

第一章 緒論

1.1 計畫背景與目的

在建築物開發之生命週期各階段包括建材原料開採、建材製造、施工建造、日常使用、拆除廢棄等，皆對環境造成相當嚴重的污染。據研究指出，建築產業排放之廣義二氧化碳約佔全國排放量之 33.5%；另根據環保署資料，營建工地造成的空氣污染約佔全國的 40%，而建築工程估計產生廢棄物(含廢土)每年約 550 萬立方公尺。除了對地球環境的造成之衝擊外，建築施工建造過程的噪音、振動、以及交通的干擾，亦嚴重影響當地居民的日常生活。根據環保署指出，台灣地區於民國 84 年營建工程噪音陳情案件佔全部噪音陳情案之 16.35%，台北市更佔 26.31%。此外，建築物各項主要建材如鋼筋、型鋼、砂石骨材、水泥及模版等之使用，亦造成地球資源的消耗，尤其是國內砂石的供應，已顯現短缺與耗竭之跡象。為迎合世界環保潮流，確保地球生態永續發展，吾人應以一種具整體觀的、生命週期的觀念來減低、預防建築開發過程對環境所造成的污染，達成建築開發與環境共生之目標。

為有效減緩建築及都市開發過程對環境造成的負荷影響，內政部建築研究所正積極規劃推動綠建築發展的有利環境，進行建築污染防治、建築節約能源、建築資源利用及室內環境控制等研究發展工作。並委託財團法人台灣營建研究院進行“我國建築污染與廢棄物減量對策之研究”中程計畫，如表 1-1，針對建築開發進程中之建材耗用、施工建造、及拆除廢棄等三個階段，調查國內建材供需利用現況及建

建築開發產生之污染及廢棄物現況，並透過對國內對各項建材有效利用、污染及廢棄物減量及回收再利用等科技技術之研究，以及對於我國各項相關管理法令政策之探討，研擬我國建築污染與廢棄物減量之對策，以善盡建築產業對地球環境永續發展的責任。表 1-1 中程計畫之期程規劃為：87 年度將對現況進行瞭解，並研訂分析指標；88 年度進行各項減輕技術研究；89 年度針對管理法令進行瞭解探討，最後並綜合各建築進程階段於前面年度之研究成果，研擬建築污染與廢棄物減量之對策。

表 1-1 我國建築污染與廢棄物減量對策之研究

	87 年度	88 年度	89 年度	
研究重點	現況瞭解與分析指標研訂	減輕科技研究	政策法令探討與減量對策研擬	
建材耗用	主要建材資源供需利用現況瞭解與分析指標研訂	主要建材資源有效利用科技研究	我國建材資源管理政策法規探討研究	我國建築污染與廢棄物減量對策研擬
施工建造	建築施工過程污染及廢棄物產生現況瞭解與分析指標研訂	建築施工過程主要污染及廢棄物減輕技術研究	建築施工過程污染及廢棄物管理政策法規探討研究	
拆除廢棄	建築拆除污染及廢棄物產生現況瞭解與分析指標研訂	建築拆除污染及廢棄物減量及回收再利用技術研究	建築拆除污染及廢棄物管理政策法規探討研究	

本計畫針對“建築污染與廢棄物減量對策之研究”中有關建材耗用之課題進行研究，87 年度將探討主要建材資源供需利用現況和研擬分析指標；88 年度將進行主要建材資源有效利用科技研究；89 年度將探討我國建材資源管理政策法規，並結合建築開發進程中建材耗用、施工建造和拆除廢棄三方面的研究成果，研擬我國建築物污染與廢棄物減量對策。本研究 87 年度之主要目的包括：

1. 了解國內主要建材資源供需利用現況與面臨問題。

2. 研擬國內主要建材資源調查架構。
3. 瞭解主要建材資源回收利用與有效利用科技現況。
4. 研訂建材資源有效利用指標。

1.2 計畫內容

建築污染和廢棄物減量對策之研擬，需要從整體制度面的法規政策著手以及技術面的資源有效利用科技著手，而兩者皆必需透過建材資源供需現況了解逐步進行。本計畫擬針對土木工程及建築工程中之主要建材資源，包括鋼材、砂石、水泥、混凝土及模板等，進行下列工作：

1. 探討日本營建廢棄物減量與建材資源利用的現況、問題與對策。
2. 探討國內主要建材資源調查架構之運作，包括調查單位、調查網路、調查對象、調查頻率、調查區域等。
3. 探討主要建材資源產銷存量現況、需求量推估、面臨問題與未來趨勢。
4. 了解主要建材資源有效利用現況，內容包括回收再生利用、替代利用、新材料來源開發等。
5. 研擬單位樓地板面積建材耗用量、平均建材資源使用量與建材資源替代利用百分比指標。

1.3 研究方法及進行步驟

本計畫之研究流程圖請參看圖 1-1，詳細研究方法及進行步驟說明如下：

1. 相關文獻探討

探討國內建材資源供需現況及問題、國內建材資源調查模式、建材資源調查特性、國外建材資源利用現況。

2. 現有調查組織分析

訪察鋼鐵公會、預拌混凝土公會、合板公會等國內各主要建材資源調查單位與政府工程主管機關，收集建材資源供需量、回收再生與有效利用資料以及工程合約資料，並探討供需量推估模式。

3. 專家座談

邀請產官學三方面之專家學者，就建材資源供需利用現況及建材資源調查具體作法等議題進行座談，作為研究之參考。

4. 研擬調查架構

根據前述研究之結果，研擬建材資源調查之初步架構，同時依據初擬之調查架構，對主要建材資源產銷存量與有效利用資源使用現況進行調查。

5. 資料分析

將調查所得之資料進行統計整理，分析各建材資源產業問題與未來趨勢。

6. 研訂評估指標

根據調查所得資料，研訂鋼材、砂石、水泥、混凝土與模板之單位樓地板面積使用量、平均每人使用量與替代利用百分比。

7. 撰寫期末報告

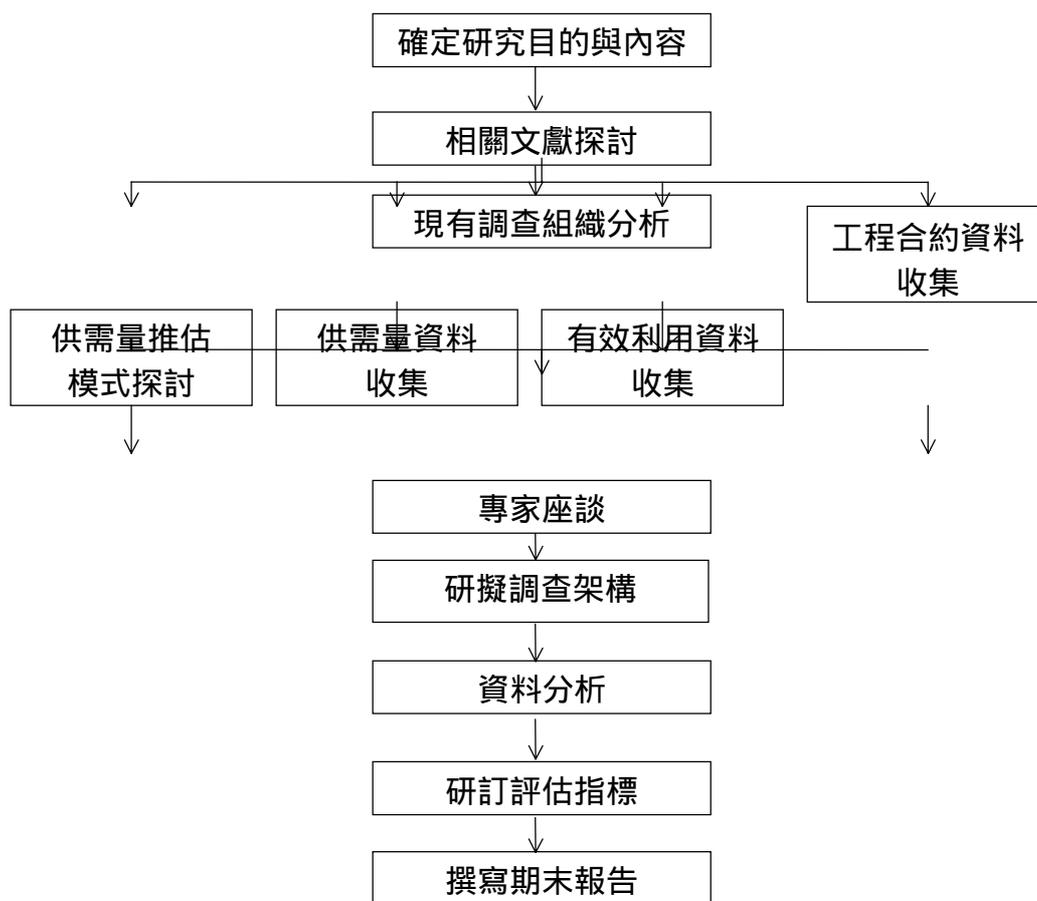


圖 1-1 研究流程圖

第二章 國內外現況概述

2.1 日本建材資源供需利用現況

2.1.1 建材資源耗用

日本建設工程中使用的主要建材資源包括鋼材、砂石骨材、水泥、木材及瀝青。其主要用途分別是：鋼材用於製造鋼筋、型鋼、鋼板及鋼管等；砂石骨材用於生產混凝土及道路級配等；水泥用於生產混凝土；木材用於建築材料；瀝青用於鋪設道路。1993年主要建材資源的使用量約110,000萬公噸，約佔日本全國資源(不含水資源)使用總量236,000萬公噸的47%。從使用量多寡的順序來看，分別是砂石骨材95,000萬公噸、水泥8,800萬公噸、鋼材3,400萬公噸、木材2,700萬公噸、瀝青500萬公噸，詳如表2-1。

表 2-1 1993 年日本主要建材資源耗用量

建材資源項目	使用量(萬噸)	佔百分比
砂石骨材	95000	86.1%
水泥	8800	8.0%
鋼材	3400	3.1%
木材	2700	2.5%
瀝青	500	0.1%
合計	110400	100.0%

資料來源：建設省建設經濟局建設業課監修，建設副產物リサイクル廣報推進會議編集，建設産業界の的新技術・新施策の活用とリサイクルの取り組み,1996

2.1.2 建設副產物現況

由於建設工程中的新建、改建及拆除而產生建設副產物的數量日益增加，建設副產物的減量、回收利用及最終處置一直是日本建設省和民間推動建設副產物回收利用的團體關切的問題，以下將就日本建設副產物現況作一說明。

2.1.2-1 建設副産物の意義與特性

建設副産物の意義可解釋為伴隨建設工程衍生出的副產品。在日本主要的建設副産物包括建設工程產生的土、混凝土塊、瀝青混凝土塊、廢木材、木屑、污泥、紙屑、金屬屑及玻璃碎片等。從資源再生利用的觀點，建設副産物可分為以下三種類別：按照原樣可當作原材料者，如建設產生土；有可能當作原材料利用者，如混凝土塊、瀝青混凝土塊、廢木材、污泥等；不可能當作原材料利用者，即有害或具危險性的物品，如含金屬之土砂。建設副産物和再生資源、廢棄物的關係如圖 2-1。

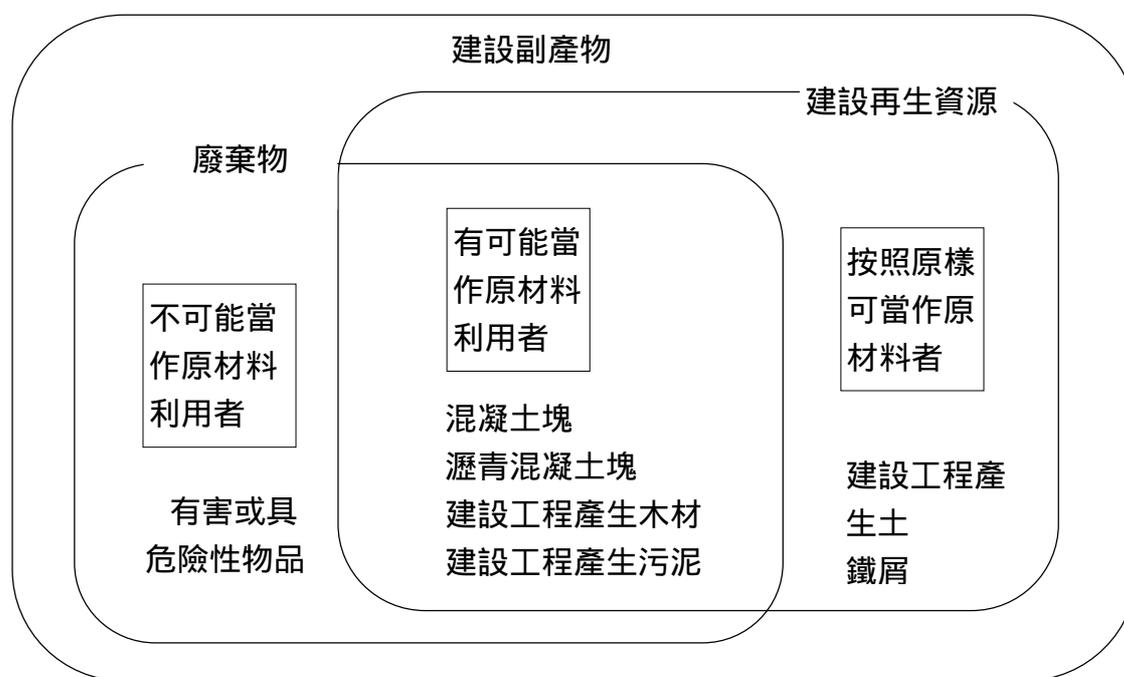


圖 2-1 日本建設副産物與再生資源、廢棄物之關係

資料來源：建設省建設經濟局建設業課監修，建設副産物リサイクル廣報推進會議編集，建設産業界の的新技术．新施策の活用とリサイクルの取り組み，1996

由於使用原料的性質和生產過程的不同，建設工程中產生之建設副産物和一般工業產生之副産物相當不同，而具有以下三種特性：

1. 建設副産物的產生數量相當大，而且大部分都很安全不具危險性。

2. 大部分的建設副產物具有回收再利用的可能。
3. 如果混合即成為「垃圾」，若作分類就成為「資源」。

由這些特性可以了解建設副產物可供再生利用的空間相當大。

2.1.2-2 建設副產物的組成

從組成來看，日本將建設副產物分為建設產生土和建設廢棄物二大類，而按照地方政府（市、町、村）清理事業單位的處理形態，建設廢棄物又分為一般廢棄物和產業廢棄物，其組成說明如下：

1. 一般廢棄物

- (1)廢木材：如木造房屋的新建或解體產生木材、裝修工程產生的木屑等。
- (2)紙屑：如包裝材料、壁紙等。
- (3)纖維屑：如繩索。
- (4)其它：工務所或宿舍撤離留下之廢棄品，如設計圖、雜誌、日用雜貨物、寢具等。

2. 產業廢棄物

- (1)建設廢材：如混凝土塊、瀝青混凝土塊、瓦磚破片等。
- (2)廢塑膠：如膠帶屑(tape chips)、嵌縫材料廢棄物(caulking chips)等。
- (3)金屬廢棄物：如鋼絲廢棄物(annealing wire)、擋土鋼材(non-slip steel)等。

(4)污泥(sludge)：如廢泥水(mud)、挖掘土(excavation soil)等。

(5)玻璃廢棄物及陶磁器廢棄物：如瓷磚廢棄物、石片、石膏板廢棄物等。

2.1.2-3 建設副產物的利用現況

日本建設廢棄物 1993 年的總量是 7,600 萬噸，其中 57%來自土木工程，18%來自建築物的新建及改建，24%來自建築物的拆除解體。若以建設廢棄物構成的項目別分類，則產生量分別是混凝土塊 2,600 萬噸，瀝青混凝土塊 2,200 萬噸，建設污泥 1,500 萬噸，建設混合廢棄物 800 萬噸，建設產生木材 500 萬噸，其它(如紙屑、金屬屑等)100 萬噸，各項目產生量及所佔百分比詳如表 2-2。而在建設廢棄物的再利用率方面，整體建設廢棄物再利用率(含減量比率 3%)是 51%，而在其它個別項目分別是混凝土塊 67%，瀝青混凝土塊 78%，建設污泥 8%(含減量比率 6%)，建設混合廢棄物 15%(含減量比率 9%)，建設產生木材 40%(含減量比率 14%)，1990 和 1993 年建設廢棄物再利用率見表 2-3。

表 2-2 1990 及 1993 年日本建設廢棄物產生量

項 目	1990 年 產生量(萬噸)	1990 年 佔百分比	1993 年 產生量(萬噸)	1993 年 佔百分比
混凝土塊	2500	34%	2600	34%
瀝青混凝土塊	1800	23%	2200	29%
建設污泥	1400	19%	1500	20%
建設混合廢棄物	1000	13%	800	10%
建設發生木材	800	10%	500	7%
其它	200	2%	100	1%

資料來源：1. 建設省建設經濟局建設業課監修，建設副產物リサイクル廣報推進會議編集，建設產業界の新技术．新施策の活用とリサイクルの取り組み，1996
2. 建設副產物リサイクル廣報推進會議，總合的建設副產物對策，1996

表 2-3 1990 及 1993 年日本建設廢棄物再利用率

項 目	1990 年 再 利 用 率	1993 年 再 利 用 率
混凝土塊	48%	67%
瀝青混凝土塊	50%	78%
建設污泥	21%	8%
建設混合廢棄物	31%	15%
建設產生木材	56%	40%
建設廢棄物全體	42%	51%

資料來源：1. 建設省建設經濟局建設業課監修，建設副產物リサイクル廣報推進會議編集，建設產業界の的新技术．新施策の活用とリサイクルの取り組み，1996
2. 建設副產物リサイクル廣報推進會議，總合的建設副產物對策，1996

在建設產生土方面，1993 年產生總量是 43,700 萬立方公尺，其中 84%來自公共土木本工工程，7%來自民間土木工程，9%來自建築工程，詳如表 2-4，而建設產生土整體再利用率為 47%。

表 2-4 1993 年日本建設產生土產生量

工 程 類 別	產生量(萬噸)	佔百分比
公共土木工程	36600	84%
民間土木工程	2900	7%
建築工程	4100	9%

資料來源：建設副產物リサイクル廣報推進會議，總合的建設副產物對策，1996

2.1.2-4 建設副產物面臨課題

1. 建設副產物產生量逐年增加

依日本「公共投資基本計畫」之規劃，估計從 1990 至 2000 年之間將有公共建設投資總額大約 430 兆日圓。而以公共建設為主的內需擴大政策，以及旺盛的民間投資建築大樓逐年增加，並且由於地價高漲而使地下空間有效利用等情況，皆造成建設副產物產生量逐年增加。

2. 棄土場及最終處理場等的不足

羽田海上的填平作業 1991 年結束後，以河海填平作為大型棄土場之作業即趨向減少。關於新建最終處理場用地方面，則面臨當地民

眾擔心污染環境而強烈反對，而不易興建；以及現有最終處理場區的居民反對，不接受本區以外廢棄物的問題。

3. 建設副產物處理費用高漲

由於最終處分場址不足，以致於搬運距離增長，造成搬運成本及處理成本相形增加，而此些費用亦轉嫁於工程費中。

4. 相關政府機關彼此合作不夠積極

廢棄物處理的管轄機關是厚生省，建設工程是建設省，建材供需是通產省，而這些單位向來合作機會不多，且不甚積極，以致於行政效能不足而造成推展過程受到阻礙。

5. 業者缺乏再生利用意識

對於 55 萬家建設業者而言，由於再生利用意識不夠，所以未能貫徹適當的廢棄物處理規則。對於廢棄物處理業者而言，由於成本上、技術上及地域上的關係，而有處理不當的措施發生，如非法投棄。

6. 無法建立完整的再生利用市場

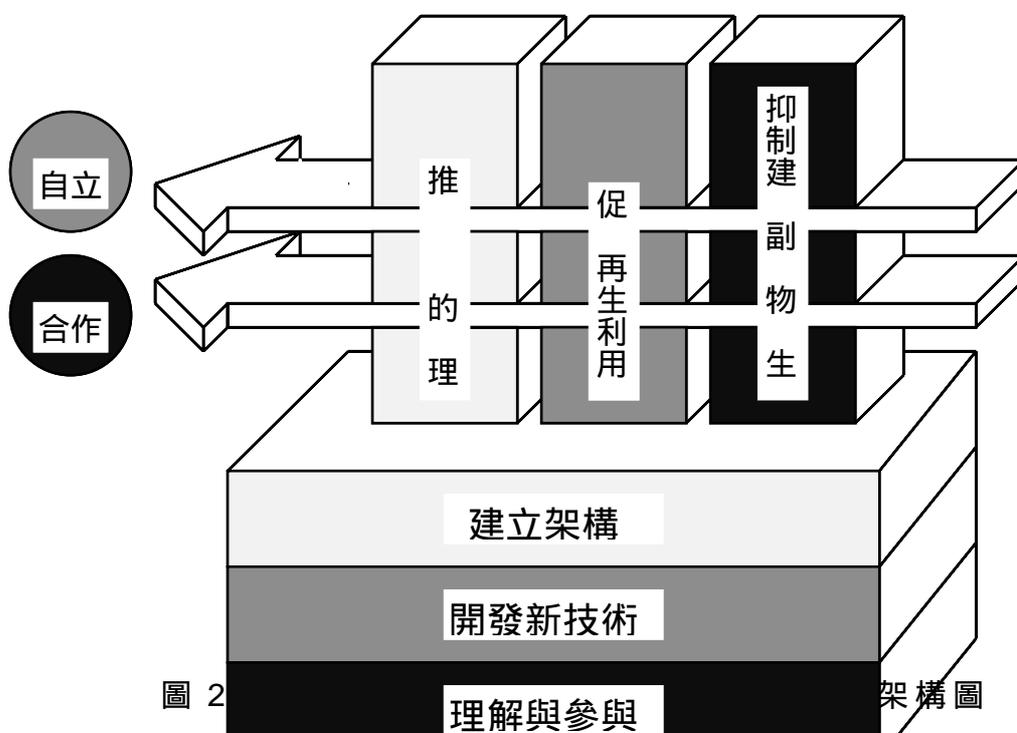
目前再生利用的市場仍以混凝土塊和瀝青混凝土塊為主，並且限於都會區。對於其他建設副產物，由於未能調整供需條件，再生資源設施也僅設於某些地區，而且由於未能統一再生資源的品質基準，以致無法建立完整的再生利用市場，亦造成建設副產物再利用設施功能無法完全發揮。

2.1.2-5 建設副產物減量利用整體對策

日本推動建設副產物的對策是以 1994 年建設省制定之「建設副產物對策行動計劃(資源回收計劃 21)」為基礎，再配合民間建設業推

動建設副產物回收利用團體提出的建議，形成目前建設副產物減量利用整體對策，詳細對策架構見圖 2-2。整體對策的主要內容包括：建構措施的二項觀點，即「自立」和「合作」；三項基本措施，分別是「抑制建設副產物產生」、「促進再生利用」和「推廣適當的處理」；三項基礎工作分別是「建立架構」、「開發新技術」和「理解與參與」。

以下將就這些內容逐一說明。



資料來源：建設省建設經濟局建設業課監修，建設副產物削減・再生利用促進會議編集，建設業界の的新技术・新施策の活用とリサイクルの取り組み,1996

1. 二項觀點

(1) 自立

為了謀求資源再利用理念的順利施行，應改變與其他業者之間的依賴關係，強調建設工程中從規劃、設計、施工、維護、管理、解體等各階段上，主要建設工程業者，須確切了解本身任務，建立責任意識，並主動配合建設副產物再生利用相關措施。

(2)合作

為了實現推廣建設副產物再利用的理念，建設業界應以主導者身份，主動與相關產業進行合作，取得整體產業界配合，甚至是整體社會大眾的協助。

2. 三大基本措施

對於建設副產物處理方式，秉持資源回收「3R」的理念，首先為抑制建設副產物產生(Reduce)；而後針對已產生之建設副產物，促進其再生利用(Recycle)；最後針對無法再生利用的部份進行適當的處理(Retreatment)，三項措施的具體內容如下：

(1)抑制建設副產物產生

- a. 依事業別及工程別，訂定減低建設副產物產量的相關目標值。
- b. 加強公共工程發包業者的自主措施，從規畫、設計階段即進行減量，以達成延長建築物壽命、評估減量成效及推廣耐久性技術的目的。
- c. 協助民間工程發包業者推動減量工作，並由政府相關單位與建設業者、建材業者共同推動建材標準化。
- d. 為求建設業界完全達成減廢工作，應與建設業相關業界(如製品加工業)聯合，共謀因應對策。

(2)促進再生利用

a. 擴大再生資源利用

- (a) 除各項建設工程本身設定的再生目標外，再以自動自發原則擴大再生資源利用。

(b) 建設省直屬的工程應為模範，導入再生利用技術及負擔其研發成本，並致力推廣地方性公共建設貫徹執行。

(c) 民間事業對於再生資源的利用，政府須擬定相關性技術移轉及開發融資等援助措施。

(d) 成立再生利用模範的城市。

(e) 由於特定再生資源在建設工程上的利用有限，宜與其他產業合作，以擴大再生資源的需求。

b. 穩定再生資源供給

(a) 協助建設廢棄物處理業者的經營管理，以及促進再生資源設施地區的選定。

(b) 由地方公共團體的財務支援，充實公共工程再生資源設施及管理。

(c) 涵括其他產業的再生資源，建立進一步共同品質標準。

c. 建立再生市場

(a) 成立「建設副產物資訊交換系統」的體制，更進一步與其他產業成立共同資訊交換體制。

(b) 輔導較小規模的民間工程，從事建設副產物的再利用。

(c) 為確保再生資源的品質及再生資源能順利流通於市場上，應建立事前審查事宜。

(3) 推廣適當的處理

a. 建立建設副產物生產者的責任制度，積極施行表列清單及拍攝

現場處理照片工作，以確認廢棄物處理業者是否適當的處理。

- b. 增加公共工程業者的責任，除了原有廢棄物處理計畫書與報告實施結果外，另外依據再生利用及適當處理結果對業者進行評估。
- c. 為使所有建設業者貫徹適當處理的相關規則，應推展適當處理的普及化，並根據建設法規，加強建設業者指導及監督的體制。

3. 三項基礎工作

(1) 建立架構

- a. 重新評估廢棄物的處理規則
 - (a) 區分廢棄物種類，以符合實際情況。
 - (b) 建立適合的再生利用組織架構後，應訂定再生利用資源的品質利用標準。
 - (c) 明確定義建設混合廢棄物，消除再生利用及處理上的障礙。
 - (d) 對於最終處理場的決定，必須以恢復一般民眾信心的觀點，優先進行檢討。
- b. 建立自主自立的架構
 - (a) 促進建設產生土等整體性利用的管理制度。
 - (b) 針對違法丟棄的管理及再生利用的推廣，建立自主組織結構，進行檢討。
 - (c) 成立資訊公開的組織。

c. 加強政府支援

(a) 加強政府對於民營事業的支援。

(b) 加強公營再生資源設施的建立。

(2) 開發新技術

a. 加強技術開發的合作，並且與其他產業、政府單位、大學院校等研究機構，共同致力於設置技術研發為主的研究組織。

b. 推廣內部成本計算，對於再生利用市場進行研究調查。

c. 建立技術開發及資源活用的環境，擴充技術研發上所需要的融資與稅制，積極利用技術審查制度以及投標契約方式鼓勵引進新技術研發。

(3) 理解與參與

a. 加強國民資源再生利用意識的啟發普及活動。

b. 設定容易了解的目標。

c. 加強教育及進修課程，啟發再生利用的理念。

d. 建立人才養成訓練體制。

e. 擴大再生利用宣導組織。

f. 發表及獎勵優良建設副產物再生利用的模範工程。

2.2 國內主要建材資源供需利用現況

2.2.1 前言

國內建材資源的需求通常會隨著國家重大公共工程的進行而急劇增加，在現有的建材供給產能方面是否能負荷未來工程的需求量，將可作為民間業者擬定產能計畫及政府制定未來工程建設目標量的參考，因此針對營建材料資源供需面的調查與規劃分析，不僅可以作為建材生產者的參考資訊，更是未來各項工程計畫是否能順利推動執行的關鍵所在。依據行政院主計處1996年台灣區營造工程物價指數之權數資料顯示，一般營建工程(土木、建築)之建材資源費用(鋼材、砂石、水泥、預拌混凝土、模版等)就將近快佔營建總值的六成，詳如下表2-5所列之權數編算統計結果。

表2-5 政院主計處1996年台灣地區營造工程權數編算統計結果表

單位：%			
	建築工程	土木工程	營建工程
材料類	57%	61%	59%
勞務類 (包含工事及機具設備)	43%	39%	41%

資料來源：行政院主計處1996年台灣地區營造工程物價指數權數結構

而由於近年來之建築構造物類別依舊是以RC鋼筋混凝土為主體，因此所使用之建材仍多數均集中於少數替代性低的主要項目上，如鋼筋、砂石、水泥等材料，而這些主要建材資源目前也都面臨到許多如料源穩定性、市場供需、價格變化以及進口壓力等急需解決之課題。至於在進出口活絡之建材如各類金屬板及石材等裝修建材，則屬於可依業主需要選擇並非每個工程皆需要之高替代性建材，在重要性上就不如前者，因此本章節研究方向主要仍是以少數替代性低之建材資源項目為其探討的重點。以下即分別就鋼材、砂石、水泥、預拌混

凝土及合板(模板)等五個替代性低之建材資源項目作一論述。

2.2.2 鋼材供需利用現況

台灣地區鋼鐵業發展進程大致上呈現有如下之四種特性：

1. 由進口替代型走向出口導向型的生產
2. 由拆船軋料加工轉型至電爐生產而至高爐煉鋼
3. 由直條鋼走向平板類鋼品
4. 由碳素鋼材提升至合金鋼材

這種發展過程也充份的反應出我國鋼鐵產業發展趨勢大致是以進口為導向，當國內未生產時，國內需求端賴進口，而當需求量達到設廠的經濟規模時，國內廠商即設廠生產以替代進口，基本上進口料絕大部份是為滿足國內需求而非轉口外銷的。

在台灣光復前，台灣地區的鋼鐵工業基礎十分脆弱，惟自1960年以後，鋼鐵業由於在政府陸續推動各期的四年國建計畫下，內在需求量因而迅速增加，遂逐漸形成以單軋廠與電爐煉鋼為主的鋼鐵產業，主要產品則以營建業所需之條型鋼類(鋼筋)為主，以供應國家公共建設所需鋼材。而1977年中鋼一貫作業大鋼廠投入生產後，我國鋼鐵工業正式有了高爐煉鋼，產品也增加鋼板類，並逐漸打開了國外市場。1980年代以後之自動化作業發展期，下游鋼鐵加工業開始迅速發展，鋼鐵工業已由原來完全支應國內所需改為部份加工外銷，而隨著政府在1989年開始推動六年國建計畫，民間鋼鐵業者更是大量斥資擴建以因應後續各項公共工程所需之鋼材量。

至1990年代以後，因中鋼四階段擴建工程及燁隆熱軋廠擴建陸續完成，平板類鋼品已儼然成為我國鋼鐵業發展的重要部份，再加上其它民間鋼鐵業者也陸續擴大產能，未來配合多項大型公共工程建設計畫的陸續動工與亞太營運中心之政策推動，台灣鋼鐵產業將會有另一

番新的榮景與格局。而由此歷史進程也可得知，我國鋼鐵產業的發展與國家公共建設工程的推動執行是休戚相關的，營建工程業未來景氣的好壞與盛衰，對於鋼鐵產業將有一定的影響性存在。

2.2.3 砂石供需利用現況

砂石骨材為經濟建設中一項重要基礎材料，如就產量而言，砂石之產量早已高居礦業生產量的第一位，是一項不可忽視的自然資源，而基於交通、經濟上的考量以及開採較易、成本較低之因素，截至目前為止，台灣大部份工程所用之砂石骨材均以堅硬、緻密、質優之河川砂石為主要供應來源，然因河砂蘊藏量有限，而河川上、中游又受水庫、攔砂壩等設施影響，砂石無法流向下游，加以政府大型公共工程建設的陸續推展，經多年大量採掘利用的結果，已造成河川砂石料源的加速枯竭。而近年來基於河川安全及水源保護之考慮，於是相繼擴大河川禁採砂石範圍，在基本的砂石料源供應不足下，盜採、濫採問題嚴重，除河床顯著下降，破壞自然界水文平衡外，進而又有橋樑基礎、岸邊堤防及建築物遭間接損壞等問題發生。事實上，盜採、濫採問題目前也由河川砂石逐漸擴展到陸砂，而陸上砂石之開採不當也可能在開採及運輸時造成景觀破壞以及空氣污染等環境問題。

營建工程所需之砂石料源，在河川天然砂石之供應量日漸枯竭之情形下，積極推動陸上砂石資源與海砂之有效開發利用，已成當務之急且勢在必行。而就全省各地砂石需求量及當地現有河川砂石之供應情況來看，可以明顯發現北部地區，尤其是台北市及其鄰近之衛星市鎮，在砂石的供需上，早已呈現嚴重失調現象，其它中南部地區事實上也是逐漸感受到天然砂石不足之壓力。因此，如何確實掌握產量豐沛、品質穩定及多元化之新砂石料源，已成為未來亟需解決之主要課題。

2.2.4 水泥供需利用現況

水泥產業是屬於內需型的基本民生工業，亦是國家重要物質，在我國經濟發展中一向扮演舉足輕重的角色，台灣地區過去在二次大戰結束時，水泥生產曾一度陷於停頓，直至1946年才開始恢復正常生產，光復後水泥業隨著國內經濟與營建工程整體的蓬勃發展，其生產量與需求量也逐年直線上升，水泥產量(含卜特蘭水泥、白水泥、高爐及飛灰水泥)飛躍成長，由1945年的9.7萬公噸、1946年的18.5萬公噸擴增至1996年的2,175萬公噸，其中尤以1993年的2,476萬公噸躍登世界水泥生產第十三位，可謂為水泥業之最盛期，而這也正代表營建工程之興盛時期。

現在的水泥產業正面臨國民環保意識高漲、擴廠阻力增加及西部石灰石礦源漸形枯竭等棘手問題，因此如何克服困難，讓產業發展與環境保護取得均衡並引導水泥工業東移將是當前的重大課題。而據經建會研究報告指出，未來十年內台灣重大公共工程總預算達六兆元，包括南二高、台北至中正機場捷運工程、高鐵工程以及多項眷村改建案在內，水泥業未來遠景看好，為因應國內各項重大工程的陸續進行，水泥生產廠商與工程執行單位都應以未來供需平衡的狀況為考量的重點。

2.2.5 混凝土供需利用現況

混凝土材料為各種土木及建築構造物之主要材料，自1970年十大建設陸續推動以來，國人逐漸擺脫了過去以手工拌製配比混凝土的狀況，而改以集中式拌合廠機械精確計量來拌和混凝土，並進而發展到以預拌混凝土廠大量生產，供應都會區土木建築所需混凝土之新紀元，但曾幾何時，預拌混凝土品質在多重因素的影響下，品質每況愈下，「海砂屋」及「海砂橋」等工程問題相繼披露後，預拌混凝土品

質開始廣受社會各界質疑；而近年來又遇到營建業經濟景氣低迷、房地產高價位時代來臨與公共工程興建量大減，以致預拌混凝土需求量劇減、競爭激烈，加上砂石料源的嚴重短缺及價格飆漲，導致預拌混凝土的供需市場相當紊亂。一般預拌混凝土的生產除了供應建築工程結構體所需外，尚包括了許多公共工程的施工使用，如橋樑、隧道及剛性路面等工程，根據台灣區預拌混凝土工業同業公會的統計資料顯示，1997年國內預拌混凝土之產量為7300萬立方公尺左右，相較於1996年產量6800萬立方公尺，已成長大約一成的需求量，顯然預拌混凝土產業已隨著公共工程的陸續推動而有逐漸復甦的跡象。

2.2.6 模板供需利用現況

在營建工程中模板是混凝土施工中不可或缺的材料，且因為模板作業常為施工之要徑作業，所需時間常會影響到整體工程之工期，而其中影響模板作業時間之主要因素則有模板系統工法、模板數量與資源運用等，要縮短模板施工之工期，應選用優良模板系統或工法，並作施工程序適當安排之規畫與控制，才能達成施工所需之品質、工期與成本等目標。因此有關模板的市場供需資訊與品質優劣，對營造建築業將是一項不可忽視的參考資訊，然而有關模板市場的產銷資訊，目前卻完全沒有管道可以取得，因此未來如何建立一個建全的營建資源市場供需調查機制，將是一個重要而迫切的課題。

至於有關合板部份，木材合板產業為典型的民生工業，以產業的關聯性來看，其與家俱、建築(模板)及裝修業都有相當密切的關係。在光復之初，台灣合板工業只有數家廠商經營內銷合板，1949年以後始有若干廠家進口菲律賓等地柳安原木，加工製造合板外銷，時以工資較廉並能講求技術，乃得在國際市場佔有一席之地，至1973年合板外銷數量已高達110.5萬餘立方公尺，其績效在國家外銷實績上，居於紡織電子後佔第三位；然而隨著國內投資環境的改變、台幣升值及印

尼等國合板工業之發展及傾銷等衝擊下，臺灣合板之產業結構產生改變，出口量日益減少，木材合板工業也逐漸衰退。

由木材合板產業的發展過程及目前台灣投資環境的變化和原料取得困難等種種因素來看，唯有尋求替代性廉價原料、發展高附加價值產品、積極開拓內外銷市場、提升經營管理能力及促進生產自動化，才能為當前木材合板(模板)業者突破發展瓶頸延續產業永續之經營，再創另一階段之木材合板工業生命高峰期。

第三章 主要建材資源供需利用調查

本章節係針對國內主要建材資源現有調查體系之運作模式及產銷存量和有效利用情形作一分析探討，訪查對象以各主要專責政府機構及民間之同業公會為主。以下即分別就鋼材、砂石、水泥、預拌混凝土及板材等五種國內主要建材資源項目論述之。

3.1 鋼材供需利用調查

3.1.1 鋼材供需調查

3.1.1-1 現有之調查單位

表3-1 鋼材各調查體系比較分析表

單位 項目	鋼鐵公會	中國鋼鐵國內市研組	燁隆企劃部	金屬研究發展中心	工研院材料所
調查對象	公會會員	中下游業者	中下游業者	特定鋼品業者	特定鋼品業者
調查方法	問卷調查	問卷調查	問卷調查	問卷調查	問卷調查
調查週期	每月	不定期	不定期	不定期	不定期
調查項目	各類鋼品	業務需要	業務需要	不鏽鋼類	特殊鋼類
出版物	鋼鐵資訊 台灣鋼鐵	不對外公開	不對外公開	各類研究報告數冊	有關鋼鐵產業方面之研究報告

製表：台灣營建研究院

國內有關鋼材產銷存量之調查體系主要有行政院主計處、台灣區鋼鐵工業同業公會、中鋼、燁隆、金屬中心及工研院，而其中以鋼鐵公會之調查體系最為完整，調查對象為其鋼鐵公會會員工廠計396廠，會員大多為上游之廠商(幾乎已含蓋100%之上游廠商)，其它較具規模的調查體系則有中鋼市研組及燁隆企劃部，調查對象是以中下游之體系為主，而金屬中心或工研院材料所則通常只針對某一鋼品類作市調工作，以配合其研究案之需要；至於在可信度上，由於行政院主

計處是採抽樣調查的方式，而鋼鐵公會則是採全面普查方式，所以在最後統計數據之可信度上仍是以鋼鐵公會為高，故以下即以鋼鐵公會調查體系之運作模式作一深入之分析與探討。

3.1.1-2 調查體系之運作模式

1. 緣起

為了明瞭鋼材供需動向及品種別行業別出貨別情形，並供經濟部產銷計量決策及生產業者作為營運決策之參考，台灣區鋼鐵工業同業公會依行政院主計處台(77)處普三字第12917號及經濟部建立鋼鐵統計資訊系統第79010502號合約之規定辦理，由鋼鐵公會經調查所得之國內鋼材產銷存量之每月相關統計資料，經整理輸入電腦作月份及累計統計，刊載於定期發行之「鋼鐵資訊」月刊；每年累計1至12月份作年度統計，分別刊載於「鋼鐵資訊」月刊及「台灣鋼鐵」年刊上。

2. 調查對象、表格及刊物

表3-2 鋼鐵公會出版刊物

	刊物名稱	內容概要	發刊日期	
定期性	鋼鐵產銷存統計速報	國內鋼鐵市場動態 國際鋼鐵市場動態 表面消費量速報	生產統計速報 銷售統計速報	每月1日
	鋼鐵進出口統計速報	國別進出口統計 主要普通鋼材統計	主要特殊鋼材統計 粗鋼統計	每月15日
	鋼鐵資訊(月刊、年報)	鋼鐵專題報導 鋼鐵動態 鋼鐵產銷進出口統計	營建統計資料 鋼鐵行情 大陸鋼鐵統計	每月25日 每年併二月號發行
	台灣鋼鐵(年鑑)	生產篇、進出口篇 需求篇、需求預測篇	價格篇、原物料篇 競爭力篇、設備篇	每年10月
	台灣地區鋼品需求預測	各類鋼品供需現況分析及遇測(未來五年)		每年8月
	鋼品國內供需及其競爭力之調查分析	普通碳鋼條類(1996) 不鏽鋼類(1997)	普通碳鋼板類(1998)	每年8月
非定期性	台灣鋼鐵三十年	台灣鋼鐵工業的現況及回顧		1993.11
	鋼鐵產業結構合理化綜合報告	各類鋼品產業結構合理化結論報告及建議		1995.12
	論文集	邁向21世紀我國鋼鐵工業發展策略		1993.11

資料來源：台灣鋼鐵,1997

調查對象以鋼鐵公會會員工廠為限，鋼鐵公會會員工廠計約396廠，會員大多為上游體系之廠商，在出貨流向統計上則由會員工廠向分銷商查對其出貨行業；至於調查表格則如附錄六及附錄七所示，鋼鐵公會相關統計資料之出版刊物，則如表3-2所列。

3. 調查項目

主要調查項目包括如下列所示之四大項：

- (1)設備利用率、工資及景氣預測調查。
- (2)原副料及產品之產銷存量調查。
- (3)產品銷售流向行業調查(只限內銷出貨)。
- (4)各類鋼品市場價格行情調查。

4. 訪查時程

訪查時程為按月進行，其流程則如下所示：

- (1)每月1日由調查會務人員開始寄發填答問卷。
- (2)各會員工廠應定期於每月10日前填送回上月份資料。
- (3)每月2~15日間調查會務人員開始查核回報之問卷填答數據，若有大幅度變化之情形發生，則主動進行電話查詢動作，以瞭解其變動原因。
- (4)於15日後開始電話催收未回報之會員問卷。
- (5)每月18~20日間則將由海關取得之進出口磁帶資料輸入建檔。
- (6)每月25日截止資料輸入(20~25日間持續電話催收未回報者)。

(7)電腦資料處理中心於每月26日開始作電腦統計處理。

(8)於月底前完成統計報表列印。

5. 非定期性之訪查流程

其它和各研究機構合作進行的研究案調查問卷，則屬於非定期性之訪查工作，其之流程則如下所示：

(1)擬定訪查問卷

(2)請專家提供意見

(3)問卷預試

(4)訪查前15日預寄訪查問卷

(5)實際訪查並回收問卷

(6)資料彙整分析

6. 回收率分析

由於已是長期之合作關係，會員廠大多已習慣並相當配合此一調查模式，在回收率及資料填報之準確性上，均有一定之可信度與公信力。以鋼鐵公會十月份之回收率為例：十月份調查表計發出354份，有效回收211份，各項鋼品之總平均回收率為80%左右，其中又以型鋼及合金鋼之回收狀況最佳，詳如表3-3所示；而其它和各研究機構合作進行的研究案調查問卷之回收情形，由於屬於非定期性之填報工作，故在回收率上就未若前者高，約只有3成左右。

表3-3 1997鋼鐵資訊10月刊訪查回收率分析表

業別		發件	回收	回收率
煉鋼		32	31	97%
平型鋼		15	12	80%
合金鋼		2	2	100%
條鋼	鋼筋	65	61	93%
	型鋼	15	15	100%
鋼管		57	40	73%
鋼構及裁剪加工		168	50	30%

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

3.1.1-3 調查統計資料之合理性

1. 在產銷量調查上，因調查對象幾乎已含蓋100%之上游廠商，故每月所統計的供給面之表面消費量(生產量+進口量-出口量)，雖然未必與實際之市場需求量相符，但應不至於會差距在10%以上，當市場實際需求接近飽和時，庫存量便愈趨降低，則表面消費量之統計數據就愈能代表實際之市場需求量，整體來說已足以供作業界每月產能調配之參考。
2. 至於在鋼材之出貨調查與統計上，因其對象只限於會員工廠計396廠，並未包括其它有關行業，如螺絲、鋼線鋼纜等下游加工行業，而經銷商(如貿易商進口鋼材)也未列入調查及統計對象中，因此整體上有關鋼材出貨之統計並未包括全部的鋼材出貨，至於在有關公共工程與民間營造工程之鋼材用量上，也無法在調查過程中完全釐清出來，但是因主要鋼材均已列入統計，仍可作為鋼材產銷之參考。

3.1.1-4 產業現況

台灣鋼材分類主要可區分成普通鋼材與特殊鋼材兩大類，1996年普通鋼材部份，生產量2,312萬公噸，進口量402萬公噸，出口量327

萬公噸，表面消費量則為2,387萬公噸，自給率96.85%；特殊鋼材部份生產量136萬公噸，進口量58萬公噸，出口量41萬公噸，表面消費量則為154萬公噸，自給率88.70%，各項數據詳如下表3-4所示。

表3-4 1996年普通及特殊鋼材之市場供需統計表

單位：萬公噸

項目 類別	生產量 (A)	進口量 (B)	出口量 (C)	表面消費量 (D)=(A)+(B)-(C)	自給率 (A)/(D)*100%
普通鋼材	2,312	402	327	2,387	96.85%
特殊鋼材	136	58	41	154	88.70%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

就營建業需求量較高的普通鋼材而言，其涵蓋有鋼軌、鋼板、條型鋼及鋼管等四類鋼品，而其中鋼板類又可區分為鋼板捲(熱軋、冷軋)與鍍面鋼板兩類，條型鋼類則可再區分為棒鋼與型鋼兩類；特殊鋼材部份則主要為不鏽鋼及合金鋼類。如圖3-1所示，即為各主要鋼材之細項分類圖。

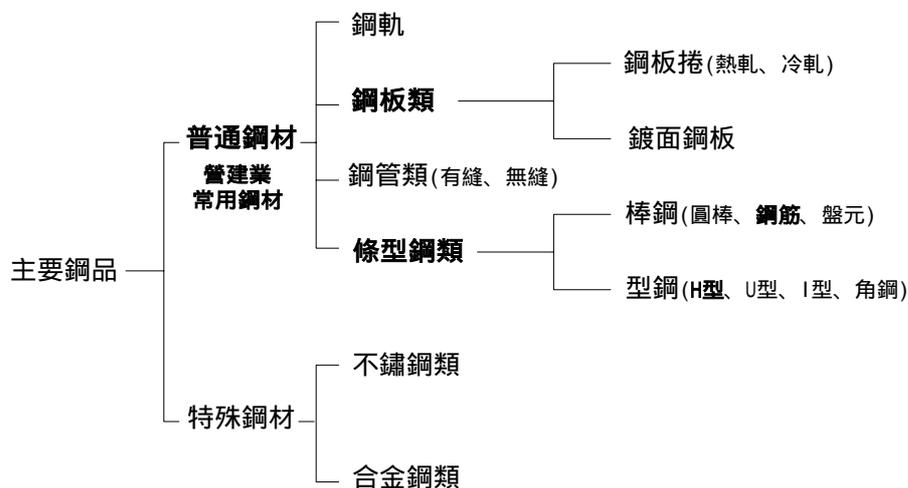


圖3-1 各主要鋼材之細項分類圖

資料來源：台灣鋼鐵,1997

由鋼鐵公會在1997年6月出版的台灣鋼鐵年刊中，就可以發現針對國內各行業別主要鋼材出貨總量之百分比統計，營建業別就佔

37.96%，是各類業別中出貨量最多的，而其中條型鋼類在營建業別的出貨量，又佔所有條型鋼類總出貨量的72.20%；由此數據也可以顯示，營建業別對鋼鐵產業的重要性，而這其中又以條型鋼品最具影響性。如圖3-2所示，即為1996年主要鋼材對各行業別之出貨比例圖。

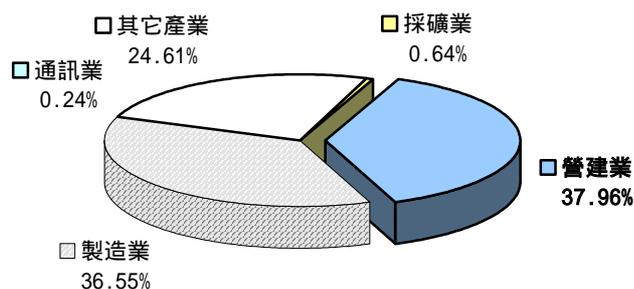


圖3-2 主要鋼材對各行業別之出貨比例圖(1996)

資料來源：台灣鋼鐵,1997

表3-5 1994~1996年主要鋼品類對營建業的出貨分析表

單位：公噸；%

鋼品類別		1994年		1995年		1996年	
		出貨量	佔比	出貨量	佔比	出貨量	佔比
普通鋼材	鋼板類	231,107	2.97%	543,899	6.00%	718,820	9.23%
	條型鋼類 (棒鋼、型鋼)	7,353,966	94.40%	8,264,362	91.15%	6,756,034	86.75%
	有縫鋼管	147,411	1.89%	218,151	2.41%	263,483	3.38%
	不鏽鋼類	57,739	0.74%	40,565	0.48%	50,081	0.64%
總計出貨量		7,790,223	100%	9,066,977	100%	7,788,418	100%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

若由營建業來看，在普通鋼材中主要是以鋼板、條型鋼及有縫鋼管三類最為重要，由表3-5之1994~1996年主要鋼品類對營建業的出貨分析表中，也可以發現其中鋼板類和條型鋼類就佔主要鋼品對營建業別出貨總量的95%以上，至於特殊鋼材中的不鏽鋼類對營建業別雖然也有一定的出貨量，但通常出貨比例佔不到全部的1%；因此在後續

章節之論述中，將就營建業主要使用之普通鋼材中的鋼板類、條型鋼類(棒鋼、型鋼)及有縫鋼管三種鋼品類別的市場供需現況作為探討之主體。

3.1.1-5 營建業主要鋼品類別之市場分析

本節主要是以營建業主要鋼品類別的市場作為論述之主體，並分別以供給面、進出口、需求面以及產能四個市場供需要素，作一各別之分析探討。

1. 供給面

由圖3-3鋼品總生產量之統計趨勢圖，可以發現近十年來主要鋼品產量一直維持成長狀態，1987年總產量726萬公噸至1989年更突破千萬大關而達1,031萬公噸，截至1996年為止為2,221萬公噸，十年來平均鋼品生產年成長粗估高達13.14%。

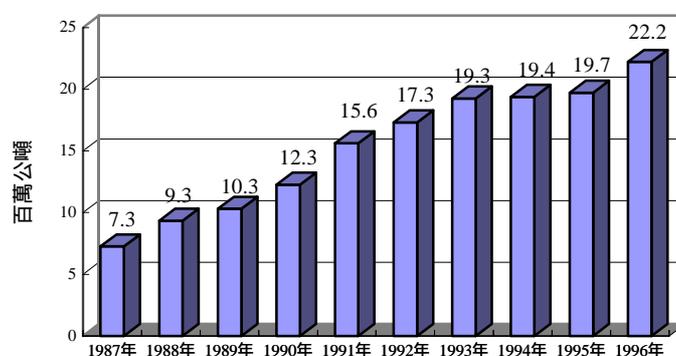


圖3-3 近十年鋼品總生產量統計圖

資料來源：台灣鋼鐵,1997

1996年受景氣低迷影響，建築業大樓工程對鋼板需求呈現衰退，但廠房工程及造船尚佳，總體鋼板捲生產96年仍比95年成長33.25%；而其中鍍面鋼板部份，由於所屬的表面處理鋼片具有優越的耐蝕性及堅固耐久性，因此大量使用於廠房屋頂及裝璜建材，96年表

面處理鋼片產量為38萬公噸，比95年增加45.83%，因此總體來看，鍍面鋼板生產量為227萬公噸，成長率也達到31.08%。

工程上常用之棒鋼類大致可分為圓棒及鋼筋，其中圓棒部份多為光面鋼筋，在營建工程使用量上較少，而鋼筋則是屬於內需型鋼品，由於國內建築營建業持續處於不景氣狀態，鋼筋建材需求低迷，導致鋼筋產量亦相對減少，由95年之724.7萬公噸減少至1996年之655.4萬公噸，減產率9.57%。至於型鋼類主要可分為I型鋼、H型鋼、U型鋼、角鋼，其中以H型鋼之需求量最大，主要使用於營建工程方面，角鋼約65%使用在建築工程，U型鋼使用量較少，但也約有60%用於營建產業，由此可見，營建業的景氣好壞關係著未來型鋼需求量的多寡；整體而言，型鋼1996年生產量為117.5萬公噸，與95年之110.6萬公噸比較，年增加率6.14%。有關營建業所需之主要鋼品生產量及庫存量統計，則如表3-6、表3-7所示。

表3-6 營建業所需之主要鋼品生產量統計表

單位：公噸

鋼品別		年度				
		1992	1993	1994	1995	1996
鋼板類	鋼板捲	7,206,563	7,367,121	7,632,561	7,544,944	10,053,838
	鍍面鋼板捲	956,942	1,177,750	1,418,952	1,732,798	2,271,273
條型鋼類	棒鋼	8,310,045	10,033,637	9,731,968	9,406,155	8,681,149
	型鋼	603,523	686,077	979,370	1,106,692	1,174,641
鋼管		802,392	813,530	845,006	890,869	938,672
生產總量		17,879,465	20,078,115	20,607,857	20,691,458	23,119,573

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

表3-7 營建業所需之主要鋼品庫存量統計表

單位：公噸

鋼品別		年度				
		1992	1993	1994	1995	1996
鋼板類	鋼板捲	869,228	956,683	899,472	1,368,402	1,460,912
	鍍面鋼板捲	63,537	99,463	76,998	116,863	86,723
條型鋼類	棒鋼	285,145	549,694	637,083	601,106	546,471
	型鋼	148,461	173,921	59,321	91,986	78,491
鋼管		51,881	53,985	55,473	64,618	62,065
庫存總量		1,418,252	1,833,746	1,728,347	2,242,975	2,234,662

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

2. 進出口

(1)進口分析

1996年普通鋼材進口量比1995年少約120萬公噸，主要是由於國內擴充產能，自給率增加，使得國內鋼鐵工業逐漸減輕對進口貨的依賴。而其中在板類熱軋方面，從1996年底中鋼增加產能約240萬公噸與1997年燁隆的240萬噸，加上現有產能將近1,000萬噸左右，這個情形也使國內的熱軋鋼材呈現取代進口貨的趨勢。

在型鋼方面，由於東和公司擴增H型鋼產量，供應國內市場需求，同時對俄羅斯、波蘭等四國提出傾銷控訴，種種因素使得1996年H型鋼進口量創1991年以來的最低點，僅有33萬公噸，與1995年的進口量比減少43%，再加上建築業持續低迷，因此整體而言，條鋼類之進口量亦呈現大幅衰退的情形；表3-8為1991~1996年間普通鋼品類之進口量統計表。

表3-8 1992~1996年普通鋼品類之進口量統計表

單位：公噸

鋼品別 \ 年度		1992	1993	1994	1995	1996
鋼板類	鋼板捲	1,457,623	2,294,621	1,703,112	2,601,176	2,218,949
	鍍面鋼板捲	815,298	1,161,164	923,369	936,025	681,964
條型鋼類	棒鋼	1,303,064	1,561,618	767,347	845,047	478,307
	型鋼	830,357	1,061,598	771,249	674,958	442,586
鋼管		157,179	213,319	134,570	79,920	146,287
進口總量		4,633,912	6,400,292	4,352,298	5,179,826	3,996,442

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

(2) 出口分析

表3-9 1992~1996年普通鋼品類之出口量統計表

單位：公噸

鋼品別 \ 年度		1992	1993	1994	1995	1996
鋼板類	鋼板捲	1,451,462	1,868,701	1,623,474	1,673,191	2,043,911
	鍍面鋼板捲	176,232	204,692	247,773	366,575	491,394
條型鋼類	棒鋼	93,785	156,526	351,745	271,098	318,048
	型鋼	85,642	146,142	175,793	119,126	157,193
鋼管		112,110	102,393	135,468	157,057	158,260
出口總量		1,921,955	2,481,195	2,536,277	2,589,572	3,170,624

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

1996年普通鋼材的出口量比1995年增加約58萬噸，增加比率高達22.4%，其主要因素即為近年來國內勞資高漲造成勞力密集的產業逐漸外移，土地取得不易使得鋼鐵下游產業紛紛外移他國，加以近年來

大陸與東南亞國家經濟蓬勃發展需要大量鋼材，而台灣地理位置又相當適當，因此得以外銷到大陸與東南亞國家，其中外銷大陸部份又多以香港為轉口地，而將鋼材銷往大陸。其次，由於國內產能增加，而在建築用鋼材的需求又持續不振下，也必需以出口來轉銷多餘的產量；表3-9為1991~1996年間普通鋼品類之出口量統計表。

3. 需求面

在有關建材資源需求方面，國內建材資源需求統計中並無關於建材等中間投入數量的調查分析，加上在需求側直接普查各工程的需求量，在人力及物力上皆可能無法長期持續進行，因此國內營建工程對於相關建材的需求量，實際上並無直接可以引用之數據，不過若以國內供給面之建材產銷統計資料來建立需求面之消費量系統，或可替代成為需求量分析的間接資料基礎。因此，台灣區鋼鐵工業同業公會在1990年就由日本鋼鐵聯盟的技術協助下，建立了「表面消費量系統」之需求調查機制(表面消費量=生產量+進口量-出口量)，雖然實際上會和市場實際需求量有所誤差，但整體來說已足以供作業界產能調配之參考。

(1)鋼材表面消費量分析

1996年普通鋼材之表面消費量為1,813萬公噸，較1995年減少7.3%。整體而言，以型鋼類中的U型鋼表現最為耀眼，成長率達65%；以消費結構方面來看，則以條型類鋼材佔49%為大宗，平板類鋼材佔38%次之；在單項鋼品的消費則以鋼筋的36%為最多，熱軋鋼板捲的20%次之。有關營建業主要鋼品表面消費量之歷年統計，則如表3-10所示。

表3-10 營建業主要鋼品表面消費量統計表

單位：公噸

鋼品別		年度				
		1992	1993	1994	1995	1996
鋼板類	鋼板捲	7,212,724	7,793,041	7,712,199	8,472,929	10,228,876
	鍍面鋼板捲	1,596,008	2,134,222	2,094,548	2,302,248	2,461,843
條型鋼類	棒鋼	9,519,324	11,438,729	10,147,570	9,980,104	8,841,408
	型鋼	1,348,238	1,601,533	1,574,826	1,662,524	1,460,034
鋼管		847,461	924,456	844,108	813,732	926,699
表面消費總量		20,523,755	23,891,981	22,373,251	23,231,537	23,918,860

資料來源：鋼鐵資訊,1997年10月刊

(2)營建業鋼品類別出貨流向分析

就營建業整體而言，1996年鋼鐵業對公共工程的出貨量為155.4萬公噸，較1995年的151.9萬公噸成長2%，對民間營建業的出貨量為623.4萬公噸，較1995年的754.8萬公噸減少17%；合計對營建業的出貨量為778.8萬公噸，較1995年的906.7萬公噸則減少14%。至於營建業中主要鋼品類別(鋼板類、條型鋼類、有縫鋼管)的出貨流向分析則如表3-11所示。

表3-11 1994~1996營建業鋼品類別出貨流向分析

鋼品類別；鋼板捲類(含熱軋、冷軋、鍍塗面)

單位：公噸；%

類別	1994		1995		1996		成長率 (96/95)	成長率 (95/94)
	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比		
公共工程	104,038	45.02	149,035	27.40	228,033	31.72	53%	43%
民間營建	127,069	54.98	394,865	72.60	490,787	68.28	24%	211%
總計	231,107	100.00	543,899	100.00	718,820	100.00	32%	135%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

表3-11 1994~1996營建業鋼品類別出貨流向分析(續)

鋼品類別；條型鋼類(含直棒、盤元、鋼筋、型鋼)

單位：公噸；%

年度 類別	1994		1995		1996		成長率 (96/95)	成長率 (95/94)
	公共工程	1,530,522	20.81	1,272,062	15.39	1,179,031	17.45	-7%
民間營建	5,823,414	79.19	6,992,299	84.61	5,577,003	82.55	-20%	20%
總計	7,353,966	100.00	8,264,362	100.00	6,756,034	100.00	-18%	12%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

表3-11 1994~1996營建業鋼品類別出貨流向分析(續)

鋼品類別；有縫鋼管

單位：公噸；%

年度 類別	1994		1995		1996		成長率 (96/95)	成長率 (95/94)
	公共工程	67,603	45.86	83,654	38.35	126,569	48.04	51%
民間營建	79,808	54.14	134,497	61.65	136,914	51.96	2%	69%
總計	147,411	100.00	218,151	100.00	263,483	100.00	21%	48%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

(3) 需求量預測模型簡介

台灣區鋼鐵工業同業公會為提供完整鋼鐵資訊給業界參考，因此在1993年委請中國鋼鐵股份有限公司-陳忠勳、台灣大學經濟研究所-梁明義教授與政治大學國貿系-陳明坤教授建立一套以終端市場為基準的需求預測模型(End Market Approach)，透過此一模型的預測結果，將能提供未來各項鋼鐵產品國內需求資料，並做為政府及業界制訂產業政策與投資決策之參考，此一需求預測專案已進行多年，其結果相當受到鋼鐵業界與相關研究單位的重視，頗具參考價值。

此項研究係利用歷年的總體經濟指標與下游行業產出水準指標之歷史觀查值，建立傳統經濟計量模式，並預測出下游行業產出水準。其中因鋼板、熱軋、冷軋鋼品、棒鋼、線材均採終端市場法進行模型之建立，故主要均採內銷量加進口量作為國內需求的計算基準，因為在內銷量上可進行產業別鋼量分析；至於鋼筋及其它鋼品，因為同業

調貨量極大，為避免重複計算，則仍採生產量加進口量減出口量作為國內需求的計算方式。

4. 產能評估

表3-12 營建業主要鋼品產能評估統計

單位：萬公噸/年

鋼品種類	現有產能設備		籌建中		規劃中		
	公司	產能	公司	產能	公司	產能	
鋼板	中鋼 台煉	96.0 30.0			燁聯	80.0	
206.0		126.0				80.0	
有縫鋼管	碳鋼53家 不銹鋼15家	178.5 15.3					
193.8		193.8					
鋼棒類	鋼筋	57家工廠	1,048.6				
	1,048.6		1,048.6				
	直棒	中鋼 豐興 頭份 其它(5家)	30.0 16.0 7.2 19.4			燁興 60.0	
	132.6		72.6			60.0	
	線材(盤元)	9家工廠	361.0			燁興 桂裕 60.0 60.0	
	481.0		361.0			120.0	
	角鋼	豐興 桂宏 唐榮 其它(4家)	36.0 12.0 4.8 11.4				
64.2		64.2					
型鋼類	H型鋼	東和	65.0	東和(高雄) 桂裕	45.0 60.0	協勝發 東和 聯鋼 聯鋼 70.0 70.0 75.0 45.0	
	430.0		65.0		105.0	260.0	
	U型鋼	豐興 唐榮 泰利 金永勝 桂宏 高榮	20.0 3.0 3.0 3.0 4.8 1.2				
	35.0		35.0				
	其它型鋼(扁鐵、鋼軌、輕型鋼)	7家工廠	32.0				
32.0		32.0					

資料來源：何雍慶,鋼品國內供需及其競爭力之調查分析-條鋼類,1996

鋼鐵公會之鋼鐵產業結構合理化研究小組，曾針對我國鋼鐵工業

投資概況作一研究調查報告，而其中有關營建業主要鋼品之產能評估統計，則如表3-12所示；評估方式主要是分成現有、籌建中及規劃中三個階段，作各別的產能統計，其中產能係以全產能(四班三輪)統計，但台灣近年來因勞工短缺，較不能發揮最大產能，故僅可供作參考，其中部份工廠只採離鋒時段生產則沒另作統計，暫時停工者之產能也未列入計算。

鋼筋部份則在1997年6月30日止，計有24家業者暫時停工，合計產能為164.4萬公噸。至於桂裕在籌建中的大型型鋼廠(不限於H型鋼)，第一階段可於1998年3月完成60萬公噸，第二階段則預計於1999年年底共可完成70萬公噸。至於有關營建業重要鋼品需求量推估結果與評估所得各別鋼品產能之比較分析，則於下節之”市場未來供需預估”中再一併探討。

3.1.1-5 鋼筋、鋼板與型鋼供需分析

依據行政院主計處1996年台灣區營造工程物價指數之權數資料顯示，一般營建工程(土木、建築)中，有關金屬製品類的鋼筋、鋼板、型鋼三種鋼品之資源費用就約佔營建總值的15%，而整體的金屬製品總值卻才大約佔營建總值的20%，也由此可見此三種鋼品之重要性，詳細可參考如下列之權數編算統計結果。

表3-13 行政院主計處1996年台灣地區營建業重要鋼品權數編算統計結果

單位：%

	建築工程	土木工程	營建工程
鋼筋	10.21%	11.05%	10.65%
鋼板	0.40%	3.98%	2.25%
型鋼	1.99%	3.71%	2.01%
金屬製品類	17.13%	21.87%	19.58%

資料來源：行政院主計處1996年台灣地區營造工程物價指數權數結構

本節主要便是論述鋼筋、鋼板、型鋼這三種營建業中最重要之鋼

品，並分別以產業概況、供需歷年資料、未來市場供需預估三個要素，作一各別之深入分析探討。

1. 鋼筋

(1) 產業概況

鋼筋為國內最大宗鋼品，也是多數民營鋼廠的主力產品，據1997台灣鋼鐵之統計資料顯示，國內鋼筋產量佔國內棒鋼、線材、型鋼、鋼板等主要一次加工鋼鐵品產量的比例約在60%左右，也由此可見，鋼筋產銷供需是否能維持穩定，對國內公民營鋼鐵廠是有很大的影響存在。

以國內業者概況來說，目前鋼筋製造廠商共計三百餘家，加入鋼鐵同業公業的約有二百三十家，其中煉鋼業者四十四家佔19%，而以軋鋼料生產的業者一八五家佔81%，其中較具規模的是以中鋼及唐榮兩家公營廠商為主，其餘大都為中小型鋼廠，中鋼僅作調節性生產，唐榮公司則多供應政府機關發包公共工程建設之用，這兩家生產鋼筋量有限，因此一般國內鋼筋供應量八成以上來自民營軋鋼廠。但不論是煉鋼業者或是軋鋼業者，其規模都不大，所以就生產力而言，對國際市場或是進口市場就會顯的競爭能力較為薄弱。

若以鋼筋上市公司產能來看，東鋼、桂宏、威致等鋼筋上市公司，每月產能皆在五萬公噸左右，而豐興鋼筋每月產量三萬公噸，今年新加入的峰安，每月鋼筋產量僅數千公噸。以接單情形來看，東鋼都是接長期客戶，價格上較不受鋼筋現貨價影響；另外，威致鋼鐵在1997年8月份鋼鐵價格位居高檔時，連續獲得台灣省住都處二萬公噸及台灣省公路局三萬公噸鋼筋標案，10月份後開始陸續交貨，除可以避開鋼筋價格競爭外，對鋼筋市況及價格恢復也有正面幫助。

(2) 供需歷年資料

以供給面來看，鋼筋多數是由民營業者直接供應，中鋼公司在1986年停止供應鋼筋後，僅在1993年政策性的內銷4千公噸，因此可以發現此一產業已是成熟型的產業。1996年國內業者總生產量6,553千公噸，而市場總需求量6,467千公噸，國內鋼筋幾乎可完全由國內供應。有關鋼筋歷年之表面消費量則如表3-14所示。

表3-14 1990~1996年國內鋼筋年表面消費量

單位：千公噸

項目 類別	生產量 (A)	進口量 (B)	出口量 (C)	表面消費量 (D)=(A)+(B)-(C)	自給率 (A)/(D)*100%
1990	5,193.88	13.81	124.99	5,255.48	98.83%
1991	5,488.63	9.94	63.14	5,368.62	102.24%
1992	6,728.68	1.92	491.07	7,845.16	85.77
1993	8,212.85	10.97	814.38	8,921.38	92.06
1994	7,748.61	130.49	73.69	7,515.04	103.11
1995	7,269.18	87.77	0.58	7,049.91	103.11
1996	6,553.81	87.21	0.89	6,467.49	101.33

資料來源：台灣鋼鐵,1997

(3) 未來市場供需預估

隨著房地產景氣低迷及搶建熱潮消退，加以國內空屋餘量仍高，而國內公共工程推動速度緩慢，再加上型鋼替代鋼筋的影響，短期內鋼筋的需求將僅呈現微幅成長，需求水平將遲至2001年才能回復到1992年之水準，若是要再回復至1993年近9,000千噸的需求恐仍需一段相當長的時間。而預估2002年國內鋼筋需求量仍只有6,868.7千公噸，產能則為10,486千公噸，有關1997~2002年之國內鋼筋需求預測則如圖3-4所示。

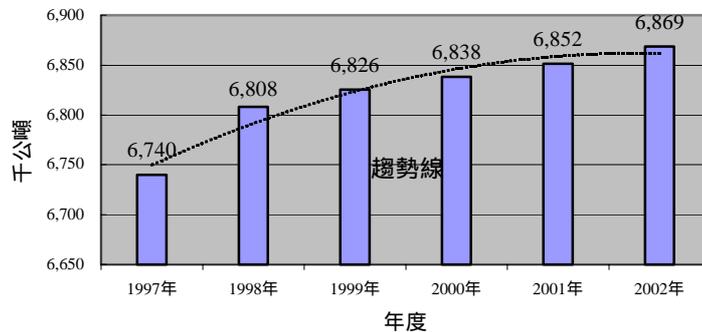


圖3-4 1997~2002國內鋼筋需求預測圖

資料來源：梁明義等,台灣地區鋼品需求預測,1997

2. 鋼板

(1) 產業概況

國內鋼板主要供應來源在1988年以前除了進口貨外，主要由中鋼及台灣煉鐵兩家公司供應，1989年開始台煉公司遷廠暫停供應至1995年1月復工生產但僅間歇性生產，目前鋼板主要仍由中鋼公司及進口供應。以1996年為例，該年國內鋼板總需求量1,468千公噸，其中進口量432千公噸、中鋼公司內銷量1,012千公噸，進口貨市場佔有率28%，中鋼市場佔有率72%。

(2) 供需歷年資料

以需求面來分析影響鋼板市場需求的主要下游行業為型鋼結構業及船舶製造業，從歷史觀察值的成長趨勢看來，1982年國內鋼板需求僅362.96千公噸，但到了1996年卻高達1,468千公噸，平均年成長率10.5%，尤其是1986年至1988年均呈現連續兩位數的成長，其主要是那兩年間受國內建築產業景氣之影響，至於有關1990~1996年間國內鋼板需求、內銷、進口量請參見表3-15。

表3-15 1990~1996年國內鋼板年需求量

單位：千公噸

年代	項目 中鋼內銷量 (A)	其他業者內銷量 (B)	進口量 (C)	需求量 (D)=(A)+(B)+(C)	自給率 [(A)+(B)]/(D)*100%
1990	766.00	0.00	347.00	1,113.00	68.82%
1991	831.00	0.00	336.00	1,167.00	71.21%
1992	847.00	0.00	368.00	1,215.00	69.71%
1993	850.00	0.00	468.00	1,318.00	64.49%
1994	835.00	0.00	362.00	1,197.00	69.76%
1995	917.00	26.00	468.00	1,411.00	66.83%
1996	1012.00	24.00	432.00	1,468.00	70.57%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

(3)未來市場供需預估

在公共工程推動計劃方面，如中油海底輸氣管在1997年第4季起進入實質供料階段，加上捷運及六輕的順利推動，則至2002年鋼板年平均需求應可維持在6.61%左右之成長率，需求量預估為2,199千公噸，國內產能則為2,060千公噸。1997~2002年國內鋼板需求預測如圖3-5所示。

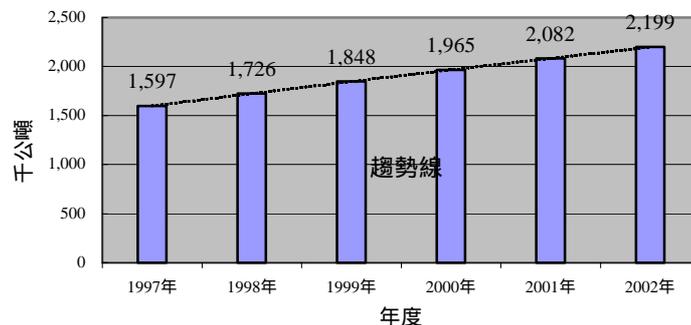


圖3-5 1997~2002年國內鋼板需求預測圖

資料來源：梁明義,台灣地區鋼品需求預測,1997

3. 型鋼

(1)產業概況

由於近年來傳統使用RC結構的建築及公共工程有逐漸被鋼結構取代的趨勢，也使國內H型鋼需求成長迅速，1995年需求量達1,096千公噸，較1989年的235千公噸，平均年成長率高達29.27%，其中除了因營建業景氣外，主要是取代鋼筋及部份角鋼的市場所致，也因此造成角鋼之國內需求呈現負成長的現象，1996年受建築業不景氣所影響，需求量衰退到861千公噸。

(2)供需歷年資料

在供給來源方面，國內H型鋼在1995年東和型鋼廠正式生產前，幾乎全賴進口，自東和鋼鐵廠在1995年7月份全面量產後，年產量達50~60萬公噸，1996年國內市場佔有率約在63%左右，至於角鋼部份主要的廠家有豐興及桂宏，其產量約佔國內生產量的85%，而U型鋼部份國內生產約佔國內需求量68%。有關H型鋼歷年生產、進出口及國內需求則如表3-16所示。

表3-16 1990~1996年國內H型鋼表面消費量

單位：千公噸

項目 類別	生產量 (A)	進口量 (B)	出口量 (C)	表面消費量 (D)=(A)+(B)-(C)	自給率 (A)/(D)*100%
1990	3.66	366.40	0.73	369.33	1.00%
1991	0.00	531.72	2.76	528.95	0
1992	0.00	724.32	0.22	724.11	0
1993	10.74	952.20	5.70	957.24	1.12%
1994	353.07	638.45	5.18	986.34	35.80%
1995	525.95	586.42	15.80	1,096.57	47.96%
1996	540.73	333.77	12.97	861.52	62.76%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

(3)未來市場供需預估

由於高速鐵路工程所需用到的鋼材高達四百萬噸，而其中型鋼將佔極大比例，再加上已在動工中之大型工程案，如中南二高、東西向快速道路、台塑六輕以及廠房工程，預估1997年至2002年H型鋼平均年成長率會達7.86%，U型鋼4.06%，而角鐵則呈現負成長-4.48%，預估到2002年國內H型鋼需求為1,367千公噸、U型鋼為231千公噸、角鋼為229千公噸；而產能則預估H型鋼有4,300千公噸、U型鋼350千公噸、角鋼642千公噸。1997~2002年國內H型鋼需求預測則如下圖3-6所示。

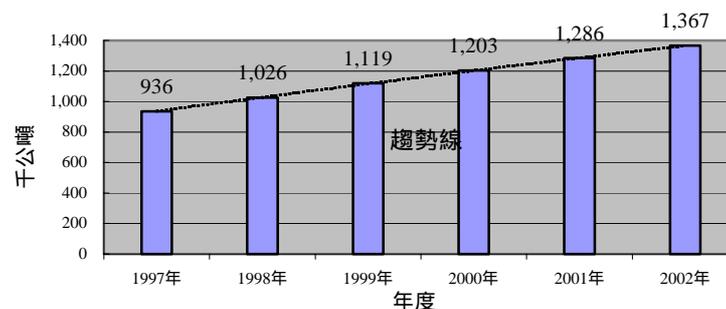


圖3-6 1997~2002國內H型鋼需求預測圖

資料來源：梁明義,台灣地區鋼品需求預測,1997

3.1.2 廢鋼回收利用

由於廢鋼為國內鋼鐵廠冶煉製鋼的主要原料並具有高度再生特性，所以國內處理業者早期已將廢鋼列為大宗的回收項目。以環境上的觀點看來，廢鋼經由再循環回收利用，將可避免因為開採天然鐵礦砂而破壞環境。在能源及污染方面，電爐業者使用廢鋼為煉鋼原料，其耗用能源僅是高爐煉鋼及轉爐煉鋼的二分之一，使廢氣（如CO₂等）、廢熱排放等之環保負擔得以減輕。在廢棄物方面，在一貫作業煉鋼過程，使用鐵礦砂每冶煉一噸生鐵，約有310公斤高爐爐石產生，占使用鐵礦砂原料之31%；而電爐煉鋼廠以廢鋼冶鐵，爐渣產生量占使用廢鋼原料122%，因此使用廢鋼冶煉，可以獲得較少的待處理廢棄物量。基於以上所述，廢鋼回收作業將

可對增加鋼材有效利用，並減少廢棄物產生量。

營建廢鋼主要來源包括：施工階段裁剪原鋼材產生之剩餘腳料；鋼筋混凝土結構經拆解產生之廢鋼；鋼結構建物拆除後產生之鋼構件。這些廢鋼在現地整理後，運送至回收處理商集中管理，最後與其他產業產生之廢鋼一起運送至鋼鐵廠作為煉鋼原料。

由於廢鋼回收方式是將各產業廢鋼合併處理，因此無法分項統計營建廢鋼產生量，表 3-17 與表 3-18 為近年台灣地區整體廢鋼回收利用量統計。在廢鋼回收方面，於 1996 年總計有 7,195,291 公噸，國內廢鋼回收量為 6,127,573 公噸，佔總供給量的 85.16%；進口量為 1,067,718 公噸，佔 14.84%。由於國內廢鋼回收體系十分健全且供需穩定，故內購量約佔七成；近年自發量有明確增長趨勢，約佔一成，以替代進口量之不穩定的因素。在廢鋼利用方面，1996 年廢鋼利用量達到 7,188,453 公噸；電爐煉鋼為 6,371,809 公噸，佔總量的 88.64%；然而高爐煉鋼為 816,644 公噸，佔 11.36%。

表3-17 1990~1996年廢鋼供給量統計

單位：公噸

項目 年度	國內回收量				進口量		合計
	內購量		工廠自發量		重量	佔比例	
	重量	佔比例	重量	佔比例			
1990	4,227,421	79.75%	48,499	0.91%	1,025,112	19.34%	5,301,032
1991	4,534,122	67.44%	48,378	0.72%	2,140,664	31.84%	6,723,164
1992	4,482,979	65.06%	587,536	8.53%	1,819,923	26.41%	6,890,438
1993	5,904,139	70.14%	802,143	9.53%	1,711,023	20.33%	8,417,305
1994	4,543,083	70.00%	887,405	13.67%	1,059,875	16.33%	6,490,363
1995	4,999,823	77.59%	766,882	11.90%	677,544	10.51%	6,444,249
1996	5,249,962	72.96%	877,611	12.20%	1,067,718	14.84%	7,195,291

資料來源：台灣鋼鐵,1997

表3-18 1990~1996年廢鋼利用量統計

單位：公噸

項目 年度	利 用 量				合 計
	電 爐 用		高 爐 用		
	重 量	所佔比例	重 量	所佔比例	
1990	3,157,942	94.03%	200,428	5.97%	3,358,370
1991	4,470,144	93.11%	331,032	6.89%	4,801,176
1992	4,575,071	85.79%	757,557	14.21%	5,332,628
1993	5,098,737	86.74%	779,316	13.26%	5,878,053
1994	5,944,400	88.70%	757,433	11.30%	6,701,833
1995	5,952,784	88.99%	736,378	11.01%	6,689,162
1996	6,371,809	88.64%	816,644	11.36%	7,188,453

資料來源：台灣鋼鐵,1997

3.1.3 鋼材供需利用問題與未來趨勢

以下即課舉鋼材供需利用之現有問題與未來趨勢，供為參考：

1. 由於目前公共工程需求開始轉強，1998年高鐵開始動工、軍眷改建工程以及全球森林資源日漸稀少，鋼結構住宅未來將加速發展的種種商機，1998年後的國內鋼筋及型鋼市場將有一番新局面的期許。
2. 由於一般高爐煉鋼會耗用大量能源，且在整個原料加熱後過程又還原，對大氣影響很大，面對聯合國氣候變化綱要公約(京都大氣公約)可能會達成的溫室氣體排放管制，鋼鐵產業將會面臨被迫減產的壓力。不過若能在焦爐、高爐、轉爐等生產過程中，有效回收廢熱及廢氣，利用再生廢熱發電，不僅能節省成本、能源，又能大量減少二氧化碳排放，將有助於鋼鐵產業適時的轉型。
3. 由前文對營建業重要鋼品之各別分析結果來看，未來鋼筋、型鋼及鋼板類的產能設備應該都能符合國內營建工程之基本需求，但是面對未來氣候公約限制產量的趨勢、國際鋼材料源短缺及高

鐵、中正捷運等大型公共工程動工的影響，國內鋼材供需市場是否仍能維持均衡，將是一個值得繼續深入探討和研究的產業課題。

4. 1997年10月以來新台幣匯率遽貶，對鋼鐵業較為不利的是使用進口原料比例較高的廠商，尤其是以生產鋼筋為主的單軋廠，業者勢必得拉抬鋼筋產品售價以避免虧損，相對來說這是提供同為生產鋼筋的東鋼、豐興、桂宏、威致等電爐煉鋼廠商更大的獲利空間。而隨著台灣鋼鐵廠商的外銷依存度愈來愈高，新台幣匯率走貶，有利業者承接外銷訂單，可以預期的是鋼鐵廠的營運、獲利狀況，可望因內銷價格趨堅、外銷利潤增長而變的更好。
5. 近年來由於部份鋼鐵下游加工業外移，已形成對國內鋼鐵產業發展的一大威脅，公會應結合各下游產業公會，探討外移對鋼鐵產業上游長、短期的影響，共謀因應之道。而受國內經濟成長逐步趨低及產業外移的影響，加上加入WTO後關稅調低，國內鋼鐵業者面對的是競爭加遽的環境變遷；未來國內鋼鐵產業結構將由傳統加工外銷型態轉為鋼材外銷為主，台灣將扮演著亞太鋼材供應中心的角色，鋼鐵業面對國際市場競爭，如何使台灣鋼鐵產業國際化及更具競爭力，業界宜未雨綢繆，以共同勾劃台灣鋼鐵產業美好的未來。

3.2 砂石供需利用調查

3.2.1 砂石供需調查

3.2.1-1 現有之調查單位

國內有關砂石產銷存量之調查體系主要有如表3-19所示之，在統計數據之可信度上大致上仍是以台灣省礦務局為基準，故以下即以礦務局之調查體系運作模式作一深入之分析與探討。

表3-19 砂石現有調查體系分析表

單位 項目	台灣省礦務局	台灣省水利處	經濟部 中央地質調查研究所	工研院能資所
調查範圍	各縣市之土石採取區與碎解洗選場	台灣省個主要21條河系	台灣地區沿海地區	配合計畫實施
調查方式	委由各縣市實地訪查	實地訪查	實地訪查	實地訪查
調查週期	每月	專案計劃	專案計劃	不定期
負責業務	河川砂石、陸上砂石資源開採生產管理及資源量調查	河川砂石資源之調查、水庫淤砂	規劃海域砂石專用區陸上砂石資源開發規劃	海域砂石開發之可行性研究
出版物	砂土石產銷調查計畫報告	台灣地區河川砂石資源調查總報告	台灣地區沿海海砂分佈與成份分析調查研究報告	各委託計畫案研究報告

製表：台灣營建研究院

3.2.1-2 調查體系之運作模式

1. 緣起

經濟部礦業司自1992年起為了確實掌握全省砂石供需情形，並確立完整且正確之砂石統計資料，以供政策擬定之參考，遂委託台灣省礦務局依統計法第三條及同法施行細則第四十三條之規定辦理砂土

石產銷調查計畫，定期於每年度對台灣地區進行砂土石產銷調查。

2. 調查區域範圍、對象及項目

調查範圍主要是以台灣省各縣市為調查區域，調查對象則是以土石採取區(包括現有及已申請展期)與碎石洗選場(包括領有及未領有工廠登記)為主。

在調查項目方面，則以各縣市為單位進行土石採取區及碎解洗選場每年之砂石生產、銷售量及其機械設備、員工人數等基本資料之調查，並均依河川、陸地採取區生產之砂、碎石、級配料及其他之類別方式進行統計分析，而彙整後之各縣市政府調查表，則用以統計各縣市政府實際調查其轄區內土石採取區及碎解洗選場之件數，並作為核算補助各縣市政府及各砂石公會調查經費之依據，有關砂土石產銷調查表及縣市碎解洗選場調查表則如附錄八及附錄九所示。

3. 調查時程

訪查時程為按月進行，主要是以各縣市調查及造送調查表期間為調查資料標準時期，調查週期為按年辦理，其中動態資料造送時期為每月一日至每月最後一日，靜態資料為每月最後一日。

4. 調查方法

以縣市為調查區域，由各縣市政府依審核通過後之調查表分別寄送各業者請其填報，並分別由各縣市政府就轄區內現有之土石採取區及碎解洗選場為基準，進行實地複查，並請當地砂石公會配合參與調查，同時由礦務局輔導辦理及請經濟部礦業司指導。

5. 辦理機關及所需經費

整體計劃主要由經濟部礦業司負責調查之策劃、推動、監督、管

理，而協辦單位為台灣省政府建設廳礦務局、各縣市政府及當地砂石公會。而計畫總經費為新台幣壹佰萬元，由經濟部每年全額補助。

6. 調查情形分析

台灣省各縣市政府1996年調查情形如下：

- (1)台灣省各縣市政府共調查土石採取區643區，其中河川土石採取區共581區，陸上土石採取區共62區
- (2)台灣省各縣市政府共調查碎解洗選場416區，其中河川洗選場數共335場，陸上碎解洗選場共81場。

而就礦務局輔導各縣市政府與砂石公會查核結果，土石採取區總數則共計為711區，其中河川640區、陸上71區。

3.2.1-3 調查統計資料之合理性

1. 對於各縣市政府應造報之調查表等資料，台灣省礦務局並無約束權力，故僅能請各縣市政府儘量配合辦理，倘若不造送或調查不全之處，礦務局亦無強制力可加以約束，導致影響調查的全面性與可信度。
2. 砂石業者對於調查工作，依然存有警戒之心，往往所填報之調查表資料與實際相差甚異，甚至不願意配合填報調查表，致礦務局在收集及彙整資料上有許多困難，統計資料與實際也有明顯之誤差。
3. 由於非法業者之盜採、濫採砂石，加上許多工程就地取材如河川內之工程就地取用河川砂石、公路建設延線取用之填方級配、港灣及海埔新生地建設之抽砂填地或拋石等用量以及各種建築工程之整地、地下室開挖所產出之砂石均未能列入生產統計之中，也

使得統計結果與真正砂石生產量相較之下有明顯偏低的現象發生。

3.2.1-4 砂石資源賦存現況

台灣地區砂石可供應的料源大略可分為河川砂石、陸上砂石、海域砂石、農地砂石等，以下則就分佈賦存的狀況作一各別之說明：

1. 河砂之蘊藏量及可採量

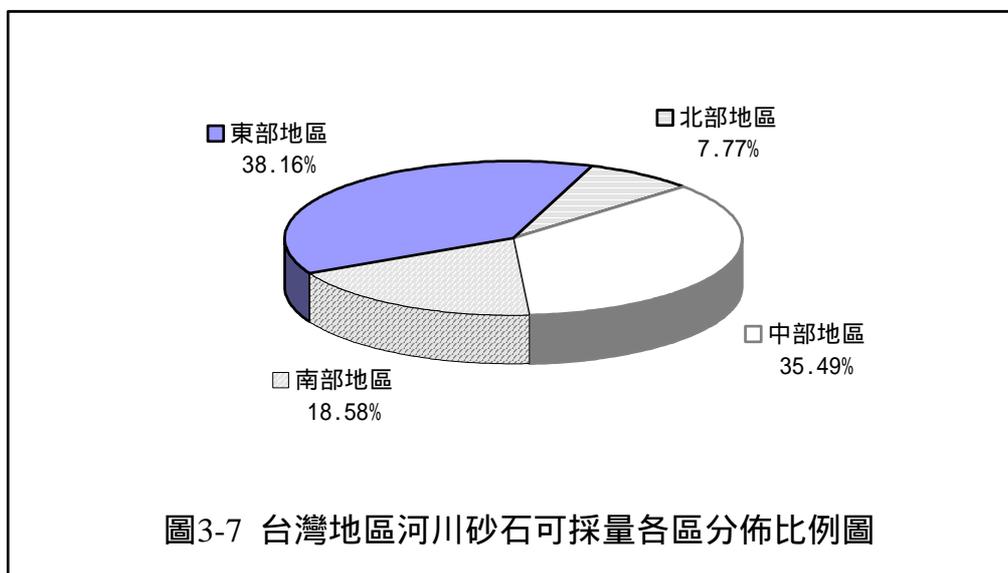
台灣地區河川砂石資源分布於21條水系，依1983年台灣省水利處之河川砂石資源調查報告顯示，砂石蘊藏量共42.9億公噸，其中砂為17.0億公噸，石為26.0億公噸；砂石可採量則共18.1億公噸，其中砂為6.6億公噸，石為11.6億公噸，砂石比例分別為36.27%、63.73%，而截至1997年時台灣地區所剩餘之合法砂石可採量則預估大約已只剩下5.9億公噸，其中中北部地區因河砂採盡，目前已出現無河川砂石可供開採的情形。有關台灣省水利處針對台灣地區河川砂石資源之全面性重新調查計畫，預計將於1998年11月完成，屆時也將有最新的河砂可採量供作參考。各分區之河砂資源蘊藏量、可採量及分佈比例則詳如表3-20、圖3-7所示。

表3-20 台灣地區河砂資源蘊藏量及可採量

單位：萬公噸

項目 地區	蘊藏量 (砂)	蘊藏量 (石)	蘊藏量 (砂石)	1983 可採量 (砂)	1983 可採量 (石)	1983 可採量 (砂石)	1990修正 可採量 (砂石)	1991修正 可採量 (砂石)
北部地區	40,638	52,096	92,734	10,140	14,796	24,936	9,418	5,774
中部地區	37,807	78,041	115,848	17,847	39,609	57,456	31,914	26,384
南部地區	46,346	51,701	98,047	21,122	31,027	52,149	25,600	13,816
東部地區	44,848	77,788	122,636	16,701	30,189	46,890	35,184	28,371
總計	169,639	259,626	429,265	65,810	115,621	181,431	102,212	74,345
分佈比例	39.52%	60.48%	100.00%	36.27%	63.73%	100.00%		(7.4億公噸)

資料來源：陳逸偵,台灣地區砂石供需現況與未來趨勢, 1996



資料來源：陳逸偵,台灣地區砂石供需現況與未來趨勢, 1996

有關河砂可採量是依現行土石採取規則計算而得，欲增加河砂可採量，唯有降低現行土石採取規則所規定之計畫採石線，但降低挖掘深度對砂石可採量及環境生態皆有重大影響，應審慎規劃研究。而現今砂石可開採量達1億噸以上的河川僅有濁水溪、高屏溪以及花蓮溪水系，超過4千萬公噸以上的則有烏溪、卑南及秀姑巒溪，其中濁水溪已於1997年7月起開始禁止獨自開採；此外，河川砂石每年補充量亦為重要砂石來源，台灣地區砂石補充量每年預估約2千萬公噸，詳如表3-21所示。

表3-21 台灣地區主要河系河砂補充量推估

單位：萬公噸

地區	縣市別	主要河川	每年補充量
北部地區	宜蘭縣	蘭陽溪水系	45
中部地區	臺中縣	大安溪	82
	南投縣	烏溪水系	64
	彰化縣	濁水溪水系	283

東部地區	臺東縣	卑南溪水系	602
	花蓮縣	秀姑巒溪水系	934
		花蓮溪水系	1,536
總計			2,010

資料來源：礦業協進會,台灣地區砂石需求量之預估, 1994

2. 陸上砂石之蘊藏量及可採量

河川砂石開發過程係疏濬，並不影響其河川本來之功能，但陸上土地在其所賦存之砂石開發過程中，則無法再繼續原來之使用，且採掘完畢後之地形與地貌多與原來有所不同，因此有計畫的土地二次利用之規劃開採與採掘基地整復，不僅不會造成土地破壞，而且能改變原無法利用土地為可利用之高價值土地。依經濟部中央地質調查所於1986年之陸砂資源調查結果顯示，台灣地區陸砂資源之蘊藏量非常豐富，共蘊藏有1,377.7億公噸，其中砂為235.7億公噸，石為1,142.0億公噸，砂、石比例分別為17.11%及82.89%，至於供開採碎解作為砂石母岩之可採量則為2,602.1億公噸；而由砂石比例也顯示，台灣地區陸上砂石是屬於「砂少石多」的資源特性，為平衡臺灣未來陸上砂石砂料之不足部份，海砂資源之開發則將是勢在必行的規劃目標。

台灣地區屬陸上砂石之資源賦存區中，若以品質來作分類統計，則台灣地區屬佳級品質砂石之蘊藏量共9,354.6億公噸、中級品為3,664.7億公噸、劣級品為960.5億公噸；若再加上土地利用程度、交通、地形等因素，則可將其區分為開發潛力高、中、低三個等級區域，共分為32區。其中具有高度開發潛力的地區為三義、大肚、八卦山及蘭陽四區，蘊藏量共388.4億公噸，可採量為13.4億公噸；具中度開發潛力的則有六龜、花連、卑南、卑南山礫岩、雪山砂岩、結晶石灰岩六區，蘊藏量共11,934.5億公噸，可採量為494億公噸，除雪山砂岩屬佳級品質外，其餘都屬中級品質；其餘22區低開發潛力地區，則蘊藏量為1,657億公噸。

經濟部依中央地質調查所陸砂資源之調查結果，劃定了十四處土石保留區，再由台灣省建設廳自其中擇定適當區域進行規劃，目前已規劃完成之台北三峽、苗栗三義、桃園龜山、新竹芎林、台中大肚、南投竹山炭窯及雲林林內及規劃中屏東縣林邊溪餉潭等區，面積共3,319公頃，倘順利開發，全數供應約可供10年以上使用；但由於地方政府無積極意願，砂石專用區之推動不易，目前則已在高雄縣旗山選擇一處委託辦理規劃中；有關陸上土石保留及砂石專用區規劃情形，則詳如表3-22所示。

表3-22 陸上土石保留區及砂石專用區規劃情形

編號	保留區位置	面積 (公頃)	砂石專用區 (公頃)	可採量 (萬公頃)	備註
1	台北縣樹林、三峽	951	951	6,000	1.已規劃完成 2.接受開採申請
2	苗栗縣三義	8,493	342	70,300	1.已規劃完成 2.接受開採申請
3	台北縣林口、中福、南勢埔 桃園縣蘆竹、南崁、羊稠坑	2,634			尚未規劃
4	台北縣樹林、姜子寮 桃園縣龜山、尖山腳	747	321	28,000	1.已規劃完成 2.部份接受開採申請
5	台北縣三峽、福德坑 桃園縣天溪、金面山、八德	1,707			尚未規劃
6	桃園縣龍潭、大莊、楊梅 新竹縣關西、大北坑	3,449			尚未規劃
7	新竹縣尖石山、橫屏山、關西、 麥樹仁山、帽盆山	745			尚未規劃
8	台中縣后里、觀音山、石門、 九房厝、東勢、石壁坑	1,173			尚未規劃
9	台中縣龍井、南寮、大肚山台中 山市南屯、知南	2,833	92	5,000	1.已規劃完成 2.尚未規劃部份繼續 保留
10	彰化縣芬園、水門、粗坑、南投 縣草屯、大竹園、草尾嶺	2,667			尚未規劃
11	彰化縣二水、北埔、湖水坑、南 投縣松柏坑、崁頂	3,473			尚未規劃
12	南投縣國姓、太平頂、中觀音山	2,149			尚未規劃
13	新竹縣芎林、關西、橫山	3,538	306	35,000	1.已規劃完成 2.接受開採申請
14	台北縣新莊市貴子坑溪	181			尚未規劃
	南投縣竹山鎮炭窯		240	14,504	已完成規劃
	雲林縣林內		153	9,185	已完成規劃
	屏東縣林邊溪餉潭		914	9,353	規劃中

	高雄縣旗山				辦理委託規劃中
合計		34,704	3,319	177,042	

資料來源：陳逸偵,台灣地區砂石供需現況與未來趨勢, 1996

備註：未編號係不在保留區內之砂石專用區、編號11,13已解除保留

3. 海砂之蘊藏量及可採量

台灣的21條水系中所沖刷攜帶的大量砂石，除了部份沉積於河川，其餘則沖刷入海，造成海灘、離岸砂洲、沿岸海底砂石等，砂層之厚度依地域不同而有所差異，由於採取海砂涉及技術、環保、經濟、法令、安全等多項層面，因此目前尚在研究規劃中。

而依經濟部中央地質調查所於1995年之海砂資源調查結果顯示，台灣北部、中西部及南部地區海域海砂礦床厚度3~30公尺，可採面積共10,945平方公里，含砂量80~90%，其蘊藏量共計484~2,430億公噸；台灣地區各海域分區之可採量則如詳表3-23所示。

表3-23 台灣地區具開採潛力海域之海砂可採量估算表

分區 \ 項次	水深 ¹ (m)	乾密度 g/cm ³	砂質含量 (%)	推估面積 km ²	可開採量 ² (億公噸)
蘭陽溪河口至蘇澳間	20-60	1.57	90	25.6	0.36
客雅溪至後龍河口	20-50	1.57	90	91.8	1.30
濁水溪河口至外傘頂洲間	20-60	1.53	90	365.3	4.91
布袋泊地至台南安平間	20-60	1.53	90	134.8	1.86
二仁溪河口至左營間	20-60	1.53	90	111	1.53
林邊溪至土文溪河口	20-40	1.53	90	92	1.27
合計				811.5	11.23

資料來源：經濟部中央地質調查所

備註：1.實際可採水深視相關法規(如海岸法、土石採取法)之規定。

2.開採厚度以1公尺計，實際可採量視主管機關核准之開採厚度而有所變化。

在可採量評估方面，當可採厚度增加時則其可開採量自然也會增加，若以水深30公尺以下才能開採，可開採面積會縮減成原來之50%，如是開採地點需離岸6公里以上時，則可開採面積為原來之

72.5%，因此在考慮未來海岸法草案之可能限制下，法規限制的不同將會嚴重影響海砂之可開採量大小。

4. 農地砂石之蘊藏量及可採量

為因應國內重大公共工程陸續動工及營建市場之需求，台灣省政府已於1996年7月公告實施「台灣省開發農地砂石實施要點」，正式推動農地砂石開發的工作，原則上採掘深度以5公尺為限，超過5公尺時則需檢具鑽探報告及災害防治、影響地下水防範措施，以專案報請主管機關核准，但最深不得超過10公尺。

然而自公告實施要點後迄今一直在原地踏步，最主要原因就是規定過於嚴苛，省府在民間業者一再反映之下，最近決定大幅放寬目前對農砂開採的限制；只要業者提出申請，屬於一般農業區皆可進行開採，而特定農業區除主管機關省農林廳有意見外，也可進行開採。國內目前共有三十八萬五千二百餘公頃的特定農業區與十六萬九千七百餘公頃的一般的農業用地，如能順利投入開採行列，將是未來國內砂源供應的一支強大生力軍。雖然農地砂石是台灣砂石供應料源中極具開發潛力的一種，但由於長期以來農砂料源一直未受國人及有關單位重視，因此其賦存量、可採量、品質等相關資料現況都尚未建立。

3.2.1-5 砂石供需市場分析

砂石是營建業、公共工程或道路鋪設等各項工程不可或缺的原料，隨著經濟發展與各項公共工程的陸續推動，造成砂石需求量不斷增加，也因此凸顯了台灣地區砂石供需上的三大問題：一是台灣地區砂石的供應一直是以河川砂石為主(易採、成本低、無須開採規劃)，由於過度依賴河川砂石的供給，造成各河域河川砂石嚴重的被盜採、濫採；另外供需雙方未能將砂石品質分級，也致使佳品質的河川砂石被大量用於中、劣品質的需求(如填方材料、路基等)，除造成砂石資

源的浪費外，亦直接導致台灣地區河川砂石料源的急速耗竭。二是近年來因全省各河川的砂石可採量銳減，造成砂石生產地與消費地運距越來越長，砂石已由地區性的商品變成了跨區域性之商品，業者為了降低運輸成本，提高利潤，以在激烈競爭的市場下求生存，濫採、超載、超速之事常有所聞，引發了嚴重的社會問題。三是由於法令規章之嚴苛及縣市政府缺乏配合意願，造成合法之陸地砂石(山區砂石)及農地砂石料源無法開發，砂石料源供需的不均衡直接導致了目前層出不窮之砂石問題。

本節以下主要便是以台灣地區砂石產業之供需市場作為論述之主體，並以供給面、需求面及未來評估三個市場供需要素，作一各別之分析探討。

1. 供給面

表3-24 台灣地區歷年砂石開採數量統計表

單位：萬公噸

年度	砂	碎(礫)石	級配料及其他	總計
1976	193.6	300.0	357.3	850.9
1977	205.9	783.7	436.4	1,426.0
1978	336.0	410.0	342.0	1,088.0
1979	437.8	701.0	577.9	1,716.8
1980	816.2	1,046.2	880.7	2,743.0
1981	760.7	1,011.5	950.5	2,722.7
1982	606.8	806.7	516.9	1,930.4
1983	592.2	1,022.9	546.2	2,161.3
1984	1,056.2	904.6	204.9	2,165.7
1985	799.9	927.0	402.2	2,129.1
1986	970.8	1,273.7	416.6	2,661.1
1987	1,212.5	1,284.7	594.1	3,091.3
1988	1,139.6	1,163.0	554.2	2,856.8
1989	1,416.5	1,664.6	884.9	3,965.8
1990	1,150.4	1,423.7	1,101.2	3,675.3
1991	1,142.4	2,327.4	1,424.1	4,893.9
1992	6,339.3	7,390.2	3,995.9	17,725.4
1993	6,407.4	7,451.0	3,864.4	17,722.8
1994	4,447.2	6,178.3	2,441.8	13,067.3
1995	5,041.9	6,016.4	2,312.9	13,371.2
1996	3,638.3	4,968.7	2,029.7	10,636.6

資料來源：1.陳逸偵,台灣地區砂石供需現況與未來趨勢, 1996

2.台灣省礦務局,砂土石產銷調查計畫報告, 1996

備註：本表所採用體積與重量比(即比重)換算，砂為1.51、石為1.43、級配料為2.0。

以往台灣地區砂石生產量之統計，係由砂石業者及廠家自行填報資料給台灣省礦務局彙整，但因砂石採取業者在規避賦稅的心理因素及大部份縣市政府對此項業務不甚重視之下，使得生產統計數字不甚正確，加上非法者之盜採、濫採砂石和許多工程的就地取材，均未能夠列入生產統計量之中，也使得統計結果與真正砂石生產數量相較之下，有嚴重偏低的現象出現；經濟部礦業司遂於1992年開始每年委託台灣省礦務局進行砂土石生產量調查，以確實掌握全省砂石供應情形，建立完整且正確之砂石統計資料。有關台灣地區歷年砂石生產量則如表3-24及圖3-8所示。

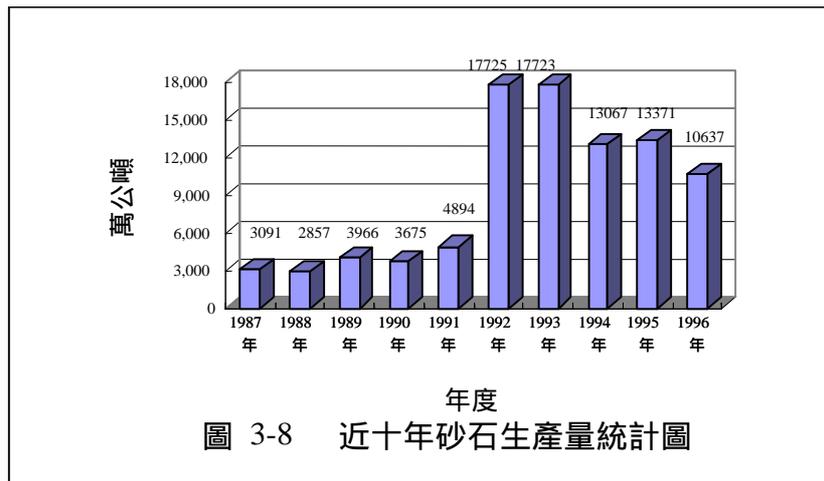


圖 3-8 近十年砂石生產量統計圖

資料來源：1.陳逸偵,台灣地區砂石供需現況與未來趨勢, 1996
2.台灣省礦務局,砂土石產銷調查計畫報告, 1996

依1996年由各縣市造送之砂土石生產量調查統計結果顯示(表3-25)，台灣地區共有16個縣市生產砂石，土石採取區共643區，其中河川區有581區佔90.36%，陸上有62區佔9.64%；碎解洗選場共416區，其中河川區335區佔80.53%，陸上有81區佔19.47%。若以區域劃分則北部區域僅宜蘭縣、桃園縣、新竹縣等3個縣市生產砂石，合計月生產量為802,700m³，只佔13.96%；中部區域五縣市均生產砂石，月生產量為2,214,118m³，佔38.51%；南部區域僅台南市及高雄

市未生產砂石，月生產量2,137,697m³，佔37.18%；東部區域則月生產量594,554m³，佔10.34%。由以上之資料顯示，台灣地區砂土石生產主要以中、南部地區為主，其中分別又以雲林縣、台中縣市及屏東縣為生產量前三位之縣市，然而目前重大工程卻又大多集中於大台北地區，北部區域砂石供應量明顯不足，加上陸上砂石迄未能順利開發，所需砂石部份均需由其它縣市供應，形成產銷地區相距長遠，運輸成本增加等諸多負面問題產生。

表3-25 1996年台灣地區各縣市砂石生產量統計表

縣市別	土石採取區調查數			碎解洗選場調查數			平均砂石生產量 (m ³ /月)				
	河川	陸上	合計	河川	陸上	合計	砂	石	級配	其它	合計
台北縣	0	0	0	4	23	27	41,433	98,000	16,309	0	155,742
宜蘭縣	21	1	22	31	0	31	88,850	234,042	25,150	10,359	358,401
桃園縣	2	3	5	11	2	13	46,850	95,850	16,000	6,516	165,216
新竹縣	0	16	16	0	13	13	31,192	83,017	2,900	6,241	123,350
北部區域	23	20	43	46	38	84	208,325	510,909	60,350	23,116	802,709
苗栗縣	19	17	36	55	0	55	188,034	347,000	39,416	12,366	586,816
台中縣市	62	0	62	22	0	22	221,784	509,517	55,130	3,352	789,783(2)
彰化縣	44	1	45	23	0	23	355,000	149,000	91,167	32,417	627,584
南投縣	72	5	77	42	1	43	40,967	137,167	9,367	22,434	209,935
中部區域	197	23	220	142	1	143	805,785	1,142,684	195,080	70,569	2,214,118
雲林縣	15	0	15	22	0	22	356,900	323,600	125,933	0	806,433(1)
嘉義縣市	8	5	13	9	0	9	20,033	23,633	20,183	1,300	65,149
台南縣	28	2	30	1	2	3	20,400	21,483	22,017	3,884	67,784
高雄縣	47	2	49	38	0	38	151,666	251,500	80,166	30,333	513,665
屏東縣	7	0	7	10	20	30	200,666	346,366	96,500	21,834	665,366(3)
澎湖縣	6	3	9	0	20	20	3,750	11,100	1,300	3,150	19,300
南域區域	111	12	123	80	42	122	753,415	977,682	346,099	60,501	2,137,697
花蓮縣	188	5	193	39	0	39	152,038	142,400	29,517	46,283	370,238
台東縣	62	2	64	28	0	28	88,317	121,820	12,925	1,254	224,316
東部區域	250	7	257	67	0	67	240,355	264,220	42,442	47,537	594,554
台灣地區	581	62	643	335	81	416	2,007,880	2,895,495	643,980	201,723	5,749,069

資料來源：經濟部礦業司,砂土石產銷調查計畫報告1996年

備註：生產量前三位分別為雲林縣、台中縣市、屏東縣

除河川砂石、陸上砂石、海域砂石、平地砂石外，台灣地區砂石料源尚有中鋼爐石、台電煤灰、水庫淤砂、港口淤砂、廢建材回收等可供利用。其中中鋼氣冷高爐石其年產量僅約有89萬噸，水淬高爐石

年產量約有100萬噸，氣冷轉爐石年產量約有59萬噸；台電煤灰年產量則有約200萬噸，但僅適用於人造輕質骨材、填方等用途；另外水庫淤砂及港埠淤砂亦是砂石料源的來源，北、中部水庫淤砂料源品質較佳，經碎解洗選可做作為混凝土骨材及優良級配供道路面層及膠結層用，其淤砂量估計有28,197萬公噸，而南部地區水庫集水區大致屬於青灰泥岩地帶，其淤積均屬於淤泥，無法作為砂石料源使用，只適用於土方填土用；台中港口附近淤砂經洗鹽、洗選處理可作為佳品質砂石料源，港內淤泥可作為土方填料用以填築新生地；另外廢建材的回收，經碎解、洗選亦可作為佳品質砂石，但由於國內仍未見有相關法規做約束及鼓勵，因此一直未有回收的行動。

2. 需求面

砂石需求量的決定，主要是取決於混凝土骨材、瀝青混凝土、填料等三大需求面，其中混凝土骨材是以水泥、砂、石大約1:4:5的比例調製而成，其主要用於建築、水壩、橋樑等工程；而瀝青混凝土則是瀝青、砂、石以1:9:10的比例配製而成，主要用於道路工程之面層及膠結層；另一項填料需求是直接以砂、石混合形成配料，主要用於道路底層、道路基層、填海造陸等工程；此外，鐵路碎石也是砂石的一大需求面。

至於在砂石需求量的統計資料方面，由於在目前並無完整之調查體系能提供實際而且正確之需求面統計資料以供作分析，因此若由各類建材(如水泥、瀝青、紅磚、鋼材及預拌混凝土)之使用量或產量相關性指標來推估砂石需求量，應是一相當可行的方式。但除砂石、水泥、預拌混凝土及鋼材之間具有正相關性外，紅磚與預拌混凝土會部份產生互相取代，鋼材與預拌混凝土則有結構性的取代關係發生，因此其個別之間具有負相關性，若用以推估砂石需求量則不易判定其整體性關係，唯以水泥和瀝青之生產量來推估則沒此方面之問題，且其

與砂石之間使用比率有理論及經驗數字可據以估算砂石之使用量。表3-26及圖3-9即為用水泥推估之每年砂石需求量與各縣市政府歷年調查統計數量之比較結果，而由圖也可以發現，由於台灣省礦務局主要是針對合法之砂石場來進行砂土石產銷調查，因此和依水泥推估之需求量比較得知，近四年之不安全的政策開採量，平均皆維持5~6千萬公噸左右。

表3-26 依水泥用量推估之砂石需求量與縣市政府調查數據比較表

單位：萬公噸

年度	每年水泥內銷數量	依水泥用量 推估砂石量(1:9)	縣市政府 砂石調查統計資料
1976	809.1	7,281.9	850.9
1977	977.3	7,895.8	1,426.0
1978	1,017.5	9,157.1	1,088.0
1979	1,154.5	10,390.8	1,716.8
1980	1,330.5	11,974.3	2,743.0
1981	1,244.0	11,195.3	2,722.7
1982	1,089.7	9,807.0	1,930.4
1983	1,084.6	9,761.8	2,161.3
1984	1,063.5	9,571.6	2,165.7
1985	1,061.8	9,556.1	2,129.1
1986	1,132.9	10,196.0	2,661.1
1987	1,265.3	11,387.6	3,091.3
1988	1,402.8	12,625.6	2,856.8
1989	1,593.1	14,338.1	3,965.8
1990	1,747.8	15,730.4	3,675.3
1991	1,842.3	16,581.1	4,893.9
1992	2,035.8	18,321.9	17,725.4
1993	2,308.7	20,778.7	17,722.8
1994	2,221.8	19,996.4	13,067.3
1995	2,179.3	19,613.6	13,371.2
1996	1,961.4	17,652.3	10,636.6

資料來源：1.經濟部礦業司

2.台灣省礦務局,砂土石產銷調查計畫報告,1996

3.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

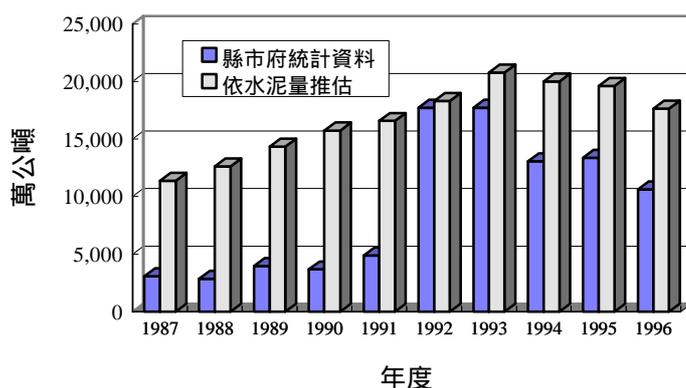


圖 3-9 砂石需求量比較圖

資料來源：1.陳逸偵,1996
 2.台灣省礦務局,砂土石產銷調查計畫報告, 1996
 3.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

3. 未來評估

由於砂石是土木建築與道路層面構築工程中之主要建材料源，因此若能確實掌握未來數年國內砂石之供需狀況，則將有助於政府相關單位研擬未來各項重大公共工程建設時之參考；然而因實際的生產數字無法正確獲得，相對使需求數字也與實際出入甚大，而無法用於預估未來需求量之模式中，因此在需求預估上，一般通常先以歷年來可信度較高的水泥或瀝青消耗量，來推估出未來數年之水泥及瀝青消耗量，再依比例換算出未來各年砂石的需求量，表3-27即為台灣地區各品質砂石料源未來需求量預估表。

表3-27 台灣地區各品質砂石料源需求量預估表

單位：萬公噸

用途 品質 料源			年度				
			1997	1998	1999	2000	2001
混凝土骨材及 道路面層	佳	砂	5,814	5,932	6,050	6,067	6,205
		石	11,083	11,302	11,521	11,541	10,801
		砂石合計	16,897	17,234	17,571	17,608	18,006
道路底層	中	砂石	5,299	5,452	5,604	5,757	5,910

到路基層	劣	砂石	6,089	6,264	6,439	6,615	6,791
總計預估需求量			28,285	28,950	29,614	29,980	30,707

資料來源：張世平,從砂石供需狀況論台灣海砂資源之開發, 1994

3.2.2 砂石有效利用

國內砂石的供給長久以來一直以河砂為主，而目前又面臨河砂耗竭與禁採的問題，因此如何有效利用並開發砂石資源是當前急待解決的問題。以下將由開源、回收利用與節流等角度，探討碎石骨材、混凝土再生與輕質骨材等砂石有效利用。

3.2.2-1 碎石骨材

1. 碎石骨材的定義

因粒徑大小的不同，碎石骨材可分為碎石與碎砂。根據經濟部中央地質調查所報告的定義：將形成山地的堅硬之岩石，予以壓碎製成符合使用目的粒度之骨材材料者，稱為碎石；另將岩石予以細碎，調製成為細砂粒度者，稱為碎砂。

2. 國外碎石骨材利用現況

歐、美、日等先進國家利用碎石骨材的情形相當普遍，1990年各國碎石的利用比例如圖 3-10，其中超過 40%的國家包括日本、美國、法國、英國、義大利、比利時等國，可知碎石為主要砂石骨材之供應來源。下面就日本及美國碎石利用現況作一簡述。

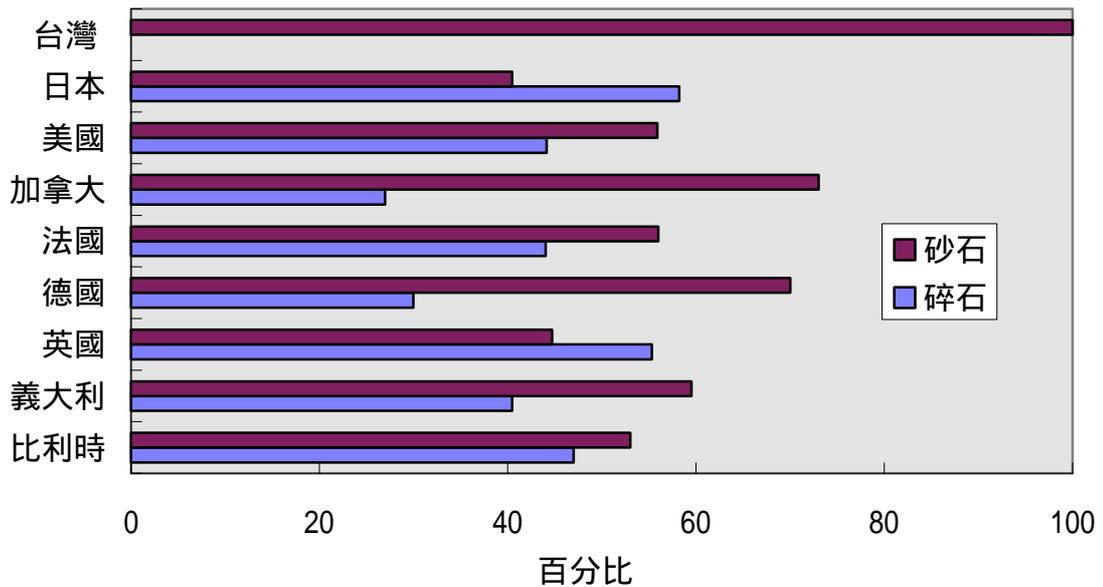


圖 3-10 各國碎石與砂石比較圖

資料來源：陳逸偵,台灣砂石供需現況與未來趨勢,1997

(1)日本

日本利用碎石骨材的歷史相當長，可追溯至1960年以前。其製造碎石骨材的母岩包括砂岩、安山岩、輝綠岩、粘板岩等，其中主要的來源是砂岩及安山岩，兩者合計約佔碎石產量的60%，詳見表3-28。

表3-28 1994年日本碎石母岩採取量及構成比例

單位：萬公噸

岩石別	1994年	1994年構成比例
砂岩	15158	34.3 %
安山岩	11276	25.5 %
輝綠岩	1691	3.8 %
粘板岩	1546	3.5 %
玄武岩	1390	3.1 %
粗面岩	979	2.2 %
花崗岩	975	2.2 %
結晶片岩	810	1.8 %
其他母岩	10424	23.6 %
合計	44249	100.0 %

資料來源：江良誠至,骨材問題討論 - 碎石,1996

在用途方面，碎石骨材主要用途是道路用(碎石)、混凝土用(碎石與碎

砂)與鐵道用(碎石)，1994年碎石的用途百分比，詳見圖3-11。在碎石產量方面，1991年生產535百萬公噸，是近十年來最高峰，1984年~1993年日本的碎石供給量，詳見表3-29。

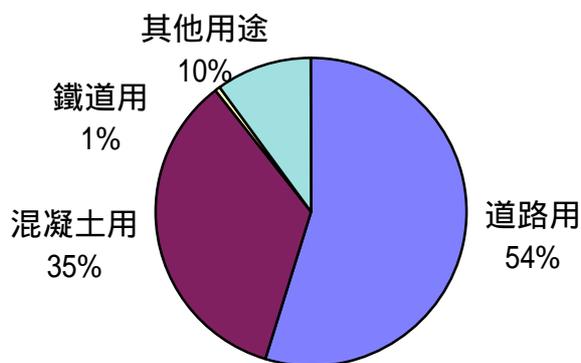


圖3-11 1994年日本碎石骨材用途比例

資料來源：日本通商產業省調查統計部,碎石統計年報,1994

表 3-29 日本 1984 年~1993 年碎石供給量

單位：百萬公噸

年度	總砂石量	碎石量	碎石比例
1984年	748	410	54.18%
1985年	727	398	57.75%
1986年	749	422	56.34%
1987年	787	445	56.54%
1988年	827	482	58.28%
1989年	862	491	56.96%
1990年	949	526	55.43%
1991年	919	535	58.22%
1992年	892	526	58.97%
1993年	864	512	59.25%

資料來源：1.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996

2.日本通商產業省生活產業局窯業建材課

碎石骨材的製造過程，破碎機占有極為重要的因素，更由於各項新式建設技術（如高流動混凝土等），骨材的要求變得多樣化且品質亦日趨嚴格。故不論是道路用或混凝土用碎石骨材，必須依其使用目的做適當的破碎工程。破碎機依應用途徑可分下列五項機型：

- a. 粗破碎機（一次破碎機）：將 2,000 500mm 碎石破碎為 500~50mm 的產物。
- b. 中破碎機（二次破碎機）：將 500 150mm 碎石破碎為 150 20mm 的產物。
- c. 細破碎機（三次破碎機）：將 150 20mm 碎石破碎為 20mm 以下的產物。
- d. 粒形改善用破碎機（粒形調整機）：將中破碎機與細破碎機的產物，做骨材粒型的改善。
- e. 製砂機（磨碎機）：將 60 10mm 碎石破碎並研磨至 10mm 以下的細骨材（碎砂）。

(2)美國

美國製造碎石之母岩來源包括石灰石、白雲石、大理石、花岡石、圍岩、薄板砂岩、砂岩、石英岩、頁岩、火山碎石等。美國碎石產量如表3-30所示，其1985年碎石產量100,080萬公噸，占砂石總生產量的55.57%；至1991年碎石產量為61,611萬公噸，占總量的44.12%。而且美國的碎石主要應用於建築工程，1981年曾高達78%。

表 3-30 美國的碎石供給量

單位：萬公噸

年代	總砂石	碎石	碎石比例	建築用碎石	建築碎石比例
1961年	136,440	60,962	44.68 %	44,390	72.82 %
1971年	179,045	87,450	48.74 %	62,891	71.92 %

1981年	162,740	87,260	53.62 %	68,386	78.37 %
1983年	154,470	86,270	55.85 %	66,323	76.88 %
1985年	180,090	100,080	55.57 %	63,191	63.14 %
1991年	139,641	61,611	44.12 %	-	-

資料來源：1.陳逸偵,美國砂石及其他骨材生產研究,1989
2.陳逸偵,台灣砂石供需現況與未來趨勢,1997

3.台灣地區碎石骨材開發

台灣地區目前仍無碎石骨材量產，而根據經濟部中央地質調查於1984~1986年間所作調查，台灣地區可供做為碎石母岩，以玄武岩、安山岩、硬質砂岩、硬質石灰岩或類似石質的岩石為主，至於其他岩石經由壓碎會呈扁平狀、產生龜裂或具有鹼性骨材反應，均不合適作為碎石母岩。若將碎石應用於建築工程構造物時，則須具有耐火性，並且儘量避免使用花岡岩等岩石。

根據經濟部中央地質調查所評估國內碎石母岩資源報告顯示，較適合於碎石骨材者為雪山山脈砂岩，蘊藏量推估為8,655億公噸；其次為基隆山安山岩，蘊藏達10億公噸；再者為澎湖玄武岩蘊藏亦有5.8億公噸。儲存量推估與岩種的評比如表3-31。

表3-31 碎石資源蘊藏量推估

單位：億公噸

岩 種	蘊藏量	品質
基隆中新世砂岩	67.8	劣
雪山山脈砂岩	8,665.0	優
砂質片岩	505.6	劣
結晶石灰岩	2,989.8	中等
片麻岩	140.1	優
都巒山安山碎岩	22.6	中等
基隆山安山岩	10.0	優
大屯山安山岩	187.2	中等
觀音山安山岩	8.2	劣
澎湖玄武岩	5.8	優

資料來源：簡芳欽,台灣的骨材用碎石資源,1995

3.2.2-2 廢混凝土塊再生

由於建築物不斷的汰舊更新，產生大量營建廢棄物，其中又以廢混凝土塊佔大多數。以其它國家為例，廢混凝土的年產量美國約有 3,000 萬公噸，英國約有 750~1,050 萬公噸，全東歐國家則約有 4,000 萬公噸。根據 1987 年 Sri Ravindraran 等研究報告指出，至 2000 年時老舊混凝土結構將有 80% 將被破壞，可預見未來廢混凝土數量將會更大。由於目前廢料之棄置場難尋，因此廢混凝土塊的再利用技術發展已成為各先進國家所重視的焦點。

1. 廢混凝土塊利用途徑

廢混凝土塊經破碎可製成再生骨材，再生骨材強度較一般骨材為低，其應用方式包括道路級配料、混凝土骨材、垃圾場掩埋料等。由於都會區廢混凝土塊的產生量以及骨材需求量都較大，因此比較容易形成一個回收再生市場，若能充分利用這些資源，不但可減少天然骨材的需求以及運輸成本，也可減低廢棄掩埋的處理量。

2. 日本廢混凝土利用

日本廢混凝土經再生利用為混凝土的方式是將廢混凝土破碎分為三種再生粗骨材及兩種再生細骨材，再將不同種類之再生粗骨材、再生細骨材，配合普通骨材製成三種類型不同強度範圍的混凝土，分別適用於不同的構造物，見表 3-32。

表3-32 日本再生混凝土種類及用途

再生混凝土種類	第一型混凝土	第二型混凝土	第三型混凝土
用途別	鋼筋混凝土 無筋混凝土	無筋混凝土	打底用混凝土
使用粗骨材	再生粗骨材1種	再生粗骨材2種	再生粗骨材3種
使用細骨材	普通骨材	普通骨材 再生細骨材1種	再生細骨材2種

合理使用強度	180~210 kgf/cm ²	160~180 kgf/cm ²	160 kgf/cm ² 以下
適用構造物	橋樑下部工程 擋土牆 隧道襯砌	道路附屬物基礎, 側溝、集水渠基礎 重力式擋土牆 重力式橋台 攔砂壩、消波塊	打底用混凝土 非結構體混凝土

資料來源：河野廣隆,再生骨材,1996

3. 國內廢混凝土使用現況

據實地查訪國內回收業者的作業所了解，回收廠將廢混凝土塊及廢磚塊分類選出後，除了部分供作道路回填材料使用外，大部分仍棄置於垃圾場或傾倒在山谷窪地。目前國內並無再生混凝土應用於建築工程方面案例可循。

3.2.2-3 輕質骨材

1. 緣起

輕質骨材(light weight aggregate, LA)是製造輕質混凝土所用之骨材，近年來台灣建築工程進步，高樓、超高層建築與長跨度橋梁等工程，因考慮基礎與結構體負荷，都要求混凝土朝輕質化的方向發展。同時國內環保意識高漲、河川蘊藏量逐漸耗盡、輕質骨材的發展與應用將成為未來趨勢。

2. 輕質骨材種類

表3-33 輕質骨材種類

種類	材料
天然輕質骨材 (natural LA,NLA)	火山礫及其加工品(lapilli or processed lapilli)。
人工輕質骨材 (artificial LA,ALA)	膨脹頁岩(expansive shale)、膨脹粘土(expansive clay)、膨脹板岩(expansive slate)及燒結煤灰(expansive coal ash)。

副產物輕質骨材 (by-product A, BLA)	膨脹爐石(expansive slag)之類之工業副產物輕質骨材。
--------------------------------	-----------------------------------

資料來源：經濟部工業局,協助國內傳統工業技術升級計畫 - 防火建材產業技術升級規劃,1997

輕質骨材的種類可分為天然輕質骨材(natural LA)、人工輕質骨材(artificial LA)、副產物輕質骨材(by-product LA)等三種。其中台灣地區可供燒製輕質骨材的材料相當豐富,主要原料包括膨脹黏土、頁岩、板岩等,詳如表 3-33。這些材料經過輕質骨材的製作技術如發泡冷凝法或燒結法等,可應用於建築物及土木結構物之主結構體。

3.輕質骨材之優點

- (1)混凝土單位體積重量減少：可減輕建築物荷重,亦可於結構設計上減少樑柱斷面尺寸,增加建物內部空間。
- (2)降低對天然砂石的需求：如同其他替代骨材,其可舒減天然骨材短缺的壓力及解決工業副產物處置問題。
- (3)節省能源的建築材料：由於輕質骨材孔隙大,因此具有隔熱隔音的功能。

4.輕質骨材應用途徑與潛力

輕質骨材應用途徑包括：

- (1) 高樓建築物：結構體、樓版及帷幕牆等。
- (2) 橋樑：主要利用於上部結構。
- (3) 隔間牆：如ALC磚(高壓蒸氣養護輕質混凝土磚,俗稱白磚)、ALC板、中空混凝土板等。

人工輕質骨材在台灣之主要潛在市場為預拌混凝土業及輕質混凝土建材,依據工研院化工所的推估,台灣地區輕質骨材的需求量在

2001 年為 40 萬噸，至 2011 年為 47 萬噸。然而目前國內輕質骨材應用處於研發階段，並無量產。

3.2.3 砂石供需利用問題與未來趨勢

台灣地區未來砂石供應來源勢必由目前的河川砂石，轉型為以陸上砂石為主，海域砂石、河川砂石及替代砂石為輔的局面，而在這轉型交替之際，更需產官學界之共同努力，以期早日建立一多元化砂石供應之新產業時代的來臨。以下即課舉砂石產業部份之現有問題與未來趨勢，供為參考：

1. 根據台灣省礦務局每年調查結果顯示，國內砂石需求量近四年皆平均維持在1億2,000萬公噸(8,000萬立方公尺)水準，其中有95%係由河川採取供應，唯由於中央水利單位已明確訂出2003年時，國內河砂供應比例將降至50%水準，2006年再降至30%水準，使得其他砂石來源的取得，將成為主管機關與工程業界迫在眉睫的問題。然而在相關單位推動的各種替代砂源中，陸砂、農砂開採因遭逢人為阻力，呈現原地踏步，海砂採取則因成本過高，業者普遍觀望，進口砂則受限於成本過高，無法源源進入，種種不利因素交相衝擊下，未來數年國內砂石市場供需將有嚴重失衡之虞。
2. 公共工程主辦機關應自行規劃料源，配合礦政主管機關調查規劃之砂石料源，依各該管工程需料單位之需求狀況，在礦務單位協助下主動自行規劃申設料源區，並於承包合約內指定專用砂石料源區或訂定比例採用陸上砂石，以避免缺料造成施工延誤之影響。為協助公共工程主辦單位辦理砂石料源區之設置，建請礦業主管機關及砂石開發相關機關，針對可行開發之陸上(農砂)砂石專用區，成立專案協助工程機關解決規劃砂石專用區，並就砂石供需調查有短缺情形之計畫施工現場附近，選擇適當料源位置，分

別成立專案協力解決申設砂石專用區困難，改善砂石短缺問題，並促進推動開發陸上砂石。

3. 除了積極進行穩定的砂石資源開發之外，公共工程主辦機關應檢討減少砂石使用量之工程設計，並研究推廣減少砂石使用量之工法，例如研究砂石資源再生利用(廢混凝土塊再生)之相關科技，以期砂石資源的永續利用。
4. 建請水利主管機關全面調查河川適宜開採砂石之河段，加速疏浚規劃及完成開採申請核準作業，避免長期禁限採管制，對於可供砂石開採之適當高灘地位置，若符合河川治理原則，亦請積極配合業者所提申設計畫辦理，提供短期內舒緩砂石短缺情形，並繼續推動河川整體疏浚治理計畫，且兼顧短期內砂石供應仍以河川為主要來源之事實，以漸進方式實施，順利將砂石供應轉移至陸上砂石，並配合鄰近公共工程計畫之實際需求進度，彈性調整疏浚期程，優先供應公共工程合法料源。
5. 陸上砂石專用區規劃方面，目前雖已完成七處之規劃且公告四區，但均未能順利開發，主要仍在環境保護、道路交通、土地取得、地方政府及民眾反對等問題未能有效解決，因此除需各地方政府大力支持與配合外，有關新生土地的整復及利用技術亦應加速建立，以期陸砂能早日成為未來台灣地區之主要砂石來源。
6. 農地砂石的開採成本雖然低廉，但過去縣市政府因憂慮類似桃園龜山地區坡地遭不肖業者大面積盜採砂石，再倒入垃圾廢棄物填滿的惡例重演，對農地砂石開採一直存有負面誤解。所幸近來由台灣省建設廳長與礦務局官員親赴各縣市溝通說明後，已獲得若干縣市長的首肯，有望成台灣未來重要的砂石來源。
7. 由於台灣地區陸上砂石資源具有石多砂少之特性，因此未來也必

需配合開發海域砂石資源，以提供砂料來源。而在開放民間開發前，應加強先導型的海砂試採，藉由實際之運作，一方面累積經驗及引進相關開發技術，一方面也引導業者進入此一新興之產業領域，以為將來之海域砂石開發建立良好之開發示範，並由公共工程單位在未來逐步配合使用。

8. 砂石是一種不適合遠距離搬運的材料，就近供應應該是其最佳原則，一般來說供應圈在50公里以內較為合理，然而目前砂石開發尚大量依賴河川供應，使產地與消費地無法配合，因此開發陸上砂石建立一就地供應體系，應為未來之趨勢。另外也應積極建立砂石資源分級利用的技術規範及制度，使各種不同品質特性的砂石在未來都能有最佳化的有效利用方式。
9. 由經濟部及公共工程委員會研擬「砂石短缺危機因應對策」草案，已在近日完成，內容如下列五項因應措施：
 - (1)針對濁水溪、大安溪、高屏溪、花蓮溪、大甲溪及烏溪等六條主要河川，加速整治及疏濬工程，最遲在今年9月前砂石業應完成聯管公司，進行整治作業。
 - (2)在不影響水流安全下，將高灘地碎解洗選場納入整治工程，以方便開採。
 - (3)基隆港及高雄港優先提供砂石碼頭並採港埠優惠費率，鼓勵東砂西運及進口砂石。
 - (4)加強台北縣三峽及高雄美濃農地砂石示範區，促進農地採砂。
 - (5)公共工程砂石供應發生問題，主辦機關可依照個案承包商提出的證明文件，就工期及成本評估實際執行所受影響程度，予以適當補償與調整。
10. 砂石為各種營建工程不可或缺的重要材料，但在沒有一完整而正確之調查體系下，生產統計數字通常與實際相去很遠，需求面之

統計數字自然也同樣無法真正反應出實際之市場需求，因此整個供需狀況呈現相當大的模糊空間，對於政府之國土資源規劃及未來相關公共工程之推動，實有不利之重大影響，因此未來如何建立一個健全的砂石資源市場供需調查機制，將是一個重要而迫切的研究課題。

3.3 水泥供需利用調查

3.3.1 水泥供需調查

3.3.1-1 現有之調查單位

1. 緣起

台灣區水泥工業同業公會自民國46年起即進行台灣地區水泥產銷資料之調查工作。而由於水泥業者之高度配合，在統計資料上相當完整而詳實，因此我國政府部門(如經濟部工業局)及民間廠商(台泥、亞泥)所需之水泥相關產銷資料皆是參考水泥公會之統計結果。

2. 調查廠商數及項目

台灣地區目前共有14家水泥生產廠商，其中除1家生產白水泥外，其餘13家皆生產一般水泥。調查統計項目上涵括產量統計與銷售統計兩大類，其中銷售統計又可分為內銷、外銷、庫存統計三類，內銷統計則更細分為軍用、公用、民用三種，外銷統計則依國別進行統計；另外除水泥本地生產量之統計外，有關經銷商自國外進口部份，其數量台灣區水泥工業同業公會也有作統計，因此有關水泥產銷之統計項目方面，應是相當完整的。

3. 調查時程與出版品

現有之調查模式是由14家水泥公會會員每天定期將產銷資料(不含進口)傳真回報給水泥公會，由一位工作人員負責接收並輸入資料作統計分析之工作；而公會有關水泥產業之定期出版品則如下所列：

(1)台灣區水泥工業概況(年刊,定期於每年3月出版)

(2)水泥資訊報導(月刊,剪報資料與進出口統計資料)

除此之外，還有水泥公會語音資料庫自動傳送產銷資料之服務，其傳送資料之項目包含有法令、會務、業務及技術四大類，其中業務部份即為水泥產業相關之歷年產銷統計數據，一般要獲取水泥相關資訊時，此一系統是相當便利而即時的，詳細之服務項目則如附錄十所示。

3.3.1-2 產業現況

1996年水泥產銷繼續受經濟不景氣的影響而持續衰退，生產與進口均告下跌，而因水泥產業是有持續性之生產特性，故在產能過剩情形下，則需依靠增加水泥外銷來加以調節，1996年全國共生產水泥21,531,288公噸，較95年之總生產量22,482,177公噸減少950,889公噸，負成長4.23%，而為解決國內庫存壓力乃擴大外銷市場，計外銷水泥1,845,043公噸，較95年之608,038公噸增加1,237,005，超出達203.44%；全年總消費量包含內銷及進口水泥部份，總計為22,111,620公噸，負成長9.1%，全國國民平均每人每年消耗之水泥，則已降至為1,027.25公斤。

3.3.1-3 水泥供需市場分析

本節主要是以台灣地區水泥產業之供需市場作為論述之主體，以下則以供給面、需求面及產能三個產業市場供需要素，作一各別之分析探討。

1. 供給面

台灣地區水泥之生產量、內銷量、進口量在1993年之前隨著國內營建工程整體的蓬勃發展均有呈現成長的趨勢，但因近幾年建築業景氣不佳，加上公共工程推動進度嚴重落後，導致整體產業有衰退的現象；而外銷量則一直呈現衰減的狀況，可推論台灣地區水泥生產係以

內銷為主，且隨著國內營建業之成長，產銷量亦會隨著而增加，有關國內近十年水泥產銷存量統計，則詳如表3-34及圖3-12所示。

表3-34 台灣地區近十年水泥產銷存量統計表

單位：公噸

年代	生產量 (A)	內銷量 (B)	外銷量 (C)	進口量 (D)	庫存量 (E)=(A)+(D)-(B)-(C)
1987	15,663,065	12,658,593	3,039,210	41,796	7,058
1988	17,281,279	14,028,427	3,400,245	183,335	35,942
1989	18,043,203	15,931,239	2,229,469	410,830	293,325
1990	18,456,133	17,478,219	936,374	923,335	964,875
1991	19,434,147	18,439,562	961,994	1,183,967	1,213,219
1992	21,463,989	20,370,007	1,162,516	3,260,784	3,192,250
1993	23,970,821	23,087,448	876,690	5,679,953	6,475,998
1994	22,723,786	22,218,271	476,219	4,302,575	5,040,363
1995	22,482,177	21,792,900	608,038	4,093,157	4,174,396
1996	21,531,288	19,613,707	1,845,043	2,274,238	2,346,776

資料來源：1.江金山,工程建設資源調查暨道路工程推估基準建構之研究,1995
2.台灣水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

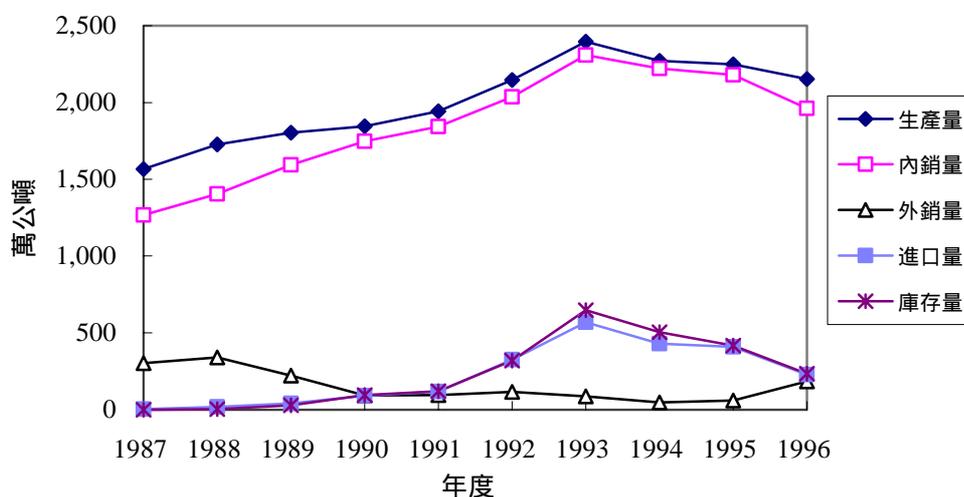


圖3-12 水泥產業近十年之產銷存曲線圖

資料來源：1.江金山,工程建設資源調查暨道路工程推估基準建構之研究,1995
2.台灣水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

2. 需求面

水泥業屬於典型的內需型產業，受國際景氣變化的影響較小且水泥產品具有笨重且易受潮變質等的特性，因此較不利長距離的運送或輸出，故通常以內銷市場為重心，而國內水泥內銷量依其用途可分為軍用、公共和民用三大部份；以1995年國內水泥內銷量而例，民用水泥佔86.14%、公用水泥佔10.85%、軍用水泥佔0.26%，而由此也可以看出我國國產水泥內銷部份乃以民用為主，平均都約佔八成以上，但此項分類並無法明確顯示水泥是用在公共工程或民間工程，因為一般公共工程之水泥採購是由民間營造公司來負責，所以民用水泥中會包含公共工程與民間工程所用之水泥；有關國內近十年水泥銷耗量統計，詳如表3-35及圖3-13所示，表3-36則為歷年之水泥出貨流向統計表。

表3-35 近十年之台灣地區水泥銷耗量統計表

年代	消耗量 (公噸)	人口數量	國民平均每人消耗量(公斤)
1987	12,700,933	19,558,000	649.40
1988	14,212,901	19,751,000	718.51
1989	16,279,476	20,107,000	809.64
1990	18,132,408	20,353,000	890.90
1991	19,275,614	20,605,000	935.48
1992	23,345,118	20,803,000	1,122.20
1993	27,973,394	20,995,000	1,332.38
1994	27,218,719	21,178,000	1,285.24
1995	26,163,083	21,366,000	1,224.52
1996	22,111,620	21,525,000	1,027.25

資料來源：1.程月初,漫談我國水泥工業,1997

2.台灣水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

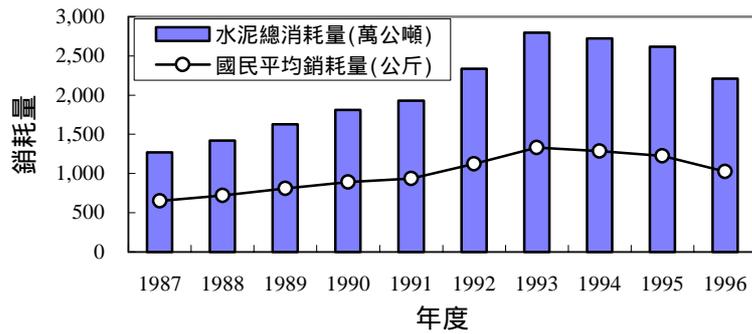


圖3-13 近十年水泥消耗量統計圖

資料來源：1.程月初,漫談我國水泥工業, 1997
2.台灣水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

表3-36 台灣地區水泥出貨流向統計表

單位：公噸,%

年代	軍用水泥		公用水泥		民用水泥	
1987	439,974	2.80	1,718,945	10.96	10,493,956	66.92
1988	397,620	2.28	1,827,254	10.48	11,803,553	67.73
1989	377,610	2.07	2,139,149	11.77	13,414,485	73.88
1990	457,659	2.49	3,597,303	14.10	14,423,084	78.32
1991	470,655	2.43	3,071,925	15.85	14,880,820	76.76
1992	338,466	1.57	2,627,649	12.21	17,391,527	80.82
1993	306,310	1.28	2,904,598	12.13	19,859,902	82.93
1994	168,701	0.74	2,396,510	10.57	19,634,711	86.59
1995	58,365	0.26	2,437,082	10.85	19,282,558	86.14

資料來源：1.程月初,漫談我國水泥工業, 1997
2.台灣水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

3. 產能評估

目前國內水泥廠之分佈主要集中於台灣西部之桃園、新竹、高雄及東部之宜蘭、花蓮等地區。至1996年底時，水泥公會會員現行運轉中之旋窯產能總計為每年2,208.7萬公噸，而今年台泥花蓮廠三號窯加入生產約可再增加130萬公噸之產能，其中位於台灣西部地區之產能為每年1,029萬公噸，但是西部地區水泥廠採礦權除了亞泥新竹廠外，均即將於1997年底到期；為因應此情形，政府已規劃並開發位於花蓮、宜蘭邊界之和平水泥專業區作為產業東移銜接生產水泥之用，但因投資環境不佳，居民抗爭及經濟部開放水泥業赴大陸投資等主客觀因素影響，前往投資設廠之業者並不踴躍，目前僅台泥及東南水泥前往投資設廠生產，其中台泥投資之總產能約為每年800萬公噸，第

一座窯預計於2000年開始生產，而東南水泥則是投資約300萬公噸年產能之水泥廠。

表3-37 台灣地區各水泥廠產能及採石年限表

所屬地區	水泥公司	工廠別	年產能 (千公噸)	石灰石剩餘 可採量 (百萬公噸)	估計停產 年份	備註
北部地區	臺灣水泥	竹東廠	1370	8.6	86	考慮石灰石部份外購
		蘇澳廠	2231(77) 3740(81)	20.9	95	石灰石不足部份由和平水泥礦區補充
	亞洲水泥	新竹廠	1800	52.69	104	
	南華水泥	關西廠	27	(無礦區)		72年為亞泥所合併
	中國力霸	冬山廠	1000	13.22	87	
	永康工業	埔心廠	254	(外購)		已將研磨設備租力霸
	幸福水泥	東澳廠	1600	123.2	110	其中一億噸之礦區的2/3劃為國家公園
	信大水泥	南聖湖廠	1400	55.1	110	
	啟信實業	蘇澳廠	495	(外購)		只產白水泥
南部地區	欣欣水泥	嘉義廠	800	5.5	85	
	臺灣水泥	高雄廠	1895	2	83	部份石灰石向中鋼外購
		大崗山廠	1000(82)	25	102	暫緩執行
	嘉新水泥	崗山廠	2310	21.68	84	
	環球水泥	大湖廠	590	19.75	89	礦量至89年,礦權,礦權至81年,受最近當地居民圍廠影響,延期可能性不高
		阿蓮廠	800			
	東南水泥	高雄廠	1403	2.05	86	礦權至86年止
	正泰水泥	高雄廠	400	6.64	86	於68年為東南收購
建台水泥	高雄廠	1716	6.64	86	礦權至86年止	
東部	臺灣水泥	花蓮廠	285	29.5	160	和平開發後不再擴廠
	亞洲水泥	花蓮廠	3700(81)	600	186(81)	

資料來源：彭雲宏,國道新建工程後續計畫鋼筋水泥供需調查及因應對策之研究, 1993

而西部水泥廠為了因應採礦權即將被停止，目前正加緊開採石灰石原料，預估礦權停止後，其生產線並不會立即關閉，仍會繼續利用庫存石灰石儲量及向附近礦場購買石灰石、自東部運輸石灰石原料或甚至自海外（菲律賓）進口石灰石等方式繼續生產水泥，將足可供應其一至二年之生產需求。表3-37為台灣地區各水泥廠產能和採石年限表、而表3-38則為東移和平水泥專業區之廠商及申請產能表。

表3-38 東移和平水泥專業區之廠商及申請產能表

公司名稱	所屬工廠	停窯產能 (公噸/年)	預 定 停窯時間	擬新設 窯數	申請土地 (公噸)	申請水泥年產能 (公噸)
台灣水泥	高雄 竹東	1,895,000 1,370,000	1992-1995年 1993-1995年	4	60	6,000,000
嘉新水泥	崗山	2,200,000	1995-2000	3	20	2,200,000
環球水泥	大湖 阿蓮	660,000 800,000	1995-2000	2	50	2,000,000
建台水泥	高雄	1,250,000	1991-2001	3	50	3,000,000
中國力霸	冬山			2	25	2,000,000
欣欣水泥	嘉義	800,000	1994	2	21	2,000,000
總計		8,975,000		16	226	17,200,000

資料來源：程月初,漫談我國水泥工業, 1997

3.3.2 水泥替代物利用

3.3.2-1 爐石資源化

1. 爐石種類

冶煉鋼鐵的過程中會有大量爐石產生。一貫化作業煉鋼廠於冶煉生鐵時會有高爐爐石伴隨產生，而於吹煉碳鋼則有轉爐爐石產生。爐石依冷卻方式的不同，又可分為氣冷爐石及水淬爐石。爐石是一項極具利用價值的產業副產物，經由妥善的開發，就可以應用於土木及建築工程。

2. 爐石資源化利用方式

爐石應用範圍很廣，高爐爐石經由適當處理後可應用於水泥業，但其中氣冷高爐爐石須經由先破壞再轉化的過程，故一般不考慮作為水泥熟料，以免降低強度，然而應用於水泥生料便沒有上述之影響，轉爐爐石主要作為級配料。以下就各種爐石的利用方式分述之：

(1)高爐爐石

a. 水泥用

(a)高爐爐石作為水泥生料：高爐爐石與石灰石、矽砂、黏土、鐵砂等一起作配料控制，經煨燒成水泥熟料，再加入少量石膏研磨成水泥。

(b)水淬高爐爐石作為水泥熟料：個別研磨後再與水泥混合，或與水泥熟料混合後再行研磨，製成卜特蘭水泥或卜特蘭高爐水泥。由於水淬高爐爐石與水泥熟料硬度不同，兩者混合研磨不易均勻，故影響品質，所以生產高爐水泥，多先行研磨爐石成粉末，再與水泥熟料機械拌合；而生產卜特蘭水泥，由於爐石添加量少於 5%，爐石與水泥熟料先行混合再研磨，較具經濟效益。

(c)工地現場拌合：高爐爐石單獨研磨成粉運至工地，利用拌合設備取代部份水泥用量，再與石料、砂、水拌合成混凝土漿，直接應用在工程上。1988 年水利局第二工程處苗栗通霄灣海堤工程利用水淬高爐爐渣粉取代 40% 重量的普通水泥，做成高爐水泥混凝土，建造部份海堤及消波塊。

b. 混凝土用：經破碎後的高爐爐石，不含黏土、有機物等有害物質，同時外表粗糙多孔，水泥塗漿容易附著，因而早期強度高，且有耐熱隔熱防火性質，可廣泛運用於建築物、鋪裝

橋樑和預鑄產品。

- c. 道路用：氣冷高爐爐石經粉碎整粒後，具有穩定之機械性質，適用於道路基礎，細顆粒則可應用於道路基層及底層。由於氣冷爐石在壓平時不受含水量之影響，容易施工，即使雨天也不妨礙施工，是優良的路盤材料。氣冷高爐爐石在國內道路方面的應用實績，包括住都局於鳳山青年路新工程、高雄市養工處小港區金福路翻修工程等。
- d. 地工用：30mm 以下的爐石，可大量使用作為砂樁之材料，由於顆粒特徵，使其抗剪強度大。
- e. 土壤改良：台灣地區土地經天候作用及過度使用，致使土壤逐漸呈現酸性。而爐石含有 SiO_2 、 CaO 、 MgO ，以及鐵分、硼、磷等矽酸質肥料成分，係屬於鹼性物質，具有土壤改良劑的效果。

(2)轉爐爐石

由於爐石中的鐵份，增加了攪碎處理上的困難，不易研磨成粉；另則為爐石中的石灰，會造成轉爐爐石顆粒的膨脹崩壞，因此影響其利用途徑。現今轉爐爐石僅能將之作初步的填平低窪地的整地處理。另外部份爐石作為道路用、地工用、或是回收添加入高爐，作為調整成份之用途。

3. 爐石資源化利用現況

台灣地區爐石來源大部份來自中鋼公司。1984~1996 年的爐石產量與利用量如表 3-39。由於水淬爐石資源化利用較氣冷爐石為容易，故自 1982 年中鋼二號高爐開始生產水淬爐石，當時年產量約為 30 萬公噸，1996 年生產量為 148 萬公噸，估計至 1998 年第六套水淬設備

完成後，即可達到水淬爐石年產能 200 萬公噸以上。圖 3-14 為中鋼水淬爐石應用於水泥業的統計。

表 3-39 中鋼爐石資源化利用量

單位：萬公噸

年 度	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1994
產 量	137	143	153	183	257	469	222	233	231	253	251	242	262
資 源 化 量	108	90	118	117	113	141	167	188	193	206	222	216	262
資 源 化 比 例 %	78.8	62.9	77.1	63.9	44.0	52.4	75.1	80.6	83.4	81.4	88.3	89.2	100

資料來源：陶錫富,楊貫一,中鋼公司廢雜料管理,技術與訓練,1997

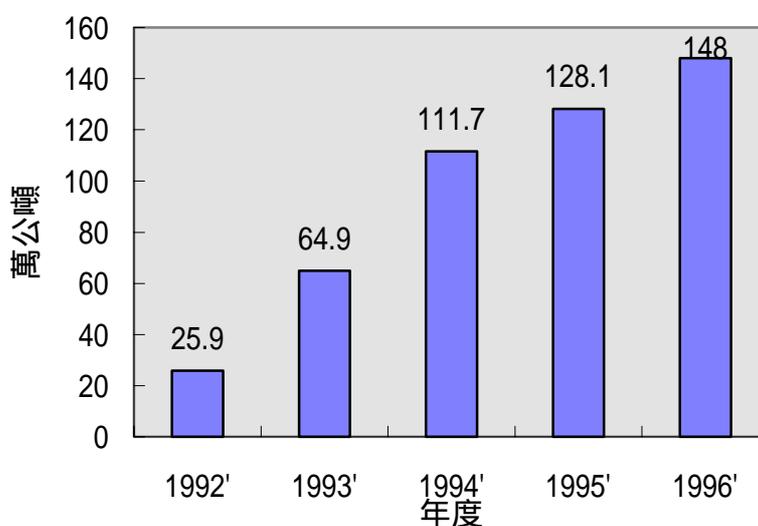


圖3-14 1992~1996年水淬爐石應用於水泥的利用量

資料來源：陳逸偵,民國 81~85 年礦業概況,1992~1996

3.3.2-2 煤灰資源化

1. 煤灰種類

煤灰為燃煤電廠發電後產生的副產物，可分為飛灰與底灰兩種。煤灰早期採用之直接海拋方式，基於維護生態環境及防止公害等考量，已無法再繼續執行。而陸上掩埋方式則面臨處理費用日益高漲及掩埋場地不易獲得等問題。因此，許多國家積極地致力於煤灰資源化的研究，開發煤灰新的應用途徑，如此不但可解決煤灰處理的問題，亦可保護日益匱乏的天然資源。

2. 煤灰資源化利用方式

(1) 混凝土：

根據過去煤灰供應申請表資料，顯示台電飛灰用途集中於預拌混凝土(佔飛灰用量之 90% 以上)，台塑、中鋼、遠東紡織亦同。根據 1983 年台電調查台灣地區 167 家預拌混凝土工廠，其中有 87 家使用飛灰作為混凝土摻料，約佔已知廠家總數的 52.1%，顯示台灣預拌混凝土業使用飛灰的普遍性。飛灰取代水泥的百分比也日益提高，對於結構性混凝土，取代量已可高達 60%。為了提高競爭力，已有不少預拌混凝土業者以高量飛灰取代水泥。但對於缺乏有系統品質管制的小型工程，少數民間建築業盲目濫用高飛灰於混凝土，危及結構物的安全甚巨。

(2) 水泥製品及建材

水泥製品為另一主要飛灰應用途徑，以往添加飛灰會造成早期強度降低，但隨著混凝土的製作技術改良，飛灰在預力或預鑄混凝土工業製造亦逐漸受到重視。隨著住屋高層化的趨勢，質輕耐火之建材已逐漸取代隔間磚。中華窯業已利用飛灰將發泡輕磚及不發泡磚均成功商品化。發泡輕磚含 68% 以上飛灰，不發泡磚是以飛灰和廢電石渣為原料製成。其產品特性為比重小，防潮性佳，易施工，減少人工成本，雖售價比傳統紅磚為高，但仍具競爭力。此外，多種建築用磚、行道磚、美化景觀面磚亦摻用飛灰行銷多年。

(3) 基礎與路基

以飛灰水泥砂漿作為基礎改善的灌漿材料，可防止地盤下陷及地盤穩定，在水壩工程及國內各種重大工程均有此施工應用實例。以飛灰與水泥或飛灰與石灰可改良路基土壤或為路基穩定材料，在西部濱

海公路國聖橋段與彌陀段已使用之，施工結果及通車後兩年追蹤效果顯示效果良好。若以公路興建 1 公里用飛灰量為 3000 公噸計，台灣每年公路新建及養護不下數 100 公里，消耗量將有 30 萬公噸。鋪路工程雖需灰量很大，但並非經常持續性，供需之間的失調是為台電煤灰尚未大量應用於路基建設的主因，因此大型煤灰貯存場之設置，為調節供需所必要興建的設施。

(4) 築堤及填地

高雄市環保局鑑於工業及都會的發展，而衍生之大量無害事業廢棄物及建築廢棄物，於是規劃「大林蒲填海計畫」，或稱為「南星計畫」。其主體工程完全採用飛灰與爐石構築海堤，並利用此二種產業副產物及建築廢土作為填築新生地。此外，高雄縣燕巢鄉填高灰場面積 50 公頃，填灰量 100 萬噸，使原為荒蕪窪地，現已成為兵工學校訓練場。

(5) 海岸及海水中構造物應用

中油公司於 1986 年在高雄縣永安鄉海埔新生地建造液化天然氣貯存構造，為了降低巨積混凝土水化熱，提高其抗硫酸鹽，抗凍融性，及長期耐久性，於主體結構混凝土採用現場添加飛灰，具有特殊效果之龐大膨脹混凝土亦採用飛灰混凝土。近年來台電製造消波塊及人工魚礁都採用飛灰混凝土。

3. 煤灰資源化利用現況

(1) 煤灰生產量

煤灰早年產量都在 40 萬噸以下，而至 1975 年發生世界能源危機，以及台灣近 30 年來工業發達，用電量激增。負責供應台灣地區在台電公司，將混燒油煤機組改為燃煤機組，並且新增火力機組皆以

煤炭為燃料，再加上民營業者自組汽電共生設備，煤灰的產量因此大增。1996 年台電煤灰總量為 176.2 萬公噸(飛灰佔 141.5 萬公噸)，台塑煤灰產量為 51.4 萬公噸，中鋼產生煤灰為 5.9 萬公噸(飛灰佔 5.25 萬公噸)，遠東紡織約生產 1.1 萬公噸。

(2) 煤灰利用推廣

1996 年 12 月台電公司訂定「台電公司煤灰供應外界管理辦法」(附錄十一)，以期妥善管理供應予外界之煤灰，確實達資源永續利用之目的。其中申請單位由原台電煤灰小組發電處登記，而現今改至各燃煤電廠申請登記，大多數仍為免費供應，但於民國 87 年起台中發電廠及興達發電廠已改由公開招標方式委託民間業者處理。申請業者不但要填請“煤灰供應申請表”(附錄十二)，更應於使用完畢後填妥“煤灰應用情況申請表”(附錄十三)，以利嚴格控管煤灰使用流向。

(3) 煤灰利用量

表 3-40 近年臺電之煤灰中飛灰與底灰利用實績比較

	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
飛灰產量(千公噸)	1,073.4	1,224.1	1,311.0	1,206.0	1,218.5	1,411.0	1,338.2
底灰產量(千公噸)	268.0	307.9	327.8	298.6	303.2	350.8	321.7
合計煤灰產量(千公噸)	1,341.4	1,532.0	1,638.8	1,504.6	1,521.7	1,761.8	1,659.9
飛灰利用量(千公噸)	703.8	758.8	970.9	882.2	967.9	934.9	1,110.8
底灰利用量(千公噸)	1.0	4.1	0.6	0	0	0	0
合計煤灰用量(千公噸)	704.8	762.9	971.5	882.2	967.9	934.9	1,110.8
飛灰利用率(%)	65.6	62.0	74.1	73.1	79.6	66.3	83.0
底灰利用率(%)	0.4	1.3	0.2	0	0	0	0
平均利用率(%)	52.5	49.8	59.3	58.6	63.7	54.1	68.3

資料來源：1. 台電發電處提供

2. 郭淑德, 台電火力電廠固態副產物之資源化歷程與展望, 1996

早期台電公司為煤灰資源化利用之主要供應來源，自從 1985 年元月台電免費供灰開始，利用量呈現倍數性的成長，1985 年之產量 814,272 公噸，利用量 51,143 公噸，至 1997 年之產量 1,659,954 公噸，利用量 1,110,843 公噸，其中煤灰的產量增加一倍多，而利用量

約增 20 倍強，如表 3-40 與圖 3-15。近年由於煤灰已普及化，而台塑、中鋼與遠東紡織也生產煤灰極待處理，因此台塑等廠家所產生煤灰亦進入資源化利用體系。

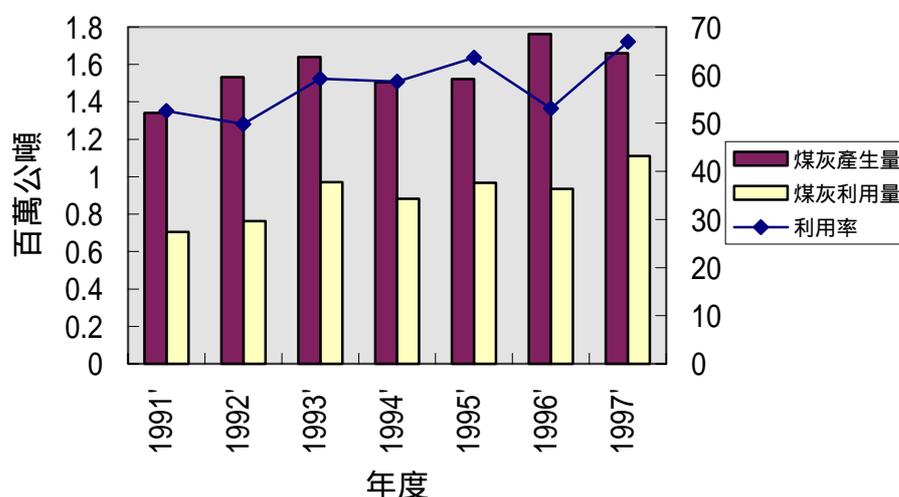


圖3-15 1991~1997年台電煤灰產量利用率趨勢圖

資料來源：1.台電發電處提供
2.郭淑德,台電火力電廠固態副產物之資源化歷程與展望,1996

煤灰的利用在 1985 年台電免費供灰階段，預拌混凝土摻料使用約佔六成，水泥製品及道路整地分別約占各二成；至近年預拌混凝土摻料約占九成以上，大林發電廠飛灰與中聯公司水淬爐石亦合製成飛灰爐石水泥(飛灰約占 25%，爐石約占 75%)。台電煤灰的利用途徑分佈請參照表 3-41 所示。

表 3-41 近年臺電煤灰利用途徑分佈百分比

利用途徑 \ 年份	單位：%										
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
預拌混凝土摻料	60.7	46.0	83.5	82.5	82.5	90.4	92.4	96.0	95.2	91.9	82.5
水泥製品	17.3	27.0	14.0	12.0	11.3	4.2	3.6	3.6	4.1	6.5	14.5
道路及整地	18.9	25.0	1.9	1.1	0.5	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-
台電工程	-	0.7	0.4	4.2	5.5	4.3	3.6	-	-	-	-
其他利用途徑	3.1	1.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	1.5	2.7

資料來源：1.賴正義,高飛灰量混凝土性質,1994
2.陳逸偵,民國 80~85 年礦業概況,1991~1996

至於其它生產煤灰單位的生產與利用狀況：台塑煤灰 1996 年及 1997 年的利用量各約佔產量八成(40 萬公噸)與七成(35 萬公噸)，且幾乎都應用於混凝土料。而 1996 年中鋼公司生產飛灰為 52,500 公噸，分別作為水泥原料使用 19,250 公噸(36.7%)，廠內回收 14,650 公噸(27.9%)，填地、覆土材料 18,600 公噸(35.4%)。另生產底灰 6,287 公噸，全部由廠內回收做為煉鐵製程副原料。

3.3.3 水泥供需利用問題與未來趨勢

綜合以上分析，國內水泥需求量遠大於供給量，顯示國內水泥產業在工程市場極度擴張之下，現有生產設備已達充分運轉之狀況，未來國內水泥需求量若持續增加時，水泥生產業者雖可擴充生產設備以增加產能，但短期內水泥生產量必無法滿足國內工程市場之需求。因此進口水泥之重要性將日益增加，然而衍生之港口碼頭儲存倉庫不足、水泥品質管理不易、國內水泥運輸產銷系統尚未健全以及因聯合國氣候變化綱要公約可能達成的溫室氣體排放管制而面臨減產壓力等問題，也將都是政府部門未來必須面臨與解決之問題；以下即課舉水泥供需利用問題與未來趨勢，供為參考：

1. 由於台灣西部礦權即將藉滿，而南部幾個採礦區也均已停採，未來國內水泥產業轉移至花蓮和平專用區已經是必然的趨勢，包括台泥及東南等，為響應政府產業東移，已在該專業區投下超過千億元的資金，開發內容除水泥廠外，還涵蓋和平電廠及工業港部份，而該區的環境影響評估作業也仍在進行中，因此未來有關和平專區的發展將直接影響水泥產業的興衰。
2. 目前由於二氧化碳被視為提高地球溫度而導致全球氣候發生異常變化的主要氣體，各國為抑制溫室效應持續擴散，均紛紛決定將二氧化碳排放量降低到1990年的排放水準；而聯合國氣候變化綱

要公約所訂定具法律效力的二氧化碳等溫室效應氣體減量議定書，也將影響我國未來產業政策擬定，一般高耗能產業如石化、水泥、鋼材及電力等都將面臨減產的壓力。

3. 面對西部礦源的不足與和平專業區設廠的不確定性等因素使未來供需狀況面臨失調的危機，因此進出口水泥未來所扮演的角色定位，除了是替補性市場，也是穩定市場供需平衡的要素，目前政府相關單位應加緊研擬進出口水泥的管理與發展策略，以因應未來產業所需。
4. 台泥花蓮廠三號窯曾發生環保抗爭事件而被迫停工，期間所蒙受的損失達10億元，是水泥業歷來遭受損失最嚴重的個案，面對往後會愈來愈嚴重的環保抗爭問題，政府相關單位及業界應及早提出其因應措施和解決對策。
5. 由營建業方面來看，建築業在1997年申請建造執照樓地板面積大幅成長，也帶動民間建築投資興建戶數大量增加，而高鐵及台北到桃園機場捷運工程兩項BOT投資案、台北國際金融大樓即將動工、台南科學園區則將有數千億的投資案、以及眷村改建和都市更新方案，由於這些營建產業的利多，都將會直接刺激水泥市場的需求，而使得水泥價格逐漸回穩和產銷量的大幅成長，因此1998年的水泥產業景氣將會有更好的展望。

3.4 混凝土供需利用調查

3.4.1 混凝土供需調查

3.4.1-1 現有之調查單位

由於台灣地區預拌混凝土生產業者包括公會會員廠、非會員合法廠、違章非法廠及工地臨時廠等，其中除公會會員廠之產銷資料可以獲取外，其餘並無管道可以取得，而目前有關預拌混凝土產銷存量的調查，也並無一個機構在執行，市場上的產銷資訊因此相當紛亂不一，以致預拌混凝土之真實年銷量無法明確的掌握。至於現有之調查單位中，台灣區預拌混凝土工業同業公會則僅就其各拌合廠產能作統計並以散裝水泥之銷量概算推測全省預拌混凝土之生產及銷量；而經濟部統計處則是自民國42年起即開始進行台灣地區工業生產調查，目的在於建立台灣地區工礦業產銷查報制度，每月並固定編製工業生產指數與編印「工業生產統計月報」，調查對象主要包括礦業、製造業、水電燃氣業、建築房屋業等四大產業，總共調查2,001項產品，預拌混凝土即為其中之調查項目。

然而由於經濟部統計處只針對登記廠商進行統計調查，為數眾多之非合法登記廠商並未列入官方統計數據中，再加上大型工程現場經常臨時設廠自行生產混凝土，故「工業生產統計月報」上之數據資料顯然偏低，其數據資料與台灣區預拌混凝土工業同業公會以散裝水泥之銷量概算推測全省預拌混凝土生產量，則有相當幅度之落差。

3.4.1-2 混凝土產業現況

目前國內預拌混凝土業者的經營形態，大多數皆為民間自資設廠，規模大小不一，但水泥製品業者兼營預拌混凝土業者則大多資金雄厚，工廠遍及各地，合法、非法及工地型之預拌混凝土廠到處林立，

根據台灣區預拌混凝土公會的概略統計，全省共有500餘家混凝土廠商，其中有260多家合法混凝土廠商，而已加入公會者，依台灣區預拌混凝土公會1998年元月出版之會刊統計，北區會員(新竹縣市以北及花蓮縣)有95家、中區會員(苗栗縣至雲林縣)有61家、南區會員(嘉義縣市以南及台東縣、澎湖縣)有73家，共計有226家，佔合法混凝土廠商數的87%。而目前國內主要廠商則以台泥、亞泥、環泥等公司所附設之預拌廠及國產實業、利陽實業、力泰建設、太平洋新興、鳳盛企業、嘉利實業等專業廠商較具規模，但在預拌混凝土廠商中，又以中小型工廠佔的比例最高。

3.4.1-3 混凝土供需分析

表3-42 台灣地區預拌混凝土生產數量統計表

單位：千立方公尺

年度	經濟部統計處統計資料		台灣區預拌混凝土工業同業公會推估資料
	生產量	銷售量	依散裝水泥的年銷量推估之預拌混凝土年需求量
1984	8,489	8,263	12,390
1985	8,110	7,925	11,833
1986	9,096	8,908	14,437
1987	11,492	11,269	16,603
1988	13,275	12,999	22,406
1989	15,123	15,000	29,252
1990	17,118	16,822	34,121
1991	19,415	19,181	37,048
1992	24,449	24,216	49,815
1993	27,644	27,594	63,351
1994	26,121	26,258	59,844
1995	25,064	25,136	74,564 (含飛灰爐石混凝土)
1996	22,780	22,811	67,898 (含飛灰爐石混凝土)

資料來源：1.經濟部統計處,工業生產統計月報
2.台灣區預拌混凝土工業同業公會
3.和桐化學股份有限公司水泥事業部,徐金泉

近年來由於國內建築工程景氣持續走低，再加上傳統使用RC結構

的建築及公共工程有逐漸被鋼結構取代的趨勢，也使國內預拌混凝土需求不再如過去那般持續成長，由表3-42及圖3-16可以明顯看出，94年及96年產銷量都有大幅衰退的現象出現，而根據台灣區預拌混凝土工業同業公會去年統計的資料顯示，1997年國內預拌混凝土之產量為7,300萬立方公尺左右，相較於1996年產量6,800萬立方公尺，卻有成長大約8%的需求量，顯然預拌混凝土產業已隨著公共工程的陸續推動而有逐漸復甦的跡象。

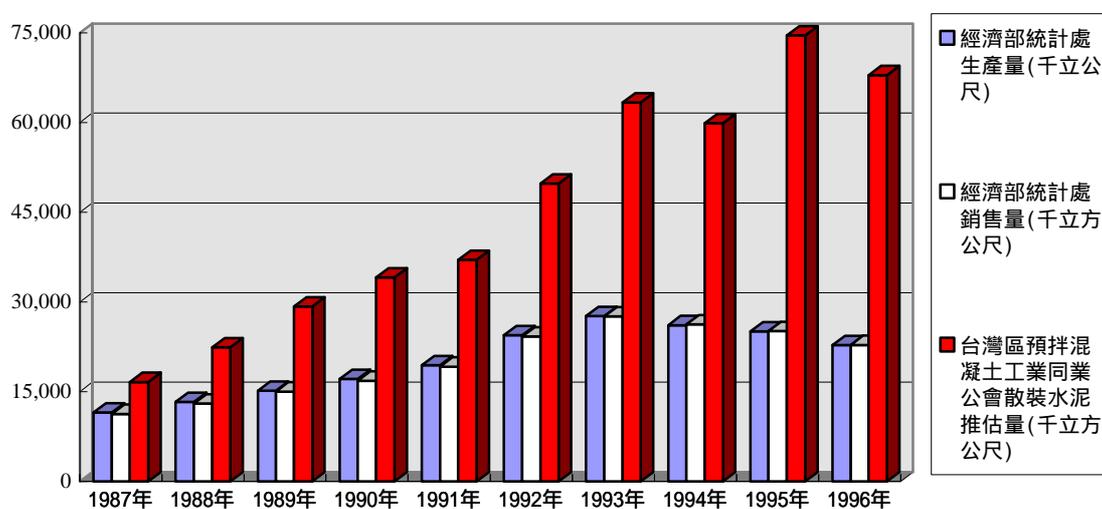


圖3-16 近十年台灣地區預拌混凝土生產數量比較圖

製圖：台灣營建研究院

1. 混凝土產銷量推估模式

由於市場上的產銷資訊相當紛亂不一，預拌混凝土之真實年銷量在無法明確的掌握情形下，由各類推估模式所計算而得的數據資料便成為業界唯一參考的依據，有關預拌混凝土的產銷量推估，最主要的便是由散裝水泥的年銷量作為推估的依據，配合爐石及煤灰的年利用量，計算出預拌混凝土的年需求量；1997年預拌混凝土年產銷量之推估統計流程表則如表3-43 所示。

表3-43 台灣地區1997年預拌混凝土產銷量推估流程表

項次	數據資料
1. 國內水泥之生產量(內銷+進口水泥量)	20,923,714公噸
2. 散裝水泥(台灣地區平均散裝水泥佔75%)	$20,923,714 \times 0.75 = 15,692,785$ 公噸
3. 預拌混凝土使用量(佔散裝水泥96%)	$15,692,785 \times 0.96 = 15,065,074$ 公噸
4. 水泥製品使用量 (佔散裝水泥4%)	$15,692,785 \times 0.04 = 627,712$ 公噸
5. 台灣區爐石粉銷售量	3,135,000公噸
6. 台電之煤灰產生利用量(利用率83%)	1,110,000公噸
7. 台塑之煤灰產生利用量	358,000公噸
8. 台灣地區煤灰利用量(台電+台塑)	1,468,000公噸
9. 爐石混凝土(平均耗用量為 0.07 t/m^3)	$3,135,000 / 0.07 = 44,785,714 \text{ m}^3$
10. 煤灰混凝土(平均耗用量為 0.06 t/m^3)	$1,468,000 / 0.06 = 24,466,666 \text{ m}^3$
11. 爐石和煤灰混凝土之水泥使用量(0.2 t/m^3)	$[(9)\text{項} + (10)\text{項}] \times 0.2 = 13,850,476$ 公噸
12. 純水泥混凝土使用量(平均耗用量為 0.33 t/m^3)	$[(3)\text{項} - (11)\text{項}] / 0.33 = 3,680,600 \text{ m}^3$
13. 台灣地區1997年度預拌混凝土產銷量 (純水泥+爐石+飛灰混凝土)	$(9)\text{項} + (10)\text{項} + (12)\text{項} = 72,932,980 \text{ m}^3$

資料來源：1.和桐化學股份有限公司水泥事業部,徐金泉
2.台灣區預拌混凝土工業同業公會
3.台灣區水泥工業同業公會

若是需要區分出建築工程與土木工程之預拌混凝土使用量時，則可以採用內政部營建署所統計核發建築物建造執照之總樓地板面積，作為推估建築工程使用預拌混凝土量的根據。1997年營建署所核發建築物建造執照之總樓地板面積約為45,779千平方公尺，若以一般混凝土構造物每單位平方公尺樓地板面積約需要0.6立方公尺之混凝土計算(表3-44)，則1997年國內建築結構體對預拌混凝土之需求量大約為27,468千立方公尺，詳如表3-45與圖3-17所示；若由散裝水泥所推估之產銷量來看，1997年建築工程之預拌混凝土使用量約佔全年總

產銷量的37%，而非建築工程部份(橋樑、隧道、水利工程等)則佔約63%。

表3-44 建築物構造每單位樓地板面積所需之主要建築材料數量

單位樓地板面積(平方公尺)	鋼筋(噸)	水泥(噸)	混凝土(立方公尺)	模板(平方公尺)
住宅	0.092	0.282	0.601	4.230
辦公室	0.110	0.218	0.631	3.345
學校	0.106	0.227	0.657	4.033
工廠	0.057	0.238	0.536	2.247

資料來源：彭雲宏,台灣地區營造工程資源供需推估系統架構, 1995

表3-45 建築物構造每單位樓地板面積所需之主要建築材料數量

年度	核發建築物建築執照之總樓地板面積(平方公尺)	預拌混凝土推估需求量(千立方公尺)
1987	34,274,993	20,565
1988	37,525,029	22,515
1989	46,186,787	27,712
1990	40,065,769	24,039
1991	53,671,495	32,203
1992	76,435,671	45,861
1993	72,490,148	43,494
1994	61,214,450	36,729
1995	45,686,642	27,412
1996	37,688,650	22,613
1997	45,779,247	27,468

資料來源：內政部營建署

備註：一般混凝土構造物每m²樓地板面積耗用量約為0.6m³/m²

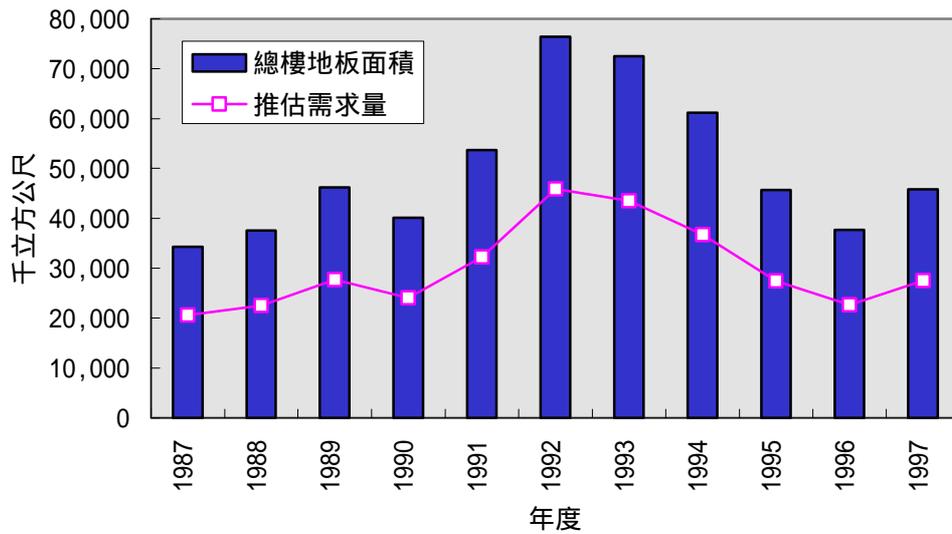


圖3-17 建築物執照樓地板面積推估預拌混凝土需求量

2. 混凝土產能評估

關於預拌混凝土廠之最大生產推估方式，則可以依據現有預拌混凝土廠生產設備之產能與套數進行推計。由於截至1997年底為止，台灣區預拌混凝土工業同業公會之會員數目為226家，較1994年的173家增加了53家，然因新會員廠商其設備數量尚未有統計資料，故只按照比例來推算，則連同未加入公會的廠商，目前全年最大總產能仍維持在35,000萬立方公尺以上，約為全年推估產銷量的5倍。雖然此評估方法仍有一定的誤差存在，但也由此可以知道，國內預拌混凝土之生產潛能尚有很大的發展空間，未來供應各項建築工程與國家公共建設的需求量應不至匱乏。

3.4.2 鋼結構利用

1. 鋼結構的建材耗用

根據林憲德報告中比較高層建築之純鋼骨構造(SC)、鋼骨鋼筋混凝土構造(SRC)與鋼筋混凝土構造(RC)統計。不同構造別中，SC、SRC與RC耗用建材的比例分別為：鋼材(型鋼與鋼筋)1：1.134：0.930；

混凝土 1 : 2.810 : 2.952 ; 木模板 1 : 23.544 : 23.289 , 詳見表3-46。就鋼材、混凝土、木模板三種資源耗用而言, SRC的耗用量皆比SC為高, 其中混凝土與木模板的使用量皆比SC為高, 其中混凝土與木模板的使用量分別是SC的3倍與24倍左右; 以SC與RC比較, 除了鋼材使用量RC為SC的93%之外, RC在混凝土與木模板的使用分別是SC的3倍與23倍左右。綜合以上所述, 高層建築中以鋼材、混凝土與模板三項主要建材資源的使用量比較, SC的資源利用效益遠比SRC高。而RC的鋼材使用雖比SC略低, 但鋼材是較易回收再生的資源, 而且RC在混凝土與木模板的耗用遠比SC高, 因此從資源永續利用的角度而言, SC仍是較佳的選擇。

表 3-46 SC、SRC 與 RC 單位樓地板面積建材資源量比較

項目 構造	鋼 材		混 凝 土		木 模 板	
	(kg/m ²)	比 例	(m ³ /m ²)	比 例	(m ² /m ²)	比 例
SC	172	1	0.21	1	0.18	1
SRC	195	1.134	0.59	2.810	4.238	23.544
RC	160	0.930	0.62	2.952	4.192	23.289

統計條件：樓層20~26層，樓地板面積規模20,000~50,000m²，不含內外裝修。
資料來源：林憲德,台灣建築產業的能源與環保衝擊評估

2. 日本鋼結構利用現況

根據日本建設省建設統計月報所作統計, 1993~1996年日本建築物核發使用執照依構造別區分之樓地板面積如表3-47及圖3-18。以1996年的資料而言, 日本主要建築構造為木構造與純鋼骨構造, 各佔38%與36%, 其次分別是鋼筋混凝土佔18%, 以及鋼骨鋼筋混凝土佔8%。

表3-47 日本不同建築物構造別樓地板面積統計

單位：千平方公尺

構造別 年度	總計	木構造 總樓地板面積		純鋼骨 總樓地板面積		鋼筋混凝土 總樓地板面積		鋼骨鋼筋混凝土 總樓地板面積		其他構造 總樓地板面積	
		總樓地板面積	百分比	總樓地板面積	百分比	總樓地板面積	百分比	總樓地板面積	百分比	總樓地板面積	百分比
1993	230,848	87,410	37.86%	79,607	34.48%	46,153	20.00%	16,927	7.33%	751	0.33%
1994	238,286	92,077	38.59%	79,234	33.21%	47,473	19.90%	18,771	7.87%	731	0.31%
1995	232,392	85,286	36.70%	83,655	36.00%	43,901	18.90%	18,778	8.08%	772	0.33%
1996	258,361	97,433	37.71%	93,137	36.05%	47,312	18.31%	19,676	7.62%	803	0.31%

資料來源：日本建設省,建設統計月報

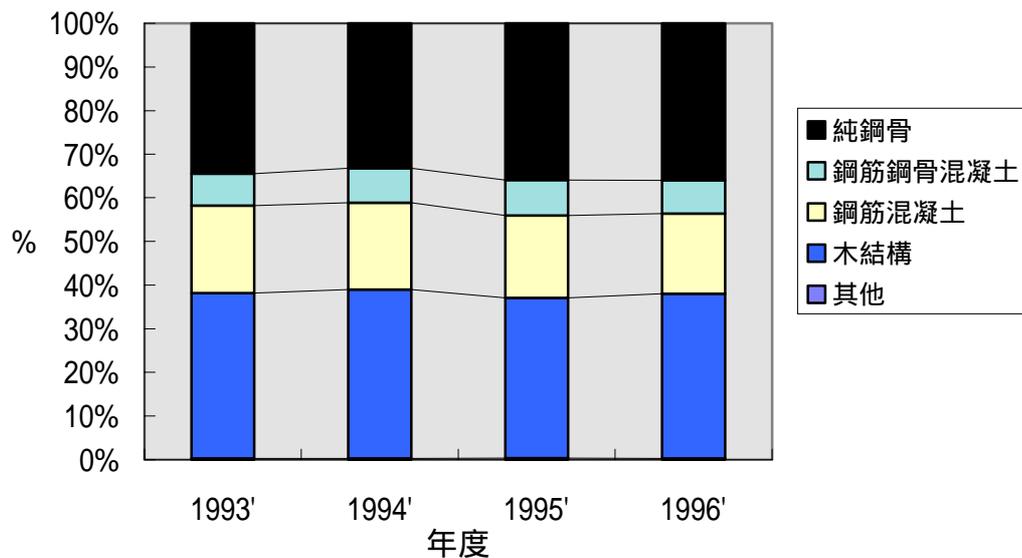


圖3-18 日本建築著工狀況 - 構造別

資料來源：鋼鐵統計要覽,1997

3. 台灣鋼結構發展現況

根據營建署統計資料，1987~1996年國內建築物核發使用執照依構造別區分之樓地板面積，見表3-48及圖3-19。1996年鋼筋混凝土構造佔88%，其次分別為鋼骨鋼筋混凝土佔6.6%，純鋼骨佔2.5%，加強磚造1.8%。以國內資料和日本比較，國內建築物過度偏重於砂石、水泥與混凝土耗用量大的鋼筋混凝土，而純鋼骨構造的比列遠低於日本。

表3-48 台灣地區歷年核發不同構造別建築物使用執照統計

單位：平方公尺

構造別 年度	總計	純鋼骨 總樓地板面積		鋼骨鋼筋混凝土 總樓地板面積		鋼筋混凝土 總樓地板面積		加強磚造 總樓地板面積		其他構造 總樓地板面積	
		面積	百分比	面積	百分比	面積	百分比	面積	百分比	面積	百分比
1987	25,167,539	946,045	3.46%	217,411	0.86%	19,489,694	77.44%	3,825,947	15.20%	688,442	2.74%
1988	29,607,737	1,371,203	4.63%	646,436	2.18%	22,687,478	76.63%	4,086,902	13.80%	815,778	2.76%
1989	31,234,036	1,482,601	4.75%	428,039	1.37%	25,306,381	81.02%	3,144,213	10.07%	872,802	2.79%
1990	31,271,059	2,210,130	7.07%	383,877	1.23%	25,665,109	82.07%	2,813,343	9.00%	198,600	0.64%
1991	31,995,034	2,054,796	6.42%	1,256,978	3.93%	26,535,576	82.94%	2,052,220	6.41%	95,464	0.30%
1992	36,922,351	1,944,958	5.27%	1,725,851	4.67%	31,495,718	85.03%	1,556,537	4.22%	199,287	0.54%
1993	47,542,986	2,772,850	5.83%	1,298,835	2.73%	41,529,236	87.35%	1,544,229	3.25%	397,836	0.84%
1994	58,159,322	2,229,874	3.83%	2,589,313	4.45%	51,579,595	88.69%	1,317,393	2.27%	443,147	0.76%
1995	55,262,803	1,158,733	2.10%	2,852,887	5.16%	50,029,932	90.53%	969,984	1.76%	251,267	0.45%
1996	45,710,036	1,160,441	2.54%	3,006,338	6.58%	40,260,988	88.08%	833,187	1.82%	449,082	0.98%

資料來源：內政部營建署營建業務指標

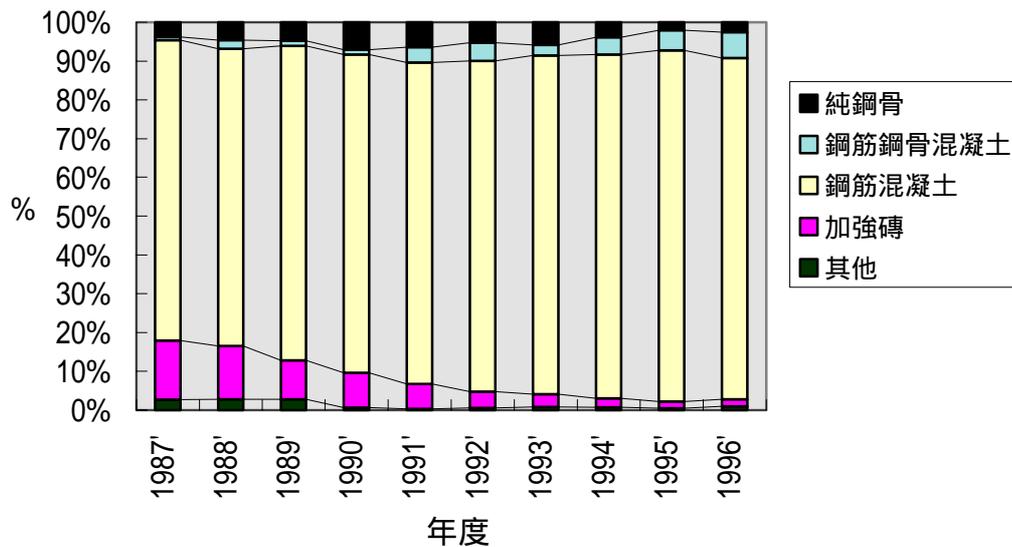


圖3-19 台灣地區歷年核發不同使用執照比例圖

3.4.3 混凝土供需利用問題與未來問題趨勢

綜合以上分析，由於建築產業結構的逐漸轉型，台灣地區未來勢必由傳統使用RC結構的模式逐漸被鋼結構所取代，混凝土生產業者除需面臨此一產業交替的重要時刻，在面對聯合國氣候變化綱要公約可

能達成的溫室氣體排放管制，也將有面臨限制減產的壓力，而以下即課舉混凝土供需利用問題與未來趨勢，供為參考：

1. 為因應氣候公約，經濟部最近已完成「工廠管理輔導法草案」，增列中央主管機關基於資源合理利用、生態環境及國際公約等政策需要，選定產品或地區，公告舊廠須減產或停止受理工廠的新設與舊廠擴充，石化、鋼鐵、水泥等高耗能產業都將面臨減產，而由於水泥是生產混凝土的主要粘結材，未來混凝土生產業者勢必也將會面臨到水泥料源減少及限制減產的壓力。
2. 隨著砂石風暴持續擴大、水泥又因進口原物料反映新台幣匯率大幅貶值的成本而漲價，使得以砂石、水泥為主要料源的預拌混凝土，不僅價格持續暴漲，隨著高鐵即將在七月全面動工，屆時必須用到大量的砂石及混凝土，市場上將會有嚴重缺貨的現象發生，未來政府相關單位及民間業者更應共體時艱，以謀求解決目前營建產業危機的因應之道。
3. 有關混凝土供需市場的正确產銷資訊，目前並沒有管道可以取得，也並無一個機構在執行調查，因此未來如何建立一個健全的營建資源市場供需調查機制，將是一個重要而迫切的課題。

3.5 模板供需利用調查

3.5.1 模板供需調查

3.5.1-1 現有之調查單位

目前有關建築工程中常用的模板產銷存量調查，由於完全沒有一個機構在執行調查，以致有關模板之真實年銷量無法明確的掌握，市場上的產銷資訊也因此相當紛亂。而有關合板之市場供需資訊，台灣區合板製造輸出業同業公會和經濟部統計處則有合板的產銷資料可以作為參考。

在現有的合板產銷調查單位中，台灣區合板製造輸出業同業公會主要是以財政部關稅總局的進出口資料，作為其產銷統計的依據，而經濟部統計處則是每月利用工商及服務業普查母體檔資料，以電腦抽出樣本作調查，每月並固定編製工業生產指數與編印「工業生產統計月報」，調查對象則主要包括礦業、製造業、水電燃氣業、建築房屋業等四大產業，總共調查2,001項產品，製成材、素面合板及加工合板即為其中之調查項目。

3.5.1-2 產業現況

有關模板部份，目前國內的建築工程仍然有多數是採用傳統的模板系統，儘管各種金屬系統模板已陸續引進國內的集合住宅建築中使用，但因必需配合建築設計的模距化，方能充份發揮系統模板多次轉用的經濟效益，對於建築設計外觀多變化以及一般民間工程量不夠大的建築而言，單價較低的傳統模板仍然是一般業者的優先選擇，一般也只有工程品質的考量下，由業者特別指定使用系統模板或是在大型的集合住宅建築中，才有系統模板的使用。然而傳統模板耗費木材資源甚巨，一般的模板若未能適當的使用，則只能利用2至3次即無法

再使用而報廢。

至於合板產業部份，台灣目前木材及合板產業由於受到原料短缺、勞動力短缺、工資高漲及新興合板工業國的削價競爭等因素之影響，已逐漸喪失原有之國際市場地位，而且整體產業亦從外銷導向改以內銷為主，其中產品的生產也由素面合板逐漸轉變為生產加工合板。由於木材及合板產業中產品的種類繁多，若參考財政部關稅局編印之「國際商品統一分類制度註解」以及經濟部中央標準局之「合板國家標準彙編」，大致可將其歸類成如下三種：

1. 製成材：木材產業部份以角材及板材等製成品為範圍。
2. 素面合板：亦稱為普通合板，範圍包括單板組成之合板、單板貼面板及類似積層材，如建築用模板及鷹架板等。
3. 加工合板：亦稱特殊合板，範圍包括以素面合板為基材貼上薄片加壓膠合而成的合板及因特殊用途和功能而製成之合板，如裝潢用天花板、隔間板、難燃防火合板及防水合板等。

木板合板產業目前共有工廠家數127家，加入台灣區木材工業同業公會者有61家，加入台灣區合板製造輸出業同業公會者有66家，其中製材業者的地區分佈，北部有21家、中部有20家、南部有13家、東部有7家，而合板業者的工廠，則大多數均集中在南部的嘉義及高雄地區。

3.5.1-3 模板供需分析

依據經濟部統計處及工研院材料所整理的資料顯示，1996年台灣木材合板的總銷售額為583.7億，光進口總量就佔了73.6%，而台灣區生產總量卻只佔銷售總額的26.4%，其中有關營造建材業的使用量則為全年總銷售額的35%，以下即分別以建築工程常用的模板及木材合

板，作一各別的供需分析及探討。

1. 模板

由於模板的產銷資訊相當紛亂，目前也無機構在執行調查，因此也如同混凝土一般，並無真實明確的年銷量可供參考，故一般皆只能採用內政部營建署所統計核發建築物建造執照之總樓地面積，來作為推估建築工程使用模板量的參考根據。

在一般建築物工程中，模板的使用量約為建築物總樓地板面積的4.2倍左右，但若扣除部份住宅工程為降低模板工料費及改善傳統木模施工不良的問題，而採用系統模板施工的部份，則大致可以用4倍總樓地板面積來估算國內每年模板的消耗量，評估一般工地模板在適當使用下，平均能重覆使用到4次來加以計算，則以1996年核發建築物建造執照之總樓地板面積37,689千平方公尺來看，國內一年耗費的建築工程模板量就將近達到約37,000千平方公尺，詳如表3-49及圖3-20所示。

表3-49 1987~1996年模板推估需求量

年度	核發建築物建築執照之總樓地板面積(平方公尺)	模板推估需求量(千平方公尺)
1987	34,274,993	34,275
1988	37,525,029	37,525
1989	46,186,787	46,187
1990	40,065,769	40,066
1991	53,671,495	53,671
1992	76,435,671	76,436
1993	72,490,148	72,490
1994	61,214,450	61,214
1995	45,686,642	45,687
1996	37,688,650	37,689

資料來源：內政部營建署

備註：一般混凝土構造物每 m^2 樓地板面積耗用模板量約為4倍(平均使用4次)

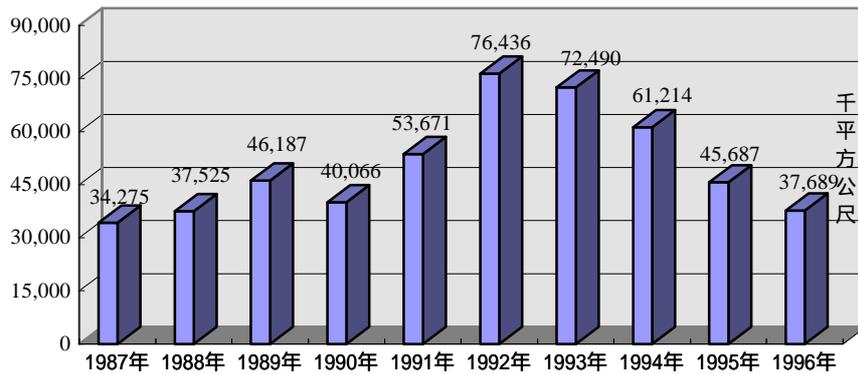


圖3-20 以總樓地板面積推估近十年模板使用量之趨勢圖

製圖：台灣營建研究院

2. 合板

台灣木材工業所生產之製成材以角材及板材為主，主要供應建築傢俱及裝潢等產業之應用，而合板工業所生產之合板以柳安木素面板、樺樹素面合板為主；表3-50為經濟部統計處所調查統計的產銷資料，其中素面合板及加工合板的產銷統計圖則如圖3-21及圖3-22所示。

表3-50 1987~1996年台灣地區合板產銷數量統計表

單位：千平方公尺

年度	製成材(角材、板材) (Lumber)		素面合板(模板、鷹架板) (Unfinished plywood)		加工合板(裝修建材) (Processed plywood)	
	生產量	銷售量	生產量	銷售量	生產量	銷售量
1987	880,053	993,920	244,129	229,955	189,658	188,499
1988	892,545	969,123	187,308	172,061	187,814	187,810
1989	857,404	765,607	133,562	126,317	150,990	138,449
1990	697,373	633,043	126,065	117,707	102,597	102,281
1991	757,833	605,896	173,416	163,925	91,580	84,014
1992	564,999	573,573	158,181	151,671	84,904	78,303
1993	398,796	417,526	113,249	116,918	78,428	76,221
1994	378,108	395,672	83,278	83,546	71,040	65,897
1995	320,911	295,797	64,960	72,573	71,898	58,242
1996	318,667	349,773	48,870	53,921	57,683	48,365

資料來源：經濟部統計處,工業生產統計月報

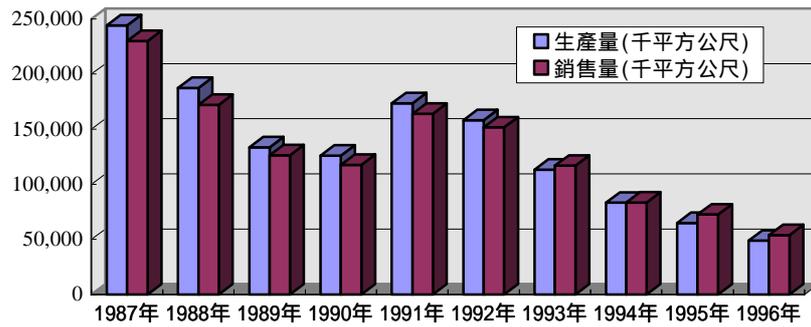


圖3-21 經濟部統計處近十年素面合板產銷統計

製圖：台灣營建研究院

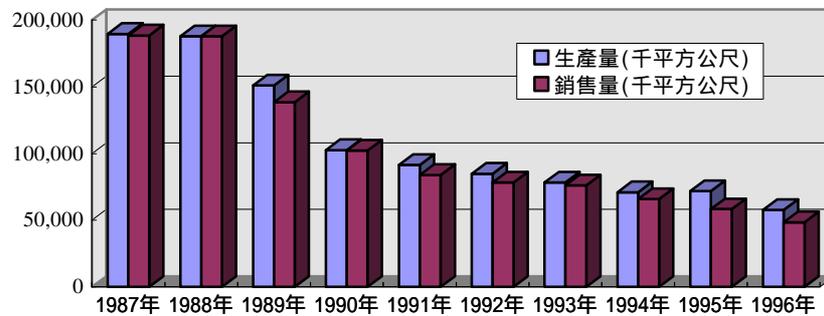


圖3-22 經濟部統計處近十年加工合板產銷統計圖

製圖：台灣營建研究院

3.5.2 模板有效利用

3.5.2-1 傳統木模資源

1. 廢木材產生因素

傳統木模的材質很容易受高鹼性水泥漿之侵蝕，而使其纖維失去韌性變脆，並且木材具有腐蝕、蟲蛀及材料強度不均勻的問題，造成轉用次數不多，耗費資源甚巨。就傳統木模作業流程而言，廢木料將在以下三階段產生：

- (1) 模板加工階段：傳統木模雖然施工輕便及造型容易，但因為需要加工裁切，而造成材料上的浪費，並且形成體積大的事業廢棄

物。

(2)混凝土澆置階段：傳統木模會因處理不當而引發爆模現象，模板也因此不堪再次使用。

(3)拆模棄置過程：模板拆除常因工人拆模不當或模板任意放置，而使模板受損，降低模板轉用次數。若已達到不堪轉用的地步，則將遭棄置而形成事業廢棄物。

2. 傳統木模資源化

目前傳統木模資源化的方式有三種，其說明如下：

(1)模板回收再利用：將廢棄模板經由篩除異物、拔去鐵釘、清除表面混凝土等步驟，將其再次裁切成適當大小，直接利用或釘製成一般工地俗稱的「雜模」，再次利用於建築工程中。

(2)模板粉碎再利用：針對無法再製成雜模的廢棄模板，經由異物除去、木質粉碎、金屬物篩選過程所得之粉碎木料，可經由加工處理成木質纖維板、粒片板、高品質堆肥料、隔熱材等用途。

(3)能源回收：由於木料是一種極佳助燃物，在事業廢棄物掩埋處理場缺乏的狀況下，廢棄模板作為固態燃料是個極佳的減量方式。但目前業者在無法處置此體積龐大的廢棄物時，常以非法野地焚化處置。

3.5.2-2 系統模板

由於系統模板的轉用次數遠比木模高，因此以系統模板取代木模，可減少使用木模產生之廢棄物。早期系統模板主要以土木工程案例為市場主軸。但在1987年後，由於模板工短缺及勞務費上揚的因素，引發工法改良的動機，於1991年起民間營造單位將系統模亦逐步

應用在建築工程上。

1991~1996年間，系統模板興建總樓板面積(完成簽約數量)參見表3-51。使用系統模板的案例數量逐年上升，其中 ALUMA、SYMONDS、中屋、佳承飛模系統較有穩定性成長趨勢，而其他系統為階段性個案或成長趨勢並不顯著。

表3-51 建築工程施用系統模板完成面積統計

單位：平方公尺

		1991	1992	1993	1994	1995	1996
系統 模板 種類	ALUMA	0	419,186	7000	44528	165248	119700
	DOKA	17000	0	140000	232848	0	0
	DH	0	0	0	0	201268	136848
	EFCO	0	0	6000	0	0	0
	HUNNBECK	0	0	0	0	523116	0
	MASCON	0	0	0	246247	0	0
	SYMONDS	0	0	10303	92122	26155	52000
	YH	0	0	114048	0	0	500004
	佳承飛模	18,126	0	0	544134	220150	10464
	中屋機構	0	0	48686	399105	0	447791
案例數		2	3	5	9	8	12
總樓地板面積		35126	419186	326037	1558984	1135937	1266807

資料來源：黃斌,建築工程自動化新工程新材料應用現況調查與分析,1996.

3.5.3 模板供需利用問題與未來趨勢

由於環保意識的抬頭與建築產業結構的轉型，台灣地區營造建築工程未來勢必逐漸以鋼結構和系統模板為主要導向。而模板的使用不僅耗費木材資源，更是建築過程中廢棄物產生的一個主要來源，如此大的耗廢量對環境將會是很大的負荷，未來如何加強模板之使用率與再生利用，將是業界一個重要課題。

第四章 分析指標研訂與對策初擬

本章將以鋼材、砂石、水泥、混凝土、模板與其相關的替代利用使用量，統計平均每人建材資源使用量與替代物利用百分比，配合單位樓地板面積建材使用量等指標，分析比較國內外建材資源利用的情況，並研擬建築廢棄物減量初步對策。

4.1 分析指標研訂

4.1.1 每人每年建材資源使用量

1. 鋼材

(1)台灣平均每人營建鋼材使用量

根據台灣區鋼鐵工業同業公會調查鋼板、鋼條、鋼管、不銹鋼及鋼軌等鋼品之出貨總量，以及各項鋼品於營建業的出貨量做累積統計，可得國內平均每人總鋼材與營建鋼材使用量，詳見表 4-1。

表 4-1 1990~1996 年台灣平均每人總鋼材與營建鋼材使用量

項目 年度	鋼材 出貨總量 (公噸)	營建鋼材佔 鋼材出貨總 量百分比	營建鋼材 出貨量 (公噸)	總鋼材 每人使用量 (公斤/人)	營建鋼材 每人使用量 (公斤/人)
1990	12,443,124	45.67%	5,682,761	609.4	278.6
1991	13,599,791	41.95%	5,704,900	660.0	276.9
1992	16,908,253	46.24%	7,818,357	812.8	375.8
1993	19,204,582	49.92%	9,586,423	914.7	456.6
1994	19,403,874	40.15%	7,790,336	916.2	367.9
1995	20,643,710	43.92%	9,066,977	966.6	424.5
1996	20,516,427	37.96%	7,788,471	953.1	361.8

資源來源：1.台灣鋼鐵,1996
2.台灣鋼鐵,1997.
3.鋼鐵資訊,1991~1997 年 2 月刊

(2)日本平均每人營建鋼材使用量

根據日本鋼鐵統計要覽手冊資料，將出貨至營建業的數量加以統計，可得日本平均每人總鋼材與營建鋼材使用量，詳見表 4-2。

表 4-2 1992~1996 年日本平均每人總鋼材與營建鋼材使用量

項目 年度	鋼材 出貨總量 (公噸)	營建鋼材佔 鋼材出貨總 量百分比	營建鋼材 出貨量 (公噸)	總鋼材 每人使用量 (公斤/人)	營建鋼材 每人使用量 (公斤/人)
1992	68,958,000	22.43%	15,469,000	554.1	124.3
1993	63,534,000	22.25%	14,135,000	509.2	113.3
1994	67,880,000	21.55%	14,628,000	542.9	117.0
1995	67,844,000	22.22%	15,076,000	540.3	120.1
1996	70,665,000	21.75%	15,367,000	561.3	122.1

資料來源：日本鋼鐵統計要覽,1997

(3)台灣與日本平均每人營建鋼材使用量比較

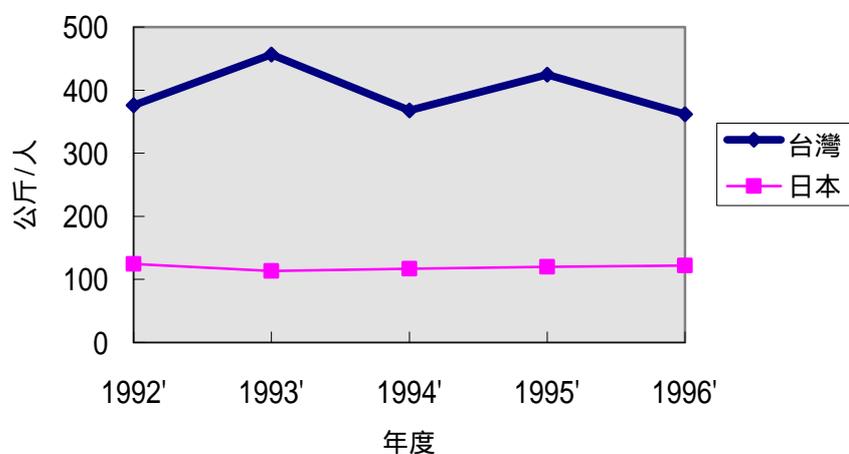


圖4-1 1992~1996年台灣與日本平均每人營建鋼材使用量比較

資源來源：1.台灣鋼鐵,1996
2.台灣鋼鐵,1997.
3.鋼鐵資訊,1991~1997年2月刊
4.日本鋼鐵統計要覽,1997

台灣與日本平均每人營建鋼材使用量比較如圖 4-1，1992~1996 年台灣的平均每人使用量大約是日本的 2~3 倍。台灣平均營建鋼材使用量高於日本，一方面是因國內近年來多項重大工程推動影響，另一方面則是因為

日本的建築物構造中有近 40%是木構造(表 3-47)直接減少鋼材耗用量所致。

2. 砂石

(1)台灣與日本平均每人砂石使用量

表 4-3 1984~1996 年台灣與日本平均每人砂石使用量

國別 年度	台 灣		日 本	
	總砂石量 (千公噸)	每人使用量 (公斤/人)	總砂石量 (千公噸)	每人使用量 (公斤/人)
1984	95,716	5,052	748,000	6,218
1985	95,561	4,985	727,000	6,006
1986	101,960	5,246	749,000	6,157
1987	113,876	5,829	787,000	6,438
1988	126,256	6,315	827,000	6,738
1989	143,381	7,094	862,000	6,996
1990	157,304	7,698	949,000	7,677
1991	165,811	8,056	919,000	7,409
1992	183,219	8,797	892,000	7,167
1993	207,787	9,928	864,000	6,925
1994	199,964	9,444	852,000	6,814
1995	196,136	9,177	833,000	6,634
1996	176,523	8,223	881,000	6,992

資源來源：1. 經濟部礦業司

2. 台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

3. 日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996

4. 日本通商產業省生活產業局窯業建材課

5. 日本砂利時報,1996年3月刊

由水泥使用量推估台灣的砂石使用量，以及日本通產省砂石需求量資料，統計得台灣與日本之平均每人砂石使用量如表 4-3。

(2)台灣與日本平均每人砂石使用量比較

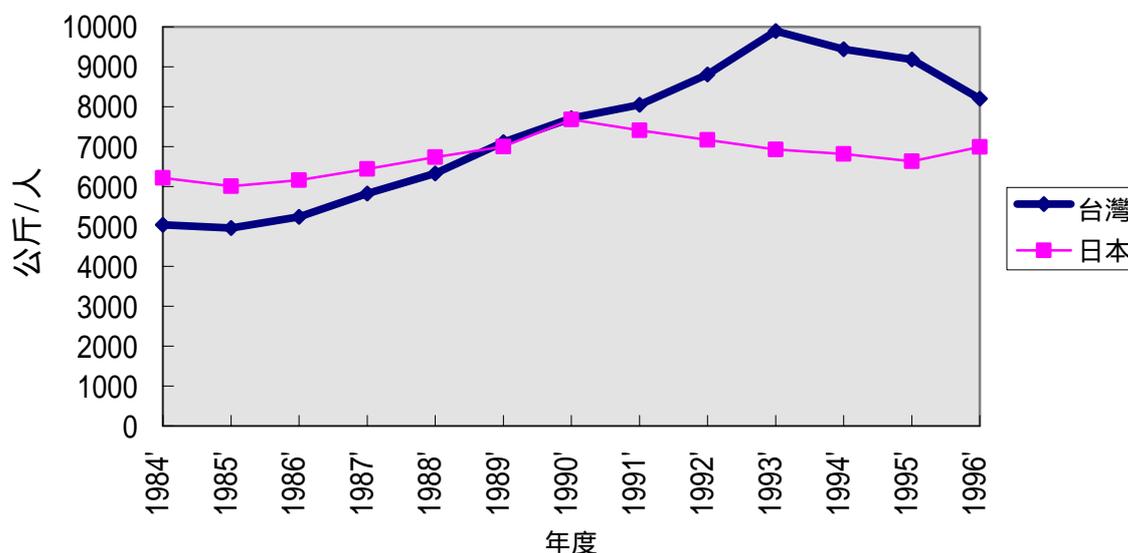


圖4-2 1984~1996年台灣與日本平均每人砂石使用量比較

- 資源來源：
1. 經濟部礦業司
 2. 台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997
 3. 日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996
 4. 日本通商產業省生活產業局窯業建材課
 5. 日本砂利時報,1996年3月刊

台灣與日本平均每人砂石使用量趨勢比較如圖 4-2,台灣地區平均每人砂石使用量從 1985 年的 4,956 公斤,逐年增加至 1993 年 9,928 公斤,之後又逐漸降低至 1996 年的 8,223 公斤。因砂石的使用量直接受土木工程和建築工程景氣的影響,由 GDP 中營建業所佔生產值趨勢圖(圖 4-3),可看出砂石的平均使用量趨勢和營建業生產值大致相關。而日本屬於已開發國家,經濟成長率較低,所以砂石的平均使用量雖略有起伏,但大致在 6,000~7,200 公斤之間,起伏幅度遠較台灣為低。近年來台灣的平均每人砂石使用量較日本高,除了受國內重大工程增多影響之外,日本建築構造物中,木構造佔約 37%,純鋼骨構造佔約 36%,這兩種構造合計佔七成以上,所以日本的平均砂石

耗用量較台灣為低。

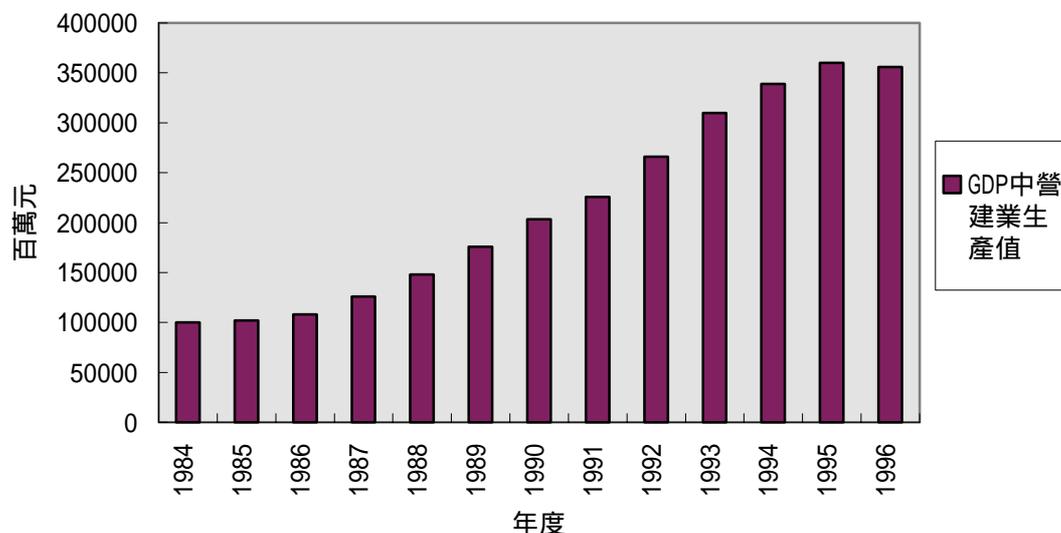


圖4-3 GDP中營建業生產值

資料來源：經濟部統計處,國民經濟動向統計季報,1998年2月刊

3. 水泥

(1) 台灣與日本平均每人水泥使用量

表 4-4 1990~1996 年台灣與日本平均每人水泥使用量

年 度	台 灣		日 本	
	使 用 量 (千公噸)	每人使用量 (公斤/人)	使 用 量 (千公噸)	每人使用量 (公斤/人)
1990	18,132	890.90	86,286	698.04
1991	19,276	935.48	85,287	687.56
1992	23,345	1,122.20	82,142	660.03
1993	27,973	1,332.38	78,615	630.11
1994	27,219	1,285.24	79,743	637.78
1995	26,163	1,224.52	80,377	640.10
1996	22,112	1,027.25	82,417	654.10

資料來源：1.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997

2.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996

依台灣區水泥工業同業公會歷年水泥產銷量資料，與日本水泥協

會的銷售量資料，統計得台灣與日本平均每人水泥使用量如表 4-4。台灣於 1993 年達到最高值為每人 1,332 公斤，而日本則維持介於每人 600~700 公斤之間。

(2)台灣與日本平均每人水泥使用量比較

台灣與日本平均每人水泥使用量趨勢比較如圖 4-4，1990~1996 年台灣的平均每人水泥使用量均較日本高，台灣平均每人水泥使用量從 1990 年的 841 公斤，逐漸增加至 1993 年 1,332 公斤的最高峰，之後逐年減低至 1996 年的 1,027 公斤。值得注意的是水泥的平均使用量趨勢和砂石的平均使用量趨勢相當吻合，可見這兩種建材資源使用量的關連性相當高。而日本的平均水泥使用量則呈現相當穩定的趨勢，屬於已開發國家之一般趨勢。而台灣平均每人水泥使用量高於日本的原因大致與砂石因素類似，受國內重大工程量增加以及日本建築物構造中大量使用木構造和鋼骨構造影響。

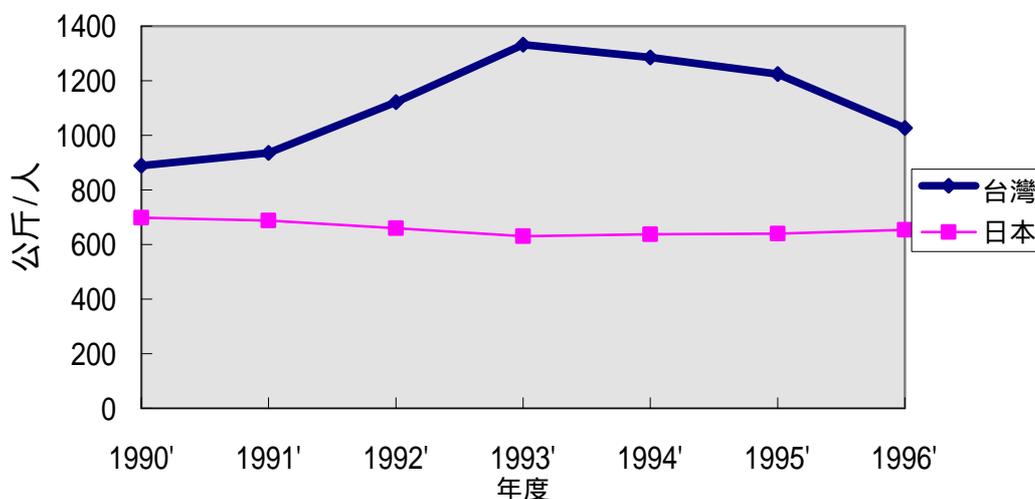


圖4-4 1990~1996年台灣與日本平均每人水泥使用量比較

資料來源：1.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997
2.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996
3.日本水泥協會

(3)台灣與各國平均每人水泥使用量比較

1994 年台灣與日本、美國、英國、德國、法國、南韓之平均每人水泥使用量比較如表 4-5 與圖 4-5。由比較可知，台灣每人使用量大約是日本的 2 倍、美國的 4 倍、英國 5.5 倍、德國 2.5 倍、法國的 3.5 倍，除了南韓外，普遍高出其他國家很多。

表 4-5 1994 年各國水泥平均每人水泥使用量比較表

國別 \ 項目	水泥總量 (千公噸)	每人使用量 (公斤/人)
台灣	27,219	1,285
日本	80,259	642
美國	85,482	328
英國	13,200	227
德國	41,275	507
法國	20,055	347
南韓	52,668	1,185

資料來源：程月初,漫談我國水泥工業,1997

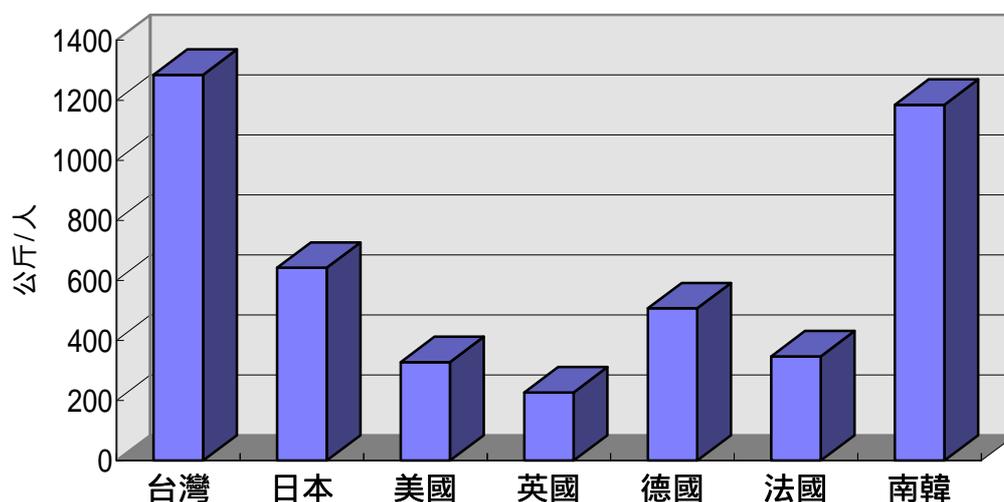


圖4-5 1994年各國平均每人水泥使用量比較圖

資料來源：程月初,漫談我國水泥工業,1997

4. 混凝土

(1) 台灣與日本平均每人混凝土使用量比較

表 4-6 1989~1996 年平均每人混凝土使用量

項 目 年 度	台 灣		日 本	
	混凝土使用量 (千立方公尺)	每人使用量 (立方公尺/人)	混凝土使用量 (千立方公尺)	每人使用量 (立方公尺/人)
1989	29,252	1.451	168,140	1.365
1990	34,121	1.676	171,671	1.389
1991	37,048	1.798	169,928	1.370
1992	49,815	2.395	148,293	1.192
1993	63,351	3.017	139,602	1.119
1994	59,844	2.825	140,673	1.125
1995	74,564	3.491	175,723	1.399
1996	67,898	3.154	180,256	1.397

資料來源：1.台灣區預拌混凝土工業同業公會
 2.和桐化學股份有限公司事業部,徐金泉
 3.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996
 4.日本通產省預拌混凝土統計季報

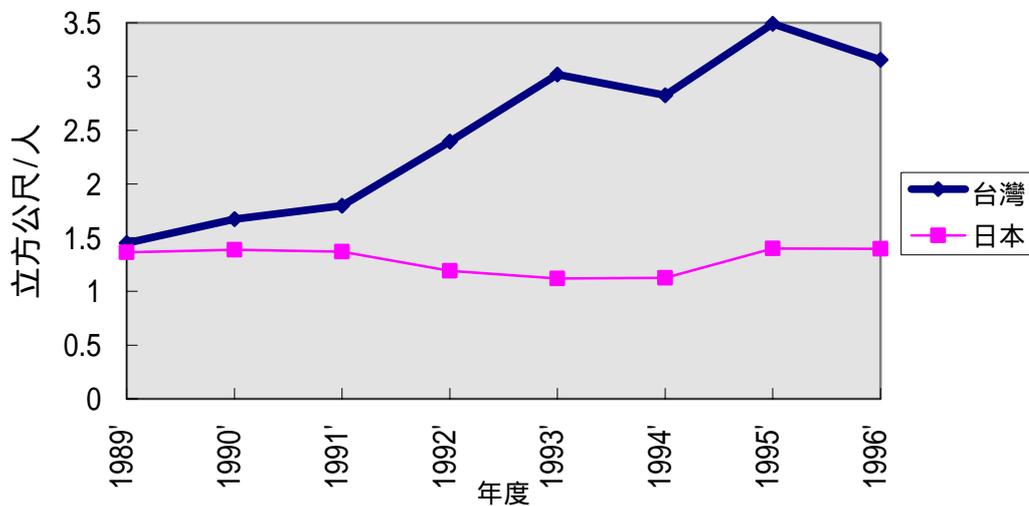


圖4-6 1989~1996年台灣與日本平均每人混凝土使用量比較

資料來源：1.台灣區預拌混凝土工業同業公會
 2.和桐化學股份有限公司事業部,徐金泉
 3.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996
 4.日本通產省預拌混凝土統計季報

根據台灣區預拌混凝土工業同業公會與日本通產省預拌混凝土統

計季報數量計算，可得台灣與日本平均每人混凝土使用量比較，詳見表 4-6 與圖 4-6。1989 至 1996 年台灣平均每人使用量均較日本高，其中 1996 年台灣平均每人混凝土使用量約是日本 2.3 倍。

(2)台灣與各國平均每人混凝土使用量

根據經濟部所做調查指出，在 1991~1996 年間台灣、新加坡、日本、英國、美國的混凝土每人使用量分別為表 4-7 所示之範圍，台灣普遍比其餘國家都為高，並且對於範圍的差距，除了新加坡和我國起伏較大外，其餘各國普遍平緩且少有增長。

表 4-7 1991~1996 年間各國平均每人混凝土使用量比較表

國別 \ 項目	每人使用量 (公噸/人)
台灣	4.33 8.20
新加坡	3.34 5.29
日本	3.25 3.44
英國	1.09 1.24
美國	0.96 0.97

資料來源：經濟部礦業司

在平均使用量的變化方面，日本、英國與美國都呈現平緩穩定趨勢，台灣的變化則相當大，新加坡次之。

5 模板

依據內政部營建署核發建築物建造執照之樓地板面積所推估傳統模板使用量資料，統計得平均每人模板使用量，如表 4-8 所示，平均每人模板使用量趨勢如圖 4-7。

表 4-8 1987~1996 年平均每人模板使用量

年 度	模 板 推 估 量 (千平方公尺)	每人使用量 (平方公尺/人)
1987	24,275	1.241
1988	37,525	1.900
1989	46,187	2.297
1990	40,066	1.969
1991	53,671	2.604
1992	76,436	3.674
1993	72,490	3.453
1994	61,214	2.890
1995	45,687	2.139
1996	37,689	1.751

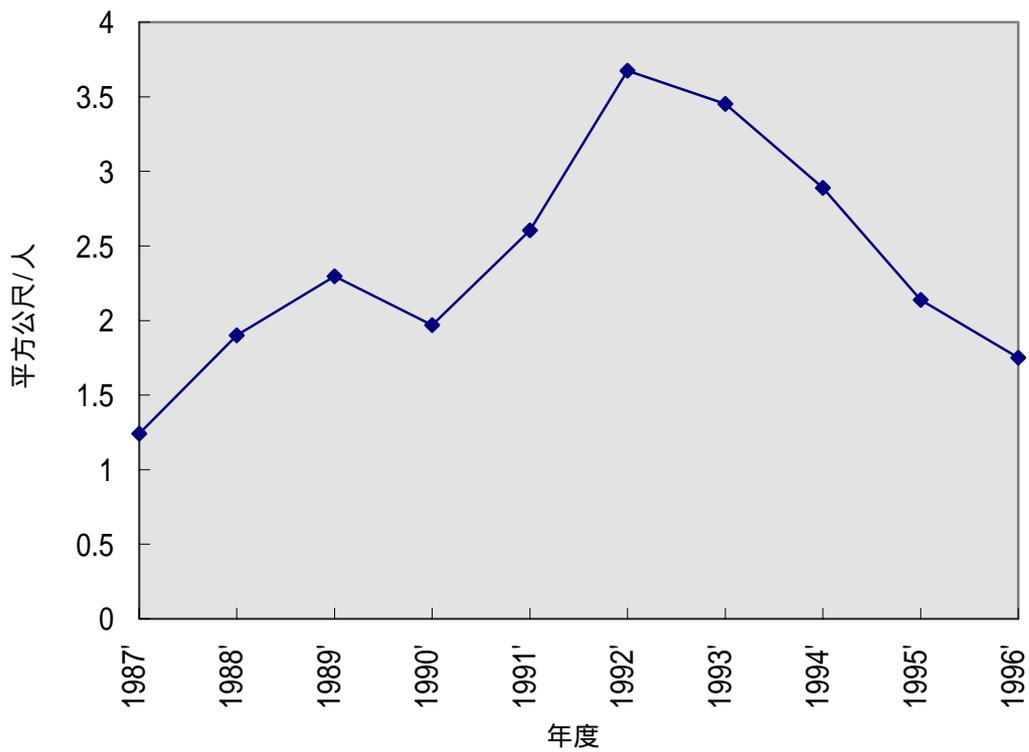


圖4-7 1987~1996年平均每人模板使用量

4.1.2 單位樓地板面積建材資源使用量

為了進一步了解建築工程中建材資源的使用情形，本章節將以建築工程的合約資料，統計分析單位樓地板面積鋼筋、混凝土與模板的使用量，並就歷年來的使用量趨勢比較分析。

1. 案例之樣本分析

本研究依據蒐集所得之 51 個建築工程合約樣本進行單位樓地板面積建材資源使用量統計。樣本的性質由樓層數分類：0~6 層有 34 個案例，7~12 層有 14 個案例，13 層以上有 3 個案例。由建築的用途分類：住宅有 19 個案例，辦公室有 10 個案例，學校有 17 個案例，工廠有 5 個案例。在工程地點方面：台北市有 14 個案例，高雄市有 5 個案例，台灣省有 32 個案例。全部案例之總樓地板面積總合計約為 681,999.57 平方公尺，詳細資料參看附錄五。

2. 單位樓地板面積建材資源使用量

表 4-9 單位樓地板面積鋼筋、混凝土與模板使用量

資源建材	單位	使用量
鋼筋	公噸/m ²	0.1318
混凝土	m ³ /m ²	0.6714
模板	m ² /m ²	4.1297

單位樓地板面積建材資源使用量會依樓層別、用途別的不同而改變。而本研究旨在建立一宏觀的指標，反映建築工程中建材資源耗用情形，並就歷年來指標的變化進行比較，所以將不區分樓層與用途別進行統計。單位樓地板面積鋼筋、混凝土與模板的使用量如表 4-9 所

示，其中鋼筋為 0.1318(公噸/m²)、混凝土 0.6714(m³/m²)、模板 4.1297(m²/m²)。若以民國 81~87 年歷年使用量資料，並以民國 81~85 年和民國 86~87 年兩個時間範圍統計比較，鋼筋、混凝土與模板於不同時間範圍之比較圖，如表 4-10 及圖 4-8。其中近兩年鋼筋、混凝土與模板之平均使用量均較五年前(民國 81~85 年)之平均使用量均略為減低。

表 4-10 81~85 年與 86~87 年單位樓地板面積鋼筋、混凝土與模板使用量

資源建材	單位	81~85 年使用量	86~87 年使用量
鋼筋	公噸/m ²	0.1372	0.1257
混凝土	m ³ /m ²	0.6841	0.6571
模板	m ² /m ²	4.1722	4.0812

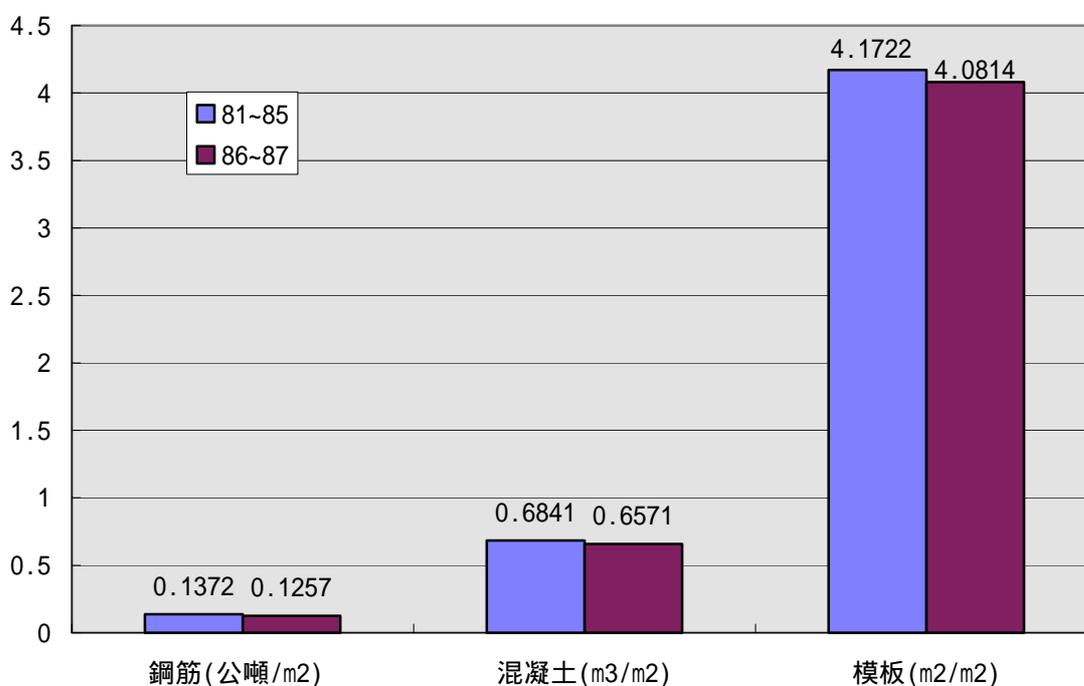


圖4-8 81~85年與86~87年單位樓地板面積鋼筋 混凝土與模板使用量比較圖

4.1.3 建材資源替代利用百分比

1. 廢鋼回收利用百分比

冶煉鋼鐵原料包括廢鋼、鐵礦砂、生鐵、矽鐵、錳鐵、矽錳鐵，經冶製成鋼胚半成品、高爐生鐵、合金鐵等鋼材，最後再冶製成鋼板、鋼筋、型鋼、不銹鋼等諸多種鋼品。而廢鋼為經由使用後廢棄的過去鋼鐵製品，所以純度相較於鐵礦砂為高，因此再次冶煉所需耗費能源為低，並且廢棄物產出量也為少。1992~1996年台灣煉鋼產業以廢鋼冶煉鋼材的使用量與比例如表 4-11 與圖 4-9。

表 4-11 1992~1996 年廢鋼使用百分比

單位：公噸

項目 年度	廢鋼	鐵礦砂	其他原料	總計	廢鋼使用比例
1992	5,332,628	7,206,729	245,241	12,784,598	41.71%
1993	5,878,053	8,285,444	301,745	14,465,242	40.64%
1994	6,701,833	8,228,399	189,035	15,119,267	44.33%
1995	6,689,162	8,126,203	178,502	14,993,867	44.61%
1996	7,188,453	8,434,453	208,991	15,831,897	45.41%

資料來源：台灣鋼鐵,1997

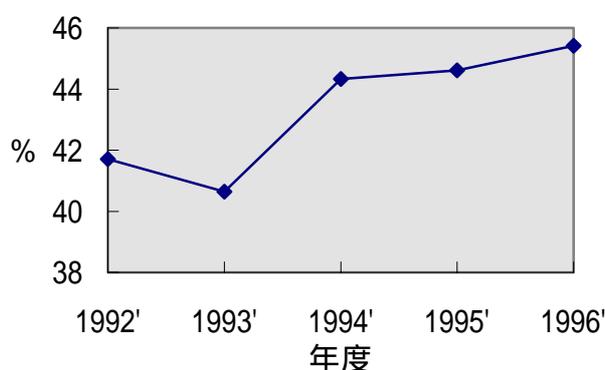


圖4-9 1992~1996年廢鋼利用趨勢圖

資料來源：台灣鋼鐵,1997

2. 砂石料源分佈百分比

(1) 台灣砂石料源分佈百分比

國內砂石來源僅來自於河川砂石及陸上砂石，1992~1995 年砂石料源分佈情況如表 4-12 所示，近年來國內河砂料源化例高達九成以上。

表 4-12 1992~1995 年台灣砂石料源分佈百分比

單位：立方公尺

項目 年度	總計	河砂	河砂比例 (%)	陸砂	陸砂比例 (%)
1992	113,641,200	106,708,900	93.9%	6,932,300	6.1%
1993	113,870,848	104,419,600	91.7%	9,451,248	8.3%
1994	84,868,200	81,728,000	96.3%	3,140,200	3.7%
1995	87,027,264	82,675,600	95.0%	4,351,664	5.0%

資料來源：王天送,台灣砂石料源開發與合理砂石價格之探討,1997

(2) 日本砂石料源分佈百分比

1984~1993 年日本砂石料源分佈情況如表 4-13 與圖 4-10 所示。日本砂石料源分佈較廣，包括碎石、陸砂、海砂與河砂，但主要料源為碎石與陸砂，各佔 55%、25%。碎石、陸砂、海砂供給於 10 年間呈穩定，唯河砂從 1984 年 8.6% 逐漸降低至 1993 年的 4.4%，降低幅度約五成。

表 4-13 1984~1993 年日本砂石料源分佈百分比

單位：百萬公噸

項目 年度	總量	碎石		陸砂		海砂		河砂		其他	
		數量	%	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%
1984	748	410	58.8%	189	25.3%	69	9.2%	64	8.6%	16	2.1%
1985	727	398	54.7%	183	25.2%	71	9.8%	57	7.8%	18	2.5%
1986	749	422	56.3%	187	25.0%	73	9.8%	52	6.9%	15	2.0%
1987	787	445	56.6%	197	25.0%	83	10.5%	47	6.0%	15	1.9%
1988	827	482	58.3%	212	25.6%	77	9.3%	44	5.3%	12	1.5%
1989	862	491	57.0%	235	27.3%	78	9.0%	43	5.0%	15	1.7%
1990	949	526	55.4%	272	28.7%	89	9.4%	49	5.2%	13	1.3%
1991	919	535	58.2%	251	27.3%	78	8.5%	43	4.7%	12	1.3%
1992	892	526	59.0%	237	26.6%	77	8.6%	38	4.3%	14	1.5%
1993	864	512	59.3%	225	26.0%	75	8.7%	38	4.4%	14	1.6%

資料來源：1.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996

2 通商産業省生活産業局窯業建材課.

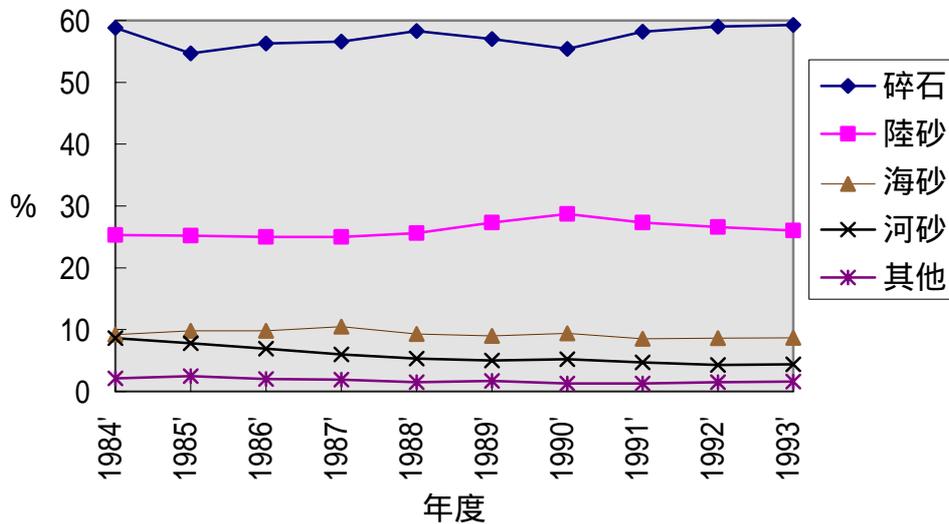


圖4-10 1984~1993年日本砂石料源分佈趨勢圖

資料來源：1.日本建設省建設經濟局勞動資材對策室監修,建設資材研究會編集,建設資材ハンドブック,1996

2 通商産業省生活産業局窯業建材課.

(3)台灣與日本砂石料源分佈比較

1995年台灣與日本砂石料源分佈比較情況如表 4-14 與圖 4-11。

表 4-14 1995年台灣與日本砂石料源比較

單位：百萬公噸

項目 國別	砂石 總量	碎石		陸砂		海砂		河砂		其他	
		數量	%	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%
台灣	196	-	-	10	5.0%	-	-	186	95.0%	-	-
日本	852	497	58.3%	224	26.3%	80	9.4%	37	4.3%	14	1.7%

資料來源：1.王天送,台灣砂石料源開發與合理砂石價格之探討,1997

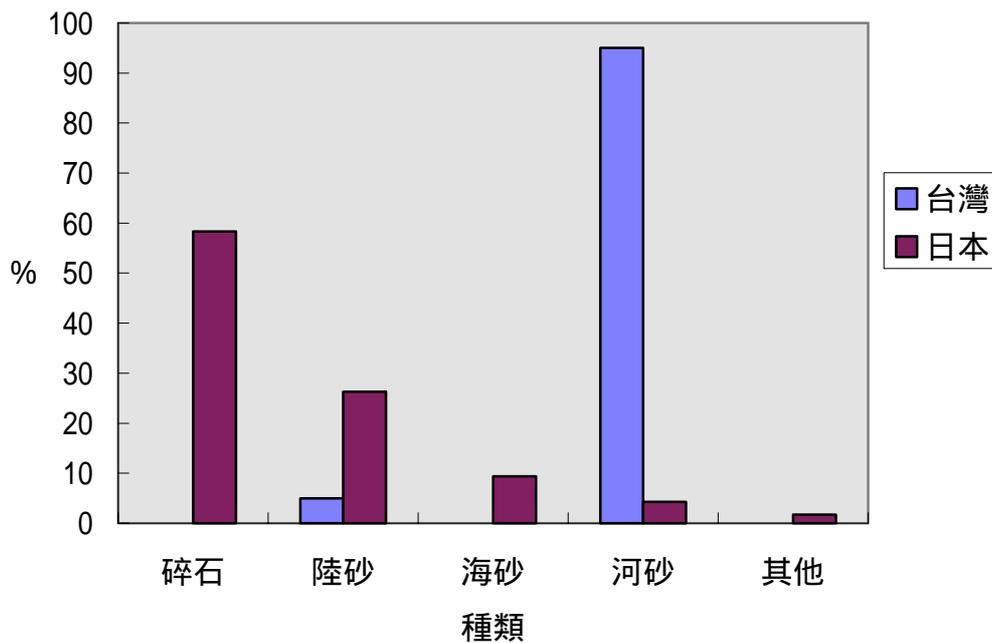


圖4-11 1995年台灣與日本砂石料源分佈比較

資料來源：1.王天送,台灣砂石料源開發與合理砂石價格之探討,1997

3. 爐石及飛灰利用百分比

(1)爐石利用百分比

爐石依冷卻方式不同分為水淬爐石及氣冷爐石，其中水淬爐石經由磨碎成爐石粉，將可添入水泥生料及熟料中加以應用，並提高副產物價值。因此 1991 年後鋼鐵廠擴充設置水淬設備，使得國內產生的水淬爐石副產物則呈現倍數性的成長，亦將其完全應用於水泥業。1992~1996 年國內生產的水淬爐石在水泥中所含比例由 1.11% 上升至 6.69%，詳見表 4-15 與圖 4-12。

表 4-15 1992~1996 年水淬爐石應用於水泥業使用百分比

單位：公噸

項目 年度	水泥 消耗量 (A)	水淬爐石 利用量 (B)	水淬爐石 百分比 (B)/(A+B)
1992	23,345,118	259,145	1.10%
1993	27,973,394	649,259	2.27%
1994	27,218,719	1,116,953	3.94%
1995	26,163,083	1,280,657	4.67%
1996	22,111,620	1,480,000	6.27%

資料來源：1.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997
2.陳逸偵,民國 81~85 年礦業概況,1992~1996

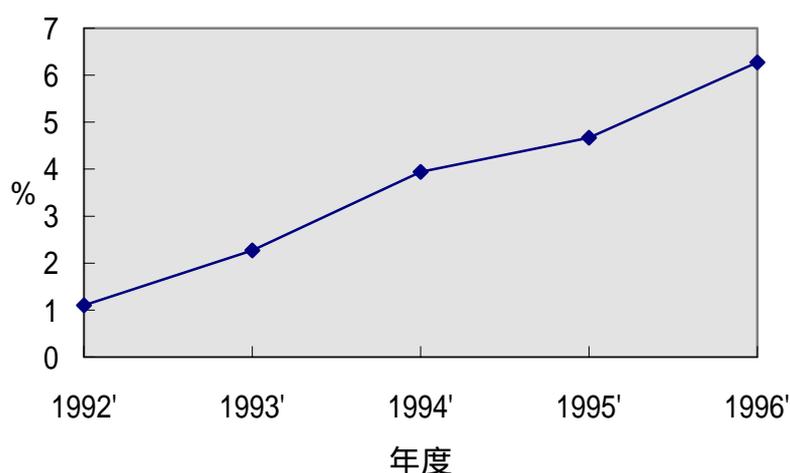


圖4-12 1992~1996年水淬爐石應用於水泥趨勢圖

資料來源：1.台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997
2.陳逸偵,民國 81~85 年礦業概況,1992~1996

(2) 飛灰利用百分比

國內飛灰副產物主要是以台電、台塑、遠紡等廠家所供給，然而其使用於混凝土中將可減少水泥用量。表 4-16 為 1994 年及 1995 年飛灰在混凝土中所替代利用百分比。

表 4-16 1995~1996 年飛灰替代水泥百分比

單位：公噸

項目 年度	水泥 消耗量 (A)	飛灰 利用量 (B)	飛灰 百分比 (B)/(A+B)
1995	26,163,083	1,270,000	4.85%
1996	22,111,620	1,340,800	6.06%

資料來源：1. 台灣區水泥工業同業公會,台灣區水泥工業概況,1997
2. 和桐化學股份有限公司水泥事業部,徐金泉

4. 系統模板利用百分比

1991 年前，系統模板應用於營建工程僅在於少數零星的案例，但在近幾年集合住宅的興建使得利用比例有明顯的增加。自 1994 年開始已有 2% 以上的比例，至 1996 年則到達最高值為 2.77%。詳見表 4-17 與圖 4-13。

表 4-17 1991~1996 系統模板利用比例

單位：平方公尺

項目 年度	建築物 使用系統模板 總樓地板面積	核發建築物 使用執照 總樓地板面積	百分比
1991	35,126	31,995,034	0.11%
1992	419,186	36,922,351	1.14%
1993	326,037	47,542,986	0.69%
1994	1,558,984	58,159,322	2.68%
1995	1,135,937	55,262,803	2.06%
1996	1,266,807	45,710,036	2.77%

資料來源：1. 內政部營建統計年報,1997
2. 黃斌,建築工程自動化新工程新材料應用現況調查與分析,1996.

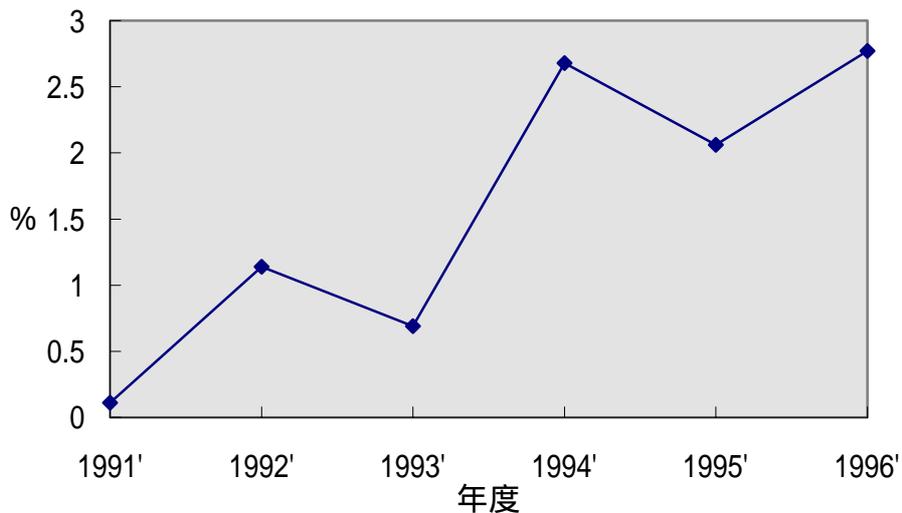


圖4-13 1991~1996年系統模板利用百分比趨勢

資料來源：1.內政部營建統計年報,1997
2.黃斌,建築工程自動化新工程新材料應用現況調查與分析,1996.

4.2 建築廢棄物減量對策初擬

依據前述研究對主要建材資源之現況瞭解與問題分析，本章從「組織管理」、「技術研發」、「輔導推廣」三方面初步規劃建材資源有效利用方向與對策如下：

1. 成立對應組織與建立管理法規

(1)成立建材資源再生利用管理機構或單位。

(2)透過環保署「資源回收再利用法草案」立法過程，制定促進建材資源再生利用法規，使管理政策可依法進行。

(3)規劃政府建材資源利用主管單位間(營建署、經濟部、環保署)之連繫與合作，整合政府主管機關推動再生利用能力。

(4)由政府制定融資與獎勵措施，支援成立再生資源設施與資訊交換中心，促使建材資源得以再生利用。

2. 聯合研發減量技術

- (1) 結合產、官、學界人員，成立專責研發機構，加強營建廢棄物減量與建材資源有效利用技術工法的合作開發，並提供諮詢服務，使技術與產業結合。
- (2) 對於營建廢棄物中數量多且容易回收利用之資源，應優先明定研發新技術工法與規範。
- (3) 鼓勵引進國外減輕技術工法，再依國內環境將其改良為本土性技術工法。

3. 教育大眾與輔導業者建立雙贏成果

- (1) 成立專責再生利用推廣機構。
- (2) 開辦說明會，輔導各階層業者充分了解再生利用的流程及整體效益。
- (3) 建立訓練體制及加強學校教育，培養專業人才。
- (4) 定期發表及獎勵優良再生利用模範工程，增加大眾信心。
- (5) 普及再生利用推廣，加強大眾資源永續利用的意識。

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究從建築開發進程之建材耗用階段，進行"我國建築污染與廢棄物減量對策之研究"，今年度透過鋼材、砂石、水泥、混凝土與模板等主要建材資源調查架構的探討以及減輕科技資料蒐集，分析建材資源供需利用現況與面臨問題，並研訂分析指標，作為我國推動建築廢棄物減量與建材資源利用之參考。以下就上述之成果分述如下：

1. 建材資源調查架構

依據現有鋼材、砂石、水泥、混凝土與模板之資源調查現況分析，建材資源的調查以鋼材和水泥的調查組織最完整，資料的可信度與正確性也較高；砂石調查組織雖完整，但因砂石業者填報資料準確度不足，以及非法盜採情形普遍，故目前以水泥產銷量預估砂石需求量可信度較高；混凝土與模板皆無執行調查單位，而以推估量為參考值。

2. 建材資源供需現況

初步建立主要建材資源量的資料庫，內容包括產銷存量、未來需求量與產能推估等，並進行供給需求現況與面臨問題分析。國內未來鋼筋、鋼板、型鋼的供給應沒問題；水泥在短期內國內的生產將無法供應國內工程需求；而砂石的供需將嚴重失衡；預拌混凝土生產能量足以供應國內未來工程需求量，但若考量砂石影響則將有供給不足問題。

3. 平均每人建材資源使用量

統計國內 1996 年平均每人建材資源使用量分別是：營建鋼材 361.8(公斤/人年)，砂石 8223(公斤/人年)，水泥 1027(公斤/人年)，

混凝土 3.15(立方公尺/人年)，經與日本等先進國家比較，各項資源的使用量皆偏高。以國內的平均每人使用量與日本比較為例，鋼材是 3 倍，砂石 1.2 倍，水泥 1.6 倍，混凝土 2.3 倍。

4. 單位樓地板面積建材資源使用量

統計民國 81~87 年建築工程合約資料，單位樓地面積建材使用量分別是：鋼筋 0.1318(公噸/m²)、混凝土 0.6714(m³/m²)、模板 4.1297(m²/m²)。其中三種材料於民國 86~87 年平均使用量均較於民國 81~85 年之平均使用量略為減低。

5. 產業廢棄物利用

國內產業廢棄物回收利用於建材資源的情況，目前以廢鋼回收煉鋼、爐石與煤灰應用於水泥業的成效較佳，而營建業本身產生之廢混凝土塊回收利用情形仍有相當大的改善空間。

6. 鋼結構利用

從資源有效利用角度比較高層建築中鋼材、混凝土與木模板的耗用，鋼骨鋼筋混凝土在三種資源使用量上皆比純鋼骨構造高，尤其混凝土與木模板的使用量分別是純鋼骨的 3 倍與 24 倍。而鋼筋混凝土構造在鋼材的使用量雖然略低於純鋼骨(93%)，但鋼材的回收利用體系較完備，且鋼筋混凝土構造的混凝土與木模板的使用量分別是純鋼骨的 3 倍與 23 倍。因此純鋼骨是效益最高且值得推廣的構造。

5.2 建議

依據前述針對主要建材資源的供需利用現況探討與問題分析，本研究提出建議如下：

1. 擴大建材調查範圍

建築材料的種類及項目相當多，而資源量的資料大都未有系統的建立。為能充分掌握各種資材的供需狀況，可將建材資源調查架構擴大範圍至所有建築材料，建立產銷存與未來需求預估量基本資料庫，供政府工程主管單位規劃國內整體工程資源、材料廠商調整產能與其它相關應用參考。

2. 回收煉鋼過程能源

由於一般高爐煉鋼會耗用大量能源，且在整個原料加熱後過程又還原，對大氣影響很大，面對聯合國氣候變化綱要公約(京都大氣公約)可能會達成的溫室氣體排放管制，鋼鐵產業將會面臨被迫減產的壓力。不過若能在焦爐、高爐、轉爐等生產過程中，有效回收廢熱及廢氣，利用再生廢熱發電，不僅能節省成本、能源，又能大量減少二氧化碳排放，將有助於鋼鐵產業適時的轉型。

3. 工程主辦單位自行規劃砂石料源

公共工程主辦機關應自行規劃料源，配合礦政主管機關調查規劃之砂石料源，依各該管工程需料單位之需求狀況，在礦務單位協助下主動自行規劃申設料源區，並於承包合約內指定專用砂石料源區或訂定比例採用陸上砂石，以避免缺料造成施工延誤之影響。為協助公共工程主辦單位辦理砂石料源區之設置，建請礦業主管機關及砂石開發相關機關，針對可行開發之陸上(農砂)砂石專用區，成立專案協助工程機關解決規劃砂石專用區，並就砂石供需調查有短缺情形之計畫施工現場附近，選擇適當料源位置，分別成立專案協力解決申設砂石專用區困難，改善砂石短缺問題，並促進推動開發陸上砂石。

4. 研究推廣砂石減量工法

除了積極進行穩定的砂石資源開發之外，公共工程主辦機關應檢

討減少砂石使用量之工程設計，並研究推廣減少砂石使用量之工法，例如研究砂石資源再生利用(廢混凝土塊再生)之相關科技，以期砂石資源的永續利用。

5. 開發海砂資源

由於台灣地區陸上砂石資源具有石多砂少之特性，因此未來也必需配合開發海域砂石資源，以提供砂料來源。而在開放民間開發前，應加強進行先導型的海砂試採，藉由實際之運作，一方面累積經驗及引進相關開發技術，一方面也引導業者進入此一新興之產業領域，以為將來之海域砂石開發建立良好之開發示範，並由公共工程單位在未來逐步配合使用。

6. 建立砂石就地供應體系

砂石是一種不適合遠距離搬運的材料，就近供應應該是其最佳原則，一般來說供應圈在 50 公里以內較為合理，然而目前砂石開發尚大量依賴河川供應，使產地卻與消費地無法配合，因此開發陸上砂石建立一就地供應體系，應為未來之趨勢。另外也應積極建立砂石資源分級利用的技術規範及制度，使各種不同品質特性的砂石在未來都能有最佳化的有效利用方式。

7. 研擬進出口水泥的管理與發展策略

面對西部礦源的不足與和平專業區設廠的不確定性等因素使未來供需狀況面臨失調的危機，因此進出口水泥未來所扮演的角色定位，除了是替補性市場，也是穩定市場供需平衡的要素，目前政府相關單位應加緊研擬進出口水泥的管理與發展策略，以因應未來產業所需。

8. 從管理、技術與推廣三層面進行後續研究

由於國內營建廢棄物物的減量與回收利用仍在起步階段，目前可先從推廣宣導營建廢棄物回收再生利用觀念開始進行，後續研究可針對工程的規劃、設計、施工、拆除各階段，進行廢棄物減輕與資源有效利用之研究，並從管理面(法規、獎勵措施)、技術層(減輕科技研究與引進)與推廣面(再生利用教育廣宣)研擬整體建築廢棄物減量對策。

參 考 文 獻

1. 張世典，「綠建築技術現況調查與未來發展規劃」，內政部建築研究所，1997年6月。
2. 內政部營建署譯印，「建設副產物對策指南」，1992年5月。
3. 建設副產物リサイクル廣報推進會議，「總合的建設副產物對策」，1996年。
4. 建設省建設經濟局建設業課監修，建設副產物リサイクル廣報推進會議編集，「建設產業界の的新技術・新施策の活用とリサイクルの取り組み」，1996年。
5. 建設省建設經濟局勞動資材對策室監修，建設資材研究會編集，「建設資材ハンドブック」，財團法人經濟調查會，1996年。
6. 經濟部統計處，「主要工業產品供需動態調查報告」，1997年。
7. 江金山，「工程建設資源調查暨道路工程推估基準建構之研究」，財團法人中華民國營造業研究發展基金會，1995年。
8. 彭雲宏，「台灣地區營建工程能量之調查與分析(二)」，內政部建築研究所，1992年。
9. 彭雲宏，「台灣地區營建工程之主要資源使用調查」，臺灣工業技術學院營建自動化研究室，1992年。
10. 彭雲宏，「台灣地區營造工程資源供推估系架構」，1995年。
11. 台灣鋼鐵工業同業公會，「台灣鋼鐵」，1997年。
12. 台灣鋼鐵工業同業公會，「台灣鋼鐵」，1996年。
13. 台灣鋼鐵工業同業公會，「鋼鐵資訊第八十七期」，1997年。
14. 梁明義、陳坤銘、陳忠勳，「台灣地區鋼品需求預測」，台灣鋼鐵工業同業公會，民1997年。
15. 何雍慶，「鋼品國內供需及其競爭力之調查分析I」，台灣鋼鐵工業同業公會，1996年。
16. 何雍慶，「鋼品國內供需及其競爭力之調查分析II」，台灣鋼鐵工業同業公會，1997年。
17. 台灣省礦務局，「砂土石產銷調查計畫報告」，1996年。
18. 陳逸偵，「台灣地區砂石供需現況與未來趨勢」，台灣地區砂石開發利用研討會，1996年。
19. 陳逸偵，「台灣地區砂石供需現況與未來趨勢」，能源、資源與環境季刊，1997年。
20. 陳逸偵，「美國砂石及其他骨材生產研究」，台灣礦業，1989年9月。
21. 陳逸偵，「民國八十五年礦業概況」，台灣礦業，1997年3月。
22. 王天送，「台灣砂石料源開發與合理價格之探討」，營建物價，1997年8月。
23. 王天送，「台灣地區砂石料源供應之探討」，台灣礦業，1993年6月。
24. 中華民國礦業協進會，「台灣地區砂石需求量之預估」，1994年。
25. 張世平、陳家榮、葉春爐，「從砂石供需狀況論台灣海砂資源之開發」，成功大學資源工程研究所，1993年。
26. 褚炳麟，「台灣區國道新建工程砂石料資源供需調查及因應對策」，交通部國工局，1992年。
27. 江良誠至，「特集*骨材問題を考える /3.種類別骨材事情 - 碎石」，コンクリート工學，1996年。
28. 日本通商産業省調査統計部，「碎石統計年報」，1994年。
29. 簡芳欽，「台灣的骨材用碎石資源」，台灣礦業，1995年。
30. 岩崎 孝，「再生骨材之現況與未來」，日本骨材資源工學會，1997年11月。

31. 河野廣隆，「特集＊骨材問題を考える /7.産業廢棄物を用いた骨材開發の現状」，コンクリート工學，1996年。
32. 陳明良，「建築産業廢棄物再利用之研究」，1996年6月。
33. 顏聰，「混凝土廢棄料回收再生利用之研究」
34. 宋克勤，「營建廢棄物再生利用探討」，第五屆工程公害防制技術講義，1994年11月。
35. 林耀煌，「工程廢棄物再生利用之探討」，營建知訊，1991年1月。
36. 周安順，「替代砂石骨材資源淺談」，能源、資源與環境季刊，1997年。
37. 經濟部工業局，「協助國內傳統工業技術升級計畫 - 防火建材產業技術升級規劃」，1997年6月。
38. 內政部營建署，「營建統計年報」，1997年。
39. 台灣區水泥工業同業公會，「台灣區水泥工業概況」，1997年。
40. 程月初，「漫談我國水泥工業」，台灣區水泥工業同業公會，1997年。
41. 彭雲宏，「國道新建工程後續計劃鋼筋水泥供需調查及因應對策之研究」，財團法人台灣營建研究院，1993年。
42. 陳逸偵，「民國八十五年礦業概況」，台灣礦業，1997年。
43. 陶錫富、楊貫一，「中鋼公司雜料管理」，技術與訓練，1997年6月。
44. 楊貫一，「爐石資源化 - 水淬高爐石再利用做為水泥混凝土材料」，技術與訓練，1997年6月。
45. 郭淑德，「台電火力電廠固態副產物之資源化歷程與展望」，台電工程月刊，1996年8月。
46. 郭淑德，「世界各地煤灰利用之近況」，台電工程月刊，1993年9月。
47. 賴正義，「台灣地區煤灰研發及應用」，台灣省預拌混凝土工業同業公會，1996年7月。
48. 林憲德，「台灣建築產業的能源與環保衝擊評估」，國科會，1996年。
49. 顏聰、陳振川，「模板與鷹架支撐施工研討會論文輯」，財團法人台灣營建研究院，1996年3月。
50. 經濟部工業局，「建材工業技術開發與輔導計畫 - 建材工業發展策略與技術升級規劃分項計畫」，1997年6月。
51. 黃斌，「建築工程自動化新工法新材料應用現況調查與分析」，內政部建築研究所，1996年12月。

附 錄 一

我國建築污染及廢棄物減量對策研究

- 主要建材資源供需利用現況與調查架構研究 -

第一次專家座談會

會議記錄

時 間：中華民國八十六年十一月二十七日（星期四）下午二時整

地 點：台灣科技大學第一教學大樓四樓台灣營建研究院會議室

主 持 人：魏衍副研究員

出席人員：台灣省建築材料商業同業公會聯合會....王榮吉總幹事

台灣科技大學建築系.....林慶元教授

台灣營建研究院.....江學文助理研究員

台灣營建研究院.....李孝安副研究員

環保署廢棄物管理處.....邱芳貞技正

經濟部礦業司.....陳逸偵專門委員

台灣區鋼鐵工業同業公會.....郭金茂總幹事

台灣區水泥工業同業公會.....程月初總幹事

台灣區合板製造輸出業同業公會.....葉天洪總幹事

經濟部工業局.....蔡文傑技正

內政部建築研究所環境控制組.....羅時麒助理研究員

（依姓名筆劃順序排列）

記 錄：許欽華助理研究員

—專家意見—

郭金茂總幹事：

1. 鋼鐵公會可提供國內鋼材的供應狀況及需求預測推估的資料（至 2002 年）。但無實際營建業要使用多少鋼材的資料，建議可學習日本作法，以分季、分區方式進行調查，也可讓鋼鐵業者能做充分準備生產。
2. 就有效利用方面；鋼材經過營建工地加工使用後，剩餘鋼料有多少比例？以及老舊建築拆除後的鋼材將要如何回收利用？這方面應由營建單位自行調查。以鋼鐵業而言，廢鋼材是可達成 100% 回收再生。
3. 爐石在日本可用於水泥、道路路基，而國內卻不能使用，並且國內僅有中鋼的爐

石可利用。對於電弧爐產生的爐石，現今以衛生掩埋方式處理頗為浪費，電弧爐爐石使用於道路路面時，排水十分良好，希望能在此機會提出。

陳逸偵專門委員：

1. 由於砂石和水泥使用上有一定比例，現在一般是以水泥的消耗量去推估砂石的需求量，當然砂石也有部份用於道路級配料方面。以各國而言，不論用於道路級配，建築骨材上的總量砂石之比例，日本水泥：砂石比約為 1：10.5；美國約 1：17 20；甚至有國家為 1：30。就我見過 30 多個國家中，匈牙利為 1：6，而目前國內統計方式為用 1：9 來計算之。
2. 對於實際生產調查的資料，經濟部礦業司委請礦務局所執行生產統計調查，雖然仍有差異，但比地方政府提報的資料又接近許多，但對於工程單位就地取材或不肖業者盜採獲得，卻仍無法估入統計。而目前調查資料去年已到達 6300 萬立方公尺，預測已達到谷底。
3. 建材廢棄物減量方面，資源的濫用為阻礙減量的原因之一，如建築及其內裝汰舊換新的比例和國外比起來是高出許多；此外，對於用量大，而且取得困難的建材，應針對建築技術去思考調整，如使用高強度混凝土、增加替代材料使用及鋼結構運用，使砂石需求量減少；再者，將建材回收再利用。建築物拆除混凝土的回收利用，來自日本相關單位了解，建築廢棄物及道路級配回收工作日本已從事很久，但至今效果仍不太大，混凝土回收比例為 60%，其真正利用約 20%。
4. 以混凝土回收部分，日本回收量約 3700 萬噸，大約 20% 成為道路級配，剩餘則為填充料。因為日本面臨的灰泥問題，其造成吸水率變大，使得有些無法符合 JIS 規範。雖然日本也有訂定回收混凝土用於建築物的規範，但一般民眾仍無信心使用於建築方面，使得建築物回收部分中，僅有少部分回收成為混凝土使用之骨材。並且因為信心不足且無數據佐證，日本方面也不多加評論。而其餘回收混凝土使用於道路上層級配，而不使用於下層。其次，包含道路級配回收部分，總計約有 5000 8000 萬噸。道路級配回收分有上下兩層，上層回收利用到下層，下層回收就作填方使用。對於瀝青部分，日本方面是全部回收。直接將道路十幾公分瀝青層挖起回收利用，所以可說做得十分徹底。
5. 日本方面亦發展工地拆除後就地分選取材，包括混凝土塊、金屬物、磚塊等，但此方式遭逢噪音粉塵的問題，所以在人口密集的地區更要注意。因此若要推廣就地回收，先要考慮噪音粉塵的問題。並且在現場處理完畢後，日本能立刻分級並分類回收，而並非運至集散場再行分類，否則，處理費用相形會增加許多。
6. 法令的配合也十分重要，如果建築法規沒有訂定標準就沒有人願意使用，所以談到廢棄物減量若沒有法令限制及經濟誘因，這一切將會淪為空談。

林慶元教授：

1. 從需求部份來說，其實國家建設量的統計，不論是土木建設或建築建設都有很好的統計數據，最重要如何將其轉換成建材量。因此就土木工程來說，大多數是國家主導的建設，其牽涉所需的建材量應該可以推估，或是在發包或估價過程中推算來。
2. 對於建築工程的建設量，以整個建築需求來說，以住宅為主占有五成以上建設

量，其他各類型的建築物占約五成。以住宅來說，問題是住宅並非國家來推動，若以國宅來說僅占總量 5-10%，所以住宅的建設量九成以上由民間控制。以我們最近研究調查得知，若以需求 500 萬戶，而現今已有 500 萬戶，然而其中有 100 萬戶並非擁有自己的住宅，所以多出來的 100 萬戶是空屋、租屋或是第二屋，所以總量來說已達到平衡。所以現在房屋會更新不外乎是房屋的老舊或是上下層的需求所衍生出來的需求量。日本也已達到平衡，所以其新建的戶數量是很固定的。國內若也達到飽和，每年的更換量將是固定的，到時候需求量也就會變得很低。因此我們可以從國家的建設量都可得到統計及預測未來的需求。

3. 再從資源有效利用部份，土木建築方面均有其新看法，而由綠建築的觀點出發，其目的不外乎是減少資源的使用，其手法有二(1)延長建築物的壽命；(2)再生利用的手法。以延長壽命討論，基本概念是結構體擁有百年壽命而其內部填充物可以更換，其實這概念在營建業更易執行，就是所有構件都為具有永久壽命，可隨時更換其使用位置。並且可以不用再還原成材料，再製成構件加以使用，就綠建築永續生存上是一個重要的觀念。但是不管其為何種手法，來改變對建材的使用形態，依研究調查顯示台灣以四十年為一個循環，目前正是循環的交集，而這壽命已經轉換過了，可能要再經四十年後才有另一個高潮。
4. 在營建業或許會依其規範造成需求有所不同，也就是說若要提出一個新的手法，這對建材的供應商是具有負面的影響。若壽命增加一百年，這之間材料的需求量必定銳減。如此一來新的材料就不見得會去使用，而高成本製造的再生回收的建材就更難說了，如此對建材供商而言均成為負擔。除非業者也能加入，到時已不是單單建材供應商而是永久構件的供應商。就在於此觀念下，政府及建商均有自己的立場，如何平衡或合作關係是推動整個案子的關鍵。

葉天洪總幹事：

1. 國際合板方面，目前大陸使用合板約為 1200 萬立方公尺。日本合板一年需要約 900 萬立方公尺，其目標是希望達到自給 450 萬立方公尺，然而針葉樹的合板 1996 年目標 30%，現今已達成。
2. 國內的合板使用，大多用於室內裝修，也由於汰舊換新的頻率高，相形造成不少的資源浪費，尤其在於木材類；另外用於水泥模板方面，以針葉樹所製成的芬蘭製模板為例，用 Type 的膠水加強後，目前可反覆使用 5-6 次，若品質極佳時，可使用至 100 次。但由於模板工人不愛惜使用，那很快就會報廢了。
3. 回收再利用方面，只在於經營上的問題，如同先前提到的紐西蘭林業預計未來將會供過於求，所以用短時間去看問題是會造成誤差。回收的木材也僅能做纖維板 (Particle Board)，亦稱粒片板，現在也僅有兩家在製造。現在大型工程 (如高鐵、機場) 陸續開工，其模板消耗量相當大，若能重覆使用模板，相形之下可減少許多廢棄物的量。

程月初總幹事：

1. 水泥業在減廢方面，每天電弧爐生產 3000-4000 噸而廢料丟棄也只有 1-2 噸。有效利用方面應在於消費者，而已非製造者所能管轄。
2. 早期水泥欲購買必須要申請，62% 用於一般民眾，其餘為軍用用途。而現在有所

謂高爐水泥，由鋼鐵業爐石所研磨而成，其後期強度佳，摻量不要超過 35%，而 50%是最大極限，但 60-70%也有人在使用。而今爐石水泥預拌混凝土超過 35%利用，並且銷路也不錯。水泥現在年產量為 2450 萬噸，最高為 2700 萬噸（81 及 82 年），由日本、墨西哥、韓國進口 400-500 萬噸。

3. 原本在世界上，台灣的水泥個人消費量為最高，而現今已被韓國超過了。但水泥使用量亦逐年增長，而產銷量目前仍為平衡狀態，然而日本至今仍需進口 200 萬噸。有人便會懷疑水泥為何要進出口，那是因為水泥的產業特性，當水泥窯一但開始運轉，就需要持續生產，假若停下來，將有幾百、幾千萬噸水泥形成廢料。然而產多庫滿之後，那只有外銷日本等國。因此外銷水泥亦有個特徵，就是價錢比較便宜，水泥業也不喜歡這種現象。在過去可以用估算方式生產，約 2-3% 誤差，但現今非經濟因素太多，而且水泥用量也降低。

王榮吉總幹事：

1. 對於建材回收部份，以石材發展中心研究發現回收成本比原先製造成本還要高。而現今台灣進行公共建設，應由各公共建設執行單位先行進行減量回收工作，並非僅由政府制定法令，要產業業者去遵循。因而公共工程廢棄物處理並非區域性的工作，而是要有通盤性了解，並且要妥善規劃，否則就如同廢土雖然有回收，但偷倒情況仍十分嚴重。
2. 廢棄物回收要有一定的規模才能進行，政府時常用獎勵方式來推動，但並不是最好方法，應該是使得廢棄物具有利用價值，並且於工程建設中將廢棄物納入成本範圍。
3. 資源浪費的原因，是因為現在資源仍然很便宜，如果對於資源回收物若能優先使用於公共建設中，才能提高其經濟誘因。

蔡文傑技正：

1. 工業局大多是針對技術方面作研究。在建材方面，局裡大多從事新建材的開發或引進國外技術，尋求有興趣的業者合作，與研究單位（如工研院化工所、工研院材料所、石材中心等）共同進行開發的工作。此所謂的新建材並不一定是全新的建材，有可能是經由製程的改善或生產技術改良，以降低成本、提高競爭力及附加價值者。
2. 對於廢棄物的再使用，應是鼓勵業者如何使用為方向，例如防火建材推廣，但一般業者僅考慮其短期成本，故較沒意願採用此些建材；另外，可用法令去規範使用再生建材的數量。
3. 對於有效利用建材，在此提出另一方向，就是挑選合適的資源來應用，如使用耐久性的建材，以提高建築物的壽命的考量。

邱芳貞技正：

1. 建廢棄物的執行比工業廢棄物的處理慢了許多。對於再利用部分，以工業廢棄物而言，其再利用方式有兩種，分別為由環保署來公告，如台電飛灰，中鋼爐石，由主管機關將其種類，執行的方法用途提交至環保署會議考量後，認為該項廢棄物有回收的必要，環保署就會逕行公告回收，並由主管機關（如中央標準局）

進行管理；另外，為個案申請，如工業污泥作為培養土，環保署將給予一年年限為觀察階段。

2. 聽各位專家意見就混凝土及模板的再利用價值以乎蠻高，中央大學教授曾具體提出混凝土的再利用方式，也就是使混凝土合法化再配合道路管理及工規範，而該計畫曾使用廢混凝土實際應用於某段路基。所以只要是營建業能提出詳細再利用方式資料送至環保署，然而環保署亦能配合公告。
3. 對於該計畫的期程，是否可將 89 年度法令部分也可納入第一年的計畫中，可以對於眼前問題提出更可行的建議，亦可成為「事業廢棄物清除貯存與設施處理標準」不定期修正之依據，而至 89 年度可以做更為嚴謹的法令制定。然而對於目前已公告廢棄物的種類及資料，環境保護署亦可提供給各單位作為參考。

附 錄 二

我國建築污染及廢棄物減量對策研究

- 主要建材資源供需利用現況與調查架構研究 -

第二次專家座談會

會議記錄

時 間：中華民國八十七年六月九日（星期二）下午二時整

地 點：台灣科技大學第一教學大樓四樓台灣營建研究院會議室

主 持 人：魏衍副研究員

出席人員：台灣省建築材料商業同業公會聯合會....王榮吉總幹事
中聯爐石處理資源化股份有限公司.....林平全工程師
台灣電力公司環境保護處污染防治課....李建平課長
台灣區鋼鐵工業同業公會.....吳聖峰副總幹事
台灣省第二資源回收運銷合作社.....吳招治總經理
台北市建築材料商業同業公會.....何金昇監事
和桐化學股份有限公司.....徐金泉總工程師
中華民國建築師公會全國聯合會.....涂堯威建築師
中國鋼鐵股份有限公司環境保護二組....陳逸岳工程師
經濟部礦業司.....陳逸偵專門委員
台北市廢棄物清除處理商業同業公會....張建盛理事長
台灣區鋼鐵工業同業公會.....郭金茂總幹事
台灣區水泥工業同業公會.....許清芬副總幹事
台灣省礦務局.....曾文譽先生
台灣區預拌混凝土工業同業公會.....董水湧總幹事
台灣省礦務局.....謝國正先生
經濟部礦業司.....魏志堅技正
內政部建築研究所環境控制組.....羅時麒助理研究員
(依姓名筆劃順序排列)

記 錄：許欽華助理研究員

- 專家意見 -

魏志堅技正：

1. 礦業司蒐集先進國家日本、英國、美國以及經濟發展相近的國家新加坡等國，建材資源使用狀況的資料至 1996 年，但研究報告僅進行至 1993 年，礦業司將可提供空缺部份資料，使報告更趨完整。
2. 資源的替代方式應屬漸進式，就如同許多先進國家混凝土的使用量已逐漸減少，由日本鋼筋混凝土結構的建築面積降低就透露出訊息。
3. 對於資源的再利用應該有個理念，由於整體環境與未來趨勢，不應僅一味尋找原材料，亦應由廢棄物中尋求再生利用，對於國內資源短缺及海島因素將會有所幫助。

吳聖峰副總幹事：

1. 建材中鋼筋的使用量最多，另外還有鋼板。以目前鋼筋產量有 760 萬噸；而鋼板 124 萬噸，大多用於造船，使用於建材大約 70 80 萬噸。
2. 環保署曾針對鋼結構作一研究，而鋼結構不只可應用於建築物，更可應用於道路、橋梁、鋼結構，當壽命終了後，亦可回收再製，在技術上並不是困難。另外就日本阪神地震的了解，鋼結構的受損程度為傳統鋼筋混凝土結構為低，而台灣亦地處地震帶，將來應否在營建安全的考量下，適當的推廣鋼骨結構以取代部份的建築，相信對台灣營建業發展將有幫助。

郭金茂總幹事：

1. 以國際鋼鐵協會的報告，每人鋼鐵的消耗量台灣第二，新加坡最高，大約 1000 公斤左右，大約一半為營建業使用。
2. 在減量方面，就高爐及電爐兩種製程所產生的爐石，目前僅有中鋼高爐爐石可以應用，但是在日本等國高爐及電爐爐渣均可應用，國內則要求電爐爐渣應以安定掩埋，這豈不是浪費資源。至今高爐爐渣與電爐爐渣產量已占各半，希望研究案能予以建議，電爐爐渣可比照高爐爐渣來應用，使資源得以充份運用。
3. 目前台灣預計要將基礎工業在製造業中所占比例 39%，至 2020 年降至 27%，亦有學者指出如砂石、水泥、鋼鐵等建材均可由進口，但這將大幅影響營建業建材供需。對於國外修正 CO2 排放方式，一為開發低排放能源，二為減少現有消耗能源，達成節約的目標。
4. 全台灣每年有 60 萬噸的廢鋼，如果沒有鋼鐵業進行回收再利用，豈不將造成全台灣金屬污染日趨嚴重。
5. 環保署會議中曾討論環保基金的用途，諸如此類基金，建議應撥出部分作為建築廢棄物研究使用。

吳招治總經理：

1. 由於台灣為海島型的經濟，各種資源均缺乏。然而建築污染的廢棄物中，金屬類及塑膠類均可以再生，再生技術也並非問題。除非剩餘價值低於回收處理費用，而站在自由經濟的立場，是不會有人願意做賠本的生意，明明可以再生的物品，也無法順利回收。目前而言金屬類及塑膠類通通均可回收再生，模板可以重複使用至無法再使用為止而報廢。所以我認為主要問題仍在砂石、水泥、混凝土，其他物質的回收工作相信比其他國家做得更好。

2. 民眾抗爭的問題經常是群眾方面對問題了解程度的不足所造成，因此政府當應負起教育的責任。一年前合作社曾委託台泥提供水泥窯燃燒廢輪胎，而現在廢輪胎已經可以不經碎解而直接燃燒，亦不會產生任何臭味，所以處理廢輪胎以水泥窯燃燒為最佳方式，世界各國皆然。但是水泥廠若要改變設備製程，將擔心遭到民眾抗爭，因此水泥廠亦不願貿然施行。另一個問題是政策的問題，廢輪胎處理費用的分配，亦使水泥廠亦不願介入，也因此廢輪胎回收目前僅能粉碎處理，而尚無再生價值，這將是政府應制定適當的政策，將使廢棄物作最有效的處理。因此許多環保減廢工作民間可執行，政府應協助業者如何教育民眾，如何制定政策，進行整體規劃。就如同砂石、混凝土等類廢棄物，與上述道理相同，需要政府的協助教育大眾與制定政策，不要直到掩埋場不足而尋求掩埋地點，那時也已經付出相當的社會成本。

陳逸偵專門委員：

1. 減量方面，高強度混凝土已可達到 10,000psi，相對地整體水泥用量即可減少，但在成本及市場上仍有必須符合的條件。然而在台灣的地震狀況及氣候條件的考量下，發展高強度混凝土的仍是需要。因此未來可以朝向結構鋼鐵化和高強度混凝土，並制定相關的 CNS 標準加以推廣。
2. 在減廢方面，國外設備廠商已注意到國內現場拆除處理方式，但最大問題仍是可否進行現場處理，若現場進行碎解工程，將會造成居民的抗議。因此建築拆除所產生廢棄物，如何規劃處理流程，依照綠建築減量的理念是具有其重要性。另外，廢土處理，營建署已有設置許多廢土堆置場，並且大多數具有碎解加工的功能，這些建築廢棄物運至該處分類加工處理，但如何落實就必須進行妥善規劃。
3. 目前鋼材、水泥、砂石均高居不下，亦表示國內營建業發達。然而我國 GNP 值成長率在 6% 以上，日本、美國均在 2-3%，故施行減量結果，將有可能造成經濟景氣向下沈狀況，因此施用何種方法進行減量措施，同時達成綠建築的目標及維持現階段大眾所熟悉的經濟成長，將可納入研究案中說明。

許清芬副總幹事：

1. 目前世界水泥使用量最高為台灣及韓國，近年至少都有 1000 公斤以上。然而台灣近幾年水泥的使用量有下降趨勢，依我們的看法有兩個因素：(1) 建築業的景氣不好；(2) 飛灰與爐石的摻加使用量，就去年而言，爐石約使用 350 萬噸，飛灰使用 150 萬噸。對於水泥中摻入爐石與飛灰稱為混合水泥，而非純水泥。然而日本、大陸、東南亞各國均大多將爐石與飛灰加入水泥中混合，而台灣情況較為特殊，大多由預拌混凝土業者直接使用，但其實加入水泥混合研磨較為均勻，使用才較為安全，並且容易控制。為何台灣仍大多由預拌混凝土業者使用？主要因素是貨物稅，因為水泥公司使用爐石要收取貨物稅，混凝土則不需要支付，這點必須要讓政府當局做進一步了解。
2. 對於廢棄物回收，水泥窯的溫度 1400 比焚化爐為高，如果能妥善運用，勢必可減少廢棄物，亦能使水泥業在環保上貢獻所長，但目前尚無針對營建廢棄物作回收處理，而僅可以處理廢輪胎。1989 年亞洲水泥即有設備可以處理，但附近居民擔心造成二次公害而抗議，其實水泥所產生的 SO_x、NO_x，加入廢輪胎燃燒可減少 NO_x，而 SO_x 方面水泥廠本身就使用 CaCO₃ 設備得以減輕。此外利用水

泥窯高溫 1400 ，可處理廢機油，廢潤滑油，甚至有害物質得以分解為無害物質。站在水泥業的立場是十分願意配合，但居民抗爭活動應尋求政府方面協助，才得以順利推行。

陳逸岳工程師：

1. 依日本經驗轉爐爐石與電弧爐爐石均可利用水泥中，可能是遭遇到法規的限制，目前國內也僅有水淬爐石有 CNS 標準，這也是鋼鐵業界推展廢棄物減量較困難的地方，因此建議有關單位儘快制定標準。
2. 除了爐石外，尚有礦泥，其含有氧化鐵，CaO 為水泥業界所需要的東西，目前中鋼與台泥、東南水泥進行礦泥再利用，然而若能制定相關標準，水泥業亦更能安心利用，對廢棄物減量將更具績效。

徐金泉總工程師：

1. 無論是廢棄物或是爐石、飛灰等，經由分類方式處理，將會有更多可利用的資源產生，否則混合在一起的營建廢棄物，充其量是一堆無法利用的混合廢棄物而已。

李建平課長：

1. 台電使用燃煤發電所產生的煤灰，以目前台電林口、台中、大林、達興、深澳所產生的煤灰總量有 1110 萬噸，利用率約 68.3%。現今各電廠為了提高利用狀況，亦進行飛灰分類的措施。除了台電產煤灰外，尚有各個汽電共生廠及鍋爐使用煤炭為原料或燃料，亦會生成煤灰，因此建議應將一併納入計算。

林平全工程師：

1. 本公司是將爐石進行資源化處理，大多為中鋼公司的高爐爐石，可摻入水泥或作為道路級配料使用，若有效控制品質，將可使爐石應用途徑增廣，另則也建議制定相關法令配合應用。

王榮吉總幹事：

1. 在減量方面，首先建議增加各項處理方法的研究，然後以配套方式，將一連串的措施聯結起來，經由政府方面制定政策進行配合，最後提出專款專用，希望相關單位撥出經費，解決營建廢棄物的問題。

張建盛理事長：

1. 營建廢棄物已不屬於本公會的範圍，除非是拆解建築物時剩餘的塑膠、鋼鐵，而營建署管轄土石、磚塊、混凝土塊，已無法進行清運處理。但據了解廢棄物的分類方式，將會影響清除處理的困難，就如一般廢棄物與有害廢棄物無法同時清運，甚至有些廢棄物其實無害，一但被冠上有害廢棄物，處理上就造成了許多困擾。

曾文譽先生：

1. 台灣省礦務局是負責提供及開發應有砂石料源，而礦業司則為決定政策。台灣砂石來源 90%以上來自於河砂，然而河砂開採權在於水利處，最近土石流及橋墩裸露事件無疑使得河砂開更是雪上加霜。對於陸上砂石開採，根據土石採取規則是由各縣市政府去主導，礦務局僅能在旁輔導，若縣市政府無法配合開採，陸砂開

採就更形困難。海砂的開發，經濟部曾已委託地質調查所及工研院能資所進行調查，但海砂屋的事件爆發開來，使得大眾對海砂也失去信心。東砂西運的途徑有公路、鐵路、海運運輸方式，目前配合和平專業區開發，公路運輸每年約有 20 萬 m³；鐵路運輸每月可約 2-3 萬噸，但自 2001 年以後業者則須自備車輛，在開採權不確定的政策因素，業者較為不願投資；海運方向，1997 年 8 月開始運輸至 1998 年 3 月 29 日停止，而最近 5 月又復航，但由於聯管後蘊釀漲價及碼頭費用，使得砂石缺乏競爭力。大陸進口砂，自 1997 年 7 月 5 日開始運輸，基隆及高雄合計進口約 40 萬噸，但進口砂所遭遇的困難，除了台灣港口吞吐量不足，再加上內陸量運輸仍不夠發達，亦也有問題存在。雖然政府推展方向很多，但都遭受相當的困難。因此希望專家能建議政府制定相關法令及制度，減少砂石的使用量。

涂堯威建築師：

1. 就先前專家學者所提出的許多正面的意義，第一，廢棄物分類上所產生的問題；第二，統一的管理與存放方面必須有個觀念。經由這兩點題目中可以看出幾個影射的涵義：(1)供應面；(2)需求面，因為整個建材、廢棄物、或是更細部的爐石與飛灰，若供應面及需求面無法平衡，即會產生廢棄物。既然廢棄物產生後，一般而言有三種習慣方式來處理，(1)回收；(2)再利用；(3)減量。不論何種方式處理，最後均要求到達最終處置，而最終處理就地球生態而言，是希望回歸自然，就此四種建材而言，目前可以回歸自然的只有鋼材，其他石頭，砂，水泥都無法達成。為了維持生活品質，砂石是一定要使用，而且需要有效利用，因此除了建立存放管理的地方外，仍要建立台灣地區所缺乏訊息交換的系統。
2. 先前所討論希望政府建立相關法令，在此有個概念可以運用，在日本由廠商提出省能的依據，而政府可以給予減稅的獎勵；在美國由廠商提出有效的系統，並提出效能的證明，而政府則針對該系統的推廣提出獎勵措施。這是兩種不同方式，但均是由下而上的方式，政府則站在了解政策，而配合法令加以推動執行。而非由上而下，制定教條式的法令，要刻意遵循。在由另一個觀念來看，現代的各項資源是平行共進的，而非層級性管理，因此制定法令並非由單一政府單位來執行，而是整體共同執行，並且要教育大眾共同遵循。最後對於這三個議題建議，是否可先行引入供需面的影響因素以後，再討論現況與未來趨勢發展方向是較為可行的。

董水湧總幹事：

1. 廢棄物回收利用，若無法以全方位來看，設計者、政府、業者將都無法同時接受。就如同爐石於國家標準 CNS 即使規定，但業者不願接受，政府亦無法強迫業者接受，即便購屋者亦無法接受，因此如何教育大眾接受將是重要的課題。

何金昇監事：

1. 對於會造成二次公害的廢棄物，許多德、日等先進國家亦有無法完全處理的困境。因此建議對於無法回收堆置或是會造成二次公害的產品，應制定罰則強制處置。

羅時麒副研究員：

1. 綠建築自從規劃以來，由國科會申請經費做整合性的研究，共有五大子題，共約 1000 萬元經費，表示政府已開始進行整體的規劃。先前專家均有提及法規的研議，的確法規制定是有其必要性，但有時將也會成為束縛。因此現在法規的修改均回歸為專業法，譬如廢棄物方面回歸廢棄物清理法。對於建築法中沒有提及回收率，那就可以加以制定。一般而言，是不考慮貿然加入，而傾向是以研究報告或教育推廣，令社會大眾由消費行為去了解減量措施。另則，國內十分缺乏數據的統計，現階段而言真不知台灣較具公信力的數據在那裡，因此建立一個具公信力及長期性的數據是為研究案的重要工作。目前建研所與營建署配合建立廢棄物的查報制定，營建統計數據中沒有營建廢棄物的數量，未來若能取得清除廢棄物的數量，才能制定具體的目標。

附 錄 三

期中會議審查記錄及處理情形

評審意見	處理情形
1. 建議將原擬建立調查架構之研究方向，調整為以減量對策為主，再就所需的調查項目進行調查。	已遵照辦理。
2 有關污染現況方面建議就目前有的調查報告中，彙整有關建築污染量、廢棄物量的統計，求出明確的數量，以供研擬減量對策研究案參考，並避免重覆調查。	已就建材資源利用相關之廢棄物如廢鋼、爐石、飛灰進行統計。
3 未來研擬之減量對策，希望能進一步計算出對減少二氧化碳排放之貢獻，以具體說明對我國環境負荷的影響與衝擊。	限於時間人力，本計畫今年度就建材資源有效利用量方面進行探討，二氧化碳排放之衝擊可於後續研究進行。
4. 研訂評估指標應考慮本土條件及背景，並以國外標準值為參考，且除著重評估指標的建立外，同時應多調查不同施工方法、不同工期等因素對減量措施有何影響及效益，以發揮評估指標的效用，若仍無法改善、則應朝發展新工法方向進行。	已就統計之國內指標與日本等先進國家比較，並提出可行之減量工法建議。
5 由於激發業界自發性減量對策，遠超出政策管制管理之成本，建議可朝研擬獎勵辦法方向規劃，如業者自行減量至某一指標即可減免空污費或其他費用等之征收。另對業界主動配合減量對策，政府應研擬相關性之技術指導及開發融資，以為獎勵及輔導。	已將此建議納入初擬對策之中，並預計於後續之資源利用管理制度研究進行探討。
6. 預估各產業之未來發展方向，建議納入氣候公約（京都議定書），對國內產業結構之衝擊影響。	已針對受氣候公約二氧化碳排放限制所影響之鋼材與水泥業進行初步評估與建議。

7. 砂石供需之調查應加強，其他建材之調查亦應考慮納入本案。	砂石調查已完成補充加強，其他建材請參照第 9 點。
8. 加強收集整理資料與減量對策之研訂的關連性。	已就收集之資料統計成為指標分析資源量利用，並研擬初步對策。
9. 本研究案僅包括鋼材、砂石、水泥、預拌混凝土及模板等主要建材，而裝修材料如磁磚、石材、樹脂類(塑膠、聚化物等)等材料之使用量亦相當龐大，因此裝修材料是否考慮納入調查對象。	由於裝修建材的範圍廣泛和種類繁多，本受人力與時間限制，本年度無法進行調查。
10. 有關建材再生利用之調查較少，建議增加再生利用相關資料之調查，以利研訂再生利用之對策，煤灰申請再利用於水泥或預拌混凝土，國內已有多起案例，可加強收集並配合現況予以分析，為增加再利用之誘因，可就獎勵措施等誘因予以訂定。	已增加爐石、煤灰等再生利用資料調查，並將獎勵指施之觀點納入初擬對策。
11. 建議建築廢棄物資源再利用的類別、管理方式及用途亦請一併入本計畫研究範圍，並將建築廢棄物依種類分成資源、非資源之比例調查。	已就煤灰與爐石之用途、產量進行探討。
12 建議目的事業主管機關，建立建築廢棄物資源交換中心或資訊中心。	已將此建議納入初擬對策之中。
13. 營建業本身應對所需各種資材需求量做統計及推估預測。	已就鋼材、砂石需求量進行推估。
14. 砂石調查引用之文獻資料請作修正。	已遵照辦理。

附 錄 四

期末審查會議記錄及處理情形

評 審 意 見	處 理 情 形
1. 砂石需求量未來可能會短缺，因此本計畫應儘早研究。	已遵照辦理。
2 砂石的減量應考慮經濟效益，一般經濟發展起過 6%以上的國家，砂石用量較高，6%以下國家較低，因此應妥善訂定合理減量目標，且目前正逢亞洲金融風暴，致使內需增加，因此應考慮未來砂石能否充分供應建築業。	已遵照辦理。
3 研究報告中提到鋼材供應充足，但我國並未產鋼，若大力推鋼構造建築，未來鋼構造將受國際市場影響很大，此點請納入考慮。	已建議於後續研究計畫中納入考慮。
4. 研究中僅提到開採量缺乏，唯不安全的政策開採量亦需交代。	已遵照辦理。
5 有關指標方面，單位人年使用量是屬於全國總量指標，有其必要性，唯單位樓地板面積的建材資源使用量則可評估不同建築物使用量，此點請納入考慮。	已遵照辦理。
6. 應訂出有效利用指標，根據統計資料，單位人年的使用量高出外國許多，原因為何？應仔細檢視。	已遵照辦理。
7. 本計畫是屬整合性研究，應與前二個子計畫配合，訂定能相互對應的評估指標，使指標間的單位一致，為評估不同構造建築物的建材使用量多寡，請執行單位一併估算單位樓地板面積之建材使用量，以做為往後綠建築評估指標的參考。	已遵照辦理。

