綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫

內政部建築研究所業務委託計畫成果報告

中華民國一〇七年十二月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫

受 委 託 者：財團法人環境與發展基金會

主　持　人：陳文卿

協同主持人：陳靖原

研　究　員：陳大為、于寧、蔡人傑、陳明德、梁永瑩、李紀瑩

助理研究員：章詩函、鄭明德

研 究 期 程：中華民國107年5月至107年12月

研 究 經 費：新臺幣304.6萬元

內政部建築研究所業務委託計畫成果報告

中華民國一〇七年十二月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次 ..... **I**

圖次 ..... **IV**

表次 ..... **VII**

摘要 ..... **XI**

Abstract ..... **XV**

第一章 緒論 **1**

1.1 計畫緣起 **1**

1.2 背景分析 **1**

1.2.1 循環經濟之意涵 2

1.2.2 綠建材標章特性分析 3

1.3 工作內容與計畫目標 **5**

1.4 執行進度符合情形 **7**

第二章 建立綠建材產品循環經濟示範架構 **11**

2.1 國內外循環經濟相關資料蒐集 **11**

2.1.1 國內循環經濟相關法令檢討 12

2.1.2 國外循環經濟相關法令 27

2.1.3 國內外相關法令範例探討分析 63

2.2 綠建材產業導入循環經濟模式架構分析 **67**

2.2.1 資源循環材料流向與流量調查分析 67

2.2.2 循環經濟產業鏈結缺口之問題探討分析.....76

2.3 建立循環經濟示範模式.....80

2.3.1 建材產業調查分析.....80

2.3.2 辦理綠建材產業循環經濟產業鏈結說明會.....86

2.3.3 遴選代表性綠建材建立產業鏈結示範模式.....90

2.3.4 建立綠建材循環經濟產業體系.....105

2.3.5 綠建材循環經濟產業體系之整體效益評估.....110

2.3.6 辦理示範觀摩會.....120

第三章 協助綠建材業者導入循環經濟架構.....133

3.1 綠建材導入循環經濟.....133

3.2 參考其他標章（如第二類環境保護產品）之做法研擬相關評定機制草案.....137

3.3 研擬資源循環及再利用建材推廣策略及辦理產官學研座談會.....144

3.4 配合循環經濟之發展現況及未來趨勢提出綠建材標章評定基準草案.....163

第四章 規劃再生綠建材實驗室產學合作策略.....167

4.1 再生綠建材實驗室之精進建議.....167

4.2 與產業界合作利用再生綠建材實驗室設備進行研發.....173

4.3 再生綠建材實驗室產學合作策略建議及效益評估.....185

第五章 結論與建議.....189

附錄一、期中審查意見回覆.....191
附錄二、期末審查意見回覆.....197
附錄三、2050年荷蘭循環經濟方案之內容摘要.....201
附錄四、荷蘭全國循環經濟協議內容摘要.....205
附錄五、荷蘭循環經濟:開始進度測量報告摘要.....209
附錄六、綠建材循環經濟產業鏈結說明會 會議相關文件.....211
附錄七、第一場代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會 會議相關文件.....219
附錄八、第二場代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會 會議相關文件.....231
附錄九、綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會 相關文件.....243
附錄十、創新再生綠建材產品綠色特性評定基準(草案).....259
附錄十一、第一場產官學研座談會 會議相關文件.....261
附錄十二、第二場產官學研座談會 會議相關文件.....269
附錄十三、再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選審查會 會議相關文件.....277
附錄十四、內政部建築研究所「實驗設施技術服務作業要點」.....287
參考書目.....289

圖次

圖1-1 循環經濟之物料流模式 2

圖1-2 綠建材標章四大分類之內容 3

圖1-3 四大類綠建材標章之特性 5

圖2-1 廢棄物管理法規架構 12

圖2-2 BAMB 2020官方網站與6大計畫 52

圖2-3 建材護照的運作與BIM的搭配.....53

圖2-4 日本循環型社會之法律體系圖 55

圖2-5 日本建設循環法之系統圖 56

圖2-6 工程發包到申告完成之流程圖 60

圖2-7 105年台灣玻璃工業股份有限公司投入及產出流程圖 70

圖2-8 以回收玻璃製再生綠建材之產業流程 73

圖2-9 106年冠軍建材股份有限公司投入及產出流程圖 74

圖2-10 以回收廢陶瓷製再生綠建材之產業流程 76

圖2-11 產業鏈結所遭遇之缺口問題 77

圖2-12 循環經濟產業鏈結應克服之關鍵議題 78

圖2-13 建材產業調查分析工作流程 80

圖2-14 綠建材產業供需情況 81

圖2-15 建材產業循環經濟調查分析問卷 83

圖2-16 綠建材循環經濟產業鏈結說明會辦理情形.....89

圖2-17 產業鏈結示範模式辦理流程.....90

圖2-18 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會辦理情形.....94

圖2-19 綠建材產業體系示範模式業者合作同意書.....97

圖2-20 綠建材循環經濟體系認定證書(擬議).....98

圖2-21 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選第二次審查會辦理情形.....103

圖2-22 混凝土粒料循環經濟產業體系.....106

圖2-23 台寶公司混凝土粒料(玻璃砂粒料)工廠生產流程.....107

圖2-24 春池公司再生玻璃粒料工廠生產流程.....107

圖2-25 高壓混凝土地磚產業體系.....109

圖2-26 立順興公司工廠生產流程.....109

圖2-27 民峰公司高壓混凝土地磚工廠生產流程.....110

圖2-28 以爐石粉取代50%水泥製成地磚之減碳及能源效益.....116

圖2-29 107年1月至8月土石庫存量及石場交價格圖.....118

圖2-30 示範觀摩會活動工作流程.....120

圖2-31 第一場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會辦理情形.....126

圖2-32 觀摩會手冊封面.....127

圖2-33 台寶亮彩琉璃應用地點(桃園機場A7候機室).....127

圖2-34 輕質節能磚及應用(交大蘭花屋).....127

圖2-35 第二場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會辦理情形.....131

圖2-36 海綿城市示意圖 131

圖3-1 建築產業之循環經濟目標 133

圖3-2 綠建材循環經濟產業體系及關鍵議題 135

圖3-3 四大類綠建材標章比例統計 136

圖3-4 強化資源循環及再利用建材推廣之目標與策略 148

圖3-5 利用再生材料特性提供節能隔熱效果之輕質陶瓷面磚 152

圖3-6 利用再生材料特性提供節能隔熱效果之輕質節能磚 153

圖3-7 第一次產官學研座談會辦理情形 154

圖3-8 綠建材循環經濟推動策略涉及之多面向關鍵議題 155

圖3-9 第二次產官學研座談會辦理情形 157

圖4-1 石質廢棄物產製再生綠建材(高壓磚)流程 174

圖4-2 木質廢棄物產製再生綠建材(粒片板)流程 175

圖4-3 木質石質混和廢棄物產製再生綠建材(水泥粒片板)流程 176

圖4-4 再生綠建材實驗室試製之相關產品 177

圖4-5 實驗設備介紹(建研所蔡主任介峰) 178

圖4-6 設備參觀 179

圖4-7 座談及合作模式討論 179

圖4-8 亞德利塑膠工廠股份有限公司產品照片 180

圖4-9 成大昶閎科技有限公司 樂土灰泥照片 181

圖4-10 再生綠建材實驗室產學研合作同意書 182

表次

表1-1 預期研究進度表 8

表2-1 再生綠建材標章產品及其資源循環材料分類 11

表2-2 公告再利用之事業廢棄物種類 13

表2-3 綠建材標章產品資源循環材料之再利用規定公告現況.....15

表2-4 關鍵績效指標衡量標準及年度目標值 20

表2-5 個別指標「廢棄物減量率」衡量標準及年度目標值 20

表2-6 個別指標「廢棄物再利用率」衡量標準及年度目標值 21

表2-7 內政部執行措施與量化目標 24

表2-8 全球各主要國家推動循環經濟之相關法規及措施 27

表2-9 日本政府的再生利用率目標 60

表2-10 綠建材標章之可以利用回收玻璃之建材產品項目 67

表2-11 綠建材標章之可以利用回收陶瓷之建材產品項目 68

表2-12 106年各類玻璃相關廢棄物申報量及貯存量統計表 71

表2-13 96~106年廢玻璃容器資源回收申報統計表 72

表2-14 106年廢玻璃再利用產品生產量統計表 72

表2-15 106年陶瓷廢棄物申報量及貯存量統計表 75

表2-16 106年廢陶瓷再利用產品生產量統計表 75

表2-17 公共工程粒料/原料年需求量 82

表2-18 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會委員建議彙整.....94

表2-19 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選第二次審查會委員建議彙整
.....103

表2-20 環境指標相關資訊.....111

表2-21 代表性玻璃之主要原料(wt%).....114

表2-22 混凝土預鑄業相關產品配方例.....117

表2-23 再生綠建材之混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚整體效益
.....119

表3-1 綠建材標章建材與綠建築標章評估指標之得分對應.....134

表3-2 第二類環保標章環境訴求與定義.....139

表3-3 創新再生綠建材再生材料最低使用比率建議表.....141

表3-4 推廣再生綠建材之SWOT分析.....146

表3-5 克服障礙之策略與推動措施.....149

表3-6 增加誘因之策略與推動措施.....150

表3-7 創造優勢之策略與推動措施.....151

表3-8 輕質陶瓷面磚與一般磁磚之性能比較表.....152

表3-9 輕質節能磚與一般牆體之比較表.....153

表3-10 第一次產官學研座談會意見彙整.....155

表3-11 第二次產官學研座談會意見彙整.....158

表3-12 資源循環及再利用建材推廣應用之問題與對策.....161

表3-13 研擬新增之再生綠建材標章評定基準.....165

表4-1 石質類再生建材開發之設備及功能 168

表4-2 木質類再生建材開發之設備及功能 170

表4-3 樂土灰泥施作方式 182

表4-4 強化再生綠建材實驗室功能建議 183

摘要

關鍵詞：綠建材、循環經濟、產業鏈結、資源再生

一、計畫緣起

近年國際倡導零廢棄物的循環經濟，建構「最適生產、最適消費、最少廢棄」之循環型社會體系。內政部建築研究所長期推動綠建築成效斐然，而配合綠建築之推動更於2004年推出綠建材標章制度，帶動綠建材產業之蓬勃發展。推動綠建材標章是因應節能減碳政策極重要的工作，尤其是在能源、資源都極為有限且必須仰賴進口的台灣，如何將能資源做最佳化之利用，更是配合蔡總統在2016年就職典禮中所揭示「要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源」，循環經濟之政策目標中，極為重要之工作。

為強化推動綠建材之循環經濟效益，應針對綠建材之特性，探討符合循環經濟指標之項目，進行相關之評估研究。並針對以「減廢與資源再生」為主要評估基準，且以循環經濟關聯性較密切之再生綠建材為例，探討產業供應鏈之供、需平衡關係，建構以綠建材為核心之循環經濟產業鏈結。

二、研究方法與過程

本計畫先蒐集彙整國內外循環經濟相關法令、基準及資源循環材料管理模式等資料，並分析綠建材產業導入循環經濟模式架構，以提出綠建材推動方向建議。接續遴選有意願業者參與，依綠建材之生命週期，建立循環經濟之示範模式。此外，針對符合循環經濟概念之綠建材，參考其他標章（如第二類環境保護產品）之做法研擬相關評定機制草案，並辦理資源循環及再利用建材之推廣應用策略產官學研座談會。最後，配合循環經濟之發展現況及未來趨勢，提出綠建材標章評定基準草案。另一方面，透過盤點建研所性能實驗中心之「再生綠建材實驗室」相關設施及技術能量，遴選業界廠商與「再生綠建材實驗室」產學研合作計畫並辦理審查會議，最後提出「再生綠建材實驗室」之設備精進建議及產學研合作策略及效益評估報告。

三、重要發現

本研究過程中發現國內綠建材產業導入循環經濟架構所遭遇之困難，包括回收料源的質與量不穩定、政府採購方式對於採購資源化產品並無明顯助益，以及缺乏循環經濟架構之創新產品商業模式與高值化技術研發經費，針

對產業問題建議以標章驗證制度確保產品品質，另外，可參採日本環境物品採購推進法之採購作法，將工程類之資源化產品列入採購，或採補助、獎勵方式，提供使用資源化產品廠商相關補貼，以促進資源化產品之去化，並以相關研發補助經費，協助產業進行創新產品商業模式與高值化技術研發。另一方面，本研究以混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚等兩項再生綠建材進行循環經濟產業體系評估發現，整體效益包含節約61,991噸之原生資源使用量、減少57,679噸廢棄物產出及減少40,425噸CO_2排放，並節省3,002萬元原生料使用成本及1.3億元之廢棄物處理費。藉由建立綠建材循環經濟產業體系鏈結，可協助產業解決導入循環經濟架構之問題，並彰顯綠建材於循環經濟推動之顯著效益。

四、主要建議事項

根據研究結果，本研究針對綠建材循環經濟推動策略，提出下列建議，分別從立即可行建議及中長期建議列舉如下：

建議一

持續推動建立綠建材循環經濟產業鏈結：立即可行建議

主辦機關：內政部建研所

協辦機關：各綠建材業者

推動綠建材產業鏈結模式，可瞭解再生產業所遭遇之缺口問題，並經由物質流及資金流模式分析，評估以回收材料替代原生材料後所衍生之相關效益，以彰顯綠建材循環經濟產業體系之整體效益。

建議二

綠建材標章參照我國第二類環保標章作法，研擬評定機制：立即可行建議

主辦機關：內政部建研所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

分析加拿大環境選擇標章及我國第二類環保標章範例，建議綠建材標章可參照我國第二類環保標章作法，研擬評定機制，提供對於具節能、生態、資源循環等特性之優良建材，雖然既有評定基準未能納入，也可據以取得綠建材標章。

建議三

建立綠建材標章產品基本資訊：中長期建議

主辦機關：內政部建研所

協辦機關：內政部營建署、各營造業者、各綠建材業者

目前再生綠建材標章產品多使用工業廢棄物再生,其成分較穩定且統一，故業者可據此控制再生製程。然而，未來無論推動綠建材重複使用或再生利用，再利用者皆須要了解建材之材料或特性，故有必要發展類似建材護照之產品基本資訊，與再利用注意事項。

Abstract

Keywords: green building materials, circular economy, industrial linkage, resource recycling

I.Introduction

In recent years, the international community has been promoting the zero waste circular economy concepts, and striving to establish a circular societal system which is based on the achievements of optimal production, optimal consumption, and minimal waste approach. In line with this approach, the Architecture and Building Research Institute (ABRI) of the Ministry of the Interior has also been promoting the green building concept over the years, and launched the Green Building Materials Labeling Program in 2004 to drive the development of the green building materials industry. The ecolabeling of green building materials is often considered an essential part of any national energy conservation and carbon emissions reducing program which is especially true in Taiwan, as Taiwan depends on imports to meet most of its demands for energy and resources. Therefore, how to optimize the uses of limited available resources and fulfill the commitments of “leading Taiwan towards the era of circular economy and convert waste into renewable resources,” as proclaimed in President Tsai Ing-wen’s 2016 inaugural address, have become extremely important tasks in Taiwan’s government policies and objectives towards achieving the circular economy.

In order to strengthen the circular economy benefits achieved through promoting green building materials, relevant assessments and studies should be conducted on circular economy indicators, as reflected in the characteristics of green building materials. Waste reduction and resource recycling should also be used as the main evaluation criteria. In order to study the relationship between supply and demand of relevant industries’ supply chain, green building materials closely associated with circular economy should also be used as examples and studied while establishing linkage of circular economy industries based on green building materials.

II.Research Methodology and Processes

This project first collected domestic and international information on laws and regulations, standards and criteria, and management approaches of relevance to the

circular economy; then used such information to analyze how to introduce the circular economy framework into green building materials industries, and proposed recommendations on the promotion directions of green building materials. This project also selected industry partners and provided assistance to help them in establishing demonstration models in circular economy based on the life cycle concept of green building materials.

Moreover, for green building materials conforming to the concepts of circular economy, drafts of relevant assessment mechanism and evaluation criteria have been developed with reference to other ecolabeling programs (such as the program for Taiwan EPA's Type II environmental protection products) to expand the channels for innovative recycled building materials to participate in Green Building Materials Labeling Program. Information sessions and discussion seminars attended by multiple stakeholders were also organized by this project to discuss issues related to promotion and application strategies for resource recycling and reuse of building materials. Finally, draft standards and criteria for evaluation of green building materials were developed in line with the current development and future trends of circular economy.

In order to make good use of ABRI's testing capacity, an inventory of the facilities and capacity of ABRI Test Center's Green Building Materials Laboratory was established. Industry partners were selected to take part in the cooperation project with the Green Building Materials Laboratory, and the results of their cooperation were reviewed in a formal review meeting organized by this project. Based on results of the cooperation project, recommendations on how to improve the equipment and capacity of the Green Building Materials Laboratory, and strategies on conducting future cooperation projects among partners from the industries, academia and research organizations, as well as assessments of economic benefits achieved through circular economy were presented in the final project report.

III.Key Findings

During this research, it was found that difficulties encountered by the domestic green building materials industry in introducing the circular economy framework included: lack of consumers' willingness to use recycled products, government procurement only offers limited incentives for purchasing recycled products, lack of business models for innovative products with circular economy

concepts, and lack of funding for research and development of high added value products. In view of the above difficulties, it is recommended that a labeling and certification system be adopted to ensure product quality and enhance consumers' willingness to use such products. In addition, the procurement practices employed through Japan’s green product procurement promotion law may be adopted which covered engineering type resource products. Other practical promotion approaches may include providing subsidies and incentives to manufacturers using recycled products to encourage production and consumption of such products, and offer assistance and grants in R&D funding to encourage the industry in conducting R&D activities related to business models for innovative products and high added value technologies.

On the other hand, this study conducted the assessment of economic performance of circular economy industries using examples of two green building materials, namely concrete aggregates (glass sand materials) and high-pressure concrete floor tiles. The study results found the economic and environmental benefits for using such recycled building materials to include: reduce consumption of raw materials by 61,991 tonnes, reduce production of waste materials by 57,679 tonnes, reduce emissions of CO2 by 40,425 tonnes, save $30.20 million New Taiwan Dollars (NTD) in raw material costs, and reduce $130 million NTD in waste disposal fees. The established linkage of green building materials’ circular economy industrial system can help resolve the difficulties relevant industries encountered in introducing the circular economy framework, and highlight the significant benefits of adopting green building materials in the circular economy.

IV.Recommendations

Based on the research results, this study proposed the following short-term (immediate actions), medium-term and long-term recommendations, which can be used to promote the circular economy framework of green building materials.

Recommendation 1 (short-term (immediate) actions)

Continue to promote the establishment of linkage for green building materials industry’s circular economy

Leading organization: ABRI of Ministry of the Interior

Participating organizations: manufacturers of various green building materials

Promote the linkage of green building materials industries to study the gaps encountered by the resource recycling industry; and analyze the flows of materials and financial resources to assess the relevant benefits resulting from replacing virgin materials with recycled materials, so as to highlight the overall benefits achieved through establishing the circular economy industrial system for the green building materials.

Recommendation 2 (short-term (immediate) actions)

Adopt the approach used for Taiwan EPA's Type II green products in development of qualified product evaluation mechanism/criteria

Leading organization: ABRI of the Ministry of Interior

Participating organization: Taiwan Architecture and Building Center

After analyzing North America's Environmental Choice Program and Taiwan EPA's Type II Green Products Program, it is recommended that Green Building Materials Labeling Program follows the approaches of Type II Program in developing product evaluation mechanism to enhance participation of innovative recycled building products. For recycled building products with characteristics including disassemble design, recyclable, reusable, recycled content, extended product life, reduced resource use, waste reduction, and contain specific ratio of domestic recycled materials, even though such products may not be allowed under the existing product criteria, they may still be awarded the Green Building Materials Label under the revised qualified product evaluation scheme.

Recommendation 3 (medium and long-term actions)

Establish basic information for green building materials labeled products

Leading organization: ABRI

Participating organizations: Construction and Planning Agency of the Ministry of the Interior, participating construction companies and green building materials manufacturers

At present, recycled industrial waste is being used in most Green Building Materials Label products, as the quality and compositions of these materials are relatively stable and easier for control of the recycling process. However, in the future, with the promotion of greater re-use or recycling of green building materials,

the product users or consumers will need to better understand the materials or characteristics of such building materials. Therefore, it is necessary to develop basic information of these products using schemes such as building material passports, or provide additional information on product re-uses.

Recommendation 4 (medium and long-term actions)

The government should stipulate the mandatory use of recycled products, and provide incentives and subsidies for conducting relevant research and development activities

Leading organization: Ministry of the Interior

Participating organizations: Construction and Planning Department of the Ministry of the Interior, ABRI, Construction Research Institute of the Ministry of the Interior, and Public Construction Commission of the Executive Yuan

Domestic public construction projects which can use up a huge amount of green building materials are important means for consumption of recycled products, and greater adoption of resource-recycled products in public works is a greater way to promote the circular economy of domestic green building materials. Therefore, the implementation guidelines for public construction projects should stipulate the mandatory use of recycled products, and provide incentives and subsidies for conducting relevant research and development activities for innovative products' business models and high added value technologies.

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

近年國際倡導零廢棄物的循環經濟，建構「最適生產、最適消費、最少廢棄」之循環型社會體系。內政部建築研究所長期推動綠建築成效斐然，而配合綠建築之推動更於2004年推出綠建材標章制度，帶動綠建材產業之蓬勃發展。推動綠建材標章是因應節能減碳政策極重要的工作，尤其是在能源、資源都極為有限且必須仰賴進口的台灣，如何將能資源做做最佳化之利用，更是配合蔡總統在2016年就職典禮中所揭示「要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源」，循環經濟之政策目標中，極為重要之工作。

綠建材標章推動以來，已廣獲業者之迴響，建材業者申請狀況十分熱絡。綠建材之推動已蔚然成風。建材之生命週期包括「資源開採、生產製造、使用與廢棄再生」四大階段，現行之綠建材標章制度係配合各階段之關鍵議題，歸納出四大類之綠建材標章範疇－生態、健康、高性能與再生。但是現行之四大類綠建材標章係分別評定，各有其評估指標。依據台灣建築中心之統計，截至107年11月底，有效期限內之標章共652件標章（496件健康、3件生態、43再生與110件高性能），4473種產品，廠商數為299家。由此可發現健康綠建材佔七成以上之數量，而以環保、生態為主要訴求之生態、再生綠建材標章申請比例則偏低，與藉由推動綠建材標章促進資源永續之初衷未盡符合。此外，政府正大力推動循環經濟，因此強化再生綠建材之使用是落實循環經濟之重要課題。

為強化推動綠建材之循環經濟效益，應針對綠建材之特性，探討符合循環經濟指標之項目，進行相關之評估研究。並針對以「減廢與資源再生」為主要評估基準，且以循環經濟關聯性較密切之再生綠建材為例，探討產業供應鏈之供、需平衡關係，建構以綠建材為核心之循環經濟產業鏈結。

1.2 背景分析

本計畫目標包括建立綠建材標章產品之循環經濟模式，以擴大綠建材標章之推廣效益，以及建研所台南性能實驗群之再生綠建材實驗室性能評估，亦即以推廣再生綠建材為核心彰顯循環經濟效益。故針對循環經濟之意涵及與綠建材之關聯性、綠建材標章特性做概略說明，並介紹台南再生綠建材實驗室之概況。

1.2.1 循環經濟之意涵

20世紀中葉之後，「大量生產、大量消費、大量廢棄」的產業及社會活動，雖為人類社會帶來豐饒與便利的物質生活，但也造成了嚴重的資源損耗及環境污染。我國是資源短缺的國家，對此項衝擊更加嚴峻。因此未來必須必須考量「環境合理性」，以「循環」與「共生」為永續發展的準則，建構「最適生產、最適消費、最少廢棄」的循環型社會體系。

蔡總統在2016年就職典禮中所揭示「要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源」。配合循環經濟之政策目標，行政院推動「5+2產業創新計畫」，強調要讓台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源，以更少的資源來創造更多的價值，確保有限的資源能以循環再生、永續方式被使用。循環經濟之物料流模式如圖1-1所示。

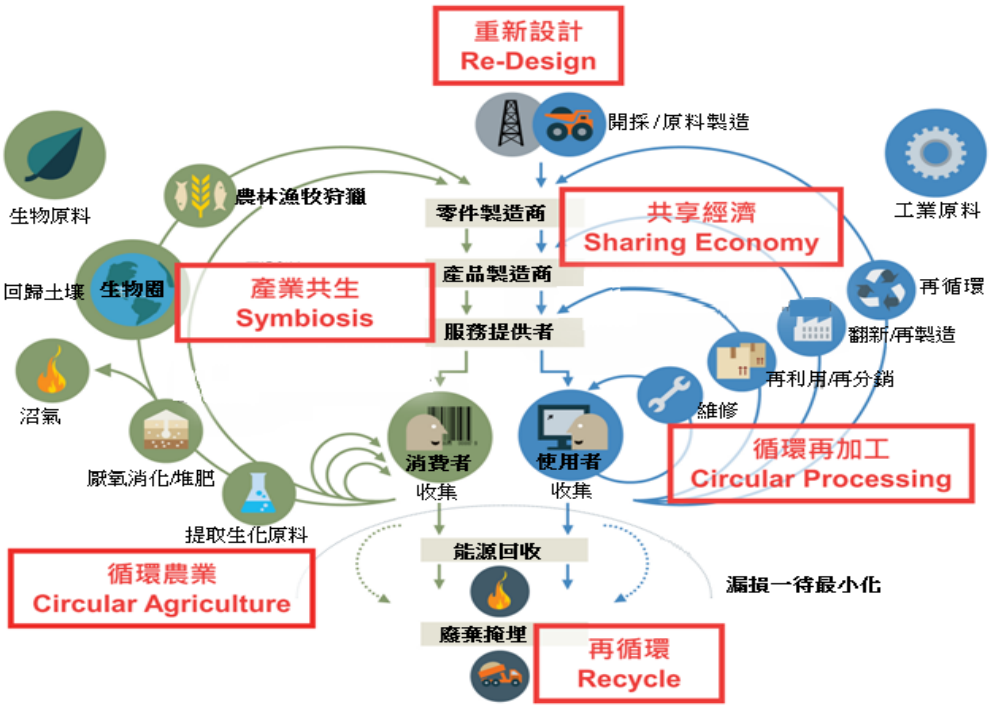


圖1-1 循環經濟之物料流模式
(資料來源：循環台灣基金會改編自EMF報告)

以建築產業而言，配合循環經濟之最高理想為將「資源開採」與「廢棄物產生」最小化，「資材循環」最大化，也就是說建立一套綠建材從生產、使用、廢棄、回收、循環再回歸生產，形成一個資源循環迴圈，而資源循環利用建材更是其中之關鍵。

1.2.2 綠建材標章特性分析

我國之「綠建材標章」乃為配合綠建築推動方案之實施，由主管建築之內政部帶頭推動，意義特別重大。綠建築EEWH系統包括九大指標項目：生物多樣性、綠化量、基地保水、日常節能、CO_2減量、廢棄物減量、室內環境指標、水資源、污水垃圾改善等，可歸類為「生態、節能、減廢、健康」四大指標群。綠建材之四大分類與綠建築之九大評估指標間關係十分密切，為滿足綠建築九大指標之評定，使用綠建材往往是達到及格標準的重要手法。單一項綠建材標章甚至可對應二個以上之綠建築評估指標。譬如，室內裝潢隔間若使用「健康綠建材」，將可避免VOC及甲醛對居住者健康之危害，而符合綠建築「室內環境」評估指標之要求。而利用高性能透水綠建材作建築物之透水鋪面，為提供基地保水之重要手法。高性能隔音綠建材，具有隔音與吸音兩種重要功能，為提供建築物良好的音環境之必要條件。

另以「再生綠建材」為例，使用再生材料具有減少廢棄物產生之環境污染問題，另可減少原生材料之開發，而對CO_2減量有重大貢獻。

綠建材標章包括四大類別：健康、高性能、生態、再生，這也是舉世無雙的創舉。前二者強調「機能性」(提供節能、舒適、健康等)，其訴求點在確保人本健康。後二者強調「環境友善性」(資源再生、無害性、低污染、減少CO_2)等，訴求點則為追求地球永續，如圖1-2所示。

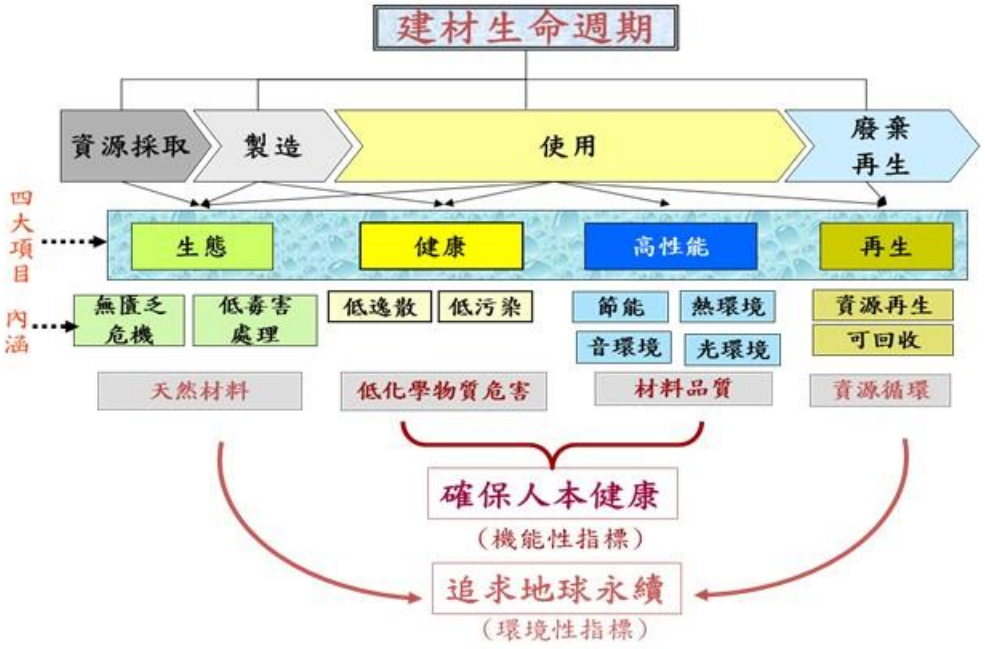


圖1-2 綠建材標章四大分類之內容

四大分類之綠建材各有其依據之評估基準，此外另有「通則」項目為各類皆必須符合者。「通則」係指要求申請「綠建材標章」之建材，皆不得含有有害性成份(包括石棉、重金屬、放射性物質等)，且品質性性能應符合既定之國家標準，以確保建材之品質性能。因此，藉由認證制度，取得「綠建材標章」將可使品質獲保證。因此獲綠建材標章之產品為兼顧「環境性指標」與「機能性指標」之建材，更確切說應可稱之為「優質綠建材」。

現行綠建材標章有幾大特色：

一、具法制化基礎：綠建材標章制度是綠營建、綠建築政策之一環。包括「綠建築推動方案」以及「建築技術規則」之「綠建築」專章中，對於綠建材之強制要求最低使用比例須達45%，此對於推廣綠建材及綠建材標章之推動上具有法制化之助力。

二、分類評定但具共通性基準：綠建材標章具四大項目，分項申請及審查核發，但必須皆通過「通則」之認定。因此通過「綠建材標章」認證之建材，除具有各項目之要求基準外，皆不得含有有害性成份，因此對於環境危害性物質之管制乃全部適用。此外，獲某項分類標章之產品，在其他項目亦應具有基本之評價。此為保護消費者之積極作為。

三、綠建材標章為具鼓勵性之積極意義，但產品功能應符合既定之國家標準，以確保建材之品質性能為基本要求，再考慮各類別標章所規定之各項要求。

就綠建材標章中的「人本健康」、「地球永續」的兩大訴求而言，乃包括積極友善性與消極無害性。在積極有益性方面，對「人」而言，強調舒適、健康；對「環境」而言，將以資源保育為重點。而在消極無害性方面，對「人」而言，強調健康無害；對「環境」而言，將以無污染、無匱乏為重點。目前四大類綠建材標章分別具有以上特性，如圖1-3所示。

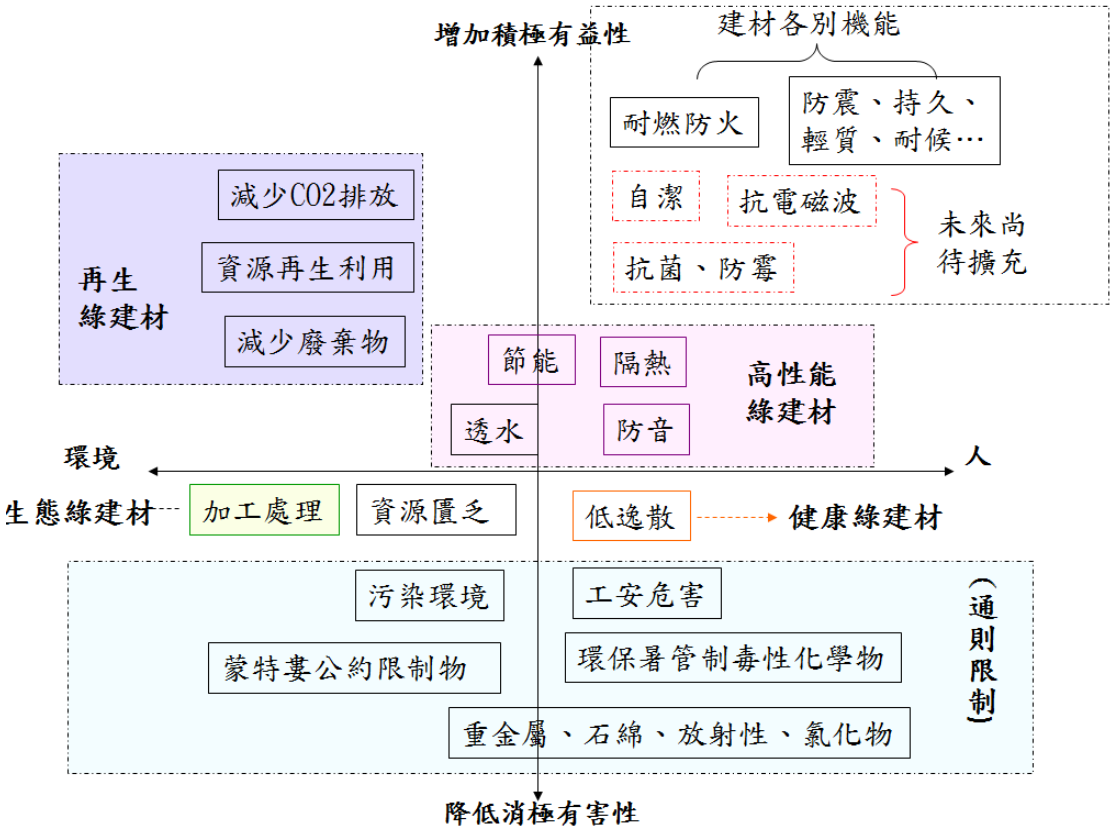


圖1-3 四大類綠建材標章之特性

從消費者的角度來看，綠建材必須兼具「品質優良」與「價格合理」兩大要件。綠建材除必須在「環境性」與「機能性」上達到更佳之品質性能外，產品價格更必須與同類型之非綠建材標章產品具經濟競爭性，使建築師、建商樂於採用綠建材，並可吸引消費者(包括公民營機構、公共工程等)指定使用，以活絡綠建材產業市場。除擴大綠建材產業之國內商機外，更可外銷國外，並促進國家整體經濟發展。

1.3 工作內容與計畫目標

本計畫將加強產學研合作，遴選有意願之綠建材業者，輔導其進行相關創新技術研發，建立循環經濟示範模式，並辦理產官學座談會及示範觀摩會，藉由推廣及觀摩活動，積極協助綠建材產業導入循環經濟之概念。本計畫將完成之工作內容如下：

一、建立綠建材產品循環經濟示範架構

(一)蒐集國內外循環經濟相關法令、基準及資源循環材料管理模式等資料

(二)綠建材產業導入循環經濟模式架構之分析

1.針對國內至少2項具指標性之資源循環材料，調查其原料與資源再利用之流向與流量資訊。

2.進行循環經濟產業鏈結缺口之問題探討與分析，彙整相關法令，協助建材業者增加回收料供應來源，以提升綠建材之循環經濟效益，並依調查結果提出綠建材推動方向建議。

(三) 遴選有意願業者參與，依綠建材之生命週期，建立循環經濟之示範模式

1.建材產業調查分析：蒐集訪查建材業者之循環經濟需求，包含可循環利用之原料之供/需分析、新型建材產品研發需求等。

2.辦理1場綠建材循環經濟產業鏈結說明會，並邀集建築、建材相關公協會、建材產業及再利用業者參與。

3.遴選至少2項具代表性之綠建材，依原料供應、綠建材生產、綠建材使用與回收再利用流程，串聯上、中、下游至少三階層之產業，建立產業鏈結之示範模式。(辦理至少2場審查會議)

4.完成至少2項綠建材物料供應、綠建材生產、綠建材使用與回收再利用等綠建材循環經濟產業體系建立。

5.完成前項綠建材循環經濟產業體系示範系統之減廢、資源再生等環境效益與經濟效益之評估報告。

6.針對每項產品辦理建材循環經濟產業試生產示範觀摩會（2場）。

二、推廣擴散循環再利用技術，協助綠建材產業導入循環經濟架構，並研擬相關配套措施，整合綠建材產業鏈，活絡綠建材產業發展

(一)依循環經濟推動成果及資源再利用產業需求，評估綠建材產業導入循環經濟概念之可行性。

(二)針對符合循環經濟概念之綠建材，參考其他標章（如第二類環境保護產品）之做法研擬相關評定機制草案。

(三)研擬資源循環及再利用建材之推廣應用策略，並辦理2場次之產官學研座談會。

(四)配合循環經濟之發展現況及未來趨勢，提出2項綠建材標章評定基準草案。

三、規劃再生綠建材實驗室產學研合作策略

(一)盤點本所性能實驗中心之「再生綠建材實驗室」相關設施及技術能量，提出設備精進建議。

(二)遴選產業界(至少兩家廠商)評估利用「再生綠建材實驗室」之相關儀器設備進行研發之可行性，以強化實驗室產學研合作能量。(辦理至少1場次審查會議)

(三)研提本所性能實驗中心「再生綠建材實驗室」之產學研合作策略建議及效益評估報告。

(四)協助本所辦理資源再利用及循環經濟相關議題之跨部門整合性業務。

依據前述之工作內容，本計畫預期效益及目標如下：

一、完成國內外循環經濟相關法令、基準及模式之蒐集與分析。

二、完成綠建材產業導入循環經濟模式之架構。

三、完成2項綠建材導入循環經濟之示範架構，並辦理2場觀摩會，進行推廣宣導。

四、完成綠建材產業循環經濟架構之相關配套措施建議草案，提出2項綠建材標章評定基準草案，並辦理2場次之產官學研座談會。

五、完成再生綠建材實驗室產學研合作策略規劃，提高再生綠建材研發水準。

1.4 執行進度符合情形

本計畫工作執行期間從107年5月18日起至107年12月31日止，共計約 7.5 個月。各個工作項目與每月實施進度、查核點及達成情形如表1-1所列，截至期末審查為止，預定進度與實際進度無差異。

表1-1 預期研究進度表

(107年)月份 / 工作項目	5	6	7	8	9	10	11	12
一、建立綠建材產品循環經濟示範架構								
1.蒐集國內外循環經濟相關法令、基準及資源循環材料管理模式等資料			(1)					
2.綠建材產業導入循環經濟模式架構之分析				(2)			(3)	
3.遴選有意願業者參與，依綠建材之生命週期，建立循環經濟之示範模式		(4)		(5) (6)	(7)	(8)	(9) (10)	
二、推廣擴散循環再利用技術，協助綠建材產業導入循環經濟架構，並研擬相關配套措施，整合綠建材產業鏈，活絡綠建材產業發展								
1.依循環經濟推動成果及資源再利用產業需求，評估綠建材產業導入循環經濟概念之可行性							(11)	
2.針對符合循環經濟概念之綠建材，參考其他標章（如第二類環境保護產品）之做法研擬相關評定機制草案							(12)	
3.研擬資源循環及再利用建材之推廣應用策略，並辦理2場次之產官學研座談會							(13)	
4.配合循環經濟之發展現況及未來趨勢，提出2項綠建材標章評定基準草案							(14)	
三、規劃再生綠建材實驗室產學研合作策略								
1.盤點本所性能實驗中心之「再生綠建材實驗室」相關設施及技術能量，提出設備精進建議						(15)		
2.遴選產業界(至少兩家廠商)評估利用「再生綠建材實驗室」之相關儀器設備進行研發之可行性，以強化實驗室產學研合作能量。(辦理至少1場次審查會議)						(16)		
3.研提本所性能實驗中心「再生綠建材實驗室」之產學研合作策略建議及效益評估報告							(17)	
4.協助本所辦理資源再利用及循環經濟相關議題之跨部門整合性業務								

查核點	預定完成時間	查核點內容說明	達成情形
(1)	107.07.31	完成國內外循環經濟相關法令、基準及資源循環材料管理模式等資料蒐集。	已完成。
(2)	107.08.31	完成1項指標性資源循環材料調查。	已完成。
(3)	107.11.30	累計完成2項指標性資源循環材料調查。	已完成。
(4)	107.06.30	完成1場綠建材循環經濟產業鏈結說明會辦理。	已完成。
(5)	107.08.31	完成建材產業調查分析。	已完成。
(6)	107.08.31	完成1項具代表性綠建材產業鏈結示範模式。	已完成。
(7)	107.09.30	完成1項綠建材循環經濟產業體系建立。	已完成。
(8)	107.10.31	累計完成2項具代表性綠建材產業鏈結示範模式及審查會議。	已完成。
(9)	107.11.30	累計完成2項綠建材循環經濟產業體系建立。	已完成。
(10)	107.11.30	累計完成2場建材循環經濟產業示範觀摩會。	已完成。
(11)	107.11.30	完成建材產業導入循環經濟概念之可行性評估。	已完成。
(12)	107.11.30	完成符合循環經濟概念之綠建材評定機制草案研擬。	已完成。
(13)	107.11.30	累計完成2場資源循環及再利用建材推廣策略產官學研座談會辦理。	已完成。
(14)	107.11.30	累計完成2項綠建材標章評定基準草案。	已完成。
(15)	107.10.31	完成再生綠建材實驗室設備精進建議。	已完成。
(16)	107.11.30	完成2家廠商與「再生綠建材實驗室」合作之可行性評估及審查會議。	已完成。
(17)	107.11.30	完成「再生綠建材實驗室」之產學研合作策略建議及效益評估報告。	已完成。

第二章 建立綠建材產品循環經濟示範架構

2.1 國內外循環經濟相關資料蒐集

為了解推動綠建材標章循環經濟需求，本計畫首先針對現有之綠建材標章產品進行分類統計，以了解綠建材標章推動實務上，主要涉及之資源循環材料，並針對其進行法令及管理模式之分析研究。

依據「2015年版綠建材解說與評估手冊」與「綠建材資料庫」，目前綠建材標章之四大類產品中，僅再生綠建材評定基準要求產品使用資源循環材料，而目前再生綠建材標章產品，及其使用之資源循環材料種類，分類整理如表2-1：

表2-1 再生綠建材標章產品及其資源循環材料分類

標章產品類別	主要資源循環材料	主要廠商
陶瓷面磚	廢陶瓷、陶瓷業無機污泥、廢玻璃(廢玻纖)	全盛興、弘松窯業、昌達陶瓷、冠軍建材、晉大陶瓷、竹南窯業
水泥磚(含高壓混凝土地磚、植草磚、空心磚、磨石子磚等)	廢棄水泥磚、廢玻璃、水淬爐石、石材廢料、煤灰	羅德應材、天九興業、光聯興業、艾鎂企業、亞麥開發、台富水泥、尚美實業、信義建材
普通磚(紅磚)	自來水淨水污泥、廢玻璃	立昌窯業、明春窯業、俊行記
纖維水泥板、矽酸鈣板、石膏板	排脫石膏、廠內集塵灰、廠內無機污泥、燃煤煤灰、廢沸石觸媒	惠普公司、佳大化工、環球水泥
粒料	廢玻璃、電弧爐碴、廢陶瓷、轉爐石	台寶玻璃、程豐環境、立順興、中聯資源
綠混凝土及水泥	水淬爐石、煤灰	國產建材、中聯資源

(資料來源：內政部建築研究所，2015年版綠建材解說與評估手冊)

由上表可以發現，目前綠建材標章產品使用之資源循環材料，包括廢玻璃、廢陶瓷、水淬爐石、轉爐石、電弧爐碴、石材廢料、無機污泥、淨水污泥、煤灰、排脫石膏、廢沸石觸媒、廠內集塵灰等，以下先針對上述資源循環材料之再利用，檢視國內資源循環關法規，以了解是否有窒礙難行，可以提出改善建議之處。

2.1.1 國內循環經濟相關法令檢討

目前我國推動管理資源循環材料處置與再利用，主要仍依「廢棄物清理法」(以下簡稱廢清法) 與「資源回收再利用法」(以下簡稱資再法) 為主要工具。此外，環保署依總統105年5月20日就職政見：「對各種污染的控制，嚴格把關，更要讓臺灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源，對於能源的選擇，以永續的觀念去逐步調整」，國內推動資源回收再利用時，亦應同時將循環經濟政策納入考量，因此，107至109年「資源回收再利用推動計畫」將以循環經濟政策思維為主軸，並研擬相關指標、策略及措施，據以推動，以下茲就廢清法與資再法及107~109年資源回收再利用推動計畫說明如下：

一、「廢棄物清理法」與「資源回收再利用法」

依據環保署發行之「事業廢棄物再利用管理參考手冊」，目前我國廢棄物管理之法規架構如圖2-1。

圖2-1 廢棄物管理法規架構
(資料來源：事業廢棄物再利用管理參考手冊)

由表2-1可以發現，綠建材標章產品使用之資源循環材料，除廢玻璃可能來自一般大眾生活產生之廢棄玻璃外，絕大多數皆為事業廢棄物，依據「廢清法」第28條，事業廢棄物之清理，除再利用方式外，應以一、自行清除、處理。二、共同清除、處理。或三、委託清除、處理。之方式為之。

而同法39條亦規定：

《廢棄物清理法》(106.06.14修訂)

第39條：

事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關或中央主管機關規定辦理，不受第二十八條、第四十一條之限制。

前項再利用之事業廢棄物種類、數量、許可、許可期限、廢止、紀錄、申報、再利用產品之標示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、再利用用途目的事業主管機關定之。但涉及二個以上目的事業共通性再利用之事業廢棄物，經中央主管機關認定有統一訂定再利用種類及管理方式之必要者，其管理辦法由中央主管機關定之。

依上述規定，事業廢棄物之再利用應依中央目的事業主管機關之規定辦理，目前已有環保署、內政部、經濟部、衛福部、教育部、交通部、財政部、國科會、農委會、通傳會等十個部會訂定相關管理辦法，簡單來說，容許之再利用途徑包含「廠內再利用」、「公告/附表再利用」、與「許可再利用」等三種。其中許可再利用又可分為個案再利用許可及通案再利用許可等。惟申請個案再利用許可時，應檢具國內外再利用可行性實廠實績相關佐證資料，否則應先提出試驗計畫申請並經核准作為國內實績後，再以此為佐證資料提出個案再利用許可申請。

■ 依據「事業廢棄物再利用管理參考手冊」之統計，目前各中央目的事業主管機關已公告之事業廢棄物再利用種類達 104 項，如表 2-2 所示，其中廢玻璃、廢塑膠等 14 項事業廢棄物有超過 1 個部會將其訂為公告/附表再利用之事業廢棄物種類。該表中斜體粗字為可提供為生產建材原料使用者。以 2016 年計，全國之再利用量約 1417.9 萬公噸。

表2-2 公告再利用之事業廢棄物種類

廢鐵	製糖濾泥	***淨水污泥***
廢紙	食品加工污泥	***高爐礦泥、轉爐礦泥及***
煤灰	釀酒污泥	***熱軋礦泥***

廢木材	漿紙污泥	潛弧銲渣
廢玻璃	紡織污泥	含樹脂玻璃纖維布廢料
廢白土	廢矽藻土	廢樹脂砂輪
廢陶、瓷、磚、瓦	廢食用油	***旋轉窯爐碴***
廢單一金屬料	廚餘	淨水軟化碳酸鈣結晶
廢酒糟、酒粕、酒精醪	***廢橡膠***	***廢水泥電桿***
廢塑膠	廢鈷錳觸媒	植物性中藥渣
廢鑄砂	鈷錳塵灰	氟化鈣污泥
石材廢料	廢酸性蝕刻液	廢人造纖維
石材污泥	廢酸洗液	紡織殘料
電弧爐煉鋼爐碴	廢活性碳	植物性廢渣
感應電爐爐碴	廢石膏模	動物性廢渣
化鐵爐爐碴	二甲基甲醯胺粗液	混合廢溶劑
菸砂	廢沸石觸媒	廢噴砂
蔗渣	燃油鍋爐集塵灰	廢壓模膠
蔗渣煙爐灰	鋁二級冶煉程序集塵灰	廢光阻剝離液
		廢矽晶

而事業單位之廠(場)內再利用，依據環保署「從事事業廢棄物廠（場）內自行再利用及自行處理認定原則」,屬廢棄物清理法第31條第1項公告之事業，於其事業廢棄物清理計畫書經直轄市、縣（市）主管機關或中央主管機關委託之機關審查核准後，始得於廠（場）內自行再利用；其非屬公告之事業者，得自行於廠（場）內再利用，而其再利用方式包含：

一、送回原生產製程當作原料。

二、將中央目的事業主管機關公告之再利用種類，使用於規定之再利用用途。

在「資再法」相關規定方面，依據圖2-1之架構可以發現，另有部分之資源循環材料再利用，係依據「資再法」第十五條規定：

《資源回收再利用法》(98.01.21修訂)

第15條：

得再生利用之再生資源項目，由中央目的事業主管機關公告之。

再生資源再生利用之清運、貯存方法、設施規範、再生利用規範、紀錄及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再生利

用用途目的事業主管機關定之。

未經公告為再生資源項目者，事業得檢具再使用、再生利用計畫，分別向中央主管機關或中央目的事業主管機關申請核准為再生資源項目。

由於「資再法」之立法與實施較「廢清法」為晚，故目前公告之再生資源項目較少，目前再生資源計有3個部會公告8項再生資源項目分別為：經濟部(水淬高爐石(碴)、鈦鐵礦氯化爐碴)、環保署(鐵、銅、鋁、玻璃、塑膠)及內政部營建署(瀝青混凝土挖(刨)除料)。

由以上法規可以發現，若是綠建材標章產品使用之資源循環材料，屬於廢清法「公告/附表再利用」之事業廢棄物種類，或是資再法所訂之「再生資源項目」，則其再利用作業已有明確之架構與管道可以依循，作業過程與資源循環材料來源應較為順暢。表2-3為本計畫比對目前綠建材標章產品使用之資源循環材料，與各中央目的事業主管機關公告之「公告/附表再利用」事業廢棄物，及「再生資源項目」之結果。

表2-3 綠建材標章產品資源循環材料之再利用規定公告現況

資源循環材料	再利用規定	公告機關	再利用用途
廢玻璃	事業廢棄物再利用管理辦法/營建事業廢棄物再利用種類及管理方式	經濟部、交通部、衛福部、內政部	玻璃原料、陶瓷土粉原料、陶瓷磚製品原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、預拌混凝土原料、瀝青混凝土原料、玻璃纖維板原料（限玻璃纖維）、水泥原料或水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料、混凝土添加料之原料、瀝青混凝土添加料等。
廢陶瓷	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	陶、瓷、磚、瓦之原料或粉碎料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料或非農業用地之工程填地材料。
水淬爐石	經濟部再生利用之再生資源項目及規範	經濟部	高爐爐石粉原料、高爐水泥原料、普通水泥原料、水泥製品原料、混凝土膠結性材料、陶瓷原料、肥料原料、工程填地材料。
轉爐石	目前中鋼公司將轉爐石登記為產品，且經高雄	無	建議作為水泥原料、級配料等。

資源循環材料	再利用規定	公告機關	再利用用途
	市政府依相關法規認定，非屬廢棄物，不受廢清法、資再法限制。		
電弧爐碴	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	(一) 氧化碴（石）：水泥原料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料、控制性低強度回填材料用粒料原料、控制性低強度回填材料原料或鋪面工程（道路、人行道、貨櫃場或停車場）之基層或底層級配粒料原料。 (二) 還原碴（石）：水泥原料、瀝青混凝土粒料原料、瀝青混凝土原料或鋪面工程（道路、人行道、貨櫃場或停車場）之基層或底層級配粒料原料。但不銹鋼製程產生之還原碴（石）用途為水泥原料。
石材廢料	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	(一) 石材廢料（板、塊）：再製石材（板、磚或塊）原料、預拌混凝土原料、水泥原料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、化學品原料、建築材料原料、道路工程粒料原料、石灰石原料（限大理石邊料）、肥料原料（限蛇紋石邊料）或非農業用地之工程填地材料。 (二) 石材礦泥：水泥原料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料、化學品原料、廢水或廢氣吸附原料、海堤固化養灘工程基材原料、輕質粒料原料、肥料原料（限大理石礦泥或蛇紋石礦泥）或非農業用地之工程填地材料。
廠內無機污泥	屬廠內再利用，依環保署「從事事業廢棄物廠（場）內自行再利用及自行處理認定原則」辦理。	環保署	一、送回原生產製程當作原料。 二、將中央目的事業主管機關公告之再利用種類，使用於規定之再利用用途。

資源循環材料	再利用規定	公告機關	再利用用途
淨水污泥	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	水泥原料或紅磚原料。
煤灰	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	(一) 飛灰：高爐爐石粉原料、水泥原料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料、混凝土攙和物、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、混凝土粒料原料、瀝青混凝土粒料原料或非農業用地之工程填地材料。 (二) 底灰：水泥原料、混凝土粒料、混凝土粒料原料、陶瓷磚瓦原料、顆粒保溫材原料、鋪面工程之基層或底層級配粒料原料、瀝青混凝土粒料原料、級配配料或非農業用地之工程填地材料。 (三) 底灰含飛灰適用底灰之再利用用途。
排脫石膏	目前台電公司將排脫石膏登記為副產品，非屬廢棄物，不受廢清法、資再法限制。	無	用途等同天然石膏，綠建材標章產品用於製造石膏板。
廢沸石觸媒	事業廢棄物再利用管理辦法	經濟部	陶瓷原料、磁磚原料、紅磚原料、陶磚原料、水泥原料、水泥製品（限混凝土（地）磚、空心磚、水泥瓦、水泥板、緣石、混凝土管、人孔、溝蓋、紐澤西護欄）原料、爐石粉原料、高爐水泥原料或耐火材料原料。
廠內集塵灰	屬廠內再利用，依環保署「從事事業廢棄物廠（場）內自行再利用及自行處理認定原則」辦理。	環保署	一、送回原生產製程當作原料。 二、將中央目的事業主管機關公告之再利用種類，使用於規定之再利用用途。

由上表可以發現，目前綠建材標章產品使用之資源循環材料，絕大多數屬於經濟部公告之可再利用事業廢棄物，少數屬於環保署公告之再生資源，此類材料多半再利用技術成熟且市場量較大，其再利用行為亦多半行之有年，應較無問題。

然而，在轉爐石與排脫石膏部分，雖然目前產出此二項材料之公司皆將其視為產品或副產品，故暫不受資再法或廢清法之限制，然而106年6月14日修正公告之廢清法，特別新增第二條之一，條文如下：

《廢棄物清理法》(106.06.14修訂)

第28條：

事業產出物，有下列情形之一，不論原有性質為何，為廢棄物：

一、經中央主管機關認定已失市場經濟價值，且有棄置或污染環境、危害人體健康之虞者。

二、違法貯存或利用，有棄置或污染環境之虞者。

三、再利用產品未依本法規定使用，有棄置或污染環境之虞者。

依此新增條文，未來前述二者是否可能被認定為事業廢棄物，納入資再法或廢清法之管制，以至於需要調整綠建材標章之審查流程與查證資料，值得持續留意。

二、107~109年「資源回收再利用推動計畫」

鑒於國內物質短缺之困境，如何在不造成環境負擔之餘有效掌握既有資源使用效益，亦成為發展循環經濟之重要課題。爰此，除了考量廢棄物減量與再利用率，環保署亦以資源為始做整體性思考，將成本內部化，並參酌國內外相關指標數據，重新擬訂「資源生產力」、「循環利用率」、「人均物質消費量」及「焚化及掩埋量減量率」作為本計畫推動之整體性關鍵績效指標，其說明如下：

(一)整體性指標

1.資源生產力(Resource Productivity，RP)

資源生產力係指每單位國內物質消費量所得之生產總值（Gross Domestic Product，GDP），國內物質消費量（Domestic Material Consumption，DMC）包含所有開採並使用之物質，包括農作物、林業、漁業、金屬、非金屬、石化燃料加上進口物質（也就是前述之DMI），再扣除出口物質，可作為評估經濟成長與物質消費的使用效率，經統計，我國資源生產力自96年的48.6元/公斤，成長至105年的66.1元/公斤，呈現正成長趨勢，顯示

我國每單位資源投入所獲得經濟效益逐漸提升。

2.循環利用率(Cyclical Use Rate，CUR)

循環利用率係指循環利用量與循環利用量加上直接物質投入量之比值，可代表每單位物質投入之資源循環度，循環利用量包含一般廢棄物回收量（如資源回收量、廚餘回收量、巨大垃圾回收量、底渣再利用量）、事業廢棄物再利用量與其他循環利用物質（如農業資材廢棄物、紙類回收量、營建剩餘土石方、氣冷高爐石、轉爐石等），經統計，我國循環利用率自96年的11.3%成長至105年的15.5%，顯示我國資源循環比率日漸成長。

3.人均物質消費量

人均物質消費量係每年國內物質消費量與人口數之比值，國內物質消費量為從本國領土範圍內自然環境中所開採出的原物料及實質進口量，再減去實質出口量，經統計，人均物質消費量自96年的12.0公噸/人，下降至105年的11.0公噸/人，顯示國人每年物質使用消耗物料逐步下降。

4.焚化及掩埋量減量率

廢棄物之焚化及掩埋處理依據不同廢棄物種類，可分為一般廢棄物及事業廢棄物兩種指標：

(1)一般廢棄物焚化及掩埋量減量率：計算方式參照環保署報院計畫「一般廢棄物減量及資源循環推動計畫」中的垃圾清運減量率，係指目標年度垃圾清運量與標準年度垃圾清運量之比值。我國105年之垃圾清運量為313萬公噸/年，並以此作為基準年訂定未來各年度一般廢棄物焚化掩埋量減量率之目標值。

(2)事業廢棄物焚化及掩埋量減量率：依據環保署廢棄物申報及管理資訊系統的各事業廢棄物代碼統計資料，我國105年各事業廢棄物代碼總產出量約為1,792萬公噸/年，其中委託及共同處理業者約258萬/年。事業廢棄物焚化掩埋量減量率將以此作為減量之衡量基準。

資源生產力可用於評估經濟成長與物質消費的使用效率，目標為109年達每公斤69.4元；循環利用率代表每單位物質投入之資源循環度，目標為109年達17%；人均物質消費量即每人每年平均消費量，目標為109年達每人10.4公噸；焚化及掩埋量減量率顯示年度廢棄物之減量變化，其中一般廢棄物目標為109年減少7.15%，事業廢棄物將依照各部會實際情形填報，以109年減少3%為目標（基準年為105年）。

107年至109年各年度目標值如下表2-4所示。

表2-4 關鍵績效指標衡量標準及年度目標值

指標		目標值			105年實際值
		107年	108年	109年	
資源生產力		67.2	68.3	69.4	66.1
循環利用率		16.00	16.50	17.00	15.53
人均物質消費量		10.8	10.6	10.4	11.0
焚化及掩埋量減量率[1]	一般廢棄物	2.86%	5.01%	7.15%	–
	事業廢棄物	1.00%	2.00%	3.00%	–

備註：[1]以105年作為目標值基準年。

(資料來源：環保署107~109年「資源回收再利用推動計畫」)

(二)個別指標

除前述四項整體性指標，建議各部會可就推動措施，將「廢棄物減量率」及「廢棄物再利用率」作為個別指標，用以評估及完整呈現我國資源循環再利用之推動成效，107年至109年各年度目標值如下表2-5及表2-6所示。

表2-5 個別指標「廢棄物減量率」衡量標準及年度目標值

指標	部會別	基準值	減量率目標值			105年實際減量率(%)
			107年	108年	109年	
廢棄物減量率	經濟部	1,776.6萬公噸(民國105年)	1.0%	1.5%	2.0%	–
	交通部	約35,000公噸(民國100年)	28%	31%	34%	25%
	衛生福利部	–	1.99(公噸/百萬元)[1]	1.95(公噸/百萬元)[1]	1.90(公噸/百萬元)[1]	–
	國防部[2]	7,852公噸(民國105年6月至106年5月)	1%	1%	1%	–

備註：[1]餐館業單位銷售額產出事業廢棄物量(公噸/百萬元)。

[2]不可抗力因素除外(如：災害或特殊事故)。

(資料來源：環保署107~109年「資源回收再利用推動計畫」)

表2-6 個別指標「廢棄物再利用率」衡量標準及年度目標值

指標	事業廢棄物	再利用率目標值(%)					105年實際再利用率(%)
		105年	106年	107年	108年	109年	
廢棄物再利用率	工業廢棄物	80.6	80.6	80.6	80.6	80.6	79.8
	科學工業園區廢棄物	79.4	80.1	86.4	86.4	86.4	86.4
	醫療廢棄物	22.8	22.8	19.7	20.7	21.5	17.75
	營建廢棄物	76.0	76.1	76.1	76.1	76.1	76.1
	農業廢棄物	86.0	86.5	87.0	87.3	87.5	88.0
	教育廢棄物	39.0	39.0	39.0	39.0	40.0	32.4

(資料來源：環保署107~109年「資源回收再利用推動計畫」)

(三)實施策略

為使整體推動計畫融入循環經濟，本計畫將各項關鍵績效指標之可行策略以生命週期概念呈現,具體地說明各階段推動重點,經整理後可分為生產、消費、廢棄物管理、二次料市場等4大面向，共計12項推動策略，內容說明如下：

1.生產面(Productions)

(1)健全物料基線資料

■掌握全國物料（包含原物料與廢棄物）基線資料。

■強化國家永續物料管理資料庫。

■確保永續關鍵物料料源。

(2)推動易循環的產品設計

■使產品設計更具耐久性(Durability)、可升級性(Upgradability)與可修復性(Reparability)。

■使產品設計更易於再製造(Remanufacture)、回收再利用(Recyclability)，在壽命結束時可回歸到工業循環。

■強化產品設計獎勵機制。

(3)提高生產流程的能資源效率，減少廢棄物產生

■加強產業產出之廢棄資源互相鏈結，促進產業共生。

■減少廢棄物產生，維持廢棄物處置(Final Sink)極小化之基本要求。

■加強產業污染防治及減廢輔導與推廣。

2.消費面(Consumption)

(1)創造綠色消費模式

■減少拋棄式用品。

■鼓勵使用耐久循環性產品。

■環保產品資訊揭露，以符合循環經濟原則，並提供民眾正確資訊。

■加強教育及宣導，以鼓勵低浪費及低碳生活。

(2)推動政府綠色採購

■加強推動公共工程使用再生粒料。

■機關優先採購環保產品、有國家標準之再生資源及再利用產品，並採購可持續使用的產品或服務。

■推動擁有權移轉的創新商業模式，以使用取代擁有，例如租賃模式、或其他共享模式等。

(3)延長產品壽命

■生產者保留產品所有權(Producer Ownership)來帶動生產者延伸責任制(Extended Producer Responsibility)。

■推動產品維修及二手物品交換。

■強化及推動零售業維修功能；加強維修業及二手行業發展。

3.廢棄物管理面(Waste Management)

(1)強化回收循環體系

■加強前端分類及回收收集成效，鼓勵升級回收再利用(Up cycle)。

■加強處理業與生產者的連結，提高回收效率與品質。

(2)促進能源回收

■確保廢棄物符合層級管理原則(Waste Hierarchy)，強化再生能源技術及新興產業發展，持續推動能源回收再利用(Energy Recovery)。

(3)完備法規制度

檢討相關法規以減少廢棄物的焚化及掩埋量，以利於誘導循環設計、回收循環利用；同時，管制廢棄物再利用相關規範，避免違規不當再利用。

■檢討資源回收再利用相關法規。

■檢討事業廢棄物再利用管理相關法規。

■檢討評析國內產業用料對於資源性廢棄物種類之管理相關法規。

4.二次料市場面(Market for Secondary Raw Material)

(1)確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制

■建立再利用之規範、產品標準或流程。

■建立二次料或再利用產品使用之追蹤、確保、查核、或驗證制度。

(2)加強技術研發與創新

■強化資源再生與升級回收再利用(Up cycle)的資源循環技術。

■針對資源循環技術瓶頸，建立產官學研合作平台加速研發。

(3)提供經濟誘因

利用融資、貸款優惠、補助、獎勵、補貼、污染稅或其他經濟措施或手段，以降低阻礙並刺激物料循環及循環經濟之推動。

(四)執行措施

各部會依據前述推動策略擬訂相關執行措施，茲摘錄內政部之執行措施與量化目標如表2-7。

表2-7 內政部執行措施與量化目標

	107-109年措施	107年目標	108年目標	109年目標
策略一、健全物料基線資料				
1	持續調查下水污泥再利用資源化特性。	調查10座污水處理廠，每廠進行2次污泥特性分析。	調查10座污水處理廠，每廠進行2次污泥特性分析。	調查10座污水處理廠，每廠進行2次污泥特性分析。
策略二、推動易循環的產品設計				
1	再生綠建材產品之審核認可與推廣。	認證再生綠建材標章10件。	認證再生綠建材標章12件。	認證再生綠建材標章14件。
策略四、創造綠色消費模式				
1	配合建築技術規則修訂，持續宣傳推廣再生綠建材。	舉辦1場再生綠建材相關講習會。	舉辦1場再生綠建材相關講習會。	舉辦1場再生綠建材相關講習會。
策略五、推動政府綠色採購				
1	加強推動公共工程使用再生粒料。	擇定道路工程3件以轉爐石瀝青混凝土取代面層為施作方式。	補助地方辦理道路工程將再生粒料之使用列入加分項目。	配合環保署及工程會之媒合中央機關公共工程使用再生粒料平台，協助提升去化量。
2	辦理再利用產品相關目的事業主管機關跨部會協商。	下水污泥再利用產品試用於公共工程或國營企業之評估與協商。	協助辦理下水污泥再利用產品試用於公共工程或國營企業。	擴大下水污泥再利用產品使用於公共工程或國營企業，提升去化量。
策略九、完備法規制度				
1	檢討營建事業廢棄物再利用管理辦法。	• 依照環境保護署頒布之共通性事業廢棄物再利用管理辦法，檢討營建事業廢棄物再利用管理辦法內容，必要時進行修法作業。 • 提供營建事業	• 持續檢討營建事業廢棄物再利用管理辦法內容。 • 提供營建事業廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。	• 持續檢討營建事業廢棄物再利用管理辦法內容。 • 提供營建事業廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。

	107-109年措施	107年目標	108年目標	109年目標
		廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。		
2	檢討公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法。	• 依照環境保護署頒布之共通性事業廢棄物再利用管理辦法，檢討公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法內容，必要時進行修法作業。 • 提供公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。	• 持續檢討公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法內容。 • 提供公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。	• 持續檢討公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法內容。 • 提供公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法諮詢服務。
策略十、確保二次料或再利用產品品質與建立監督機制				
1	推動下水污泥燃料化再利用示範驗證。	追蹤下水污泥燃料化再利用示範驗證推動進度。	• 追蹤下水污泥燃料化再利用示範驗證推動進度。 • 下水污泥燃料化再利用示範驗證現勘查核。	• 追蹤下水污泥燃料化再利用示範驗證推動進度。 • 下水污泥燃料化再利用示範驗證現勘查核。 • 歸納下水污泥燃料化再利用示範驗證成效。
2	配合建築技術規則修訂，持續推廣再生綠建材。	• 修訂建築技術規則綠建材使用率規定：室內裝修綠建材使用率由百分之四十五提高為百分之六十，戶外綠建材使用以再生綠建材	每年補助15個以上地方政府辦理綠建築抽查與宣導工作。	每年補助15個以上地方政府辦理綠建築抽查與宣導工作。

	107-109年措施	107年目標	108年目標	109年目標
		為主，使用率由10%提高至20%以上。 • 每年補助15個以上地方政府辦理綠建築抽查與宣導工作。		

(資料來源：環保署107~109年「資源回收再利用推動計畫」)

2.1.2 國外循環經濟相關法令

由於聯合國已將循環境概念納入永續發展目標，並要求各會員國實際採取方案或行動以達成聯合國政策目標,故目前全球各主要國家皆已研擬相關之法令，以實際採取行動建立循環經濟體系，彙整全球各主要國家推動循環經濟之相關法規及措施如表2-8，並針對歐盟、荷蘭、英國、日本、中國及法國等主要國家，分析其循環經濟相關法令內容分述如下節。

表2-8 全球各主要國家推動循環經濟之相關法規及措施

國家	政策法規	主責單位	主要目標	主要措施
歐盟	循環經濟行動計畫循環經濟套案	歐盟執委會	2030 年一般家庭廢棄物回收率達 65%、包裝廢棄物回收 75% 2025 年禁止可回收物掩埋、2030 年消除掩埋場	修訂廢棄物法規 延長生產者責任 商業模式創新 會員國綠色公共採購 50%
荷蘭	循環經濟 2050	基礎建設暨環境部	2030 年減少 50%化石燃料和金屬等原物料之使用	法規改善 金融措施(如產品依再生原料課稅) 國際合作 各產業綠色協議
英國	資源革命：創造未來計畫(2015-2020 年)	環境、食物及鄉村事務部	2020 年一般家庭廢棄物回收率達 50%(歐盟要求)	政府出資提供誘因 各產業合作(技術指引、交流平台、宣導活動)
日本	循環型社會形成推進基本法、資源有效利用促進法	環境省、經產省	2020 年循環利用率達 17%，資源生產力達 46 萬日圓/噸	完備法規體系 提供經濟誘因 家電回收法落實城市礦山 循環技術國際輸出
中國	循環經濟促進法、十三五規劃、循環發展引領行動	國務院國家發展和改革委員會	2020 年主要資源產出率比 2015 年提高 15% 再利用產業產值達 3 兆元 75%國家級園區 50%省級園區開展循環化改造	強化生產者責任 資金減免/提供補助 試點計畫 清潔生產
法國	綠色成長能源轉型法案	環境、能源暨海洋部	2020 年廢棄物減量 10%、廢棄物回收量增加 55% 2020 年回收 70%建築廢棄物材料等	公共採購獎勵 懲罰廠商對產品壽命減短之行為 延長生產者責任 電子廢棄物回收管理

(資料來源：經濟部工業局簡報)

2.1.2.1 歐盟循環經濟相關法令

一、歐盟之循環經濟思維及其源起

為推動循環經濟，近期我國舉辦許多與循環經濟相關之研討會或課程，亦邀請許多歐洲國家代表來台交流循環經濟之觀念與做法，而相關之經驗交流過程皆提及，由於歐洲持續成長發展，過去數十年來歐洲對資源之需求亦持續增加，若依此一趨勢繼續發展，可以預見資源之取得將很快成為重大困難，經濟成長與生活品質將難以持續，遑論追求永續發展，為解決此一明顯困境，故提出「循環經濟」概念以為解決方案。

由於歐盟推動循環經濟之出發點在於解決資源不足之困境，故所有有助於解決此一困境之工具與方法，皆被視為推動循環經濟之一部分。為落實循環經濟，盟與歐洲各國政府於制定相關政策時，基本上以三項主要工具確保其政策符合循環經濟精神，包括工程生態學、環境化設計、與搖籃到搖籃的循環再利用。

基於以上考量，一般可以用以下四個關鍵性行動，達成追求循環經濟之目標，包括：

(一)重新設計產品與製程，使之可以在一個密閉循環中運作，從而減低或消除對環境與人類的衝擊。

(二)建立或改善產品生命週期終端之物質流收集與回收系統。

(三)建立區域性之物質交換網路。

(四)收集、管理、交換與資源相關之資訊。

由以上考量與實際行動之指標，可以發現歐盟考慮之循環經濟，遠不只在產品生產中或廢棄後，考慮如何循環使用因此產生之廢棄物，而是由前端產品與製程之重新設計開始，先考慮如何透過環境化設計，延長產品壽命或提高產品之可重複使用性、可升級性，以求將物資之價值最大化，然後透過建立物質與資源之交換網路，與關資訊之管理交換，再次循環使用物質資源。

由此可知，歐盟之循環經濟法令並不僅限於廢棄物再利用管理關法令，依據荷蘭烏特勒支大學(Utrecht University)之研究，歐盟與荷蘭與循環經濟相關之法令，至少應該包含廢棄物管理相關法令、永續成長與效率提升宣言、整體性環境行動方案、與循環境濟與零廢棄物通報等，而與傳統印象不同的是，由於重新設計產品與製程被盟視為推動循環經濟的起點與基礎，該研究

將歐盟環保標章指令亦視為推動循環經濟之重要法令。

二、歐盟之重要循環經濟法令

由於本計畫將陸續探討在歐盟立法程序中所出現各具不同法律效力之各類法律文書，因此針對歐盟各類法律文書之性質與法律約束力，簡要說明以下。

在歐盟立法程序中，經常會產生下列各類文書，各自代表不同程度的法律約束力 。這些法規文書種類包括：

- **通報(Communication)**：通常歐盟執行委員會推出通報(Communication)之作用，在於提出其立法行動計畫(action plan)。伴隨這些通報推出的附錄經常是新法律提案或法律修訂提案。因此各項通報內容本身對歐盟成員國沒有法律約束力。只有在伴隨通報提出的法律提案通過立法程序成為正式歐盟法律後，這些法律才對歐盟成員國具有法律約束力。
- **法規(Regulation)**：法規(Regulation)屬於是可以在歐盟各國直接實施的細部規定(實施細則)；各國無須再研擬本國之國內實施法規。
- **指令(Directive)**：指令(Directive)通常僅規定歐盟希望各成員國達成目標/結果與實施日期，讓各國自行制定相關之國內實施法律與執法細則。
- **建議(Recommendation)**：建議(Recommendation)的性質類似指令，但是對歐盟各國沒有法律約束力，純屬建議性質。因此屬於是可以讓歐盟機構表達對特定議題看法，但是又無需涉及耗時與具爭議性之立法程序之軟性法律(soft law)。
- **決議(Decision)**：歐盟理事會(Council)或執委會針對特定或數個歐盟成員國之特定議題可以發布決議(Decision)。這些決議僅對涉及國家具有法律約束力。

以下分項整理歐盟之重要循環經濟法令，並概述其與循環經濟相關之重點。

(一)1975年之廢棄物架構指令(Waste Framework Directive)

1975年歐盟首度推出廢棄物指令(Waste Directive)。由於這是一項指令，因此內容僅規定歐盟各成員國應達成之廢棄物處置目標、時間表及做法指引，並未規定各國應採取之個別特定措施為何。

(二)2008年之廢棄物指令 (Directive 2008/98/EC)

1975年版廢棄物架構指令於1991年與2006年相繼遭到修訂。目前最新版本為2008年版(Directive 2008/98/EC)廢棄物指令。

在2008年版廢棄物指令中引入“污染者付費原則”與“擴大生產者責任(EPR)”概念，涵蓋有關危險廢棄物與廢油的規定。並要求成員國採納廢棄物管理計畫與廢棄物預防計畫。

此外該指令亦包括到2020年底前實現的兩個新設的廢棄物回收和再利用目標：

1.來自住宅與其他類似住宅來源之某些廢棄物的50%準備回收與再利用目標；

2.針對建築與拆除廢棄物的70%準備回收、再利用與其他回收方式。

(三)2009年之歐洲議會 Regulation (EC) No 66/2010 歐盟環保標章法規

歐盟環保標章No 66/2010規範是由DG JRC為歐盟環境總署所研擬的一個自願性工具。歐盟環保標章最早於1992年公佈，為一自願性標章制度，目的為鼓勵製造商積極向消費者展示其產品之綠色環保特質。2009年11月通過的環保標章法案則訂定歐盟環保標章之實施及應用範疇，應擴大至歐盟市場中由製造、分配、消費至運用端之所有產品與服務。

歐盟環保標章規範鼓勵製造耐久產品，除滿足使用目的且容易維修使其使用壽命最大化，在產品生命終期易於拆解以使再生利用潛力最大化。所以需要維修設計與拆解設計，使得擁有歐盟環保標章的產品得以符合循環經濟原則、符合廢棄物減量原則。

(四)2010年之歐洲 2020:智慧、永續及包容性成長策略通報(COM(2010)2020 final)

2010年歐盟執委會提出”歐洲2020:智慧、永續及包容性成長策略(Europe 2020:A strategy for smart, sustainable and inclusive growth)”通報，以建立歐盟針對 21 世紀經濟社會的願景。該策略內容包括七項旗艦倡議，其中一項即為資源效率倡議，作為改善歐盟針對資源利用與減少廢棄物之政策指引。

(五)2011年之邁向具資源效率之歐洲路徑圖通報(COM(2011)571)

2011年歐盟執委會發布”邁向具資源效率之歐洲路徑圖(Roadmap to a Resource Efficient Europe)”通報，以作為針對Europe 2020之旗艦倡議:”具最佳資源效率歐洲(A Resource Efficient Europe) ”進行轉型行動之指導方針。在該

路徑圖中建議可以為27個歐盟成員國採用之資源效率指標與目標。

(六)2012年之歐洲資源效率宣言(備忘錄)

2012年歐盟執委會發表”歐洲資源效率宣言(Manifesto for a Resource Efficient Europe) ”備忘錄。這份宣言內容指出因為全球資源與環境壓力日增，因此歐盟認為唯有轉向資源有效化和終極再生循環經濟轉型一途，用以宣示歐盟推動循環經濟之決心。

(七)2013年之第七期環境行動計畫決議(Decision No. 1386/2013/EU)

2013年11月在歐盟通過的”第七期環境行動計畫(Environment Action Programme, EAP)”決議中，規定歐盟執委會推動環境行動的任務，旨在推動歐盟之綠色經濟轉型，努力實現讓經濟成長與環境衰退脫鉤現象。

(八)2014年之邁向循環經濟:歐洲零廢棄物方案通報(COM/2014/0398 final)

2014年7月歐盟執委會公佈稱為”循環經濟方案(Circular Economy Package)”的一套文件。其中包括”邁向循環經濟:歐洲零廢棄物計畫(Toward a circular economy: A zero waste programme for Europe)”通報，並伴隨該通報附件之其他法律修正提案(例如針對歐盟廢棄物指令之修正案)。在這項通報中提出的廢棄物管理措施，包括新的綠色公共採購指令(Green Public Procurement)，並監督會員國達到綠色公共採購 50%的目標等。

2014年12月歐盟執委會決定撤回前述這項”邁向循環經濟:歐洲零廢棄物計畫(Toward a circular economy: A zero waste programme for Europe)”與其法律提案。將其內容由零廢棄物擴大至涵蓋整個經濟週期，成為一個整體性循環經濟，並於2015年底發布循環經濟方案。

(九)2014年之建築部門資源效率機會通報(COM(2014)445final)

2014年7月歐盟執委會發布”建築部門資源效率機會(RESOURCE EFFICIENCY OPPORTUNITIES IN THE BUILDING SECTOR)”通報。這項通報係針對整個建築部門之資源效率議題。通報內容包括降低建築物之資源使用、評估建築物之環境績效(取得可靠數據和建立共通核心指標等)、改善建築與拆除(C&D)廢棄物之回收情況與回收市場等。

針對C&D廢棄物方面，該通報表示歐盟執委會將會推動各國交換針對C&D廢棄物之最佳作業實務，並且支持與C&D廢棄物回收相關之各項研究與示範計畫。

(十)2015年之封閉循環:歐盟循環經濟行動計畫通報(COM(2015)614 final)

2015年12月2日歐盟執委會提出一套”循環經濟方案(Circular Economy Package)”文件。包括”封閉循環:歐盟循環經濟行動計畫”(Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy)通報，用以支持歐盟邁向循環經濟轉型的行動。執委會表示實施這項行動計畫，對於歐盟於2030年底前達成聯合國永續發展目標(SDG)，特別是第12項針對永續消費與生產方式之目標極為重要。

這套歐盟循環經濟行動計畫之內容，概述為達成循環經濟之各項實施措施，包括一系列一般性行動與針對特定材料與部門的行動。雖然推動循環經濟所面對的一些障礙乃是一般普遍具有的，但由於價值鏈的特殊性，不同部門與材料可能面臨特定挑戰。

這項行動計畫之內容分為兩部分。一部分係針對一般措施，另一部分針對特定材料/部門行動，此外，歐盟執委會針對該通報內容與建築與拆除部門部分提出特別說明。

1.一般措施

這套行動計畫的一般性措施中,期望各個主管歐盟執委會部門(內部市場、工業、企業家與中小企業)與其他歐盟委員會部門就以下行動進行合作：

- 產品設計；
- 生產過程；
- 消費；
- 從廢棄物到資源(二次原料)；
- 創新、投資與其他部門交叉議題。

2.針對特定材料與行業行動

在循環經濟背景下，一些材料與部門面臨著特定挑戰。這些挑戰需要採取針對性方式來予以解決。這些材料/部門包括：

- 塑膠；
- 食品價值鏈；
- 關鍵原材料；
- 建築與拆除；
- 生物質與生物基產品；

- 肥料法規審查。

3.建築與拆除

建築與拆除(C&D)廢棄物乃是歐盟境內廢棄物數量最高的廢棄物種類之一。每年每人約產生一公噸建築與拆除廢棄物 – 亦即是每年在歐盟境內產生5億公噸此類廢棄物。

C&D廢棄物中有價值的材料未必經常被鑑別出來與進行再利用。因此為達成循環經濟，改善此部分之廢棄物管理十分重要。因此歐盟執行委員會：

- 將採取一系列行動來確保在建築與拆除部門更好地回收有價值資源與充分進行廢棄物管理，並推動建築物的環境績效評估；
- 已經擬定拆除前指導方針，以促進該部門的高價值回收 以及旨在提高回收建築材料品質與建立信心的自願回收協議；
- 已經提議在針對廢棄物法規修訂提案中，提出要求針對建築與拆除廢棄物進行更好的分類；
- 已經於2016年引進歐盟建築與拆除廢棄物議定書-其目標是增加對於C&D廢棄物管理過程的信心與針對C&D再生材料品質的信任。

針對建築部門之特定/個別規定

在該通報之附錄中說明各項行動之達成時間表。該附錄中針對營建廢棄物之工作內容與時間表共計三項：

- 2016年底前推出建築與拆除廢棄物的自願性整體部門回收議定書；
- 2017年底前推出建築業拆遷前評估指引；
- 2017年開始推出用以評估建築物生命週期環境績效之核心指標與鼓勵使用這些指標之誘因。

封閉循環:歐盟循環經濟行動計畫之建築廢棄物相關內容摘要

以下提供這份封閉循環：歐盟循環經濟行動計畫通報之目錄與和建築廢棄物相關內容摘要翻譯。

封閉循環:歐盟循環經濟行動計畫通報(COM(2015) 614 final)

目錄

簡介
1. 生產
    1.1產品設計
    1.2 製造程序
2. 消費
3. 廢棄管理
4. 從廢棄物至資源:擴展次級原物料與水資源再利用市場
5. 優先領域
    5.1塑膠
    5.2 食品廢棄物
    5.3 關鍵性原物料
    5.4 建築與拆除
6. 生物質與生物基產品
7. 創新、投資與其他水平措施
8. 監督邁向循環經濟之進展
9. 結論

就數量來看，建築與拆除廢棄物乃是歐洲最大的廢棄物來源之一。其中許多材料可回收或重複再使用，但歐盟各國針對此類廢棄物的再利用和回收比率差異很大。建築業在其建築物和基礎設施的整個生命週期環境績效也得以發揮作用。

歐盟範圍內的強制性目標雖然鼓勵針對建築與拆除廢棄物的回收再利用。但如果要改善該部門的廢棄物管理，仍然需要解決實地挑戰。例如，有價值材料未必總是得以獲得鑑別、單獨收集或充分回收。

因此歐盟執委會將制定針對性的指導原則以供使用於拆除建築物時使用，包括針對危險廢棄物處理方式者，並將在修訂版廢棄物法規提案中促進針對建築與拆除廢棄物的分類系統。透過根據每種廢棄物流的最高共同標準來制定自願回收協議方式，將有助於傳播最佳做法。

執委員會目前亦在進行一項研究，以鑑別進行建築與拆除廢棄物回收的障礙和驅動因素，以及該領域的最佳做法。鑑於建築物的長期壽命，必須鼓勵改善設計，以減少其對環境衝擊，並提高其組件的耐用性和可回收性。執委會將制定指標，以評估建築物整個生命週期中的環境績效，並透過大型示範計畫和GPP指南來促進其應用於建設計畫項目。

歐盟執委員會將採取一系列行動，來確保在建築與拆除部門得以回收有價值資源與進行充分廢棄物管理，並將促進建築物的環境績效評估。

(十一)2016年之歐盟建築與拆除廢棄物議定書

遵循前述行動計畫之規定時程，歐盟執委會於2016年11月9日推出歐盟建築與拆除廢棄物議定書(EU Construction and Demolition Waste Protocol) 。該議定書之內容簡介如下：

歐盟建築與拆除廢棄物議定書內容簡介

根據產生數量，建築與拆除(C&D)廢棄物乃是歐盟最大宗的廢棄物流。因此歐盟執行委員會新推出一項建築與拆除議定書，以作為提供給業界參考，不具備法律約束力的一份指導綱要。

本議定書屬於 “2020年建築業策略”以及“建築部門資源效率機會”通報的一部分。這也是歐盟委員會最近推出雄心勃勃的循環經濟方案的一部分。其總體目標是增加進行建築與拆除廢棄物管理過程的信心，以及對建築與拆除再生材料品質的信任。這些目標將透過以下方式來實現：

- 改進廢棄物鑑別、來源分離及收集；
- 改善廢棄物物流；
- 改進廢棄物處理；
- 品質管理；
- 適當政策與架構條件。

本議定書之發展係針對可應用於所有28個歐盟國家，並具有以下目標群體：

- 產業從業者、建築業(包括翻修公司與拆遷承包商)、建築產品製造商、廢棄物處理、運輸與物流及回收公司；
- 地方、地區、國家與歐盟各級政府機關；
- 建築與基礎設施的品質驗證機構；
- C&D回收材料的客戶。

妥善管理建築與拆除廢棄物與再生材料-包括正確處理危險廢棄物-可以在永續性與生活品質方面帶來重大益處。也可以為歐盟建築與回收行業帶來重大利益，因為得以增加對C&D回收材料的需求。

歐盟第2008/98/EC號廢棄物架構指令之目標旨在到2020年底前促使70%建築與拆除廢棄物得以獲得回收再利用。然而，除少數歐盟國家之外，目前

只有大約50%的拆建廢棄物獲得回收利用。這方面的一個好消息是一些歐盟國家已經制定並實施得以促進C&D廢棄物回收率高達90%之適當架構。因此在歐盟與其他國家確實有很多良好實務經驗可供借鑒。

然而，在歐盟回收與再利用建築與拆除廢棄物時常見障礙之一，乃是對拆建再生材料的品質缺乏信心。同時對於使用再生拆建廢棄物料工人的潛在健康風險也存在不確定性。這種信心缺乏情況，不但會降低並限制對於C&D再生材料的需求，也會抑制歐盟C&D廢棄物管理與回收基礎設施的發展。因此這份建築與拆除廢棄物議定書之內容，包括來自整個歐盟的良好做法，可為政策制定者與從業者提供靈感。同時亦包括可供從業人員使用的特定定義概述與查核清單。

這一措施係由歐盟委員會之內部市場、工業、企業家暨中小企業處(DG GROW)所發起，但係建立於工業界與國家政府官員根據“2020年建設”(Construction 2020)倡議的三方原則之積極參與和貢獻基礎上。

這項建築與拆除廢棄物議定書之目錄如下：

建築與拆除廢棄物議定書

目錄

簡介
1. 介紹
1.1議定書的目標
1.2議定書的原則
1.3議定書的結構及其研擬
2廢棄物鑑別、來源分離及收集
2.1定義和專用詞彙
2.2改善廢棄物鑑別
2.3改善源頭分離
3廢棄物物流
3.1透明度、追踪及跟踪
3.2改善物流
3.3儲存潛力和適當庫存
4廢棄物處理和處理
4.1各種廢棄物處理和處理選擇方案
4.2準備重新使用
4.3回收
4.4物質和能量回收
5品質管理和保證

5.1主要過程的品質
5.2產品品質和產品標準
6政策和架構條件
6.1適當的監管架構
6.2執法是關鍵
6.3公共採購
6.4意識、公眾認知和接受
附件A定義
附件B拆建廢棄物分類
附件C危險特性
附件D最佳做法實例
附件E撰稿人
附件F清單

(十二)2018年之歐盟循環經濟之塑膠策略通報(COM(2018)28 final)

2018年1月歐盟執委會推出修訂版”循環經濟方案(Circular Economy Package)”整套文件，並納入多項新增措施與指導性文件。這些文件最主要的乃是針對歐盟循環經濟之塑膠策略(EU Strategy for Plastics in the Circular Economy)通報 與多項相關資訊文件。在該項策略之主要目標乃是轉變塑膠與塑膠產品之設計、生產、使用及回收方式，並且設定到2030年底前所有塑膠包裝物都應為可回收再利用之目標。

三、歐盟循環經濟法令重點精神與推動現況

由以上蒐集之歐盟循環經濟法令，可以發現歐盟法令之基本精神，首先在於提高資源使用效率。除較早期訂定之廢棄物指令，仍以廢棄物處理角度進行考慮之外，由2009年要求環保標章擴大管制範圍，推動產品之環境化設計，到2010年成長策略通報與其後之數項通報皆以提升資源效率為主要目標，其中雖然也包含改善建築與拆除(C＆D)廢棄物之回收情況與回收市場等相關內容，但由源頭降低建築物之資源使用、評估建築物之環境績效、建立資源效率指標等工作更是策略核心。

當然，歐盟也意識到建築與拆除(C＆D)廢棄物乃是歐盟最大宗的廢棄物流，故於2016年訂定建築與拆除廢棄物議定書，然而，在歐盟回收與再利用建築與拆除廢棄物時常見障礙之一，乃是對拆建再生材料的品質缺乏信心。同時對於使用再生拆建廢棄物料工人的潛在健康風險也存在不確定性，因此這份建築與拆除廢棄物議定書之內容，包括來自整個歐盟的良好做法，可為

政策制定者與從業者提供靈感。

然而，目前為止歐盟所採取之各項行動中，除2008年推出之廢棄物指令與設定目標具有法律效力之外，其餘各項行動計畫、通報與議定書等行動，均屬指導性文件與行動計畫性質，並無對各歐盟成員國之法律約束力。在2008年版歐盟廢棄物指令中，針對建築與拆除廢棄物提出在2020年底前達到針對建築與拆除廢棄物的70%準備回收、再利用與其他回收方式目標，但是除少數國家之外，大部分歐盟成員國應該難以達成這個目標。

在循環經濟與建築與拆除廢棄物回收再利用之推動方面，因為歐盟執委會僅能透過指令來頒發目標與時間表(2020年底前回收70%)方式，因此唯一可做的乃是頒發指導性綱要文件、研擬績效評估方法/核心指標、鼓勵交換最佳作業實務、推動產業界志願協議/行動、發展最佳回收技術等。

為進一步了解目前個別歐盟國家之實際執行狀況，本計畫另針對近期循環經濟推動評價較高之荷蘭，進行資料收集與分析。

2.1.2.2 荷蘭循環經濟相關法令

一、荷蘭之循環經濟推動範例

在建立循環經濟與建築部門資源效率這個領域，目前歐盟執委會僅能扮演指導性角色。執委會雖然已經推出各項策略文件、通報(例如法律修訂提案與行動計畫)與指導綱要(例如建築廢棄物議定書)文件。但是這些行動對於歐盟成員國都不具有法律約束力。目前這方面對各成員國唯一的法律約束，乃是2008年廢棄物指令中規定各成員國在2020年底前需要完成採取必要措施以準備回收70%拆建廢棄物的目標(見該指令之第11.2(b)節) 。因此在其他具法律約束力之歐盟法規通過之前，這方面的推動工作依然需要仰賴各國自發性的國內法規與推動實施措施來進行。

在推動循環經濟之各國自主行動方面，荷蘭政府於2016年9月14日推出給國會之政府循環經濟意願書 與其附件2050年荷蘭循環經濟方案(屬於政府政策書性質) 。在該方案中設定到2030年時將所有初級原料(礦物質、化石燃料、金屬等)消耗量降低一半之中期目標；以及到2050年時成為零廢棄物之循環經濟的最終目標。這項方案屬於各政府機關全面性(government wide)政策方案。但是不具備對民間業主之法律約束力。

二、荷蘭之重要循環經濟法令

與歐盟發展過程相似，荷蘭之循環經濟法令最早也是由廢棄物管理為出發點，逐漸擴及產品創新、與整體資源效率提升等，目前在荷蘭政府網站的循環經濟專頁 中，荷蘭政府表示其推動循環經濟之各項做法如下：

(一)荷蘭國家廢棄物管理方案(Landelijk Afvalbeheerplan)

荷蘭的廢棄物管理政策主要受"拉斯尼克階梯"("Lansnik's Ladder")的理論影響。"拉斯尼克階梯"廢棄物管理架構在1994年納入荷蘭法例，此項廢棄物管理架構的基本原則如下：盡可能避免產生廢棄物、從廢棄物中回收有價值的原材料、焚化剩餘廢棄物以產生能源，以及只有最後剩餘的廢棄物才可以環保方式掩埋。

2002年，荷蘭修訂《環境管理法》，訂明基礎設施和環境部須依據廢棄物管理架構模型和國家環境政策計畫，每隔6年一次制訂國家廢棄物管理計畫(下稱"廢棄物管理計畫")(National WasteManagement Plan)。首個廢棄物管理計畫在2003年年初實施，並在2009年檢討，其後推出了第二個廢棄物管理計畫，年期由2009年至2015年，其後延長至2021年。

前述提及之第一個廢棄物管理計畫訂明荷蘭未來的廢棄物管理架構，並制訂全國的廢棄物監管政策。該計畫禁止混合都市廢棄物直接棄置於掩埋區，並要求透過回收和善用不可循環再造的廢料 (例如用作燃料)，把廢棄物使用率由2000年的81%提高至2012年的86%。

第二個廢棄物管理計畫推出多項加強廢棄物管理政策的措施，例如訂立數量指標，在 2015 年或之前把家居廢棄物回收量和廢棄物總回收量分別提升至60%和85%，並透過盡量回收和重用廢棄物，以減少廢棄物產生和廢棄物對環境的影響。

(二)2016年之荷蘭2050年循環經濟方案

為確保在2050年所有民眾都有足夠食物也能購買他們所需要商品(例如服裝與電器等)，荷蘭的經濟需要變成循環型經濟。在循環經濟中，沒有資源浪費。這是因為產品可以設計得更好，材料盡可能重複使用。

為實現這一目標，荷蘭政府於2016年9月14日向荷蘭國會提出政府循環經濟意願書與其附件”2050年荷蘭循環經濟方案”(A Circular Economy in the Netherlands by 2050)(屬於政府政策書性質)(摘要詳如附錄三)。在該方案中設定到2030年時將所有初級原料(礦物質、化石燃料、金屬等)消耗量降低一半之中期目標；以及到2050年時成為零廢棄物之循環經濟的最終目標。這類政策書屬於用以說明政府對特定議題看法與做法之政府文書，通常用來啟對國

內各界針對該議題之討論磋商程序與說明政府將採取行動，因此針對相關團體並無法律約束力。

荷蘭政府在這項2050年循環經濟轉型政策書中表示，為推動2050年循環經濟轉型計畫，政府已經選定5個對荷蘭經濟至關重要並將優先轉型至循環經濟的經濟部門與價值鏈。這5個優先部門不僅對荷蘭經濟至關重要，會對環境產生重大衝擊。同時在荷蘭與歐洲境內，這些部門已經在向循環經濟方面邁進很多。這5個經濟部門是：

- 生物質與食物；
- 塑膠；
- 製造業；
- 建築業；
- 消費商品。

針對這5個部門之重要性說明如下：

生物質與食物：生物質(枯萎、可生物降解植物原料與動物脂肪)乃是循環經濟中不可或缺的原材料，可用於食品與動物飼料，也可用於製造各種其他產品(例如紡織品、紙張、化學品與能源等)。因此其循環利用對於減少二氧化碳排放與化石燃料依賴性非常重要。使用生物質能夠使經濟更為綠化(生物基經濟)，特別是對荷蘭出口作出巨大貢獻。

塑膠：在過去50年裡全球塑膠用量增加20倍。預計在未來20年內將再增加一倍。全球每年生產2.99億公噸塑膠，其中20%在歐盟生產。大多數塑膠用於包裝，在歐盟這項比例接近40%。與此同時，越來越多生物基與可生物降解塑膠正在進入市場，作為由石油等化石燃料製成塑膠的替代品。我們的目標是到2050年時僅使用再生(回收與生物基)塑膠。但這只有在技術存在情況下才能實現。這將取決於例如再生塑膠的品質程度。

製造業：越來越多產品製造業依然快速成長，特別是在電子、機械與汽車等行業。這意味著越來越多原材料被使用。原材料提取與加工會對環境、氣候與永續性造成議題。與此同時，原材料也變得越來越稀少。許多提供原料的國家處於戰亂衝突中。原材料的品質也在下降。因此荷蘭政府希望商業界能更加意識到自然資源的脆弱性。到2050年時許多關鍵材料必須重新使用與回收，其中包括稀有金屬等稀少原材料。重新利用意味著再次將產品重新用於相同用途。例如，在新車上使用二手零件。回收是指將材料變成新原材料。例如，透過將塑膠回收成顆粒來製造新的塑膠產品。

建築業：據估計荷蘭建築部門:使用國內所有原材料的50%;佔國內能源消費總量40%;與荷蘭總用水量的30%。荷蘭40%的垃圾是來自建築與拆遷垃圾。建築業也產生全國35%的二氧化碳排放量。因此我們正在這方面加緊努力節約能源與減少排放。有很多方法可以更有效地使用原材料並減少浪費。到2050年時，建築物與其他建築結構必須以永續方式來建造、(重新)使用、維護及拆除。他們必須是能源中立，並由可持續材料製成。

消費商品：廢棄消費品已經在荷蘭進行大規模分離與回收作業。但其中大約一半仍然遭到焚化或掩埋處理。荷蘭境內80%的廢棄物(每年約800萬公噸)是由民眾與企業所產生的。荷蘭政府希望所有消費商品在2050年前都使用具永續性並且使用普遍可取得原材料製造。廢棄產品必須進行回收並用於製造新產品。不應該有剩餘廢棄物產生。

(三)2017年之全國循環經濟協議

為實施“2050年荷蘭循環經濟”方案，荷蘭政府於2017年1月推出全國循環經濟協議(National Agreement on the Circular Economy) (摘要詳如附錄四)。簽署各協議之各界團體同意致力進行循環經濟工作，並參與研擬轉型議程(transition agenda)。

上述這項全國循環經濟協議(又稱全國原物料協議)推出當日即獲得180多個各個團體參與簽署。

這些簽署團體在當日發布新聞稿中共同表示，為確保未來充足原材料供應，以滿足日益成長的產品需求，我們需要徹底改變原材料與廢棄物的處理方式。因為考慮到這一點，超過180個團體於2017年1月25日在荷蘭海牙籤署全國原物料協議。該文件包含促使荷蘭經濟得以在可重複使用原材料基礎上運作的協議。代表政府內閣簽字的是環境部長Dijksma和經濟事務部長Kamp。荷蘭商業界則由VNO-NCW與MKB-Nederland代表簽署。

例如，透過增加現有塑膠回收與再利用於新產品與包裝方式，在生產新塑膠原料時可以使用較少原物料。簽署本協議團體之一的荷蘭食品巨頭聯合利華(Unilever)公司，率先承諾在2025年底前使其包裝使用100%可回收塑膠。由於材料再利用需要比較新原料加工減少使用大量能源，因此可以降低釋放到空氣中溫室氣體，有助減緩氣候變化。隨著邁向循環經濟轉型，荷蘭對從國外進口原材料的依賴性也會減少。

Kemp部長表示研究結果顯示到2023年時，荷蘭的循環經濟每年將擁有73億歐元市場價值，並可提供54,000個就業機會。這可為商業界提供豐富機

會，例如由3D列印或綠化化工業所提供的商業機會可能性“。VNO-NCW代表Hans de Boer表示，“從地緣政治角度來看，歐洲應該在原材料領域更加自給自足，而由於荷蘭對整個歐洲的後勤作用，在這項努力中取得關鍵地位的最好國家應該是荷蘭“。

這項全國循環經濟/原材料協議係建立在2016年9月提交的邁向循環經濟轉型內閣計畫基礎上。各個簽署團體現在可以制定具體計畫來加速這一轉變。針對生物質能與食品、塑膠、製造業、建築業與消費品這五方面的具體計畫將在六個月內研擬完成。這些計畫將會提出到2050年時實現全面循環經濟的具體步驟。

(四)2018年之循環經濟:開始進度測量報告

為衡量推動2016年推出“2050年荷蘭循環經濟”全面計畫之實施成果，荷蘭政府之統計局、環境評估署及荷蘭國家公共衛生及環境研究所(RIVM)於2018年初出版一份針對循環經濟要衡量取得進度時可使用評估方式之草案報告(The Circular Economy: starting progress measurement) (摘要詳如附錄五)。

2.1.2.3 英國循環經濟相關法令

英國注意到目前資源利用方式以傳統的線性一製造、利用、棄置為主，然而地球的資源是有限的，若照此方式使用資源，未來地球將無法供應因人口增加所帶來消費成長的物質需求。為了解決此問題，避免資源不足的情況發生，英國推動循環經濟，關注於廢棄物減量及物質使用效率提升。又英國為世界大型經濟體之一，故期許能夠在達成資源永續利用目標的同時，促進國內的經濟發展，並減少對環境的衝擊，英國將盡其所能的減廢、再使用及回收，將棄置做為最不得已的手段。

英國推動循環經濟的單位從政府、企業到民間團體都有，中央政府部門主要為環境、食物及鄉村事務部（Defra, Department for Environment, Food & Rural Affairs）及地方政府，像是蘇格蘭政府，推行減少廢棄物及增進回收的政策。民間團體有Ellen MacArthurFoundation，在英國提倡循環經濟的概念，並提供循環經濟相關作法及集合各單位共同合作。WRAP（Waste & Resources Action Programme）亦為一非營利的民間組織，接受Defra的補助，執行減少廢棄物及增進資源使用效率的工作。Green Alliance是為環境盡一份心力的獨立組織，推動Circular Economy Task Force，幫助企業更永續使用資源，並指出目前英國政府在促進循環經濟方面

可以改進之處。

英國2013年家庭廢棄物的回收率為44.2%，較2012年的44.1%僅提升0.1%，歐盟建議英國，必須於2020年之前將家庭廢棄物的回收率提升至50%，及同年的廢棄物掩埋量必須不高於1995年的35%。蘇格蘭政府在減少廢棄物方面，訂定的短期目標為在2017年減少7%的廢棄物，長期目標為至2025年減少15%。WRAP也為英國訂定目標，希望在2020年之前，減少3000萬噸的全新原物料投入英國的產業供應線，並且期望能夠減少20%（相當於5000萬噸）的廢棄物，及回收2000萬噸的物質回到經濟體能被再使用。

蘇格蘭政府為增進資源利用效率及邁向循環經濟，訂定下列願景：期望能藉由更有效率的使用原物料、水資源、能源，同時減少廢棄物，幫助蘇格蘭的組織及企業增加競爭力及邁向永續。營造使企業能夠掌握再利用、翻新及再製造機會的環境。透過再設計，將商品、包裝及製程設計成較節省能源資源及減少污染的型態，並增加商品使用期限。透過了解物質的流動，以期能夠幫助經濟體、工業及製造業對於重要物質做最有效利用。將行為將資源有效率利用的文化，透過帶入一般家庭及公司，影響消費者的行為。

英國的商業、創新及技術部門（Department for Business, Innovation & Skills）發表促進英國生物經濟發展的報告，Supporting growth of the UK bioeconomy: opportunities fromwaste，生物經濟為利用生物資源或生物過程製造產品所創造的經濟。內文提出至2030年的願景，包括發展再生料製成肥料的規模經濟；開發企業專注於發展科學及經濟的潛能，以面對環境及永續的挑戰，包括減少溫室氣體排放、減少化學製程及能源部門對話石燃料的依賴、減少有限資源的使用。這將有助於達成經濟成長與使用有限資源脫鉤的長期目標。使英國成為全球生物經濟投資市場的地區。英國透過利用含碳廢棄物及殘渣做為再生資源，創造生物經濟的價值，以成為增加經濟、環境與社會效益的全球領航者。英國將建立包含擁有最前端的R&D及產業經驗的製造業，以展現出足以促進生物經濟產業生物科技的潛能。英國為製成科技及商業模式的主要輸出國，藉由貿易為全球解決問題的同時，吸收國外的經驗及知識化為己用。

為英國商業帶來收益也是促進循環經濟的目標，Defra估計英國企業每年可因資源更有效率的利用，減少成本，使獲益至多至230億英鎊。英國環境、食物及鄉村事務部提出預防勝於治療（Prevention is better than cure）的報告書，認為若想減少廢棄物的產生，不能只做好最末端的回收，也須在源頭做好預防，因此，整個社會須成為更有資源使用效率的經濟體，因為資源的使用效率的提升，將發揮原物料最大的價值，使成本降低，降低企業決策者投入循環經濟的心理門檻，及企業營運導入循環經濟的商業門檻。

英國各單位如政府、國會、NGO及企業為了達成邁向循環經濟的目標，對於循環經濟提出各項策略建議，包括從產品的生產端開始，更有效率的使用原物料、水、能源等資源，以減少全新物質的耗用，降低廢棄物產量。設立法規及經濟誘因機制以營造適合發展的環境也是一項策略，將促使企業及個人自發地更循環。改變商業模式，由既有的銷售商品轉型為提供服務，促使生產者更重視商品的品質及耐久性，延長商品在經濟體循環的時間長度。加強各單位的交流，促進國內外產官學研社之間的相互合作，如技術、資訊、資金及商品的交換。加強推廣循環經濟，鼓勵消費者選擇資源效率使用較佳之商品及服務，進而影響生產者，促進從生產源頭開始即更循環。

為了使整體社會成為資源使用更有效率的經濟體，根據上述策略，實現循環經濟可從生產源頭做起，藉由再思考商品的設計、可重複使用性、可維修性，提升資源使用的效率，減少稀有物質的使用，降低原物料的生產成本，使產品更有競爭力。對企業而言，為了邁向永續的經營，必須持續不斷的創新以求獲利，若能更有效率的使用資源，除了使經濟體更循環的同時亦有利可圖。從產品的設計面來看，產品必須設計成能夠長期使用，並且減少不必要的包裝，為此須檢視產品的設計及流程。產品在製造時，必須有效率的使用原物料，過多的使用將增加成本，因此應有工具可供檢視目前資源使用效率，以期能夠改善。

研擬相關法規、誘因等措施以營造良好的環境也是達成循環經濟的一項策略，使企業及個人皆能夠更順利的達成廢棄物減量及更有效率的使用物質。英國政府認為，在自由經濟之下邁向更永續及循環，政府不應干預過多；又每年預算有限，故政府需做最重要且只有政府可以做的事，亦即政府各部門單位應妥善利用本身權力提供不同的協助，中央與地方政府皆可擔任使企業邁向循環催化劑的角色，提供相關法規與誘因以支持企業，而地方的廢棄物收集及回收是由地方政府來做，可訂定妥善的廢棄物處理策略。

另外，可訂定適合當地社會、經濟、環境條件的在地計畫，如英國環境、食物及鄉村事務部提出鼓勵企業管理其對環境的衝擊的行動計畫，主要為鼓勵資源的有效利用及環境管理，幫助企業更有效率的使用資源及管理環境衝擊。各界的合作也是推行循環經濟重要的一環，整合產、官、學、研、社、及一般民間個人的循環作法，像是資源效率方面的資訊，以進行技術交流合作。如Ellen MacarthurFoundation 成立Circular Economy 100平台，促成各國領先企業、地方政府及先進科技的合作，以加速邁向循環經濟。WRAP也有建立各式減少資源利用或廢棄物的子計畫，方便專注於同一議題做深入探討及推動，作法為定義此計畫目標欲減少的物質，針對該物質研擬回收策略，公佈於網站供各界參考。合作不限於國內，亦可跨國與歐洲及其他國合作，藉由與他國合作，如外貿協議，及出口

創新增物質使用效率的技術，直接及間接鼓勵資源的更有效率利用，以邁向資源有效利用的經濟成長。

商業模式策略的目的為改變人們的思維，與傳統的銷售量至上不同，以往的模式為增加商品銷售總量至上，不將商品做得堅固，以縮短顧客回購的時間，無形中增加了廢棄物的生成。循環經濟的商業模式則改變以往的思維，認為賣得少並不代表沒有賺頭，可藉由提升品質，提供維修及升級服務來延長產品的使用期限，增加顧客的忠誠度。除此之外，亦可由賣斷改為租賃，可使還擁有功能但已不符合擁有者需求的商品能再進入消費市場物盡其用，企業也會因為擁有商品的所有權，更有動機去製造耐久的商品。地方政府方面，最直接的策略為從公部門採購著手，採購較循環的商品。首先可由政府部門自身做起，定期衡量機關產生廢棄物，從中檢討可減少廢棄及再利用的部份。

2.1.2.4 中國循環經濟相關法令

中國大陸正加速循環經濟的發展與升級，以面對其環境與經濟當前的情勢挑戰。中國大陸主要資源人均佔有量遠低於世界平均水準，加上增長方式仍較粗放，國內資源供給難以保障經濟社會發展需要，中國大陸GDP約占全球的8%，但是消耗了全球53%水泥、18%能源和44%的鋼鐵，能源、重要礦產、水、土地等資源短缺矛盾將進一步加劇，重要資源對外依存度將進一步攀升，可持續發展面臨能源資源瓶頸約束的嚴峻挑戰。

自2009年起，循環經濟促進法於中國大陸開始施行，標誌著中國大陸循環經濟進入法制化管理軌道。公佈實施了《廢棄電器電子產品回收處理管理條例》、《再生資源回收管理辦法》等法規規章，發佈了200多項循環經濟相關國家標準。一些地區制定了地方循環經濟促進條例。目前中國大陸循環經濟的政策機制逐漸完善。

「中華人民共和國循環經濟促進法」。該法內容以「減量化、再利用、資源化」為主軸實現“十二五”規劃綱要提出的資源產出率提高15%的目標，資源循環利用產業總產值達到1.8萬億元。該法真正主要精神在於節約能源使用（節能），減少污染排放（減排），以循環經濟法將資源節約、環境保護和經濟發展結合在一起，規範主體所從事的經濟行爲活動。可見中國大陸循環經濟的出發點為解決國內環境問題，與英國等歐盟國家以經濟的持續發展與出發點不同，因此中國大陸的策略措施的重點也會有其特色，考量國內產業經濟發展的現況背景，強調處理國內的環境與經濟的共生問題。

對於循環經濟試點的區域或城市，循環經濟法並未訂出實際測量的指標，各試點單位因此自行擬定可執行的努力方向，循環經濟試點常用的指標可歸納幾大面向如下：

(一)能源或水資源消耗：如單位GDP所需能耗、單位GDP所需水耗

(二)廢棄物的妥善處理與再利用：如廢棄物綜合利用率、生活垃圾無害化率

(三)廢水處理與再利用：如廢水排放達標率、工業用水重複利用率

(四)污染排放：如空氣及水質污染物排放削減率或單位GDP增加值之空氣及水質污染物排放量

而在這些面向的指標中，往往以密集度的方式呈現，亦即以每單位GDP或每單位GDP增加下的能源與水資源使用，及每單位GDP或每單位GDP增加下的空氣污染排放或水污染排放等，顯示中國大陸循環促進法對於環境保護的態度是不得犧牲經濟發展的。

從法規制度來看，2008年8月經中國大陸全國人大常委會第4次會議上正式通過「中華人民共和國循環經濟促進法」。中國大陸採取「由下而上」的制度建立創造「循環經濟法」，換言之，循環經濟法著眼於各種環保法令問題，嘗試以建立「循環經濟試點」的執行經驗方式整合各種有關環保經濟的相關法令。其主要內容有：

- 建立循環經濟規劃制度
- 建立抑制資源浪費和污染物排放的總量管控制度
- 建立以生產者為主的責任延伸制度
- 強化對高耗能、高耗水企業的管理
- 強化產業政策的規範和引導
- 強化獎勵措施

此六項策略的內涵簡述如下：

(一)建立循環經濟規劃制度：要求縣級以上人民政府編制國民經濟和社會發展規劃、區域規劃以及城鄉建設和科學技術發展等規劃時，應當明確發展循環經濟的目標和要求；其次規定了編制循環經濟發展規劃的程式，並明確提出規劃應當包括資源產出率、廢物再利用和資源化率等具體指標。

(二)建立抑制資源浪費和污染物排放的總量管控制度：十三條規定：「縣級以上地方人民政府應當依據上級人民政府制定的本行政區域主要污染物排放總量控制指標和建設用地、生產用水總量控制指標，規劃和調整本行政區域的

產業結構，推進循環經濟發展。」並要求建設專案應當符合本行政區域的總量控制指標。

(三)建立以生產者為主的責任延伸制度：第十五條區分不同情況，對生產者等主體在產品廢棄後應當承擔的回收、利用及處置等責任作了明確規定。

(四)強化對高耗能、高耗水企業的管理：鋼鐵、有色金屬、煤炭、電力、石油石化、化工、建材、建築、造紙，及印染等行業中，年綜合能源消費量、用水量超過國家規定總量的重點企業，國家將對其實行重點管理制度。

(五)強化產業政策的規範和引導：定期發佈獎勵、限制和淘汰的技術、工藝、設備、材料和產品項目；禁止生產、進口或者採用列入淘汰項目的技術、工藝、設備、材料和產品。

(六)強化獎勵措施：

1.建立循環經濟發展專項資金

2.對循環經濟重大科技公關專案實行財政支持

3.對促進循環經濟發展的活動給予稅收優惠

4.對有關循環經濟專案實行投資傾斜

5.實行有利於循環經濟發展的價格、收費等政策措施

2.1.2.5 法國循環經濟相關法令

在因應國際能源發展與氣候變遷的議題上，法國正面臨著巨大的挑戰，如何降低化石燃料的進口依賴、避免環境污染、減輕民眾的生活負擔，並確保企業的競爭優勢，法國政府認為能源轉型將是個契機。此外，法國總統歐蘭德主張調降核能發電的比率，自目前的75%降至2025年的50%，這將牽動法國未來的能源結構。因此，法國政府於2012年11月啟動「全國能源轉型政策辯論」，並於2013年9月20日之環境會議上，向政府提交全國辯論的最終報告，提出推動能源轉型的必要路徑、目標以及執行建議，作為研擬能源轉型法草案之依據。

法國於2015年7月22日通過「邁向綠色成長之能源轉型法」，涵蓋共同目標、建築節能改善、潔淨運輸、循環經濟、再生能源、核能、簡化程序及共同行動等8大項。其摘要說明如后：

(一)能源轉型目標

法國政府為了透過能源結構的多元化，強化法國的能源自主與對抗氣候變遷的能力，提出國民、企業、地區及國家共同行動的架構，讓法國可以成功邁向綠色成長的能源轉型，首先在能源轉型法中揭示主要的中長期目標：

1.溫室氣體排放：到2030年減量40%，2050年減量75% (以1990年為基準)

2.最終能源消費：到2050年減少50%，2030年減少20% (以2012年為基準)

3.化石能源消費：到2030年較2012年減少30%

4.再生能源占比：到2030年提高至最終能源消費的32%(2020年為23%)、發電量的40%

5.核能發電占比：到2025年，減至50%。

(二)提高建築能效－降低能源費用、創造就業機會

法國建築部門為最大的能源消費部門，在2012年的能源消費中占44%，是能效改善的主要對象。主要目標為:

1.加快住宅的能源改善，每年提供50萬件的房屋改善案，對於燃料貧窮戶優先處理。

2.加強新建築的能源性能，到2050年所有新建築為低耗能建築。

3.創造75,000個就業機會。

(三)發展潔淨運輸－改善空氣品質，保護國民健康

運輸部門是法國溫室氣體排放量最高的部門，在2011年占總排放量的27%。道路運輸是空氣污染的主要來源，占全國顆粒物排放量的15%和氮氧化物排放量的56%。主要目標為：

1.加強管制空氣污染的能力

2.減少對化石燃料的依賴

3.加快車輛更換為低排放車

4.到2030年電動汽車充電站擴充至700萬座

5.到2020年，法國10%的運輸將會使用再生燃料(再生能源電力、生質氣體、先進的生物燃料、氫氣等)，到2030年，提高至15%。

(四)推動循環經濟－管控廢棄物、推動產品的回收設計

法國推動循環經濟轉型的目的是減少資源的浪費、確保法國經濟的原料供應、降低對環境的衝擊、促使地區的工業再造、限制生產不可重複使用的產品，以及增加法國企業的競爭力。主要目標為：

1.經濟成長和原物料消費的逐漸脫鉤

2.到2020年家庭廢棄物減少10%

3.到2020年回收無害廢棄物55%，到2025年65%

4.到2020年回收建築和公共工程廢棄物的70%

5.到2025年廢棄物掩埋量減少50%

(五)促進再生能源發展－能源多樣化、強化國內資源

法國擁有龐大的土地資產優勢，將成為再生能源的主要生產國。2012年的最終能源消費中,14%來自再生能源,目標是2020年占23%、2030年占32%。能源轉型法將大力推動再生能源發展，以確保法國能源的自主性、資源多樣化，減少溫室氣體排放，創造就業機會。主要目標為：

1.未來15年要將再生能源的比率提高一倍

2.促進再生能源更好地整合於電源系統

(六)提高核能安全－加強國民的核能知識

能源轉型法將更進一步提高核能安全的透明度，並公開資訊。法國目前有19座核電廠，58座核電機組，其中80%的核電機組在1977年至1987年之間開始運轉服務,陸續將進入除役的階段,因此對於核電廠拆解和核廢料儲存，將建立高效的且嚴格的環保條件。核能發電的發展目標是到2025年降低發電量占比至50%，並將容量限制在目前的63.2 GW。主要目標為：

1.明確規定營運商在核能安全上的責任

2.強化法國核能安全管理局(ASN)的獨立監督角色

(七)簡化與明確的行政程序－提高效率與競爭力

在推動能源轉型的過程中，有程序和標準的問題，包括環境法規、城市規劃和能源供需，需要很長的時間獲得授權。特別在沿海地區有這種情況，造成很難透過海底的互連網連接至海上的能源供應。離岸再生能源的行政決定往往需要耗費達8年的時間，影響廠商的投資意願。為加快所有再生能源的部署，並將它們連結到國家運輸和配送網，必須排除法規限制，以提高行

政效率和競爭力。

(八)共同行動－國民、企業、地區與國家共同採取行動

能源轉型法的成敗關鍵在於政府與民間的合作。該法案將授權法國政府採取「國家低碳戰略」和「多年期能源計畫」二項管理工具，並透過政府與地方的計畫合約，共同合作進行能源轉型工作。此外，支援地方專案，推動區域能源氣候計畫，建構成能源轉型的行動框架。對於企業來說，特別是工業部門，將受益於強大的支援，包括簡化程式、獲得資金與技術的援助。對於民眾也將收到更好地資訊，並將獲得財務和技術的支援，提供參與當地再生能源生產、購買潔淨車輛和脫離燃料貧困之機會。

法國為了未來能源可以獨立、經濟具競爭力、保護國民健康與環境、對抗氣候變遷等，致力於能源轉型，經過將近3年的推動，終於在2015年7月完成「邁向綠色成長之能源轉型法」的立法工作，確定共同目標，並讓政府後續推動的能源轉型工作有了重要法源依據。該能源轉型法涵蓋共同目標、建築節能改善、潔淨運輸、循環經濟、再生能源、核能、簡化程序及共同行動等8大項。後續推動的計畫與行動方案將陸續公布，其執行成效值得持續關注。

2.1.2.6 國外建材相關循環經濟推動措施

一、歐盟BAMB 2020計畫與荷蘭經驗

建材銀行BAMB（Buildings As Material Banks），是一個於2015年9月啟動、由荷蘭主導、歐盟8個國家共同推動的建築循環經濟計畫。建材銀行的計畫將一磚一瓦從廢棄的層面拉升至具經濟價值的商品，而確保商品的價值，則是循環經濟的核心目的。

在這個計畫當中有6個子計畫（如圖2-2），其中推動建材護照（Materials Passports）與可逆的建築設計（Reversible Building Design）可說是兩大基礎，用以支持資料管理（Data Management）、新的經濟模式（Circular Building Business Models）、政策基準（Policies and Standards），以及實場驗證（Case Studies and Pilot）。

計畫中提及三個重要的系統改變，包含了設計文化的改變（Change in design culture）、價值定義的改變（Change in value definition），以及不同業種間的合作模式需要改變（Change in collaboration across all actors）。

(一)建材護照（Materials passport）

為了掌握使用期間中能夠再次使用建築的產品、構件或材料，建築構造本身需要具備充足的資訊。這些關於建築構造或性能的資訊，在過去大多利用現況調查或是模式計算來取得，進而探討是否能夠進入循環系統。建材護照就是讓每個建材在生命週期中持續具備（紀錄）一定的資訊，以提昇未來建材再利用的可能性（如圖2-3）。

建材護照的實施仍然需要依賴許多先進的技術，而建築資訊模型BIM (Building Information Model)系統中的3D設計工具，儲存了建材相關的資訊，可說支持這個做法最基礎的技術。然而，真正的挑戰則是如何在長達50-100年建材的生命週期中一直持續監測、記錄這些資訊，直到被拆除?

這個亟待被建立的建材監控與紀錄的體制，需要由營造團體與物業管理機構共同來組成，而這些資訊也需要在政府的管理之下被保存。而建材護照的概念也被期待可以促進建築設計業朝向可逆的設計發展。

建材護照（material passport）的概念是由Maayke Damen於2012年所提出的（Damen, 2012）"A resources passport for a circular economy"，並綜合分析了建材護照的優點與缺點如下：

優點

- 物業管理會因建材護照的使用而有一個新的系統，建材護照可讓我們掌握建築物未來材料再利用的可能性，也是另一種環境足跡的呈現方式，可讓我們限制對環境的衝擊。
- 建材護照可讓人們對於建築構造的細節與性能更加理解，這對於不動產業者與金融機構在估價與融資上的管理有很大的助益。
- 透過審視建築的價值，可引導新的金融商品與金融政策（如更高的抵押價值）發展，以更確實地反映不動產的實質價值。
- 如果不動產有違約的問題，可藉由拍賣建築構件而非拍賣整個不動產來獲取殘值。

缺點

- 建材護照必須持續記錄各項材料、產品的最新狀態，也就是建築物的所有狀況變更都需要被記錄在護照當中，這個頻率可能隨使用狀況而異。然而這個持續紀錄的效益可能需要數十年後、建築物被拆除時才會產生。
- 二手材料的市場目前仍在起步階段，目前仍無法支持建築材料被再利用時的最佳化設計。此外，建築構件（components）層級的品質與性

能基準需要被建立，以確保再利用時的品質與性能。

- 建材護照仍未有明確的基準，建材護照至少要能在生命週期的最終階段提供（證明）可再利用的用途，或者在建築的使用期間提供需要額外投資以確保符合市場規格的資訊。
- 需要綠建築體系相關的立法，促進提供不動產服務的發展而非所有權，且需要支持建材護照廣泛地被採用。
- 資訊的基礎建設需要能夠支持建材護照的實施。
- 建築與土木工程的工會團體需要支持並開發建材護照，確保這些材料資訊在政府管理之下被使用。

圖2-2 BAMB 2020官方網站與6大計畫

(資料來源：http://www.bamb2020.eu/)

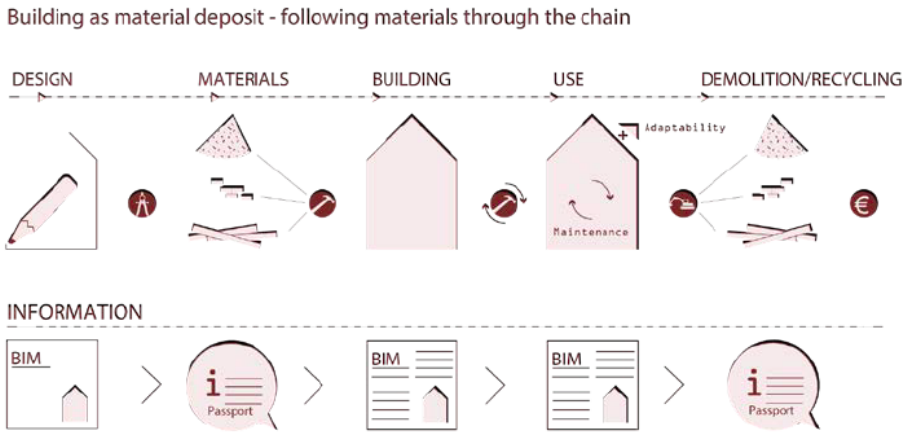


圖2-3 建材護照的運作與BIM的搭配

(資料來源：Schut et al., 2015)

(二)荷蘭推動建材循環經濟的經驗

荷蘭是一個推動循環經濟不遺餘力的國家，在政府各個部門都致力於推動循環經濟的政策。而關於建設部門（sector of construction）當中對於循環經濟的推動，Schut et al.(2015)協助荷蘭政府基礎與環境部IenM(The Ministry of Infrastructure and the Environment)所出版的營建業推動循環經濟研究報告中指出建設部門使用了相當大量的材料，並製造大量的廢棄物。而這些建設資材相關的物質流比起家庭垃圾來得大許多倍，需要有效的管理。在大地、道路、水利設施等基礎建設當中推動建材的循環，可說是最優先的項目。其中，有幾個較為創新的政策方向如下：

1.建築設計業的循環設計（Circular Design）

- 低加工材料設計（Low-material design）。
- 模組化設計（Modular design）。
- 被動式設計（Adaptive design）。
- 可拆解設計（Design for deconstruction）。
- 從搖籃到搖籃的重複利用設計（Design for recycling/ Cradle to Cradle）。
- 為了設計的循環再生（Recycle for (circular) design）。
- 建材護照（Materials passport）。

2.從LCA（Life Cycle Analyses）到MCA（Multi Cycle Analyses）

- 藉由荷蘭環境國家資料庫NMD（Nationale Milieudatabase）可進行生命週期成本分析LCC（Life Cycle Cost）與多循環成本分析MCC（Multi-Cycle Cost），藉以促進經濟活動。
- 在MCC當中可以發現長壽命與重複利用的建材的成本較低，藉以促進產業採用這些建材產品。

3.循環採購（Circular Procurement）

- 荷蘭政府推動「循環採購」，可說是「綠色採購」的延伸，藉由政策促進循環經濟的發展。

4.分攤創新產業的風險（Risk sharing in innovative projects）

- 荷蘭政府為了鼓勵創新，執行了稱為Inkoop Innovatie Urgent（Innovation Procurement Urgent）的計畫，也就是政府可以增加2.5%的採購金額在創新技術上。
- 在荷蘭，政府也是建築結構材料的所有者，因此考量建築結構的長壽命化與維護管理的成本，這個做法可以維護公眾利益並發揮循環經濟的效益。

5.以金融手段促進循環經濟（Financial/ economic instruments）

- 金融投資工具(如碳稅)可說是促進營建工程材料減碳的重要驅動力，根據對象採用資源稅（或環境稅）同樣是有效促進循環經濟的工具。
- 荷蘭所採行的不動產稅金WOZ tax (Dutch Valuation of Immovable Property Act)，可以依據建築的環境性能，包含轉化為新建築物的價值，給予差別的稅率。這個稅金評估包含住宅強制實施的能源標籤（energy label），也包含使用環保材料。
- 荷蘭政府透過國家抵押擔保計畫（Nationale Hypotheek Garantie），來確保壽命較長的建築物，（抵押時）可以得到較佳的殘值評估。

二、日本建設循環法

日本建設循環法（正式名稱「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」）是針對「特定建築材料」強制進行分類拆除，以及特定建築材料廢棄物再資源化的法規(日本循環型社會之法律體系如圖2-4，日本建設循環法之系統如圖2-5)。本法於2000年（平成12年）5月31日公告實施，主要內容包含以下3項：

- 強制規定特定建築材料進行分類拆除，以及建築材料廢棄物的再資源

化。

- 委託單位或自行施工者需於施工前提出申請，並檢具書面報告。
- 拆除工程的業者的登錄制度，以及技術管理者的拆除監工制度。

拆除工程業者的登錄制度於2001年5月30日起施行，而其他部分（包含強制分類拆除與再資源化、施工前申請等）於2002年5月30日起施行。對於違反本法令者，訂有相對應的罰則。

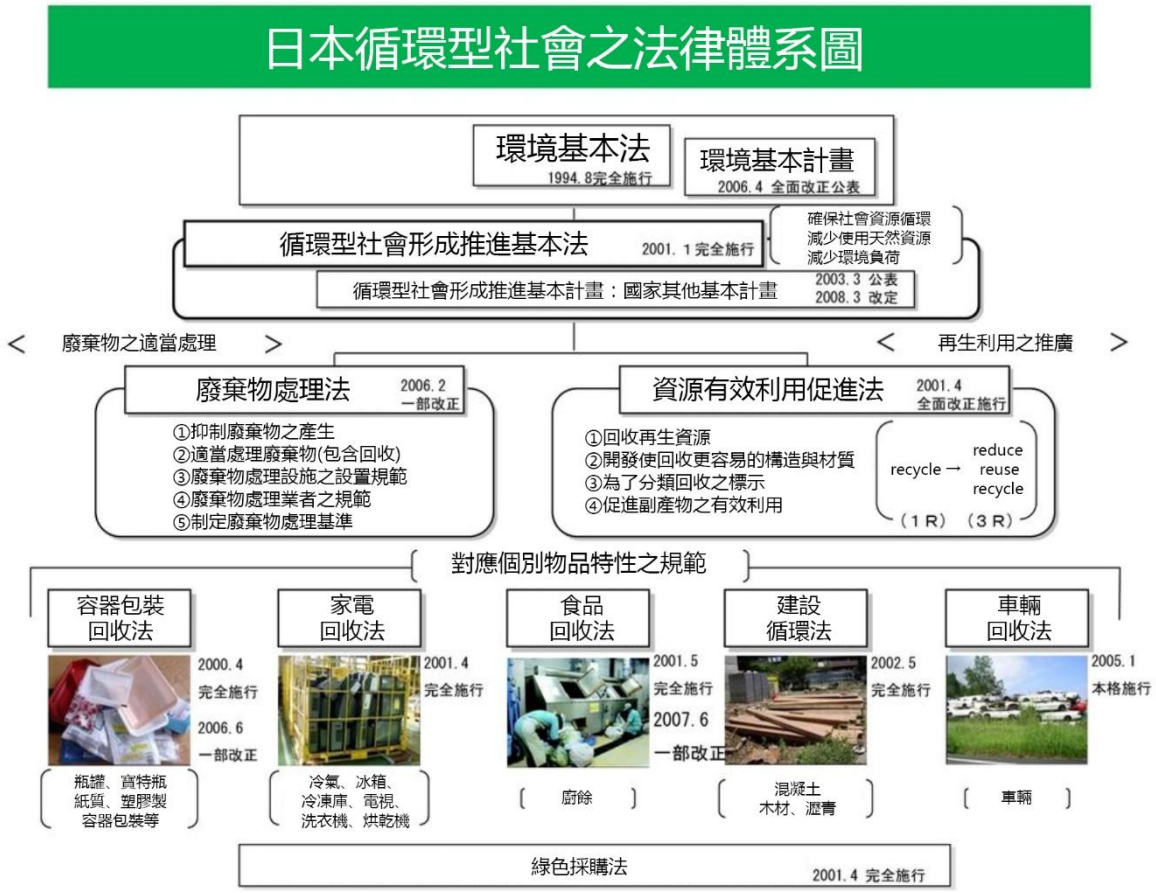


圖2-4 日本循環型社會之法律體系圖

(資料來源：http://www.pref.ehime.jp/h15700/4731/hou/images/houtaikei.png)

日本建設循環法中針對使用特定建築材料（混凝土、瀝青、木材）的工程，規定了分類拆除與再資源化的義務。所管制的對象包含：

- 總樓地板面積80 m^2以上的建築物拆除工程。
- 總樓地板面積500 m^2以上的新建或增建工程。
- 總工程費1億日圓以上的修建、改建工程。
- 總工程費500萬日圓以上的雜項工作物拆除或新建工程。

首先，受到管制的工程進行的7日前，需提送拆除計畫至地方政府進行審查，而該工程的契約中，必需明訂拆除與再資源化所需之費用。除此之外，為了確保工程的品質，拆除工程的業者需獲得該地方政府的登錄制度。

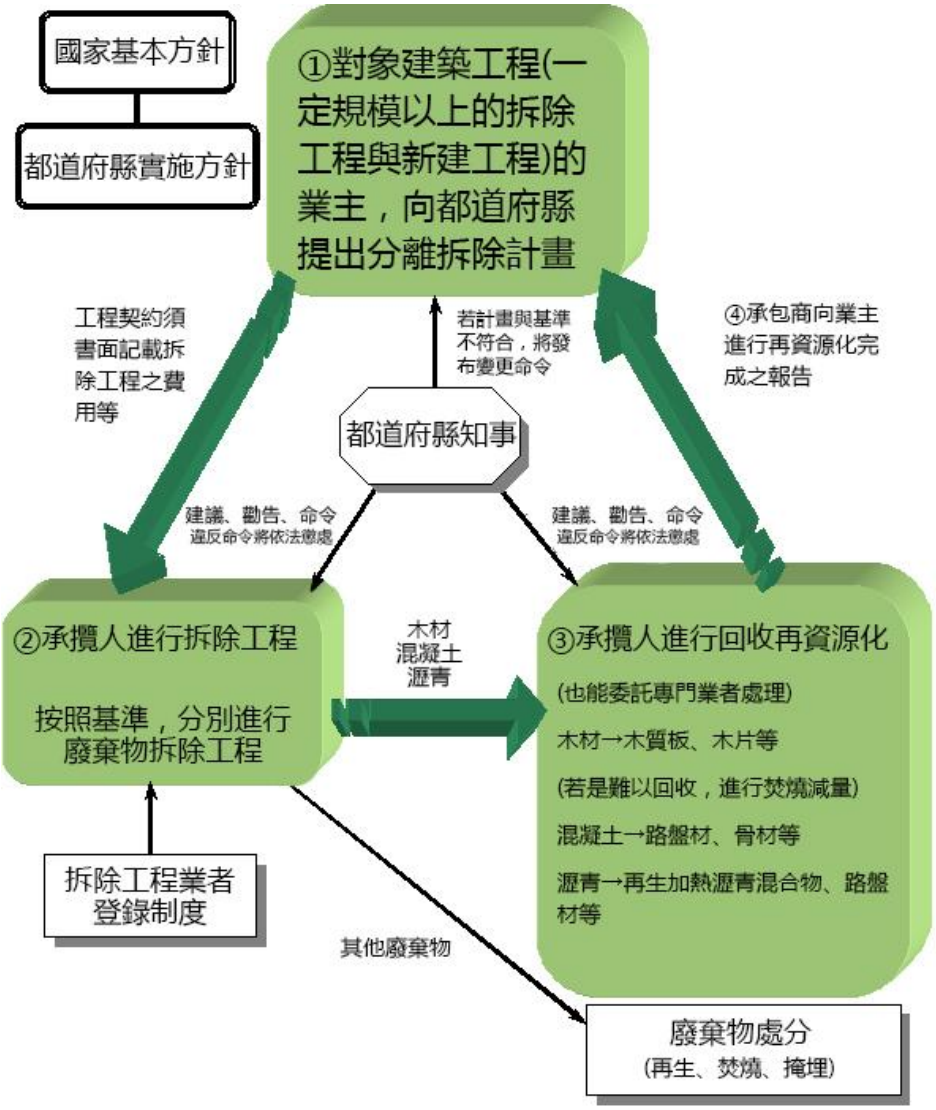


圖2-5 日本建設循環法之系統圖

(資料來源：https://www.env.go.jp/recycle/build/gaiyo.html)

(一)建設循環法實施要點方針

1.基本理念

為了順利推動住宅和社會資源的維護和更新，必需有效利用建築物中積累的建築材料，並減少建築材料廢棄物。因此，建築材料的開發製造、材料選擇、拆除工程、廢棄物處理等各個階段應考慮以下項目：

- 製造使用壽命更長，並且能分離拆除的建築材料；
- 建築材料廢棄物減量及廢棄物再利用；
- 促進建築材料回收利用；
- 建立資源循環型社會經濟體系，以及建築材料的回收成本負擔機制。

建築材料資源循環利用的概念，源於循環型社會推進基本法（2000年法律第110號）以及建設再利用推進計畫。該理念認為，首先應限制建築廢棄物產生，並再利用建築工程中使用的建築材料。對於實施這些措施後依然產生的廢棄物，再進行材料回收。若從技術難度、環境負荷程度、區域限制等方面來評估仍無法實施材料回收，會進行下一步的熱回收。另外建築材料廢棄物，應根據廢棄物處理法（1954年法律第137號）進行適當處理。

2.適用建築工程

建築工程規模之基準：

- 總樓地板面積80 m^2以上的建築物拆除工程。
- 總樓地板面積500 m^2以上的新建或增建工程。
- 總工程費1億日圓以上的修建、改建工程。
- 總工程費500萬日圓以上的雜項工作物拆除或新建工程。

對象建築工程與回收再資源化之設施的距離在50 km以內適用此法，若是對象建築工程不在此範圍內且受到地理與交通條件的限制影響，依據經濟上的考量，不需使廢棄物再資源化，而只需減量。

3.特定建築材料再利用方面，關係者的角色與義務

建築材料製造者

參與建築材料製造的人員，在製造過程中應注意：

(1)開發和製造材料時減少邊角料產生。

(2)清楚標示使用材料的材質與品質。

(3)必須使用不含有害物質的材料，並避免使用難以回收的建築材料。

建築設計者

從事建築物設計的人員，設計建築物時應考慮：

(1)減少邊角料產生。

(2)考慮建築材料是否容易分解拆除。

(3)選擇使用便於再利用之建築材料，並降低所需成本。

(4)盡量選擇不含有害物質的建築材料，且不使用難以回收的建築材料。

業主

對象工程之業主在發包訂單時，法律規定之書面文件需要包含以下資料：

(1)分解拆除方法。

(2)拆除工程所需費用。

(3)回收設施的名稱和位置。

(4)回收所需費用。

業主應明確指示承包商回收建築材料，並受理承包商關於再資源化特定建築材料廢棄物完成之報告書並確認其內容，若是承包商沒有適當進行再資源化，需盡快通知政府機關。

自主施工者

自行建設無分包合同的人員,在施工建設工程時,應當遵守法律規定，出具書面文件，並對特定建築材料做相關處置。

主承包商

主承包商在承攬對象工程的同時，有以下義務：

(1)向業主與分包商說明特定建築材料的分解拆除計畫。

(2)工程契約內必要事項之記載。

(3)特定建築材料的回收實施。

(4)特定建築材料廢棄物回收完成後，向業主報告並保存記錄。

主承包商擔任促進建築材料回收之中心角色，須明確指導分包商與委託廠商達成建築材料回收。

建築工程施工者

建設工程施工人員在施工時，須回收特定建築材料，另外，也鼓勵施工人員選擇適當建築材料，並開發更好的建築材料分離拆除技術。

建築材料廢棄物處理者

無論是委託他人處理建築材料廢棄物，或自行處理建築材料廢棄物之人員，都應妥善施行建築材料回收利用。

政府

結合國家政策，在公共工程項目中主動推廣特定建築材料的回收利用。

4.申告流程

申告流程如圖2-6，包括：

(1)承包商須在簽訂工程契約前向業主書面解釋施工內容與細節。

(2)工程契約中得註明分解拆除的方法、拆除和回收所需的成本、再資源化設施的名稱與地址等。

(3)業主須在施工開始前七天提交申告表。

(4)若是申告表不符合標準，地方政府將在7天內發布計畫更改命令。

(5)若是承包商將工作分派給其他廠商，應向分包商說明與①相同的內容並簽訂工程契約。

(6)若是分解拆除與再資源化方案需要修正，地方政府可能會向業主提供建議、勸告和命令，也可能會要求報告或進行現場檢查。

(7)承包商完成廢棄物再資源化後，以書面形式向業主報告，並保存實施狀況記錄。

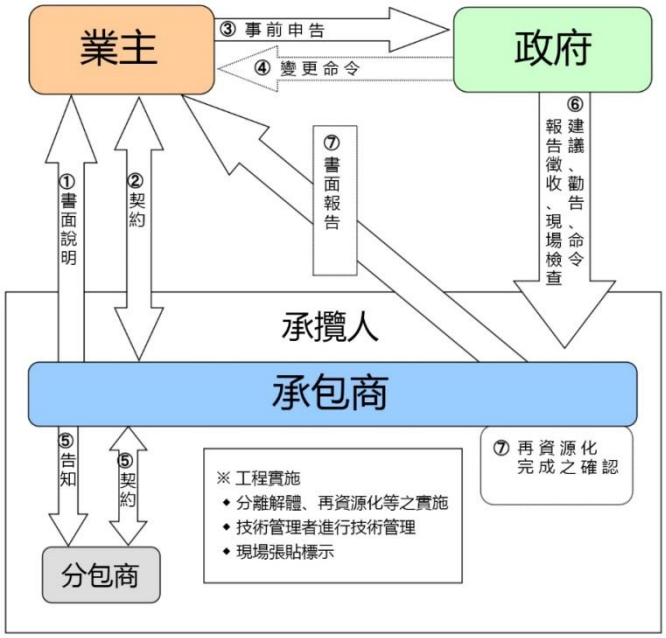


圖2-6 工程發包到申告完成之流程圖

(資料來源：http://www.city.yokohama.lg.jp)

5.設定回收率之目標

為了達到有效利用資源與減輕環境負荷之目的，實行建築循環法需要統一的努力目標。考慮產生的材料廢棄物量與特定建築材料廢棄物再利用的現況，2010年度的再生利用率目標如表2-9所示：

表2-9 日本政府的再生利用率目標

特定建築材料廢棄物	目標回收率
混凝土	99%以上
木材	99%以上
瀝青	99%以上

(資料來源：http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/recy/recy_07.pdf)

6.特定建築材料廢棄物再資源化之策略

混凝土

透過粉碎、分選、去除雜質、調整粒徑、製成再生碎石、再生混凝土沙、再生混凝土用骨材等工法，可用於道路、港灣、機場、停車場以及建築物敷地之鋪面，或作為建築物之回填材料。

木材

透過破碎篩選，除去雜質後，用為木板堆肥等原料，也可用於燃燒來獲得熱能。不過在難以回收的情況下，可於適當的設施焚燒來減量。

瀝青

透過破碎、挑選、去除雜質、調整粒徑等方法，可製成再生加熱瀝青穩定化處理混合物、表層基層用之再生加熱瀝青混合物和改性再生瀝青混合物，用於道路鋪面之表層材料。此外也能用作道路、建築物回填材料或再生骨料等。

其他 (塑膠類、石膏板、玻璃、金屬、岩棉等)

經過拆解後，與這些建築材料的生產商合作並回收利用，盡量按類型分類。

最終處分

為了處理難以回收的建築材料廢棄物，不會污染環境之工業廢棄物，應與會污染環境之工業廢棄物分離，而後分別進行最終處理。

7.促進再生製品利用之對策

為了促進特定建築材料廢棄物之回收利用，須回收施工產生的建築材料廢棄物，也應積極推廣再生材料之使用。利用再生製品時，須考慮產品品質、環境安全性、保護自然環境。

關係者的角色與義務

- 建築材料製造者：開發和生產建築材料之再生製品，並積極推廣銷售。
- 建築物設計者：設計時積極向業主提案使用再生製品。
- 業主：盡量選擇使用再生製品。
- 自主施工者：盡量選擇使用再生製品。
- 建築工程施工者：盡量使用再生製品，並向業主說明。
- 建築材料廢棄物處理者：確保再生製品的品質以及對於環境的安全性。
- 政府：在公共工程項目中，主動推廣使用再生製品。

8.其他重要事項

適當的費用負擔

為了妥善實施建築材料之回收利用，所需成本應適當地由業主和承包商承擔。業主或自行施工者須明確認知自己有義務支付回收建築材料所需成本，並妥善承擔。承包商也應以書面形式向業主充分解釋建築材料之回收利用成本，以收取合理費用。承包商與分包商須適當承擔部分成本。

減少有害物質產生

拆除與處理建築材料以及處理建築材料廢物的過程中，利害關係者應遵守廢物處理法、空氣污染控制法（1964年第97號法）、戴奧辛特別措施法（1999年第105號法）、職業安全與衛生法（1972年第57號法）、特定產品有關之碳氟化合物收集與銷毀法（2001年第64號法）等相關法律和法規，除了抑制有害物質產生，當有害物質產生時，須正確處理以防止其影響周圍環境。

(1)多氯聯苯（PCB）

拆除工程開始之前，先檢查建築物內有無PCB電器，以及是否有包含PCB之密封材料；對昭和47年之前建造的建築物，加強調查螢光燈和路燈等設備。對於這些已確認有使用PCB的電器設備與密封材料，在拆除建築物之前，應先拆除這些設備，並根據《促進產品正確處理的特別措施法》（2001年第65號法），採取適當的廢棄措施。

(2)蓄電池

拆除工程開始前，先檢查建築物內變電箱、緊急照明和火災警報等設備，確認是否使用鉛酸蓄電池和鎳鎘蓄電池，並先行拆除。而後透過與蓄電池製造商合作，進行適當回收。

(3)石棉

石棉通常作為建築物牆體之耐火覆蓋材，也用作牆壁、天花板、地板、空調設施等的隔熱材料或輕質建築材料。拆除工程開始之前，應檢查建築物中石棉的使用情況，並在拆除工程進行中，防止石棉散落並妥善處理產生的廢棄物。

(4)CCA・氯丹類・雜酚油

塗布CCA、氯丹或雜酚油之木材應與其他部分分離，並在垃圾處

理場進行焚化或掩埋。

(5)氯氟烴類

根據特定產品有關之碳氟化合物收集與銷毀法,須在拆除工程前委託特定回收業者，再拆除設備中用作製冷劑的碳氟化合物。

(6)其他有害物質

其他有害物質須遵守相關法令進行適當處理。

(二)日本建設循環法特色與重點探討

或許是為了容易快速落實，與歐盟或荷蘭之循環經濟法令相較，日本之建設循環法較偏重傳統之廢棄物處理處置與再利用，對於上游之建築物與建材創新設計，與類似建材護照之建材資訊，著墨較少，但對於實際執行時之資源、各參與者責任、與目標回收率及有害物質處理，規定十分詳細，值得我國參考。

該法基本精神雖然同樣提及應製造使用壽命更長，並且能分離拆除的建築材料，另也要求建材設計者，應設計可拆解回收或重複使用之建材，然而在法令後段明定之目標值，仍以建築之拆除流程，與各類資材之再生利用率為主,對於上游之建築與建材可拆解可回收設計,或因其推動較為緩慢耗時，且一般而言建築與建材之可拆解可回收設計，除其本身設計外，更重要之影響為建築拆解業與再生建材業者，是否已發展出足以配合之商業模式或再利用體系，因此目前仍然難以訂定可數量化之可拆解可回收設計標準或目標。

回到我國綠建材標章，由於整體建築之可拆解可回收設計茲事體大，恐非單以綠建材標章制度可獨力推動，故本計畫著重於單以綠建材標章產品而言，應如何配合打造適合推動循環型建築之條件，提升整理綠建材標章產品之循環經濟性，此點將於下節，與國內外相關法令共同分析討論。

2.1.3 國內外相關法令範例探討分析

以下針對前述之國內外循環經濟相關法令範例討論進行討論，並就我國綠建材標章可借鏡處加以分析。

首先，目前我國綠建材標章之循環經濟推動，最主要之部分即為再生綠建材，而最相關之基礎法令仍為廢清法與資再法。經過比對，目前再生綠建材標章產品主要使用之資源循環材料,絕大多數為經濟部公告之可再利用廢棄物，與環保署公告之再生資源，故就現況而言，目前之再生綠建材標章產品，其循

環材料來源與使用應無法令面之困難，後續應留意處在於法令之修正，與新型再生綠建材是否引發新增之法令調整需求。其次，為因應環保署107至109年資源回收再利用推動計畫所訂之廢棄物再利用率，應落實再生綠建材產品審核認可與推廣之推動策略。

而整體彙整歐盟、荷蘭、日本之循環經濟相關法規，大致可以發現以下重點：

一、循環經濟思維，雖然各國多由傳統之廢棄物處理開始發展，然而目前已轉化為對資源有限之狀況提出對策，以歐盟為例，推動循環經濟之重要基礎在於如何提高資源效率，推動生態化設計與創新，由前端提高建築或產品之可循環性，再配合後端之回收再利用，循環使用資源。

二、依歐盟研究結果，一般可以用以下四個關鍵性行動，達成追求循環經濟之目標，包括：

(一)重新設計產品與製程，使之可以在一個密閉循環中運作，從而減低或消除對環境與人類的衝擊。

(二)建立或改善產品生命週期終端之物質流收集與回收系統。

(三)建立區域性之物質交換網路。

(四)收集、管理、交換與資源相關之資訊

三、就產品面而言，循環經濟應依據產品之生命週期，由前端向後發展，亦即由產品之設計階段開始，便應納入循環經濟思維，而非僅針對產品之廢棄、回收、再利用進行努力。

四、無論歐盟、荷蘭、或日本皆強調建築與建材業，消耗大量資源並產生大量廢棄物，為重要之循環經濟標的行業。

五、荷蘭之建材銀行模式，模式結合了資源回收與商業模式的概念，必須從建築設計與施工，就想到未來建材的再利用，故就建材本身而言，可拆解並重複使用之建材設計，與充分完整之建材資訊，為必要之配合條件。

六、日本之建設循環法，已納入循環經濟思維，要求建築與建材應由設計階段便納入循環經濟考量，然而或許受限於市場現況，其主要訂定之強制性目標，仍以建築新建拆除之流程、廢棄物再利用率、與有害物質處理流程等為主。

以下針對前述之國內外循環經濟相關法令範例討論進行討論，並就我國綠建材標章可借鏡處加以分析。

參考以上外國法令與模式，並重新檢視我國綠建材標章之循環經濟推動現況，發現提升綠建材標章循環經濟潛力最大之部分，應在於自源頭引入資源效率提升之概念。

目前我國綠建材標章，對於循環經濟之要求，基本上集中於再生綠建材對於資源循環材料之使用率或摻配率，然而此一方式依歐盟循環經濟觀點評估，仍屬於「具備回收再利用」之經濟模式，相較於理想之「循環經濟」模式，尚有提升空間，二者之最主要差距，便在於是否引進「生態化設計」，以提升資源效率。

綠建材標章共分四類，其中「再生綠建材」大約僅占整體綠建材標章產品之一成上下，然而推動循環經濟為政府之重要政策，是故提升剩餘九成綠建材產品之循環經效益，其成效明顯不輸於針對一成之再生綠建材精益求精，二者不可偏廢。

在再生綠建材部分，本計畫已有其他相關工作內容，包含進行再生綠建材產業鏈結、辦理示範觀摩、新增評定規則項目等，在此不予贅述，然而，參考國外循環經濟思維，針對如何提升生態、健康、高性能綠建材之循環經濟效益，提出數點建議。

短期建議：

一、將循環經濟要求融入四大類綠建材標章中。再生綠建材除使用回收材料生產外，各類之綠建材產品也可要求盡量使用回收材料，更重要的是，產品廢棄後仍可回收再利用。以全生命週期角度考量，確實符合綠建材循環經濟之目標。

二、應鼓勵可維修、替換之綠建材產品，綠建材標章中可要求訂定產品保固期或業者保證服務與提供零配件之年限。依據外國標章經驗，要求重新設計標章產品，提高其使用年限或資源效率，時常受限於產品或材料技術，未必立即可以看見結果，故時常透過提升產品之可維修或可升級性，延長產品之服務年限，並確保業者持續提供維修、替換服務，以提升資源運用效率。然而，綠建材標章產品種類複雜，適用之產品項目須預先篩選。

三、針對再生建材產品，訂定優先申請再生綠建材規定。經查詢綠建材資料庫，發現似有部分理應申請再生綠建材之產品，選擇申請其他種類之綠建材，以致未能凸顯其循環經效益。雖然由於民眾偏好，許多業者認為申請健康或高性能綠建材標章較具市場價值，然而綠建材標章

並未禁止同一產品重複申請不同種類之綠建材，故應要求使用資源循環材料製造之產品，應優先申請再生綠建材標章，該產品應於取得再生綠建材標章後，才能申請其他項目之綠建材標章，以配合。

中、長期建議：

一、建立綠建材標章產品基本資訊，由國外經驗與荷蘭建材銀行範例，可知即使願意重複使用廢棄建材或營建廢棄物，清楚掌握其材料內容與特性仍然十分重要。目前再生綠建材標章產品多使用工業廢棄物再生，其成分較穩定且統一，故業者可據此控制再生製程。然而，未來無論推動綠建材重複使用或再生利用，再利用者皆須要了解建材之材料或特性，故有必要發展類似建材護照之產品基本資訊，與再利用注意事項。然而建材使用時間長久且建築結構複雜，如何確保資訊長久存在且於拆除時可被取得，仍需參考國外資料。

二、於綠建材標章通則中納入可拆解、可重複使用之設計要求。為提升資源循環材料價值，並提高建材重複使用之可行性，未來仍應將可拆解、可重複使用之設計要求納入綠建材標章規範。此類求未必全然僅與產品本身設計相關，許多時候亦與產品使用或鋪設之工法相關，例如產品連接方式、是否使用黏著劑、拆卸時是否需要破壞建材等。若產品設計施工時便考慮後續拆除循環需求，提高拆解後之建材完整性，其價值會同步提高且增加使用者之重複使用意願。

三、定期檢討綠建材通則對有害物質之限制。目前全球持續加嚴對各類產品之有害物質限制，日本之建設循環法亦特別要求建築拆解產生之有害物質需依相關法規謹慎處理。由於今日生產之綠建材標章產品，未來皆會變成資源循環材料，所生產之再生建材須符合未來更嚴格之有害物質標準，故有必要預先因應，採用較嚴謹之有害物質限制，以打造更適合推動循環經濟之環境。

四、訂定綠建材標章產品資源使用效率。因應循環經濟需求，近期發現許多外國標章，開始管制產品資源使用效率，此處所指之資源並非單指建材使用之材料，更擴及產品生產過程使用之資源，例如每噸產品消耗之水、電，排放之CO_2，或廢水/廢氣中之汙染物總量等，此類要求最早僅見於歐盟標章標準，但近來逐漸擴大至紐、澳等英語系國家，在循環經濟趨勢下，預期此類要求應會日漸普及，長期而言，綠建材標章制度亦須考慮是否引進，並預先規劃配套之驗證查核調整。

五、循環經濟有別於傳統之資源回收經濟。資源回收經濟僅止於線性的廢

棄物產生→回收利用；而循環經濟必須考量多重性的循環，回收在利用後的產品，使用廢棄後仍可再重複回收，但並非僅限於原生產端，而可做為其他產品之再利用原料來源，建立上、中、下游產業體系，才是推動循環經濟的關鍵。

2.2 綠建材產業導入循環經濟模式架構分析

2.2.1 資源循環材料流向與流量調查分析

國內可作為綠建材之料源包括礦石類、陶瓷類、玻璃類、木質類及有機高分子聚合物類等各種無害性回收材料。依據統計，台灣每年玻璃類製品生產量約為78萬公噸，並且玻璃為100%可回收再利用的材料，依內政部建築研究所之《綠建材解說與評估手冊》內容，以回收玻璃為原料可產製之再生綠建材達12類(如表2-10所示)；此外，台灣每年陶瓷類製品生產量約為43萬公噸，與玻璃相同均為100%可回收再利用的材料，依內政部建築研究所之《綠建材解說與評估手冊》內容，以回收陶瓷為原料可產製之再生綠建材達13類(如表2-11所示)。

綜上所述，本計畫初步研究發現，以回收玻璃及陶瓷類為產量大，為具資源循環潛力之材料，且上中下游產業體系完整，因此本工作分項以玻璃及陶瓷進行調查，以作為後續建構綠建材循環經濟模式架構之基礎，詳細分析說明如下：

表2-10 綠建材標章之可以利用回收玻璃之建材產品項目

項目	建材項目	可使用之回收材料	回收材料使用比率 (重量百分比)
1	高壓混凝土地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率如下： A級：20 %以上。 B級：30 %以上。 C級：50 %以上。
2	混凝土空心磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率如下： A級：20 %以上。 B級：30 %以上。 C級：50 %以上。
3	混凝土粒料	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料之比率如下： 細粒料應佔80 %以上。 粗粒料應佔50 %以上。
4	陶瓷面磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	依CNS9737之區分，Ⅰa與Ⅰb類之回收材料使用比率應15%以上；Ⅱ類之回收材料使用比率應

項目	建材項目	可使用之回收材料	回收材料使用比率 (重量百分比)
			15%以上；Ⅲ類之回收材料使用比率應25%以上。
5	普通磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料乾重比率40%以上。（1種磚、2種磚、3種磚皆同）
6	輕質混凝土嵌板	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。
7	裝飾用珠狀粒料	回收**廢玻璃**、陶瓷廢料等。	回收材料佔總重量70%以上。
8	透水性混凝土地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。
9	合成石	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害性之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、石質等。	回收材料佔總重量60%以上。
10	綠混凝土(R類)	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收粒料佔總粒料之比率（重量）20%以上。
11	高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔60%以上。
12	磨石子板、磨石子地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、**廢玻璃**、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。

(資料來源：2015年版綠建材解說與評估手冊)

表2-11 綠建材標章之可以利用回收陶瓷之建材產品項目

項目	建材項目	可使用之回收材料	回收材料使用比率 (重量百分比)
1	再生纖維水泥板、纖維水泥板及纖維強化水泥板	廢棄混凝土材料、無害性之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。
2	高壓混凝土地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率如下： A級：20 %以上。 B級：30 %以上。 C級：50 %以上。
3	混凝土空心磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率如下： A級：20 %以上。 B級：30 %以上。 C級：50 %以上。
4	混凝土粒料	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、	回收材料之比率如下：

項目	建材項目	可使用之回收材料	回收材料使用比率 (重量百分比)
		無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	細粒料應佔80 %以上。 粗粒料應佔50 %以上。
5	陶瓷面磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	依CNS9737之區分，Ⅰa與Ⅰb類之回收材料使用比率應15%以上；Ⅱ類之回收材料使用比率應15%以上；Ⅲ類之回收材料使用比率應25%以上。
6	普通磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料乾重比率40%以上。 （1種磚、2種磚、3種磚皆同）
7	輕質混凝土嵌板	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。
8	裝飾用珠狀粒料	回收廢玻璃、**陶瓷廢料**等。	回收材料佔總重量70%以上。
9	透水性混凝土地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。
10	合成石	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害性之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、石質等。	回收材料佔總重量60%以上。
11	綠混凝土(R類)	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收粒料佔總粒料之比率(重量)20%以上。
12	高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔60%以上。
13	磨石子板、磨石子地磚	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如**廢陶瓷**、廢玻璃、爐石粉、飛灰、石質下腳料等。	回收材料除水泥外之比率佔50%以上。

(資料來源：2015年版綠建材解說與評估手冊)

一、回收玻璃製再生綠建材

(一)製造階段

玻璃產業主要之玻璃製品包括平板玻璃、玻璃纖維及玻璃器皿等，我國目前以台灣玻璃工業公司(以下簡稱台玻公司) 市佔率為最高，由台玻公司105年企業社會責任報告書中指出，105年台玻公司約投入52萬公噸原物料，其中包括矽砂、白雲石、石灰石及純鹼等，以及投入約19萬公噸回收玻璃，再經製造產出平板玻璃、玻璃纖維及玻璃器皿約54萬噸，另外產出製程棄物約20萬公噸，其中廢玻璃約產出19萬公噸回原製程使用。台玻公司投入及產出流程如圖2-7所示。

以台玻公司市佔率佔全國70%推估，全國每年約有75萬噸原物料、27萬噸回收玻璃投入玻璃產業，且製造出約78萬噸玻璃相關產品。

圖2-7 105年台灣玻璃工業股份有限公司投入及產出流程圖

(資料來源：105年台灣玻璃工業公司企業社會責任報告書)

(二)廢棄階段

玻璃使用後產生之廢玻璃，主要來源包括工業及民生兩方面，工業產生之廢玻璃包括廢玻璃(R-0401)、廢玻璃容器(R-0407)、含樹脂玻璃纖維布廢料(R-0409)、廢玻璃纖維(D-2410)及其他廢玻璃、陶瓷、磚、瓦及黏土等混合物(D-0499)…等；民生產生之廢玻璃主要為玻璃容器。

經由環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統查詢資料，106年各類玻璃相關單一廢棄物申報量及貯存量如表2-12，工業所產生之廢玻璃總量約為15萬公噸；另外，環保署統計96~106年之資源回收申報資料如表2-13，民生所產生之廢玻璃容器回收量約為34萬公噸，依上述資料顯示，106年我國整體廢玻璃產出量約為49萬公噸。

表2-12 106年各類玻璃相關廢棄物申報量及貯存量統計表

廢棄物代碼	廢棄物名稱	廢棄物申報量(公噸)	廢棄物貯存量(公噸)	合計
D-0499	其他廢玻璃、陶瓷、磚、瓦及黏土等混合物	35,506.80	2,841.09	38,347.89
D-2410	廢玻璃纖維	6,224.84	737.88	6,962.72
R-0401	廢玻璃	102,623.88	2,715.02	105,338.91
R-0407	廢玻璃容器	0.00	979.6	979.86
R-0409	含樹脂玻璃纖維布廢料	57.71	0.00	57.71
合計		144,413.23	7,273.59	151,686.82

(資料來源：行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統)

表2-13 96~106年廢玻璃容器資源回收申報統計表

年度	垃圾產生量(公噸)	平均每人每日垃圾清運量(公斤)	資源回收量(公噸)	資源回收率(%)	廢玻璃容器回收量(公噸)	廢玻璃容器回收率(%)
106	7,851,606	0.396	4,113,807	52.39	341,836	8.31
105	7,411,184	0.364	3,640,753	49.13	268,636	7.38
104	7,282,863	0.378	3,373,190	46.32	252,332	7.48
103	7,400,536	0.383	3,341,657	45.15	258,882	7.75
102	7,452,556	0.387	3,273,188	43.92	257,924	7.88
101	7,470,569	0.397	3,167,656	42.40	242,068	7.64
100	7,485,229	0.427	2,982,855	39.85	220,547	7.39
99	7,870,665	0.482	2,948,681	37.46	206,537	7.00
98	7,729,231	0.501	2,718,803	35.18	182,533	6.71
97	7,607,798	0.520	2,497,985	32.83	169,428	6.78
96	7,975,686	0.583	2,408,429	30.20	184,227	7.65

(資料來源：行政院環保署環境資源資料庫)

(三)再利用階段

經由環保署資源再利用管理資訊系統查詢資料，106年廢玻璃再利用產品生產量如表2-14，廢玻璃回收再利用產品包括玻璃粒料、玻璃藝品、容器玻璃及亮彩琉璃等，其生產量約為66萬公噸，其中玻璃粒料可再作為再生綠建材之原料，主要之建材包括耐火材料、水泥類製品、紅磚及混凝土粒料等，產品產量約為42萬公噸。

表2-14 106年廢玻璃再利用產品生產量統計表

廢棄物代碼	廢棄物名稱	再利用產品	產品生產量(公噸)
R-0401	廢玻璃	砂石混合物、一般建築用砂、平板玻璃、地磚、磁磚、紅磚、陶瓷原料、預拌混凝土、水泥磚瓦(混凝土磚)、碎石、級配、碎玻璃、混凝土粒料、其他玻璃製品、其他耐火材料品、其他未列名水泥製品、其他工業及研磨材料、其他雜項非金屬礦物製品	534,728.43
R-0407	廢玻璃容器	紅磚	117,782.24
R-0409	含樹脂玻璃纖維維布廢料	P纖維強化熱固性強塑膠	44.82
D-2410	廢玻璃纖維	其他工程塑膠、玻璃纖維切股、預拌	2.39

廢棄物代碼	廢棄物名稱	再利用產品	產品生產量(公噸)
		混凝土、其他未列名水泥製品	
D-0499	其他廢玻璃、陶瓷、磚、瓦及黏土等混合物	其他	8,585.09
合計			661,142.97

(資料來源：行政院環保署資源再利用管理資訊系統)

綜合以上調查及推估結果，台灣玻璃產業整體流向與流量如圖2-8所示。

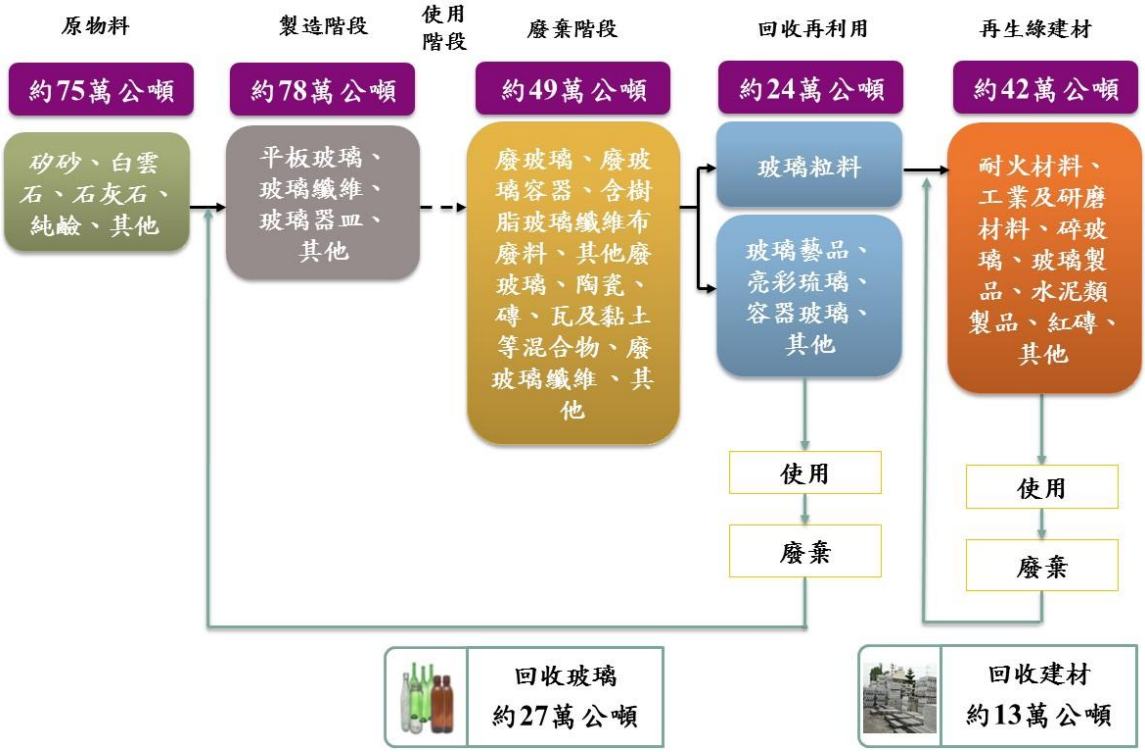


圖2-8 以回收玻璃製再生綠建材之產業流程

二、回收廢陶瓷製再生綠建材

(一)製造階段

陶瓷產業主要之陶瓷製品包括陶瓷面磚、衛生陶瓷器及其他陶瓷製品，陶瓷製品製造主要原料為陶土、黏土、長石、石英等原料，我國目前以冠軍建材股份有限公司(以下簡稱冠軍公司)市佔率為最高，106年投入15萬公噸原物料，其中包括黏土及長石等，以及投入約1萬公噸回收陶瓷，再經製造產出地磚及壁磚約17萬公噸，另外產出製程廢棄物約7萬公噸，其中廢陶瓷約產約1萬公噸回原製程使用。冠軍公司投入及產出流程如圖2-9所示。

冠軍公司市佔率佔全國40%推估，全國每年約有38萬噸原物料、3萬噸

回收陶瓷投入陶瓷產業，且製造出約43萬噸陶瓷相關產品。

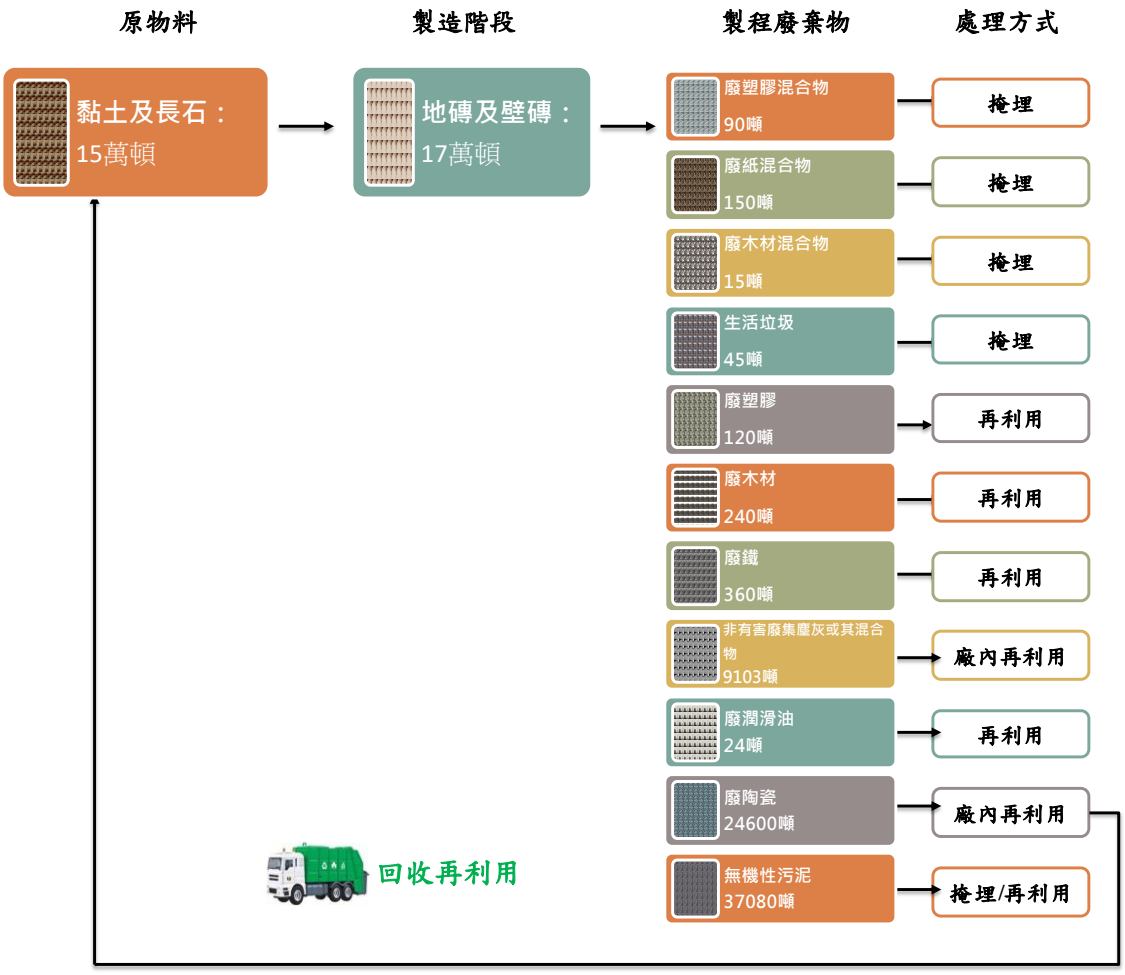


圖2-9 106年冠軍建材股份有限公司投入及產出流程圖

(二)廢棄階段

陶瓷使用後產生之廢陶瓷，主要為事業單位所產生之廢陶、瓷、磚或瓦之屑、塊或粉(R-0403)；民生產生之廢陶瓷主要為廢棄陶、瓷類食器等，其所佔比例甚小。

經由環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統查詢資料，106年廢陶瓷相關單一廢棄物申報量及貯存量如表2-15，106年我國整體廢陶瓷產出量約為11萬公噸。

表2-15 106年陶瓷廢棄物申報量及貯存量統計表

廢棄物代碼	廢棄物名稱	廢棄物申報量(公噸)	廢棄物貯存量(公噸)	合計
R-0403	廢陶瓷	104,976.85	9,463.77	114,440.62

(資料來源：行政院環保署事業廢棄物申報及管理資訊系統)

(三)再利用階段

經由環保署資源再利用管理資訊系統查詢資料，106年廢陶瓷再利用產品生產量如表2-16，廢陶瓷回收再利用產製之綠建材產品包括地磚、陶瓷原料、其他陶瓷製品、預拌混凝土、水泥磚瓦(混凝土磚)、級配…等，其產品產量約為65萬公噸。

表2-16 106年廢陶瓷再利用產品生產量統計表

年度	再利用產品種類	生產量(公噸)	銷售量(公噸)	庫存量(公噸)
106	砂石、砂石混合物、一般建築用砂、不定型耐火材料、地磚、陶瓷原料、其他陶瓷製品、預拌混凝土、水泥磚瓦(混凝土磚)、級配、重質不燒成耐火磚、重質燒成耐火磚、混凝土粒料、其他預鑄製品、其他未列名水泥製品及其他工業及研磨材料。	646,673.74	259,002.10	387,671.64

(資料來源：資源再利用管理資訊系統)

綜合以上調查及推估結果，台灣陶瓷產業整體流向與流量如圖2-10所示。

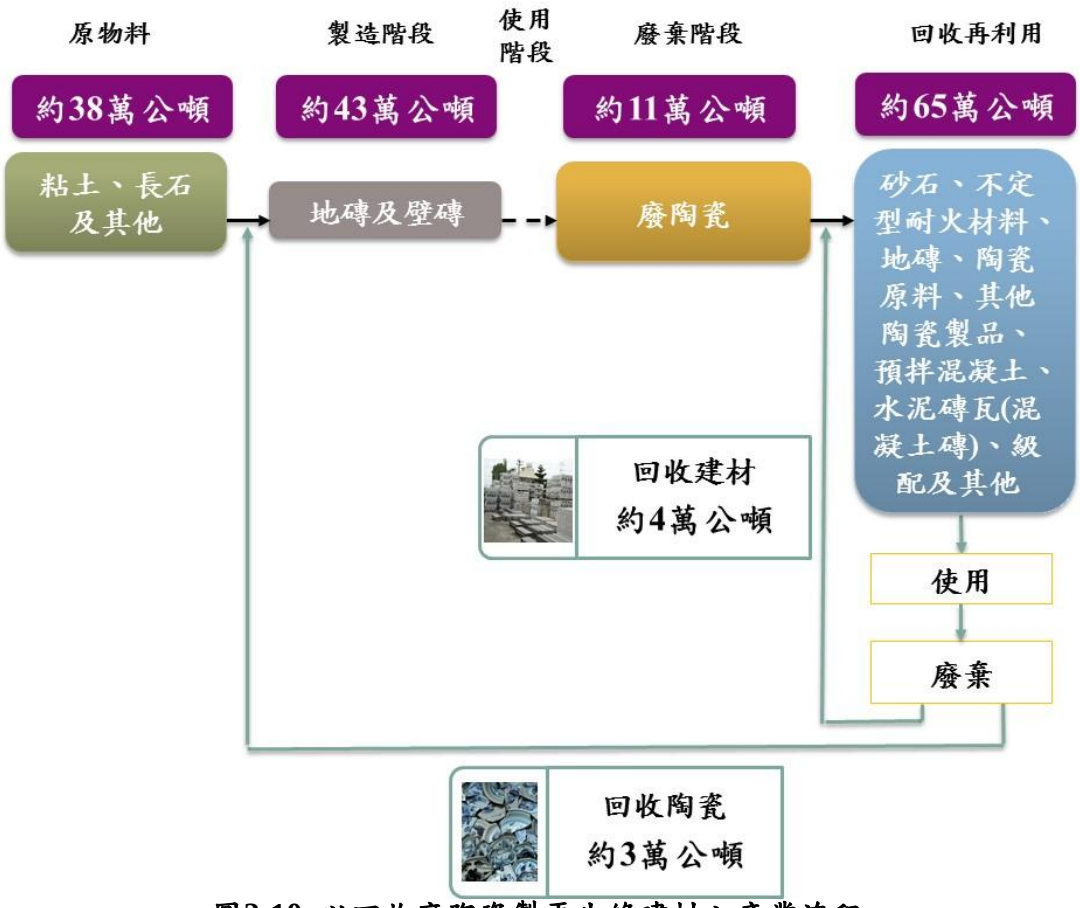


圖2-10 以回收廢陶瓷製再生綠建材之產業流程

2.2.2 循環經濟產業鏈結缺口之問題探討分析

一、問題分析

綠建材循環經濟從廢棄物產生端、收集清運、回收材料分類選別純化、基本再生材料(包括陶瓷粒料、混凝土粒料、玻璃利料等)、再生綠建材生產、綠建材使用(綠建築、綠裝修、公共工程等)等，整個循環經濟產業鏈結中，最重要係為上下游原料供需之平衡關係。包括回收料收集數量與地點(運輸成本)、綠建材生產成本(包括前處理費用)、產品市場通路等。整個產業鏈結所遭遇之缺口問題如圖2-11所示，相關說明如下：

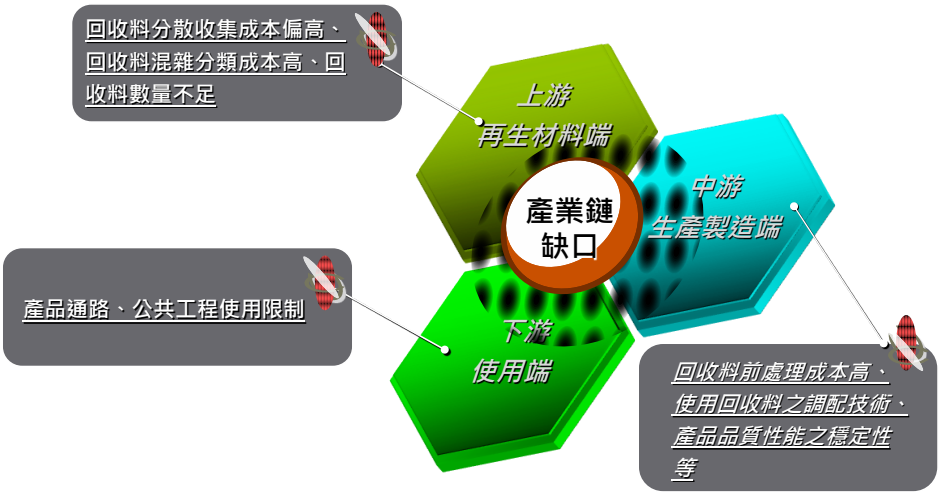


圖2-11 產業鏈結所遭遇之缺口問題

(一)上游再生材料產生端：

各事業產生之廢棄物對於再生綠建材之業者而言為其原料，因此確保該回收料之來源、品質及數量十分重要，因為將會直接影響再生綠建材製造業之運作。然而以生產端而言，廢棄物並非其關切要項，且依產品生產量與種類之變化而有差異性，因此回收料經常遭遇之問題包括數量不足或回收材料過於分散且種類過於混雜等。就回收材料之產出量不易掌握問題而言，例如當使用者要拆除結構物或裝潢物時，再生綠建材業者能否第一時間得知訊息，亦或有其他業者競爭，都有可能造成回收料數量不足的情形；另一問題在於回收材料過於分散且種類過於混雜，分類不易或分類時成本偏高。且回收材料之產出地點亦無法控制，雖回收再利用價值高，但有可能造成收集成本偏高。

(二)中游綠建材生產製造端：

再生綠建材製造業所用的原料大多是回收材料而非原生材料，本質上回收材料的穩定性和品質都可能比原生材料混雜，因此回收料多需經過前處理方可使用於產品製造。常見之前處理程序包括分選、破碎及篩分等，尤其分選程序會先將不同類別物質分離，例如將混凝土中的金屬物分選回收，避免影響後續設備運作及產品品質，因此也造成產品產製成本的提高。此外，再生綠建材製造業是以回收材料為原料，而回收材料往往在不同時間或地點時產生可能會有不同之產品物理化學特性，例如使用了不同原料、不同配比等，製造再生綠建材時就應使用不同比例以符合產品品質，因此回收料之調配技術可能直接影響產品品質性能之穩定，另外可使用更好之調配技術工法，將

原本價值不高的再生資源，生產為較高經濟價值的產品，以提高市場接受度。

(三)下游綠建材使用端：

再生產品對於原生產品來說，具有環境保護之指標性意義，但目前消費者多數仍存在再生產品價格應比原生產品低的觀念，部分再生綠建材因前處理繁雜造成成本增，或是消費者對於再生產品品質存疑，都有可能影響再生綠建材產品之銷售；另一問題在於公共工程使用限制，再生綠建材使用之最大通路為政府公共工程，雖然政府採購法第96條已明確規定：『機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，...』，但仍有部分公開招標案仍限定：『不得使用再生產品』，其中亦包括政府部門及國營事業，雖然政府採購法未強制限定使用再生產品，但亦未限制不得使用，政府部門應負起帶頭作用，使用綠色的環境友善產品，逐步提升公共工程再生綠建材使用量。

二、綠建材推動方向建議

循環經濟上、中、下游產業鏈結涉及之關鍵議題如圖2-12所示，後續將針對關鍵議題提出強化推動方向建議，各面向建議內容如下：

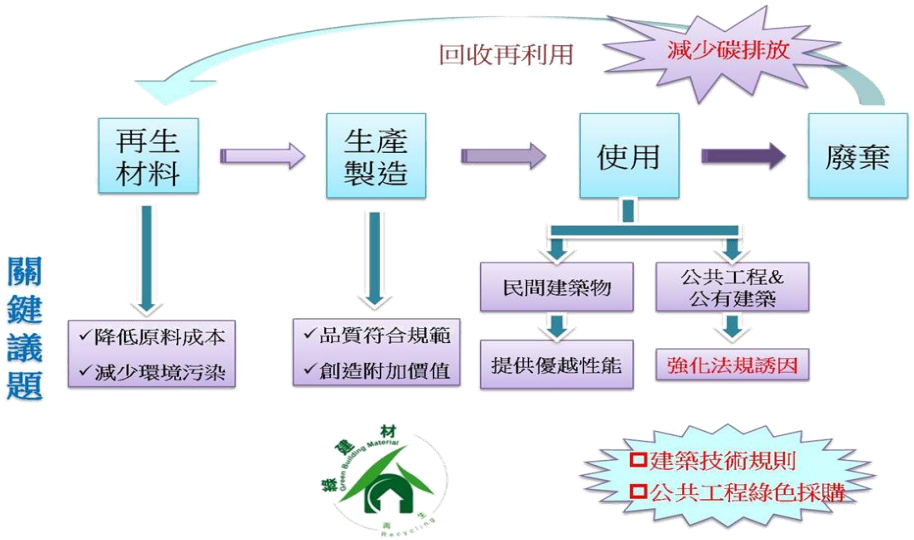


圖2-12 循環經濟產業鏈結應克服之關鍵議題

(一)原料端

■ 研發回收料處理技術：

廢棄物經適當處理後，可部分取代天然材料，惟成本較高的材料需依賴補助或其他可降低處理成本之新技術，透過發展最適當之處理技術，以降低回收料處理成本。

■ 建置循環資源資訊平台：

強化料源、產品供需調節能力，結合相關資源循環業者，從上游料源集中與品質管控，中端配套技術媒合與後端市場通路掌握，藉此形成多元資源循環網絡，建立完整資源產業市場資訊。

(二)製造端

■ 強化循環再生材料標準：

料源須妥善分類，建立原料允收標準、產品(再生製品或二次料等)品質標準及驗證制度等，主管機關宜針對再生材料加速制定品質標準及技術規範，獎勵再生材料開發及利用，以確保資源循環產品的功能與安全。

■ 建立再生材料驗證制度：

再生材料之品質應通過獨立、公正、客觀及專業之第三者驗證機構，建議由通過TAF的實驗室擔任，並結合學術機構的研究能力與試驗儀器設備，使其具有一定品質保證於工程實際應用上無安全之虞。

(三)使用端

■ 研訂再生材料相關政策與規範：

建議中央主管機關(行政院環保署)與中央目的事業主管機關(內政部營建署)積極研訂廢棄混凝土等營建再生資源公告為再使用與再生利用之再生資源，以提升營建再生資源再利用率，有助於有限資源循環使用並減緩對環境之衝擊。公共工程委員會應協調各相關部會(交通部、內政部、經濟部等)，及各級政府機關，除不得限制使用再生材料，更應加強再生材料之使用。推動再生材料的應用必須有完整的政策、技術、規範與製程，並輔以完善的經濟誘因，以兼顧公眾利益與再生產業利潤，有效推動再生材料之應用。

■ 提高全民資源再利用意識：

營建再生資源市場尚未成熟階段，公共工程強制推定採購一定比例之資源化再利用產品，並推廣其成效，以建立穩定的需求市場，同時加強政策宣導與教育訓練，提高全民資源再利用意識，來凝聚社會共識。

2.3 建立循環經濟示範模式

2.3.1 建材產業調查分析

「綠建材標章制度」於民國93年7月正式上路，推行至今已十餘載，現今綠建材標章評定由指定評定專業機構辦理，並分為「技術許可作業」與「核發標章之行政作業」兩階段處理。綠建材種類分成四類：「健康」、「生態」、「再生」、「高性能」，目前申請通過且持有有效綠建材標章之業者已將近300家。本工作項將收集訪查綠建材標章業者之循環經濟需求，分析其可循環利用原料之供需情況，以及新型綠建材產品研發之需求等，深入了解我國綠建材產業使用循環再生材料之現況，以作為未來推動綠建材循環經濟之參考。

建材產業調查分析工作內容與執行方法流程如圖2-13。內容主要分成建材產業經濟需求資訊蒐集、問卷設計及填寫、會議辦理及資料分析等，透過問卷調查及綠建材循環經濟產業鏈結說明會、座談會及觀摩會等相關會議，蒐集分析建材產業業者提出建議，可藉此瞭解我國建材業者之原料供需情況，以及新型建材產品研發需求，進而作為檢討及強化綠建材評定基準依據。相關執行方式規劃說明如后。

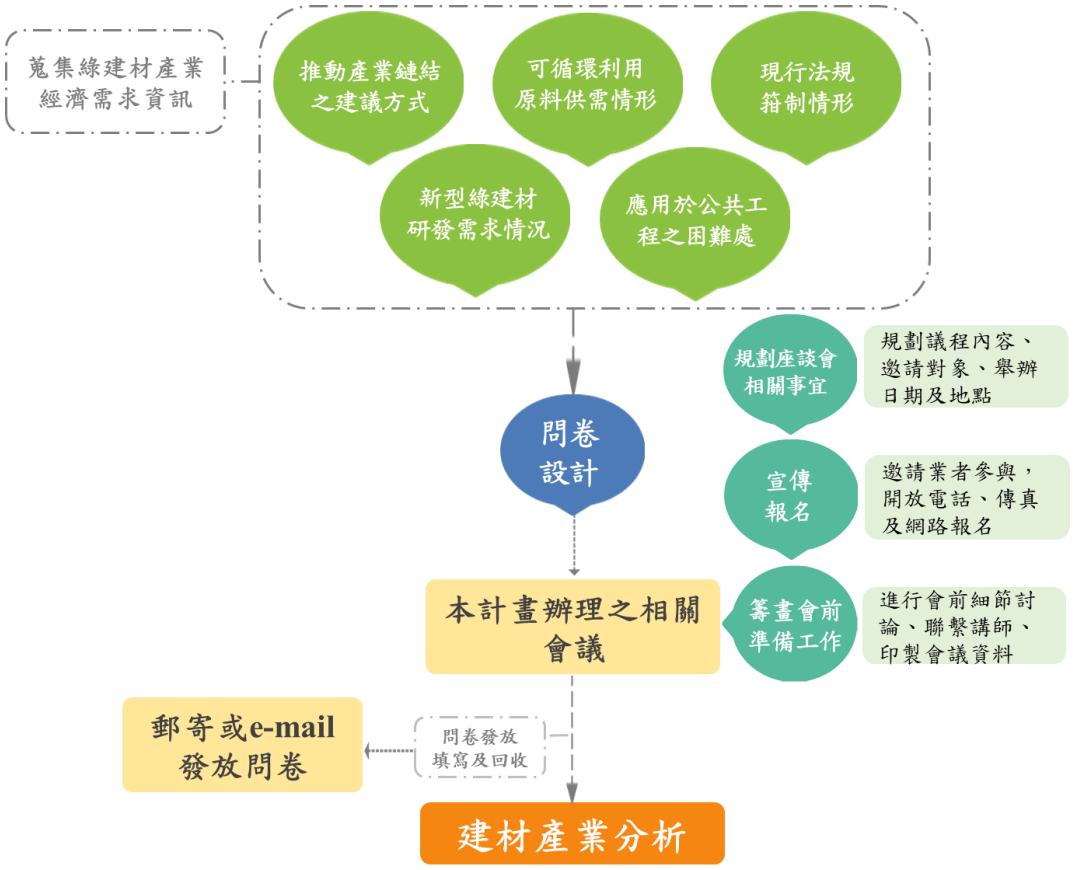


圖2-13 建材產業調查分析工作流程

一、可循環利用原料供需情形調查

為瞭解可循環利用原料供需情形，本研究將先調查國內可循環利用原料產生量、再生建材生產量及銷售量，由2.1節彙整之表2-1得知，再生綠建材標章產品及其資源循環材料分類主要包括廢玻璃、廢陶瓷、水淬爐石、轉爐石、電弧爐碴、石材廢料、無機污泥、淨水污泥、煤灰、排脫石膏、廢沸石觸媒、廠內集塵灰等，查詢行政院環保署事業廢棄物管理資訊系統106年之事業廢棄物申報量統計資料，前述資源循環材料總產生量約為1,315萬公噸；另查詢行政院環保署資源再利用管理資訊系統106年之再生綠建材相關產品申報量統計資料，其生產量及銷售量分別為152萬及156萬公噸，綠建材產業供需情況如圖2-14。

(供應)

事業廢棄物名稱	106年申報量(萬公噸)
廢玻璃纖維	0.70
廢玻璃	10.53
廢陶瓷	11.04
廢磚	3.70
石材廢料(板、塊)	5.52
無機性污泥	120.32
紡織污泥	5.45
淨水污泥	25.71
廢鑄砂	17.86
燃煤飛灰	477.92
燃煤底灰(或含燃煤飛灰之底灰)	231.37
非有害礦渣	3.10
電弧爐煉鋼爐還原碴(石)	49.39
電弧爐煉鋼爐氧化碴(石)	165.68
感應電爐爐碴(石)	1.88
化鐵爐爐碴(石)	0.54
旋轉窯爐碴（石）	13.46
爐渣	0.98
金屬冶煉爐渣（含原煉鋼出渣）	2.57
石材礦泥	12.97
氟化鈣污泥	3.28
廢沸石觸媒	2.21
廢水泥電桿	3.20
營建混合物	145.85
總計	1315.21

(綠建材生產)

再生建材名稱	106年申報量(萬公噸)
紅磚	61.72
級配	30.98
混凝土粒料	26.38
水泥磚瓦(混凝土磚)	10.11
纖維強化水泥板	4.66
其他未列名水泥製品	12.76
陶瓷原料	3.92
地磚	0.58
不定型耐火材料	0.56
重質燒成耐火磚	0.21
防火建材	0.08
總計	151.96

(需求)

再生建材名稱	106年申報量(萬公噸)
紅磚	64.57
級配	31.67
混凝土粒料	26.54
水泥磚瓦(混凝土磚)	9.93
纖維強化水泥板	4.75
其他未列名水泥製品	13.30
陶瓷原料	3.78
地磚	0.57
不定型耐火材料	0.38
重質燒成耐火磚	0.22
防火建材	0.07
總計	155.76

圖2-14 綠建材產業供需情況

(資料來源：行政院環保署事業廢棄物管理資訊系統、行政院環保署資源再利用管理資訊系統)

此外，由於政府公共工程對於粒料之使用量大，為許多粒料類再生建材之主要去化管道，因此政府公共工程需求量會直接影響再生建材之市場通路，由105年環保署「辦理底渣資源化產品查核及檢測方法評估專案工作計畫」調查結果顯示，公共工程粒料/原料需求量一年約為1,399萬公噸(不含預拌混凝土、瀝青混凝土刨除料及水泥生料)，統計如表2-17。

表2-17 公共工程粒料/原料年需求量

使用類別	年需求量(萬公噸)
CLSM	250
瀝青混凝土(不含刨除料)	600
道路基底層	150
水泥(不含生料)	192
水泥製品	200
輕質骨材	7
總計	1,399

(資料來源：行政院環保署105年「辦理底渣資源化產品查核及檢測方法評估專案工作計畫」期末報告)

二、再生綠建材業者問卷調查

本計畫針對再生綠建材相關業者對於循環經濟需求設計問卷如圖2-15，其內容包含業者生產之產品類型、對於循環經濟之概念導入綠建材產業之想法、國內資源化原料之供給及需求情況及推動困難、研發建材相關產品、綠建材標章相關法規修正方向及再生綠建材應用於公共工程之可行性等各部分進行瞭解。綜整各方業者提供問卷資料，依問卷內容分為五項主要建議內容如下。

(一)將循環經濟概念導入建材產業之建議及應加強事項

1.依循環再利用之模式運用於建材產業，可減少天然資源開採。

2.以使用者為出發點，串聯廢棄端、回收端、再回歸至生產端進行循環，完善跨業別之綠建材循環經濟產業體系。

3.建議以產品認證方式，確保品質性能，提高消費者使用之意願，自然可順利提高綠建材之銷售力。

4.有實際的市場需求才能持續性的生產及研發。

5.應強化相關法規政策，建議公共工程建設強制使用再生綠建材。

6.政府應積極協助推廣使用端使用綠建材，製造端利用資源化物質生產，強調綠建材之品質性能可等同於一般建材品質。

7.政府應正視綠建材循環利用之現況與問題，並從技術面、經濟面及法規面提出綠建材循環利用之規劃及參考措施建議。

建材產業循環經濟調查分析問卷

基本資料

姓名：_____職稱：_____

單位(公司)：_____email：_____

1.請說明貴公司之主要業務(或產品)

2.您認為將循環經濟之概念導入建材產業是否重要?應加強事項為何?

□是□否

3.您認為國內可循環利用原料之供給/需求情況及推動綠建材循環經濟產業鏈結主要之困難為何?

4. 貴公司是否有建材產品研發需求?

□是　□否(請跳答第 6 題)

5.您認為建材產品研發主要之困難為何?

6.您認為綠建材標章相關法規在實際執行上的困難及需改善之處為何?

(例:建材產品無法完全符合既定之評定標準)

7.與公共工程溝通時是否有遇到困難?

□是□否

可另傳真：(03)582-0231 或 email：yuna@edf.org.tw 章小姐

（書寫空間若不足可利用背面）

圖2-15 建材產業循環經濟調查分析問卷

(二)國內可循環利用原料之供給/需求情況及推動綠建材循環經濟產業鏈結之困難

1.料源供應不確定性，無法保證有足夠的料源供應生產綠建材使用。

2.國內目前欠缺創新之產品商業模式。

3.由於大眾對於再生綠建材之來源與品質存疑慮，市場接受度普遍偏低，因此須再加強宣導。

4.在綠建材循環經濟模式下，各類業別須對彼此的產品有一定的瞭解，才能順利建立整體鏈結循環。

5.建議舉辦相關說明會、研討會及座談會，邀集各相關領域業者，促進彼此交流之機會，相互認識建立良性競爭之環境。

6.建築業、營造業及生產業各方立場不同，若政府沒有強制要求使用綠建材，推動此鏈結成效有限。

7.可以藉由公協會協助推廣綠建材循環鏈結相關業者之橫向聯繫。

(三)建材產品研發主要之困難處

1.應確保材料來源穩定度及持久性(耐久性)。

2.國內材料有限，須要進口國外材料，導致研發成本太高，造成國內綠建材業者之創新產品限制。

3.研發新穎技術須用到一些昂貴設備，希望政府能補助廠商一些研發經費。

(四)綠建材標章相關法規實際執行上之困難及須改善之處

1.國家標準與各部會對於綠建材之相關法規內容規範應該統一。

2.綠建材標章規格產品有限，建議比照環保標章方式，可讓業者自行提出符合綠建材精神之產品，並取得認證標章。

(五)與公共工程溝通之困難處

1.目前政府採購方式對於採購資源化產品並無明顯助益，建議國內工程類之資源化產品列入政府採購，或採補助、獎勵方式，提供使用資源化產品廠商補貼措施，促進綠建材產品去化。

2.相關業者削價競爭，造成生產成本太高。

3.建議公共工程之施工綱要規範應該強制敘明使用再生材料。

三、建材產業循環經濟調查問卷結果分析

填寫問卷之綠建材業者包含生產地磚產品、水泥製品、玻璃製品、隔熱及隔音材料、橡膠製品、綠板材、矽酸鋁板、再生纖維水泥板、仿木塑膠、綠建材塗料、水泥建材及陶瓷面磚等，針對業者提供建議彙整問卷內容並依工作團隊蒐集資料分為下列五項議題分析說明如后。

(一)可循環利用原料供需情形

由綠建材產業供需情況統計資料得知，目前國內申報之可循環利用原料之產出量(1,315公噸)遠大於目前產製的再生綠建材產品量(152公噸)，且政府公共工程需求量(1,399公噸)亦遠大於再生綠建材產品量，原因可能為可循環利用原料所產製之產品多元，其原料產製非建材類產品，包括建材類或非建材類產品，部分如玻璃、有機污泥等可循環利用原料再生成為非建材類產品，而未列入統計。

(二)對於綠建材來源及品質仍存疑慮，市場接受度仍待加強

國內近年曾陸續發生多起因資源化產品品質不佳而產生之工程品質不良及環境污染事件，導致市場接受度仍是再生產品銷售之最大限制因素。部分可循環利用原料，如爐碴、污泥、飛灰、底灰等原料，可能因為使用不當或摻雜了有害成分等原因，造成使用者觀感不佳，而此類可循環利用原料又屬於產生量較大者，因此不論政府公共工程或民間工程，為避免使用後可能出現之品質或責任問題，多避免使用可循環利用原料產製之再生建材產品，進而造成國內綠建材產業循環經濟受限。

(三)推動循環經濟鏈結綠建材業者應該建立良好橫向聯繫管道

完整之綠建材循環經濟產業體系應串聯使用端、廢棄端、回收端、生產端等各類業別進行循環再利用，然目前欠缺循環體系相關產業之溝通管道。彙整業者提出建議，可透過定期舉辦特定產業(如玻璃產品、水泥製品等)之座談會及說明會，邀集相關業者出席會議，或可透過公協會協助業者間之聯繫管道，促使上、中、下游廠商彼此交流認識之機會，達成綠建材之循環經濟效益。

(四)政府應強制使用並建立獎勵及研發補助措施

由於目前政府採購方式對採購資源化產品並無明顯助益，因此建議應修正目前政府採購方式，並可參採日本環境物品採購推進法之採購作法，將工

程類之資源化產品列入採購，或採補助、獎勵方式，提供使用資源化產品廠商相關補貼，以促進資源化產品之去化。

依業者提出目前對於建材產品研發之困難處，所使用設備及材料成本較高，另於研發技術應多參考國外相關研究成果，因此建議政府可參考業者提出之研發新技術規劃內容，提供研發技術相關補助措施，並辦理綠建材新穎技術之國際交流研討會，提高國內業者生產及研發合適綠建材產品之意願。

(五)綠建材產業用於國內公共工程之困難處

再生資源循環最重要的一環為資源化產品之市場通路是否順暢，良好的去化通路將有助於前端資源回收之推行，國內公共工程為資源化產品去化之重要途徑，而綠建材為公共工程可使用之資源化產品，藉由公共工程帶領使用資源化產品，可有效帶動國內綠建材循環之動能。然經與公共工程單位瞭解綠建材用於國內工程之可行性，歸納公共工程使用綠建材產品存在如下疑慮包含：(1)產品性質不穩定及來源追溯困難，可能影響工程應用；(2)欠缺再生資源產品工程應用規範/分級標準及驗證管理制度；(3)料源供應穩定不確定性，無法保證再利用業者提供足夠再生料源供應工程使用。

建議公共工程之施工綱要規範應該強制敘明使用再生材料，並辦理再生資源應用於工程建設之試辦計畫，並瞭解環境監測結果及工程使用成效，除可解除部分民眾或公共工程主辦機關對於綠建材使用於公共建設之環境影響及品質之疑慮，更可作為編修施工綱要規範及工程使用手冊之參考依據，藉此提升再利用技術之研發能力及成效，有助於提升國內各項公共工程使用再生資源之信心。

2.3.2 辦理綠建材產業循環經濟產業鏈結說明會

為瞭解綠建材標章業者之產業經濟需求，透過座談會辦理與業者面對面溝通，聽取業者建議，以作為綠建材相關法規修訂及未來推動之參考。本團隊在107年6月29日下午二時三十分舉辦綠建材產業循環經濟產業鏈結說明會，邀請建築、建材相關公協會、建材產業及再利用業者參與，建構循環經濟產業鏈之關鍵議題進行探討分析，並邀請推動循環經濟卓具成效之綠建材業者分享經驗(會議相關文件詳附錄六)，座談會規劃內容如下，辦理情形如圖2-16。

綠建材產業循環經濟產業鏈結說明會

辦理規劃

一、活動名稱：綠建材循環經濟產業鏈結說明會

二、指導單位：內政部建築研究所

三、主辦單位：財團法人環境與發展基金會

四、辦理目的：

循環經濟是目前國內極重要的課題，對於綠建材產業而言，循環經濟不僅具有發展潛力，且其可能帶動的經濟效益與環境效益不容小覷。內政部建築研究所自93年推動綠建材標章制度以來，申請綠建材標章之廠商數以及建材產品項目逐年增加，建築業者以及一般民眾對於綠建材標章皆已普遍認識及信賴。但為強化推動綠建材之循環經濟效益，須針對各項可循環再生原料的供應鏈及供需平衡關係進行調查與探討，建立完整的產業鏈以發揮最大的經濟效益及環境效益。爰此，內政部建築研究所委託財團法人辦理「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，本說明會將針對建構循環經濟產業鏈之關鍵議題進行探討分析，並邀請推動循環經濟卓具成效之綠建材業者分享經驗，並期待建築業界、建材業界能攜手共同努力將循環經濟落實於營建產業。

五、活動時間及地點：

(一)時間：107 年 6 月 29 日（星期五） 14:30~17:10

(二)地點：內政部建築研究所 第二講習教室
(新北市新店區北新路3段200號15樓)

六、參加對象：建築、建材相關公協會、建材產業及再利用業者。

七、報名方式：

(一)傳真或E-mail報名：填妥報名表後傳真至(03)583-0942或e-mail：yuna@edf.org.tw
財團法人環境與發展基金會 章詩函小姐

(二)網路報名：https://goo.gl/forms/t8k754brp1kgWV293

八、講者：

(一)陳文卿 總經理(環境與發展基金會)

(二)陳靖原 副總經理(環境與發展基金會)

(三)蕭榮發 總經理(台灣開發資材股份有限公司)

(四)范振榮 協理 (天九興業股份有限公司)

九、活動議程：

時間	內容	主持人/主講人
14:10~14:30	報到	
14:30~15:00	綠建材循環經濟產業鏈結 探討與分析	環境與發展基金會 總經理 陳文卿博士
15:00~15:30	綠建材循環經濟產業鏈結產學研 合作遴選機制說明	環境與發展基金會 陳靖原副總經理
15:30~15:45	休息	
15:45~16:15	經驗與實例分享(Ⅰ)	春池/台寶實業公司
16:15~16:45	經驗與實例分享(Ⅱ)	天九興業公司
16:45~17:10	綜合討論	建研所長官/ 環發會陳文卿博士

說明會現況-1

說明會現況-2

說明會現況-3

說明會現況-4

說明會現況-5

說明會現況-6

說明會現況-7

說明會現況-8

圖2-16 綠建材循環經濟產業鏈結說明會辦理情形

2.3.3 遴選代表性綠建材建立產業鏈結示範模式

利用「綠建材循環經濟之物料與綠建材產品之供需調查分析」結果，遴選2項具代表性之綠建材，分析其原料供應、綠建材生產、綠建材使用與回收再利用等，並規劃以國內回收量大及再利用技術成熟之產業為主要篩選原則，以建立循環經濟示範模式，並辦理2場審查會議。本工作項執行流程如圖2-17，辦理說明如下：

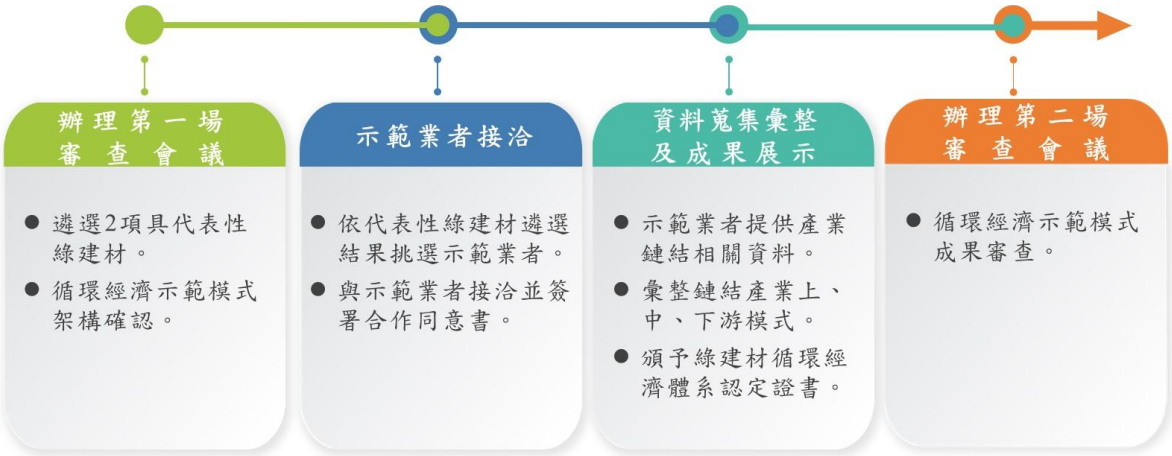


圖2-17 產業鏈結示範模式辦理流程

一、第一場審查會議辦理

為建立循環經濟示範模式，本研究將先針對具代表性之綠建材進行遴選，遴選規劃以國內回收量大及再利用技術成熟之產業為主，會議將邀請建材領域之相關公協會及專家學者委員協助遴選審查。第一場審查會已於8月29日假大坪林聯合開發大樓15樓第二會議室辦理(辦理情形如圖2-18)，此次審查會主要辦理目的為遴選出兩項具代表性之綠建材作示範，以利後續之推廣應用，並評估完成產業鏈結後衍生之循環經濟整體效益。審查會首先由計畫經理進行簡報，再由計畫主持人陳文卿博士針對兩項代表性綠建材進行討論，建研所環控組姚志廷博士與會指導，審查會議相關資料如附錄七。

第一場審查會審查項目及委員意見包括：

(一)建議之代表性綠建材對象是否合適

【張教授祖恩】

合適。以營建/拆除所產生之無機性礦物廢料為對象，包括高壓混凝土地磚、混凝土粒料二種，宜結合圖3-1，架構在建築產業之循環產業鏈結。

【張建築師矩墉】

合適。混凝土是最大宗的非金屬類建材，具代表性及引導性。

【黃教授榮堯】

(1)建議考量耗用天然資源量較大的綠建材品項。

(2)應以目前尚未循環利用廢棄物料可再利用用途的品項為主。

【江教授哲銘】

合適。

【陳委員瑞鈴】

合適。就國內建築廢棄物產生量而言，混凝土塊及磚石塊仍然是所佔比例最高。為達到去化廢棄物的效益更大，高壓混凝土地磚和混凝土粒料應是目前較具代表性的。

【廖教授文城】

合適。以所選的二大回收再利用產品：高壓混凝土地磚與混凝土粒料為代表，進行研究，有其合理性，因為他們產業量大，部分技術成熟等。

【王工程師義和】

合適。

(二)建議應再加強或補充事項

【張教授祖恩】

可考量參考日本的管理作為，讓上、中、下游的銜接規範分類拆除及其再資源化。

【張建築師矩墉】

(1)高壓混凝土磚使用後，拆除是否有再回收?是否可以達到循環的最後階段的拆除再生，宜再說明。因其為乾砌，其實完全可重新使用。

(2)混凝土粒料同上，用於基底料可能就不會拆除後再生。

(3)混凝土粒料是否有廢玻璃為原料，宜再了解。

(4)循環材料的生產成本，也是要納入考量，如果會影響成本過大，可能也不易為市場接受。

【黃教授榮堯】

(1)明確定義"產業鏈結"的內容及預期達成的效益。

(2)本計畫應考慮以媒合廢棄物料循環再利用為目標。

【江教授哲銘】

(1)可先行盤點可再利用之材料,選出營建廢棄物總量較大者為優先及其經濟效益，環境效益。

(2)可將建築(材料)生命週期納入分析，以符合綠建材循環經濟產業體系。

(3)可參照ISO 21930、ISO 15686序列。

【陳委員瑞鈴】

(1)水庫淤泥建材產品產業鏈，內政部建研所針對淤泥產品防火、隔音、隔熱、輕量化等優點，及其產業推動或困難等，已有相關研究成果可供參考，建議納入考量。

(2)塑木市場日益增大，對塑膠廢棄物去化有助益。

【廖教授文城】

如果以此二大產品為例，雖然量大的混凝土粒料，但目前回收率僅19%(35/201)，如果加入已可高比率再利用的爐石或還原碴，似乎其回收率可以提升。其次，可以強調技術上的缺口，例如氧化渣、飛灰及無機污泥等，預計如何改善其缺口。

【王工程師義和】

現有回收模式已存在，如尚美公司本身具再利用處理許可，且本身亦為高壓磚生產者，產業鏈結具完整性，惟回收材料部分是否允許收受其他公司廢磚，承前，若可則是否影響後續產出之產品性能。

(三)其他建議

【張教授祖恩】

「再生」綠建材可考慮正名「循環」綠建材。

【張建築師矩墉】

法令上的鬆綁，或是公共工程上的率先導入，應予以重視。重新審視再生料的使用，不只是容許，而且是應該要鼓勵，對永續和減碳才有正面引導作用。

【江教授哲銘】

現階段可先行選定高壓混凝土地磚及混凝土粒料為對象，將來可逐年漸大範圍來辦理，以達綠建材循環經濟產業之鏈結。

【廖教授文城】

如果要強調”循環”，似乎也可將建築廢棄物納入考量。

【王工程師義和】

(1)為確保產品使用回收廢磚產出後之性能，可考量建立產品原料追溯機制（數量管控）。

(2)剩餘土石方(黏土)→普通磚是否也在考量範圍內?可再進一步探討。

審查會現況-1	審查會現況-2
審查會現況-3	審查會現況-4

圖2-18 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會辦理情形

會議中審查委員同意以混凝土粒料(玻璃砂細粒料)及高壓混凝土地磚兩項綠建材為將建構產業鏈結示範模式之對象，會後相關委員之建議彙整如表2-18，將作為後續產業體系建構之參考。

表2-18 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會委員建議彙整

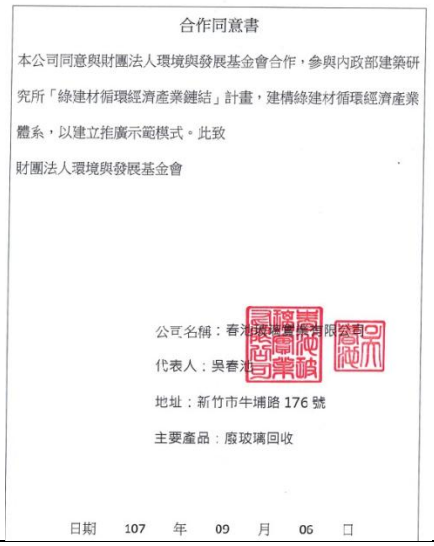
審查委員	內容
張建築師矩墉	1.若是要選出具代表性的建材，最好的材料就是拆除後可重新再使用，此兩項產品無法確定是否完全合適，若是現階段沒有更好的選擇，可先以此兩項產品建立產業鏈結。 2.混凝土的確是營建廢棄物產量最多的，目前混凝土粒料已經有在使用飛灰跟爐石，級配料目前還不敢使用，因還沒有相關實驗數據指出添加多少量是安全的，若是有學術研究表示添加多少比例是無疑慮的，希望法規面可以鼓勵大家至少要用多少比例的回收料，才會有資源循環。 3.循環材料的生產成本，也是要納入考量，如果會影響成本過大，可能也不易為市場接受。
張教授祖恩	1.廢棄物再利用需要政策與管理制度的架設，目前中鋼的爐碴類於再利用的通路受到阻礙，政府雖然有指示但並沒有各部會相關的配套措施，因此大家並不會主動使用這類材料。 2.工程應用上，以建築相關規範來看，使用甚麼材料應於房屋規劃設計時就開始規範，當其生命週期到某個階段時該如何拆除，拆除以後如何分類，分類後如何做成再製品，應由政府架設制度並鼓勵民

審查委員	內容
	間業者集資成立一個中心，串連起這樣的上中下游鏈結，並且做好再製品之品質把關， 3.策略部分，因命名問題導致再生綠建材推動方面成效並不佳，建議是否可正名為循環綠建材。綠建材標章應是以安全性為第一優先考量，而後若有其他功能，像是促進健康，方能稱為健康綠建材，若是循環綠建材，則是以其材料可循環再利用之比例達到標準，則稱之為循環綠建材，希望後續能以這樣的方式訂定綠建材標章之標準，以利推動目前之再生綠建材。 4.此計畫的標題是綠建材循環經濟產業鏈結，而我們對綠建材的定義是已經獲取標章的為主，因此贊成以此兩項綠建材作為示範模式對象。宜結合期中報告中圖3-1，架構在建築產業之循環產業鏈結，希望能透過產業鏈結使無機礦物循環。現今對於煤灰、爐碴及淤泥之再利用技術較無問題，但在來源以及品質方面並無妥當管理。
陳委員瑞鈴	1.綠建材標章當初在訂定時參考了很多國外的規範，希望可以包含的範圍更廣，讓民眾也能了解綠建材的益處，所以才會分類，美國LEED要求必須使用綠建材，但無強調綠建材種類，若能得到綠建材標章皆可列入LEED評分，如果國內所有消費者對綠建材已有深入印象，倒是可以考慮取消分類，於整個制度面進行整體的修正。 2.可理解為何選此兩項綠建材，以台灣現況來說，每年所產生之建築廢棄物有1100萬公噸，其中所佔比例最高就是混凝土塊跟磚石塊，理所當然是以佔比最高的作去化，所達到的效果最好。另外，台灣目前所產生的塑膠廢棄物也相當多，塑木產業或許是一個良好的去化通路，也可考慮以塑木作為代表性綠建材的選擇。 3.另外像是水庫淤泥因其孔隙較多，因此在建築上可以達到很好的輕量效果，又可隔音、隔熱，存在許多高性能的特性，若桃園石門水庫淤泥去化有困難，可就其用途部分進行宣導及推廣。 4.水庫清淤的問題是清淤業者將淤泥挖起來後，只先放置於水庫旁並無運送，待下大雨時這些淤泥又被沖刷回水庫中，最後清運的量就非常少，導致可再利用的淤泥來源也很少。
江教授哲銘	1.建議可對台灣目前營建廢棄物進行盤點及統計，擇總量較大者作為一個示範對象，使依據較為適當。目前贊同以較成熟之項目作為對象建立示範模式，也可考量輔導新的且具有前瞻性的項目。 2.日本營建廢棄物再利用方面，建築執照申請時，拆除時規定要分類，且必須算出可再利用比例為多少，符合標準才可建造，野城智也教授提出永續營建評估系統，可參照ISO21930,ISO15686序列。
黃教授榮堯	1.去年6月為營建院成立營建循環經濟推動模式，台電火力發電的煤灰公開標售，廠商得標後賣給預拌廠，預拌廠添加煤灰至水泥裡以減少水泥及原物料用量。因台電煤灰品質不一，必須允許廠商將煤灰回填至灰塘，才有誘因使廠商投標。目前台電灰塘將要填滿，而亞泥有意願為台電處理煤灰，但是無法談定是台電應付處理費給亞泥，或是應由亞泥向台電購買煤灰，另外亞泥也必須向地方環保單位申請變更許可，才可處理煤灰。因此，若要促成產業鏈結，其中利害及法規需考量。 2需明確定義”產業鏈結”的內容及預期達成的效益。

審查委員	內容
	3.此計畫應考慮以媒合廢棄物料循環再利用為目標，像是混凝土磚可再利用何種材料，但是目前還未使用，若能成功媒合一到兩項則此計畫將貢獻良多。
廖教授文城	1.此兩項建材有其適合及不適合的考量點，目前此兩項數量都較大，並且是已經成熟的項目，作為示範模式較合適。 2.如果以此二大產品為例，雖然混凝土粒料的量大，但目前回收率僅19%(35/201)，如果加入已可高比率再利用的爐石、還原渣，似乎其回收率可以提升。其次，可以強調技術上的缺口，例如氧化碴、飛灰及無機污泥等，預計如何改善其缺口。。 3.營建廢棄物該如何處理，但目前這個產業成熟度較低，若爾後有機會可針對此項目進行探討。
財團法人台灣建築中心-王工程師義和	1.現有回收模式已存在，如尚美公司本身具再利用處理許可，且本身亦為高壓磚生產者，產業鏈結具完整性，惟回收材料部分是否允許收受其他公司廢磚，承前，若可則是否影響後續產出之產品性能。 2.為確保產品使用回收廢磚產出後之性能，可考量建立產品原料追溯機制（恕量管控）。 3.營建剩餘土石方(黏土)→普通磚是否也在考量範圍內?可再進一步探討。

二、示範業者接洽

待代表性之綠建材遴選確定後，本團隊即挑選具代表性示範業者，並洽詢其配合意願，若同意參與產業鏈結示範即簽署合作同意書，以利後續資料蒐集及成果展示工作順利進行。經過與業者接洽協商後，同意參與產業體系示範模式之廠商有台灣玻璃工業股份有限公司、春池玻璃實業有限公司、台寶玻璃實業股份有限公司、立順興資源科技股份有限公司、尚美實業股份有限公司，各公司簽署之合作同意書如圖2-19。



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，參與內政部建築研究所「綠建材循環經濟產業鏈結」計畫，建構綠建材循環經濟產業體系，以建立推廣示範模式。此致

財團法人環境與發展基金會

公司名稱：春池玻璃實業有限公司

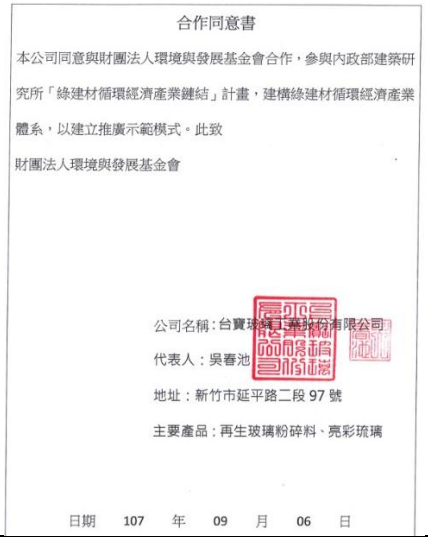
代表人：吳春池

地址：新竹市牛埔路 176 號

主要產品：廢玻璃回收

日期 107 年 09 月 06 日

春池玻璃實業有限公司 合作同意書



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，參與內政部建築研究所「綠建材循環經濟產業鏈結」計畫，建構綠建材循環經濟產業體系，以建立推廣示範模式。此致

財團法人環境與發展基金會

公司名稱：台寶玻璃實業股份有限公司

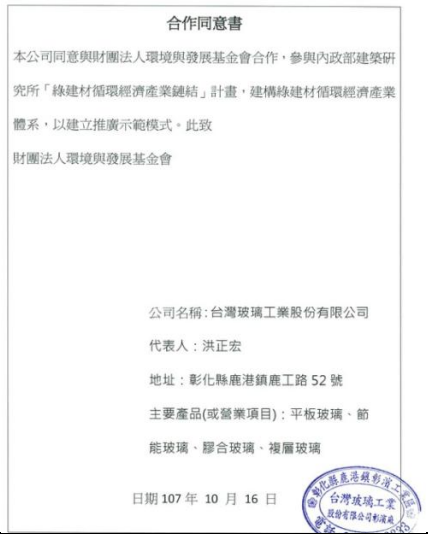
代表人：吳春池

地址：新竹市延平路二段 97 號

主要產品：再生玻璃粉碎料、亮彩琉璃

日期 107 年 09 月 06 日

台寶玻璃實業股份有限公司 合作同意書



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，參與內政部建築研究所「綠建材循環經濟產業鏈結」計畫，建構綠建材循環經濟產業體系，以建立推廣示範模式。此致

財團法人環境與發展基金會

公司名稱：台灣玻璃工業股份有限公司

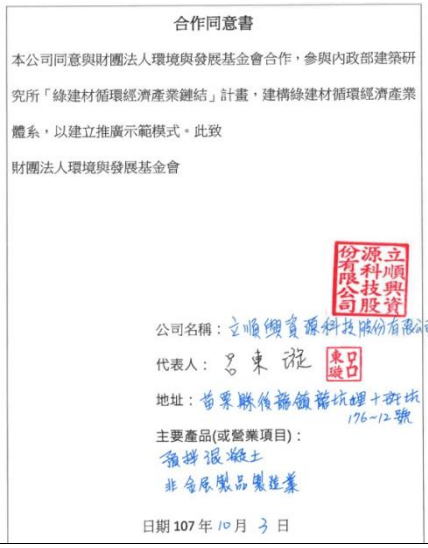
代表人：洪正宏

地址：彰化縣鹿港鎮鹿工路 52 號

主要產品(或營業項目)：平板玻璃、節能玻璃、膠合玻璃、複層玻璃

日期 107 年 10 月 16 日

台灣玻璃工業股份有限公司 合作同意書



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，參與內政部建築研究所「綠建材循環經濟產業鏈結」計畫，建構綠建材循環經濟產業體系，以建立推廣示範模式。此致

財團法人環境與發展基金會

公司名稱：立順興資源科技股份有限公司

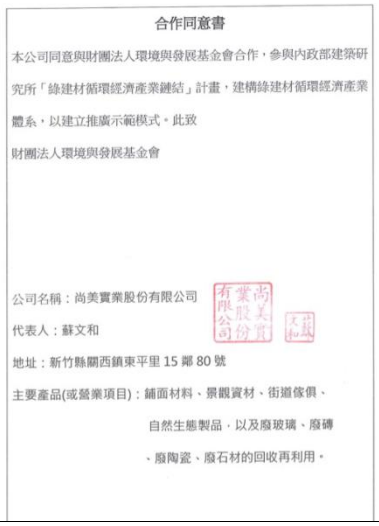
代表人：呂東說

地址：苗栗縣後龍鎮龍坑里十斗坑 176-12 號

主要產品(或營業項目)：預拌混凝土 非金屬礦物製品製造業

日期 107 年 10 月 3 日

立順興資源科技股份有限公司 合作同意



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，參與內政部建築研究所「綠建材循環經濟產業鏈結」計畫，建構綠建材循環經濟產業體系，以建立推廣示範模式。此致

財團法人環境與發展基金會

公司名稱：尚美實業股份有限公司

代表人：蘇文和

地址：新竹縣關西鎮東平里 15 鄰 80 號

主要產品(或營業項目)：鋪面材料、景觀資材、街道傢俱、自然生態製品，以及廢玻璃、廢磚、廢陶瓷、廢石材的回收再利用。

尚美實業股份有限公司 合作同意書

圖2-19 綠建材產業體系示範模式業者合作同意書

三、資料蒐集彙整及成果展示

本團隊將蒐集示範業者之原料供應、綠建材生產、綠建材使用與回收再利用等相關資料，彙整上、中、下游建立循環經濟示範模式。模式建立後，規劃頒予示範廠商「綠建材循環經濟體系認定證書」以茲鼓勵，並證明其綠建材產品符合循環經濟產業體系，初擬之綠建材循環經濟體系認定證書內容如圖2-20所示。

○○綠建材循環經濟產業體系(擬議中)

茲認定

1. ○○建築開發公司：○○工程

2. ○○A 建材公司：○○建材

3. ○○B 建材公司：○○建材

4. ○○實業公司：○○材料

推動資源永續利用，經評估符合綠建材循環經濟，足資示範。

內政部建築研究所 所長　王○○

中 華 民 國　107　年　　月

圖2-20 綠建材循環經濟體系認定證書(擬議)

四、辦理第二場審查會議

依據第一次審查會結果選定之兩項代表性綠建材(高壓混凝土地磚、混凝土粒料)，以及訪查具參與循環經濟產業體系示範模式意願之相關業者後，於9月26日假內政部建築研究所大坪林聯合開發大樓15樓第一會議室辦理第二場審查會議(辦理情形如圖2-21)。此次審查會議主要目的為審議該等廠商是否合適，進而建立循環經濟產業體系示範模式，以利後續辦理綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會。審查會首先由計畫經理進行簡報，再由計畫主持人陳文卿博士針對兩項代表性綠建材產業體系進行討論，並初步對綠建材循環經濟

產業體系示範模式之效益進行評估，包含原生資源減量、廢棄物減量、CO_2減量、降低廢棄物處理等項目，審查會議相關資料如附錄八。

第二場審查會審查項目及委員意見包括：

(一)建議之「混凝土粒料(玻璃再生粒料)」產業鏈結業者是否合適

【李教授隆盛】

合適。

(1)玻璃的回收有正常規範相關的規定，回收料源算穩定。

(2)再生料投產技術不成問題，品質亦符合規範。

(3)符合循環經濟的定義，亦滿足產業鏈鏈結。

【黃教授兆龍】

合適。

(1)玻璃再生利用可行。

(2)應採用精確雷射鑑別及掃瞄顆粒影像分析,已獲得精選之玻璃利料及顆粒孔隙曲線，以進行精確配比之設計。

(3)玻璃與水泥間之鹼粒料反應宜進一步探討，建立耐久性資料庫。

(4)宜建立節能減碳之資料庫。

【廖教授文城】

合適。所選之”玻璃再生力料”，其鏈結以台玻為主，所建構之鏈結，可以探討玻璃之生產與回收再利用的循環，尚稱適當。另，有關玻璃纖維的循環是否也可加入。

【黃教授榮堯】

合適。有機會提升本產品營建混凝土廢料再利用更佳。

【葉總經理禮旭】

合適。建立第三認證評鑑制度。

【張建築師矩墉】

合適。回收業者與生產廠商的產業完整，生產回收流程成熟，以具備雛

形，容易聚集。

【江教授哲銘】

合適。

【陳委員瑞鈴】

合適。

【王工程師義和】

合適。玻璃粒料再利用處理後，自身可為產品(亮彩琉璃)亦可運用於混凝土製品(磚)、道路鋪面工程中，為具完整且易理解之鏈結示範模式。

(二)建議之「高壓混凝土地磚」產業鏈結業者是否合適

【李教授隆盛】

合適。

(1)以高壓混凝土地磚的產製技術而言，只要再生料的料源穩定，循環利用不成問題。

(2)高壓混凝土去化再生料有很大貢獻，減少原生料的使用，對環境保護有良好的效益。

(3)符合環經濟的定義，亦滿足產業鏈的鏈結。

【黃教授兆龍】

合適。

(1)廢陶瓷可運用於高壓成型地磚。

(2)可以考慮以鹼激發廢陶瓷，減少或不用水泥，達到節能減碳之循環經濟目標。

(3)本項產品可以製造高強度之透水磚。

(4)宜計算減碳數量。

(5)營建廢棄物宜有效導入，但科技篩選技術宜考慮。

【廖教授文城】

合適。高壓混凝土地磚的鏈結，以冠軍磁磚為首，建立其廢棄物的再生，

以做成面磚，粒料，地磚，水泥製品等，對循環經濟在建材中的動態平衡，可以減少廢棄物，並降低業界成本。

【黃教授榮堯】

合適。有機會提升本產品營建混凝土廢磚再利用率更佳。

【葉總經理禮旭】

合適。建議產業鏈結架構應加入營建廢棄物處理業者，其來源為新建工程及拆除工程，亦為建築物生命週期來參考作為。

【張建築師矩墉】

合適。

(1)以陶瓷廠為來源，其廢棄之陶瓷應為其生產過程的不合格廢品，其數量可能很有限。而一般營建工程拆除的廢棄陶瓷是否有金會進入回收鏈。

(2)高壓混凝土地磚的材料可能很多元，除了陶瓷之外的回收材料如何列入。

【江教授哲銘】

合適。

【陳委員瑞鈴】

合適。

【王工程師義和】

合適。依建築技術規則321條，略以:「戶外地面扣除車道…綠建材使用率應達10%以上，基此，高壓混凝土地磚為法規最直接相關之代表性綠建材產品。

(三)其他建議

【黃教授兆龍】

(1)產業鏈結業宜將物聯網(IoT)、人工智慧(AI)及大數據(Big Data)納入系統內，以有效掌握品質，並且大量去化再生材料，達成經濟效益。

(2)宜有創新的觀念，創造更高之利基。

【黃教授榮堯】

(1)確立本研究循環再利用產業鏈結問題分析的目的與效益,方可作為後續推動之參考。

(2)盡量以回收 再利用建築廢棄物為優先，探討再利用建築廢棄物之問題與因應之道。

【葉總經理禮旭】

(1)產業鏈結問題分析，建議應有因應對策。

(2)建材銀行。

(3)建立石膏板，矽酸鈣板再利用途。

【江教授哲銘】

鼓勵再生綠建材之申請動能，可以將本案2大體系整理成SOP，提供給更多不同類型之體系做參考依據，以茲擴大再生綠建材之範圍。

【陳委員瑞鈴】

合適。

【王工程師義和】

惟相關法令制度面遭遇之問題，應進行後續探討解決，始可順利推動。

審查會現況-1	審查會現況-2
審查會現況-3	審查會現況-4
審查會現況-5	審查會現況-6

圖2-21 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選第二次審查會辦理情形

會議中審查委員同意由高壓混凝土地磚及混凝土粒料建構之兩項綠建材產業體系示範模式，會後彙整審查委員之建議如表2-19，後續將依據此結果，辦理高壓混凝土地磚以及混凝土粒料兩項循環經濟產業體系示範之觀摩會。

表2-19 代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選第二次審查會委員建議彙整

審查委員	內容
李教授隆盛	贊同以此兩項產品作為對象建立產業鏈結，請補充說明簡報11頁中台玻產量為18萬噸，但原料及再生料加總只有16萬噸，其中落差有2萬噸，而台寶則落差不大，另外在19頁效益評估之高壓混凝土地磚部分，原生資源減量只有137噸，以尚美來說137噸應是低估。

審查委員	內容
葉總經理禮旭	1.廢混凝土塊之土質代碼屬於「B5磚塊或混凝土塊」，只要在工地現場分得很乾淨的部分，都會送到合格的土石方資源堆置處理場代替天然砂石3-5%，因此工地現場有用的資源大部份都已經用掉或是送到合格的土石方資源堆置處理場，後端綠建材廠商要使用的話，是沒有資格收取營建混合廢棄物，因此若是綠建材廠商要使用廢混凝土塊，則必須再透過一手，導致成本較高。 2.目前矽酸鈣板與石膏板都無法回收，因為目前並沒有此兩項產品之回收體系。 3.建研所該如何去宣導建材於設計時就考慮未來可以再使用，而不是需要進行破碎之後再回到再生建材。
張建築師矩墉	1.簡報中之玻璃產業鏈結架構圖較高壓混凝土地磚完整，從台玻出去之後還是會回到台玻，而冠軍磁磚產生之廢陶瓷進入到高壓混凝土地磚後則無再回到冠軍。 2.陶瓷廠產生之不合格廢品數量較有限，一般營建工程拆除之廢陶瓷是否有機會進入回收體系。 3.高壓混凝土地磚可使用之再生料較多元，除陶瓷外之回收料該如何列入。
陳委員瑞鈴	1.在玻璃回收再利用部份，目前還很有潛力，希望能再提升再利用量，而在冠軍建材部分則潛力更大，冠軍只有使用6%再生料，而且只有使用廢陶瓷的部分，並沒有使用廢棄之混凝土，應該要將廢棄混凝土塊也納入鏈結當中，才可達到循環經濟的目的，相關的法令及制度該如何去突破，都是此計畫可產出之後續研究項目。 2.建築物除了新建、使用之外，建築物的拆除也需進行管理。
江教授哲銘	1.現階段此計畫中的兩個體系有其示範作用，可給予其他不同類型之體系作為參考。 2.目前獲取再生建材標章之業者只占8%，後續可再鼓勵及推廣，後續也可將碳盤查納入其中。
黃教授兆龍	1.目前進行歐盟之計畫，皆是以雷射進行顆粒篩選，篩選後就可以進行多重應用，可藉由此機會提升業界之技術。 2.若是以玻璃與水泥製作之產品會有鹼骨材反應，可能會有掉粒或破損之問題，應進行其耐久性測試，並建立相關資料庫。 3.建議也可以建立節能減碳的資料庫，並且將產業鏈結的每個單元進行物料平衡，整個產業鏈結會更完整。 4.高壓混凝土地磚部分是使用陶瓷回收料，仍使用水泥膠結，而歐盟計畫中，陶瓷或是磚可用鹼激發技術，就不需要使用水泥，以達到循環經濟之目的。 5.建議後續研究可以將物聯網(IoT)、人工智慧(AI)及大數據(Big Data)納入系統內，以有效掌握品質，並且大量去化再生材料，達成經濟效益，創造更高之利基。
黃教授榮堯	1.今天提出之兩個體系雖然是既有的，但若是可讓其他業者作為參考，才是此研究真正的價值所在，因此在簡報20頁中的產業鏈結問題分析非常重要，問題的探討應以使用者的角度來分析: 第一、為什麼要使用這些廢棄物? 第二、要使用這些廢棄物，其產品品質技術是如何克服?將這些問題

審查委員	內容
	都整理確實，對於日後建材循環經濟的效益會更大。 2.應以營建之廢棄物再利用為優先，若目前無再利用營建廢棄物，應探討其無法進入產業鏈結之問題。
廖教授文城	1.目前廢玻璃纖維產生量也較多，是否也可以加入產業鏈結循環之中。 2.簡報19頁中，高壓混凝土地磚原生資源減量及廢棄物減量不同，請再說明。

2.3.4 建立綠建材循環經濟產業體系

依據「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」兩場審查會之結果，規劃以混凝土粒料及高壓混凝土地磚兩項綠建材產品之物料供應端、回收端、再利用端及使用端分為上、中、下游，建立兩項綠建材產品之綠建材循環經濟產業體系。

一、混凝土粒料循環經濟產業體系

混凝土粒料產業體系將以產製混凝土粒料(玻璃砂粒料)之台寶玻璃工業股份有限公司(以下簡稱台寶公司)作為中游示範對象，結合其上、下游相關業者，並與業者洽詢瞭解整體物料之流向及流量，進而建立混凝土粒料循環經濟產業體系(如圖2-22所示)，後續將針對流向及流量進行說明。

台寶公司使用之回收料來自玻璃回收業者春池玻璃實業有限公司(以下簡稱春池公司)之廢面板玻璃(R-0401)及廢玻璃容器(R-0407)，春池公司將光電業產出之廢面板玻璃及民生使用後廢棄之玻璃製品回收，並經過工廠內處理流程後，交與台寶公司及宜興玻璃科技有限公司(以下簡稱宜興公司)進行再利用，宜興公司將廢面板玻璃再利用產製環保輕質節能磚，而台寶公司將這些分選完成之廢玻璃及廢玻璃容器進行去除雜質、破碎、篩分等製作流程(如圖2-23所示)，產製混凝土粒料(玻璃砂粒料)以及裝飾用珠狀粒料(亮彩琉璃)，進而將此兩項綠建材產品銷售予下游業者，其用途包含：

- 工業及民生用之玻璃製品(台玻公司)。
- 高壓混凝土地磚、空心磚及磨石子地磚等再生綠建材。
- 瀝青鋪面及替代混凝土製品之部分原料。
- 亮彩琉璃用則於建築內外牆、步道、圍牆等。

如圖2-22所示，光電業者每年可產生約11萬2千公噸之廢面板玻璃，台灣玻璃新竹廠每年可產生約18萬4千公噸之玻璃製品作為民生使用，春池公司每

年回收廢面板玻璃約7萬8千公噸，廢玻璃容器約4萬8千公噸，春池玻璃每年回收廢玻璃總量超過10萬公噸，約占台灣回收玻璃量之七成，春池公司將廢面板玻璃及廢玻璃容器經過分類、分色及磨碎等處理程序即可再利用(如圖2-24所示)。

宜興公司每年使用約2千3百公噸之廢面板玻璃再生粒料，可生產環保輕質節能磚約3千5百公噸，台寶玻璃每年使用約4百公噸廢面板玻璃及約2萬噸之廢玻璃容器可生產混凝土粒料(玻璃砂粒料)約1萬9千公噸，以及亮彩琉璃約7百公噸，而混凝土粒料(玻璃砂粒料)每年有約3千5百公噸可再回到玻璃製造業作為玻璃製品之部分原料，約1萬5千公噸可再作為水泥製品產業之部分原料，或是作為瀝青鋪面等應用。

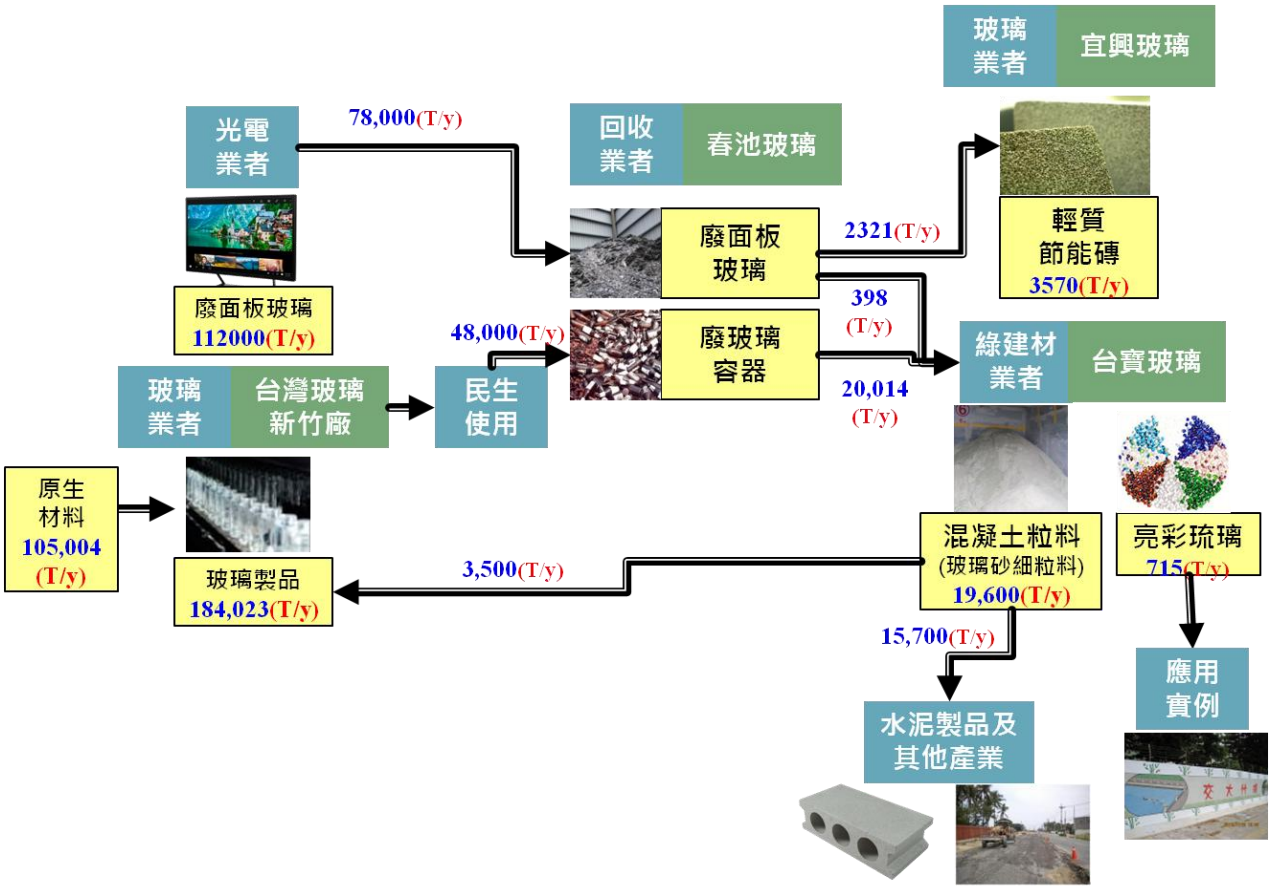


圖2-22 混凝土粒料循環經濟產業體系

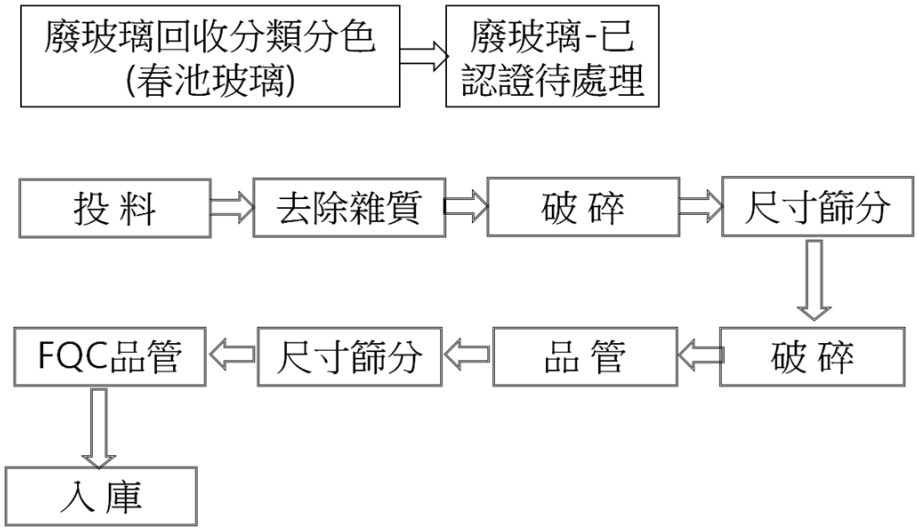


圖2-23 台寶公司混凝土粒料(玻璃砂粒料)工廠生產流程

(資料來源：台寶公司)

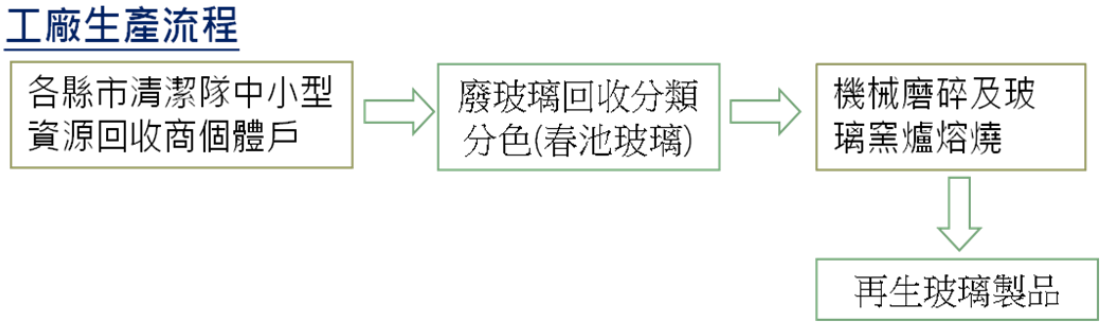


圖2-24 春池公司再生玻璃粒料工廠生產流程

(資料來源：台寶公司)

二、高壓混凝土地磚循環經濟產業體系

高壓混凝土地磚產業體系將以產製高壓混凝土地磚之民峰業股份有限公司(以下簡稱民峰公司)作為示範對象，結合其上、下游相關業者，並與業者洽詢瞭解整體物料之流量及流向，進而建立高壓混凝土地磚循環經濟產業體系(如圖2-25所示)。

民峰公司使用之回收料主要來自三家綠建材業者，分別為台寶公司、中聯資源股份有限公司(以下簡稱中聯公司)以及立順興資源科技股份有限公司

(以下簡稱立順興公司)，台寶公司再利用玻璃業者回收之廢玻璃(R-0401)及廢玻璃容器(R-0407)經過廠內處理後生產混凝土粒料(玻璃砂粒料)，中聯公司再利用高爐煉鋼業者之水淬高爐石(R-1202)生產水淬高爐石粉，立順興公司再利用陶瓷業之廢陶瓷(R-0403)及電弧爐煉鋼業者之氧化碴(R-1209)，產製混凝土粒料(陶瓷砂粒料)及混凝土粒料(氧化爐碴)，民峰公司使用混凝土粒料(玻璃砂粒料)、水淬高爐爐石粉、混凝土粒料(陶瓷砂)三項再利用產品，取代高壓混凝土地磚之部分原料產製高壓混凝土地磚，進而將產品銷售予建材經銷商，立順興公司之混凝土粒料(氧化爐碴)則銷售予營造業者作為鋪面工程級配料及CLSM等應用。

如圖2-25所示，台寶玻璃每年再利用約2萬公噸之廢玻璃及廢玻璃容器，可產生約1萬9千公噸之混凝土粒料(玻璃砂粒料)，中聯資源公司每年再利用高爐煉鋼業者產生之水淬高爐石約79萬公噸，可產製約69萬公噸之水淬高爐爐石粉，立順興公司再利用陶瓷業之廢陶瓷每年約4千8百公噸，約可生產4千8百公噸之混凝土粒料(陶瓷砂粒料)，以及再利用電弧爐煉鋼業者產出之氧化碴每年約15萬公噸，可產製約5萬公噸之混凝土粒料(氧化爐碴)

民峰公司每年使用台寶公司產製之混凝土粒料(玻璃砂粒料)約1萬4千公噸、中聯公司產製之水淬高爐爐石粉約5千公噸以及立順興公司產製之混凝土粒料(陶瓷砂料)約25公噸，替代一般高壓混凝土磚之部分原料，產製高壓混凝土地磚約11萬7千公噸，後續則應用於道路地磚及公園道路鋪設等。

立順興公司之工廠生產流程如圖2-26以及民峰公司之工廠生產流程如圖2-27。

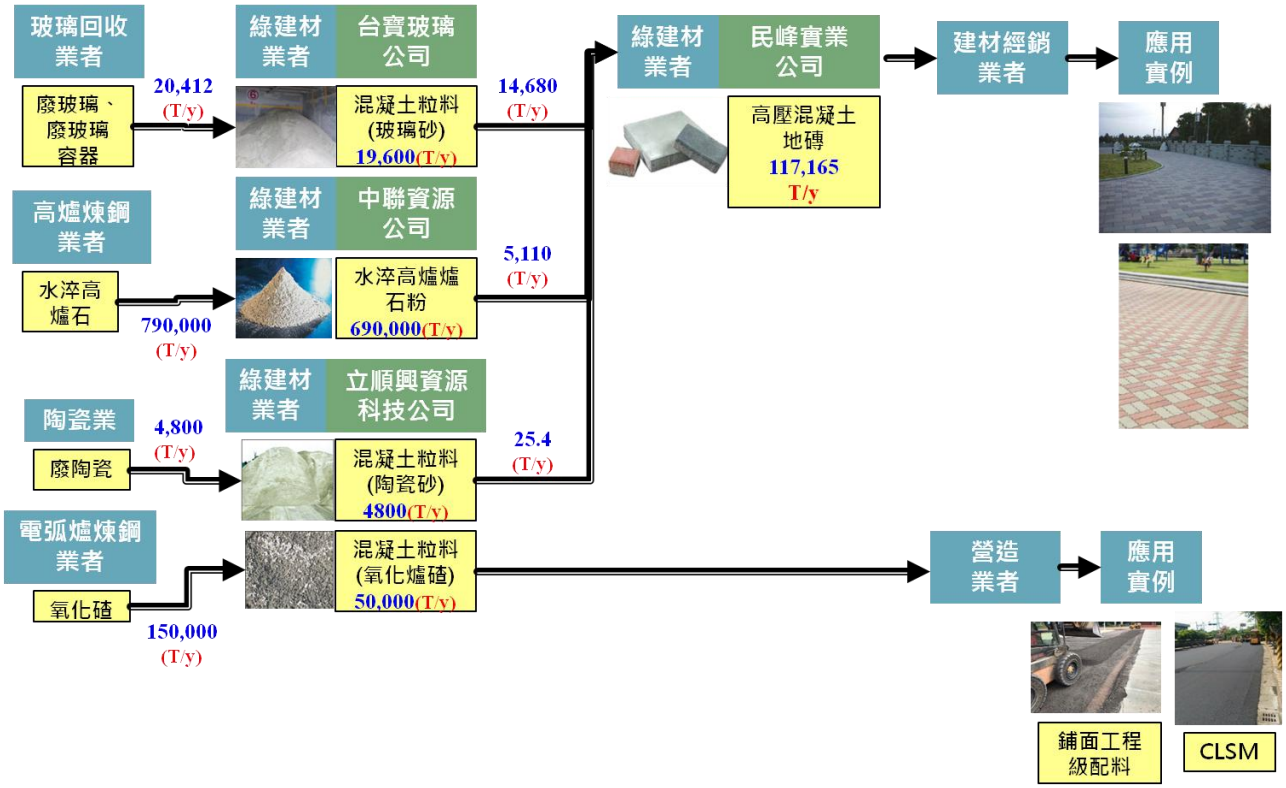


圖2-25 高壓混凝土地磚產業體系

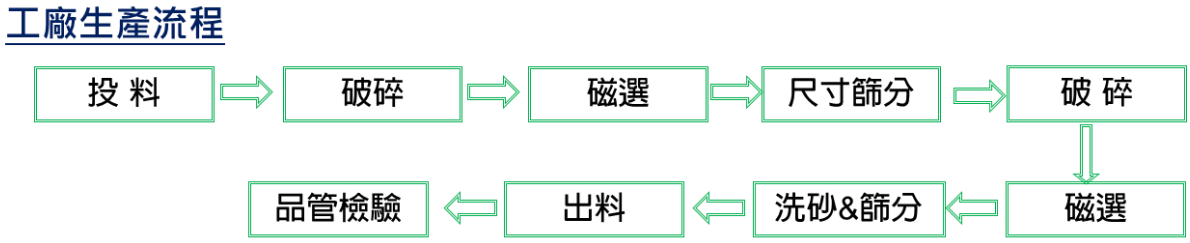


圖2-26 立順興公司工廠生產流程

(資料來源：立順興公司)

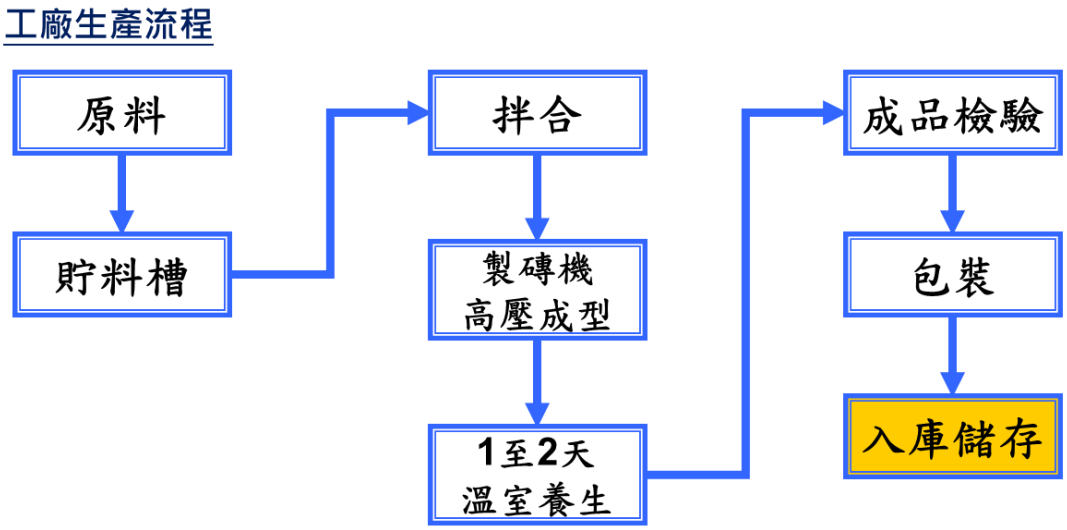


圖2-27 民峰公司高壓混凝土地磚工廠生產流程

(資料來源：民峰公司)

2.3.5 綠建材循環經濟產業體系之整體效益評估

為瞭解綠建材產業所帶來的環境效益，本計畫已完成混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚等兩項再生綠建材之循環產業鏈結模式，針對原生材料替代後所衍生之整體效益進行評估，分別以物質流及資金流等兩部分進行評估。物質流的部分將評估減少原生材料使用量、減少廢棄物產生量及CO2排放量；資金流將評估節省原生材料及廢棄物處理成本，綜合物質流及資金流評估結果，呈現綠建材循環經濟產業體系之整體效益。

參考105年陳文卿博士執行建研所協辦計畫《綠建材環境效益評估_以再生綠建材為例》之研究，評估混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚生產過程涉及原生資源減量、廢棄物減量及其他間接效益等三項環境效益指標如表2-20，依照兩項再生綠建材產品之產品規格、可量化之環境效益種類及間接效益等內容分述如后。

表2-20 環境指標相關資訊

環境效益指標	比較基準與計算依據	計算方式或公式
原生資源減量	1.一般建材以 100%原生原料計算 2.再生綠建材標章產品再生料比率依評定基準規定 3.原生資源製程質量損失率依業者實際生產資料計算	1.配合業者製程參數調查，納入質量損失率考量以計算原生材料節約量 2.產品單位重量÷(1-原生料之製程質量損失率)×再生料摻配率=原生資源減量
廢棄物減量	1.一般建材以 100%原生原料計算 2.再生綠建材標章產品再生料比率依評定基準規定 3.再生資源製程質量損失率依業者實際生產資料計算	1.配合業者製程參數調查，納入質量損失率考量以計算廢棄物減量 2.產品單位重量÷(1-再生料之製程質量損失率)×再生料摻配率=廢棄物減量
其他間接效益	(一)節約廢棄物處費用 1.依據「廢棄物減量」效益 2.依據 104 年度縣市環保局事業廢棄物處理費標準 2,250 元/噸	「廢棄物減量」效益×2,250 元/噸=節約廢棄物處費用
	(二)節省原生材料成本 依據生產每公噸之再生綠建材產品，可減少使用原物料之節省成本	「使用回收料」效益(減少原物料使用)×原物料單位價格(元/噸)=節約原物料使用費用
	(三)減少 CO_2 排放 1.依據「原生資源減量」效益 2.建研所執行之 102 年度「再生綠建材減碳效益評估之研究」 3.102 年「建築物碳揭露方法及碳排放資料庫之研究」 4.環保署「公告 103 年度通過審查之排碳係數清單」 5.環保署「碳足跡資料庫」 6.各標章業者執行碳盤查並公布之資料。	1.已完成減碳效益評估之產品，以(產品重×原生與再生產品碳足跡差異)計算。 2.原生與再生產品製程相同之產品，以(「原生資源減量」× 原生與再生資源於原料開採階段之碳足跡差異)計算。 3.原生與再生產品製程不同之產品，以(「原生資源減量」×原生與再生資源於原料開採階段之碳足跡差異＋原生與再生產品製程碳足跡差異)計算。 4.因再生資源通常為其他工程或製程產生之廢棄物，故其原料取得階段之碳足跡應計入前依製程或工程而非再生綠建材產品。本計畫引用 102 年度「再生綠建材減碳效益評估之研究」之減碳效益時，亦以同樣標準，選用其模式四之減碳效益值，該模式已排除土地利用、廢棄物之製程排碳分擔與原生材的資源耗費。

(資料來源：內政部建築研究所「綠建材環境效益評估-以再生綠建材為例」計畫期末報告)

一、混凝土粒料(玻璃砂粒料)

依據2.3.4節建立之混凝土粒料(玻璃砂粒料)循環經濟產業體系，綠建材業者代表為台寶公司，其回收春池玻璃之廢玻璃及廢玻璃容器，而產製之玻璃再生粒料則銷售至台玻公司及製造水泥製品之業者。

(一)產品基本資料

1.代表業者：台寶公司

2.產品名稱：混凝土粒料(玻璃砂粒料)

3.再生料使用比率：100%

4.每年平均生產量：19,600公噸

5.以每噸產品之功能規格資訊計算環境效益

(二)環境效益指標計算

1.原生資源減量效益

玻璃是以一種或多種矽酸鹽類為主的非晶質物質。它是以矽砂為主成分經與重鹼(碳酸鈉)、石灰石(或白雲石)等其他原料調合後，置入槽窯中，用高溫加熱至1500˚C，使其熔融而成玻璃膏，之後置於較低溫度的保溫窯中，保持適於加工的狀態。保溫窯中的玻璃膏，可用於機器擠壓或吹入模型中，便完成玻璃製品。

在日常生活中所使用的玻璃製民生用品、建材及電子光電器材種類繁多，其所使的原料依照成品的功能特性需求而有不同。參考財政部國稅局105年度之「玻璃業原料耗用通常水準調查報告」，玻璃原料熔成玻璃膏製程中,原料因部分分解形成氧化物及氣體(例如碳酸鹽在燒成過程分解為氧化物而造成損失)，造成氣體之逸出及部分氧化物的揮發，所造成的損耗率則約略相近，其消耗也是玻璃產品製造過程中最重要的耗損部分。雖然因製品種類之不同而有差異，但在由原料配合至熔成玻璃膏的熔融過程中之損耗，是大致相同的，其損耗率約為17~19%，其中設備好的工廠，損耗率較低，設備差的就較高，在特殊情況下也不會超過20%的損耗。

因此，原生材料減量計算式之原生料製程質量損失率平均以18%來計算，計算結果如下，即每生產1公噸之混凝土粒料(玻璃砂粒料)，約可節省使用1,220公斤之玻璃原料。

1,000 kg÷(1-18%)×100%=1,220 kg

2.廢棄物減量效益

由於使用再生玻璃生產混凝土粒料(玻璃砂粒料)之過程幾無質量損失，故每生產1公噸產品，便可減少1公噸待處理之玻璃廢棄物。

1,000 kg÷(1-0%)×100%=1,000 kg

3.其他間接效益

(1)減碳效益

針對混凝土粒料(玻璃砂粒料)之生產過程，加熱目的僅在於收縮玻璃銳角，無論使用廢玻璃或玻璃原料，其製程與加熱溫度不致有明顯差別，故減碳效益應來自原生玻璃製造與再生玻璃前處理之差異。

參考台寶公司之上游業者春池玻璃公司生產之玻璃奶瓶，其申請環保署碳標籤之查驗報告中提到，該公司原生玻璃產品於原料取得與產品製造階段之碳足跡佔整體產品碳足跡之63.83%，其實際碳足跡數據為2.017 kg CO_2e。再依據該公司再生玻璃粉碎料申請經濟部綠色產品審查之申請資料，該公司生產每噸再生玻璃粉碎料需耗電6.792度，此外無須投入燃料或水，依104年電力排放係數0.528 CO_2e度，換算得再生玻璃粉碎料實際碳足跡數據為0.004 kg CO_2e。二者差別為2.013 kg CO_2e，亦即每使用1公斤廢玻璃製作混凝土粒料(玻璃砂粒料)，可減排CO_2 2.013公斤，故每噸產品可減排之CO_2量為2,013公斤。

1,000 kg×2.013 kg CO_2e×100%=2,013 kg CO_2

(2)減低原生料使用成本

臺灣因缺乏無機礦藏，故玻璃原料之來源，除了白雲石、石灰石、螢光石、紅丹等之外，大部分要靠外國進口。表2-21為代表性玻璃之主要原料，由於玻璃粒料製程與容器玻璃相似，因此參考其主要原料包含矽砂(60%)、純鹼(18%)、石灰石(16%)、霞石粉(3%)及白雲石(1%)等五項，依此五項原料單位價格，計算可減少使用原生料之成本。

查詢經濟部礦務局106年10月至107年9月主要礦產品產銷量值資料，矽砂每公噸之平均單價為221元、石灰石140.4元(106年7月)、霞石粉(長石)660元(107年4月)及白雲石1,447元；而純鹼主要係添加碳酸鈉，其試藥級價格約1公斤3,100元。由原生資源減量效益計算得知，生產1公噸玻璃粒料需使用1,220公斤之玻璃原料，因此依表2-21各原料使用百分比(%)計算生產每公噸混凝土粒料(玻璃砂粒料)可節省約912元玻璃原料

成本，計算如下。

矽砂：1.22公噸x60%x221=161.8

石灰石：1.22公噸x16%x140.4=27.4

霞石粉(長石)：1.22公噸x3%x660=24.2

白雲石：1.22公噸x1%x1,447=17.7

碳酸鈉：1.22公噸x18%x3,100=681

以上總和：161.8+27.4+24.2+17.7+681=912.1元

表2-21 代表性玻璃之主要原料(wt%)

名稱/原料 配比/原料	純鹼	矽砂	白雲石	霞石粉	芒硝	石灰石	高嶺土	螢石粉
浮板玻璃	18	57	16	2	0.35	-	-	-
花板玻璃	19	61	9	-	0.2	9	-	-
玻璃布	-	31	-	-	-	23	29	1
玻璃纖維束	-	33	-	-	-	23	29	1
容器玻璃	18	60	1	3	-	16	-	-
名稱/原料 配比/原料	硬硼酸鈣	氫氧化鋁	氧化鈰	碳酸鉀	硼砂	硼酸	其他	
浮板玻璃	-	-	-	-	-	-	6.65	
花板玻璃	-	-	-	-	-	-	1.8	
玻璃布	14	-	-	-	-	-	2	
玻璃纖維束	13	1	1	1	1	1	1	
容器玻璃	-	-	-	-	-	-	2	

(資料來源：財政部國稅局105年度「玻璃業原料耗用通常水準調查報告」)

(3)減低廢棄物處理費

業者產出之廢玻璃為可節省之事業廢棄物清除處理成本部分。104年各縣市環保局收受外縣市事業廢棄物之單價約為2,050~2,500元/噸，可合理估算其平均成本為2,250元/噸，故每噸產品可節約2,250元之廢棄物處理費。

(三)混凝土粒料(玻璃砂粒料)整體效益

對原生材料替代後所衍生之整體效益進行評估，分別以物質流及資金流等兩部分進行評估。

1.物質流：

生產每公噸混凝土粒料(玻璃砂粒料)可節省1,220公斤之玻璃原生材料使用量、減少1,000公斤廢棄物產生量及減少2,013公斤之CO_2排放量。

2.資金流：

生產每公噸混凝土粒料(玻璃砂粒料)可節省約912元之原生材料使用成本，並節省2,250元之廢棄物處理費用。

二、高壓混凝土地磚

依據2.3.4節建立之高壓混凝土地磚循環經濟產業體系，綠建材業者代表為民峰公司，其回收台寶玻璃公司之廢玻璃、中聯資源公司之水淬高爐石及立順興公司之混凝土粒料(廢陶瓷及氧化爐碴)，而產製之高壓混凝土地磚則透過建材經銷商銷售至相關業者。

(一)產品基本資料

1.代表業者：民峰公司

2.產品名稱：高壓混凝土地磚

3.再生料使用比率：34.54%

4.每年平均生產量：117,165公噸

5.以每噸產品之功能規格資訊計算環境效益

(二)環境效益指標計算

1.原生資源減量效益

高壓混凝土地磚使用主要原料包含水泥、河砂、砂石等，依製造業者估計，使用原料中水佔6%，故生產每公噸產品須使用之原物料乾重為940公斤，而於綠建材高壓混凝土地磚之製程中，添加之再生料視種類不同有不同之用途與反應，如廢玻璃或熟廢胚，一般用以替代混凝土之級配，而飛灰或爐石用以作為卜作嵐材料。然無論作為何種用途，再生材料特性與取代之原生材料特性十分相近。

依民峰公司生產高壓混凝土地磚之製造流程可分為原料拌合、高壓製磚及1至2天之溫室養生等過程，一般而言除篩除不良品之外，於製造過程中無質量損失。經蒐集多家綠建材標章業者之質量平衡統計亦證明此點，故此類產品之原生資源減量效益如下計算式。

產品單位重量x(1－含水率)×再生料摻配率=原生材料減量

以民峰公司生產之B級高壓混凝土地磚而言，該公司使用再生料包含高爐石粉及磁磚砂，其再生料參配率為34.54%(再生綠建材定基準規定之

再生料摻配率為30%以上)，因此每公噸B級高壓混凝土地磚綠建材標章產品可節省之原生資源量為325公斤，計算式如下。

1,000 kg×(1-6%)×34.54%=325 kg

2.廢棄物減量效益

由於高壓混凝土地磚使用之再生原料，其特性與取代之原生材料特性十分相近，並無明顯之製程質量損失率差異，產品之含水率約6%，再生料摻配率為34.54%，故每生產1公噸產品，可減少325公斤待處理之廢棄物。

1,000 kg×(1-6%)×34.54%=325 kg

3.其他間接效益

(1)減碳效益

依據建研所102年度「再生綠建材減碳效益評估之研究」，每公噸高壓混凝土地磚可減少8.28公斤碳排放。

民峰公司生產高壓混凝土地磚使用之水泥，其中50%換成高爐石粉，由於高爐石粉製造時沒有跟水泥一樣之燒成流程，因此可減少燒成時的能源約35%及二氧化碳約46%。1公噸水泥中50%換成高爐石粉之減碳及能源效益如圖2-28。

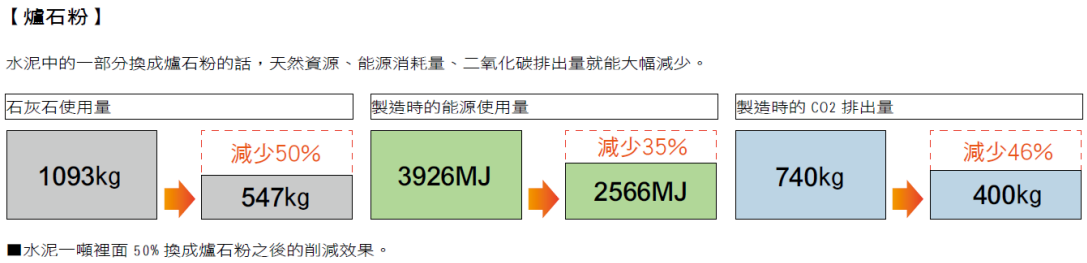


圖2-28 以爐石粉取代50%水泥製成地磚之減碳及能源效益

(資料來源：民峰公司)

(2)減低原生料使用成本

參考財政部國稅局99年度之「水泥及其製品業之製造業原物料耗用通常水準調查報告」，高壓混凝土地磚屬於混凝土預鑄業，所使用之材料包含砂、石、膠結料(水泥、爐石粉、飛灰、矽灰等)、摻劑(減水劑及強塑劑等)及用水量等(詳如表2-22)，其中高性能混凝土製品可用爐石粉、飛灰或矽灰等膠結料取代水泥用量。

民峰公司製造1公噸高壓混凝土地磚所需材料如下：

- 底料：水泥49 kg、爐石49 kg、砂267 kg、二分石267 kg、磁磚砂267 kg。
- 面料：水泥17 kg、爐石6 kg、細砂77 kg。

水泥使用量為66 kg，其他使用材料總重量為934 kg，其中回收料包含爐石及磁磚砂共323 kg(佔使用材料之34.5%)。

經查詢107年9月經濟部礦務局礦業及土石業務統計報表，107年1月至8月土石庫存量及石場交價格如圖2-29，107年8月砂場交價格334元/公噸，石場交價格為308元/公噸。

水泥製品廠、自充填性、高性能高強混凝土配方例												
強度（28d）	砂	石	膠量				總膠量B	摻劑		減水量	用水量	水膠比W/B
			水泥	爐石粉	飛灰	矽灰		減水劑	強塑劑			
kg/cm^2	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	Kg	Kg	%	kg/m^3	
水泥製品廠(註 1)												
	583	1203	480				480	5.76			140	0.29
	609	1203	450				450	5.40			143	0.31
	706	1067	470				470	5.64			147	0.31
	703	1051	520				520	5.20			148	0.28
	760	1001	485				485	4.85			160	0.33
高性能混凝土-自充填性混凝土(註 2)												
350	793	861	321	99	74		494		7.9	-	-	-
420	783	857	331	102	76		509		8.14	-	-	-
560	875	962	355	18	98		471		12	-	145	
700	814	871				30	505		5.1	30	160	
註 1：水泥製品廠同尺寸產品尚細分數級，詳各廠型錄。 註 2：高性能混凝土-自充填性混凝土，強塑劑已被採用，矽灰亦被採用，水膠比已非設計重點。												

表2-22 混凝土預鑄業相關產品配方例

(資料來源：財政部國稅局99年度「水泥及其製品業之製造業原物料耗用通常水準調查報告」)

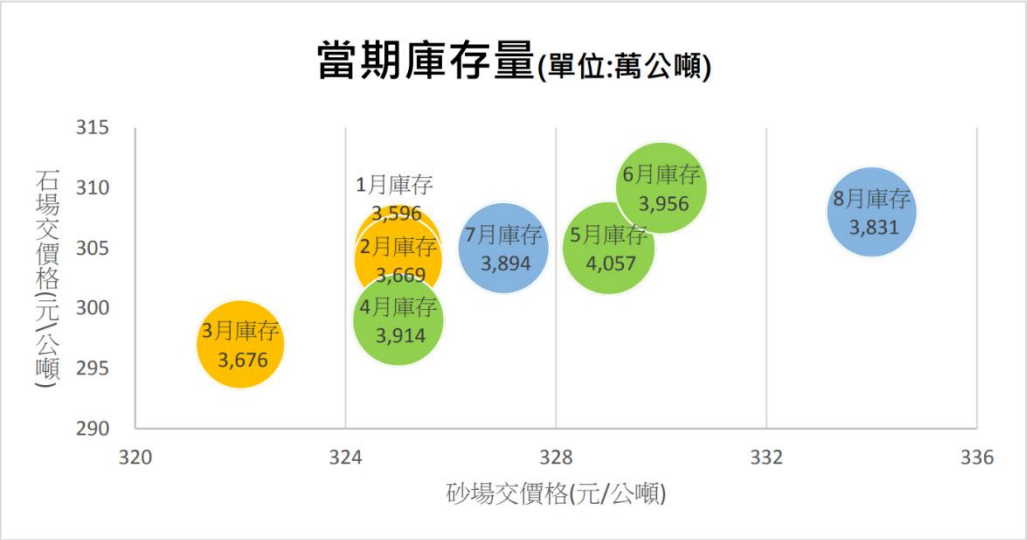


圖2-29 107年1月至8月土石庫存量及石場交價格圖

(資料來源：財政部國稅局99年度「水泥及其製品業之製造業原物料耗用通常水準調查報告」)

以民峰公司生產為例，該公司生產1公噸高壓混凝土地磚使用約323 kg之爐石、磁磚砂等回收料，可減少323 kg之砂、石原生料使用量，以107年8月砂、石平均價格約321元/公噸計算，生產1公噸高壓混凝土地磚可節省約103.7元，計算方式如下。

- **砂、石平均價格：(334+308)÷2=321元/公噸**
- **0.323公噸之回收料以砂石替代：0.323×321=103.7元**

(3)減低廢棄物處理費

在減少待處理之廢棄物數量，可節省之事業廢棄物清除處理成本部分。104年各縣市環保局收受外縣市事業廢棄物之單價約為2,050~2,500元/噸，可合理估算其平均成本為2,250元/噸，故民峰公司生產每噸再生綠建材標章高壓混凝土地磚可減少325公斤待處理之廢棄物，即可節省約731元之廢棄物處理費。

2,250元/噸×0.325公噸=731元

(三)高壓混凝土地磚整體效益

對原生材料替代後所衍生之整體效益進行評估，分別以物質流及資金流等兩部分進行評估。

1.物質流：

生產每公噸高壓混凝土地磚可節省325公斤之原生材料使用量、減少325公斤廢棄物產生量及減少8.28公斤之CO_2排放量。

2.資金流：

生產每公噸高壓混凝土地磚可節省約103.7元之原生材料使用成本，並節省731元之廢棄物處理費用。

本計畫以台寶公司及民峰公司為例，分別進行混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚等兩項再生綠建材之循環經濟產業體系整體效益評估。台寶公司及民峰公司之年平均產量分別約為19,600及117,165公噸，依此計算之環境整體環境效益包含節約61,991噸之原生資源使用量、減少57,679噸廢棄物產出及減少40,425噸CO_2排放，並節省約3,000萬元原生料使用成本及1.29億元之廢棄物處理費(如表2-23)。

表2-23 再生綠建材之混凝土粒料(玻璃砂粒料)及高壓混凝土地磚整體效益

效益因子 / 名稱	物質流			資金流	
	原生資源減量	廢棄物減量	CO_2減量	節省原生料使用成本	節省廢棄物處理費
	公噸			元	
台寶公司 混凝土粒料(玻璃砂粒料)	23,912	19,600	39,455	17,875,200	44,100,000
民峰公司 高壓混凝土地磚	38,079	38,079	970	12,150,011	85,647,615
總計	61,991	57,679	40,425	30,025,211	129,747,615

2.3.6 辦理示範觀摩會

為彰顯推動綠建材之循環經濟效益，內政部建築研究所辦理「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，依綠建材生命週期建立混凝土粒料及高壓混凝土地磚等二項代表性綠建材循環經濟產業體系，並以此兩項體系規劃辦理「綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會」活動，邀請建材、建築、營建業等使用端及此領域專家至再生綠建材工廠實際觀摩，以瞭解綠建材產品之產製過程及實際應用成果，期望藉由觀摩會之辦理提高使用意願並達到促進再生綠建材推廣之目標。活動工作流程如圖2-30所示。

圖2-30 示範觀摩會活動工作流程

藉由辦理綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會，將循環經濟之概念導入建材產業，本團隊規劃於107年10月及11月各辦理1場次綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會，此觀摩會有別於一般之工廠觀摩方式，將以混凝土粒料(玻璃砂粒料)以及高壓混凝土地磚相關產業體系之上、中、下游業者為示範對象進行辦理，透過瞭解兩項建材之產業體系運作模式，提高大眾對再生綠建材之使用信心，以達成符合循環經濟及推廣目的。

活動計畫書均已送所核定，詳細內容如下：

綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會

活動計畫書

一、活動名稱：綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會

二、指導單位：內政部建築研究所

三、主辦單位：財團法人環境與發展基金會

四、活動目的：

為彰顯推動綠建材之循環經濟效益，內政部建築研究所辦理「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，依綠建材生命週期建立混凝土粒料及高壓混凝土地磚等二項代表性綠建材循環經濟產業體系，並以此兩項體系辦理「綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會」活動，邀請建材、建築、營建業等使用端及此領域專家至再生綠建材工廠實際觀摩，以瞭解綠建材產品之產製過程及實際應用成果，期望藉由觀摩會之辦理提高使用意願並達到促進再生綠建材推廣之目標。

五、活動日期及地點：

(一)第一場(台寶-春池)

時間：107年10月30日(星期二)　8:30~11:35

地點：1.台寶玻璃工業股份有限公司

(新竹市東區延平路二段97號)

2.春池玻璃實業有限公司-觀光工廠

(新竹市香山區牛埔南路372號)

(一)第二場(立順興-民峰)

時間：107年11月15日(星期四)　9:10~15:35

地點：1.立順興資源科技股份有限公司

(苗栗縣後龍鎮十班坑176之12號)

2.民峰關係企業

(台中市大安區東西三路12號)

六、報名費用及報名方式。

(一)報名費用：免費

(二)報名名額：因場地空間有限，提供50位報名名額

(三)報名方式：網路報名

第一場報名網址：https://goo.gl/DBbAEf

第二場報名網址：https://goo.gl/pvwPF7

七、交通：

(一)第一場(台寶-春池)

※10/30(二)活動當日全程以遊覽車定點接送：

1.上午8:30，於高鐵新竹站4號出口集合，8:40遊覽車準時發車前往台寶。(南下建議搭乘高鐵班次:0609；北上建議搭乘高鐵班次:0606)

2.上午10:20，於台寶公司前往春池觀光工廠。

3.上午11:35，於春池觀光工廠返回高鐵新竹站。

(二)第二場(立順興-民峰)

※11/15(四)活動當日全程以遊覽車定點接送：

1.上午9:10，於高鐵苗栗站1號出口集合，9:20遊覽車準時發車前往立順興。(南下建議搭乘高鐵班次:0809；北上建議搭乘高鐵班次:0806)

2.上午11:30，於立順興公司前往午餐地點，13:00前往民峰公司。

3.下午15:55，於實蹟地點前往高鐵台中站。

八、參加對象：

(一)建材、建築、營建業者

(二)專家學者

(三)相關產業、公會團體

九、活動議程：

10月30日第一場(台寶-春池)		
時間	**議程**	**主講人/主持人**
8:30~8:40	集合報到	
8:40~9:10	前往台寶	
9:10~9:20	安排進廠	
9:20~9:30	致詞	貴賓
9:30~10:10	台寶工廠觀摩	林建仲 總經理
10:10~10:20	前往春池觀光工廠	

10:20~11:10	春池觀光工廠觀摩	春池玻璃公司 吳子龍 廠長 鄭振仕 經理 台灣開發資材公司 蕭榮發 總經理
11:10~11:30	綜合討論	
11:30~11:35	合影留念	
11:35~	賦歸	

11月15日第二場(立順興-民峰)		
時間	**議程**	**主講人/主持人**
9:10~9:20	集合報到	
9:20~9:35	前往立順興	
9:35~9:45	安排進廠	
9:45~9:55	致詞	貴賓
9:55~11:00	立順興工廠觀摩	立順興負責人
11:00~11:30	綜合討論	
11:30~13:00	午餐	
13:00~13:30	前往民峰	
13:30~13:40	安排進廠	
13:40~14:30	民峰工廠觀摩	民峰負責人
14:30~15:30	實蹟前往/參觀	民峰負責人
15:30~15:50	綜合討論	
15:50~15:55	合影留念	
15:55~	賦歸	

※附註:以上行程得依實際需求進行調整

十、活動注意事項：

(一)請參與人員務必準時於集合地點集合，並確實配合本活動之安排，如有特殊需求及狀況需協助者，敬請提早告知。

(二)因工廠觀摩有安全考量，統一由遊覽車定點接送，並請務必聽從現場人員指示，切勿任意脫隊。

一、第一場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會(台寶－春池)

第一場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會已在10月30日於台寶玻璃工業股份有限公司(以下簡稱台寶公司)及春池玻璃實業有限公司(以下簡稱春池公司)完成辦理(活動辦理情形相關照片如圖2-31)，主要邀請對象如表2-24所示，共17單位32位人員參與(相關資料如附錄九)。

表2-24 第一場觀摩會主要邀請對象

使用端	陳威志建築師事務所、華清裝潢材料、巨朗室內裝修
製造端	台灣玻璃、致成科技
建材、再利用業者	惠普、天九興業、文鴻環保、順興資源、冠軍建材、國產建材、花蓮區石材資源化處理
相關公協會	台灣資源再生協會、台灣省建築材料商業同業公會聯合會、台灣區玻璃工業同業公會、新竹市室內設計裝修商業同業公會、中華民國對外貿易發展協會

活動當日於高鐵新竹站集合，統一由遊覽車將參與來賓載至台寶公司，前往過程中發放觀摩會手冊(如圖2-32)，並介紹此次觀摩會辦理之目的，說明如何由製造端、回收再利用端、使用端建立混凝土粒料(玻璃砂粒料)之產業體系。

抵達台寶公司後，由徐經理(台寶公司)介紹如何將春池公司提供之廢玻璃及廢玻璃瓶經過破碎、篩分等廠內製作程序後，使原先已廢棄並充滿銳角之碎玻璃成為可再利用之兩項綠建材－混凝土粒料(玻璃砂粒料)以及裝飾用珠狀粒料(亮彩琉璃)，進而再為各位解說兩項綠建材產品之應用方式及地點，混凝土粒料(玻璃砂粒料)可再回到玻璃製造業產製玻璃製品，或是可用於混凝土製品取代部份原料，而裝飾用珠狀粒料(亮彩琉璃)則多用於牆面裝飾，像是桃園機場A7臺灣百嶽候機室即可看到由台寶公司施作之作品(如圖2-33所示)。

台寶公司觀摩結束後請參與來賓移動至春池公司，由台灣開發資材公司蕭總經理說明廢玻璃及廢玻璃容器回收過程，並介紹如何利用廢玻璃瓶及廢面板玻璃產製出玻璃粒料及輕質節能磚，玻璃粒料也可再利用作為玻璃製品或玻璃藝術品，輕質節能磚則可直接作為建材應用於建築物(如圖2-34所示)，目前

應用實蹟包括交大蘭花屋、台北明德國中活動中心、中台資源科技-觀音廠等。

最後再由春池公司導覽人員進行工廠觀摩流程，由導覽人員帶領參與來賓進入工廠，並介紹工廠製程設備以及產製再利用產品之製程，將整個再利用過程透明化，可使參與來賓增加對資源化產品之信心，進而增加使用誘因，並達到資源再利用以及循環經濟之目標。

彙整第一場觀摩會綜合討論內容如下：

- 一般民眾對於再生材料之印象普遍不佳，該如何突破才能提高使用意願是目前非常重要之課題。
- 再生材料產製之產品應優質化並具獨特性，以提升再利用產品之價值。
- 若是將裝飾用珠狀粒料(亮彩琉璃)之材料包於網路銷售，必可增加銷售量，並且可增加廢玻璃之去化量。
- 應與政府單位極力推廣再利用產品，由政府單位帶領使用資源化產品，可有效帶動國內再利用產品之動能，進而促進整個國家之循環經濟。
- 宜興玻璃利用廢棄面板玻璃生產輕質節能磚，其用於飯店及住家等建築隔間牆，具備隔音、隔熱、耐震、防火且輕量化的獨特性，此類資源化產品使用成效佳，應該廣泛用於國內公共建設及一般私人機構。

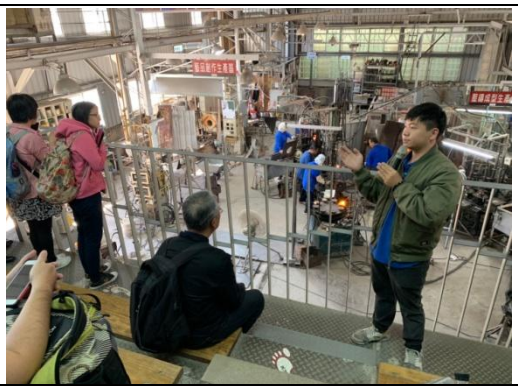
<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>觀摩會現況-1（台寶）</td><td>觀摩會現況-2(台寶)</td></tr>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>觀摩會現況-3(台寶)</td><td>觀摩會現況-4(春池)</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>觀摩會現況-5(春池)</td><td>觀摩會現況-6(春池)</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>觀摩會現況-7(春池)</td><td>觀摩會現況-8(春池)</td></tr>
</table>

圖2-31 第一場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會辦理情形

圖2-32 觀摩會手冊封面

圖2-33 台寶亮彩琉璃應用地點(桃園機場A7候機室)

(資料來源：台寶公司)

圖2-34 輕質節能磚及應用(交大蘭花屋)

(資料來源：春池公司)

二、第二場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會(立順興－民峰)

第二場已在11月15日於立順興資源科技股份有限公司(以下簡稱立順興公司)及民峰實業股份有限公司(以下簡稱民峰公司)完成辦理(活動辦理情形相關照片如圖2-35)，主要邀請對象如表2-25所示，共45單位62位人員參與(相關資料如附錄九)。

表2-25 第二場觀摩會主要邀請對象

使用端	新北市政府工務局工程科、邱鎮軍縣議員、大冶建築師事務所、陳森曜建築師、建設公司(大苗栗、東宇、康勝、麗天、親家、永信昌、天創、仕御、曄成)、營造公司(宏儀、躍眾、麒瑞、言展)、彰茂工程、名屋工程、巧將室內裝修
製造端	中龍鋼鐵、冠軍建材
建材、再利用業者	皓勝工業、天九興業、中台資源科技、樺勝環保、花蓮區石材資源化處理、工研院材化所
相關公協會	台灣資源再生協會、台灣省建築材料商業同業公會聯合會、中華民國對外貿易發展協會

活動當日於高鐵苗栗站集合,統一由遊覽車將參與來賓載至立順興公司，前往過程中發放觀摩會手冊,並簡述此次觀摩會辦理之目的,說明如何由製造端、回收再利用端、使用端建立高壓混凝土地磚之產業體系。

抵達立順興公司後，首先由計畫主持人陳文卿博士進行簡報，詳細說明如何藉由再生綠建材以及建立之產業體系帶動整體循環經濟,後續則由民峰負責人介紹如何將收受之廢棄物(氧化爐碴、廢陶瓷等)經過廠內再利用程序，產製出優質粒料,進而可作為鋪面粒料應用於公共工程,其產製之粒料透水性優,可實現海綿城市之概念(如圖2-36所示)，將雨水滲入地面並導流至儲存槽後進行再利用，也可減少降雨量大時產生淹水之問題。後續民峰負責人將參與來賓帶至工廠內，說明粒料產製之過程，再至海綿城市之示範場地，利用水車灌水至透水鋪面，實際示範鋪面之透水效果以及儲水區域。

立順興公司觀摩結束後請參與來賓移動至民峰公司，由民峰公司負責人林經理帶領參與來賓至工廠進行觀摩,並說明如何利用立順興公司提供之資源化產品以及中聯資源股份有限公司提供之爐石粉再加工製作成高壓混凝土地

磚，進而達到再生綠建材之標準。產製之高壓混凝土磚以銷售至經銷商為主，可應用於公園道路及人行道地磚鋪設等。

工廠觀摩結束後，最後前往民峰高壓混凝土地磚應用實蹟地點(苗栗西湖服務區)，藉由實績地點觀摩使參與來賓瞭解再生綠建材再生綠建材應用廣泛並且擁有良好之品質水準。彙整第二場觀摩會綜合討論內容如下：

- 新北市政府已開始推廣新北市及所屬各機關學校公共工程使用再生資源，解決難去化之廢棄物，以促進資源循環再利用。
- 由於資源化產品可能含有未知的化學物質，若使用該產品，是否定期進行環境監測，確保後續沒有污染環境之疑慮。
- 目前政府對於使用及生產再生粒料、級配料等沒有實質誘因，例如缺乏廠商生產資源化產品相關補助措施，造成綠建材循環產業於國內難以推動。
- 中龍鋼鐵目前持續提供立順興公司爐石生產再生粒料。由於爐石為鋼鐵生產過程產出之副產物，經過1,600度高溫過程，以致其礦物結晶良好及結構緻密，若再經適當處理生產再利用產品，品質上與使用原生料製造之產品應不具差異。再利用廠商生產再生粒料，須備有供料計畫，以確保料源品質良好。
- 合格的資源化物質，應須經過相關之毒性試驗，確保產品不會造成環境二次污染，因此消費者可以安心使用。
- 立順興示範大量水柱施於透水混凝土、地磚鋪面，而其使用的水也可再回收循環利用，是很好的產品及設計方式，應該大力推廣使用於各縣市人行道路或腳踏車步道，減少每年季節性因氣候造成之淹水問題。
- 透水混凝土及地磚可以減少積水的問題，但於抗壓強度上應該有一定的限制，無法長期承受車輛重量之壓力。

觀摩會現況-1（立順興）

觀摩會現況-2(立順興)

觀摩會現況-3(立順興)

觀摩會現況-4(立順興)

觀摩會現況-5(立順興)

觀摩會現況-6(民峰)

觀摩會現況-7(民峰)

觀摩會現況-8(民峰)

觀摩會現況-9(民峰)

觀摩會現況-10(民峰)

圖2-35 第二場綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會辦理情形

圖2-36 海綿城市示意圖

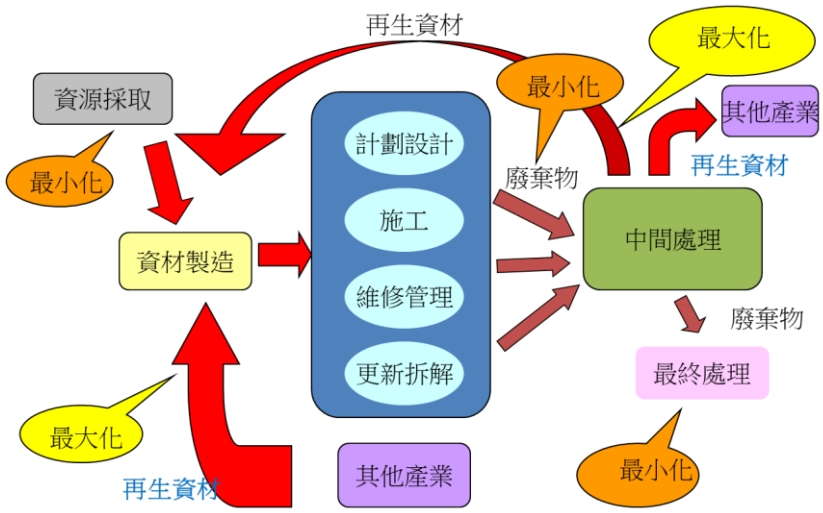
(資料來源：立順興公司)

第三章 協助綠建材業者導入循環經濟架構

3.1 綠建材導入循環經濟

一、綠建材循環經濟之特性

在循環經濟之完整架構中，各公共工程及建築物之興建與內部裝修，皆應儘量使用綠建材，此為綠建築及綠營建工程之重要手段，而建築物拆解後之廢棄物仍可經由回收再利用通路，再度破碎成各種粒料，並再作為生產綠建材之原料。藉由內部資源循環再利用最大化，以達到資源開採與廢棄處理



最小化之循環經濟目標。如圖3-1所示。

圖3-1 建築產業之循環經濟目標

綠建材循環經濟中的關鍵問題有二，第一是產業鏈結必須完整，否則無法達到資源循環之目的；第二是循環過程中必須符合經濟效益。

就整個產業體系而言，各類產業所產生之廢棄物無法直接回收再利用作為建材之生產原料，此包括產業分工以及物質特性等。就產業分工而言，依據國內現行之環保法規，事業機構所產生之廢棄物除必須定期申報外。另必須交由具清除許可資格之機構代為清運至最終理場(掩埋場)、處理廠(包括焚化廠)或再利用廠。

而處理廠將具有分類、中間處理、再利用等之功能。以綠建材之循環體

系而言，各類可再利用之資源經回收分類後，提供做為綠建材之原料來源必須為具一致性之基本材料，包括混凝土粒料、玻璃粒料、陶瓷粒料、木屑、橡膠粒料、塑膠粒料…等。

依據綠建材標章評估基準之規定，各類再生綠建材依其品質性能之個別規定，而制定不同回收比例之要求。因此這些基本材料可以經由與原生材料做適當比例之調配後，經由各階段之製程而生產最終之綠建材產品。其品質性能經檢驗符合標準後，將可取得綠建材標章。產品可使用到各類公民建築物或公共工程中。

而配合綠建築標章之推動，四大類綠建材將可分別對應綠建築之九大指標。因此，綠建材之最終市場應用端為綠建築與綠營建工程。而建築物拆除或部分裝修整建後所產生之營建與裝潢廢棄物，仍必須由廢棄物清除業者回收處理，並進到再利用體系，打造完整之循環經濟，如表3-1所示。在該體系中，建材基本材料(再生粒料)將為可結合上、中、下游之核心。以再生粒料所生產之各種建材，品質性能符合國家標準且回收比例符合綠建材標章評定基準之規定，將可據以申請綠建材標章。各種再生粒料包括玻璃、陶瓷、混凝土等亦為可接受申請之再生綠建材。

表3-1 綠建材標章建材與綠建築標章評估指標之得分對應

綠建材產品分類	評定項目	對應綠建築指標	得分項目
生態	■ 自然材料	室內環境 廢棄物減量 CO_2減量	■ (自然材料)其他生態建材 X5 ■ (木構造)減量係數α2 ■ (木構造)輕量化因子wi
高性能 透水鋪面	■ 透水鋪面 ■ 滲透排水管 ■ 滲透陰井 ■ 滲透側溝	基地保水	■ 透水鋪面保水量 Q2 ■ 滲透排水管保水量 Q6 ■ 滲透陰井保水量 Q7 ■ 滲透側溝保水量 Q8
再生	■ 木質 ■ 石質 ■ 其他	廢棄物減量	■ 非金屬再生建材使用率 γ
		CO_2減量	■ 再生建材係數 R
健康	■ 低逸散	室內環境	■ 室內建材裝修 X4 ■ 其他生態建材 X5
高性能 防音	■ 隔音材 ■ 吸音材	室內環境	■ 音環境 X1
高性能 節能玻璃	■ 遮蔽係數 ■ 可見光反射率 ■ 可見光穿透率	日常節能	■ 窗平均遮陽係數 SF ■ 窗面平均日射取得量 AWSG

(資料來源：內政部建築研究所，綠建材解說與評估手冊2015年版)

圖3-2為綠建材循環經濟產業體系，整體而言其特色為：

- 建立各種產業間，**建築物興建→綠建材使用→綠建材生產→再生材料使用→拆除廢棄再生**等循環體系，達到減少廢棄物及充份再利用之目標。
- 各類廢棄物經破碎篩分後成為**建材之基本原料**(再生粒料)；達一定比例以上的使用量，將可評定為再生綠建材。
- 再生綠建材使用廢棄後(破損、建築物拆除重建...等)，仍可回到「回收材料」供應端，作為基本原料來源。
- 再生粒料若使用於各種鋪面，可符合公共工程綠色內涵之要求。
- 各種使用再生粒料之公共工程，所產生的廢棄物，經篩選分離雜物後，亦可回到「回收材料」供應端，作為再生粒料之原料來源。

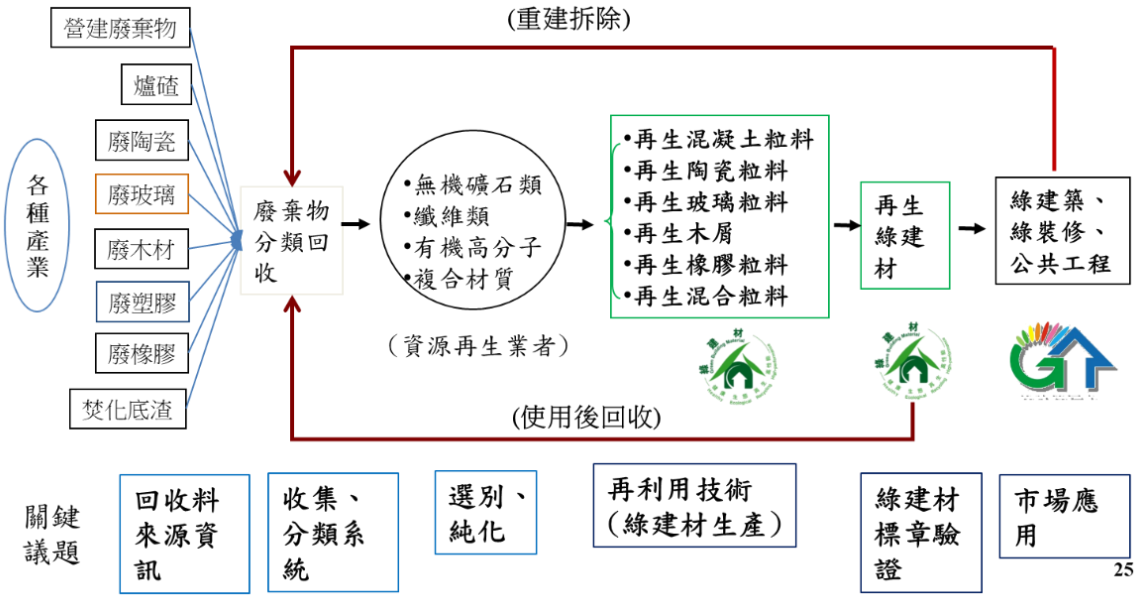


圖3-2 綠建材循環經濟產業體系及關鍵議題

二、推廣再生綠建材強化循環經濟

四大類綠建材標章中，再生綠建材為與循環經濟推動關聯最緊密者，因此加強再生綠建材標章之推廣效益為重本計畫執行之重要關鍵。依據現行公告之綠建材評定基準，公告申請之綠建材有23項，包括木質材料類的粒片板，礦石類陶瓷面磚、高壓混凝土地磚、普通磚等，以及混和材質類的纖維水泥板、橡膠地磚等，這些再生綠建材所使用之回收材料不論是來自營建業或各種產業所產生之廢棄物，所具有之共通特性是都必須將這些回收之廢棄物先

經破碎篩選後，轉化為各種的粒料，再利用這些粒料，依產品需求摻配不同比例而生產各種再生綠建材。

再生綠建材具有減量(減少資源開採量)、減廢(減少廢棄物排放)、減碳(減少CO_2排放)等功能，但是依據台灣建築中心之統計，廠商申請並審查通過所核發之四大類之綠建材標章中，以健康綠建材占最大宗，再生綠建材之比例尚偏低。如圖3-3所示各類綠建材標章之比例，顯示目前有效之綠建材標章中，健康綠建材占76%，生態與再生則僅占7%，探討其原因為：

- 現行法規政策對於循環材料使用欠缺誘因。
- 公共工程使用限制：如部份政府機關工程採購之招標規範中，限制不得使用再生資源。
- 建築技術規則誘因不足(以室內裝修為主，戶外僅要求10%)
- 民眾或建商對於再生材料可能之品質疑慮。
- 標章之排擠效應：如某類宜使用再生材料之建材卻因市場機能考量而捨再生綠建材去申請健康綠建材(如「塑木」產品)。

因此必須針對以上問題研擬對策，以排除再生綠建材之推廣障礙。

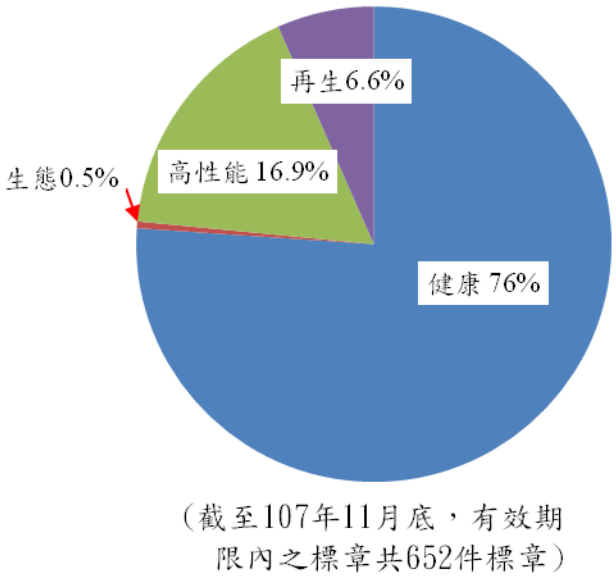


圖3-3 四大類綠建材標章比例統計

(資料來源：財團法人台灣建築中心)

藉由整個綠建材循環經濟的推動，其理想狀態為無(或減少)使用天然資源，無(或減少)排放廢棄物。並由綠色消費帶動綠色生產。也就是從推動綠建築之市場需求，導引綠建材之生產，要求其生產所需之原料盡量使用回收材料(綠色材料)進而創造經濟價值。

因此，綠建材不僅是使用回收材料，材料本身仍可再回收，以達到完整的循環。

未來之目標建議在綠建材分類中，將再生綠建材之名稱修正為「永續循環綠建材」。

除再生綠建材標章中要求使用一定比例之回收材料外，也應在綠建材標章評估基準中，對於其他類別之綠建材(生態、健康、高性能) ，導入綠建材廢棄後可循環再利用之要求。建議於「通則」中加以補充。

3.2 參考其他標章（如第二類環境保護產品）之做法研擬相關評定機制草案

國內綠建材標章分四大類，除通則外另有個別之評定基準分別評定。然而科技日新月異，有許多新型優良建材，雖符合生態、節能、減廢、健康等之指標，但現行之綠建材評定基準並無適當項目可供申請，難免有遺珠之憾。

欲擴大綠建材標章之循環經濟效益，提升再生綠建材標章產品數量為重要方法。然而，綜觀生態、健康、再生、高性能等四類綠建材標章評定基準，以再生綠建材標章對產品種類之定義最為嚴格，以生態綠建材而言，評定基準明訂有「其他天然建材」一項，可作為創新天然建材之申請項目。而健康綠建材，主要係以產品用途為項目區分，如「地板類」、「天花板類」、「塗料類」，故對於創新產品，可依其用途分類決定其適用之評定基準。而高性能綠建材，主要針對建材性能作規範，同樣較有彈性，而在透水鋪面部分，亦設有「其他透水鋪面」，作為傳統之創新產品請管道。然而，在與循環經濟最密切相關之再生綠建材標章評定基準中，卻缺少創新再生綠建材產品之申請管道。

由於再生綠建材最主要之評定重點在於資源循環材料之使用比率，而各式再生綠建材受限於建材與原料特性，需逐項產品明確訂定其資源循環材料比率，故再生建材標章對產品項目分類，與資源循環材料比率，規定非常清楚明確，然而這樣的現況，在推動循環經濟時，稍顯缺乏彈性。

依據國外資料收集結果，歐盟各國於推動循環經濟時，首先強調的是產品創新，期望透過生態化設計，提升產品之壽命、可拆解性、可升級性等，延長資源

之使用效率，然後才考慮廢棄後之回收與再利用，故促進更具循環經濟性之產品發展應為推動循環經濟之起點。

由此點考量，現有之再生綠建材評定基準似應予精進，而精進之重點方向應為在維持再生綠建材標章公信力之前提下，設法擴大再生建材標章可納入之產品範圍，並兼顧創新再生建材產品。

然而，由於我國綠建材標章為全命週期考量標章，廣義而言屬ISO 14024國際標準所規範之第一類環境標章，而第一類標章之構成要件便是具有預先訂定之產品標準，在如此之架構下如何提高評定基準彈性，確實不易。而經過收集國內外類似方案資料，僅發現加拿大環境選擇標章，與我國環保署之第二類環保標章有類似之制度可供參考，以下分別說明。

一、加拿大環境選擇標章範例

加拿大環境選擇標章(Good Environment Choice)，原為加拿大環境部創立，而後輔導成立Terra Choice公司，並將標章所有權移轉予該公司經營，然近年該公司又已被UL Environment公司收購。

於該標章運作初期，為加速提升產品規格標準數量，曾提出第二類產品標準制度，其運作方式為若有業者提出目前尚無評定基準之創新產品標章申請案，Terra Choice公司會要求申請者自行提出該產品之環保特性標準，經評審委員認定合理後，將此一產品標準公告為暫行之第二類產品標準，並依此標準驗證其他同類型產品，然而若同類型產品達三家以上，則依此三件產品所收集到之產品資訊，訂定正式之產品評定標準。以上運作方式之優點自然在於提高彈性，不至於因為標章執行單位來不急開發出正式產品標準，造成有意願申請標章，提升產品環境效益之業者不得其門而入，然而其缺點便在於依業者自訂標準直接發證，十分可能造成初期發證之產品良莠不齊，也就是說此一制度對領先申請之產品明顯有利，業者十分容易利用標章執行單位對該類產品之不熟悉，讓事實上未必優秀之產品取得標章。

二、我國第二類環保標章範例

第二類環保標章係因應我國推動政府綠色採購，為彌補環保標章產品規格標準數量有限，而對所有尚無環保標章規格標準之產品項目，採個案環境訴求審查方式，提供創新產品申請綠色產品驗證管道。

而依據環保署公告之文件，第二類環保標章制度亦曾經過重大修正，於民國103年之前，環保署並未預設產品應符合之環境訴求範圍，欲申請第二類環保產品驗證之業者，應自行檢附產品環境特性說明書，並檢附相關證明，

環保署僅規定申請第二類環保產品驗證之產品，其環境特性應「優於同類型產品之平均值」。然而，實務執行後發現業者提出之產品環境特性過於發散而難予審查，故環保署於民國103年，參考ISO 14021國際標準精神，公告「第二類環保標章環境訴求評定基準」，要求產品環保性須聚焦於ISO國際標準認可之項目，且產品應與最近二年仍於市場流通之同類型產品比較，以彰顯其優越性。

因此對於無既定之評定基準可申請者可參考第二類環保標章之作法，由相關產業之專家學者針對產品之環境特性進行專案評定，確認有優於一般產品者則可認定為第二類環境保護產品。

依據現行「第二類環保標章環境訴求評定基準」，申請第二類環保標章之業者，應於以下十四項產品環境特性中，選擇符合一至三項，並檢附相關證明後，由環保署委託之驗證機構，邀請技術審查專家參與審查，十四項環境訴求與其定義如下表3-2。因此綠建材標章也可參照該作法，研擬評定機制，提供具節能、生態、資源循環等特性，但既有評定基準未能納入之優良建材，也可據以取得綠建材標章。

表3-2 第二類環保標章環境訴求與定義

項次	環境訴求	定義
1	產品低污染	產品及其組成分未含特定物質或其含量低於其他同級產品。
2	具可堆肥化	產品或其組成分可被生物分解為相當均質性且穩定類似腐植質之物質。
3	具可生物分解	產品可在特定情況下，於一定時間內生物分解至特定之程度
4	具可拆解設計	產品於有用壽命結束後，其組件與零件可被再利用、回收、回收能源或其他可自廢棄物流中轉移的方式拆解。
5	具可回收設計	產品或其組成分，可自廢棄物流中轉移出來，經收集處理，且以原料或產品的型態恢復使用。
6	具可再使用	產品未改變原物質形態，可直接重複使用或經過適當程序恢復原功用或部分功用後使用。
7	使用回收料	產品使用回收料，其回收料摻配比率高於其他同級產品。
8	具可延長壽命	產品具更佳耐用性或可升級之特點，被設計為可延長使用壽命，以減少使用資源或減少廢棄物。
9	回收能源	原本可能被當作廢棄物處置，卻經由管理程序中收集來自於物料或能源所製之能源。
10	製程省資源	製造產品時，減少所需物料、能源或水之使用

項次	環境訴求	定義
		量，優於同級產品。
11	製程或產品使用可再生能源	製程或產品使用太陽能、風能、生質能及地熱等可再生能源
12	廢棄物減量：	產品或製程的改變，減少進入廢棄物流之物料量(質量)。
13	使用階段省能源	產品在展現同等功能下，所能減少之能源消耗量優於同級產品。
14	使用階段省水	產品在展現同等功能下，所能減少之水量優於同級產品

表3-2中的十四項環境訴求，係參考我國國家標準CNS 14021(翻譯自ISO 14021：1999 國際標準)，再配合環保標章求修正後所列舉，若單以循環經濟與再生綠建材角度重新檢視，則發現CNS 14021標準中規定之「可拆解之設計」、「可回收的」、「可再利用的」、「回收比例」、「延長產品壽命」、「減少資源使用」、與「廢棄物減量」等七項環境訴求，可與循環經濟及再生綠建材標章產品結合。

於加拿大與我國之第二類產品驗證模式中，加拿大模式較注重驗證績效，對標章公信力之維持度較差，此點可能於當時加拿大標章已民營化，須提升績效以自負盈虧相關。而我國環保署之第二類環保標章模式，經多年執行並修正後，其基本環境訴求遵循國際標準，而驗證審查仍邀請技術審查委員參與，且透過與最近二年內仍於市場流通之產品比較，對標章之公信力較有保障。由於綠建材標章與環保標章皆為政府標章 ，維持公信力至為重要，故本計畫建議參考第二類環保標章模式，建議擴大再生綠建材標章評定基準之適用範圍。

與第二類環保標章不同，我國綠建材標章基本上由綠建材通則處理各類綠建材標章產品之基本生命週期考量，與禁用限用物質，故再生綠建材標章評定基準，無須參考第二類環保標章，將ISO標準所列之所有產品環境考量皆納入，而僅須包含其中與循環經濟或再生綠建材標章特性相關者即可。而再生綠建材標章之重點即為產品中資源循環材料之使用率，而此點亦為ISO 14021所包含之「使用回收料」訴求，是故即使參考「第二類環保標章環境訴求評定基準」，對評定基準尚未包含之創新再生建材，提供較具彈性之評定機制，然而仍應依產品之基本功能或用途，訂定資源循環材料之最低使用率。依現行再生綠建材評定基準，並參照「綠建材解說與評估手冊」列舉之三大類再生綠建材分類，各大類再生綠建材之「再生材料使用比率」整理如下表3-3：

表3-3 創新再生綠建材再生材料最低使用比率建議表

產品分項大類	現有再生綠建材產品之類似項目	現有類似項目再生材料比率(含草案內容)	創新再生綠建材再生材料最低使用比率建議
木質再生綠建材	粒片板	90%以上	回收材料佔木質部份組成之60%以上
	中密度纖維板	90%以上	
	木製傢具及課桌椅	回收材料佔木質部份組成之60%以上	
石質無機性再生綠建材	混凝土粒料	細粒料應佔 80 %以上。粗粒料應佔 50 %以上	回收材料佔產品總重量 50%以上
	裝飾用珠狀粒料	回收材料佔總重量70%以上	
	高壓混凝土地磚	回收材料除水泥外之比率如下： A 級：20 %以上 B 級：30 %以上 C 級：50 %以上	
	混凝土空心磚		
	透水性混凝土地磚	回收材料除水泥外之比率佔 50 %以上	
	磨石子板、磨石子地磚		
	輕質混凝土嵌板		
	隔熱混凝土用輕質粒料	回收材料佔總重量50%以上	
	石膏板	回收材料乾重應佔產品中石膏重之比率50 %以上	
	陶瓷面磚	依 CNS9737 之區分，Ia 與Ib類之回收材料使用比率應15%以上；II類之回收材料使用比率應15%以上；III類之回收材料使用比率應25%以上	
	普通磚	回收材料乾重比率40%以上（1種磚、2 種磚、3種磚皆同）	
	輕質發泡混凝土磚	回收材料除水泥外之比率佔 60%以上	
	水泥瓦	回收材料佔總重量25%以上	
混合材質再生綠建材	再生纖維水泥板、纖維水泥板、纖維強化水泥板	除水泥外之比率佔50%以上	產品中回收材料重量應為總重量之50%以上。

產品分項大類	現有再生綠建材產品之類似項目	現有類似項目再生材料比率(含草案內容)	創新再生綠建材再生材料最低使用比率建議
	木材-塑膠之再生複合材	回收材料佔總重量之50%以上	
	塑膠地磚	回收塑膠材佔總塑膠材之30%以上	
	橡膠鋪面材料	回收材料佔總重量 80 %以上	

依以上討論，本計畫考量以下原則，提出創新再生綠建材標章評定基準草案，依據現行再生綠建材評定基準格式，以材料來源、回收材料比率、及產品個別要求列舉申請產品應符合之基準，如下所示。

(一)重新檢視現有再生綠建材定評基準與產品，評估再生綠建材產品分類大項(如陶瓷製品、水泥製品、輕質建材等)，並針對每一分類大項產品，訂定其最低資源循環材料使用率。

(二)欲採用此類評定機制之創新再生綠建材產品，除應符合該類產品之最低資源循環材料使用率標準外，並應於「具可拆解設計」、「具可回收設計」、「具可再使用」、「使用回收料」、「具可延長壽命」、「製程省資源」、與「廢棄物減量」等七項環境訴求中，選擇性符合至少一~二項，並提出相關證明，以展現其循環經濟創新與優越性。

(三)申請案件依既有再生綠建材標章產品驗證審查機制辦理，然若產品之資源循環創新性牽涉其他專業領域，得邀請該領域之專家學者參與審查。

(四)若同類型產品有三家以上業者提出申請，顯示確具產業需求，則應於一年內提出增訂該類產品專用之再生綠建材評定基準。

由於提升綠建材標章之循環經濟效益，並非僅為再生綠建材之責任，健康、生態、性能綠建材亦有相同責任，故若此一評定機制可順利實施，於辦理一定期間後，亦可視實際辦理狀況，考慮將部分ISO標準規定之環境訴求如「具可拆解設計」、「具可再使用」等產品環境特性要求，納入綠建材標章通則，以全面提升綠建材標章循環經濟效益。

三、創新再生綠建材評定基準

創新再生綠建材評定基準建議包括以下要項：

(一)材料來源

創新再生綠建材不得含有綠建材通則中之限制物質，且除回收材料以外之成分，皆不得為含氯高分子材料。

1.計入使用比率之回收材料來源應為國內所產生者。

2.廠內產生之廢棄物，如各種污染防治設施所回收之污泥、灰燼、經燒結後之廢料等，無通則中之限制性物質者，亦可計入為回收料比率，但應以乾重(扣除水分後)計算。產品製程各階段所產生之邊料(下腳料)返送於同一製程者，則不得計入為回收材料。

(二)回收材料比率

為確保創新再生綠建材有效使用再生材料，產品應符合之最低回收材料比率如下：

1.創新木質再生綠建材：回收材料佔木質部份組成之60%以上。

2.創新石質無機性再生綠建材：回收材料佔產品總重量 50%以上。

3.創新混合材質再生綠建材：回收材料佔產品總重量 50%以上。

(三)產品個別要求

1.創新再生綠建材產品若已有適用之國家標準，則應檢附產品符合國家標準之證明文件，若國內尚無可符合之國家標準，申請業者應檢附產品使用說明與建議參照之國家標準，經綠建材標章分類評定小組審議認定後，得以產品符合該參照國家標準之證明文件為產品品質試驗證明文件。

2.除符合產品之最低回收材料比率外，創新再生綠建材並應符合「可拆解之設計」、「可回收的」、「可再利用的」、「回收比例」、「延長產品壽命」、「減少資源使用」、與「廢棄物減量」等七項特性中至少二項，若選擇之特性包含「回收比例」，則應證明產品之回收材料比率明顯高於市場同類型產品。

依據CNS 14021 環境標誌與宣告-自行宣告之環境訴求 (第二類環境標誌)，前述七項特性之定義如下：

1.可拆解之設計：產品設計的特性，使產品能在其有用壽命結束之後，以一種可允許其組件與零件被再利用、回收、回收能源或其他可自廢棄物流中轉移的方式拆解。

2.可回收的：產品、包裝或相關零組件的特性，能透過可取得之製程與方案，自廢棄物流中轉移出來，並能被收集、處理，且以原料或產品的型態恢復使用。

3.可再利用的：產品或包裝之特性，此特性係被構想與設計為可以在其生命週期內，有某些次數的來回、輪換、或使用，並達到原先被構想之同樣目的。

4.回收比例：回收物料在產品或包裝中之重量比例，僅有消費前物料與消費後物料才能被列入回收比例之考慮。

5.延長產品壽命：依據更佳的耐用性或可升級之特點，產品被設計為可延長使用壽命，以致減少使用資源或減少廢棄物。

6.減少資源使用：製造或銷售產品、包裝或特定的相關零組件時，減少所需物料、能源或水之使用量。

7.廢棄物減量：由於產品、製程、或包裝之改變，減少進入廢棄物流之物料量(質量)。

申請案件依既有再生綠建材標章產品評定機制辦理，然若產品之綠色特性牽涉其他專業領域，得邀請該領域之專家學者參與審查。

為提供申請業者較明確之作業指引，本計畫研擬「創新再生綠建材產品特性評定基準(草案)」如附錄十。

以上創新綠建材評定基準，可即時因應建材產品之技術提升與創新，其中，透過各類材質創新綠建材之最低回收材料比率，可以維持再生綠建材標章之核心精神，亦即倡導資源有效再利用，減少營建素材之開採，並要求國內業者積極妥善處理所產生之廢棄物。而透過開放新型態之再生建材並納入產品綠色特性審查，則可縮短創新再生綠建材取得標章之時間與程序，並透過提升產品綠色特性擴大再生建材標章之循環經濟效益。

3.3 研擬資源循環及再利用建材推廣策略及辦理產官學研座談會

一、再生綠建材推廣策略研擬

推動再生綠建材之目的在有效使用再生材料減少天然資源之開採，並協助產業界解決廢棄物處理問題。但為達到推動綠建材確保民眾健康及維護居住環境品質之功能，再生綠建材有兩項基本要求，其一是必須確保建材之基本材料性能；其二是不得因為使用再生材料而造成二次污染或對人體健康有不良之影響。也就是說，再生綠建材應在兼顧性能、健康、生態等基本要求，

以及在維持建材所需基本功能為前提下，提高使用回收材料之比率。再生綠建材產品除了符合其產品類別規定之回收材料外，應避免回收材料生產製程中過度添加如膠合劑或塗裝材料等化合物質。

無可諱言的，再生綠建材雖然對資源永續利用有很大貢獻，但業者申請之意願相對於健康綠建材標章則顯然較低，因此內政部建築研究所曾於台灣建築中心在106年六月所召開之綠建材標章委員會議中，召集再生綠建材分類委員及業界專家辦理座談，經分析申請再生綠建材之原因，及初步提出提高再生綠建材推廣機制之建議如下。

(一)業者申請再生綠建材之原因分析

- 降低原料使用成本。
- 確保原料供應來源。
- 收取之廢棄物去化(如普通磚、混凝土地磚、粒料)。
- 廠內廢棄物之去化(如陶瓷廢熟胚、煤灰)。
- 提高產品性能(優質再生綠建材)。

(二)提升再生綠建材申請誘因建議

- 建築技術規則誘因：應擴大至戶外使用比例。
- 借助政府五加二循環經濟發展策略，強化公共工程「循環綠建材」的使用，逐年提高循環綠建材使用率。
- 加強「循環」綠建材推廣宣傳，提高社會大眾對綠建材接受度。
- 將「再生綠建材」更名為「循環綠建材」、「低碳綠建材」，或另加副標，避開再生次級品的刻板印象。
- 爭取政府強制使用規定。
- 品質性能安全之無虞須確認，爭取使用者信心。
- 建築技術規則針對建築物戶外僅規範地面非結構體，限制再生綠建材使用空間，無法提升廠商申請誘因。

(三)強化再生綠建材標章評定基準內容

- 因應循環經濟、循環建築、循環建材之需求擴大品項。

- 可進一步引進「智慧感測系統」與再生建材連結及因應其評定基準之建立。
- 可擴充至以較大範圍之建材性能為類別(如再生隔熱綠建材)。
- 適度調整通則中對再生建材之檢測項目。
- 針對目前棘手去化之廢棄資源(如焚化爐底灰、飛灰)訂定相關產品評定基準。
- 考量將土木營建工程等所需之材料納入再生綠建材評定項目；木材類再生綠建材產品項目也應加強。

參考前項座談會之建議，提出推廣再生綠建材之SWOT分析(如表3-4所示)，未來將針對該項分析結果，研擬對應之推動策略並召開產官學研討論。

表3-4 推廣再生綠建材之SWOT分析

優勢(Strengths)	
項目	說明
• 國內廢棄物回收申報處理及再利用管理系統完整，易掌控再生資源之來源。	• 環保署建置廢棄物管制系統，產源、清除處理及再利用業者都必須定期申報。
• 政府綠色採購鼓勵綠色標章產品	• 採購法第96條規定，機關得於招標文件中，規定優先採購取得政府認可之環境保護產品。綠建材標章為第三類環境保護產品
• 建築技術規則綠建材強制使用規定	• 建築技術規則第321條規定，建築物應使用一定比例以上綠建材(目前規定 45%)，戶外應使用至少10%。
• 資源再生體系建置完整，再生材料業者技術成熟	• 國內產學研機構合作機制完善，業者技術能力提升可產製優良再生綠建材。
劣勢(Weaknesses)	
項目	說明
• 廢棄物收集混雜，收集分類成本高	產源未分類，後端處理成本增加
• 上中下游產業體系尚不完整無法達到完全循環目的。	• 上中下游之間，物料與產品之品質、數量供需未能平衡
• 部分可再利用之資源缺乏再利用用途。	• 法令限制，無法再利用 • 業者再利用技術不足或成本偏高
• 綠建材相關國家標準規範不足	• 業者技術精進新產品無對應之國家標準，不易取得標章認證。

• 再生建材產品通路問題 – 工程招標統包案不易明定綠建材之使用 – 不肖業者魚目混珠，回收料參雜劣質、有害性物質 – 媒體及社會大眾對資源再生產業之誤解(爐渣再利用等)污名化 – 民眾對於再生材料品質疑慮產品心理排斥 – 綠建材標章鼓勵性不足	• 應管制與輔導雙管齊下: – 加強廢棄物流向管制及品質查驗，杜絕有害物質流入。 – 強化綠建材標章公信力，綠建材標章產品品質性能皆無虞。並加強對民眾、建築師、建商等之宣導推廣。 – 應提高公共工程、公有建築物強制使用綠建材。
機會（**Opportunities**）	
項目	說明
• 政府重視循環經濟，鼓勵循環經濟創新產業發展	• 總統就職演說、「5+2 產業創新政策」，強調台灣走向循環經濟的時代，把廢棄物轉換為再生資源。
• 國民生活水準提高，對健康、環保概念注重	• 綠建築、綠建材標章推動將近 20 年，民眾及建築界皆已普遍了解並樂於接受
• 再生資源具減少廢棄物處理成本優勢	• 國內資源有限，建材業者利用廢棄物替代資源具減廢及減少資源開採優點，且可由廢棄物處理獲得利潤。
• 建構產業鏈結有利於再生建材推動	• 提供再生資源供需平台，資訊、技術整合協助。
威脅（**Threats**）	
項目	說明
• 相關法令(如國家標準、公共工程施工綱要規範等)對於再生資源歧視規定(不平等對待) • 部分機關採購案排斥使用再生資源	例如：(1)公共工程施工綱要規範第02795章【透水性混凝土地磚】第1.2.3節：本章所規定之材料，如契約無特別敘明得添加或使用再生粒料時，則以使用天然級配粒料為限。(2) CNS13295高壓混凝土地磚國家標準曾對於回收材料限制使用回收玻璃，107年5月雖修正可使用玻璃砂但要求磨至粉狀(最大粒徑應通過試驗篩3.35mm)。
• 部分機關採購案排斥使用再生資源	• 某機關工程採購招標規範對於材料之要求明訂：本產品不得添加資源回收再生粒料(如廢陶瓷、玻璃砂、爐渣等)。類似案例屢見於各級機關公營事業機構之招標規範中。
• 建築技術規則對再生綠建材鼓勵性不足	• 戶外僅要求 10%，且限定用途，排除建築物屋頂、牆面等部位
• 四類綠建材標章間之相互排擠效應	• 由於健康綠建材、高性能綠建材直接訴求使用者健康舒適，以保護環

	境生態為訴求之再生綠建材較不受青睞，部分宜申請再生綠建材之產品基於行銷考量，捨再生綠建材標章而申請健康綠建材標章，如「塑木」建材等

二、資源循環及再利用建材之整體推廣應用策略

本計畫提出資源循環及再利用建材之整體推廣應用策略，對於強化再生綠建材之推廣應用有三個階段，首先是必須先排除再生綠建材之推廣障礙，其次是增強公民營建築物及公共工程使用再生綠建材之誘因，最後更進一步可針對再生建材之特性，創造再生綠建材獨特之優勢。使政府機構、建材業者(生產供應端)、民眾與建築師及建商(使用端)等三方面能從排斥使用，轉變為願意使用，更進一步如果再生建材兼具環保及性能之優點，且價格具競爭力，也就是說開發「優質再生綠建材」則更將樂意使用願意優先使用。

為達到克服障礙→增強誘因→創造優勢等階段性提升之目標，每一階段亦分別提出「健全產業體質」、「強化法規行政」及「拓展市場行銷」等三大推動策略，如圖3-4所示。茲配合各推動策略展開相關之各項推動措施如表3-5，表3-6及表3-7。希望能從現階段的鼓勵使用，以及法規上強制使用(如建築技術規則對綠建材使用比例之強制要求)開始，未來若能配合業者努力，善用各種再生材料的優點，將可能生產品質性能比一般材料更優越之再生綠建材，而達到各界都願意主動使用之目標。

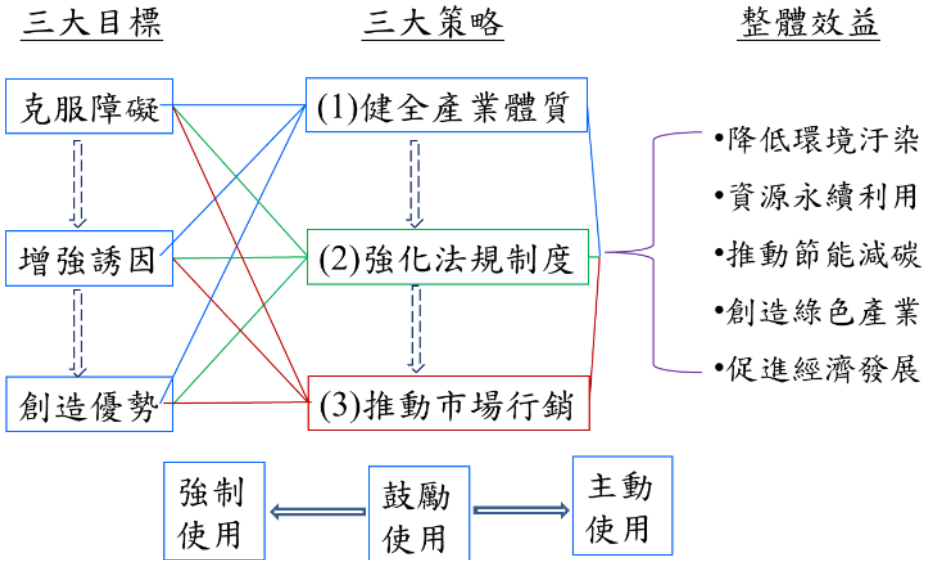


圖3-4 強化資源循環及再利用建材推廣之目標與策略

表3-5 克服障礙之策略與推動措施

策略 / 措施 / 克服障礙	健全產業體質	強化法規制度	推動市場行銷
1.民眾對再生綠建材產品品質性能疑慮。	技術與設備改善，確保產品品質性能。	• 綠建材標章審查嚴謹把關，及後市場查核落實品質管理，建立市場信心。 • 修正「再生綠建材」標章名稱 (建議改為「永續循環」綠建材) 。	• 加強宣導及辦理示範說明會，增加使用者了解 • 專業設計，提昇綠色產品品牌形象。
2.公共工程擔心影響工程品質，不願使用	加強品質管理及配合工程單位需求研訂施工規範	• 建立綠建材產品使用及施工規範，請工程單位納入招標規範中 • 公共工程施工綱要規範及公務機關招標規範不得限制再生材料使用	
3.部分再生建材生產成本較高	業者技術與設備改善，提高量產降低成本	• 請經濟部(工業局、技術處、科技部)等協助，提供技術輔導及獎勵補助措施 • 與建研所再生綠建材實驗室合作研發，降低生產成本。	提高綠色產品使用量，以量產降低生產成本
4.再生材料來源複雜，增加分類前處理成本	• 與上游企業合作，加強廢棄物產生源分類管理 • 建立中間原料供應體系，可資源化物質集中分類處理	跨機關行政協調，協助再生料源取得	——
5.資源循環再利用建材缺乏國家標準	業者依生產及實測之品質性能資料，自行研擬國家標準建議提送審查	• 加強資源循環再利用建材國家標準之增修訂 • 綠建材標章評定時對於產品無國家標準者，得另提出適合之國際標準 • 品質性能試驗項目中，若有部分項目不適用所沿用之標準，但無礙於該再生材料	——

策略 措施 克服障礙	健全產業體質	強化法規制度	推動市場行銷
		之用途者亦可認定。	
6.其他類綠建材標章之排擠效應	鼓勵以資源循環再利用為訴求之綠建材申請再生綠建材標章。	檢討其他類別綠建材標章(健康、高性能)之申請項目，關聯性低者不宜受理申請。	四類標章整合推廣，並強調再生綠建材在循環經濟之重要性。

表3-6 增加誘因之策略與推動措施

策略 措施 增加誘因	健全產業體質	強化法規制度	推動市場行銷
1.配合循環經濟目標，擴大使用	建構以再生粒料綠建材為核心之資源循環材料供應中心。	• 與綠建築標章結合，提升使用資源循環綠建材在綠建築標章之認定等級。	生產各類綠建材所使用之原料以使用永續循環材料為優先。
2.建構上中下游之資源循環產業體系	考量國內再生料之取得與利用之供需關係，推動產業聯盟。	• 加強產業輔導，帶動群聚效應。	逐年推動產業鏈結示範體系。
3.公共工程強制使用資源循環綠建材	提高量能，充裕供應公共工程使用需要	• 公共工程施工綱要規範規定，可使用再生材料者，不得使用原生材料 • 公共工程	統計公共工程可使用再生資源之對象及數量，提供業界商機
4.減少企業之廢棄物處理成本	加強與上游業者合作，廢棄物妥善處理，	簡化廢棄物再利用申請核准之行政程序	輔導與媒合企業間之廢棄物循環再利用，強化廢棄物與產品通路。
5.使用回收料，減少原料購置成本	進行資源再生產業整體經濟效益評估	建立廢棄物資源化循環利用機制，優先通過綠色產品認定申請。	——
6.擴大使用符合循環經濟目標之建材，提升企業環保形象	開發具循環經濟效益之建材產品	進行資源循環再生綠建材之循環經濟效益之評估。	• 鼓勵公民營企業將使用資源循環再生綠建材，納入企業永續發展及節能減碳目標

策略 措施 增加誘因	健全產業體質	強化法規制度	推動市場行銷
			• 辦理使用資源循環再生綠建材之績優工程案評選與表揚

表3-7 創造優勢之策略與推動措施

策略 措施 創造優勢	健全產業體質	強化法規制度	推動市場行銷
1. 因應市場需求，開發優質資源再生綠色產品	• 針對再生材料特性進行研發，生產高性能綠色產品 • 提升再生綠建材之品質性能，提高附加價值 • 技術與設備改良，降低生產成本	• 提供經費補助，鼓勵技術研發 • 推動產學合作 • 訂定高附加價值產品之示範獎勵補助措施	• 辦理產品推廣說明會，展示資源循環再生綠建材性能之優越性 • 印製各項文宣手冊 • 加強網路資訊行銷
2. 配合廢棄物產生源，提供再利用技術	上、中、下游整合，建構資源再生產業體系	落實廢棄物流向申報，輔導廠商生產優良資源循環綠建材及申請再生綠建材標章。	——
3. 配合資源循環材料之特性，開發更優質及生產成本更低廉之再生綠建材。	加強技術研發	• 提供經費補助，鼓勵技術研發 • 推動產學合作 • 訂定高附加價值產品之示範獎勵補助措施	• 辦理產品推廣說明會，展示資源循環再生綠建材性能之優越性

為克服一般民眾對於再生材料品質可能較低劣，因此不願意使用之困境，除須藉由法規政策及推廣行銷之引導外，國內業者也積極努力，所開發之再生綠建材除品質、性能與使用原生材料所生產之一般建材無異，皆可符合再生綠建材標章之評定基準外，更精益求精善加利用再生材料之特性，而開發

品質性能比一般建材更優越之建材。該等優質再生綠建材價格若具競爭力，則建築業界將更樂於主動使用。

(一)再生輕質陶瓷面磚

業者使用回收材料，添加於陶瓷面磚生產之原料中，巧妙利用不同物質高溫熔融之溫度差異，於燒結後之成品內部形成蜂窩且封閉式孔洞，因而發揮輕質、隔熱、隔音之功效。且於窯爐中添加回收材料更可避免收所，使成品品質更穩定。甚至於窯燒溫度可較低,節能及降低CO_2排放及減少燃料成本。

圖3-5為利用再生材料特性使陶瓷面磚內部產生封閉型孔洞而有輕質隔熱效果之陶瓷面磚。表3-8為與一般磁磚之性能比較。

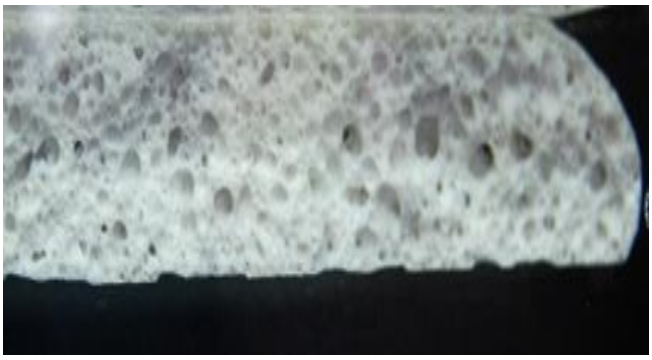


圖3-5 利用再生材料特性提供節能隔熱效果之輕質陶瓷面磚

表3-8 輕質陶瓷面磚與一般磁磚之性能比較表

	瓷質面磚	石質面磚	陶質面磚	輕質面磚
比重	2.3	2.2		1.1
吸水率 (%)	1	6	18	12
抗折 (kgF/cm^2)	183.6	122.4	61.2	121
熱傳導 (Kcal/m.h°C)	1.2	1.1		0.2

(二)再生輕質節能磚

台灣為3C生產大國，每年都有大量的面板玻璃廢料需回收，而面板玻璃因製程中添加了氧化鋁、氧化矽等成分，再製時熔點更高而更為耗能，並且增加回收後的運用難度。玻璃回收業者為了解決此一問題並提升再生玻璃產

品的附加價值，將面板玻璃具有熔點高、硬度高及熱傳導性低的特性，轉化為科技建材的優點，利用面板玻璃砂混合水泥，進行常溫發泡程序製成再生輕質節能磚。

再生輕質節能磚使用回收面板玻璃再利用，於發泡程序後形成蜂巢結構，加上原材料之特性，使得再生輕質節能磚具有輕量化、低伸縮率、耐燃性、低熱傳及隔音佳等良好之綠建材功效，且完全不含有機質及有毒材料，為兼具環保健康及功能性之源循環產品。圖3-6利用再生材料特性提供節能隔熱效果之輕質節能磚，表3-9為與一般牆體之比較。

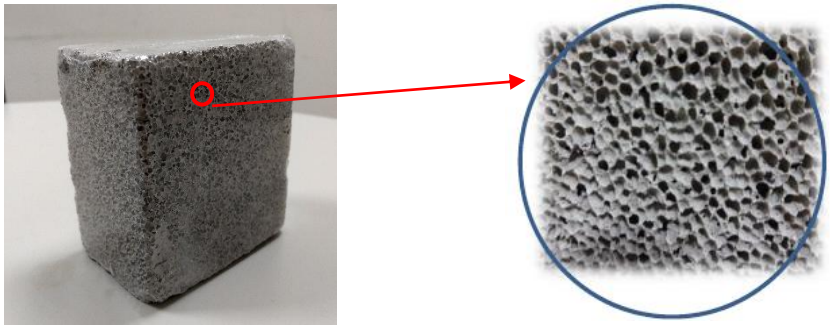


圖3-6 利用再生材料特性提供節能隔熱效果之輕質節能磚

表3-9 輕質節能磚與一般牆體之比較表

	輕質節能磚	RC 牆	1B 磚牆	輕質灌漿牆
施工速度/ 裝修等待期	20~24 m²/ 1 天	120 m²/ 28 天	4~6 m²/ 14 天	140 m²/ 28 天
隔音效能 (阻隔分貝/牆厚)	42~53 db/ 7.7 cm	40 db/16 cm	38~40 db/ 15 cm	32~35db/ 10 cm
隔熱效率 (內外溫差)	9~12 度	3~4 度	3~5 度	幾乎無溫差
防火時效	一小時~兩小時	一小時	一小時	一小時
單位重量(m²)	45 kg	270 kg	240~260 kg	100~130 kg
牆體單點荷重	≧45 kg	≧75 kg	≧75 kg	

三、辦理產官學研座談會

強化再生綠建材之推廣應用為綠建材循環經濟最直接之課題，本計畫辦理二場次之產官學研座談會。

(一) 第一次產官學研座談會

第一次產官學研座談會於於6月19日假建研所簡報室辦理(辦理情形如圖3-7)，座談會中，建研所環控組羅組長及姚志廷博士與會指導。會中由計畫主持人進行簡報，提出現行再生綠建材推廣面臨之問題，並請與會專家提出建議。座談會以原料供應、建材生產、市場使用&回收等產業鏈為主軸，探討從政府機構、建材業者(生產供應端)、民眾與建築師及建商(使用端)三大關聯對象之立場，可採取之對策。並區分為產業結構、法規政策與生產技術等三大關鍵議題，做深入之探討，如圖3-8所示，會後將相關意見彙整(如表3-10)，作為本計畫未來推動之參考。

第一次產官學研座談會會議通知及簽到等相關資料如附錄十一。

座談會現況-1	座談會現況-2
座談會現況-3	座談會現況-4

圖3-7 第一次產官學研座談會辦理情形

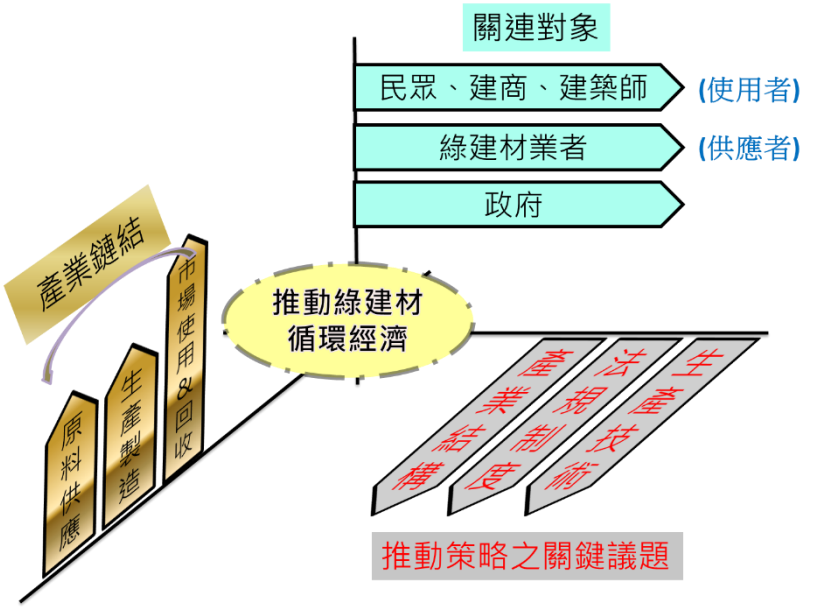


圖3-8 綠建材循環經濟推動策略涉及之多面向關鍵議題

表3-10 第一次產官學研座談會意見彙整

發言者	內容
春池玻璃實業有限公司-林建仲總經理	1.春池的材料是發泡節能磚，利用玻璃發泡之後產生很多獨立的氣孔，達到保溫斷熱隔音的效果。 2.以玻璃回收再利用而言，回收後的玻璃，處理後大部分都能夠回到玻璃製造業(台玻、華夏)，這是最期望的循環。但有一些是無法回到玻璃製造業者，就必須仰賴基礎產業，例如高壓混凝土磚或紅磚(尚美、俊行記)，能夠去化這些無法回到玻璃製程的玻璃，並且減少天然資源的使用。 3.春池開發的環保玻璃節能磚目前在市場上很受歡迎，但如果要達到經濟效益，還有很長一段路，需要各界的支持，尤其是政府單位。尤其是此產品於現行標章中尚無法被納入，希望能檢討相關之規格標準，以利提出綠建材標章之申請。 5.所回收之玻璃若為混雜各種顏色之玻璃，就必須仰賴如高壓混凝土磚或紅磚業者來幫忙，否則無法消化，希望能從法規面提供改善
俊行記實業股份有限公司-陳江村總經理	1.目前大家遇到的困難應該大同小異，主要是產品去化方面的問題，建議提高綠建材強制的使用量。 2.現在綠建材技術方面有一定的成熟度，但再生綠建材的產品並沒有一個有效的渠道可以去化。 3.循環經濟只要其中一個環節沒有管理妥善，就不會有循環，因此最終的問題在於最後的使用者並沒有強制使用再生綠建材。
財團法人台灣建築中心-李明賢經理	1.中國認為建築材料中主要的四大類包括水泥、石頭、玻璃及複合材料等， 因此在綠建材部分有相對的規範要求，使其可以優先納入綠色材料，對於未來綠色建築使用量及去化量能有良好的統計值。

發言者	內容
	2.在台灣循環經濟方面，建議對於可資利用的回收材料訂出回收量標準，現行部分，飛灰、底灰、玻璃及家具鋸屑，目前有初步供需的模式，若有供需平台媒合會更清楚流向。
永旭豐環境科技有限公司-葉禮旭總經理	1.對於市場供需方面，第一個步驟就是盤點各部會會限制經濟發展的法規，臺歐盟循環經濟研討會中提到，歐洲的推動是以產官學組成的綠色協議，告訴政府哪些法規需要突破。 2歐洲在推動循環經濟上，要掌握一個產業的上中下游就是看物質流。目前初步了解，台灣在材料廢棄端到綠建材廠商並沒有任何一個機關有這樣的數據，因此建立一個資料庫很重要。 3.台灣再利用率做得很好，但是缺乏經濟模式，荷蘭循環週提到，從物質流循環架構結合不同業別的商業模式，計算出來之後，才會有經濟的效用。 4.未來台北市政府對於公宅，國小翻修都要採用循環經濟的商業模式，意味著政府將循環建築放進重要政策要 拓市場經濟。
尚美實業股份有限公司-蘇黃清總經理	如何把政府法令修改能夠有利於業者銷售產品? 政府機關採購案之招標公告限制使用再生資源，與循環經濟背道而馳。 CNS國家標準對於利用再生資源生產建材有些不合理的限制應移除。
駿隆橡膠工業股份有限公司-林怡文特助	1.本公司主要問題是原料來自於卡車輪胎，但是由上游先處理再買入，作為橡膠地磚的原料，因為是二次料，所以無法被綠建材標章或是環保標章認定。(環發會補充說明:應是誤解) 2.希望有類似春池玻璃的影片能夠推廣產品。
台灣資源再生協會-黃孝信理事長	1.環保署提出循環經濟roadmap，法規需要作檢討與改進。 2.需將再利用個案做好，才能繼續往下進行。 3.可由目前可用得上的大宗綠建材先推廣。
社團法人台灣永續綠營建聯盟-楊明俊秘書長	1.土木營建原料再生利用性高，且材料種類多，政府如何確實建立生命週期的履歷制度，以協助原料供需問題。 2.政府應該多輔導新型綠建材的需求，讓各部會及產官學都更加了解。 3.應加強各部會、業者以及建築師的交流能夠達到推廣的目的。 4.依再生綠建材標章的法令規定:「回收材料應為國內所產生，不得含有綠建材通則中限制物質，且不得為來自國外之回收料」，容易造成誤解，是否需修改明確一些。

(二) 第二次產官學研座談會

第二次產官學研座談會於11月29日假大坪林聯合大樓15樓第三會議室辦理(辦理情形如圖3-9)，由建研所環控組姚志廷博士與會指導。會中由計畫主持人進行簡報，提出推廣再生綠建材SWOT分析及針對克服障礙、增加誘因、創造優勢之建議策略(如表3-5，表3-6及表3-7)，並請產官學界與會代表(立順興資源科技股份有限公司、綠森林環保科技有限公司、台灣資源再生協會、經濟部工業局、行政院環保署廢棄物管理處、江哲銘教授、洪榮勳博士、陳瑞鈴委員、張祖恩教授、黃兆龍教授、張矩墉建築師)進行討論及建議。會後將相關意見彙整(如表3-11)，作為未來計畫推動之參考。

第二次產官學研座談會會議通知及簽到等相關資料如附錄十二。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>座談會現況-1</td><td>座談會現況-2</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>座談會現況-3</td><td>座談會現況-4</td></tr>
</table>

圖3-9 第二次產官學研座談會辦理情形

表3-11 第二次產官學研座談會意見彙整

	建議對策
一、對於再生綠建材推廣SWOT分析之補充或建議	**黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系)** 針對所提SWOT，建議能以問卷請產官學研界提供意見，以問卷收集詳細資訊分析找出最佳解方。 **張教授祖恩(國立成功大學環境工程系)** 正名應為必要，配合上中下游一條龍之管理及產品品質，使用規範。因此提昇並維持品質及供應量之穩定，應為要務。不要用「再生」二字；或可稱「循環綠建材」。 **江教授哲銘(國立成功大學能源科技與策略研究中心)** 可以再加強再生綠建材對「地球永續，人本健康」貢獻之說明。 **洪博士榮勳(財團法人環境資源研究發展基金會)** 推動策略規劃出整體的藍圖，分析SWOT也很實際，建議在實行策略方面針對業界，包括供應端、設計端、施工、使用端作問卷調查，了解在實際施行面碰到的問題，提出解決的辦法。 **吳瑋羚小姐(經濟部工業局)** 再生綠建材的製造使用均已先受環保單位，經濟部等完整管理系統把關，品質已受保障，惟需加強推廣讓產業界接受使用。 **陳明義先生(立順興資源科技股份有限公司)** 再生資源市場充斥劣幣驅逐良幣之效果,主管機關應有公權力可撤回不肖廠商之標章及認證，而非制定更多的防弊措施限制廠商之發展。 **吳明富先生(立順興資源科技股份有限公司)** Strengths:政府綠色採購或強制使用規定，大多使用健康綠建材，而再生綠建材會因法規、設計單位、使用單位及民眾之疑慮較首使用再生材料。 **胡教授憲倫(國立台北科技大學)-學生郭建宏代** 綠色採購架構的調整－綠色產品的界定，納入定量的評估標準，如物料再回收比例，物質循環度等。
二、對於克服障礙之建議作法	**陳委員瑞鈴:** 如何改正再生材料就是次級品或品質較差的刻板印象,讓一般民眾及業者能了解、接受及採用(立即去汙名化)應針對不同再生材料的使用(包括比例多寡)，進行有系統的試驗研究，讓再生材料品質性能透明化。 **張建築師矩墉** 1. 目前的公共工程相關施工規範對再生材料是原則禁止，例外許可，應改為原則許可，例外禁止。 2. 不同標準之間是否可直接認證? **黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系)** 建議以3E角度進行改善: 1. 工程面(Engineering):品質符合規範,知其性而為之。 2. 環境面(Environmement):環境友善，提供妥善數據。

	建議對策
	3. 經濟面(Economy):以貿量價分析，最佳化。 大量去化為低階使用；高品質化為高階使用。 **張教授祖恩(國立成功大學環境工程系)** 對於原料端；資源化技術端產品應用端；需有整套上中下游配套的管理作為，料端的允收標準，生產過程之品管，產品之品質及適材適用之規範，以建立使用者及社會的信任。 **江教授哲銘(國立成功大學能源科技與策略研究中心)** 1. 建議加強對使用再生綠建材之構件及整屋作室內環境品質之聲、光、熱、氣之物理因子，化學因子，生物因子之性能能提高效益之數據與說明。 2. 耐久性、防水、隔熱之性能實驗數據之提高性能證據。充分對使用者說明 **洪博士榮勳(財團法人環境資源研究發展基金會)** 一般對"再生"的刻板印象是便宜的次級品，應從觀念上與名稱上尋求改變。陳博士提出之為產品提供永續料源，從料源管理著手，與歐盟循環經濟觀念不謀而合。 **黃秘書長拯中(台灣資源再生協會)** 減少管制法規之加嚴，對於不肖業者應以稽查手段加強取締，而非對於所有業者加強管理規定。 **陳明義(立順興資源科技股份有限公司)** 1. 可結合各單位(工業局、環保署等)之相關認證標章，如:綠色產品、綠建材、環保標章等作結合，整合一起推動，避免資源分散。 2. 申請程序流程及文件可盡量簡化。 **吳明富先生(立順興資源科技股份有限公司)** 市場普遍對再生字眼有主觀之認知，認定再生等於劣質、低品質、低價值甚至是有毒及有害之物質。建議是否可將再生綠建材分類納入高性能或其他非類之綠建材標章。 **杜負責人春梅(綠森林環保科技有限公司)** 應有專屬單位可解決業者問題。 **胡教授憲倫(國立台北科技大學)-學生郭建宏代** 導入生命週期評估(LCA)量化"永續循環綠建材"的正面效益，例如建材的減碳效益，建材的循環度等，進而推動循環經濟效益之評估。
三、對於增加誘因之建議作法	**陳委員瑞鈴:** 研議擬定再生建材之分類使用用途，並納入相關施工綱要規範參辦。 **張建築師矩墉** 1. 容許同一建材可以同時兼取兩個以上綠建材標章，例如塑木同時取得再生與健康綠建材。 2. 在申請綠建材標章時二氧化碳減量指標即廢棄物減量指標中針對再生(循環)綠建材，提升其配分比例，會較為有效。

	建議對策
	黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系) 1. 增加行銷技術，推廣手法，利用網路懶人包，擴展能見度。 2. 以大數據，物聯網(Iot)及人工智慧(AI)ICT 有效整合既有資訊，提供材料透明化資訊。 **張教授祖恩(國立成功大學環境工程系)** 1. 政府、中央或地方公共建設示範使用，建立使用相關過程/品管作業，並追蹤管考其績效，公開透明資訊，讓相關業者及民眾能安心，如此當可拓展應用。 2. 應用案例，可藉網路、研討會廣為宣導。 **江教授哲銘(國立成功大學能源科技與策略研究中心)** 建議建築技術規則對再生綠建材使用部位擴大範圍及比率提高(目前營建署已經列入提高外部使用比率到20%) **洪博士榮勳(財團法人環境資源研究發展基金會)** 誘因的增加之前更重要的是消除民間的疑慮。 **吳瑋羚小姐(經濟部工業局)** 整合相關單位(如本局綠色產品推廣計畫)的輔導資源，共同推動再生建材的使用，思考於法規，獎勵措施等更具產業誘因的推動方向。 **黃秘書長拯中(台灣資源再生協會)** 在法規面增加鼓勵性的規定，如政府採購法中對於再生綠建材之優惠採購規定、施工綱要規範中納入再生綠建材之使用規定等。 **陳明義(立順興資源科技股份有限公司)** 目前接觸使用以一般建築、民間工程居多，桃園市政府之公共工程以率先導入綠建材標章產品，可思考如何結合擴大。 **吳明富先生(立順興資源科技股份有限公司)** 配合法令、法規整合現有之資源，進行定義調整，弭除社會認知疑慮，並於公共工程、相關政府採購進行鼓勵甚至強制使用「再生綠建材」。 **杜負責人春梅(綠森林環保科技有限公司)** 對於申請標章的部分可以給予業者協助，讓業者能有方向經營及管理。 **胡教授憲倫(國立台北科技大學)-學生郭建宏代** 從國家層級的建料存量及流量情況鑑別"循環建材"的優先順序，重新調整獎勵補助措施與標準。同時讓企業可審視建材物料的風險管控，協助擬定營運策略。
四、對於創造優勢之建議作法	**陳委員瑞鈴** 加強再生材料正面效益，優點之宣導推廣。 **張建築師矩墉** 建築技術規則以表面材料使用率的檢討方式應該要改變，否則以綠建材包含的四大類材料而言，對循環材料並無優勢。應採用工程經費所佔比例，且限制單一類材料所佔比例上限。 **黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系)**

	建議對策
	1. 修訂綱要規範，強制使用再生綠建材。(先決條件是有足夠數據)。 2. 建立上中下游一條龍的生產履歷，讓生產者開心，設計者放心，使用者安心。 **張教授祖恩(國立成功大學環境工程系)** 建立品質，配合「循環經濟」之國家型計畫，強制提高使用比例。 **陳明義(立順興資源科技股份有限公司)** 目前已有公共工程逐步採用綠建材產品，擴大使用自然吸引業者投入。 **杜負責人春梅(綠森林環保科技有限公司)** 請公家機關多多推廣再生原料，讓再生原料可以有更多更好的利用及使用。
五、其他建議	**黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系)** 1. 物盡其用之前必須窮理盡性，適所適材的利用。 2. 目前大部分法規包括 CNS 已將再生材料列入。 3. 建築技術規則室外綠建材使用可提高至體積量之 40%以上。 **江教授哲銘(國立成功大學能源科技與策略研究中心)** 加強後市場管理之追蹤，以預防業者故意誤導使用者，並作罰則之擬議。 **陳簡任技正凱中 (環保署廢棄物管理處)** 應建立再生綠建材品質管理制度，以提升工程單位使用信心。 **黃秘書長拯中(台灣資源再生協會)** 環保標章、綠建材標章、綠色產品或其他標章建議能有整合或某種程度之互相認證，避免業者進行太多申請及支付相關費用(申請費、檢驗費…等)。 **杜負責人春梅(綠森林環保科技有限公司)** 申請標章的費用可以更親民一些。

此外，執行單位並分別針對綠建材循環經濟目前面臨之問題，包括循環體系之完整性、材料供需之平衡、營運模式、經濟效益、法規障礙、技術精進等，請與會人士提出相關看法及建議對策如表3-12所示。

表3-12 資源循環及再利用建材推廣應用之問題與對策

問題類別	問題	建議對策
循環體系之完整性(缺口)	台灣建築中心-李明賢: 請確認台灣可資利用之標的回收材料，並據以規劃環體系之建立方能避免供需失衡之情況。 永旭豐環境科技有限公司-葉禮旭: 1.盤點現行法規(環保、建築、國家標準、施工範圍、 工程施工規範) 2.建立綠建材資料循環架構。	台灣建築中心-李明賢: 參考國內有關可利用之事業廢棄物或營建廢棄物之大宗以進行有效去化之規劃。 台灣資源再生協會-黃孝信: 綠建材與資源化工業互動不夠，宜強化，法規規範加速發邁進，以利更多資源化廠商參與，政府部門之橫向聯繫安可加強。

問題類別	問題	建議對策
	台灣資源再生協會-黃孝信: 生態與再生綠建材比例偏低，循環體力缺口太大，宜強化。	
材料供需之平衡	台灣建築中心-李明賢: 現行飛灰底灰玻璃與家具鋸屑之產出，皆有初步模式之供需模式，可就其供需建立平台以求各式模合之管道。 永旭豐環境科技有限公司-葉禮旭: 建立綠建材供需資料庫。 社團法人台灣永續氣營建聯盟:楊明俊: 土木營建原料再生利用性高，且材料種類喔，政府如何確實建立生命週期的履歷制度，以協助原料供需問題。	台灣建築中心-李明賢: 建立資源供之平台，並確立可資利用材料之品牌化，以建立再生製品之品質一致性。 台灣資源再生協會-黃孝信: 1.請探討目前獲得綠建材標章產品之使用情形與市場。 2.探討綠建材整體需求市場。
營運模式	台灣建築中心-李明賢: 桃園市環保局針對廢棄物污泥進行燒結粒料之認證，並針對使用該粒料之建材優先使用於該市公共工程之鼓勵。 永旭豐環境科技有限公司-葉禮旭: 篩選重點物料或產品，建立完整商學模式。	台灣建築中心-李明賢: 建議將該粒料納入再生綠建材認可之回收材料。 台灣資源再生協會-黃孝信: 綠建材及相關公共工程之重建拆除需妥善規劃。
經濟效益		台灣資源再生協會-黃孝信: 1.建議著重於個案之評估與促進。 2.除作法規之鬆綁需作溝通。
法規障礙	台灣資源再生協會-黃孝信: 法規與執行面甚多不利於資源再生產業，有強化循環經濟之必要 社團法人台灣永續氣營建聯盟:楊明俊: 依再生綠建材標章的法令規定:回收材料應為國內所產生，不得含有綠建材通則中限制物質，且不得為來自國外之回收料	社團法人台灣永續綠營建聯盟:楊明俊: 已進入台灣的國外回收料如何處理，也是需要討論的重要課題，否則有亂倒、遺棄等環保問題，已危害台灣生態環境。
技術精進	台灣資源再生協會-黃孝信: 再生建材品質之品保管品管需加強以利突破法規與規範限制及爭取社會認同促令法規鬆綁與社會抗爭	

3.4 配合循環經濟之發展現況及未來趨勢提出綠建材標章評定基準草案

現行綠建材標章分四大類,申請綠建材標章之產品除必須符合通則之規定外，皆必須依申請類別符合各類之個別評定基準。本計畫將針對再生綠建材部分之評定基準，依據台灣建築中心執行審查作業之經驗及建材業者所遭遇之問題，提出檢討並作為綠建材標章評定基準修正之參考。

依據內政部建築研究所2015年版之「綠建材解說與評估手冊」之再生綠建材評定基準表，目前計有22種建材項目可供業者申請。目前經常遭遇之問題為：

一、非列於「再生綠建材評定基準表」之產品，無法提出申請。

二、因使用材料之特殊性，建材產品無法完全符合既定之評定基準。

三、新型綠建材產品不易歸類於何種建材項下。

實質上，在2015年版之「綠建材標章解說與評估手冊」中，已對於尚未列在再生綠建材評定基準表，或未能完全符合既有評定基之建材，另可依以下途徑提出申請：

一、經綠建材標章評定小組審議認定，依其類別、性質、使用用途與再生料之使用狀況，可適用既有建材項目者，則可參照該既有項目進行審查。

二、品質性能試驗項目中，若有部分項目不適用所沿用之標準，但無礙於該再生材料之用途者，得提出說明，由綠建材標章評定小組審議認定，並應於「性能規格評定書」中載明。若尚無完全一致之國家標準而採其它相關之標準或規範進行評定者，應依用途說明所具備之性能進行試驗，並提出性能試驗報告書，由綠建材標章評定小組審議。

除此之外，也可依「綠建材標章自薦提案處理作業程序」規定提出自薦申請，並經「綠建材標章自薦提案增修訂小組」研擬增修訂評定基準，並經內政部核定後公告新增評定項目並受理申請。

雖然現行的綠建材估基準中有自薦提案之機制，業者對於產製之建材產品非列於現行之評定基準中，可向綠建材標章評定機構(台灣建築中心)申請自薦提案。然而業者對於相關程序往往不太清楚，以致無法順利提出。因此，基於鼓勵優良綠綠建材得以申請綠建材標章，擴大綠建材標章推廣成效之考量，應更積極協助業者將優良綠建材得以納入綠建材標章體系。

建議採雙管齊下之策略：

一、個別性之增修：透過綠建材產業發展協會、建材公會等，廣徵綠建材業者意見，收集業者申請綠建材標章所遭遇之困難，並研擬增修正評定基準之內容。

二、整體性之增修：探討綠建材標章評定作業制度面之相關問題，配合循環經濟、節能減碳等相關議題，提出可使綠建材評定基準更完備之內容建議。

本計畫將提出2項新增綠建材標章評定基準草案，配合刻正由成功大學建築系執行之「綠建材標章精進計畫」，將所研擬之相關內容提供該計畫參考，使綠建材標章之評定基準更周延，讓優良綠建材皆有機會申請綠建材標章。

考量建築物節能之重要性，近年來業界積極研發可使用於建築物牆面、隔間、屋頂等之隔熱建材。其中不乏可以回收材料製造者，因此於再生綠建材標章評定基準中增訂隔熱再生綠建材將具迫切需要。

以再生材料產製隔熱建材CNS 9960:1997已修訂為CNS 9960:2017 建築用隔熱材料，隔熱材料之用語定義為：「以隔熱為目的所使用，在23℃之熱傳導係數為0.065W/m.K以下者。」依基材區分為人造礦物纖維隔熱材料、有機纖維隔熱材料、發泡塑膠隔熱材料等三類。

該項國家標準將基材限定為三類，然而國內建材業界之技術能力十分精進，可利用並發揮節能隔熱功效之材料很廣泛，因此對於將增訂之再生隔熱綠建材標章之材料應不僅以CNS 9960所列出之三類為限。建議增訂「建築物隔熱磚」再生綠建材標章評定基準，只要使用之回收材料符合再生綠建材標章評定基準中材料來源之規定，隔熱性能符合CNS 9960之3.1節規定，於23℃之熱傳導係數為0.065W/m.K以下之要求，且回收材料使用達一定以上之比率，經評定合格者即可為再生綠建材標章。回收材料使用比率暫定為30%，但將配合綠建材精進計畫執行團隊再行研商，建議增訂三項再生綠建材標章評定基準，包括「隔熱混凝土用輕質粒料 」、「建築用隔熱材料」、「屋頂隔熱磚」等三項，如表3-13所示。

為提高行政效率，表3-13所研擬之評定基準已配合建研所另案委託之「綠建材標章評定基準精進計畫」，將於本年度完成之「2018年版綠建材標章解說與評估手冊」之進度，提交相關內容供該計畫於召開專家座談會時討論，並依相關意見修正。

表3-13 研擬新增之再生綠建材標章評定基準

建材項目	可使用之回收材料	回收材料使用比率(重量百分比)	品質與性能試驗項目及方法	特殊要求或分級規定	備註說明
隔熱混凝土用輕質粒料	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、無害之無機性廢料如廢陶瓷、廢玻璃、礦石纖維等	回收材料佔總重量 50%以上	參照 CNS 14826 品質與性能試驗項目之規定。	依 CNS 14826 對於種類與性能之規定，以粒料所製作之混凝土單位重量與熱傳導係數應符合。	應說明適用之類別
建築用隔熱材料	營建剩餘土石方、污泥、水庫淤泥、回收橡膠、無害之無機性廢料如廢陶瓷、廢玻璃、礦石纖維等	回收材料佔總重量 30%以上	參照 CNS 9960 品質與性能試驗項目之規定。	依 CNS 9960 依基材之分類與對應性能之規定。 依 CNS 7333 測試於 23℃之熱傳導係數應在 0.065 W/m^2K 以下	應說明適用之類別及熱傳導係數
屋頂隔熱磚	回收木材、橡膠、不含氯高分子材料，及各種無害性製程廢料等	除水泥外之回收材料佔總重量 50%以上	依據 CNS 13295 測試抗壓強度及抗彎強度，並依據 CNS 7333 測試熱傳導係數。	抗壓強度應在 90 kg f/cm^2 以上，抗彎強度 30 kg f/ cm^2 以上；熱傳導係數應低於 0.2W/mK 內含木質粒料時含水率應小於 16%	應說明使用之材料及性能符合情形

第四章 規劃再生綠建材實驗室產學合作策略

4.1 再生綠建材實驗室之精進建議

內政部建築研究所位於台南歸仁之建築性能實驗中心，係於93年配合行政院「綠建築推動方案」及加強綠建材標章制度之推動建置實施，其中之。「再生綠建材實驗室」於93年11月29日完成啟用，除可進行各種再生綠建材之技術開發外，並提供綠建材業者相關之檢測服務。

本「再生綠建材實驗室」包括「再生綠建材製程開發實驗室」，以及「綠建材檢測實驗室」兩部份，再生綠建材實驗室為兼具技術開發、性能驗證、示範推廣與研習訓練等多元性之功能，包括如：

- 執行綠色再生建材相關之各項技術與規範研究
- 製程開發
- 規範研訂
- 品質驗證

其中「再生綠建材製程開發實驗室」設置之目的是基於資源永續循環利用之目的，將各種無害性之回收物質，利用適當之技術與機具產製成再生綠建材，具有相關石質、木質類及混合材質之資源化產品製造設備，類似資源化再利用工廠，可以經由成份調配及相關製程條件控制以產製各種再生綠建材產品。可提供之功能包括：

- 木質廢棄物再生建材開發
- 石質廢棄物再生建材開發
- 混合廢棄物再生建材開發

「再生綠建材性能檢測實驗室」具有針對綠建材評估認定所必備之各種物理性、化學性及環境性測試儀器設備，並可提供再利用產品相關之功能性及原料成份檢測分析。可提供之功能包括：

- 化性分析
- 物性分析

- 力學特性分析
- 環境性分析

「綠建材製程實驗室」以最大宗之石質與木質廢棄物資源化再利用為主要對象，但亦可包括以塑膠等混合材質製備各種再生建材之製造技術。本實驗室目前所擁有之主要設備包括：石質類、木質類之再生建材開發設備。各項設備係於2003~2004年陸續建置完成。

整體而言，各項設備尚完整，石質與木質之粗破碎語系破碎設備皆可維持良好運作，設備但處理量是否可符合原設定功能則待確認。必須再加以整修部分包括：

- 設備潤滑
- 管路整修
- 電熱系統確認
- 除塵設備管路、風扇等修護及調整

經現場檢視並評估各項設備之相關功能及改善建議如表4-1及表4-2所示。其中塑木成型設備中，包括混拌、製粒與高溫射出成型等設備皆已分離，無法保持完整之動線，必須再調整組裝，而管路老化變形則需更換。

表4-1 石質類再生建材開發之設備及功能

類別	設備名稱	功能用途	規格說明	設備功能評估
石質類	顎碎式石質破碎機	廢混凝土塊或石質再生原料，破碎至3~8mm顆粒	• 含原料送入與輸出之輸送帶各一條 • 含篩分(5mm - 30mm)與稱量(100Kg) • 處理量: 6,000Kg/hr	• 良好，處理量待確認。 • 進料斗部分雜物須清除
	石質細碎粉磨機	顎碎後的石質顆粒，粉碎成1mm~200mesh粉粒體	• 形式：壓輪式自動進料粉磨 • 動力：20HP • 壓輪數3只：輪環內徑30” • 旋風式集粉，產品粒度可調整 • 處理量：500kg/hr • 含原料斗式提昇機、供料桶、迴轉進料機、分離機、主送風機、旋風集粉	• 良好，處理量待確認。 • 集粉設備風管脫落需調整。 • 過濾機粉塵須清除。濾袋之濾布需更換

類別	設備名稱	功能用途	規格說明	設備功能評估
			器、排料閥、布管式過濾機、排風機、氣壓控制閥、風管等裝置	
	震盪篩分設備	粉碎後顆粒,篩選分離成各種實驗用的粒度篩目10、5、3 mm	• 批次式震盪篩選 • 動力：20HP • 處理量：500kg/hr.	• 良好，震動盤座需潤滑
	輸送帶式磁選機	分離去除廢鐵塊鐵釘	• 形式：電磁式 • 動力：10HP • 分選面積：60*30cm	• 良好
	混凝土拌合設備	用於水泥與廢混凝土塊骨材之充分混拌	• 形式：強拌式拌合 • 動力：25HP • 拌合容積：1M^3 • 含料斗：1250公升 • 批次式,批次產能0.5M^3	• 油壓軟管嚴重脆化，擬進行油壓軟管更換與設備保養、試車 • 雜物須清除。
	高壓混凝土磚製磚機	製成單色各式水泥磚，可以更換模具生產不同規格植草磚、空心砌磚、路缘石、連鎖路面磚以水泥製品	• 產能：每八個工作小時生產400M^2為準. • 馬達：20.5 Kw,電壓380V, 60Hz. • 形式：批次式自動高壓成型式 • 動力：20HP • PLC控制：控制系統包括安全邏輯控制及故障診斷系統 • 成型速度：20秒內可成型標準磚（390×190×190mm）5塊 • 含(1)植草磚、(2)空心砌磚、(3)路缘石、(4)連鎖路面磚、(5)坡崁磚的模具各一組	• PLC控制系統需調整校正。 • 各種模具齊全。 • 製磚成型速度待確認

表4-2 木質類再生建材開發之設備及功能

類別	設備名稱	功能用途	規格說明	設備功能評估
木質類	木質粗破碎機	將木質廢棄物或再生原料破碎至5cm粒片	• 形式:迴旋刀與固定刀式 • 動力：50 H P以上 • 處理量：1000kg/hr以上 • 進料口：657＊300 mm • 刀質：SKH-2鋼材 • 迴旋刀數：6 支以上 • 固定刀數：4 支以上 • 粉碎鐵網：50 mm	• 功能良好，處理量待確認。 • 刀具若鈍化需更換(有備品)。
	木質細破碎機	粗碎後之木質粒片再行破碎至0.5cm以下粒片	• 形式:迴旋刀與固定刀式 • 動力：30 H P以上 • 處理量：600kg/hr以上 • 進料口：530＊300 mm • 刀質：SKH-2鋼材 • 迴旋刀數：6 支以上 • 固定刀數：4 支以上 • 粉碎鐵網：4 mm	• 功能良好，處理量待確認。 • 刀具若鈍化需更換(有備品)。
	磁分選機	木質粒料廢棄物或回收場處理後的木質再生原料所含廢鐵塊鐵釘的分離去除	• 形式：電磁式 • 分選面積：600*300mm • 動力：10HP以上 • 可固定於輸送帶作業 • 皮帶輸送機馬力：2 HP • 輸送機尺寸：L4000＊W510 mm	• 良好 • 輸送機馬達皮帶需潤滑
	木質粒料圓篩機	木質粒料廢棄物或回收場處理後的木質再生原料經粉碎後的粒片，再篩選分離成實驗用的粒度篩選分離成實驗用的粒度含篩網目大小:6、10、20、40、100、200 mesh	• 形式：振盪式篩分 • 馬力:1 HP以上振盪式馬達；1/3 HP＊2 • 篩選產能：木材10mm粒徑500kg/hr以上；木材1mm粒徑250 kg/hr以上 • 可操作篩選面積：500 cm2以上 • 篩網材質：#304不銹鋼；不銹鋼＃304 • 含篩網目大小：15、12、9、6、4、1mm各1組 • 篩目可調整更換之3層式振盪分選	• 各種網目之篩網齊全 • 震動基座需潤滑
	施膠攪拌烘乾機機	經粉碎篩分處理後的木質粒料與膠合劑充分混拌與預熱	• 形式：油熱式，自動控溫 • 溫度範圍：室溫-200℃ • 拌合容積：600kg • 動力：5HP以上	• 膠合劑殘留須清除 • 加熱溫控功能待確認

類別	設備名稱	功能用途	規格說明	設備功能評估
			• 材質：#304不銹鋼 • 雙刮刀式機械混合攪拌 • 可配合輸送帶作業	
	解纖粉磨機	木質粒料經粉碎後，進一步解纖粉磨成熱塑押出的細料	• 形式：鎚碎式 • 動力：30 HP以上 • 處理量：木材研磨60目產能300 ~ 350 kg/hr以上 • 木質纖維粒徑可達0.5mm以下 • 具有木質纖維解離功能 • 含粉料自動分選粒徑控制 • 含旋風式分離與收集裝置	• 研磨處理量待確認 • 旋風分離管之管路需調整固定。
	電子自動計量裝置	木質再生原料與膠合劑樹脂的自動稱量計量	• 形式：自動批次式稱量計量 • 最大批次稱量計量：100kg/批 • 精確度100g，可自動歸零與校正 • 電子數位顯示 • 含200kg進料儲槽與計量備料儲槽各2只	• 良好
	樹脂合成反應器	進行熱壓膠合劑的樹脂原料聚合合成與備料	• 形式：雙層隔水加熱合成反應方式 • 反應器材質：#304不銹鋼 • 合成操作溫度範圍：室溫-200℃ • 合成操作容積：1M3 • 多層槳式攪拌 • 可變速式攪拌馬達：1HP以上	• 加熱溫控功能待確認 • 殘留樹脂膠合劑須清理
	熱壓塑合成型機	配合各種塑合成型模具將廢粒片塑合原料熱壓成一體成型的木質再生建材等產品	• 形式：油壓電熱式 • 熱壓盤面尺寸：L 1400＊W 800 mm以上 • 熱壓容模尺寸：L 1200＊W600 mm以上 • 操作溫度：室溫-200℃ • 操作壓力：150 T以上 • 最大行程：450 mm • 油缸直徑：300 mm＊1 • 幫浦馬力：7.5 HP以上	• 油封老化嚴重漏油，須進行液壓油更換與設備保養、試車 • 拌合機、製粒機、射出成型機分離，須調整重新組合，保持製程完整性。 • 部分熱機盤電熱線老化須更換

類別	設備名稱	功能用途	規格說明	設備功能評估
				• 加熱溫度是否可達原設定上限待確認 •
	塑料製粒與押出成型機	定量後的纖維試料與熱塑性塑膠均勻的加熱混拌並擠壓成小粒狀，經押出成型，製成各種人造木板或塊狀產品	• 形式：塑料製粒與押出成型式 • 製粒/押出成型處理量：300kg/hr以上 • 捏合機：35 L；60 HP以上 • 漏斗式輸送機：2HP＊4P以上 • 造粒成型機：85 Ø㎜；風冷式；30HP；AC-變頻 • 立式冷卻筒：＃304 • 震動篩選機：1/3 HP＊2以上 • 輸送風車：3 HP；出風口4”以上 • 立式集料捅：＃304不銹鋼；最大容量200Kg以上	• 射出口堵塞需清理 • 成型平準器需調整 • 木質、塑料捏合均勻性待確認。 • 冷卻槽需清理
	熱壓塑合成型模具	經熱壓一體成型製成各種傢俱組件等使用的模具	• 課桌椅套模具：桌面模具、椅子坐墊模具、椅子背墊模具各1組 • 鏡框模具：325 ＊ 400 mm，1組 • 廚房櫃門模具：L 500＊W 350＊H 20 ~ 30 mm，1組 • 椅子座墊模具：L450＊W450＊H24 mm，1組 • 圓椅模具：直徑300mm，1組 • 橢圓形相框模具：325＊400 mm，1組 • 馬桶蓋模具：可成型2片，1組 • 馬桶座模具：可成型2片，1組	• 各類模具齊全完整

4.2 與產業界合作利用再生綠建材實驗室設備進行研發

再生綠建材實驗室之儀器設備雖然相當完整，但是建置以來曾配合建研所內部研究計畫，進行各項研發與產品試製工作，如圖4-1、圖4-2、圖4-3為石質與木質再生綠建材開發之相關製程。圖4-4為曾利用該實驗室設備試製之相關綠建材產品。除檢測實驗室承接廠商委託之綠建材檢驗工作外，製成實驗室並未開放外界使用該等設備，十分可惜。因此必須研擬與外界合作機制，媒合廠商善加利用各項設備研發優質資源循環綠建材。

本計畫將進行各項設施之評估並媒合建材業者利用該實驗室之設施，以提升效能。製程實驗室可提供之合作內容以再生綠建材研製為主，包括：

- 新產品開發研究
- 配方調整
- 製程與條件控制
- 商業化製程開發

材料性能檢測實驗室可提供之合作內容以產品檢驗與性能測試為主，包括：

- 測試與檢驗(認/驗證服務)
- 教育訓練服務

由於再生綠建材實驗室以石質與木質再生綠建材開發之相關製程為主，因此未來遴選之廠商將以擬利用礦石類與纖維質類之回收材料以產製建材之業者為主。

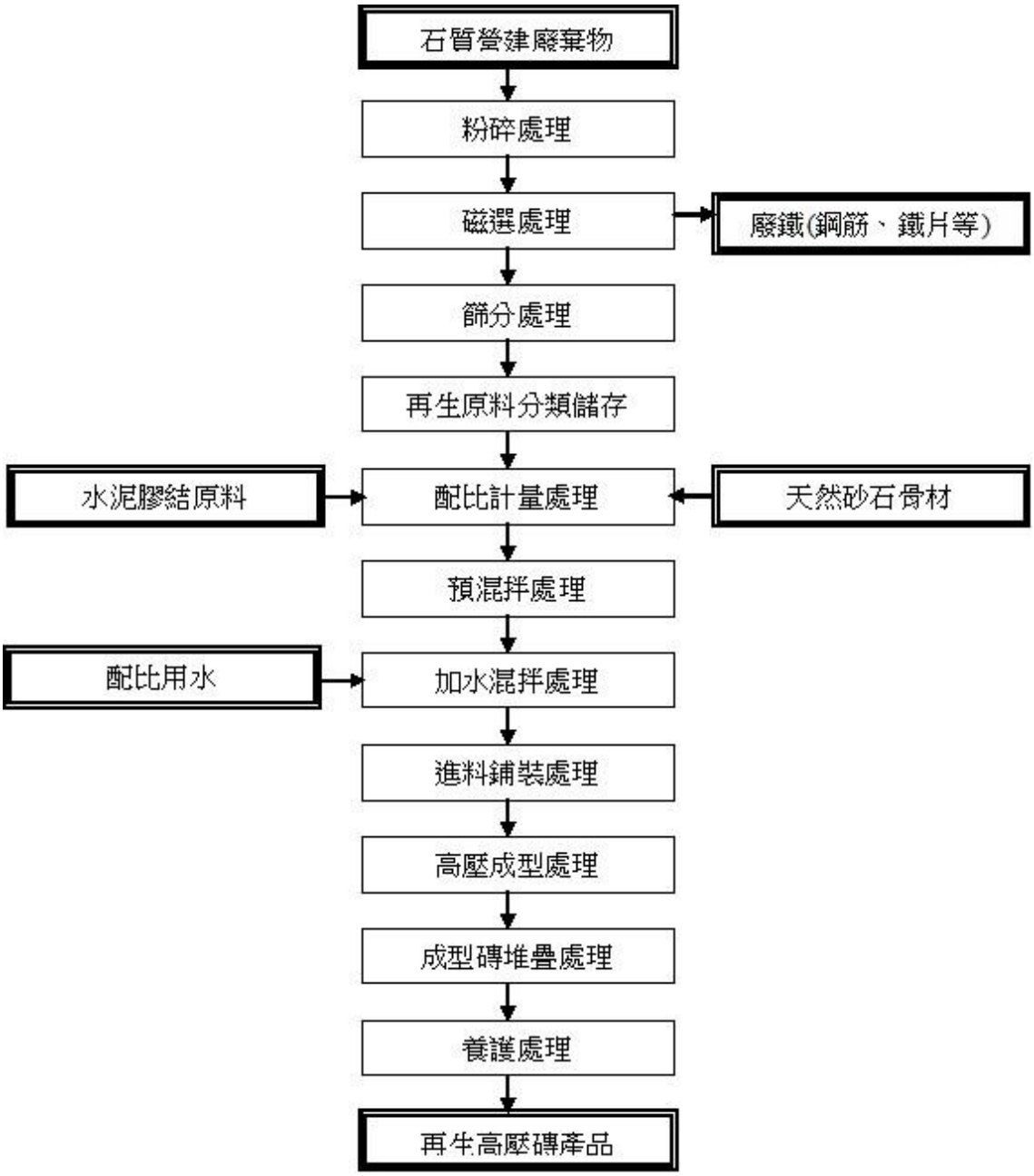


圖4-1 石質廢棄物產製再生綠建材(高壓磚)流程

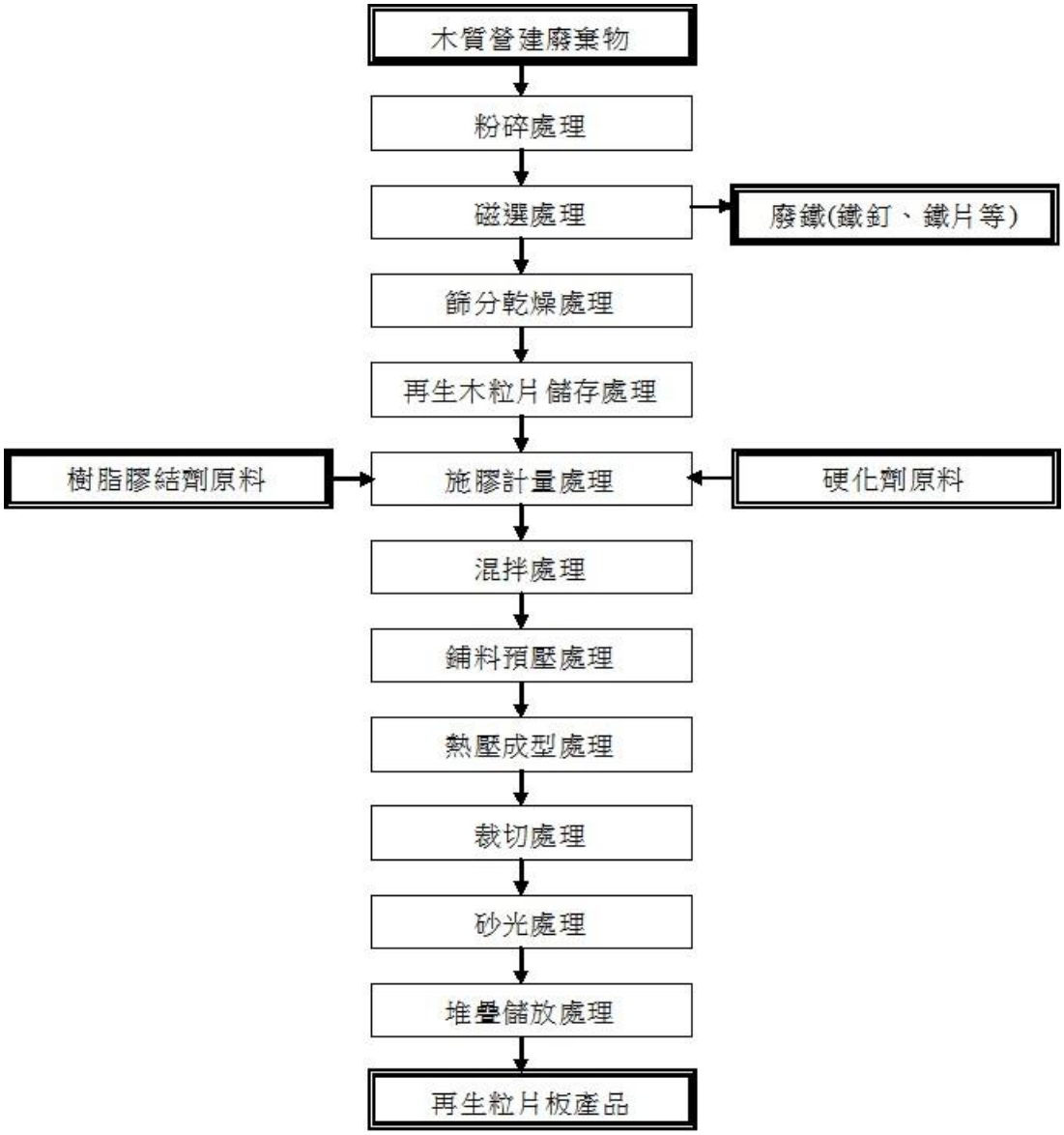


圖4-2 木質廢棄物產製再生綠建材(粒片板)流程

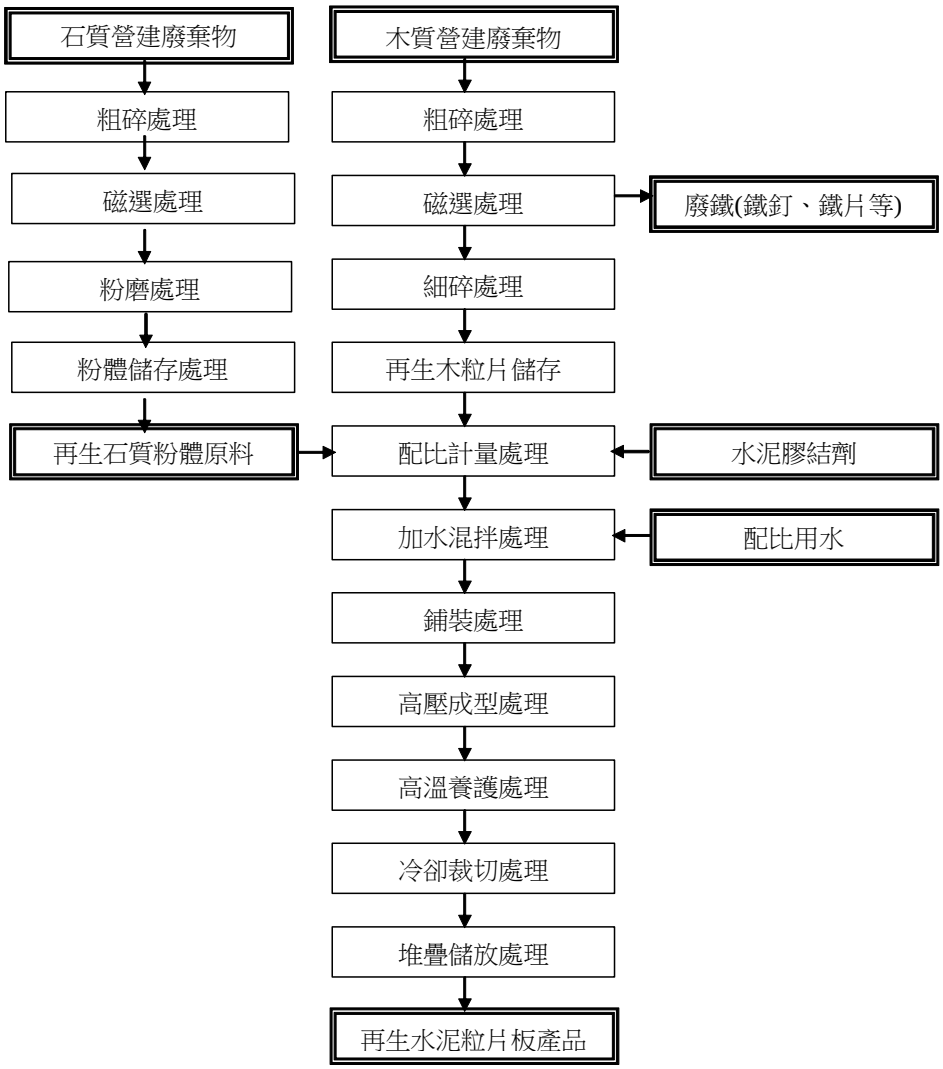


圖4-3 木質石質混和廢棄物產製再生綠建材(水泥粒片板)流程

圖4-4 再生綠建材實驗室試製之相關產品

本計畫於本(107)年6月29日辦理「綠建材循環經濟產業鏈結說明會」，與會之建材業者介紹再生綠建材實驗室之設備情形，及說明擬遴選廠商參與合作。並於9月19日邀請中聯資源公司、亞德利塑膠公司、成大昶閎科技公司、中華紙漿公司等四家有興趣之業者至台南再生綠建材實驗室參訪及討論。由本計畫主持人陳文卿博士主持，另有成大建築系蔡耀賢教授、成大環工系張祖恩教授亦與會討論。由建研所實驗中心蔡介峰主任介紹設備狀況，並請廠商提出綠建材研發及與建研所合作之意見。參訪之相關照片如圖4-5~4-7。

- 應鬆綁再生綠建材實驗室之業務範疇，希望能於實驗與認證上作為廠商之後盾。
- 對初始簽訂合作之廠商，應給予認證免費或極優惠之收費。
- 應協助簽訂合作之廠商，呈請公會與政府修法，達成讓環保建材依法被使用，並循序漸進逐年提高再生資源之使用比例。
- 邀集初始簽訂合作之廠商定期召開檢討會，檢討以上有關業務之執行成效，或齊心修正以利推展，並滾動檢討及修訂執行方式
- 將「為環保建材確立認證」，也列入再生綠建材實驗室之法定業務目標之一。
- 再生綠建材實驗室之測試與認證的廣度與深度能力都應該要足夠，例如:拉力測試、壓力測試、硬度測試、衝擊試驗、吸水率測試等。
- 鏈結上中下游之相關廠商並集結各種不同資源，協助從源頭研發、試驗量產、成品，甚至到後續標章的申請及銷售。
- 以建立協會或聯盟方式，會員廠商繳交費用後即可使用中心的資源，提高廠商與實驗室合作之意願。

會議重要結論如下：

1.可藉由內政部建築研究所的計畫，協助廠商使用再生建材實驗室之設備，研究開發產品並確保產品品質，使其能夠循環。

2.建研所之設備適合於試量產階段進行生產條件測試。

3.建材業者可利用建研所之研發資源，並結合上中下游產業組成策略聯盟。

4.請業者評估使用實驗室設備進行研發之可能，以及研擬相關合作機制

圖4-5 實驗設備介紹(建研所蔡主任介峰)

圖4-6 設備參觀

圖4-7 座談及合作模式討論

本計畫另於11月5日辦理「生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選審查會議」，審查亞德利塑膠工廠股份有限公司、成大昶閎科技有限公司等2家有意願廠商之資格是否合適。經邀請審查委員包括建研所陳瑞鈴委員、成大環工系張祖恩教授、成大建築系江哲銘教授、台科大營建系黃兆龍教授、華夏科技大學李隆盛教授、雲林科技大學化工系廖文城教授、台灣綠建材產業發展協會饒允政理事長等人。

經討論後，所有委員一致同意雅德利公司與成大昶閎公司合適成為再生綠建材實驗室產學研合作之廠商。

「再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選審查會議」相關會議資料如附錄十三

以下針對亞德利塑膠工廠股份有限公司、成大昶閎科技有限公司進行介紹，合作意願書如圖4-8所示。

(一)亞德利塑膠工廠股份有限公司

1.公司宗旨

眾多環保建材產品中，亞德利首推模塑版藉此取代傳統模板，減少樹木的砍伐，讓地球生態得以在人為開發中降低傷害。考量使用者的利益與產品本身最大的物命價值與效益，模塑版採取租賃及販售，讓使用者可以針對使

用需求考量，選擇較有利的方式使用。

2.公司主要產品內容

以回收塑料製成塑木材料:塑木角板材用於造景、營造模板、擋土牆、及運貨棧板等，亞德利塑膠工廠股份有限公司相關產品照片如圖4-8。

3.擬研發產製之產品

以回收塑料製成塑木材料:方形條柱角板、H型柱、L型柱，圓棒等用於造景、傢俱、營造模板、擋土牆運貨棧板、鐵道枕木等。

4.使用之材料(回收料種類)

以回收塑料為主。

5.可使用之設備

木質類設備及強度、韌度、冷熱耐候等測試設備。

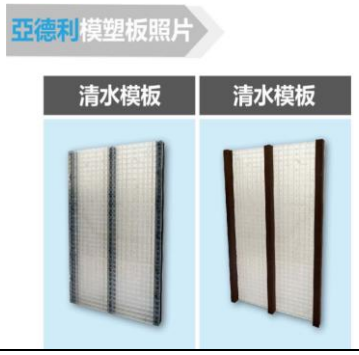
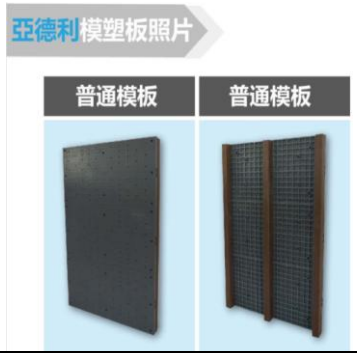
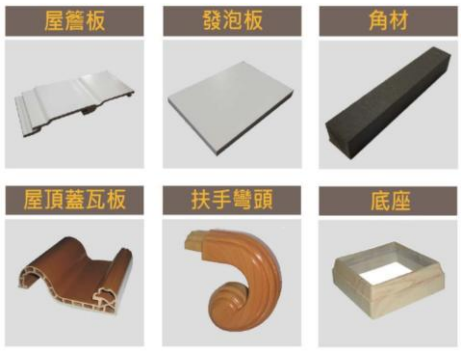
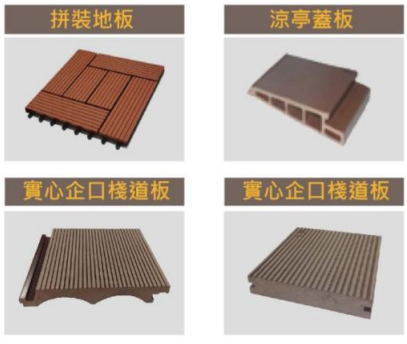
<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>亞德利公司產品照片-1</td><td>亞德利公司產品照片-2</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>公司產品照片-3</td><td>亞德利公司產品照片-4</td></tr>
</table>

圖4-8 亞德利塑膠工廠股份有限公司產品照片

(資料來源：亞德利塑膠公司提供)

(二)成大昶閎科技有限公司

1.公司宗旨

成大昶閎係由國立成功大學土木系輕質與結構材料試驗室的研發團隊,將所發明<水庫淤泥改質技術>以衍生公司的模式來推廣;2008年起由學界走向業界,成為專業的淤泥以及營建剩餘土資源化再生利用設計與製造商。

2.公司主要產品內容

水庫淤泥再利用商品，成大昶閎科技有限公司相關產品照片如圖4-9所示，應用方式如表4-3。

3.擬研發產製之產品

裝飾材料、建築材料。

4.使用之材料(回收料種類)

水庫淤泥、紙漿污泥。

5.可使用之設備

石質再利用設備。

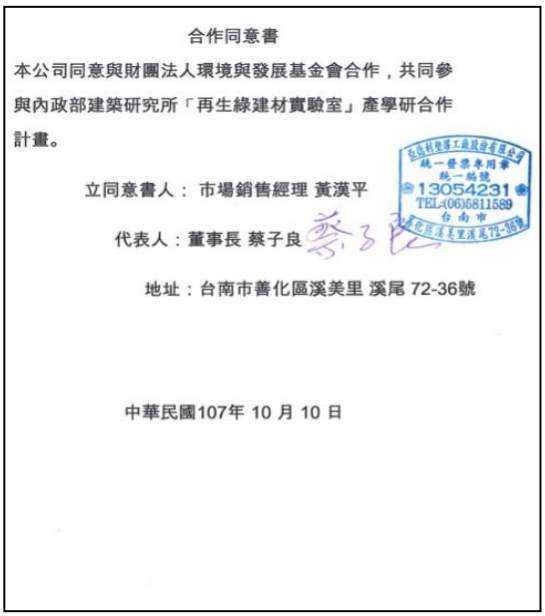
圖4-9 成大昶閎科技有限公司 樂土灰泥照片

(資料來源：成大昶閎公司提供)

表4-3 樂土灰泥施作方式

底材	施作原則處理	原因
原油漆面(無壁癌)	檢查漆面與底部附著良好，可以直接施作樂土灰泥。	原漆面已完成遮瑕
磁磚面	建議使用益膠泥或樂繕 2.0 遮蔽整平後，再施做樂土灰泥。	表面越平整，越省料
粉化、滲水、壁癌內牆	將牆壁病變問題處理完並全面整平後，再施作樂土灰泥。	皮膚沒生病才能化妝
碳酸鈣版、石膏板、普通木板	水泥板與矽酸鈣板可用水性底漆原液遮瑕；木板採用油性底漆或是油漆遮瑕，再施作樂土灰泥。	避免不同材質接縫，會產生接縫色差
板材與水泥壁面混合	水泥板、矽酸鈣板與水泥壁可用水性底漆原液遮瑕；木板與水泥壁採用油性底漆或是油漆遮瑕，再施作樂土灰泥。	避免不同材質接縫，會產生接縫色差

(資料來源：成大昶閎公司提供)



合作同意書

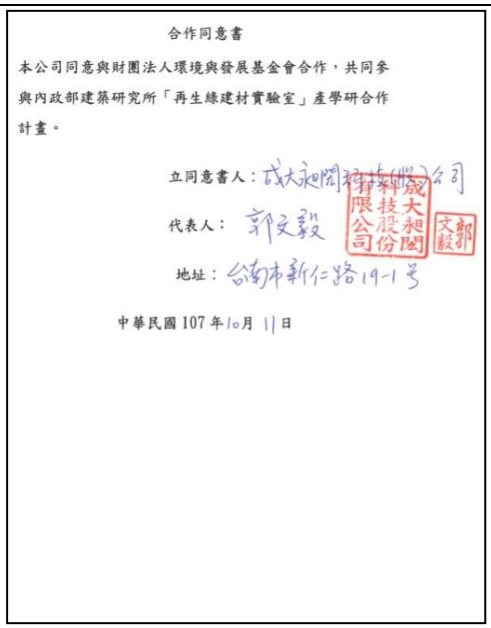
本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，共同參與內政部建築研究所「再生綠建材實驗室」產學研合作計畫。

立同意書人：市場銷售經理 黃漢平

代表人：董事長 蔡子良

地址：台南市善化區溪美里 溪尾 72-36號

中華民國107年 10 月 10 日



合作同意書

本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，共同參與內政部建築研究所「再生綠建材實驗室」產學研合作計畫。

立同意書人：成大昶閎科技有限公司

代表人：郭文毅

地址：台南市新仁路19-1號

中華民國 107 年 10 月 11 日

亞德利塑膠工廠股份有限公司 合作同意書

成大昶閎科技有限公司 合作同意書

圖4-10 再生綠建材實驗室產學研合作同意書

此外，審查委員針對強化實驗室功能，提出相關建議詳如下表4-4。

表4-4 強化再生綠建材實驗室功能建議

委員	意見
張祖恩教授	1.內政部建築研究所推動的各項計畫中，若是皆能盡量利用再生綠建材實驗室之設備進行研發，應能提升再生綠建材實驗室整體量能。 2.全國各部會的計畫有些可能會需要這些實驗設備，應研擬相關合作機制，可使這些計畫不需另購此類設備，而利用建研所之設備就可以了。 3.廠商自提研究計畫的部分，雖然使用者付費是基本，但若是有鼓勵機制將可增加廠商使用之誘因，使這些設備創造最大的利用價值。 4.與學校系所合作需是開放的，也不應僅限定於建築系。
陳瑞鈴委員	1.第一個步驟是檢視實驗室設備狀況，第二個步驟是了解設備功能是否足夠，深度廣度是否需要再增加。 2.需釐清目前廠商研發之需求，簡報中提到一家廠商可製作模塑版，一般模塑板使用木頭製作，使用一至兩次就需丟棄，若加入回收塑膠後可比一般模板增加其耐久性，是一個很好的材料研發，對產業界很有幫助。 3.目前實驗室面臨之問題為人力不足，在此情況之下，若是以研究計畫的方式進行基礎開發，無論是委託研究或協同研究或是補助計畫，都可以採獎勵方式讓這些計畫在該實驗室內進行。但還是需要經過所內的行政程序。 4.實驗室另一個困境是目前的稅入只達到預算的6成，因此立法委員希望可以讓實驗室民營化，以企業的經營方式讓收入較穩定。 5.若是在實驗室人力不足的情況下，建議應可有開放學生實習的機會，一方面培訓學生，一方面解決實驗室人力不足的問題。
江哲銘教授	1.目前實驗室有人力配置方面的問題，可考慮與南部鄰近之學校合作。 2.目前建築系工程組與環控組有在進行這一類研究的老師較少，反而是土木、環境、資源相關的系所較多在做這樣的實驗，短期內應是考慮吸引這些系所或研究中心。
黃兆龍教授	1.若是單以實驗室設備進行，研發能量較不強，建議可有一個大型計畫集合產業界研發人才、學術界博士後研究員、甚至可引進東南亞方面人才。 2.建議如同歐盟H2020計畫，建立再生綠建材政策項目，由科技部或國家經費支援部分研發經費，整合產官學研共同參與，並建置完善的產－銷系統。 3.原則上敬表同意現階段提出之此兩家廠商，因有參與就是開始，建築研究所願意支援這個研究計畫，以及整體規劃都很好，其中如何促進產業界加入之細節須再調整修改即可
廖文城教授	1.目前經濟部對於建築產業的支持較不足，這方面剛好是建築研究所可發揮功能的地方。實驗室要開發市場除了做檢測之外應做研

	發，研發是從輔導的立場做研發，經濟部或科技部都是可爭取的資源。 2.若需業者投入資金現階段可能較困難，而由政府投入經費則較容易，並可以藉由建築方面相關的技術輔導將業者慢慢帶入，可補足國內工程公司對循環經濟的缺口。 3.建議可增加一個誘因，第一階段是業者參與部分，可先協助業者申請經濟部計畫，經過一段時間運行之後，第二階段就是廠商來申請後直接補助經費給廠商。
李隆盛教授	1.設備盤點後若尚需修繕，經費從何而來? 2.人力部分，若是學生願意配合就可以從課程開始藉由相關計畫去配套進行 3.未來廠商進入後，實驗室該如何管理，應先有相關規劃。 4.經費可以由科技部、經濟部獲得，實驗室應著重在研發，檢測是其次，可由募資或是天使基金去爭取， 5.目前似乎沒有廠商審查辦法，如果有會更完善。
饒允政理事長	1.業界是非常贊同以實驗室作為開發的能量，第一個課題是如何讓業界知道有這樣的實驗室。 2.未來人力增設部分是專業人力或是行政人力需釐清，是否需要廠商研發團隊進駐。 3.廠商是否可以在實驗室研發，產品在國外生產是否也可以? 4.希望可與產業界的公協會合作，才可把訊息傳達給會員，或是會員有好的成果才可以推廣。

4.3 再生綠建材實驗室產學合作策略建議及效益評估

建材業者至台南再生綠建材實驗室參訪後，咸認實驗室之設備完整，應可提供產、學各界利用，已充分發揮功能。但是目前建研所尚無明確之與業界合作辦法，固本計畫綜合業界及專家委員之意見，草擬內政部建築研究所推動廠商參與合作研究辦法如下，呈請建研所參考。

此外，相關之作業要點亦將遵照建研所現行之「實驗設施技術服務作業要點」(如附錄十四)實施。

內政部建築研究所推動廠商參與合作研究辦法(草案)」

一、內政部建築研究所(以下簡稱本所)為加速研發成果之應用，鼓勵廠商與本所合作，利用本所建築性能實驗群之各項研究設備與場所進行綠建材之相關研究計畫，並使研發目標符合產業界需求，特定本辦法。

二、本辦法所適用之合作研究包括以下二類別：

(一)本所當年度所辦理之研究計畫，包含補助計畫、委託研究計」畫、自辦研究計畫與協同研究計畫等，得以其部份研究內容，與廠商共同合作研究。

(二)廠商自行提出研究開發計畫，申請利用本所設備進行研究。

三、前條第(一)項之研究計畫，各計畫主持人應就計畫內容中擬與民間廠商共同合作研究之部分，敘明合作研究內容，包括研究目標、期程、廠商資格要求及預期產生之技術成果等，呈請本所所長同意後，以公開方式徵求具意願之民間廠商參與共同合作研究，並經由本所組成之審查委員會審查及核定應繳交之合作費用。

四、第二條第(二)項之廠商自提研究計畫，應由廠商向本所提出申請書，說明合作研究主題、擬使用設備名稱、廠商經驗能力、需本所協助事項等，並經由本所組成之審查委員會審查並核定應繳交之合作費用。

五、參與本所共同合作研究之廠商應具以下資格，並於申請時檢具相關證明文件以供查驗：

(一)中華民國依法登記之營利事業機構。

(二)營業範圍或技術專長與合作研究之內容相符，或經本所審查合格認確具相關之技術能力者。

(三)其他本所或研究計畫主持人認為因合作內容需要必須限制之資格條件。

六、廠商參與本所共同合作研究享有以下權利：

(一)對於研究計畫預期獲得之技術成果得享有先期授權，唯應另繳納先期授權金。先期授權金之金額及繳納方式另立契約定之。

(二)得派員至計畫執行場所，參與該計畫有關之實驗研究工作，唯應接受本所實驗室主管之督導管理，及遵從相關之工作規範。

七、廠商參與本所共同合作研究應履行以下義務：

(一)按時繳納先期技術授權金。

(二)因參與共同合作研究所知悉之研究內容，非經本所同意不得公開發表，其具機密性質者應負保密責任。

(三)遵守本所及研究計畫執行場所相關之工作規範。

(四)非經本所同意不得假借共同合作之名義進行商業宣傳。

八、第六條之先期技術授權金之金額及收取方式由該研究計畫主管業務部門估算，並呈本所所長核定，其估算時應參考以下因素：

(一)合作研發項目成功之機率。

(二)預期產生技術成果商業應用之市場潛力及技術競爭力。

(三)合作研發項目為政府政策鼓勵推動項目之優先性。

九、為規範與廠商共同合作之權利義務，應另制定合作研究契約以遵循。

十、廠商參與本所共同合作研究，所繳付之費用中，扣除進行研究必要之各項開支外，應解繳國庫。

十一、適用第二條第(一)項之研究計畫主持人，及適用第二條第(二)項之廠商應於計畫結束後撰寫「廠商參與合作研究」計畫執行成果報告書。

十二、因執行合作研究計畫所產生之技術成果及智慧財產權為本所所有，但參與合作研究之廠商得依合作研究契約規定而享有優先使用權利。

十三、廠商參與本所共同合作研究，不應進行有違反國家法令及侵犯他人權益之行為；若有違反者應由廠商自行承擔相關之法律責任；若有疑議之處得事先請求本所說明。

十四、廠商使用本所研發成果，或引用委託本所技術服務之結果，應以與本所簽訂之

各項契約範圍內為限，不得擅為擴充解釋或引用。

十五、執行本所計畫辦理廠商共同合作研究績效優良，並獲參與廠商肯定之計畫主持人及研究團隊成員，應酌予獎勵；前述計畫主持人為本所所屬研究人員者，依本所獎懲辦法獎勵之；若為所外人員則計入其委辦或補助計畫之研發績效中。

十六、配合本辦法之實施所定之各項作業流程與呈核表單及其他相關作業辦法另訂之；其他未定事宜悉依內政部或本所相關規定辦理。

以上之合作模式有兩種：

一、配合建研所之各項研究計畫，以其部份研究內容，與廠商合作利用實驗室之設備進行共同研究。建研所之各項研究課題皆以配合國家政策，協助營建產業之發展為目標。可能進行之課題包括如下。

(一)符合循環經濟目標，開發可利用再生材料發揮兼具輕質、隔熱、隔音、節能等優異性能之優質再生綠建材。

(二)配合綠建材標章評定基準增修訂，進行相關研究。

(三)探討各類大量且現階段缺乏良好再利用管道之廢棄物，可進行再利用之方式，及可能製備之建材種類，為營建產業開發循環再生資源。

(四)提供再生建材技術驗證、法規修正之實驗數據。

二、業者自提研究計畫，可有以下策略。

(一)業者可自行或與學界合作，透過爭取其他部會，如經濟部、科技部、工程會、環保署等相關研發資源，利用建研所之設備進行資源循環材料應用之技術研發。

(二)業者對於生產中之建材產品，配合市場需求變化，擬調整材料組成、生產條件，利用建研所設備進行試製及穩定測試。

(三)業者因應循環經濟目標，對於使用原生素材之建材，擬改採使用再生資源替代，進行相關條件之研發及試量產。

(四)結合再生資源供應業者，共同研發新建材，使廢棄物得以妥善再利用。

推動再生綠建材實驗室產學合作，除可使各項設備充分發揮其功能外，並具

有以下之效益：

一、使各項研究計畫之成果更具體落實，並符合市場需求。

二、輔導業者開創新事業，協助業者得以免除鉅額投資購置量產設備之風險。

三、提供作為循環經濟之示範模式。

四、提供建材業界員工或相關科系學生實習訓練，研習各項設備之操作。

五、使再生綠建材實驗室成作為建材業者、學研機構等技術交流合作之平台。

第五章 結論與建議

循環經濟為配合國際永續發展思維下，政府當前之施政重點。營建業為最重要的火車頭產業，可帶動許多關聯產業之發展。內政部建築研究所推動綠建築標章、綠建材標章多年，成效卓著，相關之指標更與循環經濟息息相關。本計畫的主要目標在於建立綠建材產品循環經濟示範架構,除了推廣擴散循環再利用技術，協助綠建材產業導入循環經濟架構外，並研擬相關配套措施，整合綠建材產業鏈以活絡綠建材產業發展。此外將結合再生綠建材實驗室推動產學合作，期盼建構以綠建材為核心之循環經濟產業體系。

依據目前完成之成果提出初步結論與建議如下：

一、目前再生綠建材標章產品多使用工業廢棄物再生，其成分較穩定且統一，故業者可據此控制再生製程。然而，未來無論推動綠建材重複使用或再生利用，再利用者皆須要了解建材之材料或特性,故有必要發展類似建材護照之產品基本資訊，與再利用注意事項。

二、國內公共工程為資源化產品去化之重要途徑，而綠建材為公共工程可使用之資源化產品,藉由公共工程帶領使用資源化產品,可有效帶動國內綠建材循環之動能，建議各機關所訂之公共工程之施工綱要規範不宜限制使用再生材料,並提供創新產品商業模式與高值化技術研發之相關補助措施。

三、綠建材不僅是使用回收材料，材料本身仍可再回收，以達到完整的循環，未來之目標建議在綠建材分類中，將再生綠建材之名稱修正為「永續循環綠建材」。

四、建議於綠建材標章評估基準之「通則」中，對於其他類別之綠建材(生態、健康、高性能) ，導入綠建材廢棄後可循環再利用之要求，以符合循環經濟思維。

五、分析加拿大環境選擇標章及我國第二類環保標章範例，建議綠建材標章可參照我國第二類環保標章作法，研擬評定機制，提供具節能、生態、資源循環等特性，但既有評定基準未能納入之優良建材，也可據以取得綠建材標章。

六、透過綠建材產業鏈結活動之辦理，讓各界了解利用各種再生粒料產製各類再生綠建材，為循環經濟中最主要之物質流動。因此再生綠建材之推動為最能彰顯循環經濟成效者。

七、本計畫研擬再生綠建材推動策略，包括克服障礙、提供誘因、創造優勢等循序漸進之目標，希望可藉由健全產業體質、強化法規制度、推動市場行銷等三方面之策略。依該策略所研擬之各項措施，可由產官學研共同合作，加速推動。

八、建築研究所位於台南性能實驗群之再生綠建材實驗室，包括製程開發與性能檢測兩部分，儀器設備功能相當完整，可與業界合作進行再生綠建材之研究開發。將可透過與產業界合作機制，媒合廠商善加利用各項設備研發優質資源循環綠建材。本計畫已提出「推動廠商參與合作研究辦法」(草案)內容，相關辦法經建研所審核通過後，將可鼓勵業者利用建研所設備進行研發，以充分發揮設備之功能。

綠建材循環經濟之推動，希望可達到無(或減少)使用天然資源，無(或減少)排放廢棄之最終目標。然而其瓶頸在終端之使用，故應翻轉從綠建材到綠建築之思維，綠建築之興建優先考慮使用綠建材，而綠建材之生產也應以使用循環再生材料為首要考量。藉由綠色消費帶動綠色生產，也就是說市場需求→產品製造→原料使用→綠色材料，創造經濟價值。從加強消費市場之需求努力，以帶動前端資源循環材料之使用，落實循環經濟之目標。

附錄一、期中審查意見回覆

項次	委員意見	廠商回應
1.	**張建築師矩墉** 1. 本計畫資料收集豐富，分析透徹，值得先予肯定。 2. 現行的再生綠建材雖不完全等同於循環經濟產業，亦或可視之為循環經濟產業的初階版，但在現實營建體系工法構法上實在有其限制。以個人的看法，一個營建工法上採用工廠製造現場組裝程度越高的營建場域，日後拆解回收再利用的可行性會越高。以目前國內絕大多數都還是場鑄方式施作的，可以使用一次再生料就不錯了，很難期待再次回收利用，除了金屬材料之外(但金屬材料卻不視為綠建材)。 3. P.49 談到目前我國的綠建材標章目前的要求集中在資源循環材料之使用率或摻配率，和歐盟的觀點最大差異在是否引進「生態化設計」，這點是否可再解釋明白。 4. 對於再生綠建材之外的其他綠建材，也要求導入廢棄後循環再利用之要求，是否太過嚴苛?以現行最大宗的塗料類綠建材，就不知該如何因應，可能不見得全部可行。 5. 目前玻璃回收是很大的一部分，但據聞節能的 Low-E 玻璃因含重金屬鍍膜，是無法回收	1. 感謝委員肯定 2. 謝謝委員指教，目前營建拆除物不易分類，限制了後續再利用的可行性，計畫參考國外推動經驗，提出應自源頭引入資源效率提升之概念以提升綠建材標章循環經濟發展潛力之初步建議。 3. 歐盟循環經濟是以生命週期觀點發展綠色策略，生態化設計分類包含材料減量化、產品長壽化、產品資源化、產品分解性、處理容易性、環境危害性、節省能源性、資訊提供等，從原料、設計製造、使用等各階段考量，發展循環經濟模式。 4. 謝謝委員指教，本計畫參考國外作法，以全生命週期角度考量，建議導入廢棄後循環再利用之要求，未來可評估適用之建材產品先予導入。 5. 目前部分廢棄資源因市場或技術問題還無法找到最適之回收方式，後續將蒐集各方意見提出相關建議。 6. 謝謝委員建議，將作為未來綠建材標章推動評估之參考。

	利用的，這些該如何處置? 6. 綠建材標章是否開放同時申請多類的標章。	
2.	**梁教授漢溪** 1. 綠建材循環產業鏈結上、中、下游其應用發展與產品使用年限、回收其效益評估如何？ 2. 可針對個別產品提出產品循環應用之相關資料予以推動，亦可於綠建材增訂資源循環綠建材。	1. 本計畫後續將建立產業鏈結示範模式，並評估其整體效益，相關結果將於期末報告呈現。 2. 謝謝委員建議，將作為未來綠建材標章推動評估之參考。
3.	**陳委員瑞鈴** 本所再生建材製程實驗室建置迄今較久，而建材製造技術日新月異，業界廠商現階段對材料研發之需求宜廣泛探討彙整，深入檢討該實驗室改修應用之必要性及可行性，俾善加利用作為產學研合作研發實驗之平台。	謝謝委員建議，後續將對台南實驗室改修之必要性及可行性進行評估，以了解是否可善加利用作為產學研合作之研發平台。
4.	**陳副處長顯明** 兩個月研究則有如此成果.甚為良好 1. 建議本研究探討與「碳權交易」的可行性，以提升再生綠建材之競爭力，以及循環經濟之效能。 2. 目前綠建材認證係以製造成「產品」之認證，建議探討「原料」(如石膏原料、爐碴...) 端成品的認證可能，以健全循環體系。 3. 建議研究提升綠建材比例之可行性。 4. 建議建立回收資源搓合平台之	1. 謝謝委員建議，碳權交易對推廣綠建材確有助益，但必須先盤查產品之碳足跡，未來可作為綠建材標章推動評估之參考建議。 2. 謝謝委員建議，原料階段確實為循環經濟的考量點之一，本計畫初步建議自源頭引入資源效率提升之概念以提升綠建材標章循環經濟發展潛力。 3. 謝謝委員建議，本團隊前年曾接受營建署委託計畫，進行建築技術規則綠建材使用相關規範之修正研究，將室內綠建材使用比率從 45%提高至 60%、戶外綠建材使用比率從 10%提高至 20%，目前待法規修正通過。 4. 謝謝委員建議，未來可作為綠建材標

	可行性。 5. 「政府採購帶頭」使用之建議方案。	章推動評估之參考建議。 5. 有關推廣政府採購使用綠建材之相關策略，將補充於期末報告。
5.	**葉總經理禮旭** 1. 建議報告書增加英文摘要、工作執行項目進度及成果說明對照表。 2. 報告書第 12 頁，資源循環利用法有誤繕，國內循環經濟文獻應增加環保署 107-109 資源回收再利用推動項目指標，如：資源生產力、循環利用率、人均物資消費率等。 3. 報告書第 19 頁表 2-4 所列各國家推動法規，建議列入英國、中國、法國等。 4. 荷蘭 2018 循環經濟週中公布循環建築轉型進程，建議加入報告補充說明。 5. EU 之 Horizon2020 除了 BAMP 計畫外，另外有營建廢棄物再利用及其技術，供執行單位參考。 6. 建議蒐集國外循環建築 Park2020，circl(荷蘭銀行)之文獻 7. 建議主辦單位可利用 BIM 建立建材護照。 8. 建議建立具有誘因之綠建材商業模式 9. 艾倫·麥克阿瑟基金會(Ellen MacArthur Foundation)為全球循環經濟之領航者，建議加以分析探討其出版品。	1. 謝謝委員建議，將補充於期末報告。 2. 謝謝委員指教，將補充於期末報告。 3. 謝謝委員指教，將於期末報告進行補充說明。 4. 謝謝委員指教，本團隊將持續蒐集國外循環經濟相關推動作法補充於期末報告。 5. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。 6. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。 7. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。 8. 謝謝委員建議，因應循環經濟之思維，目前綠建材較欠缺創新產品之商業模式，未來可作為綠建材標章推動評估之參考建議。 9. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。

6.	**中華民國全國建築師公會 陳建築師俊芳** 1. 綠建材擬回收再利用，需經破碎分類等，能否從製程減少具毒性之塑化劑、甲醛...等使用，避免後端回收處理人員處於危險工作環境。 2. 法規面建議:目前戶外綠建材僅檢討地面材料，除報告書建議納入屋面、外牆部位檢討，亦可考量結構體使用之再生粒料、添加物等納入檢討，與現有之檢討表面材，可擇一雙軌並行。 3. 推廣面建議:建議能依使用部位別，分類再生綠建材。	1. 謝謝委員建議，綠建材標章通則管制中，已針對毒性化學物質之使用進行規範，以保護使用者或後端回收處理人員之健康。 2. 謝謝委員建議，本團隊前年曾接受營建署委託計畫，進行建築技術規則綠建材使用相關規範之修正研究，研究結果建議法規中增加建築物使用綠建材的部位，但審議時決議不予調整，未來建議透過建研所持續與內政部營建署溝通納入。 3. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。
7.	**台灣省建築材料商業同業公會聯合會 王總幹事榮吉** 1. 本研究對國內.外循環經濟之相關法令基準、蒐集、分析齊全完備。 2. 再生綠建材實驗室所具有的設備、技術、人才培訓等，能引進建材循環經濟產業先進國家實驗室的基準及模式、作為國內綠建材循環經濟產業的參考依循。	1. 謝謝委員肯定 2. 謝謝委員指教，後續將對再生綠建材實驗室量能提升之可行性進行評估。
8.	**財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所 鄭忠志** 1. 工程會施工規範未納入”添加再生粒料”，主要可由建研所再生建材實驗室提供科學數據，提供規範制定參考依據。 2. 另可由執行面加強，以落實推	1. 謝謝委員建議，將作為未來計畫執行之參考。 2. 有關推廣政府採購使用綠建材之相關策略，將補充於期末報告。

	廣。	
9.	**建研所 羅組長時麒** 1. 本計畫配合總統「5+2」循環經濟政策，以強化推動再生綠建材，目前再生綠建材的問題為「循環多、經濟少」，導致商業模式無法建立，推動較為不易，請加強推動政策之研擬。 2. 本計畫需遴選至少 2 項具代表性綠建材建立產業鏈結示範模式，目前玻璃已有商業模式，而第 2 項選擇陶瓷，並沒有說明理由，且與前項較為接近，建議再增加 1 項具代表性材料，俾利區隔。 3. 請詳細盤點相關法規障礙，必要時可召會相關主管機關協調，以協助建材業者發展循環經濟。	1. 敬遵指示，後續將針對推動政策之研擬進行加強及補充。 2. 謝謝委員指教，現階段初步擬定以玻璃及陶瓷 2 項可 100%循環材料作為資源循環材料流向與流量調查分析對象，後續代表性綠建材產業鏈結示範模式，初步規劃以再生粒料及高壓混凝土地磚為對象，並將召開 2 場審查會議討論後決定。 3. 謝謝委員建議，未來將針對相關法規障礙進行盤點補充於期末報告。

附錄二、期末審查意見回覆

項次	委員意見	廠商回應
1.	**周理事長瑞法** 機電材料中有部分材料是屬於丟棄類，但大家卻不注意，對於空調過濾網材料，保溫材料更換丟棄會影響環境，建議列入推動項目內。	謝謝委員建議，將作為下年度綠建材標章推動項目之參考方向。
2.	**張建築師矩墉** 1. 建議二中有關參照第二類環保標章，於綠建材標章中增列相關規定。將某些產品納入。是否可以考慮在幾個特定條件下，直接認列，簡化程序也減輕廠商負擔 2. 綠建材是否要將循環利用納入通則，可能還要視每種材料不同特性而定，建議再深度研究。 3. 簡報 P.32 所談的架構鏈結，依據以前推動綠建材的經驗，個人建議應直接要求產業在建材生產時直接要採用循環材料，若等到一併放到綠建材中，又要被其他綠建材所取代他的使用率，從源頭做起才是最有效的。 4. 全面清點各級公共工程施工規範，取消對循環材料使用的障礙。	1. 謝謝委員建議，將作為綠建材評定機制草案之參考方向 2. 謝謝委員指教，未來若將循環利用納入通則，將針對各種材料之特性深入探討後，評估適用之建材產品逐步導入。 3. 謝謝委員建議，本計畫亦建議綠建材標章納入可拆解、可重複使用之設計要求，提高建材重複使用之可行性。 4. 謝謝委員指教，未來將持續結合業界意見持續與政府機關檢討溝通。
3.	**陳委員瑞鈴** 1. 國內公共工程為資源化產品去化之重要途徑，惟政府部門相關法令規定卻造成推行之障礙，故《建議二》請作文字修正。應邀請工程會督促相關部會及地方政府檢討修正其施工綱要規範，並請通函各級政府。 2. ABRI 的性能實驗中心再生製程實驗室設備完善功能齊全，可選木質及石質兩大類再生建材研發及性能提升，早期與工研院及廠商合作，後續研發完成多項再生建材，並已取得智財權。近年閒置不用，殊為可惜。故配合近來政府推動循環經濟政策，宜充份運用	1. 謝謝委員指教，將於成果報告修正。 2. 謝謝委員建議，將參考合作研發及設備使用兩種方式進行再生製程實驗室設備活化之規劃。 3. 謝謝委員建議，有關實驗室設備實際運行測試，可作為下年度計畫工作之參考方向。

	以建置之實驗設備，發揮研發效能，建議採取合作研發及設備使用兩種方式並行推動。設備使用可參採風洞實驗室之作法，合作研發則鼓勵私法人及廠商申請經濟部、科技部相關計畫，完成後可產出共同智財權，並達到支援國內產業技術提升及研發之目標。 3. 實驗室設備狀況是否良好，既有設備功能是否足夠，建議納入明年後相關計畫實際運行檢視。	
4.	**陳副處長顯明** 1. 本計畫執行內容符計畫要求，可供建築產業界之參考。 2. 本案之綠建材循環經濟產業體系案例選用成熟之混凝土粒料體系及高壓混凝土地磚等兩成功案例，確實可以作為其他產製業者的學習對象，建議可以加以探討再生粒料業者如何自律管制產品品質及突破各機關排斥使用的經驗，可以作為其他回收製造業者的參考。 3. 如時間許可建議加以探討「廢棄物清理法」內容，對綠建材含有回收物質的再製材料流向追蹤管考之相關法規規定及其影響。 4. 本報告多次提到「...建議公共工程之施工綱要規範應該強制敘明使用再生粒料...」幾年前確有單位因考量再生材料的物性(如轉爐石、氧化碴)疑慮，訂有排除使用條款，目前較健全的業者或公會透過管理及品質檢驗制度讓機關消弭疑慮後已逐漸刪除排除文字，改以物性檢驗為條件；此外，施工綱要規範係作為工程施作工程所應遵守之工序與施工方式、材料規格、品質與檢驗之條件等，恐非為敘明強制使用再生材料之適當規範處，建議斟酌。	1. 感謝委員肯定 2. 謝謝委員建議，將作為未來規畫之參考方向。 3. 謝謝委員建議，有關廢清法對含有回收物質的再製材料相關探討，可作為下年度計畫工作之參考方向。 4. 謝謝委員指教，未來將建議訂有排除條款之相關部會及地方政府檢討修正其施工綱要規範。 5. 謝謝委員建議，將作為未來規畫之參考方向，以供主辦機關參酌。 6. 謝謝委員意見，本團隊前年曾接受營建署委託計畫，進行建築技術規則綠建材使用相關規範之修正研究，研究結果建議法規中調整使用率之計算方式，惟實務上不易計算，故審議時決議不予調整，未來建議透過建研所

	5. 對於有益於循環經濟之創新產品，於商業機制產生前予以補助，以扶植其成長有其必要性，惟建議請略加敘述補助哪個鏈結(原料生產者、產品製造者或使用者...等)最為有效率、補助之時間及幅度...等，以供主辦機關參酌。 6. 對於現行綠建材使用率之規範方式以面積方式計算，普遍以塗料、薄板材為主，使用單位最易達成，但效果卻不易再提升。	持續與內政部營建署溝通納入。
5.	**黃教授兆龍** 1. 整體成果傑出。 2. 此為循環經濟的重點，宜由大量去化走到高品質精進之產品。 3. 未來是否可創造新的產業，來增加綠建材的創新設計及高附加價值的生產業者。 4. 未來可考慮建構綠建材生產履歷，進行生命週期之追蹤查核，並將 IoT/AI/大數據技術引入。 5. 建議製作行銷影片，放上 Youtube 廣為推動。	1. 感謝委員肯定 2. 謝謝委員指教，提升再利用產品價值為循環經濟之推動重點。 3. 謝謝委員建議，本計畫初步建議建立獎勵及研發補助措施，以協助業者開發新產品及新商業模式。 4. 謝謝委員建議，綠建材生產履歷所需整合及投入資源較多，短期可先建立綠建材標章產品基本資訊作為未來建材流通之訊息交流平台。 5. 謝謝委員建議，可作為下年度計畫工作之參考方向。
6.	**台灣省建築材料商業同業公會聯合會(劉制軍)** 1. 建議增加 P.6 法令檢討討論，嚴重影響市場推廣。條列如下: ● 採購法 26 條、96 條 ● 建築技術規則第 321 條，綠建材採用率只限定室內、戶外，依舊遺漏「室外」採用率的規範，建議健全法規修訂..	1. 謝謝委員建議，將作為未來規畫之參考方向。 2. 謝謝委員意見，廠商投入再利用意願不高，主要原因為政府公共工程或民間工程為避免使用後出現品質或責任問

	2. 增加討論 P.22 市場需求大於供給，為何廠商投入再利用意願不高。	題，多避免使用再生建材產品，為確保再生綠建材之品質性能，應強化綠建材標章之公信力，以利再生綠建材之推廣。
7.	**中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會(陳匯中)** 進口廢棄物的管理要加強。	謝謝委員指教，再生綠建材評定原則中，回收材料之來源已限定為國內所產生者，使用國外之廢棄物應視為原料，不納入回收料使用比率計算。
8.	**羅組長時麒** 1. 綠建築與綠建材關係非常密切，建築技術規則節能標準中從屋頂、外牆至玻璃皆有規範隔熱標準，而目前高性能綠建材標準只有節能玻璃的基準。本計畫提出之再生隔熱材料（如屋頂和外牆）的評定基準草案非常重要，建議後續可考慮針對遮陽板訂定評定基準草案，以擴大推動綠建材。 2. 由於實驗室人力不足，再生建材實驗室可考量採合作研發方式辦理，未來將再與執行單位討論可採行方式，以提升實驗室的利用率。	1. 謝謝指教，相關節能建材產品可作為下年度綠建材標章推動項目之參考方向。 2. 謝謝指教，本計畫將持續與主辦單位進行再生建材實驗室未來規劃之溝通討論。
9.	**主席王所長榮進** 建議思考如何協助工程執行單位判斷或檢測再生材料品質的方法及程序，甚至於施工過程中之監督方式，並了解工程單位使用再生建材之意願與顧慮，協助使用端解決問題，俾使未來再生建材推動會較順遂。	謝謝建議，本計畫今年度已蒐集部分公務部門使用再生材料之問題並提出相關建議，由於推動再生材料使用權責涉及國內多個部會，建議主辦機關持續瞭解使用端的問題並強化綠建材標章之驗證功能，以提升公務部門使用再生材料之意願。

附錄三、2050年荷蘭循環經濟方案之內容摘要

2050年荷蘭循環經濟方案

摘要

共同努力創造一個有未來的地球

我們人類一切作為，都依賴地球提供資源。我們將這些原材料資源應用於食品、飲用水、住所及服裝與電器設備。不幸的是，地球人口不斷成長。過去100年來，世界人口成為四倍，預計到2050年全球人口將超過90億。我們對原材料的需求正在迅速成長，而可用資源卻不斷下降。因此現在正是建立一個新系統的時候，以便該系統在2050年前將我們帶入循環經濟！

到2050年時，循環經濟必須在荷蘭實現

到2050年時，這種循環經濟必須在荷蘭成為現實，我們必須告別拋棄式社會。在這種循環經濟中廢棄物將會消失，廢棄物將成為一種新的原材料。很快的我們使用的所有東西都會在以後重複使用。

循環經濟之未來早就在荷蘭開始

這種循環經濟的未來其實很早就在荷蘭開始進行了。在荷蘭，我們絕對不是從頭開始這種作為。例如，塑膠包裝物回收利用在六年內幾乎加倍。2014年時我們已經回收82%的紙張與紙板。對於金屬來說，回收水準甚至達到94%。此外，許多城市都努力實現殘餘垃圾的大幅減少。商業界也在積極致力於實現循環經濟。例如，荷蘭服裝品牌G-Star Raw使用再生材料生產牛仔褲，而FrieslandCampina則使用堆肥來生產能源。此外消費者也在發揮自己本身作用。超過80%民眾表示，他們現在經常或一直使用自己的購物袋，不再使用商店提供的塑膠袋。近年來，不管是民眾、企業界與主管機關在促使我們稀缺原材料更有效率、更智慧式、更有效利用方面都取得良好進展。因此循環經濟的第一圈已經完成。但這僅僅是個開始。

循環思維是一個全球性議題

荷蘭一國不能讓全世界成為循環經濟。目前在全球範圍內，邁向新的更永續經濟的道路已經邁出重要步伐。在全球層級，已經制定並確定永續發展目標。乃是減少50%的全球糧食浪費，支持永續生產與消費模式、消除貧困、改善人權、鼓勵永續利用自然資源，當然還包括減少浪費，包

括打擊海洋垃圾。

公民、企業及政府可以一起合作封閉循環圈

要實現循環經濟，不僅要改變我們的生產與消費方式，最重要的是改變我們的思維方式。我們需要大家一起這樣做！因此必須要求企業不再僅僅為自己創造價值，還要考慮到社會利益。消費者會更為經常性分享而不是擁有物品。例如，共享汽車Greenwheels，或者共享工具Peerby都是這種新思維方式的範例。或是例如顧客可以租用Ricoh的掃描器與印表機，也可以租用Mud Jeans 牛仔褲。

要推動循環經濟需要的不僅僅是技術創新，社會與經濟創新也至關重要。畢竟，循環解決方案對消費者、企業與政府都有影響。例如在設計產品時，必須考慮生命週期結束後的時間。因此，我們一起尋找實施創新的機會是非常重要的。

政府的現行作法

荷蘭政府內閣將採取各種措施，來為推動循環經濟提供所需空間。例如，法律規章將修改為有益推動循環經濟者，並將支持達成原材料節省的企業。這些措施將注重具有激勵作用的法律與規章、明智的市場激勵措施、資金、知識與創新及國際合作。

循環經濟道路上第一個里程碑:2030年時原材料減少50%

在2050年荷蘭循環經濟計畫中，政府概述到2050年時如何將經濟轉變為永續發展驅動的完全循環經濟。為實現這一目標，我們需要在社會各層面採取行動並設定明確目標。第一個目標雖雄心勃勃但並非難以實現，亦即是到2030年時，使初級原材料(礦物、化石與金屬)使用量減少50%。這一目標符合與荷蘭相媲美的其他國家的雄心壯志。為實現針對2030年與2050年制定目標，**今年內政府希望與各類利益相關者達成循環經濟協議**。我們將一起調查阻礙實現循環經濟的議題，並共同提出適當的解決方案。

2050年荷蘭循環經濟:五大優先部門優先

為加快向循環經濟轉型，政府計畫制定“轉型議程”，將以下列五個部門為優先實施重點部門:生物質與食品、塑膠、製造業、建築業及消費產品。政府將支持這些優先部門，以便到2050年時他們將只使用永續生產、可再生或普遍可用的原材料，並儘可能減少產生剩餘廢棄物。我們另一個

目標是促使達到使用壽命產品進行高品質回收，並用於製造新產品。為達此目的，將設置智能回收與收集系統。我們將盡所能確保消費者、企業與政府在處理其產品時應採取適當方式，並且在產品達到生命週期終結時亦如此。透過這種方式，報廢產品與材料在我們的經濟中將可保持價值。

附錄四、荷蘭全國循環經濟協議內容摘要

全國循環經濟協議

共同制定循環經濟轉型議程的意向書

摘要

夥伴

本協議的起草夥伴包括：

- VNO-NCW(荷蘭工業與雇主聯合會)與MKB-Nederland(中小型企業代表)；
- FNV (Federatie Nederlandse Vakbeweging)(荷蘭工會聯合會)；
- VCP (高學歷專業人士公會)；
- Stichting Natuur＆Milieu(自然與環境基金會)；
- VNG(荷蘭城市協會)；
- IPO (省級機構協會)；
- Unie van Waterschappen(荷蘭地區水部門協會)；
- 荷蘭環境部長與經濟事務部長，代表住房與中央政府部門部長及對外貿易與發展合作部長(以下統稱“國民政府”)；
- 以及支持和贊同本協議的合作夥伴，並希望為以下團體的實施做出貢獻：
- 企業家；員工；環境與自然保護組織；市政府、地區、省與水務部門機關；金融機構；知識與教育機構；其他社會組織，夥伴關係與平台

動機

我們社會依靠地球與經濟體為我們提供生活：我們使用原材料來提供食物、住所、暖氣、衣物、電子設備與機動運輸。我們對原材料需求未來幾年必然增加。與此同時我們浪費大量原材料，不僅污染環境並影響氣候。預估到2050年，地球上將有超過90億人需要足夠食物與清潔用水。為能做到這一點，我們必須現在就採取行動來推動循環經濟。

針對循環經濟的共同雄心壯志

在荷蘭政府社會與經濟委員會(SER)與環境暨基礎設施委員會(Rli)提出建議與荷蘭政府內閣於2016年9月14日發布的2050年荷蘭循環經濟政府廣泛計畫基礎下，合作夥伴共享實現循環經濟的雄心壯志。其中原材料與產品的高效率智慧使用將有助於加強荷蘭經濟的獲利能力，並有助於實現自然資本的永續利用與實現氣候與其他環境目標。設計一項循環經濟乃

是有助於實現這一目標的途徑之一。這方面將在各項轉型議程中共同制定具體行動方針。

合作夥伴們鼓勵在其能力範圍內為此做出貢獻。在2050年荷蘭循環經濟計畫中提到的三條策略路線可以作為有用的指導：

- 現有供應鏈中的原材料得到有效與高品質使用；
- 在需要新原料情況下，盡可能採用可持續生產、可再生與普遍可用原材料來取代化石基、關鍵與不可持續生產的原材料；
- 為循環經濟設計新的生產方法與產品，重新組織區域並推廣新消費方式，以進一步促進原材料的減少、替代與利用，從而加強經濟。

這裡的重點不僅在於數量與安全性，而且還涉及原材料、產品與服務品質及工作品質。合作夥伴們意識到化石原料、氣候與循環經濟之間存在密切關係。合作夥伴們還認識到，如果不為全球循環經濟創造歐盟與國際性機會與條件，則荷蘭的循環經濟轉型就無法取得成功。

根據SER與Rli的諮詢報告，合作夥伴們將進一步詳細介紹在一些轉型議程中必須具備的雄心壯志。合作夥伴們將本協議視為制定五個轉型議程的共同起點。荷蘭國家政府將繼續積極努力，實施2050年荷蘭循環經濟計畫中提到的必要干預措施(透過鼓勵性法律與監管、有效的市場激勵等措施，包括具社會責任採購、融資、知識與創新與國際合作)，以實現自己的目標。

轉型議程:結構與內容

合作夥伴們將在2017年上半年共同努力以針對優先主題內設立五個轉型議程：(1)生物質與食物；(2)塑膠；(3)製造；(4)建築；及(5)消費產品。

這些議程的目的是從國家、歐盟與國際角度及地方與區域“循環熱點”層面提供見解，以提出可以加快這些主題內與主題間邁向循環經濟轉型的方式。每一項過渡議程都會包含以下協議：

- 針對2021年、2025年、2030年(有限數量、具體、可行與雄心勃勃)之行動路線，包括分析更有效率與智能地使用原材料作為下述(子項)議程基礎的潛力。
- 行動議程，在其中鑑別出一些短期與長期的創新計畫，重點是造成衝擊並關注：
- 瓶頸，例如體制障礙與資金；

- 與其他社會目標與國際背景(例如氣候目標與永續發展目標)保持一致；
- 與其他轉型議程的跨部門聯繫；
- 巧妙地設計實施過程，包括針對相關合作夥伴的角色與責任的明確解釋；
- 制定旗艦計畫。
- **知識議程**，以將知識差距、新知識與研究議題列入本議程內。這對於加速轉型、制定正確指標以及思考目標與基礎價值之間的干涉至關重要。
- **社會議程**，其中注意：
- 勞動力市場效應(機會/風險、不良副作用、工作品質)；
- 高度員工滿意度與業務表現齊頭並進的循環業務模式(訓練、訓練/教育與勞動力市場之間聯繫、創造力、技能、創業精神、品質與承諾)。
- **投資議程**，以因應：
- 為循環經濟籌措資金的障礙，並提供有關實現健全與可供融資商業案例的必要知識；
- 可以消除這些障礙的可能的財務干預措施。

合作夥伴們亦認識到，為邁向循環經濟轉型過程，包括取得轉型議程結果，重要的是要開發一套監測系統並進行基準線測量。國家政府正在指導知識機構根據相關的物理、經濟與社會指標來開發這套監測系統，內容包括基準線測量，並提供可靠、廣泛的支持，其重點是：

- 商定活動的進展情況；
- 荷蘭境內與境外原材料流入；
- 轉型動態(自己轉型階段，夥伴們與組織在轉型過程中如何實施，合作夥伴的干預如何與不同優先鍊與部門轉型階段互相協調等)。

轉型議程:過程與實施

簽署全國循環經濟協議

在轉型議程研擬期間，起草夥伴們邀請其他各方加入、共同簽署與支持“全國循環經濟協議”，並為轉型議程提供意見與建議。

在轉型議程內容確定後，所有合作夥伴們應獨立與集體決定是否參加與如果加入則他們將如何參與執行這些轉型議程。本協議所表達的協議內容基於參加者之自願意圖，因此不具有法律約束力。

夥伴們於2017年1月24日在海牙簽署本協議。

附錄五、荷蘭循環經濟:開始進度測量報告摘要

循環經濟:開始進度測量

摘要

這份"循環經濟:開始進度測量”報告概述一項用於衡量邁向循環經濟轉型所取得進展的監測系統草案。屬於是荷蘭政府之“2050年荷蘭循環經濟”全面計畫的一部分。這份報告係針對荷蘭全國原物料協議(2017年)所發布。在該協議中表達將開發監測系統與執行基準線測量的雄心。這份基準線得以促成進度測量工作之進行。

荷蘭領先歐盟回收進度

在過去幾年中，荷蘭在材料回收利用方面一直算是歐洲的先鋒之一，回收率超過80%，亦具備很高材料生產率(以歐元計算之每公斤材料價值)。在全體政府範圍的循環經濟計畫中，荷蘭政府提出從這一地位向前推進的方式，以便實現以最明智方式使用原材料的循環經濟。

原材料消耗量減半目標需要詳細闡述

為確保得以進行適當監測，在政府計畫中所提出於2030年底前將原材料消耗量降低50%的目標需要進一步闡述。在本報告中提供這種闡述。例如，由於特別高環境壓力或有限的供應安全性，將消耗量減半目標可能與特定原材料消耗量必須減少的緊迫性連結。此外，重要的是不僅要檢討對荷蘭的直接影響，還要透過足跡來確定對整個供應鏈的影響。

以監控系統作為成長模式

要監測向循環經濟轉型的進展，需要具備針對轉型過程與效應的相同指標。針對效應方面，已經可以監測原材料消耗、溫室氣體排放與廢棄物處理情況。直接原材料的消耗數量，在2010-2014年期間下降7%後，在2014-2016年期間基本保持穩定。針對政府計畫內活動的監督結果顯示，目前開始進行的許多行動都與回收與廢棄物處理、儀器開發與網路形成有關。針對預防、再利用與修復等方面工作的重視程度還不夠。

本監測系統中提出的各項指標，並非每個都可以獲得測量;針對轉型過程的資訊特別稀少。因此這項監測系統在未來幾年內還需要進一步發展，特別是針對生物質與食品、建築、消費品、塑膠與製造業等轉型議程實施情況的可衡量指標方面。因此應將這項監測系統視為是成長模式，需要和這些轉型議程相關各方及其他荷蘭知識機構來合作制定。

附錄六、綠建材循環經濟產業鏈結說明會 會議相關文件

(一) 綠建材循環經濟產業鏈結說明會議 開會通知及簽到單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：中華民國全國建築師公會

發文日期：中華民國107年6月21日
發文字號：環發計字第1070621152號
速別：普通件
附件：「綠建材循環經濟產業鏈結說明會」報名簡章

主　旨：檢送「綠建材循環經濟產業鏈結說明會」會議報名簡章乙式，惠請 貴單位派員報名參加，請查照。

說　明：

一、本會受內政部建築研究所委託執行「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，為強化推動綠建材之循環經濟效益，期透過「綠建材循環經濟產業鏈結說明會」之辦理，針對各項可循環再生原料的供應鏈及供需平衡關係進行調查與探討，建立完整的產業鏈以發揮最大的經濟效益及環境效益。

二、說明會將於 107 年 06 月 29 日(星期五) 下午 02 時 30 分，假內政部建築研究所大坪林聯合開發大樓 15 樓第二講習教室舉辦，邀請建築與建材相關公協(學)會、建材業界、再利用業者等，歡迎報名聆聽及經驗交流。

三、說明會議程與報名方式詳如附件。

四、為響應環保，會場不提供紙杯，請自備環保杯。

正本：如受文者
副本：內政部建築研究所

財團法人環境與發展基金會

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
綠建材循環經濟產業鏈結說明會簽名冊

時間	107 年 6 月 29 日 14 時 30 分	地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第二講習教室
主持人	陳文卿總經理	紀錄	章詩函

出　席　人　員

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辦識)	行業
1	內政部建築研究所			
2			許智勝	
3		研究員	姚志廷	
4	財團法人環境與發展基金會		沙文彬	
5			陳大勳	
6			章詩函	
7			方怡文	
8			李宜亭	
9			梁永鑾	
10			李紀鑾	
11			徐秀容	
12			徐秀鳳	
13				

- 1 -

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	行業
14	茂系亞股份有限公司	饒允政 總經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
15	綠建材產業發展協會(三羽建材(股)公司)	林為民 副理事長 (副總經理)		☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
16	華美環保協會	鄭期霖 會長		☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
17	社團法人台灣建築發展學會	陳慶利 理事長		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
18	財團法人台灣建築中心	李明賢 經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
19	財團法人台灣建築中心	王義和 工程師		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
20	台灣建築學會	趙夢琳 秘書長		☑建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
21	社團法人台灣永續綠營建聯盟	楊明俊 秘書長		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
22	台灣省建築材料商業同業公會聯合會	王榮吉 總幹事		☐建築☐建材☑再利用 ☑其他_____
23				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
24				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
25				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	行業
26	台灣開發資材股份有限公司	蕭榮發 總經理	蕭榮發	☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
27	天九興業股份有限公司台南廠	范振榮 協理	范振榮	☐建築☑建材☑再利用 ☐其他_____
28	惠普股份有限公司國浦廠	袁鳳珠 副廠長	袁鳳珠	☐建築☑建材☑再利用 ☐其他_____
29	駿隆橡膠工業(股)公司	林仁卿 董事長		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
30	泉碩科技	尤麗萍 企劃長	尤麗萍	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
31	皓勝工業	邱彥杰 協理	邱彥杰	☐建築☐建材☑再利用 ☐其他_____
32	晶泰水泥加工廠(股)公司	楊東賢 總經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
33	台灣玻璃工業股份有限公司	黃冠迪 主辦	黃冠迪	☑建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
34	綠森林環保科技有限公司	杜春梅 負責人	杜春梅	☐建築☐建材☑再利用 ☐其他_____
35	優泥企業有限公司	劉維芬 特助		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
36	明春窯業股份有限公司	葉淑芸 工程師		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
37	新東陽營造	江季員 採購	江季員	☑建築☐建材☐再利用 ☐其他_____

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	行業
38	台境企業	樓翔威 課長	樓翔威	☐建築☐建材☑再利用 ☐其他_____
39	尚美實業股份有限公司	蘇黃清 總經理	蘇黃清	☐建築☑建材☑再利用 ☐其他_____
40	亞德利塑膠工廠股份有限公司	黃漢平 資深業務經理	黃漢平	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
41	台灣檢驗科技股份有限公司	丁芳明 經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
42	豐益源綠能科技	林克明 總經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
43	豐益源綠能科技	張自立 副總經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
44	廣欣電能有限公司	陳慶豐 總經理		☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
45	冠軍建材股份有限公司	王中聖 經理	王中聖	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
46	冠軍建材股份有限公司	洪辰宗 經理	洪辰宗	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
47	冠軍建材股份有限公司	范鎮盛 課長	范鎮盛	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
48	大倡國際商務股份有限公司	張貴祿 總監	張貴祿	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
49	儀達科技(股)公司		陳政利	☐建築☐建材☑再利用 ☐其他_____

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	行業
50	泰陽機關廠		陳峻偉	☐建築☑建材☑再利用 ☐其他_____
51	環基環境永續		曾正榮	☐建築☑建材☐再利用 ☐其他_____
52	新東陽營造	江	江冠葶	☑建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
53	順欣資源		劉庚安	☐建築☐建材☐再利用 ☑其他_____
54				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
55				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
56				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
57				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
58				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
59				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
60				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____
61				☐建築☐建材☐再利用 ☐其他_____

(二) 綠建材循環經濟產業鏈結說明會議 會議紀錄

壹、 時　間：107 年 6 月 29 日（星期五）14 時 30 分

貳、 地　點：內政部建築研究所第二講習教室

參、 主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

肆、 出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

伍、 主席致詞：（略）

陸、 講者簡報：（略）

柒、 意見彙整：

（一）推廣綠建材應加強之事項

1.國家法規需更新並規定使用，政府採購案應帶頭使用，在市場銷售上給予支持及優惠。

2.政府應加強推廣行銷促進商機，提高公共工程再生材料的使用率。

3.優先採購國內產品再考慮國外進口品。

4.希望能多加宣導再生綠建材之申請方法及窗口。

5.需與環保標章有區隔。

6.翻轉供應鏈順序，以使用者為出發，並以系統(認證)帶領，以利推廣綠建材銷售。

7.技術需再精進。

（二）推動綠建材循環經濟產業鏈結主要之困難

1.政府法規並無強制使用或政策配合，各部會之協助與鼓勵不足，導致推行困難。

2.沒有媒介鏈結，建議舉辦產品說明會，使業者間了解彼此之產品，並建立上中下游供應鏈體系。

3.再利用材料分類及再加工導致成本墊高。

4.如何教育使用端，再生綠建材品質不輸於一般綠建材。

5.欠缺創新的商業模式。

（三）其他建議

1.提高產品之使用年限有助於循環經濟。

2.參考建材銀行，建材護照以利代售-商業模式。

散會：17時10分

附錄七、第一場代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會 會議相關文件

(一)開會通知單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：張建築師矩墉

發文日期：中華民國107年8月23日
發文字號：環發計字第1070823239號
速別：普通件
附件：會議議程表

開會事由：召開「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」審查會議，惠請 貴單位派員參加，請查照。

開會時間：107年8月29日（星期三）14時30分

開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第二會議室 （新北市新店市北新路3段200號15樓）

主持人：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

聯絡人及電話：章詩函 03-5910008 分機34

正本：審查委員(張建築師矩墉、黃教授兆龍、陳教授豪吉、張教授祖恩、李教授隆盛、廖教授文城、江教授哲銘、黃教授榮堯、葉總經理禮旭、黃理事長孝信、陳委員瑞玲)、機關團體(中華民國全國建築師公會、台灣綠建材產業發展協會、財團法人台灣建築中心)
副本：內政部建築研究所

備註：

一、為配合節能減碳政策，請自備環保杯。

二、為順利進出本大樓，請攜帶開會通知單與會，本大樓恕不提供停車位。

財團法人環境與發展基金會

代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會 會議議程

壹、 時間：107年8月29日(星期三)14時30分

貳、 地點：內政部建築研究所大坪林聯合開發大樓15樓　第二會議室(新北市新店市北新路3段200號15樓)

參、 主席：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

肆、 會議內容：

本會受內政部建築研究所委託執行「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，為彰顯推動綠建材之循環經濟效益，將建立綠建材產業鏈結。此次審查會議主要為遴選出2項具代表性之綠建材作示範，以利後續之推廣應用，並評估完成產業鏈結後衍生之循環經濟整體效益。

伍、 會議議程

項次	時間	議程
一	14:30~14:40	主席致詞
二	14:40~15:10	代表性綠建材遴選簡報說明
三	15:10~15:50	討論
四	15:50~16:00	結論

(二)簽名冊

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」審查會議簽名冊

時間	107 年 8 月 29 日 14 時 30 分		地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第二會議室
主持人	陳文卿總經理		紀錄	章詩函
	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	
1	內政部建築研究所			
2			許育勝	
3			姚志正	
4				
5	財團法人環境與發展基金會	總經理	沈文郁	
6		副總經理		
7		經理	陳大勛	
8		副研究員	章詩函	
9				
10				
11				
12				
13				
14				

	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
15	陳委員瑞玲		
16	張建築師矩墉		
17	黃教授兆龍		
18	陳教授豪吉		
19	張教授祖恩		
20	李教授隆盛		
21	廖教授文城		
22	江教授哲銘		
23	黃教授榮堯		
24	葉經理禮旭		
25	黃理事長孝信		
26	中華民國建築師公會		
27	台灣綠建材產業發展協會		
28	財團法人台灣建築中心		

(三)審查會簡報資料

財團法人
環境與發展基金會
Environment and Development Foundation

內政部建築研究所

代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會議

計畫主持人：陳文卿
協同主持人：陳靖原
財團法人環境與發展基金會
日期：107 年 8 月 29 日

財團法人
環境與發展基金會
Environment and Development Foundation

背景說明

背景說明(1)

循環經濟之推動

近年國際倡導**零廢棄物的循環經濟**，建構「**最適生產、最適消費、最少廢棄**」之循環型社會體系。

總統就職演說、「5+2產業創新政策」：要讓台灣走向**循環經濟的時代**，把**廢棄物轉換為再生資源**，以更少的資源來創造更多的價值，確保有限的資源能以循環再生、永續方式被使用。

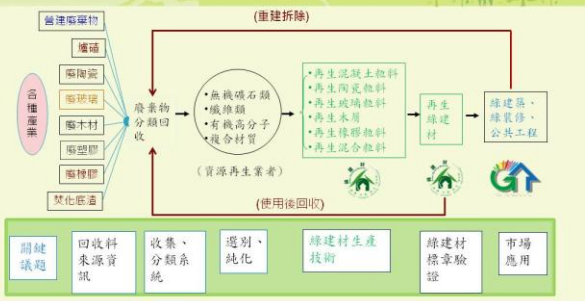
背景說明(2)

- 四大類綠建材標章，再生綠建材與循環經濟最契合。
- 目前有效之綠建材標章中，健康綠建材占75%，生態與再生僅占8%，原因：
  - 現行法規政策對於循環材料使用欠缺誘因
  - 公共工程使用限制
  - 建築技術規則誘因不足(以室內裝修為主，戶外僅要求10%)
  - 再生材料可能之品質疑慮
  - 標章之排擠效應(如「塑木」申請健康綠建材)

建立綠建材循環經濟產業鏈結

(迄107年2月止有效綠建材標章634件)

綠建材循環經濟產業鏈結說明



綠建材循環經濟產業鏈結特色

- 建立各種產業間，**建築物興建→綠建材使用→綠建材生產→再生材料使用→拆除廢棄再生**等循環體系，達到減少廢棄物及充份再利用之目標。
- 各類廢棄物經破碎篩分後成為**建材之基本原料**(再生粒料)；達一定比例以上的使用量，將可評定為再生綠建材。
- 再生綠建材使用廢棄後(破損、建築物拆除重建...等)，仍可回到「回收材料」供應端，作為基本原料來源。
- 再生粒料若使用於各種鋪面，可符合公共工程綠色內涵之要求
- 各種使用再生粒料之公共工程，所產生的廢棄物，經篩選分離雜物後，亦可回到「回收材料」供應端，作為再生粒料之原料來源。

綠建材循環經濟產業鏈結作法

- 建立再生材料供需之數量、類別等資訊
- 依原料供應、綠建材生產、綠建材使用與回收再利用流程，串聯上、中、下游產業，建立產業鏈結。
- 評估減廢、資源再生等環境效益與經濟效益

計畫工作項目

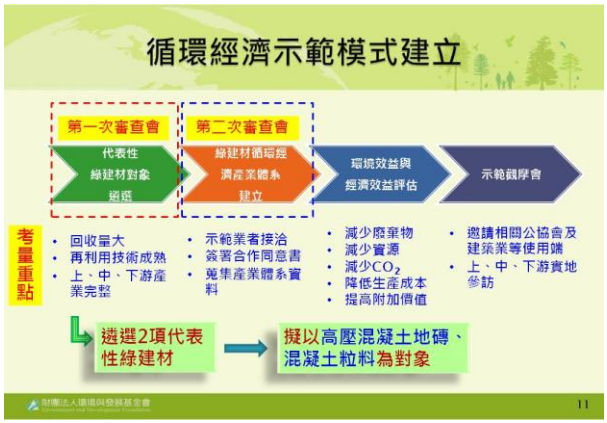
(一)建立綠建材產品循環經濟示範架構

1.蒐集**國內外循環經濟**相關法令、基準及資源循環材料管理模式等資料。

2.綠建材產業導入循環經濟模式架構之分析
- (1)針對國內2項具指標性之資源循環材料，調查其原料與資源再利用之流向與流量。
- (2)進行循環經濟產業鏈結缺口之問題探討與分析，並提出綠建材推動方向建議。

3.遴選有意願業者參與，依綠建材之生命週期，建立循環經濟之示範模式
- (1)建材產業調查分析。
- (2)辦理1場綠建材循環經濟產業鏈結說明會。
- (3)遴選2項具代表性之綠建材，建立產業鏈結之示範模式，並辦理2場審查會議。
- (4)完成2項綠建材循環經濟產業體系建立。
- (5)完成綠建材循環經濟產業體系示範系統之環境效益與經濟效益評估報告。
- (6)辦理2場建材循環經濟產業試生產示範觀摩會。

財團法人
環境與發展基金會
Environment and Development Foundation
2項代表性綠建材對象遴選說明


循環經濟示範模式建立
第一次審查會
代表性綠建材對象遴選
第二次審查會
綠建材循環經濟產業體系建立
環境效益與經濟效益評估
示範觀摩會
考量重點
回收量大
再利用技術成熟
上、中、下游產業完整
示範業者接洽
簽署合作同意書
蒐集產業體系資料
減少廢棄物
減少資源
減少CO_2
降低生產成本
提高附加價值
邀請相關公協會及建築業等使用端
上、中、下游實地參訪
遴選2項代表性綠建材
擬以高壓混凝土地磚、混凝土粒料為對象
11

高壓混凝土地磚
回收料種類及回收率分析
高壓混凝土地磚
年產量約35萬公噸
(取得綠建材標章之4家業者生產量)
106年全國廢棄物申報量
106年全國廢棄物回收量
廢棄物回收率
廢陶瓷 約11萬噸 11萬公噸 100%
石材廢料 約6萬噸 4萬公噸 67%
廢玻璃 約11萬公噸 11萬公噸 100%
廢玻璃容器 約21萬公噸 21萬公噸 100%
廢磚 約4萬噸 3萬公噸 75%
無機性污泥 約120萬噸 16萬公噸 13%
總計 66萬公噸
12

高壓混凝土地磚綠建材產業鏈結(1)
上中下游產業分析
上游
廢棄物產生源
陶瓷產業製造陶瓷面磚或陶器製品產生之廢陶瓷
石材製品製造業在石材開採、裁切、加工製程產生之石材廢料
民生使用後之廢玻璃容器及玻璃製造業所產生之廢玻璃下腳料
水泥業、窯業、營造業產生之廢磚
科技業、電子業處理廢(污)水所產生之無機性污泥
中游
再利用業者
將收取之廢陶瓷、石材廢料等回收料，進行粉碎後可取代產製高壓混凝土地磚之部分原料，
目前高壓混凝土地磚項目，獲再生綠建材標章業者已有6家
下游
使用端
高壓混凝土地磚可銷售於營造業、建材批發零售業，用於鋪設人行道、學校地磚、公園等公共工程
13

高壓混凝土地磚綠建材產業鏈結(2)
產業鏈結架構
上游
中游
下游
應用實例
流向
數量
陶瓷製品廠
廢陶瓷
石材工廠
石材廢料
玻璃工廠
廢玻璃
再利用業者
高壓混凝土地磚
營造業
建材批發零售業
人行道
公園鋪面
14

混凝土粒料
回收料種類及回收率分析
混凝土粒料
年產量約38萬公噸
(環保署系統申報量)
106年全國廢棄物申報量
106年全國廢棄物回收量
廢棄物回收率
廢陶瓷 約11萬噸 11萬公噸 100%
廢玻璃 約11萬噸 11萬公噸 100%
電弧爐煉鋼爐氧化碴(石) 約166萬噸 80萬公噸 48%
燃煤底灰 約231萬公噸 82萬公噸 35%
廢鑄砂 約18萬噸 17萬公噸 94%
總計 201萬公噸
15

混凝土粒料綠建材產業鏈結(1)
上中下游產業分析
上游
廢棄物產生源
陶瓷產業製造陶瓷面磚或陶器製品產生之廢陶瓷
民生使用後之廢玻璃容器及玻璃製造業所產生之廢玻璃下腳料
鋼鐵廠在電弧爐煉鋼製程所產生之氧化碴
中游
再利用業者
將收取之廢陶瓷、廢玻璃、氧化碴等回收料，經過前處理後，而後依不同需求進行再加工，即可產製出混凝土粒料
目前混凝土粒料項目，獲再生綠建材標章業者已有3家
下游
使用端
混凝土粒料可於營造業使用於基地填築、路堤填築、邊路級配粒料底層及基層等公共工程
也可於混凝土製品業，取代產製水泥製品之部分原料，經再加工後即可生產各種混凝土產品
16

混凝土粒料綠建材產業鏈結(2)
產業鏈結架構
上游
中游
下游
應用實例
流向
數量
陶瓷製品廠
廢陶瓷
玻璃工廠
廢玻璃
鋼鐵工廠
電弧爐煉鋼爐氧化碴(石)
再利用業者
混凝土粒料
營造業
混凝土製品業者
混凝土製品(空心磚)
邊路級配粒料底層及基層
停車場
17

綠建材循環經濟產業體系效益評估
環境效益
原生資源減量
廢棄物減量
CO_2減量
經濟效益
降低原生材料成本
降低廢棄物處理費
18

討論議題
1 2項代表性綠建材擇定，請討論。
2 產業鏈結架構呈現方式，請討論。
19

簡 報 結 束
敬 請 指 教

(四)會議記錄

內政部建築研究所

「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」

代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會議紀錄

壹、時　間：107年8月29日（星期三）14時30分

貳、地　點：大坪林聯合大樓15樓第二會議室

參、主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

肆、出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

伍、主席致詞：（略）

陸、執行單位簡報：（略）

柒、綜合討論：

（一） 內政部建築研究所-姚研究員志廷

1. 高壓混凝土地磚及混凝土粒料目前已有較成熟之體系,希望未來能盤點最需要去化之廢棄物，像是焚化爐底渣或是淨水廠污泥，這些可以再利用但是目前很少做的，後續才可建立出新的產業鏈結體系。

（二） 張建築師矩墉

1. 若是要選出具代表性的建材,最好的材料就是拆除後可重新再使用，此兩項產品無法確定是否完全合適，若是現階段沒有更好的選擇，可先以此兩項產品建立產業鏈結。
2. 混凝土的確是營建廢棄物產量最多的,目前混凝土粒料已經有在使用飛灰跟爐石，級配料目前還不敢使用，因還沒有相關實驗數據指出添加多少量是安全的，若是有學術研究表示添加多少比例是無疑慮的，希望法規面可以鼓勵大家至少要用多少比例的回收料，才會有資源循環。

3.循環材料的生產成本，也是要納入考量，如果會影響成本過大，可能也不易為市場接受。

（三） 張教授祖恩

1.廢棄物再利用需要政策與管理制度的架設，目前中鋼的爐碴類於再利用的通路受到阻礙，政府雖然有指示但並沒有各部會相關的配套措施，因此大家並不會主動使用這類材料。

2.工程應用上，以建築相關規範來看，使用甚麼材料應於房屋規劃設計時就開始規範，當其生命週期到某個階段時該如何拆除，拆除以後如何分類，分類後如何做成再製品，應由政府架設制度並鼓勵民間業者集資成立一個中心，串連起這樣的上中下游鏈結，並且做好再製品之品質把關，

3.策略部分，因命名問題導致再生綠建材推動方面成效並不佳，建議是否可正名為循環綠建材。綠建材標章應是以安全性為第一優先考量，而後若有其他功能，像是促進健康，方能稱為健康綠建材，若是循環綠建材，則是以其材料可循環再利用之比例達到標準，則稱之為循環綠建材，希望後續能以這樣的方式訂定綠建材標章之標準，以利推動目前之再生綠建材。

4.此計畫的標題是綠建材循環經濟產業鏈結，而我們對綠建材的定義是已經獲取標章的為主，因此贊成以此兩項綠建材作為示範模式對象。宜結合期中報告中圖3-1，架構在建築產業之循環產業鏈結，希望能透過產業鏈結使無機礦物循環。現今對於煤灰、爐碴及淤泥之再利用技術較無問題，但在來源以及品質方面並無妥當管理。

（四） 陳委員瑞鈴

1.綠建材標章當初在訂定時參考了很多國外的規範，希望可以包含的範圍更廣，讓民眾也能了解綠建材的益處，所以才會分類，美國LEED要求必須使用綠建材，但無強調綠建材種類，若能得到綠

建材標章皆可列入LEED評分，如果國內所有消費者對綠建材已有深入印象，倒是可以考慮取消分類，於整個制度面進行整體的修正。

2. 可理解為何選此兩項綠建材，以台灣現況來說，每年所產生之建築廢棄物有1100萬公噸，其中所佔比例最高就是混凝土塊跟磚石塊，理所當然是以佔比最高的作去化，所達到的效果最好。另外，台灣目前所產生的塑膠廢棄物也相當多，塑木產業或許是一個良好的去化通路，也可考慮以塑木作為代表性綠建材的選擇。

3. 另外像是水庫淤泥因其孔隙較多，因此在建築上可以達到很好的輕量效果，又可隔音、隔熱，存在許多高性能的特性，若桃園石門水庫淤泥去化有困難，可就其用途部分進行宣導及推廣。

4. 水庫清淤的問題是清淤業者將淤泥挖起來後，只先放置於水庫旁並無運送，待下大雨時這些淤泥又被沖刷回水庫中，最後清運的量就非常少，導致可再利用的淤泥來源也很少。

（五） 江教授哲銘

1. 建議可對台灣目前營建廢棄物進行盤點及統計，擇總量較大者作為一個示範對象，使依據較為適當。目前贊同以較成熟之項目作為對象建立示範模式，也可考量輔導新的且具有前瞻性的項目。

2. 日本營建廢棄物再利用方面，建築執照申請時，拆除時規定要分類，且必須算出可再利用比例為多少，符合標準才可建造，野城智也教授提出永續營建評估系統，可參照ISO21930,ISO15686序列。

（六） 黃教授榮堯

1. 去年6月為營建院成立營建循環經濟推動模式，台電火力發電的煤灰公開標售，廠商得標後賣給預拌廠，預拌廠添加煤灰至水泥裡以減少水泥及原物料用量。因台電煤灰品質不一，必須允許廠商將煤灰回填至灰塘，才有誘因使廠商投標。目前台電灰塘將要

填滿，而亞泥有意願為台電處理煤灰，但是無法談定是台電應付處理費給亞泥，或是應由亞泥向台電購買煤灰，另外亞泥也必須向地方環保單位申請變更許可，才可處理煤灰。因此，若要促成產業鏈結，其中利害及法規需考量。

2需明確定義”產業鏈結”的內容及預期達成的效益。

3.此計畫應考慮以媒合廢棄物料循環再利用為目標，像是混凝土磚可再利用何種材料，但是目前還未使用，若能成功媒合一到兩項則此計畫將貢獻良多。

（七） 廖教授文城

1.此兩項建材有其適合及不適合的考量點，目前此兩項數量都較大，並且是已經成熟的項目，作為示範模式較合適。

2.如果以此二大產品為例，雖然混凝土粒料的量大，但目前回收率僅19%(35/201)，如果加入已可高比率再利用的爐石、還原渣，似乎其回收率可以提升。其次，可以強調技術上的缺口，例如氧化碴、飛灰及無機污泥等，預計如何改善其缺口。。

3.營建廢棄物該如何處理，但目前這個產業成熟度較低，若爾後有機會可針對此項目進行探討。

（八） 財團法人環境與發展基金會

1.此計畫中其他工作項將會探討難去化之廢棄物及再利用產品之通路，現階段將會以較成熟之產業體系作為產業鏈結示範，並分析其能成功推動的因素及其他推動之困難點。

2.塑膠木材目前面臨的問題為很多業者目前使用之廢塑膠來源為國外進口，導致產品無法申請再生綠建材標章，轉而去申請健康綠建材標章。

3.雖然目前此兩項產業鏈結較成熟，但其中還是有困難點必須克服，像是高壓磚可使用無機污泥，但無穩定來源或品質不佳無法使用，以及國家標準規定不能添加廢玻璃，諸如此類，以及技術、

法規等問題，都還需探討與解決。

【結論】

感謝各位委員，提出寶貴意見，並同意以高壓混凝土地磚、混凝土粒料兩項綠建材為將建構產業鏈結示範模式之對象。後續將就這兩項產品之業者建立出上中下游產業鏈結架構，並簽署示範觀摩意願書，屆時再請各位委員參與第二次審查會議，審議所建立之代表性綠建材產業鏈結示範模式是否合適。

附錄八、第二場代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選審查會 會議相關文件

(一)開會通知單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：陳委員瑞鈴

發文日期：中華民國107年9月14日
發文字號：環發計字第1070914272號
速別：普通件
附件：會議議程表

開會事由：召開「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」第二次審查會議，請查照。

開會時間：107年9月26日（星期三）14時30分

開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第一會議室 （新北市新店市北新路3段200號15樓）

主持人：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

聯絡人及電話：章詩函 03-5910008 分機34

正本：審查委員(張建築師矩墉、黃教授兆龍、張教授祖恩、李教授隆盛、廖教授文城、江教授哲銘、黃教授榮堯、葉總經理禮旭、黃理事長孝信、陳委員瑞鈴)、機關團體(中華民國全國建築師公會、台灣綠建材產業發展協會、財團法人台灣建築中心)
副本：內政部建築研究所

備註：

一、為配合節能減碳政策，請自備環保杯。

二、為順利進出本大樓，請攜帶開會通知單與會，本大樓恕不提供停車位。

財團法人環境與發展基金會

「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」第二次審查會議議程

壹、 時間：107年9月26日(星期三)14時30分

貳、 地點：內政部建築研究所大坪林聯合開發大樓15樓　第一會議室（新北市新店區北新路3段200號15樓）

參、 主席：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

肆、 會議內容：

本會受內政部建築研究所委託執行「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，為彰顯推動綠建材之循環經濟效益，將建立綠建材產業鏈結。前次審查會議已選定2項代表性綠建材(高壓混凝土地磚、混凝土粒料)，本會依據此結論訪查具參與循環經濟產業鏈結意願之相關業者，此次審查會議主要目的為審議該等廠商是否合適，以利後續辦理綠建材產業鏈結觀摩會。

伍、 會議議程

項次	時間	議程
一	14:30~14:40	主席致詞
二	14:40~15:10	代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選簡報
三	15:10~15:50	討論
四	15:50~16:00	結論

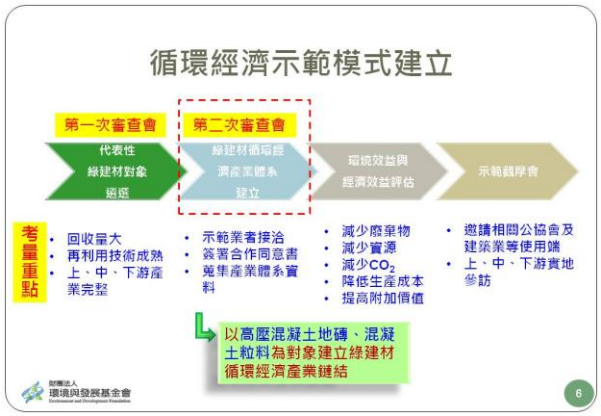
(二)簽名冊

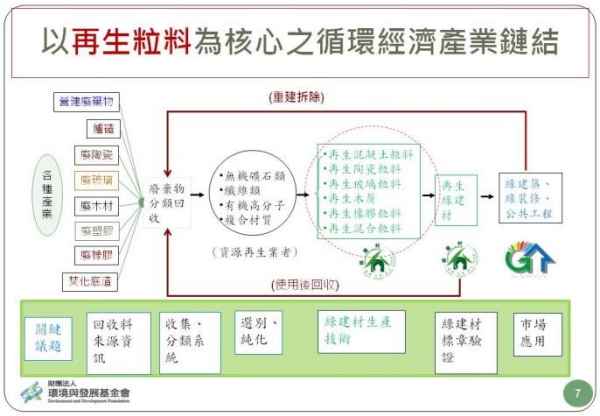
內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
「代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選」第二次審查會議
簽名冊

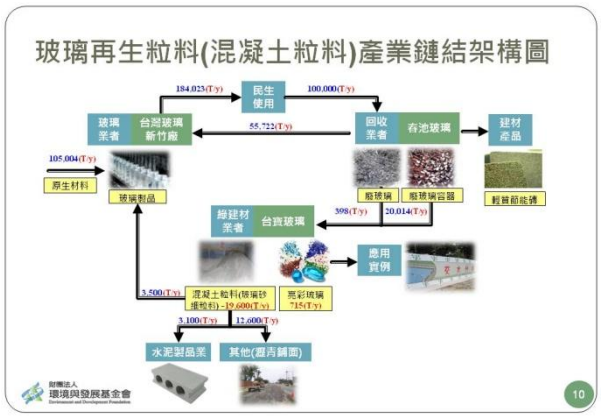
時間	107 年 9 月 26 日 14 時 30 分		地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第一會議室
主持人	陳文卿總經理		紀錄	章詩函
	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	
1	內政部建築研究所			
2			許育勝	
3			陳冠宇	
4	陳委員瑞鈴		陳瑞鈴	
5	張建築師矩墉			
6	黃教授兆龍			
7	張教授祖恩			
8	李教授隆盛			
9	廖教授文城			
10	江教授哲銘			
11	黃教授榮堯			
12	葉經理禮旭		葉禮旭	
13	黃理事長孝信			

	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
14	台灣綠建材產業發展協會		
15	財團法人台灣建築中心		
16	中華民國建築師公會		
17	財團法人環境與發展基金會	總經理	
18		副總經理	
19		經理	
20		副研究員	
21			
22			
23			
24			
25			
26			

(三)第二次審查會簡報資料





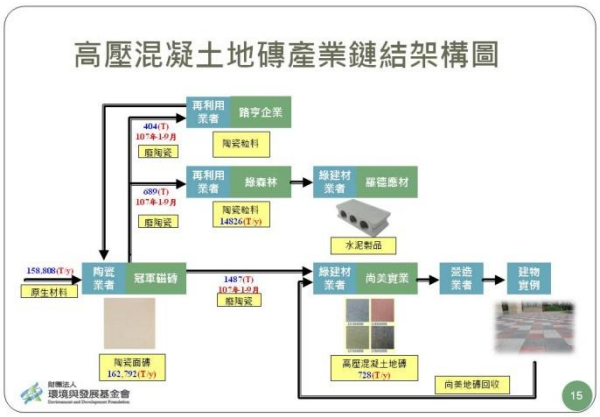

玻璃再生粒料(混凝土粒料)產業鏈結架構圖
184.023(T/y)
民生使用
100.000(T/y)
玻璃業者
台灣玻璃新竹廠
55,722(T/y)
回收業者
春池玻璃
建材產品
105.004(T/y)
原生材料
玻璃製品
廢玻璃
廢玻璃容器
輕質節能磚
綠建材業者
台資玻璃
398(T/y)
20,014(T/y)
應用實例
5,500(T/y)
混凝土粒料(玻璃砂+細粒料) ~19,600(T/y)
亮彩琉璃715(T/y)
3,100(T/y)
12,600(T/y)
水泥製品業
其他(廣告鋪面)
10

玻璃再生粒料(混凝土粒料)產業鏈結業者說明(1)
玻璃業者
台灣玻璃(新竹廠)
➢主要產品:玻璃容器
➢產量:184,023公噸/年
➢原料:矽砂、石灰石、白雲石、純鹼、霞石
➢原料使用量:105,004公噸/年
➢再生料:廢玻璃(外購)
➢再生料使用量:55,722公噸/年
工廠生產流程
11

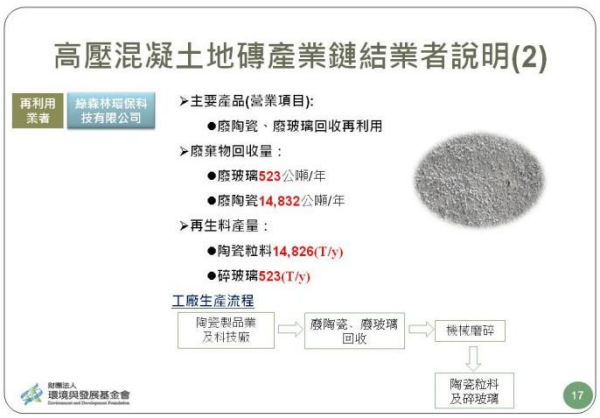
玻璃再生粒料(混凝土粒料)產業鏈結業者說明(2)
回收業者
春池玻璃
➢主要產品(營業項目):各式廢玻璃回收
➢回收量:100,000公噸/年
➢再生玻璃製品:耐火磚、玻璃工藝品、輕質節能磚
工廠生產流程
合脈市清潔隊中小型資源回收商個體戶
廢玻璃回收分類分色(春池玻璃)
機械壓碎及玻璃窯爐焙燒
再生玻璃製品
■ 人工挑選、分色
■ 韓英文總統體驗千度高溫製成的玻璃工藝
■ 安心輕質節能磚
12

玻璃再生粒料(混凝土粒料)產業鏈結業者說明(3)
綠建材業者
台資玻璃工業
➢主要產品:混凝土粒料(玻璃砂細粒料)
裝飾用珠狀粒料(亮彩琉璃)
➢產量:混凝土粒料19,600(T/y)、亮彩琉璃715(T/y)
➢廢棄物再利用量:廢玻璃398公噸/年、廢玻璃容器20,014公噸/年
工廠生產流程
投料
去除雜質
破碎
尺寸篩分
破碎
入庫
FQC品管
尺寸篩分
品管
13

2項代表性綠建材產業鏈結示範模式
(2)高壓混凝土地磚


高壓混凝土地磚產業鏈結架構圖
再利用業者
踏亨企業
404(T)
107年1-9月
廢陶瓷
陶瓷粒料
再利用業者
綠森林
綠建材業者
華德應材
689(T)
107年1-9月
廢陶瓷
陶瓷粒料
14826(T/y)
水泥製品
158,808(T/y)
原生材料
陶瓷業者
冠軍磁磚
149(T)
107年1-9月
廢陶瓷
綠建材業者
尚美實業
營造業者
建物實例
陶瓷面磚
162,792(T/y)
高壓混凝土地磚
728(T/y)
尚美地磚回收
15

高壓混凝土地磚產業鏈結業者說明(1)
再利用業者
冠軍建材
➢主要產品:陶瓷面磚(Ia內裝地磚、Ib內裝地磚、Ib外裝壁磚、II內裝地磚、II外裝壁磚、I內裝地磚)
➢產量:162,792公噸/年
➢原料:黏土、長石
➢原料使用量:158,808公噸/年
➢再生料:廢陶瓷(外購)
➢再生料使用量:9,372公噸/年
工廠生產流程
黏土&長石:13234噸/月
R-0403廢陶瓷:781噸/月
泥漿球磨
噴霧造粒
成型壓制
施釉/印刷
窯燒
陶瓷面磚:13566噸/月
16


高壓混凝土地磚產業鏈結業者說明(2)
再利用業者
綠森林環保科技有限公司
➢主要產品(營業項目):
●廢陶瓷、廢玻璃回收再利用
➢廢棄物回收量:
●廢玻璃523公噸/年
●廢陶瓷14,832公噸/年
➢再生料產量:
●陶瓷粒料14,826(T/y)
●碎玻璃523(T/y)
工廠生產流程
陶瓷製品業及科技廠
廢陶瓷、廢玻璃回收
機械壓碎
陶瓷粒料及碎玻璃
17

高壓混凝土地磚產業鏈結業者說明(3)

綠建材業者：尚美實業

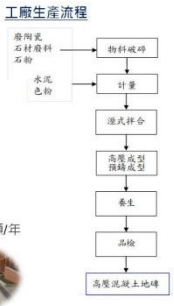
➢主要產品：
- •高壓混凝土地磚
- •磨石子地磚
- •其他水泥製品

➢廢棄物再利用量：
- •廢陶瓷4117公噸/年
- •石材廢料2678公噸/年
- •廢玻璃5852公噸/年

➢原物料：水泥386.95公噸/年

➢高壓混凝土地磚產量：728公噸/年

工廠生產流程



財團法人 環境與發展基金會

18

綠建材循環經濟產業體系效益評估

	原生資源減量	廢棄物減量	CO_2減量	降低廢棄物處理費
高壓混凝土地磚	137 公噸/年	137 公噸/年	1.13 公噸/年	308,250 元/年
混凝土粒料 (玻璃砂細粒料)	23,333 公噸/年	19,600 公噸/年	39,455 公噸/年	44,100,000 元/年

依據內政部建築研究所「綠建材環境效益評估-以再生綠建材為例」研究報告結果初步推算

財團法人 環境與發展基金會

19

產業鏈結問題分析

廢棄物來源	-雜物太多分類不佳 -性質複雜，品質不一
生產成本	-分類前處理之成本較高 -品質不一，必須增加製程調配及生產成本
公務機關採購使用限制	-高壓磚工程仍有不得使用再生料之限制 -無優先、強制使用
市場通路欠缺保障	-尚無完整商業模式 -民眾心理因素
缺乏完整供應鏈	-廢棄物來源分散，供應不穩定 -再生資源(底渣、爐渣)使用受限

財團法人 環境與發展基金會

20

討論議題

1. 2項綠建材產業鏈結示範模式是否合適
2. 其他建議

財團法人 環境與發展基金會

21

簡報結束，敬請指教

財團法人 環境與發展基金會

(四)會議記錄

內政部建築研究所

「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」

代表性綠建材產業鏈結示範模式遴選

第二次審查會議紀錄

壹、 時　間：107 年 9 月 26 日（星期三）14 時 30 分

貳、 地　點：大坪林聯合大樓 15 樓第一會議室

參、 主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

肆、 出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

伍、 主席致詞：（略）

陸、 執行單位簡報：（略）

柒、 綜合討論：

（一） 李教授隆盛

1. 贊同以此兩項產品作為對象建立產業鏈結，請補充說明簡報11頁中台玻產量為18萬噸，但原料及再生料加總只有16萬噸，其中落差有2萬噸，而台寶則落差不大，另外在19頁效益評估之高壓混凝土地磚部分，原生資源減量只有137噸，以尚美來說137噸應是低估。

（二） 葉總經理禮旭

1. 廢混凝土塊之土質代碼屬於「B5磚塊或混凝土塊」，只要在工地現場分得很乾淨的部分，都會送到合格的土石方資源堆置處理場代替天然砂石3-5%，因此工地現場有用的資源大部份都已經用掉或是送到合格的土石方資源堆置處理場，後端綠建材廠商要使用的話，是沒有資格收取營建混合廢棄物，因此若是綠建材廠商要使用廢混凝土塊，則必須再透過一手，導致成本較高。

2. 目前矽酸鈣板與石膏板都無法回收，因為目前並沒有此兩項產品

之回收體系。

3.建研所該如何去宣導建材於設計時就考慮未來可以再使用,而不是需要進行破碎之後再回到再生建材。

（三） 張建築師矩墉

1.簡報中之玻璃產業鏈結架構圖較高壓混凝土地磚完整，從台玻出去之後還是會回到台玻，而冠軍磁磚產生之廢陶瓷進入到高壓混凝土地磚後則無再回到冠軍。

2.陶瓷廠產生之不合格廢品數量較有限，一般營建工程拆除之廢陶瓷是否有機會進入回收體系。

3.高壓混凝土地磚可使用之再生料較多元，除陶瓷外之回收料該如何列入。

（四） 陳委員瑞鈴

1.在玻璃回收再利用部份，目前還很有潛力，希望能再提升再利用量，而在冠軍建材部分則潛力更大，冠軍只有使用6%再生料，而且只有使用廢陶瓷的部分，並沒有使用廢棄之混凝土，應該要將廢棄混凝土塊也納入鏈結當中，才可達到循環經濟的目的，相關的法令及制度該如何去突破,都是此計畫可產出之後續研究項目。

2.建築物除了新建、使用之外，建築物的拆除也需進行管理。

（五） 江教授哲銘

1.現階段此計畫中的兩個體系有其示範作用，可給予其他不同類型之體系作為參考。

2.目前獲取再生建材標章之業者只占8%，後續可再鼓勵及推廣，後續也可將碳盤查納入其中。

（六） 黃教授兆龍

1.目前進行歐盟之計畫，皆是以雷射進行顆粒篩選，篩選後就可以進行多重應用，可藉由此機會提升業界之技術。

2.若是以玻璃與水泥製作之產品會有鹼骨材反應，可能會有掉粒或

破損之問題，應進行其耐久性測試，並建立相關資料庫。

3.建議也可以建立節能減碳的資料庫，並且將產業鏈結的每個單元進行物料平衡，整個產業鏈結會更完整。

4.高壓混凝土地磚部分是使用陶瓷回收料，仍使用水泥膠結，而歐盟計畫中，陶瓷或是磚可用鹼激發技術，就不需要使用水泥，以達到循環經濟之目的。

5.建議後續研究可以將物聯網(IoT)、人工智慧(AI)及大數據(Big Data)納入系統內，以有效掌握品質，並且大量去化再生材料，達成經濟效益，創造更高之利基。

（七） 黃教授榮堯

1.今天提出之兩個體系雖然是既有的，但若是可讓其他業者作為參考，才是此研究真正的價值所在，因此在簡報20頁中的產業鏈結問題分析非常重要，問題的探討應以使用者的角度來分析:

第一、為什麼要使用這些廢棄物?

第二、要使用這些廢棄物，其產品品質技術是如何克服?將這些問題都整理確實，對於日後建材循環經濟的效益會更大。

2.應以營建之廢棄物再利用為優先，若目前無再利用營建廢棄物，應探討其無法進入產業鏈結之問題。

（八） 廖教授文城

1.目前廢玻璃纖維產生量也較多，是否也可以加入產業鏈結循環之中。

2.簡報19頁中，高壓混凝土地磚原生資源減量及廢棄物減量不同，請再說明。

（九） 內政部建築研究所

1.相關委員意見將陳請長官參考。

（十） 財團法人環境與發展基金會

1. 於簡報19頁之評估中，是參考「綠建材環境效益評估-以再生綠

建材為例」研究報告作初步推算，後續將以正確數據進行評估。

2. 當初與建研所討論計畫時，是以綠建材循環經濟產業體系進行探討，一個是以玻璃再生粒料為核心，一個是以高壓混凝土地磚為核心，建立出兩項綠建材之產業鏈結體系。

3. 簡報19頁中原生資源減量及廢棄物減量不同是因為有考量到製程損失之部分，原生料之良率通常會較高，因此這兩個之間會有差異。

【結論】

感謝各位委員，提出寶貴意見，並同意高壓混凝土地磚、混凝土粒料建構之兩項綠建材產業鏈結示範模式。後續將以此兩項產業鏈結體系辦理綠建材產業鏈結示範觀摩會，屆時再請各位委員參與。

附錄九、綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會 相關文件

(一) 函文

正本 財團法人環境與發展基金會 函

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：嘉義市室內設計裝修商業同業公會

發文日期：中華民國107年10月22日
發文字號：環發計字第1071022326號
速別：普通件
附件：活動計劃書1份

主旨：本會承接內政部建築研究所之綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫，辦理「綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會」，敬請踴躍報名參加，請查照。

說明：

一、隨函檢附活動計畫書 1 份，舉辦時間地點如下：

(一) 第一場：107 年 10 月 30 日(星期二)於台寶玻璃工業股份有限公司及春池玻璃實業有限公司-觀光工廠舉辦

(二) 第二場：107 年 11 月 15 日(星期四)於立順興資源科技股份有限公司及民峰關係企業舉辦

二、本活動採線上免費報名。報名網址如下：

(一)第一場報名網址：https://goo.gl/DBbAEf

(二) 第二場報名網址：https://goo.gl/pvwPF7

三、聯絡人及電話：章詩函小姐 03-5910008 分機34

正本：中華民國全國建築師公會、中華民國建築材料發展協會、臺灣省建築材料商業同業公會聯合會、中華民國室內設計裝修商業同業公會全國聯合會、中華民國室內設計協會、臺灣建築學會、社團法人臺灣建築發展學會、臺灣建築產業發展協會、臺灣永續綠營建聯盟、財團法人台灣建築中心、臺灣綠建材產業發展協會、臺灣綠建材產業發展協會、臺灣資源再生協會、臺灣資源再生工業同業公會、臺灣區玻璃工業同業公會、臺灣區磚瓦工業同業公會、臺灣橡膠暨彈性體工業同業公會、臺灣陶瓷工業同業公會、臺灣區水泥製品工業同業公會、臺灣區木材工業同業公會、立昌窯業股份有公司、天九興業股份有限公司、昌達陶瓷(股)公司、艾鎂企業股份有限公司、羅德應用材料股份

有限公司、中聯資源股份有限公司、冠軍建材股份有限公司、國產建材實業股份有限公司、亞泰開發股份有限公司、竹南窯業廠股份有限公司、台玻玻璃工業股份有限公司、台富水泥製品股份有限公司、佳大化工股份有限公司、環球水泥股份有限公司、尚美實業股份有限公司、程豐環境科技股份有限公司、信義建材股份有限公司、民峰實業股份有限公司、傻行記實業股份有限公司、晉大陶瓷股份有限公司、全盛興資源科技股份有限公司、惠普股份有限公司、弘松窯業股份有限公司、明春窯業股份有限公司、立順興資源科股份有限公司、光聯興業股份有限公司、順欣資源股份有限公司鶯歌廠、肯達陶瓷工業有限公司桃園廠、綠森林環保科技有限公司、羅德應用材料股份有限公司苗栗廠、東億環保實業有限公司、大合順磚廠股份有限公司、山石地磚工業有限公司、鴻德興股份有限公司、春池玻璃實業有限公司、鴻石碎石有限公司番路廠、嘉品窯業股份有限公司、豐興磚廠股份有限公司、佳羊橡膠科技有限公司、花蓮區石材資源化處理股份有限公司、中台資源科技股份有限公司二廠、華夏玻璃股份有限公司、宜興玻璃科技股份有限公司竹南廠、台灣玻璃工業股份有限公司新竹廠、台灣玻璃工業股份有限公司彰濱廠、耀順工業股份有限公司、駿隆橡膠工業股份有限公司、光顏奈米科技股份有限公司後壁廠、集德展科技股份有限公司、為恒股份有限公司新屋二廠、觀音橡膠股份有限公司、泰陽橡膠廠(股)公司、東鼎木業有限公司安業廠、綸揚科技股份有限公司、川弘開發股份有限公司三廠、大振環保有限公司、益昇再利用股份有限公司、家王室內裝修股份有限公司、禾昇橡膠工業股份有限公司、樂土LOTOS-成大昶閎科技股份有限公司、臺灣糖業股份有限公司、中華紙漿股份有限公司、捷思環能有限公司、財團法人成大研究發展基金會、社團法人雲林縣建築師公會、社團法人高雄市建築師公會、臺北市建築師公會、基隆市建築師公會、桃園市建築師公會、新北市建築師公會、苗栗縣建築師公會、臺中市建築師公會民權中心、臺中市建築師公會豐原中心、彰化縣建築師公會、社團法人南投縣建築師公會、社團法人嘉義市建築師公會、嘉義縣建築師公會、社團法人台南市建築師公會永華辦公室、社團法人台南市建築師公會民治辦公室、屏東縣建築師公會、宜蘭縣建築師公會、花蓮縣建築師公會、臺東縣建築師公會、高雄市景觀工程商業同業公會、中華民國不動產開發商業同業公會全國聯合會、臺北市室內設計裝修商業同業公會、新北市室內設計裝修商業同業公會、基隆市室內設計裝修商業同業公會、桃園市室內設計裝修商業同業公會、新竹市室內設計裝修商業同業公會、臺中市室內設計裝修商業同業公會、臺中市直轄市室內設計裝修商業同業公會、彰化縣室內設計裝修商業同業公會、雲林縣室內設計裝修商業同業公會、嘉義市室內設計裝修商業同業公會、臺南市室內設計裝修商業同業公會、新竹縣室內設計裝修商業同業公會、高雄市新室內設計裝修商業同業公會、高雄市室內設計裝修商業同業公會、宜蘭縣室內設計裝修商業同業公會、花蓮縣室內設計裝修商業同業公會、臺北市建築材料商業同業公會、基隆市建築材料商業同業公會、新竹市建築材料商業同業公會、苗栗縣建築材料商業同業公會、臺中市建築材料商業同業公會、南投縣建築材料商業同業公會、彰化縣建築材料商業同業公會、雲林縣建築材料商業同業公會、嘉義縣建築材料商業同業公會、嘉義市建築材料商業同業公會、臺南市建築材料商業同業公會、高雄市建築材料商業同業公會、屏東縣建築開發商業同業公會、宜蘭縣建築材料商業同業公會、花蓮縣建築材料商業同業公會、中華民國景觀工程商業同業公會全國聯合會、臺灣省景觀工程商業同業工程聯合會、臺北市景觀工程商業同業公會、新竹縣景觀工程商業同業公會、臺中市景觀工程商業同業公會、彰化縣景觀工程商業同業公會、嘉義縣景觀工程商業同業公會、臺南市景觀工程商業同業公會、屏東縣景觀工程商業同業公會、花蓮縣景觀工程商業同業公會、中華民國營造工程工業同業公會全國聯合會、臺灣區綜合營造工程工業同業公會、臺灣區綜合營造業同業公會台北市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會新竹縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會新竹市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會桃園市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會基隆市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會苗栗縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會台中市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會台中市辦事處二、臺灣區綜合營造業同業公會彰化縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會南投縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會雲林縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會台南市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會台南市辦事處二、臺灣區綜合營造業同業

公會高雄市辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會高雄市辦事處二、臺灣區綜合營造業同業公會屏東縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會宜蘭縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會花蓮縣辦事處、臺灣區綜合營造業同業公會台東縣辦事處、臺中市不動產開發商業同業公會、中華民國不動產開發商業同業公會全國聯合會、臺南市不動產開發商業同業公會、高雄市不動產開發商業同業公會、台灣區石礦製品工業同業公會、新北市不動產開發商業同業公會、嘉義市不動產開發商業同業公會、彰化縣不動產開發商業同業公會、臺灣防火綠建材裝修學會、中鋼股份有限公司、中龍鋼鐵股份有限公司、行政院環境保護署、行政院公共工程委員會、經濟部標準檢驗局、內政部營建署、經濟部工業局、新北市政府工務局、基隆市政府工務處、基隆市政府都市發展處、桃園市政府工務局、桃園市政府都市發展局、新竹市政府工務處、新竹市政府都市發展處、新竹縣政府工務處、苗栗縣政府工務處、彰化縣政府建設處、彰化縣政府工務處、南投縣政府建設處、南投縣政府工務處、雲林縣政府工務處、雲林縣政府建設處、嘉義縣政府建設處、嘉義市政府建設處、嘉義市政府工務處、高雄市政府工務局、高雄市政府都市發展局、屏東縣政府工務處、屏東縣政府城鄉發展處、宜蘭縣政府建設處、宜蘭縣政府交通處、花蓮縣政府建設處、經濟部推動綠色貿易專案辦公室、臺北市政府工務局、臺北市政府都市發展局、新北市政府城鄉發展局、臺中市政府建設局、臺中市政府都市發展局、臺南市政府工務局、高雄市政府環境保護局、臺東縣政府建設處、中華民國木材商業同業公會全國聯合會、臺灣塗料工業同業公會、臺灣病態建築診斷協會、中華民國空間設計學會、臺灣區合板製造輸出業同業公會、臺灣省塗料油漆商業同業公會聯合會、臺灣室內空氣品質學會、臺灣區地毯工業同業公會、中華物業管理協會、中華木質構造建築協會、臺灣室內健康環境協會、新北綠家扶輪社、臺灣物業管理學會、實踐大學建築設計學系(所)、臺北科技大學建築系暨建築與都市設計研究所、臺灣大學建築與城鄉研究所、臺灣科技大學建築系(所)、中國文化大學建築及都市設計學系&建築及都市計畫研究所、國立台灣藝術大學古蹟藝術修護學系、國立台北藝術大學建築與古蹟保存研究所、中國科技大學建築系、華梵大學建築系、華夏科技大學建築系、淡江大學建築系、國立宜蘭大學建築與永續規劃研究所、蘭陽技術學院建築與室內設計系、中華大學建築與都市計畫學系、中華大學景觀建築學系、中原大學建築系、南亞技術學院室內設計系、銘傳大學建築系(所)、聯合大學建築學系、逢甲大學建築研究設計中心、逢甲大學建築系(所)、朝陽科技大學建築及都市設計研究所、朝陽科技大學建築系、國立高雄大學創意設計與建築學系、高雄大學都市發展與建築所、高苑科技大學建築系(所)、正修科技大學建築與室內設計系、東海大學建築學系(所)、成功大學建築學系(所)、國立台南藝術大學建築藝術研究所、樹德科技大學建築與室內設計研究所、雲林科技大學建築與室內設計系(所)、宏國德霖科技大學土木工程系、中華大學營建管理學系(所)、臺灣科技大學營建系、逢甲大學營建及防災研究中心、朝陽科技大學營建工程系、雲林科技大學營建工程系(所)、高雄科技大學營建工程系(所)、中央大學營建管理研究所、南榮技術學院營建工程系、國立嘉義大學景觀學系、國立中興大學景觀與遊憩學位學程、中原大學景觀學系、中國文化大學景觀學系、明道大學景觀設計學系、東海大學景觀學系(所)、南華大學景觀學系暨環境藝術研究所、逢甲大學室內與景觀設計進修學士班、逢甲大學景觀與遊憩研究所、朝陽科技大學都市計畫與景觀建築系、輔仁大學景觀設計系(所)、中原大學室內設計學系、中國科技大學室內設計系、東方設計大學室內設計系、南榮科技大學室內設計系、華夏科技大學室內設計系、樹德科技大學室內設計系、大葉大學空間設計學系、亞洲大學室內設計學系、黃兆龍教授、張祖恩教授、葉禮旭總經理、黃榮堯教授、李隆盛教授、江哲銘教授、廖文城教授、陳瑞鈴所長、張矩墉建築師

副本：內政部建築研究所

財團法人環境與發展基金會

綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會活動計劃書

指導單位:內政部建築研究所
主辦單位:財團法人環境與發展基金會
活動日期: 107年10月30日(第一場)
107年11月15日(第二場)

一、活動名稱：綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會

二、指導單位：內政部建築研究所

三、主辦單位：財團法人環境與發展基金會

四、活動目的：

為彰顯推動綠建材之循環經濟效益，內政部建築研究所辦理「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」，依綠建材生命週期建立混凝土粒料及高壓混凝土地磚等二項代表性綠建材循環經濟產業體系，並以此兩項體系辦理「綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會」活動，邀請建材、建築、營建業等使用端及此領域專家至再生綠建材工廠實際觀摩，以瞭解綠建材產品之產製過程及實際應用成果，期望藉由觀摩會之辦理提高使用意願並達到促進再生綠建材推廣之目標。

五、 活動日期及地點：

(一) 第一場(台寶-春池)

時間：107年10月30日(星期二) 8:30~11:35

地點：1.台寶玻璃工業股份有限公司

(新竹市東區延平路二段97號)

2.春池玻璃實業有限公司-觀光工廠

(新竹市香山區牛埔南路372號)

(二) 第二場(立順興-民峰)

時間：107年11月15日(星期四) 9:10~15:35

地點：1.立順興資源科技股份有限公司

(苗栗縣後龍鎮十班坑176之12號)

2.民峰關係企業

(台中市大安區東西三路12號)

六、 報名費用及報名方式：

(一) 報名費用：免費
(二) 報名名額：因場地空間有限，提供50位報名名額
(三) 報名方式：網路報名

第一場報名網址：https://goo.gl/DBbAEf

第二場報名網址：https://goo.gl/pvwPF7

七、 交通：

(一) 第一場(台寶-春池)

※10/30(二)活動當日全程以遊覽車定點接送：

1. 上午**8:30**，於**高鐵新竹站4號出口**集合，8:40遊覽車準時發車前往台寶。(南下建議搭乘高鐵班次:0609；北上建議搭乘高鐵班次:0606)
2. 上午**10:20**，於台寶公司前往春池觀光工廠。
3. 上午**11:35**，於春池觀光工廠返回高鐵新竹站。

(二) 第二場(立順興-民峰)

※11/15(四)活動當日全程以遊覽車定點接送：

1. 上午**9:10**，於**高鐵苗栗站1號出口**集合，**9:20**遊覽車準時發車前往立順興。(南下建議搭乘高鐵班次:0809；北上建議搭乘高鐵班次:0806)
2. 上午**11:30**，於立順興公司前往午餐地點，**13:00**前往民峰公司。
3. 下午**15:55**，於實蹟地點前往高鐵台中站。

八、參加對象：

(一) 建材、建築、營建業者
(二) 專家學者
(三) 相關產業、公會團體

九、活動議程表：

10月30日 第一場(台寶-春池)		
時間	**議程**	**主講人/主持人**
8:30~8:40	集合報到	
8:40~9:10	前往台寶	
9:10~9:20	安排進廠	
9:20~9:30	致詞	貴賓
9:30~10:10	台寶工廠觀摩	林建仲 總經理
10:10~10:20	前往春池觀光工廠	
10:20~11:10	春池觀光工廠觀摩	春池玻璃公司 吳子龍 廠長 鄭振仕 經理 台灣開發資材公司 蕭榮發 總經理
11:10~11:30	綜合討論	
11:30~11:35	合影留念	
11:35~	賦歸	

(二)第一場觀摩會簽名冊

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會(第一場)簽名冊

時間	107 年 10 月 30 日 8 時 30 分	地點	台寶玻璃工業股份有限公司 春池玻璃實業有限公司-觀光工廠
出席人員			
	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
1	內政部建築研究所		許智勝
2			
3			
4	台灣資源再生協會	黃誠遠 助理	黃誠遠
5	台灣資源再生協會	張芸馨 助理	張芸馨
6	華清裝潢材料有限公司	林申岳 業務經理	林申岳
7	致成科技	吳佩珠 管理師	
8	臺灣區玻璃工業同業公會	張克成 秘書長	張克成
9	台灣省建築材料商業同業公會聯合會	王榮吉 總幹事	王榮吉
10	惠普股份有限公司	黃俊文 品管專員	黃俊文
11	天九興業股份有限公司	張瑋芩 業務助理	張瑋芩
12	天九興業股份有限公司	黃韻雯 業務助理	黃韻雯
13	文鴻環保有限公司	陳瑋杰 業務	陳瑋杰
14	文鴻環保有限公司	李濬維 總經理	李濬維

	單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
15	國產建材實業股份有限公司	楊宗歙 副理	
16	陳威志建築師事務所	陳威志 建築師	
17	新竹市室內設計裝修商業同業公會	曾資賢 理事長	
18	巨朗室內裝修企業有限公司	馬昭蓉 業務	
19	花蓮區石材資源化處理股份有限公司	黃進福 總經理	
20	順欣資源股份有限公司	劉明宗 董事長	
21	Taitra	洪妤靜 高級專員	
22	台灣玻璃工業股份有限公司	洪正宏 副理	
23	冠軍建材	周年瑾 經理	
24	財團法人環境與發展基金會		
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

-2-

32	環境衛發展基金會		曾偉編
33			章詩涵
34			鄭明煖
35			李紀瑩
36			李明璇
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			

(三)第二場觀摩會簽名冊

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
綠建材循環經濟產業體系示範觀摩會(第二場)簽名冊

時間		107年11月15日9時10分	地點	立順興資源科技股份有限公司 民峰關係企業
出　席　人　員				
編號		單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
1	A	內政部建築研究所		
2	A	內政部建築研究所		許智勝
3	C	巧[illegible]室內裝修設計工程有限公司	李金堂 董事長	李金堂
4	C	巧[illegible]室內裝修設計工程有限公司		李清[illegible]
5	C	巧[illegible]室內裝修設計工程有限公司		廖[illegible]
6	C	晟太工程顧問有限公司	吳正義 技師	吳正義
7	C	邱鎮軍	邱鎮軍 縣議員	邱鎮軍
8	C	親家建設	涂致勝 經理	涂致勝
9	C	麒瑞營造	彭依還 主任	彭依還
10	C	彰茂工程有限公司	張峯華 董事長	
11	D	大聖關係企業	李村培 總裁	
12	D	大聖關係企業	蔡經理	
13	D	鼎越國際	李世宗 董事長	李世宗
14	D	大冶建築師事務所	林儒聰 建築師	林儒聰

編號		單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
15	D	大苗業建設	邱家慶 董事長	
16	D	東宇建設	林正原 總經理	
17	D	鼎侑工程顧問	蔡棟梁 總經理	
18	H	宏儀營造股份有限公司	王忠斌 董事長	
19	K	康勝建設	劉銘章 董事長	
20	K	康勝建設	侯永昌 經理	
21	K	康勝建設	主任	
22	K	康勝建設	主任	
23	L	麗天建設	陳 董事長	
24	L	蘆竹區公所	蕭宗璿 課長	
25	M	名屋工程設計事務所	葉淵源 董事長	
26	O	歐斯參特	周贊佑 董事長	
27	P	品味食品有限公司	紀宏謀 總裁	
28	P	品味食品有限公司	潘秀足 總裁夫人	
29	P	品味食品有限公司	楊福生 總裁特助	
30	S	仕御建設股份有限公司	鄧貴昇 董事長	
31	S	仕御建設股份有限公司	鄧明秀 總裁	
32	S	尚好重機	陳俊佑 董事長	

編號		單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
33	S	旭陽能源科技有限公司	羅玄順 董事長	羅玄順
34	T	台中商業銀行苑裡分行	劉金山 協理	劉金山
35	T	台中商業銀行苑裡分行	許東遠 副理	許東遠
36	T	天創建設	陳 董事長	
37	T	台灣農林股份有限公司		
38	Y	曄成建設股份有限公司	黃清龍 董事長	黃清龍
39	Y	永信昌建設	陳有昆 董事長	陳有昆
(40)	Y	言展營造	蔡錫宏 技師	蔡錫宏
(41)	Y	揚泰瀝青股份有限公司	李右順 董事長特助	
42	Y	躍眾營造股份有限公司	陳道宏 董事長	
43	Z	中龍鋼鐵股份有限公司	陳信榮 處長	陳信榮
44	Z	中龍鋼鐵股份有限公司	蔡政男 組長	
		世京工程顧問有限公司	林穎西 主任	林穎西

編號		單位名稱	姓名/職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
45	ZZ1	台灣資源再生協會	黃誠遠 助理	黃誠遠
46	ZZ2	台灣資源再生協會	張芸馨 助理	張芸馨
47	ZZ3	皓勝工業股份有限公司	邱彥杰 協理	邱彥杰
48	ZZ4	台灣省建築材料商業同業公會聯合會	王榮吉 總幹事	王榮吉
49	ZZ5	皓勝工業股份有限公司	王麒正 工程師	
50	ZZ6	皓勝工業股份有限公司	蘇孝文 專員	蘇孝文
51	ZZ7	天九興業股份有限公司	范振榮 協理	范振榮
52	ZZ8	陳威志建築師事務所	陳威志 建築師	
53	ZZ9	Taitra	洪妤靜 高級專員	洪妤靜
54	ZZ10	中台資源科技股份有限公司	王嘉慶 工程師	王嘉慶
55	ZZ11	冠軍建材	周年瑾 經理	周年瑾
56	ZZ12	冠軍建材	姜錦祥 管理師	姜錦祥
56	ZZ12	花蓮區石材資源化處理股份有限公司	黃進福 總經理	黃進福
57	ZZ13	新北市政府工務局工程科	廖雄明 技士	廖雄明
58	ZZ14	東岱環保工程股份有限公司	張嘉倫 經理	張嘉倫
59	ZZ15	禪勝環保事業股份有限公司	張志維 經理	張志維
60	ZZ16	禪勝環保股份有限公司	黃聖閔 經理	
61	ZZ17	工研院材化所	李政道 正研究員	李政道

編號		單位名稱	姓名/職稱	簽名 （請以正楷書寫，以利辨識）
62	ZZ18	社會人士	陳森曜 建築師	陳森曜
63				
64				
65	ZZ19	財團法人環境與發展基金會		[illegible]
66				[illegible]
67				[illegible]
68				[illegible]
69				章詩逸
70				嚴玉挂
71				鄭明儀
72				[illegible]
73				曾偉綸
74				李紀瑩
75				李明璇
76				彭[illegible]
77				
78				
79				

附錄十、創新再生綠建材產品綠色特性評定基準(草案)

創新再生綠建材產品綠色特性評定基準(草案)

1. 適用範圍

本基準適用於使用一定比例以上國內所產生之回收材料，符合綠建材通則規定，且具有至少二項本基準適用之產品綠色特性，然其產品項目尚未納入再生綠建材評定基準之木質、石質無機性、與混合材質建材產品。

2. 材料來源

創新再生綠建材不得含有綠建材通則中之限制物質，且除回收材料以外之成分，皆不得為含氯高分子材料。

(1) 計入使用比率之回收材料來源應為國內所產生者。

(2) 廠內產生之廢棄物，如各種污染防治設施所回收之污泥、灰燼、經燒結後之廢料等，無通則中之限制性物質者，亦可計入為回收料比率，但應以乾重(扣除水分後)計算。產品製程各階段所產生之邊料(下腳料)返送於同一製程者，則不得計入為回收材料。

3. 回收材料比率

為確保創新再生綠建材有效使用再生材料，產品應符合之最低回收材料比率如下：

(1) 創新木質再生綠建材：回收材料佔木質部份組成之 60%以上。

(2) 創新石質無機性再生綠建材：回收材料佔產品總重量 50%以上。

(3) 創新混合材質再生綠建材：回收材料佔產品總重量 50%以上。

4. 產品綠色特性

本基準適用之產品綠色特性如下：

(1) 可拆解之設計：產品設計的特性，使產品能在其有用壽命結束之後，以一種可允許其組件與零件被再利用、回收、回收能源或其他可自廢棄物流中轉移的方式拆解。

(2) 可回收的：產品、包裝或相關零組件的特性，能透過可取得之製程與方案，自廢棄物流中轉移出來，並能被收集、處理，且以原料或產品的型態恢復使用。

(3) 可再利用的：產品或包裝之特性，此特性係被構想與設計為可以在其生命週期內，有某些次數的來回、輪換、或使用，並達到原先被構想之同樣目的。

(4) 回收比例：回收物料在產品或包裝中之重量比例，僅有消費前物料與消費後物料才能被列入回收比例之考慮。

(5) 延長產品壽命：依據更佳的耐用性或可升級之特點，產品被設計為可

延長使用壽命，以致減少使用資源或減少廢棄物。

(6) 減少資源使用：製造或銷售產品、包裝或特定的相關零組件時，減少所需物料、能源或水之使用量。

(7) 廢棄物減量：由於產品、製程、或包裝之改變，減少進入廢棄物流之物料量(質量)。

5. 綠色特性之評估方法

創新綠建材於申請評定時，應先向綠建材標章評定專業機構提出適用之產品綠色特性說明，經審核同意產品適用之綠色特性項目後，各項綠色特性之評估應參照CNS 14021環境標誌與宣告-自行宣告之環境訴求（第二類環境標誌）辦理，並使用國家、國際或特定行業之標準方法。

6. 品質性能試驗

創新再生綠建材產品若已有適用之國家標準，則應檢附產品符合國家標準之證明文件，若國內尚無可符合之國家標準，申請業者應檢附產品使用說明與建議參照之國家標準，經綠建材標章分類評定小組審議認定後，得以產品符合該參照國家標準之證明文件為產品品質試驗證明文件。

7. 其他

相關主管機關法規已有規範者，其關聯之產品綠色特性不得提出。產品取得創新再生綠建材標章者，如其產品綠色特性經相關主管機關訂為法規，致產品不再具備綠色優越性時，得繼續使用其標章至使用期間屆滿之日止。

附錄十一、第一場產官學研座談會 會議相關文件

(一) 綠建材循環經濟產業鏈結座談會 開會通知及簽到單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：尚美實業股份有限公司

發文日期：中華民國107年6月12日
發文字號：環發計字第1070612141號
速別：普通件
附件：「綠建材循環經濟產業鏈結座談會」簡章

開會事由：召開「綠建材循環經濟產業鏈結座談會」
開會時間：107年6月19日（星期二）14時00分
開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第四會議室 （新北市新店市北新路3段200號15樓）
主持人：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿
聯絡人及電話：章詩函 03-5910008 分機34

正本：尚美實業股份有限公司、春池玻璃實業有限公司、天九興業股份有限公司台南二廠、俊行記實業股份有限公司、家王室內裝修股份有限公司、駿隆橡膠工業股份有限公司、台灣資源再生協會-黃孝信理事長、台灣建築中心-李明賢經理、台灣永續綠營建聯盟-楊明俊秘書長、永旭豐環境科技-葉禮旭總經理、台灣綠建材產業發展協會、成功大學建築系-蔡耀賢教授、成功大學環境工程系-張祖恩教授、台灣科技大學營建工程系-黃兆龍教授、公共工程委員會-蔡志昌簡任技正。

副本：內政部建築研究所

財團法人環境與發展基金會

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
綠建材循環經濟產業鏈結座談會簽名冊

時間	107 年 6 月 19 日 14 時 00 分	地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第四會議室
主持人	陳文卿總經理	紀錄	章詩函

出席人員				
	機關（單位）	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備註
1	台灣資源再生協會	黃孝信理事長		
2	社團法人台灣永續綠營建聯盟	楊明俊秘書長		
3	永旭豐環境科技有限公司	葉禮旭總經理		
4	台灣綠建材產業發展協會	饒允政理事長		
5	成功大學建築系	蔡耀賢教授		
6	成功大學環境工程系	張祖恩教授		
7	台灣科技大學營建工程系	黃兆龍教授		
8	公共工程委員會	蔡志昌簡任技正		
9	財團法人台灣建築中心	李明賢經理		
10	尚美實業股份有限公司			
11				
12	春池玻璃實業有限公司			
13				

14	天九興業股份有限公司			
15				
16	俊行記實業股份有限公司	陳江村		
17				
18	家王室內裝修股份有限公司			
19				
20	駿隆橡膠工業股份有限公司	林怡安		
21				
22	內政部建築研究所	羅時麒		
23		姚志遠		
24		許智陽		
25				
26	財團法人環境與發展基金會	總經理	[illegible]	
27		副總經理	[illegible]	
28		經理	陳大[illegible]	
29		副研究員	章詩[illegible]	
30				
31				
32				
33				

(二) 綠建材循環經濟產業鏈結座談會 會議紀錄

壹、 時　間：107 年 6 月 19 日（星期二）14 時 00 分

貳、 地　點：內政部建築研究所第四會議室

參、 主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

肆、 出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

伍、 主席致詞：（略）

陸、 內政部建築研究所致詞(羅組長時麒)：

目前綠建材傾向於健康綠建材，配合循環經濟之政策未來希望能加強推動再生綠建材。本所本年度計畫委託環境與發展基金會透過產學研合作，以資源循環的角度導入，協助再生綠建材業者可以共同推動，讓再生綠建材再提昇。非常感謝大家提供寶貴建議供建研所參考。

柒、 執行單位簡報：（略）

捌、 綜合討論：

（一）內政部建築研究所-羅時麒組長

1.循環經濟除了循環還是不夠，還是必須要有經濟效益。

2.目前公共工程無強制使用綠建材，希望從地方政府開始施行。

3.後續將對於現行標章之相關法規進行檢討與調整。

（二）內政部建築研究所-姚志廷約聘研究員

1.將盤點現行之法規障礙修正建議給工程會或標檢局。

2.執行面問題是使用者或建築師有顧慮，此計畫後續將會辦理觀摩會，讓裝修業者或建築師看到實際再生建材製程及已經採用這些產品的建築，提昇使用者的信心。

（三）春池玻璃實業有限公司-林建仲總經理

1.我們的材料是發泡節能磚，利用玻璃發泡之後產生很多獨立的氣孔，達到保溫斷熱隔音的效果。

2.以玻璃回收再利用而言，回收後的玻璃，處理後大部分都能夠回到玻璃製造業(台玻、華夏)，這是最期望的循環。但有一些是無法回

到玻璃製造業者，就必須仰賴基礎產業，例如高壓混凝土磚或紅磚(尚美、俊行記)，能夠去化這些無法回到玻璃製程的玻璃，並且減少天然資源的使用。

3.春池開發的環保玻璃節能磚目前在市場上很受歡迎，但如果要達到經濟效益，還有很長一段路，需要各界的支持，尤其是政府單位。尤其是此產品於現行標章中尚無法被納入，希望能檢討相關之規格標準，以利提出綠建材標章之申請。

4.所回收之玻璃若為混雜各種顏色之玻璃，就必須仰賴如高壓混凝土磚或紅磚業者來幫忙，否則無法消化，希望能從法規面提供改善。

(四)俊行記實業股份有限公司-陳江村總經理

1.目前大家遇到的困難應該大同小異，主要是產品去化方面的問題，建議提高綠建材強制的使用量。

2.現在綠建材技術方面有一定的成熟度，但再生綠建材的產品並沒有一個有效的渠道可以去化。

3.循環經濟只要其中一個環節沒有管理妥善，就不會有循環，因此最終的問題在於最後的使用者並沒有強制使用再生綠建材。

(五)財團法人台灣建築中心-李明賢經理

1.中國認為建築材料中主要的四大類包括水泥、石頭、玻璃及複合材料等， 因此在綠建材部分有相對的規範要求，使其可以優先納入綠色材料，對於未來綠色建築使用量及去化量能有良好的統計值。

2.在台灣循環經濟方面，建議對於可資利用的回收材料訂出回收量標準，現行部分，飛灰、底灰、玻璃及家具鋸屑，目前有初步供需的模式，若有供需平台媒合會更清楚流向。

(六)永旭豐環境科技有限公司-葉禮旭總經理

1.對於市場供需方面，第一個步驟就是盤點各部會會限制經濟發展的法規，臺歐盟循環經濟研討會中提到，歐洲的推動是以產官學組成的綠色協議，告訴政府哪些法規需要突破。

2歐洲在推動循環經濟上，要掌握一個產業的上中下游就是看物質流。目前初步了解，台灣在材料廢棄端到綠建材廠商並沒有任何一個機關有這樣的數據，因此建立一個資料庫很重要。

3.台灣再利用率做得很好，但是缺乏經濟模式，荷蘭循環週提到，從物質流循環架構結合不同業別的商業模式，計算出來之後，才會有經濟的效用。

4.未來台北市政府對於公宅，國小翻修都要採用循環經濟的商業模式，意味著政府將循環建築放進重要政策要 拓市場經濟。

(七)尚美實業股份有限公司-蘇黃清總經理

1.如何把政府法令修改能夠有利於業者銷售產品?

2.建議透過法令規範要求公共工程使用資源再生綠色產品比率。

3.輔導設計規劃單位須深入瞭解資源再生綠色產品之特性，政府政策應將綠色產品列入工程使用規範中。

(八)駿隆橡膠工業股份有限公司-林怡文特助

1.本公司主要問題是原料來自於卡車輪胎，但是由上游先處理再買入，作為橡膠地磚的原料，因為是二次料，所以無法被綠建材標章或是環保標章認定。(環發會補充說明:應是誤解)

2.希望有類似春池玻璃的影片能夠推廣產品。

(九)台灣資源再生協會-黃孝信理事長

1.環保署提出循環經濟roadmap，法規需要作檢討與改進。

2.需將再利用個案做好，才能繼續往下進行。

3.可由目前可用得上的大宗綠建材先推廣。

(十)社團法人台灣永續綠營建聯盟-楊明俊秘書長

1.土木營建原料再生利用性高，且材料種類多，政府如何確實建立生命週期的履歷制度，以協助原料供需問題。

2.政府應該多輔導新型綠建材的需求，讓各部會及產官學都更加了解。

3.應加強各部會、業者以及建築師的交流能夠達到推廣的目的。

4.依再生綠建材標章的法令規定:「回收材料應為國內所產生，不得含有綠建材通則中限制物質，且不得為來自國外之回收料」，容易造成誤解，是否需修改明確一些。

【結論】

感謝各位先進提出之寶貴建議。此計畫就是希望能夠有循環又創造經濟效益，讓產業上中下游能夠鏈結，建立整個物質流的循環體系，最後達到經濟效益及環境效益。

附錄十二、第二場產官學研座談會 會議相關文件

(一)「資源循環及再利用建材推廣應用策略」產官學研座談會 開會通知及簽到單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：洪博士榮勳

發文日期：中華民國107年11月20日
發文字號：環發計字第1071120364號
速別：普通件
附件：會議議程表

開會事由：召開「資源循環及再利用建材推廣應用策略」產官學研座談會，請查照。

開會時間：107年11月29日（星期四）9時30分

開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第三會議室 （新北市新店區北新路3段200號15樓）

主持人：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

聯絡人及電話：章詩函 03-5910008 分機34

正本：江教授哲銘、洪博士榮勳、陳委員瑞鈴、張教授祖恩、黃教授兆龍、張建築師矩墉、胡教授憲倫、行政院公共工程委員會、內政部營建署、經濟部工業局、行政院環保署廢棄物管理處、台灣資源再生協會、台灣綠建材產業發展協會、台灣永續綠營建聯盟、財團法人台灣建築中心、立順興資源科技股份有限公司、民峰實業股份有限公司、綠森林環保科技有限公司、中聯資源股份有限公司、

副本：內政部建築研究所

備註：

一、為配合節能減碳政策，請自備環保杯。

二、為順利進出本大樓，請攜帶開會通知單與會，本大樓恕不提供停車位。

財團法人環境與發展基金會

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
「資源循環及再利用建材推廣應用策略」產官學研座談會
會議簽名冊

時間	107 年 11 月 29 日 9 時 30 分		地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第三會議室
主持人	陳文卿總經理		紀錄	章詩函
	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辦識)	
1	內政部建築研究所		姚志廷	
2				
3				
4	陳委員瑞鈴		陳瑞鈴	
5	張建築師矩墉			
6	黃教授兆龍			
7	張教授祖恩			
8	江教授哲銘			
9	胡教授憲倫	代		
10	洪博士榮勳		洪榮勳	
11	行政院公共工程委員會			
12	內政部營建署			
13	經濟部工業局			

	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)
14	行政院環保署廢棄物管理處	著任協任	陳當仲
15	台灣資源再生協會	秘書長	黃拉中
16	台灣綠建材產業發展協會		
17	台灣永續綠營建聯盟		
18	財團法人台灣建築中心		
19	立順興資源科技股份有限公司		陳明義 吳明宣
20	民峰實業股份有限公司		
21	綠森林環保科技有限公司		杜春梅
22	中聯資源股份有限公司		
23	財團法人環境與發展基金會		沙文鋼
24			章詩函
25			宋大嘉
26	台北科技大學環境所		郭建宏
27	〃		柳廷蓉
28	〃		ERICH LINDA
29			
30			

(二)「資源循環及再利用建材推廣應用策略」產官學研座談會 會議紀錄

壹、 時　間：107 年 11 月 29 日（星期四）9 時 30 分

貳、 地　點：大坪林聯合大樓 15 樓第三會議室

參、 主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

肆、 出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

伍、 主席致詞：（略）

陸、 執行單位簡報：（略）

柒、 綜合討論：

（一） 陳簡任技正凱中（環保署廢棄物管理處）

1. 盤點目前法規(工程會或是建築法規等)有何困難點，俾使政府各部會協助推廣再生綠建材。
2. 再生綠建材應建立品質管理制度，讓業者及實際應用單位對再生綠建材之品質有信心，較能提升使用率。

（二） 吳瑋羚小姐(經濟部工業局)

1. 再生產品常遇到品質有疑慮或欠缺誘因等困難，使其不利於推動。
2. 因綠建材之範圍更廣，於業界知名度較工業局之綠色產品高，廠商更願意申請，建議執行單位可盤點哪些部會可以合作推動。

（三） 陳明義先生(立順興資源科技股份有限公司)

1. 呼應工業局所提，各部會(環保署、工業局)之綠色標章及認證該如何與綠建材標章進行整合，於推動上可較順遂。
2. 針對立順興電弧爐氧化碴(以下簡稱爐碴)再利用進行說明如下：爐碴雖含有些許重金屬物質,但由於爐碴是1500℃熔煉下所產生，因此其性質穩定，重金屬物質不易溶出，並具有重量較重及堅硬等特性。
3. 目前利用爐碴之特性提升其再利用產品之性能，希望可申請綠建

材標章，但於申請時遇到困難。普遍市場對再生材料有刻板觀念，因此將爐碴再生粒料以瀝青鋪面粒料之名稱申請，然而於審查時需額外提供瀝青鋪面之檢驗報告，希望未來能進行調整。

4. 高性能綠建材中有透水綠建材項目，未來若是能符合標準，也期望能獲得高性能綠建材標章。

（四） 吳明富先生(立順興資源科技股份有限公司)

1. 我們希望名稱是鋪面用粒料或是瀝青鋪面粒料，因此於綠建材標章申請規則中，申請的名稱、型號及試驗報告需一致，因此為了申請綠建材標章需要進行額外的檢測。
2. 廠商對於綠建材標章的申請費用較有疑慮，因檢測及審查之費用對於廠商之負擔較重，若是同樣的產品又分粗細，費用則更高。

（五） 杜負責人春梅(綠森林環保科技有限公司)

1. 目前有很多綠色標章或綠色認證，是否可以進行整合，以簡化業者申請程序。
2. 一般大眾普遍對於再生材料有品質較差之刻板印象，請公家機關多多推廣再生原料，讓再生產品可以有更多更好的利用及使用。

（六） 黃秘書長拯中(台灣資源再生協會)

1. 現階段法規面有鼓勵性及管制性，鼓勵性部分建議可以整合各部會之綠色標章，並將尚未納入採購法優惠之項目納入，提升業者申請之誘因；管制性部分常因少數不肖業者而不斷加嚴，造成多數業者之不便，應是對不肖業者應加強取締，而非對於所有業者加強管理規定。

（七） 陳委員瑞鈴

1. 如何改正再生材料就是次級品或品質較差的刻板印象，讓一般民眾及業者能了解、接受及採用(即去汙名化)。應針對不同再生材料的使用(包括比例多寡)，進行有系統的試驗研究，讓再生材料品質性能透明化。加強再生材料正面效益，優點之宣導推廣。

2.研議擬定再生建材之分類使用用途，並納入相關施工綱要規範參辦。

3.再生產品除符合國家標準外，應深入研究其性質，以了解再生材料於各種試驗條件下產生之效應，將資源化產品應用於適合之用途，有利於改善再生產品之刻板印象。

（八） 張建築師矩墉

1.應詳細規範再生產品使用之材料及配比，防止不肖業者使用類似之材料誤導使用者。

2.容許同一建材可以同時兼取兩個以上綠建材標章，例如塑木同時取得再生與健康綠建材。

3.各類標章間雷同部分是否能互相認可，以減輕業者申請標章之負擔。

4.應思考建築技術規則是否適合納入再生綠建材，並改變以表面材料使用率之檢討方式，否則以綠建材包含的四大類材料而言，對循環材料並無優勢。應採用工程經費所佔比例，且限制單一類材料所佔比例上限。

（九） 黃教授兆龍(國立台灣科技大學營建工程系)

1.建議能以問卷請產官學研界提供意見，以問卷收集詳細資訊分析找出最佳解方。

2. 建議以3E角度進行改善:

(1) 工程面(Engineering):品質符合規範，知其性而為之。

(2) 環境面(Environmement):環境友善，提供妥善數據。

(3) 經濟面(Economy):以貿量價分析，最佳化。

3.大量去化為低階使用；高品質化為高階使用。

4.增加行銷技術，推廣手法，利用網路懶人包，擴展能見度。以大數據，物聯網(Iot)及人工智慧(AI)ICT有效整合既有資訊，提供材料透明化資訊。

5.訂綱要規範，強制使用再生綠建材（先決條件是有足夠數據)。建立上中下游一條龍的生產履歷，讓生產者開心，設計者放心，使用者安心。

6.目前大部分法規包括CNS已將再生材料列入。建議建築技術規則室外綠建材使用可提高至體積量之40%以上。

（十） 江教授哲銘(國立成功大學能源科技與策略研究中心)

1.建議加強對使用再生綠建材之構件及整屋作室內環境品質之聲、光、熱、氣之物理因子，化學因子，生物因子之性能能提高效益之數據與說明。

2.建議建築技術規則對再生綠建材使用部位擴大範圍及比率提高（目前營建署已經列入提高外部使用比率到20%)。

（十一） 洪博士榮勳(財團法人環境資源研究發展基金會)

1.建議在實行策略方面針對業界，包括供應端、設計端、施工、使用端作問卷調查，了解在實際施行面碰到的問題，提出解決的辦法。

2.永續料源應從料源管理著手，若是原料本身無品質疑慮，循環再生後之產品品質當然也無疑慮。

（十二） 張教授祖恩(國立成功大學環境工程系)

1.配合上中下游一條龍之管理及產品品質，提昇並維持品質及供應量之穩定應為要務，品質之建立應是克服目前障礙之辦法。

2.正名應為必要，不要用「再生」二字，或可稱「循環綠建材」。

3.原料端的允收標準，生產過程之品管，產品之品質及適材適用之規範，以建立使用者及社會的信任。

4.政府、中央或地方公共建設示範使用，建立使用相關過程/品管作業，並追蹤管考其績效，公開透明資訊，讓相關業者及民眾能安心，如此當可拓展應用。

5.應用案例，可藉網路、研討會廣為宣導。

（十三） 內政部建築研究所(姚博士志廷)

1. 請計畫主持人將今日座談會之意見彙整於提案單，納入下年度計畫之執行項目。
2. 會議中提到再生材料應深入研究，以實驗數據確保再生產品品質無虞，應可納入台南再生綠建材實驗室之工作項目，以活化實驗室之量能。

（十四） 財團法人環境與發展基金會

1. 綠建材標章生產及管理皆非常重要，相信各部會對於核發標章之後續管理亦相當重視。
2. 工業局之資源再生綠色產品涵蓋範圍更廣，而再生綠建材為再利用產品其中之一，但二者各有不同的訴求重點。
3. 地方政府使用再生產品後發生許多問題，未來應對再生產品進行深入研究,提出各項實驗數據及證據,使各公家機關可安心使用。

捌、 【結論】

感謝產官學研各界代表提出寶貴意見，未來將深入研究再生材料之性質，確保再生綠建材之品質及用途無疑慮，使各公家單位願意優先使用，以利國內廢棄物之去化並符合循環經濟之宗旨。後續也將彙整各界之意見，並納入下年度計畫之執行項目。

附錄十三、再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選審查會 會議相關文件

(一)開會通知單

正本 財團法人環境與發展基金會 開會通知單

地址：新竹縣310竹東鎮中興路四段195號52館512室
電話：(03)5910008分機34 章詩函 傳真：03-5820231
電子郵件：yuna@edf.org.tw

受文者：李教授隆盛

發文日期：中華民國107年11月1日
發文字號：環發計字第1071101338號
速別：普通件
附件：會議議程表

開會事由：召開「再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選」審查會議，請查照。

開會時間：107年11月5日（星期一）9時30分

開會地點：大坪林聯合開發大樓15樓第三會議室 （新北市新店市北新路3段200號15樓）

主持人：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

聯絡人及電話：章詩函 03-5910008 分機34

正本：張教授祖恩、李教授隆盛、江教授哲銘、黃教授兆龍、廖教授文斌、陳委員瑞鈴、鍠委員允政

副本：內政部建築研究所

備註：

三、為配合節能減碳政策，請自備環保杯。

一、為順利進出本大樓，請攜帶開會通知單與會，本大樓恕不提供停車位。

財團法人環境與發展基金會

「再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選」審查會議議程

陸、 時間：107年11月5日(星期一)9時30分

柒、 地點：內政部建築研究所大坪林聯合開發大樓15樓 第三會議室

（新北市新店市北新路3段200號15樓）

捌、 主席：財團法人環境與發展基金會 陳總經理文卿

玖、 會議內容：

內政部建築研究所於台南建築性能實驗群建置有「再生綠建材實驗室」，包括再生綠建材製程開發與綠建材檢測兩部分，各項儀器設備相當完整。為促進綠建材循環經濟，協助建材業者利用實驗室之相關設備開發優質再生綠建材，將媒合廠商並研擬與業界合作機制。本次會議主要為審查遴選之廠商是否合適，以利後續評估利用再生綠建材實驗室之相關儀器設備進行研發之可行性，以強化實驗室效能。

壹拾、會議議程

項次	時間	議程
一	9:30~9:40	主席致詞
二	9:40~10:10	簡報： 1. 再生綠建材實驗室概況及合作機制說明 2. 遴選廠商資料說明
三	10:10~10:50	討論
四	10:50~11:00	結論

(二)簽名冊

內政部建築研究所
「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」
「再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選」審查會議簽名冊

時間	107 年 11 月 5 日 9 時 30 分		地點	大坪林聯合開發大樓 15 樓第三會議室
主持人	陳文卿總經理		紀錄	章詩函
	出席人員	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	
1	內政部建築研究所		許育勝	
2				
3				
4	張教授祖恩		張祖恩	
5	李教授隆盛		李隆盛	
6	江教授哲銘		江哲銘	
7	黃教授兆龍		黃兆龍	
8	廖教授文城		廖文城	
9	陳委員瑞鈴		陳瑞鈴	
10	饒委員允政		饒允政	
11	財團法人環境與發展基金會		于寧	
12			秦大嘉	
13			章詩函	
14				

(三)審查會簡報資料

再生綠建材實驗室
產學研合作廠商遴選審查會

107年11月5日

財團法人 環境與發展基金會

背景說明

- 再生綠建材實驗室包括製程開發與性能檢測兩部分，儀器設備功能相當完整，可與業界合作進行再生綠建材之研究開發。
- 透過研擬與外界合作機制，媒合廠商善加利用各項設備研發優質資源循環綠建材。
- 目前再生綠建材實驗室之製程設備以石質類及木質類建材開發設備為主，因此，將以利用礦石類與纖維質類回收材料產製建材之廠商作為優先媒合之對象。
- 建研所目前對業界合作尚乏完備之辦法，建議儘速研訂以利業界配合。
- 環發會承接建研所委辦「綠建材標章循環經濟產業鏈結計畫」工作項目，將遴選2家廠商評估利用「再生綠建材實驗室」之相關儀器設備進行研發之可行性，並辦理1場次審查會議。

財團法人 環境與發展基金會 2

再生綠建材實驗室建置緣由

- 建置目的與功能：
  - 執行再生建材相關之各項技術與規範研究
  - 製程開發
  - 規範研訂
  - 品質驗證
- 示範推廣與研習訓練
- 再生建材檢測及功能認定

=>兼具技術開發、性能驗證、示範推廣與研習訓練等多元性之功能

財團法人 環境與發展基金會 3

「再生綠建材實驗室」設備

包括兩大部份：

- 「再生綠建材製程開發實驗室」
  - 木質廢棄物再生建材開發
  - 石質廢棄物再生建材開發
  - 混合廢棄物再生建材開發
- 「再生綠建材性能檢測實驗室」
  - 化性分析
  - 物性分析
  - 力學特性分析
  - 環境性分析

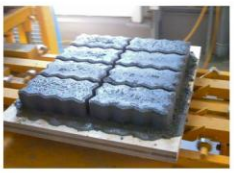
財團法人 環境與發展基金會 4

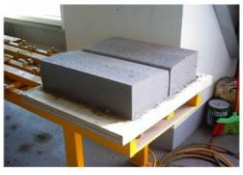
再生建材製程實驗設備功能用途

類別	設備名稱	功能用途
石質類	顎碎式石質破碎機	將混凝土塊或石質再生原料，破碎至3~8mm顆粒
	石質細碎粉磨機	顎碎後的石質顆粒，粉碎成1mm~200mesh粉粒體
	震盪篩分設備	粉碎後顆粒,篩選分離成各種實驗用的粒度篩目10、5、3mm
	輸送帶式磁選機	分離去除雜鐵塊鐵釘
	混凝土拌合設備	用於水泥與混凝土塊骨材之充分混拌
	高壓混凝土磚製磚機	製成單色含式水泥磚，可以更換模具生產不同規格植草磚、空心磚磚、鋪地石、連鎖舖面磚以水泥製品

財團法人 環境與發展基金會 5

石質再生建材製備與測試



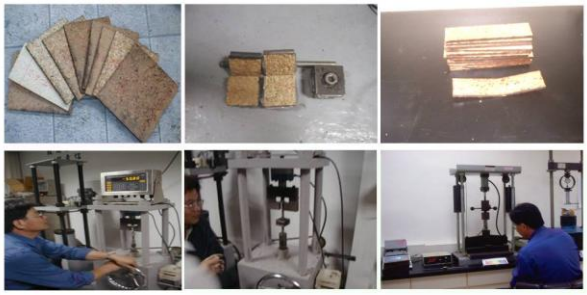


財團法人 環境與發展基金會 6

再生建材製程實驗設備功能用途

類別	設備名稱	功能用途
木質類	木質粗破碎機	將木質廢棄物或再生原料破碎至5cm粒片
	木質細破碎機	粗碎後之木質粒片再行破碎至0.5cm以下粒片
	木質粒料篩篩機	經粉碎後的粒片，篩選分離成實驗用的粒度含篩網目大小：6、10、20、40、100、200 mesh
	旋即攪拌烘乾機機	經粉碎篩分處理後的木質粒料與膠合劑充分混拌與預熱
	電子自動計量裝置	木質再生原料與膠合劑樹脂的自動偏量計量
	樹脂合成反應器	進行熱壓膠合劑的樹脂原料聚合合成與備料
	熱壓塑合成型機	配合合種塑合成型模具將粉粒片塑合原料熱壓成一體成型的傢俱組件等產品
	塑料製粒與押出成型機	定量後的廢塑膠料與熱塑性塑膠均勻的加熱混拌並擠壓成小粒狀，經押出成型，製成合種人造木板或塊狀產品，如踢腳板、等產品
	熱壓塑合成型模具	經熱壓一體成型製成合種傢俱組件等使用的模具

木質再生建材製備與測試



再生綠建材實驗室產學研合作討論會(1/4)

會議資訊

- 會議時間：107年9月19日，9時30分
- 地點：內政部建築研究所再生綠建材實驗室
- 主席：財團法人環境與發展基金會　陳文卿總經理
- 出席單位：
  - ✓ 內政部建築研究所蔡介峰主任、研究助理陳濤
  - ✓ 成功大學環境工程系張祖恩教授
  - ✓ 成功大學建築系蔡耀賢教授
  - ✓ 中聯資源公司(許伯良經理、吳佳正工程師)、亞德利塑膠公司黃漢平經理、成大昶閎科技公司(郭文毅執行長)、中華紙漿公司林建帆先生)
  - ✓ 環境與發展基金會 蔡人傑經理、梁永瑩經理、章詩函副研究員

再生綠建材實驗室產學研合作討論會(2/4)

會議過程

實驗設備介紹(蔡主任介峰)

合作模式說明

設備參訪

座談討論

再生綠建材實驗室產學研合作討論會(3/4)

廠商建議事項

- **應鼓勵再生綠建材實驗室之業務範疇**，希望能於實驗與認證上作為廠商之後盾
- 對初始簽訂合作之廠商，**應給予認證免費或極優惠之收費**
- 應協助簽訂合作之廠商，**呈請公會與政府修法**，達成讓環保建材依法被使用，並循序漸進逐年提高再生資源之使用比例
- 邀集初始簽訂合作之廠商定期召開檢討會，檢討以上有關業務之執行成效，或齊心修正以利推展，並**滾動檢討及修訂執行方式**
- 將「**為環保建材確立認證**」，也列入再生綠建材實驗室之法定業務目標之一
- 再生綠建材實驗室之測試與認證的廣度與深度能力都應該要足夠，例如:拉力測試、壓力測試、硬度測試、衝擊試驗、吸水率測試等。
- **鏈結上中下游之相關廠商並集結各種不同資源**，協助從源頭研發、試驗量產、成品，甚至到後續標章的申請及銷售
- 以**建立協會或聯盟方式**，會員廠商繳交費用後即可使用中心的資源，提高廠商與實驗室合作之意願

再生綠建材實驗室產學研合作討論會(4/4)

重要結論

- 可藉由內政部建築研究所的計畫，協助廠商使用再生建材實驗室之設備，研究開發產品並確保產品品質，使其能夠循環。
- 建研所之設備適合於試量產階段進行生產條件測試。
- 建材業者可利用建研所研發資源，並結合上中下游產業組成策略聯盟。
- 請業者評估使用實驗室設備進行研發之可能，以及研擬相關合作機制。

申請廠商資格審查

亞德利塑膠工廠股份有限公司

眾多環保建材的產品中，亞德利首推 **模塑板** 藉此取代傳統模。

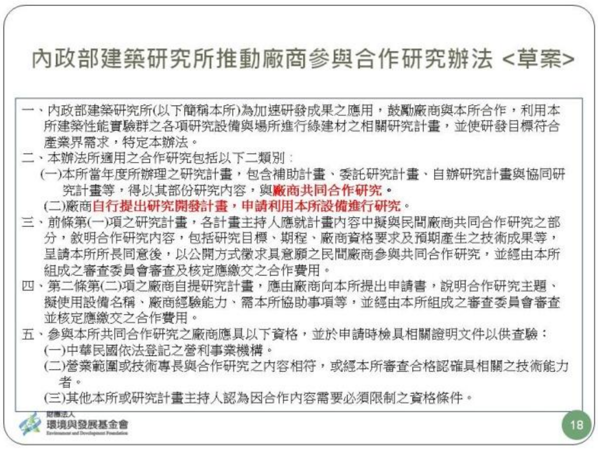
減少樹木的砍伐，讓地球生態得以在人為開發中降低傷害。考量使用者的利益與產品本身最大的物命價值與效益，模塑板採取 **租賃** 及 **販售**，讓使用者可以針對使用需求考量，選擇較有利的方式做使用。

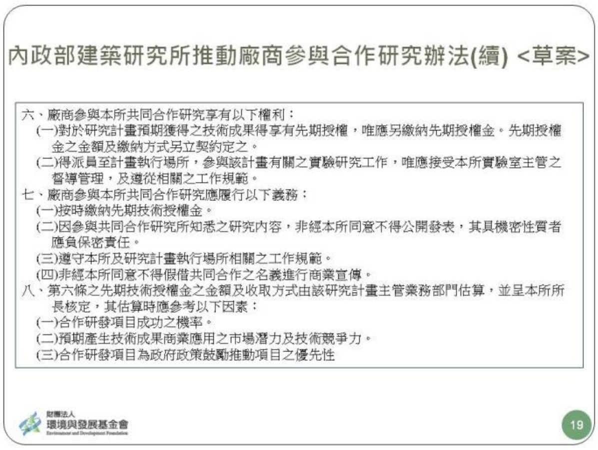
- 公司主要產品內容:
  以回收塑料製成塑木材料:塑木角板材用於造景、營造模板、擋土牆、及運貨棧板等
- 擬研發產製之產品
  以回收塑料製成塑木材料:方形條柱角板、H型柱、L型柱，圓樺等用於造景、傢俱、營造模板、擋土牆運貨棧板、鐵道枕木等
- 使用之材料(回收料種類)
  以回收塑料為主
- 可使用之設備
  木質類設備及強度、韌度、冷熱耐候等測試設備

成大昶閎科技有限公司
成大昶閎係由國立成功大學土木系輕質與結構材料試驗室的研發團隊, 將所發明<水庫淤泥改質技術>以衍生公司的模式來推廣; 2008年起由學界走向業界,成為專業的淤泥以及營建剩餘土資源化再生利用設計與製造商
公司主要產品內容:
水庫淤泥再利用商品
擬研發產製之產品
裝飾材料、建築材料
使用之材料(回收料種類)
水庫淤泥、紙漿污泥
可使用之設備
石質再利用設備
底材
施作原則處理
原因
原油漆面(無壁癌)
檢查漆面與底部附著良好，可以直接施作樂土灰泥。
原漆面已完成遮瑕
磁磚面
表面越平整，越省料
粉化、滲水、壁癌內牆
將牆壁病徵問題處理完並全面整平後，再施作樂土灰泥。
皮膚沒生病才能化妝
矽酸鈣板、石膏板、普通木板
水泥板與矽酸鈣板可用水性底漆原液遮瑕；木板採用油性底漆或是油漆遮瑕，再施作樂土灰泥。
避免不同材質接縫，會產生接縫色差
板材與水泥壁面混合
水泥板、矽酸鈣板與水泥壁可用水性底漆原液遮瑕；木板與水泥壁採用油性底漆或是油漆遮瑕，再施作樂土灰泥。
避免不同材質接縫，會產生接縫色差
樂土
log 10=1
國家
log 100=2
15

廠商合作同意書
合作同意書
本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，共同參與內政部建築研究所「再生綠建材實驗室」產學研合作計畫。
立同意書人：市場銷售經理 黃漢平
代表人：董事長 蔡子良
地址：台南市善化區溪美里 溪尾 72-36號
中華民國107年 10 月 10 日
合作同意書
本公司同意與財團法人環境與發展基金會合作，共同參與內政部建築研究所「再生綠建材實驗室」產學研合作計畫。
立同意書人：
代表人：
地址：
中華民國 107 年
亞德利塑膠工廠股份有限公司
合作同意書
成大昶閎科技有限公司
合作同意書
財團法人
環境與發展基金會
16

推動廠商參與合作研究辦法 <草案>
財團法人
環境與發展基金會


內政部建築研究所推動廠商參與合作研究辦法 <草案>
一、內政部建築研究所(以下簡稱本所)為加速研發成果之應用，鼓勵廠商與本所合作，利用本所建築性能實驗群之各項研究設備與場所進行綠建材之相關研究計畫，並使研發目標符合產業界需求，特定本辦法。
二、本辦法所適用之合作研究包括以下二類別：
(一)本所當年度所辦理之研究計畫，包含補助計畫、委託研究計畫、自辦研究計畫與協同研究計畫等，得以其部份研究內容，與廠商共同合作研究。
(二)廠商自行提出研究開發計畫，申請利用本所設備進行研究。
三、前條第(一)項之研究計畫，各計畫主持人應就計畫內容中擬與民間廠商共同合作研究之部分，敘明合作研究內容，包括研究目標、期程、廠商資格要求及預期產生之技術成果等，呈請本所所長同意後，以公開方式徵求具意願之民間廠商參與共同合作研究，並經由本所組成之審查委員會審查及核定應繳交之合作費用。
四、第二條第(二)項之廠商自提研究計畫，應由廠商向本所提出申請書，說明合作研究主題、擬使用設備名稱、廠商經驗能力、需本所協助事項等，並經由本所組成之審查委員會審查並核定應繳交之合作費用。
五、參與本所共同合作研究之廠商應具以下資格，並於申請時檢具相關證明文件以供查驗：
(一)中華民國依法登記之營利事業機構。
(二)營業範圍或技術專長與合作研究之內容相符，或經本所審查合格認確具相關之技術能力者。
(三)其他本所或研究計畫主持人認為因合作內容需要必須限制之資格條件。
財團法人
環境與發展基金會
18


內政部建築研究所推動廠商參與合作研究辦法(續) <草案>
六、廠商參與本所共同合作研究享有以下權利：
(一)對於研究計畫預期獲得之技術成果得享有先期授權，唯應另繳納先期授權金。先期授權金之金額及繳納方式另立契約定之。
(二)得派員至計畫執行場所，參與該計畫有關之實驗研究工作，唯應接受本所實驗室主管之督導管理，及遵從相關之工作規範。
七、廠商參與本所共同合作研究應履行以下義務：
(一)按時繳納先期技術授權金。
(二)因參與共同合作研究所知悉之研究內容，非經本所同意不得公開發表，其具機密性質者應負保密責任。
(三)遵守本所及研究計畫執行場所相關之工作規範。
(四)非經本所同意不得假借共同合作之名義進行商業宣傳。
八、第六條之先期技術授權金之金額及收取方式由該研究計畫主管業務部門估算，並呈本所所長核定，其估算時應參考以下因素：
(一)合作研發項目成功之機率。
(二)預期產生技術成果商業應用之市場潛力及技術競爭力。
(三)合作研發項目為政府政策鼓勵推動項目之優先性
財團法人
環境與發展基金會
19

內政部建築研究所推動廠商參與合作研究辦法(續) <草案>
九、為規範與廠商共同合作之權利義務，應另制定合作研究契約以遵循。
十、廠商參與本所共同合作研究，所繳付之費用中，扣除進行研究必要之各項開支外，應解繳國庫。
十一、適用第二條第(一)項之研究計畫主持人，及適用第二條第(二)項之廠商應於計畫結束後撰寫「廠商參與合作研究」計畫執行成果報告書。
十二、因執行合作研究計畫所產生之技術成果及智慧財產權為本所所有，但參與合作研究之廠商得依合作研究契約規定而享有優先使用權利。
十三、廠商參與本所共同合作研究，不應進行有違反國家法令及侵犯他人權益之行為；若有違反者應由廠商自行承擔相關之法律責任；若有疑議之處得事先請求本所說明。
十四、廠商使用本所研發成果，或引用委託本所技術服務之結果，應以與本所簽訂之各項契約範圍內為限，不得擅為擴充解釋或引用。
十五、執行本所計畫辦理廠商共同合作研究績效優良，並獲參與廠商肯定之計畫主持人及研究團隊成員，應酌予獎勵；前述計畫主持人為本所所屬研究人員者，依本所獎懲辦法獎勵之；若為所外人員則計入其委辦或補助計畫之研發績效中。
十六、配合本辦法之實施所定之各項作業流程與呈核表單及其他相關作業辦法另訂之；其他未定事宜悉依內政部或本所相關規定辦理。
財團法人
環境與發展基金會
20

(四)會議記錄

內政部建築研究所

「綠建材循環經濟產業鏈結推廣計畫」

再生綠建材實驗室產學研合作廠商遴選

審查會議紀錄

玖、 時　間：107 年 11 月 5 日（星期一）9 時 30 分

壹拾、地　點：大坪林聯合大樓 15 樓第三會議室

壹拾壹、　主　席：陳總經理文卿　　記錄：章詩函

壹拾貳、　出列席單位及人員：詳如會議簽名冊

壹拾參、　主席致詞：（略）

壹拾肆、　執行單位簡報：（略）

壹拾伍、　綜合討論：

（十五）　張教授祖恩

1. 內政部建築研究所推動的各項計畫中，若是皆能盡量利用再生綠建材實驗室之設備進行研發，應能提升再生綠建材實驗室整體量能。
2. 全國各部會的計畫有些可能會需要這些實驗設備，應研擬相關合作機制，可使這些計畫不需另購此類設備，而利用建研所之設備就可以了。
3. 廠商自提研究計畫的部分，雖然使用者付費是基本，但若是有鼓勵機制將可增加廠商使用之誘因，使這些設備創造最大的利用價值。
4. 與學校系所合作需是開放的，也不應僅限定於建築系。

（十六）　陳委員瑞鈴

1. 第一個步驟是檢視實驗室設備狀況,第二個步驟是了解設備功能是否足夠，深度廣度是否需要再增加。
2. 需釐清目前廠商研發之需求，簡報中提到一家廠商可製作模塑

版，一般模塑板使用木頭製作，使用一至兩次就需丟棄，若加入回收塑膠後可比一般模板增加其耐久性，是一個很好的材料研發，對產業界很有幫助。

3. 目前實驗室面臨之問題為人力不足，在此情況之下，若是以研究計畫的方式進行基礎開發，無論是委託研究或協同研究或是補助計畫，都可以採獎勵方式讓這些計畫在該實驗室內進行。但還是需要經過所內的行政程序。

4. 實驗室另一個困境是目前的稅入只達到預算的6成，因此立法委員希望可以讓實驗室民營化，以企業的經營方式讓收入較穩定。

5. 若是在實驗室人力不足的情況下，建議應可有開放學生實習的機會，一方面培訓學生，一方面解決實驗室人力不足的問題。

（十七） 江教授哲銘

1. 目前實驗室有人力配置方面的問題，可考慮與南部鄰近之學校合作。

2. 目前建築系工程組與環控組有在進行這一類研究的老師較少，反而是土木、環境、資源相關的系所較多在做這樣的實驗，短期內應是考慮吸引這些系所或研究中心。

（十八） 黃教授兆龍

1. 若是單以實驗室設備進行，研發能量較不強，建議可有一個大型計畫集合產業界研發人才、學術界博士後研究員、甚至可引進東南亞方面人才。

2. 建議如同歐盟H2020計畫，建立再生綠建材政策項目，由科技部或國家經費支援部分研發經費，整合產官學研共同參與，並建置完善的產－銷系統。

3. 原則上敬表同意現階段提出之此兩家廠商，因有參與就是開始，建築研究所願意支援這個研究計畫，以及整體規劃都很好，其中如何促進產業界加入之細節須再調整修改即可。

（十九） 廖教授文城

1. 目前經濟部對於建築產業的支持較不足，這方面剛好是建築研究所可發揮功能的地方。實驗室要開發市場除了做檢測之外應做研發，研發是從輔導的立場做研發，經濟部或科技部都是可爭取的資源。
2. 若需業者投入資金現階段可能較困難，而由政府投入經費則較容易，並可以藉由建築方面相關的技術輔導將業者慢慢帶入，可補足國內工程公司對循環經濟的缺口。
3. 建議可增加一個誘因，第一階段是業者參與部分，可先協助業者申請經濟部計畫，經過一段時間運行之後，第二階段就是廠商來申請後直接補助經費給廠商。

（二十） 李教授隆盛

1. 設備盤點後若尚需修繕，經費從何而來?
2. 人力部分，若是學生願意配合就可以從課程開始藉由相關計畫去配套進行
3. 未來廠商進入後，實驗室該如何管理，應先有相關規劃。
4. 經費可以由科技部、經濟部獲得，實驗室應著重在研發，檢測是其次，可由募資或是天使基金去爭取，
5. 目前似乎沒有廠商審查辦法，如果有會更完善。

（二十一） 饒委員允政

1. 業界是非常贊同以實驗室作為開發的能量，第一個課題是如何讓業界知道有這樣的實驗室。
2. 未來人力增設部分是專業人力或是行政人力需釐清，是否需要廠商研發團隊進駐。
3. 廠商是否可以在實驗室研發，產品在國外生產是否也可以?
4. 希望可與產業界的公協會合作，才可把訊息傳達給會員，或是會員有好的成果才可以推廣。

（二十二） 內政部建築研究所

1. 相關委員意見將陳請長官參考。

（二十三） 財團法人環境與發展基金會

1. 當初規劃是與廠商合作，若是有機會也可以與學校合作，未來會再與所內討論及提出相關建議。
2. 實驗室之各項設備經現場盤點發現，目前石質、木質之破碎設備功能都維持良好，板材壓製之設備以及各種模具都齊全，應隨時可使用。但連動之螺桿需整理及潤滑，避免卡住。塑料射出設備之噴頭疑似堵塞，需再清理及定位。製粒機之混拌槽啟動前也需先清洗排除雜物。
3. 除提出之2家廠商外，未來若有其他廠商也有興趣參與，也十分歡迎，並請綠建材產業發展協會饒理事長將相關訊息轉達給建材業者。

【結論】

一、 經所有出席委員討論一致同意亞德利塑膠公司、成大昶閎科技公司 2 家廠商，作為再生綠建材實驗室產學研合作之廠商。

二、 感謝各位委員提出寶貴意見，將參酌研擬相關廠商合作機制並提報建築研究所，使再生建材實驗室之設備得以充分發揮其功能。

附錄十四、內政部建築研究所「實驗設施技術服務作業要點」

內政部建築研究所「實驗設施技術服務作業要點」

中華民國九十三月二日建研安字第09300011101號函公佈

中華民國九十四年九月十五日94年第16次所務會議修正

一、內政部建築研究所（以下簡稱本所）為辦理實驗設施技術服務作業，特訂定本要點。

二、本要點所稱技術服務，係指提供本所實驗設施作為建築相關實驗及技術性服務。

三、本所實驗室受理申請技術服務後，應依本所實驗設施技術服務收費標準核價，並通知申請人繳費。

四、本所實驗室應依據申請書（含委託單及繳款證明）與申請人指定之項目及範圍，提供技術服務。但申請人指定之項目、範圍或其他申請事項有不當者，得不予受理。

五、有下列情形之一者，本所實驗室得不提供技術服務。但經申請人補正或書面同意者，不在此限：

（一）因受限本所實驗設備或時間排程無法完成者。

（二）未依規定程序申請或未依規定繳納費用者。

（三）有第四點但書之情形者。

（四）申請人所送之樣品與申請內容所載不符者。

（五）其他特別情形，不適宜由本所實驗室提供技術服務者。

六、本所實驗室應依申請項目順序之規定辦理技術服務。

本所實驗室應依材料性質、實驗項目及範圍等事項，規定辦理技術服務之期間;但因申請技術服務數量眾多或其他情事，無法依前項規定之期間內完成技術服務者，得以書面通知申請人延展辦理期間。

七、非本所人員非經許可不得進入實驗室。

八、本所實驗室應於完成技術服務後，依規定製作報告書函送申請人。

九、本所實驗室應保存技術服務之申請書及報告書等文件，其保管期限至少三年。

十、申請人對於技術服務報告有疑義時，應得於收到報告後十五日內查詢或申請複驗

一次。但樣品已回收或不敷複驗需要者，不得請求複驗。本所實驗室辦理技術服務之複驗，經確認原報告書有誤者，應換發新報告書，並應退還所繳複驗費用。

十一、本所實驗室完成技術服務後，如有毒害及危險性之殘餘樣品，應通知申請人領回。申請人於申請時已載明退還殘餘樣品者，應通知其於收到通知後三日內憑單取回並退回殘體處理費用，並應於通知時載明逾期未領回者，視為拋棄。

參考書目

1. 綠建材解說與評估手冊（2015 更新版），內政部建築研究所，2015。
2. 事業廢棄物再利用管理參考手冊，行政院環境保護署，2013。
3. Apelman, L., Henrotay, C., Cornet, M. S. (2016) Buildings As Material Banks – Circularity as a Path to Resilience: The Perspective of Two Public Bodies, Sustainable city development 2016.
4. Damen, M.A. (2012) resources passport for a circular economy, Master thesis of Utrecht University.
5. Debacker, W., Manshoven, S., Peters, M., Ribeiro, A., De Weerdt, Y. (2017) Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition, International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste, 21-23 Jun. 2017.
6. Schut, E., Crielaard, M., Mesman, M. (2015) Circular economy in the Dutch construction sector, National Institute for Public Health and the Environment, Netherland.
7. SystemiQ & Ellen MacArthur Foundation (2017), Achieving Growth Within, available through.

網頁資料

1. https://www.circular-taiwan.org/ceintro
2. http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=O0050001
3. https://oaout.epa.gov.tw/law/LawContent.aspx?id=FL015724
4. https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_en
5. http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/538338_Paper.pdf
6. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:en:PDF
7. http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/
8. https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9e09c530-b0c7-477c-944f-5bbfd7e42164/language-en
9. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF
10. https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2010-2020-europe-2020
11. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0571
12. https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/europe-can-learn-from-germany-s-circular-economy-experts-say/

13. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm
14. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386&from=EN
15. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398
16. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0398
17. http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2014/EN/1-2014-445-EN-F1-1.Pdf
18. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF
19. https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy_en
20. https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_el
21. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A28%3AFIN
22. 21. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098
23. https://www.government.nl/documents/parliamentary-documents/2016/09/14/letter-to-parliament-on-a-government-wide-programme-for-a-circular-economy
24. https://www.government.nl/documents/policy-notes/2016/09/14/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050
25. https://www.government.nl/topics/circular-economy
26. https://www.government.nl/topics/circular-economy
27. https://www.government.nl/documents/parliamentary-documents/2016/09/14/letter-to-parliament-on-a-government-wide-programme-for-a-circular-economy
28. https://www.government.nl/documents/policy-notes/2016/09/14/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050
29. https://www.government.nl/topics/circular-economy/transition-to-a-circular-economy
30. https://www.government.nl/documents/leaflets/2016/09/22/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050
31. https://www.government.nl/topics/circular-economy/documents/discussion-documents/2017/01/24/national-agreement-on-the-circular-economy
32. https://www.government.nl/topics/circular-economy/news/2017/01/25/more-than-180-signatories-for-the-national-raw-materials-agreement
33. https://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2018/January/The_Circular_Economy_starting_progress_measurement
34. http://keats0704.blogspot.com/2016/07/park-20-i-20.html
35. https://www.arup.com/ publications/ research/ section/ circular-business-models-for-the-built-environment
36. https://www.arup.com/ publications/ research/ section/ circular-economy-in-the-built-environment
37. http://www.bamb2020.eu/
38. http://www.mlit.go.jp/ sogoseisaku/region/recycle/recyclehou/hourei_kokuji/houritsu01.htm

39. http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/ seisaku/recy/recy_04.htm
40. https://www.env.go.jp/recycle/build/gaiyo.html
41. http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/seisaku/recy/recy_07.pdf
42. http://www.taiwanglass.com/information_list.php?langeno=tw&sid=286