

國家級建築結構實驗館設置研究計畫

林 銅 柱^{*}

摘 要

依據內政部建築研究所籌備處八十一年度「中華民國混凝土科技邁向廿一世紀發展之規劃」，建立國家級結構與材料檢測實驗館將是提昇國內營建科技之必然途徑，也是未來建築研究所達成檢測功能及推動研究計畫之必備設施。本研究計畫廣泛蒐集美國李海大學 (Lehigh University)等五所與日本建築研究所(Building Research Institute, Japan)等三所結構實驗館建築本體及儀器設備資料，並參酌國內台灣大學等六所大學結構實驗館現有設備，規劃本實驗館之建築物及測試設備等整體構架，擬定近、中、長程設置發展計畫。因本案「國家級結構實驗館」之內容、設備與行政院規劃中的「國家地震中心」及國內多所結構試驗館多處重覆，規劃內容尚有調整之必要。台灣屬於颱風與豪雨頻繁地帶，因缺乏風洞與風雨實驗設備及檢測單位，故營建業界紛紛赴國外執行有關風、雨的試驗。經過幾次專家座談後，決定擴大本計劃研究範圍，納入風洞與風雨實驗館之規劃工作。因此多次赴美、日蒐集相關資料，進行分析與評估，並以本土化為目標執行規劃工作。依估計，國家級建築結構實驗館包括風洞、風雨、材料、構件及實大等館，需基地面積約二公頃、建地面積約一公頃，實驗館建築物本體興建經費約新台幣十億元。依需求性之順序考量，本研究群認為風洞、風雨兩實驗館具有優先設立之需要。本計劃亦擬定建議性的營運體系與制度，提出人才、設備儀器、研究計畫等資料庫之建立系統，以期研究成果能落實本土化，對國家建設有所貢獻。

研究單位：國立交通大學土木研究所

^{*} 國立交通大學客座教授、工程博士

A Feasibility Study on Establishing A National Building Structure Laboratory System

T. D. Lin*

Abstract

In accordance with the guidelines described in the report entitled, "The National Strategy to Elevate Concrete Technologies to Meet Construction Challenges in The 21st Century," published by the Building Research Institute (BRI) of the Ministry of Interior, to establish a comprehensive structure laboratory system will be our national goal. Such a system will facilitate proper mechanisms for BRI to successfully execute its functional responsibilities and to provide long awaited services to the construction industry. For this reason, this program was initiated, and proceeded with on-site visits to large structure laboratories, such as those of Lehigh university and four others in the United States, the Building Research Institute and two others in Japan, and six domestic universities. Based on the data collected, a preliminary plan consisting of short, middle, and long range objectives was drafted. The scope of work was adjusted three months after the start of work, due to functional overlaps with those of the National Center for Research on Earthquake Engineering currently under design, and of structure laboratories at several universities across the nation. Taiwan is geologically located within the Pacific typhoon belt, and surprisingly, there is not yet a single wind or storm test facility available to support building designs. Architects who needed experimental data for design practice often conducted specific tests overseas, and experienced a great deal of inconveniences as well. After a few meetings to discuss the issue, this research group, with a consent from the sponsor, decided to expand its work scope to include feasibility studies on establishing wind tunnel and storm laboratories. Subsequently, more on-site visits in the United States and Japan were carried out. Information thus obtained was analyzed and used as reference in planning five proposed laboratories involving tests of full scale structures, structural elements, building materials, wind tunnels, and storms. The result of this study reveals that the wind tunnel and storm test facilities will have priorities for construction over the other three. It also indicates an estimate of two hectare land will be required to accommodate the proposed 5 laboratories. Of the two hectare, one will be designated for construction, of which a rough cost estimate, excluding design fee, is of approximately NT\$1 billion. The report includes a proposal to establish an effective managing operation for the proposed laboratory system and a broad data base of related technologies and experts. Hopefully, the results of this study will offer meaningful contributions to meet our national needs, particularly in the field of construction.

Submitted by: The National Chiao Tung University

* Visiting professor, Ph.D. in Engineering Mechanics

致 謝

本研究計畫承蒙內政部建築研究所籌備處鼎力支持，提供研究經費，得以順利完成。在工作期間蒙建研所張世典主任、蕭江碧副主任、林純政主任秘書、周智中組長及助理研究員曾亮等先生多方指正，在此申銘謝意。

本研究案之顧問群：交通大學研發會彭松村執行長、土木工程研究所吳永照所長、台灣大學土木工程研究所陳振川所長、成功大學建築研究所許茂雄教授，及工業技術學院營建系陳生金教授等諸位先學，擔任重要諮詢角色，惠賜寶貴意見與資料，獲益良多，殊為感佩。

計畫執行期間曾舉辦簡報，邀請專家學者共同研討，亦曾多次召開討論會，廣納意見。參與討論會之專家學者包括葉基棟博士、莫若礪博士、梁樾博士、黃榮吾教授、王亭復先生、洪思閔先生、黃兆龍教授、蔡益超教授、行政院公共督導會報黃英先生及國科會工程處張立先生等，他們的寶貴建議，促使本研究更臻完善，特此一併致謝。

這一年來辛勤研究的成果，之所以能一字一行書印成輯，本計畫共同主持人、研究員及研究助理陳百莉小姐，不分日夜地協助與支援，使本文順利付梓，衷心感謝。

我們希望這份研究報告，能喚起國內相關單位對建築結構檢測之重視，更希望有心人士共同擔負規劃國家級建築結構實驗館之重任，以提昇國內結構測試水準。

計畫主持人 林銅柱 謹致

八十二年六月三十日

目 錄

中文摘要	<1>
英文摘要	<2>
致謝	<3>
目錄	<4>
表目錄	<8>
圖目錄	<9>

壹、緒論	1
1．1 研究背景與目的	1
1．2 研究內容	1
1．3 研究方法及步驟	2

貳、國內外現有建築結構實驗館之調查	4
2．1 國外風洞、風雨、材料、構件及實大結構實驗館之調查 ..	4
2．2 國內大型結構與風洞實驗館之調查	32

參、人才、設備、儀器及研究計畫等資料蒐集	38
3．1 研究人力及重點	38
3．2 儀器設備與研究成果	38

3 · 3 資料分析	50
3 · 3 · 1 研究人力	50
3 · 3 · 2 研究成果	52
肆、國內擬設置建築結構實驗館之需求性及可行性探討	53
4 · 1 國內工業界對建築結構相關實驗館之需求評估	53
4 · 1 · 1 成立風洞實驗館	53
4 · 1 · 2 成立風雨實驗館	53
4 · 1 · 3 成立建築材料實驗館	53
4 · 1 · 4 成立大型結構構件實驗館	53
4 · 1 · 5 成立實大結構實驗館	54
4 · 2 設置實大結構實驗館之可行性探討	54
伍、設置內容	56
5 · 1 實驗館之主要設備	56
5 · 1 · 1 風洞與風雨實驗館	56
5 · 1 · 2 材料實驗館	57
5 · 1 · 3 結構構件與實大結構實驗館	61
5 · 2 實驗檢測項目	66
5 · 2 · 1 風洞實驗	66
5 · 2 · 2 風雨實驗	66

5 · 2 · 3 材料實驗.....	66
5 · 2 · 4 結構構件實驗.....	67
5 · 2 · 5 實大結構實驗.....	67
陸、人才、設備、儀器、研究計畫及營運體系與制度.....	69
6 · 1 人才、設備、儀器及研究計畫等資料庫之建立.....	69
6 · 2 營運體系與制度之建立.....	69
柒、發展計畫建地面積、工程及儀器購置費用概估.....	72
7 · 1 近、中、遠程實驗館發展計畫.....	72
7 · 2 建地面積與工程費用概估.....	73
7 · 3 結構實驗館儀器設備需求.....	78
7 · 3 · 1 風洞實驗館.....	78
7 · 3 · 2 風雨實驗館.....	79
7 · 3 · 3 材料實驗館.....	79
7 · 3 · 4 結構構件實驗館.....	83
7 · 3 · 5 實大結構實驗館.....	85
7 · 3 · 6 儀器設備經費初步概估.....	86
捌、結論與建議.....	88
8 · 1 結論.....	88

8 · 2 建議事項	88
玖、附錄	90
9 · 1 會議記錄	90
9 · 2 收集資料（如附件）	102
9 · 2 · 1 國外風洞、風雨、材料、構件與實大等實驗館資料	
9 · 2 · 2 結構試驗相關儀器設備資料	
9 · 2 · 3 國外實驗館營運管理體系與制度資料	
9 · 3 反力牆與強力地板之初步結構分析	
參考文獻	103

表 目 錄

表 3.1.1 結構工程研究人力分佈及研究重點.....	39
表 3.1.2 全國大專院校混凝土科技研究人員及研究重點一覽表...	41
表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備...	43
表 3.2.2 各校研究人員在結構工程方面發表之研究成果數量.....	51
表 5.1.1 風洞、風雨實驗館.....	58
表 5.1.2 材料(包括建築構材)實驗館.....	59
表 5.1.3.1 結構構件實驗館之重要儀器設備.....	62
表 5.1.3.2 結構構件實驗館之重要設施佈置.....	63
表 5.1.3.3 結構構件實驗館.....	64
表 5.1.3.4 實大結構實驗館.....	65

圖 目 錄

圖 1.3.1 國家級建築結構實驗館設置研究計畫執行流程.....	3
圖 2.1.1 日本建設省建築研究所實大結構實驗館.....	6
(A) 實驗館外貌	
(B) 反力牆與強地板	
圖 2.1.2 日本建設省建築研究所實大結構實驗館反力牆與強地板配置 圖.....	7
圖 2.1.3 五層樓結構物試體.....	8
圖 2.1.4 日本建設省建築研究所結構構件實驗館.....	9
圖 2.1.5 日本建設省建築研究所亂流風洞實驗館外貌.....	10
圖 2.1.6 日本建設省建築研究所亂流風洞實驗設備佈置.....	11
圖 2.1.7 日本建設省建築研究所低亂流風洞實驗館設備佈置.....	12
圖 2.1.8 日本建設省建築研究所強風雨實驗館部份外貌.....	14
圖 2.1.9 日本建設省建築研究所強風雨實驗館設備佈置.....	15
圖 2.1.10 日本建設省建築研究所建築構件材料（構材）實驗館..	16
(A) 實驗館外貌	
(B) 實驗館設備佈置	
圖 2.1.11 日本建設省建築研究所材料實驗館.....	17
(A) 實驗館外貌	
(B) 實驗館設備佈置	

圖 2.1.12 日本建築總合試驗所風洞試驗設置.....	19
圖 2.1.13 日本建築總合試驗所風速對行舒適性實驗設置.....	20
圖 2.1.14 日本建築總合試驗所強風雨下之位移試驗設置.....	21
圖 2.1.15 美國李海大學 ATLSS 實大結構實驗館外貌.....	23
圖 2.1.16 美國李海大學 ATLSS 反力牆示意圖.....	24
圖 2.1.17 美國李海大學 ATLSS 反力牆.....	25
圖 2.1.18 油壓機系統.....	26
圖 2.1.19 油壓系統中之油液冷卻設備.....	26
圖 2.1.20 美國李海大學結構構件實驗館外貌.....	27
圖 2.1.21 美國李海大學結構構件實驗館內.....	28
圖 2.1.22 德州大學結構實驗館.....	29
圖 2.1.23 德州大學結構實驗館的反力牆.....	30
圖 2.1.24 德州大學結構實驗館地板固定孔之設計.....	31
圖 2.1.25 波特蘭水泥協會(PCA)之結構實驗館.....	33
圖 2.1.26 可移性的實足尺寸抗彎測試.....	34
圖 2.1.27 國家地震中心預想完成圖.....	37
圖 6.2.1 實驗館行政組織示意圖.....	70
圖 7.2.1 實驗館佈置構想圖.....	73
圖 7.2.2 內政部建築研究所籌備處建築結構實驗館透視圖(一)...	74
圖 7.2.3 內政部建築研究所籌備處建築結構實驗館透視圖(二)...	75

壹、緒 論

1.1 研究背景與目的

依據內政部建築研究所籌備處八十一年度「中華民國混凝土科技邁向廿一世紀發展之規劃」研究案，擬定近、中、遠程目標，以提昇科技，建立結構與材料檢測單位為首務。建研所籌備處在結構與混凝土科技規劃上強調應用及檢測性的研發工作，有別於行政院國科會土木工程學門所注重的基礎研究，故應籌設相關實驗部門，如建築結構、防火、物理環境等實驗館，以配合研發需求。

鑑於國內相關單位，如研究機構、學校建築系及土木系大部份具備結構實驗室，但多屬教學、重點及理論性測試，故建研所籌備處將定位於整合、特殊及實務性之建築結構實驗館為目標。

1.2 研究內容

未來建築研究所成立後，須負起國內營建工程之「檢驗測試」責任，而成立「國家級建築結構實驗館」為達成該項檢測功能及推動研究計畫之必要措施。為建立產、官、學、研之合作，落實學術研究，必須執行全盤及整合性之規劃。主要工作內容包括：一、調查評估國內、外相關單位之實驗館建築物本體，研究人力、儀器設備及研究項目；二、完成未來國家級建築結構實驗館的整體性規劃；三、研擬實驗館之營運體系與制度；四、建立國內人才及儀器設備資料庫，以利相關業界之資訊交流；五、設定近、中、長期發展計畫與目標。

1.3 研究方法與步驟

本計劃工作進程序如圖 1.3.1 所示，首先蒐集國內、外建築結構實驗館資料並加以分析評估，俾充分了解國內環境需求，以建立產、官、學、研共同合作之國家級建築結構實驗館。

本研究就相關硬體設備作一整體規劃，針對風洞、風雨、材料、結構構件及實大結構之檢測項目進行探討，規劃試驗設備所需之最小空間及相關設施，俾安排具合理性及可擴展性的檢測環境。

有關實驗館之建築硬體規劃，擬定近、中、遠程三階段。近程包括風洞與風雨兩實驗館之設立、空間需求之研擬、設備佈置及初期營運方針；中程為設立材料與結構構件兩實驗館，擬定研究發展方向，較大型設備及組織方針；遠程則成立實大結構實驗館，強調實足尺寸大型結構體之研究、產業實務及政府規範測試等功能之結合。

本研究以資料蒐集、訪問及座談、資料整理與評估等方式進行國內、外有關研究單位之人力及設備調查，並將過去曾執行之研究項目及成果和進行中及未來計畫進行之研究項目加以歸類，提供未來人才與研究單位整合之參考。

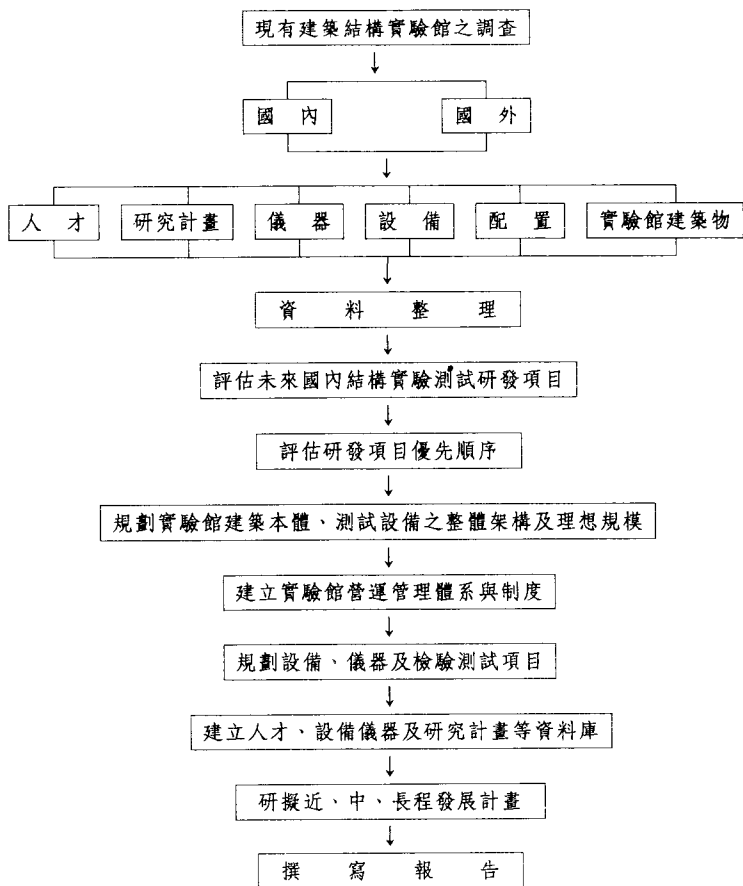


圖 1.3.1 國家級建築結構實驗館設置研究計畫執行流程

貳、國內外現有建築結構實驗館之調查

2.1 國外風洞、風雨、材料、構件及實大結構實驗館之調查

本計畫主持人及共同主持人曾分別訪問國內外各大學及研究機構，蒐集、分析現有結構實驗館之相關設施及研究情形。茲將蒐集資料整理如下：

八十一年八月至九月間本計畫主持人前往美國伊利諾大學（University of Illinois）、德州大學（University of Texas）、北卡州立大學（North Carolina State University）及美國卜特蘭水泥協會（Portland Cement Association）之營建技術研究所等單位考察，並收集有關結構實驗館之資料，其中和彭耀南教授共同訪問伊利諾大學及卜特蘭水泥協會兩單位。另於八十二年一月底至二月初赴美國普渡大學（Purdue University）、伊利諾技術學院（Illinois Institute of Technology）、日本大阪市立大學及日本建築總合試驗所等單位，參觀風洞與風雨實驗館及收集相關資料。內政部建築研究所籌備處周智中組長亦於八十二年元月赴日本建築研究所考察，將其蒐集之結構實驗館資料提供本研究群參考。經整理，現擇要介紹如后：

一、日本建設省建築研究所

1. 實大結構實驗館

主要設備包括反力牆一座（ $20\text{m} \times 6.6\text{m} \times 25\text{m}$ ）、強力地板兩個（ $24.6\text{m} \times 20\text{m}$ 、 $20\text{m} \times 15.4\text{m}$ ）及吊車四部（5噸、15噸、20噸、40噸），佔樓地板面積 2564m^2 。另有油壓控制室一間及量測室兩間，約佔樓地板面積 508m^2 。該實驗館可測試七層樓之全

尺度建築物在地震下之動力行為。圖2.1.1與2.1.2分別展示該館之外貌及其反力牆強地板系統樹立與平面圖。特選圖2.1.3以人體的大小來顯示實足尺寸試體的規模。

2. 結構構件實驗館

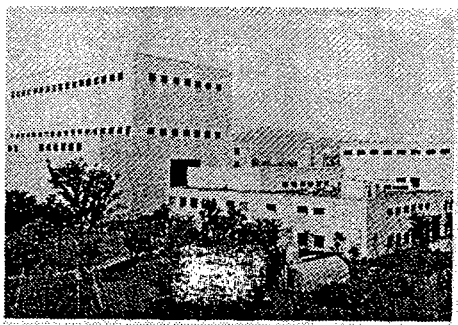
本實驗館分A、B、C三測試區，共佔樓地板面積 1809m^2 。重要設備包括萬能抗壓測試機四台（分別為1000噸、200噸、100噸、50噸）與彎曲壓縮試驗機、中型振動台、短柱試驗機、扭度測定裝置各一座。A、B、C區測試控制室、工作室、電盤室、校正用振動台室、實驗準備室、空調機械室等空間，樓地板面積 616m^2 。主要功用在於測試結構構件及構件接頭抗震性能。圖2.1.4顯示該結構構件實驗之平面配置圖。

3. 風洞實驗館

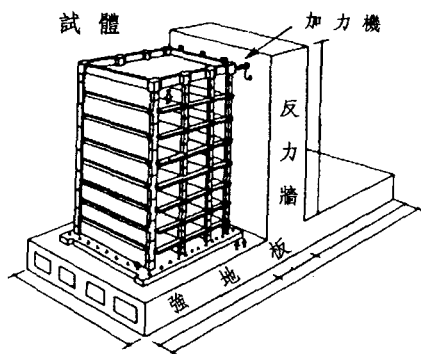
為執行風力對建築物之穩定性及建築物周界之風流特性，該實驗館之硬體設備包括三種擴散洞：一是開放回流型（ $2\text{m} \times 1.5\text{m}$ ），為高風速實驗所使用；二是密閉回流型（ $3\text{m} \times 2.5\text{m}$ ），為一般結構物耐風性實驗；三是開放壓縮型（ $3\text{m} \times 2.5\text{m}$ ），用於室內環境低風速實驗。其送風機之風量每秒約 162m^3 ，全風壓力為 15.7 mm Hg 。該館佔地約 $62\text{m} \times 25\text{m}$ ，另有佔地約 $20\text{m} \times 10\text{m}$ 的低亂風洞以及亂流界面層風洞，出口尺寸為 $70\text{cm} \times 70\text{cm}$ ，風速為每秒 $0.5 \sim 18.8\text{m}$ 。圖2.1.5、2.1.6、2.1.7分別展示該館的外貌、亂流及低亂流之測試設置。

4. 風雨實驗館

本館包含耐風實驗設備、耐風雨試驗裝置、屋頂防水試驗



(A) 實驗館外貌



(B) 反力牆與強地板

圖 2.1.1 日本建設省建築研究所實大結構實驗館

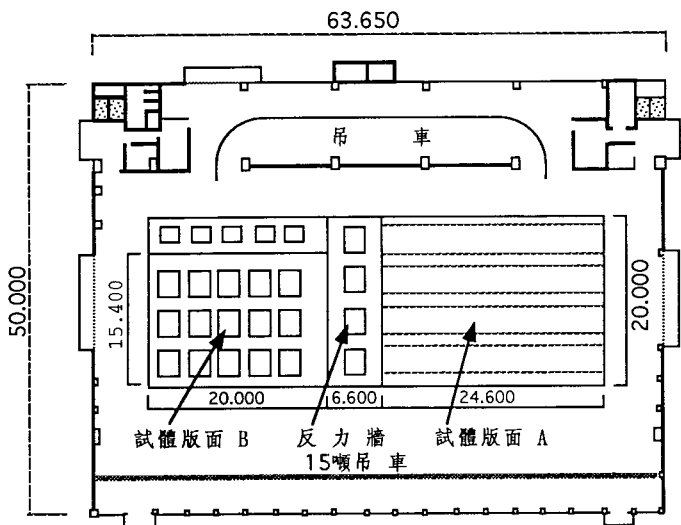


圖 2.1.2 日本建設省建築研究所實大結構實驗館
反力牆與強地板配置圖

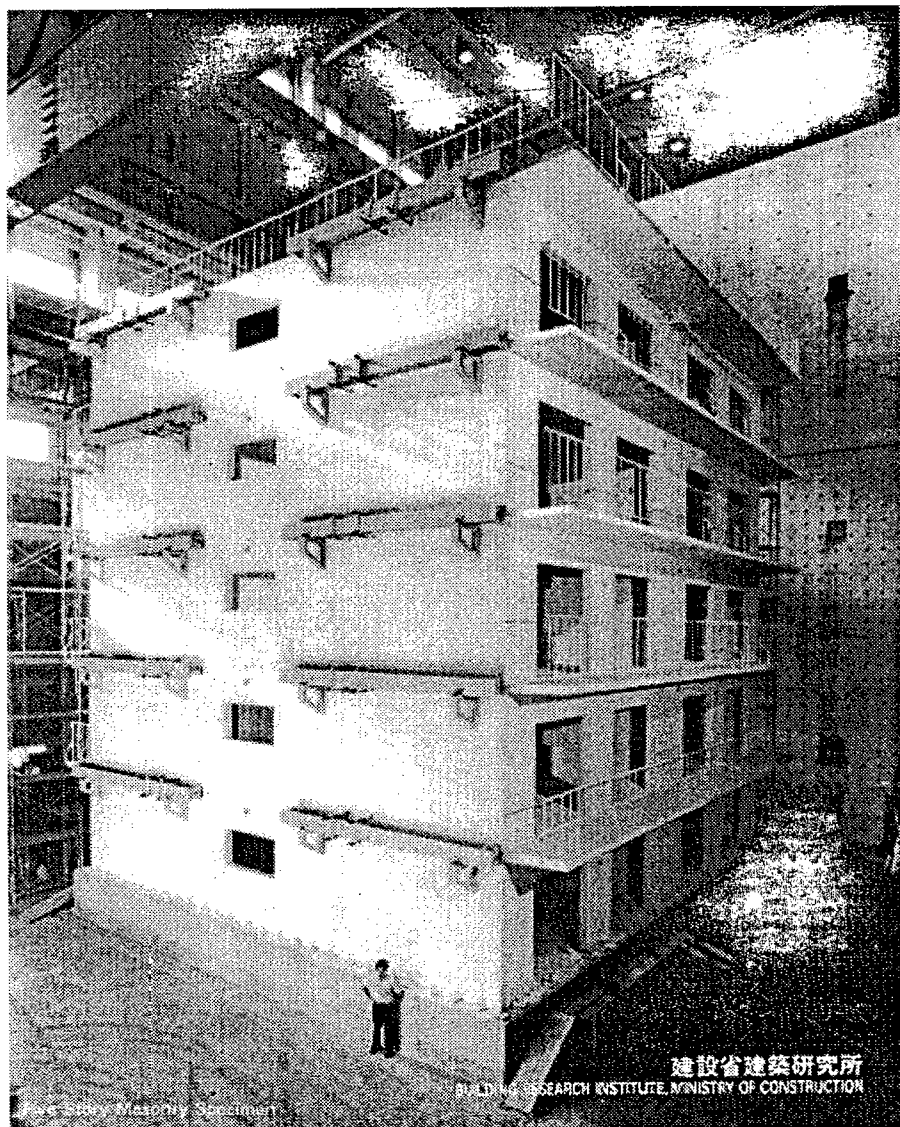


圖 2.1.3 五層樓結構物試體

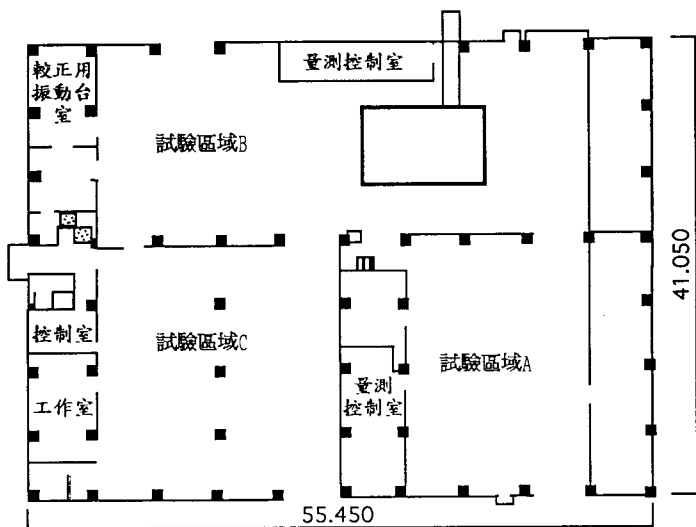


圖 2.1.4 日本建設省建築研究所結構構件實驗館



圖 2.1.5 日本建設省建築研究所亂流風洞實驗館外貌

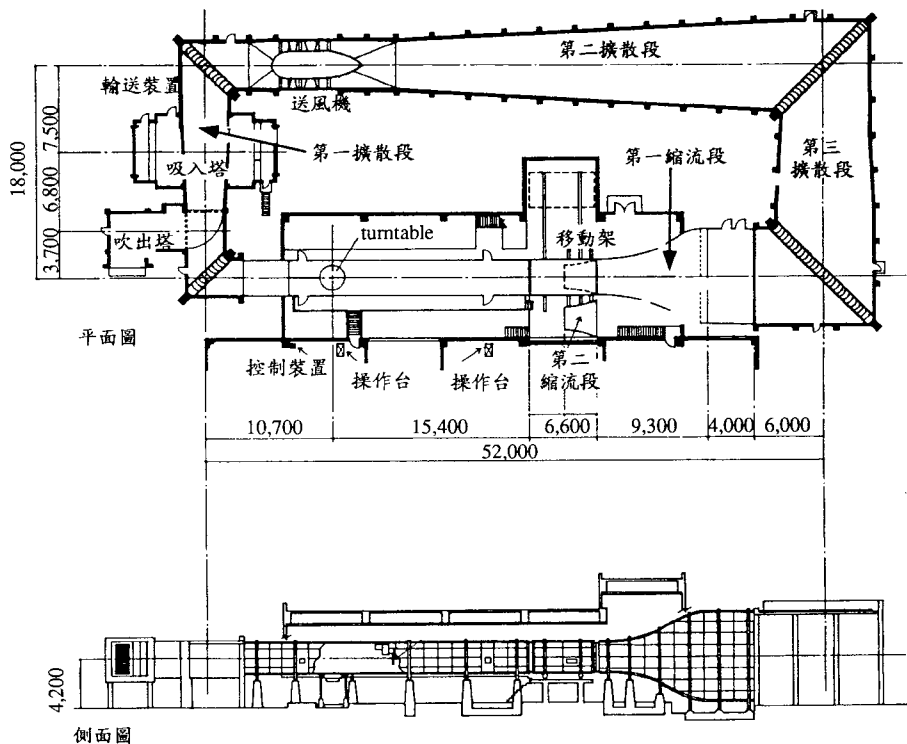


圖 2.1.6 日本建設省建築研究所亂流風洞實驗設備佈置

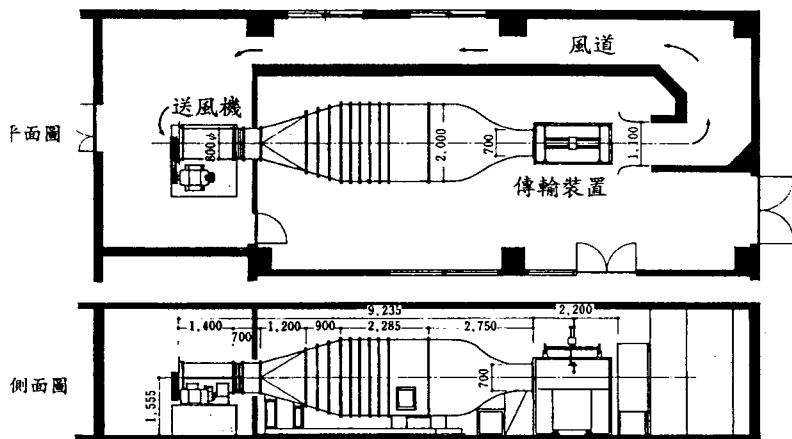


圖 2.1.7 日本建設省建築研究所低亂流風洞實驗館設備佈置

裝置、壓力型防水試驗裝置，總樓地板面積 1638m^2 ，主要功能為測試強雨對帷幕牆、屋頂及外牆防水之實驗。圖 2.1.8 與 2.1.9 分別展示該館的外貌與設備佈置。

5. 材料實驗館

本館包含兩大實驗部門，一是建築部材實驗館，擁有樓地板面積 593m^2 ，圖 2.1.10 顯示該館的外貌與設備佈置圖。內設人為惡化實驗裝置、1 噸及 2 噸的吊車。另外，佔 59m^2 樓地板面積的材料性能測試室，包括試驗爐、有害性氣體試驗、一般發熱性材料等。強度性能實驗室與應用性能實驗室各佔面積 294m^2 ，設備包含抗壓、彎曲、剪力的萬能試驗機、重複乾濕試驗裝置、散水實驗裝置、加熱試驗裝置等等。其餘如養護室、空調室、機械室及電氣室.....等空間配置，佔樓地板面積約 652m^2 。

另一部門為材料實驗館，如圖 2.1.11(A)，成立之目的在於測試建築材料在不同環境下的物理、化學性質與使用性能，以評估不同建材之特殊功能，並建立材料規範。主要設置空間包括：物理計測室、塑膠與混凝土實驗室、防蝕實驗室、化學實驗室、化學分析實驗室、電子顯微鏡實驗室、物理實驗室、資料處理室.....等，佔樓地板面積 683m^2 ，如圖 2.1.11(B)。其他使用空間如低溫實驗室、恆溫恆濕實驗室、水泥砂漿實驗室、凍融室、中性化實驗室、混凝土實驗室、養護室及強度試驗室等，佔樓地板面積 1779m^2 。

、日本建築總合試驗所

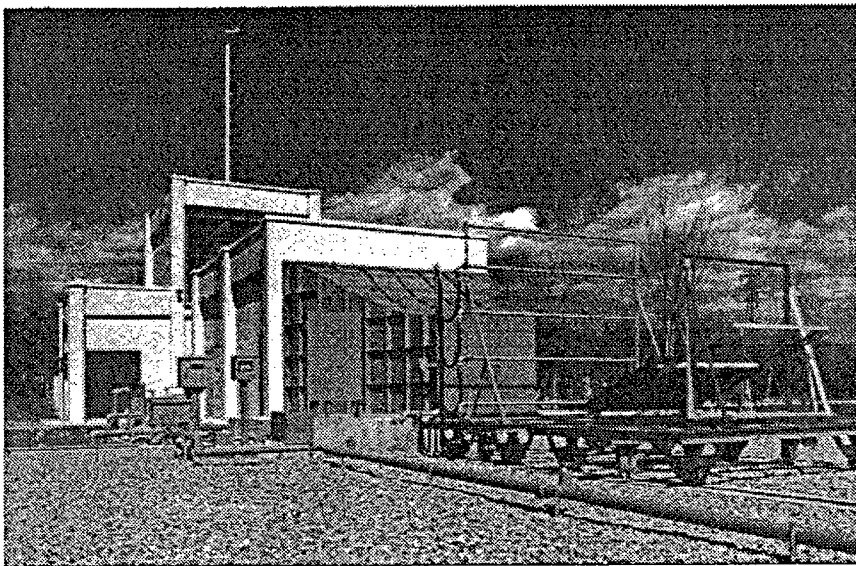
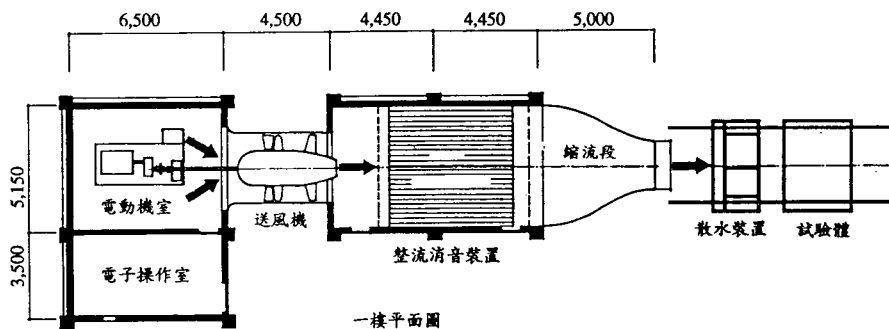
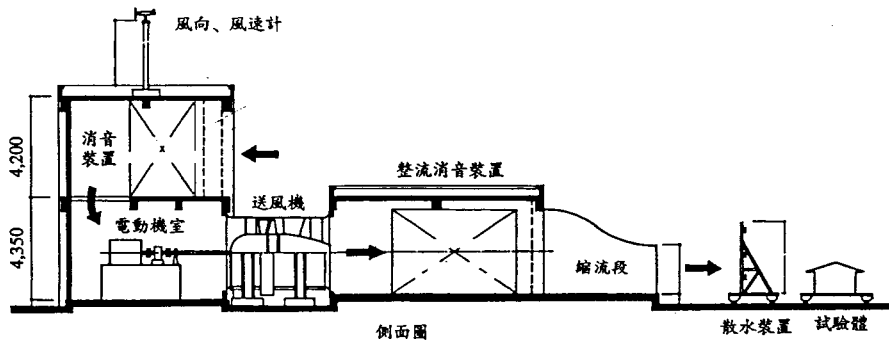


圖 2.1.8 日本建設省建築研究所強風雨實驗館部份外貌

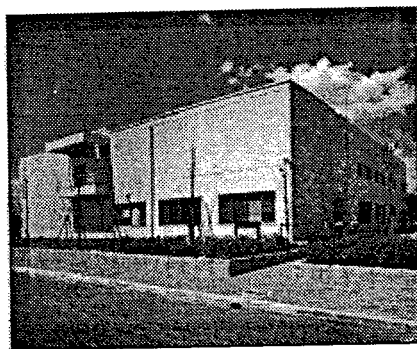


一樓平面圖

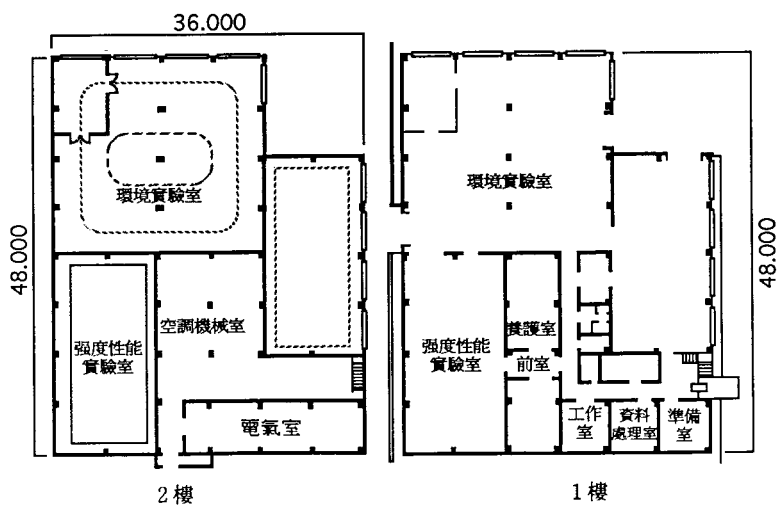


側面圖

圖 2.1.9 日本建設省建築研究所強風雨實驗館設備佈置

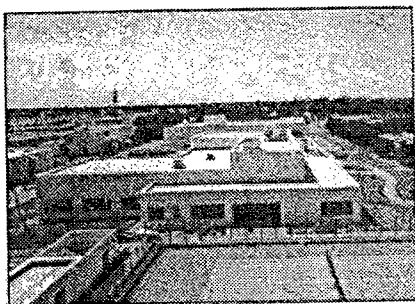


(A) 實驗館外貌

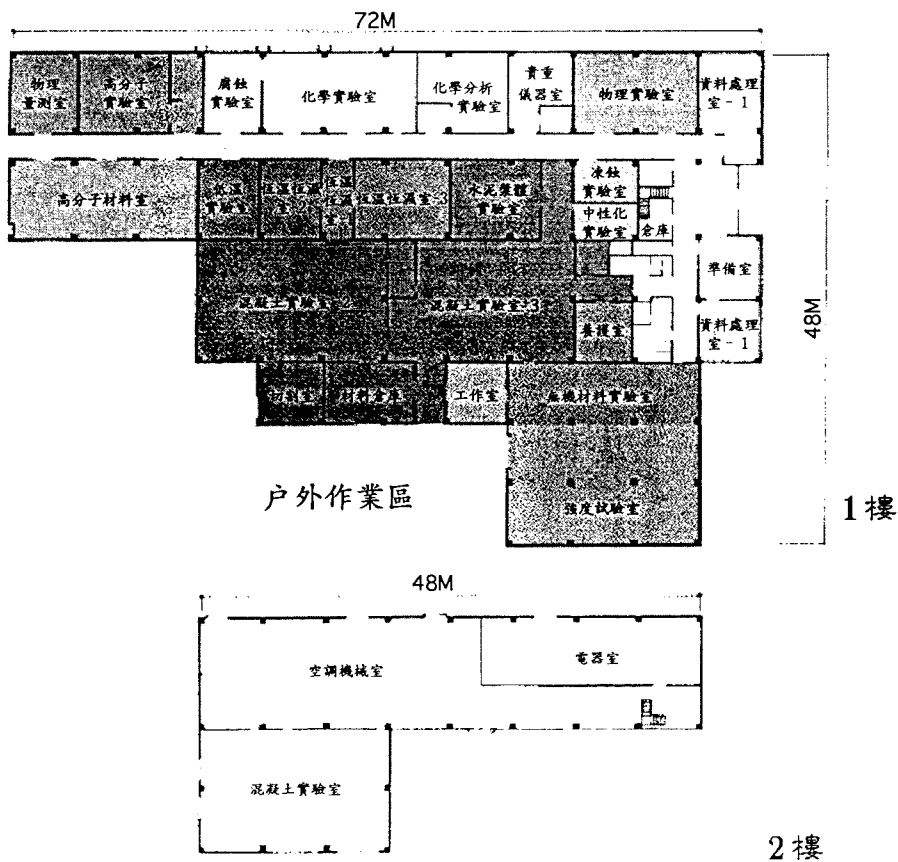


(B) 實驗館設備佈置

圖 2.1.10 日本建設省建築研究所建築構件材料（構材）實驗館



(A) 實驗館外貌



(B) 實驗館設備佈置

圖 2.1.11 日本建設省建築研究所材料實驗館

該單位之耐風、雨研究設備如下：

1. 風洞實驗館

日本建築總合試驗所為瞭解強風對建築物安全性之影響，安裝一套開放式構形之邊界層風洞實驗設備，模擬多種不同風速或亂流現象。該實驗設備長約20m，寬約1.8m，斷面尺寸高約1.2m至1.4m，如圖 2.1.12 所示，可供規劃配置參考。主要測試項目如下：

- a. 量測建築物周界之風壓係數和風速對行人的舒適性及建築物模型最大承受風壓等，如圖 2.1.13。
- b. 量測高層建築物模型之動態反應。
- c. 現場量測風向、風速及風壓等。
- d. 電腦自動量測系統。

2. 風雨實驗館

主要設置目的在於執行建築物構件和配件之流動風壓，其設備包括亂流風洞槽、暴風雨製造機、壓力量測儀等。測試項目如下：

- a. 外牆、帷幕牆、窗戶、空氣調節等外裝材之耐風壓、氣密及水密性能等試驗。
- b. 建築物通風設備中空氣流動量之測試。
- c. 外牆及帷幕牆等外裝材之層樓間相對位移與追蹤性能試驗，如圖 2.1.14。

、美國李海大學

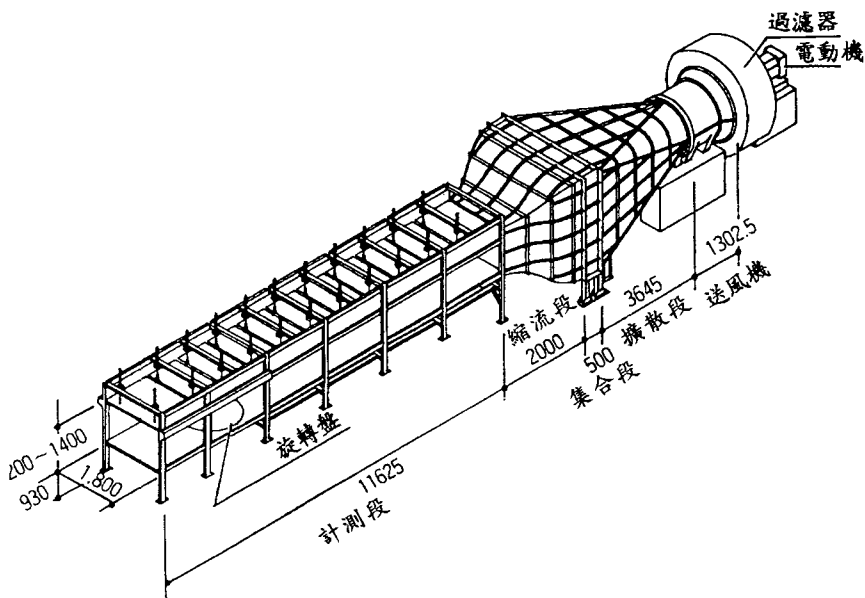


圖 2.1.12 日本建築總合試驗所風洞試驗設置

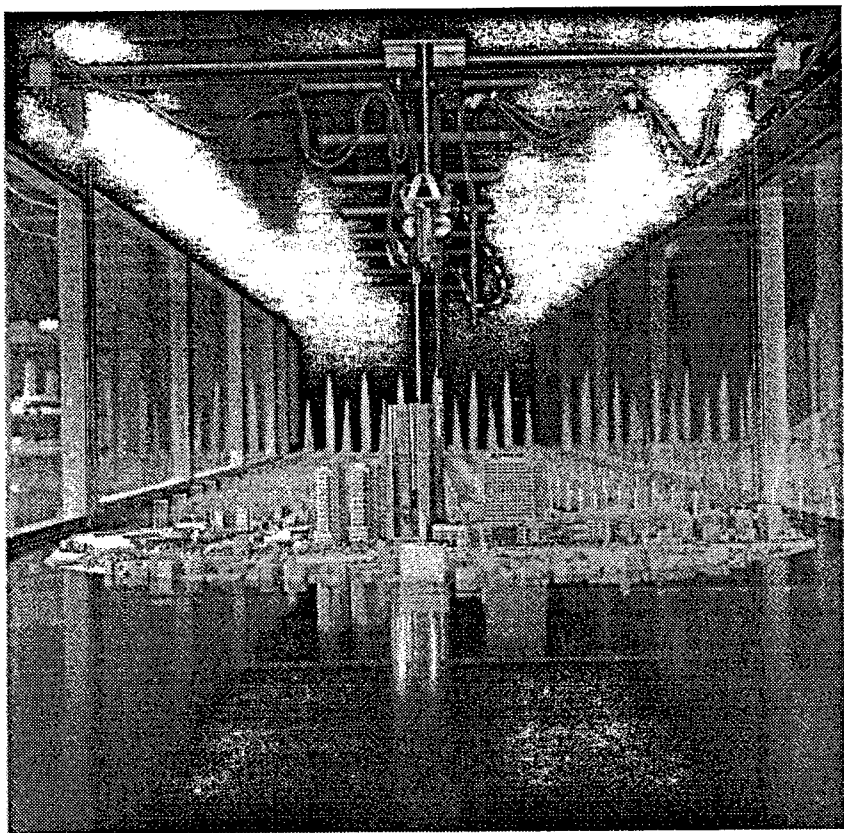


圖 2.1.13 日本建築總合試驗所
風速對行舒適性實驗設置

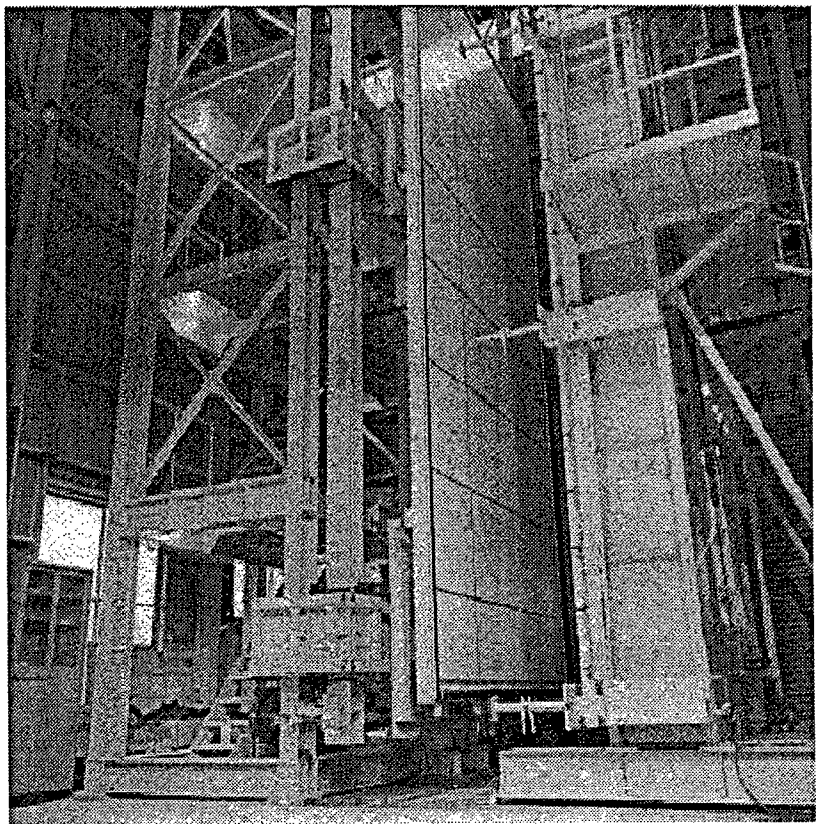


圖 2.1.14 日本建築總合試驗所
強風雨下之位移試驗設置

李海大學之 ATLSS 結構實驗館為美國最大的實大結構實驗館，如圖 2.1.15，係美國鋼鐵工業所支持的研究單位。實大結構實驗館有一座高15m，總長43.4m的L型反力牆。為節省營建材料費用，高度從15m採階梯式遞降至6m。圖 2.1.16 與 2.1.17 分別顯示其尺寸與外觀。強地板尺寸為31.2m×12.1m，約377.5m²。該反力牆可測試六層樓高之實足尺寸結構物。試驗時，可同時施加水平力、垂直力。該館並配置良好的油壓，如圖 2.1.18，泵送及冷卻系統，如圖 2.1.19。為了提高隔音效果，使用空心磚砌成隔間牆。此外，尚有 Fritz 結構構件實驗館。

李海大學另有一座規模相當大的結構構件實驗館，是一高約30cm、寬22cm、長80m的六層樓建築物，如圖 2.1.20。該館儀器設備完善，內有一部世界數一數二的抗壓機，如圖2.1.21，測試容量高達五百萬磅。如此大的壓力強度足可輕而易舉地壓斷一般橋樑的主樑。

四、美國德州大學

德州大學土木研究所的結構實驗館是由一座老舊、建於二次世界大戰時的鐵工廠改裝而成，寬約30m、高約12m，長度則長達120m以上，如圖 2.1.22 所示，可使用空間頗大。1970 年代，將部分地板拆除，新建強地板與反力牆，其反力牆之高度約6m，總長約20m，如圖 2.1.23。地板之試體固定孔，採四孔一組，如圖 2.1.24，此種設計對試體位置之設定極具幫助。

五、美國波特蘭水泥協會（PCA）結構實驗館

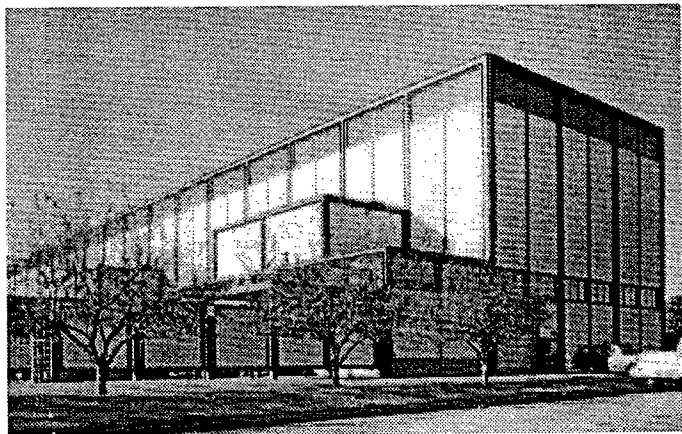


圖 2.1.15 美國李海大學 ATLSS 實大結構實驗館外貌

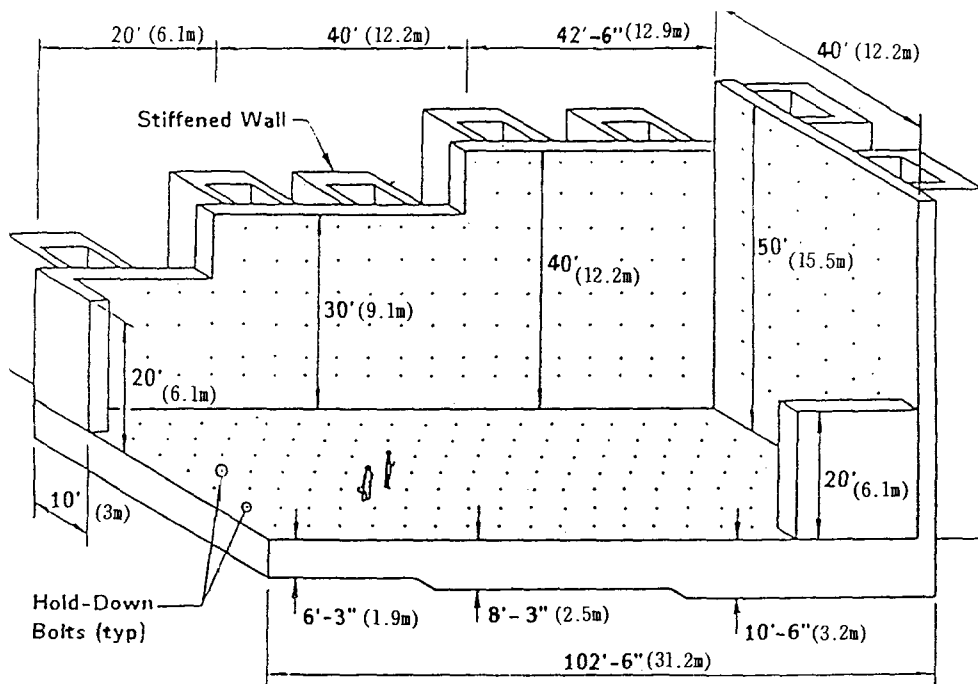


圖 2.1.16 美國李海大學 ATLSS 反力牆示意圖

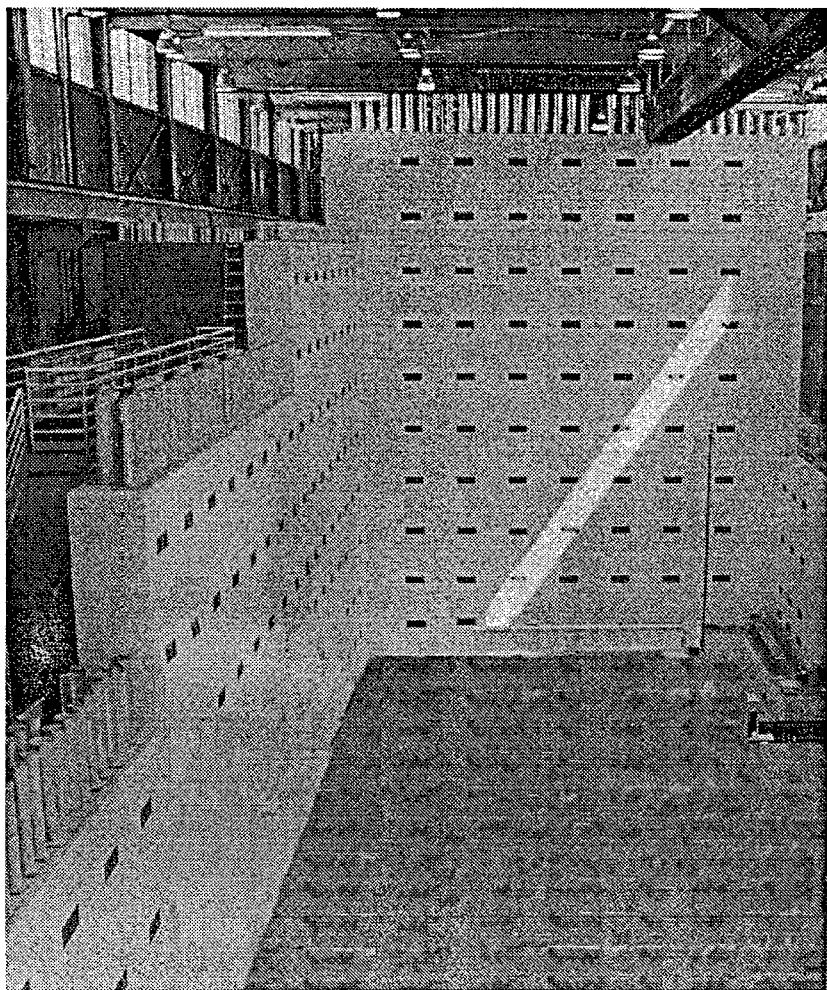


圖 2.1.17 美國李海大學 ATLSS 反力牆

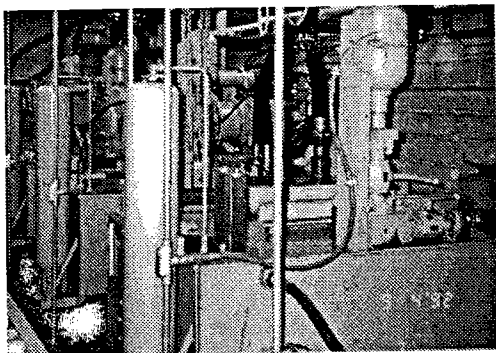


圖 2.1.18 油壓機系統

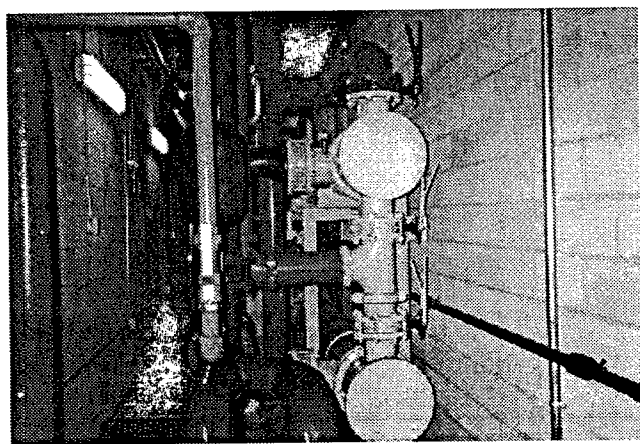


圖 2.1.19 油壓系統中之油液冷卻設備



圖 2.1.20 美國李海大學結構構件實驗館外貌

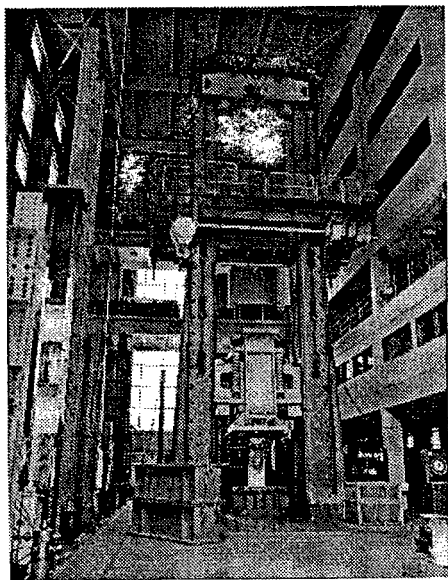


圖 2.1.21 美國李海大學結構構件實驗館內

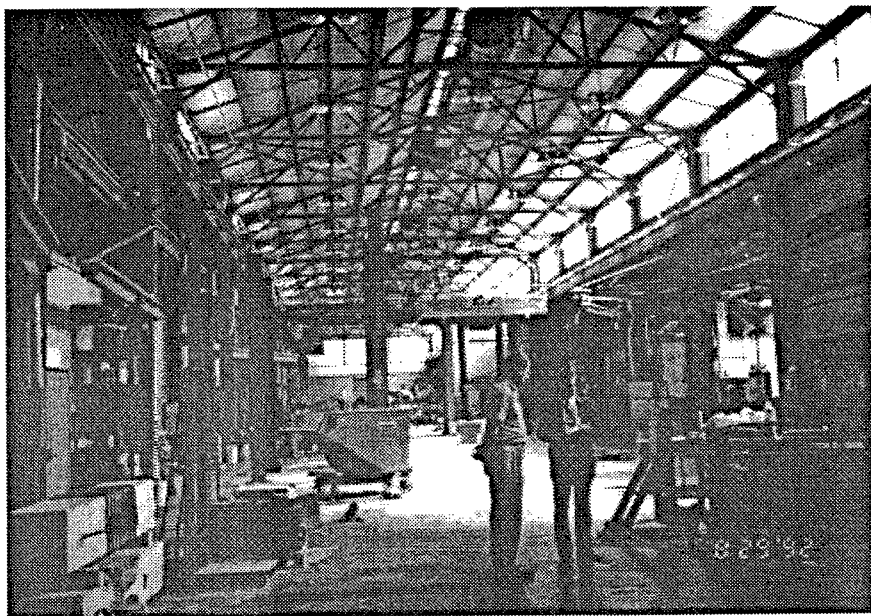


圖 2.1.22 德州大學結構實驗館

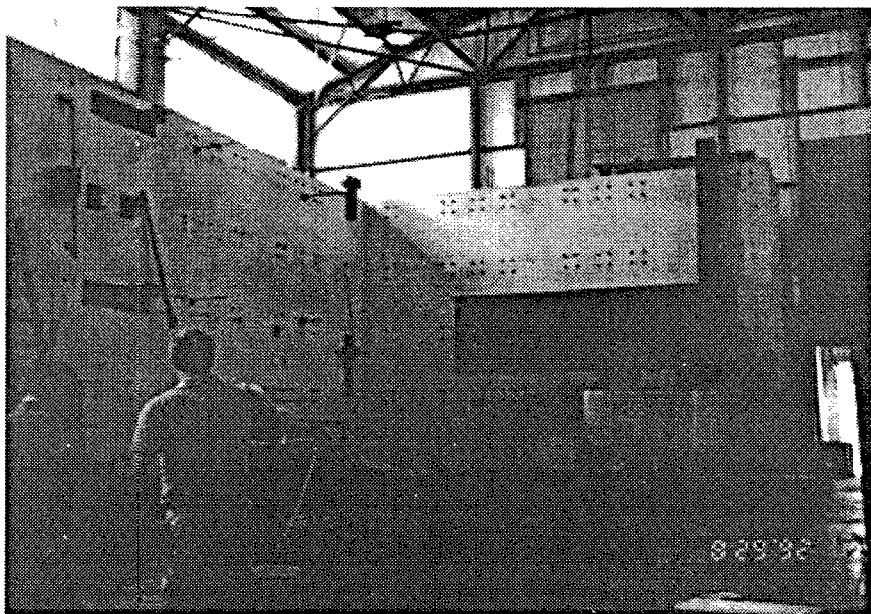


圖 2.1.23 德州大學結構實驗館的反力牆

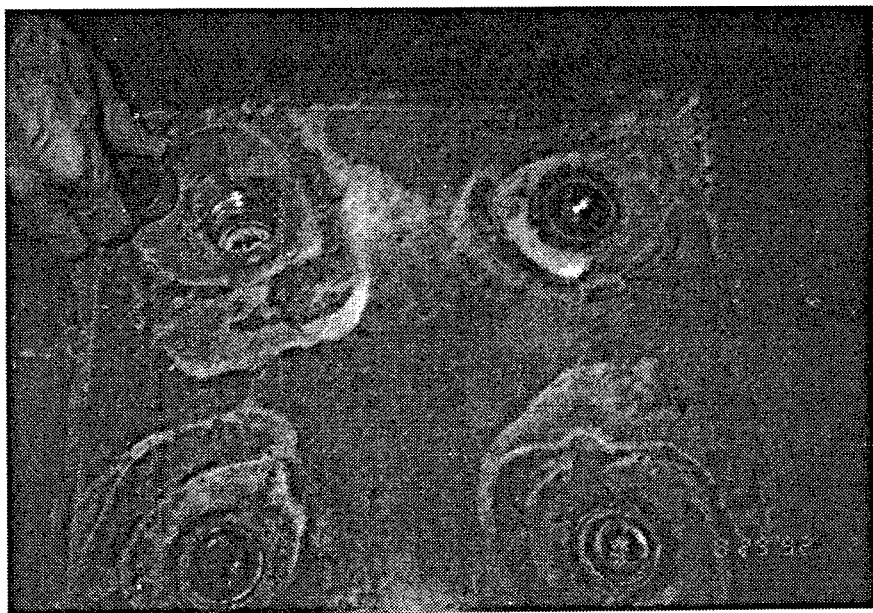


圖 2.1.24 德州大學結構實驗館地板固定孔之設計

該結構實驗館的強地板是箱型繼版。箱形空間供做地下室，用以儲存鋼筋與工作等。其他建築物構件，除柱外，均是預鑄構件，可節省組合時間，如圖 2.1.25。地板上每3英尺有一單孔固定孔。圖 2.1.26 示範如利用固定孔安置試體並做適宜實足尺寸的抗彎測試。

六、其他實驗館

如北卡州立大學的結構館與伊利諾工業技術學院的風洞實驗館，因規模不大，其風洞研究方向偏重於航空工程，故不在本報告中加以介紹。

2.2 國內大型結構與風洞實驗館之調查

國內現有之大型結構實驗館集中於國立大學之土木與建築科系，簡介如下：

一、國立台灣大學土木工程系所

此大型結構實驗館建於志鴻館內，佔地約100坪。實驗館之尺寸長18m、寬12m、高15m，設有16.5m長、8.5m寬之強力地板，以及長8.5m、寬8.5m、高7.5m的L型反力牆。其他配備包括50噸、100噸及200噸之油壓加力系統，50、100噸萬能試驗機各一部及自動資料處理系統。

二、國立台灣工業技術學院營建系

此實驗館分為結構、混凝土及材料等三個試驗室，佔地總面積約350坪。結構實驗內設有一座3m×3m單軸振動台及擬動態試驗系統，為目前國內最大的試驗設置。該館佔地約150坪，配備12m

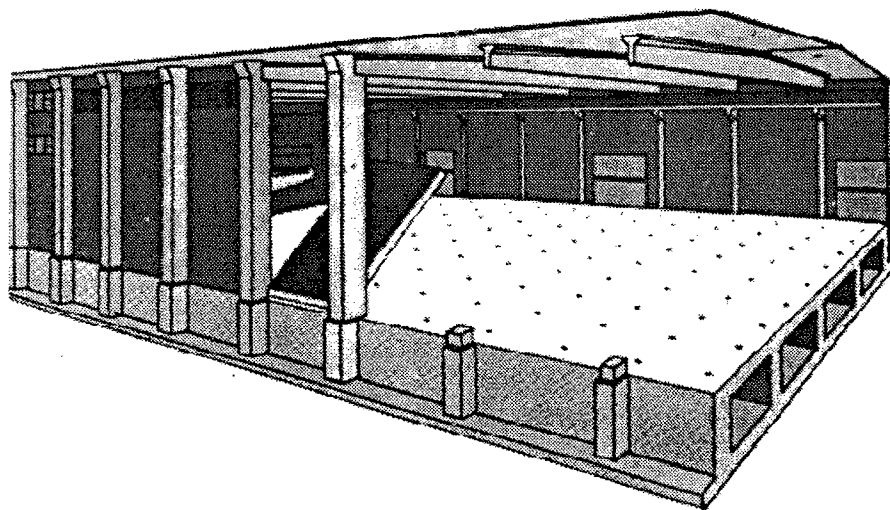


圖 2.1.25 波特蘭水泥協會(PCA)之結構實驗館

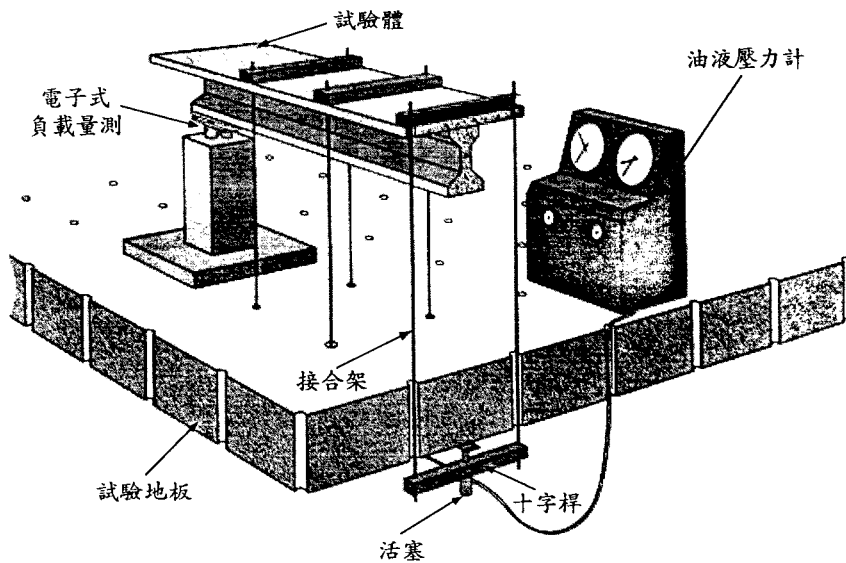


圖 2.1.26 可移性的實足尺寸抗彎測試

寬、7.5m高之反力牆以及與該實驗館同樣面積之強地板。另有，兩套100噸擬動態試驗系統、600噸、200噸、100噸、50噸萬能試驗機各一部及200噸混凝土強度抗壓機一部。

三、國立中興大學土木工程系所

中興大學的結構實驗館位於該校土木環工大樓一側的三層樓高建築物內，佔地約80坪，具備強地板及高7m、寬6m之反力牆一座、油壓加力系統及600噸、100噸萬能試驗機各一部以及自動控制系統。此外尚有佔地約150坪的材料實驗館。

四、淡江大學土木工程系所

淡江大學航空工程系於民國七十七年設立風洞實驗室，研究方向以平均流場或均勻亂流場為主。一般而言，航空研究用之風洞設置，不適合建築物之測試，故淡江大學土木系另於八十年及八十一年七月至八月間完成一套風洞試驗設備，其長度為18m，寬度為3.2m，高度為2m，可分段上升30cm或40cm，最大動力為175馬力，風速每秒1~17m，測試高層建築物之風壓、風力、風擺（結構穩定性）對高層建築物之影響及方柱體在亂流中之氣體動力現象。淡江大學另設有材料實驗館，佔地面積不詳，其主要測試範圍包括水泥骨材、混凝土以及瀝青。

五、中原大學土木工程系

該系設置之結構力學試驗室佔地57坪，而材料實驗室佔地138坪，主要結構測試範圍包括靜動態模型試驗，材料試驗則包括抗壓、抗拉等。

六、港灣技術研究所

該所之主要研究對象為水利與海洋流體力學方面。在結構測試方面，無可一提，但在材料方面之測試，卻配有如電子顯微鏡、熱差分析儀、25、100、及200噸抗壓機等儀器。

計畫興建之大型結構實驗館有：

、國立中央大學土木工程系所

中央大學現有之試驗室不大，佔地約60坪。施工中的結構實驗館，佔地計約700坪，預備建造長34.6m、寬15m之強地板及厚度1.5m、總長21m之L型反力牆，主要研究橋樑結構之力學行為、100噸壓力機及控制系統、50噸動力試驗機及控制系統。

、國家地震中心

國家地震中心預備建造之結構實驗館，反力牆高度由15.5 m採階梯式遞降為12.9、9及6m，全長54m，其結構以箱型體組成連續牆。為了提高反力牆側向勁度，反力牆與強地板均將採用6000 psi高強度混凝土建造，並使用高側向勁度反力牆。因預算尚未籌全，該實驗館目前未能開工，其完成預想圖如圖 2.1.27 所示。

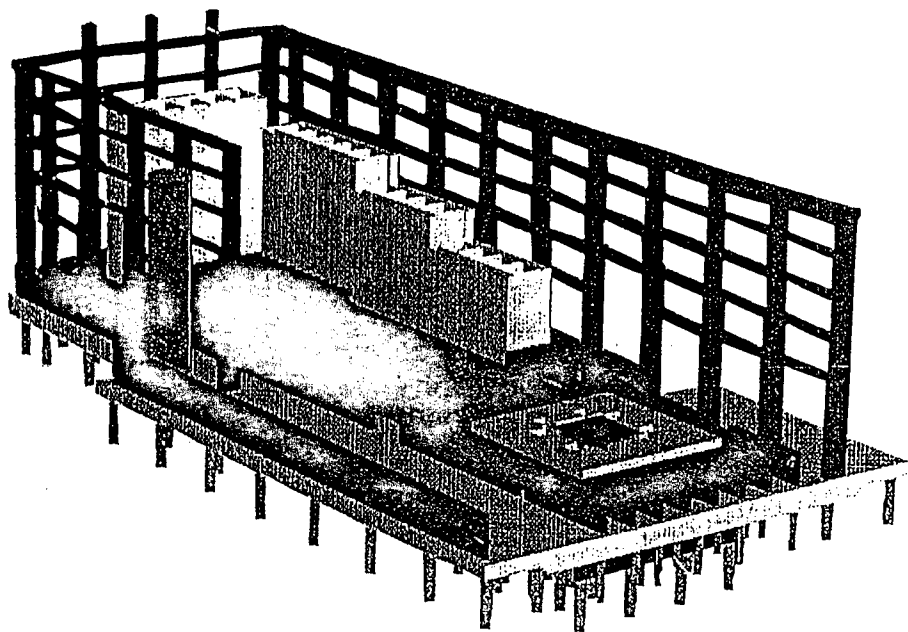


圖 2.1.27 國家地震中心預想完成圖

參、人才、設備、儀器及研究資料蒐集

目前國內執行建築結構之研究，主要以各大學院校之土木系為主。因此，大專院校為本計畫調查之主要對象。資料收集方式分為：一、問卷調查；二、國科會資料中心之人才資料檔案；三、相關之研究報告；四、電話訪談等。在問卷調查方面共發出了廿二份問卷信函，回收十六份。調查內容包括：一、現有結構工程研究人力及研究重點；二、研究人員之專長及未來研究主題；三、已發表之相關著作；四、現有相關實驗室名稱及其主要儀器設備；五、未來擬添購之儀器設備等。根據所獲得之資料整理分述於下列各節。

3.1 研究人力及重點

有關各校結構工程研究人才，參考國科會「土木工程科技學門現況報告」，分為：一、鋼筋混凝土結構；二、鋼骨結構；三、地震工程、結構動力；四、可靠度分析；五、結構土壤互制作用；六、結構力學、固體力學、計算力學；七、電腦輔助設計等七項。其研究人力分佈及研究重點如表 3.1.1。混凝土向為國內建築工程之重要建材，這方面的人力與研究重點資料，請參閱表3.1.2。

3.2 儀器設備及研究成果

表 3.2.1 顯示相關實驗室（包括結構、材料及力學等）名稱、現有主要設備及未來五年內擬添購之儀器與設備。至於研究人員所發表著作，「土木工程科技學門現況報告」將其分為：一、鋼筋混凝土、

表 3-1-1 結構工程研究人力分佈及研究重點

[illegible]

表 3.1.1 結構工程研究人力分佈及研究重點

學校	R.C. 結構	鋼 結 構	地震工程 結構動力	可 靠 度 分 析	結構土壤 互 制	結構力學 計算	電腦輔助 設 計	研 究 重 點
淡 江	胡林 錦煌 林培 煌澄		鄭陳曾雷 陸信一英 明權平暉			曾雷郭 一英瑞 平暉芳	郭瑞芳	1. 結構受風力之行為研究 2. 大型體育館結構之最佳設計
中 原	金 鵬	鄭何簡 金仲秋 國明記	王陳林王 寶達炳安 豐亮昌培	鄭金國	林何簡 炳仲秋 昌明記	王簡 寶秋 一英瑞 豐記	何王 明培	1. 結構分析發展 2. 非線性結構行為研究 3. 鋼骨-混凝土結構行為研究 4. 特殊鋼骨-混凝土結構行為研究 5. 地下結構行為研究 6. 地下結構行為研究 7. 地下結構行為研究 8. 地下結構行為研究 9. 鋼結構之失敗率分析 10. LRFD 之研究分析 11. 高強度混凝土高溫作用下行為研究 12. 外伸樑之動力分析
逢 甲	蕭新志 張志超	林文賢	詹次君 張志超 津平超		卜康 君裕 平明	張廖林林 志為慶文 超忠昌賢	黃逸萍	1. 台灣地區反應之研究 2. 結構合式控制系統之研究 3. 結構受隨機外荷之疲勞研究 4. 非線性特徵值之研究 5. 複合材料力學工程之應用 6. 複合材料力學工程之應用 7. 電腦輔助設計
中 山			李賢華 陳邦雷					1. 鋼筋混凝土及抗波性之研究 2. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震作用 3. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用 4. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用 5. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用 6. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用 7. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用 8. 海洋鋼筋結構物受波浪及地震力作用
中 華	李錫霖	李錫霖	王彥博			李苟呂張英 錦昌志香卓 霖煥宗偉夫	葉怡成	1. 結構件行為研究 2. 半剛性接頭之行為研究 3. 曲線鋼骨-混凝土結構之行為研究 4. 曲線鋼骨-混凝土結構之行為研究 5. 構件火災後行為研究 6. 構件火災後行為研究 7. 構件火災後行為研究 8. 構件火災後行為研究 9. 構件火災後行為研究 10. 構件火災後行為研究 11. 構件火災後行為研究 12. 構件火災後行為研究
高 雄				葉錦波	邵可鏞	葉林周 錦鐵介 波雄安	鐵介可 雄安鏞	
中正理工	楊邵明 放安	金文森	金文森	王定欽		楊余邵陳 明斯清金 放慰安任		1. 結構工程 2. 結構工程 3. 結構工程 4. 結構工程
國家地震中心			葉錦勳 動來任元凱 錦立崇煥勇 葉錦郭盧葉	葉錦勳	黃 寓	郭崇勇 任寬凱 葉 崇		
文 化						林建業		

表 3.1.2 全國大專院校混凝土科技研究人員及研究重點一覽表

校 名	研 究 人 員	研 究 重 點
台灣大學	高健章、陳振川、 陳清泉、邱昌平、 蔡益超、張阿本	1. 混凝土配比、工作度 2. 混凝土乾縮、潛變、破壞力學 3. 鋼筋混凝土設計、預力設計、施工 4. 飛灰與爐石混凝土之研究 5. 輕質骨材 6. 鋼筋混凝土構造韌性研究 7. 含纖維混凝土之黏彈性及破壞行為研究
交通大學	林銅柱、彭耀南、 趙文成、翁正強、 郭一羽	1. 月球混凝土之研究 2. 海砂應用之研究 3. 飛灰混凝土之研究 4. 爐石水泥及混凝土之研究 5. 高強度混凝土之研究 6. 鋼筋混凝土構件行研究
中央大學	李 釗、陳文雄、 黃偉慶、林志棟	1. 鹼-骨材反應 2. 飛灰爐石之利用 3. 飛灰混凝土孔隙分佈、品控、拌合廠品保制度 4. 鋼筋混凝土結構物耐久性研究 5. 鋼筋混凝土力學性質研究
中興大學	顏 聰、林建宏、 閻嘉義、劉秉生、 黃玉麟、郭其珍、 褚炳麟	1. 高強度混凝土 2. 輕質骨材、輕質混凝土 3. 飛灰混凝土 4. 纖維混凝土 5. 預力混凝土 6. 附加劑 7. 高強度鋼筋混凝土結構行為研究 8. 混凝土結構受高溫之行為研究
成功大學	王櫻茂、方一匡、 莫詒隆、徐德修、 郭炎塗、黃榮吾、 許茂雄、廖慧明、 林憲德、李驊登	1. 鹼-骨材反應 2. 高強度混凝土 3. 混凝土配比設計 4. 混凝土耐久性研究 5. 複合材料 6. 受損結構物修補材料之研究 7. 鋼筋混凝土構件行為研究 8. 預鑄混凝土構件行為研究
台灣 工技學院	黃兆龍、林草英、 沈進發、沈得縣、 陳舜田、林英俊、 廖慶隆、黃世建、 楊錦懷、張大鵬、 李得璋、彭雲宏	1. 混凝土巨觀性質及行為 2. 水泥化學基礎研究、破壞力學 3. 高強度混凝土性質與結構行為研究 4. 飛灰混凝土 5. 鋼筋混凝土 6. 材料顆粒力學研究 7. 鋼筋混凝土構件受火害後之力學行為 8. 混凝土材料品質管制 9. 大型預鑄混凝土之結構行為 10. 鋼骨鋼筋混凝土之結構行為 11. 鋼筋混凝土構件行為研究 12. 預鑄構件行為研究

表 3.1.2 全國大專院校混凝土科技研究人員及研究重點一覽表

校 名	研 究 人 員	研 究 重 點
屏東技術學院	陳信松、王弘祐	1. 鋼筋混凝土設計 2. 土木材料
淡江大學	倪至寬、胡銘煌	1. 水泥混凝土成品之非破壞力學試驗 2. 剛性鋪面之非破壞性力學試驗 3. 混凝土摻料 4. 鋼筋混凝土設計電腦輔助設計、繪圖
中原大學	倪至寬、胡銘煌	1. 高強度混凝土受高溫後其機械性質之研究 2. 鋼筋混凝土結構受災害後之損害研究 3. 低強度混凝土底層抗彎配合設計之研究 4. 鋼筋混凝土結構物損害後之強化研究
逢甲大學	蕭新祿、許澤善、張志超、康裕明、李樹莊	1. 鋼筋混凝土材料疲勞破壞分析之研究
中華工學院	李錫霖、詹武忠、蘇 南	1. 高強度混凝土 2. 鋼筋混凝土設計、鋼筋混凝土構件行為 3. 河川骨材研究
台北工專	彭添富、林利國	1. 稻殼灰在混凝土材料上之利用 2. 化學摻料
高雄工專	林仁益、宋明山、王和源、沈永年、郭文田	1. 水泥化學 2. 乳液混凝土、飛灰混凝土及爐石之應用研究 3. 輕骨材摻料 4. 顆粒微觀力學 5. 波索蘭才料開發研究 6. 防水摻料、固態物理解析技術
四海工專	林榮三、洪舜河、凌烽生、陳建成	1. 輕質混凝土 2. 高強度飛灰混凝土 3. 鋼筋混凝土腐蝕行為 4. 混凝土施工之規範修訂
南亞工專	李明君、謝素蘭、彭根隆、趙子澤	1. 混凝土配比設計 2. 摻料 3. 特殊材料
中國工商	蔡得時	1. 海砂應用之研究
高苑工商	張偉哲、許桂銘、王文清	1. 輕質骨材 2. 預鑄構件 3. 瀝青混凝土

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
台 大	結 構 實 驗 室	100 坪	1.大型反力牆 2.50噸、100噸、200噸油壓加力系統 3.資料自動處理系統	1.提昇自動資料收集系統之能力 2.鋼結構之焊接試驗設備
	材 料 實 驗 室	50 坪	1.50噸、100噸萬能試驗機各一部 2.溫濕度微電腦控制室 3.洛杉磯磨損試驗機 4.潛變、乾縮與熱傳性質試驗設備 5.動態材料試驗機數部	1.配合MTS系統環境材料實驗設備、夾具等 2.材料疲勞、耐久性抗腐蝕實驗設備 3.材料三軸實驗設備 4.熱洩實驗設備
	力 學 實 驗 室	48 坪	1.振動:微振儀、加速度子、記錄器 2.噪音:模組噪音聲壓計、聲強儀、雙道即時分析儀 3.衝擊:壓扭合金生桿 4.微觀力學:顯微鏡、拉伸量力加熱定溫微觀試驗系統,影像分析儀,無塵室 5.組成律:拉壓扭大變型測微器,力熱分析儀	1.自製透過損失試驗裝置 2.振動產生器 3.強振儀 4.反噪音控制器試驗有關設備 5.吸音率測定設備 6.力熱耦合實驗設備
成 大	結構材料實驗室	500 m ²	1.500噸結構物實驗機 2.50噸結構物實驗機 3.活動式結構物試驗組合荷重裝置 4.應力-應變、荷重單元,位移試驗系統 5.200噸(金屬)萬能材料實驗機(FORNEY 電子式) 6.50噸萬能材料實驗機(SHIMADZU電子式) 7.200噸(混凝土)全自動精密抗壓實驗機(HARUI 電子式) 8.150噸抗壓實驗機 9.100噸(工地式)抗壓實驗機(ELE) 10.20噸結構版抗折實驗機(MARUI) 11.5000公斤最精密電子式萬能材料實驗機(高分子) 12.水泥、高分子材料混凝土、粒料、塗料、防水劑等實驗設備 13.養護室、PC電腦	1.100噸全自動抗壓實驗機 2.試驗室文書及試驗自動化 3.動態、疲勞測試系統 4.非破壞測試自系統 5.化學分析系統 6.高分子材料測試系統 7.陶瓷材料測試系統 8.微觀結構測試系統 9.管路內壓測試系統 10.田口式品質工程所需測試系統 11.實驗室標準狀況設備 12.熱傳導係數測試系統 13.動態壓力器(Actuator) 14.計力儀(Load cell) 15.結構地板之擴建
	量 測 實 驗 室		1.數位示波器 2.脈衝生成儀 3.應力應變量測儀 4.混凝土非破壞性檢測儀 5.電子測試儀 6.加速計 7.振動器 8.位移計 9.HP 720工作站	1.工作站數台 2.超音波檢測儀 3.漏電流檢測系統 4.腐蝕偵檢系統

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
交 大	結 構 試 驗 室		1.50t結構震動系統 2.萬能試驗機	1.增加二組加力系統 2.增加反力鋼架 3.反力牆 4.吊車
	結 構 實 驗 室		結構震動系統	1.100kips MTS加力器(Actuator) 2.振動平台
	材 料 試 驗 室		1.混凝土抗壓抗彎試驗機 2.萬能試驗機 3.水泥試驗設備 4.骨材試驗設備 5.瀝青試驗設備	1.600kips MTS 岩石試驗系統 2.數據收集器(Data Acquisition) 3.MTS控制器(Controller) 4.電腦
	材 料 實 驗 室		1.抗壓試驗機 2.抗彎試驗機	MTS
中 央	結 構 試 驗 室	60 坪	結構震動測試及資料分析系統包括： 感應子、記錄器、A/D轉換器、振譜分析儀、三鉸拱實驗裝置、彈性梁試驗裝置、剪力中心儀、吊索張力實驗裝置、中央懸掛式橋樑實驗裝置、幹棒扭力實驗裝置、力平衡實驗裝置、結構穩定實驗裝置等之實驗模型	可調頻式起振器
	大型結構試驗室 (83年8月成立)	700 坪	1.50噸動力試驗機主機及控制系統 2.100噸壓力機主機及控制系統 3.20噸鋼筋拉力機 5.20噸鋼架抗彎機 6.鋼筋彎曲機 7.應變儀 Data Logger IBM P.C. (SHIMADZU電子式)	擬動態試驗用儀器
	水泥物化試驗室	20 坪	化學成份分析一套 高壓膨脹鍋、大型溫濕室、高溫爐	1.X光繞射儀 2.紅外線光譜儀 3.電子顯微儀 4.水泥混凝土流度儀 5.水泥混凝土壓汞式孔隙分析儀
	水泥混凝土試驗室	50 坪	1.粒料物化 2.材料化性 3.新鮮混凝土物性設備 4.硬化混凝土力學設備 5.非破壞性設備 6.鋼筋腐蝕電位量測設備	
中 興	結 構 實 驗 室	80 坪	1.25T振動疲勞試驗機 2.100T萬能試驗機 3.結構振動分析儀 4.10T線性載動試驗機 5.600噸MTS試驗機	1.100噸加力器(actuator) 2.50噸加力器 3.自動控制系統

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
中 興	結 構 實 驗 室	150 坪	6.7m*6m*1m反力牆一座 7.20t/5t吊車 8.強力樓版	
	材 料 實 驗 室		1.20T動態材料試驗系統 2.100T萬能試驗機 3.高溫爐 4.熱傳導測定儀 5.超音波試驗儀 6.鋼筋探測儀 7.熱反射探測儀 8.應力、應變測定設備 9.敲擊回音混凝土非破壞檢測試驗儀器 10.80噸柱壓機及反力構架 11.180°C高溫高壓混凝土養生設備	
工 技	結 構 實 驗 室	150 坪	1.振動台試驗系統(3M*3M) 2.振動態試驗系統(2*100噸) 3.反力牆(12M*7M) 4.600噸萬能試驗機 5.20/5噸行走式吊車 6.60.64及100頻道高速自動資料收集系統 7.30噸、60噸及90噸油壓千斤頂 8.1200°C高溫爐(4M*1.5M*1.5M)	1.擴充高速自動資料收集系統 2.擴充振動態試驗系統 3.橋樑動態試驗系統
	混 凝 土 試 驗 室	165 坪	1.50噸萬能材料試驗機 2.100噸萬能材料試驗機 3.200噸萬能材料試驗機 4.200噸混凝土強度抗壓機 5.水平強制式拌和機 6.高溫烘箱 7.混凝土切割機 8.磨損試驗機 9.混凝土非破壞性實驗 10.烘乾箱 11.混凝土量測自動化(資料擷取系統、放大器、讀位儀、載重器、64及16頻道)	1.ASTM鋼筋標準彎鈎彎折器 2.混凝土強度抗壓測試系統及週邊設備 3.試驗鏈 4.空壓機 5.三軸筒與微壓定壓器 6.粗骨材比重儀 7.MTS810.25萬能試驗機之電子控制及量測系統 8.砂堆含水率測定儀 9.萬用波形分析儀 10.超音波試驗儀 11.影像處理機及其週邊設備 12.熱傳導測定儀 13.混凝土恆溫恆濕室
	營 建 材 料 試 驗 室	45 坪	1.100MTS動態萬能試驗機 2.MIP自動拌壓壓汞孔 3.微小硬度計 4.六聯混凝土透水儀 5.AC阻抗抗腐蝕分析儀 6.車轍式試驗機 7.老化試驗機 8.程式動融試驗機 9.馬歇爾試驗機	1.材料燃燒性試驗裝置 2.材料著火性試驗裝置 3.材料火蝕傳播性試驗裝置 4.泛用型耐火高溫爐 5.熱傳導率測定儀 6.材料熱學性質測定儀 7.側向變型量測儀 8.裂紋開口位移量測器 9.溫濕度自動控制室

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
工 技	營建材料試驗室		10. 威氏粘附儀 11. 揉搓耐夯實機 12. QTM熱導性量測儀 13. 恆溫恆濕器 14. X光繞射儀 15. 瀝青低溫延展性試驗機	10. 噪音測定儀 11. 回彈模數測定儀 12. 混凝土及瀝青混凝土路面磨耗試驗機 13. 影像分析儀 14. 全自動水泥水化熱偵測系統
海 洋	海洋工程材料實驗室	205 m ²	1. 100噸萬能材料試驗機 2. 訊號分析儀 3. 150噸混凝土強度抗壓機	1. 超音波測試儀 2. 混凝土耐久性試驗儀 3. ERS波生比裝置儀 4. 25噸結構物振動試驗機
中 山	工程材料試驗室	224 m ²	1. 抗壓試驗機 2. 吉爾摩測定儀 3. 電動流度儀 4. 骨材含水量 5. 骨材鹽份測定器 6. 水泥砂浆拌合器 7. 混凝土拌合器 8. 洛杉磯磨損儀 9. 粗骨材搖篩機 10. 水泥氣透儀 11. 離克針貫入儀	1. 抗拉試驗機 2. 動力抗壓實驗機
中 正 工 工	結 構 實 驗 室	10 坪	1. 萬能結構載重架 2. 資料擷取處理系統 3. 小型模型振動台 4. 靜動態訊號放大器 5. 結構分析軟體20餘項 6. 30噸泛能試驗機	1. 動態分析儀 2. 工作站
	材 料 實 驗 室	40 坪	1. 50噸、100噸、200噸油壓系統 2. 萬能資料擷取系統 3. 恆溫濕櫃 4. 超音波強度檢驗儀 5. 洛杉磯磨損試驗機 6. 混凝土拌合器	1. 水泥骨材檢定設備 2. 混凝土鑽心取樣設備 3. 加熱水槽 4. 拉力實驗儀 5. 老化實驗儀 6. 破裂強度實驗儀 7. 耐磨耗性實驗儀
	撞擊力學實驗室	10 坪	1. MTS高速撞擊實驗儀 2. 高速資料擷取系統 3. 超高速攝影機 4. 離子雷射	1. 吊車組及夾具模型製作 2. 壓電晶體感應具 3. 振動分析儀 4. 撞擊與貫穿分析軟體
淡 大	大氣邊界層風動實驗室		1. 1.26m*1.2m*1.0m 斷面風動一組 ，最大風速24m/sec 2. 1.5m*2.0m*14.0m 斷面風動一組 ，最大風速12m/sec 3. 熱絲風速儀二頻道 4. 風壓轉換器六頻道 5. 應變轉換器六頻道	1. 多點風壓量測系統-以同質量測 500點為目標 2. 流場影像系統 3. 添購二頻道風速儀 4. 應變量測增至十頻道 5. 計算機工作站

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
淡 大	材 料 實 驗 室		1. 水泥之比重試驗 2. 水泥之細度試驗-篩分析法 3. 水泥之細度試驗-氣透儀法 4. 水泥之正常稠度試驗 5. 水泥漿之凝結時間試驗-維卡針 6. 水泥漿之凝結時間試驗-古摩爾 7. 波特蘭水泥之增壓膨脹試驗 8. 水泥漿之抗拉試驗 9. 水泥漿之抗拉試驗-中國、美國規範 10. 水泥漿之抗拉、抗壓試驗-日本規範 11. 粗骨材之比重、含水量、面飽乾和水量試驗 12. 細骨材之比重、含水量、面飽乾和水量試驗 13. 直讀式粗骨材之比重、表面水量試驗 14. 骨材之篩分析試驗 15. 骨材中小於#200篩之粒料含量試驗 16. 骨材之健全性試驗 17. 骨材中輕質物含量試驗 18. 洛杉磯磨損試驗機 19. 粗骨材之軟粒試驗 20. 細骨材中有機物含量試驗 21. 骨材中土壤含量試驗 22. 骨材之單位重試驗 23. 混凝土配和比設計 24. 混凝土坍度試驗 25. 混凝土抗壓試體之製作、養護、強度試驗 26. 混凝土之單位重、產量及空氣含量試驗 27. 混凝土之空氣含量試驗 28. 混凝土之泌水試驗 29. 瀝青比重試驗 30. 瀝青軟化點試驗-環球法 31. 瀝青軟化點試驗-水銀法 32. 瀝青針入度試驗 33. 瀝青比重試驗 34. 瀝青延伸試驗 35. 瀝青黏度試驗-賽波黏度試驗儀 36. 瀝青中灰份含量測驗 37. 瀝青散火點、著火點試驗 38. 瀝青含水量試驗 39. 瀝青混合物之成份分析試驗 40. 瀝青粒料混合物剝落試驗 41. 熱拌瀝青混合物之穩定性與流動性試驗-馬歇爾試驗儀 42. 熱拌瀝青混合物設計	1. MTS動力試驗機 2. 瀝青混凝土動力儀 3. 動黏度試驗儀 4. 非破壞性試驗儀

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實驗室名稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
中 原	結構力學試驗室	57 坪	1.靜態模型試驗九組 2.動態模型試驗九組 3.其它:應發指示器、發位器	微電腦控制資料收集系及整理統
	二程材料試驗室	138 坪	1.最新電子計力萬能試驗機100噸 2.1m淨空、1200度C高溫爐 3.混凝土超音波測定儀	1.土木結構動力試驗系統 2.Hydraulic power supply ,Dis- placement Transducer,etc.
逢 甲	材料與結構試驗室	200 m ²	1.頻譜分析儀 2.MSC-NASTRAN 3.486AT 電腦二部 4.286AT 電腦二部 5.30T萬能材料試驗機 6.200T萬能材料試驗機 7.100T抗壓試驗機一部 8.10T吊車 9.200T抗壓試驗機一部	1.超音波混凝土探測器 2.動態量測系統 3.扭力試驗機 4.Micro-Seismograph
華 梵	建築材料陳列與 測試實驗室	10 坪	1.材料陳列架 2.輔助教學視聽設備 5.骨材量份測定器	1.材料陳列架 2.混凝土坍度試驗 3.材料樣品購置
中 華	材 料 實 驗 室		1.混凝土抗壓抗彎試驗機 2.萬能試驗機 3.水泥試驗設備 4.骨材試驗設備 5.貫入試驗儀 6.透水試驗儀	1.孔隙測量儀器 2.STM晶分析儀器 3.熱性質分析儀器 4.紅外線光譜儀 5.動態機械性質分析儀 6.表面積測定儀
	結 構 實 驗 室		1.萬能試驗機	1.加力系統 2.反力鋼架 3.起重設備 4.MTS 5.高溫火爐 6.頻譜分析儀 7.加速度器 8.應變器
高 雄	工程材料試驗室	50 坪	1.混凝土電子式電動抗壓機 2.水泥砂漿抗拉試驗 3.洛杉磯磨損試驗機 4.空氣含量測定儀 5.布蘭氏透氣儀 6.電動式水泥砂漿流度儀 7.粗骨材比重儀 8.其它一般設備	1.恆溫恆溫室 5.200噸萬能試驗機
港灣技 術研究 所	港工材料組試驗 室		1.掃描式電子顯微鏡(SEM) 2.熱示差分析儀 3.25T動態材料試驗機 4.100噸萬能試驗機 5.200噸抗壓試驗機	1.AA(原子吸收光譜儀) 2.XRD(X-光繞射儀器)

表 3.2.1 各校在結構、力學及材料方面實驗室之主要研究設備

學 校	實 驗 室 名 稱	面 積	現 有 主 要 研 究 設 備	未 來 五 年 擬 添 置 主 要 研 究 設 備
港灣技 術研究 所	港工材料組試驗 室		6.交(直)流阻抗腐蝕速率測定儀 7.自動離子分析儀 8.離子層析儀 9.化學分析儀器 10.現場非破壞性檢測儀器全套 (N.D.T) 11.混凝土各項物性分析設備 12.自動海水循環水槽	
成 大 (建築)	結構材料實驗室 (興建中)	1000m ²	1.50噸萬能實驗機 2.30噸吊車 3.千斤頂10支 4.油壓機3部 5.資料收集機1部 6.9m*10m*10m反力牆一座 7.強力樓版	1.600噸MTS 2.5M*5M 振動台 3.200噸萬能壓縮機

預鑄混凝土結構；二、鋼骨結構、鋼骨混凝土結構；三、地震工程、結構動力、耐震設計；四、可靠度分析；五、結構土壤互制作用；六、結構力學、固體力學、計算力學；七、電腦輔助設計；八、其他等八大類。各校之研究成果報告數量顯然以國立大學佔絕大多數，詳細資料請參閱表 3.2.2。

3.3 資料分析

蒐集資料大致可歸納如下：

3.3.1 研究人力

國內大學院校之建築科系，大多缺乏結構工程人才之培養，研究人力僅集中於幾所國立大學，特別是台灣大學、成功大學及台灣工業技術學院，這三所院校各有廿位副教授以上的研究人員。研究領域以：一、鋼筋混凝土結構；二、地震工程，包括結構動力；三、結構力學，包括固體力學、計算力學等為主。各校研究重點有其特定方向但呈現小部份重疊。

在儀器設備方面，設有土木系之國立大學皆有或將有結構實驗館（包括台灣工業技術學院營建系），私立大學院校則幾乎全無結構實驗館。現有結構實驗館之佔地面積大都在100至150坪間，中央大學即將成立之結構實驗館面積則達700坪，將成為國內最大的實驗館。至結構實驗館之反力牆，高度皆在7m左右，成功大學建築系興建中之結構實驗館，其反力牆高度約9m，交通大學結構館反力牆更高達12m。

現有各結構實驗室之油壓系統加速率，以工業技術學院的為最

表 3.2.2 各校研究人員在結構工程方面發表之研究成果數量

學 校	RC 結構 PC 結構	鋼結構 SRC 結構	地震工程 結構動力 耐震設計	可靠度分析	結構土壤 互制作用	結構力學 固體力學 計算力學	電腦輔助設計	其他	合計
台 大	35	20	252	5	7	125	49	21	514
工技院	127	33	66	1	2	29	11	0	269
交 大	18	30	4	0	1	8	5	0	66
中 央	36	14	47	1	3	18	2	32	153
中 興	70	0	23	0	0	40	2	0	135
成 大	90	14	39	7	4	23	10	10	197
淡 江	0	0	7	0	0	40	0	0	47
中 原	0	0	40	0	1	29	0	3	73
逢 甲	0	2	20	0	3	13	21	7	66
中 華	0	5	15	0	0	7	0	1	28
高 雄	0	0	0	0	0	1	0	3	4
文 化	1	0	0	0	0	1	0	0	2
合 計	377	118	513	14	21	334	100	77	1554

快（70 加侖/分鐘）。

在荷重試驗儀器方面，容量最大者為中興大學的六百噸MTS試驗機、工業技術學院的六百噸萬能試驗機以及成功大學的五百噸結構實驗機。調查資料顯示，僅工業技術學院設置一套振動台試驗系統

。

3.3.2 研究成果

因試驗設置之集中，著作文獻亦集中於國立大學。從著作種類可明顯看出各校主要研究領域，例如台灣大學的地震工程、工業技術學院的鋼筋混凝土結構等。值得一提的是，利用實驗室儀器設備推行之研究，佔著作總數比例並不高。私立大學院校之論文篇數因著儀器設備之缺乏，明顯偏低。資料顯示在結構分析可靠度以及結構／土壤互制作用兩個研究領域上，國內似乎缺乏良好的基礎。

肆、國內擬設置建築結構實驗館之需求及可行性探討

4.1 國內工業界對建築結構相關實驗館之需求評估

本研究曾以問卷方式調查各工程顧問公司及工程營建單位需求與建議。其結果如下：

4.1.1 成立風洞實驗館

建築技術規則所規定風力僅適用於一般建築設計，不適用於超高層建築物及特殊建築物，須做風洞試驗以瞭解風力作用的狀況，據以進行設計。由於目前國內尚無風洞設備，業主在需求情況下，紛紛到國外進行風洞實驗，費時又不經濟。最近幾年來，國內超高層建築物日益增多，風洞實驗館之設立更加迫切。

4.1.2 成立風雨實驗館

帷幕牆已普遍使用於高樓建築物，國內非但缺乏設計規範，連檢驗設備也沒有，帷幕牆、門窗等均須委託國外廠商設計及試驗。強風暴雨對建築物之安全構成極大威脅，因此建立具有規範的風雨試驗設備是必要的。

4.1.3 成立建築材料實驗館

國內尚有部份結構建材因缺乏實驗設備而無法進行測試，對於品質之控制甚為困難，尤其是新建材，不但無法測試，甚且缺少國家標準，對新建材之使用極為不利，同時亦影響國內對新建材之開發與研究。

4.1.4 成立大型結構構件實驗館

台灣地處環太平洋地震帶，地震頻繁，如何減少地震力對建築

物的危害，實為一迫切待解的問題。工業界雖渴望使用減震及隔震器材，惜國內尚無適當研究設備。

國內現值開發輕質混凝土與高性能混凝土市場，將來使用新材料鑄造的結構物與構件，尚須經過測試，方能確定其使用性能。

目前業界使用之帷幕牆屬柔性結構，卻常附掛於鋼筋混凝土或鋼骨構架等剛性結構物上，柔性結構與剛性結構之互制行為很難掌握。如何釐定其接頭設計，訂定規範做為設計者之依據，亦為本研究重點之一。

要解決上述問題，必仰賴大型建築結構實驗館之建立。

4.1.5 成立實大結構實驗館

經訪問國內各大型結構實驗館，發現所有反力牆高度僅7.5 m，只能執行二層樓之實體結構物，似嫌太低。一般實體結構試體以四層樓高為理想，再高可能不經濟，故建議反力牆之大小應可執行四層樓構架之試驗能力，實大試體每邊則以三個跨距為限。由於一般建築物之跨距最多為7.5m左右，因此建議設置25m×25m之強地板及長寬各25m、高15m之L型反力牆，並在反力牆背面裝置一座6m×6m的震動台。

4.2 設置實大結構實驗館之可行性探討

實大結構實驗館之設置與國家地震中心以及多所大學現有或即將興建之反力牆設備，呈現重覆現象。計畫主持人因此曾與地震中心葉超雄主任溝通，增進彼此間之瞭解。

台灣地理環境特殊，颱風頻繁，曾造成嚴重災害，將來亦有災害

重演的可能，因此，風洞與風雨試驗應列入優先考慮。在設置建築結構實驗館時，對風洞、風雨、材料、結構構件實驗館及實大結構實驗館應作全盤性的規劃，以便充份發揮館與館之間的互效功能。例如國內正值開發輕質骨材之生產，在輕質骨材混凝土能夠被普遍使用之前，必先完成輕質骨材混凝土結構構件或實大結構體的測試，再由測試資料制定輕質骨材混凝土的設計規範。如此材料與結構兩實驗館必互相效應以達最高使用功能。

伍、設置內容

國家級建築結構實驗館之設立宗旨及功用為多功能大型建築結構研發檢測機構，業務範圍包括研發、檢測及資訊推廣等。其經費來源為政府預算、委託研究費、檢測費及推廣服務費等。實驗館依工業需求及政府之營建發展方針評定業務範圍與內容，在檢驗為主，研發為副的基本原則下，按優先順序執行。近程著重結構物受颱風風力之安全性驗證測試（建立本館之特色），中程著重新材料舒適與耐久性等新結構設計之驗證測試，遠程則著重結構物整體變動與地震力之安全性驗證測試。所需設置內容包括風洞實驗館、風雨實驗館、材料實驗館、結構構件實驗館、實大結構實驗館及其他相關實驗館。在各實驗館設置與建築物配置、儀器安裝時，應考慮機械室、泵送室中試體製作、安裝、準備及搬運等之方便性、測試之安全、舒適性以及試體放置空間與測試後試體之拋棄等問題。以下就各類實驗館設置內容加以概述。

5.1 實驗館之主要設備

5.1.1 風洞與風雨實驗館

可模擬各種風速或亂流現象，其模型尺度約在 $1/100 \sim 1/500$ 平面試驗，藉此瞭解建築物周圍的微氣候對建築物之影響性，以供都市建築物規劃配置之參考，亦可作為改善防風害對策或利用風能之依據。研究風力對高層及特殊建築物之影響，包括亂流界面層風力、低亂流風力、風速與壓力關係及耐風裝置等。主要設備包括亂流層風洞槽、造暴風雨機器（storm generator）及其他壓力量測儀

器等，測試風對建築物之影響性、外裝材之防水（遮雨及防滲）性能，進一步研究高樓帷幕牆之安全性、風雨對帷幕牆之影響性以及強風暴雨對屋頂所造成的影響。其中，強風暴雨對屋頂之影響研究，包括強風之裝置、防水裝置、屋頂防水、門窗之水密性與氣密性及外表構件之位移等。使用空間配置如表 5.1.1 所示。

5.1.2 材料實驗館

材料研究範圍廣泛，一般而言，常用的建材包括水泥、骨材、混凝土、木材、鋼鐵、金屬、陶瓷、塑膠、紙布、裝潢材料以及其他無機材料。若以材料性能而論，研究項目可分為：抗熱、抗侵蝕、抗濕、抗震、抗壓、抗拉、抗剪、抗磨及抗其他破壞因素等。規劃中的材料實驗館則應包括物理測試室、塑膠混凝土室、化學實驗室、化學分析室、貴重儀器室、防蝕實驗室、低溫室、恆溫室、凍融室、水泥砂漿室、混凝土室、養護室、無機材料室、強度測試室、儲藏室、機械工作室、工作室等。建議該館之建築物包括二層樓與地下室，詳細使用空間之佈置如表 5.1.2 所示。

表 5.1.1 風洞、風雨實驗館

空間名稱		樓地板面積 (單位：坪)
一樓	低亂流風洞、 亂流界面層風洞試驗室	1 7 0
	強風雨產生裝置空間 屋頂防水試驗裝置空間 壓力室型防水試驗裝置空間	1 2 0
	坑	2 0
	一 樓 合 計	3 1 0
二樓	電器室	3 0
	三個量測室	9 5
	工具室	2 0
	空調機械室	2 0
	資料處理室	3 5
	研究室	6 0
	觀測台	2 5
	二 樓 合 計	2 8 5
總 計		5 9 5

表 5.1.2 材 料 (包括建築構材) 實 驗 館

1/2

空 間 名 稱		樓地板面積 (單位 : 坪)
二 樓	物理量測室	2 5
	高分子混凝土實驗室	3 0
	防蝕實驗室	2 0
	化學實驗室	4 0
	化學分析實驗室	2 5
	電子顯微鏡室	2 0
	物理實驗室	3 0
	資料處理室	1 5
	無機材料實驗室	3 5
	恆溫恆濕室	2 0
	塑膠材料實驗室 塗料實驗室 防水材料實驗室	4 5
	耐久性實驗室	1 5 0
	二 樓 合 計	4 5 5
一 樓	低溫實驗室	2 0
	恆溫恆濕室	2 0
	水泥砂漿實驗室	3 0
	中性化實驗室	1 0
	倉庫	1 0
	混凝土實驗室	1 0 0
	養護室	4 5
	準備室	2 0

表 5.1.2 材 料（包括建築構材）實 驗 館

2/2

樓	工作室與器具儲存庫	2 0
	強度試驗室	5 0
	材料性能室	2 5
	強度性能實驗室 (萬能實驗機空間等)	8 0
	應用性能實驗室 (乾濕、散水、加熱空間)	8 0
	一 樓 合 計	5 1 0
地 下 室	空調機械室	1 0 0
	電氣室	5 0
	凍結融解試驗室	1 5
	材料倉庫	2 0
	材料潛變實驗室	2 0 0
	構材潛變實驗室	
	高溫潛變實驗室	
	其它空間	
	服務空間	
	地 下 室 合 計	3 8 5
總 計		1 3 5 0

5.1.3 結構構件與實大結構實驗館

結構構件與實大結構兩實驗館是非常特殊的建築物。實際上該二館的硬體本身就是測試儀器，且試體若不是實足尺寸的構件，便是實足尺寸的結構物。因實驗館的功能特別，不適用國家標準建築規範。故本研究對此二館進行比較，並做詳細的考量與簡略結構分析。表 5.1.3.1 列舉構件實驗館之重要儀器設備，表 5.1.3.2 顯示相關設施之佈置，表 5.1.3.3 概估使用空間之樓地板面積。在此並建議興建一棟四層樓建築物來涵蓋所需設備，請參考表 5.1.3.4 各層樓配置情形。

實大結構實驗館比結構構件實驗館更為特別，因它設有反力牆。國內大型結構實驗館均有反力牆，但高度只在7.5m左右，僅能執行二層樓結構物試驗，似嫌太低。一般實體結構物至少應有執行四層樓高之能力，但再高又可能不太經濟，本研究群乃建議反力牆之大小應可執行三維構架之試驗能力，每一個方向以三個跨距。一般建築物之跨距為7.5m左右，因而建議建造25m×25m之強地板及L型長寬各25m、高15m之反力牆。以此為規模，進行強地板及反力牆之初步結構分析。

結構分析包括動力與靜力兩部份，以動力分析探討強力地板及反力牆之震區隔，避免試體與牆體之間的干擾；再以靜力分析依據可能做的各種實驗，分別以各種荷重分析進行約50種之荷重組合（計算部分請看附錄9.3）。

表 5.1.3.1 結構構件實驗館之重要儀器設備

名稱	尺寸	佈置位置及佈置原則
實驗室外形尺寸	基地為30m*60m. 高度為18m 可配合其它設施作造型上之調整.	座落在國家建築實驗配置右上區. 高度乃由預估MTS高10m加上吊車結構估計2m深大樑, 加上吊車結構高程上上下淨空各2m, 再加上實驗室建築物屋頂結構預留空間2m, 共18m 高, 四層樓.
出入大門	共有兩處, 尺寸皆為6m寬9m高.	出入門的設計須考慮大型結構構件裝載車輛之進入卸貨. 並方便構件與試體運送實大兩實驗室之間的.
加強地板結構系統	做照實大實驗館之設計, 建造加強地板.	若干實驗必需使用油壓作施力, 地面負載很大, 仍須有加強地板設置.
吊車系統	原則上可通前後兩入口, 沿實驗室長向約 60m 長滑軌, 並有數座吊載 (20m 長) 設備.	吊車之起重容量為10噸. 20噸二種規格.

表 5.1.3.2 結構構件實驗館之重要設施佈置

電腦控制室及資料收集系統	重要操控單元,擬擺設在二樓,俾清楚觀察並掌握全區運作動態,並考慮進出通道之方便。
油壓設備及控制室	因該單元之噪音大,應擺設在地下室靠近試驗場地之下方,並作隔音、防火及機電安全等設施。
電力供應控制室	因噪音與電磁效應,該單元應擺設在地下室方便維修處,並作防火及機電安全設施。
消防設備及管制室	擺設在一樓靠近長向壁中心位置以便利緊急消防處理。
儀具收藏室	置於一樓,便利運送及取用之處。
試體準備及組合室	基於學術研究,試驗體大多係自行設計與製造,故試體準備室安置於一樓。
廢棄試體臨時空間	安排於便利清運之處,可置於一樓或室外。
試體儲藏室	安排於便利運送及吊車裝備取用之處,一樓樓板有大開口時,試體可置於地下室。
VCR監視及廣播網路	傳輸網路系統為細步規畫之重要項目,均為內藏管線,須妥為安裝,以便銜結各控制室到使用結點,並達成預定使用之功能。
電力供應網路	
電腦及資料傳輸網路系統	
油壓管路系統	
排水管路系統	
自來水管路系統	
參觀及展示室	觀展示室、研究室及教學或會議室均安置在較安靜舒適之二、三、四樓,並配以電梯以便利進出。為細步規畫要項。
會議及研討室	
文件及資料室	
教授研究室	
一般研究室	
教學教室	

表 5.1.3.3 結構構件實驗館

空 間 名 稱		樓地版面積 (單位：坪)
二 樓	三個實驗準備室	4 5
	量測器庫室、儲存倉庫	1 5
	控制與工作室	3 0
	資料分析室 電器室	3 0
	研究室	5 5
	二 樓 合 計	1 7 5
一 樓	1 0 0 0 噸結構實驗機空間 (I) 彎曲壓縮試驗機空間	1 6 0
	2 0 0 噸萬能試驗機空間 (II) 1 0 0 噸萬能試驗機空間	2 1 5
	5 0 噸萬能試驗機空間 小型震動台空間 (III) 柱體試驗機空間 靜力變形測定裝置空間	1 7 0
	三個量測控制室	3 0
	校正用震動台計器室 校正用震動台器室	3 5
	一 樓 合 計	6 1 0
地 下 室	配電系統室	1 0
	二個空調機械室	2 0
	其他工作空間	8 5
	地 下 室 合 計	1 1 5
總 計		9 0 0

表 5.1.3.4 實 大 結 構 實 驗 館

空 間 名 稱		樓地版面積 (單位：坪)
二、三、四樓	辦公室	2 0 0
	研究室	3 0 0
	教室	1 0 0
	會議室	1 5 0
	展示室	5 0
	其他(視聽、器材儲存等)	2 0 0
	二、三、四樓 合 計	1 0 0 0
一樓	實驗室(包括震動台、反力牆等)	8 0 0
	油壓控制室	1 0 0
	量測室(一)	4 5
	量測室(二)	4 5
	一樓 合 計	9 9 0
總 計		1 9 9 0

5.2 實驗檢測項目

風洞、風雨、材料、構件與實大五個實驗館彼此關係密切，每一館之設備應以不重複為原則而加以充實之。今就每一館之檢測項目簡單介紹如下：

5.2.1 風洞實驗

可模擬風速或亂流現象，其模型尺度約在 $1/100 \sim 1/500$ 的比例，藉此瞭解建築物周圍的氣流對建築物之影響，以供都市規劃配置之參考，亦可作為改善防風害對策或利用風能之依據。其次，以風洞實驗了解工廠煙囪排氣對空氣污染現象。

5.2.2 風雨實驗

設備包括亂流層風洞槽、造暴風雨機器及其他壓力量測儀器等，測試風對建築物之影響性、外裝材之防水（遮雨及防滲）性能，及在建築物內與其周界之風流特性。

5.2.3 材料實驗

一、混凝土材料試驗包括：

1. 高性能混凝土
2. 混凝土摻料對強度之影響測試
3. 特殊混凝土（乾拌蒸汽、纖維、耐火高分子）之測試
4. 混凝土抗壓、抗彎與熱傳導測試
5. 水泥與骨材試驗（包括海砂、山礫石、輕質骨材）
6. 未凝固混凝土與高壓泵送混凝土測試
7. 混凝土非破壞性檢驗
8. 混凝土施工自動化研究

9. 混凝土耐久性測試

10. 混凝土微觀結構變化與其力學性質關係之測試

5.2.4 結構構件實驗

一、混凝土構件

混凝土構件包括預鑄與場鑄兩種，可進行下列混凝土構件之力學行為的測試：

1. 抗壓、抗彎、抗剪、熱傳導...等基本力學性質測試。
2. 混凝土承受雙軸、三軸及多軸應力之力學行為測試。
3. 結構物在反覆荷重下之行為。
4. 混凝土動態力學性質測試。

二、鋼結構構件

測試項目包括下列：

1. 鋼筋之測試：握裹力、壓接、拉伸、彎曲、彈性係數、剪力等試驗以及鋼筋之化學性能測試。
2. 鋼骨之測試：鋼骨結構品質、材質、焊條品質與焊接性能、鉚釘與螺栓品質、鋼骨結合等以及建築結構用鋼材試驗。

5.2.5 實大結構實驗

從結構構件測試資料，判定構件組合形態及力學行為，並參酌國內建築需求，擬定實大結構試體與測試項目如下：

- 一、焊接與錨定接的鋼骨結構物。
- 二、鋼骨構架與混凝土版混合高層樓結構物。
- 三、普通混凝土、高強度混凝土、輕質骨材混凝土等結構物。

四、預鑄混凝土結構物。

五、含有剪力牆的桁架結構物。

六、以震動台模擬地震震波測試結構物之力學性能。

一個現代化多功能的實大結構實驗館必需配備完善的油壓及電腦資料收集系統。其他如吊車配置與承載力、油壓系統的冷卻與隔音、防火等，都是重要的考慮因素。

陸、人力、設備、儀器、研究計畫及營運體系與制度

6.1 人才、設備、儀器及研究計畫等資料庫之建立

內政部建築研究所籌備處為提昇國內科技水準，積極推動規劃籌設建築結構實驗館，以期能帶動國內相關之研發工作，並肩負起相關之檢測服務。因此已收集到的人才、設備、儀器及研究計劃等資料，應建立良好的資訊檔案庫，依實用性分類如下：

- 一、結構工程研究人力及研究重點；
- 二、研究人員之專長及未來研究主題；
- 三、已發表之相關著作；
- 四、現有相關實驗室名稱及其主要儀器設備；
- 五、未來擬添購之儀器設備等。

建立一健全的電腦資訊系統，以便相關研究人員之使用。

6.2 營運體系與及制度之建立

國家級建築結構實驗館之成立目的，係在培養相關專業人才、充實國內結構、材料測試儀器與設備，進而確保建築物之安全、增長其使用壽命及提高營建工程之經濟效益。要達到這些目的，必先具備一個健全的營運管理體系與制度，圖 6.2.1 即顯示一個概略性的行政組織架構。由實驗館館長與副館長各一人指揮五個實驗館的行政作業。因其作業性質屬高科技，故必須設立諮詢委員會，邀請專家學者提供研究策略與建議。其次，由各部門的研究室主管組成研究業務審議會，研究室主管人數將依據近、中、遠程目標之別而有所增減。每一主

管部門可另成立工作小組，推行研究工作，使其層層負責，以達最大營運效益。

同時必需建立一個良好的制度，由館長向內政部建築研究所負完全作業責任，所需經費由建研所編列預算。在統一國內結構試驗程序、擬定結構實驗館服務檢測認證制度、扶持學術單位結構實驗館之成長、避免惡性競爭等規範上，皆應樹立一健全良好的制度。

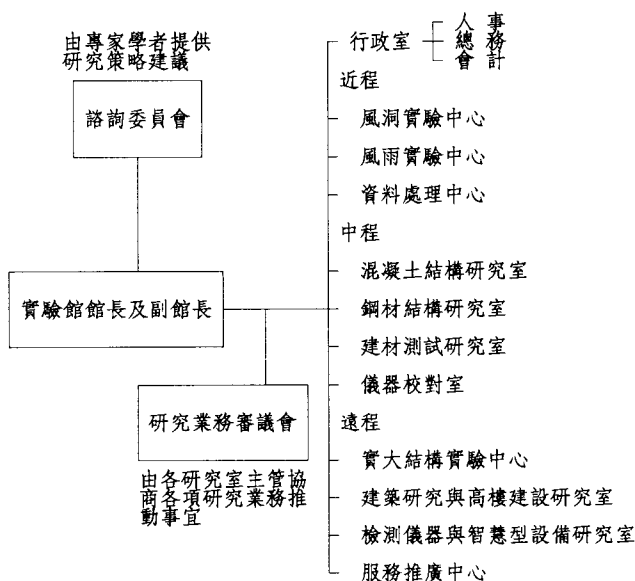


圖 6.2.1 實驗館行政組織示意圖

結構實驗館之任務如下：

- 一、配合國家建設需求，並與國科會協商，擬定國家性的研發項目。
- 二、編制每年研究經費（包括建教計畫），並向建研所呈報。
- 三、衡量大專院校結構實驗館之能力與需求，分配建教計畫。
- 四、建立國內結構測試儀器設備及人才資料庫。
- 五、執行檢驗與認證測試，研發測試衡量則由學術單位執行。
- 六、培養結構試驗專門人才。
- 七、提供結構測試儀器校正服務。
- 八、促進與國際相關單位之聯繫。

柒、發展計畫、建地面積、工程及儀器購置費用概估

7.1 近、中、遠程實驗館發展計畫

國家級建築結構實驗館之設立宗旨及功用為多功能大型建築結構研發檢測機構，業務範圍包括研發、檢測及資訊推廣等。其經費來源為政府預算、委託研究費、檢測費及推廣服務費等。實驗館依工業需求及政府之營建發展方針評定業務範圍與內容，在檢驗為主，研發為副的基本原則下，按優先順序執行。

所需設置之內容包括風洞實驗館、風雨實驗館、材料實驗館、結構構件實驗館及實大結構實驗館。各實驗館設置與建築物配置、儀器安裝應考慮機械室、泵送室、試體製作、安裝、準備及搬運等之方便性、測試之安全、舒適性以及試體放置地點與測試過試體之拋棄等問題。

依據研究結果，五個實驗館之成立，將以工業需求之迫切性定其優先順序。若以五年為一個發展階段，在近程階段（最初五年）將完成風洞、風雨兩館之硬體及測試設備；在中程階段（次五年）將興建材料與構件兩實驗館並充實設備；在遠程階段（最後五年）建造實大結構實驗館並裝置一套由電腦控制的動態模擬試驗系統，以了解高層樓建築物在地震下的力學行為。至於每一階段所需添購之儀器，將配合研究項目之設立而予編列。

7.2 建地面積與工程費

規劃國家級建築結構實驗館，應按需求順序，先後設置風洞與風雨、材料、構件及實大五個實驗館。其佈置構想如圖 7.2.1 所示。其構想透視圖如圖 7.2.2 與 7.2.3 所示。

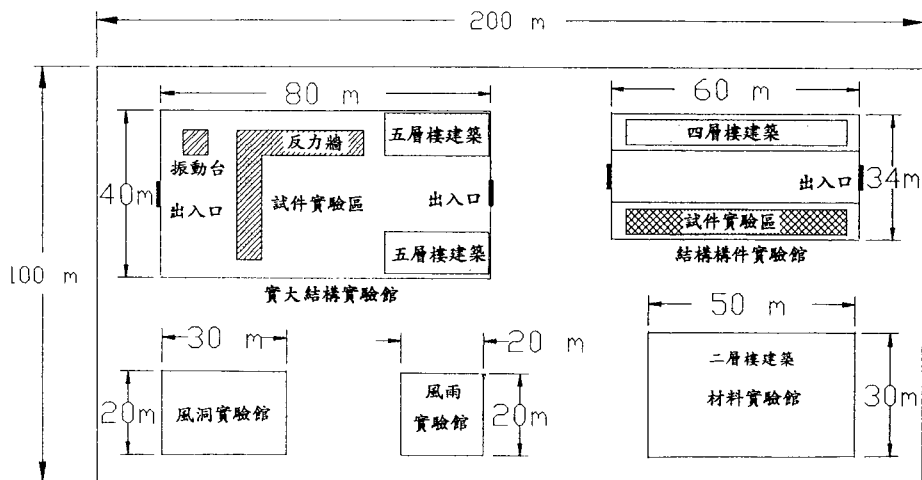


圖 7.2.1 實驗館佈置構想圖

五所實驗館工程費概估：

一、實大結構實驗館

1. 概估條件

- ① 二、三、四樓（一般建築）合計 1,000 坪。
- ② 特殊結構（反力牆測試空間）、八層樓高、1,000 坪。
- ③ 吊樑及加強反力柱與一般建築不同。

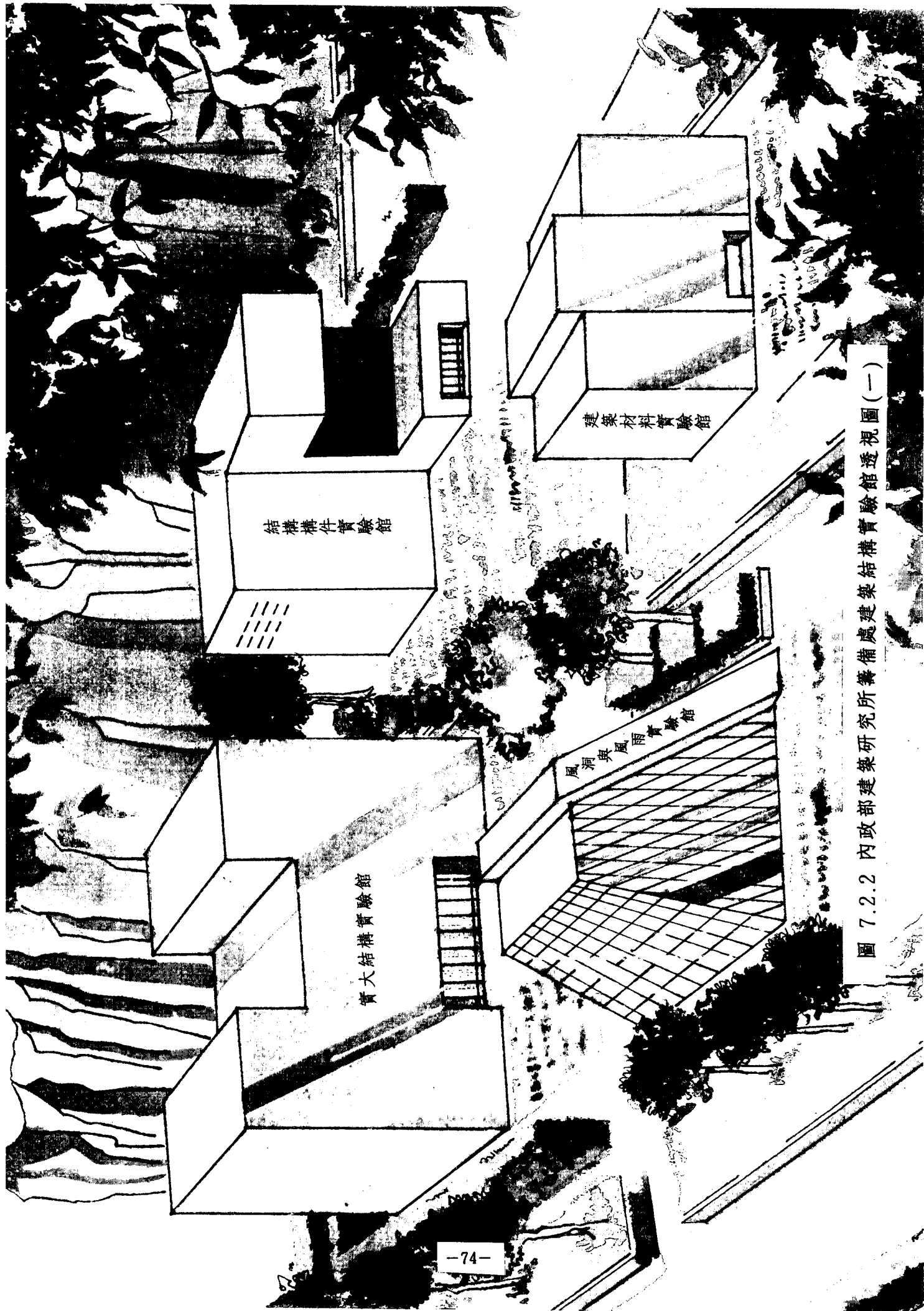


圖 7.2.2 內政部建築研究所籌備處建築結構實驗館透視圖(一)

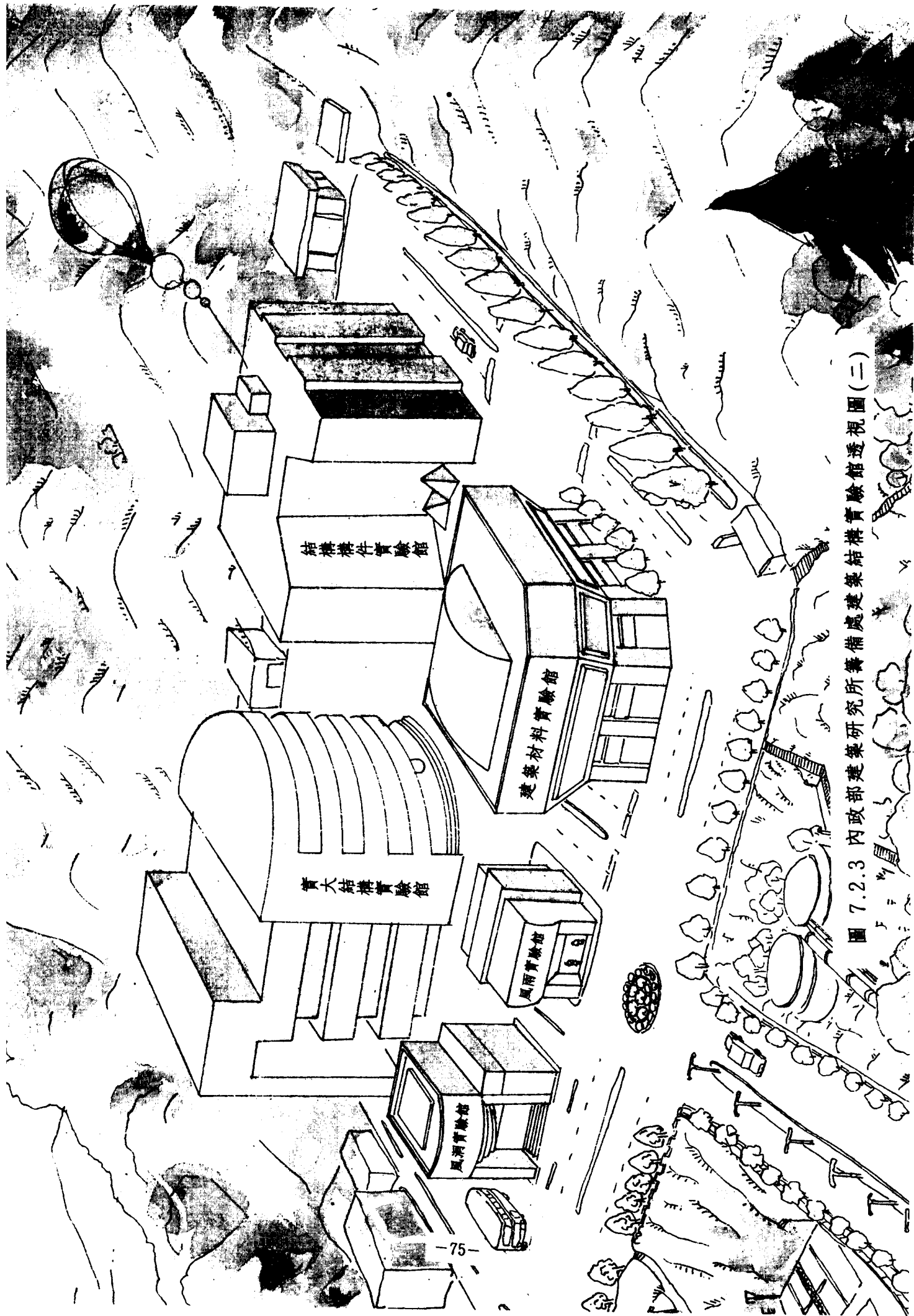


圖 7.2.3 內政部建築研究所籌備處建築結構實驗館透視圖(二)

①屬於大跨距構件。

②反力牆、特殊強力地板。

2．概估造價

①二、三、四樓（1000坪）

$$1,000\text{坪} \times 7.5\text{萬元/坪} = 7,500\text{萬元}$$

②特殊結構、大跨距、八層樓高（1,000坪）造價為：

$$1,000\text{坪} \times 7.0\text{萬元/坪} \times 8\text{層} = 56,000\text{萬元}$$

③反力牆RC量造價：

$$(20 \times 6.6 \times 25) \text{ M}^3 \times 6,000\text{元/M}^3 = 1,980\text{萬元}$$

④強力地板RC量造價：

$$(24.6 \times 20 \times 2) \text{ M}^3 \times 6,000\text{元/M}^3 = 590\text{萬元}$$

$$(20 \times 15.4 \times 2) \text{ M}^3 \times 6,000\text{元/M}^3 = 370\text{萬元}$$

合計一> ①+②+③+④=66,440萬元

實大結構實驗館所需工程費約新台幣陸億陸仟伍佰萬元。

、結構構件實驗館

1．概估條件

①置放1,000噸抗壓機處，四層樓高、900坪中佔100坪，餘800坪為一般建築之構造。

②抗壓實驗的基座及其下方之基礎結構必須加強，造價另估。

③1,000噸抗壓機處，需考慮大跨距構築及吊樑、加強反力柱，其造價需稍加。

2．概估造價

$$①1,000\text{坪} \times 7.0\text{萬元/坪} \times 4\text{層} = 2,800\text{萬元}$$

③ $800\text{坪} \times 7.5\text{萬元/坪} = 6,000\text{萬元}$

④特殊基礎及吊樑、柱等需增加300萬元

合計一> ①+②+④=9,100萬元

結構構件實驗館所需工程費約新台幣玖仟壹佰萬元。

三、材料實驗館

1．概估條件

屬於一般建築物，樓高稍高4.2M。

2．概估造價

$1,350\text{坪} \times 7.5\text{萬元/坪} = 10,125\text{萬元}$

材料實驗館所需工程費約新台幣壹億元。

四、風洞實驗館

1．概估條件

4.2M約二層樓高，結構體無太大特殊處，造型變化較一般建築物大。

2．概估造價

$360\text{坪} \times 2 \times 7.5\text{萬元/坪} = 5,400\text{萬元}$

風洞實驗館所需工程費約新台幣伍仟肆佰萬元。

五、風雨實驗館

1．概估條件—同風洞實驗館。

2．概估造價

$240\text{坪} \times 2 \times 7.5\text{萬元/坪} = 3,600\text{萬元}$

材料實驗館所需工程費約新台幣參仟陸佰萬元。

因此所需建地、樓板面積及工程費概估如下：

一、風洞實驗館：

建地180坪，樓板360坪，工程費0.54億元

二、風雨實驗館：

建地120坪，樓板240坪，工程費0.36億元

三、材料實驗館：

建地500坪，樓板1350坪，工程費1億元

四、結構構件實驗館：

建地610坪，樓板900坪，工程費0.91億元

五、實大結構實驗館：

建地1000坪，樓板2000坪，工程費6.5億元

上列四項合計工程費為9.46億元。

建地總面積約2400坪，樓板總面積4850坪，所需基地最少面積為200m×100m。總工程費約10億元。上列估價不含環境、景觀設施及土地費用。

7.3 結構實驗館儀器設備需求

根據廣泛蒐集的國內、外建築結構試驗單位之儀器設備資料，研擬未來設置國家級建築結構實驗館所需檢測與研究之儀器設備包括下列各項：

7.3.1 風洞實驗館

本實驗館主要功能為評估模擬高層建築物在強風下之行為與安全，主要設備包括：

- 2 · 流場影像處理系統
- 3 · 熱絲風速儀（二頻道）
- 4 · 風熱轉換器（六頻道）
- 5 · 應變轉換器（十頻道）
- 6 · 電腦資料收集設備
- 7 · 亂流邊界層風洞（大型）試驗設備一組
- 8 · 低亂流風洞（小型）試驗設備一組

7.3.2 風雨實驗館

本實驗館主要功用為測試建築物構件和配件之耐雨與風壓性能

，主要設備為：

- 1 · 耐風實驗設備
- 2 · 強風雨產生裝置
- 3 · 壓力防水試驗裝置
- 4 · 壓力防水試驗裝置
- 5 · 樓層間變位試驗裝置
- 6 · 資料收集系統採用風洞實驗館之設備

7.3.3 材料實驗館

本館設置目的為測試建材在各種不同環境下之物性、化性及評估其使用性能。所需儀器設備如下：

- 1 · 50 噸、100 噸及200 噸萬能試驗機（包括控制器）
- 2 · 溫濕度微電腦控制室
- 3 · 洛杉機磨損試驗機
- 4 · 潛變與乾縮性質試驗設備

- 5 · 材料三軸實驗設備
- 6 · 熱洩實驗設備
- 7 · 應力—應變、荷重單元、位移試驗系統
- 8 · 5000 kg 高分子萬能材料實驗機
- 9 · 水泥、高分子材料混凝土、粒料、塗料及防水劑等之實驗設備
- 10 · 管路內壓測試系統
- 11 · 化學分析系統（包括自動離子分析儀離子層析儀）
- 12 · 高分子材料測試系統
- 13 · 陶瓷材料測試系統
- 14 · 計力儀（Load Cell）
- 15 · 水泥試驗設備（水泥氣透儀、維克針貫入儀、比重、細度）
- 16 · 骨材試驗設備（含粗骨材比重、砂含水率、鹽份測定器）
- 17 · 瀝青試驗設備（延展性、比重針入度、黏度、含水量）
- 18 · 600 kips MTS 岩石試驗系統
- 19 · 資料收集器
- 20 · 300 噸動態材料試驗機
- 21 · 大型溫濕室
- 22 · 混凝土試體強度試驗機
- 23 · 混凝土試體快速研磨機
- 24 · 應力應變測試用資料處理機
- 25 · 常溫熱傳導係數測定儀
- 26 · 噴霧式恆溫恆濕養生室
- 27 · 彈性模數測定器

- 28 · 超音波非破壞測定儀
- 29 · 鋼筋探測儀
- 30 · 電子顯微鏡 (含 EDX)
- 31 · 熱差儀 (DTA 、 DSC 、 TGA 及 TMA)
- 32 · X 光繞射分析儀 (XRD)
- 33 · 壓汞儀 (Mercury Porosimeter)
- 34 · 熱膨脹係數測定儀
- 35 · 非破壞強度試驗機 (記錄式)
- 36 · 粗骨材搖篩機 (油壓式)
- 37 · 細骨材搖篩機
- 38 · 標準篩
- 39 · 骨材含水量測定器
- 40 · 骨材單位容積重量測定器
- 41 · 試料分樣器
- 42 · 影像處理機
- 43 · 鋼筋材料分析器
- 44 · 腐蝕速率分析儀 (AC 阻抗)
- 45 · 老化試驗儀
- 46 · 萬用波形分析儀
- 47 · 微小硬度計
- 48 · 威氏粘附儀
- 49 · 混凝土泌水試驗儀
- 50 · 水泥水化熱偵測系統

- 51・波松比量測儀
- 52・耐磨耗試驗儀
- 53・水泥骨材檢定設備
- 54・水泥砂漿體抗拉試驗儀
- 55・表面積測定儀
- 56・孔隙量測儀
- 57・紅外線光譜儀
- 58・STM 晶相分析儀
- 59・原子吸收光譜儀
- 60・脈衝生成儀
- 61・渦電流檢測系統
- 62・混凝土中性化試驗儀
- 63・蒸氣乾拌混凝土相關設備
- 64・乾濕反覆循環測試儀
- 65・防水材料試驗相關設備
- 66・昇溫抗析試驗儀
- 67・高溫動彈性模數測定儀
- 68・氣象合成裝置 (Chemical Vapor Deposition Equipment)
- 69・粒度分析儀 (Microtrack Particle Size)
- 70・高溫硬度計
- 71・促進耐候性試驗裝置
- 72・混凝土透氣性、透水性測試儀
- 73・隔音測試儀

74．骨材安定性試驗裝置

7.3.4 結構構件實驗館

本館之主要功能在於執行結構構件本身與接頭抗壓、抗壓、抗彎、抗拉、抗扭強度與抗震性能、強度性能、抗疲勞性能等測試，重要設備與儀器如下：

- 1．1000噸構件抗壓試驗儀
- 2．100、200及600噸萬能材料試驗儀
- 3．振動平台試驗系統
- 4．短柱試驗儀
- 5．動態材料試驗機（300噸）
- 6．靜態撓度測定儀
- 7．校正用振動台
- 8．人工加速惡化實驗裝置
- 9．乾濕反覆試驗裝置
- 10．計力器
- 11．衝擊試驗裝置
- 12．吊車
- 13．局部壓縮、抗彎試驗裝置
- 14．強地板
- 15．透過損失試驗裝置
- 16．可調頻式起振器
- 17．微振儀、強振儀、加速度器及記錄器
- 18．力熱耦合實驗設備

- 19 · 拉、壓、扭大變型測微器
- 20 · 影像分析儀
- 21 · 500 噸、100 噸、200 噸油壓加力系統
- 22 · 資料自動處理系統
- 23 · 鋼結構焊接試驗設備
- 24 · 200噸金屬萬能試驗機
- 25 · 50噸結構震動系統
- 26 · 100 kips MTS 加力器
- 27 · 20噸結構版抗折實驗機
- 28 · 結構震動及資料分析系統
- 29 · 振動器
- 30 · 三桿式磅稱（包括3610g、311g、20kg）
- 31 · 電子天平
- 32 · 圓柱體試體模 $\phi 15 \times 30\text{Lcm}$
- 33 · 抗彎模（三聯式）
- 34 · 鋼筋彎曲機
- 35 · 鋼筋切斷機
- 36 · 混凝土貫入儀
- 37 · 其他雜項（比重瓶、量瓶.....等）
- 38 · 鋼筋腐蝕電位儀
- 39 · 80 噸柱壓機及反力構架
- 40 · 180°C 高溫高壓養生設備
- 41 · 混凝土切割機

- 42. 混凝土量測設備（含資料擷取系統、放大器等）
 - 43. 裂紋開口位移量測器
 - 44. 坍度儀
 - 45. 拌合機
 - 46. 含水量測定儀
 - 47. 側向變形量測器
 - 48. 混凝土鑽心取樣設備
 - 49. 破裂強度試驗儀
 - 50. 混凝土空氣含量、單位重及產量試驗儀
 - 51. 10噸線性載重試驗儀
 - 52. 90噸油壓千斤頂
 - 53. 靜動態訊號放大器
 - 54. 結構分析軟體
 - 55. 頻譜分析儀
 - 56. 扭力試驗機
 - 57. 活動式構件測試組合荷重裝置
- 5 實大結構實驗館

本實驗主要功能為瞭解實足尺寸結構體在強側方力與：行為，主要儀器設備如下：

- 1. 大型反力牆（ $25\text{m} \times 25\text{m} \times 15\text{m}$ ）及強地板（ $25\text{m} \times 25\text{m}$ ）
- 2. 50 噸、100 噸、200 噸及 500 噸油壓加力系統
- 3. 高速資料自動收集處理系統
- 4. 鑄結構之焊接試驗設備

- 4 · 鋼結構之焊接試驗設備
- 5 · 吊車 (15 噸與 30 噸)
- 6 · 振動平台 (6m×6m)
- 7 · 50 噸結構震動系統
- 8 · 擬動態試驗系統 (100 噸級)
- 9 · 20 噸鋼筋拉力機
- 10 · 20 噸鋼構抗彎機
- 11 · 鋼筋彎曲機
- 12 · 應變儀
- 13 · 100 噸壓力機與自動控制系統
- 14 · 萬能結構載重架
- 15 · 動態分析儀
- 16 · 訊號放大器
- 17 · 結構分析軟體

7.3.6 儀器設備經費初步概估

一、概估說明：

所需儀器詳如 7.3.1~7.3.5 所述，每一館所需設備儀器說明如下：

1 · 風洞實驗館：

據稱中山科學院一組飛機實體之風洞實驗設備就需新台幣伍億元，根據參觀訪問美國伊利諾技術學院，現即將籌建一座土木工程用之風洞實驗館，需美金四百萬元，若考慮二年後才建造，慮及物價指數及進口關稅等等，本館

所需儀器設備經費初估約新台幣1.5~1.8億元。

2．風雨實驗館：

此類實驗館以日本及法國為多，而台灣地處颱風多雨之海島型氣候，相當需要風雨實驗館，初估所需儀器設備經費約為新台幣0.5~0.8億元。

3．材料實驗館：

本實驗館需有足夠之儀器設備以供執行最基本之檢測工作，依所訂定檢測功能，對儀器設備之需求將有差異，預估所需經費約新台幣1~1.5億元，可以分年視需要編列預算。

4．結構構件實驗館：

本實驗館屬於較大型之結構構件之檢測儀器設備，初估設備經費約新台幣1~2億元。

5．實大結構實驗館：

依訪問一些實大結構實驗館結果，初估設備經費約新台幣1~2億元。

、概估每一館的設備與儀器如下：

風洞實驗館：約1.2~1.5億元。

風雨實驗館：約0.5~0.8億元。

材料實驗館：約1~1.5億元。

結構構件實驗館：約1~2億元。

實大結構實驗館：約1~2億元。

捌、結論與建議

8.1 結論

為配合工業需求，在近程階段先設立風洞與風雨兩所實驗館，中程階段繼之成立材料與結構構件兩所實驗館，遠程階段再建造實大結構實驗館，則不失為一合理的構想。國外相關資料顯示，風洞與風雨之實驗需求量相當高。台灣地小，建築物趨向高樓發展，風洞與風雨實驗館成立後，其作業必將忙碌起來，高試驗需求量亦可預期。

材料實驗館之測試項目大多偏向小規模試驗，建材的檢驗測試為成立建築結構實驗館重要目的之一。國內混凝土業朝向輕質骨材發展，高性能混凝土及由國外引進新材料的使用，將導致國內對材料測試的需求量與日俱增。

結構構件與實大結構兩實驗館之建立，工程費用特別高，試驗項目龐大，費用亦多。鑑於國外大型結構實驗館之使用頻率不高，深恐該二館成立後重蹈外國結構館之作業經驗，本研究群遂將構件與實大兩館的建立置於遠程階段，提供較充分時間以做適當的規劃調整。

資訊中心、檢測儀器、研發與推廣服務及行政室等支援單位，可在建研所現行體系中考慮設立。館內設有諮詢委員會及研究業務審議會，使研究業務與研發決策有全盤性地考量，發揮最大功效。

8.2 建議事項

- 一、未來實驗館延攬之技術人員，最好以高職人員為優先考慮。培養測試專業人才費時多，不宜常換人，在合理的情況下以最高允許

- 薪資聘請，以期在工作上全力以赴，並長久服務。
- 二、實驗館設立時必須確定研究發展方向與功能，充份發揮儀器使用效益，在適當的營運體系下，人才、設備、維修、經費來源及支出，均需保持平衡。
- 三、以迫切性及檢測性項目列為優先考慮，如風洞與風雨試驗為先，材料與結構構件測試次之、實大結構物實驗為最後。
- 四、建築物之穩定性與基礎地質密切相關。本研究不包括土壤研究實驗館之規劃，建議未來在適當的情況下，考慮進行土壤實驗館之成立研究。
- 五、配合經濟部的工業技術研究院，成立儀器校對（Calibration）中心，提供全國性的儀器校對服務。
- 六、目前國內結構實驗設備與儀器均屬小型設備及靜態試驗為主，期望未來結構館之設立以實足尺寸試體之實驗為目標。並兼顧電腦控制同步動力試驗之執行。
- 七、如前述，私立大學院校皆缺乏具規模的結構實驗設備，因此本計畫規劃中的結構實驗館應以容納各校研究人員之使用為原則，並考慮客座研究員之住宿。
- 八、未來建築結構實驗館扮演業界與學術界間之技術轉移角色，並且將業界待解的問題反映到學術界。

玖、附錄

9.1 會議記錄

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」第一次工作會議會議記錄

時間：中華民國八十一年九月廿六日上午九時至十二時

地點：國立交通大學土木系會議室

主席：林銅柱教授

記錄：林維明

出席人員：彭松村 林銅柱 李錫霖 鄭復平

彭耀南 吳永照 蘇 南 林維明

討論及決議事項：

林教授：

一、暑假期間，由於我在美國，本研究案由共同主持人鄭教授負責推動，本人深感致謝。

二、暑假期間我訪問過伊利諾、德州、李海及北卡等四個大學及PCA的結構實驗館。其中，和彭教授共同訪問過伊利諾大學和PCA。各大學均投資相當多的經費，然而限於目前美國經濟不景氣、研究經費緊縮，因此部份儀器閒置，這點是未來我們在規劃時需考慮的重點。參訪大學之實驗館時，發現在硬體、軟體及配置上，都是經過詳細規劃的，這些資料可供本研究之參考。

三、本研究案應配合未來台灣營建之需求，例如輕質骨材、山礦石料和海砂等新材料利用，將導致結構構件、力學行為測試之研究。

四、張世典主任曾建議本研究廣泛蒐集國外先進國家相關之研究資料，例如最近台灣大學一些教授到大陸參訪資料也可供研究參考。

五、國家級結構實驗館之規劃不是一件簡單的工作，有待大家集思廣益，提供智慧群體合作共同達成。

彭執行長：

一、結構試驗館設置在學校內的優點包括人員較易革新，能夠帶動學術

之發展。

- 二、在交大之研究發展上，希望能在跨領域方面發展，希望土木系能儘速成立「混凝土研究中心」或「營建自動化研究中心」。

林教授：

- 一、本研究案為本校與中華工學院合作之計劃，經費決定以三百萬元呈報建研所核示。

- 二、由於研究任務重大，因此需各位共同主持人及顧問共同努力，任務分配如下：

李教授：儀器設備、人才調查（學術界）。

彭教授：儀器設備、人才調查（工業界－組織資訊委員會）。

林教授：調查資料拿回來統籌整理及規劃實驗館。

鄭教授：結構實驗配置之初步結構分析。

吳主任：油壓系統計算。

彭執行長：配合未來交大研發方向相關工作。

彭執行長：

- 一、規劃之重點應達到經費自主之目標，能為產業界提供服務。
- 二、先成立一個研究中心，學校研發中心可提供一位專任助理之經費。
- 三、本計劃未成立前，可先借支十萬元，由土木系呈報核示。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」第二次工作會議會議記錄

時間：中華民國八十一年十月廿一日上午十一時至下午一時

地點：國立交通大學土木系會議室

主席：林銅柱教授

記錄：林維明

出席人員：李錫霖 林銅柱 彭耀南 鄭復平

林維明 陳百莉

討論及決議事項：

- 一、林教授以幻燈片報告暑假期間赴北卡、德州、李海等大學及CTL等單位參觀結構實驗館事宜。各試驗館均強調強硬耐磨地板、反力牆、隔音及錨碇螺栓等裝置，這些都是在未來本研究案規劃時應詳加考慮的。
- 二、建議應先確定國家級建築結構實驗館之規模。
- 三、彭教授與鄭教授建議應先考慮分析本系所的結構實驗館。
- 四、結構實驗館應考慮疲勞振動可能造成之建築結構物之破壞問題。
- 五、在期初簡報（十一月底）前的工作分配如下：
 1. 李教授：大學方面之人才、研究計劃和儀器等相关資料之蒐集。
 2. 彭教授及鄭教授：工業界方面之人才、研究計劃和儀器等相关資料之蒐集。
 3. 林教授負責設備、配置及試驗館建築物等相关的資料之蒐集。
- 六、各位共同主持人將所蒐集到之資料交由計劃主持人彙總作資料整理。
- 七、未來國內結構實驗測試研發工作項目及優先順序需由大家共同研討決定。
- 八、試驗館建築本體初步結構分析、測試設備之整體架構及理想規模之規劃由林教授和鄭教授共同負責。
- 九、實驗館營建管理運作體系與制度之建立由彭教授和鄭教授共同負責。
- 十、設備、儀器及檢驗測試項目之規劃工作由大家共同研討決定。
- 十一、人才、設備、儀器及研究計劃等資料庫之建立由李教授負責。
- 十二、近、中、長程發展計劃之擬定由大家共同參與研定。

十三、各負責人將研究結果送至林教授彙整撰寫期末報告。

十四、研究員林維明及蘇南分別協助林教授及彭教授。鄭教授和李教授可視需要分別聘請兼任助理協助。

十五、各位主持人在本計劃所需運用之經費請交由陳百莉小姐報銷。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」第三次工作會議會議記錄

時間：中華民國八十一年十二月十七日下午三時卅分

地點：國立交通大學土木系會議室(工二館三三八室)

主席：林銅柱教授

記錄：陳百莉

出席人員：蕭江碧 周智中 林銅柱 彭耀南

鄭復平 李錫霖 蘇南 林維明

陳百莉

會議內容：

一、周組長報告：

1. 本研究案預定於八十二年二月底作期中簡報。
2. 期初簡報時，各專家學者建議本試驗館應與其他大學及地震中心之功能不同。
3. 目前張隆盛署長指示本所研究都市建築之鋼骨與鋼筋混凝土對環保之影響，未來使用鋼骨機率較大，因此，在鋼骨這方面之研究勢必增加。

二、主席報告期初簡報時，各專家學者之建議及會議結論（略，詳原開會資料）。

三、共同主持人報告目前正進行之研究概況。

1. 李教授及鄭教授報告問卷資料已發出，陸續有回函，在期中簡報前會將結果整理出。
2. 彭教授報告研擬之結構試驗館組織與運作制度之架構（略，詳原開會資料）。
3. 林維明報告日本清水建設技術研究所、日本建築研究所及美國標準及技術研究院之相關結構實驗室設備概況。

四、目前研究中遭遇之困難：

1. 本試驗館與國家地震中心或各大學現有或即將興建之反力牆及振動台可能重覆，將來可能會遇到一些困擾。
2. 台灣地理環境特殊，颱風頻繁，所造成之災害大，風洞及風雨試驗

可能需列為優先考慮。

3. 建研所對於結構試驗館之目標如何定位。

五、擬定研究之優先順序：

1. 國內已經有的測試及需花費較多經費的放在後面。

2. 急迫性及實用性的測試為優先考慮，例如風洞及耐風雨試驗可列為優先。

3. 建研所之結構試驗館先期以檢驗為主，研發為副等具有相當規模再作調整。

4. 蕭副主任指出有一些建築規範需作風洞試驗。

六、預定期中簡報前應完成之工作：

1. 將結構實驗館所應包括之測試項目列出，由各位與會專家學者提供優先順序。

2. 整理問卷調查產業界所急迫需要的測試項目及目前各學校現有之設備及測試項目。

3. 林教授將明（八十二）年一月中旬至二月中旬期間赴美，日參觀考察蒐集研究相關之資料。

七、臨時動議

1. 建研所的結構實驗館未來可能單獨作業或與其他單位合作，在本研究案不必列入考慮。而其功能、目的及所需之檢測及研發項目應詳細規劃。

2. 本結構實驗館應就結構物之一維、二維及三維構件行作詳細規劃。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」第四次工作會議會議記錄

時間：中華民國八十二年二月二十日下午二時整

地點：國立交通大學工二館三三八室

主席：林銅柱教授

記錄：陳百莉

出席人員：周智中 林銅柱 鄭復平 李錫霖

蘇 南 林維明 陳百莉

會議內容：

一、林維明宣讀上次會議決議事項。

二、報告事項：

- 1．主席報告寒假赴美國普渡大學、伊利諾大學、日本建築綜合試驗研究院、大阪市立大學等之風洞試驗館。參觀後感想我國目前尚無此方面之設備，應即時興建。
- 2．鄭教授報告問卷調查與訪談結果，各顧問公司都認為必須成立風力試驗室、風雨試驗室、結構大型試驗室、材料測試問題及資訊方面（翻譯規範或軟體）及隔震設備等。反力牆之高度各大學都嫌不夠，目前本規劃案定為十五公尺。
- 3．李教授報告：大學方面之問卷調查，已收集並整理。
- 4．鄭教授以十五公尺為結構試驗館反力牆初步設計。
- 5．周組長建議可以在期中簡報中報告各學校的大型反力牆之現況，李主任所蒐集之各大學院校的材料試驗及林教授報告風洞試驗室考察結果。
- 6．期中簡報定於三月八日舉行，於三月二日之前應將期中簡報內容送交建研所。

三、期中簡報約三十頁，包括計劃說明、目前進度、報告內容、困難點及後續工作。

四、共同主持人將期中報告於三月廿五日前送交林教授彙整。

五、綜合建議：

- 1．未來結構試驗及風洞試驗館成立，應作人才培訓工作。

- 2．研擬之結構試驗館組織與運作制度之架構應在報告中提及。
- 3．設置結構試驗館應有長期規劃將執行之研究案，使硬體不至於發生閒置現象。
- 4．結構與材料應合併運作。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」期中簡報專家學者意見

林主任純政：近中長程研究需預估所需經費、時程、人才及培訓等資訊。

葉委員基棟：

1. 在目前遭遇困難中提及與地震中心及各大學即將興建之反力牆和振動台可能有重覆現象發生，事實上建研所所考慮者為實足尺寸、新工法與實用。因此與其他的在目標上並不一致，而且在時間與空間之要求上也不一定能與學術單位搭配，因此，在國家之經費許可下，乃有興建之必要性。
2. 風洞試驗應以充份之時間去規劃。
3. 風雨試驗較單純，實用性可作權威認定，提供業界之驗證報告。
4. 要重視實驗室設置後人才之培訓問題。

莫委員若礪：

1. 很贊成進行風雨試驗。
2. 土木所需之風洞實驗與目前國內航太為主者功能不同。
3. 若經費許可，先支持學校建立學術單位的評定標準。
4. 爭取經費，以結構安全為主。

王亭復先生：

1. 反力牆、地震中心已有，在爭取經費上恐有困難。
2. 工程界對風洞實驗及建物周界環境風場很急迫需要，淡江大學及中科院有，但規模太小。

洪思閩先生：

1. 國內風洞不夠大，可考慮作橋樑採用的。
2. 可收集大陸北京建築研究所及同濟大學資料。

陳振川教授：

1. 實驗館是規劃階段，沒有必要進行初步結構分析，應重視規劃結構型式。
2. 在調查資料中應將補充有關材料方面之研究人力與研究重點。

黃兆龍教授：

- 1．應以迫切性考量。
- 2．篩選、整合性及人才培育問題。
- 3．經濟性考慮，使用費高及維修費高。

蔡益超教授：未來大型結構實驗室之利用率。

公共督導會報：

- 1．將來要作那些研究應有所規劃。
- 2．目前結構實驗室之利用率。
- 3．評估利用設備所生產之報告的產量及品質。
- 4．維護費用估計。
- 5．未來運作找那些研究人員、薪資是自付盈虧或由公家機關負責到底。
- 6．可以作多少研究計劃。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」第五次工作會議會議記錄

時間：中華民國八十二年四月廿三日上午十時整

地點：國立交通大學工二館三三八室

主席：林銅柱教授

記錄：陳百莉

出席人員：周智中 曾 亮 林銅柱 鄭復平

陳生金 陳振川 蘇 南 林維明

陳百莉

會議內容：

一、周組長報告：本研究案期末報告預定六月十至十四日期間舉行，希望
本研究案能提出一些具體之建議可供建研所參考。研究
案各項費用希望於六月底以前完成經費核銷作業。

二、宣讀上次會議決議事項（略）。

三、報告事項。

四、研擬實驗館應考慮包括風洞、風雨、結構構件與實足尺寸等；實足尺
寸應考慮大型油壓機之設置。

五、營運管理運作體系與制度之架構：

1．分為行政體系及研究室架構。

2．研擬近中長程發展體系，可考慮與現行體制配合及獨立作業或與
其他學術單位合作。

3．人才、設備及維修等均為考慮重點。

六、擬定期末報告大綱。（如附表所示）

七、期末報告撰寫工作分配：

1．鄭復平教授：實足尺寸及結構構件之建議。

2．李錫霖教授：人才、儀器、研究項目調查資料庫。

3．林銅柱教授：風洞、風雨、營建管理系統及彙整。

「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」期末簡報專家學者意見

一、現場：

葉委員基棟：

實驗館經費概估壹拾億元，主持人林教授認為數目相當大，然而若以公共工程之經費比較之下，實並不多，其目的在發揮設置功能之重任。

二、書面：

林教授文賢：

各實驗館之建設費用似嫌不足，其理由如下：

- 1．設計費開始（以行政院備金計算法）需較高的費用。
- 2．建造時，所需的建築材料費用也會隨物價指數提高（另必須考慮建材之供給問題），因此比一般建築物需要更多的建材。
- 3．建造完成後其維修費用亦高。
- 4．建築物內部機能需求不同時，其所需空間也不同；而不是概略，是以土地需求的多寡也應以機能決定。

沈教授得縣：

- 1．中長程發展計劃中，土地費、設備費等經費如何估算？
- 2．風雨試驗館設立，國內經驗是否足夠及需求多大？
- 3．初稿中72頁的材料與構件兩實驗館很容易達成，似應列為近程，為何要延後？而近程將完成風洞、風雨兩館應考慮國內經驗，是否可列為中程？

陳式毅主任：本試驗館之投資甚大，用途若僅限於建築研究，似嫌可惜。最好能包括橋樑等大型公共工程，以充分發揮功效。

9.2 收集資料

9.2.1 國外風洞、風雨、材料、構件與實大等實驗館資料

9.2.2 結構試驗相關儀器設備資料

9.2.3 國外實驗館營運管理體系與制度資料

9.3 反力牆與強地板之初步結構分析

參 考 文 獻

- 一、林銅柱等，「中華民國混凝土科技邁向廿一世紀發展之規劃」，內政部建築研究所籌備處專題研究計劃成果報告，81年6月。
- 二、楊水斌、周德光，「地震模擬實驗室簡介」，營建知訊117期，民國81年6月。
- 三、「日本建設省建築研究所簡介」，日本建設省建築研究所，發刊日期不詳。
- 四、「An Engineering Research Center for Advanced Technology for Large Structural Systems」, Lehigh University, 發刊日期不詳。
- 五、Cyril M. Harris & Charles E. Crede, "Shock and Vibration Handbook", 2nd ed, pp.1-14~15, McGraw-Hill Inc.
- 六、李一聖、葉孝民，「反力牆和強力地板之結構分析與設計」，第一屆結構工程研討會，pp.167~173，民國81年11月。
- 七、P. Srinivasulu & C.V. Vaidyanathan, "Handbook of Machine Foundations", Structural Engineering Research Centre, pp.42~43, 1978.
- 八、C.S. Yeh et al, "Visiting Report and Proposal for Earthquake Simulation Laboratory", Report No. NCRFF-90~001, Taiwan, R.O.C., July, 1990.
- 九、國家地震工程研究中心，「結構隔震、消能技術研討會論文集」，台北市，民國81年10月。

十、洪宏基，「土木工程科技學門現況報告」，行政院國家科學委員會研究報告，81年6月。

十一、顏清連，「大學校院土木類系、所研究概況」，行政院國家科學委員會研究報告，80年3月。

十二、林慶元等，「籌設財團法人建築材料研究發展中心計畫」，內政部建築研究所籌備處專題研究計劃成果報告，81年6月。