目次

表次 III
圖次 V
摘要 IX

第一章　緒論 1
第一節 研究緣起與背景 1
第二節 研究計畫內容 4
第三節 研究方法與步驟 8
第四節 預期研究成果與進度 10
第二章　國際趨勢建材吸附性能基準項目及認定 ... 11
第一節 彙整國外建材吸附性能標準規範及範圍 11
第二節 國際間建材吸附性能評定系統及認定條件 24
第三節 國際間建材吸附性能試驗相關文獻 35
第三章　研擬國內綠建材吸附性能評定基準條件 ... 43
第一節 國內建材吸附性能試驗適用範圍 43
第二節 彙整國內綠建材性能評定基準政策 65
第三節 研擬綠建材吸附性能評定項目及範圍草案 72
第四章　建材吸附性能檢測量化分析及驗證評估 ... 79
第一節 建材吸附性能參數條件及樣本選定 79
第二節 性能實驗品保與品管 83
第三節 建材吸附性能評定檢測分析 94
第四節 彙整各類建材吸附性能評定檢測結果 114
第五章　吸附性建材應用程序與改善效益之策略 . 123
第一節 吸附性建材具體應用之效益評估 123
第二節 建材吸附性能評定基準第一次工作會議 .. 127
第三節 建材吸附性能評定基準第二次工作會議 .. 135

第四節 擴大吸附性綠建材應用策略之分析 145
第六章 結論與建議.....149
第一節 結論 149
第二節 建議 152
附錄一 期初審查會議評審意見與回應.....155
附錄二 期中審查會議評審意見與回應.....161
附錄三 期末審查會議評審意見與回應.....167
附錄四 國際相關吸附性建材標準規範.....173
附錄五 國際相關低減建材認定基準.....188
附錄六 日本低減建材產品認定檢測評估表.....196
附錄七 國內吸附性綠建材產品認定評估表(草案)198
附錄八 綠建材吸附性能評定基準第一次工作會議200
附錄九 綠建材吸附性能評定基準第一次會議紀錄204
附錄十 綠建材吸附性能評定基準第二次工作會議210
附錄十一 綠建材吸附性能評定基準第二次會議紀錄.....214
參考書目 220

表次

表 1-1 各類建材吸附性能效益評定 5
表 1-2 預期研究進度表 10
表 2-1 國際間建材吸附性能標準檢測方法系列及認定範圍 11
表 2-2 參照 ISO 規範標準建材性能檢測歷年彙整之總表 12
表 2-3 ISO 16000-23、24 標準檢測內容之項目 13
表 2-4 JIS 及 JSTM 系列標準檢測內容之項目 17
表 2-5 ISO 吸附性能檢測設備概念示意項目 24
表 2-6 JIS 及 JSTM 吸附性能檢測設備概念示意項目 25
表 2-7 ISO 吸附性能環境條件參數 26
表 2-8 JIS 及 JSTM 吸附性能環境條件參數 27
表 2-9 日本建築中心低減性能認定基準參數 29
表 2-10 建材使用目的分類評價 31
表 2-11 日本新建築技術認定環境負荷基準項目表 32
表 2-12 通過日本 BCJ-AIBT 認定審核之產品 34
表 2-13 通過日本 BCJ-AIBT 認定審核之產品 34
表 2-14 吸附性建材試驗之環境參數條件 36
表 2-15 試驗樣本參數條件 36
表 2-16 各類試驗樣本結果彙整 37
表 2-17 預估吸附飽和量對低減甲苯性能之數值 39
表 2-18 美國 GREENGUARD 標章防霉建材基準 40
表 2-19 JIS A 1470-1 吸、放濕相對濕度設定條件 41
表 2-20 JIS A 1470-2 養護作業設定條件 42
表 3-1 供應污染物質氣體各部位細部現況 47
表 3-2 FC-43 校正標準與熱脫附裝置設定條件 57
表 3-3 國內涵蓋吸附性能檢測驗證項目之比較 63
表 3-4 國內低逸散綠建材性能評定制度 66
表 3-5 美國環保署(EPA)限制常見鄰苯二甲酸酯類之指標物質 67
表 3-6 國內常見塑化劑添加產品(SVOC 指標物質) 68

表 3-7 國際健康綠建材性能基準與項目比較 69
表 3-8 國際標準建材性能評定項目之比較 72
表 3-9 研擬國內吸附性綠建材性能評定項目架構 73
表 3-10 國內吸附性綠建材性能參數條件 74
表 3-11 國內吸附性綠建材認定範圍 74
表 4-1 本計畫建材吸附性能環境條件之檢測及驗證 79
表 4-2 本計畫選定國內外最終表面建材之分項說明 81
表 4-3 樣本性能檢測項目及實驗設計說明 82
表 4-4 甲醛低、高濃度檢量線-濃度值與波峰值關係 85
表 4-5 甲醛低、高濃度檢量線 86
表 4-6 甲醛濃度調配檢測結果 91
表 4-7 甲醛長期歷時濃度回收率驗證 92
表 4-8 本年度採樣方析及受測建材類別項目 94
表 4-9 各組建材吸附性能評定分析結果(99 年度) 114
表 4-10 各組建材吸附性能評定分析結果(本年度) 115
表 4-11 各組建材吸附性能評定基準分級評估表(99 年度).....116
表 4-12 各組建材吸附性能評定基準分級評估表(本年度) 117
表 4-13 各組建材吸附性能持續性能週期推估表(本年度) 121
表 5-1 第一次工作會議現況..... 129
表 5-2 第一次工作會議現況（續） 130
表 5-3 國際標準規範吸附性能評定項目總表 131
表 5-4 研擬國內吸附性建材評定基準項目草案..... 132
表 5-5 本年度選定吸附性建材效益評估檢測表..... 133
表 5-6 第二次工作會議現況..... 137
表 5-7 第二次工作會議現況（續） 138
表 5-8 彙整吸附性建材性能水準要求評定之條件 142
表 5-9 彙整吸附性綠建材應用策略分析總表方案 145

圖次

圖 1-1 國內新型態吸附性綠建材未來效益發展趨勢 2
圖 1-2 各類建材吸附性能效益比重 4
圖 1-3 建材吸、脫附性能檢測結果 5
圖 1-4 研究流程圖 9
圖 2-1 BCJ 認定內容製品種類解說範例 33
圖 2-2 BCJ 認定內容試驗條件及裝置概要說明 33
圖 2-3 小型環控箱性能檢測系統概念圖 36
圖 2-4 吸附甲苯採樣進氣及出氣濃度之建材（AC, GBMAC AND GB） .. 37
圖 2-5 破出試驗吸附原理之方法（SBTC） 38
圖 2-6 吸附飽和破出曲線與參數條件之概念 38
圖 2-7 吸附甲苯總量比重及質傳吸附原理 A)SBTC 方法；B)環控箱法 39
圖 2-8 美國 GREENGUARD 標章防霉性能評定 40
圖 2-9 檢測建材吸、放濕試驗質量變化之過程 41
圖 2-10 恆溫槽 24 小時溫度設定條件 42
圖 2-11 密閉箱內相對濕度 96 小時測定結果（例） 42
圖 3-1 建材吸附性能標準檢測系統涵蓋範圍示意圖 43
圖 3-2 本計畫執行檢測之小尺寸環控箱 44
圖 3-3 標準氣體產生器調控原理 46
圖 3-4 本計畫建立開發供應標準氣體之細部設備裝置 47
圖 3-5 設備性能條件示意圖現況對照 48
圖 3-6 性能檢測之小尺寸環控箱 49
圖 3-7 吸附甲醛(HCHO)性能檢測標準作業流程 54
圖 3-8 吸附揮發性有機化合物性能檢測標準作業流程 61
圖 3-9 國內綠建材甲醛及 TVOC 逸散速率分佈及分級基準 66
圖 3-10 國際標準規範吸附性建材之政策推動 70
圖 3-11 新型態吸附性建材納入綠建材標章之方案 71
圖 3-12 國內吸附性綠建材申請評定流程項目 75
圖 3-13 擴大納入國內綠建材標章申請制度內涵 76

圖 3-14 新增國內新型態吸附性綠建材之認定項目對策 77
圖 3-15 國內吸附性綠建材認定項目基本流程(草案)..... 78
圖 4-1 預測建材樣本保存及封邊現況 80
圖 4-2 環控箱空白清艙作業現況 87
圖 4-3 供氣設備系統穩定性驗證 88
圖 4-4 環控箱長期溫度(25℃)穩定性驗證結果 89
圖 4-5 環控箱長期溫度(30℃)穩定性驗證結果 90
圖 4-6 環控箱長期相對濕度(50%)穩定性驗證結果..... 90
圖 4-7 甲醛濃度長時間儀器監控驗證..... 91
圖 4-8 甲醛長期歷時濃度採樣驗證 92
圖 4-9 環控箱長期監控甲醛濃度驗證..... 93
圖 4-10 各組建材性能試驗前回收率採樣驗證 93
圖 4-11 P1 組碳合板吸/脫附性能評定分析(25℃) 95
圖 4-12 P1 組碳合板吸/脫附性能評定分析(30℃) 96
圖 4-13 P1 組建材前期吸附性能長期監控(25℃) 97
圖 4-14 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)..... 97
圖 4-15 P1 組建材前期吸附性能長期監控(30℃) 98
圖 4-16 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)..... 98
圖 4-17 P1 組吸/脫附性能評定分析(0.1PPM) 99
圖 4-18 P1 組建材前期吸附性能長期監控(0.1PPM) 100
圖 4-19 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(0.1PPM)..... 100
圖 4-20 P2 組珪藻塗佈板吸/脫附性能評定分析(25℃) 101
圖 4-21 P2 組珪藻塗佈板吸/脫附性能評定分析(30℃) 102
圖 4-22 P2 組建材前期吸附性能長期監控(25℃) 103
圖 4-23 P2 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)..... 103
圖 4-24 P2 組建材前期吸附性能長期監控(30℃) 104
圖 4-25 P2 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)..... 104
圖 4-26 P3 組珪藻調濕磚吸/脫附性能評定分析(25℃) 105
圖 4-27 P3 組珪藻調濕磚吸/脫附性能評定分析(30℃) 106
圖 4-28 P3 組建材前期吸附性能長期監控(25℃) 107

圖 4-29 P3 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)..... 107
圖 4-30 P3 組建材前期吸附性能長期監控(30℃) 108
圖 4-31 P3 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)..... 108
圖 4-32 P4 組珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定分析(25℃) 109
圖 4-33 P4 組珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定分析(30℃) 110
圖 4-34 P4 組建材前期吸附性能長期監控(25℃) 111
圖 4-35 P4 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃).....111
圖 4-36 P4 組建材前期吸附性能長期監控(30℃) 112
圖 4-37 P4 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃).....112
圖 4-38 P4 組吸/脫附性能評定分析(0.1PPM) 113
圖 4-39 建材吸附作用完整生命週期示意圖 118
圖 4-40 各組建材於 72HR 內吸附速率性能之動力模式(25℃).....119
圖 4-41 各組建材於 72HR 內吸附速率性能之動力模式(30℃).....119
圖 4-42 各組建材於 24HR 內脫附速率性能之動力模式(25℃)..... 120
圖 4-43 各組建材於 24HR 內脫附速率性能之動力模式(30℃)..... 120
圖 5-1 各組建材不同裝修率提供改善之換氣量..... 123
圖 5-2 住宅空間裝修吸附性建材示意圖..... 124
圖 5-3 吸附性建材於不同濃度降低風險危害之比例 125
圖 5-4 吸附性建材於不同環境降低風險危害之比例 125
圖 5-5 吸附性建材降低用電量成本之計算 126
圖 5-6 研擬國內綠建材標章申請及性能水準草案 134
圖 5-7 納入國內綠建材標章評定項目示意方案..... 139
圖 5-8 擴大國內綠建材標章內涵認定要項 140
圖 5-9 國內吸附性綠建材評定檢測項目草案 141
圖 5-10 吸附性建材具體改善室內環境之改善效益 143
圖 5-11 建立吸附性建材性能效益之配套措施..... 144
圖 5-12 積極導向促進性健康建材推動趨勢 146
圖 5-13 積極導向促進性健康建材推動趨勢 147
圖 5-14 促進性健康建材改善對策及未來發展 148

摘要

關鍵詞：吸附性能、綠建材、評定基準、性能驗證

一、研究緣起

台灣地區由於地狹人稠，隨著現代住宅、節能建築的高氣密性（節能減碳）與通風換氣的不足，容易形成室內化學污染物的累積，進而對人體健康造成危害，因而導致病態建築（SBS）、病態住宅（SHS）及建築關聯症（BRI）。內政部建築研究所至 2004 年起推動「綠建材標章-GBML」，已建立完整管制綠建材政策，至今整體成效良好。有鑑於室內空氣品質對人體健康效益的影響，透過內政部營建署「建築技術規則」規範管制綠建材裝修比例，未來將由 30%提升至 45%且配合 100 年度經濟部標檢局提出以 ISO 16000-23 及 24 作為 CNS 草案修訂基準，顯示台灣加入 WTO 之際將需更有效管制建材應用方能與世界潮流接軌。

室內化學污染物的傳輸與分布影響室內空氣品質（IAQ）慎為重要，然而現階段國內外累積較多對於建材逸散化學污染物對人體危害之相關研究，因此，強調利用通風換氣手段達到淨化室內污染物，積極促進新型態建材淨化技術或減少二次污染物危害提升室內健康環境（IEH）為未來重要之課題。

二、研究方法與過程

隨國際間對於「建築及材料產業」受到高度重視，除有效引入優質綠色、無毒建材於室內環境之外，針對「新型態吸附性建材」已推出相關標準規範(ISO,JIS 等)。有鑑於此，本計畫延續 99 年度「綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫」配合落實國內 CNS 標準化草案修訂，透過國內綠建材吸附性能驗證其差異性提供完善吸附性建材評定基準方法。本年度主軸除依據 99 年度完成建立國內建材吸附性能標準作業程序，進一步選定最終表面材進行吸附性能驗證（不同環境因子及濃度特性），並透過評定基準包含標準方法、評定項目與認定範圍之方法提出具體應用程序及改善效益，研擬作為未來綠建材標章新增項目及評定基準之參考依據，協助國內拓展新型態健康優質建材邁入國際市場。

本計畫預期進一步透過國內最終表面建材進行吸附性能成效之佐證，提供性能評定基準及認定範圍供作參考依據，積極導向綠建材多元化之效益並提供國人降低暴露健康風險危害促進達到室內健康環境。今年度持續進行吸附性能驗證程序，經性能驗證之差異性提出建材吸、脫附性能基準建議值，有效新增建材吸、脫附性能評定基準及認定範圍，促進國內研發多元化吸附性建材之差異化，加強拓展國際市場及提升國內綠建材之競爭力，有效降低國內環境品質之負荷。

本研究之方法透過文獻分析法、比較分析法、專家諮詢法、實驗分析法，延續去年度建立標準作業程序之實質成效進行擴大試驗比對分析，並選定兼具適用國內綠建材標章評定之新型態產品，以最終表面材符合室內裝修管理辦法，進行相互試驗比對。

(一) 預計可能遭遇之困難及解決途徑

建材測試屬長期測試，實驗中若發生儀器斷電、故障，將影響實驗檢測結果，可加強維護管理，避免突發事件發生。

本研究已於 99 年度創立開發國建材檢測系統，為達更加穩定精確調控則需進一步透過專家諮詢及廠商訪談，提出更新升級至自動調控之方案。

(二) 重要儀器之配合使用情形

本研究計畫配合內政部建築研究所性能實驗中心之相關設施及儀器。

三、重要發現：

（一）國外相關研究方面

目前國外相關研究上，已開始著手建立新型態吸附性建材性能評估積極促進室內健康環境之資料庫。國際間針對建材吸附性能檢測強調於不同環境條件下進行評估驗證，並藉由物理環境及污染源濃度之相互作用，提供建材吸附性之最佳化，包含通風換氣率、建材材質比表面積（BET）等影響，建立不同吸附性建材之性能效益。

日本建築中心提供低減建材認定標章（BCJ-CS-5），其準則包含建材適用範圍、認定基準、低減建材品質及環境負荷，有效提供作為日本居民選用優質並促進健康之新型態建材產品，並達到節能減碳降低環境負荷之影響；此外，日本東京大學加藤信介研究團隊亦針對日本各類吸附性建材進行一系列性能驗證與評估，獲得具體研究成果，顯示未來擴大發展吸附性建材有效降低室內污染為之重要。

（二）國內相關研究方面

延續過去建材相關研究（內政部建研所執行計畫：綠建材性能研究 88 年~99 年），已完成綠建材標章制度、小尺寸建材逸散研究、全尺寸建材之標準測試方法、建材 ISO 標準之可行性分析、全尺寸建材於本土氣候試驗條件下揮發性有機物質逸散變化等研究，已達到多方面的深入研究，並於 99 年度完成建立國內建材吸附性能檢測系統（SBMT），建構國內建材吸附性能資料庫，促進國人積極改善室內空氣品質之條件，符合國際新型態建材最新趨勢。

本研究計畫於 99 年度「綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫」已建立「國內綠建材吸附室內化學污染物質」於本土氣候條件之標準檢測作業程序，透過各類建材於甲醛及甲苯低減程度之吸、脫附性能評估，提出具體效益及改善建議，提供未來國內建材廠商擴大研發新型態吸附性建材產品，有效作為申請綠建材標章認定項目之依據，擴大兼具室內健康環境節能減碳與健康效益。

本研究重要結論項目如下:

1. 建立國內吸附性建材評定項目基準參數及評定架構。
2. 研擬國內綠建材吸附性能評定基準條件及認定範圍(草案)。
3. 推動國內新型態吸附性綠建材標章及性能管制規範。
4. 建材吸附性能評定檢測分析結果。

四、主要建議事項

建議一

建議辦理國內新型態綠建材吸附性能評定項目基準驗證之草案修訂專家說明會議，邀請產、官、學界之專業從業人員及綠建材評定委員共同參與研擬修訂：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、行政院經濟部標檢局

說明：本研究延續國際規範 ISO 16000-23, 24 已提供國內建材吸附性能標準作業程序及方法，促進國內 CNS 規範 ISO 化。未來國內相關建材製造商擴大研發新型態吸附性建材產品，為促進統一透過國內標準性能驗證及項目評定，納入未來申請綠建材標章認定項目，亟需共同商討國內吸附性建材性能評定基準草案之認定範圍，符合室內化學污染物改善控制之認證，重視國人健康及安全性之多元化。

建議二

促進國內綠建材標章擴大發展新型態建材納入效益評估改善對策，提升產業界創新研發建立具體應用改善室內健康環境品質：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、行政院環保署、內政部營建署

說明：國際上已逐漸開始針對新污染源(SVOC)及建材高性能（吸附低減性能、調濕性能等）進行相關研修制訂並建立促進改善對策。有鑑於本計畫已能具體提出建材低減室內污染源之性能，未來將需促進國內產業界新型態的技術性研發，並持續研議納入國內綠建材標章建立性能評定基準之相關配套措施，以促進高性能綠建材具體應用效益及改善室內污染環境之機制，擴大辦理多元化新型態綠建材之研發與認定政策。

Abstract

Keywords：Adsorption Performance, Green Building Material, Evaluation Benchmark, Performance Validation

1.Origin of the study

With the international community for the "Building and Material Industry " are highly valued, in addition to the effective introduction of High-Quality green, nontoxic building materials out of the indoor environment, for the "New Types absorptivity of building materials" has introduced the standard (ISO,JIS). In view of this, continuation of this plan 99 years “Validation program on testing methods of formaldehyde and TVOC absorption performance for green building materials” and combined with the implementation of national CNS standard draft amendments, difference of adsorption performance validation through the national green building materials provide a comprehensive evaluation absorptivity of building materials base method. This year establishment of the spindle through 99-domestic absorptivity of building materials of Standard Operating Procedures (SOP), selected final surface to performance validation of the adsorption test (different environmental factors and adsorption saturation), and through the assessment based, includes standard methods, evaluation items and scope of recognition methods to specific application procedures and improve efficiency. Develop new projects as the future of green building materials label and evaluation based of reference.

2.Content of the study

With the high air-tightness and ventilation deficiencies of modern residential and energy-efficient buildings, countries in the world gradually emphasize that the well-controlled of Indoor Air Quality (IAQ) and Indoor Environment Health (IEH) would reduce the hazards of human health. Since 2004 to promote "green building materials mark-GBML ", Architecture and Building Research Institute, Minister of the Interior. In Taiwan, considering the impact of IAQ on human health, the proportion of green building

materials has been increased from 5% to 30% through the regulation of the “Building Technical Regulations” and the next will be 30% to 45%. Combined with 100 years of Ministry of economic seized, proposed to draft ISO 16000-23 and 24 as a CNS baseline revision. In fact, a lot of building materials and indoor decoration materials also have the function of absorbing chemical pollutants, including the physical and chemical features of material absorptivity, relevant researches have proposed that the adsorption/desorption process of indoor building materials is important for the transmission and distribution of indoor chemical pollutants as well as the IAQ. This study to the promotion of the “Adsorption of indoor chemical pollutants” through innovative of New types for sorptive building materials has stimulated the efficiency of indoor environment and health as well as energy saving and carbon reduction in future. The methods to effectively control and remove indoor chemical pollutants are important.

3.Important discovery

Expected goals and achievements in 2011 are as follows:

1. To develop national green building materials evaluation of the adsorption performance of indoor formaldehyde and TVOC scope found the draft benchmarks.
2. To complete the building materials of domestic final surface adsorptivity of testing and validation of quantitative assessment.
3. To provide adsorption performance of building materials specific applications and strategies for improved efficiency.

第一章　緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

世界各地近十年的環境災害與氣候變遷，其中高溫環境恐已突破百年來最新紀錄，21 世紀的台灣同樣面臨環境污染、資源短缺及居住健康危害等問題；台灣位處亞熱帶氣候分區，具有高溫高溼的獨特環境特性，加上國人普遍性進行室內裝修的趨勢，室內空氣品質的危害甚至高於「外氣污染」幾十倍，顯示國內裝修建材除需考量室內空氣品質對人體健康效益之影響，也突顯傳統建材急需有效管理控制及改良創新。目前國內尚無針對吸附性建材提供有效檢測方法驗證程序及評定基準，而室內裝修建材本身之吸、脫附特性容易造成室內二次污染源的危害，未來有效透過物理及化學性吸附室內化學污染物並促進法制化為之重要。

目前日本相關單位如建築中心或住宅設備產業協會已針對室內健康舒適環境提出四項建材涵蓋健康機能因子，包含 1.調濕機能、2.抗菌抑制、3.低減化學污染物對策、4.臭氣吸著；針對新型態建材可透過性能檢測及驗證，進一步申請低減建材認定標章，若符合具備調濕性能及抗菌特性，另可申請調濕建材標章。室內裝修建材吸附室內化學污物質，兼俱影響室內健康之相互作用，顯示國內綠建材未來可由被動防範管理積極轉向促進健康，擴大發展標章制度及增進舒適室內健康環境。

各國建材產業近年來積極研發吸附性新型態產品，不僅訴求降低室內化學污染物亦強調減少人體健康風險之危害，有鑑於此，本研究為二年延續型計畫，先行於 99 年度參照 ISO 16000 標準規範建立國內建材吸附性能標準作業程序，並依國內外具備吸附潛力建材進行吸附性能驗證評估及量化分析，提出吸附性能效益評估及具體應用程序改善策略。本年度將進一步透過已建立之標準作業程序，持續進行性

能驗證計畫，並研擬國內性能評定基準項目及認定範圍，落實促進室內健康舒適環境之應用及提升綠建材標章政策之推動，維護國人基本促進健康需求並擴大未來產業發展之差異性。

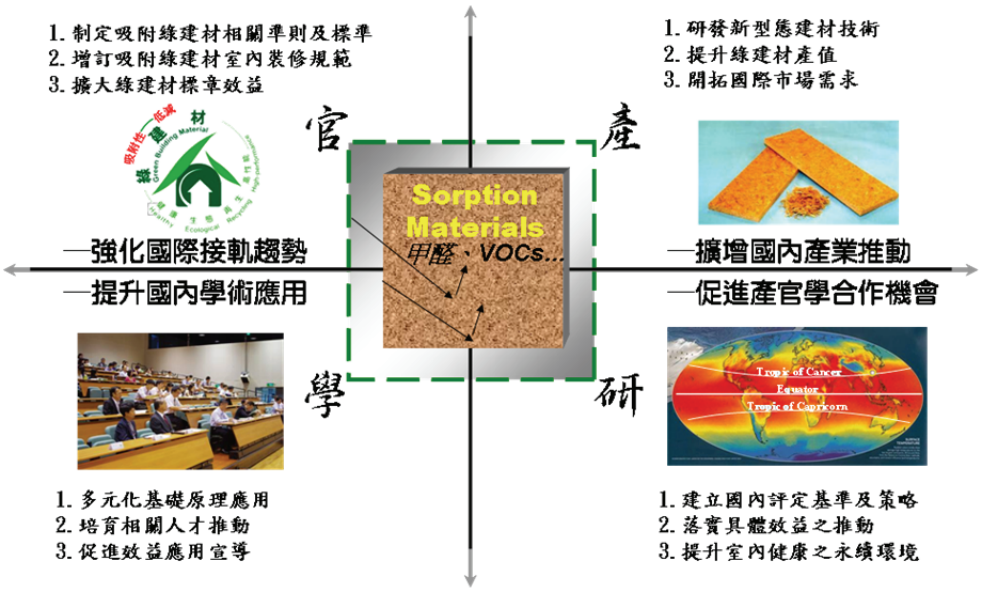


圖 1-1 國內新型態吸附性綠建材未來效益發展趨勢

(資料來源：本研究整理)

二、研究目的

有鑑於國外建材產業積極研發吸附性新型態建材產品，不僅訴求降低室內化學污染物亦強調減少人體健康風險之危害，反觀國內目前已有許多陸續代理上市並標榜吸附型建材產品，而國內尚無針對吸附性建材產品制定一系列標準檢測程序及認定標準，藉此本研究計畫目的透過前期研究建立之標準作業程序，持續透過建材吸附性能驗證，建立國內吸附性建材評定基準及認定範圍之架構，提供國內綠建材標章新增納入促進評定項目法制化，加強未來有效掌握室內空氣品質傳輸所衍生的二次汙染達到有效積極防範，促進節能減碳且提升健康效益的永續環境。本計畫研究成果可供國內傳統建材製造產業多元化研發之趨勢，鼓勵產業界以健康、永續、低碳、環保為基本訴求，積極提升附加價值並以全面性、多元化的設計理念提倡以人為本、永續健康為目標。

三、研究重要性

（一）促進室內健康品質政策

國內室內空氣環境部分乃根據環保署針對建築室內空氣品質基準之草案，其研擬過程參酌 WHO、ASHRAE 等國外相關基準並於 94 年 12 月 30 公告之「室內空氣品質建議值」為基準。目前國際上針對建材吸附化學污染物質的性能測試方法已於 2009 年最新公告（ISO 16000-23,24：2009），日本 JIS 標準規範則與 ISO 同步化（JIS 1905-1, 2 及 JIS 1906：2007-2008），反觀國內經濟部已於 2011 年開始進行吸附性建材 CNS 標準檢測方法草案修訂。而日本建築中心(BCJ-AIBT）透過新建築技術認定標章已成立低減建材認定範圍（BCJ-CS-5）；其相關試驗範圍則以建材吸附低減室內甲醛濃度及揮發性有機化合物為主要試驗。因此，本計畫將持續建構吸附性建材評定基準及認定範圍，積極促進國內擴大提升室內健康空氣品質（IAQ）為目標，維護國人降低空氣品質危害並提升生活居住品質。

（二）國內綠建材法令政策

國內建築法規自 95 年起管制綠建材之使用量，建築技術規則第 17 章綠建築專章第 321 條文規範自 98 年 7 月 1 日起規定,「建築物室內裝修材料應採用 30％以上的綠建材，包含生態、再生、健康及高性能等性質之建材，而條文規定，高度超過 1.2 m 固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏等部分，亦納入室內裝修管理之範圍」。內政部自 2004 年起開辦綠建材標章相關政策，期能從政策面為「建材」把關，避免進口之「有毒建材」(Toxic Building Materials）傾銷，保障室內空氣品質（IAQ），至今 2009 年已有相當之成效，為促進綠建材更能擴大應用於國人居住生活中，藉帶動我國營建產業升級，加強建材之附加價值，對於國內提倡綠建材不僅是一大進展亦是產業界加值躍升的契機。

第二節 研究計畫內容

一、99 年度研究具體成果

本計畫於 99 年度「綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫」優先參照 ISO 16000 規範最新公告建立國內吸附性建材標準作業程序，並完成 5 件國內外具備吸附潛力優質建材之吸附性能檢測及驗證（共 8 組），依據各類建材吸附性能效益評估提出吸附性建材研發及應用策略分析，具體成果如下：

（一） 完成各類建材吸附性能檢測，依建材吸附污染源濃度低減程度計算吸附通風量值及平均吸附率進行比較，提供國內綠建材吸附室內污染物之性能依據。

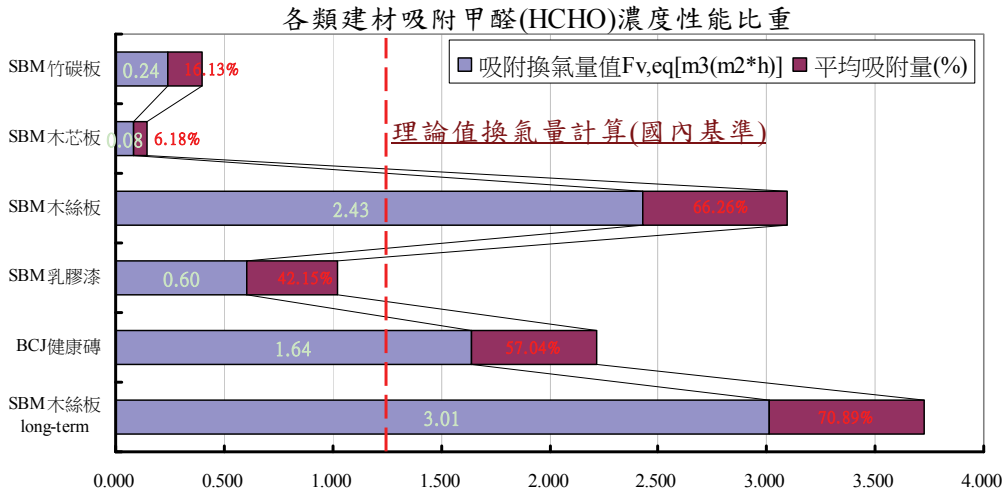


圖 1-2 各類建材吸附性能效益比重

(資料來源：本研究整理)

（二） 建立各類建材吸附性能參數總表，研提國內綠建材吸、脫附完整模式之效益評估及研發建議策略，供未來綠建材標章執行吸附性建材分級制度之依據。

（三） 參照 ISO 16000-23, 24 標準規範及日本 JIS 相關文獻，建立國內建材吸附性能檢測方法，並依設備整合驗證為有效性完成共 8 組建材吸、脫附性能檢測。

表 1-1 各類建材吸附性能效益評定

甲醛吸附性能試驗計算結果					
檢測建材	供給氣體	預設濃度	吸附通量速度 $F_m[ug/(m^2*h)]$	吸附通風量值 $Fv,eq[m^3/(m^2*h)]$	平均吸附率(%)
木芯板 (97)GBM00147	甲醛 (HCHO)	0.2ppm ($244ug/m^3$)	18.28	0.082	6.18%
木絲板 (97)GBM00123			192.95	2.430	66.26%
乳膠漆 GBM0100016			83.03	0.601	42.15%
健康磚			175.03	1.643	57.04%

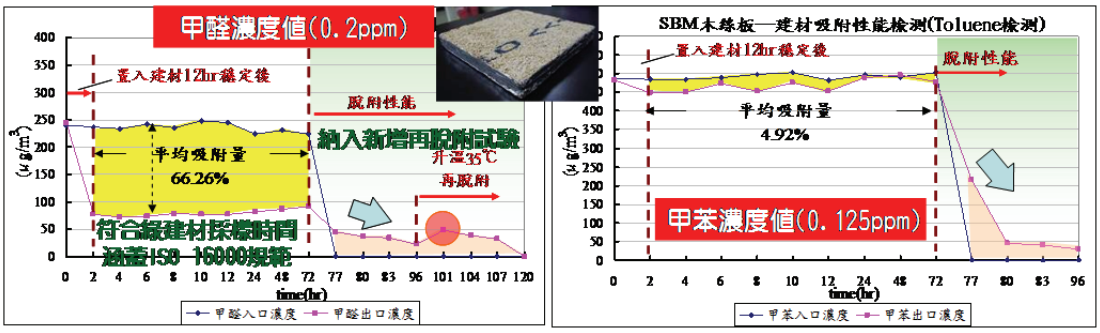


圖 1-3 建材吸、脫附性能檢測結果

(資料來源：本研究整理)

二、本計畫具體內容

本年度計畫賡續進行國內綠建材吸附性能驗證之研究，提供性能差異化之建議值，作為國內吸附性建材評定基準及認定範圍之參考依據。本年度計畫「綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫」配合經濟部標檢測修訂 CNS 草案，加強促進國內新型態吸附性綠建材於未來納入申請綠建材標章項目，提升健康吸附性建材之有效應用，透過內政部建築研究所性能實驗中心之「小尺寸建材環境控制箱實驗室」持續進行建材吸附性能驗證評估及分析量化，奠定相關基準建議值為原則，累積建材吸附性能(甲醛及甲苯)於不同環境因子（對應不同溫、濕空間需求）及不同濃度吸附特性之資料庫。

為推動促使國內新型態建材具備吸附室內化學污染物之特性，本計畫將依國內最終表面建材類別進行吸附性能檢測，作為未來建議納入申請綠建材標章之基準門檻，並符合國內室內裝修管理辦法(兼具耐燃、防火等特性)及未含甲醛或 VOCs 有害物質逸散之虞為限制原則，提供予相關建材製造商進行學術及技術交流，以利未來擴大推動新型態吸附性建材技術之研發，加強申請綠建材標章等產學技術合作之事宜。

本年度預計執行之工作內容如下：

1. 研擬國內綠建材吸附室內甲醛及 TVOC 評定基準草案認定範圍

(1) 彙整國內外建材吸附性能標準檢測方法及檢測項目（ISO, JIS, CNS 草案等），透過相關文獻及發展趨勢，建立國內綠建材吸附性建材評定項目基準參數及評定架構。

(2) 整合國外吸附室內化學污染物及低減建材性能認定範圍，配合建材性能驗證之差異性，提供作為國內綠建材吸附性能認定範圍及參照基準之分析。

(3) 邀請產、官、學界等專家進一步討論性能評定基準之驗證項目，供作為未來綠建材納入評定項目之參考依據（舉辦 1 次諮詢會議）。

2. 透過國內最終表面材進行建材吸附性能檢測量化分析及驗證評估

(1) 依 99 年度建立建材吸附性能標準作業程序，選定國內外最終表面材產品依不同環境因子及濃度性能干擾條件（溫度及濃度基準條件）持續進行吸、脫附性能檢測（共 4 組）進行比對量化分析。

(2) 彙整最終表面綠建材產品基本特性，建立建材吸、脫附性能試驗評估驗證與分析之相關性，符合室內裝修管理辦法作為吸附性建材評定項目。

(3) 歸納本年度新型態吸附性建材吸、脫附性能驗證評估，提供予相關建材製造商進行技術發展交流(舉辦1次專家工作會議)，提供未來申請綠建材標章擴大發展之適用性分析。

3. 提供國內吸附性建材應用程序與改善效益之策略

(1) 依國內綠建材吸附性能評定基準及認定範圍，提出吸附性建材為未來具體應用程序之效益策略。

(2) 建立國內室內裝修最終表面材之吸、脫附性能具體改善效益及發展機制。

第三節 研究方法與步驟

一、研究方法

（一）文獻分析法

彙整國內外建材吸附性能標準檢測方法及認定基準，包含 ISO 16000-23, 24「降低化學污染物質（甲醛及 VOCs）之吸附性建材性能試驗方法」、日本 JIS 標準規範資料（JIS 1905-1, 2、JIS 1906）及日本建築中心（BCJ-CS-5）低減建材認定基準等，建立適用於國內綠建材標章評定基準及範圍。

（二）比較分析法

針對文獻探討與所蒐集的試驗數值及環境參數作比較分析，彙整現有室內化學污染物整體研究及相關試驗成果，透過建材吸附化學污染物之可行性分析，比對分析其相關性，逐步建構未來擴大發展吸附性建材評定建議基準及發展策略。

（三）專家諮詢法

透過國內綠建材性能驗證分析研擬評定基準項目及認定範圍(草案)，邀請產、官、學、研等方面學有所長之專家學者，進行互動交流溝通。並聘請專家學者針對草案內容進行審查，提出內容修正及增刪之意見，加強本研究內容之參考依據，並擇期辦理期中、期末簡報說明研究案執行的成效、進度及所遭遇的問題。

（四）實驗分析法

本研究透過國內最終表面建材產品持續進行吸附性能檢測及驗證，經實驗室系統儀器進行定性定量分析，進一步透過不同環境因子及飽和量差異性建立建材吸附性驗證及試驗結果比對，提供作為綠建材評定基準之參數建議值。

二、研究步驟

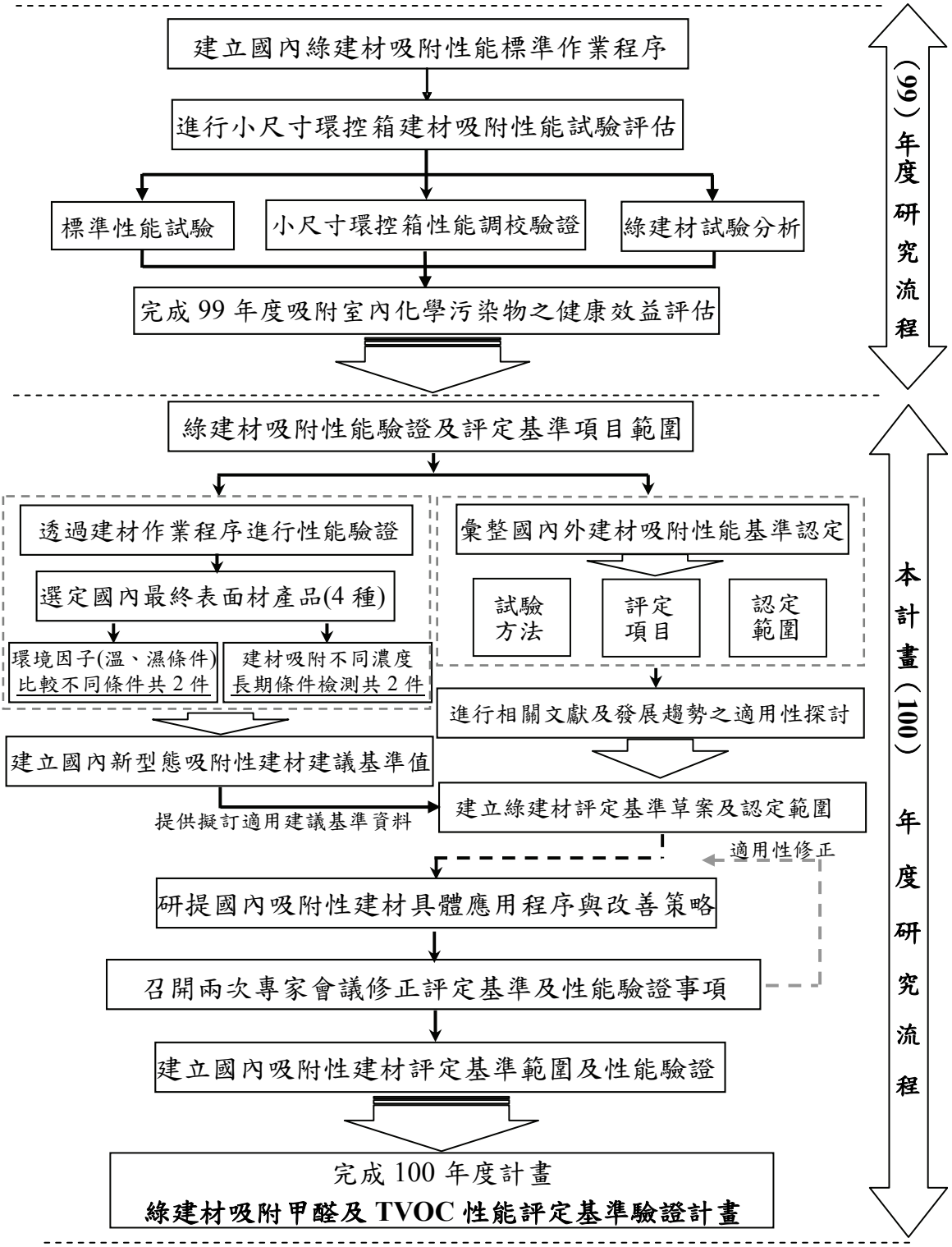


圖 1-4 研究流程圖

第四節 預期研究成果與進度

1. 研擬國內綠建材吸附甲醛及 TVOC 評定基準草案認定範圍。
2. 完成國內最終表面材進行建材吸附性能檢測量化分析及驗證評估。
3. 提供吸附性建材具體應用程序及改善效益之策略。

表 1-2 預期研究進度表

月次 / 工作項目	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	備註
彙整分析國內外建材吸附性能標準方法及評定基準項目											
比較國外低減建材吸附性能認定範圍及檢測項目程序											
持續進行國內最終表面材吸附性能檢測量化分析及驗證											
設定建材吸、脫附於不同環境因子及濃度檢測條件											
建構國內最終表面材產品基本特性資料											
建材吸附性能驗證分析供作評定基準及範圍之建議參數											
研擬國內綠建材性能評定基準草案及認定範圍											
綠建材吸附性能評定基準驗證專家工作會議(兩場)											
提出綠建材吸附室內化學污染物質具體應用程序及發展											
整理與修正報告書											
期中期末報告						◎			◎		
預定進度(累積數)	9%	18%	36%	45%	55%	63%	72%	80%	92%	100%	

圖例： 預期進度 實際進度

第二章　國際趨勢建材吸附性能基準項目及認定

第一節 彙整國外建材吸附性能標準規範及範圍

目前國外針對健康、綠建材性能標章，逐步增加其健康高性能之相關標準檢測方法。經由「促進室內污染物低減性能建材」改善「室內空氣污染物質」(Indoor air pollution)，促進新型態建材產品之研發，並提供一系列相關標準試驗規範。本研究彙整目前國際間已公告相關標準檢測方法之內容及認定範圍，如表 2-1 所示。

表 2-1 國際間建材吸附性能標準檢測方法系列及認定範圍

系列	規範編號	標題內容	評定基準認定
日本標準	JIS 1905-1（2007）	小型環控箱法-室內空氣污染濃度低減建材性能試驗法（1）—持續供應甲醛濃度吸附性測定	日本建築中心-新建築技術 BCJ-CS-5(2003)「室內空氣中揮發性有機化合物污染低減建材認定基準範圍」
	JIS 1905-2（2007）	小型環控箱法-室內空氣污染濃度低減建材性能試驗法（2）—逸散甲醛濃度建材吸附性測定	
	JIS 1906（2008）	小型環控箱法-室內空氣污染濃度低減建材性能試驗法—持續供應 VOCs 濃度吸附性測定	
	JSTM H 5001（2005）	小型環控箱法-室內空氣污染濃度低減材之低減性能試驗法	
國際標準	ISO 16000-23（2009）	Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	尚未公告
	ISO 16000-24（2009）	Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials	
國內標準	CNS 草-制 0990704（2011）	室內空氣 16000 系列—第 23 部：評估收附性建築材料在降低甲醛濃度之性能試驗	本計畫擬定評定基準草案 (CNS 公告依據)
	CNS 草-制 0990705（2011）	室內空氣 16000 系列—第 24 部：評估收附性建築材料在降低揮發性有機化合物（甲醛除外）濃度之性能試驗	

(資料來源：本研究整理)

本研究針對建材吸附甲醛（Formaldehyde）及揮發性有機化合物（VOCs, Expect formaldehyde）的標準作業程序及試驗流程，主要參照 ISO 16000-23、24 規範明列適用建材之條件。內容包含檢測範圍之板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等；建材吸附性能試驗乃採用 ISO 16000-9 環控箱建置基礎為依據，檢測試驗條件之品保與品管如採樣、運輸、儲存過程則依據 ISO 16000-11，針對甲醛及揮發性有機化合物氣體採樣及分析方法則依據 ISO 16000-3 為原則，VOCs 之描述則參照 ISO 16000-6 與 ISO 16017-1 為依據。

表 2-2 參照 ISO 規範標準建材性能檢測歷年彙整之總表

規範編號	ISO 標準-室內空氣及建材測試部分(歷年相關資料)	年份	USER
ISO 16000-1	Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy	2004 Ed. 1	內政部建材所歷年參照規範
ISO 16000-2	Indoor air — Part 2: Sampling strategy for formaldehyde	2004 Ed. 1	
ISO 16000-3	Indoor air — Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds	2001 Ed. 1	
ISO 16000-4	Indoor air — Part 4: Determination of formaldehyde — Diffusive sampling method	2004 Ed. 1	
ISO 16000-6	Indoor air — Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID	2004 Ed. 1	
ISO 16000-9	Indoor air — Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Emission test chamber method	2006 Ed. 1	
ISO 16000-10	Indoor air — Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing -- Emission test cell method	2006 Ed. 1	
ISO 16000-11	Indoor air — Part 11: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing — Sampling, storage of samples and preparation of test specimens	2006 Ed. 1	
ISO 16000-23	Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials	2009 Ed. 1	主要參照規範
ISO 16000-24	Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials	2009 Ed. 1	
ISO 16000-25	Determination of the emission of semi-volatile organic compounds by building products — Micro-chamber method	發展中	

(資料來源：本研究整理)

一、ISO 標準方法試驗項目

ISO 國際規範方法適用各項建築材料，針對建材含有甲醛及揮發性有機化合物之檢測樣本判定建材表面所低減之吸附性能為基本原則，初步計算量化單位面積吸附通量（Sorption flux），亦分析當量吸附通風量（Equivalent ventilation rate）及對應不同濃度之吸附率（Sorption rate）等，評估建材長時間吸附性能之曲線及衰減模式。

ISO16000-23 及 24 提出標準檢測方法之項目，其內容項目彙整如表 2-3，依 99 年度彙整 ISO 國際標準之具體檢測內容如下。

表 2-3 ISO 16000-23、24 標準檢測內容之項目

	標準規範項目	
名稱	**建材對甲醛吸附性能檢測方法 (ISO 16000-23)**	**建材對揮發性有機化合物吸附性能檢測方法(ISO 16000-24)**
1.	方法原則	方法原則
2.	適用範圍	適用範圍
3.	設備及材料	設備及材料
4.	試驗條件	試驗條件
5.	試驗條件之驗証	試驗條件之驗証
6.	環控箱之前置作業	環控箱之前置作業
7.	樣本試材之前置作業	樣本試材之前置作業
8.	試驗方法與步驟	試驗方法與步驟
9.	甲醛之檢測	揮發性化合物之檢測
10	品保與品管	品保與品管
11	準確度與精密度	準確度與精密度
12	試驗計算	試驗計算
13	試驗報告	試驗報告
14	參考文獻	參考文獻

(資料來源：整理自 ISO 16000-23,16000-24)

（一）ISO 系列(甲醛及 VOCs 為例)

1. 適用範圍

本方法適用於分析建材對甲醛吸附評估，但不適用於紫外線和可見光中進而對污染物質產生分解及催化反應之材料。適用建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等。

2. 檢測原理

本方法主要針對室內建材作為吸附化學污染物質之樣本測試，其性能透過環控箱進行長期監控及空氣採樣，評估污染物濃度減少程度包含最初濃度減少性能及吸附時間長短。化學物質經過建材表面的質傳係數（Mass transfer coefficient）及材料本身所涵蓋之吸附等溫曲線（Adsorption isotherm）、擴散性（Diffusion）等，將決定建材性能吸附濃度。

3. 試驗條件

（1）低減濃度試驗條件之性能測定

a. 溫度及相對濕度：

（a） 建材應用於歐洲和美國環境條件應依 ISO 554 規範，於環控箱進行試驗溫度需設定為 23℃±2℃，相對濕度為 50%±5%；若建材應用於日本環境條件，則溫度設定為 28℃±1℃，相對濕度為 50%±5%。

（b） 建材應用於其他環境條件下的替代溫度和相對濕度條件進行試驗，應當以國際標準規範規定之條件為基準，如 ISO 554 作為試驗報告。

（c） 環控箱應紀錄最初艙體內的環境條件至開啟艙門置入樣本後，將其環境條件變化予以紀錄。

註：溫度及相對濕度會影響建材吸附量及再脫附的性能試驗。

b. 供應氣體品質與背景濃度

供應潔淨氣體至環控箱其背景濃度與氣體所含有的化學污染物質濃度應低於規定值，避免試驗受到干擾。背景濃度所含有的總揮發性有機化合物(TVOC)應低於 20 μg/m3，甲醛濃度則應低於 2 μg/m3。供應氣體經純淨水進行加濕不得含有揮發性有機化合物干擾，避免影響試驗。

c. 傳質係數

空氣流速於環控箱內部經試材表面周圍通過使用含有水氣之空氣其範圍為 15±3 m/h（相當於 0.25±0.05 m/s），確認試樣本對質傳係數的依賴程度。

註：質傳係數於幾何形狀和邊界條件類似於熱對流交換係數，估計涉及試材表面與邊界濃度分佈的質傳通量（吸附通量）。

註：濃度低減性能取決於質傳係數，而質傳係數取決於環控箱內的物質濃度、氣體流量和樣本表面積。

d. 特定面積的通風換氣率

換氣率應保持穩定於 0.5/h±0.05/h；產品負荷係數需符合 ISO 16000-9：2006 的品保與品管規定或合適的幾何邊界條件以環控箱體積容量為依據。若比較不同環控箱之結果，空氣置換率 n 及產品負荷率 L 應於環控箱設定相同條件（n 及 L 可能會影響吸附量 F_m）。

註：選定的單位面積空氣流量率（$F_{v,a}$）會影響環控箱內污染物質濃度穩定分佈。

e. 供應氣體濃度

提供環控箱含有化學污染物質濃度之氣體，應接近或符合世界衛生組織（WHO guideline）所指定的濃度。

（2）影響低減濃度試驗性能的因素

化學污染物質濃度低減性能主要以溫度、濕度及空氣含有的污染

濃度為主要評估影響因素，其影響因子參照如下：

a. 溫、濕度之影響

環控箱溫度應設置為 18℃±2℃、23℃±2℃及 28℃±1℃；濕度則設置為 25%±5%、50%±5%及 75%±5%等如 ISO 554 所規定之。

b. 供應污染物濃度氣體之影響

供應化學污染物質氣體之濃度應以規定為基準值（1 倍），應設定為 2 倍及 1/2 倍，進行不同濃度之試驗。

c. 干擾氣體之影響

室內環境中可能存在於各種干擾氣體，應透過量測不同濃度的干擾氣體，衡量樣本對低減污染物濃度性能試驗造成干擾之影響。

4. 性能計算

（1）吸附通量之計算

計算單位面積的吸附通量 F_m，其公式為（1）所示：

$$F_m = \frac{\left(\rho_{\text{in},\,t_e} - \rho_{\text{out},\,t_e}\right) q_C}{A} \qquad (1)$$

$\rho_{\text{in},\,t_e}$：環控箱進氣口經過時間（t_e）的濃度（$\mu g/m^3$）。

$\rho_{\text{out},\,t_e}$：環控箱出氣口經過時間（t_e）的濃度（$\mu g/m^3$）。

q_C：環控箱的空氣流量率（m^3/h）。

A：試材樣本的表面積（m^2）。

（2）單位面積通風率濃度計算

扣除乾淨空氣的空氣流量所獲得應有的濃度，其單位面積的通風率 $F_{V,\,eq}$ 計算為公式（2）

$$F_{V,\,eq} = \frac{\left(\frac{\rho_{\text{in},\,t}}{\rho_{\text{out},\,t}} - 1\right) q_C}{A} \qquad (2)$$

二、日本標準方法試驗項目

日本 JIS 標準規範優先於 2007~2008 年先後公告 JIS 1905-1、JIS 1905-2 及 JIS 1906 建材吸附性能標準檢測方法三大系列，包含針對低減室內化學污染物（甲醛及 VOCs）依既有小尺寸環控箱建立檢測方法，1905-2 系列另有建材逸散相互作用之吸附性能檢測新制方法；相關吸附性建材試驗評估，最先由日本建材試驗中心在 2005 年提出針對低減室內空氣污染之小尺寸環控箱建材低減性能試驗方法（甲醛及 VOCs），並提供標準規範制修訂之準則（JSTM H 5001），本研究持續彙整日本相關標準規範，提供作為研擬性能評定基準項目草案之依據。本年度彙整 JIS 日本規範標準及 JSTM 具體檢測內容如下。

表 2-4 JIS 及 JSTM 系列標準檢測內容之項目

	標準規範項目	
名稱	**室內污染濃度低減建材性能試驗法-甲醛及 VOCs(JIS 系列)**	**室內污染濃度低減建材性能試驗法(JSTM)**
1.	適用範圍	適用範圍
2.	測定原理	測定原理
3.	性能設備	設備裝置
4.	試驗條件	環控箱裝置構成
5.	試驗條件之驗証	污染物質產生方法
6.	環控箱之前置作業	試驗方法與條件
7.	樣本試材之前置作業	樣本試材之前置作業
8.	試驗方法與步驟	污染物濃度檢測
9.	甲醛及 VOCs 檢測	試驗程序
10	性能試驗計算	空氣採樣及分析方法
11	試驗報告	性能試驗計算
12	參考文獻	

(資料來源：整理自 JIS 1905, 1906 及 JSTM H 5001)

（一）JIS 系列(甲醛及 VOCs 為例)

1. 適用範圍

本試驗標準規範為小型環控箱對室內空氣的污染物質之吸附性，提供建築材料減少污染物質濃度之降低性能及吸收率測試方法之規定。適用建材包含人造板、壁紙、地板、塗料等可應用之其它材料；不適用紫外線光照、催化分解材料進而對污染物質產生分解及反應之材料。

2. 檢測原理

本試驗方法透過含有化學污染物質的濃度提供指標範圍內於小型環控箱測試建材樣本，依環控箱排出氣體濃度之差異檢測降低室內濃度性能。導致可能減少室內濃度的樣本材料的方法，其中包含物理吸附、化學吸附、化學分解等，符合低減之原則基礎。

3. 試驗條件

（1）低減濃度通量之性能條件

a. 溫度和相對濕度

環控箱溫度設定 28℃為標準溫度條件；相對濕度參照 JIS Z 8703 標準相對濕度條件為 50%。環控箱需能控制在下列條件範圍內，溫度為 28±1.0℃、相對濕度為 50±5%，並確保其它目的之溫度和濕度條件是可行的。

b. 供給空氣的背景濃度

環控箱需降低影響背景濃度之影響。含空氣混合的乾淨空氣以純淨水提供加濕使用，盡量減少揮發性有機物、甲醛等其他羰基化合物之影響。

c. 物質傳達率

依質傳速率在試樣表面（水蒸汽）進行測量。測量水蒸氣試驗在樣本表面之質傳速率為 15±3m/h 範圍內。

d.　單位面積通風量和換氣次數

環控箱單位面積通風量作為測試條件的參數設置，換氣量穩定狀態為 0.5±0.05/h；產品負荷系標準設定為 2.2 m^2/m^3。

註:從不同的環控箱比較的結果，換氣率 *n* 和產品負荷率 *L* 在相同條件下，可能會影響吸附率。

（2）低減性能之影響

測量各種環境因素包含化學污染物質性能降低的影響，如預期的空氣溫度、相對濕度。然而，各種環境條件元素的性能測量的僅能改變一種環境因素條件之變化。

a.　溫度、濕度的影響

環控箱溫度條件改變設定為 23±1.0℃與 18±1.0℃，相對濕度為 50±5%。環控箱濕度條件改變設定為 75±5%與 25±5%，艙內溫度為 28±1.0℃，進行供給濃度之試驗。

b.　供給濃度

供給化學污染物質濃度之影響，提供基準值範圍之 2 倍及 1/2 倍進行量測。溫度和濕度設置同上。

c.　其他的影響

室內現狀存在的各種干擾氣體，改變各種干擾氣體空氣供應來進行量測，進行確認測試建材的低減化學污染物質之影響。

4.　吸附性能計算

（1）吸附性能通量速度及當量通風率之計算

依據環控箱換氣量計算環控箱之進氣口和出氣口濃度，其結果求得試材樣本之表面積吸附率[$\mu g/(m^2 \cdot h)$]。

$$ads = (C_{in,t} - C_t)Q/A \qquad (3)$$

$C_{in,t}$：經過時間 t 化學污染物質之供給濃度（$\mu g/m^3$）

C_t：經過時間 t 環控箱化學污染物質之濃度（$\mu g/m^3$）

Q：環控箱之換氣量（m^3/h）

A：試驗片之表面積（m^2）

依據試材樣本吸附通量速度之經過時間，經積分計算吸附累計總量之濃度[$\mu g/m^2$]。

$$aa_a = \Sigma(ads_i \times t_i) \quad (4)$$

濃度低減之清淨空氣提升通風量之增大達成通風量換算值[$m^3/(m^2 \cdot h)$]之計算。

$$Qad_s = (C_{in,t}/C_t - 1)Q/A \quad (5)$$

（二）JSTM 系列(甲醛及 VOCs)

1. 適用範圍

甲醛和揮發性有機化合物（VOC）存在於建築物室內空氣中吸附室內空氣污染物濃度的材料，具有持續降低、低減之建材低減性能試驗方法界定。本規範適用化學污染質之甲醛及甲苯等，低減建材包含板類、壁紙和塗料申請之適用。(主要內文可參考附件二)

2. 檢測原理

不斷供應污染物濃度提供試驗樣本於小尺寸環控箱內，調整為恆定之溫度和濕度通風狀態，通過小尺寸環控箱測量其不變濃度，測定低減建材性能之需求，包含濃度污染物吸附速度、吸附率及吸附通風量值之計算，檢測工作需於暗箱（無光線）中進行。

3. 試驗條件

（1）溫度及相對濕度

環控箱內部環境條件設定溫度為 28±0.5℃、相對濕度 50±5％標準狀態設定。

註：需確認溫、濕度持續調控之穩定性，依不同試驗目的可調控溫度範圍為 20~35℃、相對濕度則為 45~65%進行改變。

（2）換氣次數

換氣次數以 0.5±0.05 回/h 為標準設定。

（3）物質傳達率

試驗樣本於小尺寸環控箱內之物質傳達率相當於蒸氣傳達換算為 9~18m/h 程度。

註：物質傳達速率相當於流經試驗樣本表面之空氣風速流量為 0.1~0.3m/s。

（4）環控箱內部壓力(500L 艙體)

試驗時，環控箱內部壓力控制 500Pa 以下。

（5）新鮮空氣導入

導入環控箱內部之室內空氣可經過活性碳、活性氧化鋁與高錳酸鉀浸漬處理等，以促降低空氣污染物濃度。

甲醛背景濃度：10μg/m^3 以下；甲苯背景濃度：20μg/m^3 以下。

（6）污染物質濃度

依日本衛生署基準提供環控箱內部污染物質濃度之規定。

甲醛濃度：100±20μg/m^3；甲苯濃度：260±52μg/m^3。

註：如試驗目的需要，可額外提供基準值標準之 1/2 倍及 5 倍污染物濃度。

（7）環控箱內部污染物質濃度之設定

a. 供應污染物質裝置需確認執行試驗前之穩定狀態。

註：穩定狀態時，於 24 小時內檢測 3 點以上之測定結果，控制污染物質濃度於±15%以內的穩定水平狀態。

b. 供應污染物濃度穩定後至環控箱內部導入，待 24 小時污染物濃度穩定後進行測定。

c. 同時，供應污染物濃度裝置提供污染物濃度之標準測定，環控箱內衡量污染物質濃度之計算公式(1)。

$$C_T = \frac{C_P \times Q_P}{(Q_A + Q_P)} \qquad (6)$$

C_P：試驗前後 24 小時供給氣體污染物質之平均濃度（μg/m^3）

Q_P：供給污染物質於環控箱之導入量（L/min）

Q_A：環控箱內乾淨空氣導入量（L/min）

註：依實際採樣濃度值，提供計算濃度值換算。

d. b.為確認環控箱內污染物質濃度，c.為計算污染物質供給濃度之差異值，確保差異值控制在 10%範圍內，若超出 10%之規定，則需再次執行環控箱清洗、空氣換氣流量之檢查，再重複 a.~c.操作。

4. 性能計算

（1）污染物質吸附率計算

從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部所經過時間的吸附率[%]之計算方法。

$$R_P = \frac{C_T - C_N}{C_T} \times 100 \quad (7)$$

C_T：供給污染物質之濃度（μg/m^3）

C_N：N 時間（日）環控箱之濃度（μg/m^3）

（2）污染物質吸附速度量計算

從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部經過時間的吸附速度量 ads[μg/（m^2・h）]計算方法。

$$ads = (C_T - C_N) \times \frac{(Q_A + Q_P) \times \frac{60}{1000}}{A} \quad (8)$$

Q_A：環控箱內乾淨空氣導入量（L/min）

Q_P：供給污染物質於環控箱之導入量（L/min）

（3）吸附通風量計算

從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部所經過時間的吸附通風量 Q_{ads}[m^3/（m^2・h）]計算方法。

$$Q_{ads} = \left[\frac{C_T}{C_N} - 1 \right] \times \frac{Q}{A} \quad (9)$$

Q：換氣量（m^3/h）

A：試驗樣本表面積（m^2）

第二節 國際間建材吸附性能評定系統及認定條件

一、性能檢測系統設備

有鑑於室內環境品質健康舒適之重要性，本計畫彙整參照國際間標準規範提供性能檢測及設備系統之概念，包含如日本 JIS 系列「小尺寸環控箱法：室內空氣污染濃度低減建材性能試驗法—持續供應甲醛或 VOCs 濃度吸附性測定」、JSTM「小尺寸環控箱法：室內空氣污染濃度低減建材性能試驗法」及國際標準 ISO 系列「吸附性建材降低甲醛及揮發性有機化合物濃度性能試驗之評估」；前者日本 JIS 系列分別為 2007、2008 年，JSTM 則為 2005 年公告之標準規範，後者國際標準系列皆為 2009 年最新公告標準。

（一）性能設備範圍

國際間相關標準針對建材吸附性能檢測概念相通適用，僅差別於不同環控箱體積內部循環空氣流量因而有所調控；主要概念為持續提供預設之標準氣體濃度，穩定供應至小尺寸環控箱並於進、出氣口埠位進行受檢濃度之空氣採樣，並根據受測建材產品負荷率 L 之限制於環控箱試驗環境條件內所降低濃度程度進行吸附通量、吸附率及吸附通風量等計算，彙整國際間建材吸附性能檢測系統概念如表 2-5、2-6 所示。

表 2-5 ISO 吸附性能檢測設備概念示意項目

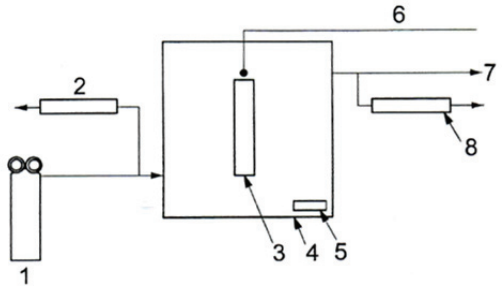
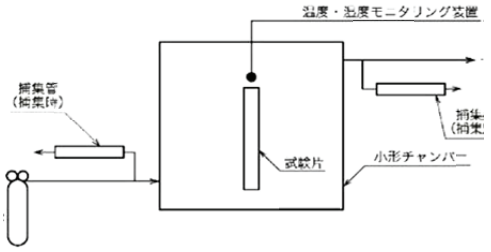
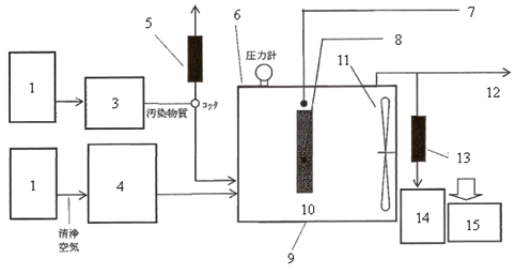
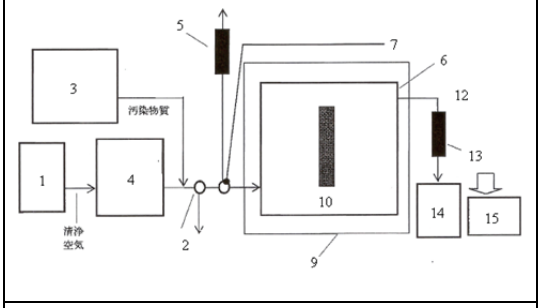
項目	ISO 規範	設備項目
系統概念		1. 供應標準氣體標的化合物 2. 進氣口採樣裝置 3. 樣本 4. 環控箱 5. 循環空氣流速控制裝置 6. 溫/濕監測系統 7. 環控箱排氣 8. 出氣口採樣裝置
認定標準	符合ISO 16000-9條件	

表 2-6 JIS 及 JSTM 吸附性能檢測設備概念示意項目

<table>
<tr><th>項目</th><th>JIS 規範</th><th>設備項目</th></tr>
<tr><td>系統概念</td><td> 
</td><td>1. 供應標準氣體標的化合物
2. 供氣採樣裝置
3. 試驗樣本
4. 環控箱
5. 溫/濕監測系統
6. 環控箱排氣
7. 環控箱採樣裝置</td></tr>
<tr><th>項目</th><th>JSTM</th><th>設備項目</th></tr>
<tr><td rowspan="3">系統概念</td><td> 
</td><td rowspan="3">1. 空氣清淨裝置
2. 混合氣體裝置(混合箱)
3. 污染物供給裝置
4. 通風換氣、濕度控制系統
5. 進氣口採樣管裝置
6. 環控箱
7. 溫度和濕度監控系統
8. 熱線風速計
9. 溫度控制裝置
10. 試材樣本
11. 內部混合風扇
12. 環控箱排氣埠
13. 出氣口採樣裝置
14. 空氣採樣裝置(pump)
15. 分析裝置</td></tr>
<tr><td>環控箱內部氣體混合型概念示意</td></tr>
<tr><td> 

環控箱外部分流混合型概念示意</td></tr>
<tr><td>認定標準</td><td colspan="2">符合符合JIS A 1901條件</td></tr>
<tr><td>檢測範圍</td><td colspan="2">適用於各類建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等，符合建材吸附甲醛及VOCs濃度性能檢測涵蓋範圍</td></tr>
</table>

(資料來源：整理自 ISO、JIS 及 JSTM 標準規範)

以上彙整各類標準規範提出之設備系統概念，皆能適用各類建材進行性能檢測。本計畫建置整合系統設備之概念，涵蓋國際間規定，並主要參照 ISO 規範為依據，且符合 JSTM 外部混合式之概念。

（二）環境參數條件

國際間建材吸附性能檢測之環境參數條件要求，其建材吸附性能將有所影響，依建材適用於不同地區之環境條件下，需先行符合基本條件標準狀態之環境參數進行性能檢測。日本 JIS 環境參數條件，符合 BCJ 低減建材認證範圍內，同步認定標準狀態溫度為 28℃±1℃、相對濕度為 50±5%（符合 JIS 8703）及試驗濃度需符合日本厚生労働省規定濃度為基準值或者 WHO 濃度基準值，而 JSTM 規範則僅參數條件有些許差異;在國際標準 ISO 規範之標準狀態則以溫度為 23±2℃、相對濕度為 50±5%（符合 ISO 554），且濃度同樣以 WHO 濃度基準值為性能檢測環境條件設定之狀態，依建材吸附性能檢測所適用涵蓋環境參數之要求，彙整如表 2-7 及 2-8 所示。

表 2-7 ISO 吸附性能環境條件參數

規範 / 項目	ISO 系列(16000-23、24) (CNS 草案制修訂中)			建議檢測
標準狀態	溫度設定	23℃±2℃	18℃±2℃, 28℃±1℃	*
	濕度設定	50%±5%	25%±5%, 75%±5%	*
	背景濃度	HCHO、VOC＜2μg/m^3, TVOC＜20μg/m^3		
	質傳係數	15±3m/h（0.25±0.05m/s）		
	產品負荷率 *L*	0.4 m^2/m^3(符合 ISO 16000-9)		
	換氣率 *ACH*	0.5/h±0.05/h		
	氣體濃度 (符合 WHO 規定)	1 倍(規範基準)	2 倍, 1/2 倍(規範基準),	*
	儀器精密度 (驗證監控)	溫度±1℃, 濕度±3%, 換氣流量±3%		

(資料來源：整理自 ISO 標準規範)

表 2-8 JIS 及 JSTM 吸附性能環境條件參數

規範 / 項目	JIS 系列(1905、1906)			建議檢測
標準狀態	溫度設定	28℃±1℃	18℃±1℃, 23℃±1℃	*
	濕度設定	50%±5%	25%±5%, 75%±5%	*
	背景濃度	未規定		
	質傳係數	15±3m/h（0.25±0.05m/s）		
	產品負荷率 *L*	2.2 m^2/m^3(符合 JIS Z 8401)		
	換氣率 *ACH*	0.5/h±0.05/h		
	氣體濃度 (符合厚生労働省)	1 倍(規範基準)	2 倍, 1/2 倍(規範基準),	*
	儀器精密度 (驗證監控)	溫度±0.5℃, 濕度±5%, 換氣流量±10%		
規範 / 項目	JSTM 系列			建議檢測
標準狀態	溫度設定	28℃±0.5℃	20~35℃可調控範圍	*
	濕度設定	50%±5%	45~65%可調控範圍	*
	背景濃度	HCHO、VOC＜10$\mu g/m^3$, TVOC＜20$\mu g/m^3$		
	質傳係數	9~18m/h		
	產品負荷率 *L*	環控箱 500L：1.0 m^2/m^3, 環控箱 20L：2.2 m^2/m^3 (符合 JIS Z 8401)		
	換氣率 *ACH*	0.5/h±0.05/h		
	氣體濃度 (符合厚生労働省)	1 倍(規範基準)	5 倍, 1/2 倍(規範基準),	*
	儀器精密度 (驗證監控)	未規定		

(資料來源：整理自 JIS 及 JSTM 標準規範)

二、室內污染低減建材認定基準（BCJ-CS-5）

本計畫透過日本建築中心之室內污染物低減建材認定基準，針對適用範圍為室內環境中降低甲醛(HCHO)、揮發性有機化合物(VOCs)等進行吸附、分解污染物濃度進行相關彙整，以提供作為國內未來擬定申請吸附性綠建材之認定標準，依認定範圍內容可參照如附件三。

（一）認定基準

低減建材認定評估基準適用於居住環境中進行裝修、設置之建材性能，包含以下 4 點要項：

1. 低減量性能

低減建材與一般建材裝修於室內環境場所相互比較，需有著一定程度的低減污染物之性能。

2. 低減效果持續性能

低減建材於居住環境內與一般建材在同一時間內的低減性能，需有預期且持續性的低減性能。

3. 低減效果干擾性能

低減建材需預期於不同環境條件下，針對室內化學污染物低減性能之顯著影響。

4. 低減指標污染物以外逸散量性能

低減建材需預期於居住環境內減少對象化學污染物質，且需確認對新的化學污染源不至於產生空氣污染源逸散之性能。

（二）低減建材品質

低減建材需包含所使用之目的、機能、施工品質等之裝修性能。

（三）低減建材環境負荷

低減建材需涵蓋有助於減少對環境負荷之影響。

（四）低減建材評價基準

1. 低減量性能評價

依申請通過低減量的性能比較之情況，經確認為特別指定的低減建材。通過建材預估於住宅環境下可降低對象化學物質的低減量，作為吸附通風量換算評價以（$m^3/h \cdot m^2$）表示。

根據對象化學物質之低減量，建議由小型環控箱試驗法為確認。

（1）低減量性能方法定義

依環控箱試驗法可分為固定法（基準測定）及固定法外（提出相關能力報告）。檢測試驗除以小型環控箱以外，另可經由全尺寸環控箱（full-scial chamber）等進行試驗，提供作為住宅實際居室的測量結果之參考數值，有關低減量的性能評價試驗基準條件如 2-9 表示。

表 2-9 日本建築中心低減性能認定基準參數

低減性能試驗條件標準狀態		性能試驗建議狀態
環境條件		
溫度	原則條件 28±1℃	18±1℃
		23±1℃
相對濕度	50±5%(JIS Z 8703)	25±5%
		75±5%
濃度	日本厚生労働省或 WHO （如甲醛 100μg/m^3、甲苯 260μg/m^3） 基準指引 1 倍	指引值 1/2 倍
		指引值 5 倍
質傳速率	9~18 m/h	

(資料來源：整理自 BCJ-CS-5 認定基準解說手冊)

2. 低減效果持續性能評價

（1）物理吸附

依據低減量效果的持續性能，透過到達吸附飽和量性能決定之確認。除了有關飽和量，根據環控箱重量法測量注入對象化學物質製作，提供作為吸附平衡達到時的重量變化。再者，尋求吸附等溫線透過粉碎試料進行衰減法測試，提供有關高溫環境、平均室溫及低溫環境的 3 階段以上的溫度作為被測量測試濃度必要檢測，並透過法規制度和

指引方針等的評價決定算出 3 階段以上的吸附等溫線。

（2）化學吸附

低減建材包含化學吸附物質的物質量和對象化學污染物質的吸附反應明確，依反應的理論評價預估「效果的持續性能」。

（3）分解

透過對象化學物質的負荷量和性能退化的關係，因低減建材和對象化學物質不同，故未有一律的基準，因此，可作為從複數的加速減測結果，尋求負荷量和性能退化係數的關係，適用在居住環境的負荷量預測建材吸附性能之關係。

3. 低減效果干擾性能評價

（1）溫度和濕度之干擾

有關低減建材於溫度及相對濕度 3 階段對象化學污染物質測量低減效果的依賴性；作為溫度干擾的設定，以 28±1℃為原則，中溫環境（23±1℃）及低溫環境（18±1℃）3 階段，此時，相對濕度以 50±5％為原則進行干擾測試；預設化學污染濃度以厚生労働省為指針值，對其他化學物質可依其他法規制及國際方針作為指標。

環控箱內相對濕度以 50±5％作為干擾濕度的標準原則，及高濕環境（75±5％）與低濕環境（25±5％）3 階段，此時，溫度以 28±1℃為原則進行干擾性能測試。

（2）其他的干擾

若對日照或紫外線的強弱影響低減建材與對象化學物質，需詳加記述低減效果之變化。

有關在室內存在各種干涉氣體(對象化學物質以外的化學物質，NOx，SOx，臭氧等)，進行供給空氣包括各種干涉濃度使之變化的測量，作為在低減建材與對象化學物質性能效果上記述給予之影響。若空氣中含有複數之化學物質，則需對有關對象化學物質各自推薦進行檢測。

4. 低減指標污染物以外逸散量性能評價

按照 JIS 規格（JIS A 1901：2003）小型環控箱法進行試驗。

（五）低減建材品質評價基準

申請者需按照使用目恰當決定關於內容物必要之基本特性、功能及施工性，參照如表 2-10 使用目的性能表示。

表 2-10 建材使用目的分類評價

使用目的分類	材料基本特性	施工特性
基材	1.預期載重負荷及材料承受強度等。 2.預期環境條件下之耐久性(耐污染、耐久、耐候等)	容易施工、切割等加工特性，明確指示接合、黏著等安裝程序。
裝修材 (天花板、牆、樓地板等)	1.預期載重負荷及材料承受強度等。 2.符合安全、舒適生活居住性(耐污染、隔音、吸音、調濕等)	
細部裝修材 (門、窗細部等)	1.預期載重負荷及材料承受強度等。 2.預期環境條件下之耐久性(耐污染、耐久、耐候等)	

(資料來源：整理自 BCJ-CS-5 認定基準解說手冊)

（六）低減建材環境負荷評價基準

環境負荷評價項目設定的背景為新建築技術認定事業，根據實施要領第 4 條第 2 項「新建築技術，給環境負荷的降低有助於事」為審查認定基準之指針：環境負荷評價編輯及根據該解說，製作環境負荷誤差準則，進行降低有關環境負荷之評價（環境負荷評價）。

環境負荷評價，原則作為考慮生命週期的全階段為進行，若考慮生命週期的全階段有環境負荷評價不能進行之理由，需明確環境負荷評價被適用之範圍，並以生命週期特定階段之限定，作為進行環境負荷評價。

參見如表 2-11 中的◎，是作為在降低建材的環境負荷評價項目應該重視項目，根據定性定量的指標必定進行評價的項目。另一方面

○，是從環境負荷降低的觀點估價最好的項目。

表 2-11 日本新建築技術認定環境負荷基準項目表

生命週期各階段 / 環境負荷項目		建設、製造				運用管理		拆除處置		
		A. 資源採購	B. 製造	C. 運輸分配	D. 建築施工	E. 運用	F. 管理維修	G. 拆除回收	H. 再利用	I. 廢棄
1. 地球環境	1.消耗大量之能源		○						○	
	2.地球溫暖化物質		○						○	
	3.消耗大量之資源	○							○	
	4.消耗臭氧層物質									
	5.生態系統破壞與行為									
	6.其他負荷									
2. 地域、建築環境	7.廢棄物	○	○				○		○	○
	8.大氣污染物質		○						○	○
	9.土壤污染物質		○						○	○
	10.水質污染物質		○						○	○
	11.景觀破壞									
	12.建築周邊風害									
	13.日照障害									
	14.噪音、振動									
	15.其他負荷									
3. 室內環境	16.危害健康之有毒物質	○				◎				
	17.空氣污染物質									
	18.噪音、振動									
	19.其他負荷									

(資料來源：BCJ-CS-5, 2003)

備註：◎ 環境負荷基準最重視項目　○ 影響環境評估基準項目

環境負荷不適用之項目，可在規定以為額外補充

三、日本建築中心低減建材認定程序

（一）產品認定解說內容

目前日本針對低減建材認證之建材產品，主要透過日本建築心中經認定基準評價(室內空氣中的揮發性有機化合物污染低減建材認定基準：BCJ-CS-5)進行產品認定，而通過產品驗證審查即可獲得新建築技術認定標章(BCJ-AIBT)。

日本低減建材認定產品範圍內，除了包含以上低減認定基準所需提供檢測項目外，在產品認定書內則需納入各項檢測產品之概要說明、製品種類、低減性能檢測報告、產品品質及對環境負荷之解說，如圖 2-1 及 2-2 所示。

未來國內藉由綠建材標章納入吸附性綠建材審定，其檢測內容則可遵循 CNS 標準檢測方法，並透過綠建材標章審查機制加以認定，並獲得綠建材標章通過核定，其產品解說內容則可參照日本新建築技術認定內容為參考依據。

製品種類		形態	荷姿	入り目 (kg/袋)
略号	色調			
Y-100	ホワイト (白)	粉状	紙袋	10
Y-200	クリーム (淡黄)			
Y-300	ライトブラウン (黄じゅらく)			
Y-400	ライトグリーン (若草)			
Y-500	ライトピンク (さくら)			

圖 2-1 BCJ 認定內容製品種類解說範例

試験条件	
チャンバー容積	0.1 m^3
給気量	0.021 m^3/h
試料負荷率	1.0 m^2/m^3
対流熱伝達率	0.89～1.04 W/m^2K
給気のホルムアルデヒド濃度	高濃度(ガイドライン値の 5 倍濃度)
	ガイドライン値濃度
	低濃度（ガイドライン値の 1/2 濃度）
温度	15℃、25℃、35℃
湿度	25%RH、50%RH、75%RH

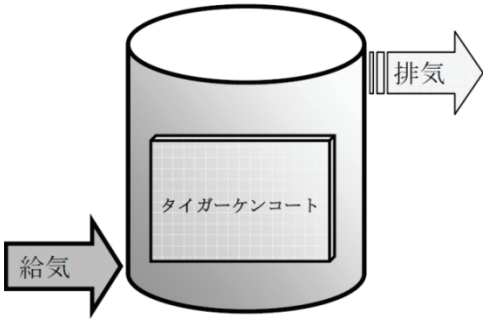


圖 2-2 BCJ 認定內容試驗條件及裝置概要說明

(資料來源：BCJ-AIBT, 2003)

（二）低減建材認定產品及評定條件

目前通過日本建築中心低減建材認證之產品，至 2011 年 3 月 31 日止，共計通過 4 件產品認定。由此可知，日本以通過此類建材產品提供高標準審核評定，付予低減建材作為改善室內污染物質之對策。

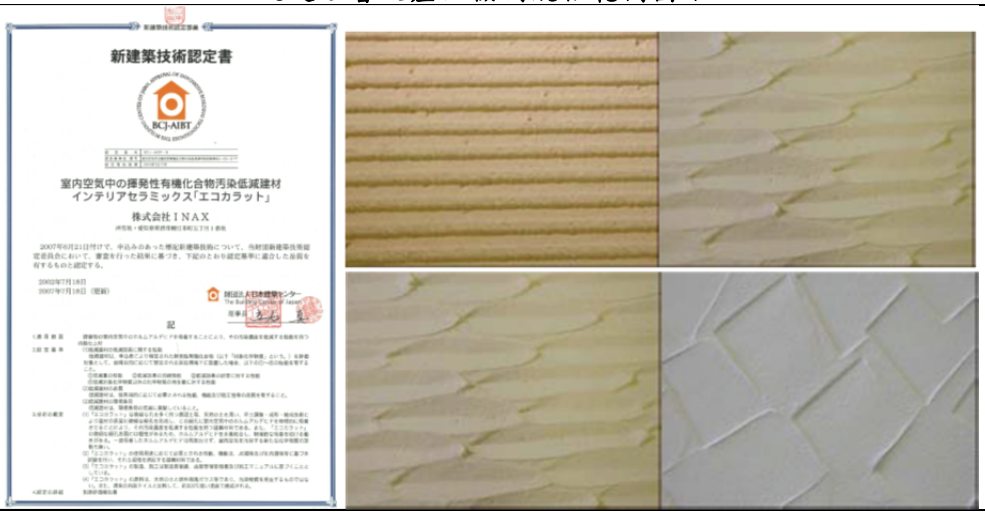
表 2-12 通過日本 BCJ-AIBT 認定審核之產品

日本建築中心—新建築技術認定通過建材(BCJ-CS-5)		
編號	**認定編號(有效期限)**	**認定技術名稱**
1	BCJ-AIBT-7（2012.7.17）	低減建材〔複合碳化陶瓷型石膏板〕
2	BCJ-AIBT-8（2012.7.17）	低減建材〔伊奈健康壁磚 ECOCARAT〕
3	BCJ-AIBT-9（2012.7.17）	低減建材〔健康舒適岩棉天花板材〕
6	BCJ-AIBT-1（2013.9.25）	低減建材〔珪藻土石膏塗料牆板系統〕

(資料來源：BCJ-AIBT, 2011)

通過低減建材認定程序皆需符合各項評定條件，包含建材低減性能、低減持續性及低減效果干擾性，依此通過核定即可頒發認定證書，其相關評定條件之定義本研究彙整如表 2-13 所示。

表 2-13 通過日本 BCJ-AIBT 認定審核之產品

<table>
<tr><th colspan="4">低減性能評定條件(甲醛或 VOCs)</th></tr>
<tr><th>基本條件評定</th><th colspan="2">干擾條件評定</th><th>持續性能評定</th><th>性能評定基準</th></tr>
<tr><td>高濃度檢測</td><td rowspan="3">標準溫、濕狀態</td><td></td><td rowspan="3">推算持續低減性
換算年限
(通過 1 年程度以上)</td><td rowspan="3">低減換氣量換算值
(換氣效率 0.5ACH 以上)</td></tr>
<tr><td>基準濃度檢測</td><td>不同溫、濕度條件狀態</td></tr>
<tr><td>低濃度檢測</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">認定證書及產品檢測規格範例圖示</td></tr>
<tr><td colspan="5"> 
</td></tr>
</table>

(資料來源：本研究彙整 BCJ-AIBT, 2003；認證：附錄六)

第三節 國際間建材吸附性能試驗相關文獻

一、建材吸附性能趨勢

本計畫彙整目前國際上針對吸附性建材提供重要代表性之文獻，其中以日本徐 長厚、加藤信介等研究團隊自 2005~2009 年持續提供吸附性建材低減室內污染物相關檢測與試驗之重要代表性期刊及文獻，其研究成果具有參考之重要價值。目前在日本，吸附建築材料產品已被廣泛使用和出售，如甲醛吸附型石膏板等，而通過物理吸附或化學反應對低減室內化學污染物質，嚴然已成為改善建築症候群(SBS)之重要對策，且日本工業標準（JIS）已於近年創低減甲醛及 VOCs 濃度之驗證系統及評估方法，通過這些驗證系統及評估方法，也促使國際標準規範 ISO 制定一系列標準檢測作業方法，如 ISO 16000-23 及 24。

（一）評估減少室內 VOC 之性能測試

本項研究中主要依據 JIS 1905-1,2 標準規範符合使用 Boundary Layer-Type Small Test Chamber (BLTSTC)小型環控控箱進行吸附建材減少空氣中 VOC 濃度之成效評估。針對 5 種不同類型的建築材料進行試驗，如活性炭、石膏板、混合型活性碳石膏板、調濕多孔陶瓷材料、普通石膏板，進行混合氣體（甲苯、乙苯、二甲苯和苯乙烯）吸附性能之相關研究。經實驗證明，吸附建築材料可有效減少室內空間 VOC 的濃度，而且這種影響可以預估並應用在實際空間中（J. Seo, S. Kato and Y. Ataka, et al, 2009）。

依化學污染物質通過環控箱供應指定 VOC 濃度於環控箱內之進、出氣口進行檢測，其吸附量計算公式依此研究轉換如下：

$$F = (C_i - C_o) \cdot Q/A \quad \text{.....(10)}$$

吸附建材對低減濃度效果換算為通風量表示如下：

$$Q_{eq} = (C_i / C_o - 1) \cdot Q/A \quad \text{.....(11)}$$

1. 性能檢測系統

透過日本 JIS 規範其性能檢測系統(BLTSTC)符合規範限定之條件並依此系統進行建材性能試驗，其系統示意圖如圖 2-3 所示。

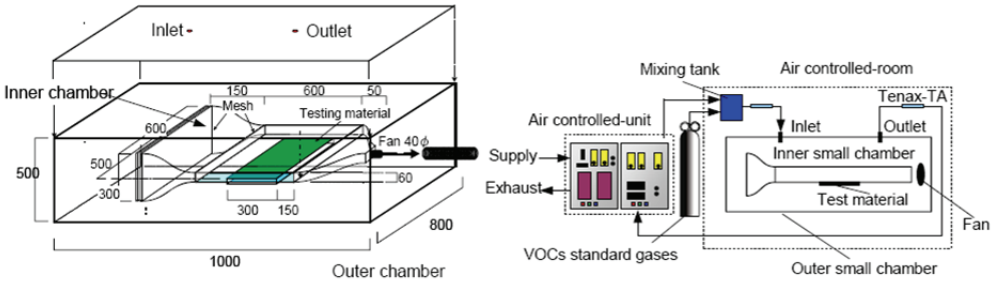


圖 2-3 小型環控箱性能檢測系統概念圖

(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

2. 環境參數條件

針對吸附性建材進行試驗之環境參數如表 2-14 所示。

表 2-14 吸附性建材試驗之環境參數條件

標準規範 / 環境參數	JIS A1905-1、2（2007）
溫度設定	28℃
濕度設定	50%RH
背景濃度（供應氣體濃度）	Toluene 260μg/m^3 Ethylbenzene 260μg/m^3 p-Xylene 100μg/m^3 Styrene 260μg/m^3
質傳係數	15.5m/h
產品負荷率 L	LF = 0.38m^2/m^3
換氣率 ACH	N = 0.08/h^{-1}

(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

3. 試驗樣本條件

本項研究採用 5 種不同吸附性建材進行試驗，並依吸附性高之材料提供進一步分析，並建立吸附飽和量測試方法及驗證。

表 2-15 試驗樣本參數條件

Case	Test materials	Weight and size of test material	Supply gases & concentration [μg/m^3]
1	AC*	0.14 kg, 30cm×50cm, t=0.1cm	Toluene 260 Ethylbenzene 260 p-Xylene 100 Styrene 260
2	GBMAC	0.25 kg, 30cm×50cm, t=1.25cm	
3	BAC	0.19 kg, 30cm×50cm, t=0.95cm	
4	HPC	0.12 kg, 30cm×50cm, t=0.6cm	
5	GB	0.24 kg, 30cm×50cm, t=1.25cm	

(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

4. 試驗結果

經實驗證明，吸附建材能有效減少室內居室 VOC 的濃度，通過使用如 AC、GBMAC 和 BAC 作為室內居室建築材料，極有可能減少揮發性有機化合物的濃度，活性碳建材及複合活性碳石膏板吸附性能優於與其他調濕建材，顯示活性碳基材作為吸附室內 VOC（甲苯）建材，可提供作為具高性能吸附劑複合材料之應用，達到吸附室內化學污染物之效果。

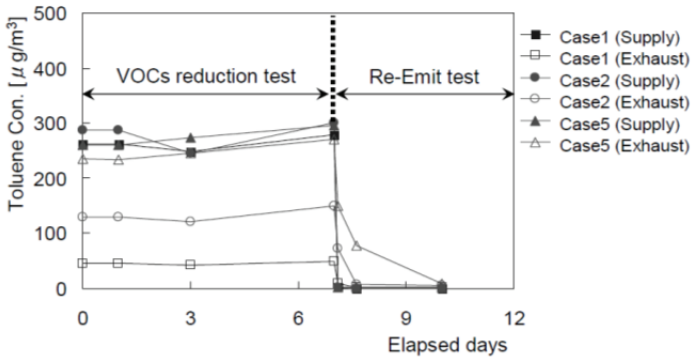


圖 2-4 吸附甲苯採樣進氣及出氣濃度之建材（AC, GBMAC and GB）
(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

表 2-16 各類試驗樣本結果彙整

Case	Samples	Supply gases	C_i [μg/m³]	C_o [μg/m³]	F [μg/(m²・h)]	Q_{eq} [m³/(m²・h)]
1	AC	Toluene	280	48	52	1.1
		Ethylbenzene	305	55	56	1.0
		p-Xylene	104	18	19	1.1
		Styrene	300	50	55	1.1
2	GBMAC	Toluene	300	149	34	0.2
		Ethylbenzene	330	168	37	0.2
		p-Xylene	114	55	13	0.2
		Styrene	320	151	38	0.2
3	BAC	Toluene	368	92	39	0.4
		p-Xylene	105	38	15	0.4
		Styrene	304	84	49	0.6
4	HPC	Toluene	308	273	8	0
		Ethylbenzene	340	302	9	0
		p-Xylene	118	104	3	0
		Styrene	320	280	9	0
5	GB	Toluene	290	270	6	0
		Ethylbenzene	320	292	7	0
		p-Xylene	110	97	2	0
		Styrene	305	272	8	0

(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

（二）長期持續性破出試驗方法

本項研究中，假若吸附性材料可能對 VOC 產生慢性吸附性能作用，因此導致吸附性建材之相關測試可能需要長時間進行檢測（超過 28 天），故本研究提供建置建材吸附飽和量之檢測系統及方法，以用來評估建材長期低減吸附性能之相關研究。

依長期吸附性能檢測系統 sorption breakthrough capacity method (SBTC method)提供作為吸附飽和量破出試驗，並透過單位吸附質量飽和計算公式，估算建材吸附飽量和並透過等溫曲線進行評估驗證，其系統檢測示意圖如 2-5 所示。

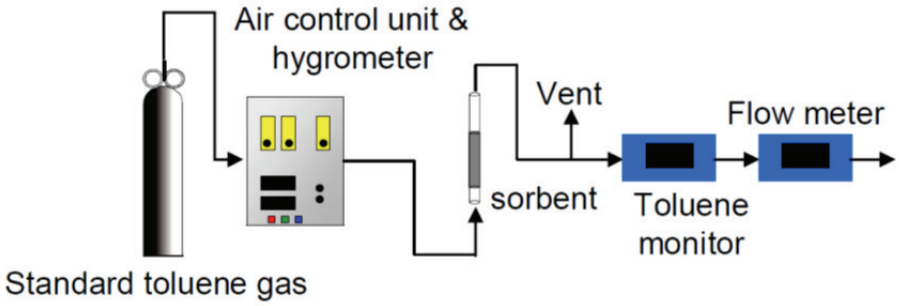
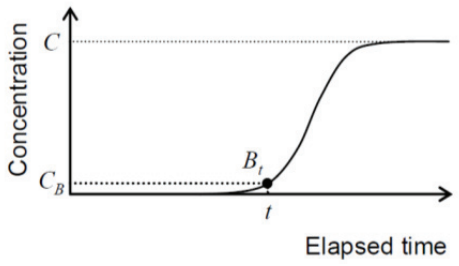


圖 2-5 破出試驗吸附原理之方法（SBTC）
(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

1. 試驗條件

依長期吸附性能檢測，依選定具高吸附性能之建材，符合 ASTM D 6646-01 (2001)環境參數設定條件進行破出試驗，其飽和破出曲線概念圖如圖 2-6 所示。



Samples	AC, GBMAC, BAC, GB
Conditions	25°C, 7~11% RH Velocity v: 4.78×10^{-2} m/s (Flow rate F: 0.08 L/min) Breakthrough concentration C_B : 0.5% for the inlet concentration

圖 2-6 吸附飽和破出曲線與參數條件之概念
(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

2. 試驗計算

本項研究針對吸附性能飽和量之計算公式如（12）：

$$S_s = \frac{C_s \times Q_s \times t_b}{1000 \times M} \times \frac{Q}{A} \quad \text{.....(12)}$$

其中，S_s 為化合物質的吸附性能[μg/g]。

C_s 為進氣口濃度[μg/m^3]。

Q_s 為空氣流量速度[L/min]。

t_b 為破出試驗時間[min]。

M 為試驗樣本於採樣管之實際質量[g]。

3. 試驗結果

經長期吸附飽和量之試驗測定，研究顯示，活性碳建材 AC 具有高度吸附量之性能，總吸附量達到 11,250μg/g，相較於其他材料比較可排列出 AC>BAC>GBMAC>GB，其性能比重及檢測結果，參見如圖 2-7 及表 2-17 所示。

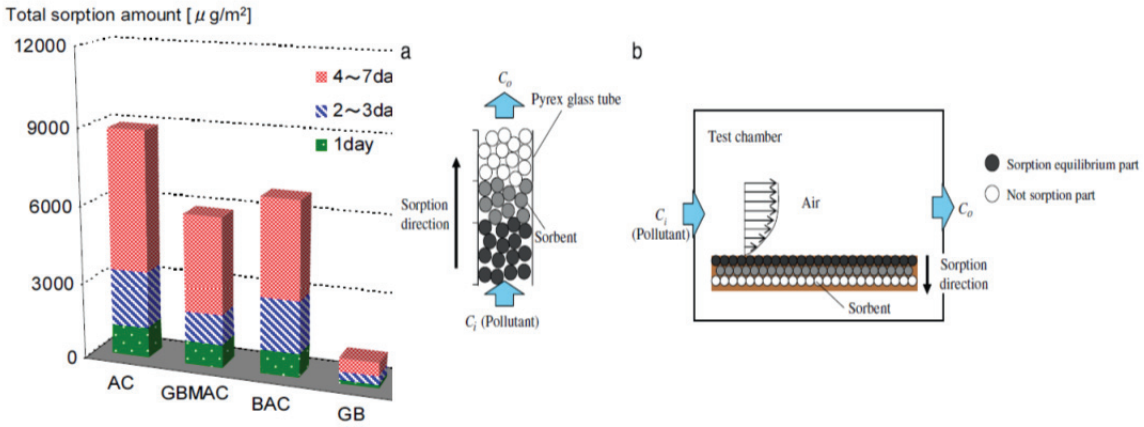


圖 2-7 吸附甲苯總量比重及質傳吸附原理 a)SBTC 方法；b)環控箱法
(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

表 2-17 預估吸附飽和量對低減甲苯性能之數值

	AC	GBMAC	BAC	GB
Predicted saturation sorption value S_s [μg/g]	11,250	1,320	2,290	5<
Predicted Total sorption value for toluene after 7 days [μg/m^3(μg/g)]	8,910 (9.6)	5,870 (0.6)	6,790 (1.2)	980 (0.1)

(資料來源：Janghoo Seo, et al., 2009)

二、新型態建材性能趨勢

（一）美國 Green Guard 防霉建材

目前在促進健康防霉抗菌建材認證上，由美國 GreenGuard 標章於 2007 年開始參考 US.EPA、CDC、NIOSH 等單位之「受潮建築與黴菌」(Dampness and Mold in Buildings)防治計畫，並提出「GREENGUARD Microbial Resistance Program」，針對各種類建材之「防霉性能」進行「產品認證」。

圖 2-8 美國 GreenGuard 標章防霉性能評定

(資料來源：美國 GreenGuard,2009)

美國 GreenGuard 標章目前針對「室內常見建材」(包括：絕緣材、天花板、木質材、矽酸鈣板、地板、布織材、接著劑、壁紙、空調過濾材等)進行「防霉認證管制」。防止毒性黴菌(Toxic Mold)及過敏原的產生。其認證分為「四等級」，以 3 週之黴菌增長速率（Log CFU）為判定基準，如表 2-18。

表 2-18 美國 GreenGuard 標章防霉建材基準

分級	防霉基準	
	分級項目	定義
1	高度受黴菌增長影響	受黴菌增長影響材料 Log(CFU)>7.5 at 3 weeks
2	易受影響	受黴菌增長影響材料 Log(CFU) ≦7.5 and >5.5 at 3 weeks
3	具有防黴菌性能	受黴菌增長影響材料 Log(CFU≦5.5 and >2.5 at 3 weeks
4	高度防黴菌性能	受黴菌增長影響材料 Log(CFU≦2.5 at 3 weeks

(資料來源：美國 GreenGuard,2009)

（二）日本調濕建材

日本工業規格標準JIS亦於2006年開始進行調濕建材進行研究，並制定「調濕建材之調濕性能評價基準」，透過建材之吸濕調濕測試，評估建材之含水率，控制室內濕度及抑制黴菌生長，其評估內容可分為「建材吸、放濕量」、「建材調濕力」及「建材平均含水率」。

依據日本JIS規範之檢測方法可分為JIS A 1470-1與JIS A 1470-2，其相關調溼性能整理如下：

1. 吸、放濕設定條件

參照JIS A 1470-1 調濕建材之吸放濕性能試驗方法，分別在三種濕度條件下進行檢測，且在不同條件下需各別進行不同時間之養護作業，隨即進行24小時吸濕及放濕的檢測建材性能試驗。

表 2-19 JIS A 1470-1 吸、放濕相對濕度設定條件

濕度條件	養護作業	吸濕過程	放濕過程	相對濕度差
低濕度	30±2%	55	30	25±2%
中濕度	50±2%	75	50	25±2%
高濕度	70±2%	95	70	25±2%

(資料來源：JIS A 1470-1)

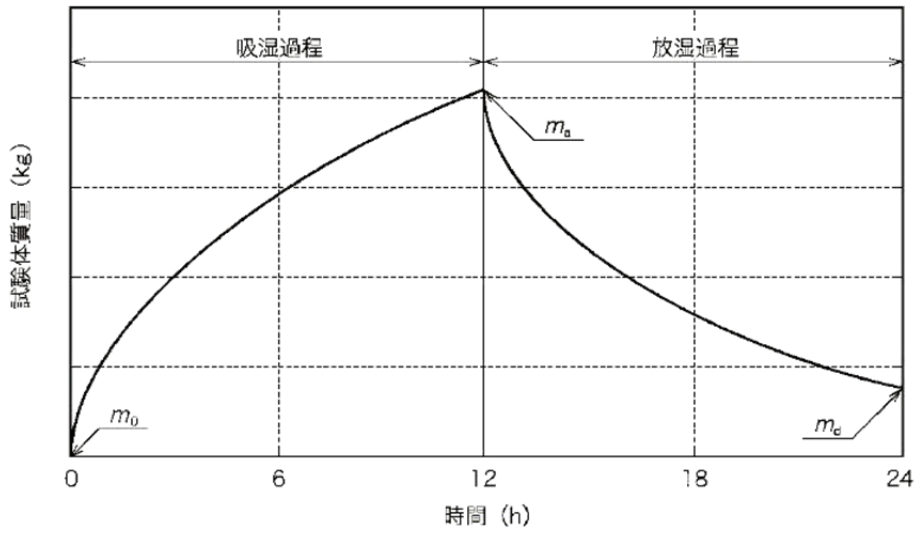


圖 2-9 檢測建材吸、放濕試驗質量變化之過程

(資料來源：JIS A 1470-1)

2. 密閉箱溫、濕度設定條件

參照 JIS A 1470-2 調濕建材溫、濕度性能試驗方法，分別在三種濕度條件下進行檢測，且在不同條件下需各別進行濕度養護作業，隨即進行 24 小時不同溫度變化的檢測建材性能試驗。

表 2-20 JIS A 1470-2 養護作業設定條件

濕度條件	養護條件	
	溫度℃	相對濕度%
低濕度	23	30
中濕度	23	50
高濕度	23	70

(資料來源：JIS A 1470-2)

恆溫槽之溫度設定由 22.5℃進行 24 小時週期性變化，其對應之溫度變化設定後，則可連續監測其密封箱內相對濕度之變化，其設定如圖 2-10 及 2-11 所示。

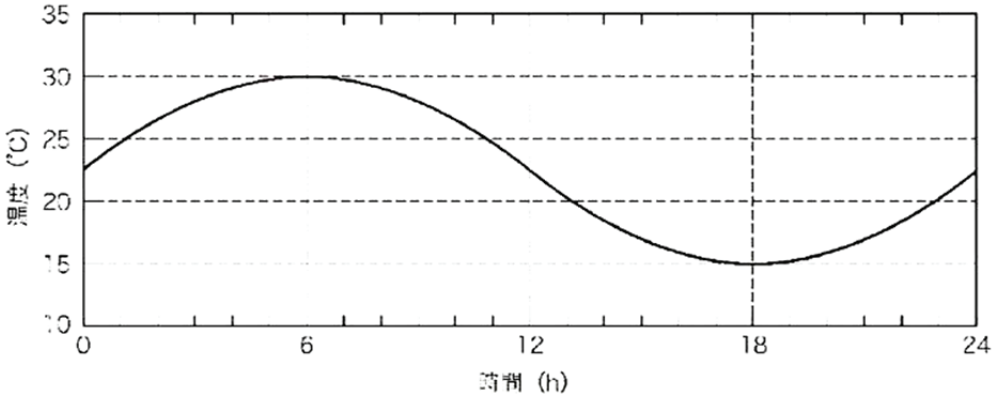


圖 2-10 恆溫槽 24 小時溫度設定條件

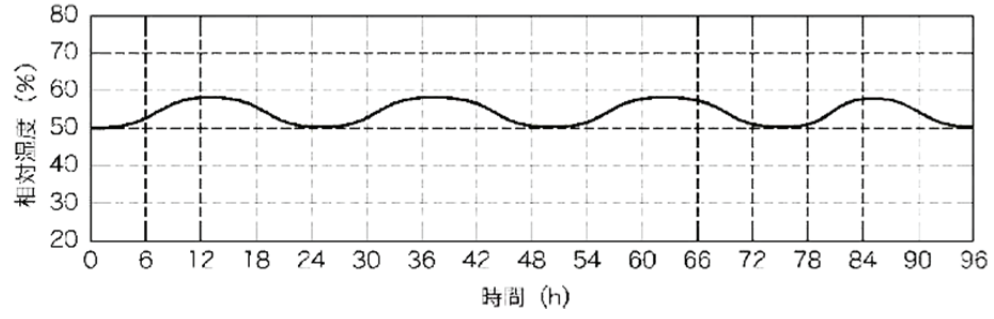


圖 2-11 密閉箱內相對濕度 96 小時測定結果（例）

(資料來源：JIS A 1470-2)

第三章　研擬國內綠建材吸附性能評定基準條件

第一節　國內建材吸附性能試驗適用範圍

一、性能試驗檢測範圍及分析

本計畫已於 99 年度優先建置國內建材吸附性能標準檢測系統（Sorptive Building Materials Test System, SBMTS），本系統符合涵蓋適用國際標準規範如 ISO、JIS 等之標準測定範圍，且已透過系統長期性穩定度等相關試驗分析；依據本年度進一步透過相關試驗因子之測定，提供作為內政部建築研究所研擬國內綠建材吸附性能評定基準之草案制訂，進一步可配合國內標檢局於 2011 年公告吸附性建材 CNS 標準方法 ISO 化，有利擴大未來綠建材標章新增評定項目。

透過內政部建研所性能實驗中心設備，包含小尺寸環控箱、週邊性能分析系統（HPLC、GC/FID 與 GC/MS）等，與本計畫開發之供氣系統設備進行性能整合，其檢測範圍涵蓋試驗標準之前置作業程序、建材性能試驗評估（單位面積吸附通量及當量吸附通風量）及後端分析系統，本系統試驗範圍如圖 3-1。

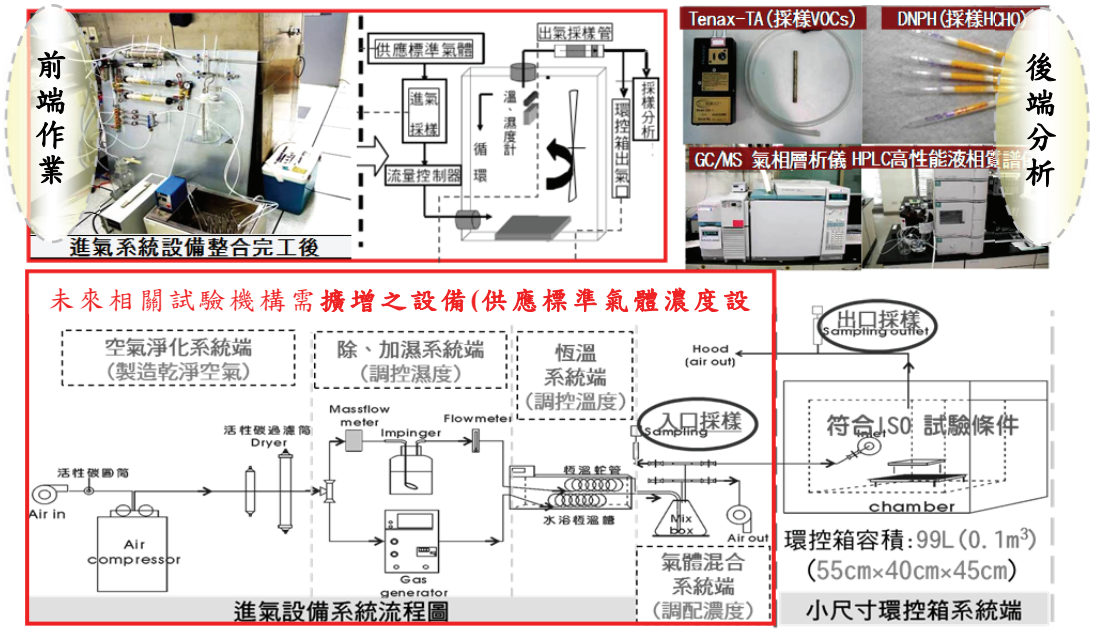


圖 3-1 建材吸附性能標準檢測系統涵蓋範圍示意圖
(資料來源：本研究繪製整理)

（一）性能檢測設備系統

1. 環境控制箱

本計畫吸附性能試驗將採用 0.1m^3（99L）小尺寸環控箱，可針對不同類型的建材樣本作為作為檢測建材吸附性之性能評定範圍。依據 ISO 16000 規定環控箱實驗條件需能符合控制溫度、濕度、風速及換氣率等環境因子，以提供不同環境模式條件進行試驗。內部構造應具有非吸附性、具化學惰性和拋光的內部表面，並具氣密性及非吸附性構體。

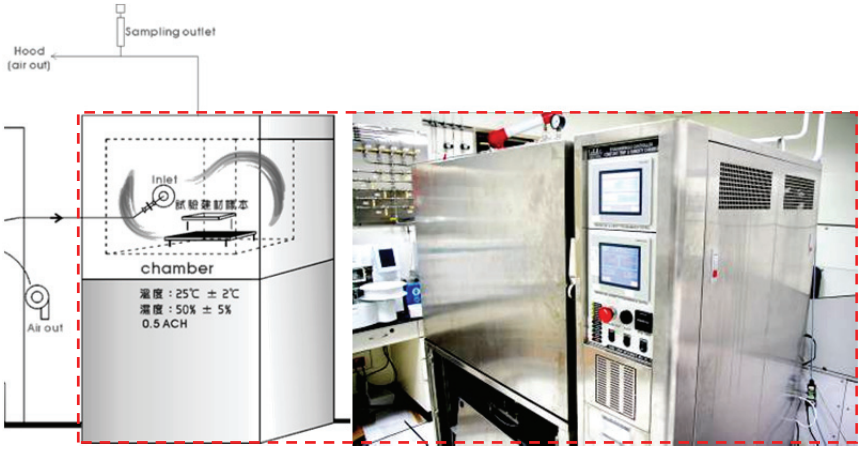


圖 3-2 本計畫執行檢測之小尺寸環控箱
(資料來源：本研究繪製整理)

2. 供應污染物質氣體系統

本計畫所採用的清淨空氣乃利用壓縮空氣製造潔淨空氣，經由除濕劑（Moisture trap）及活性碳過濾（membrane dryer）去除有機物質及多餘水氣，製造潔淨空氣(Zero gas)提供作為供應標準污染物質氣體混合並送進環控箱；潔淨空氣中依據 ISO 16000 規定，供應純淨氣體至少使用 5 倍 ACH 進行沖洗及置換；單一化合物濃度（如甲醛）不可超過 2 μg/m3，而 TVOC 不可超過 20 μg/m3，以確保實驗干擾。

本系統符合吸附性能檢測之需求，透過既有設備儀器及系統控制範圍，加以調控改良並保有原有系統之操作功能，藉以調整為標準適用範圍之系統操作使用。本計畫於 99 年度開發建置之標準供應污染

氣體設備系統如下：

（1）乾淨空氣供應端

本系統製造乾淨空氣原則以經活性碳過濾筒抽取大氣環境空氣，由壓縮機幫浦收集至氣體鋼瓶內（鋼瓶壓力為八公斤低於六公斤則幫浦開始運轉至八公斤停止），其前端管道至氣體壓力閥，可經調控壓力供應氣體產生器及加濕衝擊瓶所需流量調配。其淨化實驗設備搭配添加物活性碳之濾筒及實驗級活性碳拋棄管（配合長期更換使用）以製造乾淨空氣。

（2）供應標準氣體產生端

標準氣體產生器（Gas generator）為德國 KIN-TEK 公司製造，其主要設備可分為產生器設備主體，內含提供標準擴散管（Permeation tubes）置入於高壓玻璃管柱，經電子加熱器恆溫器至所指定溫度，達到實驗條件設定之特定濃度逸散率，經設備儀器提供設定空氣流率（電子流量計），將高壓玻璃管柱經一定空氣流率（標準設定為 0.1 L/min）透過擴散管之滲透率分子帶離，並可經潔淨空氣分流提供 0~6.5 L/min 流量供作預調控濃度之稀釋，以達到設定實驗條件。

由於許多儀器對氣體之分析結果係以 ppm 表示之，而滲透率係以 *n*g/min 表示，故需做下式加以轉換計算標準氣體濃度(ppm)。

拋棄式滲透管的計算公式：

$$C = (E \times K_0)/(F \times 1000) \quad \text{.....(10)}$$

其中 C：是以 ppm 表示的濃度（體積對體積比）。

E：是滲透管濃度單位(*n*g/min)。

K_0：固定數值從重量為主轉換到體積為主的散逸量。

F：是在 STP 狀態下，以 l/min 稀釋氣體的流率。

$$K_0 = 22.4/M \quad \text{.....(11)}$$

M：是成分的分子重量。

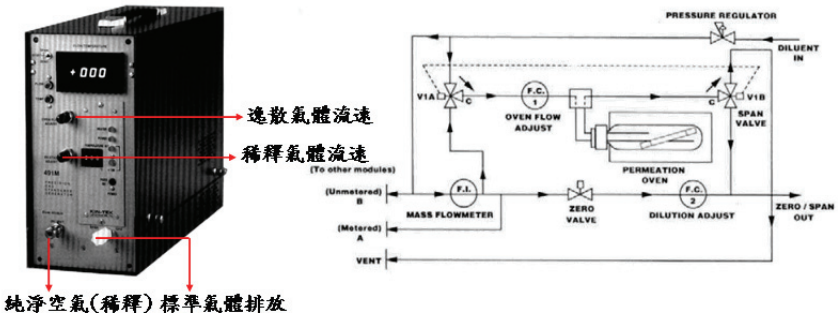


圖 3-3 標準氣體產生器調控原理
(資料來源：本研究整理)

（3）除濕及加濕系統端

經製造乾淨空氣提供作為兩道分流使用，其一分流為除濕端入徑，經實驗級分子篩（Moisture trap）降低乾淨空氣中含有之濕氣水份（經本試驗測定可達相對濕度 0%），並建置為 A、B 兩端以供長期實驗檢測時替換分流（分子篩可重復 80℃熱烘乾燥使用）。此分流乾淨空氣提供作為氣體產生器之進氣端，以便稀釋實驗條件濃度製造標準化合物特定濃度，注意氣體產生器所需之壓力值為 30 psi~100 psi（本系統以最低壓力值三公斤為供應量）。

另一分流則由乾淨空氣隨電子質量流量計（Mass flow meter）調整分配空氣流量，經管線通往加濕衝擊瓶（Impinger），其中為因應相對濕度之調控分配，在衝擊瓶前端設有氣流調整分配之分流，提供因實驗需求調整不同相對濕度作為環境條件設定（目前為手動裝置，未來應建置為自動調動或電子調控較為準確）。而在加濕衝擊瓶端，本計畫為求確保達到相對濕度為 100%，建置為兩處加濕衝擊瓶（經本試驗測試為 100%），以利加濕系統端與標準氣體產生器流量平均分配達到預設之相對濕度 50%。

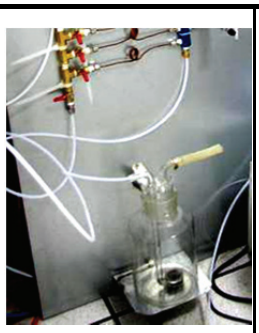
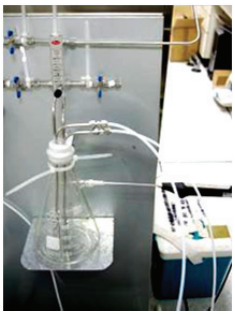
（4）恆溫水浴端

經兩分流經所調控氣體流量在經混合瓶端前，架設恆溫水浴槽，管線由原先鐵弗龍改良為不鏽鋼材質蛇管，以利氣體流率所經路徑拉長，水浴槽溫度設定為 25℃確保在經混合前使之管線溫度更為穩定，形成各分流氣體達到恆溫值。

（5）氣體混合端

在混合瓶端口亦設置兩道出氣端，一端為排出多於氣體流量，另一端口則經浮子流量計（Flow meter）調控流量達到環控箱需求之換氣率 ACH（ISO 16000 規定為 0.5h±0.05/h，經環控箱容積計算後流量為 0.825 L/min），並設置一道進入環控箱進氣口之採樣埠，供作氣體流量混合後檢測預設濃度符合實驗條件之需求。

表 3-1 供應污染物質氣體各部位細部現況

			
空氣淨化設備	壓力閥監控	加濕系統	混合出口端

(資料來源：本研究拍攝整理)

3. 環境條件控制系統

空氣流量可藉由電子質量流量控制器(Mass Flow controller)、氣體產生器（Gas generator）及浮子流量計（Flow meter）進行控制；溫度的測量可藉由環控箱熱電偶（Thermocouples）和熱敏電阻（Thermistors）取得數值。

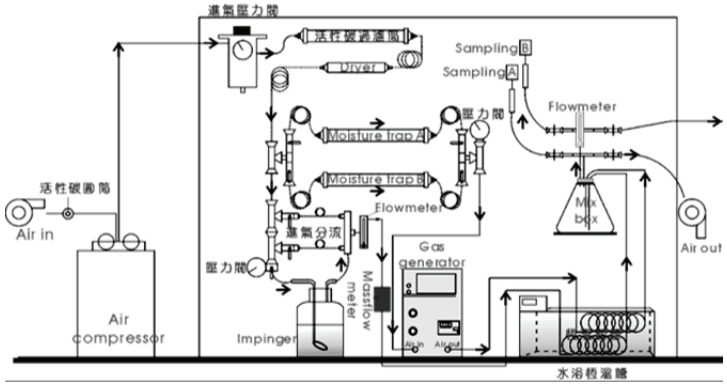
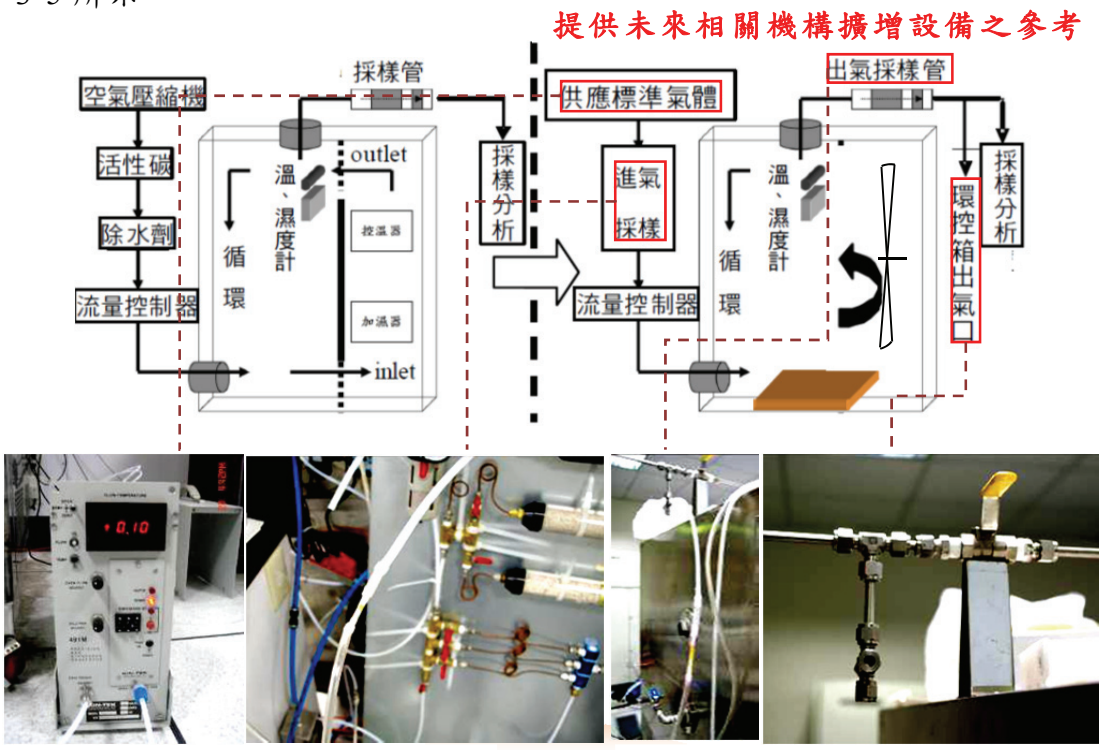


圖 3-4 本計畫建立開發供應標準氣體之細部設備裝置
(資料來源：本研究繪製)

（二）設備性能條件

本計畫經內政部建研所性能實驗中心所提供之小尺寸環控箱（Test chamber）等系統設備，建置國內首要具備建材吸附性能實驗相關方法與測試系統（SBMTS），依照國內執行綠建材檢測之採樣（Sampling）、品保品管（QA/QC）、定性定量分析等作為與國際 ISO 標準相互對照，故本研究經開發建立之設備性能條件皆能符合參照 ISO 標準系統方法進行 CNS 化之相關作業，此系統採樣流程示意圖如 3-5 所示。



99 年度設備性能條件建置開發（本年度持續應用）

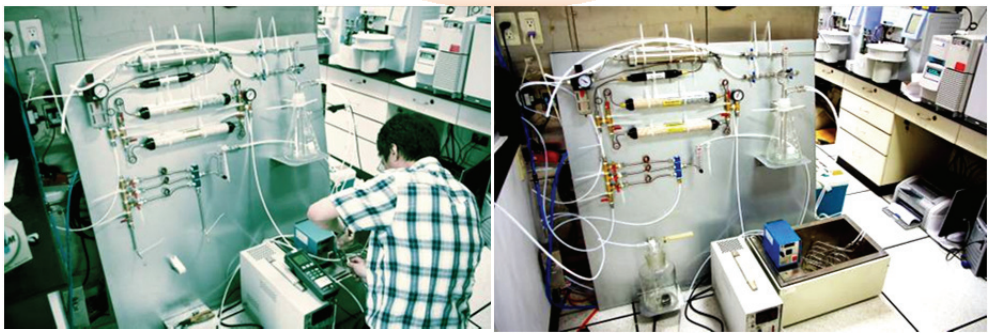


圖 3-5 設備性能條件示意圖現況對照
(資料來源：本研究繪製整理)

本計畫性能設備檢測範圍，涵蓋 ISO 16000 國際標準規範，透過 99 年度設備性能條件及成果，本年度持續驗證其檢測架構如下:

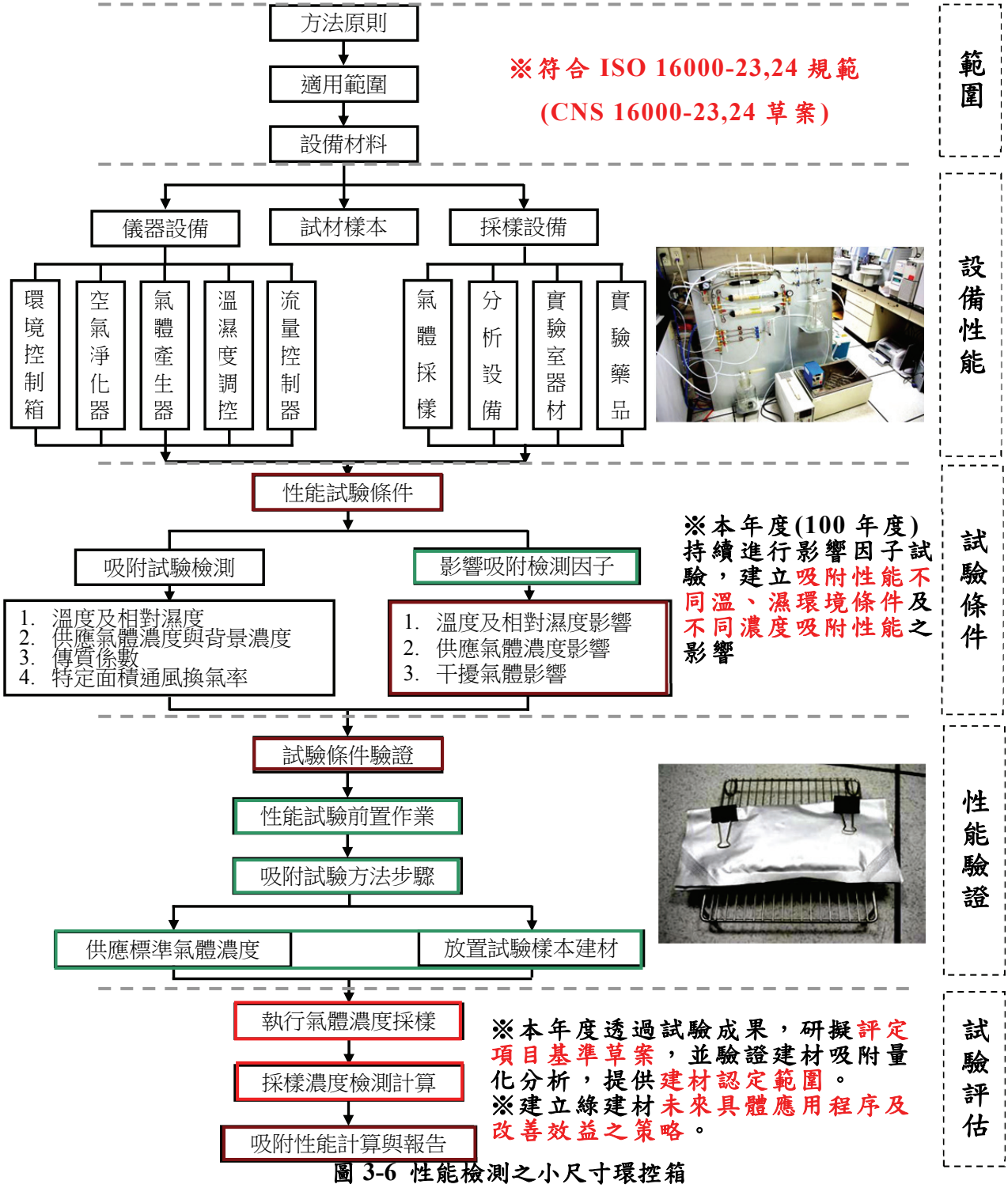


圖 3-6 性能檢測之小尺寸環控箱

(資料來源：本研究整理)

二、綠建材建材吸附性能標準檢測方法(SOP)

（一）甲醛（HCHO）吸附性能標準檢測程序

1. 檢測緣由

本方法主要依據國際標準方法及程序 ISO16000-23 進行室內建材產品吸附甲醛（Formaldehyde）性能評估；透過小尺寸環控箱系統調控模擬建材產品於室內環境條件下進行長期監控及氣體採樣，並於持續通風換氣條件下，評估吸附甲醛濃度性能減少程度及吸附時間長短。

2. 適用範圍

本方法主要適用於分析建材產品中吸附甲醛（Formaldehyde）之性能評估檢測，主要參照 ISO 16000-23 建立標準檢測程序。適用建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等，但不適用於紫外線和可見光中進而對甲醛產生分解及催化反應之材料。

3. 影響檢測干擾因素

影響吸附甲醛濃度性能主要以溫度、濕度、污染濃度及干擾氣體為主要評估影響因素，其影響因子參照如下：

(1) 實驗分析前應確保環控箱溫度、濕度調控達到指定數值，因溫度及濕度極有可能影響吸附性能檢測，需控制在規定範圍內。

(2) 確認供應甲醛濃度氣體於規定基準值範圍內，需於執行性能檢測前進行不同濃度之穩定度試驗，以避免產生濃度誤差。

(3) 每次進行性能檢測試驗前需利用 5 倍環控箱體積之潔淨空氣進行內艙沖洗及置換，並進行空白試驗，確認環控箱內無殘留甲醛及有機物質，並避免任何可能對甲醛產生吸附之材質成份進而造成干擾。需控制背景濃度甲醛＜2 $\mu g/m^3$、TVOC＜20 $\mu g/m^3$ 於範圍內。

(4) 室內環境中可能存在於各種干擾氣體，應透過量測不同濃度的干擾氣體，盡量避免干擾吸附甲醛濃度性能之影響。

4. 設備

(1) 環境控制箱：環控箱構造需符合 ISO16000-9 相關規定，具備能控制溫度、濕度、風速及換氣率等環境因子，內部構造應具有非吸附性、化學惰性和拋光的內部表面，內部需達到氣密性，且有適當氣體出入口。

(2) 空氣淨化系統：經壓縮空氣製造潔淨空氣或儲氣鋼瓶，經由除濕劑（如 Moisture trap）及活性碳過濾（如 Membrane dryer）去除有機物質及多餘水氣，製造潔淨空氣(Zero gas)。

(3) 氣體流量控制裝置：具備定流量穩定輸出及輸入的方式調整環控箱內的空氣流量率(Air flow rate)，達到實驗所需之換氣率。

(4) 供應標準氣體設備：供應含有甲醛的標準氣體(甲醛濃度已知)，並檢測甲醛濃度供應之穩定性。

(5) 溫、濕度控制系統：控制氣體中所含之溫、濕度供環控箱內保持所需之環境條件。

(6) 實驗室器材：

a. 分析儀器：高性能液相層析儀（HPLC）執行定量分析；層析管柱(C-18 4.6mm 內徑x25cm，或相等)；無需對柱進行溫度控制。

b. 採樣管：DNPH 2, 4-二硝基苯肼(2,4-dinitropheny1hydrazine)。

c. 採樣幫浦：流速約 0~100 mL/min。

d. 空氣採樣袋：Tedlar 材質，體積 1L。

e. 2ml 玻璃小瓶（Vials），備有聚四氟乙烯（PTFE）內襯的蓋子。

f. 樣品進樣裝置：20 孔真空固相萃取裝置（含濾膜、萃取管、真空幫浦、固相萃取管、活塞管、堆疊接頭。）

g. 10、100、1000 μL 之微量注射針。

h. 超音波振盪機。

5. 實驗藥品

a. 乙晴，HPLC 級-750 mL。

b. 試藥：甲醛（37%）-750 mL、醛酮類衍生化標準液（Aldehyde / Ketone- DNPH Mix）-1mL，含 15 種化合物。

c. 標準氣體逸散管：

（a）甲醛拋棄式標準氣體滲透管（Trace Source disposable permeation tube for Formaldehyde）。

（b）型號：HRT-003.00-3024/80。

（c）逸散率：221 *n*g/min at 80°C。

d. 甲醇，HPLC 級-750 mL。

6. 實驗步驟

(1) 採樣前置作業

a. 設定環控箱環境條件：溫度 25℃±2℃、濕度 50%±5%、通風換氣率調控為 0.5/h±0.05/h，並進行環境條件穩定度之檢測。

b. 執行空白試驗：包含環控箱潔淨空白作業、現場空白試驗、實驗室空白試驗及試劑空白試驗。

c. 樣本保存與準備：建材樣本於儲存、運送、採樣各階段皆需符合品保與品管之規定，採樣前需進行封邊預留檢測表面。

d. 進行儀器設備校正，如流量計採用皂泡流量計定量，溫、濕度及設備精密度需符合規定（溫度±1℃、濕度±3%、設備±3%）。

e. 檢量線製作：以微量氣密針注入調配定量瓶中，至少調配五種不同高、低濃度之溶液，製作檢量線。判定檢量線之 R^2 需達 0.995 以上，回收率控制在±15%並執行準確度、精密度及方法偵測下限（MDL）之判定，以利實驗達到品保及品管之保證。

(2) 採樣階段

a. 空白確認：環控箱進行空氣清洗置換，需以 DNPH 採樣管連接採樣幫浦以定流量 100 mL/min 進行採樣;採樣後以塑膠管套及石臘膜封口，置於 4℃冷藏室內予以保存，靜置八小時後分析。

b. 背景濃度：進行吸附性能檢測前，環控箱需執行至少一天的通風運轉，並分析環控箱內的甲醛背景濃度符合基準規定。

c. 建材樣本：置於環控箱內部的中間，以確保空氣均勻流通達到較穩定的吸附檢測，且放置建材樣本時，需盡可能快速隨即關閉環控箱，即開始進行試驗；關閉後溫、濕度變化應加以紀錄。

d. 進行採樣：開始吸附性能試驗後，進行環控箱於預定時間內進氣口及出氣口的甲醛濃度氣體採樣。

e. 採樣流量控制：環控箱的總空氣流量需無任何空氣洩漏，確保採樣期間環控箱的出氣口空氣流量等於進氣口總空氣流量減去採樣空氣幫浦的空氣流速量；其餘出氣口流量最少需為總空氣採樣幫浦流速量的 20%。

f. 採樣規劃：依 ISO 16000 規定其空氣採樣的時間應於吸附性能試驗開始後採取 24±2h、72±6h、168±14h、14±1day 和 28±2days 進行採樣紀錄；本計畫建議可重複收集額外的空氣採樣，採樣頻率於 24 小時內，以採樣幫浦 100 mL/min 每 2 小時採樣一次，24 小時後再改為每一天採樣一次。

g. 再次採樣：建議再次執行試驗前，依本方法提供潔淨空氣於環控箱內沖洗，且需避免環控箱產生吸附作用，若無法避免之吸附行為，則需了解其相互作用，並扣除環控箱本身之吸附值。

(3) 分析階段

將 DNPH 採樣管以 5mL 乙晴脫附後，經超音波振盪 60 分鐘即上機 HPLC 分析，其濃度計算方式則以 ISO 16000-3 所規定。

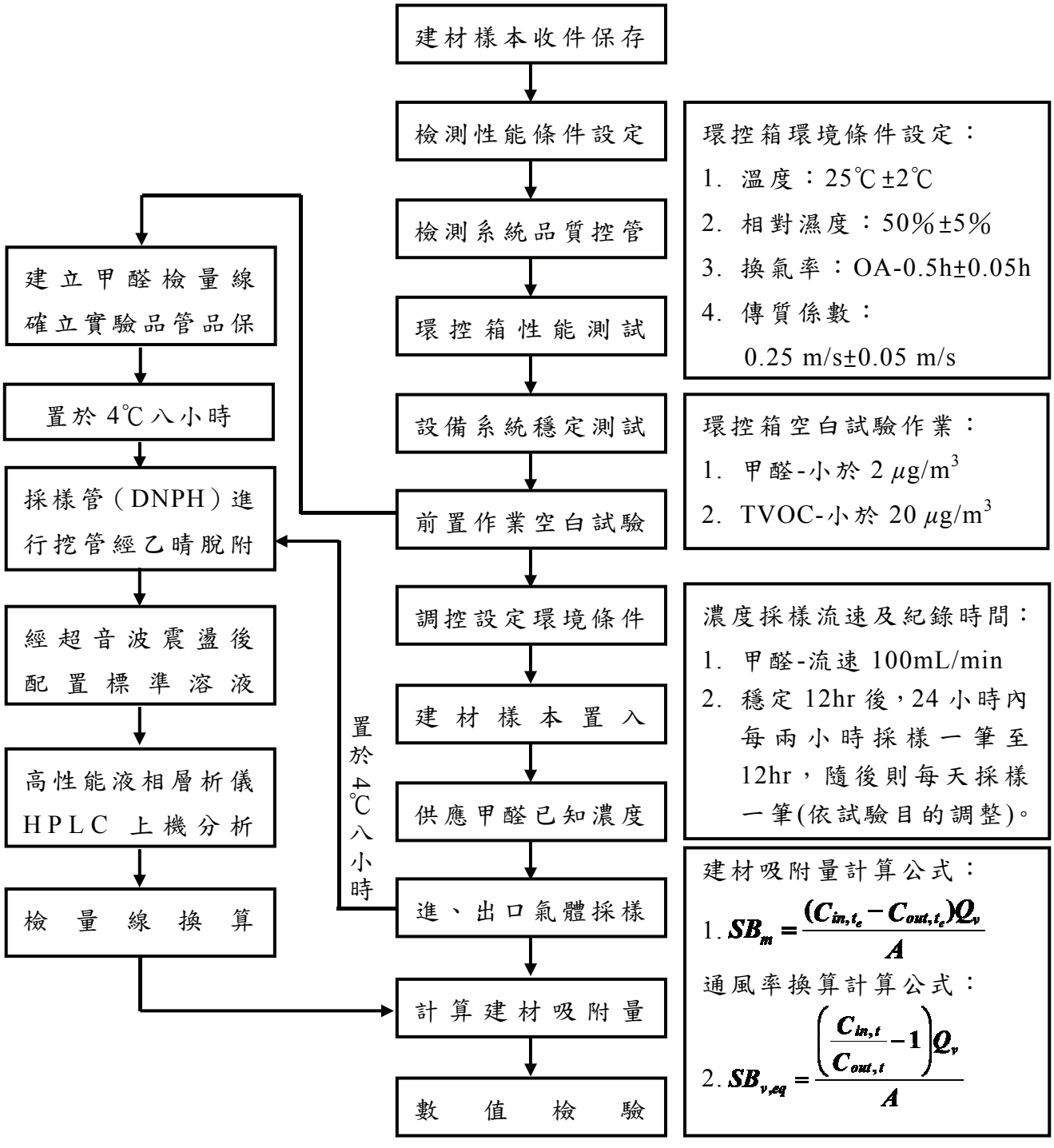


圖 3-7 吸附甲醛(HCHO)性能檢測標準作業流程

(資料來源：本研究整理)

（二）揮發性有機化合物（VOCs）吸附性能標準檢測程序

1. 檢測緣由

本方法主要依據國際標準方法及程序 ISO 16000-24 進行室內建材產品吸附揮發性有機化合物（VOCs- Except formaldehyde）性能評估；透過小尺寸環控箱系統調控模擬建材產品於室內環境條件下進行長期監控及氣體採樣，並於持續通風換氣條件下，評估吸附揮發性有機化合物濃度性能減少程度及吸附時間長短。

2. 適用範圍

本方法主要適用於分析建材產品中吸附揮發性有機化合物（VOCs）之性能評估檢測，主要參照 ISO 16000-24 建立標準檢測程序。適用建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等，但不適用於紫外線和可見光中進而對 VOCs 產生分解及催化反應材料。

3. 影響檢測干擾因素

影響吸附 VOCs 濃度性能主要以溫度、濕度、污染濃度及干擾氣體為主要評估影響因素，其影響因子參照如下：

(1) 實驗分析前應確保環控箱溫度、濕度調控達到指定數值，因溫度及濕度極有可能影響吸附性能檢測，需控制在規定範圍內。

(2) 確認供應 VOCs 濃度氣體於規定基準值範圍內，需於執行性能檢測前進行不同濃度之穩定度試驗，以避免產生濃度誤差。

(3) 每次進行性能檢測試驗前需利用 5 倍環控箱體積之潔淨空氣進行內艙沖洗及置換，並進行空白試驗，確認環控箱內無殘留揮發性有機物質，並避免任何可能對 VOCs 產生吸附之材質成份進而造成干擾。需控制背景濃度 VOC＜2 $\mu g/m^3$、TVOC＜20 $\mu g/m^3$ 於範圍內。

(4) 室內環境中可能存在於各種干擾氣體，應透過量測不同濃度的干擾氣體，盡量避免干擾吸附揮發性有機化合物（VOCs）濃度性能之影響。

4. 設備

(1) 環境控制箱：環控箱構造需符合 ISO16000-9 相關規定，具備能控制溫度、濕度、風速及換氣率等環境因子，內部構造應具有非吸附性、化學惰性和拋光的內部表面，內部需達到氣密性，且有適當氣體出入口。

(2) 空氣淨化系統：經壓縮空氣製造潔淨空氣或儲氣鋼瓶，經由除濕劑（如 Moisture trap）及活性碳過濾（如 Membrane dryer）去除有機物質及多餘水氣，製造潔淨空氣(Zero gas)。

(3) 氣體流量控制裝置：具備定流量穩定輸出及輸入的方式調整環控箱內的空氣流量率(Air flow rate)，達到實驗所需之換氣率。

(4) 供應標準氣體設備：供應含有揮發性有機化合物的標準氣體（VOCs 濃度已知），並檢測 VOCs 濃度供應之穩定性。

(5) 溫、濕度控制系統：控制氣體中所含之溫、濕度供環控箱內保持所需之環境條件。

(6) 實驗室器材：

a. 分析儀器：本方法採用依據 ISO 16000-6 與 ISO 16017-1 規定使用氣相層析儀(GC/MS)；亦可使用附有火燄離子化偵測器（GC/FID）及樣品注入器，若採其他相同精度或更佳之儀器設備亦可使用。

（**a**）(GC/MS)：分離管柱(US3168617H)則為內徑為 0.25 mm，管長 60 m，膜厚 1.4 μm。

（**b**）分析樣本前必需校正 GC/MS，其步驟是將 GC/MS 內建之 FC-43（PFTBA, Perfluoro Tributyl Amine）注入 GC/MS，所得分析結果需符合表 4-13 要求；每片建材樣本分析前均需進行校正。

b. 熱脫附裝置：熱脫附裝置須具備熱脫附吸附管的能力，且有溫度控制裝置，能迅速加熱至 300±10℃，並通以不含有機物質的氮氣或氦氣者。

（**a**）參照 ISO 16000-6 標準，熱脫附時間之選擇與脫附氣體流速之設定應讓烷類的脫附效率達到 95%以上，對 VOCs 的脫附條件及校正標準如表 3-2 所示：

表 3-2 FC-43 校正標準與熱脫附裝置設定條件

FC-43 校正標準	
M/Z	**Ion Abundance Criteria**
69	Base peak, 100% relative abundance
219	40~60% of mass 69
502	1~3% of mass 69
614	<0.2% of mass 69

熱脫附裝置設定項目	
項目	**設定條件**
熱脫附溫度	260℃~280℃
熱脫附時間	5 min~15 min
脫附時氣體流速	30 mL/min~50 mL/min
冷凍捕集器最高溫度	280℃
冷凍捕集器最低溫度	-30℃
冷凍捕集器吸附材	Tenax-TA
傳輸線溫度	220℃

(資料來源：本研究整理)

c. 質譜儀：為四極式、離子捕集式質量選擇器或其他相同功能之質譜儀，具每秒至少可掃描 30 至 300 amu 一次之質譜者。

參照 ISO 16000-6 標準規定，氣相層析質譜儀各項設定如下：

（**a**）載流氣體：氦氣

（**b**）升溫程式：

$$40℃ \xrightarrow{8℃/min} 220℃（25min）$$

（**c**）70 ev 電子撞擊游離

（**d**）離子源溫度：200℃

（**e**）傳輸線溫度：250℃

（**f**）層析用積分儀或紀錄器。

（**g**）採樣管：Tenax-TA（2,6-diphenyl-p-phenylene-oxide polymer resin），具金屬螺帽與鐵氟龍（PTFE）金屬套環，容量 200 mg。

（**h**）具有附鐵弗龍密閉蓋試藥瓶：2mL。

（**i**）採樣幫浦：流速約 0~50 mL/min。

（**j**）空氣採樣袋：Tedlar 材質，體積 1L。

5. 實驗藥品

(1) 試劑水：定義經離子交換及活性碳過濾純化或蒸餾。

(2) 試藥：ACS 分析試藥級或同級品。

(3) 標準氣體逸散管：

a. 拋棄式標準氣體滲透管，如甲苯（Trace Source disposable permeation tube for Toluene）。

b. 型號：HRT-010.00-3019/40。

c. 逸散率：475 *n*g/min at 40°C。

(4) 儲備標準溶液:分別取適當體積有機物質液體,溶於甲醇溶液中，混合至 1 ml 體積，配置濃度約為 2000 μg/mL；或經購買認証之標準溶液。儲備標準溶液於棕色玻璃容器中,避免留有氣體空間，冷凍保存於-10℃至-20℃之間，可保存六個月。

(5) 檢量線標準溶液：經儲備標準溶液，以甲醇稀釋配製濃度 2000 μg/mL 檢量線標準溶液，經審核標準品測試，不符需重新配置。

(6) 氦氣（He）：99.999%以上；氮氣（N_2）：純度為 99.99%以上。

6. 實驗步驟

(1) 採樣前置作業

a. 設定環控箱環境條件：溫度 25℃±2℃、濕度 50%±5%、通風換氣率調控為 0.5/h±0.05/h，並進行環境條件穩定度之檢測。

b. 執行空白試驗：包含環控箱潔淨空白作業、現場空白試驗、實驗室空白試驗及試劑空白試驗。

c. 樣本保存與準備：建材樣本於儲存、運送、採樣各階段皆需符合品保與品管之規定，採樣前需進行封邊預留檢測表面。

d. 進行儀器設備校正，如流量計採用皂泡流量計定量，溫、濕度及設備精密度需符合規定（溫度±1℃、濕度±3%、設備±3%）。

e. 檢量線製作：以微量氣密針注入調配定量瓶中，至少調配五種不同高、低濃度之溶液，製作檢量線。判定檢量線之 R^2 需達 0.995 以上，回收率控制在±15%並執行準確度、精密度及方法偵測下限（MDL）之判定，以利實驗達到品保及品管之保證。

(2) 採樣階段

a. 空白確認：環控箱進行空氣清洗置換，需以 Tenax-TA 採樣管連接採樣幫浦以定流量 50 mL/min 進行採樣；採樣後以 PTFE 墊圈及金屬帽頭封口，即可上機 GC/MS 進行定性定量分析。

b. 背景濃度：進行吸附性能檢測前，環控箱需執行至少一天的通風運轉，並分析環控箱內的揮發性有機化合物之背景濃度符合基準規定。

c. 建材樣本：置於環控箱內部的中間，以確保空氣均勻流通達到較穩定的吸附檢測，且放置建材樣本時，需盡可能快速隨即關閉環控箱，即開始進行試驗；關閉後溫、濕度變化應加以紀錄。

d. 進行採樣：開始吸附性能試驗後，進行環控箱於預定時間內進氣口及出氣口的揮發性有機化合物濃度氣體採樣。

e. 採樣流量控制：環控箱的總空氣流量需無任何空氣洩漏，確保採樣期間環控箱的出氣口空氣流量等於進氣口總空氣流量減去採樣空氣幫浦的空氣流速量；其餘出氣口流量最少需為總空氣採樣幫浦流速量的 20%。

f. 採樣規劃：依 ISO 16000 規定其空氣採樣的時間應於吸附性能試驗開始後採取 24±2h、72±6h、168±14h、14±1day 和 28±2days 進行採樣紀錄，本計畫建議可重複收集額外的空氣採樣，採樣頻率於 24 小時內，以採樣幫浦 50 mL/min 每 2 小時採樣一次，24 小時後再改為每一天採樣一次。

g. 再次採樣：建議再次執行試驗前，依本方法提供潔淨空氣於環控箱內沖洗，且需避免環控箱產生吸附作用，若無法避免之吸附行為，則需了解其相互作用，並扣除環控箱本身之吸附值。

(3) 分析階段

將所採集的不鏽鋼採樣管(Tenax-TA)透過自動熱脫附裝置(ATD)脫附後，以 GC/MS 進行 VOCs 定性定量分析；其濃度計算方式則以 ISO 16000-6 所規定。

a. 定性分析：供應濃度氣體中中待測揮發性有機化合物的認定，可經比較標準品之滯留時間和質譜判斷係數，或經由質譜儀內建資料庫進行比較得之。

b. 定量分析：利用前置作業所建置之檢量線求得特定時間內點污染物質之質量數，並配合採樣體積即可求得出建材樣本所吸附的有機化合物濃度變化。

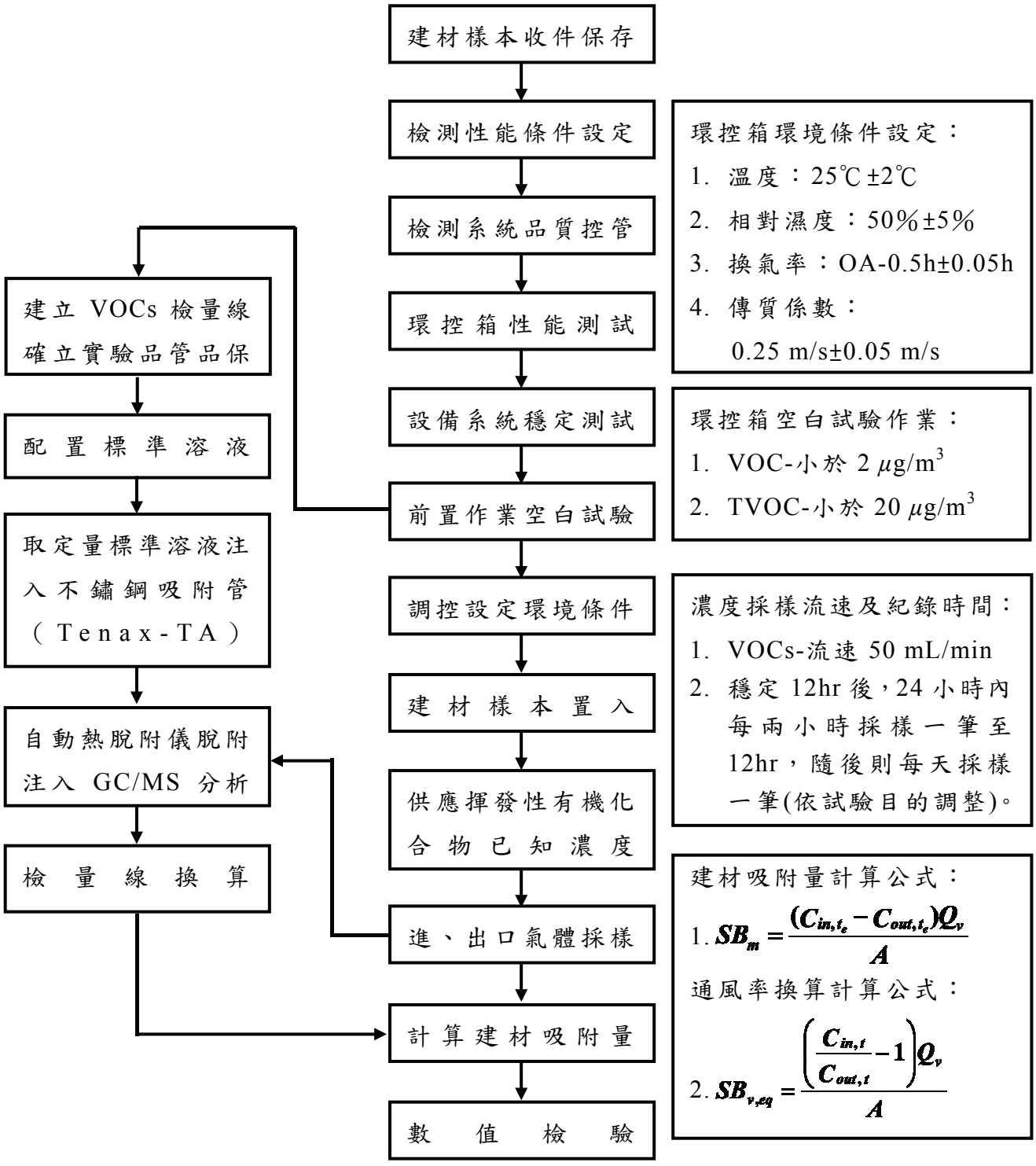


圖 3-8 吸附揮發性有機化合物性能檢測標準作業流程

(資料來源：本研究整理)

三、性能試驗分析及驗證項目

（一）前置空白試驗分析

本計畫進行建材吸附性能檢測試驗前，先行利用熱水進行環控箱內艙清潔，隨後以 5 倍潔淨空氣進行環控箱體積（5ACH）置換沖洗，依據 ISO 16000-23,24 規定於檢測前進行通風運轉一天，以確保環控箱內無殘留甲醛（HCHO）及揮發性有機化合物（VOCs），避免進行建材吸附性能檢測分析產生干擾。

本方法依據最新 ISO 16000 規定，其環控箱背景濃度及供應潔淨氣體之甲醛或單一成份揮發性有機化合物（VOCs）濃度不可超過 2 $\mu g/m^3$，而總揮發性有機化合物（TVOC）濃度則不可超過 20 $\mu g/m^3$。

前置作業空白試驗分析需包含環控箱潔淨空白作業、現場空白試驗、實驗室空白試驗及試劑空白試驗，以確保檢測實驗受到品管與品管之品質保證。隨後則調控環控箱與整合進氣設備系統於設定之環境條件，並分別針對甲醛及 VOCs 進行空白試驗採樣，其採集條件如下：

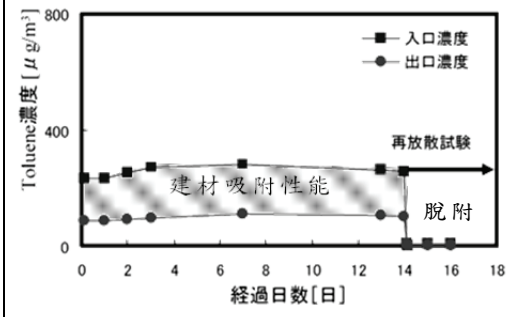
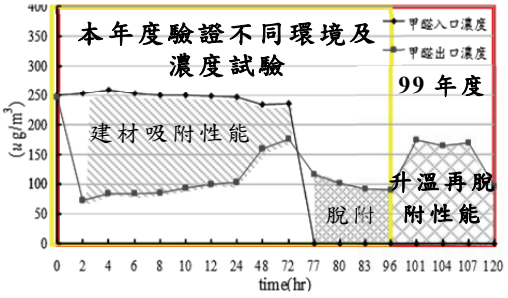
1. 甲醛採樣條件：以 DNPH 採樣管配合連接採樣幫浦以定流速 100 mL/min 進行進氣設備系統之入口濃度採樣及環控箱採樣埠出口濃度採樣，採樣時間至少設定為一小時，隨後則連同採樣管利用塑膠管套及石蠟膜進行封口，並靜置於 4℃冷藏環境下 8 小時，經高性能液相層析儀（HPLC）進行定性定量分析，其結果不可分析出有明顯甲醛物質存在。

2. VOCs 採樣條件：以 Tenax-TA 採樣管配合連接採樣幫浦以定流速 50 mL/min 進行進氣設備系統之入口濃度採樣及環控箱採樣埠出口濃度採樣，採樣時間至少設定為一小時，隨後經自動熱脫附儀（ATD）進行脫附，經 GC/MS 進行定性定量分析，其結果不可分析出有明顯有機物質存在。

（二）性能驗證項目

根據 JIS 及 ISO 標準規範，其空氣採樣濃度之歷時時間應於吸附性能試驗開始後採取 24±2h、72±6h（符合 GBML 標準試驗），檢測期間可長達包括 168±14h、14±1day 至最長 28±2days 進行紀錄，並依據試驗用途及目的可額外並重複收集不同時間之氣體濃度採樣。本研究為進一步檢測建材吸、脫附行為，依國內環境條件原則符合綠建材採樣頻率（以 72hr >48hr）為目的，並於 99 年度已完成建材吸/脫附特性，並新增濃度脫附後之升溫 35℃再脫附行為檢測，作為未來性能判定上之參考依據。建材吸附性能試驗結果，則需提供試驗建材種類、供給氣體濃度及進、出氣口所採集之氣體濃度。

表 3-3 國內涵蓋吸附性能檢測驗證項目之比較

	國際標準檢測方法(JIS, ISO)	本研究建立之標準檢測方法
吸附性能檢測評定圖示		
	註: 建材吸附性能檢測可依據實驗需求及目的進行調整	

(資料來源：本研究整理)

參照性能試驗所提供進、出氣埠位之空氣濃度之採樣，並配合國內執行綠建材逸散性能檢測程序，性能試驗前同樣需符合實驗條件品保與品管（QA/QC）之規定，以確保建材性能試驗計算之準確度與精準度，並提供空白試驗校正與環控箱氣密性等相關試驗結果。

建材吸附性能判定上，參照國際標準規範可分為建材單位面積吸附通量（F_m）及當量吸附通風量（$F_{v,eq}$）兩者進行初步判定，因故，本研究彙整標準規範公式計算，轉換為國內適用之計算公式求

得建材單位面積吸附通量（SB_{m}）、當量吸附通風量（$SB_{v,\ eq}$）及吸附率（SB_r）。根據性能試驗小尺寸環控箱所採集之進、出氣口濃度進行性能計算之評估，且環控箱需符合氣體流量換氣率之規定，符合各項條件方能提供吸附性能計算。吸附性能計算公式如下：

（三）國內標準建材吸附性能之計算

吸附性建材單位面積吸附通量（SB_{m}），其單位為 μg/m^2・h 公式表示：

$$SB_m = \frac{(C_{in,t_e} - C_{out,t_e})Q_v}{A} \quad \text{.....(12)}$$

式中，C_{in}：環控箱進氣口之標的化合物濃度，以 μg/m^3 為單位。

C_{out}：環控箱出氣口之標的化合物濃度，以 μg/m^3 為單位。

Q_v：環控箱內的空氣流量，以 m^3/h 為單位。

A：試驗樣本面積，以 m^2 為單位。

t_{e}：實驗開始至空氣濃度採樣消逝時間，以 hr 為單位。

吸附性建材降低濃度可提高清淨空氣之空氣流率當量吸附通風量（$SB_{v,\ eq}$），其單位為 m^3/m^2・h 公式表示：

$$SB_{v,eq} = \frac{\left(\frac{C_{in,t}}{C_{out,t}} - 1\right)Q_v}{A} \quad \text{.....(13)}$$

式中，t 為消逝時間週期，以 day 為單位。

依據吸附性建材降低濃度計算進氣濃度與出氣濃度之吸附率（SB_r）以%表示。公式表示：

$$SB_r = \frac{(C_{in,t} - C_{out,t})}{C_{in,t}} \times 100\% \quad \text{.....(14)}$$

式中，SB_r 為計算總量之平均吸附率，以%為單位。

第二節 彙整國內綠建材性能評定基準政策

一、國內低逸散綠建材分級制度彙整

參照國內綠建材標章之規定，內政部建築研究所至 2004 年起推動「綠建材標章-GBML」，已建立完整管制綠建材政策，至今整體成效良好。有鑑於室內空氣品質對人體健康效益的影響，透過內政部營建署「建築技術規則」規範管制綠建材裝修比例，未來將由 30%提升至 45%且配合 100 年度經濟部標檢局提出以 ISO 16000-23 及 24 作為 CNS 規範草案修訂基準，顯示台灣加入 WTO 之際將需更有效管制建材應用方能與世界潮流接軌。

（一）國內性能評估制度面

自 2004 年起至 2010 年 12 月為止，國內已經有 3876 種建材產品符合綠建材標章(GBML)資格共 399 件，並以申請低逸散健康綠建材 311 件為最大宗，包含如包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等。顯示立即可應用於室內之低逸散綠建材產品種類眾多，而依目前建材性能評定基準上，主要是參考國外先進國家之綠建材標章，搭配內政部建築研究所長期研究成果，以台灣本土室內氣候條件為標準，並優先訂定建材逸散之總揮發性有機化合物（TVOC）及甲醛（Foraldehyde）基準，其 TVOC 基準以 BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）等指標性污染物累加計算，其逸散速率不得超過 0.19 $mg/m^2 \cdot hr$，甲醛逸散基準不得超過 0.08 $mg/m^2 \cdot hr$。

「低逸散綠建材評定基準」係以台灣室內邊界條件及裝修現況為設定參數，並以健康基準值 TVOC 3 ppm 及甲醛 0.1 ppm 為目標，與國外綠建材標章比對，發現「健康綠建材評定基準」在甲醛及 VOCs 部分，介於芬蘭 M2 及甲醛 F☆☆之間。而在申請綠建材標章之評估制度上，則需優先符合綠建材通則限制，包含一般要求及限制物質。本計畫彙整目前國內針對綠建材管制性能基準之依據，作為研擬綠建材吸附性能評定基準之依據，如下所示：

表 3-4 國內低逸散綠建材性能評定制度

國內低逸散綠建材性能評定基準		
評定標章系統	一般通則性能水準(逸散速率)	方法來源
	甲醛＜0.08 mg/m^2・hr TVOC＜0.19 mg /m^2・hr	內政部建研所標準測試法(MOIS901014)及參考 ISO 16000 標準

評定項目及分級制度		
評定項目	性能分級制度管制(逸散速率)	
地板類、牆壁類、天花板、填縫劑與油灰類、塗料類、接著（合）劑、門窗類(單一材料)	零逸散等級	E1 等級 甲醛及 TVOC≦0.005（mg/m^2・hr）
	極低逸散等級	E2 等級 0.005<甲醛≦0.02（mg/m^2・hr） 0.005<TVOC≦0.1（mg/m^2・hr）
		E3 等級 0.02<甲醛≦0.08（mg/m^2・hr） 0.1<TVOC≦0.19（mg/m^2・hr）
總揮發性有機物質化合物評估以苯、甲苯、對二甲苯、間二甲苯、鄰二甲苯、乙苯為指標污染物。		

(資料來源：本研究整理)

依據綠建材標章產品自 2004 年至 2009 年評估，得知 TVOC 逸散速率平均為 0.071 mg/m^2・hr（基準為 0.19 mg/m^2・hr）；甲醛逸散速率平均為 0.0006 mg/m^2・hr，遠低於逸散基準(基準為 0.08 mg/m^2・hr)，經彙整綠建材逸散性能顯示，未來納入吸附性建材之性能基準，需優先符合國內逸散性能基準之判定，方能作為吸附性綠建材申請評定之最基本門檻。

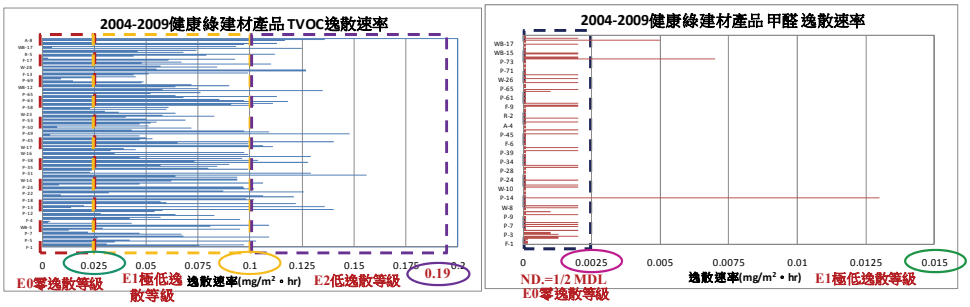


圖 3-9 國內綠建材甲醛及 TVOC 逸散速率分佈及分級基準
(資料來源：整理自擴大綠建材補助計畫，2009)

（二）國際上塑化劑指標污染管制趨勢

近年來國際上先進國家逐漸重視室內半揮發性有機化合物（Semi-volatile organic compounds, SVOC）的誘發與影響，根據化學污染物質對室內空氣污染之危害，主要多半來自居家用品添加的增塑劑/塑化劑與防火劑，因應所產生的化學污染物質濃度則會伴隨迫害室內人體健康且長達多年時間，面對越多塑造製品與電子設備充斥於室內居住環境，相關研究指出 SVOC 化學污染物如鄰苯二甲酸酯類（Phthalate）、多氯聯苯（PCB）、溴系阻燃劑（BFRs）與雙酚（BPA），促使兒童產生過敏症、人體內分泌紊亂等，對人體健康影響則不容忽視。依此，國際標準規範已於 2011 年提出最新草案修訂 ISO 16000-25 針對 SVOC 逸散標準測定方法，由於 SVOC 化學污染物逸散率較低、沸點高且極易吸附於物體表面，藉此特性有待相關未來研究加以探討且能有效管制。

目前鄰苯二甲酸酯類(Phthalate Esters)環境荷爾蒙對生物的影響，已有相關證明與研究指出對人體造成生殖毒性系統有嚴重之危害，美國環保署(EPA)已針對常見生活用品進行安全評估之限制，包含常見於塑化產品(化妝品、塑膠用品等)之添加物，如表 3-5。

表 3-5 美國環保署(EPA)限制常見鄰苯二甲酸酯類之指標物質

Indication	Name
2E1H	2-Ethyl-1-hexanpl
D6	Dodecamethyl Cyclo-hexasiloxane
BHT	Butylated hydroxyltoluene
DEP	Dietyl phthalate
C16	n-Hexadecane
TBP	Tributyl phosphate
TCEP	Tris(2-chloroethyl) phosphate
DBA	Dibutyl adipate
DBP	Dibutyl phthalate
C20	n-Eicosane
DOA	Di(2-etyhlhexyl) adipate
TPP	Triphenyl phosphate
DEHP	Di(2-ethylhexyl)phthalate

(資料來源：本研究整理)

1. 國內塑化劑物質(SVOC)管制

行政院環保署已於 95 年 12 月 29 日依毒性化學物質管理法公告列管 4 種塑化劑，包括鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯（簡稱 DEHP）、鄰苯二甲酸二辛酯（簡稱 DOP）、鄰苯二甲酸二甲酯（簡稱 DMP）、鄰苯二甲酸二丁酯（簡稱 DBP）等第一類毒性化學物質，並再增加尚未列管之(歐盟 76/769/EEC 指令)5 種塑化劑(BBP,鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、DEP,鄰苯二甲酸二乙酯、DINP,鄰苯二甲酸異壬酯、DIDP,鄰苯二甲酸二異癸酯、DNOP,鄰苯二甲酸二辛酯)，此部份可優先由綠建材標章加以源頭管制，針對積極促進室內健康環境，未來可再行納入針對吸附毒性化合物所誘發之空氣污染源加以進行相關研究，以利國內優先建立針對毒性化學物之管制規範。

表 3-6 國內常見塑化劑添加產品(SVOC 指標物質)

塑化劑	用途	致癌性	生殖毒性	環境賀爾蒙
DEHP 塑化劑中DEHP毒性最強	食品包裝、醫療器材、建材	動物：有 等級：2B類	動物：有 人類：研究中	是
BBP	建材、人造皮革、汽車內飾	動物：有 等級：3類	動物：有 人類：研究中	不是
DBP	食品包裝、乳膠黏合劑、溶劑	無足夠科學證據	動物：不明顯 人類：研究中	不是
DINP	鞋底、建築材料、塑化劑	動物：有 等級：未列入	動物：不明顯 人類：研究中	不是
DIDP	電纜線、膠鞋、黏膠、襯墊	無足夠科學證據	動物：不明顯 人類：研究中	不是
DnOP	地板膠、聚乙烯磁磚、帆布	無足夠科學證據	動物：不明顯 人類：研究中	不是
DIBP	油漆、紙漿、紙板、接著劑	動物：有 等級：3類	動物：有 人類：研究中	是
DEP	溶劑、護理用品、油墨	無足夠科學證據	動物：有 人類：研究中	是
DMP	溶劑、衛生用品、護理用品	無足夠科學證據	動物：不明顯 人類：研究中	不是

(資料來源：行政院環保署)

2. 國際上建材性能管制及新型態評定項目

由於目前針對各國皆以強調建材逸散基準作為評定項目且加以分級管制，針對新型態建材性能評定，可列出如美國 Green Guard 對防霉抗菌加以納入管制，而日本建材則提出調濕吸附建材評定項目及吸附性建材評定方法與認定，不僅有效解決室內高溫高濕氣候環境，避免生物性黴菌增長、並可吸附空氣污染物濃度、達到吸濕調濕的能力，以「積極促進健康建材」作為開發新型態建材產品之範疇。因此，本計畫為促進未來國內積極促進室內健康環境，優先透過 99 年度與 100 年度針對國內綠建材吸附性能進行試驗與評定，依據建立國內標準作業程序，加以驗證國內外具備適用室內建材裝修之吸附性能，提供國內本土建材持續開發新型態建材，以利增加國際發展之潛力。

依據國際上針對綠建材性能評定項目所涵蓋之項目彙整如下:

表 3-7 國際健康綠建材性能基準與項目比較

建材標章	化學性能管制				新型態促進性能管制		
	TVOC 甲醛	分 級	毒性物質	致癌物質	防霉抗菌	分級	吸附調濕
美國 GreenGuard	◎		◎	◎	◎		
芬蘭 M1 逸散標章	◎	◎	◎	◎			
德國 GUT 標章	◎		×	×			
德國 GEV EMICODE 標章	◎	◎	◎	◎			
北歐天鵝標章	◎		×	×			
德國藍天使標章	◎		×	×			
日本建築基準法 (JIS/JSTM)	◎	◎			◎		◎
台灣綠建材標章(GBMs)	◎	◎	×			△	△

◎表示具有性能評定基準、×表示限制不得含有、△表示研擬建立中

(資料來源：本研究整理)

二、國內吸附性建材標準規範推動

本計畫自 99 年度起依據行政院「生態城市綠建築推動方案(2010 年修正案)」，因應擴大提升室內環境控制技術，建立新型態綠建材市場機制，透過創造舒適健康與優質居住空間為目標，積極推動生態城市及綠建築政策，以達國土永續建設目標。99 年度具體成果，包含建立國內綠建材吸附性能標準作業程序、彙整 ISO 16000 最新公告吸附性建材標準檢測方法規範、提供國內本土環境參數性能試驗、驗證國內外建材吸附性能及擴大綠建材健康效益之評估與研發策略；為此，行政院經濟部標檢局也因應 ISO 16000 公告試驗方法，於 2010 年 12 月提出 CNS 總號系列 16000 室內空氣-第 23 部及 24 部，草-制 0990704 與 0990705 作為參照國際標準最新標準資料制定為國家標準草案。

有鑑於國際上重視室內空氣品質（IAQ）及室內環境品質（IEQ）對人體健康效益的影響，內政部營建署「建築技術規則」管制綠建材裝修比例，未來將可由 30%提升至 45%，並研議綠建材採購涵蓋綠色環境、綠色工法及綠色材料，顯示國內綠建材精進計畫及性能技術試驗持續推動，可望促進行政院環保署室內空氣品質管理法修訂並加以法制化，未來應更有效管制新型態建材應用促進國際接軌。

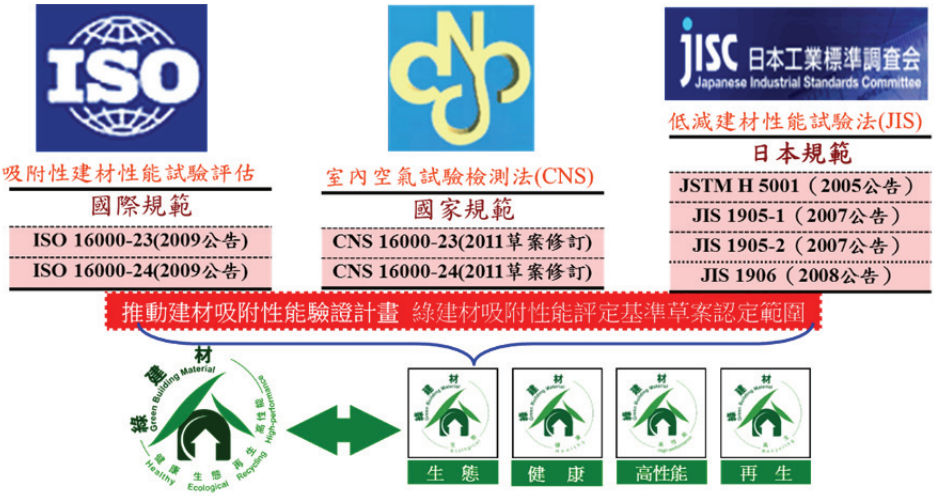


圖 3-10 國際標準規範吸附性建材之政策推動
(資料來源：本研究整理)

三、新型態性能標章納入方案

目前國內綠建材標章主要分為四大標章，包含低逸散健康綠建材標章、生態綠建材標章、高性能綠建材標章及再生綠建材標章，其主旨內涵是依據建築生命週期「資源採取、製造、使用、廢棄再生」訂定四大範疇以低逸散健康、生態、再生及高性能綠建材分別評定，不僅有效防範且藉由綠建材標章推動以防止品質不佳之建材破壞生態環境及影響國人健康，並強化國內建材的管制，且以促進「人居健康」、維護「生態環境」、提升「產業競爭」為綠建材標章推動目標。

故此，未來可研議針對綠建材被動防範制度，進而提升為積極促進改善，有效減少或持續移除室內有害化學污染物質對人體健康所造成二次污染之暴露危害。本計畫透過內政部建築研究所性能實驗中心共同合作，建立國內新型態吸附性綠建材標準驗證評估及性能評定設備，故未來研擬納入國內綠建材標章可提供以下兩種方案，作為國內法制化研議及性能評定基準項目之依據，如圖 3-11。

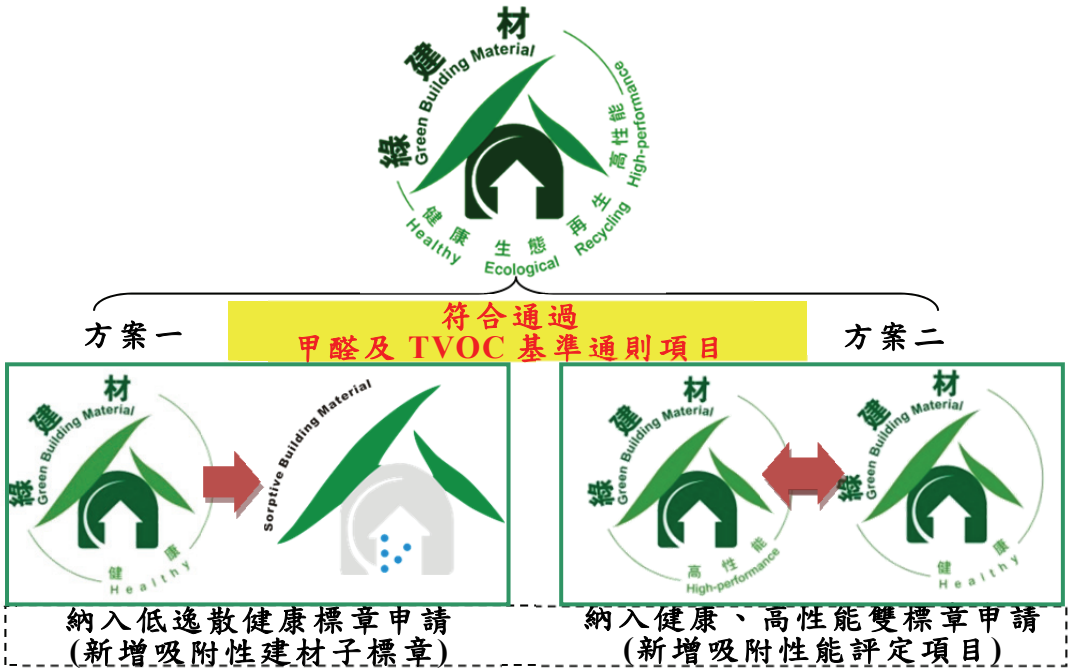


圖 3-11 新型態吸附性建材納入綠建材標章之方案

(資料來源：本研究整理)

第三節 研擬綠建材吸附性能評定項目及範圍草案

一、國際上吸附性建材評定項目

目前國際上針對吸附性建材的評定項目，除了依據如國際標準 ISO、日本標準規範 JIS 及 JSTM 等標準為主要參照條件，在國際標準 ISO 及歐盟政策，尚未有針對吸附性建材提出評定基準之認定範圍；以日本建築中心於 2003 年最早提出評定新建築技術認定（BCJ-CS-5, 2003）之吸附性建材認定範圍，並提供申請合格者須贈吸附性建材標章，以作為認定吸附性建材之標準認定。故此，本計畫彙整各相關標準提供之評定項目作為研擬作為國內綠建材吸附性能評定項目基準與範圍草案。

表 3-8 國際標準建材性能評定項目之比較

評定項目			
規範 / 項目	ISO 16000 系列 (本計畫參照)	JIS 1905 系列	JSTM H 5001 系列
		符合日本建築中心認定範圍(BCJ-CS-5)	
檢測範圍	適用各類建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等；對紫外線和產生光催化分解反應之建材不在本適用範圍內。		
性能評定檢測項目			
吸附量性能 (基本評定)	1.吸附通量(F_m) 2.吸附通風量($F_{v,eq}$)	1.低減量(ads) 2.低減通風量(Q_{ads})	1.低減量(ads) 2.低減通風量(Q_{ads}) 3.低減率%(R_p)
吸附持續性 (建議判定)	依各標準規範提供建材吸附飽和量及脫附性能檢測方法條件為參照依據。		未規定
吸附干擾性 (建議條件)	標準狀態(環境參數)		
	23±2℃,50±5%	28±1℃,50±5%	28±0.5℃,50±5%
	標準狀態(濃度參數)		
	WHO 指針濃度	厚生労働省指針規範	
	建議環境參數		
	L:18±2℃, H:28±1℃	L:18±1℃, H:23±1℃	20~35℃可調控範圍
	25±5%, 75±5%		45~65%可調控範圍
	建議濃度參數		
	指針濃度 2 倍、1/2 倍		指針濃度 5 倍、1/2 倍
符合評定條件項目			
檢測條件	符合各標準測定條件參數		
檢測對象	符合甲醛及 TVOC 污染物質之選定		
檢測時間	符合各標準規範採樣時間: 24±2h、72±6h、168±14h、14±1day 及最長 28±2days		

(資料來源：本研究整理)

二、國內吸附性建材評定項目

彙整國際上各標準規範提出之評定項目，未來國內亦可依照日本建築中心所提出之低減建材認定基準為依據；而針對國內綠建材實施多年，本計畫研擬國內吸附性綠建材評定項目及範圍，則應建構於低逸散綠建材評定項目下，涵蓋一般通則及限定物質，方能作為申請吸附性綠建材之案件申請，研擬國內可施行之評定項目架構草案如下:

表 3-9 研擬國內吸附性綠建材性能評定項目架構

<table>
<tr><th colspan="5">吸附性綠建材評定條件基準原則</th></tr>
<tr><td colspan="2">範疇
條件</td><td colspan="2">符合綠建材標章基準門檻及通則要項：
1. 參照綠建材標章(限制物質及一般要求)
2. 建材對環境負荷之準則(納入一般要求)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">低逸散條件</td><td colspan="3">符合低逸散綠建材評估基準：
(甲醛<0.08 mg/m^2・h, TVOC<0.19 mg/m^2・h)</td></tr>
<tr><th colspan="5">研擬評定檢測項目(草案)</th></tr>
<tr><td colspan="2">檢測範圍</td><td colspan="3">【吸附性綠建材適用檢測範圍】:
各類建材包含地板類、牆壁類、天花板類、油漆類等其他建材；
紫外線及光催化反應之建材不在本適用範圍內。
註：(單一最終表面材，符合室內裝修管理條例原則)</td></tr>
<tr><td colspan="3">(要求評定項目)</td><td colspan="2">(建議未來評定)</td></tr>
<tr><td>吸附量之性能</td><td>吸附干擾之性能</td><td>吸附持續性之性能</td><td colspan="2">符合要求</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1.吸附通量(SB_m)
2.吸附通風率($SB_{v,eq}$)</td><td>標準狀態條件</td><td rowspan="2">推算使用年限效果
(1年以上程度)</td><td colspan="2" rowspan="3">長期吸/脫附飽和試驗(28天)</td></tr>
<tr><td>建議濃度條件</td></tr>
<tr><td>建議環境條件</td><td>依標準狀態為基準</td></tr>
<tr><td colspan="5">試驗機構：經綠建材標章審查委員會認可之實驗室</td></tr>
<tr><th colspan="5">符合項目(草案)</th></tr>
<tr><td>檢測條件</td><td colspan="4">符合 CNS 0990704,0990705(2011)及內政部建研所規之標準測定方法</td></tr>
<tr><td>檢測對象</td><td colspan="4">甲醛及 VOCs(甲苯)為指標污染物質之選定(暫訂)</td></tr>
<tr><td>檢測時間</td><td colspan="4">檢測時間達 96 小時(滿足 24、48 及 72hr 吸附性能與 24hr 脫附試驗)</td></tr>
<tr><th colspan="5">性能水準(吸附通量或吸附通風量)</th></tr>
<tr><td colspan="5">依各類申請評定吸附性建材經標準狀態及環境干擾條件進行評定分級(要求基本評定項目)</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：
達 0.41≦甲醛或 VOC≦0.67(m^3/m^2・h)，即認定為 S3 等級☆
2. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：
達 0.67≦甲醛或 VOC≦1.24(m^3/m^2・h)，即認定為 S2 等級☆☆</td><td>基本吸附性能等級</td></tr>
<tr><td colspan="4">3. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：(即符合日本 BCJ 低減建材認定合格證明)
達 1.24≦甲醛或 VOC，即認定為 S1 等級☆☆☆</td><td>最佳吸附性能等級</td></tr>
<tr><td colspan="5">註：1.以上條件均需符合性能干擾條件之吸附率經評定標準差異值為 S.D<15%範圍內
2.未來經評定通過基本項目之產品，需複檢持續性能飽和檢測(納入有效年限之判定)</td></tr>
</table>

(資料來源：本研究研擬彙整)

三、評定項目檢測參數及認定

（一）參數項目

透過本計畫研擬國內性能評定基準項目之草案，主要依據國內標準作業程序，同步符合 ISO 16000-23 及 24 為主要評定檢測方法之參照基準，因此，在評定項目內容檢測方法之參數設定條件，則需能涵蓋國際標準及日本標準規範之範圍。因應國內本土環境條件屬高溫高濕之特性，且綠建材標章申請評定已執行多年，因此，在實驗室參數條件參照之基準，則以內政部建研所標準測試法(計劃編號MOIS901014)為主要設定依據，故本計畫整合國際標準提供作為國內吸附性綠建材評定項目基準草案之研擬，彙整參數如下：

表 3-10 國內吸附性綠建材性能參數條件

國內性能評定參數條件	
環境參數	
標準狀態	25±2℃, 50±5%, 指針濃度 1 倍
建議環境條件	溫度 H:30±2℃,L:20±2℃；相對濕度 H:75±5%, L:25±5%
指針濃度	符合國內環保署及 WHO 指針規範基準： 甲醛濃度 0.1ppm, 甲苯濃度 0.07ppm
建議濃度	指針濃度 2 倍及 1/2 倍
實驗固定參數	
背景濃度	HCHO、VOC＜2μg/m^3, TVOC＜20μg/m^3
質傳係數	15±3m/h（0.25±0.05m/s）
產品負荷率(*L*)	0.4 m^2/m^3(符合 ISO 16000-9)
試材面積	20cm・20cm(0.04m^2)
換氣率(*ACH*)	0.5/h±0.05/h
儀器精密度	溫度±1℃, 濕度±3%, 換氣流量±3%

(資料來源：本研究研擬彙整)

（二）認定範圍

依據日本建築中心 BCJ-CS-5 之認定範圍，可供作為申請國內吸附性綠建材評定之認定範圍之標準，其中需包含如表 3-11 所示。

表 3-11 國內吸附性綠建材認定範圍

國內吸附性建材認定範圍
1.吸附性能效果：**吸附量性能、吸附干擾性能、吸附持續性能**
2.吸附性綠建材之品質：**使用分類、材料基本特性、施工特性**
3.吸附性綠建材之環境負荷：**符合國際間及國內環境評價為依據**
4.吸附性綠建材之限制物質：**符合國際間及國內限制物質為依據**

(資料來源：本研究研擬彙整)

（三）申請流程

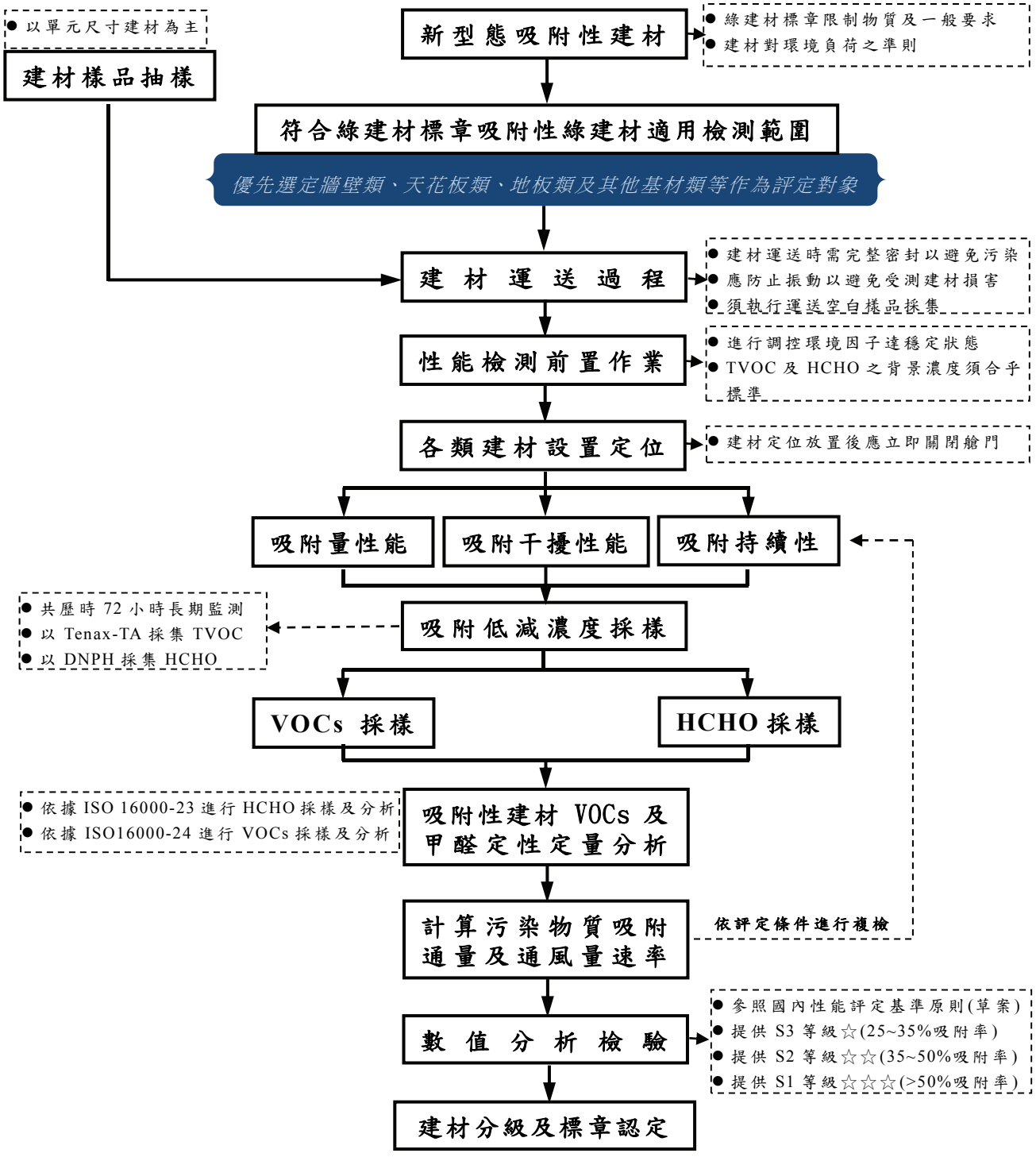


圖 3-12 國內吸附性綠建材申請評定流程項目

(資料來源：本研究研擬彙整)

四、國內吸附性建材認定內涵

（一）擴充標章認定要項

目前國內綠建材標章已能具體涵蓋四大標章類別，包含低逸散健康、再生、高性能及生態性能綠建材。而就建材整體生命週期而言，其四大標章範疇則符合資源採取、製造、裝修使用/性能提升及廢棄再生等四大階段特性，而目前國內綠建材標章通則之一般要求內，已納入甲醛及 TVOC 基本逸散性能水準，而吸附性綠建材同時符合裝修使用及性能提升等雙重特性，因此其認證條件上基本上可作為國內綠建材低逸散健康或高性能標章之標章認定；吸附性綠建材較屬於為積極性促進健康之新型態建材，因此在評定檢測上亦須檢定建材之逸散水準，而在吸附性檢測評定則另有檢測標準及方法，因此本研究彙整提出綠建材標章兩大方案，建議以健康為基礎並同時建立未來可擴大涵蓋促進健康性之高性能產品標章，如吸附性、調濕性、負離子性等，其性質可視為屬性相同之雙標章型態標章，其內涵參見如圖 3-13。

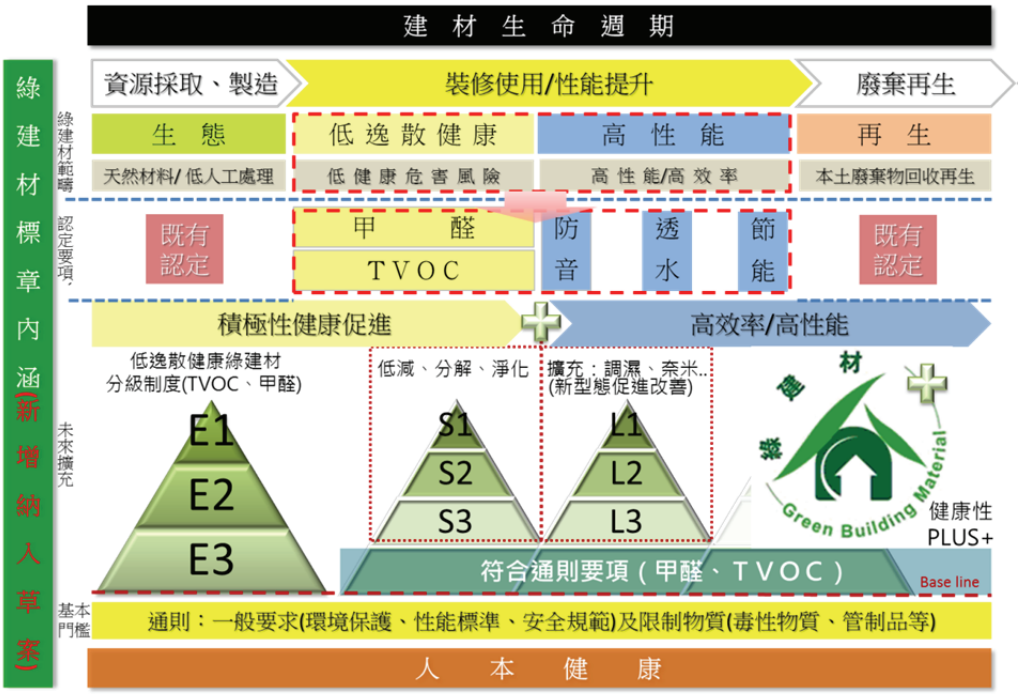


圖 3-13 擴大納入國內綠建材標章申請制度內涵

(資料來源：本研究整理)

（二）新型態建材納入標章之對策

國內綠建材四大標章在目前已不新增修訂任何標章體制認證下，則應可在低逸散健康或高性能標章內新增健康促進性或直接納入各新型態認定項目，本研究將其認定條件彙整如下。

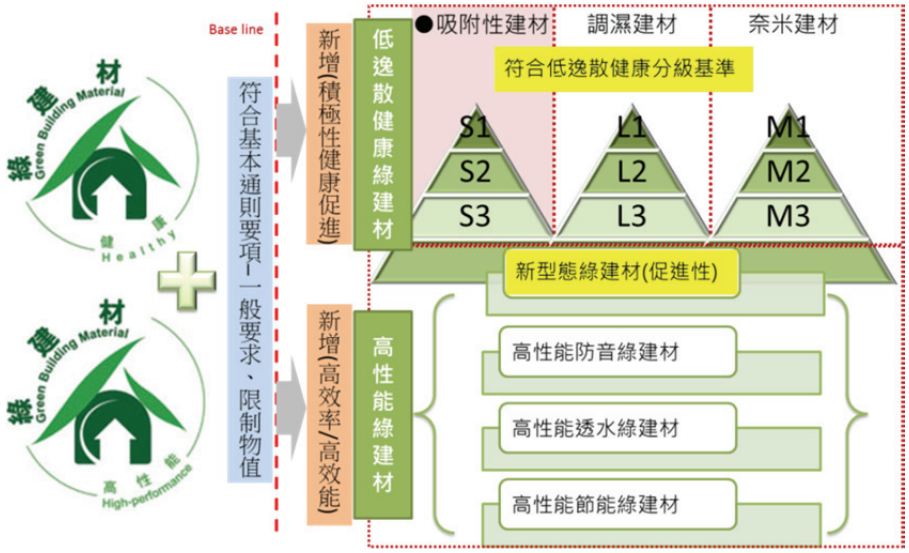


圖 3-14 新增國內新型態吸附性綠建材之認定項目對策

(資料來源：本研究整理)

未來國內納入吸附性綠建材應可直接涵蓋低逸散健康及高性能標章，而在綠建材標章內涵內針對健康及高性能提供未來可擴充積極性健康促進與高效率、高效能等認定項目，因此，在吸附性建材對未來室內改善污染物質提供重要改善低減及促進健康等重要特性，同時皆能符合健康性及高性能等優勢，因此，在經專家會議討論相關方案，各委員皆認同可具體納入低逸散健康綠建材標章，而在高性能標章等雙標章申請則需有相關配套措施，經本研究彙整其相關性，吸附性綠建材或者擴充相關新型態綠建材，如調濕、奈米及負離子等產品，可能皆包含促進健康性並同時具備高性能等特性，未來在國內相關政策修訂下，應需突顯其新型態建材之優勢，不管納入低逸散或高性能標章內，需另行提出促進健康性等認定項目，針對各別新型態標準檢測程序進行認定，即可提出（$^{+}$PLUS 促進性級別），意謂產品優化性或具雙標章之認證，促進未來產業界之研發創新等競爭力。

（三）吸附性建材認定條件之送審對策

依據吸附性建材低減效果及性能水準等認定範圍，未來國內認定條件除了需符合國內綠建材標章基本之性能規格評定申請書、產品基本資料表等規定外，並符合綠建材通則之一般要求及限制物質進行審查，亦即符合國內認定範圍吸附性綠建材之品質、環境負荷及限制物質之要項規定，經此審查合格即可針對吸附性建材進行性能水準評估，其符合認定範圍之基本要件彙整如圖 3-15：

依申請國內吸附性綠建材標章程序之評估表，參見如附錄五。

類別	材料	性能評定			試驗結果	RSD (%)	評定基準 (m^3/m^2・h)
室內裝修建材(單一最終表面材)	□地板類 □牆壁類 □天花板類 □油漆類 □其它類：	濃度性干擾(標準環境)		基準濃度(0.1ppm)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h	□<15%	1. S3 等級☆ □0.41≦甲醛≦0.67 □0.41≦VOC≦0.67 S2 等級☆☆ □0.67≦甲醛≦1.24 □0.67≦VOC≦1.24 S1 等級☆☆☆ □1.24≦甲醛 □1.24≦VOC 2. 換算使用年限 □一年程度以上 (依標準狀態為原則) 3. 脫附性能 □符合逸散分級基準
				高濃度(0.2ppm)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h		
				低濃度(0.05ppm)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h		
		(基準濃度)	溫度性干擾	高溫環境(30℃,50%)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h	□<15%	
				低溫環境(20℃,50%)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h		
			濕度性干擾	高濕環境(25℃,75%)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h	□<15%	
				低濕環境(25℃,25%)	通風率值(　　)m^3/m^2・h 吸附通量(　　)ug/m^2・h		

圖 3-15 國內吸附性綠建材認定項目基本流程(草案)
(資料來源：本研究整理)

第四章　建材吸附性能檢測量化分析及驗證評估

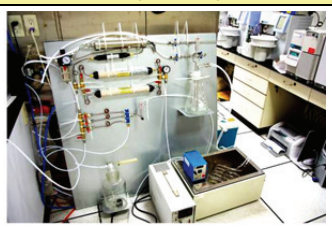
第一節 建材吸附性能參數條件及樣本選定

目前國內室內裝修建材種類繁多，透過申請綠建材標章評定之建材，已建立完善診斷評定國內建材之環境參數設定。因此，針對吸附性能標準檢測方法界定適用之環境參數條件，對應不同建材種類亦可能對於建置標準作業程序產生不同之考驗與分析條件；本計畫與內政部建研所國家性能實驗中心共同合作，透過小尺寸環控箱(99L)優先設定符合國內本土實驗環境參數條件標準狀態進行建材吸附性能試驗，並配合本年度研擬性能評定基準項目草案之確立，其研究成果彙整99年度試驗結果，可提供國內研擬吸附性能評定基準草案之依據。本年度提供不同性能參數條件設定項目包含如下：

一、建材檢測環境條件

依循建材檢測提供環境參數條件，如環控箱溫度（℃）、相對濕度（RH）、換氣率（ACH）、產品負荷率（*L*）及供應濃度（甲醛基準值2倍）進行試驗，並因應建材吸附干擾性能可能會因溫度、相對濕度等造成影響，故本計畫今年度加入不同環境因子及濃度條件進行檢測，提供作為性能評定基準之依據環境測試條件參見如表4-1所示。

表 4-1 本計畫建材吸附性能環境條件之檢測及驗證

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">實驗環境參數標準狀態</th><th colspan="2">本年度檢測驗證條件</th></tr>
<tr><td rowspan="10">性能試驗環境參數</td><td>溫度(temperature)</td><td>25℃±2℃</td><td colspan="2">30℃ ± 2℃</td></tr>
<tr><td>相對濕度(RH)</td><td>50%±5%</td><td colspan="2" rowspan="4"> 
(原則上作為固定變因條件)</td></tr>
<tr><td>換氣率(ACH)</td><td>0.5/h±0.05/h</td></tr>
<tr><td>受測表面積 (A)</td><td>20×20cm (0.04m^2)</td></tr>
<tr><td>產品負荷率 (L)</td><td>0.4 m^2/m^3</td></tr>
<tr><td>背景濃度(background)</td><td>VOC＜2μg/m^3
TVOC＜20μg/m^3</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>傳質係數(mass transfer)</td><td>0.25m/s±0.05m/s</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>環控箱(small-scale chamber)</td><td>99L (0.099 m^3)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>供應氣體(HCHO)</td><td>0.2ppm(HCHO)
(244μg/m^3)
環保署基準值
2倍</td><td>0.1ppm(HCHO)
(122μg/m^3)
環保署基準值
1倍</td><td>0.05ppm(HCHO)
(61μg/m^3)
環保署基準值
1/2倍</td></tr>
<tr><td>吸附歷經時間</td><td colspan="3">2~72hr（GBML）</td></tr>
<tr><td>脫附歷經時間</td><td colspan="3">After 72hr~96hr</td></tr>
</table>

二、最終表面材試驗樣本選定

本計畫今年度納入前期研究專家建議之結論，選定國內外符合吸附性能潛力及已通過低減調濕認定之最終表面建材進行試驗。依選定 4 種建材執行正式試驗進行比對，提供標準狀態及不同環境氣候條件進行干擾性能檢測，如溫度條件設定為 30℃，並依最終試驗結果挑選 1 件具高吸附性能樣本，進行不同濃度（基準值 1 倍及 1/2 倍）之環境干擾條件執行驗證，依據試驗範圍及採樣時程同步透過儀器（INNVOA 1312, Bruel & Kjaer, Naerum, Denmark）連續監控，提供作為國內吸附性建材標準作業程序（SOP）相互對照之評估驗證。

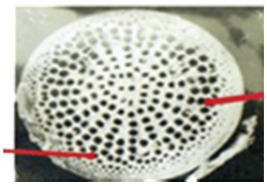
國內綠建材相關檢測規定，其樣本保存需符合 ISO 16000-11 相關規定，其中需包含符合執行實驗室品保與品管之相關採樣、運輸、儲存等之規定。樣本保存過程於出廠時須即刻使用鋁箔紙密封貼密，並置入鋁箔紙袋密封夾緊，且樣本運送過程中需全程於低溫樣本箱內確保處於低溫環境中，直至運送至實驗室，而樣本之保存在未進行實驗前，皆需置放於 4℃冷藏櫃內貯藏，確保無污染疑慮。

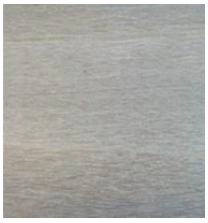
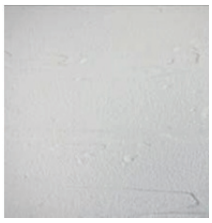
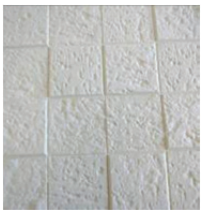
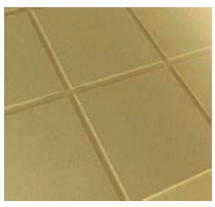
樣本尺度需符合需符合 ISO 16000-9 產品負荷系數 L，本計畫使用之小尺寸環控箱為 99L，故裁切為 20cm×20cm 為一單位建材。建材封存貼邊作業，則參照 ISO 16000-23, 24 於開始進行試驗時，除測試表面外需以鋁泊包覆貼邊，僅留預檢測樣本表面執行性能試驗，防止邊界條件之干擾；執行試驗時應儘快放置於環控箱內部中央（確保吸附性能均勻分布），避免受到環境干擾，樣本密封過程如圖 4-1。

圖 4-1 預測建材樣本保存及封邊現況

(資料來源：本研究拍攝)

表 4-2 本計畫選定國內外最終表面建材之分項說明

Sorptive building materials (SBM)			
SBM P1	**SBM P2**	**SBM P3**	**SBM P4**
			
(國內獨家專利) 微碳化健康合板	(國內引進獨家專利) 珪藻土塗佈板	(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁磚	(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁板
符合基本特色			
符合日本認定通過 Super F0 等級，F☆☆☆☆證明 (無有害物質逸散之最終表面建材)			

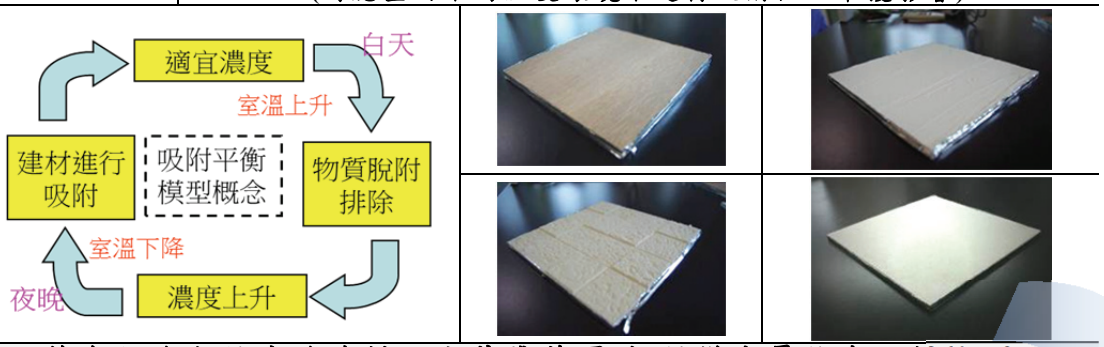
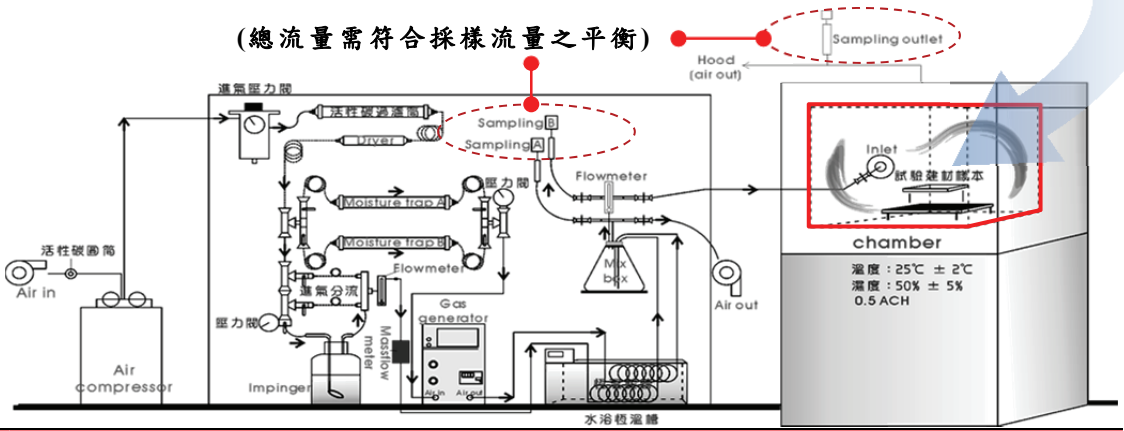
	檢測建材現況	產品特色	基本特性
P1		1.獨家專利技術熱塑性聚合樹酯 2.200 度高溫高壓製成 3.獨家除醛技術滲透木材孔隙 4.保證無蟲卵、易蟲蛀之隱憂 5.耐燃性 6.通過國內多項 SGS 認證標準	規格: 1220×2440mm 厚度:12mm 材質:柳安心材 密度:0.9g/cm^3 含水率:8% 熱傳率:0.12W/m・K
P2		1.調濕機能 2.專利含(HYPER SELAN)成份 3.防止結露、黴菌、塵蹣 4.吸附分解化學性有害物質 5.異味分解吸附 6.耐燃認定(NM-0609) 7. F☆☆☆☆證明，無有害物質	規格:1 箱 20kg 施工面積:5~6 坪 厚度:2~3mm 材質:天然珪藻土 表面:多孔質微粒
P3		1.有效吸附甲醛、VOC 分解能力 2.吸收臭味性能 3.調濕機能認定(T08-0013) 4.F☆☆☆☆證明，無有害物質 5.耐燃認定(NM-2839) 6.保溫及絕熱效果	規格:303×303mm 厚度:8.5mm 材質:珪酸鈣系 比重:1.1±0.11 摩氏硬度:2.5
P4		1.調濕性認定(住宅設備協會) 2.有害化學物質吸附及分解 3.消臭及未含接著劑 4.具高度韌性、耐性及彎曲性 5.耐燃認定(NM-8576) 6.保溫及絕熱可再回收 7.F☆☆☆☆證明，無有害物質	規格:910×1820mm 厚度:6mm 材質:蛭石、珪藻 容積密度:0.6~0.9 吸水變化:>0.15% 熱傳率:>0.18W/m・K

(資料來源：本研究彙整)

三、樣本性能檢測設計

因應未來吸附性建材具體應用於本土氣候，配合國際上檢測規範提出產品差異性，以利提升國內建材研發新型態建材並具備差異化之優勢。故此持續透過 99 年度建立國內吸附性建材標準檢測程序研究成果及委員專家建議，依續室內居住環境之影響因子(不同環境及濃度因子)持續進行吸/脫附試驗，其研究成果可供國內進一步研擬納入建材性能評定基準驗證及法制化研訂，本年度樣本檢測設計如下：

表 4-3 樣本性能檢測項目及實驗設計說明

<table>
<tr><th colspan="8">國內標準吸附性建材檢測系統（SBMT）</th></tr>
<tr><td rowspan="2">環境條件
(本年度評估)</td><td colspan="3">溫度</td><td colspan="3">相對濕度</td><td>濃度(HCHO)</td></tr>
<tr><td>20℃</td><td colspan="2">25℃ 30℃</td><td>25%</td><td>50%</td><td>75%</td><td>環保署基準值 2 倍
(0.2ppm)</td></tr>
<tr><td>驗證項目</td><td>排除</td><td colspan="2">對應室內不
同溫度條件</td><td>排除</td><td>標準
狀態</td><td>後續
研究</td><td>提供分級評定(最佳化)
1 倍 (0.1ppm) / 1/2 倍 (0.05ppm)</td></tr>
<tr><td>評定對策</td><td colspan="7">不同環境條件建材吸/脫附性能評定
(對應室內不同溫度環境下建材吸附性之干擾影響)</td></tr>
<tr><td colspan="8"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="8">符合低逸散健康綠建材評定基準範圍(提供樣本最終表面材檢測)</td></tr>
<tr><td colspan="8"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="8">本研究建立樣本採樣之實驗設計</td></tr>
</table>

第二節 性能實驗品保與品管

本計畫性能實驗品保與品管主要確保執行建材吸附性能檢測之前置作業，配合內政部建築研究所標準檢測採樣方法及數值分析。包含製作甲醛及 VOCs 檢量線、實驗室空白試驗及系統穩定度測試，依據實驗性能前置作業檢驗供採樣濃度備考計算。

一、實驗品保與品管

（一）甲醛檢量線

本試驗依預調配供應濃度 0.2ppm（244μg/m^3），經甲醛標準原液 37%各別以 10μL 微量注射針經甲醇調配稀釋，其甲醛檢量線濃度範圍為 0.048~15.768 μg，配製五種不同高、低濃度之標準溶液，並以微量注射針取適量注射入 DNPH 採樣管，靜置 4℃環境八小時。隨後則經乙晴進行脫附，取 1mL 倒入至 2mL 玻璃小瓶（Vials）容器內，隨即可上機進行高性能液相層析儀（HPLC）進行定量分析，經判定甲醛檢量線 R^2 需符合檢量線規範 0.995 以上，其回收率也需控制在±15%範圍內。

（二）VOC 檢量線

經儲備 Supelco 公司出品之揮發性有機物（VOCs）液態標準品，其濃度為 2000 μg/mL 以甲醇稀釋配製濃度為 20~2000 μg/mL 各別 5 種不同高、低濃度檢量線標準溶液。以微量注射針取適量注射入不繡鋼採樣管(Tenax-TA)，即可上機以 GC/MS 或 GC/FID 進行定量分析，再由層析圖之尖峰面積與與其相對質量（ng）做成檢量線，經判定 R^2 相關係數亦需達到 0.995 以上，回收率也需控制在±15%範圍內。

（三）準確度及精準度

準確度為標準溶液測量值與實際配置濃度值之比值，需介於 85~115%之範圍，其平均相對誤差需小於 15%；精準度為檢量線濃度最低點連續測定 7 次，求其相對標準偏差，其值不可超過 10%。

相對標準偏差 RSD（%）= （S.D / $\overline{X}$）×100%

其中 $\overline{X}$：量測七次所得之平均濃度值。

S.D：平均標準偏差。

（四）方法偵測下限（MDL）

檢量線濃度最低點連續測定 7 次，求其標準偏差，標準偏差值的三倍為方法偵測下限。

每一批次實驗皆需進行回收率、精密度等評估，以確保實驗過程具有良好的品質管制。

二、甲醛檢量線製作

本計畫依據 ISO 16000-3（室內空氣-甲醛及其他羰基之偵測-主動採樣方法）方法建立甲醛檢量線，經配製五種不同高、低濃度之標準溶液（正式試驗），其濃度範圍約為 0.048～15.768 μg。

低濃度檢量線範圍為 0.048~1.438 μg；高濃度檢量線範圍為 1.438~15.768 μg。各檢量線經判定甲醛檢量線 R^2 符合檢量線規範 0.995 以上，其回收率也需控制在±15%範圍內，甲醛檢量線如表 4-4 所示

（一）低濃度檢量線

甲醛低濃度檢量線分別以 0.048、0.144、0.479、0.959 及 1.438（μg）等五種標準品濃度，其低濃度範圍 0.048~1.438 μg 檢量線判定係數 R^2＝1.000>0.995 符合於規範標準，準確度以回收率（%）表示，平均回收率為 100.64%，符合規範 85~115%。

（二）高濃度檢量線

甲醛高濃度檢量線分別以 1.438、2.397、4.795、9.59 及 15.768（μg）等五種標準品濃度，其高濃度範圍 1.438~15.768 μg 檢量線判定係數 R^2＝0.999>0.995 符合於規範標準，準確度以回收率（%）表示，平均回收率為 99.36%，符合規範 85~115%。

表 4-4 甲醛低、高濃度檢量線-濃度值與波峰值關係

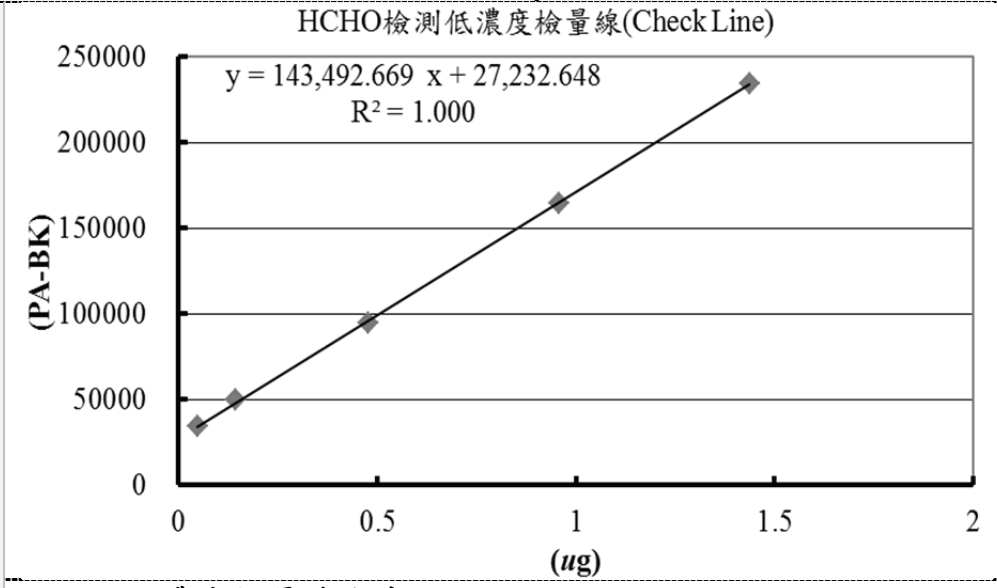
甲醛低濃度檢量線(HCHO)─濃度值與波峰面積值					
濃度(μg)	RT 值	PA-BK	測值濃度(μg)	回收率(%)	平均回收率
0.048	11.85	33983	0.047044055	98%	100.64%
0.144	11.81	49469	0.154963331	108%	
0.479	11.81	94348	0.467723212	98%	
0.959	11.81	164230	0.954734154	100%	
1.438	11.83	234369	1.443535258	100%	
甲醛高濃度檢量線(HCHO)─濃度值與波峰面積值					
濃度(μg)	RT 值	PA-BK	測值濃度(μg)	回收率(%)	平均回收率
1.438	11.89	234369	1.301622919	91%	99.36%
2.397	11.88	373508	2.582691092	108%	
4.795	11.88	601859	4.685144349	98%	
9.59	11.88	1146482	9.699558751	101%	
15.768	11.91	1800261	15.71898288	100%	

(資料來源：本研究提供彙整)

表 4-5 甲醛低、高濃度檢量線

Formaldehyde

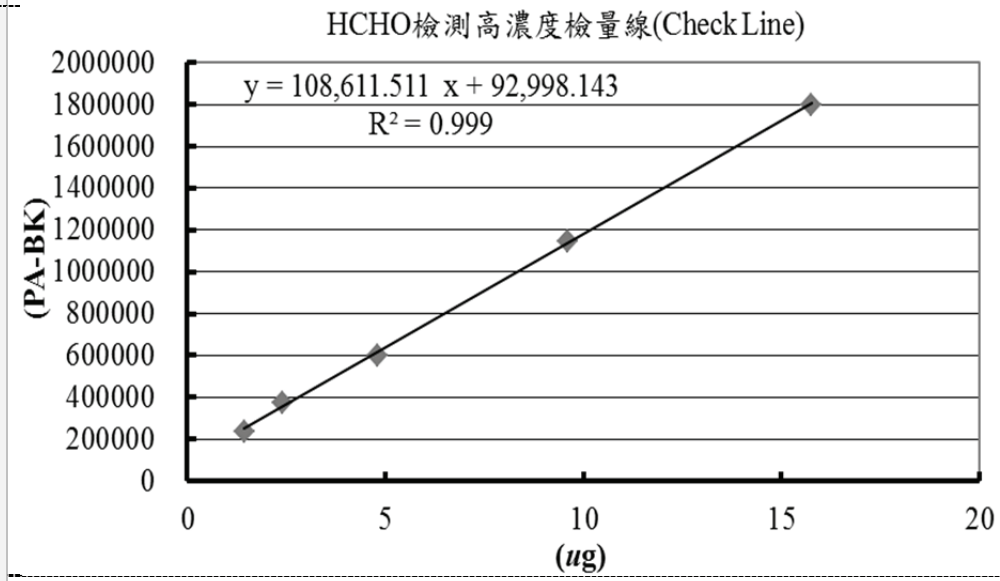
濃度範圍 0.048~1.438 μg



低濃度檢量線公式:y = 143,492.669 x + 27,232.648

R^2＝1.000

濃度範圍 1.438~15.768 μg



高濃度檢量線公式:y = 108,611.511 x + 92,998.143

R^2＝0.999

(資料來源：本研究繪製)

三、實驗空白試驗

（一）環控箱潔淨空白作業

依據 ISO 16000-23, 24 規定每次進行建材吸附性能檢測前，需利用潔淨空氣進行 5 倍 ACH 進行環控箱內體積之置換，並以潔淨劑或熱純水各別獨立清洗內部表面，隨後環控箱可於進行高溫脫附內部殘留之有機化學物質，並於乾燥後進行環控箱吸附性檢測，避免產生干擾；環控箱空白背景之總揮發性有機物須小於 20 $\mu g/m^3$；單一化合物（如甲醛、VOC）則背景濃度須小於 2 $\mu g/m^3$。

圖 4-2 環控箱空白清艙作業現況

(資料來源：本研究拍攝)

1. 現場空白試驗

結束環控箱潔淨清洗後，於開始執行吸附性能檢測時（未放入建材樣本前），先行利用採樣幫浦以 100 mL/min 進行吸附管連續採樣八小時，隨後執行上機分析，以確保環控箱內部無化學污染物殘留。

2. 實驗室空白

自環控箱採樣完成後至上機分析時，需攜帶一根空白吸附管進行相同處理，測定儲存和運送期間是否遭受污染。

3. 試劑空白

每批次或每十個樣品需執行一次試劑空白分析，若空白分析超過方法偵測極限值之兩倍，伴隨同時檢驗之樣品需找出污染源及干擾，重新分析。

（二）環控箱整合系統穩定度檢測

1. 溫、溼度穩定度預備測試

本計畫之環境檢測條件主要參照 ISO 16000-23,24 規定，透過整合系統調控溫度設定為 25℃±2℃、相對溼度依規定則設定為 50%±5%、通風換氣率調控為 0.5/h±0.05/h（性能實驗標準）為基準，進行環境條件穩定度測試。

2. 混合瓶氣流混合程度檢測

依照吸附性能測試條件，於環控箱與進氣系統整合設備之混合瓶端執行濃度混合程度檢測，檢測方式為環控箱進氣入口處（混合瓶端）中，追蹤添加特定濃度與相同流量之氣體進行環控箱進、出口連續採樣監控，紀錄氣體濃度穩定度變化。

3. 環控箱內部流場檢測

環控箱內空氣須保持穩定流動，並確保環控箱之氣密性，避免氣流產生擾流情形；利用高精密監測儀器監控樣本置放位置風速流場變化，確保傳質係數達到 ISO 16000 規定之建議值 0.25 m/s±0.05 m/s。

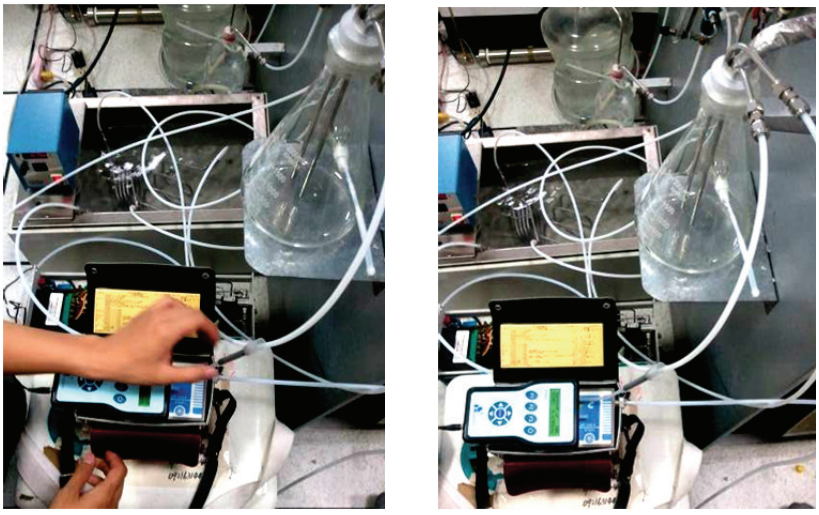


圖 4-3 供氣設備系統穩定性驗證

(資料來源：本研究拍攝)

三、檢測系統穩定性驗證

本計畫透過小尺寸環控箱模擬建材吸附性能於不同環境條件下進行檢測，依據 99 年度開發標準氣體供氣系統進行整合建置，其環控箱物理環境的適用性已能具體控制穩定度，並確保建材在設定條件之下於穩態條件進行吸附性能檢測。故此，本年度為調整不同溫度條件進行建材樣本性能檢測，提供環控箱進行檢測系統穩定性之驗證。

進行系統穩定性驗證之前置作業，分別進行電子偵測器、電子質量流量計、溫、濕度感應器等進行各別校驗確保其相關電子零件運作正常，再行接續設定環控箱之參數條件，以國內標準狀態為 25℃、50%及 0.5h^{-1}，加以驗證環控箱實行運作期間之穩定度，本系統因整合所能允許之誤差值需加以調控，確保實驗進行下能於穩定條件下進行吸附性能檢測實驗。

（一）溫度穩定度驗證

環控箱溫度設定為 25℃，長期監測變化符合±2℃之限制範圍內，儀器穩定度達到至±0.5℃範圍內；平均溫度為 25.13℃，標準偏差為 0.27℃，如圖 4-4 所示。

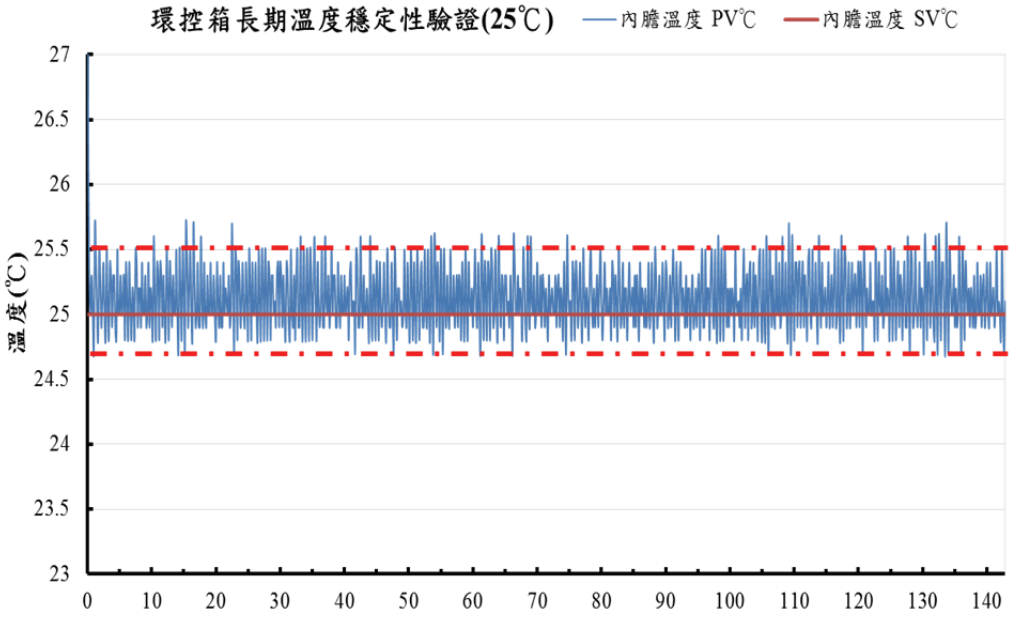


圖 4-4 環控箱長期溫度(25℃)穩定性驗證結果

環控箱溫度設定為 30℃，長期監測變化符合±2℃之限制範圍內，儀器穩定度達到至±0.5℃範圍內；平均溫度為 31.11℃，標準偏差為 0.24℃，如圖 4-5 所示。

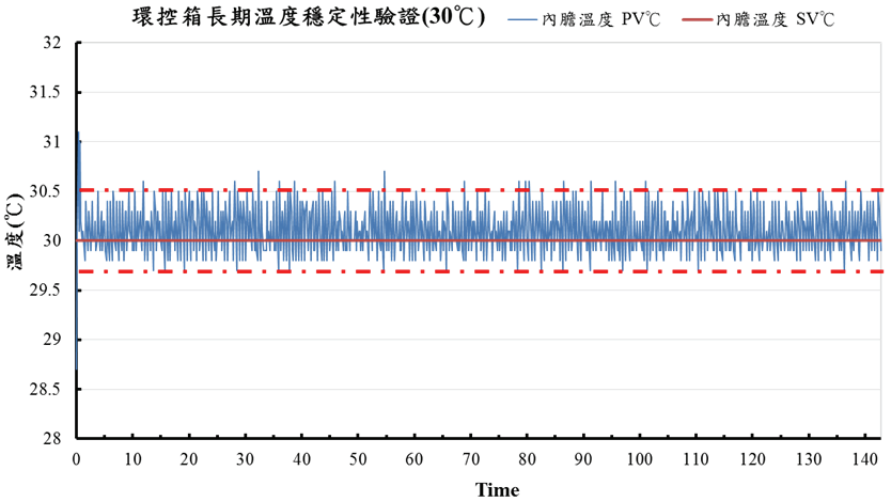


圖 4-5 環控箱長期溫度(30℃)穩定性驗證結果

（二）相對濕度穩定度驗證

環控箱相對濕度設定為 50%，長期監測變化符合±5%之限制範圍內，前期供氣系統調配至預設值，穩定後達至±2%範圍內，符合儀器精密度±3%；平均相對濕度為 50.93%，標準偏差為 0.78%，如圖 4-6。

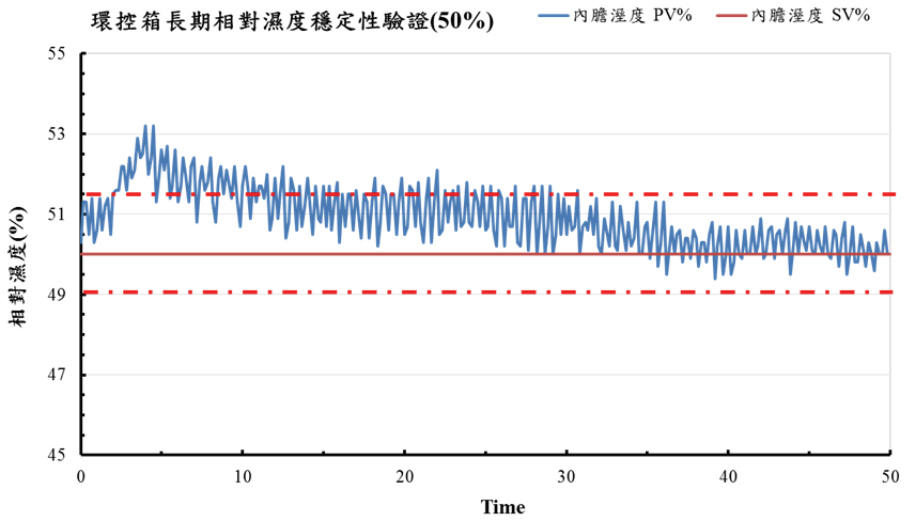


圖 4-6 環控箱長期相對濕度(50%)穩定性驗證結果

四、供應氣體濃度穩定性驗證

本計畫已於 99 年度計畫，依據 ISO 16000 規定吸附性建材於不同揮發性有機化合物濃度進行調配驗證，符合實驗範圍控制內並具可行性，濃度調控依實驗目的參照國內環保署建議室內基準值進行設定濃度基準值 1 倍、2 倍及 1/2 倍進行檢測。本年度主要提供預設甲醛濃度進行濃度穩定性驗證，依國內環保署規定空氣品質管制之建議值作為基準值，設定甲醛濃度基準值 2 倍 0.2ppm（244 ug/m^3）為主要檢測狀態，額外再挑選最佳化吸附性建材進基準值 1 倍 0.1ppm（122 ug/m^3）及 1/2 倍 0.05ppm（61 ug/m^3）進行吸附干擾不同濃度之驗證。

（一）甲醛濃度調配驗證

各濃度調配實測值皆能符合預設濃度之範圍內，針對調配 0.2ppm、0.1ppm 及 0.05ppm 甲醛濃度實際採樣檢測，進行濃度採樣時需符合總流量平衡定律，防止實際採樣與預設濃度失衡造成差異。

表 4-6 甲醛濃度調配檢測結果

配製濃度	time	ug/m^3	PPM
0.2ppm	2hr	248.61	0.20
0.1ppm		108.61	0.09
0.05ppm		68.95	0.06

本研究同步透過精密儀器(B&K 1312)進行長時間連續監控，結果顯示，經儀器進行長時間監控濃度調配之變化，皆與實際濃度採樣相符，顯示濃度穩定性佳，可同步透過儀器進行驗證。

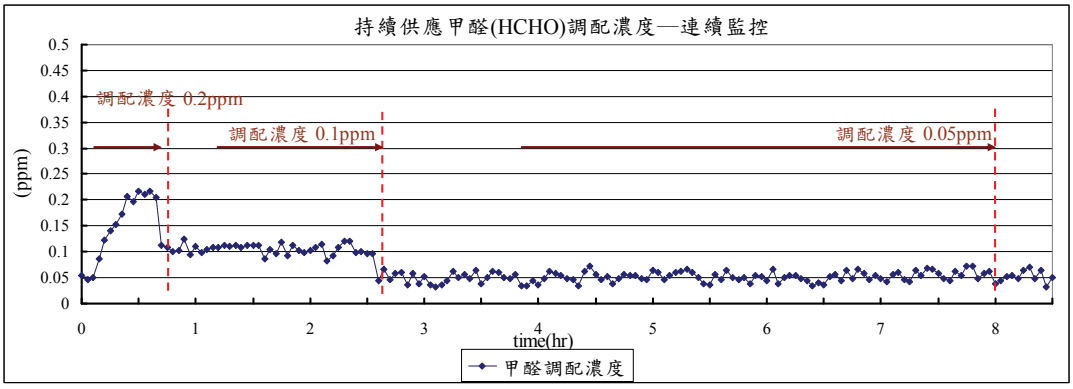


圖 4-7 甲醛濃度長時間儀器監控驗證

（二）甲醛濃度回收率驗證

1. 濃度回收率空白試驗

依據 ISO 16000 規定，於進行樣本建材性能檢測前均需執行環控箱供應預設氣體濃度穩定回收率之驗證（未置入樣本），透過環控箱與供應氣體設備執行進、出氣口濃度採樣，其回收率需符合 80%以上並檢驗環控箱氣密性條件是否有無明顯洩露氣體濃度。本年度檢測結果顯示，甲醛濃度（0.2ppm）皆符合 80%以上濃度回收率，且長期供應甲醛氣體濃度，均可穩定供應並符合 RSD<10%範圍內。

表 4-7 甲醛長期歷時濃度回收率驗證

甲醛(HCHO)長期歷時濃度回收率驗證					
預設濃度	Sampling	Time	m^3	ug/m^3	回收率
0.2ppm ($244ug/m^3$)	inlet	24hr	0.012	245.213	96%
	outlet			234.323	
	inlet	48hr		243.645	97%
	outlet			235.866	
	inlet	72hr		242.214	98%
	outlet			237.207	

甲醛(HCHO)長期歷時濃度計算					
Inlet Average ($\mu g/m^3$)	Inlet (S.D)	Inlet RSD% (<10%)	Outlet Average ($\mu g/m^3$)	Outlet (S.D)	Outlet RSD% (<10%)
243.691	1.500	0.62%	235.799	1.444	0.61%
平均損耗量：0.032%					

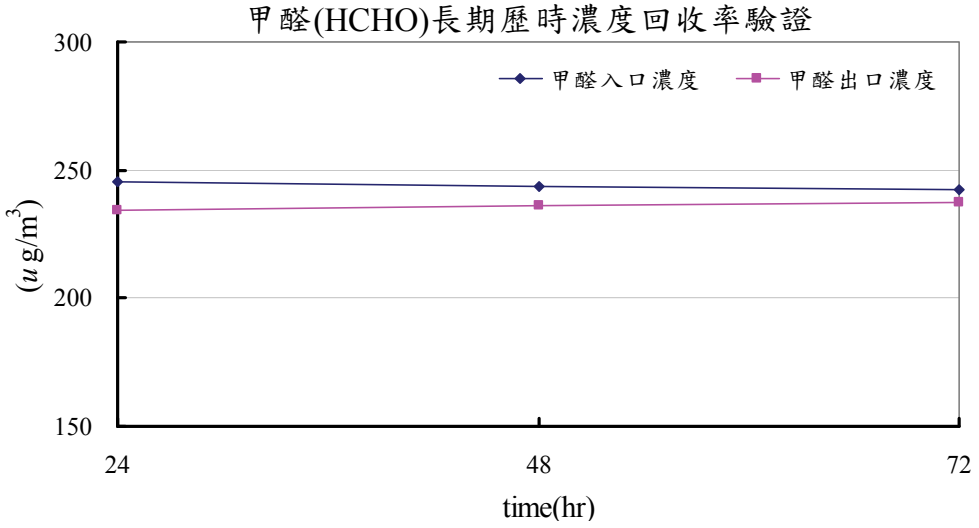


圖 4-8 甲醛長期歷時濃度採樣驗證

2. 前置試驗濃度回收驗證

本研究於各別執行單一建材性能評定驗證前，同步透過監控儀器及採樣管分析相互驗證，故在各別執行建材性能評定前，提供濃度穩定回收之採樣驗收，以確保樣本執行前符合標準作業程序。經供應氣體系統提供甲醛濃度 0.2ppm 至環控箱穩定長時間監控，如圖 4-9。

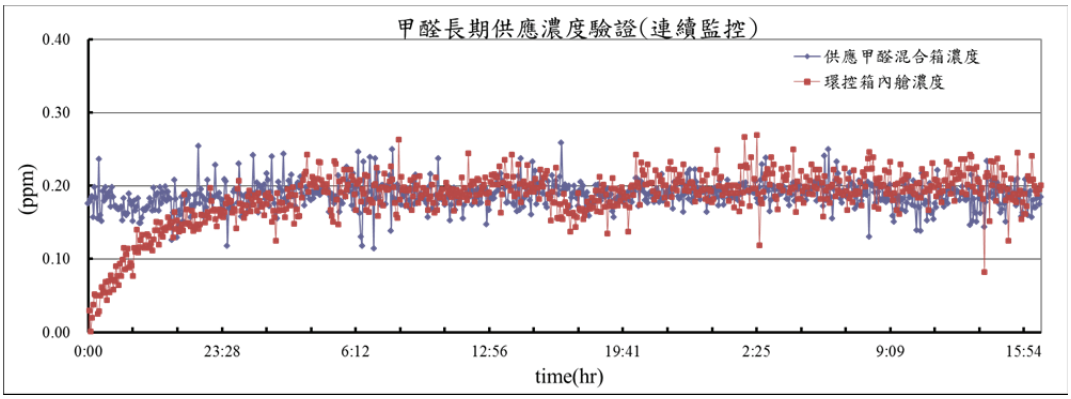


圖 4-9 環控箱長期監控甲醛濃度驗證

經確認監控儀器及採樣管分析之相互驗證後，本年度選定四種樣本建材執行吸附性能評定驗證，同樣於各別執行檢測採樣前，提供進氣及出氣埠口濃度採樣驗收，確保回收率符合 80%以上。檢測結果顯示，各組建材皆能符合回收率範圍內，如圖 4-10。

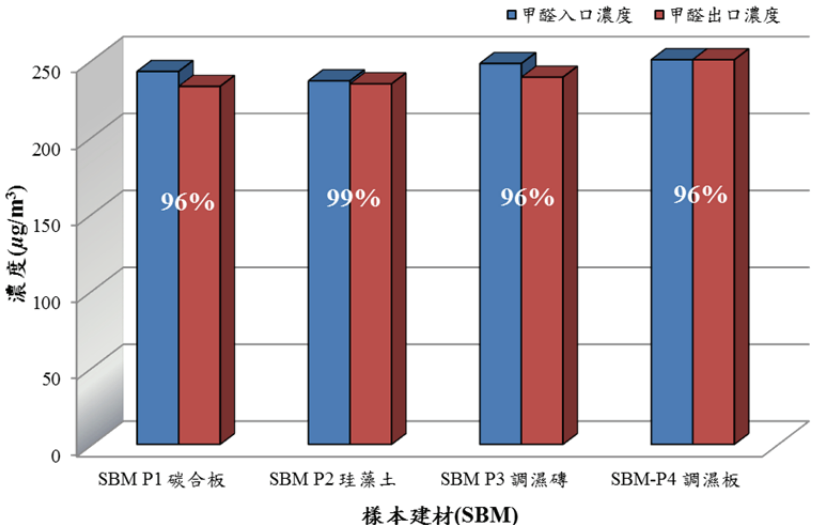


圖 4-10 各組建材性能試驗前回收率採樣驗證

第三節 建材吸附性能評定檢測分析

本年度主要選定 4 種國內外建材產品，參照本計畫建立國內吸附性建材性能評定系統（SBMTS）之標準作業程序，進行小尺寸建材樣本（20cm×20cm）進行性能評定試驗，依檢測分析方法、吸附性能採樣頻率、週期等提供歷時 72hr 吸附性能及 24hr 脫附性能評定分析結果及趨勢，其檢測結果供本計畫研擬國內建材吸附性能評定基準草案，作為未來國內研擬相關法制化修正依據。

本研究檢測方法除符合 ISO 16000 之規定，為更加了解建材於前吸附低減之情形，依據試驗目的調整改變不同溫度環境(25 及 30℃)，並於建材置入 12hr 穩定後開始連續每 2hr 採樣至 24hr，並提供 96hr 濃度分析結果（吸/脫），本研究提供濃度採樣分析方法及受測建材區分類別如表 4-8。

表 4-8 本年度採樣方析及受測建材類別項目

環控箱評定方法(甲醛)		**受測吸附性建材 SBM**				
採樣管	DNPH 衍生物 (SUPELCO)		**P1**	**P2**	**P3**	**P4**
採樣流速	100mL/min	**材質**	微碳化系 (柳安心木)	珪藻土系		
捕集量	2 小時(12L)					
抽出方法	取出衍生物		合板	塗料	壁磚	壁板
抽出溶媒	乙晴脫附	**受測面積**	20cm×20cm ($0.4m^2/m^3$)			
分析設備	HPLC	**厚度**	12mm	3mm	8.5mm	6mm
定量方法	檢量線法	**類別**	國內獨家技術研發建材產品		國外代理建材產品	

(資料來源：本研究整理)

一、吸附性建材低減甲醛濃度評定試驗(SBM P1 組)

依檢測甲醛濃度 0.2ppm 條件下，依 P1 建材於 72hr 評定分析進氣濃度及出氣濃度之低減程度，隨即透過 24hr 環控箱內甲醛濃度隨乾淨空氣清洗置換同時，建材吸附甲醛後逸散脫附速率之情形進行評定分析，其結果可整合 99 年度試驗結果，提供國內建材吸附性能評定基準之參考建議值，作為未來納入綠建材評定項目檢測之依據。

（一）碳合板吸/脫附溫度性能評定(25℃)

P1 組碳合板於 25℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始大幅持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其碳合板平均吸附率達 50.45%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度大幅衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.004mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E1 等級性能標準，顯示此建材具高吸附性能特性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

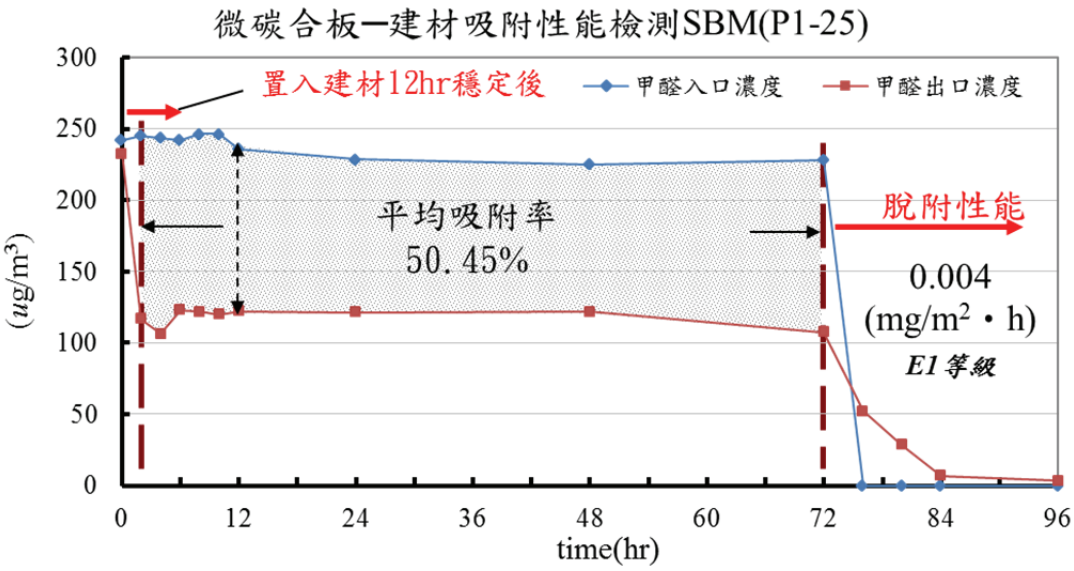


圖 4-11 P1 組碳合板吸/脫附性能評定分析(25℃)

（二）碳合板吸/脫附溫度性能評定(30℃)

P1 組碳合板於 30℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度同樣於 12hr 穩定後，即開始大幅持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其碳合板平均吸附率達 47.52%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度大幅衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.006mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度同樣可達 E1 等級性能標準，顯示此建材具高吸附性能特性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

P1 組碳合板於 25 及 30℃條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於標準狀態檢測條件下，吸附性能較高溫條件達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差約 2.07%<15%範圍內，而在脫附性能階段則具有相同趨勢性，顯示未來可加以驗證吸附性能干擾條件之特性，以確保建材吸附性能具備不同條件之評定基準。

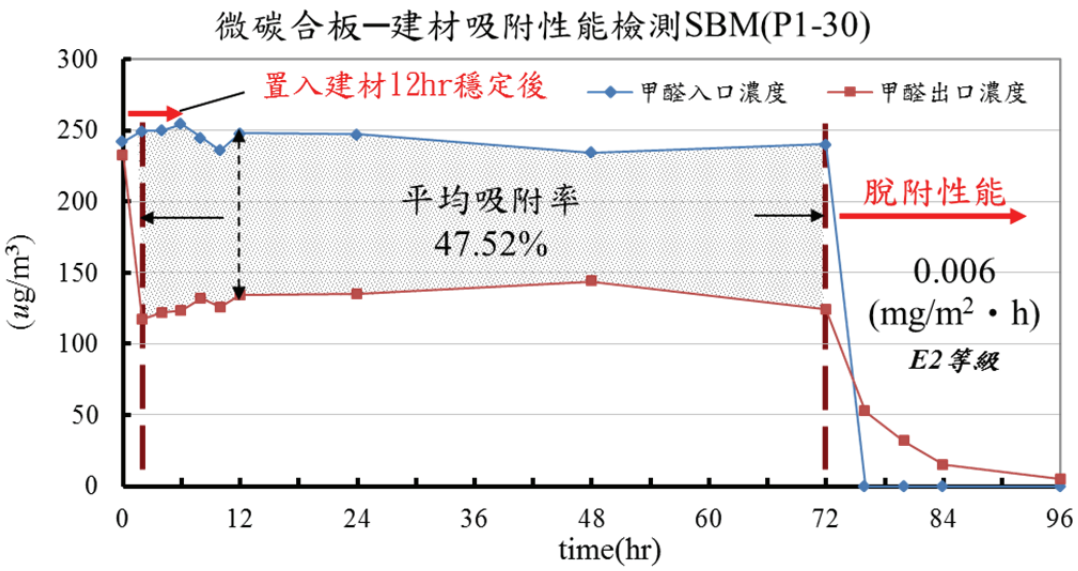


圖 4-12 P1 組碳合板吸/脫附性能評定分析(30℃)

（三）碳合板吸/脫附性能長期監控(25℃)

P1 組碳合板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 25℃監測結果顯示，於 12 小時內即開始呈現前期約 50%高吸附率，在 72hr 內具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：148.59 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\,eq}$：1.26 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，與採樣階段具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

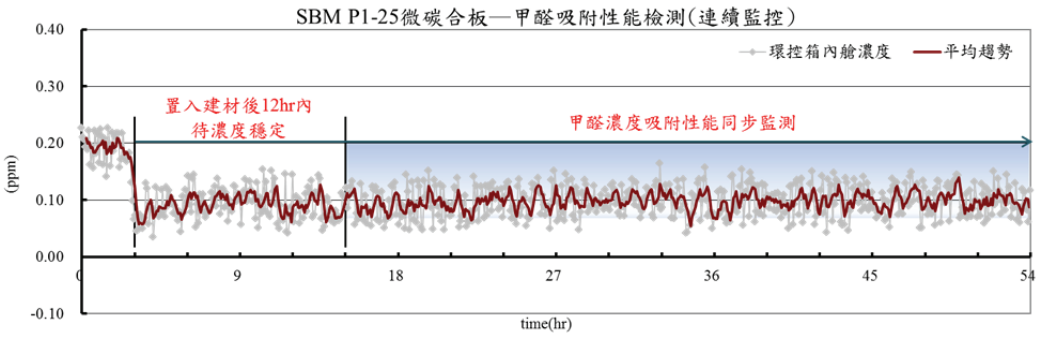


圖 4-13 P1 組建材前期吸附性能長期監控(25℃)

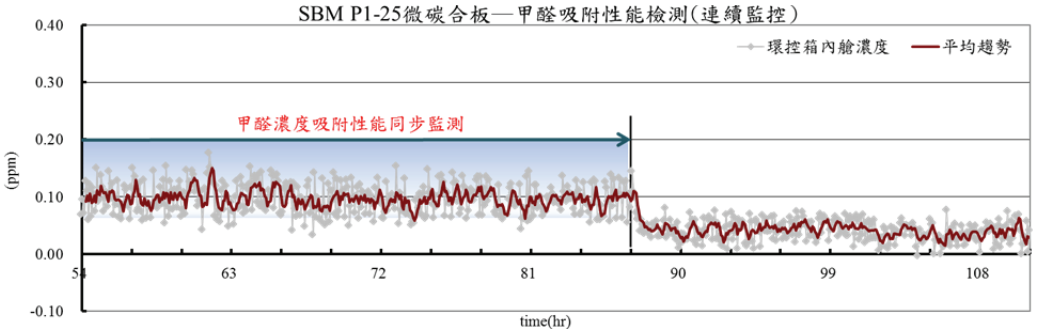


圖 4-14 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)

（四）碳合板吸/脫附性能長期監控(30℃)

P1 組碳合板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 30℃監測結果顯示，同樣於 12 小時內即開始呈現前期約 48%高吸附率，在 72hr 內同樣具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：144.05 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\ eq}$：1.12 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，與 25℃監控條件相互比較，可檢視其低減程度之差異性，並同樣保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，同樣具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

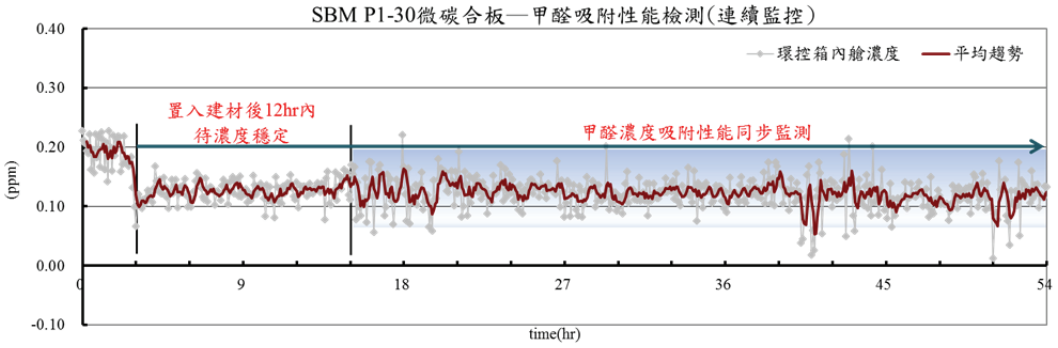


圖 4-15 P1 組建材前期吸附性能長期監控(30℃)

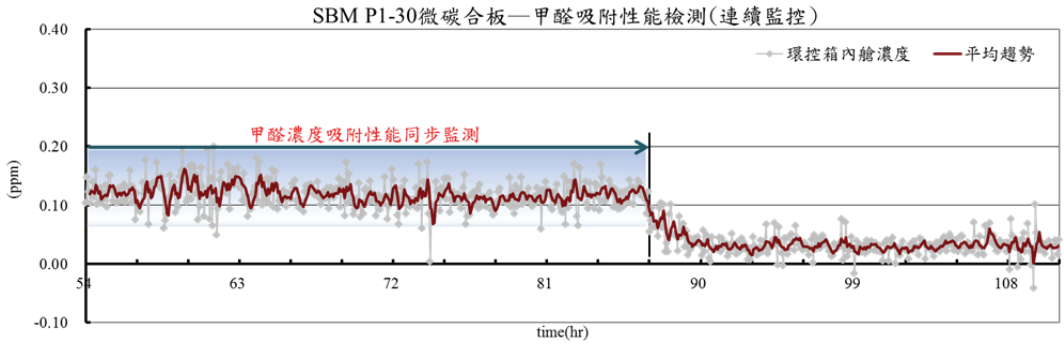


圖 4-16 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)

（五）碳合板吸/脫附濃度性能評定(0.1ppm)

彙整各類建材吸附性能檢測結果，本計畫選定 P1 組碳合板於 25℃條件下進行基準值濃度 0.1ppm 進行不同濃度性能評定。

檢測結果顯示，P1 組碳合板甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其碳合板於 0.1ppm 甲醛濃度平均吸附率達 25.14%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.018mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材於基準值濃度時較高濃度吸附性來的較差。

P1 組碳合板於不同濃度(0.2 及 0.1ppm)與溫度(25 及 30℃)條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於高濃度狀態檢測條件下，吸附性能較基準濃度及環境條件下達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差(S.D)約 13.84%<15%範圍內，性能差異性較大但符合基準範圍內；未來需加以驗證吸附性能干擾條件特性，確保建材吸附性能可符合具備通過不同干擾條件為性能基準。

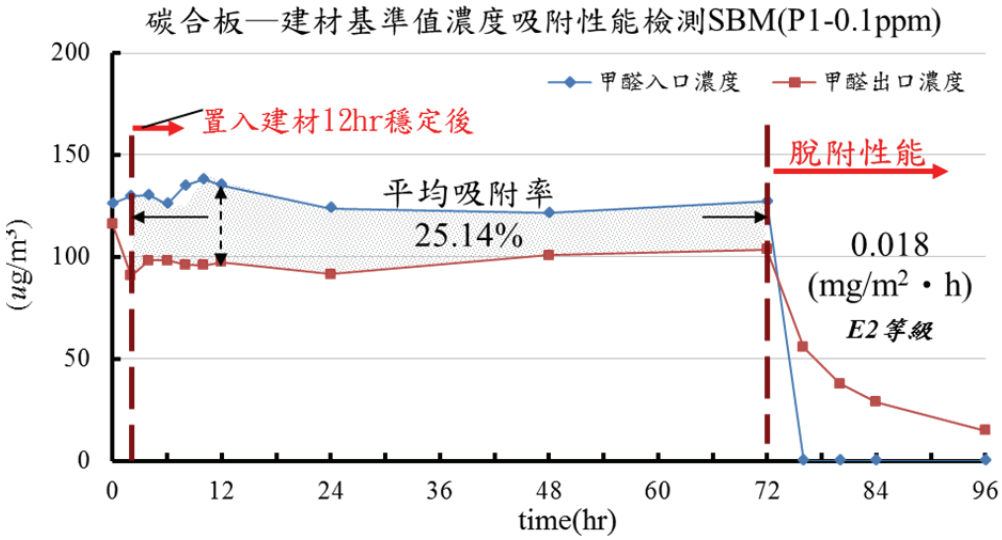


圖 4-17 P1 組吸/脫附性能評定分析(0.1ppm)

（六）碳合板吸/脫附性能長期監控(0.1ppm)

P1 組碳合板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 0.1ppm 甲醛濃度監測結果顯示，於 12 小時內即開始呈現前期約 25%吸附率，在 72hr 內具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：40.30 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\ eq}$：0.42 $m^3/m^2 \cdot h$），整體吸附性能相較於 0.2ppm 高濃度吸附性較差，其吸附速率約影響建材低減性一半之能力，但碳合板吸附性亦能於甲醛濃度基準值時保持低減於國內環保署基準值 0.1ppm 以下之現象；而在脫附性能階段與採樣階段同樣具有相同趨勢，其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果未來吸附性建材建議於不同環境干擾程度下，亦需符合相當程度之特性方能納入評定適用之產品。

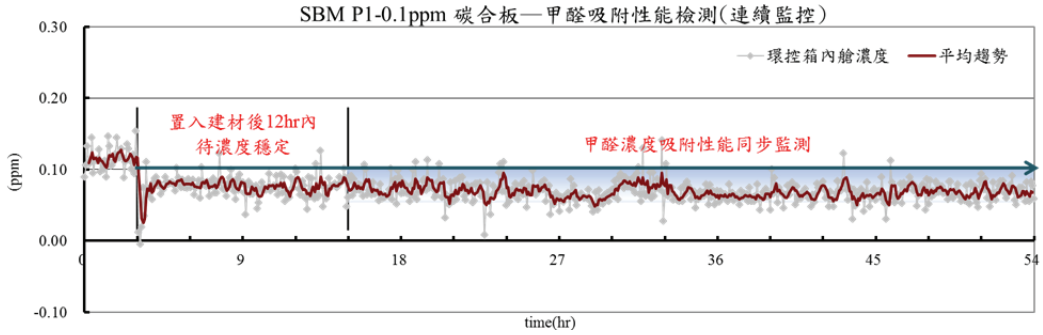


圖 4-18 P1 組建材前期吸附性能長期監控(0.1ppm)

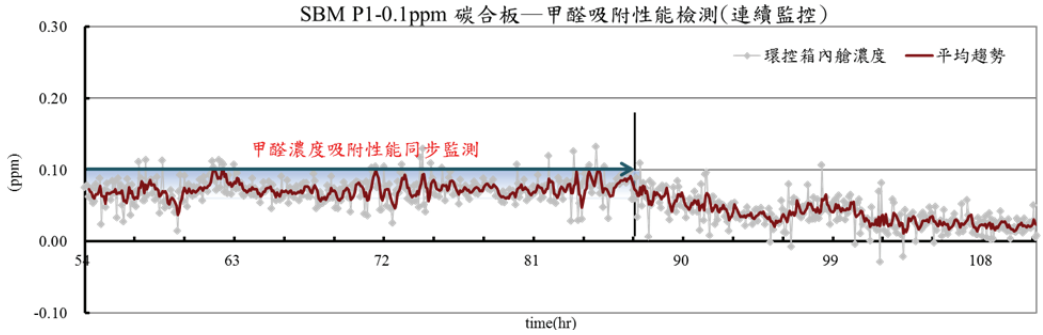


圖 4-19 P1 組建材後期吸/脫附性能長期監控(0.1ppm)

二、吸附性建材低減甲醛濃度評定試驗(SBM P2 組)

依檢測甲醛濃度 0.2ppm 條件下，依 P2 建材於 72hr 評定分析進氣濃度及出氣濃度之低減程度，隨即透過 24hr 環控箱內甲醛濃度隨乾淨空氣清洗置換同時，建材吸附甲醛後逸散脫附速率之情形進行評定分析，其結果可整合 99 年度試驗結果，提供國內建材吸附性能評定基準之參考建議值，作為未來納入綠建材評定項目檢測之依據。

（一）珪藻塗佈板吸/脫附性能評定(25℃)

P2 組珪藻塗佈板於 25℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其珪藻塗佈板平均吸附率達 24.26%;而在脫附性能階段,12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.05mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材具一定程度之吸附性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

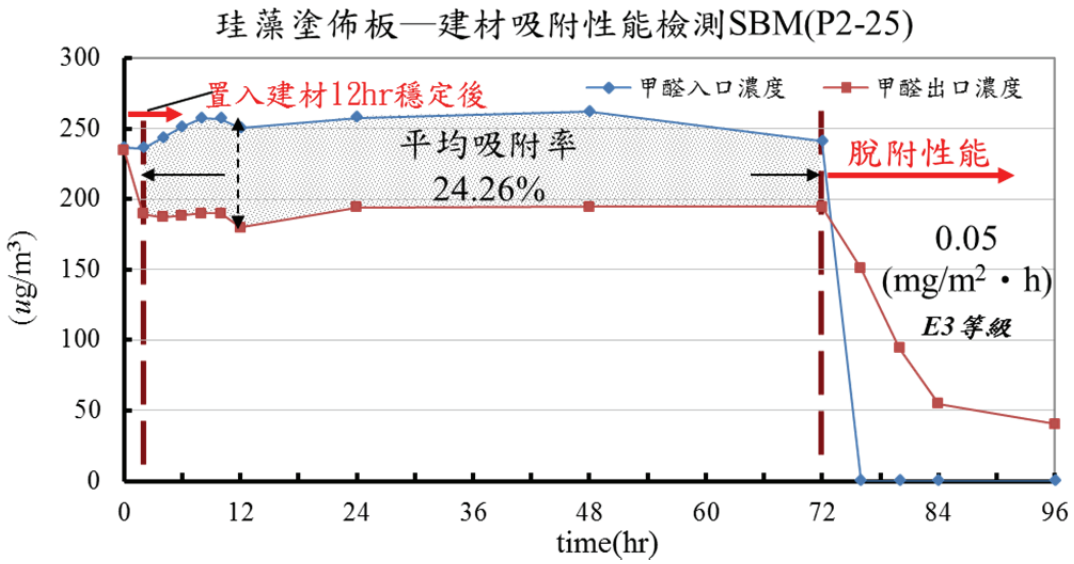


圖 4-20 P2 組珪藻塗佈板吸/脫附性能評定分析(25℃)

（二）珪藻塗佈板吸/脫附性能評定(30℃)

P2 組珪藻塗佈板於 30℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其碳合板平均吸附率達 22.61%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.016mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材具一定程度之吸附性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

P2 組珪藻塗佈板於 25 及 30℃條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於標準狀態檢測條件下，吸附性能較高溫條件達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差(S.D)約 1.17%<15%範圍內，無明顯差異性，在脫附性能階段則標準溫度條件下有較高濃度脫附，顯示未來可加以驗證吸附性能干擾條件之特性，以確保建材吸附性能具備不同條件之評定基準。

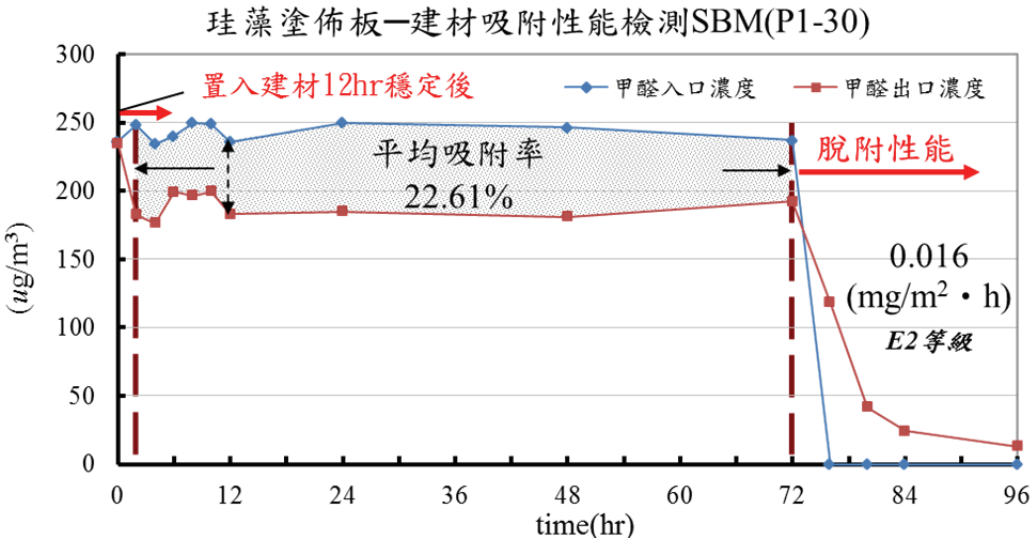


圖 4-21 P2 組珪藻塗佈板吸/脫附性能評定分析(30℃)

（三）珪藻塗佈板吸/脫附性能長期監控(25℃)

P2 組珪藻塗佈板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 25℃監測結果顯示，於 12 小時內即開始呈現前期約 25%吸附率，在 72hr 內具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：75.24 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\,eq}$：0.4 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，與採樣階段具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

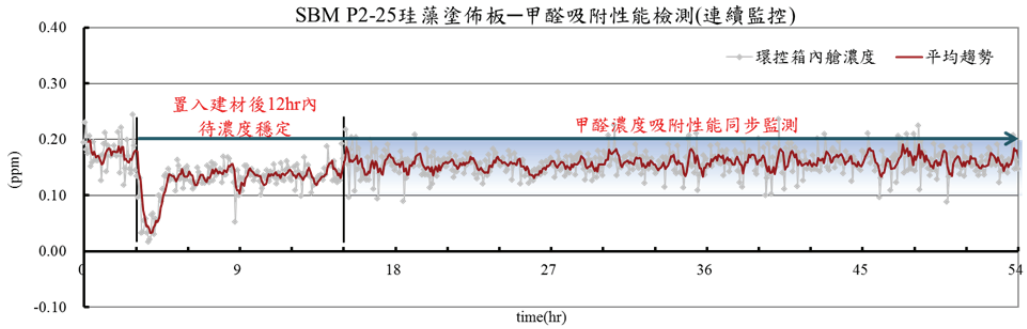


圖 4-22 P2 組建材前期吸附性能長期監控(25℃)

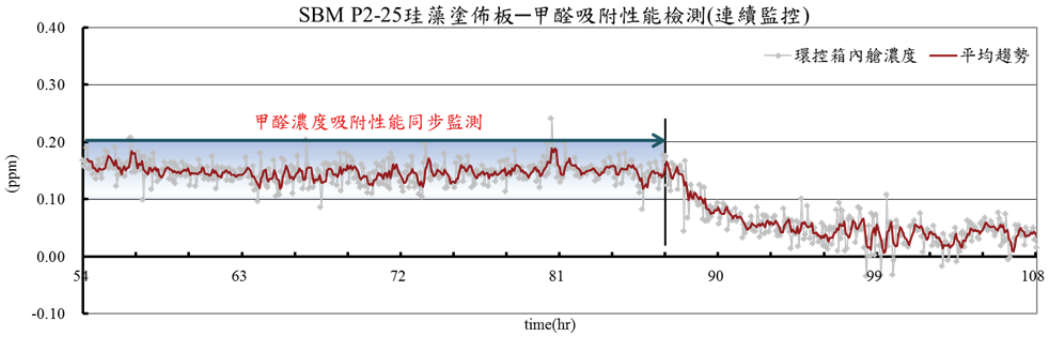


圖 4-23 P2 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)

（四）珪藻塗佈板吸/脫附性能長期監控(30℃)

P2 組珪藻塗佈板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 30℃監測結果顯示，同樣於 12 小時內即開始呈現前期約 23%吸附率，在 72hr 內同樣具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：68.11 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\ eq}$：0.36 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，與 25℃監控條件相互比較，可檢視其低減程度之差異性，並同樣保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，同樣具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

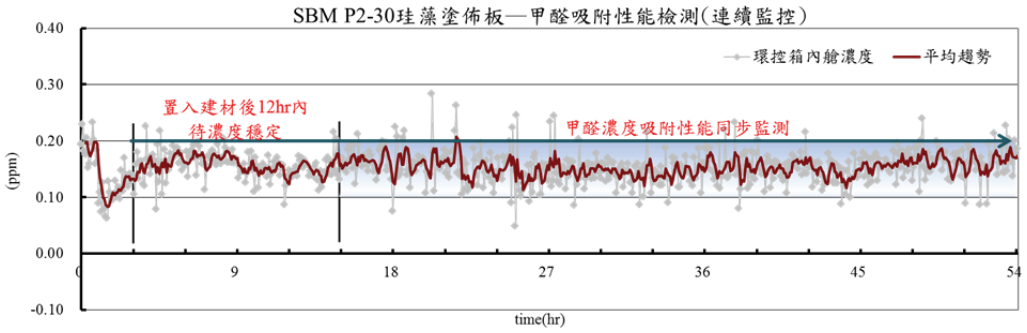


圖 4-24 P2 組建材前期吸附性能長期監控(30℃)

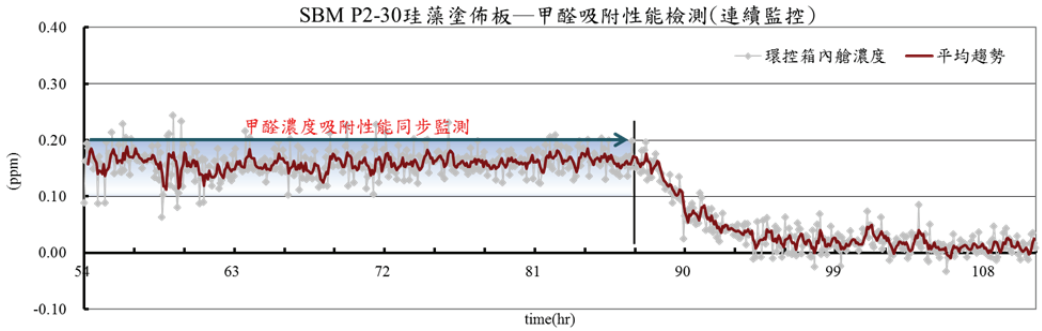


圖 4-25 P2 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)

三、吸附性建材低減甲醛濃度評定試驗(SBM P3 組)

依檢測甲醛濃度 0.2ppm 條件下，依 P3 建材於 72hr 評定分析進氣濃度及出氣濃度之低減程度，隨即透過 24hr 環控箱內甲醛濃度隨乾淨空氣清洗置換同時，建材吸附甲醛後逸散脫附速率之情形進行評定分析，其結果可整合 99 年度試驗結果，提供國內建材吸附性能評定基準之參考建議值，作為未來納入綠建材評定項目檢測之依據。

（一）珪藻調濕磚吸/脫附性能評定(25℃)

P3 組珪藻調溼磚於 25℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其調濕磚平均吸附率達 28.64%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.022mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材具一定程度之吸附性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

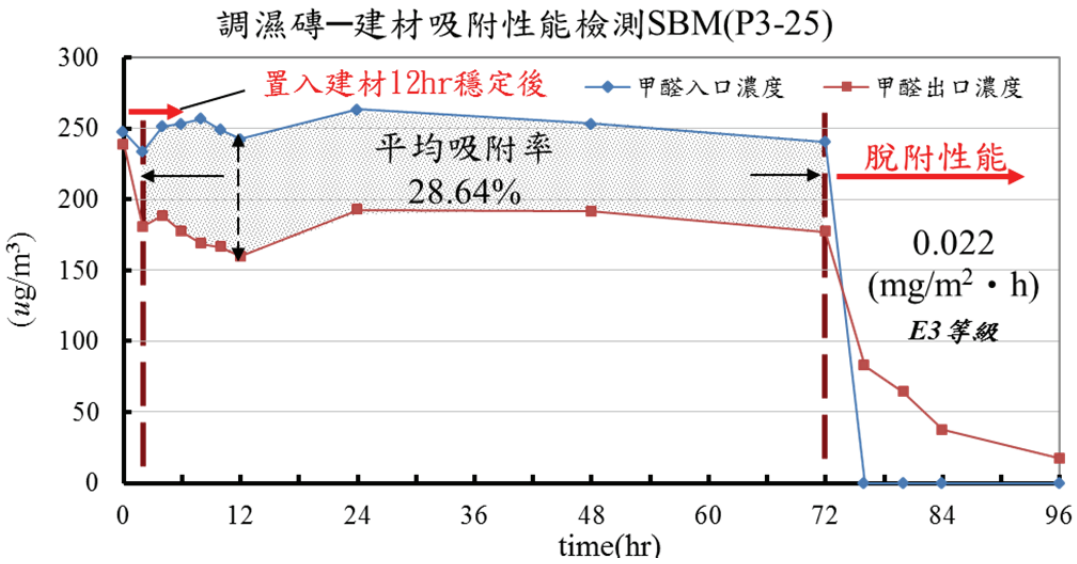


圖 4-26 P3 組珪藻調濕磚吸/脫附性能評定分析(25℃)

（二）珪藻調濕磚吸/脫附性能評定(30℃)

P3 組珪藻調濕磚於 30℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其調濕磚平均吸附率達 25.90%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.026mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材具一定程度之吸附性，吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

P3 組珪藻調濕磚於 25 及 30℃條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於標準狀態檢測條件下，吸附性能較高溫條件達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差(S.D)約 1.94%<15%範圍內，無明顯差異性，在脫附性能階段則有相同趨勢，顯示未來可加以驗證吸附性能干擾條件之特性，確保建材吸附性具備不同條件之評定基準。

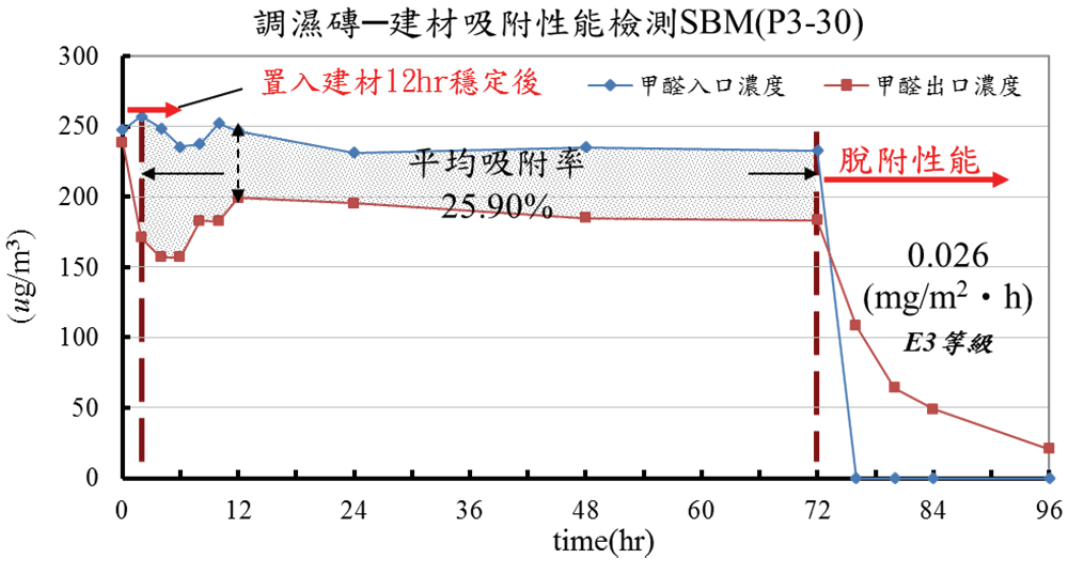


圖 4-27 P3 組珪藻調濕磚吸/脫附性能評定分析(30℃)

（三）珪藻調濕磚吸/脫附性能長期監控(25℃)

P3 組珪藻調濕磚同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件25℃監測結果顯示，於 12 小時內即開始呈現前期約 29%吸附率，在72hr 內具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：88.42 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\,eq}$：0.50 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，與採樣階段具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

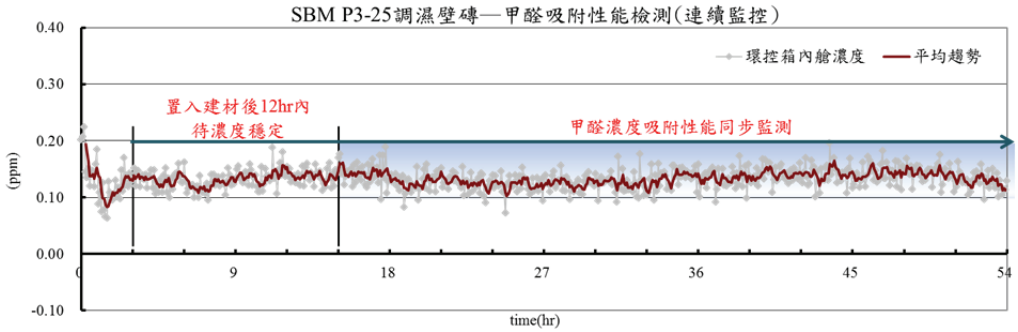


圖 4-28 P3 組建材前期吸附性能長期監控(25℃)

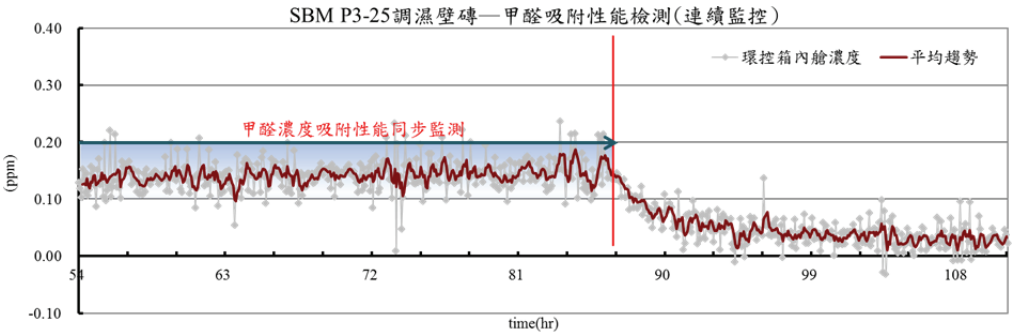


圖 4-29 P3 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)

（四）珪藻調濕磚吸/脫附性能長期監控(30℃)

P3 組珪藻調濕磚同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 30℃監測結果顯示，同樣於 12 小時內即開始呈現前期約 26%吸附率，在 72hr 內同樣具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：77.54 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\ eq}$：0.43 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，與 25℃監控條件相互比較，可檢視其低減程度之差異性，並同樣保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，同樣具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

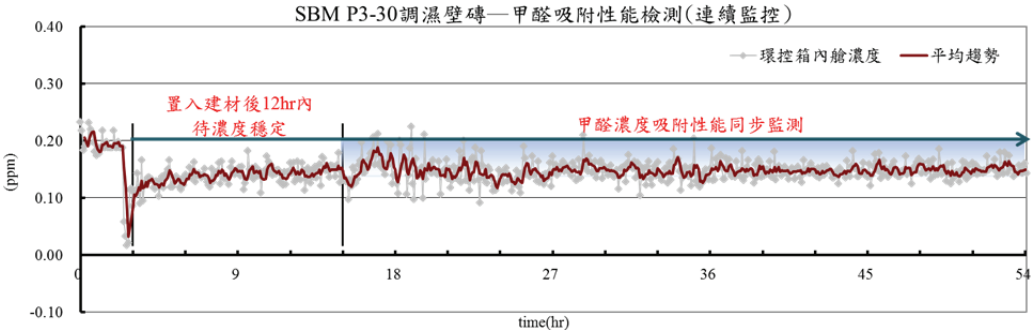


圖 4-30 P3 組建材前期吸附性能長期監控(30℃)

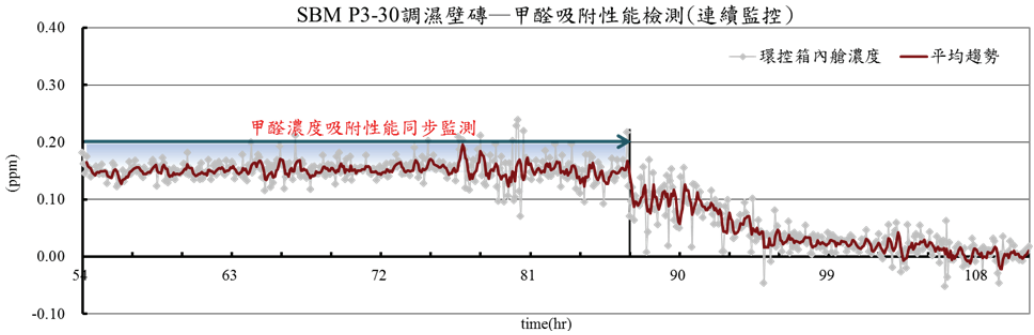


圖 4-31 P3 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)

四、吸附性建材低減甲醛濃度評定試驗(SBM P4 組)

依檢測甲醛濃度 0.2ppm 條件下，依 P4 建材於 72hr 評定分析進氣濃度及出氣濃度之低減程度，隨即透過 24hr 環控箱內甲醛濃度隨乾淨空氣清洗置換同時，建材吸附甲醛後逸散脫附速率之情形進行評定分析，其結果可整合 99 年度試驗結果，提供國內建材吸附性能評定基準之參考建議值，作為未來納入綠建材評定項目檢測之依據。

（一）珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定(25℃)

P4 組珪藻調溼壁板於 25℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其調濕壁板平均吸附率達 53.76%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.024mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材具備高吸附性低減甲醛濃度程度，且吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

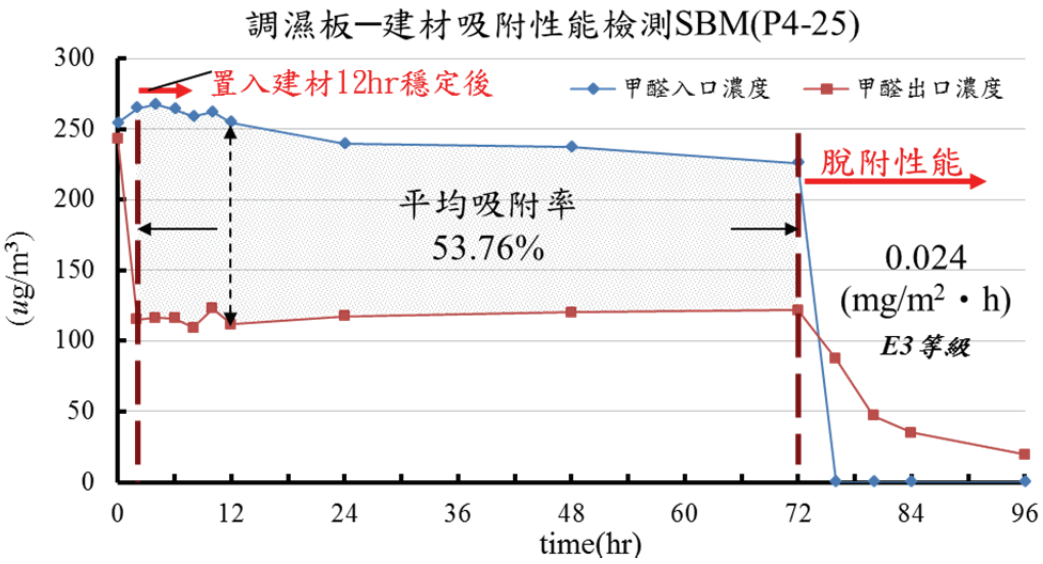


圖 4-32 P4 組珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定分析(25℃)

（二）珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定(30℃)

P4 組珪藻調濕壁板於 30℃條件下檢測結果顯示，甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其調濕壁板平均吸附率達 50.23%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.027mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E2 等級性能標準，顯示此建材同樣具備高吸附性低減甲醛濃度程度，且吸附有害物質後在未達吸附飽和條件下無明顯濃度脫附逸散之特性。

P4 組珪藻調濕壁板於 25 及 30℃條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於標準狀態檢測條件下，吸附性能較高溫條件達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差(S.D)約 2.5%<15%範圍內，無明顯差異性，在脫附性能階段則有相同趨勢，顯示未來可加以驗證吸附性能干擾條件之特性，確保建材吸附性具備不同條件之評定基準。

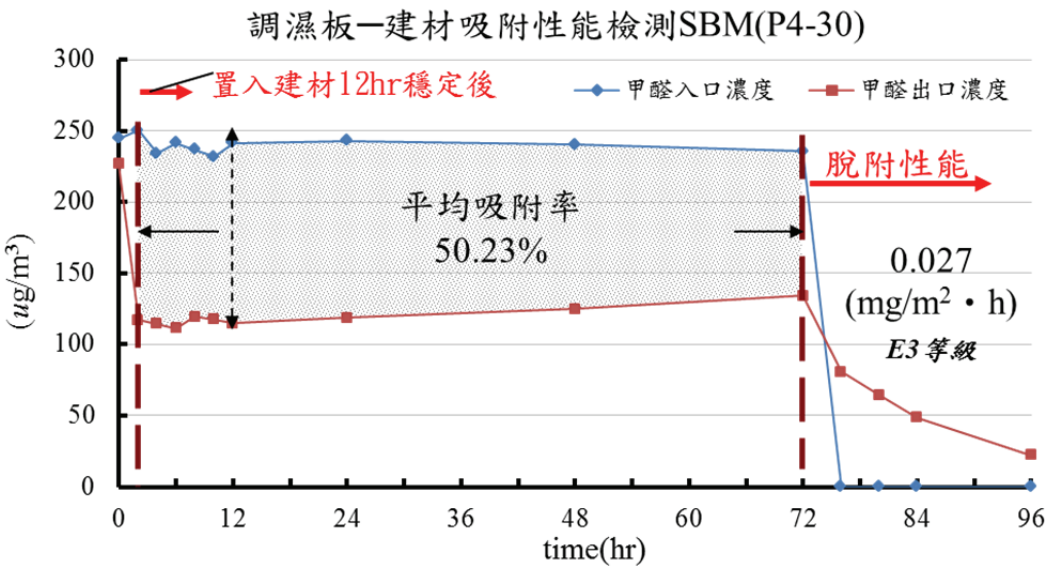


圖 4-33 P4 組珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定分析(30℃)

（三）珪藻調濕壁板吸/脫附性能長期監控(25℃)

P4 組珪藻調濕壁板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 25℃監測結果顯示，於 12 小時內即開始呈現前期約 54%吸附率，在 72hr 內具穩定吸附性(符合採樣分析 SB_m：168.04 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\,eq}$：1.44 $m^3/m^2 \cdot h$)，且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，與採樣階段具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

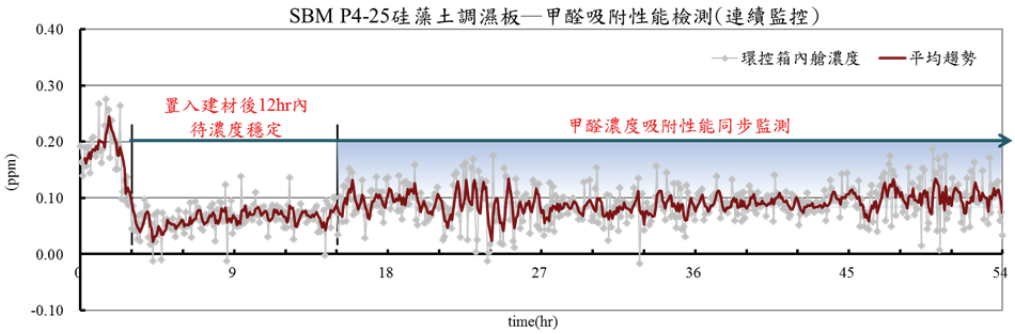


圖 4-34 P4 組建材前期吸附性能長期監控(25℃)

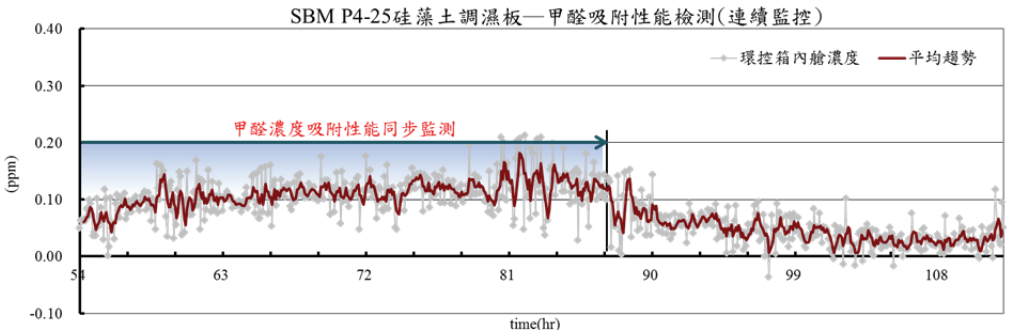


圖 4-35 P4 組建材後期吸/脫附性能長期監控(25℃)

（四）珪藻調濕壁板吸/脫附性能長期監控(30℃)

P4 組珪藻調濕壁板同樣透過精密儀器長期濃度監控，依環境條件 30℃監測結果顯示，同樣於 12 小時內即開始呈現前期約 50%吸附率，在 72hr 內同樣具穩定吸附性（符合採樣分析 SB_m：148.85 $\mu g/m^2 \cdot h$；$SB_{v,\,eq}$：1.25 $m^3/m^2 \cdot h$），且在吸附濃度後脫附階段呈現穩定吸脫附行為，與 25℃監控條件相互比較，可檢視其低減程度之差異性，並同樣保持環控箱艙內濃度低於國內環保署基準值 0.1ppm 之現象；而在脫附性能階段監測結果顯示，同樣具有相同趨勢，並可檢視其整體特性具有相互驗證之可行性，依監測結果可提供與濃度採樣性能評定進行相互驗證。

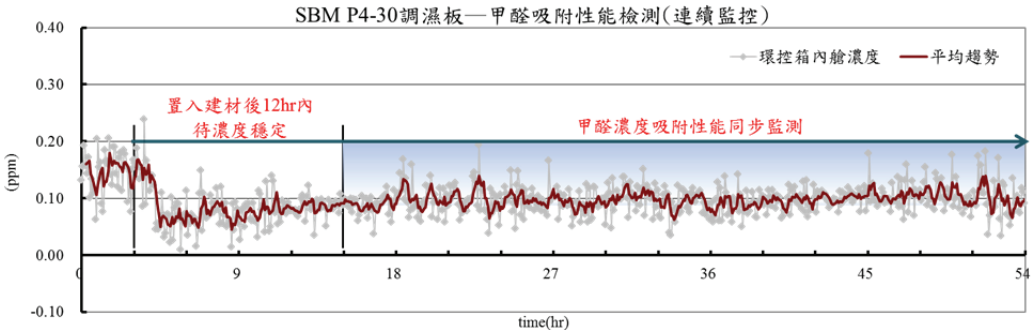


圖 4-36 P4 組建材前期吸附性能長期監控(30℃)

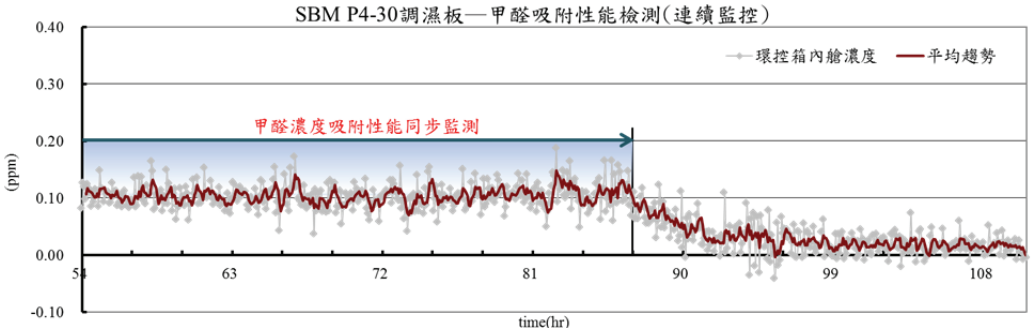


圖 4-37 P4 組建材後期吸/脫附性能長期監控(30℃)

（五）珪藻調濕壁板吸/脫附性能評定(0.1ppm)

彙整各類建材吸附性能檢測結果，本計畫選定 P4 組珪藻調濕壁板於 25℃條件下進行基準值濃度 0.1ppm 進行不同濃度性能評定。

檢測結果顯示，P4 組珪藻調濕壁板甲醛濃度於 12hr 穩定後，即開始持續低減至穩定，隨即在 24hr、48hr 至 72hr 保持建材穩定吸附性能，依進、出氣口濃度採樣分析結果，其碳合板於 0.1ppm 甲醛濃度平均吸附率達 46.19%；而在脫附性能階段，12hr 內開始依環控箱 0.5ACH 換氣清洗內部濃度，其濃度衰減無明顯再脫附之情形，且在 24hr 後呈現 0.021mg/m^2・h 脫附速率，依國內綠建材分級制度可達 E3 等級性能標準，顯示此建材於基準值濃度與高濃度吸附性差異小。

P4 組珪藻調濕壁板於不同濃度(0.2 及 0.1ppm)與溫度(25 及 30℃)條件下相互比較其吸附特性，研究結果顯示，建材於高濃度狀態檢測條件下，吸附性能較基準濃度及環境條件下達較佳之特性，其性能判定上吸附率標準差(S.D)約 3.55%<15%範圍內；在脫附性能階段則有相同趨勢，顯示未來需加以驗證吸附性能干擾條件之特性，並確保建材吸附性能可符合具備通過不同干擾條件為性能基準。

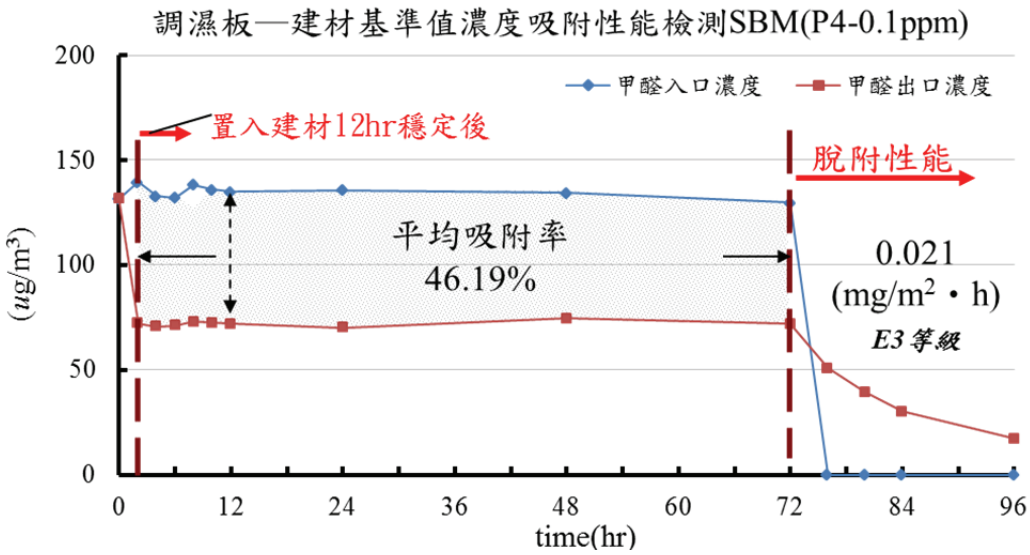


圖 4-38 P4 組吸/脫附性能評定分析(0.1ppm)

第四節 彙整各類建材吸附性能評定檢測結果

一、建材吸附性能效益評估基準

本計畫彙整 99 年度及本年度各組受測建材吸附性能評定檢測，依進、出口濃度進行單位面積吸附通量 SB_m 及當量吸附通風量 $SB_{v,eq}$ 進行性能計算；透過預設甲醛濃度 0.2ppm 及不同干擾條件(溫度、濃度)進行判定建材吸附低減程度之通量速率，並透過進、出濃度值差異性提供整體平均吸附率效益評估及吸附通風量值具體表現單位面積所能吸附的體積通風率。

本計畫於 99 年度已執行 5 種不同建材，包含符合具備吸附性能潛力之國內外綠建材產品，共計進行 8 組吸/脫附性能檢測，針對甲醛及 VOCs 已能完整進行吸附檢測，提供予本年度進行吸附性能評定基準草案項目及分級統計之依據，99 年度吸附性能評定檢測如下表。

表 4-9 各組建材吸附性能評定分析結果(99 年度)

吸附性建材低減甲醛性能評定項目(72hr-25℃)							脫附 24hr	熱脫附 12hr
Materials (SBMs)	Supply concentration	$C_{in,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	$C_{out,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	SB_m [$\mu g/(m^2 \cdot h)$]	$SB_{v,\,eq}$ [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	Rate (%)	SB_{em} [$mg/(m^2 \cdot h)$]	
竹碳板 (預備測試)	2.9ppm (3538$\mu g/m^3$)	3603.01	3021.72	719.34	0.238	16.13	—	
木芯板 (97)GBM00147	0.2ppm (244$\mu g/m^3$)	238.84	224.0	18.28	0.082	6.18	0.083	0.178
木絲板 (97)GBM00123		235.33	79.40	192.95	2.430	66.26	0.027 (E3)	N.D (E1)
乳膠漆 GBM0100016		238.79	138.14	124.55 (83.03)-0.6L	0.901 (0.601)-0.6L	42.15	0.022 (E3)	0.090
健康磚		247.97	106.53	175.03	1.643	57.04	0.111	0.119
木絲板 (long-term)		239.91	69.84	210.47	3.014	70.89	—	
吸附性建材低減甲苯性能評定項目(72hr-25℃)							脫附 24hr	
Materials (SBMs)	Supply concentration	$C_{in,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	$C_{out,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	SB_m [$\mu g/(m^2 \cdot h)$]	$SB_{v,\,eq}$ [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	Rate (%)	SB_{em} [$mg/(m^2 \cdot h)$]	
木絲板 (97)GBM00123	Toluene 0.125ppm (470 $\mu g/m^3$)	492.46	474.48	22.25	0.047	3.65	0.036(E2)	
健康磚		449.56	300.67	184.25	0.613	33.12	0.056(E2)	

(資料來源：本研究彙整評估)

本年度執行 4 種具吸附、調濕特性之國內外不同綠建材產品，共計進行 10 組吸/脫附性能於不同環境及甲醛濃度進行檢測，提供予吸附性能評定基準草案項目及分級統計之依據，本年度吸附性能評定檢測如表 4-10。

表 4-10 各組建材吸附性能評定分析結果(本年度)

吸附性建材低減甲醛性能評定項目(72hr)								脫附 24hr
Materials (SBMs)	Supply concentration	Temperature (℃)	$C_{in,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	$C_{out,\,t}$ ($\mu g/m^3$)	SB_m [$\mu g/(m^2 \cdot h)$]	$SB_{v,\,eq}$ [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	Rate (%)	SB_{em} [$mg/(m^2 \cdot h)$]
SBM-P1 碳合板	0.1ppm (122$\mu g/m^3$)	25	129.54	96.98	40.30	0.42	25.14%	0.018(E2)
	0.2ppm (244$\mu g/m^3$) HCHO	25	237.98	117.91	148.59	1.26	50.45%	0.004(E1)
		30	244.97	128.57	144.05	1.12	47.52%	0.006(E2)
SBM-P2 珪藻土		25	250.58	189.78	75.24	0.40	24.26%	0.050(E3)
		30	243.42	188.38	68.11	0.36	22.61%	0.016(E2)
SBM-P3 調濕磚		25	249.43	177.99	88.42	0.50	28.64%	0.022(E3)
		30	241.92	179.27	77.54	0.43	25.90%	0.026(E3)
SBM-P4 調濕板		25	252.59	116.80	168.04	1.44	53.76%	0.024(E3)
		30	239.44	119.16	148.85	1.25	50.23%	0.027(E3)
	0.1ppm (122$\mu g/m^3$)	25	134.84	71.92	77.86	1.08	46.66%	0.021(E3)

(資料來源：本研究彙整評估)

依據各組建材吸附性能效益評估分析結果，進一步透過 Mass balance 質量平衡定律以環控箱性能試驗條件推估計算，以各組條件以進氣、出氣埠口濃度採樣分析結果，求得單位面積吸附通量速率外，應以當量吸附通風量經換算求得實際可置換乾淨空氣之空氣體積量為基準，並可符合國際通用性能評定基準為原則。其 Mass balance 質量平衡定律公式如(15)所示:

吸附通量公式轉換:

$$VOL = \frac{SB_{v,eq} \times AREA(\text{吸附換氣} - \text{健康})}{ACH(\text{換氣率} - \text{減碳})} \quad \cdots\cdots(15)$$

經上述公式轉換過程，可得知若經置換乾淨空氣由 2 倍甲醛濃度至國內環保署室內濃度基準值，則至少要能低減程度為 50%以上，即基準值判定至少等同為環控箱體積的 0.5ACH 換氣率，經公式計算約

為 1.24 m^3/m^2・h（置換環控箱 1 倍體積約為 0.099m^3）；若達到低減接近至國內基準值濃度一半範圍內，以低減程度達 35%以上，即判定至少同等為環控箱體積的 0.27ACH，推估計算約為 0.67 m^3/m^2・h（置換環控箱 0.5 倍體積約為 0.053m^3），若最低標準至少低減至國內基準值濃度 1/3 範圍內，則低減程度需達 25%以上，即判定至少同等為環控箱體積的 0.17CH，推估計算約為 0.41 m^3/m^2・h（置換環控箱 0.33 倍體積約為 0.032m^3）。故本研究依本年度各組吸附性建材評定分析結果，研擬至少需能達到低減環控箱濃度體積 1/3 倍為參考基本建議值，提供作為國內吸附性建材評定基準之依據。

透過不同環境條件吸附性能干擾性能評定結果顯示，各組建材皆需能涵蓋於差異性(S.D)為 15%範圍內，提供作為國內性能評定基準建議符合條件。本研究彙整 99 年度與本年度受測建材，依參考建議值進行符合作為吸附性建材之評定，其結果如表 4-11。

表 4-11 各組建材吸附性能評定基準分級評估表(99 年度)

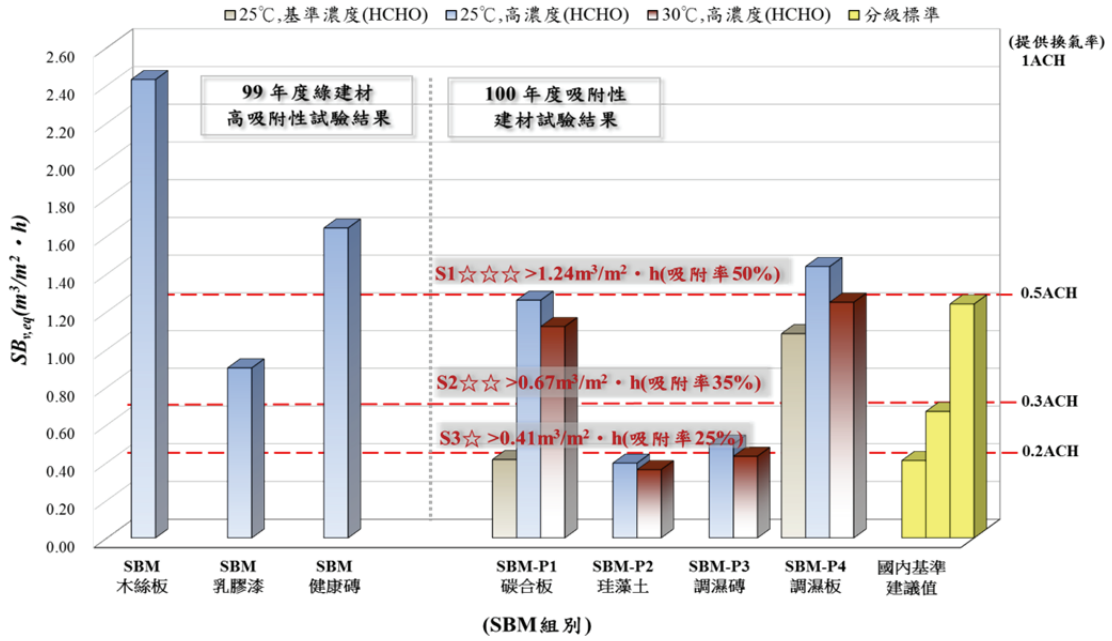
吸附性建材性能評定基準評估表(甲醛低減評定)				
Materials (SBMs)	**干擾因子評定條件**	**評定基準 [$m^3/(m^2$・h)]**	**通風率換算值**	**符合分級 (研擬評定)**
竹碳板	預備高濃度標準條件	0.24<0.41 (吸附率:<25%)	0.10/(ACH)	未符合
木芯板	高濃度標準條件	0.08<0.41 (吸附率:<25%)	0.03/(ACH)	未符合
木絲板		2.43>1.24 (吸附率:>50%)	0.97/(ACH)	S1☆☆☆
乳膠漆		0.90>0.67 (吸附率:>35~50%)	0.36/(ACH)	S2☆☆
健康磚		1.64>1.24 (吸附率:>50%)	0.66/(ACH)	S1☆☆☆
木絲板 (long-term)		3.01>1.24 (吸附率:>50%)	1.20/(ACH)	S1☆☆☆
吸附性建材性能評定基準評估表(甲苯低減評定)				
木絲板	高濃度標準條件	0.047<0.41 (吸附率:<25%)	—	未符合
健康磚		0.61>0.41 (吸附率:>25~35%)	0.24/(ACH)	S3☆

註：塗料類建材產品考量不同產品可能受限於塗佈量造成差異，吸附性建材應著重於板材類為較佳，建議未來塗料類產品需以現場施工標準塗佈量作為吸附性能評定之基準。(符合 L:0.4m^2/m^3)

(資料來源：依本研究評定基準草案彙整評估)

表 4-12 各組建材吸附性能評定基準分級評估表(本年度)

吸附性建材性能評定基準評估表(甲醛低減評定)					
Materials (SBMs)	干擾因子 評定條件	評定基準 [$m^3/(m^2 \cdot h)$]	通風率 換算值	符合分級 (*最佳性能)	性能干擾 S.D (%)
SBM-P1 碳合板	基準濃度 標準條件	0.42>0.41 (吸附率:25~35%)	0.17/(ACH)	S3☆	13.84%<15% 依干擾性影響 通過 S1☆☆☆
	高濃度 標準條件	1.26>1.24 (吸附率:>50%)	0.51/(ACH)	*S1☆☆☆	
	高濃度 高溫條件	1.12>0.67 (吸附率:35~50%)	0.45/(ACH)	S2☆☆	
SBM-P2 珪藻土	高濃度 標準條件	0.40<0.41 (吸附率:低標<25%)	0.16/(ACH)	未符合	1.17%<15% 性能評定 未通過
	高濃度 高溫條件	0.36<0.4 (吸附率:低標<25%)	0.14/(ACH)	未符合	
SBM-P3 調濕磚	高濃度 標準條件	0.50>0.41 (吸附率:25~35%)	0.20/(ACH)	*S3☆	1.94%<15% 依干擾性影響 通過 S3☆
	高濃度 高溫條件	0.43>0.41 (吸附率:25~35%)	0.17/(ACH)	S3☆	
SBM-P4 調濕板	基準濃度 標準條件	1.08>0.67 (吸附率:35~50%)	0.43/(ACH)	S2☆☆	3.55%<15% 依干擾性影響 通過 S1☆☆☆
	高濃度 標準條件	1.44>1.24 (吸附率:>50%)	0.57/(ACH)	*S1☆☆☆	
	高濃度 高溫條件	1.25>1.24 (吸附率:>50%)	0.50/(ACH)	S1☆☆☆	
彙整 99 及本年度各類建材吸附性能試驗分級評定結果					



(資料來源：依本研究評定基準草案彙整評估)

二、建材吸附性能評估因子

（一）建材吸附/脫附性能分佈

由於吸附作用是一種界面化學現象,其原理為在氣、固相介面上，固體表面原子會有向內拉的現象，造成不平衡力，流體中某些物質為了滿足表面平衡，以降低固體表面張力及自由能，因此向固體表面移動，並附在固體上，此時具有表面作用力的固體稱為吸附劑（adsorbent），而吸附在固體上的物質則稱為吸附質（adsorbate）。

整體建材吸附過程中可為受到薄膜擴散（film diffusion）或是孔隙擴散（pore diffusion）機制的影響，其大概可區分為質量傳輸（Mass transfer）、表面擴散（Surface diffusion）、物理吸附、脫附（Desorption）及化學反應；而就建材本身視為吸附劑來說，其吸附特性則受比表面積（Specific surface area）、孔隙分佈及官能基與極性受到影響。本研究彙整其建材完整吸/脫附性能作用現象如圖 4-39。

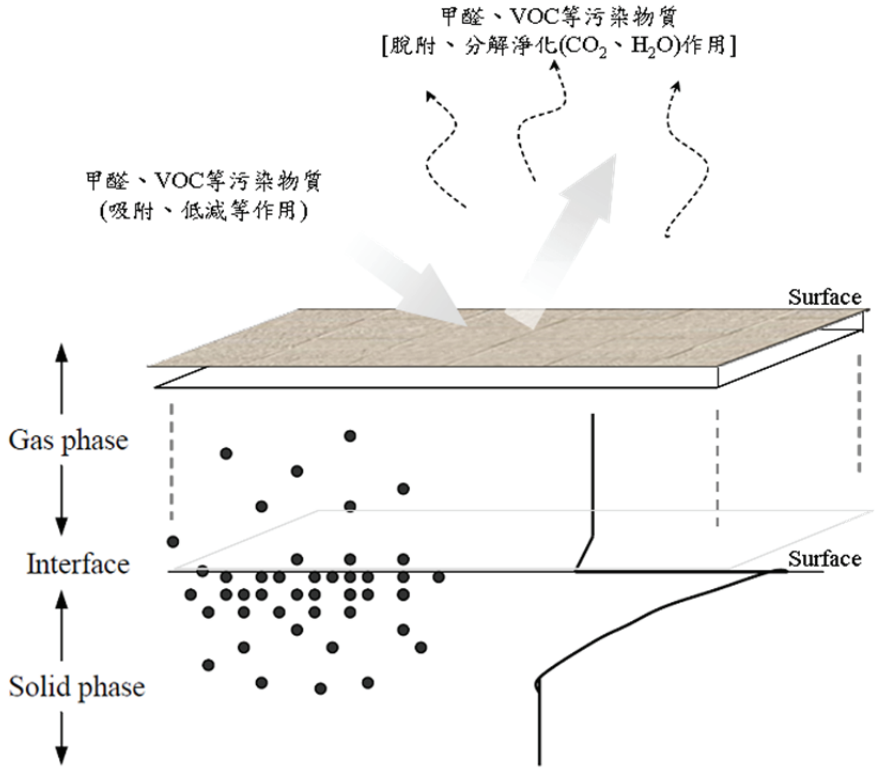


圖 4-39 建材吸附作用完整生命週期示意圖

(資料來源：本研究繪製整理)

（二）建材吸附性能動力模式

本研究透過各類建材長期監控甲醛污染物質於建材吸附及脫附動力模式進行評估其性能因子，本年度經試驗樣本 P1~P4 組各別進行環境 25℃及 30℃於高濃度.02ppm 甲醛濃度條件下進行試驗。

吸附性能透過各階段吸附動力模式於 72hr 內進行吸附速率之比較，其結果顯示，P1 及 P4 組於不同環境下皆有較高的吸附速率，並於建材置入後即開始進行吸附行為，亦以在常溫條件下有較佳之性能表現。而 P2 及 P3 組則在相互比較下，其吸附速率較低，且在不同環境條件下，於高溫狀態亦顯示吸附速率則越差，但整體來說變動性亦不大，顯示各組材料於環境干擾下皆可達到一定程度之吸附行為。

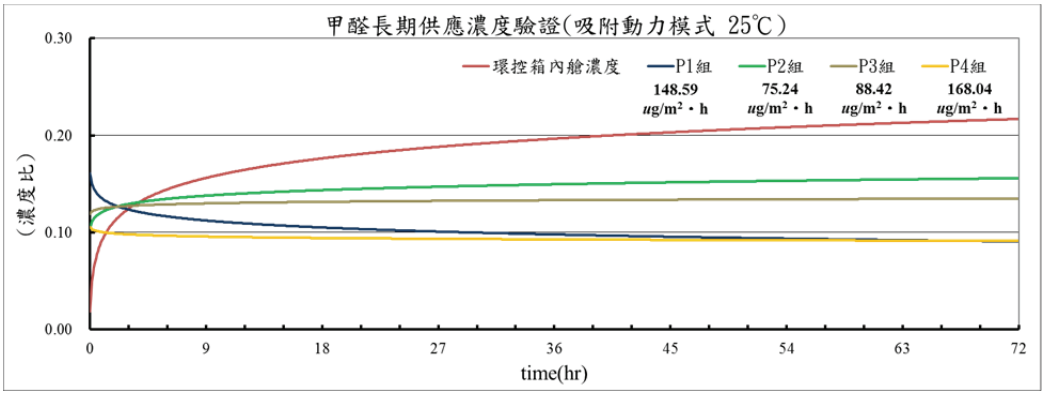


圖 4-40 各組建材於 72hr 內吸附速率性能之動力模式(25℃)

(資料來源：本研究整理)

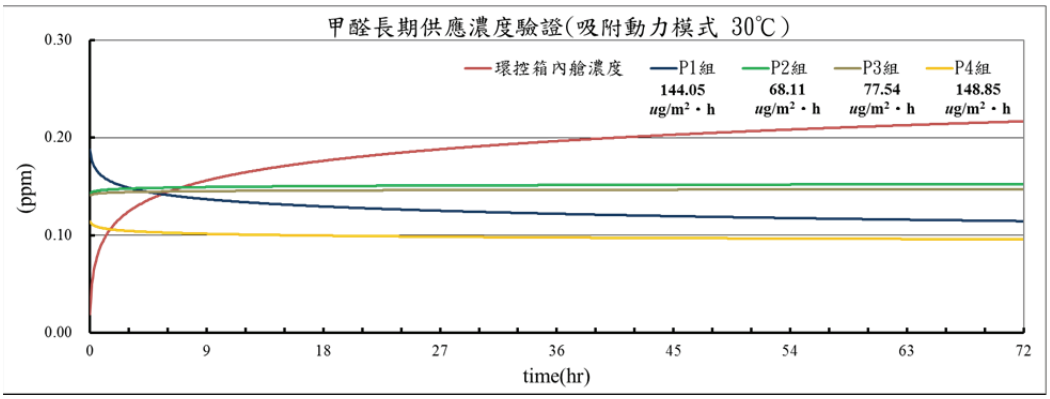


圖 4-41 各組建材於 72hr 內吸附速率性能之動力模式(30℃)

(資料來源：本研究整理)

（三）建材脫附性能動力模式

本研究透過各類建材長期監控甲醛污染物質於建材吸附及脫附動力模式進行評估其性能因子，本年度經試驗樣本 P1~P4 組各別進行環境 25℃及 30℃於高濃度.02ppm 甲醛濃度條件下進行試驗。

脫附性能透過各階段吸附動力模式於 24hr 內進行脫附速率之比較，其結果顯示，P1 組於不同環境下皆具有較低的脫附速率，而各組建材因前期各具不同吸附作用之程度，後期於脫附階段則有明顯的速率變化，各組建材在不同環境條件下於 24hr 穩定後其脫附速率差異不大。P2 及 P3 組則因吸附速率較低，故在脫附動力模式下於初期脫附階段具較高的脫附速率變動，整體來說，顯示各組材料於不同環境干擾下，其穩定 24hr 後皆能符合國內低逸散基準水平內。

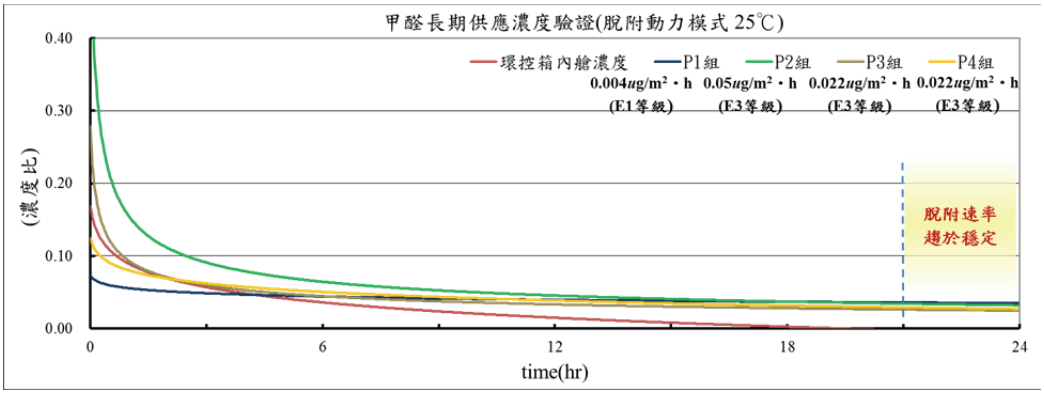


圖 4-42 各組建材於 24hr 內脫附速率性能之動力模式(25℃)

(資料來源：本研究整理)

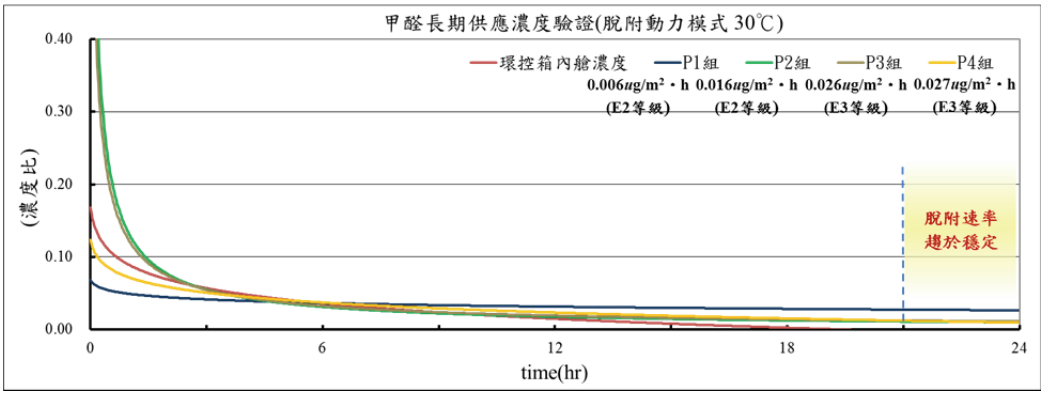


圖 4-43 各組建材於 24hr 內脫附速率性能之動力模式(30℃)

(資料來源：本研究整理)

（四）建材持續性能週期評估

吸附性建材在低減效果的評定上，亦需考慮建材吸附性的持續效果，並為評估吸附低減的重要指標。而本研究尚未針對各項建材執行吸附性能長期（28 天內）飽和性能檢測，故此，針對本研究於 72 小時內吸附性能評定基準之吸附通量速率進行性能持續性所轉換之年限進行推估換算，其公式轉換可整理如下：

$$\rho_{AC} = \sum_{i} SB_{m.i} \times \Delta t_{e.i} \quad \text{.....(16)}$$

式中，$\Delta t_{e.i}$ 為消逝時間，以 hr 或天為單位；ρ_{AC} 單位為 $\mu g/m^2$。

本研究依據 72hr 歷時時間各別採樣於環控箱條件所求得各時間之單位面積吸附速率進行積分總和換算，求得實際單位面積所吸附之低減量，進而假定若各樣本於吸附飽和量為 $1g/m^2$ 程度為基準，即可求得推估值所能轉換之持續性能使用年限，並以 1 年低減程度以上統稱為（1 年程度）為判定基準值；而建材單位面積吸附飽合量，意指於極端條件下，持續吸附定量污染濃度所能提供換算之使用年限，具相當程度之吸附性建材認定條件，應需能符合 1 年程度以上為定義，方能認定為吸附性建材。本研究計算彙整如下：

表 4-13 各組建材吸附性能持續性能週期推估表(本年度)

吸附性建材低減甲醛持續性能評定項目(實驗值 72hr)						推估換算時間	
Materials (SBMs)	Supply concentration	Temperature (℃)	單位面積飽和量（g/m^2）	換算時間		單位面積飽和量	換算推估時間（年限）
SBM-P1 碳合板	0.1ppm ($122\mu g/m^3$)	25	0.006	154hr	約 1 星期程度	1.0 g/m^2 程度	1 年程度以上（1034 天）
	0.2ppm ($244\mu g/m^3$) HCHO	25	0.026	178hr			約 1 年程度（280 天）
		30	0.025	175hr			約 1 年程度（289 天）
SBM-P2 珪藻土		25	0.013	179hr			1 年程度以上（554 天）
		30	0.012	183hr			1 年程度以上（612 天）
SBM-P3 調濕磚		25	0.015	176hr			1 年程度以上（471 天）
		30	0.011	152hr			1 年程度以上（537 天）
SBM-P4 調濕板		25	0.027	163hr			約 1 年程度（248 天）
		30	0.025	174hr			約 1 年程度（280 天）
	0.1ppm ($122\mu g/m^3$)	25	0.013	179hr			1 年程度以上（535 天）

(資料來源：依本研究評定基準草案彙整評估)

第五章　吸附性建材應用程序與改善效益之策略

第一節 吸附性建材具體應用之效益評估

一、各類建材吸附性能效益評估

（一）室內換氣量改善對策

本研究進一步依 Mass balance 質量平衡定律以環控箱性能試驗條件進行通風換氣置換體積之改善效益評估，各類建材依不同裝修率20%~100%進行環控箱試驗條件估算換算，其建材吸附性能假定環控箱條件為實際室內空間所置換乾淨空氣於每換氣率回數的提升性，其中以 40%為本試驗條件之基準值推估，換算結果顯示，具高吸附性之建材則約於 40%的裝修率時即能達到具 0.5ACH 的換氣率，且於裝修率越高所能提供的效益越大。研究顯示，未來實際裝修於室內空間，則可依據室內空間之大小，評估可預計裝修材面積之比例，並配合國內營建署室內裝修綠建材比例為 45%以上，即可達至改善室內環境效益之品質，並提供予以室內裝修產業界提出相關改善對策。

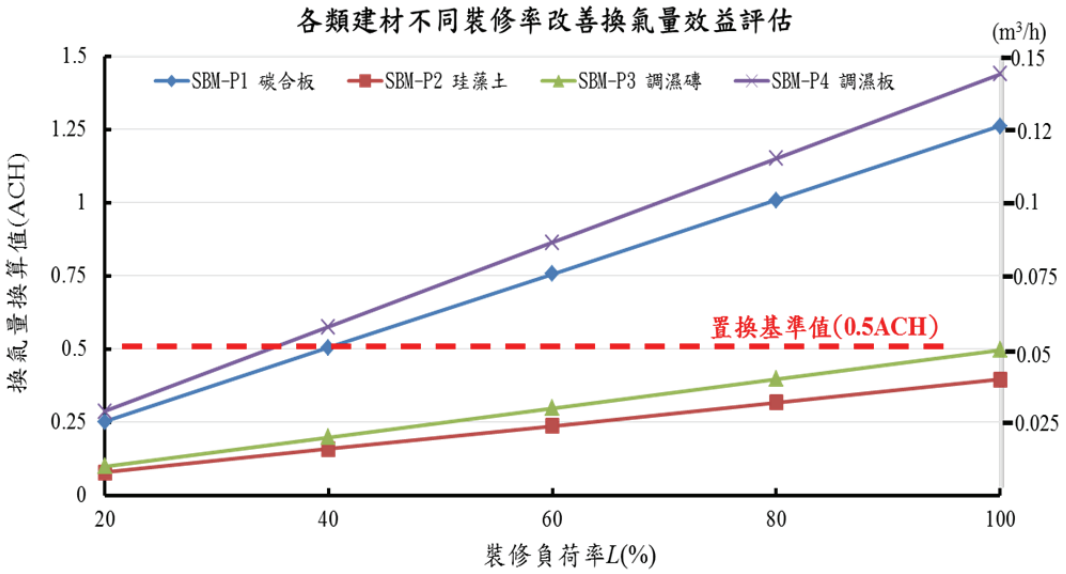


圖 5-1 各組建材不同裝修率提供改善之換氣量

(資料來源：本研究整理)

（二）促進室內健康效益之改善評估

本研究依實際空間假定裝修吸附性建材所能促進之健康效益進行評估，依一般住宅室內空間其大小之長寬高尺寸約 3.6m×2.4m×2.7m 進行推估換算，假定提供裝修本研究檢測 P4 組吸附性建材產品(珪藻調濕壁板)於兩側面牆，其裝修面積約為 19.4m^2，室內裝修負荷率 L 約為 0.83m^2/m^3，參見如圖 5-2。依此條件進行室內裝修吸附性建材產品所提供之乾淨空氣換氣回數，其推估換算公式整理如下：

$$ACH=SB_{v,eq}A/V=SB_{v,eq}L \quad (17)$$

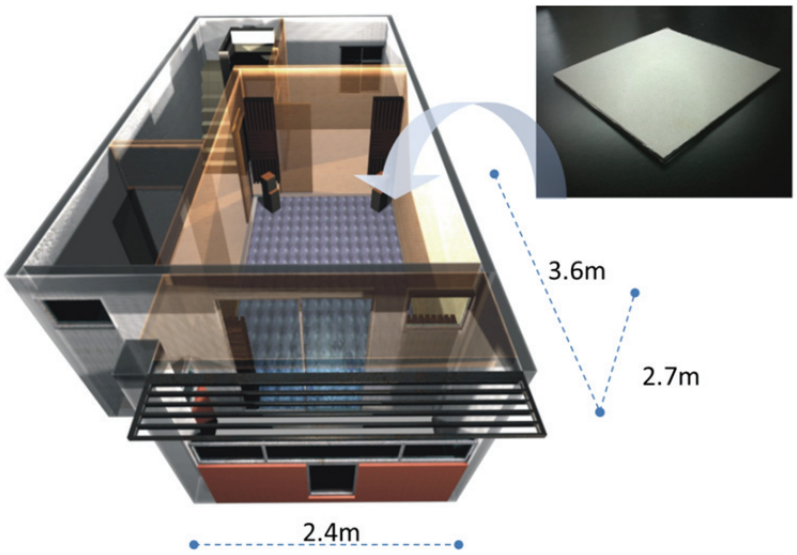


圖 5-2 住宅空間裝修吸附性建材示意圖

(資料來源：本研究繪製整理)

推估結果顯示，P4 組建材於吸附性能檢測條件下，其當量吸附換氣量 $SB_{v,eq}$ 為 1.44m^3/m^2・h，故此於住宅室內空間則可於每換氣次數所置換乾淨空氣體積約為 28m^3/h，換算為換氣率約為 1.2ACH。

依此顯示，未來國內產業界促進研發新型態吸附性建材，則可依此提供相關改善對策之配套措施，提供國人於室內環境不僅可保有健康環境之空氣品質，亦能強化國內外相關產業之競爭性，並擴大綠建材相關措施落實於國人生活之保障。

（三）降低室內健康風險危害之評估

依據本研究檢測各類建材之吸附性能，各組材料在甲醛濃度環境中，推估可降低室內健康風險危害進行計算，結果顯示在不同環境條件下，各組建材皆可降低室內風險之危害，亦以 P1 及 P4 組在不同環境下，皆具備高性能之吸附特性，P1 組在標準環境下可降低 50.45%，P4 組則可降低 53.76%之風險；而在基準濃度條件下，P1 組則僅能降低 25.14%，P4 組則可保持約降低 46.66%之風險值，參見如下圖。

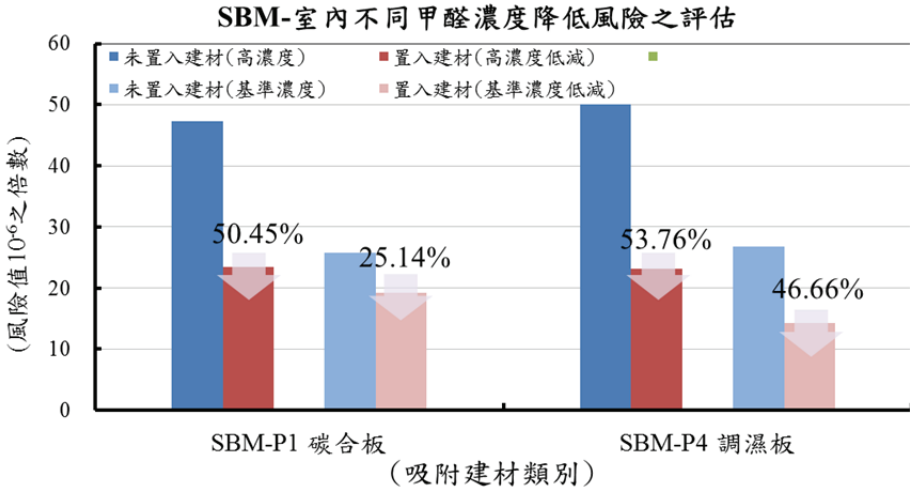


圖 5-3 吸附性建材於不同濃度降低風險危害之比例
(資料來源：本研究整理)

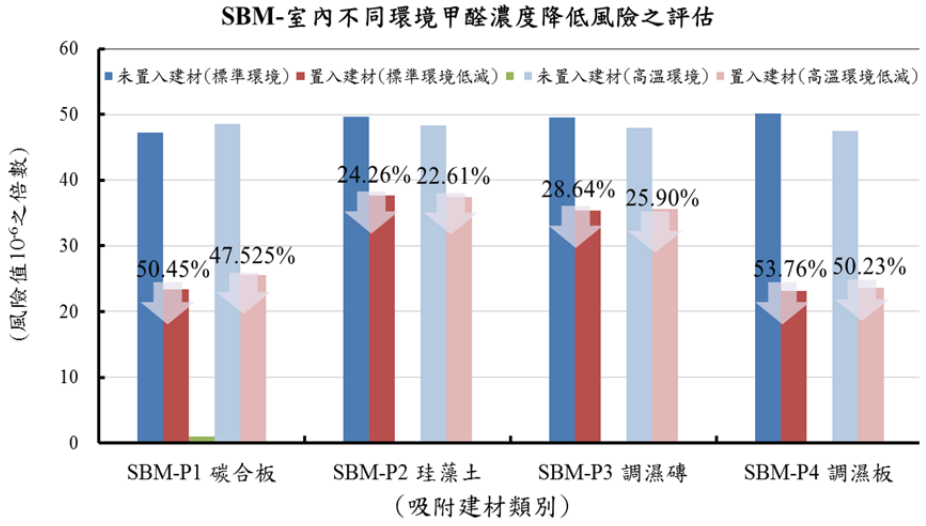


圖 5-4 吸附性建材於不同環境降低風險危害之比例
(資料來源：本研究整理)

（四）降低室內用電量成本評估效益

本研究依據室內實際使用空間，提供吸附性建材所能降低的耗費電量進行推估計算，假設室內裝設清淨機設備及空調全熱交換器，於夜晚週期使用 12hr 所耗費的電量，評估若納入各類吸附性建材於室內裝修負荷率為 40%條件下，所能提供的換氣效益，進行降低耗費電量成本計算，其中清淨設備與空調全熱交換共計耗費電功率為 480W，正常使用範圍以 80%運轉率為一個單位換氣率使用條件，依此提供各類建材所能預期降低之電量成本，並以夏季用電量 111~330 為 3.02 元計算，其計算公式如下。

使用度數(KWH)=消耗電功率(W)×使用小時(h)/1000.....（18）

推算結果顯示，若以一般室內條件下使用空氣清淨機及空調全熱交換器提供一個單位的換氣量，其用電量為 138.24KWH/月，共計電費為 417 元；而若置入 P1 組碳合板建材則用電量改善為 69.12KWH/月，電費為 209 元，共計降低 208 元；P2 組珪藻塗佈板改善程度為 115.78KWH/月，電費為 350 元，共計降低 67 元；P3 組珪藻調濕磚改善程度為 110.59KWH/月，電費為 334 元，共計降低 83 元；P4 組珪藻調濕板改善程度為 59.44KWH/月，電費為 180 元，共計降低為 237 元。由以上結果顯示，吸附性能越高所能改善的效益越大，故所能降低耗能之成本則相對降低，而裝修率越高其改善程度也越大。

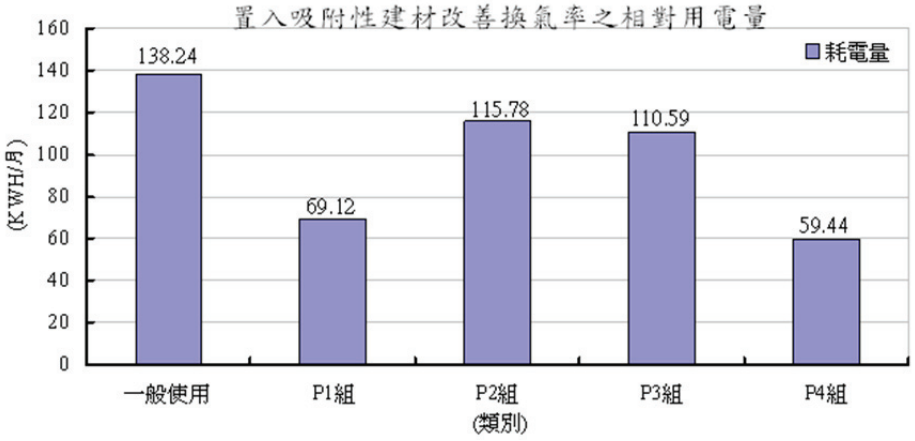


圖 5-5 吸附性建材降低用電量成本之計算
(資料來源：本研究整理)

第二節 建材吸附性能評定基準第一次工作會議

一、會議緣起

台灣處亞熱帶氣候地區屬高溫高濕條件，造成「室內空氣品質不良」問題趨於嚴重。有鑑於此，本研究透過內政部建築研究所未來可擴大「綠建材標章」內涵之推動，已於 99 年度優先建立吸附性綠建材評定檢測標準作業程序，提供予國內建立管制新型態綠建材政策；目前國際上針對吸附性檢測評定項目可透過 ISO、JIS 及 JSTM 等相關標準規範進行彙整，故此，本年度依據彙整評定項目條件，進一步建立吸附性建材於環境干擾條件(溫度、濃度)之驗證程序，依此提供建材吸附性能予國內綠建材標章相關審核認定之基準。未來若依法納入國內綠建材法制化政策，可促進國內研發新型態建材並積極促進室內健康空氣品質為目的，本工作會議緣起為下：

(一) 研訂國內綠建材『吸附低減性能標準檢測作業程序』(短期)

(二) 研議『綠建材吸附性能評定基準草案認定範圍』策略(中期)

(三) 提供『吸附性綠建材具體應用及改善效益』標章申請(長期)

二、時間

100 年 10 月 06 日（星期四）下午 2 時 00 分

三、地點

成功大學祐生環境控制中心 五樓會議室（台南市大學路一號）

四、計畫主持人

主　持　人：成功大學建築系　江教授哲銘

共同主持人：成功大學環醫所　李教授俊璋

協同主持人：台北科技大學建築系　邵副教授文政

屏東科技大學木材科學與設計系　林教授芳銘

五、承辦單位

財團法人成大研究發展基金會

六、主旨

（一）國內吸附性綠建材評定基準認定之討論

目前國際間對於「**新型態建材產品**」除了推出相關標準規範如 ISO、JIS 及 JSTM 系列等，並由日本於產業界提出較多針對室內空氣環境改善對策之策略，顯示已由被動防範轉換為積極促進方式有效改善。故此，本研究已透過 ISO 16000 規範為依據，整合國內建材檢測試驗方法，建立國內建材吸附性能標準作業程序，進一步針對國內吸附性建材相關評定條件及項目進行驗證，依此提供予未來國內綠建材標章新增納入健康及高性能等配套方案並擴大性能評定基準之認定範圍為參考依據，並進行廣泛討論。

（二）國內吸附性綠建材性能效益評估之討論

目前國內尚無針對建材吸附性能之制訂相關法令及認證，有鑑於本研究於 99 年度建立之標準檢測程序，未來應可針對國內上市強調低減、分解及去除甲醛或 VOCs 進行驗證，而其效益評定應可透過其檢測性能於適用於本土氣候環境條件下具備相當程度之換氣效益，故此本研究於今年度進行不同環境條件下及濃度之參數條件進行檢測，並依據符合國際規範判定上之單位面積吸附通量及當量吸附換氣率進行彙整，並依此歸納 99 年度及本年度共計檢測產品之性能，提供吸附性能可提供效益之程度進行評估及分類，依此進行廣泛討論。

（三）國內吸附性綠建材認定分級草案之討論

本研究透過國內外具備符合國內綠建材標章準則及吸附性能潛力之新型態建材進行性能檢測，其檢測結果參照日本建築中心低減建材認定之相關資料進行彙整，故此，本研究初步已研擬出國內吸附性綠建材評定項目之條件及認定範圍草案，並依此彙整本計畫檢測產品之性能參數，建立吸附性建材分類等級之基準，未來若可推廣吸附性等新型態產品建材將可擴大辦理申請案件，依實行多年後可再進行分級制度條件上之調配，依此進行廣泛討論。

七、會議現況

依會議主題討論，各委員提供相關意見及建議。

表 5-1 第一次工作會議現況

<table>
<tr><th colspan="2">召開第一次專家工作會議)依相關評定基準進行廣泛討論</th></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">共計邀請五位專家學者，針對議題(1)國內吸附性綠建材評定基準、(2)國內吸附性綠建材性能效益評估、(3)國內吸附性綠建材認定分級草案共同提出重要意見及討論</td></tr>
</table>

表 5-2 第一次工作會議現況（續）

各委員依各議題，提出重要意見供本計畫研擬參考

針對議題簡報內容及全體討論現況

(資料來源：本研究拍攝整理)

八、討論方案說明

（一）國內吸附性綠建材評定基準認定之討論

1.彙整國際標準性能評定項目及範圍

本研究已透過彙整 ISO、JIS 及 JSTM 等標準規範系列進行彙整，依檢測範圍、性能評定檢測項目及符合試驗評定條件進行歸納，進一步提供作為研擬國內吸附性綠建材評定基準草案之建立。目前國際標準規範上，針對檢測項目僅以單一適用於各類建材之產品，包含板材類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材類等，而目前對於市面上針對可由紫外光線進行光催化分解反應之建材，則不在適用檢測範圍內。對於性能評定檢測項目內則可依據基本評定、建議判定及建議條件下，進行建材產品之檢測，其主要需針對建材吸附量包含單位面積吸附通量及當量吸附通風率進行基本評定，意謂求得建材之吸附特性；另外則需針對建材進行持續性能之檢測評定，意謂需進行長期性(如 28 天內)求得建材吸附單位面積飽和之總量，可進行換算使用年限之判定；此外在檢測項目上亦需針對建材吸附干擾特性進行檢測，意謂需針對不同溫度、相對濕度及濃度條件下進行評定，以確保建材吸附性不至受到環境干擾而造成性能降低，本研究彙整如下表：

表 5-3 國際標準規範吸附性能評定項目總表

國際標準評定項目			
項目 \ 規範	ISO 16000系列 (本計畫參照)	JIS 1905系列	JSTM H 5001系列
		符合日本建築中心認定範圍(BCJ-CS-5)	
檢測範圍	適用各類建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等；對紫外線和產生光催化分解反應之建材不在本適用範圍內。		
性能評定檢測項目			
【基本評定】吸附量性能　1.單位面積吸附通量，2.當量吸附通風率(建材特性)			
【建議判定】吸附持續性能 1.長期吸附性能檢測(換算使用年限)			
【建議條件】吸附干擾性能 1.溫度條件，2.濕度條件，3.濃度條件(室內預期干擾性)			
符合評定條件項目			
檢測條件	符合各標準測定條件參數		
檢測對象	符合甲醛及TVOC污染物質之選定		
檢測時間	符合各標準規範採樣時間：24±2h、72±6h、168±14h、14±1day及最長28±2days		

(資料來源：本研究彙整)

2.建立國內吸附性綠建材評定基準項目草案

本研究針對吸附性綠建材評定條件檢測項目，其基準原則透過國內綠建材標章審查為依據，亦即需通過綠建材標章之一般通則及限制物質等條件，且需能符合低逸散健康綠建材之性能水準，方能申請進行吸附性能檢測項目之評定，其檢測範圍則依綠建材標章大宗申請類別之地板類、牆壁類、天花板類、油漆類等其他建材等進行收件，其中需以符合室內裝修管理辦法條例下為原則，因此，需要以建材產品單一最終表面材為基準，亦即在耐燃、抗腐塗料及貼皮等特性，須要斟酌完成最終表面材之處理，因此在基礎材料選定上將有所限制。而在評定檢測項目上則同樣需進行要求基本評定項目，包含吸附量之特性及吸附干擾性之檢測，另外在建議評定上針對吸附持續性能之檢測，目前國內檢測技術尚未完全成熟階段，在本研究建立上已由國內綠建材標章之 48hr 提升至 72hr 進行驗證，初步可提供換算吸附飽和量之使用年限推估，有待未來國內技術成熟將可進一步驗證長期性能持續性之檢測，將可更加確認吸附性建材所能使用年限之生命週期壽命，作為國內認定範圍基準之依據，本研究建立性能評定基準草案如下：

表 5-4 研擬國內吸附性建材評定基準項目草案

<table>
<tr><th colspan="4">吸附性綠建材評定條件基準原則</th></tr>
<tr><td>範疇條件</td><td colspan="3">符合綠建材標章基準門檻及通則要項：(限制物質及一般要求)</td></tr>
<tr><td>低逸散條件</td><td colspan="3">符合低逸散綠建材評估基準：(甲醛<0.08 mg/m²・h, TVOC<0.19 mg/m²・h)</td></tr>
<tr><th colspan="4">研擬評定檢測項目(草案)</th></tr>
<tr><td>檢測範圍</td><td colspan="3">【吸附性綠建材適用檢測範圍】:(單一最終表面材，符合室內裝修管理條例原則)
各類建材包含地板類、牆壁類、天花板類、油漆類等其他建材</td></tr>
<tr><td colspan="2">(要求評定項目)</td><td colspan="2">(建議複檢評定)</td></tr>
<tr><td>吸附量之性能</td><td>吸附干擾之性能</td><td colspan="2">吸附持續性之性能</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1. 吸附通量 (SB_m)
2. 吸附通風量 ($SB_{v,eq}$)</td><td rowspan="2">1. 標準狀態條件
2. 建議環境條件
3. 建議濃度條件</td><td colspan="2">符合基本要求評定項目</td></tr>
<tr><td>1. 吸附飽和量
2. 脫附衰減量</td><td>持續性能複檢報告</td></tr>
<tr><td colspan="4">試驗機構：經綠建材標章審查委員會認可之實驗室</td></tr>
<tr><th colspan="4">符合項目</th></tr>
<tr><td>檢測條件</td><td colspan="3">符合ISO 16000及內政部建研所規範之標準測定方法</td></tr>
<tr><td>檢測對象</td><td colspan="3">甲醛及VOCs(甲苯)爲指標污染物質之選定(暫訂)</td></tr>
<tr><td>檢測時間</td><td colspan="3">檢測時間達96小時(滿足24、48及72hr吸附性能與24hr脫附試驗)</td></tr>
</table>

(資料來源：本研究彙整)

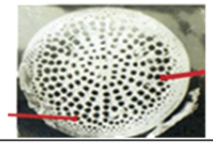
（二）國內吸附性綠建材性能效益評估之討論

本研究選定四組國內外具備吸附性能潛力及強調吸附、調濕性之建材產品進行檢測，依據國內本土氣候條件進行性能效益之評定；其中以各類建材基本特性皆能符合國內綠建材標章低逸散健康性能水準，並通過日本規定 F☆☆☆☆無有害物質逸散之證明。

依各類建材於長時間 72hr 內執行吸附性能檢測，依其各別進、出口濃度採樣檢測分析，依此計算建材吸附性能效益之單位面積吸附通量及當量吸附換氣率，並針對各建材當量吸附換氣率求得可置換室內乾淨空氣之換氣率效益；隨後即於 24hr 進行脫附性能採樣檢測，依據乾淨空氣置換環控箱之甲醛濃度，經再次檢測採樣驗證是否亦有大量再度脫附逸散等情形，並依脫附 24hr 後計算逸散速率，並對照是否合乎國內逸散性能水準進行判定分析。

此外，在進行基本性能評定檢測後，本研究即針對不同溫度環境如 25℃、30℃及不同甲醛濃度 0.2ppm(基準值 2 倍)、0.1ppm(基準值)進行環境干擾性之驗證，依各試驗結果進行彙整分析。

表 5-5 本年度選定吸附性建材效益評估檢測表

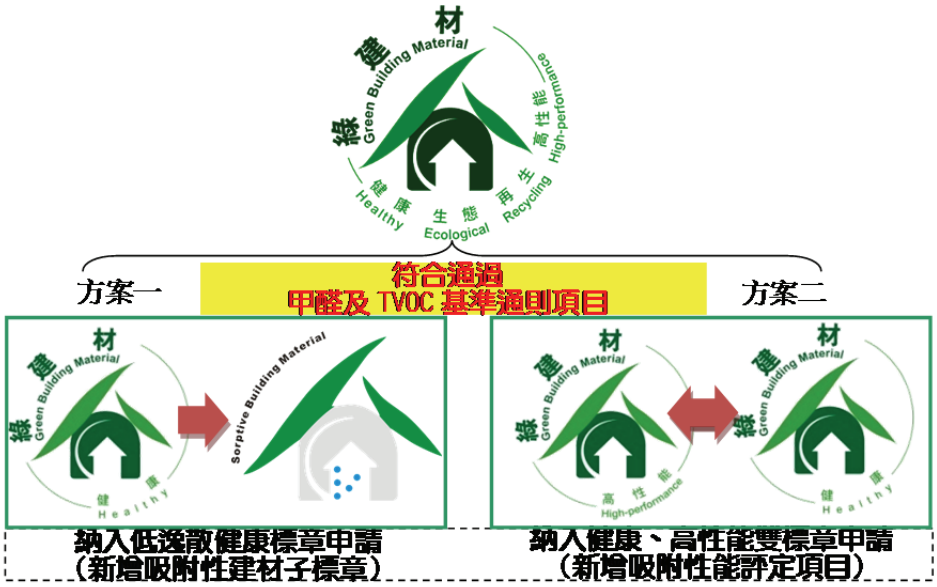
Sorptive building materials (SBM)			
SBM P1	SBM P2	SBM P3	SBM P4
			
(國內獨家專利) 微碳化健康合板	(國內引進獨家專利) 珪藻土塗佈板	(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁磚	(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁板
符合基本特色			
符合日本認定通過Super F0等級，F☆☆☆☆證明(無有害物質逸散之最終表面建材)			

國內標準吸附性建材檢測系統（SBMT）								
環境條件 (本年度評估)	溫度			相對濕度			濃度 (HCHO)	
	20℃	25℃	30℃	25%	50%	75%	環保署基準值 2 倍 (0.2ppm)	
驗證項目	排除	對應室內不同溫度條件		排除	標準狀態	後續研究	提供分級評定(最佳化)	
							1 倍 (0.1ppm)	1/2 倍 (0.05ppm)
評定對策	不同環境條件建材吸/脫附性能評定 (對應室內不同溫度環境下建材吸附性之干擾影響)							

(資料來源：本研究彙整)

（三）國內吸附性綠建材認定分級草案之討論

本研究針對未來納入吸附性綠建材於國內綠建材標章審查項目，提出兩大方案供各專家委員進行討論，其中以目前國內健康綠建材及高性能綠建材標章較能符合吸附性能之特性。對於方案一由於吸附性建材之基本要則需要能通過綠建材標章通則要項之逸散性能水準，因此，在特性上應可直接納入作為健康綠建材標章為基礎，並依此可提出進階性能效益新增吸附性建材子標章作為有效區分。而方案二則因吸附性建材具備高性能特性，故此，應能同時涵蓋符合健康及高性能雙標章作為認定要項，亦在高性能檢測項目提出新增吸附性能檢測條件，以上方案可供未來內政部建研所提出相關綠建材擴大項目之政策。而本研究也依據各類建材吸附性能效益，提出未來可作為性能水準評定之分級制度，擴大未來產業界申請提出效益之參照。



性能水準(吸附通量或吸附通風量)	
1. 依據各類申請評定吸附性建材經標準狀態及環境干擾條件，可達低減污染物質濃度達吸附率爲25-35%範圍，即認定爲 S3 等級☆。(即>0.413$m^3/m^2 \cdot h$) 2. 低減污染物質濃度達吸附率爲 35-50%範圍，即認定爲 S2 等級☆☆。(即>0.67$m^3/m^2 \cdot h$)	基本吸附性能等級
3. 低減污染物質濃度達吸附率達 50%以上之建材產品，即認定爲 S1 等級☆☆☆，並需額外提供吸附持續性之複檢報告。(即>1.24$m^3/m^2 \cdot h$，符合日本建材中心新建築技術低減建材認定合格證明)	最佳吸附性能等級

圖 5-6 研擬國內綠建材標章申請及性能水準草案

(資料來源：本研究彙整)

第三節 建材吸附性能評定基準第二次工作會議

一、會議緣起

依據第一次工作會議專家學者具體回應，針對「國內吸附性綠建材評定基準認定之討論」一案，彙整國際標準性能評定項目及範圍，建立國內吸附性綠建材評定基準項目草案，是否可適用作為國內綠建材標章納入及評定基準之代表性；「國內吸附性綠建材性能效益評估之討論」一案，根據各類建材檢測結果之單位面積吸附通量及當量吸附換氣率進一步深入探討實際應用效益所得室內環境品質之可行性；「國內吸附性綠建材認定分級草案之討論」一案，針對專家委員建議進一步針對未來新型態納入國內綠建材標章擴大內涵要項進行彙整。爰此，針對各委員廣泛意見及相關建議，予以 100 年 11 月 02 日舉辦「綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證第二次工作會議」。另針對本次工作會議持續提出吸附性能驗證及效益評估，依未來推廣實施面建立相關計算方式，以國內實務面及未來發展政策提出應用策略及具體改善效益進行廣泛討論。

二、時間

100 年 11 月 02 日（星期三）下午 2 時 30 分

三、地點

成功大學祐生環境控制中心 五樓會議室（台南市大學路一號）

四、計畫主持人

主　持　人：成功大學建築系　江教授哲銘

共同主持人：成功大學環醫所　李教授俊璋

協同主持人：台北科技大學建築系　邵副教授文政

屏東科技大學木材科學與設計系　林教授芳銘

五、承辦單位

財團法人成大研究發展基金會

六、主旨

（一）第一次工作會議意見回應及具體結論

基於 100 年 11 月 02 日召開「綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證第一次工作會議」彙整各委員意見及建議，針對「國內吸附性綠建材評定基準認定之討論」一案，應可具體提供作為國內綠建材標章審查評定之基準；而針對「國內吸附性綠建材性能效益評估之討論」一案，其中性能檢測基準符合國際標準測試並同步化，而目前國內吸附性能評定基準將以基本低減及干擾特性為主要評定項目，待國內設備及技術趨於成熟，將可進一步納入持續性能之檢測。對於「國內吸附性綠建材認定分級草案之討論」一案，建議吸附性建材應可具體納入國內綠建材標章(健康或高性能)進行新型態建材進行審查，其結果較傾向納入低逸散健康標章並區分出產品獨特性為原則，在分級制度上未來國內應各別針對吸附特性進行甲醛或 VOCs 進行申請認定，並可藉由性能效率統一進行認定。

（二）彙整國內吸附性綠建材性能分級及效益範圍之討論

本研究依據彙整 99 年度及本年度檢測產品之性能基準，依據第一次工作會議具體結論，持續提供性能評定基準之效益評估，並針對在不同環境干擾性檢測下，提供未來判定性能水準之準則，供未來推廣吸附性建材納入綠建材標章審核範圍之參考依據，此外另針對吸、脫附動力學趨勢性能，供此了解在長期檢測下吸附通量速率相互比較其各類建材性能之差異性，依此進行廣泛討論。

（三）建立國內吸附性綠建材具體改善應用效益之討論

依彙整各類建材檢測其吸附性，提出可具體改善室內換氣效率之提升，其中以裝修負荷率越高其效益越佳，不僅可改善室內能源消耗，亦可落實低碳環保之裝修應用，並且有效改善室內健康環境品質，降低風險危害之效益；此外本研究亦針對建材表面飽和量推估可達至室內裝修使用年限的效益，故未來亦可針對長期吸附性飽和量進一步深入檢測，以作為納入未來吸附性能評定基準項目要點之基本條件。

七、會議現況

依會議主題討論，各委員提供相關意見及建議。

表 5-6 第二次工作會議現況

<table>
<tr><td colspan="2">(召開第二次專家工作會議)依產業界具體應用效益進行廣泛討論</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">共計邀請五位專家業者，針對議題第一次工作會議意見回應及具體結論、(1)彙整國內吸附性綠建材性能分級及效益範圍、(2) 建立國內吸附性綠建材具體改善應用效益共同提出重要意見及討論</td></tr>
</table>

表 5-7 第二次工作會議現況（續）

各委員依各議題，提出重要意見供本計畫研擬參考	

(資料來源：本研究拍攝整理)

八、討論方案說明

（一）第一次工作會議意見回應及具體結論

1.納入綠建材標章可行性具體結論

本研究彙整各專家學者具體意見，針對未來納入新型態綠建材如吸附性、調濕性等進行架構彙整，考量目前國內綠建材標章已既訂四大類別標章，因此在可能無法再新增標章類別情形下，對於未來可能有越多新型態建材產品在綠建材標章體系下，應能擴充其相對內涵及評定項目，因此本計畫針對吸附性建材在健康及高性能標章下，應符合未來擴充新增積極性健康促進類別或高效率、高效能等可行性，故在新型態建材產品應可效仿低逸散性能水準之分級制度，提供多樣化申請項目，此架構將能涵蓋低逸散健康或高性能標章等雙標章特性，未來亦可單一針對納入低逸散健康或高性能標章類別建立評定項目供國內綠建材標章審查，本研究依此彙整標章納入適用性提供予以內政部建研所未來研擬擴大綠建材標章制度相關政策之參考依據，本研究依標章納入程序如圖 5-7 所示。

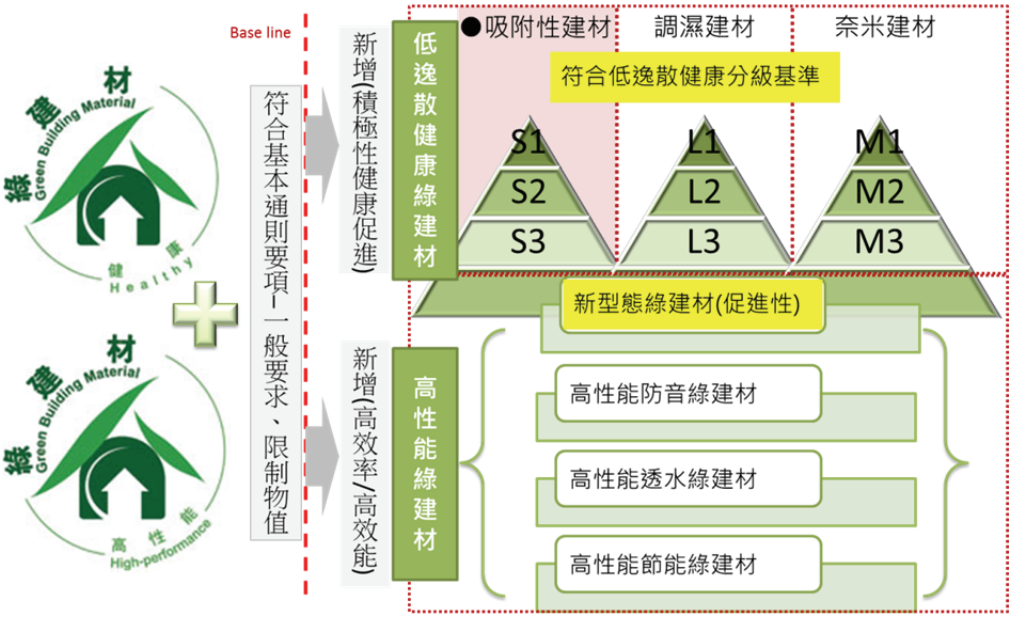


圖 5-7 納入國內綠建材標章評定項目示意方案

(資料來源：本研究彙整)

2.擴大綠建材標章內涵具體結論

依續針對綠建材標章擴大納入內涵，彙整國內四大要章主要認定要項，並依未來擴充要項提出積極性健康促進及高效率、高效能等形式，提供未來新型態綠建材納入之可行性，未來針對吸附性綠建材可提供低減、分解、淨化等性能進行評定，而在新型態促進改善亦有針對調濕、奈米等可擴充之可行性，不僅均符合積極健康促進性，亦可認同為高效率、高性能等特性，因此，未來不管納入何標章本研究特此針對性能進階性，提出標章 PLUS 新增識別，以可具體區分未來積極促進性產品具備高效能、高促進健康性之進階級，依此擴充項目提供予國內綠建材標章研擬相關政策，落實國人未來選擇多樣性類別產品，並可通過國內綠建材標章認定通過之未來新型態優化產品，共同把關並建立節能、低碳、環保等高品質室內健康環境。

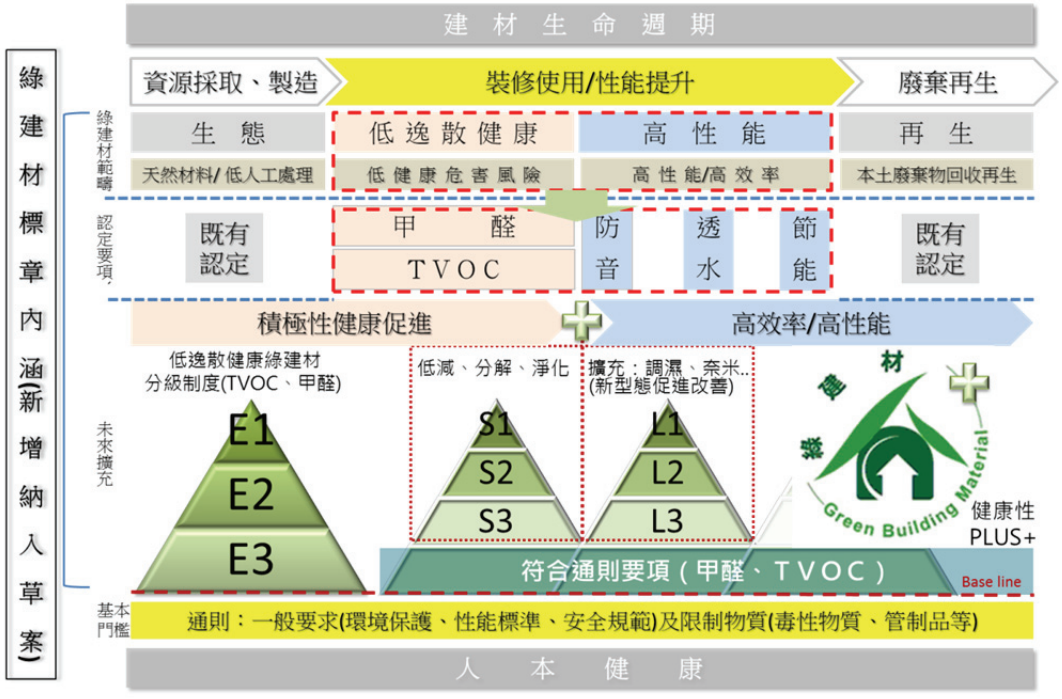


圖 5-8 擴大國內綠建材標章內涵認定要項

(資料來源：本研究彙整)

3.彙整國內吸附性綠建材評定項目架構草案

本研究彙整專家委員意見，針對評定項目架構草案建議納入吸附持續性之推算年限效果，因此，本研究也透過日本建築中心評定飽和量推算使用年限，計算本年度檢測建材產品之效益進行推估，同時需能符合 1 年以上程度作為要求基本評定項目之依據，因此，具體實行檢測目前暫訂需能通過 72hr 內性能計算評定，並且低減程度需能穩定持續提供吸附性，經推算使用年限於標準狀態及基準濃度條件下即可達至符合 1 年程度以上之持續性判定，且由於實際應用於室內空間上，除非室內污染物濃度超標，否則實際上室內空間若能符合綠建材裝修率規定，甲醛濃度應能控制於環保署建議值以下，故此，對於吸附性建材之飽和量相對能減緩，提高實際推估使用年限，而未來待國內檢測技術成熟穩定，將可透過長期性能檢測加以驗證於高濃度條件下之有效性能判定。

目前對於國內吸附性綠建材認定範圍內，亦需通過基本認定原則，其內涵則包含符合國內綠建材標章之一般要求及限制物質等要項，故此，吸附性綠建材針對建材品質、環境負荷及限制物質可同時涵蓋納入，即可作為綠建材標章審核通過之基本原則條件。

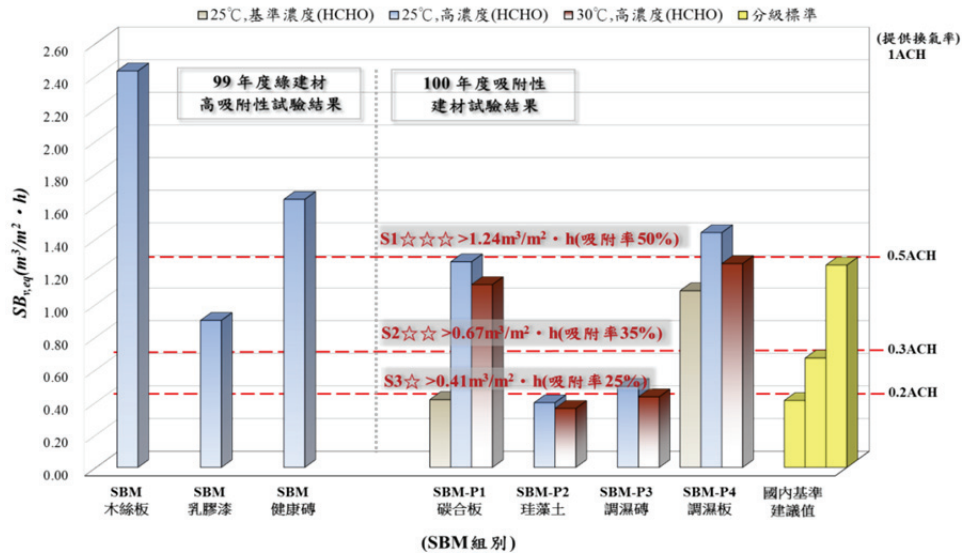
圖 5-9 國內吸附性綠建材評定檢測項目草案
(資料來源：本研究彙整)

（二）彙整國內吸附性綠建材性能分級及效益範圍之討論

依第一次專家委員意見，本研究彙整 99 年度及本年度檢測產品之性能水準，依此部份提供各類建材樣本於分級制度下可通過符合吸附性綠建材之要項，未來將可透過在基本性能水準、環境干擾性進行判定，目前本研究針對所檢測產品之性能水準可分類出三種等級，因吸附性建材於 25%以上之吸附率，即可產生不同程度換氣率之效益，因此，建議在初步推廣下可將性能水準建立於 25%~50%以內，亦或者透過標準降低為單一性能為基準，如至少為 25%以上為評定基準，待未來國內研發技術純熟或要求更高品質為基本條件下，即可設定為同步符合日本建築中心基準值 50%以上作為基本通過要求條件，本研究彙整性能水準及本計畫檢測產品分級制度下通過情形如表所示。

表 5-8 彙整吸附性建材性能水準要求評定之條件

性能水準(吸附通量或吸附通風量) 依各類申請評定吸附性建材經標準狀態及環境干擾條件進行評定分級(要求基本評定項目)	
1. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：達 0.41≦甲醛或 VOC≦0.67($m^3/m^2 \cdot h$)，即認定爲 S3 等級☆ 2. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：達 0.67≦甲醛或 VOC≦1.24($m^3/m^2 \cdot h$)，即認定爲 S2 等級☆☆	基本吸附性能等級
3. 低減污染物質濃度($SB_{v,eq}$)：達 1.24≦甲醛或 VOC，即認定爲 S1 等級☆☆☆ (即符合日本 BCJ 低減建材認定合格證明)	最佳吸附性能等級
註：1. 以上條件均需符合性能干擾條件之吸附率經評定標準差異值爲 S.D<15%範圍內 2. 未來經評定通過基本項目之產品，需複檢持續性能飽和檢測(納入有效年限之判定)	



(資料來源：本研究彙整)

（三）建立國內吸附性綠建材具體改善應用效益之討論

1.吸附性能具體應用改善效益

本研究針對未來實務面裝修吸附性綠建材，具體可改善室內健康環境之效益進行評估，依各類建材不同程度之吸附性能水準，推估可求得於室內裝修負荷率提升下，可轉換成乾淨空氣之換氣率效益。其具體改善效益與裝修負荷率成正比，意謂如 P1 及 P4 組吸附性能達到高效性能水準程度下，在裝修負荷率為 40%條件下即可轉換室內換氣率約 0.5ACH 之效益，而隨著裝修負荷率提高其換氣效益則隨之增高，且呈現大幅提升之現象，而針對性能水準較低的產品，亦在裝修率負荷率越高條件下，方能達至相同效益。因此，吸附性建材可隨不同室內環境條件，選擇使用不同性能水準之建材產品進行裝修，其條件可能牽涉使用年限之壽命，吸附性能水準高之建材產品意謂著較容易達至飽合以至喪失高效性，需搭配室內裝修等配套措施進行設計，反之，吸附性能水準較低之建材即可長期緩慢改善室內健康環境。因此，基本上吸附性建材應需能適應不同環境條件下確保具備相當程度之吸附性能，即可有效降低室內健康風險之危害，減少耗能、排碳並提供建立完善室內環境之改善對策，具體效益推估分析如下圖 5-10 所示。

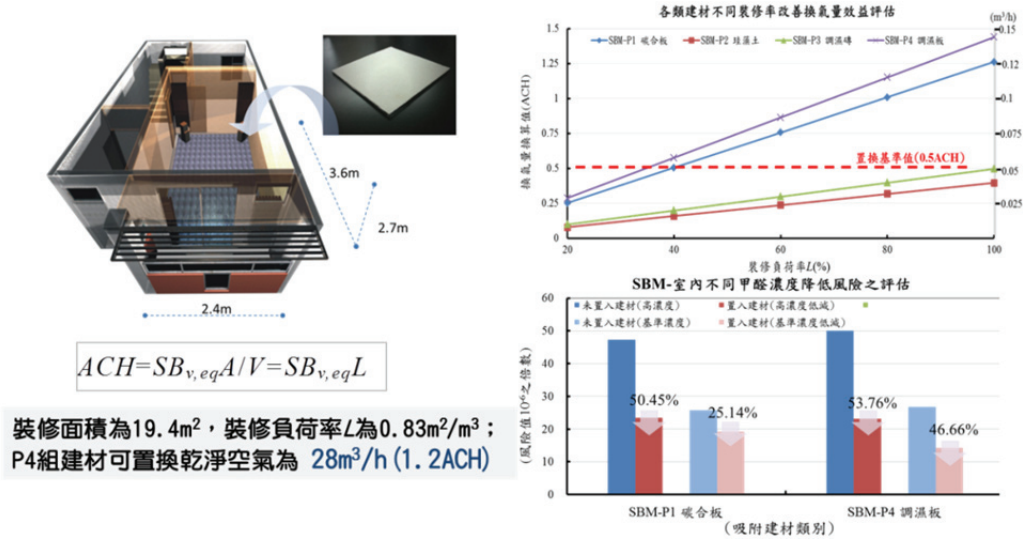


圖 5-10 吸附性建材具體改善室內環境之改善效益

(資料來源：本研究彙整)

2.建材吸附性能效益配套措施

有鑑於各專家委員之意見，本研究依據吸附性能飽和程度進行推估計算使用年限，其主要效益不僅需作為綠建材標章未來納入吸附性綠建材要求評定之基準，其主要應用於室內裝修條件下，針對長期使用評估計算可使用之生命週期，在高濃度持續極端吸附條件下，裝修於室內空間其使用程度較容易達至飽和，因此，持續低減程度需至少能完成 1 年程度以上方能作為吸附性建材，然而基本上室內污染濃度較低且屬非極端條件，目前文獻上亦尚未有失去性能之疑慮，因此，未來仍尚需針對建材執行長期吸附性飽和性之檢測，更可正確計算其使用年限是否能符合 1 年程度以上作為驗證，以便推估在不同濃度條件下皆可提供一定程度之吸附能力。

然而，在確保使用年限條件下亦提出實際裝修後根據其物理特性建立其配套措施，本研究於 99 年度已建立吸附性建材於升溫熱脫附使污染濃度強制逸散，因此，室內環境週期下日間溫度升高導致濃度脫附後，應可提升吸附性建材之生命週期壽命，其配套措施亦需透過室內通風換氣或排風設施搭配使用，而夜間進行吸附行為時，將可具體改善室內空氣品質，其配套措施未來亦可著手於吸附性建材同步提供分解淨化等特性，有效改善室內空氣品質並提升使用之生命週期。

推估換算時間

Materials (SBMs)	Supply concentration	Temperature (℃)	單位面積飽和量	換算推估時間（年限）
SBM-P1 碳合板	0.1ppm (122μg/m³)	25	1.0 g/m² 程度	1年程度以上（1034天）
	0.2ppm (244μg/m³) HCHO	25		約1年程度（280天）
		30		約1年程度（289天）
SBM-P2 珪藻土		25		1年程度以上（554天）
		30		1年程度以上（612天）
SBM-P3 調濕磚		25		1年程度以上（471天）
		30		1年程度以上（537天）
SBM-P4 調濕板		25		約1年程度（248天）
		30		約1年程度（280天）
	0.1ppm (122μg/m³)	25		1年程度以上（535天）

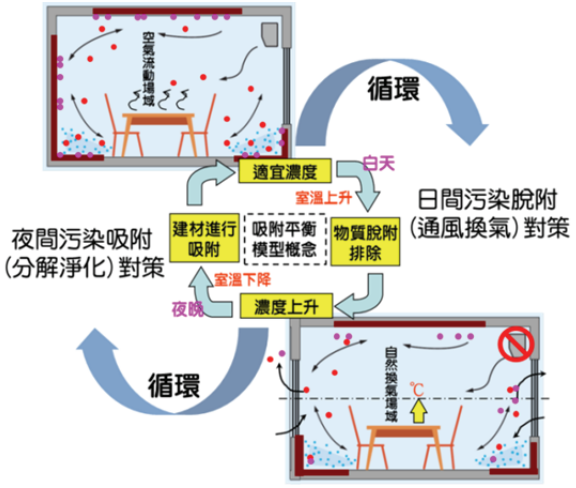


圖 5-11 建立吸附性建材性能效益之配套措施

(資料來源：本研究彙整)

第四節 擴大吸附性綠建材應用策略之分析

本研究將依據兩次「綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫工作會議」具體提出討論結果，未來將依照短、中、長期對新型態吸附性建材提出相關策略及分析。

表 5-9 彙整吸附性綠建材應用策略分析總表方案

策略方案	策略內容說明	工作會議結論/建議	時程
新增國內吸附性綠建材評定基準認定	整合國內外建材檢測試驗方法，建立國內建材吸附性能標準作業程序，提供國內吸附性建材相關評定條件及項目進行驗證，依此提供予未來國內綠建材標章新增納入健康及高性能等配套方案並擴大性能評定基準之認定範圍為參考依據	目前國內吸附性能評定基準已能具體涵蓋基本低減性及干擾特性為主要評定項目，未來將可納入持續性能之檢測，建立完善使用年限及分級制度。	短期策略方案
建立國內促進性綠建材審查制度	未來國內應各別針對吸附特性進行甲醛或 VOCs 進行申請認定，並可藉由性能效率統一進行認定。	新型態吸附性建材進行審查，建議以通過國內環境條件(濃度、溫濕度)為原則，應盡速納入標章適用，檢測費用還需經過各方研擬公告。	
納入國內綠建材標章認定	提供予未來國內綠建材標章新增納入健康及高性能等配套方案並擴大性能評定基準認定範圍為參考依據	吸附性建材應可具體納入國內綠建材標章(健康或高性能)進行審查，需區分出產品獨特性為原則，申請作業較短且單純。	中期策略方案
彙整國內吸附性綠建材性能效益範圍	國內吸附性綠建材認定範圍內，亦需通過基本認定原則，其內涵則包含符合國內綠建材標章之一般要求及限制物質等要項	依國內本土氣候條件進行性能效益評定，並針對建材吸附性提供相關效益範圍。	
促進新型態綠建材性能效益改善策略	目前國內尚無針對建材吸附性能制訂相關法令，未來應可針對國內上市強調低減、分解及去除甲醛或 VOCs 進行驗證，透過其產品性能建立適用於本土氣候環境條件下具相當程度之改善效益	建材吸附性與未來室內裝修率提升有具體應用效益，可提供為未來國內綠建材標章政策之重要方針，並與節能減碳政策一同進行。	長期策略方案
提供吸附性綠建材性能分級及配套措施	透過建材基本性能水準可分類出三種等級，因此，建議在初步推廣下可將性能水準建立於25%~50%以內。	建議標準初期訂定為單一性能為基準，如至少為25%以上，未來可建立完善室內環境配套措施。	

(資料來源：本研究彙整)

一、新增國內吸附性綠建材評定基準(短期)

本計畫依據彙整國際上相關標準規範及日本低減建材認定基準，已具體建立國內未來納入吸附性能評定基準項目草案，依要求評定項目基本條件，需提供檢測申請建材基本吸附性能、吸附干擾性能及吸附持續性能，故本計畫建立標準檢測方法已能具體涵蓋各類檢測項目，未來相關單位及性能實驗中心，均可依照檢測方法建立國內性能檢測技術，並提供完善檢測機制，而後續相關檢測研究可加確立其檢測標準之有效性，依此提供予國內相關單位研擬相關法制標準。

有鑑於國內行政院標檢局已開始針對 CNS 16000 室內空氣系列提出相關規範草案，未來內政部建研所將可依循國家政策導向，持續建立並擴大綠建材標章認證，有效涵蓋提升室內綠建材裝修率至 30%為 45%之效益趨勢，將能有效落實於目前國內新舊建築比例趨勢，促進新設建築明訂合理室內裝修效益，提升室內健康環境品質，而對於 97%舊建築比例亦能有效改善室內健康環境。

圖 5-12 積極導向促進性健康建材推動趨勢

(資料來源：本研究彙整)

二、納入綠建材標章認定及性能效益(中期)

本計畫依綠建材標章四大類別提出納入低逸散健康及高性能標章等擴充評定要項範圍，依此，本研究研議未來納入綠建材標章方案皆需能符合通則要項之一般要求及限定物質為準則，方能透過申請評定吸附性建材性能水準檢測。依日本產業界提出改善病態環境基本對策，未來依綠建材標章促進健康方案之標章功能，需能涵蓋甲醛及TVOC於室內環境措施對策，提供安心的室內空氣品質為要項，並且透過國內相關法制修訂方案，針對國內建築技術規則或環保署等規定，提出選擇相關正確材料為改善室內環境之重要因素。

目前國內相關規定已能具體同步於日本建築基準法政策，包含國內綠建材標章體制，並由環保署審議通過室內污染物濃度之容許值，嚴格執行室內有害健康污染物質為主要限制物質，且於建築法規定室內需能符合相當程度之通風換氣效益；有鑑於此，本研究研議納入吸附性綠建材可同步於目前國際上提出相關積極促進健康之改善對策，未來可有效透過新型態建材納入建立室內性能效益管理制度。

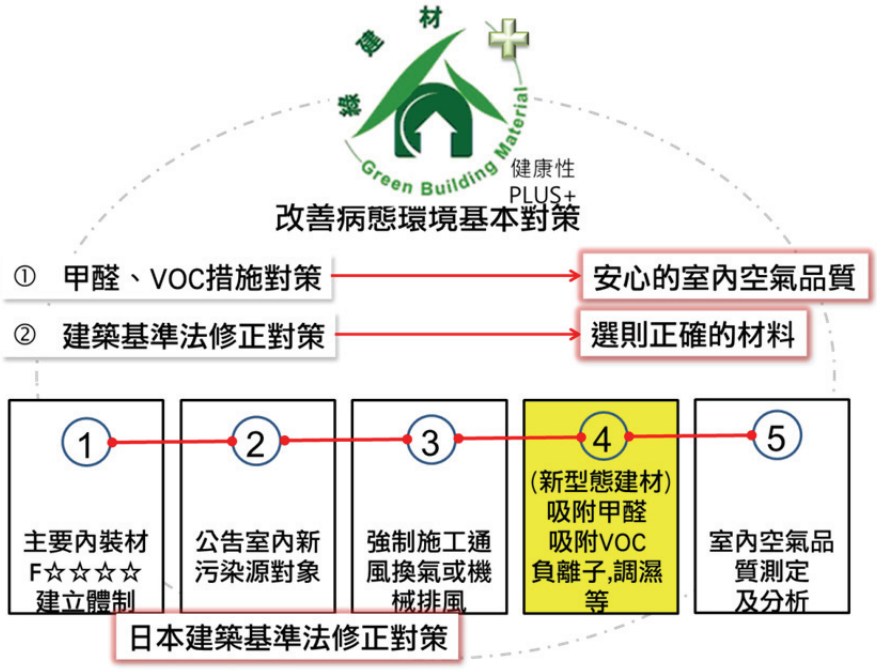


圖 5-13 積極導向促進性健康建材推動趨勢
(資料來源：本研究彙整)

三、促進新型態建材改善對策及配套措施(長期)

依據未來綠建材標章擴大發展促進性健康評定要項，可有效改善室內環境品質之危害，未來若能針對各類型吸附性建材，視同為促進性健康建材，將有助於產業界推廣新型態建材之開發，並且可依相關改善室內環境配套措施方案，提供國人多樣化裝修建材之選擇，不僅能大幅降低室內健康風險之危害，更能有助於落實未來國家政策推動智慧綠建築推動方案之效益。

對於建材性能特性未來應廣泛開發具備相當程度之吸附性能，並針對有效改善室內空氣品質之換氣效率，提供長期性能之使用年限，並有效配合室內空間通風換氣等配套措施，強化室內裝修使用壽命以達至配合建築物生命週期為主要目的，有效降低能源消耗成本、碳量排放程度及減少健康風險之危害，共同營造未來幸福空間並能同時考量地球能源之消耗。

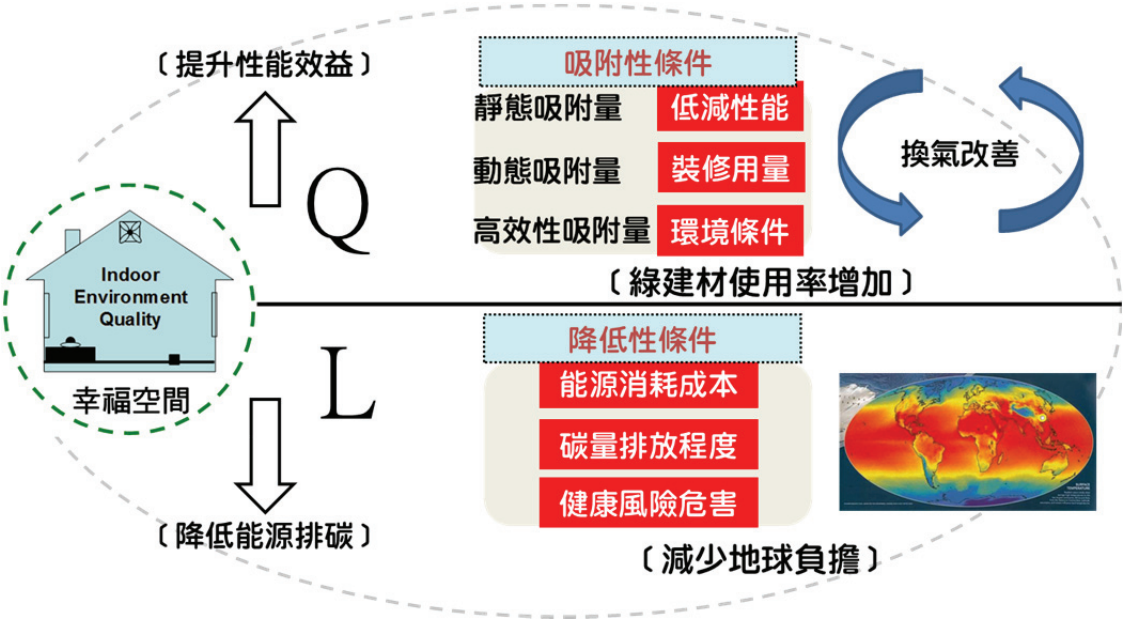


圖 5-14 促進性健康建材改善對策及未來發展

(資料來源：本研究彙整)

第六章　結論與建議

第一節 結論

本計畫今年度延續 99 年度「綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫」持續配合落實國內 CNS 標準化草案修訂及建立國內綠建材標章性能評定基準草案之研擬；透過本年度「綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫」，進行國內綠建材吸附性能驗證之差異性提供完善吸附性建材評定基準之參考建議值，作為未來國內綠建材標章納入新型態吸附性建材評定檢測之依據。

今年度進一步進行吸附性能成效之佐證，並依據國際相關檢測方法、評定範圍及認定基準等提供國內綠建材性能評定基準及認定範圍草案之參考依據，積極導向綠建材多元化之效益並提供國人降低暴露健康風險危害促進達到室內健康環境。依選定 4 種國內最終表面建材產品進行吸附性能驗證（不同環境因子及濃度特性），並透過評定基準包含標準方法、評定項目與認定範圍之方法提出具體應用程序及改善效益，研擬作為未來綠建材標章新增項目及評定基準之參考依據，協助國內拓展新型態健康優質建材邁入國際市場。具體執行成果如下：

一、建立國內吸附性建材評定項目基準參數及評定架構

有鑑於國際上目前已公告針對吸附甲醛及 VOCs 性能評定標準檢測方法，且由日本國際規範最先於 2005 年日本建材試驗中心提出 JSTM H 5001 標準檢測規範，且在 2003 年日本建築中心率先建立低減建材認定基準及範圍 BCJ-CS-5 解說認定制度書，並提供認定資格吸附性低減建材標章，並由日本東京大學加藤研究團隊於 2003 年即開始提出大量針對吸附性建材相關重要文獻，提出重要對策有效改善室內污染環境。日本標準規範亦先後於 2007~2008 年提出 JIS 1905, 1906 標準檢測系列，適用小尺寸環控箱檢測方法並涵蓋眾多建材適用

範圍。本年度主要彙整國際標準如 ISO、JIS 及 JSTM 性能評定方法範圍，提供檢測內容、性能評定系統、認定條件、基準項目及環境參數條件等項目條件，故透過重要相關文獻相互驗證及日本建築中心低減建材認定基準範圍，作為研擬國內吸附性建材檢測適用範圍及評定基準之依據。

二、研擬國內綠建材吸附性能評定基準條件及認定範圍(草案)

本年度已完善經 99 年度建立國內首座吸附性建材標準檢測系統（SBMTS），且能涵蓋國際標準檢測程序之概念系統；故持續透過國內標準作業程序應用 SBMTS 研擬建材吸附性能評定基準條件。本研究彙整國內綠建材性能評定基準政策，涵蓋國內性能評估制度面，並以台灣本土室內氣候條件為標準參數條件，優先訂定吸附性建材需符合國內適用檢測範圍，各類建材包含地板類、牆壁類、天花板類、油漆類等其他建材；而在評定項目內容則需進行建材吸附量性能、吸附干擾性能及吸附持續性能作為判定符合通過吸附性建材之檢測項目，經本年度執行檢測國內外建材產品結果，優先建立吸附性建材之分級制度，依基本吸附性能等級區分（基本吸附性能 S3☆及 S2☆☆，吸附率各為 25%~35%及 35%~50%；最佳吸附性能 S1☆☆☆，吸附率為 50%以上，並可同步於日本建築中心評定基準）。本研究進一步提出未來國內吸附性建材標準申請評定流程項目，並依國內認定範圍需能符合吸附性能效果、吸附性綠建材品質及吸附性綠建材環境負荷之相關通則，依此提供作為國內性能評定基準草案之依據。

三、推動國內新型態吸附性綠建材標章及性能管制規範

本計畫為推動吸附性建材應優先通過符合國內綠建材通則要項，其逸散速率不得超過 0.19 $mg/m^2 \cdot hr$，甲醛逸散基準不得超過 0.08 $mg/m^2 \cdot hr$，作為基本優先符合適用條件。參考國內建材分級制度提供吸附性建材分級制度之參考建議值，依此可積極推動新型態綠建材標章之納入，提出兩大方案包含納入低逸散健康或高性能標章申請認定亦或整合為雙標章認定型態，並以新增促進性健康 PLUS 識別標示

供區分未來新型態建材之特性，未來可促進行政院環保署室內空氣品質管理法修訂並加以法制化。國內外目前已針對半揮發性有機化合物（SVOC）如鄰苯二甲酸等第一類毒性化學物質加以管制，此部份可優先由綠建材標章加以源頭管制，針對積極促進室內健康環境，未來可再行納入針對吸附毒性化合物所誘發之空氣污染源加以進行相關研究，以利國內優先建立針對毒性化學物之管制規範。

四、建材吸附性能評定檢測分析結果

本年度選定 4 種國內外符合最終表面材建材產品，彙整各類產品之基本特性及材料特性，符合室內裝修管理辦法並作為吸附性建材評定項目條件；本計畫已完成 4 組建材性能分析評定，並同步透過儀器進行長期監控以相互驗證，P1 組碳合板經不同溫度 25 及 30℃於甲醛高濃度 0.2ppm 環境條件，濃度分析結果求得 1.26 $m^3/m^2 \cdot h$ 及 1.12 $m^3/m^2 \cdot h$ 性能評定基準值，而另行檢測甲醛基準濃度 0.1ppm 則為 0.42$m^3/m^2 \cdot h$，其吸附率各為 50.45、47.52 及 25.14%，其性能干擾條件標準差為 13.84%<15%，研判應可符合 S1 最佳吸附性能等級；P2 組珪藻塗佈板經不同溫度 25 及 30℃於甲醛高濃度 0.2ppm 環境條件，濃度分析結果求得 0.40 $m^3/m^2 \cdot h$ 及 0.36 $m^3/m^2 \cdot h$ 性能評定基準值，其吸附率各為 24.26 及 22.61%，其性能干擾條件標準差為 1.17%<15%，研判為接近 S3 基本吸附性等級，未來應可再加以驗證其塗佈量、膜厚對吸附性能之影響；P3 組珪藻調濕磚經不同溫度 25 及 30℃於甲醛高濃度 0.2ppm 環境條件，濃度分析結果求得 0.50 $m^3/m^2 \cdot h$ 及 0.43 $m^3/m^2 \cdot h$ 性能評定基準值，其吸附率各為 28.64 及 25.90%，其性能干擾條件標準差為 1.94%<15%，研判符合 S3 基本吸附性等級。P4 組珪藻調濕板經不同溫度 25 及 30℃於甲醛高濃度 0.2ppm 環境條件，濃度分析結果求得 1.44 $m^3/m^2 \cdot h$ 及 1.25 $m^3/m^2 \cdot h$ 性能評定基準值，而另行檢測甲醛基準濃度 0.1ppm 則為 1.08$m^3/m^2 \cdot h$，吸附率各為 53.76、50.23 及 46.66%，其性能干擾條件標準差為 3.55%<15%，研判符合 S1 最佳吸附性能等級。

第二節 建議

本計畫於本年度已研擬建立未來國內吸附性綠建材相關評定基準草案及認定範圍，目前已能具體涵蓋建材基本要求評定之項目，如建材吸附性能、環境干擾性能及持續性能使用年限之推估，其中，建材吸附性及干擾特性應列為未來評定審查之重要基準，而吸附性能飽和量之持續性，其檢測原理乃為極端條件下，持續吸附定量污染濃度進而換算建材表面密度之吸附飽和量，藉此可推估經長達使用年限作為吸附性建材認定合格之判定，本研究參照日本建築中心低減建材認定基準為原則，吸附性建材經推估使用年限換算如 3~4 年，均認定為至少 1 年程度以上作為定義；由於目前相關文獻均指出，各國建築法制化促使建材源頭嚴格管制，故實際室內環境污染物濃度應來的較低，因此，建材之使用生命週期將會更長，而不同吸附性建材其表面密度越高，飽和量之容許值亦越高，長期使用之持續性亦會越高，故此，目前均未有建材因吸附飽和而喪失性能水準之相關論述。後續建議應提國內性能檢測之技術，可擴增建材飽和量檢測之相關系統，以利更加正確換算建材所承受極端條件之飽和量檢測，提供作為合格判定之依據。本研究開發建立之檢測系統，包含供應標準氣體濃度等相關設備，未來可再提升建材飽和量之相關檢測系統裝置，提供國內相關機構未來擴增之參考依據。

吸附性建材其基本適用範圍應設置於通風換氣條件之室內空間，且本身就需符合國內低逸散健康綠建材之性能水準，而本研究經各類建材進行檢測量化分析，經吸附室內污染濃度後於脫附階段皆符合國內低逸散性能水準，故其健康效益屬雙重效益，以基本被動式亦同時可達促進性健康之優勢，未來其配套措施可經由技術提升，加以納入分解、淨化等特性，並於未來可透過相關室內裝修診斷及驗證，加以建立其改善配套措施，經產、官、學、研共同長期推廣與宣導，有利強化國內競爭性並能符合國際趨勢，共同創建健康環境之效益。

本計畫未來具體相關後續研究及建議可包含如下：

建議一

建議辦理國內新型態綠建材吸附性能評定項目基準驗證之草案修訂專家說明會議，邀請產、官、學界之專業從業人員及綠建材評定委員共同參與研擬修訂：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、行政院經濟部標檢局

說明：本研究延續國際規範 ISO 16000-23, 24 已提供國內建材吸附性能標準作業程序及方法，促進國內 CNS 規範 ISO 化。未來國內相關建材製造商擴大研發新型態吸附性建材產品，為促進統一透過國內標準性能驗證及項目評定，納入未來申請綠建材標章認定項目，亟需共同商討國內吸附性建材性能評定基準草案之認定範圍，符合室內化學污染物改善控制之認證，重視國人健康及安全性之多元化。

建議二

促進國內綠建材標章擴大發展新型態建材納入效益評估改善對策，提升產業界創新研發建立具體應用改善室內健康環境品質：中長期建議：

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心、行政院環保署、內政部營建署

說明：國際上已逐漸開始針對新污染源(SVOC)及建材高性能（吸附低減性能、調濕性能等）進行相關研修制訂並建立促進改善對策。有鑑於本計畫已能具體提出建材低減室內污染源之性能，未來將需促進國內產業界新型態的技術性研發，並持續研議納入國內綠建材標章建立性能評定基準之相關配套措施，以促進高性能綠建材具體應用效益及改善室內污染環境之機制，擴大辦理多元化新型態綠建材之研發與認定政策。

附錄一 期初審查會議評審意見與回應

「100 年度綠綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫」
審查意見回應對照表

審查意見	審查意見回覆
台灣綠建材產業發展協會： 1. 本計畫將研擬吸附性建材相關標準，予以肯定。 2. 請說明吸附材料使用範圍如何規範。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員意見，本計畫將參照 ISO16000 明列適用裝修建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等作為使用範圍及檢測對象，未來將依此提供為認定吸附性綠建材分類評定。
王總幹事榮吉： 1. 本計畫對室內環境預防及控制將有相當助益，計畫目標、內涵、範圍符合國際趨勢與潮流。 2. 未來綠建材運用於室內，將逐年提升比例，有關計畫內容所提標準，建議請經濟部標準檢驗局規劃納入應施檢驗項目。 3. 建議整合建築技術規則綠建築、綠建材、智慧化生活及環保署室內空氣品質等，以增進生活健康降低環境負荷目的。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員意見，本計畫依循 99 年度及 100 年度吸附建材性能驗證計畫，有助提供相關計畫內容及標準評定項目予經濟部標準檢驗局進行修訂草案為國內標準檢測方法，未來將能配合內政部營建署提升綠建材比例，擴大綠建材多元化之應用，予以提供鑒核。 3. 感謝委員意見，依今年度進行吸附性建材性能評定量化分析及評定基準草案研擬，將整合未來所屬材料認定範圍內具體應用程序及改善效益策略，提供作為相關單位擬定法制化之依據，強調未來積極促進健康居住環境同時符合降低環境負荷為目標。
阮理事長漢城： 1. 本計畫透過最終表面材料檢	1. 感謝委員肯定。

審查意見	審查意見回覆
測吸附、脫附試驗，符合未來室內裝修行為之實際應用，並擴大綠建材外部效益。	
周教授鼎金： 1. 本計畫預期成果吸附性建材應用之改善效益，建議後續探討將其內容量化分析。	1. 感謝委員意見，本計畫於 99 年度執行吸附性建材性能驗證已提供材料所屬各類性能效益包含吸附通量(F_m)及吸附換氣量($F_{v,eq}$)，研擬材料改善效益及策略提供多項量化分析結果，今年度將持續擴大進行多項因子檢測評定，並依其內容提供完整性量化分析及具體應用改善效益之成效。
段教授葉芳： 1. 本計畫值得研究，惟有關吸、脫附機制應先釐清說明。 2. 吸附為物理性質，非化學性質應先釐清，另建議彙整建材吸附與脫附之動力學研究，俾使研究成果更具意義。 3. 有關建材吸附後處理為何？建議一併討論。	1. 感謝委員意見，針對材料吸、脫附機制之相關程序，目前於國際標準檢測方法(ISO, JIS 等)，僅以材料吸附性能為主要性能檢測項目，針對材料脫附性則提供為額外檢測評定。目前優先探討材料脫附之動力趨勢，未來將持續收集相關量化分析方法，納入完整吸、脫附機制之研究。 2. 感謝委員意見，本計畫針對國內具備吸附性能之建材，皆屬物理吸附為主要性能驗證條件；另於今年度將納入執行多項物理環境因子及飽和量之動力學研究，提供研究內容具體成效。 3. 感謝委員意見，針對建材吸附後相關再利用活化或化學分解等，將邀請產、官、學於專家會議中針對建材應用效益策略進行學術及技術交流討論，並彙整相關意

審查意見	審查意見回覆
	見提供計畫內容研擬具體方案。
陳副總經理文卿： 1. 建材吸附後再脫附 VOC 及甲醛將再釋放回室內，其如何控制，請說明。 2. 各種吸附建材之長期吸附能力與衰減情形，建議納入計畫內容。 3. 國內建材業者對開發吸附性建材興趣及意願為何，請補充說明。 4. 本計畫未來納入綠建材標章評估基準之可行性，建議補充說明。 5. 吸附性建材與空氣清淨機、活性炭吸附、奈米光觸媒等產品，在應用層面之競爭性如何？建議加以探討，俾利未來應用。 6. 本案團隊人力包括 4 個單位，建議補充說明其工作分工。	1. 感謝委員意見，吸附性建材原則上以符合低逸散健康綠建材之評定基準為基本條件。因此，具備高吸附性建材除非於持續特定濃度(非綠建材)之密閉空間導致吸附飽和失效，否則於一般室內空間則應可配合吸附平衡模式落實使用模式觀念(保持通風換氣)，方可控制吸附後再釋放回室內之虞，而高吸附性建材於脫附濃度亦屬緩慢逸散，具體控制條件應以室內物理環境為主要限制。 2. 感謝委員意見，本計畫於今年度將納入長期吸附檢測建材飽和量之動力趨勢，針對建材長期檢測時間，將妥適考量研究進度優先以綠建材檢測基準時程斟酌執行性能驗證。 3. 感謝委員意見，針對新型態吸附性建材國內各大廠商皆有相當高之接受意願，如屬吸附型之矽藻土及日本健康磚未來皆能透過國內吸附性能檢測及項目評定，擴大提升綠建材標章多元化產品之管道開發。 4. 感謝委員意見，本計畫優先持續進行多項物理條件因子及飽和量之性能量化分析，涵蓋日本建築中心所認定低減建材之新建築技術範圍，藉此於今年度將研擬綠建材標章評定基準及認定範圍之草案，提供於相關單位參照。

審查意見	審查意見回覆
	5. 感謝委員意見，吸附性建材與空氣清淨機等皆屬為改善室內空氣品質之用途，而其相對競爭性則以吸附性建材較能同時符合室內裝修(裝修率)並達到自然調控室內氣體濃度之特性，故在產品特性上較屬各有不同之競爭性，應考量適用途徑對應不同需求產品，本研究將依此納入為內容討論。 6. 感謝委員意見，本計畫執行人力涵蓋四個單位，屬包含綠建材推動政策、空氣品質及污染控制分析、健康綠建材性能實驗研究及高性能綠建材吸、隔音法制化標準檢測等，以上則依各單位提供相關資料進行分工合作。
黃副局長來和： 1. 本計畫除延續 99 年度「綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫」之成效並針對未來建材發展趨勢及我國建材產業具競爭力商品驗證提供標準化管道，有助於未來商品國際化之推升。 2. 工作項目 2 透過國內最終表面材進行建材吸附性能檢測量化分析及驗證評估（第 5 頁），僅選定國內以最終表面材產品種進行吸脫附性能檢測（共 4 組）。是否足以涵蓋我國建材產業現今發展具競爭力產品之代表性，建議增加檢測產品數量。 3. 預期成果 1 研擬國內綠建材	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員意見，本計畫預計選取 2 種具代表性吸脫附最終表面材之綠建材產品，共計進行 4 件吸附性試驗，俾利完成量化分析及性能驗證。由於建材產品種類甚多，因此透過選擇具代表性並符合具備吸附性潛力執行長期性能檢測，涵蓋多項變因及檢測項目，作為今年度優先研訂吸附性能評定基準項目及認定範圍草案。 3. 感謝委員意見，本計畫將依委員意見修訂檢測評定項目，其主要檢測評定污染物亦延續 99 年度計畫以甲醛及 TVOC(甲苯為代

審查意見	審查意見回覆
吸附室內化學污染物評定基準草案認定範圍（第 6 頁），建議明訂將評定之污染物(檢測項目)，至少應包含甲醛及 TVOC。 4. 研究步驟（第 10 頁），研擬國內吸附性建材具體應用程序及改善策略，建議於專家會議前事先研擬，再於專家會議中予於審查。	表)作為評定對象。 4. 感謝委員意見，將參照委員意見進行調整修正。
蕭顧問江碧： 1. 本計畫評定基準建立後，可否納入綠建材審查標準，是否需修正 CNS 相關標準？建議補充說明。 2. 目前所指吸附性材料均無法申請綠建材(因無逸散甲醛及 TVOC 之虞)，建議儘速將其納入健康類綠建材。 3. 吸附性建材比一般低逸散健康綠建材對室內空氣品質更具積極性，建議未來建築技術規則之綠建材規定，應更重視吸附性材料。	1. 感謝委員意見，本計畫於今年度建立評定基準草案項目及認定範圍，其內容則參照綠建材限制通則為基本條件，原則上應可納入綠建材審查標準；針對 CNS 修正相關標準，皆屬同步參照 ISO 16000 系列，故本計畫應可提供性能實驗標準作業程序及評定項目，作為 CNS 修訂為相關標準之依據。 2. 感謝委員意見，因健康類綠建材目前已修訂為低逸散健康綠建材，且於申請程序涵蓋自薦程序，目前具吸附性建材多符合低逸散健康綠建材之評定基準。故未來吸附性綠建材納入健康類應無問題。 3. 感謝委員肯定與支持。
本所鄭主秘主席： 1. 國際標準 ISO16000-23、24 吸附性建材試驗相關標準已發佈，國內 CNS 相關草案業參	1. 感謝委員意見，本研究將同時參照 ISO 16000-23, 24、日本 JIS 標準及國內 100 年度 CNS 16000-23, 24(草案修訂)作為吸附

審查意見	審查意見回覆
考前揭國際標準訂定，刻正由經濟部標準檢驗局審議，可參照前揭標準訂定綠建材吸附性評定基準草案；另有關國內是否有試驗機構可出具試驗報告，且其試驗能量是否足夠，請執行單位併予評估說明。	性綠建材吸附性能評定基準項目草案之依據；另有關試驗機構可由現有建材逸散檢測實驗設備增加標準氣體設備，並向 TAF 申請增項，及可提供檢測服務及出具相關試驗報告。

附錄二 期中審查會議評審意見與回應

「100 年度綠綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫」
審查意見回應對照表

審查意見	審查意見回覆
行政院經濟建設委員會：	
1. 本案係延續性計畫，辦理綠建材吸附性能之評定基準之研定，並據以辦理驗證等相關程序，原則支持。	1. 感謝委員肯定，本計畫將持續研擬國內綠建材吸附性能評定基準之認定範圍，供內政部建研所研據辦理相關程序。
2. 鑑於本案似性能法規與驗證制度，為現況無法滿足建築技術規則之補充，建議補充「吸附性能建材」之現有法規、功能、應用範圍？一併說明。本案建材吸附化學污染物，並未消除污染物，推廣使用之目的為何？配套為何，建議說明。	2. 感謝委員意見，目前關於吸附性建材性能檢測，歐盟、日本等相關文獻已持續在建立開發檢測技術，並趨於成熟階段，除已納入為國際標準性能檢測規範內，目前僅以日本建築中心納入為新建築技術低減建材之認定基準規範，國際上尚未納入相關建築法規內；有鑑於此，國內已創新開發標準檢測系統並同步於 CNS 標準規範之規定，尚需持續進行相關性能檢測之研究，未來可逐步配合國內政策方針納入為法規限定；吸附性建材其主要性能乃以物理吸附協助室內低減降低污染物質之為主要改善對策，推廣性質並非著重於消除污染物為目的，其配套措施可藉由建材本身吸/脫附特性之可逆過程，經室內裝修率及通風換氣需求配合日、夜間反覆週期性，除可提升室內健康環境且符合建材性能週期重複使用之特性；未來亦可採取同步消除或天然分解污染物質之特性，提升建材生命週期之壽命。

審查意見	審查意見回覆
中華民國全國建築師公會： 1. 有關吸附性建材之吸附飽和量及喪失吸附性能後之後續處理方式如何處置，建議說明。 2. 吸附性建材評定研擬納入綠建材標章系統，其標章定位為何，建議詳加考量。	1. 感謝委員意見，由於吸附性建材並非歸類為解決或完全消除室內特定污染物質之產品，其主要功能為輔助並降低室內污染物質之特定濃度，因此，除非建材處於未有開窗或具通風換氣之室內空間，吸附性建材較難達到吸附飽和或喪失吸附性之現象；處理方式也可透過熱脫附或強制換氣，達到建材吸脫附動力平衡，方能再次利用。 2. 感謝委員意見，由於吸附性建材設定評定範圍內，皆需通過國內綠建材標章通則及低逸散健康標章之規定，方可進一步進行性能評定驗證，因此，本計畫初步擬定兩大方案，一為直接納入低逸散綠建材標章，並另行規定評定方法及認定基準，二為雙標章申請限定，可透過高性能標章之給定納入其新型態吸附性建材標章認定；此部份將同步透過專家工作會議，進一步詳加考量。
中華民國室內裝修設計協會全國聯合會： 1. 建議以國內或綠建材標章之建材作為本案檢測材料優先考量，俾使試驗結果具本土性。	1. 感謝委員意見，本計畫於 99 年度已進行選定國內綠建材標章產品進行驗證，其結果可俾使國內建材研發技術及檢定技術之提升；本年度著重國內外屬吸附性建材之最終表面材進行檢定，彙整其結果，方可逐步建立國內吸附性建材性能評定基準之參考依據。

審查意見	審查意見回覆
王總幹事榮吉： 1. 國內綠建材吸附性能評定項目之基準，建議依中華民國CNS 相關標準之性能驗證及項目評定。 2. 我國經濟部、內政部、環境保護署等各單位有不同目的、用途的標章認證，內政部所轄之項目，對國人健康及安全極為注重，建議未來能研究及統合標章基本評定基準之議題與策略。	1. 感謝委員意見，本計畫進行吸附性建材之評定項目基準，同步涵蓋於 ISO 及 JIS 相關規範，國內 CNS 草案已於 2011 年同步 ISO 化之建立，因此，本計畫，實屬國內 CNS 檢測範圍內。 2. 感謝委員意見，本計畫今年度著重於國內綠建材標章吸附性能評定基準及範圍之建立，未來統整各標章相關議題策略之評定基準，將可藉由國內相關政策統領方針，透過各部會及單位研擬政策綱要為基準參考依據。
段教授葉芳： 1. 對於吸附性能評定基準驗證及評定基準，建議廣酌意見。 2. 同一建材不同表面積有不同之吸附能力，成品之評定基準與材料之評定基準，亦需詳加考量，俾使研究成果更具意義。 3. 有關建材吸附飽和、吸附作用動力學及吸附與表面積等基本特性，建議一併討論。	1. 感謝委員意見，本計畫今年度提出相關建材吸附性能評定基準驗證及認定範圍，將持續透過召開專家工作會議，逐步廣酌各單位意見，提供作為國內綠建材標章評定申請項目之依據。 2. 感謝委員意見，本計畫乃配合國內綠建材審核機制皆以建材成品進行檢定，其不同產品其比表面積限制將需能符合不同案件申請標準檢定程序為依據，而針對材料檢定方法尚有國內 CNS 標準檢定方法，故此部份本計畫暫不納入考量材料吸附特性之影響。 3. 感謝委員意見，目前本計畫針對建材吸附性能檢測僅包含符合國內綠建材申請檢定程序 48hr 範圍內提供 72hr 驗證，而建材吸附飽和透過系統檢定將需提供長時

審查意見	審查意見回覆
	間 28 天之檢定，故受限於技術層面考量，且實際上吸附性建材使用程序，已能包括一日室內間吸/脫附效益長期週期使用之限制，故在飽和檢定上，可初步排除現階段納入為性能評定基準內，未來國內實驗技術層面趨於成熟，將可後續研究討論考量妥適納入並一併討論。
陳副總經理文卿： 1. 建議應考量材料吸附性能其有效年限及材料可維持之時效。 2. 研究報告 P65，國內毒性化學物質管制，僅描述環保署對塑化劑之管制，其他相關毒性化學物質說明，建議納入計畫內容。 3. 研究報告 P66，表 35 各國綠建材僅日本管制吸附及調濕性能，我國研擬將其納入綠建材項目，是否妥適，建議考量。	1. 感謝委員意見，本計畫針對建材吸附性已能完整呈現最終表面材單位面積之吸附通量及吸附換氣量換算值，目前考量建材吸附飽和特性亦不影響實際使用之限制，且吸附性建材有效年限符合一般建材生命週期之時效性，故未來性能技術檢測若能涵蓋長期檢測範圍內，將可推估建材產品維持有效期限之特性。 2. 感謝委員意見，本計畫將妥適修正。 3. 感謝委員意見，由於各國目前在新型態建材性能檢定之發展方針不同，因此，未來是否將其納入綠建材標章審定項目，將可透過各部會進一步提出相關討論，提供作為考量納入之依據。
蕭顧問江碧： 1. 本案已研擬國內綠建材吸附化學污染物之評定基準，建議宜早納入綠建材申請項目。	1. 感謝委員肯定，本計畫將持續研擬國內綠建材吸附性能評定基準之認定範圍，供內政部建研所研擬辦理相關程序。

審查意見	審查意見回覆
本所廖組長主席： 1. 本研究案有關吸附性建材之有效期限，其為重要影響因子，建議納入研究考量。	1. 感謝委員意見，吸附性建材之有效期限與吸附飽和性有其相關性，本計畫提供吸附性建材檢測，已能涵蓋實際裝修週期性長期使用之性能影響，待未來實驗技術層面趨於成熟，將可持續納入其相關影響因子，提供作為未來研究考量之依據。

附錄三 期末審查會議評審意見與回應

「100 年度綠綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證計畫」
審查意見回應對照表

審查意見	審查意見回覆
教育部： 1. 吸附性建材其吸附化學污染物之成效若為可行，建議將研究成果供各界參考。	1. 感謝委員意見，本計畫於 99~100 年度針對建材吸附性能驗證計畫及評定基準項目，均以 ISO、JIS 標準規範為參考依據，並以日本建築中心 BCJ 低減建材認定範圍作為國內性能試驗條件之研訂，故其改善室內環境之效益成果，待國內相關執行單位進一步供各界參考並研擬作為擴充國內綠建材評定基準之修訂。
中華民國全國建築師公會： 1. 報告書第 46 頁，引用圖片模糊不易辨識，建議更新。 2. 報告書第 130 頁，有關工作會議照片，建議採用大範圍或加註說明。	1. 感謝委員意見，已修正報告書第 46 頁之引用圖片。 2. 感謝委員意見，已針對報告書第 130 頁相關工作會議現況照片進行調整，並增加現況說明。
王總幹事榮吉： 1. 本計畫研擬國內綠建材吸附甲醛及 TVOC 之評定基準，以最終表面材進行吸附性能檢測量化，並納入吸附性能認定範圍及評定項目，符合預期之研究成果。 2. 國內室內裝修最終表面材之吸、脫附性能之改善效益，建	1. 感謝委員肯定，本計畫依 99~100 年度持續提供吸附性能檢測量化分析，並依委員意見提供建材需符合最終表面材，並能涵蓋室內裝修管理辦法之內容，依此研究成果可提供作為未來國內建材吸附性能認定範圍及評定項目。 2. 感謝委員意見，本計畫針對最終

審查意見	審查意見回覆
議列入中、長期推廣及宣導。	表面之吸附性建材相關吸、脫附改善效益，已彙整於第五章節之應用程序及改善策略，並以召開兩次專家工作會議提出未來短、中、長程之策略與分析，以此建議作為未來長期推廣及宣導之依據。
阮榮譽理事長漢城： 1. 推動源頭綠建材的使用，為提升室內環境品質最有效之方法，建議宜再擴大。 2. 吸附性綠建材比目前低逸散綠建材，更具積極性效益，本案值得研究及推廣。	 1. 感謝委員意見，本年度研擬吸附性綠建材相關評定基準及認定範圍草案內容，未來可持續擴大推動綠建材新型態評定檢測，有效提升室內環境品質並可符合環保署未來實行室內空氣品質法之提出相關改善對策之配套措施，依此提供予國內相關單位提出未來法制化增訂之建議。 2. 感謝委員肯定。
段教授葉芳： 1. 本案建議未來可朝建材吸附甲醛及進行甲醛分解之功能研究。 2. 有關吸附性建材之物理性、吸附飽和性及建材吸脫附甲醛機制，建議進一步瞭解，並作為再生利用之依據。	 1. 感謝委員意見，本計畫建立國內建材標準檢測程序之適用範圍，其可適用於檢測建材吸附、分解等特性，但不包含經紫外線光催化反應之分解試驗，未來應可針對建材吸附甲醛後再次分解淨化進行相關測試，以利提升並強化國內建材之創新研究。 2. 感謝委員意見，本研究對於建材吸附特性，其基本條件必需符合國內低逸散健康建材之性能水準，方能提供作為吸附性建材送測案件。檢測內容均包含建材長時間 72hr 吸附及 24hr 脫附之物理性檢測，依檢測結果顯示，各

審查意見	審查意見回覆
	類具吸附性之建材於通風換氣條件下及時間範圍內均可穩定吸附污染濃度，並於脫附階段緩慢逸散且符合國內逸散水準，因此若反應於實際室內裝修空間，仍需藉由綠建材源頭管制逸散污染濃度，而相關文獻亦提出室內污染濃度將比實際試驗污染濃度來的低，故尚未有吸附飽和後喪失性能之現象，而對於吸附飽和檢測程序所推估之使用年限，乃於極端條件下持續吸附污染容度之容許值，故計算出使用年限符合 1 年程度以上，其實際反應於室內通風換氣條件下，將可長達更久時間之使用週期。未來再生利用等配套措施，仍可透過如熱脫附等物理特性，或待未來技術成熟將可將其分解、淨化等技術納入建材研發，將可作為再生利用之依據。
陳副總經理文卿： 1. 現行低逸散健康綠建材之基準，係量測甲醛及 TVOC 之逸散速率，屬建材被動性之性質，本計畫之建材吸附甲醛及 TVOC，係主動性吸附性能，建議未來納入綠建材標章評定基準時，應注意其差異性。 2. 吸附建材之有效期限，係指維持吸附能力的有效期限，報告內容之意見說明所指涵蓋一般建材生命週期之時效似不準確，建議修正。 3. 吸附性建材吸附後若未分	1. 感謝委員意見，本計畫乃強調建材吸附特性為主要檢測目標，其主要檢測方法與逸散性能之評定基準亦有其差異性，依此，本研究建議以建材單位面積吸附速率及當量吸附換氣量作為未來納入綠建材性能評定基準之參考，未來亦可容易區分其差異性。 2. 感謝委員意見，針對建材吸附飽和量目前僅能提供依現行檢測技術及量化分析進行使用年效之推估，對於飽和量檢測所能預期使用之年限，意指於極端條件下持續吸附定量污染濃度，所能涵蓋

審查意見	審查意見回覆
解，則將脫附釋出，是否有增加室內逸散之虞？另本案部分建材其使用年限僅一年，則一年後除非更換，否則與一般建材無異，對促進健康效益有限，請補充說明。	之使用年限，故此，當建材表面具備高吸附性及表面密度，將可能長達 3~4 年的持續使用週期，並以 1 年程度以上為定義，若非此特性，則將無法認定為吸附性建材；而實際應用於室內空間，其基本適用範圍需符合處於通風換氣之室內環境，屬非極端條件下，故其建材生命週期亦將涵蓋如同為一般建材之壽命時效，其完整內容可參考報告書 P.121 及 P.144。 3. 感謝委員意見，本年度檢測之各類建材，其檢測結果顯示，各類建材於吸附階段後，經執行脫附逸散檢測符合國內低逸散健康綠建材之性能水準，故吸附性建材經吸附並未分解，其脫附逸散之虞較為緩慢，並未增加室內健康風險之危害。而建材使用年限參見回覆意見 2.之內容，使用年限可能長達 3~4 年，甚至更長，並統稱為 1 年程度以上為定義，若實際裝修使用，室內污染濃度應較低，因此使用週期將會更長，而吸附性建材若於通風換氣之室內空間下，將如調濕建材依物理現象於日、夜間自理調整室內污染濃度，並於適當溫度環境自行緩慢脫附排出，故此，吸附性建材本身就如同國內低逸散健康綠建材之認定，其促進健康效益應當更為廣泛。
蕭顧問江碧： 1. 吸附甲醛及 TVOC 建材宜早日列入綠建材項目，其試驗方	1. 感謝委員意見，本計畫針對吸附性建材未來納入綠建材標章作為

審查意見	審查意見回覆
法在 CNS 標準草案未完成公布前，建議列入自薦方式辦理。 2. 建議未來可將吸附性綠建材納入高性能綠建材。	檢測項目，已提出相關方案，依此可提供予國內綠建材精進計畫供各委員進行廣泛討論，提供作為列入自薦方式辦理之依據。 2. 感謝委員意見，本計畫依召開兩次專家工作會議，各委員均認同可納入國內綠建材標章內，包含健康或高性能標章等雙重特性，未來可斟酌辦理其標章認定之區別性，加以擴充未來綠建材標章之內涵。
本所陳副所長主席： 1. 本計畫參考 ISO 1600023、24 標準、日本 JIS 標準，建立綠建材吸附性建材試驗及評定項目，其試驗機構需擴充哪些設備？請於成果報告書增修相關建議。	1. 感謝委員意見，本計畫建立開發之建材吸附性能檢測系統乃結合性能實驗中心環控箱體系設備為半自動式檢測裝置，可包含前端供應標準濃度氣體系統及後端環控箱檢測系統，其詳細設備解說內容可參見報告書 P.43~P.48；而目前國內已可透過代理商增購供應標準氣體濃度產生器之設備，其裝置已可完全自動化調理溫、濕度及特定濃度至供應環控箱進行後端檢測分析，因此，未來國內相關建材性能試驗機構僅需擴充前端系統即可，其餘則為部份管線裝置及流量控制器，提供予國內試驗機構為參考。本計畫於結論與建議增修相關建議，請參見報告書 P.152。

附錄四 國際相關吸附性建材標準規範

(JSTM H 5001：2005)
室內空氣污染低減建材之小尺寸環控箱低減性能試驗方法

平成 17 年 3 月 10 日
財團法人日本建材試驗中心

建材試驗中心規格

室內空氣污染低減建材之小尺寸環控箱低減性能試驗方法

Test method for reductance of concentration of indoor air pollution chemicals by building materials--small chamber method

1. 適用範圍：甲醛和揮發性有機化合物（VOC）存在於建築物室內空氣中吸附室內空氣污染物濃度的材料，具有持續降低、低減之建材低減性能試驗方法界定。

本規範適用化學污染質之甲醛及甲苯等，低減建材包含板類、壁紙和塗料申請之適用。

(1) 注解：應提供合理室內空氣污染物，並進行適度調整供氣氣瓶設備之產生或兩種污染物質以上，亦可提供其他污染物質之低減性能測量。

(2) 注解：紫外線或具有光催化材料分解污染物為適用範圍排除在外。

2. 引用規範：以下為本規範標準引用之標準組成，包含最新標準版本（修訂）之適用。

JIS A 1901：建材之揮發性有機化合物（VOC）、甲醛及其他化合物之逸散測定方法—小尺寸環控箱檢測方法。

JIS R 3202：拋光及平板玻璃。

JIS H 4000：鋁及鋁合金板等飾條。

JIS Z 8401：數值設定之方法。

ISO 16000-3：測定甲醛及其他羰基化合物—採樣方法。

3. 定義，符號及單位

3-1-1 小尺寸環控箱之濃度：小尺寸環控箱出口濃度檢測特定之化學

污染物質之濃度，在空氣採樣期間，環控箱出氣口濃度除以總空氣流量體積之濃度值。

3-1-2 污染物供給濃度：提供小尺寸環控箱供給氣體污染物質。並藉由供給氣體濃度裝置，提供污染物質之換氣量。

3-1-3 試驗片：提供環控箱檢測吸附、降低性能之試驗建材或材料。

3-1-4 吸附量速度：試驗開始後，經過一定時間之單位時間規定，污染物質被吸附之單位面積吸附量。

3-1-5 吸附率：提供小尺寸環控箱供給濃度與採樣濃度之百分比。

3-1-6 吸附換氣量換算值：通過低減建材濃度之降低，所增加引進乾淨空氣流量代表之作用。

3-1-7 物質傳達率：通過試驗建材表面空氣氛圍，所造成試驗物質濃度移動係數之差異。

3-1-8 產品負荷率：試驗建材表面積與小尺寸環控箱體積之比率。

3-1-9 低減性能：室內空氣中化學污染濃度的吸附，低減之性能。

3-1-10 換氣量：供應小尺寸環控箱每單位時間內之空氣換氣量。

3-1-11 換氣次數：小尺寸環控箱體積除以換氣量之值。

3-1-12 風速：環控箱內試驗建材表面空氣流動之速度。

3-1-13 試驗開始：試驗建材設置於小尺寸環控箱內之時間。

3-1-14 經過時間:試驗開始後開始氣體採樣之時間(通常以天表示)。

3-1-15 小尺寸環控箱:提供穩定條件設定,供放置試驗材料進行低減、吸附性能檢測之艙體。

3-1-16 背景濃度：依清淨空氣之供給，提供進行低減建材於小尺寸環控箱檢測之初始濃度。

3-1-17 空氣：利用大氣組成提供試驗進行之空氣。

3-1-18 單位及符號

表 1 符號及單位

符號	名稱	單位
A	試材面積	m^2
ads	吸附速度	$\mu g/(m^2 \cdot h)$
R_p	污染物質吸附率	%
C_B	背景濃度	$\mu g/m^3$
C_N	N時間（日）小尺寸環控箱之濃度	$\mu g/m^3$
C_T	供給污染物質之濃度	$\mu g/m^3$
C_P	試驗前後 24 小時供給污染物氣體裝製污染物質之平均濃度	$\mu g/m^3$
L	產品負荷率	m^2/m^3
N	經過時間（通常以天代表）	hour, day
Q	換氣量	m^3/h
Q_{ads}	吸附換氣量換算值	$m^3/(m^2 \cdot h)$
Q_A	環控箱內乾淨空氣導入量	**L**/min
Q_P	供給污染物質於環控箱之導入量	**L**/min
V	小尺寸環控箱之容積	m^3
n	換氣次數	**回**/h

4. 測定原理：不斷供應污染物濃度提供試驗樣本於小尺寸環控箱內，調整為恆定之溫度和濕度通風狀態，通過小尺寸環控箱測量其不變濃度，測定低減建材性能之需求，包含濃度污染物吸附速度、吸附率及吸附換氣量值之計算，檢測工作需於黑暗中進行。**參考附件（1）在吸附污染物質後之再逸散試驗中，提供小尺寸環控箱濃度污染物質供給後的理論濃度衰減濃度測定及再確認。參考附件（2）低減性能持續性之飽合量測定方法，提供如圖所示。**

5. 試驗裝置

5.1 裝置構成：圖 1 顯示小尺寸環控箱吸附污染物質裝置系統。供給污染物質之方法如，a)小尺寸環控箱內部混合污染物質，b)提供配置空氣污染物質混合後,供應至小尺寸環控箱之構成。

污染物吸附試驗設備所需的主要裝置如下：

a) 小尺寸環控箱

b) 密封裝置

c) 空氣清淨裝置

d) 通風換氣、濕度控制系統（內部集成流量計）

e) 溫度和濕度監控系統

f) 空氣採樣裝置

g) 分析裝置

h) 污染物質供給裝置

5.2 小尺寸環控箱：小尺寸環控箱需適用於本標準及一般規格及要求，包含以下項目。進、出氣口需保持循環流通。

a) 形狀：小尺寸環控箱接觸部份污染物質之製成，不繡鋼容積可提供 20L 及 500L 之能力，以及需確保空氣確實混合之內部設計。環控箱內使用之密封膠條需確保低逸散性及低吸附性，使背景濃度不受影響為原則。

b) 氣密性：環控箱應盡量保持密閉，使其通風保持控制。

5.3 密封裝置：使用密封裝置確保試驗建材密封，僅留試材表面進行試驗。

5.4 空氣清淨裝置：空氣供應裝置需卻保測定對象以外之化學物質流入環控箱內部，使用乾淨空氣鋼瓶，提供不同分流供應乾淨空氣及氣體污染物裝置。

5.5 通風換氣、濕度控制系統（內部集成流量計）：小尺寸環控箱空氣供應量保持不變，保持恆定的空氣交換率及濕度，

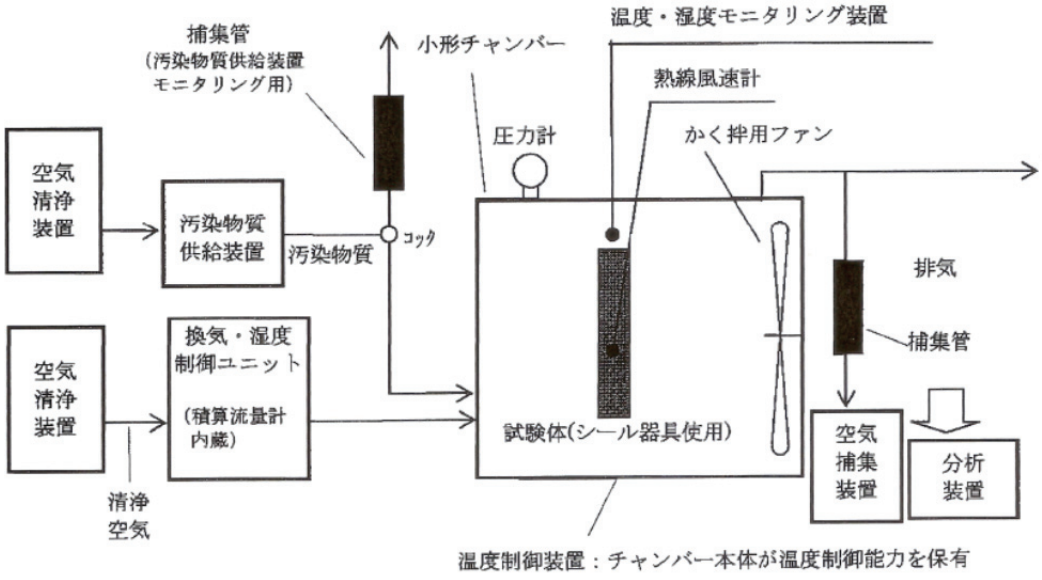
5.6 溫度和濕度監控系統：監控小尺寸環控箱氣體流量設備，記錄空氣進入前之溫度和濕度。

5.7 溫度控制裝置：建立環控箱之溫度控制使用的方法，以保持溫度設定平衡。

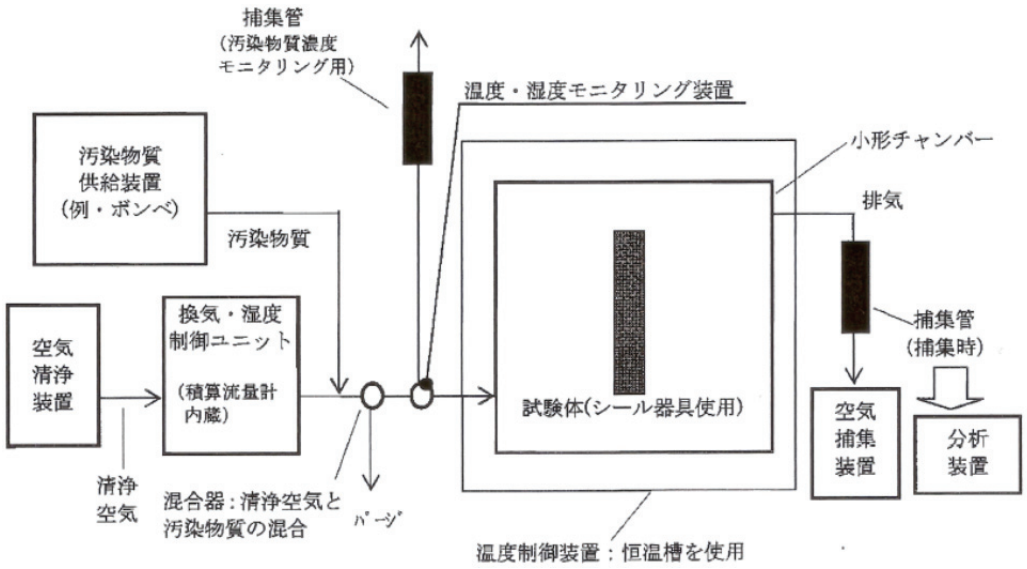
5.8 空氣採樣裝置：用來收集累積流量計，可調節空氣泵之流量。

5.9 分析裝置：依據對象污染物之分析，針對甲醛適用高性能液相層析儀（HPLC），甲苯分析適用氣相分析儀（GC/MS）。

5.10 污染物供給裝置：供給環控箱內部恆定污染物質濃度之性能。



a) 環控箱內部氣體混合型



b) 外部分流混合型

圖 1 小尺寸環控箱吸附試驗裝置之構成概念

6. 污染物質產生方法：控制供給氣體濃度裝置於小尺寸環控箱平均

濃度之設定條件如以下標準。平均標準濃度應控制於日本衛生署公告基準為原則，其變動幅度應控制在 20%範圍內，且供應濃度基準需控制於衛生署基準值、1/2 倍及 5 倍之 3 階段。依日本衛生屬公告甲醛濃度設定基準值為 100μg/m^3、甲苯濃度值為 260μg/m^3。

注解：本試驗中，如圖 2 供給產生污染物質裝置之構成，同等於氣體鋼瓶送至 500L 環控箱之標準。

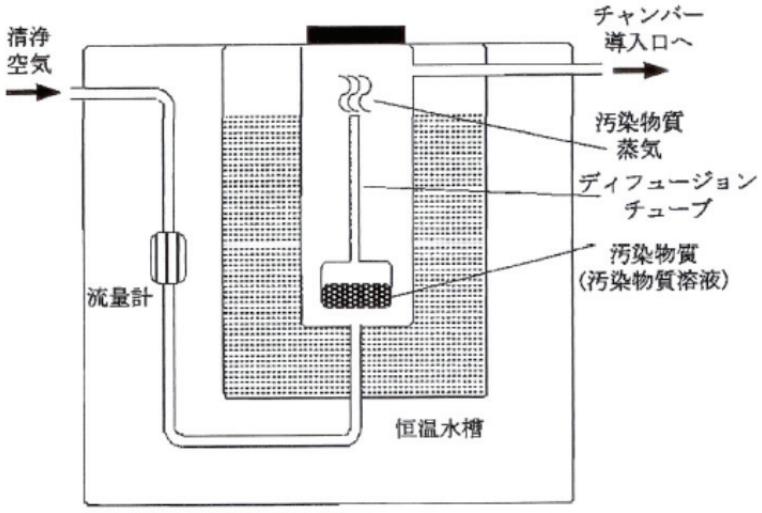


圖 2 供給氣體濃度裝置之範例

7. 試驗方法

7.1 試驗片

7.1.1 試驗片的方法：試驗材料規格取決於環控箱容積大小之產品負荷率之規定。建材樣本使用於密封裝置於適用艙體，以 500L 環控箱之產品負荷率為 1.0m^2/m^3 之限制，使用兩片建材長為 620±10mm，寬為 430±10mm，厚度為 50mm 以下。而 20L 環控箱之產品負荷率為 2.2m^2/m^3 之限制，使用兩片建材長寬各為 165±1mm，厚度為 30mm 以下。

7.1.2 試驗片的準備

a) 板類或壁紙：為避免建材於搬運運輸過程中遭受污染，因使用密

封材料鋁泊紙包覆密封或使用樹脂類避免逸散、擴散污染物質導致樣本受污。建材需置放於環控箱內之環境條件為溫度 28±2℃、濕度 50±5%，標準養護時間超過 48 小時以上。

b) 塗料類：試驗板可參照 JIS R 3202 平光面板測試及 JIS H 4000 鋁板測試方法之規定，本試驗目的可以聯合國宗旨，適用其他材料如石膏板等。

1) 透過塗布劑量，均勻全面塗抹至試驗板上。

2) 塗布量、次數及間隔需依據現場施工方法說明。

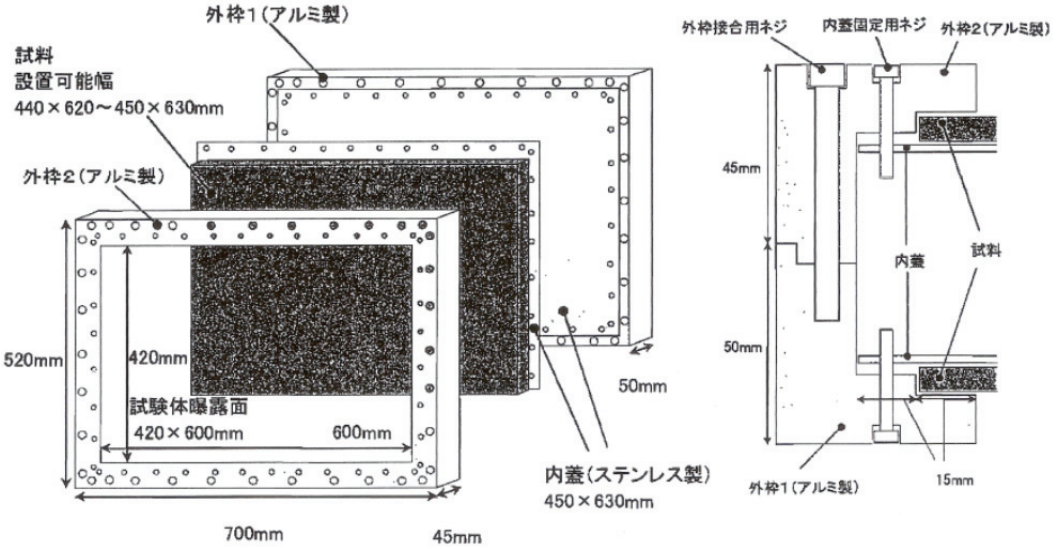
3) 塗布完成後，需注意週邊環境污染物質之吸附，養護置放於溫度 23±2℃、濕度 50±5%之空氣環境，完成塗布。

4) 待養護結束後，依 a)規定同步處理。

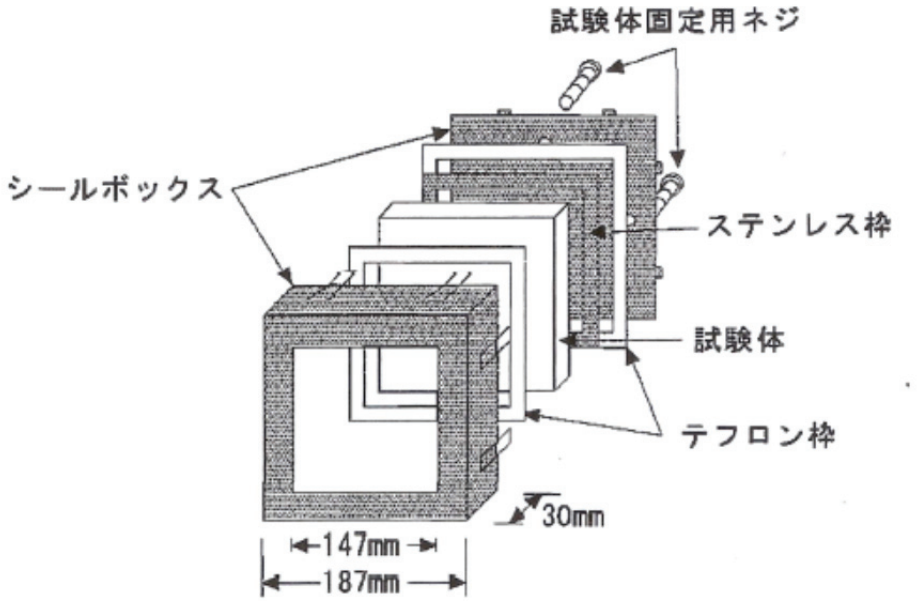
7.1.3 密封試驗樣本：試驗樣本需透過預留表面，進行密封材料封邊程序，提供標準作業程序進行檢驗，參見圖 3 密封施工程序，a) 500L 環控箱試驗標準，b) 20L 環控箱試驗標準。

注解 1：依試驗樣本表面、材料特性之不同，以兩塊樣本背面相互貼齊，僅提供預留表面進行測試。

注解 2：依不繡鋼板及鋁泊密封貼合，依環控箱提供建材表面暴露符合產品負荷率之面積規定。500L 環控箱之試驗場所供納長 600mm、寬 420mm 左右，20L 則長、寬各為 147mm 左右提供檢測面積置入。



a) 500L 環控箱適用之密封條件程序



b) 20L 環控箱適用之密封條件程序

圖 3 樣本密封程序

7.2 試驗條件

7.2.1 溫度及相對濕度：環控箱內部環境條件設定溫度為 28±0.5℃、相對濕度 50±5℃標準狀態設定。

注解：需確認溫、濕度持續調控之穩定性，依不同試驗目的可調控溫度範圍為 20~35℃、相對濕度則為 45~65%進行改變。

7.2.2 換氣次數：換氣次數以 0.5±0.05 回/h 為標準設定。

7.2.3 物質傳達率：試驗樣本於小尺寸環控箱內之物質傳達率相當於水蒸氣換算為 9~18m/h 程度。

注解：物質傳達速率相當於流經試驗樣本表面之空氣風速流量為 0.1~0.3m/s。

7.2.4 環控箱內部壓力(500L 艙體)：試驗時，環控箱內部壓力控制 500Pa 以下。

7.2.5 導入空氣：導入環控箱內部之室內空氣可經過活性碳、活性氧化鋁與高錳酸鉀浸漬處理等，以促降低空氣污染物濃度。

甲醛背景濃度：10μg/m^3 以下。

甲苯背景濃度：20μg/m^3 以下。

7.2.6 污染物質濃度：依日本衛生署基準提供環控箱內部污染物質濃度之規定。

甲醛濃度：100±20μg/m^3。

甲苯濃度：260±52μg/m^3。

注解：如試驗目的需要，可額外提供基準值標準之 1/2 倍及 5 倍污染物濃度。

7.3 環控箱內部污染物質濃度之設定

a) 供應污染物質裝置需確認執行試驗前之穩定狀態。

注解：穩定狀態時，於 24 小時內檢測 3 點以上之測定結果，控制污染物質濃度於±15%以內的穩定水平狀態。

b) 供應污染物濃度穩定後至環控箱內部導入，待 24 小時污染物濃度穩定後進行測定。

c) 同時，供應污染物濃度裝置提供污染物濃度之標準測定，環控箱

內衡量污染物質濃度之計算公式(1)。

$$C_T = \frac{C_P \times Q_P}{(Q_A + Q_P)} \quad \cdots\cdots(1)$$

注解：依實際採樣濃度值，提供計算濃度值換算。

d) b)確認環控箱內污染物質濃度，c)計算污染物質供給濃度之差異值，確保差異值控制在 10%範圍內，若超出 10%之規定，則需再次執行環控箱清洗、空氣換氣流量之檢查，再重複 a) ~ c)之操作。

7.4 試驗程序

a) 背景濃度之確認：環控箱確實執行 7.2.1~7.2.5 項目條件規定，於供應污染物質濃度前需提供 24hr 空轉運行。依艙體內排出氣體濃度之採樣程序，確認環控箱空白背景濃度之規定如下。

甲醛背景濃度：15μg/m^3 以下。

甲苯背景濃度：40μg/m^3 以下。

甲醛背景濃度：15μg/m^3 以下。

甲苯背景濃度：40μg/m^3 以下。

注解：若超出環控箱背景濃度之規定，則需再次執行環控箱清洗、空氣換氣流量之檢查，並再次確認。

b) 供應污染物質濃度之確認：測量供應污染物濃度空氣排放，確保濃度穩定性。同時確保環控箱內之溫度、相對濕度、換氣率及次數符合所規定的條件範圍內。

c) 試驗樣本之設置：試驗樣本開封後，透過預留表面置放於環控箱內部平放使其空氣流量均勻通過表面，並調控環控箱內環境條件設定。以 500L 環控箱之場所，確認熱線風速計距試驗樣本表面之 20mm 進行觀測。

d) 供應污染物質裝置於環控箱之空氣導入：依試驗樣本設置完成後，供給氣體污染濃度之裝置，經分流混合後提供導入環控箱內部。

500Ｌ環控箱需再確認表面風速及內部壓力符合設定範圍內。

e) 環控箱內污染物質濃度之測定：供給污染物質濃度裝置導入空氣開始後，測定時間以 1、3(或 4, 5)、7 天各別進行測定，依環控箱排氣口進行空氣濃度採樣，並同時進行供氣污染物濃度之測定 C_p。

7.5 空氣採樣及分析方法

7.5.1 環控箱內及污染物質濃度供應(混合箱)之濃度空氣採樣

a) 測定成份：污染物質成份包含甲醛及甲苯。

b) 污染物質採集方法如表 2、表 3 所示。

表 2 採樣方法（環控箱內部採樣）

污染物質	方法	
ホルムアルデヒド	捕集管：DNPH カートリッジ	
	500Lチャンバー サンプリングコックにDNPHカートリッジを取り付け，チャンバー排出空気を約0.5L/minの流量で10L採取し，ホルムアルデヒドをカートリッジ内に捕集する。	20Lチャンバー チャンバー排気口に DNPH カートリッジを取り付け，チャンバー排出空気を約 0.167L/min の流量で 5～10L 採取し，ホルムアルデヒドをカートリッジ内に捕集する。
トルエン	捕集管：Tenax-TA	
	500Lチャンバー サンプリングコックにTenax-TA捕集管を取り付け，チャンバー排出空気を約0.25L/minの流量で適量（例・5L）採取し，トルエンを捕集管内に捕集する。	20Lチャンバー チャンバー排気口に Tenax-TA 捕集管を取り付け，チャンバー排出空気を約 0.167L/min の流量で適量（例・1L または 3.2L）採取し，トルエンを捕集管内に捕集する。

表 3 採樣方法（含供應裝置系統及混合箱採集方法）

汚染物質	方法	
ホルムアルデヒド	捕集管：DNPH カートリッジ	
	500Lチャンバー（内部混合型）：供給装置からの捕集 DNPHカートリッジを用いて，チャンバーへの空気導入量の60%以下の流量でチャンバーへの導入経路の途中に設置した捕集箇所から適量捕集を行う。	20L チャンバー（外部混合型）：混合器からの捕集 DNPH カートリッジを用いて，パージ流量の 60%以下の流量で混合器から適量捕集を行う。
トルエン	捕集管：Tenax-TA	
	500Lチャンバー（内部混合型）：供給装置からの捕集 Tenax TA捕集管を用いて，チャンバーへの空気導入量の60%以下の流量でチャンバーへの導入経路の途中に設置した捕集箇所から適量捕集を行う。	20L チャンバー（外部混合型）：混合器からの捕集 Tenax TA 捕集管を用いて，パージ流量の60%以下の流量で混合器から適量捕集を行う。

8. 試驗結果計算

8.1 污染物質吸附率計算：從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部所經過時間的吸附率[%]計算方法。

$$R_P = \frac{C_T - C_N}{C_T} \times 100 \quad \cdots\cdots(2)$$

8.2 污染物質吸附速度量計算：從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部所經過時間的吸附速度量 ads[**μ**g/（m^2・h）]計算方法。

$$ads = (C_T - C_N) \times \frac{(Q_A + Q_P) \times \frac{60}{1000}}{A} \quad \cdots\cdots(3)$$

注解：若污染物質濃度採樣期間依試驗目的變動，則依供應污染物質至環控箱採樣之平均濃度值計算。

8.3 吸附換氣量計算：從開始使用污染物測定試驗建材至環控箱內部所經過時間的吸附換氣量 Q_{ads}[**m**^{3}/（m^2・h）]計算方法。

$$Q_{ads} = \left[\frac{C_T}{C_N} - 1 \right] \times \frac{Q}{A} \quad \cdots\cdots(4$$

)

附錄五 國際相關低減建材認定基準

BCJ-CS-5-2003

2003 年 11 月 6 日

室內空氣中的揮發性有機化合物污染低減建材認定基準

(財)日正式建築中心

新建築技術認定事業

1. 認定基準的名稱

室內空氣中的揮發性有機化合物污染低減建材認定基準。

2. 新建築技術的內容

降低室內空氣中的揮發性有機化合物污染濃度的建材（以下，叫「低減建材」。）

3. 適用範圍

通過吸附、分解建築物室內空氣中的揮發性有機化合物(VOC)，甲醛及其他的羰化合物等，有降低污染濃度的性能的建材。

4. 評價項目

4.1 有關低減建材的降低效果的性能

4.2 低減建材的品質

4.3 低減建材的環境負荷

5. 評價基準

5.1 有關低減建材的降低效果的性能

低減建材，被申請者特別指定的揮發性有機化合物，甲醛及其他的羰化合物等（以下，稱「對象化學物質」。）評價對象，如果按照使用目設置在被評估的居住環境下，決定有以下的(1)～(4)的性能。

(1) 低減量的性能

低減建材，與到被估計居住環境下設置普通建材的情況比較，有顯著的低減量。

(2) 低減效果的持續性能

低減建材，能把握在被估計居住環境下與普通建材的降低性能到變得同等為止的時間也如低減量。

(3) 對低減效果的干擾的性能

低減建材，被估計居住環境下，通過被通常預想的各種環境因子給對象化學物質的低減量的性能給予的影響不顯著地效果損害。

(4) 對降低對象化學物質以外的化學物質的發生量的性能

低減建材，與在被估計住址環境下新的空氣污染起源不成事。

5.2 低減建材的品質

低減建材，按照使用目的有必要的性能、功能及施工性等質量。

5.3 低減建材的環境負荷

低減建材，為降低環境負荷的貢獻。

6. 評價方法

根據以下，確認有對上述的誤差準則表現的性能的。

6.1 有關低減建材的低減效果的性能

根據以下確認有關低減建材的降低效果的性能滿足上述 5.1 的性能的。還有，滿足上述 5.1 的性能的產品穩定關於能供給，根據製造要領及質量控制說明書評價。

(1) 低減量的性能

低減量的性能，申請者通過比較的情況的低減量確認為被特別指定的普通建材。表示在被估計住址環境下的降低建材的對象化學物質低減量之後，作為通風量換算值($m^3/h \cdot m^2$)表示。

對象化學物質低減量，通過由小形 chamber 法的試驗確認。

(2) 低減效果的持續性能

效果的持續性能，申請者根據到變得同等為止的飽和消除量及脫附性能確認為被特別指定的普通建材的低減性能。作為在被評估居住環境下的性能持續時間，如對象化學物質的飽和消除量表示。

低減建材的對象化學物質的飽和消除量，通過由小形 chamber 法的試驗確認。重量法也如根據容量法可以測量。吸附等溫線被表明最好。飽和吸附後的建材的對象化學物質的脫附性能，通過由小形 chamber 法的試驗推薦確認。再者，對象化學物質降低的機制如果由分解等，寫明保證在性能保證的條件，期間內能釋放的低減量的性能的試驗結果如保證的根據。

(3) 對低減效果的干擾的性能

對低減效果的干擾的性能，根據低減建材的對象化學物質低減效果的溫度依賴性，濕度依賴性及干擾氣體的有無等確認。

對被評估居住環境下表現存在被預想的各種環境因子給對象化學物質的低減效果給予的影響（主要性能干擾影響）。

(4) 對低減對象化學物質以外的化學物質發生量的性能

預計住宅環境中新的空氣污染來源必須確認，對此進行驗證。

對象化學物質以外的化學物質關於揮發性有機化合物(VOC)，甲醛及其他的羰化合物，JAS 規格及 JIS 根據規格（JIS A 1460:2001 建築用板類的甲醛擴散量的考試方法-乾燥器法，JIS A 1901:2003 建築材料的揮發性有機化合物(VOC)，甲醛及其他的羰化合物擴散測量方法-小形 chamber 法等)確認擴散速度，確認按照 JAS 規格及由 JIS 規格的 F☆☆☆☆等級的。

對象化學物質以外的化學物質關於揮發性有機化合物(VOC)，甲醛及其他的羰化合物以外的化學物質，通過小形 chamber 法等的試驗，測量的化學物質的擴散速度(μg/ m^2·h)或，根據氣相層析質譜分析儀(GC/MS)分析等的定性分析結果（色譜等）確認。

6.2 低減建材的品質

(1) 根據低減建材的使用目的性能，功能，根據基於恰當的試驗方法的考試結果確認。

(2) 低減建材的施工性，根據施工要領及施工業績（包含考試）等確認。

(3) 如果關於低減建材，有清掃方法和維持管理上的注意事項，確認確實地告訴使用者那個內容的。

(4) 有關 PRTR 法（化學物質排放掌握管理促進法），MSDS（安全性數據表）被規定為義務東西，添加。

6.3 低減建材的環境負荷（[ ]裡面的記號，表示講解手冊中的表面 3「為了環境負荷評價項目選定的矩陣表」的記號。）

低減建材的環境負荷，下面的(1)～(22)的項目根據申請者製作的說明資料估價。

作為環境負荷評價項目最重視進行評價的項目，作為(1)的項目。還有，從環境負荷降低的觀點估價最好的項目，(2)～(22)的項目，這些的項目裡面，有環境負荷評價不能進行的理由，明確理由和適用範圍等之後申請者可以適宜地選擇作為。

(1) [E16，17]E.阻礙利用·使用·運用階段的 16.妨礙健康的物質、17.空氣污染物

該低減建材的建築物的使用時，阻礙健康的有害物質及空氣污染物不被放出的那樣充分地被認識，降低室內空氣中的對象化學物質的污染濃度。

(2) [A3]A・資源籌措階段的 3.資源的大量消費

特定材料的大量消費未被充分地關懷，使之惡化地球環境。

(3) [A7]A・資源籌措階段的 7.廢棄物

沒有被排出的廢棄物顯著地使之惡化地域及地區環境，在資源

(原料)籌措過程被排出的廢棄物的種類和量恰當地被認識，對被排出的廢棄物的恰當的處理方法被制定。

(4) [AB16]A．資源籌措階段，B.阻礙製造階段的 16.健康的物質

資源(原料)籌措時又製造時，不包括顯著阻礙健康一樣的有害物質的那樣充分地被認識。作為製造原料不使用那樣充分被認識有顯著阻礙健康一樣的有害物質。

(5) [B1]B.製造階段的 1.能源的大量耗費

製造時的能源量無顯著地耗費，從節能的觀點給地球環境不帶來顯著影響。

(6) [B2]B.製造階段的 2.全球暖化物質

製造時排出的全球暖化煤氣的量不顯著地大，從全球暖化防止的觀點給地球環境不帶來顯著的影響。

(7) [B7]B.製造階段的 7.廢棄物

未被製造時，排出的廢棄物顯著地使之惡化地域及地區環境，在製造過程被排出的廢棄物的種類和量恰當，對被排出的廢棄物應恰當被制定處理方法。

(8) [B8]B.製造階段的 8.大氣污染物質

未被製造時，需充分認識排出的大氣污染物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

(9) [B9]B.製造階段的 9.土壤污染物

未被製造時，需充分認識排出的土壤污染物顯著地使之惡化地域及地區環境。

(10) [B10]B.製造階段的 10.水質污濁物質

未被製造時，需充分認識排出的水質污濁物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

(11) [FG7]F.維持·管理·修復，G.拆卸·回收階段的 7.廢棄物

維持·管理·修復時，該低減建材成為在拆卸、回收時，需研究回收方法使之廢棄物沒有顯著地使之惡化地域及地區環境。

(12) [H1]H.再利用·reuse 階段的 1.能源的大量消費

被再利用 reuse 時，消費的能源量無大量顯著，需充分關心從節能的觀點給地球環境不帶來顯著的影響。

(13) [H2]H.再利用·reuse 階段的 2.全球變暖物質

被再利用 reuse 時，排出的全球變暖煤氣的量無大量顯著，需充分關心從全球變暖防止的觀點給地球環境不帶來顯著的影響。

(14) [H3]H.再利用·reuse 階段的 3.資源的大量消費

再利用 reuse 為特定材料的大量消費抑制貢獻。

(15) [H7]H.再利用·reuse 階段的 7.廢棄物

未被再利用 reuse 時，需充份了解排出的廢棄物顯著地使之惡化地域及地區環境，恰當的制定處理方法對排出的廢棄物的種類和量。

(16) [H8]H.再利用·reuse 階段的 8.大氣污染物質

未被再利用 reuse 時，需充份了解排出的大氣污染物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

(17) [H9]H.再利用·reuse 階段的 9.土壤污染物

未被再利用·reuse 時，需充份了解排出的土壤污染物顯著地使之惡化地域及地區環境。

(18) [H10]H.再利用·reuse 階段的 10.水質污濁物質

未被再利用·reuse 時，需充份了解排出的水質污濁物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

(19) [I7]I.廢棄階段的 7.廢棄物

未被廢棄時，需充份了解發生的廢棄物顯著地使之惡化地域及地區環境，恰當制定對被排出的廢棄物的處理方法。了解廢棄處理能恰

當地再次被進行材料設計。

(20) [I8]I.廢棄階段的 8.大氣污染物質

未被廢棄時，需充份了解排出的大氣污染物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

(21) [I9]I.廢棄階段的 9.土壤污染物

未被廢棄時，需充份了解排出的土壤污染物顯著地使之惡化地域及地區環境。

(22) [I10]I.廢棄階段的 10.水質污濁物質

未被廢棄時，需充份了解排出的水質污濁物質顯著地使之惡化地域及地區環境。

7. 其他

本認定基準，如果有為社會承認形勢不相稱等必要，很快地進行修訂。

無財團法人日本建築中心的許可禁止轉載。

附錄六 日本低減建材產品認定檢測評估表

認定番号	BCJ-AIBT-14
認定基準名・番号	室内空気中の揮発性有機化合物汚染低減建材 認定基準 BCJ-CS-5-2003
認定有効期限	2013年9月25日

技術の名称
室内空気中の揮発性有機化合物汚染低減建材
「タイガーケンコート」

申込者名
吉野石膏（株）
東京都千代田区丸の内3-3-1
TEL 03-3284-1181（吉野石膏ＤＤセンター）

本ページは、先端的・革新的な建築技術のうち建築基準法やＪＩＳ・ＪＡＳ等で基準・規格化されていないものについて、新建築技術の開発・普及、建築物の品質確保の促進に寄与することを目的として、その品質を認定した技術について、申込者のご承諾を得て紹介する欄です。

新建築技術認定

1．タイガーケンコートの概要

(1)本技術は、従来のせっこうプラスターの原材料に「ホルムアルデヒド分解剤」を混入して、製造され、室内空気中のホルムアルデヒドを化学的に吸着することにより、その汚染濃度を低減する性能を持つ建築内装用仕上塗材（「タイガーケンコート」）である。一度吸着したホルムアルデヒドは再放出せず、室内空気を汚染する新たな化学物質の放散も無い。

(2)「タイガーケンコート」は、せっこうプラスターの日本工業規格（JIS A 6904：1997）及び建築用仕上塗材の日本工業規格（JIS A 6909：2003）に基づく試験により、必要とされる性能を満足している。

(3)製造・施工については、製造要領書、品質管理要領書及び施工マニュアルに基づくこととしている。

表1 「タイガーケンコート」の製品種類

製品種類 略号	製品種類 色調	形態	荷姿	入り目 (kg/袋)
Y-100	ホワイト（白）	粉状	紙袋	10
Y-200	クリーム（淡黄）			
Y-300	ライトブラウン（黄じゅらく）			
Y-400	ライトグリーン（若草）			
Y-500	ライトピンク（さくら）			

写真1 荷姿

2．タイガーケンコートの製品種類等

(1)製品種類
「タイガーケンコート」の製品種類を表1、荷姿を写真1に示す。

(2)製品の使用用途
「タイガーケンコート」の使用用途は建築物の内装用仕上塗材である。

3．「タイガーケンコート」の低減効果に関する性能

「タイガーケンコート」は、ホルムアルデヒドに対し、使用目的に応じて想定される居住環境下に設置した場合、以下の(1)～(4)の性能を有すると判断した。

試験条件	
チャンバー容積	0.1 m^3
給気量	0.021 m^3/h
試料負荷率	1.0 m^2/m^3
対流熱伝達率	0.89～1.04 W/m^2K
給気のホルムアルデヒド濃度	高濃度（ガイドライン値の5倍濃度）
	ガイドライン値濃度
	低濃度（ガイドライン値の1/2濃度）
温度	15℃、25℃、35℃
湿度	25%RH、50%RH、75%RH

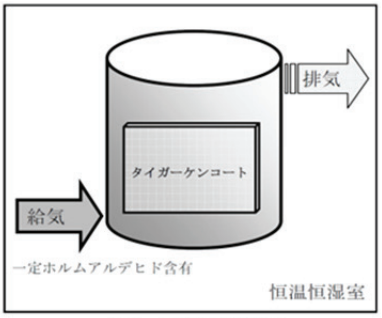


図1 試験装置概略図

表2 「タイガーケンコート」の低減量性能(*1)（下地：せっこうボード）

供給濃度	当該建材を設置した場合の排気濃度	一般建材(ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ貼り)を設置した場合の排気濃度	低減量	換気量換算値
540 μg/m^3【高濃度】	40 μg/m^3	530 μg/m^3	490 μg/m^3	2.6 m^3/hm^2
96 μg/m^3【ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ値付近濃度】	8 μg/m^3	96 μg/m^3	88 μg/m^3	2.4 m^3/hm^2
46 μg/m^3【低濃度】	4 μg/m^3	45 μg/m^3	41 μg/m^3	2.2 m^3/hm^2

表3 「タイガーケンコート」の低減量性能(*1)（下地：ガラス板）

供給濃度	当該建材を設置した場合の排気濃度	一般建材(漆喰)を設置した場合の排気濃度	低減量	換気量換算値
97 μg/m^3【ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ値付近濃度】	8 μg/m^3	26 μg/m^3	18 μg/m^3	0.5 m^3/hm^2

(*1)表2、表3に記載されている数値については、申込者より提出された試験結果データを基に、評価委員会において有効数字2桁で算出した結果である。

(1)低減量の性能
「タイガーケンコート」は、想定される居住環境下に一般建材を設置した場合と比較し、表2,3に示すとおり著しい低減量を有している。試験方法は以下の通り。

試験装置は、ホルムアルデヒド濃度調整部とテストチャンバーで構成されており、すべて恒温恒湿室内に設置されている。テストチャンバー容積は0.1m³であり、SUS304製である。試験はテストチャンバー内に小口及び裏面をアルミテープでシールした試験体を露出面積が試料負荷率 1.0m²/m³ となるように設置し、所定のホルムアルデヒド濃度に調整した空気をテストチャンバー内に供給し、定常状態となった時のテストチャンバー排気濃度より、ホルムアルデヒド低減性能を算出した。試験装置の概略を図1に示す。

(2)低減効果の持続性能
「タイガーケンコート」は、表4に示すとおり、想定される居住環境下で一般建材の低減性能と同等になるまでの時間もしくは低減量が把握されている。

(3)低減効果の妨害に対する性能
「タイガーケンコート」は、想定される居住環境下で、通常予想される各種環境因子(温度、湿度)が対象化学物質の低減量の性能に与える影響が表5に示すとおり少なく、著しく低減効果が損なわれないものである。

(4)低減対象化学物質以外の化学物質の発生量に対する性能
「タイガーケンコート」は、想定される居住環境下でホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンの気中への放散は確認されず、新たな空気汚染源とならないものである。

4.「タイガーケンコート」の品質

「タイガーケンコート」の品質については、(1)～(4)の条件を整備しており、その条件の妥当性について審査した結果、当該条件に基づき当該建材が製造、施工されれば、所定の品質は確保されるものと判断した。

(1)「タイガーケンコート」の使用用途に応じて必要とされる性能、機能は、JIS A 6904:1997「せっこうプラスター」及びJIS A 6909：2003「建築用仕上塗材」の日本工業規格を満足することが確認されている。
(2)「タイガーケンコート」の施工に関しては、施工マニュアルが整備されており、施工マニュアルに基づくことにより施工者が確実に施工できるものとしている。また、過去の施工実績からも確実に施工できることが確認されている。
(3)「タイガーケンコート」の清掃方法、維持管理に関する注意事項はパンフレットに記載されており、使用者に確実に伝えている。
(4)PRTR法に基づくMSDSが義務付けられている第1種指定化学物質、第2種指定化学物質は含有しない仕様である。

5.「タイガーケンコート」の仕上げパターン及び施工風景

「タイガーケンコート」の仕上げパターンは10種以上あるが、パターン見本（代表例）として4種を示す。また、施工風景を写真2に示す。

表4　「タイガーケンコート」の低減効果の持続性

濃度レベル	低減量	換算時間(※2)
544 μg/m³【高濃度】	1.0g/m²以上	1年程度
96 μg/m³【ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ値付近濃度】	1.0g/m²以上	1年程度

（※2）「換算時間」は、申込者より提出された試験結果データを基に、室内濃度が定常的に高濃度もしくはガイドライン値付近の濃度レベルであり、かつ単位表面積当たりのホルムアルデヒド低減量が一定と仮定した条件下で、評価委員会において性能持続時間を換算したものである。さらに、換算結果が1年以上の場合は全て「1年程度」と表記している。

＜パターン見本（代表例）＞

コテ塗り放し仕上げ

横目模様仕上げ

コテ引きずり仕上げ

スパニッシュ仕上げ

写真2　施工風景

表5　「タイガーケンコート」の温度、湿度に対する低減性能(※3)

温度	湿度	供給濃度	当該建材を設置した場合の排気濃度	低減量	換気量換算値
25℃	50%（RH）	96 μg/m³	8 μg/m³	88 μg/m³	2.4 m³/hm²
35℃	50%（RH）	89 μg/m³	9 μg/m³	80 μg/m³	1.9 m³/hm²
15℃	50%（RH）	103 μg/m³	6 μg/m³	97 μg/m³	3.2 m³/hm²
25℃	75%（RH）	90 μg/m³	8 μg/m³	82 μg/m³	2.3 m³/hm²
25℃	25%（RH）	108 μg/m³	11 μg/m³	97 μg/m³	1.8 m³/hm²

(※3)表5に記載されている数値については、申込者より提出された試験結果データを基に、評価委員会において有効数字2桁で算出した結果である。

附錄七 國內吸附性綠建材產品認定評估表(草案)

吸附性綠建材評估表 □新申請 □延續申請		日 期	年 月 日	收件編號	
評定程序	本案件之評定依「綠建材標章申請審核認可及使用作業要點」之規定召開。	評定時間	年 月 日 時至 時		

一、建材產品及檢測資料(由申請人填寫)

產品名稱		試驗單位	
產品型號		收樣時間	月 日
試樣採取時間	年 月 日	有效日期	至 年 月 日

二、吸附性綠建材試驗(由申請人填寫)

本試驗案依據「綠建材標章－低逸散健康綠建材+」所規定之標準測試法試驗無誤，其試驗值如下列：

廠商負責人章

三、高性能節能玻璃綠建材評定(由評定專業機構填寫)：
填表人：

類別	材料	性能評定	試驗結果	S.D (%)	評定基準	符合	不符	綜合評論
室內裝修建材(單一最終表面材)	□地板類 □牆壁類 □天花板類 □油漆類 □其它類：＿＿＿＿	基準濃度 (0.1ppm)	通風率值( )$m^3/m^2 \cdot h$ 吸附通量( )$ug/m^2 \cdot h$	□ <15%	1. S3 等級☆ □0.41≦甲醛≦0.67 □0.41≦VOC≦0.67 S2 等級☆☆ □0.67≦甲醛≦1.24 □0.67≦VOC≦1.24 S1 等級☆☆☆ □1.24≦甲醛 □1.24≦VOC 2. 換算使用年限 □一年程度以上 (依標準狀態為原則) 3. 脫附性能 □符合逸散分級基準			
		高濃度 (0.2ppm)	通風率值( )$m^3/m^2 \cdot h$ 吸附通量( )$ug/m^2 \cdot h$					
		高溫環境 (30℃,50%)	通風率值( )$m^3/m^2 \cdot h$ 吸附通量( )$ug/m^2 \cdot h$					
		高濕環境 (25℃,75%)	通風率值( )$m^3/m^2 \cdot h$ 吸附通量( )$ug/m^2 \cdot h$					

注意事項	1.測試方法依據 CNS0990704、0990705(2011)或內政部建研所標準測試法，計劃編號 MOIS9XXXXXX，測試時間達達 96 小時(滿足 24、48 及 72hr 吸附性能與 24hr 脫附試驗)。 2.揮發性有機化合物認定：甲醛及 VOCs：甲苯(暫定)

四、吸附性綠建材評定結果 (以下由評定專業機構依綠建材標章分類小組決議填寫)

結果註記	□	通過
	□	不通過

附錄八 綠建材吸附性能評定基準第一次工作會議

1-3 彙整國際標準性能評定項目及範圍(評定項目)

■ 彙整國際標準評定項目及範圍，提供國內綠建材性能評定基準草案參照。

國際標準評定項目			
項目 \ 規範	ISO 16000系列 (本計畫參照)	JIS 1905系列	JSTM H 5001系列
		符合日本建築中心認定範圍 (BCJ-CS-5)	
檢測範圍	適用各類建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等；對紫外線和產生光催化分解反應之建材不在本適用範圍內。		
性能評定檢測項目			
【基本評定】吸附量性能　1. 單位面積吸附通量，2. 室量吸附通風率(建材特性)			
【建議判定】吸附持續性能 1. 長期吸附性能檢測(換算使用年限)			
【建議條件】吸附干擾性能 1. 溫度條件，2. 濕度條件，3. 濃度條件(室內預期干擾性)			
符合評定條件項目			
檢測條件	符合各標準測定條件參數		
檢測對象	符合甲醛及TVOC污染物質之選定		
檢測時間	符合各標準規範採樣時間：24±2h、72±6h、168±14h、14±1day及最長28±2days		

1-4 日本低減建材性能認定範圍及驗證(認定準則)

低減認定通過證書

(財)日本建築中心　建材低減室內污染認定基準 (BCJ-CS-5)通過認證

■ 低減效果
- ✓ 低減量之性能
- ✓ 低減效果持續性能(換算使用年限程度/年)
- ✓ 低減效果干擾之性能(室內不同溫、濕環境)
- ✓ 低減指標污染物以外逸散量性能

■ 低減建材之品質

使用分類	材料基本特性	施工性能特性
基材		
裝修材(天花板、牆、櫃廚板等)		
細部裝修材(門、窗細部等)		

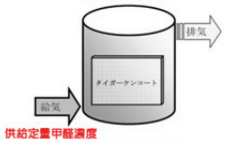
■ 低減建材之環境負荷

1-5 日本低減建材性能認定範圍及驗證(檢測評定)

認定番号	BCJ-AIBT-14
認定基準・番号	室内空気中の揮発性有機化合物汚染低減建材 認定基準 BCJ-CS-5
認定有効期限	2013 年 9 月 25 日

1) 產品概要解說 2) 產品製成種類

產品檢測認定



供給定量甲醛濃度

檢測試驗系統

檢測試驗條件	
チャンバー容積	0.1 m³
給気量	0.021 m³/h
試料負荷率	1.0 m²/m³
対流熱伝達率	0.89～1.04 W/m²K
給気のホルムアルデヒド濃度	高濃度(ガイドライン値の5倍濃度)
	ガイドライン値濃度
	低濃度(ガイドライン値の1/2濃度)
温度	15℃、25℃、35℃
湿度	25%RH、50%RH、75%RH

1-6 日本低減建材性能認定範圍及驗證(產品認定)

■ 日本建築中心現階段審議通過低減建材認定產品(2011.3.31)

日本建築中心—新建築技術認定通過建材 (BCJ-CS-5)

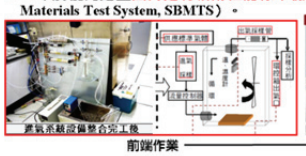
編號	認定編號(有效期限)	認定技術名稱
1	BCJ-AIBI-7 (2012. 7. 17)	低減建材(複合氧化陶瓷型石膏板)
2	BCJ-AIBI-8 (2012. 7. 17)	低減建材(伊奈健康調湿ECOCARAT)
3	BCJ-AIBI-9 (2012. 7. 17)	低減建材(健康調湿岩棉天花板材)
6	BCJ-AIBI-1 (2013. 9. 25)	低減建材(珪藻土石膏塗料珪藻系統)

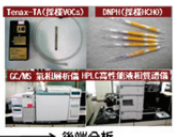
評定條件	低減量	換算值
高濃度	350 μg/m³	1.8m²/m²・h
基準濃度	80 μg/m³	1.5m²/m²・h
低濃度	35 μg/m³	1.5m²/m²・h
高溫	90 μg/m³	1.3m²/m²・h
基準溫度	100 μg/m³	1.5m²/m²・h
低溫	100 μg/m³	1.9m²/m²・h
高濕	87 μg/m³	1.4m²/m²・h
低濕	100 μg/m³	1.5m²/m²・h

推估實際空間換氣效率> 0.5ACH　　換算性能持續性時間> 1年以上低減程度

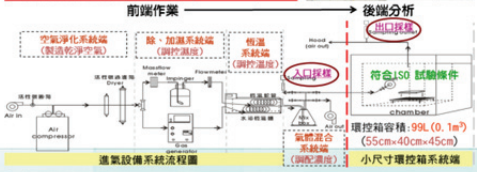
2-1 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測系統)

■ 99年度優先建置國內建材吸附性能標準檢測系統（Sorptive Building Materials Test System, SBMTS）。





前端作業 → 後端分析



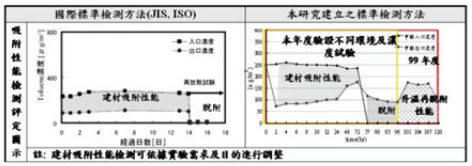
進氣設備系統流程圖　　小尺寸環控箱系統端

2-2 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測程序)

吸附甲醛性能檢測標準作業流程

吸附揮發性有機化合物性能檢測標準作業流程

2-3 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測項目)



國內吸附性能評定計算轉換公式：

$$SB_m = \frac{(C_{in,t} - C_{out,t})Q_v}{A}$$ 單位面積吸附通量

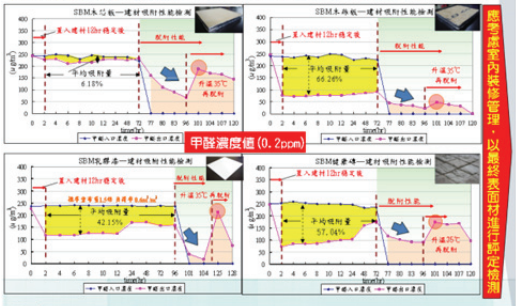
$$SB_{r,eq} = \left(\frac{C_{in,t}}{C_{out,t}} - 1\right)\frac{Q_v}{A}$$ 當量吸附通風量

$$SB_r = \frac{(C_{in,t} - C_{out,t})}{C_{in,t}} \times 100\%$$ 總量平均吸附率

C_{in}：環控箱進氣口之確的化合物濃度，μg/m³；C_{out}：環控箱出氣口之確的化合物濃度，μg/m³；Q_v：環控箱內的空氣流量，m³/h；A：試驗樣本面積，m²；t_e：實驗開始至空氣濃度採樣消逝時間，hr；t爲消逝時間週期，day；SB_r爲計算總量之平均吸附率，%

2-4 國內吸附性綠建材性能評定條件 (99年度檢測)

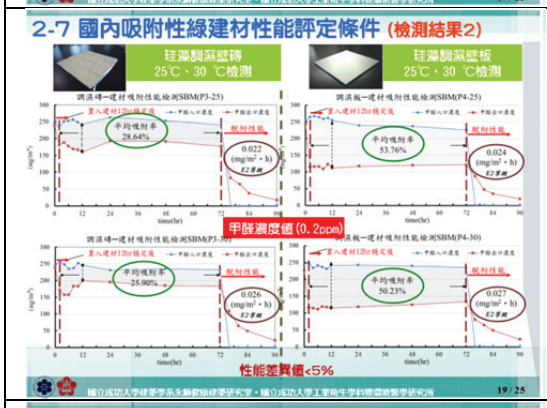
有機物質脫附及熱脫附供未來擬定分級制度並制定相關研發策略，延長再利用效益

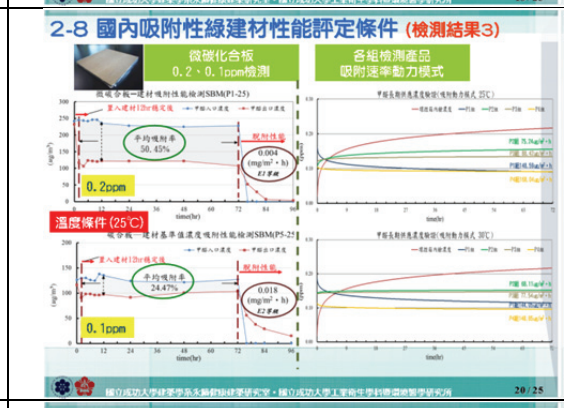


應考慮室內裝修管理，以最終表面材進行評定檢測

2-5 國內吸附性綠建材性能評定條件 (本年度驗證)
Sorptive building materials (SBM)
SBM P1
SBM P2
SBM P3
SBM P4
(國內獨家專利) 微碳化健康合板
(國內引進獨家專利) 珪藻土塗佈板
(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁磚
(國內引進日本專利) 珪藻土調濕壁板
符合基本特色
符合日本認定通過Super F0等級，F☆☆☆☆證明(無有害物質逸散之最終表面建材)
國內標準吸附性建材檢測系統 (SBMT)
環境條件 (本年度評估)
溫度
相對濕度
濃度 (HCHO)
18℃
25℃
30℃
25%
50%
75%
環保署基準值2倍 (0.2ppm)
驗證項目
排除
對應室內不同溫度條件
排除
標準狀態
後續研究
提供分級評定 (最佳化)
1倍 (0.1ppm)
1/2倍 (0.05ppm)
評定對策
不同環境條件建材吸/脫附性能評定
(對應室內不同溫度環境下建材吸附性之干擾影響)
17 / 25

2-6 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測結果1)
微碳化合板 25℃、30 ℃檢測
珪藻塗佈板 25℃、30 ℃檢測
甲醛濃度值 (0.2ppm)
性能差異值<5%
18 / 25


2-7 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測結果2)
珪藻調濕壁磚 25℃、30 ℃檢測
珪藻調濕壁板 25℃、30 ℃檢測
甲醛濃度值 (0.2ppm)
性能差異值<5%
19 / 25


2-8 國內吸附性綠建材性能評定條件 (檢測結果3)
微碳化合板 0.2、0.1ppm檢測
各組檢測產品 吸附速率動力模式
0.2ppm
溫度條件 (25℃)
0.1ppm
20 / 25

2-9 國內吸附性綠建材性能評定條件 (性能評定計算)
■ 各組受測建材吸附性能評定檢測，進行單位面積吸附通量SB_m及當量吸附通風量$SB_{v,eq}$進行性能計算評定。
吸附性建材低減甲醛性能評定項目 (72 小時)
脫附 24hr
21 / 25

3-1 國內吸附性能評定基準認定草案 (標章納入方案)
討論一：
1. 未來國內綠建材標章納入新型態吸附性建材進行審查，建議通過低逸散綠建材一般通則及限定，是否可合理納入適用?
2. 依提供兩大方案新增或納入標章申請，其方案是否可作為未來政策推動方案之目標?
方案一
符合通過 甲醛及 TVOC 基準通則項目
方案二
納入低逸散健康標章申請 (新增吸附性建材子標章)
納入健康、高性能雙標章申請 (新增吸附性能評定項目)
22 / 25

3-2 國內吸附性能評定基準認定草案 (評定基準項目)
討論二：
1. 彙整國際上標準規範提出之評定項目，提供作為國內認定基準之草案範圍，
其適用性是否可作為吸附性綠建材之認定範圍?
23 / 25

3-3 國內吸附性能評定基準認定草案 (分級制度)
討論三：
1. 依不同建材吸附性進行完整檢測，經評估以當量通風率作為評定基準之參考，未來是否能合理制定作為建材性能之分級制度？
性能水準 (吸附通量或吸附通風量)
基本吸附性能等級
最佳吸附性能等級
註：符合試驗邊界條件，推估計算40%裝修率 (環控箱)
24 / 25

附錄九 綠建材吸附性能評定基準第一次會議紀錄

會 議 紀 錄

一、開會事由：綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證第一次工作會議

二、開會時間：100 年 10 月 06 日（星期四）下午 2 時 00 分

三、開會地點：成大祐生環境控制中心 五樓會議室（台南市大學路一號）

四、出（列）席單位及人員

主席：江哲銘

出席人員	簽到處
內政部建築研究所 (派員指導)	
內政部建築研究所 性能實驗中心 林約聘助理研究員霧霆	林霧霆
成功大學工業衛生學科暨環境醫學研究所 李教授俊璋	李俊璋
台北科技大學建築系 邵副教授文政	
屏東科技大學 木材科學與設計系 林教授芳銘	
弘光科技大學環境與安全衛生工程系 陳教授秀玲	陳秀玲
成功大學機械工程學系 李助理教授訓谷	李訓谷
雲林科技大學創意生活設計系所 蔡助理教授耀賢	蔡耀賢
東方設計學院室內設計系 陳助理教授念祖	陳念祖
台北科技大學環境工程與管理研究所 曾助理教授昭衡	曾昭衡

出席人員	簽到處
財團法人成大研究發展基金會	
成功大學建築學系 黃專案研究員琨智	黃琨智
成功大學建築學系 陳研究員振誠	
相關人員	黃昱
	鄭凱文

主席致詞：(略)

會議簡報：(略)

出(列)席人員發言要點：

李教授訓谷：

1. 研究計畫成果對於吸附甲醛及 TVOC 建材納入綠建材標章有極重要之參考依據，值得肯定；未來納入綠建材標章審查，建議可通過低逸散健康及高性能綠建材雙標章申請為較佳方案。
2. 建材吸附性能持續性能部分，參照日本評定基準如何推算出建材使用年限以及相關資料數據，建議可納入補充說明。
3. 國內建材吸附性能評定基準認定草案，贊同只先行以「吸附通量」與「吸附通風量」作為國內評定項目。
4. 建議未來國內針對「甲醛」與「VOCs」濃度之吸附性能，可分別研擬評定基準進行認定。

陳教授念祖：

1. 吸附性建材建議可在既有低逸散健康標章下，增加吸附性建材的識別符號或圖案，如"健康+"，表示該健康綠建材不僅是具備原有「被動性」的低逸散健康建材，更是具「主動性」吸附汙染的特性。
2. 目前本計畫彙整之性能要求評定項目應可提供為國內認定範圍，至於環境、濃度條件之設定，可參考國際間所訂定之條件為原則，但亦需考慮國內本土氣候條件或其他熱帶高濕氣候特徵，有助提升未來外銷產品之機會。
3. 本計畫針對性能評定基準分級應可行，且能符合國際標準規範。
4. 有關國內性能評定參數中，產品負荷率參照 ISO16000-9 規範，與日本條件差異頗大，是否為考量國內現況，亦須作此考量。

陳教授秀玲：

1. 同意納入綠建築標章申請，但須統整標章申請之流程，如可增

列第五標章申請可突顯吸附性建材產品之獨特性。

2. 未來若納入綠建材標章申請審查，需考慮產業界申請評定項目之成本負擔，以現行標章申請查核應避免重復施作相同項目，故此同意可建議納入低逸散綠建材標章，並區別出產品認定之特性。
3. 同意吸附通量與吸附通風量納入作為國內評定項目之準則，但複檢評定報告應針對吸附飽和持續性作為未來進一步的評選項目。

曾教授昭衡：

1. 吸附性建材屬於為高性能的特性之一，故此部份未來若防範其他污染物逸散可先行通過低逸散健康綠建材審查，故同意可納入高性能標章內進行雙標章申請認定。
2. 甲醛濃度在不同濃度條件下，將影響建材吸附性能甚大，故未來訂定標準檢測濃度，應考慮是否同步國際標準規範為基準檢測。

蔡教授耀賢：

1. 未來吸附性建材應基於低逸散健康綠建材為主要準則，同步分列出未來可能促進健康之新型態建材，如吸附性、調濕性等進行分級認定。
2. 針對吸附性建材納入國內綠建材標章實屬可行，其兩種方案(健康或高性能)納入雙標章申請均可，其後續審查管理之配套措施為之重要，可考慮未來政策面配合標章申請為原則。
3. 國內吸附性建材有別於國際上檢測條件不同，如換氣量較大，故此部份初步階段可視同吸附性建材為呼吸建材產品(包含吸附及脫附)，而未來待成熟階段可進一步探討研究吸附總量飽和之情形，有助提升研究之成果。

本案一

李教授俊璋回應：

1. 本案於 99 年度已建立了產品標準檢測之方法，經供應穩定標準氣體基準值(1 倍、2 倍及 1/2 倍)甲醛及甲苯濃度，可提供測試建材吸附及脫附特性之檢測；理想建材應具有吸附及脫附的能力，若建材只具吸附特性而不易脫附，則可能加劇建材飽和而喪失特性。故本案推廣之吸附性建材，除了未來研發新型態產品可能添加污染物分解特性，配合吸附平衡模式應用於一般居室空間，配合宣導配套措施為原則(日/夜：溫度降低吸附，白天溫度上升脫附)。
2. 未來納入綠建材審查將屬技術性問題，低逸散與低減的測試方法各不相同，若提供雙標章認證，應盡可能避免重復審查之成本負擔，降低複雜申請流程及審核時間。
3. 本案訂定檢測環境條件將同步符合國際接軌之一致性，提升國內產品外銷，促進未來可申請相互認證強化國內產業發展。
4. 針對目前國內吸附性建材之評定，初步鎖定於建材基本評定項目為原則，包含單位面積吸附通量及當量吸附通量等不同干擾條件之測試，未來綠建材裝修率提升後導致超過空氣品質之基準值的可能性將會降低，而建材本身具有脫附性能，亦較難達到飽和；目前針對吸附性能持續性將可能為期 28 天實驗，國內設備容量、時間可能較難允許。
5. 濃度低的情況下吸附率較低，以吸附理論物理特性，濃度高低確實會有所影響，目前以各國濃度規定基準值為檢測標準，本案將提供不同濃度檢測進行比對，有待確認污染濃度影響吸附特性之檢定。
6. 未來國內針對甲醛及 VOCs 的評定基準方面，主要將透過建材吸附性能所提供之計算吸附換氣效率作為評定標準，因此不同濃度下及化合物將可提供相互認定。

江教授哲銘回應：

1. 顧慮到是否足夠吸引廠商來申請標章，台灣訂定建築法規之技術規則提升綠建材裝修率將從目前 30%提升到 45%，對廠商會是一大誘因，本案將可藉由綠建築的推動來帶動整個產業。

會議結論：

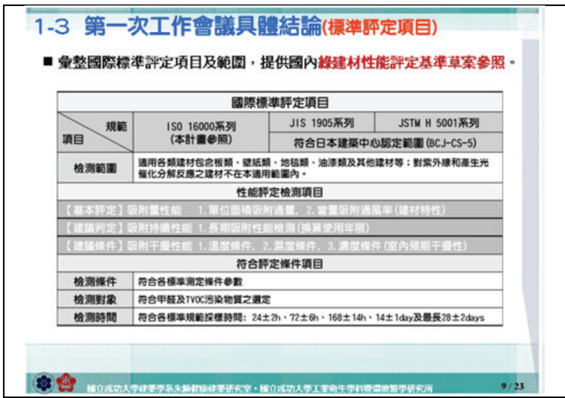
（一）根據本次會議討論，吸附性建材應可具體納入國內綠建材標章(健康或高性能)進行新型態建材進行審查，其結果較傾向納入低逸散健康標章並區分出產品獨特性為原則，申請作業流程較短且單純。

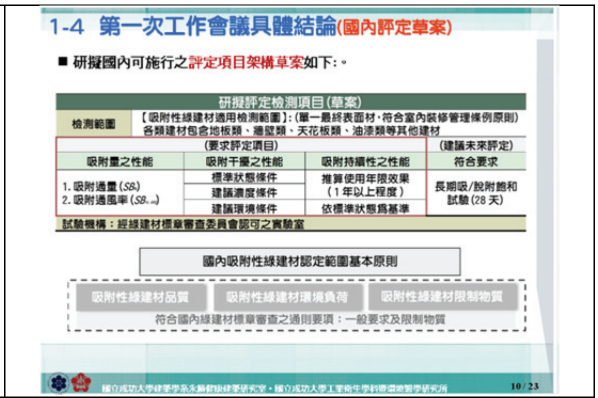
（二）目前國內吸附性能評定基準將以基本低減及干擾特性為主要評定項目，未來待國內設備及技術趨於成熟，將可進一步納入持續性能之檢測，供完整預估推算建材使用之年限，建立完善分級制度。

（三）未來國內針對建材吸附性能評定檢測之項目，應各別針對吸附特性進行甲醛或 VOCs 進行申請認定，並可藉由性能效率統一認定。

散會(下午 4 時 00 分正)

附錄十 綠建材吸附性能評定基準第二次工作會議


1-3 第一次工作會議具體結論(標準評定項目)
■ 彙整國際標準評定項目及範圍，提供國內綠建材性能評定基準草案參照。
國際標準評定項目
規範
項目
ISO 16000系列
(本計畫參照)
JIS 1905系列
JSTM H 5001系列
符合日本建築中心認定範圍(BCJ-CS-5)
檢測範圍
適用各類建材包含板類、壁紙類、地毯類、油漆類及其他建材等：對紫外線和產生光催化分解反應之建材不在本適用範圍內。
性能評定檢測項目
【基本評定】吸附量性能 1.單位面積吸附通量、2.當量吸附通風率(建材特性)
【建議判定】吸附持續性能 1.長期吸附性能檢測(換算使用年限)
【建議條件】吸附干擾性能 1.溫度條件、2.濕度條件、3.濃度條件(室內預期干擾性)
符合評定條件項目
檢測條件
符合各標準測定條件參數
檢測對象
符合甲醛及TVOC污染物質之選定
檢測時間
符合各標準規範採樣時間：24±2h、72±6h、168±14h、14±1day及最長28±2days
9 / 23

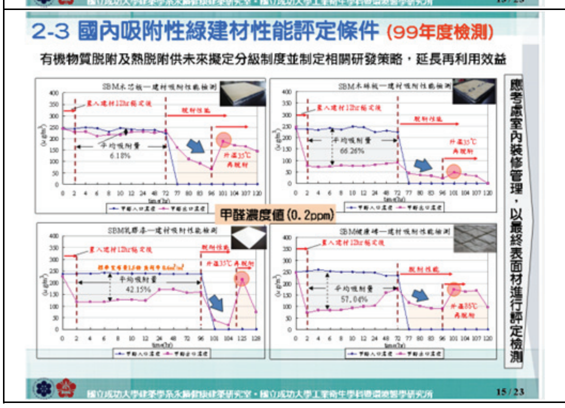

1-4 第一次工作會議具體結論(國內評定草案)
■ 研擬國內可施行之評定項目架構草案如下：。
研擬評定檢測項目(草案)
檢測範圍
【吸附性綠建材適用檢測範圍】：(單一最終表面材，符合室內裝修管理條例原則)
各類建材包含地板類、牆壁類、天花板類、油漆類等其他建材
(要求評定項目)
(建議未來評定)
吸附量之性能
吸附干擾之性能
吸附持續性之性能
符合要求
1. 吸附通量(SB)
2. 吸附通風率(SB)
標準狀態條件
建議濃度條件
建議環境條件
推算使用年限效果
(1年以上程度)
依標準狀態為基準
長期吸/脫附飽和
試驗(28天)
試驗機構：經綠建材標章審查委員會認可之實驗室
國內吸附性綠建材認定範圍基本原則
吸附性綠建材品質
吸附性綠建材環境負荷
吸附性綠建材限制物質
符合國內綠建材標章審查之通則要項：一般要求及限制物質
10 / 23

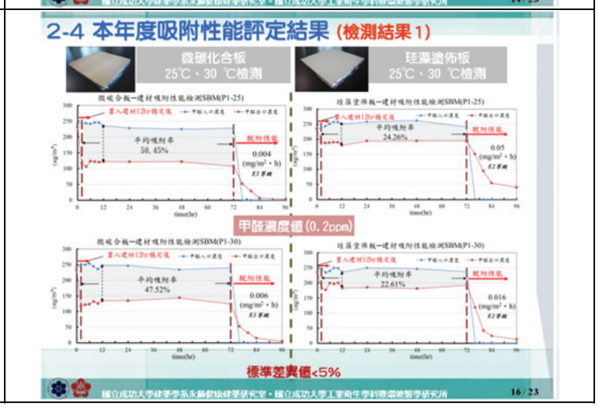
1-5 第一次工作會議具體結論(日本認定範圍)
■ 日本建築中心現階段審議通過低減建材認定產品(2011.3.31)
日本建築中心—新建築技術認定通過建材(BCJ-CS-5)
編號
認定編號(有效期限)
認定技術名稱
1
BCJ-AIBT-7 (2012.7.17)
低減建材(複合碳化陶瓷型石膏板)
2
BCJ-AIBT-8 (2012.7.17)
低減建材(伊奈健康壁磚 ECOCARAT)
3
BCJ-AIBT-9 (2012.7.17)
低減建材(健康舒適岩棉天花板材)
6
BCJ-AIBT-1 (2013.9.25)
低減建材(珪藻土石膏塗料牆板系統)
低減性能評定條件(甲醛或VOCs)
基本條件評定
干擾條件評定
持續性能評定
性能評定基準
高濃度檢測
基準濃度檢測
低濃度檢測
標準
溫、濕
狀態
不同溫度
濕條件狀態
推算持續低減性
換算年限
(通過1年程度以上)
低減換氣量換算值
(換氣效率0.5ACH以上)
YOSHINO
11 / 23

1-6 第一次工作會議具體結論(國內認定範圍)
審查吸附性綠建材
標章程序
VOCs 採樣
HCHO 採樣
Green Building Material
12 / 23

2-1 國內吸附性綠建材性能評定條件(檢測系統)
■ 99年度優先建置國內建材吸附性能標準檢測系統
(Sorptive Building Materials Test System, SBMTS)
Tenax-TA(採樣VOCs)
DNPH(採樣HCHO)
GC/MS 氣相層析儀 HPLC高性能液相層析儀
進氣系統設備整合完工後
前端作業
後端分析
出口採樣
空氣淨化系統端
(製造乾淨空氣)
除、加濕系統端
(調控濕度)
恆溫
系統端
(調控溫度)
入口採樣
符合ISO 試驗條件
Hood (air out)
Massflow meter
Impinger
Flowmeter
Dryer
Air in
Air compressor
Gas generator
chamber
Air out
氣體混合
系統端
(調配濃度)
環控箱容積：99L (0.1m³)
(55cm×40cm×45cm)
進氣設備系統流程圖
小尺寸環控箱系統端
13 / 23

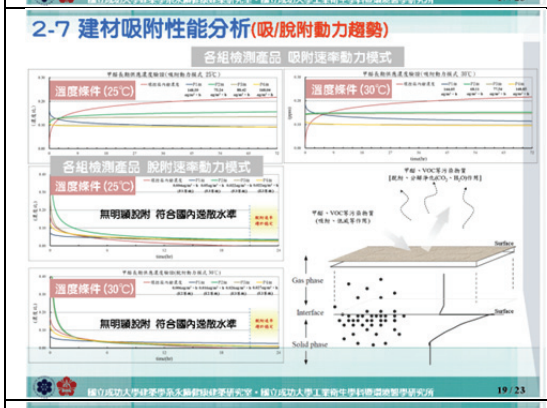
2-2 國內吸附性綠建材性能評定條件(本年度驗證)
Sorptive building materials (SBM)
SBM P1
SBM P2
SBM P3
SBM P4
(國內獨家專利)
微碳化健康合板
(國內引進獨家專利)
珪藻土塗佈板
(國內引進日本專利)
珪藻土調濕壁磚
(國內引進日本專利)
珪藻土調濕壁板
符合基本特色
符合日本認定通過Super F0等級，F☆☆☆☆證明(無有害物質逸散之最終表面建材)
國內標準吸附性建材檢測系統(SBMT)
環境條件
(本年度評估)
溫度
相對濕度
濃度(HCHO)
18℃
25℃
30℃
25%
50%
75%
環保署基準值2倍
(0.2ppm)
驗證項目
排除
對應室內不同
溫度條件
排除
標準
狀態
後續
研究
提供分級評定(最佳化)
1倍(0.1ppm)
1/2倍(0.05ppm)
評定對策
不同環境條件建材吸/脫附性能評定
(對應室內不同溫度環境下建材吸附性之干擾影響)
14 / 23

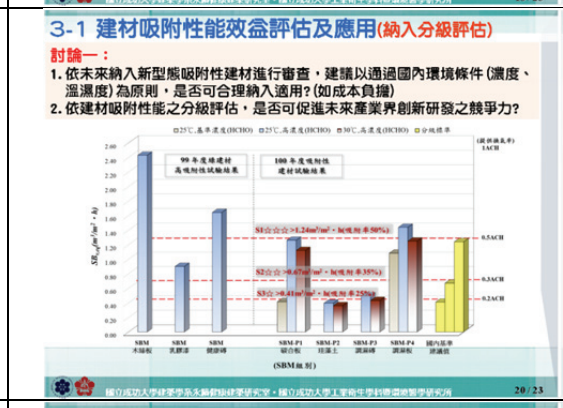

2-3 國內吸附性綠建材性能評定條件(99年度檢測)
有機物質脫附及熱脫附供未來擬定分級制度並制定相關研發策略，延長再利用效益
平均吸附量
6.18%
66.26%
42.15%
57.04%
甲醛濃度值(0.2ppm)
應考慮室內裝修管理，以最終表面材進行評定檢測
15 / 23

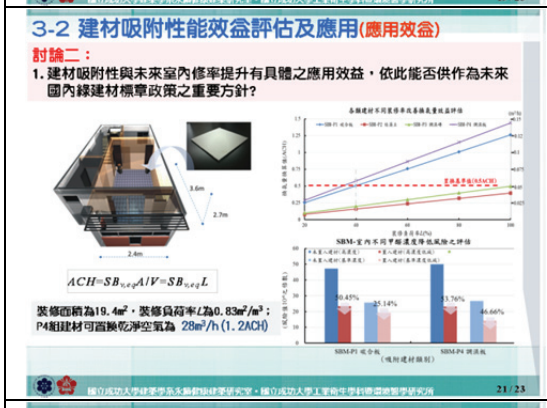

2-4 本年度吸附性能評定結果(檢測結果1)
微碳化合板
25℃、30℃檢測
珪藻塗佈板
25℃、30℃檢測
SBM(P1-25)
SBM(P1-30)
50.45%
24.26%
47.52%
22.61%
0.004
0.05
0.006
0.016
(mg/m²・h)
time(hr)
甲醛濃度值(0.2ppm)
標準差異值<5%
16 / 23

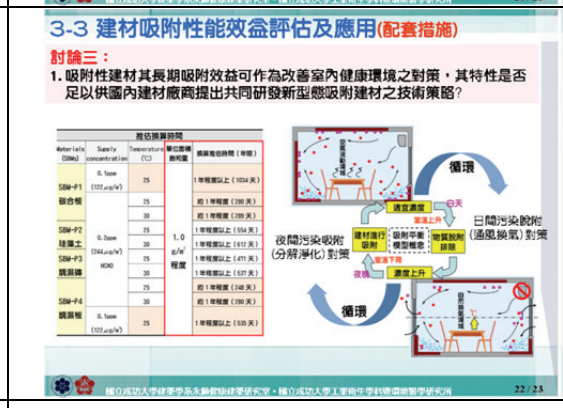
2-5 本年度吸附性能評定結果 (檢測結果2)
珪藻調濕壁磚 25℃、30 ℃檢測
珪藻調濕壁板 25℃、30 ℃檢測
甲醛濃度值 (0.2ppm)
標準差異值<5%
17 / 23

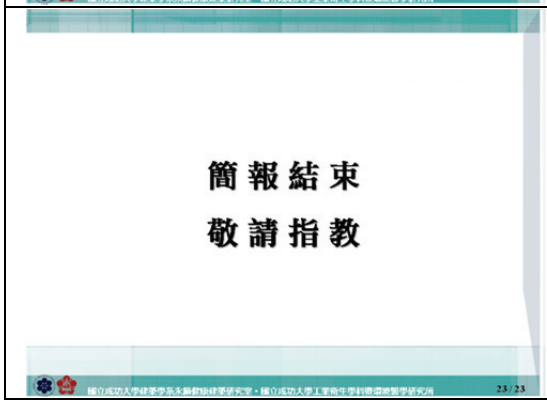
2-6 本年度吸附性能評定結果 (檢測結果3—分級制度)
珪藻調濕板 (0.1ppm檢
50% 25%
54% 46%
0.1ppm
溫度條件 (25℃)
性能水準 (吸附通量或吸附通風量)
18 / 23

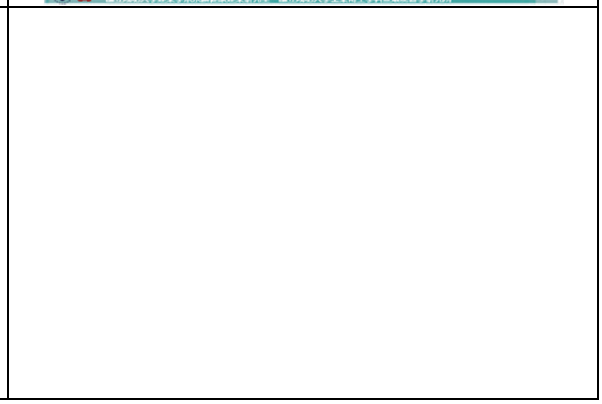

2-7 建材吸附性能分析(吸/脫附動力趨勢)
各組檢測產品 吸附速率動力模式
溫度條件 (25℃)
溫度條件 (30℃)
各組檢測產品 脫附速率動力模式
無明顯脫附 符合國內逸散水準
19 / 23


3-1 建材吸附性能效益評估及應用(納入分級評估)
討論一：
1. 依未來納入新型態吸附性建材進行審查，建議以通過國內環境條件 (濃度、溫濕度) 為原則，是否可合理納入適用? (如成本負擔)
2. 依建材吸附性能之分級評估，是否可促進未來產業界創新研發之競爭力?
20 / 23


3-2 建材吸附性能效益評估及應用(應用效益)
討論二：
1. 建材吸附性與未來室內修率提升有具體之應用效益，依此能否供作為未來國內綠建材標章政策之重要方針?
ACH=SB_v,eq A/V=SB_v,eq L
裝修面積為19.4m²，裝修負荷率L為0.83m²/m³；
P4組建材可置換乾淨空氣為 28m³/h (1.2ACH)
21 / 23


3-3 建材吸附性能效益評估及應用(配套措施)
討論三：
1. 吸附性建材其長期吸附效益可作為改善室內健康環境之對策，其特性是否足以供國內建材廠商提出共同研發新型態吸附建材之技術策略?
循環
夜間污染吸附 (分解淨化) 對策
日間污染脫附 (通風換氣) 對策
22 / 23


簡報結束
敬請指教
23 / 23



附錄十一 綠建材吸附性能評定基準第二次會議紀錄

會 議 紀 錄

一、開會事由：綠建材吸附甲醛及 TVOC 性能評定基準驗證第二次工作會議

二、開會時間：100 年 11 月 02 日（星期三）下午 2 時 30 分

三、開會地點：成大祐生環境控制中心 五樓會議室（台南市大學路一號）

四、出（列）席單位及人員

主席：

出席人員	簽到處
內政部建築研究所 (派員指導)	
內政部建築研究所 性能實驗中心 林約聘助理研究員霧霆	
成功大學工業衛生學科暨環境醫學研究所 李教授俊璋	
台北科技大學建築系 邵副教授文政	
屏東科技大學 木材科學與設計系 林教授芳銘	
台灣綠建材產業發展協會 陳理事長東慶	
茂系亞股份有限公司 饒總經理允政	
雅苑科技實驗有限公司 廖總經理晉毅	
晶泰水泥加工廠股份有限公司 楊總經理東賢	
羅燦博建築師事務所 羅建築師燦博	

出席人員	簽到處
財團法人成大研究發展基金會	
成功大學建築學系 黃專案研究員琨智	黃琨智
成功大學建築學系 陳研究員振誠	
相關人員	鄭凱文

主席致詞：(略)

會議簡報：(略)

出(列)席人員發言要點：

陳理事長東慶：

1. 未來應強化國內綠建材功能性等標章特性，如調濕、調溫、微生物抑制等產品明確性之標章歸類，並以具雙標章或效能進階符號為辨識。
2. 吸附性建材可認同為自然節能、調節室內溫濕度等低碳環保素材，具備能源效益改善並促進提升室內健康環境，應納入為國內綠建材標章審查之新型態建材，可作為擴大產業界創新研發之產品特色。
3. 針對未來新型態建材或材料之性能應提供完整生命週期之認定。
4. 建材對室內空間的效益評估，如 1 米平方空間可提供之改善效益，亦或裝修面積等比例所提供之效益，未來可依據性能效能之換算提供予國內基準認定。
5. 建議國內未來檢測費用如吸附、調濕性能等新型態綠建材應盡量降低達一般費用之均值性，可促進推廣國內廠商大量研發申請之意願。

羅建築師燦博：

1. 目前國內綠建材裝修率依技術規則為 30%，唯未納入 70%可如何規範，應避免室內空間符合規定因其他建材、家具等造成甲醛或 TVOC 污染物過量，未來國內政策應如何納入考量?
2. 目前以實際室內裝修業者來說，在新舊建築比例下吸附性建材應可具體獲得改善效益之幫助，並提供予國內法規制度研訂之依據。
3. 台灣已進入高齡化社會(至 100.03 高齡化比例 10.78%)，因此改善室內空氣品質是影響高齡者健康重要因素，未來國內新型態

吸附性綠建材可依補助形式或認證機制，結合社會福利基金提供予補助或獎勵。

4. 以國內綠建材產品來說，未來應強調並建立節能減碳計算之效益，若能連結環保署對於能源降低下所具體獲得之減碳量提供予產品標示，將可擴大國人使用綠建材產品之權益。

饒總經理允政：

1. 依目前吸附性建材評定項目檢測範圍，以單一最終表面材進行評定，是否與現行健康綠建材的檢測範圍不一致？
2. 未來檢測材料產品是否可納入基礎材料，如合板、木心板、角材等，因目前基礎材料等建材產品都可以屬表面材，可擴大應用於櫃內、抽屜底部等。

廖總經理晉毅：

1. 希望國內加快推動新型態吸附性標章之進度，以提升建材的品質強化進階性。

楊總經理東賢：

1. 推動新型態綠建材應先促進國內政策修法，使其促進後端工程、產品研發推動之順利。
2. 未來國內立法修訂後新設建築應可全面配合，而舊建築也期望可透過政府補助使用，增加民眾以及業界使用之誘因。
3. 新產品研發對建材廠商應有研發費用之補助，促進創新材料之研發，增加如吸附建材產品等多樣性，可供國人大眾進行選擇。
4. 綠建材產品檢測之費用應盡量低價，以免產品的檢測費用反映在成本上，或者掛名綠色產品就提高價錢的情況產生。
5. 若要針對新型態產品進行分級，應以國內環保署常用分級(A、B、C 級)做統一，以免造成混淆。

本案一

李教授俊璋回應：

1. 以碳化做法的材料來說，碳化程度越高照理說吸附性能也會增加，不過需要考慮到材料的結構性能，需在吸附與材料強度取一平衡點。
2. 標章的認定會有同系列認證的解決方法，以免同系列僅不同顏色而需重複檢測和收費。
3. 未來節能減碳的部分還需請教專家來共同擬定建立規範及計算方式。
4. 至於吸附性建材認定的最終表面材，需要有空氣接觸的面積才能發揮效果，若基材表面貼了一層木皮，將難以發揮作用；但在綠建材認定範圍內還是可列入計算。
5. 有鑑於吸附性建材是否一開始即採分級制度，未來將考慮以單一基準值作為認定，與綠建材相同實施幾年後再採取分級制度。

邵教授文政回應：

1. 未來吸附性材料要納入標章，至於歸類於何種標章還需多收集資料。
2. 檢測費用的部分還需計算，遷就於目前國內的檢測單位及技術人員，亦須考量實務面做更多的考量。
3. 綠建材標章因為有註冊過若要新增或改變需時間，可先提供一組樣本予綠建材精進計畫，供各委員作為討論參考之依據。

江教授哲銘回應：

1. 未來國內可參考日本推行之 ECO POINT 之制度，以碳交易換算為積點費用，並註明在各產品上供其購買，以方便計算節能減碳之效益。

會議結論：

（一）根據本次討論，納入新型態吸附性建材進行審查，建議以通過國內環境條件(濃度、溫濕度)為原則，應盡速納入標章適用，檢測費用還需經過各方研擬公告。

（二）建材吸附性與未來室內裝修率提升有具體應用效益，可提供為未來國內綠建材標章政策之重要方針，並與節能減碳政策一同進行。

（三）吸附性建材其長期吸附效益可作為改善室內健康環境之對策，未來可經國家經費補助或獎勵促進產業界共同研發，提出新型態建材之技術策略及應用配套措施。

散會(下午 4 時 00 分正)

參考書目

中文部分

1. 江哲銘、李俊璋，〝綠建材對甲醛及 TVOC 吸附性能之測試方法驗證計畫〞，內政部建築研究所，(2010)

2. 周伯丞、江哲銘，〝綠建材標章國際接軌暨審查作業精進計畫〞，內政部建築研究所，(2010)

3. 許銘文、江哲銘，〝健康室內環境診斷諮詢服務計畫〞，內政部建築研究所，(2010)

4. 林芳銘、江哲銘，〝住宅音環境現況調查與診斷機制之研究〞，內政部建築研究所，(2010)

5. 江哲銘、邵文政，〝擴大健康綠建材性能與效益評估計畫〞，內政部建築研究所，(2009)

6. 許銘文、江哲銘，”綠建材標章制度國際接軌與精進計畫”，內政部建築研究所，(2009)

7. 劉琴琴、楊旭東，〝建材 VOC 吸附特性的研究進展〞，暖通空調期刊，(2009)

8. 江哲銘、邵文政，〝推動建立健康家具評定系統計畫〞，內政部建築研究所，(2008)

9. 許銘文、江哲銘，〝綠建材推廣講習與國際接軌計畫 〞，內政部建築研究所，(2008)

10. 內政部建築研究所，2007，綠建材解說與評估手冊。

11. 邵文政、江哲銘，〝全尺寸家具有機逸散物質檢測方法與評定基準之研究〞，內政部建築研究所，(2007)

12. 江哲銘、李俊璋，〝健康綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材揮發性有機物質試驗-ISO 標準之可行性研究〞，內政部建築研究所，(2006)

13. 江哲銘、李俊璋，〝綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機化合

物預測衰減模式探討及推動策略研擬〞,內政部建築研究所,(2005)

14.江哲銘,〝綠建材評定審查及推廣講習補助計畫〞,內政部建築研究所,(2005)

15.江哲銘、李俊璋,〝綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機逸散物資料庫之建立-接著劑類建材〞,內政部建築研究所,(2004)

16.江哲銘,〝綠建材性能實驗研究子計畫(二)總揮發性有機化合物實驗室性能評估及CNLA認證作業系統之建立〞,內政部建築研究所,(2004)

17.江哲銘,〝綠建材標章制度推廣與應用補助計畫〞,內政部建築研究所,(2004)

18.蘇慧貞,"室內/室外空氣污染物之國民健康風險評估及管制成本效益分析" 行政院環保署,(2004)

19.江哲銘、李俊璋,〝綠建材性能實驗研究子計畫(一) 建材有機逸散物資料庫之建立-地板類建材〞,內政部建築研究所,(2003)

20.江哲銘,〝綠建材性能實驗研究子計畫(二)總揮發性有機化合物實驗室建置及實驗架構之研究〞,內政部建築研究所,(2003)

21.蕭江碧、江哲銘,〝小尺寸建材揮發性有機物實驗室 CNLA 認證取得之研究〞,內政部建築研究所,(2003)

22.江哲銘,〝綠建材標章制度建立與推廣補助計畫〞,內政部建築研究所,(2003)

外文部分

1. 徐 長厚等，〝各種吸着建材を用いた室内 VOCs 濃度低減性能試験及び吸着持続性能の検討〞，空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集，(2008)

2. 徐 長厚，〝吸着材及び吸着建材を用いた室内 VOCs 濃度低減性能試験に関する研究〞，日本建築学会環境系論文集 第 73 巻，(2008)

3. 安宅 勇二等，〝各種建築材料および吸着材の吸着等温線の測定〞，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，(2004)

4. 安宅勇二等，〝化学反応型パッシブ吸着建材の濃度低減効果に関する研究-濃度低減効果測定法の開発と検証〞，日本建築学会環境系論文集，(2004)

5. 小幡 透等，〝木材の化学物質吸着・脱着特性〞，鹿児島県工業技術センタ，(2004)

6. JIS A 1905-1 日本工業規格:小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法－第 1 部：一定ホルムアルデヒド濃度供給法による吸着速度測定，(2007)

7. JIS A 1905-2 日本工業規格: 小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法－第 2 部：ホルムアルデヒド放散建材を用いた吸着速度測定（2007）

8. JIS A 1906 日本工業規格: 小形チャンバー法による室内空気汚染濃度低減材の低減性能試験法－一定揮発性有機化合物（ＶＯＣ），及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物濃度供給法による吸着速度測定（2008）

9. An, Y., Zhang, J. S., and Shaw, C.Y., Measurement of VOC adsorption/desorption characteristics of typical interior building materials. HVAC&R Research 5, pp.297–316(1999)

10. ASTM D5116-06. Standard Guide for Small-Scale Environmental Chamber Determinations of Organic Emissions From Indoor Materials/Products. (2006)

11. Bucakova, M., and I. Senitkova, Building Material Interactions and Perceived Air Quality, Proceedings of Clima WellBeing Indoors(2007)

12. C C Lee. Cancer Risk, Assessment of Occupational Exposure to Benzene in Taiwan, American Industrial Hygiene Conference & Exposition , Dallas, Texas. (1997)

13. C. M. Chiang, and W.A. Wang, Empirical study on post-occupancy evaluation of housing indoor air environment in Taiwan, J. Housing Studies, No. 2, Jan, Research, pp. 107-132,. (1994)
14. C. M. Chiang, P. C. Chou, and W. A. Wang, et al. A study of the impacts of outdoor air and living behavior patterns on indoor air quality - case studies of apartments in Taiwan, INDOOR AIR ’96, Vol. 3, pp. 735-740. (1996)
15. ISO-16000-1 Indoor air - Part 1: General aspects of sampling strategy , (2004)
16. ISO-16000-2 Indoor air - Part 2: Sampling strategy for formaldehyde, (2004)
17. ISO-16000-3 Indoor air - Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method , (2001)
18. ISO-16000-4 Indoor air - Part 4: Determination of formaldehyde - Diffusive sampling method , (2004)
19. ISO-16000-6 Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent , thermal desorption and gas chromatography using MS/FID ,(2004)
20. ISO-16000-23 Indoor air - Part 23: Performance test for evaluating the reduction of formaldehyde concentrations by sorptive building materials , (2009)
21. ISO-16000-24 Indoor air - Part 23: Performance test for evaluating the reduction of volatile organic compound (except formaldehyde) concentrations by sorptive building materials , (2009)
22. Jan F.,H. Ank, and L. Linda, A Quick Screening Method for Sorption Effects of Volatile Organic Compounds on Indoor Materials, Indoor Air(1998)

23. Molhave L. and Thorsen M.. A Model for Investigations of Ventilation Systems As Sources for Volatile Organic Compounds in Indoor Climate, Atmospheric Environment, 25A ：2, 241-249. (1991)

24. Molhave L., Organic compounds as indicators of air pollution., Indoor Air 13 (6),12-19,(2003)

25. Sakr W., C. J. Weschler, and P. O. Fanger, The impact of sorption on perceived indoor air quality, Indoor Air(2006)

26. Singer, B. C., et al. Sorption of organic gases in a furnished room, Atmospheric Environment 38 pp. 2483–2494 (2004)

27. Singer, B. C., et al. Sorption of organic gases in residential rooms, Atmospheric Environment 41 pp. 3251–3265 (2007)

28. WHO," World Health Organization Committee report" World Health Organization,(1984)

29. Won, D., et al. Validation of the surface sink model for sorptive interactions between VOCs and indoor materials, Atmospheric Environment 35 pp. 4479–4488 (2001)

30. Won, D.,R. L. Corsi, and M. Rynes, New Indoor Carpet as an Adsorptive Reservoir for Volatile Organic Compounds, Environmental Science & Technology, VOL.34, NO.19(2000)

31. Won, D.,R. L. Corsi, and M. Rynes, Sorptive Interactions between VOCs and Indoor Materials, Indoor Air(2001)

32. Won, D.Y., C.Y. Shaw, and R.L. Corsi, Sorption coefficients for interactions between volatile organic compounds and indoor surface materials from small-scale, large-scale, and field tests, 4th IAQVEC, pp. 1-8 (2001)

33. Yang, X., et al. A Mass transfer model for simulating VOC sorption on building materials, Atmospheric Environment, VOL.35, NO.7(2001)