

東吳大學音樂系音樂性空間音響設計

Design of Musical Spaces of the Department of Music in Soochow University

賴榮平¹、江仲傑²、劉鎧華³、洪清安⁴、林佳儒⁵

摘要

東吳大學音樂系於民國六十一年成立，培育出眾多的優秀音樂家；舊有系館經多年的使用後，系方於九十三年決定將之拆除重建，重新規劃包含 500 席之中型音樂廳、大小音樂練習室、教師教學琴房、學生練習琴房等音樂性空間的教學研究大樓；音響設計工作於九十四年開始進行，九十六學年第一學期開始使用。

音樂練習室與教師教學琴房等之設計重點為背景噪音控制與室間音壓級差。音樂廳平常並作為音樂系師生練習演出之用，其音響設計重點包括包括：空調背景噪音控制、餘響時間，電氣音響之安全擴聲利得、音壓分布。完工使用階段量測，音樂廳 2/5 滿席狀態各測點餘響時間介於 1.53~1.65 秒，符合設計目標值 1.6 ± 0.2 秒；電氣音響安全擴聲利得為 -3.2dB，大於目標值 -8dB；電氣音響音壓分布各頻率音壓級差均在 ± 5 dB 以內。

關鍵字：背景噪音、餘響時間、音壓分布

Abstract

The Soochow University music department was originated in 1972, cultivates numerous outstanding musicians. The planning of reconstructing musical spaces of the Department was implemented in 2004, including a 500 seat concert hall, music classrooms for teachers and students. The acoustics design put emphasis on noise control of ventilation system, reverberation time. The measurement result of reverberation time was lied in between 1.53~1.65 sec, conforming the design object 1.6 ± 0.2 sec.

¹ 國立成功大學建築系教授

² 國立成功大學建築系博士生

³ 國立成功大學建築系博士候選人

⁴ 洪清安建築師事務所負責人

⁵ 大葉大學設計暨藝術學院空間設計組碩士生

一、前言

東吳大學音樂系於九十三年決定將舊有系館拆除重建，規劃教學研究大樓，具有五百席數之中型音樂廳，以及大小音樂練習室 5 間、教師教學琴房 12 間、學生練習琴房 28 間等音樂性相關空間。系方極為重視上述各音樂性空間之音響效果，要求需有音響顧問參與建築師團隊中；本文將說明規劃設計階段，音響顧問與建築師及系方意見之整合內容，以及各音樂性空間之音響設計重點。

二、音響顧問與建築師團隊及系方意見之整合

建築師於設計階段初期提出中型音樂廳設計案，高度僅三層樓高，剖面示意圖如圖 1 所示。經顧問團隊提出音樂廳每觀眾席占有容積量重要性之後，將設計案變更為四層樓高之鞋盒型音樂廳，如圖 2 所示。

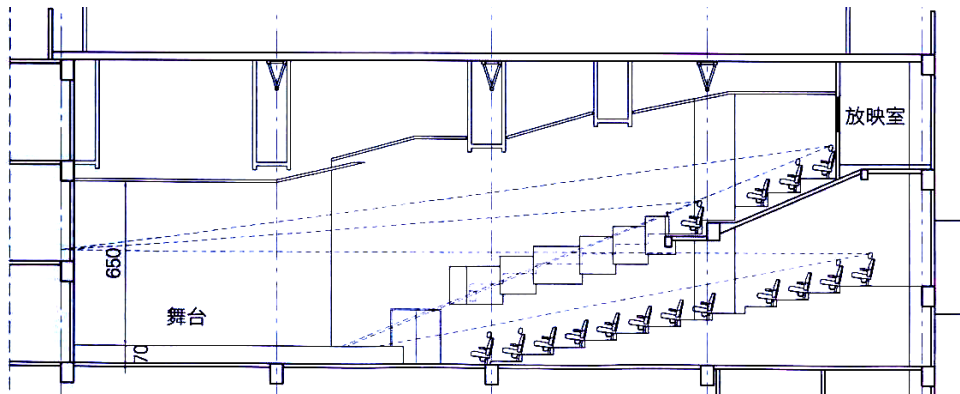


圖 1 建築師初期提出之鏡框式音樂廳剖面圖

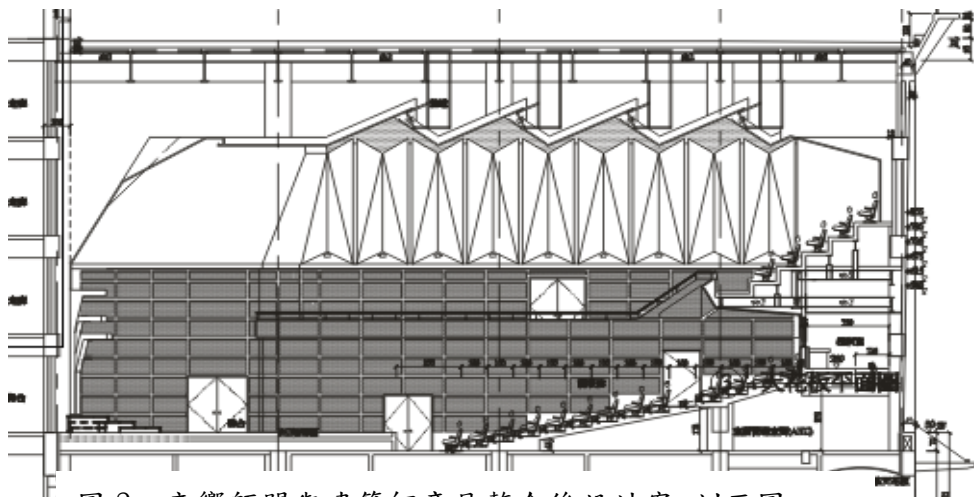


圖 2 音響顧問與建築師意見整合後設計案-剖面圖

音樂廳平時作為音樂性演出場地，也規劃作為系上交響樂團平時團練之用；經過綜合考量世界上各著名音樂廳舞台面積、形狀(如圖 3 所示)，以及針對四管制交響樂團各樂器演出人數、位置及演出時人體工學上涵蓋面積(如圖 4 所示)等因素之後，決定本廳舞台之大小及形狀。

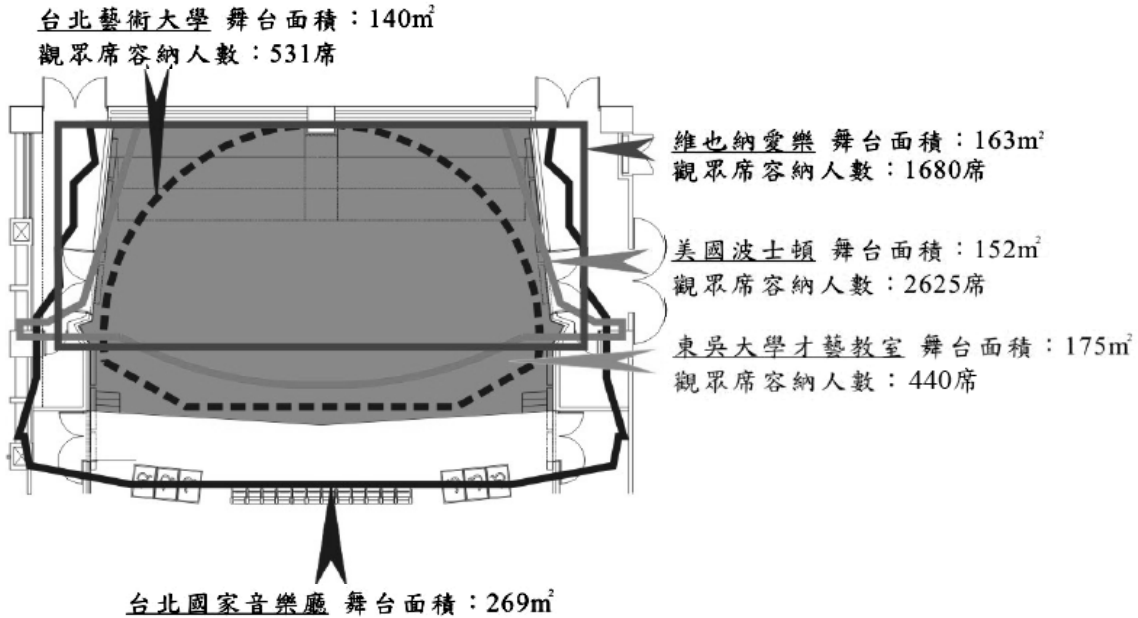


圖 3 世界上各著名音樂廳舞台面積、形狀示

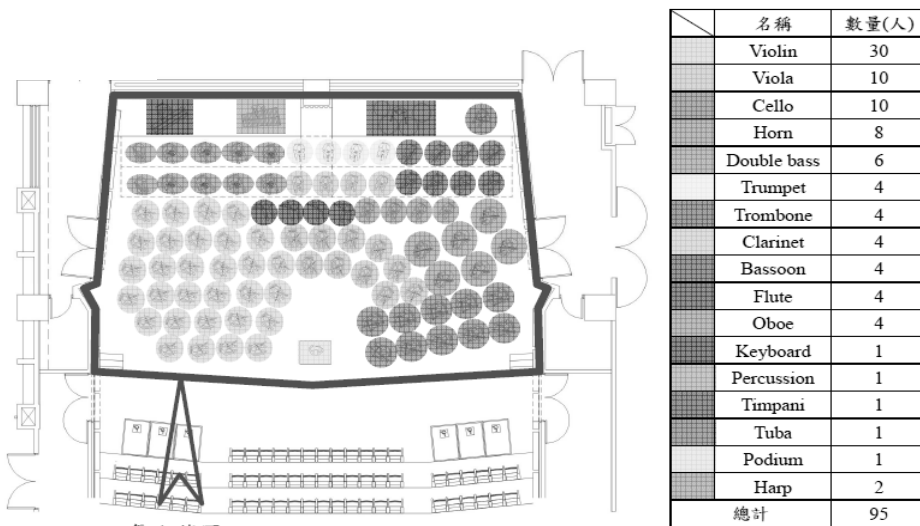


圖 4 舞台形狀面積考量各樂器演出人數、位置及人體工學上涵蓋面積示意圖

三、各音樂性空間之音響設計重點

音響顧問團隊針對各音樂性空間之使用需求，提供之音響設計重點，除在設計階段與設計團隊圖面充分整合之外，並納入工程規範以達成設計要求。

■ 空調背景噪音要求

以日本音響學會提出之室內噪音容許值(如圖 5 所示)，訂定以下音樂性空間空調背景噪音驗收標準。

音樂廳空調背景噪音採用「音樂廳 2 級」標準 30dB(A)以下之要求；大間音樂系專業教室，由於有錄音之使用需求，將空調背景噪音規定在「錄音室 3 級」30dB(A)以下；且因為上述兩空間同時使用人數眾多，因此建議空調均採用風管系統。

打擊樂教室、教師教學琴房，空調採用風管系統，因此建議空調背景噪音要求訂在「普通教室 1 級」35dB(A)以下；音樂系專業教室及學生琴房，將空調背景噪音訂在「普通教室 2 級」40dB(A)以下。

打擊樂教室、教師教學琴房

建築物	室用途	噪音級(dBA)		
		1 級	2 級	3 級
集合住宅	居室	35	40	45
旅館	客房	35	40	45
事務所	事務室	40	45	50
	會議、應接室	30	40	45
學校	普通教室	35	40	45
病院	病室(個室)	35	40	45
音樂廳		25	30	-
劇場、多目的廳		30	35	-
錄音室		20	25	30

音樂系專業教室、學生琴房

大間音樂系專業教室

音樂廳

圖 5 室內噪音容許值(日本音響學會)

■ 隔音門、窗隔音性能

音樂性空間之單開門，隔音性能要求在 STC-45 以上，雙開門隔音性能要求在 STC-40 以上，窗戶隔音性能要求在 STC-30 以上。

■ 室間音壓級差

為確保空間整體之隔音性能，訂定以下音樂性空間室間音壓級差，作為完工驗收量策規範。

1. 大間音樂系專業教室： ≥ 45 dB。
2. 音樂系專業教室： ≥ 45 dB。
3. 音樂系打擊樂教室：45dB。
4. 音樂系教學琴房： ≥ 45 dB。
5. 學生琴房： ≥ 40 dB。

■ 音樂廳餘響時間

音樂廳容積約 5600m²，依據 Kundsén & Harris 對音樂廳餘響時間之建議值(如圖 6 所示)，將滿席餘響時間訂在 1.6 秒。並且推估空席狀態 125Hz~4000Hz 各頻率餘響時間(如表 1 所示)，作為量測驗收之標準。

四、結論與建議

一個成功的音樂性空間設計，為達成對室內空調背景噪音控制之基本要求，除考量預算經費之外，須整合空調與音響顧問團隊之意見；為滿足使用者(表演者與聆聽者)對室內空間之主觀感受，須整合建築師團隊在視覺上，以及音響顧問團隊在室內音響效果上之考慮重點，並利用 3D 透視圖、建築音響模擬軟體，作為事先評估之工具。

本案例音樂廳及其他音樂性空間之設計過程，充分整合音樂系師生、建築師設計團隊以及音響顧問、空調顧問之意見；各項音響性能完工驗收量測結果，均能符合驗收規範要求，大致上能滿足音樂系師生之使用後滿意度。本案例的整合經驗，值得讓建築師及業主作為建設之初必須留意之處，歸納重點如下。

1. 音樂廳的樓層高，包括修復燈光用的貓道空間、空調設備空間、結構梁深必要的空間、屋頂隔熱必要的空間，以及室內每座席必要的空間，均須在建築師基本設計階段共同討論，才能有上述必要空間的確保。
2. 密閉式的無外窗音樂練習室、琴房等空間必須具備高隔音度、空調新鮮空氣供應，以及學生安全防備等措施；如何慎選低噪音的空調系統，以及如何防止室與室的串音，是十分必要的介面整合工作。
3. 教學琴房既要求高隔音，又要確保女生的安全防護，因此隔音門上必須要有視窗，它確是一個隔音上的衝突點。
4. 國內廠商所提供的觀眾席座椅吸音力太高，若欲國外進口則造價偏高，這也是整合上的困難點。
5. 施工階段材料構造細部大樣的確保，也是音響設計與建築設計整合上一項困難點。它完全受制於標到工程營造廠商的專業認知！校方、建築師、營造廠、音響顧問之整合性十分重要。

參考文獻

1. Concert Halls and Opera House : Music, Acoustics, and Architecture 2nd Ed, Leo Beranek.
2. L. Beranek and V. Istvan, "Noise and Vibration Control Engineering", principles and application johnwiley & sons,inc., (1992).
3. Harry F. Olson., "Functional Sound Absorbers", *RCA REVIEW*, America, 1946, Vol.7, No.4, pp. 503-521.
4. 長友宗重著，《建築設計講座 建築の音響技術》，理工圖書株式會社，日本，1969。
5. 永田穗，《建築の音響設計》，株式會社オーム出版局，日本，1991。
6. 日本音響材料協會編，吸音材料，技報堂出版株式會社，日本，1981。
7. 木村 翔，建築音響之噪音防止計畫，彰國社，日本，1982。