

提升建築物外牆及開口部之 相關隔音技術研究

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

提升建築物外牆及開口部之 相關隔音技術研究

計畫主持人：鄭元良

協同主持人：林芳銘

研 究 助 理：馮俊豪

研 究 助 理：孫滢翔

研 究 助 理：吳弦修

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 102 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

**ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT**

**The Research on Improving Technologys for Sound
Insulation of the Facades and Facade Elements**

By

Yuan Liang Jheng

Fang Ming Lin

Chun Hao Feng

Ying Siang Sun

Xian Xiu Wu

December, 2013

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 緒 論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究內容與重要性	2
第三節 研究架構與預期成果	4
第二章 蒐集資料及文獻分析	7
第一節 建築隔音管理機制之概述	7
第二節 國外建築聲學法令及相關標章制度之防音規定	9
第三節 國內建築聲學法令及相關標章制度之防音規定	11
第四節 建築物外牆及開口部隔音技術之研究	17
第三章 外牆及開口部隔音性能量測評定與計算方法	29
第一節 外牆及開口部隔音性能研究方法概述	29
第二節 外牆及開口部隔音性能量測方法	30
第三節 外牆及開口部隔音量測結果單一數值評定	44
第四節 外牆整體隔音性能計算	50
第四章 外牆及開口部隔音性能量測結果分析	60
第一節 外牆及開口部隔音性能現場量測	60
第二節 外牆開口部隔音性能實驗室量測	105
第三節 外牆及開口部構件隔音性能量測結果比較分析	111
第五章 外牆及開口部之隔音技術提升對策分析	120
第六章 結論與建議	136
第一節 結論	136
第二節 建議	137

附錄一	期初審查意見及回應一覽表	138
附錄二	期中審查意見及回應一覽表	140
附錄三	期末審查意見及回應一覽表	144
附錄四	專家諮詢會議記錄.....	147
附錄五	外牆及開口部隔音性能量測記錄	149
附錄六	外牆及開口部構件隔音性能量測結果報告	150
參考書目	185

表次

表 1-3.1 研究進度及預期完成之工作項目	6
表 2-1.1 世界衛生組織（WHO）建議之管理機制	7
表 2-2.1 世界衛生組織（WHO）居住環境室內噪音容許值之建議	9
表 2-2.2 日本建築學會室內噪音容許值之建議	9
表 2-2.3 中國大陸室內噪音容許值之建議	10
表 2-2.4 日本住宅性能表示基準外牆開口部隔音基準	10
表 2-3.1 我國各類標章制度之音環境相關規定	12
表 2-3.2 綠建築室內音環境評估表	13
表 2-3.3 高性能防音綠建材評定基準	15
表 2-3.4 新建住宅音環境外牆開口部隔音性能評估基準表	16
表 2-3.5 既有住宅音環境外牆開口部隔音性能評估基準表	16
表 2-4.1 各類牆板形式與材料	17
表 3-2.1 建築物外牆及開口部隔音量量測相關標準整理	30
表 3-2.2 本研究實驗對象及量測評估依據	31
表 3-2.3 屏科大聲學性能實驗迴響室內容概要	34
表 3-2.4 外牆構件及外牆隔音量測方法綜覽	37
表 3-3.1 建築外牆空氣音隔音特性之單一數值參量	44
表 3-3.2 空氣音隔音之基準值	45
表 3-3.3 計算修正項之聲音位準頻譜	46
表 3-3.4 用於不同噪音源類型之相關頻譜修正項	48
表 3-4.1 不同外牆對於位準差之影響係數	53
表 3-4.2 案例玻璃之隔音指標	55
表 4-1.1 住宅案例外牆及外牆構件評定總表	61
表 4-2.1 外牆構件評定總表	106

表 4-3.1 住宅案例外牆整體法評定總表	112
表 4-3.2 案例外牆開口部構件評定總表	113
表 4-3.3 含有門構件外牆整體法評定總表	114
表 4-3.4 不含有門構件外牆整體法評定總表	114
表 4-3.5 各類窗型隔音性能與基準值比較	118
表 5-1.1 不同構件之隔音指標	126
表 5-1.2 現場整體法及整體牆面推估之隔音指標	126
表 5-1.3 不同窗構件隔音頻率特性	131

圖次

圖 1-3.1 研究架構圖.....	4
圖 3-2.1 屏東科技大學聲學性能實驗室平面圖.....	35
圖 3-2.2 建築構件空氣音隔音實驗室量測示意圖	36
圖 3-2.3 揚聲器法示意圖	39
圖 4-1.1 案例 DS-F 01 外牆（含橫拉窗+壓花鋼門）立面圖	62
圖 4-1.2 案例 DS-F 01 外牆整體隔音性能正規化位準差	63
圖 4-1.3 案例 DS-F 01 外牆整體隔音性能標準化位準差	64
圖 4-1.4 案例 DS-W01 外牆橫拉窗立面圖	65
圖 4-1.5 案例 DS-W01 橫拉窗視隔音指標	66
圖 4-1.6 案例 DS-F 02 外牆（含橫拉窗+門）立面圖.....	67
圖 4-1.7 案例 DS-F 02 外牆整體隔音性能正規化位準差	68
圖 4-1.8 案例 DS-F 02 外牆整體隔音性能標準化位準差	69
圖 4-1.9 案例 DS-F03 外牆（含落地窗）立面圖.....	70
圖 4-1.10 案例 DS-F03 外牆整體隔音性能正規化位準差.....	71
圖 4-1.11 案例 DS-F03 外牆整體隔音性能標準化位準差	72
圖 4-1.12 案例 DS-F 04 外牆（含落地窗+固定窗）立面圖.....	73
圖 4-1.13 案例 DS-F 04 外牆整體隔音性能正規化位準差.....	74
圖 4-1.14 案例 DS-F04 外牆整體隔音性能標準化位準差.....	75
圖 4-1.15 案例 DS-W 02 外牆落地窗立面圖	76
圖 4-1.16 案例 DS-W 02 落地窗視隔音指標	77
圖 4-1.17 案例 DS-F 05 外牆（含橫拉窗+固定窗）立面圖.....	78
圖 4-1.18 案例 DS-F 05 外牆整體隔音性能正規化位準差.....	79
圖 4-1.19 案例 DS-F 05 外牆整體隔音性能標準化位準差.....	80
圖 4-1.20 案例 DS-W 03 橫拉窗+固定窗立面圖.....	81
圖 4-1.21 案例 DS-W 03 橫拉窗+固定窗視隔音指標	82

圖 4-1.22 案例 DS-F06 外牆 (含落地窗) 立面圖	83
圖 4-1.23 案例 DS-F 06 外牆整體隔音性能正規化位準差	84
圖 4-1.24 案例 DS-F 06 外牆整體隔音性能標準化位準差	85
圖 4-1.25 案例 DS-W 04 外牆落地窗立面圖	86
圖 4-1.26 案例 DS-W 04 外牆落地窗視隔音指標	87
圖 4-1.27 案例 DS-F 07 外牆 (含落地窗立面圖)	88
圖 4-1.28 案例 DS-F 07 外牆整體隔音性能正規化位準差	89
圖 4-1.29 案例 DS-F 07 外牆整體隔音性能標準化位準差	90
圖 4-1.30 案例 DS-W05 外牆橫拉窗+固定窗立面圖	91
圖 4-1.31 案例 DS-W05 外牆落地窗視隔音指標	92
圖 4-1.32 DS-F 08 外牆橫拉窗+固定窗立面圖	93
圖 4-1.33 案例 DS-F 08 外牆隔音性能正規化聲壓位準差	94
圖 4-1.34 案例 DS-F 08 外牆隔音性能準化聲壓位準差	95
圖 4-1.35 案例 SR-F 01 外牆(含橫拉窗、雙開門、固定窗)立面 圖	96
圖 4-1.36 案例 SR-F 01 外牆隔音性能正規化位準差	97
圖 4-1.37 案例 SR-F 01 外牆隔音性能標準化位準差	98
圖 4-1.38 案例 SR-W01 橫拉窗立面圖	99
圖 4-1.39 案例 SR-W01 外牆總體構件視隔音指標	100
圖 4-1.40 案例 SR-F 02 外牆(含雙開門、橫拉窗)立面圖	101
圖 4-1.41 案例 SR-F 02 外牆隔音性能正規化位準差	102
圖 4-1.42 案例 SR-F 02 外牆隔音性能標準化位準差	103
圖 4-1.43 案例 SR-W02 橫拉窗立面圖	104
圖 4-1.44 案例 SR-W02 橫拉窗視隔音指標	105
圖 4-2.1 SR-A01 橫拉窗立面圖	107
圖 4-2.2 SR-A01 橫拉窗隔音指標	107

圖 4-2.3 SR-A02 橫拉窗立面圖	108
圖 4-2.4 SR-A02 橫拉窗隔音指標	108
圖 4-2.5 SR-A03 橫拉窗立面圖	109
圖 4-2.6 SR-A03 橫拉窗隔音指標	109
圖 4-2.7 SR- E01 橫拉窗立面圖	110
圖 4-2.8 SR- E01 橫拉窗隔音指標	110
圖 4-2.9 SR- E02 橫拉窗立面圖	111
圖 4-2.10 SR- E02 橫拉窗隔音指標	111
圖 4-3.1 單層玻璃及雙層玻璃實驗室量測之頻譜特性	115
圖 4-3.2 案例 SR-E01、SR-E02 隔音指標	116
圖 4-3.3 SR-W02 及 SR-A01 之頻譜特性	117
圖 4-3.4 窗構件隔音性能與基準值比較	119
圖 5-1.1 住宅環境噪音構成	120
圖 5-1.2 設計施工流程圖	122
圖 5-1.3 外牆隔音性能現場量測整體法外部配置圖	123
圖 5-1.4 外牆隔音性能現場量測構件法外部配置圖	123
圖 5-1.5 外牆隔音性能現場量測內部配置圖	124
圖 5-1.6 外牆隔音性能現場量測及推估案例立面	125
圖 5-1.7 設有門廊之住宅	127
圖 5-1.8 住宅配置	127
圖 5-1.9 住宅建築物配置與噪音源之關係	128
圖 5-1.10 噪音防治空間配置示意圖	129
圖 5-1.11 噪音防治空間配置示意圖	129
圖 5-1.12 隔音窗扇類型	132
圖 5-1.13 各類窗構件之隔音性能	133
圖 5-1.14 門構件防音設置示意圖	134

圖 5-1.15 門構件密封橡膠設置示意圖134

摘要

關鍵詞：建築外牆隔音性能、管理制度、評估系統

一、研究緣起

建築環境噪音之構成種類繁多，包含來自室外環境或鄰近建築物人員行為所產生之噪音，透過門窗、牆壁、樓板等傳入室內，加上建築設備發出之噪音，即構成建築噪音環境。依據本所 98~99 年完成之「住宅音環現況調查與調查診斷機制之研究」，調查結果顯示住戶對外部營建、交通噪音感到困擾。國內噪音管制法規定超過噪音標準之交通系統須進行改善計畫，或訂定建築物改善補助計畫，但相關計畫無法涵蓋受交通噪音或環境噪音干擾之所有建築物，為確保建築音環境品質，須進行提升建築物外牆及開口部之相關隔音技術研究，提供設計參考，使建築防音體系更形周延。

二、研究方法與過程

研究對象包含既有建築物外牆隔音性能及實驗室開口部構件隔音性能量測，主要目的為建立有效之量測系統及評定程序，並進行量化評估與分析，了解各項影響因子，透過實測及建築隔音性能管理制度之探討，提出有效改建築外牆及開口部隔音性能之對策。

除了藉由實測分析外牆及開口部構件之隔音性能外，本研究也藉由既有開口部構件之隔音性能進行外牆整體牆面隔音性能推估，並以實際案例之建築外牆互相比較，建構有效之推估模式。

三、重要發現

本研究已完成國內建築外牆及開口部之管理機制之探討、量測及評估系統之建立及提出有效之外牆及開口部隔音性能推估模式及改善對策，研究內容如下：

- 1、本研究比較分析國內外建築音環境管理法令制度，結果顯示國外建築法規大多未將外牆及開口部隔音基準納入管制項目，是以訂定評估制度或相關設計指引提供設計參考，以提升室內音環境品質。國內於住宅性能評估辦法已訂定外牆開口部隔音基準、綠建築標章室內環境指標及綠建材亦有相關基準，但適用之外牆及開

口部隔音法規基準及管理機制則有待進一步建立。

- 2、 本研究彙整之外牆及開口部隔音性能現場量測評定結果，部分案例無法達到國內音環境相關評估制度基準值，RC 造外牆隔音可達 R_w 50 dB 以上，故提升窗、門構件之隔音性能為有效改善外牆隔音之對策。另都市交通噪音屬中低頻特性，依 CNS 8465-1 第 2 號頻譜修正項 C_{tr} 對外牆隔音性能可能會有 2~3 dB 的降低量。
- 3、 為有效提升外牆及開口部隔音性能設計技術，本研究已藉由文獻之彙整及實驗室與現場量測之結果，提出外牆及開口部隔音性能提升之對策，包括設計流程、外牆及開口部隔音量測評定與計算、空間配置及提升窗及門之隔音性能設計手法等。

四、 主要建議事項

立即可行建議

廣續進行提升外牆隔音性能相關研究，研擬外牆隔音基準以作為設計之參考依據

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

為確保國內建築音環境品質，新建及既有建築外牆及開口部隔音性能均有待提升，建議廣續進行相關研究，並研擬外牆隔音基準以作為設計之參考依據，另為因應自然通風需求，建議將通風隔音窗納入研究項目。

長期性建議

為確保國內建築外牆隔音性能，建議進行頻譜修正項 C, C_{tr} 相關研究，作為隔音基準之依據：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

依本研究測試結果及 CNS 8465-1 相關規定，頻譜修正項 C, C_{tr} 。對於隔音性能有一定程度之影響，故建議將頻譜修正項 C, C_{tr} 列入後續研究項目，以提供住宅性能評估基準、綠建材標章、綠建築標章等外牆隔音性能基準參考。

ABSTRACT

Keyword : Noise Control for Building Exterior, management system, evaluation system

1. Origin of the study

Noises of building environment consists of vibration made from human activity and equipment spread into interior space through windows, doors, walls etc. According to the survey "study the status of the investigation and the investigation diagnosis ring mechanism residential tone" of the 98 to 99 years results residents are disturbed by the noises made by traffic and cases of construction. If the noise is over standards formulated by government, the noise producer will be obliged to solve the problem. But the relative standards can not cover all kind of noise problems. In order to ensure the quality of the acoustics of building environment, we apply the research of the facade of building in sound insulation techniques and the references of design to make the system of the sound insulation of architecture.

Methods and procedure of the study

Study includes both noise performance and laboratory building facades of the energy component of the measured noise, the main purpose is to establish an effective system of measurement and assessment procedures, and quality assessment and analysis to understand the impact factor, explore and construction noise measured through the performance management system is proposed to change the effective opening of the exterior walls and insulation resistance measures.

In addition to the analysis by the measured sound insulation of walls and openings elements, the present study also established by the noise performance of the external wall openings elements wall insulation performance overall estimate, and actual cases of building facades compare construct effective estimation model.

2. Important findings

This study investigated the management system of the domestic building facades and openings have been completed, measurement and evaluation system and the proposed establishment of an effective sound insulation walls and openings estimation model and Improvement Suggestions, studies are as follows:

- (1) In this study, a comparative analysis of domestic and foreign construction decree sound environmental management system, the results show that most of the foreign building codes will not sound insulation walls and openings into the regulatory benchmark project evaluation system is set to provide foreign or related design guidelines refer to enhance indoor sound quality of the environment. Domestic residential property assessment approach has set benchmarks sound insulation exterior wall openings, green building and green building indoor environmental indicators are also relevant benchmark, but the opening of the applicable sound insulation regulations walls and bases and management mechanism remains to be further established.
- (2) This study pooled sound insulation walls and openings give performance given the amount of evaluation results, some cases can not be reached the sound environment-related reference value assessment system, RC-made exterior wall sound insulation up to R_w 50 dB or more, so the upgrade windows, sound insulation doors element of measures to improve the performance of the external wall sound insulation. Another urban traffic noise is a low-frequency characteristics, according to CNS 8465-1 No. 2 Ctr spectral correction term performance of the external wall sound insulation may be 2 ~ 3 dB reduction in volume.
- (3) To effectively improve the performance of the external walls and openings sound insulation design techniques, the results of this study have been compiled through literature and laboratory and field measurements, Proposed upgrade of the opening of the external walls and noise performance measures, during the design process, the amount sound insulation walls and openings scheduled evaluation and calculation, spatial configuration and design techniques to improve the noise

performance of windows and doors.

3. Suggestions

For immediate strategies: Conduct research to improve the performance of external wall sound insulation, external wall sound insulation the reference as a reference design.

Sponsor: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

Organizer: without

Explanation: In order to ensure sound environmental quality domestic construction, new and existing buildings, facades and openings are to be improved noise performance, it is recommended to continue research and to develop external wall sound insulation as a the reference reference for the gn, the other in response to the demand for natural ventilation is recommended that the ventilation window insulation into research projects.

For long-term strategies: To ensure domestic building's exterior noise performance, the proposed spectrum correction term C , C_{tr} related research, as the basis for sound insulation the reference.

Organizer: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior

Explanation: In our study of the test results and the relevant provisions of CNS 8465-1, spectrum correction term C , C_{tr} . For affected sound insulation performance of a certain degree, it is suggested that the spectrum correction term C , C_{tr} included in the follow-up research projects to provide residential property valuation, Green Building Material, green building and other external sound insulation performance benchmark reference.

第一章 緒 論

第一節 研究背景

壹、研究背景

臺灣地區由於都市人口密集及交通量劇增，近年來噪音陳情案件逐年成長，因此提升建築音環境品質確保健康生活條件之要求日益殷切。建築環境噪音之構成種類繁多，包含來自室外環境或鄰近建築物人員行為所產生之噪音，透過門窗、牆壁、樓板等傳入室內，加上建築設備發出之噪音，即構成建築噪音環境。依據本所 98~99 年完成之「住宅音環現況調查與調查診斷機制之研究」，調查結果顯示住戶對外部營建、交通噪音感到困擾。國內噪音管制法規定超過噪音標準之交通系統須進行改善計畫，或訂定建築物改善補助計畫，但相關計畫無法涵蓋受交通噪音或環境噪音干擾之所有建築物，為確保建築音環境品質，須進行提升建築物外牆及開口部之相關隔音技術研究，提供設計參考，使建築防音體系更形周延。

貳、研究目的

本研究因應上述社會需求，對國內外建築外牆及開口部相關法規及管理機制進行比較分析，並藉由建築現場量測及實驗室量測外牆開口部構造方式對於隔音性之影響，依理論計算及實驗結果提出適合國內應用之技術及工法，作為建築業者及設計者對於提升建築外牆及開口部隔音性能式參考依據。

第二節 研究內容與重要性

壹、研究計畫內容

本研究將依文獻探討之結果，選出具代表性之牆板材料及構造方式於實驗室進行量測，並進行分析與探討，用以提出適合國內運用之相關隔音技術。研究內容如下：

一、進行國內外建築外牆及開口部隔音法規及管理機制之探討

- § 彙整國外建築外牆及開口部隔音法規相關管理制度，依據相關主管機關、適用範圍、規定內容等要項進行比較分析。
- § 比較分析國內外建築外牆及開口部隔音性能管理制度，以瞭解國內管理制度或及隔音要求之現況問題，並進行檢討與建議要項。

二、建立建築物外牆及開口部隔音性能量測及評定方法

- § 建立建築外牆及開口部隔音量測系統及評定標準作業程序，作為評估改善外牆隔音性能之依據。
- § 依建立之量測及評定方法進行建築物案例外牆及開口部隔音性能現場量測，探討量測及評定適用性之相關問題。

三、進行外牆及開口部構造隔音性能實驗與性能評估分析

- § 藉由外牆開口部構造之實驗室量測並彙整本所既有測試結果，進行外牆開口部構造隔音性能之比較評估分析。
- § 依外牆開口部構造之實驗室量測結果進行建築物現場隔音性能之量測驗證比較探討。

四、進行外牆隔音設計手法與技術之比較分析與改善建議

- § 彙整外牆隔音設計相關文獻理論、性能基準及隔音性能量測結果進行比較分析。
- § 研擬提升外牆隔音設計手法與技術並提出改善建議。

貳、研究重要性

本計畫透過建築外牆及開口部之研究，研擬提升國內建築外牆隔音技術，達到安寧、舒適、健康之目標，維護我國建築音環境品質及提升生活居住品質。

一、健康音環境效益方面

世界衛生組織（World Health Organization, WHO）針對建築居住環境中噪音干擾之現象提到，環境噪音會使人體健康產生聽力損害、心臟疾病等影響。因此，本計畫提出適合國內應用之外牆及開口部技術與工法，確保居住者之舒適健康。

二、室內音環境品質提升方面

近年來國際永續建築、綠建築、健康建築等重要研討會之相關資料統計得知，目前國際關注之議題主要為「既有建築物再造」、「建築節約能源」、「健康室內環境品質」，本計畫提出建築外牆及開口部相關管理制度及技術層面之建議，未來可作為新建或整建建築設計之參考，有助於國內室內音環境品質控制技術之提升。協助國內建築隔音法規之推行與應用方面。

三、建立國內建築外牆及開口部相關技術資料

本研究經實驗室及現場實測調查，建構建築音環境基礎資料，藉由建築外牆及開口部各類構造之性能量測，並彙整前期研究資料，提供國內可有效應用及參考之性能資料，並推廣至國內各部會相關管理機制，維護居住者基本健康需求與舒適環境。

第三節 研究架構與預期成果

壹、研究架構

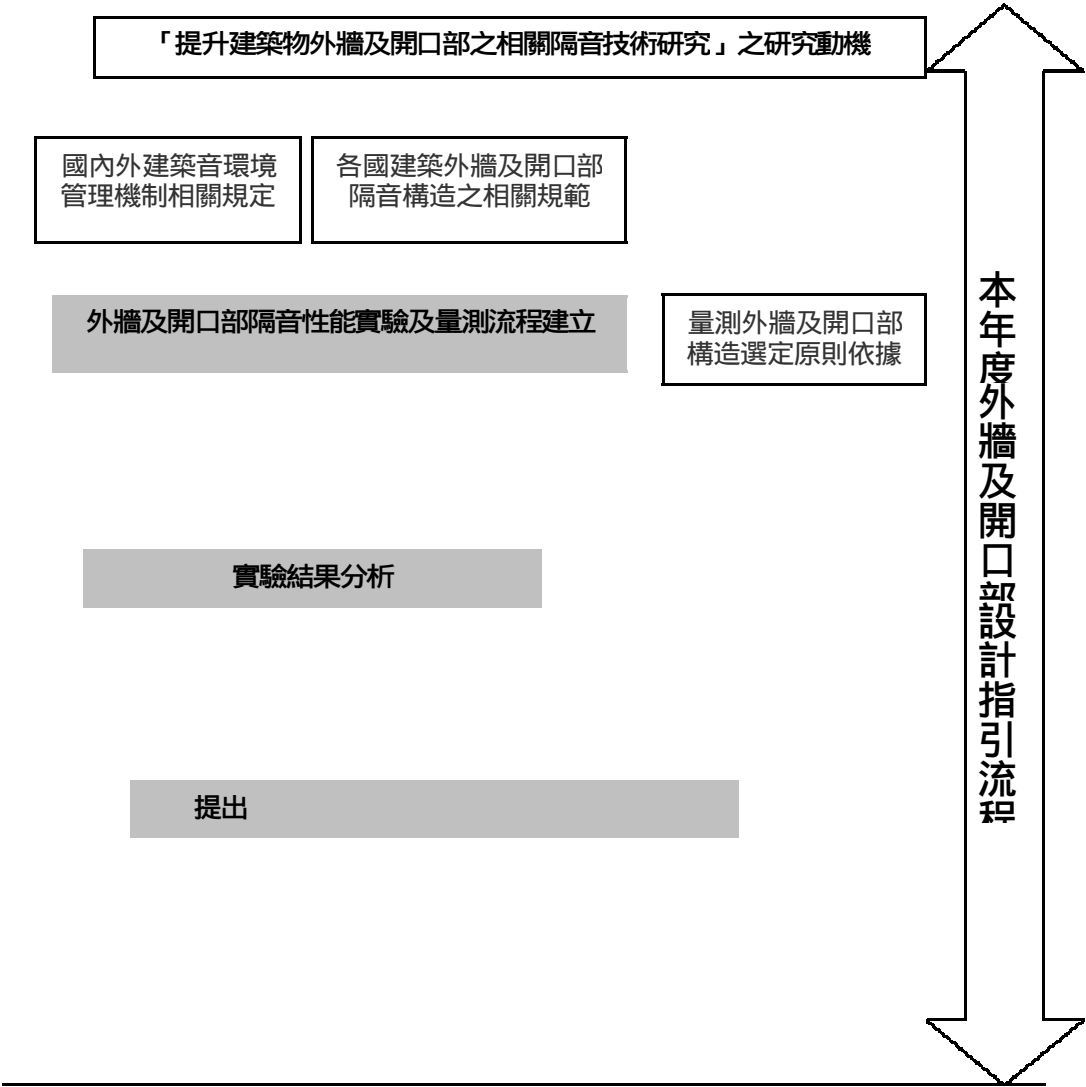


圖 1-3.1 研究架構圖

(資料來源：本研究整理)