency analyzers providing both FFT analysis capability and 1/1, 1/3, 1/12 octave band analysis capability. Allow direct sensor connection with TEDS support. Designed for easy operation. Wide range of optional software available.

Building Acoustic Card NX-28BA

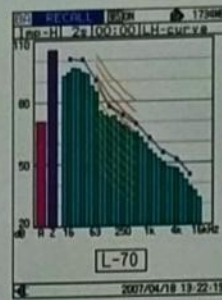


- Enables use of NA-28 for building acoustics measurements of airborne sound insulation and impact sound insulation (D value, L value etc.) as well as NNC value measurement and reverberation time measurement
- Enables NA-28 to perform JIS and ISO compliant measurement and calculation of evaluation ratings
- Result data are stored as text files, and an Excel macro allows evaluation index calculation
- Combination with Waveform Recording Card NX-28WR allows simultaneous recording of sound pressure waveform at time of measurement

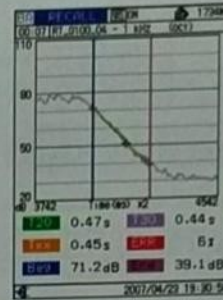
Screen examples



Overlay display of background noise measurement



Measurement result for floor impact sound insulation (heavy impact source)



Reverberation time decay curve

Specifications

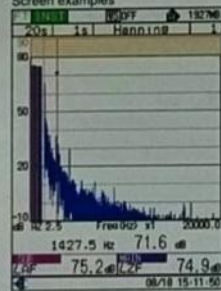
Analysis modes	Real-time octave analysis, real-time 1/3 octave analysis Simultaneous real-time octave and 1/3 octave analysis (sound level meter mode not available)
Measurement items (depending on measurement mode)	Instantaneous sound pressure level L_p , Equivalent continuous sound pressure level L_{eq} , maximum of time-weighted sound level L_{max}
Measurement types	Airborne sound insulation between rooms, measurement of floor impact sound insulation (standard light impact source), measurement of floor impact sound insulation (standard heavy impact source), room environmental sound level (N value or NC value), reverberation time, airborne sound insulation of facade elements and facades, sound level from service equipment

FFT Analysis Card NX-28FT

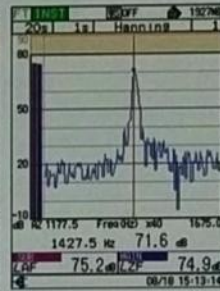


- Adds FFT analysis capability to NA-28
- Analysis frequency range: 20 kHz (fixed)
- Number of analysis lines: 8 000 (fixed) (frame time 400 ms, frequency resolution 2.5 Hz)
- Connection of vibration sensor enables vibration level measurement
- Pure tone evaluation capability compliant with ISO 9966-2: 2007 - Annex C

Screen examples



Measurement screen (zoom factor x1)



Measurement screen (zoom factor x40)

Specifications

Measurement mode (FFT mode)	Main channel all-pass value and FFT analysis
Measurement items	Sub-channel all-pass value Simultaneous measurement of INST and LIN or MAX Measurement time 1 to 999 seconds
Dynamic range	100 dB
Analysis frequency range	20 kHz (fixed)
Time window functions	Hanning, Rectangular
Number of spectrum lines	8 000 (fixed) (frame time 400 ms, frequency resolution 2.5 Hz)
Sampling frequency	48 kHz (fixed)
Top list screen	List display of frequency and level values for top 20 lines, in descending order
Trigger	Controls start of measurement and memory store operation
Manual store	Stores measurement results.

Waveform Recording Card NX-28WR



- Adds recording capability to NA-28
- Allows simultaneous recording of sound pressure waveform along with sound pressure level while performing frequency analysis with NA-28
- Recorded data are in uncompressed WAVE format that can be handled by generic software*
- Use of various waveform analysis applications possible

* Depending on the sampling frequency, some software applications may not support direct import. For such software, a sampling frequency converter or other suitable tool should be used. For details, contact RION distributors.

Sampling frequency settings and recording times on CF card		256 MB	2 GB
48 kHz	30 m	4 h 40 m	
24 kHz	1 h	9 h 20 m	
12 kHz	2 h 10 m	18 h 50 m	
64 kHz	20 m	3 h 30 m	
32 kHz	50 m	7 h	
16 kHz	1 h 40 m	14 h 10 m	

Actual times may differ slightly depending on the number of files.

Specifications

Sampling frequencies	
Simultaneous analysis	48 kHz, 24 kHz, 12 kHz
Sound level meter, octave band analysis, 1/3 octave band analysis	64 kHz, 32 kHz, 16 kHz
Frequency weighting characteristics	Z weighting (flat response, fixed)
Recording functions	
Event mode	Level recording, interval recording, manual recording
Total mode	Total recording
Combined use with Building Acoustic Card (NX-28BA)	
Insulation and impact sound measurement	Total recording
Reverberation time measurement	Total recording with pretrigger (1 sec)

Playback and reanalysis is done on your PC, not the NA-28.

Display and analyze data recorded with NX-28WR in various software applications

Waveform Analysis software AS-70

For specifications, see page 43.

Waveform Analysis software CAT-WAVE

For specifications, see page 43.

This product is environment-friendly. It does not include toxic chemicals on our policy.

Sound Level Meter

Vibration Meter

Frequency Analyzer

Recorder

Related Products

Measuring Instrument Connections
External view drawings

Outline

Knowledge
in a Nutshell

Quality
Documentation

Company
Outline

Vibration Meter (Piezoelectric Accelerometers/Servo Accelerometers/Other)

Piezoelectric Accelerometers

Type	Standard	With built-in amplifier				General-purpose		Compact / Lightweight	High-output
External view									
	PV-03	PV-91C	PV-91CH	PV-90T	PV-85/86	PV-94/95	PV-08A	PV-90B	PV-87
Principle	Compression	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear
Weight g	38	1.8	3	2	23	9	0.7	1.2	115
Charge sensitivity pC/(m/s²) *1	0.47	—	—	—	6.42	0.714	0.102	0.18	40
Voltage sensitivity mV/(m/s²) *1	—	1	11	0.5	—	—	—	—	—
Vibration frequency range (±1 dB) Hz *2	20 to 1 000 (±1 %)	1 to 20 000 (±10 %)	1 to 15 000 (±10 %)	1 to 12 000 (±10 %)	1 to 7 000	1 to 10 000	1 to 25 000	1 to 25 000	1 to 3 000
Mounting resonance frequency kHz *2	30	55	50	50	24/21	36	52	70	9
Temperature range for use °C	-50 to +200	-50 to +170	-50 to +170	-20 to +100 (TEDS: -20 to +85)	-50 to +160	-50 to +160	-50 to +160	-50 to +160	-50 to +160
Supplied cable	VP-51A	VP-51LC	VP-51LC	VP-51LC	VP-51A	VP-51A	VP-51J 38 cm	VP-51L	VP-51A
Dimensions mm									

Type	High-temperature				Waterproof insulation	Triaxial type			
External view									
	PV-90H	PV-44A	PV-65	PV-63	PV-10B	PV-93	PV-97C	PV-97	PV-97I
Principle	Shear	Compression	Shear	Shear	Compression	Shear	Shear	Shear	Shear
Weight g	2	29	26	28	120	30	4.7	10	8
Charge sensitivity pC/(m/s²) *1	0.29	7.65	7.14	4.59	—	0.831	0.12	0.29	—
Voltage sensitivity mV/(m/s²) *1	—	—	—	—	5.1	—	—	—	1.1
Vibration frequency range (±1 dB) Hz *2	1 to 20 000	1 to 10 000	1 to 9 000	1 to 8 000	3 to 8 000	1 to 8 000 (2-axis) 1 to 4 000 (1-3)	1 to 15 000 (Z) 1 to 10 000 (X-Y)	1 to 10 000 (Z) 1 to 5 000 (X-Y)	1 to 7 000 (Z) *4 1 to 5 000 (X-Y) (±10 %)
Mounting resonance frequency kHz *2	60	28	25	26	24	—	—	—	—
Temperature range for use °C	-50 to +250	-50 to +260	-50 to +260	-20 to +300	-20 to +100	-50 to +160	-50 to +160	-50 to +200	-20 to +125
Supplied cable	VP-51LB	VP-51B	VP-51B	VP-51I	Direct mount cable 5 m (no connector)	VP-51C	VP-51L×3	Please contact RICON for details.	VP-51W
Dimensions mm									

*1 Representative value, actual value is noted on calibration sheet supplied with accelerometer. *2 Representative value when mounted on flat surface according to standard mounting method.
 *3 To extend cable run, VP-52A and VP-51A are required. *4 Max. 100 °C, max. 1000 m/s² + 5 Hz to 2 Hz (±15 %) at 150 °C to 170 °C + 6.0 Hz to 20 kHz (±20 %), 0.5 Hz to 20 kHz (±30 %)
 This product is environment-friendly. It does not include toxic chemicals on our policy.

Note ● The piezoelectric element in a piezoelectric accelerometer may be damaged by excessive shock. Do not drop the accelerometer, and handle the magnetic attachment with care.

Attachments

BNC Adapter
VP-52C

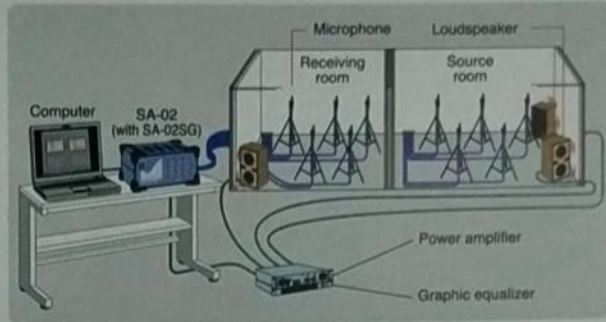
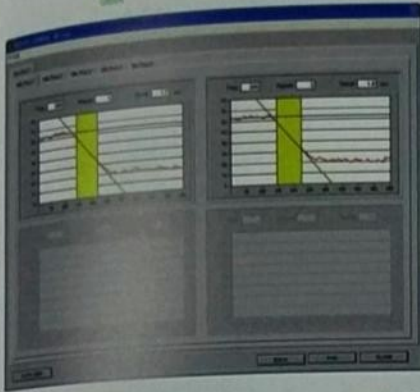
Magnet Attachment
VP-53S

Magnet Attachment
VP-53T

Sound Level Meter
 Vibration Meter
 Frequency Analyzer
 Recorder
 Related Products
 External view drawings
 Outline
 Knowledge in a Nutshell
 Quality
 Company Outline

Dedicated Analysis Software

Airborne Noise/Floor Impact Noise Insulation Measurement Software AS-20PES



Designed for sound insulation measurement of buildings and building materials based on ISO specifications. Measurement and evaluation for the categories of reverberation time, floor impact sound and attenuation, airborne sound, and sound absorption in a reverberation room are possible.

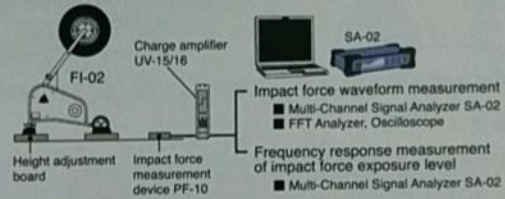
Applicable standards
ISO 354 / ISO 140-1 / ISO 140-3 / ISO 140-4 / ISO 140-7 / ISO 140-8 / ISO 717-1 / ISO 717-2

For impact force measurement of standard heavy impact sources, and octave band measurements of impact force exposure levels Impact Force Measurement System PF-10

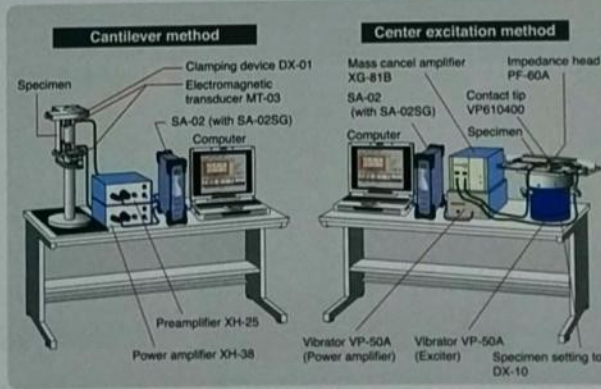
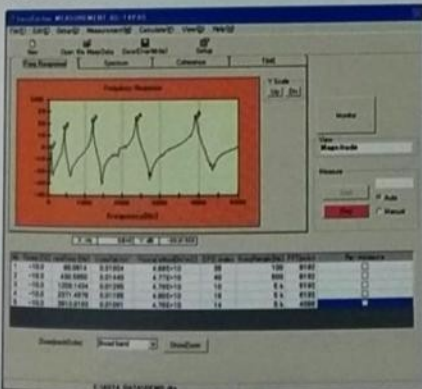
Impact force measurement using an impact ball



Configuration example for measuring impact force characteristics of a bang machine (Height adjustment board optional)



Loss Factor Measurement Software AS-14PA5



Using the center excitation method or cantilever method, the frequency response of a strip specimen is measured, and the resonance characteristics are used to determine the loss factor and Young's modulus (or shear coefficient) of the specimen according to the half-power bandwidth method.
Automatic measurement including temperature control of a thermostatic chamber is supported.

Applicable standards
ISO 10112 / ISO 16940 / ASTM E756-05

* When performing vibration attenuation testing for non-constraint compound damping, "Monogram display of damping material characteristics" is supported with optional software.

Sound Level Meter

Vibration Meter

Frequency Analyzer

Recorder

Related Products

Measuring Instrument Operations
External View Drawings

Outline

Knowledge
in a Nutshell

Documentation

Quality

Company
Outline

Frequency Analyzer (Multi-Channel Signal Analyzer/Software)

Multi-Channel Signal Analyzer SA-02 combines FFT Analysis and 1/1, 1/3, 1/12 Octave Band Analysis Capability

Versatile multi-channel configuration suits many applications
Multi-Channel Signal Analyzer SA-02M



4ch 8ch 12ch 16ch

- Up to 32 channels supported (using two SA-02M units)
- Allows high frequency analysis in multiple channels
- Direct sensor connection **TEDS compliant**
- Wide range of analysis software available
- Customizing of analysis software also possible
- Easy operation



Features 4 fixed channels
4-Channel Signal Analyzer SA-02A4



4ch

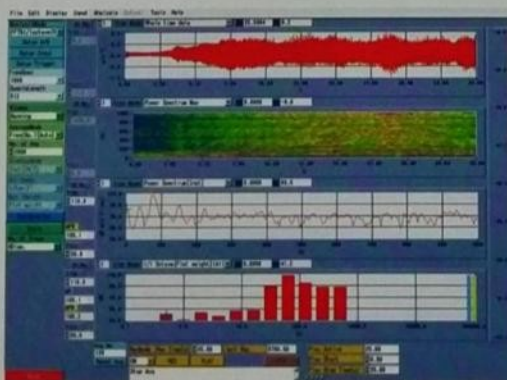


By linking two SA-02M units, up to 32 channels are supported



Standard Software

- Time waveform display / FFT analysis /
- Time waveform recording / Power spectrum map, octave map /
- Transfer function, coherence function /
- Octave band analysis / Recall processing / Overlay display /
- Auto-correlation function / Cross-correlation function
- Amplitude probability density function



Basic screen layout

Specifications

Standard compliance	1/1, 1/3, 1/12 octave band filters: IEC 61260 Class 1 (JIS C 1514 Class 1), WEEE Directive, RoHS Directive, Chinese RoHS Directive			
Frequency range	DC to 40 kHz			
FFT analyzer section	Analysis frequencies	100 Hz / 200 Hz / 500 Hz / 1 kHz / 2 kHz / 5 kHz / 10 kHz / 20 kHz / 40 kHz		
	Number of analysis points	64 / 128 / 256 / 512 / 1024 / 2048 / 4096 / 8192 / 16384 / 32768		
	Time window functions	Rectangular / Hanning / Flat-top / Exponential / Force Exponential		
	Functions	Frequency domain: Spectrum, cross-spectrum, transfer function, coherence Time domain: Autocorrelation, cross-correlation, amplitude probability density, amplitude probability distribution		
Octave band analyzer section	Analysis band range			
	Number of channels used	1 to 4	5 to 8	9 to 16
	Analysis mode	1/1: 0.5 Hz to 16 kHz 1/3: 0.4 Hz to 20 kHz 1/12: 0.36 Hz to 22 kHz* / 0.36 Hz to 11 kHz* / 0.36 Hz to 5.5 kHz*		
	*Depending on number of channels used per unit			
Input/output section	AC output connectors / Trigger input connector / Rotary pulse input connector			
Dimensions, Weight	SA-02A4	58 (H) x 260 (W) x 210 (D) mm (without protruding parts and rubber feet), approx. 2.5 kg		
	SA-02M	151 (H) x 290 (W) x 249 (D) mm (without protruding parts and rubber feet), approx. 5.4 kg (4 channels installed)		

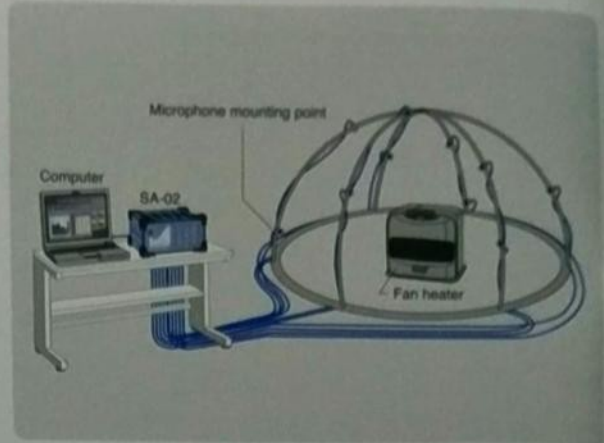
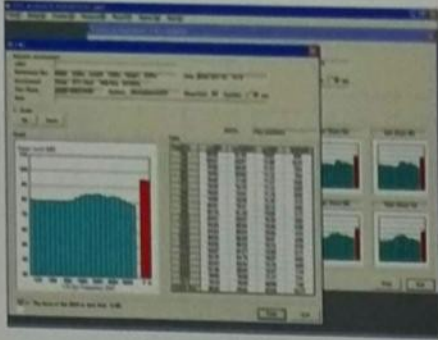
This product is environment-friendly. It does not include toxic chemicals on our policy.

- Options
- 4-Channel Input Unit SA-02E4
 - Signal Output Unit SA-02S0

Frequency Analyzer (Software/Intensity Probe)

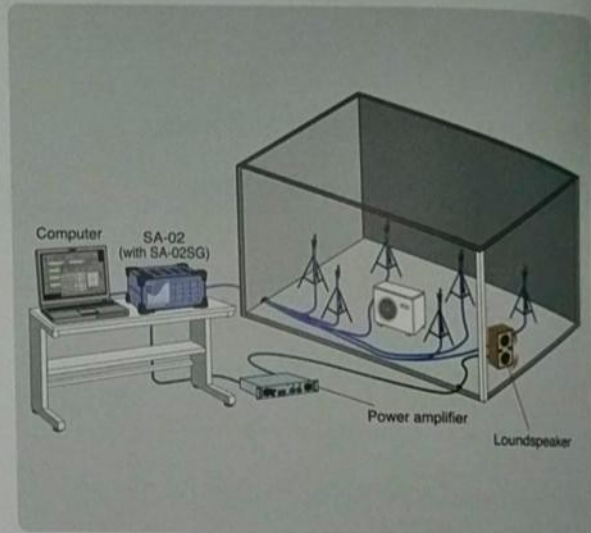
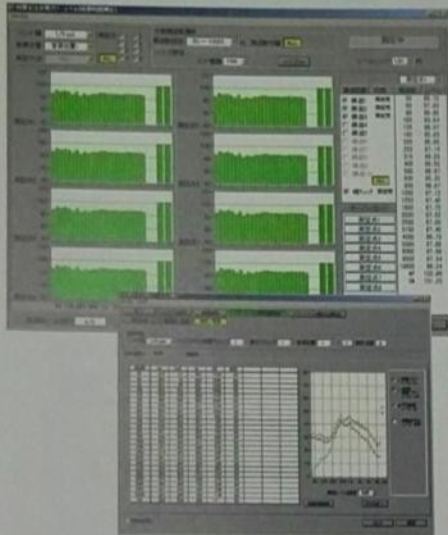
Dedicated Analysis Software

Hemi-Anechoic Sound Power Level Measurement Software AS-30PAS



- Allows 1/3 octave band sound power level measurements, according to specifications for sound power level measurements in hemi-anechoic chambers.
- Sound pressure level values are measured in a hemi-anechoic chamber using measurement points arranged on a virtual measurement surface (hemispheric, cuboid). While applying background noise compensation for the sound pressure level at the sound source, the Z-weighted sound power level and A-weighted sound power level values are determined.
- Applicable standards ISO 3745 Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms
ISO 3744 Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane

Anechoic Sound Power Level Measurement Software AS-31PA5



- Supports direct and comparative measurement. Also allows reverberation time measurement.
- Supports multi-channel measurement and microphone rotator use.
- Simultaneous power level measurement for up to 32 channels possible (up to 8 channels for reverberation time measurement).
- Applicable standards ISO 3741 Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for reverberation test rooms

Related Products (Acoustic Measurement Related Products)

Check the performance characteristics of floor surface materials Tapping Machine Light Floor Impact Sound Generator FI-01



- Light and hard impact source imitating walking with shoes, designed for on-site use in measuring impact sound levels of flooring
- Allows checking insulation performance of floor surface materials mainly in medium and high frequency range

JIS A 1418-1: 2000 Standard Light Impact Sound Source

Specifications

Applicable standard	JIS A 1418-1
Impact cycle	100 ± 5 ms
Hammers	Cylindrical, linear arrangement of 5 hammers spaced 10 mm apart
Hammer material	Stainless steel
Power	100 V AC (50/60 Hz), approx. 80 VA
Dimensions, Weight	Approx. 260 (H) x 520 (W) x 260 (D) mm, approx. 17.5 kg

For testing the acoustic properties of floor construction Heavy Floor Impact Source FI-02



- Heavy and soft impact source suitable for floor impact sound level measurement, simulating events such as children jumping up and down
- Can be used to evaluate mainly the medium and low frequency range insulation aspect in the acoustic performance of floor structures

JIS A 1418-2: 2000 Standard Heavy Impact Source (impact force characteristics 1)

Octave band center frequency Hz	Octave band impact force exposure level dB	Tolerance dB
31.5	47.0	±1.0
63	40.0	±1.5
125	22.0	±1.5
250	11.5	±2.0
500	5.5	±2.0

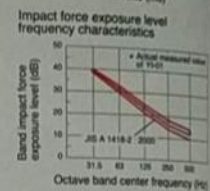
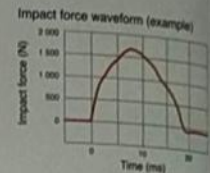
For sound insulation testing of floors in buildings Impact Ball YI-01



- Designed for sound insulation testing in lightweight structures where a standard heavy impact sound source (bang machine) with characteristics (1) would create too much impact force
- By performing a free drop from a height of 1 meter, a stable impact force of about 1 500 N (Newton) can be created
- Light mass of 2.5 kg allows for easy carrying

Specifications

Equivalent mass	2.5 ± 0.1 kg
Drop height	1 m
Major rubber compound	Silicone rubber
Shape	Hollow sphere with 32 mm thick wall and 178 mm external diameter
Rebound coefficient	0.8 ± 0.1



Sound source for all kinds of acoustic measurements

Random Noise Generator SF-06



- Generates white noise and pink noise and uses a 1/1 octave filter to produce band noise
- White noise and pink noise covers the 20 Hz to 20 kHz frequency range, and octave band noise uses center frequencies from 31.5 Hz to 8 kHz
- Applications include architectural acoustic measurements, sound absorption factor measurements in anechoic chambers, and sound insulation measurements

Specifications

Output frequency range	White noise, Pink noise (bandwidth 20 Hz to 20 kHz) Octave band noise
Output signal level	Approx. 5.6 Vrms
Output level range	0 dB to -60 dB
Octave bands	31.5 Hz to 8 kHz
Power	100 to 250 V AC (50/60 Hz), approx. 20 VA
Dimensions, Weight	168 (H) x 198 (W) x 270 (D) mm, approx. 3 kg

※ Contact RION distributors for recommendations on suitable powered speakers

お気に入りのカラーを身につける
選べるカラーシェル 対象:HI-C3タイプ/HI-C1タイプ

無料オプション



〈オレンジ・パープル〉

左右をわかりやすくした
 カラーシェル



〈青 赤〉



フェイスプレート
 HI-C3タイプのみ変更可能
 〈チョコレート〉

あなただけの補聴器
オーダーメイド補聴器ができるまで

▶動画をご覧ください



耳型の採取

お客様それぞれに合う補聴器を作るため、店頭で正確な耳型を取ります。



耳型スキャン・モデリング

3Dスキャンしたデータを元に、耳型に合わせた補聴器のシェルをデザインします。



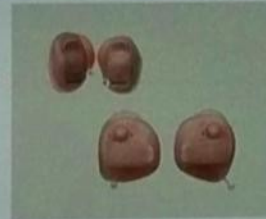
光造形

補聴器のシェルを、特殊な光造形装置によって正確に立体化します。



組み込み

熟練の技術者が、造形された補聴器のシェルに精密部品を丁寧に組み込みます。



完成

細部にわたって品質を検査し、合格したものがお客様の元へ届けられます。



刻印サービス

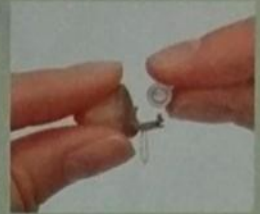


お客様のお名前などをお入れするサービスを無料で行なっています。

▶リオネットシリーズ 共通の特長

電池交換をもっと簡単におまかせ回路

リオネット独自の「おまかせ回路」は、電池のプラス・マイナスどちら向きに入れても作動するので、交換がよりスムーズです。



汗や湿気に強い
 耐汗コート

補聴器表面と内部にコーティングを施すことで、汗や湿気への耐久性を高めました。

スポーツや屋外での作業でたくさん汗をかいても、安心してお使いいただけます。



※耳あな型の場合、表面のフェイスプレート部分と内部の部品に耐汗コートが施されています。





ハンドヘルドパーティクルカウンタ KC-51 (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力35 mW)
定格流量	2.83 L/min
粒径区分	3段階: 0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 5.0 μm以上(初階値)
(右の組み合わせから選択)	2段階: 0.3 μm以上, 0.5 μm以上 2段階: 0.5 μm以上, 5.0 μm以上
最大粒子個数濃度	140 000 000個/m ³ (計数損失10%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ8 mm, 内径: φ6 mm
電源	内蔵バッテリーまたはACアダプタ (AC100 V~240 V, 50/60 Hz)
大きさ・重さ	約304(H)×87(W)×55(D)mm・約780 g

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。



ハンドヘルドパーティクルカウンタ KC-52 (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力35 mW)
定格流量	2.83 L/min
粒径区分(5段階)	0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 1 μm以上, 2 μm以上, 5 μm以上
最大粒子個数濃度	140 000 000個/m ³ (計数損失10%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ8 mm, 内径: φ6 mm
電源	内蔵バッテリーまたはACアダプタ (AC100 V~240 V, 50/60 Hz)
大きさ・重さ	約304(H)×87(W)×55(D)mm・約780 g

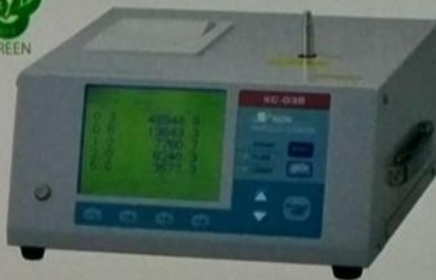
この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。



パーティクルカウンタ KC-01E (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力40 mW)
定格流量	0.5 L/min
粒径区分(5段階)	0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 1 μm以上, 2 μm以上, 5 μm以上
最大粒子個数濃度	100 000個/L(計数損失5%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ7 mm, 内径: φ5 mm
電源	AC100 V~240 V, 50/60 Hz, 約50 VA
大きさ・重さ	約135(H)×300(W)×300(D)mm・約6.3 kg

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。



パーティクルカウンタ KC-03B (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力40 mW)
定格流量	3 L/min
粒径区分(5段階)	0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 1 μm以上, 2 μm以上, 5 μm以上
最大粒子個数濃度	30 000個/L(計数損失5%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ7 mm, 内径: φ5 mm
電源	AC100 V~240 V, 50/60 Hz, 約65 VA
大きさ・重さ	約135(H)×300(W)×300(D)mm・約7.3 kg

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。

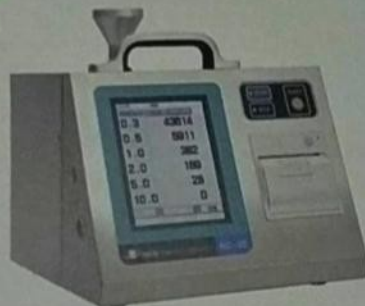
PARTICLE COUNTERS AIR BORNE 気中



パーティクルカウンタ KC-31 (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力100 mW)
定格流量	28.3 L/min
粒径区分(6段階)	0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 1.0 μm以上, 2.0 μm以上, 5.0 μm以上, 10.0 μm以上
最大粒子個数濃度	28 000 000個/m ³ (計数損失10%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ16 mm, 内径: φ12 mm
電源	リチウムイオン電池またはACアダプタ(AC100 V~240 V, 50/60 Hz)
大きさ・重さ	約203(H)×260(W)×266(D)mm・ 約5.5 kg(バッテリー1個搭載時)

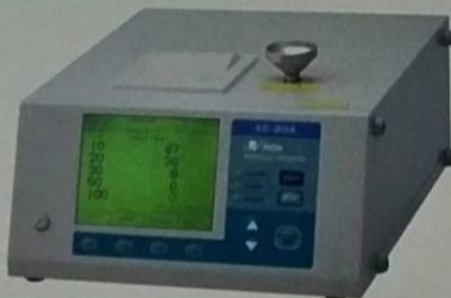
この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。



パーティクルカウンタ KC-32 (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力100 mW)
定格流量	50 L/min
粒径区分(6段階)	0.3 μm以上, 0.5 μm以上, 1.0 μm以上, 2.0 μm以上, 5.0 μm以上, 10.0 μm以上
最大粒子個数濃度	16 000 000個/m ³ (計数損失10%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ16 mm, 内径: φ12 mm
電源	リチウムイオン電池またはACアダプタ(AC100 V~240 V, 50/60 Hz)
大きさ・重さ	約203(H)×260(W)×266(D)mm・ 約5.5 kg(バッテリー1個搭載時)

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。



パーティクルカウンタ KC-20A (光散乱方式)

光源	半導体レーザー(波長780 nm, 定格出力3 mW)
定格流量	30 L/min
粒径区分(5段階)	10 μm以上, 20 μm以上, 30 μm以上, 50 μm以上, 100 μm以上
最大粒子個数濃度	2 000個/L (計数損失5%以内)
サンプリングチューブ径	外径: φ11 mm, 内径: φ7 mm
電源	AC100 V~240 V, 50/60 Hz, 約160 VA
大きさ・重さ	約135(H)×300(W)×401(D)mm・約11.6 kg

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。

附録 4 鹿島技術研究所簡介及開發之工法摘錄

KaTRI リーフレット 2006-15

アクチュエータ構造実験システムを利用した 大型動的2軸加力装置

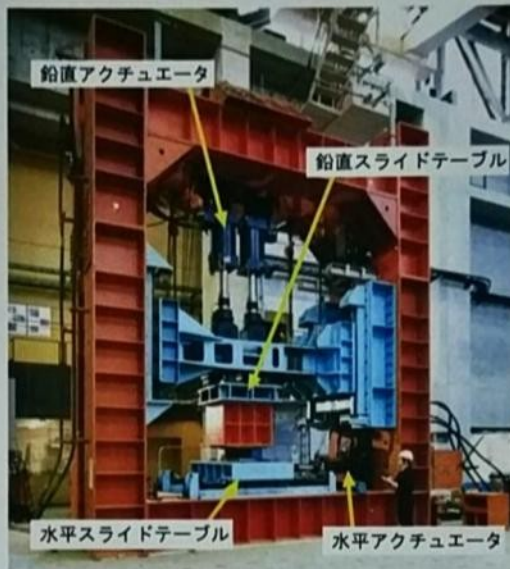
Large Scale 2-Directional Dynamic Loading System

軸力と水平力を同時に受ける構造部材の力学性能を評価します

概要 Introduction

鉛直及び水平 1 方向の動的加力実験を精度良く効率的に実施するための汎用の加力装置です。大型の動的アクチュエータを最大 3 台使用して、軸力と水平力を同時に受ける柱部材の動的破壊実験や、軸力を受ける免震支承（積層ゴムなど）の圧縮・せん断試験、建物の層間に設置される制震ダンバの加力実験など、多様な実験ニーズに対応します。

試験体の脚部を水平スライドテーブルに、試験体の頭部を鉛直スライドテーブルにそれぞれ固定して実験を行います。試験体に作用させる動的な荷重や変位は、アクチュエータによって精度良く自動制御されます。また、試験体に生じた各種応力は、加力装置に組み込まれた 4 基の分力計で正確に計測されます。さらに、波形データと動画を同時収録できる付属のリアルタイムモニタシステムを併用すれば、試験体の損傷や破壊の過程を分かりやすくビジュアルに把握でき、効果的な分析・考察が可能となります。



加力装置の全景（積層ゴムの実験）
System Overview

主な仕様 Specifications

項目	仕様			
最大荷重	圧縮 2,000kN・引張 1,000kN		圧縮・引張とも500kN	
速度	鉛直	±250mm/s	水平	±500mm/s
変位		±200mm		±300mm
設置可能な試験体高さ	1,500mm以下（標準）			
スライドテーブル	寸法	幅×奥行=1,200×1,200mm（鉛直・水平とも共通）		
	取り付けボルト穴	122-M22（深さ40mm）@100mm（加力及び加力直交方向）		

 鹿島技術研究所
〒182-0036 東京都調布市南田舎 2-19-1

KAJIMA TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
KAJIMA CORPORATION
19-1, Tobitakyu 2-Chome, Chofu-shi, Tokyo 182-0036, JAPAN

<http://www.kajima.co.jp/tech/katri/>

Large Scale 2-Directional Dynamic Loading System

適用例 Examples



免震用積層ゴムの加力実験
Loading Test of Laminated Rubber Bearing



実験状況



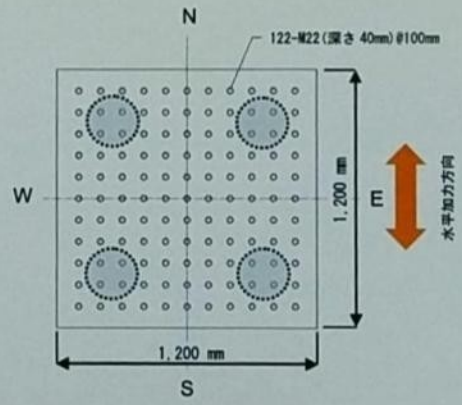
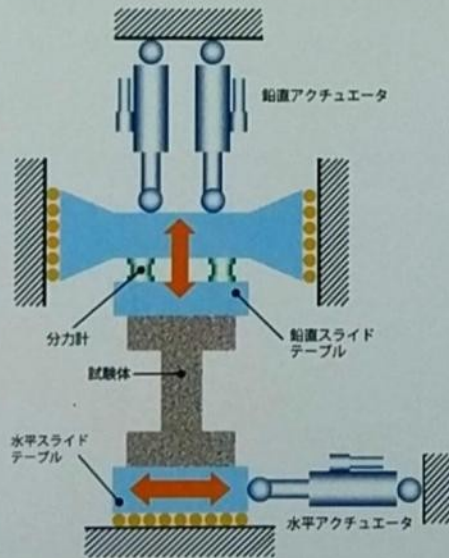
制震ダンパ (ハニカムダンパ) の加力実験
Loading Test of Honeycomb Damper



破壊過程の収録例

鉄筋コンクリート柱部材の動的破壊実験
Dynamic Collapse Test of RC Column

加力概念図とテーブル詳細 Loading Diagram & Table Details



- : 分力計設置位置 (上面)
- ※ 1 穴位置は上面・下面とも共通
- ※ 2 テーブルの材質は S400

サクセム[®]を用いた高耐震性 RC 橋脚 HiDuc[®] 橋脚構造

High-Seismic-Performance RC Pier with "SUQCEM[®]"

RC 橋脚の塑性ヒンジ区間にサクセム製プレキャスト型枠を適用して、RC 橋脚全体の耐震性能を飛躍的に向上させます。

概要 Outline

RC 橋脚では、地震時における耐震性能が、基部等の塑性ヒンジ区間の特性に大きく依存します。つまり、塑性ヒンジ区間の特性を改善することができれば、橋脚全体の耐震性能を向上させることができます。塑性ヒンジの構造特性を改善するためには、地震時に同部分のコンクリートが損傷しないことが重要であり、その手段としては、超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」を適用することが考えられます。そこで、地震時に最も大きな損傷が生じる塑性ヒンジ区間のかぶり部分へ、サクセムを適用して橋脚全体の耐震性を高めた RC 橋脚「HiDuc 橋脚構造」を開発しました。

特徴 Characteristics

- サクセム製プレキャスト型枠を適用することにより、RC 部材のかぶりをサクセムで簡易的に構築できます。
- サクセムによりコアコンクリートの圧壊と軸方向鉄筋の座屈を抑制でき、変形性能を高めることができます。
- 型枠の水平目地部がひび割れの誘導目地となり、適用区間に塑性ヒンジ区間を確実に形成します。
- 地震時に曲げ変形が集中する橋脚基部から 1 D 区間程度 (D は断面幅) の塑性ヒンジ区間に、サクセム製プレキャスト型枠を適用することで、その使用量を最小限としながら橋脚全体の変形性能を向上できます。

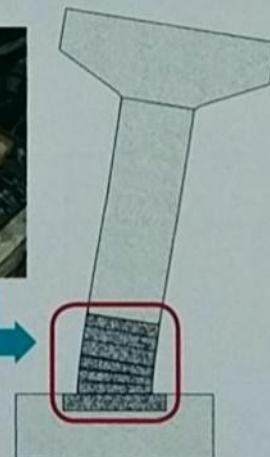


超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」
Ultra High Strength
Fiber Reinforced Concrete

サクセムとは、エトリンガイト生成系の超高強度繊維補強コンクリートであり、 $200\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の圧縮強度と、鋼繊維の混合によって $30\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の曲げ引張強度を実現します。



サクセム製
プレキャスト型枠の適用



HiDuc 橋脚構造
HiDuc Column

※ 「HiDuc (ハイダック) [®]」、 「SUQCEM (サクセム) [®]」 は鹿島の登録商標です。

in 鹿島技術研究所
〒182-0036 東京都調布市市野田 2-19-1

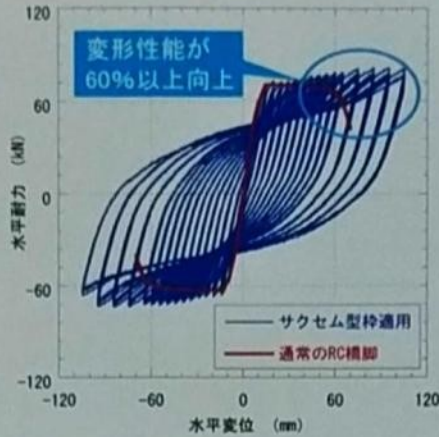
KAJIMA TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
KAJIMA CORPORATION
19-1, Tobitakyu 2-Chome, Chofu-shi, Tokyo 182-0036, JAPAN

<http://www.kajima.co.jp/tech/katri/>

High-Seismic-Performance RC Pier with "SUQCEM[®]"

構造特性 Structural Characteristics

道路橋 RC 橋脚を想定した模型実験では、塑性ヒンジ区間へのサクセム製プレキャスト型枠の適用により、コンクリートの圧壊、軸方向鉄筋の屈曲が抑制され、従来の RC 橋脚に比べ、60%以上、変形性能が向上することを確認しています。また、二方向からの地震動に対しても、隅角部のサクセムの厚さを大きくすることにより、大きな変形性能を確保することが可能です。



実験終了時の様子

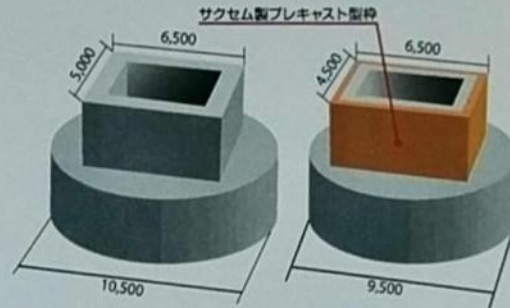
水平耐力-水平変位関係

HiDuc 橋脚構造の実験結果
Experimental Result of HiDuc Column

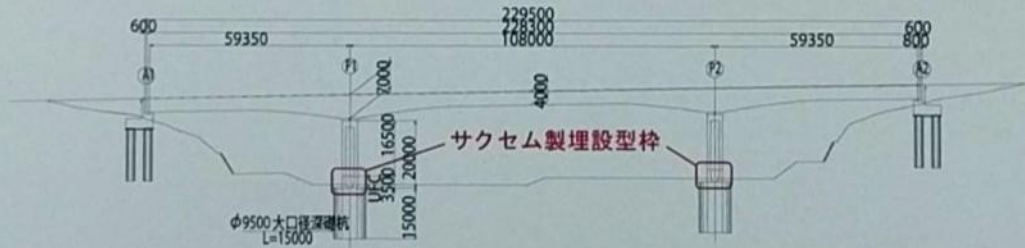
設計例 Example of Design

PC3 径間連続箱桁橋を対象とした、HiDuc 橋脚構造を用いた場合の試設計では、以下のような効果が確認されています。

- HiDuc 橋脚構造による変形性能の向上で、橋脚断面の縮小が可能です。
- 橋脚断面の縮小によって、直下の基礎についても小型化が可能です。
- 橋脚、基礎の小型化により、下部構造の建設コストで約 8% の低減効果を見込むことができます。
- レベル 2 地震に対しても、かぶりの圧壊を防ぎ、損傷を軽微な範囲に留めることができます。



P1 (P2) 橋脚の断面図
Section of P1(P2) Pier



試設計の対象とした橋梁
Example of Bridge

鉄骨コンクリート (SC) 部材による ハーフプレキャスト工法

Half Precast Method Using Steel - Concrete Composite Beams

鉄骨とコンクリートによるSC部材を用いたハーフプレキャスト工法は、現場での鉄筋・型枠組立を省略でき、工期短縮を実現します。

概要 Introduction

ハーフプレキャスト (HPCa) 工法は、あらかじめ工場製作した部材を現場に架設することで、場所打ちコンクリートを施工する際の型枠の一部や支保工とするものです。これにより、現場作業の省力化が図れ、工事の工期短縮を実現します。

さらに、この HPCa 工法として鉄骨とコンクリートによる SC 部材 (HPCa-SC 部材) を用いることで、現場での鉄筋組立作業が不要となり、一層の工期短縮が可能となりました。また、フランジ鋼板を取り付けることで口の字形の断面の HPCa 部材とすることができ、部材の剛性を向上させることができます。



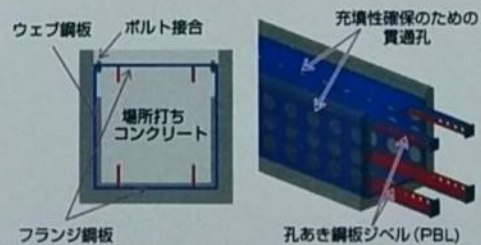
ハーフプレキャストSC (HPCa-SC) 部材
HPCa-SC Beam

特徴 Characteristics

- SC 部材は、鋼材を鉄筋に置き換えた鉄筋コンクリートと同じ設計法により設計します。
- 断面の上下に配置したフランジ鋼板が曲げモーメントに対する補強材となり、側面に配置したウェブ鋼板がせん断補強鋼材となります。
- フランジ鋼板とコンクリートとは、十分な耐荷性能とひび割れ分散性を発揮させるために両者が一体化していることが重要なため、フランジにはすれ止めとして孔あき鋼板ジベル (PBL) を取り付けています。
- HPCa 部材製作時および場所打ちコンクリート打込み時のコンクリートの充填性を確保するために、鋼板には PBL よりも大きな貫通孔を設けています。
- HPCa 部材と場所打ちコンクリートとの境界面は、コンクリートに凹凸を設けることで、HPCa 部材も構造体の一部として設計します。



鉄骨部分
Steel Frame



構造概要
Overview of Structure

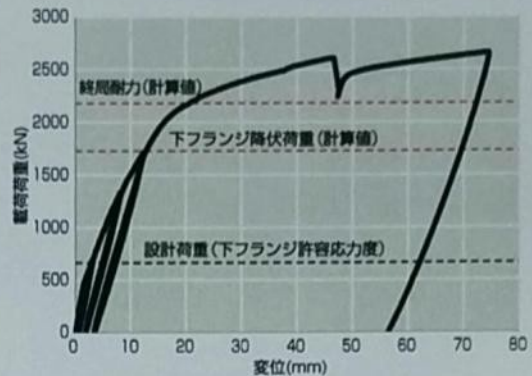
Half Precast Method Using Steel - Concrete Composite Beams

構造性能 Structural Characteristics

矩形の断面を有する HPCa-SC はり部材の載荷実験を行い、鋼材を鉄筋に置き換えて計算した曲げ耐力以上の耐力を有していることを確認しました。



実験状況
Structural Test of a SC Beam



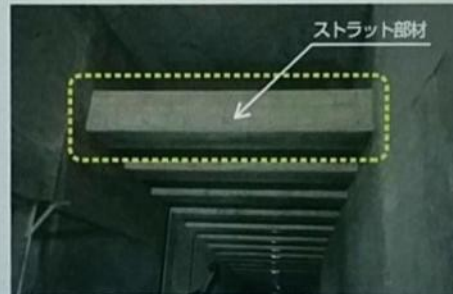
荷重-変位関係
Load - Displacement Relationship

適用例 Application

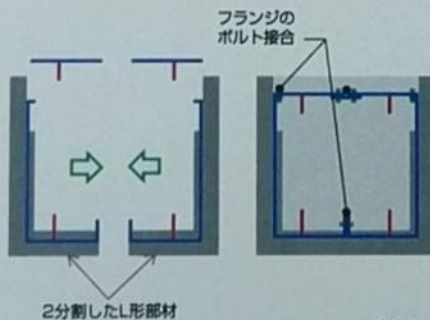
本部材を地下トンネルのストラットと呼ばれる軸圧縮力が卓越する部位に適用しました。

ストラット部材を剛性の大きい HPCa-SC はり部材とすることで、部材を支える支保工を低減でき、ストラット部材の下方に資機材運搬の導線を確保することができました。

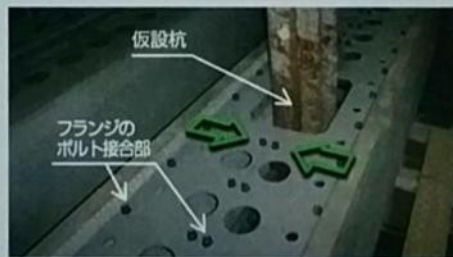
また、HPCa 部材はボルト接合が可能のため、仮設の杭と干渉する場合は、HPCa 部材を横断方向に 2 分割して L 形の部材とすることで、杭を挟み込むように設置することができました。



ストラット部材への適用
Application to Strut Members



仮設杭巻き込み部への適用
Application to the Interference Part with a Temporary Pile



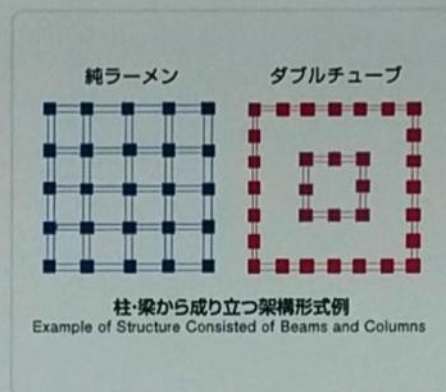
架構式RCプレキャスト工法

Reinforced Concrete Precast Construction Method for Framed Structure

超高層RC建物（HIRC）を対象とした鹿島式柱・梁プレキャスト工法の確立

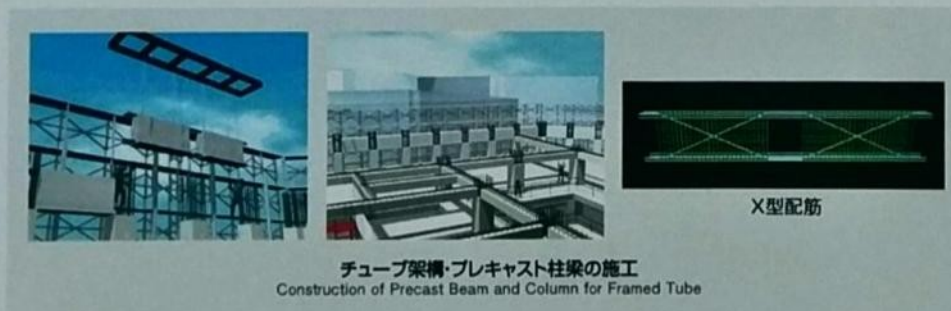
背景 Background

超高層鉄筋コンクリート建物(HIRC)は、1976年竣工した椎名町アパート以来、鹿島の代表的な工法の一つとして構造的にも施工的にも進化してきました。これまで、純ラーメン架構が中心でしたが、近年チューブ架構も設計施工されるようになってきました。また、高層化や架構の多様化要求により高強度のコンクリートや鉄筋が用いられるようになってきました。これらの架構は、主に現場打設を中心とする工法が用いられてきましたが、工期短縮等の施工合理化問題、型枠低減等の環境問題や労働者不足問題等の要因により、主要構造部材である柱や梁のプレキャスト化が望まれるようになってきました。そこで鹿島式高層RCのプレキャスト工法を開発しました。



架溝・柱梁部材のプレキャスト化 Precast Methods of Beam and Column Members

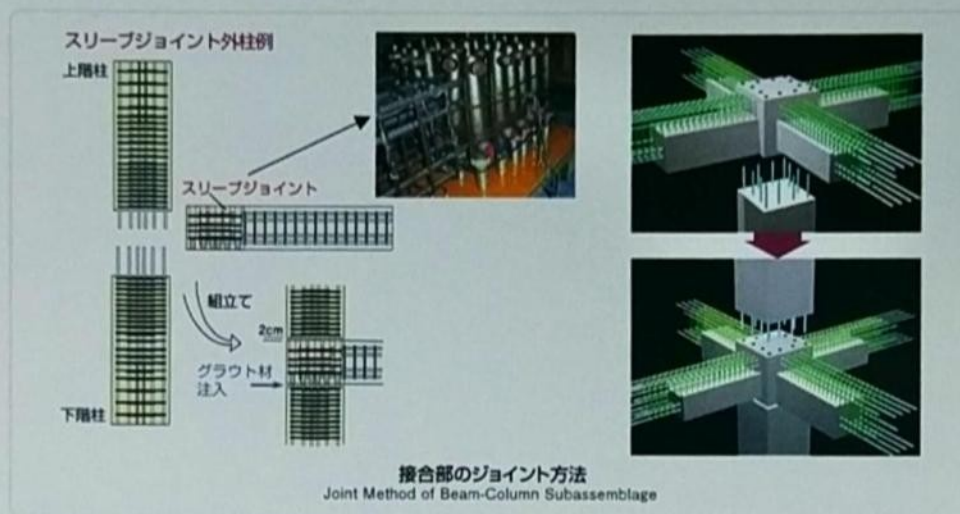
柱や梁部材をプレキャスト化する技術を開発しました。この技術は、特にチューブ架構で有効です。チューブ架構の梁は短スパン梁となることが多いためX型配筋が必要となります。このような複雑な配筋の梁はプレキャストに適していると言えます。これらのプレキャスト梁をプレキャスト柱の上にセットし、接合部を現場打設という方法を確立しました。



柱・梁接合部のプレキャスト化

Precast Beam-Column Joint

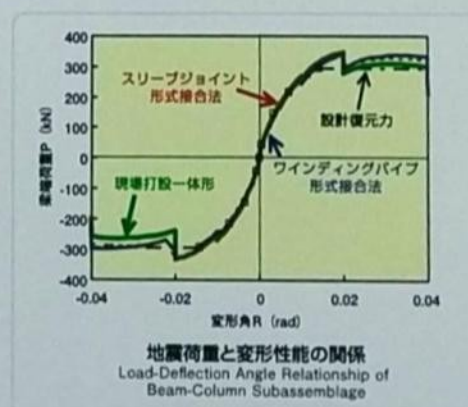
柱・梁のみならず、柱・梁接合部部分をプレキャスト化し、プレキャスト率を高める工法を開発しました。梁及び接合部を一体に作成し、プレキャスト柱にセットし緊結する工法です。工夫した点は、鉄筋どうしをつなぐスリーブジョイントを接合部内にセットする方法や、柱の主筋が接合部内を貫通するようにワインディングパイプをセットする方法を開発したことです。これらの接合部を含めた3次元のRCプレキャストは、合理的な工法として複数の建築現場で用いられています。



構造実験による各種プレキャスト工法の耐震性能確認

Seismic Capacities of Variable Precast Frames Subjected to Earthquake Loading

新規に開発したプレキャスト架構の耐震性を検討するため柱・梁骨組の地震力を想定した構造実験を行い、様々なプレキャスト工法の耐震性の検証をしました。その結果、開発したプレキャスト架構は現場打設骨組以上の耐震性を有していることが分かりました。



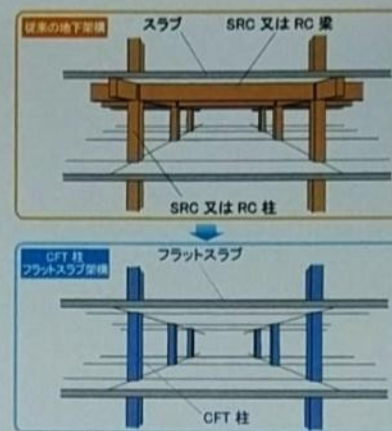
コンクリート充填鋼管(CFT)柱とフラットスラブによる新架構

CFT Column Composite Structural System with RC Flat Slab

階高を抑え、梁のないシンプルな架構が形成できる新しい CFT 工法です。

背景 Background

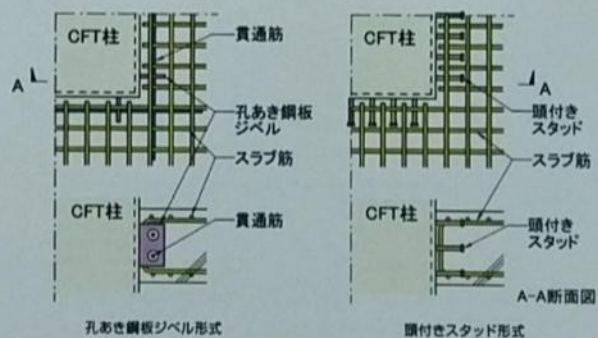
鋼管にコンクリートを充填したコンクリート充填鋼管 (CFT) 構造は、現状 CFT 柱と鉄骨梁の混合構造として、事務所ビル、商業施設などの地上躯体に多用されています。これらの建物の地下躯体では、地震力を主に外周の鉄筋コンクリート (RC) 造の壁で負担し、内部の架構は、鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 造又は RC 造とし、鉛直力のみを支持させる設計が一般的です。この鉛直力を支持する内部架構に CFT 柱フラットスラブ架構を適用することで、①階高縮小による根切り量低減、②梁施工時間の省略及び③構真柱 (鋼管) の CFT 化による鋼材量低減が可能となり、施工の合理化が図れます。また、本架構は、工場や倉庫といった地震力を十分に負担できる耐震壁を有する建物の地上躯体にも適用が可能です。今回、簡易な接合法を用いた、新たな CFT 柱フラットスラブ架構を開発し、設計・施工法を確立しました。



架構概要
Outline of Structural System

特徴 Characteristics

- シアコネクタとして、孔あき鋼板ジベルまたは頭付きスタッドを用いた簡易な接合法です。いずれも、使用鋼材量は少なく、容易に柱鋼管に取付けられます。
- 孔あき鋼板ジベル形式は、柱鋼管に縦に配置した孔あき鋼板の孔中のコンクリートと貫通筋のせん断抵抗により、頭付きスタッド形式は、柱鋼管に溶接された頭付きスタッドのせん断抵抗により、スラブに作用する鉛直力を柱に伝達します。



柱スラブ接合部概要
Outline of Slab-to-Column Connection

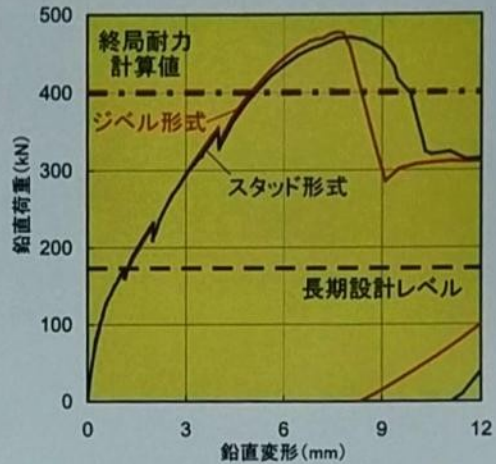
CFT Column Composite Structural System with RC Flat Slab

構造性能 Structural Performance

CFT 柱と RC フラットスラブの接合部について、押し抜きせん断実験を行い、孔あき鋼板ジベル形式、頭付きスタッド形式ともに、十分な鉛直力支持性能を有していることを確認しました。



接合部の実験状況
Structural Test of a Connection

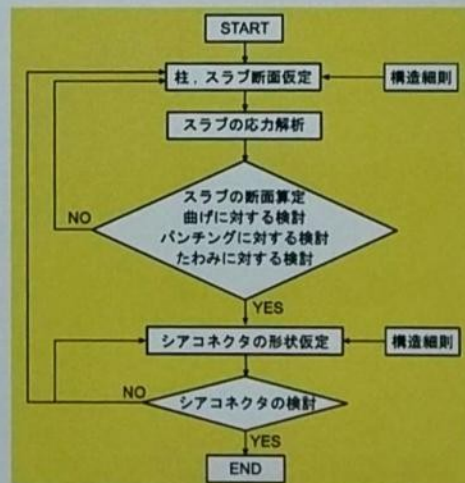


接合部の荷重 - 変形関係
Load-Displacement Relationship of Connections

構造設計法 Structural Design Method

本架構では、長期荷重時の応力に対して、スラブ及び柱スラブ接合部の設計を行います（右図参照）。

- スラブの設計では、スラブをメッシュ化したFEM解析を行うことを標準とし、曲げ、パンチング及びたわみの検討を行います。
- 柱スラブ接合部の設計では、頭付きスタッドまたは孔あき鋼板ジベルの長期許容せん断力が長期荷重時の応力を上回るように仕様を決定します。



設計フロー
Design Flow

外壁コンクリートのひび割れ制御に有効な 鹿島式ひび割れ誘発目地付き耐震壁工法 KCJW 工法

Aesthetic and High-Performance Cracking Control Method Kajima Contraction Joint for Structural Wall

背景および概要 Background and Outline

外壁に生じる収縮ひび割れは、漏水や劣化の主要な要因となり、建物の機能性と耐久性に大きな影響を与えることから、近年社会的な関心が高まっています。その制御のため、ひび割れ誘発目地が用いられますが、耐震壁の場合には目地分の増厚が必要となり、増厚に伴い水和熱の増大、居住スペースの減少、コスト増加などの問題が生じる傾向にあります。また、意匠性から目地はできるだけ目立たないことが好ましく、目地幅を小さく抑えることが求められます。これらの課題の解決のため、KCJW 工法では内蔵プレス鋼板とノッチ目地の併用により増厚を抑え、目地幅を小さくすることを可能としました。



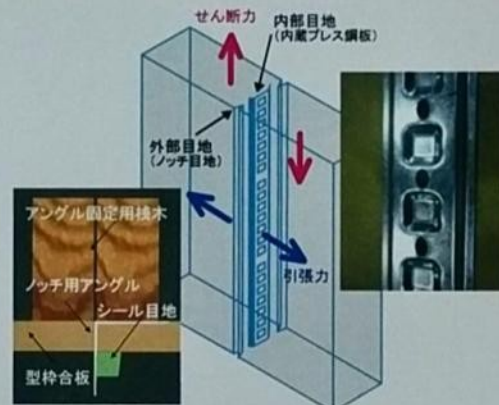
KCJW 工法の目地断面と通常目地の比較例
Horizontal Section of KCJW Elements

特徴 Characteristics



通常目地の水平目地に対し、KCJW 工法による垂直目地は目立たない

KCJW 工法による外壁の外観
Building Facade with KCJW Element



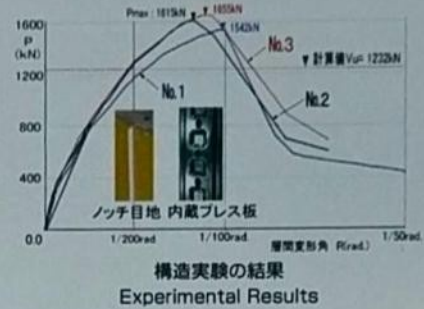
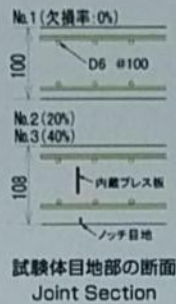
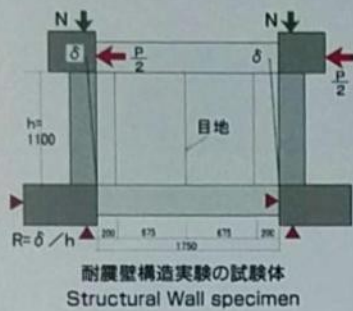
KCJW 工法の概要
Schematic of KCJW Element

KCJW 工法は、断面内部に設置した内部目地（内蔵プレス鋼板）と外部目地（ノッチ目地）で構成され、内蔵プレス鋼板は、地震時に生じるせん断力にはコンクリートとその凹凸の咬み合わせにより抵抗しますが、引張力に対してはひび割れの起点として作用し誘発効果を発揮します。したがって、内蔵プレス鋼板を設置することで、外部目地の目地深さを大きく低減してもひび割れ誘発効果が保持されます。また、ノッチ目地は、通常の台形目地に比べ目地幅が小さく目立ちません（10mm 程度）。また、ノッチ型の先端によりひび割れ誘発効果が向上し目地深さも小さくできます（20mm 程度）。これら2つの構成要素により、意匠をできるだけ阻害せず、かつ大幅に増厚を小さくできる目地工法が実現しました。本工法は、(財)日本建築総合試験所の建築技術証明により、耐震性能およびひび割れ集中効果に対する信頼性が担保されています。

Aesthetic and High-Performance Cracking Control Method Kajima Contraction Joint for Structural Wall

構造性能 Structural Performance

KCJW 工法による耐震壁の構造性能を確認するため構造実験を実施しました。目地を設置しない No.1 の試験体に対して、目地を設置した欠損率（壁厚に対する内蔵プレス鋼板の幅）20% の No.2 はほぼ同様のせん断耐力と初期剛性を保持し、No.3 の欠損率 40% でも同様の結果となりました。以上から、内蔵プレス鋼板の設置による構造性能への影響は無視できる程度であり、KCJW 工法による耐震壁は通常耐震壁と同様の耐震性を有していることが確認されました。

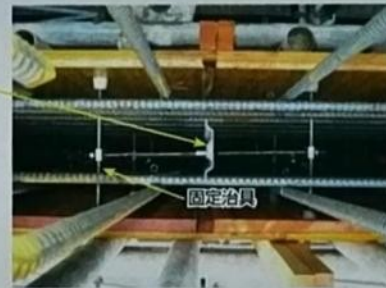


適用例と適用の効果 Application and Results

KCJW 工法の施工状況を下写真に示します。内蔵プレス鋼板の施工は容易で、配筋時にセパレータヘワンタッチ治具で固定する方式です。また、大規模物流センターに本工法を適用した結果から、ほとんどのひび割れは目地に集中し、優れたひび割れ集中性能が実証されています。



内蔵プレス鋼板施工例 (立面)
Construction Example



内蔵プレス鋼板施工例 (水平断面)
Construction Example



KANSAS (有限要素法による汎用構造解析システム)

Kajima Integrated Structural Analysis System

構造物の応力解析など広い分野で利用することが可能です。

概要 Outline

KANSAS(Kajima Integrated Structural Analysis System)は、1980年代前半から鹿島で開発している有限要素法による汎用構造解析システムです。線材、面材、ソリッド要素、ばね要素などにより構成された解析モデルの、静的応力解析・固有値解析を行うことができます。現在は、建築・土木に限らずエンジニアリング分野で広く利用されています。

特長 Features

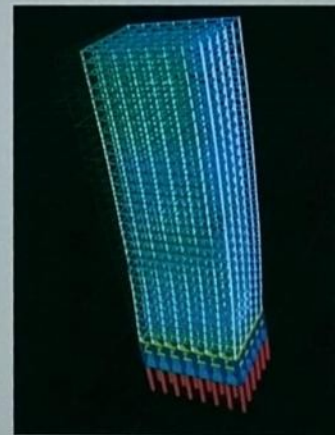
- 多くの解析機能が利用できることで、さまざまな分野への適用が可能です。
 - ・静的応力解析や固有値解析のほか、周波数応答解析 (KANRES) や時刻歴応答解析 (KANDYN) が可能です。
 - ・さまざまな要素 (線材・面材・ソリッド要素・ばね要素など) が提供されており、モデル化の自由度が高いシステムです。
 - ・線材やばね要素には多折れ線型の材料非線形を考慮することができます。
 - ・荷重は節点外力や面分布荷重、温度荷重などが利用できます。
 - ・静的応力解析のソルバは、演算効率のよい直接法 (PARDISO*) を採用しています。
 - ・固有値解析はサブスペース法 (動的縮合法) のほかに、リダクションによる静的縮合法の利用も可能です。
 - ・解析モデルの大きさ (節点数や要素数) にプログラム上の制限はなく、使用するコンピュータに依存します。
- データ作成から解析実行、結果の図化出力までを一貫して行うことができます。
 - ・Excelの機能を利用したデータ作成ツールが付属しており、解析モデルの作成が容易です。
 - ・床荷重データ作成システム (KANSLAB) を利用することにより、床荷重データが容易に作成できます。
 - ・豊富な作図機能によって、入力データや解析結果を図化し、各種資料に利用することができます。

KANSAS シリーズ KANSAS Series

KANSAS	静的応力解析、固有値解析を行うことができます。
KANRES	周波数応答解析を行うことができます。 共振曲線の算出や、過渡応答解析も可能です。
KANDYN	非線形時刻歴応答解析を行うことができます。 地動加振や節点外力加振が可能です。

KANSAS で利用できる要素 Available Elements in KANSAS

要素	形状	自由度	要素	形状	自由度
線材	トラス要素	u_x	面材	膜要素	u_x, u_y
	三次元梁要素	$u_x, u_y, u_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$		板要素	u_x, θ_x, θ_y
ソリッド	ソリッド要素	u_x, u_y, u_z		シェル要素	$u_x, u_y, u_z, \theta_x, \theta_y$
ばね	ばね要素	任意	減衰	減衰要素	任意



適用事例
Application Example

注) KANSAS シリーズは鹿島保有の解析システムで、販売は行っていません。

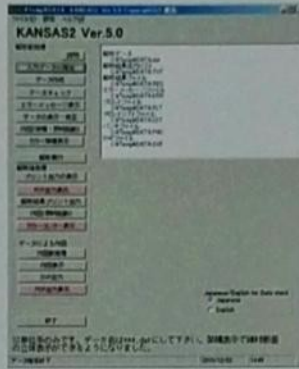
*PARDISO の URL <http://www.pardiso-project.org/>

Kajima Integrated Structural Analysis System

操作画面 Operation View

Excel を利用したデータ作成機能⁽¹⁾や、床荷重データ作成機能⁽²⁾ (KANSLAB) が用意されています。これらを利用して、正確なデータが容易に作成できます。

解析結果の出力には、テキスト出力のほか、線画による作図出力⁽³⁾や、カラー作図出力⁽⁴⁾が用意されています。各種作図機能を用いることで、申請資料やプレゼンテーション資料を作成することができます。



KANSAS のメイン画面
Main Window of KANSAS



Excel を利用したデータ作成機能⁽¹⁾
Modeling Tool



解析結果の作図⁽³⁾
Figure of Analysis Result

適用例 Application

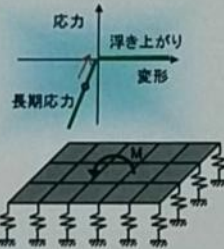
■超高層建物の固有値解析 Eigenvalue Analysis of High-Rise Building



固有モード Eigenmode

■基礎の浮き上がり解析 Uplift Analysis of Foundation

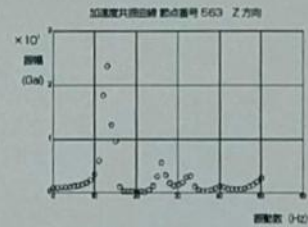
非線形ばねを用いた荷重増分解析により、基礎の浮き上がり挙動を求めることが可能です。



解析モデル Analytical Model

■周波数応答解析 (KANRES) Frequency Response Analysis

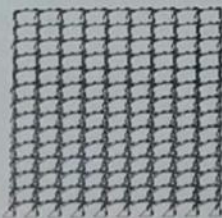
伝達関数や共振曲線が算定できます。



共振曲線 Resonance Curve

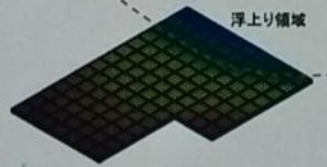
定常加振時の変形モードをアニメーションによって可視化できます。

■立体フレームの静的応力解析 Static Analysis of 3-D Frame

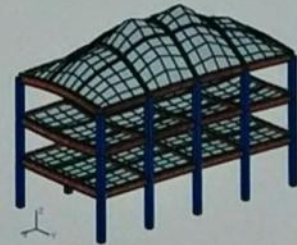


部材応力 Stress of Members

計算結果はカラーコンターで表示できます。



上下変位コンター
Vertical Displacement



アニメーション Animation

鉄骨短スパン梁のせん断降伏先行設計法

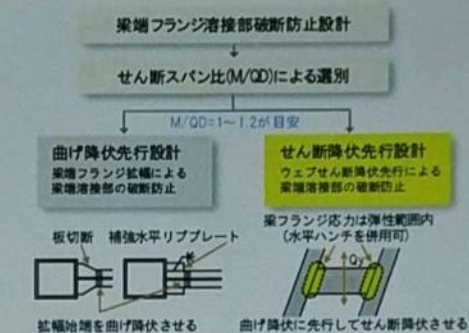
— 梁端溶接部の早期破断防止対策 —

Shear-Yield-Precedence Short-Span Beam Method

梁端溶接部の破断を防止し、変形能力を大幅に向上させます。

概要 Introduction

1995年の兵庫県南部地震では、鉄骨構造物の角形鋼管柱とH形鋼梁溶接部に多くの被害を受けました。当社では、梁端溶接部近傍の早期破断防止対策として、梁端フランジを拡幅する構法（水平ハンチ構法）を開発してきました。しかしながら、梁せいに対してスパンの小さい梁（短スパン梁）に対しては、急なモーメント勾配が影響し、水平ハンチの設計が困難な場合が多く、短スパン梁に対応する早期破断防止対策の確立が望まれていました。そこで、梁曲げ降伏に先行してせん断降伏させることにより、梁フランジの応力を弾性範囲内に留める設計法（せん断降伏先行設計法）を確立し、日本建築センターの一般評定を取得しました。



溶接部破断防止設計の概要
Outline of Design Method to Prevent Welding Fracture

特徴 Characteristics

- 本設計法が対象とする短スパン梁は、せん断降伏後に梁ウェブの座屈（座屈ゾーンに発生）により耐力が急激に低下しないように、縦リブを設けるものとしています（縦リブの設計概要は後述）。また、梁ウェブの材料はSN400N級およびSN490N級鋼材とし、幅厚比はAランクおよびBランクの幅厚比制限値以下としています（下表参照）。
- 曲げ設計（梁フランジの応力を弾性範囲内に留める）における設計余裕度を確保するために、最大せん断耐力の評価式を新たに提案しています（評価式概要は後述）。
- 梁端接合部は、フランジを溶接、ウェブをシャーププレート形式*を基本としています。
- スリーブが存在する場合も想定しています。ただし、スリーブ径、スリーブ位置等に制限を設けています。



*: シャーププレート形式では、高圧ボルト摩擦接合とすみ肉溶接との併用を基本とする。

縦リブ補強概要

Outline of Intermediate Transverse Stiffeners

幅厚比制限値
Width-thickness Ratio Limitation

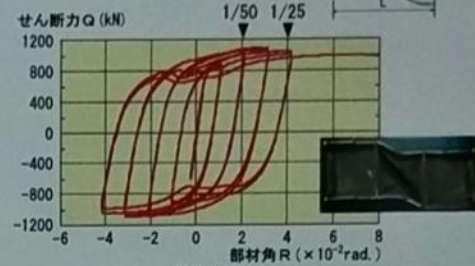
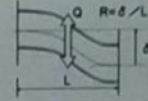
	Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
400N級鋼	60	65	71	左記以外
490N級鋼	51	55	60	左記以外

適用範囲

Shear-Yield-Precedence Short-Span Beam Method

構造性能 Structural Performance

本設計法に準じて縦リブを設けた短スパン梁は、せん断降伏後に急激な耐力低下を示さず、優れた変形能力を有していることが認められました。



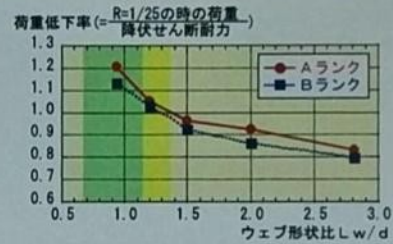
せん断力・部材角関係の比較
Comparison of Shear Force-Drift Relationship Curves

ウェブ縦リブの設計 Design of Intermediate Transverse Stiffeners

ウェブの縦リブ間隔は、幅厚比 A ランク、B ランクにおける FEM 解析結果から、部材角 $R=1/25$ のサイクルでの荷重が降伏耐力計算値を下回らない範囲として、下記のように設定しています。

- 幅厚比 A ランク: $L_w \leq 1.2 \times d$
- 幅厚比 B ランク: $L_w \leq 1.0 \times d$
- L_w : 縦リブ内法間隔 ($L_w \geq 0.7 \times d$)
- d : ウェブせい

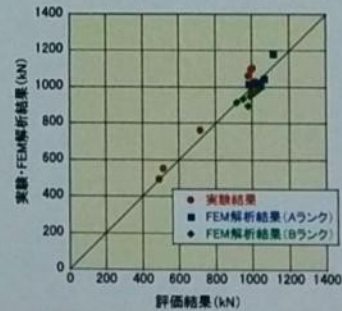
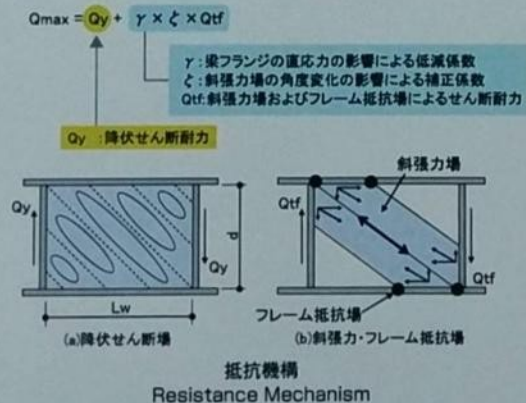
縦リブの板厚はウェブ厚または 9mm 以上とし、座屈発生後も変形しないように十分な面内剛性と座屈耐力を有する設計としています。



荷重低下率とウェブ形状比の関係
Relationship between Load Decreasing Rate

最大せん断耐力の評価 Evaluation of Maximum Shear Strength

最大せん断耐力 (Q_{max}) の評価式は、下図の抵抗機構を想定しており、実験および FEM 解析により検証されています。

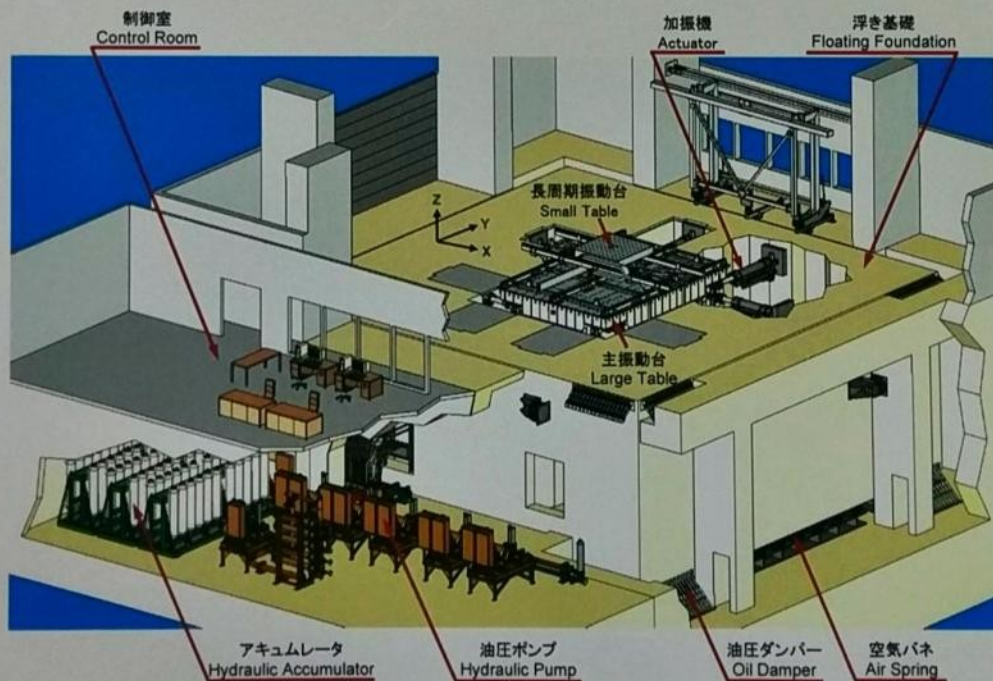


実験・FEM 解析結果と評価結果との比較
Comparison of Test/FEM and Evaluated Results

3-Dimensional 6 D.O.F Shaking Table

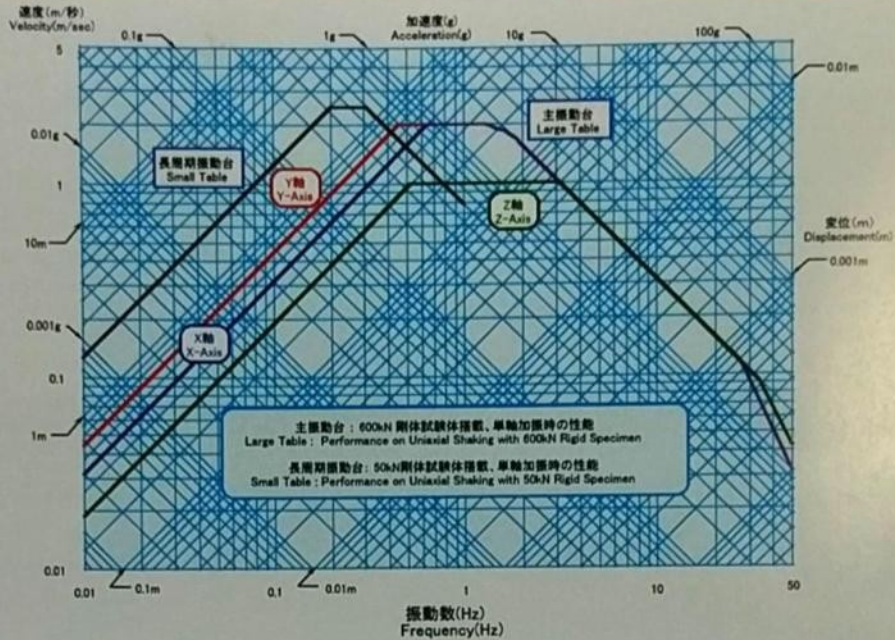
振動台の特長 その1 Main Features of the Shaking Table Part 1

- 主に地震動を再現する主振動台と長周期での大振幅の揺れを再現する長周期振動台を必要に応じて重ねて使用できる方式を採用し、多様な要求に応えられる装置としました。
- 主振動台は大きさが5m×7mで、水平2方向、上下方向、各軸周りの3軸の合計6自由度の動きが再現でき、60tonの試験体に乗せて水平・上下方向に加速度2g、水平方向については速度±200cm/秒、変位±70cm、上下方向については速度±100cm/秒、変位±30cmまでの動きが可能で、近年観測されたほぼすべての地震動が再現できます。
- 主振動台に着脱可能な油圧モータで駆動される長周期加振専用の長周期振動台は、2.1m×2.1mの大きさと、5tonの試験体に乗せて、水平2方向±2mまでの大変位が可能です。また、主振動台との連動運転もでき、その場合±2.7mもの大変位が可能で、長周期地震を受けた際の超高層建物頂部の揺れの再現ができます。
- We developed a new system to operate two types of shaking table simultaneously to meet various requirements. The main table mainly reproduces earthquake ground motion, while the small table reproduces large long-period motions.
- The main table is 5x7 m in size and is driven with six degrees of freedom: two horizontal directions, one vertical direction, and rotation around each of the three axes. With a 60-ton specimen, it can move at a velocity of up to ±200 cm/sec and displacement of ±70 cm horizontally, and a velocity of ±100 cm/sec and displacement of ±30 cm vertically, both with acceleration of 2 g. Almost all of the recently recorded ground motions can be reproduced.
- The small table, driven by a hydraulic motor attachable to the main table, is 2.1x2.1 m in size and reproduces large displacements of up to ±2 m for the two horizontal directions when carrying a 5-ton specimen. Interlocked operation of both tables is possible for a large displacement of ±2.7 m and they can reproduce the motions at the top of a super-high-rise building hit by a long-period earthquake ground motion.



振動台システム概観
Cutaway View of the Shaking Table

性能曲線 Performance Curve



振動台の仕様 Specifications of the Shaking Table

	主振動台 Large Table				長周期振動台 Small Table	
	大きさ Size	重量 Weight	定格 Rated	最大 Max	大きさ Size	定格 Rated
テーブル Table	5m × 7m	380kN	600kN	1000kN	2.1m × 2.1m	50kN
搭載荷重 Loading Capacity	水平 Horizontal	2171 kN	上下 Vertical	3880kN	水平 Horizontal	X 46kN Y 93kN
加振力 Excitation Force	水平 Horizontal	± 2g	上下 Vertical	± 2g	水平 Horizontal	± 0.5g
最大加速度（定格搭載時） Max Acc. with Rated Load	水平 Horizontal	± 2.0m/sec.	上下 Vertical	± 1.0m/sec.	水平 Horizontal	± 2.5m/sec.
最大速度（定格搭載時） Max Vel. with Rated Load	水平 Horizontal	X ± 0.5m Y ± 0.7m	上下 Vertical	± 0.3m	水平 Horizontal	± 2.0m
最大変位 Max Disp.	DC ~ 50Hz				DC ~ 1.0Hz	
加振振動数範囲 Exciting Freq. Range	電気・油圧サーボ方式 Electro-Hydraulic Servo System				油圧サーボモータ方式 Rotary Hydraulic Drive	
加振方式 Driving System	デジタル TVC 方式 Digital TVC Control				デジタル変位制御 Digital Disp. Control	
制御方式 Control Method						

風洞実験による風荷重評価 多点風圧測定システム

Multi-point Wind Pressure Measuring System

建築物に加わる風圧の的確な評価により安全性と経済性を向上させます。

概要 Introduction

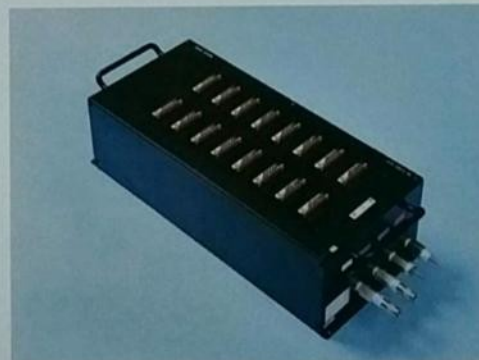
超高層建築物や大空間構造物などの耐風設計あるいは風揺れの予測・制御の検討には、建築物に加わる動的な風外力を評価することが必要となります。多点風圧測定システムは、最大1024箇所の風圧を同時に測定する能力を持ち、迅速かつ正確に風外力を調査することが可能です。また、窓ガラス、カーテンウォール、屋根材といった建築物の外装材の設計に必要な風荷重の調査においても、本システムを用いることで、高密度な風圧分布の測定を高速に行うことが可能です。本システムは、建築物に加わる風圧の的確な評価により耐風安全性と経済性の向上に貢献します。



市街地模型を用いた超高層建築物の風圧測定
Wind Pressure Measurement of a High-rise Building with an Urban Model



システム全体の概観
The Outline of This System



128ch風圧センサーユニット
128-Channel Pressure Gauge Unit

汎用境界層風洞

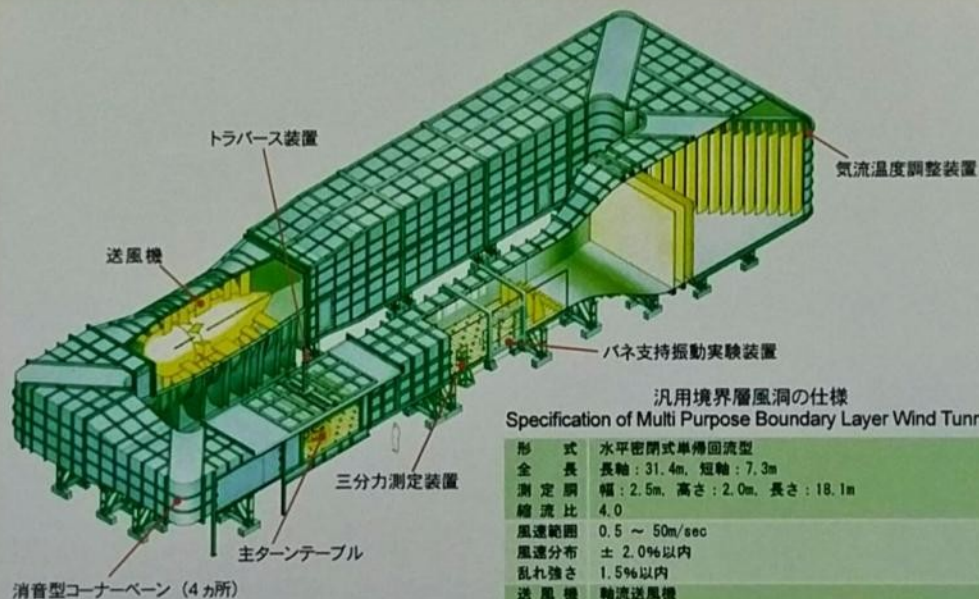
Multi Purpose Boundary Layer Wind Tunnel

様々な構造物を対象とした特殊な種類の実験に対応できる風洞施設です

特長 Features

汎用境界層風洞は、以下のような特長を有しています。

- 最大風速 50m/s の高風速下での風洞実験が可能です。
- 気流を循環させ、効率良く安定した気流が得られる回流型（ゲッチング型）の風洞を採用しています。
- 消音型コーナーベーンを採用により、測定時の暗騒音の低減を図り、静かな測定環境を確立しています。
- 気流温度制御装置の採用により、温度変化を最小限に抑えることでより精度の高い測定を実現しています。
- 測定胴上流側に、2次元模型実験装置（バネ支持振動実験装置、三分力測定装置）を設けています。
- ホストコンピュータでの制御により、様々な実験システムと組み合わせた自動計測が可能です。



汎用境界層風洞の仕様
Specification of Multi Purpose Boundary Layer Wind Tunnel

形式	水平密閉式単轉回流型
全長	長軸：31.4m、短軸：7.3m
測定胴幅	幅：2.5m、高さ：2.0m、長さ：18.1m
縮流比	4.0
風速範囲	0.5 ~ 50m/sec
風速分布	± 2.0%以内
乱れ強さ	1.5%以内
送風機	軸流送風機
直径	3.9m
最大風量	15,000m ³ /min, 1,670Pa (170mmAq)
電動機	直流電動機 550kW, 516rpm
付属装置	主ターンテーブル (境界層流実験用、直径2.0m)
	副ターンテーブル (一様流実験用、直径1.6m)
	外装型トラバース (4軸制御)、消音型コーナーベーン
	気流温度調整装置 (水冷式、自動制御)
	2次元振動実験装置・三分力測定装置

大型境界層風洞

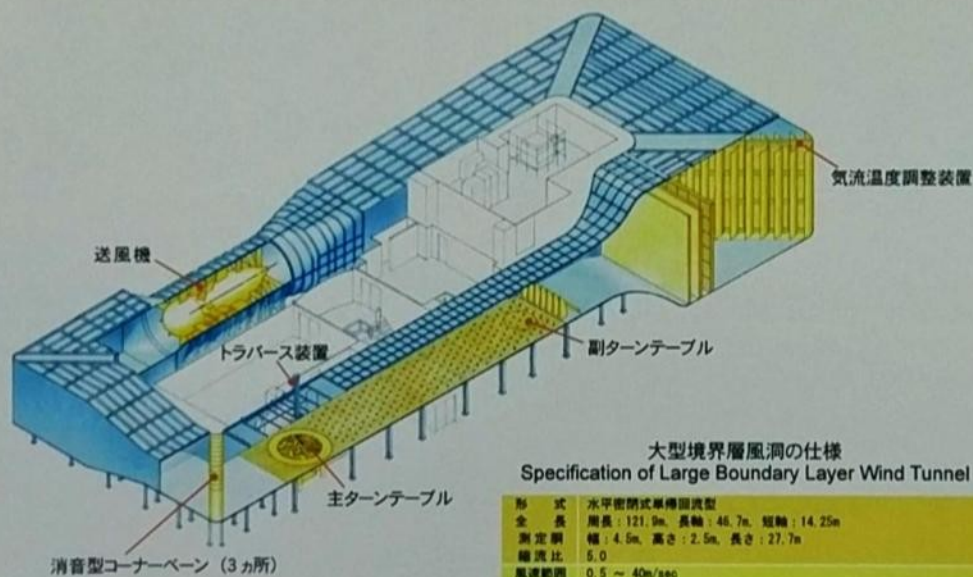
Large Boundary Layer Wind Tunnel

建設業界で最大級の風洞施設を生かして、風に関する様々な研究を実施します

特長 Features

大型境界層風洞は、以下のような特長を有しています。

- 測定部断面（幅 4.5m×高さ 2.5m）は建設業界で最大級を誇り、最大風速 40m/s での実験が可能です。
- 最大で直径 4.0m のターンテーブル模型による実験が可能です。
- 気流を循環させ、効率良く安定した気流が得られる回流型（ゲッチング型）の風洞を採用しています。
- 消音型コーナーパーンの採用により、測定時の暗騒音の低減を図り、静かな測定環境を確立しています。
- 気流温度制御装置の採用により、温度変化を最小限に抑えることでより精度の高い測定を実現しています。
- ホストコンピュータでの制御により、様々な実験システムと組み合わせた自動計測が可能です。



大型境界層風洞の仕様
Specification of Large Boundary Layer Wind Tunnel

形式	水平密閉式循環回流型
全長	周長：121.9m、長軸：46.7m、短軸：14.25m
測定部	幅：4.5m、高さ：2.5m、長さ：27.7m
縮流比	5.0
風速範囲	0.5 ~ 40m/sec
風速分布	± 2.0%以内
乱れ強さ	1.5%以下
送風機	軸流送風機
直径	4.3m
最大風量	27,000m ³ /min、2.25GPa (230mmHg)
電動機	直流電動機 750kW、496rpm、ディスクブレーキ装備
付属装置	主ターンテーブル（境界層流実験用、直径1.0m ~ 4.0m） 副ターンテーブル（一様流実験用、直径2.0m） 外装型トラバース（4軸制御）、消音型コーナーパーン（3カ所） 気流温度調整装置（水冷式、自動制御）、静圧調整装置

可視化風洞

Visualization Wind Tunnel

目に見えない風の流れを把握するための各種可視化実験に対応できる風洞施設です

特長 Features

可視化風洞は、以下のような特長を有しています。

- 煙やトレーサー粒子の使用や排気などを考慮して、吹き出し型（エッフェル型）にダクトを組み合わせた室内回流型を採用しています。
- PIV（Particle Image Velocimetry）やスモークワイヤー法などによる流れの可視化実験が可能です。
- 可視化実験が行える風洞としては、非常に大きな測定断面（幅 2.0m×高さ 1.2m）を有しており、可視化実験以外の各種風洞実験にも対応可能です。
- 最大で直径 1.6m のターンテーブル模型による実験が可能です。



可視化風洞の仕様
Specification of Visualization Wind Tunnel

形式	垂直密閉回流型、垂直開放型（ダンパー使用時）
全長	全長：26.5m
測定胴	幅：2.0m、高さ：1.2m、長さ：14.6m
縮流比	5.0
風速範囲	0.5 ~ 20m/sec
風速分布	± 2.0%以内
乱れ強さ	1.5%以内
送風機	軸流送風機
直径	2.22m
最大風量	2,880m ³ /min、590Pa（60mmAq）
電動機	直流電動機 55kW、647rpm
付属装置	主ターンテーブル（境界層流実験用、直径1.6m、密閉装置付） 外装型トラバース（4軸制御） トレーサー除去フィルター レーザーライトシート発振器 2次元実験装置（強制加振・パネ支持・三分力測定）

鹿島 技術研究所

〒182-0036 東京都調布市南田給 2-19-1

KAJIMA TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
KAJIMA CORPORATION

19-1, Tobitakyu 2-Chome, Chofu-shi, Tokyo-182-0036, JAPAN

<http://www.kajima.co.jp/tech/katri/>

PIVを用いた風向・風速測定システム

Wind Direction and Velocity Measuring System Using PIV

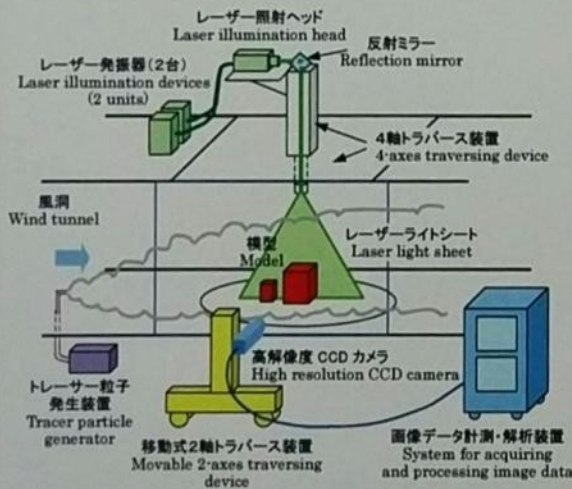
見えない風の流れを画像処理技術でデジタル化します

概要 Outline of Measuring System

高層建物まわりのビル風、ドームの内部気流などは、基本設計の段階での調査が重要です。また、橋梁の耐風安定性を検討する上でも橋梁周辺の気流の性状を把握することは非常に有益な情報となります。PIV (Particle Image Velocimetry) 技術はこのような構造物内外の複雑な風の流れを測定する際に大変有効な新しい技術です。この手法は、流れに混入した煙などのトレーサー粒子の画像を解析することで、瞬時の風向と風速を得る方法です。本システムは、風洞装置、流れを可視化するためのトレーサー粒子を発生する装置、トレーサー粒子を照明するためのレーザー照射装置、可視化画像を撮影するための高解像度 CCD カメラ、画像データを計測・解析する装置、レーザー照射装置や CCD カメラの位置を移動させるためのトラバース装置で構成されています。



実験風景
Experimental Scenery



PIVシステムの概要
General description of PIV system

PIVシステムの仕様 Specification of PIV System

解析ソフトウェア	DANTEC Flow Manager
レーザー	Newwave 120mJ, 15Hz ダブルパルス YAG レーザー
CCD カメラ	Flowsense, 8bit, 1600×1186pixel, 30fps クロスコリレーションカメラ
風洞装置	技術研究所可視化風洞 形式：吹き出し型・垂直密閉式回流型 切替式境界層風洞 測定 胴：幅 2.0m×高さ 1.2m×長さ 14.6m 最大風速：20m/sec
トラバース装置	レーザー用：4軸制御 カメラ用：2軸制御

鹿島 技術研究所

〒182-0036 東京都調布市飛田 2-19-1

KAJIMA TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
KAJIMA CORPORATION

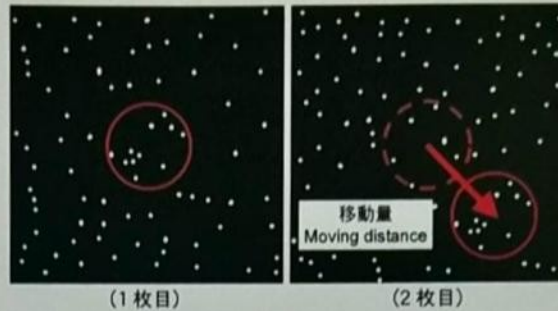
19-1, Tobitakyu 2-Chome, Chofu-shi, Tokyo-182-0036, JAPAN

<http://www.kajima.co.jp/tech/katri/>

Wind Direction and Velocity Measuring System Using PIV

PIVの基本原理 Basic Principle of PIV

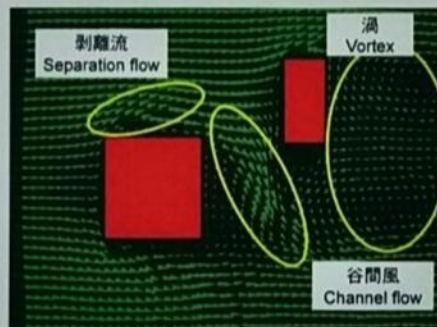
風の流れに混入させたトレーサー粒子に向けて、2台のレーザー発振器からシート状に拡げたレーザー光（レーザーライトシート）を非常に短い時間間隔で2回照射し、これを高解像度 CCDカメラで撮影します。この2枚の画像を1組として、画像間の相互相関を解析してトレーサー粒子の移動量と方向を計算することにより、数千点に及ぶ瞬時の風向・風速を非常に高速に求めることができます。さらに、この測定法は、非接触式ですので、風速計が流れに影響を与えず、高精度な情報が得ることができ、ドーム内部のように風速計の設置が困難な場所の測定にも適しています。



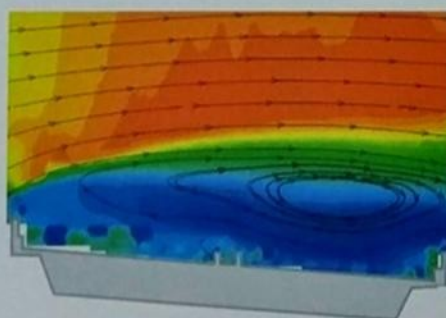
2枚の画像間のトレーサー粒子の移動
Movement of Tracer Particles between a Couple of Image Data

測定例 Examples of Measurement

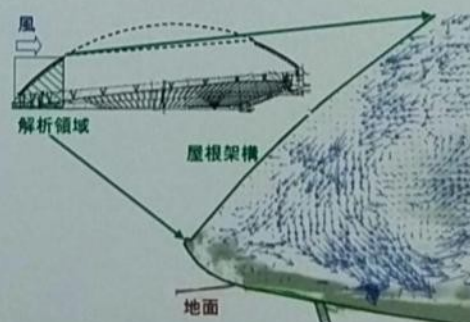
本システムを用いた測定例をご紹介します。構造物まわりに生じる様々な風の現象（剥離流、谷間風、渦など）が詳細にとらえられています。



2棟の建物まわりのビル風
An example of Measured Wind Environmental
around Two Adjacent Buildings



橋梁の橋面上における風速分布
Wind Velocity Distribution on Bridge Deck



ドーム内における風速分布
Wind Velocity Distribution in Dome