

# 綠色再生建材技術開發與推廣應用

內政部建築研究所 補助計畫研究報告

# 「綠色再生建材技術開發與推廣應用」

受補助者：工業技術研究院

研究主持人：陳文卿

協同主持人：楊奉儒、陳文祈

研究員：黃進修、陳清齊、關家倫、陳國帝、黃碧祥、沈倩如

研究助理：林淑華

內政部建築研究所 補助計畫研究報告

中華民國九十二年十二月

# 「 Technology Development and Application in Recycling Green Building Material 」

By

Wen Ching Chen, Fong Ru Yang, Wen Chi Chen,

Jinn Shiou Hwang, Ching Chyi Chen, Chia Lun Kuan,

Kuo Ti Chen, Bih Shyang Hwang, Chien ju Shen, Shu Hua Lin

Architecture & Building Research Institute

Ministry of Interior

December 2003

## 摘 要

關鍵詞：綠建材、再生建材、資源回收、標準

### 一、研究緣起

台灣地區地小人稠，廢棄物的處理一直為政府主管機關與社會大眾所關切之問題，其中龐大量之建築廢棄物無地處理，而建築所需之基本原料又日益匱乏更是主管機關急待迫切解決者。因此根本之道是必須實施建築廢棄物之減量，並回收再利用以轉製具市場價值之綠色再生建材。

依據行政院核定之「綠建築推動方案」，所揭示之總目標為：「積極推動維護生態環境之綠建築」。此外，其次目標之(四)為：「促進廢棄物減量，減少環境污染與衝擊」；次目標(五)為：「提昇資源有效利用技術，維護生態環境之平衡」。針對以上目標之達成，「綠建築推動方案」之實施方針第五條明訂應「研(修)訂建築廢棄物回收及再生利用相關技術規範與法規制度」。而在機關權責分工方面，內政部更職司「綠建築研究發展」，故應辦理「綠建材認定及檢測標準，建築廢棄物管理與回收制度，再生材質可回收低污染省能源產品獎勵制度..」等研究。

因此，推動建築廢棄物減量回收及開發綠色再生建材乃基於以下之目的：

- 解決建築廢棄物處理問題，避免造成二次污染
- 紓解國內建築材料供應之壓力
- 提供再製資源化產品原料，創造產值
- 減少營建素材之開採，降低能源消耗及 CO<sub>2</sub> 產生
- 落實推動綠色建築之理念

本計畫仍依據以上目的，協助內政部建築研究所完成「綠色再生建材實驗室」之建置，並將提供各種綠建材相關之研究與技術開發，其基本功能將為：

- 進行國內外綠色建材資訊與法規政策蒐集分析，及國內適用性之評估
- 兼具技術研發、性能驗證、示範推廣與研習訓練等多元性之功能

- 提供國內再生建材之驗證服務

本計畫所稱之「綠色再生建材」，[綠色]乃指於生產、製造、施工、使用、廢棄階段皆為低環境負荷；而 [再生]係說明可重覆使用，及延長生命週期。因此綠色必須包括健康、生態及資源有效利用等意涵；而再生則泛指產品中部份或全部使用回收再利用資材者。

## 二、研究方法及過程

本計畫研究內容包括：建築廢棄物熱分離技術開發、綠色再生建材製程技術開發、CNLA 實驗室建置、認定標準、制度與推動機制等共四大項。其中對於建築廢棄物之熱分離方面，係進行各種不同溫度下解離之狀況探討。在綠色再生建材製程技術開發方面，則探討以石質廢棄物經粉碎後之細粉替代矽砂以回收再利用之可能性。故利用回收料與水泥混合，觀察其水合反應漿體之強度，發現足可替代原生砂石料以生產再生水泥纖維版，而其產品特性可符合 CNS 國家標準，具商業化之潛力。此外，亦配合國內業者之設備與技術能力，完成回收各種石質與木質廢料之再生建材生產流程之規劃。包括再生粒片板、再生仿木、再生水泥纖維板、高壓地磚、高壓植草磚/圍牆磚、消坡塊等產品。

著眼於竹材回收及提高附加價值，本計畫亦探討竹材經高溫碳化後之特性，進行包括 pH 值、真密度、表面結構、比表面積、等溫吸附曲線等測試，可拓展竹炭在生態、環保、健康、經濟等之潛在效益。本計畫同時完成實驗室設備建置與申請 CNLA 認證之籌劃工作。及參酌國內外之法規資訊，研擬國內推動再生建材之認定標準、推動機制，及配合之相關法規建議。

### 三、重要發現

本計畫已依計畫目標完成包括：建築廢棄物熱分離技術研發、綠色再生建材製程技術開發、CNLA 實驗室建置及綠色再生建材認定標準/制度與推動機制研究等工作內容。其重要結論與發現如下所述：

在第一部份之熱分離技術方面，藉由對混凝土受熱行為特性之探討，可以瞭解在高溫狀況下混凝土塊受熱崩解，及熱脹冷縮裂解之情形，輔以破碎方法可以將混凝土塊之粗、細骨材與水泥漿體剝落分離而回收粗、細骨材，溫度愈高可獲愈佳之分離效果。建築廢棄物之廢混凝土塊採熱分離可以回收較完整之骨材以供再利用，但是高溫將耗費較大的能源，於現行之建築物拆解時應用上顯有困難。惟若在因火災受損之 RC 結構建築物，其混凝土部份已高溫受熱，及救火時澆灌水，已自然產生內部之崩解現象自可採此方式分離回收。在再生建材製程開發方面，本計畫全程將針對三大類之建築廢棄物開發其相關之回收再利用製程，包括(1)建築物內部裝潢、地板、天花板、踢腳板、隔間板、門及各種木質家俱等，以使用廢棄木材或製程木質邊料為原料者。(2)，建築物外牆、隔間牆、地磚、面板等，以使用廢棄混凝土材料，或製程中無害性之無機石質材料為原料所生產製造之石質建材。(3)木質或石質建材中，參配各種產業無害性廢棄物如廢塑膠、廢玻璃等，以促進建材機能者，如仿木、輕質骨材、透水磚等。其基本原則在以保持建材基本功能為前提下，提高使用回收料之比例，以彰顯綠色再生建材之環保與功能特性。建研所綠色再生建築實驗室已購置相關之製程開發設備，唯尚未完成驗收操作。本年度計畫重點乃在先針對混凝土石質廢棄物粉碎後之性質，探討其再利用時替代原生矽砂之可能性。針對其與水泥拌合之漿體，在水合反應及養護過程，藉由內部微結構之分析瞭解可以掌握其可生成與生料漿體類似之 C-S-H 膠體，在強度方面足以提供再生利用。藉由此部份之瞭解，可以提供以廢棄物替代天然矽砂製備高市場性之再生防火建材-纖維水泥板。其他相關之再生產品方面，國內目前亦有業者正進行相關之產品開發，唯再生料所使用比例參差不一，且國內相關之標準規範亦未建立。因此本年度配合營建署即將修訂建築技術規則，制定綠建綠專

章，並將綠建材納入之需要。於期中報告時之結論指示，針對較可能大量推廣之再生建材(水泥纖維板、粒片板、仿木、課桌椅、高壓磚、植草磚 等產品)研訂其基本流程，委請廠商試製。並依其特性納入再生建材之認定標準內。在竹炭材料部份亦進行各種竹炭塗料配方之研製，並完成產品之量產技術研製。

本計畫另一重點係配合『綠色再生建材實驗室』之推動，現已完成檢測儀器採購驗收及人員教育訓練等工作，及操作規範及 CNLA 申請之籌備相關工作。若一切順利可望於 93 年中正獲得認證及正式運作。本年度並補充採購部份儀器設備，購入後預期可以充份發揮對於再生綠建材之驗證功能。而製程開發設備亦進行設置驗收工作中。

在綠色再生建材認定標準與制度研究方面，本計畫已蒐集國內外有關再生建材、環保標章等之相關標準及制度，並配合國內環保署公佈之「資源回收再利用法」相關作業要點，規劃完成綠色再生建材未來可行之推動策略。而此部份之研究成果將配合建築研究所另案補助中華建築中心執行之「綠建材標章」推動計畫，提供綠建材標章四大指標(健康、生態、再生、高性能)中，『再生性』部份之相關認定標準。

#### **四、主要建議事項**

##### **(一)立即可行之建議**

- 主辦機關：內政部建築研究所
- 協辦機關：內政部營建署、行政院環境保護署、行政院公共工程委員會、經濟部標準檢驗局

建議事項：

1. 配合綠色再生建材實驗室之正式運作，加強辦理各項再生建材技術研發工作。
2. 國內具商業化生產能力之再生建材，優先納入「綠建材標章」之評定項目，以利推動。
3. 針對再生綠建材之各項評定標準，邀集相關業者，召開產官學研座談，作適當之修正以制定具體可行之評定標準，納入綠建材作業辦法中。

4. 請內政部營建署於修定建築技術規則之「綠建築專章」中，提高對使用綠建材之要求，以及加強將再生建材之使用比例。

## (二)長期性建議

—鼓勵各機關採用再生建材產品，以利市場推動

- 主辦機關：行政院環境保護署、行政院公共工程委員會
- 協辦機關：行政院所屬各機關

建議事項：

依據「機關優先採購環境保護產品辦法」之規定，『綠色再生建材』若能同時為環保署指定之第一類環保標章產品，當可適用並有利於推廣，但是，目前我國已公告的環保標章規格標準中屬於建材類的僅四項，因此，環保標章對於再生建材部份之涵蓋性顯然不足。因此建議請環保署將「再生綠建材」納入環保標章之審獎勵推動，否則必須：

- (1) 由目的事業主管機關(內政部)優先制定「認定標準」，並實施其認證，由目的事業主管機關發給相關之標章(即第三類產品)。
- (2) 由目的事業主管機關依「源回收再利用法」第十五條規定公告得再生利用之再生資源項目，並制定再生利用規範。並依第十六條規定制定標準後與環保署會商公告再生建材之標準。
- (3) 配合「源回收再利用法」第十六條之要點，將該標準提列標準檢驗局審查，並協助其制定國家標準。
- (4) 提送環保署申請環保標章，以提列為第一優先產品。

## **Abstract**

Key word : green building material, recycling, greenmark

The annual amount of architectural waste from construction and demolition was estimated to more than 120 million tons in Taiwan. The disposal in huge amount of architectural waste has been resulted in serious environment pollution. There is more than 80% of wooden and concrete waste during construction and demolition, which is valuable natural resource. Instead of dispose the waste at random; it is rather better strategy to recover and reuse the architectural waste, so as to prevent the environmental impact.

According to "Green Building Promotion Act" issued by Executive Yuan, the authorized administration of construction and building have the responsibility to propose a feasible strategy for waste minimization and recycling of construction material. Meanwhile, the Environmental Protection Administration also issued the "Resource Recycling Act" to promote the waste recycling. Therefore it is necessary for the building industries to adopt adequate green technology and using green building materials in construction. For government, has the responsibility to assistant enterprise either in technology or in regulation.

For fulfill of the above missions, Architecture & Building Research Institute has established the National Architecture Laboratories in Tainan, Recycling Green Building Material Laboratory is one of it. This laboratory will focus in the studies of recycling technology of construction waste.

Studies of this project were coordinated with the establishment of the laboratory, including the check on facility delivery and the development of recycling process. The main objective of this project was to improve the minimization of construction waste, and promote the reclamation of it, so as to reduce the consumption of nature resource, therefore relax the environmental impact.

There were five sub-objectives in this project:

1. Studies on the thermal separation of construction waste for the recovery.
2. Technology development of the recycling process on the building materials, which has market potential and was evaluated to be high value additive.

3. Technology development of bamboo coating, and the performance test of it.
4. Assistance in the establishment of Recycling Green Building Material Laboratory, and the planning for the application of Chinese National Laboratory Accreditation (CNLA).
5. To study and draft the regulations of recycling green building materials, and investigate the mechanism for market promotion.

Through this study, the first phase of above target was accomplished. The achievements will provide for the further study while the Recycling Green Building Material Laboratory be established completely in the year of 2004.

# 目 錄

<b>第一章 緒論</b> .....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究內容及方法.....	13
<b>第二章 熱分離技術</b> .....	<b>20</b>
第一節 熱分離之學理分析.....	20
第二節 熱分離實驗規劃.....	22
第三節 熱分離方法及步驟.....	26
第四節 熱分離數據解析結果.....	34
第五節 討論與建議.....	42
第六節 參考文獻.....	43
<b>第三章 綠色再生建材製程技術開發</b> .....	<b>44</b>
第一節 含混凝土建築廢棄物之再生技術研究.....	50
第二節 廢混凝土再生利用之機制研究.....	57
第三節 再生水泥纖維板製程開發研究.....	86
第四節 業界合作與水泥纖維板試量產.....	102
第五節 再生仿木複合建材.....	107
第六節 再生粒片板.....	110
第七節 再生高壓地磚.....	112
第八節 再生植草磚綠建材.....	114
第九節 再生圍牆磚綠建材.....	116
第十節 再生消波塊.....	118
第十一節 討論.....	120
第十二節 參考文獻.....	121
<b>第四章 竹炭塗料設計研發</b> .....	<b>123</b>
第一節 竹材產業現況及竹炭應用學理分析.....	123
第二節 國內外竹炭塗料發展情形.....	128

第三節 竹炭基本性能測試.....	129
第四節 塗料調製實驗.....	133
第五節 竹炭塗料性能實驗.....	138
第六節 討論與建議.....	143
第七節 參考文獻.....	145
<b>第五章 CNLA 實驗室建置.....</b>	<b>149</b>
第一節 實驗儀器設備安置與驗收情形.....	149
第二節 本年度增購儀器規劃..	175
第三節 CNLA 之建置規劃與進度說明.....	195
第四節 參考資料.....	226
<b>第六章 綠色再生建材認定標準/制度與推動機制.....</b>	<b>227</b>
第一節 規劃說明.....	227
第二節 國外相關認定標準與推動機制說明.....	231
第三節 國內相關標章體系及執行方式.....	294
第四節 國內綠色再生建材認定標準與推動制度之研擬.....	316
第五節 參考資料.....	345
<b>第七章 結論與建議.....</b>	<b>352</b>
附件一 增購設備採購審查會資料(92.08.05)	
附件二 增購設備會議記錄及回覆表(92.08.05)	
附件三 綠色再生建材技術開發與推廣應用管理手冊	
附件四 期初審查意見與回覆說明	
附件五 期中報告審查意見回覆說明	
附件六 期末報告審查意見回覆說明	

# 圖 目 錄

圖 1.1 建築廢棄物之組成.....	4
圖 1.2 建築廢棄物回收處理流程.....	7
圖 1.3 全程計畫架構.....	14
圖 2.1 熱分離實驗流程.....	24
圖 2.2 混凝土試體之原始骨材粒徑分佈.....	25
圖 2.3 熱剝落實驗流程圖.....	27
圖 2.4 急速浸水冷卻實驗流程圖.....	28
圖 2.5 自由落體實驗流程圖.....	29
圖 2.6 熱能及破碎實驗流程圖.....	30
圖 2.7 熱能及破碎實驗流程圖.....	31
圖 2.8 原試體骨材與熱能及急速浸水崩解之骨材粒徑分佈比較圖.....	36
圖 2.9 混凝土試體經熱能與急速浸水及自由落體後之骨材粒徑分佈圖.....	38
圖 2.10 試體經自由落體後之骨材與原始骨材粒徑分佈比較圖.....	38
圖 2.11 試體 300 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈.....	40
圖 2.12 試體 500 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈.....	40
圖 2.13 試體 700 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈.....	41
圖 2.14 試體 800 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈.....	41
圖 2.15 試體 900 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈.....	42
圖 3.1 資源化對象及產品目標.....	46
圖 3.2 混凝土再生建材流程.....	51
圖 3.3 篩分設備.....	53
圖 3.4 經研磨篩分之廢混凝土粉料.....	54
圖 3.5 水泥漿體製備使用的混拌裝置.....	55
圖 3.6 水泥漿體在水合反應過程的各種生成物與物性關係[5].....	61
圖 3.7 鈣鈣石水合生成物的 SEM 外觀[1].....	63
圖 3.8 單硫鋁酸鈣水合生成物的 SEM 外觀[1].....	63

圖 3.9 水泥漿體的孔隙率比對強度的影響情形[5].....	66
圖 3.10 水泥漿體的高溫養護試驗裝置.....	68
圖 3.11 製備完成的各種檢測用的再生原料漿體試樣.....	68
圖 3.12 矽砂粉(Q)水泥漿體經室溫養護 28 天的 XRD 檢測圖.....	71
圖 3.13 矽砂粉(Q)的 XRD 檢測圖.....	71
圖 3.14 矽砂粉(Q)水泥漿體經 150 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	72
圖 3.15 矽砂粉(Q)水泥漿體經 180 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	72
圖 3.16 廢玻璃粉水泥漿體經 120 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	73
圖 3.17 廢玻璃粉的 XRD 檢測圖.....	73
圖 3.18 廢玻璃粉水泥漿體經 150 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	74
圖 3.19 廢玻璃粉水泥漿體經 180 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	74
圖 3.20 花崗岩(G)水泥漿體經室溫養護 28 天的 XRD 檢測圖.....	75
圖 3.21 花崗岩(G)的 XRD 檢測圖.....	75
圖 3.22 花崗岩(G)水泥漿體經 120 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	76
圖 3.23 花崗岩(G)水泥漿體經 180 養護 6 小時的 XRD 檢測圖.....	76
圖 3.24 矽砂粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x5000).....	79
圖 3.25 矽砂粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x10000).....	80
圖 3.26 矽砂粉水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x3500).....	80
圖 3.27 矽砂粉水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x10000).....	81
圖 3.28 廢玻璃粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x2000).....	81
圖 3.29 廢玻璃粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x10000).....	82
圖 3.30 廢玻璃粉水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x10000)....	82
圖 3.31 廢玻璃粉水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x3500).....	83
圖 3.32 花崗岩水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x3500).....	83
圖 3.33 花崗岩水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖(x10000).....	84
圖 3.34 花崗岩水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x3500).....	84
圖 3.35 花崗岩水泥漿體經 180 養護 6 小時的 SEM 圖(x10000).....	85

圖 3.36	廢玻璃經過粉磨處理(-200mesh)後的粉體顯微放大形態.....	89
圖 3.37	廢花崗岩石材粉的顯微放大形態(200 X).....	90
圖 3.38	抗壓試體的模具脫模情形.....	91
圖 3.39	抗壓試體高溫釜養護處理情形.....	91
圖 3.40	以萬能試驗機進行抗壓強度檢測.....	92
圖 3.41	各種水泥漿體的抗壓強度檢測結果的比較.....	93
圖 3.42	抗彎強度檢測使用的試驗裝置.....	94
圖 3.43	各種水泥漿體抗彎強度檢測結果比較.....	95
圖 3.44	典型的水泥纖維板廠型製作流程.....	96
圖 3.45	廠型的 Hatschek Machine 抄造機處理情景.....	97
圖 3.46	廠型堆疊式高壓處理情景.....	99
圖 3.47	廠型堆疊板胚的脫模處理情景.....	100
圖 3.48	廠型試製再生原料板胚高壓蒸汽釜處理情景.....	101
圖 3.49	廠型規模的破碎機.....	103
圖 3.50	廠型規模的濕式球磨設備.....	103
圖 3.51	試製水泥纖維板抄造製程的現場情景.....	104
圖 3.52	試製水泥纖維板高壓成型的板胚產物情景.....	104
圖 3.53	以花崗石(40%)所試製的水泥纖維板產品.....	105
圖 3.54	再資源化水泥纖維板應用於室內隔間板試驗情形.....	106
圖 3.55	再生仿木複合建材產製的再生製程.....	107
圖 3.56	再生仿木複合建材的產品.....	108
圖 3.57	再生仿木複合建材的產品應用例情形.....	108
圖 3.58	再生仿木複合建材的產品應用例情形.....	109
圖 3.59	再生粒片板建材產製的再生製程.....	110
圖 3.60	再生粒片板建材的產品應用例情形.....	111
圖 3.61	再生粒片板建材的產品應用例情形.....	111
圖 3.62	再生高壓地磚建材產製的再生製程.....	112

圖 3.63 再生高壓地磚建材的連鎖磚產品.....	113
圖 3.64 再生高壓地磚建材的產品應用例情形.....	113
圖 3.65 再生高壓植草磚建材產製的再生製程.....	114
圖 3.66 再生高壓植草磚建材的產品.....	115
圖 3.67 再生高壓植草磚建材的產品應用例情形.....	115
圖 3.68 再生高壓圍牆磚建材產製的再生製程.....	116
圖 3.69 再生高壓圍牆磚建材的產品.....	117
圖 3.70 再生高壓圍牆磚建材的產品應用例情形.....	117
圖 3.71 再生混凝土消波塊產製的再生製程.....	118
圖 3.72 再生混凝土消波塊的產品應用例情形.....	119
圖 3.73 再生混凝土消波塊的產品應用例情形.....	119
圖 4.1 竹炭表面結構 SEM 圖.....	131
圖 4.2 竹炭樣品之 BET 圖.....	132
圖 4.3 竹炭在 77.35k 之 N <sub>2</sub> 等溫吸附脫附曲線.....	132
圖 4.4 竹炭塗料設計開發流程.....	133
圖 4.5 竹炭塗料(360mesh)遠紅外線平均放射率結果.....	138
圖 4.6 竹炭塗料(1000mesh)遠紅外線平均放射率結果.....	139
圖 4.7 竹炭塗料對各種氣體(蒸氣)吸附能力之試驗結果.....	140
圖 4.8 竹炭塗料吸濕放濕實驗結果.....	142
圖 5.1 實驗室儀器平面配置圖.....	154
圖 5.2 已設置完成之儀器設備全貌.....	156
圖 5.3 現場訓練情形.....	156
圖 5.4 萬能材料試驗機.....	160
圖 5.5 全自動抗壓抗彎強度試驗機.....	160
圖 5.6 耐磨試驗機.....	161
圖 5.7 高壓蒸氣養護試驗裝置.....	161
圖 5.8 表面含水量測定計.....	162

圖 5.9 影像處理系統.....	162
圖 5.10 慢速精密切割機.....	163
圖 5.11 金相研磨拋光機.....	163
圖 5.12 數位式裂痕測定計.....	164
圖 5.13 耐候試驗儀.....	164
圖 5.14 高溫爐.....	165
圖 5.15 紫外線/可見光分光光譜儀.....	165
圖 5.16 毒性溶出檢測裝置.....	166
圖 5.17 原子吸收光譜儀.....	166
圖 5.18 烘箱.....	167
圖 5.19 精密烘箱.....	167
圖 5.20 精密電子天平.....	168
圖 5.21 恆溫水槽.....	168
圖 5.22 RO 及超純水機.....	169
圖 5.23 製程實驗室設備一樓平面配置圖.....	171
圖 5.24 製程實驗室設備二樓平面配置圖.....	171
圖 5.25 木質廢棄物資源化再生建材開發流程示意圖.....	173
圖 5.26 石質廢棄物資源化再生建材開發示意流程.....	174
圖 5.27 CNLA 申請認證程序.....	213
圖 5.28 內政部建築研究所相關組織系統.....	215
圖 5.29 綠色再生建材實驗室人員組織架構圖.....	217
圖 6.1 綠色再生建材認定標準/制度與推動機制規劃.....	229
圖 6.2 各國認證/驗證組織間之組織關係架構圖.....	278

# 表 目 錄

表 1.1 全國營建混合廢棄物推估結果.....	5
表 1.2 國內工程對於使用處理後建築廢棄物之性質要求.....	6
表 2.1 骨材性質.....	25
表 2.2 混凝土配比設計.....	25
表 2.3 混凝土試體加溫後之特徵.....	34
表 2.4 混凝土試體加溫後裂縫與剝落之分析.....	34
表 2.5 混凝土試體急速浸水冷卻崩解實驗.....	35
表 2.6 混凝土試體經熱能及急速浸水冷卻崩解後骨材粒徑分佈.....	36
表 2.7 混凝土試體經熱能與急速浸水實驗再進行自由落體實驗之結果.....	37
表 2.8 混凝土試體經熱能與急速浸水及自由落體實驗後之骨材粒徑分佈.....	37
表 2.9 混凝土試體經熱能及碎石機破碎後骨材粒徑分佈.....	39
表 3.1 再生建材相關製品與技術.....	47
表 3.2 「綠色再生建材實驗室」之各種再生建材製程技術開發規劃.....	49
表 3.3 建築用混凝土組成比例.....	50
表 3.4 各種水泥漿體水合生成物的物性比較 [1][2].....	60
表 3.5 纖維水泥板組成份.....	86
表 3.6 德國 Siempelkamp 公司提供的典型水泥纖維板原料配比組成.....	87
表 3.7 典型花崗岩石材的主要化學成份.....	90
表 3.8 廠型試製再資源化防火板的物性檢測結果.....	106
表 3.9 再生仿木複合建材的性能測試結果.....	109
表 3.10 再生粒片板建材的性能測試結果.....	111
表 3.11 再生高壓地磚建材的性能測試結果.....	113
表 3.12 再生高壓植草磚建材的性能測試結果.....	115
表 4.1 竹炭及其灰分所含之微量元素.....	126
表 4.2 粉末狀竹炭之水分、灰分及揮發物含量.....	129
表 4.3 竹炭塗料塗膜系列性質分析結果.....	137

表 4.4	竹炭塗料吸濕放濕實驗結果.....	141
表 5.1	目前建置完成檢測實驗室功能說明.....	151
表 5.2	綠色再生建材製程實驗設備一覽表.....	170
表 5.3	本年度設備擴充後檢測實驗室之功能說明.....	193
表 5.4	本年度擴充耗材及基本實驗設施後檢測實驗室之功能說明...	194
表 5.5	標準實驗室環境條件檢測週期.....	200
表 5.6	CNLA 認證實驗室業務職掌一覽表.....	202
表 5.7	人員資格條件一覽表範例.....	202
表 5.8	CNLA 認證實驗室業務職掌分工對照表.....	203
表 5.9	訓練記錄表格式.....	204
表 6.1	各國再生建材規格標準摘要表.....	232
表 6.2	我國與全球各國環保標章之再生建材規格標準分析比較表...	241
表 6.3	國際間常見產品驗證標章體系表.....	266
表 6.4	第一類與第三類環境訴求與宣告之比較表.....	269
表 6.5	全球主要的第一類環保標章計畫.....	271
表 6.6	檢驗環境標誌之指標表.....	280
表 6.7	全球第一類環保標章組織之架構與型態.....	281
表 6.8	相關標章作業程序比較表.....	312
表 6.9	我國環保標章現行運作方式.....	315
表 6.10	環保標章中「回收木材再生品」之規格標準.....	321
表 6.11	環保標章中「資源化磚類建材」之規格標準.....	321
表 6.12	環保標章中「木製傢俱」之規格標準.....	322
表 6.13	環保標章中「資源回收再利用建材」之規格標準.....	323
表 6.14	回收材料使用比率.....	330
表 6.15	【有害事業廢棄物認定標準】溶出毒性事業廢棄物毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準	332
表 6.16	蒙特婁公約 (Montreal Protocol) 管制之化學品(ozone-depleting substances)	333
表 6.17	廠商申請之書面審查文件.....	334

<附錄一>各國第一類環保標章組織之再生建材規格標準內容簡介...	242
<附錄二>各國環保標章相關計畫執行方式簡介.....	283
<附錄三>政府採購法相關條文.....	346
<附錄四>資源回收再利用法相關條文.....	349

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起

由於地球人口持續增加以及開發中國家開始大量使用資源，因此全球必需討論如何有效的使用地球珍貴的資源，越來越多的個人，組織及政府機關瞭解到自然資源供需的重要。同樣地，國內建築及營建專業亦熱衷於尋找/創造一個永續的建築環境，並期望每一個案均依其本質特性融入當地公共工程及四周環境。然而建築物使用者的要求及活動相當複雜，各式各樣的資源、材料及產品被用於建築物的施工、使用及維修過程，因此環保建材之規範應從多方面的考慮。整體而言，當「永續發展」以經成為各行各業的共識時，建築產業亦應致力於永續設計的綠建築建造，以減輕建築物於各階段所造成之環境衝擊。

以台灣而言，台灣地區地小人稠，廢棄物的處理一直為政府主管機關與社會大眾所關切之問題。近年來更由於新的掩埋場址不易取得，舊有之掩埋場面臨飽和，使得建築廢棄物遭隨意棄置之問題更不斷發生，並急待尋求解決方法。特別是 921 大地震之後，更突顯建築廢棄物如何有效處理之重要性與急迫性。除了震災所衍生之建築廢棄物處理問題外，長期以來建築廢棄物的回收再利用，仍然由於國內砂石原料之不足、綠色建築的趨勢與潮流及環境保護的要求等，仍面臨著急待解決之問題。因此根本之道是必須實施建築廢棄物之減量，必須針對各類型建築物在其生命週期之各階段，包括建材原料開採、建材製造、施工建造、日常使用及拆除廢棄等，評估其對環境所造成不同程度的污染，進而謀求減量控制及再生利用之途徑。此外，對於無可避免產生的建築廢棄物更應積極謀求再利用之道，其中最重要當然是回收再利用以製備綠建材。

此外，從綠建築的觀點來看，在建築物生命週期中（例如：生產、規劃、施工、使用、管理及拆除過程），以最節約能源、最有效利用資源的方式，在最低環境負荷的情況下，提供最安全、健康、效率及舒適的居住空間，乃可達到人及建築物與環境共生共榮、永續發展之目的。

就建築廢棄物而言，其中所含之各種建築材料多為可再利用之資源，特別是混凝土塊與磚塊，及木質廢棄物等，如果能有效的再利用，將可以直接減少廢棄物對環境所造成之衝擊，同時可以間接減少新資源的開採及開採所衍生之環境問題。因此在綠建築評估之九大指標中，建築廢棄物回收再利用的綠建材乃為其中重要的一環。

就資源材料的觀點，建築廢棄物中有許多可回收再利用之材料，如能將其再利用，將可減少原生資源之開發，同時達到建築物永續利用之積極目標。建築資源所涵蓋的範圍，就建築物的主結構而言，主要包括了砂石骨材、鋼筋、型鋼、水泥及混凝土；就建築物之次結構與裝修而言，則包括了紅磚、面磚、木材、石材、玻璃、鋁門窗、PVC 管等數千種建材；就建築物的施工過程中，更包括了耗損量相當大的模板資源、以及基地整地可能所需之土方與級配料。由此可見，其所涵蓋的範圍十分廣闊，而這些建築廢棄物皆可回收使用，以創造具再利用價值之「綠色再生建材」。

基本上推動建築廢棄物減量回收及開發綠色再生建材乃基於以下之目的：

- 解決建築廢棄物處理問題，避免造成二次污染
- 紓解國內建築材料供應之壓力
- 提供再製資源化產品原料，創造產值
- 減少營建素材之開採，降低能源消耗及 CO<sub>2</sub> 產生
- 落實推動綠色建築之理念

建築廢棄物的產生包括施工、拆除與裝修等部份，詳如圖 1.1 所示。國內之建築廢棄物產生量，依據黃榮堯教授接受內政部建築研究所之委託研究報告(黃榮堯,『建築物拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究』,內政部建築研究所,民國 87 年 6 月)顯示,新建工程廢棄物比例為:各項廢棄物的組成比率按重量比率計算,混凝土塊及磚瓦等可再利用的剩餘土石方者約佔 40%,屬於廢棄物之部分包括廢金屬、廢木料等則佔 49%左右,其它類則約為 11%;按體重比率計算則混凝土塊及磚瓦等可再利用的剩餘土石方者約 55%,屬於廢棄物之部分包括廢金屬、廢木料等則佔 36%左右,其它類則約為 9%。再者,依據魏衍

教授之研究(魏衍,『主要建材資源供需利用現況與調查架構研究』,內政部建築研究所,民國 87 年 6 月),以八十三至八十六年年間高雄縣、市合法申請建築拆除執照去推估分析各建築廢棄物的產生比例差異,發現關鍵來自於拆除建築構造物的比率不同。且該研究亦推估出國內建築拆除廢棄物的成分組成。而工研院能資所(『建築廢棄物來源、產生總量推估、分佈狀況、清理再利用體系規畫』,民國 91 年 4 月)於八十九年也推估出較新的成分數據,廢棄物中土石方材料佔 85.4%,木料 3.1%,金屬 5.7%,玻璃類 4.5%,廢棄物一般垃圾佔 1.3%(塑膠 0.7%、其它 0.6%),其詳細推估結果如表 1.1 所示。

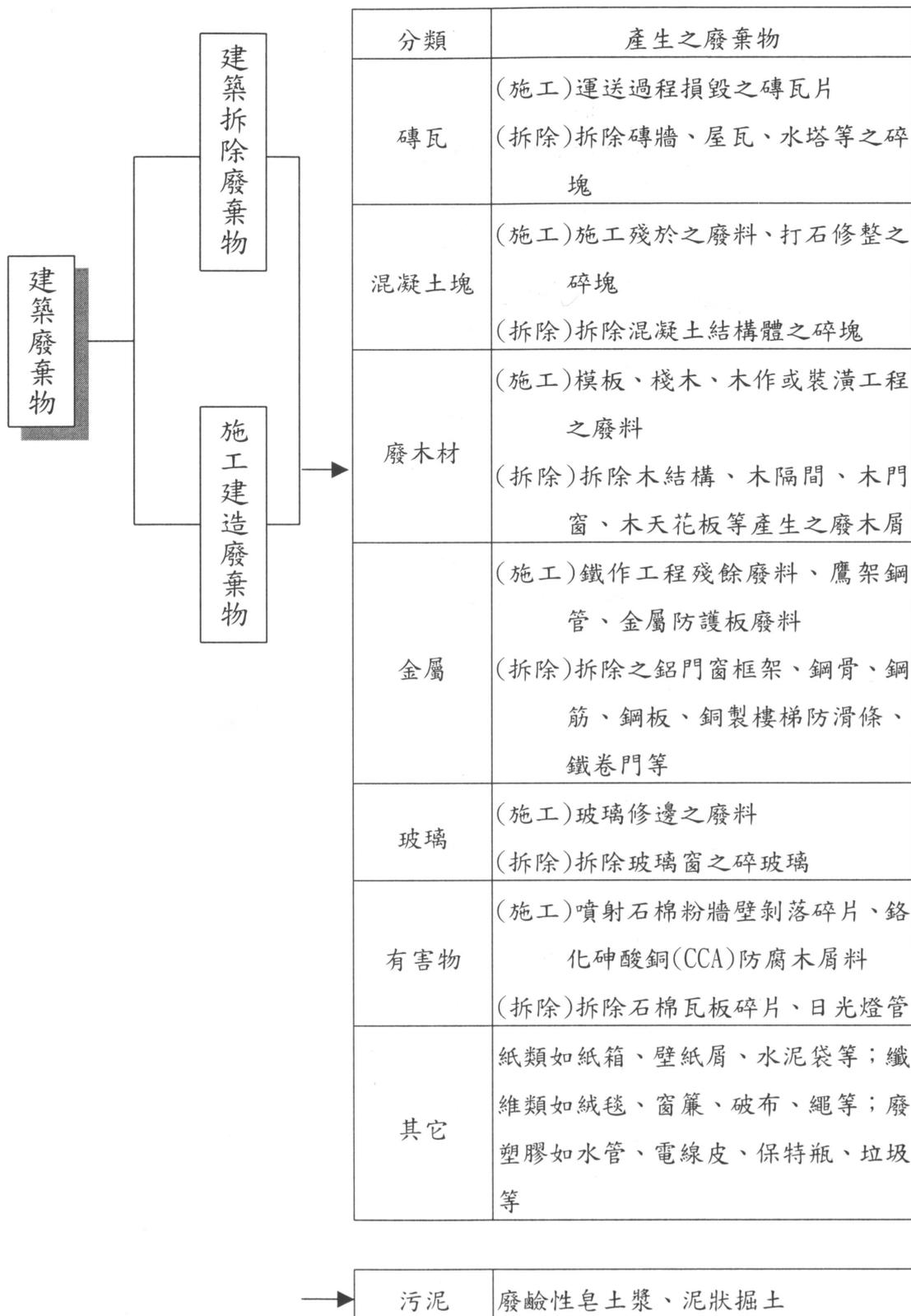


圖 1.1 建築廢棄物之組成

表 1.1 全國營建混合廢棄物推估結果

年 度	分類與小計	總樓地板面積 (M <sup>2</sup> )	木料 (公噸)	金屬類 (公噸)	玻璃陶瓷類 (公噸)	塑膠類 (公噸)	混凝土塊類 (公噸)	其它 (公噸)	合計 (公噸)
88	建築拆除	1,563,723	58,796	108,679	85,848	14,386	1,625,646	10,321	1,903,676
	建築施工	37,136,587	1,860,543	2,231,909		1,986,807	4,961,448	1,362,913	12,403,620
	小計		1,919,339	2,340,588	85,848	2,001,194	6,587,094	1,373,233	14,307,296
	百分比%		13.41	16.6	0.60	13.99	46.04	9.60	100.00
89	建築拆除	1,173,836	44,136	81,582	64,444	10,799	1,220,320	7,747	1,429,028
	建築施工	34,970,924	1,752,043	2,101,753		1,870,944	4,672,115	1,283,433	11,680,289
	小計		1,796,180	2,183,334	64,444	1,881,744	5,892,435	1,291,180	13,109,317
	百分比%		13.70	16.65	0.50	14.35	44.95	9.85	100.00
90	建築拆除	970,790	36,502	67,470	53,296	8,931	1,009,233	6,407	1,181,840
	建築施工	21,670,030	1,085,669	1,302,369		1,159,347	2,895,116	795,290	7,237,790
	小計		1,122,170	1,369,839	53,296	1,168,278	3,904,349	801,697	8,419,630
	百分比%		13.33	16.27	0.63	13.88	46.37	9.52	100.00
平均			1,612,563	1,964,587	67,863	1,683.739	5,461,293	1,155,370	11,945,414

資料來源：工研院能資所『建築廢棄物來源、產生總量推估、分佈狀況、清理再利用體系規劃』

自 921 震災後，建築廢棄物之處理與回收再利用，已廣泛為各界所重視，各種回收再利用途徑，內政部營建署在 91 年度曾委託工研院能資所完成「營建剩餘土石方及建築廢棄物多元化回收再利用計畫之推動執行及其標準之訂定」研究，其中對於國內外有關各類建築廢棄物之回收再利用方式有詳細之資料收集與分析。但是，回收後的用途與出路很顯然卻是另一更重要的問題。目前係以公共工程可消耗量最大，但涉及材料品質規範及施工工程規範，以混凝土塊為例，破碎後之再生粒料，可作為各種級配、填方料如表 1.2 所示。

表 1.2 國內工程對於使用處理後建築廢棄物之性質要求

工程名稱	最大粒徑	其他性質
公路填方	小於 10 公分	不得含有害物質，CBR 值
工業區回填	小於 8 公分	不得含有害物質，最大乾密度
路面工成基層、底層	小於 5 公分	不得含有害物質，CBR 值，級配，磨損率
非結構性混凝土	小於 4 公分	不得含有害物質，級配，磨損率

本計畫之目的並非在探討建築廢棄物回收之課題，而是著重在利用回收後之材料，研製可供再使用之綠建材。亦即配合內政部建築研究所本年度平行委託中華建築中心執行之「綠建材標章制度建立與推廣」計畫中，針對綠建材之四大指標：生態性、健康性、再生性與高性能中，以「再生性」為本計畫之研發重點。因此本計畫之研究標的乃為「綠色再生建材」，其來源則如圖 1.2 所示。

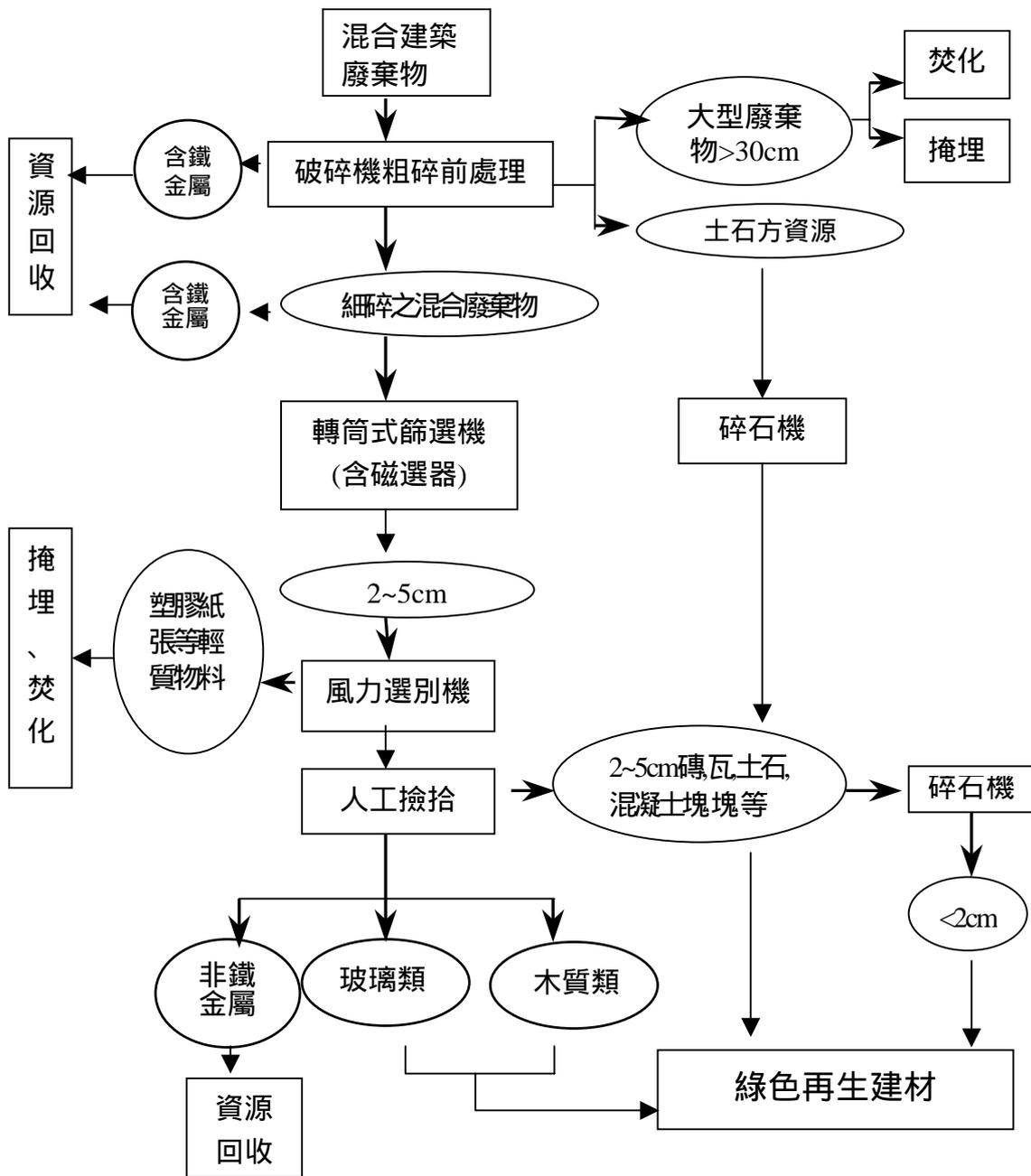


圖 1.2 建築廢棄物回收處理流程

因此，從政策觀點而言，為達到建築物資源之永續積極利用，創造國內永續型社會體系，政府各層面定立之目標有：

1. 依據行政院 90 年 3 月核定之「綠建築推動方案」，其總目標為：「積極推動維護生態環境之綠建築」；次目標(四)為：「促進廢棄物減量，減少環境污染與衝擊」；次目標(五)為：「提昇資源有效利用技術，維護生態環境之平衡」，因此「綠建築推動方案」之實施方針第五條明訂「研(修)訂建築廢棄物回收及再生利用相關技術規範與法規制度」。
2. 而在機關權責分工方面，內政部更職司「綠建築研究發展」，故應辦理「綠建材認定及檢測標準，建築廢棄物管理與回收制度，再生材質可回收低污染省能源產品獎勵制度...」等研究。
3. 另依據 91 年 7 月總統令頒之「資源回收再用法」，其第七條：「中央主管機關及中央目的事業主管機關，應依權責制定有關減少資源消耗，抑制廢棄物產生，及促進資源回收再利用之政策及法令，並付諸施行。」；第十六條：「再生資源、再生產品應符合國家標準；無國家標準者，得由中央目的事業主管機關會商中央主管機關公告其標準；再生資源、再生產品不符合前項標準者，不適用本法第四章輔導獎勵措施之規定。」

因此，對於建築廢棄物之最佳策略是：

- 延長使用壽命減少廢棄物產生(reduce)
- 替代用途之直接再使用(reuse)
- 材料再生利用(recycle)
- 物質再生利用(recovery)

基於以上政策目標，加強「建築廢棄物之再生利用研究」以減少資源消耗，並制定「再生產品相關之標準規範」，以加強再生建材之推廣應用，為內政部建築研究所將極力推動重要研究課題。而過去數年來，建築研究所曾陸續辦理多項相關之研究計畫，為期這些研究計畫之成果得以落實推動，特配合「國家建築實驗室計畫」中，

設置「綠色再生建材實驗室」，以進行國內各項綠色再生建材之商業化製程技術開發與技術推廣，並建立性能驗證制度。本計畫之另一重要任務乃為協助內政部建築研究所完成「綠色再生建材實驗室」之建置工作，並規劃未來相關之研發課題。

「綠色再生建材實驗室」所需之各項儀器設備包括兩部份，其一是「再生建材製程開發實驗設備」，以及「再生建材性能檢測實驗設備」等兩部份。各項實驗研究設備將於 92 年度中陸續建置完成，並展開各種綠建材相關之研究與技術開發。該「綠色再生建材實驗室」將作為內政部建築研究所之常設機構，並具有以下功能：

(1)執行綠色再生建材相關之各項技術研究與規範研析，包括：

- 製程開發：各種綠色再生建材之商業化量產製程研究
- 規範研訂：各種綠色再生建材產品品質規範(含材料性標準、環境性標準與衛生性標準等)與施工規範研訂，並研提相關材料之國家標準。
- 品質驗證：依據品質規範，進行綠色再生建材之品質驗證工作

(2)進行國內外綠色再生建材資訊與法規政策蒐集分析，及國內適用性之評估

(3)兼具示範推廣與研習及人員訓練等多元性之功能

未來將可成為執行再生建材檢測及供能認定之實驗室。

「綠色再生建材實驗室」所需之各項實驗研究設備將於 92 年度中陸續建置完成，並展開各種綠建材相關之研究與技術開發。

本計畫係為配合「綠色再生建材實驗室」之建置，進行各種綠色再生建材技術研發、法規制度建立及國內推廣應用驗證。其方式乃在充份運用「綠色再生建材實驗室」之製程開發設備，將各種研究成果，進行製程放大之研究，克服商業運轉之可能困難，並建立量產化製造之程序，及針對產品進行功能驗證。此外，並將針對市場需求潛力較大之建材產品，開發以回收材料代替原材料之生產製程，包括如廢棄物前處理、分離、調配混合及壓鑄成型之各種標準製程之條件控制等皆將為計畫研究之範圍。

由於「綠色再生建材實驗室」將於 92 年底前陸續建置完成，本

計畫本年度則為進行先期之研究工作。以研究對象而言，誠如包括圖 1.1 中所示之各種素材，本計畫將以建佔總量約八成左右之廢混凝土磚石，以及木質建材為重點，研製各種具商業化潛力之再生綠建材。就廢混凝土磚石類而言，本研究團隊曾於 89 年完成產製高壓混凝土磚之技術研發(陳文卿，『建築廢棄物之再生利用技術開發—廢棄混凝土塊再利用』，民國 89 年 10 月，內政部建築研究所)，而中央大學土木系黃榮堯教授在內政部建築研究所所委託之『建築廢棄物回收系統制度之研究』計畫中，亦探討各種廢棄混凝土塊再生利用之技術足資參考。對於木質廢棄物而言，台大森林系王松永教授於『木質建材回收系統及再利用技術研發』計畫(民國 90 年，內政部建築研究所)中，亦曾完成粒片板製造技術之研發。綜合以上所述可知國內對於建築廢棄物減量回收再利用，及利用建築廢棄物開發綠色再生建材之技術研發工作，在內政部建築研究所多來之努力推動下，已奠立良好之基礎。因此，本計畫除將研製包括木質及石質等二類建築廢棄物回收再利用之綠色建材以及物性測定/產品驗證之標準程序外，並將研擬再生綠色建材之國家標準，以制定再生綠色建材之產品規範及製造/施工規範。同時為有效協助國內各界推動綠建築，本計畫將協助國內業者開發綠色建材技術，辦理示範觀摩，輔導業者進行生產製造，並推廣應用。所謂「綠色再生建材」，[綠色]乃指於生產、製造、施工、使用、廢棄階段皆為低環境負荷；而 [再生]係說明可重覆使用，及延長生命週期。因此綠色必須包括健康、生態及資源有效利用等意涵；而再生則泛指產品中部份或全部使用回收再利用資材者。

因此「綠色再生建材」，乃必須具有以下之內涵：

- 環保性：於生產、施工、使用、棄置等各階段皆能減少環境污染，降低環境負荷，減少CO<sub>2</sub>排放
- 永續性：以回收國內本土性材料再生利用，而具延長生命週期及可重覆使用特性，以減少能源與天然資源之取用
- 健康性：長期使用對於健康與安全衛生之影響
- 機能性：材料性能與施工使用之便利性
- 經濟性：商業化產品價格之市場競爭性

本計畫係為配合內政部「綠色再生建材實驗室」之建置，進行各種綠色再生建材技術研發、法規制度建立及國內推廣應用驗證。總計畫目標在促進建築廢棄物減量，創造再生建材之永續循環利用，減少天然資源之消耗及降低環境負荷。

本計畫將包括以下次目標：

1. 建築廢棄物分離與減量技術開發研究
2. 完成各種具市場潛力及高附加價值之綠色再生建材商業化製程開發
3. 綠色再生建材「中華民國實驗室認證實驗室」建置
4. 完成綠色再生建材之認定標準與制度建立,及國內之推動機制

本年度計畫進度詳如下頁所示。

工作項目	月次												備註
	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月	第九月	第十月	第十一月	第十二月	
<b>建築廢棄物分離技術開發</b> ● 收集與分析建築廢棄物的熱分離資料 ● 建立廢棄建築混凝土塊的熱分離技術程序		■			■								
<b>綠色再生建材製程技術開發</b> ● 收集與分析建築廢棄物的再生製程技術 ● 建立建築廢棄物的前處理程序 ● 建立配比/混合/最佳成型條件 ● 廠試及投資評估 ● 業界合作產品試製	■			■		■		■		■			
<b>CNLA 實驗室建置</b> ● 實驗室設備驗收與試運轉規劃 ● CNLA 建置規劃研究		■											
<b>認定標準制度與推動機制</b> ● 國內外相關認定標準與推動機制相關背景資料評析 ● 國內綠色再生建材規範與認定標準制度建立	■					■							
<b>預定進度 (累積數)</b>	8	15	24	32	40	49	58	66	75	83	92	100	
<b>說明：</b>													

## 第二節 研究內容及方法

本計畫全程預定四年，於民國 92 年開始展開各項相關研究工作，除將建立建築廢棄物回收再利用之綠色建材研發，以及物性測定與產品驗證之標準程序建立外，並將研擬再生綠色建材國家標準，以制定再生綠色建材之產品規範及製造/施工規範，同時辦理示範觀摩，輔導業者進行生產製造。本計畫 92-95 年度的執行內容，依據本計畫執行的主要重點，規劃擬定之全程架構如圖 1.3 所示，包括：建築廢棄物熱分離技術開發、綠色再生建材製程技術開發、CNLA 實驗室建置、認定標準、制度與推動機制等共四大項。

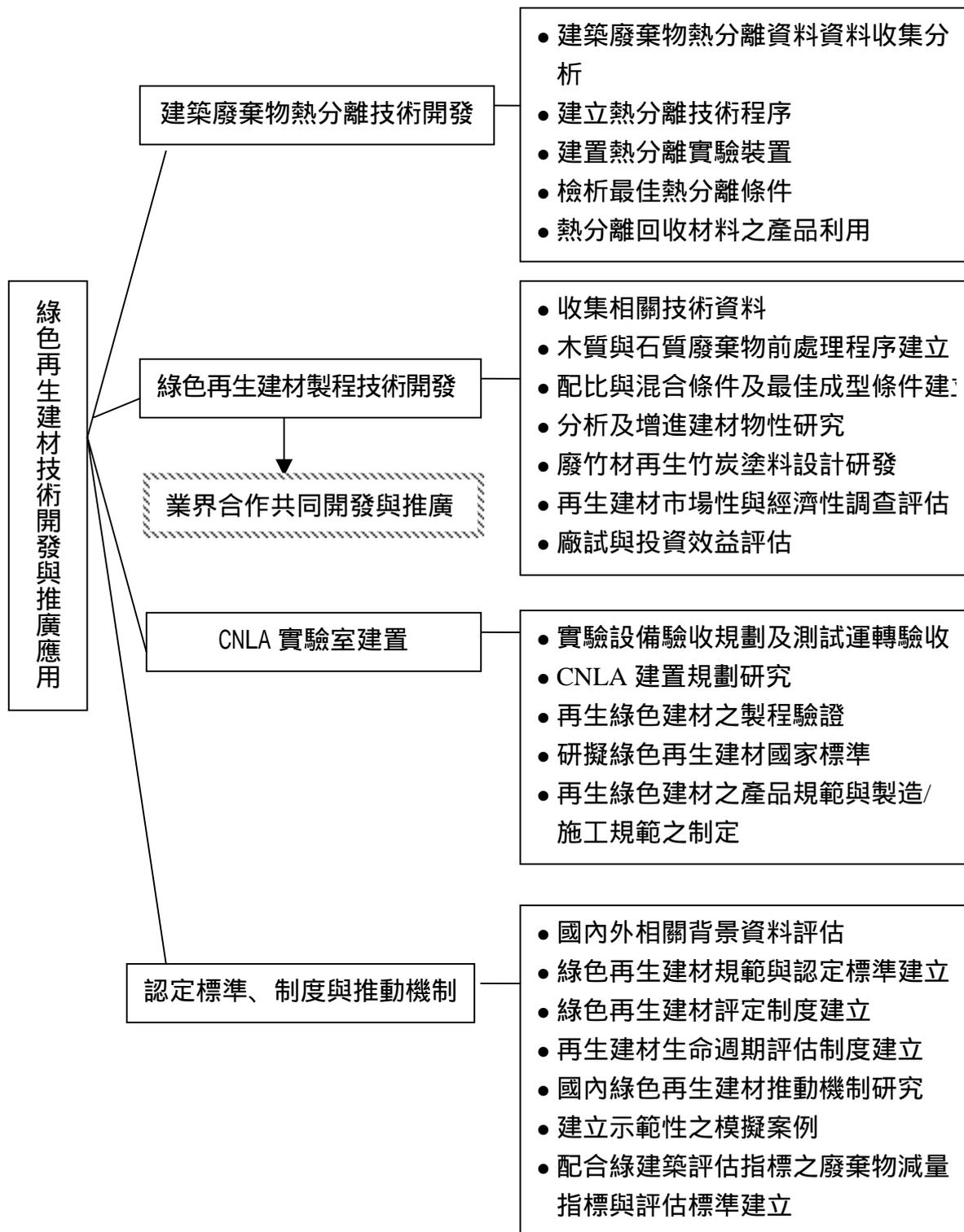


圖 1.3 全程計畫架構

## 建築廢棄物熱分離技術開發

從建築廢棄物減量觀點來看，成功的第一步應在廢棄物之產生源頭開始減量，因此針對佔 85%以上之廢棄混凝土塊及磚塊而言，若可在建築物拆除時，先行於現場進行分類並分別回收，大部份的回收物皆可直接再利用，這樣一來既可避免建築廢棄物進入棄土場再與各種廢棄物混雜，亦為建築廢棄物源頭減量之最佳策略。

以往對於所有的建築廢棄物皆係採機械破碎、分離之方式，但所分離回收之物質只能提供作為粒料使用，價值偏低。若改採熱分離程序，將拆除之混凝土石塊、磚塊等分解拆離，則將有利於直接回收再利用，因此擬開發熱分離程序以達到現場減量之目標。

依據文獻指出，混凝土在受到高溫時會一層層地瓦解成碎片，分析其因素在於：(1)混凝土本身材質熱膨脹係數不同而產生碎裂。(2)矽質骨材遇高熱產生體積膨脹。(3)混凝土中水份遇熱而產生孔隙蒸氣壓力所造成之爆裂。因此應用熱將廢棄混凝土中的石質粒料、磚進行分離，具有可行性，其基本原理乃在混凝土硬化過程水化收縮之逆向反應。

本研究項目在於評估熱分離技術用於回收建築廢棄物中資源物質的可行性，並建立熱分離應用於建築廢棄物之技術流程。全程年的主要工作內容為：

1. 蒐集國內外有關之熱分離技術資訊，評估其應用實施於廢棄水泥磚石塊中回收資源物質之可行性
2. 分析並比較熱分離技術與傳統破碎分離技術，用於回收廢棄水泥塊中有效磚石之技術效益與經濟效益
3. 建立熱分離之最佳操作條件與控制技術
4. 針對國內大量的廢棄水泥磚石塊建立可行之熱分離技術流程，進行其中的石質粒料、燒結磚...等可用資源之回收實驗
5. 熱分離回收材料之性能測試分析，並評估其與原材料之差異性，及以熱分離回收材料作為骨材、燒結磚等可用資源之實驗與產品開發研究。

## 綠色再生建材製程技術開發

對於建築廢棄物之再利用，固然包括鋼筋、廢棄混凝土/磚塊、

木質材料等，但是以數量而言，還是以廢棄混凝土/磚塊為最大量之部份。國內 921 震災後，環保署曾委託臺灣營建研究院召集許多學者專家針對各種可行之再利用途徑提出建議(陳振川等，九二一震災建築廢棄物再生利用推動計畫期末報告，行政院環保署，民國 88 年)，不外乎以下數種：骨材利用(或製備再生混凝土製品)、路基填方、填海造地、級配料、人工魚礁等。各種再利用途徑中，填方料消耗量最大，且僅須粗碎即可再利用，但是附加價值較低。再生骨材以再製混凝土製品之附加價值可較高，但市場通路卻是以往推動資源回收再利用之重要瓶頸所在，此乃本計畫所將克服之重點。

據內政部建築研究所於 91 年度，委託台大森林系王松永教授與中央大學土木系黃榮堯教授分別辦理之「廢木材及廢混凝土回收再利用」推動計畫之結論，顯示國內較具市場需求性之廢木料類再生建材為粒片板、木片水泥板、踢腳板及課桌椅等；廢混凝土之再生建材部則為高壓地磚、植草磚、圍牆空心磚、道路級配及消波塊等。因此與業者合作針對上述再生建材進行量產化之研發與推廣，將為國內推動綠色再生建材之目標工作項目。

本計畫以綠建築觀念為研究架構規劃藍圖，在建築資源範疇的界定方面，將包括木質建材及混凝土磚塊為主。至於利用科技之範疇，則將「有效利用」與「回收再生」兩個層次同時納入，探討各項主要的建築資源材料之使用現況與回收科技，並自分類回收之木質建材以及混凝土廢棄物，開發各種再生建材物料之製備，並依據市場需求產製各種資源化再生產品。各種資源化對象與產品目標如圖 3.2 所示。

本研究在於建立建築廢棄物再利用為建築素材(骨材、磚材、板材...)之可行技術流程，以木質廢棄物而言，將可製備粒片板、纖維板與複合板等再生建材，此外並可與他種廢棄物混合而製得如耐燃性複合板、仿木建材等材料，因此具有極廣泛之市場用途。對於混凝土磚石廢棄物而言，除可經篩分後製備人工骨材，各種級配料用途外，並可以產製高壓混凝土磚以及水泥製品。全程主要工作內容為：

1. 完成包括木質、混凝土(磚)塊的實驗室級再利用產品的製作，

以及產製流程之規劃

2. 依據建築廢棄物之特性，建置再生建材之性能驗證設備與規劃測試程序，包括再生建材之物化特性、力學性質實驗、加工特性測試、品質檢驗程序...等，如：
3. 基本物性與化性分析：含粒徑分析、組成分析、重金屬含量、有機物含量、TCLP 試驗、含水率分析等
4. 力學性質試驗：包括抗壓強度、抗彎強度、破碎試驗/磨耗試驗、加速老化/耐候性/耐蝕性測試...等
5. 工作性試驗及施工性之配比實驗

對於粉狀或屑狀之廢竹材而言，若將其回收再利用，並經過炭化及活化過程處理後，可得竹活性炭，利用其具有調濕、除臭、遠紅外線、吸附 VOC 有毒氣體、及屏蔽電磁波等特性，若能將其與內裝塗料互相結合，此健康塗層用於建築物室內應可具有：濕度調節、防止白蟻危害、吸附有機溶劑或有害氣體、產生負離子供給、屏蔽電磁波及節省能源等效果，為一種科技健康建材，故活性竹炭健康塗層製造技術之研發為一值得深入探討研究之課題。此部份之主要研究內容可分為 4 項：

1. 國內外相關資料及研究結果之蒐集及匯整：收集日本、美國、中國大陸及台灣相關竹炭塗料之專利文獻蒐集集匯整。
2. 竹炭(炭化、活化)之基本性能測試：提供三種不同細度原料 300、500 及 1000 mesh，之炭化及活化之竹炭作為基本原料，並進行 pH 值、真比重、表面結構、結構強度、導電性(電阻、電磁波屏蔽)、比表面積、等溫吸附曲線、表面官能基、調濕效能及抗菌等性能測試。
3. 塗料分散劑之設計或其他添加劑之混合及調製：選擇適合之(水性)塗料分散劑，必須能將竹炭作良好之分散且避免影響竹炭之性能。
4. 竹炭塗料之基本性能檢測：此部份研究將進行塗料分散性、塗佈性能、耐候性能、電磁波屏蔽效能、VOCs 吸附效能及抗菌性能等檢測。

## **CNLA 實驗室建置**

依據「綠建築推動方案」，國家應辦理綠建材認定及檢測標準之研究，因此作為國家常設性之綠色再生建材實驗室應配合此任務需求，建置完整之驗證能力並申請中華民國實驗室認證體系（Chinese National Laboratory Accreditation，簡稱 CNLA）之正式認證，以成為具公信力之合格實驗室，除可執行再生綠色建材之物性測定與產品驗證外，並可接受民間業者之委託進行測試，以確認資源化建材產品是否符合規範。

目前 CNLA 實驗室認證服務包括 11 項領域，再生建材之產品測試則以機械性測試領域為主，本研究項目在於進行 CNLA 之建制規劃研議，除了依循現有標準測試方法外，另將針對再生產品進行相關之標準規範之建立。工作項目包括：規劃項目 建立程序 執行業務...。長期而言，本部份之主要研究項目將包括：

1. 各種再生建材之標準測試方法建立與實驗室測試
2. 研擬綠色再生建材國家標準
3. 再生綠色建材之製程驗證
4. 再生綠色建材之產品規範與製造/施工規範之制定

此外本項工作亦包括對於「綠色再生建材實驗室」相關實驗設備/儀器之驗收協助與試運轉進行，將針對已完成採購之儀器設備，協助建築研究所進行驗收工作及確認各項設備之功能。進行測試及評估具有之解析度及量測度，依據測試方法標準規範之儀器操作條件、需求條件作適當管制，選擇測試方法及方法確認，訂定儀器設備之追溯及校正計畫。

## **認定標準/制度與推動機制**

「綠色再生建材」係指利用回收、再生之技術，進行廢棄物之資源化再利用，以作為再使用之建築材料。為加速推動國內綠色再生建材之使用，以達成綠建築之目標，應參考國外之相關認定標準與方法，制定適用於國內之「綠色再生建材認定標準與制度」，並研擬相關之推動機制。

綠色再生建材所應建立的環保資訊，需包含：資源的減少、人類健康及生態健康等三項衝擊之分析，因此應進行建築廢棄物再利

用技術之環境評估及綠建築材料規範探討。從國際通用的各種評估模式中，選擇較適用的模式，以評估再生建材之生命週期及包括生產、使用及廢棄等每一階段對環境衝擊。

一般而言，綠色再生建材將具備以下要素：

1. 環保性：於生產、施工、使用、棄置等各階段皆能減少環境污染，降低環境負荷，減少 CO<sub>2</sub> 排放
2. 永續性：以回收國內本土性材料再生利用，而具延長生命週期及可重覆使用特性，以減少能源與天然資源之取用
3. 健康性：長期使用對於健康與安全衛生之影響
4. 機能性：材料性能與施工使用之便利性
5. 經濟性：商業化產品價格之市場競爭性

簡而言之，再生建築材料評估是以整體的環境考量來制訂標準作為再生建築材料評估之依據。其評估過程可分為三階段：研究、評審及選擇，且針對新建築、整修工程或敷地工程等之差異性，其標準亦各有不同。從開始廣泛的收集國內外製造商的產品資料及各式的測試報告，依據計畫之環保標準做一詳細的評審，再選出最適合的綠建築材料。

內政部建築研究所為加強綠建築之推度動，特委託中華建築中心執行「綠建材標章制度基準建立」計畫，由國立成功大學建築系江哲銘教授擔任總召集人，邀集國內專家學者分別針對健康、生態、高性能、再生等四評定項目，研擬相關之評定標準與評定方法。其中再生性部份則為本計畫之範疇，因此特配合江教授之工作進度，適時提供再生綠建材之認定標準與評定方式，以做為建研所政策推動之之參考。

推動再生建材之認定標準及其使用有一基本的原則，就是必須再確保建材基本功能特性不變下，適當提高再生料之使用比例。而為鼓勵國內業者投入再生建材之生產製造及，並確保對於國內廢棄物減量所發揮之貢獻，本綠色再生建材將以使用國內所產生之廢棄物之為再利用原料者為限，自國外進口之建材如粒片版等，即使其在國外生產時亦使用若干比例之回收料，但該等國外進口之再生建材將於第一階段排除不適用。

## 第二章 熱分離技術

### 第一節 熱分離之學理分析

近年來，更有越來越多的研究及案例發現，當混凝土受到高溫時，因承受了相當大的溫度應力及蒸氣所導致的孔隙壓力，而發生了爆裂（spalling）以及勁度（stiffness）折減的情形，而當混凝土發生爆裂或勁度折減後，力學行為將大幅降低。依據文獻指出，混凝土在高溫時會一層層地瓦解成碎片，其因素可能在於；混凝土本身材質熱膨脹係數不同而產生碎裂；矽質骨材遇高熱產生體積膨脹；混凝土中水份遇熱而產生孔隙蒸氣壓力所造成之爆裂。其中由於不同類型的水泥添加物相當多，包括飛灰、矽灰，爐石粉...等，這些添加物對於水泥受高溫所引起的應變有不同之影響，分析其於不同溫度階段所發生的情形，有助於了解混凝土的熱學性質。

本章將針對廢棄建築混凝土塊，分析其歷經不同溫度及各項外力條件時，產生的狀態變化，用以評估熱分離的可行性。希望透過熱分離技術達成建築廢棄物回收再利用，同時可提供部份國內砂石原料，進而完成環境保護的需求。

從巨觀而言，以熱能將廢棄混凝土塊呈現於高溫下，混凝土材料隨溫度升高產生的外觀變化為：表面硬化、裂縫產生、顏色變化、骨材質變以及爆裂等過程。但從微觀角度而言，其成因可能有以下幾種：

#### 水泥的熱分解：

依據朱煌林技師所撰述之「探討混凝土之耐火性評估(上、中、下)」一文，可知以水泥性質的熱學分解變化，可分成四個階段：

1. 常溫~105   ：毛細孔水及膠孔水蒸發
2. 105 ~440   ：C-S-H 分解 C-S-H   C-S+H(結晶水分解)
3. 440 ~580   ：CH 分解 C-H   C+H(結晶水分解)
4. 580 ~1007   ：CaCO<sub>3</sub> 分解

### 骨材的熱膨脹：

不同岩種有不同之膨脹率，使用石灰質骨材的混凝土，受熱時由於沒有晶相的轉變，因而不易產生爆裂的現象。花崗岩及黏板岩質骨材呈現良好的結晶結構，其本身由於導熱速度快所以耐火性差，故使用該骨材時耐火性能當然會較差。砂質骨材(酸性骨材)在受熱 570~870 ℃ 冷卻後將有恢復原體積之情形，當超過此溫度將會有不可逆之變形。

根據台大土木所的實驗結果顯示，在 500 ℃ 左右的高溫作用下，其對混凝土就造成相當大的溫度梯度而產生溫度應力，此熱應力使混凝土塊外層受壓應力，而內部受拉應力，以致產生角隅及表面突出處的破壞。

### 水份的熱膨脹：

在大多數文獻的研究結果中，多顯示當試體含水量增加，會增加爆裂的情形。例如 Sellevold 和 Redersen 曾做過一系列的小圓柱體試驗，這些小試驗體暴露在高溫下，大約在 320 ℃ 以上時，就會產生爆裂，即使是以很緩慢的昇溫速率(1 ℃/min)亦然。這是因為矽灰混凝土乾燥的慢且較緻密，又孔隙小，因此在高溫下，試體內部氣體無法排出，產生高壓蒸氣而產生爆裂現象。

再加上混凝土中水份受熱汽化產生極大的孔隙壓力，加溫的過程中孔隙及膠體(gel)中的水被蒸發聚集，產生材料所無法承受的孔隙壓力便發生爆裂，此由於混凝土中水氣移動而形成飽和含水帶(moisture clog spalling) 造成混凝土孔隙壓力上升產生爆裂現象。且上述爆裂現象的產生，勢必造成混凝土瞬間的勁度折減，造成力學性能的喪失。

但也有某些研究結果並未有如此的結論，如 Maage 和 Rueslatten 及 Shirley 等人研究的結果顯示，不管水份如何變動，未見有爆裂的情形。

不論是上述微觀之水泥熱分解、骨材熱膨脹還是水分熱膨脹所造成之碎解，還是巨觀的外貌變化，由相關研究顯示，利用熱能將廢棄混凝

土塊進行崩解破碎分離是具可行性，因此以下將對最佳之熱分離處理條件進行分析實驗。

## 第二節 熱分離實驗規劃

熱分離試驗的主要目的，乃在於探討利用熱能將營建混凝土塊崩解，進而分離出磚、石頭、砂...等資源的可行性。

試驗前製作許多小型混凝土試體，小型混凝土試體製作之控制變數包含：試體重量，尺寸，設計強度，灌製方式/時間...等，皆採一致之製作條件。俾便探討混凝土試體經高溫狀況下爆裂崩解的現象，故從而推知以何種溫度，何種方式(或需再經何種加工)，方可達成混凝土崩解之情況。

規劃之熱分離實驗方式採分兩組分別進行實驗：

第一實驗組：將小型混凝土試體予以加熱 急速浸水冷卻 自由落體等方式進行實驗

第二實驗組：將小型混凝土試體予以加熱 再經由碎石機直接破碎崩解。

試體加熱方式是以利用高溫爐熱能進行各種溫度(300 、 500 、 700 、 800 、 900 )加溫，並配搭不同延燒時間(30min、 60min、 90min)。

本實驗之主要設備為高溫爐及顎式碎石機。高溫爐由嵩偉興業有限公司所出產之為電熱式高溫爐，內部淨空間為 30cm×30cm×30cm，以耐火磚隔絕溫度之外傳，所採用之升溫速率為 6 /min。其控制條件包括溫度：計有 300 、 500 、 700 、 800 、 900 等五種條件；而延燒時間：分 30min、 60min、 90min 等三種。

顎式碎石機為德山工業股份有限公司所出產專用破碎礦石用之碎石機，其進料開口長寬為 14cm\*10cm，馬力為 2HP。

而兩組小型混凝土試體分別進行實驗，當其破碎崩解後，隨即進行碎塊之篩檢分析，再比較其破碎之骨材粒徑分佈與原始骨材之粒徑分佈之差異性。圖 2.1 所示之實驗流程，為第一實驗組之進行方式。

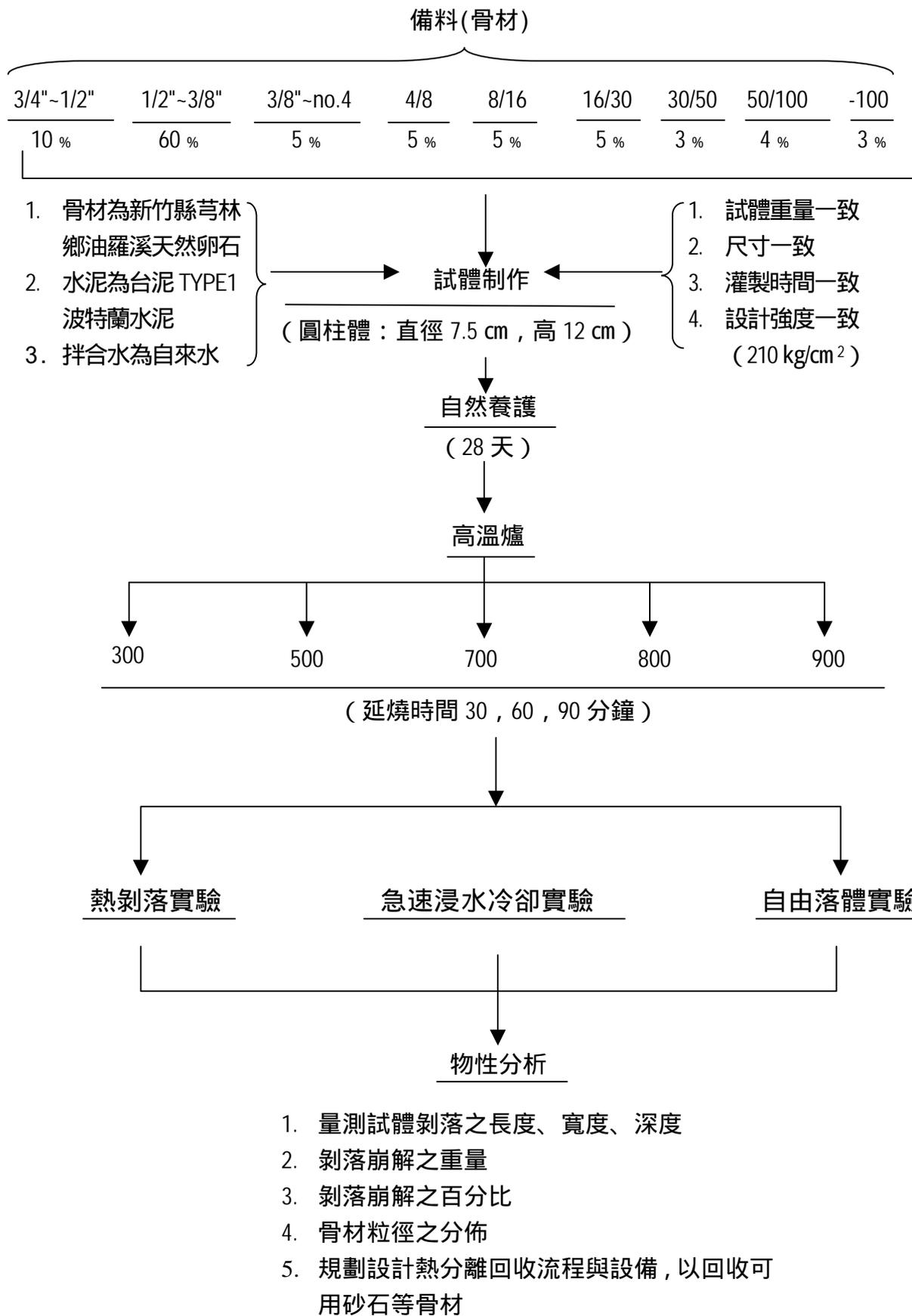


圖 2.1 熱分離實驗流程

## 一、混凝土試體設計

小型混凝土試體外觀為直徑 7.5cm、高 12cm 之圓柱體，設計之強度為 210kg/cm<sup>2</sup>。試體骨材是取自新竹縣芎林鄉游螺西之天然卵石，水泥為台灣水泥公司出產的 TYPE 1 型波特蘭水泥，混拌水為自來水。其骨材之性質、配比與粒徑分佈如表 2.1、2.2 及圖 2.2 所示。

表 2.1 骨材性質

項目	粗骨材	細骨材
最大粒徑	1/2"	---
細度模數	---	3.0
比重	2.61	2.60
吸水率	0.8%	1.2%

表 2.2 混凝土配比設計

單位 kg	水	水泥	粗骨材	細骨材	水灰比
210kgf/cm <sup>2</sup> (3000 磅/cm <sup>2</sup> )	110g	180g	675g	225g	0.61

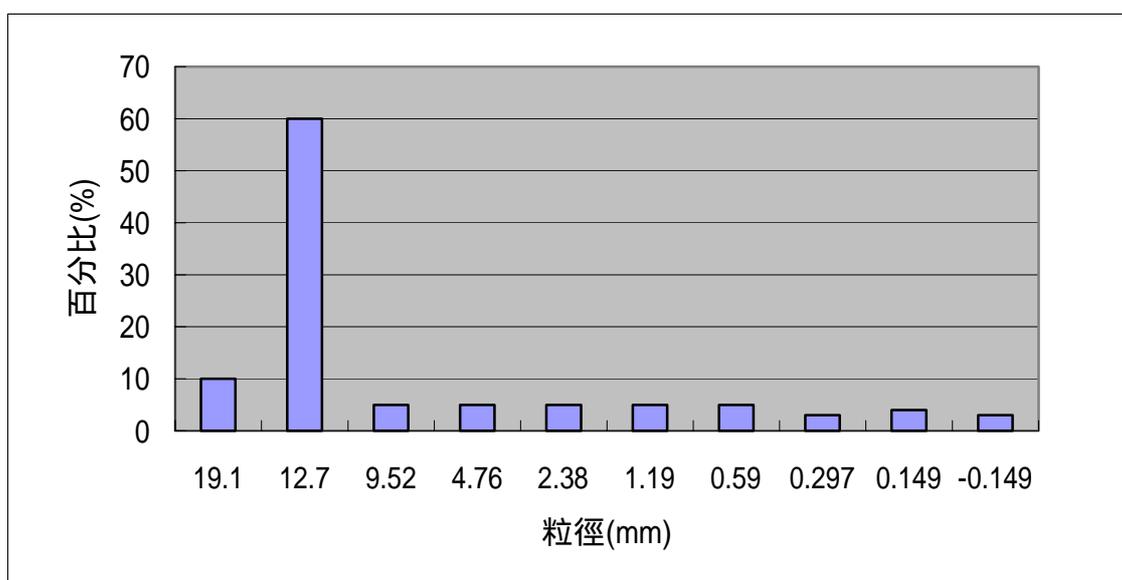


圖 2.2 混凝土試體之原始骨材粒徑分佈

## 二、混凝土試體製作

混凝土規劃之依配比混拌完成後，旋即分二次灌入直徑 7.5cm、高 15cm 之圓柱模具體內，第一次先灌入一半搗實一次，剩餘混凝土待第二次灌入再搗實。完成試體之灌注，等待 24 小時(第二天)後拆模。將拆模後之固化試體放置，自然養生 28 天後，即進行後續之第一組與第二組熱剝落、浸水、自由落體及加熱後利用機械破碎等各項實驗。

### 第三節 熱分離方法及步驟

#### 1. 混凝土試體熱剝落實驗

此實驗是將高溫爐溫度升達 300、500、700、800、900 等五組條件，每組達預設之溫度條件時，即置入單一個試體於高溫爐內部中心，維持恆溫 30min 後，觀察試體是否產生裂痕或有無爆裂現象，如試體無產生裂痕或無爆裂現象時，爐溫再繼續維持恆溫 30min(此時前後總計 60min)，再次觀察試體是否產生裂痕或有無爆裂現象，如試體仍然無產生裂痕或無爆裂現象完好如初時，再如前述繼續維持恆溫 30min(此時前後總計 90min)，再次的觀察試體是否產生裂痕或有無爆裂現象，此時每一組所預設之溫度熱剝落實驗才算完成，而後續之物性測試亦才可進一步進行檢測。

如在維持恆溫 30min 或 60min 的實驗階段過程中，試體已產生裂痕或有爆裂現象時，此時試體則須重新更換另一個新試體，再按照前述所預設定之溫度條件，繼續後續之恆溫熱剝落實驗。

本節進行之熱剝落實驗中，300 之實驗組其流程圖揭示如圖 2.3 所示，其餘 500、700、800、900 等組與 300 之實驗流程圖亦同。

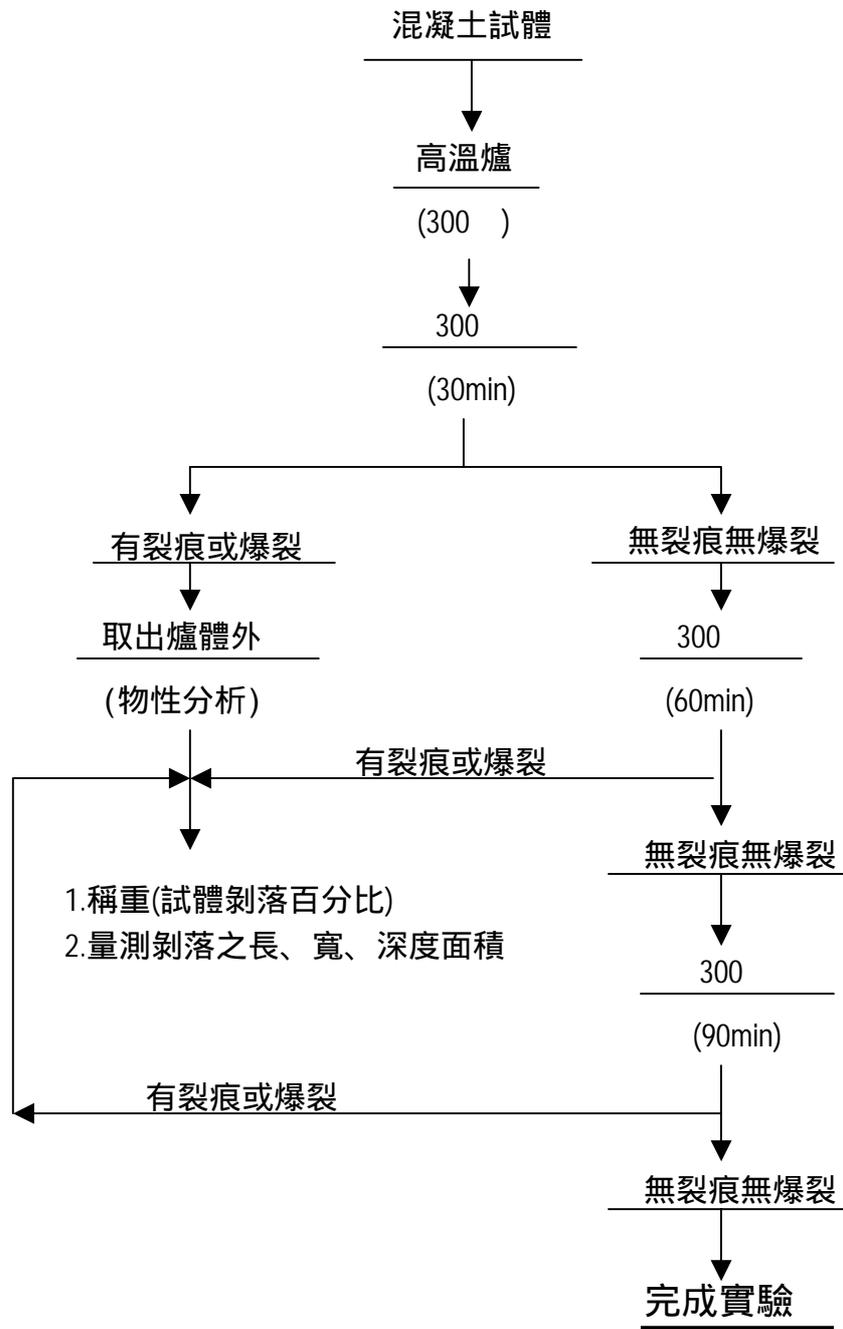
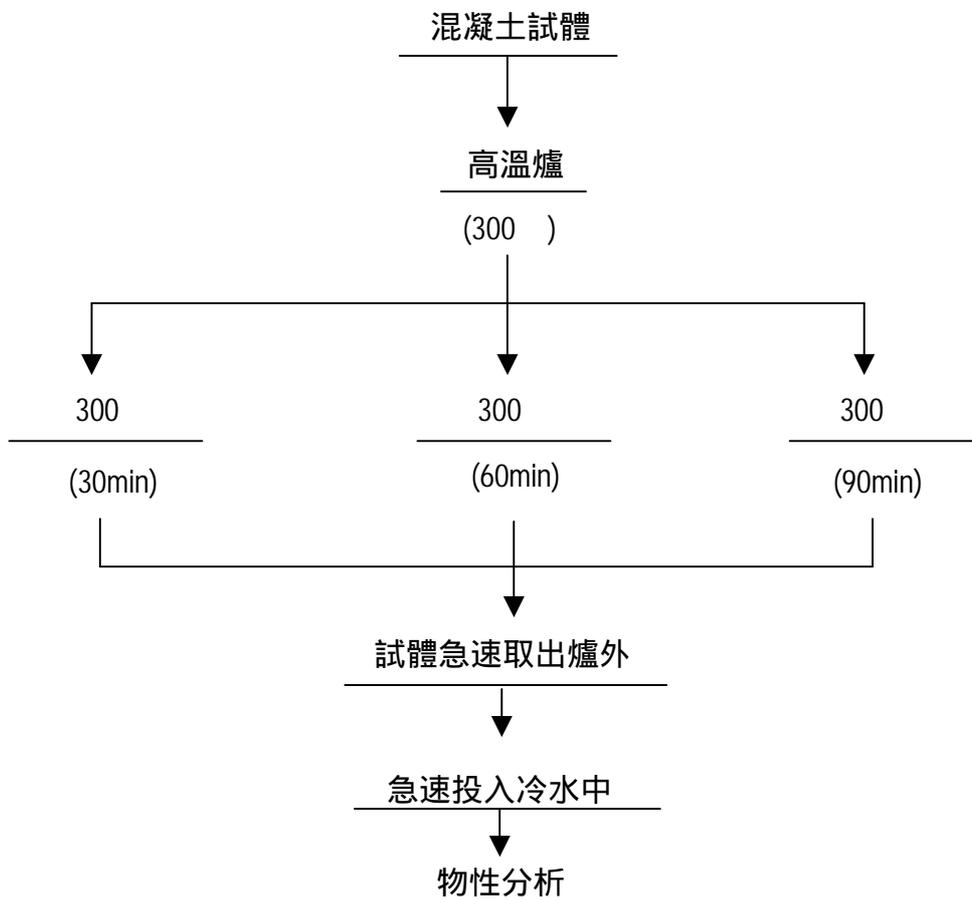


圖 2. 3 熱剝落實驗流程圖

## 2. 混凝土試體急速浸水冷卻實驗

此實驗是將單一混凝土試體，以預先設定之溫度加熱至 300、500、700、800、900 等任一條件後，在各個預設之溫度上維持恆溫 30min、60min、90min 之久，即急速由爐內取出試體及急速浸水冷卻，利用熱脹冷縮之物理性質使混凝土試體內部產生應力變化，此時試體將產生裂痕或由內部向外爆裂，於是混凝土試體達成崩解。

圖 2.4 所示，為混凝土試體急速浸水冷卻實驗中加溫至 300 之流程，其餘 500、700、800、900 等組則與 300 之實驗流程相同。



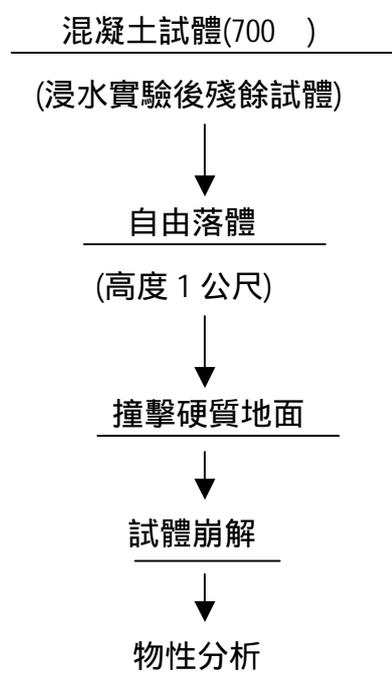
1. 剝落崩解之重量
2. 剝落崩解之百分比
3. 骨材粒徑分佈

圖 2.4 急速浸水冷卻實驗流程圖

### 3. 混凝土試體自由落體實驗

本實驗為混凝土試體經急速浸水實驗後的延續實驗。混凝土試體經急速浸水降溫後，其試體部份產生裂痕或部份剝落(甚至整個試體已爆裂)。針對已部份產生裂痕或部份有剝落的試體(不完整試體)，以 1 公尺之高度，以自由落體方式自然落下撞擊硬質地面，使混凝土試體進一步崩解。

本實驗流程如圖 2.5 所示(以 700 組為例)，其餘 300、500、800、900 等組與 700 之實驗流程圖亦同。



1. 剝落崩解之重量
2. 剝落崩解之百分比
3. 試體崩解後骨材粒徑分佈

圖 2.5 自由落體實驗流程圖

#### 4. 混凝土試體機械碎解實驗

第二實驗組之小型混凝土試體，其製作流程如圖 2.6 所示。

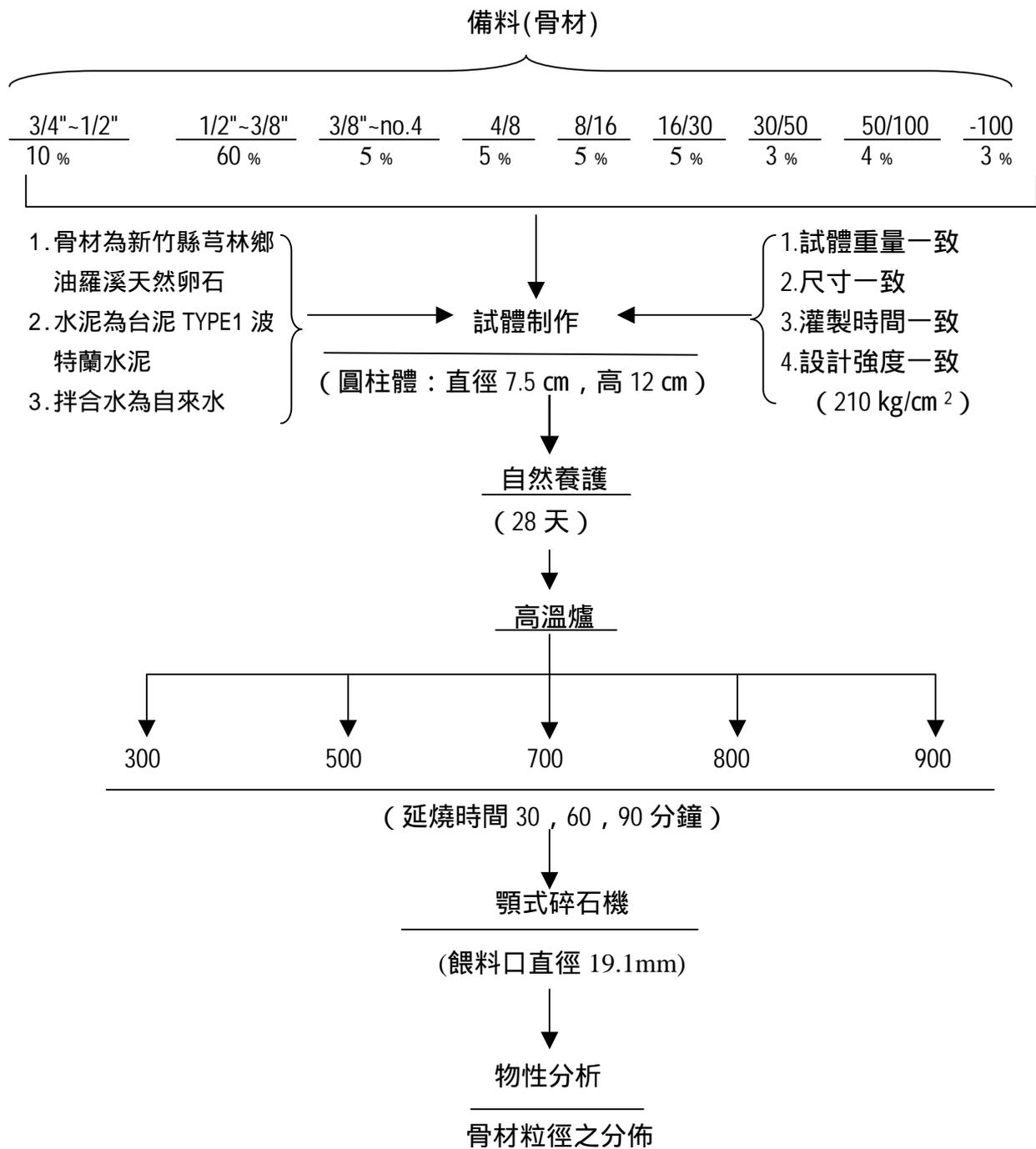


圖 2.6 熱能及破碎實驗流程圖

製作完成之小型混凝土試體以高溫爐加熱後即以碎石機直接破碎崩解，此時混凝土試體餘溫甚高，試體力學性質變差較易破壞。進行之熱能 破碎實驗中，300 之實驗組其流程圖揭示如圖 2.7，其餘 500 、700 、800 、900 等組與 300 之實驗流程圖亦同。

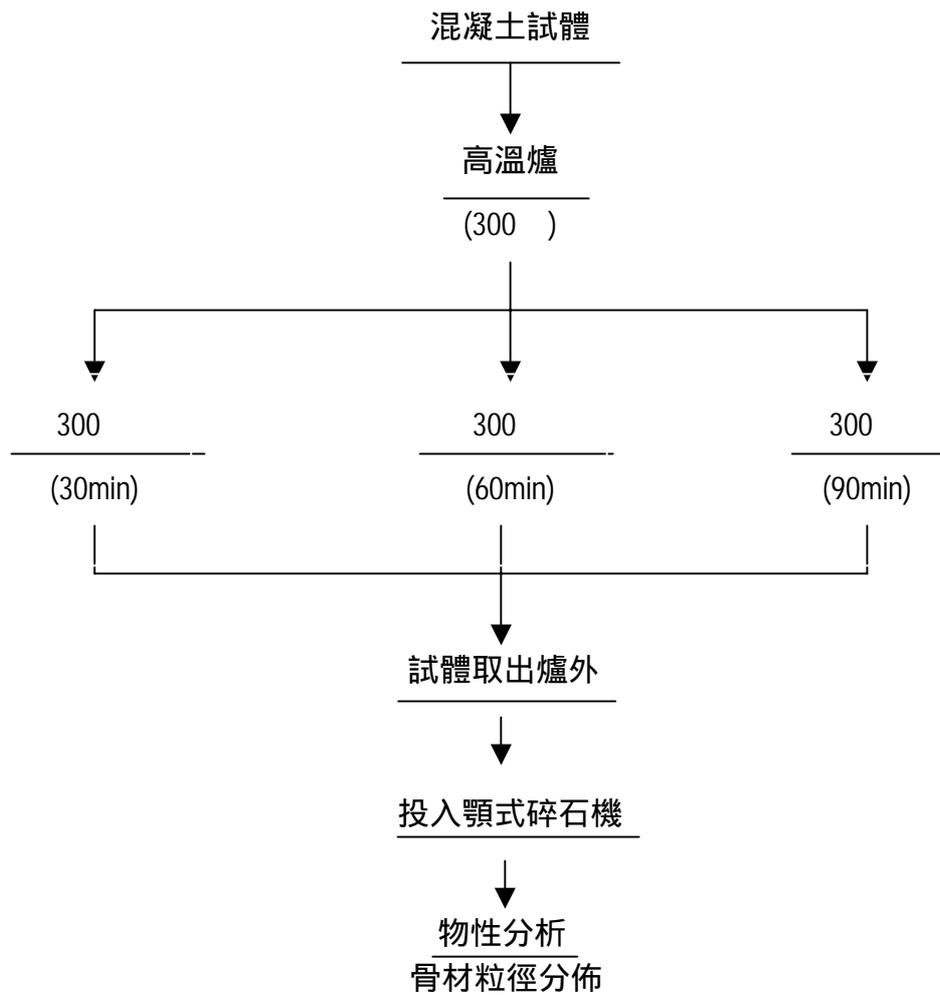


圖 2.7 熱能及破碎實驗流程圖

各項實驗照片如下：



照片一、各粒徑原始骨材



照片二、混凝土試體



照片三、混凝土試體加熱情形



照片四、混凝土試體經熱能、浸水及自由落體實驗崩解後情形

## 第四節 熱分離數據解析結果

### 1. 混凝土試體熱剝落實驗結果

混凝土試體在加溫至 300、500、700、800、900 的過程中，由於混凝土試體承受了很大的溫度應力及蒸氣所導致的孔隙壓力，而可能發生爆裂情形。

表 2.3 為混凝土試體在加溫後之外觀特徵，當溫度達到 700 後，混凝土試體之表面、顏色、剝落方式開始產生變化，而溫度達到 900 時，混凝土試體之表面方有少許裂縫，而角隅邊緣產生較多的剝落變化。從外觀觀測發現，900 以下並未顯見混凝土試體之爆裂情形。

表 2.3 混凝土試體加溫後之特徵

現象及特徵 試體	溫度	300	500	700	800	900
試體表面變化		無變化	無變化	角隅剝落	邊緣剝落	角邊剝落
試體顏色變化		無變化	無變化	淡紅色	淡紅色	紅色
試體裂縫產生		無裂縫	無裂縫	無裂縫	無裂縫	少許裂縫
試體爆裂情形		無爆裂	無爆裂	少許剝落	少許剝落	部份剝落
備註		1. 試體維持恆溫至 90min 2. 試體恆溫後以目測判定 3. 試體<900 恆溫後，未見爆裂情形				

混凝土試體之裂縫與剝落分析如表 2.4，實驗發現試體裂縫大小及碎塊剝落多寡與溫度的高低以及持溫時間的長短成正比，顯現混凝土試體之裂縫與剝落是隨著溫度越高，持溫時間越長，產生之破壞越嚴重。

表 2.4 混凝土試體加溫後裂縫與剝落之分析

分析項目 試體溫度	試體裂縫 長 X 寬 X 深(mm)	試體爆裂剝落之重量(g)	爆裂剝落所佔重量百分比(%)
700	無	1.3	0.1
800	無	1.5	0.1

分析項目 試體溫度	試體裂縫 長 X 寬 X 深(mm)	試體爆裂剝落之重量(g)	爆裂剝落所佔重量百分比(%)
900	約 25X1X1	2.7	0.2
備 註	1.試體加溫至 900 維持恆溫 30min 時尚無裂縫, 60min 與 90min 時方產生 2.試體每個平均重量 1128g		

## 2. 混凝土試體急速浸水冷卻實驗結果

混凝土試體在經過加溫 300、500、700、800、900 等組之熱剝落實驗後，旋即取出爐中之試體，將之急速浸水冷卻，觀察混凝土試體在經加溫急速浸水冷卻後試體剝落及崩解之情形。

如表 2.5 所示，為混凝土試體在急速浸水冷卻實驗後剝落及崩解之情形，由量測可知，當試體溫度達到 700 且恆溫 90min 後，急速浸水降溫，混凝土試體即開始有崩解剝落之現象，而當溫度達到 900 且恆溫 90min 在急速浸水後，試體即完全崩解分離。

表 2.5 混凝土試體急速浸水冷卻崩解實驗

崩解剝落重量(g) 恆溫時間	加熱溫度	300	500	700	800	900
維持恆溫 30min		未崩解剝落	未崩解剝落	未崩解剝落	6.8	135.7
維持恆溫 60min		未崩解剝落	未崩解剝落	未崩解剝落	27.4	985.9
維持恆溫 90min		未崩解剝落	未崩解剝落	5.3	196.5	完全崩解剝落
備 註		試體原重量 1116.7g	試體原重量 1099.5g	試體原重量 1120.8g	試體原重量 1131g	試體原重量 1126g

接下分析熱分離後產生骨材與原來製作試體採用骨材之粒徑差異，表 2.6 為混凝土試體經加熱及急速浸水冷卻崩解後之骨材粒徑分佈，圖 2.8 則為混凝土原試體骨材與崩解分離之骨材粒徑分佈比較圖。

由圖 2.8 可知，混凝土試體崩解後的骨材粒徑，要較原試體原始骨材粒徑平均略粗，究其原因乃是骨材表面尚留有水泥與砂。

表 2.6 混凝土試體經熱能及急速浸水冷卻崩解後骨材粒徑分佈

粒徑(mm)	+19.1	+12.7	+9.52	+4.76	+2.38	+1.19	+0.59	+0.297	+0.149	-0.149
重量(g)	11.3	70.8	541.4	120.8	112.0	70.1	45.4	5.0	77.7	20.7
百分比(%)	1.0	6.6	50.4	11.2	10.4	6.5	4.2	0.5	7.2	2.0
備註	試體崩解前重量 1126g，經熱剝落及浸水實驗後重量 1075.2g									

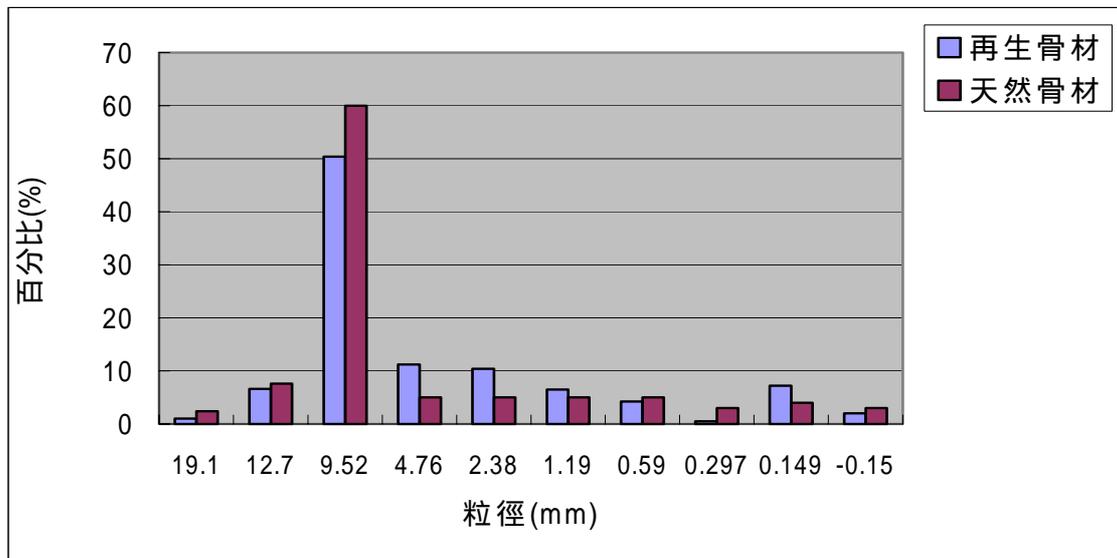


圖 2.8 原試體骨材與熱能及急速浸水崩解之骨材粒徑分佈比較圖

### 3. 混凝土試體自由落體實驗結果

表 2.7 為混凝土試體經加熱 急速浸水 進行自由落體實驗之結果，表 2.8 為混凝土試體以自由落體方式產生崩解後之骨材粒徑分佈，圖 2.9 則為崩解後骨材粒徑分佈圖，圖 2.10 為與原試體原始骨材粒徑分佈比較圖。

表 2.7 混凝土試體經熱能與急速浸水實驗再進行自由落體實驗之結果

溫度 崩解重量(g) 恆溫時間	300	500	700	800	900
維持恆溫 30min	未龜裂分離	74.1	567.3	898.5	1099.9
維持恆溫 60min	未龜裂分離	189.8	799.2	1014.2	1107.2
維持恆溫 90min	龜裂未分離	292.5	1048.7	1092.2	
備註	試體原重量 1116.7g	試體原重量 1099.5g	試體原重量 1120.8g	試體原重量 1131g	試體原重量 1128g

表 2.8 混凝土試體經熱能與急速浸水及自由落體實驗後之骨材粒徑分佈

粒徑(mm)	+19.1	+12.7	+9.52	+4.76	+2.38	+1.19	+0.59	+0.297	+0.149	-0.149
重量(g)	86.7	99.1	443.5	265.4	110.2	43.1	20.2	11.1	15.2	5.4
百分比(%)	7.9	9.0	40.3	24.1	10.0	3.9	1.8	1.0	1.4	0.5
備註	試體崩解前重量 1128g，經浸水自由落體實驗後之重量 1107.2g									

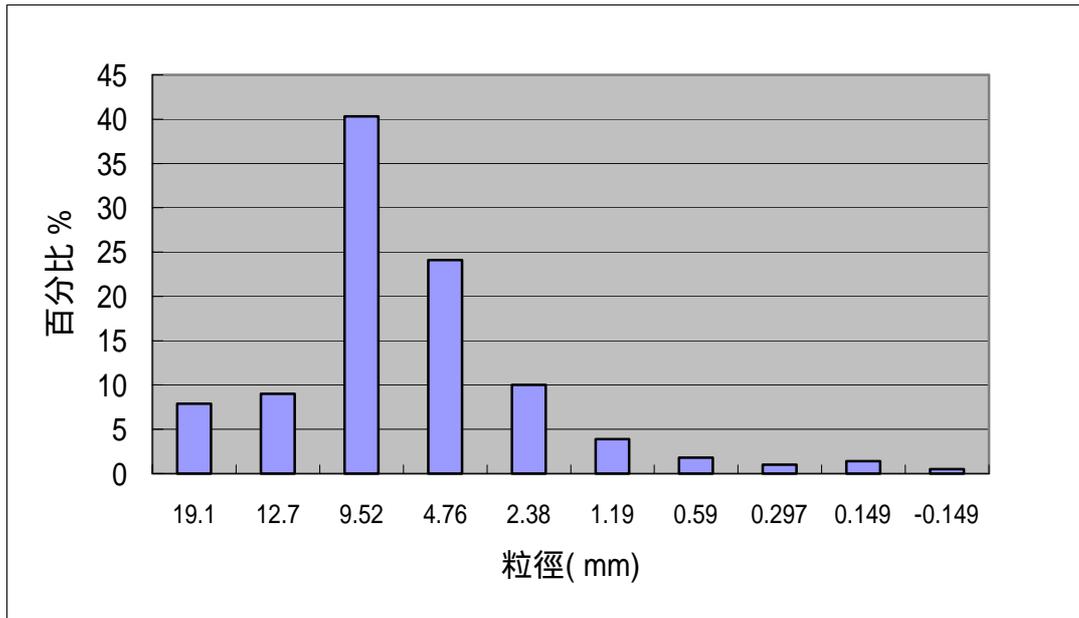


圖 2.9 混凝土試體經熱能與急速浸水及自由落體後之骨材粒徑分佈圖

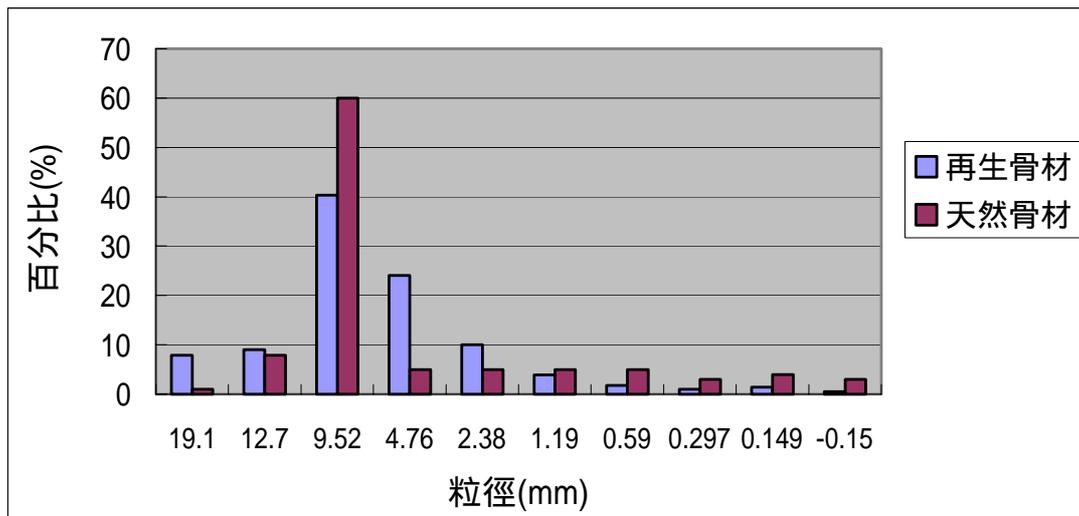


圖 2.10 試體經自由落體後之骨材與原始骨材粒徑分佈比較圖

#### 4. 混凝土試體機械碎解實驗結果

小型混凝土試體經高溫爐熱能加熱及顎式碎石機破碎後其粒徑分佈如表 2.9，其粒徑分佈圖如圖 2.11~2.15 所示。

表 2.9 混凝土試體經熱能及碎石機破碎後骨材粒徑分佈

粒徑(mm) 分佈重量(g) 恆溫時間	+19.1	+12.7	+9.52	+4.76	+2.38	+1.19	+0.59	+0.297	+0.149	-0.149	備 註
30min	161.7	164.9	504.7	222.1	59.9	31.3	9.8	5.2	6.8	3.9	300
60min	152.5	165.1	499.7	239.3	56.3	32.3	10.2	4.8	7.1	4.5	
90min	143.3	149.9	521.1	238.8	60.6	33.5	9.4	6.4	6.1	4.6	
30min	154.3	160.2	487.9	248.9	56.6	40.2	8.4	6.5	5.7	3.4	500
60min	155.1	157.2	499.6	242.3	55.6	33.3	9.4	5.9	4.9	4.1	
90min	152.3	150.6	508.6	240.1	57.9	33.2	9.9	6.8	6.3	3.8	
30min	149.8	153.3	519.5	231.3	49.8	34.2	8.4	6.8	7.5	4.4	700
60min	153.5	161.2	522.0	220.9	52.2	38.1	9.2	5.1	5.5	4.1	
90min	162.3	147.9	529.1	209.9	57.5	36.6	9.7	6.2	6.1	4.6	
30min	154.3	161.0	493.4	231.0	63.1	40.1	10.6	4.2	6.2	3.9	800
60min	158.3	152.9	521.2	219.9	50.8	42.0	8.4	5.7	7.1	5.1	
90min	149.9	154.2	509.9	231.1	52.8	38.1	9.2	6.1	7.7	4.8	
30min	153.3	154.6	510.0	227.1	61.1	39.9	7.8	5.9	5.5	4.4	900
60min	158.5	164.1	499.9	213.8	69.9	44.1	7.8	6.2	5.7	5.1	
90min	149.9	156.3	519.1	223.3	58.4	37.3	9.1	7.7	6.6	4.8	

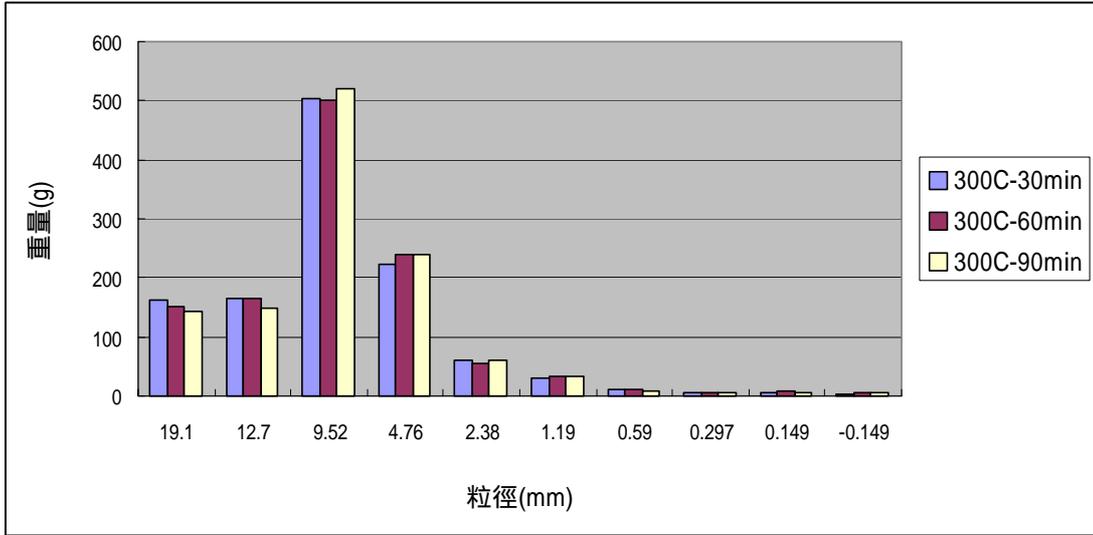


圖 2.11 試體 300°C 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈

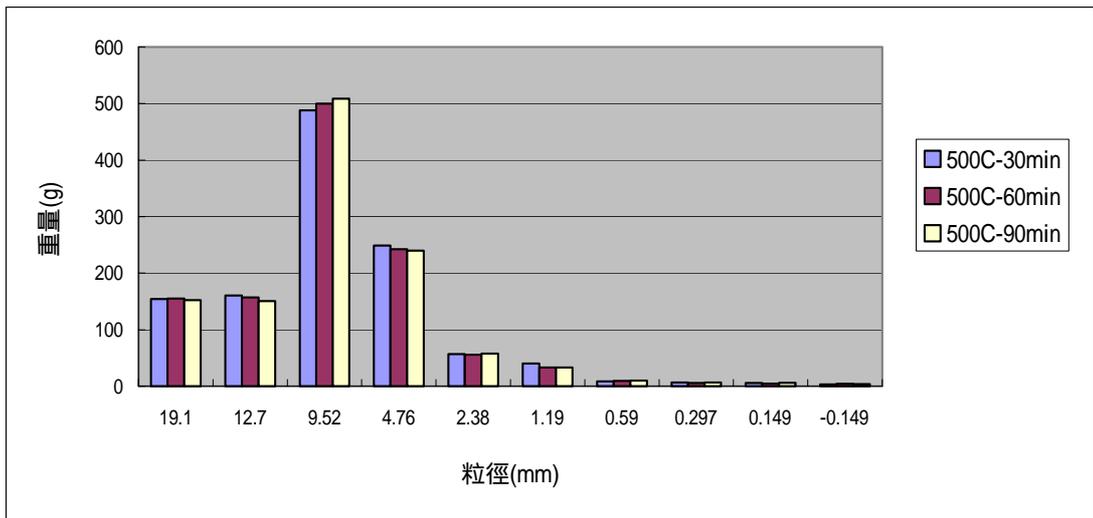


圖 2.12 試體 500°C 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈

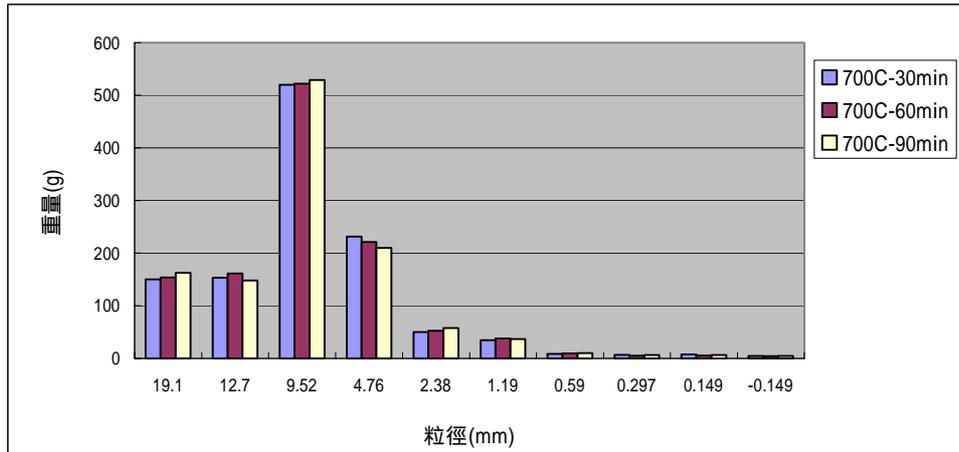


圖 2.13 試體 700°C 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈

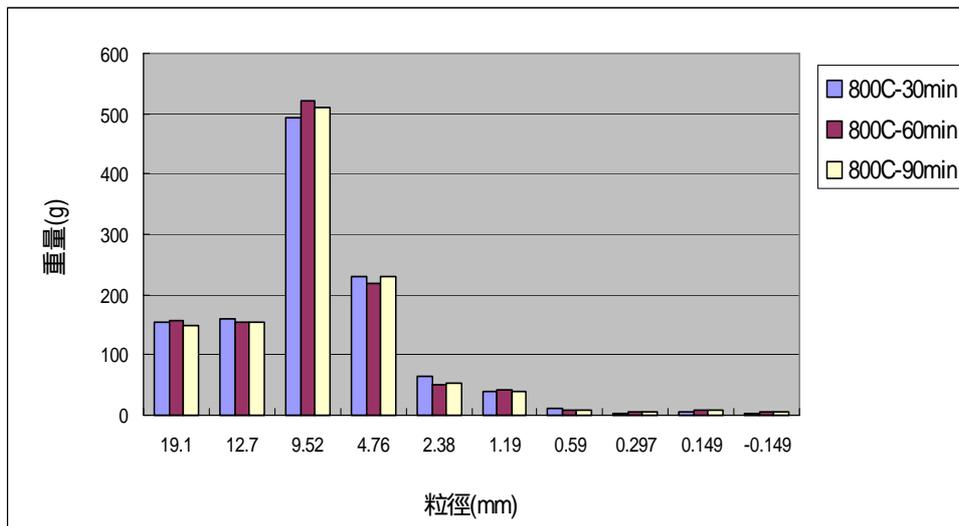


圖 2.14 試體 800°C 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈

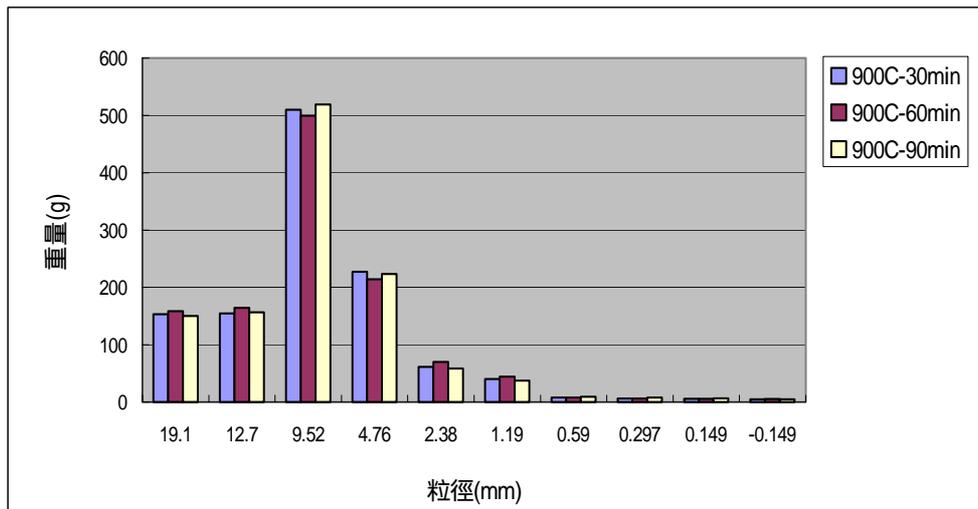


圖 2.15 試體 900°C 經熱能與破碎後之骨材粒徑分佈

小型混凝土試體於不同溫度下與不同之持溫時間下，再以顎式碎石機破碎之結果發現，其粒徑分佈與前述之熱分離實驗的粒徑分佈所差無幾。

## 第五節 討論與建議

本研究目的在於利用熱能，尋找出最有效的方法及最經濟節省成本的方式，而可將廢棄營建混凝土塊利用熱能的技術使其破碎崩解，進而達到分離出磚、石頭、砂等資源，俾便進一步作骨材回收再利用的應用。因此經上述的實驗結果，可得知許多數據應用的參考：

1. 混凝土試體的分離若以單一加熱能方式進行，發現其剝落崩解之溫度至少需大於 900，操作成本較高。
2. 混凝土試體利用熱能後，再以急速浸水冷卻方式使混凝土試體破碎崩解，實驗發現其操作溫度範圍應在 700 ~900 之間，而恆溫時間範圍亦應在 30min~90min 間。以破碎崩解後之混凝土試體的骨材粒徑比較原試體原始骨材，發現粗粒徑(如 19.1mm 與 12.7mm)稍偏低外，細粒徑則偏高，其破碎崩解後之骨材粒徑 < 1.19mm 者要較原始骨材略少。其原因為細粒骨材表面仍舊包裹著水泥與砂，未能碎解。
3. 混凝土試體利用熱能及急速浸水冷卻後，再經自由落體(高度 1 公尺)

自然落下撞擊硬質地面，發現操作溫度範圍只在 700 且恆溫時間 90min 即可將試體破碎崩解至與原始骨材粒徑所差不多。若混凝土試體骨材分離效果要越好，則自由落體高度尚可再提高，而試體加熱之溫度及持溫可縮短。

4. 混凝土試體經高溫再以顎式碎石機破碎之實驗中，其破碎後粒徑與原始粒徑分佈，發現與急速冷卻再以自由落體方式崩解相同，有粗粒徑稍偏低，細粒徑則偏高之趨勢，可見崩解方式之不同並不影響最後所得粒徑分布。

由此可見，若僅以回歸為原始骨材為主要目標，利用熱能及急速浸水冷卻再加上自由落體的過程，不失為一簡單易操作的方式，即能達到將廢棄營建混凝土塊崩解分離回收再利用的目的。

## 第六節 參考文獻

1. 趙文成，鋼筋混凝土柱件火害後修補技術之研究，內政部建築研究所，2000 年。
2. 楊金龍、陳振川，高強度混合纖維混凝土於高溫下行為研究，碩士論文，國立台灣大學土木工程研究所，台北，2000 年。
3. 朱煌林，探討混凝土之耐火性評估。
4. 王天志，加聚丙烯纖維之高性能混凝土在高溫後之強度恢復，碩士論文，國立交通大學土木工程研究所，新竹，1997 年。

### 第三章 綠色再生建材製程技術開發

建築廢棄物乃包括鋼筋、廢棄混凝土/磚塊、木質廢料、塑膠、玻璃等，數量十分龐大，而以廢棄混凝土/磚塊為最大量，如本報告之前言所述。國內於 921 震災後，環保署曾委託臺灣營建研究院召集許多學者專家針對各種可行之再利用途徑提出建議，不外乎以下數種：骨材利用(或製備再生混凝土製品)、路基填方、填海造地、級配料、人工魚礁等。各種再利用途徑中，填方料消耗量最大，且僅須粗碎即可再利用，但是附加價值較低。再生骨材以再製混凝土製品之附加價值可較高，但市場通路卻是以往推動資源回收再利用之重要瓶頸所在。

內政部營建署亦曾於九十一年委託工研院能資所進行「營建剩餘土石方及建築廢棄物多元化回收再利用計畫之推動執行及其標準規範之訂定」計畫，針對剩餘土石材料、廢棄混凝土及磚瓦材料、廢木材、及其他(廢金屬、玻璃、塑膠等)之各種再利用途徑及相關之法令研析。

本計畫乃依據前述之研究報告成果，配合行政院「綠建築推動方案」，加強建築廢棄物之回收再利用，再另參照「綠建築解說與評估手冊」所列之綠建築九大指標中之「綠建材」部份，進行有關「再生性」之綠建材研究開發。計畫目的乃在提供可兼具健康性、生態性與高性能之再生建材商業化製程，以擴大位來綠建材之推廣應用利基，故並非以探討建築廢棄物之再利用方式為主要目標。

營建材料依照用途分類可以多種方式來分類；如果以用途來分類，可以分為構造主體材料及裝修用材二類。所謂構造主體材料乃用來組構成結構物之主體，如鋼筋、混凝土、木材、竹材、石材等；而裝修乃用於非構成結構物主體但附著於主構造物構成裝飾、美觀、舒適之用，如薄石板、油漆、磁磚等。此外，建材又可依照產生之方式來分類，如天然及人造兩大類材料。而依照化學組成來分類，則又可分為有機及無機兩類；而無機材料又可再細分為金屬及非金屬材料。最後，建材又可依照其組成元素分類為三大類，即陶土類(Ceramics)、金屬類(Metals)及有機物質(Organic materials)。

本計畫所擬開發之再生建材之目標則依據內政部建築研究所於九十一年度委託王松永教授與黃榮堯教授所分別辦理之「木質建材回收再利用之應用研究」與「建築廢棄物減量中程計畫研訂之研究」，兩項計畫之研究成果以及配合該二計畫成立之「建築廢棄物回收再利用推動委員會」會議結論，建議國內之建築廢棄物回收再利用推動將優先以廢木材及廢混凝土塊為主。而從市場應用層面來考慮，顯示國內較具市場需求性之木料類再生建材為：粒片板、木片（纖維）水泥板、踢腳板及課桌椅等；而混凝土類之再生建材則為：道路級配、高壓地磚、植草磚、圍牆空心磚及消波塊...等。

以上所提之再生建材，從性質上作區分可分為素材類（需進一步加工再使用者）以及成品類（可直接使用者）。

以木質廢棄物而言，屬於素材類的包含粒片板、纖維板、仿木建材與複合板等再生建材，甚至可與他種廢棄物混合而製得如耐燃性複合板等材料，因此極具廣泛之市場用途。而將木質素材進一步加工，即可製得木質成品，例如纖維板 課桌椅、防火門板...；仿木建材 踢腳板、棧道板...。

對於混凝土塊/磚石廢棄物而言，屬於素材類的再生材料主要為經篩分後製備的人工骨材，可作為各種級配料用途，如道路、磚...的級配。而利用這些混凝土類的素材，經特殊加工後可以產製各類水泥製品，例如高壓地磚、植草磚、圍牆空心磚、消波塊...等。詳如圖 3.1 所示。

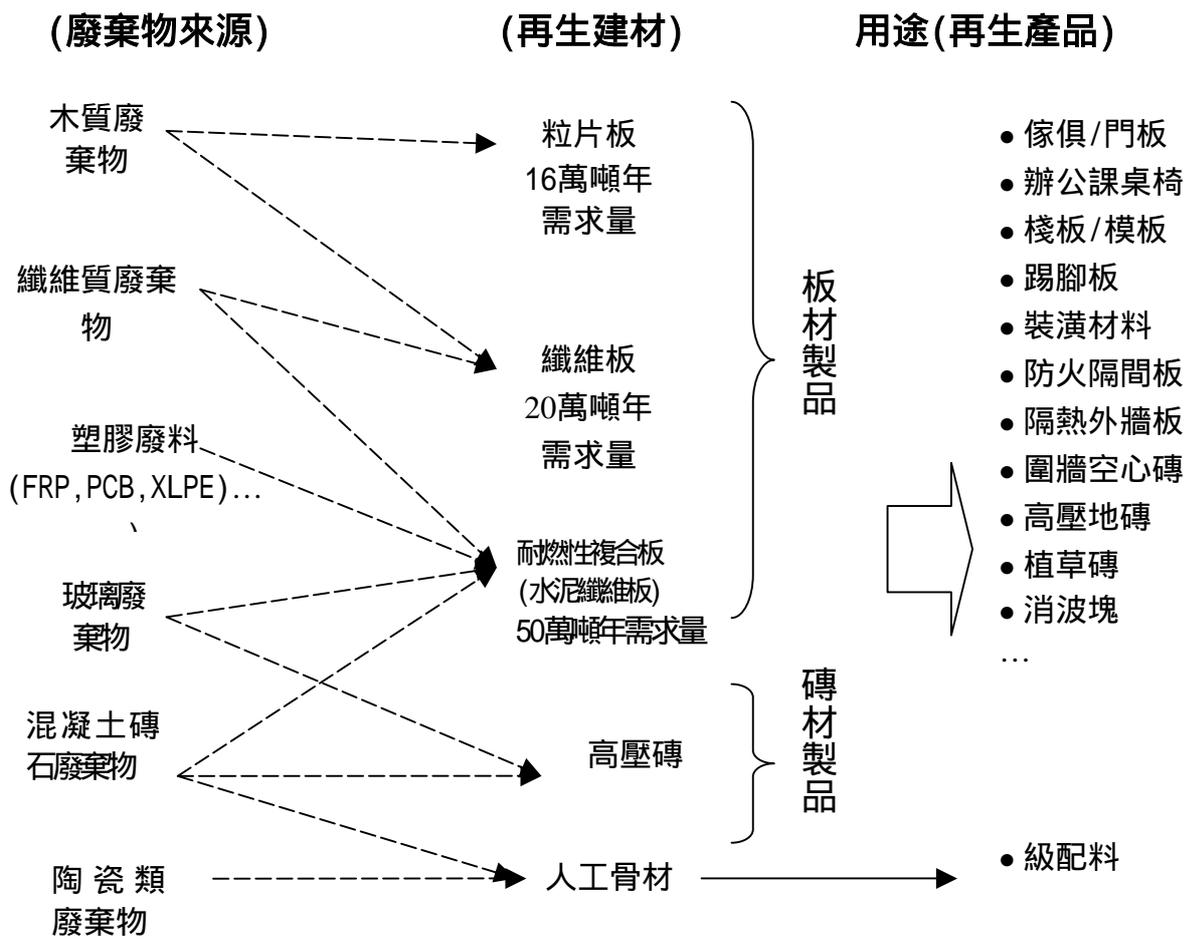


圖 3.1 資源化對象及產品目標

對於各種不同之再生建材，依其所能製作的相關製品、可能的原料來源、所需的關鍵技術以及主要的檢測項目說明如表 3.1 所示。

表 3.1 再生建材相關製品與技術

再生建材	相關製品	來源	關鍵技術	主要檢測
粒片板	隔間板 課桌椅 ...	廢木材 ...	熱塑合技術 ...	強度、密度、吸水度、 成分...
纖維板	隔間板 課桌椅 防火門板 框板 地板 ...	廢木材 廢傢俱 廢水泥塊 廢瓷磚 廢玻璃 ...	熱塑合技術 水合反應技術 高壓模成技術 養護技術 抄造成型技術 ...	強度、防火性、密度、 吸水度、耐候性...
仿木建材	踢腳板 棧道板 ...	廢木材 廢塑膠 ...	擠壓塑合技術 ...	強度、成分、耐候性...
複合建材	天花板 浮雕板 地板 內外間隔板 鋼構披覆板 ...	廢木材 廢浴缸 廢水泥塊 廢瓷磚 廢玻璃 ...	熱塑合技術 水合反應技術 高壓模成技術 養護技術 常溫塑合技術 無機聚合技術 ...	強度、防火性、密度、 吸水度...
人工骨材	道路級配 磚級配 ...	廢水泥塊 廢磚塊 ...	粉碎級配技術 ...	強度、粒度、建度...
高壓磚	步道磚 植草磚 圍牆磚 空心磚 ...	廢水泥塊 廢瓷磚 廢玻璃 廢磚塊 ...	高壓模成技術 蒸氣養護技術 ...	強度、密度、吸水度、 耐候性...
水泥製品	消波塊 ...	廢水泥塊 廢瓷磚 廢磚塊 ...	參配技術 預鑄水合技術 ...	強度、建度、耐候性...

本計畫係配合「綠色再生建材實驗室」設置後所推動之技術研發工作，必須包括「各種再生綠色建材之技術開發研究」與「商業化製程驗證研發」及相關之物性測定與產品驗證等工作。但因製程開發設備將於本年度底才完成建置，因此本年度尚無法進行完整且系統性之再生產品研發，僅能利用國內業者現行之製造設備，委請其依規劃之製程進行試製。預期未來製程開發各項實驗設備可順利操作運轉後，將可加速提供商業化製程之研發與驗證，可包括木質建材回收再利用產品、混凝土磚石建材回收再利用產品、玻璃陶瓷建材回收再利用產品，及與河川底泥、紙渣及塑、橡膠...等材料共資源化回收再利用等。依據表 3.1 所示之產品對象，以木質與石質廢棄物而言，茲規劃如表 3.2 之全程（92~95 年）研發內容，以供建築研究所逐年推動之參考。而在本（92）年度中，吾人以水泥纖維板為主要對象，探討建築廢棄物當中，以廢混凝土塊（粉）做為製作水泥系列再生板材的原料的可行性研究，特別是探討各種石質再生材料（廢混凝土塊/粉、廢玻璃粉、廢花崗岩粉等）利用於製備矽酸鈣板之反應機制。以了解是否參與水合反應以及促進水合反應的方式，及是否對於水泥系列再生板材的機械強度之影響，並應用於再生防火隔間板材之技術開發。除此之外，為配合綠建材標章推動時程之需要，並依本計畫期中報告之結論建議，對於九項再生建材進行全面性之試製，以利於其相關認定標準之研擬。

表 3.2 「綠色再生建材實驗室」之各種再生建材製程技術開發規劃

	92 年	93 年	94 年	95 年
石質廢棄物	水泥纖維板（室內隔間板...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水泥漿體預處理</li> <li>● 水合反應機制</li> <li>● 漿體抄造處理</li> <li>● 高壓成型處理</li> <li>● 蒸汽高壓斧養護</li> <li>● 板材物性檢測</li> </ul>	輕質混凝土磚（輕質隔間磚...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 多孔質發泡處理</li> <li>● 強塑劑補強處理</li> <li>● 發泡密度控制處理</li> <li>● 模造成型處理</li> <li>● 高溫養護處理</li> <li>● 產品物性檢測</li> </ul>	預鑄式牆板（隔間牆板、窗框...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 試料粒度級配處理</li> <li>● 成型模具設計</li> <li>● 配比混拌處理</li> <li>● 蒸汽常壓養護</li> <li>● 預應力模造處理</li> <li>● 板材物性檢測</li> </ul>	無機複合材（剪力牆、樑柱...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 無機聚合合成</li> <li>● 配比添加處理</li> <li>● 活性填充劑處理</li> <li>● 高溫養護處理</li> <li>● 複合加工處理</li> <li>● 複合材物性檢測</li> </ul>
木質廢棄物	人造木材（棧道板、椅條...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 木質纖維預處理</li> <li>● 塑料配比預處理</li> <li>● 高溫混練處理</li> <li>● 黏稠擠出處理</li> <li>● 擠出成型處理</li> <li>● 飾面砂光處理</li> <li>● 板材物性檢測</li> </ul>	人造塑合板（課桌椅、門板、踢腳板...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 木質粒度預處理</li> <li>● 塑合劑硬化調整</li> <li>● 塑合配比處理</li> <li>● 塑合劑混拌處理</li> <li>● 飾面壓模成型</li> <li>● 熱壓成型處理</li> <li>● 板材物性檢測</li> </ul>	預鑄式複合材（樑柱浮雕、污水淨化槽管件等...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 木質纖維解離處理</li> <li>● 成型模具設計</li> <li>● 塑合樹脂硬化調整</li> <li>● 配比混拌處理</li> <li>● 特殊塑合成型處理</li> <li>● 常溫塑合養護處理</li> <li>● 複合材物性檢測</li> </ul>	防火複合粒片板（不燃傢俱組件...） <ul style="list-style-type: none"> <li>● 無機難燃預處理</li> <li>● 複合配比處理</li> <li>● 塑合劑混拌處理</li> <li>● 複合硬化養護處理</li> <li>● 特殊複合成型處理</li> <li>● 飾面砂光處理</li> <li>● 防火物性檢測</li> </ul>

## 第一節 含混凝土建築廢棄物之再生技術研究

一般說來，建築廢棄物經拆除及現場初步分類後，可直接運往分類處理場進行篩選、粉碎等分類處理，之後，再針對綠色建材種類/數量以及建築廢棄物特性進行分析比對，規劃自建築廢棄物產製再生建材的可行再生製程技術。本研究項目將先針對建築廢棄物當中的廢混凝土塊，先行分析可用做為再生建材的組成材料，再依據這些可行性建立有效的資源化流程

### 混凝土之組成材料

混凝土是由水泥、水、粒料（砂和石）按適當比例配合，拌製成拌合物，並成型密實後，經一定的時間硬化而成的人造石材。其中的水泥是一種主要成份為水硬性矽酸鈣的水硬性粉料。而混凝土之粒料除標稱最大粒徑外，須符合 CNS1240（混凝土粒料）之規定，而粗細粒料應視為不同成分材料，各尺寸粗粒料以及二種以上含混合粗粒料，均需符合粒料之級配規定。

由於水泥製品因為使用場合以及強度的不同需求，會有不同之配比，以建築物使用的混凝土而言，其組成比例約如表 3.3 所示

表 3.3 建築用混凝土組成比例

組成	比例
粒料（8mm~16mm）	40~50%
砂砂	27~33%
水泥	14~18%
水	7~9%

原則上，使用後的廢混凝土塊經分離破碎分離之後，會產生粗粒料與細粉料。當中的粗粒料可做為再生骨材之應用，例如道路、磚塊/消波塊...之級配料；細粉料則可考慮以粉料做填充材料，以建築板材的應用為主。

### 再生技術流程

所謂的再生技術流程，係針對建築廢棄物前/預處理所產生的骨材或粒片原料的品質特性，建立各種塑合劑（水泥、樹脂...）與骨材/粒片原料的配比/混拌關係，並分析鋪壓成型的溫度、壓力、時間...等參數試驗，以建立綠色再生塑合板的製程參數基礎。

以本研究擬進行的再生板材而言，其所需的大步處理流程包括：破碎、篩分、混拌、成型、養生等數個步驟，如圖 3.2 所示。

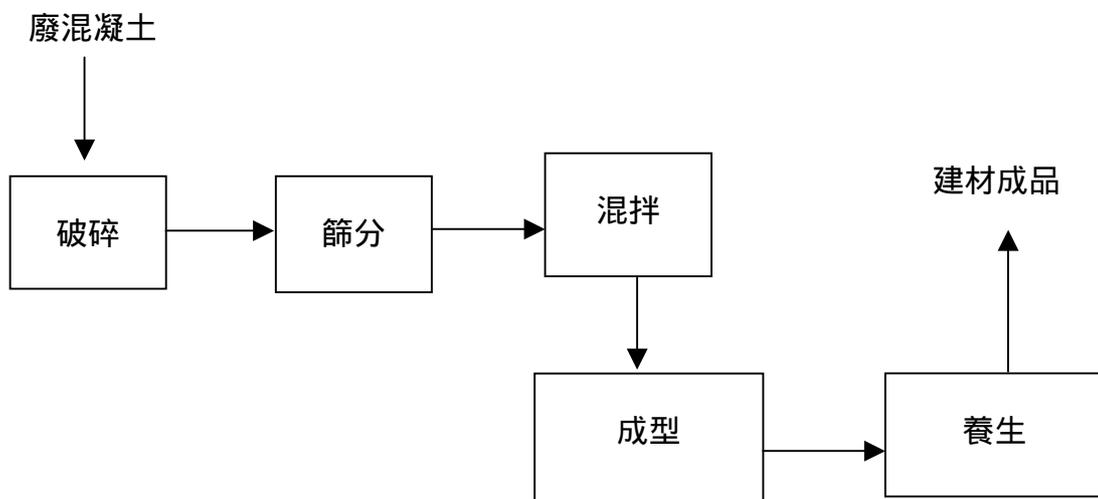


圖 3.2 混凝土再生建材流程

以下說明各個步驟的執行方式與需求。

### 破碎處理

破碎的目的在於將建築廢棄物中的廢混凝土塊細小化，依據其機械作用方式主要有壓碎、劈碎、剪斷、衝擊與磨碎等方式。而目前市面商業化的破碎機組有鄂式破碎、錐式破碎及衝擊式破碎、球磨粉碎...等。球磨粉碎在固體廢棄物處理與利用中佔有重要地位，對於礦業廢棄物及工業廢棄物尤其如此，特別是在生產水泥、磚瓦、化肥與提取化工原料等應用方面；例如在硫鐵礦燒渣煉鐵製造過程中回收金屬、製造鐵粉、生產鑄石等；以電石渣生產水泥、磚瓦、回收化工原料等；以鋼渣生產水泥、磚瓦、化肥、溶劑等...過程，皆離不開球磨機對固體廢棄物的磨碎。

本工作項目以球磨粉碎廢混凝土塊的方式進行，主要在於取得粉料做為再生板材之用途。球磨機主要由固柱形筒體、端蓋、中空軸頸、軸承及傳動大齒圈等構件組成。筒體內裝有直徑為 25~150 mm 磨球，其裝入量為整個筒體有效容積的 25~50%。筒體內壁敷設有襯板，除防止筒體磨損外，兼有提升鋼球的作用。筒體兩端的中空軸頸有兩項功能，一是有看軸頸的支承作用，使球磨機全部重量經中空軸頸傳給軸承及機座；二是有著給料與排料的漏斗作用。電動機經由聯軸器及小齒輪帶動大齒圈與筒體緩緩轉動。當筒體轉動時，在摩擦力、離心力及襯板共同作用下，磨球與物料被襯板提升。當提升至一定高度後，在磨球與物料本身重力作用下，產生自由瀉落或拋落，進而對筒體內底腳區的物料產生衝擊與研磨作用，使物料粉碎。物料達到磨碎細度要求後，由出料口排出。

破碎完成的廢混凝土塊具有大大小小的粒徑分布，由於大小粒徑之再生粒料其使用用途不同，因此須經篩分處理以區分粒徑並分類用途，以達最佳利用效率。

## 篩分處理

篩分是利用篩子將物料中小於篩孔的細粒物料透過篩面，而大於篩孔的粗粒物料留在篩面上，完成粗、細粒物料分離的過程。而篩分機係一能將物料按須要級配等級予以劃分之機具設備，其篩孔口徑多以美國標準篩（American standard sieves）為準。篩分機之主要功用為：（1）篩選物料；（2）幫助沖洗物料；（3）調整級配；（4）輔助餵料。為增加篩分之效果，多裝設振動裝置，故以為振動篩（vibrating screen）為多。本研究項目所使用的篩分設備如圖 3.3 所示。



圖 3.3 篩分設備

以混凝土塊而言，破碎後經篩分離回收後之材料主要有兩類，其一是粒徑較大者，這類回收材料主要為再生骨材之應用，例如道路、磚塊、消波塊...等之利用；其二是混凝土塊經破碎分離回收後之粒徑較小者，將作為再生板材當中的粉料填充材。圖 3.4 為經研磨篩分出之廢混凝土粉料。



圖 3.4 經研磨篩分之廢混凝土粉料

相較於原生粒料而言，再生粒（粉）料在基本性質及材料施工上具有以下之差異性：

#### 1. 再生骨材之基本性質

- 物理性質：表面粗糙、低比重（約為原粒料之 85~95%）、高吸水率...，而且粒徑愈小，比重愈低，吸水率愈高。
- 化學性質：含鈣、鋁、矽酸鹽等鹼性物質， $\text{pH}>11$ ，易造成混凝土膨脹裂開。
- 力學性質：耐磨性 健性損耗率 CBR( California Bearing Ratio ) 值與原骨材類似。洛杉機磨損試驗：磨損率 25.1~35.1%；ASTM 骨材耗損率（硫酸鎂健性耗損率）： $< \%$ 。

#### 2. 再生骨材之施工性質

- 再生骨材之表面粗糙，不易修飾，故應適當添加天然砂為宜
- 再生骨材參配天然細骨材使用，拌合用水量將增加約 5%；若與再生細骨材參配使用，拌合用水量將增加約 15%
- 水泥用量將酌量提高約 5%

以上所述之再生粒（粉）料的特性，會限制用於使用各種再生建材之技術可能性，本研究項目將克服上述的困難點，透過適當的配比與混拌調整，增強其可再利用性。

### 混拌處理

廢混凝土塊經破碎與篩分之後取得粉體原料，這些再生原料與水泥、砂料、水與纖維原料以一定之比例透過混拌後，開始產生水合反應。拌合的程序是將再生粉體原料與砂料先行乾式拌合，再與水泥進行第 2 次乾式拌合，待完成後加入一定比例之水開始濕式拌合，行程水泥漿體。拌合所使用設備如圖 3.5 所示。



圖 3.5 水泥漿體製備使用的混拌裝置

水合反應的程度將決定再生建材日後的強度與穩定性，因此了解廢混凝土塊製得之粉體原料是否參與水合反應顯得十分重要，將於第二節說明詳細過程。

### 成型處理

混拌完成之漿體在還未固化之前，先將其透過成型處理以便固化後製品成為所需之形體。通常初步成型的方法有抄造成型、灌鑄成型...等方式。

以纖維板系列的廠型製作而言，抄造成板技術，是相當重要的關鍵之一。目前，水泥纖維板系列的廠型抄造製作均採用減壓式抄造輪，配合循環抄造毯的設備運作。由於國內先前的石棉板亦採用此類型製作方式，且在國內的產製運作已有數十年的時間。因此，國內相關板材業者在抄造成板的技術與經驗均已相當的成熟，許多現有的國內防火板材業者亦均由石棉板製造廠轉型而成。抄造成板過程亦必需掌握的重點包括：配比原料的漿體黏度、附著性、壓濾性等，並確認板的平整性等因素。

待板材初步成型之後，再進一步施壓成型，以將漿體內的粒料更加密實，並把多餘的水分擠出。經成型處理的固形體內部，水合反應持續發生，強度逐漸增強，但未達其最終強度，因此需進行養生處理。

#### 養生處理

所謂的養生處理，是為了使水泥製品在固化後，持續的進行水合作用，一直到完成所有的反應為止，這個期間稱為養生期。養生期最重要的是保持足夠的水分，讓水合反應充分進行，以讓水泥製品達到足夠的強度。

一般而言，水泥的自然養生期間（常溫/常壓下）約為 28 天，此時水泥製品的強度達到 80% 以上的最大強度。通常較高的溫度有助於水合反應的進行，因此有高溫的快速養生法，例如蒸氣養生、水浴養生... 等方式。

有關水浴養生的方式，係根據大陸交通部公路規劃設計院和同濟大學等單位的研究成果，發現 60°C 水中養生 1 天大約相當於常溫養生 1 個月的強度；另外西安公路交通大學的研究表明，高溫下的快速養生不會改變水泥土與反應生成物有關的性質，這些研究係以自行設計加工的水浴快速養生箱進行，養生溫度為 60°C，誤差 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；養生 3 天。養生試件外包三層密封塑膠袋，以防養生時水浸入試件。

本研究項目主要以自然養生作為基本比對，並採取高溫的快速養生法作為技術流程開發之根據。

## 第二節 廢混凝土再生利用之機制研究

由於水泥與廢混凝土粉料的水合反應將影響再生產品的機械強度，因此本節主要探討廢混凝土粉料與水泥產生的水合作用機制，藉以了解廢混凝土之再生機制。

### 水合反應機制

水泥加水後會開始產生水合作用，水合產物主要為矽酸鈣（C-S-H）膠體、氫氧化鈣（CH）、鈣氫石（AFt）、單硫鋁酸鈣（AFm）等。其中矽酸鈣（C-S-H）膠體與氫氧化鈣（CH）是水泥C2S與C3S單礦物的水合產物，通常會支配水泥強度的發展。鈣氫石（AFt）與單硫鋁酸鈣（AFm）是水泥C3A與C4AF單礦物的水合產物，通常對水泥的水合熱與凝結時間具有較大的影響。

由於水泥的水合反應初期產生的水合產物是以膠質體為主，會減緩與阻礙水合反應的進行，必須等待水分子漸次的再滲入水泥粒子內部後才能持續水合反應。因此，水泥的水合反應時間是屬於緩慢與漫長的持續進行狀態。

通常水泥中各種單礦物的水合反應過程是由各種單礦物質相互作用的結果，且水泥混凝土的組成成份與混合比例均會影響水合作用的進行。典型波特蘭水泥的水合過程與機制可概分成五個階段，分別概述如下：

**第一階段** ~ 水合作用開始約 0-5 分鐘，主要反應機制包括：

1. 水泥中的氧化鈣成份溶入水中，大量釋出  $\text{Ca}^{++}$  與  $\text{OH}^-$  離子，並釋出熱量。
2. 鋁酸鹽類與石膏開始初期迅速的溶解與反應。

3. 矽酸三鈣 (C3S) 開始初期的水合生成反應。

4. 經由溶解物質組成的變異，開始影響水泥漿體的流動性質。

**第二階段 ~ 水合作用開始約 15 分鐘-3 小時，主要反應機制包括：**

1. 漿體中  $\text{Ca}^{++}$  離子持續的增加，並維持飽和濃度的狀態，矽酸鹽的釋出則漸減。

2. CH 晶體與 C-S-H 膠體的初期水合生成物逐漸的形成。

3. 漿體的黏稠性逐漸增大，水合生成反應釋放的熱量逐漸減小。

4. 矽酸三鈣 (C3S) 的水合反應生成物開始影響漿體的初凝性質。

5. AFt 與 AFm 持續的生成，並開始影響漿體的凝結性與工作性能。

**第三階段 ~ 水合作用開始約 3 小時-8 小時，主要反應機制包括**

1. 矽酸鹽大量與快速的進行水合反應，並生成 CH 晶體與 C-S-H 膠體。

2. 漿體中  $\text{Ca}^{++}$ -離子的過飽和濃度逐漸的降低。

3. AFt 持續緩慢的生成，並依漿體的 A/S 比例開始轉變成 AFm。

4. 水合反應生成物持續快速生成，反應熱釋放的速率快速增加，並導致漿體的固化與孔隙減少。

5. 漿體的可塑性大幅降低，具剛性的早期強度逐漸形成。

6. 漿體的終凝特性開始發生。

**第四階段 ~ 水合作用開始約 8 小時-24 小時，主要反應機制包括**

1. CH 與 C-S-H 的水合生成反應機制，逐漸由化學控制轉變成擴散控制。

2. AFt 持續並完全轉變成 AFm，水合反應釋放的熱量逐漸減小。
3. 矽酸三鈣 (C3S) 的水合生成反應變成非常明顯。
4. 漿體的孔隙持續減少，水合反應生成物的顆粒與顆粒間逐漸形成鏈結，並具有早期的強度。

#### 第五階段 - 水合作用開始 24 小時之後，主要反應機制包括

1. 水合生成反應變成較緩慢。
2. 水合反應為擴散控制，固化體的強度增進速度趨緩，並呈現穩定的狀態。
3. 固化體的抗潛變能力漸隨時間而漸增。
4. 孔隙持續減少，固化體的強度漸增。
5. 固化體的孔隙與水合生成物的鏈結形態，可以決定固化體的最終強度。
6. 固化體的體積穩定性與耐久性能逐漸增加。

#### 水泥漿體之水合反應生成物分析

水泥漿體水合生成物包括矽酸鈣、氫氧化鈣、鈣鈣石 (AFt)、單硫鋁酸鈣 (AFm) 等，各種水合生成物均對於水泥漿體的物性強度具有正面的供獻，其中尤以 C-S-H 膠質生成物是水泥漿體物性強度的主要提供者。但是，在一般混凝土中膠體孔隙會在 C-S-H 膠體層之間結晶水的原始孔隙形成，對於水泥漿體的乾縮與潛變性質有負面的影響，但是若以此製備水泥纖維板，則由於經過高壓成型處理，此現象可獲得大幅的改善。茲將其性強度比較可整理如表 3.4 中為各種水合生成物之強度比較。

表 3.4 各種水泥漿體水合生成物的物性比較 [1][2]

組成	結晶情形	晶相形態	外觀大小	體積比 %	比重	強度功能
矽酸鈣 C-S-H	為非晶質、多 孔隙、不定形 膠體	針刺狀	1×0.1μm	50~70	2.3~2.6	+，漿體強度 主要提供者
氫氧化鈣 CH	結晶相良好	無孔條紋式	0.01~1mm	20~25	2.24	+ 填充孔隙
鈣鈣石 Aft	結晶相良好	細長六角針 狀	10×0.5μm	10~15	1.75	+
單硫鋁酸鈣 AFm	結晶相尚好	六角薄板狀	1~10μm	7	1.95	+
孔隙	~	~	100Å	7	~	-

註:+表示增進強度，-表示降低強度

此外，由圖3.6中亦可顯示水泥漿體在水合反應發展過程中，各種生成物與物性的關係情形[5]，由圖中可以明顯的發現，在水泥漿體混拌後6小時，C-S-H膠質開始大量的生成，此同時水泥漿體物的強度物性亦呈現正比的大幅提升，亦即藉由水泥漿體物中C-S-H膠質生成物的生成量多寡，可以大致研判推斷水泥漿體物性強度。另一方面，由圖中亦顯示，在水泥漿體水合反應發展過程中，CH生成物與單硫鋁酸鈣（AFm）亦在水合反應發展過程中持續的生成增加，鈣鈣石（Aft）則在水合反應發展過程的末期漸漸的減少，並轉變成單硫鋁酸鈣（AFm）。在此過程中水泥漿體的孔隙率與透水性均會大幅的降低，凡此種種均有利於水泥漿體的強度增長。以下將再針對各種水合生成物之性質作深入描述。

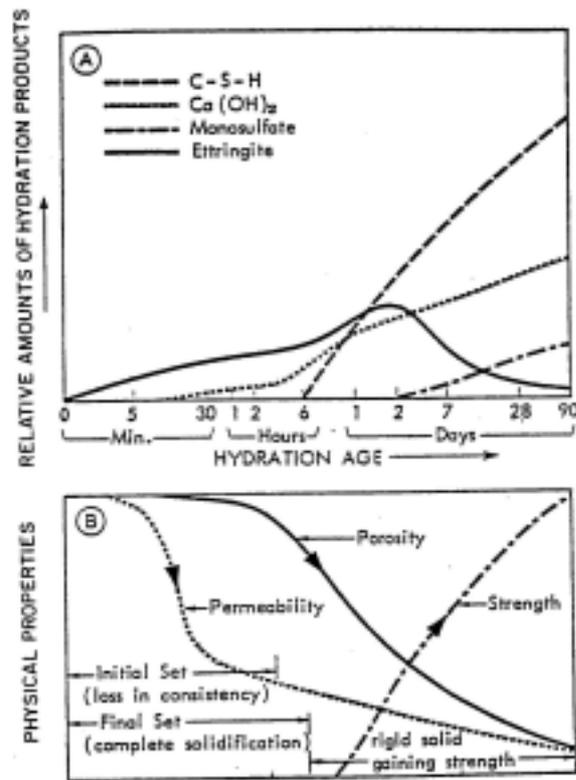


圖 3.6 水泥漿體在水合反應過程的各種生成物與物性關係[5]

## 一、矽酸鈣 (C-S-H) 膠質生成物

矽酸鈣 (C-S-H) 膠質生成物為一種非晶質化合物，一般 C/S 值約在 1.5-2.0 之間或更高，可能組成為  $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_5$  或  $\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_7$ 。比重約 2.3 - 2.6。以 SEM 觀察的 C-S-H 其外觀呈現針刺狀，為不規則的極細形態，平均大小約  $0.1\mu\text{m}$  [3]。由於 C-S-H 隨齡期不同，化學成份可以由單矽至聚矽的複雜變化。一般齡期愈長時含矽的聚合亦愈長，外觀亦無固定的形狀，目前已確定組成的 C-S-H 化合物達三十多種，Tobermorite ( $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 為 C-S-H 中常見晶相之一種[4]。C-S-H 膠質生成物會隨著水泥漿體的水灰比、溫度、各種氧化物含量組成、齡期等差異，而改變其結晶的型態。通常水泥漿體中 C-S-H 膠質生成物的含量越多時，對結構的強度與耐久性有增進作用。

## 二、氫氧化鈣 (CH) 生成物

水泥熟料中的 C3S 與 C2S 加水水合後即產生氫氧化鈣 (CH) 生成物，以 SEM 觀察，外觀呈現六角形的晶體形態[4]，比重約 2.65。通常水泥漿體中 CH 生成物對結構的強度增進作用，並不明顯。CH 具有填充水泥漿體孔隙的功能，但因 CH 的水溶解性高，亦易因為水的溶解而造成孔隙，並導致白華的生成。CH 在受熱溫度 400-600 時，會釋出組成分解的水分子，並使結構體產生收縮。

## 三、單硫鋁酸鈣水合生成物

水泥與水作用時，C3A 會與部份的石膏作用，產生單硫鋁酸鈣水合生成物。其結晶的粒度約 1-10  $\mu\text{m}$ ，比重約 1.95，約佔水泥漿體 10-15 %，就結晶的形態可分成鈣鉍石 ( $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CS} \cdot \text{H}_{32}$ , AFt, Ettringite) 與單硫鋁酸鈣 ( $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CS} \cdot \text{H}_{12}$ , AFm, Monosulfaluminate)，兩者均是水泥 C3A 與 C<sub>4</sub>AF 單礦物的水合產物，通常對水泥的水合熱與凝結時間具有較大的影響。以 SEM 觀察的照片分別如圖 3.7 與圖 3.8[1]所示，鈣鉍石 (AFt) 外觀為六角針刺狀或牆板狀，結晶的結構良好，在水合反應的初期可以由 SEM 觀察到，粒度大小約 5  $\mu\text{m}$ 。單硫鋁酸鈣 (AFm) 外觀為不規則玫瑰叢六角薄板狀，結晶的結構亦良好，在水合反應的過程中屬於一種中間的產物，最終會再進一步轉變成穩定態的水化石榴石 (Hydrogarnet)。

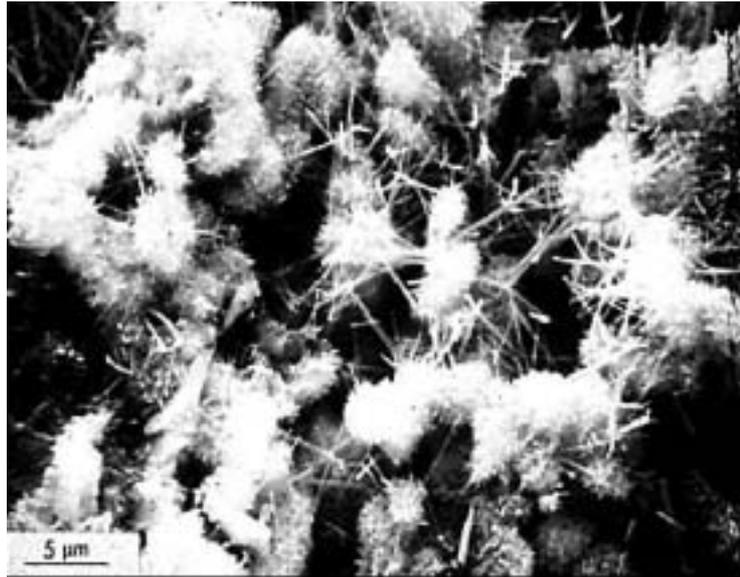


圖 3.7 鈣氫石水合生成物的 SEM 外觀[1]

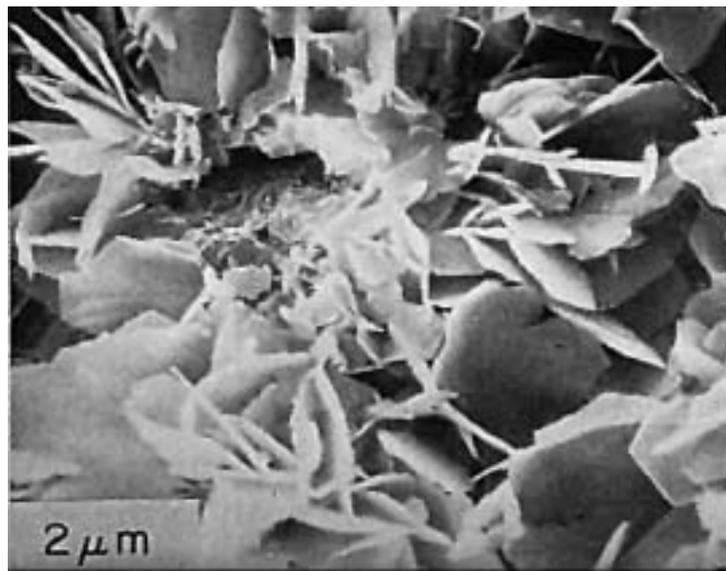


圖 3.8 單硫鋁酸鈣水合生成物的 SEM 外觀[1]

#### 四、孔隙狀結構

水泥漿體硬固過程會有孔隙存在於內部或介面中，由於水合生成物的阻隔，孔隙的形狀呈現非常的不規則，且部分是獨立的。通常孔隙可依性質區分成兩類，一為毛細管孔隙，另一為膠體孔隙。

毛細管孔隙的孔徑大於 100，此種孔隙的生成是由水泥漿體的水合水所填充的空間。並且與水/灰比成正比關係，亦即此種孔隙的含量比率，可由水/灰比來控制。膠體孔隙的孔徑小於 100 Å，此種孔隙的生成是由 C-S-H 膠體層之間結晶水的原始孔隙所形成，與水/灰比無關係。

通常水泥漿體的孔隙量會隨溫度的升高而增加，且水泥漿體的孔隙量對抗壓強度有密切的關係。毛細管孔隙對於水泥漿體的透水性與耐久性有直接的影響，而膠體孔隙則對於水泥漿體的乾縮與潛變性質有直接的影響。

### **水泥漿體之高溫養護**

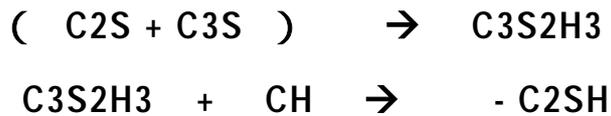
一般水泥漿體是在常溫下進行 28 天之養護以獲得最高且穩定的強度，考慮來自廢棄物的砂砂成份，孔隙度可能較大，水合反應不完全，且內部含有未能充份反應的水份不易釋出，因此利用高溫養護將有利於促進水泥漿體之強度。依據本團隊曾於 1991 年訪問德國水泥纖維板製造廠 Siempelkamp 公司所獲取之經驗[7]，及國內之研究報告顯示[8]，水泥漿體在高溫蒸汽釜進行養護時，其與常溫養護的主要差異為：

- 1.含水量將因高溫處理而降低
2. 提升抗風化性能
3. 提升抗硫性能
- 4.漿體的乾縮量將降低

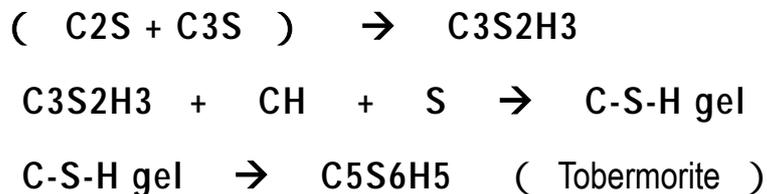
此外，最重要的是，高溫養護的時間通常可在低於 24 小時內完成，而其抗壓強度亦相當於常溫養護的 28 日的靜置處理。當然高溫養護必須付出較高的能源成本，此為較不利者。

高溫養護過程中水合反應的機制為：

(1) 若高溫養護的主要物質僅限於水泥原料時，最終的反應生成物為  $-C_2SH$ ，此產物的密度較高，會導致漿體固化體中的孔隙增加，並使試體的強度下降。反應式可表示如下：



(2) 若高溫養護的主要物質包括水泥與矽質原料時，則最終的反應生成物包括 C-S-H 膠體與 Tobermorite，此 Tobermorite 產物的結晶穩定，有助於減少漿體固化物的乾縮與潛變性能，且由於 Tobermorite 產物的密度變化不大，不會使漿體固化體中的孔隙增加，因此有助於試體的強度增進。反應式可表示如下：



文獻顯示[9]，水泥漿體中各種水合反應生成物對強度有不同之影響。水泥漿體中最後所生成的 Tobermorite 對相對強度的增進最具有決定性的效果，其次則是水合反應開始時生成的 C-S-H (I) 型生成物。

#### 高壓成型對水泥漿體水合反應的影響

本研究探討混凝土石質廢棄物經粉碎後製水泥漿體以再製各種再生建材之方法，其中以再生水泥纖維板為主要探討對象，而高壓成型處理更是其中最重要的製程之一。通常壓成壓力達50-200kg/cm<sup>2</sup>，水泥漿體在經由加壓成型處理時，會有體積壓縮與發生排水與排氣的作用，隨著壓力的增加亦有助於漿體孔隙率的降低。高壓成型對水泥漿體的較大影響可以概略歸納如下

1. 高壓成型壓力可以減少漿體的孔隙率，並增進漿體粒子間的結合力。
2. 可以有效降低水泥的水灰比，有利於水合產物的強度。
3. 高壓成型壓力可以提供漿體早期的強度

4. 高壓成型壓力使水合產物的孔隙率變低，亦會增進粒子間水合反應的進行。
5. 高壓成型壓力有助於水合反應的水分子滲入水泥粒子內部，有效改善並降低膠質反應物質對水泥水合反應時間的減緩影響。

圖3.9顯示水泥漿體的孔隙率比對強度的影響情形，由圖中可以明顯的發現，在水泥漿體中所含孔隙的量降低時，對水泥漿體的強度增進會有非常顯著的效果。

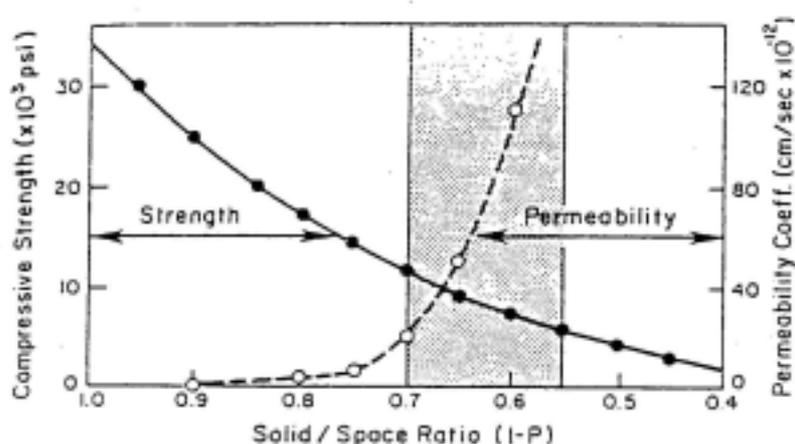


圖 3.9 水泥漿體的孔隙率比對強度的影響情形[5]

就再生原料的水合反應而言，在養護的最終反應生成物中，C-S-H 膠體與 Tobermorite 的生成比例，與漿體中參與水合反應的活性矽含量有關。此外，由於  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  與  $\text{SiO}_2$  於不同溫度下在水中有不同之溶解度 [6]，水泥漿體中，非晶質氧化矽原料亦較結晶質原料具有更高的水溶解度。因此選用非晶質氧化矽的再生原料，將會有利於水合反應的促進。亦即在養護時水泥漿體中活性矽的含量，將有利於 Tobermorite 的生成，並促使漿體的強度能達到最佳情況。因此，若廢棄物（或經適當研磨前處理）能提供較高比例之活性矽生成條件，將有利於 C-S-H 膠體與 Tobermorite 的生成，而對於利用來製備水泥纖維板等再生建材，將大為有利。

## 再生原料的水合反應實驗與結果

在水泥漿體的水合反應中，水泥膠結劑與矽質原料在高溫養護的環境下，有利於最終的反應生成物包括 C-S-H 膠體與 Tobermorite 等的生成，並且有助於水泥漿體固化物的強度提升，以及減少乾縮與潛變性能等優點。

本研究即針對各種矽質與非矽質的再生原料與水泥膠結劑，探討分別經由常溫與高溫養護處理後的水合反應特性差異性情形，並進行一系列的實驗比較，包括（1）XRD 水合反應生成相（2）SEM 水合反應生成物外觀形態（3）TGA 的水合反應程度（4）抗壓強度（5）抗彎強度等檢測與分析。以期能對各種矽質與非矽質再生原料應用於水泥纖維板製程時，與水泥膠結劑間的水合反應差異性作充分的確認。

### 一、水合反應實驗用漿體試樣的製備

水合反應實驗用漿體試樣的製備是將研擬的再生原料，包括廢玻璃與花崗岩廢石材等，並依來源的產狀的處理需要，先經過粉碎處理成 10mm 以下的碎片。再分別經過球磨機與振盪篩分機的處理，粉磨處理成為通過 200 目鋼篩的粉體後儲存備用。

漿體試體的製作是以重量比 50% 的水泥膠結劑（波特蘭一型水泥），分別與重量比 50% 的前述各種再生原料配比置入混拌機中，再以水灰比值 0.5 加入適量的水後，混拌約 20 分鐘，使原料充分的分散混合，再分別裝入有蓋的塑膠盒中，在防止水份蒸發情況下進行初凝的養護，或是配合抗壓試體的模具，製成各種檢測用的試體備用。

前述漿體試體經過 24 小時的初凝處理後，養護處理分成兩部分，一為常溫養護主要是將試體持續置入有蓋的塑膠盒中，在加蓋防止水氣蒸發的情況下，分別靜置 7、14、21、28 天後，再分別取出進行檢測。另外為蒸汽高溫養護，主要是將初凝狀態的漿體試樣置入高溫養護用的高壓釜裝置（見圖 3.10），在控制養護溫度的情況下，分別進行加熱 180

、150、120，各為6小時的蒸汽養護後，再分別取出製成各種檢測用的試體備用（見圖3.11）。



圖 3.10 水泥漿體的高溫養護試驗裝置



圖 3.11 製備完成的各種檢測用的再生原料漿體試樣

## 二、再生原料漿體 X 光繞射分析 (XRD) 實驗與結果

本項實驗藉由 X 光繞射儀的繞射特徵峰與強度的判別，了解各種再生原料在水泥漿體中的水合反應生成物組成變化情形，並藉此進一步分析各種再生原料應用於水泥纖維板產製時，水合反應的可能生成物與反應機制。

本實驗使用的 XRD 設備為 RIGAKU 廠牌的 GERFLEX 型設備，所檢測

的數據亦可直接經由電腦軟體作 XRD 特定物質波峰的比對與作圖整理。

由於水泥漿體的水合反應產物，如 C-S-H 膠體是屬於非晶質的物質，較不易由 X 光繞射儀的繞射特徵峰強度判別分析。但是，本研究為充分了解各種再生原料組成與水泥漿體水合生成物的變化關係，亦嘗試藉由 X 的繞射特徵峰強度的檢測判別，以確認各種再生原料應用於水泥纖維板產製時，可能的水合反應生成物與反應機制。

圖 3.12 至圖 3.15 分別顯示矽砂的粉體原料，以及其水泥漿體經室溫養護 28 天與經高溫蒸汽養護 150、180 的 XRD 檢測圖，由結果的比較顯示，矽砂粉主成份石英的 XRD 特徵峰強度（標示為 Q），在經過水泥漿體的水合反應養護後，有明顯減小的趨向，推測石英組成參與水合反應後，部分結晶結構被破壞所致。並且 XRD 特徵峰強度有隨養護處理溫度升高而漸減的趨勢，亦即以 180 高溫養護的特徵峰強度減小程度最大，其次為 150，而室溫養護的減小程度最低。另一方面，結晶相較明顯的氫氧化鈣（標示為 CH）生成物，亦有 XRD 特徵峰強度與養護處理溫度有關的趨向，並且 XRD 特徵峰強度亦隨養護處理溫度升高而有漸減的趨勢。推測與氫氧化鈣（CH）組成參與水合反應時，部分組成被反應耗用掉有關。此結果亦顯示越高溫的水合反應，越有利於水合反應程度的增進。

矽砂粉是傳統水泥纖維板使用的主要矽質原料，本研究將其列為各種再生原料 XRD 檢測的比對參照。由圖 3.12 至圖 3.15 的不同處理條件 XRD 檢測結果顯示，矽砂粉水泥漿體較明確可鑑別出的水合生成物包括標示為 CH 的氫氧化鈣，以及 C-S-H 主要產物  $\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{XH}_2\text{O}$  的 Tobermorite-M（標示為 T）。而其他包括鈣鈣石、單硫鋁酸鈣，以及其他 C-S-H 產物較無法明確的鑑識。由於 Tobermorite 產物的結晶較穩定，具有助於減少漿體固化物的乾縮與潛變性能，且由於 Tobermorite 產物的密度變化不大，不會使漿體固化過程中的孔隙增加，因此非常有助於強度的增進。

圖 3.16 至圖 3.19 分別顯示廢玻璃粉再生原料，以及所製成水泥漿體經高溫蒸汽養護 120、150、180 的 XRD 檢測圖，由結果的比較顯示，廢玻璃粉的非晶質組成，在 XRD 檢測圖中非常的雜亂無序，無明顯

的 XRD 特徵峰。但是，在經過水合反應養護後，水泥漿體水合生成物的 XRD 檢測特徵峰圖，反而較容易辨識。尤其是結晶相較明顯的氫氧化鈣 (CH) 與 Tobermorite-M (T) 生成物，均可以明顯的辨識出來。並且可以發現氫氧化鈣 (CH) 的 XRD 特徵峰強度，隨著養護處理溫度的升高，有漸次減弱的趨向。此點推測亦與氫氧化鈣 (CH) 組成參與水合反應後，部分氫氧化鈣被耗用有關。

圖 3.20 至圖 3.23 分別顯示廢花崗岩石材粉再生原料，以及所製成水泥漿體經室溫養護 28 天與經高溫蒸汽養護 120、180 的 XRD 檢測圖。由結果顯示，花崗岩的 XRD 特徵峰強度，在經過水泥漿體的水合反應養護後，XRD 特徵峰強度亦有明顯減小的趨向，因此亦可以推測花崗岩石材粉的矽質成份亦會參與水合反應。並且 XRD 特徵峰強度亦有隨養護處理溫度增高而減小的趨向，顯然花崗岩在水泥漿體中，矽質成分亦與矽砂一樣可以參與水合反應，可以有效增進高溫養護處理的水泥漿體強度。而在氫氧化鈣 (CH) 的 XRD 特徵峰強度方面，亦有隨養護溫度增高而減小的趨向。顯然，花崗岩的矽質組成亦會參與氫氧化鈣 (CH) 的水合反應，並生成具強度增進效果的 C-S-H 水合生成物 Tobermorite-M (T)。

綜合前述各種水泥漿體 XRD 檢測圖的結果顯示，含矽質再生原料廢玻璃粉、花崗岩粉的水泥漿體，在經過高溫蒸汽的水合反應養護後，與矽砂的主成份石英一樣，矽質再生原料與氫氧化鈣 (CH) 的 XRD 特徵峰強度均有明顯減小的趨向。因此，此點可以確定矽質成份會參與氫氧化鈣水合反應，並且導致再生原料的部分結晶結構被浸蝕破壞，以及 XRD 特徵峰強度減小，而且減小的程度，與養護處理的溫度有關。而實驗過程中，C-S-H 水合生成物的 XRD 特徵峰，可以明顯辨識出來的為 Tobermorite-M (T) 生成物。

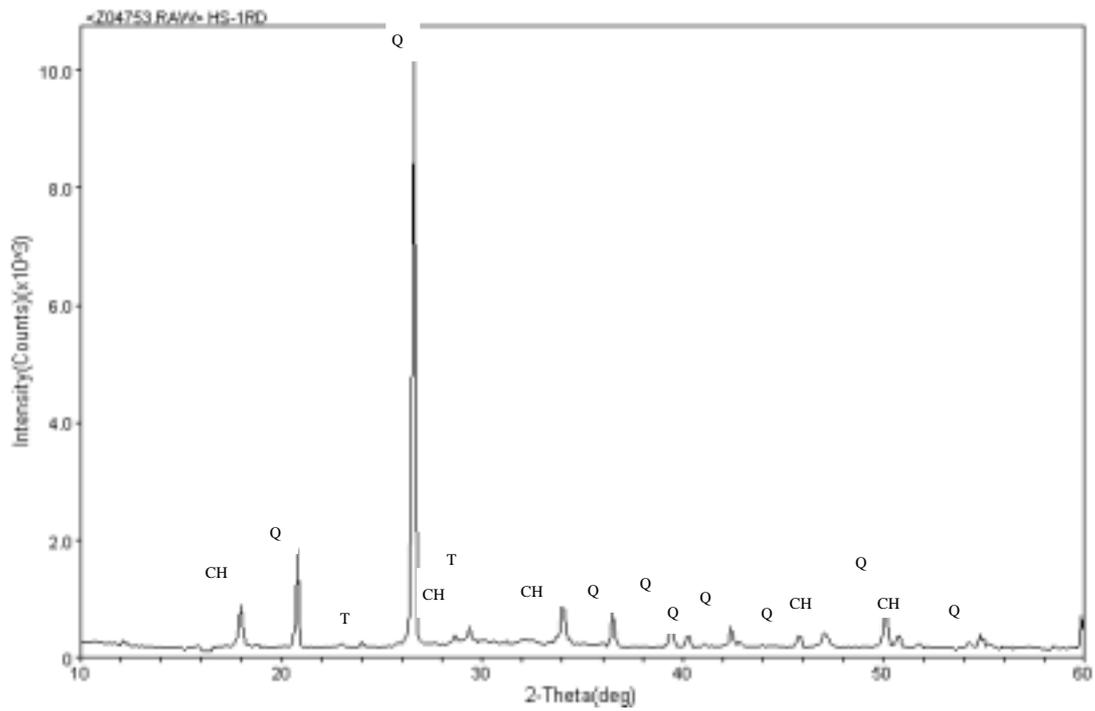


圖 3.12 矽砂粉 (Q) 水泥漿體經室溫養護 28 天的 XRD 檢測圖

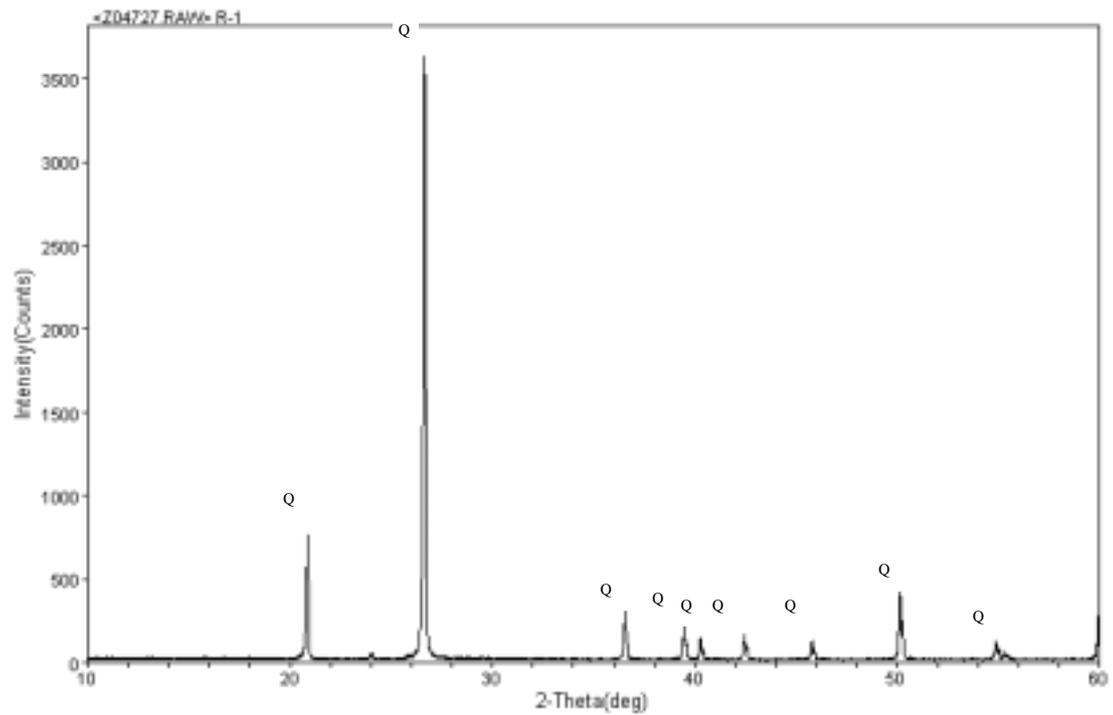


圖 3.13 矽砂粉 (Q) 的 XRD 檢測圖

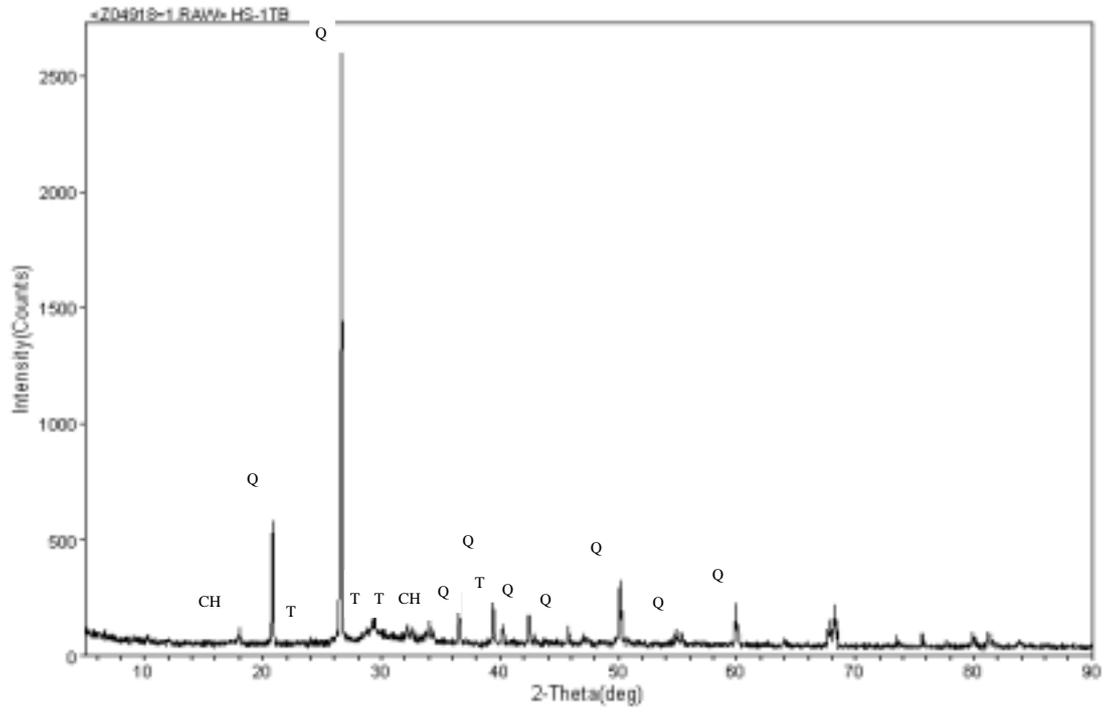


圖 3.14 矽砂粉 ( Q ) 水泥漿體經 150°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

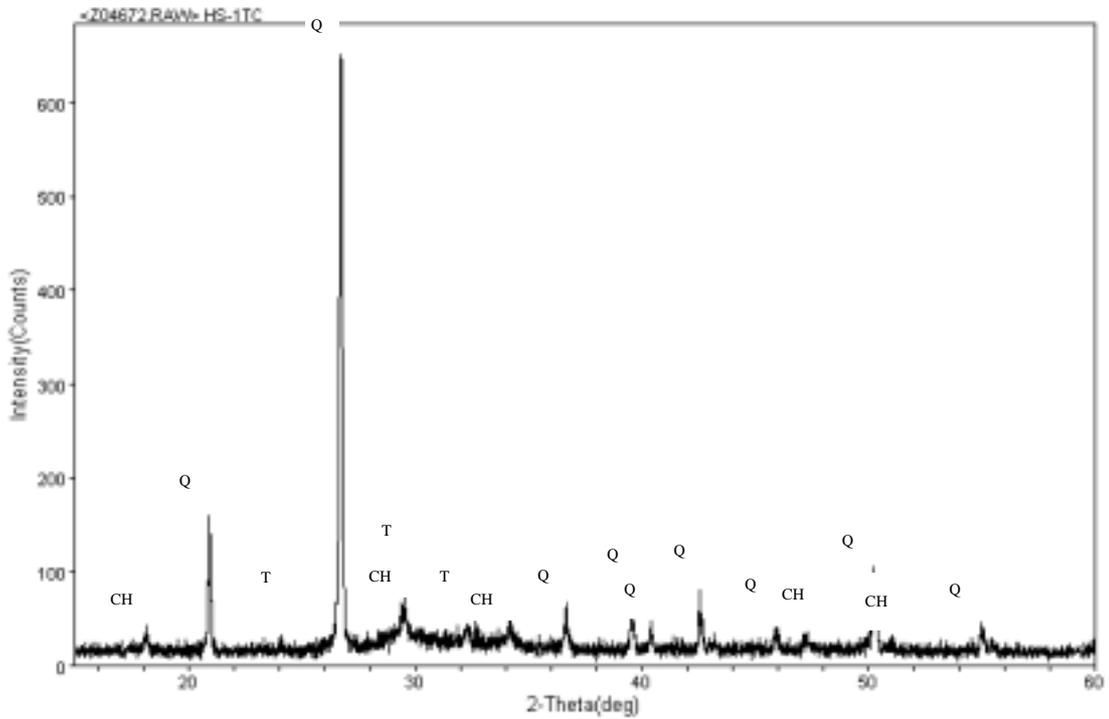


圖 3.15 矽砂粉 ( Q ) 水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

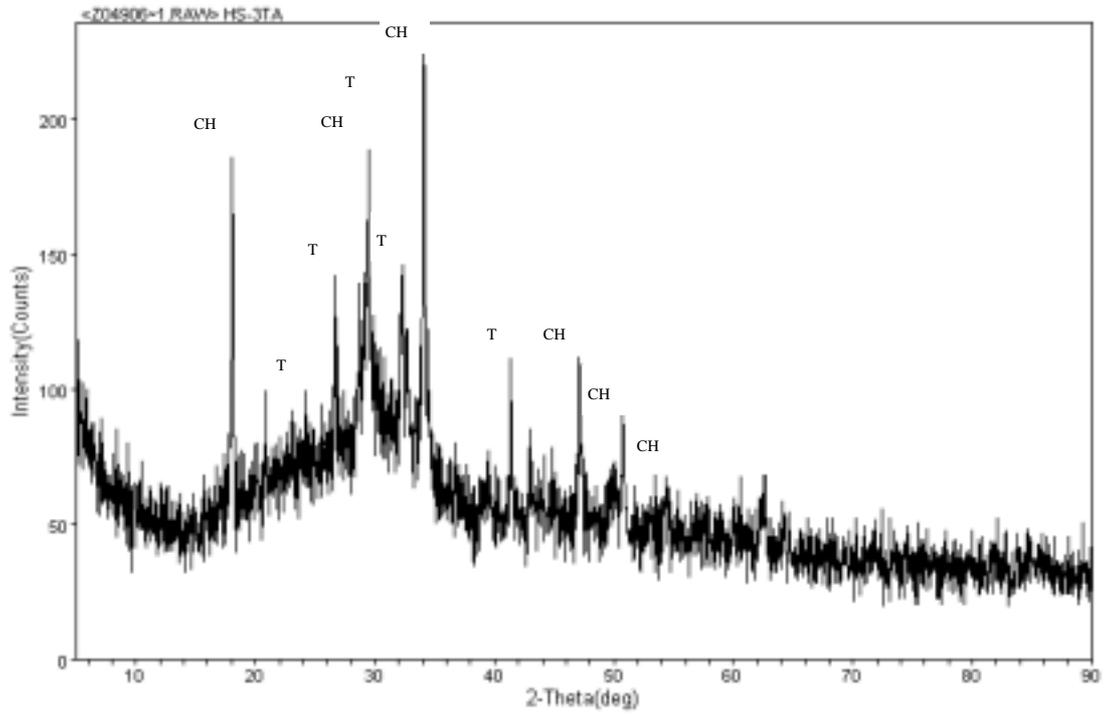


圖 3.16 廢玻璃粉水泥漿體經 120°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

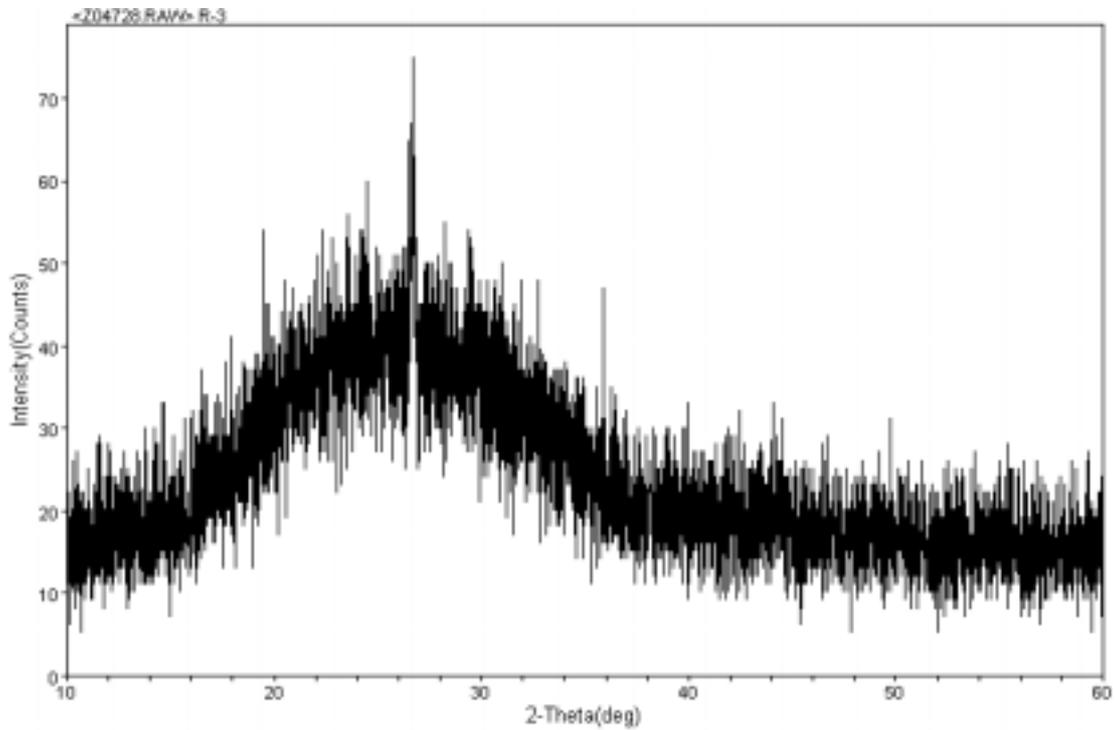


圖 3.17 廢玻璃粉的 XRD 檢測圖

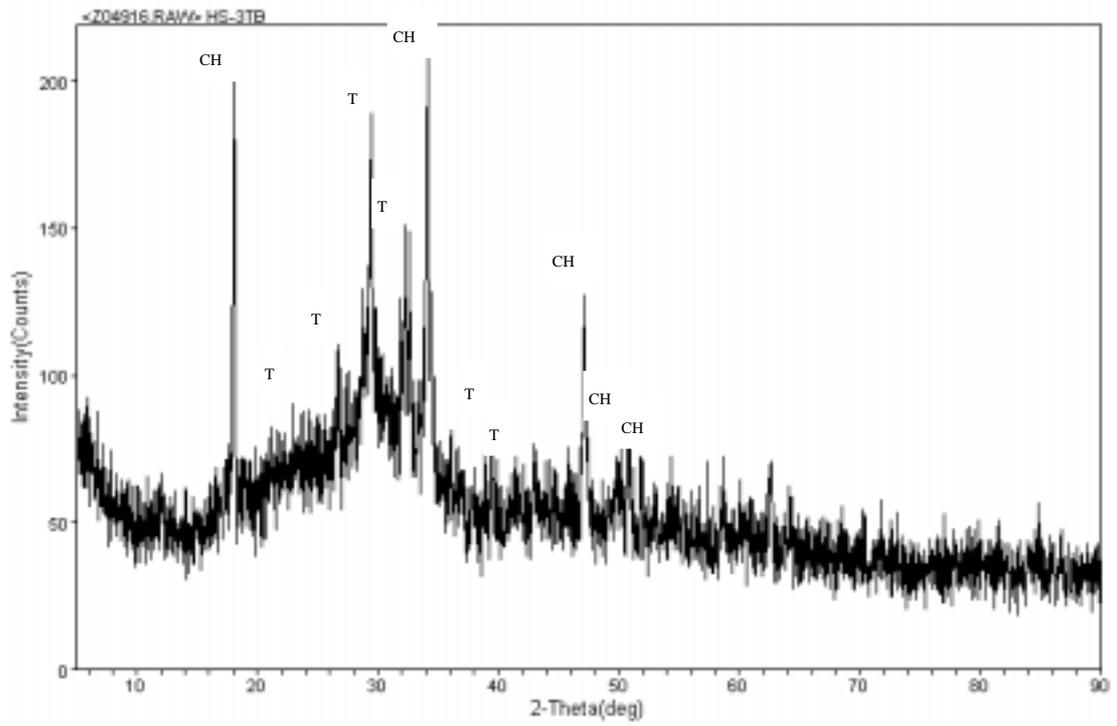


圖 3.18 廢玻璃粉水泥漿體經 150°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

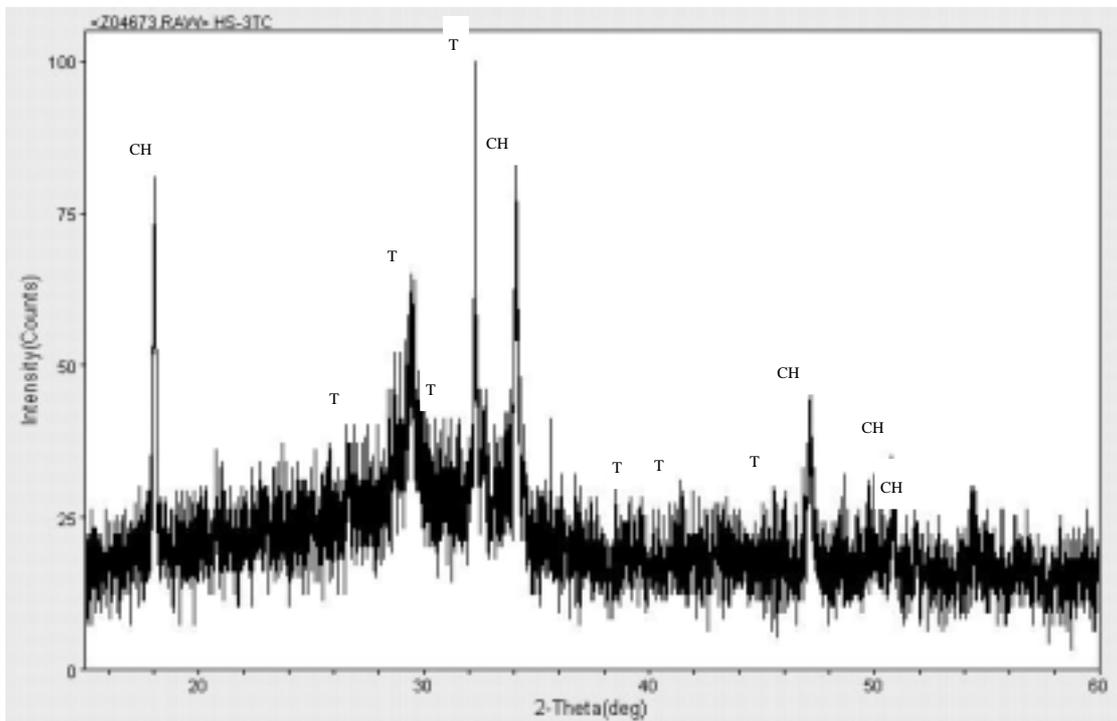


圖 3.19 廢玻璃粉水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

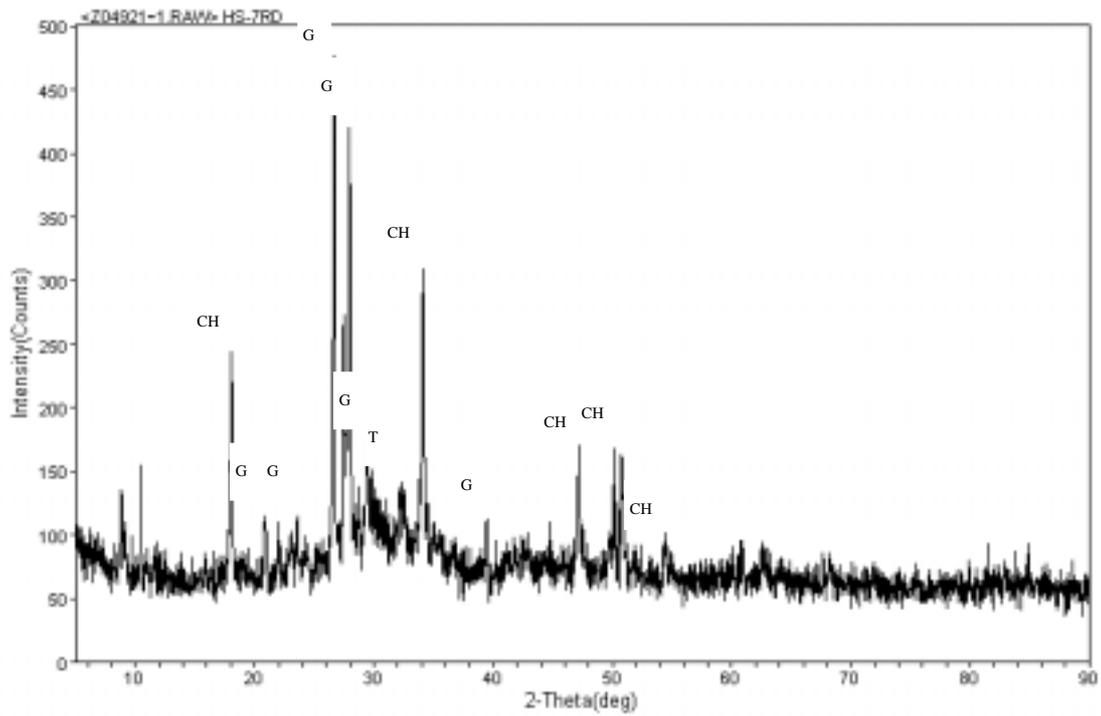


圖 3.20 花崗岩 ( G ) 水泥漿體經室溫養護 28 天的 XRD 檢測圖

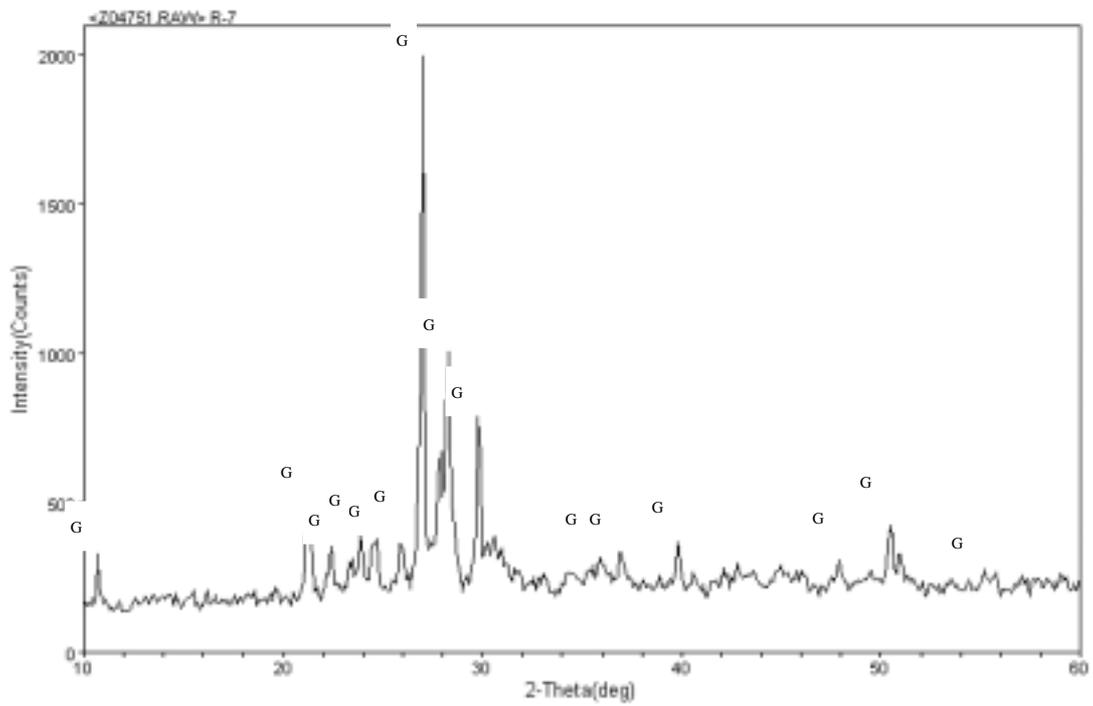


圖 3.21 花崗岩 ( G ) 的 XRD 檢測圖

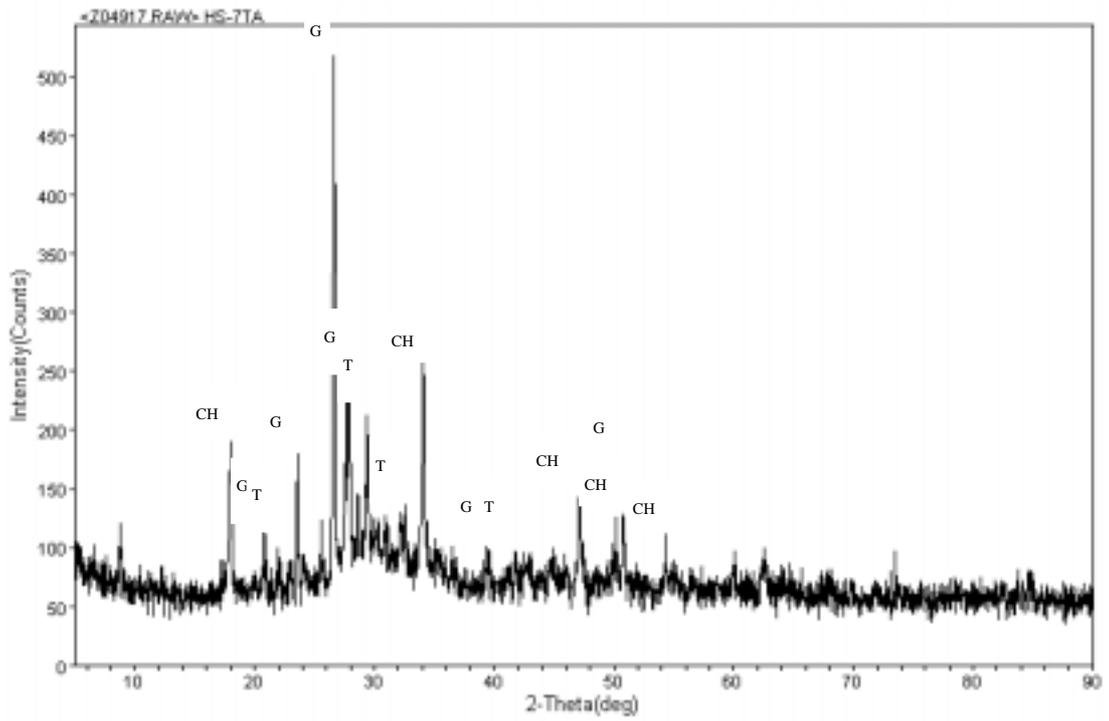


圖 3.22 花崗岩 ( G ) 水泥漿體經 120°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

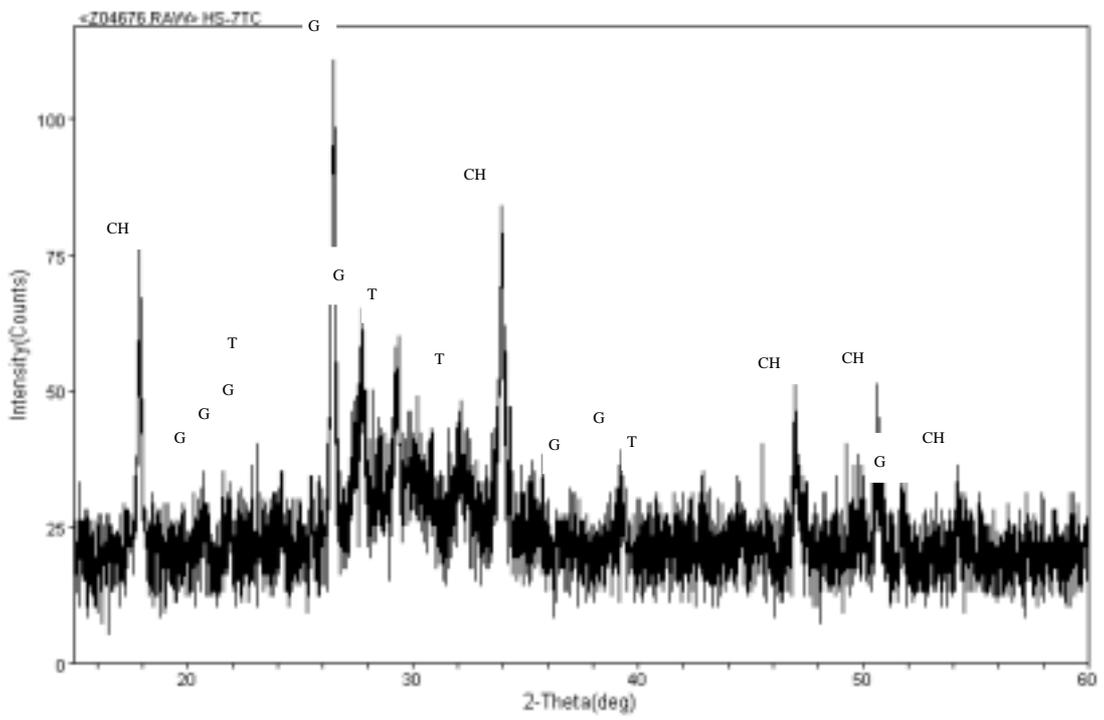


圖 3.23 花崗岩 ( G ) 水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 XRD 檢測圖

### 三、再生原料漿體電子顯微鏡檢測 (SEM) 實驗與結果

本項實驗藉由電子顯微鏡儀 (SEM) 的顯微放大，顯微觀測再生原料粉體顆粒與水泥漿體間的水合生成物微觀型態，以了解各種再生原料在漿體中與水泥膠結劑的水合反應作用，以及生成物的顯微外觀型態情形，並藉此進一步判別分析各種再生原料應用於水泥纖維板產製時，水合反應的可能生成物型態與反應機制。

本實驗使用的電子顯微鏡儀 (SEM) 設備為 JEOL 廠牌的 JSM-5410 型設備，所檢測的數據可直接經由電腦軟體影像整理與存檔。在進行 SEM 實驗觀測水泥漿體的試樣，先使用真空蒸鍍處理裝置，利用在抽真空 0.1torr 的情況下，在漿體試樣的表面蒸鍍處理一層導電的金薄膜，隨後再置入電子顯微鏡儀中進行觀測。

由先前 XRD 的結果顯示，水泥漿體的水合反應產物，如鈣鈣石以及屬於非晶質的 C-S-H 膠體等，均不易由 X 光繞射儀的繞射特徵峰判別分析出來。因此，本實驗藉由 SEM 觀測，進一步對各種再生原料的粉體顆粒與水泥漿體間的水合生成物的微觀形態 (morphology) 作充分的判別分析。

矽砂粉是傳統水泥纖維板使用的主要矽質原料，本研究將探討利用再生料替代矽砂粉所製成之漿體是否可提供作為製備水泥纖維板。因此以矽砂水泥漿體與再生料 (廢玻璃粉及花崗岩) 之漿體作為各項實驗的比對參照觀察。

圖 3.24 與圖 3.25 分別顯示矽砂水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 觀測放大 5000 倍與 10000 倍的外觀形態圖。由結果顯示，矽砂粉水泥漿體的水合生成物是由包括細棒狀大小約  $0.5\mu\text{m}$  (直徑)  $\times 10\mu\text{m}$  (長度) 的鈣鈣石、氫氧化鈣固形體，以及結晶結構良好的六角薄板狀的單硫鋁酸鈣 (見圖 3.24)，夾雜分佈在以微細針刺狀 C-S-H 為主要產物所構成的水泥漿體中。

圖 3.26 與圖 3.27 分別顯示矽砂粉水泥漿體經高溫蒸汽養護 180 的 SEM 觀測放大 5000 倍與 10000 倍的外觀形態圖，由結果顯示，矽砂粉水

泥漿體經 180 °C 高溫蒸汽養護後，水合生成物主要是外觀結構已經成長良好的支葉狀 C-S-H 產物緊密的交錯所構成，並且充滿水泥漿體的各處。由於本實驗是以水泥漿體的破碎塊作為 SEM 試樣，因此由圖 3.26 的中上方白色塊狀露頭，亦可以初步的研判，在水泥漿體內部的矽砂粉體顆粒表面，在高溫飽和水蒸汽養護過程中，藉由水泥中溶出氧化鈣會與矽砂表面的氧化矽接觸，並進行浸蝕性的水合反應作用。致使矽砂粉體顆粒表面均已呈現以 C-S-H 為主要生成物所構成的形態，亦即水泥漿體內部的粉體顆粒表面與漿體間，已交互長成 C-S-H 水合生成物，而無明顯的破斷顆粒界面，此種結果，對於水泥漿體的強度物性具有很好的提升功能。

由上述的結果亦顯示，以矽砂粉所製成的水泥漿體在室溫養護時，水泥漿體的水合生成物是以細棒狀的鈣氫石、六角薄板狀的單硫鋁酸鈣、氫氧化鈣固形體，以及微細針刺狀 C-S-H 為主要生成物所構成。而經過高溫蒸汽養護 180 °C 的處理後，則是以結構已經成長良好的支葉狀 C-S-H 為主要生成物所構成，並且緊密的充滿水泥漿體的各處。由於 C-S-H 生成物是水泥漿體的主要強度供獻者。因此，顯然高溫蒸汽養護處理有利於矽質原料漿體的強度增進，此亦即水泥纖維板材料是以矽砂（52%）為主的原故。

圖 3.28 至圖 3.31 則為以廢玻璃粉替代之水泥漿體經過室溫養護 28 天以及經過 180 °C 的高溫蒸汽養護處理後的 SEM 觀測圖（ $\times 2000$  與  $\times 10000$ ），由結果顯示，室溫養護的廢玻璃粉水泥漿體的水合生成物外觀主要是氫氧化鈣固形體，以及微細針刺狀 C-S-H 為主要產物所構成。而經過 180 °C 高溫蒸汽養護的廢玻璃粉水泥漿體的水合生成物外觀，此與矽砂漿體類似，主要是由結構已經成長良好的支葉狀 C-S-H 生成物所構成，由圖 3.29 亦可發現破斷的廢玻璃粉顆粒表面，在高溫飽和水蒸汽養護過程中，粉體顆粒表面與漿體已交互長成 C-S-H 水合生成物，而無明顯的顆粒界面，此種結果亦如先前的推測，有利於水泥漿體的強度物性的增進。

圖 3.32 與圖 3.35 分別顯示花崗岩石材粉水泥漿體，經過室溫養護

28 天以及經過 180 的高溫蒸汽養護處理後的 SEM 觀測圖 (  $\times 2000 \sim \times 10000$  ), 由結果顯示, 圖 3.32 與圖 3.33 為室溫養護的花崗岩石材粉水泥漿體的水合生成物外觀, 主要是以細棒狀的鈣鈣石、六角薄板狀的單硫鋁酸鈣、氫氧化鈣固形體, 以及微細針刺狀 C-S-H 為主要產物所構成。圖 3.34 與圖 3.35 為經 180 高溫蒸汽養護處理的花崗岩粉水泥漿體的水合生成物外觀, 則主要是由結構已經成長良好的網狀 C-S-H 生成物所構成, 顯然, 花崗岩石材粉水泥漿體在高溫飽和水蒸汽養護過程中, 花崗岩粉體顆粒與漿體亦已交互長成 C-S-H 水合生成物。此種結果亦可以證明, 花崗岩石材粉中所含的石英矽質成份亦可以在水泥漿體中參與水合反應, 亦有利於水泥漿體的物性強度的增進。

由以上之實驗證明, 以廢棄物中之廢玻璃粉與花崗岩粉替代天然砂中, 亦可能與水泥進行水合反應並獲得物性強度良好的 C-S-H 漿體, 因此用於製造纖維水泥板將具有極大的潛力替代其中含量約 52% 之砂。而利用廢混凝土粉所含之砂砂是否亦足以替代相當比例之原生材料, 則尚待與業者合作進行進一步之開發研究。

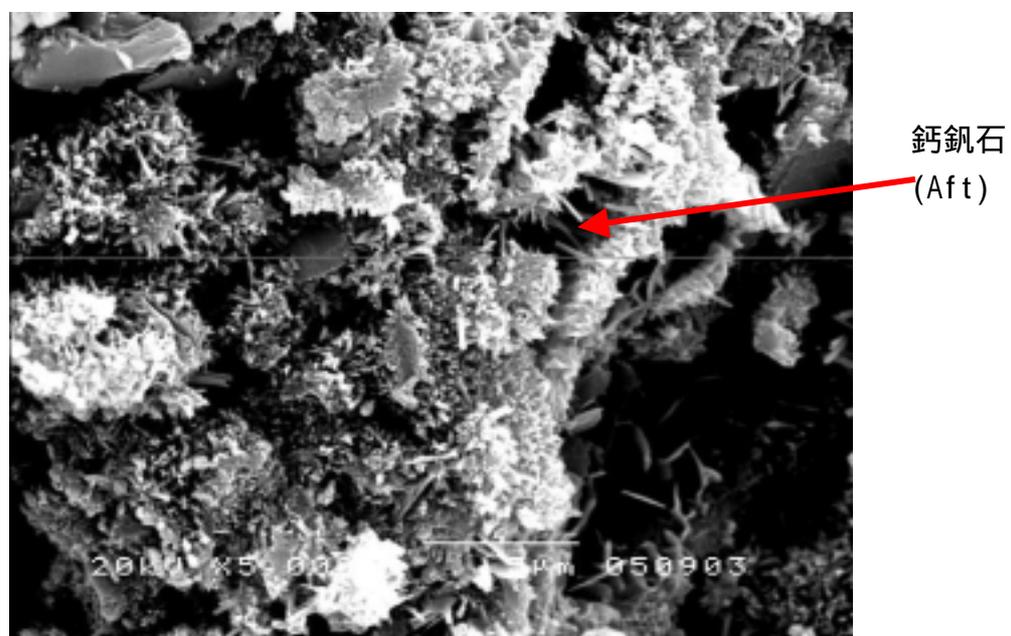


圖 3.24 砂粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 (  $\times 5000$  )

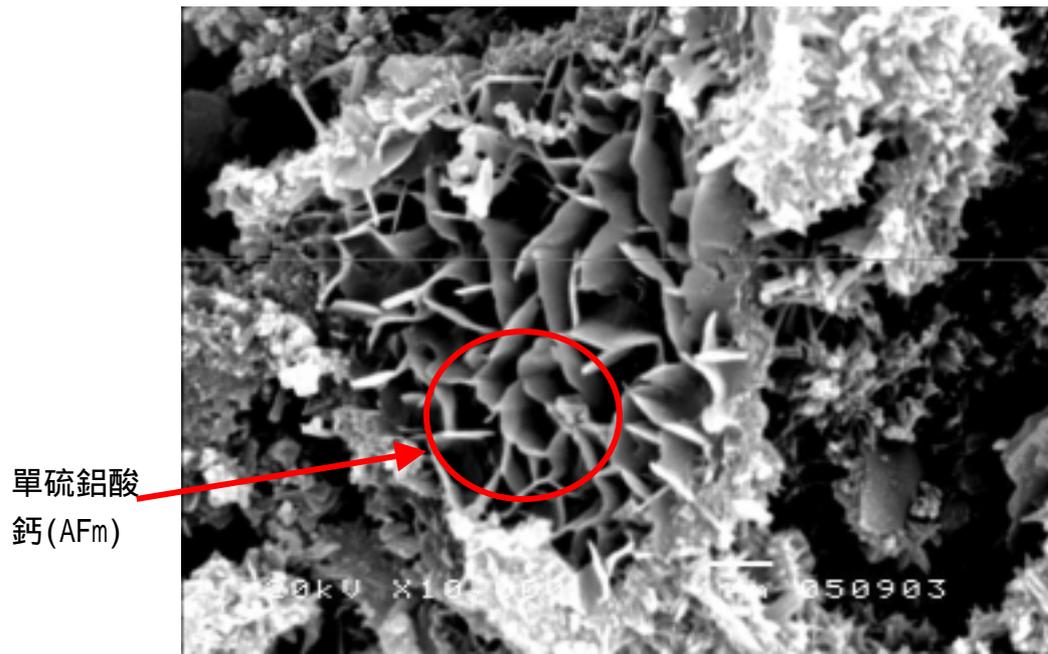


圖 3.25 矽砂粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 ( ×10000 )

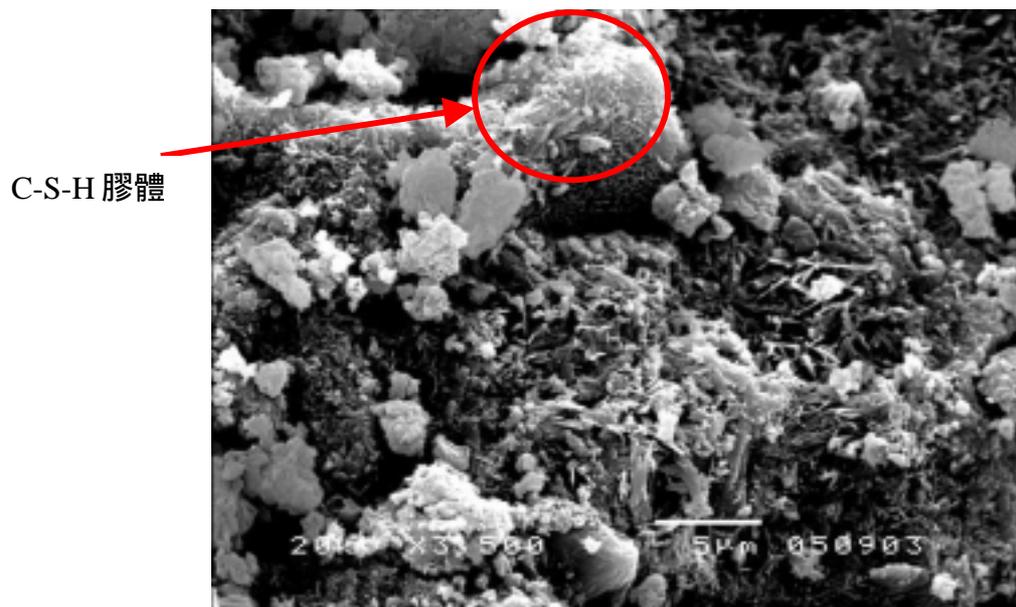


圖 3.26 矽砂粉水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 ( ×3500 )

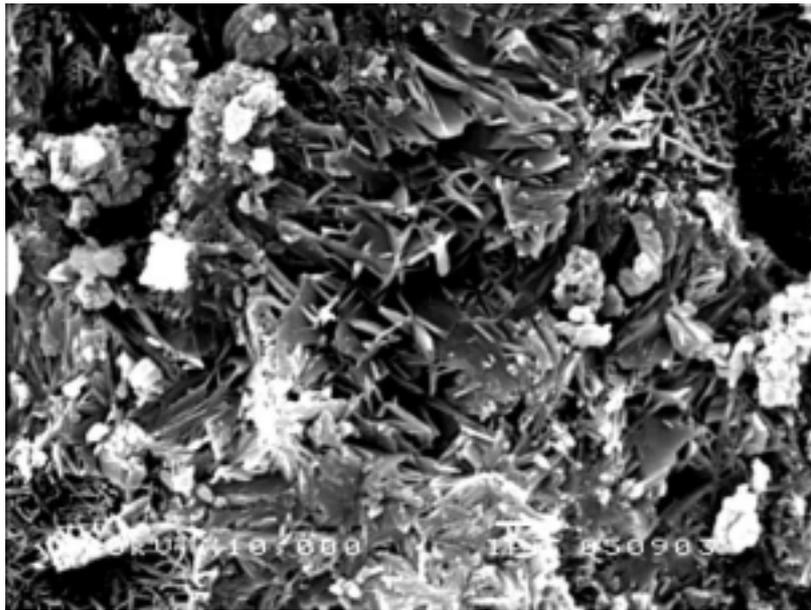


圖 3.27 矽砂粉水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 (×10000)

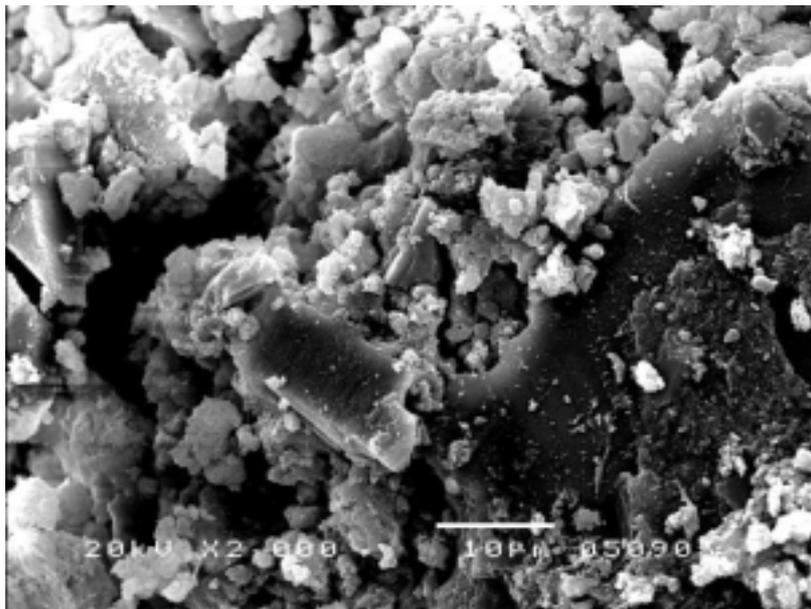


圖 3.28 廢玻璃粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 (×2000)

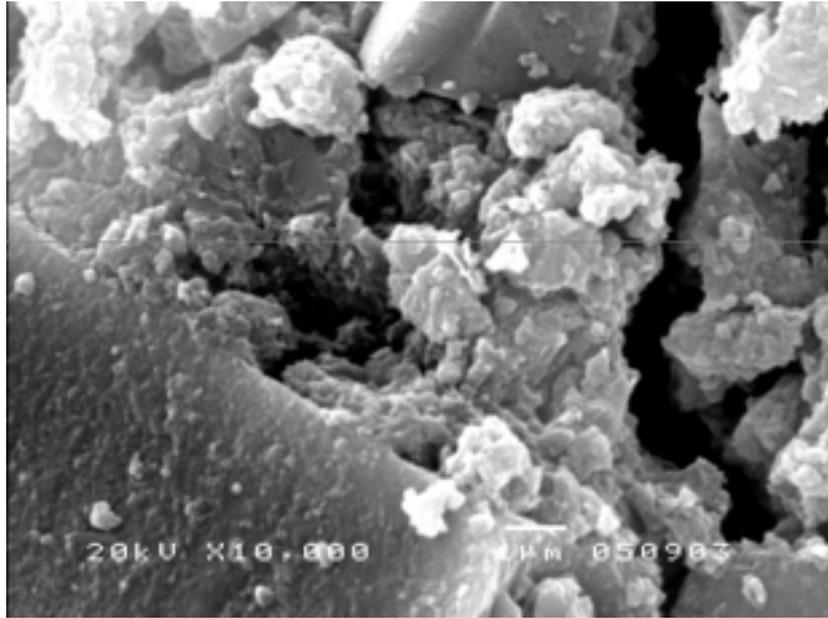


圖 3.29 廢玻璃粉水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 ( ×10000 )

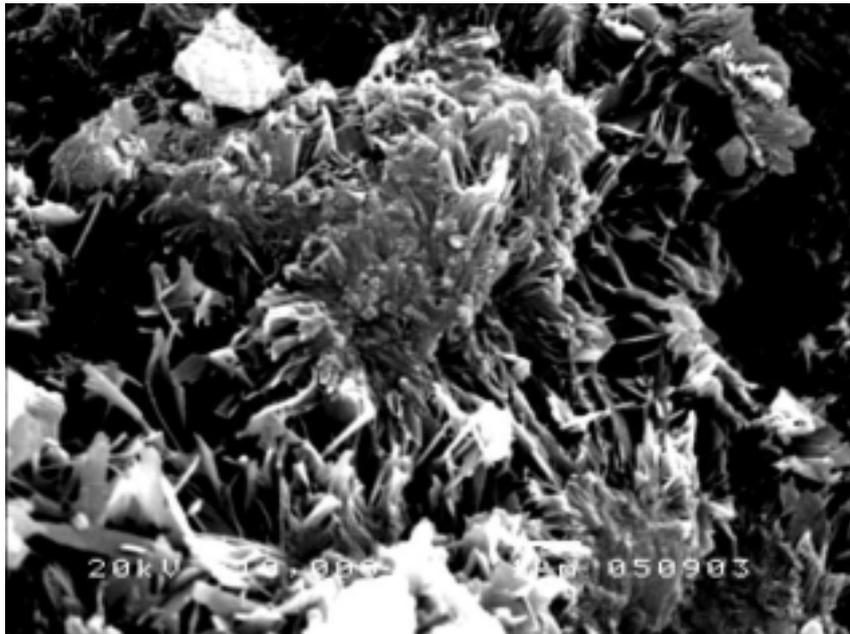


圖 3.30 廢玻璃粉水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 ( ×10000 )

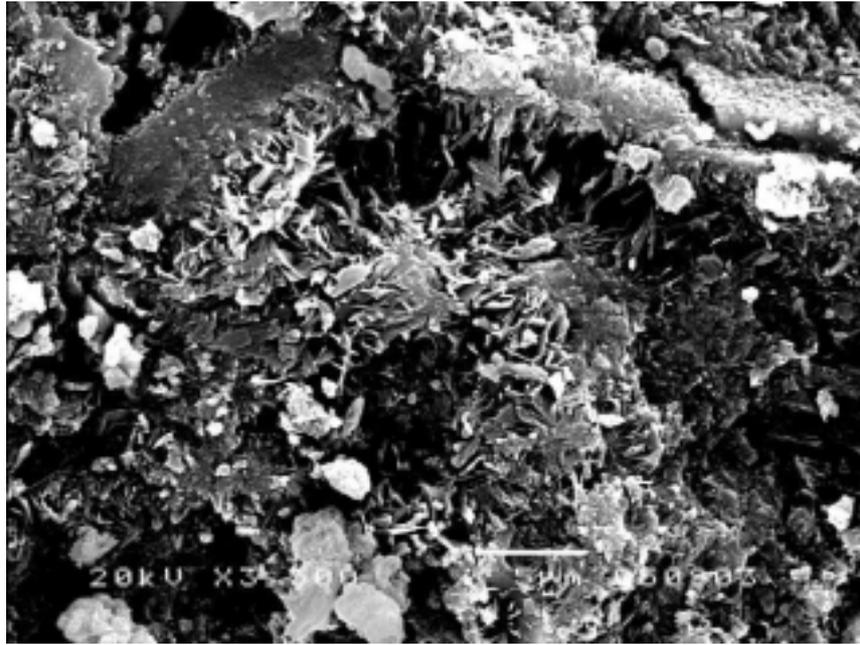


圖 3.31 廢玻璃粉水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 (×3500)

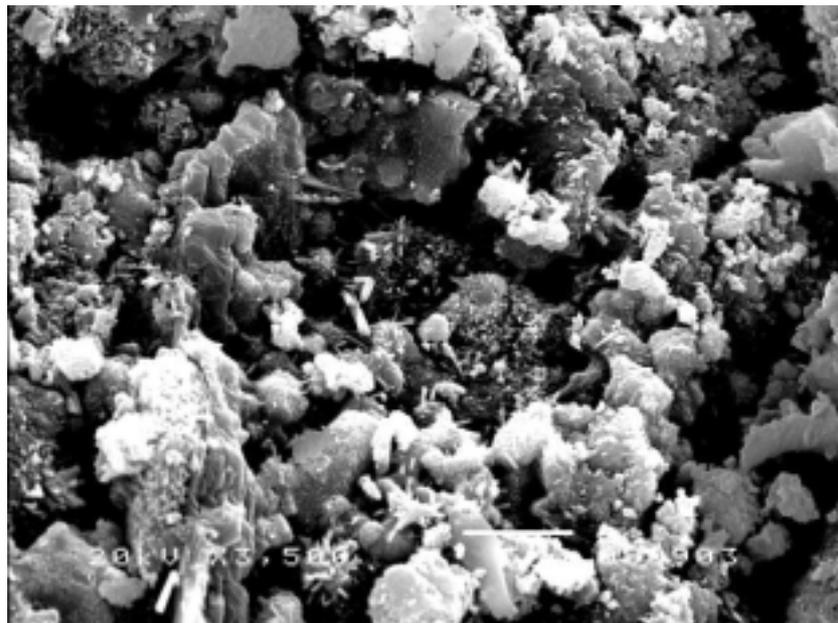


圖 3.32 花崗岩水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 (×3500)



圖 3. 33 花崗岩水泥漿體經室溫養護 28 天的 SEM 圖 ( ×10000 )

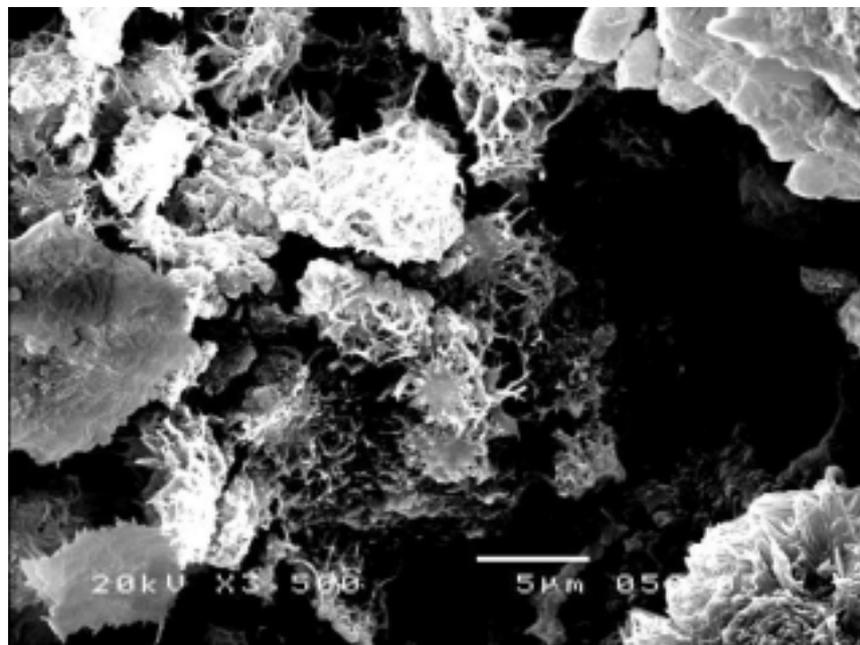


圖 3. 34 花崗岩水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 ( ×3500 )

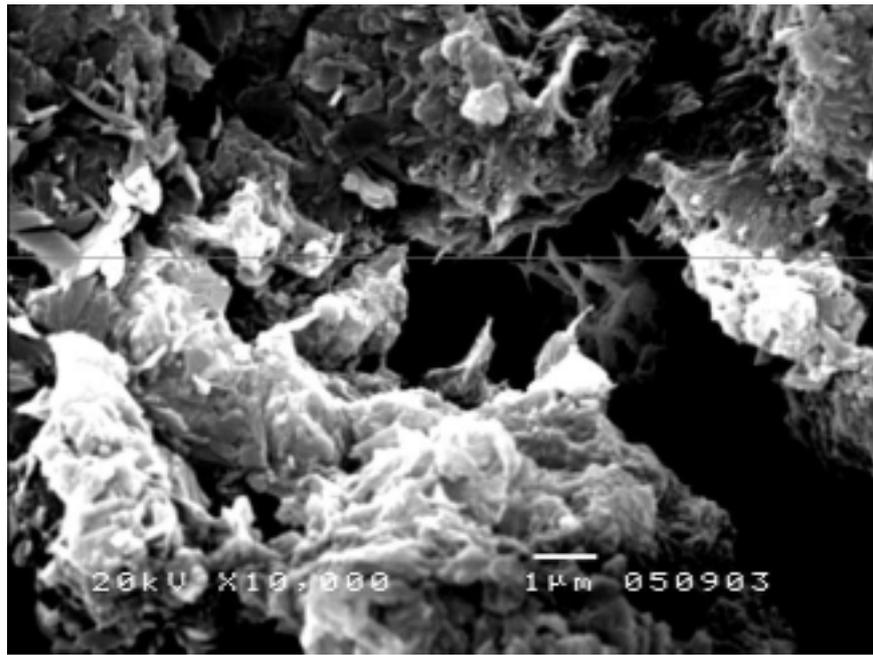


圖 3.35 花崗岩水泥漿體經 180°C 養護 6 小時的 SEM 圖 ( ×10000 )

### 第三節 再生水泥纖維板製程開發研究

近年來，國內因都市的高度繁榮成長，延伸火災造成嚴重傷亡的問題逐漸顯露，建築物使用防火隔間裝潢建材已成為各界關注重點。依據建築法88條的法令規定，自86年起舉凡商店、辦公室、醫院、電影院、夜總會、餐廳、舞廳、遊藝場所、展覽場 等公共場所，都必須使用防火建材作為隔間，因而使得防火隔間板材的潛在市場浮現，商機亦隨之大幅成長，而水泥纖維板更是其中最主要的產品。依內政部的統計資料顯示，我國隔間用防火建材之全年需求量約為 $85 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{yr}$ ，而國內防火建材的供應量卻無法滿足此需求，因此屬於急待開發的產業。

本計畫係針對國內防火隔間板材的產品特性需求，開發利用國內大量產生的營建廢棄物作為再生原料，預期未來將可以有效降低國內防火板材的產製成本，並大幅提昇國內防火建材產業在國內外的競爭力，以及重新建立國內具有綠建材自主性特色的防火板材產業。

依據 CNS3802 號對於纖維水泥板 ( fiber cement boards ) 之規定，纖維水泥板是使用在建築物之內裝材料，以水泥、有機纖維、無機質纖維材料、珍珠岩及無機質混合材料為主要原料抄作成型之纖維水泥板。依容積比重分類，纖維水泥板可分為 0.8 板及 1.0 板兩種，前者為容積比重為 0.6 以上而未滿 0.9 者，稱之為輕質板；後者為容積比重為 0.9 以上而未滿 1.2 者，稱之為重質板。其材料配比約為如下表 3.5 所示：

表 3.5 纖維水泥板組成份

分類	水泥	有機纖維	無機質纖維材料	珍珠岩	無機質混合材料
0.8 板	30~50	8~13	4~8	10~20	20~30
1.0 板				0	30~50

(資料來源：中國國家標準 CNS 3802 號)

由此可知水泥纖維板中，無機質混合材料約為 30~50%左右，此乃可以各種回收石質材料替代部份。而就製造技術而言，水泥膠結劑與各

種添加原料的水合反應作用是板材產品性能是否良好的關鍵。因此若回收材料可以與水泥進行如前節所述之膠合反應，且生成物之強度可符合標準，則將可能提供作為再生水泥纖維板之防火建材用途。

### 再生水泥纖維板原料來源

本研究開發石質營建廢棄物作為再資源化水泥纖維板實驗的再生原料，石質營建廢棄物可以包括（1）廢花崗石牆板或地板、（2）廢玻璃窗、（3）廢紅磚、（4）廢磁磚、（5）廢防火板材以及（6）廢混凝土的矽砂與水泥組成等，均為國內大量產生的一般常見營建廢棄物。

就傳統水泥纖維板的原料配比而言，依各廠商的開發配方而異，且均不對外公開。但可參考廠型水泥纖維板製程設備具有世界領導性的德國Siempelkamp公司，所提供的典型水泥纖維板原料配比來作規劃，其主要的原料配比組成如表3.6所示。

表 3.6 德國 Siempelkamp 公司提供的典型水泥纖維板原料配比組成

原料名稱	紙纖維	矽砂	水泥	高嶺土
配比率	9%	52%	33%	6%

由德國 Siempelkamp 公司的典型水泥纖維板原料配比組成顯示，矽砂的配比率為 52%，為板材最重要的原料。水泥纖維板之製成中另有一重要特色是採高溫養護製程，在高溫養護過程時，矽質原料會與水泥的主要物質 - 氧化鈣進行反應，最終的反應生成物包括 C-S-H 膠體與 Tobermorite，此 Tobermorite 產物的結晶穩定，有助於減少漿體固化物的乾縮與潛變性能。且由於 Tobermorite 產物的密度變化不大，不會使漿體固化體中的孔隙增加，有助於試體的強度增進。因此，考量石質營建廢棄物作為再資源化水泥纖維板實驗的再生原料時，再生原料的類型可概分成參與高溫水合反應的含矽質原料，以及扮演填充料而未參與高溫水合反應的非矽質原料。

如前節所述，本研究為充分確認含矽質再生原料可以應用於水泥纖維板的產製。因此，在本年度的研究中，以廢玻璃與廢花崗石兩種較單純含矽質的再生原料為對象，研究其生成水泥漿體及養護後之強度，以探討其作為替代天然矽砂作為再生纖維水泥板原料之可行性。未來將再針對廢紅磚、廢磁磚、廢防火板材以及廢混凝土等含較複雜組成的再生原料，進行更進一步的實驗探討。

廢玻璃與廢花崗石兩種石質營建廢棄物作為再資源化水泥纖維板的再生原料實驗，其原料形態均為先經粉碎與篩分處理後的-200mesh 粉體，相關再生原料的特性分別說明如下。

## 一、廢玻璃粉

本研究的廢玻璃再生原料來源，主要為營建玻璃產品相關的廢棄物，可包括一般的門窗玻璃、帷幕牆玻璃、裝飾玻璃、裝飾器皿、水晶燈飾、鏡子、玻璃燈管以及琉璃質的地板或衛浴建材等等，其他如電視機、液晶螢幕等家電產生的廢 CRT 玻璃與 TFT-LCD 玻璃，以及日常生活使用的酒瓶、杯、碗、盤等廢玻璃容器，均可以廣義的歸類於本項玻璃廢棄物再生應用研究的範圍。

玻璃是經人工高溫熔煉產生的透明而堅硬的無機物質，通常可應用製成各種日常生活用品如窗戶、酒瓶、玻璃杯及鏡子等。大部分的玻璃複雜組成，主原料包括：矽砂、石灰石、純鹼、廢玻璃，副原料則包括熔劑如硼酸、硝酸鹽等；澄清劑如硫酸鈉、硝酸鈉等；氧化劑如硝酸鈉；還原劑如氧化亞錫；著色劑如金屬氧化劑、二氧化錫等，不同製程可依物性的需求，添加不同種類的物質。

廢玻璃經過破碎與粉磨處理（平均粒徑約 30  $\mu\text{m}$ ）後的粉體顯微放大形態如圖 3.36 所示。由照片顯示，粉體粒子為不規則外觀的碎塊形狀，主要組成均是屬於具有脆硬性能的非晶質氧化矽無機質粉體。由於在高溫養護的水泥漿體中，非晶質氧化矽原料較結晶質原料具有更高的水溶解度，將會有利於水合反應的 Tobermorite 的生成，並有效增進漿體

的強度功能。廢玻璃粒子經水合作用生成無機質矽酸鈣，亦具有低熱傳導係數的優點，可以有效增進再資源化水泥纖維板產品的防火性能提升。



圖 3.36 廢玻璃經過粉磨處理（-200mesh）後的粉體顯微放大形態

## 二、廢花崗岩石材粉

花崗岩石材由於造型美觀、材質優異，目前已是營建工程與一般建築採用最廣泛的主要建材，舉凡外牆、地板、樑柱、階梯、衛浴、櫃台等均大量的使用。花崗岩石材的主要礦物成份為石英、雲母、長石等，表3.7為典型花崗岩的主要化學成份分析結果。圖3.37為廢花崗岩石材經濕式球磨後的粉體顯微放大形態，由照片顯示，廢花崗岩石材粉體的粒子，平均粒徑小於 $20\ \mu\text{m}$ ，且外觀為粒徑均一的形態。

花崗岩屬於結晶矽質岩，廢花崗岩石材經粉碎成粉體後，其氧化矽、雲母、長石等成份，亦屬於具脆硬性的無機質粉體。可以有效增進防火板材產品的壓縮特性、剛性、耐摩耗性、防火性等性能，並適合於替代石棉、蛭石、珍珠岩等傳統水泥纖維板原料。

就再資源化防火板材的原料考量而言，廢花崗岩經粉碎成粉體後，是屬於天然的矽質礦物原料，主要組成物質均為結晶質的石英，與傳統水泥纖維板使用的矽砂相似。其中並含有具優異絕熱斷燃性能的雲母成

份，更有利於板材的防火功能。

表 3.7 典型花崗岩石材的主要化學成份

%	燒失量	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	總量
花崗岩	0.7	69	13	3	2.8	0.7	89.2



圖 3.37 廢花崗岩石材粉的顯微放大形態 (200 X)

## 再生原料水泥漿體強度研究

### 一、抗壓強度檢測實驗與結果

依前節述，水泥漿體的水合反應差異與抗壓強度有密切的關係，因此，本項實驗將針對前節中以天然砂石、廢玻璃粉、廢花崗岩粉為原料所製備之各種水泥漿體試樣，進行抗壓強度、抗彎強度的檢測與實驗比較。水泥漿體試樣的養護處理分別包括常溫養護(28天)與高溫養護(180, 6小時)兩種。

#### 1. 抗壓強度實驗過程

抗壓強度檢測用試體的製作，與先前的水合反應實驗用漿體試樣的製備程序相同，是將通過200目鋼篩的廢玻璃粉與花崗岩石材粉再生原料粉體。以重量比50%的再生原料粉體，分別與重量比50%的水泥膠結

劑（波特蘭一型水泥）配比置入混拌機（見圖 3.5）中，再以水灰比值 0.5 加入適量的水後，混拌約 20 分鐘，使原料充分的分散混合後，再分別夯實裝入抗壓試體的模具（見圖 3.38），經常溫靜置進行初凝的養護 24 小時後，脫模取出試體。隨後再分別進行常溫養護（28 天）或是高溫養護（180℃，6 小時）的試樣養護處理（見圖 3.39）。最後，將製備完成的各種檢測用的試體，依據 CNS 8537 以萬能試驗機進行抗壓強度的檢測（見圖 3.40），並分別計算出抗壓強度的檢測值。



圖 3.38 抗壓試體的模具脫模情形



圖 3.39 抗壓試體高溫釜養護處理情形



圖 3.40 以萬能試驗機進行抗壓強度檢測

## 2.抗壓強度實驗結果[10] [11]

圖 3.41 顯示各種水泥漿體的抗壓強度檢測結果的比較，由結果顯示，含矽質再生原料的廢玻璃粉與廢花崗岩石材粉，以及矽砂傳統原料的水泥漿體，在經過 180 的高溫養護後，試體的抗壓強度檢測值均較常溫養護 28 天（亦即圖中標示的 RD）的值為高，顯然高溫養護處理對含矽質原料的水泥漿體的抗壓強度具有增強的功能。

由圖 3.42 結果亦顯示，含矽質再生原料中的廢玻璃與矽砂傳統原料的水泥漿體，在經過常溫與高溫的養護後，試體的抗壓強度檢測值均非常的相近，顯然兩者的物性具有相同性，但因矽砂是由具有較高強度與剛硬性的結晶質石英所構成，較非晶質的玻璃粉應具有更佳強度的趨向才合理，因此，推測此差異是由非晶質玻璃粉的水合反應作用的補強增進所填補。

另外，含矽質再生原料中的廢花崗岩粉水泥漿體，在常溫養護 28 天與高溫蒸汽養護的抗壓強度檢測值均高於  $400\text{kg/cm}^2$ ，顯然花崗岩的抗壓強度，具有優於傳統使用的矽砂原料的趨向。

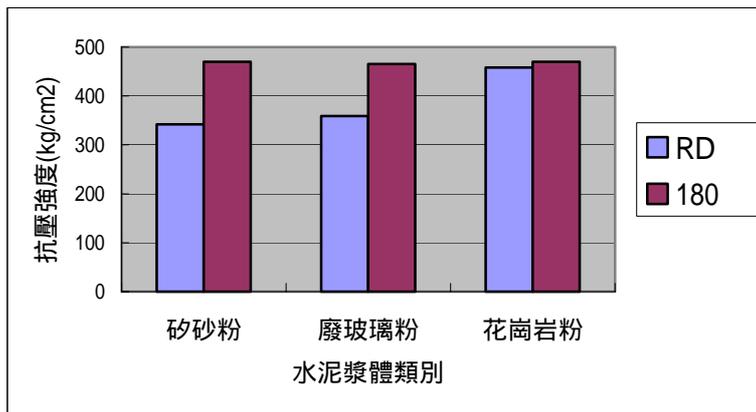


圖 3.41 各種水泥漿體的抗壓強度檢測結果的比較

## 二、抗彎強度檢測實驗與結果

本研究嘗試在未加入木纖維韌性補強的情況下，直接檢測各種再生原料水泥漿體的抗彎強度，以期能充分了解各種再生原料使用在水泥纖維板製作時，對漿體本身抗彎強度貢獻的差異情形。

### 1. 抗彎強度的實驗過程

抗彎強度檢測用試體的製作，與先前節的水合反應實驗用漿體試樣的製備程序相同，並將所製備完成的各種檢測用的再生原料漿體試樣裁切成尺寸為 20cm×10cm×2cm 的抗彎強度檢測用試樣備用。並依據 CNS 3904 規定使用三點彎曲強度檢測試驗裝置（見圖 3.42），抗彎強度值的檢測與計算公式如下。

$$R_f = \frac{3 P L}{2 b t^2}$$

$R_f$  = 抗彎強度，kg/cm<sup>2</sup>  
 $P$  = 抗彎破壞載重，kgf  
 $L$  = 試驗跨距，cm  
 $b$  = 試片寬度，cm  
 $t$  = 試片厚度，cm



圖 3.42 抗彎強度檢測使用的試驗裝置

## 2. 抗彎強度的實驗結果[10] [11]

圖 3.43 顯示各種水泥漿體的抗彎強度檢測結果的比較，由結果顯示，含矽質再生原料中的廢玻璃與廢花崗岩，以及矽砂傳統原料的水泥漿體，在經過高溫蒸汽養護後，試體的抗彎強度檢測值均較常溫養護 28 天（亦即圖中標示的 RD）的值為高，顯然蒸汽養護處理對含矽質原料水泥漿體的抗彎強度，具有增強的功能。並且以 180 的養護溫度的抗彎強度檢測值最高，其次為 150，再其次為 120，而常溫養護的強度則有較低的趨勢。

由圖 3.43 的結果亦顯示，含矽質再生原料的廢玻璃與矽砂傳統原料，在常溫與高溫養護的抗彎強度檢測值均非常的相近，顯然兩者物性具有相同水合反應性質的推測是合理的。並且非晶質玻璃粉的水合反應的補強效果，較由結晶質石英構成的矽砂具有更佳強度的趨向。

另一方面，含矽質再生原料中的花崗岩水泥漿體在常溫養護 28 天與 180 的高溫養護，兩者試體的抗彎強度檢測值均與矽砂傳統原料試體相近，顯然花崗岩水泥漿體的抗彎強度與抗壓強度性能，均適於替代矽砂傳統原料的趨向。

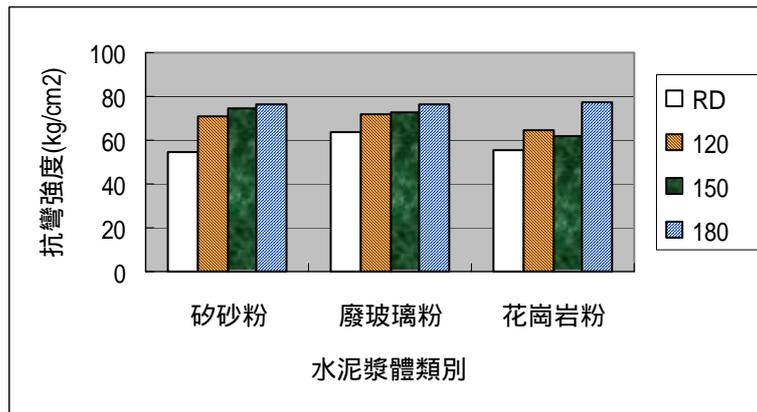


圖 3.43 各種水泥漿體抗彎強度檢測結果比較

### 水泥纖維板製程

依據中華民國國家標準 CNS 3802，纖維水泥板的製作原料的主要規範可包括如下：

- (1) 水泥：水泥為 CNS 61 [卜特蘭水泥] 所規定之第 I 型水泥或 CNS 3654 [卜特蘭 高爐水泥] 所規定之第 1 種水泥。
- (2) 有機纖維：主要為木質纖維。
- (3) 無機質纖維材料：無機質纖維材應為對纖維水泥板之品質無害者。
- (4) 珍珠岩：珍珠岩為 CNS 6992 [珍珠石粉] 所規定之珍珠石粉。
- (5) 無機質混合材料：為爐石粉、飛灰、蛇紋石粉、矽石粉等無機質材料，並應對製品之品質無害者。
- (6) 裝飾材料：纖維水泥板表面裝飾用之材料，應對品質無害者。

以往含石棉的水泥板防火建築板材是耐燃一級產品的最佳選擇，但是近年來各國法規已明令將石棉列為致癌有害物質，嚴格加以禁止使用，導致新一代的防火板材市場產品發生重大的變化。通常市售的防火隔間板材依照 CNS 6532 的規範，可概分成耐燃一級材料（不燃材料）、耐燃二級材料（耐火板）、耐燃三級材料（耐燃材料），若無法通過耐燃一級的檢測，將會限制其市場的可應用範圍。典型水泥纖維板的製作流程如圖 3.44 所示，典型水泥纖維板相關的製作流程亦分別敘述介紹如後。

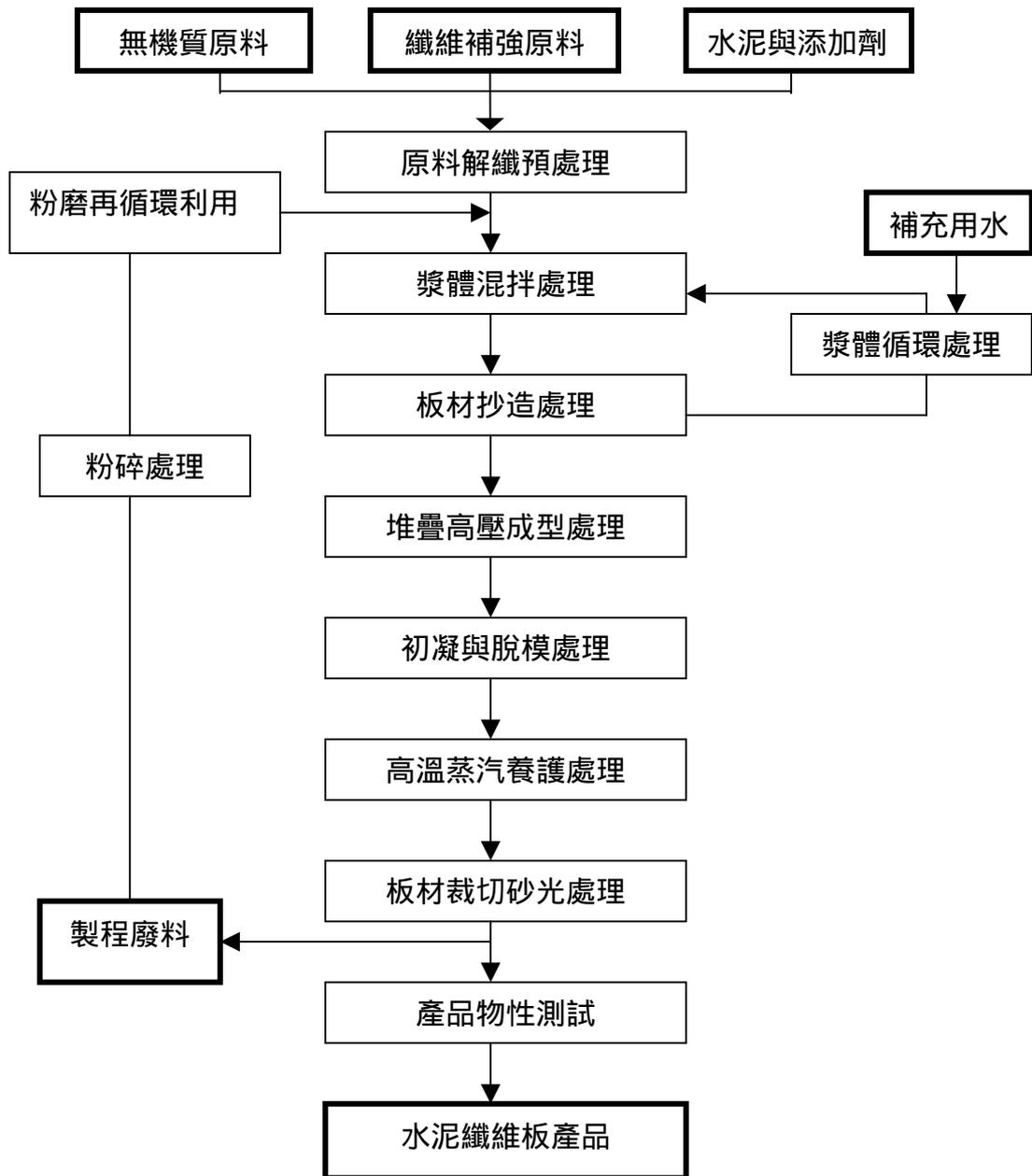


圖 3.44 典型的水泥纖維板廠型製作流程

## 一、水泥纖維板的抄造製程

抄造成板技術對水泥纖維板的廠型製作而言，亦是重要的關鍵之一，目前水泥纖維板的廠型抄造製作均採用Hatschek Machine，以減壓式抄造輪配合循環抄造毯的設備運作。由於國內先前的石棉板亦採用此類型製作方式，且在國內的產製運作已有數十年的時間。因此，國內相關板材業者在抄造成板的技術與經驗均已相當的成熟，許多現有的國內防火板材業者亦均由石棉板製造廠轉型而成。

依據德國 Siempelkamp 公司提供的典型水泥纖維板原料抄造成板的漿體操作濃度值為 4%，國內大部分業者的抄造成板的漿體操作濃度值約為 5%，主要的考量是抄造成板的厚度需求與設備抄造的速度等因素。抄造成板過程亦必需考慮配比原料的漿體黏度、附著性、壓濾性等，並確認板的平整性等因素。圖 3.45 為廠型抄造機處理與抄造成板的情景。



圖 3.45 廠型的 Hatschek Machine 抄造機處理情景

## 二、水泥纖維板的高壓成型處理製程

經過廠型抄造成型的板胚，再進一步的作高壓成型處理的技術，對水泥纖維板的廠型製作而言，可以說是最重要的關鍵。目前國內許多現有由石棉板製造廠轉型而成的防火板材業者，由於忽略了此關鍵技術，或是因高壓成型設備投資較高，而意圖省略此項處理。最後均導致水泥纖維板的產品物性不佳，或進而關廠。探究其原因，主要是先前石棉板業者使用的石棉原料，其與水泥的結合非常良好，在石棉板廠中並不需高壓成型的處理，即可以使石棉板產品達到非常好的強度，以致忽略了此關鍵技術。因為水泥纖維板的產製是以木纖維取代已經漸被禁用的石棉，木纖維是有機物性質，其與無機質水泥的界面結合性不若石棉良好。而必須藉由高壓成型機的加壓來使水泥漿體滲入木纖維中，達成複合補強的功能。

目前水泥纖維板的廠型製作使用的高壓成型處理，主要是以堆疊式的高壓成型設備（stacking press）。此項設備亦是德國Siempelkamp公司提供的關鍵水泥纖維板處理設備，其在世界的市場佔有率達到八成。堆疊式的高壓成型處理是藉由漸進式的加壓成型條件控制，亦即在加壓過程中不可過於急速，以免破壞板胚的結構，或引起水泥與纖維的移位，造成板內部的組成不均勻，因此加壓過程是採取漸進的增壓，直到板胚中的原料達到最佳的結合強度與緻密性。

依據德國Siempelkamp公司提供的典型水泥纖維板高壓成型處理條件，終壓操作值的範圍約為 50-200 kg/cm<sup>2</sup>。主要的差異考量為終壓操作值的壓力愈高，水泥纖維板產物的緻密性亦會愈高，相對板材產品的吸水性與強度亦會愈高，但是板材產品的可加工性亦會降低，因此較適用於室外板材的應用需求，其範圍約為 100-200 kg/cm<sup>2</sup>。而對於較需要考量可加工性的室內用防火隔間板材，則必需使用較低的終壓操作值，其範圍約為 50-100 kg/cm<sup>2</sup>。就抄板而言，初成型的板胚含水率約60%，經壓濾脫水後，含水率約45%。廠型板胚堆疊式高壓處理過程的情景如圖3.46所示。



圖 3.46 廠型堆疊式高壓處理情景

### 三、 水泥纖維板的板胚初凝與脫模製程

當水泥纖維板的板胚，在經過前述的廠型堆疊式高壓成型處理後，板胚的水合作用，已開始由初凝階段漸漸進入終凝階段。亦即當水泥與水混合形成糊狀物時，水泥中的各種化合物即開始與水起化學作用，產生膠質體及互相黏結而成極堅硬的固體，若能保持潮濕狀態，則化學作用可保持數年之久。當水泥與水混合形成糊狀物，在短時間內保持可塑性，隨後漸漸因化學作用而失去可塑性，此謂初凝（Initial set），當混合物完全失去可塑性時，此謂終凝（Final set），當終凝時若攪動混合物，將會嚴重損害強度。

由於堆疊式高壓成型處理是以平面鋼板作為模具，在完成高壓成型處理後，必須進一步將鋼板移除脫模。此時板胚的初期強度若太弱時，脫模作業將會導致板胚的破損。因此，如何縮短板胚由初凝階段進入終凝階段的處理時間，變成生產線瓶頸與否的關鍵，尤其是在緯度較高的寒帶國家。通常水泥纖維板廠對初凝成型板胚的養護處理，是在可儲放台車作業的初凝養護室中，以 60 蒸汽進行養護處理，蒸汽養護處理的時間約 4-6 小時，廠型堆疊板胚的脫模處理情景如圖 3.47 所示。



圖 3.47 廠型堆疊板胚的脫模處理情景

#### 四、水泥纖維板養護製程

當廠型水泥纖維板的板胚，在經過前述的堆疊式高壓成型與初凝養護室處理作業後，必須再利用高溫與高壓的蒸汽釜進行飽和水蒸汽養護，以促進纖維板產物的水合反應作用完成。水泥纖維板的板胚在高溫蒸汽釜進行養護與常溫養護的主要差異如下：

1. 含水量將因高溫處理而降低。
2. 提升抗風化性能。
3. 提升抗硫性能。
4. 降低漿體之乾縮量。
5. 高溫養護的時間通常低於 4-6 小時，其抗壓強度亦相當於常溫養護 28 日的靜置處理。

依據德國 Siempelkamp 公司提供的典型水泥纖維板高壓蒸汽釜養護的處理條件為 180 （蒸汽壓約 10 kg/cm<sup>2</sup>）操作時間約 6 小時。據瞭解

國內業者亦均採用相似的條件，廠型板胚高壓蒸汽釜處理情景如圖 3.48 所示。



圖 3.48 廠型試製再生原料板胚高壓蒸汽釜處理情景

#### 第四節 業界合作與水泥纖維板試量產

由於「綠色再生建材」實驗室中所採購之各項再生建材製程開發設備，需於 92 年度 11 月左右方可完成採購驗收，因此在完成驗收與設備啟用之前，將透過業界合作方式，借用廠商之既有設備進行小量批次式之再生產品試製。預期由業界之先期共同參與，將可吸引其未來投入綠色再生建材之生產製造，有利於再生技術之成果推廣。

本項工作項目的開發項目，係以技術成熟度較高、可消耗量較大再生產品為主，藉由業界之合作參與，進行國內推動該等綠色再生建材之市場性調查評估，主要針對水泥系以及仿木系列之再生板材進行特性與可應用性分析，主軸在於評估物特性差異，以探討分析整體性的特性與品質，以及資源化產品在市場產品的可能應用範圍與產品市場設定。

本項業界合作案係透過登報（92.3.20 工商日報）公開徵求廠商之參與，並多方與業者洽談後而獲佳大化工股份有限公司表達參與之合作意願。佳大化工股份有限公司位於台南縣善化鎮，創立於民國 62 年，總資本總額達新台幣一億九千兩百萬元整，總面積約 30,000 平方公尺。公司主要產品為矽酸鈣隔間板、矽酸鈣天花板、碳酸鈣相關製品。該公司具備廠型化之拌合機組、抄造成型機組以及養生機組，相當適合搭配本研究項目的合作對象。

本項廠型規模試製是以營建業產生的廢花崗岩石材與廢玻璃為主要再生原料，在國內現有的水泥纖維板廠，分別進行數次的廠型規模試製工作。試製使用的再生原料分別先經由破碎機（見圖 3.49）與濕式球磨（見圖 3.50）處理，成為粒徑通過 200 目的粉體以備用。

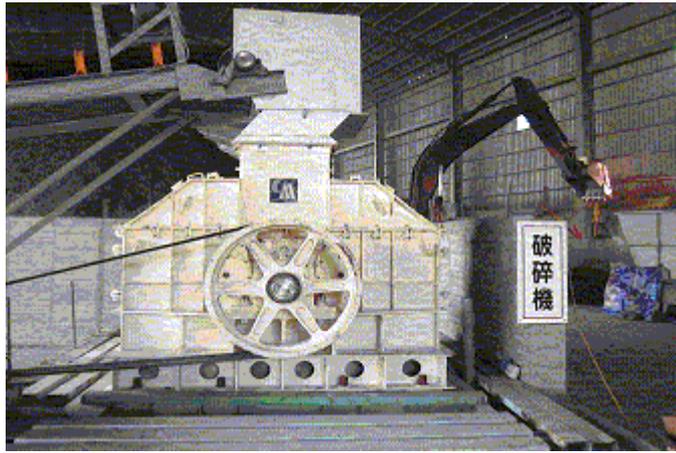


圖 3.49 廠型規模的破碎機



圖 3.50 廠型規模的濕式球磨設備

經破碎與濕式球磨後的再生原料粉體，再分別以太空包裝裝載，運送至業合廠商之佳大公司防火板材製造廠，進行實廠的再資源化水泥纖維板試製工作。圖 3.51 為廠型試製水泥纖維板抄造製程的現場情景，圖 3.52 為廠型試製水泥纖維板高壓成型的板胚產物情景。經由初步的廠型試製工作，已分別產製成市售寬長各為 3' x 6' 或 4' x 8'，厚度 3~12mm 的水泥纖維板產品，每批次的再資源化水泥纖維板的試製量約 50-100 片。



圖 3.51 試製水泥纖維板抄造製程的現場情景



圖 3.52 試製水泥纖維板高壓成型的板胚產物情景

本研究以乾基 40% 廢花崗岩粉為再生原料，替代矽質傳統原料，所製作完成的 4'8' \* 10mm 水泥纖維板產品共 約 100 片（見圖 3.53）。由試製板材產物的整體外觀研判，並未發現有翹曲或裂縫等不良現象發生。另方面，亦以乾基 50% 廢玻璃為再生原料，替代傳統的矽砂原料，所製作完成的 4'8' \* 6mm 水泥纖維板產品共 80 片，由板材產物的整體

外觀研判，亦未發現有翹曲或裂縫等不良現象發生。此結果驗證，以再生原料應用於水泥纖維板的產製，已可以適用於廠型規模產製的運作。

圖 3.54 是以乾基 40% 廢花崗岩粉為再生原料，所製作完成的 4' \* 8' \* 10mm 水泥纖維板產品。進行室內隔間壁板的實際應用初步試驗情形，由實際施工的過程研判，本項再資源化板材產品在現場裁切、固著、縫隙填補等作業過程，均與一般市售水泥纖維板產品相同，並未有異常之處。另外，由施工完成的整體外觀研判，亦未發現有翹曲或裂縫等不良現象發生。因此，可以初步肯定本項再資源化產品的市場可用性。

本項初步廠型製作的再資源化水泥纖維板產物，經由 CNS13777 的物性檢測結果如表 3.8 所示，亦顯示各項物性檢測結果，均能符合市售產品規範的要求。顯然經由前述初步的廠型試製與結果的驗證，已可以確認本研究所開發的再生原料技術與產品，在國內已具有商業化產製的可行性。



圖 3.53 以花崗石（40%）所試製的水泥纖維板產品



圖 3.54 再資源化水泥纖維板應用於室內隔間板試驗情形

表 3.8 廠型試製再資源化防火板的物性檢測結果

檢測項目	廢花崗岩粉 (40%) 試製水泥纖維板	廢玻璃粉 (50%) 試製矽酸鈣板
抗曲強度	170 kgf/cm <sup>2</sup>	156 kgf/cm <sup>2</sup>
耐衝擊性	未有裂痕	未有裂痕
容積比重	1.43	1.02
吸水率	28 %	78 % (矽酸鈣板)
透水性	背面無水滴	-
吸水長度變化	無明顯變化	無明顯變化
加工性	可釘、鋸加工	可釘、鋸加工
耐燃性	通過耐燃一級	通過耐燃一級

## 第五節 再生仿木複合建材

### 一、再生原料與製程

本項再生仿木複合建材使用的再生原料是以木質營建廢棄物為主，包括廢樑柱、廢門窗、廢地板、廢裝潢板材、廢傢俱、廢桌椅、廢櫥櫃、廢置物箱等廢棄物中所含之木質成份，以及營建廢棄物經過拆卸與分離後的熱塑性塑膠廢棄物，包括 HDPE、PE、PP、HPP 等組成。

再生木質原料形態為經粉碎解纖與篩分處理後的 0.15-0.2mm 木纖維。再生熱塑性塑膠原料形態為經粉碎與篩分處理後的 10-20mm 的碎片，再生原料的應用比率為(一)再生木纖維原料替代比率範圍 20-50%，(二)再生熱塑性塑膠原料替代比率範圍 50-80%。再生仿木複合建材產製的再生製程如圖 3.55 所示。

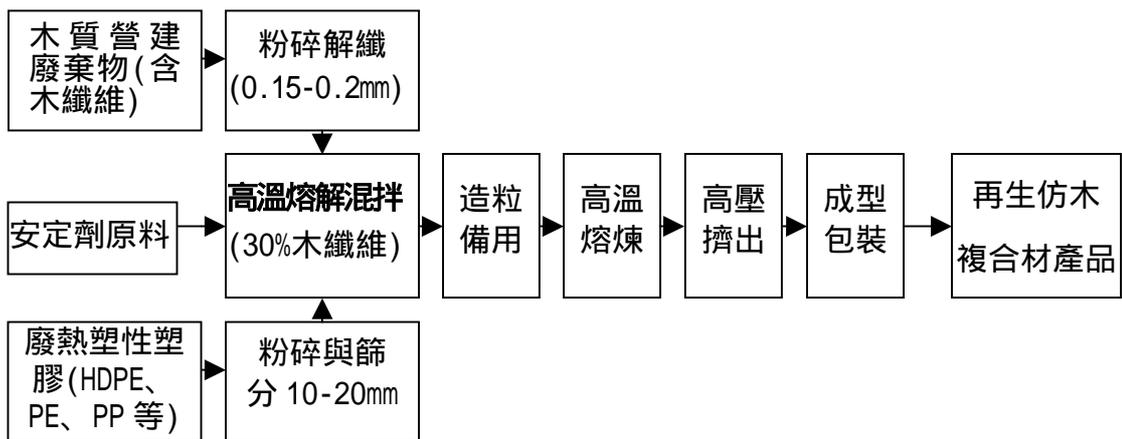


圖 3.55 再生仿木複合建材產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生仿木複合建材的產品特性，包括具有抗鹽害、耐酸鹼侵蝕、不蟲蛀、防水耐候性佳、可鋸刨釘加工、施工容易等，並且可依擠出模具的大小，可產製成市售寬長截面為 1-30 平方公分的板條產品。再生仿木複合建材的主要用途，可包括應用於室內的樓梯板、裝飾壁板、樓梯扶手、地板、桌椅、踢腳板、牆板等建材產品，以及室外的棧道板、仿木

景觀構造、涼亭、欄杆、步道等公共建材產品，圖 3.56、圖 3.57、圖 3.58 分別為再生仿木複合建材的產品與應用例情形。另一方面，再生仿木複合建材的性能測試結果如表 3.9 所示。



圖 3.56 再生仿木複合建材的產品



圖 3.57 再生仿木複合建材的產品應用例情形



圖 3.58 再生仿木複合建材的產品應用例情形

表 3.9 再生仿木複合建材的性能測試結果

檢測項目	試驗結果
抗曲強度（仿木欄杆）	30-50 kgf/cm <sup>2</sup> （符合市售 規範）
抗曲強度（仿木棧道板）	60-80 kgf/cm <sup>2</sup> （符合市售規範）
容積比重	0.8-1.0（符合市售規範）
吸水率	<1%（符合市售規範）
吸水長度變化	無明顯變化（符合市售規範）
加工性	可切、鋸加工（符合市售規範）
耐候性	通過老化耐候（符合市售規範）

## 第六節 再生粒片板

### 一、再生原料與製程

本項再生粒片板建材使用的再生原料是以木質營建廢棄物為主，包括廢樑柱、廢門窗、廢地板、廢裝潢板材、廢傢俱、廢桌椅、廢櫥櫃、廢置物箱等廢棄物中所含之木質成份組成。

再生木質原料形態為經過粉碎、篩選除異物等處理約取 1–2 公分之木屑粒片為再生原料。再生木屑粒片經乾燥處理後，在混練機中分別添加膠結劑尿素甲醛膠，經過充分混拌後，經過鋪裝與熱壓塑合成型(熱壓條件約 150℃，25–30cm<sup>2</sup>)，可製成 3'X6'或 4'X8'粒片板產品。在再生原料的應用比率方面，再生木粒片原料的替代比率範圍可以達到 100%，並且回收粒片板亦可以循環重覆再生使用。再生粒片板建材產製的再生製程如圖 3.59 所示。

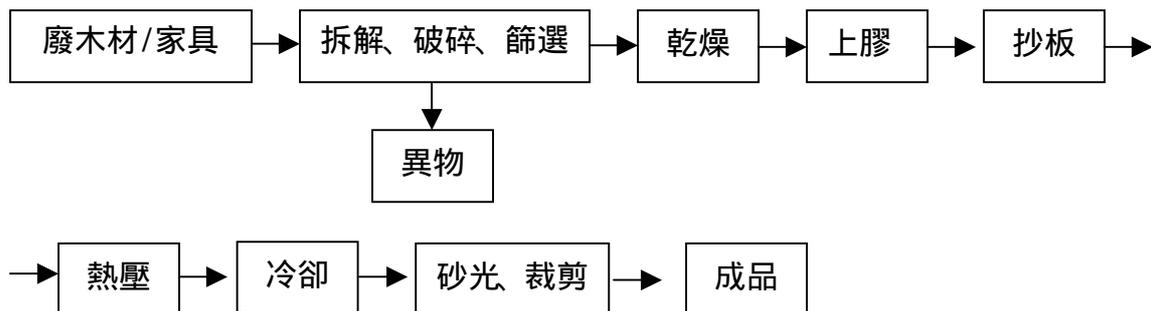


圖 3.59 再生粒片板建材產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生粒片板建材的產品特性，包括具有不蟲蛀、可鋸刨釘加工、施工容易等，可替代木板材、減低廢棄物產生，需求量大，有較高之再利用價值。並且可產製成市售寬長 3'X6'或 4'X8'粒片板產品。再生粒片板建材的主要用途，可包括應用於室內的傢俱、壁板、櫥櫃、電視外殼、課桌椅、廚房用具等建材產品，圖 3.60、圖 3.61 分別為再生粒片板建材的產品應用例情形。另方面，再生粒片板建材的性能測試結果如表 3.10 所示。



圖 3.60 再生粒片板建材的產品應用例情形



圖 3.61 再生粒片板建材的產品應用例情形

表 3.10 再生粒片板建材的性能測試結果

檢測項目	試驗結果
靜曲強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	133.0 以上 (符合 CNS 2215)
內聚強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	2.0 以上 (符合 CNS 2215)
木螺絲保持力 (kgf)	51.0 以上 (符合 CNS 2215)
甲醛釋放量 (mg/L)	5.0 以下 (符合 CNS 2215)
吸水厚度膨脹率 (%)	12 以下 (符合 CNS 2215)
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.4 以上、0.9 以下 (符合 CNS 2215)

## 第七節 再生高壓地磚

### 一、再生原料與製程

本項再生高壓地磚的開發是以石質營建廢棄物作為再生原料，石質營建廢棄物可以包括廢花崗石牆板或地板、廢玻璃、廢紅磚、廢磁磚、廢混凝土塊等為主，均為國內大量產生的一般常見營建廢棄物。

再生高壓地磚的原料形態為經過粉碎、篩選除異物等處理約取 1–2 公分之再生骨材為再生原料。再生骨材經篩分處理後，在混練機中依配比分別添加水泥膠結劑、矽砂與水，經過半乾式充分混拌後，經過高壓振動成型製磚機鋪裝與壓合成型，可製成各種尺寸的再生高壓地磚產品。在再生原料的應用比率方面，石質營建廢棄物原料的替代比率範圍可以達到 50%，並且回收高壓地磚亦可以循環重覆再生使用。再生高壓地磚建材產製的再生製程如圖 3.62 所示。

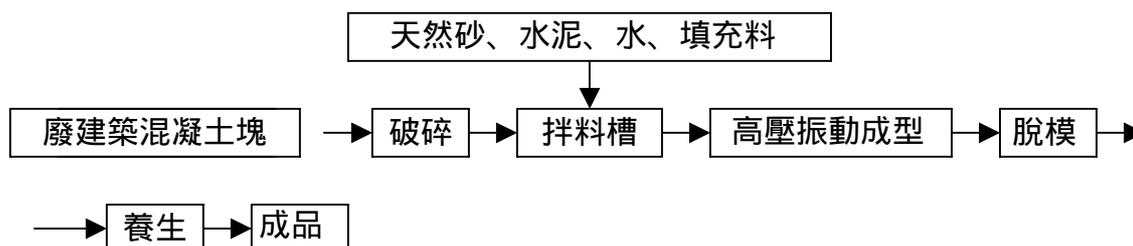


圖 3.62 再生高壓地磚建材產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生高壓地磚建材的產品特性，包括具有環保特性，經久耐用，可重覆使用、減低廢棄物產生，需求量大，有較高之再利用價值，可創造多樣性的地面景觀、施工容易，可替代高溫窯燒磚等。並且可產製成各種尺寸的市售高壓地磚產品。再生高壓地磚建材的主要用途，可包括應用於室外創造舒適易行之路面，依不同規格及顏色與周邊建築物搭配相得益彰，創造多樣性美麗的地面景觀等建材產品，圖 3.63、圖 3.64 分別為再生高壓地磚建材的產品與應用例情形。另方面，再生高壓地磚建材的性能測試結果如表 3.11 所示。



圖 3.63 再生高壓地磚建材的連鎖磚產品



圖 3.64 再生高壓地磚建材的產品應用例情形

表 3.11 再生高壓地磚建材的性能測試結果

檢測項目	試驗結果
抗壓強度	A 級>650kgf/cm <sup>2</sup> B 級>500kgf/cm <sup>2</sup> (符合 CNS 13295) C 級>450kgf/cm <sup>2</sup>
吸水率	A 級<5% B 級<6% (符合 CNS 13295) C 級<7%

## 第八節 再生植草磚綠建材

### 一、再生原料與製程

本項再生植草磚的開發，亦是以石質營建廢棄物作為再生原料，石質營建廢棄物可以包括廢花崗石牆板或地板、廢玻璃、廢紅磚、廢磁磚、廢混凝土塊等為主，均為國內大量產生的一般常見營建廢棄物。

再生植草磚的原料形態為經過粉碎、篩選除異物等處理，約取 1–2 公分之再生骨材為再生原料。再生骨材經篩分處理後，在混練機中依配比分別添加水泥膠結劑、砂砂與水，經過半乾式充分混拌後，經過高壓振動成型製磚機鋪裝與壓合成型，可製成各種尺寸的再生高壓植草磚產品。在再生原料的應用比率方面，石質營建廢棄物原料的替代比率範圍可以達到 50%，並且回收高壓地磚亦可以循環重覆再生使用。再生植草磚建材產製的再生製程如圖 3.65 所示。

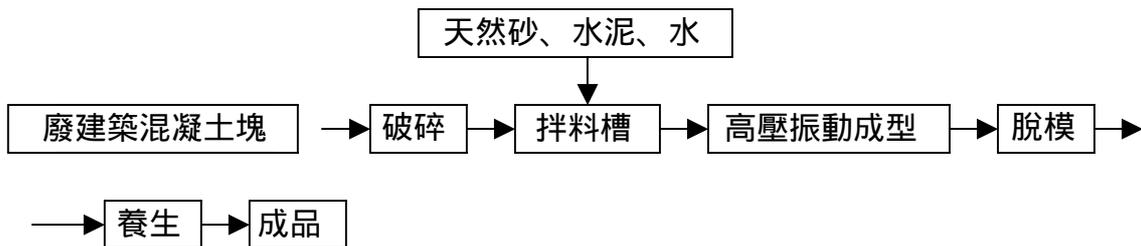


圖 3.65 再生高壓植草磚建材產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生高壓植草磚建材的產品特性，包括具環保特性，經久耐用，可重覆使用、減低廢棄物產生，利於草種生長，有較高之再利用價值，不會對植栽草造成傷害，施工容易，可替代高溫窯燒磚等。並且可產製成各種尺寸的市售高壓植草磚產品。再生高壓植草磚建材的主要用途，可包括供室外植栽綠化停車場，依不同規格及顏色與周邊建築物搭配，創造多樣性美麗的地面景觀，應用於室外創造舒適易行之路面等建材產品，圖 3.66、圖 3.67 分別為再生高壓植草磚建材的產品與應用例情形。另方面，再生高壓植草磚建材的性能測試結果如表 3.12 所示。

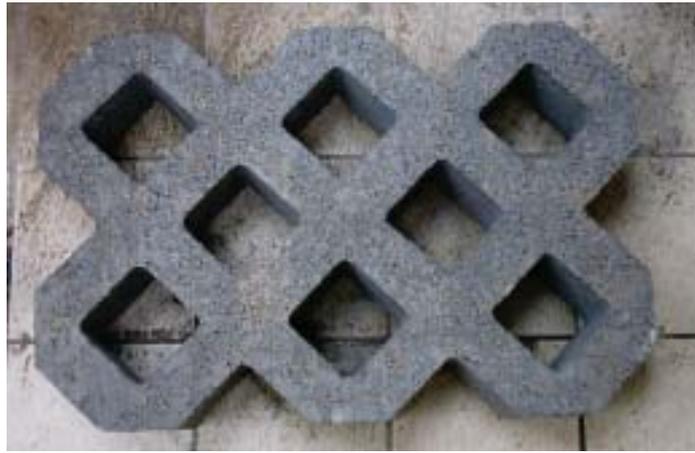


圖 3.66 再生高壓植草磚建材的產品



圖 3.67 再生高壓植草磚建材的產品應用例情形

表 3.12 再生高壓植草磚建材的性能測試結果

檢測項目	試驗結果
抗壓強度	外型中空狀>210kgf/cm <sup>2</sup> (符合 CNS 13295 ) 外無中空狀>350kgf/cm <sup>2</sup> (符合 CNS 13295 )

## 第九節 再生圍牆磚綠建材

### 一、再生原料與製程

本項再生圍牆磚的開發，亦是以石質營建廢棄物作為再生原料，石質營建廢棄物可以包括廢花崗石牆板或地板、廢玻璃、廢紅磚、廢磁磚、廢混凝土塊等為主，均為國內大量產生的一般常見營建廢棄物。

再生圍牆磚的原料形態為經過粉碎、篩選除異物等處理，約取 1–2 公分之再生骨材為再生原料。再生骨材經篩分處理後，在混練機中依配比分別添加水泥膠結劑、砂砂與水，經過半乾式充分混拌後，經過高壓振動成型製磚機鋪裝與壓合成型，可製成各種尺寸的再生高壓圍牆磚產品。在再生原料的應用比率方面，石質營建廢棄物原料的替代比率範圍可以達到 50%，並且回收高壓圍牆磚亦可以循環重覆再生使用。再生圍牆磚建材產製的再生製程如圖 3.68 所示。

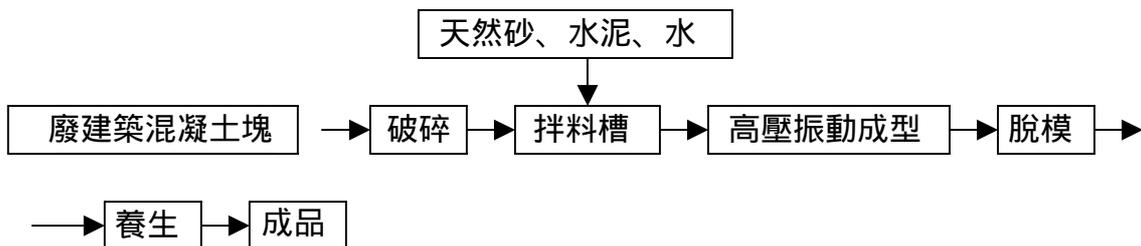


圖 3.68 再生高壓圍牆磚建材產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生高壓圍牆磚建材的產品特性，包括具具環保特性，經久耐用，可重覆使用、減低廢棄物產生，有彩色多變化的立體美感，能襯托建築物及景觀設計的獨特風格，亦有較高之再利用價值，施工容易，可替代高溫窯燒磚等。並且可產製成各種尺寸的市售高壓圍牆磚產品。再生高壓圍牆磚建材的主要用途，可包括供室外房舍圍牆、公園、廣場等，依不同顏色與周邊建築物及地磚搭配使用，更能展現整體的美感等建材產品，圖 3.69、圖 3.70 牆磚建材的性能測試，僅需靠拌合水泥砂漿凝結，而無需測試抗壓強度要求。



圖 3.69 再生高壓圍牆磚建材的產品



圖 3.70 再生高壓圍牆磚建材的產品應用例情形

## 第十節 再生消波塊

### 一、再生原料與製程

本項再生消波塊的開發，亦是以石質營建廢棄物作為再生原料，石質營建廢棄物可以包括廢花崗石牆板或地板、廢玻璃、廢紅磚、廢磁磚、廢混凝土塊等為主，均為國內大量產生的一般常見營建廢棄物。

再生混凝土消波塊的原料形態為經過粉碎、篩選除異物等處理，約取 1–2 公分之再生骨材為再生原料。再生骨材經篩分處理後，在混練機中依配比分別添加水泥膠結劑、矽砂與水，經過半乾式充分混拌澆注模具成型後，經過 24hrs 脫模，可製成各種尺寸的再生混凝土消波塊產品。在再生原料的應用比率方面，石質營建廢棄物原料的替代比率範圍可以達到 50%，並且可以循環重覆再生使用。再生混凝土消波塊產製的再生製程如圖 3.71 所示。

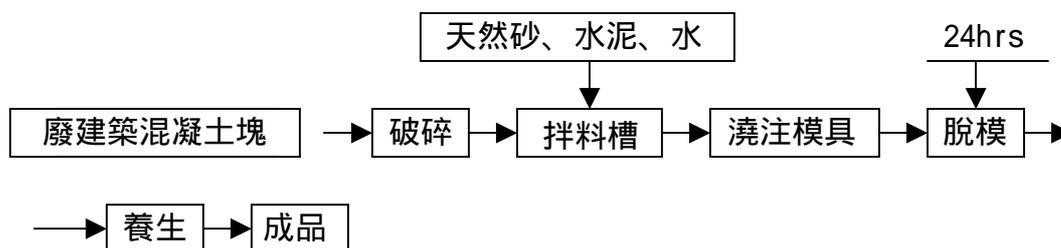


圖 3.71 再生混凝土消波塊產製的再生製程

### 二、產品特性與性能測試

再生混凝土消波塊的產品特性，包括具環保特性，經久耐用，可重覆使用、減低廢棄物產生，製作容易，施工方便有較高之再利用價值且節省成本。再生混凝土消波塊的主要用途，可包括供海邊附近保護海岸、河堤、橋墩、阻擋砂石、減緩水流等，圖 3.72、圖 3.73 分別為再生混凝土消波塊的產品應用例情形。另一方面，再生混凝土消波塊的性能測試，需比照 CNS 13295 測試抗壓強度，其抗壓強度要求 $>300\text{kgf/cm}^2$ 。



圖 3.72 再生混凝土消波塊的產品應用例情形



圖 3.73 再生混凝土消波塊的產品應用例情形

## 第十一節 討論

氧化矽粉體是傳統防火建材的主要原料，例如傳統水泥纖維板製作使用的矽砂粉體（粒徑 45 $\mu\text{m}$ ），佔原料總使用量比率的 52%，每噸售價約 NT\$2000-3000。若能夠開發國內產出的營建廢棄物（以石質為主）作為再生原料，替代傳統防火板材的矽砂原料，則將會有非常好的經濟效益，並且亦可以有效解決大量國內營建廢棄物的處置與再利用問題。因此，在本年度的研究中，本研究針對石質廢棄物開發作為水泥系防火板材產品進行相關的技術與實驗探討。並著重於以廢玻璃與廢花崗岩石材等含矽質組成廢棄物為再生原料，替代傳統防火板材的矽砂原料。同時進行再生原料與水泥膠結劑的水合反應機制比較，以及試製產物的物性強度關係驗證，以期能確認再生原料的水合反應差異性，以及驗證再資源化防火板材產品技術的可行性。

由初步的實驗結果顯示，含矽質再生原料包括廢玻璃粉與廢花崗岩粉等，以及傳統矽砂粉原料的水泥漿體，經由抗壓強度、抗彎強度之測試及 SEM 與 XRD 等微結構之觀察顯示，含矽質原料水泥漿體的水合反應程度，有隨養護溫度升高而有增加的趨勢。同時抗壓強度與抗彎強度等物性，亦隨著水合程度的增加而有增強的趨勢。且再生原料的廢玻璃粉與廢花崗岩石材粉均與傳統矽砂粉原料具有相同的水合反應功能，亦即確認可以作為傳統矽砂的替代原料。

由廠型試製再生防火板材的實驗與檢測結果顯示，含矽質再生原料的廢玻璃粉與廢花崗岩石材粉，所製成的板材試樣，經依據 CNS13777 規範的物性檢測，項目包括（1）抗彎強度（2）容積密度（3）耐衝擊性（4）吸水率（5）浸水長度變化率（6）耐燃性（7）透水性（8）可加工性等，均能符合水泥纖維板的規範要求。顯然，經由初步的廠型試製與結果的驗證，已可以確認本研究所開發的再生原料技術與產品，適用於替代傳統的矽砂原料，並在國內已具有商業化產製的可行性。

其他之再生建材方面，包括再生仿木複合建材、再生粒片板、再生高壓地磚、再生植草磚、再生圍牆磚、再生消波塊等，皆具有能夠大量

使用營建廢棄物作為再生原料的綠建材產品之潛力，若相關之獎勵措施能配合，國內業者投入開發生產之意願將極濃厚，因此未來綠色再生建材實驗室設備建置完成後將可進行完整性之商業化製程開發，並以保持既有建材功能之前提下，儘量提高再生料替使用比例，以擴大建築廢棄物減量及回收之利基。

## 第十二節 參考文獻

1. 黃兆龍，**混凝土性質與行為**，詹氏書局，台北，民國 86 年。
2. 楊志強、彭耀南，**混凝土中水泥漿和顆粒骨材界面特性之研究**，碩士論文，國立交通大學土木工程學系，新竹，2001 年。
3. 楊志強、彭耀南，**混凝土中水泥漿和顆粒骨材界面特性之研究**，碩士論文，國立交通大學土木工程學系，新竹，（2001）。
4. F.P. Glasser, "Application of the Phase Rule to Cement Chemistry", *Refractory Material*, Vol.6, 1978, pp. 147-190.
5. Mehta. P. K., *Concrete Structure, Material, and Properties*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986, pp. 129-140.
6. Torsten Dietz, Klaus Bohnemann, "Calcium Silicate Hydrate in Fiber Cement Sheets and Autoclaved Aerated Concrete", *7th International Inorganic-Bonded Wood & Fiber Composite Materials Conference*, 2000, pp.34-58.
7. 陳清齊，**赴德國參訪水泥纖維板廠**，出國報告，工研院環安中心，2001
8. 謝博文、彭耀南，**成型壓力對低水膠比水泥漿體蒸氣養護效能之研究**，碩士論文，國立交通大學土木工程學系，新竹，（1999）。
9. Neville, A. M., *Properties of Concrete*, London : Pitman, 1981. pp. 8-50
10. H.Uchikawa,S. Hanehara,T. Shirasaka and D. Sawaki, "Effect of Admixture on

Hydration of Cement, Adsorptive Behavior of Admixture and Fluidity and Setting of Fresh Cement Paste", *Cement and concrete Research*, Vol. 22, 1992, pp.1115-1129.

11. Tashiro, C., and Urasfima, H., "Strength Development and Pore Size Distribution of Cement Paste Cured with High Hydrostatic Pressure", *Cement and Concrete Research*, Vol.14, No.3, 1984, pp.318-322.

## 第四章 竹炭塗料設計研發

近二十年來，國內竹材產業日漸沒落，造成竹林荒蕪，並間接促使失業人口增加，若能適當地再造竹林與伐採經營，促進再生資源之有效利用並提高竹材之附加價值，將有助於生態保護與竹材產業的生產與復甦，進而降低弱勢產業族群之失業率，促進城鄉均衡發展；眾多竹材加工技術中以竹材之炭化技術開發，可大幅提升再生竹材資源之附加價值。

本章內容針對國內相關竹材產業現況資料匯整，並將竹材經炭化、磨碎過程後生成之竹炭粉末與內裝塗料互相結合，進行竹炭之應用學理分析，以及國內外竹炭塗料發展狀況之資料蒐集與彙整，並建立竹炭特性及吸附曲線等參數，同時進行 2 種不同細度之竹炭與(水性)塗料分散劑之混合與調製，以建立竹炭健康塗料關鍵製造技術及性能資料庫。

### 第一節 竹材產業現況及竹炭應用學理分析

#### 一、竹材產業現況

##### (一)、國內外竹材產業現況

依日本科學調查結果發現，「竹」係藉由地下莖萌芽生長成林，區分為散生型與叢生型兩類竹林，散生型竹林網狀地下莖能有效防止土石流失，而叢生型竹林其中空有節且富彈性，應用於防強風及減少噪音效果顯著。

據 2000 年台灣林業統計，台灣竹林種植面積達到 149,516 公頃，主要分佈於苗栗、南投、嘉義、雲林及台南等地。竹材加工業往年偏重於南投縣（竹山）、嘉義縣及苗栗縣等地。台灣常見六種經濟竹類之面積計 75,275 公頃，其中以桂竹佔最大宗（52.53%），其次為麻竹（24.11%）、刺竹（10.64%）、長枝竹（4.92%）、綠竹（4.75%），以及孟宗竹（3.05%）為主。

國內竹類在生長季節裡，平均僅約需 5~11 星期即長大成材，從此無論直徑和高度即不再增長，其生長速度較生長最快速之樹木(如銀合歡、桉樹、楊樹等樹種，最快一年約 2~3 公尺)快約 110~165 倍，故材料來源不虞匱乏。由實驗發現，在林相覆蓋完整的竹林集水區內，土壤水分的垂直移動較水平移動明顯，亦即有較良好水分滲透及固土能力，故竹林為防止崩塌、地滑的良好屏障。

近二十年來，因為許多竹材替代品之大量使用，加上我國工資、土地...等各項生產成本驟增，致使產業競爭力急速降低，又受到東南亞國家及中國大陸低價競爭，我國竹材生產及加工業經營一片蕭條；適逢九二一地震後，竹林之根系鬆動、土質流失，竹林生長不良，林農無力更新撫育；加上今年我國加入 WTO 後，已難再對大陸限制竹材進口，目前已對竹業界產生骨牌效應，幾乎快達到完全崩潰之關鍵時刻，導致林農紛紛砍除竹林改植其他經濟作物，使台灣山坡地將再度面臨水土保持之危機，造成社會成本一再地付出代價，並喪失綠色山村與竹林文化之功能。

## (二)、竹材及竹炭產業發展之必要性

我國因山高險峻、水流湍急、土質脆弱、雨量集中，致森林肩負重要之水土保持功能，為厚植森林資源，我國已自民國八十一年公告禁伐天然林，故每年所需使用之木材量 99% 均仰賴進口，而竹材每四年可砍伐一次，若能實施以竹伐木政策，合理利用竹材資源，將可取代部份之木材需用量，間接提高我國木材自給率。然近二十年來，國內竹材加工產業因生產成本之提高而日漸沒落，竹子之採伐數量也由民國 70 年的 1,000 萬支，遽降至今日的 100 多萬支，以致造成竹林地的荒蕪及失業人口的增加，故適當的再造竹林與伐採經營，促進優良再生資源之有效利用，並經由竹質廢棄物回收再利用等技術開發，大幅提高竹材之附加價值，將有助於生態綠化保護並提升工業生產之效果。

## 二、竹炭應用學理分析

### (一)竹材料之炭化

竹材屬於木質材料，一般木質材料炭化溫度約自 250 °C 開始，最高達 800 °C 左右，超出此溫度以上時，其中所含碳 (C) 以外之其他元素，如氧 (O)、氫 (H)、氮 (N) 及其他微量元素之絕大部分將被除去，剩下以碳為主之結構體。

竹材在無空氣或限制空氣的環境中（如窯或爐等容器）以高溫加熱，進行無氧或缺氧燃燒，此燃燒過程稱之為熱分解（Thermal decomposition），分解後會產生氣體煙及固體竹炭（Bamboo charcoal），此現象稱之為炭化（Charcoalization），而 1600~3000 °C 則稱為石墨化（Graphitization）。

將煙冷卻後，得到冷凝成液體之部分及不冷凝之氣體部分，其中氣體部分稱作竹煤氣，而將冷凝部分之液體靜置，則可分為三層：下層粘度較大之黑色液體為竹焦油（tar）；中層深褐色水溶液即為竹醋液（Bamboo vinegar）；而最上層為一層薄油膜則稱為輕質竹焦油。

### (二)竹炭材料之特性

竹材之主成分與木材相同，可分為纖維素、半纖維素及木質素三個部分，其與木材不同之處為，竹之莖中空有節，且由於維管束組織中沒有形成層，所以竹材不會變粗，但會由節間向上生長，據研究結果生長最快者一天可長高 120 公分。竹子的組織結構非常緻密，且其外側組織較內側組織更為緻密，經高溫炭化及活化處理後，其組織並不會改變，仍為具有多孔質的微結構組織，同時，竹炭的比表面積(BET 值)大幅增加，約為木炭之三倍，故其吸附、除臭能力較強。此外，在含炭率上木炭的含碳率可達約 87-93% 以上，所以可當作良好的燃料；竹炭的含碳率約為 75-86%，比較不適合當成燃料型炭材，但竹材經活化處理後可得到較佳之吸附、過濾、遠紅外線及阻隔電磁波的功能。綜合竹炭之各項功能，簡單分述如下：

### 1. 吸收有害化學物質、溼度調整功能、除臭效能

高溫燒製而成的竹炭，由於其多孔性組織及廣大表面積，因此為一優良之吸附劑，對於揮發性有機溶劑的吸附、空氣中惡臭的去除、環境中的溼度調節以及水質淨化等效能十分卓越。

### 2. 天然礦物質供給

竹子吸收土壤中的礦物質而生長，而竹子經過悶燒過程後，其礦物質會濃縮為原有之三倍左右，而且易溶於水。因此將竹炭放入水中，其中所含之礦物質及其他微量元素溶出，產生具有天然礦物質之水，對於人體而言，是一優秀之天然礦物質來源。表 4.1 為竹炭及其灰分所含之微量元素。

表 4.1 竹炭及其灰分所含之微量元素

	鉀	鈉	鈣	鎂	鐵	錳	矽	鋇
竹炭	0.85	0.01	0.05	0.14	0.01	0.05	0.62	<0.05
竹灰	8.65	0.59	1.38	0.60	0.77	0.12	19.50	<0.05

### 3. 遠紅外線放射功能

文獻中提到，竹炭為一天然遠紅外線放射材料。所謂遠紅外線，其波長範圍並無統一定義，但一般而言，波長介於四至一千微米之間之紅外線稱作遠紅外線，相關研究報告中指出，對於在波長為七至十幾微米範圍間之遠紅外線，能和人體產生共振，因此具有促進血液循環的效果，近年來在日本、俄羅斯、中國大陸以及台灣地區，遠紅外線被用在許多疾病的輔助治療，例如筋骨肌肉酸痛、肌腱炎、褥瘡、燙傷及傷口不易癒合等疾病上，達到輔助治療的目的。

#### 4. 防止靜電、阻隔電磁波效果

控制竹炭之燒成溫度，能得到高導電性炭，而種高導電性之竹炭材料，具有與金屬板同等或以上之電磁波遮蔽效果，且其比重低，為輕量之電磁波屏蔽材料，此竹炭材料亦由於其導電性，因此具有防止靜電之效果。

並非所有竹炭都具備以上幾種效果，使用不同的炭化爐與製造條件，則所生產竹炭的物性與機械性則不同。一般而言，竹炭製程可以分為「土窯」與「機械爐」二種。

土窯昇溫速率曲線緩慢且穩定，其產生之溫度（約 200-450 度）適合為竹材熱分解以及炭化。竹材炭化時可充份進行各種化學反應，所生產之竹炭成份較為安定。炭化溫度較低之竹炭，因含有較多的其它非碳元素，如氫、氧...等，相對的碳元素的含有率也較低。

相對地，若僅由機械爐直接高溫炭化的話，其昇溫速率過快，將無法讓炭化過程完全產生炭化反應，因此所得到的成份性質較不穩定，而且生產成本較高。

但若要生產具有吸附 VOCs、導電、抗菌、阻隔電磁波等特性的竹炭，如果只以傳統土窯燒製，將無法充分發揮其特有的功能性，因此可利用土窯炭化後再經機械爐進行二次高溫炭化組合，控制其燃燒用二次空氣的送風量、廢氣排氣量、爐內氧化還原氣體等，以變化不同的燒成條件，其所燒製出來的竹炭其比表面積（BET）值較高，且具有良好的導電度，應該是最佳的竹炭製程組合模式。

## 第二節 國內外竹炭塗料發展情形

關於竹炭應用於塗料上之應用，以日本之研究最早開始，1997 年 SAGAWA JUNICHI 於日本專利編號 JP9052957 中指出，將 5%~30%之竹碳粉末混入合成樹脂中，作為室內寢具之塗料，以及將竹炭粉末作為枕頭內之填充材料，可藉由其放出遠紅外線之效果，與人體產生共振，同時達到增進細胞活性，促進新陳代謝，增加血液循環，溫暖人體等功用，當塗料中竹炭比例低於 5%的情況下，其遠紅外線放射效能太弱，而當竹炭比例高於 30%則樹脂系統之穩定性被破壞，則形成整個塗料強度不足之情形。

另外，以竹炭主原料之竹炭複合材料方面，TATSUMI HIROAKI 於 2001 年日本專利編號 JP9904221 與世界專利組織專利編號 WO0110251 中，提出以竹炭粉末(粒徑 5~20  $\mu\text{m}$ ) 添加電氣石粉末(tourmaline powder)，並將兩者均勻混合於黏結劑(Sodium Alginate)中，可將其應用於室內建材之天花板及壁紙之塗裝。由於竹炭之多孔質特性及高比表面積(每 1 克竹炭約有 200~300 $\text{m}^2$  比表面積)，具備極優異之吸附效能，對於室內除臭及揮發性有機物質(VOCs)之吸附效能極佳。

TATSUMI HIROAKI 在 2003 年最新之美國專利編號 US6509294 中更將原複合竹炭材料中添加微量之 chitosan、竹醋(bamboo vinegar)、單寧酸(tannic acid)、以及七葉樹果實萃取物(extract conker)，以加強竹炭複合材料之抗菌、抑黴特性。

由於台灣方面目前並沒有竹炭塗料之相關專利及研究，而竹材在台灣為相當豐富之資源，且其應用範圍廣泛，將廢棄之竹材經由炭化過程再生利用，在竹材再生之同時，亦大大提升其經濟價值，而將其應用於內裝塗料上，充分發揮其調濕、除臭、吸附揮發性氣體、以及放出遠紅外線等功能，為再生竹材非常適合之應用方向。

### 第三節 竹炭基本性能測試

本研究所使用之竹子原料為一般竹材加工工廠所產生之竹粉屑，其燒製過程為利用旋轉爐進行炭化，炭化溫度為 500~550°C，再經由管狀爐進行 CO<sub>2</sub> 氣氛保護之活化處理，之後進行工業用炭素檢驗以及竹炭基本性質檢驗，檢驗結果如下詳述。

#### 一、工業用炭素檢驗

根據 CNS 2747-K6246 碳黑檢驗法測定竹炭粉末之水分、灰分及揮發物

- (一) 水分檢驗法：稱 3g 竹炭粉末試料於一烘乾之秤量瓶中，置於溫度為 105±5°C 之烘箱中，烘乾一小時，取出後加蓋冷卻，所損失之重量，即試料所含水份量，以百分率計算之。

$$\text{水分, \%} = \text{乾燥減量} / \text{試料重量} \times 100$$

- (二) 灰分檢驗法：取烘乾試料 1g 置於坩堝內，並於封閉之高溫電氣爐中，於 950±25°C 之溫度下，將試料灰化至恆重，於乾燥器中冷卻後秤之，以下式計算其百分率：

$$\text{灰分, \%} = \text{殘渣重量} / \text{試料重量} \times 100$$

- (三) 揮發物檢驗法：取烘乾試料 1g 置於坩堝內，並使試料平鋪坩堝內，蓋妥坩堝蓋後，於 950±25°C 之高溫爐中熱七分鐘，置坩堝於除濕器內冷卻秤之，消失之重量即揮發物之重量：

$$\text{揮發物, \%} = \text{揮發物重量} / \text{試料重量} \times 100$$

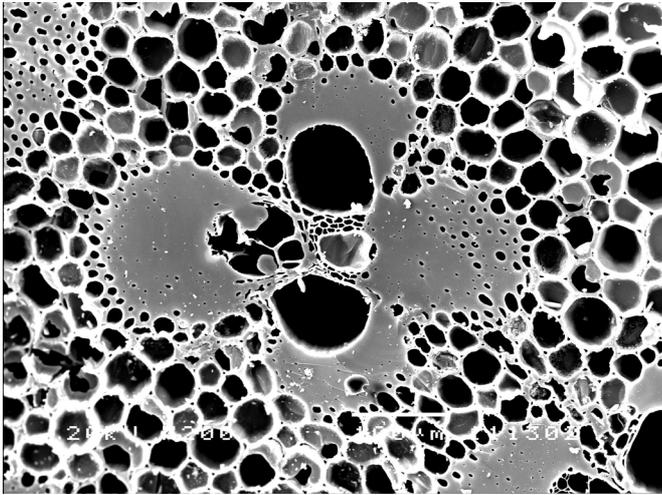
表 4.2 粉末狀竹炭之水分、灰分及揮發物含量

	水分	灰分	揮發分
360mesh	5.48	4.17	21.45
1000mesh	5.46	4.04	20.87

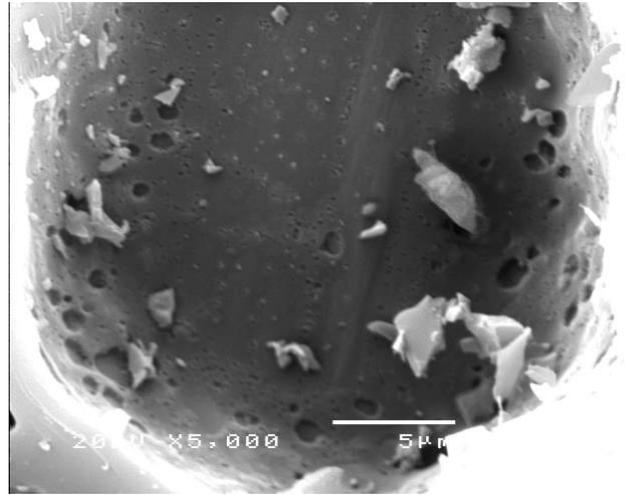
## 二、竹炭基本性能

在竹炭塗料之設計上，其中最大之技術重點在於利用竹炭材料本身之特性，因此了解竹炭之基本性能將十分重要。竹炭基本性能測試項目包括 pH 值、真密度、表面結構、比表面積、等溫吸附曲線，測試結果於以下詳述。

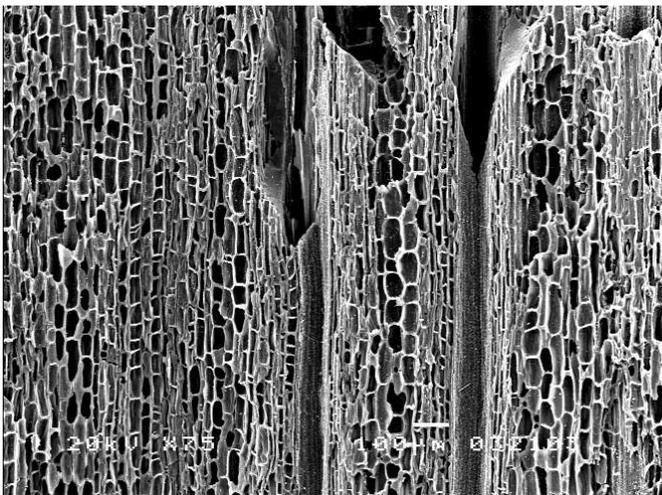
- (一) pH 值：尚未炭化處理之竹材酸鹼值呈弱酸性，如桂竹生竹 pH 值為 5.48，經高溫炭化處理後，竹材中之有機成分受熱分解，產生無機成分甚高之竹炭產物，故 pH 值呈現鹼性之狀態，桂竹炭之 pH 值為 9.88 孟宗竹炭則為 9.37。
- (二) 真密度：桂竹炭之真密度約為 1.75(g/c.c.)，孟宗竹炭則為 1.57。
- (三) 表面結構：竹子的組織結構非常緻密，經高溫炭化處理後之組織並不會改變，仍維持其具有多孔質之微 3 結構組織，以不同倍率 SEM 觀察竹炭表面結構情況如圖 4.1
- (四) 比表面積：以比表面積測定儀(BET 儀)測定出之竹炭樣品之 BET 值為 743.21m<sup>2</sup>/g，其 BET 之實驗結果如圖 4.2。
- (五) 等溫吸附曲線：竹炭樣品以氮氣作為吸附氣體之等溫吸脫附曲線如圖 4.3。



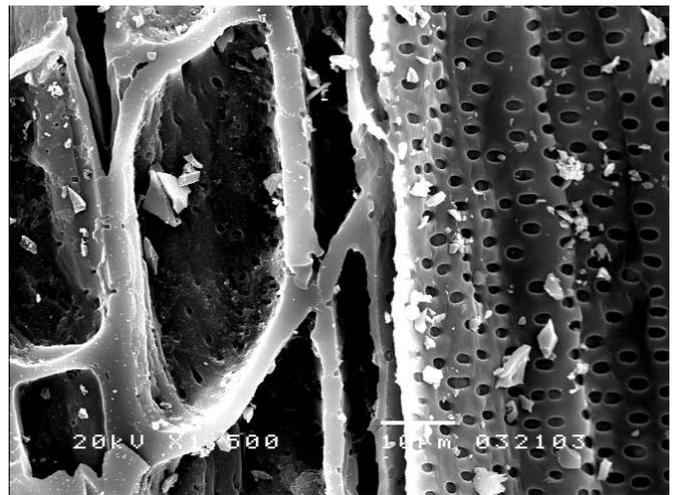
橫斷面-200X



橫斷面-5000X



縱斷面-750X



縱斷面-1500X

圖 4.1 竹炭表面結構 SEM 圖

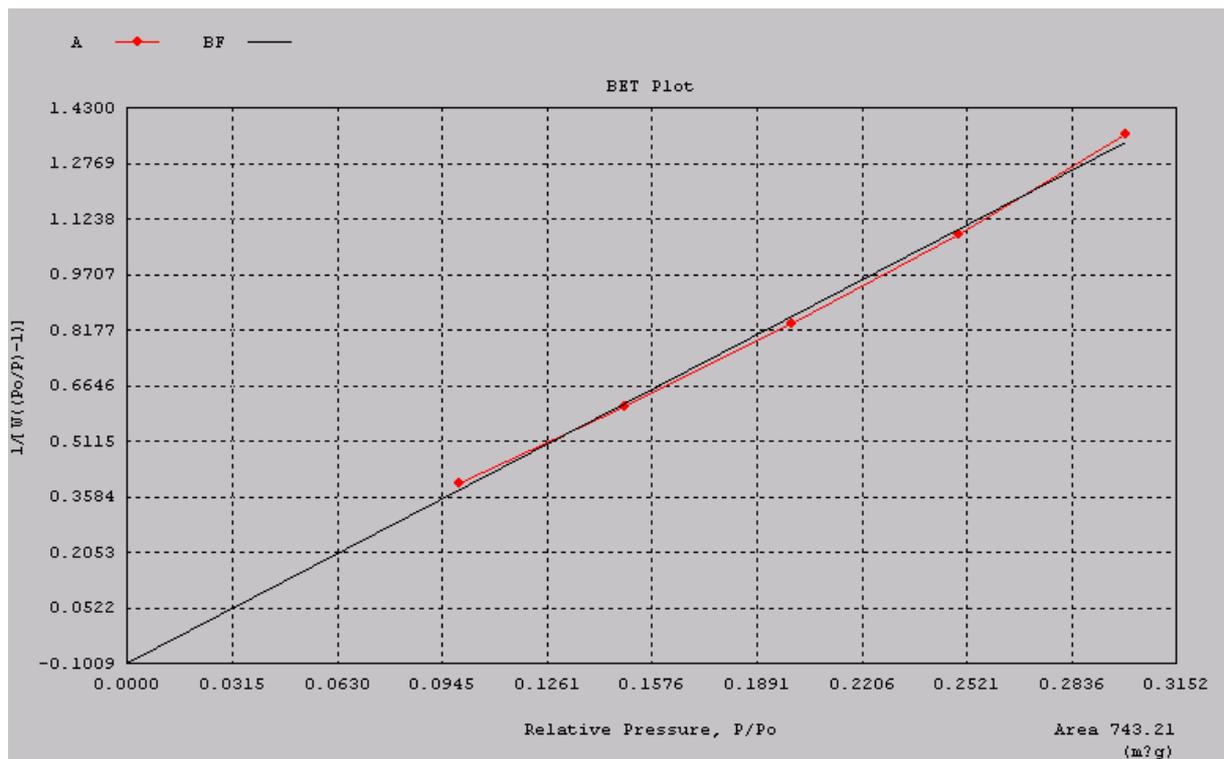


圖 4.2 竹炭樣品之 BET 圖

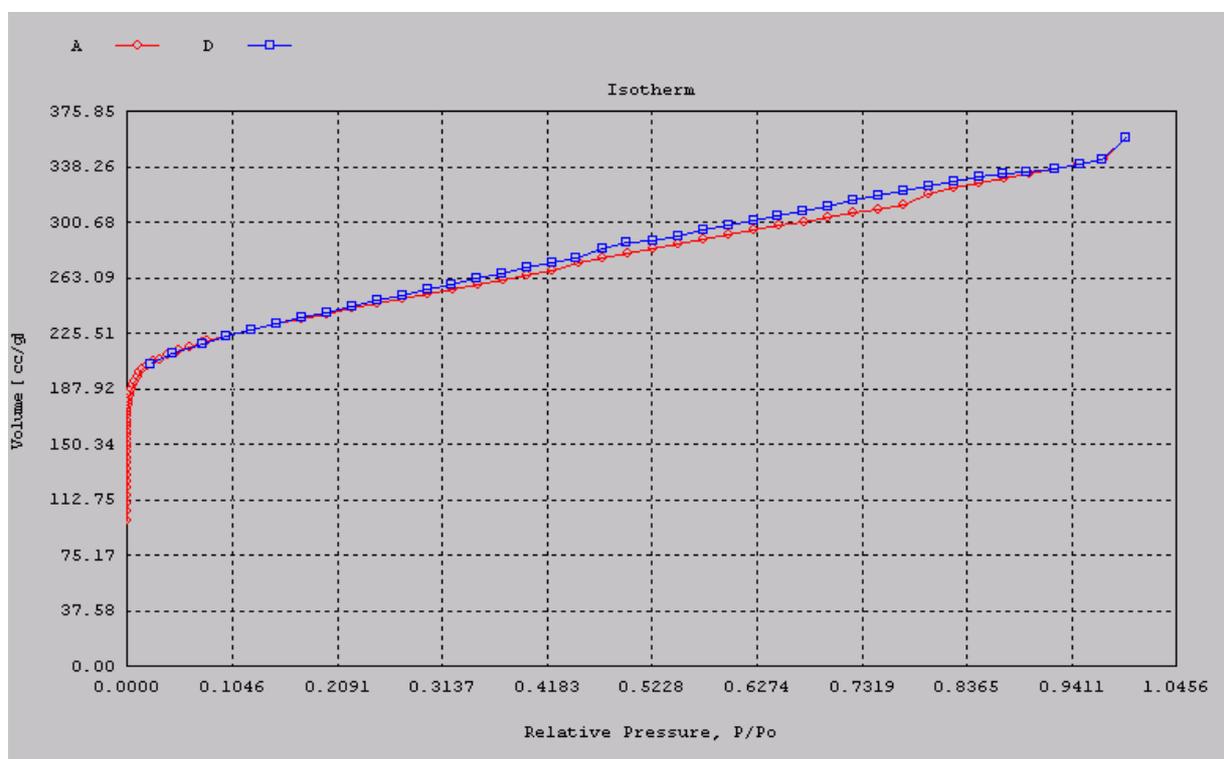


圖 4.3 竹炭在 77.35k 之 N2 等溫吸附脫附曲線

## 第四節 塗料調製實驗

### 一、竹炭塗料設計開發流程

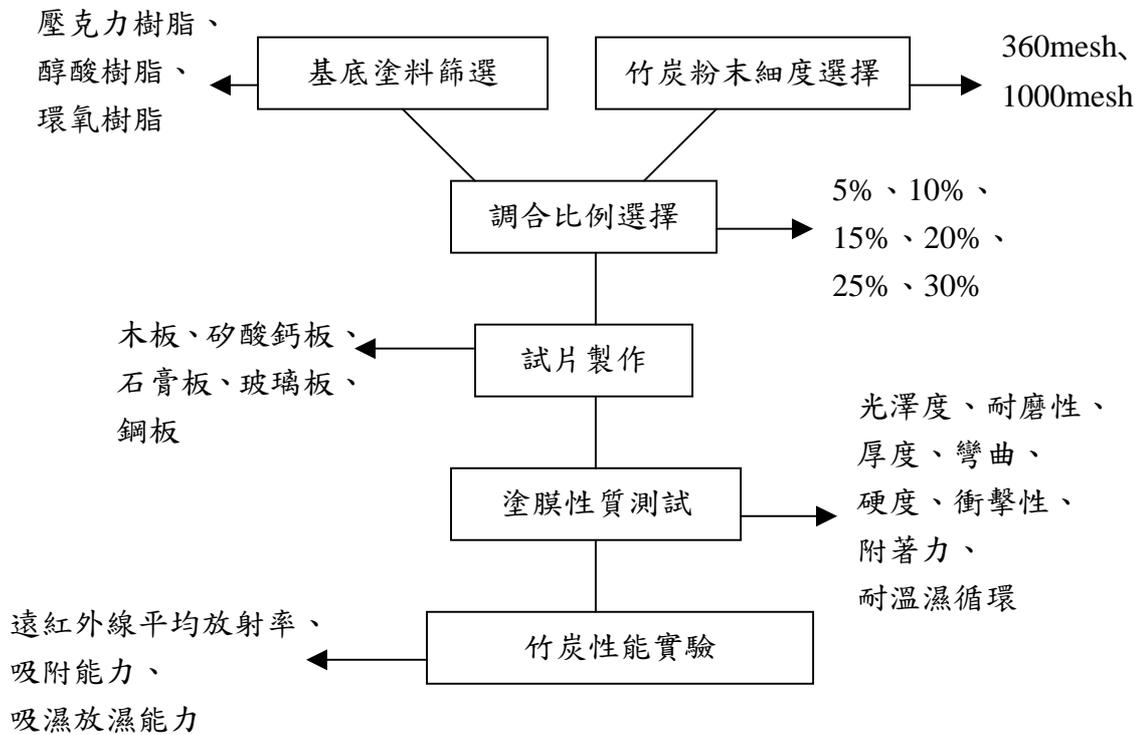


圖 4.4 竹炭塗料設計開發流程

### 二、竹炭塗料調製試驗

本調製試驗係以 360mesh 以及 1000mesh 兩種不同細度竹炭與(水性)塗料進行分散劑調製，探討不同竹炭粉末細度添加於塗料中對於塗料性能表現情形之影響。

根據竹炭原料之基本特性以及透氣要求等需求，在樹脂系統以及分散劑之選擇上將以水性塗料用之樹脂種類作為考量。

本實驗選擇壓克力樹脂(Acrylics)、醇酸樹脂(Alkyds)、環氧樹脂(Epoxy)

等 3 種水性塗料之樹脂系統進行實驗，分別添加 5% 之 360mesh/1000mesh 竹炭粉末觀察其分散情形。由於以醇酸樹脂(Alkyds)與環氧樹脂(Epoxy)系統作為塗料時，產生嚴重之結塊現象，因此以壓克力樹脂(Acrylics)乳膠漆作為基底塗料。壓克力乳膠漆之塗料一般性質如下列所示。

\* 遮蓋力：12.5m<sup>2</sup>/L 以上

\* 重量：1.4kg/L 以上

\* 粘度：75-100KU (25°C)

\* 乾燥時間：指觸 1/2 小時以內；堅結 1hr 以內

\* 漆膜厚度：濕膜 100μ；乾膜 40μ

\* 理論塗佈量：38.0m<sup>2</sup>/Gal；10.0m<sup>2</sup>/L；7.1m<sup>2</sup>/L

在調製試驗過程中分別添加 5%、10%、15%、20%、25%、30% 五種不同比例之竹炭粉末(重量百分比)，實驗過程中發現 360mesh 以及 1000mesh 這 2 種不同細度之竹炭粉末，當添加超過 15% 之竹炭比例時，會產生結塊現象。

過高之竹炭濃度會造成竹炭粉末分散效果不佳以及樹脂系統之穩定性降低等問題，但為使竹炭塗料中竹炭之功能性提高，則須選擇較高百分比之竹炭添加量。考量之下，竹炭塗料試驗中以 10% 作為竹炭添加之最適比例含量。

接下來，以 10% 添加比例之竹炭塗料進行不同材質試片之竹炭塗料製作以及竹炭塗料相關性能檢測。

### 三、竹炭塗料試片製作

為了瞭解竹炭塗佈於不同材質上之情況，進行竹炭塗料之試片製作，選擇木板、矽酸鈣板、石膏板、玻璃板、鋼板等不同材質進行竹炭塗料之試片製作。竹炭塗料試樣之選取根據以下之原則：

- \* 須經過攪拌均勻者才進行取樣
- \* 不從上層部分取樣
- \* 不從用過殘存之溶液中取樣
- \* 不從被污染之容器中取樣
- \* 不從已變質中取樣
- \* 開罐前事先除去蓋上灰塵及污垢
- \* 取用前先使用攪拌棒探查是否發生沉澱、分離或結皮現象

#### 四、竹炭塗料塗膜系列性質分析

- (一) 光澤性(Gloss)：依據 ASTM D523 漆膜光澤度測試標準，依光源投射之角度 20°、60°、85°，與標準樣品比較，共取三片試片，每片各取三點數據作平均，360mesh 之竹炭塗料依序為 0.2、1.1、1.4；1000mesh 之竹炭塗料則為 0.2、1.4、1.7，顯示竹炭塗料屬於低光澤性之塗料。
- (二) 漆膜耐磨試驗：採用 ASTM D968 落砂試驗進行竹炭塗料之耐磨試驗，360mesh 之竹炭塗料與 1000mesh 之竹炭塗料試驗結果相同，當落砂量為 60 公升以上時，竹炭塗層開始遭受破壞。
- (三) 漆膜厚度測定：依據 ASTM D1186 磁力測厚法進行塗膜厚度測定，共取三片試片，每片試片各取四角及中心點五區域進行檢測，每區域各取六點測試值，並取其平均值，360mesh 之竹炭塗層膜厚平均值為 41.08 $\mu$ ；1000 mesh 之竹炭塗層膜厚平均值為 40.49 $\mu$ 。
- (四) 漆膜彎曲試驗：依據 ASTM D4145 標準進行漆膜之彎曲試驗，試驗結果 360mesh 與 1000mesh 之竹炭塗料測試結果均相同，塗膜測試結果可達到 1T 之程度而無任何剝落或龜裂現象產生。

- (五) 漆膜鉛筆硬度試驗：此測試項目為竹炭塗料之塗膜柔軟性測試，測試標準依據 ASTM D3363 鉛筆硬度試驗法，試驗結果 360mesh 與 1000mesh 之竹炭塗料測試結果均相同，其柔軟度皆小於 6B，並以第四項漆膜彎曲試驗及第六項衝擊試驗相佐，認定其柔軟性極佳。
- (六) 漆膜衝擊試驗：此試驗方法根據 ASTM D2794 試驗，試驗結果顯示竹炭塗層具有極佳之耐衝擊性，無論 360mesh 或 1000mesh 之塗層，均可承受超過極限值 80in/lb 之衝擊試驗，無任何剝落或龜裂現象產生。
- (七) 漆膜附著力測試：依據 ASTM D3359 採用 1mm 百目方格試驗，以標準刮刀劃樣品，再以標準膠布貼上後撕開，檢視其方格剝落情形，由於附著力測試結果與試片背材有相當大之關聯性，因此選擇木板、矽酸鈣板、石膏板、玻璃、鋼板進行試驗，此試驗項目結果顯示 360mesh 與 1000mesh 檢測結果相同，竹炭塗料對於木板之附著性約為 80~85%；竹炭塗料對於矽酸鈣板之附著性約為 85~90%；竹炭塗料對於石膏板之附著性約為 85~90%；竹炭塗料對於玻璃板之附著性約為 90~95%；竹炭塗料對於鋼板之附著性約為 85~90%，顯示竹炭塗料對於木板、矽酸鈣板、石膏板、玻璃、鋼板之附著性均佳(附著性皆在 80%以上)，其中木板附著性稍低之原因為，此木板為合成之三夾板，於切割時即影響木板本身之合成性，並於橫切時會將對角之木料切割，故造成外力破壞，其原因可由光滑之鋼板及玻璃板推論得之。
- (八) 耐溫濕性測試：依據 ASTM D2247 進行耐溫濕性測試(100%RH)，連續進行 2000 小時耐溫濕性循環測試，360mesh 以及 1000mesh 之竹炭塗層皆未出現任何起泡、剝落以及粉化現象。

表 4.3 竹炭塗料塗膜系列性質分析結果

試驗項目		試驗方法	試驗結果	
			360mesh	1000mesh
光澤度(20°, 60°, 85°)		ASTM D523	0.2、1.1、1.4	0.2、1.4、1.7
漆膜耐磨試驗(落砂試驗)		ASTM D968	60 公升	60 公升
漆膜厚度測定		ASTM D1186	41.08μ	40.49μ
漆膜彎曲試驗		ASTM D4145	1T	1T
漆膜鉛筆硬度試驗		ASTM D3363	< 6B	< 6B
漆膜衝擊試驗		ASTM D2794	> 80in/lb	> 80in/lb
漆膜附着力測 試	木板	ASTM D3359	80-85%	80-85%
	矽酸鈣板		85-90%	85-90%
	石膏板		85-90%	85-90%
	玻璃板		90-95%	90-95%
	鋼板		85-90%	85-90%
耐溫濕性測試(100%RH)		ASTM D2247	> 2000hr	> 2000hr

## 第五節竹炭塗料性能實驗

### 一、遠紅外線放射平均放射率結果

將竹炭粉末(360mesh 及 1000mesh) 塗佈於木板、矽酸鈣板、石膏板、玻璃等不同材質作成試片後，再進行遠紅外線放射率實驗。本實驗以恆溫系統進行實驗，達溫度平衡後十分鐘進行測試。

測試溫度條件：36°C、60°C

測試樣品：360mesh、1000mesh 之竹炭粉末原料與 5x5cm<sup>2</sup> 竹炭塗料試片

測試波長範圍：1 $\mu$ ~15 $\mu$

遠紅外線放射率結果分別如圖 4.5 及 4.6，實驗結果顯示，無論是竹炭粉末或是竹炭塗料皆具有相當不錯之遠紅外線放射率，且竹炭塗料之遠紅外線放射能力較原竹炭粉末強，而與其背板材之相關性較小，大致來說，竹炭粉末細度為 1000mesh 之竹炭塗料較 360mesh 為高，但其差異並不顯著。

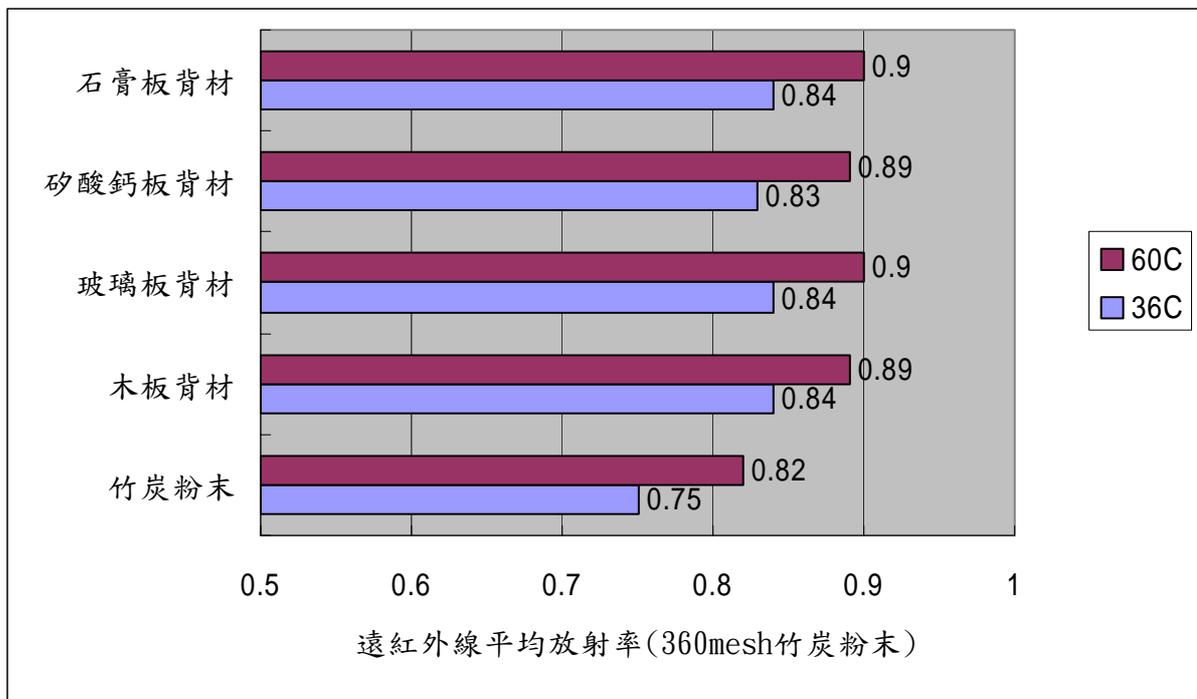


圖 4.5 竹炭塗料(360mesh)遠紅外線平均放射率結果

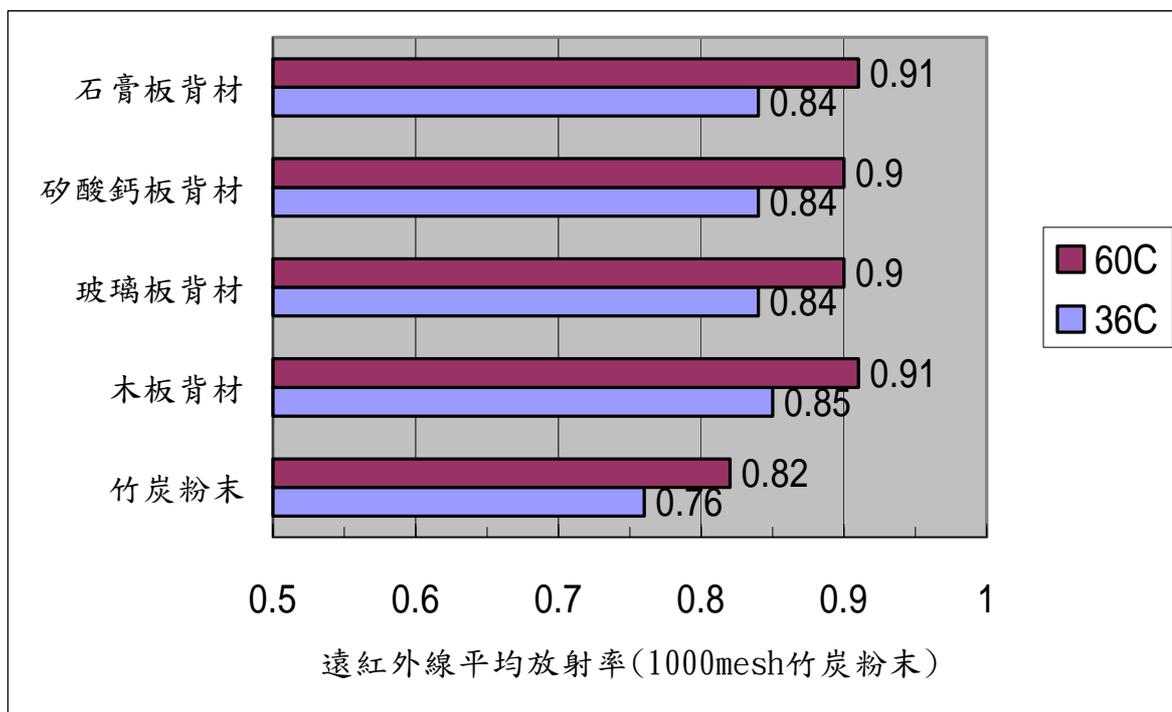


圖 4.6 竹炭塗料(1000mesh)遠紅外線平均放射率結果

## 二、竹炭塗料吸附能力

圖 4.7 為竹炭塗料對各種氣體(蒸氣)吸附能力之綜合試驗結果整理，實驗方式係參考 ASTM D3860-79。

綜合試驗結果得知，當分子量中等(分子量小於 200)且屬於疏水性成分(低極性化合物)者，例如：酚類、醇類、酮類及一些碳氫化合物...等，竹炭塗料具有約 5%以內之吸附能力。

另外可由實驗結果中發現，對於大部分之蒸氣，塗料中添加 360mesh 竹炭粉末其吸附能力較添加 1000mesh 竹炭粉末佳。

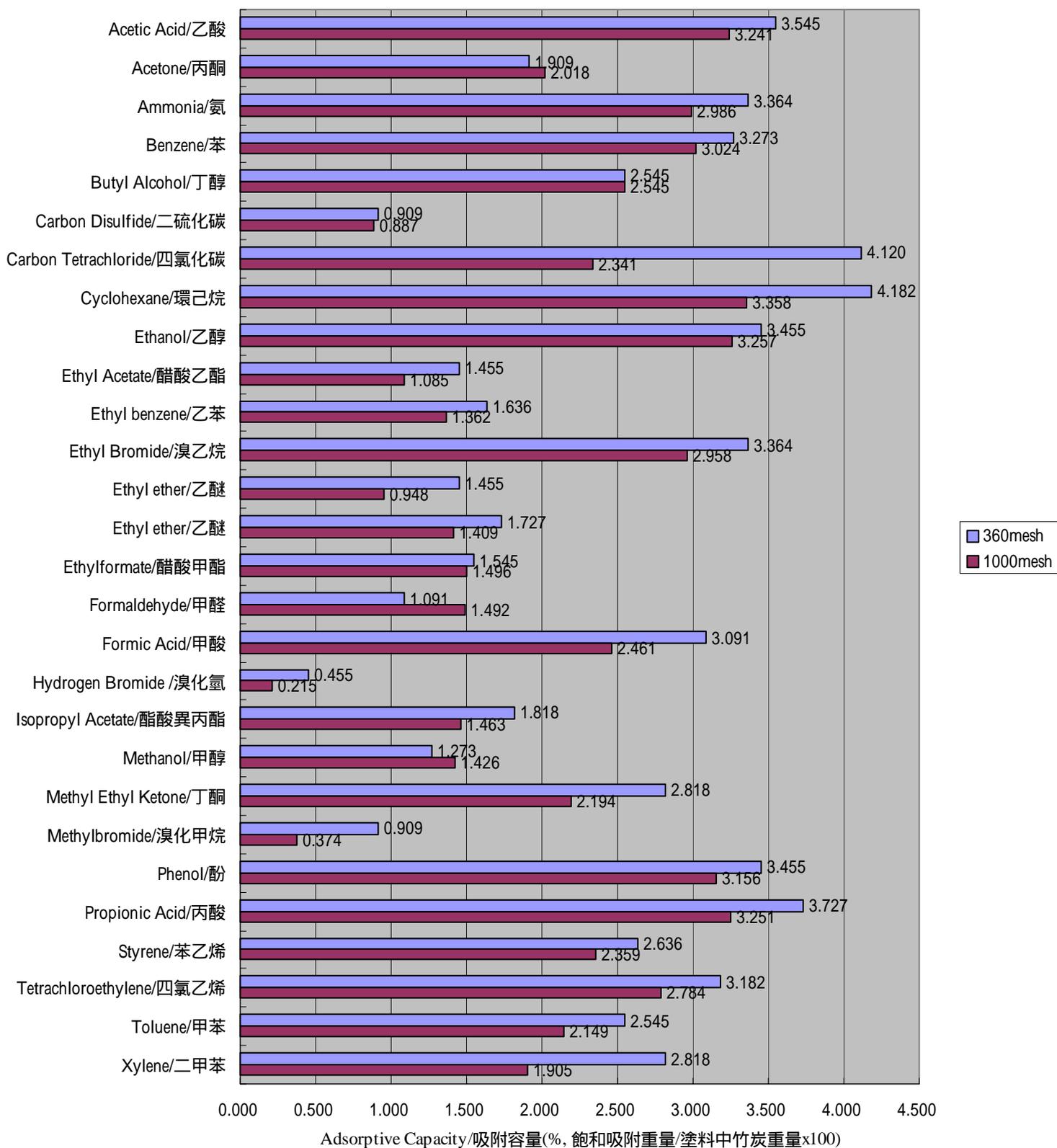


圖 4.7 竹炭塗料對各種氣體(蒸氣)吸附能力之試驗結果

### 三、吸濕放濕能力

將玻璃板被材之竹炭塗料試片，置於溫度為  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$  之烘箱中，烘乾一小時，冷卻後秤重，之後再放入相對溼度為  $90\%(25^{\circ}\text{C})$  之恆溫恆濕器中，每 24 小時取樣一次，第三次取樣後(第三天)，將恆溫恆濕器之相對溼度調整為  $50\%(25^{\circ}\text{C})$ ；第七次取樣後(第七天)，再將恆溫恆濕器之相對溼度調整為  $90\%(25^{\circ}\text{C})$ ；第九次取樣後(第九天)，將恆溫恆濕器之相對溼度調整為  $50\%(25^{\circ}\text{C})$ ，以此循環操作之實驗方式，觀察竹炭塗料之吸濕放濕能力。

由實驗結果可發現竹炭塗料於相對溼度  $90\%$  之條件下，最高可吸收約  $4.98\%$  之水分；在相對溼度  $50\%$  之條件下，最高可吸收約  $2.4\%$  之水分；而塗料中添加 360mesh 竹炭粉末其吸濕放濕能力略優於添加 1000mesh 竹炭粉末，實驗結果如表 4.4 及圖 4.8。

表 4.4 竹炭塗料吸濕放濕實驗結果

經過天數(日)	重量增加率(%)		相對溼度
	360 mesh	1000mesh	
1	4.794	4.701	90%
2	4.794	4.610	
3	4.700	4.519	
4	2.444	2.325	50%
5	2.256	2.207	
6	2.256	2.169	
7	2.256	2.211	90%
8	4.982	4.753	
9	4.888	4.693	50%
10	2.350	2.260	
11	2.256	2.187	

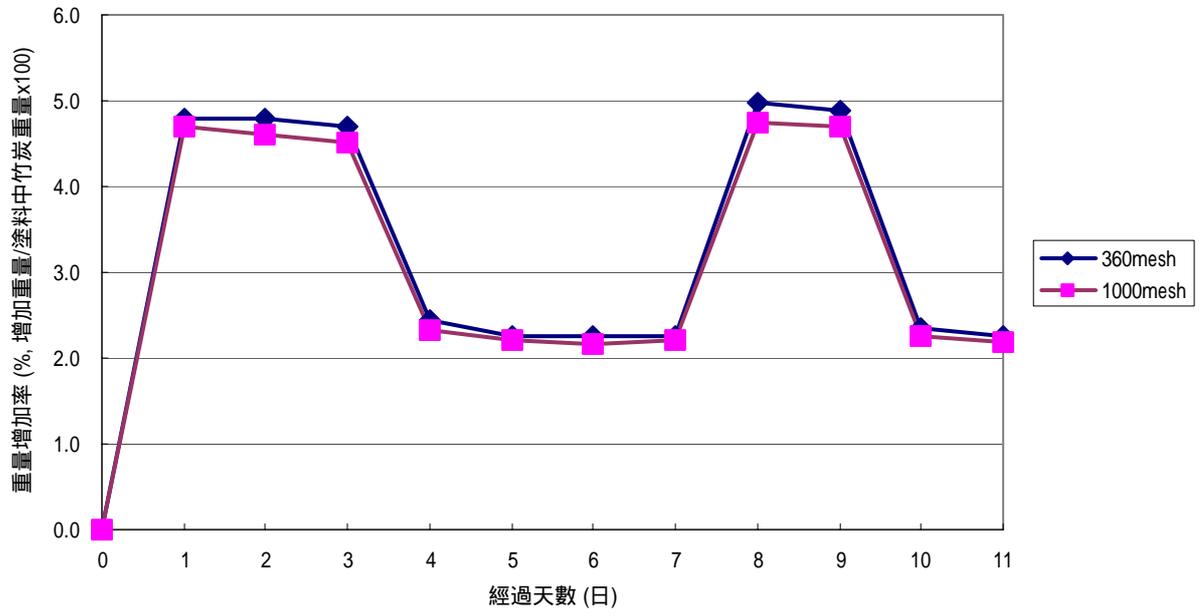


圖 4.8 竹炭塗料吸濕放濕實驗結果

## 第六節 討論與建議

由第三節之竹炭性能測試結果中可看出，高溫炭化後緻密之竹炭組織，以及多孔質之微結構、高比表面積(743.21m<sup>2</sup>/g)等性質皆為竹炭進行調濕、除臭、吸附揮發性氣體之重要特性。

在第四節中之竹炭塗料塗膜系列性質分析中可看出，不論 360mesh 或是 1000mesh 細度之竹炭塗料，皆屬於低光澤度之塗料，具有極佳之柔軟性、彎曲性以及耐衝擊性，且其耐磨性佳，對各種材質之附著力亦可，適合應用於室內塗裝，不易產生剝離、龜裂或粉化之現象，另外，竹炭塗料之耐溫濕性相當優異，非常適合台灣之潮濕氣候；但由於竹炭塗料為深黑色之塗料，在台灣家庭中較不易接受，因此針對顏色上之解決辦法，則須以竹炭塗料作為底漆，在其上貼上壁紙，或是再重複漆上一層透氣性之塗料，即可解決此一問題，就學理上而言，竹炭塗料之飽和吸附量以及吸濕效能等功效並不會因此而改變，但會使其吸附及吸濕等速率下降因此較慢達到平衡狀態。

而由第五節之實驗結果中顯示，在竹炭塗料之遠紅外線效能上，添加竹炭粉末細度為 1000mesh 之竹炭塗料較添加 360mesh 竹炭粉末之塗料為高，但在吸附及吸濕放濕效能之表現上，則為添加 360mesh 竹炭粉末之竹炭塗料表現結果較佳，推測其原因可能為，較細顆粒之竹炭粉末於塗料內之分散均勻度較佳，且塗層表面較為細緻，而較粗顆粒之竹炭粉末於塗料內之分散均勻度稍差，且因為塗層表面較為粗糙，因此降低其遠紅外線放射效能；反之，在吸附效能及吸濕放濕之能力上，則由於其表面粗糙度，增加塗料與外界環境之接觸面積，因而提高其吸附效能及吸濕放濕之能力，因此在竹炭塗料之製程中，塗料中所添加之竹炭粉末粗細度，為影響其功能性之重要因素，因此在製作竹炭塗料時必須考量其重點功能性(吸濕放濕能力、吸附效能或是遠紅外線放射效能)，以決定所需添加之竹炭粉末細度，若以塗料之吸附、吸濕為考量重點，則須選擇顆粒較粗之竹炭粉末添加；若是以遠紅外線之放射效能為考量重點，則以顆粒較細之竹炭粉末所製成之竹炭塗料較為適合。

竹材在台灣為相當豐富之資源，將廢棄之竹材經由炭化過程再生利用，在竹材再生之同時，亦大大提升其經濟價值，將其應用於內裝塗料上，可發揮其調濕、除臭、吸附揮發性氣體、放出遠紅外線等功能。

由於竹炭多孔性組織之特性，使其具有：1.吸收有害化學物質、溼度調整功能、除臭效能；2.天然礦物質供給能力；3.遠紅外線放射功能；4.防止靜電、阻隔電磁波效果。其中天然礦物質之供給能力，為煮飯、泡茶時可提供人體所需礦物質元素，為應用於食品上之重要功能，對於建材內裝塗料之應用性不大；而竹炭之防止靜電、阻隔電磁波效果則須控制竹炭之燒成溫度，能得到高導電性炭，以特殊之高溫製程所得之導電性竹炭配合上導電性樹脂，才能具有防止靜電及與金屬板同等或以上之電磁波遮蔽效果，屬於特殊製程較不適合應用於建材之內裝塗料上，其較合適之應用範圍於電視機、手機等外殼等阻絕電磁波材料中。

當竹炭應用於建材之內裝塗料上時，最重要之功能性為吸收有害化學物質、除臭效能、溼度調整功能、以及遠紅外線放射效能，影響此部份效能之重要因素在於竹炭之表面積，因此在設計塗料時除了選擇透氣性高之水性壓克利乳膠漆外，所添加竹炭粉末之細度為影響效能之重要關鍵。

然而在竹炭塗料應用上，對於環境有害物質雖具有相當大之吸附能力，但其在自然狀況下脫附效率並不高，須以外力方式幫助其脫附，雖然不容易自然脫附有害之氣體為塗料之一大優點，但若長期處於有害物質或臭味較濃之環境下，當塗料對於臭氣或有害物吸附量達到飽和時便不再進行吸附，由目前之脫附方式，並不適合竹炭粉末與樹脂混合之竹炭塗料，且無法直接在室內進行竹炭塗料脫附再生作用，此時需將原本之塗料刮除，進行回收，再施以新塗層以進行其吸附作用。

## 第七節 參考文獻

1. GONG ZHIWEI (1999) Purpose Made Technology for Bamboo Carbon and Its Product and Application, CN1229120
2. ISHII KAZUYUKI (2001) Method of Producing Health Food Containing Bamboo Charcoal Powder, JP2001095530
3. ISHII KAZUYUKI (2001) Production Bamboo Charcoal and Liquid for Boiling Bamboo, JP2001040361
4. IWATA KEIJI (1998) Production of Electro-conductive Bamboo Charcoal Putty Material and Its Production, JP10251564
5. KAWASHIMA ZENICHI (1979) Technics of Applying Deodorant Such as Activated Carbon and Bear Bamboo Extract to Livestock House and of Decreasing Bad Odor, JP54077638
6. KOJIMA YUKIMASA (2001) Application to Harmful Gas Anti-Pollution Laws by Performing Absorption/Adsorption of Benzene-Containing Volatile Organic Gas Generated When Fossil Fuel is Supplied or in Petroleum Refining Stage by Using Detachable Filter in Which Mixture of Bamboo Granular Charcoal and Chitin Chitosan Calcium Sintered Particle is Laminated in Plastic Net Vessel and Whole Central Part is Opened, JP2001232146
7. KOJIMA YUKIMASA (2001) Bamboo Charcoal Dust Layer Sheet Obtained by Spraying Fluid Obtained by Dissolving Bamboo Charcoal Dust in Special Paste on Cloth Such as Cotton, Nonwoven Fabric or Blanket, Superimposing Surface Thereof and Drying Superimposed Cloth, JP2001234466
8. KOJIMA YUKIMASA (2001) Serving for Environmental Improvement with Filter Coping with such Gaseous Body as Air, Gas, etc., Attachable and Detachable by Changing Forms According to Use by Mixing Sintered Grain and Powder of Chitin Chitosan Calcium with Grain, or Powder of Bamboo Charcoal, and Spraying the Mixture to Cotton Nowoven Fabric, Plastic Net, etc., or laminating

- the Mixture within those Nets and Giving Falling-off Preventive Treatment to Bamboo Grain Charcoal, Bamboo Powder Charcoal, etc., and Chitin Chitosan Calcium Sintered Grain, Chitin Chitosn Sintered Powder, etc., JP2001276200
9. KOJIMA YUKIMASA (2001) Small Portable Air Cleaning Device Using Removable Bamboo Grain Charcoal Filter, Scented Material, Dry Cell, and Fan Motor, JP2001190648
  10. KONDO KEIKO, MIYAGAWA KEI (1998) Carbonaceous Building Material and Production Thereof, WO9856731
  11. MASAMI TAKEGAWA (1995) Production of Antibacterial Bamboo-Derived Activated Carbon and Pack Containing the Same and Usage of the Same or the Pack Containing the Same, JP7126101
  12. MURAKAMI MITSUMASA (2002) Activated Bamboo Charcoal, JP2002020110
  13. NAGARETHINAM KANNAN, MARIAPPAN MEENAKSHI SUNDARAM (2001) Kinetics and Mechanism of Removal of Methylene Blue by Adsorption on Various Carbons – A Comparative Study, *Dyes and Pigments*, 51 25-40
  14. OKADA JUNYA, MAEDA JUNICHIRO (2000) Conductive Bamboo Charcoal and Its Production, JP2000104076
  15. OKAMOTO SENJI (1978) Covering Material and Assembled Material Comprising Bamboo Base Material and Carbon Fiber as Covering Material, JP53142503
  16. RIKINO MASAYA, MINOWA TERUNAGA (1997) Bamboo Activated Carbon Pad, and Bedding and Bathing Agent Using the Same, JP9299195
  17. RIKINO MASAYA, MINOWA TERUNAGA (1999) Bedding Using Moso Bamboo Activated Pad and Bathing Agent, JP11266969
  18. SAGAWA JUNICHI (1997) Bamboo Carbon-Incorporated Synthetic Resin Molded Form, Filler for Pillow or Cushion, Mattress and Coating Material, JP9052957

19. SUZUKA MICHIHIKO (2001) Filter Medium Packed With Bamboo Charcoal and/or Charcoal, JP2 001047036
20. TAKEGAWA MASAMI (1992) Production of Bamboo Powder Activated Carbon and Method for Improving Soil in Golf Course Using the Same Activated Carbon, JP4280811
21. TAKEGAWA MASAMI (1995) Production of Specific Bamboo Active Carbon Sheet, Corrugated Paper Box Manufactured by Using the Same Sheet and Corrugated Paper Box Using Specific Bamboo Active Carbon, JP7070991
22. TATSUMI HIROAKI (2001) Composition Containing Bamboo Charcoal and Carrier Having the Same, WO0110251
23. TATSUMI HIROAKI (2003) Composition Containing Bamboo Charcoal and Carrier Having the Same, US6509294
24. UEDA TAKASHI, TOSHIMITSU YOICHI (2001) Mixed Material of Bamboo and Charcoal and Manufacture Thereof, JP2001071039
25. YONASHIRO AKIRA (2001) Bamboo Charcoal Product, JP2001042874
26. 加藤久義(2003) 高性能炭素應用交流會資料。
27. 吳冠賢、賴健藏、林進祿、王淑娟、林聯成、蘇啟華、鄭碧雲、謝仰泰(2002) 淺談特機能塗料。塗料與圖裝技術。83 pp.55-56
28. 黃金城(1989) 木質家具之塗裝。家具工廠生產技術與管理研習會講義集。pp.132 -155。
29. 黃金城(1990) 木材塗裝。現代木匠訓練研習會講義集。 pp.101-128。
30. 黃金城(1993) 塗料用溶劑種類及應用性質。木材塗裝技術研習會講義集。5: 1-19。
31. 黃金城(1995) 塗膜缺陷與對策。木材塗裝技術研討會講義集。8: 1-16。

32. 黃金城(1997) 塗料物性與塗膜性質檢驗。木材塗裝技術研討會講義集。9: 1-60。
33. 黃金城(1997) 環保塗料流動性之改善。木材塗裝技術研討會講義集。9: 67-82。
34. 黃金城、劉正字(1995) 水性胺基醇酸樹脂應用木材塗裝之研究。林產工業。14(4): 565-581。
35. 黃長澤(2003) 環保型水性塗料概論。塗料與圖裝技術。91 pp. 27-43
36. 黎孝芹、黃飛雄、郭迪倫(1997) 塗料研發規劃資料。經濟部工業局。pp104-116
37. 鍾越光(2003) 三種常見水性與溶劑性油漆系統的特性。塗料與圖裝技術。97 pp. 38-46

## 第五章 CNLA 實驗室建置

本部份之主要工作內容在於協助內政部建築研究所，完成建築性能實驗群下之「綠色再生建材實驗室」實驗室建置工作，包括硬體設施、人員訓練與未來之營運規劃。本年度主要係相關實驗設備/儀器之驗收協助與試運轉進行，此外並同時進行 CNLA 之建制規劃研議。

如本報告之前言部份所示，「綠色再生建材實驗室」將作為內政部建築研究所之常設機構，並具有以下功能：

(1)執行綠色再生建材相關之各項技術研究與規範研析，包括：

- 製程開發：各種綠色再生建材之技術開發及商業化量產製程研究
- 規範研訂：各種綠色再生建材產品品質規範(含材料性標準、環境性標準與衛生性標準等)與施工規範研訂，並研提相關材料之國家標準。

(2)品質驗證：依據品質規範，進行綠色再生建材之品質驗證工作計畫

(3)教育訓練、推廣應用，與研發成果之示範觀摩

長期而言，本實驗室亦將可接受外界委託進行綠建材相關之檢測分析、性能測試與技術研發工作。本年度之主要工作則為完成儀器設備設置與驗收，並完成人員訓練等工作。

### 第一節 實驗儀器設備安置與驗收情形

#### 綠色再生建材實驗儀器

有關綠色再生建材實驗室之儀器建置部分，相關之檢測儀器已於 91 年度完成招標作業並完成採購，92 年度完成各項儀器硬體及軟體之驗收。本項驗收工作係依據各項儀器的軟硬體規格需求，於安裝完成後，依據標準測試步驟執行測試，將包含裝機、試車...等一切功能之檢驗，功能正常方予驗收。

基本上，依本實驗室目前所擁有之設備，對於再生建材之檢測方面，應可滿足以下功能：

#### 一、物理性試驗

- (1)指標性質測試：pH、含水量、燒失量
- (2)密度測試：體密度、比重
- (3)耐候性測試（長期間抵抗日光、風雨及大氣溫度便變化等自然影響之性能）
- (4)強度測試：抗壓強度、抗彎強度、耐磨性能
- (5)微細形態：顯微放大微結構分析、數位式裂痕測定

#### 二、化學性試驗

- (1)材料成份分析：鎘、鉛、鉻、銀、砷、硒
- (2)毒性溶出程序（TCLP）：鎘、鉛、鉻、銀、砷、硒、汞、六價鉻
- (3)毒性試驗萃取程序（EP）
- (4)多重萃取程序（MEP）
- (5)加州廢棄物萃取試驗（WET）
- (6)酸中和容量（ANC）

本綠色再生建材檢測實驗室完成第一階段之建置後，將擁有 18 項之各項檢測儀器設備包括：萬能材料試驗機、全自動抗壓抗彎強度試驗機、耐磨試驗機、高壓蒸汽養護試驗裝置、表面含水量測定儀、影像處理系統、慢速精密切割機、金相研磨拋光機、數位式裂痕測定儀、耐候試驗機、高溫爐、紫外線/可見光分光光譜儀、吸水率試驗機、毒性溶出萃取裝置、原子吸收光譜儀(AA)設備、pH 酸鹼度計、烘箱及檢測實驗室基本設施...等。各主要儀器用於檢測實驗的項目功能用途及所適用之分析檢測方法如表 5.1 所示。

表 5.1 目前建置完成檢測實驗室功能說明

設備名稱	功能用途	適用之分析方法
原子吸收光譜分析儀 A.A 含氫化裝置 空氣壓縮機 乙炔、氮氣	TCLP 溶出液重金屬分析： 火燄式分析重金屬：鎘、鉛、鉻、銀等 氫化裝置分析：砷、硒、汞 可以分析國內環保署有害事業廢棄物溶出試驗之鎘、鉛、鉻、銀、砷、硒	火燄式原子吸收光譜法 NIEA M111.00C 萃出液中總鉻分析方法 NIEA R303.20T 萃出液中總鎘分析方法 NIEA R302.20T 萃出液中總鉛分析方法 NIEA R306.20 萃出液中總砷分析方法 NIEA R301.11C 萃出液中總硒分析方法 NIEA R300.10T
紫外-可見光分析儀 UV-VIS	TCLP 溶出液 六價鉻分析	萃出液中六價鉻分析方法- 比色法 NIEA R309.12C
毒性溶出試驗裝置 (TCLP)	有害事業廢棄物認定重金屬溶出前處理	事業廢棄物毒性溶出程序 NIEA R201.12C
萬能材料試驗機	可精密測定木質建材的抗拉伸、抗曲、抗壓等物性	混凝土圓柱試體抗壓強度之檢驗法 CNS1232 聚酯樹脂混凝土抗壓強度試驗法 CNS13176
全自動抗壓抗彎強度試驗機	可精密測定石質建材的抗曲、抗壓等高強度物性	混凝土抗灣強度試驗法(三點載重法) CNS1233 混凝土抗灣強度試驗法(中心點載重法) CNS1234
耐磨試驗機	測定建材的耐磨性能	混凝土製品耐磨性試驗法 CNS13297
表面含水量測定儀	可提供木材及混凝土的含水量測定	-
影像處理系統	可以顯微放大建材微結構，並製成影像檔案	-
數位式裂痕測定儀	可以數位式測定建材實驗表面的裂痕	-
耐候試驗機	可以提供建材試樣的耐候試驗分析用	ASTM G53,D4587,D4329

設備名稱	功能用途	適用之分析方法
吸水率試驗機	可測定建材的吸水特性	粒片板含水率檢驗法 CNS 2215 粗粒料比重及吸水率試驗法 CNS488

依據合約進度、招標文件需求及相關圖說，本工作團隊已完成實驗儀器實際安置及驗收，將工作情形敘述如下：

- 92年5月1日 2日：
  - ◆ 綠色再生建材檢測實驗設備，至歸仁實驗室交貨。因萬能材料試驗機地基進行挖掘中，儀器尚無法定位，所有儀器暫置隔壁，以帆布遮蓋。本計畫研究人員至實驗室會同儀器交貨，並與建研所同仁共同討論配電、接線問題。
  - ◆ 工作人員：得標廠商台北公司一人，台南公司三人。
- 92年5月5日：
  - ◆ 萬能材料試驗機地基挖掘，且於底端至地面以磚砌，再以預拌水泥車灌漿約2米深。
  - ◆ 工作人員包括：得標廠商台南公司二人及水泥工。
- 92年5月9日：
  - ◆ 萬能材料試驗機地基灌漿及抗壓試驗機及抗彎試驗機安裝。並與水電公司研究配電配水問題。
  - ◆ 工作人員包括：得標廠商台北公司三人、台南公司三人。
- 92年5月15日：
  - ◆ 萬能材料試驗機地基完成，拆箱並定位。所有儀器按配置圖完成定位。
  - ◆ 工作人員：得標廠商台北公司一人、台南公司三人。
- 92年6月15日：
  - ◆ 萬能材料試驗機地基完成，拆箱並定位。所有儀器按配置圖完成定位。
  - ◆ 工作人員：得標廠商台北公司一人、台南公司三人。
- 92年6月18日~20日，完成第一階段工作，進行所有儀器設備之

### 教育訓練工作

- ◆ 參與訓練人員：工研院環安中心計畫執行團隊人員、建築研究所人員，計十餘人。
- ◆ 講師：設備供應商(文昌儀器公司)專業技師
- ◆ 訓練內容包括：設備原理解說(另提供教材講義)、設備各部功能解說、操作方式、實地演練、故障排除等。
- 92年8月22日：內政部建研所派員進行驗收
  - ◆ 參與驗收人員：工研院環安中心計畫執行團隊人員三人。
  - ◆ 工作人員：得標廠商台北公司一人、台南公司二人。
  - ◆ 內政部建研所驗收人員
  - ◆ 內容包括：依據合約內容所載之各項儀器(硬/軟體)廠牌、規格、數量進行點驗。

以下是現場平面配置以及儀器配件擺設之情形。

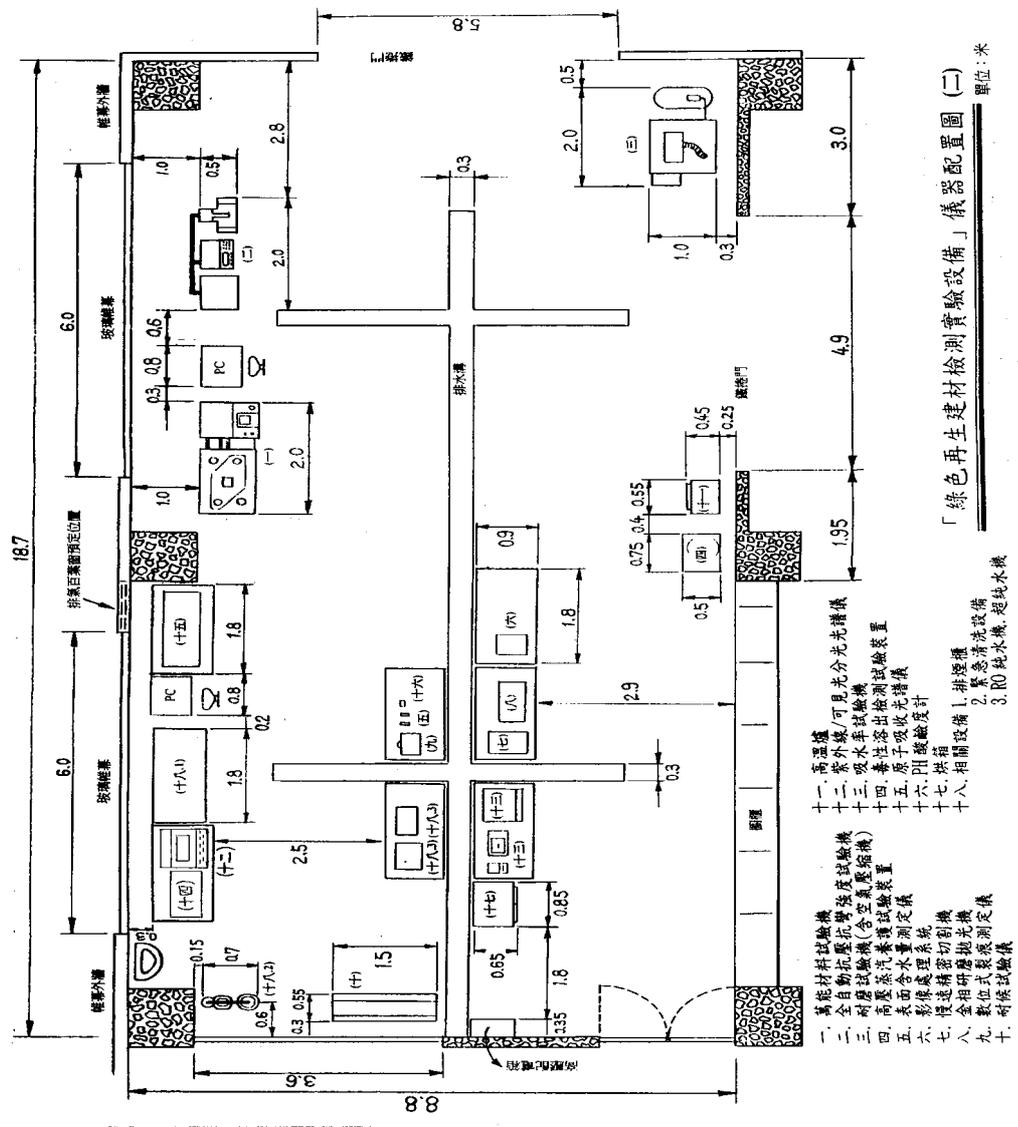


圖 5.1 實驗室儀器平面配置圖

依據儀器設備得要廠商與建研所之合約所訂之驗收條款，本計畫配合協助建研所於 92 年 8 月 22 日完成驗收工作，驗收方法及條件分別敘述如下：

1. 儀器設備之點驗：依據合約內容所載之各項儀器(硬/軟體)廠牌、規格、數量進行點驗。

2. 儀器設備之測試：依據各項儀器軟硬體之規格需求，於安裝完成後，依據標準測試步驟執行測試，檢驗其功能是否正常。
3. 儀器設備之驗收：儀器安置及功能測試完成後，需進行實際運轉操作，完成同條件下定性、定量各三次以上數據比對，確認系統運作之正常，方得以驗收。
4. 實驗室儀器設備安裝完成後，需進行測試並製作階段性及驗收用樣品，達到規範要求，以完成測試報告。
5. 廠商並應提供至少兩年內得以讓業主自行進行必要性之定性、定量等校正實驗所需之標準品或試樣。

此外，針對人員訓練所需進行的工作與內容，本項工作訓練原則為：

1. 設備及儀器安裝完成後，廠商需執行一個月之單項與系統整合操作訓練。訓練內容應含儀器的操作及基本維修訓練，訓練應分二梯次（階段）進行，由得標廠商視需求斟酌安排內容由簡而繁，以訓練結果之驗收將由受訓人員實際操作無誤作為完成訓練之驗收。訓練時須提供使用手冊，其中對於產品之安裝操作與維修均應有詳細說明。

前項訓練已於 92 年 6 月 18 日~20 日，完成第一階段工作

- 進行所有儀器設備之教育訓練工作。
- 參與訓練人員：工研院環安中心計畫執行團隊人員、建築研究所人員，計十餘人。
- 講師：設備供應商(文昌儀器公司)專業技師
- 訓練內容包括：設備原理解說(另提供教材講義)、設備各部功能解說、操作方式、實地演練、故障排除等。

目前皆已完成。但並非所有人員皆能充份熟悉各設備之操作，因此將適分析操作人員之需要請廠商安排必需之訓練。本計畫於 92 年 9 月 23 日開始進駐二位研究人員，陸續操作設備儀器中。



圖 5.2 已設置完成之儀器設備全貌



圖 5.3 現場訓練情形

(附件)

訓練簽到名單三張

工業技術研究院 環境與安全衛生技術發展中心 會議簽名單

會議名稱：綠色再生建材實驗室儀器操作訓練

時間：九十二年六月十八日星期二上午九時十分

地點：內政部建築研究所南實驗室(台南縣歸仁鄉六甲村中正路一段二四九六號)

出席(到)簽到人員：

機關	姓名	職別	姓名
內政部建築研究所	劉文弘	主任	陳依
工業技術發展中心	謝丁乙	主任	黃志
文心公司	黃志遠	主任	黃志

工業技術研究院 環境與安全衛生技術發展中心 會議簽名單

綠色再生建材實驗室儀器操作訓練

時間：九十二年六月十九日

地點：內政部建築研究所南實驗室(台南縣歸仁鄉六甲村中正路一段二四九六號)

出席(到)簽到人員：

內政部建築研究所	劉文弘	主任	陳依
工業技術發展中心	謝丁乙	主任	黃志
文心公司	黃志遠	主任	黃志

工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心 會議簽名單

會議名稱：綠色再生建材實驗室啟用操作訓練

時間：九十二年六月二十日星期五上午九時〇分

地點：內政部建築研究所台南實驗室(台南縣歸仁鄉六甲村中正路一段二四九六號)

出席： 姓： 姓：

出席(別)： 出席人員：

機關	姓名	職稱	姓名
內政部建築所	劉丁心	主任	黃○○
工研院環安中心	李○○	主任	李○○
文島儀器	李○○	主任	李○○

## 儀器設備



圖 5.4 萬能材料試驗機



圖 5.5 全自動抗壓抗彎強度試驗機



圖 5.6 耐磨試驗機



圖 5.7 高壓蒸氣養護試驗裝置



圖 5.8 表面含水量測定計



圖 5.9 影像處理系統



圖 5.10 慢速精密切割機



圖 5.11 金相研磨拋光機



圖 5.12 數位式裂痕測定計



圖 5.13 耐候試驗儀



圖 5. 14 高溫爐



圖 5. 15 紫外線/可見光分光光譜儀



圖 5. 16 毒性溶出檢測裝置



圖 5. 17 原子吸收光譜儀



圖 5. 18 烘箱



圖 5. 19 精密烘箱



圖 5.20 精密電子天平



圖 5.21 恆溫水槽



圖 5. 22 RO 及超純水機

## 綠色再生建材製程實驗設備

綠色再生建材實驗室建置完成後，將擁有包括木質與陶瓷混凝土類廢棄物資源化所需之各項破碎、分離、篩分、拌合（調配混合）成型等製程開發設備。各主要設備項目及功能用途如表 5.2 所示。

表 5.2 綠色再生建材製程實驗設備一覽表

設備名稱	功能用途
1.雙軸迴旋刀式粗破碎機	可將大塊廢樑柱塊(<100cm)先行破碎至 10cm 粒片
2.迴旋刀式細破碎機	可將木塊(<30cm)再行破碎至 1cm 粒片。
3.電動式磁分選機	可將廢鐵塊鐵釘先行分離去除。
4.施膠攪拌烘乾機	可將廢粒片試驗料與塑合劑充分混拌與預熱
5.一體塑合組件熱壓成型機	可將廢粒片塑合原料熱壓成一體成型的大型門板、傢俱組件等
6.解纖機	將木質粒片進行纖維解離
7.噴霧施膠預處理機	將纖維予以均勻塗佈膠合劑，並作預塑合處理
8.鋪裝機	將佈膠之纖維均散佈於擬成型之模具
9.多段式堆疊高壓機	將纖維塑合原料同時多層次高壓合成複合纖維板材
10.破碎機	可將大塊廢混凝土塊(<50cm)先行破碎至 3-8m/m 顆粒
11.簡易型混凝土拌合設備	可將水泥與廢混凝土塊骨材，先行充分混拌
12.自動高壓水泥磚製磚機	可生產單色各式水泥鋪面地磚，空心磚，圍牆磚等製品
13.高溫養護裝置	將再生製品予以蒸氣養護，加速製品成型與強化製品品質

上開設備已由建研所於 92 年 4 月順利完成開標與發包訂購，但因 92 年 7 月細部審查會議時，對於空間配置過度擁擠，有安全之虞，故建議改以夾層樓板立體空間置放儀器，待立體隔間工程完成後(92.11.26)，即可進行設備進場與安裝。本案預定於 93 年 1 月完成設備的安裝與驗收，製程設備的一樓與二樓配置，如圖 5.23 與 5.24 所示。

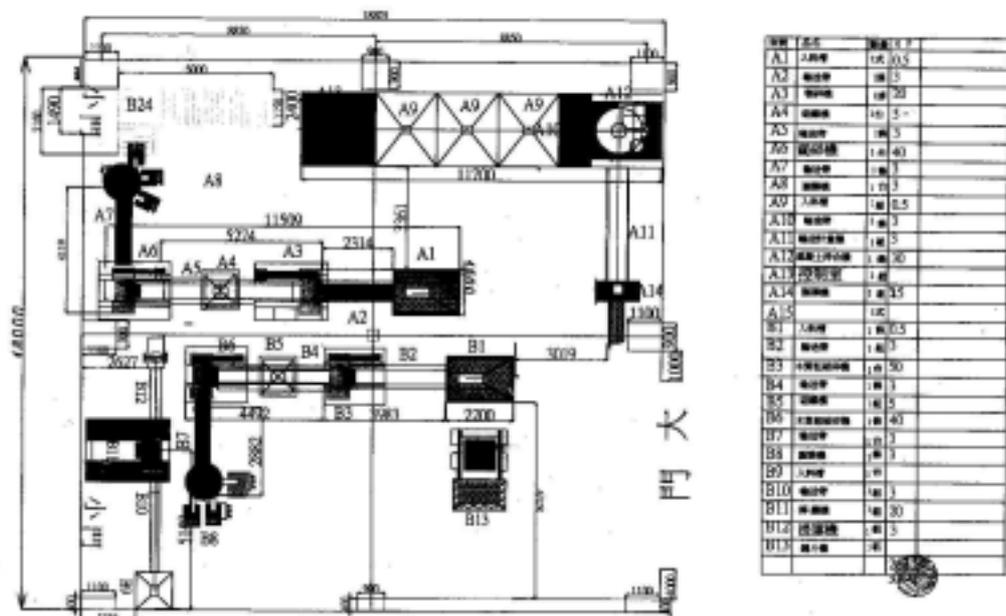


圖 5.23 製程實驗室設備一樓平面配置圖

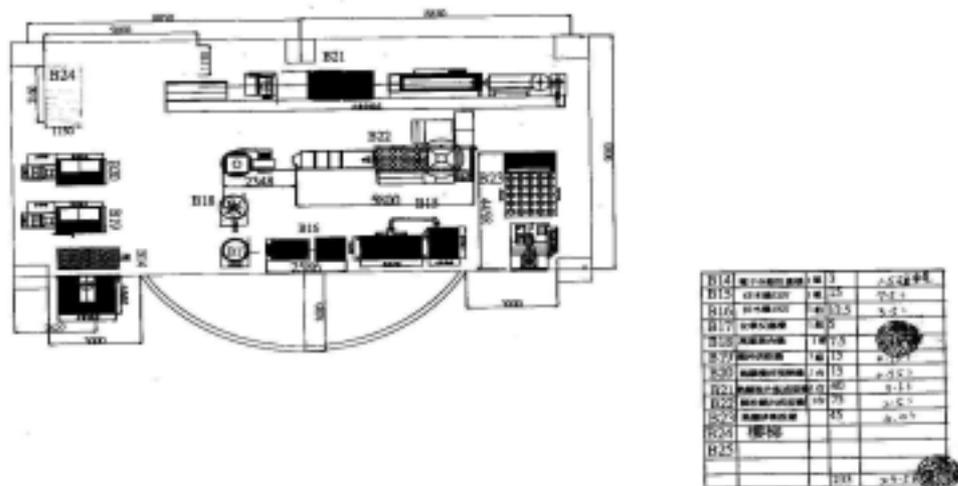


圖 5.24 製程實驗室設備二樓平面配置圖

### **綠色再生建材實驗室檢測功能**

本實驗室初步建構完成後，將擁有可以檢測資源化建材之相關物理性及化學性能之實驗室。一般而言，物理性試驗與廢棄物資源化程序操作及處置特性有關，而化學性試驗直接與人體健康及環境有關。

上開製程設備預期於本年度內完成安裝及依合約規定進行測試工作，屆時將可順利支援第四章所述之各項再生建材測試開發工作。利用該等設備而得以進行之木質與石質物料之再生建材製程開發實驗將如圖 5.25 與 5.26 所示。

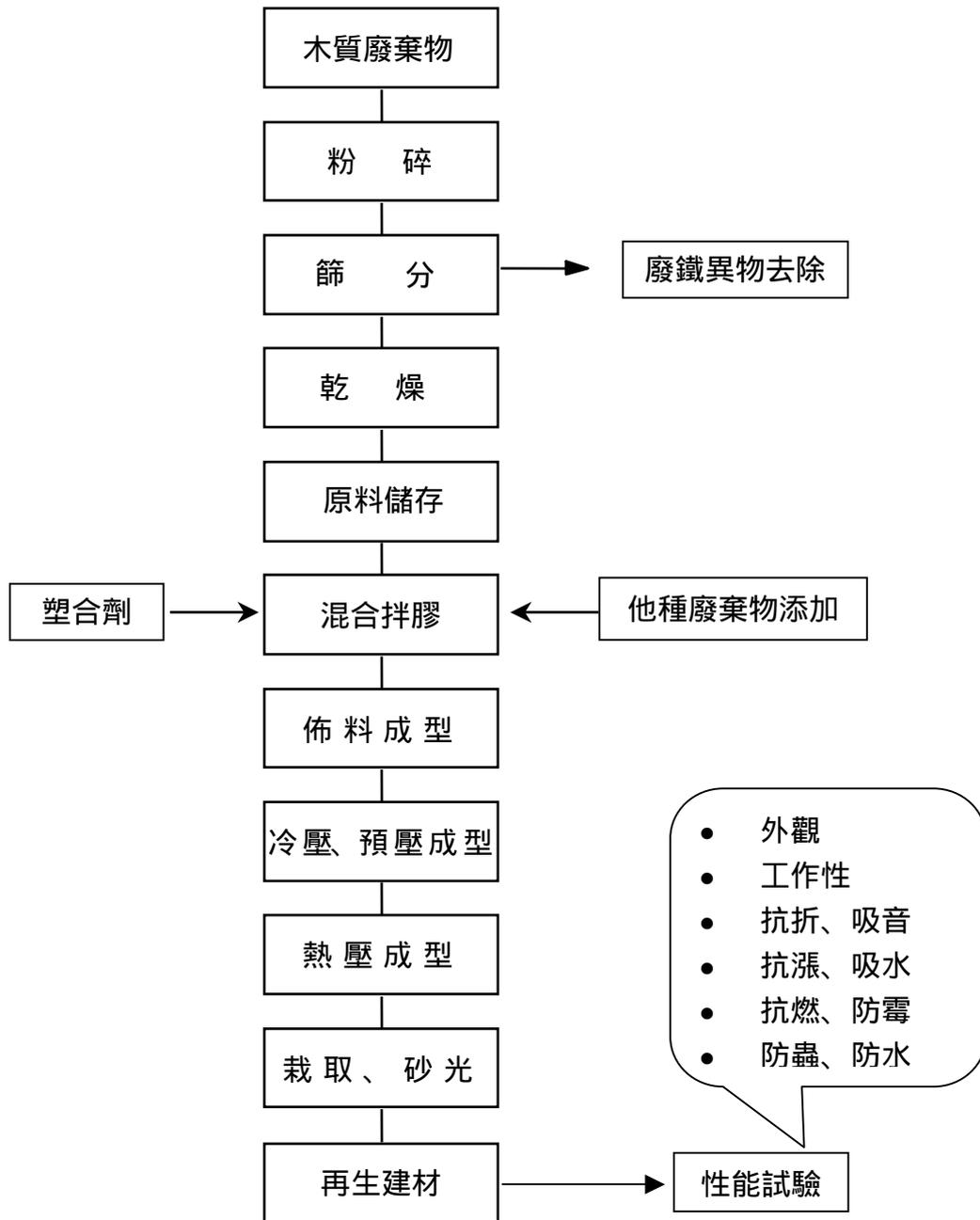


圖 5.25 木質廢棄物資源化再生建材開發流程示意圖

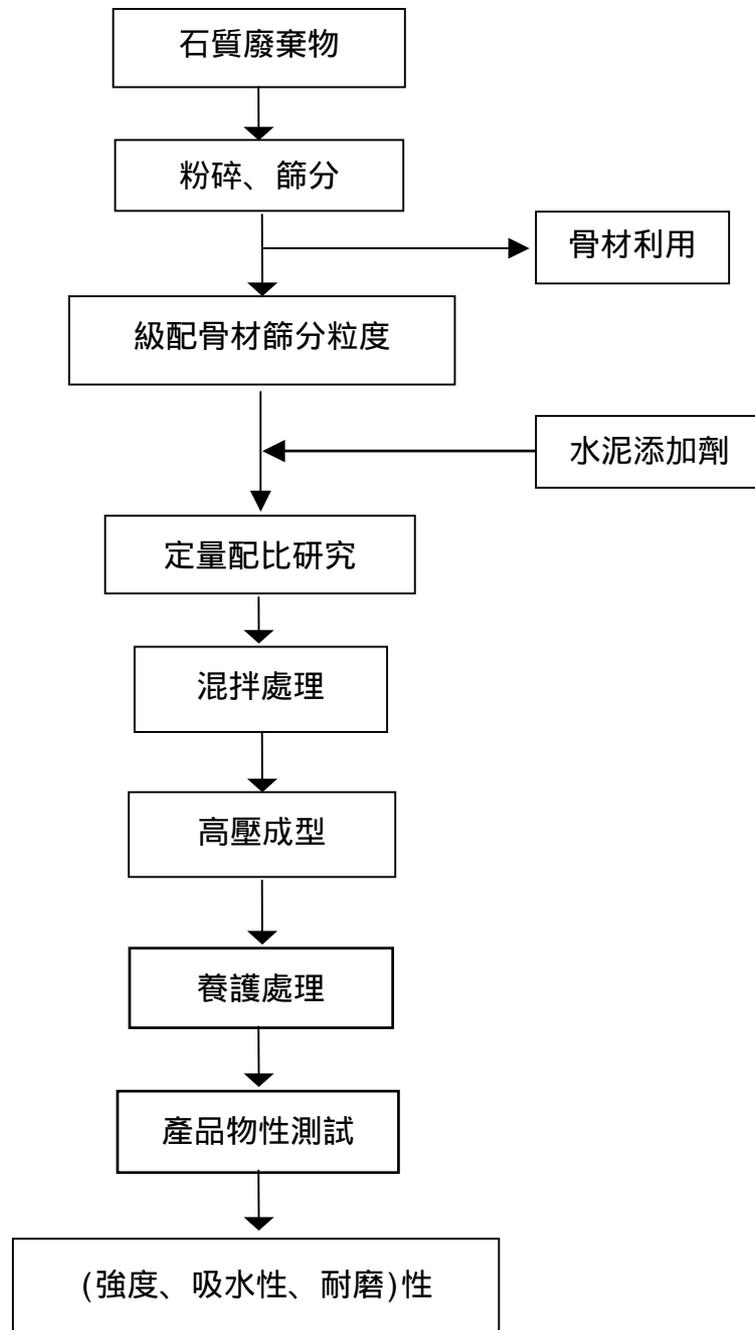


圖 5.26 石質廢棄物資源化再生建材開發示意流程圖

## 第二節 本年度增購儀器規劃

92年度擬增購之儀器及耗材部份，係為補充前階段之不足，本計畫依據未來本實驗室功能需求，提出建議採購案如附件一，本案於92年8月5日召開增購案審查會，與會人員發言要點、會議紀錄及增購案會議紀錄回應表如附件二。經建議修正後，本計畫所提出之增購設備主要分成四大部份：一、X光繞射光譜儀(XRD)二、石綿鑑定設備三、輻射偵測器(RADIATION MONITOR) 四、檢測實驗室基本設施(TESTING LABORATORY UTILITY)。以下所有設備項目，皆包含設備的裝設以及設備運轉所必須之週邊水電基本設施。分別敘述如下：

### 一、X光繞射光譜儀(XRD)

用途：檢測材料及產品組成鑑定

規格：

1. 垂直式量角器光學系統
2. X光管：\*銅靶 NF 式, 聚焦長度：1 x 10mm  
\*最大輸出功率：2.0KW
3. X光高頻產生器：\*最大輸出功率：3KW  
\*輸出穩定性：±0.01%  
\*最大輸出電壓：60KV  
\*最大輸出電流：80mA  
\*控制方式：雙向、單向偵測，電晶體控制  
\*安全設計：不當操作，外門開啟，過載狀況，高頻功率，自動切斷
4. 高精度量角器設計：  
\*角度再現性±0.001°(2 )  
\*最快掃描：1000°/min

\*最小測定角度 :  $0.001^\circ$  (2 )

\*測試範圍 :  $-6^\circ$   $163^\circ$  (2 )

$180^\circ$   $+180^\circ$  ( )

\*測角器直徑 : 185mm

\* 2 連動, 及 2 單獨驅動

\*操作方式 : 連續式掃瞄 (Continuous)

階梯式掃瞄 (Step mode)

檢索式掃瞄 (Calibration)

位置式掃瞄 (Position)

方向擺動式掃瞄( axis scillation)

\*掃瞄速度 :  $0.1^\circ$   $50^\circ$

\*閃輝角度 :  $6^\circ$

\*濾波器 : 鎳質板

5. 石墨單光器 :

\*單光晶體 : 彎曲式高順向石墨( $2d=6.708\text{\AA}$ ) ,

曲率半徑 : 225mm

\*偵測感度 :  $>40 \sim 50\%$  (for Cu K )

\*光譜解析 : 半高寬 $<0.05\text{\AA}$

\*光束分散角度 :  $< 2^\circ$

\*晶體無需校正

6. 提供量角器光軸自動調整, 檢測器輸出電壓自動設定  
PHA 基線及偵測器訊號接收視窗寬度, 由使用者即可工作調整之特用軟體。

7. JCPDS DATA Base 定性比對軟體, 可以比對圖譜( 三年內

免費 更新軟體 )

8. 高安全性設計

\*電壓, 電流過載, X-RAY 馬上切斷

\*配備安全總開關

\*X 光阻隔 : 鐵板及 7mm 厚含鉛質壓克力板

\*X 光外洩量極低, 小於 2 $\mu$ sv/h

\*不當分析或外門開啟時, X-RAY 自動關閉

\*冷卻水溫度失控, X-RAY 自動切斷

9. 電流及 X 光管壽命節省設計 :

當分析結束時, X-RAY 之電流及電壓會自動切掉(KV OFF. 0.1 ~ 0.2mA 電流持續輸入)待機時間; 不會持續造成金屬靶損耗

10. 多種特別應用可擴充功能 :

\*定性, 定量分析

\*應力測定, 殘留應力分析

\*粒子測定

\*結晶化度分析

\*X 光繞射極圖分析

\*化合物結晶, 構造分析

\*結晶格子定數分析

\*結晶系決定

\*磁性材料、特殊材料鑑定

\*纖維分析

\*PDF2

## 11. 垂直式設計, 不佔空間

\*900mm 長 x 700mm 寬 x 1600mm 高

\*WINDOW 2000 環境

\*同時多功能, 速度快、操控容易

\*可配合 NETWORK 網路

\*WINDOWS 環境下, 可互相轉換處理數據、圖譜, 具有比對軟體

\*標準資料圖庫, Powder Diffraction File Inorganic Phases, Alphabetical Index ( Chemical and Mineral Name ), JCPDS International Center for Diffraction Data

\*檢附原廠操作中文說明

## 12. A)冷卻水循環機 ..... 壹台

\*流速 : > 4.0 l/min.

\*水壓 : 3 ~ 5 kgf/cm<sup>2</sup>

\*溫度 : <25

\*冷凍能力 : 2500 kcal/hour

B)電腦 PENTIUMIV 2.4G CPU ; 256MB 主記憶體 ; 40GB 硬碟機一個 ; 1.44Mb, 3 1/2 吋軟碟機一個 ; 48 倍速燒錄機一個 ; 17"LCD MONITOR 及彩色印表機, 噴墨式, 視窗 98/2000/NT/XP 等版本之作業環境一套 ; 標準鍵盤及滑鼠各一個

## 二、石綿鑑定設備

用途 : 進行建築材料中石綿成分之檢測與判定

規格 :

## 1. 立體顯微鏡

- 兩個獨立，同一配合顯微鏡系統，可調整兩眼間距 (最少 55-75mm 範圍)，具攝影轉接環
- 具有可聚焦微米刻度之目鏡
- 目鏡具有屈光度環可單獨聚焦
- 結合目鏡及接物鏡可產生最大放大倍率 100×以上

## 2. 偏光顯微鏡(POLARIZING MICROSCOPE)

- 無限遠光學系統
  - ◆ 偏光中間鏡筒，無放大倍率差，維持 1X
  - ◆ 接物鏡至鏡筒成像鏡片之距離可達 0-109mm
  - ◆ 可同時加裝兩種中間配件 (如螢光，偏光) 仍維持原光學系統 1X
- 12 伏 100 瓦穿透式底座光源
  - ◆ 含內藏式光源預設開關，可叫出任何預先設定的亮度 0-12V
  - ◆ 底座內藏 LBD-IF, ND6, ND25 三種濾光片可任意選擇
  - ◆ 光線強度以 LED 燈指示於基座上
- 高靈敏度之對焦裝置：
  - ◆ 粗調由載物台上、下移動，可調範圍 25mm
  - ◆ 微調精密度至 1 μm
- 可校正中心式載物鼻輪，且鼻輪中可插入下列補償色板：
  - ◆ 1/4 補償色板

- ◆ 530nm 敏銳色板
  - 圓形旋轉式可校正中心式載物台：
    - ◆ 可 360°旋轉, 刻度至 1°, 最小游標讀至 6'
    - ◆ 可設定每隔 45°"click" 之功能
    - ◆ 附移動式玻片夾
  - 偏光專用聚光鏡：
    - ◆ 開口值 0.18 - 0.9 N.A.
    - ◆ 附可調式光圈 2mm - 21mm
    - ◆ 內藏、可 360°旋轉式偏光片 (Polarizer)
  - 偏光中間配件：
    - ◆ 可觀察 Conoscopic
    - ◆ 內藏可聚焦式 Bertrand 鏡片
    - ◆ 附可插入式 360°旋轉之分光片(Analyzer), 最小讀數至 0.1°
  - 參眼觀察筒：傾斜 30°, 可 360°旋轉
  - 接目鏡：
    - ◆ 廣角 10 倍接目鏡, 視野數 22mm, 其中之一內附十字標線
    - ◆ 照相目鏡 3.3 倍
  - 高色散折射率指數油系列：1.550, 1.630, 1.680
  - 色散染色目鏡(中央光阻)
  - 具攝影轉接環
3. 顯微影像輸出系統
- 影像補捉卡

- P-4 PC PENTIUMIV 2.4G CPU ; 256MB 主記憶體 ; 40GB 硬碟機一個 ; 1.44Mb, 3 1/2 吋軟碟機一個 ; 48 倍速燒錄機一個
- SONY SSC DC-50A 1/2"CCD
- 17"LCD MONITOR
- 影像輸出軟體
- 輸出彩色印列機

### 三、輻射偵測器(RADIATION MONITOR)

用途：偵測輻射用

規格：

- 1.具有機閃爍晶體及比例計數器雙偵檢頭，具防震及絕熱保護裝置
- 2.有機閃爍晶體靈敏度： 2500 cps/uSv/hr 對 Cs-137 而言
- 3.量測範圍：100 nSv/hr 至 100 mSv/hr
- 4.能量範圍：50 KeV 至 1.3 MeV
- 5.警報設定：
  - 伽瑪劑量率： 0 至 100 mSv/hr
  - 伽瑪劑量： 0 至 10 Sv
- 6.類比及數位顯示，劑量率，累積劑量及警報值，並可自動跳檔
- 7.具紅外線通訊埠
- 8.具液晶顯示：可顯示最大劑量率，累積劑量，平均劑量率，時間，日期，高壓
- 9.計數器模式：可預設時間或計數
- 10.可儲存 200(含)筆以上劑量率之數據，選擇自動儲存時，可依需要設定不同之儲存時間間隔；選擇手動儲存時，每兩筆儲存之時間間距不得超過 2 秒鐘，並可隨時依順序顯示於儀表顯示幕上，也可下載

至電腦上作顯示並可將下載之數據轉成趨勢圖分析，以利判定劑量率之變化同時可將數據、趨勢圖列印

11 電力沒電時，20 小時前預警功能

12.可防電磁干擾及防水外殼

13.使用電池：2 只 1.5 V 商用電池，可使用 250 小時

14.含國立清華大學校正

#### 四、檢測實驗室基本設施(TESTING LABORATORY UTILITY)

##### 1.混合攪拌機 (一台)

- 攪拌混凝土容量 19L 以上，馬力至少 1/2HP，三段轉速，含葉片（不銹鋼）

##### 2.精密電子天平（附校正法碼並提供追溯校正報告）

- 最大秤量 210g，可讀數 0.1mg，秤盤 80mm，內部砝碼自動校正（一台），含比重測定用配件。
- 最大秤量 1500g，可讀數 0.01g，秤盤 180mm，外部砝碼自動校正（一台）

##### 3.防潮箱 (一台)

- 置放儀器容量 1400L 以上，層板五片

##### 4.自動滴定管

- 氯離子滴定用，PTFE 活栓，附迴流活栓
- 容量 25ml，刻度 0.05ml，無色及茶色各 2 支
- 容量 50ml，刻度 0.1ml，無色及茶色各 2 支

##### 5.PVC 內循環防震多功能藥品櫃（二台）

- 本體:材質 PVC 硬質塑膠板(白色)厚度 5mm 承製.抗強酸鹼,化學藥品,耐衝擊,不腐蝕,不生鏽.
- 內部尺寸:122 x 59.5 x 180 cm (±0.5cm).

- 內循環:雙門型各自獨立內部循環.
- PVC 抽排風機 2 台(A)噪音質:40 db (B)消耗電力:32 W x 2.
- 電源:電壓使用 110 V.
- 定時器:採用超廣時間 9999 秒,9999 小時數位顯示,一機二用各自獨立,定時使用累積時間記憶
- 計時器:活性炭使用累積計時器,各自獨立計時
- 電源開關一組,安全真空保險絲一組,啟動指示燈二組
- 活性炭過濾器:以特殊圓柱型活性炭及沸石雙層過濾
- 機體設定時段如無運轉時,打開櫃體的每扇門,機體會強制啟動運轉抽氣,關門後恢復原設定功能運轉抽氣之特點功能。

A. 活性炭過濾說明:a.對有機化合物(VOC)之淨化:機械化合物(VOC)如甲苯,苯乙烯,苯,酚,三氯乙烷,三氯乙烯,甲基硫醇,丙酮,二氯甲等均具惡臭或毒性.Multi Mix 機能性高效率媒介物,以吸附氧化或中和的原理,去除(VOC)氣體. b.對其他有毒,有腐蝕性氣體之淨化:如氮氧化物(Nox),硫氧化物(Sox),一氧化碳(Co),硫化氫(H<sub>2</sub>S) 氯氣(CL<sub>2</sub>), 氨氣(NH<sub>3</sub>), 鹽酸氣(CHL), 硫酸氣(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)等,均可藉 Multix 媒介物之吸附氧化或中和作用,予以去除。

B.內部構造功能:a.抽取式防震護桿(二門共 10 組,每組夾層負載 30kg). b.安全護欄高 5cm. c.紅色推拉安全防震護桿,推拉間隔 5mm15 支. d.夾層防止脫落安全設定鈕. e.高度調整滑軌,調整間隔 5cm. f. C 型固定架,

細紋與夾層結合. g.高度調整孔及高低調整鈕. h.夾層兩側各自獨立,均有對流抽氣裝置.

- 推拉式三扇門及透明安全強化玻璃 5mm.
- 旋轉板鎖及手把各 2 組.
- 櫃體底部設高低調整鈕及移動煞車輪 4 組
- 固定於牆壁 ( 防傾倒 )

#### 6.中央實驗桌 (一台) :

- 含水槽及藥品架 ( 含有抽屜 )
- 尺寸 : 長 300 公分、寬 150 公分、高 80 公分、總高 185 公分
- 本體結構採用環氧樹脂處理 , 耐酸鹼

#### 7.酸鹼/氧化還原/溫度計 ( 微電腦內建印表機 )

- 同時顯示 pH /mV 與溫度數值
- 自動單點或二點校正 , 自動辨識五組校正溶液 ( 4.01、 6.86、 7.01、 9.18、 10.01 )
- 測試範圍 pH 0.00~14.00
- 解析度 0.01
- 精度 $\pm 0.01$
- 尺寸 230\*180\*70mm 以上
- 附件 : 電極探棒及溫度探棒;內建式印表機 ; 磁石攪拌器及磁石 ( 攪拌子 ) 25\*8mm10 個

#### 8.數字形精密加熱板(二台) :

- 室溫~350°C

- 解析度 0.1°C
- 電熱 2200W
- 尺寸：30\*60\*13 cm 以上
- 溫控器：PID

#### 9.隔間及防滲漏工程：

- 物性與化性測試隔間：防火、隔熱及隔音材料，長約 8.8m,高約 4m。以實際空間製作，採用輕鋼及 E042 矽酸鈣板厚 9M/M 隔間，內附 32K 隔音棉，外板以水泥漆粉刷。
- 耐磨試驗機防塵隔間（含照明）：防火、隔熱及隔音材料，長約 3m，寬約 2.5m，高約 4m。以實際空間製作，採用輕鋼及 E042 矽酸鈣板厚 9M/M 隔間，除附 32K 隔音棉另加木質纖維板加強隔音效果，外板以水泥漆粉刷，照明依實驗室現有設備，如不足須加強。
- 防火、隔熱及隔音材料：達耐燃一級，無公害及細屑粉塵。
- 防滲漏工程：實驗室鐵捲門防滲漏及防塵工程，依現場狀況施工。

#### 10.ELE ADR-AUTO200TON 抗彎、抗壓試驗機連線電腦系統：

- 電腦系統及印表機(最低規格)：PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb, 3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個；17 吋 LCD 彩色螢幕一個；印表機一台，噴墨式
- 視窗隨機版，視窗 98/2000/NT/XP 等版本之作業環境一套；標準鍵盤及滑鼠各一個
- ELE ADR-AUTO200TON 操作軟體

## 11. 耗材及試藥

- 化學分析用固定式微量自動吸管，容量 100，250，500，1000  $\mu\text{l}$  各 2 支
- 化學分析用可調式微量自動吸管，每段範圍各一支
  - ◆ 0.5~10  $\mu\text{l}$ ；調節量 0.1  $\mu\text{l}$
  - ◆ 5~50  $\mu\text{l}$ ；調節量 0.5  $\mu\text{l}$
  - ◆ 10~100  $\mu\text{l}$ ；調節量 1  $\mu\text{l}$
  - ◆ 20~200  $\mu\text{l}$ ；調節量 1  $\mu\text{l}$
  - ◆ 100~1000  $\mu\text{l}$ ；調節量 5  $\mu\text{l}$
  - ◆ 1000~5000  $\mu\text{l}$ ；調節量 50  $\mu\text{l}$
- 化學分析用數字型自動吸管二支，容量 5ml，調節量 0.05ml
- 化學分析用玻璃製品，須為歐、美、日進口材質，如下：
  - ◆ 容量 5ml，10ml，20ml，50ml 吸管各 5 支
  - ◆ 容量 100ml，250ml，500ml 燒杯各 25 個；1000ml，2000ml 燒杯各 10 個
  - ◆ 容量 10ml，50ml，100ml 量瓶各 20 個；200ml，500ml 量瓶各 15 個
  - ◆ 1000ml，2000ml 量瓶各 10 個
  - ◆ 三角燒瓶 300ml 10 個
  - ◆ 容量 1，2，3，5，10，20，50，100ml 吸管各 10 支
  - ◆ AS 級量筒，50ml，100ml，250ml，500ml 各 5 個
- 沖洗燒杯用圓型 Pe 洗滌瓶 500ml，1000ml 各 5 個

- PE 廣口蒸餾水桶 30L , 50L 各一個
- 分析用鐵氟龍燒杯 150ml , 500ml 各 5 個
- 分析用 PP 刻度量筒 50 , 100 , 250 , 500ml 各 5 個
- 漏斗 50 , 100 m/m 各 10 個
- 濾紙 5C、5B 各 10 盒
- 化學分析用吸球 10 個
- 坩堝附蓋, 30 , 50 , 100 , 155ml 各 15 個 , 可為台製
- TCLP 萃取瓶 12 個及硼矽玻纖濾紙 (TCLP) 10 盒
- 1000ppm 元素分析檢測用標準溶液 : 六價鉻、銅、汞、鋁、鎂、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅、鈣每一元素 1000ml
- 100PPM 元素分析品管用混合標準溶液 AS , Sb , Be , Cd , Ca , Cr , Co , Cu , Fe , Pb , Mg , Mn , Mo , Ni , Ti , Tl , V , Zn , Se 共二瓶
- 元素分析品管用汞標準液 500ml
- 元素分析品管用六價鉻標準液 500ml
- 分析用硝酸、鹽酸、硫酸各 2L , Aristar 級鹽酸 2L ( 砷分析用 ) , 分析用丙酮 2L、低汞級硝酸 2L ( 汞分析用 )、冰醋酸 2L
- 六價鉻、砷、Se 分析用 1,5-Diphenyl-carbazide 50g , 氫硼化鈉 500g、氫氧化鈉 500g 6 瓶、尿素 ( 分析級 ) 100 g
- 氯離子分析用鉻酸鉀 250g , 硝酸銀 25g , 氯化鈉 ( 分析級 ) 1kg
- 健度試驗用硫酸鈉 500g , 氯化鋇 100 g
- 汞分析用氯化亞錫 500g NH<sub>2</sub>OH 500g 高錳酸鉀(低

汞級) 500g、過硫酸鉀 500g

- pH 標準液：4.01、6.86、7.01、9.18、10.01 各 450ml 以上
- 拭鏡紙 10 盒

#### 12.GBC AA 配件

- AA 燈管：銅、汞、鋁、鎂、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅、鈣
- AA 笑氣燃燒頭, 笑氣鋼瓶及燃料供應組一組

#### 13.SHIMADZU UH-1 萬能試驗機配件：

- 球形座

承壓面硬度達洛氏硬度 HRC 55 以上，上承壓塊為球形座依 CNS 1232 標準，每塊均附 CNLA 硬度校正報告。承壓面直徑，分別為 105,130,165,255, 280mm。

- 承壓塊共需 7 組(每組兩個)

\*每組承壓塊之洛氏硬度 HRC 55 以上

*尺寸如下： 上承壓塊(mm)		
寬度	長度	厚度
60	120	30
70	140	30
80	160	30
90	180	30
100	200	30
110	220	30
120	240	30

- 球型座上壓盤

1. 165mm x 30mm (厚) 1 組  
60mm (寬) x 120mm (長) x 30mm (厚)及  
70mm (寬) x 140mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用
2. 210mm x 32mm (厚)1 組  
80mm (寬) x 160mm (長) x 30mm (厚)及  
90mm (寬) x 180mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用
3. 280mm x 36mm (厚) 1 組  
100mm (寬) x 200mm (長) x 30mm (厚)  
110mm (寬) x 220mm (長) x 30mm (厚)及  
120mm (寬) x 240mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用

- 下承壓盤

- 210mm x 32mm (厚) 1 塊
- 280mm x 36mm (厚) 1 塊

- 高壓磚用承壓方塊

- 7 片 / 1 組

- 夾具一組：日製 SHIMADZU 萬能材料試驗機用夾具，  
鋼筋及平板用一組

14. 耐磨試驗機配件：

- 金鋼磨砂 600  $\mu$  m, #30 25kg / 1 包
- #30, 8", 銅邊不銹鋼網 1 個 美製
- 黏土 1KG

15. 電動搖篩機

- 磁震式, 振盪頻率 3600rpm, 振幅 0 ~ 3mm 可調。

- 操作時間設定：1~99分，電子數位顯示。
- 機座底部附可調整之橡膠墊圈。
- 電源：110V, 60HZ。
- 附符合 ASTM 及 CNS 規範不銹鋼網製圓篩，直徑 8"，深度 2"，孔徑 2"，1 1/2"，1"，3/4"，1/2"，3/8"，#4, 8, 10, 12, 16, 18, 30, 40, 45, 50, 70, 100, 120, 200 底及盤各一個。
- 搖篩機及圓篩須為英、美、德或日製品。

16. 數據處理用電腦(4部)及印表機(1部)：電腦最低規格 PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb, 3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個；17 吋 LCD 彩色螢幕一個；彩色印表機一台；視窗隨機版視窗 98/2000/NT/XP 等版本之作業環境一套；標準鍵盤及滑鼠各一個；印表機最低規格，雷射，1200dpi。4 部 On-line 型不斷電系統，單體容量 1000kva 或以上規格。

17. 油壓壓片機：XRD 附屬之粉末壓片裝置

- 油缸出力:由上向下最大出力 50 噸.
- 油缸直徑:直徑 180mm.
- 油缸行程:250mm.
- 開口距離:250mm ±10mm.
- 上沖盤面:圓直徑 170mm.
- 下模盤面:250 x 250 mm.
- 淨重:400 Kg. 以上
- 使用 AW-68(或 R-68)液壓循環機油,約 10 加侖.
- 電壓:2HP/220V/60HZ 三相.

18. 試體用推車（二台）

- 尺寸 60\*90cm
- 鐵製，烤漆
- 載重量 200KG 以上

#### 19.配電工程：製程實驗室及增購儀器設備所需電力

- 200HP 動力電源配電工程
- 變壓器 TR 3 380V/220V 300KVA 變壓器一台，依實驗室空間選擇適當位置設置。
- 配置 600V XLPE 線 150mm，及 600V XLPE 線 100mm，長度須能滿足所有接線距離。
- 開關箱一只。
- 控制室用分離式冷氣機一組，適合 3 坪空間使用，冷房能力 2500Kcal /Hour 以上，含排水工程。

以上之採購項目中，本計畫主要採購之儀器設備包括：環境性及安全性檢測儀器-石綿鑑定設備、輻射偵檢器及功能性檢測儀器- X 光繞射光譜儀(XRD)，其功能簡介如下：

##### 1.X 光繞射光譜儀(XRD)

X 光繞射光譜儀 (XRD) 測試粉狀樣品及塊狀樣品 (平整) 為主，其主要用途為檢測材料及產品組成鑑定，可以檢測化合物及結晶狀況，在進料檢驗中可以明確檢驗出含有之化合物如原料中之氧化鈣或碳酸鈣，板材產品為矽酸鈣板或石膏板，矽酸鈣板為天然矽酸鈣或合成之矽酸鈣，目前一般 X 光繞射光譜儀 (XRD) 均具有之 JCPDS DATA Base 定性比對軟體，可以比對圖譜，對於化合物鑑定圖譜判定上有相當助益。此種儀器可用來協助研發單位進行產品開發工作；諸如材料選擇、產品比較、功能評估、新材料開發、配比最適化等應用。

##### 2.石綿鑑定設備

含石綿廢棄物樣品之石綿鑑定，首先是以低倍率的立體顯微鏡檢查樣品均勻性，觀察纖維的形態，並且預估其含量，然後挑取出纖維，置於偏光顯微鏡下鑑定懷疑可能之石綿纖維。此種偏光顯微鏡具有二個偏極濾片，被用來觀察樣品的特殊光學性質，使用平面偏極光線可以測得沿著特殊結晶軸之折射率指數，同時亦可觀察到樣品的形態及顏色，使用正交照明將延遲板置於偏極光路徑可測得延長性符號，若將二個濾片定位，在振動平面互相垂直（正交偏極）下，可以觀察到異向性顆粒之雙折射率及消光性。定量分析包括使用立體顯微鏡總量觀察測定，偏光顯微鏡視野投影方法，並且適當綜合測試結果，得到最佳樣品中石綿含量預估，假如鑑定結果為石綿，報告上註明樣品“含有石綿”同時應該以百分比範圍表示，此種分析方法已經很成功的被美國環保署及 NIOSH 使用於含石綿物質鑑定分析。國內環保署及 CNS 之標準分析法，亦採用此種分析技術鑑定含石綿材料。

### 3.輻射偵檢器

為使事業廢棄物可合理地再利用於建築材料上，行政院原子能委員會並防止其原有的天然放射性物質含量，不致危害環境輻射安全，以維護人體健康，特訂定建築材料用事業廢棄物之放射性含量限制要點。本要點所稱「事業廢棄物」，係同「廢棄物清理法」所稱，且其可用於建築材料者；所稱「放射性物質含量」，係指鈾、釷系列及鉀 40 等天然放射性物質的含量。事業廢棄物的加馬等效劑量率在每小時 0.2 微西弗(含背景值)以下時，則不必作比活度分析，即可用於建築材料。使用於公路橋樑或機場跑道的建築材料時，其加馬等效劑量率在每小時 0.4 微西弗(含背景值)以下時，亦同。輻射偵測器(RADIATION MONITOR) 其主要用途用於偵測輻射用，可以確保進料及產品的安全性。

本年度設備增購後可以達到之功能重點如表 5.3、表 5.4 所示。

表 5.3 本年度設備擴充後檢測實驗室之功能說明

設備名稱	功能用途	適用之分析方法
X 光繞射光譜儀 (XRD)	其主要用途為檢測材料及產品組成鑑定,可以檢測化合物及結晶狀況。測試粉狀樣品及塊狀樣品(平整)為主。	在進料檢驗中可以明確檢驗出含有之化合物如原料中之氧化鈣或碳酸鈣,板材產品為矽酸鈣板或石膏板,矽酸鈣板為天然矽酸鈣或合成之矽酸鈣。
石綿鑑定設備	建材及廢棄物中含石綿鑑定	含石綿物質及廢棄物中之石綿检测方法 NIEA R401.20T 鋼骨構造用噴附式防火被覆材料石綿含量試驗方法 CNS13970
輻射偵測器	其主要用途用於偵測輻射用。確保進料及產品的安全性。	建築材料用事業廢棄物之放射性含量限制要點。中華民國八十九年一月十日行政院原子能委員會八九會輻字第四七一號函修訂

表 5.4 本年度擴充耗材及基本實驗設施後檢測實驗室之功能說明

耗材及基本實驗設施名稱	功能用途	適用之分析方法
原子吸收光譜分析儀 A.A 笑氣燃燒頭 笑氣鋼瓶及燃料供應組 中空陰極燈管 10 支 金屬標準液	火燄式重金屬分析：鎂、銅、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅 笑氣裝置分析：鋁、鈣 氫化裝置分析：汞 可以分析重金屬：鎂、銅、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅、鋁、鈣、汞	萃出液中總汞分析方法 NIEA R301.11C  重金屬成份分析：鎂、銅、鐵、鎳、鉀、鈉、鋁、鈣、汞、鎘、鉛、鉻、銀、砷、硒
自動滴定管白色及茶色各二支 附迴流裝置滴定管 容量 25mL ,50 mL 誤差 0.05 mL	氯離子滴定	細粒料中水溶性氯離子含量試驗法 CNS13407
硫酸鈉	健度試驗	使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗法 CNS1167
檢測實驗室基本設施：加熱板、精密電子天平、混合攪拌機、防潮箱、電動搖篩機、中央實驗桌、藥品櫃、隔間工程、電力工程等	補充已建置檢測實驗室之不足，同時為符合 CNLA 認證環境需求，進行改善檢測實驗室配置。	-

### 第三節 CNLA 之建置規劃與進度說明

本項工作之主要目的在協助建研所建制完成標準化之國家綠色再生建材實驗室，並提出申請中華民國實驗室認證體系（Chinese National Laboratory Accreditation，簡稱 CNLA）之認證，預計於民國 93 年度內底獲得認證通過。目前尚在準備階段的工作，包括：申請機構就其相關人員、環境、儀器設備和管理等進行準備。以下分別依認證對象、人員訓練、初次認證流程及認證規劃說明。

#### 中華民國實驗室認證體系(CNLA)說明

##### [一般說明]

中華民國實驗室認證體系(Chinese National Laboratory Accreditation，以下簡稱 CNLA)依據國際標準 ISO/IEC Guide 58 建立評鑑服務管理系統，對國內執行校正/測試之實驗室或機構依據國際標準 ISO/IEC 17025 執行評鑑，凡其品質系統及技術能力達特定要求者即授與認可證書，並予公開登錄。透過實驗室評鑑服務，實驗室可提昇其技術能力及管理能力。且認可實驗室可於校正/測試報告中出具 CNLA Logo，提昇報告之公信力。

CNLA為提昇認可實驗室出具報告之國際接受性，積極參與國際間事務，目前為國際實驗室認證聯盟(International Laboratory Accreditation Cooperation，ILAC)會員，亦為亞太地區實驗室認證聯盟(Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation，APLAC)會員。CNLA已正式簽署APLAC相互認可協議(Mutual Recognition Agreement, MRA)，且於 2000 年 11 月簽署 ILAC MRA，目前共有 34 個經濟體、42 個認證組織維持相互承認辦法。在此 MRA 之基礎上，經由 CNLA 認可實驗室所簽發之校正/測試報告即為上述國家接受。此外，CNLA 亦取得美國商務部國家標準與技術研究院的認可，成為可執行美國螺絲法案(Fastener Quality Act，FOA)之實驗室認證機構，CNLA 亦為 APEC 電信設備相互承認指定之實驗室認證機構。藉由上述之努力，可有效協助國內產業突破貿易技術障礙，達成通暢經貿之目標。

目前CNLA認可實驗室出具之校正/測試報告已為經濟部、國防部、原子能委員會、公共工程委員會及交通部電信總局等接受，並於相關規章辦法中明文要求採用 CNLA 認可實驗室。此外，CNLA 亦積極與目的事業主管機關、產業公會、消費者團體等密切合作，將自願性認證之體系推廣發展至強制性認證體系，以保障全民安全、健康、環保、貿易等基本福祉。

#### [服務項目]

目前中華民國實驗室認證體系依技術專業/特性區分十二個領域：

- 1.音響與振動測試領域 (A)
- 2.生物測試領域 (B)
- 3.化學測試領域 (C)
- 4.電性測試領域 (E)
- 5.醫學測試領域 (H)
- 6.游離幅射測試領域 (I)
- 7.校正領域 (K)
- 8.營建工程測試領域 (L)
- 9.機械性測試領域 (M)
- 10.非破壞測試領域 (N)
- 11.光學測試領域 (O)
- 12.溫度與熱測試領域 (T)

在第(8)類之營建工程測試領域，規定實驗室至少應有三位專職人員，且至少應有二位人員取得 CNLA 測試實驗室負責人資格。

註：本節之資料來源為中華民國實驗室認證體系：

<http://www.cnla.org.tw/>

## CNLA 認證對象

茲依據前述中華民國實驗室認證體系之規定，凡合法登記之軍、公、民營及學術研究機構所屬實驗室，不限實驗室之規模或大小，具有專責技術人員於適當環境條件區間，使用特定儀器設備及既定之管理體系從事檢驗、測試、分析、量測、校正等業務，並需出具正式報告者，皆可由機構代表人提出認證申請成為認可實驗室（註：政府機構可以採用委託方式，經由研究機構執行相關之業務，委託計畫書或合約書證明委託關係）。一個實驗室的界定係指同一機構，同一行政體系，同一地址，同一領域且於同一份申請書中提出認證申請者；認可編號、認可證書與認可標誌，認可證書為 CNLA 用以承認實驗室具有執行特定校正或測能力的正式文件，其有效期為三年。認可證書是於申請機構的特定實驗室經評鑑，通過認證決定並繳交相關費用後核發。該認可的特定實驗室將編列特定的認可編號作為唯一的識別。認可標是 CNLA 標誌、認可編號與“ILAC MRA”字樣三個部份的組合。認可標誌是 CNLA 認可實驗室之唯一識別。認可證書以中、英文兩種版本核發，其內容有：(1)機構名稱；(2)實驗室名稱；(3)認可編號；(4)實驗室負責人；(5)領域、認可項目、測試件、測試方法、範圍；(6)發證日期、有效期限。

## 設施環境需求

要成為 CNLA 之認證實驗室，對設施與環境條件之要求有特定之規範，主要包括下列五項：

1. 測試實驗室設施，包括但不限於能源、照明及環境條件，應有助於試驗的正確執行。實驗室應確保其環境條件不會使結果無效，或對所要求的任何量測品質造成不良影響。
2. 當相關規格、方法及程序有所要求，或環境條件對結果的品質有影響時，實驗室應監控、管制及記錄環境條件。應注意諸如生物滅菌、灰塵、電磁干擾、輻射、濕度、電力供應、溫度、以及聲音與振動位準，以適應相關的技術活動。當環境條件會

危及試驗的結果時應停止試驗。

3. 不相容活動的相鄰區域應有效地隔離。應採取措施預防相互污染。
4. 影響試驗之區域，其進出與使用應予管制。實驗室應依據其特定情況確定管制範圍。
5. 應採取措施來確保實驗室的良好內務管理，必要時應備有專門程序。

CNLA 認證實驗室的做法，在於建立設施與環境管制作業程序，及建立監控計畫及紀錄。實驗室必須在一個特定且可控制的環境實施，因為環境管理良窳與否是悠關整個測之運作，為確保實驗室環境符合測試所需之條件，除有環境監控設備外，尚須有良好的管理制度，如環境維持及作業安全等。測試領域甚為寬廣，包括物理性、電性、化性等，依性質及運作之不同，各有其特殊之環境需求，然實驗室環境監控、紀錄、環境維持及作業安全均大同小異可適用之。

#### 1. 環境條件

影響測試作業最大的環境因素有溫度、相對濕度、噪音、含塵量、電磁干擾、氣壓差、照度、振動、電源電壓整率、接地電阻，其中以溫度及相對濕度最為重要。

#### 2. 環境監控

- 各實驗室應設置靈敏度及準確度高之溫、濕度紀錄器，全程紀錄及監控實驗室之溫、濕度。
- 各實驗室於執行測試作業前，應檢視該實驗室環境條件確實在管制範圍內，且需在管制範圍內穩定數小時以上。實驗室負責人並應指定專人在紀錄紙上簽字。
- 若環境條件偏離規範或失控，應立即停止測試操作並迅速通知維護部門檢修，再以異常處理程序單，聯絡品保部門稽核。
- 各實驗室之感應器及其紀錄器應有專人負責定期校正、清潔

保養及耗材更換，如紀錄紙、色筆、色帶等之採購與更換。

- 各實驗室紀錄器及其感應器(Sensor)，依正常校正週期實施檢校。
- 紀錄器如有異常或故障，立即送回原廠或公司保養檢修部門修理。修畢後，務必再作校正後再使用。
- 換下之紀錄紙，由各實驗室負責人交品保部門分析統計、紀錄紙保存期限至少三年。
- 紀錄器之財產管理依公司財產管理辦法處理。
- 除溫、濕度以外之各項環境條件如塵埃、噪音、照度、電磁干擾、振動、接地電阻等之檢測，應訂定合理校正週期並按時實施，如有異常比照前述規定辦理。

### 3. 環境維持

- 實驗室工作環境以不妨害測試結果，或不致影響測試之準確性與精密性為佳。
- 實驗室不宜供作與其功能相互衝突之用途，應特別注意空間燈光亮度及溫、濕度條件，並隔絕粉塵、煙氣、震動、噪音、電磁干擾及空氣循環，工作台面、工作空間、牆面、地板、天花板亦應配合業務功能加以整理。
- 為確定實驗室各項環境條件在管制範圍內，定期由品保稽核部門，會同各責部門共同檢測。
  - ◆ 電子儀器使用後，若非特殊需要切掉電掉。
  - ◆ 易燃、易爆危險物品，非必要不可存放於實驗室內，如確有須要應將其隔離與標示，並附裝自動偵測警報裝置。
  - ◆ 進入實驗室依工作需要，穿戴整齊工作服、鞋、帽、手套等。
  - ◆ 水、電、空調、氣源等設施如有異常，立即修護。

- ◆ 物品搬運宜用輕便手推車，並加防護，避免碰撞掉落。
  - ◆ 緊急出口及疏散方向要有明顯之標示。
  - ◆ 停電時要設緊急照明裝置及抽風排氣系統。
  - ◆ 消防設備依校正性質不同分別設置，並作定期檢查。
- 實驗室環境條件檢測週期如表 5.5。

表 5.5 標準實驗室環境條件檢測週期

項次	檢測項目	檢測週期	備註
1	溫度	全天 24 小時檢測	裝設溫、濕度紀錄器
2	相對濕度	全天 24 小時檢測	裝設溫、濕度紀錄器
3	噪音	每季一次	
4	含塵量	每一年一次	
5	電壓干擾	每一年一次	
6	壓差	每季一次	
7	照度	每季一次	
8	振動	每二年一次	
9	電源狀況	每年一次	
10	接地電阻	每季一次	

有關於中華民國實驗室認證體系(CNLA)之共通規範及營建工程測試領域之特定規範，可參考以下之資料 (<http://www.cnla.org.tw>)：

CNLA-RL01(1)：中華民國實驗室認證體系：營建工程測試領域認證特定規範

## 人員要求

實驗室管理階層需要維持所有技術(包括約聘人員)的相關授權、能力、教育的及專業的資格鑑定、訓練、技能及經驗之紀錄。此類資訊應能隨時提供，並包含授權與(或)能力被確定之日期。其內容要求主要是以下幾項：

- 確保各項工作人員(含特約、支援人員)的能力。鑑定人員學經歷與技能，監督人員依品質系統工作。
- 敘明教育、訓練及技能目標，有政策和程序鑑定員工訓練需求，並提供相關訓練。
- 維持工作職掌說明，工作應經授權，並維持授權(含授權日期)、能力(含能力判定日期)、學經歷、專業資格與訓練等紀錄。

實驗室建立人員能力考核與訓練制度，包括制訂相關之工作職掌與人員資格說明、授權與能力判定程序、訓練政策與程序及記錄維持程序，以供相關人員遵循與執行。業務職掌一覽如表 5.6 所示；人員資格條件一覽表如表 5.7 所示；業務職掌分工對照表如表 5.8 所示；；訓練記錄表格式如表 5.9 所示。

表 5.6 CNLA 認證實驗室業務職掌一覽表

職稱	職務
實驗室負責人	1. 實驗室技術、品質與行政業務之規劃，督導與協調 2. 人培育與團隊領導
品質負責人	1. 負責建立與推動品質管理制度 2. 負責品質稽核之規劃，執行與管制 3. 負責客戶抱怨與異常事件之處理、改善與預防工作之督導、協調與管制
技術負責人 兼報告簽署人	1. 負責測試項目、測試方法之規劃、督導與協調審核 2. 負責督導同仁確實依照標準方法執行測試 3. 負責督導儀器設備管理與校正追溯業務之執行 4. 審核測試報告，確保試樣、測試方法、測試數據分析計算方法，測試結果等資訊均完整正確 5. 代表實驗室簽署校正報告
測試工程師	1. 依照標準測試作業程序執行測試 2. 負責設備之日常維護保養工作 3. 負責設備之追溯工作
文書	1. 負責測試件收發 2. 負責測試報告之繕打列印 3. 負責設備之追溯工作

表 5.7 人員資格條件一覽表範例

人 員	資格條件
技術主管	. 大專相關科系畢業
品質主管	. 服務 2 年以上
內部稽核人員	. 大專相關科系畢業並服務 2 年以上 . 完成 CNLA 實驗室品質管理訓練
新進人員	. 服務 1 年以上 . 完成內部稽核相關訓練 6 小時 . 至少高中畢業 . 完成新進人員訓練

表 5.8 CNLA 認證實驗室業務職掌分工對照表

職 稱	實驗室負責人	品質負責人	技術負責人	測試工程師	行政助理
組織	⊙	○	○		
品質系統	○	⊙	○		
試驗與校正之外包		○	⊙	○	
服務與供應品之採購		○	⊙	○	
抱怨	○	⊙	○	○	○
紀錄管制		⊙	⊙	⊙	⊙
人員	○	⊙	⊙		
設施與環境條件		○	○	⊙	
試驗與校正方法		○	⊙	○	
設備		○	○	⊙	
量測追溯性		○	○	⊙	
試驗件與校正件處理			○	⊙	⊙
結果報告	○	⊙	⊙	○	○

⊙主辦    ○協辦

表 5.9 訓練記錄表格式

姓名：		職務：	
學歷：		經歷：	
教 育 訓 練 紀 錄			
課程名稱	訓練項次及內容	受訓日期	證書號碼
資格核定與授權：			

## 測試方法要求

實驗室最好選擇國家、區域或國際標準所頒佈的方法，亦就是稱為標準方法，實驗室只要在開始試驗前確定能適當的操作標準方法並依據所建構的標準操作，訓練員工、留下記錄。

如果實驗室要採用自行開發的方法，非標準方法，超出其範圍的方法，擴充或修改過的標準方法，則這些方法要按所述步驟加以確認外，尚須開發執行該方法的程序，這些內容與目前眾所熟知像 CNS，ASTM 的內涵，非常類似，其應包括的資訊：

- 文件識別(編碼)
- 適用範圍
- 試驗件的描述(特性描述)
- 測定的參數、數量、範圍
- 需使用的裝置與設備，包括技術上的性能要求(解析度、準確度、線性等)
- 需要的參考標準或參考性質
- 環境條件
- 程序的描述(工作執行步驟)
  - (1) 試件的識別、處理、運輸、儲存和準備
  - (2) 儀器檢查、校正和調整
  - (3) 工作執行前的檢查項目
  - (4) 觀查值、試驗結果的記錄方法。
  - (5) 安全措施要求。
- 核准/拒收的準則與(或)要求
- 資料紀錄、分析、表達的方式
- 量測不確定度的評估程序

## 設備要求

實驗室在設置設備及其軟體前，依照使用目的、準確度等需求，訂定各項設備規格、數量、驗收標準與程序，並按照前述規定執行驗收，確保這些設備足以正確執行抽樣、試驗或校正工作。而後可進行下列工作：

### 1.登錄

實驗室對新購置或新接收之設備於驗收後即刻建立儀器設備履歷表。履歷資料包含所要求之內容，如儀器名稱、廠牌、型號、序號、目前存放位置等基本資料，及供記錄未來或以往有關校正與調整日期及其結果、下次校正日期、維護保養、故障、修改或修理等資訊之欄位與資料。

### 2.使用

設備應先予以校正或查核，證實合格後才可使用。對於會影響量測結果的設備，應該建立校正方案和程序，除依規定定期追蹤送校，確保實驗室資料正確性外，可供編列預算、安排實驗室校正件排程等預期作業參考。校正或查核工作依量測追溯性之規定執行。設備指定專人研讀(技術)手冊與相關資料研訂標準操作程序，並對相關操作人員進行能力判定與授權作業，於人員履歷或訓練紀錄中登錄「核予操作某設備」；如果試驗作業能力之判定，已明確包含該設備操作能力之判定，則可以「核予執行某試驗」替代之。設備應僅由被核可操作之人員依據標準操作程序使用，因此實驗室應避免未被授權人員使用某些特定設備。

實驗室可將設備相關之操作手冊、標準操作程序書之版本、儲存、使用狀況與規定等資訊，包含於定期更新的品質文件一覽表，張貼或存檔於人員易於看到或方便使用的場所，以便適當人員能隨時且正確地使用。

### 3.維護

儀器設備應參考儀器原製造廠維護手冊，操作手冊或實際使用經驗，制訂儀器維護標準作業程序或方法，以作為執行維護時之依據。維護程序中需能針對維護項目如清潔、潤滑、零件更換、查驗...等，維護週期如每月、每週、或每次...等，及管理階層定期審核確認欄位等維護與管理需求，訂出維護查核表，供實際維護作業使用。

除了標準維護程序以外，每年還可訂定年度維護保養計劃，其目的為增加可靠度，早期發現故障作適當處理，以延長使用壽命，因此應明確訂定維護保養的週期、確實執行與記錄維護之執行情況。

維護人員視需要設專業人員、或由管理單位執行、或委託原製造廠或維護專業廠商定期至公司作維護工作。使用中或維護中若發現儀器設備部份功能故障，應標示使用狀況，並詳細紀錄於儀器設備履歷表或建立維護及故障記錄，將維護結果在儀器設備明顯處標示，以便給使用人員在使用儀器設備時得到下列最新及足夠資訊：

- (1) 目前儀器設備可用狀況
- (2) 目前儀器設備校正查核狀況(如最近校正日期及預定下次校正日期)
- (3) 儀器設備限制使用情形與範圍
- (4) 使用範圍與不確定度的情形(如校正後差值貼於儀器上供使用)

儀器設備因維修或其他任何原因停止使用，應針對其功能、校正狀況進行查核，合格後方可恢復使用。實驗室應有授權恢復使用及授權日期之紀錄。

#### 4.標示

需貼標示之狀況約有下列幾種：

- (1)儀器設備在定期維護或修護及實施校正，且經過查核合格，應在儀器設貼上標籤以利於識別。
- (2)在校正過程中發現該儀器設備有故障或異常，應有標示。
- (3)為防止使用者調整之部位應貼上封籤。
- (4)攸關使用者安全，容易造成傷害之部位應貼上警告標誌。

所以在設計各種標籤應有萬全考慮。各種標籤在使用上應詳細說明，並加以宣導與教育。

#### 初次認證流程

依據 CNLA 申請認證之流程(如圖 5.27 所示)，將包括以下階段：

1. 申請：凡符合申請資格的機構皆可由該機構代表人提出實驗室認證申請。實驗室負責人是於申請認證時，由申請機構授權並指定負責實驗室管理工作。經評鑑認證後，負責監督管理實驗室遵守 CNLA 相關規定並代表實驗室與 CNLA 祕書處連絡。申請機構提出實驗室認證申請前，實驗室負責人應詳讀並熟悉運作綱領、特定規範與中華民國實驗室認證服務手冊，同時，至少應辦理過一次內部稽核與管理審查。申請所需填妥並繳交的表單與文件如下：
  - 實驗室初次認證申請書。機構法定證件(公司、機構設立許可證件影本或其他合法設立證明文件)乙份。
  - 對應實驗室認證規範資訊表暨評鑑記錄表
  - 實驗室品質手冊乙份與上述資訊表中所填列的所有文件乙份。
  - 標準作業程序乙份。

- 申請費繳費證明乙份。請申請機構將上的申請資料備妥後，寄至中華民國實驗室認證委員。

申請資料的審查有兩個階段，先由中華民國實驗室認證委員會對申請機構的合法性與申請表單文件的齊備性進行審查，再由 CNLA 秘書處對申請表單文件的完整性進行審查。若合法或齊備性不足時，中華民國實驗室認證委員會將不受理。若申請表單文件的完整性不足時，CNLA 秘書處將通知申請機構並限期一個月內補正，補正以一次為限。於此期間內未完成補正者將被通知此申請案不予受理，而申請費恕不退還。如果申請的內容超過 CNLA 認證能力時，中華民國實驗室認證委員會將通知申請機構此申請案不予受理並退回申請費。

通過申請資料的審查後，先由中華民國實驗室認證委會編列此申請案特定的實驗室編號並通知申請機構，再由 CNLA 秘書處於確定受理後的十個天內回應給申請機構。

申請案確立後，CNLA 秘書處即進行初訪。初訪的目的為瞭解申請機構的認講需求與期望，以及確定其申請認證的範圍。若欲增加認證項目時，請依規定提出。初訪可為現場拜訪、傳真或電話訪問的方式進行。

2. 擬訂評鑑計畫與繳交評鑑費：依據認證範圍，考量評鑑資源，CNLA 秘書處將擬訂評鑑計畫，包括評鑑小組成員、評鑑作業時程規劃與評鑑計價，申請機構對此評鑑計畫具有同意權。若受評機構同意該評鑑計畫，則請受評機構依 CNLA 秘書處繳書通知進行繳費。若受評機構對該評鑑計畫有意見時，請通知 CNLA 秘書處。主評審員得視需要召開評鑑協調會，討論評鑑事宜。為培訓評審員、考核評審員表現或建立/維持國內外機構承認或運用 CNLA 等需求，CNLA 秘書處將指派觀察員隨同評鑑小組前往受評機構。
3. 文件審查：請受評機構依評鑑小組於受評範圍內的要求提供申請

資料外的其它相關文件與份數。文件審查是評鑑小組對實驗室品質與技術文件完整性與適用性的審查。評鑑小組應將文件審查意見於文件齊備後一個月內書面告知受評機構，並要求評機構提出改善措施。文件審查以一次為限。

4. 現場評鑑：經 CNLA 祕書處與受評機構商討後，CNLA 祕書處將發出書面現場評鑑時程表。受評機構應確保評鑑小組於現場評鑑所使用受評機構的相關文件為最新有效版本，並且提供評鑑小組於評鑑範圍內所須的支援，如會議室的預留，對應評審員的人員安排，往返不同評鑑場所的交通安排等，俾使現場評鑑順利執行。現場評鑑是以評鑑前會議開始，評鑑總結會議結束，並以會議紀錄的方式作為現場評鑑結果，其中不符合事項的部份，主評審員將帶領評鑑小組向受評機構的實驗室負責人及其主要技職人員進行口頭報告。受評機構的實驗室負責人應於不符合事項紀錄表與會議紀錄中相關欄位簽名，以示明瞭評鑑小組的現評鑑發現事實。若對其中內容不清楚的部份應要求評鑑小組再說明。若對不符合事項有不同意見時，應當場提出說明或補正相關資料，如果仍然不同意見評鑑小組所提出的不符合事項，應於不符合事項紀錄表內註明當場提出說明或補正的資料為何並於現場評鑑結束日起十五天內檢附當場提出的該份資料，以及不符合事項紀錄表影本向 CNLA 祕書處提出申訴。逾時提出申訴或所檢附的資料未曾於現場評鑑當場提出者，CNLA 將不受理。現場評鑑前會議紀錄與評鑑總結會議紀錄的正本由主評審員攜回 CNLA 祕書處，受評機構得影印乙份留份。若現場評鑑結果有不符合事項即須進行複查。複查由主評審員依不符合事項的性質決定以書面複查或現場複查的方式進行。
5. 複查：不論是書面複查或現場複查，複查以一次為限。若為現場複查時，CNLA 祕書處將依據查證不符合事項的工作量與複查方式出具評鑑計畫表，並請受評機構繳費。受評機構應於現場評鑑結束日起三個月內將不符合事項的改善措施與其他相關資料以

書面方式寄至 CNLA 祕書處。逾時未回報改善措或未繳費者，逕將該評鑑案送入審議階段。複查作業自受評機構回報改善措施與繳交評鑑費用後執行，不符合事項改善情形的查核工作原則上以原對應的主評審員/評審員/技術專家執行，但若因故無法由原對應人員執行時，則由主評審員執行。若主評審員因故無法執行，CNLA 祕書處則選派該領域技術負責人執行。

6. 評鑑總結報告審議：主評審員於現場評鑑結束後，應即將評鑑總結報告(若有複查則包含複查結果)交給 CNLA 祕書處。CNLA 祕書處將依技術專業激聘三位評鑑技術委員進行評鑑總結報告的書面審議，提出對評鑑總結報告之技術專業上的意見。評鑑總結報告審議工作應於接受主評審員的評鑑總結報告的十五個工作天內完成。
7. 認證決定：CNLA 祕書處將彙整評鑑技術委員的審議意見，連同評鑑總結報告等相關資料排入認證決定小組會議議程。認證決定小組基於評鑑技術委員的意見，審查評鑑程序的完整性與評鑑一致性。若認證決定小組認為有須查證處，則 CNLA 祕書處將書面通知受評機構。經查證後，逕排入認證決定小組會議議程。認證決定小組對受評機構授與認證作成決定，並請認證委員會主任委員核發證書或不予認證專函。
8. 取消申請與修改申請內容：申請機構因故不願繼續進行評鑑事宜，可由機構代表人來函告知中華民國實驗室認證委員會，則 CNLA 即停止申請案的所有相關工作。申請機構於現場評鑑執行前如欲增加申請認證項目，則需提出變更申請內容，請填妥申請內容變更申請書(表單編號：CNLA-JG05)繳交文件中對應變更申請內容的相關文件，寄至 CNLA 祕書處，以及繳交申請費用。原申請案將併入變更申請案，後續的作業將回到審查申請資料開始。
9. 特別注意事項：自申請之日起一年以內，如申請機構之實驗室尚未準備妥當供執行現場評鑑，則該申請案即為無效且恕不退還已繳交的任何費用。如申請機構對認證仍有興趣，請重新提出申

請。申請資料補正期限為一個月，且以一次為限。若申請機構逾時未完成補正時，CNLA 祕書處將不受理此申請案，而申請費恕不退還。評鑑費繳費期限為一個月，若受評機構逾時未繳費時，CNLA 祕書處得通知受評機構申請案已無效，請重新提出申請。

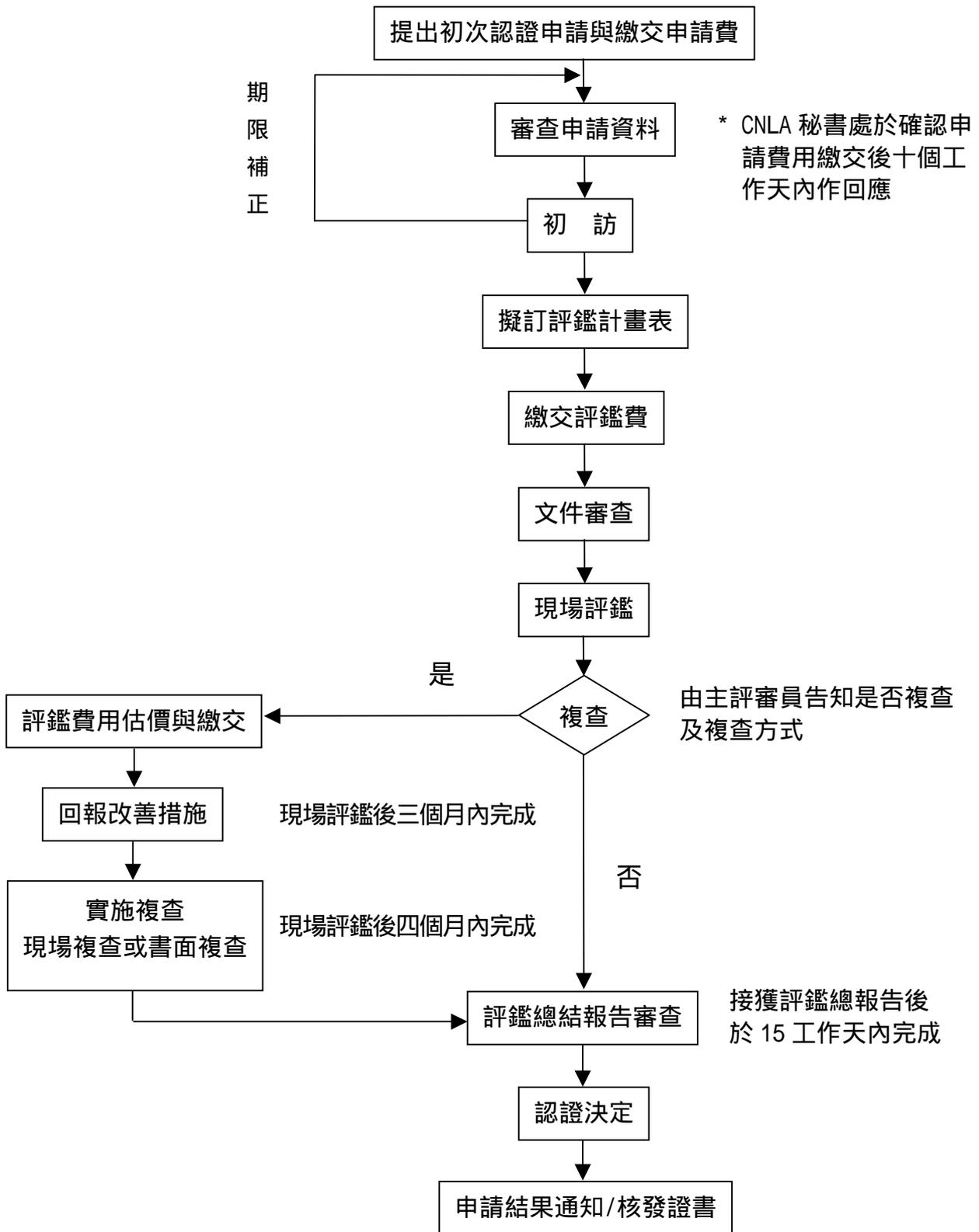


圖 5.27 CNLA 申請認證程序

## 人員訓練

CNLA 實驗室建置人員(未來將進駐實驗室者，含本計畫及建研所同仁)的訓練規劃，中華民國實驗室認證體系人員訓練主要包括兩部份：

A 單元 - ISO17025 實驗室品質管理研習會以及 ISO/IEC 17025 課程，使學員對實驗室品質管理有相當的認識。其參加對象以實驗室主管、技術人員、品質負責人、報告簽署人等相關之實驗室從業人員為主。主要的訓練內容，計有：實驗室品質管理之沿革、抽樣/環境與樣品管理；ISO/IEC 17025 與 GUIDE 25 差異介紹、人員與設備、管理資源、品質保證、合約管制、報告產出、方法與量測不確定度...等。

B 單元 - 以測試實驗室負責人訓練為主，並以 CNLA 之認證要求、測試實驗室管理要點為主要內容，是擔任測試實驗室負責人必備之訓練。其參加對象以取得 A 單元訓練之經濟部標準檢驗局合格證書，且擬擔任測試實驗室負責人者為主。訓練內容包括：CNLA 認證要求、案例演練、量測追溯性、量測不確定度、內部稽核與管理審查、能力試驗...等。依中華民國實驗室認證體系規定，報告簽署人需完成 B 單元測試實驗室負責人訓練，其他之技術人員則無強制之規定。

依據 92 年 7 月 16 日 CNLA-BG0318 公告，經濟部標準檢驗局因應財團法人認證基金會的成立，自 92 年 7 月 1 日廢止「中華民國實驗室認證體系實驗室人員訓練機構登錄要點」，故將實驗室負責人等相關人員應取得 CNLA 實驗室負責人訓練或實驗室品質管理研討會證書的要求全面自 CNLA 各領域認證特定規範中刪除。

有關實驗室建置人員訓練方面，目前建研所及本計畫研究人員已有四位同仁完成 A、B 單元訓練。

## 認證規劃

### 1. 組織系統與實驗室組織架構規劃

內政部建築研究所分成安全防災組、環境控制組、綜合規劃組及工程技術組四組，綠色再生建材實驗室屬於環境控制組建築性能實驗群建築設備實驗館之下運作，組織系統如圖 5.28 所示。

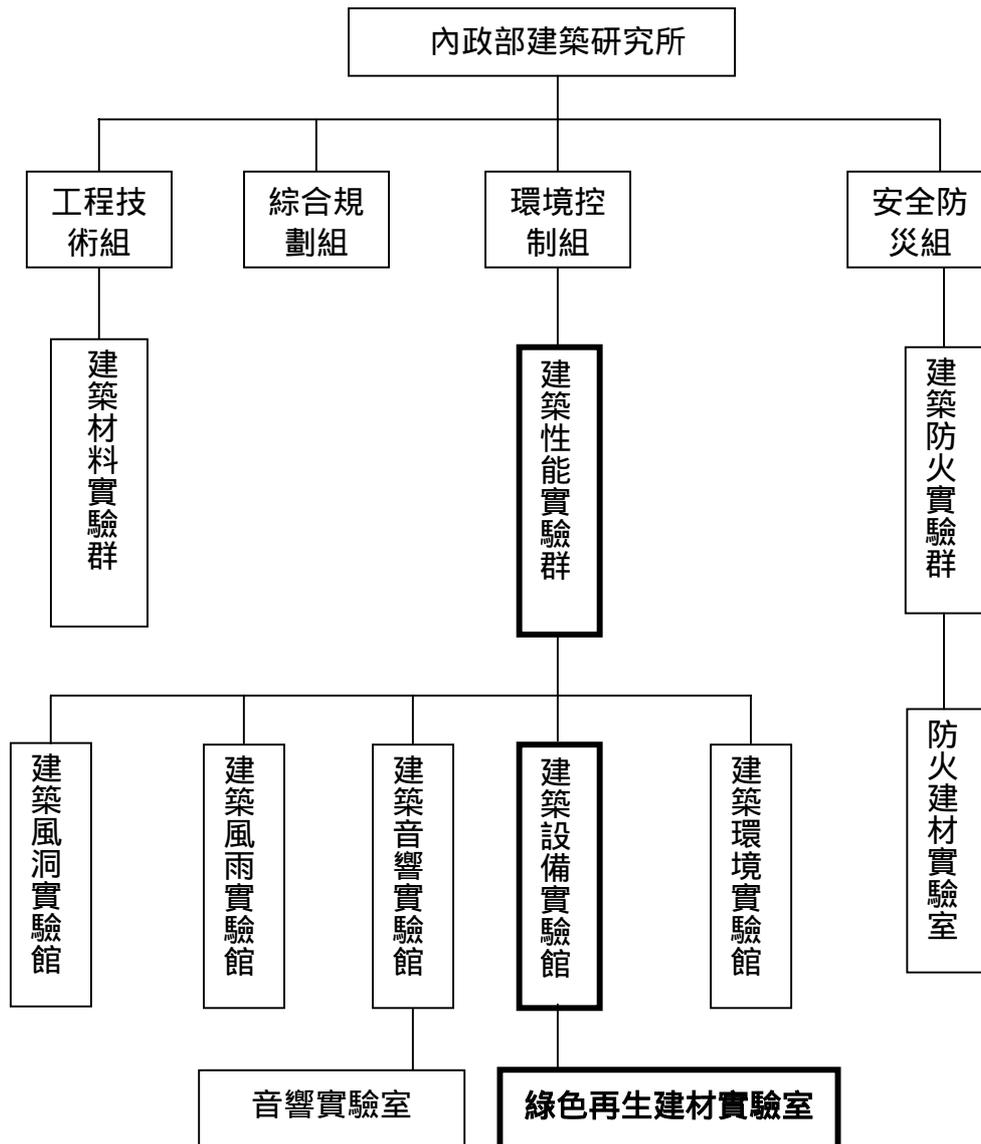


圖 5.28 內政部建築研究所相關組織系統

綠色再生建材實驗室之人員組織架構如圖 5.29 所示，實驗室之人員可以採用委外計畫執行。工作職責由實驗室負責人核定並由歸屬單位主管公布實驗室之工作職掌，實驗室相關人員以 3~5 為宜（至少三位）。相關職掌說明如下：

- (1) 實驗室負責人：負責及督導實驗室之運作與服務品質之維持，提供決策性諮詢及簽署，並負責對外接洽、報告。
- (2) 技術主管：負責實驗室發展方向規劃，檢測技術之開發、指導、問題解決，對分析結果之正確性負責。
- (3) 品質主管：推動實驗室之品管工作，確保各項工作均符合品管要求，並對實驗室負責人作品管報告。
- (4) 儀器設備管理員：負責儀器之正常運作，擬定儀器、設備的維修、保養及定期查核工作。負責儀器設備及物料之接收、登錄、貯存、報廢及備出。
- (5) 安全衛生管理員：負責改善及控制實驗室中潛在性危害，並定期對實驗室負責人作實驗室安全衛生報告，以期維護良好的安全衛生之工作環境。
- (6) 文件管理員：負責實驗室內記錄文件及資料歸檔與管理。
- (7) 樣品管理員：負責待測物/樣品之接收、登錄、貯存、報廢及送還。
- (8) 藥品管理員：負責藥品採買、定期盤查及儲存等管理工作。

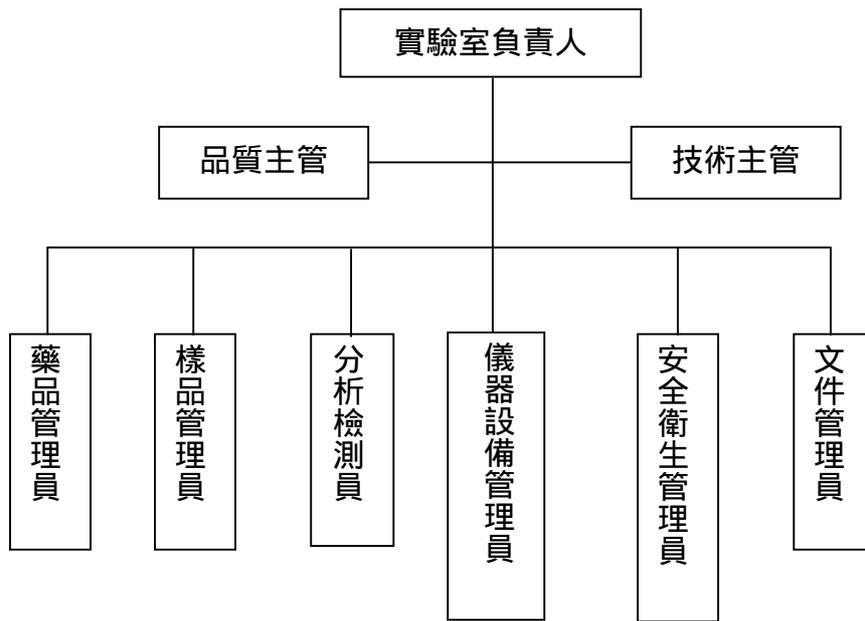


圖 5.29 綠色再生建材實驗室人員組織架構圖

## 2. 認證時程規劃及查核點

本計畫目的在協助建研所，提出申請年中華民國實驗室認證體系之認證，預計於民國 93 年度底獲得認證通過，認證時程及查核點如下：

認 證 重 要 工 作 預 定 進 度	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	工作項目	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月
1.文件準備			(1)										
2.內部稽核及管理審查				(2)									
3.申請及文件審查					(3)								
4.現場評鑑						(4)							
5.修正及改善措施									(5)				
6.複查及認證												(6)	

### 預定查核點說明：

編號	查核時間	查核內容
(1)	93年2月28日	完成實驗室品質手冊、標準作業程序撰寫
(2)	93年3月31日	完成一次內部稽核及管理審查（委外執行）
(3)	93年5月31日	完成申請及文件審查
(4)	93年7月31日	完成CNLA赴實驗室現場評鑑
(5)	93年9月30日	完成修正及改善措施
(6)	93年12月31日	完成複查及認證

### 3. 實驗室品質手冊撰寫綱要

依 ISO/IEC 17025 之規定，實驗室品質手冊撰寫內容可分為下列章節敘述：第 0 章 - 作業手冊簡介、第 1 章 - 組織、第 2 章 - 品質系統、第 3 章 - 文件管制、第 4 章 - 要求與合約審查、第 5 章 - 校正的外包、第 6 章 - 採購服務與供應、第 7 章 - 服務客戶、第 8 章 - 抱怨處理、第 9 章 - 不符合校正工作之管制、第 10 章 - 矯正措施、第 11 章 - 預防措施、第 12 章 - 記錄管制、第 13 章 - 內部稽核、第 14 章 - 管理審查、第 15 章 - 人員、第 16 章 - 設施和環境條件、第 17 章 - 校正方法與方法驗證、第 18 章 - 設備、第 19 章 - 量測追溯性、第 20 章 - 取樣、第 21 章 - 校正件的處理、第 22 章 - 校正結果的品質保證、第 23 章 - 報告結果。若實驗室不執行取樣則不包括取樣之章節。目前擬定實驗室品質手冊之大綱，其內容綱要如下所示。

#### 第 0 章 作業手冊簡介

##### 0.1 作業手冊 之制訂

本手冊係依據編撰而成，本手冊經核定後頒佈實施。

##### 0.2 作業手冊之定位

##### 0.3 作業手冊之修訂

為維持實驗室品質系統的有效性與適合性，本手冊得視實際狀況檢討修訂。主要修訂時機為...

##### 0.4 作業手冊之分發

本作業手冊經核定後，

#### 第 1 章 組織

##### 1.1 本實驗室隸屬於.....

##### 1.2

##### 1.3

##### 1.4 本實驗室之組織簡圖如圖一所示，其中各項管理與技術人員之職

責請參閱本作業手冊第 XX 章節。

1.5 本實驗室各項職務需依.....辦法(準則、規章...)指定代理人。

## 第 2 章 品質系統

2.1 實驗室品質政策

2.2 實驗室質品目標

2.3 實驗室品質承諾

2.4 品質文件架構

## 第 3 章 文件管制

3.1 所有實驗室產出之內部文件，以及非標準實驗室規範之外來文件  
均需依照本章節之各項程序執行。

3.1.1 內部文件包含實驗室產出之各項技術資料文件(如：量測系  
統評估報告、校正程序、與校正相關之論文).....

3.1.2 外來文件包含如法規、標準、其他規範文件.....

3.1.3

3.2 文件核准與發行

3.3 文件變更

3.3.1 除非另有特別規定，各種文件之變更應由原執行審查之同  
一功能主管執行審查與核准，其採行之程序依.....

3.3.2

3.4 文件版本識別...

3.5

## 第 4 章 要求與合約審查

4.1 客戶委託標準實驗室之校正件，需填列校正申請書，經由客戶與  
實驗室雙方簽章後，即視同委託契約並具效力，相關之審查與  
理作業程序依.....作業手冊辦理。

4.2 任何偏離校正申請書之處，其異動應...

4.3

## 第 5 章 校正的外包

- 5.1 本實驗室之校正目前並無外包其他實驗室執行。
- 5.2 當本實驗室之能量不敷客戶要求而 CNLA 認可的二級實驗室中有可提供服務時，實驗室人員可建議送校者轉送至該二級實驗室。但此類服務不屬於校正的外包的範疇。
- 5.3

## 第 6 章 採購服務與供應

- 6.1 為正確執行量測業務，本實驗室應選擇和採購會影響校正品質之儀器、設備、標準件 SRM、試劑、消耗性材料，其作業程序依本公司採購辦法施行細則辦理。
- 6.2
- 6.3

## 第 7 章 服務客戶

- 7.1 為重視並維持與客戶良好的溝通，本實驗室在不違反相關規範下(如：實驗室出入管制辦法)，可合理允許客戶或其代表進入實驗室，以觀察為客戶所進行的校正作業示範。
- 7.2 為 7.1 節之目的所為之參觀活動，依本單位來賓接待辦法辦理。
- 7.3

## 第 8 章 抱怨處理

- 8.1 客戶訴願處理流程
- 8.2 客戶訴願處理權責
- 8.3

## 第 9 章 不符合校正工作之管制

- 9.1 實驗室進行校正方面的工，當違反既定程序或客戶同意的要求時，必須對不符合之工作依表 9.1 之順序進行評估，並填寫“不符

合(異常)工作/矯正分析表”。

9.2 不符合校正工作內容可能是下列之一：

- 
- 

9.3

9.4

## 第 10 章 矯正措施

10.1 經由客戶反映對本實驗室之缺失或不滿，經證實運作偏離政策或程序時，實驗室人員應依本公司客戶訴怨處理辦法執行矯正措施。

10.2 當不符合或偏離證實對實驗室符合其政策和程序產生懷疑時，品保人員應依第 XX 章的規定，稽核適當的範圍。

10.3

## 第 11 章 預防措施

11.1

11.2

## 第 12 章 記錄管制

12.1 ....並應建立品質記錄一覽表，格式請參考....。

12.2 .....。其中為符合認證機構之要求，出具報告相關之記錄至少應保存三年，這些記錄至少包括：.....。

12.3 記錄可以為任何形式的媒體。如為以電子形式存放的記錄，....

12.4 記錄更改，.....

12.5

## 第 13 章 內部稽核

13.1 為確保實驗室之運作持續地符合品質系統及 ISO 17025，本實驗室至少每年舉辦一次內部稽核，由品質主管於年度內擬定內部

稽核計劃。

13.2 稽核所發現之缺失應立即採取矯正....。

13.3 內部稽核所發現的缺失和引發之矯正措施均應予記錄。

13.4 內部稽核人員必須充分了解 IS 人 17025 之內容，並具備下列資格之一者

13.4.1

13.4.2

13.4.3

13.5 內部稽核人員必須充分了解 IS 人 17025 之內容，並具備下列資格之一者

#### 第 14 章 管理審查

14.1 為確保實驗室的品質系統持續的適合性與有效性，標準實驗室之管理階層應定期舉辦管理審查會議，其週期至少每年一次。

14.2 管理審查會議由品質主管負責規畫，.....

14.3

14.4 管理審查會議之內容含括

14.4.1

14.4.2

14.5

#### 第 15 章 人員

15.1 本實驗室管理階層應任用符合以下資格人員，以確保其能力：

15.1.1 實驗室負責人

15.1.2 品質主管

15.1.3 技術主管

15.1.4 校正人員

15.3

15.4 本實驗室各項負責人之職責：

15.4.1 實驗室負責人

15.4.2 量測系統負責人職責

15.4.3 校正人員職責

15.4.4 品保主管職責

15.4.5 品保主管職責

15.5

## 第 16 章 設施和環境條件

16.1 為確保量測品質使校正作業得以順利進行，本實驗室的環境設施均應適當配置，本實驗室環境設施維護，由廠務設施部門依相關規定辦理。

16.2 技術主管應依校正需求訂定溫度、濕度、含塵量、振動、噪音、照明、靜氣壓、接地電阻、電磁干擾及電源等環境規格，作為環境條件管制之參考依據。(最好用表列方式)

16.3 監控週期 & 檢測週期

16.4 各系統應監控、管制和紀錄環境條件，同時需將此類環境的影響評估詳列於相關之不確度評估報告中。

16.5 實驗室出入管理辦法

16.6

## 第 17 章 校正方法與方法驗證

17.1 本實驗室使用量測系統執行校正服務或內部自校時，應具備校正程序，始可提供服務……

17.2 校正程序格式與撰寫要點

17.3 不確定度評估報告格式與撰寫要點

17.4

## 第 18 章 設備

18.1 為正確執行校正業務，量測系統負責人必須計畫管理要求，採購量測系統所需之儀器、設備、標準件等，並依本公司採購辦法辦理。採購標準件時，應取得校正報告或相關之驗證文件。

18.2 ....儀器設備履歷卡....

18.3 儀器須予適當之保養與維修，其程序....

18.4 實驗室因業務需求需攜出儀器/標準件時，....

18.5 每一項儀器，應適當的以標籤標示其使用及校正狀況。校正標籤....

18.6

## 第 19 章 量測追溯性

19.1 ....量測標準追溯體系圖，以確保....可追溯至國際公制單位。

19.2 凡用於校正之所有設備，包括具有重大影響之輔助設備，使用前均需經過校正，系統負責人須於年度結束前編列下年度校正計畫並維持該計畫。校正計畫內容....

19.3 實驗室應區分其儀器之校正需求，並制定校正週期，.....

19.4 追溯校正之作業程序依....

19.5

## 第 20 章 取樣

20.1

20.2

## 第 21 章 校正件的處理

21.1 凡客戶(包括內部與外部客戶)委託之校正件，其預約、收件、儲存、繳費、校正執行、報告產出、異動作業及稽催作業，依本公司校正收發作業手冊辦理。

21.2 ....收件準則....

21.3 校正申請單 or 工作委託單 or 測試委託單....

21.4 實驗室人員對客戶送校之相關資訊應予保密，以保障客戶權益。

## 第 22 章 校正結果的品質保證

22.1

21.2

## 第 23 章 報告結果

23.1

23.2 校正報告內容要項如....所示。

23.3 校正報告之修改依.....。

23.4 校正報告及校正標籤上應不包含任何校正週期之建議。

23.5 校正報告之重新發行...

23.6 在正式校正報告未完成審核發行前，如客戶要求先得知結果記錄，得經實驗室負責人同意後，將結果或數據之部份傳真或影印給予客戶，但不得提供整份報告(含影印本)結予客戶。

## 4.實驗室管理手冊

綠色再生建材檢測實驗室管理手冊撰寫內容可分為下列章節敘述：0.文件變更管制表1.目的2.範圍3.手冊之制定與修訂4.名詞定義5.實驗室簡介6.實驗室組織7.實驗室品質系統8.實驗室開放使用規範 9.人員管理及訓練10儀器設備管理11.物料管理12.檢測方法13.檢測記錄14.品質稽核與回饋改正15.檢測外包之管理16.實驗室安全衛生管理。目前已完成之實驗室管理手冊如附件三。

## 第四節 參考資料

- 1.綠色再生建材實驗設備建置之研究 內政部建築研究所 91 年度
- 2.含石綿廢棄物之認定標準檢驗方法研訂 行政院環境保護署環境保護所 中華民國 81 年 6 月
- 3.CNLA-RG01 中華民國實驗室認證體系 - 中華民國實驗室認證體系 實驗室認證共通規範
- 4.CNLA-RL01(1): 中華民國實驗室認證體系 - 營建工程測試領域特定規範 認證特定規範

## 第六章 綠色再生建材認定標準/制度與推動機制

### 第一節 規劃說明

依據行政院民國 90 年 3 月核定之「綠建築推動方案」中，揭示之總目標為：「積極推動維護生態環境之綠建築」。此外，其次目標之（四）為：「促進廢棄物減量，減少環境污染與衝擊」；次目標（五）為：「提昇資源有效利用技術，維護生態環境之平衡」。針對以上目標之達成，「綠建築推動方案」之實施方針第五條明訂應「研（修）訂建築廢棄物回收及再生利用相關技術規範與法規制度」。而在機關權責分工方面，內政部更職司「綠建築研究發展」，故應辦理「綠建材認定及檢測標準，建築廢棄物管理與回收制度，再生材質可回收低污染省能源產品獎勵制度..」等研究。此外，依據 91 年 7 月總統令頒之「資源回收再利用法」，其第七條明訂：「中央主管機關及中央目的事業主管機關，應依權責制定有關減少資源消耗，抑制廢棄物產生，及促進資源回收再利用之政策及法令，並付諸施行。」，第十六條中：「再生資源、再生產品應符合國家標準；無國家標準者，得由中央目的事業主管機關會商中央主管機關公告其標準；再生資源、再生產品不符合前項標準者，不適用本法第四章輔導獎勵措施之規定。」

因此，加強「建築廢棄物之再生利用研究」以減少資源消耗，並對於「再生產品研訂相關之標準規範」乃為內政部建築研究所積極推動之重要課題。

本分項計畫乃依據前項政策目標，建立「綠色再生建材」之認定標準。依原計畫構想係包括以下內涵：

- 環保性：於生產、施工、使用、棄置等各階段皆能減少環境污染，降低環境負荷，減少CO<sub>2</sub>排放
- 永續性：以回收國內本土性材料再生利用，而具延長生命週期及可重覆使用特性，以減少能源與天然資源之取用
- 健康性：長期使用對於健康與安全衛生之影響

- 機能性：材料性能與施工使用之便利性
- 經濟性：商業化產品價格之市場競爭性

然而依據與本計畫平行，且由內政部建築研究所本年度補助中華建築中心，而由成大江哲銘教授主持之另「綠建材標章推動計畫」所規劃，『綠建材標章』將包括四大指標，即健康、生態、再生與高性能。其中健康性指標，針對化學、物理及生物三部份的認定基準，將由該研究中陸續完成。為期計畫成果之一致性，因此本計畫將以『再生』部份之要求為主，而再兼顧滿足健康、生態、高性能三項『綠色』指標之要求。依據建築研究所之推動時程，希望能於本（92）年度底前將「綠建材標章認證制度」推動上路，因此在再生建材部份，將由本分項計畫配合負責完成規劃，以落實「綠建推動方案」之整體目標。

本分項計畫之目的係為開拓綠色再生建材之市場使用率和建立市場秩序。工作包括：確認技術需求、優先項目排序、加強溝通管道、增進驗證方法及結果的互通性。並持續對國內外未來的發展趨勢有所因應，研擬因應方案，加強與國內外相關制度團體之溝通，持續互動，以建立有利的推動機制。在主要計畫內容方面包括兩部份，詳如圖 6.1 之規劃。

第一部份：國內外相關認定標準與推動機制相關背景資料評析

第二部份：國內綠色再生建材規範與認定標準之建立

- (1) 制定綠色再生建材之認定指標
- (2) 綠色再生建材認定制度之建立
- (3) 綠色再生建材推動機制

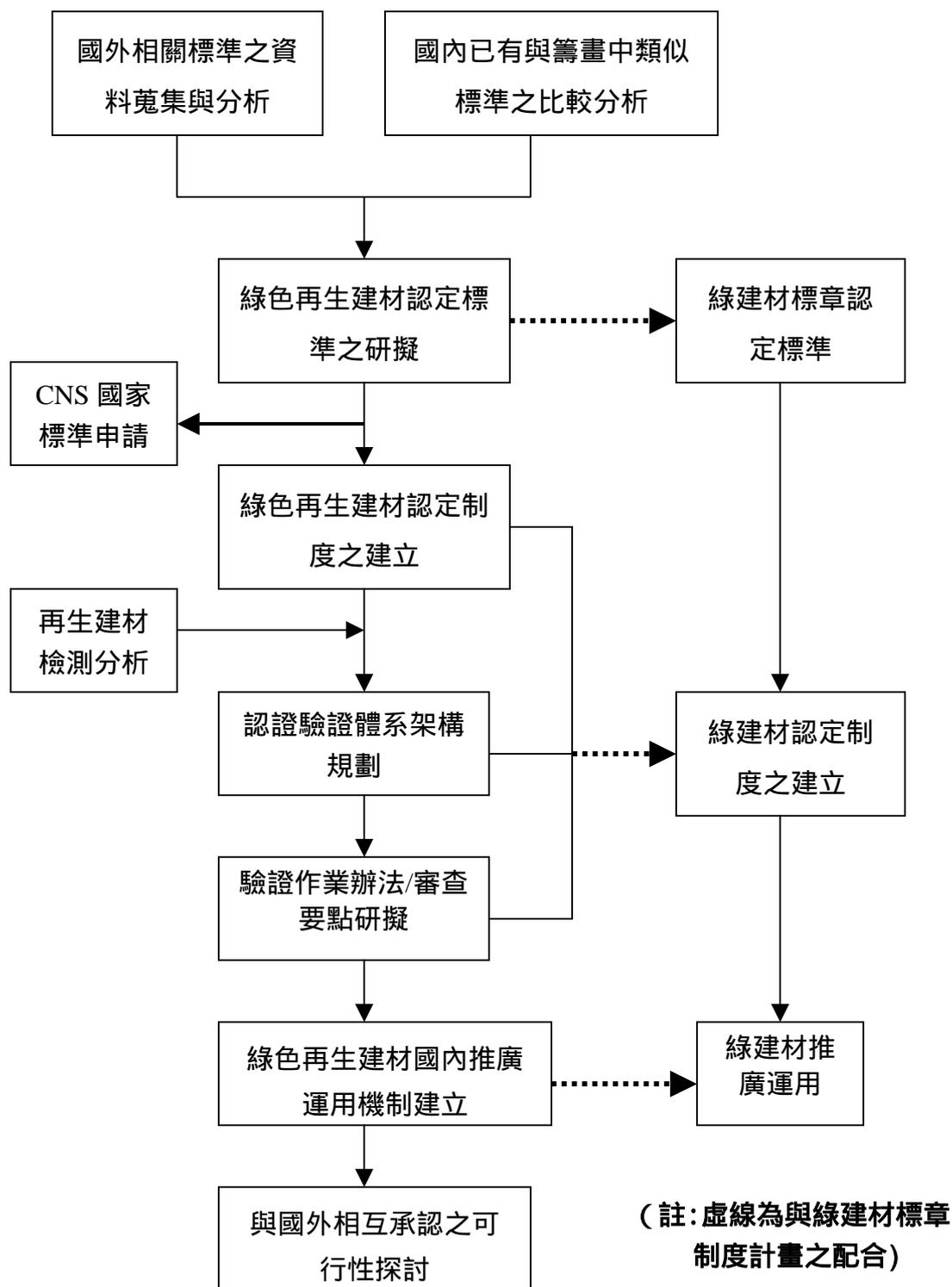


圖 6.1 綠色再生建材認定標準/制度與推動機制規劃

在對象選擇方面茲依據內政部建築研究所於民國九十一年度委託台大森林系王松永教授與中央大學土木系黃榮堯教授所分別辦理之「木質建材回收再利用之應用研究」與「建築廢棄物減量中程計畫研訂之研究」等兩項計畫之研究成果，及於民國九十一年七月二十五日「廢木材及廢混凝土回收再利用」工作會議記錄之結論，國內具市場潛力且值得加強推廣之再生建材為木質部份之粒片板、木片水泥板、踢腳板及課桌椅。而廢混凝土之再生建材部份則為高壓地磚、植草磚、圍牆空心磚、道路級配及消波塊等。因此未來再生建材之指標將以上述十大類為主。本計畫除於第三分項部份針對二類建築廢棄物回收再利用之綠色建材進行研發外，另將建立物性測定與產品驗證之標準程序，並將研擬再生綠色建材國家標準，而所須進行檢測分析之部份亦可望於本計畫第三分項部份之綠色再生建材檢測實驗室建置完成與通過 CNLA 認證後，執行任務。未來將制定再生綠色建材之產品規範及製造/施工規範。辦理示範觀摩，輔導業者進行生產製造。

在本章中將先說明國外現有綠色再生建材相關產品認定標準與標章推動機制，進而說明國內現有並存之各項同性質綠色標章制度與其推動方式，討論此種多項標章制度同時存在環境之利弊。接著將依據前項所討論的國外與國內類似標章制度之推動情況，研擬綠色再生建材在國內推動之制度建議，以及探討與國外相關制度簽訂相互承認協定之可行性方案，並提出實施建議。並針對前述國內較具潛在市場之綠建材研擬認定標準，以配合綠建材標推動之需要。

## 第二節 國外相關認定標準與推動機制說明

本部份之工作主要係蒐集國外相關產品之認定標準，包括各主要國家/區域組織，如美、加、日、德、歐盟、北歐等之標準（含機能性與環保性標準）。蒐集範圍含各國/區域組織所執行之第一類環保標準，第三類環境宣告及其他經第三者驗證之「綠色再生建材」產品。

### 國外再生建材規格標準之分析比較

本計畫所涵蓋之回收廢棄物來源包括家具廢棄物、纖維質廢棄物、塑膠廢料、玻璃廢棄物、混凝土磚石廢棄物、陶瓷類廢棄物等類廢棄物。這些廢棄物資源化產生的再生建材可以分為板材製品與磚材製品等兩類，所製造產生的再生產品則包括家具/門板、辦公課桌椅、棧板/模板、踢腳板、裝潢材料、防火隔間板、隔熱外牆板、圍牆空心磚、高壓地磚、植草磚、消波塊等類產品。

再生建材之標示一般是以環境訴求與宣告之形式表示，其規格標準則普遍呈現於第一類環保標章計畫中。全球各類環境訴求與宣告計畫可以分為三類計畫，其中僅有第一類計畫（環保標章計畫）具有特定之產品規格標準；第二類環境宣告屬於產品自行宣告性質，一般不具特定規格標準；第三類環境訴求與宣告計畫則僅具有“產品特殊要求事項（Product Specific Requirements，PSR）”，來規定其生命週期評估之一般與特殊考量與計算規定，此類計畫之內容並不具有產品規格標準。第一類與第三類環境訴求與宣告計畫之比較，詳見第二節內容。

因此本計畫中國外再生建材的規格標準蒐集工作，主要是蒐集全球主要的第一類環保標章計畫所公告的再生建材規格標準。目前蒐集的對象包括歐洲（德國、北歐、荷蘭）、亞洲（韓國、日本、泰國）、美洲（加拿大）、大洋洲（澳大利亞）等八個主要環保標章計畫的木類與石類再生建材環保產品的規格標準共計 20 餘項。

(一) 各國木類與石類再生建材規格標準摘要

茲將所蒐集之各國有關木類與石類再生建材規格標準之摘要，列於表 6.1 之“各國再生建材規格標準摘要表”中。詳細之各國規格標準內容另則列於本節之〈附錄一〉中。

表 6.1 各國再生建材規格標準摘要表

國家	適用產品/ 回收材料	背景	環境準則		品質 準則	測試 方法	驗 證 程 序	備 註
			一般規定	特殊規定				
澳大利亞	所有含石膏原料之灰泥板/5%回收石膏	有	製程（污染控制措施）、禁用CFC、廢棄物減量、回收措施、符合環保工安衛法規	紙（禁用原生木、氯漂白、難分解界面活性劑）、石膏（磷石膏、致癌物質、甲醛）、黏著/表面處理劑（禁用鹵化阻火劑、有機錫、重金屬、phthalate）	符合產品標準	須由經認證機構/實驗室進行	無	
加拿大	石膏板/ 核心 10%回收品、 20%FGD 石膏或核心 5%、 核心 50%FGD 石膏	有	無	無	CSA A82.27 （石膏板） ASTM 1278-94（石 膏板）	不詳	不詳	*
	隔熱材料（適用木與礦物質產品）/ 35%玻璃，45 -50% 礦物，75%木質素	有	符合環保工 安衛標準	須對臭氧層具 低衝擊、不得 為具危害性物 質	無	無	不詳	*
	竹木地板	有	無	外層應有水基 /UV 硬化塗 層。限用重金 屬、致癌物、 原生林木、 CITES 管制 物，規定 VOC 量	符合下列測試標準： ASTM D5230（磨損 度） ASTM D1037（硬度） ASTM D5116-90 （VOC 測量）、 CSA-Z809-96（原生 森林）			*

國家	適用產品/ 回收材料		背景	環境準則		品質 準則	測試 方法	驗 證 程 序	備 註
				一般規定	特殊規定				
日本	涵蓋多項回 收材料建材	至少 50%	有	符合所有環 保工安衛標 準	詳細規定，特 別是重金屬、 鹵化化學品、 CFC、毒性物 質、VOC、石 綿等	各類產品皆 有 JIS 標準	詳細規 定 JIS 5308 (無害 性)	詳細 規 定	
		回收瓷磚塊	至少 50%	有	符合所有環 保工安衛標 準	石棉、不得排 放危害性物 質、重金屬	符合 JIS 產 品標準	無	無
	飛灰建材/ 60%發電廠飛灰		有	符合所有環 保工安衛標 準	毒性物質、阻 火劑、抗菌 劑、生物分解 塑膠	符合 JIS 產 品標準	無	無	
	植物成長混泥土 塊/使用飛灰或灰 渣製造產品		有	符合所有環 保工安衛標 準	溶出金屬合 格、阻火劑、 抗菌劑、生物 分解塑膠	符合 JIS 產 品標準	無	無	
	回收材料製造之 舖地材料/ 50%回收建築廢棄 物製造		有	符合所有環 保工安衛標 準	阻火劑、抗菌 劑、生物分解 塑膠	符合 JIS 產 品標準	無	無	
	木板產品/ 使用廢棄木材製 造產品		有	符合所有環 保工安衛標 準	添加劑、驅蟻 劑、保存劑、 除蟲劑、阻火 劑、甲苯、二 甲苯、甲醛、 阻火劑、抗菌 劑、生物分解 塑膠	JIS A 5905 JIS A 5908	無		
	回收木產品/ >14cm 直徑廢木製 造		有	符合所有環 保工安衛標 準	添加劑、驅蟻 劑、保存劑、 除蟲劑、阻火 劑、甲苯、二 甲苯、甲醛、 阻火劑、抗菌 劑、生物分解 塑膠	JIS 標準 室內產品符 合 88/378/EEC EN 71-3	無		

國家	適用產品/ 回收材料		背景	環境準則		品質 準則	測試 方法	驗 證 程 序	備 註
				一般規定	特殊規定				
	回收塑膠產 品		有	符合所有環 保工安衛標 準	禁用鹵化阻火 劑、有機錫、 重金屬、阻火 劑、抗菌劑、 有害/危害性 物質				
德 國	石膏板	100% FGD 石膏	有		規定輻射限量 與有害物質含 量	相關產品標 準 DIN 18180	無	詳 細 規 定	
	回收塑膠產 品	80%	有		禁用毒性/危 害性化學品與 致癌物	相關產品標 準 DIN/ISO 11469 標示規 定	無	詳 細 規 定	
	廢玻璃建材	51%	有		禁用毒性/危 害性化學品與 致癌物		無	詳 細 規 定	
韓 國	建築材料	40- 60%	無	符合所有環 保工安衛標 準	重金屬含量	詳細規定 KSL8511, KSL 8520 (廢灰磚) KSF 6304, 6306, 9101, 9102 (絕緣 材料), KSF 4002, 4002 (磚) KSF5210, 2527, 2544, 2537, 2535, 2525 (各類無機類 建築材料)		詳 細 規 定	
	回收木材辦 公桌	60%	無	符合所有環 保工安衛標 準	甲醛、重金 屬、VOC	KSF 3200 6.15.1 (纖 維板) EN 71-part III (元素轉移測試)		詳 細 規 定	
	木製模板 (Molding)		無	符合所有環 保工安衛標 準	無	KSF 3104 KSF 3201 KSF 3202	KSA 1104 運 貨棧板 測試方 法	詳 細 規 定	

國家	適用產品/ 回收材料		背景	環境準則		品質 準則	測試 方法	驗 證 程 序	備 註
				一般規定	特殊規定				
荷蘭	混凝土地磚	25%		無	無	無	無		
北歐	建築、家具、裝潢面板	50%	有	符合所有環保工安衛標準	重金屬、回收木材、禁用原生木、氯標白劑紙、禁含致癌物質、鹵化阻火劑、有機溶劑、重金屬、甲醛、phthalate	符合產品標準	含有所有禁用物質測試之詳細規定	詳細規定	
泰國	隔熱材料	80%	無	符合所有環保工安衛標準	CFC、有害物質	TISI 486 , 486 , 488 , 1334、ISO 1043 塑膠標示規定/無	無		

## (二) 各國再生建材規格標準之分析與比較

由表 6.1 中所示之各國再生建材規格標準之產品分類、內容章節、重點規定等考量面，茲比較各國規格標準如下：

### 1. 各國再生建材規格標準之分類方式

各國第一類環保標章計畫對於再生建材之分類方式，可以分為三種。第一種分類是以特定再生建材產品為基礎，例如澳大利亞計畫的“石膏板”；加拿大計畫的“石膏板”、“隔熱/材料”、“竹木地板”；日本計畫的“回收材料瓷磚塊”、“植草磚”、“鋪地磚”；德國計畫的“石膏板”；韓國計畫的“回收木材”、“木製模板”；荷蘭的“混擬土地磚”等皆是。

第二種是以特定回收廢棄物原料為分類基礎，例如日本計畫的“飛灰建材”、“回收木產品”、“回收塑膠產品”；德國計畫的“回收塑膠製品”、“廢玻璃建材”等皆是。

第三種則是包括各種廢棄物原料與各類產品之總括性標準，例如日本計畫的“回收材料製成建材”；韓國計畫的“建築材料”等皆是。這類規格標準的內容通常是前述兩類標準內容之綜合，並可以和前述單項原料/產品標準並存，例如日本的回收材料建材標準即指出，涵蓋的單項產品/原料若有對應之單項產品/原料環保標章標準存在時，依然需要符合此單項規格標準之規範。

### 2. 各國再生建材規格標準之內容比較

各國第一類環保標章計畫規格標準之內容，大致可以分為以下八個部分。各國標準多會包含其中數個部分，但未必每個部分都包含。這八個部分之內容大致如下：

- (1) 環境背景說明：制定此項規格標準之背景、主要訴求等；
- (2) 專有名詞定義：定義標準中使用的特殊專有名詞；
- (3) 適用範圍：此規格標準適用之產品種類、例外項目、至少需具備回收材料比率等；

(4) 環境準則：

- a. 一般規定：例如製程應該符合適用相關空水廢環保法規與工安衛法規；
- b. 特殊規定：例如木類產品 VOC 排放允許量與表面塗料含重金屬/毒性物質含量規定。

(5) 品質準則：指出產品所應符合之產品標準與性能標準規定，例如對於石膏板、粒片板、纖維板之品質標準；

(6) 測試方法：產品應通過之測試方法敘述，或是應引用之測試方法，例如 VOC 測試方法、重金屬溶出試驗等；

(7) 驗證程序：取得驗證所需步驟、測試以及繳交文件等規定；

(8) 其他事項：例如包裝標示規定等。

如本章之前研所述，本「綠色再生建材認定標」準為內政部建築研究所推動「綠建材」標章制度之一環，前項中有關(4)環境準則在綠建材指標中將可考慮納入為生態性與健康性指標中。

大致來說，單一產品規格標準內容較為單純；涵蓋由一項廢棄物原料製成之多項產品的標準內容較複雜；但涵蓋多項原料與多項產品的總括性標準內容最為複雜。

但各國再生建材規格標準之規定內容詳細程度，除因規格標準涵蓋產品與原料複雜度不同外，各計畫之間亦具有極大差異。例如北歐天鵝標章計畫的規格標準通常最為詳盡，包括所有計算方式、測試標準以及驗證程序；韓國環保標章計畫的規格標準內容也極為詳細，包括所有驗證需要資訊；日本計畫則是早期制定的規格標準較為簡要，這幾年公布的標準內容規定則越來越詳細。

我國與泰國環保標章計畫的規格標準內容則較為簡要，其中大多並未包括驗證手續與相關產品與測試標準資訊於規格標準條文之內，而是採取另外提供此類資訊之方式，分開列出於規格標準之外。

### 3.石質類再生建材標準之重點規定

有關於石質類再生建材標準之重點規定，可參考我國環保標章計畫

之”資源回收再利用建材”與”回收玻璃容器再生品”等兩個產品項目之規格標準內容。我國標準與其他國家之標準相較雖然內容較為簡要，但重點其實相同，亦即是針對其中所含可溶出毒性/危害性物質進行管制。

北歐與日韓等國之標準內容雖然較我國標準為複雜，但多出之部分僅為產品標準、測試方法及驗證程序，其管制毒性物質之精神相同。我國環保標章計畫的這兩項石類再生建材規格標準為如下所示：

### **資源回收再利用建材 我國環保標章規格標準**

1. 資源回收再利用建材係指不經窯燒而回收料摻配比率大於百分之七十所製成之產品。
2. 本規格標準之適用範圍，包括混凝土類、石膏類、矽酸鈣類及石材類產品。
3. 回收料之來源包括依廢棄物清理法規定所公告或核准為可再利用之廢棄物及依資源回收再利用法公告為資源者。
4. 產品應通過有害事業廢棄物認定標準附表三，毒性溶出試驗（TCLP）管制值。
5. 申請產品項目以本規格分類為主，若產品只有尺寸大小、顏色及包裝量之差異時，視為同一產品。
6. 標章使用者的名稱以及住址（或服務專線）須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
7. 產品或包裝上須標示「資源再利用」。

### **回收玻璃容器再生品 我國環保標章規格標準**

1. 回收玻璃係回收廢玻璃品，不含工廠製程本身產生的玻璃碎屑、不良品等。
2. 回收玻璃容器再生品之回收玻璃添加量應在 35%以上。

3. 回收玻璃容器再生品之原料應不得含有環保署公告之毒性化學物質。
4. 回收玻璃的來源、比例以及產品之用途、種類需詳細填寫在申請文件中。
5. 若產品只有尺寸大小、包裝量之差異時，視為同一類型產品。
6. 標章使用者的名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
7. 產品品質須符合該項玻璃製品的國家標準。使用於食品之容器須符合國家食品衛生法規標準。
8. 產品或包裝上需標示「 %玻璃再生品」。

#### 4.木質類再生建材標準之重點規定

有關於木類再生建材規格標準之重點規定，可參考我國環保標章計畫之“木製玩具”與“木製家具”等兩個產品項目之規格標準內容。其中木製玩具這一項標準雖然非針對回收廢棄木材，但同樣屬於對木製品的管制規定。我國標準與其他國家之標準相較雖然內容較為簡要，但管制重點其實相同。

對木製產品之環保標章規格標準一般都較為複雜，因為木製產品的木材原料本身取得即有爭議，許多國家皆規定木材原料不得取自原始森林木材，或須來自經過永續森林驗證之木材；木材通常需要經過保存處理，其中涉及許多含毒性物質之化學品；木材產品製程中亦使用多種黏結劑、添加劑以及表面塗料，其中許多皆含有管制物質。對於木製品的管制標準通常涵蓋對於這些事項之規定，因此內容較為複雜。

各國之管制重點即如前所述是對於木材取得方式、木材處理/保存劑、黏接劑、表面塗料、添加劑中毒性物質之管制。

北歐與日韓等國之標準內容雖然較我國標準為複雜，但多出之部分僅為產品標準、測試方法及驗證程序等規定，其管制毒性物質之精神相同。

### 木製玩具 我國環保標章規格標準

1. 木製玩具係指由木料組成佔 90% (重量比) (含) 以上之玩具，並具環保教育功能之玩具。
2. 產品所使用的原料種類、來源及比例須詳細填寫在申請文件上，其中應包含使用木材之樹種、來源產地(包括國別及區域名稱)。並應提出不含鹵素或砷化物防腐劑證明。
3. 使用之木料不得含有任何接著劑 (binders)。
4. 本項產品表面與邊緣必須平滑 (smooth)。
5. 本項產品必須符合有關玩具健康、安全與使用標準 (法規) 之要求。
6. 本項產品表面塗裝應符合下列規定：
  - 原料或製程中不得含有銻、砷、鋇、鎘、汞、硒、鉛、六價鉻及其化合物。
  - 原料或製程中不得含有芳香族溶劑、甲醛或含鹵素溶劑。
  - 燃點高於攝氏 61 (含) 度以上。
  - 油漆或染料之揮發性有機化合物含量應小於 200 (含) mg/L。
7. 產品及製程中不得使用蒙特婁議定書之管制物質。包裝材質不得為 PVC 或其他含氯塑橡膠且厚度不得大於 0.75 (含) 公厘，開口不得大於 35.6 (含) 公分，並須有預防窒息之警告標誌。
8. 本項產品或包裝上須標示「省資源、低污染」。
9. 標章使用者的名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
10. 本項產品出貨時包裝之紙箱應採用回收紙混合比佔 80% (含) 以上所製成之紙箱。

附註：本規格標準最新修改日期為 89 年 7 月 4 日

### 木製傢俱 我國環保標章規格標準

1. 木製傢俱產品係指重量百分比 90% (含) 以上由木材製成，且各木製部分原料須是出自人工培育林 (意指非原始林) 之木材或混合率達 100% 之回收木材再生品的各類傢俱產品。
2. 產品所使用的原料種類、來源及比例須詳細填寫在申請文件上，其中應包含使用木材之樹種、來源產地 (包括國別及區域名稱)。並應提出不含鹵性防腐劑證明。
3. 產品所使用的塗料不得含有銻、砷、鋇、鎘、汞、硒、鉛、六價鉻及其化合物。並不得含有鹵性溶劑。

4. 產品之甲醛釋出量不得超過 0.5 mg/L。
5. 產品中不得含有環保署公告之毒性化學物質。
6. 若產品只有尺寸大小、包裝量之差異時，視為同一產品。
7. 標章使用者的名稱以及地址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及地址須一併記載於產品或包裝上。

產品或包裝上須標示「省資源、低污染」。

註：本項產品出貨時包裝之瓦楞紙箱應採用回收紙混合比例占 80%（含）以上所製成之瓦楞紙箱。

由附錄一所示之各國再生建材所涵蓋之標準，另將我國現有環保標章中類似之標準作比較如表 6.2 所示。

表 6.2 我國與全球各國環保標章之再生建材規格標準分析比較表

國家	產品	回收材料	限制/禁用物質（是/否）	測試方法	其餘環境特性	其餘規定
澳大利亞	石膏板	5%	詳細規定		3	1, 2
加拿大	石膏板	10-50% 不等				1
	隔熱材料	35- 75% 不等				1, 2
日本	回收材料建材	至少 50%	詳細規定		3	1, 2
	回收瓷磚塊					
	飛灰建材	60%				
	植物成長混凝土塊					
德國	石膏板	100% FGD	詳細規定	詳細規定		1, 2
韓國	建築材料	40- 60%	詳細規定	詳細規定		1, 2
荷蘭	混凝土地磚	25%				
北歐	建築面板	50%	詳細規定	詳細規定	3	1, 2
泰國	絕緣材料	80%				1, 2
中國大陸	磷石膏建材	70%	詳細規定	詳細規定	2	
中華民國	包括混凝土類、石膏類、矽酸鈣類及石材類	70%		TCLP	2	

註：

1. 要求與傳統產品與同等功能。
2. 要求符合環保與工安衛規定。
3. 規定製程之污染排放量。

## 附錄一 各國第一類環保標章組織之再生建材規格標準內容簡介

### 一、澳大利亞環保標章計畫 (AELA)

“石膏板 (Gypsum Plasterboard)”規格標準內容概要  
(2002 年 10 月 14 日公告)

定義：BOD、COD、標章、易生物分解

#### 1. 石膏板造成之環境負荷

澳洲之廢棄物掩埋場中約 30%為建築廢棄物，其中大多為石膏板。因此有必要提倡石膏板廢棄物再生利用，以減少固體廢棄物。

2. 適用產品範圍：涵蓋所有原料包括石膏之灰泥板 (plasterboard) 產品。

#### 3. 環境績效準則

3.1 適合用途：符合其預期用途之相關國內與國際標準。

#### 3.2 禁止使用物質

3.2.1 紙類原料：1.製紙原料不得來自原生森林；2.不得使用氯漂白製程 (廢紙除外)；3.製紙過程中不得使用無法輕易分解之界面活性劑 (依據 OECD 化學品測試指導綱要規定)。

3.2.2 石膏原料：1.至少含有重量 5%的回收石膏；2.成分中或製程中不得使用或含有磷石膏、致癌物質 (依據國際癌症研究中心分類之第 1 類與第 2A 類，[www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)) 含量超過國家規定或甲醛 (或具使用過程中會釋放出甲醛之可能性)。

#### 3.3 製造過程之要求事項

##### 3.3.1 製程：

1. 需要具有效措施來控制廢氣 (包括粉塵與二氧化硫) 之排放；
2. 需要具有效措施來控制廢水 (包括懸浮固體與 COD) 之排放；
3. 產品或原料之製程中不得使用 CFC 或海龍。
4. 用以清潔生產設備之溶劑不得使用蒙特婁公約 (附件 A, B, C) 管制之化學物。

3.3.2 黏接劑、添加劑及表面處理劑之處方或製造不得使用：

1. 有機錫化合物；
2. 鹵化有機黏接劑；
3. 鹵化有機阻火劑；
4. 鹵化有機或芳香族溶劑；
5. 含 methyl, ethyl, propyl, butyl, octyl 等官能基之 phthalates；
6. 含鉛、鎘、鉻及汞等重金屬與其化合物之顏料或添加劑。

3.3.3 廢棄物減量：石膏板製造廠商必須具備有效的廢棄物減量政策與措施來進行廢棄物減量工作。

3.4 回收能力：石膏板之塗裝、標示或浸漬方式不得妨礙在國內與國外進行回收工作之進行。

3.5 符合所有相關之環保法規。

3.6 符合所有相關之勞工和職業安全與衛生法規。

#### 4.0 符合性測試

必須經由 AELA 認可之驗證機構之稽核員評鑑認定符合本規格標準之規定。相關之產品測試應由經過國家認可之實驗室來進行。

資料來源：<http://www.aela.org.au/publications/GypsumPlasterboard.pdf>

## 二、加拿大環境選擇標章計畫

### 石膏牆板 (Gypsum Wallboard) 規格標準摘要

#### 1. 環境負荷

1990 年加拿大銷售的石膏牆板約為 2.79 億平方公尺。石膏板的製造需要消耗大量能源與資源，廢棄之後則造成固體廢棄物問題。

#### 2. 驗證準則

2.1 需要符合 CAN/CSA-A 82.27 石膏板產品與纖維補強石膏板產品標準和 ASTM C1278-94 纖維補強石膏板標準之規定。

2.2 依據製造廠三個月生產數據平均值計算，產品需含有：1. 產品核心至少含有重量 10% 之回收材料；2. 含有重量 20% 之煙氣道除硫 (FGD) 石膏與在核心含有重量 5% 之回收材料；3. 在核心含有至少 50% 重量之 FGD 石膏。

資料來源：<http://www.environmentalchoice.com/Company.cfm?group=31&cat=36>

## 絕緣隔熱材料 ( Thermal Insulation )

### 1. 環境負荷

大多數絕緣材料為塑膠、玻璃纖維與木質纖維等材料製成。這些材料的製造耗費大量能源與資源，廢棄之後並形成固體廢棄物處置問題。

#### 驗證準則

- 1.1 玻璃纖維製成之板狀、條狀及噴灑式絕緣材料至少需含有產品重量 35%的回收材料；
- 1.2 礦物質製成之板狀絕緣材料需至少含有完成品重量 45%之回收材料；使用礦物纖維毛製成之寬鬆棉狀或噴灑式絕緣材料至少需含有完成品 50%重量之回收材料；
- 1.3 木質纖維素 ( cellulose ) 製成之絕緣材料至少需含有完成品 75%重量之回收材料；
- 1.4 除了符合上述回收材料比率規定，塑膠泡綿質之絕緣材料需能證明對臭氧層與溫室效應具有低度衝擊；
- 1.5 所有隔熱絕緣材料均須符合或超越政府之相關產品性能與工業安全標準；
- 1.6 不得被依據危險產品法之消費者化學品與容器規定要求標示為具毒性、具腐蝕性、具可燃性或具爆炸性。

<http://www.environmentalchoice.com/Company.cfm?group=39&cat=36>

## 竹材與其他原生木材替代地板覆蓋產品

( Bamboo & Other Virgin Wood-substitute Flooring Products )

### 背景

目前住家與商業建築物使用的軟木或硬木地板使用的木材需要用 40-60 年的生長期才能收成使用。使用廢棄木料或其他快速成長植物( 例如竹子 ) 製造的地板產品，會是可行之原生木材替代產品，例如竹子只須 4-5 年即可收成，因此環境衝擊較低。

#### 驗證準則

1. 符合或超過 ASTM D5230 之"Taber 磨損測試"規定；
2. 符合或超過 ASTM D1037 之"硬度測試"規定；

3. 依據”ASTM D5116-90 在小規格環境室測試市內產品之有機物排放量標準”測試時，VOC（包括甲醛）排放量不得超過 0.5 mg/m<sup>2</sup>/hr；
4. 外層應具有一層水基( water-based )或可 100%UV 硬化表面塗層( 100% solid UV curable coating )；
5. 如果表面塗層為水基，則此塗層必須符合”ECP-76 表面塗料( surface coatings )”之規定；
6. 不得使用含有下列物質之塗料：  
製造原料或處方中含有砷、鎘、鉻、汞、鉛、鎳，與/或；可能致癌或導致突變物質。
7. 至少具有年 10 年的使用保證期；
8. 不得使用依據華盛頓公約( CITES )收成或交易之木材；
9. 如果使用快速成長之材料( 例如竹子 )，則此材料必須收成自依據永續收成原則( 例如 CAN/CSA-Z809-96 )或永續森林管理系統)或經過 FSC 或 INBAR 計畫驗證之林區。

資料來源：<http://www.environmentalchoice.com/Company.cfm?group=32&cat=36>

### 三、日本環境標誌計畫

“回收材料製造之建築材料( Building Products Using Recycled Materials )”

規格標準內容概要

( 2002 年 4 月 20 日公告，第 123 號 )

#### 1. 環境背景

建築材料使用大量資源製造，廢棄時並製造固體廢棄物問題，因此需要減少資源使用量與廢棄物之產生。

#### 2. 適用產品範圍：

- 2.1. 各項石膏與含木質/毛質/紙質水泥板；
- 2.2. 屋頂( 瓷磚、瓦片 )與地板材料( 榻榻米 )；
- 2.3. 內牆( 壁紙 )與外部( 塑膠地板材料 )材料；
- 2.4. 塗裝材料( 灰泥板與牆壁之塗料 )；
- 2.5. 屋頂覆蓋/處理材料( 防水漆、防水柏油毯、防水層 )；
- 2.6. 隔熱/吸音材料；

- 2.7.水泥材料；
- 2.8.其他建材產品。
- 3. 名詞定義
- 4. 環境績效準則
  - 4.1 一般要求事項：
    - 4.1.1.需至少使用一種附件一所規定之回收材料製造，金屬材料與紙板（cardboard）材料不被視為是回收材料；
    - 4.1.2.前述回收材料之重量總和至少需為產品重量之 50%；若為數種材料之混合，則超過產品 20%重量之混合材料中回收材料之含量不得低於附件一所示規定數量；
    - 4.1.3.製程須符合所有相關之環保法規，包括廢水、廢氣及廢棄物之規定；
    - 4.1.4.製程若使用熱處理時，需考慮到二氧化碳之排放量；
    - 4.1.5.產品之製造與使用過程中不得排放出具危害性物質（例如重金屬），參考土壤污染法對於鎘、砷、硒、六價鉻、汞及鉛等六種重金屬之釋出標準。
    - 4.1.6.產品之處理、使用及拆除分解過程中不得排放出含危害性物質（例如鉛、鎘、汞及砷）之粉塵；
    - 4.1.7.產品出售時需伴隨提供具產品處理、安裝、使用、拆解及回收資訊之文件。
    - 4.1.8.產品包裝需考量到減少資源使用與廢棄回收等問題，包裝物若含金屬材料時，須設計成易於分離與回收。
  - 4.2 一般材料準則： 產品使用原料中若含有超過重量 20%之下列回收物質，則須遵守以下規定
    - (A) 塑膠：
      - (1) 不得含有第 118 號規格標準“回收材料製造之塑膠”中所禁止使用之毒性化學品；
      - (2) 不得含有鹵化聚合物；
      - (3) 製程中的發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A， B， C， E 管制之化學品；

- (4) 若產品使用年限低於 20 年時，需確保所含塑膠超過 70%再廢棄時會被回收。
- (B) 木材與稻草
  - (1) 使用之抗霉、保存及除蟲劑需經日本木材保存協會批准，並不得含有鉻、砷或 pyrethroids；
  - (2) 室內產品之製程不得使用甲苯或二甲苯，且甲醛排放量應低於 0.5 mg/L。
- (C) 紙、橡膠、灰渣、污泥、爐渣、石膏等材料不具一般材料規定。
- (D) 玻璃纖維與玻璃碎片
  - (1) 使用玻璃與混凝土製成混合物且未經熱處理 ( non-fired ) 產品應通過 JISA 5308 無害測試。
  - (2) 玻璃碎片產品應經過無邊緣處理 ( edgeless processing ) 。
- 4.3 特定環境準則
- (E) 板類製品
  - (1) 產品使用後應可回收或其各種製造材料應可順利分離；
- (F) 屋頂 ( 天花板 ) / 地板材料 ( 榻榻米 )
  - (1) 稻草製品應具覆蓋，以確保可長期使用；
  - (2) 產品使用後應可回收或其各種製造材料應可順利分離；
- (G) 外層材料 ( 塑膠地板 ) 不具特定準則
- (H) 內層材料 ( 壁紙等 )
  - (1) 產品使用後應可回收或其各種製造材料應可順利分離；
- (I) 塗裝材料
  - (2) 使用之抗霉、保存及除蟲劑不得含有鉻、砷或 pyrethroids；
  - (3) 不得使用芳香族有機化合物或具相同光化學反應之化合物作為溶劑；
  - (4) 不得使用含鉛、鉻、鎘及其他毒性物質之顏料。
  - (5) 製程中的發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A，B，C，E 管制之化學品；
  - (6) 應該具有回收盛裝塗料空容器之回收體系。
- (J) 屋瓦材料：

- (1) 不得含有石綿
- (K) 隔熱/吸音材料
  - (1) 製程中的發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A, B, C, E 管制之化學品；
  - (2) 不得含有石綿；
  - (3) 產品使用後應可回收或其各種製造材料應可順利分離
- (L) 水泥
  - 30. 使用後應可被視為水泥或碎石塊方式回收。
- (M) 其他建築材料
  - 31. 應可連續使用 20 年以上；
  - 32. 使用後應可被視為碎石塊或一般物品回收，若使用數種製造材料，這些材料應可順利分離。

4.4 品質準則：各項建材產品應符合相關之日本產品品質規定。

## 5 驗證程序（略）

附件一（摘要） 回收材料之標準混合比率

回收材料	標準混合物數量（重量%）	
塑膠	50	
橡膠	100	
木材	100	
非室內用紙	100	
室內用紙	50	
稻草	100	
陶瓷廢棄物/焚化飛灰與污泥渣	60（室溫成形產品）	50（高溫火化成形產品）
鼓風爐爐渣	100	
煉鋼渣	100	
煤灰	100	
石膏（包括除硫程序石膏）	100	

回收材料	標準混合物數量 (重量%)
玻璃棉 ( glass wool )	100
礦石棉 ( rock wool )	100
碎玻璃	100
瀝青	100

備註：來自採石場或是採礦場之開採廢棄物，不被視為是回收材料。

法規解釋

(略)

資料來源：[http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/123\\_e.pdf](http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/123_e.pdf)

## “回收材料製造之磁磚塊”規格標準內容概要

(2000年12月1日公告，第109號)

### 1. 環境背景

建築材料使用大量資源製造，廢棄時並製造固體廢棄物問題，因此需要減少資源使用量與廢棄物之產生。

### 2. 適用產品範圍：包括瓷磚、磚塊及其他塊狀建材產品。

### 3. 名詞定義

### 4. 環境績效準則

#### 4.1 一般要求事項：

1. 需至少使用一種附表一所規定之回收材料製造；
2. 前述回收材料之重量總合至少需為附表一規定產品重量百分比；
3. 製程須符合所有相關之環保法規，包括廢水、廢氣及廢棄物之規定；
4. 製程若使用熱處理時，需考慮到二氧化碳之排放量；
5. 產品之使用過程中不得排放出具危害性物質(例如重金屬)；
6. 產品之處理、使用及拆除分解過程中不得排放出含危害性物質(例如重金屬)之粉塵；
7. 產品之回收及廢棄處理至少需與現有產品具相等容易度。

#### 4.2 品質準則：各項建材產品應符合相關之日本產品品質規定。

## 5. 驗證程序 (略)

資料來源：[http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/109\\_e.pdf](http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/109_e.pdf)

### “飛灰建築材料”規格標準內容概要

(2002年6月6日修訂公告，第65號)

#### 1. 驗證準則

- (1) 本產品至少應含有 60% 發電廠產生之飛灰；
- (2) 本產品之成分應不含毒性物質；
- (3) 本產品之耐用性應與等同於具類似功能之傳統產品；
- (4) 本產品應符合相關之 JIS 品質與安全標準。

#### 2. 驗證規定事項

- (1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；
- (2) 本產品分類係依據品牌分類，而非依據產品包裝大小或顏色分類。
- (3) 標章底下應標明“節約資源使用”。

資料來源：[http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/065\\_e.pdf](http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/065_e.pdf)

### “支持植物生長之混泥土磚塊”規格標準內容概要

(2002年6月6日修訂公告，第61號)

#### 1. 驗證準則

- (1) 本規格標準適用至少具有 30% 表面積供植物生長和 60% 表面積裝有泥土之混泥土鋪地磚塊；
- (2) 用飛灰或灰渣製成產品之溶出重金屬值應符合土壤污染法規之規定；
- (3) 產品應符合相關之 JIS 品質與安全標準。

#### 2. 驗證規定事項

- (1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；
- (2) 本產品分類係依據品牌分類，而非依據產品包裝大小或顏色分

類。

(3) 標章底下應標明“利用泥土資源”。

資料來源：[http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/061\\_e.pdf](http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/061_e.pdf)

“回收材料製造之鋪地材料 ( Recycled Paving Materials ) ”

規格標準內容概要

( 2002 年 6 月 6 日修訂公告，第 56 號 )

#### 1. 驗證準則

- (1) 本規格標準適用於回收建築廢棄物製造之回收鋪路材料或熱瀝青混合物產品，並至少含有 50% 回收建築廢棄物製造之砂石 ( aggregate ) ；
- (2) 回收砂石之回收過程與鋪路材料之製造過程，須具備充分之噪音、油煙、煙塵以及殘餘廢棄物污染預防措施；
- (3) 產品須符合“鋪路材料回收廠之技術綱要”的規定。

#### 2. 驗證規定事項

- (1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；
- (2) 本產品分類係依據品牌分類，而非依據產品包裝大小或顏色分類。
- (3) 標章底下應標明“有效利用資源”。

資料來源：[http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/056\\_e.pdf](http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/056_e.pdf)

木材或類似材料製造之木板

“ ( Board Made of Wood or the Like ) ”

規格標準內容概要 ( 第 111 號 )

#### 1. 環境背景

纖維板 ( fibre board ) 一般係採用回收廢棄木材製造，因此其使用應該予以鼓勵。( 略 )

2. 適用產品：符合日本工業標準 JIS A5905 或 JIS A5908 的板類製品。

3. 名詞定義：再用/未使用木材：回收之廢棄木材與未經使用過之低級木材、下角料。

#### 4. 驗證準則

##### 4.1 環境準則

- (1) 產品之木材組件須含有 100%的再用/未使用木材；
- (2) 產品若有使用非再用/未使用木材的材料，此部份之重量不得超過產品 5%；
- (3) 不得使用添加劑（黏接劑、硬化劑以及蠟）、驅蟻劑、保存劑（例如 CCA）以及含阻火劑油漆。（應避免使用含有這些添加劑之再用/未使用木材）。不得使用甲苯與二甲苯；
- (4) 來自材料的甲醛排放量體積應低於 0.5 g/L；
- (5) 應考慮減輕在使用焚化最終處置時之環境負荷；
- (6) 製造過程須符合相關的廢水、廢氣、固體廢棄物、噪音、臭味等環保法規規定；
- (7) 應考慮在纖維板製造過程之能源使用問題。

##### 4.2 品質準則

木板製品須符合 JIS A 5905 與 JIS A 5908 之規定，其餘製品應符合相關 JIS 產品標準之規定。

#### 5 驗證程序（略）

#### 6. 其他要求事項

- (1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；
- (2) 本產品分類係依據 JIS A 5905 2.1/A5908 2.1，而非依據產品包裝大小或顏色分類。
- (3) 標章底下應標明“含有 100% 回收木材”或“含有 XX 材料”。

資料來源：<http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/111e.pdf>

#### 使用疏林產生或小樹枝製造之木材產品

“（Wooden Products Made of Waste Wood）”

規格標準內容概要（第 115 號）

##### 1. 環境背景

為維持林相進行的疏林工作會產生大量小口徑之廢棄木材，需要加

以利用，以避免廢棄物問題。(略)

2. 適用產品：適用於此類木材製造之各類產品。包括室內、室外、遊樂場、包裝材料土壤改質劑與活性碳等各類製品。
3. 名詞定義：小口徑木材為直徑 14cm 以下木材，並定義其餘各類名詞定義。

#### 4. 驗證準則

##### 4.1 環境準則

- (1) 產品之木材組件須含有 100%的廢棄木材；
- (2) 整個產品之廢棄木材部分須佔產品重量至少 70%(20 °C 與 65% 溼度下量測)；
- (3) 包裝材料、焦炭、土壤改質劑、活性碳產品不得使用回收建築廢棄木材製造；
- (4) 使用廢棄建材製造之產品不得含有重金屬；
- (5) 除室外產品外不得使用驅蟻劑、防蟲劑與保存劑，若使用時這些藥劑須經日本木材保存協會批准。不得使用含有鉻、砷或 pyrethroids 之藥劑；
- (6) 產品出廠時，不得排放甲苯與二甲苯；
- (7) 室內使用產品須符合 88/378/EEC EN 71-3 的規定；
- (8) 室內使用產品之甲醛排放量體積應低於 0.5 g/L；
- (9) 應考慮減輕在使用焚化最終處置時之環境負荷；
- (10) 符合相關的廢水、廢氣、固體廢棄物、噪音、臭味等環保法規規定；
- (11) 應考慮產品製造過程之能源使用問題；
- (12) 產品包裝應考慮節約資源、易於回收與減輕焚化環境負荷等議題。

##### 4.2 品質準則

應符合 JIS 對相關產品之品質規範標準。詳細列出對焦炭與活性碳之性能規定(略)。

#### 5 驗證程序(略)

#### 6. 其他要求事項

- (1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；
- (2) 本產品分類係依據品牌與用途，而非依據產品包裝大小或顏色分類。
- (3) 標章底下應標明“使用 XX%回收木材”。

資料來源：<http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/115e.pdf>

## 回收塑膠製造產品

“ ( Plastic Products Using Recycled Materials ) ”

規格標準內容概要 ( 第 118 號 )

### 1. 環境背景

塑膠廢棄物數量日益增加，需要加以回收利用。(略)

2. 適用產品：適用各類塑膠廢棄物 ( 以表列詳細規定各類別 ( 略 ) )。

3. 名詞定義： ( 略 )

### 4.1 環境準則

(1) 不得含有有機錫、鹵化阻火劑、染色劑不得含有禁止使用物質、不得含有 POP ( 詳細規定略 )；

(2) 符合相關的廢水、廢氣、固體廢棄物、噪音、臭味等環保法規規定；

(3) 符合塑膠零組件之標示規定。

### 4.2 品質準則

應符合 JIS 對相關產品之品質規範標準 ( 略 )。

5 驗證程序 ( 略 )

### 6. 其他要求事項

(1) 本產品基本上應不含阻火劑、抗菌劑或可生物分解塑膠。特殊情況下若需含有這些物質時，應進行申報並符合相關規定；

(2) 本產品分類係依據日本商品分類標準分類，而非依據產品包裝大小或顏色分類。

(3) 標章底下應標明“使用 XX%回收\_\_塑膠”。

資料來源：<http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/pdf/118e.pdf>

#### 四、德國藍天使標章計畫

##### 回收石膏板產品 ( Recycled Gypsum Products ( RAL-UZ60 ))

1 簡介：發電廠之煙道氣除硫程序與其他工業製程產生大量石膏，有必要進行回收再利用。

2 適用產品範圍：適用於符合 DIN 18180 之石膏版與石膏纖維板 ( fibreboard ) 和石膏碎木片板 ( chipboard )。纖維板含石膏與造紙纖維之混合物，碎片板則含石膏與碎木片之混和物。

##### 3 要求事項

3.1 產品製程使用之石膏需完全 100% ( 容許 5% 誤差 ) 來自 FGD 與工業製程。

3.1.1 使用石膏之輻射線輻射量須符合下列規定：

CK		CRa		CTh	
_____	+	_____	+	_____	≤ 1
130pCi/g		10pCi/g		7pCi/g	

3.2 產品製程使用之紙纖維需完全 100% ( 容許 5% 誤差 ) 來自低級、中級及牛皮紙級廢紙漿。

3.3 產品製程使用之碎木片需完全 100% ( 容許 5% 誤差 ) 來自廢木材、小樹幹及未經保存劑處理之殘留碎木材。

3.4 產品所含之危害性物質不得超過危害性物質法規定之 50%。

3.5 需通過建築法規許可之建材需取得使用許可。

3.6 不需取得使用許可之建材須符合相關產品之功能與安全規定，例如石膏板之

DIN 18180 規定。

##### 4 符合性查核

##### 5 申請者與相關團體

##### 6 環保標章之使用

##### 回收塑膠製造產品 ( Products made from Recycled Plastics ( RAL-UZ30a ))

1. 簡介：利用回收塑膠製造產品並不普遍，有必要加強推動。

**2 適用產品範圍：** 適用於使用回收塑膠製造，並足以取代原生塑膠產品功能之產品。但不包括 PVC、鹵化發泡劑成形之 PE 以及塑膠製程回收製程廢棄物與下角料。

### **3 要求事項**

3.1 完成產品中之回收塑膠含量需要超過 80%；所含塑膠須為單一種塑膠或是含兩種類似塑膠 PE 與 PP。

3.2 必須符合禁用化學品法規之規定。

3.3 回收塑膠中不得添加下列物質：

3.3.1 有害物質法令第 4a ) 節規定物質；指令 67/548/EEC 附錄三所規定物質；

3.3.2 TRGS 905 法令所規定之致癌症或突變性物質。

3.3.3 其他可能導致癌症或突變物質。

3.3.4 塑膠添加劑中所含第 3.3.1 與第 3.3.2 列出物質之雜質，必須低於其重量之 0.01%，並儘量減少致癌物之含量。

3.4 除以上規定之外，依據危害性物質法第 4a 節之規定：

3.4.1 分類為有害健康 (Xn)、具刺激性 (Xi)、鹼性 (C) 的物質含量，不得超過有害物質法附錄二計算公式之一半數量；

3.4.2 針對物理化學性質分類之物質，並依據有害物質法附錄二計算公式之含量，得含有容許值之最高數量。

3.5 產品須符合安全標準與使用性標準。

3.6 塑膠零件須依據 DIN ISO 11 469 之規定進行標示。

### **4 符合性查核**

### **5 申請者與相關團體**

### **6 環保標章之使用**

#### **主要使用廢玻璃製造的建築材料 (RAL-UZ49)**

1 簡介：由於回收玻璃雜質極多，難以利用，因此有必要鼓勵回收玻璃於建築材料之利用。

2 適用產品範圍：適用於廢棄玻璃回收作業與工業製程廢棄玻璃與下角料回收玻璃製成供地上建物使用之建築用產品，但不包括玻璃纖維等

會產生致癌粉塵之產品。

### 3 要求事項

3.1 完成產品必須主要由廢棄玻璃製造，不得含有窗玻璃（screen glass）。

3.1.1 完成產品之廢棄玻璃含量必須至少為 51%重量。

3.1.2 若完成品建材係使用以廢玻璃製造之輔助建材製造，則完成產品之廢玻璃含量至少須為 70%體積。此輔助建材中之廢玻璃必須完全取代原先建材中被取代材料（例如黏土、碎石及沙等）之功能；

3.2 產品中不得含有下列物質：

3.2.1 有害物質法令第 4a) 節規定物質；指令 67/548/EEC 附錄三所規定物質；

3.2.2 TRGS 905 法令所規定之致癌症或突變性物質。

3.2.3 其他可能導致癌症或突變物質。

3.2.4 例外事項：塑膠添加劑中所含第 3.3.1 與第 3.3.2 列出物質之雜質，必須低於其重量之 0.01%，並儘量減少致癌物之含量。

3.3 除以上規定之外，依據危害性物質法第 4a 節之規定：

3.3.1 分類為有害健康（Xn）、具刺激性（Xi）、鹼性（C）的物質含量，不得超過有害物質法附錄二計算公式之一半數量；

3.3.2 針對物理化學性質分類之物質，並依據有害物質法附錄二計算公式之含量，得含有容許值之最高數量。

3.4 產品須符合建築業主管機關設置之標準。

### 4 符合性查核

### 5 申請者與相關團體

### 6 環保標章之使用

## 五、韓國環保標章計畫

### 土木工程與建築材料

1. 適用產品：本規格標準適用於以無機廢棄物、廢玻璃、無機污水處理污泥、鋼鐵、非鐵質爐渣與其他無機廢棄物製成之土木與建築材料。
2. 名詞定義
3. 驗證準則

(1) 環境準則

(a) 土木工程與建築使用之無機廢棄材料

- 1) 使用廢棄石膏、石灰或鑄造金屬製成之產品，所使用之廢棄原料之重量百分比應大於 60%；
- 2) 使用廢棄煤灰、煉鋼爐渣、塵灰、飛灰、廢陶瓷、廢瓷磚製成之產品，所使用廢棄原料之重量百分比應大於 50%；
- 3) 使用廢石粉當原料製成之產品，其廢棄原料重量百分比應大於 40%。當使用原料超過兩種時，應使用全部廢棄原料之總和數來計算。製造過程中產生之廢棄物不得納入原料重量計算。
- 4) 使用廢棄原料製成之產品之有害物質含量不超過下列規定：

Items	Criteria ( 孚/坐 )	Items	Criteria ( 孚/坐 )
Cadmium	0.3	Chrome ( Cr )	1.5
Lead	3	Cyanogen	1
Copper	3	Phosphorus	1
Arsenic	1.5	Trichloroethylene	0.3
Mercury	0.005	Tetrachloroethylene	0.1

- 5) 絕緣材料不得含有石綿。
  - 6) 產品製造工廠之污染物與廢棄物處理應符合相關之環保規定。
- (b) 使用廢玻璃之產品

- 1) 使用廢玻璃當原料製成之產品，其廢棄原料重量百分比應大於 50%且體積百分比大於 70%。製造過程中產生之廢棄物不得納入原料重量計算。
  - 2) 產品製造工廠之污染物與廢棄物處理應符合相關之環保規定。
- (c) 土木工程與建築使用之無機廢水處理污泥
- 1) 產品中應含有重量 6% 以上的乾燥污泥原料；
  - 2) 使用廢棄原料製成之產品之有害物質含量不超過上表規定；
  - 3) 產品製造工廠之污染物與廢棄物處理應符合相關之環保規定。
- (d) 使用鼓風爐 ( Blast Furnace ) 爐渣製造之水泥
- 1) 產品中含有鼓風爐爐渣原料之重量百分比應介於 35%與 65%之間；
  - 2) 製造工廠每年使用之鼓風爐爐渣應佔產品重量比 40%以上；
  - 3) 產品製造工廠之污染物與廢棄物處理應符合相關之環保規定
- (e) 使用廢棄資源製造之 ( 混凝土用 ) 碎塊
- 1) 使用廢棄原料製成之產品之有害物質含量不超過上表規定；
  - 2) 產品製造工廠之污染物與廢棄物處理應符合相關之環保規定。

## (2) 品質準則

各項產品之工程強度與相關性能應符合相關之韓國標準規定。

### C. 測試方法 ( 略 )

資料來源：[http://www.kela.or.kr/english/e\\_criteria/eco10.htm](http://www.kela.or.kr/english/e_criteria/eco10.htm)

## 回收木材製造之辦公桌椅

( Wooden Tables and Desks for the Office )

適用範圍：本規格標準適用於含有重量 60%以上回收木材製造之辦公室桌椅。

名詞定義：廢木料指在木材之採收、製造過程中所產生之廢棄木料(略)

驗證準則

環境準則：

1. 用以製造家具之木板須含有以下重量比率之廢木材，粒子板 (particle board) 含 70%、低密度與中密度纖維板 30%；
2. 應具有可置換之零組件 (例如抽屜) 以取代毀壞之零組件；
3. 木材部分與表面塗料之有害物質排放應符合下列規定：
  - 1) 木材部分之甲醛排放量應低於 5 mg/L；
  - 2) 表面塗劑之重金屬含量為：

Substance	Lead	Arsenic	Cad-mium	Anti-mony	Barium	Chrome	Mercury	Sele-nium
Criteria ( 孚/孛 )	90 max.	25 max.	75 max.	60 max.	500 max.	60 max.	60 max.	500 max.

4. 產品之零組件不得含有 PVC；
5. 產品製造工廠之廢水、廢氣以及廢棄物處置應該符合當地之環保法規規範；

品質準則

1. 產品應符合相關之產品標準；
2. 應提供有關替換零組件與取得修理服務之資訊

測試方法

KSF 3200 6.15.1

EN 71-part III

( 列出驗證需要的文件 )

資料來源：[http://www.kela.or.kr/english/e\\_criteria/eco42.htm](http://www.kela.or.kr/english/e_criteria/eco42.htm)

## 木製模板 ( Wooden Molding )

適用範圍：本規格標準適用於使用回收廢棄木材製造之辦公室桌椅。

名詞定義：廢木料指在木材之採收、製造過程中所產生之廢棄木料(略)

驗證準則

環境準則：

1. 產品原料中的回收木材部分重量須為 70% 以上；
2. 回收木材部分則須 100%為回收木材製造；
3. 木材部分之甲醛排放量應低於 5 mg/L；
4. 產品製造工廠之廢水、廢氣以及廢棄物處置應該符合當地之環保法規規範；

品質準則

1. 產品品質應符合 KSF 3104 ( 粒子板 ) KSF 3201 ( 低密度纖維板 ) KSF 3202 ( 中密度纖維板 ) 之規定。
2. 規定產品足部之耐壓、強度以及耐碰撞強度；
3. 應符合同類產品之 KS 標準或類似功能產品之產品標準；

測試方法 ( 略 )

KSF 3104

KSF 3201

KSF 3202

KSA 1104 運貨棧板測試方法

( 列出驗證需要的文件 )

資料來源：[http://www.kela.or.kr/english/e\\_criteria/eco15.htm](http://www.kela.or.kr/english/e_criteria/eco15.htm)

## 六、荷蘭環保標章計畫

混凝土鋪地磚 ( Concrete paving bricks )

( 規格標準摘要 )

此項產品中至少 25%的絆混凝土用碎砂石必須是回收的顆粒狀廢棄混凝土或廢棄磚塊或兩者之混合物。此項標準鼓勵廢棄建築土石之再利用，避免開採砂石造成之自然環境破壞。

產品亦必須符合同類產品之品質標準。

資料來源：<http://www.milieukeur.nl/english/fullpages/page1355.html>

## 七、北歐天鵝標章計畫

### 建築、裝潢及家具工業用面板之規格標準摘要

(1998年12月10日-2004年3月14日第3.3版)

#### 1. 摘要

本規格標準規範木板、石膏板、水泥板等建築、裝潢及家具工業用建材。合格產品需不含限制物質並展現其製程之環保特性。

#### 2. 定義與產品範圍

本規格標準涵蓋木板、石膏板、水泥板等建築、裝潢及家具工業用建材，但不包括用途為隔絕冷熱之絕緣用面板。

#### 3. 產品市場調查報告(略)

4. 環境效益：面板建材之環境效益包括其整個生命週期對環境之衝擊。

#### 驗證準則

##### 5.1 對原料的要求事項

###### 5.1.1 對所有原料的要求事項

製程中不得使用國家禁止使用之浸泡劑，主要成分(重量超過5%)之重金屬含量不得超過下表規定。

###### 5.1.2 對木材之特別規定

製程使用木材必須至少5%來自經驗証之永續森林或50%以上為回收木材。

###### 5.1.3 對紙與紙板之特別規定

不得使用氯為漂白劑且廢水COD不得超過規定。

##### 5.2 對於面板中使用化學品之規定

###### 5.2.1 一般要求事項

不得使用具致癌性或毒性之化學品。產品中之甲醛含量不得超過0.5%重量比。

不得含有鹵化有機接著劑、重金屬、鹵化阻火劑、PCB、phthalate及含重金屬之顏料。芳香族溶劑含量不得超過1%重量。

### 5.2.2 使用於面板表面之外的化學品

被列為有害環境物質之使用量不得超過 0.5g/kg 面板。

### 5.2.3 使用於面板表面處理的化學品

被列為有害環境物質之使用量不得超過面板重量 2%；表面處理塗料之有機溶劑含量不得超過 5%；不得使用含氯塑膠進行表面處理。

## 5.3 其他化學品要求事項

用於清潔生產設備之溶劑不得含有鹵化碳水化合物、alkyl phenol etoxylates 或超過 1%之芳香族化合物。

## 5.4 能源消耗量、污染物排放量及回收物質百分比（略）

## 5.5 生產階段廢棄物之處理與回收

產品製造廠商必須要回收利用製程產品的廢棄物與下角料。

## 5.6 對產品的特別要求事項

### 5.6.1 對含甲醛基添加劑之產品的特別要求事項

自由甲醛之含量不得超過 8 mg/100 g 產品 或甲醛排放量低於 0.13 mg/m<sup>3</sup> 空氣

### 5.6.2 對含放射線物質之產品的特別要求事項

輻射線排放量需低於規定。

## 5.7 使用中產品

產品須符合相關之產品標準。

## 5.8 使用說明

消費者須能取得產品之儲存、安裝、技術標準及回收之相關資訊。

## 5.9 包裝

產品包裝不得使用含氯之塑膠。

## 5 其他要求事項

### 1.1 有關工作環境、安全及外部環境事項

製造廠商需確保其產品製造環境符合當地所有安全、衛生及環境規定。

### 1.2 環境與品質保證

### 1.3 產品行銷

## 6 分析與控制

### 7.1 測試方法與報告要求事項

## 8 標章申請

參考資料：<http://www.ecolabel.no/>

## 八、泰國綠標籤計畫

建築材料-絕緣隔熱材料 ( Building Material : Thermal Insulation )

產品概述 ( Product Profile )

獲得標章之玻璃纖維產品必須為回收廢棄玻璃碎片製造，塑膠泡綿產品則不得使用 CFC 發泡劑。

適用產品範圍：包括玻璃纖維與塑膠泡綿產品等兩類。

產品準則

### A. 一般要求事項

#### 1. 產品須符合下列品質標準：

- TISI 486 , Standard for Glasswool
- TISI 487 , Standard for Glasswool Boards
- TISI 488 , Standard for Glasswool Pipe
- TISI 1384 , Standard for Polyethylene Foam Thermal Insulation.

#### 2. 產品製造、運輸及處置過程須符合政府之相關勞工、安全及衛生法規。

### B. 產品特別要求事項

#### 1. 玻璃纖維絕緣隔熱材料

1.1. 產品至少需使用佔產品 80%重量之回收碎玻璃。

1.2. 產品不得為危害性物質法所定義之危害性 ( 爆炸、毒性、易燃、輻射性、致病性、致癌性及腐蝕性 ) 物質。

1.3. 產品需伴隨提供給消費者之適當之運輸與安裝說明資訊。

#### 2. 塑膠泡綿絕緣隔熱材料 ( Foam plastic thermal insulation )

2.1 產品製程中不得使用 CFC。

2.2 產品不得為危害性物質法所定義之危害性 ( 爆炸、毒性、易燃、輻射性、致病性、致癌性及腐蝕性 ) 物質。

2.3 產品中使用之塑膠應依據 ISO 1043 之規定標示。

2.4 產品需伴隨提供給消費者之適當之運輸與安裝說明資訊。

參考資訊：[http://www.tei.or.th/Program Projects/bep/GL\\_Home\\_Related/GL\\_home.htm](http://www.tei.or.th/Program Projects/bep/GL_Home_Related/GL_home.htm)

## 各國再生建材驗證制度之分析比較

本段將敘述國際間常用之各類綠色產品推動機制，包括各類標章計畫以及推動這些計畫牽涉之各級驗證與認證機構之運作方式，與實際推動綠色產品之推廣宣導方式介紹。

### (一) 國際間各國綠色產品推動機制簡介

#### 1. 第一、二與第三類環境宣告與訴求計畫簡介

國際間推動再生/綠色建材標章制度之完整方式，是先建立此類產品之產品規格標準/驗證準則與驗證體系，接著進行第三者驗證程序，再給予通過驗證之產品綠色建材之標示/標章。此種推動方式大致與各國推動環保產品之各類環境訴求與宣告計畫形式相符。

如前節所述，各國再生建材之標示一般是以環境訴求與宣告之形式表示。因為在三類環境訴求與宣告方式中，僅有第一類計畫（環保標章計畫）具有特定產品規格標準；第二類環境宣告屬於產品自行宣告，一般不具特定格式與規格標準；第三類環境訴求與宣告計畫則僅使用產品特殊要求事項（PSR），來規定其生命週期評估特殊考量與規定，並不具有規格標準，其性質上屬於經過獨立第三者驗證之第二類計畫。因此在比較各類環境訴求與宣告計畫時，基本上是在比較第一類與第三類計畫之差異。

此外尚有俗稱第四類環境訴求與宣告計畫者，即僅發給單一訴求或單一行業/產品者。前者如省水、節能及能源之星；後者如永續漁業、永續森林、有機食品等。此類計畫均具有產品規格標準亦須經第三者驗證或確認。綠色再生建材標章應屬此類。

目前較為人所知的國際性產品驗證標章體系如下表(表 6.3)所示：

表 6.3 國際間常見產品驗證標章體系表

標章名稱	標章圖示	類型	參加國家	產品
環保標章			50 餘國，約 40 個執行組織（含我國）	各類
森林標章			國際	森林類
漁業			國際	漁穫類
有機農產品			國際	農產品、食品
可堆肥化			美、日、德、芬蘭、比	可堆肥化塑膠
能源之星			美、日、澳、紐、加、歐盟、我國	電器與節能
公平交易			南美洲	食品（咖啡黃豆為主）
「對海豚友善」			國際	漁穫類
TCO			國際	辦公室設備

依據 ISO14020 系列標準的定義，環境訴求與宣告計畫共計分為三類：

### (1) 第一類計畫 (Type-I program)

依據 ISO14024 : 1999 的定義，第一類環境訴求與宣告計畫為依據生命週期考量的多重準則，頒發標章執照給具環境優越性產品的一種環保標章計畫。我國的環保標章計畫，即屬於第一類環保標章計畫。ISO 14024 的原文定義為：

*"Type I" environmental labeling program (by ISO 14024 : 1999)*

*Voluntary, multiple-criteria-based third party program that awards a license which authorize the use of environmental labels on products indicating overall environmentally preferability of a product within a particular product category based on life cycle considerations*

### (2) 第二類環境訴求與宣告計畫

第二類計畫，依據 ISO 14021 的定義，係屬於廠商自行宣告，未經第三者獨立驗證的環境訴求。ISO 14021 的原文定義為：

*"Type II" environmental labeling (by ISO 14021)*

*Self-Declared environmental claim : Environmental claim that is made, without independent third-party certification, by manufacturers, importers, distributors, retailers or anyone else likely to benefit from such a claim.*

### (3) 第三類環境訴求與宣告計畫

依據 ISO TR14025 的定義，第三類計畫為經過第三者獨立驗證的產品環境宣告。ISO TR 14025 的原文定義為：

*"Type III" environmental labeling program (by TR14025)*

*Voluntary process by which an industrial sector or independent body develops a Type III environmental declaration\*, including setting minimum requirements, selecting categories of parameters, defining the involvement of third parties and format of external communications.*

## 2. 第二類與第三類環境訴求與宣告計畫簡介

在 ISO 14020 系列標準中，與企業界有直接關係的是 ISO 14021 (第二類計畫) 與 TR 14025 (第三類計畫)。這兩類計畫均為環境宣告，且特點均為：1. 不具選擇性，即並未說明產品之環保特性是否領先其他同等產品；2. 無專用商標；及 3. 多為民間組織推動。

兩者之間的差異為後者 (第三類計畫) 係以生命週期評估 (LCA) 技術為依據，且至少要完成生命週期盤查分析。對此二項標準/技術報告有興趣的，是廠商 (用於廣告行為)、驗證公司 (用於增加廠商自行宣告之公信力)、政府 (用於規範廠商的廣告行為)。

由於第一類環保標章在國際間仍方興未艾，許多國家正考慮建立標章制度中。此外，許多國家的政府採購辦法中，也已將第一類環保標章納入優先採購之對象（如我國、歐盟、加拿大、德國、北歐等）。因此對 ISO 14021 標準的應用有興趣的，反倒是企業界與消費者團體，理由分別為深恐各國標章組織不遵守此標準而造成貿易障礙影響企業權益或消費者「知」的權利。

資料來源：于寧「環境標誌與宣告」系列標準之應用現況，環保標章簡訊第 20 期，2000 年 8 月。

### 3.第一類計畫與第三類計畫之比較

第三類環境訴求與宣告基本上只是第二類(廠商自行宣告)加上「獨立者」驗證的一種環境訴求與宣告，兩者之間的區隔相當明顯。至於第一類與第三類的區隔可以用下表來說明如表 6.4 所示：

表 6.4 第一類與第三類環境訴求與宣告之比較表

	第一類	第三類
精神	鼓勵領先產品	陳述產品之環保表現(不具比較性,任何產品均可得到驗證)
形式	有專用權之商標(Logo)及使用年限	<ul style="list-style-type: none"> <li>無專用權之報告書、標籤、資料庫或其他非商標類之形式</li> <li>可無使用年限</li> </ul>
規格標準	<ul style="list-style-type: none"> <li>有預設之產品準則(Criteria)</li> <li>強調利用「生命週期考慮」以決定準則</li> <li>以定量或定性方式表示均可</li> <li>需定期檢討修正(如2至3年)</li> </ul>	無準則但有預設之指標(Indicators) 強調利用「生命週期評估技術」決定指標 <ul style="list-style-type: none"> <li>以定量化數據方式表示</li> <li>不需定期檢討修正,視LCA報告之可用年限而定</li> </ul>
訴求對象	一般消費者	專業採購人員(Professional Buyers)、企業界
執行對象	政府或非營利之驗證單位	可為營利之驗證單位或公司
程序	1.執行單位公告產品項目及準則 2.廠商提出申請 3.審查委員會審查 4.廠商與執行單位簽約保證合法使用標章	1.廠商申請 2.執行單位進行生命週期評估 3.專家審查(Expert Review)及利害相關者審查(Stakeholder Review) 4.廠商與執行單位簽約保證合法使用標籤或報告書等
收費辦法	固定費用(申請費、年費)	視產品複雜度收費
優缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>較具公信力</li> <li>國際間已有近50個執行單位,經驗豐富,較易有共識</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>彈性及自由度大,對創新性產品有利</li> <li>較無國際貿易障礙問題</li> </ul>

	第一類	第三類
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開放腳步太慢，對創新性產品尤其不利</li> <li>• 有製造不必要之國際貿易障礙問題</li> </ul>	

由表 6.4 可知，第一類環保標章與第三類環境訴求與宣告之間，也可以有明顯之市場區隔。此外，二者間也有其相容性，即第三類可以為第一類做「產品篩選」之工作，由創新產品中篩選出真正對環境有利者，而後由第一類將這些產品分門別類，制定產品準則。至於第三類究竟有無公信力之問題，則端視執行單位（驗證單位或公司）之能力、獨立性、品管系統是否完善，否則難取信於採購者。由於第三類強調利用生命週期評估技術，而此技術並非一般消費大眾所能夠了解，因此第三類強調其訴求對象是專業的採購人員或大企業之採購單位。

資料來源：于寧，第三類環境訴求與宣告之發展現況與趨勢，環保標章簡訊，1997 年 1 月，第六期。

#### 4.第一類環保標章計畫之執行方式

各國第一類環保標章計畫之執行歷時已久，執行方式亦大同小異。其執行重點大致分為：產品項目之選定、規格標準之研擬/修訂、申請廠商提出申請、執行團體審查申請、標章之頒發使用與繳費、後續追蹤考核行動等項目。

目前全球約有 50 餘個第一類環保標章計畫，其中主要的計畫執行組織皆為全球環保標章網路組織的會員，這些組織之名稱與計畫網址如表 6.5 所列：

表 6.5 全球主要的第一類環保標章計畫

國家	會員組織	網址	備註
澳大利亞	澳大利亞環保標章協會/	<a href="http://www.aela.org.au">www.aela.org.au</a>	
巴西	ABNT	<a href="http://www.abnt.org.br/">www.abnt.org.br/</a>	
加拿大	Terra Choice	<a href="http://www.environmentalchoice.com/">www.environmentalchoice.com/</a>	
可羅埃維西亞	環保部	<a href="http://www.duzpo.hr">www.duzpo.hr</a>	
捷克共和國	環境部		
丹麥	丹麥環保標章組織	<a href="http://www.ecolabel.dk">www.ecolabel.dk</a>	
歐盟	歐盟執行委員會環境總署/	<a href="http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index.htm">europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index.htm</a>	
德國	聯邦環境部	<a href="http://www.blauer-engel.de/willkommen/willkommen.htm">www.blauer-engel.de/willkommen/willkommen.htm</a>	
希臘	ASAOS	<a href="http://www.minenv.gr/frame.html?2&amp;0&amp;2&amp;/4/41/g4100.html">www.minenv.gr/frame.html?2&amp;0&amp;2&amp;/4/41/g4100.html</a>	
香港	環保促進會	<a href="http://www.greencouncil.org/web/">www.greencouncil.org/web/</a>	
印度	CPCB	<a href="http://envfor.nic.in/cpcb/">http://envfor.nic.in/cpcb/</a>	
日本	日本環境協會	<a href="http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/">www.jeas.or.jp/ecomark/english/</a>	
韓國	韓國環保標章協會	<a href="http://www.kela.or.kr/">www.kela.or.kr/</a>	
盧森堡	環境部	<a href="http://www.mev.etat.lu/">www.mev.etat.lu/</a>	
紐西蘭	環境選擇委員會	<a href="http://www.enviro-choice.org.nz/">www.enviro-choice.org.nz/</a>	
挪威	環保標章基金會	<a href="http://www.ecolabel.no/">www.ecolabel.no/</a>	
台灣	環發會	<a href="http://www.greenmark.org.tw">www.greenmark.org.tw</a>	
西班牙	AENOR	<a href="http://www.aenor.es/desarrollo/inicio/home/home.asp">www.aenor.es/desarrollo/inicio/home/home.asp</a>	
瑞典	SIS	<a href="http://www.svanen.nu/eng/">www.svanen.nu/eng/</a>	
	SSNC	<a href="http://www.snf.se/">www.snf.se/</a>	
	TCO Development	<a href="http://www.snf.se/">www.snf.se/</a>	
泰國	TEI	<a href="http://www.tei.or.th/">www.tei.or.th/</a>	
英國	DEFRA	<a href="http://www.defra.gov.uk/environment/consumerprod/ecolabel/index.htm">www.defra.gov.uk/environment/consumerprod/ecolabel/index.htm</a>	
美國	Green Seal	<a href="http://www.greenseal.org/">www.greenseal.org/</a>	

茲將上述第一類環保標章計畫中較具代表性者，例如加拿大的環境選擇計畫、歐盟的環保標章計畫、韓國的環保標章計畫以及泰國的綠標籤計畫之執行方式等，分別敘述於〈附錄二〉中。由此可瞭解各國此類計畫之執行方式。

## 5.第三類環保標章計畫之執行方式

由於第三類環保標章計畫之執行方式係依據 TR 14025 之規定，因此各國計畫之執行方式亦大同小異。第三類標章計畫一般雖沒有產品規格標準，但是亦有一項規範文件，稱為“產品特殊要求事項（PSR）”。

由於透過第三類計畫宣告的產品需要公告其生命週期評估（LCA）結果，因此這項 PSR 即是針對此項產品進行 LCA 時之特殊規定，其中包括範疇界定、計算/分配規格等規定。

第三類計畫之大致執行方式，簡述如下：

- (1) 產品特殊要求事項（PSR）之研擬：一般是由消費者或製造廠商提出對某類產品進行第三類環境宣告之需求。主辦機構接著成立 PSR 委員會來擬定涵蓋 LCA 計算規則之 PSC。製造廠商並依據此 PSC 規定，進行 LCA 工作。
- (2) 環境資訊/系統之驗證/查證：由經過認證的驗證機構，來進行驗證申請廠商自 LCA 獲得之環境資訊是否屬實；
- (3) 環境資訊之登錄：通過驗證/查證之環境宣告資訊，可以獲得登錄機構之登錄與公告。

## 6.第三類計畫之執行現況

目前全球各國的第三類環保標章計畫，數量並不多，其主要計畫之執行現況簡述如下。

### (1) 加拿大 TerraChoice 公司的“環境資訊說明書（EPDS）”

加拿大第一類環保標章計畫環境選擇計畫（Environmental Choice program，ECP）的執行組織 TerraChoice 公司亦推出屬於第三類環境宣告計畫性質的“環境資訊說明書（Environmental Profile Data Sheet，簡稱 EPDS）”。

目前 EPDS 僅提供紙漿與紙類的資訊。EPDS 的形式是一個標準報告表單格式，可以提供紙漿與紙類產品在生命週期中有關環境特性的量測

數據與解釋評論。提供紙類與紙漿產品生產廠商一個具可信與實惠的方法，來測量與報告個別產品與製造工廠的環境績效。

資料來源：<http://www.terrachoice.ca/epds.htm>

## **(2) 韓國環保標章協會 (KELA) 的第三類環境宣告計畫**

### **[計畫緣起]**

韓國政府環境部依據 ISO TR14025 的規範建立第三類環境宣告計畫，目的是提供製造廠商依據生命週期評估原則宣告其產品與服務環境資訊之方式，並可利用數據與圖表方式來表達產品與服務在其生命週期中產生的環境衝擊。

韓國政府於 1997 年決議建立第三類環境宣告計畫，並於 1997-2001 年間進行所需生命週期盤查資料庫之建立工作。2000 年 2 月完成法規修定工作，正式推動第三類標章制度。2002 年 1 月指定 KELA 為 LCI 資料庫之作業團體。

### **[計畫項目]**

目前該計畫共計有 16 項產品驗證指導綱要（產品特定要求事項）：TFT-LCD 監視器、監視器玻璃、汽車輪胎、衛生紙、電冰箱、汽油、汽車空氣濾清器、電漿電視、CD-ROM、微波爐、環保橡膠、冷氣機、洗衣機（滾筒式）、洗衣精、洗碗機清潔劑、錄影機。

### **[執行方式]**

該計畫之執行方式，為申請廠商依據 KELA 的 LCI 資料庫，以及產品特定要求事項，進行欲申請驗證產品之 LCA 工作，並向驗證公司提出所獲得之 LCA 資料，由驗證公司進行驗證查證，如查證屬實則頒發證書，允許申請者進行此項宣告。

## [相關團體]

韓國的第三類環境宣告計畫中，共有環境部（MoE）、驗證團體、生命週期盤查團體、稽核員訓練團體等四個執行團體，其各自擔任的角色敘述如下：

環境部主管計畫的實施、作業及產品特定要求事項的定期修訂業務，其主要任務如下：

- 研擬產品環境宣告計畫之整體作業規則；
- 維持諮商委員會與技術委員會之運作；
- 目標產品項目之選擇；
- 研擬驗證用之產品特定要求事項；
- 指定與監督作業團體、驗證團體、訓練團體及 LCI 作業團體。

## [驗證團體]

MoE 指定環境管理公司（EMC）為韓國境內唯一認可的驗證團體。驗證團體最主要工作是審查申請廠商依據 PSR 規範與利用 LCI 資料庫所獲得之產品 LCA 數據，並在通過審查之後，頒給該項產品進行此類環境宣告之資格。其主要任務如下：

1. 擬定驗證程序之條文規定；
2. 操作驗證委員會與稽核團體；
3. 檢查與查證申請廠商繳交之生命週期研究結果；
4. 頒發產品環境宣告驗證與證書；
5. 進行定期審查與監督不法情事。

### ● 生命週期資料庫作業團體（韓國環保標章協會）

為能獲得 EDP 驗證，申請廠商需要能對其產品與服務進行生命週期評估研究以鑑別其環境衝擊。但因此項工作需要的環境資訊十分繁瑣，

為便利此項研究之進行，韓國政府目前已經建立 162 個有關原料與能源等模組之共用資料庫，並將在 2005 年之前擴大至 250 個模組。此項資料庫之作業團體係韓國環保標章協會（KELA），其主要任務如下：

1. 建構 LCI 的資訊網路系統；
2. 散播 LCI 資訊；
3. 編輯與更新 LCI 資料庫之模組；
4. 提供 LCI 資料庫之使用技術諮詢。

#### ● 稽核員訓練團體（韓國環境保育協會）

稽核員訓練團體之任務是訓練擔任 EDP 驗證工作之稽核員，MoE 指定韓國環境保育協會擔任此項任務。

資料來源：<http://www.kela.or.kr/english/>

### （3）日本工業環境管理協會（JEMAI）的 Eco-Leaf 計畫

#### [簡介]

在日本政府大藏省的資助之下，JEMAI 於 1999 年開始進行第三類環保標章計畫的可行性研究，並於 2002 年正式推出“Eco-Leaf”第三類環保標章計畫。此標章之內容本身包含三個部份：

1. 產品環境考量面宣告（Product Environmental Aspect Declarations，PEAD）：包括生命週期環境衝擊的必要產品資訊；
2. 產品環境資訊資料單（Product Environmental Information Data Sheet，PEIDS）：包括實際數據的全部生命週期考量面環境衝擊；
3. 產品資料單（Product Data Sheet，PDS）：可獲致 PEIDS 上生命週期評估結果的基本資訊。

第三類環境宣告計畫的成敗關鍵在於宣告環境數據的可靠性與可比較性。為維持可靠性，該計畫頒布第三者獨立查證與驗證的基本程序；為維持可比較性，則頒布產品特別準則（Product Specification Criteria，PSC），設定整個產品項目的資料蒐集、LCA 計算、結果公佈的共同規

則。此外為維護廠商進行此類公告之可靠性，該計畫亦推出系統驗證制度，來提供對產品獨立驗證之外，對於廠商進行宣告內部作業系統（包括資料蒐集、處理、查證、登錄及公告系統）之驗證。

### **[產品項目]**

目前該計畫公告之 PSC 共計有：電子攝影（EP）乾程序式影印機、絕緣材料（PS 泡棉式）、（單次使用）拋棄式照相機、EP 式印表機與噴墨式印表機、類比（軟片）照相機、數位印表機、數據投影機、熱移轉卡片印製機、傳真機、水表箱、通訊電纜、電腦沖水馬桶蓋、土木結構用砂石（structural aggregate）、陶瓷產品、辦公桌、數位照相機、筆記本型電腦、排水溝蓋等項。

### **[系統驗證（System certification）制度]**

如果製造廠商想要依據 EcoLeaf 的規範，展示其宣告環境資訊之可信度，可以申請進行其內部宣告作業系統之驗證，內容包括宣告環境資訊之資料蒐集、處理、查證、登錄以及公告系統。通過系統驗證的廠商在三年之內可以自行查證其公告的環境資訊。

### **[執行方式]**

Eco-Leaf 計畫的實施分為三個步驟：

1. PSC 研擬：由消費者或是製造廠商提出對某類產品進行第三類環境宣告之需求。JEMAI 成立 PSC 委員會擬定涵蓋 LCA 計算規則之 PSC。製造廠商接著依據此 PSC 之規定，進行 LCA 工作；
2. 系統驗證/資料查證：JEMAI 成立驗證委員會，負責驗證製造廠商之環境資訊、內部宣告作業系統以及獲得之環境資訊；
3. 通過驗證/查證之環境宣告資訊，可以獲得 Eco-Leaf 計畫之登錄，並依據其格式進行公告。

#### **(4) 瑞典環境管理協會的產品環境宣告 (EPD) 計畫**

##### **[執行方式]**

瑞典環境管理協會 ( Swedish Environmental Management Council ) 的產品環境宣告 ( Environmental Product Declarations , EPD ) 計畫的執行方式為：

1. 準備產品特殊要求事項 ( Product Specific Requirements , PSR ) : 申請廠商需要確認針對申請產品是否已有現成的 PSR 可引用。若無則需要依據既定公開程序進行研擬工作；
2. LCA 資料之蒐集與計算工作：申請廠商依據 PSR 之規定格式進行；
3. LCA 資料之編譯與報告工作：申請廠商依據規定格式進行；
4. 進行報告查證與登錄工作：查證工作應由經過驗證之驗證團體進行，登錄工作則由瑞典環境管理協會進行。

#### **7. 與再生建材規格標準研擬相關團體**

除了各種環境訴求與宣告計畫外，目前沒有相關團體實際從事再生建材規格標準之研擬工作。但是有關於建築物的環境績效評估工作倒是有數個相關團體在進行，例如英國與加拿大的 BREEAM 建築物環境績效評估制度 ( [www.breeamcanada.ca](http://www.breeamcanada.ca) )，與美國綠色建築物委員會 ( USGBC ，網址 [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) ) 的 LEED ( Leadership in Energy & Environmental Design ) 建築物能源與環境績效評估制度，以及美國能源之星計畫的能源之星建築物能源績效評估計畫。

此外市面上亦有許多綠色建材之採購指南，例如各種 Green Guide。但是此種綠色產品採購指南上所列之產品，許多並未經過具有公信力之組織驗證，因此頗有商品行銷取向，未必能夠全部採信。

至於各類國家標準機構與產業界標準機構所列之建材標準，大多係針對一般建材產品，並未強調其使用再生材料。因此普遍被第一類環保標章計畫的規格標準列為再生建材產品應該具備之產品品質標準。

## 各國再生建材驗證制度之分析比較

### (二) 各國政府推動綠色產品之認證/驗證體系架構

各國推動這些綠色產品標章計畫的方式，大致是由標章計畫的執行團體頒布各項產品規格標準與執程序，接著依循這些標準與程序審核申請標章的產品。如果這些產品通過審查，則給予通過產品之驗證 (certification)，因此這些執行機構一般稱為驗證團體 (certification body)，例如各個執行 ISO 9000、ISO 14000 或是產品驗證系統的發證組織皆屬驗證團體性質。

至於查證這些驗證團體是否依據驗證程序來執行驗證、雇用的稽核員是否具有足夠學識與資歷來進行稽核與驗證等工作事項，則屬於認證團體 (certification body) 的職責。認證團體通常依據國際公認的認證準則，例如“ISO/IEC Guide 61：評估與認證驗證/登錄團體之一般要求事項”，來認證這些驗證團體是否符合規定，經過查證通過的驗證團體稱為“經認可驗證團體 (accredited certification body)”。認證團體例如我國的“中華民國認證委員會 (CNAB)”與英國的 UKAS 等皆是。

在各國的認證團體層級之上，尚有一個國際組織稱為“國際認證論壇 (International Accreditation Forum)，凡是加入此論壇的各個認證團體均需要簽署“相互承認協議書 (MRA)”，承認其他認證團體所認證通過之驗證團體所發出之驗證證書。目前共有 30 個認證團體加入 IAF，包括英美加日韓等主要工業國家團體。我國的中華民國認證委員會也於 2002 年 9 月 22 日簽署加入 IAF。各國政府間認證/驗證體系架構如下圖 (圖 6.2) 所示：

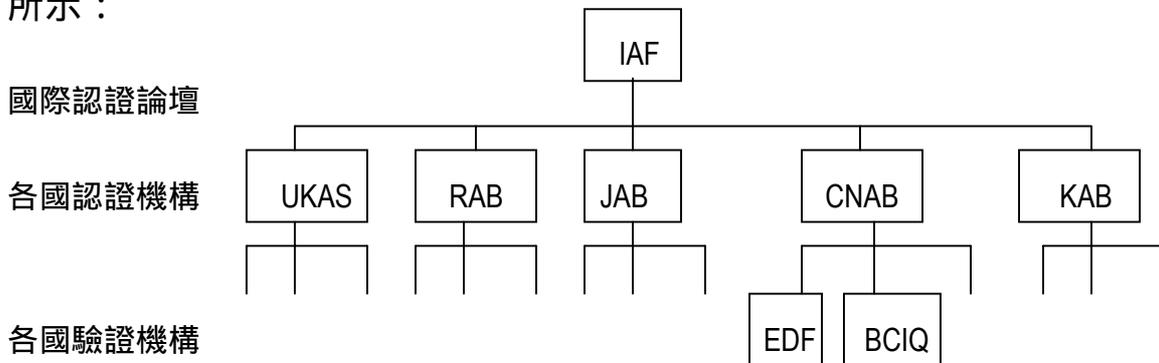


圖 6.2 各國認證/驗證組織間之組織關係架構圖

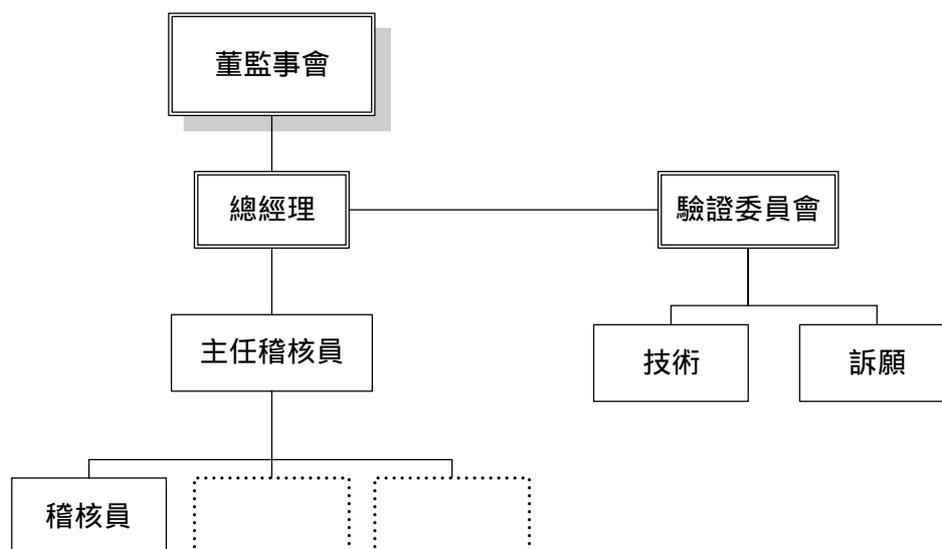
以往僅各國政府層級之認證機構得加入 IAF 為會員，但新趨勢則為民間組織自行發起成立之認證機構亦可加入 IAF 為會員，稱為“特別承認（special recognition）”地位。例如屬於民間團體性質的 ISEAL 即於 2002 年申請加入，但並未獲准。ISEAL 之全名為“國際社會與環境認證及標章聯盟（International Social and Environmental Accreditation and Labelling Alliance）”，係由 FSC（森林標章）、IOAS（有機認證）、IFOA（有機農業）、MSC（海洋管理）等類標章組織組成之聯盟。目前 IAF 共有“歐洲認證合作組織（EA）”與“太平洋認證合作組織（PAC）”這兩個具有特殊承認地位的團體會員。

### （三）各國產品驗證機構應符合之規範

各國的產品驗證機構進行驗證作業時，一般需要符合“ISO/IEC Guide 65：產品驗證系統作業團體之一般要求事項”之規定。依據 ISO/IEC Guide 65 的規定，驗證團體應具有下列組織架構與作業要求事項：

#### （1）組織架構

- 管理階層
- 審查人員
- 驗證人員



- (2) 文件化之品質管理系統；
- (3) 已公告並據以執行驗證之標準/驗證程序；
- (4) 人員能力之證明 - 至少有一位專任並為國際登錄之主任稽核員，其餘稽核員可由驗證單位依國際標準認定。
- (5) 管理其標誌/證書之程序及機制。

依據美國消費者消費者聯盟（Consumers Union）指出，要評估環境標誌之公信力，檢驗環境標誌公信力的幾個指標為如表 6.6 所示：

表 6.6 檢驗環境標誌之指標表

1. 驗證標誌（eco-label）之所代表意義	高	中	低
2. 是否有專職驗證之機構	是		否
3. 驗證標誌之意義是否具一致性*	是		否
4. 驗證標準是否可公開取得	是		否
5. 驗證機構之資訊是否可公開取得	是		否
6. 標誌之擁有/驗證機構是否可避免有利益衝突	是		否
7. 標誌/標準之發展過程中，是否有多方（含企業）之參與	是		否

\*在各種產品上貼上標誌所代表的意義均是一樣的。

#### （四）各國第一類環保標章計畫之推動方式

各國第一類環保標章計畫之執行歷時已久，執行方式亦大同小異。其執行重點大致分為：產品項目之選定、規格標準之研擬/修訂、申請廠商提出申請、執行團體審查申請、標章之頒發使用與繳費、後續追蹤考核行動等項目。

目前全球約有 50 餘個第一類環保標章計畫，其中主要的計畫執行組織皆為全球環保標章網路組織的會員，這些組織之名稱、架構與型態下表（表 6.7）所列：

表 6.7 全球第一類環保標章組織之架構與型態

國名 (組織名)	標章名稱	標章所有 權歸屬	執行單位名稱	組織型態
美國	Green Seal	同左	Green Seal	非營利組織
德國	Blue Angel	政府	Federal Environmental Agency / RAL	政府/非營利組織
日本	Ecomark	同左	日本環境協會 (JEA)	非營利組織
中華民國	Green Mark	政府	環境與發展基金會	政府/非營利組織
北歐 (芬蘭、挪威、瑞典、冰島、丹麥)	Nordic Swan	政府 (北歐標章組織)	Nordic Swan Coordination Board	
新加坡	Green Label	政府	Ministry of the Environment	政府
紐西蘭	Environmental Choice NZ	政府	IANZ	非營利組織
西班牙	Medio Ambiente	政府	AENOR	標準協會
印度	EcoMark	政府	印度標準局 (Bureau of Indian Standards)	政府
泰國	Green Label : Thailand	政府	TEI	政府/非營利組織
荷蘭	Stichting Milieukeur	政府	標準協會	非營利組織
韓國	Korean Env. Labelling	政府	KELA	非營利組織
巴西	NA	政府	ABNT	標準協會
歐盟 (歐盟會員國、冰島、挪威、列支登士登)	EU Flower	政府 (歐盟)	歐盟第十一處環保標章工作小組	
加拿大	Environmental Choice	政府	Terra Choice Env. Services, Inc.	營利組織
瑞典	Good Env. Choice	同左	瑞典自然資源保護協會 (SSNC)	非營利組織

## (五) 全球第三類環保標章計畫之推動方式

由於第三類環保標章計畫之執行方式係依據國際標準組織 (ISO) 技術報告 TR 14025 之規定，因此各國計畫之執行方式亦大同小異。第三類標章計畫一般雖沒有產品規格標準，但是亦有一項規範文件，稱為“產品特殊要求事項 (PSR)”。由於透過第三類計畫宣告的產品需要公告其生命週期評估 (LCA) 結果，因此這項 PSR 即是針對此項產品進行 LCA 時之特殊規定，其中包括範疇界定、計算/分配規格等規定。

第三類計畫之大致執行方式，簡述如下：

- 1) 產品特殊要求事項 (PSR) 之研擬：一般是由消費者或製造廠商提出對某類產品進行第三類環境宣告之需求。主辦機構接著成立 PSR 委員會來擬定涵蓋 LCA 計算規則之 PSC。製造廠商並依據此 PSC 規定，進行 LCA 工作；
- 2) 環境資訊/系統之驗證/查證：由經過認證的驗證機構，來進行驗證申請廠商自 LCA 獲得之環境資訊是否屬實；
- 3) 環境資訊之登錄：通過驗證/查證之環境宣告資訊，可以獲得登錄機構之登錄與公告。

## 附錄二 各國環保標章相關計畫執行方式簡介

### 一、 加拿大環境選擇環保標章計畫執行方式簡介

#### [計畫緣起]

加拿大的環境選擇標章計畫 ( Environmental Choice Program , ECP ) , 係於 1988 年由加拿大政府環境部所成立 , 為全球僅次於德國藍天使標章計畫的第二個全國性志願參與性質環保標章計畫。該計畫的成立宗旨為協助消費者鑑別對環境衝擊較小的產品與服務。

1995 年該計畫的執行轉由民營化的 TerraChoice 環境服務公司接手 , 但環境部依然具有環境選擇標章的所有權與計畫執行管理權。

目前該計畫的產品規格標準超過 130 項 , 涵蓋五大類產品/服務 : 1. 汽車產品與服務類 ; 2. 建築、營造與住家維護用品類 ; 3. 清潔產品與服務類 ; 4. 辦公室與學校供應用品與設備類 ; 5. 其他產品與服務類。授權使用標章廠商之產品總銷售額每年超過加幣 30 億元。

#### [計畫執行方式]

##### (1) 產品項目篩選與標準擬定方式

環境選擇計畫篩選產品項目之方式計有兩種。第一種為各國環保標章計畫最常用的供給面管理 ( SSM ) 方式 , 亦即是依據產品市場銷售額、環境改善潛力、產業界參與興趣來決定 , 所使用之驗證標準稱為「技術指導綱要」 ; 第二種方式為需求面管理 ( DSM ) 方式 , 亦即是依據產業界提出取得對一項特定產品驗證之需求來決定 , 所使用之驗證標準稱為「驗證準則文件」。兩種標準文件之研擬方式稍有不同 , 簡述如下。

##### (a) 技術指導綱要擬定程序

研擬技術指導綱要 ( Technical Guidelines ) 時 , 計畫人員須先準備一份技術簡報文件 ( TBN ) , 列出產品生命週期中各項相關環境、技術、市場及經濟考量 , 以作為技術指導綱要的草案。接著邀集相關專家成立標準審查委員會 , 進行草案審查與修改工作。

委員會審查草案完畢後，將在加拿大政府公報上公告進行為期 4-8 個星期的公開評論階段。並將此階段獲得之各界意見在審查後適度納入草案中，修改成為最終標準，並在政府公報上進行出版公告。

如果一項指導綱要的技術面或市場面出現重大變化，計畫人員可以隨時進行修改程序。但一般是每三年進行一次修改需求審查工作。

#### **b. 委員會審查與驗證程序**

如果一項特定產品目前並無適用指導綱要可供引用，但產品製造/銷售廠商提出獲得驗證之需求，計畫人員會針對此項需求進行委員會審查與驗證程序。先召集相關專家人士成立審查委員會，由委員會針對該項產品之環境績效與相關環保要求事項，提出應該符合之驗證準則文件（CCD），並將此申請案納入正常之申請作業程序。

如果一項產品依尋此程序獲得驗證，類似產品也可以要求比照同樣程序取得驗證。若有三家以上類似產品申請使用此程序，則 ECP 計畫可以考慮將此驗證準則文件升級成為正式指導綱要。

### **(2) 產品驗證申請程序**

一項產品申請使用環境選擇標章的手續，包括以下四個步驟：

- (a) 廠商提出申請：廠商繳交申請表與相關文件。計畫人員收件之後兩週內，通知申請廠商進行查證之時間表與需繳交費用。平均費用約為每個場址加幣 2000 元
- (b) 初步查證與測試：可以包括產品測試、現場稽核與對場址/產品品管系統之審查。進行查證程序所需時間約為 3 星期至 6 個月不等。
- (c) 簽訂授權使用標章協定：廠商通過查證程序後，得與環境選擇計畫簽訂標章使用協定，並在遵守標章使用指導綱要前提下使用標章於產品與廣告上。
- (d) 每年繳交標章使用費用：繳交年費為加幣 100 萬元內銷售額的 0.5%，以及超過 100 萬元部份之 0.1%。

### 3. 後續追蹤考核程序

在廠商獲得授權使用標章之後，計畫人員並將持續定期進行後續追蹤考核行動，方式可以包括現場稽核、要求繳交測試用產品樣本、要求繳交相關文件、要求提出年度守規聲明書等方式。此部份查證活動之費用由標章計畫自行負擔。

## 二、歐盟環保標章計畫執行方式簡介

### [計畫緣起]

消費者的消費行為對於環境會產生負面衝擊，採購綠色產品則能降低此種衝擊。但消費者能否做出明智之綠色採購決策，取決於其取得易了解、具關聯性與公信力環境資訊之難易程度。因此歐盟於 1992 年成立環保標章計畫，以提供此種資訊給消費者。

該計畫涵蓋之產品範圍在 1992 年計畫剛推出時包括服務業之外的所有消費產品（但食物、飲料及醫藥除外），但 2000 年歐盟修訂通過的環保標章法規則開始將服務業納入給予標章之範圍。

### [組織結構]

歐盟環保標章計畫的組織結構包括兩個層級，在歐盟方面是主管機關歐盟執行委員會（European Commission）及由各會員國執行團體、環保團體、消費者團體、產業團體/協會、中小企業、商業等團體代表所組成的歐盟環保標章委員會（European Union Eco-labeling Board，EUEB），主要是負責產品規格標準之制定；在國家層級方面則是由各國執行團體（Competent Body）來負責實際標章頒發與驗證業務之執行。

目前參與歐盟環保標章計畫的各國執行團體計有奧地利、比利時、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、冰島、愛爾蘭、義大利、盧森堡、荷蘭、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、英國等十七國家的團體。

### [計畫特點]

與其他國家的環保標章計畫相較，歐盟環保標章計畫具有下列特點：

1. 適用全部歐盟國家：廠商獲准使用之標章可以適用於歐盟國家的 15 個會員國及挪威與冰島和列芝敦士登（Liechtenstein）等國境內；
2. 具選擇性：通常制定規格標準之限制是使市面產品至多僅有較好的 30%合格；
3. 志願性：廠商可以選擇志願參加，不具強制性；
4. 透明性：規格標準之研擬過程皆公開徵求各利害相關團體之參與磋商；
5. 規格標準制定採用生命週期考量（LCC）。

### **[計畫業務]**

歐盟環保標章計畫之執行業務，主要可分為綠色採購政策發展與推廣、產品規格標準研擬及環保標章之頒發/驗證等三項。

### **[環保標章規格標準之研擬]**

一項新增歐盟環保標章規格標準的產生，需要經過以下步驟：

1. 提出優先考慮產品清單：先由 EUEB 通過一項優先考慮制定規格標準之優先產品清單與工作計畫；
2. 進行可行性研究：清單上每個產品項目由一個執行團體負責主導來成立工作小組，開始進行可行性研究，並將結果送交 EUEB 審核決定；
3. 規格標準研擬與批准：EUEB 若批准進行研擬標準工作，則由工作小組研擬標準草案，並送交 EUEB 批准。接著將經過 EUEB 議定之草案送交歐盟與各會員國核准，並在獲得歐盟與多數會員國核准後公布生效。

### **[歐盟環保標章之使用申請程序]**

1. 提出申請：申請廠商向各執行團體提出使用標章申請，並檢附證明文件與繳交申請費（約 300-1300 歐元）；
2. 審核申請資料：各執行團體依據適用產品規格標準進行文件審核，若有必要時亦須進行現場查核；
3. 核發歐盟環保標章：若審查通過，申請廠商繳交標章使用費（為產

品銷售額之 0.15%，上限為 25,000 歐元)，並取得在產品與廣告上使用標章之權利；

4. 符合性監督：為確保標章公信力，執行團體得持續進行現場查核與產品測試，以確保廠商持續符合規格標準規定；
5. 公開表揚環境績效：執行團體將與製造廠商合作進行標章產品之推廣與宣揚工作。

### 三、韓國環保標章計畫執行方式簡介

#### [計畫宗旨與概述]

韓國的環保標章計畫係由韓國政府環境部 (MOE) 於 1992 年創立，成立宗旨是藉以鼓勵對環境友善產品之生產與消費，並激發韓國民眾的環保意識。希望該計畫除能提供消費者有關產品環境衝擊之正確資訊外，亦可促成消費者對環保活動的更大參與度，並且能鼓勵產業界加速發展對環境友善之產品與技術。

韓國政府並於 1992 年同時成立環保標章委員會，做為該計畫之決策團體。與實施環保標章計畫相關之法規“環保技術發展與支持法”亦於 1994 年公佈，該法之實施細則與施政命令則於 1995 年公佈施行，至此推動韓國環保標章計畫之法源依據已經完整建立。

1994 年在環境部主導下成立非營利事業機構“韓國環保標章協會 (KELA)”。並由環境部委託韓國環保標章協會來負責環保標章計畫之執行。

依據韓國環保標章計畫之設計，獲准使用環保標章的產品必須要能證明可以減少對環境之衝擊。亦即是符合其產品規格標準的產品，與同類傳統產品比較，必須較能預防污染產生，並在其產品生命週期中使用較少的能源與資源。

韓國之環保標章計畫主要為第一類環保標章計畫 (依據 ISO 14024 標準之定義)，但在 2001 年開始增加執行第三類環保標章計畫。其主要計畫活動包括：負責驗證通過符合環保標章規格標準之產品；提倡使用環保標章產品；進行宣導活動以提高民眾之環保意識；與國外對等團體進行國際合作活動；教育民眾進行綠色消費；提供諮詢給希望申請國外

環保標章之廠商。

#### [韓國環境部與環保標章協會之計畫分工]

在執行環保標章計畫時，環境部與 KELA 負責之工作事項不同，環境部之負責事項如下：

1. 研擬與修訂與環保標章計畫推動相關的法令規章；
2. 鑑別出可能之產品項目與基本規格標準；
3. 通知相關團體有關產品項目與規格標準之資訊；
4. 告知消費者有關此計畫之重要因素與資訊。

KELA 則負責以下事項：

1. 自可能產品項目中選定產品項目，並且擬定與修改基本規格標準；
2. 對環保標章執照之使用進行驗證；
3. 管理與檢查獲得驗證之產品；
4. 進行環保標章計畫之推廣活動；
5. 負責諮詢委員會與其他相關行政工作之進行。

#### [韓國環保標章產品之申請程序]

一項產品如果要申請使用韓國環保標章時，依據該產品項目是否已經存在，可以分成兩種情況，敘述如下：

( ) 產品項目已經存在產品之申請程序

1. 廠商向 KELA 提出申請；
2. 標章協會審查申請資料，並決定是否需要進行現場稽核；
3. 審查/稽核之後決定該項產品是否通過審查；
4. 若決定通過則通知廠商繳付費用；
5. 收費之後發給標章使用執照。

申請標章使用執照所需之文件資料：

- 申請表
- 來自經認證機構之證明書，證明該產品符合該產品項目之規格標準

- 對產品之環境與品質特性之敘述資訊
  - 營業執照影印本一份
- ( ) 產品項目尚未存在產品之申請程序：
1. 申請廠商向 KELA 提出將該產品項目列入之申請；
  2. KELA 的產品項目選擇委員會收到申請書之後考量是否列入該產品項目；
  3. 若決定列入則通知規格標準制定委員會開始制定該產品項目之規格標準；
  4. 完成標準制定工作之後通知環境部與申請廠商，並公佈該項規格標準；
  5. 廠商遵照該項規格標準規定提出申請工作。

#### [申請費用與標章使用年費]

韓國環保標章之基本申請費用為每件 10 萬韓幣。標章使用年費則依據該項產品之年銷售額而有不同收費標準如下：

1. 年銷售額低於 10 億韓幣者，每年 100 萬韓幣；
2. 年銷售額介於 10-50 億韓幣間者，每年 200 萬韓幣；
3. 年銷售額介於 50-100 億韓幣間者，每年 300 萬韓幣；
4. 年銷售額介於 100-500 億韓幣間者，每年 400 萬韓幣；
5. 年銷售額超過 500 億韓幣者，每年 500 萬韓幣。

#### 四、泰國綠標章計畫簡介與執行現況

##### [創始緣起]

泰國的綠標章 ( Green Label ) 計畫係由泰國企業永續發展委員會 ( TBCSD ) 於 1993 年開始倡導,並於 1994 年 8 月由泰國環境研究院 ( TEI ) 與泰國政府工業部正式推出。

綠標章計畫的創始用意,是頒發環保標章給和同等功能產品互相比較下對環境衝擊最小之產品。綠標章計畫是一項由廠商志願參與的標章計畫,只要是符合綠標章計畫所規定的產品規格標準,不論是產品與服務業皆可以申請使用綠標章,但是食物、飲料及醫藥產品除外。

## **[成立宗旨]**

綠標章計畫之成立宗旨係推廣資源保育、減少污染及廢棄物管理等環保觀念。頒發綠標章給合格產品之目的則為：

- 提供可靠的產品資訊給消費者以使其進行產品選擇；
- 讓消費者具有做出綠色採購決策之機會，並藉此創造出讓廠商開發與供應無害環境產品之市場誘因；
- 減少產品之生產製造、消費使用以及廢棄處置階段的環境衝擊。

## **[組織結構]**

綠標章計畫的推動係由泰國綠標章管理委員會（Thai Green Label Board）負責管理與決策，並由泰國環境研究院（TEI）與泰國工業標準研究院（TISI）共同擔任秘書處職務，至於產品規格標準的制定則由各個次級技術委員會擔任。以上組織之組成與任務說明如下：

### **1. 泰國綠標章管理委員會之組成與任務**

泰國綠標章管理委員會負責有關計畫推動的所有主要決策。該委員會的成員具有中立與客觀的特性，並由泰國工業部長指派下列人士擔任：

- 工業部秘書長（主席）
- 科學、技術及環境部秘書長（副主席）
- 泰國環境研究院院長
- 泰國工業標準研究院院長
- 泰國工業聯盟代表一名
- 泰國貿易局代表一名
- 泰國新聞媒體協會代表一名
- 泰國環境工程協會代表一名
- 消費者保護辦公室代表一名
- 泰國公共關係聯盟代表一名
- 泰國市場行銷協會代表一名
- 泰國企業永續發展委員會代表一名

綠標章管理委員會的任務如下：

- 決定綠標章計畫的基本策略
- 選擇納入綠標章考量之產品項目
- 決定適用一項產品項目之規格標準
- 決定綠標章之費用結構與收費標準
- 決定相關之必要輔助活動

至於管理委員會相關會議之召開進行與會議資料之準備等行政工作，則由 TEI 與 TISI 共同擔任之秘書處來進行。

## 2. 技術委員會

綠標章計畫的各個技術委員會負責研擬包括產品準則、測試方法（視需要）、對申請者要求事項等產品規格標準之草案。當管理委員會決定增加一項新產品項目時，便會邀請來自各個研究機構、工業界、環保團體以及其他利害相關團體的專家，來成立一個針對該項產品之次級技術委員會。次級技術委員會除了研擬產品規格標準草案之外，並負責報告該產品項目之環境衝擊以及市場佔有率等相關資訊。

### [研擬產品規格標準的程序與原則]

#### 1. 擬定產品規格標準之程序

一項新產品項目規格標準之推出程序，共包含以下七個步驟：

- (1) 社會大眾向綠標章計畫秘書處提出增加新產品項目之提議；
- (2) 秘書處將此提議送交給管理委員會進行考量；
- (3) 管理委員會決定是否增設此新產品項目；
- (4) 若同意設立時則成立一個次級技術委員會負責研擬該產品項目之規格標準；
- (5) 秘書處將次級技術委員會擬妥之規格標準草案送交管理委員會審核；
- (6) 管理委員會審核通過該項規格標準；
- (7) 向社會大眾公告該項規格標準。

#### 2. 綠標章產品規格標準的擬定原則

綠標章計畫在研擬新產品項目之規格標準時係採取下列之指導原

則：

- 應該使用生命週期考量觀念來進行產品的環境評估，納入對所有環境考量面的考慮，其中包括對原料的有效率使用，並注意減少對環境有害衝擊的機會；
- 應能解決具高度政治優先性的特殊環境議題，例如減少廢棄物產生量與減少能源使用量與用水量等；
- 應能具有只要進行合理製程修改/改善即可符合規格標準的能力；
- 應該具有適當之測試方法。

#### [綠標章之申請與頒發程序]

綠標章的申請與頒發程序，包括以下五個步驟：

1. 產品製造廠商或經銷商向 TEI 申請使用綠標章並繳交申請資料；
2. TEI 進行上項繳交資料之初步審核，以初步確認其內容完整並能符合規格標準之所有準則；
3. TEI 將通過初審之申請資料送交 TISI 進行複審，以進一步確保符合該項目規格標準之所有相關要求事項；
4. TEI 對通過複審之合格廠商進行登錄，與該合格廠商簽定使用綠標章契約，並頒發綠標章給該合格產品；
5. 該合格產品製造廠商/經銷商具有可在該產品上使用綠標章的資格和權利。

#### [泰國綠標章計畫執行現況]

泰國綠標章計畫至 2002 年 8 月初為止共計有產品項目 33 項，並有 32 家公司的 173 項產品通過驗證。

## 五、美國綠標籤環保標章計畫執行現況

美國國內的環保標章計畫多為民間團體/組織發起的志願性計畫，例如科學驗證公司（SCS）與綠標籤組織的環保標章計畫等皆是。其中綠標籤（Green Seal）組織為國際環保標章網路組織（GEN）的創始會員，且計畫性質與我國的環保標章計畫皆屬於第一類環保標章計畫。

### [計畫執行現況]

美國綠標籤組織係創立於 1989 年，並於 1990 年正式註冊登記成為非營利組織，從事環保標章計畫之執行工作。該組織於 1992 年首次推出第一項環保標章產品規格標準“衛生紙（Tissue paper）（GS-1）”，並於同年驗證通過第一家符合規格之產品製造廠商。

目前該組織計有超過 40 項之產品項目，現行有效之產品項目計 29 項，獲得驗證通過之產品超過 300 項。

最近幾年來綠標籤計畫所推出之產品項目規格標準較少，其原因與許多常用的產品項目皆已被包括有關，但綠標籤組織逐漸將綠色消費推動重點自個人消費者轉移至服務業與政府機關/企業團體之綠色採購亦大有關聯。

### [近期工作現況]

美國綠標籤組織早期之環保標章產品推動工作，係以個人與家庭消費者為主，這也是 1990 年代初期綠色消費運動之主流。但是到了 1990 年代後期，各國的環保標章工作者均體會到針對個人消費者的綠色消費運動成長空間有限，未來推動成本效益較大的工作對象應屬於機構團體（例如公司行號、服務業、政府機關等）的綠色採購。綠標籤組織也順應此潮流，將工作重點調整為政府/機關團體與服務業為主之業務。

### 第三節 國內相關標章體系及執行方式

國內目前已有或籌畫中之相關標章體系包括環保標章、省水標章、節能標章、綠建築標章、防火標章及能源之星標章等。除能源之星係與美國環保署進行合作計畫，無實際之作業要點外，其餘標章均由主管機關發佈作業要點進行驗證體系之執行依據。本節中將分別介紹以上各標章之內容作介紹及比較分析。

#### 一、環保標章

執行依據：行政院環保署「環保標章推動使用作業要點」，其內容如下：

1. 行政院環境保護署（以下簡稱本署）為推動可回收、低污染、省資源之環保理念，鼓勵消費者愛用環保標章產品，特訂定本要點。
2. 本要點所稱環保標章，係指由本署製作並依法註冊之圖樣。
3. 本署為執行環保標章使用之審議及管理，得以任務編組方式設置審議委員會。（以下簡稱審委會）
4. 適用環保標章之產品項目，由審委會視實際情形指定公告之。
5. 依本要點取得環保標章使用證書者，於使用時，應依本署註冊之圖樣，不得變形或加註字樣。但得依等比例放大或縮小。
6. 環保標章之顏色應以綠色標準色（PANTONE：色票號碼 3415C 或藍色 100、黃色 80、紅色 40）單色印刷。但廠商得視產品包裝不同而調整為其他顏色之單色印刷。
7. 凡未依本要點取得環保標章使用證書，擅自使用或仿冒環保標章者，本署除公布其名稱及產品外，並依法請求民事損害賠償及追究刑事責任。
8. 廠商申請使用環保標章應符合左列條件：
  - 8.1 申請日前一年內，未曾受到各級環境保護機關按日連續處罰、停工、勒令歇業、撤銷許可證或移送刑罰等處分。
  - 8.2 於原料取得、生產、使用、銷售或廢棄物回收、清除、處理過程中減廢績效優良，並符合左列情事之一者：

- 8.2.1.對環境污染程度之降低著有成效。
- 8.2.2.使用時可節省能源、資源。
- 8.3.取得國際標準環境管理系統認可登錄。
  - 8.3.1 產品符合本署核定之規格標準。如該項產品項目已訂有國家標準，並應符合國家標準。
  - 8.3.2 品質及安全性符合相關法規規定。
- 9. 廠商申請使用環保標章，除繳交審查及檢驗費用外，並應檢具左列文件：
  - 9.1 申請書三份。
  - 9.2 公司執照或商號之營利事業登記證影印本三份。
  - 9.3 工廠登記證影印本三份。
  - 9.4 經工廠所在地直轄市或縣（市）環境保護機關出具工廠申請日前一年內，未受本要點 8.1 之處分證明書三份。
  - 9.5 廢棄物貯存、清除、處理之方法及設施符合規定，並經主管機關核准之事業廢棄物清理計畫書及最近一年委託清除處理廢棄物契約書三份。上述之事業廢棄物清理計畫書及契約書得以公司具結保證之下列文件替代：
    - 9.5.1.生產製程之質量平衡。
    - 9.5.2.事業廢棄物減廢計畫。
    - 9.5.3.事業廢棄物產源、質量說明文件。
  - 9.6 消費後之廢棄物回收系統及回收績效達成相關規定之具體事實證明文件三份。如產品未產生廢棄物，申請廠商應檢附其製程及說明文件三份。
  - 9.7 產品符合規格、品質及安全性等規定之證明文件影印本三份。
  - 9.8 符合前條各款規定之證明文件三份。
  - 9.9 其他必要之文件。前項申請書之記載事項及其格式另定之。
- 10.本署為推動使用環保標章，得委由公益法人為執行單位辦理有關事務；其有關雙方之權利義務另以契約訂之。
- 11.執行單位受本署委託執行業務範圍如左：

- 11.1 研擬指定產品符合使用環保標章應具備之條件或規格標準。
  - 11.2 受理使用環保標章之申請及核轉。
  - 11.3 審核申請廠商資格。
  - 11.4 生產作業現場實地評核。
  - 11.5 產品之抽查及檢驗。
  - 11.6 標章授與使用及停止之建議。
  - 11.7 辦理與廠商簽約、終止契約及追蹤管理等作業。
  - 11.8 辦理核發環保標章使用證書。
  - 11.9 受理廠商申請環保標章使用證書之補發及換發。
  - 11.10 其他有關事宜。
12. 執行單位審核相關文件，得邀請專家、學者、相關機構赴現場實際瞭解或委託檢驗。如認有必要，執行單位得邀請專家、學者三至五人組成技術審議小組，進行環保標章申請案件之審核，並將審核結果提報審委會。
  13. 執行單位於收受申請使用環保標章之案件，應即將申請廠商之名稱、產品項目及申請理由公告。公告後一個月內，經主動調查或因人檢舉查證未符合本要點之規定者，應為駁回建議之決定，並陳轉審委會核定駁回。
  14. 廠商申請使用環保標章，經審查符合規定並陳轉審委會核准後，執行單位應即通知申請廠商於一個月內簽訂契約，並發給環保標章使用證書。
  15. 執行單位於受理使用環保標章申請案件後，應於一個月內為准駁建議之決定陳轉審委會，必要時得延長二個月。申請案件欠缺相關文件可以補正者，應一次通知廠商於一個月內補正，逾期逕為駁回建議之決定，並陳轉審委會。
  16. 環保標章使用證書，應分別記載廠商名稱、地址、代表人姓名、行業別、產品名稱、編號、核准理由及使用期限。
  17. 環保標章使用證書有效期間為二年，期滿前四個月內得檢具第 9 點所規定之文件申請繼續使用。
  18. 環保標章產品規格標準之修正，至少須於實施前六個月公告，並由執

行單位通知已依修正前規格標準取得環保標章使用證書之廠商，應自公告日起至新規格標準實施日之期間內，補送符合新規格標準之產品證明文件，轉陳審議委員會審核通過後，始得於新規格標準實施後繼續使用環保標章。於新規格標準公告日至其實施日止之期間內，申請使用環保標章，或依第 17 點規定申請繼續使用環保標章者，應依新規格標準予以審查。

19. 環保標章產品規格標準已不合第一點所定之環保理念，而有必要廢止者，須於廢止前六個月公告，並自公告日起不再接受廠商申請。執行單位應通知環保標章使用期限尚未屆滿之廠商，自該產品規格標準廢止日起，不得繼續使用環保標章。
20. 環保標章使用證書有關廠商地址、代表人姓名之記載事項如有變更，廠商應於十五日內，向執行單位申請換發環保標章使用證書。
21. 環保標章使用證書遺失或毀損時，標章專用權人得敘明事由加具證明，向執行單位申請補發。
22. 使用環保標章之廠商應嚴格執行各類污染物之排放，並符合環保法規之規定。
23. 執行單位對使用環保標章之廠商，得不定期實施抽查及檢驗。前項抽查及檢驗結果，如未符合本要點或不合其他相關法令之規定者，得要求其限期改善，並於期滿後，實施複查，複查仍未符合規定者，執行單位應陳轉審委會審議後予以終止契約，並由執行單位予以公告。
24. 有左列情形之一者，執行單位應通知廠商終止契約並陳轉審議委員會：
  - 24.1 廠商申請終止契約。
  - 24.2 廠商解散或歇業。
  - 24.3 廠商公司登記證、營利事業登記證或工廠登記證經主管機關撤銷或註銷者。
  - 24.4 廠商未依第十七點之一規定辦理或未經審議委員會依第十七點之一規定審核通過者。
  - 24.5 環保標章產品規格標準經本署依第十七點之二規定公告廢止者。

- 25.使用環保標章之廠商，經執行單位書面通知終止契約生效日起，應即停止使用環保標章，並於十日內將環保標章使用證書繳交執行單位。逾期不繳交者，由執行單位予以公告註銷。
- 26.使用環保標章之廠商於終止契約生效日起，一年內不得再提出申請使用環保標章。
- 27.使用環保標章之廠商，應每月彙整使用環保標章之產品數量，送執行單位備查。
- 28.執行單位應每季將環保標章使用之申請、准駁、訂約之廠商名稱及其產品項目、使用期限、抽驗暨終止契約情形等執行事項，陳轉審委會備查。
- 29.進口產品之廠商，應檢具自行宣告並符合 ISO/IEC Guide 28 及 CNS 13249 之第三者驗證之產品環保特性證明文件，並應檢具該產品生產國之有關機關出具申請日前一年內無重大污染紀錄之證明文件，依本要點之規定申請使用環保標章，得不受要點 8.1 之限制。
- 30.環保標章產品檢驗及審查費用標準，由執行單位擬訂，陳轉審委會核定。
- 31.本要點經主管會報通過，署長核定後實施，修正時亦同。

## 二、省水標章

執行依據：經濟部水資源局「省水標章作業要點」，其內容如下：

1. 經濟部水資源局（以下簡稱本局）為推動節約用水、鼓勵廠商研製省水器材及消費者愛用省水標章之產品，特訂定本要點。
2. 本要點所稱省水標章，係指由本局製作並依法註冊之圖樣（如附件）。
3. 省水標章各項產品規格，由本局公告實施。修正時，亦同。
4. 省水標章之顏色應以藍色標準色（PANTONE：色票號碼 312C）單色印刷。但廠商得視產品包裝不同而調整為其他顏色之單色印刷。
5. 廠商申請使用省水標章，應符合下列各項條件：
  - 5.1 申請省水標章之產品，須為合法登記之公司、商號或工廠所生產。
  - 5.2 產品須符合本局公告之省水標章規格，已訂有國家標準者，並

應符合國家標準。

5.3 產品品質及其安全性應符合相關法令規定。

6. 廠商申請使用省水標章應填具申請書並檢具下列文件各一式三份，向執行單位提出申請：

6.1 廠商及產品基本資料表。

6.2 公司執照及營利事業登記證（商號可免附公司執照）。

6.3 工廠登記證（代理商可免附工廠登記證，但須附代理授權書，委託生產須檢具委託生產切結書及其工廠登記證）。

6.4 具公信力檢測單位所提供之符合省水標章規格之測試證明。

6.5 產品符合國家標準之證書或檢驗報告（產品項目無國家標準者可免附）。

6.6 產品品質及其安全性符合相關法令規定之證明文件（產品無品質及安全性要求者可免附）。

6.7 環境保護主管機關出具之證明，證明廠商於申請日前一年內，未曾受到該管環境保護主管機關按日連續處罰、停工、停業、勒令歇業、撤銷許可證或移送刑罰等處分（代理商可免附）。

6.8 其他必要文件（無其他必要文件者可免附）。

前項申請書之記載事項及其格式由本局另訂之。

6.1 各款檢具之文件，除第一款基本資料表及 6.4 測試證明須一份正本（由執行單位審查後送還申請廠商）外，其餘文件得以影印本為之，惟每份影印本應由廠商註記「本件影印本與正本相符」之字樣。

7. 申請省水標章之產品已取得國內具公信力之其他標章，且該其他標章之省水規格不低於本局公告之同類產品者，得僅填寫廠商及產品基本資料表，並附已取得該其他標章之證明文件及其相關資料。

8. 本局為推動使用省水標章，得委由專業法人為執行單位辦理有關業務；其有關雙方之權利義務，另以契約訂之。

9. 本局委託執行單位之業務事項如下：

9.1 研擬指定產品符合使用省水標章應具備之條件或規格。

9.2 受理及審查省水標章申請之相關文件。

9.3 產品生產作業現場實地評核。

- 9.4 產品之抽查及檢驗。
- 9.5 省水標章核發使用或終止使用之建議。
- 9.6 省水標章使用之追蹤管理等作業。
- 10.執行單位審查省水標章申請之相關文件，得邀請專家、學者、相關機關（構）代表進行現場查核或產品抽驗。
- 11.廠商申請使用省水標章，經審查符合規定後，由本局核發省水標章使用證書。
- 12.執行單位受理省水標章之申請案件：
  - 12.1 申請相關文件完備者，執行單位應於申請案收件日起一個月內完成審查准駁之建議並轉知本局，必要時得敘明理由報經本局同意後即行通知廠商延長一個月。
  - 12.2 申請相關文件不完備者，由執行單位逐項列出須補正之事項或文件，通知廠商於一個月內補正，逾期未補正完備者，執行單位即中止審查，俟申請廠商補正完備後繼續審查。
- 13.省水標章使用證書，應分別記載廠商名稱、地址、代表人姓名、產品項目、產品名稱及型號、證書編號及有效起迄日期。
- 14.省水標章使用證書有效期間為三年，期限屆滿後仍有繼續使用必要者，應於期滿前三個月起一個月內提出申請，逾期則須重新申請。
- 15.廠商申請繼續使用省水標章，應符合本要點之最新規定，其應檢具之文件與原申請案件一致者，除檢具廠商及產品基本資料表一式三份外，免附其他證明文件。
- 16.省水標章各項產品規格若經修正，應自修正公告日起一個月內，由執行單位通知該產品規格修正前已取得省水標章使用證書之廠商，應於修正公告日起六個月內，補送符合新規格之產品證明文件，始得繼續使用省水標章。
- 17.省水標章使用證書有關廠商地址、代表人姓名、產品名稱及型號之任一記載事項內容如有變更，廠商應於十五日內檢具必須變更之切結書，向本局申請換發省水標章使用證書。
- 18.省水標章使用證書遺失或毀損時，省水標章使用人得敘明事由加具證明，向本局申請補發、換發。

- 19.執行單位對使用省水標章之廠商及其產品，得不定期會同廠商實施抽查及檢驗。如抽查及檢驗結果，未符合本要點規定時，得限期該廠商改善，並於期滿後，實施複查，複查仍未符合規定者，執行單位應報請本局審議後終止該廠商使用省水標章。
- 20.執行單位發現使用省水標章之廠商有下列情事之一者，應通知本局終止該廠商使用省水標章：
  - 20.1 未依本要點規定正確使用省水標章之廠商。
  - 20.2 未依本要點規定期限補送符合新規格產品證明文件之廠商。
  - 20.3 申請終止使用省水標章之廠商。
  - 20.4 已解散或歇業之廠商。
  - 20.5 公司執照、營利事業登記證或工廠登記證，經主管機關撤銷或註銷之廠商。
- 21.使用省水標章之廠商，經本局書面通知之終止使用日起，應即停止使用省水標章，並於十日內將省水標章使用證書繳交本局。逾期不繳交者，由本局予以公告廢止。
- 22.使用省水標章之廠商於終止使用日起，一年內不得再提出申請使用省水標章。
- 23.使用省水標章之廠商，應彙整其每年一月至六月及七月至十二月販售省水標章之產品數量，分別於每年六月及十二月結束之次月十五日前送交執行單位統計後轉本局備查。
- 24.取得省水標章使用證書者，於使用省水標章時，應依本局註冊之圖樣，不得變形或加註字樣。但得依等比例放大或縮小。如有不正確使用或違反本要點規定者，本局依法追究其責任。
- 25.未取得省水標章使用證書，擅自使用或仿冒省水標章者，本局除公布其廠商名稱、產品名稱及型號外，並得依法請求損害賠償及追究相關責任。
- 26.為鼓勵節約用水，省水標章之使用及審查均不收取費用，惟申請時各項檢驗費用或必要之產品抽驗費用，由申請廠商自行負擔。
- 27.本要點經本局局長核定後實施。修正時，亦同。

### 三、節能標章

執行依據：經濟部能源委員會「經濟部節能標章作業要點」，其內容如下：

- 1.經濟部（以下簡稱本部）為推動節約能源、鼓勵廠商生產節約能源之高效率商品及促使消費者優先選用節能產品，特訂定本要點，並以本部能源委員會為執行單位。
- 2.本要點所稱節能標章，係指由本部依節約能源精神設計製作，並依法註冊為證明標章之圖樣。
- 3.節能標章之顏色應以藍色及紅色標準色印刷（PANTONE：色票號碼 C100/M70 及 M70/Y90），但廠商得視產品包裝不同而調整為其他顏色之印刷。
- 4.本要點適用之產品類別與項目及其節能標章能源效率標準，由執行單位另行公告之。
- 5.申請使用節能標章之廠商應為合法登記之公司或商號，其使用標章之產品應符合下列條件：
  - 5.1 符合依前點公告之能源效率標準。
  - 5.2 該產品性能及規格如已訂有國家標準者，亦應符合國家標準。前項所稱產品係指廠商自行生產或進口者。
- 6.廠商申請使用節能標章以產品型號區分，其申請及使用均不收取費用。但各項檢驗費用或必要之產品能源效率抽驗費用，由申請者自行負擔。
- 7.節能標章申請作業及使用須知，由執行單位另訂之。
- 8.為辦理節能標章之產品類別、項目及其能源效率標準與標章使用之審議，執行單位得召集相關專家組成節能標章審議委員會。  
前項審議委員會置委員七至九人，主任委員由執行單位執行秘書兼任，副主任委員由執行單位組長兼任。其餘委員由主任委員就下列人員遴聘之，任期二年，期滿得續聘。
  - 8.1 具有電機、機械、化工或能源相關技術背景之專家學者代表二至三人

8.2 具有電機、機械、化工或能源相關技術背景之民間相關團體代表三至四人

9. 審議委員會會議以每三個月召開一次為原則。必要時，得召開臨時會議，由主任委員召集並擔任主席。主任委員因故不能出席時，由副主任委員代理；副主任委員因故不能出席時，由主任委員指定委員一人代理之。會議應有超過全體委員半數之委員出席始得開會；並以出席委員過半數之同意始得議決。正反意見同數時，由主席裁決之。

前項會議召開時，得視需要邀請有關單位及團體派員列席說明。如有必要，得進行產品抽驗。

10. 為推動節能標章業務，執行單位得委託具專業能力之單位為承辦單位，辦理相關事務；雙方之權利義務另以合約訂定之。

11. 廠商申請使用節能標章，應填具節能標章申請書，向執行單位提出申請。執行單位於受理節能標章使用申請案件後，應於一個月內完成文件資料初審，必要時得延長一個月。

前項審查時間不含標章申請者補正資料以及現場抽驗之作業時間。申請案件欠缺相關文件須補正者，申請者應於二個月內補正，逾期未補正或補正後仍與規定不符者，執行單位逕為駁回。

經初審及復審通過核准後，執行單位應通知廠商於一個月內辦理節能標章使用合約書之簽訂，並報請本部核發節能標章使用證書。

12. 節能標章使用證書，應分別記載廠商名稱、地址、負責人姓名、產品名稱與型號、證書編號、及有效期限等。

13. 節能標章使用證書有效期間為二年，期滿前四個月廠商得申請延展使用。

14. 節能標章使用證書遺失或毀損時，標章使用人得敘明事由加具證明申請補發或換發。

15. 使用節能標章之廠商，應於每年一月、四月、七月及十月之上旬，依使用合約彙整前一季使用節能標章之產品銷售與使用數量資料，送執行單位建檔管理。

16. 節能標章之產品類別與項目及其能源效率標準依第四點公告如有修正，本部應於新標準實施日前六個月公告之，並由執行單位以書面通

知節能標章使用期限尚未屆滿之廠商，應於新標準實施日四個月前，依使用合約補送產品符合新能源效率標準之證明文件，由執行單位及審議委員會依第 11 點規定辦理初審及復審通過，始得於新標準實施後，繼續使用節能標章。

自新標準公告日至其實施日之期間，申請使用節能標章或申請繼續使用節能標章者，應依新標準審查。

產品類別與項目有廢止之必要者，應於廢止前六個月公告，並自公告日起不再接受廠商申請。執行單位應依使用合約以書面通知節能標章使用期限尚未屆滿之廠商，自該產品類別與項目廢止日起，不得繼續使用節能標章。

17.使用節能標章之廠商，有下列情事之一者，本部得依使用合約終止其標章之使用：

17.1 廠商申請終止標章使用者。

17.2 廠商解散或歇業者。

17.3 廠商公司執照或營利事業登記證經主管機關依法撤銷或註銷者。

17.4 廠商未依第十五點規定辦理者。

17.5 廠商未依前點規定辦理或審核未通過者。

17.6 廠商未依本要點之規定事項辦理，經限期改善而不改善者。

18.未依本要點取得使用證書、使用證書期滿未辦理延展或經本部終止使用者，不得擅自使用節能標章，其擅自使用、盜用或仿冒者，本部除公布其公司與產品型號外，並得依法追究。

#### 四、防火標章

執行依據：「建築物公共場所防火標章作業要點」，其內容如下：

##### 1、宗旨

財團法人中華建築中心及財團法人消防教育學術研究基金會（以下簡稱執行單位），在內政部建築研究所、消防署、營建署（以下簡稱指導單位）之指導協助下，推動建築物公共場所防火標章（以下簡稱防火

標章)的使用工作，特訂定本作業要點。

## 2.標誌專利註冊

本要點所稱防火標章，其標誌如附圖一所示。

## 3.審查委員會

執行單位為執行防火標章之審查，得設置審查委員會(以下簡稱審查會)，其設置準則由執行單位訂定之。

## 4.審查標準

防火標章應符合下列條件：

- 4.1 建築物公共安全已依建築法完成委託專業機構或人員檢查簽證檢查各項目均符規定，已向當地主管建築機關申報並准予報備，具有證明文件。
- 4.2 消防安全設備依規定完成檢修申報，且各項消防安全設備均符規定，並報請當地消防機關備查。
- 4.3 依法須使用防焰物品或材料者，已確實使用附有防焰標示之防焰物品或材料”。
- 4.4 依法須選用防火管理人或製定消防防護計畫書者，已確實選用防火管理人或製定消防防護計畫書並有防火管理演練具有證明文件。
- 4.5 已辦妥公共意外責任保險，具有證明文件。

## 5.優先勸導場所

1.戲(劇)院	6.酒家	11.500 m <sup>2</sup> 以上量販店(超級市場)
2.電影院	7.美容院	12.500 m <sup>2</sup> 以上旅(賓)館
3.歌廳	8.錄影節目帶播映場所	13.觀光旅館
4.夜總會	9.三溫暖	14.保齡球館
5.舞廳	10.500 m <sup>2</sup> 以上百貨公司(商場)	15.其他(與1-14類同等性質或其他類場所)

## 6.申請文件

申請人應填具申請書，向執行單位提出申請，執行單位於初審通過

後應儘速派員或委託專業機構或人員現地履勘，並於各查核表上逐項核對。

#### 7.建築物家庭醫師

執行單位應對專業檢查（修）機構及人員、建築物管理機構進行評鑑，評鑑優良者向消費大眾及大廈管理委員會推薦為建築物之家庭醫師。

#### 8.建築物家庭醫師檢查流程

家庭醫師在執行標章安全檢查時需先向執行單位登錄檢查時間、地點並取得授權檢查碼，執行單位可隨機查核，檢查合格時應依建築物公共安全檢查及消防安全設備檢修規定向相關主管機關申報，並副知執行單位。

#### 9.金質防火標章及其獎勵

凡申請得防火標章之建築物公共場所，如實施「建築物家庭醫師」制度者，其防火標章可提昇為金質防火標章，為最高之榮譽，並得由執行單位訂定獎勵辦法報請主管機關核備後實施。

#### 10.諮詢顧問團

執行單位得邀聘國內外專家組成諮詢顧問團，輔導協助申請人取得防火標章。

#### 11.申請及使用須知

防火標章申請及使用須知，由執行單位另訂之。

#### 12.費用

執行單位對申請、延續使用及複查防火標章者，得依實際需要收取費用，費用標準由執行單位訂定之。

#### 13.實施及修訂程序

本作業要點經執行單位董事長核定後實施並報內政部備查，修訂時亦同。

### 五、綠建築標章

執行依據：內政部「綠建築標章推動使用作業要點」，其內容如下：

1.內政部（以下簡稱本部）為鼓勵興建省能源、省資源、低污染之綠建

築，建立舒適、健康、環保之居住環境，特訂定本要點。

2.本要點用語定義如下：

2.1 綠建築標章：取得使用執照或既有合法建築物，合於綠建築評估指標標準頒授之獎章。

2.2 候選綠建築證書：取得建造執照但尚未完工領取使用執照之新建建築物，合於綠建築評估指標標準頒授之證書。

2.3 綠建築標章申請人：為建築物之所有權人、使用人、或依公寓大廈管理條例規定之管理委員會、管理負責人、管理服務人。

2.4 候選綠建築證書申請人：為建造執照上登記之起造人、設計人、監造人、承造人。

2.5 標章使用人：原申請人通過審核取得標章者。

2.6 候選證書使用人：原申請人通過審核取得候選綠建築證書者。

3.本要點適用範圍為依建築法規定適用地區之建築物。

4.本部為執行公有建築物綠建築標章暨候選綠建築證書之審議及管理，得委託公益法人為執行單位辦理之。執行單位應組成綠建築委員會審查及其設置要點由執行單位另訂之，送本部核定後辦理。

5.申請綠建築標章或候選綠建築證書之建築物，符合「綠建築解說與評估手冊」所訂定之評估指標，經本部主辦機關委託之公益法人審議通過，並報經本部核准後，頒發綠建築標章或候選綠建築證書。

申請綠建築標章或候選綠建築證書，至少須通過前項手冊之四項指標，其中「日常節能」及「水資源」兩項指標為必須通過之指標。

前項綠建築解說與評估手冊如有不盡週詳之處，本部授權由執行單位成立之綠建築委員會決議處理之。

6.依本作業要點取得綠建築標章或候選綠建築證書之建築物，其標章及候選證書之規格、製作、置放及使用，須依「綠建築標章申請使用須知」辦理。

7.擅自使用或仿冒綠建築標章或候選綠建築證書者，本部除依本要點既定方式公告該冒用者及建築物名稱外，並得依法向行為人請求民事損害及追究刑事責任。

8.綠建築標章及其證書或候選綠建築證書，應分別記載建築物名稱、建

築物概要、有效期間及符合指標項目。

9.綠建築標章及其證書或候選綠建築證書，有效期限為三年，期滿三個月前得申請繼續使用。但候選綠建築證書如有第十五條情事規定期限內辦理申請者，不在此限。

標章或候選證書申請人申請繼續使用綠建築標章或候選綠建築證書，仍應符合本要點之規定辦理。

10. 申請使用綠建築標章或候選綠建築證書需檢具下列文件：

10.1 申請書四份。

10.2 建造執照或使用執照影本一份。

10.3 以建造執照申請候選綠建築證書之案件，應檢附消防、水電等相關主管機關審核通過之證明文件影本一份。

10.4 標章申請人之相關證明文件影本一份。申請人若為依公寓大廈管理條例規定之管理委員會、管理負責人及管理服務人，應提出住戶委託管理之相關證明文件。

10.5 切結書。

10.6 評估說明書、圖。特殊案件應有之其他必要文件。

11.執行單位受本部委託之業務範圍如下：

11.1 受理申請案件之審查，並提供准駁之建議。

11.2 辦理綠建築標章或候選綠建築證書之契約書簽訂、終止事項。

11.3 追蹤使用管理。

11.4 證書之補、換發。

11.5 建議停止標章之使用。

11.6 協助申請綠建築標章及候選綠建築證書之諮詢服務。

11.7 有關綠建築標章及候選綠建築證書評定制度之研修事項。

12.執行單位審核相關文件，如有必要，得邀專家、學者、相關機構會同標章申請人赴現場實際查核。

13.申請使用綠建築標章或候選綠建築證書，經本部核准後，標章或候選證書申請人，應於執行單位通知日起七日內，簽訂標章或證書使用契約。逾期未辦理時，其申請資格視為放棄，已繳審查費不予退還。

14.執行單位於受理綠建築標章或候選綠建築證書申請案件後，應分別於

五十個工作天或三十五個工作天內審查完竣，提出准駁建議並報本部核備。

前項審查時間不含標章或候選證書申請人補正之作業時間。

申請案件欠缺相關文件者，應一次通知申請人於五日內補足，逾期不補或未補齊全部申請文件者，即不予收件掛號。

預審作業時尚須補正相關文件者，應一次通知申請人於一個月內完成，逾期不補或補正不完全者逕為退件，並退回審查費新台幣壹萬伍千元整及其他費用。

前項申請案件之審查，執行單位應配合訂定「綠建築標章暨候選綠建築證書審查注意事項」。

15. 使用候選綠建築證書之建築物，其候選證書申請人未於工程完竣取得使用執照後六個月內，依本要點申請者，其前取得之候選綠建築證書作廢，契約書自該期限屆滿時自動失效。
16. 申請綠建築標章或候選綠建築證書之收費標準，由執行單位擬訂報本部核定。
17. 綠建築標章或候選綠建築證書，有關標章或候選證書申請人之相關資料如有變更，應向執行單位申請換發。
18. 綠建築標章或候選綠建築證書遺失或毀損時，標章使用人或候選證書申請人得敘明事由並加具證明，向執行單位申請補發。
19. 執行單位對使用綠建築標章或候選綠建築證書之建築物，得不定期實施追蹤查核，查核結果若未符標章或候選證書上所記載指標項目，執行單位應促其一個月內改善，如未改善或改善仍不符合審定通過之指標效益者，應命其停止使用標章或候選證書，並報本部核備後公告之。
20. 使用綠建築標章或候選綠建築證書，有下列情事之一者，為契約之終止事由：
  - 20.1 使用人或申請人申請終止契約。
  - 20.2 使用人或申請人解散或歇業。
  - 20.3 使用綠建築標章或候選綠建築證書之建築物，其相關證件經主管機關撤銷或註銷。

20.4 違反本作業要點。

20.5 以詐偽方法或不實文件資料送審。

執行單位應於知悉前項終止事由之日起三日內，通知使用人或申請人終止契約，並報本部備查。

21.執行單位應每半年將綠建築標章及候選綠建築證書之申請、准駁情形及訂約之標章或候選證書申請人名稱、使用期限、抽查及終止契約等事項，彙報本部備查。

22.綠建築標章或候選綠建築證書之使用，有下列情事之一者，應即停止使用標章，並於十日內將標章及其證書或候選證書繳交執行單位。逾期不繳交者，由本部予以公告註銷。

22.1 第九條規定之使用期限屆滿，未經申請繼續使用者。

22.2 經依第十五條規定，視為自動失效者。

22.3 有第十九條、第二十條之終止事由，經執行單位書面通知終止契約者。

23.本要點公告方式為公告於本部建築研究所綠建築網站（<http://www.abri.gov.tw/Green/>）、建築研究簡訊及執行單位網站（<http://www.abri.gov.tw/>）。

24.本要點經本部核定後實施，修正時亦同。

## 六、能源之星

我國能源之星計畫係為行政院環境保護署於1999年7月與美國環保署簽署「中美環境保護技術合作協定第四號執行辦法」中之一項合作計畫，其中一項為「中美能源之星方案換函」，獲美國環保署授權使用並管理台灣地區「能源之星」相關事宜。故並無相關作業要點，僅有申請作業須知。

申請作業須知：

1.廠商可經由傳真或函索使用能源之星標章協議書樣本。

2.廠商申請使用能源之星標章，應檢具下列文件並函寄執行單位，提出申請，

2.1 申請表一式二份。

- 2.2 申請使用能源之星標章協議書二份。
  - 2.3 申請使用能源之星標章之產品檢測報告二份，檢測項目依協議書內容之規定。
  - 2.4 申請公司執照影本二份。
  - 2.5 申請公司之營利事業登記證影本二份。
  - 2.6 申請工廠之營利事業登記證影本二份。
  - 2.7 申請產品之彩色型錄二份。
  - 2.8 產品資料表二份
- 3.前揭申請文件經行政院環境保護署確認無誤後，錄案並由行政院環境保護署與申請廠商簽署協議書。
  - 4.廠商即可依協議書規定，使用能源之星標章。

## 七、各標章之作業要點比較分析

上述各標章之作業要點，大抵包括以下之內容：

- 1.計畫依據
- 2.標章圖樣及包括內容
- 3.廠商申請要點
- 4.審查作業要點（審查機構、審查方式等）
- 5.標章之使用與廢止

國內現行各標章在作業程序上之比較分析如表 6.8 所示。而其中最重要的當然是對應各相關產品之標準應先制定，以供審查之依據。

這五類標章之作業程序比較如下表 6.8 所示：

表 6.8 相關標章作業程序比較表

標章類別	文件 審查	現場 查核	委員會 審查	契約 簽訂	追蹤 考核	續約 規定	撤銷 規定	申請 費用	使用 費
環保標章									
節能標章									
綠建築標章									
能源之星									
省水標章									

: 有

: 無

: 不一定

由表 6.8 所示，可以見得不論是何種標章制度之實施，其計畫實施要項大同小異，但是隨著各個標章計畫的要求寬嚴度而有所不同。例如較嚴謹計畫會採取嚴謹的規格標準，並實施現場查核與委員會審查等方式，例如我國的環保標章計畫；但是有些計畫則採取由廠商志願遵守的方式，因而會讓廠商自行查證符合性而省略現場查核等動作，例如節能標章與能源之星標章等計畫。

目前國內市場上具有各項與環境管理相關之標章計畫，其中並有多項計畫之產品項目重複之情況出現。這幾項標章計畫中以環保署主管的環保標章計畫的涵蓋範圍最廣，其產品項目理論上可以包括其餘四項標章的產品項目，然而因為這些標章的主要訴求標的物與主管機關各自不

同，形成各類同性質標章平行存在的現象。此現象或許會讓消費者覺得無所適從，但是對於廠商來說，則具有增加選擇最適用標章的機會。

以能源之星標章計畫與環保標章計畫中資訊產品項目重複之情況為例，可以瞭解市場與法規環境可以決定廠商得以選擇申請標章之情況，及這兩項計畫之市場區隔探討。

環保標章計畫中的許多資訊產品項目（例如電腦與監視器）均與能源之星計畫之產品項目重複。但是能源之星計畫僅要求此類產品需要符合用電量規定；環保標章計畫對則這些產品除用電量規定外，尚另外要求材料回收性與毒性物質含量等其他規定事項。

此外能源之星計畫為自美國引進之計畫，並為美國總統行政命令所指定採購產品，因此廠商若考慮產品外銷美國市場，則以申請能源之星標章較為有利。另外原本能源之星產品並未被納入政府綠色採購項目，但是自 2003 年 6 月起，台灣能源之星標章已列入「機關優先採購環境保護產品辦法」第三類環境保護產品，正式加入政府機關綠色產品採購之行列。目前第一類環境保護產品為環保標章產品；第二類產品為非屬環保標章產品但為環保署認定符合規定之環保產品；第三類產品為能源之星標章與節能標章產品。

由於能源之星標章產品為第三類產品，環保標章產品為第一類產品，因此產品項目相同時，環保標章產品較能源之星標章產品為優先採購產品。但若環保標章未開放項目者，則能源之星產品可依「機關優先採購環境保護產品辦法」第 12、13 條優先議價及採購。

舉例來說，目前能源之星計畫已有掃瞄器廠商及產品獲得能源之星標章，而環保標章計畫尚未開放掃瞄器產品項目，自然沒有掃瞄器產品獲得環保標章。因此獲得能源之星標章的掃瞄器產品，可依「機關優先採購環境保護產品辦法」第 3、12、13 條規定優先議價及採購；而多功能事務機亦有類似之情況，不同的是 2003 年 7 月環保標章已開放多功能事務機之產品規格，但目前尚未有任何多功能產品獲得環保標章。

對於能源之星標章產品來說，能夠成為政府採購法綠色條款（第 96 條）之第三類產品，除了維持原有國外銷售優勢外，更增加了國內銷售之契機。對於廠商來說，如果僅考慮國外市場則以申請能源之星標章為佳；若考慮國內政府採購市場，則應依照次序優先考慮第一類至第三類產品的產品項目。例如環保標章計畫有此項目時，應該優先申請環保標章；若環保標章計畫無此項目時，則可以考慮申請其他類產品之標章。

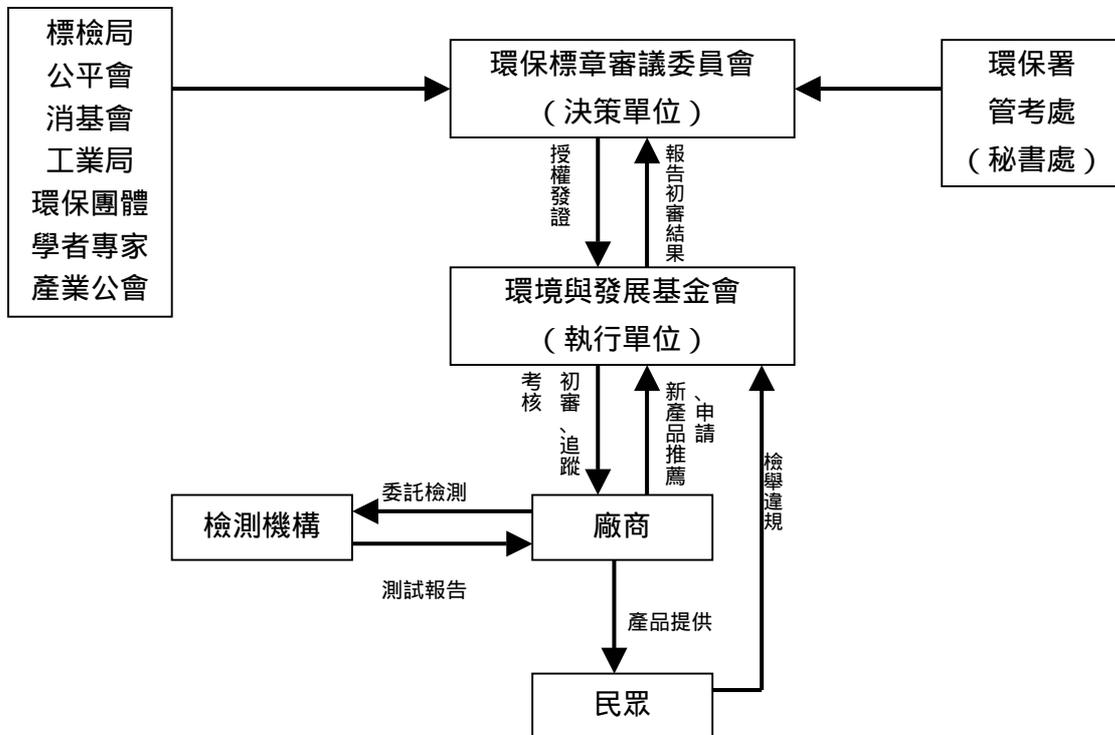
由上述實例顯示，即使是不同標章計畫有重複產品項目之情況，但是因為廠商對於產品銷售市場、國內與國外政府採購法令環境之不同，此種標章/產品項目重複之情況，反而可以增加廠商的選擇彈性。並可以藉市場力量，選擇出最適合廠商與消費者需求之標章計畫與產品項目。

在前述各類標章的推動方式上，各標章計畫大致是採取擬定規格標準，由廠商提出申請，並自行進行行銷活動之方式來推動。標章主管機關可能主動或是與獲標章廠商配合進行宣導工作，但大致是由市場機能與民間消費者自行選購標章產品。在法令支持之推動機制方面，若能被納入政府綠色採購體系，例如前述之能源之星標章產品，則獲政府機構採購方面之推廣成效自然大為增加。

由能源之星與環保標章運作之經驗，將可以預見未來再生建材標章在推動時亦可能面臨類似的問題。可預作妥善規劃。

表 6.9 為我國環保標章計畫現行之運行方式如下，可供參考：

表 6.9 我國環保標章現行運作方式



#### 第四節 國內綠色再生建材認定標準與推動制度之研擬

目前內對於再生建材之市場無法順利打開之主要原因之一在於對再生性之認定尚不明確，再生建材相關的認定方式缺乏公信力問題亦是業者所關切，加之缺乏驗證文件，造成業者之間無法公平競爭，甚至惡性競爭，不僅造成好的綠色技術不能被用來解決環保問題，且使用之顧客和販賣之業者間易產生紛爭。有鑑於此，推動相關之標準制定與驗證乃極為重要。茲參考國內、外相關標章制度之推動情形，綠色再生建材標章之推動將包括兩大部份其一是建立認定標準，其二是建立推動制度。因此內政部建研所正委託成大江哲銘教授執行「綠建材標章建立與推廣計畫」以規劃完整之推動工作。本「綠色再生建材」將為「綠建材」四大評定項目（健康、高性能、再生與生態）之一項，因此認定標準之研擬係配合該計畫之進度而執行，分階段討論及所完成之成果皆曾提供江教授研究團隊納入該計畫中參考。

針對『綠色再生建材』研擬合適之指標，與評定準則，大抵上將考量以下要項如：

- 於生產、施工、使用、棄置等各階段皆能減少環境污染，降低環境負荷，減少 CO<sub>2</sub> 排放之環保性指標
- 可延長生命週期或重覆使用之永續性指標
- 長期使用對於健康與安全衛生影響之健康性指標
- 材料性能與施工使用便利考量之機能性指標
- 產品價格具商業化市場競爭能力之經濟性指標

本究對於以上之各種指標，依據各不同類別產品之差異特性，擬定合適之評量準則與權重分配。

為確實掌握實施驗證制度執行時所發生之問題，本年度乃進行綠色再生建材技術驗證示範規劃，整體的綠色再生建材技術驗證，其作業區分為四階段，分別為提出申請、審查與評估、報告製作和認證審議，以建立透明和公信的驗證程序；擬定綠色再生建材技術驗證共通性測試規範，使技術賣主、測試機構，能順利進行測試來確認技術。需考量以下幾項因素：

- 解決重大環境需求者：所有綠色技術的最終目標為改善和保護環境，所以選擇的項目必須對環境有明確和清楚的助益，此助益包括改善環境使其達到較高程度的污染減少或達到降低成本/簡化運作，使得能加速技術實行速率。
- 具有實際商機：綠色再生建材項目的選擇將朝向在國內外皆有明確市場定位，並且能加速銷售和使用的項目。必須是市場區隔明確，且目前市場需求甚大。
- 符合政策需要者：能分擔施政機關的環保承諾，亦能解決即將來臨的環境管理需要。
- 為開發者和賣主所接受者：優先項目必須對大多數可能的技術開發者和使用者有助益。

#### 綠色再生建材推動機制之研究

推廣綠色再生建材乃基於建築廢棄物減量，降低環境負荷，減少 CO<sub>2</sub> 排放等政策性之目標，而為推動永續循環社會之要項。然而對於民間業者而言，經濟誘因與產品功能乃為最主要之考量。但是此兩大原則卻幾乎為所有之資源化再生產品無法順利打開市場通路之關鍵所在。因此唯有利用法規工具以使業者樂於採用，而能開拓使用之利基。而在使民間樂於採用之前，優先推廣對象當為政府機構。

目前最直接鼓勵再生資源化產品使用之法規首推「政府採購法」。其第九十六條明定：「機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許百分之十以下之價差。產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，亦同。其他增加社會利益或減少社會成本，而效能相同或相似之產品，準用前項之規定。」

但在延用此條時必須注意其必要條件是：必須性能相同或相似，亦即符合功能性標準。因此，所有的再生產品符合功能性之標準乃為首要之務。若功能無法符合使用者，工程單位等之規格需求將致影響工程品質，此亦非推廣使用再生產敏之目的。

然則依據前述「政府採購法」第九十六條之原則，其充份條件是：環境保護標章產品為第一優先；產品本身或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理過程，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者為第二優先，其他可增加社會利益或減少社會成本者為第三優先。深入分析此規定，吾人發現產品若能取得『環保標章』將為可列為「政府採購法」最優先之採購項目，詳如下述。

1.第一優先（即第一類產品）：「環保署公告之環保標章產品項目，且符合下列情形之一者：（1）取得行政院環境保護署認可之環保標章使用許可。（2）取得與我國達成相互承認協議之外國環保標章使用許可。」

=>即環保署主動公告，由業者依其公告之內容，提出申請並經審查認定符合者。

2.第二優先（即第二類產品）：「非屬環保署公告之環保標章產品項目之產品，經環保署認定符合此等條件，並發給證明文件者。」

=>由產品生產者向環保署提出申請，並經認定符合者。

3.第三優先（即第三類產品）：「增加社會利益或減少社會成本之產品，指該產品經相關目的事業主管機關認定符合此等條件，並發給證明文件者。」

=>非由環保署指定，但經目的事業主管機關認定可符合其政策目標，由廠商向目的事業主管機關提出申請，並經審查。

因此，依「機關優先採購環境保護產品辦法」第六條之規定，『綠色再生建材』若能同時為環保署指定之第一類環保標章產品，當可適用政府採購法第九十六條之規定，並有利於推廣，否則若「綠色再生建材標章」僅可能被歸類為「第三類環境保護產品」，其被政府機關採購之優先順序將次於第一類（即環保署之環保標章）與第二類（由環保署認定，符合再生材質、低污染、省能源之產品）環境保護產品。因此若在產品項目部分與環保標章有所重疊時，「綠色再生建材標章」產品必處於較不利之地位（詳見『機關優先採購環境保護產品辦法』第十三條規定）。

但是，目前我國已公告的環保標章規格標準有 77 項，其中屬於建材類的僅四項：

- 第 12 項：「回收木材再生品」(如表 6.10 所示)，目前有一項產品符合。
- 第 36 項：「資源化磚類建材」(如表 6.11 所示)，目前有 14 項產品符合。
- 第 55 項：「木製傢俱」(如表 6.12 所示)，目前有 39 項產品符合。
- 第 77 項：「資源回收再利用建材」(如表 6.13 所示)，目前尚無產品符合。

因此，環保標章對於再生建材部份之涵蓋性顯然不足。所幸，依環保署在 91 年 7 月 3 日公佈之「源回收再利用法」中，第十二條中說明，中央目的事業主管機關並得視產業發展狀況公告指定產品，應使用一定比例或數量之再生資源。第十五條中明訂得由目的事業主管機關依其政策考量公告得再生利用之再生資源項目，其「再生利用規範、記錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利用用途目的事業主管機關定之。」

#### <資源回收再利用法>

##### 第十五條

得再使用之再生資源項目，由中央主管機關公告之。

再生資源再使用之清運、貯存方法、設施規範、再使用規範、記錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關、再使用用途目的事業主管機關定之。

得再生利用之再生資源項目，由中央目的事業主管機關公告之。

再生資源再生利用之清運、貯存方法、設施規範、再生利用規範、記錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利用用途目的事業主管機關定之。

未經公告為再生資源項目者，事業得檢具再使用、再生利用計畫，分別向中央主管機關或中央目的事業主管機關申請核准為再生資源項目。

前項再使用、再生利用計畫書格式及內容，分別由中央主管機關或中央目的事業主管機關定之。

因此，未來在規劃產品項目時，有兩項策略，其一是與環保標章執行單位進行協調；其次是依資源回收再利用法之規定，由目的事業主管機關制定相關之規範。現階段，吾人之建議是：

1. 由目的事業主管機關（內政部）優先制定「認定標準」，並實施其

- 認證，由目的事業主管機關發給相關之標章（即第三類產品）。
- 2.由目的事業主管機關依「源回收再利用法」第十五條規定公告得再生利用之再生資源項目，並制定再生利用規範。並依第十六條規定制定標準後與環保署會商公告再生建材之標準。
  - 3.配合「源回收再利用法」第十六條之要點，將該標準提列標準檢驗局審查，並協助其制定國家標準。
  - 4.提送環保署申請環保標章，以提列為第一優先產品。

因此，本計畫將針對技術成熟、市場需求明確、功能符合之綠色再生建材項目，制定認定標準、認定方法，以供民間業者提出申請。其中再生材質、可回收、低污染當為綠色再生建材之認定原則，而效能相同（或取得國家標準）當為其基本要件。亦即綠色再生建材乃應符合所制定之『功能性』與『再生性』兩大指標（充份條件），而其健康性、生態性當為基本必須符合之要項（最低必要條件）：

- 1.功能性標準（高性能：材料基本性能與特殊性能之符合）
- 2.再生性標準（廢棄物減量 reduce、再利用 reuse、再循環 recycle）。此部份應定有量化指標，如再生料使用比例、可再次回收利用之比例等。

環境性標準（低環境負荷，原料取得與生產、製造、施工、使用、廢棄過程的生命週期考量中，必須降低環境衝擊），亦應有量化指標，說明使用本產品相對於其他原生材料在生產、施工等過程，無特殊之污染排放等。

表 6.10 環保標章中「回收木材再生品」之規格標準

1. 產品須為回收木材加工再生之產物。包括中間產品(如 粒片板、木棧板、纖維板), 及最終產品(如建材、傢俱、手工藝品及玩具)。
2. 粒片板、木棧板、纖維板之回收木材混合率須為 100%; 建材、傢俱、手工藝品及玩具之回收木材混合率須在 90% 以上。
3. 回收木材再生品所使用的原料種類、來源及比例須詳細填寫在申請文件上。
4. 若產品功能相同, 僅外觀差異(如大小、形狀或表面處理材料)時, 視為同一產品。
5. 標章使用者的名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。標章使用者若非製造者, 製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
6. 產品或包裝上須標示「 %回收木材及節省森林資源」。

附註:(85)環署管字第 31070 號函

行政院環境保護署八十五年六月二十一日公告修正適用環保標章產品項目「回收木材再生品」規格標準, 並自公告日屆滿六個月起生效。

表 6.11 環保標章中「資源化磚類建材」之規格標準

1. 資源化磚類建材包括陶、瓷、磚、瓦等需經窯燒之建材。
2. 資源化回收廢料包括陶瓷廢胚及其無機污泥、石材廢料及其廢泥、建築廢料及其他已依廢棄物清理法規定所公告或核准為可再利用之廢棄物及依資源回收再利用法公告為資源者, 其最終產品中廢料攙配比率應等於或超過下列規定(擇一即可):
  - 陶瓷廢胚: 熟廢胚 5%。
  - 陶瓷業之無機污泥(乾基): 8%。
  - 石材廢料及其廢泥: 30%。
  - 其他已依廢棄物清理法規定所公告或核准為可再利用之廢棄物及依資源回收再利用法公告為資源者: 50%。
  - 若採用上述廢料混合攙配時, 其總和使用比率須等於或超過單一

廢料攙配比率。

3. 產品原料不得含有有害事業廢棄物，且加馬等效劑量低於或等於 0.2 微西弗/小時（包括宇宙射線劑量）。
4. 申請產品項目以本規格分類為主，若產品只有尺寸大小、顏色及包裝量之差異時，視為同一產品。
5. 標章使用者的名稱以及住址（或服務專線）須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
6. 產品或包裝上須標示「資源再利用」。

附註：

本規格標準最新修改日期為 91 年 12 月 25 日

表 6.12 環保標章中「木製傢俱」之規格標準

1. 木製傢俱產品係指重量百分比 90%（含）以上由木材製成，且各木製部分原料須是出自人工培育林（意指非原始林）之木材或混合率達 100% 之回收木材再生品的各類傢俱產品。
2. 產品所使用的原料種類、來源及比例須詳細填寫在申請文件上，其中應包含使用木材之樹種、來源產地（包括國別及區域名稱）。並應提出不含鹵性防腐劑證明。
3. 產品所使用的塗料不得含有銻、砷、鋇、鎘、汞、硒、鉛、六價鉻及其化合物。並不得含有鹵性溶劑。
4. 產品之甲醛釋出量不得超過 0.5 mg/L。
5. 產品中不得含有環保署公告之毒性化學物質。
6. 若產品只有尺寸大小、包裝量之差異時，視為同一產品。
7. 標章使用者的名稱以及地址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及地址須一併記載於產品或包裝上。
8. 產品或包裝上須標示「省資源、低污染」。

註：

本項產品出貨時包裝之瓦楞紙箱應採用回收紙混合比例占 80%（含）以上所製成之瓦楞紙箱。

表 6.13 環保標章中「資源回收再利用建材」之規格標準

1. 資源回收再利用建材係指不經窯燒而回收料摻配比率大於百分之七十所製成之產品。
2. 本規格標準之適用範圍，包括混凝土類、石膏類、矽酸鈣類及石材類產品。
3. 回收料之來源包括依廢棄物清理法規定所公告或核准為可再利用之廢棄物及依資源回收再利用法公告為資源者。
4. 產品應通過有害事業廢棄物認定標準附表三，毒性溶出試驗（TCLP）管制值。
5. 申請產品項目以本規格分類為主，若產品只有尺寸大小、顏色及包裝量之差異時，視為同一產品。
6. 標章使用者的名稱以及住址（或服務專線）須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須一併記載於產品或包裝上。
7. 產品或包裝上須標示「資源再利用」。

## 綠色再生建材認定標準研擬

### 一、標準制定原則

- 再生性：符合廢棄物減量（Reduce），再利用（Reuse）及再循環（Recycle）等原則之建材
- 再生建材：使用材料之部份或全部為回收回收率（註：名詞定義依『機關優先採購環境保護產品辦法』（如附錄三）第二條之規定）
- 再生材料含量比率：除已有環保標章者從其規格標準外，先不作高度嚴格之強制性要求，以鼓勵性為主，再逐漸提高其含量比例。但申請者應詳實登載其再生材料含量及種類比率。
- 功能性標準：有國家標準者從其標準，無國家標準者應聲明其所具有之規格標準，且品質及安全性符合相關法規規定。（註：依『機關優先採購環境保護產品辦法』第七條之規定）
- 先定大項，再定細項。亦即先對再生建材之種類先作原則性之標準，再針對其項下各種材料定其標準。包括石質再生建材與木質再生建材。
- 以材料為主再及於產品

### 二、認定方法

- 再生建材之含量比率不易採化學分析方法進行檢測，故以文件查核與現場查核為原則。
- 文件查核：申請者應檢附相關文件，說明再生建材所使用之各種原料來源及其比例、生產製程（含主要單元）產品中再生材料之比例估算
- 現場查核：由審核機關聘請學者專家至再生建材生產之現場，實地查核其原料供應、製程消耗、產品等，用以確認再生建材申請認證之文件聲明事項無誤。

### 三、檢測方法

- 化性檢測：如含水率、健度、鹼度、吸水性...等。
- 物性檢測：如比重（密度）、硬度、粒徑、孔隙度、熱學性質（熱傳導、熱膨脹）...等。
- 功能性檢測：如強度（抗壓、抗拉、抗剪、抗彎）、應力、應變、耐候性、耐磨性、抗滲性、耐水性、耐腐蝕、耐生物防水率、耐火性..等。
  - 上述各種檢測項目將依建材種類，及相關材料品質規範或國家標準所定之檢測方法檢測。
- 有害成份檢測：以重金屬為主，依毒性溶出實驗（TCLP）之方法為之

依本報告第五章所述，本計畫將於國家建築實驗室內建置完成綠色再生建材實驗室，並提出 CNLA 之申請作業。俟建置完成後將可勝任綠色再生建材認定標準所要求之各主檢測分析任務。而未來亦希望能輔導國內之檢測機構，使其能具有充份的能力以接授目的事業主管機關授權委託，執行綠色再生建材認定所必要之各項檢測工作。

### **配合綠建材標章之再生性綠建材認定標準與評定方式**

（註：本節為已提供江哲銘教授之內容）

#### 一、再生綠建材評定要項

再生綠建材為建築物資轉用或他項物資再製之建材，亦即將廢棄材料回收再用來生產之建築材料。再確保建材之基本材料性能，並對於有害事業廢棄物之限用之相關規定，避免造成二次污染及產生不良健康影響之條件下，定義資源化回收廢料之規範，訂定資源化回收廢料於再生建材中之配比，以減輕廢棄物資末端處理之能資源消耗，追求永續環境效益。

#### 二、再生綠建材認定範圍

為鼓勵國內業者妥善回收國內所產生之廢棄物，以再利用製得具商

業價值之建材產品，本再生綠建材認定對象係以國內產品為對象。且回收料亦以回收自國內產生之廢棄物者，不得取用國外來源之廢棄物。選用廢棄的建築材料可為直接進行二次使用，或使用他種廢棄物質再製為建材者。概分以下三類：

木質再生綠建材：建築物內部裝潢、地板、粒片板、中密度纖維板、纖維水泥板、天花板、踢腳板、隔間板、門及各種木質家俱課桌椅等，以使用廢棄木材或製程木質邊料為原料者。

石質再生綠建材：建築物外牆、隔間牆、地磚、面板等，以使用廢棄混凝土材料，或製程中無害性之無機石質材料為原料所生產製造之石質建材。

混合材質再生綠建材：木質或石質建材中，參配各種產業無害性廢棄物如廢塑膠、廢玻璃等，以促進建材機能者。如仿木、輕質骨材、透水磚等。

加強建築廢棄物減量回收再利用為推動再生綠建材之主要目標，因此以佔 80%以上之木質及石質廢棄物所得以再利用製造之建材為主。另適當利用他類材料之特性以提昇建材之機能者亦可參配使用，但為確保這些材料可以安全使用，不得含有害成分者。

### 三、再生評定要項認定程序

為本標章擬認定程序如下：

- (1) 訂定再生建材評定需符合一般通則之要求，諸如：生命週期各階段避免環境衝擊之行為、廢棄後應具有可採用經濟有效方法回收再利用、產品功能應符合既定之國家標準、品質及安全性應符合相關法規規定。
- (2) 除一般基本要求外，尚有針對再生性能特別評定者，如：回收材料來源、回收材料摻配比率、限制物質等三項特殊要求。
- (3) 至於各類再生建材於申請認定時，應提出個別說明，諸如：類

別、再生材料、再生材料使用比率（重量百分比）、原料型態等可供專家小組審查時之參考依據。

- (4) 此外，各類建材尚應視其適用國家標準及綠建材專家小組決議之不同，進行科學測定以確保再生建材之功能性良好。

#### 四、再生基準依據說明

再生綠建材之評定要項參酌環保署已經制定之現行第一類環保標章規格，其中判定是否為再生材料的重要因子即所含成分來源中，由回收再用的比例，對此要點，做如下之說明：

- (1) 參酌我國環保標章之基準，定義資源化回收廢料之範疇，訂定資源化回收廢料於再生建材中之配比；
- (2) 對於有害事業廢棄物之限用之相關規定，避免造成二次污染及產生不良健康影響；
- (3) 需以生命週期評估衡量再生之成本轉嫁問題。例如：重新使用舊的窗戶和洗手、清潔用具，不應以耗能或耗水作為代價。

#### 五、再生綠建材基準

##### (一) 定義

再生綠建材，指利用回收之材料經由再製過程，所製成之最終建材產品，且符合廢棄物減量（Reduce），再利用（Reuse）及再循環（Recycle）等原則之建材。

##### (二) 通則

- (1) 再生綠建材應於原料取得，生產製造，成品運輸及使用等階段不致造成重大污染，及增加溫室氣體排放、破壞臭氧層物質，及各種導致環境衝擊之行為。

- (2) 再生綠建材於廢棄後，其全部或部份材料應具有可採用經濟有效方法回收再利用者。
- (3) 再生綠建材之產品功能應符合既定之國家標準者，若無國家標準者應另聲明其所具有之規格標準
- (4) 品質及安全性應符合相關法規規定。

### (三) 特殊要求

#### 1.回收材料來源

- (1) 所使用之回收材料之來源應以建築廢棄物為第一優先，其他由中央環保主管機關或各中央目的事業主管機關，依「資源回收再利用法」所公告或核准可再利用之廢棄物為第二優先。
- (2) 所使用之回收材料不得含有任何行政院環保署所公告「有害事業廢棄物認定標準」種類之廢棄物。
- (3) 所使用之回收材料來源必須完全為國內。

#### 2.回收材料摻配比率

- (1) 再生建材應為以保持建材基本功能為前提下，提高使用回收料之比例
- (2) 再生建材應依其產品類別而使用一定比例以上之回收材料，其比例詳見表 6.14。
- (3) 因使用回收材料而於生產製程所增加之其他物質如膠結劑等應低於一定比例，且於生產製程中不得明顯增加能源與水資源。

#### 3.限制物質

- (1) 不得含有行政院環保署公告之毒性化學物質。
- (2) 不得含有石綿成份（檢出量應為 1%以下）
- (3) 材料任一部份之化學成份檢出值應至少低於「有害事業廢棄物認定標準」之毒性溶出試驗（TCLP）管制值之百分之一以內，詳見表 6.15。

- (4) 材料有放射線放射之虞者，其加馬等效劑量低於或等於 0.2 微西弗/小時（包括宇宙射線劑量）
- (5) 不得含有鹵化物成份，各種膠結劑、發泡劑等不得為蒙特婁公約管制之 A..B.C.E 類化學品，詳見表 6.16。

#### 4.個別要求

再生建材於申請認定時，應提出以下之說明：

- (1) 建材之種類
- (2) 再生建材之性能，及所符合之標準（附檢測報告書）
- (3) 所使用之回收材料：
  - a. 回收材料來源及性質
  - b. 回收材料摻配量，及佔原料比率
  - c. 生產流程，並註明回收材料之使用單元
- (4) 建材產品所含再生材料之部位及比率

#### 5.特殊功能要求

- (1) 應符合國家標準。
- (2) 再生綠建材之功能若未能符合相關之標準，或現行無適用之標準，或為特殊用途者，應註明明相關性能，並檢附檢報告。
- (3) 各類建材應視其適用國家標準及綠建材專家小組決議之不同，進行科學測定。如：
  - 基本物性將包括：密度、吸水率、pH 等
  - 力學特性將包括：抗伸、抗曲、抗壓、耐磨等功能
  - 耐候性將可包括：耐高溫、耐紫外光、耐水性等
  - 安全性及健康性
  - 其他依材料功能所必要之檢測項目（如耐燃性、耐衝擊性、耐酸鹼性..等）

表 6.14 回收材料使用比率

類別	再生材料	再生材料使用比率 (重量百分比)	原料型態	必須測試項目	特殊要求	參考規範及備註
粒片板	廢棄木材或製程廢木料	80%以上	經粉碎、篩分 應去除無機性雜質(金屬、礫石等)	密度、含水率、靜曲強度、吸水膨脹率	膠合劑含量應低於 15% 甲醛釋出量低於 0.5mg/L	CNS2215 應說明使用膠合劑種類
中密度纖維板	廢棄木材或製程廢木料	80%以上	經粉碎、篩分及解纖 去除無機性雜質	密度、含水率、靜曲強度、吸水膨脹率	膠合劑含量應低於 15% 甲醛釋出量低於 0.5mg/L	CNS9909 應說明使用膠合劑種類
木製傢俱及課桌椅	再生粒片板或中密度纖維板	60%以上	以片狀、條狀或塊狀之粒片板、中密度纖維板加工製造	衝擊性、承重負荷	甲醛釋出量低於 0.5mg/L 產品及零組件不得含有 PVC 成份	CNS2837, 2838, 2840 應說明使用之塗料
纖維水泥板	廢棄混凝土材料、製程中無害性之無機石質材料	再生材質比率 70%以上	粉碎、研磨至適當粒徑粉末	容積密度、抗彎強度、耐衝擊性、吸水長度變化率、	不得含有石綿及鹵素成份 水泥使用量不得高於 15%	CNS3802, CNS13777 應說明使用之有機纖維材料種類 用於防火板者另應作耐燃試驗
高壓混凝土地磚	廢棄混凝土材料、製程中無害性之無機石質材料	水泥除外之比率 A 級：20%以上 B 級：30%以上 C 級：50%以上	破碎至產品製造所需之粒徑分佈	抗壓強度、吸水率、耐磨性、抗灣強度	不得以燒結方式製造 水泥使用量不得高於 30%	CNS13295 抗壓強度以上 A 級：650 kg f/cm <sup>2</sup> 以上 B 級：500 kg f/cm <sup>2</sup> 以上 C 級：450 kg f/cm <sup>2</sup> 以上

類別	再生材料	再生材料使用比率(重量百分比)	原料型態	必須測試項目	特殊要求	參考規範及備註
混凝土空心磚(植草磚、圍牆磚等)	廢棄混凝土材料、製程中無害性之無機石質材料	水泥除外之比率 A種磚：50%以上 B種磚：30%以上 C種磚：20%以上	破碎至產品製造所需之粒徑分佈	氣乾容積比重、全斷面抗壓強度、吸水量、透水性	不得以燒結方式製造 水泥使用量不得高於15%	CNS8905 全斷面抗壓強度 A種磚：40 kg f/cm <sup>2</sup> 以上 B種磚：60 kg f/cm <sup>2</sup> 以上 C種磚：80 kg f/cm <sup>2</sup> 以上
碎石級配料	廢棄混凝土材料、製程中無害性之無機石質材料	細粒料應佔80%以上 粗粒料(停留於8號篩—2.36mm以上者)應佔50%以上 細粒料(通過8號篩而停留於200號篩者)應佔70%以上	級配經篩分析符合粗、細粒料之規定	篩分析、吸水率、乾燥密度、健度、磨損率	有機物含量<0.5% 金屬、玻璃及瀝青材料等之含量<1%	CNS1240, 6298
面磚	廢棄混凝土材料、製程中無害性之無機石質材料	20%以上	粉碎、研磨至適當粒徑粉末	吸水率、蒸壓、抗折、磨耗耐酸鹼		CNS9737, 9743, 9744, 3299

表 6.15【有害事業廢棄物認定標準】

溶出毒性事業廢棄物毒性特性溶出程序 (TCLP) 溶出標準

項 目	英文名稱	溶出試驗標準 (毫克/公升)
一、汞及其化合物 (總汞)	Mercury	0 . 二
二、鉛及其他化合物 (總鉛)	Lead	五 . 0
三、鎘及其化合物 (總鎘)	Cadmium	一 . 0
四、鉻及其化合物 (總鉻)	Chromium	五 . 0
五、六價鉻化合物	Chromium ( VI )	二 . 五
六、砷及其化合物 (總砷)	Arsenic	五 . 0
七、銀及其化合物 (總銀) (僅限廢定影液及顯影液)	Silver	五 . 0
八、硒及其化合物 (總硒)	Selenium	一 . 0
九、2, 3, 7, 8, -四氯戴奧辛	2, 3, 7, 8-TCDD	0 . 0 0 一
十、有機磷劑農藥	Organo phosphorous pesticides	二 . 五
十一、氨基甲酸鹽農藥	Carbamates pesticides	二 . 五
十二、有機氯劑農藥	Organo Chlorine pesticides	0 . 五
十三、苯	Benzene	0 . 五
十四、四氯化碳	Carbon tetrachloride	0 . 五
十五、氯苯	Chlorobenzene	一 0 0 . 0
十六、氯仿	Chloroform	六 . 0
十七、總甲酚	Cresol	二 0 0 . 0
十八、2, 4-二氯苯氧乙酸	2, 4-D	一 0 . 0
十九、1, 4-二氯苯	1, 4-Dichlorobenzene	七 . 五
二十、1, 2-二氯乙烷	1, 2-Dichloroethane	0 . 五
二十一、1, 1-二氯乙烯	1, 1-Dichloroethylene	0 . 七
二十二、2, 4-二硝基甲苯	2, 4-Dinitrotoluene	0 . 一三
二十三、六氯-1, 3-丁二烯	Hexachlorobutadiene	0 . 五
二十四、六氯苯	Hexachlorobenzene	0 . 一三
二十五、六氯乙烷	Hexachloroethane	三 . 0
二十六、丁酮	Methyl ethyl ketone	二 0 0 . 0
二十七、硝基苯	Nitrobenzene	二 . 0
二十八、五氯酚	Pentachlorophenol	一 0 0 . 0
二十九、吡啶	Pyridine	五 . 0
三十、四氯乙烯	Tetrachloroethylene	0 . 七
三十一、三氯乙烯	Trichloroethylene	0 . 五
三十二、2, 4, 5-三氯酚	2, 4, 5-Trichlorophenol	四 0 0 . 0
三十三、2, 4, 6-三氯酚	2, 4, 6-Trichlorophenol	二 . 0
三十四、2-(2, 4, 5 三氯酚丙酸)	2, 4, 5-TP ( Silvex )	一 . 0
三十五、氯乙烯	Vinyl chloride	0 . 二
三十六、銅及其化合物 (總銅) (僅限污染防治設備所產生之污泥)	Copper	一五 . 0

表6.16 蒙特婁公約 (Montreal Protocol) 管制之化學品 (ozone-depleting substances)

A-I	Trichlorofluoromethane	C-II	Dichlorofluoropropane
	Dichlorodifluoromethane		Chlorodifluoropropane
	Trichlorotrifluoroethane		Chlorofluoropropane
	Dichlorotetrafluoroethane		Dibromofluoromethane
A-II	Chloropentafluoroethane		Bromodifluoromethane
	Bromochlorodifluoromethane		Bromofluoromethane
	Bromotrifluoromethane		Tetrafluoroethane
B-I	Dibromotetrafluoroethane		Tribromodifluoroethane
	Chlorotrifluoromethane		Dibromotrifluoroethane
	Pentachlorofluoroethane		Bromotetrafluoroethane
	Tetrachlorodifluoroethane		Tribromofluoroethane
	Heptachlorofluoropropane		Dibromodifluoroethane
	Hexachlorodifluoropropane		Bromotrifluoroethane
	Pentachlorotrifluoropropane		Dibromofluoroethane
	Tetrachlorotetrafluoropropane		Bromodifluoroethane
	Trichloropentafluoropropane		Bromofluoroethane
	Dichlorohexafluoropropane		Hexabromofluoropropane
B-II	Carbon tetrachloride		Pentabromodifluoropropane
B-III	1,1,1-trichloroethane		Tetrabromotrifluoropropane
C-I	Dichlorofluoromethane		Tribromotetrafluoropropane
	Chlorodifluoromethane	Dibromopentafluoropropane	
	Chlorofluoromethane	Bromohexafluoropropane	
	Tetrachlorofluoroethane	Pentabromofluoropropane	
	Trichlorodifluoroethane	Tetrafluoropropane	
	Dichlorotrifluoroethane	Tribromodifluoropropane	
	Chlorotetrafluoroethane	Dibromotrifluoropropane	
	Trichlorofluoroethane	Bromotetrafluoropropane	
	Dichlorodifluoroethane	Tribromofluoropropane	
	Chlorotrifluoroethane	Dibromodifluoropropane	
	Dichlorofluoroethane	Bromotrifluoropropane	
	Chlorodifluoroethane	Dibromofluoropropane	
	Chlorofluoroethane	Bromodifluoropropane	
	Hexachlorofluoropropane	Bromofluoropropane	
	Pentachlorodifluoropropane		
	Tetrachlorotrifluoropropane	E-I	
	Trichlorotetrafluoropropane	Methyl bromide	
	Dichloropentafluoropropane		
	Chlorohexafluoropropane		
	Pentachlorofluoropropane		
	Tetrachlorodifluoropropane		
	Trichlorotrifluoropropane		
	Dichlorotetrafluoropropane		
	Chloropentafluoropropane		
	Tetrachlorofluoropropane		
	Trichlorodifluoropropane		
	Dichlorotrifluoropropane		
	Chlorotetrafluoropropane		
	Trichlorofluoropropane		
	Dichlorodifluoropropane		
Chlorotrifluoropropane			

#### (四) 認定程序

- 1.申請再生綠建材標章之廠商應依其產品所符合之材料項目，提出申請認定。
- 2.檢附相關文件，說明再生建材之生產製程（含主要單元）及所使用之各種原料性質、數量及來源等，說明再生材料在原料以及產品中所佔之比率。
- 3.依再生綠建材認定基準所要求之各項檢測試驗報告。
- 4.由審查機關聘請專家學者所組成之審查委員會至再生建材生產之現場，實地查核原料供應、製程消耗、產品產量等資料，確認申請者所提供之資料。不符或不足部份應請申請者說明或改正、補充。
- 5.審查委員得視申請項目之特殊性質，要求申請者增加必要之補充檢測項目。
- 6.申請之產品若已取得環保標章者得檢附檢附相關證明文件，以備查驗，再生綠建材審查機關得視情況免除若干重覆性之檢測項目。已獲得國家標準者亦同。
- 7.再生建材生產工廠不應有造成重大污染之情事。經工廠所在地直轄市或縣（市）環境保護機關出具工廠申請日前一年內，未曾受各級環境保護機關按日連續處罰、停工、停業、勒令、歇業、撤銷許可證或移送刑罰等處分之證明。
- 8.書面審查廠商應出具之相關文件如表 6.17

表 6.17 廠傷申請之書面審查文件

項次	項目	說明	參考
一	工廠之無重大污染證明	經工廠所在地直轄市或縣（市）環境保護機關出具工廠申請日前一年內，未曾受各級環境保護機關按日連續處罰、停工、停業、勒令、歇業、撤銷許可證或移送刑罰等處分之證明。	環境保護產品第二類產品審查作業要點
二	限制物質證明文件	指定格式之毒性化學物質、重金屬、放射線、毒性溶出試驗查核表及相關產品製程、成分說明文件。	
三	再生性證明文件	指定格式之材料種類、來源、摻配比率。如進出口發票單據或主管機關之材料文件。	
四	環保標章資格文件	供轉申請之憑據。	

## 綠色再生建材推動機制

配合或建議修正現有法令，研擬各種優惠措施，以利全面性之推動：

- 獎勵建築師（設計者）建築業者於工程設計、施工時選用綠色再生建材
- 辦理宣導活動，鼓勵公民營機構樂於使用獲頒「綠色再生建材標章」之建築物及內裝設施
- 研擬強制辦法，要求工程經費達一定比例以上之公有建築物，強制採用綠色再生建材
- 其他各種有利於綠色再生建材推動之活動辦理，如宣導、座談會、示範觀摩會等。

未有效推動綠色再生建材，建議未來之推動策略包括如：

- 中央機關或受其補助達二分之一以上，且工程總造價在新台幣五千萬元以上之營建或公有工程，其工程項目中使用水泥混凝土材料，如高壓混泥土磚、植草磚、圍牆磚、公園碎石步道等，必須強制使用（10%）之再生建材；其所使用之道路級配料必須強制使用（10%），並逐年提高（10%）。（註：10%為暫定，以下同）
- 中央機關或受其補助達二分之一以上，且工程總造價在新台幣五千萬元以上之營建或公有工程，其其工程項目中使用之木質建築材料，如天花板、地板、隔間、內裝材料、踢腳板等，必須強制使用（10%）之再生建材，並逐年提高（10%）。
- 中央機關所編列或受其補助達二分之一以上之公務預算，其採購之辦公家俱之總金額中，至少（10%）必須為含再生建材者，且其所含比例不得低於30%。
- 強制要求新建建築工程之工地，必須達到營建廢棄物減量5%的規定。並逐年提高5%。

為達成以上目標，在機關權責分工方面，建議如下所示：

#### 一、中央機關

- (1) 內政部負責減量計畫制定、再生建材生產技術研究發展、再生建材標準與產品認定、建築廢棄物分類回收處理場設置與管理、建築法令制度增(修)訂及辦理減量計畫諮詢、講習、訓練與宣導工作。
- (2) 經濟部負責輔導廠商從事再生建材之生產製造，協助業者辦理生產機具設備投資之租稅優惠。
- (3) 公共工程委員會負責公共工程相關技術規範及法令研(修)訂。對於再生建材適用政府採購法優惠採構之標準認定。
- (4) 環保署負責建築廢棄物非法棄置之取締，分類處理場之污染防治管制與審查、環保產品之認定及修訂獎懲制度。強制要求建築廢棄物中可回收之部份不得進入掩埋場或焚化廠。
- (5) 行政院主計處審核各級公務預算之項目，編列使用再生建材之比例經費。

#### 二、直轄市、縣(市)政府中央機關

負責建築技術規則有關建築廢棄物流向證明、分類處理場設置與管理稽查及工地減量設計案等查核工作。公務採購預算執行配合使用再生建材。

## 資源回收再利用法與綠色再生建材之推動

資源回收再利用法於中華民國九十一年七月三日由總統以華總一義字第 九一 一三三七 號令公布，並於中華民國九十二年七月三日正式上路實施。配合該法之推動，中央目的事業主管機關應各自指定相關事業遵行回收再生資源之相關規定（第十一條）及公告得再生利用之再生資源項目（第十五條第三項）。配合本法之實施，應可為綠色再生建材之推動開創契機，但必須制定相關之法規。援彙整應制定之相關法規如下：

目的事業主管機關應制定之法規	「資源回收再利用法」之法令依據	說明及擬辦
1.應指定相關事業自指定期限起遵行資源回收之相關事項	<p>第十一條</p> <p>事業經中央主管機關公告指定後，應自指定期限起，遵行經指定之下列事項：</p> <p>一、回收再生資源之種類及回收方式。</p> <p>二、產品標示使用之材質及再生資源比例。</p> <p>三、產品標示分類回收標誌。</p> <p>四、其他經中央主管機關會商中央目的事業主管機關指定之事項。</p> <p>前項事業之業別、指定期限及其他應遵行事項等，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關定之。</p>	建議指定營建業、建材業為應優先遵行資源回收相關事項之事業
2.應指定相關之產品、營建工程或事業別，應遵行指定之資源	<p>第十二條</p> <p>目的事業主管機關應輔導事業回收再利用再生資源。</p> <p>中央目的事業主管機關並得視產業發展狀況公告指定產品、營</p>	要求營建工程或公家機關或受政府補助達一定金額以上之建築物，應使用一定比例之再生建材，以打開再生

目的事業主管機關應制定之法規	「資源回收再利用法」之法令依據	說明及擬辦
回收之相關事項	<p>建工程、或事業別及其規模於研發、設計、製造、生產、銷售或工程施工等階段，應遵行經指定之下列事項：</p> <p>一、使用易於分解、拆解或回收再利用之材質、規格或設計。</p> <p>二、使用一定比例或數量之再生資源。</p> <p>三、使用可重複填充之容器。</p> <p>四、其他經中央目的事業主管機關會商中央主管機關指定之事項。</p> <p>前項公告指定之產品或營建工程、業別、材質、規格、一定比例或數量及其實施方式等，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關定之。</p>	建材之市場通路
3.應公告得再生利用之再生資源項目	<p>第十五條第三、四項：</p> <p>得再生利用之再生資源項目，由中央目的事業主管機關公告之。</p> <p>再生資源再生利用之清運、貯存方法、設施規範、再生利用規範、紀錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利用用途目的事業主管機關定之。</p>	<p>1. 可於源頭要求廢棄物減量回收</p> <p>2. 應參酌學術機關、公私、事業等，所提之再生資源再生利用之經濟性及技術性評估報告，研擬再生利用再生資源項目。</p> <p>3. 公告建築業於新建、整修及拆除工程所產生之營建木料（具××××性質者），石質粒料（具××××性質者），為依</p>

目的事業主管機關應制定之法規	「資源回收再利用率」之法令依據	說明及擬辦
		<p>據資源回收再利用率第十五條第三項所定之得再生利用之再生資源，且應有?%以上之比例回收再利用。</p> <p>3. 制定營建再生資源之再生利用規範。</p>
4. 應會同中央主管機關制定營建再收資源項目之標準。	<p>第十六條 再生資源、再生產品應符合國家標準；無國家標準者，得由中央目的事業主管機關會商中央主管機關公告其標準。 再生資源、再生產品不符合前項標準者，不適用本法第四章輔導獎勵措施之規定。</p>	<p>再生綠建材已有國家標準者，得逕行依國家標準檢測其是否符合國家標準；無國家標準者則應研擬合適之國家標準，並送請標準檢驗局制定國家標準。</p>
5. 應限制禁止國外之再生建材輸入國內。	<p>第十七條 為有效回收再利用國內再生資源，中央主管機關得會商中央目的事業主管機關限制或禁止再生資源之輸入或輸出。 前項再生資源之輸入或輸出之限制、禁止及其管理辦法，由中央主管機關會商有關機關定之。</p>	<p>再生建材以回收國內營建廢棄物並再生利用為主，以發揮建築廢棄物減量功能。</p>
6. 應要求政府機關、公立學校、公營事業或機構、軍事機關，應優先採購由國內產生之再生建材。	<p>第二十二條第一項 為促進資源回收再利用，政府機關、公立學校、公營事業或機構、軍事機關之採購，應優先採購政府認可之環境保護產品、本國境內產生之再生資源或以一定比例以上再生資源為原料製成之再生產品。</p>	<p>配合政府採購法第九十六條之規定，強化再生建材之使用。</p>

## 我國綠色建材驗證體系與國外進行相互承認之可行性探討

### 一、環保標章計畫相互承認協議書（MRA）簡介

目前國際間各國驗證/認證計畫進行相互承認之工作，大致以簽署相互承認協議書（Mutual Recognition Agreement，簡稱 MRA）之方式進行。各國環保標章計畫之間所簽訂的相互承認協議書大致分為三類：

- 1.互相承認對方境內應用標準測試方法並經認可實驗室所完成的測試報告；
- 2.除測試報告外，互相承認對方之現場稽核報告；
- 3.除測試報告與現場稽核報告外，依產品個案互相承認對方之規格標準及驗證報告，此為全面性相互承認。

無論是否為環保標章計畫，簽署 MRA 之目的為互相承認對方的符合性評估（Conformity Assessment）程序。就國際貿易觀點，符合性評估為確保國際商品為各國接受之關鍵步驟。在產品進口國家的主管機關需要確保進口產品不會對其本國國民造成危害，因此需要具有對產品出口國家對產品測試數據與檢查結果可靠度的信心，並且信任出口國對於其產品安全性之決策。如果沒有此種信任，則產品進口國將需要對進口產品進行重複的符合性評估程序，形成國際貿易的不便利處。

如果產品進口國認為產品出口國在符合性評估程序的各個層面，皆具有專業性並十分完備，則可以建立此種信任度。通常要獲得此種信任度的方法，是由出口國的認證團體對其產品實驗室與檢查機構進行認證作業（accrediting laboratories and inspection bodies），進口國則對出口國的認證團體（accreditation bodies）進行審查評估作業，以確保出口國具有類似的技術基礎設施，並且使用相等的符合性評估程序。一旦完成此程序之後，兩國通常會簽署一項 MRA，互相承認與接受對方對於產品所做測試數據與檢查結果，如此可以避免兩國重複進行產品測試與檢查工作，便利兩國之間國際貿易之進

行。

值得注意的是，通常兩國簽署 MRA，代表互相承認彼此驗證體系之“對等性（equivalency）”。此處所指的“對等性”，並不等於“相同性（sameness）”，亦即是兩國的評估程序與架構不必完全相同，只要能夠達成或取得相同結果，例如保護國民健康，即使是採取不同的執行方式或程序/標準，只要是通過評估認定，也可以被視為是具有對等性。

## 二、國際各環保標章計畫之間所簽署 MRA 案例

以下列舉數個國際間各個環保標章計畫互相簽署的相互承認協議書（MRA），以說明其使用方式：

### 1. 我國環保標章計畫與加拿大環境選擇標章計畫簽署之 MRA

1997 年 12 月我國環保標章計畫與加拿大環境選擇標章計畫簽署 MRA，其中主要規定事項為：

- (1) 相互承認對方之環保標章計畫；
- (2) 相互承認與接受對方之作業系統與程序；
- (3) 相互承認與接受對方從屬之稽核與查證組織/設施；
- (4) 如果同等產品類別存在且驗證準則（criteria）具足夠對等性，則相互承認此項產品之驗證結果；
- (5) 如果同等產品類別存在，但驗證準則不具足夠對等性，則有條件接受此項產品之“無關產品製造與生產程序（NPRPPM）”部分之驗證結果，但“使用與廢棄”相關部分必須符合產品使用國之準則。

此項 MRA 互相承認對方境內之實驗室測試結果，並且對具有對等產品規格標準之項目，接受該項產品之驗證結果，因此屬於第三類 MRA。該協議書規定互相承認對方產品驗證結果之先決條件，是

雙方對特定項目之產品規格標準必須要具有“對等性( equivalency )”。如果符合此項對等性要求，則該項產品由一方驗證通過之結果，應直接由另一方接受，不需要再進行相關測試、現場稽核或其他查證程序。

但問題是因為中加兩國的國情與國內法規差異頗大，要使兩國計畫的特定項目規格標準具有對等性並不容易。要達成此種對等性，各國環保標章計畫大致使用以下數種方法：

- 研擬共同性規格標準；
- 修改現有規格標準以取得與對方規格標準之對等性。

中加兩國針對此議題採取的解決方式，係研擬共同性規格標準。先後在 1998 年 3 月與 5 月公告木製傢俱、電腦鍵盤及滑鼠、玩具四項兩國計畫的共同性規格標準。

## **2. 我國環保標章計畫與泰國綠標章計畫及韓國環境標誌計畫簽署之 MRA**

2001 年 9 月與 12 月我國環保標章計畫分別與**韓國環境標誌計畫**及**泰國綠標章計畫**簽訂相互承認協議書( MRA )。該項協議書之內容規定雙方應互相承認對方境內經認可實驗室( 附國家認可之合格實驗室清單。除該清單外，著名之學術研究單位實驗室亦可 ) 及其測試報告，以及互相承認對方為其國境內獲承認之環保標章驗證組織。此外，在經過對方事前同意下，承認對方對各個申請案的產品驗證報告( 含文件確認及現場稽核 )。

因此本項互相承認協議書之內容屬於第二類，因為該協議書規定兩國互相承認對方境內之實驗室測試結果與( 有條件接受 ) 產品驗證報告。

## **3. 我國、日本、韓國及泰國四國環保標章計畫之塗料與碳粉匣 MRA**

我國、韓國及泰國三個國家的環保標章計畫於 2003 年 4 月推出塗料與碳粉匣產品項目之 MRA。

依據此項 MRA 之內容，中韓泰三國環保標章計畫的相互承認事項係針對塗料與碳粉匣這兩個產品項目。為增加這兩項規格標準之對等性，各國係採用由泰國環保標章計畫所研擬的共同規格標準，並將這兩項規格標準之內容分為兩部分：“共同準則（Common Criteria）”與“非共同準則（Non-Common Criteria）”。

此項 MRA 規定如果獲得甲國標章計畫驗證通過的這兩項產品向乙國標章計畫提出驗證申請時，乙國應承認甲國對“共同準則”部分的驗證結果，並在驗證該項產品符合乙國規定之“非共同準則”部分時，給予產品驗證通過。亦即是有此 MRA 存在時，甲國標章計畫驗證通過的塗料與碳粉匣項目產品申請乙國標章計畫驗證時，可以省卻重複驗證共同準則部分的工作，但是依然需要進行各國不同的非共同準則部分之驗證工作。

此項 MRA 之塗料項目的共同核心準則包括六項：1.有機揮發化合物（VOC）； 2.重金屬； 3.芳香族碳氫化合物； 4.鹵化碳氫化合物； 5.甲醛； 6.包裝物。碳粉匣項目的共同核心準則包括六項：1.碳粉所含之重金屬； 2.所含之其他危害性物質； 3.光敏感層； 4.包裝材料； 5.回收政策； 6.使用者資訊。

#### 4. 日本環境標誌計畫與北歐天鵝標章計畫簽署之“影印機”MRA

日本環境標誌計畫於 2002 年 3 月 28 日與北歐天鵝標章計畫簽署針對影印機項目的 MRA。由於該項目之規格標準對兩個計畫均屬既有項目，並非由兩國共同研擬規格標準的新生項目，因此日本環境標誌計畫係以 2002 年 4 月 20 日完成修訂現有影印機規格標準之方式，來達成產生共同規格標準之成果。

該項 MRA 被稱為是“部分相互承認協議書（Partial MRA）”，因為僅有部分規格標準獲得相互承認。例如在該影印機項目規格標準中，經過統一之共同準則雖包括大部分環境準則（28 條中有 19 條相同），但是依然存在有許多未能統一之差異處。

### 三、國外進行相互承認可行性之探討與討論

依據上述討論，可見一般 MRA 的兩個層次是：1.相互承認產品實驗室及其測試報告；2.相互承認第 1 項與特定項目之規格標準與產品驗證報告。

第一個層次僅追求產品實驗室及其測試報告之相互承認因此較容易達成，只要是已具有國家實驗室認證體系（National Laboratory Accreditation System）的各國國家之間，應該不難達成對等性的相互承認。不過有些國家尚無國家實驗室認證體系，如日本。因此需要實驗室出具符合第三者（Third Party）性質之證明書或進行同業評鑑（Peer Review）以確保其具足夠之獨立公正性及能力。

第二個層次訴求的互相承認目標較難達成，因為牽涉到的已經不僅是單獨的產品性能測試，尚包括對於整個驗證體系，以及個別產品規格標準對等性之認同。特別是要達到特定項目之產品規格標準對等性十分不容易，因此現有的環保標章計畫 MRA，不得不採取事前研擬共同性規格標準或事後修改規格標準等方式，並輔以區分共同準則與非共同準則之部分相互承認模式。此層次的 MRA 也是目前被各國環保標章計畫採用最多的模式。

其實另有一個更高層次是達到全部產品項目規格標準的相互承認，並進而相互承認依據這些標準做出的全部產品驗證結果。但由於各個國家的環境條件不同，因此很難達成。

要達到完全互相承認兩國所有產品項目規格標準與驗證結果的目標，MRA 的簽署國通常需要具有相當的同質性，在驗證體系設計時即已依據共同架構取得相當對等性，且通常是輪流主持進行共同性規格標準之研擬工作，因此一旦推出規格標準時，雙方都直接互相承認標準內容與驗證結果。參與北歐天鵝標章計畫五個國家之間使用共通規格標準與相互承認彼此驗證結果之情況，較屬於此層次之具體表現。

我國目前規劃中的再生建材驗證/認證體系，若要與其他國家進行相互承認工作時，以達到第一類或第二類 MRA 為較具可行之方式。因為目前已經有我國環保標章計畫與韓泰加等國簽署 MRA 之先

例可循，因此在取得實驗室測試、驗證/查核體系對等性方面都不致有大問題。缺點是需要針對個別產品的規格標準，取得共同規格標準之協議，頗為耗時費力。但是若能針對衝擊較大的產品項目，集中資源進行則應有可為。

若要追求與其他國家建立完全的驗證結果與規格標準之相互承認，以我國獨特的社會與政經情勢，加上環境狀態與環保法規架構的特性，以及目前尚未有亞洲國家與其他國家達成此種相互承認狀態之先例，恐需更多資源與心力，在設計驗證/認證體系之初，即選定相互承認國家/組織，並儘量朝向與其系統相容性方向設計才有可能達成。與國外對等計畫簽署 MRA 雖然可以增加開拓國外市場，但是需要注意的是此舉亦會開放國外對等產品之進入國內市場機會，增加此類產品之國內互相競爭情況。

## 第五節 參考資料

1. 台灣能源之星簡訊第二期，2003 年 10 月。
2. "Implications of international standards and metrology in trade," UNIDO, 網址：<http://www.unido.org/userfiles/KayalarJ/23idbevent1.pdf>。
3. 中加環保標章計畫相互承認協議書，"Mutual Recognition Agreement between Green Mark and Environmental Choice Programs," December 1997。
3. 環保標章計畫網站，最新消息網頁：  
<http://greenmark.epa.gov.tw/news/index.asp?id=121>。
5. 全球環保標章網路組織網站有關相互承認協議書之各個網頁：  
Mutual Recognition Agreement on Common Core Criteria：  
[http://www.gen.gr.jp/pdf/tech\\_030522\\_01.pdf](http://www.gen.gr.jp/pdf/tech_030522_01.pdf)；  
  
Common Core Criteria for Paint：  
[http://www.gen.gr.jp/pdf/tech\\_030522\\_02.pdf](http://www.gen.gr.jp/pdf/tech_030522_02.pdf)；

Common Core Criteria for Toner Cartridge :

[http://www.gen.gr.jp/pdf/tech\\_030522\\_03.pdf](http://www.gen.gr.jp/pdf/tech_030522_03.pdf).

7. 日本環境標誌計畫網站 :

<http://www.jeas.or.jp/ecomark/english/news/enews34a-e.pdf>

## <附錄三>政府採購法相關條文

### 政府採購法第九十六條

機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許百分之十以下之價差。產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，亦同。其他增加社會利益或減少社會成本，而效能相同或相似之產品，準用前項之規定。

前二項產品之種類、範圍及實施辦法，由主管機關會同行政院環境保護署及相關目的事業主管機關定之

### 機關優先採購環境保護產品辦法

#### 第一條

本辦法依政府採購法（以下簡稱本法）第九十六條第三項規定訂定之。

#### 第二條

本法第九十六條之用詞定義如下：

- 一、效能相同或相似之產品，指環境保護產品之效能經招標機關認定與招標文件之規定相同或相似者。
- 二、再生材質，指回收材質經由再製過程，製成最終產品或產品之組件。
- 三、可回收，指產品或其組件於廢棄後可經由收集、處理而轉變為原物料或產品。
- 四、低污染，指產品或其材料之設計、製造或使用，具有減少產生有害或有毒物質之功能者。
- 五、省能源，指產品或其材料之使用，具有減少能源消耗之功能者。
- 六、增加社會利益或減少社會成本，指產品或其材料之設計、製造或使用，具有降低對有限資源之依賴、減少資源之消耗、開發新種資源之使用或其他類似情形者。

#### 第三條

本法第九十六條第一項所稱政府認可之環境保護標章（以下簡稱環保標章）使用許可之產品，指該產品屬環保署公告之環保標章

產品項目，且符合下列情形之一者（以下簡稱第一類產品）：

- 一、取得行政院環境保護署（以下簡稱環保署）認可之環保標章使用許可。
- 二、取得與我國達成相互承認協議之外國環保標章使用許可。

#### 第四條

本法第九十六條第一項所稱產品或其原料之製造、使用過程及廢棄物處理，符合再生材質、可回收、低污染或省能源者，指非屬環保署公告之環保標章產品項目之產品，經環保署認定符合此等條件，並發給證明文件者（以下簡稱第二類產品）。

#### 第五條

已取得外國環保標章使用許可，而不及於投標前取得前二條環保標章使用許可或證明文件者，得於投標文件內先行提出經公證或認證之外國環保標章使用許可證明影本，並於招標文件規定之期限內取得前二條環保標章使用許可或證明文件。

#### 第六條

本法第九十六條第二項所稱增加社會利益或減少社會成本之產品，指該產品經相關目的事業主管機關認定符合此等條件，並發給證明文件者（以下簡稱第三類產品）。

#### 第七條

第二類及第三類產品之認定，由申請廠商向環保署或相關目的事業主管機關提出符合各該類產品之說明及下列資料供審查認定：

- 一、申請日前一年內，未曾受到各級環境保護機關按日連續處罰、停工、停業、勒令歇業、撤銷、廢止許可證或移送刑罰處分。
- 二、產品已訂有國家標準者，符合國家標準。
- 三、品質及安全性符合相關法規規定。

前項申請案之受理及審查得委託民間機構辦理。

#### 第八條

本辦法所稱環境保護產品（以下簡稱環保產品），指第一類至第三類產品。

#### 第九條

本辦法不適用下列採購：

- 一、依我國締結之條約或協定所辦理之採購。
- 二、招標標的僅部分屬環保產品者。

#### 第十條

機關依本辦法之規定辦理採購，應於招標文件中規定欲適用優惠措施之廠商須於投標文件內檢附下列資料供審查：

- 一、產品係屬第一類、第二類或第三類產品及其證明文件影本。
- 二、產品效能與招標文件之規定相同或相似之比較及其說明或證明資料。
- 三、允許價差優惠之採購，廠商之產品屬省能源、增加社會利益或減少社會成本者，其省能源、增加社會利益或減少社會成本之總金額及計算方式。
- 四、其他必要資料。

#### 第十一條

機關依本辦法之規定優先採購環保產品，並允許價差優惠者，其優惠比率由機關視個別採購之特性及預算金額訂定之，並載明於招標文件。但不得逾百分之十。

前項優惠比率，於可量化之情形下，得以投標廠商之環保產品於招標文件所定使用期間內，就預估較非環保產品省能源、增加社會利益或減少社會成本之總金額，除以非環保產品中合於招標文件規定之最低標價，並以其商數之百分數為實際優惠比率。

前項實際優惠比率逾招標文件所定優惠比率者，以招標文件所定優惠比率計；未逾者，以實際優惠比率計。

第二項可量化之情形，欲適用價差優惠之廠商應於投標文件內敘明其產品預估省能源、增加社會利益或減少社會成本之總金額及其計算方式。

#### 第十二條

機關依本法第九十六條第一項優先採購環保產品者，得擇下列方式之一辦理，並載明於招標文件：

一、非環保產品廠商為最低標，且其標價符合本法第五十二條第一項最低標之決標原則者，得以該標價優先決標予環保產品廠商。

二、非環保產品廠商為最低標，其標價符合本法第五十二條第一項最低標之決標原則，而環保產品廠商之最低標價逾該非環保產品廠商標價之金額，在招標文件所定價差優惠比率以內者，決標予環保產品廠商；逾價差優惠比率者，不予洽減，決標予該非環保產品廠商。

依前項規定計算得優先決標予環保產品廠商之標價，其超底價決價或廢標，適用本法第五十三條第二項及第五十四條之規定。

#### 第十三條

前條第一項第一款環保產品廠商僅一家者，機關得洽該廠商減價至最低標之標價決標；在二家以上者，機關得自標價低者起，依序洽各該環保產品廠商減價一次，由最先減至最低標之標價者得

標。

機關依前項規定依序洽各環保產品廠商減價時，應優先洽第一類及第二類產品廠商減價，無法決標時再洽第三類產品廠商減價。

前條第一項第二款，招標文件所定價差優惠比率以內之環保產品廠商家數在二家以上者，機關應優先決標予第一類及第二類產品廠商，且不以第三類產品之標價是否低於第一類及第二類產品之標價為條件。

#### 第十四條

決標依本法第五十二條第一項第三款規定辦理者，得將廠商供應環保產品之情形，納入評定最有利標之評選項目。

#### 第十五條

機關依本辦法規定優先採購環保產品，應於招標文件規定以環保產品得標之廠商，應於履約期間向機關提出與該產品有關之證明文件，以供查核。

前項招標文件並應規定以環保產品得標之廠商，其於履約期間未依契約規定提供該產品時，機關得採行下列措施：

- 一、終止契約。
- 二、解除契約。
- 三、追償價差優惠損失。
- 四、不發還履約保證金。
- 五、依本法第七十二條第一項規定通知廠商限期改善、拆除、重作、退貨或換貨。
- 六、依本法第一百零一條規定辦理。
- 七、契約規定之其他措施。

#### 第十六條

主管機關對於採購環保產品績效卓著或有創新措施之機關或個人，得會同環保署及相關目的事業主管機關予以獎勵。

#### 第十七條

本辦法自中華民國八十八年五月二十七日施行。本辦法修正條文自發佈日實施。

### <附錄四>資源回收再利用法相關條文

#### 第十二條

目的事業主管機關應輔導事業回收再利用再生資源。中央目的事業主管機關並得視產業發展狀況公告指定產品、營建工程、或事業別及其規模於研發、設計、製造、生產、銷售或工程施工等階段，應遵行經指定之下列事項：

- 一、使用易於分解、拆解或回收再利用之材質、規格或設計。
- 二、使用一定比例或數量之再生資源。
- 三、使用可重複填充之容器。
- 四、其他經中央目的事業主管機關會商中央主管機關指定之事項。

前項公告指定之產品或營建工程、業別、材質、規格、一定比例或數量及其實施方式等，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關定之

#### 第十五條

得再使用之再生資源項目，由中央主管機關公告之。

再生資源再使用之清運、貯存方法、設施規範、再使用規範、記錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關、再使用用途目的事業主管機關定之。

得再生利用之再生資源項目，由中央目的事業主管機關公告之。

再生資源再生利用之清運、貯存方法、設施規範、再生利用規範、記錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利用用途目的事業主管機關定之。

未經公告為再生資源項目者，事業得檢具再使用、再生利用計畫，分別向中央主管機關或中央目的事業主管機關申請核准為再生資源項目。

前項再使用、再生利用計畫書格式及內容，分別由中央主管機關或中央目的事業主管機關定之。

#### 第十六條

再生資源、再生產品應符合國家標準；無國家標準者，得由中央目的事業主管機關會商中央主管機關公告其標準。

再生資源、再生產品不符合前項標準者，不適用本法第四章輔導獎勵措施之規定。

#### 第二十二條

為促進資源回收再利用，政府機關、公立學校、公營事業或機構、軍事機關之採購，應優先採購政府認可之環境保護產品、本國境內產生之再生資源或以一定比例以上再生資源為原料製成之再生產品。

前項應優先採購之環境保護產品、再生資源或再生產品應含再生資源之一定比例，由中央主管機關會商有關機關定之。

主管機關及各目的事業主管機關應自行或委託專業機構或事業，辦理再生技術及再生資源、再生產品、環境保護產品相關之教育推廣及銷售促進活動

## 第七章 結論與建議

本計畫已依計畫進度完成以下各項工作之預期進度，包括：

- 建築廢棄物熱分離技術研發
- 綠色再生建材製程技術開發
- CNLA 實驗室建置
- 綠色再生建材認定標準、制度與推動機制

其中，在第一部份之熱分離技術方面，藉由對混凝土受熱行為特性之探討，可以瞭解在高溫狀況下混凝土塊受熱崩解，及熱脹冷縮裂解之情形，輔以破碎方法可以將混凝土塊之粗、細骨材與水泥漿體剝落分離而回收粗、細骨材，溫度愈高可獲愈佳之分離效果。建築廢棄物之廢混凝土塊採熱分離可以回收較完整之骨材以供再利用，但是高溫將耗費較大的能源，於現行之建築物拆解時應用上顯有困難。惟若在因火災受損之 RC 結構建築物，其混凝土部份已高溫受熱，及救火時澆灌水，已自然產生內部之崩解現象自可採此方式分離回收。在再生建材製程開發方面，本計畫全程將針對三大類之建築廢棄物開發其相關之回收再利用製程，包括(1)建築物內部裝潢、地板、天花板、踢腳板、隔間板、門及各種木質家俱等，以使用廢棄木材或製程木質邊料為原料者。(2)，建築物外牆、隔間牆、地磚、面板等，以使用廢棄混凝土材料，或製程中無害性之無機石質材料為原料所生產製造之石質建材。(3)木質或石質建材中，參配各種產業無害性廢棄物如廢塑膠、廢玻璃等，以促進建材機能者，如仿木、輕質骨材、透水磚等。其基本原則在以保持建材基本功能為前提下，提高使用回收料之比例，以彰顯綠色再生建材之環保與功能特性。建研所綠色再生建築實驗室已購置相關之製程開發設備，唯尚未完成驗收操作。本年度計畫重點乃在先針對混凝土石質廢棄物粉碎後之性質，探討其再利用時替代原生砂砂之可能性。針對其與水泥拌合之漿體，在水合反應及養護過程，藉由內部微結構之分析瞭解可以掌握其可生成與生料漿體類似之 C-S-H 膠體，在強度方面足以提供再生利用。藉由此部份之瞭解，可以提供以廢棄物替代天然砂砂製備高市場性之再生防火建材-纖維水泥板 其他相關

之再生產品方面，國內目前亦有業者正進行相關之產品開發，唯再生料所使用比例參差不一，且國內相關之標準規範亦未建立。因此本年度配合營建署即將修訂建築技術規則，制定綠建綠專章，並將綠建材納入之需要。於期中報告時之結論指示，針對較可能大量推廣之再生建材（水泥纖維板、粒片板、仿木、課桌椅、高壓磚、植草磚 等產品）研訂其基本流程，委請廠商試製。並依其特性納入再生建材之認定標準內。在竹炭材料部份亦進行各種竹炭塗料配方之研製，並完成產品之量產技術研製。

本計畫另一重點係配合『綠色再生建材實驗室』之推動，現已完成檢測儀器採購驗收及人員教育訓練等工作，及操作規範及 CNLA 申請之籌備相關工作。若一切順利可望於 93 年中正獲得認證及正式運作。本年度並補充採購部份儀器設備，購入後預期可以充份發揮對於再生綠建材之驗證功能。而製程開發設備亦進行設置驗收工作中。

在綠色再生建材認定標準與制度研究方面，本計畫已蒐集國內外有關再生建材、環保標章等之相關標準及制度，並配合國內環保署公佈之「資源回收再利用法」相關作業要點，可以規劃綠色再生建材未來可行之推動策略。而此部份之工作另須配合建築研究所另案補助中華建築中心執行之「綠建材標章」推動計畫以執行。在綠建材標章之四大指標（健康、生態、再生、高性能）中，完成『再生性』部份之相關認定標準，可併入該計畫之內容以求其完整性。

本年度計畫除完成上述各項研究工作外，並配合綠色再生建材實驗室之建置作行政支援，及再生建材產品之展示。93 年度中實驗室各項設備及操作規範既已抵定，將可以展開推動再生建材技術開發與推廣應用之工作，全程應進行之工作包括以下方面：

（一）資訊與規範：

1. 建立綠色再生建材資料庫：蒐集並分析國內外再生建材產品、技術、法規、市場等資料，建立完整之資訊系統，並隨時更新以供即時查詢。
2. 再生建材產品規範、製造規範與施工規範之研究。

## （二）技術研發：

將可進行各種綠色再生建材之商業化量產製程研究，包括大宗建築廢棄物為對象，利用既有之設備進行各種再生建材之製程開發，並完成商業化製程技術驗證及經濟分析。此外對於高性能綠色再生建材亦可進行開發，包括：高性能綠色再生防火板、綠色再生輕質骨材、健康調節性（調濕保溫等）再生建材、光觸媒健康性綠色再生建材等商業化製程開發及相關之驗證程序。

## （三）驗證功能：

1. 建立綠色再生建材驗證程序及實驗室營運規劃，及 CNLA 實驗室運作。
2. 對各種綠色再生建材，進行標準制定提送標準檢驗局 CNS 標準審議標，並配合綠建材標章之推動執行相關之檢測項目
3. 接受業界委託，執行綠色再生建材之驗證服務。
4. 推動綠色再生建材國外相互認證

## （四）推廣應用驗證功能：

1. 制定綠色再生建材市場推動機制
2. 研定綠色再生建材推動效益評估及「長期探討對綠建築與廢棄物減量指標之貢獻
3. 辦理示範觀摩、教育訓練及技術推廣
4. 辦理國際研討會及國際技術交流
5. 與業界合作，加速再生見材之生產與推廣應用。

整體而言，將建置綠色再生建材實驗室將為具國際水準之實驗室，除兼具技術研發、推廣應用、教育訓練、功能驗證等多功能外，並應以自己自足之為營運目標。

< 附件一 >

增購設備採購審查會資料(92.08.05)

一、熱重分析及微差熱分析儀(TGA / DTA/DSC)

用途：化合物/混合物之組成定量、熱行為/熱穩定性檢測及特定溫度範圍內的重量損失量測...

規格：

1. 包括熱重/熱示差分析/示差熱掃描分析(TGA/DTA/DSC)三者功能，並具備多功、多模組，並可執行同時式熱重/熱示差分析或同時式熱重/示差掃描熱卡計(simultaneous TGA/DTA or TGA/DSC)分析之熱分析儀
2. 溫度範圍：室溫 ~ 1600
3. 程控升溫速率：0.01 ~ 49.99 /分
4. 具備自動式爐體升降設計
5. 具備垂直式，上平板式微量天平設計，其中
  - 天平最大容量：20 克
  - 熱重(TGA)分辨率：0.4 微克
  - 測量熱重變化範圍：±200 毫克
  - 重量自動扣除歸零範圍：0 ~ 200 毫克
6. 含熱重分析檢測器(TGA rod for TGA only)一組
7. 含同時式 1600 熱示差分析檢測器(DTA rod for TGA/DTA)一組，檢測器偵測極限：50 微瓦特
8. 可擴充為同時式 1600 熱示差掃描卡計平板式檢測器(DSC plate for TGA/DSC)一組，檢測器偵測極限：50 微瓦特
9. 內建式微處理器控制系統，提供模組控制，爐體，氣流，訊號輸出，數位化轉換及傳送功能
10. 操作軟體需相容於視窗 98/2000/NT/XP 等版本之作業環境，為純

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

視窗式之多功/多模組式軟體；需具備以下功能

- 數據取擷、記錄及儲存
- 根據〔時間/或溫度〕及〔熱重損失/獲得〕曲線之作圖及列印
- 熱重微分之計算及列印(DTG)
- 重量變化計算
- 基準線校正
- 同步式 TGA/DTA 曲線之計算,同步式平板式 DSC 曲線之積分疊圖及多功使用
- 資料、數據轉換成 ASCII 碼供軟體共用或處理

11. 氣體/氣氛自動控制系統：可程控切換至少 2 種實驗氣體之功能

12. 電腦系統及印表機(最低規格)：PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb，3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個；17 吋 LCD 彩色螢幕一個；彩色印表機一台；視窗隨機版作業系統一套；標準鍵盤及滑鼠各一個

## 二、X 光繞射光譜儀(XRD)

用途：檢測材料及產品組成鑑定

規格：

1. 垂直式量角器光學系統
2. X 光管：\*銅靶 NF 式，聚焦長度：1 x 10mm  
\*最大輸出功率：2.0KW
3. X 光高頻產生器：\*最大輸出功率：3KW  
\*輸出穩定性：±0.01%  
\*最大輸出電壓：60KV  
\*最大輸出電流：80mA  
\*控制方式：雙向、單向偵測，電晶體控制  
\*安全設計：不當操作，外門開啟，過載狀況，高頻功率，自動切斷
4. 高精度量角器設計：  
\*角度再現性±0.001°(2 )

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- \*最快掃描：1000°/min
  - \*最小測定角度：0.001°(2 $\theta$ )
  - \*測試範圍：-6° ~ 163°(2 $\theta$ )  
180°~ +180°( $\theta$ )
  - \*測角器直徑：185mm
  - \* 2 $\theta$  ~ 2 $\phi$  連動，及 2 $\theta$  單獨驅動
  - \*操作方式：連續式掃描 (Continuous)  
階梯式掃描 (Step mode)  
檢索式掃描 (Calibration)  
位置式掃描 (Position)  
方向擺動式掃描(  $\omega$  axis oscillation)
  - \*掃描速度：0.1° ~ 50°
  - \*閃輝角度：6°
  - \*濾波器：鎳質板
5. 石墨單光器：
- \*單光晶體：彎曲式高順向石墨(2d=6.708Å)，  
曲率半徑：225mm
  - \*偵測感度：>40 ~ 50% (for Cu K $\alpha$ )
  - \*光譜解析：半高寬<0.05Å
  - \*光束分散角度：< 2°
  - \*晶體無需校正
6. 提供量角器光軸自動調整，檢測器輸出電壓自動設定 PHA 基線及偵測器訊號接收視窗寬度，由使用者即可工作調整之特用軟體。
7. JCPDS DATA Base 定性比對軟體，可以比對圖譜。
8. 高安全性設計
- \*電壓，電流過載，X-RAY 馬上切斷
  - \*配備安全總開關
  - \*X 光阻隔：鐵板及 7mm 厚含鉛質壓克力板
  - \*X 光外洩量極低，小於 2 $\mu$ sv/h
  - \*不當分析或外門開啟時，X-RAY 自動關閉

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- \*冷卻水溫度失控， X-RAY 自動切斷
- 9. 電流及 X 光管壽命節省設計：  
當分析結束時， X-RAY 之電流及電壓會自動切掉(KV OFF. 0.1 ~ 0.2mA 電流持續輸入)待機時間; 不會持續造成金屬靶損耗
- 10. 多種特別應用可擴充功能：
  - \*定性， 定量分析
  - \*應力測定， 殘留應力分析
  - \*粒子測定
  - \*結晶化度分析
  - \*X 光繞射極圖分析
  - \*化合物結晶， 構造分析
  - \*結晶格子定數分析
  - \*結晶系決定
  - \* 磁性材料、特殊材料鑑定
  - \*纖維分析
  - \*JCPDS DATA Base
  - \*PDF2
- 11. 垂直式設計， 不佔空間
  - \*900mm 長 x 700mm 寬 x 1600mm 高
  - \*WINDOW 2000 環境
  - \*同時多功能， 速度快、操控容易
  - \*可配合 NETWORK 網路
  - \*WINDOWS 環境下， 可互相轉換處理數據、圖譜， 具有比對軟體
- 12. A)冷卻水循環機 ..... 壹台
  - \*流速 : > 4.0 l/min.
  - \*水壓 : 3 ~ 5 kgf/cm<sup>2</sup>
  - \*溫度 : <25
  - \*冷凍能力 : 2500 kcal/hour
- B)電腦、 17"LCD MONITOR 及彩色印表機， 噴霧式..... 壹套

# 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

註：購置單位需有低游離輻射操作執照

## 三、石綿鑑定設備

用途：進行建築材料中石綿成分之檢測與判定

規格：

### 1. 立體顯微鏡

- 兩個獨立，同一配合顯微鏡系統，可調整兩眼間距(最少 55-75mm 範圍)，具攝影轉接環
- 具有可聚焦微米刻度之目鏡
- 目鏡具有屈光度環可單獨聚焦
- 結合目鏡及接物鏡可產生最大放大倍率 100x以上

### 2. 偏光顯微鏡(POLARIZING MICROSCOPE)

- 無限遠光學系統
  - 偏光中間鏡筒，無放大倍率差，維持 1X
  - 接物鏡至鏡筒成像鏡片之距離可達 0-109mm
  - 可同時加裝兩種中間配件 (如螢光,偏光) 仍維持原光學系統 1X
- 12 伏 100 瓦穿透式底座光源
  - 含內藏式光源預設開關，可叫出任何預先設定的亮度 0-12V
  - 底座內藏 LBD-IF，ND6，ND25 三種濾光片可任意選擇
  - 光線強度以 LED 燈指示於基座上
- 高靈敏度之對焦裝置：
  - 粗調由載物台上、下移動，可調範圍 25mm
  - 微調精密度至 1  $\mu$ m
- 可校正中心式載物鼻輪，且鼻輪中可插入下列補償色板：
  - 1/4 補償色板
  - 530nm 敏銳色板
- 圓形旋轉式可校正中心式載物台：
  - 可 360°旋轉，刻度至 1°，最小游標讀至 6'
  - 可設定每隔 45°"click" 之功能

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 偏光專用聚光鏡：
    - 附移動式玻片夾
    - 開口值 0.18 - 0.9 N.A.
    - 附可調式光圈 2mm - 21mm
    - 內藏、可 360°旋轉式偏光片 (Polarizer)
  - 偏光中間配件：
    - 可觀察 Conoscopic
    - 內藏可聚焦式 Bertrand 鏡片
    - 附可插入式 360°旋轉之分光片(Analyzer)，最小讀數至 0.1°
  - 參眼觀察筒：傾斜 30°，可 360°旋轉
  - 接目鏡：
    - 廣角 10 倍接目鏡，視野數 22mm，其中之一內附十字標線
    - 照相目鏡 3.3 倍
  - 高色散折射率指數油系列：1.550，1.630，1.680
  - 色散染色目鏡(中央光阻)
3. 顯微影像輸出系統
- 影像補捉卡
  - P-4 PC PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb，3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個
  - SONY SSC DC-50A 1/2"CCD
  - 17"LCD MONITOR
  - 影像輸出軟體
  - 輸出彩色印列機

### 四、輻射偵測器(RADIATION MONITOR)

用途：偵測輻射用

規格：

1. 具有機閃爍晶體及比例計數器雙偵檢頭，具防震及絕熱保護裝置
2. 有機閃爍晶體靈敏度：2500 cps/uSv/hr 對 Cs-137 而言

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

3. 量測範圍：100 nSv/hr 至 100 mSv/hr
4. 能量範圍：50 KeV 至 1.3 MeV
5. 警報設定：
  - 伽瑪劑量率：0 至 100 mSv/hr
  - 伽瑪劑量：0 至 10 Sv
6. 類比及數位顯示，劑量率，累積劑量及警報值，並可自動跳檔
7. 具紅外線通訊埠
8. 具液晶顯示：可顯示最大劑量率，累積劑量，平均劑量率，時間，日期，高壓
9. 計數器模式：可預設時間或計數
10. 可儲存 200(含)筆以上劑量率之數據，選擇自動儲存時，可依需要設定不同之儲存時間間隔；選擇手動儲存時，每兩筆儲存之時間間距不得超過 2 秒鐘，並可隨時依順序顯示於儀表顯示幕上，也可下載至電腦上作顯示並可將下載之數據轉成趨勢圖分析，以利判定劑量率之變化同時可將數據、趨勢圖列印
11. 電力沒電時，20 小時前預警功能
12. 可防電磁干擾及防水外殼
13. 使用電池：2 只 1.5 V 商用電池，可使用 250 小時
14. 含國立清華大學校正

### 五、鹽份濃度計(CHLORIDE MEASURING METER)

用途：新拌混凝土、細骨材、砂之氯離子分析

規格：

- 1.測定原理：電極電流測定法
- 2.測定範圍：0.001 to 1.5% (水溶液的 NaCl 換算)

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

3.顯示：0 to 1999 LCD 數字表示，總量換算(kg/m)，細骨材換算(%), 水溶液換算(%)以 NaCl 及 Cl 換算後表示，由內藏微電腦自動換表示出上列測定結果並列印

4.精度：±5%，±1 digit (在 0.03 to 1 %範圍時)

5.測定速度：30 秒到 1 分鐘

6.使用溫度：0 to + 40

7.溫度補償：自動

8.電源：DC 及 AC

9.加壓式過濾器：可過濾混凝土試料以保持電極性能及耐久性

10 附件：

- 感應器 1 支
- 大匙 1 支
- 專用濾紙 100 張
- 列表記錄卡 100 張
- 砂紙 1 張
- 專用加壓過濾罐 2 組
- 細骨材用標準液 0.2%，1L
- 細骨材用標準液 0.02%，1L
- 混凝土用標準液 0.2%，1L
- 混凝土用標準液 0.02%，1L
- 電極保存液，500ml
- 膠質廣口瓶 100ml，5 支
- 攜帶箱

## 六、 檢測實驗室基本設施(TESTING LABORATORY UTILITY)

1.混合攪拌機 (一台)

- 攪拌容量 19L 以上，馬力至少 1/2HP，三段轉速，含葉片

2.精密電子天平

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 最大秤量 210g ，可讀數 0.1mg ，秤盤 80mm ，內部砝碼自動校正 (一台)
- 最大秤量 1500g ，可讀數 0.01g ，秤盤 180mm ，外部砝碼自動校正 (一台)

### 3.防潮箱 (一台)

- 置放儀器容量 1400L 以上，層板五片

### 4.自動滴定管

- 氯離子滴定用，PTFE 活栓，附迴流活栓
- 容量 25ml ，刻度 0.05ml ，無色及茶色各 2 支
- 容量 50ml ，刻度 0.1ml ，無色及茶色各 2 支

### 5.PVC 內循環防震多功能藥品櫃 (二台)

- 本體:材質 PVC 硬質塑膠板(白色)厚度 5mm 承製.抗強酸鹼，化學藥品，耐衝擊，不腐蝕，不生鏽.
- 內部尺寸:122 x 59.5 x 180 cm ( $\pm 0.5$ cm).
- 內循環:雙門型各自獨立內部循環.
- PVC 抽排風機 2 台(A)噪音質:40 db (B)消耗電力:32 W x 2 .
- 電源:電壓使用 110 V.
- 定時器:採用超廣時間 9999 秒，9999 小時數位顯示，一機二用各自獨立，定時使用累積時間記憶，設可程式停電補償 10 年
- 計時器:活性炭使用累積計時器，各自獨立計時
- 電源開關一組，安全真空保險絲一組，啟動指示燈二組
- 活性炭過濾器:以特殊圓柱型活性炭及沸石雙層過濾
- 機體設定時段如無運轉時，打開櫃體的每扇門，機體會強制啟動運轉抽氣，關門後恢復原設定功能運轉抽氣之特點功能。

A. 活性炭過濾說明:a. 對有機化合物(VOC)之淨化:機械化合物(VOC)如甲苯，苯乙烯，苯，酚，三氯乙烷，三氯乙烯，甲基硫醇，丙酮，二氯甲等均具惡臭或毒性.Multi Mix 機能性高效率媒介物，以吸附氧化或中和的原理，去除(VOC)氣體. b. 對其他有毒，有腐蝕性氣體之淨化:如氮氧化物(Nox)，硫氧化

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

物(Sox)，一氧化碳(Co)，硫化氫(H<sub>2</sub>S) 氯氣(CL<sub>2</sub>)，氨氣(NH<sub>3</sub>)，鹽酸氣(CHL)，硫酸氣(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)等，均可藉 Multix 媒介物之吸附氧化或中和作用，予以去除。

B. 內部構造功能:a. 抽取式防震護桿(二門共 10 組，每組夾層負載 30kg)。 b. 安全護欄高 5cm。 c. 紅色推拉安全防震護桿，推拉間隔 5mm15 支。 d. 夾層防止脫落安全設定鈕。 e. 高度調整滑軌，調整間隔 5cm。 f. C 型固定架，細紋與夾層結合。 g. 高度調整孔及高低調整鈕。 h. 夾層兩側各自獨立，均有對流抽氣裝置。

- 推拉式三扇門及透明安全強化玻璃 5mm.
- 旋轉板鎖及手把各 2 組.
- 櫃體底部設高低調整鈕及移動煞車輪 4 組
- 固定於牆壁

### 6. 中央實驗桌 (一台)：

- 含水槽及藥品架
- 尺寸：長 300 公分、寬 150 公分、高 80 公分、總高 185 公分
- 本體結構採用環氧樹脂處理，耐酸鹼

### 7. 微電腦內建印表機酸鹼/氧化還原/溫度計

- 同時顯示 pH/mV 與溫度數值
- 自動單點或二點校正，自動辨識五組校正溶液 ( 4.01、 6.86、 7.01、 9.18、 10.01 )
- 測試範圍 pH 0.00~14.00
- 解析度 0.01
- 精度±0.01
- 尺寸 230\*180\*70mm 以上
- 附件：電極探棒及溫度探棒；內建式印表機；磁石攪拌器及磁石 ( 攪拌子 ) 25\*8mm10 個

### 8. 數字形精密加熱板(一台)：

- 室溫~350°C
- 解析度 0.1°C
- 電熱 2200W

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 尺寸：30\*60\*13 以上
- 溫控器：PID

### 9.隔間及防滲漏工程：

- 物性與化性測試隔間：防火、隔熱及隔音材料，長約 8.8m，高約 4m。以實際空間製作，採用輕鋼及 E042 矽酸鈣板厚 9M/M 隔間，內附 32K 隔音棉，外板以水泥漆粉刷。
- 耐磨試驗機防塵隔間（含照明）：防火、隔熱及隔音材料，長約 3m，寬約 2.5m，高約 4m。以實際空間製作，採用輕鋼及 E042 矽酸鈣板厚 9M/M 隔間，除附 32K 隔音棉另加木質纖維板加強隔音效果，外板以水泥漆粉刷，照明依實驗室現有設備，如不足須加強。
- 防火、隔熱及隔音材料：達耐燃一級，無公害及細屑粉塵。
- 防滲漏工程：實驗室鐵捲門防滲漏及防塵工程，依現場狀況施工。

### 10.ADR-Auto Range 9901X0215 抗彎、抗壓試驗機連線電腦系統：

- 電腦系統及印表機(最低規格)：PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb，3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個；17 吋 LCD 彩色螢幕一個；印表機一台，噴霧
- 視窗隨機版作業系統一套；標準鍵盤及滑鼠各一個
- 操作軟體

### 11.耗材及試藥

- 化學分析用固定式微量自動吸管，容量 100，250，500，1000  $\mu$ l 各 2 支
- 化學分析用可調式微量自動吸管，每段範圍各一支
  - 0.5~10  $\mu$ l；調節量 0.1  $\mu$ l
  - 5~50  $\mu$ l；調節量 0.5  $\mu$ l
  - 10~100  $\mu$ l；調節量 1  $\mu$ l
  - 20~200  $\mu$ l；調節量 1  $\mu$ l
  - 100~1000  $\mu$ l；調節量 5  $\mu$ l
  - 1000~5000  $\mu$ l；調節量 50  $\mu$ l

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 化學分析用數字型自動吸管二支，容量 5ml，調節量 0.05ml
- 化學分析用玻璃製品，須為歐、美、日進口材質，如下：
  - 容量 5ml，10ml，20ml，50ml 吸管各 5 支
  - 容量 100ml，250ml，500ml 燒杯 25 個；1000ml，2000ml 燒杯各 10 個
  - 容量 10ml，50ml，100ml 量瓶各 20 個；200ml，500ml 量瓶各 15 個
  - 1000ml，2000ml 量瓶各 10 個
  - 三角燒瓶 300ml 10 個
  - 容量 1，2，3，5，10，20，50，100ml 吸管各 10 支
  - AS 級量筒，50ml，100ml，250ml，500ml 各 5 個
- 沖洗燒杯用圓型 Pe 洗滌瓶 500ml，1000ml 各 5 個
- PE 廣口蒸餾水桶 30L，50L 各一個
- 分析用鐵氟龍燒杯 150ml，500ml 各 5 個
- 分析用 PP 刻度量筒 50，100，250，500ml 各 5 個
- 漏斗 50，100 m/m 各 10 個
- 濾紙 5C、5B 各 10 盒
- 化學分析用吸球 10 個
- 坩堝附蓋，30，50，100，155ml 各 15 個，可為台製
- TCLP 萃取瓶 12 個及硼矽玻璃纖維濾紙（TCLP）10 盒
- 1000ppm 元素分析檢測用標準溶液：六價鉻、銅、汞、鋁、鎂、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅、鈣每一元素 1000ml
- 100PPM 元素分析品管用混合標準溶液 AS，Sb，Be，Cd，Ca，Cr，Co，Cu，Fe，Pb，Mg，Mn，Mo，Ni，Ti，Tl，V，Zn，Se 共二瓶
- 元素分析品管用汞標準液 500ml
- 元素分析品管用六價鉻標準液 500ml
- 分析用硝酸、鹽酸、硫酸各 2L，Aristar 級鹽酸 2L（砷分析用），分析用丙酮 2L、低汞級硝酸 2L（汞分析用）、冰醋酸 2L
- 六價鉻、砷、Se 分析用 1,5-Diphenyl-carbazide 50g，氫硼化鈉 500g，氫氧化鈉 500g 6 瓶、尿素（分析級）100 g
- 氯離子分析用鉻酸鉀 250g，硝酸銀 25g，氯化鈉（分析級）1kg
- 健度試驗用硫酸鈉 500g，氯化鋇 100 g

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

- 汞分析用氯化亞錫 500g、NH<sub>2</sub>OH 500g、高錳酸鉀（低汞級）500g、過硫酸鉀 500g
- pH 標準液：3、5、7、10 各 500mL
- 拭鏡紙 10 盒

### 12.GBC AA 配件

- AA 燈管：銅、汞、鋁、鎂、鐵、鎳、鉀、鈉、鋅、鈣
- AA 笑氣燃燒頭，笑氣鋼瓶及燃料供應組一組

### 13.SHIMADZU UH-1 萬能試驗機配件：

- 球形座

承壓面硬度達洛氏硬度 HRC 55 以上，上承壓塊為球形座依 CNS 1232 標準，每塊均附 CNLA 硬度校正報告。承壓面直徑，分別為 105，130，165，255，280mm。

- 承壓塊共需 7 組(每組兩個)

\*每組承壓塊之洛氏硬度 HRC 55 以上

*尺寸如下: 上承壓塊(mm)		
寬度	長度	厚度
60	120	30
70	140	30
80	160	30
90	180	30
100	200	30
110	220	30
120	240	30

- 球型座上壓盤

1. 165mm x 30mm (厚) 1 組  
60mm (寬) x 120mm (長) x 30mm (厚)及  
70mm (寬) x 140mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用
2. 210mm x 32mm (厚)1 組  
80mm (寬) x 160mm (長) x 30mm (厚)及  
90mm (寬) x 180mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用
3. 280mm x 36mm (厚) 1 組  
100mm (寬) x 200mm (長) x 30mm (厚)  
110mm (寬) x 220mm (長) x 30mm (厚)及  
120mm (寬) x 240mm (長) x 30mm (厚)承壓塊用

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 下承壓盤
    - 210mm x 32mm (厚) 1 塊
    - 280mm x 36mm (厚) 1 塊
  - 高壓磚用承壓方塊
    - 7 片 / 1 組
    - 14 片 / 1 組
  - 夾具一組：日製 SHIMADZU 萬能材料試驗機用夾具，鋼筋及平板用一組
14. 耐磨試驗機配件：
- 金鋼磨砂 600  $\mu$ m , #30 25kg / 1 包
  - #30 , 8" , 銅邊不銹鋼網 1 個 美製
  - 黏土 1KG
15. 電動搖篩機
- 磁震式，振盪頻率 3600rpm，振幅 0 ~ 3mm 可調。
  - 操作時間設定：1 ~ 99 分，電子數位顯示。
  - 機座底部附可調整之橡膠墊圈。
  - 電源：110V，60HZ。
  - 附符合 ASTM 及 CNS 規範不銹鋼網製圓篩，直徑 8"，深度 2"，孔徑 2"，1 1/2"，1"，3/4"，1/2"，3/8"，#4，8，10，12，16，18，30，40，45，50，70，100，120，200 底及盤各一個。
  - 搖篩機及圓篩須為英、美、德或日製品。
16. 數據處理用電腦(4 部)及印表機(1 部)：電腦最低規格 PENTIUMIV 2.4G CPU；256MB 主記憶體；40GB 硬碟機一個；1.44Mb，3 1/2 吋軟碟機一個；48 倍速燒錄機一個；17 吋 LCD 彩色螢幕一個；彩色印表機一台；視窗隨機版作業系統一套；標準鍵盤及滑鼠各一個；印表機最低規格，雷射，1200dpi。
17. 試體用推車（二台）
- 尺寸 60\*90cm
  - 鐵製，烤漆
  - 載重量 200KG 以上
18. 配電工程：製程實驗室及增購儀器設備所需電力

## 「綠色再生建材檢測實驗設備」投標須知補充說明

---

- 200HP 動力電源配電工程
- 變壓器 TR 3 380V/220V 300KVA 變壓器一台，依實驗室空間選擇適當位置設置。
- 配置 600V XLPE 線 150mm，及 600V XLPE 線 100mm，長度須能滿足所有接線距離。
- 開關箱一只。
- 控制室用分離式冷氣機一組，適合 3 坪空間使用，冷房能力 2500Kcal/Hour 以上，含排水工程。

### 19.其他

- 非石棉高溫手套 6 雙，耐酸鹼手套 6 雙，無粉止滑手套 3 盒，PE 丟棄式手套 3 盒，工作手套 50 雙

## < 附件二 >

### 增購設備會議紀錄及回覆表(92.08.05)

林教授景崎：

- 熱重分析及微差熱分析儀（TGA/ DTA）功能與DSC功能不同，前者量測溫度與重量損失之關係，而DSC為吸放熱量之量測。請先確定未來實驗所需功能再決定增購TGA/ DTA或DSC。
- X光繞射光譜儀（XRD）應說明是測試粉狀樣品或塊狀樣品為主。建議配備JCPDS DataBase，否則所測得數據將無法解析。
- 應注意化學藥品使用及存放等相關安全規定，例如藥品櫃安全管理、化學藥品之使用管制及廢液之儲存管理與處理等皆應列入考慮規劃。

黃教授世孟（陳教授啟仁代）：

- 投標須知中之施工部分，應詳加羅列，以維持設備性能及實驗室安全之要求。

李理事長世雄（書面審查）：

- 高溫粉塵之測試儀器設備應與精密儀器設備分室放置，而儀器電子式自動控制系統應避免日光直接照射，以免損害精密儀器，建議隔間規畫時納入考量。
- 熱重分析及微差熱分析儀（TGA/ DTA）之升溫速率規格從0.01° C/分至49.99° C/分，其差距很大，除非有大容量加熱系統，否則於1200° C高溫似乎無法以49.99° C/分速率升溫，請補充說明。

邱顧問昌平（書面審查）：

- 為節省經費、實驗室可用空間及實驗室操作人力，如鄰近實驗室或學校已有之儀器設備則不宜重複購置，請查明其儀器設備狀況與使用頻率後評估。
- 第3頁中平面圖一，所標示之儀器設備如已購置應標示清楚。而增購的儀器設備及耗品是否有規劃操作桌、存藏櫃等收納放置空間，另未來進場的試體及已完成試體周轉的空間應列入隔間規劃考量。

江教授哲銘（書面審查）：

- 關於綠色再生建材實驗室增購之建材物性測定設備，配合第一階段實驗室所建置之設備，對於未來國內再生建材之研發及認證更具完整性。
- 各項儀器設置之最佳環境條件是否已考量，例如精密度較高之顯微鏡其是否需控制其操作或收納之環境條件，以確保儀器操作之性能及精準度。
- 驗收條件及方法中第六項操作手冊及維修手冊，建議加註「檢附原廠操作說明書及中文版本之說明書」，以利系統之維護及操作。

王教授松永（書面審查）：

- 再生建材來源可能含有輻射性原料或石綿材料，未清除乾淨而殘留於再生建材內部，因此的確需要規劃設置石綿鑑定設備、輻射偵測器。然「綠建築」中室內環境指標已注意到空氣中氬氣濃度問題，而回收再生無機建材可能含有濃度不低之氬氣，將會影響室內環境品質與居住者健康，因此建議增設「氬氣偵測儀」作氬氣檢測。

陳組長瑞鈴：

- X光繞射光譜儀等特殊儀器設備之設置，是否須隔離或特殊隔間？請納入實驗室隔間規劃考量。
- 本投標規格中未見實驗室隔間工程規劃圖，請詳予補充。

結論：

（一）基於實驗室資源共用，避免重複購置相同規格功能儀器設備，各項儀器設備是否增購結論如下：

- 1.熱重分析及微差熱分析儀：目前防火實驗群已購置SDT2960 Simultaneous DTA-TGA，如其規格及功能可符合未來實驗需求，則可利用現有儀器設備作檢測無需重複購置。
- 2.光繞射光譜儀（XRD）：同意購置。請本所工程技術組提供其已研擬之規格及廠商訪價，供工研院綠色再生建材研究小組參考。
- 3.石綿鑑定設備：本所其他實驗群（室）無相同儀器，同意購置。

- 4 輻射偵測器：本所其他實驗群(室)無相同儀器，同意購置。
- 5 鹽份濃度計：請本所工程技術組提供其已購置之鹽份濃度計規格功能，供研究小組評估，如其規格及功能可符合未來實驗需求，則無需重複購置。
- 6 實驗室基本設施(隔間工程、電力工程、實驗桌、藥品櫃、試藥耗材等)：同意購置，惟規格應予詳列以符合原規劃需求，另化學試藥有其有效期，應考量未來實驗時程及使用量，規劃採購量及廠商供應方式。

(二) 請研究單位依下列意見補正實驗設備投標須知補充說明

1. 有關施工部份應詳敘其項目及規格，而實驗室隔間規劃應考慮儀器設備操作環境需求並符合勞安衛生相關規定，另實驗室隔間工程規劃圖應補充詳述。
2. X光繞射光譜儀部份應配備標準資料圖庫，以解析實驗數據。廠商提供之各項儀器設備操作手冊及維修手冊，應加註「檢附原廠操作說明書及中文版本之說明書」。
3. 為利儘速辦理招標有關事宜，投標採購應備妥之相關文件資料，請儘速修正辦理送交本所。

(三) 投標須知補充說明內容經修正後，請儘速辦理招標相關事宜。本案採購之儀器設備項目種類眾多，請業務單位和秘書室討論合適之採購方式，以符合政府採購法相關規定。

## 增購會議回應表

審查委員	審查意見	說明
林教授景崎	1. 熱重分析及微差熱分析儀 ( TGA/ DTA ) 功能與DSC功能不同,前者量測溫度與重量損失之關係,而DSC為吸放熱量之量測。請先確定未來實驗所需功能再決定增購TGA/ DTA 或DSC。	本案將依建議刪除
	2. X光繞射光譜儀 ( XRD ) 應說明是測試粉狀樣品或塊狀樣品為主。建議配備JCPDS DataBase, 否則所測得數據將無法解析。	X光繞射光譜儀( XRD ) 測試粉狀樣品及塊狀樣品 ( 平整 ) 為主。JCPDS DATA Base定性比對軟體,可以比對圖譜。標準資料圖庫, Powder Diffraction File Inorganic Phases,Alphahetical Index ( Chemical and Mineral Name ), JCPDS International Center for Diffraction Data可以將測得數據解析。
	3. 應注意化學藥品使用及存放等相關安全規定,例如藥品櫃安全管理,化學藥品之使用管制及廢液之儲存管理與處理等皆應列入考慮規劃。	本案有增購PVC內循環防震多功能藥品櫃,藥品櫃安全管理、化學藥品之使用管制及廢液之儲存管理與處理等將列入考慮規劃。
黃教授世孟 ( 陳教授啟仁代 )	1. 投標須知中之施工部分,應詳加羅列,以維持設備性能及實驗室安全之要求。	本案採用將物性 化性隔間方式,維持設備性能及實驗室安全。

審查委員	審查意見	說明
李理事長世雄（書面審查）	1. 高溫粉塵之測試儀器設備應與精密儀器設備分室放置,而儀器電子式自動控制系統應避免日光直接照射,以免損害精密儀器,建議隔間規畫時納入考量。	將納入易造成粉塵飛揚之測試儀器設備如耐磨性試驗機隔間規畫及避免日光直接照射測試儀器設備。
	2. 熱重分析及微差熱分析儀(TGA/DTA)之升溫速率規格從0.01° C/分至49.99° C/分,其差距很大,除非有大容量加熱系統,否則於1200° C高溫似乎無法以49.99° C/分速率升溫,請補充說明。	本案將刪除熱重分析及微差熱分析儀之購置
邱顧問昌平（書面審查）	1. 為節省經費、實驗室可用空間及實驗室操作人力,如鄰近實驗室或學校已有之儀器設備則不宜重複購置,請查明其儀器設備狀況與使用頻率後評估。	本案增購將依鄰近實驗室若已有之儀器設備其功能相同則不重複購置。
	2. 第3頁中平面圖一,所標示之儀器設備如已購置應標示清楚,而增購的儀器設備及耗品是否有規劃操作桌、存藏櫃等收納放置空間,另未來進場的試體及已完成試體周轉的空間應列入隔間規劃考量。	增購的儀器設備及耗品將收納於放置空間,若有不足之處,將置於製程實驗室立體隔間,未來試體已有周轉的空間。
江教授哲銘（書面審查）	1. 關於綠色再生建材實驗室增購之建材物性測定設備,配合第一階段實驗室所建置之設備,對於未來國內再生建材之研發及認證更具完整性。	-
	2. 各項儀器設置之最佳環境條件是否已考量,例如精密度較高之顯微鏡其是否需控制其操作或收納之環境條件,以確保儀器操作之性能及精準度。	本案將依儀器操作之性能及精準度,控制其操作環境或收納之環境條件。

審查委員	審查意見	說明
	3 驗收條件及方法中第六項操作手冊及維修手冊,建議加註「檢附原廠操作說明書及中文版本之說明書」,以利系統之維護及操作。	本案將依建議請廠商提供檢附原廠操作說明書及中文版本之說明書
王教授松永 (書面審查)	1.再生建材來源可能含有輻射性原料或石綿材料,未清除乾淨而殘留於再生建材內部,因此的確需要規劃設置石綿鑑定設備、輻射偵測器。然「綠建築」中室內環境指標已注意到空氣中氡氣濃度問題,而回收再生無機建材可能含有濃度不低之氡氣,將會影響室內環境品質與居住者健康,因此建議增設「氡氣偵測儀」作氡氣檢測。	氡氣偵測儀為精密設備,需特殊操作環境及專業人才。國內核能研究所及清大具有專業人材,若有需求可以委託辦理檢測。
陳組長瑞鈴	1.X光繞射光譜儀等特殊儀器設備之設置,是否須隔離或特殊隔間?請納入實驗室隔間規劃考量。	X光繞射光譜儀等特殊儀器設備之設置,尚不須隔離或特殊隔間,但將納入實驗室隔間規劃考量。
	2.本投標規格中未見實驗室隔間工程規劃圖,請詳予補充。	依建議補充如附件

## < 附件三 >

# 綠色再生建材性能檢測實驗室實驗室管理手冊

## 目 錄

	頁次
1. 目的 .....	2
2. 範圍 .....	2
3. 手冊之制定與修訂 .....	2
4. 名詞定義 .....	3
5. 實驗室簡介 .....	3
6. 實驗室組織 .....	3
7. 實驗室品質系統 .....	6
8. 實驗室開放使用規範 .....	6
9. 人員管理及訓練 .....	7
10. 儀器設備管理 .....	9
11. 物料管理 .....	9
12. 檢測方法 .....	10
13. 檢測記錄 .....	10
14. 品質稽核與回饋改正 .....	11
15. 檢測外包之管理 .....	12
16. 實驗室安全衛生管理 .....	12
附錄一 職位/務說明書 .....	14
附錄二 開放實驗室進駐單位安全衛生承諾書 .....	19

## 1.目的

建立綠色再生建材性能檢測實驗室管理辦法，以確保本實驗室作業品質及實驗室運作之流暢。

回目錄

## 2.範圍

綠色再生建材性能檢測實驗室提供之服務作業均受本實驗室管理手冊之約束，實驗室同仁均需依照本手冊所規定的政策和程序確實執行其工作。

回目錄

## 3.手冊之制定與修改

### 3.1 修訂時機：

- (1)實驗室任務調整時。
- (2)國內及國外標準方法或相關法規修訂時。
- (3)因應環境變化，管理階層審查品質系統有不合時宜，須修訂時。
- (4)每兩年進行彙整及修訂。

### 3.2 修訂程序：

實驗室每位同仁對本實驗室管理手冊之內容，認為有修訂之必要時，以書面向文件管制中心提出變更申請，說明變更原因或實際應用後方法之修訂。

### 3.3 分發與保存：

管理手冊分發至本實驗室供同仁使用，由持有人簽收之。

回目錄

#### 4.名詞定義

記錄系統：實驗室為建立測試或分析過程的記錄可追溯性而建立的管理系統。

品質系統：實驗室為確保提供給客戶一致的服務品質而建立的管理系統。

#### 回目錄

#### 5.實驗室簡介

「綠色再生建材性能檢測實驗室」目前擁有各種再生建材產品所必須進行檢測之儀器設備，包括：萬能試驗機、抗彎抗壓試驗機、耐磨試驗機、耐候試驗機、表面含水量測定儀、吸水率測定儀、裂痕測定儀、原子吸收光譜儀、紫外光/可見光分析儀等。可進行之檢測分析項目，在物性測試方面，如密度、吸水率、燒失量、耐候性等實驗。化學測試方面如酸鹼值、TCLP 溶出重金屬、組成成份、六價鉻等分析實驗。力學性質測試方面包括抗彎、抗壓等強度測試、耐磨試驗等各項測試。本實驗室未來將以客關超然之立場，接受各界委託執行再生建材性能檢測及提供其他相關服務，並研擬制定再生建材相關之標準與規範。

實驗室名稱：綠色再生建材性能檢測實驗室

實驗室地址：台南縣歸仁鄉中正路南路一段 2496 號

#### 回目錄

#### 6.實驗室組織

內政部建築研究所分成安全防災組、環境控制組、綜合規劃組及工程技術組四組，綠色再生建材實驗室屬於環境控制組建築性能實驗群建築設備實驗館之下運作，組織系統如圖 6.1 所示。綠色再生建材性能檢測實驗室之人員組織架構如圖 6.2。本實驗室之人員及工作職責由實驗室負責人核定並由歸屬單位主管公布本實驗室之工作職掌。

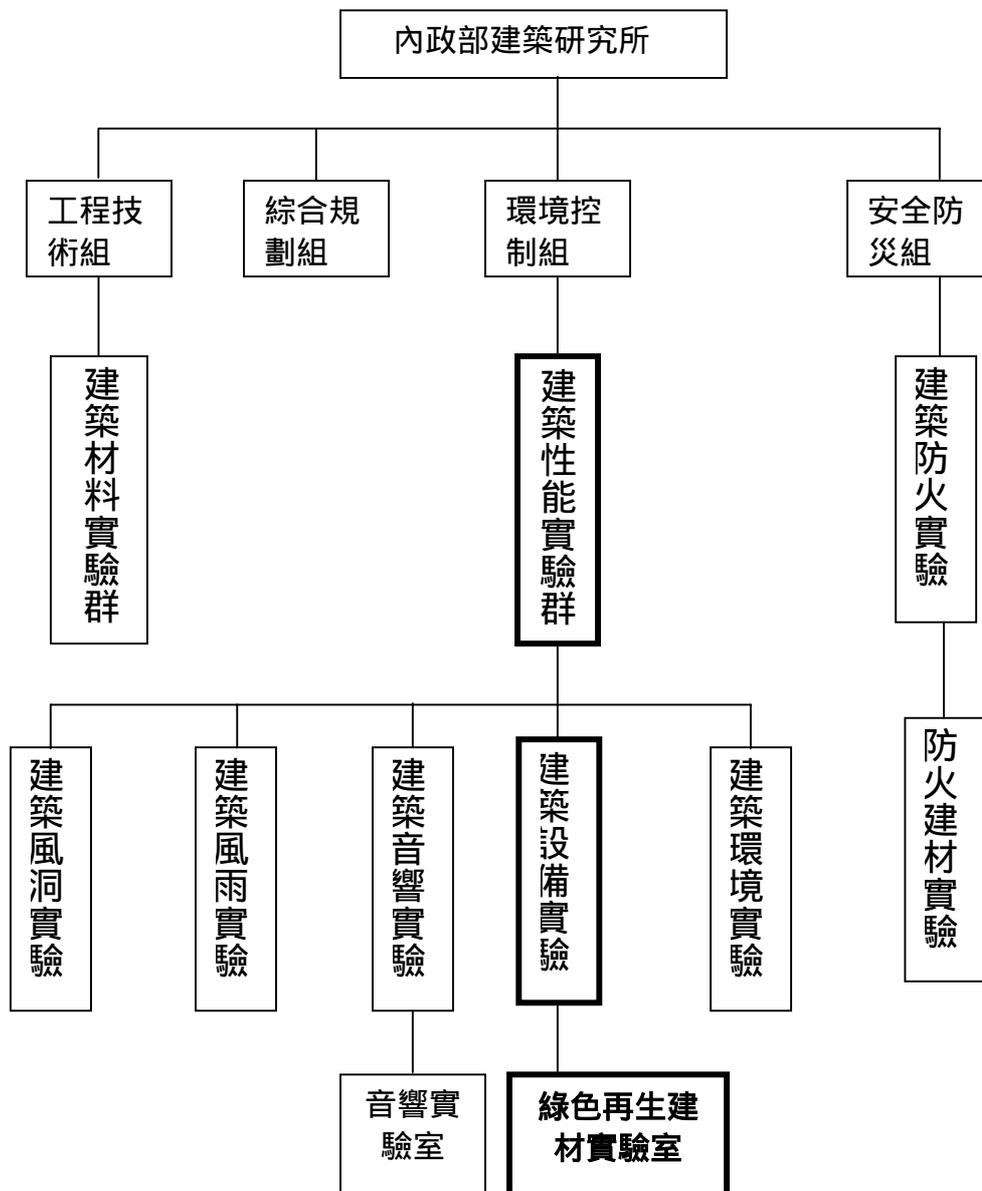


圖 6.1 內政部建築研究相關組織系統

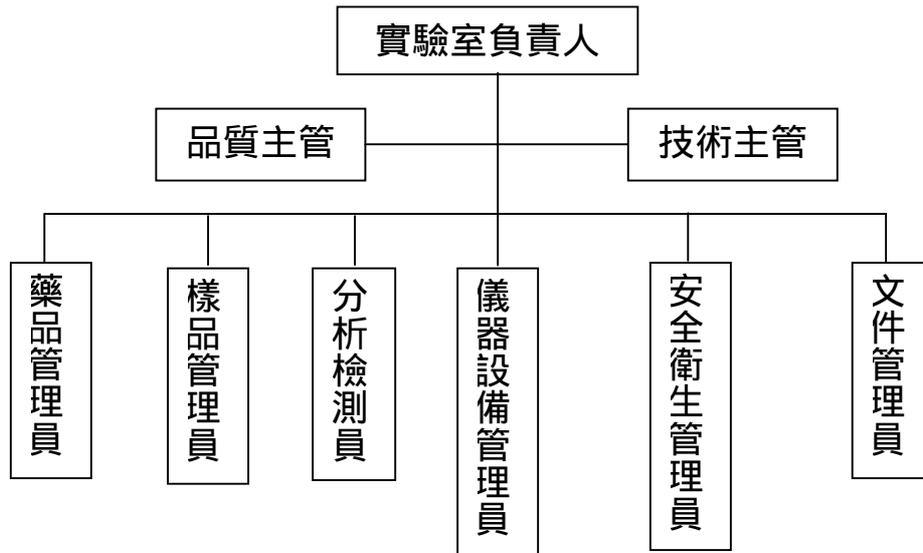


圖 6.2 綠色再生建材性能檢測實驗室人員組織架構圖

## 6.1 職掌

### (1) 實驗室負責人

負責及督導實驗室之運作與服務品質之維持，提供決策性諮詢及簽署，並負責對外接洽、報告。

### (2) 技術主管

負責實驗室發展方向規劃，檢測技術之開發、指導、問題解決，對分析結果之正確性負責。

### (3) 品質主管

推動實驗室之品管工作，確保各項工作均符合品管要求，並對實驗室負責人作品管報告。

### (4) 儀器設備管理員

負責儀器之正常運作，擬定儀器、設備的維修、保養及定期查核工作。負責儀器設備及物料之接收、登錄、貯存、報廢及備出。

### (5) 安全衛生管理員

負責改善及控制實驗室中潛在性危害，並定期對實驗室負責人作實驗室安全衛生報告，以期

維護良好的安全衛生之工作環境。

(6)文件管理員

負責實驗室內記錄文件及資料之歸檔與管理。

(7)樣品管理員

負責待測物/樣品之接收、登錄、貯存、報廢及送還。

(8)藥品管理員

負責藥品採買、定期盤查及儲存等管理工作。

回目錄

## 7.實驗室品質系統

### 7.1 品質系統之複查

- (1)數據及測試報告須由其將整個分析品管流程做複查的工作。
- (2)數據及測試報告必須做詳細的複查，若發現任何一部份不符合本實驗室之品管要求，若其缺失部份為可補救者，則退回給該部份之負責人；反之，則由該負責人會同技術主管一同找出失控原因及研討其矯正方案，並由該負責人填具失控報告交實驗室負責人備查，正本交文件管理員存檔。

回目錄

## 8.實驗室開放使用規範

綠色再生建材性能檢測實驗室為了充分利用所建構可多方面應用及促進本院與產學研跨領域技術交流與整合、資源共享及資訊交流、協助民間企業提昇國際競爭能力，本實驗室將對外開放使用及提供技術服務。

### 8.1 開放對象

與再生建材資源化領域相關廠商及有委託合作或技術服務計畫關係之國內合法登記廠商或學術機構。

### 8.2 開放原則

在不影響環構計畫執行之情況下，以提出限期使用為原則。使用實驗室及設備應負擔維護及使用費。

### 8.3 作業方式

擬利用本實驗室單位需提出申請，註明使用儀器設備項目及期程，經實驗室負責人核轉內政部建研所所長核准。

### 8.4 優先使用原則

依提出使用申請之先後為原則。

### 8.5 計價原則

- (1) 報價應涵蓋全部成本及適當之公費為原則，儀器設備之使用依內政部建研所使用費率標準收費。
- (2) 屬政府採購法辦理之案件，其報價應按機關之規定辦理。
- (3) 計價應以不同時機之市場價值、業界接受能力及潛在接受研發成果對象多寡等因素為原則。

### 8.6 管制措施

借用單位應遵循本管理手冊之規定，並簽署開放實驗室使用單位安全衛生承諾書(附錄二)。

## 9.人員管理及訓練

### 9.1 人員訓練

#### (1)新進人員訓練

##### 1-1 報到

新進同仁到職日，由實驗室負責人指派人員負責安排環境認識後，領用必須之物品。

##### 1-2 訓練計畫

- 1.新進人員應於三個月內完成訓練計畫內所有項目的檢測練習及考核。
- 2.由各項建議輔導人進行各項輔導工作，建議輔導人應於新人試用三個月期間完成輔導工作，並輔導其通過分析能力考核。

### 1-3 考核

新進人員需完成新進人員考核，考核結果應建檔保存。

#### (2)在職同仁之培訓及定期考核

- 1.本實驗室為使人力靈活運用，並使在職同仁有學習其他儀器、技術的機會，因此允許同仁再選擇另一不同技術領域之工作，但需先經受訓申請呈閱之認可。
- 2.在職人員在進行新學習之技術工作後，應進行考核報告。

## 9.2 職務代理人制度

本實驗室各成員，各有固定的任務工作，各項人員職務代理人制度、順位如下：

實驗室負責人	1.技術主管	2.品質主管
技術主管	1.實驗室負責人	2.品質主管
品質主管	1.技術主管	2.研究人員
安全衛生管理員	1.品質主管	2.研究人員
儀器設備管理員	1.樣品管理員	2.研究人員
文件管理員	1.儀器設備管理員	2.研究人員
樣品管理員	1.文件管理員	2.研究人員

## 9.3 在職訓練

本實驗室為提昇分析技術水準，開擴知識技術範圍，並有機會與外界交流，本實驗室之人員得參加與自身工作相關之研討會及短期訓練課程，於報請主管批准後即可參加。主辦單位所發的結業證書，應妥為保存，並列入個人基本資料之訓練經歷中。

## 回目錄

## 10. 儀器設備管理

### 10.1 概述

儀器分析為實驗室獲得分析數據結果的主要方法，因此分析儀器與設備使用時的準確度與精密度即為決定分析結果成敗的重要因素，本章乃在規範實驗室中主要設備與儀器之維護、校驗與使用的準則，以使分析結果合乎實驗室的要求。

### 10.2 儀器負責人之職責

本實驗室針對各主要儀器與設備均設有負責人，儀器或設備負責人對儀器設備負責之項目如下：

- (1)查閱並督促使用記錄簿的填寫。
- (2)定期進行儀器設備的維護與校驗工作，達到維護年度目標。
- (3)聯繫維修事項。
- (4)補充零件與耗材。

### 10.3 儀器/設備之使用

- (1)同仁欲使用本實驗室各項設備，必須經過實驗室負責人或技術主管同意。
- (2)實驗室同仁使用儀器設備時，均需依照各儀器之標準操作程序操作。
- (3)實驗室同仁使用儀器設備時，均需依規定填寫儀器/設備之用記錄簿。
- (4)儀器/設備若有不當狀況或損壞，同仁應立即通知負責人處理。

### 10.4 儀器/設備之保養、校驗、確認與修護

#### (1)保養與校驗

本實驗室儀器/設備之保養、校驗工作均由各負責人依標準維護程序及標準校正程序定期實施，並填寫維護或校驗記錄表。

#### (2)修護

本實驗室儀器/設備若發生故障，各儀器設備負責人必須聯絡廠商進行修護工作，並在廠商修護完成後進行驗收查稽並填寫維修記錄表。

### 10.5 實驗室主要儀器/設備清單

本實驗室之主要儀器/設備清單於實驗室負責人列管，其相關之校驗與確認週期依各儀器設備操作維護及校驗說明書辦理。

### 回目錄

## 11. 物料管理

### 11.1 採購、簽收：

物料設備的採購作業需依據採購作業程序書。貨物送抵時由請購人員或職務代理人依據請購規格驗收。

### 回目錄

## 12. 檢測方法

本實驗室之綠色再生檢測標準主要依據中國國家標準 CNS 及行政院環境保護署公告之分析方法，尚未有標準方法者為因應實際需要採用相關方法如美國材料試驗協會之方法、日本工業規格協會之日本工業標準或其他國家常用方法。各項之標準方法、儀器設備操作說明書、儀器原廠文件及其他運作相關之文件均以表單化，表列出各特性之相關文件以利查詢。相關機電設備及其安全防護設備的使用請依照各別的操作、維護說明書。

### 回目錄

## 13. 檢測記錄

檢測記錄須詳加記錄，凡本實驗室同仁從事研究工作中，有關新的構思、建議、觀察、嘗試、實驗等過程以及結果，每日均應詳實記錄。

### 回目錄

## 14.品質稽核與回饋改正

### 14.1 概述

品管/品保系統無論有無書面化資料作為參考標準，均應確實執行，以驗證書面與實際執行之差距而加以修正改善。

### 14.2 運作

內部品質查核工作，配合中心內部稽核指派專人依查核項目進行抽查，查核結果經實驗室負責人複查後，應連同建議事項公佈，並進行改善工作。另配合中心自動檢查查核結果有異常者，即進行改善工作。

### 14.3 矯正措施

為彌補定期查核可能的缺失，任何時間內之實驗結果(數據等)若跳出品質控制界線或不符合品質管制規定，則必須由相關之工作人員及技術主管至少三人一同找出原因，填具報告交實驗室負責人備查，正本交文件管理員存檔。矯正方案流程圖如圖 14.1。

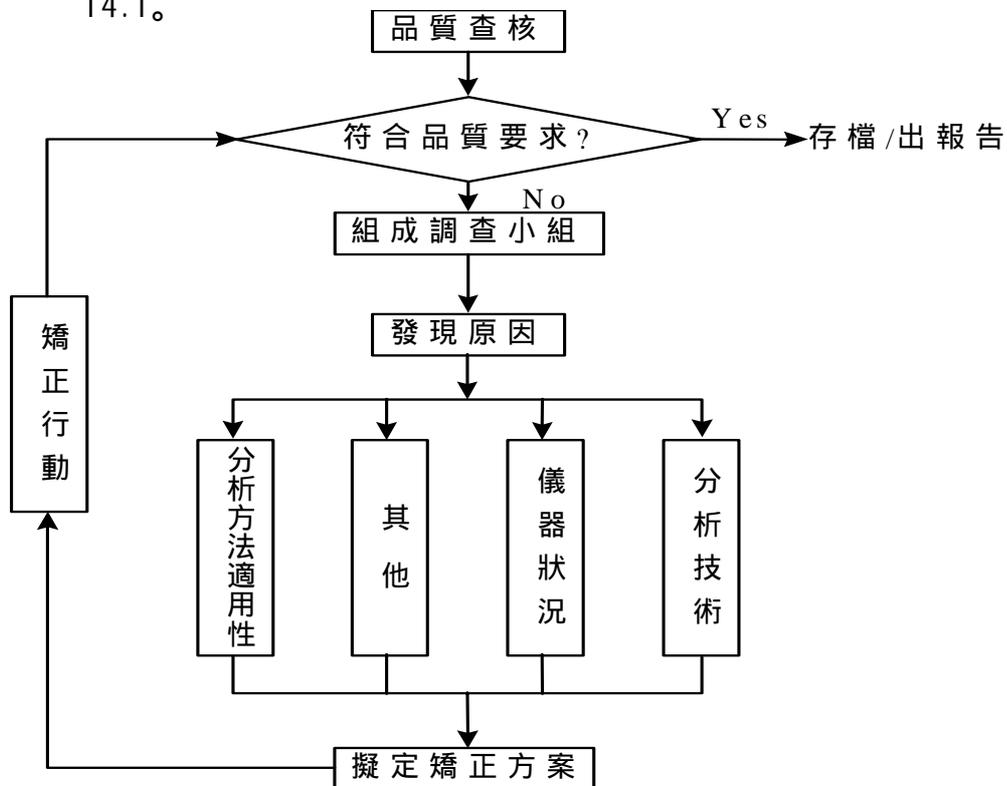


圖 14.1 矯正方案流程圖

#### 14.4 抱怨處理

抱怨處理：依“客戶服務管理程序書”之規定辦理。

##### (1) 抱怨處理作業程序

當接獲客戶申訴案件時，其作業程序首先由品質主管進行確認，並於 1 日內將“申訴案件提報表”提報技術主管，立即召開審查會議，檢測人員與小組技術主管針對各項缺失，擬定修正方案執行修正措施，最後經品質主管以書面立即回覆。

##### (2) 抱怨申訴處理案件檔案管理

實驗室之抱怨申訴處理案件提報表檔案存檔備查。申訴案件提報表由品質主管存檔保管。

#### 回目錄

#### 15. 檢測外包之管理

15.1 凡檢測之外包作業均經過實驗室負責人核可後依相關規定辦理。

#### 回目錄

#### 16. 實驗室安全衛生管理

##### 16.1 實驗室安全衛生規範

安全的實驗環境及安全的操作程序，可以使實驗室的潛在危害降至最低，為了實驗室工作人員之安全健康，特訂定實驗室安全規範，實驗室同仁應共同遵守。

- (1) 機具操作前必需作好安全評估，配帶安全防護器具。
- (2) 儀器設備使用後，需關掉各電源、氣體開關和照明設備。
- (3) 儀器工具、零件及物品使用後，需物歸原處並整齊放置。
- (4) 實驗室內禁止穿拖鞋及涼鞋。
- (5) 儀器配管、電線使用時不可妨礙人員行動。

## 16.2 實驗室安全管理

- (1) 本實驗室之環境清潔由同仁共同維護。
- (2) 實驗室中的工作台、地板、通道等不可用來堆放物品。
- (3) 實驗室的地板不可有絆人的線圈、雜物及濕滑的情況。
- (4) 工作區保持整齊，垃圾需分類。
- (5) 依中心安全衛生檢查記錄表執行查核實驗室安全衛生。

## 16.3 緊急應變

- (1) 實驗室有重傷患或昏迷者，速知會急救人員處理。
- (2) 嚴重傷患立即送醫，並知會醫療人員。
- (3) 如遇緊急重大事故，若自己無法處理請撥緊急通報專線 TEL：06-3300504-2100 分機通知(警衛室、總機)協助處理。緊急醫療事故請撥 TEL：06-3300504-2302 分機通知(附近醫院)協助處理。

## 回目錄

附錄一 職位/務說明書

職位/務說明書

職位名稱	實驗室負責人
適用職級範圍	副研究員以上
知能需求	1.熟悉實驗室分析技術 2.熟悉實驗室品管運作系統 3.具安全衛生實務經驗
任務	對實驗室工作進行督導，並提供決策性諮詢。
職務代理人	技術主管
職務權責	1.管理並督導實驗室的運作及制度之建立。 2.訂定及推動工作計畫，編列經費預算。 3.編列儀器、設備的採購預算及採購審核。 4.督導現職及新進人員之在職進修與考核。 5.督導異常狀況聿補救措施之執行。

附錄一 職位/務說明書(續)

職位/務說明書

職位名稱	技術主管
適用職級範圍	副研究員以上
知能需求	1.熟悉實驗室分析技術 2.具安全衛生實務經驗
任務	負責實驗室發展工作的規劃及人員訓練的規劃、執行。
職務代理人	實驗室負責人
職 務 權 責	1.訂定人員輔導訓練的重點方向。 2.訂定及推動工作計畫。 3.實驗室發展工作的規劃。 4.督導實驗室儀器之維修與校正。

附錄一 職位/務說明書(續)

職位/務說明書

職位名稱	儀器設備管理員
適用職級範圍	技術員以上
知能需求	1.瞭解負責儀器的操作原理
任務	定期對所負責之儀器進行維修與例行校正工作，以確保儀器正常運作，並負責儀器使用時程之安排。
職務代理人	資深研究人員
職務權責	1.訂定年度之“儀器維修校正計畫，並經技術主管簽核。 2.依儀器管理規範之校正維修週期，對所負責之實驗儀器進行維護與校正工作，並於維護/校正完畢後一週內填具“維修校正記錄表”。 3.負責儀器使用時程之協調與安排。

附錄一 職位/務說明書(續)

職位/務說明書

職位名稱	文件管理員
適用職級範圍	技術員以上
知能需求	1.熟悉實驗室品管運作體系
任務	管理實驗室品管運作之文件及記錄，對於使用過期之相關記錄及實驗相關資料作歸納整理。
職務代理人	資深研究人員
職務權責	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.歸檔整理分析完畢之文件檔案。</li> <li>2.歸檔整理人員資料。</li> <li>3.文件編修記錄、品管測試及檢測報告作歸類收集。</li> </ol>

附錄一 職位/務說明書(續)

職位/務說明書

職位名稱	安全衛生管理員
適用職級範圍	技術員以上
知能需求	1.曾接受相關訓練
任務	維持實驗室的安全衛生，以提供同仁舒適的工作環境。
職務代理人	資深研究人員
職務權責	1.規劃與推動實驗室定期環境偵測、評估工作。

回目錄

## 附錄二 開放實驗室使用單位安全衛生承諾書

茲使用 貴所綠色再生建材性能檢測實驗室，作業前已接受安全衛生指導，確實瞭解本單位及本工作應遵守之安全衛生規定，及本工作特定安全衛生事項。

作業期間，本單位 (人)及所僱用之勞工，均願確實遵守勞工安全衛生法規及貴院安全衛生規定。倘因疏忽而發生職業災害或其他任何意外事故，本單位 (人)願負一切責任，並負責賠償貴中心因此而遭受之一切損失，又本單位 (人)向貴所借用之消防器材、安全標誌、及其他機械、設備或器具，若有損壞或遺失願照價賠償。

本承諾書有效期限至 年 月 日止。

此 致

內政部建築研究所

立承諾書單位：

負責人簽章：\_\_\_\_\_

身分證/統一編號：

住址：\_\_\_\_\_

電話：\_\_\_\_\_

中 華 民 國 年 月 日

## < 附件四 >

### 期初審查意見與回覆說明

	評審意見	執行現況說明
陳組長建忠	1.技術開發涉及標準檢驗局對實驗室檢測設備之認定標準，此部分請研究單位深入了解。	1.綠色再生建材實驗室將依中華民國實驗室認證體系之規定申請認證，其檢測方法若有國家標準者則依其標準，若國家標準未定者將研擬並提請標準檢驗局參考制定，詳如本期中報告第五章所示。
葉組長祥海	1.再生建材製程開發之項目及其用途應先釐清，以利推廣應用。 2.合作廠商之徵求方式應循經濟部輔導產業模式，採公開公告方式辦理。	1.詳如本期中報告第三章所述 2.已依本院執行經濟部委託計畫徵求業界合作廠商模式於92年3月20日之工商時報公告徵求合作廠商，另於3/20~3/27於工研院企業網張貼訊息一週，並向有意願之廠商作說明。
陳組長瑞鈴	1.步道材料之開發可請工研院納入研究，於廢木料或混凝土中摻雜廢塑膠之再生利用，以提高其耐久耐候性。	1.詳如本期中報告第三章所述

## 附件五

### 期中報告審查意見回覆說明

委員審查意見	答覆說明
王組長安強(許技正振民代)	
1. 營建署所推動之「營建剩餘土石方處理方案」於修正草案中，業將資源再生回收之觀念及作法放入草案中。本研究成果有助於未來於土資場營運管理。	計畫成果未來推動當與營建署密切配合。
2. 本研究成果未來應加強宣導與教育以達推廣應用之效益。	將於未來加強，如積極參與本年十一月經濟日報所辦之國際建材展，及明年初配合綠建築博覽會將成果展現及加強推廣
蔡教授明哲	
1. 綠色再生建材研製前，仍應審慎評估其 life cycle，為避免未來廢棄回收再次利用時之困擾，將廢木料與廢塑膠摻合產生再生製品的作法並不適當。	廢塑膠摻合僅在再生仿木使用，就國家整體環境衝擊問題來看，同時將其他廢棄物回收再利用應具正面的意義。
2. 國內竹材與竹炭相關研究已有部份成果，請研究單位廣泛收集參考。	已遵照蔡教授之意見辦理，並將竹材料之炭化 以及竹炭材料之特性相關成果內容彙整於期末報告中第四章第一節竹炭應用學理分析中。
3. 期中報告書中第 52 頁中竹炭性質之分析，所用為廢竹材或是新竹材？以及目前國內廢竹材之來源為何？而量有多少？另竹炭性質分析方法所依據標準為何？請補充敘明。	期中報告中所列竹炭性質之分析，所用之竹材為廢竹材；目前國內廢竹材之來源為各竹材廠商及竹材加工廠去頭去尾之竹材廢料，一般規模之竹材加工廠一天約產生 1~2 噸之竹材；而竹炭性質之分析方法中則是採用工業用炭素檢驗之標準，CNS 2747-K6246 碳黑檢驗法測定竹炭粉末之水分、灰分及揮發物含量。
鄒組長哲宗	
1. 期中報告書中第 28 頁圖 3.1	謝謝，將修正

委員審查意見	答覆說明
<p>中，關於 30 萬噸廢木質材料生產粒片板及 20 萬噸生產纖維板，和個人二十多年來瞭解似乎有所出入。國內粒片板生產廠最盛時有 4 家，每家年產量約 3000 萬板呎，用 4 萬噸木屑料，共計 16 萬噸，請卓參。</p>	
<p>2. 第 55 頁竹炭塗料研發，所進行試驗似乎太薄弱，宜加強塗膜系列性質分析，例如塗膜硬度、磨耗性試驗、塗膜表面顏色分析、光澤度變化分析等。</p>	<p>已遵照鄒組長之意見進行，並於期末報告中加強進行強塗膜系列性質分析，包含塗膜硬度、磨耗性試驗、及光澤度等試驗項目。</p>
<p>江教授哲銘</p>	
<p>1. 本研究內容主要有產品研發及基準檢測兩大主軸，成果給予肯定，配合「綠建材標章」推動之時程，今年先從木、石材之認證檢驗啟動，本研究應有其貢獻。</p>	<p>謝謝</p>
<p>2. 再生建材有其基準之外，亦應合乎健康性、生態性及高性能標準。</p>	<p>將配合綠建材四大基準同時推動</p>
<p>王簡任技正榮進</p>	
<p>1. 配合行政院指示於公共工程使用一定比例再生建材政策，公共工程委員會及營建署正研修相關法規，本案再生建材認定標準制度之研究，可提供有關單位參考。</p>	<p>期末報告已針對認定標準加強內容，將可提供營建署參考</p>
<p>黃教授榮堯</p>	
<p>1. 建議本研究針對廢棄物料源(如建築拆除、機場橋樑拆除或不同中間處理場)進行試驗比較分析。</p>	<p>本研究係由製備再生建材之觀點考慮所需之回收材料，對於不同來源之廢棄物特性非屬本計畫範疇。</p>
<p>2. 建議再生建材標章推動機制策略儘可能與環保標章相結合，成為環保第一類。</p>	<p>詳見期末報告第六章</p>

委員審查意見	答覆說明
陳處長雄文(劉簡任技正佳均代)	
1. 營建混合建築廢棄物產生源頭之現行市場運作應予以調查，並進行其正確之拆除、清運，前置分類處理流程；俾利評估分離技術之開發。	該工作極重要，但非本計畫範疇，建請建研所另案辦理。
2. 建議綠色再生建材之技術應增加成本分析。	廠化製程完成後將提出經濟分析
3. 綠建材與環保標準建材應考慮可否接軌，俾利民間了解接受。	詳見期末報告第六章
4. 有關綠色再生建材產品人認證與推廣，應考量政府部門及民間使用量較大項目，列為優先認證推廣項目。	建請主管機關參考
溫教授琇玲	
1. 本案建議探討再生建材製程中之耗能與一般建材生產過程之耗能比較。	該項工作非本計畫範疇
2. 再生建材商業化之推動應考慮成本之評估。	如前第 2 項之答覆
3. 有關再生建材之安全性、環保性、健康性之標準認證制度，建議於期末報告書中補充說明。	將配合江哲銘教授之計畫推動
劉助理研究員丁元	
1. 有關再生建材實驗室建置，第一階段採購儀器設備，經過試機及教育訓練操作過程，發現許多不足之處，例如 AA 之測試用光源(分析重金屬銅之燈管)、UV 之連線作業系統、化學實驗操作台、抗彎抗壓實驗裝置連線電腦及操作記錄軟體等等，建議增列於新增採購規格項目中。	已遵照辦理
2. 依據期中報告書，申請 CNLA 認證，實驗室環境條件(溫溼度、含塵量、震動等等)有其要求，	已遵照辦理

委員審查意見	答覆說明
<p>目前建置之檢測實驗室可否合乎認證條件，請研究單位詳加評估，如無法符合相關要求，建議於新增採購規格中增加實驗室隔間規劃。</p>	
<p>3. 再生建材檢測實驗室包括許多的化學分析實驗，實驗後化學藥劑可否直接排放必須作後處理，請研究單位協助評估規劃。</p>	<p>小量化學藥劑自設處理設施不符合效益，應以委外處理較合宜。</p>

< 附件六 >

期末報告審查意見回覆說明

委員審查意見	答覆說明
陳處長雄文 (黃科長拯中代)	
<p>一、 本計畫內容豐富，研究成果值得肯定。</p> <p>二、 要推動再生建材之技術與市場開發，再生產品之品質標準很重要，尤其目前亦有業者以工業污泥製造建材，屆時兩者之間是否有品質上之差異？如品質上有差異，則本計畫之產品是否會被影響？或不論以何者廢棄物產製之相同產品，均應有相同之品質標準，均為可在思考探討之問題。</p>	<p>一、 謝謝 貴委員肯定本計畫成果。</p> <p>二、 確如委員所言，有關再生建材之市場推動，其重點在於再生產品品質標準的建立，而且只要是相同產品均應有相同之品質標準，因此本計畫除技術研發外，亦擬定綠色再生建材相關品質規範，以配合建研所推動「綠建材標章」之推動。目前業者採用污泥製造建材者以窯燒磚佔大多數，本計畫之再生建材則相當多樣化，以石質與木質板材類為主，產品定位不同，因此對本計畫產品並不會有所影響。</p>
鄒組長哲宗	
<p>一、 P.109- 表 3.9 有二項抗曲強度，均符合「市售規範」，但前者在學理上判斷是屬於低強度，請問它適合之應用對象是什麼？</p> <p>二、 P.110 再生粒片板製造，條件中使用膠合劑語意不清，例如「尿醛樹脂」正名是尿素甲醛膠（簡稱尿素膠），又與「美拉明樹脂」是共同縮合產品，而非文中分述各佔多少%？再生粒片板製造所使用熱壓壓力 40 kg/cm<sup>2</sup> 偏高，一般在 25~30 kg/cm<sup>2</sup>。</p> <p>三、 P.130 及 P.143 所提竹炭 743.21 m<sup>2</sup>/g，請簡述其燒製過程及其是以何種竹子為原料。</p>	<p>一、 由於市售仿木產品係依用途以及強度需求而調整產品內木纖維之含量，不同強度之產品各有其不同之「市售規範」。一般而言，低強度之仿木產品以欄杆 用途為多。</p> <p>二、 有關美拉明樹脂(melamine resin)係為三聚氰氨-甲醛共縮合之產品，工業用途十分普遍。 貴委員指正事項已作修正。</p> <p>三、 所使用之竹子原料為一般竹材加工工廠所產生之竹粉屑。竹炭之 BET 值為 743.21 m<sup>2</sup>/g，其燒製過程為利用旋轉爐進行炭化，炭化溫度為 500~550 ，再經由管狀爐進行 CO<sub>2</sub> 氣氛保護之活化處</p>

<p>四、 P.136 (七) 漆膜附著力測試結果，一般合格標準等級是以 0~5 級為判斷，然報告中描述之結果，經比照是屬於第 2~3 級效果並判定為佳，恐會因人而異，大家同意無剝離 (0 級) 者或第一級才算是好結果。</p> <p>五、 P.330-表 6.14 特殊要求甲醛釋放量低於 0.5 mg/L，則務必要注意所使用膠合劑之規格，例如合成尿素膠，其 F/u 之摩爾比在 1.25 左右。又使用 15%膠量是否太多？一般工廠經驗值在 8-10%。</p>	<p>理。上述文字說明已加入於成果報告中 (P.129)。</p> <p>四、 P.136 (七) 漆膜附著力測試結果，經比照是屬於第 2~3 級效果，經委員指出，一般同意無剝離 (0 級) 者或第一級才算是好結果，故遵照委員意見辦理，將成果報告中原判定為 "佳" 之描述更正為 "可" (P.143)。</p> <p>五、 有關甲醛釋放量係考量對人體之危害性為主，會依委員意見考量不同規格膠合劑之情形。15%之膠量則考量到再生建材主以廢棄物作為原料之情形，其上膠量與採原生料者有所不同，故採從寬認定原則，可逐年修正縮小。</p>
<p>江教授哲銘</p>	
<p>一、 肯定本研究計畫成果，相當豐碩。</p> <p>二、 再生建材尚須經過健康因子之檢驗。</p> <p>三、 再生建材 (如竹塗料等吸溫、吸 VOC 因子)，亦即所謂合乎二十一世紀綠色科技之新建築產業，值得推動鼓勵。</p> <p>四、 本研究將有助於「綠建築專章」之推動。</p>	<p>一、 謝謝肯定。</p> <p>二、 有關健康性部份是綠建材之另一要項，未來申請「綠建材標章」時自應納入檢驗。</p> <p>三、 感謝委員意見，再生建材確實為值得推動鼓勵且合乎綠色科技之新建築產業。</p> <p>四、 配合「綠建築專章」之推動，本研究團隊將隨時提供研究成果以供參考採用。</p>

## 綠色再生建材技術開發與推廣應用

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：92 年 12 月

版（刷）次：

工本費：

GPN：1009204542

ISBN：957-01-5949-9