

再生綠建材開發與推廣應用計畫



內政部建築研究所補助研究報告

中華民國 97 年 11 月

再生綠建材開發與推廣應用計畫

受補助單位：財團法人成大研究發展基金會

研究主持人：張祖恩

協同主持人：陳文卿

研究人員：蔡志達、龔東慶、陳宏達、張建智

于 寧、廖錦聰、陳宏仁、吳志庭

內政部建築研究所補助研究報告

中華民國 97 年 11 月

Technology Development and Promotion of Recycling Green Building Materials Project

By

Juu-En Chang

Wen-Ching Chen

Chih-Ta Tsai

Grodon Tung-Chin Kung

Hung-Ta Chen

Chien-Chih Chang

Ning Yu

Chin-Tsung Liao

Hung-Jen Chen

Chih-Ting Wu

November 2008

目次

目次.....	I
表次.....	II
圖次.....	IV
摘要.....	VI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究目的.....	1
第二章 計畫目標與工作內容.....	5
第一節 計畫目標.....	5
第二節 工作內容.....	6
第三章 新型再生綠建材技術開發.....	11
第一節 冷結型粒料再生綠建材開發.....	11
第二節 發泡木質水泥綠建材開發.....	43
第三節 木質水泥屋頂隔熱磚開發應用.....	53
第四章 再生綠建材推廣現況及問題剖析.....	63
第一節 再生綠建材推廣現況探討.....	63
第二節 再生綠建材產業問題剖析.....	77
第三節 再生綠建材產業諮詢會、座談會與發展建議方案.....	81
第五章 再生綠建材標章推廣與應用.....	87
第一節 再生綠建材標章評估基準之修定.....	87
第二節 再生綠建材標章評定內容之擴充.....	98
第三節 公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準研究.....	109
第六章 結論與建議.....	119
參考文獻.....	121
附錄一 再生綠建材推廣建議方案說帖.....	123
附錄二 諮詢會議相關資料(會議記錄及簽到單).....	137
附錄三 座談會會議相關資料(簡報資料、報名表、簽到單、問卷及分析).....	141
附錄四 各國第一類環保標章之再生建材規格標準內容.....	171
附錄五 協助辦理 XRD—石棉分析系統擴充設備採購事宜.....	211
附錄六 期初審查意見及回覆說明.....	227
附錄七 期中審查意見及回覆說明.....	231
附錄八 期末審查意見及回覆說明.....	235

表 次

表 1-1 營建剩餘土石方之分類.....	3
表 3-1 國內外對營建廢棄物之定義.....	13
表 3-2 國內營建剩餘土石方資源回收利用現況.....	14
表 3-3 營建剩餘土石方再生利用對策.....	16
表 3-4 剩餘土石方堆置處理場土石分類對照.....	17
表 3-5 土壤主要分類符號表.....	18
表 3-6 統一土壤分類法在工程性質應用判斷表.....	19
表 3-7 再生粒料應用之規範與標準.....	20
表 3-8 歷年全國土方供需統計表.....	21
表 3-9 近八年全國工程產出各類土質統計查詢.....	22
表 3-10 90 年 1 月至 97 年 3 月全國各類合法場所收受各類土質土方累積統計表.....	23
表 3-11 近八年全國各類合法場所收受各類土質土方累積統計表.....	24
表 3-12 試驗用水泥、爐石及飛灰之化學成份及物理性質.....	25
表 3-13 強塑劑基本性質.....	26
表 3-14 營建剩餘土石方 TCLP 試驗結果.....	28
表 3-15 營建剩餘土石方 XRF 分析結果.....	28
表 3-16 冷結型再生粒料配比.....	33
表 3-17 配比 C200 冷結型再生粒料配比.....	34
表 3-18 粗粒料應有級配規定.....	40
表 3-19 冷結粒料基本性質及筒壓試驗結果.....	42
表 3-20 冷結型再生粒料與原生粒料、燒結型粒料相關性能比較表.....	43
表 3-21 不同泡沫量與水泥配比對體比重的關係.....	51
表 3-22 木質水泥隔熱磚之最適配比.....	55
表 3-23 木質水泥隔熱磚量產成品之測試.....	55
表 3-24 木質水泥隔熱磚(木屑/水泥 1:2)現場施工成品之測試結果.....	61
表 4-1 近年各類建築廢棄物產量重量估算表.....	65
表 4-2 「公告應回收或再利用廢棄物」歷年申報量.....	65
表 4-3 再生綠建材推廣相關法規.....	68
表 4-4 再生綠建材推廣問題點及解決方案.....	71
表 4-5 再生綠建材產業推廣建議方案實施時程.....	86
表 5-1 我國環保標章「資源回收再利用建材」規格標準.....	88
表 5-2 我國環保標章「木製傢俱」規格標準.....	89
表 5-3 我國環保標章「回收玻璃容器再生品」規格標準.....	89

表 5-4 各國環保標章之再生綠建材規格標準比較.....	90
表 5-5 現行公告接受申請之再生綠建材標章評估基準.....	92
表 5-6 再生透水性混凝土磚綠建材評定基準.....	100
表 5-7 各種建材熱傳導係數.....	106
表 5-8 屋頂隔熱磚再生綠建材評估基準建議表.....	108
表 5-9 再生非混凝土粒料綠建材之評估基準表.....	109
表 5-10 建築物綠建材設計評估總表.....	111
表 5-11 非金屬再生建材使用率與排放量影響率 Z_i 與優待倍數 Y_i	113
表 5-12 建築物戶外空間可使用再生建材之類別.....	115
表 5-13 建築物戶外綠建材設計評估表.....	116
表 5-14 各種戶外建材及可能使用之回收材料類別.....	117



圖 次

圖 2-1 計畫架構圖.....	5
圖 3-1 水泥、爐石及飛灰之三相圖.....	12
圖 3-2 營建剩餘土石方分類處理階段流程.....	15
圖 3-3 營建剩餘土石方分類處理步驟流程.....	15
圖 3-4 水泥、爐石及飛灰之粒徑分佈圖.....	26
圖 3-5 本研究所使用之剩餘土石方.....	28
圖 3-6 膠結料及剩餘土石方三相圖.....	29
圖 3-7 剩餘土石方粒徑分布圖.....	29
圖 3-8 冷結型再生粒料配比設計流程圖.....	30
圖 3-9 不同土石方含水量拌合結果.....	35
圖 3-10 螺旋擠壓式造粒機分解、組合圖.....	36
圖 3-11 螺旋擠壓造粒機造粒成品.....	36
圖 3-12 冷結造粒預壓密模具分解、結合圖及造粒底模.....	37
圖 3-13 混合料受壓後之排水情形.....	37
圖 3-14 改良型造粒底模實物照及側視圖.....	38
圖 3-15 改良型造粒底模混合料壓出情形.....	38
圖 3-16 各尺寸之冷結造粒加壓成型模.....	39
圖 3-17 冷結造粒加壓成型模造粒作業步驟.....	39
圖 3-18 冷結造粒成品尺寸圖.....	40
圖 3-19 冷結型粒料級配曲線.....	41
圖 3-20 添加保麗龍顆粒之輕質混凝土材料.....	44
圖 3-21 成型後內部剖面呈現多孔蜂巢狀之發泡水泥.....	46
圖 3-22 成型後內部孔隙較為細緻之木質發泡水泥.....	46
圖 3-23 現場施工製造之發泡機.....	46
圖 3-24 水泥混拌機內之漿體.....	46
圖 3-25 發泡機產生之泡沫.....	47
圖 3-26 以矽酸鈣板構成之隔間牆.....	47
圖 3-27 灌入發泡水泥.....	48
圖 3-28 灌入發泡水泥後隔板下方繃裂漿體外流.....	48
圖 3-29 硬化後成品收縮且鬆脆與外層隔板脫離.....	48
圖 3-30 木屑佔水泥重 50% 所試製之成品漿體收縮嚴重與板材無結合.....	49
圖 3-31 木屑佔水泥重 25% 所試製之成品漿體收縮嚴重與板材亦無法結合.....	49
圖 3-32 水灰比 0.5 之成品.....	49

圖 3-33 水灰比 0.4 之成品.....	50
圖 3-34 發泡漿體收縮差異性之比較.....	50
圖 3-35 調整組成所試製之發泡水泥漿體.....	51
圖 3-36 配方調整後之發泡液.....	52
圖 3-37 另灌製於模具內之發泡水泥體孔隙度佳，無收縮現象.....	52
圖 3-38 傳統保麗龍屋頂隔熱磚.....	53
圖 3-39 保麗龍屋頂隔熱磚日久易破損.....	53
圖 3-40 木質水泥屋頂隔熱磚製作流程.....	54
圖 3-41 福鹿公司現場以灌製震盪方式量產之屋頂隔熱磚過程.....	56
圖 3-42 隔熱磚現場施作.....	60
圖 3-43 隔熱磚物料調配不均之龜裂成品.....	61
圖 4-1 再生綠建材應用市場供需連結圖.....	64
圖 4-2 廢棄物再生原料供需與競爭分析圖.....	66
圖 4-3 再生綠建材供需連結圖.....	77
圖 4-4 再生綠建材產業鏈魚骨圖.....	78
圖 4-5 再生綠建材產業管理端魚骨圖.....	78
圖 4-6 再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會議相關照片.....	83
圖 4-7 再生綠建材推廣座談會相關照片.....	85
圖 5-1 環保標章第二類產品之審查作業流程.....	96
圖 5-2 屋頂隔熱磚施作之實數例.....	104

摘要

關鍵詞：建築廢棄物、綠建材、再生材料

一、研究緣起

台灣地狹人稠，土地資源有限，營建天然資源十分匱乏。因此加強推動建築廢棄物減量回收，及開發並使用再生綠建材為兼顧資源永續與環境保護之最佳策略。另外配合「京都議定書」之上路實施，加強溫室氣體減量已是各產業無法迴避的課題。建築業是火車頭產業，建築相關產業市場包括新建築、裝修(含重新裝修與加增蓋)等，產業的產值約佔全國總產值的 17%。但是，據統計建築產業包括材料生產、運輸、施工及完工後之使用等各階段，能源消耗排放 CO₂ 佔全國能源總消耗量之 28%，十分可觀。因此，為因應京都議定書二氧化碳減量的要求，推動綠建築已為台灣未來建築業必走的一條路。

行政院自 90 年制定「綠建築推動方案」並大力執行後，已獲良好成效。而 97 年更展開新階段的「生態城市與綠建築推動方案」。依據該方案，其總目標為：「因應全球暖化及都市熱島效應，積極推動生態城市及綠建築，以達國土永續建設目標」；次目標(四)為：「提升室內環境控制技術，建立綠建材市場機制，創造舒適健康與優質居住空間」；次目標(六)為：「發展營建減廢技術與機制，提升資源有效利用」。而在實施方針第十條明訂「建立循環型社會之營建廢棄物減量及再生建材推廣機制」。在機關權責分工方面，更要求公共工程委員會必須督導將營建廢棄物減量納入公共工程施工規範，而環保署及各目的事業主管機關亦必須負責營建廢棄物減量之推動及研定符合環保概念建材產品之標準、規範及獎勵制度。

基於以上緣由，本計畫乃配合「生態城市與綠建築推動方案」之各項目標，涵蓋建築物源頭減廢、再生材料回收利用及再生綠建材之開發，以及強化再生材料之使用等層面，以達成建立永續循環社會之總體目標。包括以下之工作範疇：

1. 新型再生綠建材技術開發：強化營建資源之有效利用，開發各種高性能再生綠建材及進行推廣應用。
2. 再生綠建材推廣應用：持續進行再生綠建材標章制度推動，並瞭解再生綠建材推廣現況及問題剖析，及公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準，以擴大再生綠建材評估與使用範圍。
3. 協助綠色再生建材檢測實驗室辦理 XRD 擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜。

二、研究方法及過程

本研究將分三大項展開，每一大項下另有分項工作。各大項與分項之研究方法及過程分述如下：

1. 新型再生綠建材技術開發：

(1) 冷結型粒料再生綠建材開發

本研究參考過去冷結型粒料主要以飛灰為主，再混合少量水泥、爐石及石灰拌合後造粒冷結固化。再根據材料互制性，配合水泥化學，並導入複合材料的觀念採用冷結方式造粒，以營建廢棄物為母材 (Matrix)，其中，營建廢棄物中含有未水化水泥顆粒、及類似卜作嵐材料的物質，不僅可當作填充材使用，亦具有膠結能力；添加紙漿污泥及資源產品廢棄物之目的，係由於其均含有大量纖維，利用纖維來增強粒料的韌性、耐磨性，及體積穩定性。另由於冷結型再生粒料與原生粒料、燒結型粒料之比較，具骨材內部孔隙較少，強度較高，性質較接近原生粒料，市場接受度較高、節能減碳、改善燒結型粒料實際應用上之問題、價格較低…等優點，實有必要發展此類型再生粒料綠建材。

(2) 發泡木質水泥綠建材開發

發泡水泥將有兩方面之現場應用方式，其一是規格化之建材成品生產，提供輕質隔間使用。其二是現場施工，直接灌漿直接打入隔間牆內。前者可採批式生產方式較單純；後者則必須連續操作，除水泥、木屑必須先依適當拌合成漿體外，灌漿過程中必須維持發泡液之混合比例，並須克服加壓泵入建築物時氣泡不致破裂或逸出之困難。本年度將與業界合作，引進量產化之快速發泡機並於建築工地現場進行發泡水泥漿體現場生產與灌漿，並測試發泡情形與漿體強度、比重等，並規劃最適化之現場施工作業流程。預期所開發輕質、隔音、防火等性能之優良綠建材，將可取代目前以添加保麗龍降低隔間牆負重之施工方式，提昇建築物之工程品質。

(3) 木質水泥屋頂隔熱磚應用

本計畫 96 年利用回收之木質粒料與水泥混合製成木質水泥板，利用反應助劑克服木質材料與水泥不相容之困難，開發具防火、隔熱效果之木質水泥板，相較於現行以底部貼附保麗龍或 PS 板之屋頂隔熱磚，本項木質水泥屋頂隔熱磚具有質輕隔熱性佳及使用回收材料 (木屑) 以取代砂石之優點。並以該項技術提供屋頂隔熱磚業者，配合其既有之生產設備，產製木質水泥屋頂隔熱磚。並分別採取高壓壓製及震盪灌製兩種生產方式，各有優缺點。為利於木質水泥屋頂隔熱磚之工程應用，將配合研擬標準施工規範，以利推廣應用。此外，針對開發完成並可市場應用之成品，將於建立完整之性能測試資料後，辦理技術成果發表會，以擴大研發成效。

2. 再生綠建材推廣與應用：

(1) 再生綠建材推廣現況及問題剖析

繼90年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當人力、物力，進行再生材料、綠色建材、及再生綠建材等相關研究，惟上述相關產品之實際應用仍相當有限，因此本計畫將透過相關資訊及指引（國家標準、施工規範、法令、研究報告、期刊論文），再藉由召開一次以上的跨部會及產官學界座談會，實際瞭解再生綠建材推廣現況，並進行再生綠建材無法真正大量實際運用的問題，剖析相關問題及窒礙難行之源由，並提出相關處理建議，以作為政府政策修、增訂，及日後市場開拓之依據，藉以強化資源之有效利用，提升再生綠建材之使用率，促進建築廢棄物從源頭減量回收→再生綠建材開發→再生材料市場使用，能真正從上、中、下游完整展開運作。

(2) 再生綠建材標章評估基準之修定

綠建材標章四大類別中，再生綠建材是最具環境指標意義的項目。但是再生綠建材在市場推動上卻有先天的瓶頸，其主要原因是，民眾或建商往往誤以為所謂「再生」材料，品質或許較差，性能較缺乏保障。因此再生綠建材標章之評定基準中要求以滿足國家標準為前提以確保品質性能及建材使用之安全性。此乃鑑於綠建材之使用雖然是以健康環保為重點，但建材基本性能仍為公共工程品質把關的基本要項，因此綠建材符合國家標準為基本要求。我國現有的國家標準都是以成熟產品為主，而許多新穎且性能優良的再生綠建材，卻因無適當的國家標準所依循而無法納入綠建材標章的評定對象，此誠為應在綠建材標章評定基準中進行強化。因此，基於鼓勵目的，對於各種使用再生材料之優良建材，亦應廣為納入再生綠建材之評定對象。本計畫中，將蒐集包括美加、歐盟、日韓等國家中，以回收再利用為評定項目之各種建材類環保標章產品，評估其適用之相關品質標準，另探討再生綠建材評估基準中，對於國家標準(CNS)、國際標準及相關規範之適用原則。而所完成的評定基準，更可據以提送國家標準之增修訂審議，以擴大再生綠建材標章之應用範圍。

(3) 再生綠建材標章評定內容之擴充

依據「2007年版綠建材標章評估手冊」目前受理再生綠建材標章評定之產品有十項，96年再提出「再生屋頂隔熱磚」、「再生透水性凝土地磚」兩項再生產品之評定基準草案，並召開業界說明會及上網公告草案內容。本年度將依據業界所提供之意見，評估修定後，提送再生綠建材分類委員會討論，確定後將可提報綠建材標章委員會並呈內政部建築研究所核定後公告實施。綠建材標章有「自薦提案」制度，接受各界提出對綠建材標章新增或修訂提案之申請。本計畫將對於經再生綠建材標章分類委員會審理後可納入新增評定項目之再生綠建材產品研訂評定基準，並於呈建築研究所核定後公告受理

業界之申請。

此外，有鑑於國內有許多再生綠建材產品採現場施工方式，確能發揮大量使用再生材料之目的，然則依現行的評估基準，對於現場施工之成品卻缺乏評定機制。本計畫將針對現場施工之再生綠建材產品，建立相關之評定基準。現場施工之再生綠建材除再生材料使用來源、比例皆須符合既有之規定外，成品品質則須於施工完成後取樣送綠建材標章認可實驗室檢測，確認符合相關之標準。

(4) 公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準

依據建築技術規範-第十七章 綠建築-第三百二十一條中規定：建築物之室內裝修材料及樓地板面材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積百分之五以上。而其中綠建材係指經中央主管建築機關認可符合生態性、再生性、環保性、健康性及高性能之建材。並無訂定再生綠建材之使用比率，若要真正落實再生綠建材之推廣，則必須強化公共工程再生材料之使用比率，依據「生態城市與綠建築推動方案」，為真正達到營建廢棄物減量目標，本計畫將進行公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準修訂，探討公共工程使用再生材料之合理比率，以強化再生材料之通路。

3. 協助辦理XRD擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜

內政部建築研究所再生綠建材實驗室擁有完整的綠建材檢驗分析設備以及製程開發設備，且已獲得多項TAF之認證，除原有試驗設備外，為期永續營運，除了儀器設備定期之維護標準校正外，本年度亦增加協助辦理XRD石棉分析系統擴充設備之採購與整備工作，達到日本JIS A 1481-2008規範要求之精度（0.1wt. %以內之），如此不僅可發揮更高的研究及服務功能，再結合成大永續環境科技研究中心既有研究能量，期能發揮再生綠建材實驗室更大的功能。

三、重要發現

根據組成材料之物化特性，考慮材料間之互制性，配合在台灣已成功應用於許多知名工程，例：高雄 T&C85 大樓、中台禪寺、屏東海洋生物博物館...等的配比設計方法——緻密配比邏輯，設計冷結型再生粒料之相關配比。依據緻密的基本材料原理，配合水泥化學與複合材料之基礎，本年度已完成 C200（水泥量 200 kg/m^3 ）與 5 種土石方之造粒，並經由粒料基本性質及筒壓強度試驗驗證，試驗結果顯示依據 CNS 1240 規定，所調配之冷結型粒料級配，其比重介於 1.73-1.84 間；吸水率約為 15%；不同土石方之冷結粒料單位重雖介於 1100-1190 間，但由於粒徑分布相同，經由單位重換算後所得之空隙

率大致相同；筒壓試驗結果約在 12.0-19.5 MPa 間。另冷結造粒技術可應用於不同種類土石方，對目前營建廢棄物及剩餘土石方具有實質減量效益；冷結方式於 CO₂ 排放及製程耗費能源上優於燒結造粒方式，符合現今政府推動節能減碳政策。本年度冷結技術開發為初始研究，保守採用水泥量較多之 C200 配比，後續目標為持續降低水泥用量，精進配比調配及製程技術改良，研究 C50 配比冷結造粒可行性，進一步降低能源使用及 CO₂ 排放，使用更多工業副產品、營建廢棄物及剩餘土石方，生產品質更加優良之再生綠建材，達節能減碳、減廢目標。

配合大倡公司所引進之發泡機，利用本團隊所開發之發泡劑進行隔間牆之施工灌製。漿體硬化後之比重可達 0.6，但仍有收縮及與隔板不易結合而剝離之問題。因此另調整發泡劑之組成，添加增黏劑-增加黏度，使表面張力增強，及添加增韌劑，以保持泡沫長久性及成品之強度。實驗測試漿體可保持 5 小時以上，氣泡不外逸，成品亦不收縮。依此發泡劑配方所製得之發泡水泥於隔間牆施工灌製，以 6m×2m 之隔間牆若厚 0.2m 所需材料成本約 355 元。若含人工成本，約為 500 元，具經濟競爭性，值得工地推廣。

木質水泥屋頂隔熱磚之技術開發已獲良好之量產化成果，為降低施工成本，本年度特與福鹿公司配合進行一次施工之隔熱磚鋪面研究。取環保局巨大廢棄物破碎廠所產生之木屑(粒徑約 2~3mm)，以助劑作前處理調整，添加量約為水泥之 50%，可完全替代建築用砂。完成之成品熱傳導係數低，鋪設厚度約 2~3 公分，隔熱效果可符合「建築技術規則」中，對於屋頂隔熱之規定：「建築物之屋頂平均熱傳透率應低於 1.5 W / m² · K」。本研究並已配合現場施工程序完成標準施工規範，未來將可作技術推廣應用。

四、主要建議事項

根據研究發現，本研究針對再生綠建材推廣與應用工作，提出以下具體建議。

1. 再生綠建材推廣現況及問題剖析

國內再生綠建材產業尚未成熟，每年再生綠建材的使用量並不高，本研究除了基於過去幾年的研究成果之外，透過再生綠建材供需相關產業機構的實地訪查，包括再生綠建材原料供應端、再生建材生產機構、規劃設計單位等，調查綠建材產業目前面臨的情況，剖析綠建材使用的瓶頸，並且更深入從原料端、技術端、市場端、和管理端進行剖析，瞭解目前再生綠建材產業發展上面臨的問題。本研究提出一個再生綠建材產業推廣建議方案說帖，說帖中提出一個建議方案實施時程，分原料端、技術端、市場端、和管理端四個面向，可依短、中、長期進行，最後藉由召開專家諮詢會議和跨部會座談會，修正初擬再生綠建材產業推廣建議方案，如下表所示，此建議方案可以提供政府相關單位施政上的參考。

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
原料端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃資源場資訊交流平台 2. 規劃拆除現場標準化分類分選程序 3. 規劃拆除申報管理制度 4. 訂定完成 SOP 拆除規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立資源場資訊交流平台 2. 建立拆除現場標準化分類分選程序 3. 建立土資場及資再場分級評選制度 4. 將 SOP 拆除規範納入建築技術規則 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立拆除申報管理制度 2. 根據土資場及資再場分級評選制度，建立不同等級業者業務範圍 3. 將家戶裝潢納入拆除規範對象
技術端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考環保署既有的考核制度，建立再生資源利用業者查核評鑑制度 2. 規劃獎勵制度，補助優良再生資源利用業者投資引進新技術，提升再生綠建材的功能與市場價值 3. 更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行評鑑制度建立優良再生資源利用業者名單 2. 建立獎勵制度補助優良再生資源利用業者投資引進新技術 3. 建立優先取得再生資源制度，透過資訊交流平台，協助優良再生資源利用業者，優先取得所需的再生原料 4. 持續更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行再生資源利用業者之評鑑獎勵制度 2. 檢討獎勵制度成效 3. 持續更新綠建材標章項目
市場端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議拿掉「再生」兩個字，直接視為具功能性之綠建材，只在規格上標示含某一比例再生料，建立社會大眾對再生綠建材的信心與使用意願 2. 大力宣導綠建材的優點，鼓勵民眾使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制訂鼓勵民營業者使用再生綠建材辦法 2. 針對一般民眾和規劃設計人員加強宣導、推廣、教育使用再生綠建材對環境的好處 3. 鼓勵民間工程採用再生綠建材，制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 向社會大眾公開執行再生資源利用業者評鑑獎勵制度之結果
管理端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升室內裝修材料綠建材使用比例至 30% 2. 研提「綠建材推廣輔導計畫」 3. 研訂推廣綠建材功能規範 4. 建立類似德國 DIN-4226 綠建材檢驗基準規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整合部會資源推動綠建材推廣輔導計畫，培育人才建立示範體系 2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準 3. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢討研訂第二期推廣輔導計畫

2. 再生綠建材標章推廣與應用

配合節能減碳之趨勢，再生建材之使用將越來越普遍。可是為確保建材之品質與安全，嚴謹的認證制度十分重要。綠建材標章四大類別中，再生綠建材標章乃因應此需求而設立。但有鑑於技術日新月異，再生材料之使用越來越廣泛，除必須擴充既有之評定項目外，更參考各國對再生建材評定基準中以「使用回收材料類別」及「建材使用用途」為考量重點，建議修正相關之評定程序，提出「再生綠建材標章評估基準擴充程序」之

修正建議。對於使用再生材料之建材產品，但目前並無適當之國家標準者，建議可依其使用之目的用途，若能符合既有產品之規格標準者，同意核發再生綠建材標章，以強化再生綠建材標章之周延性，並達到推廣使用再生產品之目的。

為強化再生建材之使用，另建議於建築技術規則修訂中，加強對綠建材使用比例之規定，應包括兩大部份：(1)建築物戶外空間應使用一定比例以上之綠建材；(2)戶外之綠建材中，應有一定比例以上之再生綠建材。因此，戶外空間綠建材使用比例認定基準將十分重要。目前將外牆與開窗材料雖已經初步同意納入綠建材範圍內但仍有不足，本計畫參考現行「綠建材設計技術規範」，研擬建築物戶外空間綠建材使用比例之認定基準，將可供未來增修訂「綠建材設計技術規範」之參考。



ABSTRACT

Key words : Construction waste, Green building materials, Recycling materials

In the commitment of Kyoto Protocol to reduce the Green House Gas, it is a critical issue for building and construction department to treat the construction waste properly and encourage the recycling of construction resources. Architecture and Building Research Institute/ Ministry Of Interior (ABRI/MOI) has successfully promoted the Green Building Policy. Subsequently, the promotion of Green Building Material was promoted since 2004. The purpose of Green Building Material System is to encourage the public and government department to purchase the green building materials those are certified by the committee of GBM. Therefore, it is able to provide the user with Ecology, Healthy, High Performance and Recycling green building in construction and decoration. This project is one of the programs in Green Building Material, and focus in the technology development and promotion of recycling green building material. There are three major targets, includes :

1. Technology development of recycling green building materials, therefore to improve the minimization of construction waste, and provide the high performance green building material, so as to create the market incentive of recycling material.
2. Enhance the scope and contents of Green Building Material Label, and amend the evaluation criteria to signify the market application of recycling green building material.
3. Assist recycling green building materials performance laboratory to purchase the related XRD supplementary equipment (asbestos analysis system).

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

台灣地狹人稠，土地資源有限，營建天然資源十分匱乏。因此加強推動建築廢棄物減量回收，及開發並使用再生綠建材為兼顧資源永續與環境保護之最佳策略。另外配合「京都議定書」之上路實施，加強溫室氣體減量已是各產業無法迴避的課題。建築業是火車頭產業，建築相關產業市場包括新建築、裝修(含重新裝修與加增蓋)等，產業的產值約佔全國總產值的 17%。但是，據統計建築產業包括材料生產、運輸、施工及完工後之使用等各階段，能源消耗排放 CO₂ 佔全國能源總消耗量之 28%，十分可觀。因此，為因應京都議定書二氧化碳減量的要求，推動綠建築已為台灣未來建築業必走的一條路。

行政院自 90 年制定「綠建築推動方案」並大力執行後，已獲良好成效。而 97 年更展開新階段的「生態城市與綠建築推動方案」。依據該方案，其總目標為：「因應全球暖化及都市熱島效應，積極推動生態城市及綠建築，以達國土永續建設目標」；次目標(四)為：「提升室內環境控制技術，建立綠建材市場機制，創造舒適健康與優質居住空間」；次目標(六)為：「發展營建減廢技術與機制，提升資源有效利用」。而在實施方針第十條明訂「建立循環型社會之營建廢棄物減量及再生建材推廣機制」。在機關權責分工方面，更要求公共工程委員會必須督導將營建廢棄物減量納入公共工程施工規範，而環保署及各目的事業主管機關亦必須負責營建廢棄物減量之推動及研定符合環保概念建材產品之標準、規範及獎勵制度。

基於以上緣由，本計畫乃配合「生態城市與綠建築推動方案」之各項目標，涵蓋建築物源頭減廢、再生材料回收利用及再生綠建材之開發，以及強化再生材料之使用等層面，以達成建立永續循環社會之總體目標。包括以下之工作範疇：

1. 新型再生綠建材技術開發：強化營建資源之有效利用，開發各種高性能再生綠建材及進行推廣應用。
2. 再生綠建材推廣應用：持續進行再生綠建材標章制度推動，並瞭解再生綠建材推廣現況及問題剖析，及公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準，以擴大再生綠建材評估與使用範圍。
3. 協助綠色再生建材檢測實驗室辦理 XRD 擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜。

第二節 研究目的

繼 90 年「綠建築推動方案」實施以來，從中央公部門率先做起，以至地方政府公有建築物納入綠建築推動範疇，並再推廣到獎勵民間參與。綠建築之推動成效十分顯

著，在節能、減廢、節水等各方面，皆獲致卓越特效。而內政部建築研究所更於 93 年起推動「綠建材標章」，並於建築技術規則中將綠建材納入法制化。因此綠建材之推廣應用，已成為綠建築推動中極重要的一環。97 年起更擴大為「生態城市與綠建築推動方案」，將擴及公共工程及生態社區。因此從建築廢棄物減量、回收再利用，以及再生綠建材研發與推廣，皆為本方案之重點。本計畫乃配合此既定之政策目標，積極建立建築廢棄物從源頭減量回收→再生綠建材開發→再生材料市場使用，上、中、下游展開之完整體系。

為加強再生綠建材之開發與推廣，內政部建築研究所建築性能實驗中心已設置「再生綠建材實驗室」，進行國內各項再生綠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。建築研究所並曾補助工研院以該實驗室為基礎，建立多項再生綠建材產品之技術開發，並配合綠建材標章制度之推動，執行相關之檢測服務工作，充分發揮實驗室之功能。本計畫延續工研院以往之研究基礎，結合成大永續環境科技研究中心之技術專長，配合再生綠建材實驗室完整的試驗分析儀器之輔助，希望可繼續擴大研發積效。

一般而言，使用回收材料製成的再生綠建材，其品質通常比原生材料低，因此唯有加強其性能優點，降低生產成本才可能有市場競爭力，若能利用產業及營建廢棄物作為原料，可能是降低生產成本之關鍵，並且所開發之再生綠建材兼具廢棄物減量環境保護的目標。本計畫將提出三項重點工作：

1. 新型再生綠建材技術開發。
2. 再生綠建材推廣與應用。
3. 協助辦理 XRD 擴充設備採購事宜。

第一項工作中冷結型再生粒料之開發，以目前國際上節能與降低 CO₂ 排放的趨勢而言，並配合「生態城市與綠建築推動方案」中次目標(六)：「發展營建減廢技術與機制，提升資源有效利用」。內政部於 89 年委託工研院能資所成立全國性的「營建剩餘土石方資訊服務中心」，其中將其細分為十大類，如表 1-1 所示。其中 (B1、B2-1、B2-2、B5、B8 類) 營建廢棄物可經由簡單的破碎、篩離設備即可直接再生利用，至於 B2-3 類土壤體積大於 50% 之土壤與礫石及砂混合物、B3 類粉土質土壤 (沉泥)、B4 類黏土質土壤、B6 類淤泥或含水量大於 30% 之土壤，B7 類連續壁產生之皂土，一般多採堆置、掩埋，甚至任意傾倒而造成污染，並無再生利用。本研究運用冷結技術，開發以 B2-3 類、B3 類、B4 類、B6 類及 B7 類之營建廢棄物為主要原料的再生粒料，應是比較合理的方式。成大在冷結型反應機制之相關研究已有相當之基礎，未來可利用再生綠建材實驗室之各項設備進行更深入的研究，並積極朝向量產化及市場化規劃。而為提升冷結造粒再生利用的可行性，所以考慮加入飛灰及少量水泥、爐石及石灰拌合後造粒冷結固化。加入飛灰及少量膠結材料的目的是固結粒料及改善介面鍵結性能，如此將可大幅提升以營建廢

棄物作為冷結型再生粒料的可行性。另有二項木質類再生綠建材（木質發泡輕質水泥廠化技術開發、木質屋頂隔熱磚推廣應用）為建研所在 96 年研究計畫已完成之研發成果，將於本計畫第一年度開始進行廠化研究及與業界合作推廣應用，本年度將再針對量產過程以及市場實地應用所發現之問題進行研究改進，以落實整體研發績效。

表 1-1 營建剩餘土石方之分類

代號	土石方性質
B1	岩塊、礫石、碎石或沙
B2-1	土壤與礫石及沙混合物（土壤體積比例少於 30%）
B2-2	土壤與礫石及沙混合物（土壤體積比例介於 30%至 50%）
B2-3	土壤與礫石及沙混合物（土壤體積比例大於 50%）
B3	粉土質土壤（沉泥）
B4	黏土質土壤
B5	磚塊或混凝土塊
B6	淤泥或含水量大於 30%之土壤
B7	連續壁產生之皂土

第二項工作為再生綠建材推廣應用，除透過再生綠建材之評估基準內容擴充與修正，持續進行再生綠建材標章推動，另瞭解再生綠建材推廣現況及問題剖析，提出相關建議方案，並協助建立公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準，以強化公共工程再生材料使用比率，此將有效促使再生綠建材推廣與實際應用。

第三項為協助綠色再生建材檢測實驗室辦理 XRD 擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜，內政部建築研究所於成大歸仁校區已成立再生綠建材性能實驗室，再生綠建材性能實驗室鄰近台南高鐵站具有地緣優勢，另再生綠建材實驗室擁有完整的製程開發設備以及綠建材檢驗分析設備，且已獲得多項 TAF 之認證，除原有試驗設備外，本年度亦增加石棉分析系統之整備工作，如此應可發揮更高的研究及服務功能，為期永續營運，除了儀器設備定期之維護標準校正外，提昇技術能力建立各項標準作業流程更是關鍵，本研究將結合成大永續環境科技研究中心既有研究能量，期能發揮再生綠建材實驗室更大的功能。



第二章 計畫目標與工作內容

第一節 計畫目標

本研究包括三大重點工作，架構如圖2-1所示。研究方法分別說明如下：

一、新型再生綠建材技術開發：

1. 冷結型粒料再生綠建材開發。
2. 發泡木質水泥綠建材開發。
3. 木質水泥屋頂隔熱磚應用。

二、再生綠建材推廣與應用：

1. 再生綠建材標章制度推動。
 - (1) 再生綠建材標章評估基準之修定。
 - (2) 再生綠建材標章評定內容之擴充。
2. 再生綠建材推廣現況及問題剖析。
3. 公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準。

三、協助辦理XRD擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜。

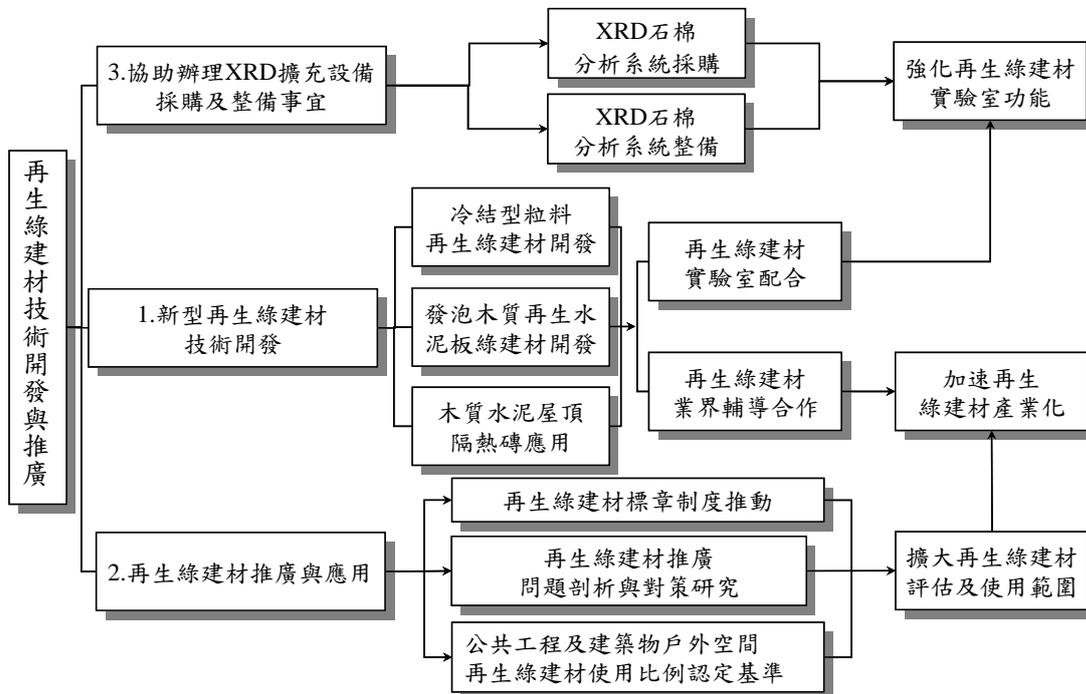


圖2-1 計畫架構圖

第二節 工作內容

依據計畫目標展開各項工作之研究方法分別說明如下：

一、.新型再生綠建材技術開發

1.冷結型粒料再生綠建材開發

本研究參考過去冷結型粒料主要以飛灰為主，再混合少量水泥、爐石及石灰拌合後造粒冷結固化。再根據材料互制性，配合水泥化學，並導入複合材料的觀念採用冷結方式造粒，並以營建剩餘土石方為母材 (Matrix)，再適當加入各種再生材料，其中：

1. 營建剩餘土石方中含有未水化水泥顆粒、及類似卜作嵐材料的物質，不僅可當作填充材使用，亦具有膠結能力。
2. 添加紙漿污泥及資源產品廢棄物之目的，係由於其均含有大量纖維，利用纖維來增強粒料的韌性、耐磨性，及體積穩定性。

另由於冷結型再生粒料與原生粒料、燒結型粒料之比較，具下列優點，實有必要發展此類型再生粒料綠建材。

1. 骨材內部孔隙較少，強度較高，性質較接近原生粒料，市場接受度較高，可舒解國內砂石短缺之問題。
2. 採用冷結型方式生產較燒結方式大量減少資源消耗(節能)及CO₂的排放(減廢)。
3. 可有效改善燒結型粒料實際應用上之問題(輸送、泵送、上浮…等問題)。
4. 品質穩定性較原生及燒結型粒料佳。
5. 價格較原生及燒結型粒料低。

2.發泡木質水泥綠建材開發

發泡水泥將有兩方面之現場應用方式，其一是規格化之建材成品生產，提供輕質隔間使用。其二是現場施工，直接灌漿直接打入隔間牆內。前者可採批式生產方式較單純；後者則必須連續操作，除水泥、木屑必須先依適當拌合成漿體外，灌漿過程中必須維持發泡液之混合比例，並須克服加壓泵入建築物時氣泡不致破裂或逸出之困難。

本計畫96年中已完成利用天然有機膠質之發泡劑研製，具良好之表面擴張作用，可包覆空氣使製品達更輕量化。除探討提高氣泡生成量、氣泡細密性及氣泡保持性等關鍵技術外，並進行各種配比之發泡水泥試製。已製得如圖6所示內部多孔蜂巢狀發泡木質水泥成品。比重達0.59，氣孔率更可達40%以上。而添加約20%之木屑更可使成品孔隙更細密均勻，可作為良好之輕質隔間建材。本年度與業界合作，引進量產化之快速發泡機並於建築工地現場進行發泡水泥漿體現場生產與灌漿，並測試發泡情形與漿體強度、比重等，並規劃最適化之現場施工作業流程。預期所開發輕質、隔音、防火等性能之優良綠建材，將可取代目前以添加保麗龍降低隔間牆負重之施工方式，提昇建築物之工程

品質。

3.木質水泥屋頂隔熱磚應用

本計畫 96 年利用回收之木質粒料與水泥混合製成木質水泥板，利用反應助劑克服木質材料與水泥不相容之困難，開發具防火、隔熱效果之木質水泥板，相較於現行以底部貼附保麗龍或 PS 板之屋頂隔熱磚，本項木質水泥屋頂隔熱磚具有質輕隔熱性佳及使用回收材料（木屑）以取代砂石之優點。並以該項技術提供屋頂隔熱磚業者，配合其既有之生產設備，產製木質水泥屋頂隔熱磚。並分別採取高壓壓製及震盪灌製兩種生產方式，各有優缺點。

96 年所開發之木質屋頂隔熱磚，比重輕，隔熱性能雖良好，但仍有脫模困難，熱脹冷縮不均勻造成週邊易變形問題。且搬運、鋪設耗勞力，此皆為市場推廣應用之瓶頸。為克服此困難，本年度將與業者合作進行「現場施工型木質水泥屋頂隔熱磚」之開發，除探討大面積一次施工之木質水泥板最佳配比與製作條件外，所完成之構件，將進行各項品質測試，並將鋪設於模型建物屋頂進行長時間之隔熱性能追蹤監測，並與市售各種隔熱產品進行比較。

為利於木質水泥屋頂隔熱磚之工程應用，將配合研擬標準施工規範，以利推廣應用。此外，針對開發完成並可市場應用之成品，將於建立完整之性能測試資料後，辦理技術成果發表會，以擴大研發成效。

二、再生綠建材推廣與應用

1. 再生綠建材標章制度推動

(1) 再生綠建材標章評估基準之修定

綠建材標章四大類別中，再生綠建材是最具環境指標意義的項目。但是再生綠建材在市場推動上卻有先天的瓶頸，其主要原因是，民眾或建商往往誤以為所謂「再生」材料，品質或許較差，性能較缺乏保障。因此再生綠建材標章之評定基準中要求以滿足國家標準為前提以確保品質性能及建材使用之安全性。此乃鑑於綠建材之使用雖然是以健康環保為重點，但建材基本性能仍為公共工程品質把關的基本要項，因此綠建材符合國家標準為基本要求。我國現有的國家標準都是以成熟產品為主，而許多新穎且性能優良的再生綠建材，卻因無適當的國家標準所依循而無法納入綠建材標章的評定對象，此誠為應在綠建材標章評定基準中進行強化。因此，基於鼓勵目的，對於各種使用再生材料之優良建材，亦應廣為納入再生綠建材之評定對象。本計畫中，將蒐集包括美加、歐盟、日韓等國家中，以回收再利用為評定項目之各種建材類環保標章產品，評估其適用之相關品質標準，另探討再生綠建材評估基準中，對於國家標準(CNS)、國際標準及相關規範之適用原則。而所完成的評定基準，更可據以提送國家標準之增修訂審議，以擴大再生綠建材標章之應用範圍。

(2) 再生綠建材標章評定內容之擴充

依據「2007年版綠建材標章評估手冊」目前受理再生綠建材標章評定之產品有十項，96年再提出「再生屋頂隔熱磚」、「再生透水性混凝土磚」兩項再生產品之評定基準草案，並召開業界說明會及上網公告草案內容。本年度將依據業界所提供之意見，評估修定後，提送再生綠建材分類委員會討論，確定後將可提報綠建材標章委員會並呈內政部建築研究所核定後公告實施。綠建材標章有「自薦提案」制度，接受各界提出對綠建材標章新增或修訂提案之申請。本計畫將對於經再生綠建材標章分類委員會審理後可納入新增評定項目之再生綠建材產品研訂評定基準，並於呈建築研究所核定後公告受理業界之申請。

此外，有鑑於國內有許多再生綠建材產品採現場施工方式，確能發揮大量使用再生材料之目的，然則依現行的評估基準，對於現場施工之成品卻缺乏評定機制。本計畫將針對現場施工之再生綠建材產品，建立相關之評定基準。現場施工之再生綠建材除再生材料使用來源、比例皆須符合既有之規定外，成品品質則須於施工完成後取樣送綠建材標章認可實驗室檢測，確認符合相關之標準。

2. 再生綠建材推廣現況及問題剖析

繼90年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當人力、物力，進行再生材料、綠色建材、及再生綠建材等相關研究，惟上述相關產品之實際應用仍相當有限，因此本計畫將透過相關資訊及指引（國家標準、施工規範、法令、研究報告、期刊論文），再藉由召開一次以上的跨部會及產官學界座談會，實際瞭解再生綠建材推廣現況，並進行再生綠建材無法真正大量實際運用的問題，剖析相關問題及窒礙難行之源由，並提出相關處理建議，以作為政府政策修、增訂，及日後市場開拓之依據，藉以強化資源之有效利用，提升再生綠建材之使用率，促進建築廢棄物從源頭減量回收→再生綠建材開發→再生材料市場使用，能真正從上、中、下游完整展開運作。

3. 公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準

依據建築技術規範-第十七章 綠建築-第三百二十一條中規定：建築物之室內裝修材料及樓地板面材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積百分之五以上。而其中綠建材係指經中央主管建築機關認可符合生態性、再生性、環保性、健康性及高性能之建材。並無訂定再生綠建材之使用比率，若要真正落實再生綠建材之推廣，則必須強化公共工程再生材料之使用比率，依據「生態城市與綠建築推動方案」，為真正達到營建廢棄物減量目標，本計畫將進行公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準修訂，探討公共工程使用再生材料之合理比率，以強化再生材料之通路。

三、協助辦理XRD擴充設備（石棉分析系統配備）採購事宜

內政部建築研究所再生綠建材實驗室擁有完整的綠建材檢驗分析設備以及製程開

發設備，且已獲得多項TAF之認證，除原有試驗設備外，為期永續營運，除了儀器設備定期之維護標準校正外，本年度亦增加協助辦理XRD石棉分析系統擴充設備之採購與整備工作，如此不僅可發揮更高的研究及服務功能，再結合成大永續環境科技研究中心既有研究能量，期能發揮再生綠建材實驗室更大的功能。





第三章 新型再生綠建材技術開發

第一節 冷結型粒料再生綠建材開發

一、緣起

台灣地狹人稠，土地資源有限，因此缺少天然骨材資源，近年來多仰賴中國進口來補足，保守估計中國進口之砂石約佔 40% 以上。根據經濟部估算，2007 年台灣砂石需求量約為 6770 萬 m^3 ，今年三月起，中國正式實施砂石出口禁令後，台灣進口量恐將短少 1200 萬 m^3 ，雖行政院砂石供需專案小組和經濟部緊急規劃增供 1680 萬 m^3 ，理論上缺口應已彌平，但砂石價格仍持續飆漲，顯示砂石短缺問題仍相當嚴重。根據調查國內砂石價格漲幅如下：

官方公布數據	2007 年 年初 520 元/ m^3	→	2007 年 四月份 550 元/ m^3	→	2007 年 五月份 620 元/ m^3	→	2007 年 六月份 680 元/ m^3
實際調查數據	1997 年 750 元/ m^3	→	2003 年 1000 元/ m^3	→	2005 年 1125 元/ m^3	→	2007 年 1375 元/ m^3

台灣地區缺少天然骨材資源，卻有取之不盡的再生粒料原料：營建廢棄物、紙漿污泥、石材污泥，及水庫淤泥等。因此本研究項目之主要目的在積極解決目前國內砂石原料短缺問題，與推動廢棄物減量回收及再生綠建材開發，並基於下列緣由：

1. 開發再生粒料，紓解國內砂石材料供應問題。
2. 解決廢棄物處理問題，避免造成二次污染。
3. 降低能源消耗與 CO_2 排放。
4. 落實推動使用再生綠建材之理念。

二、技術開發原理說明

本研究參考過去冷結型粒料主要以飛灰為主，再混合少量水泥、爐石及石灰拌合後造粒冷結固化。再根據材料互制性，配合水泥化學，並導入複合材料的觀念採用冷結方式造粒，以營建廢棄物為母材 (Matrix)。其中，水泥是由四個主要單礦物所組成，其中包括 C_2S 、 C_3S 、 C_3A 、 C_4AF 及少量次要成分如 MgO 、游離石灰等成分，加水後會產生水化作用而生成各種水化產物及晶體。一般而言，水泥中 C_2S 、 C_3S 為水泥主要強度發展來源，而其水化產物包括 $C-S-H$ 膠體及少量 CH ， C_3A 及 C_4AF 則對水化熱及凝結時間較有影響，但對水泥漿體基本強度影響不大[1-3]。

卜作嵐反應係指材料所含氧化矽及氧化鋁，能與水泥水化生成之 CH 或外加鹼性物

質產生緩慢之水化反應。而能夠產生類似上述膠結性反應之材料均為卜作嵐材料，CNS 3036 之「天然或煨燒卜作嵐攪和物」等即是，卜作嵐反應之反應式可簡略表示如下式：



卜作嵐材料顆粒如較細且形狀呈圓形，對增加工作性及塑性有幫助，另因卜作嵐材料會消耗鹼性物質產生膠結反應，包括 $NaOH$ 、 KOH 等，因此，可清除水泥中之有害物質，如硫酸根離子及活性骨材的反應，故有助抗硫性質及抗鹼骨材反應作用，更由固化易溶性之 CH ，使骨材與水泥漿界面更穩定，提升混凝土之抗滲能力。利用卜作嵐材料取代部分水泥，其固化作用產生之 $C-S-H$ 膠體，可填充水泥水化後剩餘空隙，可確保長期耐久性及提升強度，且在初期水解過程中，可因減少水泥用量而降低水化熱，對延長混凝土可工作時間及降低塑性裂縫有很大助益。

台灣電力公司燃煤發電產生的燃燒廢料，因煤炭中黏土雜質被溶解，受到 N_2 及 H_2 膨脹作用，形成中空圓球，而台灣進口煤炭於石灰雜質含量較少，所產生之飛灰於 CaO 含量較少，因此屬於 F 級飛灰，本質上為燒結黏土。中國鋼鐵公司煉鐵所產生之廢料爐石，其煉鐵過程採用 $CaCO_3$ 為清潔劑，清除鐵礦砂中之黏土，使爐石成分相當接近水泥，經水淬裂解後形成粒狀水淬爐石，其研磨而成之粉末被歸類為卜作嵐及膠結性材料，圖 3-1 為水泥、爐石及飛灰於三相圖中位置。

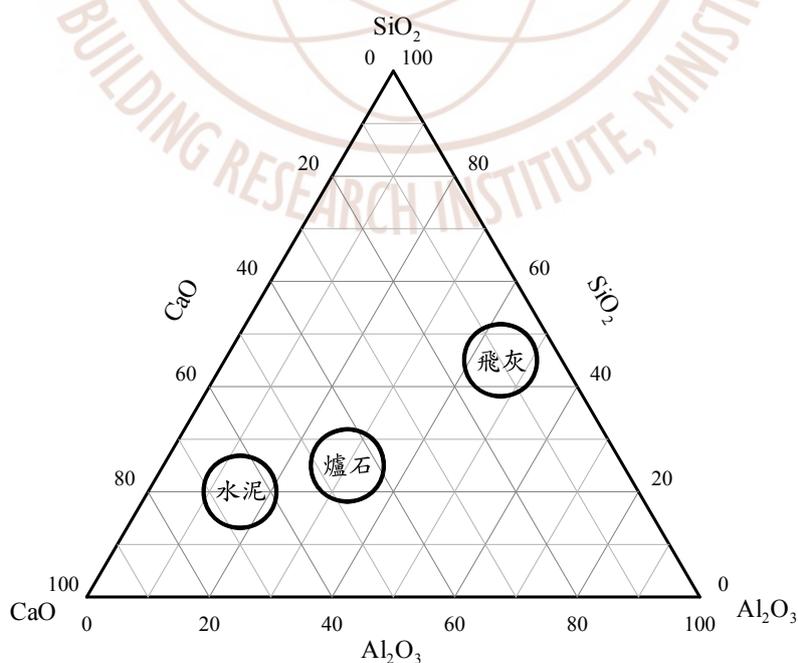


圖 3-1 水泥、爐石及飛灰之三相圖

冷結型再生粒料主要原理係依據上述水泥化學及卜作嵐材料間材料互制特性，配合營建廢棄物的材料特性，改善界面鍵結性質，並基於基本材料原理（愈緻密強度等相關性質愈佳），故藉由預壓密程序與成型後的養護（curing）條件，增加冷結型再生粒料之相關性質。

二、國內營建廢棄物及剩餘土石方

根據我國「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第二條第六項之建築廢棄物係指：「營建或拆除建築物或其他工程所產生之廢棄物」，包括興建、修繕、建築所產生之開挖土方、砂石、磚瓦、混凝土塊、金屬類及其他。而依內政部營建署九十六年三月頒訂實施之「營建剩餘土石方處理方案」定義則為：「本方案所指營建工程剩餘土石方之種類，包括建築工程、公共工程及其他民間工程所產生之剩餘泥、土、砂、石、磚、瓦、混凝土塊等，經暫屯、堆置可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用者，屬有用之土壤砂石資源」。[4-6]，國內對營建廢棄物之定義如表 3-1 所示[4]。

表 3-1 國內外對營建廢棄物之定義[4]

國家	定義	備註
中華民國	營建廢棄物—營建或拆除建築物或其他工程所產生之廢棄物。	事業廢棄物貯存清除處理方法及實施標準
	營建廢棄物—營建或拆除建築物或其他工程所產生之砂、石、土、磚瓦、水泥塊、混凝土塊等性質安定之固體廢棄物。	環署廢字第一九九八四號解釋函
	營建剩餘土石方—包括建築工程、公共工程及其他民間工程所產生之剩餘泥、土、砂、石、磚、瓦、混凝土塊等，經暫屯、堆置可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用者，屬有用之土壤砂石資源。	營建剩餘土石方處理方案
	營建工程剩餘土石方（簡稱營建餘土）：指營建工程(含拆除工程)所產生可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用之剩餘泥、土、砂、石、磚、瓦、混凝土塊等有用之土壤砂石資源。	高雄市營建工程剩餘土石方管理自治條例

目前國內建築拆除廢棄物（廢棄混凝土塊、磚瓦、土石）約有 50% 作為掩埋場之填料，20~30% 為路基填料，20~40% 作為空地回填料，至於營建剩餘土石方之處理利用現況，如表 3-2 所示。隨著廢棄物產量逐年升高、棄土場所減少、加上廢棄物隨意傾倒等問題日趨嚴重，促使中央與地方政府不得不正視營建廢棄物處理問題，加速推動剩餘土石方再利用方案。民國 86 年 1 月行政院內政部公佈之「營建廢棄土處理方案」，已明訂剩餘土方、磚塊、混凝土塊係屬有用之土石方資源，經加工處理可作為材料使用，初步確定拆除廢棄物之可再利用性，而在民國 88 年 9 月 21 日「集集大地震」發生後，龐大的廢棄混凝土、磚、瓦等廢棄物之處置方式更引起各界的關注，除內政部於 96 年 3 月

頒布「營建剩餘土石方處理方案」第柒條「配合措施」中第二項規定：營建剩餘土石方，可經多元化加工回收處理作為骨材產品使用，成為可再利用之土石方資源，環保署亦提出「九二一震災建築廢棄物再生利用計畫」，另有許多再利用之構想紛紛提出，藉以解決該等建築拆除廢棄物處理問題。

表 3-2 國內營建剩餘土石方資源回收利用現況[7]

利用方式	土石方種類	說明	利用率
粒料利用	礫石、砂礫、砂岩、安山岩、石英岩等	直接售予砂石場或供作級配料用	已接近百分之百
磚窯業利用	粘土、砂質粘土、沉泥等	經與其他原料摻配後，皆可利用	限於法令，利用率低
農業利用	砂質壤土、粉砂、粘土質砂等	少數土壤性質較佳者因局部地區的需要加以利用	所佔比率甚低
填方利用	除了沉泥或粘土外皆可	一般皆為直接利用	估計應超過 50%
水泥副料用	粘土、一般風化土、頁岩等	必需根據土方的化學成分	僅較近水泥廠地區之土方少量利用

內政部頒布「營建剩餘土石方處理方案」，定義營建剩餘土石方之種類，「包括建築工程、公共工程及相關拆除施工所產生之剩餘泥、土、砂、石、磚、瓦、混凝土等」，經暫屯、堆置可供回收、分類、加工、轉運、處理、再生利用者，屬有用之土壤砂石資源。並期能透過減量（reduce）、重複使用（reuse）及再生利用（recycle）等手段來節省資源的開發，以達到保護環境及永續發展的目的。再生材料之應用必須以符合現有材料規範標準為原則，不因其為使用過的再生材料而降低品質要求，有關標準規範之擬訂即以此原則為基準，透過相關實際運用在公共工程上的標準施工規範，以期能落實兼顧材料品質及施工品質的可行性。

行政院公共工程委員會頒布之「公共工程施工綱要規範」中曾認定依 ASTM D2487 試驗結果屬於泥炭土（Pt），高低塑性有機質土壤（OH/OL）材質者皆為不適用的工程填方材料。依據內政部營建署將全國營建剩餘土石方分類如表 1-1 所示，其中 B3、B4、B6、B7 是土資場較難處理之分類土石方，也是目前土資場不願收受之剩餘土石方，造成剩餘土石方違規棄置之要來源，因此需加強此類剩餘土石方的改良再利用方法，以減少其對環境之影響。

營建剩餘土石方大體上可初步予以分類成砂石粒料、混凝土塊及磚塊、土壤、粘土等。目前依產生階段、清運階段、中間分類處理階段及再利用階段，營建剩餘土石方分類處理階段流程如圖 3-2 所示。若依施工步驟拆除、開挖填築、興建階段、營建剩餘土石方分類處理步驟流程如圖 3-3 所示。

營建剩餘土石方再生利用首要的工作，須仰賴剩餘土石方堆置處理場，做為營建剩

餘土石方進行基本分類的基地，分類後的營建剩餘土石方再生利用對策分析如表 3-3，各剩餘土石方堆置處理場之剩餘土石方分類方式如表 3-4，依內政部所分類之各種類營建剩餘土石方來源及處理方式分項敘述如下。

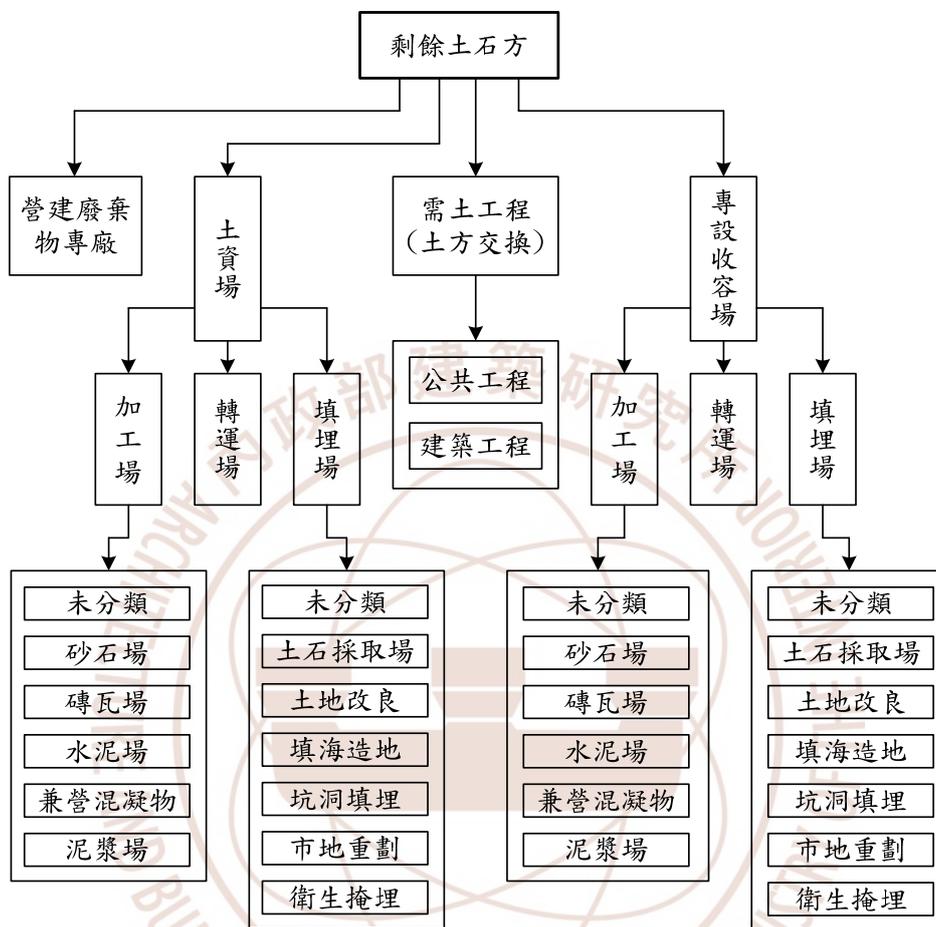


圖 3-2 營建剩餘土石方分類處理階段流程

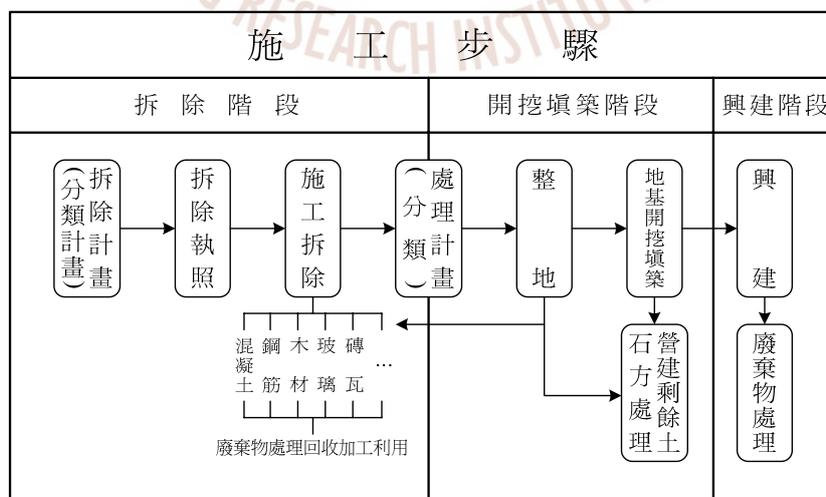


圖 3-3 營建剩餘土石方分類處理步驟流程

表 3-3 營建剩餘土石方再生利用對策

再生利用程序	剩餘土石方				
一、分類	各類型剩餘土石方進入資源堆置處理場加以分類				
二、分類項目	B1 岩塊、礫石、碎石、砂	B2-1、B2-2、B2-3 土壤	B3 粉土質土壤(沉泥) B7 連續壁產生之皂土	B4 黏土質土壤 B6 淤泥或含水量大於30%土壤	B5 混凝土塊、磚塊
三、再生過程	1.清洗 2.軋製 3.研磨 4.篩分 5.儲存	1.曝曬 2.混合 3.堆置或包裝	1.清洗 2.篩分 3.曝曬 4.儲存	1.成分分析 2.造粒 3.燒結 4.封裝圍束成版狀	1.軋製 2.篩分 3.儲存
四、產品型態	1.碎石粒料級配 2.機製砂粒料級配	養分高，透水性良好的有機土壤	1.剪力強度，普通至劣。 2.夯實後半透水至不透水 3.壓縮性為中、高	1.具表面光澤玻璃化的輕質粒料 2.不同粒徑 3.不同比重 4.尺寸標準規格化	多角形塊狀級配料
五、應用場合	1.營建混凝土粒料 2.道路基層級配料 3.背填級配料	1.園藝盆栽 2.美化工程 3.農田土質改良	1.磚瓦場料源 2.ML, OL 做為填方料源 3.MH, OH 目前尚無法作為構築材料	1.結構用輕質混凝土 2.隔熱、防火隔間材料 3.園藝用途、花土 4.河川坡面保護工使用	1.受損鋪面緊急回填料 2.背填或填充材料 3.混凝土替代粒料
六、回收價值	高	高	中	高	中

資料來源：工研院能環所

1. B1 岩塊、礫石、碎石及砂

營建工程的整地作業、地下室開挖等作業或土石流的產生之土及砂石混合料，此混合料共同的特性為含泥量偏高，並不適合直接作為混凝土粒料或道路工程的填方材料，可將這些混合料運送至剩餘土石方堆置處理場或砂石處理工廠，先予以洗淨後初步分類成礫石及砂二大部份，礫石先經過篩網分離大小顆粒，再進入碎石機將礫石碎裂成不同粒徑的粒料，經過篩網分離大小顆粒再洗淨的過程，可製造出品質優良的礫石粒料，供應混凝土製造業者作為混凝土粒料，這種處理程序所得到的產品具有最高的附加價值，可有效解決國內砂石短缺的問題[8]。礫石級配料亦可供作道路填方的級配料，及擋土措施背填的濾層，利用價值頗高。初步分類後的砂，經過洗砂機清洗提升潔淨度後，只要級配符合規定，可作為混凝土用砂，亦可用於道路、擋土牆等工程上，對國內砂石短缺

問題，提供了最有效的解決途徑。回收淨化後的砂石粒料，性質必須符合中華民國國家標準（CNS）、美國材料試驗協會（ASTM）等規範需求，才可以應用於建築工程上。

表 3-4 剩餘土石方堆置處理場土石分類對照

合法收容處理場所類型		收容剩餘土石方之土質代號
土石方資源堆置處理場		1.B1，B2-1，B2-2，B2-3 2.B3，B4，B6，B7 3.B5
既有土石方再利用處理場所	磚瓦窯場	B3，B4，B6，B7
	輕質粒料場	B3，B4，B6，B7
	砂石堆置、儲運、土石碎解洗選場(簡稱砂石場)	B1，B2-1，B5
	預拌混凝土場	B1，B2-1，B5
經政府機關依法核准之處理場所	水泥場	B3，B4，B6
	土石採取場回填土石方	B1，B2-1，B2-2，B2-3
	窪地需土方整地填高者	B1，B2-1，B2-2，B2-3
	填海築堤造地者	B1，B2-1，B2-2，B2-3
	營建工程需借土方者	B1，B2-1，B2-2，B2-3
	水庫、河川坡面保護工	B4，B6

2. B2-1、B2-2、B2-3 土壤

營建剩餘土石方中常挾雜大量具有黏性或無黏性的土壤成分，於室外曝曬一段時間較為乾燥後，土壤即易與礫石、碎石分離，分類較為容易。分類後的土壤除非含有大量的黏土，否則主要成份為砂質、沉泥、黏土及有機土的混合物，絕大部分被應用於園藝工程及植生綠化工程的用途上[9]。一般的做法是依土壤的黏稠性，依適當比例混合稻穀、甘蔗渣及木材屑，成為透水性較高的土壤後，並依土壤品質及植生種類，施加不同成分肥料及數量，以符合不同園藝需求；回收土壤也可供給公共工程或民間工程植生綠化用的土壤，使得有機土壤或土壤再加工處理後，變成有用的園藝之基礎材料。

3. B3 粉土質土壤(沉泥)及 B7 連續壁產生之皂土

統一土壤分類法係 Casagrande 於 1948 年為機場之建造而發展，而後於 1952 年略作修正以適合於土壤及其他構造物。本系統主要分類符號於表 3-5 中。該分類法所依據數據：1. 粒徑分佈曲線，2. 阿太堡限度與指數。統一土壤分類法要點說明如下[10]：

通過 200 號篩 50%以上者為細粒土，50%以下者為粗粒土。

粗粒土依通過 4 號篩百分比而分為礫石與砂兩類，通過 4 號篩在 50%以上者為砂(以 S 表示)，以下者為礫石(以 G 表示)

將粗粒土依通過 200 號篩百分比分為：

通過 200 號篩 5%以下者：依級配性區分

- (a) 砂石 $C_u > 6$ ，礫石 $C > 4$ ，而 C 在 1~3 之間者，以 W(級配優良)表之。
- (b) 不合(i)之條件者以 P(級配欠佳)表之。

通過 200 號篩 12%以上者：依塑性區分

- (a) 阿太堡限度在塑性圖表 A 線下方或 $PI < 4$ 者為泥質以 M 表示。
- (b) 阿太堡限度在 A 線上方或 $PI > 7$ 者以 C(粘土質)表示。
- (c) $4 < PI < 7$ 者以雙重符號表示之，如 SM-SC，GM-GC。

沉泥排水較砂土困難，惟透水性遠較黏土為大，其粒徑大小在 0.06mm~0.002mm 之間，Casagrande 利用阿太堡限度將細粒土壤分成八種，即高、中、低塑性之無有機質沉泥 (silt)，高、中、低塑性之無有機質粘土 (clay)，有機質粘土及有機質沉泥，統一土壤分類法也將不同典型分類土壤作成工程性質應用判斷表，如表 3-6 所列，可簡單判定分類符號代表土壤所具有之滲透性、壓縮性，剪力強度及材料使用性。

表 3-5 土壤主要分類符號表[10]

土壤型式	字頭	次群(subgroup)	字尾
礫石	G	優良級配	W
砂	S	級配不良	P
沉泥	M	沉泥質	M
粘土	C	粘土質	C
有機質	O	低壓縮性	L
泥炭土	Pt	高壓縮性	H

4. B4 黏土質土壤及 B6 淤泥或含水量大於 30%之土壤

營建工程在整地、開挖、拆除過程中，可能產生數量龐大的剩餘黏土，其顆粒粒徑極小，凝聚性及可塑性均高、不易透水，回填過程夯實不易，又具有壓密沉陷的問題，回收再生利用的效益難以評估[11]。不過，黏土可製造多孔質的輕質粒料，不僅具有良好的防火、隔音、隔熱性能，質輕的特性，作為混凝土粒料可大幅降低混凝土自重，對位於地震帶的區域具有防震消能的功效[12]，台灣地區歷經 921 地震的重創，更突顯結構物減重抗震的重要性。歷年來國內用電量需求暴增，採用隔熱性能較佳的輕質混凝土，則有節省能源的環保意義；都市空間密集，火災頻傳，應用防火性能優異的輕質混凝土，有助於減少火災的危害性。目前黏土質淤泥經 1200°C 高溫燒結後，可製作出表面玻璃化之輕質粒料，這項技術可用於回收處理具黏性的黏土，亦具有回收再生資源的永續利用意義。[13-14]

5. B5 磚塊或混凝土塊

建築結構物或土木結構體拆除後，產生大量的混凝土塊及磚塊等剩餘土石方，這些混凝土塊及磚塊的品質穩定性不易控制，但已有研究證明混凝土加入部份回收料當作粒料，可符合 CNS 1240 混凝土粒料規範之需求，規範之試驗項目如附表 3-7 所示。使用回收材料之混凝土，透過礦物、化學摻料及配比控制技術，可達中高強度（46 MPa）、坍度 26 公分及坍流度 60 公分以上的高性能混凝土[15]，其應用範圍初步可以次要結構物為對象，如平面停車場鋪面，長期的應用範圍則應朝一般結構體的設計使用方向邁進。混凝土的性質與配比技術具有重要的關鍵性，運用摻料調配技術提升混凝土各項性質，可克服回收材料不足之處，提升其於混凝土中之使用量與應用範圍。

表 3-6 統一土壤分類法在工程性質應用判斷表[10]

分類符號	土壤典型名稱	夯實後之滲透性	夯實並飽和後之剪力強度	夯實並飽和後之壓縮性	作為構築材料的可使用性
GW	優良級配礫石	透水	極佳	可不計	極佳
GP	不良級配礫石	極透水	佳	可不計	佳
GM	沉泥質礫石	半透水至不透水	佳	可不計	佳
GC	粘土質礫石	不透水	佳至普通	很低	佳
SW	優良級配砂	透水	極佳	可不計	極佳
SP	不良級配砂	透水	佳	很低	普通
SM	沉泥質砂	半透水至不透水	佳	低	普通
SC	粘土質砂	不透水	佳至普通	低	佳
ML	沉泥，沉泥質或粘土質細砂	半透水至不透水	普通	中	普通
CL	沉泥質粘土	不透水	普通	中	佳至普通
OL	低塑性有機質沉泥或有機質沉泥粘土	半透水至不透水	劣	中	普通
MH	無機沉泥	半透水至不透水	普通至劣	高	劣
CH	高塑性無機質粘土	不透水	劣	高	劣
OH	中至高塑性有機粘土或有機沉泥	不透水	劣	高	劣
Pt	泥炭土及高有機土壤	-	-	-	-

表 3-7 再生粒料應用之規範與標準

品管試驗		
試驗類別	試驗項目	試驗規範
粒料試驗	粒料取樣	CNS 485
	粗、細粒料篩分析試驗	CNS 486
	細粒料比重吸水率試驗	CNS 487
	粗粒料比重吸水率試驗	CNS 488
	細粒料表面含水率試驗	CNS 489
	粗粒料 (37.5 mm以下) 洛杉磯磨損試驗	CNS 490
	細粒料小於試驗篩 0.075mm (No.200) 試驗	CNS 491
	粒料單位質量與空隙試驗	CNS 1163
	細粒料中有機物含量試驗	CNS 1164
	粒料中土塊及易碎顆粒含量試驗	CNS 1171
	粒料硫酸鈉或硫酸鎂健度試驗	CNS 1167
	含砂當量試驗	ASTM D2419 AASHTO T176
	粗粒料扁平、細長、扁長粒料含量試驗	ASTM D4791
	再生粒料雜質含量試驗	RTA T276

三、營建剩餘土石方產量

台灣地區由於老舊結構物汰舊換新及公共工程持續推行，產生了大量建築與公共工程剩餘土石方，衍生出剩餘土石方回收再利用的問題。根據「各縣市工程產出各類土質統計資料」，台灣地區九十五年產生剩餘土石方約 4,046 萬立方公尺，九十六年產生剩餘土石方則約 3,820 萬立方公尺，如表 3-8 所示，公共工程與建築工程所產出之土方量遠大於填土所需土方量，由於處理困難，造成大量營建廢棄物及剩餘土石方隨意棄置，嚴重污染環境、降低生活品質，致使社會成本大幅增加。

營建廢棄物再利用於國外已行之有年，美國 1970 年代即已開始再生材料之研究，且已成功的應用於道路工程，而日本針對拆除廢棄物之應用，除道路工程、填海造地外，亦朝向建築粒料方向發展，此外，香港、新加坡、荷蘭亦應用拆除廢棄物於填海造陸工程上，充分顯示營建廢棄物之可再利用性，若任意棄置不但影響環境、並浪費回收資源之經濟效益[16-18]。我國土地狹小、人口密集、資源有限以及國內各項公共工程建設陸續推動，對資源之需求亦日益增加，更凸顯資源有效再利用之重要性。

表 3-9 為近八年各類土質土方累計產出量，其中，B1 及 B5 類剩餘土方為處理較為簡單之再生粒料產品，並可直接用於營造工程中，所產生的經濟效益最高，而 B2-1 及 B2-2 類土石方雖含有少部份土壤，於加工處理後，亦可為品質優良之粒料級配。而再利用性較低且處理困難之 B2-3、B3、B4、B6 及 B7 類，便佔營建剩餘土石方總量的 53%，表 3-10 及 3-11 為近八年各類合法場所收受不同土質剩餘土方統計表，而這些種類土壤

受限於回收處理方式較為複雜、或所創造之經濟效益較低，處理方式多採其他工程填方或掩埋場掩埋方式處理，相較於其他回收再生粒料，對於紓解國內砂石供需失衡，平抑砂石價格上揚助益甚少，而採取掩埋之處理方式，亦對當地生態環境造成衝擊。

本研究採用利用性較低之 B2-3、B3、B4、B6 及 B7 類剩餘土石方，以開發新一代之冷結型環保再生粒料，採用低耗能、低 CO₂ 排放之冷結技術，使破壞環境之廢棄物成為具經濟價值之再生粒料。期經大量生產後，能紓解目前國內砂石資源枯竭，進口管道縮減所造成粒料價格飆漲之困境。

表 3-8 歷年全國土方供需統計表 (截至 97 年 11 月、單位：萬立方公尺)

年份	公共工程			建築工程			總計		
	產出量	需土量	餘土量	產出量	需土量	餘土量	產出量	需土量	餘土量
90	455	10	445	112	-	112	568	10	558
91	2,381	305	2,076	711	28	682	3,091	333	2,758
92	2,481	506	1,832	1,197	60	1,122	3,679	565	2,954
93	2,383	576	1,731	1,679	42	1,625	4,062	617	3,356
94	2,193	839	1,355	2,040	32	2,007	4,233	871	3,362
95	1,877	632	1,245	2,169	29	2,141	4,046	661	3,385
96	1,808	486	1,323	2,011	32	1,979	3,820	518	3,302
97	1,158	198	960	1,828	22	1,807	2,986	220	2,767
合計	14,770	3,629	11,141	11,841	250	11,591	26,610	3,878	22,732

資料來源：營建剩餘土石方資訊服務中心

表 3-9 近八年全國工程產出各類土質統計查詢 (截至 97 年 11 月、單位：立方公尺)

	B1	B2-1	B2-2	B2-3	B3	B4	B5	B6	B7	總 計
90	1,897,898	774,555	929,167	399,872	1,275,539	321,489	55,261	2,191	21,150	5,677,122
91	9,745,339	3,157,653	2,660,776	3,859,634	6,253,732	4,641,081	286,941	175,606	131,461	30,912,222
92	6,491,354	6,256,473	4,009,632	6,125,236	6,927,483	4,852,074	995,285	803,362	424,588	36,885,487
93	4,109,131	8,417,495	6,705,485	6,530,775	8,408,148	5,177,942	809,651	612,185	107,955	40,878,768
94	2,178,436	8,148,354	6,974,924	9,182,229	8,409,695	5,884,677	1,095,015	485,395	78,657	42,437,382
95	1,749,982	7,975,805	6,272,035	9,352,248	7,340,871	5,571,844	1,370,277	917,939	46,155	40,597,157
96	3,099,089	6,538,887	4,829,821	9,762,949	6,524,040	4,483,718	1,636,861	1,294,205	31,871	38,201,440
97	2,527,976	5,881,470	3,694,892	7,277,017	5,479,481	3,032,596	1,471,702	472,670	31,271	29,869,074
總 計	31,816,766	47,333,000	36,130,666	52,608,169	50,879,718	33,970,771	7,733,513	4,763,554	873,107	266,109,265
百分比	11.96%	17.79%	13.58%	19.77%	19.12%	12.77%	2.91%	1.79%	0.33%	100%

資料來源：營建剩餘土石方資訊服務中心

表 3-10 90 年 1 月至 97 年 11 月全國各類合法場所收受各類土質土方累積統計表

	填埋型							轉運型	加工型						土方交換	小計
	填埋型	土石採取場	土地改良場	填海造地	坑洞填埋	市地重劃	衛生掩埋場	轉運型	加工型	砂石場	磚瓦場	水泥場	兼營混合物	泥漿場	土方交換	
B1	9.50%	0.00%	0.00%	2.77%	0.14%	0.11%	0.00%	57.38%	9.22%	7.48%	0.00%	0.87%	3.20%	0.25%	9.08%	100%
	12.52%							57.38%	21.02%						9.08%	100%
B2-1	3.14%	0.15%	0.26%	0.52%	0.00%	0.02%	0.00%	42.59%	17.52%	21.36%	0.00%	1.48%	6.44%	0.20%	6.31%	100%
	4.09%							42.59%	47.00%						6.31%	100%
B2-2	5.88%	0.11%	0.17%	0.45%	0.03%	0.34%	0.00%	48.18%	9.70%	14.02%	0.06%	0.36%	7.11%	1.33%	12.24%	100%
	6.99%							48.18%	32.58%						12.24%	100%
B2-3	8.75%	0.01%	0.01%	2.94%	0.01%	0.10%	0.13%	42.46%	6.74%	11.60%	0.16%	0.42%	9.67%	0.91%	16.09%	100%
	11.95%							42.46%	29.50%						16.09%	100%
B3	5.72%	0.93%	0.00%	1.02%	0.03%	0.05%	0.04%	47.62%	5.34%	9.26%	1.56%	0.63%	6.68%	0.82%	20.30%	100%
	7.79%							47.62%	24.29%						20.30%	100%
B4	9.83%	0.45%	0.03%	1.15%	0.00%	0.19%	0.00%	47.24%	5.08%	2.91%	2.89%	3.72%	14.68%	0.26%	11.55%	100%
	11.66%							47.24%	29.55%						11.55%	100%
B5	4.88%	0.00%	0.46%	2.92%	0.03%	0.00%	0.00%	47.95%	8.85%	7.97%	0.00%	0.00%	22.04%	2.31%	2.59%	100%
	8.28%							47.95%	41.18%						2.59%	100%
B6	2.63%	0.00%	11.51%	4.84%	0.00%	0.00%	0.00%	28.24%	4.51%	0.94%	2.91%	0.11%	7.03%	3.17%	34.10%	100%
	18.99%							28.24%	18.67%						34.10%	100%
B7	6.42%	0.00%	0.00%	35.43%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%	6.30%	27.71%	0.00%	0.00%	0.33%	3.53%	15.03%	100%
	41.84%							5.26%	37.87%						15.03%	100%

資料來源：營建剩餘土石方資訊服務中心

表 3-11 近八年全國各類合法場所收受各類土質土方累積統計表 (截至 97 年 11 月、單位：萬立方公尺)

	填埋型							轉運型	加工型						土方交換	小計	比例
	填埋型	土石採取場	土地改良場	填海造地	坑洞填埋	市地重劃	衛生掩埋場	轉運型	加工型	砂石場	磚瓦場	水泥場	兼營混合物	泥漿場	土方交換		
B1	202.85	0.05	0.01	59.23	2.93	2.40	-	1,225.48	197.01	159.66	-	18.65	68.25	5.33	193.84	2,135.69	9.61%
B2-1	126.88	5.97	10.57	21.12	0.18	0.86	-	1,721.98	708.18	863.56	-	59.96	260.50	8.28	255.16	4,043.19	18.18%
B2-2	187.35	3.66	5.49	14.47	0.90	10.81	-	1,534.63	309.07	446.55	1.86	11.42	226.62	42.33	390.01	3,185.16	14.33%
B2-3	429.53	0.62	0.28	144.25	0.62	4.68	6.61	2,084.65	331.14	569.48	8.01	20.68	474.74	44.55	789.96	4,909.82	22.08%
B3	232.30	37.95	0.02	41.47	1.33	1.88	1.49	1,934.29	216.72	376.03	63.54	25.51	271.26	33.44	824.68	4,061.90	18.27%
B4	269.12	12.28	0.81	31.57	0.06	5.12	-	1,292.90	138.99	79.65	79.21	101.84	401.84	7.19	316.11	2,736.68	12.31%
B5	34.75	-	3.26	20.78	0.24	-	-	341.70	63.11	56.84	-	-	157.10	16.46	18.46	712.68	3.21%
B6	10.11	-	44.25	18.62	-	-	-	108.57	17.34	3.60	11.20	0.43	27.01	12.18	131.09	384.41	1.73%
B7	4.12	-	-	22.73	-	-	-	3.38	4.04	17.78	-	-	0.21	2.27	9.64	64.16	0.29%
小計	1,496.99	60.52	64.70	374.23	6.26	25.75	8.10	10,247.59	1,985.60	2,573.14	163.82	238.49	1,887.53	172.02	2,928.95	22,233.69	
比例	6.73%	0.27%	0.29%	1.68%	0.03%	0.12%	0.04%	46.09%	8.93%	11.57%	0.74%	1.07%	8.49%	0.77%	13.17%		100%
合計	9.16%							46.09%	31.58%						13.17%		

資料來源：營建剩餘土石方資訊服務中心

四、試驗材料

1. 膠結材料

本研究所使用之水泥為環球水泥公司所生產之第 I 型卜特蘭水泥，其性質符合 CNS 61 第一型卜特蘭水泥的規格，水泥於購入當日即以不透水塑膠袋密封，防止水氣侵入使水泥硬化；爐石係由中國鋼鐵公司所生產之水淬爐石粉，經中聯爐石資源化處理公司研磨成細粉狀；飛灰採用台電興達廠所生產之燃煤飛灰，其相關物化性質如表 3-12 所示，膠結材料之粒徑分佈，如圖 3-4 所示。

表 3-12 試驗用水泥、爐石及飛灰之化學成份及物理性質

試 驗 項 目	水泥(第一型)		爐 石		飛 灰			
	CNS 61	環 球	CNS 12549	中 鋼	ASTM C678 (Type F)	ASTM C6118 (Type C)	台電興達廠	
化 學 成 分 (%)	SiO ₂ (S)	—	21.77	—	35.56	—	—	48.39
	Al ₂ O ₃	—	4.22	—	14.34	—	—	28.40
	Fe ₂ O ₃ (F)	—	2.21	—	0.33	—	—	3.33
	S+A+F	—	28.20	—	50.23	70	50	80.12
	CaO	—	68.73	—	42.04	—	—	1.14
	MgO	Max:6.0	0.01	—	5.66	Max:5.0	Max:5.0	0.00
	SO ₃	Max:3.0	2.52	Max:4.0	0.95	Max:5.0	Max:5.0	0.17
	f-CaO	—	0.08	—	—	—	—	—
	TiO ₂	—	0.24	—	—	—	—	—
	Na ₂ O	—	0.31	—	—	Max:5.0	Max:1.5	—
	K ₂ O	—	0.14	—	—	—	—	—
	V ₂ O ₅	—	0.03	—	—	—	—	—
	燒失量	Max:3.0	0.51	—	0.31	Max:1.2	Max:6	5.12
	不熔殘渣	Max:0.75	0.08	—	—	—	—	—
	C ₃ S	—	40.10	—	—	—	—	—
	C ₂ S	—	32.80	—	—	—	—	—
C ₃ A	—	8.90	—	—	—	—	—	
C ₄ AF	—	10.50	—	—	—	—	—	
物 理 性 質	細度(cm ² /g)	Min:2800	2970	Min:2800	4350	—	—	3110
	比重	—	3.15	—	2.90	—	—	2.19
	初凝(Vicat)時間(分:秒)	45	4:37 (w/c=0.47)	—	—	—	—	—
	終凝(Vicat)時間(分:秒)	6:15	8:22	—	—	—	—	—
	#325 篩餘(%)	—	—	Max:20	8.0	—	—	—

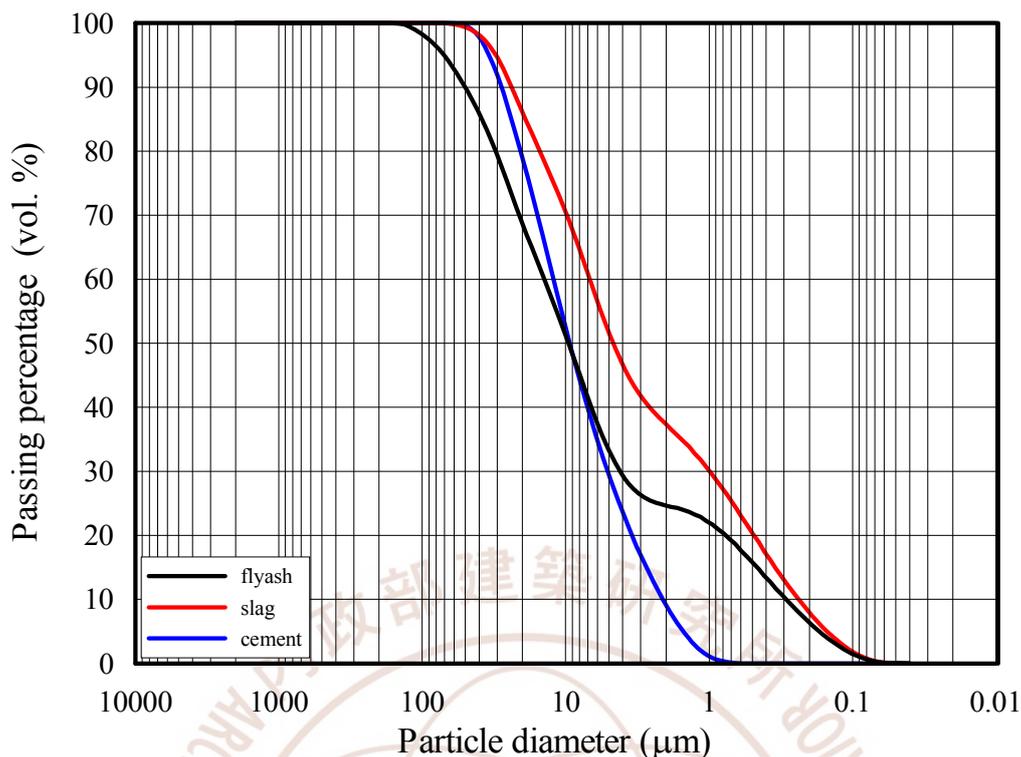


圖 3-4 水泥、爐石及飛灰之粒徑分佈圖

2. 強塑劑

本研究共採用二種強塑劑分別為羧酸系列及柰磺酸系列高性能減水劑，係購自優積企業有限公司與欣得實業有限公司，其相關性質如表 3-13 所示。

表 3-13 強塑劑基本性質

種類	羧酸系列	柰磺酸系列
比重	1.09	1.18
減水率(%)	30	25
固溶物含量(%)	25.7	42.95
pH 值	2.81	6.93

3. 玻璃纖維

本研究採用之玻璃纖維，係由福泰多科技股份有限公司所提供，為廢晶體電路版再生製作而成，比重為 1.97。

4. 營建剩餘土石方

本研究所採用之營建剩餘土石方，係採樣自台南市淵南段公有土石方收容場，共計五種不同營建剩餘土石方，如圖 3-5 所示；TCLP 毒物溶出試驗結果如表 3-14 所示；XRF

分析結果如表 3-15 所示，依據 XRF 分析結果繪製之三相圖，如圖 3-6 所示；土石方之粒徑分析結果如圖 3-7 所示。



土石方五



圖 3-5 本研究所使用之剩餘土石方（採自台南市公有土石方收容場）

表 3-14 營建剩餘土石方 TCLP 試驗結果

	類別	比重	TCLP 結果溶出試驗結果 (mg/L)					
			ICP-OE SR306.13C				AA R318.11C	AA R314.12C
			鉻	鎘	鉛	銅	砷	汞
土石方 1	B2-3	2.57	< 0.02	< 0.02	0.02	< 0.02	0.0033	< 0.0005
土石方 2	B4	2.46	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.0005	< 0.0005
土石方 3	B4	2.54	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.0005	< 0.0005
土石方 4	B3	2.64	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.0005	< 0.0005
土石方 5	B2-3	2.57	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.0018	< 0.0005
管制標準 (mg/L)			5.0	1.0	5.0	15.0	5.0	0.2

表 3-15 營建剩餘土石方 XRF 分析結果

成分	編號	土石方 1	土石方 2	土石方 3	土石方 4	土石方 5
MgO		<0.5	0.82	0.85	<0.5	<0.5
Al ₂ O ₃		14.83	16.41	18.68	16.77	18.17
SiO ₂		75.70	71.01	69.46	73.20	72.38
SO ₃		0.08	1.46	0.23	0.14	0.04
K ₂ O		2.65	2.93	3.43	2.92	3.02
CaO		1.96	1.80	2.16	2.29	1.20
TiO ₂		0.54	0.68	0.72	0.67	0.61
V ₂ O ₅		<0.00093	<0.00093	<0.00093	<0.00093	<0.00093
Fe ₂ O ₃		3.01	3.77	4.17	3.71	4.25
total		98.76	98.88	99.70	99.70	99.66

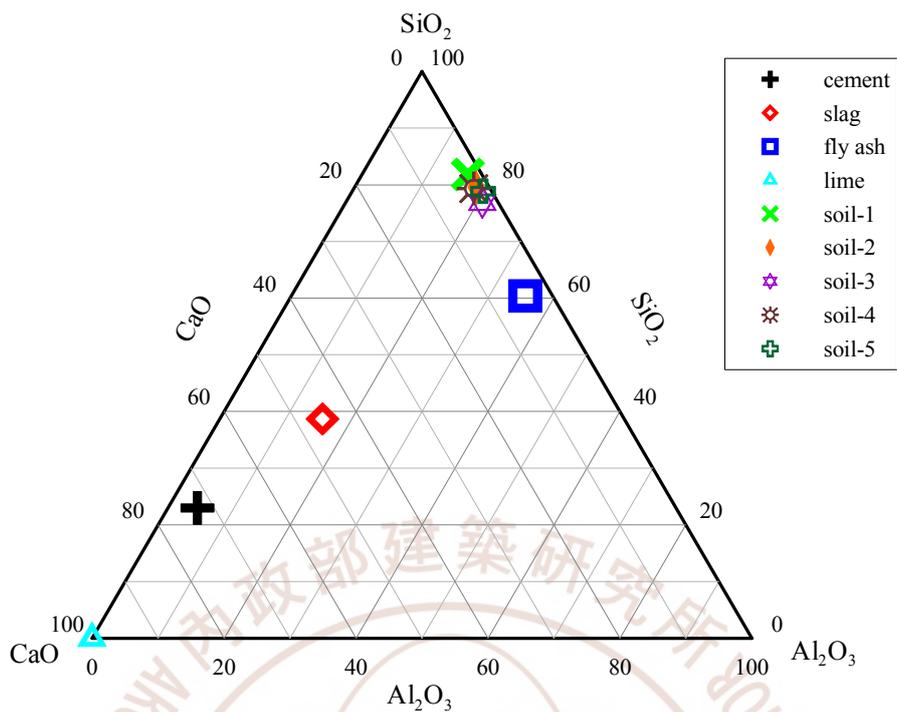


圖 3-6 膠結料及剩餘土石方三相圖

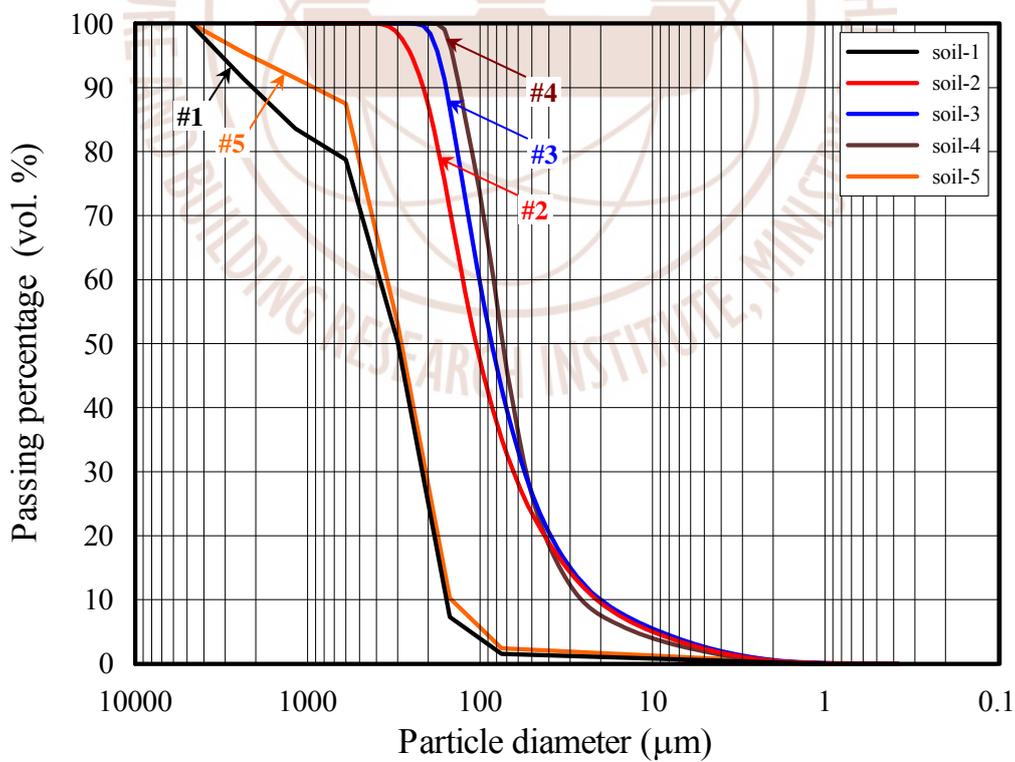


圖 3-7 剩餘土石方粒徑分布圖

五、配比設計

本計畫之冷結型再生粒料配比依據緻密配法[19]設計，配比設計流程圖如圖 3-6 所示，係利用最小孔隙的觀念來進行配比設計，如此方能減少水泥用量、增加回收材料之使用量，以達節能減廢並同時兼具優良產品性能，冷結型粒料配比之設計流程如下：

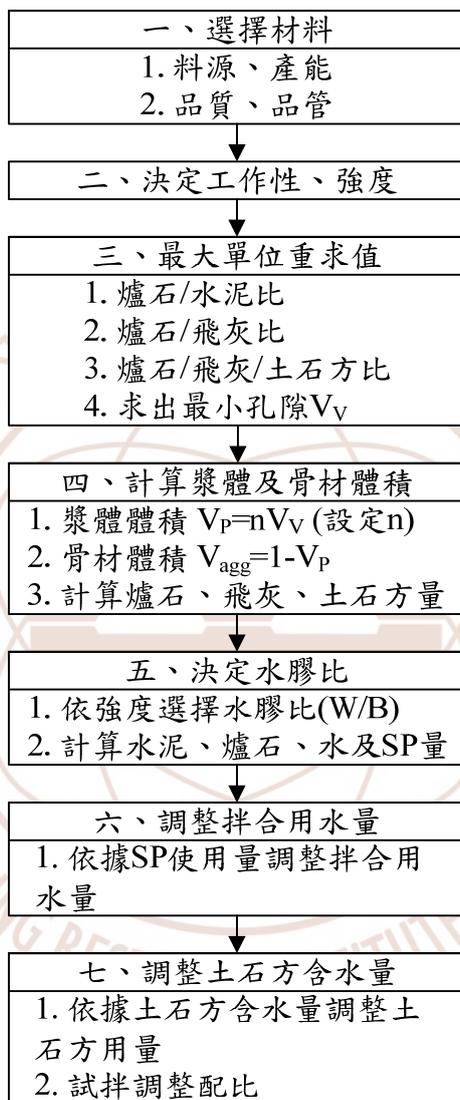


圖 3-8 冷結型再生粒料配比設計流程圖

步驟一：選擇材料

蒐集水泥、摻料及剩餘土石方之物化性資料，以供配比計算參考之需。並求出最小空隙率(最大單位重)，依最小空隙的原理，即探討顆粒材料最大堆積密度及最佳級配條件下的空隙。

步驟二：決定強度與工作性

依規範及製作試體需求，決定配比之工作性及設計強度。

步驟三：求材料堆積之最大單位重

根據材料堆積之最大單位重求出最小空隙 V_v 。

1. 假設爐石填塞飛灰之最大單位重比例為 α 。

$$\alpha = \frac{W_{slag1}}{W_{slag1} + W_{flyash}} \quad (3-2)$$

2. (爐石+飛灰)填塞剩餘土石方之最大單位重比例為 β 。

$$\beta = \frac{W_{slag1} + W_{flyash}}{W_{slag1} + W_{flyash} + W_{Re}} \quad (3-3)$$

3. 最小空隙 V_v 。

$$V_v = 1 - \left(\frac{W_{slag1}}{\gamma_{slag}} + \frac{W_{flyash}}{\gamma_{flyash}} + \frac{W_{Re}}{\gamma_{Re}} \right) \quad (3-4)$$

式中， W_{slag1} ：爐石重(kg/m^3) γ_{slag} ：爐石比重
 W_{flyash} ：飛灰重(kg/m^3) γ_{flyash} ：飛灰比重
 W_{Re} ：剩餘土石方重(kg/m^3) γ_{Re} ：剩餘土石方比重

步驟四：計算漿量及堆積材料用量

1. 各堆積材料之用量

水泥漿體 V_p 假設等於 nV_v ，即涵蓋空隙 V_v 及潤滑漿量 $S \cdot t = (n-1)V_v$ ：

$$V_p = nV_v \quad (3-5)$$

則堆積材料用量可依下式求出，

$$1 - V_p = \frac{W_{slag1}}{\gamma_{slag}} + \frac{W_{flyash}}{\gamma_{flyash}} + \frac{W_{Re}}{\gamma_{Re}} \quad (3-6)$$

由於爐石、飛灰、剩餘土石方之混合比例為最緻密點，屬於固定體積比率，故將式(3-2)及式(3-3)代入式(3-6)中，則可求出下式爐石、飛灰及剩餘土石方之材料用量。

$$W_{flyash} = \frac{1 - V_p}{\frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{1}{\gamma_{slag}} + \frac{1}{\gamma_{flyash}} + \frac{1 - \beta}{\beta(1 - \alpha)} \frac{1}{\gamma_{Re}}} \quad (3-7)$$

$$W_{slag1} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} W_{flyash} \quad (3-8)$$

$$W_{Re} = \frac{1 - \beta}{\beta(1 - \alpha)} W_{flyash} \quad (3-9)$$

2. 漿體組成材料用量（水泥、爐石及拌合水量）

$$V_p = n \cdot V_v = \frac{W_{water}}{\gamma_{water}} + \frac{W_{cement}}{\gamma_{cement}} + \frac{W_{slag2}}{\gamma_{slag}} \quad (3-10)$$

當爐石取代水泥重量比為 ξ 時，

$$\xi = \frac{W_{slag2}}{W_{cement} + W_{slag2}} \quad (3-11)$$

可將式(3-10)式改為

$$V_p = \frac{W_{water}}{\gamma_{water}} + \frac{W_{cement}}{\gamma_{cement}} + \frac{\xi}{1-\xi} \frac{W_{cement}}{\gamma_{slag}}$$

$$V_p = \frac{W_{water}}{\gamma_{water}} + W_{cement} \left(\frac{1}{\gamma_{cement}} + \frac{\xi}{1-\xi} \frac{1}{\gamma_{slag}} \right) \quad (3-12)$$

假設設計強度所需之水膠比為 λ

$$w/cm = \lambda = \frac{W_{water}}{W_{cement} + W_{fly} + W_{slag1} + W_{slag2}}$$

$$W_{water} = \lambda(W_{cement} + W_{fly} + W_{slag1} + W_{slag2}) \quad (3-13)$$

將式(3-8)及式(3-11)代入式(3-13)整理可得

$$W_{water} = \lambda \left(\frac{1}{1-\xi} W_{cement} + \frac{1}{1-\alpha} W_{fly} \right) \quad (3-14)$$

將式(3-14)代入式(3-12)中，整理可得

$$V_p = \frac{\lambda}{\gamma_{water}} \left(\frac{1}{1-\xi} W_{cement} + \frac{1}{1-\alpha} W_{fly} \right) + \left(\frac{1}{\gamma_{cement}} + \frac{\xi}{1-\xi} \frac{1}{\gamma_{slag}} \right) W_{cement}$$

$$\Rightarrow V_p - \frac{1}{1-\alpha} \frac{\lambda \cdot W_{flyash}}{\gamma_{water}} = \frac{1}{1-\xi} \frac{\lambda}{\gamma_{water}} W_{cement} + \left(\frac{1}{\gamma_{cement}} + \frac{\xi}{1-\xi} \frac{1}{\gamma_{slag}} \right) W_{cement}$$

$$\Rightarrow W_{cement} = \frac{V_p - \frac{\lambda}{1-\alpha} \frac{W_{flyash}}{\gamma_{water}}}{\frac{1}{1-\xi} \frac{\lambda}{\gamma_{water}} + \frac{1}{\gamma_{cement}} + \frac{\xi}{1-\xi} \frac{1}{\gamma_{slag}}} \quad (3-15)$$

式中， W_{water} : 水重(kg/m^3) γ_{water} : 水比重
 W_{slag2} : 爐石取代水泥重(kg/m^3) γ_{slag} : 爐石比重
 W_{cement} : 水泥重(kg/m^3) γ_{cement} : 水泥比重

步驟五：SP 及最後之用水量

為保持水膠比不變，故需將 SP 之用量從最初所用水量扣回，即最後之用水量加上 SP 用量需和最初配比計算之用水量相等。

$$W_{final} = W_{water} - W_{SP} \quad (3-16)$$

式中， W_{final} ：最後用水重(kg/m^3) W_{SP} ：強塑劑用量

步驟六：玻璃纖維用量及土石方含水率

依據玻璃纖維使用量修正土石方用量：

$$V_{Re} = \frac{W_{Re}}{\gamma_{Re}} = V_{Re}' + V_{fiber} \quad (3-17)$$

$$W_{fiber} = \gamma_{fiber} \times V_{fiber} \quad (3-18)$$

調整土石方之含水率，並使其調整後之總體積維持固定不變：

$$V_{MC} + V_{Re}'' = V_{Re}' \quad (3-19)$$

$$W_{MC} = \eta \times W_{Re}'' \quad (3-20)$$

$$\Rightarrow W_{Re}'' = \frac{W_{Re}'}{\frac{\eta \times \gamma_{Re}}{\gamma_{water}} + \frac{\gamma_{Re}}{\gamma_{Re}}} \quad (3-21)$$

式中， V_{Re}' ：扣除纖維用量後剩餘之土石方體積

V_{fiber} ：纖維使用體積(m^3/m^3) W_{fiber} ：纖維使用量(kg/m^3)

V_{MC} ：土石方含水體積(m^3/m^3) W_{MC} ：土石方含水量(kg/m^3)

η ：土石方含水率 W_{Re}'' ：土石方最後用量(kg/m^3)

本研究設定水膠比為 0.20，經上述配比計算過程，共設計 3 組冷結型再生粒料配比，並依造粒條件不同，進行土石方最佳造粒含水量試拌，試拌配比如表 3-16 所示。求得最佳含水量後，進行造粒、養護條件等相關試驗，再依粒料相關性質驗證，用以評估最佳產製程序，以作為日後量產之參考；如表 3-17 所示，為本研究求得之最佳造粒含水量配比表。目前，本年度已經完成 C200 配比，5 種剩餘土石方，共 5 種冷結型粒料製作及初步基本性質驗證作業。

表 3-16 冷結型再生粒料配比（以 1 號土石方為例）(kg/m^3)

編號	水膠比 (w/cm)	水泥	爐石	飛灰	營建剩餘土石方			水+SP
					10 %*	15 %*	20 %*	
C50	0.20	50	80	300	1493(149)	1355(203)	1240(248)	86
C100		100	32	300	1493(149)	1355(203)	1240(248)	87
C200		200	20	280	1429(143)	1297(195)	1187(237)	100

註：*係指營建剩餘土石方之含水率

表 3-17 配比 C200 冷結型再生粒料配比 (kg/m³)

剩餘 土石方	種類	水泥	爐石	飛灰	營建剩餘土石方			玻纖 (2 vol.%)	水+SP
					造粒 含水量	烘乾土石 方用量	土石方 含水量		
1	B2-3	200 (9.23%)	20 (0.92%)	280 (12.92%)	10%	1388 (64.07%)	139 (6.42%)	39.4 (1.82%)	100 (4.62%)
2	B4	200 (9.73%)	20 (0.97%)	280 (13.62%)	14%	1243 (60.45%)	174 (8.46%)	39.4 (1.92%)	100 (4.86%)
3	B4	200 (9.57%)	20 (0.96%)	280 (13.40%)	14%	1272 (60.88%)	178 (8.52%)	39.4 (1.89%)	100 (4.79%)
4	B3	200 (9.38%)	20 (0.94%)	280 (13.14%)	14%	1309 (61.42%)	183 (8.59%)	39.4 (1.85%)	100 (4.69%)
5	B2-3	200 (9.23%)	20 (0.92%)	280 (12.92%)	10%	1388 (64.07%)	139 (6.42%)	39.4 (1.82%)	100 (4.62%)

註：()中係指各組成材料之重量百分率

六、冷結型造粒測試及基本性質試驗

剩餘土石方相對於一般砂石材料來說粒徑分布較細，其粒料表面積也相對較大，本研究冷結型再生粒料之配比設計採低用水量，故配比並無流動性。於拌合配比時，應先將所有膠結料及土石方乾拌均勻，再添加拌合水、添加劑及土石方含水；若採用先拌合漿體或拌合土石方及其含水兩種方式，則先拌合部分會先結合成團塊狀態，後添加之固體材料附著於團塊表面，使膠結料無法均勻分布，減低其膠結效應，對試體各項性質產生不良影響。若持續或放大拌合能量，最終或可達到材料均勻性，但拌合時間過長可能破壞膠結料水化反應，亦浪費拌合能量並提高成本。

本研究採用之剩餘土石方，粒料吸水特性與一般混凝土使用之天然粗、細粒料差異甚大，不適宜以 CNS 487 及 488 評估其吸水率，本研究採用之營建剩餘土石方屬利用價值較差之土壤類材料，由圖 3-7 中，土石方 2、3 及 4 之粒徑分布偏細，其分類屬於 B3 及 B4 類土壤，小於 100 μm 以下粒料含量大於 40% 以上，粒料總表面積遠大於使用一般材料之混凝土，粒料吸水速率及表面凡得瓦力吸附水分子。土石方 1 及 5 性質則偏向一般土壤，粒徑分布小於一般混凝土細粒料，但大於 B3 及 B4 類土壤，其吸水率亦介於兩者間。

調整剩餘土石方含水量考慮之因素包含：土石方種類、外加劑及造粒方式等因素，因此，土石方含水量必須依據實際製作情形加以調整，本研究各土石方於不同含水量條件下，拌合結果如圖 3-9 所示：

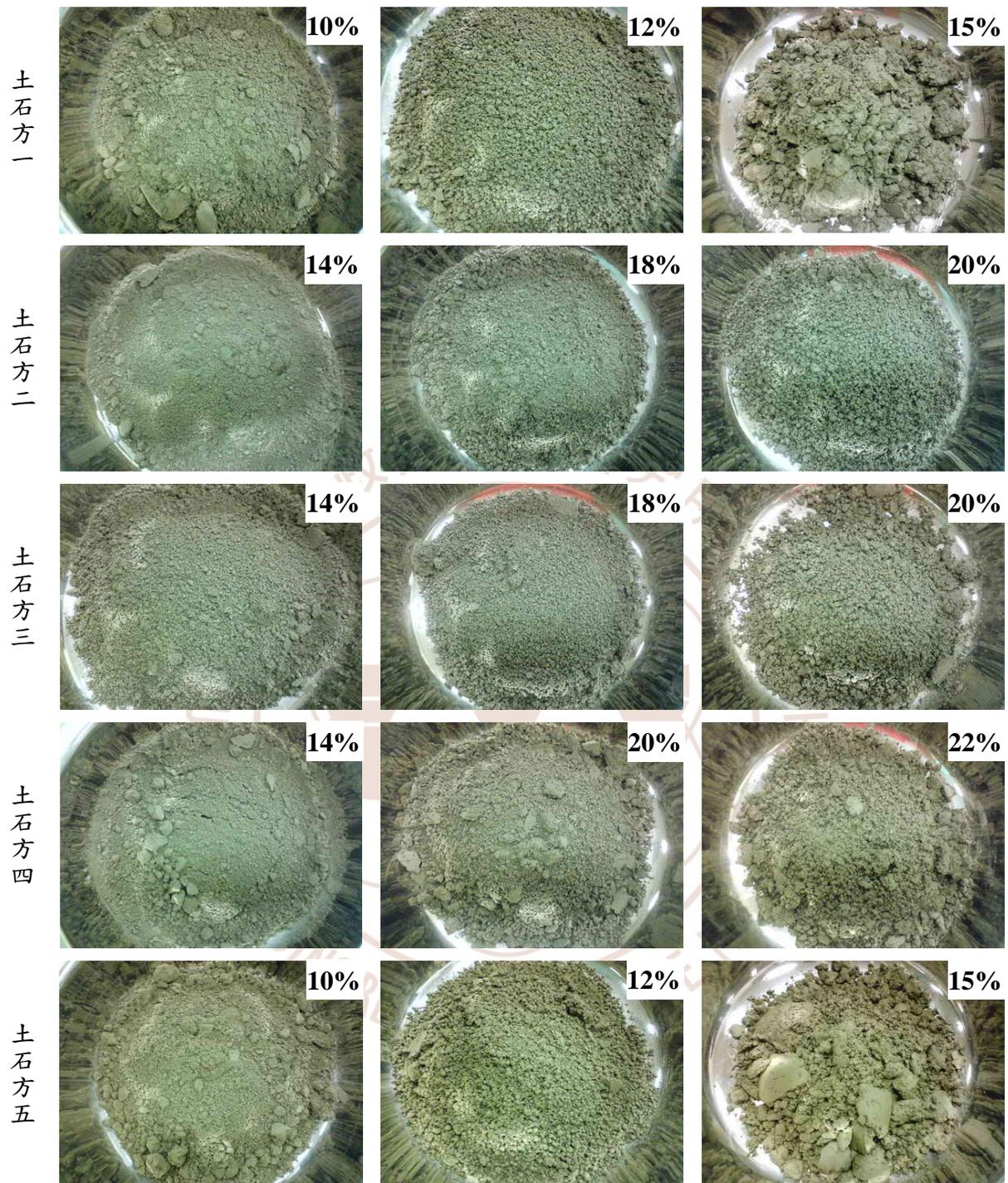


圖 3-9 不同土石方含水量拌合結果

本研究嘗試以不同方式進行造粒作業，茲分述如下：

1. 螺旋推進式擠壓造粒法

圖 3-10 為螺旋推進式造粒機，係利用螺桿旋轉推進原理，將拌合完成之混合料向前推送，將混合料推擠出網孔後造粒成型。製成之粒料成品如圖 3-11 所示，依此製程所得之成品緻密度不佳，以肉眼觀察其外觀上即有明顯孔洞，於粒料硬化後強度發展亦

無法達到要求。分析其原因為機械推擠力量不足，無法充分壓實試體，使得粒料緻密程度不佳，進而導致膠結材料水化過程中水化產物結合效果不良，影響強度發展，而無法達性能需求。



圖 3-10 螺旋擠壓式造粒機分解、組合圖



圖 3-11 螺旋擠壓造粒機造粒成品

2. 預壓密壓出成型造粒法

本方式改良前述方法，造粒成品緻密度不佳之缺點，首先將混合料拌合完成後，填入圖 3-12 中之冷結造粒預壓密模中，施加預壓密應力先將混合料壓實後，更換底模為開孔之造粒底模，此時再施加壓力將已壓實之混合料壓出造粒。但於壓出造粒過程中，造粒底模未開孔部分提供混合料反力支撐，導致壓出壓力越大時，混合料內部對應之剪應力強度越高，同時，混合料水分受壓力由造粒底模排出，形成類似土壤壓密排水之行為，混合料之材料分離而無法成功造粒，如圖 3-13 所示，為造粒底模受壓後所出現之排水情況，過程中雖有固體材料同時壓出，但含水量過高，無法成型為粒料狀。



圖 3-12 冷結造粒預壓密模具分解、結合圖及造粒底模



圖 3-13 混合料受壓後之排水情形

為改善無法擠出成型之情形，改良造粒底模開孔形式如圖 3-14 所示，圖中，造粒底模開孔改良為漏斗狀，並增大開孔面積由 37%至 65%，以減少造粒底模提供之反力，同上述實驗步驟進行造粒作業，經由實際施作後擠出之結果如圖 3-15 所示，以改良造粒底模進行造粒作業，雖有略為改善前述造粒方式缺點，但改善程度仍不足使粒料達完整粒型，亦不符合性能需求。

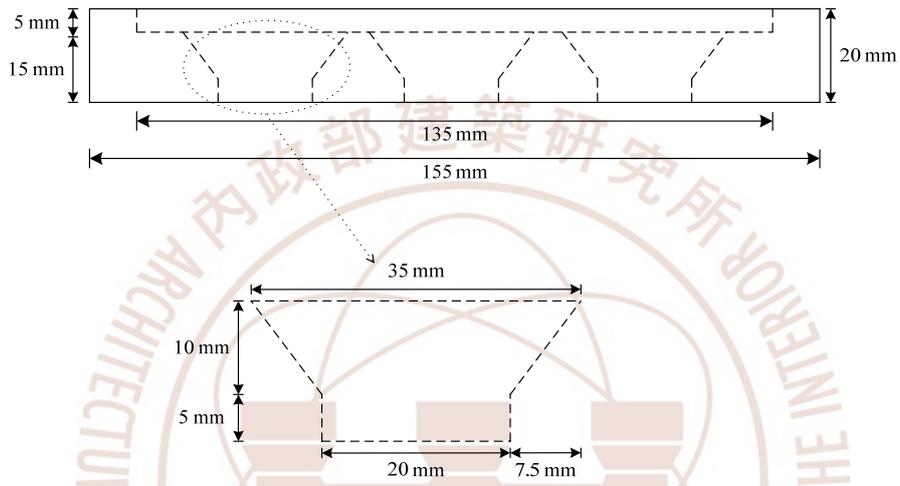


圖 3-14 改良型造粒底模實物照及側視圖



圖 3-15 改良型造粒底模混合料壓出情形

3. 直接壓密成型式造粒法

為改善混合料緻密程度不佳及材料分離之缺點，本研究發展出第三種方式，採直接壓密成型方式，進行造粒作業，如圖 3-16 所示共分為三部分，包括底模、成型模及加壓杵，造粒作業步驟如圖 3-17 所示。



圖 3-16 各尺寸之冷結造粒加壓成型模



圖 3-17 冷結造粒加壓成型模造粒作業步驟

經由上述造粒測試作業後，本研究最後採用為直接壓密成型法，所採用之配比如表 3-17 所示，造粒作業所施加壓力為 5000 psi，此壓力對照下之最適土石方含水量介於 10-14%之間，冷結造粒配比中並添加回收電晶體製成之玻璃纖維 2%（體積比），其作用在於提升粒料抗裂能力、韌性、耐磨性，並增加冷結粒料體積穩定性。

本研究中，冷結型粒料造粒粒型為圓柱型，粒料尺寸共分為五種：24 mm、18 mm、

12 mm、8 mm 及 5 mm，各尺寸冷結型粒料成品如圖 3-18 所示。依 CNS 1240 粗粒料級配規定中，選取最大粒徑 25.0 mm 及 19.0 mm 兩條級配曲線，取規範上下限之中間值，進行粒料摻配，其級配曲線如表 3-18 及圖 3-19 所示。

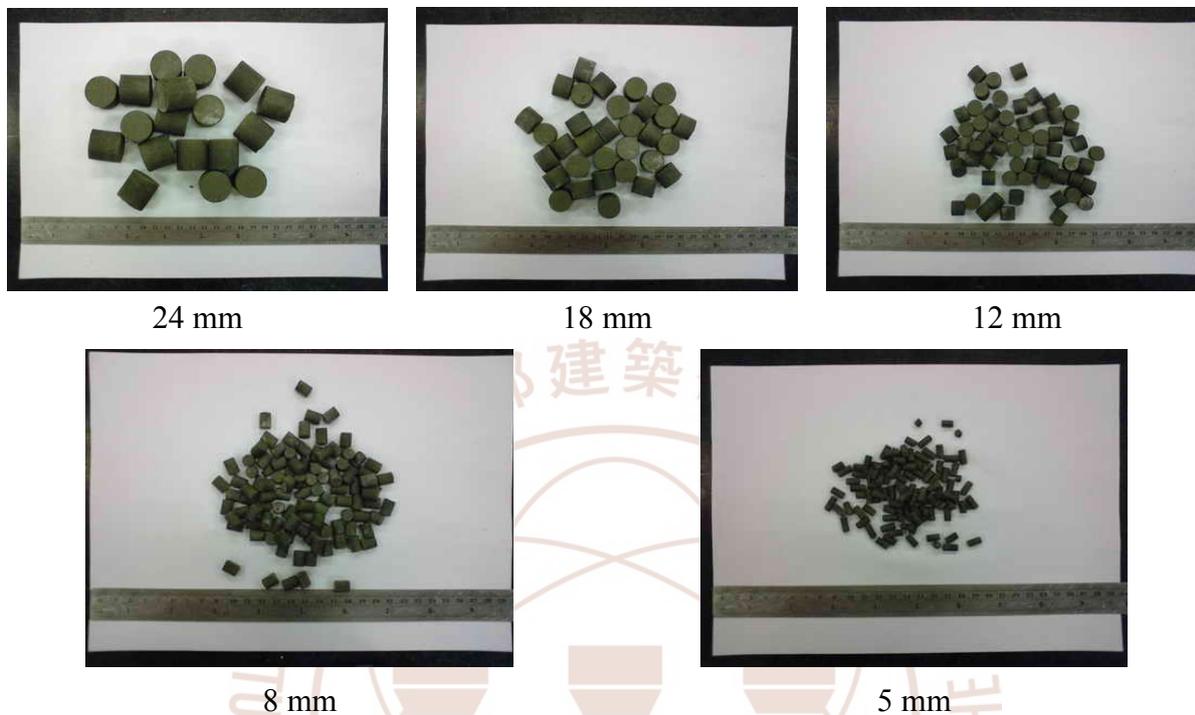
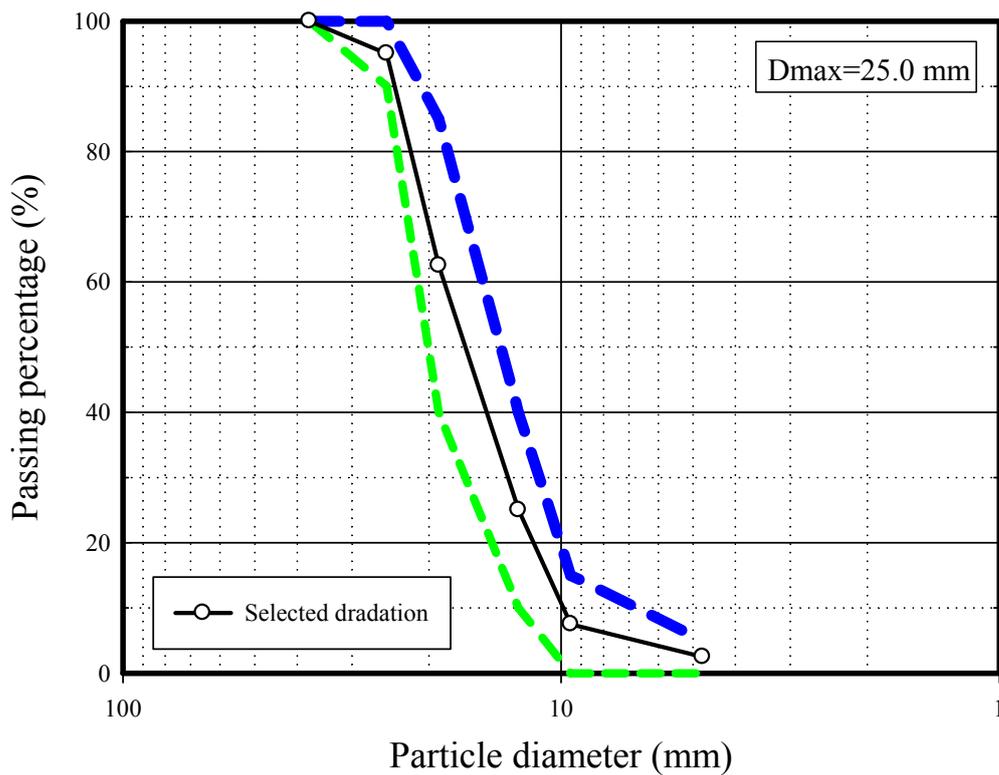


圖 3-18 冷結造粒成品尺寸圖

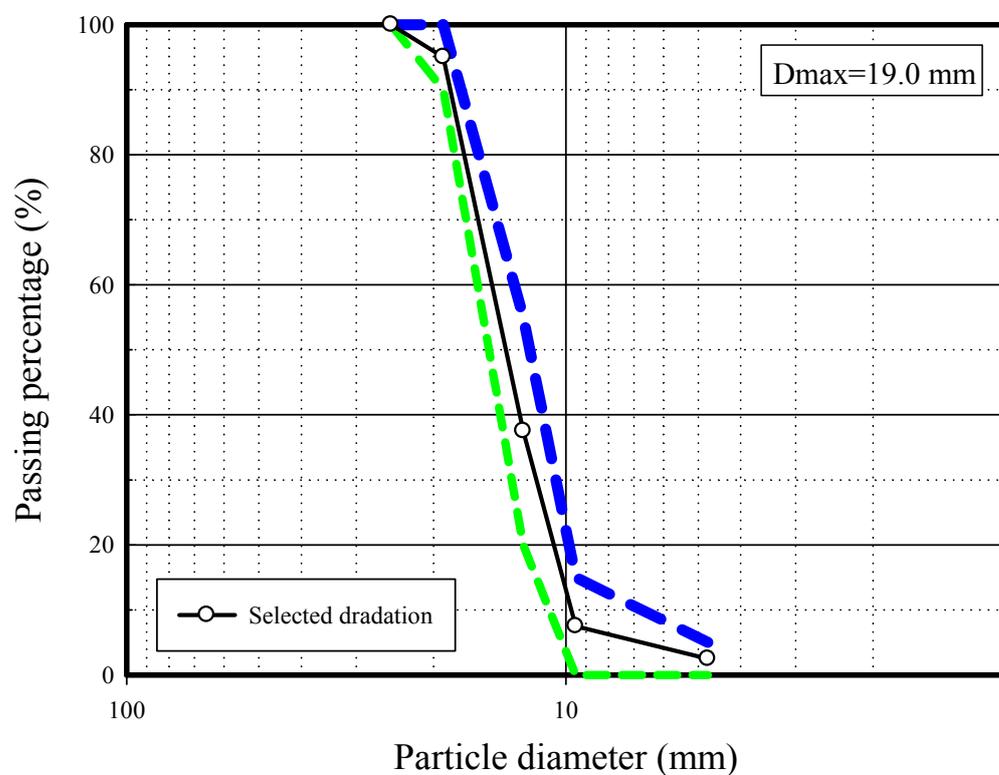
表 3-18 粗粒料應有級配規定

最大粒徑	通過各篩號之重量百分率 (%)					
	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm
25.0 mm	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5
選取值	100	95	62.5	25	7.5	2.5
19.0 mm	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5
選取值	...	100	95	37.5	7.5	2.5

依表 3-18 中所列 CNS 1240 規定，配好冷結粒料級配後，於齡期 28 天時，進行相關基本性質及筒壓試驗，所得試驗結果如表 3-19 所示，冷結型粒料之比重介於 1.73-1.84 間；吸水率約為 15%；不同土石方之冷結粒料單位重雖介於 1100-1190 間，但由於粒徑分布相同，經由單位重換算後所得之空隙率大致相同；筒壓試驗結果約在 12-19.5 MPa 間。



(a) 冷結型粒料級配曲線 (Dmax=25.0 mm)



(b) 冷結型粒料級配曲線 (Dmax=19.0 mm)

圖 3-19 冷結型粒料級配曲線

表 3-19 冷結粒料基本性質及筒壓試驗結果

試驗名稱		土石方 1	土石方 2	土石方 3	土石方 4	土石方 5
比重(OD)		1.81	1.82	1.80	1.73	1.84
比重(SSD)		2.08	2.09	2.08	2.02	2.10
吸水率(%)		14.9	14.7	15.5	16.7	14.2
單位重 (kg/cm ³)	Dmax = 25.0 mm	1176	1173	1141	1103	1187
	Dmax = 19.0 mm	1172	1179	1158	1114	1191
空隙率 (%)	Dmax = 25.0 mm	35.0	35.6	36.6	36.3	35.5
	Dmax = 19.0 mm	35.3	35.2	35.7	35.6	35.2
筒壓 (MPa)	Dmax = 25.0 mm	19.36	15.39	14.54	12.09	18.42
	Dmax = 19.0 mm	18.51	15.68	14.92	12.56	18.89

七、初步節能效益及可行性分析

依據蕭江碧、黃兆龍及潘誠平[20]研究報告中，所提出之燒結型輕質粒料成本及 CO₂ 排放計算法，大略估算冷結及燒結製程之差異，以一度電約排放 0.69 公斤的二氧化碳，及每公斤桶裝瓦斯約排放 3 公斤的二氧化碳，概算冷結粒料排放 CO₂ 量為 20.59 kg (每生產 1m³ 粒料)，燒結型則為 62.89 kg (每生產 1m³ 粒料)，冷結型約為燒結型之三分之一，所達成節能效益相當明顯。成本估算則可概略分為設廠成本、人力成本、材料成本及營運成本等項目，概算後所得冷結型粒料價格，依配比不同介於 870-755 元間(每立方米粒料)，相較於目前一般粗粒料價格約 1000 元及燒結型粒料約 4500 元左右，配合目前政府實施節能減碳政策及處理低利用價值種類土石方優勢，可具相當之競爭力。

由冷結、原生及燒結型粒料進行比較如表 3-20 所示，冷結粒料具有下列優點，提升其發展可行性：

1. 冷結粒料內部孔隙較燒結型少，筒壓強度較高，性質接近原生粒料，應用於工程實用性較高。
2. 比重較原生粒料減少約 0.8，可有效降低結構物自重，結構物耐震效果佳。
3. 冷結型粒料使用材料中，爐石、飛灰、剩餘土石方及玻璃纖維等工業副產品及廢棄材料使用量約為 80%，可增加資源再利用比率。
4. 冷結型製程較燒結型製程減少約三分之二 CO₂ 排放，降低能源消耗量，達成節能減廢目標。
5. 可改善燒結型輕質粒料混凝土於實際應用上產生問題。(輸送、泵送、上浮等問題)。
6. 透過配比及摻料調配技術，可穩定控制冷結粒料品質均勻性。
7. 冷結型粒料強度隨時間提升，長期增加結構物整體穩定性。

8. 價格較燒結型粒料低。
9. 冷結型粒料可使用土石方原料種類較多，可處理棄土量較大，燒結型僅可適用於黏土質材料，處理範圍較狹窄。

經由上述分析比較，冷結型粒料同時兼備節能、減廢、質輕與資源再生等優點，符合綠建材需達到之性能表現，透過發展冷結技術生產粒料，不僅舒緩國內缺乏原生粒料困境，並可提高營建廢棄土石方經濟價值，終止當前國內棄土惡意棄置，污染環境亂象，因此，冷結型粒料技術開發為一可行方式，後續對技術面及實務面進行更深入的研究。

表 3-20 冷結型再生粒料與原生粒料、燒結型粒料相關性能比較表

	原生粒料	燒結型再生粒料	冷結型再生粒料
比重(OD)	2.53~2.67	0.6~1.6	1.73~1.84
吸水率(%)	1.5~6	15~30	14~16.5
單位重(kg/m ³)	1650~1830	300~900	1100~1190
筒壓(MPa)	60~80	<7	12~19.5
節能性	較冷結型稍佳	最差	較原生型稍差
減廢性	無	中	高
CO ₂ 排放量(kg/m ³)	最低	62.89	20.59
技術門檻	低	高	中
機具設備	低	高	中
產能	視料源而定	約 900 m ³ / 天	約 1500 m ³ / 天
價格	1000 元/ m ³	4500 元/ m ³	870~755 元/ m ³
實際應用性	品質管控不易	施工問題較多	無
再生性	-	低	中

第二節 發泡木質水泥綠建材開發

一、技術開發緣起與原理說明

從綠建築 CO₂ 減量指標的評估觀點來看，建築物 CO₂ 減量最有效的對策在節約建材使用量，因此最大影響因素在於「結構合理化」、「建築輕量化」與「使用再生建材」。因此利用再生材料開發輕質建材，使用於建築物非結構部份，將同時滿足「輕量化」與「再生性」兩大目標。為達到輕量隔間之效果，常於混凝土中加入保麗龍顆粒，如圖 3-20 所示。但是保麗龍為石化原料，不易分解也無法回收使用，不符綠建材之要求。而且保麗龍表面光滑與水泥無附著力，在水泥漿體中易降低強度並造成水泥漿體之破損崩解。

因此，利用發泡水泥以降低漿體之比重，開發具有隔熱性之輕質發泡水泥將可取代保麗龍之使用而成為優質綠建材。為達此目的，一般可加入具界面活性劑性質的輸氣劑 (air entraining)。此輸氣劑之加入能降低水的表面張力，攪拌時得以引入空氣形成微小氣泡。製造發泡水泥有兩種方法，一是在自水泥漿體內部產生氣泡，如利用鋁粉將可於接觸水後發生氫氣，產生發泡，唯此法形成的發泡體之氣孔非圓形，無法打漿至高處。另一種是發泡劑先在外部產生圓形的強韌泡沫，然後加入水泥漿經攪拌形成泡體，兩者各有其適用性。本研究採後者，乃先製備「起泡劑」，使之產生含大量空氣的安定泡沫，再導入水泥漿體中。此與藉化學反應於內部產生氣泡者不同，起泡劑的主成分有合成界面活性劑、樹脂肥皂類，Gelatine 或 Caseine 等蛋白質之誘導體。此外，使氣泡更能安定的氣泡安定劑則有如 Methyl cellulose (MC) 等的增黏劑。



圖 3-20 添加保麗龍顆粒之輕質混凝土材料

氣泡的導入方法另可分成在水泥漿體混練時產生氣泡的 Mix Foam 法及事先於外部產生氣泡後再混入的 Pre Foam 法兩種。導入空氣量之多寡視用途而定。若於構造用 (壓縮強度須達 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上) 則約為 10~60%；若為隔熱用途則為 70~85%，將大量的氣泡混入形成多孔性水泥體。發泡水泥製備中，導入泥漿體之發泡液包含以下成份：

1. 起泡劑：產生泡沫。
2. 增黏劑：增加黏度，使表面張力增強。
3. 增韌劑：保持泡沫長久性，不易破裂消失。
4. 保濕劑：使泡沫保持一定水份。

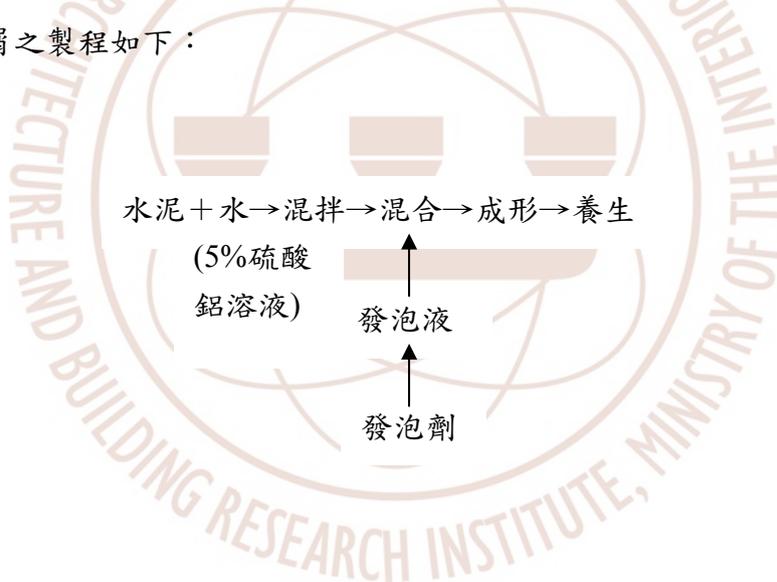
為獲得可產生大量、安定性良好，且強度足夠的氣泡以導入水泥漿體中，「起泡劑」之開發為關鍵技術。起泡劑的主成份包括有合成界面活性劑、樹脂肥皂類、Gelatine 或 Caseine 等蛋白質之誘導體。此外，為使氣泡能安定持久，另加如 Methyl cellulose (MC) 等的增黏劑。

本計畫 96 年曾進行自製發泡劑開發，並與木屑混合進行發泡木質水泥綠建材研製，具體之技術成果如下：

1. 發泡劑之開發：使用蛋白膠體，參配植物萃取，作為發泡劑，經研究結果顯示，此種發泡劑可保持發泡效果至水泥硬化消滅，可獲得比重 0.6 之發泡漿體。
2. 氣泡生成量多且細小：為達氣泡生成量多且細小之目標，發泡劑之選擇十分重要，且氣泡產生時之攪拌速度必須快。
3. 氣泡保持性，不致逸出或破裂：為使氣泡能保留於漿體內，氣泡膜強度必須足夠，於混拌或灌漿時得以駐留於漿體內。
4. 膨脹率高，增加漿體體積，並減少比重：為獲致較高之膨脹性，必須降低氣泡之表面張力。然而，表面張力大，卻將使氣泡膜脆弱而不易保持。因此(2)與(3)為互相排斥之因素。

利用所開發之發泡劑，製備發泡水泥，並分別進行未添加木屑與添加 20%木屑之成品比較。製得之發泡水泥與木質發泡水泥分別如圖 3-21 與 3-22 所示。後者內部孔隙較為細密。

未添加木屑之製程如下：



添加木屑者，則於水泥漿體中先加入經硫酸鋁預處理之木屑，混合液再導入發泡劑。

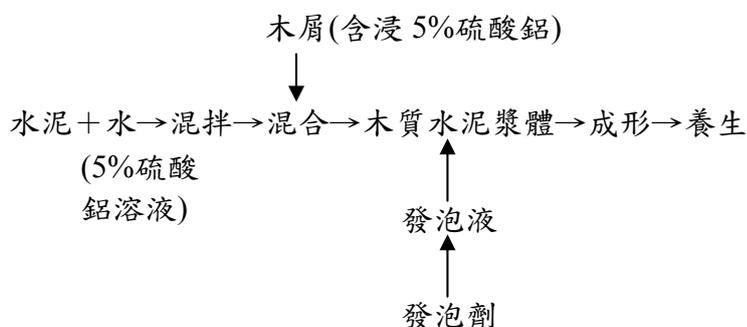




圖 3-21 成型後內部剖面呈現多孔蜂巢狀之發泡水泥



圖 3-22 成型後內部孔隙較為細緻之木質發泡水泥

二、發泡木質水泥業界現場施工

本計畫利用自行開發之發泡劑，於實驗室內依前述之流程，完成體比重 0.6 以下之產品開發。經與再生綠建材標章廠商—大倡公司討論，於本年進行現場澆灌之驗證。

發泡水泥將有兩方面之現場應用方式，其一是規格化之建材成品生產，提供輕質隔間使用。其二是現場施工，直接灌漿直接打入隔間牆內。前者可採批式生產方式較單純；後者則必須連續操作，除水泥、木屑必須先依適當拌合成漿體外，灌漿過程中必須維持發泡液之混合比例，並須克服加壓泵入建築物時氣泡不致破裂或逸出之困難。

現場施工所使用之高速發泡機設備如圖 3-23 與圖 3-24。包括水泥混拌機與氣泡生成機兩部份。



圖 3-23 現場施工製造之發泡機



圖 3-24 水泥混拌機內之漿體

泡沫產生機為生成將發泡劑與水混合後，導入高壓氣體，並噴射產生細密之泡沫，藉由空氣量與水量之調整控制氣泡之膨脹倍數，如圖 3-25 所示。膨脹倍數高之泡沫與水泥漿體混合雖可以獲比重較低之發泡水泥，但氣泡之保持力低，成型後漿體強度較

低，易收縮且與板材結合性不良，工程應用困難，必須另以增黏劑強化氣泡保持力。

以下為現場施工前測試情形：

如圖 3-26 為以矽酸鈣板構成 5m(長)×2m(寬)間隔 15 cm之隔間牆，上方留置圓孔以灌入發泡水泥(如圖 3-27)。

現場將發泡水泥灌入隔間牆，但漿體側面水壓太高，導致矽酸鈣板崩裂漿體外流而失敗(如圖 3-28)。此外，硬化後發現成品結構太膨鬆脆弱，且收縮嚴重(如圖 3-29)，不符實際需求。而加入木質後發現收縮情況更嚴重，調整木屑比例自佔水泥之 50%至 25%，結果皆然(如圖 3-30 與圖 3-31)，與 96 年度之試製情形差異極大！故另行探討發泡水泥漿體配製之條件，及進行發泡液之成份調整研究。



圖 3-25 發泡機產生之泡沫



圖 3-26 以矽酸鈣板構成之隔間牆



圖 3-27 灌入發泡水泥



圖 3-28 灌入發泡水泥後隔板下方繃裂漿體外流



圖 3-29 硬化後成品收縮且鬆脆與外層隔板脫離



圖 3-30 木屑佔水泥重 50%所試製之成品漿體收縮嚴重與板材無結合



圖 3-31 木屑佔水泥重 25%所試製之成品漿體收縮嚴重與板材亦無法結合

漿體收縮將造成結構下陷，調整發泡量試製如下：

(1) 以水灰比 0.5(即發泡液與水泥之比例為 50%)，未加木屑灌製成品如圖 3-32，漿體收縮嚴重，與板材結合不良脫離明顯。



圖 3-32 水灰比 0.5 之成品

(2) 降低水灰比 0.4，未加木屑灌製成品如圖 3-33，漿體收縮極少，但與板材結合亦欠佳。



圖 3-33 水灰比 0.4 之成品

發泡量大，比重低但漿體卻產生收縮現象，此將導致漿體脆弱強度欠佳。故一方面發泡量不宜太高，另一方面應增加泡沫強度保持力，使氣泡不致因漿體未硬化前逸出。此為待克服重點之一。如圖 3-34 為兩個漿體不同收縮情形之比較。



圖 3-34 發泡漿體收縮差異性之比較

三、調整發泡液組成改善漿體結構

由現場施工所發現之問題，可見以外發泡方式之發泡水泥現場應用時除要達到發泡量大，質輕之優點外，另必須克服以下問題：

- (1) 泡沫保持良好，避免漿體硬化後收縮。
- (2) 強度高，避免破損。
- (3) 與板材之結合性良好，避免脫離。

為改善發泡液之強度及延長泡沫保持時間，另進行發泡劑成份調整研究。除以 10% 蛋白膠體 Gelatin 為基本之起泡劑外，另添加部份之界面活性劑包覆氣泡表面，使之形成微氣泡。並以高分子聚合物為增黏劑及丙三醇為保濕劑...等進行發泡劑的改善工作。經實驗顯示其發泡沫的維持時間可達 5 小時以上，足可滿足水泥的初凝階段。

初步研究發泡劑組成如下：

Gelatine(10%液)	15cc
植物油	0.3~0.5g
丙三醇	1cc
水	100cc

發泡液使用時則取以上發泡劑稀釋 100 倍使用。上述配比經高速攪拌機攪拌後所得的泡沫可耐 5 小時以上不會消失，較 96 年度研製以甘草精為起泡劑為配方者，其泡的耐久性可延長 2~3 倍。

以上述配方的發泡劑經高速攪拌機攪拌產生之泡沫，加入水泥中試製發泡水泥漿體。取一定水泥量，泡沫輸入量調整為 100cc、200cc、300cc 時其體比重隨泡沫量之增加而減少，如表 3-21。加 300cc 泡沫者可達 0.57，如圖 3-35 所示。

表 3-21 不同泡沫量與水泥配比對體比重的關係

成分 \ NO.	NO.1	NO.2.	NO.3
泡沫	100cc	200cc	300cc
水泥	150g	150g	150g
水	65cc	65cc	50cc
體比重	0.87	0.65	0.57



圖 3-35 調整組成所試製之發泡水泥漿體

調整後之發泡劑可使泡沫量增加，並維持泡沫的長久性，可維持 5 小時以上，可滿足水泥的初凝時間，將以此進行現場之應用測試。圖 3-36 為以調整後發泡劑經由發泡機所產生之泡沫細緻性良好具黏稠性。以此與水泥漿體混合所灌製之發泡水泥如圖 3-37，顯示泡沫持久性佳，漿體硬化後無收縮現象，可依此再作現場施工。

合作廠商大倡公司將於其北部工地擇一水泥牆作施工，但因主體工程延誤尚未及進行。將另視施工進度作安排。



圖 3-36 配方調整後之發泡液



圖 3-37 另灌製於模具內之發泡水泥體孔隙度佳，無收縮現象。

四、成本分析

依前述發泡劑之組成計算原料成本如下：

- | | | |
|-------------------|------------|-------------------------------|
| (1)Gelatine(10%液) | 15L | (成本計算：150 元/kg×1.5kg=225 元) |
| (2)植物油 | 0.3~0.5 kg | (成本計算：100 元/ kg×0.5 kg =50 元) |
| (3)丙三醇 | 1 kg | (成本計算：50 元/ kg) |

合計成本 325 元，加水稀釋至 100L 備用。即發泡液原料成本為每公升 3.25 元

發泡水泥：取 1 kg 水泥加水 0.3 kg 製成水泥漿體，再與 0.3L 發泡液混合製成發泡水泥，固化後比重約 0.6，亦即總體積約 2.7L。

成本估算：水泥 3 元/kg + 發泡液(3.25 元/L × 0.3L = 0.97 元) = 約 4 元

若以上述配方，不使用砂，僅使用水泥與發泡液混合，灌製 6m×2m×0.2m(長：高：厚)之隔間牆。發泡水泥總體積為 0.24 立方米，總原料成本依上述比例計算為：4 元×240L/2.7L = 355 元。若含人工成本，約為 500 元，具經濟競爭性，值得工地推廣。

第三節 木質水泥屋頂隔熱磚開發應用

一、緣起

台灣地處亞熱帶，且建築物群落密度高，夏天台陽直曬屋頂，造成頂樓溫度上昇，住戶更須浪費空調能源。因此在建築物節能改善中，屋頂鋪設隔熱磚是很重要的手法。傳統之屋頂隔熱磚約為 30 cm × 30cm × 2.5cm，以水泥混凝土製成，在於腹部貼上保麗龍(如圖 3-38)，一塊屋頂隔熱磚約重達 3 公斤，十分笨重，且運送成本易較高。水泥混凝土熱傳導性很大，因此隔熱效果主要靠保麗龍。但保麗龍易脆裂破損(如圖 3-39)，無法回收，且來自石化原料，基本上被認定為非環境友善性材料。



圖 3-38 傳統保麗龍屋頂隔熱磚



圖 3-39 保麗龍屋頂隔熱磚日久易破損

為改善傳統保麗龍屋頂隔熱磚之缺點，本計畫於 96 年度研究利用以回收木屑替代細砂，進行木質水泥屋頂隔熱磚之開發。藉由添加無害性並具膠凝性質之化學助劑進行木屑之前處理，可克服木質纖維與水泥不易結合之問題，並在木質材料表面形成保護層，減少水泥鹼性環境對木質材料的侵蝕，因而減少因半纖維素的降解而產生醱酸的機會，使之不致於阻礙水泥水化結晶過程之進行。此項技術亦已於 96 年向經濟部智慧財產局提出專利申請，現正審查中。

使用木質水泥板製造屋頂隔熱磚將可克服以上缺點，發揮質輕比重低、熱傳導係數低隔熱性良好之優點，最重要的是可以利用木質廢料替代砂石而紓解砂石原料短缺之困

境。基於以上優點，位於彰化縣福興鄉，長期生產屋頂隔熱磚之福鹿公司乃與本技術團隊進行合作，並提供該公司之現場生產設備，進行現場量產試製。

福鹿公司生產量每月約 40 萬塊，約佔國內屋頂隔熱磚五成以上市場佔有率，產品規格為如上述圖 3-38。該產品比重高達 2.3 為十分笨重之材料，不僅施工麻煩且運輸成本很高。一般而言，屋頂隔熱磚施工成本約為材料成本之 1.2 倍左右，因此利用木屑拌合開發之輕質隔熱磚將可降低運輸與施工成本，此對於隔熱磚之製造廠商將為極大之誘因。

二、澆灌震盪之屋頂隔熱磚成品

96 年利用福鹿公司之現場製程開發以澆灌震盪方式為主之屋頂隔熱磚。製作程序如圖 3-40，現場製作情形如圖 3-41：

1. 木屑傾倒入拌合槽中，加入定量之 10% 硫酸鹽助劑溶液。木屑與助劑混合均勻，使木屑表面充份濕潤。
2. 加入定量水泥，混拌均勻並添加水使之成木屑水泥漿體。
3. 混拌均勻後導入計量槽。
4. 將定量木屑水泥漿體瀉至既有之 30cm×30cm×5cm 之方格模具中。
5. 通過震動平台將木屑水泥漿體利用高速震動方式鋪平。
6. 灌製完成之漿體堆置養生。
7. 靜置乾燥養生後進行脫模。
8. 脫除模具即得成品。

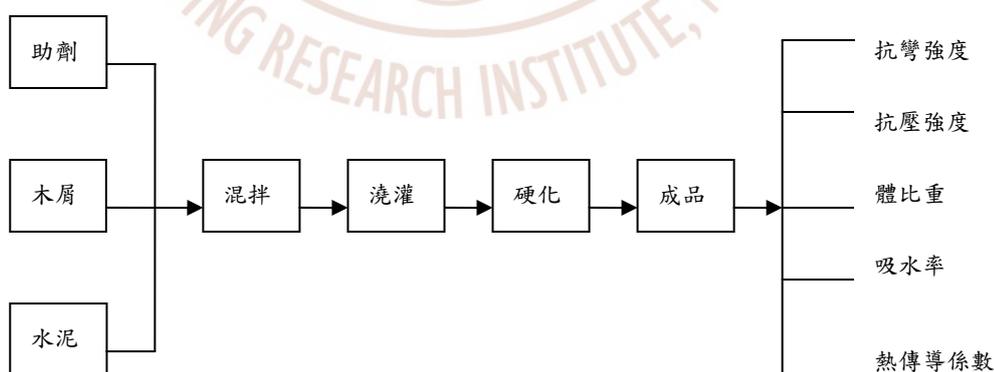


圖 3-40 木質水泥屋頂隔熱磚製作流程

經助劑處理後的木質材料，須緩緩加入定量之水泥，並隨時攪拌使之混合均勻。木質材料與水泥之重量比例可分別為 1:3、1:2 與 1:1。視對於產品性能如密度、隔熱性等

之要求而定。木質材料比例越高，板材密度越低，隔熱性也越佳，但是強度將降低。若木材材料比例大於水泥，則水泥凝結力將下降，若超過 150%，則水泥不足將無法凝結。

水泥、木屑及拌合水之配比為影響成品性質之關鍵因子。在灌製之成品中，累計多次之試驗，發現表 3-22 為最適配比。依該配比所製得成品之各項性質測試如表 3-23。

表 3-22 木質水泥隔熱磚之最適配比

水泥	100kg
木屑	33kg
10%助劑溶液	33kg
拌合水	48kg~58kg

表 3-23 木質水泥隔熱磚量產成品之測試

熱傳導係數	0.36 W/m · K
比重	0.89
含水率	26%
吸水率	72%

三、生產製程之檢討

利用木質材料輕質、隔熱且具韌性等特點，與水泥結合可發揮水泥與木質之優點，而製備可提供屋頂隔熱、輕質隔間、防火門內襯材等多用途之木質水泥板。但關鍵技術在於必須克服木質材料與水泥之結合性，以免木屑對水泥產生酸化侵蝕而無法固化。依用途之不同，可適當調整木屑與水泥之比例，而獲得密度、抗壓強度、隔熱係數各有差異之產品。兼具再生與高性能兩項特點，因此可稱之為「優質再生綠建材」，預期市場應用潛力無窮。

在量產方面，有兩種可能之生產製程：

[高壓壓製]

優點：成品性質均勻較不易變形、木屑使用量可較多(與水泥之比例可達 50%)、產品熱傳導係數較低。

缺點：生產速度較慢、比重較大、成品表面粗糙。

[澆灌震盪]

優點：生產速度較快、比重低輕質、成品表面光滑質感較佳。

缺點：品質較不均勻可能易變形、木屑使用量有限(約水泥量之三分之一，較高壓壓製者少(約)水分須較精密控制，成品品質不易均勻。

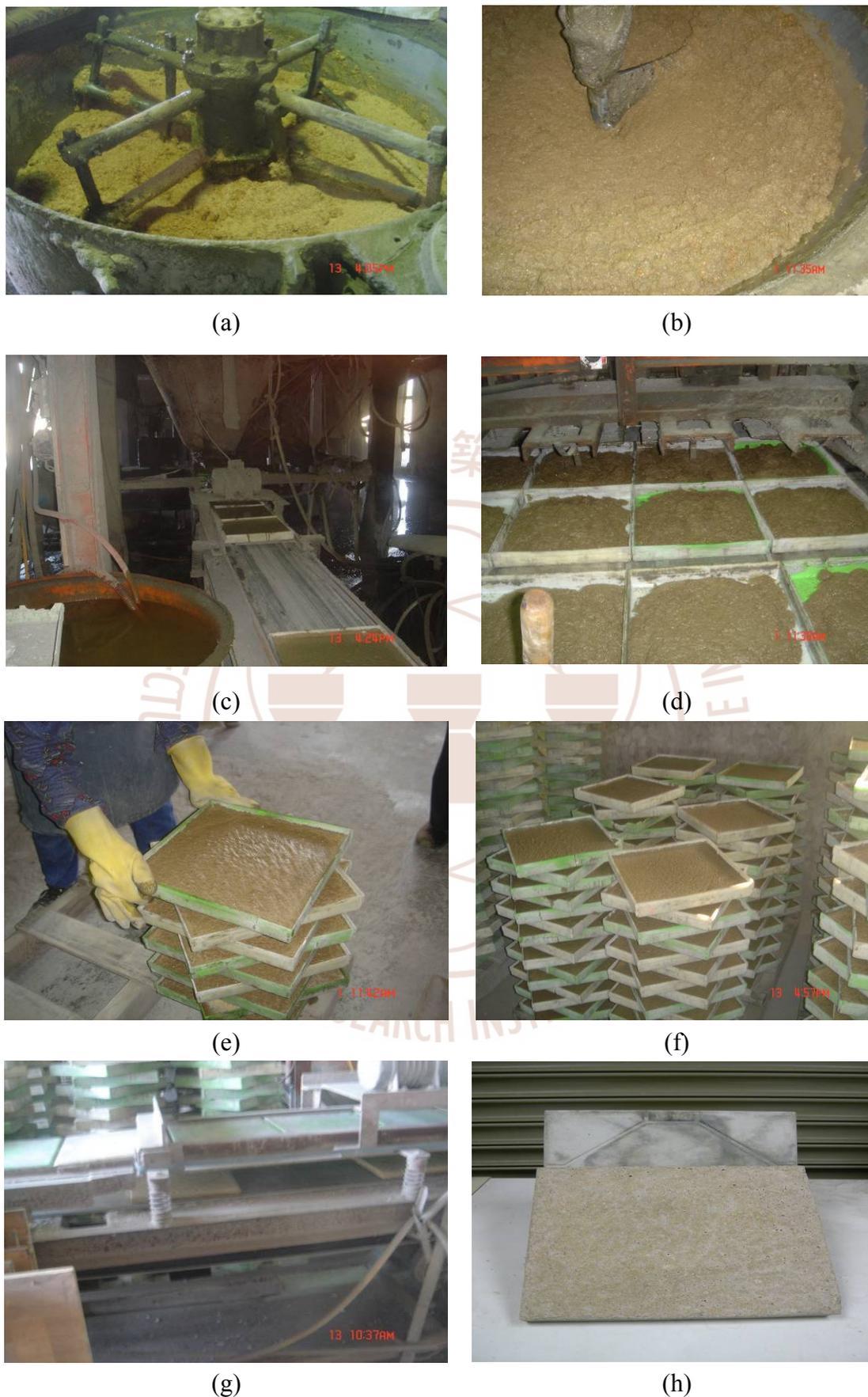


圖 3-41 福鹿公司現場以灌製震盪方式量產之屋頂隔熱磚過程

四、現場製作研究

不論以高壓壓製或澆灌震盪方式，所產製者皆為 30 cm× 30 cm× 2.5 cm 之成品。使用時與傳統保麗龍屋頂隔熱磚相同，必須一塊塊逐一鋪設。但比重較輕，可以減輕工作負荷，隔熱效果良好，具市場競爭力。但是大量生產時，發現以下之缺點：

1. 木屑吸水率高，造成漿體流動性欠佳。且由於木屑係利用回收材料，成份性質不均，吸水率亦有差異，各批次成品性質雖可維持一定，但若使用時使用不同批次之成品，性質若有差異將影響整體性能。
2. 為利於成品均勻性，必須添加過量之拌合水以提高坍度，然而水份將使木屑浮出表面分離而使強度降低。
3. 木屑水泥漿體外表較粗糙，脫模時易黏著於塑膠模器內壁，從模具框脫模，且易變形。
4. 塊狀屋頂隔熱磚從混拌、添料、搬運、養生至脫模均需人工，所花費時間亦長。

為解決上述的缺點，經研議後採取於工地直接施工方式以克服。現地施工將有以下優點：

1. 可配合建築物整體施工，節省人力物力。
2. 減少現場生產之物料貯存、成品養生堆置空間。
3. 減少包裝、搬運成本。
4. 可依鋪設面積整體考量，無死角，可減少邊料產生，節約物料成本。

但是，可能之缺點為：

1. 原物料處理及施工技術將影響成品品質。
2. 無法以量產制式成品檢測品質性能。

因此，除須確認現場施工之隔熱磚成品品質無虞外，更必須建立施工標準作業程序（或施工規範）。

現場施工所採用之原物料前處理方式與配比，與澆灌震盪之生產方式相同，但混拌後之原物料直接鋪設於地板上，而非澆灌入方格模具內。

現場製作程序如下及圖 3-42 所示：

1. 施工現地確認防水設施良好，表面清除乾淨。
2. 確認鋪設區域周界，必要時以板條區隔。
3. 確認鋪設厚度，並計算所需漿料量。
4. 依所需漿料量及配比，推算水泥、木屑、助劑使用量。
5. 木質水泥漿料調配方式與前相同：
 - 木屑傾倒入拌合槽中，加入定量調配成 10% 之硫酸鹽助劑溶液。
 - 加入定量水泥，混拌均勻並添加水使之成木屑水泥漿體。
6. 木質水泥漿料傾瀉入鋪設面上（*須注意每次調配成之漿料全部於三十分鐘內攤

平於鋪設面上)。

7. 依預定厚度將漿體抹平：
 - 人工抹平。
 - 軋平機整平並夯實。
 - 表面修飾(另可視需要以水泥粉光或加入紅、綠等色料)。
8. 切劃寬約 0.3cm，深約 0.5cm 之伸縮縫(及排水用)。
9. 施工完成後每三十分鐘於表面噴灑水，水量以保持濕潤並不積水為限。表面噴灑水約以二~三次為宜，但須視天候狀況而定。夏季炎熱日光直射水分易快速脫除，將可能在漿體硬化前水份脫除而降低結合力。冬季或氣候潮濕，水分不易蒸發，則可酌量減少噴水。
10. 養生，若完工三天內遇大雨，應作適當遮蓋。一週內避免於鋪面上堆置重物或重力撞擊。
11. 性能測試可於養生四週後，依測試項目樣品之尺寸要求裁切適當大小之樣品。或於施工同時，另取同樣調製之木質水泥漿料傾注於樣品盒中，四週後取出進行檢測分析。



(a) 木屑(2mm)以助劑作前處理



(b) 水泥加入進行混拌



(c) 施工現地以水潤濕



(d) 混拌完成之木質水泥漿料



(e) 人工作業-1



(f) 人工作業-2



(g) 人工作業-3



(h) 人工作業-4



(i) 軋平機整平並夯實



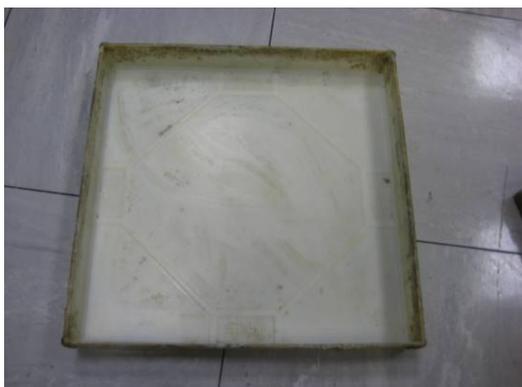
(j) 切割伸縮縫



(k) 表面修飾後完工



(l) 養生成型成品



(m) 取樣方格



(n) 取樣及養生完成後成品

圖 3-42 隔熱磚現場施作

依前述之製作程序，將可再進行以下探討：

1. 水泥/木屑比例：依 96 年研究結果，採去澆灌震盪方式之水泥/木屑重量比例最佳為 3：1，即木屑使用比例約為 25%。木屑使用量若超過此比例，則易浮至上層且膠結力較差。但為提高廢棄物減量效益，及發揮較高之熱阻功能，若能藉由現場施工之整體性控制提高木屑使用量將為值得努力之方向。
2. 調整水用量研究：木屑具有吸水特性，故調整水除須考慮水泥固化所須之水量外，因木屑使用比例不同，能提供水合反應之水份亦不同。水份太高結合力將降低，且木屑與水泥易分層成品強度亦將降低。若減少調整水，則木質水泥漿體之流動力小且坍度不足，成品品質不易均勻表面粗糙且易龜裂。(如圖 3-43)。
3. 木屑來源性質影響：目前木屑有兩個主要來源，即木材工廠之鋸木屑，以及各縣市環保局所設置之巨大廢棄物破碎廠所產生之廢木屑。本計畫所使用之廢木屑以「新竹市巨大廢棄物回收再利用廠」，破碎各類木質家具所產生，粒徑約 2mm 以下之木屑為主。
4. 成品厚度控制：配合傳統水泥保麗龍板之屋頂隔熱磚總厚度約 3cm，因此本項開發亦以 2.5~3.0cm 為目標。
5. 施工均勻性控制。



圖 3-43 隔熱磚物料調配不均之龜裂成品

現場施工所採行之配比條件如表 3-19，其中水泥與木屑重量百分比為 3：1。於合作廠商福鹿公司現場試作，以木屑比水泥為重量比 1：2 及 1：3 的配比，其配比成份如下：

1. 木屑：水泥為 1:3(重量比)

木屑 25 kg、水泥 75 kg、助劑（10%液）25 kg、水 32 kg

2. 木屑:水泥為 1:2(重量比)

木屑 75 kg、水泥 150 kg、助劑（10%液）75 kg、水 78 kg

上述 1.組成亦經混拌後直接鋪於水泥面上，厚 3 cm 約 1.5 坪的板塊，經六個月的觀察(戶外)亦無龜裂及變形發生。

2.組成為提高木屑使用量，經混拌後直接鋪於水泥面上，鋪成長 349 cm×寬 240 cm×厚 3cm 的板塊，經三個月的觀察(戶外)無龜裂及變形現象。取經養生 1.5 月後之成品切割成 10×10cm 進行各項性能測試。由於目前並無隔熱磚國家標準，因此參考如磨石子地磚、相關建材並無結果如表 3-24 所示。

表3-24 木質水泥隔熱磚（木屑/水泥1：2）現場施工成品之測試結果

試驗項目	試驗結果	試驗方法
含水率(%)	13.9	參考 CNS 3802
吸水率(%)	31.7	參考 CNS 13777
容積比重	1.01	參考 CNS 3802（水泥纖維板檢測方法）
抗壓強度(kgf/cm ²)	90.8	參考 CNS 1010（水硬性水泥抗壓強度檢驗法）
彎曲破壞載重(kgf)	154	參考 CNS 3802（磨石子地磚檢測法）
最大彎曲應力(kgf/cm ²)	30	參考 CNS 3904（建築用板類彎曲試驗法）
熱傳導係數(W/m.K)	0.1572	參考 ASTM CS18.04

五、討論

木質水泥隔熱磚製造技術已於 96 年研發試製成功，並提出專利申請。近年來由於砂石價格高漲，以木質廢棄物替代砂石原料除可降低對砂石之需求外，並利用木質廢棄物質輕、隔熱性能佳之優越特性，輔導傳統隔熱磚製造廠商轉型投入再生綠建材之產製。故與隔熱磚製造廠商—福鹿建材公司合作進行現場施工。所完成之大面積成品，熱傳導係數低隔熱效果良好。

此外，該隔熱磚容積比重僅 1.0 左右，遠較水泥保麗龍隔熱磚(比重約 2.0)輕，對降低建築物負重極有助益。

木質水泥板之絕乾含水率僅 13.9%，但由於含有木質成份，具有較高之吸水性。經測試達 31%。高吸水率將增加負重，但用於屋頂隔熱磚卻因水份蒸發而可降低太陽熱能藉由傳導而傳入屋內之熱量。

木質水泥板抗壓強度較低，而在抗彎抗折方面的表現卻可令人滿意。但因屋頂一般並未承載重物，故 90.8 kg/cm^2 之抗壓強度應可符合需求。而纖維質成份含量卻可提高其韌性，抗彎強度較佳，甚至較傳統水泥隔熱磚更不易受折而破損。本項木質水泥屋頂隔熱磚為本計畫以新技術所開發成功之新型綠建材，應可納入為再生綠建材標章產品。將於第四章第二節中提出「再生屋頂隔熱綠建材」評定基準建議案，供綠建材標章委員會審議。

第四章 再生綠建材推廣現況及問題剖析

自民國 90 年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當多的人力、物力，進行再生材料、綠色建材、及再生綠建材等相關研究，希望能夠將綠建築和綠建材推行至社會各角落，達成環境永續發展的目標。然而幾年來的推行情況並不如預期，上述相關產品之實際應用仍相當受限。民國 97 年起政府持續投入資源，推行「生態城市與綠建築推動方案」，希望將綠建築和綠建材擴及公共工程及生態社區，要達成這個目標，深入剖析目前綠建材推廣上遭遇的問題，並且能夠擬定有效的解決方案，便成為首要的工作。內政部建築研究所今年補助國立成功大學永續環境科技研究中心，執行「再生綠建材開發與推廣應用計畫」，此計畫特別將再生綠建材推廣現況及問題剖析的工作列為重點。

第一節 再生綠建材推廣現況探討

一、緣起

再生綠建材定義（內政部建築研究所）為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。選用廢棄的建築材料直接進行二次使用者，如拆卸下來的木材、五金等，或使用他種廢棄物再製成建材者，亦即將廢棄材料回收再用來生產之建築材料。目前綠建材標章推動是以鼓勵回收國內廢棄物所製之再生建材為主。

過去幾年政府大力推動再生綠建材的使用，內政部建築研究所除了建置設備精良的性能實驗中心，可以提供再生綠建材產品的品質試驗，也建立再生綠建材標章的制度，並且積極協助廠商開發再生綠建材。除內政部建築研究所外，其他各部會中包括環保署、公共工程委員會、內政部(營建署)、交通部等各單位皆從各管理業務範圍內努力，制定各相關法規，以期能打開再生綠建材之市場通路，但是成效有限。目前再生綠建材的使用不普及，相對於一般建材處於競爭之劣勢，彙整這幾年文獻探討的結果[21-23]，一般的原因不外乎：

1. 價格偏高：再生綠建材成本常偏高，其原因有三：(a)原料來源多方面，分攤太多運輸成本以及前處理分類成本，(b)性質複雜，必須增加調配及生產成本，(c)供應不穩定，增加製程之複雜性。
2. 民眾心理因素：一般大眾認為再生產品品質欠佳，外觀不良因此再生產品常被與次級產品劃上等號，民眾無法接受以相同價格購置「再生」之產品。
3. 產品選擇性低：再生綠建材產品種類不多，規劃設計上綁手綁腳。
4. 綠建材市場規模不大：建材產業規模其實相當大，雖然政府已訂定法規強制規定公共工程必須使用一定比例，不過綠建材市場規模依舊有限，難以吸引廠商投入。

二、推廣現況探討

再生綠建材定義（內政部建築研究所）為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。選用廢棄的建築材料直接進行二次使用者，如拆卸下來的木材、五金等，或使用他種廢棄物資再製成建材者，亦即將廢棄材料回收再用來生產之建築材料。目前綠建材標章推動是以鼓勵回收國內廢棄物所製之再生建材為主。[24]

本計畫從再生建材之「供給面」與「需求面」兩方面著手，評估再生建材之生命週期及市場競爭性，並彙整過去相關研究成果，整合廢棄物產生源、再生產品製造業、再生產品應用市場，以提出再生綠建材市場推動機制及遭遇問題點，其各重點單位如圖 4-1 所示。

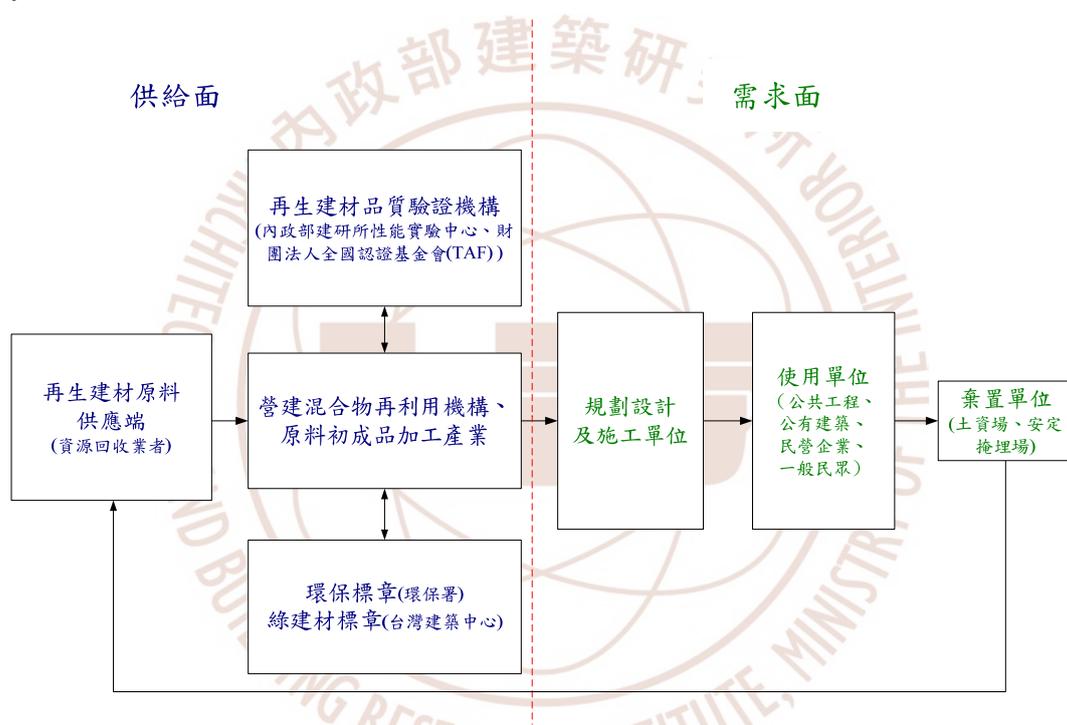


圖 4-1 再生綠建材應用市場供需連結圖

為了解在再生綠建材市場推動時可能遭遇的問題，由供應端起始，使用不同來源的廢棄物，有關再生綠建材可以採用的廢棄物總類，可以分為建築廢棄物以及產業廢棄物。依過去報告資料彙整[25]，再生綠建材原料產量調查分別如表 4-1 及表 4-2 所列。此外，依其內含成份，將國內使用再生材料之產品分為木質類再生材料和石質類再生材料，木質類再生材料包括木門國內每年消費量約 6,500 噸~8,000 噸；木製家具約 90,000 噸~106,250 噸；粒片板約 140,000 噸~226,000 噸；纖維板約 110,000 噸~170,000 噸。石質類再生材料包括水泥製品及其他建築用粘土製品，3.1.3.2 節將分別就其種類和數量加以分析，關於各種類數量經過分析所得結果，水泥製品內銷量約 1,100 噸~1,450 噸，其他建築用粘土製品約 90,000 噸~150,000 噸。

表 4-1 近年各類建築廢棄物產量重量估算表[25]

單位：噸

年度	類別	廢混凝土塊	廢磚石料	廢木料	廢金屬料	其他	總計
88	新建工程	2,694,622	1,721,564	450,341	2,558,612	1,247,510	8,672,648
	拆除工程	1,112,323	635,028	223,284	73,745	4,097	2,048,477
	合計	3,806,945	2,356,592	673,625	4,406,254	1,251,607	12,495,023
89	新建工程	2,288,207	1,461,910	382,418	2,172,711	1,059,355	7,364,601
	拆除工程	840,454	479,817	168,710	55,721	3,096	1,547,798
	合計	3,128,661	1,941,727	551,128	3,734,782	1,062,451	10,418,749
90	新建工程	2,036,648	1,301,192	340,376	1,933,849	942,893	6,554,957
	拆除工程	691,689	394,887	138,847	45,858	2,548	1,273,830
	合計	2,728,337	1,696,079	479,223	3,320,454	945,441	9,169,534
91	新建工程	1,593,643	1,018,161	266,339	1,513,204	737,798	5,129,144
	拆除工程	638,544	364,546	128,179	42,334	2,352	1,175,956
	合計	2,232,187	1,382,707	394,518	2,604,650	740,150	7,354,211
92	新建工程	1,731,510	1,106,243	289,380	1,644,113	801,625	5,572,871
	拆除工程	1,001,690	571,867	201,076	66,410	3,689	1,844,733
	合計	2,733,200	1,678,110	490,456	2,850,394	805,314	8,557,475
93	新建工程	1,821,026	1,163,433	304,340	1,729,111	843,068	5,860,977
	拆除工程	1,346,526	768,735	270,297	89,272	4,960	2,479,791
	合計	3,167,552	1,932,168	574,637	3,017,183	848,028	9,539,569
年平均	新建工程	2,027,609	1,295,417	338,866	1,925,267	938,708	6,525,866
	拆除工程	938,538	535,814	188,399	62,224	3,457	1,728,431
	合計	2,966,147	1,831,231	527,265	1,987,491	942,165	8,254,297

表 4-2 「公告應回收或再利用廢棄物」歷年申報量

(單位：公噸)

廢棄物名稱	廢棄物代碼	公告再利用方式包括建材否	90年	91年	92年	93年
煤灰	R-1101	是	524,727	1,944,129	3,000,321	
水淬高爐石(碴)	R-1202	是	1,388,456	2,934,110	2,917,274	362,197
電弧爐煉鋼爐碴(石)	R-1203	是	134,586	833,747	963,419	2,128,787
漿紙污泥	R-0904	是	19,763	102,164	181,521	293,694
蔗渣	R-0102	否	6,807	70,836	107,053	54,487
廢陶瓷	R-0403	是	16,066	37,275	103,125	121,200
石材污泥	R-0907	是	118	9,654	90,348	85,848
廢鑄砂	R-1201	是	19,599	57,613	90,230	135,615
紡織污泥	R-0906	是	11,779	36,957	33,617	38,581
廢磚	R-0402	是		14,317	24,602	23,511
感應電爐爐碴(石)	R-1204	是	111		19,377	
石材廢料(板、塊)	R-0502	是			16,739	29,573
廢木材	R-0701	是	6,367	9,167	15,585	22,784
(廢木材棧板 ^{*1})	D-0701	否	68	2,169	4,650	6,394
廢塑膠	R-0201	否	562	14,158	14,264	
(廢鐵 ^{*2})	R-1301	是	62,900	96,595	10,295	8,068
高爐礦泥、轉爐礦泥及	R-1206	是			7,401	169,558

熱軋礦泥						
廢紙	R-0601	否	61,192	46,292	6,745	
廢玻璃	R-0401	是	5,988	10,260	6,461	16,554
營建(建築)廢棄物*	R-0503	-	3,248	6,697		
土木或建築廢棄物混合物*	D-0599	-	3,723	8,002	21,512	69,471
廢白土	R-0404	是	1,966	4,859		
總計(公告應回收或再利用事業廢棄物)			3,264,235	6,228,830	7,608,377	3,482,389

資料來源：環保署事業廢棄物申報系統[25]

由以上供應端調查資料，陳文卿等人進行再生綠建材產業之物料供應與市場需求評估，如圖 4-2，需求面針對國內有關的土木/建築市場，主要調查統計的項目在於道路工程、建築物主體所需用的水泥板/磚/製品、建築物內裝所用的家具/木門。廢棄物再生原料供需與競爭分析後，道路工程的物料需求量則更為龐大。因此，就國內需求端所估算之需求量相當龐大。

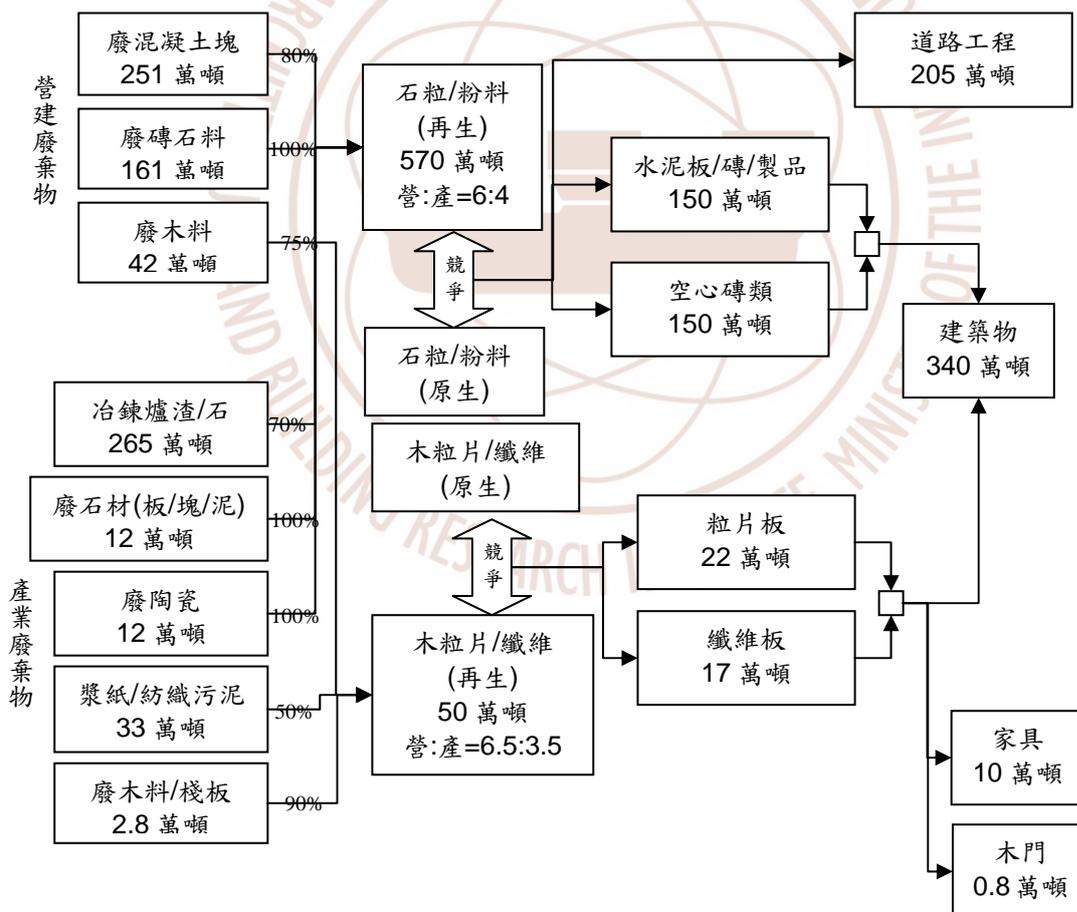


圖 4-2 廢棄物再生原料供需與競爭分析圖 [25]

行政院環境保護署為配合資源永續利用的環保國際潮流，鼓勵國內之綠色生產及綠

色消費，於「政府採購法」中加入第九十六條之綠色採購條款，若產品為環保產品可允許有百分之十以下之價差作為鼓勵。「政府採購法」已於八十八年五月正式施行。政府採購法第九十六條內容為：「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。」[26]

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。」

另「政府採購法」第九十六條之子法「機關優先採購環境保護產品辦法」，也於八十八年五月廿六日由環保署與行政院公共工程會會銜公告

環保署自九十一年起奉行政院核定實施「機關綠色採購推動方案」，希望藉由政府龐大的採購力量，優先購買對環境衝擊較少的綠色產品綠色採購目標。本方案目的為利用政府機關的龐大採購力量，優先購買對環境衝擊較少之產品，以鼓勵綠色產品的生產及使用，帶動綠色消費風氣，達到環境保護的效益。

資源回收再利用法相關條文規定為推動再生綠建材最有利之工具。依第十二條之規定，中央目的事業主管機關得指定營建工程應使用一定比例或數量之再生資源。因此內政部得依權責指定營建工程應使用一定比例以上之再生綠建材。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」。第十六條規定：「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。」因此，藉由再生綠建材標章制度之推動，獲得再生綠建材標章之產品係以符合國家標準為前提，故可確認其品質，且可會知環保機關列為適用輔導獎勵措施之產品。第二十二條中要求政府機關、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。

內政部於「建築設計施工編」第十七章「綠建築專章」，其中第三百二十一條規定：「建築物之室內裝修材料應採用綠建材，綠建材使用率應達室內裝修材料總面積百分之五以上。有關綠建材之認定及其面積計算，應依中央主管建築機關訂定之技術規範辦理。」其目的在鼓勵建築材料從生產至消滅的生命週期中，使用消耗最少的能源、資源，以及排放最少廢棄物的建材，除了能滿足開發的基本性能要求外，也能減少對建材的加工，使用來自大自然源源不絕、用之不竭的材料是較佳的選擇。本研究團隊彙整相關再生綠建材法規如表 4-3 所示。

表 4-3 再生綠建材推廣相關法規

法 規	相 關 條 文
政府採購法	<p><u>第 7 條</u> 本法所稱工程，指在地面上下新建、增建、改建、修建、拆除構造物與其所屬設備及改變自然環境之行為，包括建築、土木、水利、環境、交通、機械、電氣、化工及其他經主管機關認定之工程。本法所稱財物，指各種物品(生鮮農漁產品除外)、材料、設備、機具與其他動產、不動產、權利及其他經主管機關認定之財物。本法所稱勞務，指專業服務、技術服務、資訊服務、研究發展、營運管理、維修、訓練、勞力及其他經主管機關認定之勞務。採購兼有工程、財物、勞務二種以上性質，難以認定其歸屬者，按其性質所占預算金額比率最高者歸屬之。</p> <p><u>第 96 條</u> 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。</p>
機關優先採購環境保護產品辦法	<p><u>第 1 條</u> 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。</p>
資源回收再利用法	<p><u>第 12 條</u> 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。</p> <p><u>第 22 條</u> 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</p>

	<p>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。</p>
<p>建築技術規則建築設計施工編</p>	<p><u>第 321 條</u> 建築物之室內裝修材料及樓地板面材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積百分之五以上。</p> <p><u>第 322 條</u> 綠建材材料之構成，應符合左列規定之一： 一、塑橡膠類再生品：塑橡膠再生品的原料須全部為國內回收塑橡膠，回收塑橡膠不得含有行政院環境保護署公告之毒性化學物質。 二、建築用隔熱材料：建築用的隔熱材料其產品及製程中不得使用蒙特婁議定書之管制物質且不得含有環保署公告之毒性化學物質。 三、水性塗料：不得含有甲醛、鹵性溶劑、汞、鉛、鎘、六價鉻、砷及銻等重金屬，且不得使用三酚基錫(TPT)與三丁基錫(TBT)。 四、回收木材再生品：產品須為回收木材加工再生之產物。 五、資源化磚類建材：資源化磚類建材包括陶、瓷、磚、瓦等需經窯燒之建材。其廢料混合攙配之總和使用比率須等於或超過單一廢料攙配比率。 六、資源回收再利用建材：資源回收再利用建材係指不經窯燒而回收料摻配比率超過一定比率製成之產品。 七、其他經中央主管建築機關認可之建材。</p> <p><u>第 323 條</u> 綠建築構造及綠建材之係數及使用率計算，應依設計技術規範辦理。前項綠建築構造及綠建材設計技術規範，由中央主管建築機關定之。</p>

從建築廢棄物源頭分析，「推動國內可再生營建資源市場機制產業化之研究，92年12月」以及「廢棄混凝土再生粒料應用於公共工程之探討，95年12月」報告中也指出推動再生綠建材面臨的問題，目前已搜集之過去研究成果如表 4-4。另一方面，過去除內政部建築研究所外，其他各部會中包括環保署、公共工程委員會、內政部營建署、交通部等各單位皆努力從各該管業務範圍內努力，制定各相關法規，以期能打開再生綠建材之市場通路。但是很遺憾的是成效尚屬有限，基本上是「再生綠建材」相對於一般建材處於競爭之劣勢。包括三方面：[25]

1. 品質：一般大眾認為再生產品品質欠佳，外觀不良因此再生產品常被與次級產品劃

上等號。為破除此迷思，努力之道有二：其一是應積極進行研究發展，開發「優質再生綠建材」，善加利用各種再生資源的特性，使再生產品不論在外觀、品質與安全性上皆不遜於原生材料之產品，甚至還可創造更佳之產品；其二是建立「綠建材標章」的嚴謹客觀性，藉由標章審查的把關，確保再生綠建材之性能完全符合國家標準，而環境性也完全無疑慮。

2. 價格：再生綠建材成本偏高的原因有三：(1).原料來源多方面，分攤太多運輸成本以及前處理分類成本，(2).性質複雜，必須增加調配及生產成本，(3)供應不穩定，增加製程之複雜性。克服之道是必須從「量產化」著手，唯有大量生產才得以抵消運輸、分類等成本。而廢棄物處理成本若能部份轉嫁，將可使再生建材業者增加處理廢棄物之收入，進而降低整體成本。
3. 民眾心理：民眾無法接受以相同價格購置「再生」之產品。因此再生建材以工程業者為主要訴求對象，將可降低民眾疑慮。



表 4-4 再生綠建材推廣問題點及解決方案（過去相關資料及報告）

報告	出處	問題點	建議方案
<p>綠色再生建材技術開發與推廣應用 [25]</p>	<p>內政部建築研究所補助研究報告，陳文卿，92 年 12 月</p>	<p>政府採購法：綠色採購</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 增加經費支出：各級機關普遍財政緊縮的情況下，不易要求編列較高之預算以購置較高費用之環保再生產品。 2. 不易認定：建材是工程的一部份，工程發包時皆是以工程範圍為採購發包對象，很少針對建材部份進行採購發包。建材佔整體工程之百分比不易認定，因此採用綠建材之投標廠商無法享有前述百分之十價差優勢。 3. 擔心品質差異性 	<p>強制性原則</p> <p>公共工程及機關營建工程在一定額度以上之總造價經費者，應強制使用再生綠建材。</p> <p>「機關綠色採購推動方案」中應將再生綠建材應納入每年機關優先採購環境保護產品之必要項目(應至少一定比例以上為再生綠建材)，且於次年度追蹤執行成效。</p> <p>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%）。</p> <p>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%）。</p> <p>中央機關所編列或受其補助達二分之一以上之公務預算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%。</p>
		<p>環保標章、綠建材標章</p> <p>民眾對於再生綠建材之品質及安全性疑慮。</p>	<p>無差別性原則</p> <p>獲「再生綠建材標章」之建材，得以直接延用一般建材之相關規範。</p> <p>「再生綠建材標章」評定基準</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以符合既定國家標準為前提 2. 不同等級、類別之建材有不同之國家標準，因而可使用不同例之回收材料。 3. 所使用的回收材料長期無污染環境或危害健康之虞 <p>=>再生綠建材與原生材料產品品質與安全性無差別性，可直接使用</p>
		<p>市場機制目前之困難</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 成本偏高 <ol style="list-style-type: none"> (1) 分攤運輸成本 (2) 雜物太多增加分類前處理之成本 (3) 性質複雜，必須增加製程調配及生產成本 	

	<p>2.市場通路欠缺保障 3.廢棄物來源分散，且供應不穩定 4.品質不易穩定，民眾接受度待突破 5.下游廠商外移無法形成完整供應鏈</p> <p>一、營建業者</p> <p>1. 營建廢棄物缺乏適當去處，委託清除業者卻擔心任意傾倒而觸法。尤其是北部地區地下室開挖之大量含水性高之黏滯性泥土不易找到棄土場</p> <p>2. 砂石等建築原材料價格高漲有心採用再生建材，卻不易找到可靠之產品供應商，且擔心(1)供應量是否穩定，(2)成本太高，(3)品質無保證，(4)客戶心理因素排斥</p> <p>二、再生建材業者</p> <p>1.成本偏高：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分攤運輸成本，使原料(廢棄物)取得之成本與原生材料相近 ● 雜物太多增加分類前處理之成本 ● 性質複雜，必須增加製程調配及生產成本 <p>=> 應計入廢棄物處理費將成本扣除</p> <p>2.市場通路欠缺保障 3.廢棄物來源分散，且供應不穩定 4.品質不易穩定，民眾接受度待突破 5.下游廠商外移無法形成完整供應鏈</p> <p>三、建築及工程之業主</p>	<p>一、從源頭做起，減少建築廢棄物之產生</p> <p>1.推廣營建自動化，達成工地現場減廢，強制規定工地使用現場廢棄物之比例</p> <p>2.鼓勵營建業研究採用可減少廢棄物產生之新施工法</p> <p>3.加強各營建工地及建築物拆除重建之減廢設計，更新及現場減廢之設計</p> <p>4.將工地現場減廢之設計，列為建造執照及雜項執照必須抽查項目，並辦理查核</p> <p>5.制定建築廢棄物產生標準及分級收費表，廢棄物處理費用應依實際產生量對照該標準徵收</p> <p>二、產生之建築廢棄物應儘量就地回收，減少須運離現場之廢棄物數量</p> <p>1.健全建築廢棄物產生量申報制度，達成要求工地現場減廢目的</p> <p>2.鼓勵大型營建工地設置資源回收分選設施，以利現場回收</p> <p>3.各級公務機關或接受公務預算補助達三分之一以上之機關團體，其辦公廳舍等各項舊建築物重建總額達五千萬元以上者，應提報拆除計畫，強制要求建築廢棄物之分類回收。</p> <p>三、已收集之建築廢棄物，應加強其回收再利用，減少最終必須棄置量</p> <p>1.加強再生建材技術研發，輔導合法廠商建立再生建材相關生產技</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>1. 營廢棄物處理增加工程費用</p> <p>2. 使用再生建材增加整體建造成本</p> <p>3. 再生建材來源不穩定 (無可靠供應商)</p> <p>4. 再生建材品質不穩定 (缺乏品質保證)</p> <p>四、政府(營建與環保)機關</p> <p>1. 營建廢棄物任意棄置造成環境嚴重污染</p> <p>2. 耗費巨大稽查之人力物力</p> <p>3. 砂石原材料不足，盜採砂石，掩埋有害廢棄物之案例層出不窮，造成全國約兩百處不明廢棄物污染場址，且該等污染場址皆上覆營建廢棄物以為遮掩，危害生態環境甚巨。</p> <p>4. 營建資源未回收利用，違反「資源回收再利用法」及永續循環社會之精神</p>	<p>術；鼓勵業者投入再生建材之生產利用，納入獎勵投資項目</p> <p>2. 加速建立綠建材標章制度，建立驗認證制度，健全國內營建再生材料市場</p> <p>3. 加速建築技術規則綠建築專章之實施</p> <p>4. 研訂再生建材使用之施工規範，並辦理建築師與土木、營建業者之相關講習訓練。</p> <p>5. 辦理教育宣導，推廣並教育一般大眾對再生建材之認識，提高接受度，並建立公共工程使用再生建材之示範計畫</p> <p>6. 營建工程廢棄物棄置量之時必須使用適當比例之再生材料，若無法使用再生材料則應減少廢棄量</p> <p>7. 研訂綠建築設計績效制度，規定綠建築績效可優惠計點或優先取得投標資格，並增加採用綠建材之權重。</p> <p>8. 各公務機關強制使用再生建材，創造市場誘因：</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 各公有建築物，對於高壓混凝土地磚、植草磚及圍牆磚等部份等各項混凝土產品，強制要求使用再生建材。 ◆ 各公有建築物，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，強制要求使用再生建材產品。 ◆ 各級公務機關所採購之辦公家俱應強制要求內含再生建材 ◆ 各公共工程道路級配料部份以及國家公園之碎石步道等，強制要求使用或參配再生粒料。 ◆ 對於河、川、海岸工程使用消波塊部份，強制要求使用再生粒料。
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>◆ 各公務機關提報年度綠色採購中將使用再生綠建材產品數量及總預估經費</p> <p>四、無法回收再利用或回收再利用不符效益者，應妥善處理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.各縣市政府廣徵廣設營建剩餘土石方及營建廢棄物資源堆置處理場，簡化申請程序縮短審議時間 2.健全建築廢棄物產源申報制度，確保建築廢棄物循合法處理途徑妥善處理 3.研訂建築廢棄物保證金制度，強制要求廢棄物進入合法回收處理場 <p>五、杜絕建築廢棄物非法傾倒</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加強建築廢棄物流向申報管理，嚴格取締非法傾倒，並將建築廢棄物最終流向證明，列為使用執照嚴格查核項目 2. 訂定廢棄物處理廠商之獎勵與處罰辦法，對於偽造處理證明之廠商加重處罰至停業處分，以儆效尤
<p>推動國內可再生營建資源市場機制產業化之研究 [23]</p>	<p>行政院公共工程委員會研究報告，詹穎雯，92年12月</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.國內再生技術已然完備，惟相關再生應用方案則受限於營建工程的特殊屬性，而產生落實應用的困難。 2.營建廢棄物的流向管制落實需加強。 3.綠色標章的產品需考量其附加產品的關聯性，避免環保標章設置效能不佳。 	
<p>廢棄混凝土再生粒料應用於公共工程之探討 [27]</p>	<p>行政院公共工程委員會研究報告，鄭瑞濱，95年12月</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.公告再利用種類繁多，適用性不明 2.再生資源之標準規範不熟悉 3.法令無法強制使用 4.營建剩餘土石方產出及使用之推估精確性有待驗證 5.再生資源處理廠之能力參差不齊，且再生粒料之品質不穩定 	<ol style="list-style-type: none"> 1.依據「營建事業再生資源再生利用管理辦法」儘速公告營建資源再生利用公告項目；儘速通過營建室剩餘土石方處理法。 2.持續辦理廢棄混凝土再生粒料示範工程；儘速頒布再生混凝土施工規範。 3.依工程會廢棄混凝土再利用率績效指標，要求各部會落實執行；建立公共工程營建再生粒料之採購驗收機制。 4.建立具識別與追溯管理之再生粒料供應之制度；建議將現有之申

			報系統加以改版，以符合工程人員使用上需求。 5. 建立營建資源再利用驗證制度，由第三公正單位執行檢驗。
再生綠建材技術開發與推廣應用 [28]	內政部建築研究所補助研究報告，93年12月		再生綠建材的經濟效益分析時，應將再生建材的未來廢棄時的經濟成本列入考量，是否有分離技術困難、成本高等問題產生。 環保標章產品在公共工程委員會公告「機關優先採購環境保護產品辦法」規定可優先採購，綠建材標章未來應可向公共工程委員會登記納入政府綠色採購體系，其產品可被政府認可為第三類環保產品，此法可促進綠建材市場開發。
綠建築產業發展與推動策略研究 [22]	內政部建築研究所協同研究報告，95年12月	<p>1. 法令面：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 法令強制性有限，綠建材僅要求 5% 之下限，不足鼓勵業者投入。 ● 營建工程常屬整體發包不易分割，因此綠建築產業相關產品不易適用政府採購法九十六條綠色採購之優惠。 ● 公共工程對於綠色產品之標準及使用規範待加強。 <p>2. 經濟面：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 綠色產品價格較高，業主缺乏誘因。 ● 供需市場資訊不全，缺乏明確的市場規模，量產化不足，成本偏高。 ● 民眾易主動接受「機能性」產品，對於「環境性」產品則否。因此以綠建材為例，「再生綠建材」遠不及「健康綠建材」已以廣受消費者青睞，市場不易打開。 <p>3. 環境面：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「綠建築評估基準」以建築設計為主，產品/材料本身之環境評估基準尚不足。 ● 產業關聯產品之標章及驗證制度公信力尚待建立。 ● 建築物生命周即知整體環境影響資訊不足，不易作客觀公正之評估。 ● 推廣宣導教育不夠，至一般建築所有者或使用者對綠建築資訊不足。 <p>4. 市場面：</p>	<p>發展策略：</p> <p>市場面：</p> <p>1. 建築業，建材業、裝修業、房仲業四業結盟</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建議以政府主導，建立資訊與技術流通平台，定期舉辦研討會、教育訓練、座談會。 <p>2. 善用優勢，開拓國際市場：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 掌握關鍵的建材設計、材料使用及製程技術，提高產品的功能性及賦予產品深一層的價值與意涵。 ● 政府除推動綠建材標章外，應更積極鼓勵國內廠商開發及建立關鍵技術或設計服務，開發新一代的優質綠建材。提供管道組織業者，成立知識社群，進行討論會或發表會，分享創意成果以及意見交流。並可由政府建立窗口，提供廠商赴國外生產行銷諮詢服務，協助解決問題。 <p>3. 檢驗標準及法規配合</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 材料以國內優先，「生態綠建築」必須符合地方產業生態，「再生綠建材」材料以國內為限。 ● 協助業者建立產業標準，如綠建材標章，可針對國內綠建材效能檢驗項目、規範作明白規定。並可對進口產品規範其性能及使用的安全。 ● 國家標準中，將性能及規格規範外若加入環境性基準，將對市場的推廣有提升作用。 <p>技術面：</p> <p>1. 材料替換技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 回收材料、低污染材料、低生態衝擊材料、輕質化材料等應用技術開發。例如：竹子。 ● 由政府研發單位結合民間材料開發業者，建立窗口，向建材業

		<ul style="list-style-type: none"> ● 設計者普遍缺乏綠建築設計需要的整體技術知識。 ● 符合綠建築使用的建材/設備/系統產品的提供缺乏。 ● 我國建築相關產業對綠建築的認識只於法令認識，只落實到可操作的實務，未至以此為利基建立產業優勢。 	<p>者介紹相關技術及新材料。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 製程改良技術 <ul style="list-style-type: none"> ● 投資改良製程技術，加入自動化技術能量，提高生產量並可降低生產成本。 3. 建材加值化技術（設計、功能） <ul style="list-style-type: none"> ● 一般建材獲利率很低，綠建材由於技術門檻高，相對屬於獲利較高的建材。 ● 加強建材加值化技術開發，如設計、增加附加價值等，惟須注意成本增加過高則不易被市場接受。
<p>建築廢棄物減量推動方案 [29]</p>	<p>來源待查</p>	<p>金屬材質民間已有回收的市場機制，混凝土塊、磚石以及木質材料為應加強推動回收再利用的對象。</p>	<p>措施一： 建築廢棄物產源管制，強制要求進入再生處理場。</p> <p>措施二：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加強再生建材技術研發，輔導合法廠商建立相關生產技術。 2. 獎勵廠商投資設置再生建材之生產工廠。 3. 建立綠色再生建材品質驗證及標章制度。 4. 設立國家級綠色再生建材實驗室，職司技術研發、品質驗證及教育訓練。 5. 政府研定再生建材的施工規範，辦理相關講習課程。 6. 教育宣導，推廣大眾對再生建材的接受度。 <p>措施三：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中央機關的公有建築物部分混凝土及木質產品，公共工程道路級配料部分，河川、海岸工程消波塊要求使用再生建材產品。 <p>措施四：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 部份公務機關應提拆除計畫，強制分類回收建築廢棄物。 2. 研發建築減廢設計，建立獎勵制度。
<p>綠營建政策推動策略及藍圖研究 [30]</p>	<p>行政院公共工程委員會研究報告，黃榮堯，91年12月</p>		<p>綠營建工法，材料與技術認證之建立</p> <p>為促進國內綠營建產業發展，並配合工程主辦單位綠營建工法，材料發包採購時相關法令之規定，國內有必要建立綠營建工法、材料與技術認證制度，一方面鼓勵及保障綠營建技術研發，另一方面可便利工程主辦單位綠營建技術之應用實施。該制度可考慮與工程會目前擬定中之「新工法、新材料」認證制度相結合。</p>

第二節 再生綠建材產業問題剖析

過去幾年針對綠建材推廣這個議題，許多研究都投入相當多的心力，也都展現不錯的成果，不過各個研究計畫考量的面向並不一致，也非十分完整，應該把整個綠建材產業供需面一起剖析，提出妥適的建議方案，建構體質健全的綠建材產業。本計畫首先從再生綠建材之「供給面」、「需求面」與「循環再生」三個面向剖析，如圖 4-3 所示，整個綠建材生命週期從既有結構物拆除後，經由再生利用單位清運前處理後形成再生資源，提供給再生資源利用業者加工，包括分類分選成原料或者是加工製造成再生產品，不論是原料或者是產品，都需要驗證單位檢驗其品質是否達到國家標準，驗證單位可以是內政部建研所性能實驗中心，或者是 TAF 認證之機構，通過品質認證之產品，可以申請相關標章，如再生綠建材標章或環保標章，接著就是規劃設計單位採用這些綠建材進行設計，交給施工單位興建及消費者使用，最後當建材或者結構體使用年限結束後進行拆除，完成整個生命週期。要探討綠建材為何面臨推廣不易的問題，整個供需連結循環各個環節都應該詳細檢討。

圖 4-3 再生綠建材供需連結循環中，建材經拆除單位拆除後，交由再生利用單位處理形成再生資源，這個部分本研究稱為原料端；再生資源藉由再生資源利用業者透過技術，製造出特定品質功能的再生綠建材，這個部分稱之為技術端；再生綠建材產品從工程設計規劃單位採用、施工單位興建、至消費者購買使用，這個部分稱之為市場端，上述原料端、技術端、市場端的再生綠建材產業鏈魚骨圖如圖 4-4 所示，另外，本研究也明列出再生綠建材產業相關的管理制度，如圖 4-5，以下剖析現況時會綜合討論，例如剖析原料端來源即一併討論在管理端的情況，在管理端就不再重複贅述。

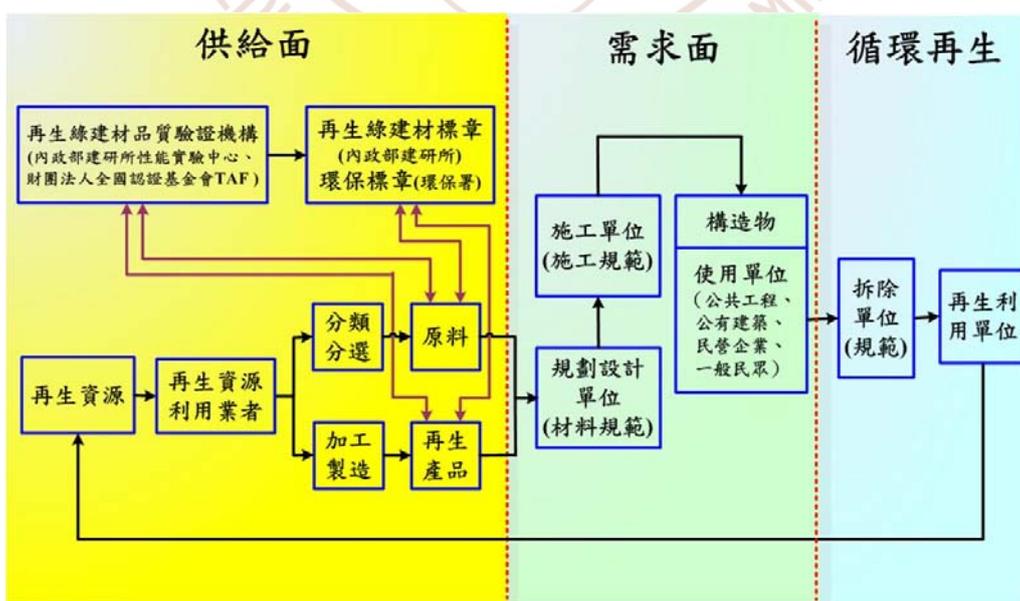


圖 4-3 再生綠建材供需連結圖

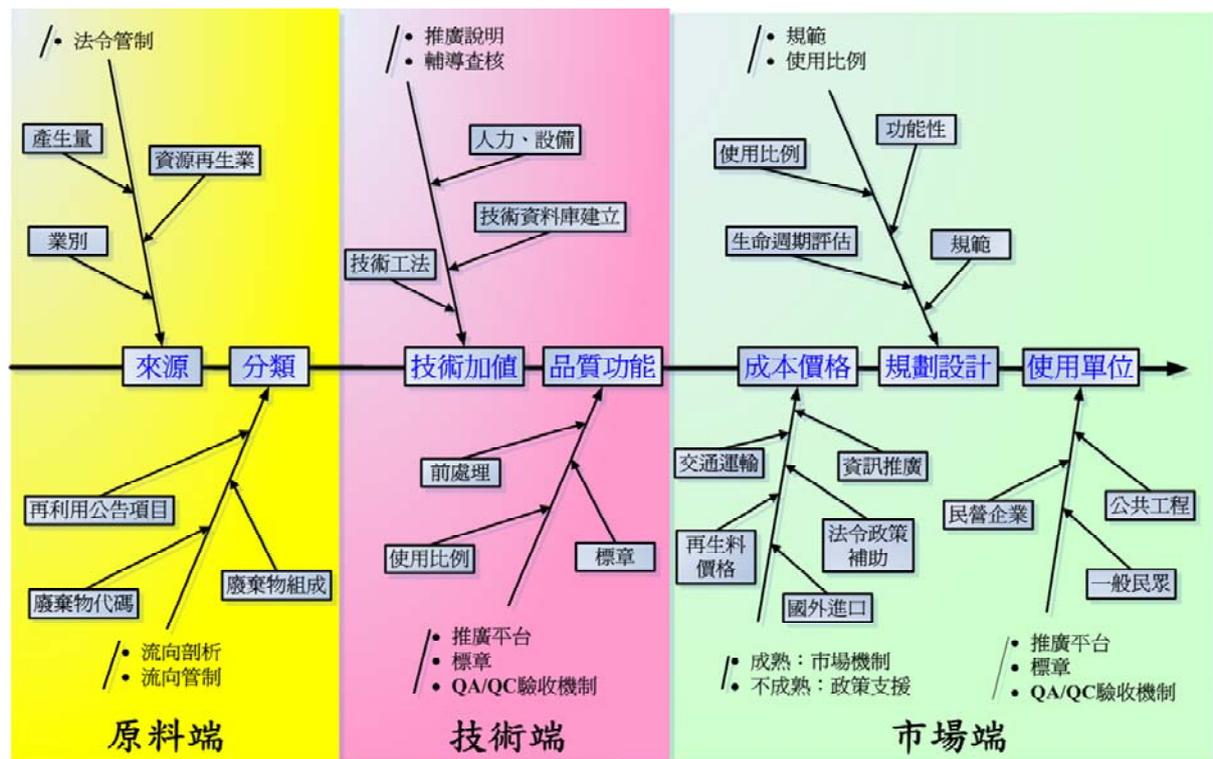


圖 4-4 再生綠建材產業鏈魚骨圖

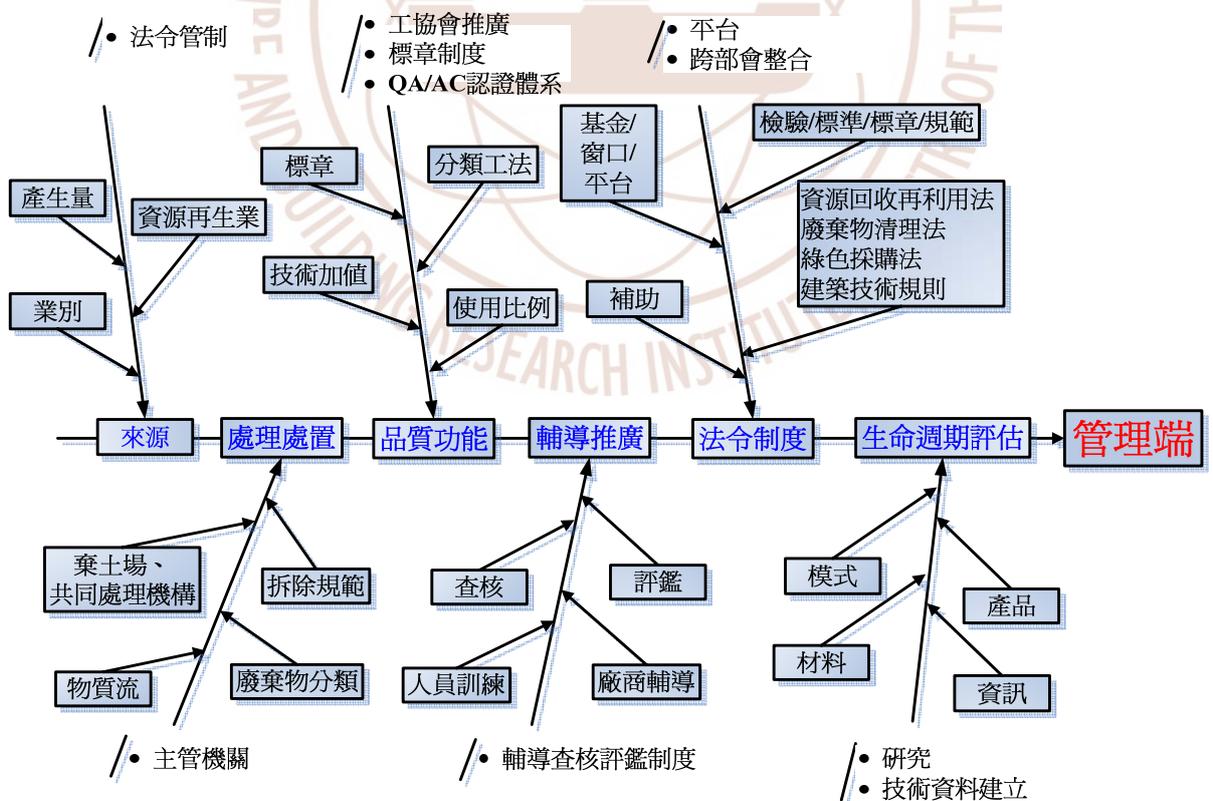


圖 4-5 再生綠建材產業管理端魚骨圖

一、原料端：

以生產者的角度來看，原料品質的優劣會影響產品的功能和品質，再生綠建材產業所用的原料大多是再生材料而非原生材料，本質上再生材料的穩定性和品質都可能比原生材料要差，因此建立一套完善的制度，嚴格控管再生原料(再生資源)的產生，確保這些再生資源真正進入再利用的循環體系，並且能夠落實資源管理，是絕對必要的措施。

來源：政府首先必須能夠掌握每年再生資源的產生量，要達到這個目的，必須建立一套拆除申報管理制度，亦即當使用者要拆除結構物或裝潢物時，必須先向政府主管機關繳交押金，申請許可並填具估計之再生資源產生量，爾後接洽政府核定合格之拆除清運廠商，清運拆除下來的再生資源。

分類：上述再生資源在拆除現場，應該透過標準化的程序先行分類分選，再根據廢棄物的組成查詢代碼，才能運至合法的資源場置放。合格之拆除清運廠商必須確實填具實際拆除之再生資源數量，向地方主管機關申報後，申請人方能拿清運廠商之收執聯向主管機關拿回押金。

以圖 3 管理端的角度來看，目前國內僅建立後端資源場的制度，當民眾要清運再生資源至合法的資源場，只要找到合適的資源場，付費後根據廢棄物代碼即可將產生的再生資源清運至資源場。至於拆除產生之再生資源，是否全數進入合法的資源場則不得而知。因此，實有必要建立一套完整的拆除清運申報制度，讓再生資源產生者，能夠依法讓再生資源回流至循環體系中。另外，中央政府主管機關也有必要建立一資訊平台，透過網際網路即時地提供全國的資源場中，目前放置的再生資源種類和數量，可以提供給有需求的再生資源利用業者尋找料源。另外，在平台上也可以適度地增加一些功能，如交易撮合、預訂再生資源或者管理功能，讓資訊透明化。

二、技術端：

原料端提供合適的原料給再生資源利用業者，業者可以運用適當的技術，開發生產比較有價值的再生產品，生產的產品必須滿足品質和功能上的要求，才能推入市場。

技術增值：再生資源再利用應該朝向運用更好的技術工法，將原本價值很低的再生資源，生產為較高經濟價值的產品，而不是只是直接利用再生資源，例如將廢混凝土塊視為替代性的骨材，添加於非結構性的混凝土中。要達到這個目的，並非只是單方面的鼓勵廠商投入資金及技術，開發更具價值的再生綠建材，政府也必須制訂推動相關制度，協助整個綠建材產業的發展。譬如說，對於比較好的再生資源，理應利用生產較高價值的再生綠建材，而不是以低價值的直接再利用方式，關於這一點，政府應該協助優良的再生資源利用業者，優先取得需要的再生原料，並且可以給予適當的補助，協助降低原料成本，促使這些業者願意投入資金開發更好的產品。相形之下，對於只能直接再利用的再生資源業者，會形成淘汰的壓力，驅使他們也願意投入資金、技術。誠然，要

做到這一點，政府必須能夠充分掌握再生資源的流向，透過法令強制資源場執行上述政策。另外，政府評選優良之再生資源利用業者，也可以適度地補助其引進國外先進技術的費用，協助其降低生產成本，增加競爭力。

品質功能：除了產品市場價格之外，再生綠建材的品質功能，是維持市場競爭力最重要的關鍵。再生綠建材產品品質功能之確保，應該分成兩個部分，一為再生資源利用業者生產之產品，送檢驗單位驗證其品質及功能性，產品確實可以達到某些功能性，就可以申請標章，包括綠建材標章和環保標章；另一為投產後，如何維持再生綠建材產品生產線一定的品質，即所謂 QA/QC 制度，這兩個部分政府都必須有所著力。在綠建材標章部分，主管機關必須逐年修訂標章內容，以因應每年新的綠建材產品不同的檢測項目。在 QA/QC 制度部分，雖然品質保證是廠商的職責，政府仍然應該建立一套機制，讓受輔導或補助的廠商能夠每年進行評鑑，確保其品質達到要求，也考核其是否達到後續受補助或獎勵的標準。

三、市場端：

再生綠建材產品在市場上能否打開通路，本研究將眾多影響因子歸納為三個大項，分別是成本價格、規劃設計、使用單位。

成本價格：市場通路上同類型的產品，價格常決定是否具競爭力，雖然再生綠建材產品對資源再生、環境保護有指標性的意義，不過這不代表設計單位就一定得使用，還是要回歸到市場競爭法則。當一個產業已經相當成熟，政府應尊重市場機制，毋需加以干預，不過當再生綠建材產業尚未成熟，政府應該藉由政策支援來增加再生綠建材的競爭性，換言之，政府可以制訂政策協助業者降低生產成本，一直到整個再生綠建材產業趨於成熟。

規劃設計：工程決定要不要用再生綠建材，通常是規劃設計單位進行檢討提出建議案，亦即是建築師或室內設計師，在規劃設計階段，設計者會依據設計標的、法規、施工規範、產品的功能性、價格和生命週期等，來決定要推薦採用那些產品，基本上，最重要的因素應該是價格以及業主的要求。在商言商，兩種品質和功能相當之產品，價低者得是不二法門。另外，設計單位考慮採用何種建材時，再生綠建材的再生兩字，常常給予一般大眾有種次級品的直覺感受，即便是產品品質很好，也沒有健康疑慮，設計者和消費者也不太願意使用。其實市面上有很多產品都是資源回收再利用的，例如鋁製品，市場上好像也從來沒有聽過廠商強調產品是再生鋁門窗之類的說法。因此，若能夠讓再生綠建材價格和一般的建材有競爭性，並且不過度強調再生兩字，相信透過宣導、推廣、教育，設計者會逐漸瞭解，採用再生綠建材可以同時為我們生活的環境盡一份心力，其納入設計進而配合推廣使用的意願會逐漸增加。

使用單位：目前政策強制公共工程使用 5% 再生綠建材，尚未推廣至民營企業和一般工程，從私領域的角度觀之，政府似乎不合適去強制人民一定要採用再生綠建材，因

此比較好的方式是讓再生綠建材品質、功能、價格可以和一般建材競爭，加上綠色的環境友善指標，相信會有越來越多民眾願意使用。當然，逐步提升公共工程使用再生綠建材使用量，也是值得持續進行的政策。

四、管理端：

再生綠建材產業發展過程中，各部會制訂相關政策對產業發展至關重要，不過如何落實有效管理卻是成功與否的關鍵，從再生資源的產生到最後拆除的整個生命週期(參見圖 3)，各個環節都需要制訂有效的管理制度。

處理處置：在處理處置這個環節，政府相關單位必須思考如何有效地管理共同處理機構(如棄土場)，其中可以著墨的列舉如下：

- (1) 建立一套拆除規範
- (2) 建立一套線上申請流程，讓拆除清理業者能夠根據申請單將再生資源清運至資源場，確保拆除之再生資源沒有被任意排放。
- (3) 建立一套資源場管理系統，未來資源場場內存放多少再生資源，都可由網路查得，再生資源利用業者需要再生料，可以上網取得資訊並聯繫資源場。

推廣輔導：為了健全再生綠建材產業之發展，政府相關單位可以積極輔導優良的廠商，協助其人員訓練及產品認證，也應該建立一套查核評鑑制度，讓體質不佳的廠商能夠瞭解如何進行改善，正派經營的優良廠商可以獲得相對應的補助或獎勵。

法令制度：制訂法令推行制度是政府的工作，健全的法令制度可以讓業者有依循的方向。以下列出政府相關單位可以努力的方向：

- (1) 藉由法令制訂的手段，提高公共工程使用綠建材比例，日前得知營建署已經召開專家會議，討論提高公共工程使用綠建材比例至 30%，此舉可以有效提升綠建材市場規模，實行上應加以落實。
- (2) 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準，以因應未來各廠商生產新的再生綠建材。
- (3) 可考慮制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程。
- (4) 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能。

第三節 再生綠建材產業諮詢會、座談會與發展建議方案

自 90 年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當人力、物力，進行再生材料、綠色建材及再生綠建材等相關研究，惟上述相關產品之實際應用仍相當有限，希冀藉諮詢會及座談會之召開以瞭解再生綠建材推廣現況，並透過產、官、學及研各界剖析再生綠建材推廣之問題及窒礙難行之源由，以提出具體之建議方案作為

政府政策修、增訂，及日後市場開拓之依據，並藉以強化再生資源之循環利用及提升再生綠建材之使用率。

一、再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會

本執行團隊於民國九十七年十月二日（四）上午 9:30~下午 1:30，在台北市天成大飯店 17F 貴賓廳（如圖 4-6）舉辦再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會，邀請內政部建研所環境控制組陳瑞鈴組長、行政院環保署廢棄物管理處謝淑貞技士、台灣綠建材產業發展協會楊捷凱理事長、台灣歐德傢具股份有限公司陳峙辰先生、台灣省營建剩餘土石方資源處理商業同業公會聯合會陳顯章理事長、台北市營建剩餘土石方資源處理商業同業公會張廖年鴻先生、中央大學土木工程系林志棟教授、中央大學營建管理研究所黃榮堯教授、台灣營建研究院工程服務組鄭瑞濱組長、成功大學永續環境科技研究中心張祖恩主任、龔東慶博士及陳宏達博士等專家學者共 12 人進行討論（如圖 4-6），諮詢會中提供再生綠建材推廣建議方案說帖（如附錄一），並由龔東慶博士進行專題報告，最後由專家學者提供意見進行研商並作成會議紀錄（詳見附錄二）。

二、再生綠建材產業推廣座談會

經由再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會之座談會，本執行團隊針對再生綠建材推廣建議方案說帖進行修正，並廣邀產、官、學及研各界先進參與再生綠建材產業推廣座談會討論，本執行團隊於民國九十七年十月二十七日（一）上午 9:00~下午 4:30，在台南市內政部建築研究所性能實驗中心二樓會議室舉辦再生綠建材推廣座談會（如圖 4-7），本座談會參與人數共 55 人，參加對象包括跨部會（如內政部營建署、行政院環境保護署及公共工程委員會）及產學研各界人士，座談會中邀請台灣綠建材產業發展協會楊捷凱理事長及龔東慶博士進行專題演講（如圖 4-7），並由針對再生綠建材產業鏈之原料端、技術端、市場端及原料端改善方案之研討（如圖 4-7），由上、中下游再生綠建材產業鏈提出具體可行之處理建議以作為政府政策修、增訂，及日後市場開拓之依據，另座談會之問卷設計及統計結果如附錄三，回收有效問卷共 17 份，問卷統計係採用權重方式採計，主要依題意所稱各選項之重要性或先後順序由高而低給予不同權重，並將問卷統計及回饋意見結果整理成附錄三中之附圖及附表。



(a) 會場



(b) 建築研究所陳瑞鈴組長致詞



(c) 龔東慶博士專題報告



(d) 綜合討論

圖 4-6 再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會議相關照片



(a) 張祖恩教授致歡迎詞



(b) 環保署廢管處黃拯中簡任技正致詞



(c) 公共工程委員會劉政良簡任技正致詞



(d) 建築研究所陳瑞鈴組長致詞



(e) 楊捷凱理事長專題演講詞



(f) 龔東慶博士專題演講



(g) 再生綠建材產業原料端改善方案研討



(h) 再生綠建材產業技術端改善方案研討



(i) 再生綠建材產業市場端改善方案研討



(j) 再生綠建材產業管理端改善方案研討

圖 4-7 再生綠建材推廣座談會相關照片

三、再生綠建材產業推廣建議方案

根據研究團隊擬定之再生綠建材推廣建議方案說帖(如附錄一),本計畫於 10 月份分別召開諮詢會議以及跨部會座談會,邀請許多產官學界專家與會討論說帖內容,會中許多專家學者提供非常寶貴的建議,本研究團隊也將之採納於再生綠建材推廣建議方案之中,最後彙整諮詢會議以及跨部會座談會與會專家的建議,決定一個再生綠建材產業發展建議方案,如表 4-5 所示,表中明確地提出再生綠建材推廣建議方案實施時程,分為短期(1 年內)、中期(1~3 年)、長期(3~5 年),可以提供給政府相關單位作為推動綠建材產業發展施政上的參考。

表 4-5 再生綠建材產業推廣建議方案實施時程

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
原料端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃資源場資訊交流平台 2. 規劃拆除現場標準化分類分選程序 3. 規劃拆除申報管理制度 4. 訂定完成 SOP 拆除規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立資源場資訊交流平台 2. 建立拆除現場標準化分類分選程序 3. 建立土資場及資再場分級評選制度 4. 將 SOP 拆除規範納入建築技術規則 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立拆除申報管理制度 2. 根據土資場及資再場分級評選制度，建立不同等級業者業務範圍 3. 將家戶裝潢納入拆除規範對象
技術端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考環保署既有的考核制度，建立再生資源利用業者查核評鑑制度 2. 規劃獎勵制度，補助優良再生資源利用業者投資引進新技術，提升再生綠建材的功能與市場價值 3. 更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行評鑑制度建立優良再生資源利用業者名單 2. 建立獎勵制度補助優良再生資源利用業者投資引進新技術 3. 建立優先取得再生資源制度，透過資訊交流平台，協助優良再生資源利用業者，優先取得所需的再生原料 4. 持續更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行再生資源利用業者之評鑑獎勵制度 2. 檢討獎勵制度成效 3. 持續更新綠建材標章項目
市場端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議拿掉「再生」兩個字，直接視為具功能性之綠建材，只在規格上標示含某一比例再生料，建立社會大眾對再生綠建材的信心與使用意願 2. 大力宣導綠建材的優點，鼓勵民眾使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制訂鼓勵民營業者使用再生綠建材辦法 2. 針對一般民眾和規劃設計人員加強宣導、推廣、教育使用再生綠建材對環境的好處 3. 鼓勵民間工程採用再生綠建材，制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 向社會大眾公開執行再生資源利用業者評鑑獎勵制度之結果
管理端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升室內裝修材料綠建材使用比例至 30% 2. 研提「綠建材推廣輔導計畫」 3. 研訂推廣綠建材功能規範 4. 建立類似德國 DIN-4226 綠建材檢驗基準規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整合部會資源推動綠建材推廣輔導計畫，培育人才建立示範體系 2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準 3. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢討研訂第二期推廣輔導計畫

第五章 再生綠建材標章推廣與應用

第一節 再生綠建材標章評估基準之修定

一、緣起

綠建材標章四大類別中，再生綠建材是最具環境指標意義的項目。但是再生綠建材在市場推動上卻有先天的瓶頸，其主要原因是，民眾或建商往往誤以為所謂「再生」材料，品質或許較差，性能較缺乏保障。因此再生綠建材標章之評定基準中要求以滿足國家標準為前提以確保品質性能及建材使用之安全性。此乃鑑於綠建材之使用雖然是以健康環保為重點，但建材基本性能仍為公共工程品質把關的基本要項，因此綠建材符合國家標準為基本要求。我國現有的國家標準都是以成熟產品為主，而許多新穎且性能優良的再生綠建材，卻因無適當的國家標準所依循而無法納入綠建材標章的評定對象，故必須在建材標章評定基準中進行強化。基於鼓勵目的，對於各種使用再生材料之優良建材，亦可廣為納入再生綠建材之評定對象。本計畫中，蒐集包括澳洲、加拿大、日本、德國、韓國、北歐、泰國等國家中，以回收再利用為評定項目之各種建材類環保標章產品，評估其適用之相關品質標準。參考各國制定之原則，作為修定國內再生綠建材標章相關評估基準之參考。

本研究係探討再生綠建材評估基準中，對於國家標準(CNS)、國際標準及相關規範之適用原則。而所完成的評定基準，更可據以提送國家標準之增修訂審議，以擴大再生綠建材標章之應用範圍。

二、各國再生綠建材規格標準比較分析

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: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。

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。

比照國內之綠建材標章評定基準，有關 4.環境準則已那入為「通則」部份。而 5.品質準則係各別建材所必須符合之品質與性能基準。而 6.測試方法及 7.驗證程序，則在「綠建材標章使用作業要點」中已明確規定。因此，我國現行綠建材標章評定方式及評定基準與世界各國差異不大。但我國分為生態、健康、再生與高性能四大類，各別評定則為較獨特者。

在再生綠建材方面，大致來說若由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。

我國現行第一類環保標章產品中，對於建材類有三項規格標準，分別為資源回收再利用建材、木製傢俱與回收玻璃容器再生品，很明顯的是如上述第二種，以特定回收廢棄物原料為分類基礎。如表 5-1，5-2 與 5-3 所示。

表 5-1 我國環保標章「資源回收再利用建材」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」。

表 5-2 我國環保標章「木製傢俱」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 5-3 我國環保標章「回收玻璃容器再生品」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」。

表 5-4 列舉各國環保標章再生綠建材規格標準。比較表 5-4 與表 5-5 之相關規定，可發現我國之再生綠建材評估基準與各國之規定大抵相同。除關於「環境準則」另訂於「通則」部份外，對於「品質基準」、「測試方法」則完全參照中華民國國家標準 CNS 之規定。其目的在確認再生綠建材雖然是使用一定比例之回收材料，但品質、性能與使用原生材料者完全無差異。因此工程施工單位或採購單位皆可放心使用，而達到拓

展市場應用目的。

表 5-4 各國環保標章之再生綠建材規格標準比較

國家	產品	回收材料	限制/禁用物質(是/否)	測試方法	品質基準	其餘環境特性
澳大利亞	石膏板	5%	詳細規定		要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	規定製程之污染排放量
加拿大	石膏板	10-50%不等			要求與傳統產品與同等功能	
	隔熱材料	35-75%不等			要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	
日本	回收材料建材	至少 50%	詳細規定		要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	規定製程之污染排放量
	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	要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	
韓國	建築材料	40-60%	詳細規定	詳細規定	要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	
荷蘭	混凝土地磚	25%				
北歐	建築面板	50%	詳細規定	詳細規定	要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	規定製程之污染排放量
泰國	絕緣材料	80%			要求與傳統產品具同等功能符合環保與工安衛規定	
中國大陸	磷石膏建材	70%	詳細規定	詳細規定	符合環保與工安衛規定	規定製程之污染排放量
中華民國	包括混凝土類、石膏類、矽酸鈣類及石材類	70%		TCLP	符合環保與工安衛規定	

本計畫協同主持人陳文卿博士 92 年執行內政部建築研究所「再生綠建材開推與推廣應用補助計畫」之成果，曾蒐集各國第一類環保標章再生建材規格標準內容，並參考國內再生綠建材開發狀況提出再生綠建材標章評定基準之建議。近年來，各國有關再生綠建材標章之評定基準已作許多修正，因此特將最新之內容收錄並整理分析，列於本章第五節以供參考。

三、再生綠建材評定基準實施之檢討

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「混凝土地磚」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。

而我國現行之再生綠建材標章評估基準則採第一種，以「產品」為主要對象。目前已公告包括粒片板、水泥纖維板、高壓混凝土地磚...等十類再生綠建材產品供業者申請（如表 5-5）。而對於未在公告項目內之產品，可依據「綠建材標章使用作業要點」所訂的自薦提案辦法，提出建議。經綠建材標章評估委員會討論通過後，將制定新增再生綠建材項目，並可供業者據以申請。

自薦提案新增項目有幾項要求：

- 建材產品類別。
- 產品性能所參照之國家標準。
- 再生材料種類及所使用比例。

其中關於「性能標準」之規定，是依據綠建材標章評估基準「通則」之要求：

● 綠建材之產品功能應符合既定之國家標準者；若尚無國家標準者，應另提出其所符合之國際標準；若亦無國際標準者，則應敘明其所符合之規格標準或規範，以供查驗。

- 綠建材之品質及安全性應符合相關法規規定。

表 5-5 現行公告接受申請之再生綠建材標章評估基準

建材項目	再生材料	再生材料 使用比率 (重量百分比)	試驗項目	特殊性 能要求	產品標準及 備註	試驗標準
1. 粒片板 Particle Boards	廢棄木材或 製程廢木料 等	90%以上	密度、含水率、 抗彎強度、濕潤 抗彎強度、吸水 厚度膨脹率、內 聚強度、木螺釘 保持力、甲醛釋 出量、表面抗拉 強度、耐衝擊 性、耐酸性、耐 鹼性、隔熱性、 耐燃性等，詳如 CNS 產品標準 規定。	膠合劑含 量應低於 15%	CNS2215 應說明使用膠 合劑種類	CNS9961、 CNS9960、 CNS6532
2. 中密度纖 維板 Medium density Fiberboard	廢棄木材或 製程廢木料 等	90%以上	密度、含水率、 抗彎強度、濕潤 抗彎強度、吸水 厚度膨脹率、內 聚強度、木螺釘 保持力、甲醛釋 出量、抗彎彈性 係數、耐燃性 等，詳如 CNS 產品標準規定。	膠合劑含 量應低於 15%	CNS9909 應說明使用膠 合劑種類	CNS6532
3. 木製傢具 及課桌椅 Wooden Furniture	再生粒片板 或中密度纖 維板	估木料部分 60% 以上	材料為再生粒 片板或中密度 纖維板各應符 合其標準規定 外，另應測試穩 定性、機能性、 強度、耐衝擊	產品及零 組件不得 含有 PVC 成份	CNS14430、 CNS2837、 CNS2840、 應說明使用之 塗料	CNS2215、 CNS2716、 CNS9907、 CNS9909

建材項目	再生材料	再生材料 使用比率 (重量百分比)	試驗項目	特殊性 能要求	產品標準及 備註	試驗標準
			性、表面處理等，詳如 CNS 產品標準規定。			
4.纖維水泥板及纖維強化水泥板(矽酸鈣板) Fiber Cement Boards	廢棄混凝土材料、無害性之石質廢料等	除水泥外之再生材料比率佔 50% 以上	容積密度、抗彎強度、耐衝擊性、吸水長度變化率、透水性、耐燃性等，詳如 CNS 產品標準規定。	水泥使用量不得高於 50%	CNS3802、 CNS13777、 CNS14890、 應說明使用之有機纖維材料種類	CNS6532、 CNS9961、 CNS3904、 CNS7333
5.高壓混凝土磚 Compressed Concrete Paving Units	廢棄混凝土材料、無害性之石質廢料等	除水泥外之比率如下： A 級：20%以上 B 級：30%以上 C 級：50%以上	抗壓強度、吸水率、耐磨性、抗彎強度等，詳如 CNS 產品標準規定。	不得以燒結方式製造； 水泥使用量不得高於 30%	CNS13295 抗壓強度 A 級：650kgf/cm ² 以上 B 級：500kgf/cm ² 以上 C 級：450kgf/cm ² 以上	CNS9211、 CNS13297
6.混凝土空心磚(植草磚、圍牆磚等) Hollow Concrete Blocks	廢棄混凝土材料、無害性之石質廢料等	除水泥外之再生材料比率如下： A 種磚：50%以上 B 種磚：30%以上 C 種磚：20%以上	氣乾容積比重、全斷面抗壓強度、吸水量等，詳如 CNS 產品標準規定。	不得以燒結方式製造； 水泥使用量不得高於 15%	CNS 8905 全斷面抗壓強度 A 種磚：40kgf/cm ² 以上； B 種磚：60kgf/cm ² 以上； C 種磚：80kgf/cm ² 以上。	

建材項目	再生材料	再生材料 使用比率 (重量百分比)	試驗項目	特殊性 能要求	產品標準及 備註	試驗標準
7.碎石級配 料 Aggregates	廢棄混凝土 材料、無害 性之石質廢 棄物、廢玻 璃等	· 細粒料應佔 80%以上。 · 粗粒料應佔 50%以上。 · 粗粒料為停留 於 8 號 篩—2.36mm 以 上者。 · 細粒料為通過 8 號篩而停留於 200 號篩者。	級配經篩分析 符合粗、細粒料 之規定。健康、 有機物含量及 水溶性氯離子 含量等，詳如 CNS 產品標準 規定。		CNS1240、 CNS6298	CNS485、 CNS486、 CNS490、 CNS491、 CNS1164、 CNS1167、 CNS13407 、CNS3408
8.陶瓷面磚 Ceramic Tile	廢棄混凝土 材料、無害 性無機材料 等	20%以上	吸水率、蒸壓、 抗折、磨耗、耐 酸鹼、耐刮硬 度、磚面耐污染 性、磚面光澤度 等，詳如 CNS 產品標準規定。		CNS9737、 CNS9738、 CNS9740、 CNS9741、 CNS9742、 CNS9743、 CNS9744、 CNS14909、 CNS3298	CNS3299、 CNS14910 、 CNS14911
9.石膏板 Gypsum Boards	使用後回收 之石膏、工 廠製程中無 害性之石膏 副產品等	所使用之回收材 料應佔產品中石 膏重量之比例 50%以上	含水率、彎曲 性、 耐剝離性、吸水 性、耐變退色 性、耐衝擊性、 耐燃性、隔熱性 等，詳如 CNS 產品標準規定。	吸水性、 耐燃性、 熱阻等依 產品之種 類用途而 定	CNS4458	CNS11229 、CNS9961

建材項目	再生材料	再生材料 使用比率 (重量百分比)	試驗項目	特殊性 能要求	產品標準及 備註	試驗標準
10. 普通磚 Bricks for Building	營建剩餘土 石方、污 泥、淤泥、 無害性之石 質廢棄物、 廢玻璃等	回收料乾重比例 90% (1 種磚、2 種磚、3 種磚皆 同)	吸水率、抗壓強 度 (應註明 1 種 磚、2 種磚、3 種磚等), 詳如 CNS 產品標準 規定。	長、寬、 厚符合規 定	CNS382, 一等 磚吸水率 15% 以下, 抗壓強度 150kgf/cm ² 以 上; 二等磚吸水率 19%, 抗壓強度 100kgf/cm ² 以上	CNS382

依據綠建材標章受理申請以來之實務經驗，發現在再生綠建材評定方面遭遇以下問題：

1. 許多使用回收材料生產之再生建材，用途有別於傳統建材，既有之國家標準無法適用。
2. 技術日新月異，新開發之再生綠建材缺乏可完全對應之國家標準，無法據以認定。
3. 再生材料可廣泛使用於戶外或屋頂、外牆等大面積之空間。實務考量上採現場施工較合適，亦可納入作為再生綠建材之評定對象。

為積極鼓勵產業界從事新再生建材技術之研發，應提供適當之管道，供各類創新再生材料申請，若確認使用一定比例之回收材料，且產品於特定用途時得以比照同樣用途材料之性能者，應亦可同意取得再生綠建材標章。

基於以上的實務考量，建議再生綠建材標章評定基準朝以下的目標修正：

1. 不僅以建材持品為對象，而包括使用特定回收材料為對象。
2. 比照環保標章「資源回收再利用建材」之規格標準，對於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，得依其使用之目的用途，若能符合既有產品之規格標準者，同意核發再生綠建材標章。適用範圍，包括混凝土類、石膏類、矽酸鈣類及石材類產品等。
3. 對於使用再生材料所生產製造之新型產品，具有可回收、低污染、省能源等環保特性，但目前尚無國家標準可據以認定其品質規格者，可參考環保標章第二類產品之審查作業方式(如圖 5-1)辦理。環保標章第二類產品係指環保署尚未針對該產品審議通過規格標準者，得由技術審議委員會制定審查規範，並據以作技術審查。故再生綠建材亦可由分類委員會針對產品使用用途參酌相關之國家

標準或國際標準，確認應具有之規格標準及再生材料使用比例後，再據以審查該產品是否符合。對於依此通過審查之再生綠建材，應於核可標章之證書上敘明所符合之品質規格標準。據此，各類新技術新產品當有機會受理審查為再生綠建材。

4. 增訂再生綠建材現場施工評定辦法。可檢視施工材料中再生材料之使用比例，並於現場取樣測試，確認其符合再生綠建材之評定基準。

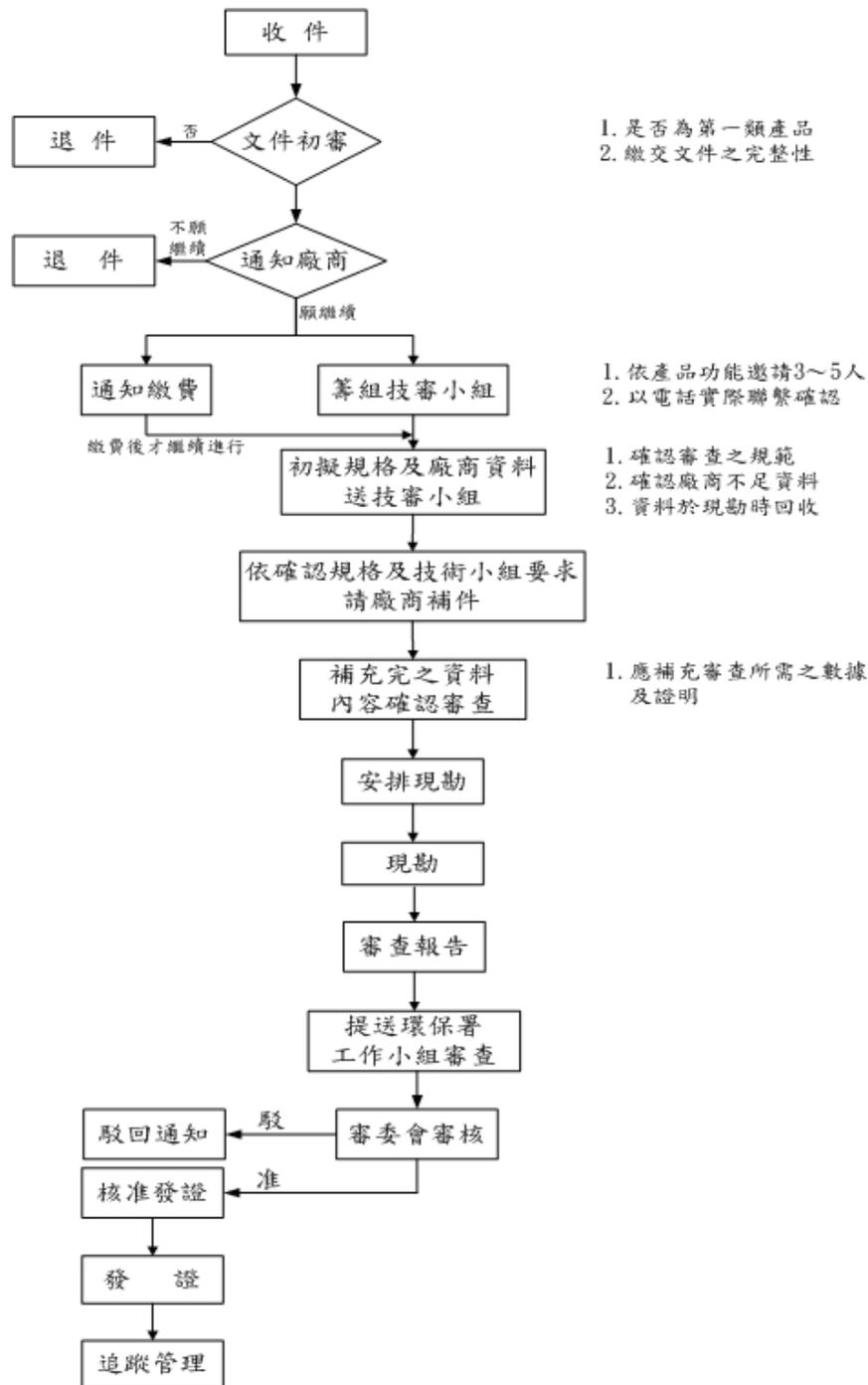


圖 5-1 環保標章第二類產品之審查作業流程

實施案例說明：

某公司以回收各類玻璃經破碎後送至熔爐鍛燒，溫度達約 800°C 以上超過玻璃軟化點後去除玻璃銳角，於熔融狀態下導出經篩分得各不同粒徑之玻璃粒。該等玻璃粒與水泥混拌後可直接於牆面施工其用途與陶瓷面磚相同，經依陶瓷面磚之國家標準測試各項品質規格後，若可符合當可視為「再生玻璃壁磚綠建材」。此外，亦可作為取代磨石子地磚之粒料，並產製「再生建築用磨石子地磚」。

對於「再生玻璃壁磚綠建材」可依圖 5-1 之程序，如與已公告項目具相同之用途者可依 1. 進行評定；若無與已公告項目具相同之用途者，則可依 2. 進行評定，由分類委員會參酌相關之國家標準，制定其評定基準並據以審查。

一、與陶瓷面磚相同用途之再生玻璃壁磚綠建材評定基準

依表 5-5 現行公告接受申請之再生綠建材標章評估基表中，訂有再生陶瓷面磚之評估基準，其再生材料包括廢棄混凝土材料、無害性無機材料等，其回收材料比例必須高於 20%。依據 CNS9737「陶瓷面磚總則」，陶瓷面磚概分為陶瓷壁磚、地磚、馬賽克等。其用途及使用規定方面為：陶質壁磚、陶質壁磚為內裝用；石質壁磚、陶質地磚、石質壁磚、瓷質壁磚、石質地磚、瓷質第磚、石質馬賽克、瓷質馬賽克、擠出面磚、窯燒花崗石面磚、瓷質拋光磚等為內裝、外裝用。陶瓷面磚在產品品質之試驗項目方面則必須依 CNS 3299「陶瓷面磚檢驗法」測試吸水率、蒸壓、抗折、磨耗、耐酸鹼、耐刮硬度、磚面耐污染性、磚面光澤度等。

因此，以回收玻璃粒料所生產之「玻璃面磚」，若用途可符合「陶瓷面磚總則」項下某類成品之國家標準者，性能規格可依該類評估基準認定。但再生材料比例應以不低於環保標章「資源回收再利用建材」中，回收材料摻配比率大於 70%。

二、替代砂石粒料之再生建築用玻璃粒料綠建材評定基準

由於砂石短缺，以各種回收材料替代砂石是未來難以避免的趨勢。但是砂石在各種不同用途上各有不同要求之品質標準。以本案例而言，使用玻璃替代砂石將限於如磨石子等特定用途，且由於與水泥之結合力問題，無法用於取代混凝土級配料。因此，將可由再生綠建材分類委員會考慮該玻璃粒料用途所要求事項及國家標準，如吸水率、耐酸鹼強度、磨耗試驗等，制定其評定基準，而回收材料使用比例亦規定必須大於 70%。

現行國家標準中對於粒料有 CNS1240 混凝土粒料，CNS2466 圬工灌漿用粒料，CNS3410 圬工砂漿用粒料，CNS3691 結構混凝土用之輕質粒料等。參考以上各種粒料

之國家標準，包括級配規定、有害物質含量與健康度之規定。而在級配方面除篩分之粗、細粒料要求外，對於灌漿料之抗壓強度皆各有要求。但以回收玻璃所作之玻璃粒料其用途係作為裝飾用，或取代磨石子用途，其重點應為有害物質、磨耗等，對於級配及灌漿之抗壓強度要求自無必要。據此，可依替代砂石粒料之建築用玻璃粒料綠建材進行審查，而回收材料摻配比率應大於 80%(同再生碎石級配料細粒料之要求)，但應註明不得作為混凝土灌漿用途。

第二節 再生綠建材標章評定內容之擴充

依據前節所述，因技術日新月異，再生材料之使用也越來越受重視，已公告之再生綠建材標章評定項目未能滿足業界需求，故將視需要增訂。依綠建材標章自薦提案辦法，除可由民間業者提出申請外，亦可由綠建材標章委員依需要提出作增修訂。本計畫於 96 年度曾提出兩項評定基準之擴充，並辦理業界說明會聽取業界之意見，據此提出修正後之內容以制定新增評定基準。此外並再提出「再生玻璃粒料」之評訂基準，並納入擴充增訂項目。所提 3 項新增評訂基準，業經 97 年 9 月 12 日再生綠建材標章分類委員會討論，並依決議修訂。

一、再生透水性混凝土磚評定基準研擬

再生透水性混凝土磚評定基準於 96 年度已初步研擬完成，並於 96 年 11 月 21 日於台灣建築中心召開廠商說明會，會中與會業者提出以下建議事項包括：擴大再生材料回收來源、回收材料比例依建材特性訂定、抗壓強度基準太高。此外亦建議將現場施工產品納入考量，因此依作適當之修正。

再生透水性混凝土磚綠建材評估目的

透水性混凝土磚為對地表逕流提供透水性功能，以符合綠建材基地保水之要求。綠建材標章已公告「高性能透水綠建材」之評估項目，並針對透水性與保水性、材料耐久性、安全性等制定評估基準。在材料來源方面，係以水泥、粒料及無機物為主，包括天然粒料或回收再生粒料、人工材料等皆可。考量資源永續利用之目的，當鼓勵業者儘量使用回收材料，以減少天然資源之開發。因此制定再生透水性混凝土磚綠建材之評估基準。

何謂再生透水性混凝土磚綠建材

所謂「再生透水性混凝土磚綠建材」(permeable concrete paving blocks)是指利用一定比例以上之資源回收材料所製得之混凝土磚，並具有透水性功能者。可鋪用

於人行道及自行車道地面所使用具有透水性質之混凝土磚。依據以上之說明，再生透水性混凝土磚綠建材具有以下之性質：

1. 製造方法及主要原料組成與混凝土磚相同，為混凝土磚之一種。
2. 具有透水性能。
3. 使用一定比例以上之回收材料。

目前國家標準 CNS 14995 已明確訂出對於透水性混凝土磚之抗壓強度、抗彎強度及透水係數等之品質標準。

- 抗壓強度：依照 CNS 13295 之高壓混凝土磚測試，抗壓強度不得低於 280 kgf/cm²，且不得有任一試樣低於 250 kgf/cm²。
- 抗彎強度：透水地磚若長度或寬度超過 280mm 時，依照 CNS13295 之高壓混凝土磚抗彎強度測試，抗彎破壞載重須大於 120 kgf。
- 透水係數：依據 CNS 14995 測試，20°C 之透水係數平均值不得低於 1×10^{-2} cm/sec。

此外，目前已施行之「高性能透水綠建材」之評估範圍目前包括透水鋪面、滲透側溝、陰井及排水管等。其中單元透水磚透水鋪面係以塊狀材料所構成，磚本身具透水孔隙，以非連續方式鋪設，而能有效維持滲透性至土壤層者。其中，對於透水磚、單元性透水混凝土等單元透水磚透水鋪面，在抗壓強度與抗彎強度之要求為：

- 抗壓強度：依抗壓能力分級，A 級為 280 kgf/cm² 以上(適用於重型車道用)；B 級為 245 kgf/cm² 以上(適用於中小型車道用)；C 級為 175 kgf/cm² 以上(適用於自行車及人行道)。並依 CNS 1232 規範進行試驗。
- 抗彎強度：依抗彎能力分級，A 級為 70 kgf/cm² 以上(適用於重型車道用)；B 級為 60 kgf/cm² 以上(適用於中小型車道用)；C 級為 45 kgf/cm² 以上(適用於自行車及人行道)，並依 CNS 1233 規範進行試驗。

再生透水性混凝土磚綠建材受理範圍

再生透水性混凝土磚綠建材係針對單元混凝土透水地磚進行評估，並要求使用再生材料比例。所使用的回收材料除參照 CNS 14995 所列舉之各種回收料外，凡廠外回收之各種無害性無機材料皆可納入，包括廢棄混凝土磚石材料以及如廢陶瓷、廢玻璃、廢磚石等各種無害性無機廢料。

再生透水磚綠建材評估要項與基準

(一) 評估要項

評估要項包括再生料來源、再生材料使用比例，以及 CNS14995 所要求之各項品質要求，如外觀、抗壓強度、抗彎強度、透水係數等。符合者即可取得「再生透水性

「凝土地磚」綠建材標章。

(二) 評估基準及試驗標準：

1. 性能規範及試驗標準：CNS 14995。
2. 再生材料及使用比例：再生材料可為廢棄凝土地磚石土材料以及如廢陶瓷、廢玻璃、廢磚石等各種無害性無機廢料；使用之比率依應為除水泥外應佔 50%以上。
CNS13295 高壓凝土地磚在抗壓強度分三級，A 級為 650 kgf/cm²，B 級為 500 kgf/cm²，C 級為 450 kgf/cm² 以上。但 CNS 14995 透水性凝土地磚之抗壓強度要求為 280 kgf/cm² 以上。而「高性能透水綠建材」評定基準中，另分三類：A 級為 280 kgf/cm² 以上(適用於重型車道用)；B 級為 245 kgf/cm²，以上(適用於中小型車道用)；C 級為 175 kgf/cm²，以上(適用於自行車及人行道)。對照 CNS13295 高壓凝土地磚 C 級之抗壓強度應為 450 kgf/cm² 以上。亦即透水性凝土地磚之抗壓強度比 C 級高壓凝土地磚低，故再生材料使用比例一律比照 C 級再生高壓凝土地磚中所要求之 50%以上。
3. 必要試驗項目：外觀、抗壓強度、抗彎強度、透水係數。
4. 特殊性能要求：不得以燒結方式製造，水泥用量不得高於 30%。

因此依據以上要求事項，制定再生透水性凝土地磚綠建材之評估基準如表 5-6。

表 5-6 再生透水性凝土地磚綠建材評定基準

建材項目	再生材料	再生材料 使用比率 (重量百分比)	試驗項目	特殊性能 要求	產品標準及 備註	試驗標準
透水性凝土地磚 Permeable concrete paving blocks	廢棄凝土地磚石材料、無害性之無機廢料如廢陶瓷、廢玻璃、石質下腳料等。	除水泥外之比例佔 50%以上	抗壓強度、抗彎強度、透水係數	不得以燒結方式製造，水泥用量不得高於 30%。	CNS 14995	CNS 14995
<p>註：抗壓強度 A 級為 280 kgf/cm² 以上(適用於重型車道用)；B 級為 245 kgf/cm²，以上(適用於中小型車道用)；C 級為 175 kgf/cm²，以上(適用於自行車及人行道)。</p> <p>抗彎強度，並依 CNS 1232 規範進行試驗。</p> <p>抗彎能力分級，A 級為 70 kgf/cm² 以上(適用於重型車道用)；B 級為 60 kgf/cm² 以上(適用於中小型車道用)；C 級為 45 kgf/cm² 以上(適用於自行車及人行道)，並依 CNS 1233 規範進行試驗。</p>						

現場施工之產品，依 CNS 1231 工地凝土地磚試體之製作與養護方法，於施工工地取樣並養護後，依 CNS 14995 規定之測試方法進行測試。

註：本案經 97 年 9 月 12 日提列再生綠建材標章分類委員會討論，決議對於原列 CNS14995、CNS13295、CNS1232 與 CNS1233 等試驗標準。但因 CNS14995 已涵蓋

CNS13295、CNS1232 與 CNS1233 標準，故應予去除。而有關現場施工之產品基準，俟高性能透水綠建材對於現場整體澆置透水鋪面之基準擬定後一併討論。

二、再生屋頂隔熱磚綠建材評定基準增訂

高油價再加上全球溫暖化的衝擊，「節能減碳」已成為舉世方興未艾的議題。而建築節能更已納為綠建築重要的評估項目。內政部營建署在建築技術規則「綠建築專章」中亦明訂（第 311、312 條）學校類建築物及大型空間類建築物之屋頂平均熱傳透率應低於 $1.2\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ；第 313 條規定其他類建築物之屋頂平均熱傳透率應低於 $1.5\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 。在建築技術規則綠建築專章建築節能設計技術規範中，亦列出各種常用屋頂熱傳透率（ U_i ）表，以及各種建材熱傳導係數（ k ），如表 5-7。

增訂屋頂隔熱磚為再生綠建材之評定項目，除必須考慮再生料之來源、比例外，最重要的是應列出依據相關之國家標準訂出所必須檢測之性能項目及標準。但目前並無屋頂隔熱磚之 CNS 國家標準，無法直接引用於再生屋頂隔熱磚之性能要求與產品標準。考量鋪設於屋頂之地磚僅供人行走並不須承載重物，因此在抗壓強度方面比照透水性混凝土磚要求 $280\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上（參照 CNS13295 高壓混凝土磚測定）要求。而隔熱性能與厚度有關，參照表 5-7 之熱傳導係數，暫定屋頂隔熱磚之熱傳導係數為 $0.3\text{W}/\text{mK}$ 以下。

屋頂隔熱磚有兩種型式：

1. 雙層複合式隔熱磚：以混凝土或橡膠為鋪面，另於底層利用保麗龍、PS 板或矽酸鈣板，而以保麗龍板最普遍且價格最低廉。混凝土、橡膠之鋪面之功用為承載負重，主要靠底部之保麗龍板發揮隔熱功能，此為目前使用最普遍者。但由於保麗龍板易破損且不易回收，故非理想之綠建材。
2. 單層隔熱磚：混凝土鋪面或地磚皆為熱傳導極高之材質，故以木質粒料或其他各種熱傳導係數較低之材質與混凝土拌合，可降低熱傳導係數，並發揮隔熱效果。若使用一定比例以上之回收木質材料，且品質性能可達到屋頂隔熱磚之要求，將可接受為再生屋頂隔熱磚綠建材。

再生屋頂隔熱磚評定基準於 96 年度已初步研擬完成，所針對之對象為單層隔熱磚。並於 96 年 11 月 21 日於台灣建築中心召開廠商說明會，當時所提出之基準為：

1. 回收材料包括木材、橡膠、不含氯塑膠等，及各種無害性製程廢料等。
2. 品質方面：含水率應小於 16%，抗壓強度應在 $200\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上，熱傳導係數應低於 $0.4\text{W}/\text{mK}$ 。所依據之標準為 CNS 10483, CNS 7333, CNS 13295。

會中與會業者提出以下建議事項包括：擴大再生材料回收來源、抗壓強度評估基準建議再下降，及熱傳導係數可再降低等。

回收材料比例依建材特性訂定、抗壓強度基準太高。此外亦建議將現場施工產品納入考量。

茲深入分析現行國家標準，研擬得以參照之部份，並參考業者所提之建議，另修訂再生屋頂隔熱磚評定基準。

對於以利用回收木質粒料與水泥拌合之木質水泥板綠建材，其性質類似 CNS 10483 木片水泥板。在 CNS 10483 中分為硬質木片水泥板(比重 0.9 以上)與普通木片水泥板(比重 0.6~0.9)兩類，含水率要求 16% 以下。熱阻方面，考量硬質木片水泥板並未具隔熱功能，故未定熱阻係數之要求。而普通木片水泥板以厚度 30 mm 為例規定其熱阻係數必須為 $0.16 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 以上。但該木片水泥板係作為隔間及室內用途，並未規定抗壓強度，僅對不同厚度作彎曲破壞載重要求，以 30mm 之普通水泥板要求為 61.2 kgf 以上。

此外 CNS 9456 木絲水泥板中亦有隔熱木絲水泥板(水泥 55% 以上，木絲 45% 以下)其中以 30 mm 厚度者為例，彎曲破壞載重要求為 65 kgf 以上。熱阻係數為 $0.292 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 以上。木絲水泥板亦以室內使用為主，因此亦未要求抗壓強度。

現行「地磚」之國家標準有以下各種：

1. CNS 3803 磨石子地磚，300 方形 彎曲破壞載重為 350 kgf。
2. CNS 9738 陶質地磚(建築物內裝用)抗折 102 kgf/cm^2 以上。
3. CNS 9739 石質地磚(建築物內裝用)抗折 204 kgf/cm^2 以上。
4. CNS 9740，瓷質地磚(建築物內裝用)抗折 326 kgf/cm^2 以上。

屋頂隔熱磚既非室內使用，故以上標準並未適用。在前節透水性凝土地磚中，對於適用於自行車及人行道之 C 級透水性凝土地磚之抗壓強度要求為 175 kgf/cm^2 以上，而抗彎強度要求為 45 kgf/cm^2 以上。因此(抗壓強度比照一為再生橡膠屋頂隔熱磚、毋須要求抗彎強度)。屋頂隔熱磚其上未承載負重，且僅行人偶而行走，故抗壓強度與抗彎強度可更低於 C 級透水性凝土地磚。而在實務上，屋頂隔熱磚可能之受力破裂變形亦非長期固定式，且依熱阻要求厚度不一，故抗彎強度不列入彎曲破壞載重，而考慮最大彎曲應力。此外，既然是提供隔熱功能，輕質、中空為發揮隔熱效果之重要因素，而較高之強度要求將相對增加材料之厚實程度，此與隔熱功能背道而馳，甚至於增加屋頂之荷重。

基於以上考量，參照 C 級透水性凝土地磚對抗壓強度與抗彎強度之要求，茲制訂再生屋頂隔熱磚之抗壓強度為 90 kgf/cm^2 以上(C 級透水性凝土地磚之抗壓強度之 1/2 以上)，彎曲破壞載重則以 30 kgf 以上(C 級透水性凝土地磚之抗壓強度之 2/3

以上，以厚度 25 mm 之屋頂隔熱磚而言，其最大彎曲破壞載重應可達 150 kgf 以上)。而熱傳導係數以 0.2 W /m K 以下。若厚度為 30 mm 之隔熱磚，其熱阻係數將為 0.15 m².K/W 以上。測試標準方面，現行國家標準對於抗壓與抗彎強度之測試有以下方法：

1. 高壓凝土地磚 CNS 13295。
2. 混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法 CNS 1232。
3. 混凝土抗彎強度試驗法 CNS 1233。
4. 工地混凝土試體之製作與養護方法 CNS 1231。
5. 混凝土試體之澆製方法 CNS 1230。
6. 水硬性水泥壩料抗壓強度檢驗法 CNS 1010。
7. 建築用板類彎曲試驗法 CNS 3904。

屋頂隔熱磚視為建築用磚且鋪設於屋頂，但添加回收材料以促進其隔熱效果，抗壓強度之檢測方法可參照依 CNS382 建築用普通磚，而抗彎強度則依 CNS 3904 建築用板類彎曲試驗法。

熱傳導係數以 CNS 7333 「隔熱材料之導熱係數測定法」測定。

現場施工之產品，依 CNS 1231 工地混凝土試體之製作與養護方法，於施工工地取樣並養護後，依 CNS 1232, CNS 12333 規定之方法進行測試。

再生屋頂隔熱綠建材受理範圍

「再生屋頂隔熱綠建材」之評估範圍為以混凝土為基本材料，並添加各種低熱傳導係數之回收材料，如回收木材、回收橡膠、回收塑膠(含氣塑膠除外)等所製得之隔熱磚，並得以鋪設於屋頂，以達到隔熱功能者。產品之外觀尺寸不拘，但含水率、抗壓強度等應符合一定之性能要求。熱傳導係數應低於 0.15 W /m K。

再生隔熱綠建材評估要項與基準

一、評估要項

評估要項包括再生料來源、再生材料使用比例、熱傳導係數。以及依材料性質、類別所對照相關標準所應檢測之性能。

二、評估基準及試驗標準

1. 性能範及試驗標準：含水率依照 CNS10483「木片水泥板」測定應為 15 % 以下。抗壓強度平均值應在 90 kgf/cm² 以上，檢測方法可依 CNS 382 建築用普通磚之抗壓強度檢驗法；而抗彎強度應在 30kgf/ cm² 以上，檢測方法依 CNS 390 建築用板類彎曲試驗法。熱傳導係數以 0.2 W /m K 以下，檢測方法依照 CNS 7333 隔熱材料之導熱係數測定法測定。

2. 再生材料及使用比例：再生屋頂隔熱磚為以混凝土為基本材料並添加如回收木材、回收橡膠、回收塑膠或各種可降低熱傳導係數之材料。再生材料之使用比例應為 20% 以上。
3. 必要試驗項目：含水率、抗壓強度、抗彎強度、熱傳導係數。並應記錄外觀尺寸。
4. 性能要求：含水率應小於 16%，抗壓強度應在 90 kgf/cm² 以上，抗彎強度應在 30 kgf/cm² 以上，熱傳導係數應低於 0.2 W/m·K。

依據以上要求事項，制定再生屋頂隔熱磚綠建材之評估基準如表 5-8。

依據「建築技術規則」第十七章「綠建築」第 313 條，對於屋頂隔熱之規定：「其他類建築物之屋頂平均熱傳透率應低於一·五瓦/(平方公尺·度)」。而熱傳透率(Ui)之計算公式為如下：(參照「建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊」，內政部建築研究所編印發行，鄭政利主編，2008 年 1 月)

$$U_i = \frac{1}{1/h_o + \sum dx/kx + r_a + 1/h_i}$$

Ui：i 部位之熱傳透率 [W/m²·K]

ra：中空層之熱阻[m²·K/W]

ho：外表面熱傳透率 23.0 [W/m²·K]

hi：內表面熱傳透率 7.0 [W/m²·K]

dx：x 層之厚度 [m]

kx：x 層材料之熱傳導係數 [W/m·K]，本例訂為 0.2 W/m·K

爰以本項再生屋頂隔熱磚之規格要求，依以下實施例印證之。

	厚度 dx [m]	熱阻係數 1/kx (m·K) / W
外氣膜	-----	1/23.0
←----- 水泥沙漿粉光	0.015	1/1.40
←----- 屋頂隔熱磚	0.03	1/0.20
←----- PU	0.005	1/0.050
←----- 水泥沙漿	0.020	1/1.40
←----- 鋼筋混凝土	0.15	1/1.40
←----- 水泥沙漿	0.015	1/1.40
內氣膜	-----	1/7.00

圖 5-2 屋頂隔熱磚施作之實數例

$$1/h_o = 1/23 = 0.0435$$

$$\Sigma dx/kx = 0.015/1.40 + 0.03/0.20 + 0.005/0.05 + 0.02/1.40 + 0.15/1.40 + 0.015/1.40 = 0.0107 + 0.15 + 0.1 + 0.0143 + 0.107 + 0.0107 = 0.3927$$

$ra = 0.086$ (以屋頂密閉中空層之熱阻，詳見「建築節能法規的解說與實例專輯 (2005年版)」，林憲德，營建雜誌社)

$$1/h_i = 1/7 = 0.1428$$

$$U_i = 1/(0.0435 + 0.3927 + 0.086 + 0.1428) = 1/0.665 = 1.50$$

因此，於混凝土厚度 15 公分之面磚平屋頂，鋪設 3 公分厚，隔熱係數 $0.2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下合於再生綠建材評定基準之屋頂隔熱磚，依此設計將可滿足建築技術規則熱傳透率應低於 $1.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 之要求。



表 5-7 各種建材熱傳導係數

分類	材料名稱	密度 ρ [kg/m ³]	熱導係數k 濕潤80% [W/m·k]
金屬	鋼材、鍍鋅鋼板	7860	45
	鋁板、鋁合金板	2700	210
	銅板	8960	375
	不銹鋼板	7400	25
水泥	泡沫混凝土 (ALC)	600	0.17
	輕質混凝土	1600	0.8
	普通混凝土	2200	1.4
	預鑄混凝土 (PC)	2400	1.5
	水泥砂漿	2000	1.5
	輕型空心磚 (實心)	1380	0.51
窯業製品	磁磚、琺瑯披覆	2400	1.3
	紅磚	1650	0.8
	耐火磚	1950	1.1
	瓦	2000	1.0
	板玻璃	2540	0.78
土、石	大理石	2670	2.8
	花崗石、岩石	2810	3.5
	土壤 (黏土質)	1860	1.5
	土壤 (砂質)	1560	0.93
	土壤 (壤土質)	1450	1.05
	土壤 (火山灰質)	1070	0.47
	砂粒	1850	0.62
	泥壁	1300	0.8
瀝青、塑膠、紙	合成樹脂板	1000-1500	0.19
	玻璃纖維強化膠 (FRP)	1600	0.26
	柏油	2230	0.73
	柏油磚	1800	0.33
	油毛氈	1020	0.11
	壁紙	550	0.15
	防潮紙類、厚紙板	700	0.21
纖維材	礦棉	300	0.046
	石棉	200	0.044
	玻璃棉	200	0.042
	玻璃棉保溫板	10-96	0.04
	岩棉保溫材	40-160	0.042
	噴岩棉	1200	0.051
	岩棉吸音板	200-400	0.064

表 5-7 各種建材熱傳導係數(續)

分類	材料名稱	密度 ρ [kg/m ³]	熱導係數k 濕潤80%[W/m·k]
木質纖維	軟質纖維板	200-400	0.097
	半硬質纖維板	400-800	0.13
	硬質纖維板	1050	0.22
	塑合板	400-700	0.17
	木絲水泥板(鑽泥板)	430-800	0.18
	木片水泥板	670-1080	0.19
木材	杉、檜木(輕量材)	330	0.13
	松、橡木(中量材)	480	0.17
	柳安木、柚木、紅木(重量材)	557	0.2
	合板	550	0.18
	鋸木屑	200	0.093
	絲狀木屑	130	0.088
	炭化軟木板	240	0.051
石膏、水泥二次製品	石膏	1950	0.8
	石膏板	710-1110	0.17
	石棉板、瓦	1500	1.20
	石棉水泥矽酸鈣板	600-1200	0.15
	石棉水泥珍珠岩板	400-1000	0.12
	泡沫水泥板	1100	0.24
	半硬質碳酸鎂板	450	0.12
	硬質碳酸鎂板	850	0.21
合成樹脂板	成形聚苯乙烯(低密度保利龍)	16-30	0.040
	發泡聚苯乙烯(高密度保利龍)	28-40	0.037
	硬質聚烏保溫板(PU板)	25-50	0.028
	噴硬質聚烏板(氨基甲酸乙酯)	25-50	0.029
	軟質聚烏板	20-40	0.050
	PE發泡板	30-70	0.038
	硬質塑鋼板	30-70	0.036
其它	砂土	455	0.094
	煤渣	500	0.4
	輕石	550	0.1
	地毯、毛織布	400	0.11
	鋁箔	220	0.67
	賽路路(硝酸纖維板)	30	0.044
	水(靜止)	998	0.6

資料來源：內政部營建署，「建築技術規則建築節能設計技術規範—住宅類建築物節約能源設計技術規範」，2003年)

表 5-8 屋頂隔熱磚再生綠建材評估基準建議表

建材項目	再生材料	再生材料使用比率(重量百分比)	試驗項目	特殊性能要求	產品標準及備註	試驗標準
屋頂隔熱磚 Roof paving of thermal resistance	回收木材、橡膠、不含氯塑膠等，及各種無害性製程廢料。	30%以上	厚度、比重、含水率、抗壓強度、熱傳導係數等	含水率應小於16%，抗壓強度應在 90kgf/cm ² 以上，抗彎強度 30kgf/cm ² 以上；熱傳導係數應低於 0.2W / .m K	產品應標註成份、比重及依厚度與熱傳導係數所推算之總熱阻	CNS10483(含水率) CNS 382(抗壓強度) CNS3904(抗彎強度) CNS 7333(熱傳導係數)

三、再生建築用玻璃粒料綠建材評定基準增訂

依據本章第一節之研析，利用回收玻璃可製備用於表面飾材，並可取代砂石填料之粒料用於如磨石子等裝飾材用途，可包括使用回收玻璃之再生玻璃粒料，其使用其他回收料之再生粒料。由於並非作為級配料用途。故級配篩分，以及灌漿粒料之抗壓強度並不適用。僅須規定有害物質含量及健度等。

- 有害物質含量、有機不純物、健度：依 CNS 1164,1167 之規定。
- 回收材料使用比例：必須大於 70%。
- 爰依據以上原則制定再生非混凝土粒料綠建材評估基準如表 5-9。

再生建築用玻璃粒料綠建材受理範圍

「再生建築用玻璃粒料綠建材」以回收廢玻璃以替代砂石粒料之再生粒料，但非使用於混凝土灌漿用者。

再生建築用玻璃粒料綠建材評估要項與基準

一、評估要項

評估要項包括再生料來源、再生材料使用比例、磨耗率。以及依材料性質、類別所對照相關標準所應檢測之性能。

二、評估基準及試驗標準：

1. 性能範及試驗標準：依照 CNS 1164 檢驗有機物含量，依 CNS1167 檢驗粒料之健度。
2. 再生材料及使用比例：再生材料可以使用回收無害性無機廢棄物如回收廢玻

璃、陶瓷廢料等，可製造替代砂石粒料者。回收材料比例應大於 70%。

3. 必要試驗項目：級配、有害物質含量、有機不純物含量、健度。

4. 性能要求：

- 有害物質含量：易碎顆粒不得超過 2%，輕質顆粒(可浮於比重 2.0 之重質液體者)不得超過 0.5%。
- 有機不純物：不得含有機不純物，可通過 CNS 1164 之試驗者及不得檢出者。
- 健度：依 CNS1167 測試，磨耗率為以飽合硫酸鈉浸泡低於 10%；以飽合硫酸鎂浸泡低於 15%。

依據以上要求事項，制定再生建築用玻璃粒料綠建材之評估基準如表 5-9。

表 5-9 生非混凝土粒料綠建材之評估基準表

建材項目	再生材料	再生材料使用比率(重量百分比)	試驗項目	特殊性能要求	產品標準及備註	試驗標準
非混凝土粒料 Non-Concrete Aggregate	回收無害性無機廢棄物如回收廢玻璃、陶瓷廢料等，	佔總重量 70%以上	級配、有害物質含量、有機不純物含量、健度		CNS 1164 CNS 1167	CNS 1164 CNS 1167

第三節 公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準研究

一、建築技術規則之綠建材認定基準

為加強綠建材之使用，內政部營建署已於 93 年修正「建築技術規則」建築設計施工編部份條文，增訂第十七章「綠建築」。其中第 321 條規定；「建築物之室內空間及樓地板材料應使用綠建材，其使用比率應達室內裝修材及樓地板面積之百分之五以上」。依據此規定，內政部營建署另於 95 年修正「綠建材設計技術規範」，明訂綠建材使用率評估基準為：

綠建材使用率 (Rg) ≥ 綠建材使用率基準值 (Rgc) = 5%..

$$Rg = Ag / A$$

$$Ag = \sum gi$$

$$A = \sum Ai$$

其中，

Ag：綠建材使用總面積 (m²)。

gi：i 部位室內空間中，綠建材使用面積 (m²)。

A：室內空間總表面積 (m²)。

A_i ：i部位之表面積（ m^2 ）。

i：部位參數（無單位），包括室內裝修部位（含天花板、內部牆面及高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏）及樓地板面等部位。

室內空間面積計算相關規定有面積概算法與面積精算法兩種方式。並訂有明確之評估表如 5-10

依據「綠建材設計技術規範」，對「綠建材認可，包括有取得環保標章之室內裝修材料及樓地板面材料。以及取得內政部建築研究所認定綠建材標章之室內裝修材料及樓地板面材料。因此，在建築技術規則中，強制要求綠建材之使用比例，對於推廣使用綠建材，具有極積極之助益。但仍有美中不足之處：

1. 適用範圍僅限於公眾使用建築物及內政府認定有必要之非公眾使用建築物。
2. 適用部位僅限於室內裝修材料及樓地板材料。
3. 使用率僅要求總面積百分之五（5%）以上。

而綠建材標章分成「生態」、「健康」、「再生」與「高性能」四類。其中再生綠建材較普遍的產品如再生高壓混凝土磚、再生圍牆磚、再生植草磚、再生粒料等，大多是使用於戶外空間，不易以面積計算。因此，綠建築專章中，對於綠建材設定強制性使用規定，但對再生綠建材而言適用性卻不足，缺乏積極鼓勵之誘因。

另一方面，相對於健康綠建材與高性能綠建材，因屬性上訴求居住者之健康舒適，建築師、建商及民眾皆樂於自動自發採用健康綠建材或高性能綠建材。但再生綠建材則以減廢與資源再利用之環境永續發展為主要訴求點，缺乏主動之誘因，更有賴法規之強制性要求。

推動再生綠建材有四大目的，其一在倡導資源有效再利用，以減少營建素材之開採並創造永續循環的社會，符合綠建築「二氧化碳減量指標」之要求；其二在要求國內業者妥善處理所產生之廢棄物，並充份利用可再生之廢棄物，製成具商業價值的產品，符合綠建築「廢棄物減量指標」之要求；其三是藉由標章認證確保各種回收再利用建材對環境無害且品質性能皆可符合國家標準，以維護建築工程品質，並提供國民優質居住空間；其四是鼓勵業者創新研發新技術，在確保建材品質無虞之前提下，提高回收再利用材料使用比例，以促進國內綠建材產業之發展。

若要真正落實再生綠建材之推廣，則必須強化戶外空間及公共工程再生材料之使用比率。

依據 97 年 9 月 3 日內政部營建署召開對於建築技術規則中綠建材使用比例之討論會，由台灣建築中心所完成之研究提案，建議將綠建材使用比例由百分之五增加為百分之五十，此可提高綠建材之使用，對於節能減碳具極正面之意義。另考慮將外牆材料及其開窗材料納入綠建材使用範圍，此將可提高綠建材之使用對象，亦十分值得肯定。此為將綠建材使用範圍由已往僅限於室內空間，延伸至戶外空間。外牆材料及開窗材料當可為第一步，未來建議亦能逐步擴大使用範圍，將屋頂材料如隔熱磚綠建材

等亦能廣為納入。此外，戶外鋪面如透水磚、植草磚，以及如圍牆磚等綠建材建議亦得以納入考量。

國內自 90 年依據行政院所核定實施之「綠建築推動方案」，積極辦理綠建築推動，及建立綠建築與綠建材標章制度，成效斐然。本年度起，將擴大「綠建築推動方案」之範疇為「生態城市與綠建築推動方案」。也就是說將加強建築廢棄物減量及再生利用，並明確要求公共工程委員會應將營建廢棄物減量納入公共工程施工規範中。訂公共工程規範中應以來，「生態城市與綠建築推動方案」，已將綠建築之為真正達到營建廢棄物減量目標，本計畫將進行公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準修訂，探討公共工程使用再生材料之合理比率，以強化再生材料之通路。

表5-10 建築物綠建材設計評估總表

建築物綠建材設計評估總表			
一、建築物基本資料			
申請編號		申請日期	
建築名稱		申請人姓名	
地址			
建築物原使用執照號碼			
<input type="checkbox"/> 併建造執照申請 <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 增建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 修建			
<input type="checkbox"/> 併變更使用執照申請 <input type="checkbox"/> 併建築物室內裝修申請			
二、基地及建築概要			
基地面積		基地使用面積	
建蔽率		容積率	
總樓地板面積		申請樓地板面積	
三、室內空間表面積及綠建材使用面積			
1.室內空間表面積計算			
部	位	(A_i)	表面積 (m^2)
天花板		(A_1)	(m^2)
內部牆面		(A_2)	(m^2)
高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏		(A_3)	(m^2)
樓地板面		(A_4)	(m^2)
門窗		(A_5)	(m^2)
合計表面積		(A)	(m^2)
2.綠建材使用面積計算			

部	位	(g _i)	表面積	(m ²)
天花板		(g ₁)		(m ²)
內部牆面		(g ₂)		(m ²)
高度超過一點二公尺固定於地板之隔屏或兼作櫥櫃使用之隔屏		(g ₃)		(m ²)
樓地板面		(g ₄)		(m ²)
合計表面積		(A _g)		(m ²)
3.綠建材使用率 (R _g) = A _g / A = %				
四、評估結果				
綠建材使用率 (R _g) ≥ 綠建材使用率基準值 (R _{gc} =5%)			<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
綠建材是否全部合格			<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否
審查單位簽章				
簽 證 人	姓名：	(簽章)	開業證書字號：	
	事務所名稱：			
	事務所地址：			

二、使用再生建材對建築物CO₂減量指標之影響

如前小節所述，目前建築技術規則中，對於建築物室內裝修材料及樓地板面材料訂有明確的強制使用綠建材規定，再生綠建材使用則以戶外較普遍。

使用再生建材的最大好處是減少原材料之開發，並相對減少二氧化碳排放。依據「綠建築解說與評估手冊(2007年版)，內政部建築研究所出版，林憲德主編」中，對於CO₂減量指標之計算法說明為：

$$ECO_2 = \sum CO_{2i} \times Mi, \text{其中,}$$

ECO₂ 為建築物軀體總 CO₂ 排放量

CO_{2i} 為各類建材之單位 CO₂ 排放調量

Mi 為建築物軀體各類建材實際使用量，但假若使用回收玻璃、陶瓷、水泥類建材使，可將之全部扣除不計。可見再生建材之使用已有其依據。

依據「綠建築解說與評估手冊」中所提出的對於CO₂減量指標簡易評估法，採用「CCO₂綠構造係數」為指標進行評估。如下所示：

$$CCO_2 = F \times W \times (1-D) \times (1-R)$$

而以 CCO₂ ≤ 0.82 為合格。其中，

F 為建築物形狀係數，主要考慮為「結構合理化」。

W 為考慮「建築輕量化」。

D 為考慮「耐久性設計」。

R 為對再生建材(非金屬)使用之鼓勵係數，依不同的再生建材及使用比率，而對 CO₂ 減量有不同的認定值，如表 5-11 所示。使用兩種以上之再生建材則設定 R 值為：

$$R = \sum X_i \times Z_i \times Y_i, \text{ 且 } R \leq 0.3$$

表 5-11 非金屬再生建材使用率與排放量影響率 Zi 與優待倍數 Yi

再生建 材使用 率 Xi	高爐水泥	高性能 混凝土	再生面磚、地磚			再生 級配料	其他 再生材料
	X1	X2	室內 地磚 X3	室外 地磚 X4	立面 面磚 X5	X6	X7
CCO ₂ 排 放影 響 率 Zi	CCR×0.12	CSER×0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	Z7
優待倍 數 Yi	3.0						Y7
說明： 1. 僅考慮非金屬建材，因金屬建材為常態高回收率建材，已於輕量化係數中納入，故不作重覆評估 2. 使用率 Xi 之認定： (1) 高爐水泥或再生級配骨材，以其所佔總水泥用量或總骨材用量比例認定，如全案採用則 Xi=1.0。 (2) 戶外再生地磚以戶外硬質鋪面面積百分比認定。 (3) 室內再生地磚以室內面積(含陽台)之百分比認定。 (4) 立面面磚以建築物立面面積百分比認定。 (5) X7、Z7 及 Y7 由申請者自行提出並經委員護會認定後採用之。							

(資料來源：「綠建築解說與評估手冊 2007 年版」)

參考「綠建築解說與評估手冊」之範例計算使用再生建材對於 CCO₂ 之影響如下：

1. 某建築物若未使用任何非金屬再生建材，R=0。計算其 CCO₂ 為：

$$CCO_2 = F \times W \times (1-D) \times (1-R) = 1.0 \times 0.9 \times 0.97 \times (1-0) = 0.87 > 0.82, \text{ 故其 } CCO_2 \text{ 不及格。}$$

2. 若該建築物立面磁磚全面採用再生面磚，則：

$$R = \sum X_i \times Z_i \times Y_i$$

其中 $X_i = 1.0$ (全部採用), $Z_i = 0.05$, $Y_i = 3.0$ 。因此, $R = 1.0 \times 0.05 \times 3.0 = 0.15$ 。F、W 與 D 值皆不變, 因此 $CCO_2 = F \times W \times (1-D) CCO_2 = 1.0 \times 0.9 \times 0.97 \times (1-0.15) = 0.74 < 0.82$, 故其 CCO_2 及格。因此, 使用再生建材可以達到建築物之 CCO_2 減量指標。

三、建築物戶外空間使用再生建材之認定原則

「生態城市與綠建築推廣方案」的重點乃在將綠建築的推廣成效擴展到社區、城市, 而減量效果將可更顯著。綠建材四大分類中, 「健康綠建材」對於 TCOC 及總甲醛逸散率之管制, 在戶外開放空間之效果極微。而再生綠建材及高性能綠建材中的高透水綠建材則用於戶外之比例應較高。為強化再生建材之使用, 應從法規上強制要求公共工程或公有建築物, 如學校、體育館、展覽館等、活動中心集會場所等具有較大面積開放空間之場所或戶外無遮蓋建築物, 可儘量採用再生綠建材。

本規劃有三大目標：

1. 短期而言, 希望可將建築基地內涵蓋所有外部空間所使用的建材, 皆納入綠建築 CO_2 減量指標之評估修正。
2. 希望能提出若建築物於法定建蔽率以外之綠地面積, 使用再生綠建材對於 CO_2 減量之貢獻, 並提供綠建築評估指標中, 折算綠化指標之參考。
3. 提供「建築技術規則」第 321 條之修正建議: 「建築物基地內位於戶外之固定設施, 所使用的建材外牆、屋頂及「建築物之室內空間及樓地板材料應使用綠建材, 其使用比率應達室內裝修材及樓地板面積之百分之五以上; 室內以外之空間所使用之綠建材應為所有構件之一定比例以上」。至於合適之「一定比率」為何, 則應請建築技術規則審議委員會另行研議。

所謂建築物戶外空間, 即泛指建築物室內以外之空間, 仍為建築物一部份者。包括以下三類：

1. 附屬於建築物外殼及建築物延伸部位, 如: 屋頂、外牆等, 及露臺及陽臺、室外走廊護欄、室外樓梯等。屋頂、外牆為附屬於建築物外殼者較易估算其面積, 因此, 可以參考表 5-11 對於「戶外再生地磚」之規定, 以戶外硬質鋪面面積百分比認定。而外牆立面面磚則以建築物立面面積百分比認定。目前再生綠建材中, 可使用於屋頂者有再生屋頂隔熱磚, 再生地磚。可使用於外牆立面者有再生壁磚及再生磨石子等, 參照表 5-11 使用面積百分比之認定方式, 在執行上應無困難。至於再生粒料用於級配骨材, 依表 5-11 以其所佔總水泥用量或總骨材用量比例認定, 但考慮建築物興建時, 級配料之使用無法區分為室內或戶外使用, 級配料之使用, 應以建築物整體考慮。因此對於再生粒料將以二次加工成品為限 (如再生混凝土地磚)。

2. 與建築物分離之各種平面式戶外建材，如：庭院與綠地之鋪面、人行道磚、透水磚、停車場植草磚等。此部份可能使用之再生建材為再生壁磚、再生磨石子等表面飾材，以及木質回收綠建材等，除可以表面積計算外，並評估佔總面積之比例，並設定適當之參數。
3. 獨立於建築物外之附屬構建，如：如圍牆、涼亭椅、造景構建等。可使用之再生綠建材包括再生木質建材(粒片板等)、塑木材料等。應以重量認定為原則，宜由申請者依建築設計施工資料提出計算說明所使用之再生材料佔該項構建總使用建材之比例。

建築物使用再生級配料，應以其所佔總骨材用量比例認定，並由申請者依建築設計施工資料提出計算說明。使用再生磚(建築用普通磚)亦以所佔總磚塊用量比例認定，並由申請者依建築設計施工資料提出計算說明。

基於實務面之考量，推動建築物戶外空間使用再生建材應依其使用部位制定推動之優先度如表 5-12。另建議仿現行綠建材設計技術規範(如表 5-10)，研定建築物戶外綠建材設計評估表如表 5-13 所示。

表 5-12 建築物戶外空間可使用再生建材之類別

部位	戶外空間 使用部位	可使用之 再生建材	推動 優先度	說明	認定方式
A	屋頂、外牆、露 臺及陽臺	屋頂隔熱磚、再生陶瓷 壁磚、再生陶瓷地磚、 再生磨石子	第一優先	建築物主體同 時施工，易於 認定	面積百分比
B	各種鋪面	再生透水磚、再生混凝 土地磚、再生植草磚、 再生磨石子等	第二優先	易於認定。與 建築物主體分 離，非同時施 工	使用面積百分比
C	圍牆磚	再生圍牆磚、再生磨石 子	第二優先	易於認定。與 建築物主體分 離，非同時施 工	非金屬材料之使 用重量百分比
	戶外構建(涼 亭、花臺、公園 桌椅等)	再生塑木、再生粒片 板、再生磨石子	第二優先	與建築物主體 分離，非同時 施工，可為獨 立建物。不易 認定。	非金屬材料之使 用重量百分比
	運動場跑道	回收塑橡膠跑道	第三優先	僅限特定工 程，宜專案考 量。	鋪設面積百分比
		再生粒料	暫不納入	結構體一部 份，不易區分 室內或戶外。	以二次加工成品 為限

				宜以整體考量。	
		再生建築用磚	暫不納入	結構體一部份，不易區分室內或戶外。宜以整體考量。	以二次加工成品為限

註：再生粒料以之二次加工所製成之成品認定之。

表 5-13 建築物戶外綠建材設計評估表

A 部位(建築物外殼)再生建材面積	ΣA_i	(m^2)
1.屋頂再生建材	(A_1)	(m^2)
2.外牆用再生壁磚	(A_2)	(m^2)
3.露臺、陽臺再生建材	(A_3)	(m^2)
4.其他再生建材	(A_4)	
合計總表面積(屋頂、外牆及露臺、陽臺)： 屋頂及露臺、陽臺皆為扣除機械設施或高度 0.3 公尺以上之固定物所佔面積。外牆為扣除門窗之面積。	(A)	(m^2)
再生建材使用面積比例： $\Sigma A_i / A \geq$ 綠建材使用率基準值(尚未定)		
B 部位(各種鋪面)再生建材面積	ΣB_i	(m^2)
再生透水磚鋪設面積	(B_1)	(m^2)
再生混泥土磚鋪設面積	(B_2)	(m^2)
再生植草磚鋪設面積	(B_3)	(m^2)
其他再生建材鋪設面積	(B_4)	(m^2)
鋪面總面積	(B)	(m^2)
再生建材鋪設面積比例： $\Sigma B_i / B \geq$ 綠建材使用率基準值(尚未定)		
C 部位(附屬建物)再生建材使用量	ΣC_i	(t)
再生圍牆磚	(C_1)	(t)
再生粒片板	(C_2)	(t)
再生塑木	(C_3)	(t)
其他再生材料	(C_4)	(t)
合計建材使用量	(C)	(t)
再生建材使用比例： $\Sigma C_i / C \geq$ 綠建材使用率基準值		
綠建材是否全部合格	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

四、戶外使用再生綠建材對建築物 CO₂ 減量之貢獻研究

因應節能減碳之世界趨勢，強化再生建材之使用將越來越重要。使用再生建材一方面可以減少原生素材之開採，另一方面亦可以降低建材生產時之能源使用。然而各種建材由於其材料組成差異性極大，使用不同再生材料比例所成之各種再生建材，其對二氧化碳減量之貢獻亦有所差異。因此依據生命週期評估之分析，深入評估各種再生綠建材之使用對建築物 CO₂ 減量之貢獻，並據以制定戶外使用再生綠建材之合理比例，將為未來值得深入研究分析之重點。目前各種戶外建材中，使用回收材料之種類及其用途，約如表 5-14 所示，後續將進行相關之資料收集分析及研究。

表5-14 各種戶外建材及可能使用之回收材料類別

戶外建材種類	用途	回收材料	單價呈現方式
水泥	地面或是黏合用	爐石、	金額/包或公斤
磚類（地磚、透水磚、植草磚等等）	地面或是屋頂	砂、骨材、水泥、磁磚、營建廢棄物、工廠下腳、（有害）事業廢棄物	金額/數量或面積
級配	作為骨材或鋪面用	營建廢棄物、水泥、碎石	金額/包或公斤、噸
玻璃	鋪面、水泥製品表面、室內裝修、泔石子等等	回收平板或是容器玻璃，粉碎後經高溫收縮銳角製成，可分為大小不同尺寸，如經玻璃廠製程，可在回復為平板或是容器玻璃	金額/包或公斤、噸
木材	鋪面、欄杆、座椅、桌、步道等等	回收木材、課桌椅等等，可直接利用或是粉碎後製成粒片板或是集成材	金額/才
仿木材料	欄杆、座椅、桌、扶手、護欄等等	一般利用回收級配或骨材加上尿素樹脂製成，仿木外型是模版製作	金額/數量或重量
塗料	表面塗裝	目前僅聽說有回收再生乳膠漆	金額/瓶罐或面積
紡織品	裝飾、布棚等	回收 PET 再製、回收布料等	金額/碼或面積



第六章 結論與建議

本計畫概分兩大部份，第一部份為再生綠建材技術開發，第二部份為推廣應用。在技術開發部份，已完成冷結型再生粒料組成材料基本性質分析，及初步造粒與基本性質測定，另進行木質發泡水泥與木質水泥屋頂隔熱磚兩項再生綠建材之廠化現地施工。

一、新型再生綠建材技術開發

根據組成材料之物化特性，考慮材料間之互制性，配合在台灣已成功應用於許多知名工程，例：高雄 T&C85 大樓、中台禪寺、屏東海洋生物博物館...等的配比設計方法—緻密配比邏輯，設計冷結型再生粒料之相關配比。依據緻密的基本材料原理，配合水泥化學與複合材料之基礎，本年度已完成 C200 (水泥量 200 kg/m^3) 與 5 種土石方之造粒，並經由粒料基本性質及筒壓強度試驗驗證，試驗結果顯示冷結造粒技術可應用於不同種類土石方，對目前營建廢棄物及剩餘土石方具有實質減量效益；冷結方式於 CO_2 排放及製程耗費能源上優於燒結造粒方式，符合現今政府推動節能減碳政策。本年度冷結技術開發為初始研究，保守採用水泥量較多之 C200 配比，後續目標為持續降低水泥用量，精進配比調配及製程技術改良，研究 C50 配比冷結造粒可行性，進一步降低能源使用及 CO_2 排放，使用更多工業副產品、營建廢棄物及剩餘土石方，生產品質更加優良之再生綠建材，達節能減碳、減廢目標。

配合大倡公司所引進之發泡機，利用本團隊所開發之發泡劑進行隔間牆之施工灌製。漿體硬化後之比重可達 0.6，但仍有收縮及與隔板不易結合而剝離之問題。因此另調整發泡劑之組成，添加增黏劑-增加黏度，使表面張力增強，及添加增韌劑，以保持泡沫長久性及成品之強度。實驗測試漿體可保持 5 小時以上，氣泡不外逸，成品亦不收縮。依此發泡劑配方所製得之發泡水泥於隔間牆施工灌製，以 $6\text{m} \times 2\text{m}$ 之隔間牆若厚 0.2m 所需材料成本約 355 元。若含人工成本，約為 500 元，具經濟競爭性，值得工地推廣。

木質水泥屋頂隔熱磚之技術開發已獲良好之量產化成果，為降低施工成本，本年度特與福鹿公司配合進行一次施工之隔熱磚鋪面研究。取環保局巨大廢棄物破碎廠所產生之木屑(粒徑約 2~3mm)，以助劑作前處理調整，添加量約為水泥之 50%，可完全替代建築用砂。完成之成品熱傳導係數低，鋪設厚度約 2~3 公分，隔熱效果可符合「建築技術規則」中，對於屋頂隔熱之規定：「建築物之屋頂平均熱傳透率應低於一·五瓦/(平方公尺·度)」。本研究並已配合現場施工程序完成標準施工規範，未來將可作技術推廣應用。

二、再生綠建材推廣與應用

國內再生綠建材產業尚未成熟，每年再生綠建材的使用量並不高，本研究除了基於過去幾年的研究成果之外，透過再生綠建材供需相關產業機構的實地訪查，包括再生綠建材原料供應端、再生建材生產機構、規劃設計單位等，調查綠建材產業目前面臨的情況，剖析綠建材使用的瓶頸，並且更深入從原料端、技術端、市場端、和管理端進行剖析，瞭解目前再生綠建材產業發展上面臨的問題。本研究提出一個再生綠建材產業推廣建議方案說帖，說帖中提出一個建議方案實施時程，分原料端、技術端、市場端、和管理端四個面向，可依短、中、長期進行，最後藉由召開專家諮詢會議和跨部會座談會，修正初擬再生綠建材產業推廣建議方案說帖，此建議方案可以提供政府相關單位施政上的參考。

配合節能減碳之趨勢，再生建材之使用將越來越普遍。可是為確保建材之品質與安全，嚴謹的認證制度十分重要。綠建材標章四大類別中，再生綠建材標章乃因應此需求而設立。但有鑑於技術日新月異，再生材料之使用越來越廣泛，除必須擴充既有之評定項目外，更參考各國對再生建材評定基準中以「使用回收材料類別」及「建材使用用途」為考量重點，建議修正相關之評定程序，提出「再生綠建材標章評估基準擴充程序」之修正建議。對於使用再生材料之建材產品，但目前並無適當之國家標準者，建議可依其使用之目的用途，若能符合既有產品之規格標準者，同意核發再生綠建材標章，以強化再生綠建材標章之周延性，並達到推廣使用再生產品之目的。

為強化再生建材之使用，另建議於建築技術規則修訂中，加強對綠建材使用比例之規定，應包括兩大部份：(1)建築物戶外空間應使用一定比例以上之綠建材；(2)戶外之綠建材中，應有一定比例以上之再生綠建材。因此，戶外空間綠建材使用比例認定基準將十分重要。目前將外牆與開窗材料雖已經初步同意納入綠建材範圍內但仍有不足，本計畫參考現行「綠建材設計技術規範」，研擬建築物戶外空間綠建材使用比例之認定基準，將可供未來增修訂「綠建材設計技術規範」之參考。

參考文獻

1. Mindess, S. and J. F. Young, "Concrete," Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1981.
2. Mehta, P. K., "Concrete-Structure, Properties, and Materials," Prentice-Hall Inc., Englewood-Cliffs, N.J., 1986.
3. 黃兆龍,「混凝土性質與行為」,詹氏書局,台北,2002。
4. 黃榮堯,「建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究」,內政部建築研究所專題研究計畫成果報告,1998。
5. 章裕民、陳永成,「建築施工過程污染及廢棄物產生現況與調查架構研究」,內政部建築研究所專題研究計畫成果報告,1998。
6. 內政部營建署及工業技術研究院能源與資源研究所,「營建剩餘土石方資訊服務中心」網站,(<http://140.96.175.34/>)。
7. 周順安,「營建剩餘土石方資源再利用之探討」,營建剩餘土石方資訊服務中心,1998。
8. 黃兆龍,「再生混凝土應用於漁港工程的工程性質之分析」,再生粒料混凝土再利用於漁港工程研討會,2006。
9. 楊盛行、林正芳、王繼國,「廢棄物處理與再利用」,國立空中大學,台北,2003。
10. 施國欽,「大地工程學(一)土壤力學篇」,文笙書局,台北,2005。
11. 吳東昇,「地工織物疏浚淤泥之力學性質研究」,國立成功大學碩士論文,2002。
12. 顏聰、陳冠宏,「輕質骨材混凝土之力學性質」,輕質骨材混凝土會刊第一期,pp.27-41,2004。
13. 洪盟峰、黃兆龍、顏聰、蕭江碧、陳豪吉、王和源、葉祥海,2005,「台灣水庫淤泥燒製輕質骨材可行性之探討」,中國土木工程學刊,Vol.17, No.3, pp.413-424, 2005。
14. Hung, M. F., Hwang, C. L., "Study of fine sediments for making lightweight aggregate," Waste Management & Research, Vol25, No5, pp449~456, 2007.
15. Tu, T. Y., Chen, Y. Y., Hwang, C. L., "Properties of HPC with recycled aggregates", Cement and Concrete Research Vol36, No.5, pp.943-950, 2005.
16. 林志棟、黃琮荏,「廢棄混凝土資源再利用推動策略」,再生粒料應用於預拌混凝土研討會,國立中央大學土木工程研究所,pp.1-20,2004。
17. 郭家祥,「營建廢棄物資源化再生材料市場建構與管制」,綠營建材料再利用再生系列研討會,國立中央大學土木工程研究所,pp.189-213,2005。
18. 劉佳鈞,「營建工程全回收零廢政策與展望」,綠營建材料再利用再生系列研討會,國立中央大學土木工程研究所,pp.27-44,2005。
19. Tasi, C. T., Li, L. S., and Hwang, C. L., "The effect of aggregate gradation on engineering

properties of High Performace Concrete,” Journal of ASTM Interantional, Vol.3, No.3, pp. 891-902 (2006).

20. 蕭江碧、黃兆龍、潘誠平，「輕質骨材混凝土使用於 RC 結構物之經濟性評估」，內政部建築研究所研究計畫成果報告，內政部建築研究所，2002。
21. 陳文卿、楊奉儒、陳文祈，「再生綠建材市場推動機制與建築廢棄物再利用推動策略分項計畫三」，內政部建築研究所研究報告，2003。
22. 何明錦、陳文卿，「綠建築產業發展與推動策略研究」，內政部建築研究所協同研究報告，2006。
23. 詹穎雯，「推動國內可再生營建資源市場機制產業化之研究」，行政院公共工程委員會研究報告，2003。
24. 綠建材標章，內政部建築研究所，http://www.cabc.org.tw/gbm/HTML/website/about02_3.asp。
25. 陳文卿，「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研究報告，2003。
26. 全國法規資料庫，<http://law.moj.gov.tw/>。
27. 鄭瑞濱，「廢棄混凝土再生粒料應用於公共工程之探討」，行政院公共工程委員會研究報告，2006。
28. 陳文卿，「再生綠建材技術開發與推廣應用」，內政部建築研究所補助研究報告，2004。
29. 建築廢棄物減量推動方案，內政部建築研究所協同研究報告，2004。
30. 黃榮堯，「綠營建政策推動策略及藍圖研究」，行政院公共工程委員會研究報告，2002。
31. 經濟部工業局，「再生產品採購指南」，2004。
32. 環保署再生綠建材資訊服務網，網址：http://wm.epa.gov.tw/rgbm/index_1.htm。

附錄一

再生綠建材推廣建議方案說帖



附錄一 再生綠建材推廣建議方案說帖

執行計畫：「再生綠建材開發與推廣應用計畫」，內政部建築研究所補助

執行單位：國立成功大學永續環境科技研究中心/環境發展基金會

執行人員：張祖恩教授、陳文卿博士、龔東慶博士、陳宏達博士

一、前言

自民國 90 年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當多的人力、物力，進行再生材料、綠色建材、及再生綠建材等相關研究，希望能夠將綠建築和綠建材推行至社會各角落，達成環境永續發展的目標。然而幾年來的推行情況並不如預期，上述相關產品之實際應用仍相當受限。民國 97 年起政府持續投入資源，推行「生態城市與綠建築推動方案」，希望將綠建築和綠建材擴及公共工程及生態社區，要達成這個目標，深入剖析目前綠建材推廣上遭遇的問題，並且能夠擬定有效的解決方案，便成為首要的工作。內政部建築研究所今年補助國立成功大學永續環境科技研究中心，執行「再生綠建材開發與推廣應用計畫」，此計畫特別將再生綠建材推廣現況及問題剖析的工作列為重點。

二、推廣現況

再生綠建材定義（內政部建築研究所）為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。選用廢棄的建築材料直接進行二次使用者，如拆卸下來的木材、五金等，或使用他種廢棄物再製成建材者，亦即將廢棄材料回收再用來生產之建築材料。目前綠建材標章推動是以鼓勵回收國內廢棄物所製之再生建材為主。

過去幾年政府大力推動再生綠建材的使用，內政部建築研究所除了建置設備精良的性能實驗中心，可以提供再生綠建材產品的品質試驗，也建立再生綠建材標章的制度，並且積極協助廠商開發再生綠建材。除內政部建築研究所外，其他各部會中包括環保署、公共工程委員會、內政部(營建署)、交通部等各單位皆從各管理業務範圍內努力，制定各相關法規，以期能打開再生綠建材之市場通路，但是成效有限。目前再生綠建材的使用不普及，相對於一般建材處於競爭之劣勢，彙整這幾年文獻探討的結果[1-3](參見表 1)，一般的原因不外乎：

1. 價格偏高：再生綠建材成本常偏高，其原因有三：(a)原料來源多方面，分攤太多運輸成本以及前處理分類成本，(b)性質複雜，必須增加調配及生產成本，(c)供應不

穩定，增加製程之複雜性。

2. 民眾心理因素：一般大眾認為再生產品品質欠佳，外觀不良因此再生產品常被與次級產品劃上等號，民眾無法接受以相同價格購置「再生」之產品。
3. 產品選擇性低：再生綠建材產品種類不多，規劃設計上綁手綁腳。
4. 綠建材市場規模不大：建材產業規模其實相當大，雖然政府已訂定法規強制規定公共工程必須使用一定比例，不過綠建材市場規模依舊有限，難以吸引廠商投入。

過去幾年針對綠建材推廣這個議題，許多研究都投入相當多的心力，也都展現不錯的成果，表 1 彙整文獻提及再生綠建材使用不普及的原因及建議方案，不過各個研究計畫考量的面向並不一致，也非十分完整，應該把整個綠建材產業供需面一起剖析，提出妥適的建議方案，建構體質健全的綠建材產業。



表 1 再生綠建材推廣問題點及解決方案（過去相關資料及報告）

報告	出處	問題點	建議方案
<p>再生綠建材市場推動機制與建築廢棄物再利用推動策略分項計畫三</p>	<p>陳文卿</p>	<p>政府採購法：綠色採購</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 增加經費支出：各級機關普遍財政緊縮的情況下，不易要求編列較高之預算以購置較高費用之環保再生產品。 2. 不易認定：建材是工程的一部份，工程發包時皆是以工程範圍為採購發包對象，很少針對建材部份進行採購發包。建材佔整體工程之百分比不易認定，因此採用綠建材之投標廠商無法享有前述百分之十價差優勢。 3. 擔心品質差異性 	<p>強制性原則</p> <p>公共工程及機關營建工程在一定額度以上之總造價經費者，應強制使用再生綠建材。</p> <p>「機關綠色採購推動方案」中應將再生綠建材納入每年機關優先採購環境保護產品之必要項目(應至少一定比例以上為再生綠建材)，且於次年度追蹤執行成效。</p> <p>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工程項目中使用水泥混凝土材料，如高壓混凝土磚、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%）。</p> <p>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%）。</p> <p>中央機關所編列或受其補助達二分之一以上之公務預算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%。</p>
		<p>環保標章、綠建材標章</p> <p>民眾對於再生綠建材之品質及安全性疑慮。</p>	<p>無差別性原則</p> <p>獲「再生綠建材標章」之建材，得以直接延用一般建材之相關規範。</p> <p>「再生綠建材標章」評定基準</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以符合既定國家標準為前提 2. 不同等級、類別之建材有不同之國家標準，因而可使用不同比例之回收材料。

		<p>3. 所使用的回收材料長期無污染環境或危害健康之虞 =>再生綠建材與原生材料產品品質與安全性無差別性，可直接使用</p>
	<p>市場機制目前之困難</p> <p>1. 成本偏高</p> <p>(1) 分攤運輸成本</p> <p>(2) 雜物太多增加分類前處理之成本</p> <p>(3) 性質複雜，必須增加製程調配及生產成本</p> <p>2. 市場通路欠缺保障</p> <p>3. 廢棄物來源分散，且供應不穩定</p> <p>4. 品質不易穩定，民眾接受度待突破</p> <p>5. 下游廠商外移無法形成完整供應鏈</p>	<p>一、營建業者</p> <p>1. 營建廢棄物缺乏適當去處，委託清除業者卻擔心任意傾倒而觸法。尤其是北部地區地下室開挖之大量含水性高之黏滯性泥土不易找到棄土場</p> <p>2. 砂石等建築原材料價格高漲有心採用再生建材，卻不易找到可靠之產品供應商，且擔心(1)供應量是否穩定，(2)成本太高，(3)品質無保證，(4)客戶心理因素排斥</p> <p>二、再生建材業者</p> <p>1. 成本偏高：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分攤運輸成本，使原料(廢棄物)取得之成本與原生材料相近 ● 雜物太多增加分類前處理之成本 ● 性質複雜，必須增加製程調配及生產成本 <p>=> 應計入廢棄物處理費將成本扣除</p> <p>2. 市場通路欠缺保障</p> <p>3. 廢棄物來源分散，且供應不穩定</p> <p>4. 品質不易穩定，民眾接受度待突破</p>
		<p>一、從源頭做起，減少建築廢棄物之產生</p> <p>1. 推廣營建自動化，達成工地現場減廢，強制規定工地使用現場廢棄物之比例</p> <p>2. 鼓勵營建業研究採用可減少廢棄物產生之新施工法</p> <p>3. 加強各營建工地及建築物拆除重建之現場減廢設計</p> <p>4. 將工地現場減廢之設計，列為建造執照及雜項執照必須抽查項目，並辦理查核</p> <p>5. 制定建築廢棄物排放標準及分級收費表，廢棄物處理費用應依實際產生量對照該標準徵收</p> <p>二、產生之建築廢棄物應儘量就地回收，減少須運離現場之廢棄物數量</p> <p>1. 健全建築廢棄物產生量申報制度，達成要求工地現場減廢目的</p> <p>2. 鼓勵大型營建工地設置資源回收分選設施，以利現場回收</p> <p>3. 各級公務機關或接受公務預算補助達三分之一以上之機關團體，其辦公廳舍等各項舊建築物重建總額達五千萬元以上者，應提報拆除計畫，強制要求建築廢棄物之分類回收。</p> <p>三、已收集之建築廢棄物，應加強其回收再利用，減少最終必須棄置量</p> <p>1. 加強再生建材技術研發，輔導合法廠商建立再生建材相關生產技術；鼓勵業者投入再生建材之生產利用，納入獎勵投資項目</p> <p>2. 加速建立綠建材標章制度，建立驗、認證制度，健全國內營建再生材料市</p>

		<p>5. 下游廠商外移無法形成完整供應鏈</p> <p>三、建築及工程之業主</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 營廢棄物處理增加工程費用 2. 使用再生建材增加整體建造成本 3. 再生建材來源不穩定 (無可靠供應商) 4. 再生建材品質不穩定 (缺乏品質保證) <p>四、政府(營建與環保)機關</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 營建廢棄物任意棄置造成環境嚴重污染 2. 耗費巨大稽查之人力物力 3. 砂石原材料不足，盜採砂石，掩埋有害廢棄物之案例層出不窮，造成全國約兩百處不明廢棄物污染場址，且該等污染場址皆上覆營建廢棄物以為遮掩，危害生態環境甚巨。 4. 營建資源未回收利用，違反「資源回收再利用法」及永續循環社會之精神 	<p>場</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 加速建築技術規則綠建築專章之實施 4. 研訂再生建材使用之施工規範，並辦理建築師與土木、營建業者之相關講習訓練。 5. 辦理教育宣導，推廣並教育一般大眾對再生建材之認識，提高接受度，並建立公共工程使用再生建材之示範計畫 6. 研訂綠建築設計績效制度，規定綠建築績效可優惠計點或優先取得投標資格，並增加採用綠建材之權重。 7. 各公務機關強制使用再生建材，創造市場誘因： <ul style="list-style-type: none"> ◆ 各公有建築物，對於高壓混凝土地磚、植草磚及圍牆磚等部份等各項混凝土產品，強制要求使用再生建材。 ◆ 各公有建築物，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，強制要求使用再生建材產品。 ◆ 各級公務機關所採購之辦公家具應強制要求內含再生建材 ◆ 各公共工程道路級配料部份以及國家公園之碎石步道等，強制要求使用或參配再生粒料。 ◆ 對於河、川、海岸工程使用消波塊部份，強制要求使用再生粒料。 ◆ 各公務機關提報年度綠色採購中將使用再生綠建材產品數量及總預估經費 <p>四、無法回收再利用或回收再利用不符效益者，應妥善處理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 各縣市政府廣徵廣設營建剩餘土石方及營建廢棄物資源堆置處理場，簡化申請程序縮短審議時間 2. 健全建築廢棄物產源申報制度，確保建築廢棄物循合法處理途徑妥善處理 3. 研訂建築廢棄物保證金制度，強制要求廢棄物進入合法回收處理場 <p>五、杜絕建築廢棄物非法傾倒</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加強建築廢棄物流向申報管理，嚴格取締非法傾倒，並將建築廢棄物最終流向證明，列為使用執照嚴格查核項目 2. 訂定廢棄物處理廠商之獎勵與處罰辦法，對於偽造處理證明之廠商加重處罰至停業處分，以儆效尤
<p>推動國內可再生營建資源市場機制產業化之研究</p>	<p>行政院公共工程委員會研究報告，詹穎雯，92</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國內再生技術已然完備，惟相關再生應用方案則受限於營建工程的特殊屬性，而產生落實應用的困難。 2. 營建廢棄物的流向管制落實需加強。 	

	年 12 月	3. 綠色標章的產品需考量其附加產品的關聯性，避免環保標章設置效能不佳。	
廢棄混凝土再生粒料應用於公共工程之探討	行政院公共工程委員會研究報告，鄭瑞濱，95 年 12 月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 公告再利用種類繁多，適用性不明 2. 再生資源之標準規範不熟悉 3. 法令無法強制使用 4. 營建剩餘土石方產出及使用之推估精確性有待驗證 5. 再生資源處理廠之能力參差不齊，且再生粒料之品質不穩定 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據「營建事業再生資源再生利用管理辦法」儘速公告營建資源再生利用公告項目；儘速通過營建剩餘土石方處理法。 2. 持續辦理廢棄混凝土再生粒料示範工程；儘速頒布再生混凝土施工規範。 3. 依工程會廢棄混凝土再利用率績效指標，要求各部會落實執行；建立公共工程營建再生粒料之採購驗收機制。 4. 建立具識別與追溯管理之再生粒料供應之制度；建議將現有之申報系統加以改版，以符合工程人員使用上需求。 5. 建立營建資源再利用驗證制度，由第三公正單位執行檢驗。
再生綠建材技術開發與推廣應用	內政部建築研究所補助研究報告，93 年 12 月		<p>再生綠建材的經濟效益分析時，應將再生建材的未來廢棄時的經濟成本列入考量，是否有分離技術困難、成本高等問題產生。</p> <p>環保標章產品在公共工程委員會公告「機關優先採購環境保護產品辦法」規定可優先採購，綠建材標章未來應可向公共工程委員會登記納入政府綠色採購體系，其產品可被政府認可為第三類環保產品，此法可促進綠建材市場開發。</p>
綠建築產業發展與推動策略研究	內政部建築研究所協同研究報告，95 年 12 月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 法令面： <ul style="list-style-type: none"> ● 法令強制性有限，綠建材僅要求 5% 之下限，不足鼓勵業者投入。 ● 營建工程常屬整體發包不易分割，因此綠建築產業相關產品不易適用政府採購法九十六條綠色採購之優惠。 ● 公共工程對於綠色產品之標準及使用規範待加強。 2. 經濟面： 	<p>發展策略：</p> <p>市場面：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建築業，建材業、裝修業、房仲業四業結盟 <ul style="list-style-type: none"> ● 建議以政府主導，建立資訊與技術流通平台，定期舉辦研討會、教育訓練、座談會。 2. 善用優勢，開拓國際市場： <ul style="list-style-type: none"> ● 掌握關鍵的建材設計、材料使用及製程技術，提高產品的功能性及賦予產品深一層的價值與意涵。 ● 政府除推動綠建材標章外，應更積極鼓勵國內廠商開發及建立關鍵技術

		<ul style="list-style-type: none"> ● 綠色產品價格較高，業主缺乏誘因。 ● 供需市場資訊不全，缺乏明確的市場規模，量產化不足，成本偏高。 ● 民眾易主動接受「機能性」產品，對於「環境性」產品則否。因此以綠建材為例，「再生綠建材」遠不及「健康綠建材」已以廣受消費者青睞，市場不易打開。 <p>3. 環境面：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「綠建築評估基準」以建築設計為主，產品/材料本身之環境評估基準尚不足。 ● 產業關聯產品之標章及驗證制度公信力尚待建立。 ● 建築物生命週期之整體環境影響資訊不足，不易作客觀公正之評估。 ● 推廣宣導教育不夠，至一般建築所有者或使用者對綠建築資訊不足。 <p>4. 市場面：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設計者普遍缺乏綠建築設計需要的整體技術知識。 ● 符合綠建築使用的建材/設備/系統產品的提供缺乏。 ● 我國建築相關產業對綠建築的認識只於法令認識，只落實到可操作的實務，未至以此為利基建立產業優勢。 	<p>或設計服務，開發新一代的優質綠建材。提供管道組織業者，成立知識社群，進行討論會或發表會，分享創意成果以及意見交流。並可由政府建立窗口，提供廠商赴國外生產行銷諮詢服務，協助解決問題。</p> <p>3. 檢驗標準及法規配合</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 材料以國內優先，「生態綠建築」必須符合地方產業生態，「再生綠建材」材料以國內為限。 ● 協助業者建立產業標準，如綠建材標章，可針對國內綠建材效能檢驗項目、規範作明白規定。並可對進口產品規範其性能及使用的安全。 ● 國家標準中，於性能及規格規範外若加入環境性基準，將對市場的推廣有提升作用。 <p>技術面：</p> <p>1. 材料替換技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 回收材料、低污染材料、低生態衝擊材料、輕質化材料等應用技術開發。例如：竹子。 ● 由政府研發單位結合民間材料開發業者，建立窗口，向建材業者介紹相關技術及新材料。 <p>2. 製程改良技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 投資改良製程技術，加入自動化技術能量，提高生產量並可降低生產成本。 <p>3. 建材增值化技術（設計、功能）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一般建材獲利率很低，綠建材由於技術門檻高，相對屬於獲利較高的建材。 ● 加強建材增值化技術開發，如設計、增加附加價值等，惟須注意成本增加過高則不易被市場接受。
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>建築廢棄物減量推動方案</p>	<p>來源待查</p>	<p>金屬材質民間已有回收的市場機制，混凝土塊、磚石以及木質材料為應加強推動回收再利用的對象。</p>	<p>措施一： 建築廢棄物產源管制，強制要求進入再生處理場。</p> <p>措施二：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加強再生建材技術研發，輔導合法廠商建立相關生產技術。 2. 獎勵廠商投資設置再生建材之生產工廠。 3. 建立綠色再生建材品質驗證及標章制度。 4. 設立國家級綠色再生建材實驗室，職司技術研發、品質驗證及教育訓練。 5. 政府研定再生建材的施工規範，辦理相關講習課程。 6. 教育宣導，推廣大眾對再生建材的接受度。 <p>措施三：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中央機關的公有建築物部分混凝土及木質產品，公共工程道路級配料部分，河川、海岸工程消波塊要求使用再生建材產品。 <p>措施四：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 部份公務機關應提拆除計畫，強制分類回收建築廢棄物。 2. 研發建築減廢設計，建立獎勵制度。
<p>綠營建政策推動策略及藍圖研究</p>	<p>行政院公共工程委員會研究報告，黃榮堯，91年12月</p>		<p>綠營建工法，材料與技術認證之建立</p> <p>為促進國內綠營建產業發展，並配合工程主辦單位綠營建工法，材料發包採購時相關法令之規定，國內有必要建立綠營建工法、材料與技術認證制度，一方面鼓勵及保障綠營建技術研發，另一方面可便利工程主辦單位綠營建技術之應用實施。該制度可考慮與工程會目前擬定中之「新工法、新材料」認證制度相結合。</p>

三、問題剖析

本計畫首先從再生綠建材之「供給面」、「需求面」與「循環再生」三個面向剖析，如圖 1 所示，整個綠建材生命週期從既有結構物拆除後，經由再生利用單位清運前處理後形成再生資源，提供給再生資源利用業者加工，包括分類分選成原料或者是加工製造成再生產品，不論是原料或者是產品，都需要驗證單位檢驗其品質是否達到國家標準，驗證單位可以是內政部建研所性能實驗中心，或者是 TAF 認證之機構，通過品質認證之產品，可以申請相關標章，如再生綠建材標章或環保標章，接著就是規劃設計單位採用這些綠建材進行設計，交給施工單位興建及消費者使用，最後當建材或者結構體使用年限結束後進行拆除，完成整個生命週期。要探討綠建材為何面臨推廣不易的問題，整個供需連結循環各個環節都應該詳細檢討。

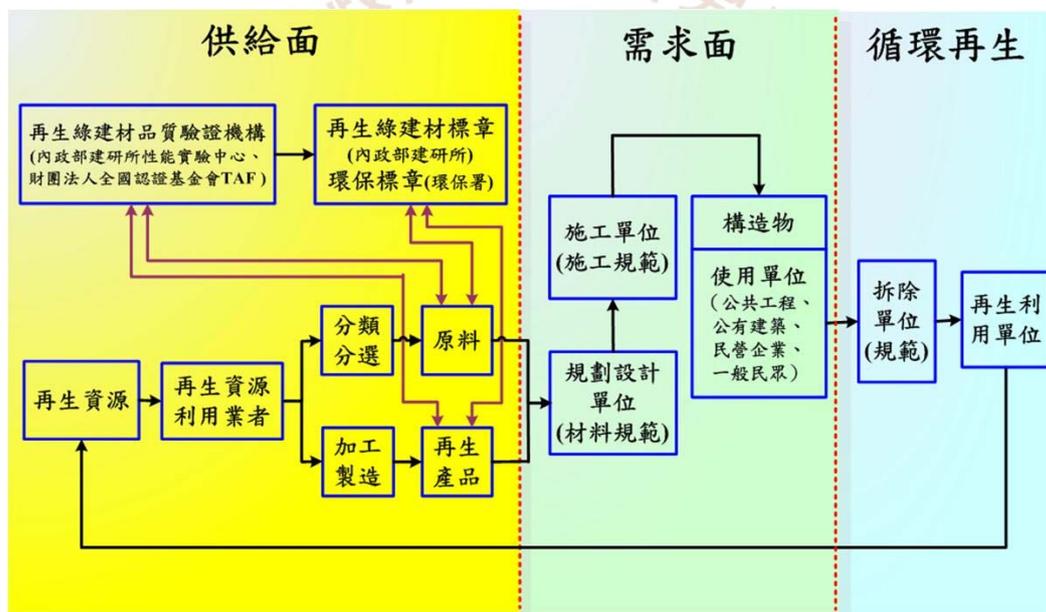


圖 1 再生綠建材供需連結圖

圖 1 再生綠建材供需連結循環中，建材經拆除單位拆除後，交由再生利用單位處理形成再生資源，這個部分本研究稱為原料端；再生資源藉由再生資源利用業者透過技術，製造出特定品質功能的再生綠建材，這個部分稱之為技術端；再生綠建材產品從工程設計規劃單位採用、施工單位興建、至消費者購買使用，這個部分稱之為市場端，上述原料端、技術端、市場端的再生綠建材產業鏈魚骨圖如圖 2 所示，另外，本研究也明列出再生綠建材產業相關的管理制度，如圖 3，以下剖析現況時會綜合討論，例如剖析原料端之來源時，即一併討論其在管理端的情況，稍後在管理端就不再重複贅述。

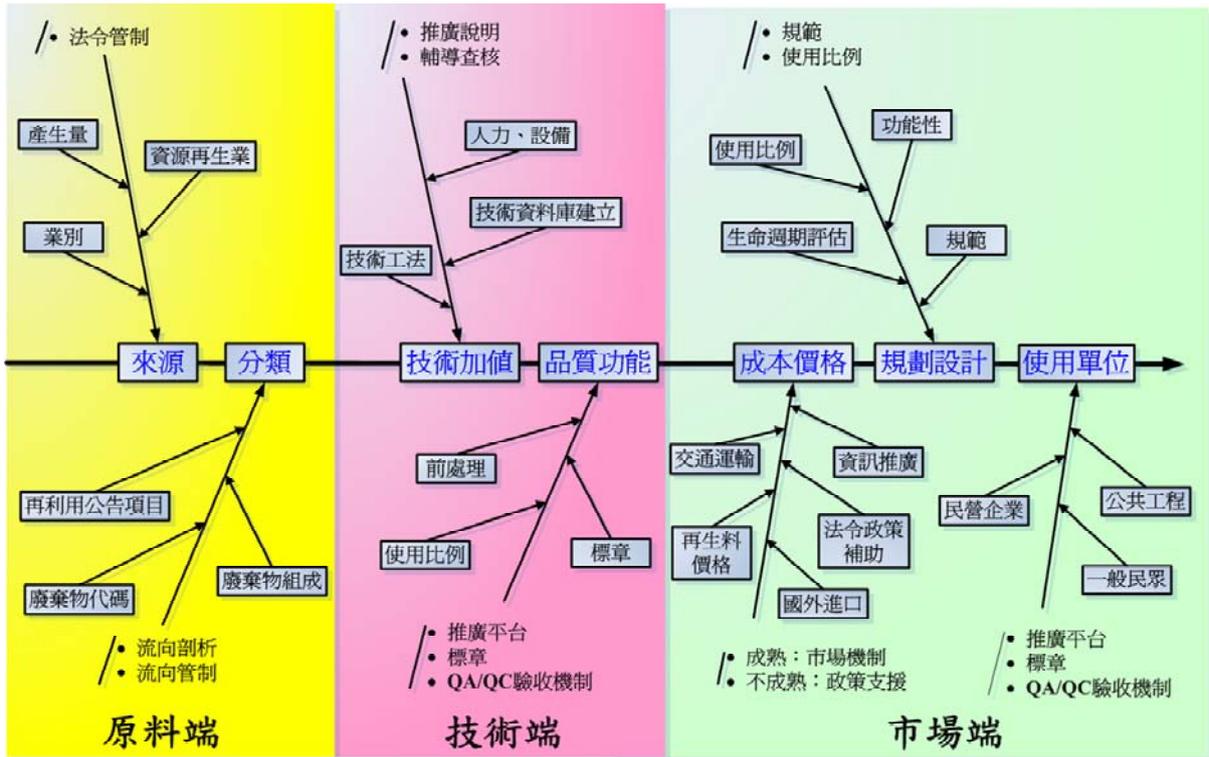


圖 2 再生綠建材產業鏈魚骨圖

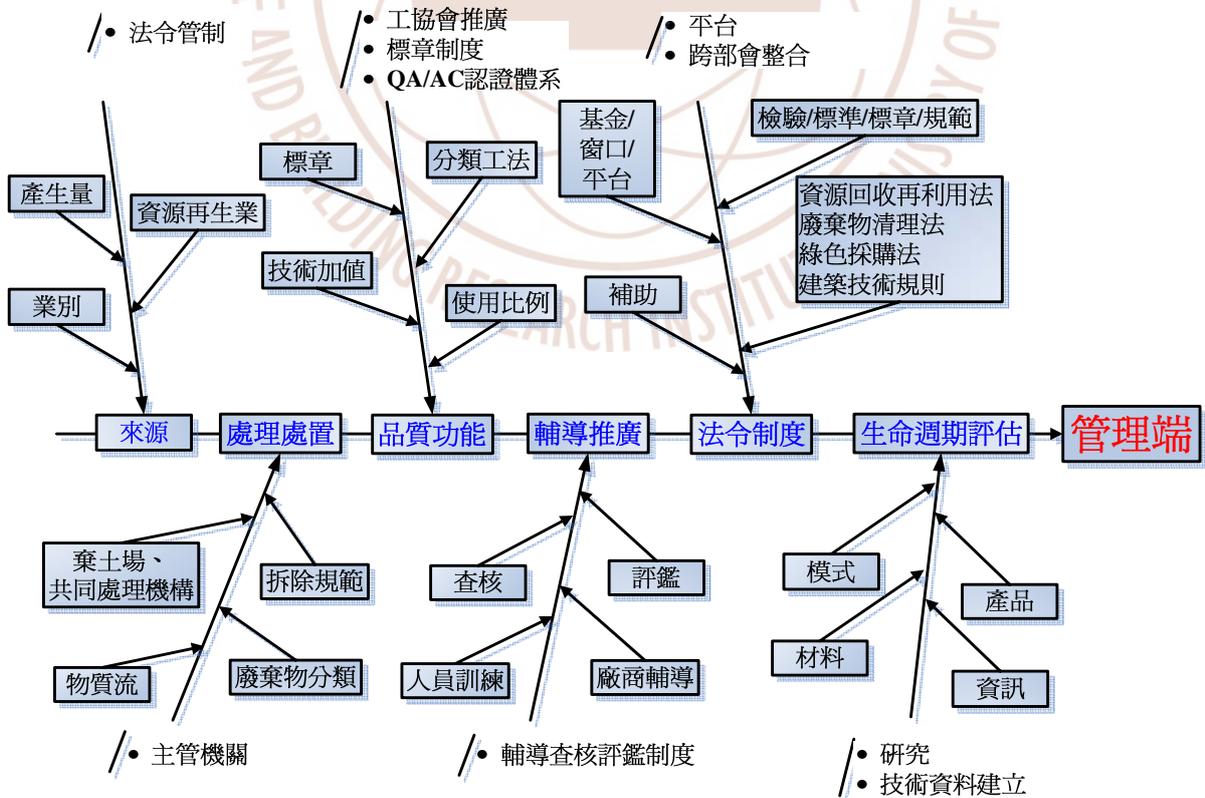


圖 3 再生綠建材產業管理端魚骨圖

原料端：

以生產者的角度來看，原料品質的優劣會影響產品的功能和品質，再生綠建材產業所用的原料大多是再生材料而非原生材料，本質上再生材料的穩定性和品質都可能比原生材料要差，因此建立一套完善的制度，嚴格控管再生原料(再生資源)的產生，確保這些再生資源真正進入再利用的循環體系，並且能夠落實資源管理，是絕對必要的措施。

來源：政府首先必須能夠掌握每年再生資源的產生量，要達到這個目的，必須建立一套拆除申報管理制度，亦即當使用者要拆除結構物或裝潢物時，必須先向政府主管機關繳交押金，申請許可並填具估計之再生資源產生量，爾後接洽政府核定合格之拆除清運廠商，清運拆除下來的再生資源。

分類：上述再生資源在拆除現場，應該透過標準化的程序先行分類分選，再根據廢棄物的組成查詢代碼，才能運至合法的資源場置放。合格之拆除清運廠商必須確實填具實際拆除之再生資源數量，向地方主管機關申報後，申請人方能拿清運廠商之收執聯向主管機關拿回押金。

以圖 3 管理端的角度來看，目前國內僅建立後端資源場的制度，當民眾要清運再生資源至合法的資源場，只要找到合適的資源場，付費後根據廢棄物代碼即可將產生的再生資源清運至資源場。至於拆除產生之再生資源，是否全數進入合法的資源場則不得而知。因此，實有必要建立一套完整的拆除清運申報制度，讓再生資源產生者，能夠依法讓再生資源回流至循環體系中。另外，中央政府主管機關也有必要建立一資訊平台，透過網際網路即時地提供全國的資源場中，目前放置的再生資源種類和數量，可以提供給有需求的再生資源利用業者尋找料源。另外，在平台上也可以適度地增加一些功能，如交易撮合、預訂再生資源或者管理功能，讓資訊透明化。

技術端：

原料端提供合適的原料給再生資源利用業者，業者可以運用適當的技術，開發生產比較有價值的再生產品，生產的產品必須滿足品質和功能上的要求，才能推入市場。

技術增值：再生資源再利用應該朝向運用更好的技術工法，將原本價值很低的再生資源，生產為較高經濟價值的產品，而不是只是直接利用再生資源，例如將廢混凝土塊視為替代性的骨材，添加於非結構性的混凝土中。要達到這個目的，並非只是單方面的鼓勵廠商投入資金及技術，開發更具價值的再生綠建材，政府也必須制訂推動相關制度，協助整個綠建材產業的發展。譬如說，對於比較好的再生資源，理應利用生產較高價值的再生綠建材，而不是以低價值的直接再利用方式，關於這一點，政府應該協助優良的再生資源利用業者，優先取得需要的再生原料，並且可以給予適當的補助，協助降低原料成本，促使這些業者願意投入資金開發更好的產品。相形之下，對於只能直接再利用的再生資源業者，會形成淘汰的壓力，驅使他們也願意投入資金、技術。誠然，要做到這一點，政府必須能夠充分掌握再生資源的流向，透過法令強制資源場執行上述政

策。另外，政府評選優良之再生資源利用業者，也可以適度地補助其引進國外先進技術的費用，協助其降低生產成本，增加競爭力。

品質功能：除了產品市場價格之外，再生綠建材的品質功能，是維持市場競爭力最重要的關鍵。再生綠建材產品品質功能之確保，應該分成兩個部分，一為再生資源利用業者生產之產品，送檢驗單位驗證其品質及功能性，產品確實可以達到某些功能性，就可以申請標章，包括綠建材標章和環保標章；另一為投產後，如何維持再生綠建材產品生產線一定的品質，即所謂 QA/QC 制度，這兩個部分政府都必須有所著力。在綠建材標章部分，主管機關必須逐年修訂標章內容，以因應每年新的綠建材產品不同的檢測項目。在 QA/QC 制度部分，雖然品質保證是廠商的職責，政府仍然應該建立一套機制，讓受輔導或補助的廠商能夠每年進行評鑑，確保其品質達到要求，也考核其是否達到後續受補助或獎勵的標準。

市場端：

再生綠建材產品在市場上能否打開通路，本研究將眾多影響因子歸納為三個大項，分別是成本價格、規劃設計、使用單位。

成本價格：市場通路上同類型的產品，價格常決定是否具競爭力，雖然再生綠建材產品對資源再生、環境保護有指標性的意義，不過這不代表設計單位就一定得使用，還是要回歸到市場競爭法則。當一個產業已經相當成熟，政府應尊重市場機制，毋需加以干預，不過當再生綠建材產業尚未成熟，政府應該藉由政策支援來增加再生綠建材的競爭性，換言之，政府可以制訂政策協助業者降低生產成本，一直到整個再生綠建材產業趨於成熟。

規劃設計：工程決定要不要用再生綠建材，通常是規劃設計單位進行檢討提出建議案，亦即是建築師或室內設計師，在規劃設計階段，設計者會依據設計標的、法規、施工規範、產品的功能性、價格和生命週期等，來決定要推薦採用那些產品，基本上，最重要的因素應該是價格以及業主的要求。在商言商，兩種品質和功能相當之產品，價低者得是不二法門。另外，設計單位考慮採用何種建材時，再生綠建材的再生兩字，常常給予一般大眾有種次級品的直覺感受，即便是產品品質很好，也沒有健康疑慮，設計者和消費者也不太願意使用。其實市面上有很多產品都是資源回收再利用的，例如鋁製品，市場上好像也從來沒有聽過廠商強調產品是再生鋁門窗之類的說法。因此，若能夠讓再生綠建材價格和一般的建材有競爭性，並且不過度強調再生兩字，相信透過宣導、推廣、教育，設計者會逐漸瞭解，採用再生綠建材可以同時為我們生活的環境盡一份心力，其納入設計進而配合推廣使用的意願會逐漸增加。

使用單位：目前政策強制公共工程使用 5% 再生綠建材，尚未推廣至民營企業和一般工程，從私領域的角度觀之，政府似乎不合適去強制人民一定要採用再生綠建材，因此比較好的方式是讓再生綠建材品質、功能、價格可以和一般建材競爭，加上綠色的環

境友善指標，相信會有越來越多民眾願意使用。當然，逐步提升公共工程使用再生綠建材使用量，也是值得持續進行的政策。

管理端：

再生綠建材產業發展過程中，各部會制訂相關政策對產業發展至關重要，不過如何落實有效管理卻是成功與否的關鍵，從再生資源的產生到最後拆除的整個生命週期(參見圖 3)，各個環節都需要制訂有效的管理制度。

處理處置：在處理處置這個環節，政府相關單位必須思考如何有效地管理共同處理機構(如棄土場)，其中可以著墨的列舉如下：

- (1) 建立一套拆除規範
- (2) 建立一套線上申請流程，讓拆除清理業者能夠根據申請單將再生資源清運至資源場，確保拆除之再生資源沒有被任意排放。
- (3) 建立一套資源場管理系統，未來資源場場內存放多少再生資源，都可由網路查得，再生資源利用業者需要再生料，可以上網取得資訊並聯繫資源場。

推廣輔導：為了健全再生綠建材產業之發展，政府相關單位可以積極輔導優良的廠商，協助其人員訓練及產品認證，也應該建立一套查核評鑑制度，讓體質不佳的廠商能夠瞭解如何進行改善，正派經營的優良廠商可以獲得相對應的補助或獎勵。

法令制度：制訂法令推行制度是政府的工作，健全的法令制度可以讓業者有依循的方向。以下列出政府相關單位可以努力的方向：

- (1) 藉由法令制訂的手段，提高公共工程使用綠建材比例，日前得知營建署已經召開專家會議，討論提高公共工程使用綠建材比例至 30%，此舉可以有效提升綠建材市場規模，實行上應加以落實。
- (2) 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準，以因應未來各廠商生產新的再生綠建材。
- (3) 可考慮制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程。
- (4) 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能。

表 4-5 再生綠建材產業推廣建議方案實施時程

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
原料端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃資源場資訊交流平台 2. 規劃拆除現場標準化分類分選程序 3. 規劃拆除申報管理制度 4. 訂定完成 SOP 拆除規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立資源場資訊交流平台 2. 建立拆除現場標準化分類分選程序 3. 建立土資場及資再場分級評選制度 4. 將 SOP 拆除規範納入建築技術規則 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立拆除申報管理制度 2. 根據土資場及資再場分級評選制度，建立不同等級業者業務範圍 3. 將家戶裝潢納入拆除規範對象
技術端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考環保署既有的考核制度，建立再生資源利用業者查核評鑑制度 2. 規劃獎勵制度，補助優良再生資源利用業者投資引進新技術，提升再生綠建材的功能與市場價值 3. 更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行評鑑制度建立優良再生資源利用業者名單 2. 建立獎勵制度補助優良再生資源利用業者投資引進新技術 3. 建立優先取得再生資源制度，透過資訊交流平台，協助優良再生資源利用業者，優先取得所需的再生原料 4. 持續更新綠建材標章項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行再生資源利用業者之評鑑獎勵制度 2. 檢討獎勵制度成效 3. 持續更新綠建材標章項目
市場端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議拿掉「再生」兩個字，直接視為具功能性之綠建材，只在規格上標示含某一比例再生料，建立社會大眾對再生綠建材的信心與使用意願 2. 大力宣導綠建材的優點，鼓勵民眾使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制訂鼓勵民營業者使用再生綠建材辦法 2. 針對一般民眾和規劃設計人員加強宣導、推廣、教育使用再生綠建材對環境的好處 3. 鼓勵民間工程採用再生綠建材，制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 向社會大眾公開執行再生資源利用業者評鑑獎勵制度之結果
管理端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升室內裝修材料綠建材使用比例至 30% 2. 研提「綠建材推廣輔導計畫」 3. 研訂推廣綠建材功能規範 4. 建立類似德國 DIN-4226 綠建材檢驗基準規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整合部會資源推動綠建材推廣輔導計畫，培育人才建立示範體系 2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準 3. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢討研訂第二期推廣輔導計畫

附錄二

諮詢會議相關資料（會議記錄及簽到單）



附錄二 諮詢會議相關資料（會議記錄及簽到單）

一、諮詢會議會議記錄

時間：九十七年十月二日（四）上午 9:30~13:30

地點：天成大飯店 17F 貴賓廳 台北市忠孝西路一段 43 號

主持人：張祖恩教授

出席人員：成功大學永續環境科技研究中心張祖恩主任、台灣綠建材產業發展協會楊捷凱理事長、台灣歐德傢俱股份有限公司陳峙辰先生、台灣省營建剩餘土石方資源處理商業同業公會聯合會陳顯章理事長、台北市營建剩餘土石方資源處理商業同業公會張廖年鴻先生、內政部建研所環境控制組陳瑞鈴組長、行政院環保署廢棄物管理處謝淑貞技士、中央大學土木工程系林志棟教授、中央大學營建管理研究所黃榮堯教授、台灣營建研究院工程服務組鄭瑞濱組長、成功大學永續環境科技研究中心龔東慶博士、成功大學永續環境科技研究中心陳宏達博士

討論事項：

1. 再生綠建材推廣建議方案說帖。
2. 就原料端、技術端、市場端及管理端等鏈結提供再生綠建材推廣建議

重要結論：

1. 目前再生資源(如剩餘土石方及營建廢棄物)之申報管理制度因主管機關不同而產生管理上之盲點，再生綠建材推廣應由政府跨部會（包括營建署、環保署、公共工程委員會及交通部）整合，針對再生資源進行分類、分級及制訂規格，透過營建剩餘土石方及營建廢棄物之管理單位整合，明確掌握再生資源數量及流向，以進行再生資源之申報查核及管制，再生綠建材推廣應可由管理單位編列預算以短、中、長期進行規劃，整合部會資源以計畫帶動推廣工作，並將相關推廣計畫列入國家大型經建計畫之中。
2. 政府應針對再生綠建材供應鏈結建立完善之品質品保規範、設計規範及使用規範，針對建材之國外管制項目應由政府編列預算補助檢測分析，降低業者再生綠建材之成本。
3. 再生資源品質提升有助於再生綠建材價格提升，故再生處理廠技術提昇、標章認證、再生處理廠分級及評鑑制度可使合法廠商生存並導向正軌，且再生綠建材產品應透過新材料、新技術及新工法進行再生綠建材功能提升及產品加值。

4. 再生綠建材應從供應鏈結著手，就 push 端而言，可從申報系統及 GPS 管制進行管控，就 pool 端而言，應創造市場誘因或藉由公權力介入及產品技術加值等方向進行。
5. 再生綠建材之名稱訂定應考量民眾疑慮、社會觀感及市場接受度，可透過標準、檢驗及分級方式將再生一詞去化。
6. 再生綠建材推廣應配合國家重要計畫如公共工程委員會之節能減碳白皮書之時間表。
7. 再生綠建材推廣應考量過去執行相關計畫之努力及貢獻（如林勝豐政務委員之跨部會整合會議、鄭瑞濱組長及林志棟教授之研究成果），目前各部會推動之環台自行車道設置應考量以再生綠建材進行規劃設計、並設定規範以因應。
8. 再生綠建材相關標準可參考德國 DIN4226 及日本 EJIS 等標準，使再生綠建材之認定標準明確化。



二、諮詢會議簽到單

再生綠建材推廣現況及問題剖析諮詢會 簽到單

時間：九十七年十月二日（四）上午 9:30-12:00

地點：天成大飯店 17F 貴賓廳 台北市忠孝西路一段 43 號

主持人：張祖恩教授

出席人員：

單位職稱	出席人員	簽名
台灣綠建材產業發展協會理事長	楊捷凱	楊捷凱
台灣歐德傢俱股份有限公司		陳顯章
台灣省營建剩餘土石方資源處理商業同業公會 聯合會理事長	陳顯章	陳顯章
台北市營建剩餘土石方資源處理商業同業公會 理事長	王國正	請假 張瑞鈴
內政部建研所環境控制組組長	陳瑞鈴	陳瑞鈴
行政院環保署廢棄物管理處簡任技正	黃拯中	謝淑貞
內政部營建署建築管理組組長	鄭元良	
中央大學土木工程系教授	林志棟	林志棟
中央大學營建管理研究所教授	黃榮堯	黃榮堯
台灣科技大學營建系教授	黃兆龍	請假
台灣營建研究院工程服務組組長	鄭瑞濱	鄭瑞濱
成功大學永續環境科技研究中心主任	張祖恩	張祖恩
成功大學永續環境科技研究中心博士	龔東慶	龔東慶
成功大學永續環境科技研究中心博士	陳宏達	陳宏達



附錄三 座談會會議相關資料
(簡報資料、報名表、簽到單、問卷及分析)



附錄三 座談會會議相關資料 (簡報資料、報名表、簽到單、問卷及分析)

壹、座談會舉辦資料及報名表

自 90 年「綠建築推動方案」實施以來，政府相關部會及學術單位均投入相當人力、物力，進行再生材料、綠色建材及再生綠建材等相關研究，惟上述相關產品之實際應用仍相當有限，希冀藉由本座談會之召開以瞭解再生綠建材推廣現況，並透過產、官、學及研各界剖析再生綠建材推廣之問題及窒礙難行之源由，以提出具體之建議方案作為政府政策修、增訂，及日後市場開拓之依據，並藉以強化再生資源之循環利用及提升再生綠建材之使用率。

一、委託單位

內政部建築研究所

二、指導單位

公共工程委員會及環境保護署廢棄物管理處

三、主辦單位

國立成功大學永續環境科技研究中心

四、協辦單位

環境與發展基金會

五、會議地點

內政部建築研究所性能實驗中心二樓會議室

台南縣歸仁鄉六甲村中正南路 1 段 2496 號 (請參考附圖一)

六、辦理時間及名額

97 年 10 月 27 日 (一)，共 70 名

七、費用

免費(再生綠建材推廣座談會之舉辦經費為內政部建築研究所補助計畫支應)

八、報名期間

即日起至 97 年 10 月 17 日止

九、議程

請參考表一

十、報名方式

*傳真報名 06-3840960

* e-mail 報名 liueon@hotmail.com

*可由 <http://serc.ncku.edu.tw> 下載議程及報名表(請參考表二)

十一、注意事項

*本會議已辦理公務人員終身學習時數認證，並可依「技師執業執照換發辦法」取得技師點數積分認證。

* 若開車前來請參考所附之交通路線圖。

* 本會議名額有限，請獲通知參加者確實報到參加。

* 如有其他任何疑問，歡迎洽詢 (06) 384-0136 分機 205 劉育穎先生。

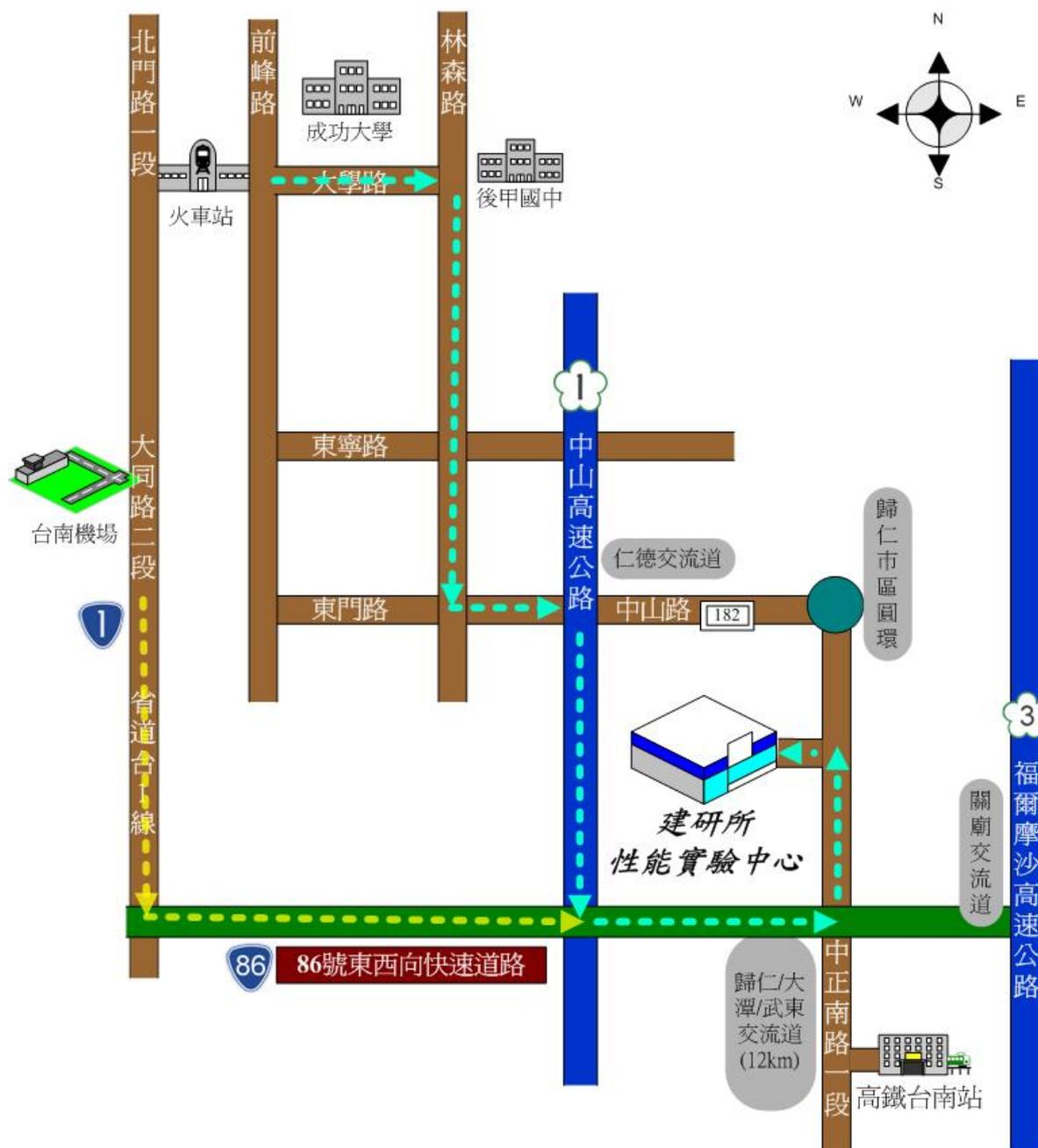
表 1 再生綠建材推廣座談會議程

再生綠建材推廣座談會議程					
時間	97 年 10 月 27 日 (一)		演講者	主持人	與談人
09:00-09:30	報 到				
09:30-10:00	開幕式	長官致詞	待邀	張祖恩	-
10:00-10:30	邀請演講	再生綠建材之現況與展望	楊捷凱理事長	教授	
10:30-10:50	茶 敘				
10:50-11:50	議題 (一)	再生綠建材產業推廣現況、問題剖析及改善方案	龔東慶博士	張祖恩教授	-
11:50-13:20	午 餐				
13:20-13:50	議題 (二)	再生綠建材產業原料端改善方案研討	陳文卿副總	蔣士宜總經理 韓嘉智總經理	黃兆龍教授 楊奉儒副組長
13:50-14:20	議題 (三)	再生綠建材產業技術端改善方案研討			
14:20-14:40	茶 敘				
14:40-15:10	議題 (四)	再生綠建材產業市場端改善方案研討	張祖恩教授	楊捷凱理事長 劉制軍經理	
15:10-15:40	議題 (五)	再生綠建材產業管理端改善方案研討		陳瑞玲組長 黃拯中簡任技正 劉政良簡任技正	
15:40-16:20	綜合討論			所有與談人	

(再生綠建材推廣座談會之舉辦經費為內政部建築研究所補助計畫支應)

表 2 再生綠建材推廣座談會報名表

再生綠建材推廣座談會報名表			
姓名		電子信箱	
單位		電話	
職稱		傳真	
聯絡地址			
身份類別	<input type="checkbox"/> 原料端(原料廠商) <input type="checkbox"/> 技術端(再生綠建材製造商) <input type="checkbox"/> 市場端 (設計規劃單位或使用單位) <input type="checkbox"/> 管理端 (政府機關單位) <input type="checkbox"/> 學術單位 <input type="checkbox"/> 其他		
中餐	<input type="checkbox"/> 葷食 <input type="checkbox"/> 素食		
* 本會議已辦理公務人員終身學習時數認證，並可依「技師執業執照換發辦法」取得技師點數積分認證。 * 若開車前來請參考所附之交通路線圖。 * 本會議名額有限(70名，額滿為止)，請獲通知參加者確實報到參加。 * 如有其他任何疑問，歡迎洽詢(06)384-0136分機205 劉育穎先生。 * 傳真報名 06-3840960；e-mail 報名 liueon@hotmail.com * 報名期間 即日起至 97 年 10 月 17 日止。			



實驗中心地址:台南縣歸仁鄉六甲村中正南路一段2496號

- 1.台南機場至性能實驗中心約11.5km
- 2.台南火車站及成功大學至性能實驗中心約17.8km(黃線)
、16.6km(綠線)
- 3.仁德交流道至性能實驗中心約8.6km
- 4.關廟交流道至性能實驗中心約10.5km
- 5.台南高鐵站至性能實驗中心約3.5km

附圖 1 內政部建築研究所性能實驗中心交通路線圖

再生綠建材推廣座談會 會議資料



會議時間

97年10月27日（一）

會議地點

內政部建築研究所性能實驗中心二樓會議室

主辦單位：成功大學永續環境科技研究中心

協辦單位：財團法人環境與發展基金會

補助單位：內政部建築研究所

議程

時間：97年10月27日（一）

地點：內政部建築研究所性能實驗中心二樓會議室

上午	97年10月27日（一）		演講者	主持人
09:00-09:30	報 到			
09:30-10:00	開幕式	長官致詞	待 邀	張祖恩 教授
10:00-10:30	邀請演講	再生綠建材之現況與展望	楊捷凱 理事長	
10:30-10:50	茶 敘			
10:50-11:50	議題（一）	再生綠建材產業推廣現況、問題剖析及改善方案	龔東慶 博士	張祖恩 教授
11:50-13:20	午 餐			
下午			主持人	與談人
13:20-13:50	議題（二）	再生綠建材產業原料端改善方案研討	陳文卿 副總	蔣士宜 總經理 韓嘉智 總經理
13:50-14:20	議題（三）	再生綠建材產業技術端改善方案研討		楊奉儒 副組長 黃兆龍 教授
14:20-14:40	茶 敘			
14:40-15:10	議題（四）	再生綠建材產業市場端改善方案研討	張祖恩 教授	楊捷凱 理事長 劉制軍 經理
15:10-15:40	議題（五）	再生綠建材產業管理端改善方案研討		陳瑞玲 組長 黃拯中 簡任技正 劉政良 簡任技正
15:40-16:20	綜合討論		所有與談人	

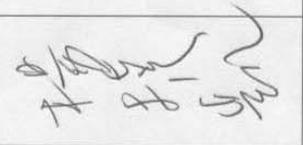
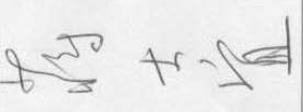
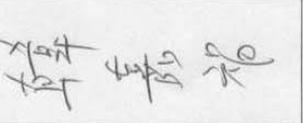
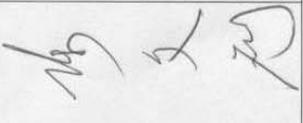
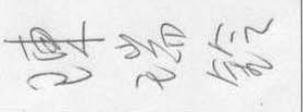
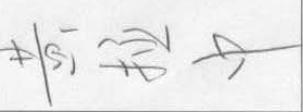
主辦單位：成功大學永續環境科技研究中心

協辦單位：財團法人環境與發展基金會

補助單位：內政部建築研究所



貳、座談會與會人員簽到單

再生綠建材推廣座談會				簽到表
編號	姓名	職稱	單位	簽名
V01	楊捷凱	理事長	台灣綠建材產業發產協會	
V02	蔣士宜	總經理	中聯爐石處理資源化股份有限公司	
V03	韓嘉智	總經理	全盛興資源科技股份有限公司	
V04	陳文卿	副總經理	財團法人環境與發展基金會	
V05	江哲銘	教授	成功大學建築系	
V06	楊奉儒	副組長	工研院能源與環境研究所	
V07	陳瑞鈴	組長	內政部建研所環境控制組	
V08	黃拯中	簡任技正	環保署廢棄物管理處	
V09	劉制軍	經理	信義建材股份有限公司	
V10	黃兆龍	教授	台灣科技大學營建工程系	

再生綠建材推廣座談會				簽到表
編號	姓名	職稱	單位	簽名
V11	張祖恩	主任	永續環境科技研究中心	張祖恩
V12	龔東慶	博士	永續環境科技研究中心	龔東慶
V13	劉政良	簡任技正	行政院公共工程委員會技術處	劉政良
A01	徐肇晞	技士	行政院公共工程委員會	
	施文和	主任	內政部建築研究所性能實驗中心	施文和

再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
C01	王榮吉	總幹事	台灣省建築材料商業同業公會聯合會	王榮吉
C02	陳顯章	理事長	台灣省營建剩餘土石方資源處理商業同業公會聯合會	陳顯章
C03	張傑	總幹事	台灣省營建剩餘土石方資源處理商業同業公會聯合會	
C04	周宗毅	經理	金碩實業股份有限公司	周宗毅
C05	張嘉倫	經理	東岱環保工程股份有限公司	張嘉倫
C06	楊森源	副理	奇美電子公司營繕處	楊森源
V C07	王貽德	經理	台灣世曦工程顧問股份有限公司	王貽德
C08	白斌傑	副總經理	科瑞帝系統股份有限公司	白斌傑
C09	陳俊英	經理	中聯資源股份有限公司業務處	陳俊英
C10	白志清	經理	台灣杜邦股份有限公司	白志清

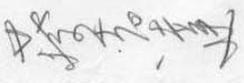
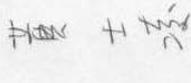
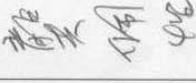
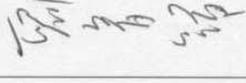
再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
C11	卓宸承		嵩詠實業	卓宸承
C12	許敏雄	經理	東岱環保工程股份有限公司	許敏雄
C13	楊智麟	經理	中聯資源股份有限公司	楊智麟
C14	徐登科	經理	中聯資源股份有限公司	徐登科
C15	林宏端	總幹事	台灣區資源再生公會	林宏端
C16	田文正	經理	豐田有限公司	田文正
C17	張金蓮	經理	豐田有限公司	張金蓮
C18	周季呈	工程師	中聯鋼開發股份有限公司	周季呈
C19	陳春龍	總經理	家大化工股份有限公司	陳春龍
	鄭建聰		鈺亮股份有限公司	鄭建聰

再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
B01	陳榮杰	秘書	成大研究總中心	
B02	張育華	博士生	成大環醫所	
B03	張世昌	學生	朝陽科大建築系	
B04	蔡志達	博士	永續環境科技研究中心	
B05	陳宏達	博士	永續環境科技研究中心	
B06	梁蜀昀	研究助理	永續環境科技研究中心	
B07	張建智	研究助理	永續環境科技研究中心	
B08	黃士凌	研究助理	永續環境科技研究中心	
B09	龔佩怡	研究助理	永續環境科技研究中心	
B10	劉育穎	助理	永續環境科技研究中心	

再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
B11	林永清	學生	長榮大學	
B12	吳梅芳	研究助理	永續環境科技研究中心	

再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
	蔡介明	助理研究員	內政部建築研究所	蔡介明
	簡達倫	研究生	成大環工系張祖國老師	簡達倫
	詹詠翔	研究生	成大環工系張祖國老師	詹詠翔
	吳怡如	研究生	成大環工系張祖國老師	吳怡如
	黃豐澤		內政部建築研究所	黃豐澤
	陳禱		"	陳禱
	林招煒	助理研究員	"	林招煒
	徐富國	專任助理	"	徐富國
	黃正宏	專任助理	"	黃正宏
	林了凡	"	"	林了凡

再生綠建材推廣座談會

簽到表

編號	姓名	職稱	單位	簽名
	曾淑婷	學生	長榮大學	曾淑婷
	陳德源	工程師	逢華公司	陳德源

參、座談會簡報資料

內政部建築研究所 再生綠建材推廣座談會

再生綠建材推廣建議方案

龔東慶
助理研究員兼研發組組長
國立成功大學永續環境科技研究中心

1

再生綠建材推廣建議方案

背景 民國90年「綠建築推動方案」
→ 綠建材推廣上遇到一些瓶頸。
民國97年「生態城市與綠建築推動方案」
→ 希望能夠提升綠建材產業的發展

目的 深入剖析目前綠建材推廣上遭遇的問題，並且能夠擬定有效的解決方案，提供政府制訂相關政策之參考，協助綠建材產業之發展。

2

問題剖析與對策研擬工作時程

```

    graph TD
      A[文獻回顧 二~五月份] --> B[相關單位訪查 五~八月份]
      B --> C[問題剖析與研擬對策 八月份]
      C --> D[召開諮詢會 十月初]
      D --> E[召開跨部會座談會 十月下旬]
      E --> F[提出可行的建議方案 十一月]
    
```

3

再生綠建材應用市場供需連結圖

The diagram is divided into three main sections: **供給面** (Supply Side), **需求面** (Demand Side), and **循環再生** (Circular Regeneration).
供給面: Includes '再生綠建材品質驗證機構' (Quality Verification Institutions) and '再生綠建材標準' (Standards). It shows the flow from '再生資源' (Recycled Resources) through '再生資源利用者' (Users) and '加工製造' (Processing) to '再生產品' (Products).
需求面: Shows '再生綠建材標準' leading to '施工單位' (Construction Units) and '使用單位' (Users). '施工單位' includes '施工規範' (Specifications) and '規劃設計單位' (Design Units). '使用單位' includes '公共工程、公有建築、民營企業、一般民衆' (Public works, public buildings, private enterprises, general public).
循環再生: Shows '拆除單位' (Demolition Units) leading to '再生利用單位' (Recycling Units). '拆除單位' includes '拆除規範' (Demolition Specifications) and '一般民衆' (General Public). '再生利用單位' includes '再生原料' (Recycled Raw Materials) which feeds back into the supply side.

4

再生綠建材產業鏈魚骨圖

The fishbone diagram identifies three main stages: **原料端** (Raw Material End), **技術端** (Technology End), and **市場端** (Market End).
原料端: Focuses on '來源' (Source) and '分類' (Classification). It includes '再生綠建築' (Green Building), '廢棄物' (Waste), '再生利用公告項目' (Recycling Announcement Items), and '廢棄物組成' (Waste Composition).
技術端: Focuses on '技術加工' (Technical Processing) and '品質功能' (Quality/Function). It includes '人力、設備' (Manpower/Equipment), '技術資料庫建立' (Building a Technical Database), '生產' (Production), and '品質' (Quality).
市場端: Focuses on '成本價格' (Cost/Price), '規劃設計' (Planning/Design), and '使用單位' (Users). It includes '生命週期評估' (Life Cycle Assessment), '規範' (Standards), '使用比例' (Usage Ratio), '交通運輸' (Transportation), '資訊流通' (Information Flow), '管理' (Management), '公共工程' (Public Works), and '一般民衆' (General Public).
 Supportive elements include '法令管制' (Legal Control), '標準' (Standards), '平台' (Platforms), and '認證' (Certification).

5

再生綠建材產業鏈魚骨圖

This diagram provides a more detailed view of the industry chain, including '管理端' (Management End) and '生產端' (Production End).
生產端: Includes '產生量' (Production Volume), '資源再生業' (Resource Recycling Industry), '標準' (Standards), '分類方法' (Classification Methods), '技術加工' (Technical Processing), and '使用比例' (Usage Ratio).
管理端: Includes '資源回收再利用法' (Resource Recycling and Reuse Act), '綠色標章' (Green Label), '綠色採購法' (Green Procurement Act), and '建築技術規則' (Building Technical Regulations).
其他: Includes '補助' (Subsidies), '檢驗/標準/規範' (Inspection/Standards/Specifications), '平台/窗口/平台' (Platforms/Windows/Platforms), '工協會推薦' (Association Recommendation), '標準制度' (Standard System), and 'QA/QC認證體系' (QA/QC Certification System).
管理端 (Management End): Includes '處理/處理' (Processing/Processing), '輔導推廣' (Guidance/Promotion), '法令制度' (Legal System), '生命週期評估' (Life Cycle Assessment), and '管理端' (Management End).
生產端 (Production End): Includes '業主場、共同處理機構' (Owner/Shared Processing Institutions), '拆除規範' (Demolition Specifications), '查核' (Check), '評審' (Review), '物質面' (Material Aspect), '廢棄物分類' (Waste Classification), '人員訓練' (Personnel Training), '輔導輔導' (Guidance), '材料' (Materials), and '產品' (Products).
 Supportive elements include '法令管制' (Legal Control), '標準' (Standards), '平台' (Platforms), and '認證' (Certification).

6

再生綠建材產業問題剖析

```

    graph TD
      A[掌握每年再生資源的產生量] --> B[建立一套拆除申報管理制度]
      B --> C[拆除現場透過SOP將再生資源分類分選]
      C --> D[依廢棄物組成、代碼運至合法的資源場]
      D --> E[拆除清運廠商確實填具實際拆除再生資源數量，向地方主管機關申報，申請人方能拿廠商收執聯向主管機關拿回押金]
    
```

來源 掌握每年再生資源的產生量
 ↓
分類 建立一套拆除申報管理制度
 ↓
 拆除現場透過SOP將再生資源分類分選
 ↓
 依廢棄物組成、代碼運至合法的資源場
 ↓
 拆除清運廠商確實填具實際拆除再生資源數量，向地方主管機關申報，申請人方能拿廠商收執聯向主管機關拿回押金

7

再生綠建材產業問題剖析

```

    graph TD
      A[運用更好的技術方法，將原本價值低的再生資源，生產高經濟價值的產品] --> B[協助優良再生資源利用者，優先取得需要的再生原料，給予適當的補助]
      B --> C[促使業者願意投入資金開發更好的產品對不願提昇技術的廠商形成淘汰的壓力]
      C --> D[適度地補助優良的廠商，引進國外先進技術的費用，協助其降低生產成本]
    
```

技術 運用更好的技術方法，將原本價值低的再生資源，生產高經濟價值的產品
 ↓
 協助優良再生資源利用者，優先取得需要的再生原料，給予適當的補助
 ↓
 促使業者願意投入資金開發更好的產品對不願提昇技術的廠商形成淘汰的壓力
 ↓
 適度地補助優良的廠商，引進國外先進技術的費用，協助其降低生產成本

8

再生綠建材產業問題剖析

技術端

- 推廣說明 / 輔導教材
- 人力、設備
- 技術資料庫建立
- 技術培訓
- 品質功能
- 前處理
- 使用比例
- 輔導
- 輔導平台
- 標準
- QA/QC驗收機制

品質功能

除產品市場價格外，再生綠建材品質功能能維持市場競爭力最重要的關鍵

再生資源利用者生產之產品品質及功能性檢驗

綠建材產品生產線品質管制，即所謂QA/QC制度

主管機關必須逐年修訂標準內容，以因應每年新的綠建材產品不同的檢測項目

建立機制，輔導廠商每年進行評鑑，確保品質達到要求，考核是否達到補助的標準

再生綠建材產業問題剖析

市場端

- 行銷
- 資訊
- 推廣
- 成本價格
- 品質功能
- 輔導教材
- 人力、設備
- 技術資料庫建立
- 技術培訓
- 品質功能
- 前處理
- 使用比例
- 輔導
- 輔導平台
- 標準
- QA/QC驗收機制

成本價格

再生綠建材產業尚未成熟

政府可以藉由政策支持協助業者降低生產成本，增加再生綠建材的競爭力

再生綠建材產業問題剖析

市場端

- 行銷
- 資訊
- 推廣
- 成本價格
- 品質功能
- 輔導教材
- 人力、設備
- 技術資料庫建立
- 技術培訓
- 品質功能
- 前處理
- 使用比例
- 輔導
- 輔導平台
- 標準
- QA/QC驗收機制

規劃設計

「再生」兩字民眾觀感不佳

1. 提升再生綠建材價格競爭力
2. 不過度強調再生兩字
3. 透過宣導、推廣、教育

設計者會逐漸瞭解，採用再生綠建材可以同時為我們生活的環境盡一份心力，其納入設計進而配合推廣使用的意願會逐漸增加。

再生綠建材產業問題剖析

市場端

- 行銷
- 資訊
- 推廣
- 成本價格
- 品質功能
- 輔導教材
- 人力、設備
- 技術資料庫建立
- 技術培訓
- 品質功能
- 前處理
- 使用比例
- 輔導
- 輔導平台
- 標準
- QA/QC驗收機制

使用單位

從私領域的角度，政府不合適去強制民眾一定要採用再生綠建材，較佳的方式是讓再生綠建材品質、功能、價格可以和一般建材競爭，加上綠色的環境友善指標，相信會提升民眾使用願意。

逐步提升公共工程使用再生綠建材的使用量，是值得持續進行的政策

再生綠建材產業問題剖析

管理端

- 來源
- 處理處置
- 品質功能
- 輔導推廣
- 法令制度
- 生命週期評估

處理處置

政府相關單位必須思考如何有效地管理共同處理機構(如棄土場)，或許可以考慮：

1. 建立一套拆除規範
2. 建立一套線上申請流程，讓拆除清理業者能夠根據申請單將再生資源清運至資源場，確保拆除之再生資源沒有被任意排放。
3. 建立一套資源場管理系統，未來資源場內存放多少再生資源，都可由網路查得，再生資源利用者需要再生料，可以上網取得資訊並聯繫資源場。

再生綠建材產業問題剖析

管理端

- 來源
- 處理處置
- 品質功能
- 輔導推廣
- 法令制度
- 生命週期評估

推廣輔導

政府相關單位可以積極輔導優良的廠商，協助其人員訓練及產品認證，也應該建立一套審核評鑑制度，讓體質不佳的廠商能夠瞭解如何進行改善，正派經營的優良廠商可以獲得相對應的補助或獎勵。

再生綠建材產業問題剖析

管理端

- 來源
- 處理處置
- 品質功能
- 輔導推廣
- 法令制度
- 生命週期評估

法令制度

制訂法令推行制度是政府的工作，健全的法令制度可以讓業者有所依循。政府相關單位可以努力的方向有：

1. 藉由法令制訂的手段，提高公共工程使用綠建材比例，日前得知營建署已經召開專家會議，討論提高公共工程使用綠建材比例至30%，此舉可以有效提升綠建材市場規模，實行上應加以落實。
2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準，以因應未來各廠商生產新的再生綠建材。
3. 可考慮制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程。
4. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能。

建議方案實施時程

	短期 (1年內)
原料端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃資源場資訊交流平台 2. 規劃拆除現場標準化分類分選程序 3. 規劃拆除中繼管理制度 4. 行定完成SOP拆除規範
技術端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參考國際業界的審核制度，建立再生資源利用者審核評鑑制度 2. 規劃獎勵制度，補助優良再生資源利用者投資引進技術，提升再生綠建材的功能與市場價值 3. 更新綠建材標準項目
市場端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議拿掉「再生」兩字，直接視為具功能性之綠建材，只在規格上標示含某一比例再生料，建立社會大眾對再生綠建材的信心與使用意願 2. 大力宣導綠建材的優點，鼓勵民眾使用
管理端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升室內裝修材料綠建材使用比例至30% 2. 研擬「綠建材推廣輔導計畫」 3. 研訂推廣綠建材功能規範 4. 建立類似德國DIN-4226綠建材檢驗標準規範

建議方案實施時程

中期 (1~3年)	
原料端	1. 建立資源端資訊交流平台 2. 建立拆除現場標準化分類分選程序 3. 建立土質端及資源端分選評選制度 4. 將SOP拆除規範納入建築技術規程
技術端	1. 執行評選制度建立優良再生資源利用業者名單 2. 建立獎勵制度補助優良再生資源利用業者投資引進新技術 3. 建立優先取得再生資源制度，透過資訊交流平台，協助優良再生資源利用業者，優先取得所需的再生原料 4. 持續更新綠建材標準項目
市場端	1. 制訂鼓勵民營業者使用再生綠建材辦法 2. 針對一般民衆和規劃設計人員加強宣導、推廣、教育使用再生綠建材對環境的好處 3. 鼓勵民間工程採用再生綠建材，制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程
管理端	1. 整合開會資源推動綠建材推廣輔導計畫，培育人才建立示範體系 2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準 3. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量

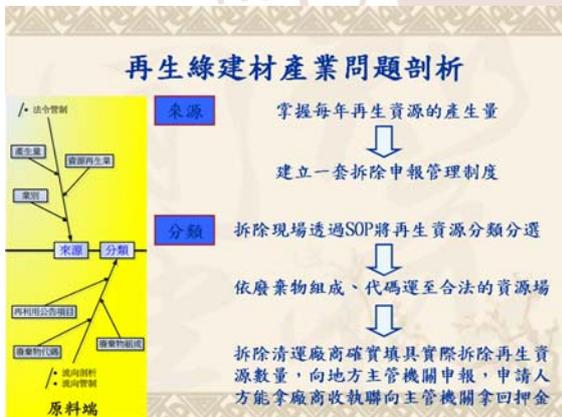
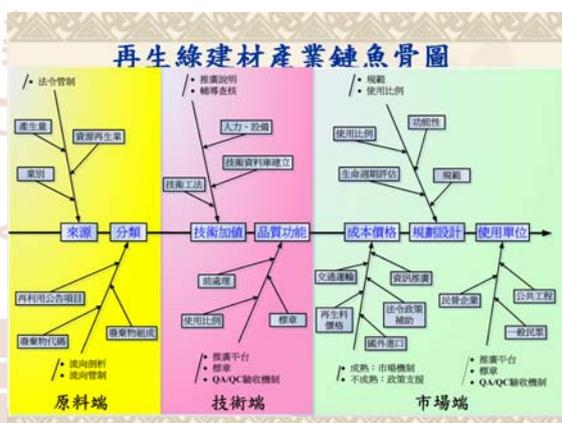
建議方案實施時程

長期 (3~5年)	
原料端	1. 建立拆除申報管理制度 2. 根據土質端及資源端分選評選制度，建立不同等級業者業務範圍 3. 將家戶資源納入拆除規範對象
技術端	1. 執行再生資源利用業者之評選獎勵制度 2. 檢討獎勵制度成效 3. 持續更新綠建材標準項目
市場端	1. 向社會大眾公開執行再生資源利用業者評選獎勵制度之結果
管理端	1. 檢討研訂第二期推廣輔導計畫

內政部建築研究所 再生綠建材推廣座談會

議題二-再生綠建材產業原料端 改善方案研討

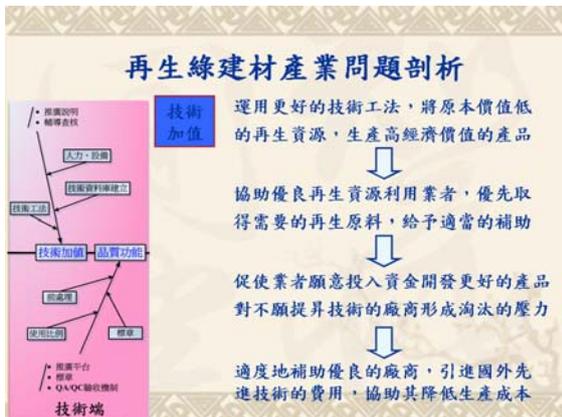
主持人 陳文卿 副總經理
與談人 蔣士宜 總經理
韓嘉智 總經理



內政部建築研究所 再生綠建材推廣座談會

議題三-再生綠建材產業技術端 改善方案研討

主持人 陳文卿 副總經理
與談人 楊奉儒 副組長
黃兆龍 教授



內政部建築研究所
再生綠建材推廣座談會

**議題四-再生綠建材產業市場端
改善方案研討**

主持人 張祖恩 教授
與談人 楊捷凱 理事長
劉制軍 經理

再生綠建材產業問題剖析

成本價格

再生綠建材產業尚未成熟

↓

政府可以藉由政策支持協助業者降低生產成本，增加再生綠建材的競爭性

再生綠建材產業問題剖析

規劃設計

「再生」兩字民眾觀感不佳

↓

1. 提升再生綠建材價格競爭性
2. 不過度強調再生兩字
3. 透過宣導、推廣、教育

↓

設計者會逐漸瞭解，採用再生綠建材可以同時為我們生活的環境盡一份心力，其納入設計進而配合推廣使用的意願會逐漸增加。

再生綠建材產業問題剖析

使用單位

從私領域的角度，政府不合適去強制民眾一定要採用再生綠建材，較佳的方式是讓再生綠建材品質、功能、價格可以和一般建材競爭，加上綠色的環境友善指標，相信會提升民眾使用願意。

↓

逐步提升公共工程使用再生綠建材的使用量，是值得持續進行的政策

內政部建築研究所
再生綠建材推廣座談會

**議題五-再生綠建材產業管理端
改善方案研討**

主持人 張祖恩 教授
與談人 陳瑞玲 組長
黃拯中 簡任技正
劉政良 簡任技正

內政部建築研究所
再生綠建材推廣座談會

綜合討論

主持人 張祖恩 教授
& 所有與談人

建議方案實施時程(一)

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
原料端	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃資源場資訊交流平台 2. 規劃拆除現場標準化分類分選程序 3. 規劃拆除申報管理制度 4. 訂定完成SOP拆除規範 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立資源場資訊交流平台 2. 建立拆除現場標準化分類分選程序 3. 建立土質場及資源場分級評選制度 4. 將SOP拆除規範納入建築技術規則 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立拆除申報管理制度 2. 根據土質場及資源場分級評選制度，建立不同等級業者業務範圍 3. 將家戶裝潢納入拆除規範對象

建議方案實施時程(二)

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
技術端	1. 參考環保署既有的考核制度，建立再生資源利用者查核評鑑制度 2. 規劃獎勵制度，補助優良再生資源利用者投資引進新技術，提升再生綠建材的功能與市場價值 3. 更新綠建材標章項目	1. 執行評鑑制度建立優良再生資源利用者名單 2. 建立獎勵制度補助優良再生資源利用者投資引進新技術 3. 建立優先取得再生資源制度，透過資訊交流平台，協助優良再生資源利用者，優先取得所需的再生原料 4. 持續更新綠建材標章項目	1. 執行再生資源利用者之評鑑獎勵制度 2. 檢討獎勵制度成效 3. 持續更新綠建材標章項目

建議方案實施時程(三)

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
市場端	1. 建議拿掉「再生」兩個字，直接視為具功能性之綠建材，只在規格上標示含某一比例再生料，建立社會大眾對再生綠建材的信心與使用意願 2. 大力宣導綠建材的優點，鼓勵民眾使用	1. 制訂鼓勵民營業者使用再生綠建材辦法 2. 針對一般民眾和規劃設計人員加強宣導、推廣、教育使用再生綠建材對環境的好處 3. 鼓勵民間工程採用再生綠建材，制訂規定補助願意使用再生綠建材之工程	1. 向社會大眾公開執行再生資源利用者評鑑獎勵制度之結果

建議方案實施時程(四)

	短期(1年內)	中期(1~3年)	長期(3~5年)
管理端	1. 提升室內裝修材料綠建材使用比例至30% 2. 研提「綠建材推廣輔導計畫」 3. 研訂推廣綠建材功能規範 4. 建立類似德國DIN-4226綠建材檢驗基準規範	1. 整合部會資源推動綠建材推廣輔導計畫，培育人才建立示範體系 2. 定期檢討制訂新型再生綠建材檢驗標準 3. 加強再生綠建材認證機構檢驗之量能	1. 檢討研訂第二期推廣輔導計畫

肆、座談會問卷調查及分析

再生綠建材推廣座談會問卷 (惠請先閱讀再生綠建材推廣說帖後再進行問卷填寫)

一、基本資料：

姓名 _____ 單位 _____

身分類別(請勾選)

- 管理端 (政府機關單位) 原料端(原料廠商)
技術端(再生綠建材製造商) 市場端 (設計規劃單位或使用單位)
其他 _____

二、問卷填寫：

1. 再生綠建材的使用不普及之主要原因如下：

- (1)價格偏高 (2) 民眾心理因素 (3) 產品選擇性低 (4) 綠建材市場規模不大(5) 擔心產品品質問題 (6) 其他 _____

惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

□□□□□□

2. 再生綠建材產業鏈如下：

- (1) 再生資源來源 (2)資源分類 (3) 技術加值 (4) 品質功能(5) 成本價格 (6) 規劃

設計 (7) 使用單位

惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

□□□□□□

3. 再生綠建材產業鏈如下：

(1) 來源 (2) 分類 (3) 技術加值 (4) 品質功能 (5) 成本價格 (6) 規劃設計 (7) 使用單位

就再生綠建材產業推廣而言，惠請依照您認定再生綠建材產業鏈之先後順序由進行排列

□□□□□□

4. 再生綠建材產業管理端之重要環節如下：

(1)來源 (2)處理處置 (3)品質功能 (4)推廣輔導 (5)法律制度 (6) 生命週期評估

惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

□□□□□□

5. 再生綠建材產業管理端之重要環節如下：

(1)來源 (2)處理處置 (3)品質功能 (4)推廣輔導 (5)法律制度 (6) 生命週期評估

就再生綠建材產業以推廣而言，惠請依照您認定之先後順序由進行排列

□□□□□□

6. 您是否認為再生綠建材市場已臻成熟，應回歸市場機制

是 否 (請勾選)

7. 您是否贊成再生綠建材需由政府單位政策及計畫持續協助推廣發展

是 否 (請勾選)

8. 再生資源之申報管理制度因主管機關不同而產生管理上之盲點，您是否贊成再生綠建材管理工作應由政府進行跨部會整合

是 否 (請勾選)

若勾選『是』，應由那一部會負責

營建署 環保署 公共工程委員會

9. 您是否認為目前再生綠建材供應鏈結是否已建立完善之品質品保規範、設計規範及使用規範

是 否 若勾選否請舉例_____ (請勾選)

10. 您是否贊成建立再生處理廠技術提昇、標章認證、再生處理廠分級及評鑑制度使合法廠商生存並導向正軌

是 否 (請勾選)

11. 您是否贊成再生綠建材產品應透過新技術及新工法進行再生綠建材功能提升及產品加值。

是 否 (請勾選)

12. 您是否贊成再生綠建材之名稱訂定應考量民眾疑慮、社會觀感及市場接受度，可透過標準、檢驗及分級方式確保其功能性，而將『再生』一詞去化，稱為『綠建材』即可。

是 否 (請勾選)

13. 就再生綠建材推廣方案實施時程，惠請提供寶貴建議

14. 就再生綠建材推廣之後續推動工作，惠請提供寶貴建議

(敬請填寫後繳回主辦單位，若不克參加本座談會惠請
傳真 06-3840960 或 e-mail 至 liueon@hotmail.com)

問卷統計分析

一、統計方式說明

依題意所稱各選項之重要性或先後順序由高而低給予權重，統計全部問卷數後繪成圖。如第一題回覆為 143526 者，則選項(1)價格偏高得 6 分、選項(2)民眾心理因素得 2 分、選項(3)產品選擇低得 4 分、選項(4)綠建材市場規模不大得 5 分、選項(5)擔心產品品質問題得 3 分、選項(6)其他得 1 分

二、統計結果

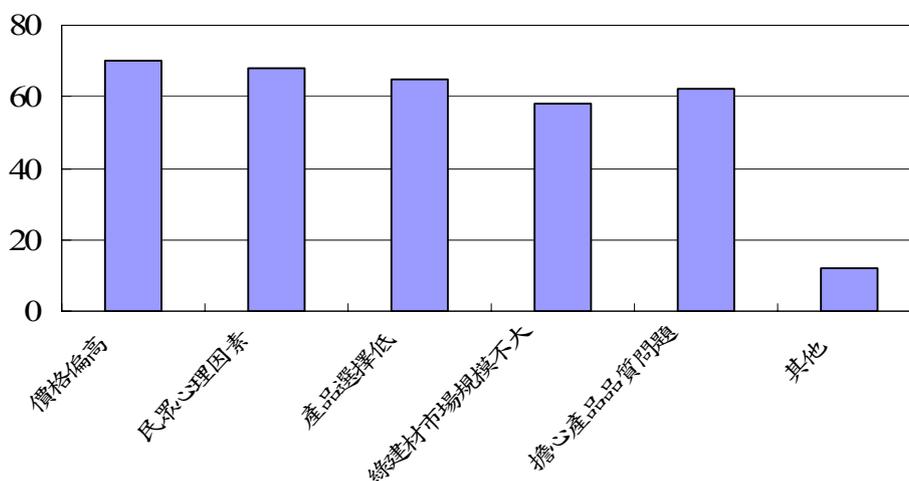
第一題

再生綠建材的使用不普及之主要原因如下：

(1)價格偏高 (2) 民眾心理因素 (3) 產品選擇性低 (4) 綠建材市場規模不大(5) 擔心產品品質問題 (6)

其他惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

再生綠建材的使用不普及之主要原因



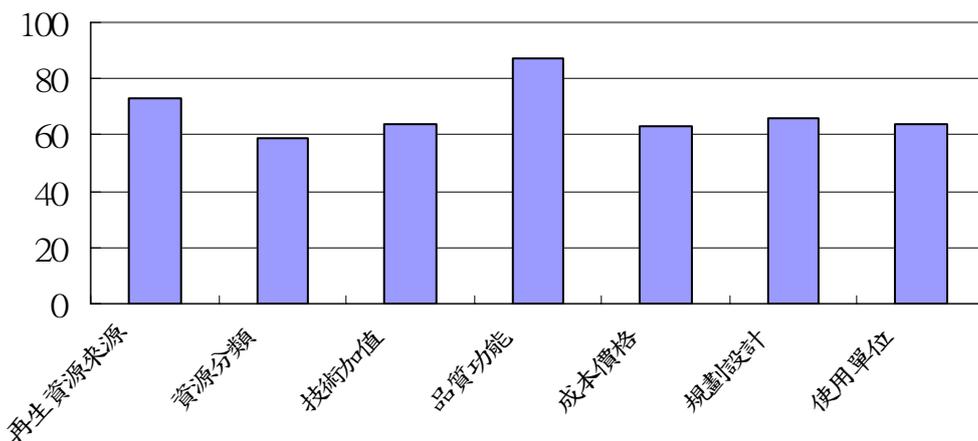
第二題

再生綠建材產業鏈如下：

- (1) 再生資源來源 (2) 資源分類 (3) 技術附加值 (4) 品質功能 (5) 成本價格 (6) 規劃設計 (7) 使用單位

惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

再生綠建材產業鏈之重要順序



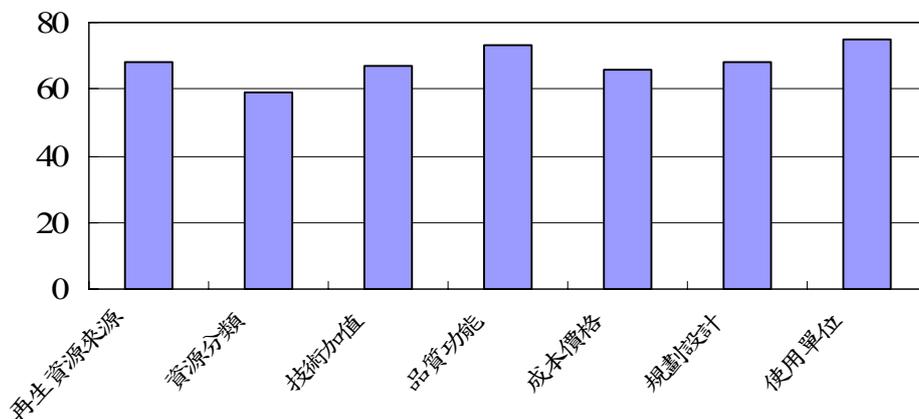
第三題

再生綠建材產業鏈如下：

- (1) 來源 (2) 分類 (3) 技術附加值 (4) 品質功能 (5) 成本價格 (6) 規劃設計 (7) 使用單位

就再生綠建材產業推廣而言，惠請依照您認定再生綠建材產業鏈之先後順序由進行排列

再生綠建材產業鏈推廣先後順序

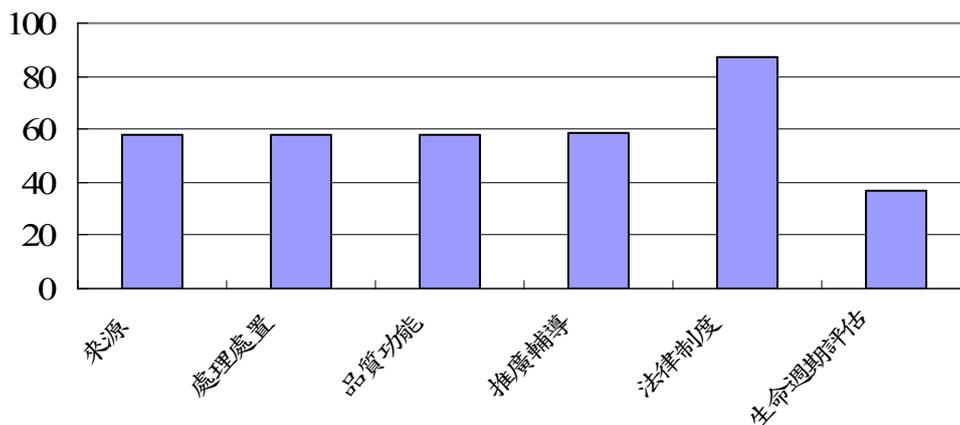


第四題

再生綠建材產業管理端之重要環節如下：

- (1)來源 (2)處理處置 (3)品質功能 (4)推廣輔導 (5)法律制度 (6) 生命週期評估
 惠請依照您認定之重要順序由高至低進行排列

再生綠建材產業管理端之重要環節推廣重要性順序

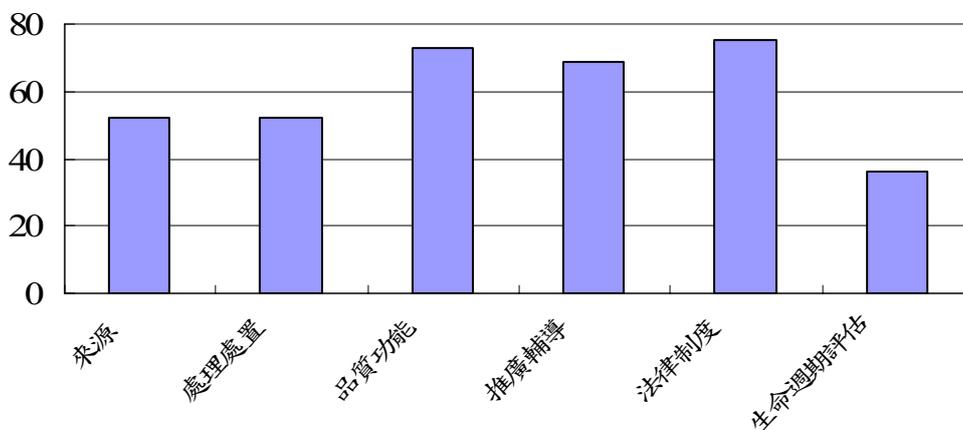


第五題

再生綠建材產業管理端之重要環節如下：

- (1)來源 (2)處理處置 (3)品質功能 (4)推廣輔導 (5)法律制度 (6) 生命週期評估
 就再生綠建材產業以推廣而言，惠請依照您認定之先後順序由進行排列

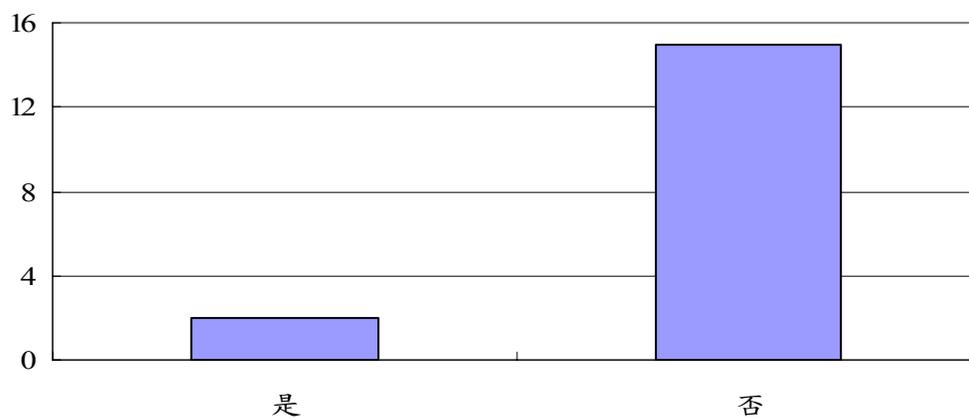
再生綠建材產業管理之重要環節推廣先後順序



第六題

您是否認為再生綠建材市場已臻成熟，應回歸市場機制

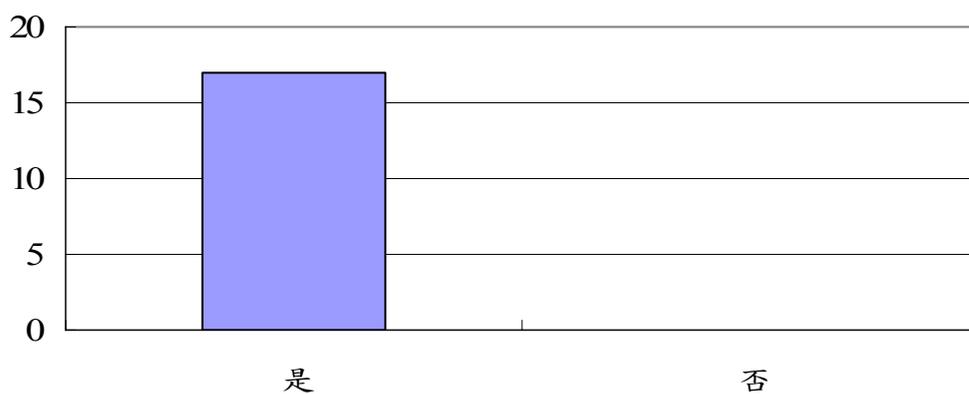
是否認為再生綠建材市場已臻成熟，應回歸市場機制



第七題

您是否贊成再生綠建材需由政府單位政策及計畫持續協助推廣發展

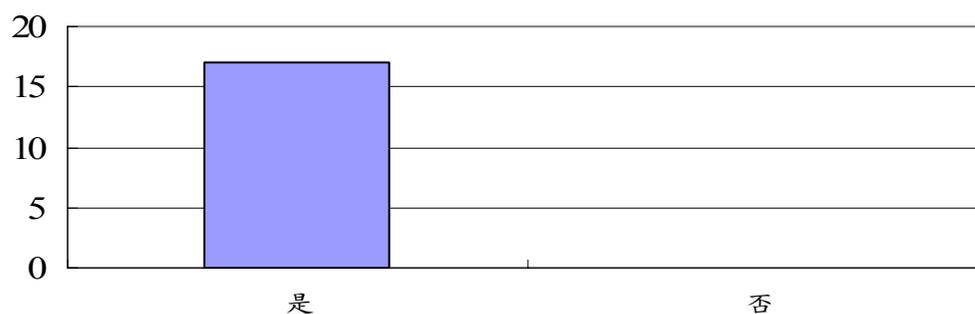
是否贊成再生綠建材須由政府單位政策及計畫持續協助推廣發展



第八題

再生資源之申報管理制度因主管機關不同而產生管理上之盲點，您是否贊成再生綠建材管理工作應由政府進行跨部會整合

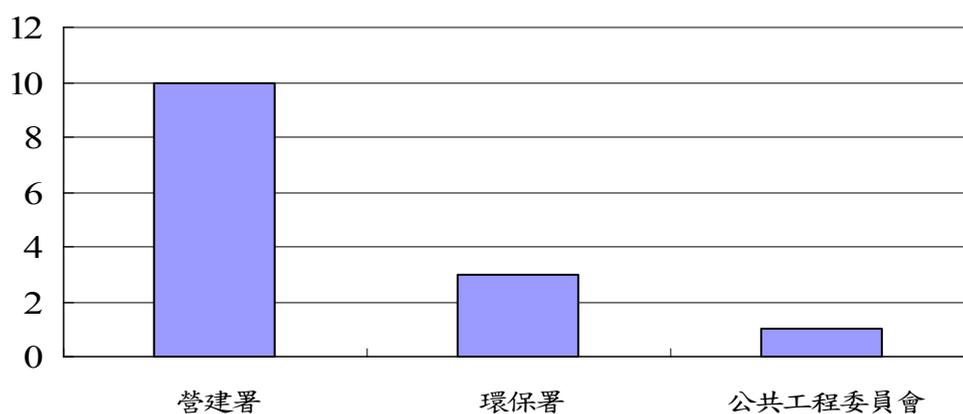
再生綠建之申報管理制度因主管機關不同而產生管理上的盲點，是否贊成再生綠建材管理工作應由政府進行跨部會整合



第八題(續)

若勾選『是』，應由那一部會負責

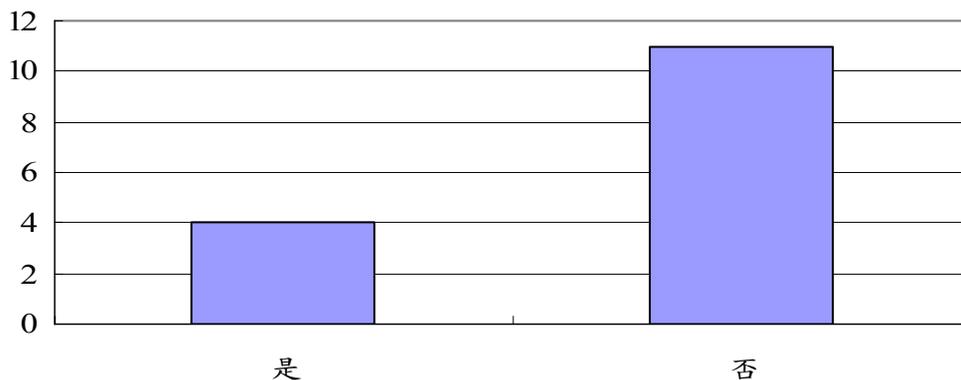
再生綠建材管理工作應由政府應由哪一部會負責



第九題

您是否認為目前再生綠建材供應鏈結是否已建立完善之品質品保規範、設計規範及使用規範

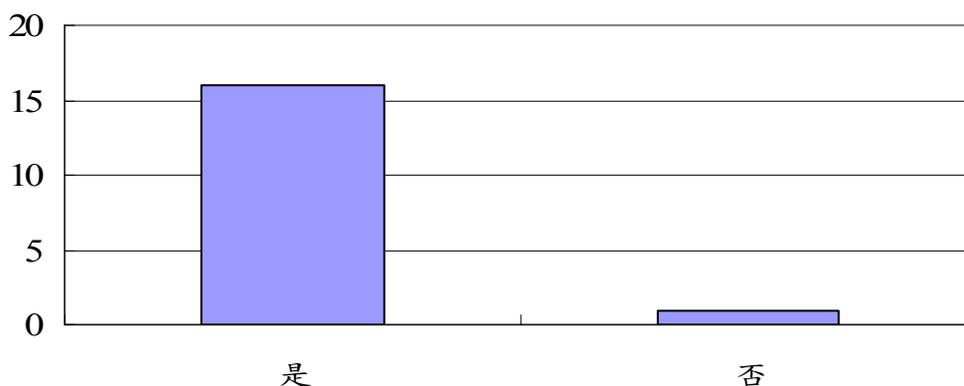
是否認為目前再生綠建材供應鏈結是否已建立完善品質品保規範、設計規範及使用規範



第十題

您是否贊成建立再生處理廠技術提昇、標章認證、再生處理廠分級及評鑑制度使合法廠商生存並導向正軌

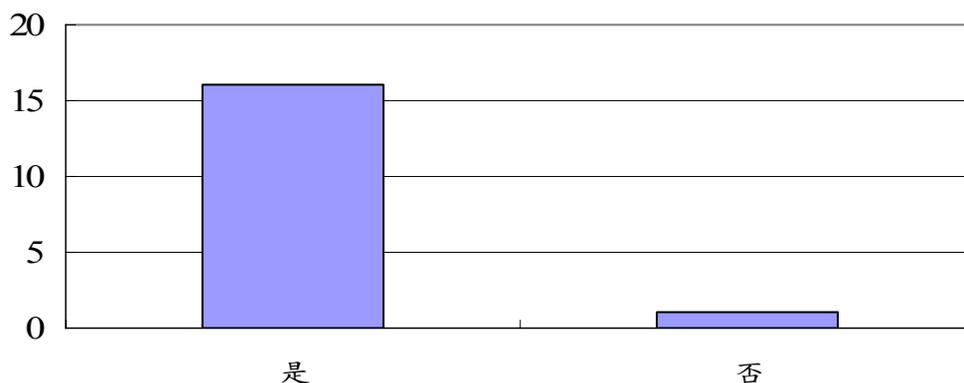
是否贊成建立在升處理廠技術提昇、標章認證、再生處理廠分級及評鑑制度使合法廠商生存並導向正軌



第十一題

您是否贊成再生綠建材產品應透過新技術及新工法進行再生綠建材功能提升及產品加值。

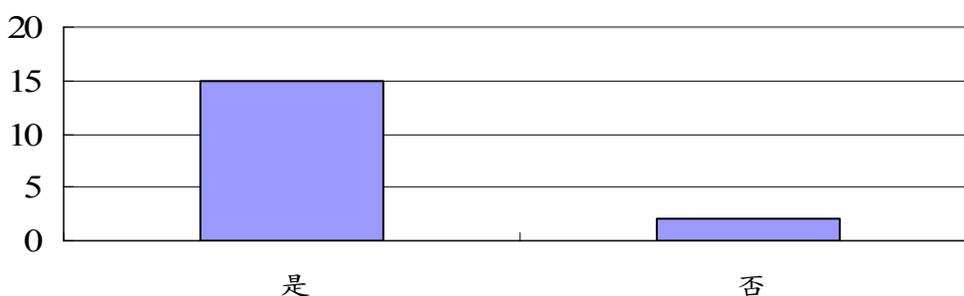
是否贊成再生綠建材產品應透過新技術及新工法進行再生綠建材功能提昇及產品加值



第十二題

您是否贊成再生綠建材之名稱訂定應考量民眾疑慮、社會觀感及市場接受度，可透過標準、檢驗及分級方式確保其功能性，而將『再生』一詞去化，稱為『綠建材』即可。

是否贊成再生綠建材之名稱訂定應考量民眾疑慮、社會觀感及市場接受度，可透過標準、檢驗及分級方式確保其功能性，而將『再生』一詞去化，稱為『綠建材』即可。



第十三題 就再生綠建材推廣方案實施時程，會請提供寶貴建議。

1	(1)盡速修訂法規加大要求綠建材之使用率，ex:5%變成30% (2)盡速增項綠建材種類，使選擇性變化，消費者更易接受
2	(1)不要只限定在營建「拆除」領域，應在開放到「工業原料端」以利推廣
3	(1)依上游產業及下游產業市場需求，規劃相關綠色技術研發，建立技術分類及管理辦法，各類資源化材料(泛指廢棄物)應依序以再生→資源化→廢棄(焚化或掩埋)為唯一原則，限制資源化物料做不當的廢棄物處理，以確保資源化物料來源及數量無虞。 (2)資源化產業具多元性技術特色，所涉上下游產業廣闊，應鼓勵上下游業者主動研發技術，以公會組織為政府的主要對口單位，制定工會對業界自律與自約機制；政府只需協助依據產業發展需求從旁協助，如法規之制定、執行、研修及社會教育與民眾宣導。 (3)資源化產業屬國家重要的循環型經濟鏈，應逐步健全各項監理機制，如技術分級、產業分類；同時，針對技術及產業屬性，應有相關資本額、設施規模、管理人力、研發人力等門檻，以避免市場不公平的競爭而扼殺產業發展。 (4)資源化技術之發展，常因上游產業需求而變動，必須不斷創新；政府無需介入技術評斷，只需強化相關環境保護監理即可，以免限制產業發展空間。按目前業界再利用(試驗)計畫之申請，政府主管單位常委由審查委員作審查及決行(常採共識決而非多數決)；政府各主管單位承擔及自主能力不足，容易造成流弊。 (5)成熟期:(a)訂定材料品質管理規範(b)制定材料使用規範(c)持續加強產業上下游之環境保護監理
4	(1)再生綠建材的產品大多為戶外材，並不完全使用在室內裝潢，所以建議未來在公共採購的部份不要只侷限於室內，應訂總金額才恰當
5	(1)待統一其「綠建材」之領域，及相關政令成熟後實施
6	(1)再生綠建材之推廣應由上而下，例如:應由建築師和設計單位推動或許省力一點，價位上也應由政府有關單位提獎勵輔助方案
7	(1)預先穩定來源數量及原料品質
8	(1)目前綠建材的使用大都著眼於室內空間，而再生綠建材的產品大都使用在戶外是所以法規不應只限制於室內空間，室內室外應同時規範使用，才可以使廠商研發
9	(1)因驗證手續繁瑣，且無法律效力，屬自發性品管，對市場應用並無助益，建議內入法規要求，建立應有之標準，檢驗及分級並明定使用範圍方能對推廣有實質助益

第十四題 就再生綠建材推廣之後續推動工作，會請提供寶貴建議。

1	(1)再生綠建材甚多用於戶外 ex:連鎖碼、AC 路面。建議法規應強制要求戶外綠建材使用比例 5%(或 30%)
2	(1)所謂「建立再生資源利用業者核評鑑制度」應以輔導協助為主軸，不要落入僅是管理查核的層面，否則難以使業者投入
3	(1)由公共工程委員會統一事權，廣大綠建材使用範圍 (2)再生綠建材的使用屬於產品消費而非廢棄物去化，因此其品質規範應依技術改進程度逐步提升，且須將產品使用壽命列入品質規範中，以符合綠色消費原則 (3)公共工程應主動將綠建材列入主要使用材料項 (4)利用地區性廢棄物所產出之再生建材，應由該所屬區域之政府優先使用於當地公共工程中，以符合綠色環境原則
4	(1)再生綠建材總類繁多，建議多建立不同類別的綠建材申請樣本，以提供申請者有所依循
5	(1)持續的拓展運用面至全方面
6	(1)應由基層做起，讓大家改變觀念，產品須保持一定品質，合乎國家標準，使用者安心，相信大家就能接受再生綠建材之好處
7	(1)國內有心人從事營建廢棄物處理或土石方分類之人士頗多，惟在申請合法證明之過程大多因地目問題未決，不是中途而廢就是繼續非法經營，個人認為地目問題不能解決其他一切作為均屬空談 (2)要求從事廢棄物清理或處理業者，大型公民營資源回收廠掩埋物等，再設廠修繕的過程需採用一定比例之綠建材，或依設廠規模訂定不同之使用比例 (3)承 1 若業者取得合法營運證照，宜擬訂時間表要求其技術設備，人員素質，廠務管理產品 QA12C 等要符合相關單位訂定之規範或 SOP，否則不得展延其證照或透過參訪優良同業及查核評鑑，告知業者若不持續改善將有被淘汰之機制
8	(1) 品質保證，始終如一的生產品質。 (2) 發展機動小型再生處理機械，以快速處理區域性及工地產生之廢棄物。
9	(1)法令協助推廣執行，並予以逐年檢討修正
10	(1)回歸市場機制，明定使用範圍，納入規範，將使用再生綠建材與天然材料之價格並列，讓使用單位有選擇權，明定於招標公告內，以免魚目混珠，並造成再生綠建材背負最後的污名
11	(1)政府單位先加重對綠建材之採購
12	(1)建議政府成立跨部會小組編列預算持續推廣



附錄四

各國第一類環保標章之再生建材規格標準內容



附錄四 各國第一類環保標章之再生建材規格標準內容

本節之內容係延續內政部建築研究所 92 年「再生綠建材技術開發與推廣應用(2)之補助計畫。但近年各國再生綠建材規格標準內容已有許多更新，故參考最新所蒐集之內容另加註更新部份之說明詳列於後以供參考。內容包括澳大利亞、加拿大、日本、德國、韓國、荷蘭、北歐(天鵝)、泰國等。

一、澳大利亞環保標章計畫(AELA)

A. 「石膏板(Gypsum Plasterboard)」規格標準內容概要(2002 年 10 月 14 日公告，目前已廢除改由涵蓋面更為廣泛之 Panel Board 項目取代)。

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)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。
- 3.7 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>)

B. 「面板(Panel Boards)」規格標準內容概要 (2007年10月26日公告有效期間三，係2002年出版 Gypsum Plasterboard 之擴大版)

定義: BOD、COD、標章、易生物分解等 16 項詞彙。

1. 簡介：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：涵蓋所有原料包括木板、石膏、塑膠、玻璃（玻璃纖維除外）、鋁、鋼、人造木與天然纖維產品之室內裝修面板（panel board）產品。不包括建築物外部使用之結構與保溫面板（SIPs）。
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標準。
 - 3.2 材料與其他天然物質：
 - 3.2.1 木材與其他天然材料
 - 3.2.1.1 纖維來源:原生漿之來源需文件化。可以是符合 FSC 或 AFS 2007(AS 4708-2007)規定之纖維，且不得來自非法砍伐、基因改良作物、高價值棲息地社區等。
 - 3.2.1.2 回收木材:符合 GECA No.32 回收與再利用木材標準規定。
 - 3.2.1.3 處理:不得使用 IARC 歸類為 Type 1 or 2A 之保存劑。
 - 3.2.1.4 合成板與人工木之黏膠:黏膠中所使用甲醛，不得超過 1.0% w/w。
 - 3.2.1.5 排放量:甲醛排放量符合規定。
 - 3.2.1.6 紙類製造:不得使用氯漂白製程；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 塑膠
 - 3.2.2.1 塑膠識別碼:超過 100 克之塑膠組件應具備 PACIA 識別碼。
 - 3.2.2.2 添加劑:塑膠與其泡棉不得使用 CFC、HCFC、HFC、methylene chloride 或其他鹵化溶劑、含重金屬染料/催化劑等。

- 3.2.3 布料:符合 GECL 要求事項。
 - 3.2.4 玻璃：不得使用含鉛或含鐵絲與多層玻璃，且玻璃不得重金屬等顏料或添加劑。
 - 3.2.5 橡膠:所使用橡膠須符合 GECA-03 回收橡膠產品標準。
 - 3.2.6 金屬與合金:所使用之塗料不得含有重金屬。
 - 3.2.7 石膏板:不得以磷石膏製造。
 - 3.2.8 黏著劑:除 3.2.1.4 所述之例外事項外，必須符合 GECA 之要求事項。
 - 3.2.9 塗料與處理:塗佈與處理方式不得妨礙往後之回收工作。
 - 3.3 危害性物質
 - 3.3.1 總體負載：(1) 製造過程不得添加重金屬、氟或氯、五氯酚、benzopyrene。(2) 重金屬含量符合規定。(3) 限制物質:不得含有鹵化物、氟化物、Aniline based amines、phthalates、含重金屬染料、短鏈溴化阻火劑等限制物質。(4) 可能輻射源之輻射量排放規定。
 - 3.4 製造過程之要求事項
 - 3.4.1 回收物含量要求事項：鋁 35%、不鏽鋼重量占產品超過 5%時，至少含 20%回收鋼、塑膠重量占產品超過 10%時，至少含 50%回收塑膠、石膏板重量占產品超過 5%時，至少含 10%回收石膏板。
 - 3.4.2 廢棄物減量: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。
 - 3.5 消費後回收與標誌
 - 3.5.1 產品管理:若產品無法透過主流回收系統回收，則製造商應無償回收產品。
 - 3.5.2 包裝要求事項:產品包裝不得使用氯化或鹵化塑膠。
 - 3.5.3 產品資訊:製造商應提供規定之產品資訊。
 - 1. 符合所有相關之環保法規。
 - 2. 符合所有相關之勞工和職業安全與衛生法規。
 - 3. 符合性證據：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/standards/GECA%2004-2007%20-%20Panelboard%20v1.0.pdf>)

二、加拿大環境選擇標章計畫

A.「石膏牆板(Gypsum Wallboard)」規格標準摘要(2007年3月修訂公佈,預計2010年再度進行審查)

簡介:北美每年約製造 3000 萬公噸牆板，且廢棄之牆板約占建築廢棄物 15%，且在掩埋場中會排放出 H₂S，造成固體廢棄物問題。

1. 定義:石膏板與消費後等 12 項專用詞彙之定義。
2. 適用範圍為石膏牆板。
3. 一般要求事項：
 - 3.1 符合所有政府與產業界之安全與績效標準；
 - 3.2 製造與運輸過程符合所有政府法規。
4. 特定要求事項：
 - 4.1 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 纖維補強石膏板標準之規定。
 - 4.2 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%之消費後回收材料；2.含有重量 20%之 post-industrial 石膏與在核心含有重量 5%之消費後回收材料；3. 在核心含有至少 50%重量之 post-industrial 石膏。
 - 4.3 在產品標示上宣布所使用回收材料之種類；
 - 4.4 提供儲存、搬運與安裝之詳細說明資訊；
 - 4.5 產品背面墊紙使用 100%回收紙；
 - 4.6 若被歸類為纖維補強石膏板，其纖維須來自紙、木與其他有機材料。
5. 查證規定(略)
(資料來源：<http://www.ecologo.org/common/assets/criterias/CCD-020.pdf>)

B.「絕緣隔熱材料(Thermal Insulation)」規格標準摘要 (2005.03 修訂公佈，預計 2008 年再度審查)

簡介：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。

1. 定義 32 項詞彙之定義。
2. 適用範圍為平板型、散裝、噴灑、條/毯型保溫材料。
3. 一般要求事項：
 - 4.1 符合或超越所有政府與產業界之安全與績效標準；
 - 4.2 製造、運輸、廢棄處置過程均符合所有政府法規。
4. 特定要求事項：
 - 5.1 無需被法規要求標示為毒性、腐蝕性或可燃性物質；
 - 5.2 伴隨提供適當搬運與安裝規定資訊；
 - 5.3 製造商確保含有消費後回收材料；
 - 5.4 不得含有溴化阻火劑；

- 5.5 玻璃纖維製成之板狀、條狀保溫材料，不得以含有甲醛之黏著劑製造；
- 5.6 不得使用含有臭氣破壞物質之發泡劑；
- 5.7 若為 PE、PU、polyisocyanurate 泡棉時，發泡劑之 ODP 需低於 15；
- 5.8 不得使用含鉛觸媒之發泡劑；
- 5.9 PS 泡棉之發泡劑含量需低於重量 6%；
- 5.10 各類絕緣材料至少需含有產品重量 5%-80%不等的回收材料（例如玻璃纖維製成之板狀保溫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；木質纖維素 (cellulose) 製成之噴灑型保溫材料至少需含有完成品 80%重量之回收材料）；
- 5.11 符合下列績效標準
- ASTM C547 礦物纖維管線保溫材料
 - ASTM C553 商業與工業應用之礦物纖維毯型保溫材料規格
 - ASTM C612 ASTM C612, Specification for Mineral Fiber Block and Board Thermal Insulation,
 - ASTM C655, Specification Standard Specification for Mineral-Fiber Blanket Thermal Insulation for Light Frame Construction and Manufactured Housing,
 - ASTM C739, Standard Specification for Cellulosic Fiber (wood-base) Loose-Fill Thermal Insulation,
 - ASTM C1149, Standard Specification for Self-Supported Spray Applied Cellulosic Thermal/Acoustical Insulation,
 - ASTM C1224, Standard Specification for Reflective Insulation for Building Applications,
 - ASTM C 1289, Standard Specification for Faced Rigid Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation Board,
 - ASTM C1497, Specification for Cellulosic Fiber Stabilized Thermal Insulation,
 - CAN/CGSB 92.2, Trowel or Spray Applied Acoustical Material,
 - CAN/ULC-S701, Thermal Insulation, Polystyrene, Boards and Pipe Covering,
 - CAN/ULC-S702, Thermal Insulation, Mineral Fibre for Buildings (proof of compliance to the optional corrosion test is also required),
 - CAN/ULC S703, Standard for Cellulose Fibre Insulation (CFI) for Buildings,
 - CAN/ULC S705.1, Thermal Insulation-Spray Applied Rigid Polyurethane Foam, Medium Density, Material Specifications,
- 依然使用中但將逐漸被替換之標準
- CAN/CGSB-51.9, Mineral Fibre Thermal Insulation for Piping and Round

Ducting,

- CAN/CGSB-51.10, Mineral Fibre Board Thermal Insulation,
- CAN/CGSB-51.11, Mineral Fibre Thermal Insulation Blanket,
- CAN/CGSB-51.26, Thermal Insulation, Urethane and Isocyanurate, Boards, Faced,
- CAN/CGSB-51.31, Thermal Insulation, Mineral Fibre Board for Above Roof Decks,
- CGSB-51-GP-21M, Thermal Insulation, Urethane and Isocyanurate, Unfaced, and
- CGSB 51-GP-27M, Thermal Insulation, Polystyrene, Loose Fill.

查證規定(略)

(資料來源：<http://www.ecologo.org/common/assets/criterias/CCD-016.pdf>)

C. 「地板覆蓋產品(Flooring Products)」規格標準摘要 (2004-03 修訂頒發，下次審查時間為 2008 年)

簡介：板覆蓋產品可能含有許多毒性物質，例如揮發性有機化合物(VOC)，且生產過程使用許多能源與某些毒性物質。最終產品則含有高能源內涵。

1. 定義：6 項專用詞彙之定義。
2. 在此項產品項目下計分為五種產品分項：
 - 2.1 竹製地磚(bamboo flooring) (CCD-152A)；
 - 2.2 商業模組地毯塊(commercial modular carpeting) (CCD-152B)；
 - 2.3 商業飛模組型紡織品塊(commercial non-modular textile flooring) (CCD-152C)；
 - 2.4 彈性地磚(resilient flooring) (CCD-152D)；
 - 2.5 其他原生木材替代品地磚 (flooring from other virgin wood substitutes)(CCD-152E)；
 - 2.6 橡膠背墊紡織品塊(rubber-backed textile flooring) (CCD-152F).
3. 一般要求事項：
 - 3.1 符合或超越所有政府與產業界之安全與績效標準；
 - 3.2 製造、運輸、廢棄處置過程均符合所有政府法規。
4. 產品特定準則 (譯者註:以下僅舉竹製地磚為例，說明其規格準則。原標準涵蓋所有項目準則) CCD152 A 竹製地磚
 - 4.1 符合或超過(i)ANSI/NEMA LD 3-2005 測試下耐磨 500-600 次；(ii)ASTM D1037 之”硬度測試”規定；
 - 4.2 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/m²/hr；

4.3 塗料層應：

4.3.1 具有一層水基(water-based)或可 100%UV 硬化表面塗層(100% solid UV curable coating)；

4.3.2 不得使用砷、鎘、鉻、汞、鉛、鎳等重金屬製造；

4.3.3 不得含有可能致癌或導致突變物質；

4.4 若塗層為水基，則此塗層必須符合”CCD-047 結構性表面塗料”之規定；

4.5 至少具有年 10 年的使用保證期；

4.6 不得使用依據華盛頓公約(CITES)收成或交易之木材；

4.7 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.ecologo.org/common/assets/criterias/CCD-152.pdf>)

三、日本環境標誌計畫

A.「土木工程產品(Products for Civil Engineering)」(V1.9)(2008 年 2 月 14 日公告，第 131 號；2010 年 01 月 14 日之前有效)

1. 環境背景

1.1 本項目依據環境基本法揭示之原則來考量建築土木工程材料；

1.2 除保護環境外，土木工程產業須依據建立回收型社會法、回收建築材料法、推動綠色採購法等法律來推動廢棄物減量與回收再利用；

1.3 土木工程使用日本新資源 40%，因此對環境友善建材將有重大衝擊；

1.4 此產品規則中考量產品之生命週期。

2. 適用產品範圍：僅附件一所列之公共工程使用建築材料才適用。

3. 名詞定義

4. 驗證準則：

4.1 環境準則：

4.1.1 共同準則：

(1) 產品製程須符合所有相關環保法規，包括廢水、廢氣、廢棄物、噪音、震動、臭味、職業衛生等規定；

4.1.2 材料準則：產品之組成成分須符合下列準則。但是小零件(例如螺絲、接著劑)等不適用。

A. 木材

(2) 所使用之防腐劑須經日本木材保存協會批准；

B. 塑膠

- (3) 塑膠添加劑應符合產業標準；除 PBB、PBDE 或短鏈氯化 paraffins 之外，可以使用日本阻火劑協會批准之阻火劑；此外不得使用含鉛、Cd、TBT、TPT、DBT、DFT、MFT 等化合物成分；
- (4) 除下水道/水工程材料外，塑膠不應添加含鹵素或有機鹵素化合物聚合物。

C. 碎玻璃

- (5) 碎玻璃所釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (6) 纖維：使用纖維產品時，所含附件二所列之化學品須符合標準值。

4.1.3 個別產品準則

A. 木片/塊

- (7) 木材部分之回收/未用木材重量比率須為 100%；
- (8) 產品若合併使用非為廢棄/回收木材之材料時，木材部分比率須超過 70%；
- (9) 產品使用塗料須符合第 126 號塗料規格之準則；
- (10) 產品中不得使用含鹵素之樹脂；
- (11) 產品包裝須考量回收容易性；使用為包裝物之塑膠材料不得添加含鹵素或有機鹵化物之聚合物。

B. 鋼建築材料

- (12) 須考量產品製造時之廢棄物減量；
- (13) 產品製造階段須考量新材料使用、能源消耗與 CO₂ 排放量；
- (14) 相關產品須符合下列準則：
 - a. 穿孔/透氣鋼板：穿孔鋼板不應喪失其結構功能；
 - b. 低排水量 (low displacement) 鋼板：安裝規定(比率低於 30%)。

C. 骨材 (aggregate)

- (15) 產生自壓碎混凝土之骨材中含拆除建築物混凝土比率應為 100%；
- (16) 產品製造階段須考量新材料使用、能源消耗與 CO₂ 排放量；
- (17) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定。驗證期間應每年進行兩次測試，並公佈結果；
- (18) 產品所含之危害性物質，亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、

鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定。驗證期間應每年進行兩次測試，並公佈結果。

D. 水泥

- (19) 產品需使用回收材料，並含有以下表一所列回收材料；
 - (20) 使用來製造 1 公噸產品之原料(包括燃料與混合物)，至少須含有 0.4 公噸回收材料；
- 表一可使用於製造水泥之回收材料。
- (21) 任何包括熱處理之製程，均須考量 CO₂ 排放量；
 - (22) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
 - (23) 產品所含之危害性物質，亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定。

E. 混凝土混合物

- (24) 高爐爐渣、飛灰等產品須含有 100%回收材料；石膏產品之回收原料含量應符合日本土木工程師協會規定。

F. 混凝土產品：

- (25) 相關產品須符合下列準則：
 - a. 具滲透性混凝土產品之滲透性係數須高於 1×10^{-2} cm/sec；
 - b. 對使用表二所列回收材料之混合比率需等或高於正常值。

表二可供使用於製造混凝土產品之回收材料。

- (26) 產品所釋出之危害性物質，須符合附件二規定，遵守針對鎘、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之標準；
- (27) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (28) 產品出售時需伴隨提供產品處理、安裝、使用、拆解及回收資訊。產品使用手冊須提供規定資訊；
- (29) 產品使用後須可進行回收，或須可與其他產品分離。

G. 鋪地材料

G-1 橡膠鋪地材料與含有橡膠之抗凍鋪地材料

- (30) 所使用橡膠需 100%為回收橡膠；
- (31) 含橡膠之抗凍鋪地材料，廢棄時需可在指定設施充分回收；
- (32) 需考量產品生命週期每個階段之新資源使用、能源消耗與 CO₂ 排放；
- (33) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法之規定。
- (34) 需能提供(32)所規定之資訊。

G-2 回收地基材料與回收瀝青混合物

(35) 產品中所含表三所列回收材料占產品重量比率需大於 50%；
表三可供使用於回收地基材料與回收瀝青之材料，包括改良瀝青、瀝青/混凝土塊、混凝土塊、採礦與陶瓷工業廢土、清洗砂土砂所產生微砂土砂、煉鋼爐渣、鑄造廠鑄模砂、陶瓷廢棄物、煤灰、廢塑膠、貝殼、建築污泥、造紙污泥等。

H. 園藝造景/植物種植材料

(36) 產品中所含表三所列回收材料之重量比率應超過 70%。產品若含混凝土者，應適用表四所規定之混合比率；

(37) 產品不應釋出危害性物質。應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；

(38) 產品所含之危害性物質，亦應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、砷、總汞之規定；

(39) 需考量產品生命週期每個階段之新資源使用、能源消耗與 CO₂ 排放；

(40) 需能提供(37)與(38)項所要求之資訊。

(41) 產品包裝需考慮易於回收。塑膠包裝材料不應含有鹵素或是有機鹵素化合物。當包裝材料含有金屬時，應設計成可以在處置時進行分離。

表四可供使用於園藝造景材料之回收材料 (略)

表五可使用於混凝土部份之回收材料 (略)

I-1 交通訊號板

(42) 當交通訊號板被移除時，平板部分應可重複使用；

(43) 反光片部分應符合 4-1-2 B. (3)與(4)之規定；

(44) 使用材料應設計成可便利回收。

I-2 交通訊號材料

(45) 產品中含表六所列回收材料之重量比率應大於 70%，並符合規定混合比率。

表六可供使用於交通訊號材料之回收材料

(46) 產品不應釋出危害性物質。應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒之規定；

(47) 混凝土部份所含危害性物質，應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、砷、總汞之規定；

(48) 需考量產品生命週期每個階段之新資源使用、能源消耗與 CO₂ 排放；

- (49) 材料需為清楚已知，設計為可分離/分類，並可輕易替換零件；
- (50) 產品成分不應含有鎘、鉻或砷；
- (51) 產品需伴隨使用說明書，並提供規定資訊；
- (52) 產品包裝物需考慮易於回收。塑膠包裝材料不應含有鹵素或是有機鹵素化合物。當包裝材料含有金屬時，應設計成可以在處置時進行分離。

I-3 分道線（道路噴漆使用之玻璃珠/半球）

- (53) 應 100%使用碎玻璃；
- (54) 產品之包裝需考慮易於回收。塑膠包裝材料不應含有鹵素或是有機鹵素化合物。當包裝材料含有金屬時，應設計成可以在處置時進行分離。
- (55) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (56) 產品使用之顏料不得添加鎘、鉛、汞、鉻、砷或硒為成分。
- (57) 需伴隨產品提供使用說明書，並提供(55)與(56)項資訊。

J. 臨時結構材料

- (58) 產品中含有表七所列回收材料之重量比率應超過 70%；
表七可供使用於臨時結構之回收材料
- (59) 產品不應釋出危害性物質。應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒之規定；
- (60) 產品所含危害性物質，亦應遵守土壤污染防制法針對鎘、鉛、砷、總汞之規定；
- (61) 產品成分中不應添加鎘、鉻或砷；
- (62) 產品不應為拋棄式產品；若已經具備回收體系，此規定不適用；
- (63) 應可提供(59)與(60)項所規定之資訊。

K. 道路材料

K-1 道路照明燈

- (64) 應使用高壓鈉燈；
- (65) 燈柱架設方式應減少光線外露；

K-2 高性能消除噪音設備

- (66) 產品應能安裝在牆上，且高度不超過隔音牆；
- (67) 確認安裝產品後可以減少音量 2dB 以上。

K-3 其他道路材料

- (68) 表八所列材料需占產品重量超過 50%；
表八可供使用於道路材料之回收材料

- (69) 產品不應釋出危害性物質。應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒之規定；
- (70) 產品所含危害性物質，亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、砷、總汞之規定；
- (71) 應可提供(69)與(70)條之資訊；
- (72) 針對混凝土產品，應提供處置後之處理方法資訊；
- (73) 若使用含防腐劑之木質材料時，其焚燒時應控制對空氣之排放。

L. 下水道/水工程材料

- (74) 產品中含表九所列材料之比率應超過 70%。
表九可供使用於下水道/水文工程材料之回收材料
- (75) 產品不應釋出有害物質。應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒之規定；
- (76) 產品所含危害性物質，亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、砷、總汞之規定；
- (77) 需考量產品生命週期每個階段之新資源使用、能源消耗與 CO₂ 排放；
- (78) 產品不應添加鎘、鉻或汞為成分；
- (79) 使用回收硬質氯乙烯塑膠或回收塑膠者，應確保已具備廢棄處置時之回收路徑，且產品所含塑膠 70%被收集，其中 60%被材料回收，其餘被能源回收。
- (80) 應可提供(75)與(76)項之資訊；
- (81) 產品之包裝需考慮易於回收。塑膠包裝材料不應含有鹵素或是有機鹵素化合物。當包裝材料含有金屬時，應設計成可以在處置時進行分離。

M. 橋樑/河流/港口材料

- (82) 當使用為橡膠護欄時，使用之回收橡膠應為 100%；
- (83) 對於鋼堰之安裝規定
- (84) 對於鋼堰之安裝規定
- (85) 對於鋼堰之安裝規定
- (86) 對於船道護欄產品中含有表四與表五所列回收材料之比率應超過 70%；
- (87) 對於植物種植產品之安裝規定。

N. 其他材料

N-1 排水/填回材料

- (88) 產品中含有表十所列回收材料重量應超過 70%；
表十可供使用於排水/回填材料之回收材料
- (89) 需考量產品生命週期每個階段之新資源使用、能源消耗與 CO₂ 排放；
- (90) 產品釋出之危害性物質，應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (91) 產品所含危害性物質亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (92) 關於戴奧辛污染，須符合規定；
- (93) 需提供(90)-(92)之資訊；

N-2 植被根基材料

- (94) 表十一所列回收材料於產品中之重量比率需大於 70%；
表十一可供使用為植被根基材料之回收材料
- (95) 產品釋出之危害性物質應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (96) 產品所含危害性物質亦應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞、硒、硼與氟之規定；
- (97) 關於戴奧辛污染，須符合規定；

N-3 非氣型抗凍劑與/止滑劑

- (98) 產品需為醋酸基且不含氯；
- (99) 產品應伴隨說明書與 MSDS；

N-4 邊坡保護網

- (100) 邊坡保護網之安裝規定
- (101) 邊坡保護網之安裝規定

N-5 埋藏標示布(Buried marker sheets)

- (102) 產品中表十二所列回收材料重量應超過 40%；
表十二可供使用於埋藏標示布之回收材料

N-6 地下電纜之保護管

- (103) 產品中表十三所列回收材料之重量應超過產品 50%；
表十三可供使用於地下電纜之保護管之回收材料

N-7 水條(Water Bar)

- (104) 產品中所使用回收材料應符合表十四所列標準；
表十四可供使用於水條之回收材料

N-8 連接濾網/連結條

- (105) 產品中所使用回收材料應符合表十五所列標準；

表十五可供使用於連接濾網/連結條之回收材料

N-9 地基改善材料

- (106) 產品中煤灰之混合比率應超過產品重量 60%；
- (107) 產品所含危害性物質應遵守土壤污染防治法針對鎘、鉛、六價鉻、砷、總汞之規定。

4-2 品質準則

4-2-1 共同品質準則 無

4-2-2 材料品質準則 無

4-2-3 個別產品品質準則

A. 木片/塊

- (108) 針對產品之品質要求事項，若是 JIS、JAS 或其他相等標準若是已經建立時，應符合相關標準。對於其他產品若是 JIS 或是相等標準已經建立針對品質要求事項之量測方法時，應符合類似之相關 JIS 標準或是其相等標準。

B. 鋼製建材

- (109) 針對產品之品質要求事項，若是 JIS 或其他相等標準若是已經建立時，應符合相關標準。對於其他產品若是 JIS 或是相等標準已經建立針對品質要求事項之量測方法時，應符合類似之相關 JIS 標準或是其相等標準。

C. 骨材/碎石級配料(aggregate)

- (110) 鼓風爐爐渣骨材、鐵鎳爐渣骨材與銅爐渣骨材應符合相關之 JIS 標準。
- (111) 玻璃化材料骨材應符合 JIS TR A0016 “混凝土用細玻璃化爐渣骨材（例如非工業廢棄物、廢水處理污泥等）”。
- (112) 回收級配料應符合”關於回收混凝土副產品再利用之暫時品質標準(草案)”（建築部，1994 年）。

D. 水泥

- (113) 產品之品質要求事項應符合 JIS A5210 波特蘭水泥、JIS A5211 波特蘭鼓風爐爐渣水泥、JIS A 5213 波特蘭飛灰水泥、JIS A5214 環保水泥（Eco-cement）等各項個別標準。

E. 混凝土混合物（Concrete admixture）

- (114) 產品之品質要求事項，應符合 JIS A6206 “鼓風爐爐渣粉塵（Powder dust of blast furnace slag）”、JIS A6201 “非灰水泥（Fly ash cement）”、或 JIS A 6207 “Silica fume”等項個別標準。

F. 混凝土產品

- (115) 針對產品之品質要求事項，若是 JIS、（土地、基礎設施與運輸部）、地方政府、產業協會之標準已經建立時，應符合相關標準規定。對於其他產品，若是 JIS 或是相等標準已經建立針對品質要求事項之量測方法時，應符合類似之相關 JIS 標準或是其相等標準。
- (116) 混凝土產品不應為有害裂縫所損害。
- (117) 用以控制鹼性級配反應之措施，應依據”鹼性級配反應控制指導綱要”（土地、基礎設施與運輸部，2002 年 8 月 1 日公佈）來進行。
- (118) 若是使用氯離子濃度被控制之回收級配於混凝土時，應對使用回收級配混凝土在（curing）過程之氯離子含量給予特別注意。

G. 鋪地材料

- (119) 含橡膠例子之抗凍鋪地材料所添加之橡膠數量，應符合日本汽車輪胎協會與日本輪胎回收協會依據交通量項目之規定。
- (120) 回收底層材料與回收瀝青混合物應符合工場回收鋪地技術指導綱要之規定。

H. 園藝/植被材料

- (121) 針對產品之品質要求事項，若是 JIS 或其他相等標準若是已經建立時，應符合相關標準。對於其他產品，應依據內部標準，使用公共測試機構之官方測試方法，來確認產品品質與安全。

I-1. 交通標誌板（略）

I-2. 交通號誌板（略）

I-3. 交通道路分道線油漆之玻璃珠（略）

J. 臨時結構之材料（略）

K. 道路材料

K-1. 道路照明（略）

K-2. 高效能噪音降低設備（略）

K-3. 其他道路材料（略）

L. 下水道工程材料（略）

M. 橋樑/河流/港口材料

N. 其他材料（略）

5. 驗證程序

5-1 環境準則之驗證程序

- 5-1-1 共同準則之驗證程序
- 5-1-2 材料之驗證程序
- 5-1-3 個別產品之驗證程序
- 5-2 品質準則之驗證程序
 - 5-2-1 個別產品之驗證程序
- 6. 其他要求事項
 - 附件一 適用產品
 - 附件二 纖維中所含化學品之準則
 - 附件三 依據專用詞彙定義所提供之森林驗證
 - 附件四 環境資訊之標示

(資料來源: <http://www.ecomark.jp/english/pdf/13113eC.pdf>)

B. 「回收材料製造之建築材料(Building Products Using Recycled Materials)」 (2006年10月19日公告, 第123號)

(註: 目前本項準則僅供參考不接受申請, 但是另有一項同樣編號123但是為接受申請之產品項目為建築產品(內部裝潢材料)。該項準則係2008.02.25修定公告, 有效至2012.12.31。該項目不強調為使用回收材料製造。其內容包括四項產品:

- (A) 木工材料:木質地板
- (B) 連接材料:滑動紙門、紙門用紙、窗框、門框
- (C) 木匠材料: 木板、榻榻米墊、壁紙、隔音材料、吸音材料、內部裝修用板。
- (D) 隔間與其他施工材料:止滑樓梯壓條、點字板(Braille Tacks/sheets)、摺疊門。)

1. 環境背景

- 1.1 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量;
- 1.2 遵循建築物回收材料法應予以處理;
- 1.3 考量整個產品之生命週期。

2. 適用產品範圍:

2.1 各項符合下列標準之產品:

- JIS A 5404: 水泥粘合之木屑與木片板(Cement bonded wood-wool and flake boards) ;
- JIS A 5414: 紙漿水泥板 (Pulp cement boards) ;
- JIS A 5426: Wood-wool cement boards laminated with flexible cement boards ;
- JIS A 5430: 纖維補強水泥板 (Fiber reinforced cement boards) ;
- JIS A 5451: Rock wool sheathing boards ;

- JIS A 6901：石膏板（Gypsum boards）。
- 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:
 - (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；
 - (2) 前述回收材料之重量總和至少需為產品重量 50%；若為數種材料混合，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；
 - (3) 製程須符合所有相關環保法規，包括廢水、廢氣、廢棄物、噪音、震動規定；
 - (4) 製程若使用熱處理時，需考慮到二氧化碳排放量；
 - (5) 產品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。
 - (6) 產品處理、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；
 - (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。
 - (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，遵守以下規定
 - A. 塑膠：
 - (9) 不得含有第 118 號規格標準「回收材料製造之塑膠」中禁止使用之毒性化學品；
 - (10) 不得含有鹵化聚合物；
 - (11) 製程發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A、B、C、E 管制之化學品；
 - (12) 若產品使用年限低於 20 年時，需確保所含塑膠超過 70%在廢棄時會

被回收。且回收塑膠超過 60% 將會被材料再利用，其餘則進行熱能回收。

B. 木材與稻草：

(13) 使用之抗黴、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；

(14) 室內產品之製程不得使用甲苯或二甲苯，且甲醛平均與最高排放量應低於 0.3 mg/L 與 0.4 mg/L。

C. 紙、橡膠、灰渣、污泥、爐渣、石膏等材料不適用一般材料準則。

D. 玻璃纖維與玻璃碎片：

(15) 玻璃-混凝土混合製成且未經熱處理 (non-fired) 產品應採用控制鹼性骨材措施。

(16) 玻璃碎片產品應經過無邊緣處理 (edgeless processing)。

個別環境準則

E. 板類製品

(17) 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)

(18) 稻草製品應具可更換覆蓋，以確保可長期使用；

(19) 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)

(20) 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

(21) 使用之抗黴、保存及除蟲劑不得含有鉻、砷或 pyrethroids；

(22) 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；

(23) 不得使用含鉛、鉻、鎘及其他毒性物質之顏料；

(24) 製程中發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A、B、C、E 管制之化學品(附件二)；

(25) 應該具有回收盛裝塗料空容器之回收體系。

J. 屋瓦材料：

(26) 不得含有石綿

K. 隔熱/吸音材料

(27) 製程中發泡劑不得使用蒙特婁公約附件 A、B、C、E 管制之化學品；

(28) 不得含有石綿；

(29) 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) 使用後應可被以視為水泥或骨材方式回收。

M. 其他建築材料

(31) 應可連續使用 20 年以上；

(32) 使用後應可被視為骨材或一般物品回收，若使用數種製造材料，這些材料應可順利分離。

N. 品質準則：

(33) 各項建築材料應符合適用之 ISO、JIS 或或適當產業協會擬定之標準規定；

(34) 塌塌米稻草墊之規格與品質應符合 JIS A 5901，或由國家塌塌米協會批准之工廠所製造；

(35) 隔熱材料之規格與品質應符合 JIS 標準與產業協會規範；

(36) 水泥產品之含鹼(<0.75%)、氯(<0.1%)、三氧化硫(<10%)含量應符合規定；

(37) 其他建材之品質應符合使用工業標準，並確保製造階段之品質管制。

5. 驗證程序 (略)

6. 其他要求事項：

6-1 產品應依據 JIS 規定功能與品牌分類，而非依據顏色或尺寸分類；

6-2 產品標章下標示資訊應為環境資訊；

6-3 標章環境資訊下第二行之材料名稱，應符合附件一規定；

6-4 若第二行材料資訊含有數種材料，可以標示兩種材料；

6-5 產品應不含阻火劑、抗菌劑與不可標示含可生物分解塑膠。

4. 標章使用範例：

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
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。

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

C.建築產品(內部裝潢材料) (2008.02.25 修定公告，有效至 2012.12.31)

(註：與編號 123 相同，但是為接受申請之產品項目為建築產品(內部裝潢材料)。

該項目不強調為使用回收材料製造。其內容包括四項產品：

- (A) 木工材料:木質地板
- (B) 連接材料:滑動紙門、紙門用紙、窗框、門框
- (C) 木匠材料: 木板、榻榻米墊、壁紙、隔音材料、吸音材料、內部裝修用板。
- (D) 隔間與其他施工材料:止滑樓梯壓條、點字板 (Braille Tacks/sheets)、摺疊門)。

(參考網頁：http://www.ecomark.jp/english/pdf/123eC2_cover.pdf；

http://www.ecomark.jp/english/pdf/123eC2_A.pdf；

http://www.ecomark.jp/english/pdf/123eC2_B.pdf；

http://www.ecomark.jp/english/pdf/123eC2_C.pdf；

http://www.ecomark.jp/english/pdf/123eC2_D.pdf)

D.磁磚塊”規格標準內容概要(V2.3) (2000 年 12 月 1 日公告，第 109 號；2007.04.13 修訂公告，有效至 2009.08.31)

(註：修訂公告後名稱不再使用回收物質製造)

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) 產品使用過程中排放物質(例如重金屬)須符合表二規定；
- (6) 產品中之危害性物質含量須符合表三規定；
- (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；
- (8) 玻璃-混凝土之非燒烤產品，須符合鹼性骨材控制措施規定；
- (9) 碎玻璃須經過邊緣磨除處理；
- (10) 產品包裝須易於回收；
- (11) 需提供適當之搬運、儲存等資訊。

5. 驗證程序 (略)

(資料來源: <http://www.ecomark.jp/english/pdf/109eC23.pdf>)

(本項目已經不再列於現有準則網頁，已被廢除；2008-06-05)

“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

本產品至少應含有 60% 發電廠產生之飛灰；

本產品之成分應不含毒性物質；

本產品之耐用性應與等同於具類似功能之傳統產品；

本產品應符合相關之 JIS 品質與安全標準。

2. 驗證規定事項

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；

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。

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)

(以上項目已被廢除)

“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

1.1 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；

1.2 使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；

1.3 本產品應符合相關之 JIS 品質與安全標準。

2. 驗證規定事項

2.1 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；

2.2 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。

2.3 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)

E. 「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

1.1 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)；

1.2 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；

1.3 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

2.1 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；

2.2 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。

2.3 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)

F. 「木材或類似材料製造之木板」“(Board Made of Wood or the Like)” (2006.10.19 修訂公佈，有效至 2009.06.30；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) 需報告黏著劑與添加劑之成分名稱與其含量，且不得使用含鹵素者；

(4) 產品成分中不得使用木材保存劑；

(5) 若使用來自拆解建築物之木材，應區別與去除其中含木材保存劑者；這些木材之六價鉻與砷含量須符合附件三規定；

(6) 產品之甲醛排放量須符合 JIS A 5905 與 JIS A 5908 之 F 級規定。

- a. 依據 JIS A 1460 測量時平均值低於 0.3 mg/l。
- b. 依據 JIS A 1901 方法測量時，低於 5 ug/(m²-h)。
- (7) 不得使用甲苯與二甲苯；
- (8) 產品塗佈層重金屬含量低於 EcoMark No. 126 漆類產品之規定；
- (9) 產品裝飾部份，不得使用鹵素與有機鹵素塑膠。應報告裝飾部份之成分。
- (10) 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；
- (11) 應在製造過程實施能源節約工作；
- (12) 產品包裝需考量資源節約與可回收性；
- (13) 產品說明書須包含規定資訊與回收說明等資訊。

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)

(資料來源：<http://www.ecomark.jp/english/pdf/111eC21.pdf>)

G. 「使用疏林產生或小樹枝製造之木材產品」 (“(Product Using Thinned-Out Wood, Reused/Unused Wood)”(Version 2.2)；規格標準內容概要(第 115 號)；2007.04.13 修訂公佈，有效至 2009.06.30)

- 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：定義各類名詞定義。
- 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) 整個產品之其他非木材部分須占產品重量不超過 30% (20 °C 與 65%溼度下量測)；
- (3) 若使用來自拆解建築物之木材，應區別與去除其中含木材保存劑者；這些木材之六價鉻與砷含量須符合附件三規定；
- (4) 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；
- (5) 產品裝飾部份，不得使用鹵素與有機鹵素塑膠。應報告裝飾部份之成分。
- (6) 除室外設備與室內配件材料外不得使用驅蟻劑、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。

- (7) 室內材料產品出廠時，不得排放甲苯與二甲苯；
- (8) 產品塗佈層重金屬含量低於 EcoMark No. 126 漆類產品之規定；
- (9) 室內配件材料產品之甲醛排放量須符合 JIS 規定：
 - a. 依據 JIS A 1460 測量時平均值低於 0.3 mg/l；或
 - b. 依據 JIS A 1901 方法測量時，低於 5 ug/(m²-h)
- (10) 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；
- (11) 應在製造過程實施能源節約工作；
- (12) 產品說明書須包含規定資訊與回收說明等資訊；
- (13) 產品包裝需考量資源節約與可回收性；不得使用含鹵素塑膠；
- (14) 產品不應製造廢棄物問題（不得為拋棄式）。

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炭之性能規定(略)。

5. 驗證程序(略)。

6. 其他要求事項：

- 6.1 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；
- 6.2 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。
- 6.3 標章底下應標明”使用 XX%回收木材”。

(資料來源：<http://www.ecomark.jp/english/pdf/115eC22.pdf>)

H.「回收塑膠製造產品」“(Plastic Products)”(2006.10.16 修訂公佈，有效至 2010.08.31 (Version 2.3)；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：產品中塑膠含量超過 50%重量者。
3. 名詞定義：(略)
4. 驗證準則：
 - 4.1 環境準則：
 - (1) 回收產品占產品重量比率應符合附件一所示數值；
 - (2) 回收汽車產品中塑膠部份超過 90%應予回收。至於產品中應含超過 20% 回收塑膠；
 - (3) 產品中使用鹵化物成分或添加劑者，廢棄產品之塑膠部份應回收超過 70%；
 - 4.2 回收準則：

(4) 產品應予表示以促進回收。對於塑膠部份使用 JIS K6899-1 或 ISO 1043-1。

(5) 對於使用多種材料製造者，應考量依據材料種類進行分離，以促進回收。

4.3 危害性物質準則：

(6) 產品與包裝物不得使用臭氧破壞物；

(7) 產品中使用之添加劑，應遵循產業界正面表列可使用物質。

(8) 產品成分中不得含 Cd、Pb、Cr、Hg 與其化合物。

(9) 屬於附件一所列之食物/化妝品容器與醫藥相關產品、個人裝飾物品、玩具/運動器材等產品，不得添加被 IARC 歸類為第 1、2A、2B 類物質。

(10) 產品屬於附件一之食物/化妝品容器、醫藥相關產品者，應符合日本食品衛生法規定；

(11) 有害物質之釋出，應符合附件二對於土壤污染之規定；

(12) 製造時，化學品之使用，須適當管理。

4.4 其他準則：

(13) 產品需耐用，原則上不可為拋棄式產品；

(14) 產品包裝應設計成可以促進回收；

(15) 維持相同功能下產品應考量減少尺寸與重量；

(16) 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；

(17) 製造廠應考量減少能源使用量、溫室氣體與廢棄物排放量。

(18) 產品與包裝上應提供可推動適當處置之資訊。

4.5 品質準則：

(19) 應符合 JIS、產業與廠商本身對相關產品之品質規範標準。

5. 驗證程序（略）。

6. 其他要求事項：

(20) 標章底下應標明“使用 XX%回收___塑膠”。

（資料來源：<http://www.ecomark.jp/english/pdf/118eC23.pdf>）

四、德國藍天使標章計畫

A. 「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。

B. 「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。

C. 「回收廢玻璃製造建築材料」(RAL-UZ49)

2. 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。

3. 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。

4. 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。
 5. 符合性查核。
 6. 申請者與相關團體。
 7. 環保標章之使用。
- (資料來源：<http://www.blauer-engel.de/>)

五、韓國環保標章計畫

A. 「回收建築材料」(Recycled Construction Materials) (EL743-1993/6/2005-68；109家公司，312項產品)

1. 適用產品：本規格標準適用於以無機廢棄物(陶瓷、翻砂/製模製程)、廢玻璃、無機污水處理污泥、焚化爐渣及其他無機廢棄物製成之土木與建築材料。但排除其他另有驗證標準之產品類型。
2. 名詞定義。
3. 驗證準則：
 - 3.1 環境準則：
 - 3.1.1 磚、瓦與板狀材料：面磚產品包括 KS L 1001:陶瓷面磚 (ceramic tile) 與 KS F 4035：預鑄磨石面磚 (precast terrazzo)；板產品材料包括 KS F 4001：走道混凝土板 (Concrete board for sidewalk)，與 KS F 4736 extrusion molding light weight concrete panel。
 - 3.1.1.1 針對製造階段之資源消耗，廢棄材料使用量須符合表附錄 4-1 規定。

表附錄 4-1 韓國環保標章計畫中規定製造階段之資源消耗，廢棄材料使用量

廢棄物材料	廢棄物材料使用量(重量%)	
	經歷烘烤(firing)程序產品	未經烘烤程序產品
廢石灰 廢石膏	≥ 50	≥ 60
焚化爐渣 廢玻璃 廢陶瓷材料 廢模砂	≥ 40	≥ 50
廢石灰粉	≥ 40	≥ 40
無機污泥	≥ 10	≥ 10
其他	≥ 40	≥ 50

3.1.1.2 針對廢棄處置階段之排放物考量，產品之危害性物質含量規定應如表附錄 4-2。但是對於經過烘烤產品，對於 Cr+6、氰化物、有機磷、三氯乙烯、四氯乙烯之規定不適用。

3.1.2 骨材 (aggregate) 與細粉

3.1.2.1 針對製造階段之資源消耗與污染物排放量，須符合下列規定。

3.1.2.1.1 應使用 100%的無機廢棄物材料作為原料。

3.1.2.1.2 若使用漂浮分類程序來去除雜質，應安裝與操作廢水回收與再利用系統。

3.1.2.1.3 若使用風力分類程序來去除雜質，應安裝與操作氰酸預防系統。

3.1.2.2 針對廢棄處置階段之排放物考量，產品之危害性物質含量應如表附錄 4-2。

表附錄 4-2 韓國環保標章計畫中規定危害性物質之允許標準含量表

項目	標準允許含量(mg/L)
Cd	< 0.3
Pb	< 3
Cu	< 3
As	< 1.5
Hg	< 0.005
Cr6+	<1.5
CN-	<1
有機磷	<1
三氯乙烯	< 0.3
四氯乙烯	< 0.1

3.1.3 其他土木工程-建築材料

3.1.3.1 針對製造階段的資源消耗，經過烘烤產品之廢棄物重量含量應超過 40%，未經烘烤產品之含量超過 50%。飛灰使用於水泥之含量應超過 5%。

3.1.3.2 針對廢棄處置階段之排放物考量，產品之危害性物質含量規定應如表 4-20。

3.2 品質準則

3.2.1 磚、瓦與板狀材料

3.2.1.1 使用屬於副產品之石灰製造磚塊產品應符合下列產品之品質標準：

- KS L 8510：石灰磚副產品（By-produced lime brick）。
- KS L 8511：走道與車庫車道用石灰塊副產品（By-produced lime bloc for sidewalk and driveway）。
- KS L 8512：使用回收翻砂用沙製造之走道與車庫車道用連接混凝土塊（concrete interlocking bloc for sidewalk and driveway made by using recycling molding sand）。
- KS L 8513：使用回收用翻砂用沙製造之混凝土磚（recycling molding sand concrete brick）。
- KS L 8520：灰渣磚(ash brick)。

3.2.1.2 空氣乾燥之空心磚塊，其切應面之壓縮強度與吸收率應符合 KS F4002 空心磚塊之規定。

3.2.1.3 空氣乾燥之空心磚塊，其壓縮強度與吸收率應符合 KS F4004 混凝土磚之規定。

3.2.1.4 走道與車道邊緣磚塊與互相連接磚塊之彎曲強度與吸收率應分別符合 KS F 4006（concrete bordering bloc）與 KS F 4419（concrete interlocking bloc for sidewalk and driveway）之規定。

3.2.1.5 黏土磚之壓縮強度與吸收率應符合 KS L 4201(clay brick)之品質準則規定。

3.2.1.6 產品若有韓國產業品質標準時，應符合該標準。

3.2.1.7 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國傢俱工業合作社的驗證標準。

3.2.2 骨材與細粉

3.2.2.1 回收自建築廢棄物之骨材，應符合”建築廢棄物回收推動法”第 35 條之品質規定。

3.2.2.2 回收自無機廢棄物(建築廢棄物除外)之骨材應符合下列品質標準：

- 混凝土用碎石級配: KS F2527(混凝土用碎石級配)；
- 道路鋪面用粉碎級配: KS F 2525 (道路用碎石級配)；
- 瀝青混凝土用級配: KS F2357 (瀝青鋪路混合物用級配)。

3.2.2.3 細粉產品需符合 KS F3501 (瀝青鋪路物填充材料)與 KS L5405(飛灰)標準。

3.2.2.4 產品若有韓國產業品質標準時，應符合該標準。

3.2.2.5 產品若無韓國產業品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國

傢俱工業合作社的驗證標準。

3.2.3 其他土木工程-建築材料

3.2.3.1 水泥須符合 K S L 5211(飛灰水泥)品質標準。

3.2.3.2 產品若有韓國產業品質標準時，應符合該標準。

3.2.2.4 產品若無韓國產業品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國傢俱工業合作社的驗證標準。

3.3 給消費者資訊。

3.4 無機廢棄物使用比率

4. 測試方法

4.1 一般事項：

4.1.1 每個申請產品須提出一個測試樣本。

4.1.2 測試樣本應由驗證機構由市場或是製造工廠隨機取樣。骨材取樣法依據 K S F 2501。

4.1.3 測試結果應依據 K S A 0021 來呈現。

4.2 磚、瓦與片狀產品之測定方法

4.3 骨材與細粉之測定方法

4.4 其他土木工程與建築材料之測定方法

4.5 混凝土鋪面之壓縮強度與吸收率之測定方法

5. 驗證理由

5.1 資源回收

(參考網頁: http://www.koeco.or.kr/eng/business/cover_document/EL743.pdf)

B. 「回收爐渣材料」(Recycled Slag Materials) (EL744-1993/5/2001-107 ; 20 家公司 , 46 項產品)

1. 適用產品：本規格標準適用於煉鋼廠爐渣以及鋼鐵與非鐵金屬業製程產生之非鐵爐渣製成之產品。

2. 名詞定義

3. 驗證準則：

3.1 環境準則：

3.1.1 鼓風爐渣：使用率需為 35-65%，年平均需超過 40%。

3.1.2 骨材與細粉：煉鋼與非鋼爐渣需為 100%。

3.1.3 前兩項之外的土木/建築材料，需使用煉鋼與非鐵爐渣超過 40%。

3.2 品質準則：

3.2.1 鼓風爐渣水泥應符合 K S L 5210(鼓風爐水泥)標準。

3.2.2 級配料/骨材與細粉在不同產品種類與用途下應分別符合下列標準。

- KS F2544 (混凝土用鼓風爐渣)。
- KS F 2543 (混凝土用銅爐渣級配料)。
- KS F 2563 (混凝土用鼓風爐渣細粉)。
- KS F 2535 (道路用製鋼爐渣)。

3.2.2.1 產品若有韓國產業品質標準時，應符合該標準。

3.2.2.2 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品或驗證標準。

3.2.3 土木工程用建材(鼓風爐渣水泥與細粉產品除外)與其他產品

3.2.3.1 空氣乾燥之空心混凝土磚塊，其切應面壓縮強度與吸收率應符合 KS F4002 空心磚塊之規定。

3.2.3.2 空氣乾燥之空心混凝土磚塊，其壓縮強度與吸收率應符合 KS F4004 混凝土磚之規定。

3.2.3.3 水泥覆蓋物之壓縮強度與吸收率符合表二標準(略)

3.2.3.4 產品若有韓國產業品質標準時，應符合該標準。

3.2.2.5 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品或驗證標準。

3.3 給消費者資訊

3.4 煉鋼爐渣與非鐵爐渣之使用比率

4. 測試方法：

4.1 一般事項：

4.1.1 每個申請產品須提出一個測試樣本。若需多個樣本時，前述規定不適用。

4.1.2 測試樣本應由驗證機構由市場或是製造工廠隨機取樣。骨材取樣法依據 KS F 2501。

4.1.3 測試結果應依據 KS A 3251-1 來呈現。

4.2 鼓風爐渣產品之測定方法。

4.3 骨材與細粉之測定方法。

4.4 其他土木工程與建築材料之測定方法。

4.5 混凝土鋪面之壓縮強度與吸收率之測定方法。

5. 驗證理由：使用回收材料（共同準則）

5.1 有關產品製造過程之排放污染物控制與處置方面，應遵守當地之環保法規。檢查申請日期一年之內之證明檔，以確認產品是否符合規定；

5.2 通常係將給消費者資訊以不易抹除方式標示於產品表面上，若是無法時則標示於消費者可見之適當處(例如包裝或產品文獻上)。

5.3 獲准使用標章者應遵循公平標示法來標示其環保特性；

5.4 對本標準列出之各項標準，應使用最新版本；

5.5 進行本標準所列出測試方法時，應：

5.5.1 測試報告應由國家認可實驗室提出；若無認可實驗室時須與驗證機構事

前通報；

5.5.2 繳交測試報告、原料供需/使用資訊與說明書/指引等。

(參考網頁: http://www.koeco.or.kr/eng/business/cover_document/EL744.pdf)

C. 「隔緣/隔熱與吸音材料」 (Lagging, Insulating and Sound Absorbing Material) (EL 243 ; EL171-1999/3/2002-219 ; 17 家廠商/53 項產品)

1. 適用產品:使用廢棄材料製成，可以形成一層空氣層以達到吸音/隔熱效果之產品。(磚塊不適用此標準)

2. 定義

3. 驗證準則：

3.1 環境準則：

3.1.1 作為隔熱材料之成分時，應占重量超過 50%與體積超過 70%；

3.1.2 廢棄材料之使用須符合下列規定：

廢棄材料種類		廢棄材料使用比率(重量%)
無機材料	礦渣/爐渣(slag)	≥ 40
	玻璃與其他無機材料	≥ 50
有機合成樹脂/塑膠 (synthetic resin)	泡棉合成樹脂	≥20
	其他合成樹脂	≥50

若混合兩種材料時，全體廢棄材料之使用比率應符合主要材料之規定比率。

3.1.3 隔熱效果須符合下列規定：

3.1.3.1 該類產品之韓國工業標準，包括：

- KS F4708 基本碳酸鎂保溫隔熱材料 (basic carbonic acid magnesium thermal insulation material)。
- KS F 4714 排水性 Pearlite 保溫材 (water repellency perlite heat insulator)。
- KS F6304 房屋用礦石棉保溫材 (rock wool insulator for house (KS F 6304))。
- KS F6305 住屋用玻璃棉保溫材(glass fiber heat insulator for house)。
- KS F 6306 可購買礦石棉保溫材 (rock wool heat insulator for purchase)。
- KS L 9101 矽酸鈣保溫材 (calcium silicate heat insulator)

- KS L 9201 人造礦石棉保溫材 (artificial mineral fiber heat insulator)。
- KS M 3807 回收聚苯乙烯泡棉保溫材 (recycling foaming polystyrene heat insulator)。
- KS M 3808 聚苯乙烯泡棉保溫材 (foaming polystyrene heat insulator)。
- KS M 3809 硬質聚 Urethane 泡棉保溫材 (hard urethane form heat insulator)。
- KS M 3862 聚乙烯泡棉保溫材 (foaming polyethylene heat insulator)。

3.1.3.2 若是韓國標準未規定時，導熱係數須低於 0.044 (W/m/k)。

3.1.4 產品若使用於隔熱材料之製造過程時，應符合下列規定：

3.1.4.1 泡棉產品須使用 ODP 為零之發泡劑；

3.1.4.2 不得使用石棉；

3.1.4.3 產品不得使用 PBBs, PBDEs 與具有超過 50% 氯之短鏈 chlorinated paraffins 來作為阻火劑；

3.1.5 產品作為吸音材料時，應繳交報告證明其吸音效果。

3.2 品質準則：

3.2.1 隔熱與吸音產品使用無機材料為主要原料時：

3.2.1.1 密度與熱收縮性能應符合下列標準之一：

- KS L 9102 人造礦石棉保溫材料。
- KS F 6304 房屋用礦石棉保溫材料。
- KS F 6305 房屋用玻璃棉保溫材料。
- KS F 6306 可購買礦石棉保溫材料。

3.2.1.2 符合下列標準之一 KS L9101, KS F 4714。

3.2.1.3 KS F4708

3.2.1.4 產品若有韓國品質標準時，應符合該標準。

3.2.1.5 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國傢俱工業合作社的驗證標準。

3.2.2 產品若使用合成樹脂作為主要原料時：

3.2.2.1 聚苯乙烯保溫板應符合符合 KS M3807。

3.2.2.2 聚乙烯保溫板符合 KS M3808 與 KS M 3809。

3.2.2.3 聚乙烯保溫材符合 KS M3862。

3.2.2.4 產品若有韓國品質標準時，應符合該標準。

3.2.2.5 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國傢俱

工業合作社的驗證標準。

3.3 提供消費者之資訊：

- 3.3.1 廢棄材料使用比率。
- 3.3.2 產品因為使用階段之理由獲得驗證。
- 3.3.3 使用於建築時之注意事項。

4. 測試方法：(詳細列出，內容略)

4.1 一般事項：

- 4.1.1 每個申請產品須提出一個測試樣本。
- 4.1.2 測試樣本應由驗證機構由市場或是製造工廠隨機取樣。
- 4.1.3 測試結果應依據 KS A 3251-1 來呈現。

5. 驗證理由：資源與能源節約 吸音

(共同準則)

- 5.1 有關產品製造過程之排放污染物控制與處置方面，應遵守當地之環保法規。檢查申請日期一年之內之證明檔，以確認產品是否符合規定；
- 5.2 通常係將給消費者資訊以不易抹除方式標示於產品表面上，若是無法時則標示於消費者可見之適當處(例如包裝或產品文獻上)。
- 5.3 獲准使用標章者應遵循公平標示法來標示其環保特性；
- 5.4 對本標準列出之各項標準，應使用最新版本；

2. 進行本標準所列出測試方法時，應

- 6.1 測試報告應由國家認可實驗室提出；若無認可實驗室時須與驗證機構事前通報；
- 6.2 繳交測試報告、原料供需/使用資訊與說明書/指引等。

(參考網頁：http://www.koeco.or.kr/eng/business/cover_document/EL243.pdf)

D.「透水混泥土地面」(Water-Permeable Concrete Pavements) (EL245-2003/1/2003 -200 ; 2 家廠商/4 項產品)

- 1. 適用產品：使用於鋪路面之透水混泥土鋪平地材料或是混泥土上可供植物生長之鋪墊材料。
- 2. 定義 4
- 3. 驗證準則：
 - 3.1 環境準則：
 - 3.1.1 (製造階段節約資源) 產品中使用之廢棄材料應超過產品重量 40%；
 - 3.1.2 (製造與處置階段) 產品中不應使用鉛與鎘化合物於其混合物或是顏料中；
 - 3.1.3 產品之滲透係數須符合下列規定：

3.2 品質準則：

3.2.1 透水與生態鋪地材料須符合下列規定：

3.2.1.1 自訂之 比重、吸收率、磨損率、耐寒度、安全性規定。

3.2.1.2 自訂之壓縮密度比規定。

3.2.1.3 通過 100 次結冰與解凍測試而無表面裂縫。

3.2.2 產品若有韓國品質標準時，應符合該標準。

3.2.3 產品若無韓國品質標準時，應符合類似產品標準或是韓國傢俱工業合作社的驗證標準。

3.3 給消費者資訊：在產品上指出獲得驗證原因為使用階段之資源回收與透水性。

4. 測試方法(詳細列出，內容略)

4.1 一般事項：

4.1.1 每個申請產品須提出一個測試樣本。

4.1.2 測試樣本應由驗證機構由市場或是製造工廠隨機取樣。

4.1.3 測試結果應依據 KS A 3251-1 來呈現。

4.2 滲透係數之測定方法。

5. 驗證理由：使用回收材料 極佳透水性

(共同準則)

5.1 有關產品製造過程之排放污染物控制與處置方面，應遵守當地之環保法規。檢查申請日期一年之內的證明檔，以確認產品是否符合規定；

5.2 通常係將給消費者資訊以不易抹除方式標示於產品表面上，若是無法時則標示於消費者可見之適當處(例如包裝或產品文獻上)。

5.3 獲准使用標章者應遵循公平標示法來標示其環保特性；

5.4 對本標準列出之各項標準，應使用最新版本；

6. 進行本標準所列出測試方法時，應

6.1 測試報告應由國家認可實驗室提出；若無認可實驗室時須與驗證機構事前通報；

6.2 繳交測試報告、原料供需/使用資訊與說明書/指引等。

(參考網頁：http://www.koeco.or.kr/eng/business/cover_document/EL245.pdf)

六、荷蘭環保標章計畫

混凝土鋪地磚(Concrete paving bricks)

1. 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。

2. 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

A.「建築、裝潢及家具工業用面板」之規格標準摘要(2003年3月19日-2010年3月31日第4.3版;本項標準內容與上一版本比較已經大幅變更;標準全文32頁,以下僅重點摘錄)

簡介:本規格標準規範木板、石膏板、水泥板等供建築物內部或外部使用建材面板。

3. 與環境相關之要求事項:(列出一份涵蓋各項準則之查核表,供申請者勾選那些準則項目適用)。

1.1 與原料相關之要求事項:

1.1.1 未經認可木材:盡力確保木材非來自需要保護之森林區域;

1.1.2 木材不得使用 WHO 歸類為 1A 與 1B 之殺蟲劑;

1.1.3 面板中木材材料需符合以下三項之一:

1.1.3.1 至少木材成份 1/3 為獨立第三者驗證通過;

1.1.3.2 原料纖維中至少 50% 為回收或是鋸木場回收纖維;

1.1.3.3 符合 1)與 2)之合併計算公式。

1.2 與不可再生原料相關之要求事項:

1.2.1 回收材料之數量:依據不可再生原料計算之回收/再利用材料部分至少須為 30%;

1.2.2 主要組件之重金屬含量:產品主要組件之重金屬含量不得超過(mg/kg):
砷 20、鉛 50、鎘 1、汞 1、鉻 500。

1.2.3 依據回收材料計算,主主要組件之重金屬含量:產品主要組件之重金屬含量不得超過(mg/kg):砷 20、鉛 50、鎘 1、汞 1、鉻 500。

1.2.4 紙與紙板之漂白:不得使用含氯漂白劑。

1.2.5 紙與紙板之 COD 排放量不得超過 10 kg/COD/kg 產出紙板。

1.2.6 回收纖維中除墨汁之界面活性劑:必須被證明為具有符合 301A-F 或 302A-C 之測試方法下之生物分解性。

2. 與化學品相關之要求事項:

2.1 強制性要求事項:

2.1.1 化學產品之分類:不得使用依據歐盟 1999/45/EC 分類制度被歸類為致癌、具突變性、具生殖系統毒性或為吸入過敏原者。但在產品中之自由甲醛需低於 0.3% w/w。合板中需低於 0.5% w/w。

- 2.1.2 化學品中之化合物與添加劑：
- 2.1.2.1 產品中不得使用鹵化有機 binding agents、鹵化有機阻火劑、 polychlorinated biphenyls, alkyl phenols、phthalates、aziridine 或 polyaziridines 與使用鉛、錫；
 - 2.1.2.2 鎘、六價鉻、汞與其化合物之塗料或添加劑。
 - 2.1.2.3 化學產品中 alkyl phenol etoxylates 或其他 alkylphenol derivatives 衍生物之含量不得超過 0.6% w/w。芳香族溶劑之含量不得超過 1% w/w。
 - 2.1.2.4 化學品中危害性物質含量:依據 EU 67/548/EEC 指令分類之有害化學品含量每片面板不得超過 0.5 kg。
 - 2.1.2.5 使用於清潔之溶劑: 使用於清潔產品設備之溶劑，其芳香劑中鹵化碳氫化合物、alkyl phenol etoxylates 之含量不得超過芳香族化合物重量之 1%。
 - 2.1.2.6 塑膠:表面處理不得使用鹵化塑膠。
 - 2.1.2.7 對環境有害物質:2.1.2.8 與 2.1.2.9 為選用要求事項，申請者可以選擇符合兩者之一：
 - 2.1.2.8 產品之表面處理產品不得被歸類為歐盟 1999/45/EC 分類系統之對環境有害物質。
 - 2.1.2.9 面板每平方公尺之施用數量: 有機溶劑之使用數量 ≤ 12 g/平方公尺面板；對有害物質之施用 < 5 g/平方公尺面板。
3. 與能源消費相關之要求事項：R18 與能源消費相關之要求事項 $E = (\text{來自其他來源電力}/0.7 \text{ kWh/kg}) + (\text{燃料}/1.9 \text{ kWh/kg})$ ； E 需 ≤ 2 。若為纖維板或三合板 $E \leq 3$ 。若為吸音板另有規定。
4. 與排放量相關之要求事項：
- 4.1 其他面板: $\text{CO}_2 < 0.55 \text{ kg}$ 每公斤面板重量； $\text{SO}_2 < 0.45 \text{ kg}$ 每公斤面板重量。
 - 4.2 吸音面板: $\text{CO}_2 < 60 \text{ kg}$ 每公斤面板重量； $\text{SO}_2 < 100 \text{ kg}$ 每公斤面板重量。
5. 與對水體排放量相關之要求事項: $\text{COD 排放量} \leq 20 \text{ kg COD}$ 每公斤產品重量。
6. 與粉塵排放量相關之要求事項：生產與不可再生材料之鍊製，其對空氣粉塵排放量 $\leq 20 \text{ mg}$ 粉塵/公斤產品重量。
7. 對產品之特殊要求事項：
- 7.1 對含甲醛添加劑面板之特殊要求事項：
 - 7.1.1 甲醛：甲醛含量 $\leq 8 \text{ mg}$ 甲醛/100 克乾燥產品 (EN 120)；
 - 7.1.2 半年平均值： $\leq 6.5 \text{ mg}$ 甲醛/100 克乾燥產品。
 - 7.2 對於可能含有輻射線物質面板之要求事項：輻射性物質 加碼輻射線指標或活性指標低於 1。

8. 與環保標章產品有關之其他要求事項：
 - 8.1 與廢棄物與回收系統相關之要求事項
 - 8.1.1 生產廢棄物 來自原物料之廢棄物與廢棄物需被再利用。
 - 8.1.2 產品之回收系統:若產品主要為不可再生資源或無機化合物，製造商須接受其廢棄產品。
9. 與包裝物相關之要求事項：
 - 9.1 回收制度:符合產品銷售地區之回收規定。
 - 9.2 塑膠:包裝物不得使用含氯塑膠。
 - 9.3 使用說明：使用說明書，應提供有關產品儲存與安裝之說明資訊。
10. 工作安全、健康與環境之法規要求事項：法規要求事項:獲證者須負責確保產品符合所有相關之工作安全、健康與環境之法規要求事項。
11. 環境與品質保證：環境與品質保證:具備與符合相關之品質系統要求事項。
12. 行銷：標章產品之行銷符合北歐標章計畫規定。
(資料來源：<http://www.svanen.nu/sismabmodules/criteria/getfile.aspx?fileid=92933001>)

八、泰國綠標籤計畫

A. 「建築材料-絕緣隔熱材料」(Building Material: Thermal Insulation)(TGL-14-97)

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。

1. 適用產品範圍：包括玻璃纖維與塑膠泡綿產品等兩類。
2. 產品準則：
 - 2.1 一般要求事項：
 - 2.1.1 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.
 - 2.1.2 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。
 - 2.2 產品特別要求事項
 - 2.2.1 玻璃纖維絕緣隔熱材料
 - 2.2.1.1 產品至少需使用佔產品 80%重量之回收碎玻璃。
 - 2.2.1.2 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。

2.2.1.3 產品需伴隨提供給消費者之適當之運輸與安裝說明資訊。

2.2.2 塑膠泡綿絕緣隔熱材料(Foam plastic thermal insulation)

2.2.2.1 產品製程中不得使用 CFC。

2.2.2.2 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。

2.2.2.3 產品中使用之塑膠應依據 ISO 1043 之規定標示。

2.2.2.4 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/greenlabel/>)



附錄五

協助辦理 XRD-石棉分析系統配備採購事宜



附錄五 協助辦理 XRD-石棉分析系統配備採購事宜

一、前言

依據行政院 90 年 3 月核定之「綠建築推動方案」，推動維護生態環境之綠建築為國家應積極推動之目標，在此大方針下，促進建築廢棄物減量，減少環境污染與衝擊，並提升資源有效利用技術，維護生態環境之平衡為當前應推動之首要任務。因此，內政部建築研究所為加強研究建築廢棄物之再生利用，以減少資源消耗，研訂相關再生產品之標準規範，近年來陸續辦理相關研究計畫，並於性能研究群之建築設備實驗館內，規劃設置「再生綠建材實驗室」，以進行國內各項再生綠建材之商業化製程技術開發與技術推廣。

再生綠建材實驗室配備有基本實驗設備與設施，可提供作為建立各種再生綠建材之製程驗證與產品物性測定等工作，以進行國內各項再生綠建材開發之可行性評估與製程設計。其中，對於建材中石棉含量的檢驗分析方法技術已相當成熟，包含偏光顯微鏡法（定性），及 XRD 分析法（定量），惟原本所建構之 XRD 石棉分析設備無法滿足新的規範要求（例如日本 JIS A 1481-2008 規範，要求必須偵測到 0.1wt. % 以內之精度）。因此有需要進行既有設備之擴充，以因應未來更嚴格的法規標準。

成大永續環境科技研究中心數個實驗室，擁有許多精密的分析儀器，中心人員除了專精於相關儀器操作與實驗技術，亦對於管制藥品申請作業，以及相關儀器設備採購發包作業具有相當經驗，因此由成大永續環境科技研究中心協助本計畫之執行，可以順利地執行辦理 XRD—石棉分析系統配備採購事宜。

二、XRD—石棉分析系統擴充規格建議

根據再生綠建材實驗室既有的 XRD—石棉分析系統，要能夠達到日本 JIS A 1481-2008 規範要求之 0.1wt.% 以內之精度，本研究團隊提出必須增加採購之設備項目包括：

1. 環境樣品分析座：此設備是於 XRD—石棉分析系統進行試驗重要的配備，設備相當精密，規格要求相當嚴格。
2. 石棉標準品：石棉標準品的用處是用來決定待測物含石棉的量，由於石棉標準品係屬管制藥品，必須經申請許可後方可使用，目前本研究團隊業已協助內政部建築研究所再生綠建材實驗室，向所在地主管單位（台南縣環保局）提出管制藥品申請許可。
3. 超音波洗淨器：超音波洗淨器是配合未來進行石棉檢測前，試體準備標準作業程序所需的儀器。

4. 樣品過濾器：樣品過濾器亦是配合未來進行石棉檢測前，試體準備標準作業程序所需的儀器。

5. 精密電子天平：由於待測物含石棉的量相當微量，擴充後之 XRD—石棉分析系統進行石棉定量分析時，必須使用精度較高之精密電子天平，方能滿足試驗之要求。

另外，本研究團隊也建議要求得標廠商必須提供原廠技師來台進行現場之教育訓練，並且建議於教育訓練同步進行口譯及攝影工作。以上是本研究團隊之建議，詳細之儀器規格經由研究團隊與原廠聯繫討論後，已提供給再生綠建材實驗室相關人員，作為本採購案投標須知補充說明之依據，附錄一為 X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備投標須知補充說明。

三、審標及開標作業

X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備審標及開標作業總共舉行三次，開標場所位於台北大坪林捷運站聯合辦公大樓之內政部建築研究所開標室，第一次開標由於未獲通知，本研究團隊並未出席。第二次開標於民國 97 年 6 月 12 日舉行，本研究團隊派龔東慶博士以及陳宏達博士前往建研所參加審標作業，第二次開標由於投標廠商繳交之設備規格與投標須知補充說明沒有完全符合，最後裁定流標。第三次開標於民國 97 年 6 月 24 日舉行，此次審標作業順利，投標廠商提出的規格符合投標須知補充說明，最後廠商以 146 萬元得標，順利完成 X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備之採購作業。

四、驗收

本採購項目，共計有環境樣品分析座、石棉標準品、超音波洗淨器、樣品過濾器，及精密電子天平五項，目前環境樣品分析座、超音波洗淨器、樣品過濾器、精密電子天平，等四項設備，業於民國 97 年 10 月 16 日送抵內政部建築研究所建築性能實驗中心之再生綠建材實驗室，如附圖 1 所示。惟石棉標準品係屬管制藥品，雖本研究團隊業已協助內政部建築研究所再生綠建材實驗室取得相關使用許可，但該採購案得標廠商亦需取得相關許可方可辦理相關進口及販售作業，經內政部建築研究所蔡介峰助理研究員，與本研究團隊協助下，於近日終於取得相關許可，預計 12 月中下旬可將所有採購設備就定位，並完成相關教育訓練與驗收作業，順利完成本採購案，藉以將石棉分析技術提升至 0.1wt. % 以內精度之日本 JIS A 1481-2008 規範要求，進而提升內政部建築研究所建築性能實驗中心之研究能量與服務品質。

「X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備」投標須知補充說明

「X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備」投標須知補充說明

壹、名稱

X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備

貳、前言

內政部建築研究所於建築性能實驗中心項下設置「再生綠建材實驗室」（位於台南縣歸仁鄉六甲村中正南路 1 段 2496 號），以進行國內各項再生綠建材之商業化製程技術開發與推廣。再生綠建材實驗室具有各種再生綠建材產品之物（化）性測定所需之實驗設備與設施，可提供以下之實驗研究與檢測服務：

- 各種再生綠建材之技術開發研究
- 再生建材之製程驗證
- 再生建材之物（化）性測定與產品驗證
- 各種再生綠建材國家標準之研擬制定
- 接受各界委託進行綠建材之檢測服務

參、建構項目及配置

再生綠建材實驗室本次新增採購項目，係參考 JIS A1481-2006 (Determination of Asbestos in building material products) 建置，內容包括：（一）配合「再生綠建材實驗室」現有 X 光繞射光譜儀石棉檢測技術開發所需擴充設備（二）石棉標準品（三）附屬前處理設備。

肆、儀器設備性能規格

以下所有儀器設備，皆包含儀器設備之裝設及設備運轉所須之週邊水電基本設施，規格性能要求說明如下，新增儀器之配置位置，依業主指定放於「再生綠建材實驗室」內：

一、X 光繞射光譜儀擴充石棉分析設備：

本設備應能與「再生綠建材實驗室」現有 X 光繞射光譜儀系統相容，並符合 JIS A1481-2006 方法相關規定，規格如下：

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

(一) 環境樣品分析座

1. 可設定旋轉速度：0~60 rpm或更寬。
2. 可設定 θ 方向擺動式掃描 (θ axis oscillation) 角度0~360°。
3. 可設定位置式掃描 (Position) 角度 0~360°。
4. 可設定連續式掃描 (Continuous) 最小角度0.1°或更小。
5. 鋅製樣品過濾器 (25mm ϕ) 1組。
6. 鋁製過濾架 (47 mm ϕ) 1組。
7. 鋁製樣品架1組 (5個)。
8. 環境分析軟體：
 - a. 可參照JIS A1481-2006方法進行石綿定性圖譜比對、定量計算 (三年內免費更新軟體)。
 - b. 定量偵測極限：可偵測並計算石綿含量小於1%之塊狀 (bulk) 樣品。
 - c. 軟體應附原廠授權證明文件。

(二) 石綿標準品

1. 適用 JIS A1481-2006 石綿標準品 3 種，分別為白石綿 (Chrysotile)、褐石綿 (Amosite)、青石綿 (Crocidolite)，重量各 3g 以上，校正報告可追溯至 NIST (Nation Institute of Standards) 或同等級國家實驗室。
2. 標準品應附正式校正報告證書。

二、附屬前處理設備

(一) 超音波洗淨器

1. 水槽尺寸：150×135×100mm或更大。
2. 水槽容量：2L或更大。
3. 振盪頻率：40KHz以上。
4. 水槽材質：SUS # 304以上等級之不鏽鋼板。
5. 洗淨出力：80W或更大。
6. 具有定時功能：1~30min或更長。

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

7. 具有溫控功能：室溫~60°C或更寬。

(二) 精密電子天平

1. 可秤重範圍：0~200g或更寬。
2. 可讀數：0.01mg或更小。
3. 可操作溫度範圍：15~40 °C或更寬。
4. 精密度 (Precision)：應小於0.01mg。
5. 準確度 (Accuracy)：應小於0.05mg。
6. 校正方式：具內藏砝碼自動校正及可外部砝碼自動校正並可自由設定砝碼的重量值。
7. 秤盤尺寸：φ80mm或更大，SUS304不銹鋼材質。
8. 防風罩：防靜電玻璃材質，高度240mm或更大，秤盤上方秤室高度220mm或更大。
9. 具溫度補償、上下限判別秤重、百分比及計數秤重功能。
10. 電源與傳輸線。
11. 附正式校正報告證書。

(三) 樣品過濾器

1. 適用X光繞射光譜儀之環境樣品分析座。
2. 樣品過濾器 (25mm φ、47mm φ) 各1組。
3. 材質為化學分析用玻璃製品。

伍、驗收條件及方法

一、驗收測試：

儀器設備應由得標廠商會同本所進行性能測試，且需符合上開標準。

二、驗收規範：

(一) 履約期限：

詳契約書第柒條規定。

「X 光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

(二) 驗收方式：

1. 規格及數量驗收：

- a. 依前述儀器規格由本所製作驗收檢查表，所有組件需完全為新品，品項及數量與規格相符。
- b. 得標廠商須於交貨時提供中英文操作說明書 3 套，並附原廠測試報告，並於驗收時出具品質保證書文件。

2. 性能測試：

驗收前得標廠商應完成儀器設備之性能測試（測試結果均需與前述儀器設備規格符合），測試件由得標廠商提供。

(三) 驗收檢附文件：

1. 詳細規格表。
2. 教育訓練教材（課程項目、內容）。
3. 完整之儀器操作手冊（中文及原文版）3 套。
4. 校正報告證書。

本批設備須全部經認證機構確認始可交貨，校正報告證書除本契約另有規定外，需由 TAF 認可之校正實驗室出具，如 TAF 認可之校正實驗室無法出具時，可提供依下列實驗室機構順序出具之校正報告證書做為驗收之依據。

- a. 生產國之國家檢驗機構
 - b. 生產國之財團法人之檢驗機構
 - c. 生產廠商之檢驗機構
5. 所有提供外文文件均須翻譯為中文譯本，連同正本一併送交本所。
 6. 各項儀器設備試俾所需電源由本所無償提供。得標廠商依據各儀器設備規格需求，於安裝完成後依據標準測試步驟執行測試，並提供合格性能測試報告，且功能正常方予驗收。
 7. 原廠證明書及 3 年保固合約書。

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

陸、實驗室與建築物之介面及現場勘查

- 一、投標廠商依據本招標文件需求及相關圖說，於開標前得赴本所性能實驗中心現場執行現場勘查。
- 二、各系統所需之基礎、維修空間等，需修改及重新配設者，均為本購案之範疇，投標廠商需於勘查現場後，詳實考量此介面需求，並精算所需之成本。
- 三、各系統所需之溫濕度需求，投標廠商得依據招標文件需求及相關圖說，詳實考量各介面需求，未註明及需增加之各項設備組件均需納入成本考量，以達到驗收條件之規格。
- 四、各系統所需之電力需求，包括空調、儀器、燈光、實驗室等，均需詳實考量此介面需求，並納入成本考量，同時合乎建築法及相關法令之安全需求。
- 五、設備運作及訓練期間均需遵照勞工安全衛生法令及環保法令之需求，以保障勞工安全及廢棄物等之合法清運。

柒、品質管制

- 一、得標廠商於決標後 45 天內需提報詳細的教育訓練計畫書，並經本所審核通過後實施，詳細規劃各儀器及設備之教育課程內容（至少 16 小時之單項與系統整合操作訓練），需包含下列項目：
 - 1.教育訓練課程表（時程規劃表）。
 - 2.教育訓練課程項目、內容（含 JIS A1481-2006 方法講解）。
 - 3.師資（提出專業指導人員的相關資格證明，含原廠工程（技）師至本所教育訓練）。
- 二、交貨組裝期間，得標廠商至少需派一現場人員，執行監工及協調等工作事宜。
- 三、儀器安裝完成後，得標廠商需提供本實驗設備之相關教育訓練，同時提供操作及維修手冊，訓練內容應由簡而繁進行，由得標廠商視需求斟酌安排，訓練結果之驗收將由受訓人員實際操作無誤始得完成訓練。惟本所可視實際上課成效，要求展延教育訓練時程，得標廠商不得拒絕。

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

捌、備標文件(3份)

投標廠商得依據本案所需之性能規格及驗收條件，提出符合本採購規範所列各項設備規格之設計圖說或型錄，若未提供則視為不合格。本所將於投標時製作規格檢查表，依據各項規格進行審查，除投標時需檢附部分證明文件外，廠商仍需在得標後檢附規格內所列之所有相關證明文件。

一、送審文件敘明事項：

(一) 廠商資格文件：

1. 廠商登記或設立之證明、納稅證明。

2. 與履約能力有關之基本證明文件：

— 廠商信用證明：如票據交換機構於截止投標日之前半年內所出具之非拒絕往來戶或最近一年無退票紀錄證明。

— 授權證明書：外國廠商若經由國內廠商代表參加投標，該國內廠商應提出外國廠商簽發之授權文件（正本，含中文譯本乙份），內容需載明下述四點，並經當地政府機關或公證機關完成公證或經由中華民國駐該國之代表認證。（範本可參考附件2）

(1) 授權之外國投標廠商之全名、地址、聯絡電話。

(2) 被授權國內廠商之全名、地址、聯絡電話。

(3) 授權範圍（含代理產品名稱與種類、參與投標、議價或簽約權限及權限效期等）。

(4) 授權之日期與效期。

(二) 儀器設備之相關圖說技術資料。

1. 有關精度規格及原廠軟體部分需於投標時出示下列證明文件：

a. 原廠型錄（重點部份需附中文翻譯）。

b. 相關技術證明文件、操作手冊。

2. 若有部份項目無法出具時，需由投標廠商簽署切結書證明。但若無法出具證明之規格項目超過此投標整體儀器 20%（以投標廠商填寫之單

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

價分析表計算)則視為不合格。

(三) 型錄說明：投標廠商需提供原廠型錄，其中包括使用產品之廠牌、規格尺寸及其附件均需詳細說明，另須於得標後提供使用手冊，其中對於產品之安裝操作與維修均應有詳細說明。

(四) 教育訓練計畫書：

請參照補充說明第5頁第柒節品質管制第一項規定，提出教育訓練計畫書，基本需包含：

1. 教育訓練課程項目、內容。
2. 師資(提出專業指導人員的相關資格證明)。

(五) 售後維修服務計畫書：

1. 備品供應價格報價單(備品供應年限：保固期滿後5年)。
2. 提供3年保固(含定期保養)及後續5年維護合約。
3. 提出技術維修能力與維修服務項目等證明文件，包含下列項目。
 - (1) 專業維修員資格證書。
 - (2) 與機關或學術單位技術合作的證明。

二、排列順序：

為便利審查及節省審查時間，上開送審文件，投標廠商得參照第1頁第肆節儀器設備性能規格排列順序俾供審查。

玖、付款方式

詳契約書第伍條。

拾、一般實驗室設備規定

一、交貨變更：

- (一) 得標廠商如有辦理送樣審查，則應按審查合格的材料及廠牌交貨安裝，不得變更。
- (二) 得標廠商訂約後其未經送樣審查部份，應按圖說規定之材料或參考廠牌

「X光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

擇一交貨，廠商不得請求使用代用材料及廠牌交貨。

(三) 本補充說明內註明之材料或規格，得標廠商如因故不能採用時，應於提供同等品前準備樣品及與本補充說明內有關技術說明的比對報告書一併提出送審。比對報告書內相關的技術說明應由具公信力之國內外相關機構檢驗報告書為依據或原廠說明書等提供業主審核，經本所審查核准後始得使用。得標廠商如提出同等品送審時，應按前述規定以書面提出申請，如提送資料不全或內容不符時，本所得拒絕採用，本節規定並不得抵觸前揭(一)及(二)之規定。

(四) 本補充說明內如對某種器材註明參考廠牌及其型號時，為規劃時基於品質及功能的考量，並便利承攬人的查價及來源查詢。得標廠商於查價時應特別注意各參考廠牌中亦有多種規格選擇，應選擇符合本補充說明規定之規格；得標廠商如有優於設計規格的變更提案，在不抵觸前揭(一)至(三)之規定時，可提送實物樣品送審合格後使用。

二、工作瑕疵：

得標廠商如未按本章各節有關規定製作及交貨時，即屬工作瑕疵，將不予計價，或不予驗收至更正為止；如於書面規定的期限內不能更正，則得予退貨，或按契約有關辦法辦理之。

三、智慧財產：

得標廠商執行本計畫應注意不得侵害他人之業務秘密、智慧財產權或其他權利，如因故意或過失不法侵害他人之業務秘密、智慧財產權或其他權利，悉由其自負法律上之責任。

四、售後服務：

得標廠商除按契約保固責任規定，履行保固期間之責任外，本所得要求得標廠商將本補充說明，按下列主要內容填寫並簽證後送交本所，以繼續廠商保固期限後的維修工作。

1. 廠牌
2. 交貨日期
3. 交貨內容
4. 承諾於得標廠商保固責任終止後，由供應商繼續負責售後服務工作，但

「X 光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

可另收服務維修工本費用。

5. 供應商及廠商簽證。

五、責任施工：

得標廠商在報價或投標前應已充份瞭解契約內容，如果有：

1. 器材無法取得。
2. 無製造或交貨能力。
3. 無法正常使用。

以上事項之一視為廠商無法達到施工的責任，其處理辦法按前第二項工作瑕疵規定辦理。

拾壹、配合事項

- 一、實驗室內各項設備電源須有漏電斷路裝置保護，以保障工作人員安全。
- 二、設備點收後提出操作手冊、維護保養手冊。驗收前須提供實驗使用單位說明，並舉辦實驗室操作人員教育訓練講習與諮詢。
- 三、自驗收日起保固 3 年，包含定期維護及監控程式軟體之局部修改，本所並得要求得標廠商配合簽訂保固期滿後 5 年之維護合約。保固期間內，得標廠商接獲本所維修通知（傳真或公文），應於 5 日內到場檢修，如經通知不到場檢修，本所得請他人代檢修，維修費從保固金扣除。
- 四、若有需要，業主需協助辦理石綿標準品之「毒性化學物質運作量低於最低管制限量之運作核可申請」事宜。

拾貳、未盡說明事項

- 一、本補充說明未規定者，依照本案契約書及投標須知規定，有相抵者，以本補充說明為準；均未規定者悉照政府採購相關法令辦理。
- 二、本補充說明未能詳細說明者，應參照相關實驗室安全、衛生、管理之規範設計規劃，並參照施工規範中之相關資料，如空調工程施工規範、給水配電規定等為準。

附件 1 「X 光繞射光譜儀擴充石綿分析設備」投標須知補充說明

代理授權書格式

Specimen of Letter of Authorization for Business Agent

致：

To：

Invitation Name: _____

本投標廠商/立約商

We (Tender/Contractor), _____
(投標廠商/立約商名稱及地址)
(Tender/Contractor's Name and Address)

茲 證 明

hereby certify that _____
(營業代理人名稱及地址)
(Business Agent's Name and Address)

係本公司授權之在中華民國營業代理人，有權代理本投標廠
is our authorized business agent in Taiwan, R.O.C., who is fully authorized to offer
商 / 立約商報價、投標、決定契約價格、條款及簽署契約。
the Bid, tender, settle the contract prices, terms and conditions and to sign the
本投標廠商 / 立約商與上述營業代理人連帶負履行採購契約
Contract(s) on our behalf. The foregoing business agent together with us shall take the full liabilities
及賠償之責。

of performance and compensation of the Contract jointly and severally.

此營業代理人同時負擔履行本公司產品之技術支援、設備保養、及所有售後服務之責。

The agent is also responsible for the technical support, maintenance, and for the required after-service of our
supplies.

本授權書有效期至 2012 年 11 月 30 日止。(此日期為參考用，有效期限至少需由簽約日起算七年)

This certificate shall remain valid until November 30, 2012.

投標廠商/立約商：	營業代理人：
Tender/Contractor : _____	Business agent : _____
地 址：	地 址：
Address : _____	Address : _____
電話 Telephone No: _____	電話 Telephone No: _____
傳真 Facsimile No : _____	傳真 Facsimile No : _____
有權簽字人： _____	營業代理人簽章： _____
Authorized Signature : _____	Seals or Signature of Business Agent :
職稱 Title : _____	_____
日期 Date : place/date/month/year:	職稱 Title : _____
_____/_____/_____/_____	_____

由公證人公證

(Notarized by Notary public) _____

(本代理授權書格式僅供參考)

內政部建築研究所採購「X光繞射光譜儀擴充石棉分析設備」儀器規格YES/NO Form

一、X光繞射光譜儀擴充石棉分析設備

第1頁共2頁

項次	功能規範	合格	不合格	備註
(一)環境樣品分析座				
1	可設定旋轉速度：0~60 rpm或更寬。			
2	可設定 θ 方向擺動式掃描 (θ axis oscillation) 角度0~360°。			
3	可設定位置式掃描 (Position) 角度 0~360°。			
4	可設定連續式掃描 (Continuous) 最小角度0.1°或更小。			
5	鋅製樣品過濾器 (25mm ϕ) 1組、鋁製過濾架 (47 mm ϕ) 1組、鋁製樣品架1組 (5個)。			
6	環境分析軟體			
(二) 石棉標準品				

二、附屬前處理設備

項次	功能規範	合格	不合格	備註
(一) 超音波洗淨器				
1	水槽尺寸：150x135x100mm、水槽容量2L、振盪頻率40KHz、洗淨出力80W以上			
2	具有定時功能:1~30min或更長			
3	具有溫控功能:室溫~60°C或更寬			
4	水槽材質：SUS#304以上等級之不鏽鋼板。			
(二) 精密電子天平				
1	可秤重範圍： 0~200g或更寬			
2	可讀數：0.01mg			
3	可操作溫度範圍：15 ~ 40 °C			
4	精密度：0.01mg、準確度：0.05mg			

投標廠商：

審查小組：

內政部建築研究所採購「X光繞射光譜儀擴充石棉分析設備」儀器規格YES/NO Form

第2頁共2頁

項次	功能規範	合格	不合格	備註
5	校正方式：具內藏砝碼自動校正及可外部砝碼自動校正並可自由設定砝碼的重量值。			
6	秤盤尺寸： ϕ 80mm或更大，SUS304不銹鋼材質。			
7	防風罩：防靜電玻璃材質，高度240mm或更大，秤盤上方秤室高度220mm或更大。			
8	具溫度補償、上下限判別秤重、百分比及計數秤重功能			
(三) 樣品過濾器				
1	適用X光繞射光譜儀之環境樣品分析座之樣品過濾器（25mm ϕ 、47mm ϕ ）各1組			
2	材質為化學分析用玻璃製品。			

投標廠商：

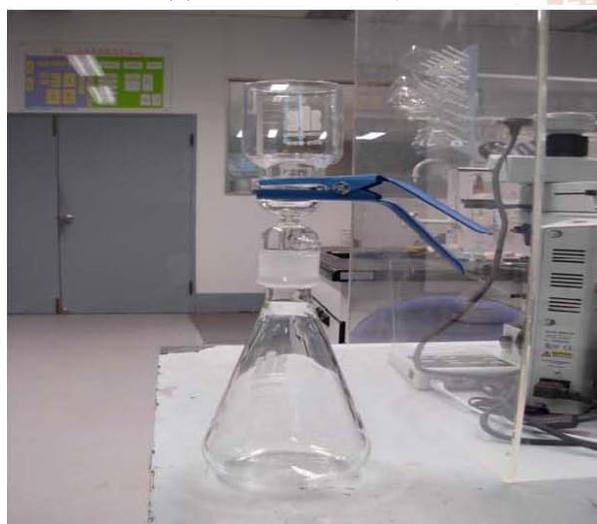
審查小組：



(a) 環境樣品分析座



(b) 超音波洗淨器



(c) 樣品過濾器



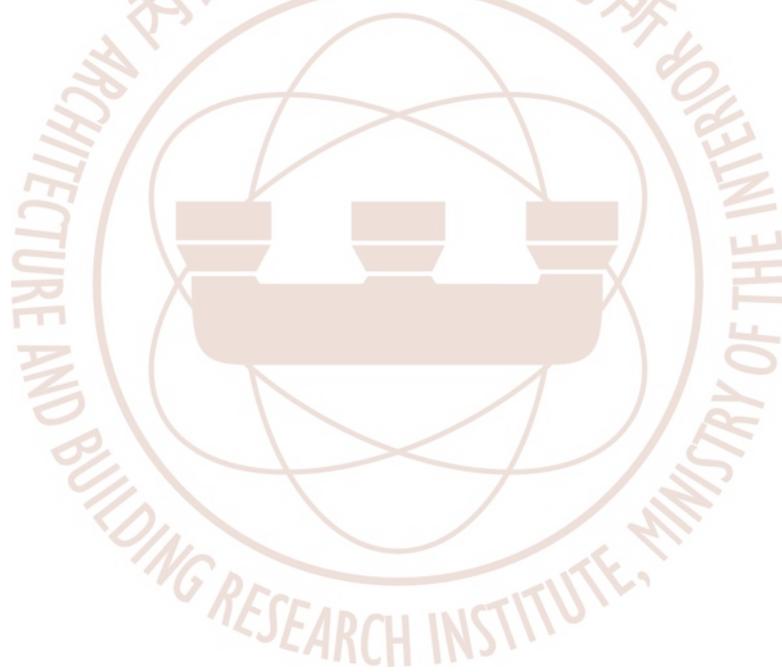
(d) 精密電子天平

附圖 1 本採購案已交貨之相關設備



附錄六

97 年度期初審查意見及回覆說明



附錄六 97 年度期初審查意見及回覆說明

審查委員	審查意見	回覆說明
教育部	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教育部所屬的學校機關建築案很多，本研究所提木質水泥板的使用品質與性能，其應用性如何，建議需做詳細的評估說明，以作為未來使用基準。 2. 另冷結型粒料品質與性能如何克服，建議需做詳細的評估。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 木質水泥板具隔熱質輕之特性，可用於屋頂隔熱。本年將進行現場應用測試，其結果將可納為評估基準。 2. 本計畫所研發之冷結型粒料，主要目的係將廢棄物資材化，並期望可舒緩台灣地區砂石短缺的現象，相關品質與性能驗證均符合 CNS 標準為前提。
中華民國建築師公會全聯會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築技術規則規定應使用 CNS 建材，綠建材性能是否能符合 CNS 標準？建議整合 CNS 標準與綠建材產品，使綠建材同時具備 CNS 產品及綠建材標章性能。 2. 建議能提供綠建材之耐燃等級或防火時效性能(內牆或外牆)。 3. 綠建材之推廣，若能以政策面限制非綠建材之生產量，從上游著手，建議在短期內能達到所有之建材皆為綠建材及 CNS 建材，則技術規則之使用綠建材之比率即可達 100%，免於逐年緩慢調高其使用率。 4. 使用屋頂之綠建材，能否提供於夏季白天之表面溫度，請研究團隊說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生綠建材除要求再生材料使用比例外，品質性能皆必須符合國家 CNS 標準。 2. 非本計畫範疇，建請台灣建築中心協助提供。 3. 建築研究所鼓勵綠建材技術研發與產業推廣不遺餘力，現已有綠建材產業協會成立，所生產產品可提供納為建築技術規則中對綠建材使用比例之要求，並可望逐年提高。但若強行限制非綠建材之生產，恐無法獲得既有建材業者之認同。 4. 將於進行現場應用測試時提供相關資料以確認隔熱效果。
台灣綠建材產業發展協會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如何將產品廣泛的推薦給大家，建議舉辦推廣說明會，將產品之應用性及性能用途讓大家瞭解。 2. 另建議政府應將再生建材之使用比例調高，以利於綠建材產 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫規劃辦理技術成果說明會，可將開發產品之性能用途介紹予消費者及相關業者。 2. 將配合公共工程委員會要求，研擬提高再生材料使用比例之推動規劃。

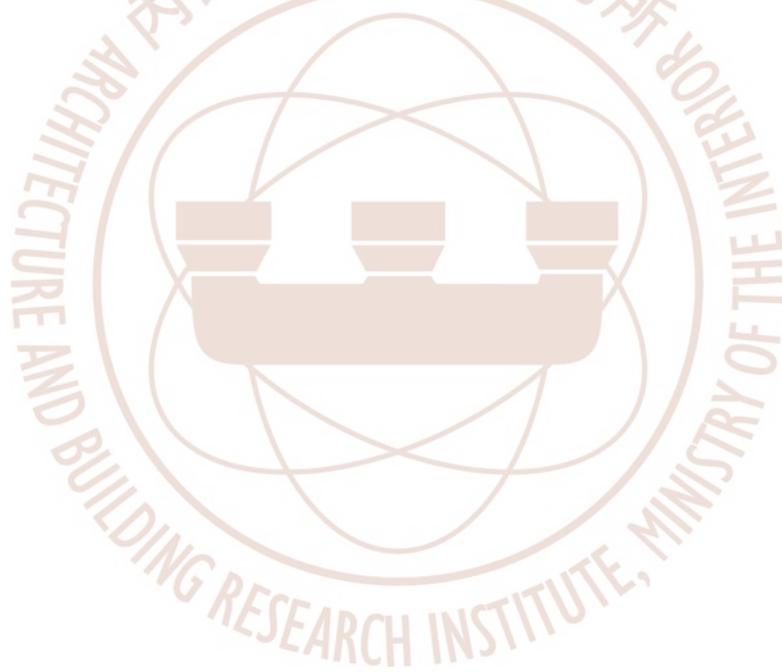
	業的推動。	
江教授哲銘 (書面意見)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫延續既有研究基礎，結合成大永續科技研究中心團隊，將更能擴大研發績效。 2. 本案重點在於新型再生綠建材技術研發，將有助於綠建材標章制度之推動。 3. 石綿檢測儀器將是國內急需設備，XRD 設備採購有其急迫性，未來必能發揮其貢獻度。 	謝謝肯定與支持。
林組長 之瑛	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生綠建材面對目前營建資材日漸缺乏及價格高漲的趨勢，確實有其發展的重要契機。惟再生建材應用範疇應予明確確認。 2. 鑒於營建砂石短缺，建材、鋼鐵、原料價格飛漲，本案再生綠建材，應有相當之發展空間。 3. 本次工作重點在綠建材之推廣應用，建請敘明本案綠建材可加強作為哪些建材之替代原料及其應用項目、範圍、材料特性及優勢，以利推廣。 4. 有關再生建材應用於公共工程戶外空間部分，建請針對不同戶外空間，如公園綠地、廣場、水岸、道路、學校等，應用面及材料性質詳作說明。如以地坪材料為主，應加強其產品研發，推廣說明，增加社會大眾之接受度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生材料有極大比例使用於戶外空間，建議未來能於建築技術規則對綠建材使用比例之要求中，對於再生綠建材之使用亦能加以規範。 2. 謝謝支持肯定。 3. 本計畫之各項研究目標皆有兩大重點，其一是包括木質廢料及水庫淤泥、爐石等廢棄物為原料，其二是可以減少砂石之開採。所研發的再生綠建材將可作為骨材粒料、屋頂隔熱磚、輕質隔間牆等應用。 4. 再生材料大部份使用於戶外空間，因此認定基準很重要，本計畫未來可持續針對各不同戶外空間之使用，以市場需求較高部份進行研發。
周教授 家鵬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 計畫內容說明完整，預期成果明確。 2. 有關木質水泥屋頂隔熱磚方面，建議可再強化量化比較分析。 3. 「再生綠建材標章評估基準之修訂」部分有可能面臨各式不 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝肯定。 2. 將針對木質水泥屋頂隔熱磚之隔熱性能與傳統成品作量化比較。 3. 已有「自薦提案制度」，對於尚未納入「綠建材標章評估基準」之優良產品，可循此機制送請

	同之再生綠建材，建議應充分提供可行之機制在過渡期滿足不同再生建材。	綠建材標章委員會審議。
邵教授 文政	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議針對性能及強度的問題進行研究，並開發多種或系列性之產品。 2. 建議擬提有關推動及開發上的阻力，如技術門檻高，廠商意願不高或經費龐大等，並做因應之對策。 3. 建議可擴大材料應用面及增加原料來源及種類，可廣泛探討研發新的再生綠建材產品之可能性。 	謝謝提示，將參酌辦理。
黃教授 榮堯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生產品開發選擇上，建議納入營建業本身之產出資源，如大量混凝土磚瓦混合物或營建污泥。 2. 冷結法技術開發上，建議考量再生料源批次品質之差異性，並納入營建污泥。 3. 再生綠建材標章推廣建議加強認證檢驗與產品追蹤機制與基準之建立，並納入再生綠建材品質風險評估。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生綠建材以產業各種無害性廢棄物為再生材料來源，但營建廢棄物為最優先考慮對象。 2. 本計畫冷結法技術開發，為避免因再生料源批次品質之差異性，而影響粒料品質，故需建立各混合材料之最佳比例及三相圖位置，當成分過與不及時可藉由配比技術，並適當添加飛灰、水泥、爐石及石灰來控制，採用適量的介面活性劑如：強塑劑，使材料能充分拌勻。另本研究先以水庫淤泥為主要材料，俟技術開發完成，應可將營建污泥納入使用。 3. 依據綠建材標章使用作業要點，已有查核追縱制度。
陳組長 瑞鈴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生態城市綠建築推動方案方面，要求公共工程委員會要訂定公共工程使用再生建材之比例，完成期限為 98 年 12 月，若訂出比例基準，則公共工程上，必須強制執行，對於未來綠建材產業之推動將是一大助 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強化公共工程使永再生材料比例將為重要工作項目。 2. 本計畫所研發之冷結型粒料，主要目的係將廢棄物資材化，並期望可舒緩台灣地區砂石短缺的現象，故期望冷結型粒料可替代原生骨材使用之。

	<p>益。</p> <p>2. 本案重點工作為再生綠建材的開發與推廣，有三項開發，其技術面上應已有階段性的成果，另冷結型粒料方面，其應用面及原料來源之取得上，建議應做詳細說明及探討。</p> <p>3. 另木質水泥隔熱磚及發泡水泥綠建材開發，其完成度如何，建議將完成期限之規劃說明清楚。</p>	<p>另應用方面，本計畫從粒料研發→應用至混凝土→結構行為→實際整體建築物應用評估等將進行系列完整性之研究。有關原材料取得問題，本計畫先以水庫淤泥為主要材料，俟相關技術成熟後，將陸續納入其他無機廢棄物，再進行相關研究。有關水庫淤泥取得的問題，目前仍有不少相關水庫淤泥再生處理的廠商（例：三奕科技股粉有限公司），故應該可以克服。</p> <p>3. 木質水泥隔熱磚及發泡水泥綠建材開發，本年度將提出完整之研發成果並與業界推廣應用，並以現場施工型為主。技術研發本年度將告完整段落。</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

附錄七

97 年度期中審查意見及回覆說明



附錄七 97 年度期中審查意見及回覆說明

審查委員	審查意見	回覆說明
行政院公共工程委員會	1. 針對計畫中開發的三項再生綠建材產品，建議提供目前市場上相關產品之價格比較，藉以評估其市場競爭性。	1. 期末報告將進行相關產品價格之分析比較。有關木質類再生產品每片材料成本與現售之混凝土隔熱磚價格相近，而質輕故可節省搬運成本，本年度以現場鋪設，人工成本降低將更具競爭性。發泡水泥成本估算如報告第三章第二節所示。
中華民國建築師公會全聯會	1. 建議應增加再生綠建材之種類、質量、與市場競爭力，回歸市場機制，以提高其使用率。 2. 針對戶外再生綠建材之使用率建議必須做更深入之討論，以避免造成設計與施工執行上困擾。	1. 後續研究計畫中，不僅將針對營建剩餘土石方繼續開發不同再生綠建材產品，亦將針對其他循環資源持續進行相關再生綠建材之技術研發，以提升循環資源之使用率及相關產品競爭力。另本計畫所開發之再生綠建材，係以符合現行國家標準與相關施工規範為依據，期能提高其使用率。 2. 後續將產官學等再相關學者業者討論。
台灣綠建材產業發展協會	1. 首先感謝二個計畫之研究團隊對再生綠建材產業的努力。 2. 再生綠建材推廣應著重市場的肯定，建議下次相關會議能邀請經濟部商業司，共同探討如何建立再生綠建材之市場機制。	1. 謝謝肯定與支持。 2. 本執行團隊將於再生綠建材推廣座談會邀請經濟部商業司代表與會討論。
何處長舜琴 (賴簡任技正瑩瑩)	1. 計畫內容法令收集部分，已臻完備，建議分析目前法令實施配套不足之處或修法建議 2. 建議可將廢清法規定納入分析。 3. 在進行國外經驗收集部分，建	1. 謝謝鼓勵與建議，研究團隊將再努力收集相關資料，並朝向這個方向去努力。

	<p>議分析國外成功之因素。</p> <p>4. 國家標準建立之部分，建議亦併入討論。</p>	
<p>林簡任技正 之瑛</p>	<p>1. 本案為延續性計畫，符合循環型社會節能減廢再生使用的政策目標並已獲致具體成果，原則支持。</p> <p>2. 再生綠建材之研發，建請考量附加節省營造成本、安全、耐久、易於應用特性，並與現行綠建築、綠建材、環保產品等法規銜接，以利推廣應用。</p> <p>3. 本案研發飛灰、木料、等案，已具初步成果；如經評估適合量產後，方可進行全面推廣。至於磚、石、混凝土等大宗營建廢棄物，經分離清潔加工後，推廣應用於戶外空間或土木工程部分，建請考量併案敘述；鋼筋、鋁門窗等金屬廢料回收再生市場已建立部分，亦建請收集分析現況資料，作為再生材料推廣應用之參考。</p> <p>4. 本案如需公部門資助研發或需協助提升拆除回收技術配套部分，建議研提具體建議案，供決策參考。</p>	<p>1. 謝謝指教。本計畫中有關再生綠建材技術開發工作項目，均將參酌辦理。</p> <p>2. 謝謝支持肯定，相關指教意見將作為後續研究之參考。</p> <p>3. 本執行團隊將拆除回收技術配套列入未來建議方案。</p>
<p>陳組長繼鳴 (林副組長 秉勳)</p>	<p>1. 建議運用剩餘土石方開發冷結再生粒料部分，可再補充其產品特性、工程應用用途、項目、範圍及與相關產品（如燒結輕質骨材）差異、市場區隔、競爭性，並考量就下列項目作初步可行性評估，並列表比較包括：a.現有處理場所、處理能量 b.業者進入之技術門檻及成本 c.市場價格、可接受度 d.產品品質 e.政府政策可配合度</p>	<p>1. 謝謝指教，將參酌辦理，並於期末報告中，就相關項目列表分析比較，作為初步可行性評估之依據。</p> <p>2. 本計畫中，冷結型骨材初步係以營建剩餘土石方為主要原料，俟技術開發成熟後，應可應用於水庫淤泥之再生利用。由於 B6 類淤泥運送至土資場堆置風乾後，含水量即小於 30%，故取樣時被歸類為</p>

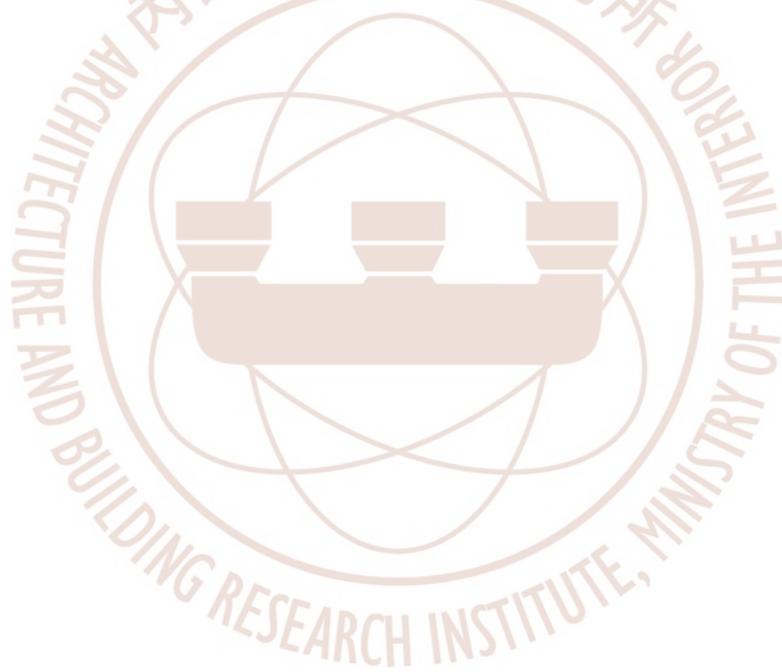
	<p>等，俾突顯產品具市場競爭性，並為再生建材開拓更寬廣之出路。</p> <p>2. 預計試驗冷結再生粒料之剩餘土石方料源，建議增列 B6、B7 等含水量高之淤泥、皂土以提高再生建材之運用效益，另水庫淤泥量相當大，亦可考量將其列為試驗對象，及評估現場產製之可行性。</p> <p>3. 報告書中 P13 表 3-1 備註欄，應修正為高雄市營建剩餘土石方處理自治條例；P13、P15 最新營建剩餘土石方處理方案頒佈時間，應為 96.3.15；另 P24 表 3-11 是否為誤植，以上請確認或更正。</p>	<p>B3 或 B4 類；另 B7 類皂土，根據調查數量不多，考量日後量產時，原料取得之問題，故先行使用其他類剩餘土石方為原料。</p> <p>3. 謝謝指教，已修正相關錯誤部分。</p>
<p>黃教授 兆龍</p>	<p>1. 對於新型再生綠建材開發，建議針對耗能與 CO₂ 排放進行量化評估，當然耐久性（永續）之考量也應涉及。</p> <p>2. 宜強調質、量、價三項深入剖析，並且防範變成黑新建材之虞。</p> <p>3. 規範對建材非常重要，建議自訂性能規範之國家標準，俾利推廣草案。</p> <p>4. 再生綠建材之技術開發應考慮最好且最短的路徑，例如：冷結型粒料再生綠建材開發，所使用之營建剩餘土石方，應考慮脫水，而非烘乾</p> <p>5. 有關再生綠建材推廣與應用部分，除質、量、價外，建議朝就地就近處理，並且事先規劃為之。</p> <p>6. 建議評估量體最大、困難度最高及需求性最多之產品為對</p>	<p>1. 針對耗能與 CO₂ 排放量評估部分，於計畫書中以作初步之評估分析；本案將根據相關研究結果，於期末報告中再作更進一步之評估分析；另後續研究將會針對耐久性進行評估。</p> <p>2. 謝謝鼓勵與指導及對後續研究方向之建議，後續將參考委員指教意見全力以赴。</p> <p>3. 制訂性能規範之國家標準非常重要，不過這個部分不是本計畫的工作項目，研究團隊會初步進行研究。</p> <p>4. 本案目前係屬技術開發階段，為取得較精確配比及用水量，因此採用烘乾方式處理；俟技術開發完成，且進入量產時，將根據配比及材料含水量進行調整，以簡化生產流程並符合經濟效益。</p> <p>5. 基本上，生產再生綠建材所需</p>

	<p>象，俾能達成綠建材節能減碳之目標。</p>	<p>之原料應該是就近就地處理而來，運距太遠會增加生產成本，廠商應該本來就會朝向這個方向處理。</p>
<p>主席 陳組長 瑞鈴</p>	<p>1. 對於張教授提出「再生鋼筋」與「再生黃金」的高見，亦適用於國內之鋁門窗。其實鋁門窗也都是再生的，但並沒有被稱為「再生鋁門窗」，而再生綠建材，之所以明白指出「再生」，係由於國內外綠建築評定系統，為減少對環境的衝擊與負荷，希望材料能循環再利用，故將再生材料均納入評估計分。基此因材料性質（如金屬、木材或石材）及用途不同，名稱上亦會有不同稱謂。</p>	<p>1. 謝謝指導及對後續研究方向之建議，後續將參考組長指教意見全力以赴。</p>



附錄八

97 年度期末審查意見及回覆說明



97 年度期末審查意見及回覆說明

審查委員	審查意見	回覆說明
台灣綠建材產業發展協會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 首先感謝二個計畫之研究團隊對再生綠建材產業的努力。 2. 本會可配合協助再生綠建材之推廣。 	<p>謝謝肯定與支持。</p>
台灣省建築材料商業同業公會聯合會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議新型再生綠建材，應先找出產品之主要目的，例如：若該產品之主要目的為隔熱，則應考量其隔熱係數應為多少？若為磚類，則應考量其強度，再區分為 A、B、C 三級，以利分類。 2. 由於建築材料種類甚多，建議是否可考慮將建築技術規則中所提及 5% 綠建材的使用比例，修改為總營造金額的比例。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教，建材依其用途差異象將有不同的材料性能要求。以隔熱磚為例是某區分為 A、B、C 三級將視隔熱性能之要求及使用場所再作決定。目前尚未建議區分濁餐，後續研究計畫將配合現行國家標準及相關綠建材評估指標對再生產品予以分類。 2. 提請營建署卓參。
林簡任技正之瑛	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本次審查二個計畫成果均相當完備，其中「再生綠建材開發與推廣應用計畫」符合循環型社會，節能減廢，再生使用的政策目標。 2. 針對「再生綠建材標章評估內容基準擴充修定」，建議利用本研究三項新型綠建材開發項目，作為具體案例說明。 3. 對於「公共工程及建築物戶外空間再生綠建材使用比例認定基準」，由於建築物戶外空間所佔總營造金額或是面積均相當低，應無法達到強化再生綠建材使用之目的，建議以公共工程興建案為主要對象，並請公共工程委員會將其納入相關規範，以利達到強化再生綠建材 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝肯定與支持。 2. 已開發的三項成品中，屋頂隔熱磚已具量產之技術成熟度，故已納入擴充評定基準項負。餘二項將於後續納入。 3. 開發成熟已達量產階段。 4. 謝謝提示。公共工程興建案為再生綠建材應用之主要對象，將加強此部份之推廣努力。

	<p>之使用目的。</p> <p>4. 建議新型再生綠建材種類不需很多，若有品質、數量穩定且價格有競爭力者，並配合相關政策，可先行試辦。</p>	
<p>林教授 志棟</p>	<p>1. 對於新型再生綠建材技術開發常牽涉到配比、配方，對於相關配比、配方應更具體，以利市場使用。</p> <p>2. 對於目前剩餘土石方分類，建議應於統一土壤分類法相結合。</p> <p>3. 建議新型再生綠建材之成本分析可參考營建物價雙月刊。</p> <p>4. 「再生綠建材推廣現況及問題剖析」中所提之推動建議方案，有關原料「端」、技術「端」、市場「端」...等，建議修正為原料「面」、技術「面」、市場「面」...等。</p>	<p>1. 謝謝指教，產品開發將探討各種配比、配方之影響，並提出最佳化條件作為量產應用。</p> <p>2. 謝謝提示，於後續研究中，將補充剩餘土石方於統一土壤分類法中判別歸類。</p> <p>3. 謝謝指教，水泥砂石等主要物料價格將參考營建物價雙月刊作為推估依據。</p> <p>4. 有關「再生綠建材推廣現況及問題剖析」中所提之推動建議方案，有關原料「端」、技術「端」等，建議將「端」修正為「面」，這個用語本研究團隊認為沒有明顯差別，不影響報告的表達，並且此用語已於諮詢會議和跨部會座談會和建研所長官及諸多專家學者討論過，大家都已相當熟悉，因此本研究不欲修改用語。</p>
<p>陳組長繼鳴 (林副組長秉勳代)</p>	<p>1. 對於利用新型技術開發，處理營建剩餘土石方的問題，並提高其利用價值，深表支持。</p> <p>2. 目前營建剩餘土石方中再利用率最低的應屬「泥」類，尤以台北地區，對於冷結型造料應相當可行，日後建議可考量 B6、B7 二項營建剩餘土石方為主要原料。</p> <p>3. 對於成本分析是否可比較相關處理成本。</p> <p>4. 「再生綠建材推廣現況及問</p>	<p>1. 謝謝肯定與支持。</p> <p>2. 目前 B7 類土石方來源稀少難以取得，將持續尋找 B7 類土石方，以補本研究不足之處。B6 類土石方定義為含水量大於 30% 土壤，惟於土資場取樣時，土壤經過自然風乾後，含水量已小於 30%，取樣後歸類為 B3 或 B4 類土壤。</p> <p>3. 降低廢棄物處理成本是再生綠建材之重要經濟誘因，本報告中雖尚未計入處理成本，係考慮依地區、時間變化性，但</p>

	<p>題剖析」相關研究相當完備，且亦提出相關建議方案，建議將涉及行政部門的相關建議提列出來，以利後續推廣。</p> <p>5. 目前相關部會對於再生綠建材均各自努力，因此非常認同「再生綠建材推廣現況及問題剖析」中所提有關整合型平台之建議。</p>	<p>未來實際應用時將納入。</p> <p>4. 依照委員意見辦理，後續會提出相關建議給各部會以利再生綠建材之推廣。</p> <p>5. 謝謝委員的肯定，本計畫下年度會在這個建議上努力。</p>
<p>賴簡任技正 瑩瑩 (黃簡任技正 拯中代)</p>	<p>1. 有關二項木質水泥類再生綠建材現場施作研究，建議將相關經驗彙整並製作相關施工作業準則，以利後續參考與推廣應用。</p> <p>2. 建議提供二項木質水泥類再生綠建材與原生材料之成本分析比較。</p> <p>3. 對於建築技術規則中綠建材之使用比例，建議可再細分，並逐年增加，以利再生綠建材之推動。</p> <p>4. CNS 規範中有關再生綠建材部分甚少，除了相關 CNS 規範外，建築研究所是否能訂定相關再生綠建材規範？</p>	<p>1. 謝謝指正，木質水泥屋頂隔熱磚已提出標準化施工作業方式，但尚未達規範程度，後續將再加強。</p> <p>2. 已作分析</p> <p>3. 建請營建署卓參。</p> <p>4. 建議後續加強。</p>
<p>蕭教授 江碧</p>	<p>1. 發泡木質水泥再生綠建材開發中使用之發泡劑係自行開發，抑或既有產品再改良，其優點為何？建議與目前既有發泡劑做相關分析比較。</p> <p>2. 有關木質水泥類再生綠建材，由於木質材料於營建廢棄物中亦屬大宗，因此建議有關木質材料回收再利用，亦應做有系統之研究與推廣。</p> <p>3. 有關現場灌置相關產品建議</p>	<p>1. 發泡劑係自行開發，目前國內尚無自行開發之發泡劑不易比較，僅能提出本開發成果之性能優缺點說明。</p> <p>2. 謝謝指教將持續努力。</p> <p>3. 謝謝指教，建議於再生綠建材標章中考慮納入。</p> <p>4. 本研究冷結粒料使用母材主要為 B2-3、B3、B4、B6 及 B7 類營建剩餘土石方，本質上屬利用價值不高之廢棄土壤，一般用途大多僅止於農地</p>

	<p>亦應屬於綠建材，例如冷結型再生粒料，未來若拌製成混凝土，亦應屬於綠建材。</p> <p>4. 冷結型再生粒料是屬於再利用材料或再生材料，其是否改變為原來性質？</p> <p>5. 建議嚴格取締違法棄置廢棄物，或提高棄置場之收費，以利營建資源回收再利用。</p> <p>6. 目前綠建材標章中屬於健康綠建材最多，建議未來可規定室內裝修材料必須全部使用健康綠建材，另規定整體工程必須使用一定比例之綠建材，如此有助於未來再生綠建材之推廣。</p>	<p>或魚塭回填，本研究透過冷結技術生產之再生骨材，強度已優於一般燒結型輕質骨材，其工程性質及利用價值已有實質變化，應歸類為再生綠建材而非再利用材料。</p> <p>5. 謝謝提示，於後續研究將參酌辦理。</p> <p>6. 建議據此通盤檢討四項標章之合理性。</p>
<p>陳組長 瑞鈴</p>	<p>1. 冷結型再生粒料根據相關比較非常符合目前生態城市綠建築推動方案中之熱島城市退燒計畫，為降低都會區之熱島效應，現正推動屋頂花園計畫，冷結型再生粒料相當適用，建議申請相關專利，以利後續應用推廣。</p> <p>2. 有關再生材料實際應用至建築物的部分相當低，期望能真正應用至公共工程，並能逐年增加使用比例，未來城鄉風貌、自行車道均能大量使用，建議將再生綠建材應用至公共工程，方可達到大量使用之目的。</p>	<p>1. 謝謝肯定與支持，俟冷結型再生粒料研究更加完整後，將提出專利申請並進行後續推廣應用工作。</p> <p>2. 謝謝指教，應用於公共工程將是再生綠建材之重要推廣目標，未來將持續努力。</p>