

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

建築材料實驗群建置規劃總計畫  
期末報告

計畫主持人：蕭所長江碧

共同主持人：蔡克銓

研究單位：國家地震工程研究中心

委託單位：內政部建築研究所

執行期程：九十二年二月至九十二年十二月

中華民國九十二年十二月二十五日

# 內政部建築研究所研究計畫成果報告

## 建築材料實驗群建置規劃總計畫 期末報告

計畫主持人：蕭所長江碧

共同主持人：蔡克銓

研究助理：汪向榮

研究單位：國家地震工程研究中心

委託單位：內政部建築研究所

執行期程：九十二年二月至九十二年十二月

## 摘 要

關鍵詞：實驗室、建築材料與組件、油壓萬能試驗機、耐久與耐候、自動監測、隔減振、開放建築、綠建築、智慧型建築

內政部建築研究所多年前開始著手籌設與建築相關的實驗研究設施。「建築材料實驗群」包含三個主要實驗室組合：（一）建築組件實驗室，（二）建築材料實驗室，（三）建築耐久與耐候實驗室，其設置的目的主要在提供場所及設備以對於建築材料本身之屬性、建築組件之力學性能以及建築材料之耐久與耐候性等方面進行研究實驗或測試。

本計畫目的乃針對建築材料與組件實驗室之籌建，規劃未來整體發展之方向與重點，依據未來研究及整體發展之方向與重點，規劃實驗室所需設備之設置與空間配置，並協助建築工程配合界面之建議，以利後續實驗室建置作業之進行。同時亦配合建築工程進行，協助相關界面之檢討與修正，以利實驗場館設計、建造工作之推動與實驗室儀器設施購置作業之執行。本實驗室不但可負起對國內建築材料之研究發展、檢驗測試、性能評鑑及標準訂立之責任，更可協助建築業者正面發展，有效規範國內建築材料市場，以提升國內建築材料之水準。

為傳達建築實驗研究發展有關技術與趨勢，利用建築實驗群建築實體作為實驗研究之對象，落實建築結構自動化監測機制於實際結構物中，並進一步作為智慧型建築物推廣應用之示範。除了將調查國內外現有智慧型建築結構之自動化監測發展應用與現況，並將針對建築材料實驗群建築結構整體自動化監測之需求進行整體評估，以提出符合建築結構之長期自動監測機制，以供未來相關比較分析，並開放外界擷取資訊之研究所需。另一方面，提出建築工程設備所需配合界面之建議，並搭配建築研究所近年來大力推動的結構建築隔減振技術的落實，針對結構物完工後所可能面臨的各種使用及振動問題，提出預先的解決方案以供參考。

提供建築師有關開放建築、綠建築、及智慧型建築理念與技術之資訊及諮詢，共同研討與界定出可行之理念與技術，並確實將這些理念與技術落實於「建築材料實驗群」之中，使之成為一個最佳的應用示範案例，其主要任務及工作重點有文獻收集，研討可行之理念與技術，提供設計諮詢，彙整應用成果。開放建築諮詢小組提出以下開放建築的設計構想與手法：有效率的平面區劃，以形成完整的、集中的機能區間；規劃「模矩系統」，作為整合各建築系統之架構。

# 目 錄

|  |    |
|--|----|
| 摘 要 .....                                  | 2  |
| 目 錄 .....                                  | 4  |
| 表 目 錄 .....                                | 8  |
| 圖 目 錄 .....                                | 10 |
| 第一章 緒 論 .....                              | 15 |
| 1-1 研究背景與目的 .....                          | 15 |
| 1-2 研究方向及內容 .....                          | 17 |
| 1-3 研究方法及步驟 .....                          | 21 |
| 1-4 成果與展望 .....                            | 21 |
| 第二章 研究成果與整合 .....                          | 24 |
| 2.1 建築組件、材料及耐候耐久實驗室實驗設施建置規劃研究 .....        | 24 |
| 2.1.1 實驗室空間配置 .....                        | 24 |
| 2.1.2 實驗儀器及設備 .....                        | 28 |
| 2.1.2.1 建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究 .....            | 29 |
| 2.1.2.1.1 大型力學組件實驗室設備規格、數量與價格 .....        | 29 |
| 2.1.2.1.2 大型力學組件實驗室設備配置平面圖 .....           | 43 |
| 2.1.2.1.3 大型力學組件實驗室油管(硬管)配置圖 .....         | 45 |
| 2.1.2.2 建築材料實驗室實驗設施建置之研究 .....             | 46 |
| 2.1.2.2.1 儀器設備與建研所歷次計畫及未來可能需求之<br>檢討 ..... | 46 |
| 2.1.2.2.2 實驗室儀器種類、數量及可能預算 .....            | 46 |
| 2.1.2.2.3 各試驗室儀器佈置 .....                   | 49 |
| 2.1.2.2.4 主要儀器設備規格 .....                   | 55 |

|           |                             |     |
|-----------|-----------------------------|-----|
| 2.1.2.3   | 建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究.....    | 66  |
| 2.1.2.3.1 | 先前規劃檢討.....                 | 66  |
| 2.1.2.3.2 | 實驗室整體規劃說明.....              | 67  |
| 2.1.2.3.3 | 實驗室設備功能與經費預估.....           | 81  |
| 2.2       | 建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震建置之研究  | 84  |
| 2.2.1     | 光纖感測設施建置成果.....             | 84  |
| 2.2.1.1   | 調查國內外現有光纖監測發展應用與現況.....     | 85  |
| 2.2.1.2   | 結構整體自動化監測之需求規劃.....         | 85  |
| 2.2.1.3   | 建築工程設備所需配合介面之建議.....        | 88  |
| 2.2.1.4   | 相關經費概估.....                 | 92  |
| 2.2.2     | 隔減震措施研究成果.....              | 92  |
| 2.2.2.1   | 簡介.....                     | 92  |
| 2.2.2.2   | 結構分析與設計.....                | 93  |
| 2.2.2.3   | 隔震支承墊設計.....                | 100 |
| 2.3       | 開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群之應用研究..... | 102 |
| 2.3.1     | 開放建築.....                   | 102 |
| 2.3.1.1   | 「開放建築」之設計目標與定位.....         | 102 |
| 2.3.1.2   | 「開放建築」設計理念之建議.....          | 102 |
| 2.3.2     | 綠建築.....                    | 107 |
| 2.3.2.1   | 「綠建築」設計目標之擬定.....           | 107 |
| 2.3.2.2   | 落實「綠建築」理念之方法與過程.....        | 107 |
| 2.3.2.3   | 「綠建築」設計成果.....              | 110 |
| 2.3.3     | 智慧建築.....                   | 116 |
| 2.3.3.1   | 「智慧建築」設計目標之擬定.....          | 116 |
| 2.3.3.2   | 落實「智慧建築」理念之方法與過程.....       | 118 |
| 2.3.3.3   | 「智慧建築」設計成果.....             | 119 |
| 第三章       | 結論與建議.....                  | 125 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 參考文獻.....                      | 134 |
| 附錄一 第一期土建工程相關平面設計圖.....        | 138 |
| 附錄二 大型油壓萬能試驗機招標規格.....         | 154 |
| 附錄三 建築材料組件實驗群諮詢整合會議紀錄.....     | 170 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 172 |
| 研究案期初審查會議紀錄.....               | 172 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 178 |
| 研究案期初成果報告會議紀錄.....             | 178 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 180 |
| 研究案期中成果報告會議紀錄.....             | 180 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 181 |
| 研究案期中成果報告會議紀錄.....             | 181 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 183 |
| 研究案第一次諮詢整合會議紀錄.....            | 183 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 185 |
| 研究案第二次諮詢整合會議紀錄.....            | 185 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 187 |
| 研究案第三次諮詢整合會議紀錄.....            | 187 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 189 |
| 研究案第四次諮詢整合會議紀錄.....            | 189 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 190 |
| 研究案第五次諮詢整合會議紀錄.....            | 190 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 191 |
| 研究案第六次諮詢整合會議紀錄.....            | 191 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同..... | 192 |
| 研究案第七次諮詢整合會議紀錄.....            | 192 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同 ..... | 193 |
| 研究案第八次諮詢整合會議紀錄 .....            | 193 |
| 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同 ..... | 195 |
| 研究案諮詢整合台南參訪座談紀錄 .....           | 195 |



## 表 目 錄

|   |    |
|---|----|
| 表 1.1 建築材料與組件實驗群計畫項目 .....                      | 16 |
| 表 2.1 實驗室空間配置.....                              | 24 |
| 表 2.2 反力牆與強力地板規劃尺寸表.....                        | 30 |
| 表 2.3 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機規格表.....            | 31 |
| 表 2.4 美國 UC Berkeley 2000 噸萬能材料試驗機規格表.....      | 32 |
| 表 2.5 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機規格表 .....            | 35 |
| 表 2.6 日本 Nihon University 3000 噸萬能材料試驗機規格表..... | 35 |
| 表 2.7 規劃之 3000 噸萬能材料試驗機規格表 .....                | 36 |
| 表 2.8 萬能材料試驗機規劃方案表 .....                        | 36 |
| 表 2.9 大型力學組件實驗室 3000 噸萬能試驗機規格及經費預估.....         | 41 |
| 表 2.10 大型力學組件實驗室油壓制動器規格及經費預估 .....              | 41 |
| 表 2.11 大型力學組件實驗室油壓及冷卻系統規格及經費預估 .....            | 42 |
| 表 2.12 大型力學組件實驗室電腦控制系統規格及經費預估.....              | 42 |
| 表 2.13 大型力學組件實驗室其他相關設備與儀器規格及經費預估.....           | 43 |
| 表 2.14 建築材料實驗室實驗儀器規格及經費預估 .....                 | 47 |
| 表 2.15 實驗室整合異動.....                             | 66 |
| 表 2.16 耐候實驗室實驗儀器規格及經費預估.....                    | 69 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 表 2.17 耐蝕及防蝕實驗室實驗儀器規格及經費預估 .....     | 72  |
| 表 2.18 耐化學實驗室實驗儀器規格及經費預估 .....       | 76  |
| 表 2.19 耐凍、耐朽實驗室實驗儀器規格及經費預估 .....     | 78  |
| 表 2.20 屋外曝曬場實驗儀器規格及經費預估 .....        | 81  |
| 表 2.21 耐久耐候實驗室儀器位置與經費預估 .....        | 82  |
| 表 2.22 耐久耐候實驗室儀器主要用途分析 .....         | 83  |
| 表 2.23 建築構材光纖感測設施規格及經費預估 .....       | 92  |
| 表 2.24 地震力之計算 .....                  | 94  |
| 表 2.25 隔震支承墊力學性質計算與隔震結構地震力側向分佈 ..... | 95  |
| 表 2.26 隔震支承墊力學性質參數分析 .....           | 100 |
| 表 2.27 基地設計都計審查前後規劃條件對照表 .....       | 110 |
| 表 2.28 「智慧建築標章」(草案) 七大評估指標 .....     | 117 |
| 表 2.29 建材實驗群智慧化：智慧建築標章評估基準自評表 .....  | 124 |
| 表 3.1 建築材料與組件實驗群各子計畫之儀器設備經費預估 .....  | 125 |

## 圖目錄

|  |    |
|--|----|
| 圖 1.1 建築材料與組件實驗群.....                    | 17 |
| 圖 2.1 實驗室建物平面配置圖.....                    | 26 |
| 圖 2.2 實驗室地下室空間配置平面圖.....                 | 26 |
| 圖 2.3 實驗室一樓空間配置平面圖.....                  | 27 |
| 圖 2.4 實驗室二樓空間配置平面圖.....                  | 27 |
| 圖 2.5 實驗室三樓空間配置平面圖.....                  | 27 |
| 圖 2.6 實驗室四樓空間配置平面圖.....                  | 28 |
| 圖 2.7 實驗室五樓空間配置平面圖.....                  | 28 |
| 圖 2.8 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機.....        | 31 |
| 圖 2.9 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機尺寸圖.....     | 31 |
| 圖 2.10 美國 UC Berkeley 2000 噸萬能材料試驗機..... | 33 |
| 圖 2.12 升降橫軛之螺芽鋼棒.....                    | 34 |
| 圖 2.11 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機.....        | 34 |
| 圖 2.13 方便工作人員進行作業之工作平台.....              | 34 |
| 圖 2.14 萬能材料試驗機兩側之滑車軌道.....               | 34 |
| 圖 2.15 萬能材料試驗機兩側之滑車.....                 | 34 |
| 圖 2.16 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機尺寸圖.....     | 34 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 2.17 日本 Nihon University 3000 噸萬能材料試驗機..... | 35 |
| 圖 2.18 連結機械公司設計之萬能材料試驗機.....                  | 37 |
| 圖 2.19 MTS 設計之萬能材料試驗機.....                    | 40 |
| 圖 2.20 MTS 設計之萬能材料試驗機(立面圖).....               | 40 |
| 圖 2.21 MTS 設計之萬能材料試驗機搭配之選擇配件.....             | 40 |
| 圖 2.22 MTS 設計之萬能材料試驗機搭配之選擇配件(立面圖).....        | 40 |
| 圖 2.23 大型力學實驗室地下一樓設備配置平面圖.....                | 44 |
| 圖 2.24 大型力學組件實驗室設備配置平面圖.....                  | 44 |
| 圖 2.25 實驗室硬管配置平面圖.....                        | 45 |
| 圖 2.26 地下室硬管配置圖 (沿 wall 方向).....              | 45 |
| 圖 2.27 短向反力牆硬管配置立面圖.....                      | 46 |
| 圖 2.28 長向反力牆硬管配置立面圖.....                      | 46 |
| 圖 2.29 B1 養護室及恆溫恆濕室.....                      | 49 |
| 圖 2.30 一般物理試驗室(一).....                        | 50 |
| 圖 2.31 一般物理試驗室(二).....                        | 51 |
| 圖 2.32 裝修試驗室.....                             | 52 |
| 圖 2.33 切割室.....                               | 53 |
| 圖 2.34 電子顯微鏡室.....                            | 53 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 圖 2.35 非破壞性試驗室.....            | 54 |
| 圖 2.36 耐候耐久實驗室各子實驗室功能區分.....   | 68 |
| 圖 2.37 耐候實驗室實驗儀器配置平面圖 .....    | 69 |
| 圖 2.38 耐蝕及防蝕實驗室實驗儀器配置平面圖 ..... | 73 |
| 圖 2.39 耐化學實驗室實驗儀器配置平面圖 .....   | 76 |
| 圖 2.40 耐凍、耐朽實驗室實驗儀器配置平面圖 ..... | 78 |
| 圖 2.41 屋外曝曬場實驗儀器配置平面圖 .....    | 81 |
| 圖 2.42 光纖感測系統配置平面圖 .....       | 86 |
| 圖 2.43 全棟溫度、全棟應力監測配置圖 .....    | 87 |
| 圖 2.44 3D 結構分析模型 .....         | 94 |
| 圖 2.45 結構第一振態 .....            | 96 |
| 圖 2.46 結構第二振態 .....            | 96 |
| 圖 2.47 結構靜載重變形曲線.....          | 97 |
| 圖 2.48 結構活載重變形曲線.....          | 97 |
| 圖 2.49 反應譜分析強軸彎矩.....          | 98 |
| 圖 2.50 反應譜分析柱軸力 .....          | 98 |
| 圖 2.51 上部結構桿件應力比率.....         | 99 |
| 圖 2.52 剪力應力比率.....             | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| 圖 2.53 建築師之建築材料實驗群原始設計提案（標準平面圖） .....           | 103 |
| 圖 2.54 一般實驗棟之標準平面圖 .....                        | 103 |
| 圖 2.55 60cm-120cm 之矩形格線系統是室內「填充」構件之模矩參考系統 ..... | 104 |
| 圖 2.56 雙層交疊鋼樑之概念，和所形成之設備系統水平管道空間....            | 104 |
| 圖 2.57 設備之主要供給幹管在中央走道天花板管道空間之水平配置狀況 .....       | 105 |
| 圖 2.58 「水平供給及排放支管」在機能區間天花板管道空間之配管狀況 .....       | 105 |
| 圖 2.59 室外走廊天花板管道空間之「主要排放幹管」配管狀況 .....           | 105 |
| 圖 2.60 室內隔間牆之立面分割 .....                         | 106 |
| 圖 2.61 最小服務空間 .....                             | 106 |
| 圖 2.62 建築材料實驗群大樓平面格局變更前後之比較 .....               | 107 |
| 圖 2.63 基地配置及植物區範圍 .....                         | 111 |
| 圖 2.64 綠帶以開挖地下室廢棄土填土方式處理 .....                  | 111 |
| 圖 2.65 建築西向立面及藤蔓植栽設置圖 .....                     | 113 |
| 圖 2.66 平面與立面形狀完整，且採鋼構造，可減少二氧化碳的產生係數 .....       | 113 |
| 圖 2.67 屋頂採光及通風說明圖 .....                         | 115 |
| 圖 2.68 建築材料實驗群智慧化設計方案研擬流程圖 .....                | 118 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 圖 2.69 智慧化系統整合架構圖..... | 121 |
| 圖 2.70 綜合佈線系統架構圖.....  | 122 |

# 第一章 緒 論

## 1-1 研究背景與目的

內政部建築研究所基於對建築相關實驗之研究精神與高度熱忱，以及肩負國內相關產業之發展，多年前即開始積極著手籌設與建築相關之實驗研究設施。一方面參考國外如日本建設省建築研究所、英國建築研究所等相關類似機構之實驗設施外，另一方面著手檢討國內「國家級」實驗研究機構如財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心及各大專院校相關科系實驗室之現況與社會需求。經由本身多年累積之「建築研究所土地使用及設施規劃」、「建築研究所硬體設施籌設計畫及各項硬體設施之建築規劃設計準則」、「建築物防火試驗館設計發展計畫」、「建築物性能試驗館場設置研究計畫」及「國家級建築結構實驗館設置研究計畫」等專案研究計畫之規劃評估，再依據政府公共安全、政策導向、法規制度之監督管理及公益性之審慎考量，於民國八十七年二月完成了「建築研究所建築實驗設施設置計畫」。該項計畫在避免重複投資及凸顯獨特性之原則下，在諸多實驗設施群組中，選擇設置：(一)建築防火實驗群，(二)建築性能實驗群，(三)建築材料與組件實驗群為優先目標，並期於六年內完成整體設置規劃。其中第(一)及第(二)項實驗群之實驗室目前已於台南市國立成功大學設置，而第(三)項之建築材料與組件實驗群實驗室則在台北市景美設置。

「建築材料與組件實驗群」實驗室之建置目的在於提昇國內建築技術水準，促進我國建築產業升級，其內容包括：(一)建築材料實驗室，(二)建築組件實驗室，(三)建築耐久性能實驗室三項之組合。藉由提供必要設備與空間，對於建築材料本身之屬性、建築材料及構成組件之力學性能及建築材料耐久性與耐候性等方面有效地進行實驗研究及測試工作。此外，研究設備亦可支援學術單位從事創新性之研究工作。研究成果將可作為相關建築法規修正，擬定工程技術規範之、材料組件國家標



準及設備系統性能基準之依據。在全球「永續發展」的目標驅使下，內政部建築研究所過去曾經委託學者進行許多研究，尋求能達成永續建築目標之理念與技術，如營建自動化、開放建築、綠建築、智慧型建築等。本整合計畫亦將提供本案建築師有關開放建築、綠建築、及智慧型建築之設計資訊及諮詢，並協助建築師將這些理念與技術落實於「建築材料與組件實驗群」之中。此外，利用本建築實驗群建築實體作為實驗研究之對象，將建築結構自動化監測機制落實於本案實際結構物中，進一步作為智慧型建築物推廣應用之示範。

本計畫為整合「建築材料與組件實驗群」實驗室三種實驗室之建置需求，其中包含五個子計畫依序如下：(一)建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究，(二)建築材料實驗室實驗設施建置之研究，(三)建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究，(四)建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震建置之研究，(五)開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群之應用研究(參見表 1.1)。藉由與建築師進行協商與溝通，儘量避免與國內各主要研究機構資源重複，以使用者目前與未來可能的需求作為規劃設計考量，在當前國家有限的資源下，期能歸納整理出一符合需求之最佳建置方案，及時提供建築師作為土木建築細部設計之用。總計畫與子計畫之關係如圖 1.1 所示：

表 1.1 建築材料與組件實驗群計畫項目

| 計畫項目 | 主持人 | 服務單位系所               | 職稱  | 計畫名稱                  |
|------|-----|----------------------|-----|-----------------------|
| 總計畫  | 蔡克銓 | 國立台灣大學<br>土木系        | 教授  | 建築材料實驗群建置規劃<br>總計畫    |
| 子計畫一 | 蔡克銓 | 國立台灣大學<br>土木系        | 教授  | 建築組件實驗室實驗設施<br>建置規劃研究 |
| 子計畫二 | 韓茂樹 | 國立台北科技大學<br>土木與防災研究所 | 副教授 | 建築材料實驗室<br>實驗設施建置之研究  |

|      |     |                   |          |                                    |
|------|-----|-------------------|----------|------------------------------------|
| 子計畫三 | 楊仲家 | 國立海洋大學<br>材料工程研究所 | 教授       | 建築材料耐候耐久實驗室<br>實驗設施規劃研究            |
| 子計畫四 | 張國鎮 | 國立台灣大學<br>土木工程系   | 教授       | 建築材料實驗群建築構材<br>光纖感測設施及隔減震<br>建置之研究 |
| 子計畫五 | 杜功仁 | 國立台灣科技大學<br>建築系   | 助理<br>教授 | 開放式智慧化綠建築在建<br>築材料實驗群之應用研究         |

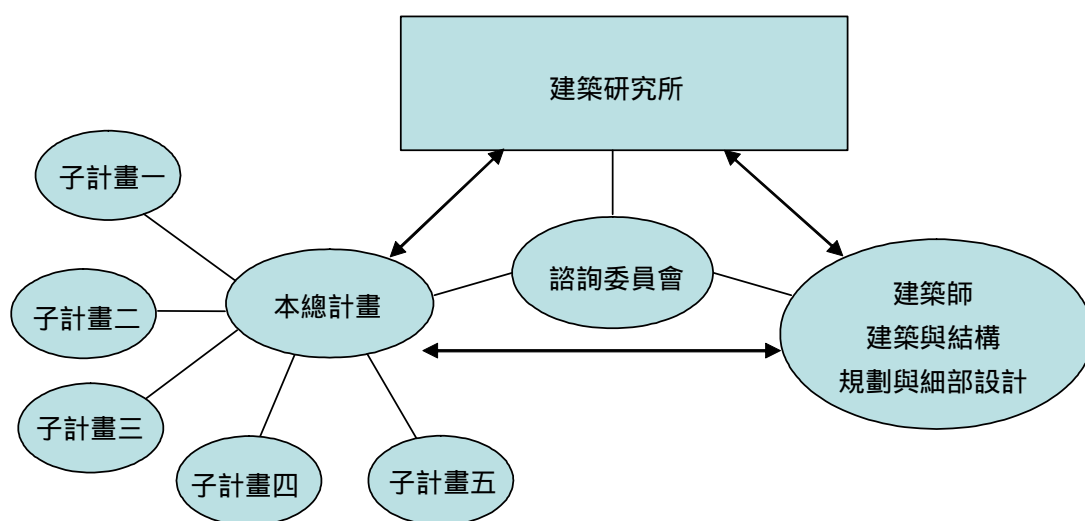


圖 1.1 建築材料與組件實驗群

## 1-2 研究方向及內容

台灣地區地震頻繁，並於 1997 年 9 月 21 日發生集集大地震發生，除造成重大傷亡外，亦造成許多結構物倒塌或嚴重損壞。由此觀之，不論在結構物重建或補強方面，結構耐震設計、結構系統、施工方法、建築材料之選用及隔減震設備之裝置均有不斷改良創新的空間與實際研究之必要性。因此，建立整合性之研究實驗機構、規劃設立國家級實驗測試設備與場所及購置先進之實驗研究設備將可確實實踐國內建築組件材料之研究發展、性能評估及規範制定。

本研究計畫旨在協助內政部建築研究所規劃並建置國內與建築組

件材料相關之整合性研究機構及實驗測試設備與場所，並提出符合未來研究方向必備之實驗儀器與設備。藉由吸取國內外相關研究實驗單位之經驗及採納各方專家學者之寶貴建議，且配合國內實際現況之需求，期能規劃適合我國國情及需要之實驗設備與場所，並奠定本所在建築材料實驗研究方面之整合及領導地位。本研究計畫之主要內容包括：

1. 整合並訂定建築組件、材料及耐久性實驗室規模大小。

(1) 協調建築組件、材料及耐久性實驗室之空間配置，考慮各實驗室之相關性或獨立性，使各實驗室均能發揮最大效益。舉例來說，精密實驗儀器設置之地點儘可能遠離產生振動、噪音及塵埃等污染之實驗設備。

(2) 共同參與實驗室建築物之建築及結構設計，收集並參考國內外實驗室資訊予以提供建築師及結構技師設計時之參考。

(3) 整合各實驗室之建置規劃意見，與建築師協調整體設計。

2. 整合各實驗室之相關設備與需求。

(1) 整合各子計畫提出各實驗室所需之相關儀器設備，避免資源重複造成不必要之浪費。

(2) 整合各實驗室個別之需求，例如試體及人員運輸動線、廢棄試體之堆置空間、電源、水、空調、採光配置設計以及實驗進行中產生污染物之處理（例如污水 有毒氣體或具有腐蝕性質的物質之特殊處理系統）。

3. 協調光纖感測設施之佈設位置及隔減震措施之設計。

為能表達國家級實驗研究機構之意象。並傳達建築實驗研究發展有關技術與趨勢，本建築實驗群建築內部除供建築材料研究實驗外，乃選擇建築結構自動化監測機制於建築實體之實驗研究之對象，亦成為智慧型建築物推廣應用之示範。

為了達到於實驗進行時全面監控結構物的特定位置所發生的諸如應變、等物理量，本研究目前計畫應用較為先進之技術進行量測。以光纖作為傳輸介質的光波通訊，是通訊網路上的一個很重要特徵，因為光纖具有低損失、寬頻帶的傳輸優點。以作為分佈式多工監測網路等，加上它可以輕易地和現有的龐大光通訊市場之儀器及元件整合，近年來被廣泛地應用在許多領域。而就與土木相關工程之監測與量測方面而言，如何利用光纖光柵感測器發展一套完整的智慧型橋樑監測系統，便成為一未來的趨勢。

光纖光柵型感測器乃利用光纖中光訊號的波長變化來量測結構體在作用力作用時之應變量測。光纖光柵感測器之製作非常方便直接，國外已發展成線上(on line)製作光纖時，在光纖上直接寫入光柵，可大量生產，因此在可以預見之未來，將可降低光纖光柵感測器之價錢，光纖光柵感測器也將更容易取得。由相關的實驗結果顯示，隨著光電工程蓬勃發展，感測器、主被動元件、信號處理之新技術持續被開發出來，其量測精度、穩定性、取點頻率及光源頻寬、多工範圍都將日益精進，光纖光柵於未來可用於許多結構研究領域如類神經網路，作為多點分佈式、高頻量測及低雜訊之感測元件，以整合成為完整的智慧型結構物。

傳統結構物之耐震設計係以建築物本身強度及韌性容量來抵抗地震力，使結構桿件在中、小型地震下能維持於彈性變形範圍內，於較大地震下具足夠之韌性來消散地震輸入結構之能量，避免結構倒塌。整個消能機制完全仰賴結構自身主構件的非線性變形行為，因此構件的韌性設計及震後的維修補強作業，是傳統耐震結構應用的主要限制。

有別於傳統結構的耐震設計邏輯，結構控制的基本原理在於降低地震輸入的能量或是將能量消散集中於適當的消能裝置內，以降低或防止主結構的非線性變形產生。一般結構控制系統可分為主動、被動

與混合型式等三種：主動控制系統是以透過外加能量控制結構反應；被動控制系統以隔震或減震裝置保護結構主構件；混合控制系統則是組合上述兩種型式的優點以達結構控制的目的。

近年來，各界已逐漸重視消能裝置於結構物內的目標表現水準。傳統結構設計中，阻尼器被視為加強結構物抗震能力的額外裝置，原結構已具有良好的側向載重抵抗系統，對於要求較高抗震表現之結構物，才增加適合的消能裝置。對於依據規範所設計出之最低要求結構物，增加消能裝置以減少側向載重系統的負荷已漸漸成為一趨勢。含有被動阻尼系統之結構物，於地震載重作用下，阻尼器提供了可預期且穩定的行為，設計者的設計彈性因此大增。

現代社會中，有很多結構物諸如銀行、醫院、核能電廠與電腦資訊中心等重要設施，其強度與勁度兩方面之要求都是非常嚴格，可靠度更需高達百分之百。又由於科技發達，吾人對於土木工程材料之性質愈發了解，對於結構分析之能力也日益增強及對結構特性更能掌握，遂導致土木結構愈趨細長，諸如建築物高度日增、橋樑跨度日趨加大，如此一來，縱然此結構之安全無虞，其勁度亦可能不足，以致嚴重變形，則此結構將失去其可用性。結構強度不足，則安全堪虞；結構勁度不足，則喪失其可用性。而結構主動控制就是從結構系統外提供額外能量，可以同時提高結構之阻尼與勁度，進而確保其安全與可用性。

4. 依照各子實驗室需求，協助建築師將開放式智慧化綠建築理念與技術落實於「建築材料實驗群」之中。

本研究邀集開放建築、綠建築、及智慧型建築三個領域之專家學者組成一個諮詢團隊。諮詢團隊之主要任務及工作重點如下：

- (1) 進行文獻收集：提供三個領域之設計理念、相關技術、及實際案例，供本案建築師參考。

- (2) 界定可行之理念與技術：與建築師進行研討，以界定出可行之開放建築、綠建築、智慧型建築之理念與技術。
- (3) 提供設計諮詢：召開設計諮詢會議，針對建築師所提之設計方案，提供改善建議。
- (4) 彙整應用成果，完成研究報告之書寫。

### 1-3 研究方法及步驟

本研究擬由主持人敦聘國內具相關實務經驗之專家，組成任務編組研究群。整合各子計畫所擬定實驗室之需求與設施，儘量以使用者觀點作為將來實驗室規劃設計作出發點，同時亦須兼顧在土建工程施工的可行性。依照各子計畫擬定之需求，與建築師溝通協調，以幫助建築師設計實驗室之空間配置，同時配合未未光纖感測系統之安裝，與建築師討論量測系統確切的佈設位置與數量，以達到長期監測實驗室結構體之行為。此外，在全球「永續發展」的目標驅使下，與建築師協調將「建築材料實驗群」中運用某些永續營建之設計理念或技術，提供本案建築師有關開放建築、綠建築、及智慧型建築之資訊及諮詢，並協助建築師將這些理念與技術落實於「建築材料實驗群」之中。

### 1-4 成果與展望

本研究將針對「建築聯合材料組件耐久性實驗群」之設置作出以下建議，供建築師能及時完成設計圖說以便發包作業。各子計畫目前進行之成果與進度於第二章報告說明，在此僅做簡略之概述。

#### 1. 空間配置規劃：

整合實驗群研究成員之討論結果，並與建築師作詳盡之溝通建議，確認本實驗室之室內空間調配、設備存放、作業動線，室外景觀

及出入動線等。

## 2. 實驗儀器、設備配置初步規劃：

評估實驗室啟用初期，中、長程實驗需求配置實驗設備。截至目前各子實驗室已具體提出儀器設備及其配置規劃。

## 3. 光纖感測量測系統及隔減震措施：

目前，建築材料實驗群已甄選建築師進行建築規劃設計作業，配合於建築物上部結構體（將以鋼構造為主），規劃研究建築本體承受外力時產生變位、應力之感應偵測器及其信號收集器、光纖線路、資訊收集設備之設置及長期監控機制之建立，以供未來相關比較分析，並開放外界擷取資訊之研究所需。本建築實驗群建築為做為智慧型建築物推廣應用之示範，在採用光纖網路作為其系統下相信必能發揮其特殊之優點，以作為業界之標竿。

反力牆與實驗室由於本身可能直接受到致動器的衝擊，因此在設計之初即必須加以詳細考慮。為了減少衝擊時可能造成結構元件與非結構元件的破壞，建議於設計之初即加裝適當之阻尼器（DAMPER），適度的降低各項實驗裝置施加於結構體之作用力或位移，確保結構體之安全性、耐久性，並保護非結構物(如各項精密量測儀器)及減低操作人員之不適感。各項實驗進行時，鄰近試驗的反應可能會影響其它實驗即使安裝了適當個數的阻尼器，實驗場本身所進行之實驗仍可能對於週邊環境造成一定程度的衝擊，因此在辦公大樓的部份建議加裝隔震器以隔除實驗所造成之振動輸入，或加裝減震系統。如此將可有效的將實驗場之衝擊波侷限餘個定之範圍而不行，消能減系統可有效確保各項實驗進行時之完整性。至於影響到辦公人員之工作環境。隔、減震系統亦可於地震發生時發揮應有之功能，使建築物於地震力作用下仍可維持正常運作，或權充臨時之應變中心。

## 4. 開放建築、綠建築及智慧建築之應用：

確認實驗室規模與空間利用規劃之後，針對建築師提出之建築設計方案提供意見、以協助建築師將開放建築、綠建築、及智慧型建築之理念與技術應用並落實於本案中。



## 第二章 研究成果與整合

### 2.1 建築組件、材料及耐候耐久實驗室實驗設施建置規劃研究

#### 2.1.1 實驗室空間配置

「建築材料與組件實驗群」包含三大類型實驗室依序如下：(一)建築組件實驗室，(二)建築材料實驗室，(三)建築材料耐候耐久實驗室。其空間配置參見表 2.1 及圖 2.1~2.7 所示。有關第一期發包土木工程(不含大型力學實驗室)之相關平面設計圖請參見附錄一。

表 2.1 實驗室空間配置

| 實驗室類型   | 室別           | 面積( $m^2$ ) | 樓層 |
|---------|--------------|-------------|----|
| 建築組件實驗室 | 大型力學組件實驗室    | 781.2       | 1F |
|         | 控制室          | 82.8        | 1F |
|         | 儀器校正室        | 17.14       | 1F |
|         | 工具儲藏室        | 27.6        | 1F |
| 建築材料實驗室 | 恆溫恆濕室        | 65.7        | BF |
|         | 養護室          | 61.59       | BF |
|         | 一般力學物理實驗室(一) | 146.63      | 1F |
|         | 一般力學物理實驗室(二) | 108.99      | 1F |
|         | 裝修材料實驗室      | 117.3       | 1F |
|         | 水性能實驗室       | 62.07       | 1F |
|         | 切割室          | 57.89       | 1F |
|         | 木質材料實驗室      | 179.37      | 2F |
|         | 非破壞性實驗室      | 87.98       | 2F |
|         | 電子顯微鏡研究室     | 55.58       | 2F |

|             |          |        |    |
|-------------|----------|--------|----|
| 建築材料耐候耐久實驗室 | 耐凍、耐朽實驗室 | 113.47 | 2F |
|             | 耐候實驗室    | 179.37 | 3F |
|             | 耐化學實驗室   | 113.47 | 3F |
|             | 耐蝕與防蝕實驗室 | 179.37 | 3F |
|             | 耐久實驗室    | 61.17  | 5F |
|             | 屋外曝曬場    | 405    | RF |
| 其他          | 材料準備室    | 30.45  | 1F |
|             | 材料準備室    | 91.4   | 2F |
|             | 材料準備室    | 37.05  | 3F |
|             | 討論室      | 60.05  | 1F |
|             | 討論室      | 45.5   | 2F |
|             | 討論室      | 45.5   | 3F |
|             | 討論室      | 45.5   | 4F |
|             | 研究員室     | 42.44  | 2F |
|             | 研究員室     | 27.6   | 2F |
|             | 研究員室     | 27.6   | 2F |
|             | 研究員室     | 28.64  | 2F |
|             | 研究室      | 59.52  | 2F |
|             | 研究室      | 59.52  | 3F |
|             | 資料檔案室    | 59.18  | 4F |
|             | 辦公室      | 59.18  | 4F |
|             | 會議室      | 61.48  | 4F |
|             | 大型會議室    | 220.31 | 4F |
|             | 執勤室      | 19.73  | 4F |
|             | 執勤室      | 19.73  | 4F |
|             | 執勤室      | 22.19  | 4F |

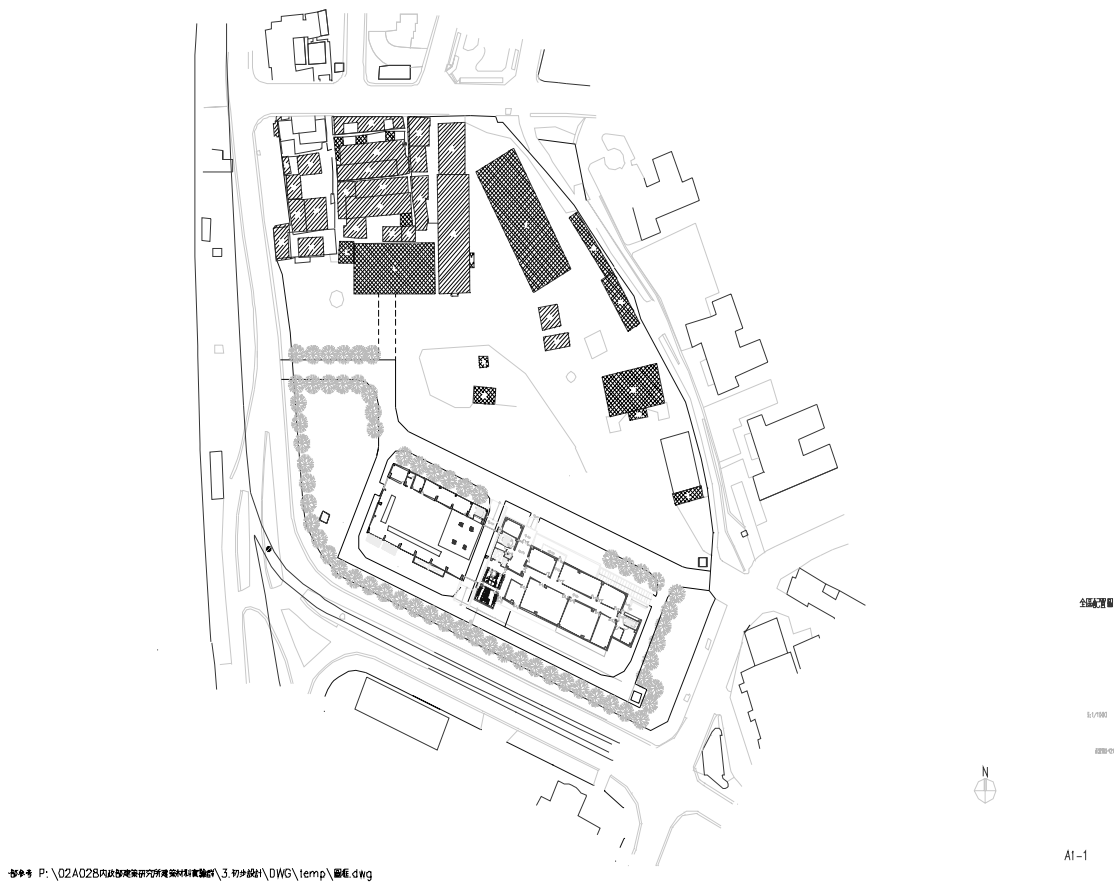


圖 2.1 實驗室建物平面配置圖

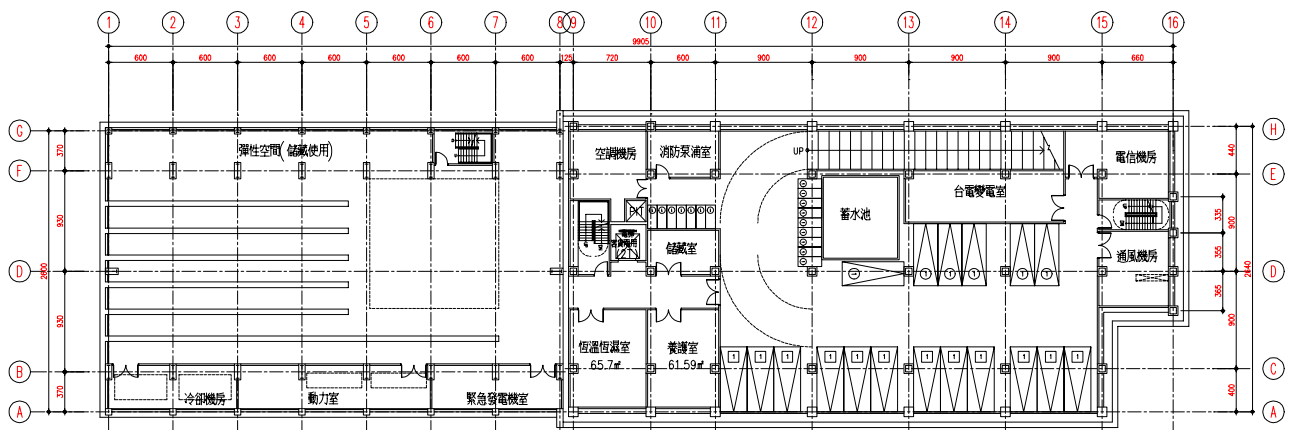


圖 2.2 實驗室地下室空間配置平面圖

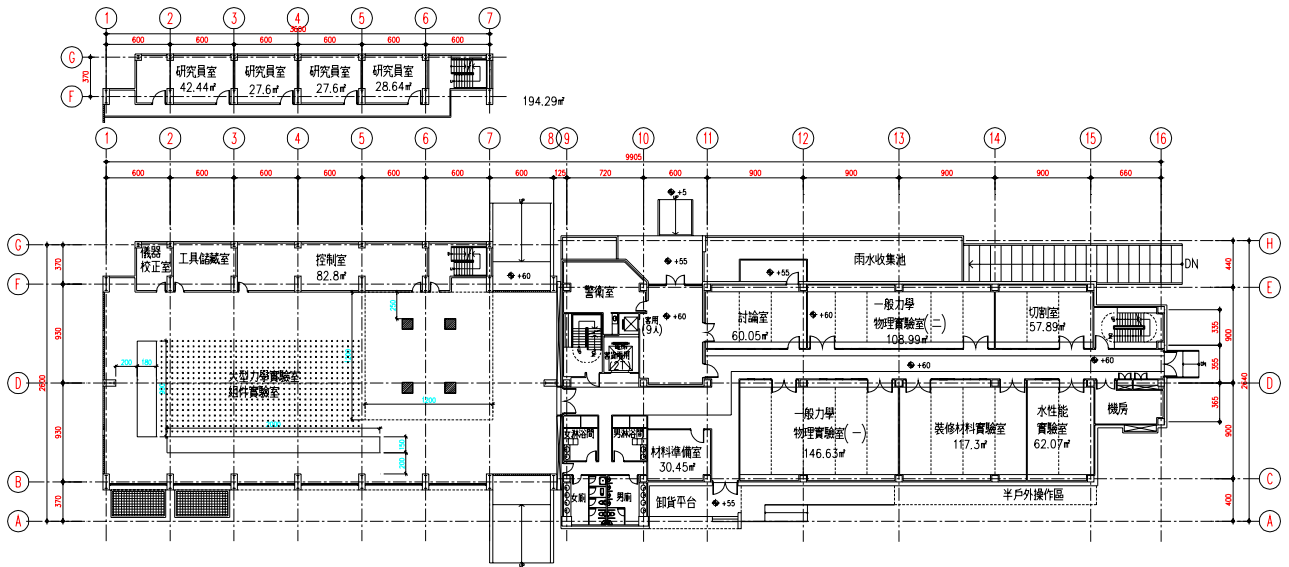


圖 2.3 實驗室一樓空間配置平面圖

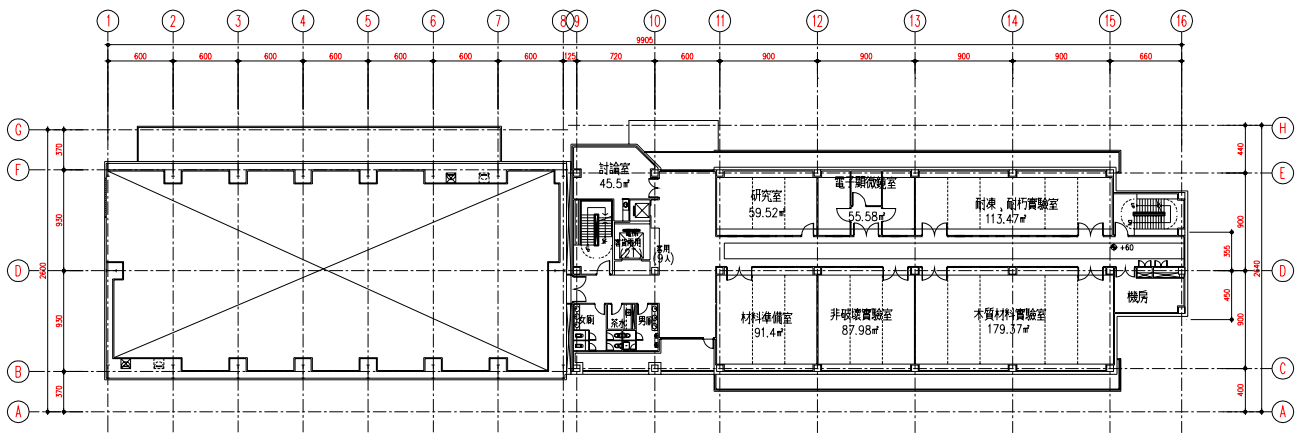


圖 2.4 實驗室二樓空間配置平面圖

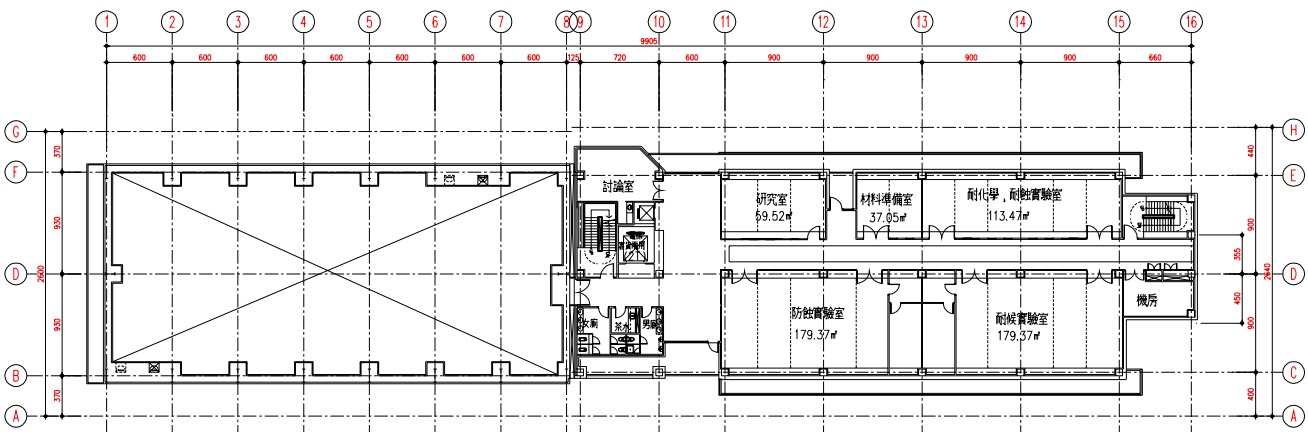


圖 2.5 實驗室三樓空間配置平面圖

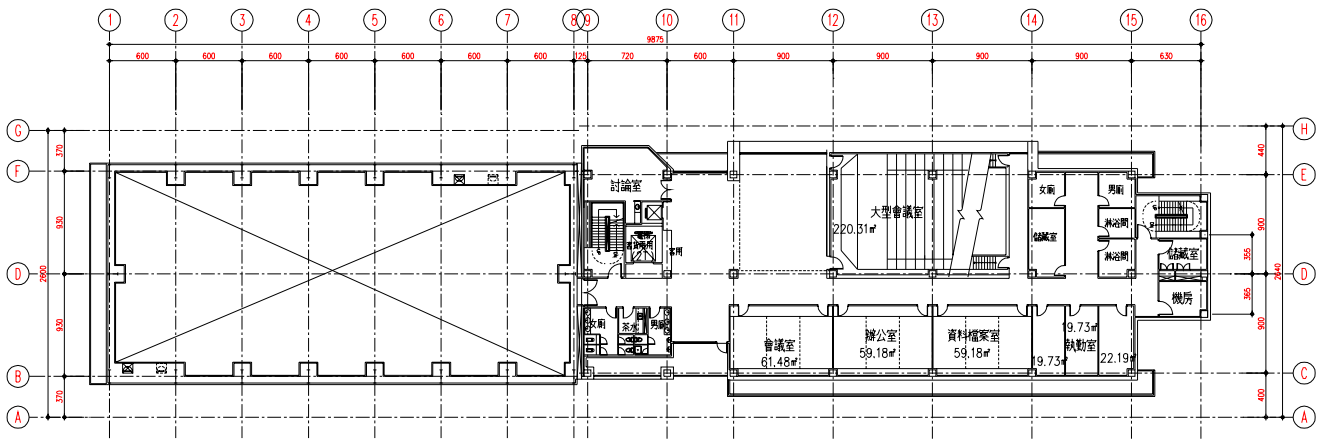


圖 2.6 實驗室四樓空間配置平面圖

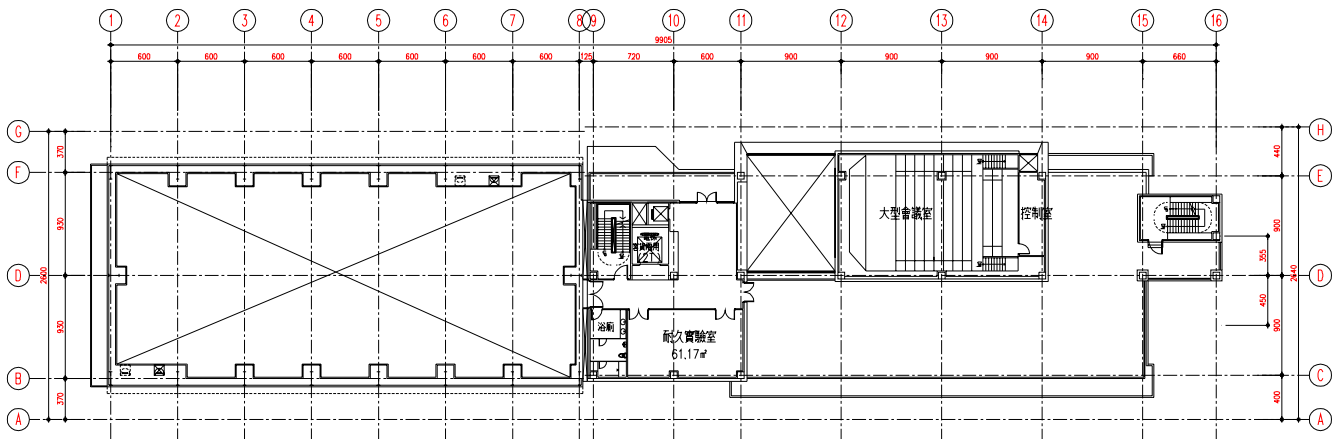


圖 2.7 實驗室五樓空間配置平面圖

### 2.1.2 實驗儀器及設備

目前國內已經有許多大型力學實驗室，包含各大專院校結構實驗室，以及財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心，這些實驗室已經提供給各學術單位試驗研究的設備與場所的部分需求。規劃設立一個在國內可以領導前掄的新研究實驗室必須先完整瞭解整個現況，再針對各個現有實驗室的問題與缺失進行探討，根據前人的調查結果顯示，國內現有勉強可進行與建築材料相關實驗之儀器設備不僅重複性高，且多半以土木材料實驗為主，部分研究單位或廠商之實驗室雖擁有較特殊之設備，但收取費用高昂或不輕易外借與支援實驗。

各計畫所規劃之實驗儀器設備皆由主持人敦聘國內具相關實驗經驗之專家，組成一任務編組研究群舉行密集專家學者座談與諮詢，儘量以使用者觀點作為將來實驗室規劃設計作出發點，同時亦須兼顧在土建工程施工方面的可行性。針對不同之實驗室所規劃的實驗儀器設備分別敘述如 2.1.2.1~2.1.2.3。

## 2.1.2.1 建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究

### 2.1.2.1.1 大型力學組件實驗室設備規格、數量與價格

#### (一)反力牆與強力地板

反力牆及強力地板實驗系統，除了可提供一般傳統的大型結構靜態試驗 (quasi-static tests) 或反覆載重試驗 (cyclic loading tests) 外，更可以完成一般結構物之大比例尺，甚至實尺寸的大型擬動態試驗 (pseudo-dynamic tests)。其中利用反力牆與強力地板進行擬動試驗可以克服振動台試驗中所會遇到的困難，例如過大質量的試體可能與振動台產生互制效應，或者是原型結構與縮尺後的模型結構彼此之間所存在之動態模擬與材料模擬上的困難。對於一般的結構試驗而言，反力牆可以用來固定油壓致動伺服器（簡稱油壓致動器），並在油壓致動器施力時提供反力作用；而強力地板則用來錨固試體，以防止試體的移動或轉動。除此之外，在進行結構試驗時，更希望反力牆與強力地板不會產生任何的變形或位移。為達到此一目的，反力牆及強力地板就必須建造成具有非常強大的勁度與強度。

儘管目前多數大專院校的大型力學實驗室均有反力牆與強力地板的配置，基於實驗場地運用與大部分的實驗需求考量下，在經由數次的專家諮詢及建築研究所的團隊討論之後，決定在本計畫之大型力學實驗室中建置反力牆與強力地板。反力牆的型式可分為兩種：單翼型與雙翼型，單翼型反力牆的優點為牆厚度較薄，對於空間較小之實

驗場地而言，可較有效地運用空間，缺點在於總勁度較差，施工時常需要施加預力以確保其強度與勁度；雙翼型反力牆是由兩面單翼牆及加勁板所組成，它的優點在於勁度較大，較不容易產生變形，缺點則在於牆的總厚度較厚且造價較高，總厚度約 3~4 m，對於空間較小之實驗場地而言，可運用之空間較不經濟。考慮實驗室的空間運用及相關實驗設備之互動關係，經過許多專家學者的意見整合之後，目前決定實驗室之反力牆為 L 型反力牆，為一面短牆與另一面長牆所組成，可進行兩個正交方向之試驗，在與建築師及結構技師的討論下，考慮將來試驗可能之最大容量，檢核其剪力與彎矩強度後，完成反力牆之設計。截至目前為止規劃之反力牆與強力地板的尺寸如表 2.2 所示。

表 2.2 反力牆與強力地板規劃尺寸表

|       | 反力牆(L 型) |        | 強力地板      |
|-------|----------|--------|-----------|
|       | 長邊       | 短邊     |           |
| 尺寸(m) | 20 x 9   | 9 x 12 | 18.6 x 42 |
| 厚度(m) | 1.5      | 1.5    | 1.0       |

(二) 3000 噸萬能材料試驗機：

根據前人的調查，國內各大專院校現有之萬能材料試驗機，最大抗壓能量在 600 噸，最大抗拉能量在 200 噸，主要從事材料的強度測試及之校正工作，概括為：1. 混凝土抗壓試驗、2. 鋼筋之拉力試驗之校正、3. 荷重計(Loadcell)之校正、4. 各種構材組件之強度測試。前三項的試驗或校正工作，國內現有的設備都可以負擔，但是對於構材組件之試驗，600 噸的測試容量大多無法進行實尺寸或高強度材料的組件試驗需求，實在是國內建築土木力學實驗的一大憾事。國內目前擁有 1000 噸以上抗壓能量以上的萬能材料試驗機，其功能在於測試隔震支承墊 (bearing)。為了對高抗壓能量之萬能材料試驗機有進一步的認知，本計畫研究助理特地訪問台灣連福橡膠製品公司位於桃園的廠房，蒐集有關 6000 噸萬能材料試驗機之資料，萬能材料試驗機如圖

2.8 及 2.9 所示，萬能材料試驗機規格如表 2.3 所示。



圖 2.8 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機

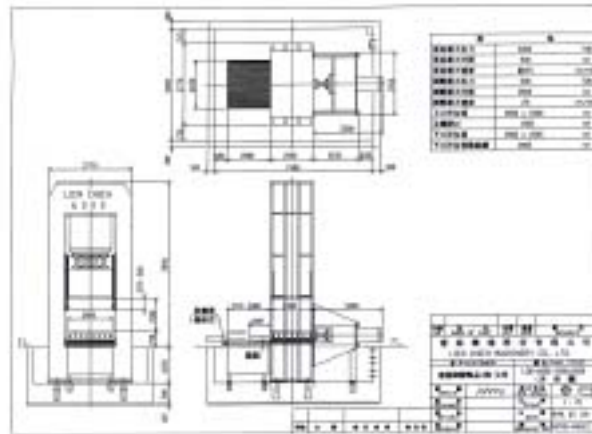


圖 2.9 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機尺寸圖

表 2.3 連福橡膠製品公司 6000 噸萬能材料試驗機規格表

|          | 規格                          |
|----------|-----------------------------|
| 垂直最大出力   | 6000 ton                    |
| 垂直最大行程   | 500 mm                      |
| 垂直最大速度   | 25 mml/min                  |
| 側壓最大出力   | 500 ton                     |
| 側壓最大行程   | 2000 mm                     |
| 側壓最大速度   | 25 mml/min                  |
| 上工作台面    | 2000 x 2000 mm <sup>2</sup> |
| 主機開口     | 1500 mm                     |
| 下工作台面    | 2000 x 2000 mm <sup>2</sup> |
| 下工作台移動距離 | 2000 mm                     |



由規格表(表 2.3)中可以知道，雖然該萬能材料試驗機最大抗壓能量為 6000 噸，但是由於主機開口僅 1500 mm，一般建築組件無法在此進行試驗，僅能適用於進行結構隔減震支承墊之試驗。有鑑於此，專家學者提出在建築研究所新設置之大型力學實驗室中，應設置一台可進行實尺寸柱構材抗壓試驗之萬能材料試驗機，抗壓能量應在 2000 噸以上，抗拉能量在 1000 噸以上，國內目前尚無任何實驗室配置具有此規格之萬能材料試驗機，若能在建築研究所新設置之大型力學實驗室設置此萬能試驗機，將可進行國內其他力學實驗室所無法進行之建築組件力學試驗，作為建立「國家級」實驗室之指標。為了進一步了解高抗壓能量萬能材料試驗機之尺寸與規模，本計畫研究團隊蒐集了美國與日本相關研究機構中具備抗壓能量 2000 噸以上萬能材料試驗機之型式與規格資料，敘述如下：

#### 1. 美國 UC Berkeley 2000 噸萬能材料試驗機

如圖 2.10 所示，規格如表 2.4 所示。該萬能材料試驗機可分別進行拉力試驗與壓力試驗，進行拉力試驗時，試體安裝於萬能材料試驗機上方兩夾具之間，藉由下方橫軛( cross head)往下移動，安裝於上方之試體即承受拉力；同理，進行壓力試驗時，試體安裝於橫軛與強力地板之間，當橫軛往下移動，安裝於下方之試體即承受壓力。由此機制可以發現，因為拉力與壓力試驗的安裝位置不同，雖然該萬能材料試驗機可進行拉力試驗與壓力試驗，但卻無法在同一個試體進行拉力與壓力之反覆載重試驗，這點是該萬能材料試驗機最大的缺點。

表 2.4 美國 UC Berkeley 2000 噸萬能材料試驗機規格表

|        | 規格        |
|--------|-----------|
| 最大壓力能量 | 4 Mpounds |
| 最大拉力能量 | 3 Mpounds |
| 垂直柱間距  | 9 feet    |
| 壓力試驗跨度 | 26 feet   |
| 拉力試驗跨度 | 22 feet   |



圖 2.10 美國 UC Berkeley 2000 噸萬能材料試驗機

## 2. 日本 Public Works on Research Institute (PWRI) 實驗室

位於日本筑波市之 PWRI 實驗室，是一個專門進行土木建築結構方面力學試驗的實驗室。如圖 2.11 所示，該萬能材料實驗機之抗壓能量為 3000 噸，抗拉能量為 1000 噸，可對同一試體進行拉力與壓力之反覆載重試驗。在萬能材料試驗機四支結構鋼柱旁有四支螺芽鋼棒，藉由四支螺芽鋼棒的旋轉可以使橫軛升降到升降高程內任意的位置，螺芽鋼棒如圖 2.12 所示，橫軛可升降的最大高程為 15m，因此在橫軛升降的範圍內，任何高度的試體皆可以進行試驗，試體安裝時，在主結構上有一工作平台，如圖 2.13 所示，工作平台可藉由實驗場天車吊至適當高程，讓工作人員站在平台上架設量測儀器以及輔助試體之架設工作。此外，萬能材料試驗機外側有兩正交方向之滑車軌道，如圖 2.14 及 2.15 所示，可藉由軌道上之滑車將試體運送進萬能試驗機安裝。滑車除了運送試體的功能外，若要進行梁受三點載重之彎矩試驗，萬能試驗機軌道兩旁之兩台滑車可作為梁之支點，而由萬能試驗機施壓力於梁上，藉此模擬簡支梁之受彎矩行為。兩旁軌道之間距離為 30m，故可進行實尺寸梁之彎矩試驗，為了進行梁彎矩試驗，在進行試驗的方向地板需要經過特別的設計，以抵抗萬能材料試驗機之

壓力。此機種是一台多功能的萬能材料試驗機，規格如圖 2.16 與表 2.5 所示。



圖 2.11 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機



圖 2.12 升降橫軛之螺牙鋼棒



圖 2.13 方便工作人員進行作業之工作平台



圖 2.14 萬能材料試驗機兩側之滑車軌道



圖 2.15 萬能材料試驗機兩側之滑車

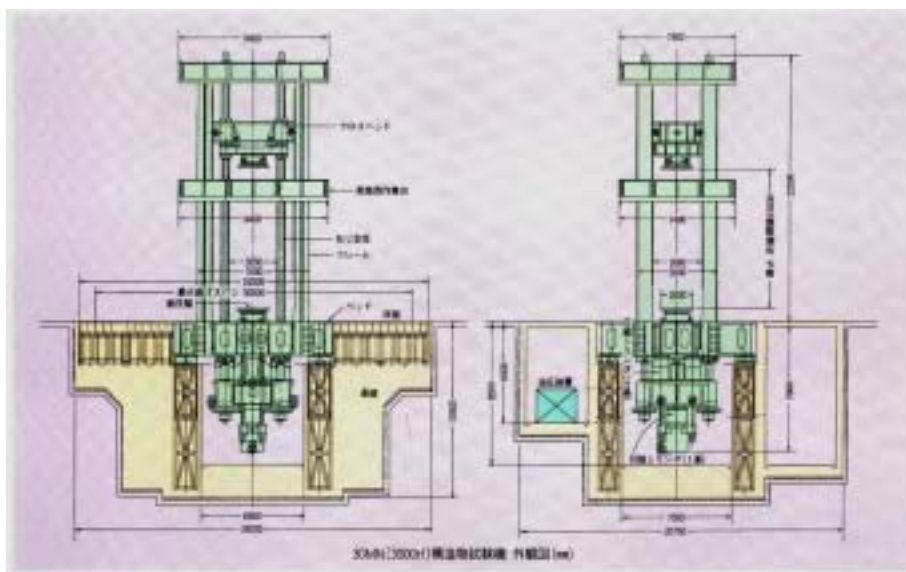


圖 2.16 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機尺寸圖

表 2.5 日本 PWRI 3000 噸萬能材料試驗機規格表

|             | 規格       |
|-------------|----------|
| 最大壓力能量      | 3000 ton |
| 最大拉力能量      | 1000 ton |
| 垂直柱間距       | 3 X 3 m  |
| 最大工作平台間距    | 15 m     |
| 最大拉力距離      | 13 m     |
| 最大彎矩跨度(X 向) | 30 m     |
| 最大彎矩跨度(Y 向) | 8 m      |
| 最大衝程        | 1.5 m    |

### 3. 日本 Nihon University 3000 噸萬能材料試驗機

位於日本東京市近郊的日本大學土木系結構試驗場內，有一台 3000 噸萬能材料試驗機，如圖 2.17 所示，基本上功能與機械原理與 PWRI 相同，只是尺寸與規格略有不同，規格如表 2.6 所示。



表 2.6 日本 Nihon University 3000 噸萬能材料試驗機規格表

|             | 規格        |
|-------------|-----------|
| 最大壓力能量      | 3000 ton  |
| 最大拉力能量      | 1000 ton  |
| 垂直柱間距       | 3 X 3.6 m |
| 最大工作平台間距    | 10 m      |
| 最大彎矩跨度(X 向) | 22 m      |
| 最大彎矩跨度(Y 向) | 10 m      |
| 最大衝程        | 1.0 m     |

圖 2.17 日本 Nihon University 3000 噸萬能材料試驗機

綜合以上所列舉的萬能材料試驗機型式，再整合國內專家學者的意見，未來設立之萬能材料試驗機，必須要具備同時進行拉力與壓力反覆載重試驗之能力。此外，考慮實驗室的空間運用問題，若考慮可

進行梁三點彎矩試驗之功能，將會佔去實驗室極大的用地空間，故規劃中暫不考慮可進行梁試驗之功能。在參考日本以及美國之萬能材料試驗機規格之後，本研究團初步規劃之大型萬能材料試驗機之規格如表 2.7 所示，並擬出了四種萬能材料試驗機之設置方案，期望能藉此以最合理的價格購得功能性較佳之機種，四種規劃方案如表 2.8 所示，說明如下：

表 2.7 規劃之 3000 噸萬能材料試驗機規格表

|                  | 規格        | 總價         |
|------------------|-----------|------------|
| 最大壓力能量           | 3000 ton  | XX,000,000 |
| 最大拉力能量           | 1000 ton  |            |
| 垂直柱間距            | 3 X 1.2 m |            |
| 最大工作平台間距<br>(選配) | 15 m      |            |
| 最大衝程             | 1.0 m     |            |

表 2.8 萬能材料試驗機規劃方案表

|        | 內 容                                  | 優 點  | 缺 點  |
|--------|--------------------------------------|--|--|
| CASE 1 | 由國內廠商製造，採用與日本 PWRI 相同之機械結構系統。        | 1. 國內廠商製作，花費少。<br>2. 可提升國內相關之技術。<br>3. 萬能試驗機功能多，橫軛 (crosshead) 可藉由油壓或機械方式自由移動。 | 1. 廠商無相關經驗，遭遇問題較多。   |
| CASE 2 | 向國外廠商採購，採用與日本 PWRI 相同之機械結構系統。        | 1. 廠商經驗佳，品質易控制。<br>2. 萬能試驗機功能多，movable crosshead。                              | 1. 巨額經費。   |
| CASE 3 | 由國內廠商製造，採用與連福橡膠製品公司相同之機械結構系統。        | 1. 國內廠商經驗佳。<br>2. 造價較便宜。   | 1. 拉力需要特殊設計之夾具。<br>2. 功能性較差，固定橫軛 (crosshead)，因此測試試體尺寸較無彈性。 |
| CASE 4 | 向國外廠商採購，將壓力容量由 3000 噸降至 1000~3000 噸。 | 1. 廠商經驗佳，品質易控制。<br>2. 萬能試驗機功能多，橫軛 (crosshead) 可藉由油壓或機械方式自由移動。                  | 1. 預估可節省之經費仍然有限。<br>2. 建研所需調整編列預算。                         |

在 CASE1 中，本研究團隊曾與中鋼機械公司接洽，起初中鋼機械技術人員表示有能力也有興趣參與，但最後因為考量風險太大以及其他因素，中鋼機械遺憾地表示沒有辦法參與，因此 CASE1 至此已確定

不可行。

在 CASE2 中，本研究團隊與日本廠商 shimadzu 以及美國廠商 MTS 接洽，該廠商雖然有許多實務經驗，但是基於保護日本相關產業技術，所提出的價格與建研所預期差距太大，使本研究團隊感到萬分的無奈與遺憾；美國廠商則表示 PWRI 系統之萬能材料試驗機，其昂貴之處在於四支升降橫軛用之螺芽鋼棒，因此 MTS 開出之報價亦不在可接受的範圍之內，至此，若不考慮更改主架構系統(及橫軛之移動方式)，則 CASE2 幾乎確定不可行。

在 CASE3 中，本研究團隊與連結機械公司接洽，該公司技術人員表示有能力製造，且採用的方式與 PWRI 以及連福橡膠製品公司不同之機械系統，其橫軛亦可做升降至試體安裝之最佳高度，但是是採用跳躍式而非連續式之升降模式，亦即無論是上升或是下降，都必須以最小單位(約 1m)做移動，無法像 PWRI 之螺芽鋼棒可將橫軛升降至任意的位置，雖然功能性較差，但亦屬於可接受之範圍，且其報價亦屬合理，目前仍在與連結機械公司做進一步之接洽，等待其設計以及進一步之詳細報價。連結機械公司設計之萬能材料試驗機如圖 2.18 所示。

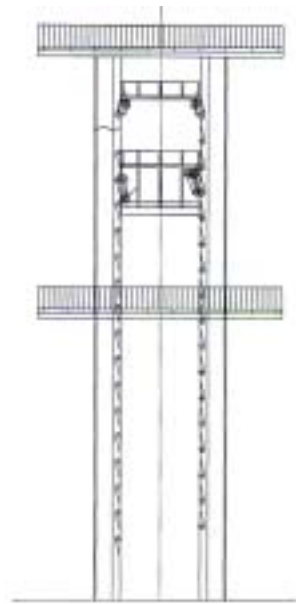


圖 2.18 連結機械公司設計之萬能材料試驗機

其主要規格為：

- (1)最大開距 15m (不含工作台車)。
- (2)升降工作平台行程 11m，離地面最低位 3m。
- (3)升降工作平台最大荷重 1000kg。
- (4)有兩組移動或伸縮步道至中央工作區。
- (5)移動式台車馬達驅動行程 6m。
- (6)台車可抗壓 3000 噸，但不供拉伸作業。
- (7)台車可載重 100 噸。
- (8)主壓缸升降滑動移動量 2m。
- (9)從地面上 2m 處至 15m 高度內移動間距單位為 1m。
- (10)升降速度一秒 10mm。

在 CASE4 中，本研究團隊與美國廠商 MTS 接洽，MTS 公司採用四支鍍鉻圓柱導桿以輔助橫軛之升降，當橫軛移動至適當實驗位置時可利用油壓系統加以鎖固，相關機械原理已有專人負責向本研究團隊進行詳細之報告，由於不必採用類似日本 PWRI 之螺芽鋼棒之升降與固定方式，故其報價尚有商談之空間。本研究團隊與 MTS 正積極做進一步之洽談。其所提出之規格如下所述：

- (1)可測試體之最大高度不可小於 15 m，可利用移動式之橫軛配合試驗試體高度做調整，調整高程為 3~15 m。
- (2)構架的四根導桿水平淨間距為 3 m x 1.23 m。
- (3)構架的軸向勁度為 4,201 kN/mm。
- (4)構架底部底板尺寸為 2.8 m x 2.8 m，配有間隔 400 mm 的孔洞讓螺桿穿過以固定實驗試體，在底板以下(即基礎部分)有一淨高 2 m 的工作空間供人員工作。

(5)橫軛採油壓系統負責控制升降及定位，並在試驗機近距離範圍內配置一控制面板以便於掌控。

(6)裝設於橫軛的油壓致動器滿足以下條件：

(a)壓力能量為 30 MN，拉力能量為 20 MN。

(b)拉力及壓力反覆加载中無間隙及鬆動現象。

(c)位移容量為 1000 mm。

(d)油壓伺服閥(servovalve)具備三階且流量 940 l/min 的特性，且可因應日後之動態需求升級。針對所有不同規格的油壓伺服閥需提供其對應之性能曲線圖。。

(e) 提供油壓分歧座(HSM)負責控制油壓開關及高低壓力的調整。

選擇配件如下所述：

(1)一組(兩個)抗壓接合板，上抗壓接合板接合於油壓致動器軸端，下抗壓接合板接合於底板上，其中在上抗壓接合板包含有一球座軸承，採特殊包覆以減低摩擦力。

(2)設計一便於工作人員安裝試件及觀察試驗之可自由升降平台。

(3)設計一安裝試件之設備，滿足便利性及準確性，例如利用一試件插入梁或行走在軌道上之工作台車。

(4)須能控制油壓分歧座及油壓供應源，在不影響其他試驗的情況下，控制器可獨立且安全地開啟或關閉欲進行試驗之油壓。即在操作大型萬能試驗機的同時，在硬體及實驗場地許可下，可在同一台控制器進行其他反力牆試驗。

美商 MTS 設計之萬能材料試驗機如圖 2.19 ~ 2.22 所示。



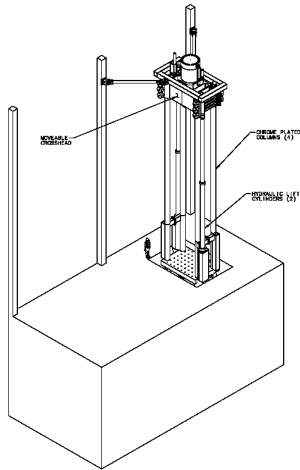


圖 2.19 MTS 設計之萬能材料試驗機

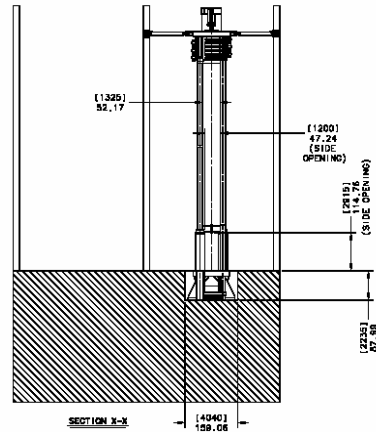


圖 2.20 MTS 設計之萬能材料試驗機(立面圖)

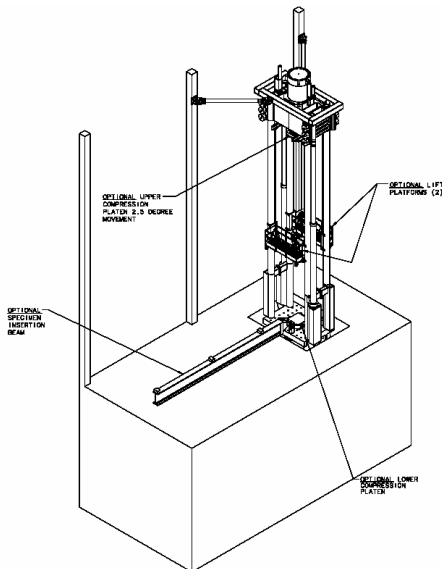


圖 2.21 MTS 設計之萬能材料試驗機搭配之選擇配件

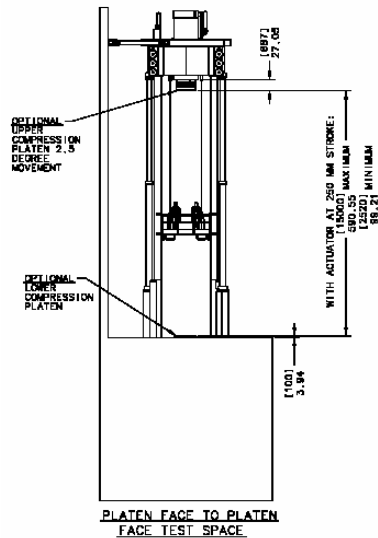



圖 2.22 MTS 設計之萬能材料試驗機搭配之選擇配件(立面圖)

除此之外，MTS 公司尚設計另外兩種型式之萬能材料試驗機提供業主選擇，一種是將試驗高程由上述的 15 m 降到 12 m，如此可進行試驗之試體高度雖然較小，但試驗機造價卻較便宜；另一種為將下部鋼構造部分改成鋼筋混凝土結構，以節省建置成本，但橫軛無法降至鋼筋混凝土以下的部分，故試體可進行試驗之允許高度將較少。

目前有意願競標的廠商至少有兩家，雖然二者採用之機械系統不同，但皆遠較日本 PWRI 螺芽鋼棒式萬能材料試驗機便宜。除此之外，本研究團隊亦著手編列招標規格，與建築研究所以及多位專家學者多

次協商會議之後，列出了萬能材料試驗機之規格，以便建築研究所採用規格標之方式讓廠商競標。萬能材料試驗機之詳細軟硬體規格，附於本報告之附錄二。預估之規格及經費如表 2.9 所述。

表 2.9 大型力學組件實驗室 3000 噸萬能試驗機規格及經費預估

| 設備名稱   | 規格   | 單價(元)       | 數量 | 總價(元)       |
|--|--|-------------|----|-------------|
|  <p>3000 Ton Universal Testing Machine<br/>+<br/>MTS Controller</p> | --Capacity :<br>3000 <i>ton</i> for compression<br>1500 <i>ton</i> for tension<br>--Control Method :<br>Hydraulic servo control<br>and computer control<br>--Column spacing :<br>3 × 1.2 <i>m</i><br>--Max. plate-to-plate distance :<br>15 <i>m</i><br>--Height : 20 <i>m</i> | 140,000,000 | 1  | 140,000,000 |

### (三)油壓致動器(Actuator)：(參見表 2.10)

表 2.10 大型力學組件實驗室油壓制動器規格及經費預估

| 設備名稱     | 規格   | 單價(元)     | 數量 | 總價(元)     |
|----------|--|-----------|----|-----------|
| 100 噸致動器 | --行程: 1000 <i>mm</i><br>--15 GPM MOOG 伺服閥<br>--100 噸力規<br>--Temposonics 位移計<br>--前後端連接治具 | 1,600,000 | 2  | 3,200,000 |
| 50 噸致動器  | --行程: 1000 <i>mm</i><br>--15 GPM MOOG 伺服閥<br>--50 噸力規<br>--Temposonics 位移計<br>--前後端連接治具  | 1,000,000 | 2  | 2,000,000 |

(四)油壓及冷卻系統：

目前配置之容量僅以執行靜態試驗為主（參見表 2.11）。

表 2.11 大型力學組件實驗室油壓及冷卻系統規格及經費預估

| 設備名稱                | 規格  | 單價(元)     | 數量 | 總價(元)     |
|---------------------|---|-----------|----|-----------|
| 油壓機                 | --30 GPM 油壓機五部                                | 700,000   | 1  | 3,500,000 |
| 硬管                  | --依現地施工                                       | 1,500,000 | 1  | 1,500,000 |
| MTS 293.12<br>油壓分歧座 | --各為兩模組<br>--最大單模組流量為 25 GPM                  | 700,000   | 2  | 1,400,000 |
| 冷卻系統                | --依現地施工                                       | 2,000,000 | 1  | 2,000,000 |
| 軟管                  | --連接油壓歧管座到千斤頂<br>--含 Pressure, Return & Drain | 50,000    | 4  | 200,000   |

(五)電腦控制系統：(參見表 2.12)

表 2.12 大型力學組件實驗室電腦控制系統規格及經費預估

| 設備名稱                             | 規格   | 單價(元)     | 數量 | 總價(元)     |
|----------------------------------|--|-----------|----|-----------|
| MTS Flextest<br>GT<br>Controller | --可為獨立 8 個模組<br>--各別獨立控制面板<br>--6 頻道類比輸入<br>--16 頻道數位輸入<br>--MTS MPT Software<br>--多模組電腦連線軟體 | 5,000,000 | 1  | 5,000,000 |
| 資料擷取系統                           | --電腦 x 4<br>--印表機 x 1  | 200,000   | 1  | 200,000   |

(六)其他儀器設備規劃：

除了進行實驗時操作之軟硬體外，實驗室配置固定式起重機兩部，吊升荷重分別為 40 噸含 10 噸，以及 20 噸起重機各乙部，用於試體吊裝與搬運之用。此外，尚須配置 2.5 噸電動式堆高機乙部，以及技術人員操作之垂直升降機乙部，用來搬運小型夾具以及方便工作人員進行高空作業之用。固定式起重機之相關預算由建築師執行細部設

計時一併計入及發包，因此經費在此不考慮編列。堆高機及垂直升降機可視土木工程進度再依年度編列預算執行。相關實驗所需之儀器及量測系統等可考慮實驗需求以逐年擴充為原則，目前先編列部分預算以利執行，性能及規格俟後再付。所規劃之規格如表 2.13 所示。

表 2.13 大型力學組件實驗室其他相關設備與儀器規格及經費預估

| 設備名稱  | 規格   | 單價        | 數量 | 總價        |
|-------|--|-----------|----|-----------|
| 堆高機   | --容量 2.5 ton   | 1,500,000 | 1  | 1,500,000 |
| 垂直升降機 | 待 定  | 1,000,000 | 1  | 1,000,000 |
| 量測儀器  | --資料擷取系統 Data Logger 乙部<br>--接線箱 Switch Box (100 channels) 兩部<br>--位移計 ( $\pm 10\text{mm} \sim \pm 100\text{mm}$ ) x 25<br>--角度計 ( $\pm 3^\circ, \pm 5^\circ$ 及 $\pm 10^\circ$ ) x 25<br>--應變計 | 3,000,000 | 1  | 3,000,000 |

#### 2.1.2.1.2 大型力學組件實驗室設備配置平面圖

本計畫的主要目的之一，在於規劃大型力學實驗室與其相關空間需求與配置，並規劃儀器設備之尺寸與實驗室設計相關需求，以供建築師進行建築設計時之參考。

綜觀本報告所規劃提出實驗室各項實驗儀器設備中，其中以反力牆以及 3000 噸萬能材料試驗機最佔用空間，尤其是 3000 噸萬能材料試驗機，因此如何妥善地安排反力牆與 3000 噸萬能材料試驗機之位置，是本團隊研究的重點之一。在規劃實驗室的空間配置前，本研究團隊列舉出所有的空間及特殊配備需求，與建築師討論過之後，配置各個需求空間之位置，再考慮運輸動線、走道以及反力牆與萬能試驗機的相對位置之後，與結構技師討論實驗室的結構系統設計，初步完成了大型力學實驗室之空間配置，如圖 2.23 及 2.24 所示。

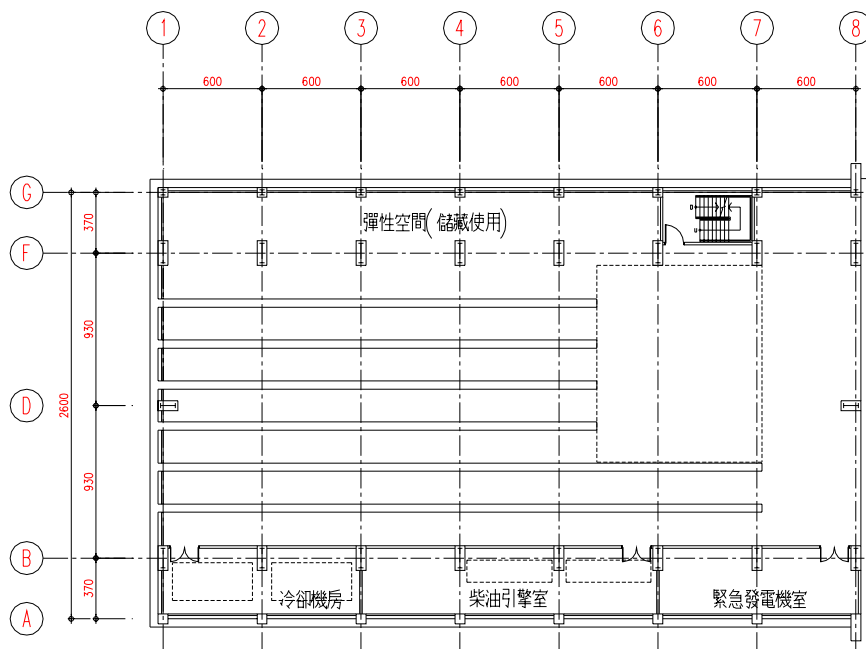


圖 2.23 大型力學實驗室地下一樓設備配置平面圖

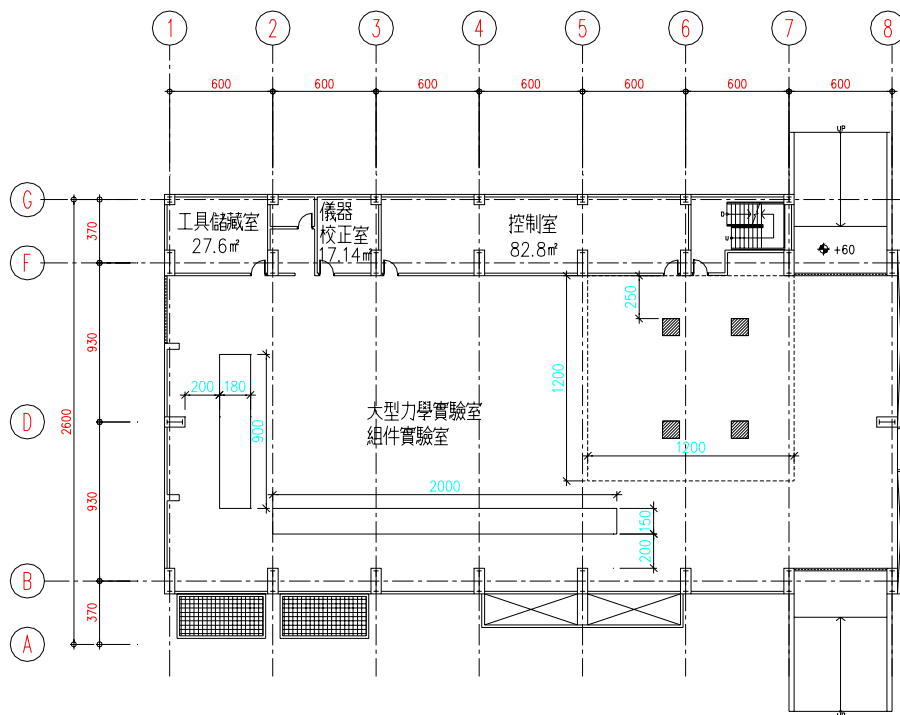


圖 2.24 大型力學組件實驗室設備配置平面圖

### 2.1.2.1.3 大型力學組件實驗室油管(硬管)配置圖

進行大型組件力學試驗是本實驗室的主要特色，需配置提供油壓致動器與萬能材料試驗機運作之動力，因此，須配置適當之油壓供應管路，適當的管路配置型式不但可以節省管路配置的經費，亦可以達到美觀與方便使用的目的。經由本研究團隊的討論之後，大型力學組件實驗室油管(硬管)配置請參見圖 2.25~2.28，地下室的油管高度離強力地板 1m 處，亦即距離地下室地面 2m，這樣不僅可避免上方強力地板進行試體螺栓錨定時，油管會造成錨定作業的不便，更方便工作人員在地下室進行接管作業。此外，油管在反力牆邊緣三處穿越強力地板向上延伸，目的在於進行較高的試驗時，可以接在垂直向上延伸的油管上，不僅反力牆外表較美觀，試驗亦不會因為油管接線不良而造成危險。目前規劃在實驗室運作初期動力泵室所供給之流量約在 150GPM 左右，俟試驗需求增加時，再加以擴充最大流量至 450GPM。因此，在購置相關設備時，須詳細考慮其可擴充能力及可行性。

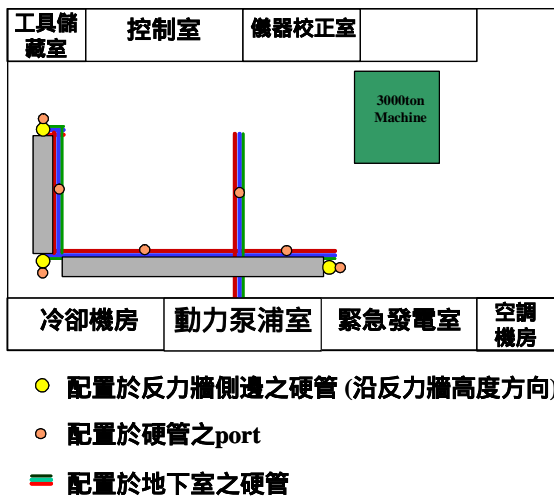


圖 2.25 實驗室硬管配置平面圖

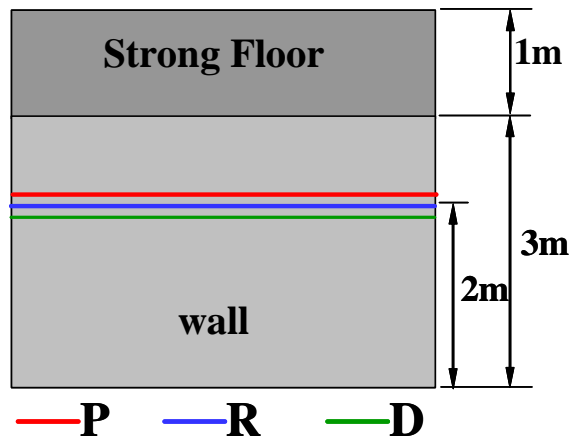


圖 2.26 地下室硬管配置圖 (沿 wall 方向)

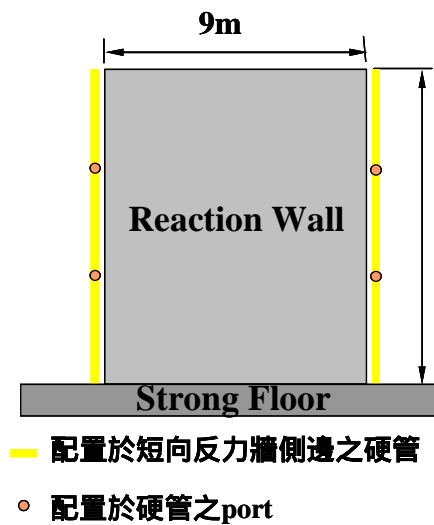


圖 2.27 短向反力牆硬管配置立面圖

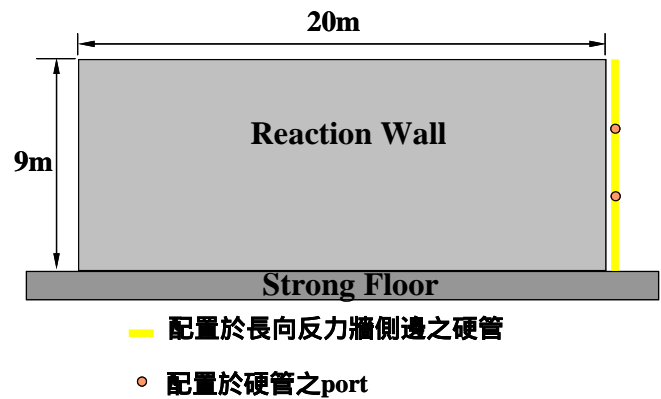


圖 2.28 長向反力牆硬管配置立面圖

## 2.1.2.2 建築材料實驗室實驗設施建置之研究

### 2.1.2.2.1 儀器設備與建研所歷次計畫及未來可能需求之檢討

- 1.原在九十年八月『建築實驗群實驗設備規劃研究』一般力學性能實驗室中規畫有 200ton 及 100ton 萬能實驗機，以作為台灣地區工程材料試驗常使用之試驗能力範圍，但在考量國內各大專院校研究機構及民間機構實驗室中已遍備有此試驗能力機種，因此在考量本實驗室所預期提供服務之能力下，將 200ton 及 100ton 萬能實驗機予以刪除並增列 300ton 萬能試驗機及 200ton 動態萬能試驗機。
- 2.掃描式電子顯微鏡(SEM)屬研究機構普遍接受之標準儀器，為達到奈米等級，改用場發射掃描式電子顯微鏡。同時，並增列能量分散光譜儀。

### 2.1.2.2.2 實驗室儀器種類、數量及可能預算

實驗室儀器種類、數量及可能預算如表 2.14 所述。

表 2.14 建築材料實驗室實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室名稱          | 容納儀器           | 數量     | 可能預算      | 備註 |
|----------------|----------------|--------|-----------|----|
| 恆溫恆濕室          | 恆溫恆濕室          | 1      | 600,000   |    |
|                | 潛變試驗機(含夾具)     | 1      |           |    |
| 養護室            | 養護水槽           | 1      | 400,000   |    |
| 一般力學/物理<br>實驗室 | 300T 萬能試驗機     | 1      | 3,000,000 |    |
|                | 200T 動態萬能試驗機   | 1      | 5,000,000 |    |
|                | 50T 精密萬能試驗機    | 1      | 210,000   |    |
|                | 20T 軸壓扭矩試驗機    | 1      | 150,000   |    |
|                | 10T 高速衝擊試驗機    | 1      | 100,000   |    |
|                | 5T 高精度拉力定速試驗設備 | 1      | 100,000   |    |
| 一般力學/物理<br>實驗室 | 直接剪力設驗設備       | 1      | 400,000   |    |
|                | 定速荷載設備         | 1      | 100,000   |    |
|                | 反覆荷載設備         | 1      | 100,000   |    |
|                | 撞擊試驗機(落下式)     | 1      | 200,000   |    |
|                | 撞擊試驗機(鐘擺式)     | 1      | 300,000   |    |
|                | 高壓滲透試驗機        | 1      | 200,000   |    |
|                | 低壓滲透試驗機        | 1      | 150,000   |    |
|                | 1000V 高阻計      | 1      | 50,000    |    |
|                | 黏著強度試驗機        | 1      | 80,000    |    |
|                | 熱傳導試驗儀         | 1      | 3,000,000 |    |
|                | 高溫爐            | 1      | 90,000    |    |
|                | 烘箱             | 3      | 270,000   |    |
|                | 噪音計            | 1      | 30,000    |    |
|                | 比重試驗儀          | 1      | 40,000    |    |
|                | 蕭式洛式及維克式硬度設驗儀  | 1      | 790,000   |    |
|                | 一般度量衡量測設備      | 1      | 100,000   |    |
|                | 力熱分析儀          | 1      | 300,000   |    |
|                | 鋼材分析儀          | 1      | 50,000    |    |
| 彎曲試驗儀          | 1              | 90,000 |           |    |
| 鋼筋尺度、形狀檢查設備    | 1              | 50,000 |           |    |

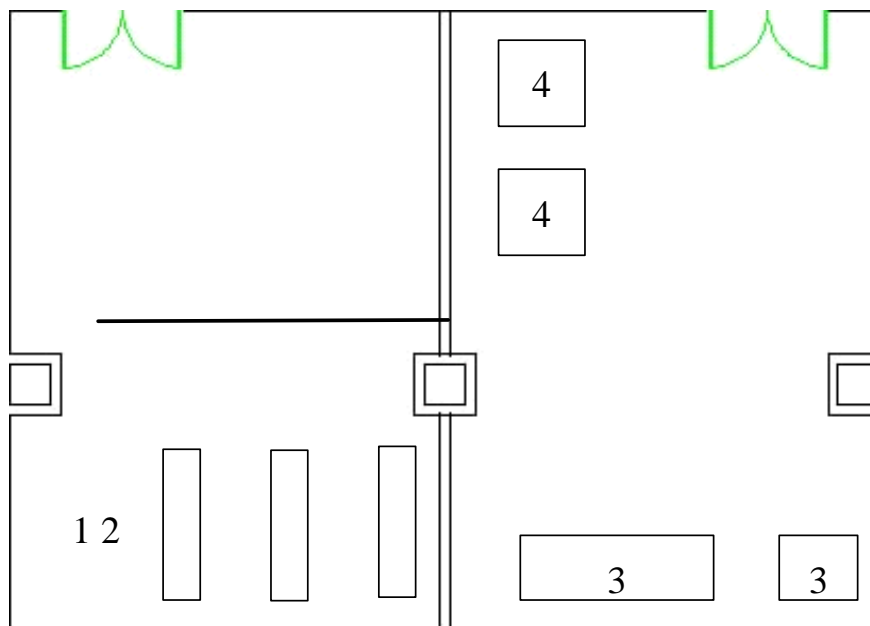


|           |               |               |           |         |  |
|-----------|---------------|---------------|-----------|---------|--|
| 電子顯微鏡室    | 場發射掃描式電子顯微鏡   | 1             | 6,000,000 |         |  |
|           | 能量分散光譜儀       | 1             | 6,000,000 |         |  |
|           | 試片處理設備        | 1             | 300,000   |         |  |
| 非破壞性檢測實驗室 | 透地雷達(3D)      | 1             | 4,500,000 |         |  |
|           | 紅外線熱影像分析儀     | 1             | 2,000,000 |         |  |
|           | X-ray 繞射儀     | 1             | 2,000,000 |         |  |
|           | 混凝土用超音波速量測系統  | 2             | 500,000   |         |  |
|           | 金屬用超音波速量測系統   | 1             | 200,000   |         |  |
|           | 氯離子自動滴定儀      | 1             | 280,000   |         |  |
|           | 動力共振頻率檢測儀     | 1             | 360,000   |         |  |
|           | 混凝土硬度鎚        | 3             | 120,000   |         |  |
|           | 混凝土電阻量測系統     | 1             | 180,000   |         |  |
|           | 鋼材腐蝕量測系統      | 1             | 180,000   |         |  |
|           | 敲擊回音法量測系統     | 1             | 450,000   |         |  |
|           | 混凝土表面波速頻譜分析系統 | 1             | 500,000   |         |  |
|           | 表面瑕疵液體滲透檢測儀   | 1             | 100,000   |         |  |
|           | 聲射裂縫分析儀       | 1             | 400,000   |         |  |
|           | 幅射鋼筋檢測儀       | 1             | 70,000    |         |  |
|           | 混凝土成熟度試驗儀     | 1             | 50,000    |         |  |
|           | 鋼筋位置探測儀       | 1             | 250,000   |         |  |
|           | 拉出試驗儀         | 1             | 140,000   |         |  |
|           | 裝修材料實驗室       | 溫度控制儀器計       | 1         | 50,000  |  |
|           |               | 鹽水噴霧試驗等劣化促進設備 | 1         | 250,000 |  |
| 收縮扭曲測定設備  |               | 1             | 200,000   |         |  |
| 耐屈曲性試驗機   |               | 1             | 100,000   |         |  |
| 引燃設驗設備    |               | 1             | 100,000   |         |  |
| 黏著強度設試驗設備 |               | 1             | 200,000   |         |  |
| 摩擦係數設驗設備  |               | 1             | 400,000   |         |  |
| 切割加工室     | 切割加工機具        | 1             | 13,000    |         |  |
|           | 砂輪機           | 2             | 140,000   |         |  |
|           | 試體磨平機         | 1             | 180,000   |         |  |
|           | 混凝土含器量試驗設備    | 1             | 50,000    |         |  |

|     |                  |   |            |  |
|-----|------------------|---|------------|--|
|     | 篩分析試驗設備          | 1 | 110,000    |  |
|     | 鑽心取樣器            | 1 | 60,000     |  |
|     | 木材磨耗試驗機          | 1 | 60,000     |  |
|     | 橡塑膠磨耗試驗機         | 1 | 70,000     |  |
|     | 旋轉圓盤及大擊地板材料磨耗試驗機 | 1 | 200,000    |  |
|     | Tabrr 磨耗試驗機      | 1 | 90,000     |  |
| 合 計 |                  |   | 42,803,000 |  |

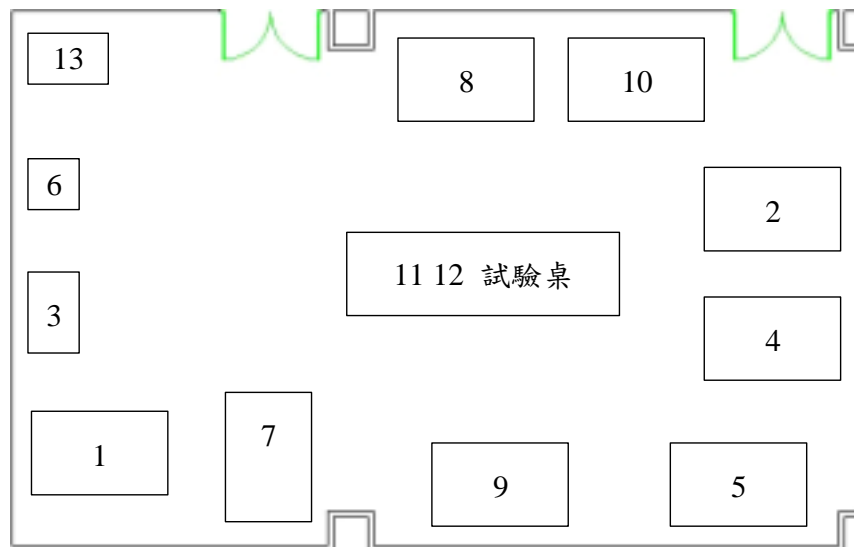
### 2.1.2.2.3 各試驗室儀器佈置

各試驗室之儀器佈置如圖 2.29~2.35 所示。



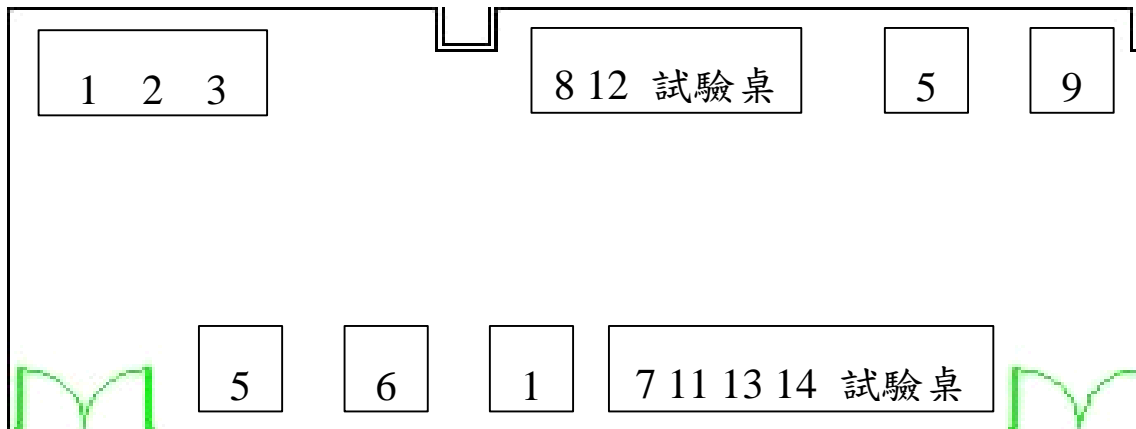
| 試驗室   | 儀器名稱       | 編碼 |
|-------|------------|----|
| 恆溫恆濕室 | 恆溫恆濕室      | 1  |
|       | 潛變試驗機(含夾具) | 2  |
| 養護室   | 養護水槽       | 3  |
|       | 恆溫恆濕櫃      | 4  |

圖 2.29 B1 養護室及恆溫恆濕室



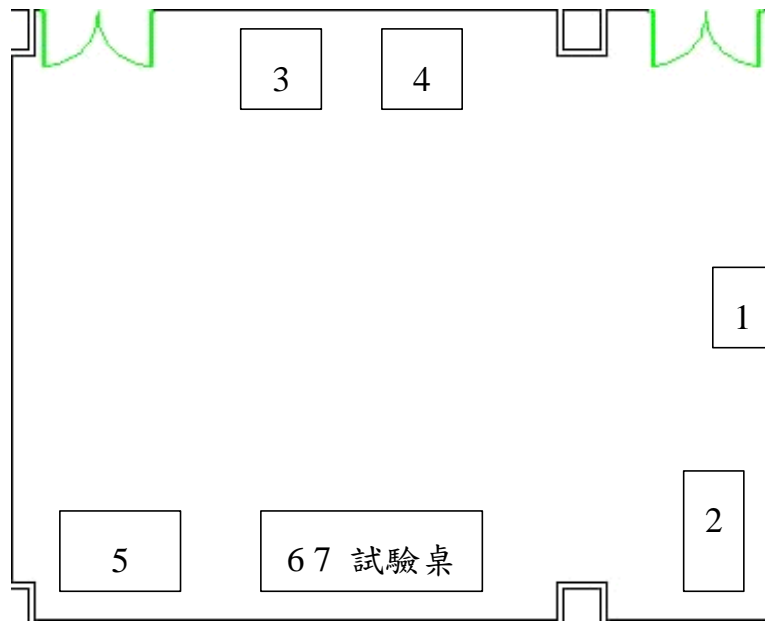
| 試驗室               | 儀器名稱           | 編碼 |
|-------------------|----------------|----|
| 一般力學/物理<br>實驗室(一) | 300T 萬能試驗機     | 1  |
|                   | 200T 動態萬能試驗機   | 2  |
|                   | 50T 精密萬能試驗機    | 3  |
|                   | 20T 軸壓扭矩試驗機    | 4  |
|                   | 10T 高速衝擊試驗機    | 5  |
|                   | 5T 高精度拉力定速試驗設備 | 6  |
|                   | 直接剪力設驗設備       | 7  |
|                   | 定速荷載設備         | 8  |
|                   | 反覆荷載設備         | 9  |
|                   | 鋼材彎曲試驗儀        | 10 |
|                   | 鋼筋尺度、形狀檢查設備    | 11 |
|                   | 一般度量衡量測設備      | 12 |
|                   | 烘箱             | 13 |

圖 2.30 一般物理試驗室(一)



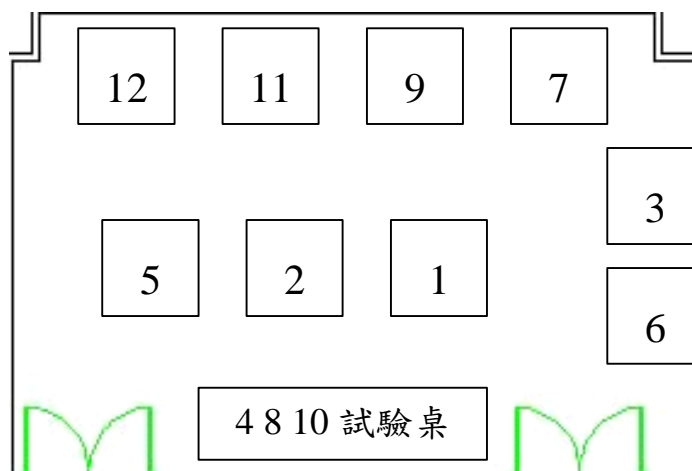
| 試驗室               | 儀器名稱                         | 編碼 |
|-------------------|------------------------------|----|
| 一般力學/物理<br>實驗室(二) | 衝擊試驗機(鐘擺式-IZDO 式)            | 1  |
|                   | 衝擊試驗機(鐘擺式-CHARPY 式)          | 2  |
|                   | 衝擊試驗機(落下式-ROUND-THE-CLOCK 式) | 3  |
|                   | 衝撞擊試驗機(落下式 DROP BALL 式)      | 4  |
|                   | 高壓滲透試驗機                      | 5  |
|                   | 低壓滲透試驗機                      | 6  |
|                   | 黏著強度試驗機                      | 7  |
|                   | 熱傳導試驗儀                       | 8  |
|                   | 高溫爐                          | 9  |
|                   | 比重試驗儀                        | 10 |
|                   | 蕭式洛式及維克式硬度設驗儀                | 11 |
|                   | 力熱分析儀                        | 12 |
|                   | 鋼材分析儀                        | 13 |
|                   | 一般度量衡量測設備                    | 14 |
|                   | 烘箱                           | 15 |

圖 2.31 一般物理試驗室(二)



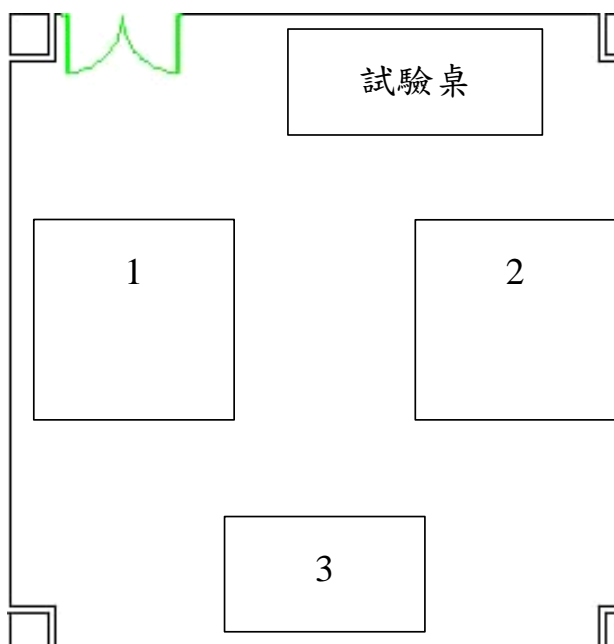
| 試驗室     | 儀器名稱          | 編碼 |
|---------|---------------|----|
| 裝修材料實驗室 | 溫濕度記錄器        | 1  |
|         | 鹽水噴霧試驗等劣化促進設備 | 2  |
|         | 收縮扭曲測定設備      | 3  |
|         | 耐屈曲性試驗機       | 4  |
|         | 引燃設驗設備        | 5  |
|         | 黏著強度設試驗設備     | 6  |
|         | 摩擦係數設驗設備      | 7  |

圖 2.32 裝修試驗室



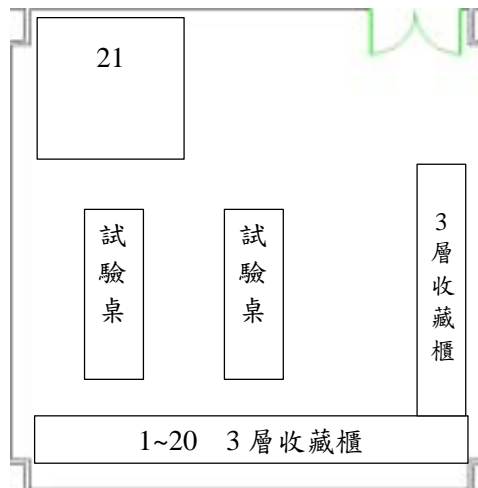
| 試驗室   | 儀器名稱             | 編碼 |
|-------|------------------|----|
| 切割加工室 | 切割加工機具           | 1  |
|       | 砂輪機              | 2  |
|       | 試體磨平機            | 3  |
|       | 混凝土含氣量試驗設備       | 4  |
|       | 篩分析試驗設備          | 5  |
|       | 鑽心取樣器            | 6  |
|       | 木材磨耗試驗機          | 7  |
|       | 橡塑膠磨耗試驗機         | 8  |
|       | 旋轉圓盤及大擊地板材料磨耗試驗機 | 9  |
|       | Tabrr 磨耗試驗機      | 10 |
|       | 噴砂磨損試驗儀          | 11 |
|       | 石材磨耗試驗儀          | 12 |

圖 2.33 切割室



| 試驗室    | 儀器名稱        | 編碼 |
|--------|-------------|----|
| 電子顯微鏡室 | 場發射掃描式電子顯微鏡 | 1  |
|        | 能量分散光譜儀     | 2  |
|        | 試片處理設備      | 3  |

圖 2.34 電子顯微鏡室



| 試驗室           | 儀器名稱          | 編碼 |
|---------------|---------------|----|
| 非破壞性檢測<br>實驗室 | 透地雷達          | 1  |
|               | 紅外線熱影像分析儀     | 2  |
|               | 混凝土用超音波速量測系統  | 3  |
|               | 金屬用超音波速量測系統   | 4  |
|               | 氣離子自動滴定儀      | 5  |
|               | 1000V 高阻計     | 6  |
|               | 噪音計           | 7  |
|               | 動力共振頻率檢測儀     | 8  |
|               | 混凝土硬度鎚        | 9  |
|               | 混凝土電阻量測系統     | 10 |
|               | 鋼材腐蝕量測系統      | 11 |
|               | 敲擊回音法量測系統     | 12 |
|               | 混凝土表面波速頻譜分析系統 | 13 |
|               | 表面瑕疵液體滲透檢測儀   | 14 |
|               | 聲射裂縫分析儀       | 15 |
|               | 幅射鋼筋檢測儀       | 16 |
|               | 混凝土成熟度試驗儀     | 17 |
|               | 鋼筋位置探測儀       | 18 |
|               | 拉出試驗儀         | 19 |
|               | 電磁場強度試驗儀      | 20 |
|               | X-ray 繞射儀     | 21 |

圖 2.35 非破壞性試驗室

#### 2.1.2.2.4 主要儀器設備規格

##### 一、場發射掃描式電子顯微鏡 (Field Emission Scanning Electron Microscope)

###### 1. 性能 (Performance):

###### A. 二次電子影像解析度(Resolution of secondary electron image) :

- a. 1.5 nm ( 加速電壓 15KV, W.D.=6mm)或更佳。
- b. 5 nm ( 加速電壓 1KV, W.D.=6mm)或更佳。
- c. 倍率(Magnification): ×25 to ×500,000 或更佳。
- d. 加速電壓(Accelerating voltage) : 0.5 to 30 KV ( 0.1KV每階)或更佳。

###### B. 反射電子解析度: 4.5nm 或更佳 ( 1Pa, 25KV, W.D.=6mm, 低真空模式) 。

###### 2. 透鏡系統(Lens system) :

###### A. 聚焦透鏡(Condenser lens) : 電磁式(Electromagnetic type) 。

###### B. 物鏡(Objective lens) : 可加熱式高精準度物鏡(Low aberration objective lens) 。

###### 3. 試片載台 (Specimen Stage) :

###### A. 試片移動範圍(Specimen movements) :

- a. X : 25mm 以上。
- b. Y : 25mm 以上。
- c. Z : 5~35mm 以上。
- d. 旋轉 : 360° 。
- e. 傾斜 : -5°~45° 以上。



4. 電子偵測系統 (Electron Detection system):
  - A. 提供二次電子偵測器(Secondary electron detector)。
  - B. 提供背向散射電子 ( Backscattered Electrons ) 分析系統。
5. 掃瞄顯示/系統 (Scanning/display System):
  - A. 掃描式電子顯微鏡的操作，從觀察條件設定到影像觀察都可在 windows OS下以滑鼠，鍵盤及操作板上的控制鈕完成。
  - B. 液晶顯示器(Liquid crystal display)
    - a. 尺寸:17吋或更佳。
    - b. pixels數: 1,280 X 1,024或更佳。
6. 掃式電子顯微鏡控制系統 (SEM control system):
  - A. 個人電腦系統:至少以下規格。
    - a. 電腦 :IBM PC/AT compatible computer。
    - b. CPU:P4 2.4 GHz。
    - c. RAM:512 MB。
    - d. 40G HD。
    - e. CD-RW。
    - f. 作業系統 :Windows xp/2000。
    - g. 操作功能:圖形操作介面/滑鼠及操作板上的控制。
    - h. 熱感式影像印表機(解析度1340 x 1280 pix或以上) 壹台
  - B. 即時影像解析度(Live image resolution): 1,280x1,024 或更佳。
  - C. 測量功能(Measurement function):可測XY軸直線距離、斜線距離和斜線角度。

7. 影像處理系統 (Image processing system)
8. 真空系統 (Vacuum System):
  - A. 全自動氣動閥 (Full automatic Pneumatic valve )控制。
  - B. 最高真空(Ultimate pressure) 。
    - a. 電子鎗室(Gun chamber) :  $10^{-7} Pa$  order或更佳。
    - b. 試片室(Specimen chamber): $10^{-4} Pa$  order或更佳。
  - C. 試片預抽室抽真空時間(Specimen airlock Evacuation time): $1 min$ 或更佳。
  - D. 真空計(Vacuum gauges):Penning gauge/Pirani gauge 3組。
  - E. 真空幫浦(Vacuum pumps):
    - a. 60 L/s 離子幫浦 一式
    - b. 20 L/s 離子幫浦 二式
    - c. 420 L/s或以上 擴散式幫浦(DP) 一式
    - d. 120 L/s或以上 油迴轉式幫浦(RP) 二式
9. 安全裝置:
  - A. 提供真空、水、電源、氮氣壓力故障及漏電的保護裝置。
10. 周邊設備含:
  - A. 不斷電系統(UPS)for離子幫浦，可連續使用100小時以上 1 set
  - B. 冷卻循環水槽(Cooling water circulator for SEM) 1 set
  - C. 高解析相片印表機 1 set
  - D. 原廠鍍金機（附靶材） 1 set

## 二、能量分散光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer)

### 1. 偵測器 Detector

- A. 解析度(Resolution)：133eV 或以上。
- B. 元素偵測範圍：B5 ~ U92。
- C. 液態氮冷卻式。

### 2. 電腦系統 Computer System

- A. Windows xp/2000。
- B. CPU Pentium 4 2.4GHz CPU 或更佳。
- C. 滑鼠，鍵盤及旋鈕轉盤兼具
- D. 40G HD。
- E. CD-RW。
- F. 512MB RAM。
- G. 網路卡(Ethernet)。

### 3. 分析系統

- A. 操作軟體需提供導覽軟體。
- B. 定性分析 Qualitative analysis。
- C. 定量分析 Quantitative analysis。
- D. 頻譜比對 Spectrum comparison。
- E. 數位式影像擷取與顯示 Digital electron image acquisition and display。
- F. 長度測量功能 Linear distance measurement。
- G. 影像區段含面積百分比計算功能 Image segmentation with area percent measurement。

H. 頻譜自動校正功能 Spectral position auto calibration。

#### 4. 周邊設備

- A. 液態氮專用盛裝桶 (35 Liter) 壹 個
- B. 液態氮專用燒杯 壹 個

### 三、X-Ray 繞射儀

#### (一) 主系統架構

##### 1. 測角儀部份

- A. 系統規格為直立式且為  $\theta$ - $\theta$  之架構，未來可依不同的需求更改為水平測角儀應用於高階薄膜分析。
- B. 系統基本精度需達下述要要：
  - A. 測量圓可達 600mm，並可依使用者要求作調整 (435mm、500mm and 600mm)。
  - B.  $\theta$ -2 $\theta$  之精度可達 0.0001°。
  - C.  $\theta$ -2 $\theta$  之精度再現性需達  $\pm 0.0001^\circ$ ，避免相同試片在不同時間測量時結果差異太大。
  - D. 最大旋轉速度 1500°/min。
  - E. 測角儀中心開口大小 10 公分以增加系統彈性能在大物件之非破性分析。
  - F. 2 $\theta$  分析需達負角度 90° 以上。
  - G. 所有系統位置需由電腦圖形及數位控制。

##### 2. 偵測器電子控制元件

- A. 最高計數處理值可達  $3 \times 10^7$  cps，以確保偵測器選用彈性。
- B. PHA 調整可直接由圖形界面控制。

C. 內建系統自我檢測功能。

(二) X-光管座:具有 LED 顯示 X-光開啟或關閉，以保護操作人員安全。

(三) X-光機保護外裝:具 LED 光源顯示系統狀態，另外鉛玻璃視窗寬度最小需能超過兩人身寬度，以便未來之教育訓練及問題處理時之觀察及討論。

(四) 高壓電源供應器;3KW

1. 電壓調整: 可 1KV 昇降，操作範圍 20~60KV。
2. 電流控制: 可 1mA 昇降，操作範圍 5~80mA。
3. 穩定性:外電變化 10%以內，系統電壓及電流供應之穩定需小於 0.005%，以防外供應電壓發生驟降或突昇導到系統的損壞或資料準確性。

(五) 光學元件

1. 入射光源: 固定抽換式狹縫裝置或其他高階產品。
2. Ni Filter for Cu-Radiation。
3. 繞射光源: 固定抽換式狹縫裝置或其他高階產品。

(六) 樣品放置平台: 旋轉式樣品平台以適用不均勻材料分析或因粉末置不足之問題。

1. 360° phi 角之自由度。
2. 最大樣品直徑可達 50mm 以上。
3. 旋轉速度可達 100rpm 以上。
4. 最小旋轉步進角度 0.25° 或以下。

(七) 閃爍計數器:

1. 最大線性計數量可達  $2 \times 10^6$  pulses/second。

2. 可適用所有的繞射應用。

#### (八) X-光源

1. 使用精密陶瓷外裝以提高 X-光源(管)壽命，出光品質。
2. 2.2 kW，Cu 靶。
3. 點出光及線出光可由使用者選用。

#### (九) 控制平台

1. Microsoft Window 2000 或 Microsoft Windows NT 版本。
2. Pentium 4 2.0 GHz CPU，512 MB SDRAM，3.5" FD，80 GBHD CD-RW，Network adapter 10/100/100Mbit，19" Trinitron-Monitor，Modem 56K 或以上規格。

#### (十) 操作軟體:

1. 系統操作軟體
  - A. 架構在 Microsoft Windows 基礎。
  - B. 圖型界面且能與設備同步互動包含局部資料放大縮小，及由滑鼠點選特定位址定義。
  - C. 直接儲存測量結果並列資料。
  - D. 自動測試產品定位。
  - E. 圖示系統狀態，方便使用者追蹤問題發生原因。
  - F. 量測參數腳本設計，方便應用於各種不同樣品測試。
  - G. 腳本可藉由複製編輯以節省使用者時間並提昇工作效率。

H. 系統操作軟體可應用於粉體繞射之外，尚可控制作高解度分析掃描，反射率掃描，並可作三次元反轉晶格圖形等資料之讀取。

I. 可定義產品/基材晶格參數。

## 2. 資料評估及分析軟體

A. 架構在 Microsoft Windows 基礎圖型界面。

B. 波峯讀取並產生 d/l 定義檔。

C. 背影扣除功能。

D. 波形平滑化功能。

E.  $K_2$  資料扣除。

F. 可計算波形參數如波峯位置，半高寬等。

G. 可同時顯示多個掃描資料或標準資料以便作資料比對。

H. 三次元繪圖功能，以方便解析資料重疊之問題。

I. 可定義 X-Y 軸表示方式，等定資料產色，特殊標示等功能。

J. 資料能與 Windows 軟體如 Word/Excel/Powerpoint 作交換以方便未來編輯及資料說明。

K. 與 PDF2 資料庫可相容並能讀取其資料使用。

L. 支援半定量分析，並提供 4 種最具名之迴歸方式: Chung I、Chung II、 $1/l_{\text{Corundum}}$ 、Absorption-Diffraction method。

M. 可由使用者選擇表以平面間距或(hkl)作波峯定義。

N. 可將資料轉換各種不同型式的格式方便其他非本系統軟作分析，反之亦然。

### 3. 資料搜尋及匹配軟體

A. 與 PDF2 資料庫完全匹配並可於光碟上作搜尋。

B. 資料匹配時包含波寬、不對稱性及波肩，即便是低強度亦作全整資料搜尋及比對。

C. 可支援客戶自定之 d/I 資料庫。

### 4. PDF2 資料庫

A. 光碟版含 130,000 筆資料之最新資料庫，該產品含正式版權。

### 5. 波型及產品晶格分析軟體

A. 支援單波峯或全圖譜資料比對(Profile fitting)。

B. 依 Pawley 及 LeBail 理論作晶格解析。

C. 產品結構分析及微調。

D. 定量分析。

E. 依 FPA 系統參數對繞射波作產品結構分析，並支援無標準樣結分析。

F. 針對等定圖譜定量分析。

G. 圖示產品晶格及產品晶格參數。

H. 支援 PDF 資料庫或使用者定義之 d/I 資料庫，另外支援 CIF 及 INS 或 HKL 資料庫。

## 四、紅外線攝錄影像熱分析儀

1. 本紅外線攝錄影像分析儀為 V8 型式，內建數位相機可同時攝錄實體



影像及熱影像，適合偵測或比較各式之異常高溫量測。

## 2. 主機體規格:

- A. 測溫範圍：由  $-20\sim+250\text{ }^{\circ}\text{C}$  或更寬。
- B. 精確度： $\pm 2\%$  RFS 或  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- C. 靈敏度：在  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  工作時為  $\leq 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- D. 電池：無記憶性充電式鋰電池可連續使用至少 100 分鐘以上。
- E. 鏡頭：F.O.V.  $\leq 29^{\circ}(\text{H})\times 22^{\circ}(\text{V})$ ，I.F.O.V.  $\leq 1.6\text{ } mrad$ 。
- F. 鏡頭焦距區域： $0.5M\sim\infty$  或更寬。
- G. 影像解析度：總掃瞄 76800(320(H) $\times$ 240(V))點以上(含)。
- H. 光譜範圍：長波段 8-14 $\mu\text{m}$  或更寬。
- I. 感測器為非冷卻式毋需添加冷卻劑 (FPA，Uncooled microbolometer)。
- J. 掃瞄速度：1/7.5sec，1/30sec，1/60sec 可選。
- K. 影像顯示器：彩色 TFT LCD 做取景器。
- L. 影像儲存：使用記憶卡，具 14 位元數位影像及 BMP 圖檔兩種格式，100 張影像以上。
- M. 語音儲存：數位語音連同影像同步儲存。
- N. 測溫功能：點溫量測(4 點，可移動)，4 個等溫區間設定功能，參考溫度設定，圓形或矩形可測最高溫/最低溫，可調整區域尺寸大小，溫差顯示。
- O. 操作功能：操作鍵可執行影像儲存/凍結/讀取，影像自動調整清晰、自動設定溫階(256 色階)、自動校正、光學穿透修正、數

位 4 倍放大功能、放射率補正、電力不足顯示、日期/時間等顯示功能。

P. 測溫補償功能:距離、環境溫濕度及背景補償等功能。

Q. 操作環境:  $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

R. 主機構造:含電池總重量低於 3kg，並符合 IP-54 或更高級的防塵、防水標準。

S. 視訊輸出:RS232/VIDEO(NTSC)/S-VIDEO。

T. 充電器使用電源:單相 AC 110V $\pm$ 10%，60Hz。

### 3. 分析用軟體:

(1) 可於 WINDOWS95/98/NT 環境下操作影像處理分析之功能，並支援視窗軟體如 WORD、EXCEL 等軟體編輯製作報告並有插圖功能。攜帶式微處理器 Pentium III 1.4G 以上，256MB RAM，20G HDD，8x DVD-RW，14.1" TFT LCD，HP5100 Laser Jet 或同極品。

(2) 分析功能:

(a)線溫(MAX、MIN、AVG、線游標溫度、溫度統計圖)，熱曲線分佈圖。

(b)點溫。

(c)點、線、區域座標顯示。

(d)等溫線(ISO)溫度。

(e)溫度趨勢繪圖。

### 4. 附 件：

(1) 整套儲存箱。

(2) 充電電池組 (鋰電池 2 只，充電座 1 組)。

- (3) 外接式 5" TFT LCD 遙控取景器。
- (4) 原廠檢驗證明書/保固書。
- (5) 中文使用/操作說明書 2 份。
- (6) 可調式三角攝影架。
- (7) 影像輸出訊號線 1 套。
- (8) 高溫偵測器+200~+2000 ℃。

### 2.1.2.3 建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究

#### 2.1.2.3.1 先前規劃檢討

民國 90 年建研所由「建築材料實驗群實驗設備規劃」中對耐候耐久實驗室提出七種子實驗室，分別為耐磨實驗室、耐候實驗室、室內人工曝曬實驗室、耐化學及耐蝕實驗室、耐朽性實驗室、耐凍害實驗室、與屋外曝曬試驗場。然因部分屬於全尺寸組件耐久耐候試驗設施與建研所於台南歸仁的建築性能實驗群有關，因此予以修正。而部分實驗室在與材料實驗群另兩個實驗室（組件與材料實驗室）作橫向整合後，將屬於磨耗力學部分轉移至材料實驗室，並由材料實驗室中屬於耐久耐候試驗後的相關分析儀器經整合與協調後規劃進入本實驗室中，以達到模擬與分析工作統合之目標。且考量耐久耐候試驗實際需求，新設部分相關實驗室。相關與先前規劃之差異性如表 2.15 所示。

表 2.15 實驗室整合異動

| 子實驗室種類    | 擬規劃實驗室   |
|-----------|----------|
| 耐磨實驗室     | 規劃於組件實驗室 |
| 耐候實驗室     | 耐候實驗室    |
| 室內人工曝露實驗室 | 取消       |

|           |               |
|-----------|---------------|
| 耐蝕實驗室     | 耐蝕及防蝕實驗室      |
| 耐化學及耐蝕實驗室 | 耐化學實驗室        |
| 耐朽性實驗室    | 合併為耐凍、耐朽實驗室   |
| 耐凍害實驗室    |               |
| 屋外曝曬試驗場   | 屋外曝曬試驗場、耐久實驗室 |

室內人工曝露實驗室取消之原因如下所述：(1) 避免重置大型試驗室，(2) 購置及維護經費極高，(3) 耐候試驗室可取代大部分試驗項目。

在空間規劃方面，耐久耐候實驗室在原先規劃為  $1830m^2$ ，然而因為現今儀器設施的更新迅速，相關設備已不需佔用太大空間，且因為子實驗室整合之因素與限於預算，將實驗室空間檢討修正如表 2.15 所示。其中由於室內人工曝露實驗室與耐磨實驗室的取消，與耐凍、耐朽實驗室的合併，因此總規劃空間由原先  $1830m^2$ ，修正為  $500m^2$ 。耐候實驗室的部分由  $320m^2$ ，縮小為  $162m^2$ ，耐化學實驗室，則因原先規劃的耐蝕實驗室與防蝕實驗室合併，因此空間也由  $300m^2$ ，縮小為  $162m^2$ 。相對的耐蝕及防蝕實驗室則因合併，由  $100m^2$ ，擴大為  $162m^2$ 。整併之後雖空間縮小，但在試驗室動線安排與管理維護上，更加合適。由於耐久耐候實驗室，因相關化學試驗的進行，導致廢氣與廢污水可能具有污染性，故具獨立廢氣、廢水處理設備在實驗設施上的界面整合上有其重要性，而相關實驗若安置於同一層，對處理經濟效益上亦頗為妥當。

### 2.1.2.3.2 實驗室整體規劃說明

由於一般結構體的服務年限至少在 10 年以上，甚至有百年以上，因此使用在結構體上的結構或非結構性建材的耐久耐候實驗若以真實狀態進行評估時，則可能須耗費數年以上之久。在建材科技日新月異的現今，當數年評估試驗結束時，可能材料早已停止生產，對材料研發或結構體設計者服務年限的評估造成困惑。因此一般而言，當建築材料需

進行耐久耐候評估時，以加速實驗替代真實狀態往往是可行的方式。加速試驗主要將建築材料放入比真實狀態更惡劣之模擬環境中，時間設定則依規範或實驗設計進行，通常不超過1個月，而由此試驗結果代表數十年後材料的劣化情形。而一般則於真實環境中的耐候耐久評估試驗（如戶外曝曬試驗），則使用於試驗規範的建立或與加速試驗對照使用。因此在本研究中主要在耐候實驗室與耐凍耐朽實驗室中規劃加速劣化試驗所必要之設備，並初步在樓頂層規劃屋頂曝曬場以進行長期氣候環境劣化使用。

在耐候耐久實驗室中除規劃模擬各種惡劣環境的加速劣化設備外，另一重點則是材料劣化前後差異性的獲取。因此需有相關配合儀器作為分析以獲得科學上的量化數據。而相關分析工作則依建築材料的種類與用途，分別進行物理性質與化學性質上的行為分析，本研究則初步擬在耐化學實驗室、耐蝕與防蝕試驗室、耐久實驗室中規劃相關儀器設備，以處理建築材料劣化後物性與化性的分析工作。圖 2.36 則將上述各子實驗室功能區分定義整理於上。後續各實驗室相關設施之規劃則依此為依據進行設置。各子實驗室細部規劃與實驗設施如下所述。

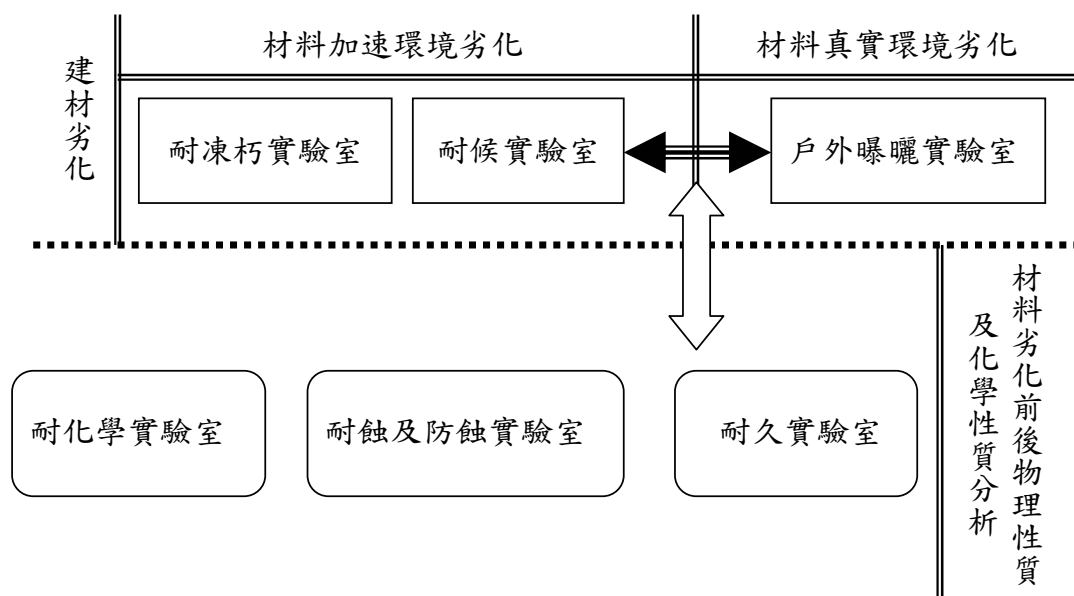


圖 2.36 耐候耐久實驗室各子實驗室功能區分

(一)耐侯實驗室

耐侯實驗室主要規劃放置建築材料加速劣化設施。在規劃中未符合所有建築材料之需求、與各種惡劣環境之模擬等，此部份在初期主要規劃三組基本試驗設施，分別為模擬海域與陰雨天環境的鹽霧複合耐侯試驗機。而模擬晴天日造環境的則為日光劣化試驗機。與模擬空氣污染或地下環境的氣體腐蝕試驗機。

在耐侯實驗室方面，原規劃購置人工劣化促進實驗機 WS 及人工劣化促進實驗機 WV，現今更改為優先購置鹽霧實驗設備、氣體腐蝕實驗設備及 Xenon-Arc 實驗設備。實驗設備之空間佈設請參見圖 2.37，其購置金額及特殊需求如表 2.16 所示：

表 2.16 耐侯實驗室實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室室別 | 儀器           | 金額(元)     | 特殊需求                |
|-------|--------------|-----------|---------------------|
| 耐侯實驗室 | 鹽霧實驗         | 4,200,000 | 電力需求：220 V, 三相, 50A |
|       | 氣體腐蝕         | 3,100,000 | 電力需求：220 V, 三相, 50A |
|       | Xenon-Arc 實驗 | 2,000,000 | 電力需求：220 V, 三相, 70A |

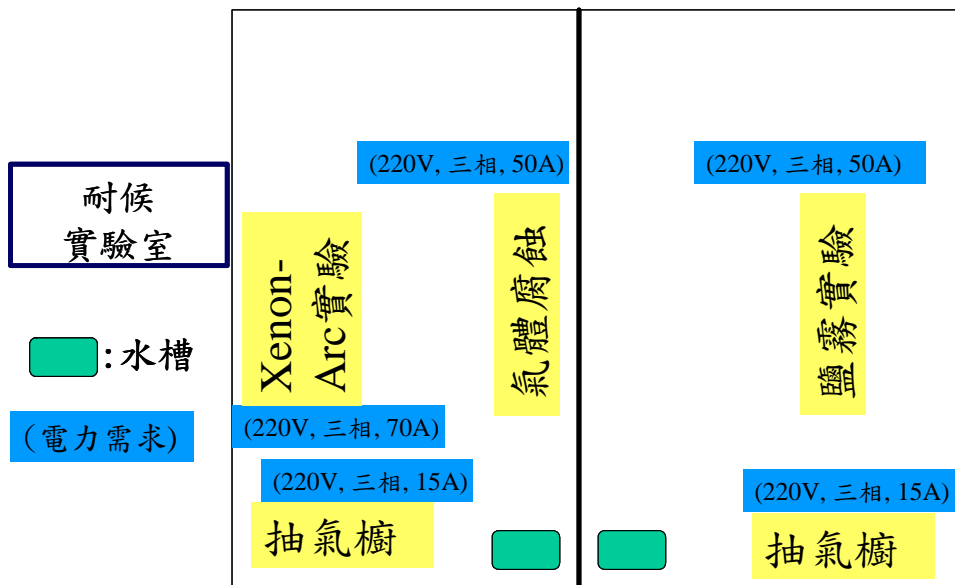


圖 2.37 耐侯實驗室實驗儀器配置平面圖

## 1. 鹽霧複合耐候試驗機

一般而言，傳統鹽霧試驗機大多僅能模擬位於海水潮汐帶或海域環境海霧侵蝕之情形。但在本研究中擬規劃之鹽霧複合耐候試驗機為多功能複合試驗機型式。由於我國除有屬於海島型海域環境腐蝕問題、梅雨季或東北季風所帶來的潮濕環境、豪雨的沖刷環境、夏天午後雷陣雨的乾濕循環環境、與都市的酸雨環境。因此在規範上而言，可以由典型的 ASTM B117 的鹽霧試驗、塗料試驗所用的 GM 9540P/B 試驗、日本的 CCT 系列試驗（含酸雨試驗）、亦或為 ASTM D2447 塗層抗水試驗、與 ASTM C666 凍融試驗等。因此此試驗機若要模擬國內多變化的氣候，並應付眾多國家規範要求，傳統鹽霧試驗機所能模擬的氣候條件往往不符所需。因此本實驗室規劃之鹽霧複合耐候試驗機需具備鹽水噴霧功能、乾燥功能、濕潤功能、浸漬功能、與外氣導入之試驗功能。且可用電腦系統設定或觸控式螢幕任意順序排列整合而自動循環運轉。在鹽霧噴出量亦要求鹽霧粒子和鹽霧於試片表面分佈均需一致。且試驗槽內的各點溫度與濕度要求均能符合相關試驗規範要求，即溫度的分布精度為各試驗安定時再試片安裝的任一位置溫度在  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  以內；濕度則為分布精度在各試驗安定時再試片安裝的任一位置溫度在  $\pm 7\%$  RH 以內。由於鹽霧試驗機為本實驗室經費最高之儀器設備，且為材料加速劣化主要設施，因此擬向建研所建議為第一批優先採購設備之一，為配合建研所採購發包時程，將其發包規格優先規劃。

## 2. 氣體腐蝕試驗機

由於我國人口密集，都市中住宅區與工業區的距離相當接近，加上個人交通工具的普及，因此都市中空氣污染的來源甚多，故空氣中侵蝕性的氣體也會成為建築材料劣化的主要機制。因此在耐候實驗室內亦規劃氣體腐蝕試驗機以模擬相關環境。氣體腐蝕試驗機主要功能在於可由外部通入氣體，通入相關氣體則依規範規定劣化氣體而定。此試驗機擬規劃之機型除具有氣體腐蝕試驗機功能外，因其本身具有

溫度控制與乾濕循環功能。故亦希望具備氣霧產生器，使其具有鹽霧試驗機部分之功能，可使兩機器再試驗量負荷較大時互相支援。而此部份機器由於可能具有毒酸氣腐蝕的可能性，因此在相關排氣設施與試驗槽本身材質要求均需特別注意。下述則就常用氣體加以說明。

#### (A)SO<sub>x</sub> 氣體試驗

二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 為大氣中對建材危害最嚴重的氣體，原因在逾期與水分結合後會產生具強烈侵蝕性與劇毒的硫化氫或是硫酸。SO<sub>x</sub> 主要的來源為燃煤或燃油所產生的空氣污染或地下土壤細菌的化學作用所產生。一般而言相關試驗規範會以 100 ppm 濃度的 SO<sub>2</sub> 或硫化氫氣體通入放置試片傾斜角度為 15 度，試驗溫度為 35 °C~50 °C，試驗相對濕度 RH=60%~95%之試驗槽內，以四小時試驗時間完成 1 次乾濕循環。通常試驗循環次數為 10 次至 100 次，觀察試驗前後材料的變化。

#### (B)臭氧試驗

由於臭氧 (Ozone, O<sub>3</sub>) 具有高度的活性，因此會使得橡膠或塑膠等聚合物產品產生永久性的惡化。臭氧主要產生原因在於空氣污染中的 NO<sub>x</sub> 氣體，由其當汽車廢氣污染物 NO<sub>2</sub> 被太陽光造射後便會分解成臭氧。因此屬於高分子材料的塑膠類建材抗臭氧性質便值得注意。相關儀器通常要求可輸入控制臭氧濃度為 1 to 500 ppm。試驗規範一般要求試片在 3 ppm 濃度臭氧環境下劣化 7 天，試驗後不可有裂縫產生。

#### (C)二氧化碳試驗

二氧化碳對於建築材料的影響主要在於鋼筋混凝土建材方面。一般而言，混凝土中的孔隙水可提供高鹼性的環境，使得鋼筋表面披覆一層鈍態膜，避免鋼筋腐蝕。但此鈍態膜卻可能因氯離子的滲透或由於 pH 值的降低而破壞。而造成 pH 值降低的最大原因就是混凝土的中性化。中性化的造成則為二氧化碳與水產生的碳酸導致 pH 值的下降。因此通常試驗過程除改變試驗槽二氧化碳濃度外，亦需改變不同濕



度。

### 3.日光劣化耐候試驗機

日光劣化耐候試驗機主要是在模擬日光照射對建築材料表面的影響。主要試驗對象則為塗料與高分子建材。由於光對建築材料的損害為褪色、變黃、變色、強度下降、脆化、氧化、亮度下降、破裂、表面圖案便模糊與粉化等劣化的影響。因此利用具全光譜性質的氙弧燈 (Xenon Arc) 與碳弧燈 (Carbon Arc) 模擬各種光源 (如日光、螢光燈、鹵素燈等) 進行材料加速劣化。一般而言會加上照度控制系統，將光強度控制在 340 nm 至 420 nm 之間，以模擬具破壞波長之陽光。日光劣化耐候試驗機若與鹽霧試驗機相互配合則可模擬規範所要求的各類氣候條件，因此擬在建研所採購優先順序上，建議排列於鹽霧複合耐候試驗機之後，且其本身需具有溫度控制與乾濕循環功能。

#### (二)耐蝕及防蝕試驗室

本實驗室規劃以進行金屬建材在鹽霧或氣體試驗機加速劣化、或一般曝曬後的化學與物理性質分析工作，藉由所獲致之研究成果，研擬金屬材料耐蝕及防蝕方法。因此相關規劃設施包括測量金屬材料腐蝕的恆電位電流儀與交流阻抗增益分析儀、可觀察材料金岩木三相的微觀分析系統、與可分析金屬建材成分變化的熱重分析儀與 X-ray 螢光儀。

在耐蝕及防蝕實驗室方面，原規劃購置萬能腐蝕試驗設備及滲透腐蝕試驗設備，現今更改為優先購置恆電位電流儀、交流阻抗增益儀、金岩木相分析、X 光螢光儀及 TGA。實驗設備之空間佈設請參見圖 2.38，其購置金額及特殊需求如表 2.17 所示：

表 2.17 耐蝕及防蝕實驗室實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室室別 | 儀器     | 金額(元)     | 特殊需求 |
|-------|--------|-----------|------|
| 耐蝕及防蝕 | 恆電位電流儀 | 1,200,000 | 無    |

|     |          |           |                    |
|-----|----------|-----------|--------------------|
| 實驗室 | 交流阻抗增益儀  | 800,000   | 無                  |
|     | 金、岩、木相分析 | 3,200,000 | 無                  |
|     | X光螢光儀    | 2,300,000 | 電力需求：220V, 三相, 30A |
|     | TGA      | 1,200,000 | 電力需求：220V, 三相, 20A |

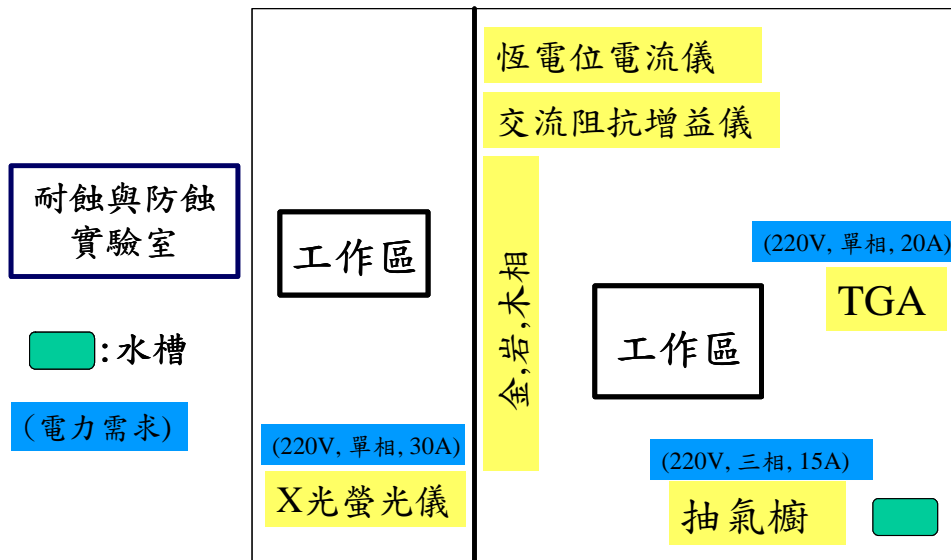


圖 2.38 耐蝕及防蝕實驗室實驗儀器配置平面圖

### 1. 恆電位電流儀：

恆電位電流儀又稱 DC，主要利用當金屬在自由的腐蝕狀態下，電流的流動情形，若就整體而言並沒有靜電荷(net charge)的移轉，所以對於金屬建材腐蝕系統而言，必須由外界輸入一個外加直流電流來加以擾動，並產生極化，然後再量測這個系統平衡時所產生的反應。根據 1957 年 Stern 和 Geary 之研究，當外加過電位的差值在腐蝕電位 $\pm 10$  mV 之間時，電流與電位會呈現一個線性的關係；因此若於平衡系統中，加一個微小的過電壓加以掃描，然後在對量測出來之電流值做其關係圖，所得到的斜率，即極化阻抗值  $R_p$  (Polarization resistance)，而由  $R_p$  可推算金屬材料腐蝕速率，一般而言此系統搭多用於半導體 IC 良率的檢測，但近年來經過多位學者的改良，可完整預估材料劣化前後，金屬建材腐蝕速率的變化。

## 2. 交流阻抗增益分析儀

一般而言金屬建材表面往往會包覆塗料、塗封層、混凝土等具高電阻的非導電體建材。因此以恆電位電流儀量測會內部金屬腐蝕速率會導致誤判。估需利用交流電特性將兩者分離。由於極化曲線是由三種阻抗所組成，分別是上述之電極極化所造成的極化阻抗、由電極電阻所造成的電位降（ $I_R$  Drop）、以及由陰極所造成的濃度阻抗。然而原理上，不管直流極化法或交流阻抗法所量到的電位降均是參考電極與工作電極之間的全電位降。而為了避免此誤差，利用一交流電流輸入此腐蝕系統中，然後再藉助電路解析的技巧，在一個極寬的交流訊號頻率內（ $1.0 \times 10^6 \text{ Hz} \sim 1.0 \times 10^{-3} \text{ Hz}$ ），測定不同頻率時此腐蝕系統的阻抗值，進而利用等效電路原理，經由 Nyquist 圖將各電路元件分解，求出系統中金屬建材的阻抗值（ $R_p$ ）經由計算後即可求出金屬建材加速劣化後的腐蝕速率。由於其採用交流電源，因此又稱為 AC。

## 3. 金、岩、木相分析

部分建築材料在加速劣化之後可能於外觀上並無差異性，但其本質上卻已大大的改變，如強光高溫照射後的金屬、木質建材，亦或為經延誤加速劣化後的陶質建材。因此劣化後微觀機制的觀察，有其重要性，而此微觀機制的建立則必須依靠相關顯微放大設施。而此顯微放大設施與材料實驗室規劃之電子顯微鏡上之差異性，主要在於鹽霧試驗後的試體可能具有腐蝕性液體，對貴重的電子顯微鏡可能試依沉重的負擔。且顯微放大設施可放大倍率高達 5000 倍至 10000 倍，雖無法達到奈米層級，但對建築材料尺度而言已經足夠。而相關試體前處理設施與本身顯微放大設施亦可作為電子顯微鏡支援之備用系統，以避免電子顯微鏡的過度使用。

## 4. X 光螢光儀

本計畫中亦規劃 X 光螢光儀（X-ray Fluorescence Spectrometry，簡稱

XRF)，主要原理則為利用來自原子核外的 X 射線，X 射線又分成特性 X 射線及制動輻射，XRF 主要以特性 X 射線為分析之能量。XRF 即利用一 X 射線管產生高能量之 X 射線，將 X 射線照射在樣品上，使樣品之原子吸收此一 X 射線而被激發或游離，產生內層軌域之電子空洞，然後再從外層電子遞補進到內層軌域時，釋放出特性 X 射線，此特性 X 射線之能量為兩個軌道之能階差，此能階差因元素不同而具特异性，因此由特殊偵測器偵測此一特性 X 射線即可鑑別元素種類及定量分析。因此於本實驗室中主要規劃用於判斷劣化後金屬腐蝕生成物使用，而相關儀器亦可用來分析固體粉末之化學成分組成，如水泥、陶粉等。

## 5.TGA

TGA 又稱熱重分析儀，主要測試固體，粉體，膠體及液體材料於不同溫度下的熱性質變化（通常可加熱至 1000℃），在溫度變化下，藉由微量天平分析，依其重量損失結果判斷其化合物成分。因此可適用於液態劣化生成物之分析。或為粉體建材成分分析使用。

### (三)耐化學實驗室

耐化學實驗室主要規劃材料劣化試驗後，相關分析工作進行所須之試驗儀器。分別為進行鹽霧加速劣化試驗後分析所需的比角儀。日照加速劣化試驗後分析所需的比色儀。以及分析各種劣化試驗後材料化學成分改變的離子層析儀與電位滴定儀。

在耐化學實驗室方面，原規劃購置浸漬實驗設備及鹽水噴霧實驗設備，現今更改為優先購置離子層析儀、電子滴定實驗設備、去離子水製造機、比色儀、比角儀、高溫及爐烘箱。實驗設備之空間佈設請參見圖 2.39，其購置金額及特殊需求如表 2.18 所示：

表 2.18 耐化學實驗室實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室室別  | 儀器      | 金額(元)     | 特殊需求               |
|--------|---------|-----------|--------------------|
| 耐化學實驗室 | 離子層析儀   | 2,000,000 | 無                  |
|        | 電子滴定    | 300,000   | 無                  |
|        | 去離子水製造機 | 300,000   | 無                  |
|        | 比色儀     | 1,250,000 | 無                  |
|        | 比角儀     | 1,500,000 | 無                  |
|        | 高溫、爐烘箱  | 200,000   | 電力需求：220V, 三相, 30A |

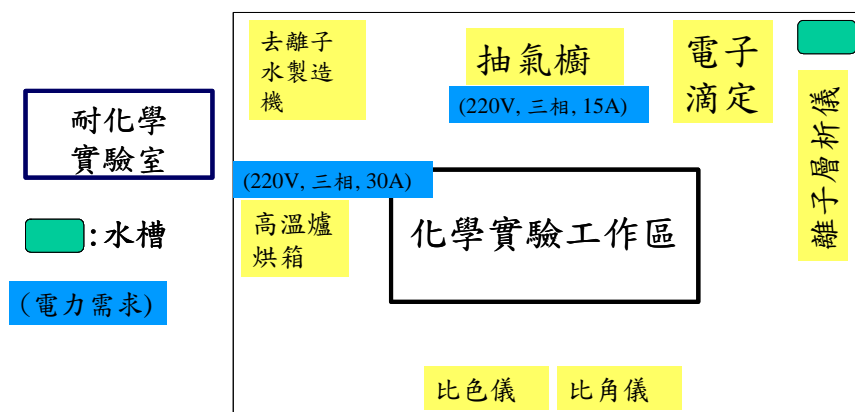


圖 2.39 耐化學實驗室實驗儀器配置平面圖

### 1. 比角儀

又可稱為接觸角計 (contact angle meter)，主要用途可用於接觸角量測、親水性、疏水性、潤濕性、表面清潔度之分析。當建築材料遭遇到加速劣化後，可以量測塗料的附著度，或防水建材本身的疏水性質。也可以作為多孔性建材傳輸行為研究使用。而接觸角計亦可量測建材與建材之間表/界面張力量測，這在研究塗料或於建材上封層之附著能力，亦或磁磚貼覆混凝土壁的结合情形。

### 2. 比色儀

比色儀，又稱為比色密度計 (densitometer)，比色密度計有二種基本型式，即反射型比色密度計及透射型比色密度計。廣泛應用於印

刷工業上，它可用於測量印刷樣品上的墨印。測量時只要用一和表面成垂直的光源照射在樣品上，此光線將會穿透墨印色，導致某些波長被吸收，此時光波將被紙反射出來，部分仍將穿透印色，而被接收器偵測出。為了收集從物體表面朝各方向散射出來的光線，可以利用一種環狀鏡子，將受測點周圍三百六十度內的光線有效地收集起來。這種方法克服了測量表面粗糙的樣品顏色，所遭遇光線散射不均勻的問題。比色密度計亦可讀出純色性 (chromaticity) 和顏色的差異值等。因此可使用於氬弧試驗或自然曝曬之後，材料表面色澤的改變。

### 3.離子層析儀

離子層析法乃是使待測溶液通過充填樹脂之分離管，離子與樹脂產生交換作用而吸附於樹脂交換基之上，此時加入流洗液沖提，使其脫離交換基，再度變成自由離子，再不斷重複此一吸附—沖提循環作用。由於溶液中離子電荷數，離子半徑及質量等因素，對樹脂之親和力會產生差異，親和力越大越容易吸附，且越難沖提，因此造成通過分離管所需之時間不同，並且各自形成離子群，此時再測量其總導電值，便可做材料加速劣化後化學成分的定性與定量分析。

離子層析儀可搭配鹽霧複合耐候試驗機於材料劣化前後內部成分或偵測建材所處環境中惡劣因子的濃度，為配合建研所採購發包時程與 93 年度研究需要，將其發包規格優先規劃。

### 4.電位滴定儀

對於某種已知的化學反應，以指示電極電位的突躍來指示滴定終點的容量分析方法，可用於料加速劣化後化學成分的定性與定量分析。為一般化學分析儀器。

## (四)耐凍耐朽實驗室

耐凍耐朽實驗室原規劃凍融相關試驗設施，但因我國位處亞熱帶，低於零下 10℃之氣候環境可以說並無此可能性。而將耐凍耐朽試

實驗室主要設施改以木材加速劣化試驗為主。因此主要設備均規劃以木材腐朽試驗為主，相關規劃設備分別為細菌培養箱與恆溫恆濕櫃。而實驗室因內部空間較閒置，因此亦規劃部分木材腐朽與劣化試驗後之分析設備，如壓汞孔隙儀、硬度計、與原子光譜儀。

在耐凍、耐朽實驗室方面，原規劃購置耐凍試驗槽，現今更改為優先購置細菌培養箱、恆溫恆濕櫃、壓汞儀、硬度計及原子光譜儀。實驗設備之空間佈設請參見圖 2.40，其購置金額及特殊需求如表 2.19 所示：

表 2.19 耐凍、耐朽實驗室實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室室別    | 儀器    | 金額(元)     | 特殊需求               |
|----------|-------|-----------|--------------------|
| 耐凍、耐朽實驗室 | 細菌培養箱 | 300,000   | 無                  |
|          | 恆溫恆濕櫃 | 500,000   | 無                  |
|          | 壓汞儀   | 2,500,000 | 電力需求：220V, 三相, 20A |
|          | 硬度計   | 300,000   | 無                  |
|          | 原子光譜儀 | 1,000,000 | 電力需求：220V, 三相, 20A |

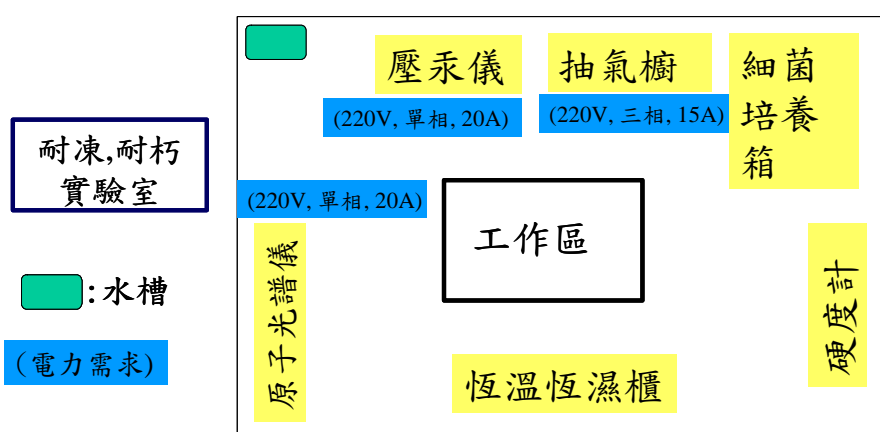


圖 2.40 耐凍、耐朽實驗室實驗儀器配置平面圖

### 1. 木材腐朽試驗

耐凍耐朽實驗室主要規劃以木材加速腐朽試驗為主，因此在木材腐朽試驗主要規劃細菌培養箱與恆溫恆濕櫃。木材防腐朽試驗主要在

木材試片(20×20×10 mm)上接種擔子菌(*Laetiporus sulphureus*)及 *Lenzites betulina* 菌種，並在溫度 60℃之恆溫櫃中乾燥 48 小時後量測重量損失或其物性與化性性質。而細菌培養箱則培養接種菌種使用，培養菌種的方式主要依據規範所規定的組成培養液與海砂在溫度 26℃相對濕度 RH=70% 以上之場所培養。

## 2. 壓汞孔隙試驗儀

壓汞孔隙試驗儀 (mercury intrusion porosimetry, 簡稱 MIP)，主要利用惰性氣體加壓液態的汞進入材料連通孔隙中，因此在不同壓力下，汞液體即可進入不同尺寸的孔隙。由於汞與材料之間表面張力的關係因此亦可得到各種孔隙的相關資訊。對於建築材料孔隙結構而言，連通孔隙為外部環境惡劣因子進入建材內部的路徑，因此為影響建材耐久性主要因素。所以建材內部孔隙結構的量測，在具多孔隙的建材，如木材、石材、陶材、或混凝土，顯得非常重要。本計畫所規劃之設備需可進行建築材料內平均孔隙尺寸、孔隙率、孔隙體積、材料比重、孔洞深度、孔隙撓曲性試驗，並希望至少可量測 0.003  $\mu\text{m}$ ~350  $\mu\text{m}$  孔徑範圍的孔隙。

由於壓汞孔隙試驗儀可搭配鹽霧複合耐候試驗機於材料劣化前後，孔隙結構變化分析使用，因此擬向建研所建議為第一批優先採購設備之一，為配合建研所採購發包時程與 93 年度研究需要，將其發包規格優先規劃。

## 3. 硬度計

由於建材所使用的材質範圍包羅萬象，因此本研究擬規劃的硬度計初期以規劃可調節衝擊荷重的微硬度 (micro-hardness) 系統，以符合各種基材 (木材、金屬、石材、陶瓷材) 之需求。而相關微硬度主要可以評估各種建材於加速劣化後，材料表面強度的變化。

## 4. 原子光譜儀



原子吸光光譜儀 (AA) 在實驗室中用來分析水中之陽離子，主要利用火焰燃燒加熱法使離子在火焰中達到激發狀態，穿過火焰之光束經過單色光分光稜鏡後，再以狹縫選擇特定之波長送入光電管中轉換成電子訊號，比對樣本與空白水樣間之光能量吸收差異，便可測得水中樣本之陽離子濃度。近年亦有利用石墨電弧放電瞬間產生之高溫，來分析微量陽離子。因此可利用此儀器分析多孔性材料（如木材、混凝土）材料加速劣化後，孔隙內部離子水改變之分析，亦可分析鹽霧試驗過程中浸漬溶液的分析。

#### (五) 戶外曝曬實驗室

戶外曝曬試驗主要用來以長期資料建立實驗數據的公正與準確性。由於目前國內相關國家標準均參考國外規範改寫而成，因此並無適用本國氣候條件之耐久耐候之相關規範與法規。故戶外曝曬實驗室的規劃雖對建築材料耐久耐候相關品管較無關係。但可對未來我國耐久耐候規範與法規本土化發展有一定助益。由於戶外曝曬試驗需在符合國內氣候環境的條件中進行，因此需在海域環境、空氣污染嚴重的都市環境、以及無污染的鄉下環境。由於國內較無戶外曝曬實驗室相關設施資料可供查詢。因此本研究初步擬規劃都市環境之戶外曝曬實驗室，藉由此經驗以供後續其他環境戶外曝曬實驗室參考。而此實驗室在此材料實驗群中主要規劃於頂樓位置，由於戶外曝曬為長期試驗方式。因並在附近設置一耐久實驗室，內部規畫相關監控系統，藉以記錄使用。典型曝曬試驗主要架構為具有曝曬箱之曝曬架，其中曝曬架上之曝曬箱為試驗材料放置處，材料亦可直接安裝在曝曬架支架上，唯試驗材料或曝曬箱均需以 45 度傾角面對赤道方向，或利用自動調整器追蹤太陽，使暴露面保持面向太陽的直接光束。亦有相關曝曬架裝置以玻璃箱裝置模擬陽光透過窗戶玻璃照射室內建材。

在屋外曝曬方面，優先購置曝曬架及監控系統。實驗設備之空間佈設請參見圖 2.41，其購置金額及特殊需求如表 2.20 所示：

表 2.20 屋外曝曬場實驗儀器規格及經費預估

| 實驗室室別 | 儀器   | 金額(元)   | 特殊需求 |
|-------|------|---------|------|
| 屋外曝曬  | 曝曬架  | 200,000 | 無    |
|       | 監控系統 | 800,000 | 無    |

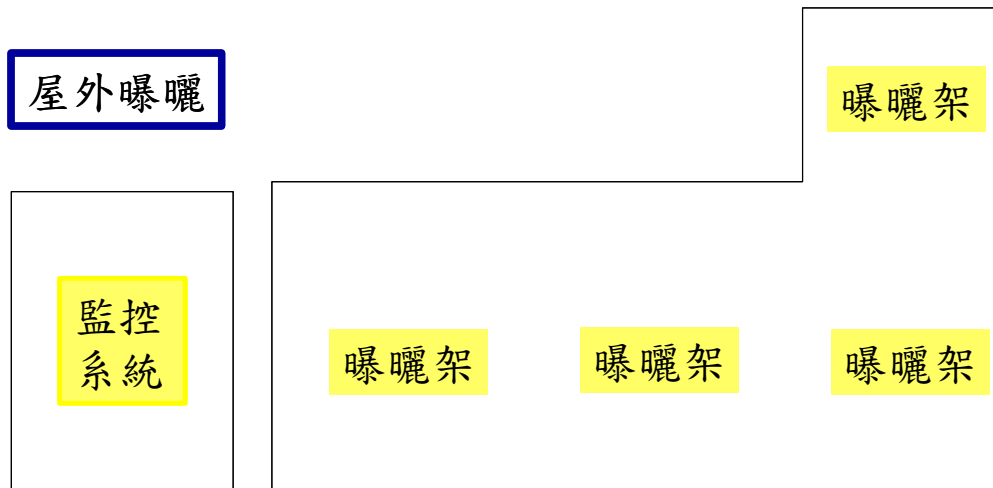


圖 2.41 屋外曝曬場實驗儀器配置平面圖

#### (六)耐久實驗室

耐久實驗室主要為戶外曝曬實驗室相關設施，在於協助監控蒐集各曝曬架相關資訊，如各時間氣候條件、太陽光波長、太陽輻射曝露量，因此主要設置相關測候儀或光積分球。

#### 2.1.2.3.3 實驗室設備功能與經費預估

將初期 7 個子實驗室規模整編成六大子實驗室規模，並將耐久耐候試驗性質區分為材料加速劣化相關試驗與劣化後物理與化學性質分析試驗兩大類別。而由此兩大類別出發，規劃實驗試所需採買設備，相關子實驗室名稱與樓層空間位置、設置試驗設施、儀器成本初估如表 2.21 所示。

初步估算耐久耐候實驗室目前儀器總經費約新台幣 2915 萬元，其

中耐候實驗室初估經費約 930 萬元；耐化學實驗室為 555 萬元；耐凍耐朽實驗室 460 萬元、耐蝕及防朽實驗室為 870 萬元；屋外曝曬實驗室 20 萬元；耐久耐候實驗室則為 80 萬元。唯其中不含廢氣與污水處理設施與實驗室桌椅電腦等設備。而在設備優先採購順序上，建議建研所優先採購耐候實驗室中可模擬各種氣候環境之鹽霧試驗機與氬弧試驗機，相關儀器總費用約為 620 萬元。

而相關儀器購置後的主要用途如表 2.22 所示。表中將耐候實驗室與戶外曝曬實驗室規劃為材料劣化實驗室。耐化學實驗室、耐蝕及防蝕實驗室與耐久實驗室則規劃為材料劣化後性質分析實驗室。而耐凍耐朽實驗室則兼具兩者之功能。以材料別來看，耐蝕及防蝕實驗室偏重於金屬或塗料建材之分析。而耐凍耐朽實驗室則偏重於木質建材相關耐久耐候性質研究。耐久實驗室則屬於戶外曝曬實驗室附屬設施。

表 2.21 耐久耐候實驗室儀器位置與經費預估

| 實驗室類別        | 規畫樓層 | 空間大小<br>( $m^2$ ) | 主要設備      | 預估經費<br>(萬元) |
|--------------|------|-------------------|-----------|--------------|
| 耐候實驗室        | 3    | 162               | 鹽霧試驗      | 420          |
|              |      |                   | 氣體腐蝕      | 310          |
|              |      |                   | Xenon-Arc | 200          |
| 耐化學          | 3    | 98                | 離子層析儀     | 200          |
|              |      |                   | 電位滴定儀     | 30           |
|              |      |                   | 比色儀       | 125          |
|              |      |                   | 比角儀       | 150          |
|              |      |                   | 去離子水製造機   | 30           |
|              |      |                   | 高溫爐、烘箱    | 20           |
| 耐蝕及防蝕<br>實驗室 | 3    | 162               | 恆電位電流儀    | 120          |
|              |      |                   | 交流阻抗增益分析儀 | 80           |
|              |      |                   | TGA       | 120          |
|              |      |                   | X 光螢光儀    | 230          |
|              |      |                   | 金,岩,木相    | 320          |

|                |   |    |              |      |
|----------------|---|----|--------------|------|
| 耐凍耐朽實驗室        | 2 | 98 | 細菌培養箱        | 30   |
|                |   |    | 恆溫恆濕櫃        | 50   |
|                |   |    | 壓汞儀          | 250  |
|                |   |    | 硬度計          | 30   |
|                |   |    | 原子光譜儀        | 100  |
| 曝曬場<br>(耐久實驗室) | 5 | -- | 曝曬架          | 20   |
|                |   |    | 監控系統—測候站與積分球 | 80   |
|                |   |    | 合計           | 2915 |

表 2.22 耐久耐候實驗室儀器主要用途分析

| 實驗室類別    | 主要設備      | 用途                         |
|----------|-----------|----------------------------|
| 耐候實驗室    | 鹽霧試驗      | 模擬海域環境、雨天環境之材料加速劣化試驗       |
|          | 氣體腐蝕      | 模擬空氣污染環境之材料加速劣化試驗加速試驗      |
|          | Xenon-Arc | 模擬晴天環境之材料加速劣化試驗加速試驗        |
| 耐化學      | 離子層析儀     | 塗料建材加速劣化試驗前後材料成分分析         |
|          | 電位滴定儀     | 塗料與防水建材加速劣化試驗前後材料成分分析      |
|          | 比色儀       | 塗料加速劣化試驗後色澤差異              |
|          | 比角儀       | 塗料與防水建材加速劣化試驗前後附著能力成分分析    |
|          | 去離子水製造機   | 實驗用去離子水製造                  |
|          | 高溫爐、烘箱    | 加速劣化試驗前後材料試體處理             |
| 耐蝕及防蝕實驗室 | 恆電位電流儀    | 金屬建材加速劣化試驗前後材料腐蝕速率分析       |
|          | 交流阻抗增益分析儀 | 金屬建材或 RC 結構物加速劣化前後材料腐蝕速率分析 |
|          | TGA       | 金屬建材加速劣化試驗前後材料腐蝕生成物分析      |
|          | X 光螢光儀    | 金屬建材腐蝕生成物分析或粉狀建材化學成分分析     |
|          | 金,岩,木相    | 材料孔隙微觀組織結構量測               |

|                |              |                   |
|----------------|--------------|-------------------|
| 耐凍耐朽<br>實驗室    | 細菌培養箱        | 木材耐朽試驗接菌儀器        |
|                | 恆溫恆濕櫃        | 木材耐朽試驗加速劣化裝置      |
|                | 壓汞儀          | 多孔性建材孔隙率量測        |
|                | 硬度計          | 木材劣化前後表面硬度分析      |
|                | 原子光譜儀        | 木材劣化前後化性分析        |
| 戶外曝曬與<br>耐久實驗室 | 曝曬架          | 材料自然氣候劣化試驗        |
|                | 監控系統—測候站與積分球 | 材料自然劣化試驗氣候資料收集與監控 |

## 2.2 建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震建置之研究

### 2.2.1 光纖感測設施建置成果

光纖網路由於其本身所具有之高速、即時傳輸、低噪訊比等特性，近年來逐漸的取代傳統的感測器，成為智慧型結構中最適合採用的監測系統，在近幾年來的研究案中，藉由光纖光柵感測器所建立的光纖網路監測系統已被成功的運用在鋼結構工程之監測。本研究由於建築物上部結構以鋼構材為主，對於使用光纖網路進行結構監測極具有其既有之優越性，加上光纖網路所能提供的多點、高速即時量測，使得使用光纖網路於本案例中成為一優良之選擇。除此之外，由於「建築材料實驗結構群」在未來將成為國內建築物之示範標竿，藉由本建築物與先進監測技術的結合，相信亦能為國內結構監測領域立下良好的典範。

本研究案主要針對以下幾個議題加以深入研究。

1. 國內外現有光纖監測發展應用與現況。
2. 結構整體自動化監測之需求規劃。
3. 建築工程設備所需配合介面之建議。

以下僅就本研究在這些議題上所獲致的研究成果加以簡述如下：

### 2.2.1.1 調查國內外現有光纖監測發展應用與現況

光纖光柵首先在 1978 年 K. O. Hill et al 利用氫離子雷射光耦合入光纖時，因量測駐波造成之相位光柵所發現，但直到 1989 年 Meltz et al 利用紫外光在光纖上以干涉方式側寫製成光柵，以及後來利用浸氫或加入其他元素以提高光纖感光性等技術相繼開發後，光纖光柵可以大量製造，甚至在製造光纖時便可直接寫入光柵，相關研究才快速地展開。

光纖光柵的光學性質如布拉格波長的條件，及其對環境變化的飄移情形、單一及陣列光纖光柵之反射強度等，已有許多基礎研究。製作光纖光柵的方式有數種，其中以覆蓋光罩法(Phase Mask method)由於它的可重複製造性、簡易性及穩定性，而廣被使用。在製作光纖光柵時，需要將外層披覆去除再用曝光在紫外光雷射下，其剝除方式及雷射強度將會大大影響感測器的力學強度及光學性質。在製作完畢後，裸光纖相當脆弱，再披覆(re-coating)可以讓光纖光柵感測器受到足夠的保護，以增加其使用性。

由於光纖光柵感測器對於溫度的變化極為靈敏，其中心反射波長飄移量可能是由溫度及應力共同產生，因此有許多同時量測應變及溫度之文獻，如無應變(strain free)之溫度參考光纖光柵、不同中心反射波長之光纖光柵疊加、結合光纖光柵與長週期光纖光柵(Long Period Fiber Grating, LPG)、非本質式費布里—佩洛干涉式感測器(Extrinsic Fabry-Perot Interferometric sensors, EFPI)、串接兩個不同直徑之光纖光柵。

### 2.2.1.2 結構整體自動化監測之需求規劃

藉由目前經過多次密集會議所討論之結果，整體建築材料實驗群結構物之大致輪闊已經浮現，而在各個實驗室與使用空間均已定案的情況下，光纖感測系統之建置構想由期初報告所提出的草案，已逐漸演進到接近未來實際施作之成果。針對目前由建築師與結構技師所提出的設計

資料，光纖感測系統將朝以下幾個方向發展：

- 1.採用兩組不同之光纖感測系統。
- 2.針對特定區域加以區隔並進行規畫，使整體感測系統區分為反力牆，特訂指標點，全棟溫度監測，以及全棟應力監測。

以下即針對規畫的成果略加說明：

(一)光纖動態監測系統：

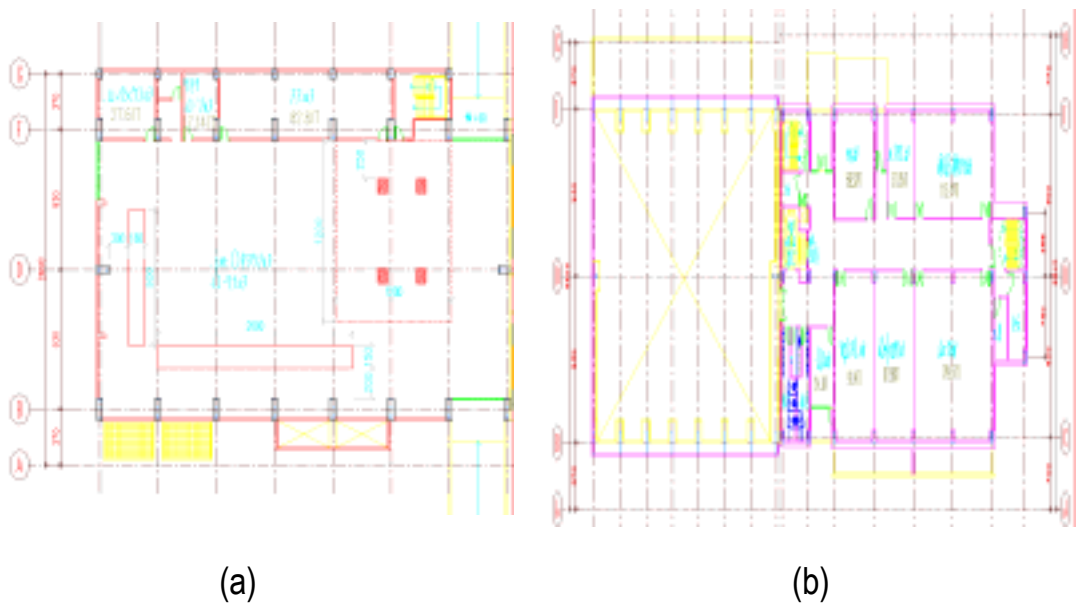


圖 2.42 光纖感測系統配置平面圖

由於在大型力學實驗室中,最重要的實驗設備將為反力牆設施,而許多重要的力學實驗也將在此些反力牆的配合下完成其驗證工作,因此反力牆的部份將規畫使用高速動態光纖量測系統,其最高動態量測頻率可高達 250Hz,此一頻率較傳統動態感測系統之取樣頻率高出甚多,並可發揮光纖感測本身既有之優點,在此情況下,將可即時提供諸如反力牆、實驗試體等相關反應數據(見圖 2.42(a))。

除此之外,此一量測系統將可即時顯示並傳輸至控制室,如此所得之資料更可進一步與智慧型結構系統整合.本套系統預計將可同時量測 32 個訊號點,對於提升大型力學實驗室的價值有莫大的幫助。

除了反力牆部份採用的高速動態量測系統外，在特定指標點之亦將使用動態監測系統規畫。所謂的特定指標點指在結構中任何必須加以監控的位置，諸如電子顯微鏡室、恆溫恆濕室及結構物中之其它重要動態資料反應，均將設置感測器並進行監控。本套系統將可最多支援 512 點訊號同時量測，而在初部規畫中，將約有 100 組常態布設之感測器隨時監控結構之行為(見圖 2.42(b))。

## (二)全棟溫度、全棟應力監測

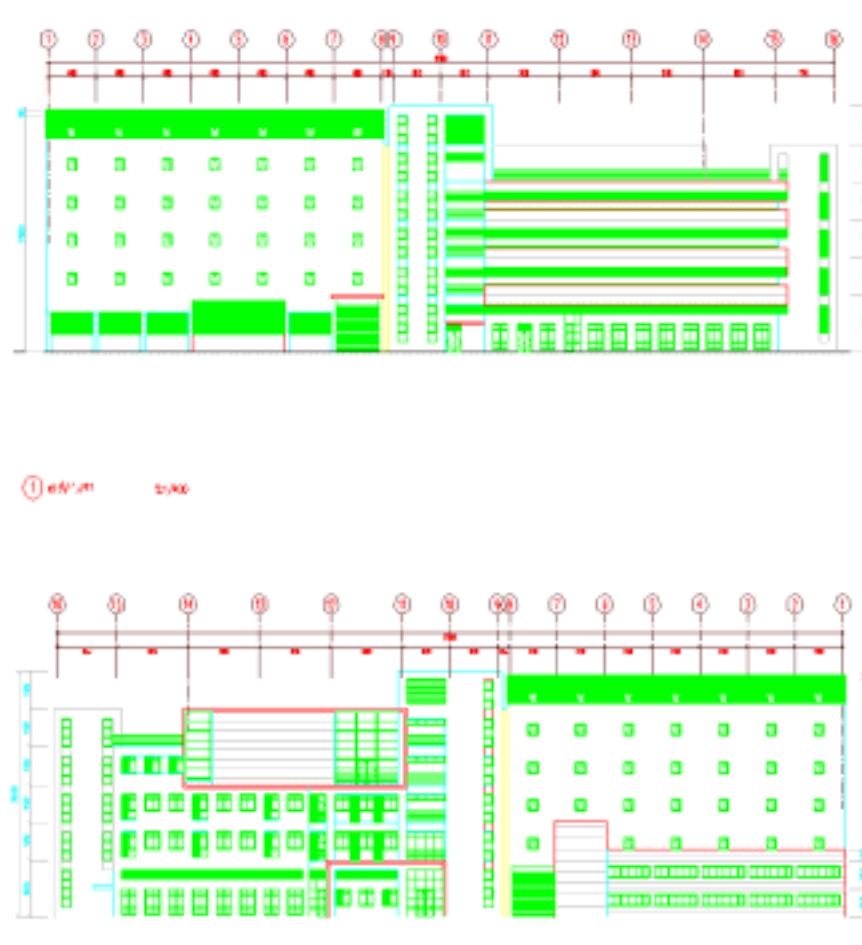


圖 2.43 全棟溫度、全棟應力監測配置圖

在全棟溫度與應力之監測項目上，將規劃採用 BOTDR 量測系統。此一系統將可即時提供整體結構連續之溫度與應力狀況，並提供開放之使用介面以進一步與智慧型結構物計畫加以整合。此一系統將可支



援最遠達 100KM 之距離(見圖 2.43)。

為了進一步提升量測上的精度，在規劃中將溫度與應力分隔，即將設置不同的機組針對此兩個項目加以分別量測，以進一步提升精確度。

### 2.2.1.3 建築工程設備所需配合介面之建議

針對本案之長期監測需求，本研究除了對於各相關設備規格進行規劃外，另外對於建築工程設備所需配合之介面亦提出相關建議。簡而言之，本計畫將針對如何發揮此兩套光纖資料集錄系統之功能提出建築工程上所需之布線建議，以使結構材料實驗群未來在正式營運時，得以完整的監測整體結構之動態行為。

由於佈線之依據主要乃在於確實反應整體結構物在動態擾動下可能發生的震動行為，因此如何選擇適當的位置加以布設感測器便成為當務之急。一般而言，感測器的位置必須選擇在結構物中的臨界位置 (CRITICAL POINT)，諸如結構物中短期容易發生損害位置、結構物中受力較大的位置、結構物中可能因為長期荷重、老化造成破壞之位置等，均屬於佈線中必須加以詳細考慮的範圍。

由於目前本案對於大型結構實驗室之細部規劃尚未完成，因此光纖感測器之布設將僅著重在包含各力學實驗室之辦公大樓上。感測器位置之考量並不考慮整體結構物裝設隔減振裝置後之效果，此乃因安裝格見鎮設備後整體結構物之應力反應將會大幅縮小，而監測之重點將被侷限在溫度之量測上。

以下將利用比對結構物在 1.單純呆載重與活載重，2.單純呆載重、活載重與 X 方向地震力，3.單純呆載重、活載重與 Y 方向地震力之各種情況，以找出結構物中最適合之布線路線，以做為未來實際監測之參考。以下即針對光纖動態監測系統與全棟溫度、應力監測系統兩部分之

建議結果加以說明：

### (一)光纖動態監測系統

由於本研究案所建議之光纖動態監測系統具有相當強大的功能，其可同時監測之感測器數目可達 512 個之譜，因此為了充分利用其優點，在光纖動態監測系統之感測器布設上，傾向採用網路式分佈，以使整體結構受到完善的監測與保護。

為了使這個監測系統能夠確實被安裝在所需之位置，如何選定適合的位置便可能成為成敗的關鍵。如前所述，本研究案利用交叉比對的方式，找出在整體結構物中最適宜進行監測的位置，並考量如何發揮光纖網路之最大效益。

以下即針對結構物的梁系統、柱監測系統進行規劃設計：

#### 1.梁系統光纖感測器布設位置

在梁系統上，最主要的考量乃在於結構之彎矩分佈，藉由評估整體結構在 X 向地震力、Y 向地震力之作用下所造成的彎矩，即可找出未來結構完成後遭受外力侵襲下所可能造成之影響。結構之最大受力情形。其中可再細分為 X 向彎矩、X 向軸力、Y 向彎矩、Y 向軸力四種組合，如此即可找出最後之臨界位置並加以設計。

由分析可明顯的發現，結構物在遭受 X 向地震力的作用下，在越靠近下層結構與中央結構的部分明顯的反映出較大的彎矩。整體彎矩值之變化雖然不大，但是考量未來安裝光纖光柵感測器之位置時，顯然集中在左下方能獲致較佳的監控效果。

在結構物柱軸力的部分，同樣的 X 向亦可分為柱線 B、柱線 C、與柱線 D 三組資料。整體柱軸力的分佈情形亦趨向與彎矩分佈圖相似。在結構物靠近中央區的第一根與第三根柱上，可以明顯的觀察到相當大的柱軸力。而此兩柱系統明顯的可能在未來外力擾動下造成某

些程度的傷害，而光纖光柵感測器也應當被專注在此些構件上。

在 Y 向梁彎矩的七組資料中，可發現最大的彎矩值發生在柱線 1 與柱線 2 之位置上，而一如預期的，越下層樓的彎矩值明顯的較上層梁為較大，因此在感測器之位置理應放置在較低樓層之梁上。

Y 向柱軸力分佈主要以比較三組剖面 B、C、D 為主，由各柱線圖可看出，C 柱剖面之柱軸力明顯十分的小，而左右兩柱之軸力則隨著樓層數之增加逐漸遞減，在一二樓間之支柱軸力達到最大值。而就七組柱線之各柱軸力而言，大小均落在相似之範圍內，因此未來在標的之選擇主要考量之因素將以施工便利性為主。

## 2. 光纖動態監測系統綜合設計結果：

經由以上 X 向彎矩、X 向軸力、Y 向彎矩與 Y 向軸力四組資料之分析比對後，可對於整體結構之動態行為有一全面性的瞭解。而針對分析的結果，本研究提出以下之光纖感測器佈線建議以配合未來之動態監測系統，茲將設計之結果簡述如下：

由於本次建議採購之光纖動態監測系統支援高達 512 點之高速量測，因此本案將建議採用約 100 點之常態性動態監測，並於各房間內預留兩組光纖接頭，以方便未來之擴充性。關於常態性動態監測點大致又可分為兩個系統：梁系統與柱系統。

在梁系統的部分，本研究建議挑選一樓與三樓之雙向梁進行動態監測，而整個監測位置將橫跨結構之 X 向，亦即整個一樓與三樓之 X、Y 向彎矩均將被完整的監測，以確保整體結構的安全。在每一根梁上，為了能夠監控整根梁之彎矩分佈情形，三組不同波長感測器將被建置於梁上，以有效反映出實際結構的彎矩圖。

綜合上述所言，在梁系統的部分，規劃布設 3（每梁）\*6（每跨）\*2（每層）\*2（每向）=72 個光纖光柵感測器。

這些光纖光柵感測器將被均勻的布設在結構物的一樓與三樓層面上，亦即結構物終將有兩個水平帶寬被完整的監測。

另外一方面，在柱系統的部分，本研究建議挑選最靠近結構中央位置之柱系統進行動態監測。整個監測位置將橫跨結構之Y向，亦即整個剖面之軸力均將被完整的監測，以確保整體結構的安全。在每一根柱上，為了能夠監控整根梁之軸力分佈情形，兩組不同波長感測器將被建置於柱的上下端，以有效反映出實際結構的軸力圖。

綜合上述所言，在柱系統的部分，規劃布設  $2$ （每柱） $\times 6$ （每跨） $\times 2$ （每層） $\times 3$ （每柱）=84 個光纖光柵感測器。

這些光纖光柵感測器將被均勻的布設在結構物的柱線一斷面上，亦即結構物終將有一個垂直帶寬被完整的監測。

此兩個系統將整體結構物上形成類似  $\pi$  字形的監控系統，而結構物亦將可獲得完善之監控以避免各種可能之緊急狀況。

## (二)全棟溫度、應力監測系統

在全棟溫度、應力監測系統上，主要的布設方式將伴隨著光纖動態監測系統，由於全光纖監測系統將可針對每一光纖位置進行量測而非點狀分佈，如此除了可收到全面間控制效果，另外亦可在未來進行兩套系統間之相互比對，以進一步驗證光纖感測之優點。

關於全光纖式感測器的布設方式，由於此一建築之上部結構採用鋼結構形式，因次未來在布設上將可採用吊掛之方式，以提供可靠之量測結果。

隨著科技之日新月異，各種遠端監測與自動化監測之技術均達相當成熟之階段。本案除了建置出適合的光纖感測設施以做為全國建築結構之典範外，未來亦應朝向持其自動化監測與遠端監測之方向繼續努力，並開發出公開之資訊平台，以使所量測到的資訊能夠進一步的

被各方面的專家學者加以利用，如此才能彰顯出建構本套系統之真正意義。

#### 2.2.1.4 相關經費概估

表 2.23 為建築構材光纖感測設施規格及經費預估。

表 2.23 建築構材光纖感測設施規格及經費預估

| 點式光纖系統       | 位置                    | 偵測項目         | 性能範圍                                       | 預估所需經費(元) |
|--------------|-----------------------|--------------|--|-----------|
| TNO DEMINSYS | 反力牆                   | 動態實驗         | 5K Hz<br>8FBG/Channel<br>4Channel          | 2,500,000 |
| MOI SI425    | 特定指標點                 | 長期監控<br>動態行為 | 244Hz<br>128FBG/Channel<br>4Channel        | 3,000,000 |
| 全線式光纖系統      |                       |              |  |           |
| ANDO BOTDR   | 全棟溫度                  | 長期監控<br>靜態行為 | Length up to 100Km<br>Resolution 1 度       | 5,000,000 |
| ANDO BOTDR   | 全棟應力                  | 長期監控<br>靜態行為 | Length up to 100 km<br>Resolution 20 $\mu$ | 5,000,000 |
| 相關線材         | BOTDR 光纖<br>與 FBG 感測器 |              |  | 1,500,000 |

## 2.2.2 隔減震措施研究成果

### 2.2.2.1 簡介

現代社會中，有很多結構物諸如銀行、醫院、核能電廠與電腦資訊中心等重要設施，其強度與勁度兩方面之要求都是非常嚴格，可靠度更需高達百分之百。又由於科技發達，吾人對於土木工程材料之性質愈發了解，對於結構分析之能力也日益增強及對結構特性更能掌握，遂導致

土木結構愈趨細長，諸如建築物高度日增、橋樑跨度日趨加大，如此一來，縱然此結構之安全無虞，其勁度亦可能不足，以致嚴重變形，則此結構將失去其可用性。結構強度不足，則安全堪虞；結構勁度不足，則喪失其可用性。而結構主動控制就是從結構系統外提供額外能量，可以同時提高結構之阻尼與勁度，進而確保其安全與可用性。至於影響到辦公人員之工作環境。隔、減震系統亦可於地震發生時發揮應有之功能，使建築物於地震力作用下仍可維持正常運作，或權充臨時之應變中心。

隔震技術歷經 1980 年代大量的研究發展與實務應用，目前已為成熟的結構隔震方法之一。在過去歷次大地震中亦已證實此種結構隔震方法確能有效降低地震力對結構物之摧毀力。國內建築絕大部份均為低矮型結構物，其自然周期均較短，若使用隔震技術以延長其振動週期而降低地震力對上部結構之須求，則不失為一可行及有效的增加建築物防震的方法之一。針對國內建築，若依現行耐震設計規範評估發現其耐震能力不足，則可設計適當之隔震系統使其在設計地震作用下其基底剪力之須求小於基底剪力之容量。

結構設計中，一般地震能量主要集中在周期 0.1~1 秒間，其最大值常落於 0.2 至 0.6 秒間，這和震源、傳入途徑及測站性質有關。若結構物之基本振動周期存在於 0.1~1 秒的範圍內，地震時，即可能因共振行為，導致地震加速度放大，造成結構物開裂甚至破壞。故理想之隔震措施，應在地震發生時，使結構物的基本振動周期延長至地震振動加速度之主要周期外，避免共振產生，以減少結構物之地震力影響。

#### 2.2.2.2 結構分析與設計

結構分析模型如圖 2.44 所示。

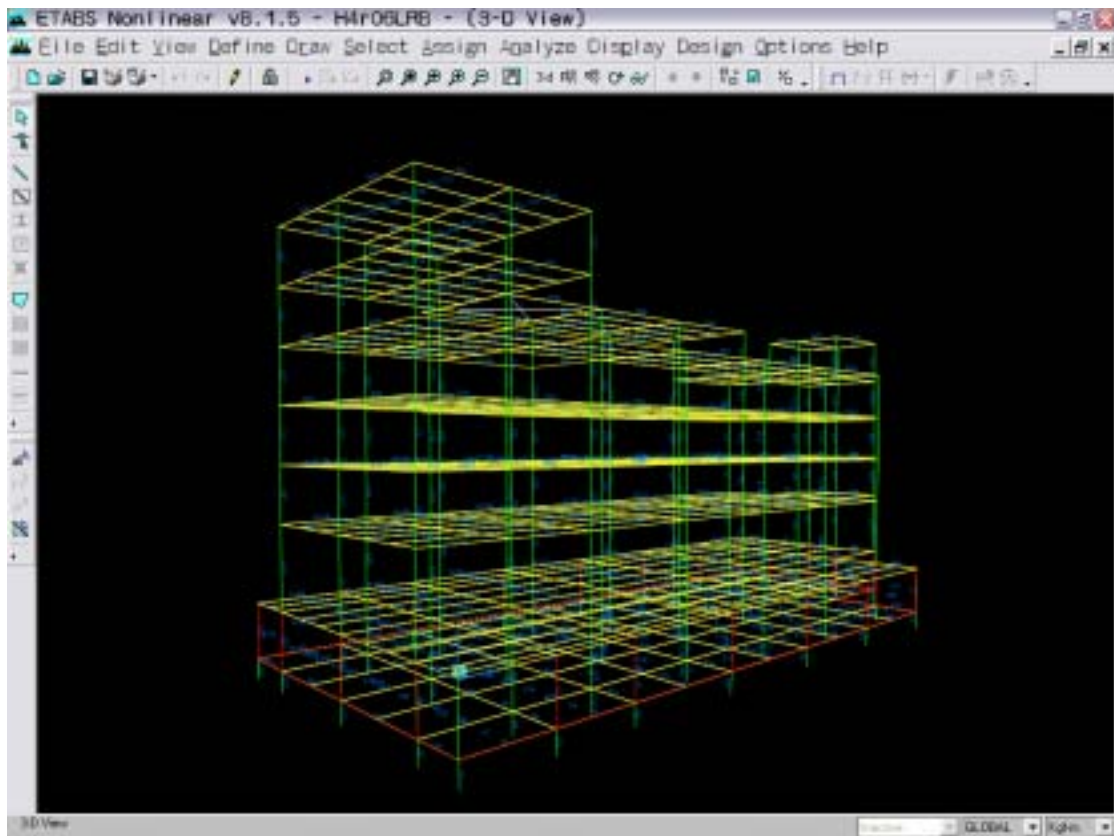


圖 2.44 3D 結構分析模型

地震力之計算如表 2.24 所示：

表 2.24 地震力之計算

| 88.11.2 台北盆地            |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         | A-X     |                   |        |  |
|-------------------------|------|------|--------|----------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------------|---------|--------|------|--------|---------|---------|-------------------|--------|--|
| 台北盆地 14T= 1.7253 E= 2.5 |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
| T= 1.4619 C= 2.2574     |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
| Ty= 1.2968 Cp= 2.5000   |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
|                         | S    | I    | C      | F <sub>0</sub> | W <sub>0</sub> (m) | V        | V <sub>0</sub> (m) | ETABS V <sub>0</sub> (m) | f       | 側移V=7W | V    | f      | ms      | 相對層間    | Δx/F <sub>0</sub> | 層間位移   |  |
| X-向                     | 0.23 | 1.00 | 2.2574 | 2.5            | 8810.3             | 0.0989 W | 872.19             | 16128.26                 | 0.05408 | 0.1154 | 1018 | 0.0631 | 0.04440 | 0.00293 | 0.07952           | 0.2473 |  |
| Y-向                     | 0.23 | 1.00 | 2.5000 | 2.41303        | 8819.3             | 0.1095 W | 963.93             | 17621.44                 | 0.05482 | 0.1270 | 1127 | 0.0640 | 0.04070 | 0.00290 | 0.07504           | 0.2394 |  |
|                         |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         | 0.08530           | 0.2687 |  |
|                         |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         | 0.08150           | 0.2567 |  |
|                         |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         | 0.03310           | 0.1043 |  |
|                         |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         | 0.03400           | 0.1077 |  |
| 88.11.2 台北盆地            |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         | A-Y     |                   |        |  |
| 台北盆地 14T= 1.7253 E= 2.5 |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
| T= 1.4619 C= 2.2574     |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
| Ty= 1.2968 Cp= 2.5000   |      |      |        |                |                    |          |                    |                          |         |        |      |        |         |         |                   |        |  |
|                         | S    | I    | C      | F <sub>0</sub> | W <sub>0</sub> (m) | V        | V <sub>0</sub> (m) | ETABS V <sub>0</sub> (m) | f       | 側移V=7W | V    | f      | ms      | 相對層間    | Δx/F <sub>0</sub> | 層間位移   |  |
| X-向                     | 0.23 | 1.00 | 2.2574 | 2.5            | 1298               | 0.0989 W | 135.43             | 2373.65                  | 0.04967 | 0.1154 | 138  | 0.0592 | 0.03300 | 0.00192 | 0.03596           | 0.1121 |  |
| Y-向                     | 0.23 | 1.00 | 2.5000 | 2.41303        | 1298               | 0.1095 W | 131.21             | 2246.27                  | 0.05041 | 0.1270 | 153  | 0.0601 | 0.04280 | 0.00202 | 0.05894           | 0.1857 |  |

傳統結構耐震設計完成後，設計隔震系統。

表 2.25 為隔震支承墊力學性質計算與隔震結構地震力側向分佈：

表 2.25 隔震支承墊力學性質計算與隔震結構地震力側向分佈

| 樓層                        | 鋼隔版      | 質量       | 重量(kgf)     |        |        |          |        |
|---------------------------|----------|----------|-------------|--------|--------|----------|--------|
| PHRF                      | DHPF     | 15567.37 | 152715.9144 |        |        |          |        |
| R1F                       | DHRF     | 33639.05 | 329999.0893 |        |        |          |        |
| R1F                       | DHRF2    | 4750.798 | 46605.33132 |        |        |          |        |
| 5F                        | DH5F     | 50356.21 | 493994.4191 |        |        |          |        |
| 4F                        | DH4F     | 70931.61 | 695839.1275 |        |        |          |        |
| 3F                        | DH3F     | 67189.98 | 659133.7166 |        |        |          |        |
| 2F                        | DH2F     | 68291.36 | 669938.2347 |        |        |          |        |
| 1F                        | DH1F     | 139037.4 | 1363956.673 |        |        |          |        |
| B1F                       | DHB1F    | 220214.8 | 2160307.116 |        |        |          |        |
|                           |          |          | 6572489.623 |        |        |          |        |
|                           |          |          | 樓層          | W(t)   | Ux(m)  | W*Ux     | Fx     |
|                           |          |          | PHRF        | 152.7  | 1.8373 | 280.585  | 24.99  |
|                           |          |          | R1F         | 376.6  | 1.8184 | 684.817  | 60.99  |
|                           |          |          | 5F          | 494.0  | 1.7997 | 889.042  | 79.18  |
|                           |          |          | 4F          | 695.8  | 1.7687 | 1230.731 | 109.61 |
|                           |          |          | 3F          | 659.1  | 1.7276 | 1138.719 | 101.42 |
|                           |          |          | 2F          | 669.9  | 1.6753 | 1122.348 | 99.96  |
|                           |          |          | 1F          | 1364.0 | 1.5949 | 2175.374 | 193.75 |
|                           |          |          | B1F         | 2160.3 | 1.5928 | 3440.937 | 306.47 |
|                           |          |          |             |        |        |          | 976.38 |
| m(LRB總數)                  | 40       |          |             |        |        |          |        |
| Qd(t)(特性強度)               | 18       |          |             |        |        |          |        |
| mQd(總特性強度)                | 720      |          |             |        |        |          |        |
| Dy(m)(降伏位移)               | 0.0061   |          |             |        |        |          |        |
| Fy(降伏強度)                  | 18.244   |          |             |        |        |          | 476.16 |
| Kd(t/m)(非彈性水平勁度)          | 40       |          |             |        |        |          |        |
| Ku=Fy/Dy(t/m)(初始勁度)       | 2990.82  |          |             |        |        |          | 976.38 |
| Kd/Ku(勁度比)                | 0.013374 |          |             |        |        | 10962.6  |        |
| D(m)(設計位移)                | 0.282295 |          |             |        |        |          |        |
| 韌性比(D/Dy)                 | 46.27788 |          |             |        |        |          |        |
| Keff(t/m)(有效勁度)           | 4150.445 |          |             |        |        |          |        |
| $\xi$ e(等效阻尼)             | 0.382748 |          |             |        |        |          |        |
| Te(sec)(有效週期)             | 2.513176 |          |             |        |        |          |        |
| Keff*D(t)                 | 1171.65  |          |             |        |        |          |        |
| Keff*D/mFy                | 1.33794  |          |             |        |        |          |        |
| Vs1=Keff*D/ $\alpha$ y(t) | 976.3752 |          |             |        |        |          |        |
| Vs2=1.5mFy/ $\alpha$ y(t) | 912.2    |          |             |        |        |          |        |
| Vs3=ZICW/(3.5 $\alpha$ y) | 585.4433 |          |             |        |        |          |        |
|                           |          |          | 樓層          | W(t)   | Uy(m)  | W*Uy     | Fy     |
|                           |          |          | PHRF        | 152.7  | 2.0036 | 305.982  | 26.94  |
|                           |          |          | R1F         | 376.6  | 1.8312 | 689.638  | 60.72  |
|                           |          |          | 5F          | 494.0  | 1.8507 | 914.235  | 80.49  |
|                           |          |          | 4F          | 695.8  | 1.8113 | 1260.373 | 110.97 |
|                           |          |          | 3F          | 659.1  | 1.7588 | 1159.284 | 102.07 |
|                           |          |          | 2F          | 669.9  | 1.6941 | 1134.942 | 99.93  |
|                           |          |          | 1F          | 1364.0 | 1.6001 | 2182.467 | 192.15 |
|                           |          |          | B1F         | 2160.3 | 1.5936 | 3442.665 | 303.11 |
|                           |          |          |             |        |        |          | 481.11 |
|                           |          |          |             | 6572.5 |        | 11089.6  | 976.38 |

結構動、靜力分析結果如圖 2.45~2.52 所示：



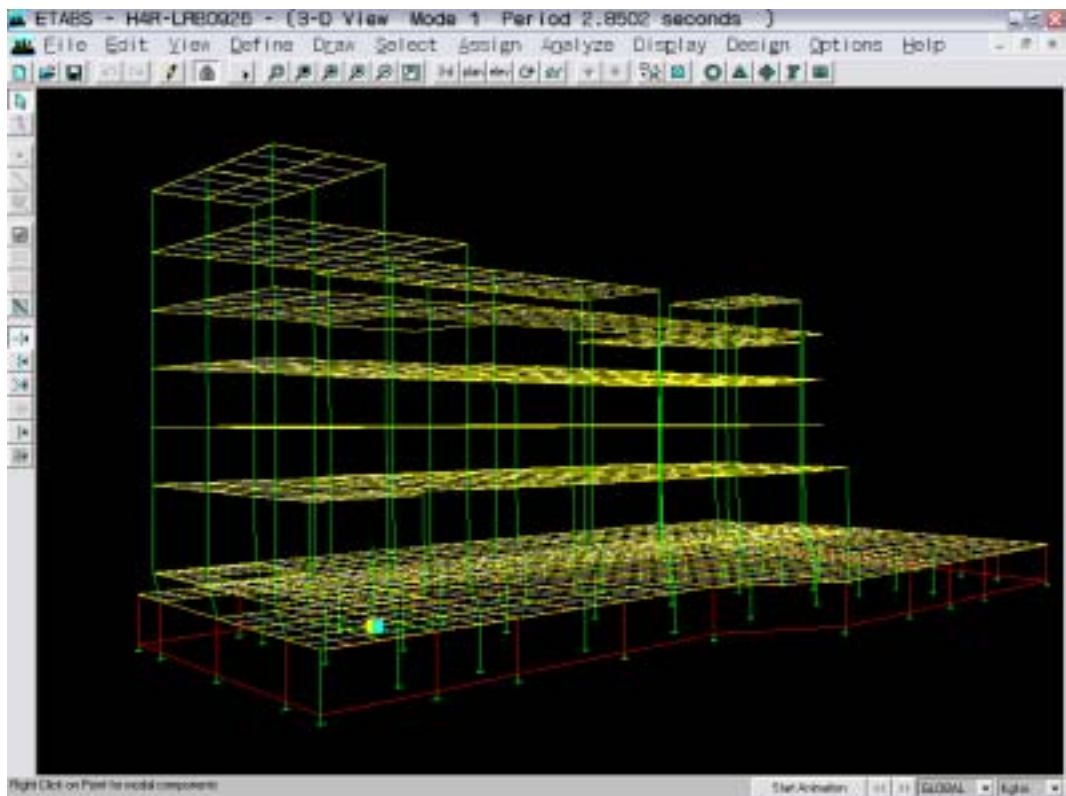


圖 2.45 結構第一振態

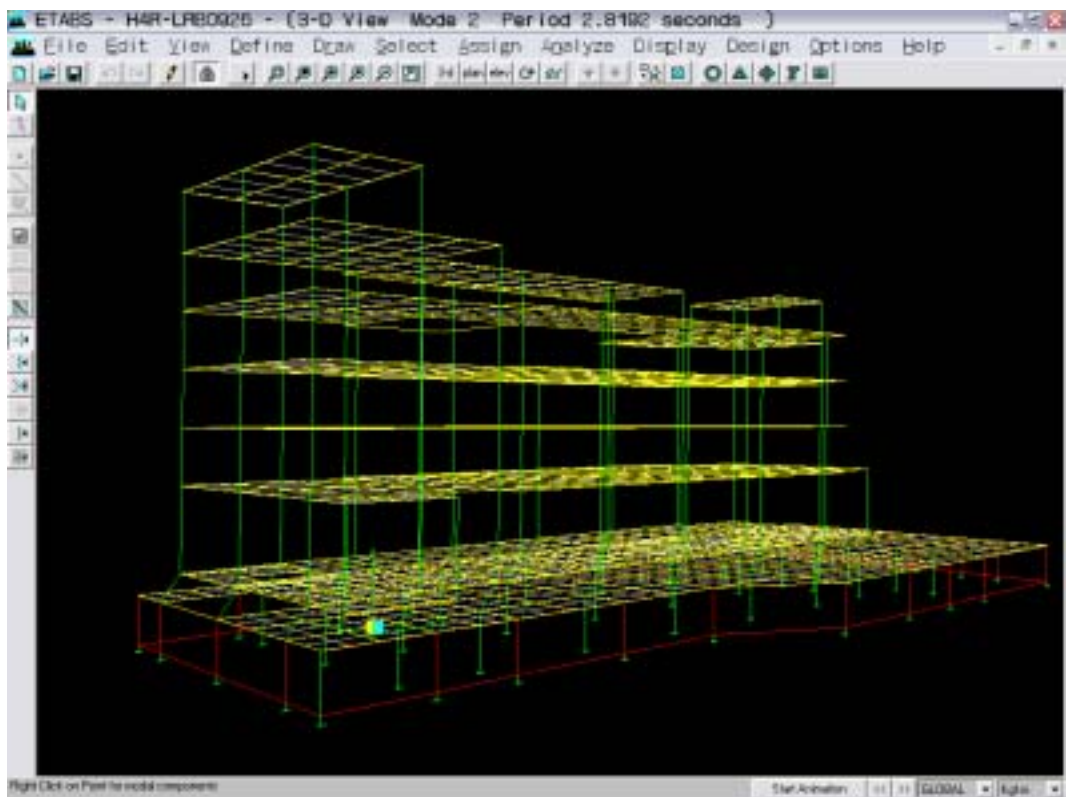


圖 2.46 結構第二振態

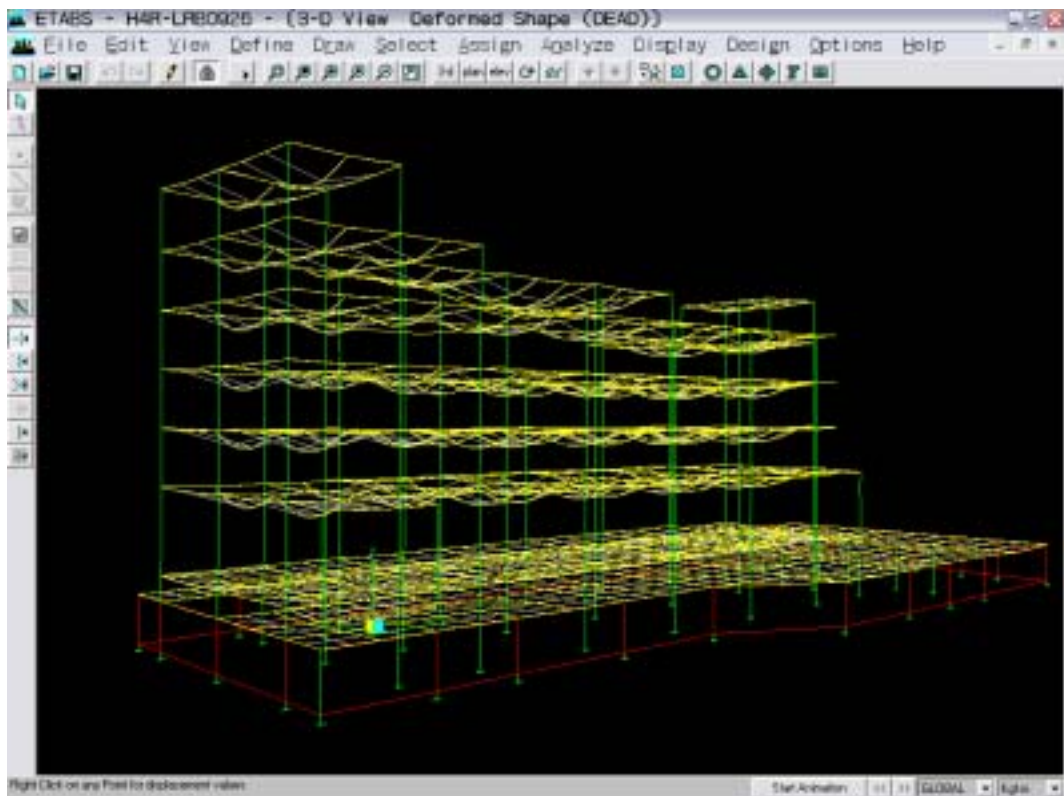


圖 2.47 結構靜載重變形曲線

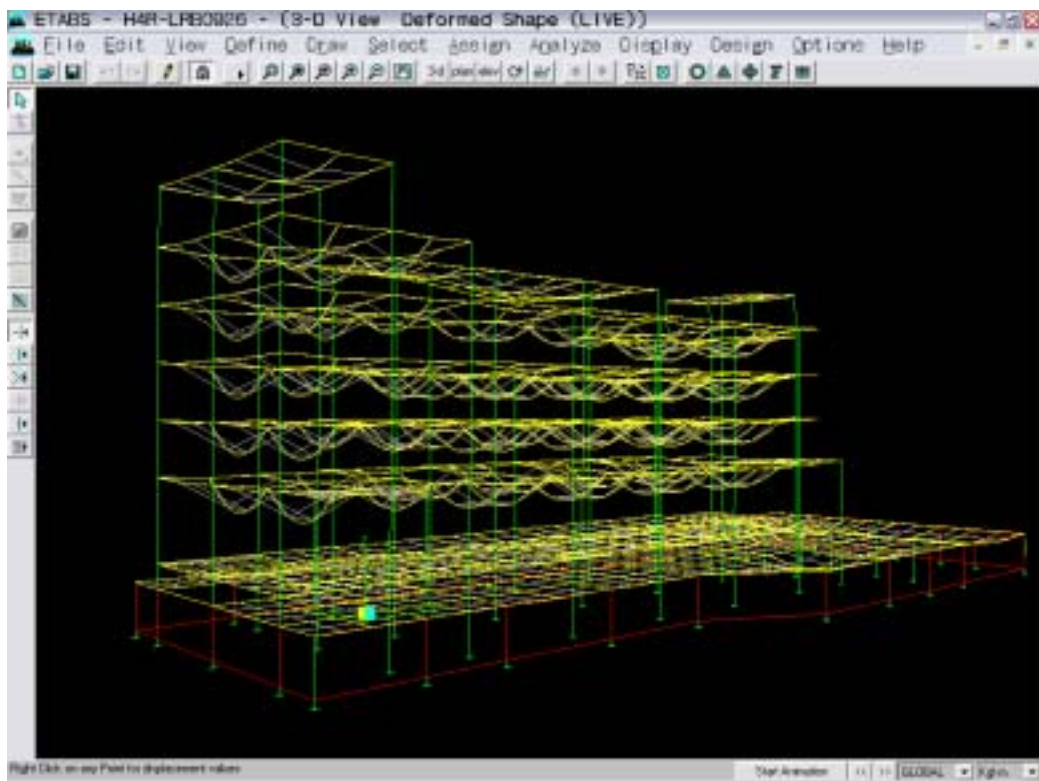


圖 2.48 結構活載重變形曲線

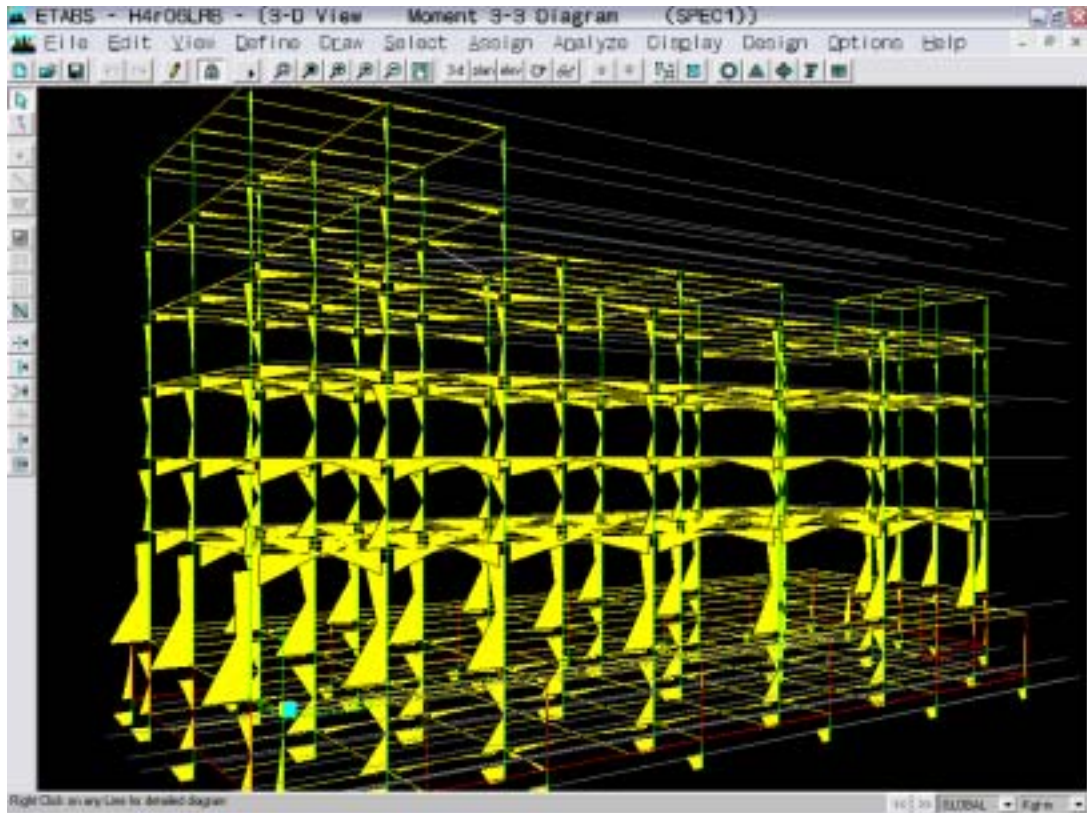


圖 2.49 反應譜分析強軸彎矩

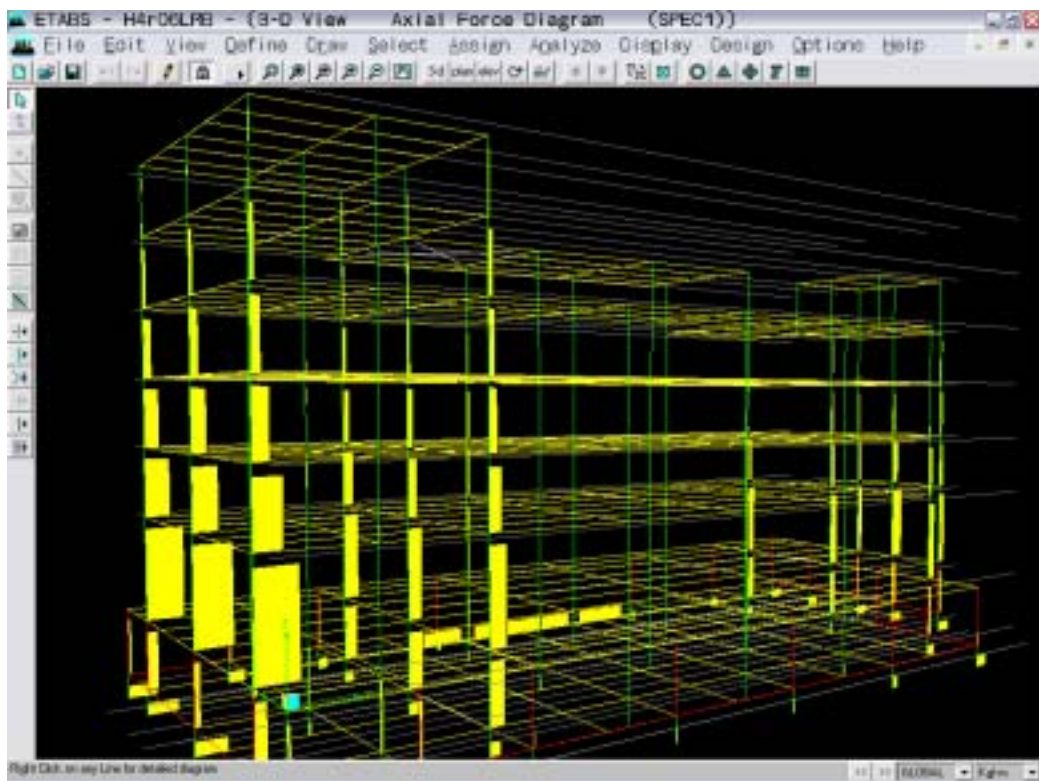


圖 2.50 反應譜分析柱軸力

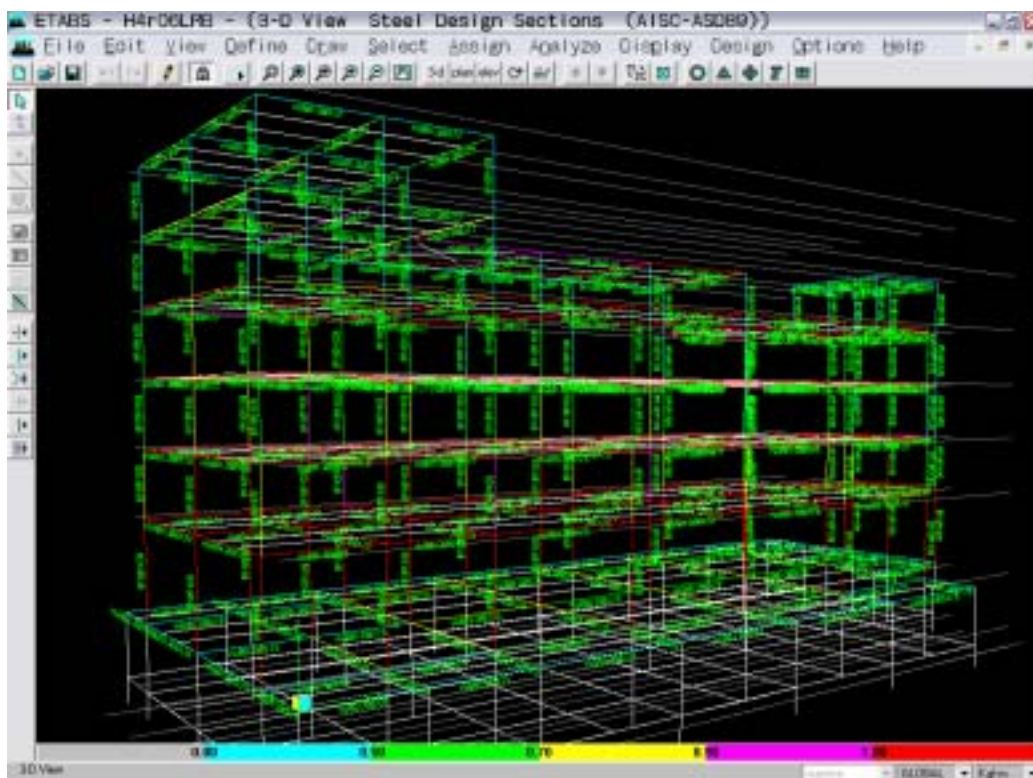


圖 2.51 上部結構桿件應力比率

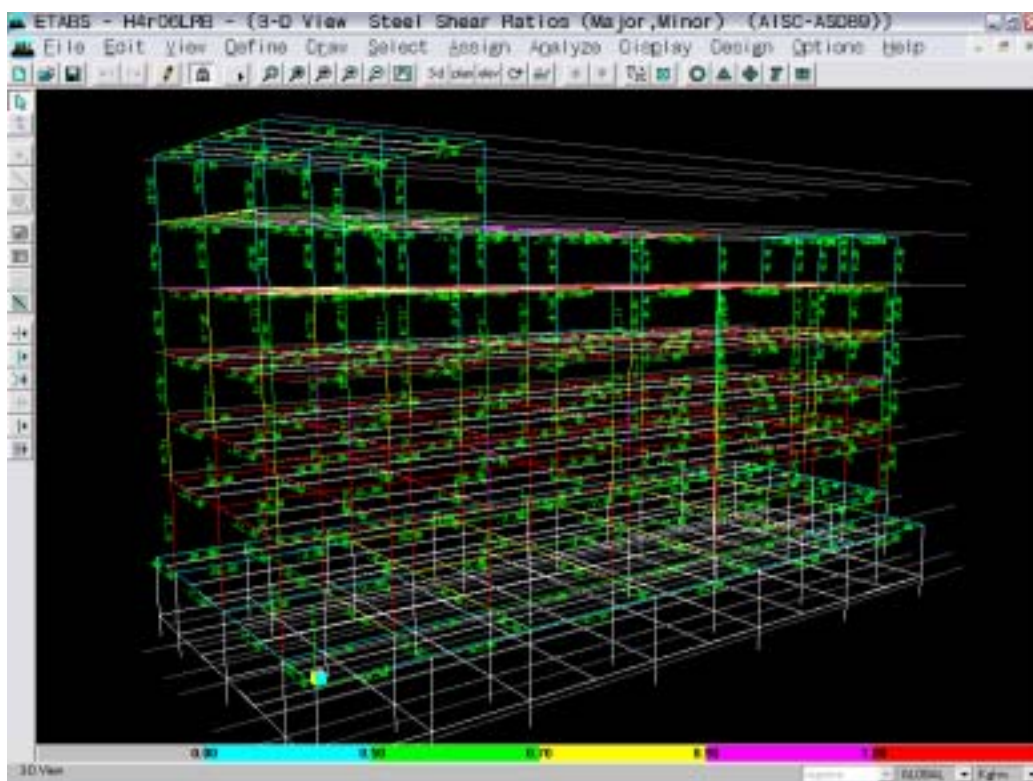


圖 2.52 剪力應力比率

高阻尼橡膠支承墊的力學性質決定於橡膠的成份與組成的方式，所以想要統一由不同製造者所製造出來的高阻尼橡膠支承墊的性質有其困難性，於是在分析高阻尼橡膠支承墊的性質時，通常都利用“有效剪力模數(勁度)”與“等效阻尼比”這兩項參數來討論。

現對隔震支承墊力學性質參數分析，引入不同的隔震支承墊設計值(見表 2.26)：

表 2.26 隔震支承墊力學性質參數分析

|                            |          |          |            |            |          |
|----------------------------|----------|----------|------------|------------|----------|
| Z                          | 0.23     | I        | 1.25       |            |          |
| B1F以上總重(含B1F)              | 6514     | (t)      |            |            |          |
| 方案名稱                       | A        | B        | C          | D          | E        |
| m(LRB總數)                   | 40       | 40       | 40         | 40         | 40       |
| Qd(t)(特性強度)                | 7        | 7        | 7          | 7          | 7        |
| mQd(總特性強度)                 | 280      | 280      | 280        | 280        | 280      |
| Dy(m)(降伏位移)                | 0.0061   | 0.0061   | 0.0061     | 0.0061     | 0.0061   |
| Fy(降伏強度)                   | 7.366    | 7.488    | 7.61       | 7.732      | 8.098    |
| Kd(t/m)(非彈性水平勁度)           | 60       | 80       | 100        | 120        | 180      |
| Ku=Fy/Dy(t/m)(初始勁度)        | 1207.541 | 1227.541 | 1247.54098 | 1267.54098 | 1327.541 |
| Kd/Ku(勁度比)                 | 0.049688 | 0.065171 | 0.08015769 | 0.0946715  | 0.135589 |
| D(m)(設計位移)                 | 0.400    | 0.371    | 0.351      | 0.335      | 0.304    |
| 韌性比(D/Dy)                  | 65.6018  | 60.83122 | 57.4660815 | 54.9194085 | 49.82854 |
| Keff(t/m)(有效勁度)            | 3099.741 | 3954.61  | 4798.79224 | 5635.82582 | 8121.196 |
| $\xi_e$ (等效阻尼)             | 14.15%   | 11.95%   | 10.41%     | 9.27%      | 7.08%    |
| Te(sec)(有效週期)              | 2.908088 | 2.574651 | 2.33724524 | 2.15670863 | 1.796637 |
| Keff*D(t)                  | 1240.426 | 1467.439 | 1682.18349 | 1888.04895 | 2468.471 |
| Keff*D/mFy                 | 3.508311 | 4.082752 | 4.60518915 | 5.08721586 | 6.350515 |
| Vs1=Keff*D/ $\alpha_y$ (t) | 1033.689 | 1222.866 | 1401.81958 | 1573.37412 | 2057.059 |
| Vs2=1.5mFy/ $\alpha_y$ (t) | 368.3    | 374.4    | 380.5      | 386.6      | 404.9    |
| Vs3=ZICW/(3.5 $\alpha_y$ ) | 506.0348 | 571.5545 | 629.598901 | 682.293096 | 819.0138 |

### 2.2.2.3 隔震支承墊設計

鉛心橡膠支承墊剪應變與穩定度的檢核，鉛心橡膠層墊的設計必

須滿足在常態載重及地震力作用下各項應力及應變的要求，各類要求如下：

1. 受垂直軸壓力  $P_{DL+LL}$  時產生的剪力應變。

$$\gamma_{c, DL+LL} = 6S \cdot \varepsilon_c = 6S \cdot \frac{P_{DL+LL}}{A_{re} \cdot E_c} \leq \frac{EB}{3} \quad (1)$$

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta_c}{T_r} = \frac{P_{DL+LL}}{A_{re} \cdot E_c} \quad (2)$$

上二式中  $S$  為形狀因子； $\Delta_c$  = 壓力變位， $T_r$  = 橡膠總厚度； $EB$  = 橡膠的拉斷應變； $A_{re}$  = 為水平變位效應時，橡膠層墊有效受壓面積所示； $E_c$  = 壓力模數。

2. 在考慮地震力作用的載重組合(包含呆重、地震力載重、地震力設計位移和設計轉角)下橡膠層墊的總剪應變。

$$\gamma_{sc} + \gamma_{eq} + \gamma_{sr} \leq 0.75EB \quad (3)$$

$$\gamma_{sr} = \frac{B^2 \cdot \theta}{2 \cdot t_j \cdot T_r} \quad (4)$$

$\gamma_{sc}$  = 橡膠層墊受軸壓力時產生的剪應變，但  $P_{DD+DL}$  需改為  $P_{DL+SLL+EQ}$ ，即需同時考慮靜載重、適當比例的活載重及地震力引致的垂直力； $\gamma_{eq}$  = 受地震力引起的剪應變  $\gamma_{eq} = D/T_r$ ， $D$  = 地震力設計位移； $\gamma_{sr}$  = 橡膠層墊旋轉時產生的剪應變； $t_j$  = 單層橡膠厚度， $\theta$  = 地震力設計轉角。

3. 為防止支承發生傾覆(Roll-Out)，地震力設計位移( $D$ )需滿足：

$$D \leq \delta_{roll-out} = \frac{P_{DL+SLL+EQ} \cdot L}{P_{DL+SLL+EQ} + K_d \cdot h} \quad (5)$$

$K_h$  = 橡膠層墊的有效非彈性水平勁度， $h$  = 橡膠層墊的總高度， $L$  = 矩形層墊的短邊長或圓形層墊直徑。

4. 穩定度要求。為防止支承墊發生失穩的現象，其平均壓應力需符合：

$$\sigma_c = \frac{P}{A} < \sigma_{cr} = \frac{G \cdot S \cdot L}{2.5 \cdot T_r} \quad (6)$$

$L$  = 矩形層墊的短邊長或圓形層墊直徑。

5.鉛心尺寸之規定。鉛心作用在於提供初始勁度及消能能力，其尺寸需符合下述要求：

$$1.25 \leq \frac{H_p}{d_p} \leq 5.0 \quad (7)$$

其中  $d_p$  = 鉛心直徑、 $H_p$  = 鉛心有效高度，可視為橡膠層總厚度

## 2.3 開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群之應用研究

### 2.3.1 開放建築

#### 2.3.1.1 「開放建築」之設計目標與定位

開放建築諮詢小組考量國內現有營建體制及產品特性，逐一檢討各種開放建築理念在本案之可行性後，本小組對於建築材料實驗群之開放建築設計目標，提出以下之建議：

1. 支架體設計應能彈性因應多樣的、多變的空間格局需求。
2. 設備管線之規劃應方便日後之維修，及彈性因應空間格局改變所衍生之設備需求改變。
3. 設備管線／管道空間與各建築系統之間應有高度系統整合及構造界面設計。
4. 室內隔間牆系統應可拆組，再利用，以增加空間使用彈性、減少廢棄物之產生。

#### 2.3.1.2 「開放建築」設計理念之建議

建築師所提出之建築材料實驗群之原始設計提案包含兩棟建築物(圖 2.53)：一為一般實驗棟，一為大型力學實驗棟。一般實驗棟成為開放建築諮詢小組構思開放建築設計理念之研究對象。

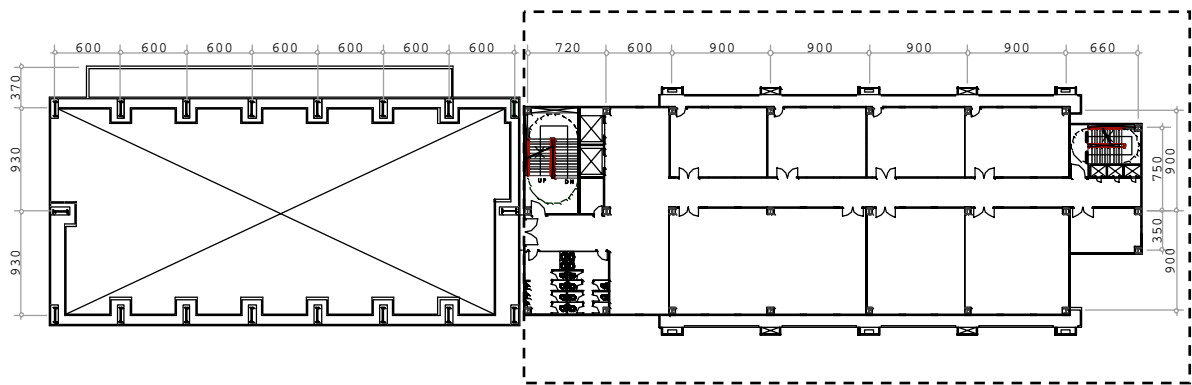


圖 2.53 建築師之建築材料實驗群原始設計提案（標準平面圖）

開放建築諮詢小組根據上一小節之開放建築設計目標與定位，於三次工作會議中進一步討論並提出對應之開放建築設計理念構想，其說明如下：

#### (一) 平面區劃與模矩系統設計

1. 有效率的平面區劃：完整而集中的機能區間；兩個服務核區間被配置在建築物的兩端；中央走道作為建築物設備供應系統管線之管道空間，兩側之外部走廊上方的水平空間作為設備排放系統管線之管道空間（圖 2.54）。

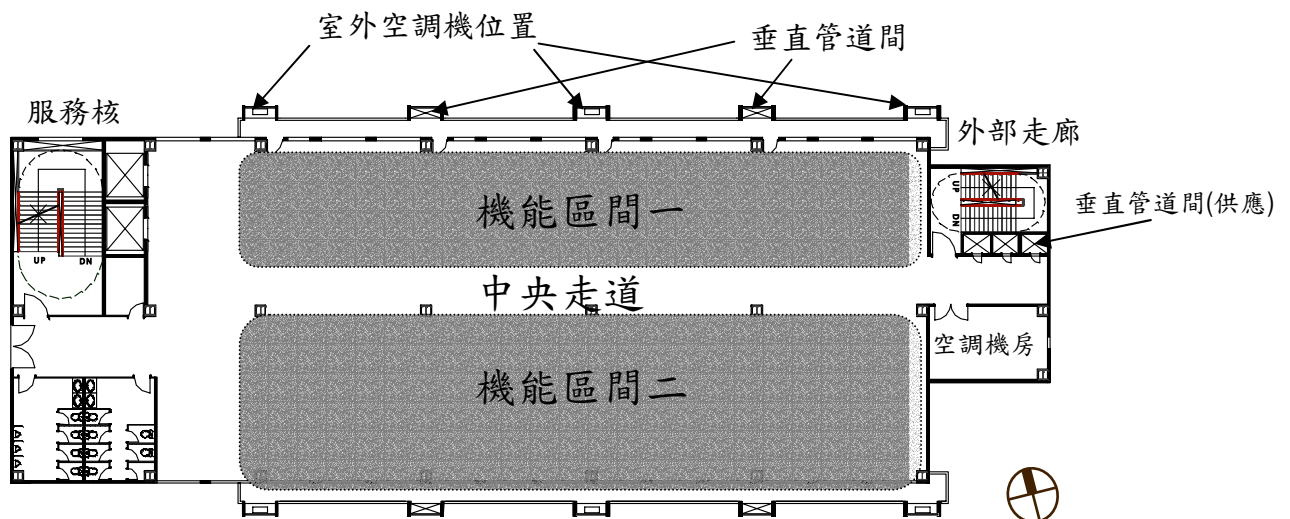


圖 2.54 一般實驗棟之標準平面圖



2. 規劃「模矩系統」，作為整合各建築系統之架構：基本模矩為 10cm (1M)，而結構系統之模矩為 60cm。各個建築系統之構件尺寸則被定為 10cm (1M)、30cm (3M) 及 60cm (6M) 的倍數。設計團隊設計一個 60cm-120cm 的交錯格子系統作為模矩之參考系統 (圖 2.55)。外牆和可拆組室內隔間牆皆可沿著矩形格線來設置，室內隔間系統的垂直立柱則配置在交叉的格子線上。

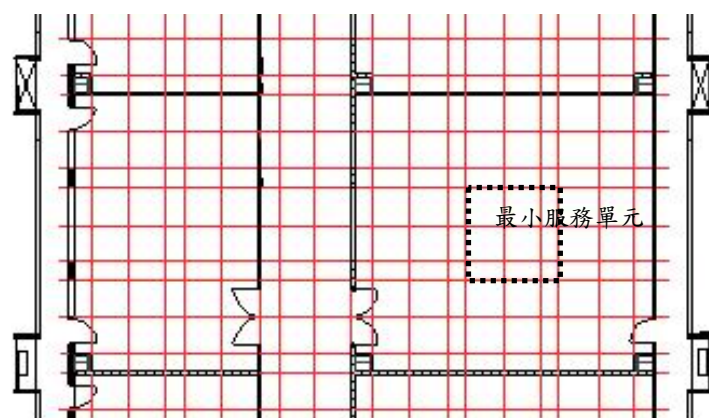


圖 2.55 60cm-120cm 之矩形格線系統是室內「填充」構件之模矩參考系統

## (二) 雙層交疊鋼樑之結構系統設計

1. 利用雙層交疊之鋼樑，形成設備系統之管道空間 (圖 2.56)。

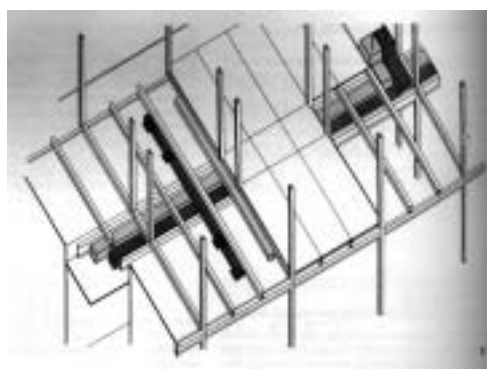


圖 2.56 雙層交疊鋼樑之概念，和所形成之設備系統水平管道空間

2. 中央走道天花板管道空間：為設備主要供給幹管之管道空間 (圖 2.57)。
3. 機能區間天花板管道空間：為水平供給和排放支管的管道空間 (圖 2.58)。

4. 室外走廊天花板管道空間：為「主要排放幹管」之管道空間（圖 2.59）。

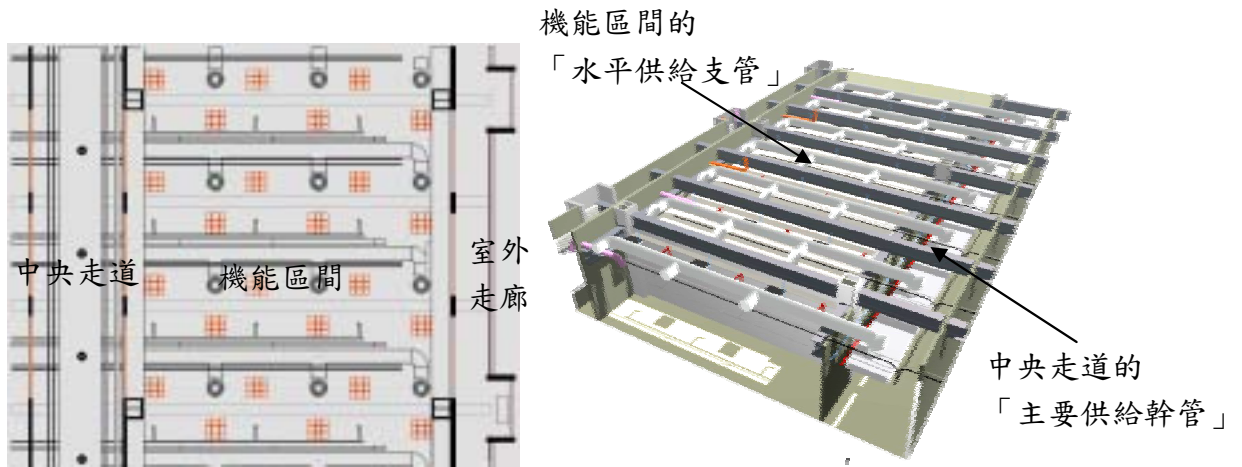


圖 2.57 設備之主要供給幹管在中央走道天花板管道空間之水平配置狀況

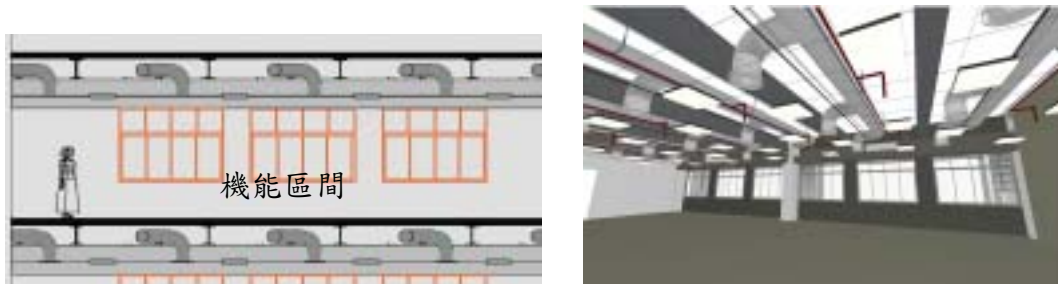


圖 2.58 「水平供給及排放支管」在機能區間天花板管道空間之配管狀況

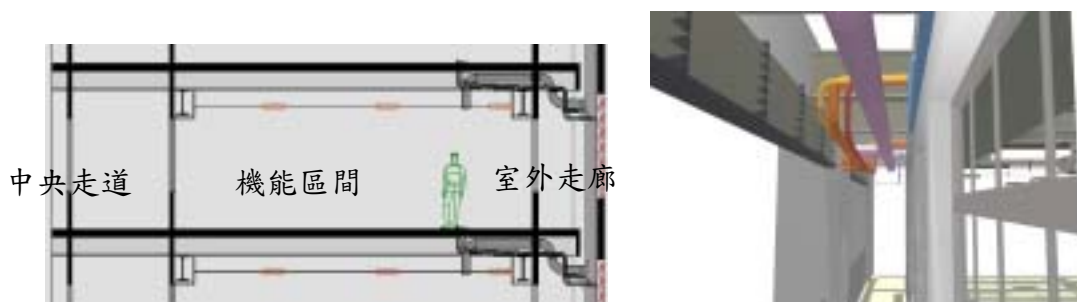


圖 2.59 室外走廊天花板管道空間之「主要排放幹管」配管狀況

### (三)可拆組室內隔間牆系統

1. 可拆組隔間牆系統說明：結構體部分採用傳統之槽鋼作為垂直立柱及水平橫桿，槽鋼應被設計成可拆組之元件；面板部分採用石膏板加以切割成不同尺寸的模矩化面板（圖 2.60），且每一塊面板都被設計成可拆卸並裝配有可隱藏的固定扣件，以便拆卸與重組而並不

破壞面板；可拆組隔間牆系統必須進一步進行六種型式的隔間牆接頭設計，以及性能之檢驗與測試。



圖 2.60 室內隔間牆之立面分割

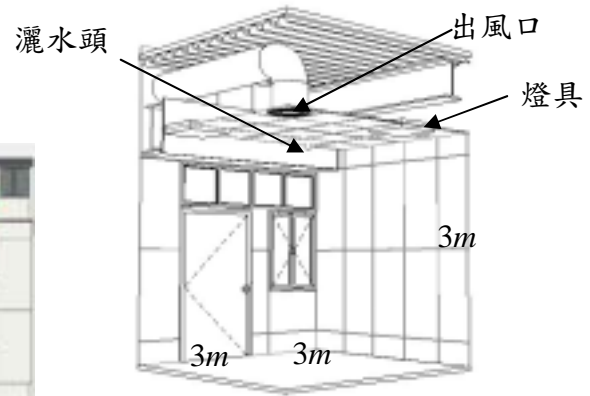


圖 2.61 最小服務空間

2. 「最小服務空間」的概念和室內平面格局：「最小服務空間」是一個  $3m \times 3m \times 3m$  的空間，為可拆組隔間牆系統可以安裝的最小尺寸房間。每個「最小服務空間」之範圍內都裝配有一個送風口、一個消防灑水頭、和兩個燈具；給水管及強弱電插座則可視需求輕易地從管道空間連結而獲得（圖 2.61）。如此可以確保內部空間之格局改變後、仍能很有彈性地滿足室內之新設備需求。

#### (四)應用開放建築之成效

在建築材料實驗群中，本研究發展出一套模矩系統，作為整合各個建築物系統的基本架構。例如雙層交疊鋼樑之結構系統設計形成設備系統管線之管道空間，此為設備系統與結構系統整合之例子； $60cm-120cm$  的格線成為一個整合結構尺寸與室內系統尺寸（室內隔間牆系統，及天花板系統）的模矩系統；「最小服務單元」的概念則是顯示了室內系統和設備系統之整合，可滿足所有的室內空間的設備需求。

「建築系統的整合」是這次開放建築應用研究的核心概念。將「開放建築」與「建築系統整合」之理念應用在建築材料實驗群，預計將可獲得以下三種成效：具有高度使用彈性的平面空間架構（圖 2.62），

易於維修更新持與重新配置管線的設備系統規劃，及具有高度永續性的建築物。

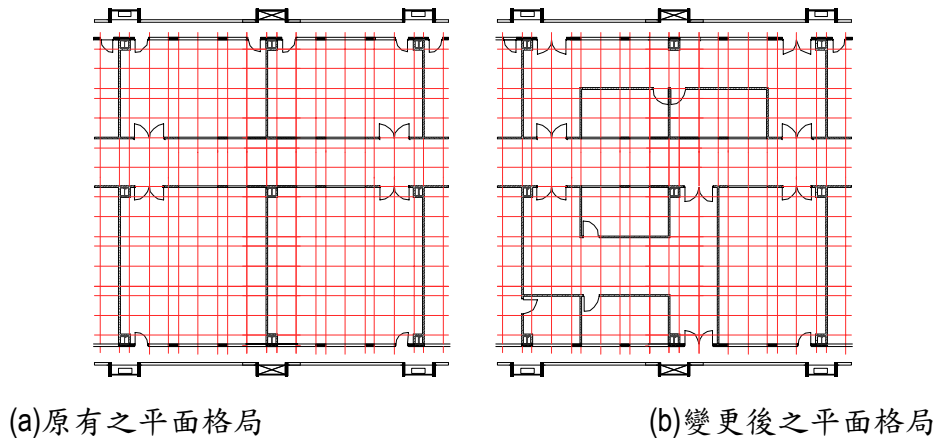


圖 2.62 建築材料實驗群大樓平面格局變更前後之比較

## 2.3.2 綠建築

### 2.3.2.1 「綠建築」設計目標之擬定

本案綠建築的規劃設計原先是針對通過「綠建築七大指標」之評定為原則，但在 2003 年版的綠建築評估指標中，增加成九大評估範疇，做為我國最新的綠建築評估主軸。因此本案將擴大原先的達成目標，朝向新版的「綠建築九大指標」為通過目的。

本案為達示範之目的，雖然本身基地的條件有些指標不需考量，但由於希望能達到對環境的關心，所以規劃設計的出發點不應只是為了通過指標，更應用心去思考建築與環境的關係，以達永續發展、環境共生、節約能源與健康舒適。

### 2.3.2.2 落實「綠建築」理念之方法與過程

為落實達成通過「九大項指標」之目的，分別針對每項指標的內容

與精髓轉換成該基地內能操作設計之概念，並提出建議。以下即針對會議中討論之內容及結論及諮詢內容整理於下：

1. 生物多樣性指標：多保留自然綠地，並採密集混種大小喬木
  - (1)生態綠網應考慮地點與建物、基地的相對性為何。
  - (2)植物多樣性、生態複層(多層次植栽)需考慮規劃的綠地面積有多大，預計種植的樹種與樹形。
2. 綠化量指標：道路兩旁種植闊葉大喬木，盡量在屋頂或陽台施行立體綠化，並保留老樹。
  - (1)宜在道路兩旁種植闊葉大喬木甚至混和密林，並規劃考慮種植長度與棵數(疏植區域)。
  - (2)盡可能的在陽台施行立體綠化。甚至可將屋頂的曝曬場設置原生綠化草坪，將實驗材料置於草坪上。
3. 基地保水指標：綠地下避免開挖地下室，基地內的鋪面盡量使用透水鋪面，再將雨雜排水管以滲透(井)管溝方式導入土壤。
  - (1)生態植物區下土層應為裸露土地，並考慮土壤透水係數加以設計土壤滲透水量。
  - (2)透水鋪面的設置應考量車輛或人行載重。
  - (3)在生態植物區內的草溝應考慮洩水坡道，並考慮最終流處。
  - (4)規劃設計雨水貯集池兼景觀池，提高洪鋒時滯，並增加生物多樣性。
4. 日常節能指標：除了符合節能法規外，避免東西向開窗但南北向應大量自然採光，多設遮陽、隔熱設施；並採用高效率、系統化冷凍機組及高效率燈具。
  - (1)若要使用太陽能板發電，應妥善設計發電用處(考慮若沒太陽時

的補助措施)。

(2)木製格柵遮陽的設置應考慮角度、間隔；另在材料部分應考慮防潮、防腐。

(3)冷凍空調機組採分離式、分區管制，但燈具也應考慮高效率，分區管制。

5. 二氧化碳減量指標：建築平面減少挑空、樓高不均勻及立面複雜造型裝飾，並儘量採用鋼骨、預鑄構材及再生環保建材。

(1)結構已決定採用鋼骨構造，另提供替代役使用的衛浴空間，也盡可能採用整體衛浴。

(2)結構平面已很對稱，但樓高的不均勻，希望能在結構上以較少構材及材料量來處理。

6. 廢棄物減量指標：減少地下室開挖，且開挖土方儘量用於現場地形改造平衡、並於施工時增設減少空氣污染及路面污染措施。

(1)因為僅開挖一層，所以儘量將填土方量與開挖土方量平衡。

(2)施工時的動線需妥善安排車輛清洗、覆蓋等作業清理區，並隨時保持地表濕潤，減少塵土飛揚的空污情事。

(3)若需使用混凝土時，需在使用的混凝土中有添加爐石或飛灰等廢棄物，以達廢棄物減量之目的，並因波索蘭效應使強度增加。

7. 室內環境指標：開口部位注意隔音、採光及低反射玻璃，並儘量採自然通風或空調換氣，且使用環保建材或天然生態建材。

(1)所有的開口設計應考慮隔音、採光，並注意選擇的玻璃型式及效能。

(2)開口部應能自然通風，且空調需設置通風換氣設備，提高空氣新鮮度，減少密閉空間內空氣污濁與傳染病的流通。

(3)室內裝修材料應規劃採用低揮發性溶劑及環保建材或天然生態建材，以減少揮發性有機物質傷害人體。

8. 水資源指標：全面使用省水器材，減少大量耗水設備。

(1)所有供水設備全面採用省水器材。(除無法使用省水器材或無法達到省水效益之例外者提出說明)

(2)本案為達示範目的，應設計雨水貯集設備供雜用水使用。

9. 污水及垃圾改善指標：應設置污水處理設施使其符合放流水標準。垃圾集中場應綠美化並採垃圾分類、資源回收及廚餘堆肥化。

(1)設計的污水處理設施(如化糞池)，放流水應達環保署規定的放流水標準。

(2)綠美化垃圾集中場，應設置垃圾分類與資源回收區。

(3)廚餘再利用方面，可增設有機對肥設施。

### 2.3.2.3 「綠建築」設計成果

本案於八月中旬送交都市計畫審議委員會審查之前，有許多資料尚未完妥，因此有評估之困難。本小組將暫行擬定原劃定基地面積之 8969 平方公尺，亦為圖 2.63 中劃定之範圍。審查後將基地面積增為 10015 平方公尺，其前後條件差異如表 2.27。本案因仍在更新設計階段，因此尚有許多無法確認之項目，此於小節結論中提出。

表 2.27 基地設計都計審查前後規劃條件對照表

|       |                         |             |
|-------|-------------------------|-------------|
| 基地位置： | 台北市文山區萬隆二小段 586、587 等地號 |             |
| 使用分區： | 機關用地                    |             |
| 建蔽率：  | 40%                     | 23%         |
| 容積率：  | 400%                    |             |
| 建築面積： | 2200                    | 2043 $m^2$  |
| 基地面積： | 8969 $m^2$              | 10015 $m^2$ |
| 建築構造： | 鋼結構                     | 鋼結構         |

|            |   |      |
|------------|---|------|
| 開挖深度：      | 8m  | 8m   |
| 開挖面積：      | 2825 m <sup>2</sup>                       | 3120 |
| 基地綠化面積：    | 3234 m <sup>2</sup>                       | 3500 |
| 建築物立面綠化面積： | 235 m <sup>2</sup>                        | 235  |
| 建築樓層高：     | 大型實驗室棟=30m<br>一般實驗室及辦公室=4m(2-5F) 及 6m(1F) |      |



圖 2.63 基地配置及植物區範圍

1. 生物多樣性指標：

考慮生態綠網及植物多樣性的(混合密林)，因此將車道與人行道中間設置生態植物區，該植物區為一環狀綠帶(圖 2.63)，將整個基地內的建物所包圍，圖 2.64 為綠帶斷面。

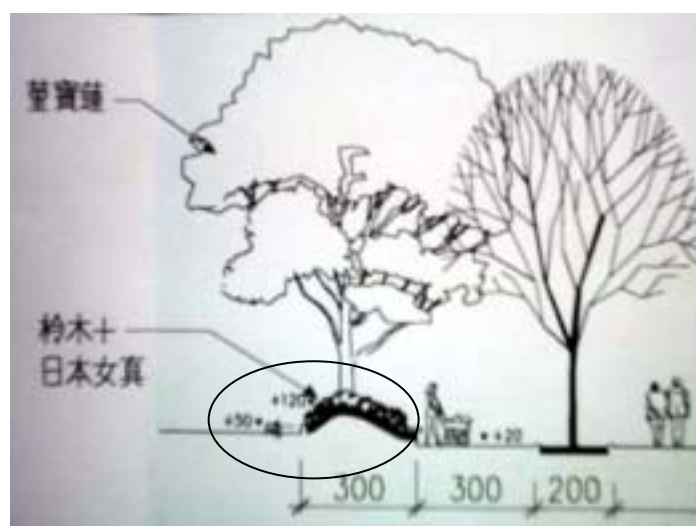


圖 2.64 綠帶以開挖地下室廢棄土填土方式處理

綠帶面積為 3234m<sup>2</sup>，立體綠化面積為 235m<sup>2</sup>，因此可以推算出總綠地面積比為 38.7%，可以得到 25 分，包括其他的規劃項目，將可得



到 57 分，比標準值的 45 分高 12 分，因此本指標合格。

## 2. 綠化量指標：

主要的設計導向，朝向生態植物區的複層綠化（圖 2.64），該項條件的規劃設計，共計  $1577.56m^2$ ，可吸收二氧化碳的量達到 1735316，其他包括在道路的另一旁種植大喬木，並在建築物東西外牆及南北向的各樓陽台設置花台，以建置多層次植栽，這些項目的規劃，將共可得到 2793321 的吸收量，比標準值 1614420 的吸收量高，因此本指標合格。

## 3. 基地保水指標：

本案規劃綠帶為裸露地，可以達成直接透水之效果，根據該部分的設計面積，目前設計為  $2750m^2$ ，所得保水量為  $43560m^3$ 。另外在道路、停車場及人行步道設置透水鋪面，可得到  $39712.5m^3$  的保水量。整體規劃的保水值達到  $83272.5m^3$ ，計算出來的基地保水指標為 0.586，比標準的保水指標 0.48 要高，所以該指標合格。

## 4. 日常節能指標：

日常節能指標方面，由於外牆尚未決定材料，因此目前無法計算外殼耗能量 EEV 值。但本案將建築物的東西向採用較少量的開窗，並在南北向開設大面採光窗戶，且利用木製格柵及立體植栽綠化，可減少太陽的直接照射，應該可以達到外殼節能的目的是。

由於平面空間的規劃確實度不足，無法確認空調主機的冷凍能力與數量，所以根據在每個空間居室，規劃採用分離式冷氣主機而言，應該可以減少冷凍空調資源的浪費，亦即能通過 EAC 指標值。

因為空間的規劃確實度不足，無法正確計算所需燈具量，但本案全部採用高反射燈具，減少照明能源的損耗，應該能達成照明節能的目的是，通過 EL 指標值。

圖 2.65 為西向立面，圖中可見東西向的外牆不多，且多為服務性空間，加上藤蔓植栽爬滿牆面，可減少冷凍機組能源的消耗。最重要的是本案加入替代能源的使用思考，可以減少外來能源的消耗，這對於綠建築指標的評估有加成的效果。

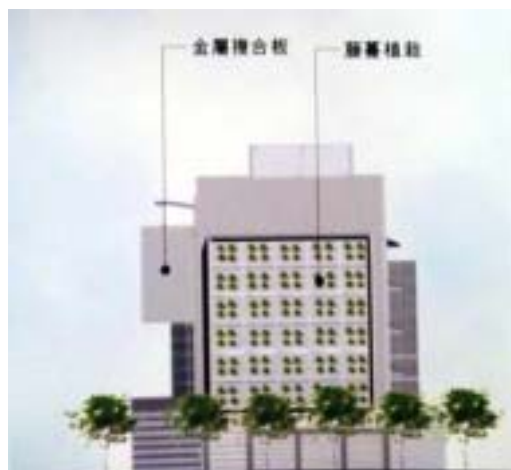


圖 2.65 建築西向立面及藤蔓植栽設置圖

#### 5. CO<sub>2</sub> 減量指標：

本案由於全面採用鋼結構來構築，且平面與立面形狀規則(圖 2.66)，因此所得之形狀係數為 1.02。由於採用鋼結構，以及輕隔間牆，所以得到之輕量化係數達到 0.78。若不再採用其他的再生非金屬建材，該案可得到二氧化碳產生係數 0.716，比標準容許值的 0.88 要來的小，因此本指標合格。若有其他的再生非金屬建材使用，將有助於加成的效果。



圖 2.66 平面與立面形狀完整，且採鋼構造，可減少二氧化碳的產生係數

## 6. 廢棄物減量指標：

本案將建築物的廢棄土方填於基地內非建築的部分，平均填高 30 公分(如圖 2.64)，將能達到土方量完全平衡的狀態，並可以在景觀上創造出立體的效果，阻絕道路對建築產生的噪音及髒空氣。

因能完全平衡土方量，因此工程不平衡土方比例  $P_{le}$  為最低值 0.4，另外由於鋼構造採用營建自動化的比例高，所以施工廢棄物將能減少，所得到的施工廢棄物比例優待係數為 0.1，使得該值  $P_{lb}$  為 0.55，其他項目若再詳加考慮，將能得到較低的比例值。

因此整體的評估，若在施工期間不造成公害，且詳是做到規劃項目，減少空氣污染，則計算出來的廢棄物減量指標  $PI$  值，將僅為 2.33，比允許標準值 3.3 小了將近 1，達到很好的廢棄物減量效果。

## 7. 室內環境指標：

考慮每個開口皆需達到隔音、通風及採光的目的，則能使室內使用的人員不用藉由外來能源的控制，達到舒適的室內環境。在建築物的屋頂處，設置整體通風及自然採光，能夠讓中央走道部分及等待空間的空氣達到自然換氣的效果，且自然採光的採用，能夠達到減少照明能源的損耗，達到節約能源的目的此部分所得的加權分數為 48 分。圖 2.67 即為屋頂採光及通風說明圖。

另在室內裝修上，盡量減少多餘建材的裝修，若未達視覺效果，非需使用裝飾建材者，多利用木製材料或再製材料等綠建材。而在裝修塗料上，採用天然填縫劑、天然溶劑(如水泥漆的溶劑為水)，若真有需要使用有機溶劑，也採低揮發性的有機溶劑。本案所採用的裝修建材，幾乎使用生態建材及再製建材，所以在此方面指標的加權得分不錯，達到 34 分。因此本案整體規劃設計的室內環境指標分數為 82 分，比標準值的 60 分高達 22 分，算是不錯的設計。

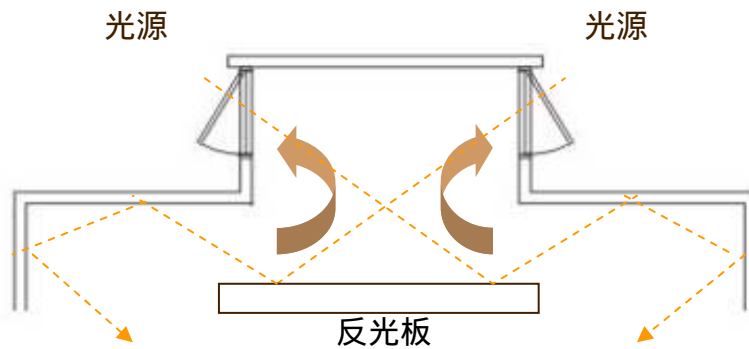


圖 2.67 屋頂採光及通風說明圖

#### 8. 水資源指標：

本案將所有的出水設備除了每層樓各一個拖布盆外皆設置節水器材。不過因本案為特殊目的用途之建築物，所以還需要多加考慮設計雨水貯集設備，若本案所設計的雨水貯集量達標準，再加上除了例外用水器具外，全面採用節水器材，所以本指標也屬合格。

#### 9. 污水及垃圾改善指標：

污水處理部分的設計，直接連接污水下水道，並符合台北市下水道相關法規。針對實驗室的污水部分，將另外管線處理排放，由取得環保署同意之相當等級事業廢棄物處理廠商處理，因此污水指標符合標準。

另外設置垃圾集中場，並將外觀加以美化綠化與環境親和，不會感到不舒服感。並設置資源回收分類區，進行資源垃圾的收集再利用。而廚餘部分，設置有機堆肥處理設施，以進行生垃圾減量，且製造堆肥時的發酵副產品--液肥，亦可進行植栽養護使用，達到有機肥料之目的，減少化學肥料的使用，破壞生態環境。因此垃圾處理部分得到 14 分，比標準值的 10 分多 4 分，屬於合格。

## 2.3.3 智慧建築

### 2.3.3.1 「智慧建築」設計目標之擬定

內政部建築研究所籌建中的「建築材料實驗群」為國家級的建築材料實驗研究機構，為因應其使用機能的需求，不僅需要整合網路系統以提供快速及有效率的對內、對外傳輸、通信、資料運用等功能的外，更應透過智慧化系統的設置，以便建構安全、健康、便利、舒適、省能、環保以及人性化管理的實驗研究環境。

內政部建築研究所自 1990 年起即大力推動「智慧建築」相關課題的研究計畫，研究成果逐年累積並漸趨成熟，目前正進行「智慧建築標章」審查制度之建構，「智慧建築標章」乃是依據 2000 年內政部建築研究所之委託計畫『建築物智慧化設計規範及解說之研訂』，將歷年來有關智慧建築之指標、準則與規範加以整合，並彙整過去優良智慧型建築之評選經驗，以量化方式評估建築物智慧化程度的一種獎勵制度。

綜觀國內外智慧建築的發展趨勢，將建築材料實驗群建築物智慧化的設計目標擬定為：根據業主需求並參考「智慧建築標章」評估指標基準，以建構安全、便利、節能、健康、舒適、省能、環保及人性化管理的國家級智慧化實驗中心，以作為智慧建築的展示及示範中心。

本研究以「智慧建築標章」的評估指標為基準，將智慧建築的理念能夠具體落實在建築材料實驗群中。目前「智慧建築標章」(草案)已擬定出七大評估指標，如表 2.8 所示，本標章是以興建完成並在使用中的建築物為評估對象，但對於設計階段的建築物亦可參考此一基準進行設計，並據以申請「智慧建築候選證書」，等完工使用後再申請「智慧建築標章」。

表 2.28 「智慧建築標章」(草案) 七大評估指標

| 項次  | 指標名稱   | 指標屬性 | 指標內涵  |
|---|--------|------|---|
| 一   | 系統整合指標 | 門檻指標 | 隨著科技的進步，各種應用在建築物上的自動化控制系統不斷的更新，而這些新的控制管理系統則依建築物內的設施用途而建置有不同的應用系統(如空調監控、電力監控、門禁控制、消防警報、安全警報、停車場管理等)，也因為有不同的應用控制系統，常常發生設備資源無法共用，各子系統之訊息無法相互溝通與綜合應用。智慧建築是現代高科技的結晶，應該具有系統整合之性能，以達資料共享、提升建築物的管理效率和其綜合服務的能力。  |
| 二   | 設施管理指標 | 門檻指標 | 「設施管理」指標區分成「使用管理」指標與「建築設備維護管理」指標兩大項。所謂「使用管理」是指對使用者服務及專業管理人員的管理。包含綜合管理系統、資訊管理系統、事物管理系統、房產管理系統、管理人員管理系統等。所謂「建築設備維護管理」指標則是指對設備運轉、維護及節能的管理。包含設備運轉管理、設備維護管理、節能管理系統等。   |
| 三   | 資訊通訊指標 | 選項指標 | 資訊及通信系統應能對於建築物內外所須傳輸的訊息(含語音、文字、圖形、影像或視訊等)，具有傳輸、儲存、整理、運用等功能；由於科技發展快速，資訊及通信之傳輸速度也在不斷的提高，所需傳送的資訊量也不斷的增加；智慧化建築物在規劃、建設之初，必須得特別考量此點。  |
| 四   | 安全防災指標 | 選項指標 | 「安全防災」指標包括「建物防災」與「人身安全」兩個指標項目。所謂「建物防災」指標乃是用來評估建築物藉由自動化系統對地震、水災、火災等災害事先防範或防止其擴大的智慧化性能指標項目。而「人身安全」指標則是用來評估建築物藉由自動化系統對盜匪入侵或人為故意破壞或毒氣外洩等危害或威脅建築物使用者人身安全等事故事先防範或防止其擴大的智慧化性能指標項目。   |
| 五   | 設備節能指標 | 選項指標 | 為評估智慧型建築物之設備系統節能效益，以設備節能效益評量值為評估指標，建築物用電以空調、照明、動力設備等為主，因此評估指標是以空調、照明、動力設備等設備系統之各項系統構成之節能手法為評量依據，並考慮利用再生能源之效益。   |
| 六   | 健康舒適指標 | 選項指標 | 「健康舒適」指標區分成「視環境」、「音環境」、「溫熱環境」、「空氣環境」、「水環境」與「電磁環境」等六大項目。所謂「視環境」指標乃是指建築物室內採光環境與照明環境間所形成之室內綜合視覺環境舒適性的指標。「音環境」指標乃是指建築物室內噪音環境之解決對策與背景音環境舒適性控制的指標。「溫熱環境」指標乃是指建築物室內溫濕環境與空調環境間之舒適性處理對策的指標。「空氣環境」指標乃是指建築物室內空氣清淨與空氣品質控制之處理對策與健康性的指標。「水環境」指標乃是指建築物室內生飲水系統水質處理對策的指標。「電磁環境」指標乃是指建築物室內電氣設備與 e-化設施輻射處理對策的指標。 |
| 七   | 綜合佈線指標 | 選項指標 | 「綜合佈線」系統是一套用於建築物或建築群內的傳輸網路。可將語音、數據、影像和控制信號連結，也可使上述設備與外部通訊數據網路箱連結。一個良好的佈線系統應具有開放性、靈活性和擴展性，且對其服務的設備有一定的獨立性。   |
| <p>說明：所謂「門檻指標」乃是申請「智慧建築標章」必須合格的指標項目，而「選項指標」則是申請者可視其建築物之智慧化特色或強調之重點，所自行選定納入評分之指標項目。目前初步擬定通過「智慧建築標章」之標準為需符合兩項「門檻指標」及兩項或兩項以上之「選項指標」所要求之基準。</p> |        |      |   |

### 2.3.3.2 落實「智慧建築」理念之方法與過程

雖然在台灣有關建築物智慧化之觀念已推行數十年，但並未全面性普及，本案之規劃設計團隊(建築師、電機技師)對於如何設計符合「智慧建築標章」評估基準的設計過程尚不熟悉，因此本研究計畫提供規劃設計團隊相關的諮詢協助。

本案在完成期限緊迫的考量下，乃將營運管理計畫與規劃設計方案同時進行，在此背景條件下，本案智慧化方案的研擬流程如圖 2.68：

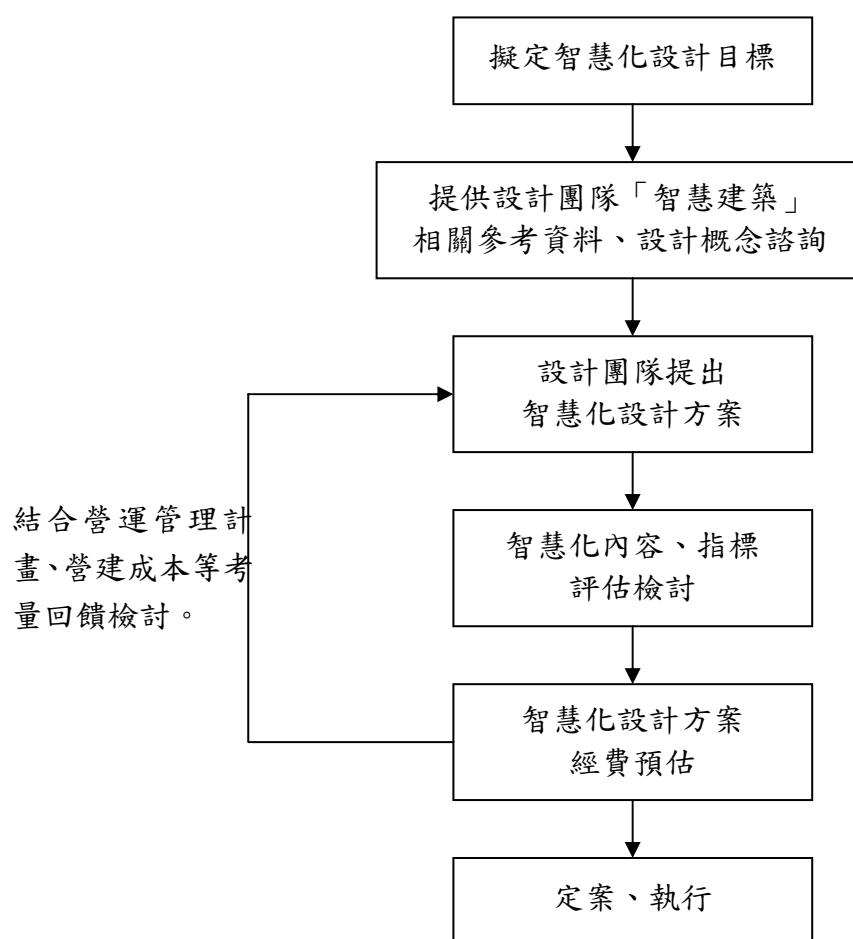


圖 2.68 建築材料實驗群智慧化設計方案研擬流程圖

為協助本案規劃設計團隊能設計出符合「智慧建築標章」評估基準的建築材料實驗群，本研究特別採用下列四種方式來落實智慧建築的設計理念：

1. 面對面溝通：邀請建築師及電機技師與本研究計畫協同主持人面對面溝通，並提供智慧建築之相關研究成果資料給建築師及電機技師參考。
2. 實地參觀：邀請電機技師參觀中國文化大學環境設計學院智慧建築模擬實驗室。
3. 簡報諮詢：請建築師及電機技師報告智慧化設計構想，本研究計畫協同主持人提供修改意見。
4. 專家學者座談會：邀請制訂「智慧建築標章」研究團隊的專家學者舉行座談會，對建築師及電機技師完成之智慧化設計構想提供修改意見，並對其執行困難處給予建議事項。

### 2.3.3.3 「智慧建築」設計成果

#### 1. 確認業主之目標

經過研究團隊多次工作會議之溝通與瞭解，確認業主(內政部建築研究所)對於建築材料實驗群智慧化之優先目標如下：

- (1)建立完善及安全之資訊通信系統。
- (2)建立可靠穩定之門禁管制系統。
- (3)建立完善之實驗設備管理系統。
- (4)建立實驗室共用及備份資料庫。
- (5)儘量符合「智慧建築標章」之所有評估基準。
- (6)建立智慧化示範實驗群(室)。

#### 2. 建築材料實驗群智慧化之系統設計方案

##### (1)智慧化系統架構

經過數個月，研究團隊透過溝通、會議、諮詢與座談會之方式協



助建築師及電機技師對於建築材料實驗群智慧化提出之系統設計方案，將建築材料實驗群之智慧化設計內容包括網路管理(系統整合)系統、資訊通信系統、綜合佈線系統、設備自動化系統、設施管理系統、門禁安全管理系統、結構安全監測系統(另詳光纖監測系統子計畫)等七種系統。

## (2)網路管理(系統整合)系統

建築材料實驗群之智慧化系統設計以系統整合作為功能導向的核心，作為系統設計的基礎，其系統整合的設計標準如下(系統架構如圖 2.69 所示)：

- Web 核心：以 Web-enable monitor and control(網際監控)整合大樓相關子系統，並提供權限管理。
- 開放平台：通訊協定應符合國際通用標準 TCP/IP，相關平行廠商之系統應開放其 protocol，硬體規格符合規範，以利整合工程。
- 彈性架構：具彈性、可擴充之系統架構，以利未來本大樓之系統硬體設備擴充。
- 物件導向與圖控介面：核心軟體採用物件導向(OOP Base : Object-Oriented Programming)之方式，並以圖控方式呈現，以利系統操作及未來升級之高擴充性。

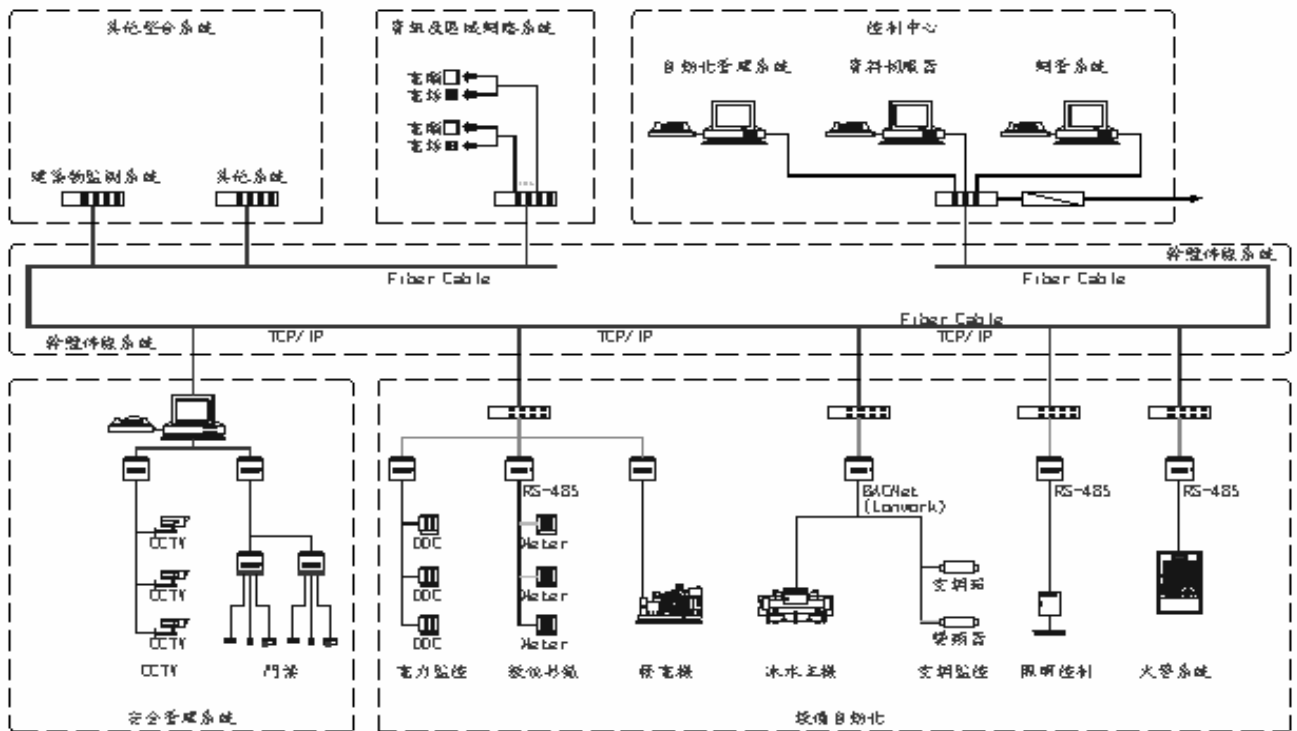


圖 2.69 智慧化系統整合架構圖

### (3) 資訊通信系統

因應通訊發展的便利與快速，相關通訊之應用亦必須考量，所以大樓除相關基本電話交換系統外，還需考量數位交換機與 VOIP 等之應用，另外大樓之廣播系統亦需能夠結合相關設備進行整合應用。

- VOIP 與數位交換機電話系統
- 區域網路系統
- 無線網路環境建置
- 大樓業務廣播系統
- 共同天線與有線電視佈線
- 視訊會議整合系統
- 多媒體視訊門廳(公共資訊顯示系統)

### (4) 綜合佈線系統

大樓網路資訊乃大樓之神經系統，所以大樓的神經骨幹必須建置完善，並且需考慮日後擴充與應用之需求(系統架構如圖 2.70 所示)。

- 骨幹光纖資訊網路系統(Router/Switch/Optical Fiber)：本項建置之主要目的在於，考慮將來光纖到 Table 之需求，以及各單位專線引進之預留管線。
- CAT6 網路配線(與電話系統共同配線)：本項建置主要考慮未來網路將以 CAT6 與光纖網路與無線網路為主流，所以現行配置網路線材就需考慮未來性。
- 無線網路環境：本項建置主要在於建立一個即時應用的網路環境，避免受實體線路所限，可以提昇工作之效率。

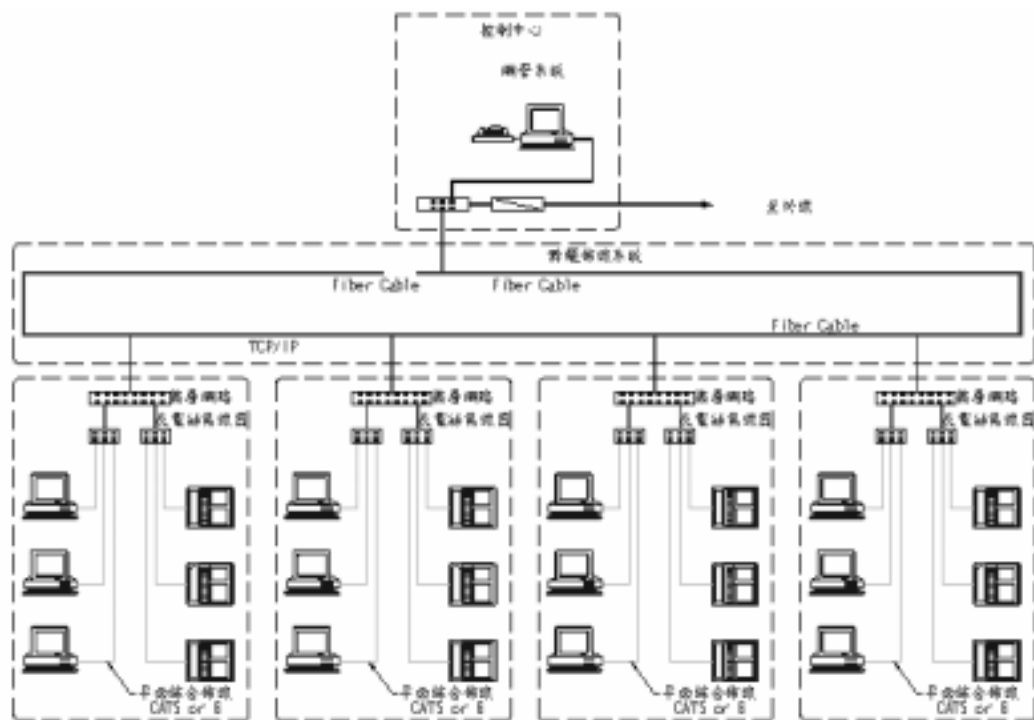


圖 2.70 綜合佈線系統架構圖

#### (5)設備自動化系統

大樓設備管理之精神在於，能夠保持相關機電設備運轉之順暢，並且透過管理功能達到省能之目的，且對日後的設備維養能夠提供相

當的維養服務保持系統運作正常。主要系統包括有：

- 電梯設備監控系統
- 給排水設備監控系統
- 照明設備監控系統(二線式照明)
- 電力設備及緊急發電機設備監控系統
- 火警消防排煙設備自動監控
- 節能與太陽能省能系統

#### (6)設施管理系統

管理智能化之目的，主要在於希望達到效率與效能之發揮，減少危安事件，對員工達到最安全與最佳之服務。

- 使用管理系統
- 管理人員管理系統
- 警衛巡邏監管
- 無人管理全自動停車場管理系統

#### (7)門禁安全管理系統

安全自動化管理，主要在於建立完善之安全管理機制，透過系統整合的服務應用，達到危安事件的降低，讓大樓的安全達到面面俱到。

- 門禁管理系統網路一卡通
- 緊急求救系統
- 保全防盜系統
- 數位網路監視系統 CCTV

### 3. 建築材料實驗群對「智慧建築標章」基準之初評

根據目前規劃設計團隊對建材實驗群智慧化之規劃結果，以「智慧建築標章」(草案)之指標基準加以評估，其自行初步評估結果如表 2.29 所示，除設施管理指標之「使用管理」子指標尚須依據擬定後之營運管理計畫加以評估外，其餘均可通過「智慧建築標章」(草案)之指標基準。由於目前尚未進入細部設計階段，因此等規劃設計團隊完成本案智慧化之細部設計後，需再進行詳細評估，以確定是否可符合「智慧建築標章」(草案)之所有指標基準。

由於本案屬實驗用建築，在目前「智慧建築標章」(草案)中尚未有此分類，因此暫時以「學校建築」及「工廠建築」類別作為指標及格與否之評估依據。另設備節能指標，有關設備動力方面則不計入實驗設備所需之動力，而以一般建築所需之動力作為評估其節能之效益。

表 2.29 建材實驗群智慧化：智慧建築標章評估基準自評表

| 項次                                | 指標名稱    | 子指標項目  | 目前規劃評估得分 | 及格分數 |
|-----------------------------------|---------|--------|----------|------|
| 一                                 | 系統整合 指標 |        | 73       | 40   |
| 二                                 | 設施管理 指標 | 使用管理   | 詳備註      | 50   |
|                                   |         | 設備維護管理 | 26       | 22   |
| 三                                 | 資訊通訊 指標 |        | 46       | 42   |
| 四                                 | 安全防災 指標 | 建物防災   | 36       | 22   |
|                                   |         | 人身安全   | 36       | 26   |
| 五                                 | 設備節能 指標 |        | 102.5    | 100  |
| 六                                 | 健康舒適 指標 |        | 41       | 36   |
| 七                                 | 綜合佈線 指標 |        | 83       | 40   |
| 備註：「使用管理」指標之評估，須待營運管理計畫確立後，再加以評估。 |         |        |          |      |

### 第三章 結論與建議

1. 本計畫對於本實驗群三個主要實驗室各規劃一些國內各學術研究單位之實驗室尚無之貴重或大型指標儀器設備，例如建築組件實驗室之3000噸萬能試驗機及建築材料實驗室之電子顯微鏡實驗室，以建立本所於建築材料實驗之特色。各子計畫初步規劃優先購置之儀器設備預估經費如表 3.1 所示。目前所規劃之儀器設備均屬於需優先執行項目，日後若有不足或因應特殊需求，在視個別情況逐步添置補充相關設施。

表 3.1 建築材料與組件實驗群各子計畫之儀器設備經費預估

| 計畫項目 | 主持人 | 計畫名稱                        | 預估經費(元)     |
|------|-----|-----------------------------|-------------|
| 子計畫一 | 蔡克銓 | 建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究           | 164,500,000 |
| 子計畫二 | 韓茂樹 | 建築材料實驗室實驗設施建置之研究            | 42,803,000  |
| 子計畫三 | 楊仲家 | 建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究         | 29,150,000  |
| 子計畫四 | 張國鎮 | 建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震 建置之研究 | 17,000,000  |
| 合計   |     |                             | 253,453,000 |

2. 本計畫經過一年來廣泛之資料調查蒐集與匯整及參考歷次專家學者諮詢座談會，實驗室之空間配置、優先購置之儀器設備規格與經費預估以及各子計畫之整合協調均已獲得相當之規模及成效。
3. 各子計畫之結論與建議如下所述：

#### (一)建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究

本計畫經過廣泛的資料調查、蒐集與彙整，由國內主要學術及研究單位之專家學者參與會談，提供寶貴之意見與建議，再與建築研究所的研究團隊、建築師與結構技師討論互動，集眾人之心血結晶才有目前實

驗室的規劃。雖然目前確實完成的規劃進度有限，但相信在未來必能逐步完成所有的規劃，使此實驗室達到盡善盡美。未來需要迫切完成的內容有：

- (1) 與專家學者積極研商討論 3000 噸萬能材料試驗機之型式規格，以期能滿足建研所需求與重點發展特色。
- (2) 進一步與廠商討論 3000 噸萬能材料試驗機之規格與造價。
- (3) 協助建研所訂定相關設備的採購規格與招標作業文件。
- (4) 協助建築師與結構技師完成大型力學實驗室之細部設計。
- (5) 詳實地估算出各實驗儀器設備之經費，以利建研所逐年編列預算加以購置。
- (6) 討論規劃之實驗設備儀器是否合理。
- (7) 針對日後實驗室運作所需之專業性人力應及早規劃編制，並施予必要之前置訓練作業。
- (8) 對於重要設備的採購程序，除需考量設備購得價格外，亦需兼顧該設備所能發揮之功能性，與日後維護保養之成本及技術服務是否周全無虞。
- (9) 儘早妥善規劃實驗室運作之管理策略，包括服務對象、使用規則及安全維護等。
- (10) 為確保 3000 噸大型油壓萬能試驗機能有效運作，其與土木工程界面相關之合約細節必須特別留意。俟確認該設備之型式尺寸後，須與建築師及結構技師等保持密切聯繫，確保每一階段之作業均能適時且適當。

## (二) 建築材料實驗室實驗設施建置之研究

- (1) 經由總計畫主持人蔡克銓教授召集各子計畫相關人員及建築師群體

共同商討，使得各項相關整合問題得以解決，建築師才可以有所依據從事建築結構設計，各子計畫也才可以繼續積極進行各項研究。

- (2) 本子計畫規劃了八個子實驗室，應可滿足大部分建築材料的力學試驗或檢測。
- (3) 本子計畫所規劃的儀器設備中，除了國內較少或較貴重的儀器設備外，經常性使用的儀器設備亦在其中，至於一般常見的儀器設備則較少涉獵，可以避免資源浪費，又可完成建置「國家級」建築材料實驗室的目標。
- (4) 若國內可以製造生產的儀器設備，應列為優先考慮，一方面可提升國內產業技術，另一方面也可達到降低購置成本及維修方便的目的。
- (5) 儀器設備種類繁多，可考慮歸類分開招標，提高廠商投標意願，以降低成本及維修方便。
- (6) 儀器設備平日之使用及維修，應有專人負責，人員編制規劃宜儘早完成。

### (三)建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究

本計畫主要協助建築研究所規劃建築研究所耐候耐久性能實驗室相關設施與規格建立；並配合建築材料實驗群的興建，提供建築師實驗設備與結構體界面整合建議。計畫於今年2月開始執行，至今可獲致下列結論：

- (1) 規劃耐候耐久性能實驗室功能定位：將實驗室主要功能區分成兩大方向，一為材料劣化模擬機能；另一為劣化前後化學與物理性質的分析工作。
- (2) 耐候耐久性能實驗室各子實驗室名稱確立：主要依據上述功能上之定位，將實驗室區分成六個主要子實驗室，分別屬於建材劣化功能的耐候實驗室、耐凍耐朽實驗室、屋外曝曬場。以及屬於建材劣化



前後化學與物理性質的耐化學實驗室、耐蝕及防蝕實驗室、及耐久實驗室等。

- (3) 完成耐候耐久性能實驗室空間安排與結構體界面整合作業—本計畫經與結構體設計單位密集協商後，已完成空間規劃與動線設計。

目前將建築材料實驗群—耐候耐久性能實驗室規劃成耐候實驗室、耐化學實驗室、耐蝕及防蝕實驗室、、、及耐久實驗室等六大子實驗室。其次細部規劃各實驗室擬設置之重要儀器與協助建立相關儀器設施之規格要求。目前耐候實驗室擬設置之鹽霧複合耐候試驗機、耐化學實驗室擬設置之離子層析儀、與耐凍耐朽實驗室之壓汞孔隙量測儀已公告採購，為實驗群初期所設置儀器，以供明年度建材耐久相關研究計畫使用。

#### (四)建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震建置之研究

經由與各廠商代表、專家學者間之密集座談，本研究案已針對建築材料實驗群本身所具有之特殊條件，完成了相關的光纖感測系統與隔減振措施規劃。藉由在建築材料實驗群結構物中安裝這些系統，相信將可除了可大幅提昇整體結構之安全與功能性外，更為工程界做出良好的示範。以使許多先進的科技能夠更加的貼近人群。

在光纖感測設施建置的部分，本研究規劃兩組不同的光纖感測系統：光纖動態監測系統與全棟溫度、全棟應力監測。其中動態監測系統將可最多支援512點訊號同時量測，而在初部規畫中，將約有100組常態布設之感測器隨時監控結構之行為。另外一方面，在全棟溫度與應力之監測項目上，將規劃採用BOTDR量測系統。此一系統將可即時提供整體結構連續之溫度與應力狀況，並提供開放之使用介面以進一步與智慧型結構物計畫加以整合。此一系統將可支援最遠達100KM之距離。

至於感測器的布設位置，在本研究中亦已有通盤之規劃結果。由於本次建議採購之光纖動態監測系統支援高達512點之高速量測，因此本

案將建議採用約 100 點之常態性動態監測，並於各房間內預留兩組光纖接頭，以方便未來之擴充性。關於常態性動態監測點大致又可分為兩個系統：梁系統與柱系統。此兩個系統將整體結構物上形成類似  $\pi$  字形的監控系統，而結構物亦將可獲得完善之監控以避免各種可能之緊急狀況。

在本系統的展望部分，隨著科技之日新月異，各種遠端監測與自動化監測之技術均達相當成熟之階段。本案除了建置出適合的光纖感測設施以做為全國建築結構之典範外，未來亦應朝向持其自動化監測與遠端監測之方向繼續努力，並開發出公開之資訊平台，以使所量測到的資訊能夠進一步的被各方面的專家學者加以利用，如此才能彰顯出建構本套系統之真正意義。

由前述章節之結構分析，可知隔震結構之設計地震力均較傳統耐震設計結構者為低。隔震支承墊採用鉛心橡膠支承墊，這類型隔震支承墊於商業市場上產品眾多且行之有年，力學性質與其動力反應易於掌握。鉛心橡膠支承墊從外觀上看來與普通的橡膠支承墊相同，但是鉛心橡膠支承墊在經過橡膠成份的改良或是加入某些添加物之後，其阻尼比較普通的橡膠支承墊要高的多，通常鉛心橡膠支承墊能夠提供的阻尼比大約在 10%~20% 之間。

近二十年來世界上最為廣泛使用的隔震支承墊有鉛心橡膠支承墊 (Lead-Rubber Bearings, LRB)、高阻尼橡膠支承墊 (High Damping Rubber Bearings, HDRB) 及單擺摩擦系統 (Friction Pendulum System, FPS) 等三種，這三類支承墊是目前被公認為“可靠的”、“可接受的”、“簡單的”及“具有功能性的”隔震支承墊。然而這些支承墊會隨著製造者(製造程序)或是橡膠的成份等因素的不同而有不同的力學性質，所以想要在分析上統一每種支承墊的力學行為是非常困難或不可行的。

本建築物樓層數與樓高均非屬於高層結構，具有高勁度之結構特

性，結構振動週期短，以反應譜觀之，兩水平方向之設計地表加速度均落在最高的平台處內，可容易的使用隔震系統將結構振動週期延長至反應譜特徵週期之後以降低設計地表加速度，隔震系統使用於本案

#### (五)開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群之應用研究

##### (A)開放建築

開放建築諮詢小組於研究期間與建築師的共同研討，針對「建築材料實驗群」一案之條件與特色，界定出合理之開放建築設計目標，提出以下具體的開放建築設計構想與手法，供建築師參酌、據以將開放建築之理念落實於其設計方案中：

- (1) 平面區劃與模矩系統設計：有效率的平面區劃，以形成完整的、集中的機能區間；規劃「模矩系統」，作為整合各建築系統之架構。
- (2) 雙層交疊鋼樑之結構系統設計：利用雙層交疊之鋼樑，形成設備系統管道空間；中央走道天花板管道空間成為設備主要供給幹管之管道空間；機能區間天花板管道空間成為水平供應和排放支管的管道空間；室外走廊天花板管道空間成為「主要排放幹管」之管道空間。
- (3) 可拆組室內隔間牆系統設計，及「最小服務空間」的概念，以增加室內平面格局的彈性。

整體而言，「建築系統整合」是這次開放建築應用的核心概念。將「開放建築」與「建築系統整合」之理念應用在建築材料實驗群，預計將可獲得三種成效：具有高度使用彈性的平面空間架構，易於維修更新持與重新配置管線的設備系統規劃，及具有高度永續性的建築物。

由於建築師必須在有限的時間內，必須完成許多工作，如釐清空間需求，研討可行之開放建築、綠建築、智慧型建築之理念，修正設計方案，通過都市計畫變更與都市設計審議程序，並須於年底前完成發包工作。因此，建築師目前仍尚未有時間將本研究小組所提之開放建築構想

與手法之具體建議整合到其最新的設計提案中。

為了確保開放建築之理念能落實於「建築材料實驗群」中，本研究小組提出以下之開放建築設計準則建議，以期建築師於日後能修正其設計方案，依此將開放建築之理念融合於設計方案之中：

- (1) 審慎整合鋼結構系統與設備管線構件：長向鋼樑應有均勻的、足夠的開口部（主樑在間隔 3m 的小樑之間應有開口），使得設備系統之主要供給幹管，能從中央走道，側向分支為水平支管，穿過鋼樑開口，進入機能區間上方，提供下方空間所需之設備。
- (2) 設備管線應採明管設計，以利管線之更新維修；管線之配置應講求系統化及彈性，以便滿足因空間格局改變所造成的新的設備需求；應於規劃設計足夠之垂直管道間，以容納日後可能大增之管線；應於立面設計上，考慮如何隱藏空調室外機，以免破壞立面觀瞻。
- (3) 應採用可拆組隔間牆系統，使平面格局更具有多樣性及變更彈性。
- (4) 應規劃一套模矩系統，作為整合結構／外牆系統，室內隔間牆／天花板系統，及設備系統之基礎架構。

## (B)綠建築

本研究依據綠建築解說與評估手冊—2003年更新版之各項指標內容加以建議設計手法，並將各指標理念之落實分述於第二節部分。針對整個設計案之現況提出相關建議，並予以計算評估各項指標於第三節部分，使整個建築案皆能符合綠建築九項指標。

八月下旬針對該基地進行都市計畫審議，基地部分由原來的 8969 $m^2$  修改為 10015  $m^2$ ，增加了約 1000  $m^2$ ，而建築物的面積也因此由原來的 2200  $m^2$  修改為 2042  $m^2$ ，減少了約 150  $m^2$ ，實際建蔽率僅 22.32%。這個改變比原來的設計建議更為理想與可行，因為基地增大建築面積縮小，綠地面積及基地保水面積也就相形增大，對於生物多樣性、綠化量及基地保

水等指標之可行性與合格率，也就更為提高。雖然地下室因停車位增加的關係，需要增大開挖面積，但由於基地增大，可填土造景的部分也就相對增加，對於廢棄物減量指標最重要的廢棄土問題，也就能夠妥善解決。而 CO2 減量、室內環境指標、水資源指標及污水垃圾改善指標，由於建築外型、內部隔間及排水系統改變不大，因此應能如先前計算通過指標。但雨水貯集的部分，因該案為特殊指標性建築，所以需注意貯集池的容量，是否能達到合格標準。最後是日常節能法規部分，若能充分運用外遮陽或深遮陽來達到隔絕直接日射的問題，再加上選用省電型燈具及高效率冷凍空調機組，將能有效達到節能的目標。本案在屋頂板處增加太陽能光電板，還能因為替代能源的使用而達到加分的效果。以上即為回應都市計畫審議改變基地面積對通過指標的可行性評估。

本案於十月一日送交「公有建築物綠建築標章暨候選綠建築證書之申請書」以便申報開工。然因都市計畫審議結束後時間倉促，建築師事務所無法即時將所有指標依本研究建議再做評估，因此僅送交四項指標查核，分別為日常節能指標、水資源指標、基地保水指標及垃圾及污水改善指標，並於十月八日將該申請書副本交付本研究團隊。經本研究團隊分析結果，有部分地方需再從新評估或改善，整理如下：

- (1) 目前送審之綠建築候選證書以 2003 年更新版為主，但日常節能及水資源兩項指標引用 2001 年版之評估依據，發生嚴重不符之情事，應需立刻改善。
- (2) 外殼耗能計算值為 84，顯然超過新版台北市之標準值 80，應再做調整，例如多設遮陽於開口部等，建議將該值設計至 64 左右較具示範功效。
- (3) 建議參照本研究建議各項指標之設計方向，盡力朝向完成通過九項指標之目的。

#### (C)智慧型建築

隨著科技的日新月異，「智慧建築」將是高科技資訊化時代社會的資訊據點，未來的發展趨勢將由點擴展到面，形成智慧都市。內政部建築研究所籌建的「建築材料實驗群」為國家級的建築材料實驗研究機構，導入智慧化的設計理念後，未來將成為公有建築導入智慧化發展的表率。

建築物智慧化除了在規劃設計階段導入智慧化的概念，使建築物具備智慧化的硬體設備系統外，更重要的是未來建築物硬體的使用或營運務必要與智慧化的操作軟體緊密結合，方能顯出其智慧化的性能及效益。本案由於規劃設計時程緊迫未能先制訂「建築材料實驗群」的營運使用計畫，因此雖然就目前所提出的智慧化硬體架構，可符合智慧建築標章之要求，但仍期待規劃設計團隊與業主進一步擬定周詳的營運管理計畫，配合親和性的智慧化系統作業軟體，以期在「建築材料實驗群」營運管理階段，能夠符合業主期望並發揮最高的智慧化效益。

在國內建築物智慧化的本土化規劃設計經驗正在發展中，尤其系統整合方面為跨領域的專業技術，因此建議本案之規劃設計經驗可以有系統的編輯成「智慧建築規劃設計參考手冊」，以利本土化智慧建築規劃設計經驗的傳承及累積。

隨著智慧建築的發展，會日益需求建築設施管理或物業管理的專業公司，台灣目前尚處於以「保全」或「門禁管理」為主的公寓大廈管理公司，因此建議內政部建築研究所可推廣專業設施管理的觀念及輔導專業管理公司的成立，以因應未來智慧建築發展的需求。

## 參考文獻

1. 內政部建築研究所、營建署，建築技術規則，民國八十九年元月。
2. 內政部建築研究所，內政部建築研究所建築實驗設施設置計畫，民國八十七年二月。
3. 內政部建築研究所籌備處，日本智慧型建築及建設省建築研究所考察報告，民國八十二年三月。
4. 內政部建築研究所，建築材料實驗群實驗設備規劃研究，民國九十年十二月三十一日。
5. 台灣省建築材料商業同業公會聯合會，「籌設『財團法人建築材料研究發展中心』計畫」，民國八十一年六月。
6. 財團法人台灣營建研究中心，「營建研究機構檢驗測試設施規劃研究」，民國七十八年六月。
7. 經濟部，「經貿統計」，<http://www.moea.gov.tw/home.html>, 2002。
8. 內政部建築研究所，「內政部建築研究所簡介」，<http://www.abri.gov.tw/intro/>, 2002。
9. K. O. Hill, Y. Fujii, D. C. Johnson, and B. Kawasaki “Photosensitivity in optical fiber waveguides: application to reflection fiber fabrication” *Apl. Phys. Lett.* 32(10), p647, 1978
10. G. Meltz, W. W. Money, and W. H. Glem “Formation of Bragg grating in optical fibers by a transverse holographic method” *Opt. Lett.* 14(15), p189, 1989
11. Lemaire P. J., Mizrahi Viital “High pressure H<sub>2</sub> loading as a technique for achieving UV photosensitivity and thermal sensitivity in GeO<sub>2</sub> doped optical fibers” *Elect. Lett.* 29(13), p1191, 1973
12. Albert J. Malo B., and Bilodeau F. et al “Photosensitivity in Ge-doped silic

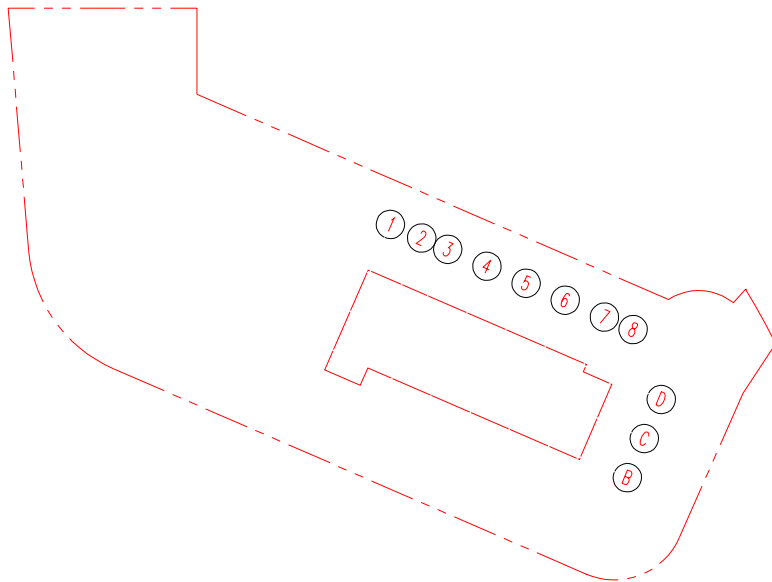
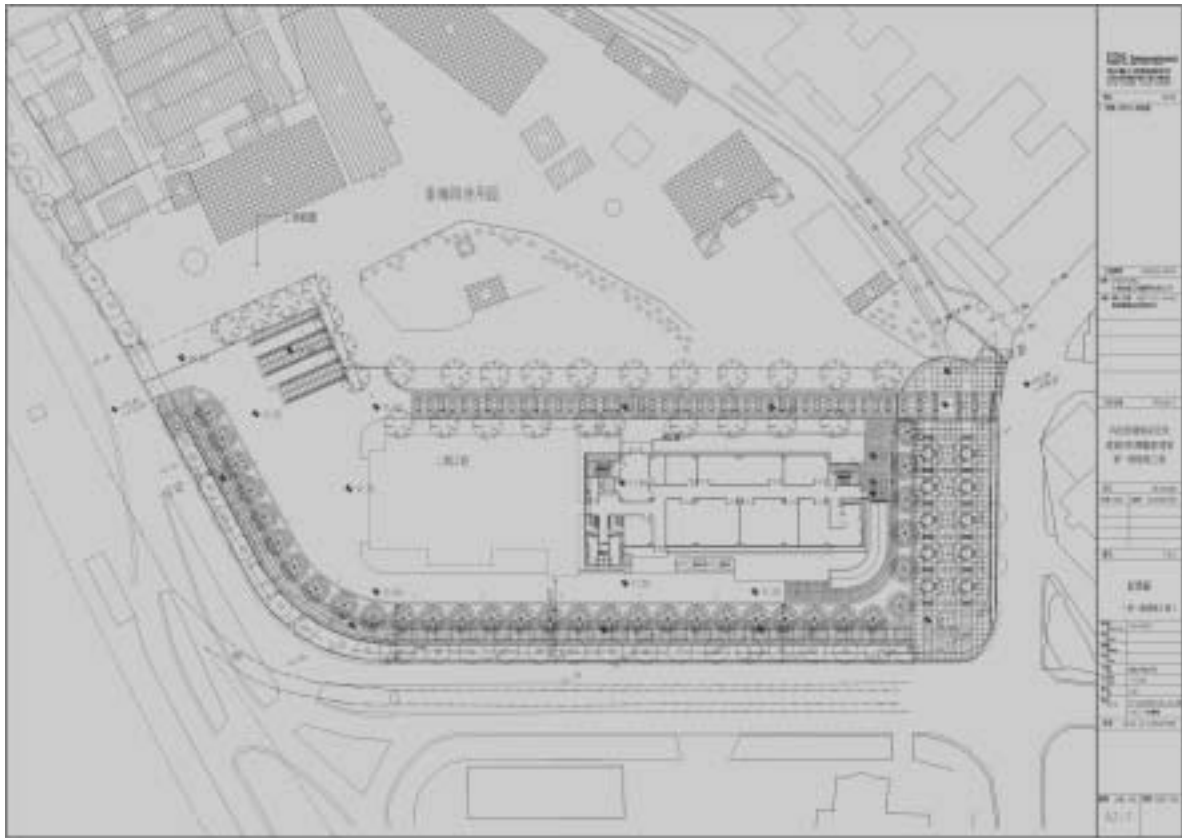
- optical waveguides and fibers with 193nm light from an KrF excimer laser” pt. Lett. 19(6), p387, 1994
13. L. Dong et al “Single pulse Bragg gratings written during fiber drawing” Elect. Lett, Vol. 29, n’17, p1577-1578, 1993
  14. W. W. Morey et al “Multiplexing Fiber Bragg Grating Sensors” SPIE Vol.1586, p216, 1992
  15. Das Indu Shekhar, Srinivas Talabattula, and Selvarajan A “Analysis of fiber Bragg grating sensors in smart structure” SPIE Vol.3241, p289-298, 1997
  16. FENG Xiyu, SUN Xiaona, CHEN Juan “Formation Technologies of Fiber Bragg Grating” SPIE Vol.3557, p198-203, 1998
  17. C Y Wei, S W James, C C Ye, R P Tatam, and P E Irving “The influence of process route on mechanical and sensing performance of fiber Bragg grating optical sensors” SPIE Vol.3670, p164-170, 1999
  18. Dasgupta A and Sirkis J S “The importance of coatings to optical fiber sensors embedded in ‘smart’ structures” AIAA J.30, p1337-1343, 1992
  19. H. Patrick, G. M. Williams, A. D. Kersey, J. R. Pedrazzani and A. M. Vengsarkar “Thermally-compensated bending gauge using surface-mounted fiber gratings” Inter. J. Optoelectronics 9. pp281-283, 1994
  20. M. G. Xu, J. –L. Archambault, L. Reekie, and J. P. Dakin, “Discremination between strain and temperature effects using dual-wavelength fiber grating sensors” Elect. Letts., 30, pp1085-1087, 1994
  21. H. Patrick, G. M. Williams, A. D. Kersey, J. R. Pedrazzani and A. M. Vengsarkar “Hybrid fiber Bragg grating/long period fiber grating sensor for strain/temperature discrimination” IEEE Photon. Techn. 8(9), pp1223-1225, 1996
  22. T. Lin, G. F. Fernando, Y. J. Rao, D. A. Jackson, L. Zhang, and I. Bennion



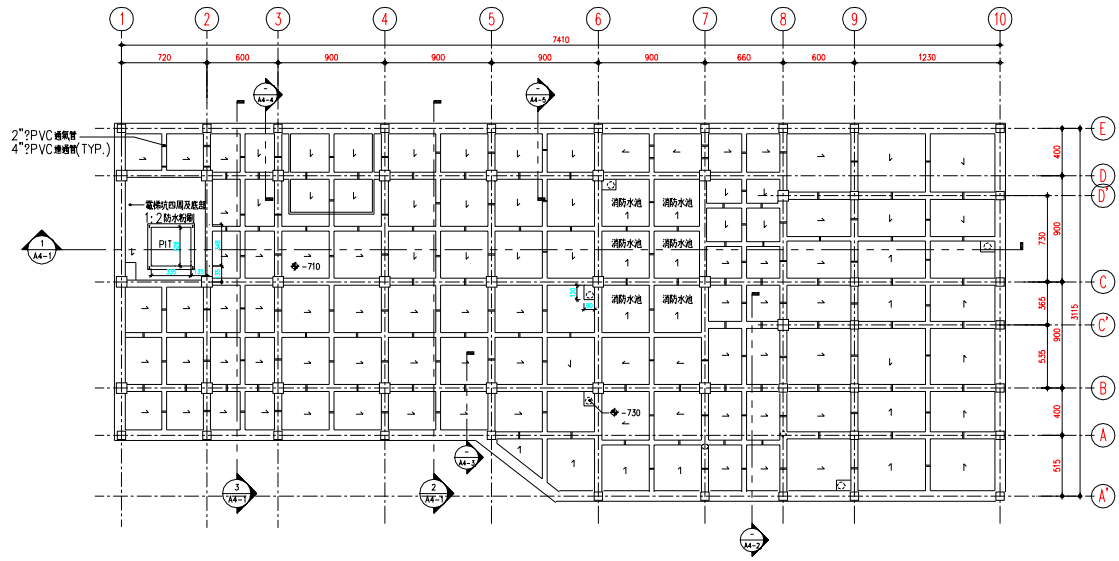
- “Simultaneous strain and temperature measurements in composites using a multiplexed fiber Bragg grating sensor and an extrinsic Fabry-Perot sensor” SPIE Vol.3042, p203-211, 1997
23. James S. W., Dockney M. L., Tatam R. P. “Simultaneous independent temperature and strain measurement using in-fibre Bragg grating sensors” Electronics Letters, Volume 22, Volume 32 Issue 12, 6 June, 1996
  24. 王明蘅 譯。變化：集體住宅的設計方法。國立成功大學建築系環境與設計理論研究室，1997。
  25. 杜功仁，林慶元，2001。開放式建築與建管法規與制度之研究。內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  26. 林草英，施乃中，杜功仁，簡聖芬。1999。開放建築整體生產流程自動化。內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  27. 林慶元。1998。共生生態環再生建築理念與技術之研究—再生建築系統設計之開發研究（一）。祐生文教基金會。
  28. 彭雲宏，杜功仁。2000。開放式住宅之開發案例。內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。台北市。
  29. 楊逸詠。1986。建築模矩配合應用手冊。中華民國建築市公會全國聯合會。
  30. 蕭江碧，杜功仁，林憲德，溫琇玲（2000）。開放式智慧化綠建築之整合在中學校園暨校舍規劃之應用研究。內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  31. Hart, F., W. Henn, and H. Sontag. 1985. *Multi-Storey Building in Steel*. London: Collins Professional and Technical Books.
  32. Rush, Richard. 1986. *The Building Systems Integration Handbook*. New York: John Wiley & Sons.
  33. Stein, B. and Reynolds, J.S. 2000. *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
  34. 江哲銘，1999。建築室內環境保健控制綜合指標之研究，內政部建築

- 研究所專題計劃研究成果報告。永續綠建築，2002。灣建築報導雜誌社 編。
35. 李魁鵬，林憲德，1996。室內空調溫度設定值於建築節能之應用研究，中華民國建築學會研究成果發表會，台中。
  36. 林憲德，1997。綠建築社區的評估體系與指標之研究，內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  37. 林憲德，1994。現代人類的居住環境，詹氏書局。
  38. 徐享崑，1994。水再生及再利用，第一屆水再生及再利用研討會。
  39. 歐陽橋暉，1994。水再生處理技術及其趨勢，第一屆水再生及再利用研討會。
  40. 鄭政利，劉安平，1998。建築給排水設備節能之研究，內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  41. 陳瑞鈴，鄭政利，劉安平，2000。建築物雨水利用系統設計範例之研究，內政部建築研究所專題計劃研究成果報告。
  42. 溫琇玲等，1996年，「智慧型公寓大廈自動化系統設計準則之研究」，內政部建築研究所。
  43. 華東建築設計研究院，1996年，「智能建築設計技術」，同濟大學出版社。
  44. 溫琇玲、洪慶雲，2000年，「建築物智慧化設計規範暨解說研訂」，內政部建築研究所。
  45. 張家銘、洪慶雲，2000，"智慧型辦公大樓智慧化設備設置成本與智慧化等級評估架構之研究"，<中華民國建築學會第十二屆建築研究成果發表會論文集>，pp.469-472。
  46. 溫琇玲等，2002年，「智慧建築標章之設置與推廣智慧建築標章作業要點暨評估系統之建立」，內政部建築研究所。
  47. J. Carlini, 1988, "Measuring a building IQ", <The Intelligent Building Sourcebook>, The Fairmont Press, pp.427-438.
  48. H. Arkin & M. Paciuk, 1997, "Evaluating intelligent buildings according to level of service systems integration", <Automation in Construction>, pp.471-479.

## 附錄一 第一期土建工程相關平面設計圖

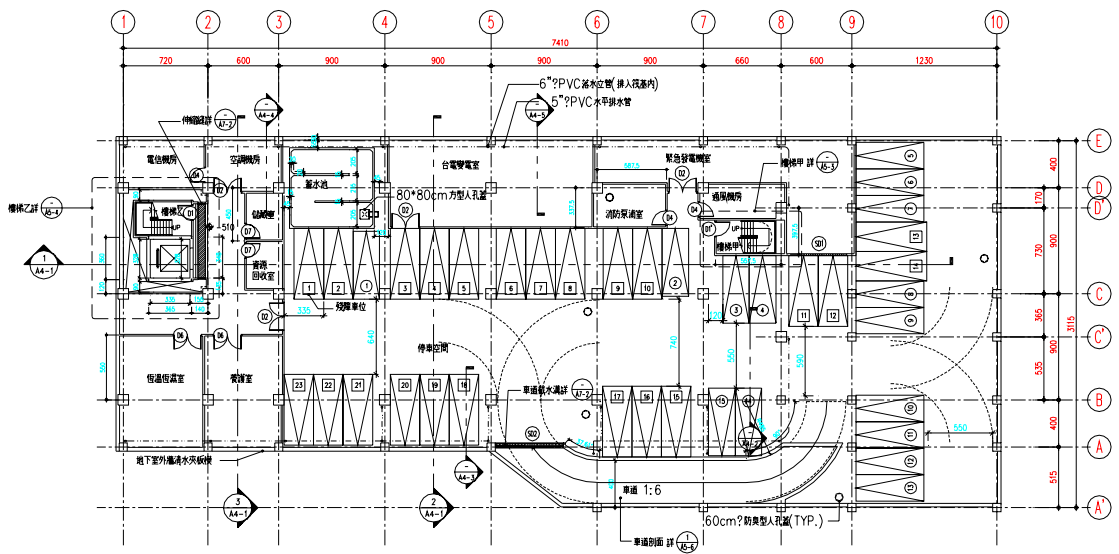


索引圖



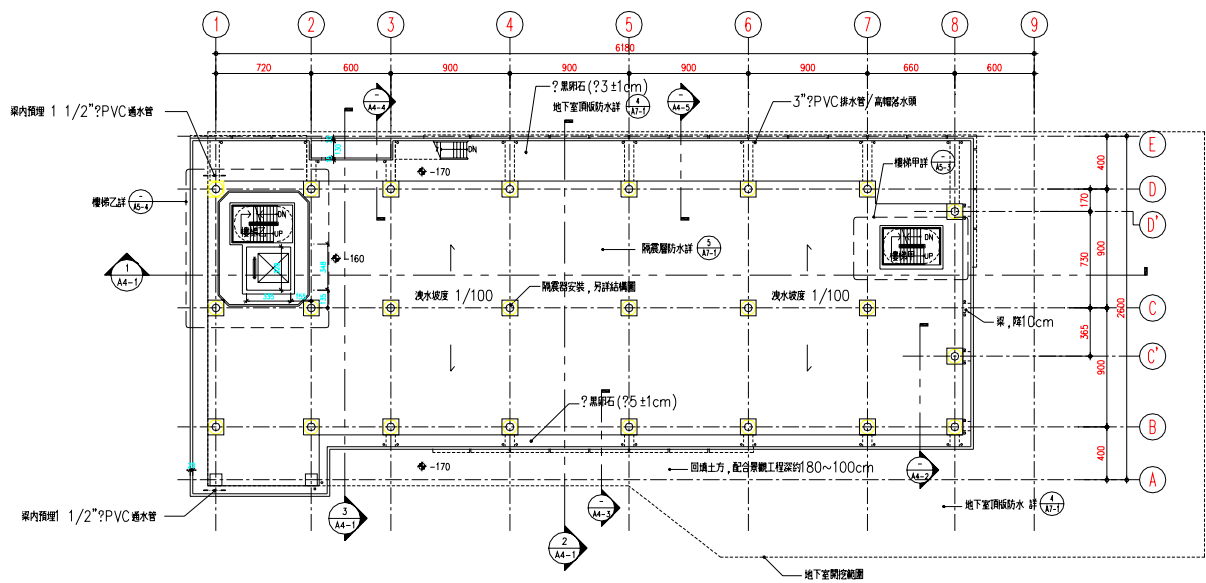
① 筏基平面圖

### 筏基平面圖



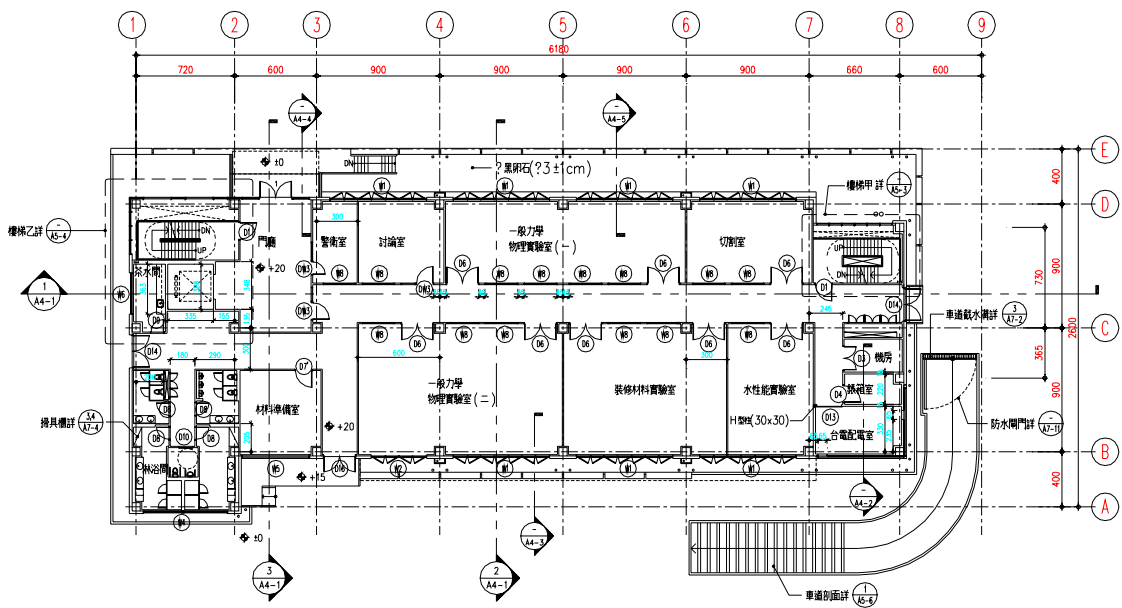
② 地下一層平面圖

### 地下一層平面圖



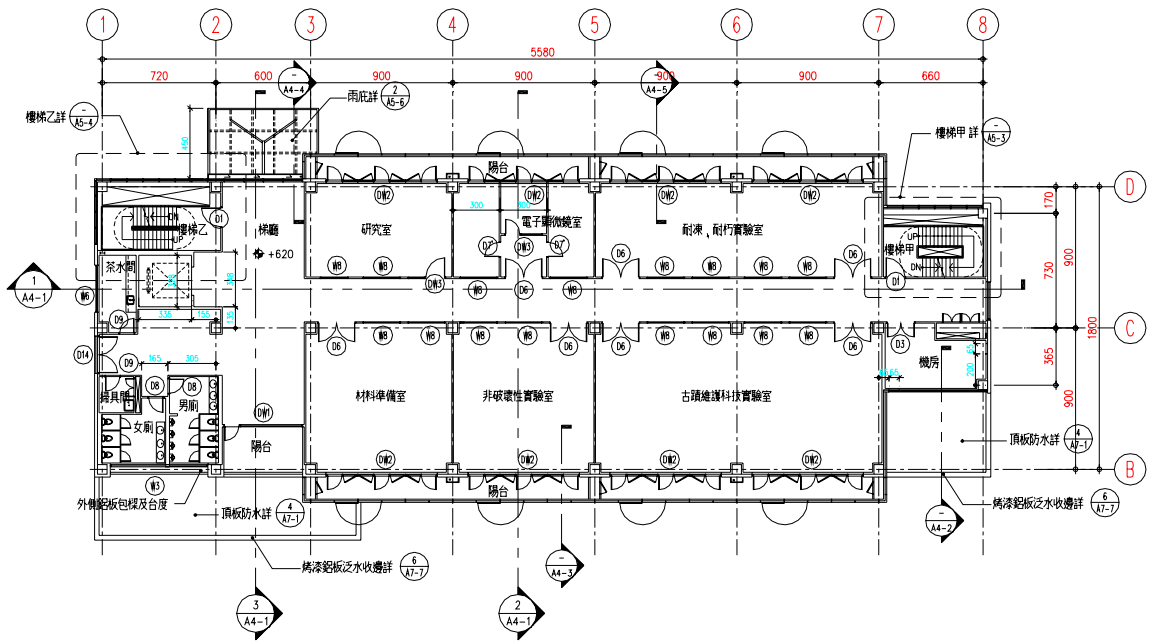
1 隔震層平面圖

隔震層平面圖



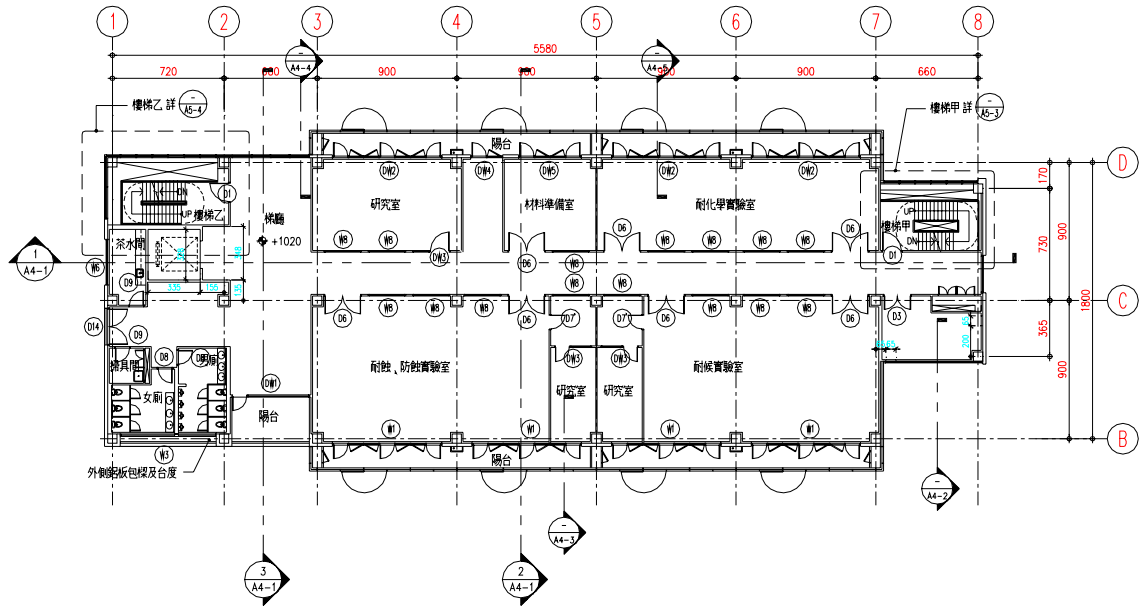
2 一層平面圖

一層平面圖



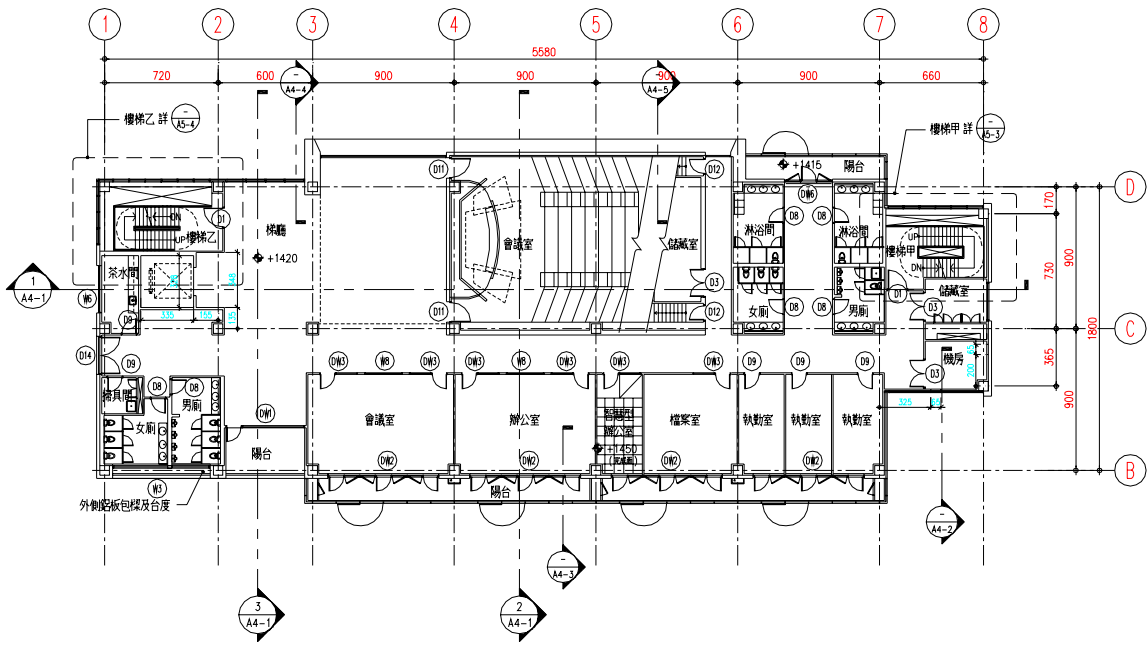
1 二層平面圖

## 二層平面圖



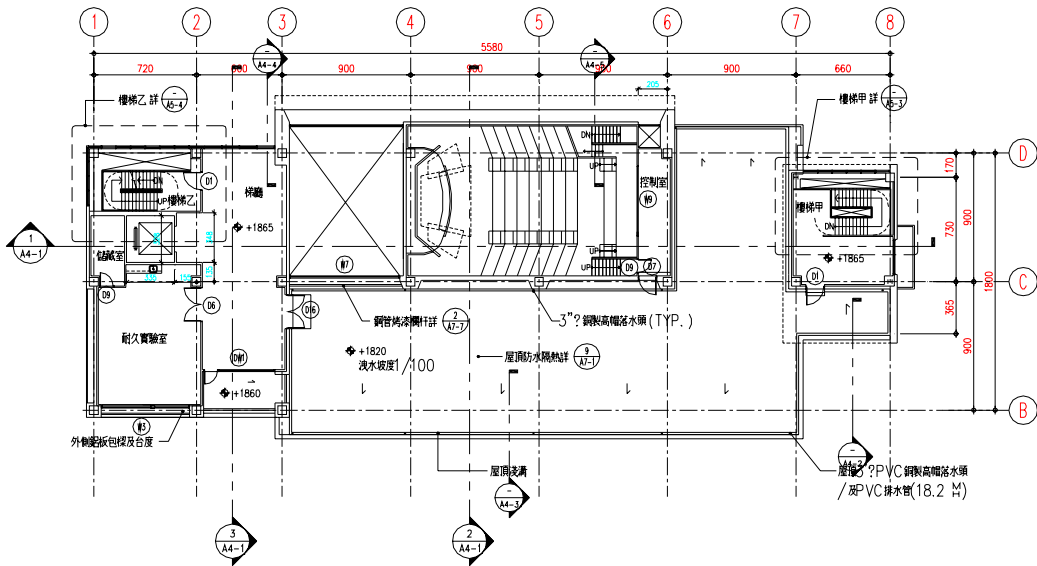
2 三層平面圖

## 三層平面圖



3 四層平面圖

### 四層平面圖

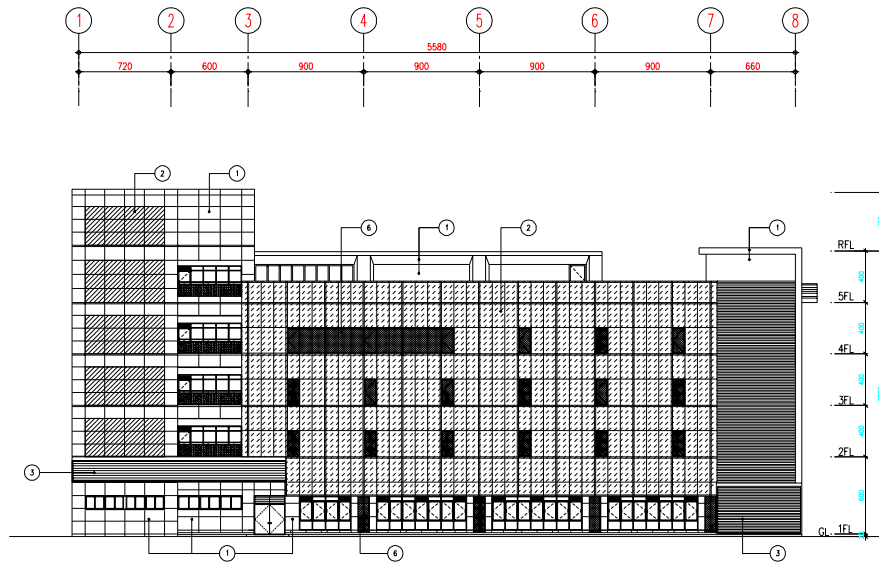


4 五層平面圖

### 五層平面圖

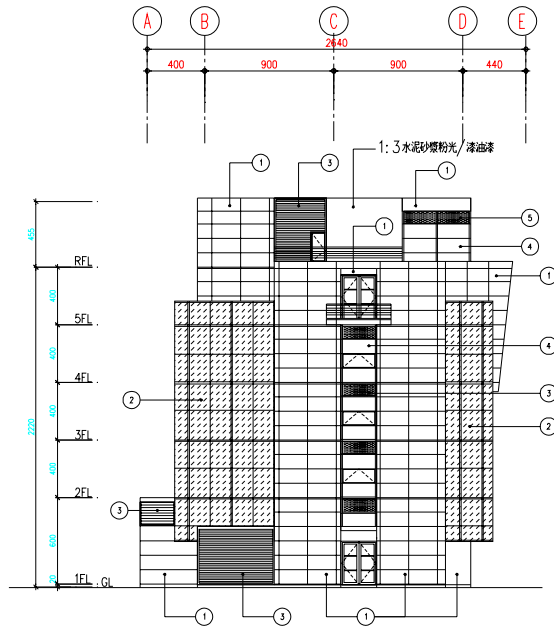






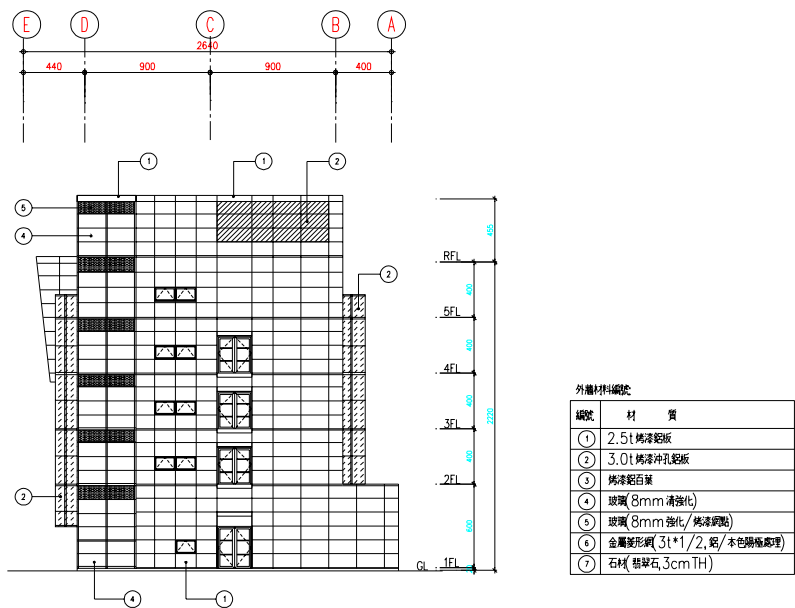
2 南向立面圖

### 南向立面圖



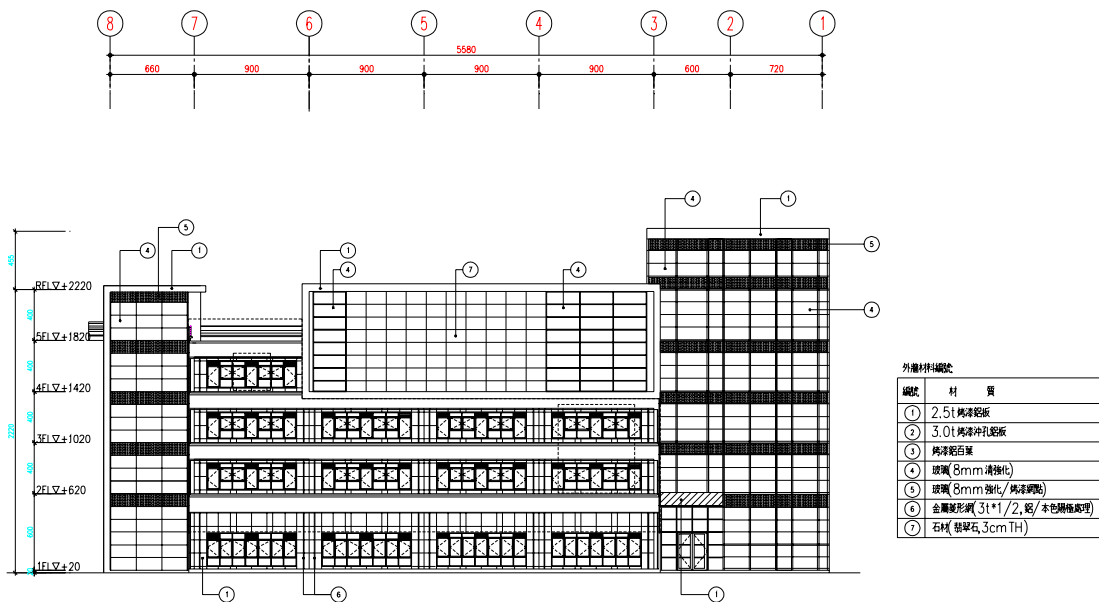
3 東側立面圖

### 東側立面圖



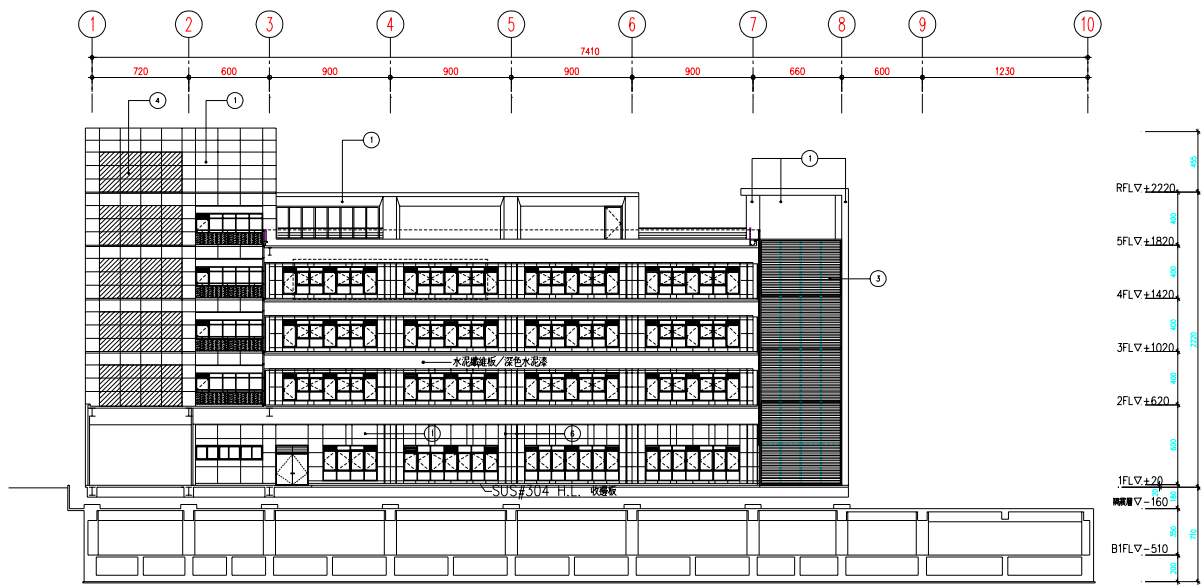
4 西側立面圖

### 西側立面圖



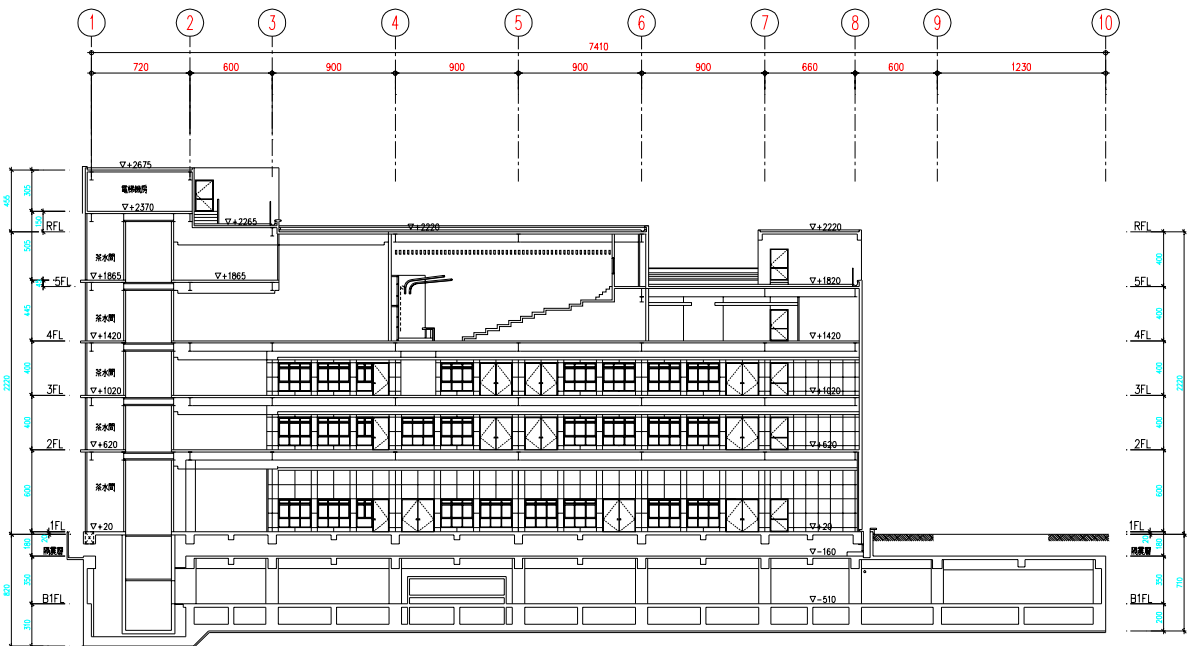
1 北向剖面圖

### 北向剖面圖



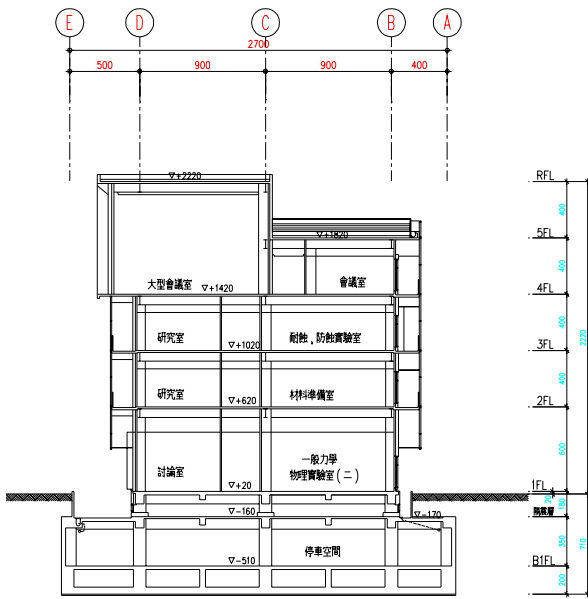
2 南向剖面圖

### 南向剖面圖

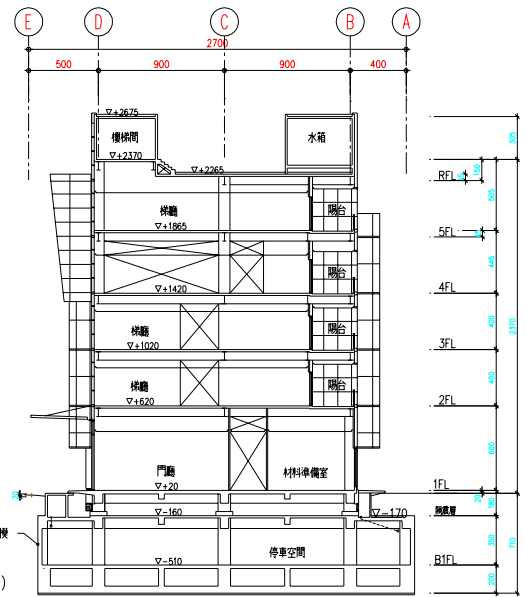


1 縱向剖面圖

### 縱向剖面圖

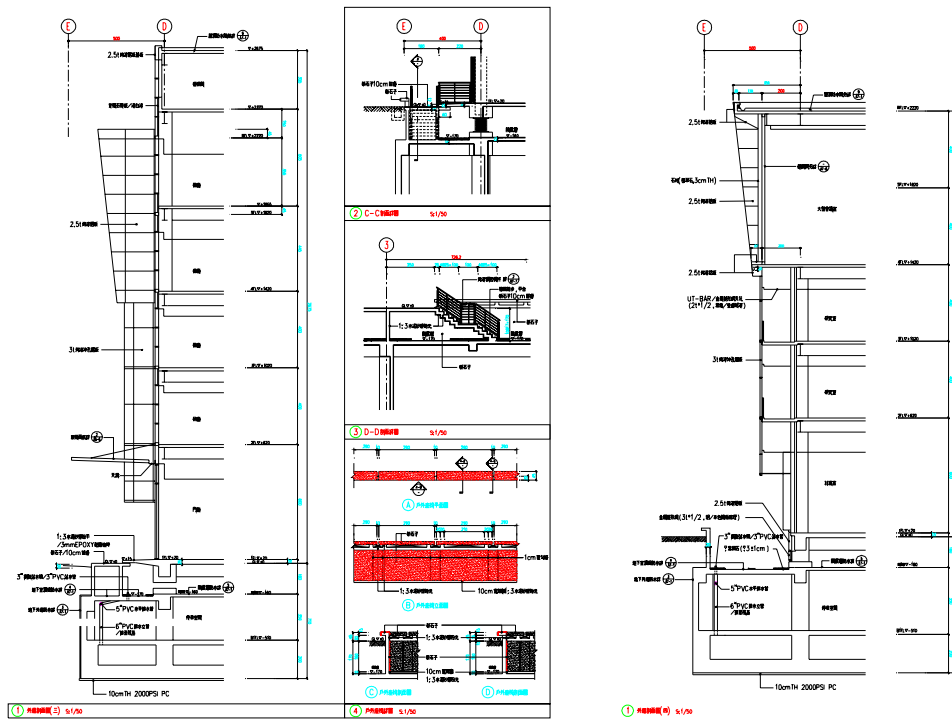


② 橫向剖面圖

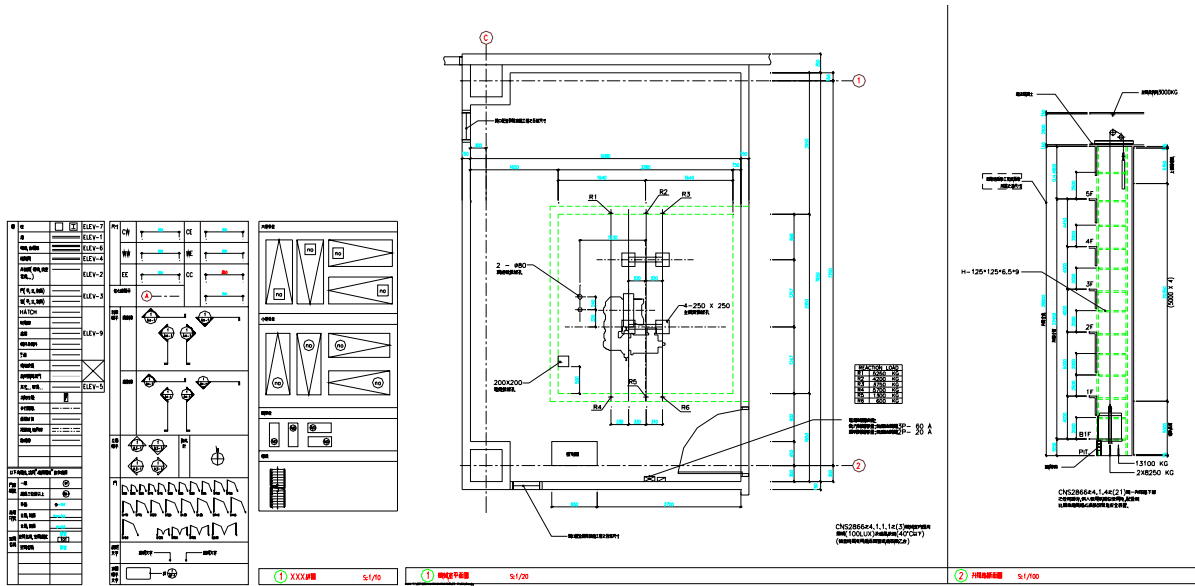


③ 橫向剖面圖

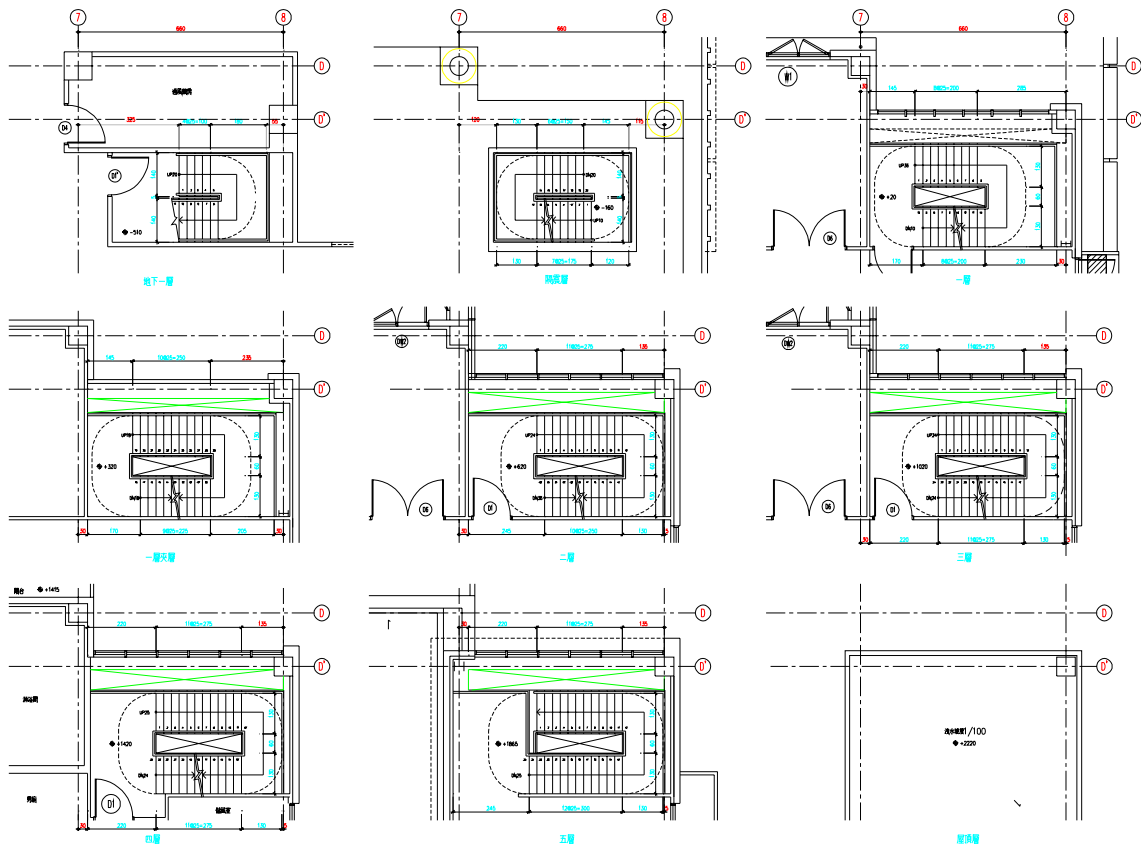
### 橫向剖面圖



### 外牆剖面圖

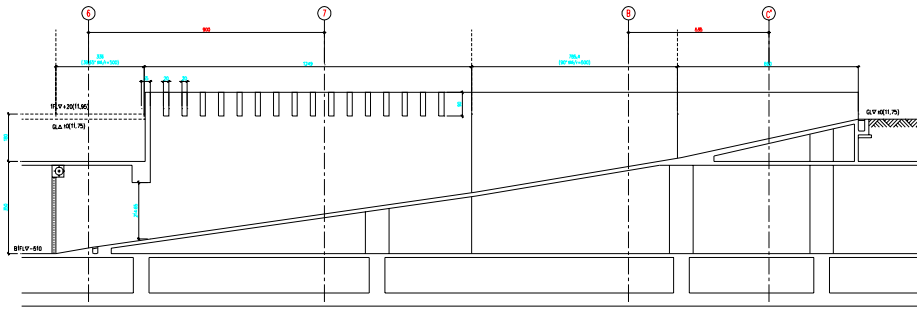


電梯詳圖

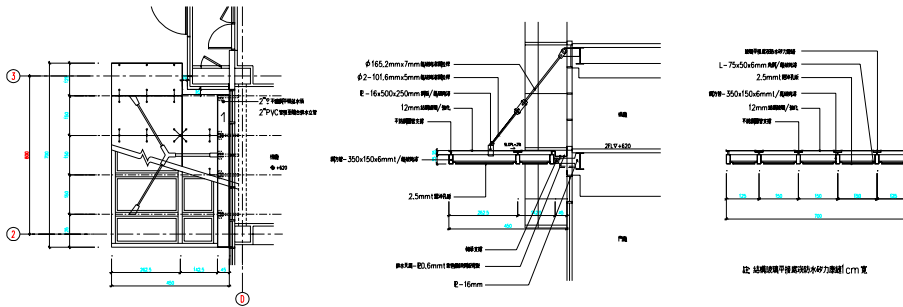


甲樓梯平面詳圖



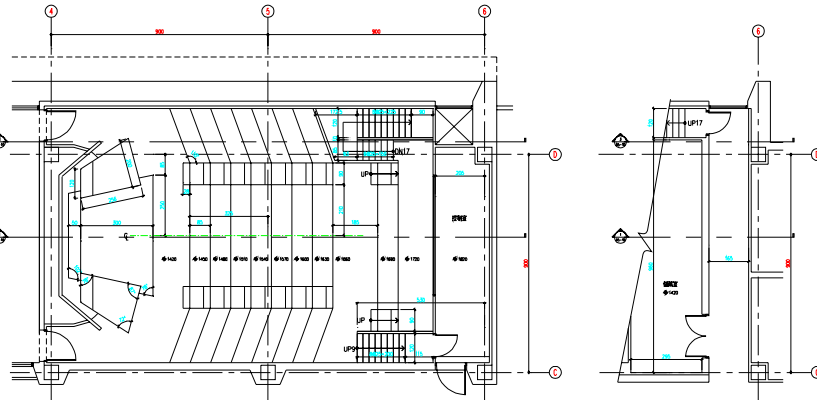


① 車道剖面(車房側) 1/100

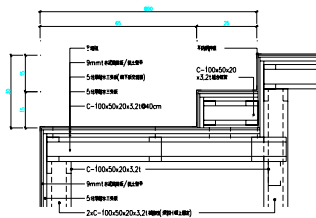


② 車道剖面 1/100

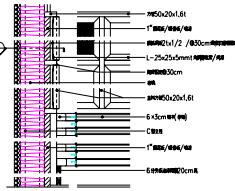
### 車道剖面及兩庇詳圖



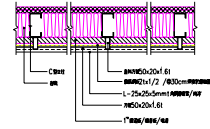
① 大型雙車道剖面詳圖 1/100



② 大型雙車道 1/100



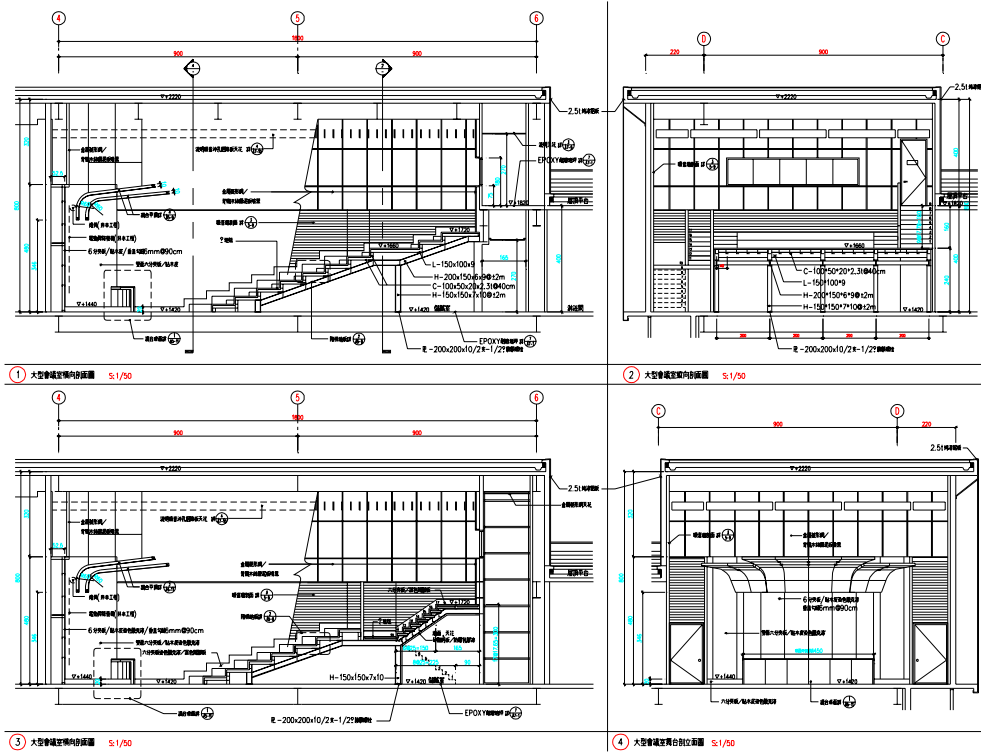
③ 雙車道剖面詳圖 1/100



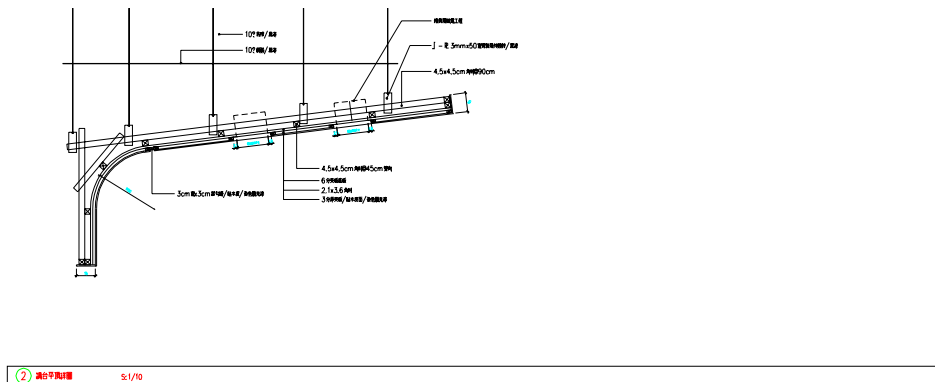
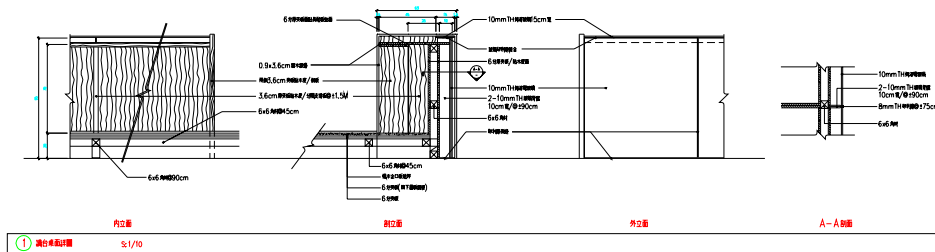
④ 雙車道剖面詳圖 1/100

### 會議廳剖面詳圖

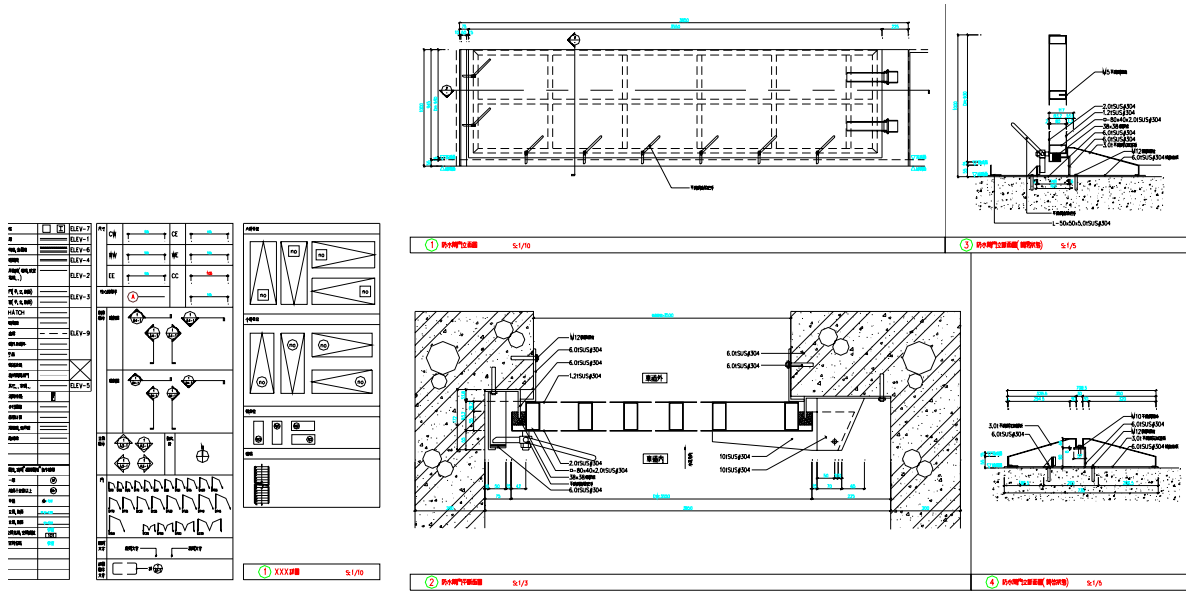




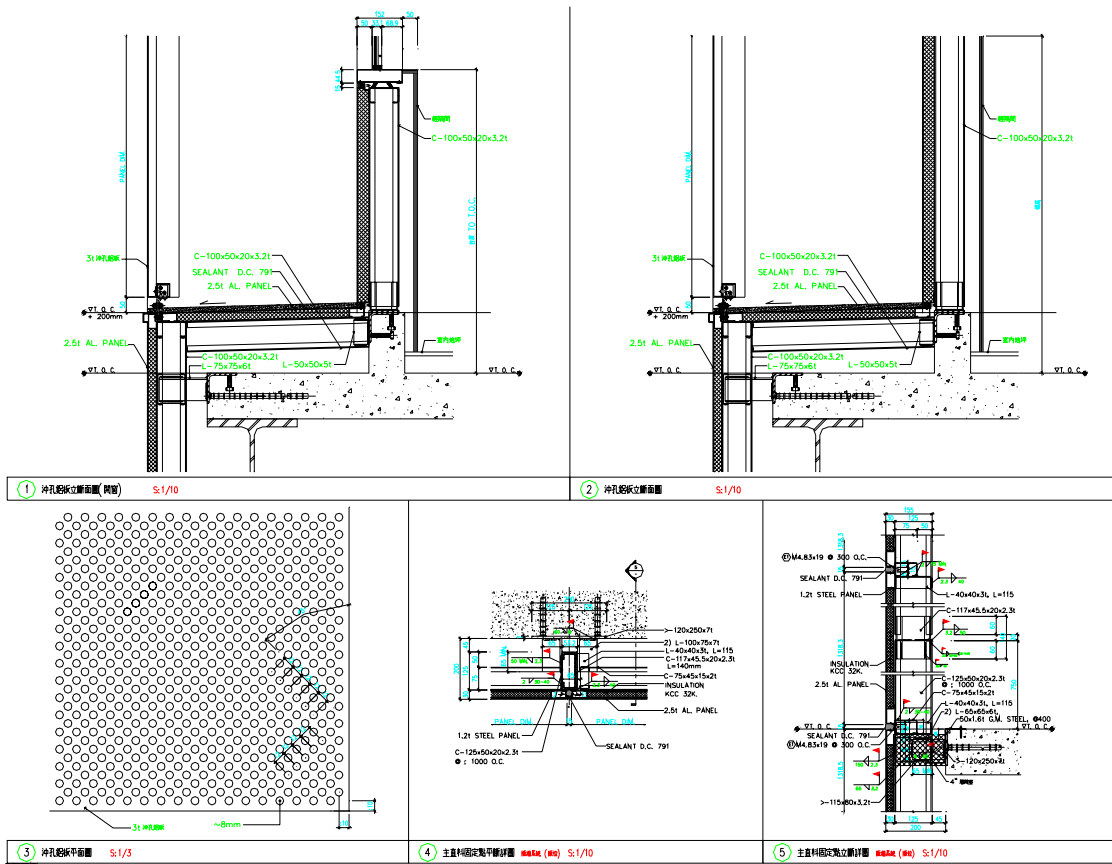
會議廳剖面詳圖



會議廳剖面詳圖



車道入口防水閘門詳圖



鋁板帷幕詳圖

## 附錄二 大型油壓萬能試驗機招標規格

## 壹、名稱：

### 大型油壓萬能試驗機 (Large Hydraulic Loading Frame)

## 貳、前言：

本系統為內政部建築研究所籌設規劃的建築材料實驗群中建築組件實驗室之主要研究試驗設施之一，其壓力荷重不得小於 30MN，拉力荷重不得小於 15MN，施力橫軛可依實驗需求調整高度，最高試驗淨空間不得小於 15 米，目的在於提供國內研究單位與業界得以進行大型結構組件之試驗或檢測所用。

## 參、相關說明

### 一、工程範圍：

#### 1. 細部設計暨施工圖：

依據本文件所提供之大型油壓萬能試驗機設計資料，進行本體組件之細部設計暨施工圖繪製，並提供施工方式之書面資料，以及品質檢驗方式之書面資料。

#### 2. 製作：

得標廠商必須為大型油壓萬能試驗機主要本體之製作廠商，所製作組件必須滿足設計要求，並提出相關品質檢驗數據資料。

#### 3. 組裝：

得標廠商負責大型油壓萬能試驗機整體組裝，大型油壓萬能試驗機整體組裝包含主構架本體與建築物連結、施力橫軛本體之組裝、施力橫軛與主構架連結、油線管路之連結，以及必要之相關介面整合工作，均為本購案之範疇。組裝前應向業主提供組裝施工計畫，並詳實提報上述介面，經認可後，始得施工。

#### 4. 試車：

試車期間得標廠商必須提供技術人力至少一人及適當之機具設備，參與由業主主持之大型油壓萬能試驗機試車，負責改善該設施組裝相關之問題，至試車完工。所需費用涵蓋於本採購案內，廠商需預估所需之經費。

#### 5. 驗收：

本設施完成後需進行該設備之測試並製作階段性及驗收用測試報告。

#### 6. 儀器設備名牌：

本設備及系統在其明顯處有金屬製中/英名牌，形式及內容需經業主認可，其上應註明基本性能資料、文件編號及注意事項，另需貼附中文標準作業程序、中英文使用說明書、中文使用手冊及注意事項等。

### 二、相關能力與經歷要求

投標廠商必須提出該公司之組織、相關人員資歷、設備、財力等文件，佐證其能力足以勝任本工程，且應提出以往承包及維修相關大型機械設備之證明（例如：完工證明或承包金額..等）。

### 三、技術要求

1. 細部設計暨施工圖：依據實驗儀器之規格要求，從事各項組件之詳細施工圖繪製(包含使用材料品名、加工方法及施工方式)，並經業主審查認可同意後始告完成。
2. 製作：得標廠商需使用適當的機具加工，以保證加工品質與精度，製作加工前，應提供製作流程圖，列出所使用的機具設備(包含其規格及精度範圍)及檢驗方法，俟業主認可同意後始得進行實際製作。
3. 施工：施工期間均需遵照勞工安全衛生法令及環保法令之需求，以保障勞工安全、營建工地安全及廢棄物等之合法清運。

### 四、時程要求：

本工程分六個階段進行，其時程如下(依得標日算起)：

| 項次 | 內容         | 完成日期   |
|----|------------|--------|
| 1  | 細部設計圖      | 第三個月   |
| 2  | 詳細施工圖      | 第八個月   |
| 3  | 製作與零組件運至現場 | 第十五個月  |
| 4  | 組裝         | 第十九個月  |
| 5  | 試車         | 第二十一個月 |
| 6  | 驗收         | 第二十四個月 |

## 肆、實驗儀器設備規格

### 1. 大型油壓萬能試驗機 (Large Hydraulic Loading Frame)

大型油壓萬能試驗機—此試驗機須經過嚴謹之結構及機械計算設計，並提出相關之設計能力證明，所提設計規格、性能經審查核可，始得參加開標，本試驗機須符合以下條件：

Large Hydraulic loading frame –The load frame shall be a proven design and a list of references of similar load frames currently in service by committees for bidding. The load frame shall include the following:

- 1.1 油壓致動器軸端行程中點即行程 500mm 處至底板之間距(允許試驗試件之最大高度)不得小於 15m，且可利用橫軛之移動配合試驗試件高度做調整，橫軛之可移動範圍須滿足當油壓致動器軸端行程中點即行程 500mm 處距底板高度 3m 以下至 15m 以上。

The vertical test space between the actuator rod of the stroke at 500 mm and the base plate shall not be less than 15m. In order to setup experimental specimens, the crosshead shall be adjustable freely from the actuator rod of the stroke at 500 mm to the base plate at most 3m to not less than 15m measured from the base plate.

- 1.2 主構架之導桿須鍍金屬膜，並於細部設計圖階段時提出其處理程序供審查。其水平淨間距不得小於 3m x 1.2m。

The columns will be coated by metal film for protection, and more detailed procedure of that shall be provided for proven when discussion for system design meeting. Horizontal clearance between columns shall be at least 3m by 1.2m.

- 1.3 主構架的四根導桿斷面直徑不得小於 400mm，並含測試中適當之保護裝置以防止試體碰撞。

The columns diameter shall be at least 400mm and that shall be included a column-protection device in case of the impact when testing.

- 1.4 主構架的軸向應變於最大施力時不得大於 1/2000。

The axial strain shall be not bigger than 1/2000 when using max. loading .

- 1.5 構架底部須有一底板，在滿載荷重的拉力及壓力下底板撓曲變形不得大於 1/2000，尺寸至少為 2.8m x 2.8m，其上並配有間隔 400mm 的孔洞，孔徑直徑  $\Phi 75$  (75mm)，孔洞之目的在於使螺桿穿過以固定實驗試件，孔徑、孔距及孔洞之安排位置須能滿足拉力滿載時之應力分佈。在底板以下(即基礎部分)須有一淨高不得少於 2m 但不得大於 3m 的工作空間供人員工作，例如固定試驗試件。

Base structure shall include a base plate whose deflection must less than 1/2000 under the

full capacity of tension and compression. The dimension of the base plate is at least  $2.8m \times 2.8m$  with mounting holes at  $400mm$  apart. The diameter of holes is  $75mm$ . The holes shall be designed to be capable of sustaining the full capacity of tension and compression. The base structure shall allow access space of at least  $2m$  but no more than  $3m$  clear high below the base plate for fixture or specimen mounting.

- 1.6 橫軛須由油壓系統或機械輔助構件負責控制升降及定位，且一旦固定之後不得產生滑動。此外，須在試驗機近距離範圍內配置一控制面板以便於操作。  
Crosshead shall be equipped with hydraulic or mechanical lifts and locks. The control panel of hydraulic lifts and locks shall be close to the load frame.
- 1.7 若橫軛須由油壓系統負責控制升降及定位，則負責橫軛的油壓軟管須做適當設計固定並與地面隔離，且確保在橫軛移動時不致於發生問題。  
A hydraulic hose stand shall be provided to keep the hoses off of the floor and to allow full travel of the load frame crosshead.
- 1.8 裝設於橫軛的油壓致動器須滿足以下條件：  
The crosshead mounted actuator shall be provided with the following features:
  - 1.8.1 施加壓力荷重不得小於  $30MN$ 。  
The compression capacity shall be at least  $30MN$  load.
  - 1.8.2 施加拉力荷重不得小於  $15MN$ 。  
The tension capacity shall be at least  $15MN$  load.
  - 1.8.3 拉力及壓力經零點反覆加載中不可有產生間隙及鬆動現象。  
Through zero, tension and compression cyclic capacity shall be without backlash.
  - 1.8.4 施加位移行程至少為  $1000mm$ 。  
The stroke is at least  $1000\text{ mm}$ .
  - 1.8.5 油壓致動器須具精確的位移及力量傳感器以供實驗之控制與監視。  
Accurate integral displacement and load transducer shall be provided for monitoring and control in the actuator.
  - 1.8.6 須具備校正位移及力量傳感器之技術經驗及設備，並提出符合來源國之國家級最高標準或 SI 制的校正報告。  
The bidder shall have the experience and equipment for calibrating of load and displacement transducers, and the calibration report must be able to trace to the highest unit or SI unit of the supplier's country.
  - 1.8.7 油壓致動器軸承須具備耐久性，滿足非金屬及非靜油壓軸承之設計。  
The actuator bearing shall be of a durable non-metallic, non-hydrostatic design.
- 1.9 在油壓伺服閥上，須提供具備三階且流量為  $200GPM$  的特性外，為考慮日後動態升級之可能性，例如升級為兩個三階流量為  $300GPM$ ，則總流量可高達  $600GPM$  以滿足更佳的動態性能表現。針對所有不同規格的油壓伺服閥需提供其對應之性能曲線圖。另外，也應建議油壓動力系統之流量規格以達到系統性能之最佳

化。

There is a 3 stage servovalve with at least 200 *gallon per minute* flow rate. It can be easily upgraded and replaced in the future. For example, the original servovalve can be replaced by two 3 stage servovalves, 300 *gallon per minute* each and a total of 600 *gallon per minute* for better dynamic performance. Performance curves of different servovalves sizing shall be provided and flow rate of hydraulic power units shall be recommended for optimum system performance.

- 1.10 至少須提供一台油壓分歧座供大型萬能試驗機獨立使用負責控制油壓之開關及高低壓力的調整，並基於安全考量，確保實驗進行中能隨時掌控油壓供應源的狀況(開關油及高低壓力之調整)。

One closely coupled hydraulic service manifold (HSM) shall be provided to allow independent control of on-off and high-low station pressure control. In addition, the hydraulic power unit (HPU) on-off/high-low shall be controllable during the test for safety concerns.

- 1.11 須提供蓄壓器直接安裝於油壓分歧座負責控制油壓及回油。

The bidders shall provide a closely coupled accumulator on pressure and return lines.

- 1.12 須提供連接油壓致動器軸端與試驗試件之接合板。

An adaptor plate connected to the actuator rod shall be provided for mounting of compression platens or specimens.

- 1.13 主構架的四根導桿於實驗中須有適當之保護裝置以避免損壞

There shall be a protection-device preventing four columns from damage during a test.

- 1.14 大型萬能試驗須設計一便於工作人員安裝試件及觀察試驗之平台安裝於主架構兩面，平台容許載重為  $500\text{kg/m}^2$ ，可自由升降。

Man-lift facilities, which are assembled on both sides of the load frame, shall be made to allow technical staffs approaching a specimen at different height for specimen installation and experiment inspection. The allowable load of the man-lift facility is at least  $500\text{kg/m}^2$ .

- 1.15 一組(兩個)抗壓接合板，上抗壓接合板接合於油壓致動器軸端，下抗壓接合板接合於底板上，其中在上抗壓接合板包含有一球座軸承，採特殊包覆以減低摩擦力。

A set of compression platens shall be provided for specimens up to 1,200mm long. The upper compression platen shall include a spherical bearing with special coating to minimize friction.

## 2 大型材料力學試驗機的伺服控制器及配備(Servo Controller for Large Load Frame)

本控制器須具備同時進行多組試驗及同時控制多組油壓致動器的能力，本力學試驗機主要用於結構試驗及土木工程材料試驗，控制器須能控制油壓分歧座及油壓供應源，在不影響其他試驗的情況下，控制器可獨立且安全地開啟或關閉



欲進行試驗之油壓。一般控制器須包含以下需求：

The controller shall be capable of multi-station (tests) and multi-channel (actuators) control. The load frame will be used for both structural testing and civil engineering material testing. The controller must be able to control the station HSM as well as the HPU. The controller provided shall be able to turn on and off the system hydraulics without interfering with other tests in the lab. General controller capabilities include:

## 2.1 一般需求 (General Requirements)

2.1.1 此伺服油壓系統控制器須能提供 3000 噸系統作動。

This controller shall be provided for 3000 *ton* system operation.

2.1.2 以電腦內之軟體介面驅動此伺服油壓系統控制。

The servohydraulic test system shall be controlled by a personal computer workstation which is integrated into the control system and provides the main operator software interface.

2.1.3 數位式控制器須能提供伺服油壓閉迴路控制，其中包括了伺服迴路、資料擷取及波形產生器。

Servohydraulic closed loop control shall be provided by the use of a digital controller that provides complete control of the servo-loop, data acquisition, and function generation.

2.1.4 控制模組須可擴充至 8 個獨立操作模組以及 8 支油壓致動器所組成之實驗。

The station and channel capability shall allow upgrading to not less than 8 for actuators operation.

2.1.5 控制器與電腦之間需以 100Mbit/Sec 之乙太網路連線，傳輸速率至少為 10Mbit/Sec。

The controller and operation PC shall be connected by Ethernet with 100Mbit/Sec capability and rate shall not less than 10Mbit/Sec.

2.1.6 系統可外加選用軟體以提供自動材料測試之能力。

The system shall have the capability for fully automated material testing with the addition of software application programs.

2.1.7 所有硬體上的調整及設定須可由軟體經控制器執行。

All hardware adjustments and settings shall be controlled through software.

2.1.8 所有相關應用軟體均可於 Windows 2000 或 XP 作業環境下操作。

All applications software shall run under the Windows 2000 or XP operating system.

## 2.2 閉迴路控制器 (Closed Loop Controller)

2.2.1 數位控制器須能夠提供系統之閉迴路控制。

A digital controller shall be provided for closed loop control of the system.

- 2.2.2 此控制器須可執行所連接訊號間之動態操作轉換，控制模式包含負載之力量控制、應變控制及位移控制，或者是任何可提供 $\pm 10\text{ Volt}$ 電壓輸出之傳感器控制。

The controller shall have the capability to perform automated dynamic control modes switching between any connected transducer. Any transducer, whether conditioned by the controller or not, can be selected for control. Control modes will include load control through a load cell, strain control through an extensometer, displacement control through an LVDT, or control through any other installed transducer that provides a high level  $\pm 10\text{ V}$  voltage input.

- 2.2.3 此控制器須能針對感測器而作動，使用者可於軟體內先設定動作，並可儲存及重覆呼叫使用。

The controller shall have the capability to assign actions for detectors. The actions can be saved and recalled.

- 2.2.4 需可選用 5 個高階類比訊號頻道埠，並且可以與外接之調節換能器相連，最多可達 15 個輸入及 5 個輸出。同時這些訊號為 16 位元之解析度，取樣頻率最少可達  $2\text{ kHz}$  (simultaneous sample and hold)。

15 channels of analog input shall be included to provide data acquisition of up to 5 externally conditioned  $\pm 10\text{ V}$  signals. 5 channels of analog output shall be included. The resolution of these signals is 16bits and the sampling rate is at least  $2\text{ kHz}$ .

- 2.2.5 必須提供至少三個緊急停止裝置，其中兩個位於現場實驗室另一個位於控制室內。

There are three set of emergency stops shall be provided, 2 set of that shall be located in the lab and the other one is located in the controller room.

- 2.2.6 測試時閉迴路命令更新速率最小為  $2\text{ kHz}$ 。

The control loop update rate shall be at a minimum of  $2\text{ kHz}$  to allow for testing at high frequencies.

## 2.3 數位訊號單元 (Transducer Signal Conditioner/Digital Universal Conditioner)

- 2.3.1 力量、位移及伸長計所使用之汎用型數位傳感器須個別提供，並可於測試中並允許任一汎用型數位傳感器轉換為主要控制頻道。

Each DUC channel of load, displacement gage and extensometer shall be provided and available for test control if desired with mode switching between any channel available during a test.

- 2.3.2 每個校正範圍須提供校正報告並可追溯至生產國最高檢驗單位或 SI 單位。Each of the calibrated ranges for every transducer shall be traceable to the highest calibration center or SI unit of the supplier's country.

- 2.3.3 可由電腦作傳感器歸零動作。

It shall be able to zero the signal conditioner by computer.

2.3.4 所有之傳感器須有識別編號。

All transducers shall be provided their own ID number.

2.4 油閥驅動器 (Valve Drivers)

2.4.1 單一軸向控制之油閥驅動必須提供。

For each axis of control, a valve driver shall be provided.

2.4.2 油閥驅動器須可支援一個或兩個伺服閥，並可適用於兩或三階油閥。

A valve driver shall support single or dual servovalves of two or three stage.

2.5 波形產生裝置 (Function Generator)

2.5.1 波形的產生應完全整合至系統的控制軟體內，可經電腦控制電子裝置開始或中斷實驗的進行。

Function generation shall be fully integrated into the system control software and electronics with the capability to stop and start tests in an automated mode through a computer.

2.5.2 可由應用軟體定義產生及控制波形之形狀。

The system shall be capable of generating and controlling wave shapes defined by specific application programs.

2.5.3 可使用波形頻率範圍為 0.01 到 1000Hz 之間。

The waveform frequency range shall be from 0.01 to 1000Hz.

2.5.4 波形產生器須內建往復計算器，並可預先設定實驗往復次數以使用於測試的終止上。

The function generator shall have built in cycle counter and a preset cycle count used to terminate the test.

2.5.5 波形產生裝置須包含平均值、振幅及頻率調整。

The function generator will include mean, amplitude, and frequency adjustment. Mean and amplitude controls for ensuring that the system operates to the desired mean and amplitude shall be included.

2.6 資料擷取 (Data Acquisition)

2.6.1 每一個汎用型數位傳感器包含個別的資料擷取，這些資料應能同步擷取。Each universal conditioner shall provide a single channel of data acquisition. These conditioners shall employ simultaneous sample and hold.

2.6.2 資料擷取迴路應包含了時間、峰值、極大極小值以及水平等級 (level crossing) 之資料記錄。

The data acquisition routines shall include timed data collection, peak/valley data

collection, maximum / minimum value collection, and level crossing data collection.

## 2.7 系統軟硬體 (System Hardware and Software)

2.7.1 系統軟體應提供使用者入門等級以避免因不當操作而改變調校檔案之功能。

The system software shall provide user access levels to prevent inadvertent changes to tuning and calibration files.

2.7.2 此系統應具備以任何所連接之傳感器的訊號為主要控制頻道，設定固定振幅或斜率波的簡易測試能力。這些簡易測試方法可從所預設之傳感器之訊號中擷取或儲存資料處理。

The system shall provide the capability to set up simple tests in any control mode with constant amplitude cyclic or ramp waveforms. These simple tests shall also be able to acquire and store data from any defined transducer signal.

2.7.3 可由電腦視窗中設定系統之參數及顯示機組狀態資訊顯示。

The testing parameters and status can be set up and displayed on PC windows.

- 輸入訊號顯示：可顯示現有正確值並可自動歸零。

Input Signal : The existing values can be displayed and zeroed at user's own choice.

- 感應動作顯示：可自行設定上、下極限。

Detector Actions : The upper and lower limits of signals can be defined at user's own choice.

- 至少 8 個可以以垂直或水平顯示視窗對任何輸入訊號如，時間軸、波峰/波谷值或最大/最小值等等。

It shall be provided at least 8 window displays with vertical or horizontal display for any input signals, for example Timed Data, Peak/Valley Data and Maximum/Minimum, and etc.

- 數位示波器顯示:至少兩個軸向顯示，掃瞄及時間蹤跡功能可由使用者自行調整。

Digital Scope : At least two axial displays shall be provided, and the scanning and the trace time function are adjustable by users.

- 可由使用者自行調整顯示視窗之數量與大小。

Adjustable display meter sizing and the number of displays is user selectable.

2.7.4 可由使用者建立及儲存須超過 100 個不同之測試方法。

The system software will allow more than 100 different controller configurations and user accounts to be established and stored.

2.7.5 於測試執行中須可提供電腦應用軟體於螢幕視窗提供即時之數位化示波器顯示。

On Screen oscilloscope has automated scaling and frequency domains, multiple scopes

can be used simultaneously to display different data.

- 2.7.6 提供可計算之輸入頻道(最多 8 個)，並可運算簡單的數學函式，例如+，-，\*，/，cos，exp，ln，log，power，sin，tan，time 以及 loops。

Calculated Input Control (up to 8 channels using the following math functions; +, -, \*, /, cos, exp, ln, log, power, sin, tan, time and loops).

- 2.7.7 個人電腦控制系統基本配備如下：

主處理器至少為 PentiumIV 2G 或以上等級

記憶體至少 512 MB

硬碟容量至少 40 GB

監視器螢幕至少 20 inch

包含其他硬體配件

作業系統為 Windows 2000 或 XP

資料處理軟體為 Microsoft Excel 2000 或 XP

Pentium IV, 2GHz based PC, 512MB memory, 40GB HD and 20 inch monitor shall be included at least. The version of the operating system is Windows 2000 or XP. The version of the data processing software is Microsoft Excel 2000 or XP.

## 2.8 遠端控制面板 (Remote Station Control Panel, RSC)

- 2.8.1 控制面板須與主機分離以利試件安裝及安全。

A control panel, separate from the main control chassis, shall be optionally provided at the load frame for safety and ease of specimen loading.

- 2.8.2 遠端控制面板需可控制油壓之低，高流量及關閉，此功能與油壓分歧座及油壓供應源不同控制。

The control panel shall provide for control of low, high or off hydraulic pressure. There shall be separate controls for hydraulic service manifolds and hydraulic power units.

- 2.8.3 試件安裝或移去時，此遠端控制面板需可控制油壓致動器軸端之定位。

The control panel shall provide for control of actuator positioning during specimen loading and removal.

- 2.8.4 使用者可以由遠端控制面板執行開始、停止、暫停及重新開始之功能。

The operator shall be able to start, stop, hold, and resume a test from the load frame control panel.

- 2.8.5 包含緊急停止按鍵。

An emergency stop button will be located on the load frame control panel.

- 2.8.6 遠端控制面板位置可以自由擺設以利試件安裝。

The remote station control panel (RSC) may be placed on a fully articulating mounting platform for convenient positioning of the unit during specimen loading.

- 2.8.7 遠端控制面板上應可顯示使用者命令、儀器狀況及測試資訊，顯示與否可

由使用者自行定義。

A display will be on the control panel for application specific display of operator prompts, machine status, and test information. The display information will be selectable by the operator

- 2.8.8 可由此遠端控制面板修改顯示參數並與電腦之控制同步。

The display shall have the capability to be accessed and programmed by user specific application software through a personal computer.

- 2.8.9 在遠端控制面板上可以依所選定之系統單元作傳感器即時回饋之顯示。所有安裝之傳感器可以利用面板上之功能鍵自動歸零。

Real-time transducer feedback in engineering units of choice shall be displayed on the remote station control panel. The operator shall be able to auto-zero any installed transducer by using a function key located on the load frame control channel to select and zero the transducer signal of choice.

- 2.8.10 可顯示使用時之控制模式及允許使用者選擇下一階段控制模式並具自動轉換模式之功能。

The remote station control panel will display the current mode of control and allow the operator to select the next mode of control and automatically switch to the next mode of control by activating the actuator positioning controls on the load frame control panel.

## 2.9 應用軟體 (Application Software)

- 2.9.1 多功能用途試驗應用軟體 - 控制系統除硬體外，尚須包含多功能用途之試驗應用軟體，其功能包含產生波形命令、存取試驗資料、編輯波形命令以及執行試驗流程。試驗軟體在硬體及試驗室空間許可下，可同時進行操控多組不同之試驗且相互獨立。使用者可依試驗需求進行編輯產生之波形命令、資料蒐集、試驗流程步驟、試驗流程之重覆、上下界限之設定偵測以及試驗情況之控制。

Multiple Purpose Test Application Software - The controller shall include a test application software package for generating, saving, editing, and performing test procedures. One test application shall operate for each active control station allowing fully independent test procedures to be run on each active test station. The test application shall provide the user access to function generation, data acquisition, test sequencing, repetition of test sequences, limit detection, and control of test station status.

- 2.9.2 應用的軟體包含:

靜態拉壓專用測試軟體

組合波形負載疲勞測試

定振幅疲勞測試

不規則波形疲勞測試

以上組合

The application software shall allow the following kinds of tests to be defined and executed.

- Monotonic Tests including tensile, compression, and flexure
- Block loading fatigue
- Constant amplitude fatigue
- Random fatigue using an input file to define end levels and rates
- Any of the above in combination.

- 2.9.3 在任何簡單或複雜的測試中，應用軟體可擷取及儲存從任何單純及複雜測試的資料至磁碟機，並允許以時間、峰值、最大最小值及水平等級等方式同步抓取。所有內部或外部被轉換調整後之頻道均可用於主動或從動控制。同一組試驗可允許多種不同依據標準之資料蒐集。

The application software will allow data to be collected and stored to disk during any simple or complex test. Available data acquisition routines will include timed data collection, peak/valley data collection, and level crossing data collection. The software will allow selection of the master channel to be used for peak/valley and level crossing data acquisition and the additional slave channels to be collected simultaneously. Any or all-internal or externally conditioned channels can be used as the master or as the slave channel. More than one data acquisition routine can be running simultaneously on a single station.

- 2.9.4 此應用軟體允許數位訊號輸入至試驗控制系統以及可由試驗指定之數位輸出訊號頻道輸出。

The application software shall allow detection of digital inputs to the test system controller and allow digital output signals to be output from any of the control system digital output channels assigned to the station.

- 2.9.5 當測試方法被定義及命名時其資料蒐集方式所使用之力學單位，可由使用者選擇適當之並儲存以便於日後之使用。

When defining tests and for data collection. A user-defined engineering unit sets can be constructed and stored under a user-defined name.

- 2.9.6 使用者可自行定義試驗資料之儲存格式，包括 ASCII、Excel 及 Lotus 格式。Test data generated from test procedures shall be saved in user selectable formats including ASCII, Excel, and Lotus formats.

- 2.9.7 此應用軟體允許使用者在油壓狀態為“關閉”的情況下仍可執行試驗流程(即產生波形命令，但實際回饋之訊號仍為零)，此功能可讓使用者在實際執行試驗前對所設計之試驗流程做一完整的檢查。

The software application shall allow running of test procedures with the station

hydraulics in the "off" state. This feature allows the test procedure including the function generation activities to be previewed with the test station display tools prior to running the test on a specimen.

### 3. 保證 (Warranty)

- 3.1 得標廠商應提供自交貨驗收完畢後至少一年的保證，在此期間內若機器設備有任何瑕疵損毀(非人為疏忽造成)，由供應廠商負責。

The supplier shall provide a minimum of 1-year warranty for the facilities. The warranty period begins since the date of acceptance.

- 3.2 應包含軟體使用權限四年及在條件許可情形下給予免費之軟體升級。

A four-year software license agreement shall be included in the offer and provide free updates of the software as they become available.

- 3.3 得標廠商有責任監督整個構架組件之運送、配置及安裝，即在交貨驗收前須全權負責。

The supplier shall provide on site supervision of the unloading of the equipment, uncrating and installation of the equipment.

- 3.4 得標廠商在委任期間須確實訓練業主單位之儀器操作人員。

The proposal shall include training in the operation of the equipment at the time of commissioning.

### 4. 測試及驗收 (Check and Acceptance)

得標廠商須配合業主實驗室建置時程，在機組安裝完成後，由業主提供測試驗收所需匹配之油壓供應系統，再由得標廠商執行下列各項功能測試：

The installation of the large hydraulic loading frame shall be operated in coordination with the progress of the construction of the laboratory. After the frame is completely installed, the supplier shall check the items as follows (The proprietor shall provide the matched hydraulic power unit):

- 4.1 軟體功能測試。

All functions of the application software shall be checked.

- 4.1.1 應用程式與測試主機之連結與驅動是否正常。

The interface between the hardware and software shall be checked.

- 4.1.2 應可於電腦直接切換高低壓力及中斷油路控制。

The hydraulic control by the application software shall be checked, including the control of the high, low and off pressure.

- 4.1.3 各種試驗波形的產生與執行，此處非性能測試。

All kinds of wave forms provided by the application software, not the system



performance test, shall be generated and executed.

4.1.4 各輸入及輸出埠檢查。

All I/O ports shall be checked.

4.1.5 各種資料擷取方式的資料點數是否正常。

The accuracy and stability of the data acquisition shall be checked.

4.2 硬體功能測試。

All functions of the hardware shall be checked.

4.2.1 在無負載的狀態下，檢視橫軛之升降及固定功能有無正常，油壓致動器軸端行程中點即行程 500mm 處至底板之間距(允許試驗試件之最大高度)不得小於 15m，且可利用橫軛之移動配合試驗試件高度做調整，橫軛之可移動範圍須滿足當油壓致動器軸端行程中點即行程 500mm 處距底板高度 3m 以下至 15m 以上。

The lift and lock of the crosshead shall be checked without any vertical load. The vertical test space between the actuator rod of stroke at 500 mm and base plate shall not be less than 15m. In order to setup experimental specimens, the crosshead shall be adjustable freely from the actuator rod of stroke at 500 mm to base plate at most 3m to not less than 15m measured from the base plate.

4.2.2 可否正確執行油壓系統之啟、閉以及緊急停止功能。

The hydraulic control by the remote control panel shall be checked, including the control of the high, low, off pressure and emergency stop.

4.2.3 由業主準備一組高強度試件，測試主結構於滿載下之軸向應變不得超過 1/2000。

A high strength specimen shall be prepared by the proprietor and be tested to ensure that the axial strain of the load frame is less than 1/2000.

4.2.4 執行經力量零點之靜態反覆加載試驗或單向靜態試驗以確認無間隙與鬆動現象之產生。

Run static cyclic test or monotonic test across zero load to verify there is no backlash allowed with the load frame (actuator, crosshead etc.).

4.2.5 進行性能測試，例如衝程總位移至少為 5mm 及荷重為 18,000 kN 之波形。

Performance verification, such as at least 5 mm total displacement with 18,000 kN load.

## 5 訓練項目 (Training Items)

5.1 提供至少五個工作天裝驗機後訓練課程。訓練內容應包括：儀器組裝、儀器操作、儀器保養、儀器維修。

The supplier shall provide the training program of not less than five days, the content of which includes the fabrication, operation, maintenance, and repair.

5.2 提供操作安全須知等相關知識。

All principal points regarding the operation safety shall be provided.

5.3 裝驗機台過程或保固期內，得標廠商得依業主實際需要提供原廠實機操作訓練課程，業主參加訓練人數至多四人次，該課程不得少於五個工作天。訓練所需之食宿交通費用，由廠商負擔。

During the installation and guarantee, the supplier shall provide ABRI with the training program of practical operation in MTS. The number of ABRI staffs participating in this training program is at most four people, and not less than 5 days for this training course. The supplier shall cover the room and board expense during the training program.

## 6 廠商資格 (Qualification of supplier)

6.1 內外廠商具合法設立登記，如期繳稅證明且最近一年內無退票記錄者。

6.2 能提供符合本案招標標的要求之設備者，需提供相關證明文件，如設備之型錄，規格資料等。

6.3 具完成與本案招標標的相同或相似設備之交易實際者，需提供相關證明文件，如設備之型錄，規格資料等。

6.4 投標廠商資格須為設備製造原廠，在台灣之總代理且持有相關證明文件一年以上者。

6.5 維修及技術支援之能力證明

6.6 廠商維修人員需在相關產業有五年以上之經驗，在原廠受過相似類型設備的訓練，並對機台有相當程度的了解。另外，廠商需提供常更換備份料件之清單，並確保這些物料能在五年內供應無虞。

6.7 設備於完成驗收合格後，必須有一年保證期。

6.8 廠商需同意協助使用人員，維持設備於最佳狀況的維護能力。當使用人有製程或設備上的疑難問題時，廠商有義務提供相關資訊。

### 附錄三 建築材料組件實驗群諮詢整合會議紀錄



# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案期初審查會議紀錄

一、時間：九十二年 二月 二十七日 10:00 ~ 12:10

二、地點：內政部建築研究所會議室

三、主持人：蕭所長江碧

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

### (一) 建築材料實驗群建置規劃總計畫

吳教授政忠：

1. 本案以總計畫整合三重點實驗室並協調各子計畫，對於空間與設備需求，對於總體計畫之執行及重複設備應有相當之助益。
2. 本案主持人蔡克銓教授之協調整合能力相當優秀，應可有具體績效呈現。

王協理亭復：

1. 本案總計畫之功能應以整合各子計畫及協調建築功能之進程及空間為主。
2. 在建築詳細階段及施工階段以及設備安裝階段似宜請原該研究單位參與。
3. 各子計畫執行前似可先以建研所前已初步規劃之配置先予檢討，並建議建築師應全程參與於各子計畫之探討整合會議。

吳教授錫侃：

1. 各實驗室所需之精密分析設備（例如電子顯微鏡等）應集中設置，並應置於最底層，加強地基之強固，注意電磁波之干擾，以及不斷電裝置及空調之設置等。
2. 本總計畫以規劃各實驗室及建築物等硬體主，唯本實驗群將來發展之良窳，除硬體之外，堅強的研究群（包括研究人員及技術人員）之建立絕不可或缺，並希望能建立諮詢群以加強績效之評估。

邱顧問昌平：

1. 實驗設施應分為必要設施及配合設施。前者在各子計畫中有提及，而

配合設施則為辦公室、會議室、研討室、器材室、浴廁、室外空間.....等之大小及位置等之需求皆須規劃，有互補的或會互相排斥的，必須探討歸類。

2. 建議探討本案研究設施近期（前五年）、中期（次五年）及長期之營運目標（做何種實驗、如何營運、由什麼人員做.....等）及需求須先確定，則各實驗設施（空間、設備、儀器、器材.....等）之規劃才具意義。
3. 建議儘早規劃包括實驗室含自行研發、接受委託之實驗課題，乃至出借空間設備、教育推廣等內容之營運計畫。
4. 建議本案建置計畫考量各細項經費概估及優先排序，若有必要採分期建置方式，相關用人計畫與空間預留(含管線之空間)，須具彈性方符經濟效益作法。

高教授健章：

1. 建議本案總計畫應協助各案清楚界定與制訂相關實驗特色與目標。
2. 各實驗室涉及相關給水、排水、廢棄物總量之規劃，及整體連外道路與大型構件出入之規劃，可能影響建築平面佈置，需整體考量規劃。

## （二）子計畫一：建築組件實驗室實驗設施建置規劃研究

吳教授政忠：

建築組件實驗室之規劃亟須於建築師設計規劃時即參與，此計畫之執行對於未來實驗室之順利運作甚有助益。

王協理亭復：

1. 組件實驗設施之空間需求應與建築功能及防火、逃生等相關規定相配合。
2. 實驗設施於實驗時，或將對本身及結構體產生很大載重、建議結構設計應予詳細規劃因應。

吳教授錫侃：

本實驗室之機電及起重機等動力設備所產生之振動，應盡量避免（或徹底之隔振）影響到貴重儀器，如電子顯微鏡等之實驗精密度。

邱顧問昌平：

建築材料實驗群實驗設施之建置應先估計即訂出最佔空間及最多花費之實驗者，即建築組件實驗室之未來研究課題及相關可能組件尺寸、大小等。

高教授健章：

1. 建議 3000 噸萬能試驗機之相關建築及機電等需求首應詳加規劃。此外，亦應考量廢棄物排放或堆置處理需求之規劃。
2. 反力牆係以配合 3000 噸萬能試驗機為主，可提供施加側力之需，以利類似 LRB 之測試。

(三) 子計畫二：建築材料實驗室實驗設施建置之研究

吳教授政忠：

1. TEM 與其他高性能電子顯微鏡經費極為龐大，應考慮使用頻率與必要性，建議與鄰近台大相關單位合作，以免造成維修與資源浪費；建議加強材料非破壞檢測之規劃及設備之設置。
2. 水電空調、噪音與廢棄物處理等細部需求，建議參考國科會北區微機電系統中心實驗室之規劃，並與相關人員聯繫討論。

王協理亭復：

本案實驗設施宜與建築功能相配合，特別應預留逃生、防火空間，及考量試驗時對結構體產生之載重養想，請提供建築及結構設計時應參考之資訊。

吳教授錫侃：

1. 各種建築材料之力學、物理及化學性能試驗，應先確定那些性能是必需測試的，並排出其優先順序，以方便預算之編列。
2. 實驗儀器擬購項目中，掃描式電子顯微鏡 (SEM)、穿透式電子顯微鏡 (TEM) 或其他高性能電鏡等。這些設備不但昂貴，又需專人操作及定期維護，且對塑橡膠及非金屬材料之試片準備又不容易 (甚至於因其蒸發性大而不能使用等)，故應再評估其設置之必要性。而此方面若確有需求或可委託大學材料系或大型研究機構代為實驗，或建議先以採購 SEM 為主。
3. 上述精密設備若確要購置，建議放置最底層，並加強地基以防止振動，並需防電磁波之干擾。

邱顧問昌平：

1. 建築材料成千上萬，相關實驗項目繁多，建議精選必備者先予設置，並規劃分期擴充之項目。
2. 本案實驗項目及設備除非配合建築組件、耐久耐候實驗室所之必需，建議勿與各大學、研究機構或公民營實驗室可做之項目及設備，避免

國家資源重複。

高教授健章：

1. 本計畫建議加強相關材料研究特色與目標之訂定與說明。
2. 本實驗室內部建議應設置吊運系統，並考量混凝土拌合設備之需要予以規劃設置。

(四) 子計畫三：建築材料耐候耐久實驗室實驗設施規劃研究

吳教授政忠：

建議本案應考量污水處理設施之規劃，並充分了解符合環保法規之設置需求。

王協理亭復：

1. 本子計畫之實驗內容對建築物材料之影響甚大，於建築及結構設計時應予特別考量。
2. 本實驗設施所佔空間甚大，宜先選擇可容許在都市內設置及未來使用頻率高、維護較容易者先予規劃設置。

吳教授錫侃：

1. 台大材料所曾於十餘年前執行中標局（現智財局）之研究計畫「耐久製品之耐候性標準化調查研究」，前後共執行約十年（民國 78 年 9 月至 88 年 6 月），包括塑膠、金屬……等，建議其經驗及成果或可供本子計畫之參考。
2. 台灣建築大樓之外觀，常使人有舊舊的或髒髒的感覺，如何維持其常年之美觀，應可在本子計畫中規劃相關研究課題。
3. 有關鋼材之防蝕防腐及耐疲勞衝擊等，應特別加強在鋼材接合處（例如鋼構之銲接處或鋼筋之接合處等）之實驗檢測項目及設備。

邱顧問昌平：

1. 建議各大學或研究機構已有且進行多年之研究或實驗，除非有必要否則請勿重複，並應考量專業人才之有無，選擇長期辦理之項目。
2. 本實驗室同樣應充分考量空氣污染、噪音污染、振動污染應考慮減除，廢棄物不論氣體、液體及固體皆應有排放處理之需求。

高教授健章：

1. 電力、給水與排水需求與配置，建議應提供相關分析與建議。



2. 相關廢棄物（含有毒藥物）之類別及數量應詳予估算，並有相關清運規劃之建議。

(五) 子計畫四：建築材料實驗群建築構材光纖感測設施建置與隔減振措施之研究

吳教授政忠：

建議除鋼構材外，選擇關鍵之混凝土構件，加入光纖感測 Fiber，以進行長期自動監測及示範。

王協理亭復：

1. 本案光纖偵測設施應與建築設計中之強電、弱電系統相整合。
2. 建請提供本建築未來之維護及訊號收集分析之單位成本及費用供參。

吳教授錫侃：

1. 隔減振措施對於材料實驗儀器確實很有必要，特別是精密度極高之電子顯微鏡，隔減振之措施一定要做才能竟其功。
2. 除了必要之 Damper 要使用以外，如何增加建築材料（例如樓板地面）能耐小的震動（例如人在跳舞等），而不干擾上下樓層的人，此方面可能需研究並採用建築材料之內耗（Internal Friction）性能方可達成。

邱顧問昌平：

1. 建築材料實驗群隔減震措施之設置，建議應先充分考量其必要性及經濟性。
2. 建築物為避免振動及污染不一定是在大空間中設 LAB，而係將此 LAB'S 集中在另一隔離之空間中。即分建二大實驗室。使用隔震設施可能不經濟。（可設在成大歸仁校區）

高教授健章：

1. 研究進度請配合建築工程規劃設計時程需要詳加規劃制訂。
2. 建築材料實驗群內不同之實驗室對於振動有不同頻率及高低頻振動之防範度，建議應有不同之分類及對策。

(六) 子計畫五：開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群建築之應用研究

王協理亭復：

本案應用智慧、綠建築等理念及技術宜充分考量工程成本，結構安全性及材料長期使用等性能要求。

吳教授錫侃：

請計畫主持人加強開放建築、綠建築及智慧型建築之設計理念及技術的整合，使之成為完整之計畫而非個別的計畫。

邱顧問昌平：

1. 本案內容宜精選較必要之課題及可行之技術方法，探討研究適用於本案建築之設計。
2. 建議綠建築等相關需求建議可為本案之輔助功能，設計諮詢仍以實驗功能為主，儘快確定空間、設備、人員之需求。

高教授健章：

建議積極收集國外類似機能實驗室建築之先進設計理念，並請主動參與，積極提供規劃設計意見。

六、結論：

- (一) 本次六項協同案研究計畫進度，請配合本所建築材料實驗群建築新建工程規劃設計須於六月底完成細部設計作業，九月完成工程發包之時程需求，提供建築、結構及水電空調等必要資訊及諮詢意見；相關實驗設備之規劃建議及其採購規格建議文件，可稍晚併於結案報告時提出（部分如 3000 噸萬能試驗機等，請於十月底前提供）。
- (二) 本案相關儀器設備之採購發包仍由建研所負責。目前本所正研擬並將於九十三年度提報之材料科技計畫中將充分使用本案相關之實驗設施，並可因此獲得相關維護經費；此外，請業務單位儘早開始構思籌畫，提出建置完成後具體之營運計畫。
- (三) 其餘綜合討論諮詢委員意見及建議，請總計畫及各子計畫協同主持人參採辦理，並配合酌予修正計畫書，儘速簽報執行。

七、散會(上午十二時十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案期初成果報告會議紀錄

一、時間：九十二年 四月 二十八日 14:00 ~ 16:30

二、地點：內政部建築研究所會議室

三、主持人：蕭所長江碧

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

蕭所長江碧：

1. 未來本實驗室之功能應偏重於建築材料的測試與製程之研究。
2. 建研所目前所規劃的建地面積已超過當初呈報核准之面積，請各子計畫再確認所需之空間需求並與以調整。另外試驗儀器之購置需開始準備。
3. 建物主體外觀應盡量平實，避免過於花俏，以減少日後清潔及維護費用。可參考國家地震工程研究中心。
4. 需建立雨水及污水回收再利用之系統。
5. 未來人力尚無擴充之可能，雖已考慮申請國防役與替代役之人力加入，但仍有可能無法滿足實驗室人力之需求。因此，振動台是否有設置之必要性實為當前重要之研究課題，一旦設置就需要經費維修及額外的人員操作，況且國家地震工程研究中心及台灣科技大學已裝置振動台，日後若有此方面之需求可就近利用，請各位專家學者妥善研商。
6. 反力牆之配置需盡快決定。3000 噸之萬能試驗機為本實驗室之重點，需仔細考慮。
7. 關於建築物隔減震之功能，是否可以在本實驗室建築物中加以比較。
8. 建築物採用鋼構設計，並確實推動綠建築及太陽能之運用。

蔡教授克銓：

1. 目前結構技師設計之反力牆過厚，將會影響實驗室空間之運用，請結構技師採用高強度混凝土及預力式之實心牆。
2. 在利用 3000 噸萬能試驗機實驗時可能需施加側力 (例如做實尺寸橋樑試驗)，施加側力之裝置需利用反力牆或另外組裝反力架還需研究探討。且須考慮實驗進行之保護措施。

高教授健章：

高噸位材料試驗機之功能應定位在柱的抗軸拉壓試驗，通常樑試驗由於彎矩破壞不需要很高之噸數。

陳教授正誠：

1. 關於實驗室之動線及進出口之配置需審慎考慮，例如需考慮大型拖吊車、板車及卡車進出實驗室。
2. 關於台灣科技大學捐贈振動台予建研所一事，其不包括 HPS 及 HSM，且建研所需考慮將來實驗室完成後之操作人員及維修費用。

張教授國鎮：

若大型力學實驗室決定不設置振動台，可考慮將連福橡膠公司 6000 噸材料試驗機納入，將可使本實驗室之研究方向極具特色。

楊教授仲家：

因在耐久耐候試驗室在進行某些特殊實驗實會排放具有腐蝕性之氣體或液體，若建物採用鋼骨結構，可能會長期侵蝕結構物造成破壞，因此在防護措施上須做謹慎之考量。

邱顧問昌平：

1. 若欲減少建地面積，可考慮將大型會議室由原本規劃之階梯式改為平面式。
2. 實驗室之建造建議採用鋼結構，避免鋼筋混凝土施作時之品質參差不齊。
3. 考慮隔減震應用於本棟建築物之必要性及經濟性。
4. 在考慮管線配置、遮陽、避雨及排水排氣上，建議採用後走廊設計。
5. 在出入口配置上，可否考慮將研究室移至北側，實驗室移至南側。

六、散會(下午十六時三十分)

九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同  
研究案期中成果報告會議紀錄

- 一、時間：九十二年 六月 二日 14:00~17:00
- 二、地點：國家地震工程研究中心一樓階梯會議室
- 三、主持人：蔡教授克銓
- 四、會議記錄：(略)
- 五、主席致詞：(略)

本次會議針對各子計畫目前執行之進度及其成果做一簡短報告，會議內容與本報告內容重覆，在此不再贅述。

- 六、散會(下午十七時)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案期中成果報告會議紀錄

一、時間：九十二年 六月 三十日 14:00~16:30

二、地點：內政部建築研究所會議室

三、主持人：蕭所長江碧

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

蕭所長江碧：

1. 土建經費約為新台幣一億九千二百萬元，儀器設備經費約為新台幣二億五千四百萬元。若報請行政院修正計畫則經費可多出約新台幣三億元。
2. 土建須優先發包。
3. 在子計畫二中儀器設備之經費與之前有所變更出入，且在裝修實驗室中有部分試驗儀器重覆，煩請計畫主持人重新確認。
4. 子計畫五之經費預估約為新台幣四千三百萬元，其中新台幣二千三百萬元已包含在土建費用。

王經理亭復：

1. 有關材料之相關試驗設備及非破壞性試驗檢測之儀器之更新汰換率相當高，須考慮試驗項目是否有對外服務以及是否有專業的人力操控維護再行購置。
2. 若實驗室採用隔震裝置，則須裝設量測變位之測計。且在時程規劃上須注意採用隔震裝置之建築物須外審(約一個月)，且基礎施工工期較久。
3. 開放雙層交疊結構系統若載重增加，則工程造價相對提高，須仔細評估其優缺點及必要性。
4. 在材料實驗室之預期成果第二、三項須另行補充。
5. 在日常節能上採用太陽能是非常好的點子，既可滿足指標又可達到節能之功效。

楊教授仲家：

1. 目前建築師正在細部設計，所以在各實驗室之空間性能需求須明確指出。
2. 在預鑄版設計上須注意其間之縫隙是否有漏水之問題。

3. 注意屋外曝曬場之空間運用及曝曬架之放置。
4. 在開放建築、綠建築及智慧型建築上，須注意防火、污染及噪音等問題。
5. 在結構建物設計上採用鋼骨及鋼筋混凝土，並可參考本建築研究所所在大樓之設計。

葉組長祥海：

1. 材料實驗室規劃之儀器設備須再仔細評估。
2. 耐久性實驗室實驗之規範標準為何？
3. 本實驗室成立後，在不影響本所之研究進度下，將會考慮接受業界及學術界委託之實驗需求。
4. 隔震裝置是否可設置在地面層？

林研究員谷陶：

1. 在考慮實驗室特色、前瞻性及未來之營運方向，3000ton 萬能試驗機之設置確實有其必要性。
2. 3000ton 萬能試驗機之設計規範為何？

劉研究員文欽：

1. 請各研究小組規劃日後實驗室所需維護及操控人才之訓練。

何副所長明錦：

1. 須仔細評估日後實質研究及營運方向，並基於現有經費條件下重新考慮試驗儀器設備及空間之需求。
2. 在試驗儀器購置上須考慮未來營運、儀器使用頻率、更新汰換率以及人員素質之訓練等。
3. 採用隔震裝置所安裝之位移測計須以日後完工後便於觀測之位置為考量。且隔震裝置須配合結構外審。
4. 開放建築須符合法規面及功能面，在考慮整體經費、未來營運及工程時間下，提出確實可行之工法。
5. 各實驗室之實驗項目須劃分清楚，例如針對門、門把或門鎖的試驗是屬於哪一實驗室之工作項目。
6. 請建築師就設計規劃、空間運用、工程時程安排及經費運用上再行評估。

六、散會(下午十六時三十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第一次諮詢整合會議紀錄

一、時間：九十二年 三月 七日 14:30~16:20

二、地點：內政部建築研究所會議室

三、主持人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

1. 確認 3/17 日起，固定每星期一下午 2:30 於國家地震中心召開聯合諮詢討論會議。
2. 請各主持人於下次會議提出各相關實驗空間量增減需求等之檢討結果。
3. 請各主持人進行各實驗室有關空氣污染、污廢排水、震動或電磁干擾等等特性之檢討，及提供空間相近或互斥之關係建議。
4. 本案之空間規劃配置，應考量大型試體進出動線及其相關影響；此外行政、會議、服務及衛浴等空間建議置於較高樓層，一樓部分可配置大型實驗試體相關或怕震動之實驗室。
5. 有關反力牆設置之必要性及大小，請建研所相關同仁併同思考建議。
6. 有關儀器設備項目可優先發包者，請先思考建議。
7. 建議各計畫主持人對相關資料如圖說紀錄等，應妥予收集保存，俾計畫之最後成果報告之應用。
8. 請建研所承辦同仁於 3/11 前，提供計畫時程所需之規劃設計作業進度表供參。
9. 請建研所承辦同仁提供基地鑽孔位置圖，俾檢討建議擬增加之鑽孔數及位置。
10. 為實地了解本案基地環境，將於 3/14 星期五下午 14:30 於地震中心集合(建研所派車)前往景美材料群基地勘查。
11. 土建工程最晚 9 月發包，實驗室空間規劃及和土建相關部分需審慎考慮並盡速完成。
12. 訂定計畫時間表，並標示重要時程。
13. 請建築師提出初步構想，於 4 月底完成初步規劃，包括各實驗室之相互關係、



實驗室動線及空間配置等。

14.於景美之工地已於 3/7 開始展開鑽探。

15.於大型力學實驗室部分之反力牆 3000 ton 萬能試驗機及振動台之配置需盡快研擬。

16.需考慮廢棄物堆置之空間問題。

六、散會(下午十六時二十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第二次諮詢整合會議紀錄

一、時間：九十二年 三月 十七日 14:30~16:30

二、地點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主持人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

### 1. 建築基地部分：

(1)為增進各實驗儀器精密度及隔減震結構設計所需資料，各協同計畫主持人及研究人員已於 03/14 勘查本案基地目前進行之地質鑽探作業，建議建研所於建築物範圍外，增加南北兩側稍遠處各一處至少 30 公尺深之鑽孔(如圖 BH-11、BH-12)，俾能增加地層地質整體分布情形之了解。

(2)本案建築位置請儘量左移，俾符合都市計畫專案變更計畫書中有關基地南北兩側戶外各 500  $m^2$  開放空間要求。

(3)03/19 星期三北市都委會已通過本案基地之變更案。

### 2. 實驗內容部分：

(1)建議大型力學實驗室南北向增加一個柱距空間，方符本空間反力牆以一字型方式設置於柱位(3)處，大型力學實驗室柱位(1)、(2)、(3)處南側一樓應增設反力牆區、3000 頓萬能試驗機及震動台所需之研究室、儲藏室、備用室等，一定高度以上則應設置本區操作控制室之需求。

(2)組件實驗室及材料實驗室名稱請該二計畫主持人檢討修正及其中實驗設備歸屬群組關係，並提出配置於地下室或一層平面之相關建議。

(3)建議耐候耐久實驗室中有關之陰晴天之人工曝曬實驗空間取消，變更為人工環境模擬相關實驗室，耐磨實驗室建議改置於材料實驗室、防蝕實驗室改置於耐候耐久實驗室中。

(4)相關耐候耐蝕實驗室請配合屋頂突出物，集中規劃配置於建築頂層，總計 650  $m^2$  即可；本區相關水、電及空調等設備管路系統必須獨立設置及處理，相關細節內容，請建築師、設備技師與計畫共同主持人楊教授深入溝通諮詢。

(5)養護、潛變、切割及耐磨等實驗室關係密切，建議可為群組關係，並可考

量設置於一樓或地下室中。

- (6)本建築有關隔減震措施請以二棟分開方式規劃設計，目前已接洽廠商進行資料收集及預算概估作業，即將展開小組密集討論作業，相關討論簡報會議請建研所，建築師暨其結構技師等相關人員與會參加。
- (7)有關結構物光纖監測系統請單獨佈設，不與各實驗儀器產出前端資訊收集系統相干，相關後端之資訊處理則可考量設備及建築空間集中方式設置；至於環境監控部分是否可合併收集，請與智慧建築部分之洪協同主持人共同討論協商。
- (8)有關建築物外牆可拆組將待建築平立面定案後導入開放式設計之構想建議；至於室內隔間及管道之開放式設計，先請各實驗室提供相關彈性使用及未來可能變動情形，以供規劃之依據。
- (9)經建會目前似有一光電城市擬尋找實際建築規劃予以推動之計畫，除將繼續收集其相關計畫資訊外，建議建研所可先主動洽詢表達意願。

### 3. 服務空間部分

- (1)請配合未來替代役及國防役人員進駐所需 15 人住宿，併其所需之集中式浴廁等相關生活空間。
- (2)請預留實驗研討、交流所需之討論室、中型會議室及建議配置於建築頂層一百人規模之演講廳。

### 4. 其他配合事項：

- (1)各協同案請依建築師提供之調查表格酌予調整修正，於本星期三（03/19）填具規劃設計需求資訊及室內淨高建議。
- (2)請建研所先行確認是否預留台科大震動台移置之配合措施、電子顯微鏡是否採購及型式。
- (3)請建築師偕同結構技師出席下次諮詢整合會議（03/24）討論。
- (4)請總計畫研究助理協助本案計畫配合建築規劃設計，及發包時程、內容需求之控管。
- (5)考量規劃設計各階段時程之需求，請各案子計畫積極與建築師諮詢溝通，並請建築師於 04/07 提出初步規劃設計簡報。

六、散會(下午十六時三十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第三次諮詢整合會議紀錄

一、時 間：九十二年 三月 二十四日 14:30~16:40

二、地 點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主 持 人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

### 1. 整體需求部分：

- (1)建議建築物外牆設置突出陽台，除可延伸室內空間、活潑整體造型外，亦可促進建築省能相關需求。
- (2)本次規劃除實驗室外，應增列研究室需求並預留將來發展彈性，請增加一層樓及符合原規劃空間量。
- (3)有關本建築設置隔減震措施請先依耐震規範設計，再由研究團隊就性能、規格評估提供諮詢意見；光纖感測智慧化相關設備，先分別規劃，惟請研究團隊互相知會參與研討，以利整合。

### 2. 實驗空間需求部分：

#### (A)大型力學實驗室部分

- (1)初步建議反力牆以 L 型方式、高度 9~10m 配置於大型力學實驗室左下方柱位 C-B-3 處，柱位 4 處放置 3000 噸萬能試驗機，柱位 D-C-4-5 處預留震動台空間與開孔。地板固定孔位建議每隔 50cm 佈設一處；柱位 1-D-C、D-5-6、B-5-6 等處留設大型搬運機具動線出入口。
- (2)反力牆及強力地板基礎、加勁型式及地下室使用功能，請建築師與研究團隊密切聯繫諮詢繪製；本區地下室除基礎間應可連通供堆高機行進，及供材料、實驗設備儲置之規劃，研究室應有自然通風採光功能。
- (3)建議本區樓板開孔供天車垂直吊裝材料構件或設備至地下室，柱位 6 之最上方吊裝平台建議擴大至少 4m 深留供本區儀器設備及天車相關扣件、夾具等零件儲存及維修之需。
- (4)建請充分考量天車結構支撐及運動後，實驗構材運送方式及本區所需長、寬、高淨空間。
- (5)請研究團隊及助理們針對前述意見，再積極收集資料（震動台部分請

參考台科大暨有規格洽詢廠商提供資料) 協助建築師規劃設計配置之諮詢。

#### (B)組件及材料實驗室部分

- (1)為考量相關準備空間及電子顯微鏡室精密操作之需。初步建議掃描式電子顯微鏡需有獨立空間及附屬之準備室，一般力學實驗室可與物理實驗室合併。
- (2)組件、一般力學及材料實驗室等各相關子實驗室請再整體考量各空間配置互動關係，提供建築師空間需求資訊；空間請標示包含之原訂使用名稱及功能。
- (3)原擬訂採購 200 噸、100 噸等萬能試驗機，建議改為 50 噸精密及 300 噸萬能試驗機，其使用功能、規格及空間配置需求請詳細探討擬定。

#### (C)耐候耐久實驗室部分

- (1)垂直管道間請考量與各實驗室水平連接之需求，尤其與地下室、耐候耐久之耐蝕或人工天候模擬實驗室之關係。
- (2)耐久耐候實驗區應能方便連通屋頂及突出物，俾充分利用屋頂曝曬場。

#### (D)實驗室共同部分

- (1)建議應設置骨材堆置場，混凝土拌合場及設備，以為實驗試體之準備空間 (8m x 8m)，並能方便與外界連通運送材料。
- (2)建請管道間之設計提供各實驗室儀器設備附屬，或需獨立之水、電、空調及動力設備之設置。
- (3)除大型力學實驗室外需要 4m 寬之出入口外，各大型組件實驗室入口寬至少應有 180cm 以上寬之雙向推開門。

#### 3. 配合事項：

- (1)至下次諮詢會議期間請各團隊就實驗室空間配置密集開會研商，並請建築師主動聯繫，迅即更新建築圖面資料供參及確認；相關訊息及資料均請副知建研所承辦人及聯絡人參與。
- (2)為各協同研究團隊需充裕時間研討，並利整合建築師空間規劃設計構想，下次會議時間為 04 月 07 日，建築師之初步成果簡報展延至 4/14 日。
- (3)請各團隊請積極收集資料，希於四月底前提出可於今年辦理採購之大型儀器設備之性能規格之大要，供進一步研討，俾於九月份可以招商設計施工。

#### 六、散會(下午十六時四十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第四次諮詢整合會議紀錄

一、時間：九十二年 四月 七日 14:30~16:00

二、地點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主持人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

1. 本案上結構均應以鋼構造為主，左側大型力學實驗空間結構設計以制震為宜，內部之兩側結構雙柱，建議合併並退縮外露於牆外以留設內部最大應用空間。右側各層實驗室之結構將以伸縮縫與左測大型力學試驗空間結構分隔，並以隔震方式處理。
2. 前述有關隔減震設施設置與否，請設計團隊除以實驗精神外並以合理化需求為優先考量，並續與諮詢研究團隊諮詢討論。
3. 建議本案建築內部空間在總面積原則下，研究及行政空間儘量增大，尤其三樓大會議室之樓梯及等候空間可予簡化縮小，留供研究使用為宜。
4. 有關組件、材料及耐候耐久等各實驗室請各諮詢研究團隊。依再分類後之空間核對是否均已列入原定所有擬設置儀器設備，並合併後必須之使用操作空間是否足夠，均請加以詳細核對考量。

六、散會(下午十六時)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第五次諮詢整合會議紀錄

- 一、時 間：九十二年 四月 十八日 14:30~16:10
  - 二、地 點：國家地震工程研究中心 410 會議室
  - 三、主 持 人：蔡教授克銓
  - 四、會議記錄：(略)
  - 五、主席致詞：(略)
  1. 反力牆以 L 型方式，高度分別為 9m 及 12m，牆厚 1.5m。12m 高之反力牆初步規劃於柱位 B-1-2 與 F-1-2 之間，長約 9m；9m 高之反力牆初步規劃於柱位 B-D-2 與 B-D-5 之間，長約 20m。在反力牆配筋設計上，請結構技師考慮特定之受力組合並加以計算是否滿足彎矩及剪力需求 (考慮使用高強度混凝土)。
  2. 大型力學實驗室目前仍考慮預留容納振動台之位置，振動台之裝設不需特別隔離，以強力地板當成一大質量塊隔離即可。
  3. 牆力地板之鋪設暫以實驗區內全面鋪設為原則，將來完成 3000 噸萬能試驗機及振動台之初步設計規劃後，再與強力地板區隔。牆力地板厚 1m，任一孔位均需滿足承載 200 噸。
  4. 大型力學實驗室地下室淨高 3m，地下室之牆厚約 50cm，須配置堆高機 (承載 2.5 噸即可) 便於日後架設試體、堆置並移動其他物品等，設計時地下室之動線需規劃清楚以便於技術人員日後操作。另外需考慮管線之配置位置，例如壓縮空氣及油壓之管路及出口。
  5. 控制室設於一樓，在控制室上方希望建築師能考慮規劃為研究室以及觀測實驗進行之平台。另外在實驗室之採光及照明上也希望建築師能審慎規劃。
  6. 在土建進行之前，希望能與各包商溝通清楚並協訂明確之合約，以免造成日後不必要之紛爭。例如光纖埋設與土建需同時進行，若完工後發現光纖損毀，則其責任之釐清及歸屬需事先訂定。
- 六、散會(下午十六時十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第六次諮詢整合會議紀錄

一、時間：九十二年 五月 五日 14:30~16:00

二、地點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主持人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

1. 上次期初報告時張國鎮教授提出可考慮將連福橡膠公司 6000 噸材料試驗機納入本實驗室，煩請建研所同仁透過張教授積極與連福協調是否願意將 6000 噸材料試驗機無償供建研所使用或某種合作關係。
2. 反力牆後之空間需預留 1.5m，以便日後工作人員操作施工。可考慮於牆後製作固定式鐵架或鷹架 (可掀式，以便日後由高空吊裝機具)，或者採用垂直升降機 (機動性較高)。
3. 請建研所盡速決定實驗室之主要研究方向，如此才能在反力牆之尺寸大小及配置與 3000 噸及 6000 噸萬能材料試驗機之取捨上做最後之決定。
4. 關於 3000 噸萬能材料試驗機的製作上，近期會積極展開與國內有意願之廠商連絡並討論其可行性，並盡快將其基礎之空間需求告知建築師。一旦展開設計，須注意 3000 噸萬能材料試驗機之安裝程序與土建進度上之配合。
5. 關於大型力學實驗室之空間配置共有數種方案，在下星期前將會做出最後之決定。

六、散會(下午十六時)



# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第七次諮詢整合會議紀錄

一、時 間：九十二年 五月 十九日 14:30~16:00

二、地 點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主 持 人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

1. 各計畫於六月底前提出初步之實驗儀器設備規格建議及需求，一旦性能規格明確訂出後便開始展開廠商投標及訂製，七月至八月在提出其細部規格。各儀器設備規劃時需實際放置於規劃之實驗室空間以避免日後之困擾，研究報告中需含此部分。本計畫之儀器設備總預算為二億四千萬元，今年先執行五千萬。
2. 在提出儀器設備之規格及預算時，需考慮儀器購置之必要性及優先順序，大型實驗室之設備優先執行。預估今年在大型力學實驗室優先執行之設備購置如下：(1)反力牆，(2)強力地板，(3)3000 噸萬能試驗機，(4)油壓制動器 Actuator，(5)控制系統及油壓系統(含油管等附屬設備)，(6)天車，(7)升降機，(8)堆高機。在反力牆及強力地板部分請建築師儘快報價，另外天車由建築師負責發包。油壓管路之發包需明確指定其規格及性能。
3. 3000 噸萬能試驗機在本計畫中屬於新增設備，建研所需報行政院核備預算變更，在研究報告中需提具體理由以茲佐證。
4. 關於 3000 噸萬能試驗機，目前考慮由國內廠商執行製作 (基於預算成本之考量)，目前先暫定預留材料試驗機之空間，建築師先執行初步設計，待下星期與廠商會談後再做明確之報告。另外需考慮其組裝順序，需與土建密切配合。
5. 在子計畫四 (建築材料實驗群建築構材光纖感測設施及隔減震建置之研究) 及子計畫五 (開放式智慧化綠建築在建築材料實驗群之應用研究) 中，需實際繪圖佈設配置光纖及規劃開放式智慧化綠建築。
6. 土建部份於今年底完成發包，預計 94 年底完工。
7. 6 月 2 日下午 2:00 於國家地震工程研究中心一樓階梯會議室進行期中報告。

六、散會(下午十六時)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同

## 研究案第八次諮詢整合會議紀錄

一、時 間：九十二年 十二月 十日 16:00~17:30

二、地 點：國家地震工程研究中心 410 會議室

三、主 持 人：蔡教授克銓

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

蔡教授克銓：

1. 本次會議主要討論第一期發包之實驗室建築物土建工程(不含大型力學實驗室部分)的空間配置規劃，目前建築師已完成其設計平面圖，希望與會的所有專家學者能給予寶貴之意見。
2. 須確定 1-2-C-D 柱線處之電梯是否有到 B1 層(即通過隔震層)。
3. 警衛室的規劃是否應在大門及實驗室出入口各設置一個以確保安全，須注意警衛室內保全人員的視野能清楚且輕易地觀測到四周環境。
4. 須詳細規劃事務機器(例如印表機及影印機等)設置之位置，最好有規劃特別獨立之空間或房間。
5. 會議室是否有規劃投影機之設置位置？講台是否為固定？目前會議室設計之空間可能不足以應付日後大型研討會之需求，是否可增加其空間？
6. 研究人員之辦公室明顯不足，且缺乏相關行政之辦公室。
7. 四樓規劃之執勤室(6-7-B-C 柱線處)是否為提供日後替代役住宿之用？寢室之安全衛生管理相當不易，強烈建議不提供住宿空間。可否將執勤室刪除並將其改為研究室或辦公室用途？
8. 淋浴間應設置於一樓以供實驗人員之用，目前在材料試驗室建築物之一樓已規劃一個(1-2-A-B 柱線處)，是否須增加其數量？此淋浴間是否也提供大型力學實驗室人員之用？或是在大型力學實驗室建築物之一樓另外設置？
9. 淋浴間(6-7-C-D 柱線處)設置於四樓會議室旁邊似乎不妥，可能影響開會之品質。
10. 三樓 4-5-C-D 柱線處材料準備室旁有一走道設計之目的為何？運送試體或其他用途？

11. 應規劃一圖書室負責存放相關參考書籍文獻供所內研究人員或所外人士使用。

黃教授世建：

1. 有侵蝕性材料的實驗室(例如耐化學實驗室)之位置配置須注意排水在低樓層及排氣在高樓層的原則。

鍾教授立來：

1. 由建築設計圖 A5-2 可看出 1-2-C-D 柱線處之電梯有通過隔震層到 B1 層，如此設計須注意相對位移之問題。
2. 可考慮將屋頂層設置一露天咖啡座提供會議室開會休息時間之用，如此可使與會者有真正休息及會後討論的場所。平時也可提供員工休憩。

陳教授誠直：

1. 可否將原先設計之電梯(1-2-C-D 柱線處)提高其容量，使成為人貨兩用之電梯？
2. 因部分實驗室(例如耐化學、耐朽實驗室)具有化學侵蝕材料，因此須規劃緊急清洗設備及空間。
3. 三樓 4-5-C-D 柱線處材料準備室旁有一走道設計之目的為何？

許教授協隆：

1. B1 層 1-3-A-C 柱線處之恆溫恆濕室及養護室的試體進出動線為何？如何將試體運送至實驗室？
2. 會議室設計之容量可能不足以應付日後大型研討會之需求，是否可增加會議室之數目？
3. 淋浴間(6-7-C-D 柱線處)設置於四樓會議室旁邊似乎不妥。

林教授克強：

1. 材料試驗室建築物中是否可在 7-8 柱線處另外設置規劃一貨梯以利試體進出。
2. 須規劃緊急清洗設備及空間。

六、散會(下午十七時三十分)

# 九十二年度建築材料實驗群實驗設施建置之研究計畫協同 研究案諮詢整合台南參訪座談紀錄

一、時 間：九十二年 四月 四日

二、地 點：建築防火及性能實驗群實驗室

三、主 持 人：(略)

四、會議記錄：(略)

五、主席致詞：(略)

1. 實驗設備的用電需求須事先提供給建築師，便於設計機電容量時之參考。
2. 實驗室產生的震動需要加以考慮，另外空調系統產生的震動意不可忽略。
3. 對於性能實驗群與台北材料實驗群性質類似者，宜界定釐清。
4. 3000 噸萬能試驗機的測試平台應與地面平整，以利受測試體安裝。
5. 建築物設計須考慮完成後清理與維護之費用。

書 名：建築材料實驗群建置規劃總計畫期末報告

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：九十二年十二月

版(刷)次：第一版

(建築材料實驗群建置規劃總計畫期末報告)

內政部建築研究所

九十二年度)