

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

內政部建築研究所委託研究報告

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

受委託者：國立中央大學營建管理研究所

研究主持人：蕭所長江碧

協同主持人：黃教授榮堯

研究員：許維庭

研究助理：余昌翰、何坤憲

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國九十二年十二月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Benefit/Cost Analysis for Recycling Building
Concrete Waste**

BY
SHIAO JING PI
HUANG RONG YAU
SHU WEI TING
YU CHANG HAN
HU KUN HSIEN

October 17, 2003

摘 要

關鍵詞：廢棄混凝土、再生利用、成本、效益

一、研究緣起

臺灣地區近年來由於社會經濟成長與都市建設的高度發展，重大公共工程與民間建築工程每年產生大量之營建廢棄物，每年光是經合法申請拆除之建築廢棄物數量據估計就約有 1,100 多萬公噸，其中以混凝土為最大宗，約佔四至五成。在「永續發展」(Sustainable Development) 的世界潮流趨勢下，先進國家莫不積極從事建築廢棄物之再生利用，臺灣地區地狹人稠，建築廢棄物再生利用不但可促進營建廢棄物減量，達成資源永續利用目標，並可減緩國內廢棄物任意堆置、掩埋空間有限、以及資源不足等問題。

本研究主要針對廢棄混凝土之再生利用進行成本效益分析，期能釐清各種再利用項目之再生產品與天然材產品間在製造成本上的差異，以及廢棄混凝土再生利用所產生之效益，讓主管機關能從永續發展的觀點通盤的考量推動廢棄混凝土資源化再生利用的政策方向。

二、研究方法與過程

在研究方法上與過程如下：

(1) 進行國內外文獻資料整理分析，蒐集並整理國內外廢棄混凝土再生利用現況及成本效益分析模式與研究方法之相關文獻，進行歸納分析，了解本研究進行可能發生之問題點與適用本研究之方法。

(2) 廢棄混凝土回收再利用現況瞭解及各項成本調查蒐集，針對目前國內廢棄混凝土回收再利用之用途種類、相關處理及製造流程等架構加以了解，主要針對國內北部地區市場之各項相關成本資料進行調查及蒐集。

(3) 國內廢棄混凝土再生利用成本及效益評估模式建立，選定廢棄混凝土之再生利用用途種類，並針對各種再生利用用途產品，探討並建立成本及效益分析模式。

(4) 產品之成本及效益分析與比較，藉由所建立之產品成本及效益分析模式以及所蒐集之各項相關成本進行廢棄混凝土再生利用產品與天然材製成產品之成本及效益分析與比較。

(5) 提出建議之推動機制與對策，藉由研究過程之廠商訪談方式，了解相關業者之投資意願與推動廢棄混凝土之再生利用的困難點，從成本及效益分析結果之觀點，提出建議之推動機制與對策。

三、重要發現

為釐清再生利用產品成本過高的傳統印象，並擴大廢棄混凝土之再生利用市場，本研究選定六項再生利用項目：高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、道路級配料、國家公園碎石步道鋪面及消波塊（預拌混凝土）作為成本分析之對象，主要針對台灣北部地區土資場、營建廢棄物資源分類處理場、砂石場、混凝土製品廠等 16 家廠商，透過較為詳細的訪談及問卷調查方式，蒐集計算各種用途之再生利用成本所需之各項成本結構資料，另就中、南、東部地區相關廠商做粗略的訪談以了解各區位間成本及市場價格等之差異，並探討廢棄混凝土再生利用所產生之效益，本研究有以下幾點重要發現：

1. 廢棄混凝土再生利用可產生之直接效益包括：

(1) 可減少 210.7 萬 m³/年之天然資源消耗，約為 91 年度全國砂石產生量 58530000 m³ 的 3.6%。六項產品每一年約能消耗 35% 的建築廢棄物，如以建築廢棄物中有 50% 為廢棄混凝土計，則可消耗約 74.5% 的廢棄混凝土。

(2) 每年共可減少約 5.69 億元之政府支出，包括：

a. 可減少約 2.53 億元/年之營建廢棄物掩埋支出。

b. 可減少建築廢棄物隨意棄置之社會成本 2.74 億元/年支

出。

c.可減少地方政府取締非法傾倒之人事成本，以台北市政府為例可減少 6,224,133 元/年之人事成本，如以人口比例推估全國並假設需保留 20%之人力執行其他管理業務，則可減少 0.42 億元/年之人事成本。

2. 就混凝土製品（高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚）而言，天然材產品以再生材取代 40%粗骨材，透過調整配比增加水泥用量，其強度及品質可達相同等級，以北部地區而言：再生材產品較天然材產品製造成本高約 9~14 元/m²。為鼓勵業者採用再生骨材以推動廢棄混凝土之再生利用，政府主管機關可就本項目研擬補貼政策，給予製造廠適度補貼。
3. 就道路基底層級配料而言，北部地區再生材之價格為 130 元/m³，較天然材便宜 70~270 元/m³。而各區位之價格以中部之再生材價格最低 100 元/m³，但其係由營建廢棄物資源回收處理場經多道處理程序始得級配料，處理成本高達 560 元/m³。為北部土資場之級配料處理成本 126 元/m³的 4.4 倍。為推廣市場以解決囤積問題，業者採低價銷售策略。
4. 就國家公園碎石步道而言，北部地區含運費之再生材為 464 元/m³，較天然材便宜 124 元/m³。中部地區因業者採低價銷售策略，故價格最便宜，僅 264 元/m³。
5. 就預拌混凝土而言，北部地區再生混凝土成本較天然材成本便宜 186~201 元/m³。如以 20%~35%方式取代細骨材，則再生混凝土成本較天然材成本便宜 124~134 元/m³。中部及南部拌合用之再生粒料價格均低於當地天然砂石之市場價格及北部之再生粒料價格，由此推估可得再生混凝土價格如同北部地區具有相當之競爭力而具經濟價值，值得推廣。唯東部地區因是砂石的產源，砂石粒料擁有較佳之品質及較低廉之價格，再生粒料應用於再生預拌混凝土，在東部缺乏經濟誘因。
6. 各項再利用項目中，國家公園碎石步道、消波塊用預拌混凝土及道路基層級配料之再生材成本相較於天然材成本均有差

價，可將之列為優先推動之再利用項目。

7. 再生料之處理成本及適合之再利用方式，以收受料源之性質為主要影響因素，營建廢棄物分類處理場收受 B8 類混合廢棄物，再生料之處理成本為各類中間處理場處理成本最高者，但其再生料缺乏市場，業者均以低於成本價銷售、免費提供或付費清運處理方式解決囤積問題，不利於廢棄混凝土再利用之推動，為亟待解決之問題。
8. 土資場及砂石場收受料源屬單純廢棄混凝土或 B5 類，再生料處理成本最低，視各種再利用用途之再生料品質需求而定。

四、主要建議事項

本研究提出以下之建議：

1. 本研究之廢棄混凝土再生利用成本效益分析，主要以北部的相關業者作為訪談問卷調查對象。唯有關砂石、中間處理場及再生產品製造廠之各項成本仍視不同市場區位而有所不同，本研究受限於時間、人力及廠商配合度因素，有關中、南、東部之調查結果較為粗略，建議未來可就台灣中、南及東部地區等不同市場區位再作詳細的調查。
2. 在推動機制上，政府補貼政策對業者而言，實不如政府能落實政府採購法第九十六條及資源回收再利用法第四章輔導獎勵措施（第二十二條至第二十四條）重要，業者多期待政府落實執行相關法令並將廢棄混凝土公告為再生資源。本研究建議將廢棄混凝土依資源回收再利用法第十五條規定公告為再生資源項目，可有助於廢棄混凝土再生利用之推動。
3. 本研究所研擬建議之推動機制及對策，仍待進一步作更深入更周全之規劃，包括政策推動時程、推動之主要負責單位及相關配合單位、獎懲措施及配套措施等，以使廢棄混凝土之推動更為順暢可行。
4. 廢棄混凝土經處理後之再生骨材再利用於預拌混凝土中，由

於不同的骨材取代方式影響生產成本甚鉅，建議未來推動預拌混凝土採用再生骨材時，能就取代方式（取代粗骨材或細骨材）、取代量、配比及抗壓強度、耐久性、等混凝土性質再作技術層面之研究，以確保混凝土品質無虞。

國內營建廢棄物分類處理場收受之料源中，廢棄混凝土佔營建混合廢棄物之 46%，唯處理後之再生料缺乏市場，業者均以免費提供或付費清運處理方式解決囤積問題，建議相關單位能委託研究單位就此一問題給予業者技術上的輔導與協助開拓再利用市場，以利廢棄混凝土再生利用之推動。

ABSTRACT

Keywords : concrete wastes 、 recycling 、 B/C analysis

More than tens of thousand tons of construction and building demolition wastes were generated each year in Taiwan. More than 40-60% of them are concrete wastes, according to studies. Although recycling and reuse of concrete wastes has gradually become a regular practice in advanced countries such as United States, Japan, Canada, and European countries, most of them are sent to designated sites for landfills and are not reused or recycled in Taiwan. One of the major concerns is the higher cost of the recycled products. This study conducts a local analysis, from the perspective of public society, on the benefit and cost for recycling concrete wastes in Taiwan. The results of the study meant to resolve questions such as “Does recycled concrete products necessary be more expensive?” and “Can tangible public benefit of recycling concrete wastes offset the potential higher cost to use recycled concrete products in public projects?” Six recycling purposes and/or products are identified from previous studies and are investigated for cost breakdown and analysis. Sixteen related players in the recycling process are interviewed with corresponding questionnaire.

It is estimated that by recycling concrete wastes in Taiwan, 2.1 millions of natural sand and stones can be conserved every year; NT\$520 millions can be saved on landfills and on cleaning up the illegal dumping; and more than several millions of NT dollars can be saved for each municipal government on reducing the manpower for monitoring and ticketing the illegal dumping of construction and demolition wastes. The benefit is even bigger to account for those intangibles ones such as pollution reduction, reducing threats to public safety, sustainable resource utilization, and so on.

As for the cost of recycling concrete wastes, the analysis results show that to use recycled concrete for road base, for aggregate gravels of the walking path in parks, and for aggregates in batched concrete, can actually generate cost advantage over the natural products! But the rest of recycling purposes and/or

products investigated in this study result in a higher product or usage cost.

The above information should be helpful for the government to have more solid foundation for the development of strategies and policies to promote the recycling of construction and demolition concrete wastes in Taiwan.

目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	VIII
圖 目 錄.....	XI
表 目 錄.....	XII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究計畫背景與目的.....	1
1.2 研究計畫內容.....	2
1.3 研究方法與流程.....	3
1.4 預期具體成果.....	6
第二章 文獻回顧	7
2.1 廢棄混凝土再生利用現況	7
2.1.1 國外廢棄混凝土再生利用情形.....	7
2.1.2 國內廢棄混凝土再生利用實例.....	10
2.2 國內目前廢棄混凝土流向及再生利用通路之現況	12
2.3 成本效益分析.....	15
2.3.1 分析方法.....	15
2.3.2 成本項目及效益分析之相關文獻	18
2.3.3 小結.....	24

第三章 成本效益分析模式之建立	26
3.1 研究對象及假設條件.....	26
3.2 混凝土再生產品之成本分項結構及效益項目	27
3.2.1 混凝土再生產品之成本分項結構	27
3.2.2 廢棄混凝土再生利用之效益.....	29
3.3 廢棄混凝土再生利用成本效益分析模式之建立	30
第四章 混凝土再生產品成本效益分析	34
4.1 訪談及問卷調查執行情形	34
4.2 廢棄混凝土再生產品之成本分析	35
4.2.1 再生高壓混凝土磚之成本分析.....	35
4.2.2 再生植草磚之成本分析.....	38
4.2.3 再生圍牆磚之成本分析.....	41
4.2.4 再生路基底層級配料之成本分析	44
4.2.5 再生碎石步道之成本分析.....	46
4.2.6 再生混凝土消波塊成本分析.....	47
4.3 廢棄混凝土再生產品效益分析	52
4.3.1 減少天然資源之消耗.....	52
4.3.2 減少廢棄物掩埋之成本.....	53
4.3.3 減少廢棄物隨意棄置之社會成本	54

4.3.4 取締非法傾倒之人事成本.....	54
4.4 廢棄混凝土再利用成本效益綜合分析	56
第五章 廢棄混凝土再生利用推動機制與對策	60
5.1 目前廢棄混凝土再生利用通路之障礙	60
5.2 建議之推動機制與對策	61
第六章 結論與建議	64
6.1 結論.....	64
6.2 建議.....	66
參考文獻.....	67
附錄一 訪談問卷	70
附錄二 中間處理場處理成本計算範例	93
附錄三 期初、期中、期末報告審查意見與回覆	96
附錄四 專家座談會會議記錄	102

圖 目 錄

圖 1-1 研究步驟流程	4
圖 2-1 國內目前廢棄混凝土流向及再生利用情形	14
圖 2-2 成本分項結構	24
圖 3-1 混凝土再生產品生產流程	27
圖 3-2 混凝土再生產品之成本分項結構	28
圖 4-1 訪談對象之相關位置圖	34

表 目 錄

表 2-1 國外再生材料之應用實績.....	9
表 2-2 國內回收再生利用案例分析表.....	11
表 2-3 天然材與再生材製成之高壓混凝土人行步道磚成本分析.....	19
表 2-4 生命週期各階段和成本關係.....	23
表 2-5 廢棄混凝土再生利用之成本項目效益表.....	25
表 3-1 混凝土再生產品分類.....	26
表 3-2 廢棄混凝土再生利用之效益分析模式.....	33
表 4-1 問卷回收狀況表.....	35
表 4-2A 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表.....	36
表 4-3B 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表.....	37
表 4-4C 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表.....	38
表 4-5A 級植草磚之天然材與再生材成本分析表.....	39
表 4-6B 級植草磚之天然材與再生材成本分析表.....	40
表 4-7C 級植草磚之天然材與再生材成本分析表.....	41
表 4-8 圍牆磚之天然材與再生材成本分析表.....	42
表 4-9 各產品項目之成本與成本差異.....	43
表 4-10 北中南三區位成本推估及統計整理表.....	44
表 4-11 再生粒料之處理成本.....	45

表 4-12 路基層級配料天然材與再生材之價差	46
表 4-13 碎石步道天然材與再生材之差價	47
表 4-14 消波塊之相關規範及相關應用試驗	48
表 4-15 混凝土消波塊相關之成本及材料資訊 (北區)	48
表 4-16 一般混凝土消波塊成本分析表	49
表 4-17 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 20%)	49
表 4-18 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 25%)	49
表 4-19 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 30%)	50
表 4-20 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 35%)	50
表 4-21 再生混凝土消波塊成本分析表 (完全取天然粗粒料)	50
表 4-22 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細 粒料 20%).....	51
表 4-23 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細 粒料 25%).....	51
表 4-24 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細 粒料 30%).....	51
表 4-25 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細 粒料 35%).....	51
表 4-26 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(完全取代天	

然粗粒料)	52
表 4-27 國內再生骨材的市場預估數量	53
表 4-28 廢棄混凝土再生利用直接效益量化分析表	57
表 4-29 再生利用用途天然材與再生材間成本（價格）差異	59
表 A-1 砂石廠相關成本項目	94
表 A-2 成本分析	95

第一章 緒論

1.1 研究計畫背景與目的

臺灣地區近年來由於社會經濟成長與都市建設的高度發展，重大公共工程與民間建築工程每年產生大量之營建廢棄物。根據建研所研究【1】指出，台灣地區每年光是經合法申請拆除之建築廢棄物數量據估計就約有1,100多萬公噸，其中以混凝土為最大宗，約佔四至五成。在「永續發展」(Sustainable Development)的世界潮流趨勢下，先進國家莫不積極從事建築廢棄物之再生利用，例如美國聯邦政府主要將廢棄混凝土應用於道路工程上；英國政府試圖將建築廢棄物中取得之混凝土塊和磚石，與玻璃廢棄物混合製成新的混凝土製品；荷蘭、丹麥與比利時三國政府則於建築法規中強制訂立回收建材之比率，超過90%的廢棄混凝土塊皆運用於道路底層之填充材料與填海造陸上；日本於1991年制定『再生資源利用促進法』，廢棄混凝土與磚石則多應用於填海造陸工程。臺灣地區地狹人稠，建築廢棄物再生利用不但可促進營建廢棄物減量，達成資源永續利用目標，並可減緩國內廢棄物任意堆置、掩埋空間有限、以及資源不足等問題。

長久以來，「成本」似乎是建築廢棄物無法再生利用的最大瓶頸障礙之一，對於再生利用有疑慮者便常以此作為其支持的論點。但傳統成本效益比較皆偏重以再生材料、成品之購置成本，即所謂「內部成本」進行探討分析，並未含括建築廢棄物掩埋土地使用、環境污染等外部成本之考量，造成大眾即使能接受將外部成本一併納入成本效益比較，但亦缺乏相關研究數據以獲得可資判斷的結果。本研究之目的將針對國內建築廢棄物佔最大宗之混凝土，建立一廢棄混凝土再生利用之成本效益分析模式，主要針對國內北部地區市場及各種不同之再生利用用途(例如道路路基、碎石步道以及高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚及消波塊等水泥製品)進行包含內部及外部成本之全面成本效益分析，並探討北、中、南、東區位間價格上之差異，以提供政府制定及推動建築廢棄混凝土回收再生利用政策及民間使用再生製品之決策參考，將可促進國內建築廢棄物之再生利用，達成資源永續利用

之目標。

1.2 研究計畫內容

依據建研所之研究統計結果【2】，廢棄混凝土佔建築拆除廢棄物之比例，以重量百分比而言為 53%，就體積百分比而言為 41%，均為各類拆除廢棄物之最大宗者，如果此一部分之再生利用率能加以提昇，則可有效達成國內建築廢棄物之減量目標，同時減少天然資源的消耗，實現資源永續利用之目標。

廢棄混凝土透過適當的處理及製造，可成為高壓混凝土地磚、植草磚、圍牆磚、道路級配料、消波塊及碎石步道鋪面等混凝土再生產品。以政府整體政策而言，為國家的永續發展，應當就營建資源之永續利用以及環境生態保護制定策略並加以推動落實，然就工程單位之角度，在執行上常面臨所使用再生產品的成本高於天然材料製成產品成本的問題，如非政策強制要求，工程單位在工程經費有限的前提下很難主動將廢棄物資源再利用列入考量，但工程單位所謂的「成本」往往只是「內部成本」，亦即材料及成品之購置成本。

環保單位及能源單位之所以大聲疾呼「永續發展」，其所見的是環境的破壞與資源的過度耗費，建築廢棄物任意棄置與大量天然砂石資源的開採，所造成的環境成本及社會成本支出，絕非工程單位所節省之工程經費所能彌補。一味的片面強調再生材料及產品之處理、製造成本過高，如果予以採用將增加政府財政支出，而忽略天然砂石資源過度開採、拆除廢棄物棄置對環境衝擊影響所衍生之環境成本及社會成本等外部成本之支出，實質上政府之財政負擔卻是增加。若能針對廢棄混凝土之再利用，做一含括內部成本與外部成本之全面成本效益分析，其結果當可提供政策制定單位及執行單位以一兼具環境面、社會面與經濟面之整體性觀點重新思考營建資源再生利用之重要性、可行性與可產生之效益，避免工程人員再以傳統觀念來抗拒永續發展的潮流。

本研究內容將針對不同用途之廢棄混凝土再生利用產品與原天然材料製成產品探討各項相關成本及廢棄混凝土再生利用之效益，並

建立其分析模式，進而進行全面成本效益分析。

本研究計畫主要工作項目及內容如下：

1. 國內外文獻資料整理分析

蒐集並整理國內外廢棄混凝土再生利用現況及成本效益分析模式與研究方法之相關文獻，進行歸納分析，以了解本研究進行可能發生之問題點與適用於本研究之方法。

2. 廢棄混凝土回收再利用現況瞭解及各項成本調查蒐集

針對目前國內廢棄混凝土回收再利用之用途種類、相關處理及製造流程等架構加以了解，主要針對國內北部地區市場之各項相關成本資料進行調查及蒐集。

3. 國內廢棄混凝土再生利用成本及效益評估模式建立

選定廢棄混凝土之再生利用用途種類，並針對各種再生利用用途產品，探討並建立成本及效益分析模式。

4. 產品之成本及效益分析與比較

藉由所建立之產品成本及效益分析模式以及所蒐集之各項相關成本進行廢棄混凝土再生利用產品與天然材製成產品之成本及效益分析與比較。

5. 提出建議之推動機制與對策

藉由研究過程之廠商訪談方式，了解相關業者之投資意願與推動廢棄混凝土之再生利用的困難點，從成本及效益分析結果之觀點，提出建議之推動機制與對策。

1.3 研究方法與流程

為有效達成本研究之預期目標，本研究採取下列步驟進行，流程如圖 1-1 所示，分述如下：

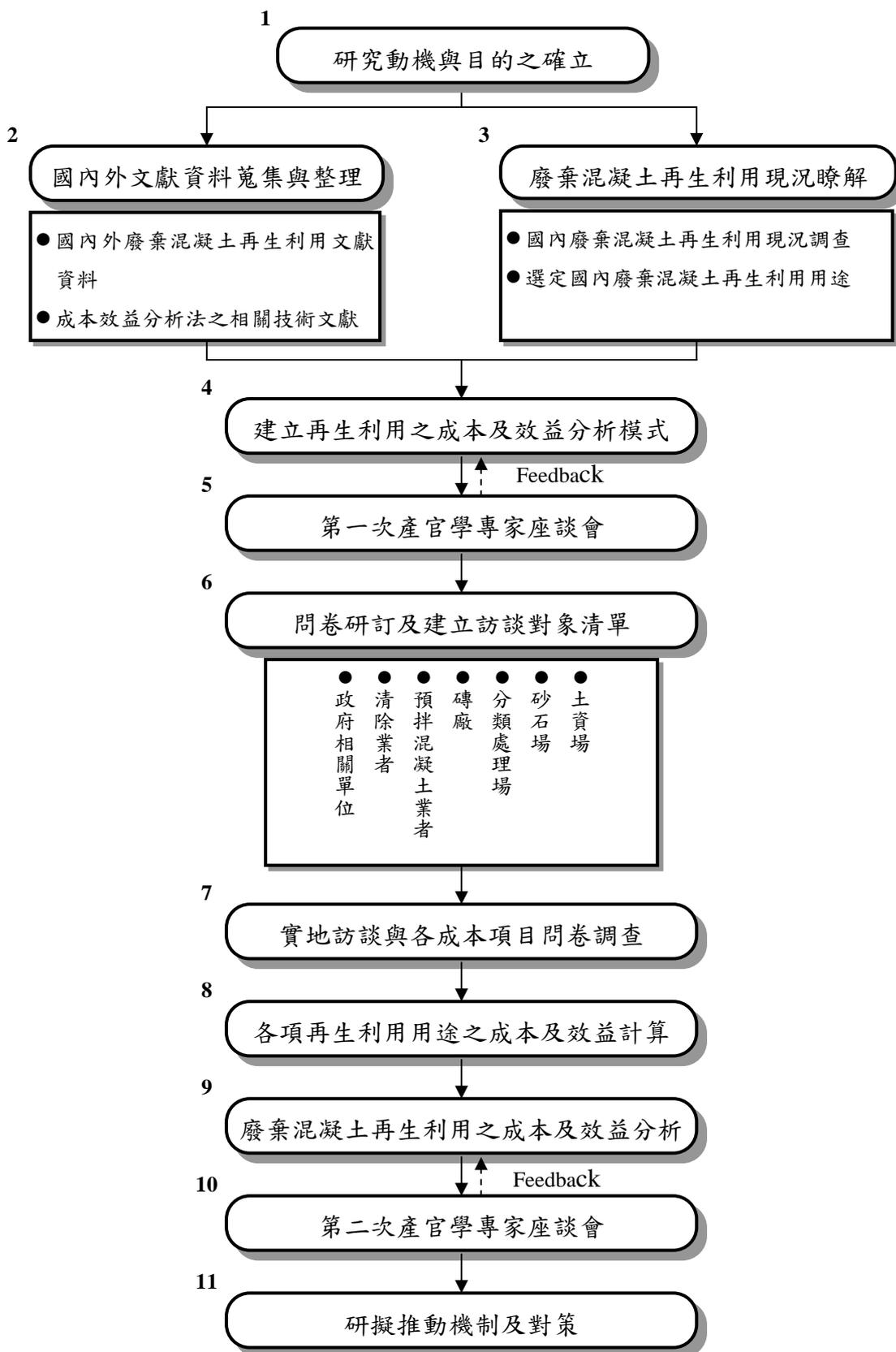


圖 1-1 研究步驟流程

1 研究動機與目的之確立

2 國內外文獻資料蒐集與整理

蒐集國內外現有之相關文獻、統計資料及技術報告等，瞭解並整理歸納各國廢棄混凝土再生利用現況，以及成本效益分析方法之相關資料，以利後續研究與資料分析之進行。

3 廢棄混凝土再生利用現況瞭解

就目前之法令規定並實地走訪民間各相關業者（清運業者、土資場、分類處理場、砂石場、磚廠等），藉由參觀訪談的方式，瞭解目前廢棄混凝土之流向及回收再利用的實際施行方式，並參考相關文獻及國內現況選定廢棄混凝土之再生利用用途。

4 建立再生利用成本及效益分析模式

參酌國內外文獻資料，研擬國內廢棄混凝土再生利用之成本及效益分析模式，以進行成本及效益之計算及分析。

5 第一次產官學專家座談會

召開第一次產官學專家座談會，就所得之資料，對廢棄混凝土再生利用之成本效益分析模式進行討論。

6 問卷研訂及建立訪談對象清單

在建立廢棄混凝土再生利用之成本效益分析模式之後，研訂適當的問卷內容，並建立訪談對象清單，以便進行訪談及問卷調查取得成本及效益計算所需之各項數據資料。

7 實地訪談與各成本項目調查

透過問卷調查方式，主要以台灣北部地區之相關業者為對象，針對各種再生利用用途（例如道路路基、碎石步道以及高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚及消波塊等水泥製品），分別就分類處理、產品製造過程所需之各項成本，蒐集調查有關數據以作為後續研究分析使用。同時並經由訪談方式，瞭解產業界所面臨廢棄混凝土再生利用推行上的瓶頸，可進一步探討如何提供實際經濟效益誘因及問題解決對策，以促使廢棄混凝土能經由市場機制的建立而使再生使用率逐年提高。

8 各項再生利用用途之成本及效益計算

就問卷調查所得之數據資料，應用所建立之成本及效益分析模式，計算廢棄混凝土再生利用之成本及可產生之效益。

9 廢棄混凝土再生利用之成本及效益分析

針對各種再生利用混凝土產品及原天然材製成之產品進行成本及效益之分析與比較。

10 第二次產官學專家座談會

召開第二次產官學專家座談會，就廢棄混凝土再生利用之成本及效益分析結果進行討論。

11 研擬推動機制與對策

就第二次產官學專家座談會之會議結論以及成本效益分析結果，提出建議之推動機制與對策。

1.4 預期具體成果

本研究預期具體成果如下：

1. 回顧整理國內外廢棄混凝土再生利用成本效益分析模式方法。
2. 調查蒐集國內廢棄混凝土再生利用之各項相關成本。
3. 建立國內廢棄混凝土再生利用之成本與效益分析模式。
4. 完成廢棄混凝土在各種再生利用成品及用途上之成本及效益量化分析。

本研究成果之預期效益：

本研究之成果可提供中央目的事業主管機關制定與推動廢棄混凝土回收再生利用及鼓勵民間投資與使用再生製品等相關政策之參考，促進國內建築廢棄物之再生利用，達成資源永續利用目標。

第二章 文獻回顧

2.1 廢棄混凝土再生利用現況

建築廢棄物中約有 60% 以上為可再生利用之資源，而混凝土磚瓦為其大宗，許多歐美及亞洲先進國家對於建築廢棄物回收再利用之推動早已行之有年，亦有許多成功的案例，不僅可以有效達到建築廢棄物減量，解決大量廢棄物所帶來的環境與社會問題，更可減緩地球資源的消耗，達成永續發展之目標。以下將彙整國內外相關再生利用現況。

2.1.1 國外廢棄混凝土再生利用情形

香港政府的工務部門已就工務規格進行覆核和修訂，容許鋪築路底基層及低強度混凝土中使用循環再造石料，2001 年 11 月起，循環再造石料可在低強度混凝土中使用，且已有約 1000 公噸循環再造石料經處理後作測試及試驗，在吐露港公路擴寬工程中，率先以循環再造石料鋪築路底基層作試驗，初步研究結果已於 2002 年年中備妥，並頒布高強度混凝土中使用循環再造石料之相關規格。且預計廢棄物再利用率由 1997 年之 30% 提高至 58%，則堆填區之使用期限可由 2015 年延長至 2019 年，且預估計畫成功落實時，廢棄物管理成本每年可減少 35 億元。【3】

新加坡對於破碎之混凝土塊與廢棄磚瓦等堅硬石塊的處理方式則是無償給予或以些許價格售予營造承包商，將其再生利用於施工建築之臨時道路、施工便道或凹地填方等工程上【3】，而部份混凝土碎塊則經由不同加工手續，製成各式的路緣石。

日本於 1993 年之混凝土回收量為 37,000,000 公噸，其中約 20% 應用於道路級配，其餘 80% 則作為填方使用。雖然日本亦訂定回收混凝土用於建築物之規範，且已具回收再利用實績，但均因回收混凝土之吸水率高及一般民眾對其使用於建築物信心不足而無法接受，導致回收使用情形不佳【3】。但建設省於 1994 年 4 月制定《混凝土副產物

的再利用有關用途別暫定標準》，訂立再生骨材、路基材、襯材與回填材之用途與品質的相關基準；同年發表《建設廢棄物副產物對策行動計畫--Recycle Plan 21》，訂定於西元 2000 年須達成『最終處置量減半』之目標，使再生利用達率 90%，進而向零最終處置量邁進【3,4】。

根據統計顯示，美國廢棄混凝土的年產量約有 3,000 萬噸【5】，主要回收再利用於道路路基與路肩、碎石路路面鋪設或建築物基底及低窪地區之回填料使用【3】。而加州洛杉磯市則將建築工程所產生之磚瓦及混凝土碎塊等，視同一般垃圾來加以處理【6】。

而在加拿大的廢棄混凝土與廢棄瀝青混凝土之再生利用率已達 84.8%，其主要回收方式為路基填料或瀝青混凝土之骨材；至於其他地區則仍多以掩埋或填湖方式處理，因此中央政府預計處理方式若不加以改善，再過十年掩埋及填湖的處理容量將達飽和【1】。

根據英國環保署統計資料顯示，每年約產生 7,000 萬公噸的建築廢棄物，佔全國事業廢棄物總量 16%【7】，其中混凝土塊約有 750~1,050 萬公噸【5】。目前英國政府正試圖由建築廢棄物中取得混凝土塊，將其與磚瓦、玻璃等廢棄物混合製成新的混凝土製品【24】。而在其最近的建研所未來能源效率辦公大樓工程，便進行了一項回收再利用示範計畫，其中新建工程中所使用之粗骨材便來自於拆除工程所產生之廢棄混凝土塊，主要是用在基礎、地板、柱、waffle 地板、高強度混凝土地板等方面。藉此顯示出廢棄混凝土塊之較高層次的再生利用方式，完成廢棄混凝土塊成為再生骨材的目標【4】。

荷蘭由於地處低海拔，全國有 27%的土地低於海平面，因此非常重視「土」這方面的資源，積極進行營建廢棄物的再生利用，已訂出碎混凝土粒料及碎石材粒料之品質等二項法規，詳細規定各種營建廢棄物的含量限制與密度等【4】。因此，不論是營建污泥或營建廢棄土，全部回收利用在填海造陸方面【8】，從 1927 年至 1959 年已完成四塊新生地之填築，計畫中的第五塊目前尚在填築，五塊海埔新生地總共可產生 2,050km² 之土地，約佔荷蘭國土面積的 5%【6,9】。據統計，有超過 90%的廢棄混凝土塊運用於道路底層之填充材料與填海造陸工程【10】。除此之外，荷蘭本身砂石資源缺乏，故也積極推動再

生骨材的利用；1991年荷蘭產生的1,400萬噸營建廢棄物（約佔全國固體廢棄物的26%【11】）之中，即有1/3作為再生骨材之利用。荷蘭政府並訂定政策目標，在2000年時，預定將1,600萬噸的營建廢棄物達成90%的回收率【12】。最近荷蘭政府更進而輔導一些專業廠商，進行建築廢棄物再利用於公路隔音牆、公路填方和路堤等工程之研發【25】，致力於再生市場的開發，以達到廢棄物減量的目的。

彙整以上資料如表2-1所示。

表 2-1 國外再生材料之應用實績

應用項目	地區		備註	
道路工程	底層下層	美國	達拉斯	●1964年於美國首先應用再生材料
	水泥 混凝土道路	美國	愛荷華州	●於1987年試鋪1英里與17英里兩條公路
		美國	明尼蘇達州	●1978年於境內59號公路進行長16英里鋪設 ●總計節省600萬美金
		美國	伊利諾州	●1979~1980年於Endens進行15英里公路鋪築
		美國	密西根州	●1983~1985年時進行鋪設 ●每噸再生材料約可減少3~5美金之費用 ●鋪設再生材料超過400英里（約300萬yd ² ）
	路肩	英國	底特律	●總計6.5英里（約103,000yd ² 、6英吋）
	面層和基底	美國	華盛頓、德州、加州	●1971年，加州震災產生約50萬公噸之混凝土，經再生處理廠破碎後，用於高速公路修復之路基材料
		德國	柏林	●1987年利用柏林1億公噸之建拆廢棄物，作為高速公路填方、級配與道路路基使用
		香港		●吐露港公路擴寬工程中，率先以循環再造石料鋪築路底基層作試驗，初步研究結果於2002年年中備妥
	填海造陸	美國	紐約 Fresh Hill	●由廢棄物（含營建廢棄土）填築而成之新生地 ●已開發成公園
舊金山國際機場			●部份區域係由廢棄物填築而成之新生地	
荷蘭		Ljssel 湖邊	●沿湖畔填築五塊新生地 ●合計面積2050m ² ，佔該國土地面積5%	
日本		大阪灣 鳳凰計畫 (Phoenix)	●填埋面積203公頃，容量為3千萬m ³ ●分為尼崎與泉大津兩填埋區：尼崎自1987年起施工，1990年接受廢棄物進場填埋；泉大津自1989年開始施工，1990年接受廢棄物進場填埋	
香港			●中環一帶幾乎為廢棄物填埋而成 ●估計填築面積超過4000公頃	
新加坡			●廢棄物(含營建廢棄土)填築，使國土增加7%	
建築材料	日本		●具初步成效（無明顯龜裂）	
其他	德國		●以重大工程產生之廢棄土供作造山、植林、掩埋場覆土等方面之用 ●完工後，規劃為遊樂區之用	

資料來源：【3,13】

2.1.2 國內廢棄混凝土再生利用實例

南星計畫由高雄市政府環保局所主導，以無價的方式收容高雄市所產生之建築廢棄物（土方、混凝土塊、磚瓦、陶瓷及玻璃）、中鋼爐石與台電飛灰，由大林蒲管理局會同建管單位以聯單的方式管制建築廢棄物之來源、種類與運送時間等，一方面加強管制建築廢棄物之流向；另一方面更確實檢驗廢棄物進場之數量與種類，以防止數量不符或其他不收容之廢棄物摻雜其中進場。

近程計畫分成第一期工程及第二期工程。第一期圍築面積約 50 公頃，總計處理 450 萬 m^3 之廢棄物，目前已登錄為市有地，並設有觀音池、兒童遊戲設施、廢輪胎護岸及綠化工程，提供市民休閒、遊憩、賞夕陽之空間；第二期因考量紅毛港遷村計畫及高雄深水港計畫整體規劃之因素，暫緩辦理。中程計畫圍築面積約 170 公頃，第一工區約 50 公頃，預計填築後開闢為灰渣衛生掩埋場，可處理約 200 萬 m^3 建築廢棄物及 180 萬 m^3 之灰渣；第二工區圍築面積約 120 公頃，可處理約 1,300 萬 m^3 之建築廢棄物。

民國 88 年發生 921 地震，當時約產生 1,500 至 2,000 萬公噸的建築廢棄物，當時政府為迅速處理震災現場多將其暫時堆置於台糖地、堤岸邊及綠地上。而後行政院環保署基於環境保護與資源回收再利用之考量，積極推動 921 震災廢棄物再生利用之相關計畫。其中經過諸多協調下，國道新建工程局同意使用再生料於中二高速公路快官草屯段路堤填築工程上，主要將烏日鄉夏田堤防貯存之 65,000 方大里震災建築廢棄物，以 200 元/ m^3 之單價發包予榮民工程股份有限公司進行廢棄物之分類處理，並依據國道新建工程局於民國 85 年 7 月修訂之『施工標準規範-施工技術規範』（第 2.3 章）作為廢棄物處理之基準，將廢棄物分類處理為 2 至 10 公分之粗粒料與 2 公分以下之細粒料，並利用浸水法檢驗處理後之廢棄物有機物含量，規定有機物含量不得大於 1%，處理後之粗粒料與天然材以 35：65 比例拌合應用於中二高速公路快官草屯段路堤填築工程上，而 2 公分以下之細粒料則作為植生材料。

此外，行政院環保署也在經過霧峰鄉柳樹楠段貯置場的分類處理現場示範下，確定建築廢棄物可分類處理至 10cm 以下、有機物含量 1% 以下，足以符合填築工程的規範要求後，同意將處理過後之建築廢棄物應用於台中港加工區第二期填築工程上。而行政院環保署更在中部建築廢棄物臨時堆置場分類處理發包作業中，於契約書中直接規定分類處理後之有用砂石資源（砂石、混凝土、磚瓦），應運送至台中港加工出口區填築使用。且為確保廠商將處理後之有用砂石資源運送至加工出口區，部份工程甚至特別設計運送管制聯單以管制流向，並作為分類廠商請款之依據。

彙整以上資料如表 2-2 所示。

表 2-2 國內回收再生利用案例分析表

案例名稱	高雄南星計畫	中二高速公路-快官草屯段路床填方工程	台中縣大里市 921 震災堆置場營建廢棄物（土）移除再利用工程
處理對象	建築廢棄物（僅土方、混凝土、磚瓦、陶瓷、玻璃）	921 建築廢棄物	921 建築廢棄物
處理數量	<ul style="list-style-type: none"> ●近程計畫： <ul style="list-style-type: none"> 第一期：450 萬 m³ 第二期：暫緩辦理 ●中程計畫： <ul style="list-style-type: none"> 第一工區：200 萬 m³ 第二工區：1,300 萬 m³ 	6.5 萬 m ³ (最大處理量：1,000 m ³ /天)	9.4 萬 m ³ (平常：900~1,000m ³ /天) (趕工：1,500 m ³ /天)
再利用用途	填海造陸	道路路基、路堤、回填方之用	再利用於台中港經濟部加工出口區之填築工程
規範與要求	<ul style="list-style-type: none"> ●再利用：海埔地開發管理辦法 ●廢棄物：大林蒲管理中心進場要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●再利用：國工局，施工標準規範-施工技術規範第 2.3 章部分 ●廢棄物：處理程度：2~10 公分粗粒料 2 公分以下細粒料 有機物含量：1%以下（浸水法） 	<ul style="list-style-type: none"> ●廢棄物：處理程度：10 公分以下 有機物含量：1%以下 (浸水法)
成本資訊	進場	免費收容 (進場總重不得超過 350 公噸)	處理單價為每方 168 元。 運費補助每公里 3 元，場區約距 40~50 公里。
	賣出	無	

資料來源：【13】

2.2 國內目前廢棄混凝土流向及再生利用通路之現況

廢棄混凝土之生命週期含括四個階段：產生階段、清運階段、處理階段及再利用階段。有關國內廢棄混凝土流向及再生利用通路之現況，經由本研究現地的訪查，茲將現況說明如后。

國內北部地區廢棄混凝土主要產生於有新建及拆除工程時，例如老舊建築物、橋樑之拆除改建，機場剛性鋪面或人行道、停車場之整修等。在運離工地之前，通常由清除業者先進行現地的初步分類，一般會將廢棄混凝土大致區分為三大類，第一類為較單純之廢棄混凝土，第二類為 B5 類（內含廢棄混凝土塊、磚、瓦等物質），第三類為純廢棄混凝土及 B5 類以外的拆除物，當工地現場無法分類時，即將其歸類為 B8 類（營建混合廢棄物）。

初步分類後之結果依法規相關規定而需進入不同之中間處理場，同時也會因不同處理單位而收取不同之處理費用，是故為清除業者最大的考量點。如單純及 B5 類之廢棄混凝土，清除業者即會事前聯絡附近工地是否有需要回填，或是需要道路臨時的鋪設，或直接進行其它種類之再利用方式，如此清除業者便可省去進土石方資源堆置處理場（以下簡稱土資場）之費用。

如無鄰近工程可直接再利用者，依營建剩餘土石方處理方案之土石流向管制規定，B5 類及單純廢棄混凝土即會運至土資場或土資場兼營之砂石場加以處理後再利用。當在都市地區巷道狹窄時而屬小工程者所產出之營建混合廢棄物或 B5 類即會進入砂石棧場（棧仔場），屬小量收容及轉運之功能，目前有關砂石棧場之相關規定，僅有台北縣市有其管理辦法。而第三類之營建混合廢棄物即會進入營建廢棄物分類處理場。

由於中間處理場型態之不同，扮演各種不同重要的角色，所收容之料不同，及所處理出之再生材的等級也有所不同，可再利用之功能也有所不同。如營建廢棄物分類處理場所處理出之再生骨材為 B5 類及土石屬雜質較多之再生骨材，目前僅適用於回填。砂石棧場也因所收之料源

較雜亂，分類處理機具設備較為簡易，產出之再生骨材也是屬雜質較多之 B5 類及土石，亦僅能用於回填。

在土資場方面，依營建剩餘土石方處理方案規定所收容之材料為營建剩餘土石方，而廢棄混凝土塊、磚、瓦為該方案所指營建剩餘土石方種類之一屬有用之資源，所以土資場可收受 B5 類，由於土資場收受料源較單純、品質較好，故所收受之材料經過再處理後產出級配料，其適用於道路基底層之鋪設。

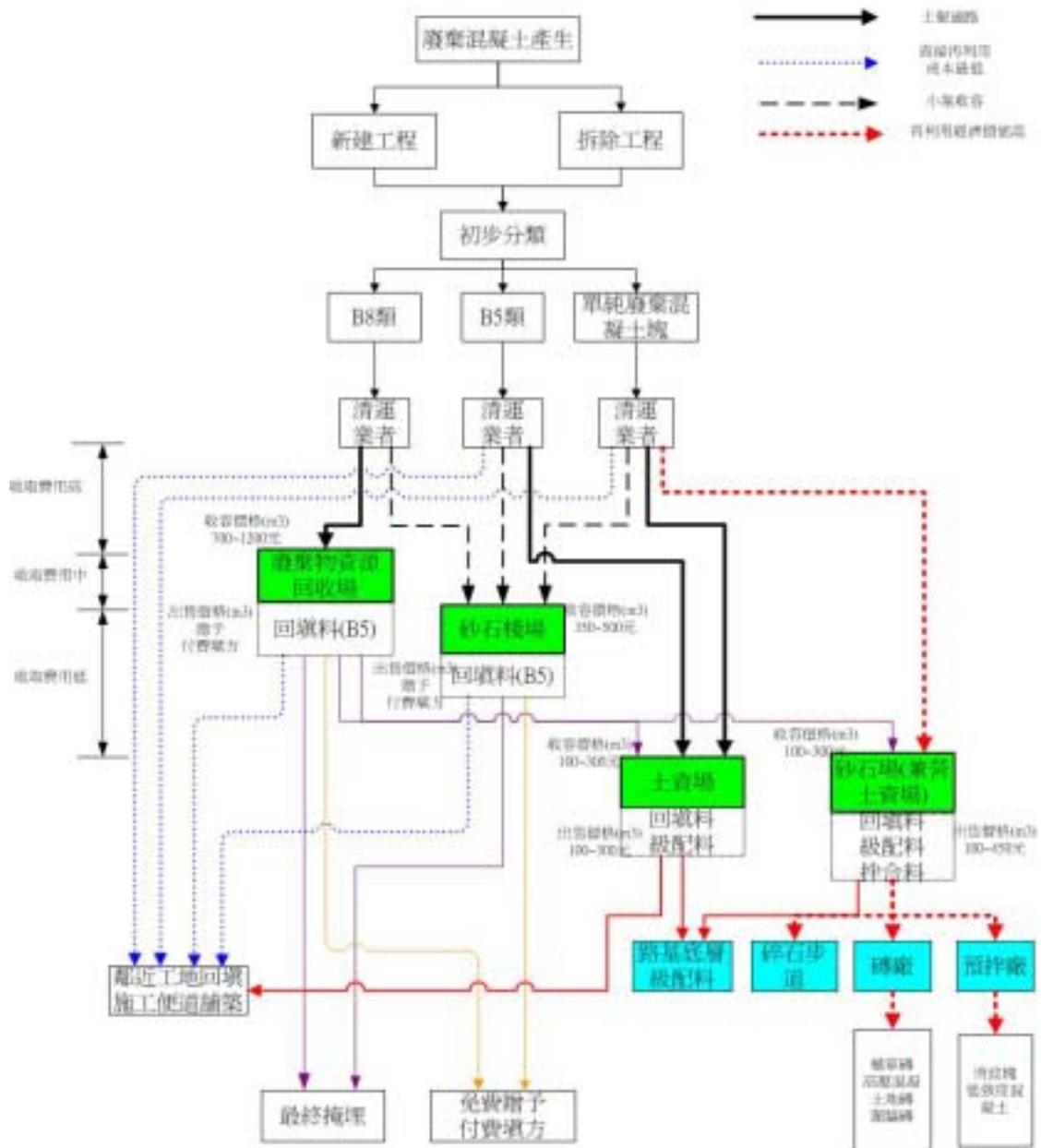
砂石場部分願意收受之廢棄混凝土塊屬較乾淨之料源，經實地訪查結果，經砂石場加工處理後之再生骨材，由於其收受料源本就經過挑選，故具較高經濟效益用途，唯目前因私下混於天然材使用，故其價格幾乎與一般天然材相仿，擁有市場的競爭力。

圖 2-1 為國內北部地區廢棄混凝土之流向及再生利用通路之現況，廢棄混凝土之再生利用用途，經處理後仍多侷限於鄰近工地回填、施工便道鋪築及路基底層級配料等經濟效益較低之用途，而廢棄物分類處理場及砂石棧場所產出之再生骨材，因帶有「廢棄物」之不良印象且品質較差而乏人問津，故處理業者為避免再生料無人使用而囤積場區影響處理場之運作，均面臨免費提供使用甚且須付費予使用者的困境，不但處理業者成本增加，對再利用之通路產生阻礙，甚至有以最終掩埋之方式處理，已失去再利用之意義。目前既有之再生利用通路中，均屬經濟效益較低之再利用模式，而廢棄混凝土經砂石場處理後再生利用用途可延伸至磚廠及混凝土預拌廠，用於各類磚製品及低強度混凝土等較具經濟效益之再利用模式上，唯目前磚廠及預拌廠在再生骨材的使用上一如十年前飛灰、爐石等工業副產品之添加使用，屬非公開之行為，業者均不願承認，此亦為廢棄混凝土再生利用推動上之瓶頸。

中南部地區廢棄的廢棄混凝土流向及再生利用通路現況與北部地區有所不同，以中部為例，由於廢棄物處理場業者將第一次處理出之再生粒料再處理，使其再生粒料較北區之廢棄處理場所處理出之再生粒料擁有較佳之品質及潔淨度，如此較能說服工程採購人員對於使用再生粒料之意願，又目前所處理出之主要再生粒料皆以有價及低價之方式出

售，採購人員更是抵擋不了如此誘惑，因此再生粒料市場門庭若市供不應求，也為再生粒料市場開創了另一嶄新之里程碑。

東部地區因拆除及新建工程案例相當少，目前東部地區並沒有一家合法的廢棄物處理場，目前僅有土資場有收容雜質較少之廢棄混凝土塊，廠商表示經分類後再生與天然粒料混合，其再利之用途僅為回填料、級配料兩種。



資料來源：本研究整理

圖 2-1 國內目前廢棄混凝土流向及再生利用情形

2.3 成本效益分析

在經濟學上，理性的個人是基於收益(Gains)與損失(Losses)來進行決策，在有多種選擇時，理性的人挑選淨收益最大的作為其最佳的選擇，而當我們用價值來衡量損失與盈收時，即成為成本—效益分析。換言之即是將投入「成本」與「效益」間作比較，以達到選擇最有效益之決策目標。

2.3.1 分析方法

以下為一般常見之成本效益分析的方法；進行成本效益分析時，若是一個方案效益與成本發生於現在，我們可以直接將成本與效益進行比較，若是其效益與成本不只發生一年，而有連續的效益，則需要使用折現的概念，將成本與效益金額折現至同一年加以比較，經折現後的金額可以使用以下三種主要的分析準則來衡量：淨現值法（net present value）、益本比（benefit/cost ratio；B/C ratio）及內部報酬率（internal rate of return；IRR）。

一、淨現值法（net present value）

淨現值法是評估公共投資最簡便且使用最廣的指標，因其考慮了投資計畫評估年期內之經濟效益及經濟成本，將總效益與總成本以合理的折現率折現至基年的幣值並相減則可得到淨現值，故在三種評估指標中為最不會產生爭議的指標。以經濟淨現值為評估指標時之評估準則為淨現值是否大於零，如大於零時表示該投資計畫在經濟上可行，也代表該投資方案之經濟價值。公式如下：

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}$$

其中：

B_t：第t年之效益

C_t：第t年之成本

I：折現率

T：評估年期

二、內部報酬率（internal rate of return；IRR）

內部報酬率的定義為「能使投資方案現金流量的現值為零的利率」。使用內部報酬率為評估指標之評估準則為內部報酬率是否大於最小可接受之報酬率(Minimum Attractive Rate of Return, MARR)，一般專案投資計畫之MARR通常為投資者之投資報酬率，即投資者資金的機會成本。若IRR大於MARR時此計畫為可行，否則為不可行。使用IRR為指標時有時會產生與使用折現值為指標不一致之結論，諸如計畫之投資成本大小不一時，即有能時會產生上述之現象，故此時必需以增額報酬率法來確定兩方案間之最佳的選擇，故使用內部報酬率以評估互斥計畫時須特別審慎。公式如下：

$$IRR: \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} = 0$$

其中：

B_t：第t年之效益

C_t：第t年之成本

r：內部報酬率

T：評估年期

三、益本比（benefit/cost ratio；B/C ratio）

使用益本比為評估指標之評估準則為投資效益現值與成本現值比是否大於1，大於1之投資方案，即為具經濟可行性之替選方案，否則為不可行。益本比由於係將效益與成本相除，為非線性之運算，故以益本比為指標比較互斥計畫之優劣時亦應特別小心，以免導致與淨現值不一致之結論。公式如下：

$$\frac{B}{C} \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

其中：

B_t ：第 t 年之效益

C_t ：第 t 年之成本

i ：折現率

T ：評估年期

成本效益分析通常應用於方案之選擇上，其分析步驟如下【26】：

1. 檢視需求，考慮限制，並有系統的陳述目的和目標。說明成本與效益將從何種觀點進行評估。
2. 定義選擇權使在某種程度上讓分析者作公平的比較。如果某一個選擇是相對於一基準方案，應確認該基準方案是適當的。
3. 分析增加的影響並取得成本與效益相關的資料。表列各階段之成本與效益。
4. 以一明顯而標準的衡量單位來表達成本與效益。
5. 執行非機率型（deterministic）的模式（即使用單一值的成本與效益，好像那些值是確定的），看淨現值（NPV）的確切評估結果。
6. 導入敏感度分析以決定那些變數對淨現值有最大的影響。考慮有關那些變數的值是否可以取得較好的資訊以限制不確定性，或採行某項動作以限制不確定性。是否該項改善的成本低到足夠讓所得的結果值得？若是，則採用之。
7. 使用已知的範圍、成本和效益值的機率以及模擬投資的預期結果等來分析風險。
8. 確認選擇，該選擇可提供收入的預期貢獻。

考慮全部的定量分析，以及定量分析的因子無法以「元」表達時，作一合理的建議。

2.3.2 成本項目及效益分析之相關文獻

九二一集集大地震後產生了大量的建築廢棄物1,500至2,000萬公噸，如能將如此龐大的建築廢棄物量再生處理，將處理後之再生材有效的再利用，將可帶來的效益如：

- (1) 減少大量廢物之掩埋空間使國內有限的掩埋場地使用年限延長
- (2) 減少因堆置於河川地（有計畫或隨意棄置）而阻斷水流，雨季時造成水位高漲、坍塌而造成污染
- (3) 減少堆置於山谷鞍部（有計畫或隨意棄置）而阻斷水流，而當雨季來臨時造成坍塌或土石流流竄，危害下游居民及生態環境
- (4) 減少因拋海而造成之二次污染，而破壞海洋生態環境
- (5) 減少因就地掩埋而未有滲污水及沼氣之適當處理而產生地下水源污染及可能之氣爆
- (6) 減少因隨意的棄置破壞景觀，及影響環境衛生安全
- (7) 減少因不當使用而影響工程品質與基礎安全等。

而在建築廢棄物處理成本方面如研究報告中A廠商提供之廢棄混凝土處理成再生骨材之成本區分為固定成本及變動成本，固定成本包括：機具設備費用，變動成本包括：人工費、燃料費、潤滑油料費、維修及材料費、雜項管理費、運輸費用等，處理成本為120元／噸。而B廠商將處理成本項目分為設備費用、人事費用、操作成本、辦公室設備費、業務費及利息的支出及運輸費用等，其再生骨材之處理成本為230.7元／m³。

陳文卿【14】於，『建築廢棄物之再生利用技術開發-廢棄物混凝土塊在利用』研究報告中顯示，在使用回收之再生骨材與天然骨材製作的產品相較之下，有些再生骨材之產品經添加增強劑後，與天然骨材之產品不分軒輊，如高壓混凝土磚，而其經濟效益與天然骨材製成之高壓混

凝土磚相較之下，成本要稍高，其天然骨材與再生骨材製成之高壓混凝土人行步道磚成本項目分析如表2-3：

表 2-3 天然材與再生材製成之高壓混凝土人行步道磚成本分析

名稱	粗骨材 (3/8"~#100)	細骨材 (天然材)	水泥	填充料 (砂灰)	雜項 (水電)	工資	合計
天然骨材 步道磚	0.6	0.4	1.2	0	0.2	0.3	2.7
再生骨材 步道磚	0.1	0.3	1.5	0.5	0.2	0.3	2.9
備註	1. 步道磚重量以 3 公斤/每塊計算 2. 天然材與再生材製成之高壓混凝土人行步道磚均符合國內 CNS13296B 級之抗壓強度(408kgf/cm ²) 3. 再生骨材代工費(碎礦、篩分):140 元/m ³ (含運費)						

資料來源：【14】

表2-3之成本估算僅針對工廠生產所需之製造成本進行分析，至於建物拆除、搬運、場地暫存、設備購置等費用則不列入評估。

行政院公共工程委員會「營建資源再利用於公共工程之研究」中【15】，對營建副產物之分類做本益分析，其分析以「總茂環保股份有限公司營建廢棄物處理場」為對象，經其調查，此處理場的投資預算為一億零四百萬，而分析出來的分類成本是274.63元/m³，其分類處理成本項目分為固定成本及變動成本，固定成本內容有：機器設備折舊及機器設備利息，變動成本內容包括：作業人工費用、燃料費、操作潤滑油費、維修及耗材、保險費及管理費等。

陳紹昫【3】一文中提及有關國外使用再生材所產生之效益，如根據美國道路工程協會（American Concrete Paving Association）報告指出，美國對於再生材之應用始於1964年達拉斯(Dallas Love Field)之道路底層下層（sub base）其中68%是再生骨材；之後明尼蘇達州境內之59號公路亦曾應用再生材及天然砂石所拌合之混凝土，共計進行長16英里的鋪設，總計節省60萬美金。於1983~1985年美國密西根州道路工程中路肩的鋪設，每噸再生材料約可減少3~5美金之費用，鋪設再生材料超過400英里。

國內學者張欣聰在運輸工程中【16】於空氣污染、噪音、肇事、擁擠、廢棄物、生態環境、景觀/空間阻隔、土地使用、總體經濟與公平性等運輸外部性之研究中指出，找出適宜的衡量方法及其影響程度，以供在從事運輸投資計畫經濟效益評估時之參考，以較完整與全面的角度納入運輸的真正成本及效益。此文在進行經濟效益評估時，所考慮之衡量成本（效益）的範疇為運輸時間之節省、運輸成本之節省、空氣污染之改善、噪音之改善、肇事成本之減少，以及景觀／空間阻隔影響消失等六項。

張四立等人【17】於電池回收處理相關所須花費全部成本之研究中指出，其成本經由整理計算後，即得回收處理廢鉛蓄電池的單位成本，亦即

單位回收清除處理成本

＝回收清除成本＋處理成本

＝（回收清除廠商之成本＋運輸成本＋回收清除廠商之其他設備資本成本＋儲存成本－回收清除廠商之廢料售價）＋（回收清除廠商之廢料售價＋處理成本＋有害廢棄物處理成本－資源回收價值）。

（一）回收清除成本

1. 回收清除廠商之廢料購價：為回收清除廠商向回收點收購廢鉛蓄電池之價格。
2. 運輸成本：為回收清除廠商自回收點載運廢鉛蓄電池所之成本，其中包括交通工具、司機、搬運工人薪資等固定成本費用及油費等變動成本。設備的成本攤提方式則考慮二種計算方式，一為以起始購買成本按七年的法定年限利用資本還原因子預以攤提；一則以業者自行估計之使用年限並利用資本還原因子以攤提。
3. 回收清除廠商之其他設備資本成本：為回收清除廠商為回收清除廢鉛蓄電池時投注於運輸設備以外之設備成本，例如：環保棧板、鏟土機、堆高機等。設備成本攤提方式則如同前述運輸設備攤提方式。

4. 儲存成本：為廢鉛蓄電池儲存於回收廠期間所使用之土地廠房成本。使用成本的計算上，若土地及廠房為租賃，則以其租金為使用成本。若為有土地或無償公有地，則以其機會成本即該土地鄰近、相同地目的最高可能租金計算；若廠房為自建，則依柏雲昌、錢玉蘭【18】為對一般廢棄物回收成本之估算以十五年之法定使用年限為折舊年限，並依資本還原因子 $\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 予以攤提。

(二) 處理成本

1. 回收清除廠商之廢料售價：廢鉛蓄電池處理廠對廢鉛蓄電池的收購對象通常有下列數個方向：拾荒業者、契約回收商、一般回收商、一般工廠、國外進口及其他來源。
2. 處理成本：為回收處理廠商進行廢鉛蓄電池處理（如：拆除、粉碎、分選等）所需之成本。主要包括設備資本成本、拆解、製造人工成本及管銷成本。

(1) 設備資本成本：

- A. 機器購置成本：將廠商購置機器的費用以如同回收清除廠商之設備成本攤提方式分攤至各年。
- B. 維修費用：此部份為廠商為使用機器能正常運轉所產生的每年維修成本。其計算方式則依中技社【19】對廢電子電器資源回收費率訂定估計方式，假設為設備費用為5%。

(2) 拆解、製造人工成本：

在此分估算達到最大處理量及實際處理量所需之拆解員工、製造人數，依此計算出拆解、製造員工薪資。

(3) 管銷成本：

- B. 營業費用：此為廠商正常營運下所產生的管理成本。主要包括薪資、運費及出口費用、水費、電話費、電費、維修費、其他業務費用等。
- C. 廠房土地成本：成本計算方式如同回收清除廠商之儲存成本。

- D. 所得稅費用：當廢鉛蓄電池的處理量增加時，處理廠商所能獲得的資源化物質的再出售收入，及投入原料生產鉛合金出售等營業收入將隨之增加。因此假設所得稅的額度是隨廢鉛蓄電池的處理量而變化，以廠商目前實際處理量下之所得稅費用資料，來估算廠商在最大處理量之所得稅費用。
3. 有害廢棄物處理成本：由於廢鉛蓄電池處理過程中會產生一些有害物質等，因考慮處理成本時，也必須考慮廠商在處理此項物質時所產生的成本。
 4. 資源回收價值：以廢鉛蓄電池經過拆解、粉碎、分選等處理步驟後，所剩餘的鉛、塑膠等物質之重量乘上各項物質之市價，即得資源回收價值。

李坤陸【20】之論文中提及外部成本與外部效益之觀念，所謂「外部性」為進行廢棄物管理時對於環境與社會所造成之影響。而「外部成本」為廢棄物進行掩埋、焚化及資源回收過程中對環境造成污染，而為降低污染之影響所需花費之成本。例如運輸廢棄物時大氣污染物或噪音之產生，而為降低其對環境所造成之傷害而所花費之污染防制費用；「外部效益」則為進行能源回收時因減少能源之使用量進而使污染量降低，亦使得污染防制費用減少之效益。

李安然【21】”廢輪胎資源回收處理方式之環境衝擊與成本效益分析”中主要探討國內廢輪胎資源回收方法以磨粉、熱裂解及作為輔助燃料三種回收方式之成本效益，其計算方式為針對三種回收方式相關之費用，包括其平均設備投資費用，及平均每月操作維護成本，以十年為一分析期，10%的利率攤提設備成本，即可算出廢輪胎的總處理成本，經加權計算後可得一市場價格，其所計算出之處理成本再加上運輸成本，即可求得回收方式的總體效益。

蔡弦志【22】於”再生材料應用於道路工程之成本效益分析”指出再生材料在成本效益分析方面可分為兩部份，一為產品製造費用與產品市場效益。二為製造成本方面，直接材料、直接人工及製造費用為製造成

本的三大要素，依成本及管理會計原則，將直接材料（包含分類處理成本）、直接人工、間接材料費、間接人工、機器折舊、保險費、稅捐、土地廠房租金、動力費、倉儲、運輸、管銷等項目進行評估，以分析製造所需的費用。

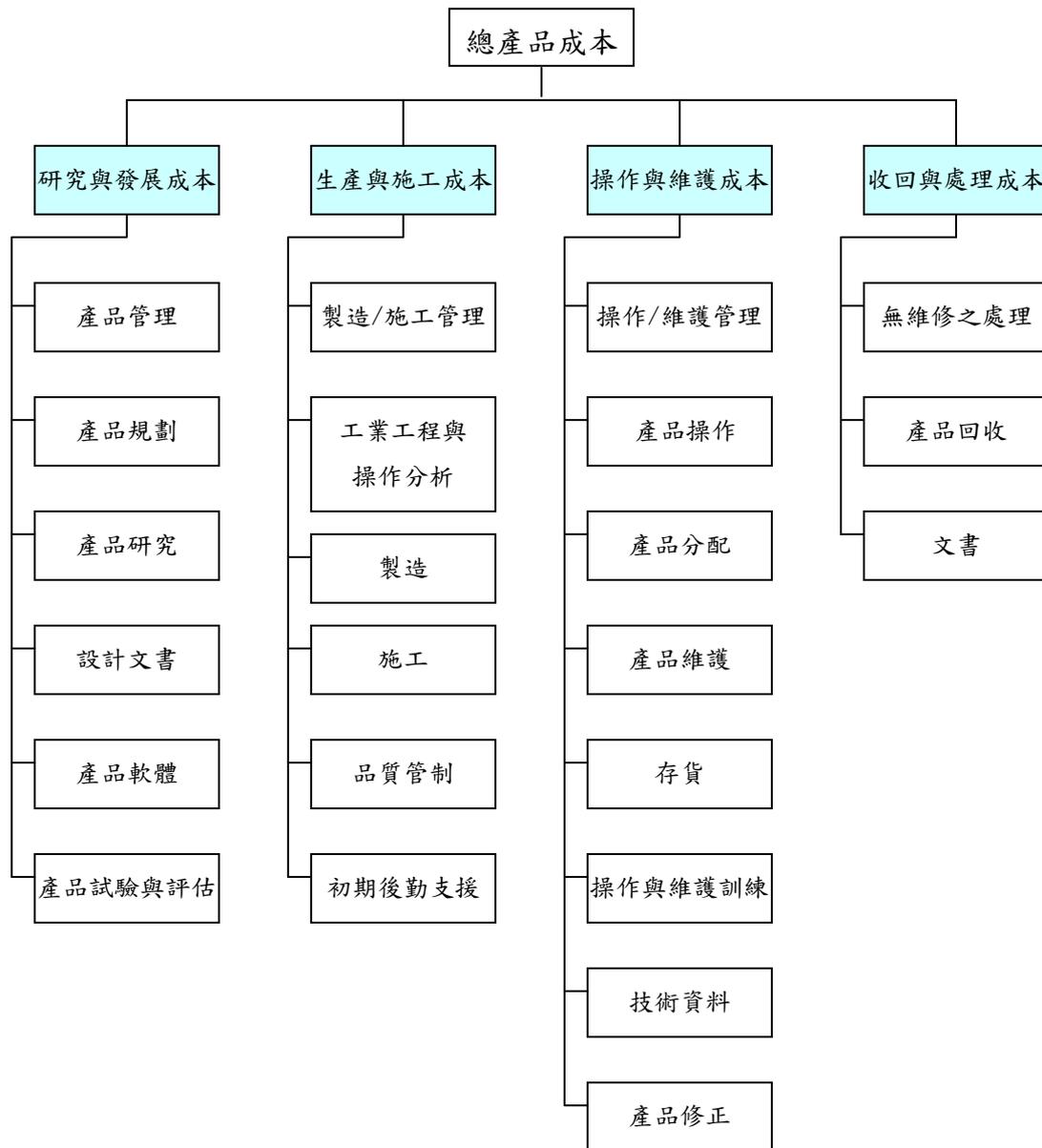
其他部分有關成本效益之相關文章如楊俊彥【23】建立國內廢家電資源回收體系之最適規劃模式中，首先對國內之廢電數量行推估，並以此求得儲存場及處理廠的最佳個數及設計容量大小，以供進一步成本效益一合理規劃之參考，最後結合各項成本建構出一費率分析模式，同時針對不同的回收系統方案作模擬分析，藉由模式中的參數改變以分析其成效。

Fabrycky & Blanchard【27】於 1991 年提出一個總產品成本之成本分項結構圖，如圖 2-1 所示。透過產品之成本分項結構圖，可以清楚了解一產品從設計、製造、使用維護及廢棄回收之各階段成本項目，可供各階段之成本分析之參考。表 2-4 為產品各階段和成本類別的關係。

表 2-4 生命週期各階段和成本關係

	公司成本	使用者成本	社會成本
設計	市場認知 發展		
生產	原物料 能源 設備 工資、薪資等		廢棄物 污染 健康傷害
使用	運輸 貯存 廢棄物 破損 保固服務	運輸 貯存 能源 原物料 維修	包裝 廢棄物 污染 健康傷害
棄置處理／回收		棄置處理／回收	廢棄物 棄置處理 污染 健康傷害

資料來源：【27】



資料來源：本研究整理

圖 2-2 成本分項結構

2.3.3 小結

綜合以上所述，雖然回顧了多篇並非直接相關於廢棄混凝土再利用成本效益方面之文獻，但仍可由其文獻中得知其成本及效益的評估方式及觀念。而廢棄混凝土再生利用之成本主要著重在於中間處理場之處理

成本及混凝土廠商製造成再生產品之成本，而本研究所探討之再生利用效益是針對外部效益做一探討，將其彙整如表 2-5 所示。在成本效益的評估方法上，由於淨現值法為一般評估專案時常用之方法，更是公共投資最簡便且使用最廣的指標，故本研究採用淨現值法的評估方式來計算其成本與效益。

表 2-5 廢棄混凝土再生利用之成本項目效益表

	成本項目	效益
再生材 分類處 理成本	機具設備	◆ 可能減少直接之工程費。
	人事支出	◆ 減少廢棄物之掩埋空間。
	操作成本	◆ 國內有限的掩埋場地使用年限延長。
	辦公室設備	◆ 減少天然資源的耗用。
	業務費	◆ 減少因堆置於河川地（有計畫或隨意棄置）而阻斷水流，雨季時造成水位高漲、坍塌而造成污染。
	利息支出	◆ 減少堆置於山谷鞍部（有計畫或隨意棄置）而阻斷水流，而當雨季來臨時造成坍塌或土石流流竄，危害下游居民及生態環境。
再生產 品製 造 成本	機具設備	◆ 減少因隨意的棄置破壞景觀，及影響環境衛生安全。
	人員薪資	◆ 資源再利用。
	材料	
	能源	
	配比設計	
	品質管制及檢驗	
	存貨	
	包裝	
	運輸	
清潔維護		

資料來源：本研究整理

第三章 成本效益分析模式之建立

3.1 研究對象及假設條件

廢棄混凝土之再利用用途，目前仍以鄰近工地回填、施工便道鋪築及路基底層級配料等經濟效益較低之用途為主，廢棄混凝土再生利用之市場仍待開發。本研究在選擇廢棄混凝土再生利用項目進行成本效益分析上，係參考建研所【2】之研究成果，該研究中有關再利用項目的選定是經過技術及市場之可行性評估，參考國內相關實驗研究、國家技術規範及廠商設計規範，並調查國內市場，確定市場性後，方提出供內政部建築研究所開會討論，並通過決定採用的再生材項目計有：高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、道路級配料、消波塊及國家公園碎石步道鋪面等六項廢棄混凝土再生利用產品。故本研究即選定高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、道路級配料、消波塊及國家公園碎石步道鋪面等六項廢棄混凝土再生利用產品，作為研究對象。此六項廢棄混凝土再生利用產品依製造廠商之不同可區分為三類，如表 3-1 所示，每類再生產品之製造流程亦有所區別。

表 3-1 混凝土再生產品分類

類別	混凝土再生產品種類	製造廠商
A	高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚	混凝土製品廠（磚廠）
B	道路級配料、國家公園碎石步道鋪面	中間處理場
C	消波塊	營造廠（預拌廠）

資料來源：本研究整理

本研究主要探討廢棄混凝土再生利用產品與天然材產品在同等品質水準條件下之製造成本的差異。廢棄混凝土從產生到轉換成再生產品的流程，可區分為「產生」、「清運」、「中間處理」與「再生產品產製」四個階段，如圖 3-1 所示。A、B、C 三類廢棄混凝土再生利用產品生產階段生命週期之差別，在於中間處理階段需依再利用用途處理至粒料性質符合規範之規定，例如最大粒徑、粒料級配等。同時 B

類廢棄混凝土再生利用產品只需經中間處理階段處理完成，並符合規範要求，即已成為再生產品可直接銷售使用（例如：再生級配料，可直接應用於工地）。A類的再生利用產品產製階段屬於工廠製造性質，而C類的再生產品產製屬於營造廠施作性質，由得標之營造廠於工地附近進行消波塊之澆鑄。

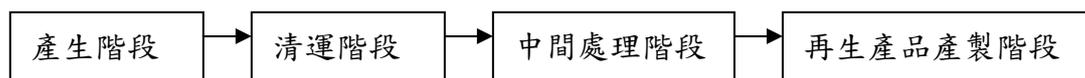


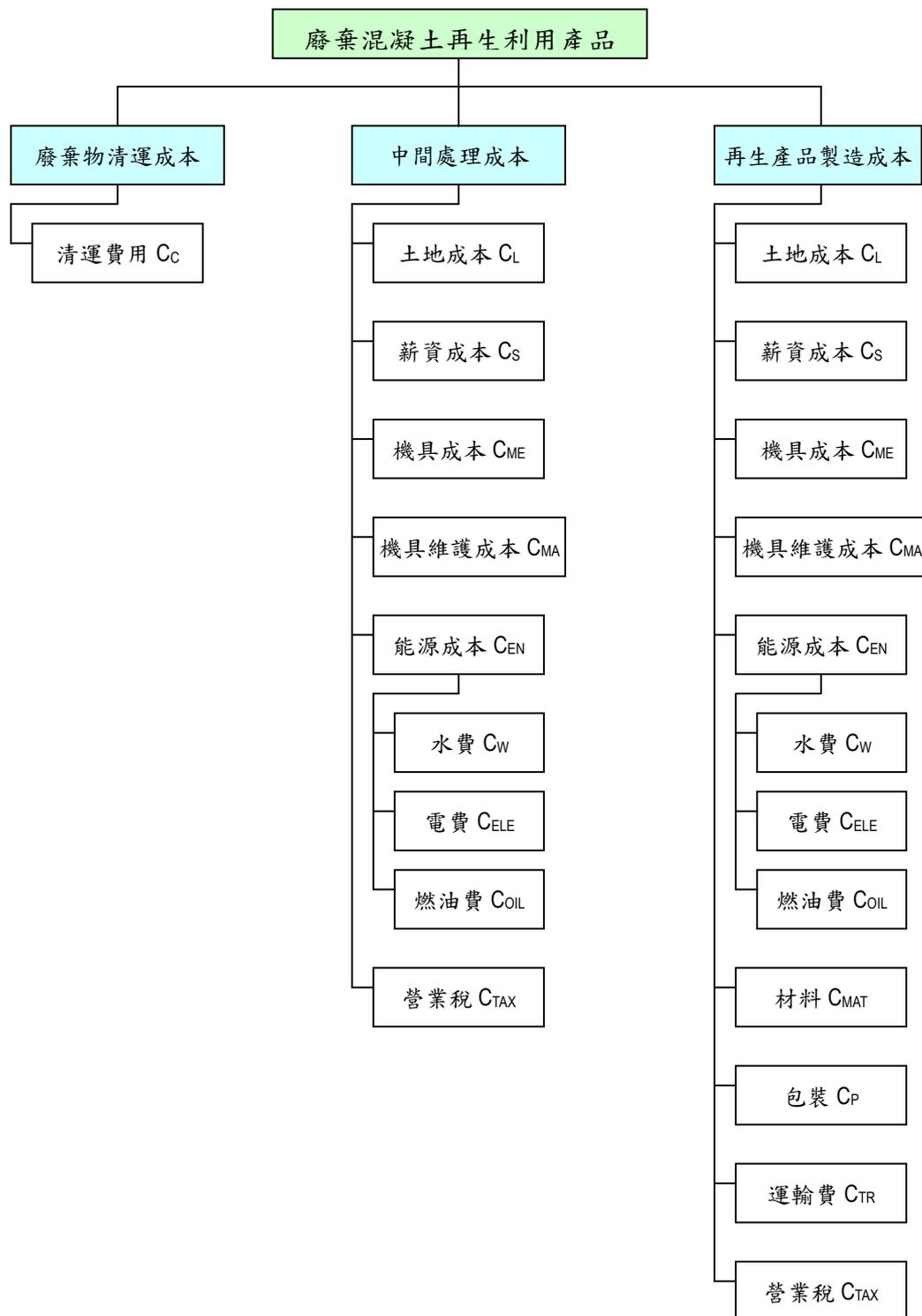
圖 3-1 混凝土再生產品生產流程

3.2 混凝土再生產品之成本分項結構及效益項目

3.2.1 混凝土再生產品之成本分項結構

依據混凝土再生產品生產流程，可建立廢棄混凝土再生產品之成本分項結構如圖 3-2 所示。廢棄混凝土再生產品之分項結構與一般產品成本分項結構不同之處，在於一般產品之成本分項結構均屬同一公司之內部成本，亦即產品自設計至製造完成之總成本，而圖 3-2 的成本分項則分屬不同支出者：廢棄混凝土製造者、中間處理業者及混凝土製品廠（磚廠）業者。

廢棄物清運成本主要為廢棄混凝土等拆除混合物之清運費，對廢棄混凝土製造者而言為支出成本，然其中一部分費用卻屬中間處理業者之收入，亦即廢棄混凝土運至中間處理場處理時，中間處理業者收取之費用。又如中間處理成本為廢棄混凝土經處理成為混凝土製品廠（磚廠）可用之材料的總成本，加上中間處理業者自行訂定之利潤之後即成為再生材料售價，亦即混凝土製品廠產製再生產品時之一部分材料費用支出成本。故如單就探討以天然材料製成之混凝土製品成本與以再生材料製成之混凝土製品成本間差異問題而言，僅需針對混凝土產品製造廠之生產成本部份加以估算即可，因材料成本中已反應清運及中間處理之成本。



資料來源：本研究整理

圖 3-2 混凝土再生產品之成本分項結構

另就道路級配料、國家公園碎石步道鋪面兩項再利用用途而言，通常廢棄混凝土經中間處理場處理至符合規範程度之後，即可直接運

至工地鋪設施工，故無須再經產品製造廠階段，此時亦僅就中間處理之各項成本加以估算即為道路級配料、國家公園碎石步道鋪面之再生料成本。

3.2.2 廢棄混凝土再生利用之效益

廢棄混凝土再生利用所產生之效益，主要在於廢棄混凝土再利用之後，所降低的社會成本支出，可分為直接社會成本與間接社會成本，減少直接社會成本即為廢棄混凝土再生利用之直接效益，包括：

- 1.減少廢棄物掩埋成本。
- 2.減少天然資源耗用。
- 3.減少廢棄物隨意傾倒棄置之社會成本。
- 4.減少政府取締非法傾倒之人事成本。

而廢棄混凝土再生利用之間接效益則為從直接效益所衍生出間接社會成本的降低，如：

(一) 「減少廢棄物掩埋」所衍生之間接效益

- (1) 延長掩埋場使用年限。
- (2) 減少新掩埋場之設置。
- (3) 減少設置新掩埋場對環境之衝擊。

(二) 「減少天然資源耗用」所衍生之間接效益

- (1) 減少砂石開採對河川及陸地之污染及生態之破壞。
- (2) 減少取締盜採砂石的人事成本。
- (3) 減少河川砂石開採對橋樑基礎沖刷破壞及維護補強費用。
- (4) 減少盜採砂石所生河川危險區域及對民眾生命安全之威脅。
- (5) 資源再利用而達永續發展之目的。

(三) 「減少廢棄物隨意傾倒棄置」所衍生之間接效益

- (1) 減少廢棄物隨意傾倒棄置對環境生態之衝擊。
- (2) 減少廢棄物隨意傾倒棄置對景觀之破壞。
- (3) 減少廢棄物隨意傾倒棄置於河川地對河川之污染。
- (4) 減少廢棄物隨意傾倒棄置於山谷鞍部而於雨季產生土石流等危害。

(四) 「減少政府取締非法傾倒之人力」所衍生之間接效益

- (1) 有助紓解政府財政困窘。
- (2) 環保部門減少之人事費用可作為增進其他社會效益之支出及利用。

廢棄混凝土之再生利用的效益除可降低社會成本的支出外，亦有可能具有降低工程施工成本的效益（若再生材成本低於天然材成本）。

3.3 廢棄混凝土再生利用成本效益分析模式之建立

廢棄混凝土之再生利用，依用途之不同，產製再生產品之流程亦不相同，可依製造廠商區分為三類（表 3-1），以下針對此三類再生產品，建立成本分析模式：

(一) A 類模式：高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚

產品成本

= 混凝土製品廠（磚廠）之製造成本

= 土地成本 (C_L) + 薪資成本 (C_S) + 機具成本 (C_{ME}) + 機具維護成本 (C_{MA}) + 能源成本 (C_{EN}) + 材料成本 (C_{MAT}) + 包裝成本 (C_P) + 運輸成本 (C_{TR}) + 營業稅 (C_{TAX})

本分析模式中天然材料與再生材料兩者製成混凝土產品之成本，主

要差異在於材料成本部分，除了材料中天然材與再生材之進料價格差異外，在使用再生材時，配比亦有所不同，另需增加填充料之成本。

(二) B類模式：道路級配料、國家公園碎石步道鋪面

產品成本

= 中間處理場之處理成本

= 土地成本 (C_L) + 薪資成本 (C_S) + 機具成本 (C_{ME}) + 機具維護成本 (C_{MA}) + 能源成本 (C_{EN}) + 營業稅 (C_{TAX})

由於道路級配料、國家公園碎石步道鋪面在中間處理場處理完成後，即可直接銷售，運交使用者施工，故本模式主要為中間處理場之處理成本估算。另因營建廢棄物分類處理場所處理之建築廢棄物非僅含廢棄混凝土，尚夾雜廢鋼筋、木材、磚瓦及其他雜質等，從建築廢棄物進場，至分類處理完成，所得之回收產品則包含廢鋼筋、再生粒料、木材、玻璃、塑膠等，難以就總處理成本中分配各回收產品之成本比例，故本模式所推估之中間處理成本就營建廢棄物分類處理場而言為建築廢棄物之總處理成本，就土資場或砂石場而言則為單純廢棄混凝土之處理成本。

(三) C類模式：消波塊

產品成本

= 消波塊製造成本

= 模具成本 (C_{MO}) + 薪資成本 (C_S) + 機具成本 (C_{ME}) + 機具維護成本 (C_{MA}) + 能源成本 (C_{EN}) + 運輸成本 (C_{TR})

消波塊通常為河川整治工程或港灣工程之承造廠商負責製造，並就近於工地附近澆鑄，主要為模具之租用或定製成本、機具及維護成本、混凝土材料成本及工人之費用。如係以工地臨時拌合廠方式拌製混凝土，則需考慮能源成本及運輸成本，唯目前多以預拌混凝土方式進料，故無需考慮能源成本及運輸成本（因已內含於材料成本中）。另對營造

廠而言，消波塊之製造過程中模具、機具及人工之支出均相同，不同之處僅在於材料成本上，可僅就天然材及再生材之材料成本作比較，故可簡化 C 類模式如下：

$$\begin{aligned} & \text{產品成本} \\ &= \text{消波塊之材料成本 (含運費)} \\ &= \text{水泥成本 (C}_{CE}\text{)} + \text{粗骨材成本 (C}_{ST}\text{)} + \text{細骨材成本 (C}_{SA}\text{)} + \text{摻} \\ & \quad \text{料 (飛灰、爐石...等) 成本 (C}_{AD}\text{)} + \text{化學附加劑成本 (C}_{CH}\text{)} \end{aligned}$$

在廢棄混凝土再生利用之效益分析上，可建立分析模式如表 3-2，計算方式如下式。

$$\begin{aligned} \text{再生利用效益} &= \text{直接效益} + \text{間接效益} \\ &= \{ (\text{減少廢棄物掩埋成本}) + (\text{減少廢棄物隨意傾倒棄} \\ & \quad \text{置之社會成本}) + (\text{減少政府取締非法傾倒之人事成} \\ & \quad \text{本}) + (\text{減少天然資源耗用}) \} + (\text{可量化之間接效益}) \end{aligned}$$

表 3-2 廢棄混凝土再生利用之效益分析模式

再利用流程	目的	直接效益	間接效益
廢棄物產生 → 中間處理 場	減少廢棄物 進入掩埋場	減少廢棄物 掩埋成本	(1) 延長掩埋場使用年限。 (2) 減少新掩埋場之設置。 (3) 減少設置新掩埋場對環境之衝擊。
	減少廢棄物 隨意傾倒棄 置	減少廢棄物 隨意傾倒棄 置之社會成 本	(1) 減少廢棄物隨意傾倒棄置對環境生 態之衝擊。 (2) 減少廢棄物隨意傾倒棄置對景觀之 破壞 (3) 減少廢棄物隨意傾倒棄置於河川地 對河川之污染。 (4) 減少廢棄物隨意傾倒棄置於山谷鞍 部而於雨季產生土石流等危害。
		減少政府取 締非法傾倒 之人事成本	(1) 有助紓解政府財政困窘。 (2) 環保部門減少之人事費用可作為增 進其他社會效益之支出及利用。
中間處理場 → 混凝土製 品廠或工地	資源再利用	減少天然資 源耗用	(1) 減少砂石開採對河川及陸地之污染 及生態之破壞。 (2) 減少取締盜採砂石的人事成本。 (3) 減少河川砂石開採對橋樑基礎沖刷 破壞及維護補強費用。 (4) 減少盜採砂石所生河川危險區域及 對民眾生命安全之威脅。 (5) 資源再利用而達永續發展之目的。

資料來源：本研究整理

第四章 混凝土再生產品成本效益分析

4.1 訪談及問卷調查執行情形

本研究針對六大項產品（高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、路基底層級配料、國家公園碎石步道鋪面、消波塊）進行專家訪談與問卷調查，問卷設計之方向為針對六項產品之人事成本、機具成本、處理成本、維護成本等進行設計，如附錄一中各問卷所示。問卷訪談之對象主要為混凝土製品廠、土資場、廢棄物分類處理場、預拌廠與砂石場，並針對北部地區（新竹以北）之相關廠商進行訪談，問卷總發放數量為19份，分別為混凝土製品廠五家，土資場五家，廢棄物分類處理場六家，預拌廠一家，砂石場兩家，其相關位置圖如圖4-1所示。

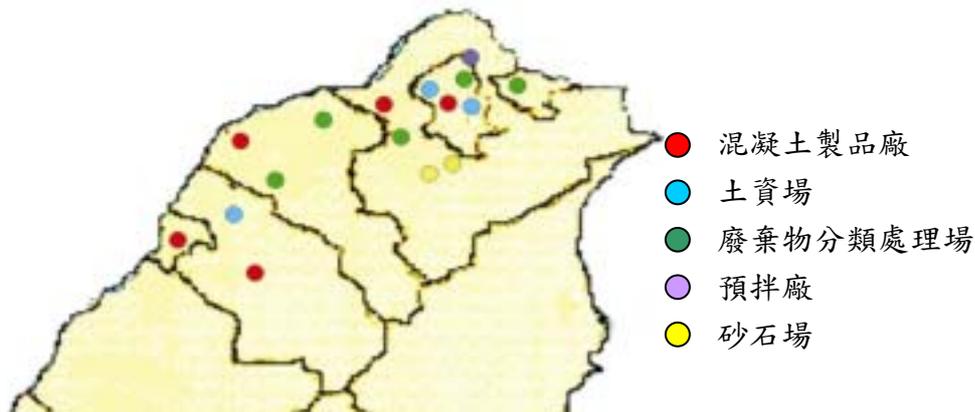


圖 4-1 訪談對象之相關位置圖

問卷回收情形與數量如下表4-1所示，其中以混凝土製品廠之回收率最為低，發放數量五家，回收數量僅二家，主要原因為許多資料屬較機密之公司內部資料，廠商提供意願較低目前為止僅二家回覆，此為本研究所遭遇之困難。根據所收回問卷之不足處或是不了解之問題，便進行第二次之問卷與專家訪談，針對回收之廠商進行第二次之詢問與檢討問卷。至完成資料蒐集與問卷訪談後，便進行成本之計算，計算各項產品之成本，在此亦向問卷廠商進行諮詢是否計算成本有無出入，並對其進行改正，使本研究所試算出之成本與廠商實際之成本較為相符，並與營建物價中之實際物價進行比對，是否有無出入，以達計算之正確。

表 4-1 問卷回收狀況表

對象	廠商數量	回收數量
混凝土製品廠	5	2
土資場	5	4
廢棄物分類處理場	6	6
預拌廠	1	1
砂石場	2	2
總計	19	15

資料來源：本研究整理

4.2 廢棄混凝土再生產品之成本分析

4.2.1 再生高壓混凝土磚之成本分析

高壓混凝土磚主要分為 A、B、C 三個等級，此三者之差異在於強度之區別，A 級較 B 級所使用之水泥量多出 15%，C 級較 B 級所使用之水泥量少 15%，A、B、C 級之抗壓強度為 CNS13295 中之規定。再生骨材與天然骨材成本項目主要為材料、能源、包裝、運輸、人事費、營業稅等，其計算式如下所示。其中機具設備與購地建廠成本均以 50 年之使用年限攤提。

$$\text{天然材產品成本} = \{ (C_L) + (C_S) + (C_{ME}) + (C_{MA}) + (C_{EN}) + (C_{MAT}) + (C_P) + (C_{TR}) + (C_{TAX}) \} \div \text{年產量 (Q)}$$

$$\text{材料 (} C_{MAT} \text{)} = \text{粗骨材} + \text{砂} + \text{水泥} + \text{顏料}$$

$$\text{再生材產品成本} = \{ (RC_L) + (RC_S) + (RC_{ME}) + (RC_{MA}) + (RC_{EN}) + (RC_{MAT}) + (RC_P) + (RC_{TR}) + (RC_{TAX}) \} \div \text{年產量 (Q)}$$

$$\text{材料 (} RC_{MAT} \text{)} = \text{天然粗骨材} + \text{再生粗骨材} + \text{砂} + \text{水泥} + \text{顏料}$$

天然材材料成本包含粗骨材、砂、水泥等，於再生材取代部分則分為天然粗骨材、再生粗骨材、砂、水泥等，根據訪談得知，利用廢棄混凝土處理成與天然材相同品質與粒徑之粗骨材，其取代粗骨材之量約為 40% 左右，太高會造成強度不足，太低則會失其經濟效益，故本研究係以其取代量 40% 做試算高壓混凝土磚成本，計算細分為 A、B、C 三個

等級，如表 4-2、表 4-3、表 4-4 所示。

表 4-2A 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表

A 級高壓混凝土磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	2430000	0.40	972000	天然粗骨材	1458000	0.40	583200
				再生粗骨材	972000	0.28	272160
砂	4050000	1.90	7695000	砂	4050000	1.90	7695000
水泥	1863000	2.20	4098600	水泥	2235600	2.20	4918320
顏料			231000	顏料			231000
總計(元/年)			12996600	總計(元/年)			13699680
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			277200	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			307230
包裝(元/年) (C _P)			173250	包裝(元/年) (RC _P)			173250
運輸(元/年) (C _{TR})			2887500	運輸(元/年) (RC _{TR})			2887500
人事費(元/年) (C _S)			2795100	人事費(元/年) (RC _S)			2887500
機具設備(元/年) (C _{ME})			206745	機具設備(元/年) (RC _{ME})			206745
機具維護費(元/年) (C _{MA})			231000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			231000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			508200	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			508200
營業稅(元/年) (C _{TAX})			693000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			693000
總計(元/年)			20768595	總計(元/年)			21594105
天然材成本(元/m ²)			346.14	再生材成本(元/m ²)			359.90

資料來源：本研究整理

表 4-2 為天然材 A 級高壓混凝土磚成本與再生材成本計算，表中差異較多為水泥用量，乃因使用再生骨材製作成之再生產品需較多之水泥用量，較原水泥用量多出 20%。經由問卷訪談獲知其年產量為 6 萬 m²，將其成本除上年產量便可獲得 A 級高壓混凝土磚成本。

表 4-3B 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表

B 級高壓混凝土磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	11340000	0.40	4536000	天然粗骨材	6804000	0.40	2721600
				再生粗骨材	4536000	0.28	1270080
砂	18900000	1.90	35910000	砂	18900000	1.90	35910000
水泥	7560000	2.20	16632000	水泥	9072000	2.20	19958400
顏料			1078000	顏料			1078000
總計(元/年)			58156000	總計(元/年)			60938080
能源(水電)(元/年)(C _{EN})			1293600	能源(水電)(元/年)(RC _{EN})			1433740
包裝(元/年)(C _P)			808500	包裝(元/年)(RC _P)			808500
運輸(元/年)(C _{TR})			13475000	運輸(元/年)(RC _{TR})			13475000
人事費(元/年)(C _S)			13043800	人事費(元/年)(RC _S)			13475000
機具設備(元/年)(C _{ME})			964810	機具設備(元/年)(RC _{ME})			964810
機具維護費(元/年)(C _{MA})			1078000	機具維護費(元/年)(RC _{MA})			1078000
購地與建廠成本(元/年)(C _L)			2371600	購地與建廠成本(元/年)(RC _L)			2371600
營業稅(元/年)(C _{TAX})			3234000	營業稅(元/年)(RC _{TAX})			3234000
總計(元/年)			94425310	總計(元/年)			97778730
天然材成本(元/m ²)			337.23	再生材成本(元/m ²)			349.21

資料來源：本研究整理

表 4-3 為 B 級高壓混凝土磚天然材成本與再生材成本計算，除再生材之水泥用量較原水泥用量多出 20% 外，其與天然材 A 級高壓混凝土磚之水泥用量少 15%。經由問卷訪談獲知其年產量為 28 萬 m²，將其成本除上年產量便可獲得 B 級高壓混凝土磚成本。

表 4-4C 級高壓混凝土磚之天然材與再生材成本分析表

C 級高壓混凝土磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	2430000	0.40	972000	天然粗骨材	1458000	0.40	583200
				再生粗骨材	972000	0.28	272160
砂	4050000	1.90	7695000	砂	4050000	1.90	7695000
水泥	1458000	2.20	3207600	水泥	1749600	2.20	3849120
顏料			231000	顏料			231000
總計(元/年)			12105600	總計(元/年)			12630480
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			277200	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			307230
包裝(元/年) (C _P)			173250	包裝(元/年) (RC _P)			173250
運輸(元/年) (C _{TR})			2887500	運輸(元/年) (RC _{TR})			2887500
人事費(元/年) (C _S)			2795100	人事費(元/年) (RC _S)			2887500
機具設備(元/年) (C _{ME})			206745	機具設備(元/年) (RC _{ME})			206745
機具維護費(元/年) (C _{MA})			231000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			231000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			508200	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			508200
營業稅(元/年) (C _{TAX})			693000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			693000
總計(元/年)			19877595	總計(元/年)			20524905
天然材成本(元/m ²)			331.29	再生材成本(元/m ²)			342.08

資料來源：本研究整理

表 4-4 為天然材 C 級高壓混凝土磚成本與再生材成本計算，C 級地磚之水泥用量較 B 級少 15%，其年產量也低於 B 級地磚，經由問卷訪談獲知其年產量為 6 萬 m²，將其成本除上年產量便可獲得 C 級高壓混凝土磚成本。

4.2.2 再生植草磚之成本分析

植草磚主要分為 A、B、C 三個等級，三者之差異在於水泥用量之不同，A 級較 B 級所使用之水泥量多出 15%，C 級較 B 級所使用之水泥量少 15%。再生骨材與天然骨材成本項目計算式如下所示。其中機具設備與購地建廠成本均以 50 年之使用年限攤提。

$$\text{天然材產品成本} = \{ (C_L) + (C_S) + (C_{ME}) + (C_{MA}) + (C_{EN}) + (C_{MAT}) + (C_P) + (C_{TR}) + (C_{TAX}) \} \div \text{年產量 (Q)}$$

材料 (C_{MAT}) = 粗骨材 + 砂 + 水泥 + 顏料

再生材產品成本 = { (RC_L) + (RC_S) + (RC_{ME}) + (RC_{MA}) + (RC_{EN}) + (RC_{MAT}) + (RC_P) + (RC_{TR}) + (RC_{TAX}) } ÷ 年產量 (Q)

材料 (RC_{MAT}) = 天然粗骨材 + 再生粗骨材 + 砂 + 水泥 + 顏料

天然材材料成本包含粗骨材、砂、水泥等，於再生材取代部分則分為天然粗骨材、再生粗骨材、砂、水泥等，市面業者所示，取代粗骨材之量約為 40% 左右，太高則會造成強度不足，太低則會失其經濟效益，故本研究針對其取代量 40% 做試算植草磚成本，計算細分為 A、B、C 三個等級，如表 4-5、表 4-6、表 4-7 所示。

表 4-5A 級植草磚之天然材與再生材成本分析表

A 級植草磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之用量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	1215000	0.40	486000	天然粗骨材	729000	0.40	291600
				再生粗骨材	486000	0.28	136080
砂	2025000	1.90	3847500	砂	2025000	1.90	3847500
水泥	810000	2.20	1782000	水泥	972000	2.20	2138400
顏料			15000	顏料			15000
總計(元/年)			6130500	總計(元/年)			6428580
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			52800	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			54750
包裝(元/年) (C _P)			33000	包裝(元/年) (RC _P)			33000
運輸(元/年) (C _{TR})			550000	運輸(元/年) (RC _{TR})			550000
人事費(元/年) (C _S)			181500	人事費(元/年) (RC _S)			187500
機具設備(元/年) (C _{ME})			13425	機具設備(元/年) (RC _{ME})			13425
機具維護費(元/年) (C _{MA})			15000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			15000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			33000	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			33000
營業稅(元/年) (C _{TAX})			45000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			45000
總計(元/年)			7054225	總計(元/年)			7360255
天然材成本(元/m ²)			235.14	再生材成本(元/m ²)			245.34

資料來源：本研究整理

表 4-5 為 A 級植草磚天然材成本與再生材成本之計算，天然材與再生材之植草磚之成本差異主要在於材料方面之使用，經問卷訪談得知年

產量 3 萬 m²，故可求得天然材之單位成本為 235.14 元/m²，再生材之單位成本為 245.34 元/m²。

表 4-6B 級植草磚之天然材與再生材成本分析表

B 級植草磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之用量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	810000	0.40	324000	天然粗骨材	486000	0.40	194400
				再生粗骨材	324000	0.28	90720
砂	1350000	1.90	2565000	砂	1350000	1.90	2565000
水泥	540000	2.20	1188000	水泥	648000	2.20	1425600
顏料			28000	顏料			28000
總計(元/年)			4105000	總計(元/年)			4303720
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			33600	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			42700
包裝(元/年) (C _P)			21000	包裝(元/年) (RC _P)			21000
運輸(元/年) (C _{TR})			350000	運輸(元/年) (RC _{TR})			350000
人事費(元/年) (C _S)			338800	人事費(元/年) (RC _S)			366800
機具設備(元/年) (C _{ME})			25060	機具設備(元/年) (RC _{ME})			25060
機具維護費(元/年) (C _{MA})			28000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			28000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			61600	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			61600
營業稅(元/年) (C _{TAX})			84000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			84000
總計(元/年)			5047060	總計(元/年)			5282880
天然材成本(元/m ²)			252.35	再生材成本(元/m ²)			264.14

資料來源：本研究整理

表 4-6 為 B 級植草磚天然材成本與再生材成本之計算，天然材與再生材之植草磚之成本差異主要在於材料方面之使用，以水泥之差異為最多，約 10 萬 kg。經問卷訪談得知年產量 2 萬 m²，故可求得天然材之單位成本為 252.35 元/m²，再生材之單位成本為 264.14 元/m²。

表 4-7C 級植草磚之天然材與再生材成本分析表

C 級植草磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%之用量)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	810000	0.40	324000	天然粗骨材	486000	0.40	194400
				再生粗骨材	324000	0.28	90720
砂	1350000	1.90	2565000	砂	1350000	1.90	2565000
水泥	459000	2.20	1009800	水泥	550800	2.20	1211760
顏料			28000	顏料			28000
總計(元/年)			3926800	總計(元/年)			4089880
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			33600	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			44520
包裝(元/年) (C _P)			21000	包裝(元/年) (RC _P)			21000
運輸(元/年) (C _{TR})			350000	運輸(元/年) (RC _{TR})			350000
人事費(元/年) (C _S)			338800	人事費(元/年) (RC _S)			372400
機具設備(元/年) (C _{ME})			25060	機具設備(元/年) (RC _{ME})			25060
機具維護費(元/年) (C _{MA})			28000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			28000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			61600	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			61600
營業稅(元/年) (C _{TAX})			84000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			84000
總計(元/年)			4868860	總計(元/年)			5076460
天然材成本(元/m ²)			243.44	再生材成本(元/m ²)			253.82

資料來源：本研究整理

表 4-7 為 C 級植草磚天然材成本與再生材成本之計算，其年用量與 B 級相同，成本差異主要在於材料方面之使用，以水泥之差異為最多，約 10 萬 kg。經問卷訪談得知年產量 2 萬 m²，故可求得天然材之單位成本為 243.44 元/m²，再生材之單位成本為 253.82 元/m²。

4.2.3 再生圍牆磚之成本分析

圍牆磚之成本項目與高壓混凝土磚及植草磚相同。

表 4-8 圍牆磚之天然材與再生材成本分析表

圍牆磚							
天然				再生(取代粗骨材 40%)			
材料 (C _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計	材料 (RC _{MAT})	年用量 kg	單價(元/kg)	小計
粗骨材	1701000	0.40	680400	天然粗骨材	1020600	0.40	4082400
				再生粗骨材	680400	0.28	190512
砂	405000	1.90	769500	砂	405000	1.90	769500
水泥	540000	2.20	1188000	水泥	648000	2.20	1425600
顏料			60000	顏料			60000
總計			2697900	總計			2853852
能源(水電)(元/年) (C _{EN})			72000	能源(水電)(元/年) (RC _{EN})			79800
包裝(元/年) (C _P)			45000	包裝(元/年) (RC _P)			45000
運輸(元/年) (C _{TR})			750000	運輸(元/年) (RC _{TR})			750000
人事費(元/年) (C _S)			726000	人事費(元/年) (RC _S)			750000
機具設備(元/年) (C _{ME})			53700	機具設備(元/年) (RC _{ME})			53700
機具維護費(元/年) (C _{MA})			60000	機具維護費(元/年) (RC _{MA})			60000
購地與建廠成本(元/年) (C _L)			132000	購地與建廠成本(元/年) (RC _L)			132000
營業稅(元/年) (C _{TAX})			180000	營業稅(元/年) (RC _{TAX})			180000
總計(元/年)			4716600	總計(元/年)			4904352
天然材成本(元/m ²)			235.83	再生材成本(元/m ²)			245.22

資料來源：本研究整理

表 4-8 為圍牆磚天然材成本與再生材成本之計算，其計算方式如同高壓混凝土磚與植草磚，經由總成本除以年使用量 2 萬 m²，得天然材單位成本為 235.83 元/m²。圍牆磚再生材部分與高壓混凝土磚、植草磚計算再生材之成本相同，均為利用實際訪談之結果計算出其使用量與價格，得圍牆磚再生材成本為 245.22 元/m²。

經由上述各項產品之計算結果與比較後，以高壓混凝土磚而言，A 級所製造出之再生混凝土磚較天然磚之成本高出 13.76 元/m²，B 級磚與原成本價差高出 11.98 元/m²，C 級價差則高出 10.79 元/m²。植草磚部分 A 級之價差為高出原成本 10.2 元/m²，B 級磚與原成本價差高出 11.79 元/m²，C 級價差則高出 12.16 元/m²。成本差價主要均為材料部份之用量及價格之影響，以 A 級植草磚為例，粗骨材取代 40%之用量，節省下粗骨材材料費用約 58,320 元，亦即粗骨材費用約 12%，但水泥用量則增價 20%，費用增加 237,600 元，故再生材成本較天然材成本高。圍牆磚其計算結果顯示較原天然材之成本高出 9.39 元/m²，其結果顯示與混凝土磚及植草磚相同，均為水泥與粗骨材控制著成本高低之變化，茲將成

本上之差異彙整如表 4-9 所示。

表 4-9 各產品項目之成本與成本差異

項目	等級	市場價格 (元/m ²)	天然材成本 (元/m ²)	再生材成本 (元/m ²)	成本差異 (天然-再生)(元/m ²)
高壓混凝土磚	A	350	346.14	359.9	-13.76
	B	350	337.23	349.21	-11.98
	C	350	331.29	342.08	-10.79
植草磚	A	250	235.14	245.34	-10.2
	B	300	252.35	264.14	-11.79
	C	280	252.35	264.52	-12.17
圍牆磚		300	235.83	245.22	-9.39

資料來源：本研究整理

經由問卷調查與專家訪談結果及利用營建物價查詢得知台灣地區中南東部混凝土製品及再生材料之成本資訊；於混凝土製品部分，北部、中部與南部利用天然材製成之混凝土製品差價約為 20 元/m³，以植草磚 C 級而言，北部價格約為 420 元/m³（92 年 12 月營建物價），中部價格約為 400 元/m³，南部價格約為 380 元/m³，其價格上之差異主要影響因素為材料價格之影響，根據經濟部礦務局【25】於 91 年度對北中南砂石料源需求量進行調查結果顯示，北部需求量大於生產量，中部與南部反之，故砂石價格於區位上之影響有顯著差異，故造成區位上價格之差別。於再生料源部份，經由中部處理場所提供之再生粗骨材材料價格為 100 元/m³，相較於北部之再生材料價格 450 元/m³ 便宜，故可推估中部利用再生材製造出之混凝土製品較北部便宜，若與天然材相比較，中部之天然材價格為 600 元/m³（92 年 12 月營建物價），相較之下價格上便有顯著差異，但實際每單位價格與數據必須再經由深入之成本計算得知。南部之再生材價格經由問卷得知為 350 元/m³，亦較北部便宜，若用其製造成再生產品與天然材相比較，與中部之情形略同，均較天然材便宜。此外，東部地區因為無混凝土製品廠，故有關高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚等項目只針對北、中、南三地做調查。如下表 4-10 所示為本研究對北中南三區位進行之成本推估及統計整理。

表 4-10 北中南三區位成本推估及統計整理表

項目	區位	等級	市場價格 (元/m ²)	天然材成本 (元/m ²)	再生材成本 (元/m ²)	
高壓凝土地磚	北	A	350	346.14	359.9	
		B	350	337.23	349.21	
		C	350	331.29	342.08	
植草磚		A	250	235.14	245.34	
		B	300	252.35	264.14	
		C	280	252.35	264.52	
圍牆磚			300	235.83	245.22	
高壓凝土地磚*		中	A	330	326.14	344.51
			B	330	317.23	334.79
	C		330	311.29	328.31	
植草磚*	A		230	215.14	230.92	
	B		280	232.35	249.73	
	C		260	232.35	240.38	
圍牆磚*			280	215.83	222.07	
高壓凝土地磚*	南		A	310	316.14	348.44
			B	310	307.23	338.68
		C	310	301.29	332.2	
植草磚*		A	210	205.14	234.81	
		B	260	222.35	253.61	
		C	240	222.35	244.27	
圍牆磚*			260	205.83	230.23	

*有關中部及南部之各項磚製品成本推估，係以北部計算模式為基礎，單純針對材料（天然及再生粗骨材、砂、水泥）部份之不同區位價格（92 年 12 月營建物價及訪談結果）對整體成本之影響進行計算，並未考量中部及南部於機具、人事、能源、土地等之區位差異性。計算結果顯示，再生材之製造成本仍高於天然材之製造成本，並以北部之製造成本最高、南部次之、中部最低。

資料來源：本研究整理

4.2.4 再生路基底層級配料之成本分析

由陳紹昫【3】，『營建拆除廢棄物於公共工程再利用之可行性初步研究』中指出道路之底層、基層、路基與路堤之材料僅為級配粒料或回填料，故可直接應用再生材料，無須變更材料之組成。故本研究即以天然粒料與再生粒料價格差異進行成本的分析。

廢棄混凝土會因料源的不同，以致處理後之成品也有所不同，本研究經實地訪查後得知，可依廢棄混凝土的流向進行成本的分析，經由問卷之分析整理發現，處理成本與處理量有著很大的關係，處理量愈大其處理成本相對就會愈低。

經由實地走訪北部、中部、東部之營建廢棄物資源回收場、砂石場及土資場，及電訪南部唯一一家營建廢棄物資源回收場，了解目前廢棄混凝土再利用之情況，再藉由專家訪談的方式及問卷的發放，對各處理場進行成本的分析及廢棄混凝土再生利用問題的探討。結果得知，目前的確有再生粒料的出售。如表 4-11 為經本研究實地訪談及問卷的分析所彙整之相關再生粒料成本及所出售之市場價格。故本研究即以廠商所表示之售價代表其再生材之市場價格進行計算。

表 4-11 再生粒料之處理成本

中間處理場	區位	收受料源性質	收受價格(元/m ³)	收受料源之純淨度	廢棄混凝土處理出之再生粒料及可再利用方式	處理成本(元/m ³)	再生粒料平均處理成本	業者出售之價格(再生粒料)	說明
營建廢棄物資源回收處理場	北	營建混合廢棄物	700~1200	混合	回填料	423~583	526	-75	處理出之材料僅當填方用
	中	營建混合廢棄物	1000	混合	1.級配料 2.拌合料	560	560	100 100	再生粒料再處理有別於北部擁有較佳之品質
	南	B5 類	100	一般(包含磚塊)	1.級配料 2.拌合料			250 280	收受建築拆除廢棄物屬較單純之料源
	東	東部目前尚無營建廢棄物資源回收處理場							
土資場(乾式處理)	北	B5 類	100~200	一般(包含磚塊)	路基底層級配料	109~142	126	130	待有工程需要時再集中處理平時即堆置儲存
	東	B5 類	80	一般(包含磚塊)	路基底層級配料	80	80	110	收受之 B5 類和天然之級粒料混合成級配料
砂石場(乾式處理)	北	B5 類	100~200	一般(包含磚塊)	路基底層級配料	102~142	126	130	簡易過篩
		較單純之混凝土塊	50~100	乾淨(極少磚瓦)	單一骨材粒徑(碎石步道)	142	142	300	滾筒過篩未水洗
砂石場(加工處理)	北	較單純之混凝土塊	50~100	乾淨(極少磚瓦)	混凝土拌合料	132~216	174	450	破碎、篩分、水洗

註：北部、中部與南部各有營建廢棄物資源回收處理場，反觀東部地區卻無任何相關之處理場。於中部與南部之情況，中部之砂石場兼營土資場之廠商配合意願較低，且南部之廠商並不屬於本研究探討之對象，故以中部與南部之營建廢棄物資源回收處理場所蒐集之資料代表之。

資料來源：本研究整理

因天然之碎石級配料可分為多種層級價格為分別為 200~400 元／ m^3 (電話訪價)不等，此部分尚未包含運輸費用，比較天然路基底層級配料價加上運輸費用之價差，運輸費用為 109 元／噸（營建物價）=164 元／ m^3 。由於區位的不同將其再生粒料出售價格與天然材料出售價格做一比較。如表 4-12 所示。

表 4-12 路基層級配料天然材與再生材之價差

區位	天然路基底層級配料	再生路基底層級配料	材料價差
	元／ m^3	元／ m^3	元／ m^3
北	200~400	130	70~270
中	200~400	100	100~300
南	200~400	250	-50~150
東	110~180	110	0~70

資料來源：本研究整理

4.2.5 再生碎石步道之成本分析

經由實地查看陽明山國家公園之碎石步道，再電訪陽明山國家公園之工務課，得知其碎石步道之施工並沒有有一定之規範，而步道之鋪築甚為簡單，僅將天然材鋪築即完成，由於沒有抗壓強度上的要求，所以並不需滾壓，而所使用之粒徑約 1.5~3cm 之一般天然碎石。經由參訪再生處理單位時，也帶了些再生粒料的樣本與碎石步道之粒料驗證比較後相去不遠，故再生粒料應用於碎石步道之成本的差異取決於材料的形式，故本研究即針對兩者間之材料成本的差異進行比較。

成本部分可分為再生骨材及天然骨材二個部分，經由表 4-11 所示再生粒料之市場價格為 300 元／ m^3 ，而天然粒料之到場價格為 588 元／ m^3 （91 年 7~11 月營建物價）此部分為包含運輸費用，故再生粒料也必須

考慮運輸費用。運輸費用為 109 元／噸（91 年 7~11 月營建物價）=164 元／m³。故再生粒料成本為 300 元／m³+164 元／m³=464 元／m³ 故可得天然粒料與再生粒料之價差為 124 元／m³，如表 4-13 所示。

表 4-13 碎石步道天然材與再生材之差價

項目	天然碎石步道粒料	再生碎石步道粒料	運費	價差
	元／m ³			
北	588 (含運費)	300	164*	
	464			124
中	458* (含運費)	100	164*	
	264			194
南	467* (含運費)	400	已包含	
	400			67
東	309* (含運費)	110	164*	
	274			35

資料來源：營建物價*（91 年 7~11 月）、本研究整理

4.2.6 再生混凝土消波塊成本分析

經由電訪營造廠，得知其在製作消波塊時主要是向模具業者承租模具，並按照設計單位的要求進行灌製。由於灌製混凝土之程序沒有太大的差異，而成本的差異來自於不同抗壓強度的預拌混凝土。

在本研究中添加再生粒料之混凝土與一般混凝土消波塊成本分析的部份分為再生料成本與天然粒料成本兩部分，再生料與天然料之主要成本項目為粗粒料、細粒料、水泥等材料之成本，差別在於其材料使用量的不同。故本研究係參考文獻【9】中所試驗之配比，依據其試驗配比可分為一般混凝土及再生混凝土二種配比，再生混凝土的配比方式係以再生粗粒料完全取代天然粗粒料的方式進行。

又本研究對國內某家知名之預拌混凝土廠商之高階主管進行訪談，再將本研究所帶回來之樣本請其鑑定，依其 20~30 年之工作經驗表示其再生粒料的確可以使用，但僅能以部分取代的方式來進行，約以一比二至一比三之方式混合使用，即可取代 25%~35%之體積而不會影響其抗壓強度。計算在不同配比及取代量下分析其成本之變化，由一般混凝

土與再生混凝土所需之不同成本比值，再乘上市場價格，即可推估出其再生混凝土之市場價格。

有關混凝土消波塊之相關規範，參考公共工程施工綱要規範第 03439 章港灣用預鑄混凝土塊所使用之預拌混凝土規範為 CNS 3090 A2042，一般混凝土及再生混凝土配比設計強度為 140 kgf/cm²、210kgf/cm²、280kgf/cm²，再依各配比之材料單位重及物價計算其所需之成本，表 4-16~4-21 為一般混凝土及再生混凝土消波塊成本分析表。

表 4-14 消波塊之相關規範及相關應用試驗

項目	規範	相關應用試驗
消波塊	<ul style="list-style-type: none"> ● 工程會之公共工程施工綱要規範第 03439 章港灣用預鑄混凝土塊。 ● 適用一般混凝土施工之 CNS 國家規範，現場多只要求強度 210~280kgf/cm²。 	營建研究院於「九二一震災建築建築廢棄物再生利用推計畫」之成果報告中，使用再生骨材製作人工漁礁，試驗結果抗壓強度符合要求。

資料來源：【2】，【9】

由 4.2.4 小節中已說明，再生粒料之市場價格為欲達可拌合之程度時，再生細粒料之市場價格為 450 元/m³，再生粗粒料市場價格為 300 元/m³，如加上運輸費用 164 元/m³ 即各為 618 元/m³ 及 468 元/m³。其它相關成本資料如表 4-15：

表 4-15 混凝土消波塊相關之成本及材料資訊（北區）

項目	價格	規格	計價單位	比重	註
天然粗骨材	588 元	拌合用	m ³	2.65	含運費
天然細骨材	648 元	拌合用	m ³	2.64	含運費
再生粗骨材	300 元	拌合用	m ³	2.38	不包含運費
再生細骨材	450 元	拌合用	m ³	2.38	不包含運費
水泥	1870 元	散裝	噸	3.15	不包含運費
預拌混凝土市場價格 (CNS3090 A2042)	1280 元	140kgf/cm ²	m ³		含運費
	1470 元	210kgf/cm ²			
	1720 元	280kgf/cm ²			
運輸	109 元(164 元)		噸(m ³)		

資料來源：【9】、2003 營建物價、本研究整理

表 4-16 一般混凝土消波塊成本分析表

項目		水	水泥	天然粗粒料	天然細粒料	合計每 m3 混凝土之價格(元)	
一般 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	261	893	914	
		成本(元)	略	516	198	324	
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	309	918	914	
		成本(元)	略	611	204	324	
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	223	372	932	849	
		成本(元)	略	737	207	301	
						1245	

資料來源：【9】、本研究整理

表 4-17 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 20%)

取代細骨材 20%								
項目		水	水泥	天然粗粒料	細粒料		合計每 m3 混凝土之價格(元)	
					天然	再生		
再生 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	261	893	914		
		成本(元)	略	516	198	180	43	937
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	309	918	914		
		成本(元)	略	611	204	180	43	1038
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	223	372	932	849		
		成本(元)	略	737	207	167	39	1150

資料來源：【9】、本研究整理

表 4-18 再生混凝土消波塊成本分析表 (取代天然細粒料 25%)

取代細骨材 25%								
項目		水	水泥	天然粗粒料	細粒料		合計每 m3 混凝土之價格(元)	
					天然	再生		
再生 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	261	893	914		
		成本(元)	略	516	198	168	53	935
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	309	918	914		
		成本(元)	略	611	204	168	53	1036
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	223	372	932	849		
		成本(元)	略	737	207	156	49	1149

資料來源：【9】、本研究整理

表 4-19 再生混凝土消波塊成本分析表（取代天然細粒料 30%）

取代細骨材 30%								
項目			水	水泥	天然粗粒料	細粒料		合計每 m3 混凝土之價格(元)
						天然	再生	
再生 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	261	893	914		
		成本(元)	略	516	198	157	64	934
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	309	918	914		
		成本(元)	略	611	204	157	64	1036
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	223	372	932	849		
		成本(元)	略	737	207	146	59	1149

資料來源：【9】、本研究整理

表 4-20 再生混凝土消波塊成本分析表（取代天然細粒料 35%）

取代細骨材 35%								
項目			水	水泥	天然粗粒料	細粒料		合計每 m3 混凝土之價格(元)
						天然	再生	
再生 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	261	893	914		
		成本(元)	略	516	198	146	74	934
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	224	309	918	914		
		成本(元)	略	611	204	146	74	1035
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	223	372	932	849		
		成本(元)	略	737	207	135	69	1148

資料來源：【9】、本研究整理

表 4-21 再生混凝土消波塊成本分析表（完全取天然粗粒料）

項目			水	水泥	再生粗粒料	天然細粒料	合計每 m3 混凝土之價格(元)
再生 混凝土	設計強度 140kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	263	261	757	914	
		成本(元)	略	517	147	224	888
	設計強度 210kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	263	309	757	914	
		成本(元)	略	612	147	224	983
	設計強度 280kgf/cm ²	單位重(kg/m ³)	263	372	768	875	
		成本(元)	略	736	150	215	1101

資料來源：【9】、本研究整理

再生混凝土市場價格及價差之推估可由表 4-16~4-21 中再生混凝土與一般混凝土之成本比值乘上市場價格即可得，如表 4-22~4-26。

表 4-22 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細粒料 20%)

項目 設計強度	A: 一般混凝土 成本(元/m ³)	B: 再生混凝土 成本(取代 細粒料 20%) (元/m ³)	C: 成本 比 (B/A)	D: 預拌混凝土 之市場價格 (元/m ³)	E: 推估之再生 混凝土市場價 格=C×D (元/m ³)	價差 = D-E (元/m ³)
140kg/cm ²	1038	937	0.903	1280	1156	124
210 kg/cm ²	1139	1038	0.911	1470	1339	131
280 kg/cm ²	1245	1149	0.923	1720	1588	132

資料來源：本研究整理

表 4-23 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細粒料 25%)

項目 設計強度	A: 一般混凝土 成本 (元/m ³)	B: 再生混凝土 成本(取代細 粒料 25%) (元/m ³)	C: 成本 比 (B/A)	D: 預拌混凝土 之市場價格 (元/m ³)	E: 推估之再生 混凝土市場價 格=C×D (元/m ³)	價差 = D-E (元/m ³)
140kg/cm ²	1038	935	0.900	1280	1152	128
210 kg/cm ²	1139	1036	0.909	1470	1336	134
280 kg/cm ²	1245	1149	0.923	1720	1588	132

資料來源：本研究整理

表 4-24 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細粒料 30%)

項目 設計強度	A: 一般混凝土 成本 (元/m ³)	B: 再生混凝土 成本(取代細 粒料 30%) (元/m ³)	C: 成本 比 (B/A)	D: 預拌混凝土 之市場價格 (元/m ³)	E: 推估之再生 混凝土市場價 格=C×D (元/m ³)	價差 = D-E (元/m ³)
140kg/cm ²	1038	934	0.899	1280	1151	129
210 kg/cm ²	1139	1036	0.909	1470	1336	134
280 kg/cm ²	1245	1149	0.923	1720	1588	132

資料來源：本研究整理

表 4-25 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(取代天然細粒料 35%)

項目 設計強度	A: 一般混凝土 成本 (元/m ³)	B: 再生混凝土 成本(取代 細粒料 35%) (元/m ³)	C: 成本比 (B/A)	D: 預拌混凝土 之市場價格 (元/m ³)	E: 推估之再生 混凝土市場價 格=C×D (元/m ³)	價差 = D-E (元/m ³)
140kg/cm ²	1038	934	0.899	1280	1151	129
210 kg/cm ²	1139	1035	0.909	1470	1336	134
280 kg/cm ²	1245	1148	0.922	1720	1586	134

資料來源：本研究整理

表 4-26 再生混凝土及一般混凝土消波塊市場價格分析表(完全取代天然粗粒料)

項目 設計強度	A: 一般混凝土成本(元/m ³)	B: 再生混凝土成本(完全取代天然粗粒料)(元/m ³)	C: 成本比(B/A)	D: 預拌混凝土之市場價格(元/m ³)	E: 推估之再生混凝土市場價格=C×D(元/m ³)	價差=D-E(元/m ³)
140kg/cm ²	1038	888	0.855	1280	1094	186
210 kg/cm ²	1139	983	0.863	1470	1269	201
280 kg/cm ²	1245	1101	0.884	1720	1520	200

資料來源：本研究整理

經由以上一系列之計算可知再生混凝土消波塊之成本較一般混凝土消波塊之成本來的低，具經濟效益，經由本研究對於中部及東部實際的訪查，和電話訪談南部生產再生粒料之廠商，可知因砂石的產源不同而有不同之結果，例如東部地區因是砂石的產源，砂石粒料擁有較佳之品質及較低廉之價格，預拌廠並不會選取再生粒料來當作原料，是故再生粒料應用於再生預拌混凝土，在東部缺乏經濟誘因，也不適合推行於此區。

本研究藉由北部計算模式概估中部及南部之再生混凝土消波塊成本，由表 4-11 可知中部及南部拌合用之再生粒料價格均低於當地天然砂石之市場價格，並低於北部之再生粒料價格，由此推估可得再生混凝土消波塊價格如同北部地區具有相當之競爭力而具經濟價值，值得推廣。近年來環保意識抬頭，河川砂石禁採，天然粒料日益匱乏，砂石粒料需藉由東砂北運及對岸進口，砂石粒料之價格看漲，觀之國內隨著再生粒料分類處理技術日漸成熟，處理成本逐漸降低及國人觀念逐漸開通，加上政策推動及相關技術規範之訂定，再生混凝土之經濟效益仍有相當大的成長空間。

4.3 廢棄混凝土再生產品效益分析

4.3.1 減少天然資源之消耗

混凝土再生產品之材料為再生材料，其取代天然材料之使用量，依據文獻【2】顯示，每年可消化再生材數量如表 4-27 所示高壓混凝土磚 46 萬噸、植草磚 14 萬噸、圍牆磚 4 萬噸、道路級配料 276 萬噸、消波

塊 80 萬噸與碎石步道 1.4 萬噸，經加總後為 421.4 萬噸，大約為 210.7 萬 m³/年，即每年產生之建築廢棄物經由中間處理機構處理完成後，可再生使用之數量為 210,7000m³/年，依經濟部礦務局 91 年砂土石產銷調查專案報告之統計資料【25】，近三年 89 年至 91 年台灣地區砂石年平均生產量為 5853 萬立方公尺；年平均需求量為 6044 萬立方公尺，此再生數量若取代天然材所使用之天然砂石數量，可減少 3.6%天然砂石之開採，且六項產品每一年約能消耗 35%的建築廢棄物，即 74.5%的廢棄混凝土（以建築廢棄物中有 50%為廢棄混凝土計）；故當市場上使用再生材所製造之商品時，則天然資源之消耗便會減少，使環境保護得以保存。

表 4-27 國內再生骨材的市場預估數量

項目		市場調查					
		每年市場量				再生材的比例	每年可消化再生材數量
		推估機關	市場需求量	公共工程佔市場比例	公共工程需求量數量		
混 凝 土	高壓混凝土	A興業公司	60 萬噸	70%	42 萬噸	55%	23 萬噸
	植草磚	B企業公司	45 萬噸	95%	43 萬噸		23 萬噸
	圍牆磚	A興業公司	30 萬噸	85%	26 萬噸	55%	14 萬噸
	道路級配料	A興業公司	22 萬噸	30%	7 萬噸	58%	4 萬噸
	消波塊	交通部公路總局	330 萬方×2 (噸/方) =660 萬噸			35%	230 萬噸
		國工局	65 萬方×2 (噸/方) =130 萬噸			35%	46 萬噸
	國家公園碎石步道	C技術顧問社	160 萬噸			50%	80 萬噸
	自行推估	14,500 噸			100%	1.4 萬噸	
總計							421.4 萬噸

資料來源：【2】

4.3.2 減少廢棄物掩埋之成本

建築物於施工或是拆除時所產生之廢棄物，若無完善之處理則將遭受掩埋之下場，倘若能經由完善之處理與運用，便能減少其掩埋之空間需求與成本。根據「建築廢棄物減量中程計畫之研究」【2】中指出，以目前國內每年產生建築混合廢棄物約為 1,200 萬公噸，其中約有 60%可供回收再利用之資源，則其所回收之再利用資源為 720 萬公噸，相當於 360 萬 m³，倘若這些再利用資源可充分發揮其效果，則將帶給台灣地區掩埋空間減少，達資源永續之目的。故根據文獻中之使用量為 210,7000m³/

年，將可達到減少廢棄物掩埋空間為 210,7000m³/年。另根據調查北部棄土價格約為 100~200 元/ m³，平均約為 150 元/ m³，倘若廢棄物掩埋之比率為 80%，則將產生 252,840,000 元/年之掩埋支出，故廢棄物能妥善運用，則可省除近二億五千萬元之支出。此外更可減少因掩埋所造成之生態與環保等破壞問題，此為令人深思之處。

4.3.3 減少廢棄物隨意棄置之社會成本

建築廢棄物之再利用可減少政府部門清除費用之減少，主要之原因為製造再生材之材料倘若未獲得完善之處理，而造成隨意傾倒，使政府必須多負擔清理亂傾倒之費用。以混凝土再生產品為例，再生材料取代天然材料之使用數量 210,7000m³/年，依照現今北部處理業者處理成本約 1250~1350 元/m³，以 1300 元/m³ 計算，及經詢問一固定廢棄物未經處理而隨意棄置之比率為 10% 計算之，則將造成政府每年須負擔 273,910,000 元/年廢棄物清除費用之支出，此為一筆鉅額之財政負擔，其中並無包含任意傾倒之處理成本；倘若再生材能善加利用，則將可減少政府對於建築廢棄物清除之支出，故可帶來二億八千萬元之效益。除此之外，對於建築廢棄物因亂傾倒所產生之環境污染與生態平衡之破壞將可降低。

4.3.4 取締非法傾倒之人事成本

建築廢棄物除再利用之目的外，可相對減少政府每年對於非法傾倒之人事成本之支出。以台北縣與台北市為例，台北縣政府環保局稽查課每年編列 95 人於取締環保與民眾投訴有關事宜。95 人員中正式人員者為 25 人，薪資為 40,000 元，另 70 人為約聘人員，薪資為 30,000 元，其所花費之薪資總合約為每個月 3,100,000 元，故一年所花費之預算便為 37,200,000 元。經訪談得知有關營建事業廢棄物所產生出之處理數量約佔台北縣總處理件數之 10%，故經由計算得知台北縣於處理營建廢棄物非法傾倒所花費之人事成本約為 3,720,000 元。此外，於臺北市之人事支出部份，目前台北市之作法為委託“台北市廢棄土處理商業同業公會”進行稽查、查核與辦理有關土石方之作業，其稽查人力為 11 人，月薪為 35,000 元，此為一固定之基本薪資，倘若其工會發現有廢棄物隨意傾倒

或是經由民眾檢舉，則便會派專人處理，一次處理費用為雇用拖車(4200元/次)、挖土機(12000元/次)、鏟土機(6500元/次)與洗街車(130,000元/月)進行清除，以臺北市九十一年四至十二月違規棄置案件數，其所花費之人事費用如下計算：

茲將上述整理如下所示：

1.人事基本薪資：

$$11(\text{人}) \times 35,000(\text{元}) = 385,000 \text{ 元/月}$$

$$385,000 \text{ 元/月} \times 9(\text{四月至十二月}) = 3,465,000 \text{ 元}$$

2.隨意傾倒或是經由民眾檢舉之人事費支出：

$$\text{清運費} 4,200 + 12,000 + 6,500 = 22,700 \text{ 元/次}$$

四月至十二月發生 53 次隨意請到與檢舉事件

$$22,700 (\text{元/次}) \times 53(\text{次}) = 1,203,100(\text{元})$$

3.總人事費用支出(91 年度)：

$$(1,203,100 + 3,465,000) / 9 \times 12 = 6,224,133(\text{元-年})$$

倘若經由建築廢棄物之再利用之目的，使建築廢棄物不至於遭受隨意傾倒之途，而能經由再利用之方式，如此除達廢棄物之再利用之應用外，便可減少政府財政上之支出，使政府於編列預算上可減少約近數百萬元之支出。以臺北市所計算之人事成本花費推估至全國各縣市取締人力支出費用，利用北市每人平均支出乘上台灣總人口數便可得知，計算過程如下所示：

1.每人平均所需之費用：

$$\text{台北市總支出} : 6,224,133 \text{ 元-年}$$

$$\text{台北市總人口} : 2,641,856 \text{ 人}$$

$$\text{台北市每人平均所需之費用} : 2.356 \text{ 元-年/人}$$

2.全國取締非法傾倒之人事成本：

全國總人口：22,520,776 人（91 年度）

全國取締非法傾倒之人事成本：53,058,268.54 元-年

全國取締非法傾倒之人事成本約為五千三百多萬元，假設需保留 20% 之人力執行其他管理業務，則可節省四千兩百五十萬元之人事成本支出。倘若經由建築廢棄物再利用之目的後，便可節省四千多萬元之政府財政支出，如此可使建築廢棄物達再生利用之目的與永續發展外，相對的可節省政府財政上之負擔。

4.4 廢棄混凝土再利用成本效益綜合分析

本研究之目的，主要針對廢棄混凝土之再生利用進行成本效益分析，期能釐清各種再利用項目之再生產品與天然材產品間在製造成本上的差異，以及廢棄混凝土再生利用所產生之效益，讓主管機關能從永續發展的觀點通盤的考量推動廢棄混凝土資源化再生利用的政策方向。

依據本章 4.2 及 4.3 節之研究結果，混凝土再生利用所產生之效益，其意義遠大於產品所帶來商業上利益。台灣為海島地形，天然資源有限，政府在兼顧水土保持及河川生態之原則下，管制砂石之開採，自 89 年頒布禁採後，砂石供應出現短缺之現象，盜採砂石情形屢有所聞，嚴重破壞生態及耗費天然資源，又如高屏大橋斷橋事件，肇禍於河川砂石的濫採與盜採，斷橋所造成人民生命財產損失、交通衝擊及橋樑整建工程支出等，其社會成本難以估計。

本研究就廢棄混凝土再生利用探討其可量化之直接效益，彙整如表 4-28 所示，以每年減少天然資源之消耗量 210 萬 m³ 而言，雖仍遠不及國內每年各項建設之砂石量需求，但廢棄混凝土再生利用率如能逐年提高並與再生瀝青混凝土等其他資源再利用政策相互配合，將有助於砂石資源之永續利用。

表 4-28 廢棄混凝土再生利用直接效益量化分析表

項目	效益	
減少天然資源之消耗	減少 2,107,000m ³ /年之資源消耗	
減少廢棄物掩埋之成本	減少 252,840,000 元/年之支出	
減少廢棄物隨意棄置之社會成本	減少 273,910,000 元/年之支出	
取締非法傾倒之人事成本	北市	減少 6,224,133 元之人事成本
	全國	減少 53,058,268.54 元之人事成本

資料來源：本研究整理

又如掩埋成本與隨意棄置之社會成本的花費，合計每年高達五億二仟餘萬元，就國家整體財政而言，此項環保部門所節省之支出，應足以補償傳統觀念所認為採用再生產品所致之工程成本增加，端視政府如何在推動廢棄混凝土再生利用時，就環保部門與工務部門間做適當之預算分配及政策指示，以消弭工務部門在執行採用再生產品上的疑慮。

此外，對於廢棄混凝土再生利用所產生節省地方政府取締非法傾倒之人事成本的效益多寡，視各地方政府之人力編制與取締執行方式而定，數百萬元之人事費用，對財政困難的地方政府相當重要。即使不去減少此項支出，亦可讓地方政府在人力資源調配上作更有效益的運用，而不再投注過多人力資源於營建廢棄物的管理上。

以上僅就廢棄混凝土再生利用所產生可量化之直接效益作分析，尚未包括所產生其他難以量化的間接效益，如環境保護、生態保育、水土保持、民眾生命安全維護、國土資源永續利用等。從效益之觀點，廢棄混凝土再生利用之政策實應受到政府重視並戮力推動。

另就廢棄混凝土再生利用之六種再生用途成本加以探討分析。茲彙整各再生利用用途之天然材與再生材間成本差異如表 4-29 所示。其中高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚以再生料取代 40%天然粗骨材，並分別就各等級計算天然材與再生材間之成本差異。結果顯示，三種磚之粗骨材經以再生材取代 40%時，成本依不同等級分別增加 9~14 元/m²，確有再生材產品成本高於天然材產品之虞，主要乃因配比改變需配合增加水泥用量所致。未來在推動時，需研擬補貼政策彌補磚類製造廠商因成本增加所致之利潤的損失。

另道路基層級配料、國家公園碎石步道及消波塊（預拌混凝土）三項則顯示再生材之成本（價格）低於天然材之成本（價格），極具經濟價值，可列為推動廢棄混凝土再生利用之優先項目，唯預拌混凝土使用再生骨材在實際應用前仍需就再生骨材及混凝土性質在技術層面作詳細試驗與配比設計，以確保混凝土之品質，推動初期可先使用於非結構性之用途，如消波塊。

依據再生材產品之成本分析結果，傳統觀念認為將高於天然材產品的說法，應作一導正。而其間價差所產生之經濟利益，亦值得相關業者認真思考適量採用廢棄混凝土再生料。

表 4-29 再生利用用途天然材與再生材間成本（價格）差異

項目	等級	市場價格 (元/m ²) [註 1]	天然材成本 (元/m ²)	再生材成本 (元/m ²)	成本差異 (天然-再生) (元/m ²)	
高壓混凝土地磚	A	350	346.14	359.90	-13.76	
	B	350	337.23	349.21	-11.98	
	C	350	331.29	342.08	-10.79	
植草磚	A	250	235.14	245.34	-10.20	
	B	300	252.35	264.14	-11.79	
	C	280	252.35	264.52	-12.17	
圍牆磚	--	300	235.83	245.22	- 9.39	
項目	等級	市場價格 (元/m ³) [註 1]	天然材成本 (元/m ³)	再生材成本 (元/m ³) [註 2]	價格差異 (市場-再生) (元/m ³)	
道路基層級配料	含運費	314	--	294	20	
國家公園碎石步道	含運費	588	--	464	124	
消波塊 (預拌 混 凝 土)	完全取代 粗骨材	140kgf/cm ²	1280	--	1094	186
		210kgf/cm ²	1470	--	1269	201
		280kgf/cm ²	1720	--	1520	200
	取代 20% 細骨材	140kgf/cm ²	1280	--	1156	124
		210kgf/cm ²	1470	--	1339	131
		280kgf/cm ²	1720	--	1588	132
	取代 25% 細骨材	140kgf/cm ²	1280	--	1152	128
		210kgf/cm ²	1470	--	1336	134
		280kgf/cm ²	1720	--	1588	132
	取代 30% 細骨材	140kgf/cm ²	1280	--	1151	129
		210kgf/cm ²	1470	--	1336	134
		280kgf/cm ²	1720	--	1588	132
	取代 35% 細骨材	140kgf/cm ²	1280	--	1151	129
		210kgf/cm ²	1470	--	1336	134
		280kgf/cm ²	1720	--	1586	134
註一：市場價格為 2003 年營建物價。						
註二：預拌混凝土之再生材成本欄數值為推估之市場價格。			資料來源：本研究整理			

第五章 廢棄混凝土再生利用推動機制與對策

5.1 目前廢棄混凝土再生利用通路之障礙

由第二章 2.2 節有關國內廢棄混凝土流向及再利用通路之現況的說明，及前章之再生產品成本探討結果，可歸納出目前廢棄混凝土再生利用通路之障礙如下：

1. 認為再生產品之成本較高

就高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚而言，使用再生材之產品製造成本均高於天然材之產品，就製造商而言如無法從售價上取得相同利潤，自然無採用再生材的意願，但如提高再生材產品之售價以維持廠商之利潤，則又陷於一般人對再生產品價格較高的印象，亦不利於廢棄混凝土再生利用政策之推動。

2. 消費者對再生產品品質之疑慮

就再利用之通路而言，以廢棄混凝土經由砂石場處理成混凝土拌合用之再生骨材，再摻用於預拌混凝土可發揮其最多元化之再利用用途。另就預拌混凝土之成本分析結果而言，摻用再生骨材之混凝土成本均稍低於天然材之混凝土，部分預拌混凝土業者早已非公開的使用再生骨材以降低生產成本，唯再生骨材於預拌混凝土之使用無法公開的原因，主要乃消費者對摻用再生骨材之混凝土的品質有所疑慮所致，如此亦造成再生骨材之通路的障礙。

3. 缺乏公共工程使用再生產品的強制及鼓勵性之政策

就公共工程主辦單位而言，即使再生產品之品質無慮，但在缺乏政策引導的情況下，公部門一般皆不願意主動採用再生產品以避免採購作業上及執行上面臨價格及規範等的困擾，政府採購法第九十六條雖有允許機關優先採購取得政府認可之環境保護標章使用許可，而其效能相同或相似之產品，並得允許百分之十以下之價差等所謂「綠色採購」相關規定，但非屬強制性質，故該條文之執行率不高。公共工程如無法率先

採用再生產品，更遑論一般民眾對再生產品的認同感。

4. 收受料源所致再生材之用途限制

由於現行法規之限制，廢棄混凝土於工地作初步分類後，屬 B5 類者或單純廢棄混凝土者，依規進入土資場進行加工處理，而屬 B8 類之營建混合廢棄物，則進入營建廢棄物分類處理場進行分類處理，就營建廢棄物分類處理場而言，由於收受料源內含木料、金屬、玻璃、陶瓷、塑膠等其他物質，廢棄混凝土塊約佔 46%【2】，故處理後之再生骨材仍含有其他雜質而使其用途受限，只能作為施工便道之回填或掩埋之最終處理，如何促進該項再生料之使用，仍有待政府單位伸出援手。

5.2 建議之推動機制與對策

由前節歸納出目前廢棄混凝土再生利用通路之障礙，本研究提出建議之推動機制如下：

1. 輔導業者提升再生骨材使用技術

以高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚等再生產品之成本較高來看，影響成本因素主要為再生骨材取代天然骨材量的多寡，目前之技術為維持相同品質水準，以再生粗骨材取代天然粗骨材 40% 為上限，唯於磚類製品中，細骨材之使用量約為粗骨材之兩倍，如能使再生骨材用於取代天然細骨材或使取代粗骨材量提高至 40% 以上，則可使各類磚之製造成本再降低。有關再生骨材配比技術之輔導，有待產官學界一同投入相關研究。

2. 降低磚廠使用再生骨材之進料價格

以目前磚廠混凝土拌合用再生骨材之市場價格約 450 元/m³，與平均處理成本 174 元/m³ 相較，價格似有再下降之空間，但本研究嘗試以平均處理成本加 15% 利潤後之價格 200 元/m³ 計算各類磚之製造成本，計算結果約僅下降 2 元/m²，效果不大，故仍需配合前項再生骨材使用技術的提升，進料價格的降低才有效。

3.由政府研擬補貼及鼓勵性政策

藉由補貼政策，鼓勵業者使用再生材料。補貼的對象以磚廠為主，增加最下游業者之採用意願，方能實質產生需求，使廢棄混凝土之再生利用通路藉由供需機制自動產生。唯經由專家座談會中與會業者之看法，以北部地區再生材產品較天然材產品製造成本高約9~14元/m²而言，仍屬業者可接受吸收之範圍，政府補助與否，實不如政府能落實政府採購法第九十六條及資源回收再利用法第四章輔導獎勵措施（第二十二條至第二十四條）重要，業者多期待政府落實執行相關法令並將廢棄混凝土公告為再生資源。機關若能在執行上有政策方針依據而無執行障礙，則需求市場自然產生，市場機制自然形成，廢棄混凝土自然成為炙手可熱的資源而不再是燙手山芋的廢棄物。

4.建立廢棄混凝土再生利用產品品質認證機制

為消弭消費者對廢棄混凝土再生利用產品品質的疑慮，採用再生材之產品製造廠應建立類似再生瀝青混凝土廠的認證機制，經過公部門之認證程序核發生產再生產品之許可證或環境保護標章，則出廠之再生產品品質有保障，方能為公部門及一般民眾所接納。

5.強制規定公共工程採用一定比例之廢棄混凝土再生利用產品

當廢棄混凝土再生利用產品製造廠通過認證家數達一定數量之後，可推動強制規定公共工程採用一定比例之廢棄混凝土再生利用產品政策，並逐年提高使用比例，以擴大再生產品之需求市場。

6.研訂廢棄混凝土再生骨材規範、標準及使用手冊

過去十年來，飛灰及爐石的使用從非公開摻用、不當比例摻用、不當使用等弊端中，經過學術界相關研究的投入而逐漸訂出各種相關規範、國家標準及使用手冊等，提供公共工程使用飛灰及爐石之參考，預拌混凝土使用飛灰及爐石已有準則可供依循，不致產生爭議及疑慮。廢棄混凝土再生骨材之使用技術，亦可比照飛灰及爐石之推動模式，由政府委託學術界投入研究，積極研擬相關規範、標準，並舉辦研討會、研究成果發表會等，最後將相關成果研訂定成廢棄混凝土再生骨材使用手

冊，以供作為公部門及業界使用之依據。

7.輔導業者提升廢棄混凝土分類處理技術及研發再生產品之用途

主要針對營建廢棄物分類處理場加以輔導，提升其廢棄混凝土分類處理技術，以提升再生骨材之可利用性，同時委託學術單位就再生利用用途加以研究，以協助分類處理廠業者解決再生材乏人問津的困境。

第六章 結論與建議

6.1 結論

依目前國內廢棄混凝土之流向及再生利用通路現況，廢棄混凝土之再生利用主要用於鄰近工地回填、施工便道鋪築及路基底層級配料等用途，再利用之範圍有限。

為釐清再生利用產品成本過高的傳統印象，並擴大廢棄混凝土之再生利用市場，本研究參考國內外相關文獻的探討，選定六項再生利用項目：高壓混凝土磚、植草磚、圍牆磚、道路級配料、國家公園碎石步道鋪面及消波塊（預拌混凝土）作為成本分析之對象，主要針對台灣北部地區土資場、營建廢棄物資源分類處理場、砂石場、混凝土製品廠等 16 家廠商，透過較為詳細的訪談及問卷調查方式，蒐集計算各種用途之再生利用成本所需之各項成本結構資料，另就中、南、東部地區相關廠商做粗略的訪談以了解各區位間成本及市場價格等之差異，並探討廢棄混凝土再生利用所產生之效益，研究結果可提供作為推動廢棄混凝土再生利用之參考。

本研究之結論歸納如下：

1. 廢棄混凝土再生利用可產生之直接效益包括：
 - (1) 可減少 210.7 萬 m³/年之天然資源消耗，約為 91 年度全國砂石產生量 58530000 m³ 的 3.6%。六項產品每一年約能消耗 35% 的建築廢棄物，如以建築廢棄物中有 50% 為廢棄混凝土計，則可消耗約 74.5% 的廢棄混凝土。
 - (2) 每年共可減少約 5.69 億元之政府支出，包括：
 - a. 可減少約 2.53 億元/年之營建廢棄物掩埋支出。
 - b. 可減少建築廢棄物隨意棄置之社會成本 2.74 億元/年支出。
 - c. 可減少地方政府取締非法傾倒之人事成本，以台北市政府為例可減少 6,224,133 元/年之人事成本，如以人口比例推估

全國並假設需保留 20%之人力執行其他管理業務，則可減少 0.42 億元/年之人事成本。

2. 就混凝土製品（高壓混凝土磚、植草磚及圍牆磚）而言，天然材產品以再生材取代 40%粗骨材，透過調整配比增加水泥用量，其強度及品質可達相同等級，以北部地區而言：再生材產品較天然材產品製造成本高約 9~14 元/m²。為鼓勵業者採用再生骨材以推動廢棄混凝土之再生利用，政府主管機關可就本項目研擬補貼政策，給予製造廠適度補貼。
3. 就道路基底層級配料而言，北部地區再生材之價格為 130 元/m³，較天然材便宜 70~270 元/m³。而各區位之價格以中部之再生材價格最低 100 元/m³，但其係由營建廢棄物資源回收處理場經多道處理程序始得級配料，處理成本高達 560 元/m³。為北部土資場之級配料處理成本 126 元/m³ 的 4.4 倍。為推廣市場以解決囤積問題，業者採低價銷售策略。
4. 就國家公園碎石步道而言，北部地區含運費之再生材為 464 元/m³，較天然材便宜 124 元/m³。中部地區因業者採低價銷售策略，故價格最便宜，僅 264 元/m³。
5. 就預拌混凝土而言，北部地區再生混凝土成本較天然材成本便宜 186~201 元/m³。如以 20%~35%方式取代細骨材，則再生混凝土成本較天然材成本便宜 124~134 元/m³。中部及南部拌合用之再生粒料價格均低於當地天然砂石之市場價格，並低於北部之再生粒料價格，由此推估可得再生混凝土價格如同北部地區具有相當之競爭力而具經濟價值，值得推廣。唯東部地區因是砂石的產源，砂石粒料擁有較佳之品質及較低廉之價格，再生粒料應用於再生預拌混凝土，在東部缺乏經濟誘因。
6. 各項再利用項目中，國家公園碎石步道、消波塊用預拌混凝土及道路基層級配料之再生材成本相較於天然材成本均有差價，可將之列為優先推動之再利用項目。

7. 再生料之處理成本及適合之再利用方式，以收受料源之性質為主要影響因素，營建廢棄物分類處理場收受 B8 類混合廢棄物，再生料之處理成本為各類中間處理場處理成本最高者，但其再生料缺乏市場，業者均以低於成本價銷售、免費提供或付費清運處理方式解決囤積問題，不利於廢棄混凝土再利用之推動，為亟待解決之問題。
8. 土資場及砂石場收受料源屬單純廢棄混凝土或 B5 類，再生料處理成本最低，視各種再利用用途之再生料品質需求而定。

6.2 建議

本研究提出以下之建議：

5. 本研究之廢棄混凝土再生利用成本效益分析，主要以北地區之相關業者作為訪談問卷調查對象。唯有關砂石、中間處理場及再生產品製造廠之各項成本仍視不同市場區位而有所不同，建議未來可就台灣中、南及東部地區等不同市場區位再作詳細的調查。
6. 廢棄混凝土經處理後之再生骨材再用於預拌混凝土中，由於不同的骨材取代方式影響生產成本甚鉅，建議未來推動預拌混凝土採用再生骨材時，能就取代方式（取代粗骨材或細骨材）、取代量、配比及抗壓強度、耐久性等混凝土性質再作技術層面之研究，以確保混凝土品質無虞。
7. 國內營建廢棄物分類處理場收受之料源中，廢棄混凝土佔營建混合廢棄物之 46%，唯處理後之再生料缺乏市場，業者均以免費提供或付費清運處理方式解決囤積問題，建議相關單位能委託研究單位就此一問題給予業者技術上的輔導與協助開拓再利用市場，以利廢棄混凝土再生利用之推動。
8. 本研究所研擬建議之推動機制及對策，仍待進一步之深入規劃，包括政策推動時程、推動之主要負責單位及相關配合單位、獎懲措施及配套措施等，以使廢棄混凝土之推動更為順暢可行。

參考文獻

中文部分

- 1.黃榮堯，"建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究"，內政部建築研究所報告，中華民國八十七年。
- 2.劉慶男，黃榮堯，"建築廢棄物減量中程計畫研訂之研究"，內政部建築研究所報告，中華民國九十一年。
- 3.陳紹昫，營建拆除廢棄物於公共工程再利用之可行性初步研究，國立中央大學碩士學位論文，中華民國八十九年六月。
- 4.黃瑜婷，營建廢棄物中混凝土回收利用可行性之初步探討，國立台灣大學碩士學位論文，中華民國九十年六月。
- 5.魏衍，"主要建材資源供需利用現況與調查架構研究"，內政部建築研究所報告，中華民國八十七年六月。
- 6.胡文山，台北縣營建工程剩餘土石方處理問題之探討，中華大學建築與都市計畫學系碩士學位論文，中華民國八十八年六月。
- 7.內政部建築研究所，"台灣地區建築廢棄物查報系統及減量措施之研究"，中華民國八十八年六月。
- 8.友澤史紀、毛見虎雄，"環境調和型建築的設計與施工—廢棄物零排放之建築體系，環境調和型建築的設計與施工刊行委員彙編集"，技術書院，中華民國八十六年七月。
- 9.行政院環保署，"九二一震災建築廢棄物再生利用推動計畫"，中華民國八十九年三月。
- 10.刑浩然，"歐洲建築廢棄物回收普查"，國際環保 第 143 期，中華民國八十九年二月，pp.11~ pp.12。

- 11.章裕民，"建築施工過程污染及廢棄物產生現況與調查架構研究"，內政部建築研究所，中華民國八十七年六月。
- 12.經濟部礦業司，"砂石替代物利用研究"，中華民國八十八年七月。
- 13.李崇德，建築廢棄物回收系統制度之研究，國立中央大學碩士論文，中華民國九十一年一月。
- 14.陳文卿，"建築廢棄物之再生利用技術開發-廢棄物混凝土塊在利用"，內政部建築研究所報告，中華民國八十九年十月。
- 15.財團法人營建研究院，"營建資源再利用於公共工程之研究"，中華民國八十九年十二月。
- 16.張欣聰，以高雄臨港線鐵路發展成輕軌捷運為例進行社會成本效益的分析，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，中華民國九十年七月。
- 17.張四立，"國內廢鉛蓄電池回收處理體系架構之研究與成本分析"，行政院環保署資源回收管理基金管理委員會研究報告，中華民國八十八年六月。
- 18.柏雲昌、錢玉蘭，"維護臺灣環境清潔的尖兵--地方政府清潔隊"，經濟前瞻，中華民國八十六年一月， pp.125-133。
- 19.中技社，"廢電子電器物品（四機）生命週期、流向調查及未來三年相關處理量之分析"，行政院環境保護署資源回收管理基金管理委員會委託研究報告，中華民國八十八年。
- 20.李坤陸，我國與世界主要國家資源回收制度之比較研究，國立臺北科技大學環境規劃與管理研究所碩士論文，中華民國九十一年六月。
- 21.李安然，廢輪胎資源回收處理方式之環境衝擊與成本效益分析，國立成功學資源工程學系碩士論文，中華民國八十九年六月。
- 22.蔡弦志，再生材料應用於道路鋪工程之成本效益研究，國立中央大學

土木工程研究所碩士論文，中華民國九十二年五月。

23.楊俊彥，廢家電資源回收體系之建立及費率之分析，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，中華民國八十七年。

24.連仁里，國內建築廢棄物減量措施之分析探討及其成效評估之研究，中央大學營建管理研究所碩士論文，中華民國九十二年六月。

25.內政部營建署，營建剩餘土石方管理及資源再利用講習會，中華民國九十二年十一月。

外文部分

26.Miller, Andrew , "Recycling of Construction Waste and Demolition Materials in East Sussex" , The International Symposium on Sustainable Building (SB2000) , 2000 , pp.116~ pp.118 。

27.FHWA , International Technology Exchange Program , "Recycled Materials in European Highway Environments—Uses, Technologies, and Policies" , October 2000 。

28.Fabrycky,W.J. and Blanchard,W.J , "Life-Cycle Cost and Economic Analysis" , 1991 。

附錄一 訪談問卷

- 壹、產品製造商
- 貳、中間處理場
- 參、土資場
- 肆、預拌場

壹、產品製造商

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

混凝土製品使用再生粒料之成本分析問卷調查

敬啟者：

「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」為內政部建築研究所委託國立中央大學營建管理研究所進行之研究計畫，其研究目的在於從製造成本與經濟效益之觀點探討建築廢棄物分類處理後之再生粒料實際應用於混凝土製品之可行性。

素聞 貴公司產品品質優良，製程嚴謹，希冀經由您的專業知識及實務經驗，提供 貴公司有關建築廢棄混凝土再生粒料利用之相關資訊，以供本研究進行成本效益分析時，能更符合市場現況。貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用。感謝您撥冗填寫本問卷。謝謝！此

順頌

時祺

研究人員 許維庭、何坤憲、余昌翰
國立中央大學營建管理研究所
計劃主持人 黃榮堯 教授

聯絡方式：許維庭 (03)4227151 轉 4158 0952010878 傳真：(03)4257092
何坤憲 (03)4227151 轉 4132 0937728823
余昌翰 (03)4227151 轉 4132 0937431982

一、基本資料

公司名稱			
地址			
電話		傳真	
受訪人員職稱			
設廠日期		成立日期	
資本額	<input type="checkbox"/> 1 千萬以下(含 1 千萬) <input type="checkbox"/> 1 千萬~5 千萬 <input type="checkbox"/> 5 千萬以上		
員工人數			

二、人事資料

1. 貴公司之人事費用之支出-工廠部分：

名稱	單位(人)	薪資 (元/年)
廠長		
副廠長		
操作員		
雇員		
其他		

2. 貴公司之人事費用之支出-公司部分：

名稱	單位(人)	薪資 (元/年)
總經理		
經理		
課長		
主任		
職員		
其他		

三、主要產品機具設備

機具設備名稱	各別用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)	採購日期(年/月/日)

四、產品資訊

1. 主要產品項目

高壓混凝土磚佔總產量之比例為_____% 植草磚佔總產量之比例為_____%

圍牆磚佔總產量之比例為_____% 其他佔總產量之比例為_____%

2. 高壓混凝土磚產品資訊

	產品項目	等級	規格 (長×寬×高)	售價	年產量		銷售對象(%)	
					數量	單位	政府單位	私人單位
<input type="checkbox"/>	高壓混凝土磚	A						
		B						
		C						

3. 高壓混凝土磚施作之機具為

機具設備名稱	用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)	採購日期(年/月/日)

4.植草磚產品資訊

	產品項目	等級	規格 (長×寬×高)	售價	年產量		銷售對象(%)	
					數量	單位	政府單位	私人單位
□	植草磚	A						
		B						
		C						

5.植草磚施作之機具為

機具設備名稱	用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)	採購日期 (年/月/日)

6.圍牆磚產品資訊

	產品項目	等級	規格 (長×寬×高)	售價	年產量		銷售對象(%)	
					數量	單位	政府單位	私人單位
□	圍牆磚	A						
		B						
		C						

7.圍牆磚施作之機具

機具設備名稱	用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)	採購日期 (年/月/日)

8.其他產品資訊

	產品項目	等級	規格 (長×寬×高)	售價	年產量		銷售對象(%)	
					數量	單位	政府單位	私人單位
□	其他							

9.其他產品施作之機具

機具設備名稱	用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)	採購日期 (年/月/日)

五、材料資訊

1.砂料來源

	來源	粒徑大小	進料價格(元/m ³)	
			含運費	不含運費
<input type="checkbox"/>	本省河川砂			
<input type="checkbox"/>	本省陸地砂			
<input type="checkbox"/>	進口砂			

2.粗骨材料源

粗骨材料源為_____，粒徑大小為_____

其進料價格為(含運費)_____，(不含運費)_____

3.材料之使用量

	產品項目	等級	年產量		進料價格	
			數量	單位	含運費	不含運費
<input type="checkbox"/>	高壓混凝土磚	A				
		B				
		C				
<input type="checkbox"/>	植草磚	A				
		B				
		C				
<input type="checkbox"/>	圍牆磚	A				
		B				
		C				

4.各項產品之配比

	產品項目		主要材料比例(%)						
			砂	石	水泥	水	填充料	顏料	其他
<input type="checkbox"/>	高壓混凝土磚	天然材							
<input type="checkbox"/>	植草磚	天然材							
<input type="checkbox"/>	圍牆磚	天然材							
<input type="checkbox"/>	其他_____	天然材							

5. 各項產品材料之使用量

	產品項目		材料使用量(m ³ 或噸)						
			砂	石	水泥	水	填充料	顏料	其他
<input type="checkbox"/>	高壓混凝土磚								
<input type="checkbox"/>	植草磚								
<input type="checkbox"/>	圍牆磚								
<input type="checkbox"/>	其他_____								

六、再生材料資訊

1. 再生料來源(未使用者免填，請跳至問題 4)

	來源	製造用途	粒徑	年使用量	進料價格
<input type="checkbox"/>	中間處理場				
<input type="checkbox"/>	砂石棧場				
<input type="checkbox"/>	清運業者				
<input type="checkbox"/>	工地現場				
<input type="checkbox"/>	不合格品回收利用				
<input type="checkbox"/>	其他_____				

2. 再生料配比 相同 不同(請填下表)(未使用者免填)

	產品項目		主要材料比例(%)						
			砂	石	水泥	水	填充料	顏料	其他
<input type="checkbox"/>	高壓混凝土磚	再生材							
<input type="checkbox"/>	植草磚	再生材							
<input type="checkbox"/>	圍牆磚	再生材							
<input type="checkbox"/>	其他_____	再生材							

3. 預估再生材材料之使用量

產品項目	材料使用量(m ³ 或噸)						
	砂	石	水泥	水	填充料	顏料	其他
<input type="checkbox"/> 高壓混凝土磚							
<input type="checkbox"/> 植草磚							
<input type="checkbox"/> 圍牆磚							
<input type="checkbox"/> 其他_____							

4. 預估再生材料之年產量與價格

再生高壓混凝土磚年產量為_____m²/年，預估其售價為_____

再生植草磚年產量為_____m²/年，預估其售價為_____

再生圍牆磚年產量為_____m²/年，預估其售價為_____

5. 貴公司倘若使用再生材材料，是否須再自行處理篩選

否，原因為_____

是（請填下表）

材料	粒徑大小	增加之設備成本	增加之能源成本	增加之人員成本
粗骨材				
砂				

6. 倘若貴公司欲生產再生材產品

A. 粗骨材之進料來源 中間處理場 砂石棧場 清運業者 工地現場
 其他

B. 砂之進料來源 中間處理場 砂石棧場 清運業者 工地現場 其他

C. 水泥之進料來源_____

D. 需添購之機械設備

機具設備名稱	各別用途	數量(台)	採購金額(元)	可使用年限(年)

E. 人力之增加

人員職稱	人數	薪資(元/年)

七、管理資訊

1. 生產各項產品之水、電、油費用花費：_____元/年

生產各項產品之機具維護費用：_____元/年
生產各項產品之包裝費用：_____元/年
生產各項產品之運輸費用：_____元/年
生產各項產品之顏料費用：_____元/年
貴公司之土地成本(租用或購買)_____元，建廠成本_____元
年營業稅為_____元

2.如採用再生粒料，預估將增加或減少

水之支出費用：_____元/年，電之支出費用：_____元/年
油之支出費用：_____元/年，人事費用_____元/年
機具維護費用：_____元/年，運輸支出費用：_____元/年
包裝支出費用：_____元/年，顏料支出費用：_____元/年
加工費之支出：_____元/年，其他費用：_____元/年

3.貴公司未曾採用或曾採用而現不採用再生粒料原因

- 製造成本增加
無料源
料源不足/不穩定
品質不佳/管控不易
市場接受度不佳(乏人購買)
其他 _____

4. 貴公司倘若使用再生材材料，是否須再自行處理篩選

是，處理粒徑大小_____ CM，增加之機械設備成本為_____

5.貴公司是否有意願配合政府政策採用再生粒料

- 願意 不願意

八、其他建議事項

感謝您撥冗寶貴之時間

本問卷之資料供學術研究之用，您所提供之資訊將不對外公開

貳、中間處理場

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

再生粒料之成本分析問卷調查

敬啟者：

「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」為內政部建築研究所委託國立中央大學營建管理研究所進行之研究計畫，其研究目的在於從製造成本與經濟效益之觀點探討建築廢棄物分類處理後之再生粒料實際應用於混凝土製品之可行性。

希冀經由您的專業知識及實務經驗，提供 貴公司有關廢棄混凝土再生粒料利用之相關資訊，以供本研究進行成本效益分析時，能更符合市場現況。貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用。感謝您撥冗填寫本問卷。謝謝！此

順頌

時祺

研究人員 許維庭、何坤憲、余昌翰

國立中央大學營建管理研究所

計劃主持人 黃榮堯 教授

聯絡方式：許維庭 (03)4227151 轉 4158 0952010878 傳真：(03)4257092

何坤憲 (03)4227151 轉 4132 0937728823

余昌翰 (03)4227151 轉 4132 0937431982

一、基本資料

1. 公司名稱：_____
2. 地 址：_____
3. 電 話：_____ 傳 真：_____
4. 受訪人員職稱：_____
5. 公司營運年數：1~3 年 3~5 年 5~10 年 10 年以上

二、相關成本資料

6. 資本額：1 千萬以下(含 1 千萬) 1 千萬~5 千萬 5 千萬以上
7. 場區面積：_____m² 或 _____公頃
8. 購地金額：_____元 或 租賃_____元/年 或 _____元/月
9. 建廠金額（土建部分未包含机具設備）_____元
10. 目前平均日處理量：_____噸/日 或 _____m³/日
最大日處理量：_____噸/日 或 _____m³/日
11. 服務範圍
最大服務半徑_____公里
最遠載運距離_____公里

其它_____

1、人事成本

項次	職稱	單位(人)	薪資(元/月)
舉例	廠長	1	70000
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

2、機具設備成本(表格內之項目僅供參考)

12. 機械設備(1 起重爪子、2 振動篩選機、3 轉筒式篩選機、4 磁力分選機、5 風力分選機、6 人工分選設備、7 顎式破碎機、8 衝擊式破碎機、9 水洗設備)
13. 搬運設備(10 挖土機、11 鏟土機、12 卡車、13 輸送帶)
14. 環保安全設備(14 標誌、15 照明、16 沉砂池、17 灑水、18 防塵、19 洗車臺、20 防噪音、21 灑水車、22 綠美化)
15. 其他機具(23 地磅、24 堆料機、25 抽水機、26 空壓機)

可參考上表

設備名稱代號 (無適當代號者請填寫下列空格內)	數量 (台)	採購單價(元)	可使用年限(年)	採購日期 (年/月/)
舉例:如選擇 23	1	250000	10	87/6

16. 管理費用:為每年人事成本之_____ % 或其他_____

● 操作及維護費用

17. 機電設備維護成本:每年以設備總額之_____ % 或其他_____

18. 土建工程維護成本:每年以土建總額之_____ % 或其他_____

19. 操作費用:油、電、水等共每年_____元 或 _____元/月 其他_____

● 保險費_____年/元 或其他_____

3、營運收入

功能區分	回收處理		
進場土質類別	<input type="checkbox"/> 營建混合廢棄物	<input type="checkbox"/> 營建剩餘土石方	<input type="checkbox"/> 其他 _____
日處理量(m3/日)	_____	_____	_____
收費標準(自行運送)	_____	_____	_____
收費標準(公司自行出車)	_____	_____	_____

三、廢棄物處理相關資訊

1. 以貴公司之經驗或目前之情況，廢棄混凝土來源及其所佔之比例

料源	新建工程	拆除(結構體)	清除業者	其他
百分比(%)				

2. 由於本研究主要係針對廢棄混凝土再生利用做成本效益的分析，故主要所探討是有關混凝土之廢棄物，經分類處理後是必需為一單純之廢棄混凝土再生骨材。但由於資源分類處理場所收容的是 B5 及 B8 類之廢棄物，並不只是單純的廢棄混凝土塊，故在此前題之下，想請問貴公司是否有收單純之廢棄混凝土塊，先依料源的不同，再各別進行分類處理，再產出不同之再生骨材。

是

否

其他_____

3. 以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出 1m³ 之再生骨材所需之處理成本為

50~100 元/m³

100~150 元/m³

150~200 元/m³

200~250 元/m³

其他 _____元/m³

4.如果料源不同，所處理出之再生骨材品質也會受到影響

是

否

其他 _____

5.可將營建混合廢棄物分類成幾類及所佔之比例及最終處理方式及再利用用途

分類項目	所佔百分比(以體積算)	最終處理方式及再利用用途	價格
<input type="checkbox"/> 粗級配 (<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無含磚瓦) 粒徑大小_____cm 含泥量為_____%		<input type="checkbox"/> 施工便道或土方回填料 <input type="checkbox"/> 道路基底層級配料 <input type="checkbox"/> 其它_____	
<input type="checkbox"/> 細骨材 (<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無含磚瓦) 粒徑大小_____cm 含泥量為_____%		<input type="checkbox"/> 花土 <input type="checkbox"/> 管路砂 <input type="checkbox"/> 低強度混凝土拌合料 <input type="checkbox"/> 一般混凝土拌合料 <input type="checkbox"/> 其他_____	
<input type="checkbox"/> 鐵		<input type="checkbox"/> 變賣 (<input type="checkbox"/> 收費 <input type="checkbox"/> 付費)	
<input type="checkbox"/> 五金		<input type="checkbox"/> 變賣 (<input type="checkbox"/> 收費 <input type="checkbox"/> 付費)	
<input type="checkbox"/> 木材		<input type="checkbox"/> 變賣 (<input type="checkbox"/> 收費 <input type="checkbox"/> 付費)	
<input type="checkbox"/> 塑膠		<input type="checkbox"/> 衛生掩埋 <input type="checkbox"/> 焚化爐 <input type="checkbox"/> 其他_____	
<input type="checkbox"/> 玻璃		<input type="checkbox"/> 衛生掩埋 <input type="checkbox"/> 焚化爐 <input type="checkbox"/> 其他_____	
<input type="checkbox"/> 無用或未再分類廢棄物		<input type="checkbox"/> 衛生掩埋 <input type="checkbox"/> 焚化爐 <input type="checkbox"/> 其他_____	

四、再生骨材相關處理成本(廢棄混凝土)

1.以貴公司之經驗或目前之情況，可將廢棄混凝土塊分類至何種程度及處理後之再生材相關使用單位及再生利用用途。

分類處理程度	處理出之再生骨材粒徑大小	一般使用單位 a.民間工程 b.公共工程	再利用用途 a.填方料 b.道路級配料 c.混凝土拌合料 d.其他	目前售價 (元/m ³) (或是免費贈予)
目前處理程度	<input type="checkbox"/> 10cm 以上			
	<input type="checkbox"/> 3.8~10cm			
	<input type="checkbox"/> 3.8cm 以下			
	<input type="checkbox"/> 0.8cm 以下			
	<input type="checkbox"/> 其它_____			

2.以貴公司之經驗或目前之情況，如將廢棄混凝土塊處理分類至以下所列之幾種程度，其所出售之價格為何？

分類處理程度	處理出之再生骨材粒徑大小有的請打勾	目前(可能)售價 (元/m ³)	希望售價 (元/m ³)
處理至潔淨程度	<input type="checkbox"/> 3.8~10cm 填方料		
	<input type="checkbox"/> 3.8cm 以下道路級配料		
	<input type="checkbox"/> 0.8cm 以下混凝土拌合料(含泥量3%以下)		
	<input type="checkbox"/> 其它_____		

3.以貴公司之經驗或目前之情況，如將廢棄混凝土塊處理分類至以上所列之幾種程度，預估將會增加或減少若干成本？

人事費用		機具設備費用		管理費用		操作費用(油、水、電)	
<input type="checkbox"/> 增加	_____元/年	<input type="checkbox"/> 增加	_____元/年	<input type="checkbox"/> 增加	人事成本之 _____%	<input type="checkbox"/> 增加	_____元/年
<input type="checkbox"/> 減少		<input type="checkbox"/> 減少		<input type="checkbox"/> 減少		<input type="checkbox"/> 減少	
<input type="checkbox"/> 不變		<input type="checkbox"/> 不變		<input type="checkbox"/> 不變		<input type="checkbox"/> 不變	

4.以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 3.8cm 以上之再生骨材所需之處理成本為何及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元

5.以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 3.8cm 以下可使用於道路基底層之再生級配料所需之處理成本為何及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元

6.以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 0.8cm 以下可使用於混凝土拌合料所需之成本及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元

7.以貴公司之經驗如欲將棄廢混凝土處理至預拌混凝土用拌合時之程度，可能所需要增加的處理成本及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元

其他建議事項

感謝您撥冗填寫本問卷

貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用

參、土資場

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

再生粒料之成本分析問卷調查

敬啟者：

「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」為內政部建築研究所委託國立中央大學營建管理研究所進行之研究計畫，其研究目的在於從製造成本與經濟效益之觀點探討建築廢棄物分類處理後之再生粒料實際應用於混凝土製品之可行性。

希冀經由您的專業知識及實務經驗，提供 貴公司有關廢棄混凝土再生粒料利用之相關資訊，以供本研究進行成本效益分析時，能更符合市場現況。貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用。感謝您撥冗填寫本問卷。謝謝！此

順頌

時祺

研究人員 許維庭、何坤憲、余昌翰

國立中央大學營建管理研究所

計劃主持人 黃榮堯 教授

聯絡方式：許維庭 (03)4227151 轉 4158 0952010878 傳真：(03)4257092

何坤憲 (03)4227151 轉 4132 0937728823

余昌翰 (03)4227151 轉 4132 0937431982

一、基本資料

- 公司名稱：_____
- 地 址：_____
- 電 話：_____ 傳 真：_____
- 受訪人員職稱：_____
- 公司營運年數：1~3 年 3~5 年 5~10 年 10 年以上

二、相關成本資料

- 資本額：1 千萬以下(含 1 千萬) 1 千萬~5 千萬 5 千萬以上
- 場區面積：_____m² 或 _____公頃
- 購地金額：_____元 或 租賃_____元/年 或 _____元/月
- 建廠金額（土建部分未包含机具設備）_____元
- 目前平均日收容量：_____噸/日 或 _____m³/日
- 最大日收容量：_____噸/日 或 _____m³/日
- 服務範圍
最大服務半徑_____公里
最遠載運距離_____公里 其它_____

1、人事成本

項次	職稱	單位(人)	薪資(元/月)
舉例	廠長	1	70000
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

2、機具設備成本(表格內之項目僅供參考)

20. 機械設備(1 起重爪子、2 振動篩選機、3 轉筒式篩選機、4 磁力分選機、5 風力分選機、6 人工分選設備、7 顎式破碎機、8 衝擊式破碎機、9 水洗設備)
21. 搬運設備(10 挖土機、11 鏟土機、12 卡車、13 輸送帶)
22. 環保安全設備(14 標誌、15 照明、16 沉砂池、17 灑水、18 防塵、19 洗車臺、20 防噪音、21 灑水車、22 綠美化)
23. 其他機具(23 地磅、24 堆料機、25 抽水機、26 空壓機)

可參考上表

設備名稱代號 (無適當代號者請填寫下列空格內)	數量 (台)	採購單價(元)	可使用年限(年)	採購日期 (年/月/)
舉例:如選擇 23	1	250000	10	87/6

- 管理費用:為每年人事成本之_____ % 或其他_____
- 操作及維護費用
- 機電設備維護成本:每年以設備總額之_____ % 或其他_____
- 土建工程維護成本:每年以土建總額之_____ % 或其他_____
- 操作費用:油、電、水等共每年_____元 或 _____元/月 其他_____
- 保險費_____年/元 或其他_____

3、營運收入

功能區分	回收處理		
進場土質類別	<input type="checkbox"/> 營建混合廢棄物	<input type="checkbox"/> 營建剩餘土石方	<input type="checkbox"/> 其他
日處理量(m3/日)			
收費標準 (元/ m3)			

九、土石方處理相關資訊

1. 以貴公司之經驗或目前之情況，所收受之營建剩餘土石之來源及內容其所佔之比例

土質類別	B1 為岩塊礫石碎或砂	B2-1 為土壤與礫石及沙混合物(土壤體積比例少於30%)	B2-2 為土壤與礫石及沙混合物(土壤體積比例介於30%至50%)	B2-3 為土壤與礫石及沙混合物(土壤體積比例大於50%)	B3 為粉土質土壤(沉泥)	B4 為黏土質土壤	B5 為磚塊或混凝土塊		B6 為淤泥或含水量大於30%之土壤	B7 為連續壁產生之皂土	B8 為營建混合廢棄物(磚、混凝土塊、沙、木材、金屬塑膠等)
							磚塊	混凝土塊			
來源											
新建	公共工程 (%)										
	民間工程 (%)										

拆除	公共工程 (%)											
	民間工程 (%)											
清除業者 (%)												
其他												

2.有效再利用百分比為_____ %

以貴公司之經驗或目前之情況，可將土石方分類至何種程度及處理後相關使用單位及使用用途。

分類處理程度	處理出之再生骨材粒徑大小	一般使用單位 a.民間工程 b.公共工程	用途 a.填方料 b.道路級配料 c.混凝土拌合料 d.其他(請填寫)	目前售價 (元/m ³) (或是免費贈予)
目前情況	<input type="checkbox"/> 3.8~10cm			
	<input type="checkbox"/> 3.8cm 以下級配粒			
	<input type="checkbox"/> 單一粒徑			
	<input type="checkbox"/> 0.8cm 以下			
	<input type="checkbox"/> 其它_____			

3. 以貴公司之經驗或目前之情況，將剩餘土石方再處理後，產出 1m³ 之再生骨材需約多少之處理成本

50~100 元/m³

100~150 元/m³

150~200 元/m³

200~250 元/m³

其他 _____元/m³

十、再生骨材相關處理成本(廢棄混凝土)

1.由於本研究主要係針對廢棄混凝土再生利用做成本效益的分析，故主要所探討是有關混凝土之廢棄物，經分類處理後是必需為一單純之廢棄混凝土再生骨材。但由於土資場所收容的並不只是單純的廢棄混凝土塊，故在此前題之下，想請問貴公司是否有收單純之廢棄混凝土塊。

- 是
否
其他_____

2. 可否依料源的不同，再各別進行分類處理，再產出不同之再生骨材。

- 是
否
其他_____

3. 以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出 1m³ 之再生骨材所需之處理成本約為

- 50~100 元/m³
100~150 元/m³
150~200 元/m³
200~250 元/m³
其他 _____元/m³

4. 以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土塊處理分類至以下所列之幾種程度，其所出售之價格為何？

分類處理程度	處理出之再生骨材粒徑	目前(可能)售價(元/m ³)	希望售價(元/m ³)
潔淨程度	3.8~10cm 填方料		
	3.8cm 以下道路級配料		
	2cm 單一粒徑		
	0.8cm 以下混凝土拌合料(含泥量3%以下)		
	其它_____		

3. 以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土塊處理分類至以上所列之幾種程度，預估將會增加或減少若干成本？

人事費用		機具設備費用		管理費用		操作費用(油、水、電)	
<input type="checkbox"/> 增加 <input type="checkbox"/> 減少 <input type="checkbox"/> 不變	_____元/年	<input type="checkbox"/> 增加 <input type="checkbox"/> 減少 <input type="checkbox"/> 不變	_____元/年	<input type="checkbox"/> 增加 <input type="checkbox"/> 減少 <input type="checkbox"/> 不變	人事成本之 _____% 或 _____/年	<input type="checkbox"/> 增加 <input type="checkbox"/> 減少 <input type="checkbox"/> 不變	_____元/年
其它							

4. 以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 3.8cm 以上之再生

骨材所需之處理成本為何及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元
<input type="checkbox"/> 希望售價 _____元/ m ³	

5.以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 3.8cm 以下可使用於道路基底層之再生級配料所需之處理成本為何及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元
<input type="checkbox"/> 希望售價 _____元/ m ³	

6.以貴公司之經驗或目前之情況，如欲將廢棄混凝土處理出粒徑 0.8cm 以下可使用於混凝土拌合料所需之成本及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元
<input type="checkbox"/> 希望售價 _____元/ m ³	

7.以貴公司之經驗如欲將棄廢混凝土處理至預拌混凝土用拌合時之程度，可能所需要增加的處理成本及增加一般處理程度之多少的百分比。

<input type="checkbox"/> 50~100 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 0~10%
<input type="checkbox"/> 100~150 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 10%~20%
<input type="checkbox"/> 150~200 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 30%~40%
<input type="checkbox"/> 200~250 元/m ³	<input type="checkbox"/> 增加一般處理成本的 40%~50%
<input type="checkbox"/> 其他 _____元/m ³	<input type="checkbox"/> 其他 增加_____元
<input type="checkbox"/> 希望售價 _____元/ m ³	

其他建議事項

感謝您撥冗填寫本問卷

貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用

廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究

再生骨材應用於預拌混凝土成本分析問卷調查

敬啟者：

由於國內每年產生大量之建築廢棄物，不管是新建工程或者是拆除工程皆會產生廢棄混凝土，而一般廢棄之混凝土最常被再利用式多以回填於低溼地、或工程進行時因雨場地泥濘而進行臨時之鋪設…等。本研究為探討廢棄混凝土再生利用於：圍牆磚、植草磚、高壓混凝土磚、道路級配料、國家公園碎步道及混凝土消波塊等，其再利用所產生之相關成本及效益，故尚須藉由您的專業知識及豐富經驗提供您寶貴的意見。貴公司所提供之資料僅供本研究之統計及參考，絕不對外公開。感謝您撥冗填寫本問卷。謝謝！此

順頌

時祺

國立中央大學營建管理研究所

研究生 何坤憲

電話 0937728823

傳真 03-4259092

Emil s1325008@cc.ncu.edu.tw

一、基本資料

1. 公司名稱：_____
2. 地 址：_____
3. 電 話：_____ 傳 真：_____
4. 受訪人員姓名：_____ 職稱：_____
5. 公司營運年數：1~3年 3~5年 5~10年 10年以上

二、相關配比資訊

- 貴公司所用之一般預拌混凝土配比为何，產品規範為 CNS3090 A2042。如以重量法來算，每一立方米內包含多少之粗骨材、細骨材、水泥、水、及添加劑。一般預拌混凝土，以重量法計。

項目	粗骨材	細骨材	水泥	水	添加劑	出售價格 (元/m ³)
抗壓強度						
2000psi						
3000psi						
4000psi						

- 一般預拌混凝土，以體積法來算，產品規範為 CNS3090 A2042。

項目 抗壓強度	粗骨材	細骨材	水泥	水	添加劑	出售價格 (元/m ³)
2000psi						
3000psi						
4000psi						

- 貴公司所用之 **臺灣** 用預拌混凝土配比為何。如以重量法來算，每一立方米內包含多少之粗骨材、細骨材、水泥、水、及添加劑。

項目 抗壓強度	粗骨材	細骨材	水泥	水	添加劑	出售價格 (元/m ³)
2000psi						
3000psi						
4000psi						

- 一般預拌混凝土，以體積法來算

項目 抗壓強度	粗骨材	細骨材	水泥	水	添加劑	出售價格 (元/m ³)
2000psi						
3000psi						
4000psi						

- 貴公司平均進料價格為何

品名	價格(元/方)		價格(元/噸)	
	含運費	不含運費	含運費	不含運費
粗骨材				
細骨材				
一般水泥				
抗硫水泥				

三、再生骨材資訊

- 貴公司是否有使用**再生骨材**應用於預拌混凝土

是
 否
 其它_____

- 使用時是否有改變配比

是
 否
 其它_____

- 如貴公司未使用再生骨材，試問如將廢棄之混凝土塊經破碎、篩分、水洗後所產生之再生骨材，貴公司有意願使用嗎？

<input type="checkbox"/> 是	可接受之價格為何？			
	粗骨材(不含運費)		細骨材(不含運費)	
	200~300(元/m ³) 300~400(元/m ³) 400~500(元/m ³) <input type="checkbox"/> 其它_____	<input type="checkbox"/> 與市場 價格相 仿	200~300(元/m ³) 300~400(元/m ³) 400~500(元/m ³) <input type="checkbox"/> 其它_____	<input type="checkbox"/> 與市場 價格相 仿
<input type="checkbox"/> 否	為什麼? _____ _____			

- 使用再生材時其配比為何(以重量法 kg/m³)，貴公司如未使用再生骨材，可依您專業之知識及豐富之經驗加以填寫，作為本研究之參考。

項目	<input type="checkbox"/> 天然粗骨材 <input type="checkbox"/> 再生粗骨材	<input type="checkbox"/> 天然細骨材 <input type="checkbox"/> 再生細骨材	水泥	水	添加劑	欲出售之價格(元/m ³)
抗壓強度						
2000psi						
3000psi						
4000psi						

四、建議事項

感謝您撥冗填寫本問卷
 貴公司所提供之資料將不對外公開，僅作為本研究統計分析之用

附錄二 中間處理場處理成本計算範例

壹、砂石場

壹 砂石場計算範例

本研究訪談了廢棄物分類處理場、土資場、砂石廠分別進行成本的分析，成本分析計算系參考總茂環保股份有限公司營建廢棄物處理場之計算方式【15】，將成本項目區分為固定成本及變動成本，在固定成本項目方面包含：機具折舊、土地成本、機具設備利息、建廠金額等。變動成本項目包含：人事支出、操作費用、機具維護費用、管理費用等，操作費用包含（水、電、油），等成本項目，考慮廠商之月平均處理量。

本研究採用直線折舊法，依機具設備可使用年限加以分析，計算方式不同於總茂環保，其它項目如廠房分析年限為 30 年，單位處理成本即為年處理量除以年成本，不包含稅及利潤，本研究僅以一家製造再生骨材之砂石場為例，以說明相關成本分析之計算。

表 A-1 砂石廠相關成本項目

月處理量=12000M ³ /月=>年處理量=144000M ³ /年			備註：收受廢棄混凝土塊			
土地成本	300000 元/月=3600000 元/年(地租)					
人事費用	4500000 元/年					
機具投入資本	數量	購買單價(萬元)	單位	可使用年限	複價單位(萬元)	折舊(萬元)
振動篩選機	2	100	台	10	200	20
水平式篩選機	2	100	台	10	200	20
石虎(碎石機)	1	100	台	10	100	10
洗砂機	1	200	台	10	200	20
怪手	4	150	台	10	600	60
卡車	1	150	台	10	150	15
製砂機	1	500	台	10	500	50
請電設備	1	100	式	30	100	3.33
環保設備	1	250	式	30	250	8.33
設備總投資成本					2300	206

資料來源：本研究整理

表 A-2 成本分析

成本分析				
區分	項目	每年金額(元/年)	處理成本(元/方)	備註
固定成本	機具折舊	2060000	14.3	依使用年限直線折舊
	土地租賃	3600000	25	
	機具設備利息	1950000	13.5	10%
變動成本	人事費用	4500000	31.25	
	機具維護	9600000	66.7	
	操作費用	9600000	66.7	
合計成本			217	不含稅及利潤

資料來源：本研究整理

附錄三 期初、期中、期末報告審查意見 與回覆

- 壹、期初審查意見回覆
- 貳、期中審查意見回覆
- 參、期末審查意見回覆

壹、期初審查意見回覆

委員意見	回覆
林教授慶元	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 相關研究近年來多有發表，本研究案應有專有創見以避免重複性之研究？ 2. 建議在強制條件（法令）下分析與探討再生利用成本效益，以利現實之可行性並供政策制定之參考。 3. 建議將非法處理廢棄混凝土部分納入本研究分析討論。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 已就相關文獻回顧結果，確認本研究之方向。 ● 本研究在廢棄混凝土依相關法規規定進入中間處理場之條件下進行分析探討。 ● 納入研究考量。
陳處長雄文（劉技正崑山代）	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 廢棄物要成為有用再生資源，再生利用經濟規模及廢棄物管理策略為重要因子。 2. 本研究應對廢棄混凝土再生利用的成品（砂、級配）與使用用途作綜合分析以提出最佳利用模式，本研究未來可以提供中央目的事業主管機關參考，考慮依資源回收再利用法將廢棄混凝土公告為再生資源。 3. 市場區位成本問題宜列入考慮。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 納入研究考量。 ● 遵照辦理。 ● 本研究主要針對台灣北部地區之市場進行詳細訪查，另亦就中、南、東區做初步之調查。
周教授鼎金	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 廢棄物再生利用對綠建築有貢獻，可考慮納入綠建築相關評估指標中並給予評量加分優惠。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 納入研究考量。
李理事長世雄	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 廢棄混凝土經分類處理之目的，在於成為再生砂石材料，然後再製造成建材。目前面臨市場自由競爭之機制影響，以及從大陸或國外進口砂石的價格低廉的現況，國內相關廠商基於成本考量大都捨棄再生砂石材料而選擇採用進口砂石材料，此為建立市場機制或需求所面臨的問題所在。 2. 建議本案除再生利用技術之研究外，加強針對建材廠商投資誘因之規劃，或基於廢棄物減量的原則，規劃於法令規章 	<ul style="list-style-type: none"> ● 納入研究考量。 ● 納入研究考量。

上明定利用再生材料的相關規定，擴大市場的需求面，以扶植本土廢棄混凝土再生利用新興產業。	
王組長安強（許技正振明代）	
1. 本案預期將有助於本署刻正推動之「營建剩餘土石方再利用推動方案」及未來公共工程使用再生材料之推廣，前揭方案內容建請納入相關機制規劃時參考。	● 遵照辦理。
王總幹事榮吉	
1. 應調查評估再生建材市場及整體產業的未來可發展規模，以避免重複或過度投資。 2. 未來研究成果應送交各中央目的事業主管機關參考，並落實推動執行，以展現研究成果之應用績效。 3. 除成本分析外，建議進行產業調查，評估民間投資意願，並規劃鼓勵民間投資之對策。	● 納入研究考量。 ● 感謝委員意見。 ● 納入研究考量，於問卷調查時就業者之配合意願加以了解。
鄒組長哲宗	
1. 本計畫規劃針對民間各相關產業界進行參訪，建議應預先選定廢棄混凝土再生建材製品之用途類別，以順利達成預期研究目標。	● 已參考相關文獻選定六項用途類別進行研究。
陳組長文卿	
1. 利用 LCA 方法可以完整瞭解某項物料再利用之成本，但此成本包含生產者、使用者、政府及社會之直接與間接成本等，應釐清彼此相關性以反映市場機制。 2. LCA 方法要能準確必須建立各種原物料完整之資料庫，相關資料應儘量蒐集完備。	● 經評估後，本研究不採用 LCA 方法，為仍將就生產者、使用者等釐清彼此相關性以反映市場機制。 ● 經評估後，本研究不採用 LCA 方法。
葉主任秘書世文	
1. 可從原生建材生產者、再生建材生產者，消費者等方面綜合分析再生建材成本效益，並探討如何提供實際經濟效益誘因鼓勵建材再生利用。	● 納入研究考量。

貳、期中審查意見回覆

委員意見	回覆
<p>陳組長文卿</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 整體之數值計算，部分取自實驗資料，部分來自訪問調查，部分則為假設推估，因此其準確度可能有相當大之偏差，建議能作適度修改。 2. 期中報告表 4-8 中，再利用項目建議應補充說明其等級。另表 4-8 中單位，部分為 m²、部分則以 m³ 表示，不易相互比較，應予統一。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究後半階段已進行數量較多之訪問調查，以取得實際可用之數據進行計算分析，並將盡量減少假設推估以增加準確度。 ● 期中報告所用單位為目前產業界所慣用之單位，故除單位統一之意見納入研究考量外，餘遵照辦理。
<p>呂處長鴻光（謝簡任技正燕儒代）</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案進行成本效益分析時，建議多蒐集相關年度資料，避免以單一訪查數據進行推估。 2. 社會成本估算部分宜再深入，如現行營建工程空氣污染防治費之費率，費基似尚未完全反應政府投入之防治成本，而噪音污染則是以噪音管制法之罰則為推算基礎，與空氣污染有所不同，宜詳予說明。 3. 再生產品成本部份在中間處理及再生產品製造部分宜多加檢討其成本，如廢棄物處理成本、土地…等等。 4. 未來成果報告書之結論與建議中，宜詳列廢棄混凝土再生產品優先推動項目及其對象，以利政策判斷。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 遵照辦理。 ● 空氣污染防治及噪音管制之社會成本雖於文獻回顧中述及，但並非本研究所考量之社會成本，唯將就社會成本估算部分再深入探討。 ● 已就成本項目結構作修正。 ● 遵照辦理。
<p>王組長安強（許技正振明代）</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究成果之成本效益分析將有助工程單位於選用材料與施工費用之參考以及本署推動土資場處理產品後之推廣行銷。 2. 建議未來能擴大再生產品之項目，並研究其成本效益以提供工程單位參考採用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 感謝委員意見。 ● 納入研究考量。
<p>章教授裕民</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 廢棄物再生利用之成本效益比對宜與同等級（或功能）之利用對象（產品），作相同條件進行比對將較為合理。 2. 報告引用之不同貨幣值來源應修改為同一年度（並於重要比對值中註明），以排除貨幣值之時間效應。 3. 任何廢棄物再利用皆宜考量外部成本（可選擇重要者修改成內部化成本）較合理。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究均以同等級之天然材產品及再生材產品作比較分析。 ● 遵照辦理。 ● 納入研究考量。

鄒組長哲宗	
1. 期中報告第 47 頁「全面成本效益分析」中關於掩埋場之掩埋費用平均為 126 元/m ³ ，其是依幾項背景因子計算所得，宜加註說明之。	● 遵照辦理。
周教授鼎金	
1. 未來可嘗試再生建材透水率、隔熱性等之效益分析。另請補充說明報告中植草磚成本價格與現行投標單價間差異。	<ul style="list-style-type: none"> ● 有關再生建材透水率、隔熱性等仍需先有實驗數據確認產品性能後，才能進一步作效益分析，非本研究範圍，但可提供作為未來研究方向之延伸。 ● 經查植草磚之市場價格為 250 元/m²，標單內 450 元/m² 似過高。
王總幹事榮吉	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生建材之取樣來源，宜於詳述於報告書中，使更具參考價值。 2. 廢棄混凝土之原料取得，有別於建材生產工廠所衍生的廢棄物，應予以區分。 3. 唯有政府提供誘因，方能使再生建材具市場競爭性，吸引民間業者投資。故研究中應加強實例統計分析比較及建議政府制定相關鼓勵政策。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 訪問調查對象主要為北部地區之相關業者，其地點位置已於第四章以圖示表示。 ● 本研究之廢棄混凝土來自於新建及拆除工程。 ● 遵照辦理。
陳組長瑞玲	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究為延續性計畫，有其重要性。成本分析宜多參考再生建材生產工廠實際製造成本，以真實呈現成本現況，使研究成果更具參考價值。 2. 成本分析方法，無論直接成本或間接成本，應先確立立場與分析角度。 3. 再生材與天然原生材之比較，應符合 CNS 國家標準產品規格之品質同等級為前提，進行比較分析。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 已經由訪談及問卷調查取得各項成本資料，據以計算出實際製造成本。 ● 遵照辦理。 ● 遵照辦理。

參、期末審查意見回覆

委員意見	回覆
陳處長雄文（黃科長拯中代）	

<ol style="list-style-type: none"> 再生產品的使用摻配一定比例、再生資源獎勵配套措施等，於資源回收再利用法有相關機制，如經公告為再生資源，可有一定程度之幫助。 廢棄混凝土送至資源分類處理場與土資場後，產出之品質為何差距那麼大？資源分類場產出之物需再免費或付費請人處理，而土資場則可賣錢，且價格不錯，未來似可再深入研究。 環保單位取締人力之人事費用，計算方式是否恰當，建請再酌。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 感謝委員意見，已納入本研究之第五章及結論與建議事項中。 ● 有關造成資源分類處理場與土資場產出之再生料品質及價格差異之因素，已於 2.2 節中有所說明。 ● 已就計算方式做適當修正，請詳 4.3.4 節。
<p>鄒組長哲宗</p>	
<ol style="list-style-type: none"> P. 45—4.2.5 節提及再生碎石步道之成本分析，若其算法與期中報告之基本假設一致，則表 4-12 到場價格 464 元/m³ 就變成 614 元/m³，這中間有 150 元/m³ 之價差，此項成本考量，是否期中報告比期末報告想法較合乎情理嗎？ P. 54 報告彙整獲得每年可減少天然資源消耗量為 210 萬 m³。依林教授憲德資料顯示，本國砂石需求量約 1 億 14 萬 m³（合法佔四成而非非法佔六成），若以合法砂石 4600 萬 m³ 計算，可取代 4.5% 左右（對全體是 1.9%）。如此其實質上意義，在減緩建築廢棄物任意堆放及善用可再利用資源，並且對環境盡到友善之關懷。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 期中報告中假設再生骨材之處理需增加五成之處理成本才能達到天然骨材之標準，乃未經實地訪談及問卷調查前之假設，經訪談及問卷調查後，已修正該項假設如期末報告之計算方式。 ● 感謝委員意見，已納入本研究之效益討論及結論中。
<p>江教授哲銘</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 研究成果值得肯定。 將來可將基礎調查區域由北區擴大到中區、南區、東區等，使更具因地制宜之代表性。 建議各廢棄物處理程序，可進一步按可再被利用之最佳比率、最佳完整性，分析出其理想拆除步驟及準則。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 感謝委員肯定。 ● 本研究已試就中、南、東等區部份廠商做訪談，惟調查結果，因時間及人力因素，所得數據較粗略。 ● 有關分析出其理想拆除步驟及準則部分，非屬本研究之成本效益分析項目內容。

附錄四 專家座談會會議記錄

壹、第一次專家座談會會議記錄

貳、第二次專家座談會會議記錄

壹、第一次專家座談會會議記錄

「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」第一次專家座談會會議記錄

會議紀錄:何坤憲

一、開會時間：2003 年 07 月 16 日

二、開會地點：國立中央大學工程一館會議室 E-117

三、主席：黃教授榮堯

四、出席人員：

出席人員:李總經理松鶴、郭經理家祥、鍾總經理健一、周處長權英、洪顧問榮勳、盧工程師文鴻、楊教授朝平、林教授志棟、陳組長文卿、郭博士烈銘(假)、許維庭、余昌翰、何坤憲

五、主席致詞：(略)

六、報告事項：「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」簡報。

七、討論議題：

1. 成本效益項目與分析模式
2. 成本與效益量化估測之合理性
3. 再生項目成本效益初步分析結果合理性

八、出席人員討論內容擇要：

鍾總經理健一：

- 針對再生混凝土磚類比較天然混凝土磚類，由於 CNS13295 國家標準所定訂之抗壓強度很高，所製造出之再生混凝土磚類如欲達其 CNS 之標準，所需之製造成本將會比天然材之製造成本高至少 30%。
- 政府採購法內容雖明定公共工程之採購雖有優先採用 10%再生材，但現況約 85%公共部門之採購皆不執行，公共部門擔心有綁標或圖利他人之嫌，故採購法形同需設，阻隔了再生材之市場通路。
- 再生材市場如未能開通，那也只是把別人的廢棄物當成自己本身的廢棄物，增加本身自己的困擾，如市場未能開通那也將是徒勞無功。
- 中間處理場所處理之再生材如能合乎混凝土磚類製造商之標準是可以接受。

- 在磚類所使用之骨材粒徑至少要低於1cm才能使用。
- 政府政策如是站在鼓勵的角度，給予再生利用廠商購買再生處理機具或稅務之優惠，及落實採購法中之綠色採購，故此一市場機制即可以形成而打通再生市場之通路。

陳組長文卿：

- 因由於中國國家標準所訂定之規範確實過高，再生產品欲達標準實有困難，建議能再訂定出其它之再生材之規範及標準或標章。
- 簡報中所提及之假設條件應必須是為必要條件，應針對不同等級之再生產品計算出其成本。
- 再生材如要勉強製作至規範所要求，其所增加之成本已不合經濟效益及市場競爭力。視場合的不同而使用不同的再生材。

郭經理家祥、李總經理松鶴

- 目前場內所製出之再生材一般應用於垃圾場之覆土、地窪地之回填、駁坎之填築及一些非應力之級配使用，愈直接再利用之方式其所需之成本愈低。
- 政府應認真執行廢棄物之流向管制。
- 推動再生利用此研究中所之運輸所需費用或其他政府補貼方面可納入政府的考量。
- 是否應建立再生產品之標章制度，讓廠商之再生產品有一明確方向可以施行。
- 如果能很有效的把廢棄物有效的減量及再利用，解決舊的產生源及新的產生源之廢棄物之流向管理的問題，如能達此目標所產生之效益將可能會大於此研究。

盧工程師文鴻

- 因由於生態工法之推展，故消波塊之使用已逐漸減少。
- 一般河川所使用之消波塊強度為2500psi~3000psi間。常用之混凝土消波塊型式為5噸或7噸。

洪顧問榮勳

- 針對取締廢棄物之人力所需之支出是否為一正面之效益應考慮其權衡。
- 在資源回收再利用法中所提相關之租稅減免或其它補助項可納入計算其成本效益之考量。

周處長權英

- 道路工程使用再生材因無規範可循，故使用單位不敢冒然使用。
- 如要使用再生材料如碎石步道、道路基底層、混凝土消波塊，建議工程會可明確的訂定其施工綱要規範以供工程單位使用。
- 在推動再生材使用時，政府應訂定相關之補貼政策。

楊教授朝平

- 再生骨材之處理價格可參考九二一相關處理場之發包價格。
- 再生使用於不同用途是否可考慮不同料源的產生而應用。

林教授志棟

- 一些相關之成本應回歸至營建物價。
- 在全面效益方面，此研究已考慮了綠色會計之觀念，考慮的範圍也以很周延，如能再加上產品之生命週成本，更可使此研究更加的完整。

黃主持人榮堯

- 本研究案後續所要進行是，蒐集更多之相關成本資料、及相關問卷的調查，再針對各相關廠商進行更深入的訪談等。

後續討論之結論：

- ✓ 道路工程使用再生材因無規範可循，故使用單位不敢冒然使用。使用再生材料如碎石步道、道路基底層、混凝土消波塊，建議工程會明確定訂其施工綱要規範以供工程單位使用。
- ✓ 考慮綠色會計之觀念
- ✓ 廢棄混凝土之再利用可依其產生料源而進行不同應用方式
- ✓ 資源回收再利用法中所提相關之租稅減免或其它補助項可納入計算其成本效益之考量

貳、第二次專家會議會議記錄

「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」第二次專家座談會議記錄

會議紀錄:何坤憲

一、開會時間：2003 年十二月五日

二、開會地點：國立中央大學工程一館會中庭會議室

三、主席：黃教授榮堯

四、出席人員：

- (一) 出席人員:國工局 廖肇昌組長、行政院環保署 洪榮勳顧問、艾鎂企業鍾總經理 健一、中華顧問 鄭工程師正光、許維庭、余昌翰、何坤憲

五、主席致詞：(略)

六、報告事項：「廢棄混凝土再生利用成本效益分析之研究」簡報。

七、討論議題：

1. 成本與效益量化估測之合理性
2. 再生項目成本效益初步分析結果合理性

八、出席人員討論內容擇要：

鍾總經理健一：

- 此報告將業者所提供之資料做一完成而有系統的分析，很有參考之價值。
- 針對簡內容由業者的角度可再作一些補充，目前廢棄混凝土通路障礙：簡報中指出利用廢棄混凝土來作磚時的成本只高了成本 9~14 塊，對於業者來說並沒有什麼感覺。
- 目前通路之障礙，政府沒有很有效的執行資源再利用法第十五條第四項規定及政府採購法第九十六條公共工程應優先採用再生產品。
- 目前業者希望能用廢棄混凝土來當作磚的材料，因由於砂石價格又更以往來的高。
- 以目前業界之技術要讓再生產品達中國國家標準是很容易到達的。
- 由於再生資源之粒料是用於磚之底部，解決消費者使用再生產品之疑慮。

- 業者本身也認證相當多種產品的環保標章，也投入了相當人力及成本，推動時仍遭遇層層障礙。
- 業者只希望政府能落實執行政府採購法第九十六條，其於其它補貼政策並不是很重要，只要政府能落實執行綠色採購政策，在申請標章方面，業者很樂意配合。
- 目前砂石價格飆漲，再生材料是一很好之替代原料，就算是政府不施行補貼政策，業界使用再生材仍具有其經濟價值。
- 日本對於再生產品的作法：政府無償提供回收資源於業者，待業者製出再生產品，政府再將以市價之價格買回作為公共工程之使用，此一作法可提供國內推動環保產品或再生產品之參考。

廖博士肇昌：

- 在九二一後，已有應用廢棄混凝土於實務上，如快官草屯段、烏日交流道，這些前例都是可參考的對象。
- 如將廢棄混凝土使用於道路基底層，已不敷使用，如欲再推廣於磚廠，其再生粒料將可能會不敷使用。
- 對於再生利用觀念之改進是相當重要。
- 如政府將強制規定一定要使用再生材料，另一思考慮面象為，我們擁有足夠之再生材嗎？這一定要配合政府行政命令，如以行政命令之方式指定使用再生產品之項目，如此可以較快推動使用再生產品及執行效率。
- 建議將廢棄混凝土先可廣泛使用於非結構性之構造如路緣石、水溝蓋…等。
- 建議政府可指定使用再生材於公共工程。

鄭工程師正光：

- 從成本部分來看，以工程單位買土約每方為五塊錢，砂石價格約 600 元/m³。
- 如將較乾淨之廢棄混凝土塊使用於填方感覺有點浪資源，應可創造出更高之價值。

洪顧問榮勳：

- 對報告中人力稽查部分之成本估算，是否估算過高，就算是沒有違規情事，稽查人員仍存在，只是不再需要那麼多的人力，成本的估算上是否應依一定比折減較為合理。
- 目前著眼點並非只是在想辦法消耗廢棄混凝土，焚化爐底渣是當作道路基底層很好的材料，故廢棄混凝土應可再創造更高的價值，而並不是只用於路基底層級配料。
- 建議可將報告中之結論與建議更具體化。

- 對於整個研究不僅止廢棄物的處理於經濟的觀點考量，對於整個國家都有很正面之作用。
- 使用再生材牽涉

黃副教授榮堯：

- 此研究項目是依據先前相關研究及先前討論而來。
- 以現階之角度是站在消化廢棄物的面象來討論，在未來可所要探討的即是如將廢棄混凝土創造更高之價值。
- 感謝各位專家的參與，及鍾總經理大力的協助及資料的提供，使其本研究能順利完成。感謝各位專家的建言。

後續討論之結論：

- 廢棄混凝土再生利用是一很值得去研究的一門課題，未來並非是以消耗再生材的觀念，而是以資源的觀念出發，而追求創造出更有價值之作法。