

混凝土科技與產業現況暨

創新發展策略之探討

Study on Concrete Technology, Current Industry Status and Strategy
for Innovative Development

內政部建築研究所研究報告

中華民國 96 年 12 月

混凝土科技與產業現況暨

創新發展策略之探討

Study on Concrete Technology, Current Industry Status and Strategy
for Innovative Development

研究主持人：葉世文

協同主持人：張大鵬、許鎧麟

研 究 員：陳柏存、王鶴翔、林世洪、施正元

研究助理：李元凱

內政部建築研究所研究報告

中華民國 96 年 12 月

目次

表次	iii
圖次	v
摘要	ix
英文摘要	xi
第一章 緒論	1
第二章 研究方法	3
第一節 研究目的	3
第二節 研究流程	3
第三節 研究範圍與分類	4
第四節 文獻蒐集	6
第五節 問卷	7
第六節 座談與訪視	7
第七節 歸納與分析	8
第三章 各國混凝土科技與產業現況暨創新發展策略	9
第一節 歐洲地區	9
第二節 美國地區	23
第三節 日本地區	50
第四節 中國大陸地區	57
第四章 我國混凝土科技與產業現況暨創新發展策略	67
第一節 國內混凝土相關碩博士論文研究	67
第二節 國內研究計畫及補助經費	68
第三節 國內營造廠及構造物	73
第四節 國內產業現況	76
第五節 國內混凝土科技創新發展策略思維	84
第五章 國內混凝土技術發展與策略之規劃	87
第一節 問卷結果與分析	87
第二節 專家座談會議	110

第三節 實地訪查.....	111
第四節 SWOT 分析.....	115
第五節 科技發展及創新策略.....	117
第六章 結論與建議	121
第一節 結論.....	121
第二節 建議.....	124
參考書目	127
附錄一 國內混凝土科技研究、產能提昇及創新發展策略問卷	131
附錄二 專家學者座談會之會議紀錄	139
附錄三 訪視廠商座談會之會議紀錄	159
附錄四 期中及期末報告之會議紀錄	169
附錄五 期末及期末報告之會議紀錄	177

表次

表 2-1	混凝土科技重點分類表	5
表 2-2	專家座談會邀請對象	7
表 3-1	歷年高強度與高性能混凝土應用研討會時程	22
表 3-2	歷年混凝土與混凝土結構潛變、乾縮及耐久性研討會	23
表 3-3	歷年纖維聚合物混凝土結構研討會	23
表 3-4	美國水泥及混凝土使用量與熟料產量表 (2002-2007 年).....	24
表 3-5	美國水泥及營造相關產業廠數、員工數與產值表 (2002-2007 年).....	25
表 3-6	美國水泥產業廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年).....	26
表 3-7	美國預拌混凝土廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年).....	27
表 3-8	美國其它水泥產業廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年).....	27
表 3-9	美國混凝土營造產業廠數、員工數與營造值表 (2002-2007 年).....	29
表 3-10	美國水泥石材產業廠數、員工數與營造值表 (2002-2007 年).....	29
表 3-11	JCI 年度大會發表論文統計一覽表 (2003-2005 年).....	57
表 3-12	中國硅酸鹽學會發展沿革	58
表 3-13	中國大陸水泥逐年產量 (西元 1978 至 2005 年)	61
表 3-14	2005 年中國大陸部分省、自治區、直轄市預拌混凝土企業生產情況統計	63
表 4-1	各年度各類補助研究計畫經費表(千元)	68
表 4-2	本國營造廠商家數及資本額發展趨勢表	74
表 4-3	近年來國內水泥產銷統計表	78
表 4-4	近年來國內混凝土產銷統計表	80
表 4-5	近年來國內土石料產銷量統計表	82
表 4-6	近年來國內土石料產值統計表	82
表 5-1	混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求問卷統計結果 (政府機關).....	88

表 5-2	混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求問卷統計結果 (學術單位).....	91
表 5-3	混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求問卷統計結果 (產業界).....	94
表 5-4	混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求問卷統計結果 (顧問公司及營造廠).....	97
表 5-5	混凝土科技研究與創新發展措施調查之其它建議.....	100
表 5-6	混凝土相關產業發展與工程應用未來發展之其它建議.....	100
表 5-7	混凝土科技研究與創新發展措施調查之其它建議.....	101
表 5-8	提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查之其它建議.....	108

圖次

圖 2-1	研究計畫流程圖	3
圖 3-1	歐洲預拌混凝土價格變化 (2001-2005)	17
圖 3-2	歐洲預拌混凝土產能變化 (2001-2005 年)	18
圖 3-3	歐洲各區域預拌混凝土產能比較 (2001-2005 年)	18
圖 3-4	歐洲國家預拌混凝土廠數比較 (2001-2005 年)	19
圖 3-5	歐洲國家預拌混凝土產量比較 (2001-2005 年)	19
圖 3-6	歐洲國家預拌混凝土價格比較 (2001-2005 年)	20
圖 3-7	歐洲國家預拌混凝土產能比較.....	20
圖 3-8	美國水泥及混凝土使用量與熟料產量圖 (2002-2007 年).....	24
圖 3-9	美國水泥及營造相關產業廠數總圖 (2002-2007 年).....	25
圖 3-10	美國水泥相關產業銷售值圖 (2002-2007 年)	27
圖 3-11	美國水泥相關產業每廠銷售值圖(2002-2007 年)	28
圖 3-12	美國預拌混凝土價格圖(2002-2007 年)	28
圖 3-13	美國營造相關產業營造值圖(2002-2007 年)	29
圖 3-14	美國營造相關產業每廠營造值圖(2002-2007 年)	30
圖 3-15	目前美國混凝土協會技術委員會依分類分布情形	41
圖 3-16	目前美國試驗與材料學會技術委員會依分類分布情形	41
圖 3-17	公共工程技術研究中心研究計畫案依分類分布情形(2000-2005 年).....	42
圖 3-18	波特蘭水泥協會研究出版品依分類分布情形 (2000-2007 年).....	43
圖 3-19	波特蘭水泥協會 2006 年研究計畫案依分類分布情形.....	43
圖 3-20	波特蘭水泥協會 2006 年研究獎助學金計畫依分類分布情形.....	44
圖 3-21	建築與防火研究實驗室 2000-2007 年間研究出版品依分類分布情形	44
圖 3-22	日本國土交通省建設技術研究開發體制.....	51
圖 3-23	日本土木研究所十年間混凝土研發課題統計.....	55
圖 3-24	JCI 混凝土研發課題統計 (2000-2007 年)	56
圖 3-25	JCI 混凝土研發課題統計 (2005-2007 年)	56

圖 3-26	中國大陸發表之混凝土相關博士論文統計 (2001-2007 年).....	57
圖 4-1	國內發表之混凝土相關碩博士論文統計 (2001-2006 年)	67
圖 4-2	各年度各類補助研究計畫經費發展趨勢圖	69
圖 4-3	各類各年度各單位補助研究計畫經費發展趨勢圖	69
圖 4-4	90 年度各類研究計畫補助經費比較圖	70
圖 4-5	91 年度各類研究計畫補助經費比較圖	70
圖 4-6	92 年度各類研究計畫補助經費比較圖	71
圖 4-7	93 年度各類研究計畫補助經費比較圖	71
圖 4-8	94 年度各類研究計畫補助經費比較圖	72
圖 4-9	95 年度各類研究計畫補助經費比較圖	72
圖 4-10	90~95 年度各類研究計畫補助經費比較圖	73
圖 4-11	本國營造廠商家數發展趨勢	74
圖 4-12	本國營造廠商資本額發展趨勢	75
圖 4-13	全國購屋者房價信心分數	76
圖 4-14	近年來物價指數變化趨勢圖	77
圖 4-15	近年來國內水泥產銷統計圖	78
圖 4-16	近年來國內水泥產值變化趨勢圖	79
圖 4-17	近年來國內水泥產值變化趨勢圖	79
圖 4-18	近年來國內混凝土產銷量變化趨勢圖	80
圖 4-19	近年來國內混凝土銷售值變化趨勢圖	81
圖 4-20	近年來國內混凝土平均單價變化趨勢圖	81
圖 4-21	近年來國內土石料產銷量變化趨勢圖	83
圖 4-22	近年來國內土石料銷售值變化趨勢圖	83
圖 4-23	近年來國內土石料平均單價變化趨勢圖	84
圖 5-1	混凝土科技現況調查 (政府機關)	89
圖 5-2	混凝土科技未來發展調查 (政府機關)	89
圖 5-3	混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (政府機關)	90
圖 5-4	混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (政府機關)	90
圖 5-5	混凝土科技現況調查 (學術單位)	92

圖 5-6	混凝土科技未來發展調查 (學術單位).....	92
圖 5-7	混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (學術單位).....	93
圖 5-8	混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (學術單位).....	93
圖 5-9	混凝土科技現況調查 (產業界).....	95
圖 5-10	混凝土科技未來發展調查 (產業界).....	95
圖 5-11	混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (產業界).....	96
圖 5-12	混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (產業界).....	96
圖 5-13	混凝土科技現況調查 (顧問公司及營造廠).....	98
圖 5-14	混凝土科技未來發展調查 (顧問公司及營造廠).....	98
圖 5-15	混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (顧問公司及營造廠).....	99
圖 5-16	混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (顧問公司及營造廠).....	99
圖 5-17	混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (政府機關).....	103
圖 5-18	提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (政府機關).....	103
圖 5-19	混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (學術單位).....	104
圖 5-20	提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (學術單位).....	104
圖 5-21	混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (產業界).....	105
圖 5-22	提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (產業界).....	105
圖 5-23	混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (顧問公司及營造廠).....	106
圖 5-24	提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (顧問公司及營造廠).....	106
圖 A-1	第一次專家座談會之簽到單.....	155
圖 A-2	第二次專家座談會之簽到單.....	156
圖 A-3	第三次專家座談會之簽到單.....	157

摘要

關鍵詞：混凝土科技、創新發展、策略、SWOT

一、研究緣起

混凝土材料為國內公共建設最廣泛使用之工程材料，由 1970 年代開始，國內營建業隨著建設需求引進國外技術，與國內產官學界的共同努力，不論是配比設計理論、力學性質、耐久性質、化學摻料、混凝土產製品質、水泥及卜作嵐膠結材料的使用觀念等皆有明顯進步，也讓國內混凝土科技躋身進入國際之列。

由於近年來國際混凝土科技蓬勃發展及強調永續發展，如何有效利用有限資源，實為我國提昇全球競爭力的基本課題，因此本研究藉由蒐集國內外混凝土科技發展與產業現況，並結合國內產官學界建議，希望能對於國內混凝土科技與創新發展計畫提出綜合性策略分析。

二、研究方法及過程

本研究藉由蒐集國內外混凝土科技發展與產業現況，參考國外創新發展管理與執行措施，利用問卷調查、實地訪視與專家座談等方式，充份聽取國內產官學界建議，經由 SWOT 矩陣配對分析，針對混凝土科技與產業創新發展計畫提出綜合性策略分析。

三、重要發現

根據各項資料蒐集分析、問卷訪談調查及 SWOT 分析結果顯示，目前國內混凝土技術及產業發展方面存在著：技術整合願景不清、技術彙整功能不彰、產業人才儲備不足、技術資訊流通不暢、產業供需資訊不明及產業社會形象不佳等問題。

四、主要建議事項

針對上述問題，本研究對於提升國內混凝土科技研究與創新發展(含品質提升)之措施，及提升國內混凝土產業利潤之規劃，提出下列策略：建立技術發展願景、創設技術彙整平台、強化教育訓練機能、加強技術資訊流通、彙整產業供需資訊、改善產業社會形象等。

ABSTRACT

Keywords: concrete technology, innovative development, strategy, SWOT

1. Background

Concrete material is the most commonly used engineering material for the infrastructure of Taiwan. Beginning from 1970s, the domestic construction industries started to introduce the foreign technology into Taiwan market to fulfill the demanding of domestic construction. Together with the joint efforts from sectors of domestic industry, government and academics, there exhibits a significant progress in the areas of theory of mixture proportions, mechanical properties, durability characteristics, chemical admixture, quality of concrete production, cement, application concepts of cementitious pozzolanic materials, etc. As such, the domestic concrete technology has matched the international level.

Recently, due to the rapid international progress of concrete technology and the emphasis on the sustainability development, the topic of how to effectively apply the limited resource becomes a very fundamental issue to enhance our global competition capability. Therefore, through the collection of domestic and global information on the progress of concrete technology and current status of industry, and the combination of recommendations from sectors of domestic industry, government and academics, the purpose of this research aims at proposing a summary strategy analysis on the domestic concrete technology and innovative development projects of Taiwan.

2. Methodology and Process

This study collected the domestic and international data on the progress of concrete technology and current industry status, referred to the way of management of oversea innovative development and measurements of implementation, applied the approaches of questionnaire survey, physical interview and expert's seminar, etc., completely adopted the propositions from sectors of domestic industry, government and academics, and carried out the SWOT matrix analysis. Finally, a summary strategy analysis on the domestic concrete technology and innovative development projects of Taiwan is proposed.

3. Important Discoveries

According to the analysis of various collective data, results from questionnaire survey and interview and SWOT analysis, the domestic problems on the concrete technology and industry development generally consist of the following issues: the prospect on the technology consolidation is ambiguous, the performance of technology reorganization is vague, the reserved industrial manpower is deficient, the stream flow for technology information is immobile, the information on industrial supply and demand is obscure, the social image of industry is poor, etc.

4. Major Recommendations

By focusing on the above-mentioned problems, the study proposes the following strategies on the measurements to promote the research of domestic concrete technology and innovative development (including quality improvement), and on the planning to boost the benefits of domestic concrete industries: establish a prospect of the technology development, implant a platform of technology agglomeration, emphasize on functions of education and training, enforce a smooth stream flow of technology information, assembly a dependable information data bank of industrial supply and demand chain, improve a social image of industry to a respectable impression, etc.

第一章 緒論

混凝土材料一直是國內營建界與公共工程建設最廣泛使用之工程材料之一，最早可追溯至早期十八世紀前由荷蘭人引進「洋灰」開始，使用迄今已 30 餘年，早期使用混凝土配比採用體積法，直到 1970 年代開始，隨著六年經濟建設十項工程的執行過程，引進了國外最新的配比技術，而在國內各項公共建設與民營工程之大量需求下，各預拌廠提供之混凝土品質參差不齊，因此在 1985 年開始，國內學術界開始投入混凝土科技各方面研究，包括：配比設計、力學性質、耐久性質、特殊性能（耐火、隔熱等）、化學摻料等，並結合產官學界的共同努力，關於混凝土產製品質、配比理論、水泥及卜作嵐膠結材料的使用觀念、粗細粒料的料源觀念等雖均有長足的進步，重要之研究成果（如：高性能混凝土、自充填混凝土等）透過產學合作成功應用於工程實務，（高雄東帝士 85 層大樓、台北 101 等），也讓國內混凝土科技躋身進入國際之列，並持續多元化發展中。

但不可諱言的，與歐美日先進國家相比，在此混凝土科技與創新發展的永續發展上仍處於起步階段，主要原因在於國內混凝土領域的專業研究議題、策略、目標等項目，均分散在各政府單位、學術單位及產業單位，單位間彼此大都無明確且有效的溝通管道，除造成研究項目重覆投入，造成資源浪費之外，許多理應投入研究發展的項目，反倒遺漏無人參與，更由於以往國內缺乏一個混凝土領域研究發展的專門統籌機構，致使全國大都數眾多零散的研究工作成果，難以匯集成明確與具體的研究趨勢，回饋至產官學界及國際舞台上。

本研究基於國際混凝土科技蓬勃發展及強調永續發展之際，蒐集國內外混凝土科技發展與產業現況，並結合國內產官學界建議，希望能對於國內混凝土科技與創新發展計畫提出綜合性策略分析。

第二章 研究方法

第一節 研究目的

由於科技持續進展及全球化之衝擊，為了讓國內混凝土材料科技與相關產業之發展能邁入新的紀元，迎向新挑戰，本計畫主要目標如下所述：

1. 國內外混凝土科技與創新發展之系統性分類與評估。
2. 國外混凝土產業發展策略之調查與分析。
3. 未來國內混凝土科技與創新發展之策略定位。

第二節 研究流程

本計畫將調查分析國內外混凝土科技發展與產業現況，結合國內產官學界建議，並對創新策略和未來方向進行系統評估。研究流程如圖 2-1 所示：

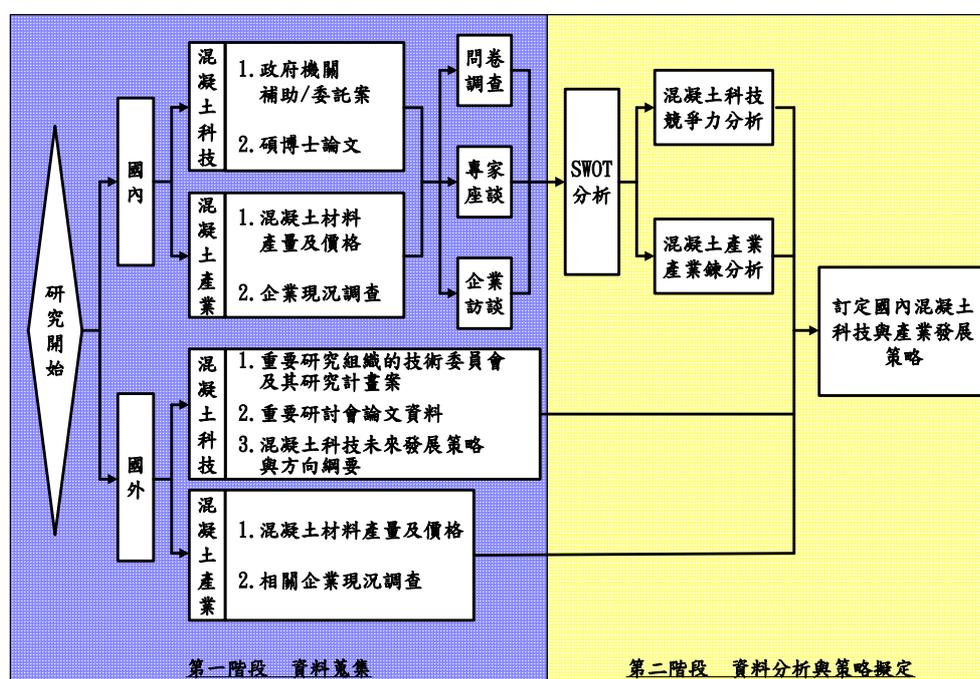


圖 2-1 研究計畫流程圖

第三節 研究範圍與分類

由於混凝土科技涵蓋範圍廣泛，為方便本研究進行統計與分析，遂將混凝土科技主題分為設計分析、組成材料、成品材料、材料性質、維護維修補強、永續發展、管理及其它等八個主題，如表 2-1 所示，並分述如下：

1. 設計分析

綜觀混凝土工程皆經過設計分析階段，除了將性質目的明確之分析設計方法（美學、理論推導、數值、配比等）加以分類外，考慮本研究進行時之特殊性，另依各項施工工法做為分類依據。總計共 15 個細項，包括有節塊推進工法、懸臂工法、預力工法、預壘工法、預鑄工法、滾壓工法、鋼骨混凝土、複合工法、冰凍工法、耐震/隔震工法、美學設計、理論分析、數值分析、配比設計及其他。

2. 組成材料

係指混凝土製作所需之材料（含摻料）。總計共 11 個細項，包括有水泥、水、粗粒料、細粒料、輕質粒料、化學摻料、礦物摻料、纖維、奈米、光觸媒及其他。

3. 成品材料

凡具特殊材料、性能、製作方式及使用目的之混凝土成品屬之。總計共 17 個細項，包括有高強度混凝土、高性能混凝土、自充填混凝土、輕質混凝土、重質混凝土、巨積混凝土、再生混凝土、水中混凝土、活性粉混凝土、智能混凝土、透水混凝土、噴凝土、砂漿(含無收縮砂漿)、減音混凝土、彩色混凝土、超工作性混凝土及其他。

4. 材料性質

泛指材料之巨微觀特性與試驗方法。總計共 11 個細項，包括有力學性質、水泥微觀機理、耐久性(抗滲性、乾縮、體積穩定性、中性化、抗硫性、鹼粒料反應、氯離子滲透)、工作性、水化、防蝕/腐蝕、熱傳性質、聲學性質、材料試驗方法、改進試驗方法及其他。

5. 維護維修補強

涵蓋任何偵測得知混凝土因使用不當、災害、外力引致材料損壞或老劣化情形及可以延長服務年限之應用技術。總計共 7 個細項，包括有非破壞性檢測、火害、監測、延壽、診斷、量測及其他。

6. 永續發展

係將增進混凝土材料永續利用並降低環境衝擊之材料、工法與課題加以分類。總計共 9 個細項，包括有永續性、生態工程/法、綠色建材、水庫淤泥、再生粒料、溫室效應、全球暖化、環境(污染控制、廢料固化等)及其他。

7.管理

涵蓋混凝土材料在設計依據、施工流程、材料品管及產業經營方面之相關方法。總計共 11 個細項，包括有品質管理(含施工作業、養護等)、規範、自動化、教育訓練、決策、預測、經營、類神經、評估方法、灰色理論及其他。

8.其它

上述七項主題無法涵蓋之項目屬之。

另外，本研究對象著重於水泥混凝土方面，關於瀝青混凝土等路面材料之研究應用，則不納入研究範圍。

表 2-1 混凝土科技重點分類表

分類名稱	表列項目				
1.設計分析	101.節塊推進工法 105.預鑄工法 109.冰凍工法 113.數值分析	102.懸臂工法 106.滾壓工法 110.耐震/隔震工法 114.配比設計	103.預力工法 107.鋼骨混凝土 111.美學設計 115.其他_____	104.預壘工法 108.複合工法 112.理論分析	
2.組成材料	201.水泥 206.化學摻料 211.其他_____	202.水 207.礦物摻料	203.粗粒料 208.纖維	204.細粒料 209.奈米	205.輕質粒料 210.光觸媒
3.成品材料	301.高強度混凝土(HSC) 304.輕質混凝土 307.再生混凝土 310.智能混凝土 313.砂漿(含無收縮砂漿) 316.超工作性混凝土	302.高性能混凝土(HPC) 305.重質混凝土 308.水中混凝土 311.透水混凝土 314.減音混凝土 317.其他_____	303.自充填混凝土(SCC) 306.巨積混凝土 309.活性粉混凝土 312.噴凝土 315.彩色混凝土		
4.材料性質	401.力學性質(含疲勞、衝擊等) 403.耐久性(抗滲性、乾縮、體積穩定性、中性化、抗硫性、鹼粒料反應、氯離子滲透) 404.工作性 407.熱傳性質 410.改進試驗方法	402.水泥微觀機理 405.水化 408.聲學性質 411.其他_____	406.防蝕/腐蝕 409.材料試驗方法		
5.維護維修補強	501.非破壞性檢測(NDT) 506.量測	502.火害 507.其他_____	503.監測	504.延壽	505.診斷
6.永續發展	601.永續性 606.溫室效應	602.生態工程/法 607.全球暖化	603.綠色建材 608.環境(污染控制、廢料固化等)	604.水庫淤泥	605.再生粒料 609.其他_____
7.管理	701.品質管理(含施工作業、養護等) 705.決策 709.評估方法	702.規範 706.預測 710.灰色理論	703.自動化 707.經營 711.其他_____	704.教育訓練 708.類神經	
8.其它	(無法包括在上述 7 項分類之其它項目)				

第四節 文獻蒐集

關於混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討，首先需要了解混凝土相關科技與產業內涵，包含原料（水泥、粒料、摻料等）與產品（一般及特殊混凝土）供應製造廠商，以及工程設計、品質檢測、法令管制、技術開發、材料研究等機關團體之組織關係架構，而後蒐集國內外混凝土科技與產業現況資料及其創新發展之管理政策與執行措施，並且加以歸納分類整理，比較分析評量實施之方式與成效。

(一) 國外混凝土科技與產業現況。

1. 針對歐洲、美加、日本、中國大陸等地區，蒐集相關文獻資料，綜合歸類整理分析。
2. 科技方面包含重要學術研究機構之研發成果、重大混凝土工程案例等。
3. 產業方面包含混凝土相關業別之分布及其規模及數量。

(二) 國內混凝土科技與產業現況。

1. 以工程、科技與產業管理機關（內政部、交通部、經濟部、環保署、農委會、國科會、工程會等）為區別，蒐集相關文獻資料，綜合歸類整理分析。
2. 科技方面包含重要學術研究機構之研發成果、重大混凝土工程案例等。
3. 產業方面包含混凝土相關業別之分布及其規模及數量。

(三) 國外混凝土創新發展之管理政策與執行措施。

針對歐洲、美加、日本、中國大陸等主要地區，蒐集與混凝土發展相關之管理政策與執行措施，包含重大之法令規範、重要之會議資料等，加以整理分析。

(四) 國內混凝土創新發展之管理政策與執行措施。

以工程、科技與產業管理機關（內政部、交通部、經濟部、環保署、農委會、國科會、工程會等）為區別，蒐集與混凝土發展相關之管理政策與執行措施，包

含重大之法令規範、重要之會議資料等，加以整理分析。

第五節 問卷

設計系列之問題，進行混凝土科技研究、產能提昇及創新發展策略之問卷調查，而後分門別類整理所得結果，予以統計分析。

問卷調查內容包含十個問題，除了基本資料及補充說明外，其中六個問題係根據八種類型（設計分析、組成材料、成品材料、材料性質、維護維修補強、永續發展、管理、其他等）之分類項目，填具前十名之優先順序，詳細之問題與表格如附件一所示，其結果分析請詳第五章第一節。

第六節 座談與訪視

除上述問卷發放調查之外，本計畫於執行期間並採用舉辦專家座談會議及實地訪視等方式，彙集各界看法與建議。

專家座談會議邀請對象如表 2-2 所示，其中涵蓋台灣北中南三區之產官學研專家，針對目前混凝土科技與產業現況與問題，藉由充分討論，群策群力集思廣益研商解決之道。

實地訪視之混凝土產業對象包括預鑄廠、摻料業、預拌廠、砂石場、水泥廠、建築師、技師等相關業者，藉由與關鍵人員對談，釐清問題與癥結，研擬解決方案與對策。

座談與訪視結果整理於第五章第二節。

表 2-2 專家座談會邀請對象

會議	邀請與會專家學者
專家座談（一）	學界、公家機關及專家(北部)。
專家座談（二）	學者、公家機關、專家、業界及公會等單位(南部)。
專家座談（三）	學者、製造生產業者（水泥、預拌廠、預鑄廠等）、研究機構、顧問公司。

第七節 歸納與分析

根據混凝土相關產業之互動關係，建置與科技連結之架構，以優勢(Strength)、劣勢(Weakness)、機會(Opportunities)及威脅(Threats)之SWOT矩陣配對，予以各種景況之分析，確立之混凝土科技與產業關係架構，另一方面，也將就管理與執行層面，考量人力結構、市場需求、資源分配、技術發展等要素，進行問卷調查、實地訪視與專家座談，綜合獲致之各項優勢(S)、劣勢(W)、機會(O)及威脅(T)，再根據Wehrich所提出之SWOT分析理論，採行矩陣配對(Matching)方法：SO策略表示掌握優勢並利用機會，即Maxi-Maxi原則；WO策略表示克服劣勢並利用機會，即Mini-Maxi；ST策略表示掌握優勢且避免威脅，即Maxi-Mini原則；WT策略表示克服劣勢且避免威脅，即Mini-Mini原則。一般而言，SO策略屬於成長型策略，WT策略屬於緊縮型策略，WO策略與ST策略屬於穩定型策略，SWOT矩陣配對可充分顯示此四個概念及其對應具體策略，而策略涵蓋技術可行、經濟效益、環境適切、法令周全、資源供應、社會接受、政府支持等層面。

第三章 各國混凝土科技與產業現況暨創新發展策略

第一節 歐洲地區

壹、歐洲混凝土科技發展現況

(一) 營建材料系統結構實驗室與專家組織(RILEM) [1]

1. 機構簡介

營建材料系統結構實驗室與專家組織(The International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures, **RILEM**, from the name in French: *Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages*) 成立於 1947 年, 其目的為提昇營建材料與結構領域之科技合作。

2. 刊物及出版品

- 期刊：*Materials and Structures* 材料與結構 (2002 年, *Concrete Science and Engineering* 期刊併入 *Materials and Structures* 期刊)
- 研討會論文集：截至 2007 年計有 52 本研討會論文集。經由統計分析，以「材料性質」類別居冠，「成品材料」類別居次。

3. 技術委員會

截至 2007 年計有 43 個技術委員會，其中有 7 個委員會已完成工作，不再運作。經由統計分析，亦以「材料性質」類別居冠，「成品材料」類別居次。

4. 合作組織

截至 2007 年計有 42 個合作組織。

(二) 結構混凝土協會(FIB) [2]

1. 機構簡介

結構混凝土協會(The International Federation for Structural Concrete, FIB - Fédération Internationale du Béton) 成立於 1998 年，係結合歐洲國際混凝土學會 (the Euro-International Concrete Committee, CEB - Comité Euro-International du Béton) 與國際預力協會(the International Federation for Prestressing, FIP - Fédération Internationale de la Précontrainte)兩個獨立機構(CEB 與 FIP 均創始於 1952 年)。

2. 刊物及出版品

- 期刊：Structural Concrete 結構混凝土 (自 2002 年開始)
- 通訊：fib-news 知訊 (自 2003 年開始)

3. 技術委員會

截至 2007 年計有 15 個與混凝土相關之技術委員會。經由統計分析，以「成品材料」與「設計分析」兩類別最多。

4. 合作組織

截至 2007 年計有 13 個合作組織。

(三) 北歐混凝土聯盟(The Swedish Concrete Association Nordic Concrete Federation) [3]

北歐混凝土聯盟係由丹麥 Danish Concrete Society、芬蘭 Concrete Association of Finland、冰島 Icelandic Concrete Association、挪威 The Norwegian Concrete Association、瑞典 The Swedish Concrete Association 所組成。近 6 年該組織支助完成與混凝土相關之博士論文計 76 篇，其研究主題之排序依次為材料性質、成品材料、設計分析/組成材料、維護維修補強、永續發展/管理等。北歐諸國對於混凝土之研發與推廣，乃結合學術理論與產業實務，產學相得益彰(參考表 3-1)。

(四) 歐洲預拌混凝土組織(European Ready Mixed Concrete Organization, ERMCO)[4]

歐洲預拌混凝土組織有 24 個團體會員(除美國、土耳其及以色列外，其餘均於歐洲地區)，1967 年成立德國慕尼黑，當時歐洲只有 10% 水泥使用於預拌混凝土，2006 年，歐洲預拌混凝土數量已達三億五千萬立方米，相關中小企業達六千家，且水泥使用於預拌混凝土之比率超過 65% (註：2006 年全世界水泥產量二十五億四千萬噸，其中歐洲地區三億一千四百萬噸)。歐洲預拌混凝土組織與歐洲摻料協會(EFCA)、歐洲粒料協會(UEPG)、歐洲水泥協會(CEMBUREAU)互動密切。該組織提供混凝土之預拌公司家數及工廠間數、混凝土價格及數量、從業人數等訊息相當完整，俾於預估分析混凝土之發展。

(五) 水泥永續聯盟 (The Cement Sustainability Initiative, CSI)[5]

水泥永續聯盟於 1999 年成立，由世界上 18 個水泥製造商所組成，為世界永續發展事務委員會之計畫組織，全球 40% 以上之水泥產自此 18 個水泥製造商。其目的係建立架構來幫助水泥業者探求永續發展之措施方法並朝向永續發展努力前進。2002 年時，擬定執行議程，項目涵蓋氣候保護與 CO₂ 管理、使用燃料與材料之責任、從業人員之健康與安全、對於土地及社區之衝擊、報導和聯繫。

水泥永續聯盟的成員如包括美國 ASH GROVE 公司、義大利 ITALCEMENTI 公司、墨西哥 CEMEX 公司、法國 LAFARGE 公司、西班牙 CEMENTS MOLINS 和 CPV 公司、巴西 LIZ CIMENTOS 和 VOTORANTIM 公司、葡萄牙 SECIL PORTUGAL 和 CIMPOR 公司、印度 SCI 和 GRASIM 公司、愛爾蘭 CRH 公司、泰國 THE SLAM CEMENT GROUP 公司、日本太平洋公司、德國海德堡公司、希臘 TITAN 公司、瑞士 HOLCIM 公司。

貳、歐洲混凝土科技發展策略

(一) 歐洲營建研究網 (European Construction Research Network, E-Core)[6]

E-Core 訂定營建研究技術發展 (Research, Technology and Development, 簡稱 RTD) 策略之目的在於確認知識缺口及提出計畫之優先順序。經由內部外在行動之結合來呈現策略，具不同背景之精英於核心活動中建立初步原則，草擬條文及其各單元間之相互銜接。工作範疇包含確認主題、檢視世界上現有相關策略、歐洲

營建環境、成立營建技術平台、研提 2030 年營建藍圖、進行流程及執行方案。

與 E-Core 之合作組織計有 67 個機構，分別來自英國、德國、荷蘭、法國、希臘、丹麥、瑞典、挪威、芬蘭、愛爾蘭、比利時、奧地利、西班牙、葡萄牙、匈牙利、義大利、斯洛伐克等 18 國，包括業界 29 個機構、官方 5 個機構、學術 11 個機構以及研究 22 個機構。每兩個月出版技術刊物，介紹最新科技並發表營建案例。

未來發展方向：

- 符合環境需求（最佳化製造、最小化衝擊等）。
- 符合使用者的要求與切望（產品達到預期性能、溝通完全透明化等）。
- 更新營建程序（考量生命週期、整合傳遞體系等）。
- 提高人力素質（改進工作環境、提昇工作品質等）。
- 開拓材料與技術領域（先進科技—奈米、生技及資訊等；系統—分散與控制、耐久性、再利用及感測等；服務—健康及安全等）。

營建研究技術發展策略：

- 溝通策略(Communicating the strategy)
- 經由社會市場機制達成更新 (Achieving change through social and market mechanisms)
- 建立政治共識 (Building political consensus)
- 遍及各個層面 (Working at all levels)
- 經由標準規範創新 (Innovation through standards and technical specifications)
- 產業革新平台 (Industry transformation as the focus for European Construction Technology Platform (ECTP))
- 鼓勵工業更新 (Stimulating industry change)
- 瞭解創新(Understanding innovation)

- 監測更新 (Monitoring change)
- 靈活策略 (A living strategy)

(二) 混凝土技術協會(The Institute of Concrete Technology, ICT)[7]

2007 年 35 屆混凝土技術協會技術年會之探討主題如次：

- 混凝土符合目的之挑戰。
- 營建自動化方法。
- 混凝土非破壞檢測技術。
- 柔性混凝土拱。
- 合成纖維。
- 再生粒料應用於預鑄混凝土。
- 微觀剖析混凝土。
- 混凝土樓版。
- 自動監測混凝土結構之狀況。
- 自充填混凝土。

(三) 挪威混凝土創新中心(Concrete Innovation Centre, COIN) [8]

挪威混凝土創新中心位於挪威科技大學(The Norwegian University of Science and Technology, 簡稱 NTNU) 。總經費：二億一千萬挪威幣(NOK)，執行時程：2007 年至 2014 年。

研發創新領域：

- 輕質混凝土 (Pioneers of strong lightweight concrete)
- 早期狀態 (Early phase important)
- 耐久強化 (Durable reinforcement)
- 智慧警告系統 (Intelligent warning systems)
- 環境考量 (Environmental considerations more important)
- 再生材料 (Using recycled material)
- 節省人力 (More concrete and less workers)

- 複合材料 (Sandwich elements)
- 多功能建築 (Multi-functional concrete buildings)
- 混凝土美化 (Concrete is beautiful)

(四)德國海德堡水泥公司(Heidelberg Cement)[9]

德國海德堡水泥公司成立於 1873 年，其核心產品包含水泥、預拌混凝土、粒料等，規模名列世界前茅。員工 43,000 人，來自 50 個國家。2006 年營業額達 92 億歐元，營收超過 10 億歐元，係源自迎合市場之發展與資金之有效運用。水泥產量幾近 8 千萬噸，預拌混凝土達 3 千 1 百萬立方公尺，粒料為 1 億零 4 百萬噸。

發展策略：

- 垂直整合 (Vertical integration)
- 管理焦點更新 (A change in management focus)
- 成長市場強化履行 (Strengthened commitment in growing markets)
- 參與精實流程 (Participation in the process of consolidation)
- 承諾永續發展 (Committed to sustainability)

(五) 法國拉法吉公司(Lafarge)[10]

法國拉法吉公司成立於 1833 年，其核心產品包含水泥、預拌混凝土、粒料、石膏等，規模名列世界前茅（水泥與粒料世界第一；預拌混凝土與石膏世界第三）。員工 71,000 人，來自 70 個國家。2006 年營業額達 170 億歐元，營收超過 27 億歐元。

發展策略：

1.目前進行之計畫

- 改進水泥之均勻度：工作度、凝結時間、使用溫度等(Improved uniformity of the

cements: workability, setting time, usage temperature, and so on.)

- 發展水泥摻料之應用：爐石、灰渣、卜作嵐等(Development of the use of cement additives: slag, ash, pozzolana and so on.)
- 確認一般與特殊水泥之差異因素(Identifying the factors of differentiation through mapping of both ordinary and special cements)

2.未來研發方向

- 既有混凝土之改善(Improving existing concrete)
- 發展創新類型之混凝土(Developing innovative types of concrete)
- 網路化組織(A networked organization)

(六) 愛爾蘭 CRH 公司[11]

愛爾蘭 CRH 公司成立於 1970 年，係由成立於 1936 年之愛爾蘭水泥(Cement)公司與成立於 1949 年路石(Roadstone)公司合併而成。其核心產品包含水泥、粒料、水泥製品等。CRH 公司遍及 28 個國家，員工人數達 8 萬人。

發展策略：

- 堅守營建材料核心產業。(Stick to core businesses in building materials)
- 本地投資，成為市場最低成本者。(Invest at 'home'; be the low cost market leader)
- 海外發展，創造未來發展平台。(Develop 'overseas'; create platforms for future growth)
- 協商處理符合銷售供應所需。(Negotiate deals that meet the sellers' and CRH's needs)
- 移轉發展團隊通報區域產品集團管理者。(Devolved development teams reporting to regional and product group managers)
- 嚴格之評估、同意與審核方式。(Rigorous approach to evaluation, approval and review)
- 依時序增強由中型至較大之會報。(Generally mid-sized deals augmented from time to time with some larger transactions)
- 維持發展各部門均衡體系之目標。(Objective is to maintain and develop a balanced portfolio across regions, products and construction sectors)

- 專注於展示與成長。(Focus on performance and growth)

(七)歐洲營建技術平臺(ECTP)[12]

基於社會、永續與技術發展考量，歐洲營建技術平臺經由分析二十一世紀必須克服之挑戰事項如下所示，以達成更具世界水準和競爭力之目標並釐定研發創新之策略。

- 營建程序工業化以確切地降低成本並提昇品質。
- 創造安全健康的工作及生活環境。
- 參與國家間法令暢行之工作已建立營建產品與服務之普級市場。
- 執行減少能源、材料、資源浪費之措施。
- 增加與低成本經濟體之競爭力。
- 認知營建創新與研發屬性之重要。
- 促進全面營建環境品質之改善。
- 強調老年及殘障者所需之運輸系統與建築設施。
- 讓營建業成為各層次供應鍊之先進知識經濟體。
- 支持整合與永續性之發展與維修。
- 確信文化建築古蹟之保存俾於豐盛社會。
- 強化供給與需求面之關係。
- 焦點從產品轉移至服務。

重點工作範疇

工作範疇中個別屬性者為城市與建築、地下營建、網路、文化遺產，整合屬性者為生活品質、材料、資訊技術。以個別屬性者為緯，整合屬性者為經，編織建構符合未來發展之藍圖。

參、歐洲預拌混凝土價格與產能

根據歐洲預拌混凝土組織(ERMCO)2001年至2005年之完整統計資料，比較十五個歐洲國家(1芬蘭、2挪威、3瑞典、4奧地利、5比利時、6法國、7德國、8荷蘭、9義大利、10葡萄牙、11西班牙、12英國、13愛爾蘭、14波蘭、15斯洛伐克。)，分為北中南西東五個區域：A北歐：芬蘭、挪威、瑞典。B中歐：奧地利、比利時、法國、德國、荷蘭。C南歐：義大利、葡萄牙、西班牙。D西歐：英國、愛爾蘭。E東歐：波蘭、斯洛伐克。其預拌混凝土價格與產能，以及預拌廠家數與預拌混凝土數量，如下列圖示。

以地區而言，北歐地區預拌混凝土價格最高，產能最低；東歐及南歐地區預拌混凝土價格較低，產能則較高。預拌混凝土價格由高而低之順序：北歐>西歐>中歐>南歐>東歐，預拌混凝土最高價格(北歐)約為最低價格(東歐)2.2倍。預拌混凝土廠產能由高而低之順序：南歐>東歐>中歐>西歐>北歐，預拌混凝土廠最高產能(南歐)約為最低產能(北歐)3.2倍，如圖3-1~3-3所示。

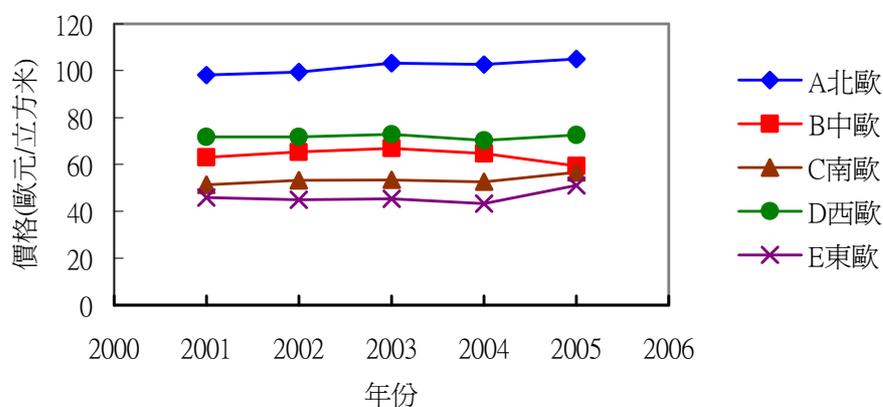


圖 3-1 歐洲預拌混凝土價格變化 (2001~2005 年)

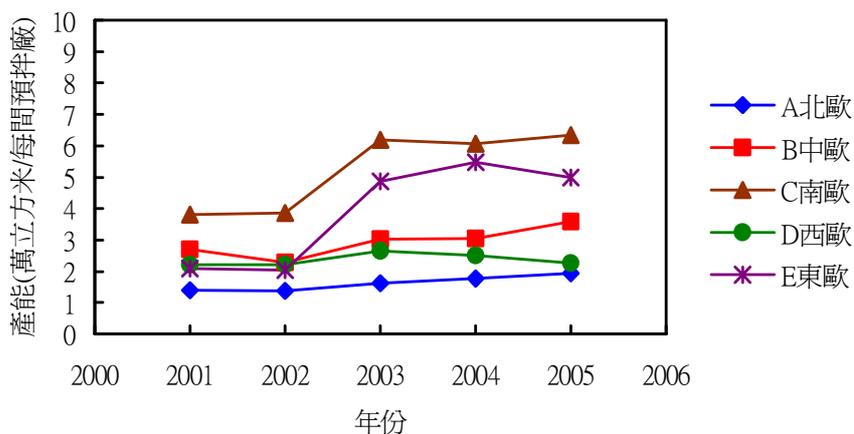


圖 3-2 歐洲預拌混凝土產能變化 (2001~2005 年)

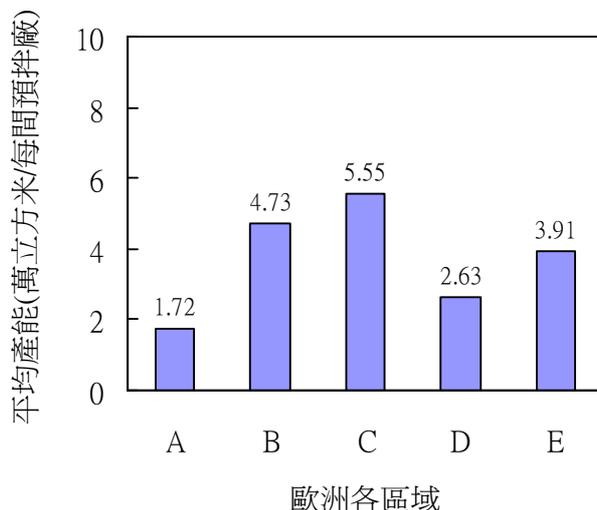


圖 3-3 歐洲各區域預拌混凝土產能比較 (2001~2005 年)

以個別國家而言，如圖 3-4 ~ 3-7 所示，預拌混凝土廠數超過一千家者由高而低之順序依次為德國 > 西班牙 > 法國 > 英國 > 義大利；預拌混凝土產量每年超過兩千萬立方米者由高而低之順序依次為西班牙 > 義大利 > 德國 > 法國 > 英國；預拌混凝土價格超過 75 歐元者由高而低之順序依次為挪威 > 瑞典 > 芬蘭 > 英國 > 法國；預拌混凝土產能超過五萬立方米者由高而低之順序依次為比利時 > 葡萄牙 > 荷蘭 > 義大利 > 西班牙。德國擁有最多家預拌混凝土廠(1714 間)；西班牙預拌混凝土產量最多(7158 萬立方米/年)；挪威預拌混凝土價格最高(123.2 歐元/立方米)；比利時預拌混凝土產能最高(8.76 萬立方米/間)。

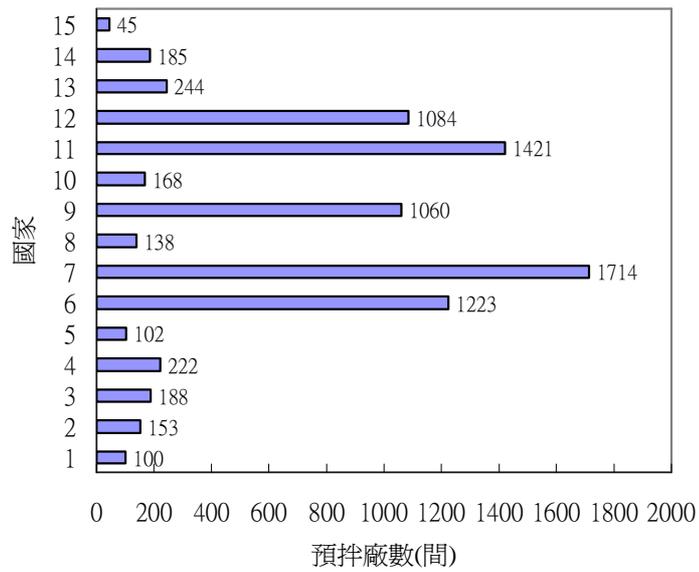


圖 3-4 歐洲國家預拌混凝土廠數比較 (2001~2005 年)

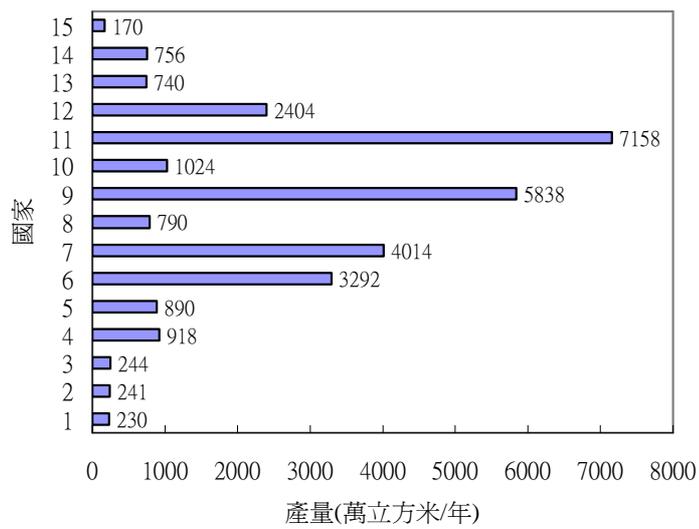


圖 3-5 歐洲國家預拌混凝土產量比較 (2001~2005 年)

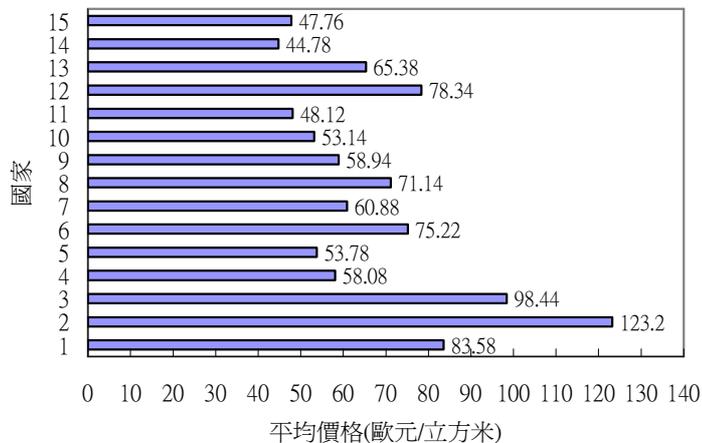


圖 3-6 歐洲國家預拌混凝土價格比較 (2001~2005 年)

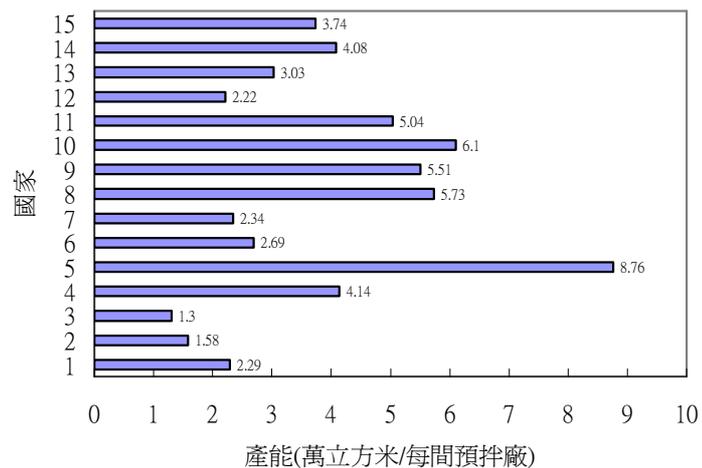


圖 3-7 歐洲國家預拌混凝土產能比較

肆、歐洲混凝土相關規範

(一) 混凝土(concrete)

- EN 206 concrete

(二) 混凝土試驗 (concrete testing)

- EN 12350 testing fresh concrete

- EN 12390 testing harden concrete

(三) 水泥 (cements)

- EN 197 cement

(四) 水泥試驗 (cement testing)

- EN 196 methods of testing cement

(五) 飛灰 (fly ash)

- EN 450 fly ash for concrete

(六) 矽灰 (silica fume)

- prEN 13263 silica fume for concrete

(七) 粒料 (aggregates)

- prEN 12620 aggregates for concrete

- prEN 13139 aggregates for mortar

(八) 粒料試驗 (aggregate testing)

- EN 932 tests for general properties of aggregates

- EN 933 tests for geometrical properties of aggregates

- EN 1097 tests for mechanical and physical properties of aggregates

- EN 1367 tests for thermal and weathering properties of aggregates

- EN 1744 tests for chemical properties of aggregates

(九) 混凝土保護與修護 (concrete protect and repair)

- EN 1504 product and systems for the protect and repair of concrete structures

伍、會議

與混凝土科技相關之國際會議，2007 年執行中計有 38 場，2008 年籌備中計有 9 場。經由統計分析，2007 年國際會議以「組成材料」類別之會議居冠，「永續發展」類別之會議居次；2008 年國際會議以「材料性質」類別之會議最多，其次為「永續發展」類別之會議(參考表 3-1)。

對於舉行好幾屆之會議，值得加以關注，一方面會議課題觸及混凝土科技與產業之核心，另一方面是項會議所探討之內容持續不斷有突破性之成果呈現。以下三種近期舉行第 8 屆與混凝土相關之國際會議，正好驗證前述關注之理由。

(一) 高強度與高性能混凝土應用研討會(Symposium on Utilization of High-Strength and High-Performance Concrete)：1987 年起每三年舉行一次，各屆舉辦之時間及地點如表 3-1 所示。

表 3-1 歷年高強度與高性能混凝土應用研討會時程

屆次	時間	地點(國家)
1	1987	Stavanger (Norway)
2	1990	Berkeley (USA)
3	1993	Lillehammer (Norway)
4	1996	Paris (France)
5	1999	Sandefjord (Norway)
6	2002	Leipzig (Germany)
7	2005	Washington D.C. (USA)
8	2008	Tokyo (Japan)

(二) 混凝土與混凝土結構潛變、乾縮及耐久性研討會(Conference on Creep, Shrinkage and Durability of Concrete and Concrete Structures)：1958 年起不定時舉行，各屆舉辦之時間及地點如表 3-2 所示。

表 3-2 歷年混凝土與混凝土結構潛變、乾縮及耐久性研討會

屆次	時間	地點(國家)
1	1958	Munich (Germany)
2	1968	Munich (Germany)
3	1978	Leeds (UK)
4	1986	Evanston (USA)
5	1993	Barcelona (Spain)
6	2001	Cambridgem (USA)
7	2005	Nantes (Brazil)
8	2008	Ise-Shima (Japan)

(三) 纖維聚合物混凝土結構研討會 (Symposium on Fiber Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures)，1993 年起每兩年舉行一次，各屆舉辦之時間及地點如表 3-3 所示。

表 3-3 歷年纖維聚合物混凝土結構研討會

屆次	時間	地點(國家)
1	1993	Vancouver (Canada)
2	1995	Ghent (Belgium)
3	1997	Sapporo (Japan)
4	1999	Baltimore (USA)
5	2001	Cambridge (UK)
6	2003	Singapore (Singapore)
7	2005	Kansas City (USA)
8	2007	Patras(Greece)

第二節 美國地區

壹、美國混凝土產業發展現況

美國混凝土產業於 2005 年美國消耗 1 億 2 千萬噸水泥，較 2004 年增加 5.6%，主要增加原因為低利率房貸，促使購屋增加，建築業景氣熱絡。美國水泥自足率達九成，剩下不足部份，多進口自中國、加拿大、泰國與希臘。其水泥製成品出口比率不足 1% [13]。

表 3-4 與圖 3-18 為 2002-2007 年度美國水泥及混凝土使用量與熟料產量，水泥使用量從 1 億 4 百萬公噸增至 1 億 2 千 5 百萬公噸；混凝土使用量在 6 年間，從 3 億 5 千萬立方米增至 4 億 2 千萬立方米；熟料產量則於 9 千 1 百萬公噸增至 9 千 4 百萬公噸。自 2002 年至 2005 年，水泥使用量與混凝土使用量呈現快速成長，成長率約為 17%，2005 年之後成長皆趨於緩慢；熟料產量則呈現微幅增長或衰退的徘徊狀態。

表 3-4 美國水泥及混凝土使用量與熟料產量表（2002-2007 年） [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
水泥使用量 (千公噸)	103,769	107,537	114,892	121,573	123,125	125,096
混凝土使用量 (千立方米)	349,865	362,576	387,369	409,889	415,133	421,788
熟料產量 (千公噸)	91,179	91,777	93,654	93,654	93,315	93,927

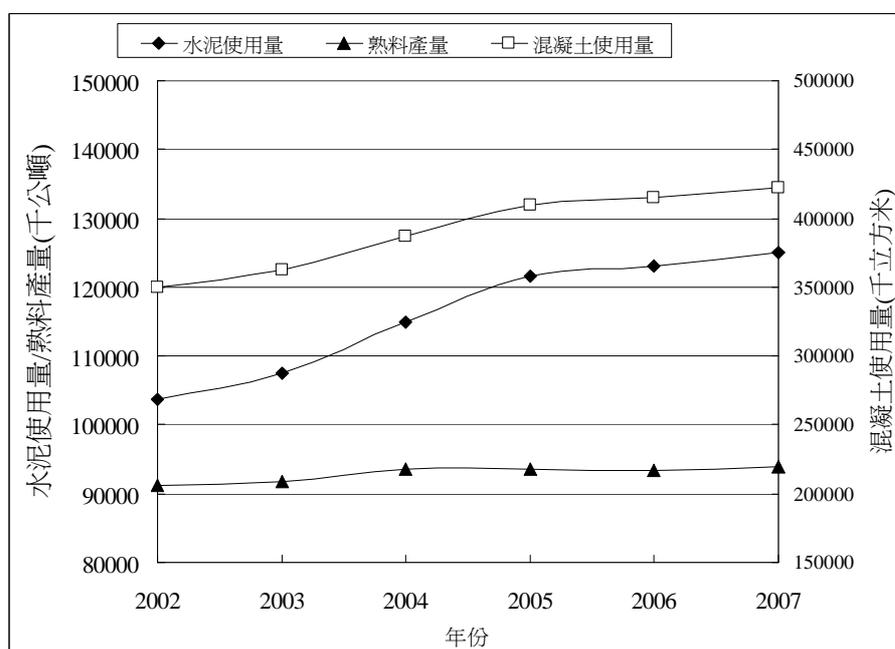


圖 3-8 美國水泥及混凝土使用量與熟料產量圖（2002-2007 年）

表 3-5 為 2002-2007 年度美國水泥及營造相關產業廠數、員工數與產值總表，營造相關業者和水泥相關業者總廠商數。產業廠數 85% 屬於營造相關業者，2002 年約有 6 萬 2 千廠，至 2007 年增加到約 7 萬 4 千廠，6 年成長了近 18%，其中水

泥相關業者家數偏向穩定微量增加，主要增幅多由營造相關產業所貢獻（見圖 3-9）。員工總數 72% 屬於營造相關業者，2002 年約 2007 年全美約有 78 萬從業人員，至 2007 年增至約 94 萬從業人員，增幅達 20%。

表 3-5 美國水泥及營造相關產業廠數、員工數與產值表（2002-2007 年）[13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
水泥相關工廠 (廠)	9,289	9,723	10,414	10,942	11,056	11,233
營造相關機構 (廠)	53,185	54,520	58,381	60,807	61,523	62,358
總工廠/機構 (廠)	62,474	64,244	68,796	71,746	72,578	73,591
水泥相關工廠員工數 (人)	217,573	228,081	245,765	259,209	260,968	265,326
營造相關機構員工數 (人)	565,731	581,928	624,130	655,808	662,276	672,039
總員工數 (人)	783,304	810,004	869,893	915,012	923,244	937,362
水泥相關銷售值 (百萬美元)	43,886	46,923	52,067	60,909	68,322	73,214
平均單位銷售值 (千美元/廠)	4,725	4,826	5,000	5,567	6,180	6,518
平均單位銷售值 (千美元/人)	202	206	212	235	262	276
營造相關營造值 (百萬美元)	54,230	56,899	62,498	67,714	70,898	76,285
平均單位營造值 (千美元/廠)	1,020	1,044	1,071	1,114	1,152	1,223
平均單位營造值 (千美元/人)	96	98	100	103	107	114

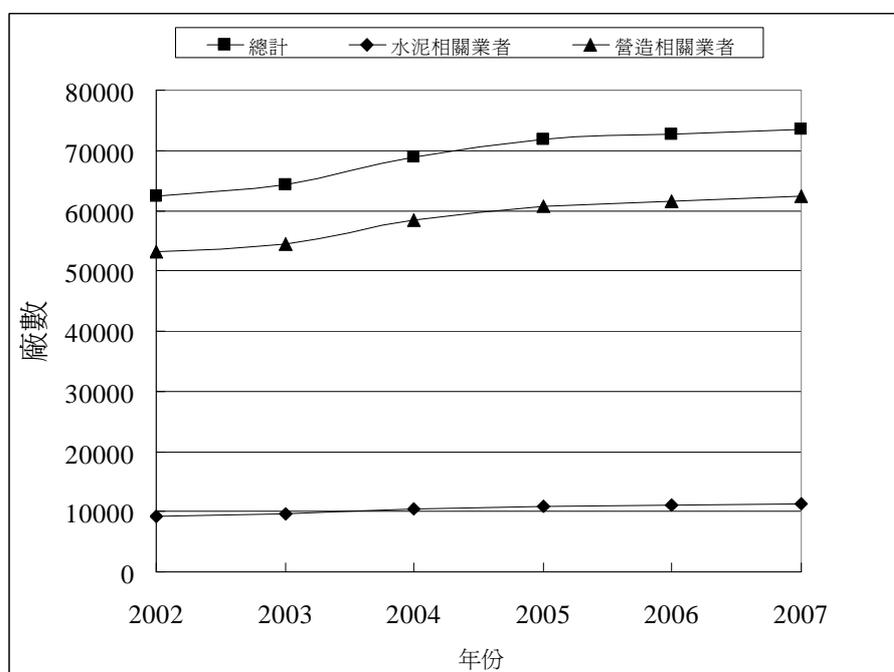


圖 3-9 美國水泥及營造相關產業廠數總圖（2002-2007 年）

表 3-5 中顯示水泥相關產業銷售值，2002 年銷售值為 439 億美元，至 2007 年已增加到 732 億美元，6 年之間成長高達 67%；2002 年水泥相關業者平均每廠銷售值為 473 萬美元，至 2007 年已增加到 652 萬美元，此 6 年間，平均每廠銷售值成長了 38%；2002 年平均每人銷售值為 20 萬美元，至 2007 年增加至 28 萬美元，成長率為 37%。

表 3-5 中顯示營造相關業者之營造值，6 年來呈現穩定成長，2002 年總營造值為 542 億美元，2007 年為 763 億美元，成長率為 40%；此 6 年間，營造相關業者平均每廠營造值從 102 萬美元增加到 122 萬美元，成長率為 20%，其中混凝土營造廠營造值較高，在 2007 年比水泥石材營造廠之營造值高出了 57%；此外，平均每人銷售值方面，從 2002 年每人 9.6 萬美元，2007 年增至每人 11.4 萬美元，成長率為 18%。

水泥相關產業細分為水泥產業、預拌混凝土產業、其它水泥產業三類，此三類 2002 至 2007 年度之詳細廠數、員工數、產量與銷售值分別如表 3-6~3-8 所示，水泥相關產業個別銷售值如圖 3-10 所示，水泥相關產業每廠銷售值如圖 3-11 所示。整體而言，水泥產業是個特例，水泥產業之工廠家數一直維持在 109 家，但每廠銷售值在此段期間成長了 64%，特別在 2004 年以後大幅度的上揚，從 7 千 7 百萬美元增加到 2007 年的 1 億 1 千 4 百萬美元，4 年之間有接近五成的成長率。

表 3-6 美國水泥產業廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年) [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
工廠 (廠)	109	109	109	109	109	109
員工數 (人)	17,546	18,676	18,869	19,887	20,003	20,134
水泥產量 (千公噸)	83,126	88,409	89,312	94,131	94,880	95,429
銷售值 (百萬美元)	7,610	8,068	8,413	9,975	11,526	12,459
單位銷售值 (美元/公噸)	91.55	91.26	94.20	105.97	121.48	130.55
單位銷售值 (千美元/廠)	69,817	74,017	77,186	91,514	105,741	114,300

表 3-7 美國預拌混凝土廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年) [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
工廠 (廠)	5,564	5,747	6,034	6,325	6,457	6,533
員工數 (人)	98,454	101,153	106,779	112,102	114,385	115,740
混凝土產量 (千公噸)	78,213	80,457	84,807	89,442	91,181	92,314
混凝土產量 (千立方米)	263,715	271,272	285,947	301,579	307,434	311,242
銷售值 (百萬美元)	21,513	22,246	24,670	29,096	33,326	35,793
單位銷售值 (美元/公噸)	275.06	276.50	290.90	325.31	365.50	387.73
單位銷售值 (美元/立方米)	81.58	82.01	86.28	96.48	108.40	115.00
單位銷售值 (千美元/廠)	3,867	3,871	4,089	4,600	5,161	5,479

表 3-8 美國其它水泥產業廠數、員工數、產量與銷售值表 (2002-2007 年) [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
工廠 (廠)	3,616	3,867	4,271	4,508	4,490	4,591
員工數 (人)	101,573	108,252	120,117	127,220	126,580	129,452
水泥產量 (千公噸)	111,868	118,561	131,817	140,758	139,936	143,652
銷售值 (百萬美元)	15,300	16,609	18,984	21,838	23,470	24,963
單位銷售值 (美元/公噸)	136.77	140.09	144.01	155.14	167.72	173.77
單位銷售值 (千美元/廠)	4,231	4,295	4,445	4,844	5,227	5,437

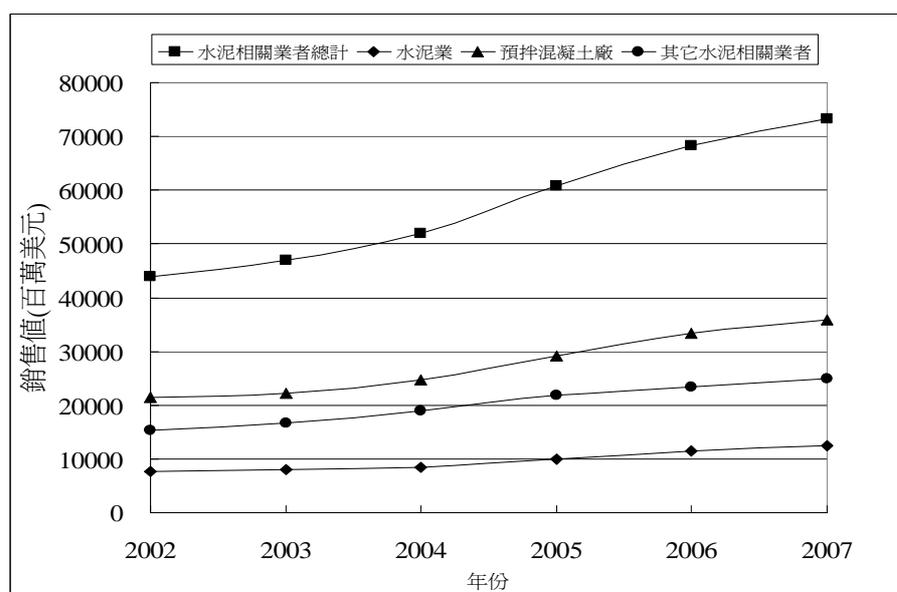


圖 3-10 美國水泥相關產業銷售值圖 (2002-2007 年)

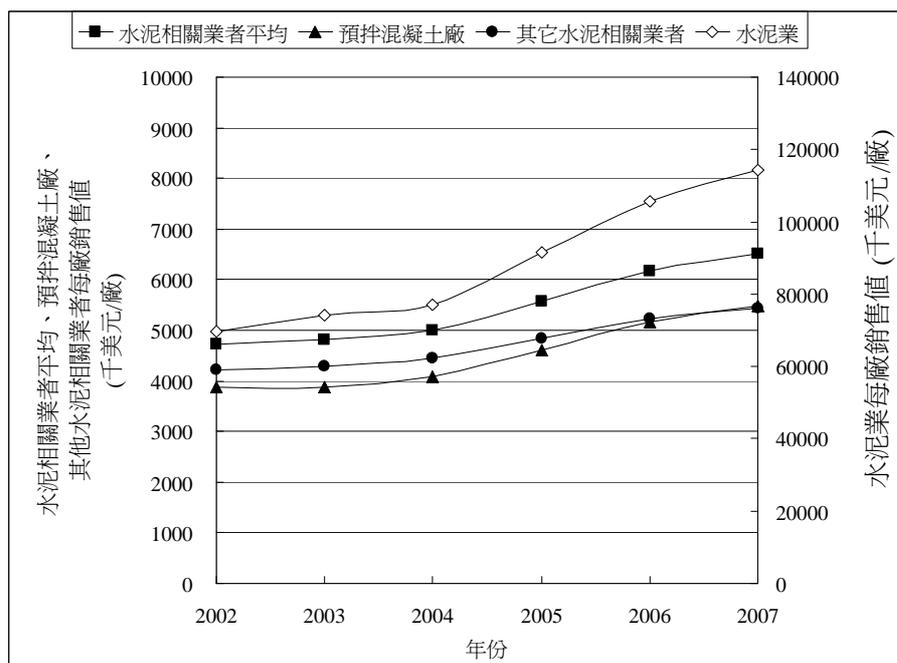


圖 3-11 美國水泥相關產業每廠銷售值圖 (2002-2007 年)

圖 3-12 顯示預拌混凝土的價格持續上漲，每立方米預拌混凝土之價格從 2002 年 81.6 美元，至 2007 年成長至 115 美元，6 年來成長了近 41%，特別 2004 年以後成長更為顯著。

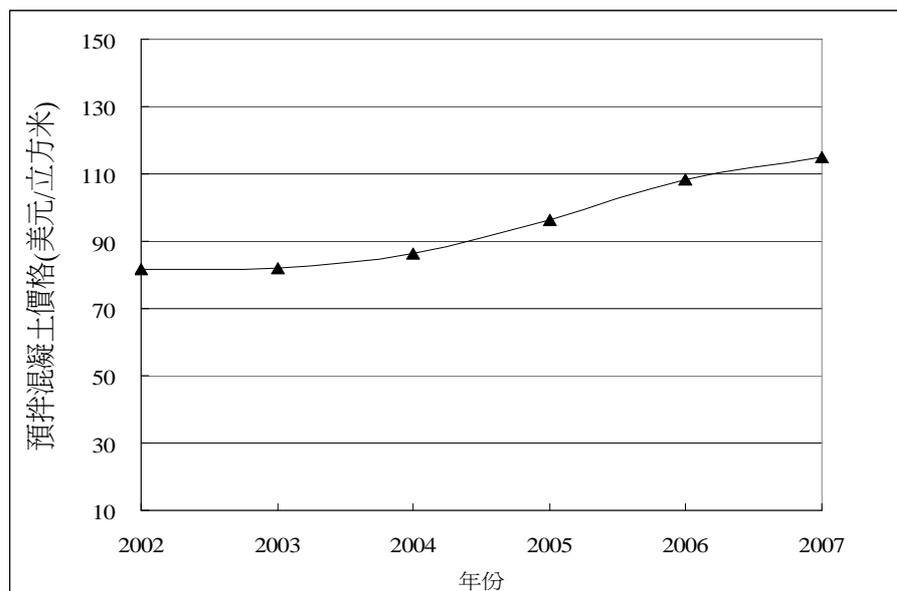


圖 3-12 美國預拌混凝土價格圖 (2002-2007 年)

營造相關產業細分為混凝土營造廠、水泥石材營兩類，此二類 2002 至 2007 年度之詳細廠數、員工數與營造值分別如表 3-9 與表 3-10 所示，營造相關產業營造值如圖 3-13 所示，營造相關產業每廠營造值如圖 3-14 所示，混凝土營造廠營造值和水泥石材營造值之比率約為 6:4。

表 3-9 美國混凝土營造產業廠數、員工數與營造值表 (2002-2007 年) [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
機構 (廠)	27,509	28,275	30,241	31,580	31,973	32,431
員工數 (人)	310,059	319,559	342,485	361,086	364,787	370,249
營造值 (百萬美元)	33,979	35,767	39,269	42,661	44,681	48,098
單位營造值 (千美元/廠)	1,235	1265	1,299	1,351	1,397	1,483

表 3-10 美國水泥石材產業廠數、員工數與營造值表 (2002-2007 年) [13]

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007
機構 (廠)	25,676	26,245	28,140	29,227	29,550	29,927
員工數 (人)	255,672	262,369	281,645	294,722	297,489	301,790
營造值 (百萬美元)	20,251	21,132	23,229	25,054	26,217	28,187
單位營造值 (千美元/廠)	789	805	825	857	887	942

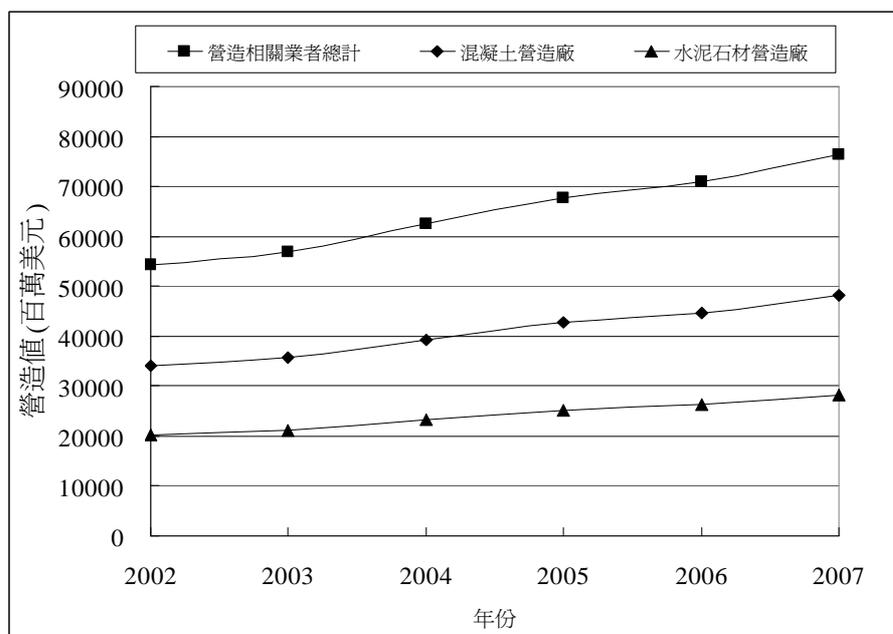


圖 3-13 美國營造相關產業營造值圖 (2002-2007 年)

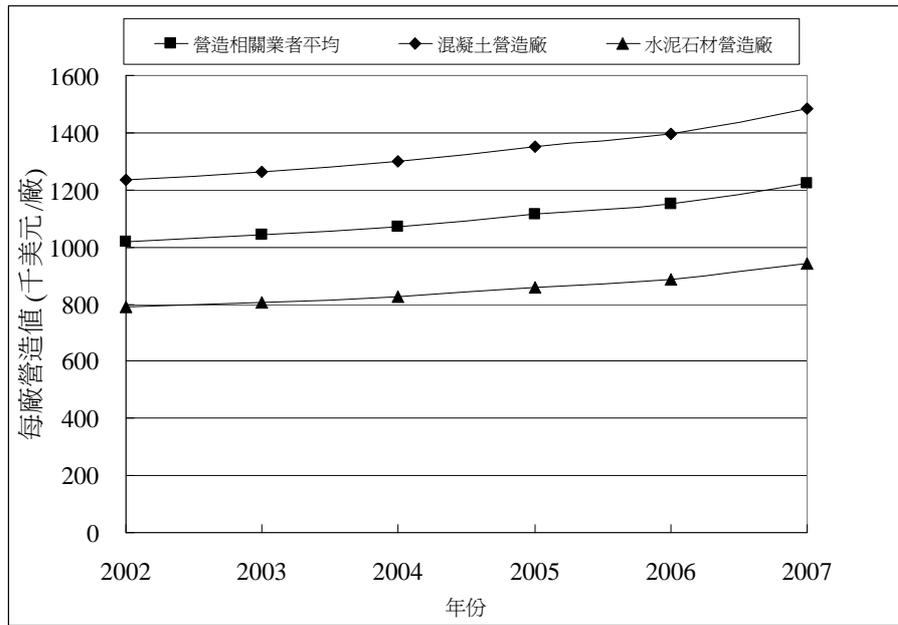


圖 3-14 美國營造相關產業每廠營造值圖 (2002-2007 年)

貳、美國混凝土科技發展現況

本研究計畫案之美國部份，針對五個混凝土相關重要研究機構、學會、協會或政府單位進行資料收集，單位名稱如下：美國混凝土協會 (American Concrete Institute, ACI)、美國試驗與材料學會 (American Society for Testing and Materials, ASTM)、公共工程技術研究中心 (Infrastructure Technology Institute, ITI)、波特蘭水泥協會 (Portland Cement Association, PCA)、美國國家標準與技術中心 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 之建築與防火研究實驗室 (Building and Fire Research Laboratory, BFRL)。

(一) 美國混凝土協會 (ACI) [14]

美國混凝土協會創立於 1904 年，總部設於密西根 Farmington Hills，協會透過每年主導 125 個研討會，管理 14 個不同的認證，發行超過 400 種技術文件，並提供學生獎學金，以促進混凝土的新知識發展。

1. 各類委員會

現有執行委員會 (Board Committees) 、認證委員會 (Certification Committees) 、會議委員會 (Convention Committees) 、教育委員會 (Education Committees) 、國際交流委員會 (International Committees) 及 112 個技術委員會 (Technical Committee, TC) ，負責會務推動、混凝土教育、混凝土相關認證、混凝土相關課題之規範研究與工作。另成立美國混凝土協會基金會 (ACI Foundation) ，內有：混凝土研究委員會 (Concrete Research Council, CRC) 、獎學金委員會 (Scholarship Council) 及混凝土策略發展委員會 (Concrete Strategic Development Council, SDC) 。

2. 研討會與會議

美國混凝土協會贊助會議、研討會、會議、專題討論、活動，每年舉辦了春季與秋季會議，匯集 1,300 至 1,500 位美國混凝土協會會員、客戶以及與混凝土相關之從業人員。每三年美國混凝土協會舉辦國際型研討會，每年在美國主導超過 100 個專題討論，內容涵蓋各式各樣和混凝土科技相關的主題，例如：結構設計、耐久性、修補、故障檢修、路板、鋪面設置等。

3. 出版品

美國混凝土協會已經出版超過 400 種標準、規範、委員會報告、手冊、專題論文集以及特別的文件，內容涵蓋多種不同主題，例如：混凝土耐久性、預拌比例、營建技術、混凝土結構設計等。重要的出版品包括：美國混凝土協會建築規範 ACI 318，廣為美國與國際上作為規範之依據，以及混凝土施工手冊 (Manual of Concrete Practice, MCP) ，其六大部份幾乎涵蓋所有的協會的規範、標準與委員會報告。

國際混凝土 (Concrete International) 是美國混凝土協會每個月出版的雜誌，它的發行是匯集了混凝土領域最專業的技術—工程師、建築師、承包商、製造商、對混凝土技術與實務有卓越貢獻的技術專員。這些都是具有影響力的團體共同製作所有不同類型的混凝土結構所必須的指導要點，以完成美國混凝土協會之規範與標準。此外還每月出版混凝土學術專業期刊材料期刊 (Materials Journal) 與結構期刊 (Structural Journal) ，提供學術與實務研究之交流管道。

4. 教育

1964 年起，美國混凝土協會開始在混凝土領域中推行優良的教育方案，美國混凝土協會目前在美國每年主導超過 150 個專題討論，約 5,000 位出席者參與探討各種混凝土技術相關的主題。指導員是從美國混凝土協會委員會成員中挑選出來，有教育工作者、工程師、承包商、顧問、材料供應商、以及不同主題卓越的專家。

5. 認證

由超過 100 個地方性贊助團隊組成國際型網路，執行美國混凝土協會提供 14 個認證方案，建構了混凝土營建產業中專業雇員基本認證要求，認證的檢定與可選擇的訓練課程。

(二) 美國試驗與材料學會 (ASTM) [15]

國際美國試驗與材料學會 (American Society for Testing and Materials International, ASTM International) 建立於 1898 年，提供產業、政府與環境之發展新的標準需求，不同的產業在區間上的差異之選擇，建立產品與服務更安全、更好、更具成本效益的一致性標準。

1. 技術委員會

目前有 130 個主要技術委員會，由技術專家來自超過 120 個國家之生產者、使用者、消費者、政府與學術界的專業人員組成，涵蓋金屬材料、複合材料、聚合材料、水泥材料、岩石、土壤、木材等領域之標準研發。

2. 出版品

標準化新聞 (Standardization News) 是國際美國試驗與材料學會的正式月刊，提供美國試驗與材料學會標準研發活動，全球標準化趨勢的相關新聞與專題文章。國際美國試驗與材料學會視窗 (Access ASTM International) 提供給國際美國試驗與材料學會全球客戶的每季線上出版品，在 2005 年之前國際美國試驗與材料學會視窗是印刷出版。國際美國試驗與材料學會商業連結 (ASTM International

Business Link) 為半年度刊物，包含美國試驗與材料學會標準化新聞，提供商業界與科技主題連結之資訊。

3. 研討會與工作小組

美國試驗與材料學會研討會提供成員一個發表研究發現與交流的機會。每年約舉辦近 20 個多元科技主題的研討會，主題通常涉及目前新科技最關鍵性部份，建立創新發展之技術基礎，並覆核國際美國試驗與材料學會標準。研討會是由美國試驗與材料學會技術委員會所贊助，並經常和政府機關以及全國性、世界性的專業組織共同舉辦。

4. 訓練課程

美國試驗與材料學會技術與專業訓練課程是為政府部門與一般企業所設計，提供高品質、可獲取認證的持續性技術教育方案。

5. 專業性/實驗室交互檢視測試方案

美國試驗與材料學會之跨實驗室互檢方案 (Interlaboratory Crosscheck Program, ILCP) 與 實驗精通方案 (Proficiency Testing Program, PTP)，遇到與參與相同方案的實驗室，當其資料數據有所出入時，有能力自行評估所建構測試模式之性能。

(三) 公共工程技術研究中心 (ITI) [16]

1993 年西北大學接受聯邦政府的委託，提供 1,800 萬美元，以六年的時間創立公共工程技術研究中心，規劃將公共工程技術透過研究、發展，從研究室帶入商業市場、商業化以及教育界，推動運用於務實上，栽培未來領袖，並克服艱難公共工程管理與政策之挑戰。此一中心於 1998 年公共工程技術研究中心成為前六大大學運輸中心，再獲得聯邦政府贈與 1,200 萬美元，執行為期六年的「21 世紀運輸平衡法案 (TEA-21)」。

(四) 波特蘭水泥協會 (PCA) [13]

波特蘭水泥協會為獨立運作機構，其研究經費來源，從結盟企業和政府單位平均獲得。目前合作研究單位包括：美國住宅及都市發展部(Department of Housing

and Urban Development, HUD)、美國國家住家建築者協會 (National Association of Home Builders, NAHB)、美國聯邦環境保護總署 (Environmental Protection Administration, EPA)、美國聯邦公路總署、預鑄/預力混凝土協會 (Precast/Prestressed Concrete Institute, PCI)、先進水泥基質材料中心 (Center for Advanced Cement-Based Materials, ACBM)、加拿大礦物與能源技術中心 (Canadian Mineral and Energy Technology, CANMET)、美國工兵團 (Army Corps of Engineers)、美國殖墾局 (Bureau of Reclamation)、美國農業部 (Department of Agriculture, USDA) 之自然資源保護服務 (Natural Resource Conservation Service, NRCS)、美國聯邦鐵路總署 (Federal Railway Administration)、加拿大國家研究委員會 (National Research Council of Canada)、加拿大國家科學與工程委員會 (National Sciences and Engineering Council of Canada) 等。其研究項目概可分為：水泥研究與發展之研究案、市場研究與經濟研究三大類。詳細內容描述如下：

1. 水泥研究與發展之研究案

波特蘭水泥協會除了相關團隊和製造計畫之外，2006 年在其核心方案中有超過 70 個研究計畫，經費超過 700 萬美元。波特蘭水泥協會水泥研究與發展案包括：居住、公共工程、工程結構、設計與施工、水泥灰產品之標準與技術、混凝土產品之標準與技術、石砌產品之標準與技術、環保技術、永續經營等九大方面。近年來重要研究案，除了持續傳統研究，例如：水泥灰化學特性、粗細骨材配比、水泥及卜作嵐膠結材料、混凝土道路鋪面系統改善、混凝土施工技術改善、水泥灰製程效率提升、冰凍效應、混凝土結構物問題改善等議題，也開始注意火害、污染防治議題，例如：了解不同材質之混凝土梁、柱、牆、樓版、屋頂受火害膨脹行為，熱傳標準與耐火性，水泥鋼骨高溫行為的探討；水泥灰製造過程中，二氧化碳、氮化物、硫化物之減量研究；混凝土廢棄物固化/穩定與水銀溢散防治等研究。

由波特蘭水泥協會教育基金會 (PCA Education Foundation) 提供的贊助經費，以波特蘭水泥協會教育基金會研究獎學金方案 (PCA Education Foundation Research Fellowship Program) 方式，吸引在高等教育單位之工程、科學、材料科

學、建築程式領域傑出的人才，提供獎學金 20,000 美元研究支出，以協助完成學業。

2. 市場研究

提供廣泛、多元、高品質之水泥與預拌混凝土產業的市場等級研究，目標在於提供行動方針的不同時間的研究。詳細研究項目包括：

- (1). 水泥相關產品價格動向調查提供勞工部勞動統計局資料，或根據顧客需要，提供特別市場調查報告，內容包括：(a)波特蘭水泥與預拌混凝土的詳細使用報告-州層級以下的詳細水泥消費統計。(b)各州波特蘭水泥詳細使用之趨勢分析-從全面的觀點，描繪五年期的基本預測，各郡與都會區五年期的歷史觀點，估計波特蘭水泥的消費量。(c)各郡波特蘭水泥預報每五年實際消費量與預測資訊-以各郡的估計消費量之時間序列分析為基礎，波特蘭水泥詳細的使用趨勢分析，以及經濟研究預測報告，估算出在該州總運輸量之百分比。(d)各郡預拌混凝土詳細使用之趨勢分析-從全面的觀點，描繪五年期的基本預測，各郡與都會區五年期的歷史觀點，估計預拌混凝土的消費量。(e)各郡、各主要市場波特蘭水泥之詳細使用-在郡的層級中，追尋特殊的地方動態，在一州內以各郡的消費量為基礎，區分為 12 個主要結構市場群。(f)波特蘭水泥與預拌混凝土的詳細使用地圖-資料透過地圖，呈現消費量於地理上的分布，詳細使用報告的趨勢分析，各州、各郡的水泥與預拌混凝土消費量的彩色地圖。(g)波特蘭水泥與預拌混凝土的詳細使用趨勢分析-波特蘭水泥與預拌混凝土的詳細使用趨勢分析之各州摘要，短期的方向與趨勢，各州五年趨勢期之波特蘭水泥與預拌混凝土估計消費量。(h)美國摘要列表-各州與各市場群之波特蘭水泥詳細使用-在 12 個結構市場群中，個別市場群之波特蘭水泥使用概況要覽，在每個結構市場中，全國波特蘭水泥各州消費量估計。(i)各州與各市場波特蘭水泥之詳細使用狀況-詳細的貫穿全市場的消費型態分析，49 個結構類別中，全國 50 個州與州內的地理區之波特蘭水泥估計消費量，亦有各州的市場資訊。(j)波特蘭水泥之詳細使用狀況-前 50 大都會區與市場-前 50 大都會統計區域 (Metropolitan Statistical Areas, MSAs) 之波特蘭水泥消費量，按照 49 個結構市場分類之波特

蘭水泥詳細消費量。(k)針對顧客需要，量身訂做特別市場調查報告。

- (2). 市場促進與水泥潛能報告研究評估建材市場動向，並預測水泥在不同市場區塊與其應用，內容包括：橋梁、建築物、石砌、停車場、鋪面、住屋、土/灰混合混凝土、運輸、廢物整治、水資源十個區塊市場，定期提供相關市場區塊分析報告書；本研究計畫的目的在於評估決策者，於不同的市場中，決定什麼建材及其原因的態度觀點。波特蘭水泥協會之市場研究，評估水泥在不同市場與用途的潛力。
- (3). 每季波特蘭混凝土消費調查報告提供 16 種水泥相關消費市場的動向，包括：建材銷售、磚塊、含纖混凝土壁版、混凝土管、混凝土軌枕、混凝土屋瓦、鋪路材料、油氣鑽掘、套裝產品、預鑄混凝土、預力混凝土、預拌混凝土、SC/滾壓混凝土鋪面材料、SC/滾壓混凝土之水資源、道路/公路合約商、廢棄物固化與穩定、其它製造商與合約商。

3. 經濟研究

提供數種營建、混凝土、水泥產業報告，透過每月、每季、半年、全年、全國、各州與美加分析報告，持續追蹤水泥產業的狀況，趨勢及未來走向，預測水泥產業未來長期發展動態資訊。

- (1). 每月定期寄發電子郵件「觀測」(The Monitor)，以掌握建築、混凝土、水泥產業的趨勢，內容包括：全國以及各州每月水泥的消費量、全國及各州的建築產業動態報導、水泥進口量、國家經濟、建築產業統計資料、水泥廠房設備現代化等。
- (2). 每半年透過電子信箱「即時報導」(Flash Report)，以獲得最新的趨勢報導，經濟、建築、混凝土、水泥產業的近況報導、全美各州的五年預測、重要的建築指標之預估等。
- (3). 長期水泥消費預測 (Long-Term Cement Consumption Outlook) 為未來 20 年的產業報告，從 1980 年以來美國波特蘭水泥消費的水泥消費量歷史資料、水泥用途以及人口趨勢，並以五年為一報導單位，持續至 2030 年。資料內容包括：

長期人口及建築趨勢、擁有每個單位的水泥消費消息、25 年以來各州波特蘭水泥的消費量基準線預估等。

- (4). 每兩年發行一次之美國與加拿大波特蘭水泥產業：產業資訊摘要 (U.S. and Canadian Portland Cement Industry: Plant Information Summary)，內容包括：產業生產力、生產水泥類型、研磨廠、旋爐數量、子公司所在地、母公司列表、公司行號排序列表、子公司所在位置圖等。
- (5). 每年發行北美水泥產業年度報告書 (North American Cement Industry Annual Yearbook) 內含水泥產業的基本資訊，如：美國以及加拿大的水泥產業基本統計圖表、水泥公司生產力、生產水泥類型、水泥磚石消費量歷史趨勢、國際水泥資訊等。
- (6). 每年發行人力能源的投入調查 (Labor-Energy Input Survey)，內容涵蓋美國和加拿大之水泥產業人力、能源的使用方式、水泥生產所必須要的人力以及資源條件、員工及能源所發揮效能的摘要，包括類型、大小、年齡此類資料等。

(五) 國家標準與技術中心 (NIST) 之建築與防火研究實驗室 (BFRL) [17]

隸屬於國家標準與技術中心之建築與防火研究實驗室，主要任務為連結建築與防火安全相關單位，建立測量與標準上的需求、現代化建築與防火安全產業之關鍵工具、模型與知識。建築與防火研究實驗室研究範疇包括：建築物材料、整合電腦營建技術、防火科學與防火安全工程、性能標準、融入創新技術於建築與防火標準與規範。

1. 研究方向

(1). 高性能混凝土營建材料與系統

以創新科學與科技為基礎，促進現代化、強化營建材料與系統之性能，以達成：
(a)營建過程完全整合與自動化；(b)充分發揮混凝土性能，將對環境的衝擊降到最小；(c)預測高性能聚合基礎材料之使用壽命；(d)在最大負載量之下，加強結構的安全與性能；(e)國家建築物與公共工程的安全性與持久性。相關組成

方案：高性能聚合營建材料之使用壽命預測(SLP: Service Life Prediction of High Performance Polymeric Construction Materials)、混凝土性能預測與最佳化(HYPERCON: Prediction and Optimization of Concrete Performance)、營建整合與自動化技術(CONSIAT: Construction Integration and Automation Technologies)。2007年進行之計畫為：公共工程永續更新(Sustainable Renewal)、模擬水泥與混凝土測試之經濟、高性能混凝土加工(混合與流體性質)、虛擬水泥與混凝土測試實驗室之水泥水化模式(Cement Hydration Modeling)、高性能混凝土的微結構與巨結構特性、增加高性能混凝土之性能與使用壽命、可採用的混凝土技術、高性能混凝土傳導與反應模式。

(2). 減少火災損失

確保人員、物品與設備的安全，加強消防人員的效能，有效減少火災損失，重點研究為：(a)防火措施技術進展；(b)降低火災蔓延風險；(c)基礎火災科學；(d)防火標準、規範與測試。相關組成方案：先進防火措施技術、降低火災蔓延風險、基礎火災科學。

(3). 加強建築物性能

提供在整個使用歷程中確認建築物性能更好的方法。發展測量方法、基礎性資料、模擬模式、生命歷程環境與經濟分析工具，以促成健康與永續建築物；發展、測試、整合與展示開放的「網路控制 (Cybernetics) 建築物系統」，包括能源管理、火源偵測、安全、運輸系統、能源提供者、一種或多種功能，一個統合者，多種服務的提供者，以及不同的層級中資訊掌控和複合的控制。相關組成方案：健康與永續建築物、網路控制建築物系統。

(4). 國土安全

標準、技術、建築物與建物內含財產安全性之增進成本效益作法需求，要發展這類之技術基礎，包括了撤離疏散、緊急回報流程、減緩威脅。內容包括：(a)聯邦的建築物與防火安全調查；(b)提供改良式的建築物與防火規範，標準，減少對建築物、財產、緊急搶救人員安全嚴重威脅之辦法；(c)傳佈與技術支援方

案(Dissemination and Technical Assistance Program, DTAP)，連結營建領導者與建築業執行方法、標準、規範上的革新，同時也提供實際作法上的指導，以因應未來的災害。相關組成方案：世界貿易中心災害調查、具威脅性建築物安全之研究與發展。

2. 組織

建築與防火研究實驗室之部門、實驗室與任務編組包括：

- (1). 材料與營建研究部門發展與促進科技基礎工具的使用—測量、數據資料、模式、協定與認證標準，以加強 (a)建築材料與營建技術之創新；(b)建築物與物質公共工程之安全性、保全與持久性。
- (2). 建築物環境部門降低建築物設計與施工成本，透過提供樣本、測量與測試，建立所需營建先進的電子計算與自動化能力，以改善建築設備與系統的性能。
- (3). 防火研究部門發展多樣化並利用測量與預測方法量化火災造成的影響，建立減少火災對人員、財產與環境造成的衝擊之方法。
- (4). 水泥與混凝土認證實驗室 (Cement and Concrete Reference Laboratory, CCRL) 由美國州公路與運輸官員協會(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)和美國試驗與材料學會(ASTM)贊助，促進營建材料實驗室測試的品質，測試的範圍包括：水力驅動水泥、混凝土、混凝土聚合物與鋼筋加強柱。
- (5). 美國州公路與運輸官員協會材料認證實驗室 (Materials Reference Laboratory, AMRL)促進於營建材料實驗室測試之一致性與品質。目前提供：瀝青黏合劑、乳化瀝青、熱合成瀝青、聚合物與土壤。材料認證實驗室任務是達成以下方案：美國州公路與運輸官員協會鑑定方案(Accreditation Program, AAP)、研究室評鑑方案 (Laboratory Assessment Program, LAP)、精通取樣方案 (Proficiency Sample Program, PSP)。
- (6). 虛擬水泥與混凝土測試實驗室 (Virtual Cement and Concrete Testing Laboratory,

VCCTL)發展以網際網路為基礎的虛擬實驗室，水泥相關系統的水化物和微結構發展之電腦模式評估並加強水泥構成的材料，可大量地節省時間、材料、人力資源與金錢，也可減少由私人企業所執行的物質混凝土測試。

- (7). 國家地震風險降低方案 (National Earthquake Hazards Reduction Program, NEHRP) 為美國聯邦政府長期合作的全國性方案，減少在美國境內地震所造成生命財產的風險。
- (8). 建築物與防火安全調查根據 2002 年 10 月通過的國家營建安全團隊 (National Construction Safety Team, NCST) 法案，國家標準與技術中心受任命調查美國境內重大建築缺失，建立造成建築物危機可能的技術層面因素，並評估當發生這類危機所須採取的緊急應變與疏散措施之技術。

參、美國混凝土科技分類統計

本研究計畫案之美國部份，針對其混凝土相關重要研究機構、學會、協會或政府單位，該單位之技術委員會、過去 5 年內研究計畫案(視該單位所能提供的範圍而定)、混凝土科技未來發展策略與方向綱要、或重要混凝土科技發展研討會之資料進行收集，根據本研究計畫案擬定之混凝土科技七大分類規範表予以分類。

目前已收集與分析之五個單位與內容如下：美國混凝土協會之技術委員會 (TC) 與發展策略(節錄置於第四部份《美國混凝土發展策略》)、美國試驗與材料學會之技術委員會、公共工程技術研究中心之研究計畫案、波特蘭水泥協會之研究出版品與研究計畫案等、國家標準與技術中心之建築與防火研究實驗室研究出版品。

(一) 美國混凝土協會 [14]

美國混凝土協會之技術委員會現共計有 112 個委員會，扣除分類項目外之 42 個技術委員會，其中包括：結構設計與分析 32 個，混凝土產品 5 個，雜項 5 個，尚餘 70 個與混凝土直接相關之技術委員會，其分類分布情形如圖 3-15 所示，除永續發展項目明顯偏低之外，技術委員會種類相當平均分布於其餘六個分類項目，個別比重為 13% 至 20% 不等。

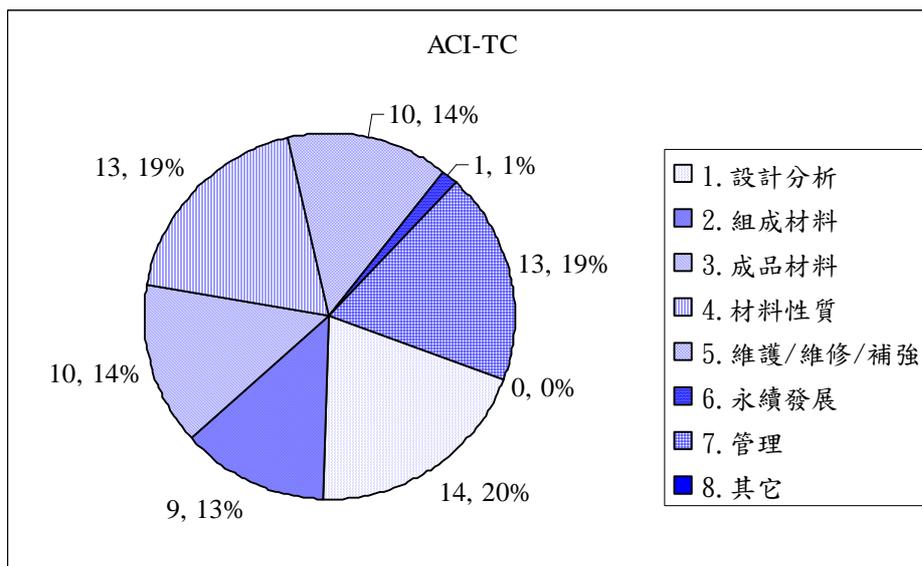


圖 3-15 目前美國混凝土協會技術委員會依分類分布情形

(二) 美國試驗與材料學會 [15]

美國試驗與材料學會與混凝土相關之技術委員會現共計有 80 個委員會，扣除分類項目外之 26 個技術委員會，其中包括：混凝土附屬產品 8 個，雜項 18 個，尚餘 54 個與混凝土直接相關之技術委員會，其分類分布情形如圖 3-16 所示，委員會集中在材料性質、組成材料、成品材料三大類項目，分別約佔有 45%、30%及 20%，此三大分類總共佔約有 95% 的比重，其餘 4 個項目比重總和為 6%。

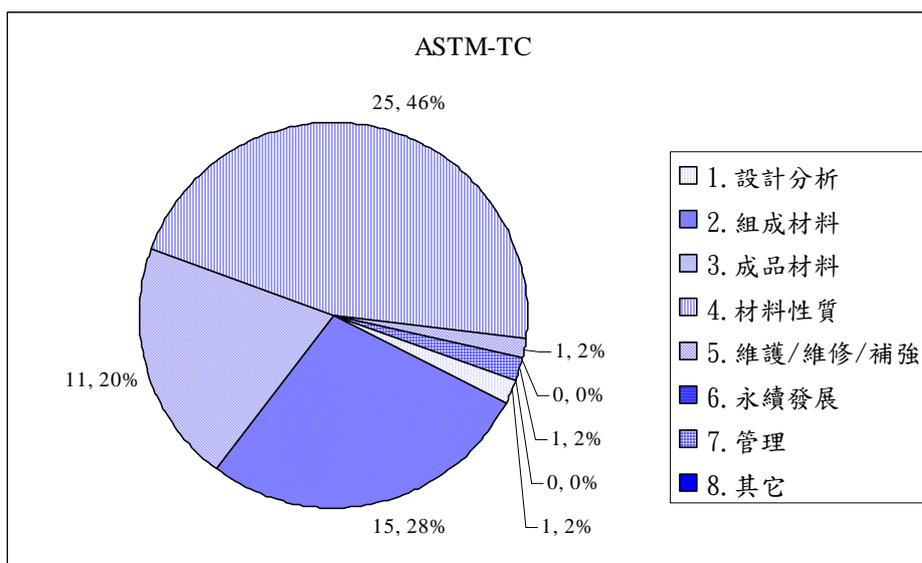


圖 3-16 目前美國試驗與材料學會技術委員會依分類分布情形

(三) 公共工程技術研究中心 [16、18-22]

公共工程技術研究中心 2000-2005 年間研究計畫案共有 17 個，其分類分布圖如圖 3-17 所示，研究計畫案主要研究項目集中於維護/維修/補強與管理，其比重各佔 35%，其餘則為成品材料、材料性質兩個項目，比重分別佔 18%與 12%，設計分析、組成材料、永續發展三個項目則欠缺。

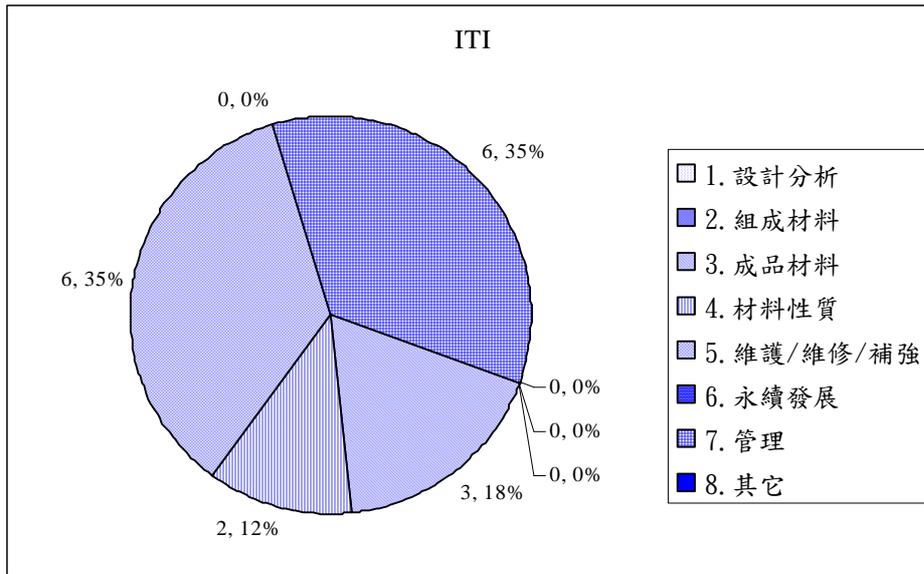


圖 3-17 公共工程技術研究中心研究計畫案依分類分布情形 (2000-2005)

(四) 波特蘭水泥協會 (PCA) [13、23-26]

波特蘭水泥協會 2000-2007 年間研究出版品共 323 種，其分類分布圖如圖 3-18 所示，材料性質項目，其比重佔三分之一強，管理項目之比重為 20%，成品材料與永續發展兩項，其比重各佔 15%，設計分析與組成材料兩項，其比重各約為 7%，維護/維修/補強與其它兩項，分別佔 4%與 1%。波特蘭水泥協會 2006 年研究計畫案共有 60 個，其分類分布圖如圖 3-19 所示，材料性質與永續發展兩項，其比重超過兩成，設計分析、維護/維修/補強、管理三項，其比重約佔 13%至 15%不等，組成材料、成品材料、其它三項，其比重佔 2%至 5%不等。該協會 2006 年研究獎助學金計畫共有 38 個，其分類分布圖如圖 3-20 所示，研究獎助學金主要研究項目集中於材料性質，其比重超過 40%，設計分析、成品材料、永續發展、管理四項，比重約佔 11%至 16%不等，組成材料與維護/維修/補強兩項僅佔 3%比重。

(五) 國家標準與技術中心 (NIST) 建築與防火研究實驗室 (BFRL) [17]

建築與防火研究實驗室 2000-2007 年間研究出版品共 169 種，其分類分布圖如圖 3-21 所示，材料性質項目之比重接近五成，維護/維修/補強項目之比重約兩成，兩者比重高達七成左右，其餘出版品均勻分布於設計分析、組成材料、成品材料、永續發展與管理五個項目上，其比重佔 5% 至 9% 不等。

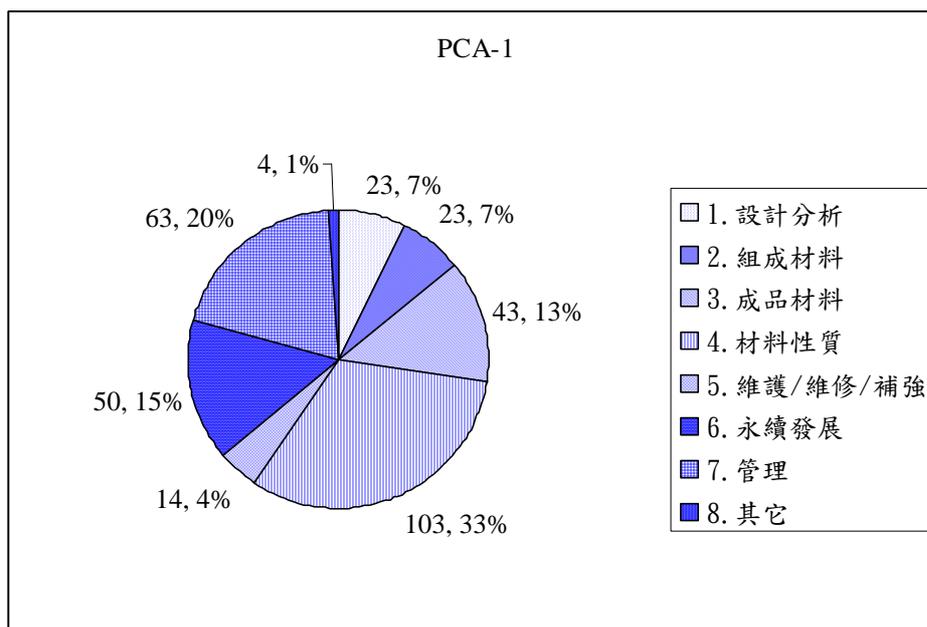


圖 3-18 波特蘭水泥協會研究出版品依分類分布情形 (2000-2007 年)

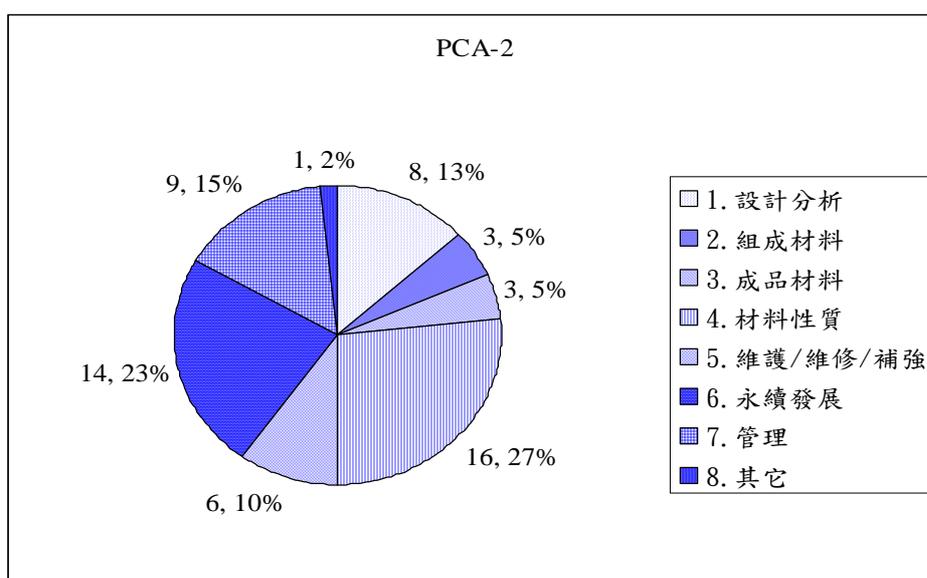


圖 3-19 波特蘭水泥協會 2006 年研究計畫案依分類分布情形

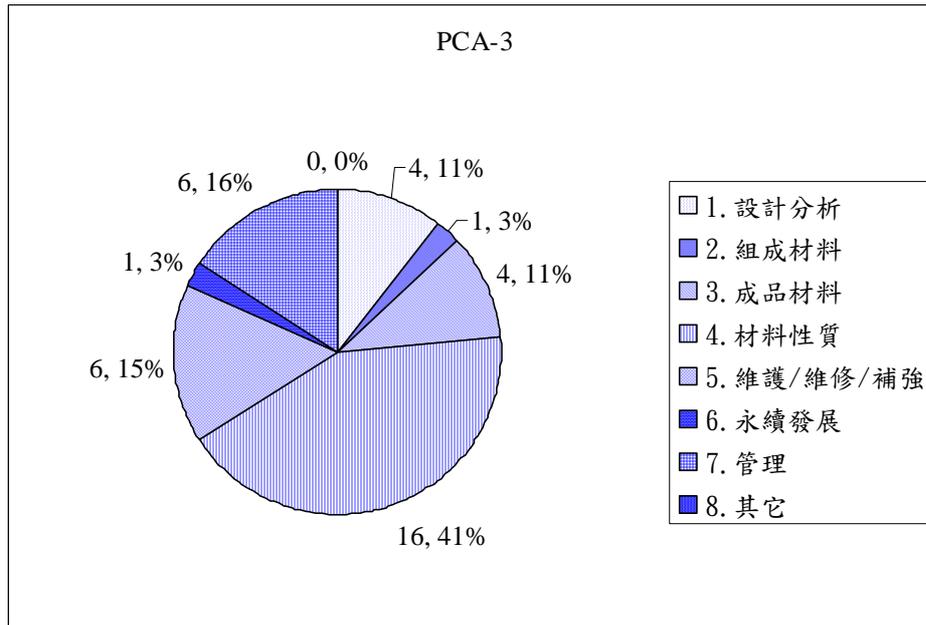


圖 3-20 波特蘭水泥協會 2006 年研究獎助學金計畫依分類分布情形

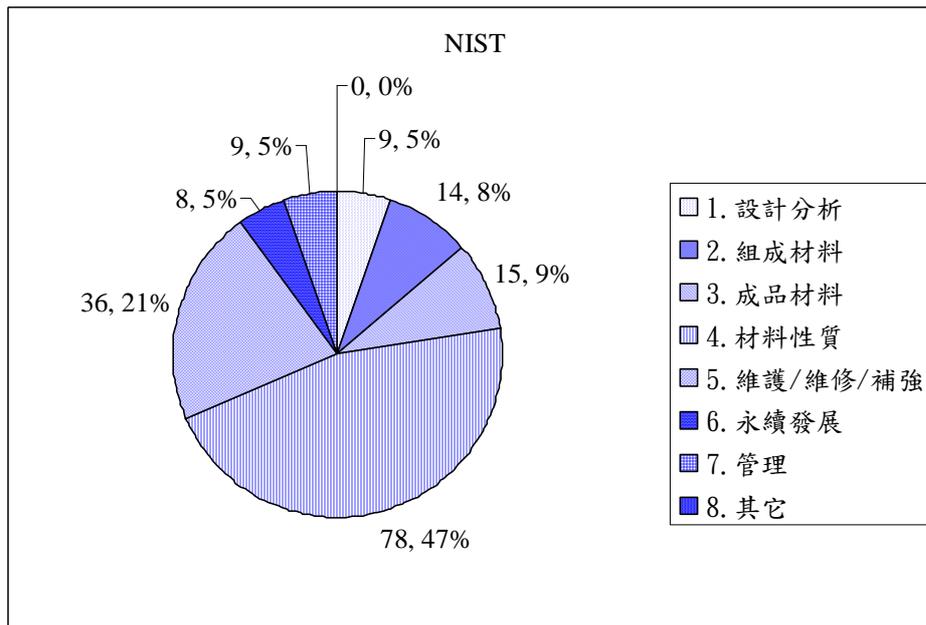


圖 3-21 建築與防火研究實驗室 2000-2007 年間研究出版品依分類分布情形

此一綜合結果顯示：美國近年研究著重於之混凝土材料性質與混凝土公共工程管理，對於混凝土材料本身基本物理化學性質(例如：微觀機理、耐久性、水化、試驗方法等)的掌握與了解相當重視，也對於混凝土工程效能(例如：品質管理、規範制定、評估)發揮與品質，亦投注相當的心力；另外，混凝土相關設計分析、混

凝土組成材料、凝土成品材料、凝土維護/維修/補強、凝土永續發展之研究，其研究份量分布均勻，顯示對工法與設計的探討，水泥成分之掌控與改善，各類凝土產品的研發等傳統項目，仍然保持相當程度的持續關注，同時，凝土維護/維修/補強(例如：非破壞性檢測、火害、延壽、量測)之研究，提供相關老舊凝土公共工程物之檢查與改善良方，對於永續發展項目之投入，也反映出美國對環境永續性之經營理念。

肆、美國凝土發展策略[27]

2000 年美國凝土協會之凝土產業策略發展委員會 (SDC)，召開 2030 年之美國凝土產業願景會，超過 50 個的凝土、水泥業者，相關政府、實驗室、研究等單位參與。在維持高標準及高安全性的前提之下，協同訂定改善凝土製造過程的效能、生產力、生命週期之預估、建材的性能及環境保護典範。同時，願景 2030 策立相關目標，訂定八個區塊，描述未來凝土產業及產品、顧客與供應商、研究及與政府產業合作所需扮演的角色。

產業需改變許多習之為常的習慣，包括：能源效率、生產力、產品性能和環境性能等，並且克服許多具有競爭性和技術性的挑戰。研發新的材料、加工技術、交付機制和資訊技術之應用，都可以改變此一產業。對於整個產業部門，環境規範的成本是相當高，須在運輸上能源的消耗，改善產業在使用能量的效率及環境性能，在對社會預期的回饋以及公正的處理下，對環境所造成的影響為前提，凝土產業認知其相關社會責任和商業需求。

材料性質大幅改進，將使此產業更能充分的證明凝土的優越性，目前，產業以規範的方式經營，並非著重於凝土結構上的性能，以致凝土最大潛能常未被注意，加上許多工程通常都被低成本的投標廠商得標，這些都將會使凝土公司為了控制成本，而導致在投資及研究方面裹足不前，需在改進性能予以獎勵，技術的改進能使得降低成本，提高建物的使用年限，防止過早的維修及適用較少的能量。凝土最優越性就是耐久性質遠大於其它材料，然而此一特性對永續經營有助益，可考慮到全球的願景，有機會能抑制暖化及能源的浪費。

電腦結合知識系統，提供最佳化的混凝土的實際應用，如技術、經濟、環境等元素，先進的系統能夠在開發同時，顯示任何環境下的狀況，甚至 10 年或是數世紀之後所假設的狀況，骨材、水泥、養護、運輸、生命週期的分析等，較易根據此一概念提出。

1. 產業流程的改善

對於能源和環境衝擊的要求，混凝土生命週期的設計、生產、運輸、建設、維修流程與改善及修正，突破性的技術和革新的方法，使混凝土成為營建業中最有效率和節省成本的材料。生產混凝土過程中，能量集中最多的階段為水泥的生產與材料的轉移。混凝土產業在以往的材料，設計，和建設領域上作改變，透過改進材料和系統的功能，生產水泥用較少的能量和更少的散發物，和減少水泥副產品的生產，並增加耐久性。生產混凝土所需的材料利用多種其他工業的副產品。用最接近現況生態的方式，訂製建物設計於其特定的環境。著重於保護目前有限的資源，並有效利用相同性質的材料，取代以往的材料和系統。混凝土交付系統提升，混凝土標準自動化的實踐。

2. 產品性能

產業需要審核及研究生產高性能且節省成本的混凝土。透過先進的材料，生產混凝土過程中改善技術，充分利用非破壞檢驗技術，與其它顯微技術，以保持產品耐久性；統一工程設計方法，使用一致且有效率的品質保證/品質管理標準；分享訊息，產業有一系統分享，合併數據(例如：材料，架構，設計和性能數據庫等)，使用電腦結合的知識系統，並利用這些數據給客戶，以證明產品性質，對收集相關資源和生命週期之數據，電腦幫助我們在建設管理領域中，帶到新水準。引導未來研究的一致遠景，產業將能提供好的產品，包括耐久與低維修的建設及應付未來需求的能力。譬如：提供更適合的生產速度，使產品能迅速的座落在適當的位置或預鑄建設的原則，提供容易取代的建設系統和過程；輕結構提供柔性及在地震時能抵抗強大的能量；公共工程降低的昂貴的維修和替換費用；混凝土的硬化透過使用先進的纖維和複合材料，使得更加耐用，提升混凝土的生命週期。

3. 能量有效的使用

混凝土產業生產，運輸，安置，維護維修之改善，混凝土產業每單位可降低50%能源消耗量。保持原本的競爭性，以及增加能量成本需求之外，亦保證能量的有效性，因關係到短期和生命週期的基本花費，例如：有形的市場成本。混凝土產業管理能源使用，對市場分配有直接的相互關係，可在整個混凝土產品的生命週期降低能量費用。為了改進能量的有效性，當今的努力的標準為：使用以生態為基礎的原料，作為生產水泥過程中的燃料源；在混凝土生產過程中，使用較生態的材料；使用先進技術改進水泥的水化熱；使用需要較少的加熱過程，並且產生更少的散發物的膠結材料；協助減少所增加工業和消費者使用後，所造成的副產品及能源上的浪費；使用已接受的技術，並生產重量更輕，強度更高的產品，降低體積的要求，並使運送便利和降低成本。

4. 環境保護的履行

混凝土產業繼續發展使用廢棄物再利用和副產品，從混凝土及其組成的材料達到零廢棄。混凝土技術人員面臨未來主要的發展在於保護環境的品質，產業不斷追求如何明確的對於環境保護採取合適的措施和過程。大眾則因氣候的改變，開始專注於全球氣溫暖化的現象。混凝土產業試圖排除混凝土和水泥生產時所排放的散發物，譬如：工業廢水回收前，先分離雜質和由水泥和混凝土的製造中分離廢水；排除微小粒子和氣體的散發物，減少各地區有關於水泥製作和混凝土生產；發展出有利於水泥窯灰再利用的技術；混凝土工廠和水泥製造的地點需接近於需求的中心，降低交通需求；著重於保護目前有限的資源，並有效利用相同性質的材料，以取代以往的材料和系統；混凝土再利用於新產品中。

5. 技術移轉

新混凝土技術接受時間降低為 2 年。有效的技術移轉是表示：任何產業去運用、測試和從技術研究學習成功的關鍵。在數個方面積極改進技術移轉：在改善技術、產品測試的同時，允許新技術和產品進入市場三次，較現行法規的速度迅速；增進產業拓展，集中統一於一個團體，可提供領導者的相關研究和新技術標準，促進技術移轉；設計/建造 取代 設計/投標/建造的標準的確立；成立共同資源、資料庫和知識系統，加速技術移轉。

6. 制度的改善

管理機構的產業營運、標章和法規主體、學術、技術群體都是需要良好的合作關係，一些原始制度的改變是必要的，譬如：各產業需要更團結及垂直整合，並有更多大型公司及政府所有層級合夥關係的建立；一個有效的標準發展過程，研發出材料科學的基本標準，並可促使更可靠的預測成果；一個負責的主體產業的領導者，每年撥出 40 個小時，在一整年的時間裡，促進混凝土對於政府、建設社區和大眾的意見傳達；所有混凝土產品都以符合品質與永續性準則而設計；混凝土產業應被視為服務供應者。

7. 教育和工作

增進的重點放在教育為了從勞工、工程師到主管中吸引更多高素質、訓練有素的人員；混凝土產業有更多的創新，使用最新的科技(例如：數位技術)吸引大眾的興趣；專業的教育思維為了混凝土產業的存在，更人性化的設計工具可以是學生、供應者和所有者可利用的；科學家和工程師適時地由發展實用的新制度獲利；設計者和所有人則是由採取這些制度獲利。

8. 產業形象

透過生產和產品的改進和教育，混凝土產業將會在消費大眾顯著的增進它的形象，改善的重點將強調經營和產品的品質。產業增進混凝土的形象，使其更耐久，更可靠和維持一定水平的產品，都是有關環境保護形象提升的良策。例如：混凝土產業生產者與消費者有相互學習和教育的直接關係；消費者對於混凝土產品可進行評估；混凝土與混凝土產品工廠是鄰近社區的資產；混凝土產業股東發展自我監管，品質檢定程序；混凝土產業提供貸款、補助金發展新的混凝土技術。

伍、美國混凝土永續發展策略

混凝土產業繼續發展使用廢棄物再利用和副產品，從混凝土及其組成的材料達到零廢棄。混凝土技術人員面臨未來主要的發展在於保護環境的品質，產業不斷追求如何明確的對於環境保護採取合適的措施和過程。

1. 原料生產過程：二氧化碳、氮氧化物與硫化物減量與收集，排除微小粒子和氣體的散發物；燃料種類取代（廢棄輪胎與塑膠品）；廢水減量與回收，發展出有利於水泥窯灰再利用的工業廢水回收技術，分離雜質和由水泥和混凝土的製造中分離廢水；其它廢棄物固化與穩定之評估；減少各地區有關於水泥製作和混凝土生產。
2. 施工過程：混凝土工廠和水泥製造的地點需接近於需求的中心，降低交通需求；減少非必要的混凝土使用，盡量維持原有當地原有自然景觀；營建廢棄物管理效能建立與提升。
3. 材料選擇與取代：著重於保護目前有限的資源，並有效利用相同性質的材料，以取代以往的材料和系統；選擇隔熱性較佳材料，能降低結構物使用期間之額外的能源消耗；混凝土再利用於新產品中，目前多用於路基與填方；再生材料使用之評估（材料特性、化學反應、耐久性、老化等）；取代料（飛灰與爐石）使用之評估；建築環境與經濟之永續性 (Building for Environmental and Economic Sustainability, BEES) 評估耗能模式；儘量使用當地材料，避免長途運送。
4. 材料生命週期：混凝土材料生命週期評估模式與決策之發展；現有結構物生命週期評估，了解未來拆除後，可能產生之廢棄物種類與數量；耗能與環境設計領先指標 (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) 之綠色建築認證推廣。
5. 其它：改善混凝土鋪面以減少噪音；改善混凝土鋪面，以降低路面摩擦力減少車輛耗能；改善混凝土特性，以期降低輻射能發散，減少熱島效應。

第三節 日本地區

壹、日本混凝土科技發展現況[28-31]

(一) 官方機構

論及日本研發機構，若首先就官方而言：國土交通省為主管機構，下設有國土技術政策總合研究所（國總研）為在營建領域唯一國家研究機關（由於該機關主以提昇整體社會基礎設施為主要功能，因此混凝土相關技術研究多為以支援該主題功能之研發為主，非主要提昇及規劃混凝土技術之研發機構，就提昇及規劃混凝土技術之角色功能，乃以學會及各大學相關研究群為首，在學會作為意見平台下，由各大學相關研究群作重點課題之延伸研究，再以業界與官方作應用研究對象）。

國土交通省、國總研與相關獨立行政法人之間研發體制，如圖 3-22 所示，係由各部局、相關研究機構、特別機構、地方分局的「本省」和獨立營運的單位「局外」所構成。

於 2001 年 4 月起原下轄於國土交通省之土木研究所與建築研究所皆成為獨立行政法人機構，亦在其半官方色彩下積極推動混凝土技術相關技術研發，其進行研究方式分五種類型(例如土木研究所之研發角色定位，可由圖 3-22 略窺一二)：除依各研究群功能定位所進行之自主研究課題外，亦會有每年之重點研究研發課題、與民間(如公司、公益法人及大學等)進行共同研究、接受外部委託之委託研究及國際研究協力技術支援(混凝土相關研究課題亦似國總研之狀況)。1999 年土木研究所所制定之「第 5 次土木研究所研究五年制定計畫(1999 年度~2003 年度)」中，乃訂定以邁入 21 世紀所需之未來 5 年的研究開發的基本方針，以期計畫性進行具體的研究課題。

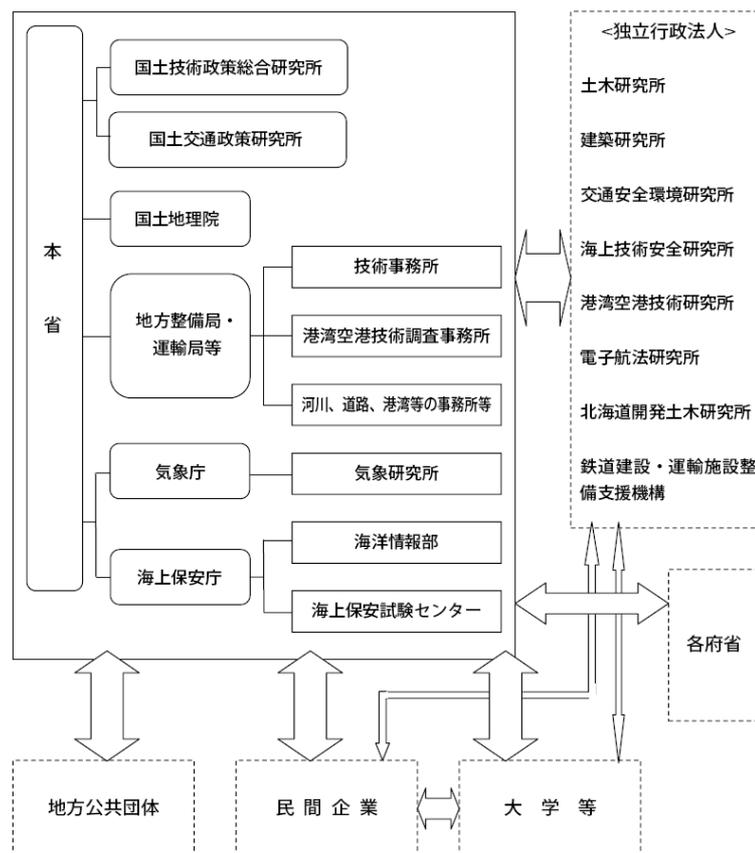


圖 3-22 日本國土交通省建設技術研究開發體制 [28]

而若將土木研究所現存研究群分類，可整理為 5 個領域，包括：1) 國土經營管理相關研究，2) 能形成安全放心之國土相關研究，3) 復甦・保全自然生態系相關研究，4) 創出多樣性社會及舒適地球環境相關研究，5) 具有經濟活力及效率性之建設行政相關研究。

(二) 學術機構

1. 各大學混凝土相關研究室

- 東大混凝土研究室
- 名古屋大學混凝土結構研究室
- 長岡技術科學大學混凝土研究室
- 廣島大學結構材料工學研究室
- 高知工科學大學社會系統工學科
- 名古屋工業大學梅原研究室
- 橫濱國立大學複合結構研究室
- 東大生產技術研究所魚本岸研究室
- 埼玉大學建設材料研究室
- 山梨大學混凝土研究室
- 武藏工業大學混凝土研究室
- 名古屋工業大學市ノ瀨研究室
- 東京工業大學二羽研究室

2. 日本混凝土工學協會(Japan Concrete Institute, JCI)

日本混凝土工學協會，最初乃以「日本混凝土會議」為名，於 1965(昭和 40)年 7 月創立，40 多年以來，一直致力於促進日本混凝土學術與技術之發展，已獲得多數與混凝土相關技術人員以及團體之參加。目前，由於會員數已超過 8000 名，僅次於美國混凝土學會(ACI)，已在國際上產官學研混凝土相關事業團體間建立起一定之地位，公認為混凝土專業的學術團體。此外，1970(昭和 45)年，為使提高日本混凝土技術人員技術和確保地位，創設「混凝土技術士考試制度」，每年實施「混凝土主任技術士」及「混凝土技術士」的資格鑑定試驗。

其主要事業活動有後述七項：1)從事調查研究活動，2)辦理學術研討會、研討會、講習班，3)發行混凝土協會論文集，4)出版技術叢書，5)頒發日本混凝土工學協會賞，6)辦理混凝土診斷技術士考試。

JCI 內以研究委員會為主要推動小組，自 2000-2005 年有 28 個子委員會，2005~2007 有 16 個子委員會相關委員會之技術發展課題內容，多以所涉及委員會主旨之規範及技術推廣為主。研究委員會主導其研究方向，於每年 1-2 月公開徵求研究主題，分三類：A 類：盼為土木與建築之共通課題，為一般性之混凝土技術課題(活動期間約 2 年，預算約 150 萬日圓)；B 類：主要以剛萌芽研究課題、基礎研究推進或新技術應用、新領域開拓等為目的。此外、原則上亦允許為年輕研究者技術者間少人數執行。(活動期間約 2 年，預算約 50 萬日圓)；FS 類：具前瞻性與創新性，可進行為期一年之可行性研究，再跟據其研究成果，判斷是否給予延續性研究(活動期間約 2~3 年，預算約 150 萬日圓)。

有鑑於日文對日本技術國際化所造成之負面影響，JCI 特於 2003 年起，出版了一份完全以英文記述之半年一期之專業刊物(Advanced Concrete Technology, 簡稱 ACT)，其刊登之嚴謹度比照 SCI 之規格辦理，接受刊出之文章有相當比例為該年度代表性日文著作之英譯版，因此亦可透過此刊物掌握近五年來 JCI 在混凝土技術發展之重點趨勢。

3. 日本土木學會(Japan Society of Civil Engineers, JSCE)

日本土木學會「混凝土委員會」清楚地定位為日本土木學會內之常設委員會，為日本土木學會內專門負責從事混凝土相關調查及研究之機構。其後，「混凝土標準示方書」又曾於 1974 年及 1986 年之大幅修訂，特別是 1986 年版之「混凝土標準示方書」中為日本國內最早採用極限設計法之規範。至於目前在日本國內所流通之「混凝土標準示方書」(包括設計、施工、水壩、鋪面等)乃是於 1996 年(平成 8 年)春季所修訂完成的。至於耐震設計編，乃是整合了 1995 年所發生之阪神大地震中所獲致之最新經驗與理論，於 1996 年夏季發行。1999 年乃發行了具耐久性檢核之施工編。由於多年來皆原則性規定每 5 年小幅改訂，每 10 年大幅改訂，因此預期於 2007 年間將會有大幅度改訂。

而混凝土委員會除了進行示方書之改訂工作外，亦針對混凝土技術課題設置於許多小委員會，這些小委員會除進行專特之研究工作外，亦協助進行各種研發成果之講習、研討會等舉辦、相關技術指針之編訂、混凝土相關材料規格制定及用語記號之統一等。而為因應近年來與其他領域之境界問題研究有增加之趨勢，因此除原下設有小委員會外，再另增設有聯合小委員會(與結構工程委員會及鋼結構委員會三委員會所共同組成，現設有合成結構連合小委員會及 maintenance 工學連合小委員會)。有關混凝土委員會下設之小委員會，現共分 3 類型，每一類型小委員會皆具有明確任務導向。每年皆需向總會提出委員會報告其活動目的及活動狀況。

- 第 1 類型小委員會：乃以與公共福祉相關性高之混凝土工程技術為主要範疇。因此混凝土規範相關委員會便屬於此範疇(101 小委員會)。
- 第 2 類型小委員會：凡為一般技術課題，皆屬此範疇。
- 第 3 類型小委員會：乃主以提昇土木學會會員技術及會員利益為目的。委員會活動期間以 2 年為原則。

JSCE 出版了一份完全以英文記述之半年一期之專業刊物(Concrete Library International)，其刊登之文章有相當比例為該年度土木學會論文集代表性著作之英譯版，因此亦可透過此刊物掌握 JSCE 在混凝土技術發展之重點趨勢。且為促進日本混凝土技術在國際上之流通性，混凝土委員會下設有國際關連小委員會，從 2005 年起，乃發行電子版之 newsletter(英文版，可從日本土木學會網址下載)，並

自 2004 年起積極與韓國、台灣、越南與蒙古等國舉辦 joint seminar、積極派遣混凝土領域專家至東南亞國家提供技術協助及辦理國際會議 ConMat 等。

4. 日本建築學會(Architectural Institute of Japan，簡稱 AIJ)

日本建築學會「鋼筋混凝土施工運營委員會」及「鋼筋混凝土結構運營委員會」為建築混凝土技術領域中之主導角色，透過該等委員會之運作，日本建築領域之混凝土相關規範得以定期更新。可從 AIJ 在混凝土領域委員會的組成與 JSCE 混凝土委員會中各小委員會提案主旨上僅有土木與建築應用領域之別。有關 AIJ 對混凝土領域之出版物，應以「建築工事標準規範 JASS5 鋼筋混凝土施工」為首要，該規範自 1953 年首次制訂以來，亦以因應技術進步及社會情勢變化為原則，每 10 年大幅修訂，2007 年預定將會大幅修訂版之出版，修訂重點將會包括下列六項：1.明確化建築生態化設計之考量重點；2.強化性能設計之目標性能說明；3.改善 1997 年版及 2003 年版之問題點；4.充實整理特殊混凝土之說明；5.充實品質管理與檢查之說明並與日本建築學會材料規格、試驗規格整合；6.將相關連指針廢存狀況更新。

AIJ 於 2002 年起，出版了一份完全以英文記述之半年一期之專業刊物(Journal of Asian Architecture and Building Engineering，簡稱 JAABE)，其刊登之嚴謹度比照 SCI 之規格辦理，接受刊出之文章有相當比例為該年度代表性日文著作之英譯版，因此亦可透過此刊物掌握近五年來 AIJ 在建築技術發展之重點趨勢。至於混凝土技術動向，在參考上述資料庫時，可由材料施工相關領域便可檢索到所需資訊。

貳、日本混凝土科技分類統計

土木研究所近十年來與混凝土有關之混凝土研究課題為統計資料，共有 44 個課題，如圖 3-23 所示，可看出十年來，其對設計分析(近 27.5%)、材料性質(近 25%)及維護/維修/補強(近 25%)三領域有特別之重視。

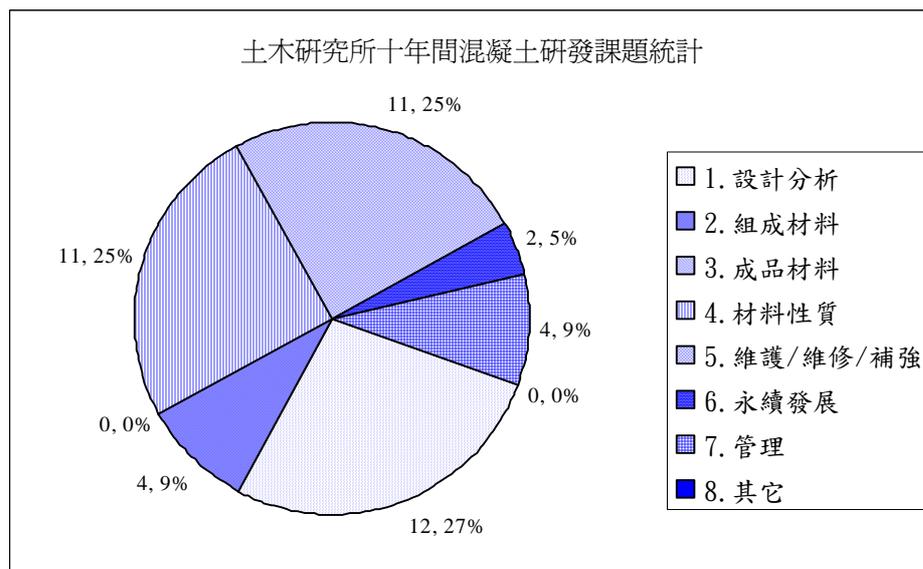


圖3-23 日本土木研究所十年間混凝土研發課題統計

為掌握其近年來JCI研究委員會專門委員會研究課題之發展趨勢，將2000-2007年間加以統計，如圖3-24所示，可看出近年來，其對新式混凝土(近25%)、材料性質(特別是耐久性)(近20%)及施工管理(近20%)三領域有特別之重視。若再將整理年度集中於2005-2007間，如圖3-34所示，可看出近三年來，除延續原本對新材料開發(近25%)、材料性質(特別是耐久性)(近12.5%)及施工管理技術(近12.5%)之重點外，在資源再利用環境議題(近12.5%)及延壽技術(近12.5%)上亦有加強。這樣的趨勢似乎與其國內技術動向相當符合(如同2007年版JASS 5之修訂重點及官方計畫中所需發展支援角色之混凝土技術動向一致)。這樣的未來技術動向，也會反映在其科技發展策略中。

因JCI年度大會之發表論文，係來自產官學研各領域，因此可清楚勾勒每年技術重點，為掌握日本近年來技術動向重點，特將JCI於2003-2005間年度大會所發表之所有論文(共1858篇)根據八大關鍵領域加以統計，可得如表3-11所示之結果，可看出近三年來，其對設計分析(近23.74%)、材料性質(近37.3%)及維護/維修/補強(近13.46%)三領域發表論文數有集中之趨勢。若將此三年各別領域論文發表比例加以比較，在設計分析、組成材料、材料性質及永續發展方面，呈現上揚趨勢，而在成品材料、維護/維修/補強和管理方面，則是下降趨勢。整體而言，此現象係因應外在營造環境不景氣，須強化延長既有結構物在原先期待設計使用年限之安全及

服務性能之要求下，改善原有設計流程、重視混凝土耐久性能之調查和相關劣化機制解明為技術發展之重點。

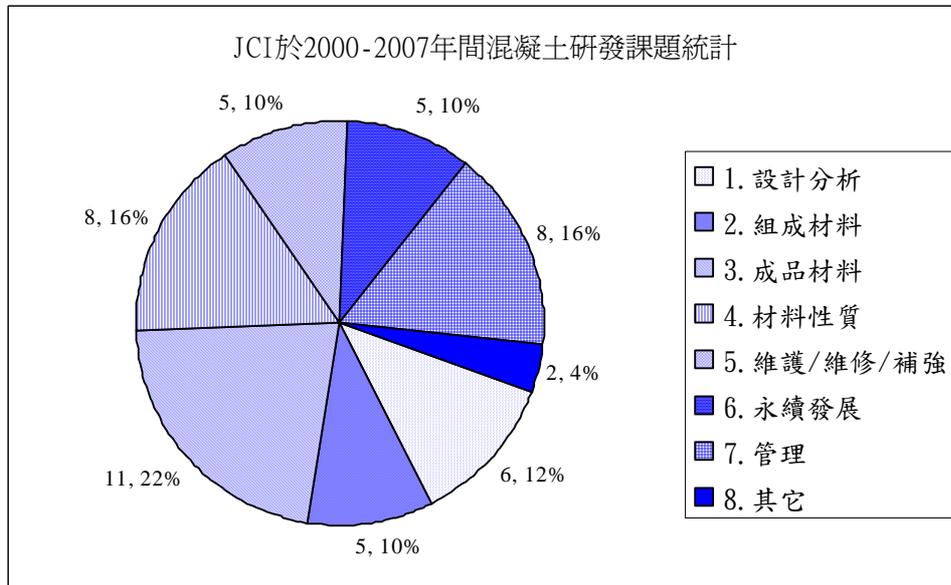


圖3-24 JCI混凝土研發課題統計（2000-2007年）

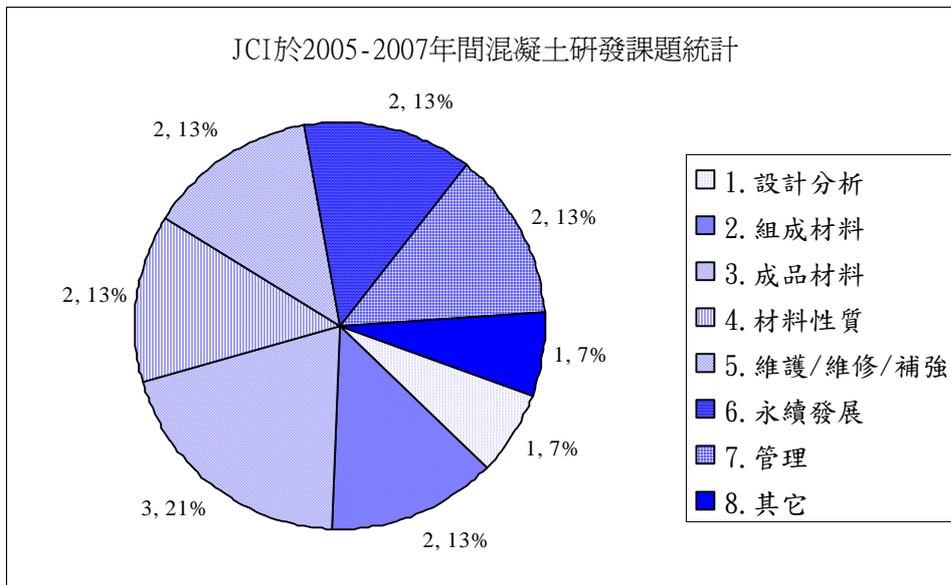


圖3-25 JCI混凝土研發課題統計（2005-2007年）

表3-11 JCI年度大會發表論文統計一覽表（2003-2005年）

分類類別	2003		2004		2005		總和	
	件數	百分比 (%)	件數	百分比 (%)	件數	百分比 (%)	件數	百分比 (%)
1 設計分析	169	27.35	99	15.30	173	29.17	441	23.74
2 組成材料	24	3.88	61	9.43	37	6.24	122	6.57
3 成品材料	132	21.36	54	8.35	31	5.23	217	11.68
4 材料性質	117	18.93	332	51.31	244	41.15	693	37.30
5 維護/維修/補強	104	16.83	84	12.98	62	10.46	250	13.46
6 永續發展	0	0.00	2	0.31	35	5.90	37	1.99
7 管理	17	2.75	15	2.32	11	1.85	43	2.31
8 其他	55	8.90	0	0.00	0	0.00	55	2.96

第四節 中國大陸地區

壹、中國大陸混凝土科技發展現況[32]

本研究藉由統計中國大陸境內於 2001 ~ 2007 發表之混凝土相關博士論文，以了解其混凝土科技發展現況，統計結果如圖 3-15 所示，在總數 299 篇中，以設計分析 129 篇為最多，約佔 43.14%，其次為材料性質 64 篇，約佔 21.40%，推測與近來中國大陸因經濟發展而大興土木，因此積極投入混凝土結構設計分析與了解材料性質有關。

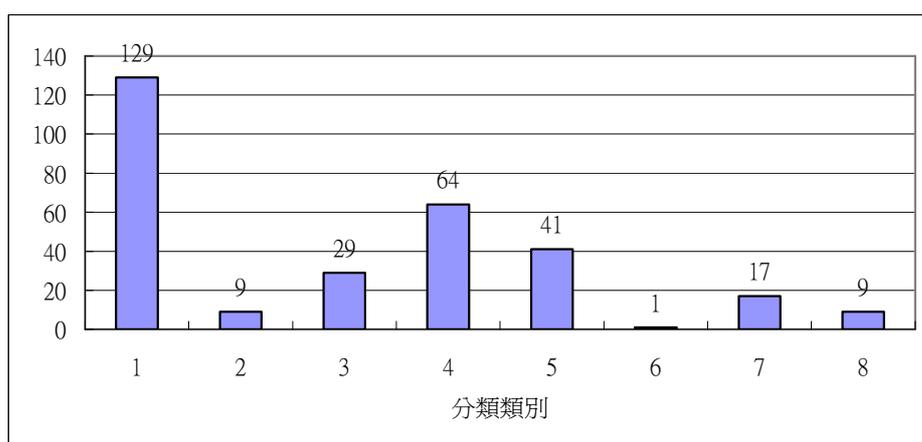


圖3-26 中國大陸發表之混凝土相關博士論文統計（2001-2007年）

貳、中國大陸混凝土相關組織簡介

(一) 中國硅酸鹽學會

該學會隸屬於中國科學技術協會，為中國硅酸鹽科學技術工作者的學術性群眾團體。其前身是 1945 年成立於重慶的中國陶學會，由賴其芳先生任第一任理事長。其組織發展沿革如表 3-12 所示。

中國硅酸鹽學會現有個人會員 33000 餘人，團體會員 40 個；下設水泥、玻璃、陶瓷、耐火材料、晶體材料、非金屬礦等 18 個專業分會和 3 個工作委員會；並在全省、市、自治區設有地方學會 124 個；學會辦事機構設 5 個部（室）。該組織主要工作列於下：

1. 開展國內外學術交流和科技交流，開展民間國際科技合作等；
2. 編輯、出版科技書刊；
3. 開展繼續教育和科普工作；
4. 開展決策諮詢、技術諮詢和技術服務工作；
5. 發現、推薦和培養人才，開展表彰和獎勵工作；
6. 舉辦國內外科技展覽、展示活動。

表 3-12 中國硅酸鹽學會發展沿革

時間	簡述
1947 年	中國陶學會總部由重慶遷至上海。
1949 年	編輯出版《陶工通訊》。
1951 年	中國陶學會改名為中國窯業工程學會。 《陶工通訊》改為《窯工通訊》。
1956 年	於北京成立了中國硅酸鹽學會籌備委員會。 出版《會訊》和《矽酸鹽》。
1959 年	正式成立中國硅酸鹽學會，陳雲濤任第一屆理事長。
1962 年	《矽酸鹽》改名《硅酸鹽學報》。

該組織每年召開各種類型的國內學術會議，並曾主辦水泥混凝土國際會議、國際高性能陶瓷會議、國際耐火材料會議等及中國玻璃國際工業技術展覽會、中國國際玻璃等。

學會除出版《硅酸鹽學報》外，1982年還開始出版期刊《硅酸鹽通報》；同年出版了《中國陶瓷史》(約50萬字)，系統地總結了中國8000年來陶瓷的發展過程和成就；1984年出版了《硅酸鹽辭典》(約250萬字)，共收入硅酸鹽各類名詞術語10296條。

(二) 中國建築業協會混凝土分會簡介

中國建築業協會混凝土分會簡稱混凝土協會，為隸屬於中國建築業協會的全國性專業協會。成立於1987年4月，當時稱中國建築業聯合會混凝土協會。1993年12月，隨著中國建築業協會的成立，更名為中國建築業協會混凝土分會。

目前有全國理事274名，團體會員有北京、上海、天津、內蒙、山西、遼寧、黑龍江、江蘇、(南京)、浙江、安徽、江西、山東、福建、河南、湖北(武漢)、湖南、廣西、廣東(廣州)、四川、貴州、雲南、陝西、甘肅省區市和冶金系統、鐵道系統等的混凝土協會共26家。並於每年召開一次年會，齊聚全國各地行業內的精英，交流生產技術和管理經驗，討論行業的發展方向，向政府主管部門提出建議，共商行業大事，並進行優秀混凝土企業、企業家以及先進協會的評選。

組織內設有五個行政部門，包括混凝土製品部、技術發展部、經營管理部、商品混凝土部、會刊編輯及訊息部。混凝土協會的主要工作擔任業界訊息交流，及協助政府與企業雙向溝通。目前除了會刊(全國建築科學核心期刊)《混凝土》之外，還有22種內部報刊(訊)。

其中《混凝土》會刊及各地的內部交流資料，大力宣傳國家法律法規，推廣新技術新工藝。各地協會並配合推行國家政策法規和標準，舉辦各類學習班、研討會、技術交流會等。

此外，近年來配合中央推行商品混凝土技術、新型鋼模板技術、高強混凝土技術、冷軋帶肋鋼筋的應用技術、現代管理技術、大開間混凝土構件的生產和應

用技術、外加劑及外摻料（F 礦粉、矽灰等）的生產應用技術、養護節能及粉煤灰綜合利用技術等。

參、中國大陸混凝土產業發展現況[33-34]

（一）水泥產業

根據中國大陸國家發展和改革委員會(2006)之「水泥工業發展專項規劃」內文資料，在 1978~2005 年期間水泥之逐年產量如表 3-13 所示，該文件中並敘述中國大陸之水泥產業現況茲摘略於下：

1、產量持續增長

- 1978 年水泥產量 6524 萬公噸，2005 年水泥產量 10.60 億公噸，水泥年產量淨增 9.95 億公噸。
- 從 1985 年起水泥產量已連續 21 年居世界第一位，目前占世界總產量的 48 % 左右。

2、佈局趨于合理

- 水泥的生產和消費主要集中在東部地區，供需基本保持平衡。

3、架構調整加快

- 從 70 年代初開始研製新型干法水泥技術裝備開始，新型干法水泥占水泥總產量的比重為 45%。已經形成了由政府導向、市場拉動、企業自主發展的良好局面，對促進水泥工業架構調整將起到重要的推展作用。

4、規模生產擴大

- 國家重點支持的十大水泥企業集團產量在 2000 年至 2005 年提升到 15%。

5、裝備水準提升

- 日產 2000 公噸新型水泥生產技術裝備已全部國產化。
- 日產 4000 公噸、5000 公噸新型水泥生產技術裝備國產化率達 90% 以上。
- 日產 8000 公噸及 10000 公噸水泥熟料生產線已投產。

6、效益同步增長

- 水泥行業實現了產量和效益的同步增長。

表 3-13 中國大陸水泥逐年產量(西元 1978 至 2005 年)

年份	全國產量 (萬公噸)	增長量 (萬公噸)	成長率 (%)	年份	全國產量 (萬公噸)	增長量 (萬公噸)	成長率 (%)
1978	6524	959	17.2	1992	30822	5561	22.0
1979	7390	866	13.3	1993	36788	5966	19.4
1980	7986	596	8.1	1994	42118	5330	14.5
1981	8290	304	3.8	1995	47561	5443	12.9
1982	9520	1230	14.8	1996	49118	1557	3.3
1983	10825	1305	13.7	1997	51174	2056	4.2
1984	12302	1477	13.6	1998	53600	2426	4.7
1985	14595	2293	18.6	1999	57300	3700	6.9
1986	16606	2011	13.8	2000	59700	2400	4.2
1987	18625	2019	12.2	2001	66104	6404	10.7
1988	21014	2389	12.8	2002	72500	6396	9.7
1989	21029	15	0.1	2003	86200	13700	18.9
1990	20971	-58	-0.3	2004	97000	10800	12.5
1991	25261	4290	20.5	2005	106000	9000	9.3

由於中國大陸各地水泥工廠品質與產能不一，因此水泥產業面臨下列問題：

1. 產業集中度低。
2. 能源資源消耗高。
3. 環境污染嚴重。
4. 技術創新能力不強。
5. 低水平能力占有很大比重等。

針對上述問題，中國大陸政府為了確保境內公共工程品質，因此近幾年來不斷利用行政資源，針對水泥材料陸續公佈各項政策，以提升水泥材料品質與產業競爭力，茲將有關水泥產業之文件整理並簡述於下：

1. 「水泥工業產業發展政策」與「水泥工業發展專項規劃」

2003 年初由中國國務院組織中國建材工業協會、建材工業規劃研究院、中國國際工程諮詢公司等單位研究編制了《水泥工業產業發展政策》和《水泥工業發展專項規劃》初稿。之後又以書面形式徵求了財政、金融、建設、國土、環保等 10 多個國務院相關部門和建材協會、中國國際工程諮詢公司的意見，並盡可能吸收和採納了這些部門和單位提出的意見。最後經報請國務院同意，在 2006 年 10 月 17 日正式發布實施。

2. 國家重點支援水泥工業結構調整大型企業集團名單

2007 年元月 10 日公佈《國家重點支援水泥工業結構調整大型企業集團名單》，其中列名之 60 家生產工藝主體為新型幹法，企業規模較大，經營業績優良，發展前景好，依法經營並有較強社會責任感的大型企業（集團）。藉此鼓勵這些大型水泥企業兼併、重組、聯合，迅速提高生產集中度，優化資源配置，帶動水泥行業結構調整。而列入重點支援的大型水泥企業開展項目投資、重組兼併，有關方面應在項目核準、土地審批、信貸投放等方面予以優先支援。而該名單也將實行動態管理，以因應產業變化。

（二）預拌混凝土產業

中國大陸於 1979 年~1990 年間，陸續完成混凝土強度檢驗評定標準、各性能之試驗標準及混凝土質量控制所必需各類標準。同時預拌混凝土行業在材料科學、配比設計、施工技術、學術研究、經營管理等方面積極發展，近年來由於中國大陸擴大內需，基礎設施的投入，加快住房制度的改革和居民住宅建設，使得混凝土行業蓬勃發展。加上如：2008 年北京奧運會、2010 年上海世博會、西部大開發、南水北調、西電東輸、西氣東送、三峽工程、東北振興、高速鐵路等各項大型公共工程建設，更為預拌混凝土行業帶來了巨大的市場。

根據中國大陸官方文件《國民經濟和社會發展“九五”計畫和 2010 年遠景目標綱要》其中明確提出，要“提升散裝水泥率，發展商品混凝土”。並聯合商務部、公安部、建設部、交通部發布《關於限期禁止在城市城區現場攪拌混凝土的通知》，規定為節約資源，保護環境，北京等 124 個城市城區從 2003 年 12 月 31 日起禁止現場攪拌混凝土，其他省(自治區)轄市則於 2005 年 12 月 31 日起禁止現場攪拌混

凝土，以鼓勵發展預拌混凝土和預拌砂漿。另外，於《散裝水泥發展“十五”計畫》中明確規定，在 2005 年預拌混凝土生產能力將力爭達到 3 億 m^3 ，預拌混凝土產量須占混凝土澆築總用量的 20%，其中大城市要達到 50% 以上。

在龐大行政資源支持下，近 10 年來中國大陸境內預拌混凝土企業數平均成長率為 16%，2001~2002 年，預拌混凝土產量增長率高達 40%，2003 年產量增長率則為 52%，上海、北京、蘇州、深圳、杭州等城市預拌混凝土產量依次為 3559 萬 m^3 、2576 萬 m^3 、1279 萬 m^3 、1256 萬 m^3 及 1137 萬 m^3 。換言之，混凝土產業已成為中國大陸重要發展產業之一。

2005 年中國大陸各地預拌混凝土生產情況如表 3-14 所示，由表中可發現，預拌混凝土企業及產量與城市開發狀況有關，大都集中在沿海各省（市）。

不過，近年來預拌混凝土產業也開始暴露出一些弊端，茲整理於下：

1. 預拌混凝土企業運營的平均利潤已從 19% 年的 30% 下滑到 2005 年的不到 10%。
2. 預拌混凝土企業生產能力過剩，造成了預拌混凝土市場的混亂，所帶來的品質與價格惡意競爭問題等。
3. 拖欠款問題也成了阻礙預拌混凝土產業在中國大陸發展。

表 3-14 2005 年中國大陸部分省、自治區、直轄市
預拌混凝土企業生產情況統計

省/市	實際產量 (萬方/年)	企業總數 (個)	生產設備			
			攪拌機/台	運輸車/台	混凝土泵/台	
					車泵	拖泵
江蘇	5730.98	265	547	4253	695	454
廣東	5326.48	251	588	4660	343	1029
上海	5016.12	186	439	3265	447	126
北京	3949.18	153	359	2258	201	127
浙江	3596.55	136	228	1741	214	285
山東	2129.16	162	319	2206	194	194
遼寧	1409.4	100	187	1465	197	87
天津	1347.25	71	204	1161	177	82

表 3-14 (續) 2005 年中國大陸部分省、自治區、直轄市
預拌混凝土企業生產情況統計

省/市	實際產量 (萬方/年)	企業總數 (個)	生產設備			
			攪拌機/台	運輸車/台	混凝土泵/台	
					車泵	拖泵
貴陽	110.1	12	27	190	2	95
西寧	60	3	6	35	3	6
銀川	30	4	4	35	5	10
合計	37766.9	1914	4122	29794	3345	4892
重慶	1111.52	46	96	1021	46	400
福建	894.67	24	85	868	119	98
安徽	868	80	111	550	57	67
成都	775	24	63	565	16	214
山西	725	40	92	646	103	115
雲南	673.55	43	126	480	46	378
陝西	668	56	102	683	76	122
河南	572.17	30	74	621	40	105
武漢	556	54	112	713	90	152
廣西	420	17	44	378	38	68
新疆	382.5	26	54	347	54	121
黑龍江	291	40	56	390	48	26
石家莊	230	16	36	237	23	46
甘肅	224.3	13	22	270	16	82
內蒙古	220	17	60	173	23	50
南昌	160	15	35	270	28	61
長春	150	16	23	215	32	63
長沙	140	14	23	98	12	229

肆、中國大陸混凝土產業發展展望

(一) 水泥產業

根據《水泥工業產業發展政策》內容，可得知中國大陸水泥產業未來發展：

1. 推動企業跨部門、跨區域的重組聯合，向集團化方向發展，逐步實現集約化經營和資源的合理配置，提高水泥企業的生產集中度和競爭能力。
2. 在 2008 年底前，各地要淘汰各種規格的干法中空窯、濕法窯等落后工藝技術裝備，進一步消滅機立窯生產能力，有條件的地區要淘汰全部機立窯。地方各級民眾政府要依法關停並轉規模小于 20 萬公噸環保或水泥質量不達標的企業。
3. 加快技術進步，鼓勵採用先進的工藝和裝備提升技術水平，縮小與世界先進水平的差距。污染物排放要符合國家和地方排放標準，滿足國家或地方污染物排放總量控制要求。

（二）混凝土產業

1. 加快技術進步，減少環境污染，以符合國際趨勢。
2. 因應重大工程建設，推動預鑄品製作以確保工程品質與節省人力。

第四章 我國混凝土科技與產業現況暨創新發展策略

第一節 國內混凝土相關碩博士論文研究

本計畫蒐集民國 90 年至 96 年各大專院校所發表之混凝土相關碩博士論文，進行分類統計，結果如圖 4-1 所示，在總計 464 篇當中，主要研究方向為材料性質項目，約佔 25.86%，該項目中又較偏重於力學性質、工作性及耐久性；其次是設計分析項目，約佔 23.28%，其中多數為數值分析及配比設計方面之研究；有關永續發展項目之研究則為最少，只佔 2.80%。

依上述可了解我國在碩博士論文研究方面，可發現國內著重於混凝土材料性質與設計分析方面，研究成果也可做為推估施工後建築物之結構行為及耐久性之參考依據。

另外，永續發展目前已是國際潮流，如何在發展應用混凝土材料及降低環境衝擊傷害方面，尚有待國內學術單位進行相關研究。

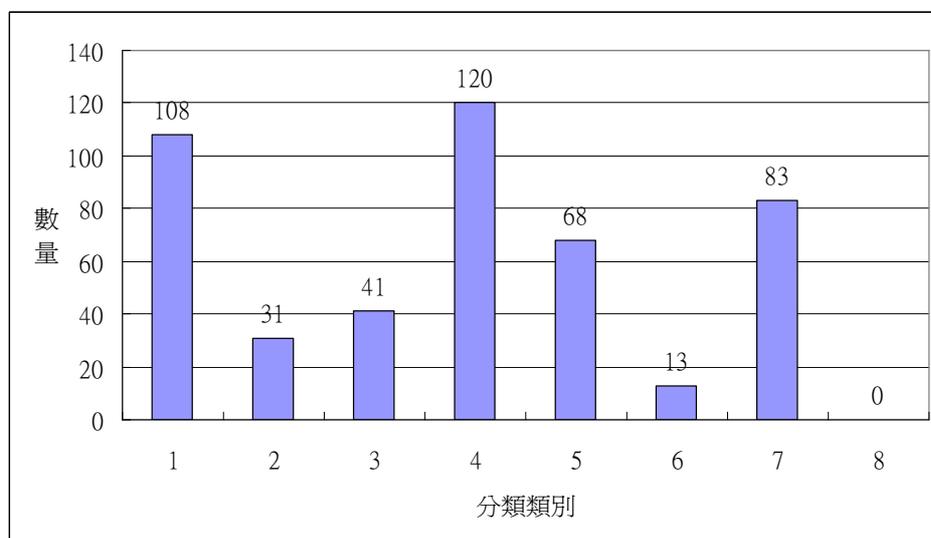


圖 4-1 國內發表之混凝土相關碩博士論文統計 (2001-2006 年)

第二節 國內研究計畫及補助經費

本計畫蒐集自 90 年以來官方提供補助經費進行之混凝土相關研究計畫[36]，機構計有內政部、交通部、經濟部、公共工程委員會、國家科學委員會、原子能委員會、國軍退除役官兵輔導委員會、勞工委員會、農業委員會、環境保護署、台北市政府等，總計蒐集 478 篇研究計畫。加以整理後依研究計畫性質分成八類，分別為 1.設計分析、2.組成材料、3.成品材料、4.材料性質、5.維護維修補強、6.永續發展、7.管理、8.其它，統計目前所搜集之資料建立各年度、各類研究計畫補助經費，建立表 4-1、圖 4-2 之各年度各類補助研究計畫經費發展趨勢圖，及圖 4-3 之各類各年度各單位補助研究計畫經費發展趨勢圖，比較圖中顯示 91 年補助經費最高約 8 千萬元，95 年最少約 5 千萬元(96 年因尚在進行中，暫不列入比較)。

圖 4-4~圖 4-9 為各年度各類研究計畫所佔比例圖，各年度研究計畫比重有增有減，但可以整理出 90~95 年時研究重點分別在「設計分析」、「管理」、「永續發展」、「材料性質」、「維護/維修/補強」、「成品材料」，顯示研究主題從設計分析角度逐漸發展至研究材料性質及相關之應用方面，印證研究人員近幾年投注較多心力在新型混凝土的研究，如高性能混凝土、高流動混凝土、自充填混凝土等的研究。另外可能由於相關工法之發展均已相當成熟，對於新工法研究之需求也相對變少。

表 4-1 各年度各類補助研究計畫經費表(千元)

計畫年	1	2	3	4	5	6	7	8	小計
90	22125	2024	6602	5767	19412	1499	11640	0	69069
91	10597	4241	7371	11311	12747	609	33453	0	80329
92	5056	5327	6214	13941	15484	25296	6347	0	77665
93	3313	2735	4554	14758	10251	10270	6080	0	51961
94	6084	2511	10039	15488	14585	6085	3519	0	58311
95	6871	4151	11405	9568	11091	4193	2787	0	50066
96	0	0	880	353	5374	4459	0	0	11066
小計	54046	20989	47065	71186	88944	52411	63826	0	

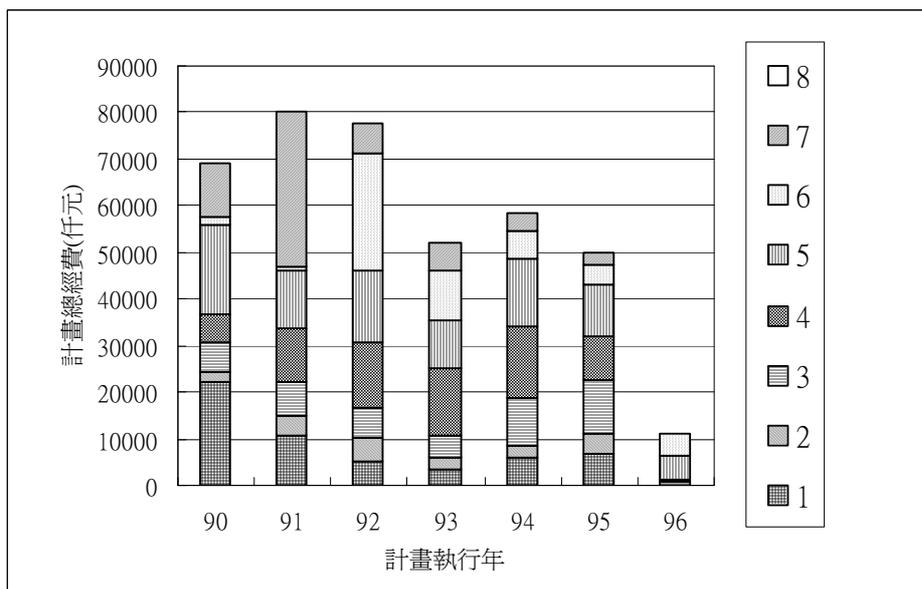


圖 4-2 各年度各類補助研究計畫經費發展趨勢圖

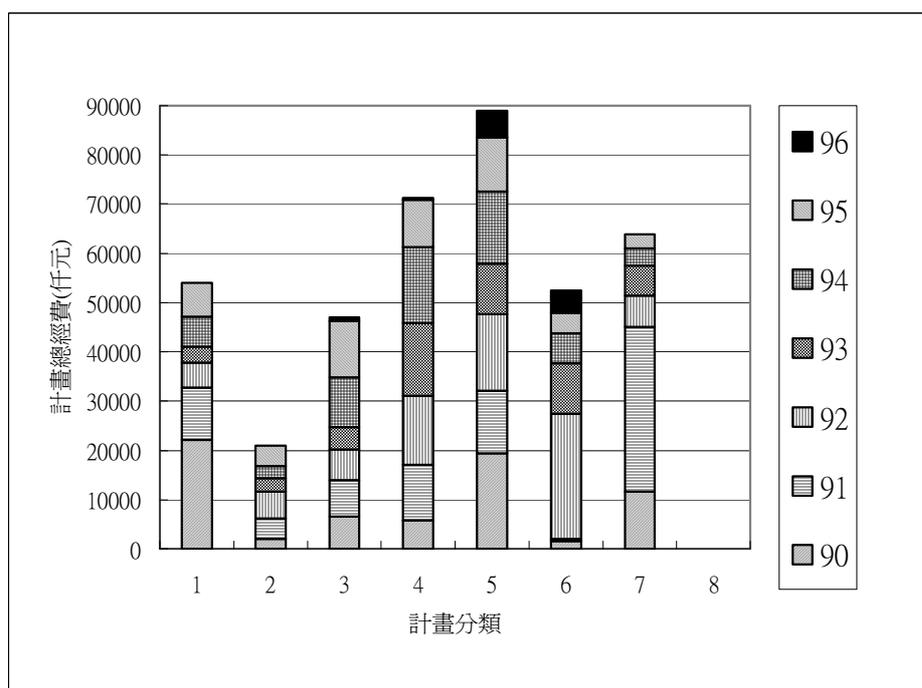


圖 4-3 各類各年度各單位補助研究計畫經費發展趨勢圖

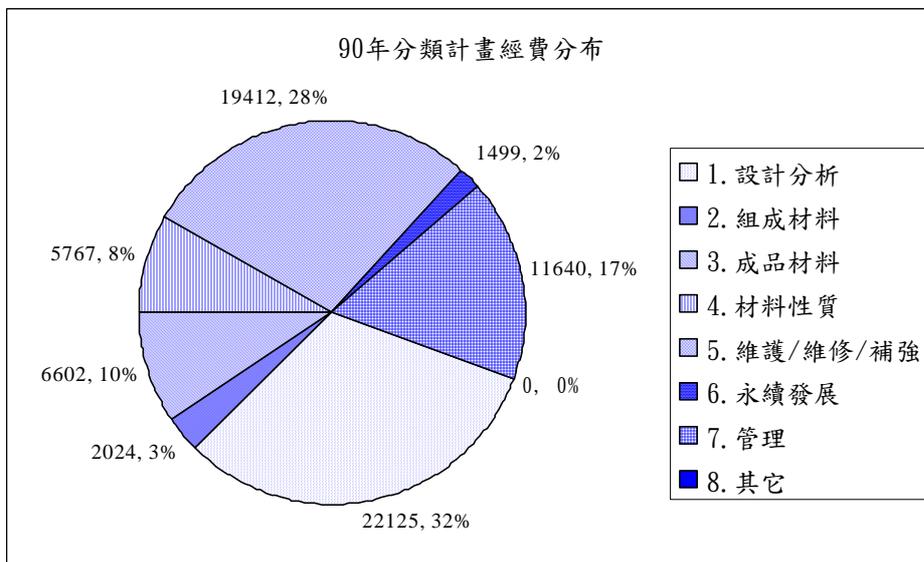


圖 4-4 90 年度各類研究計畫補助經費比較圖

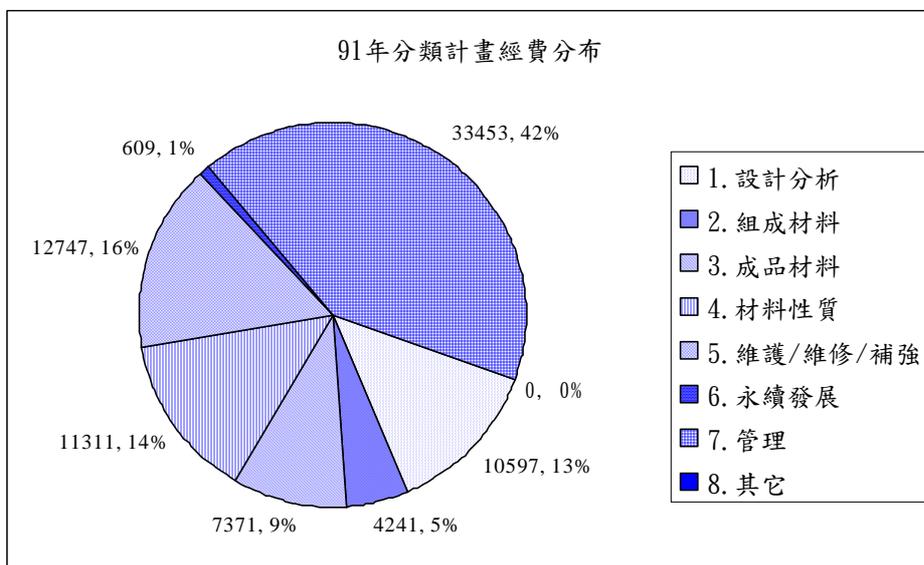


圖 4-5 91 年度各類研究計畫補助經費比較圖

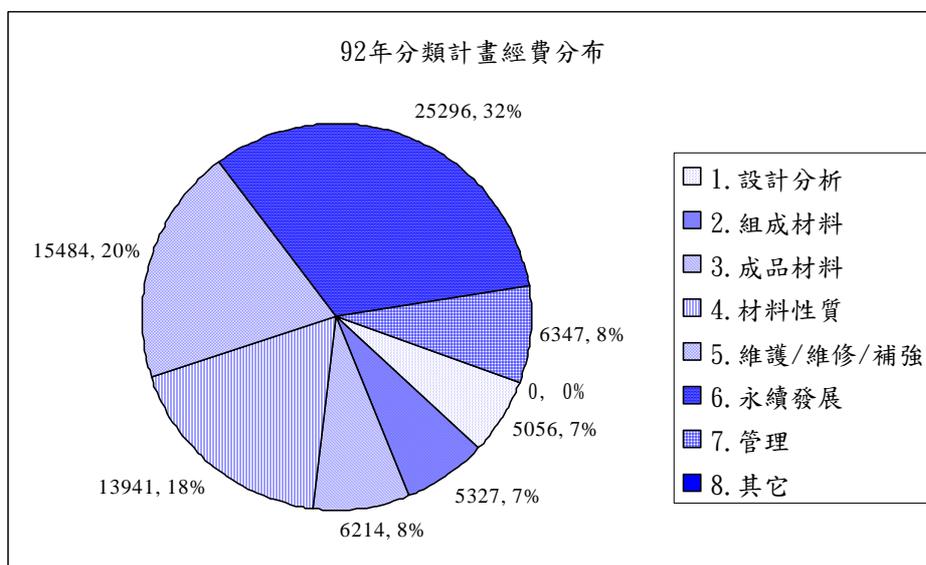


圖 4-6 92 年度各類研究計畫補助經費比較圖

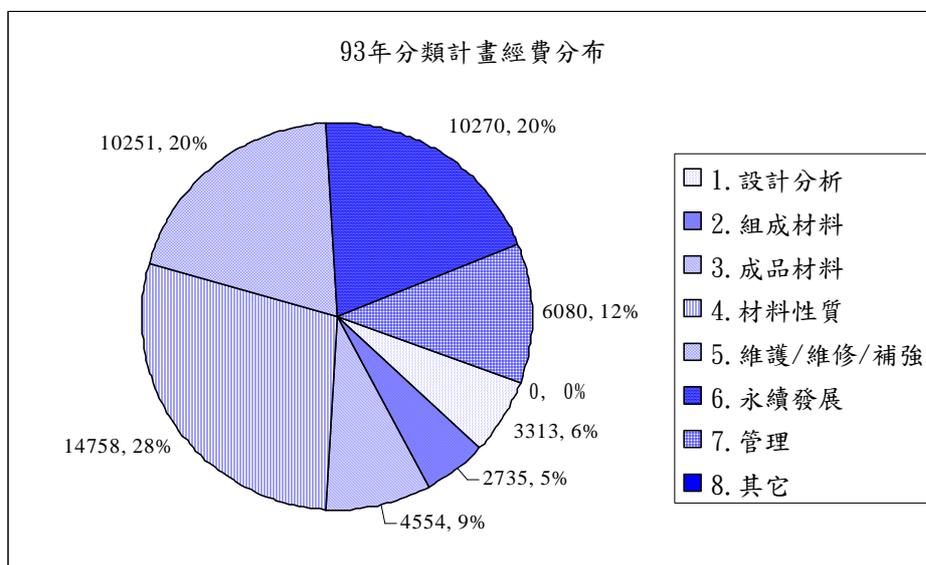


圖 4-7 93 年度各類研究計畫補助經費比較圖

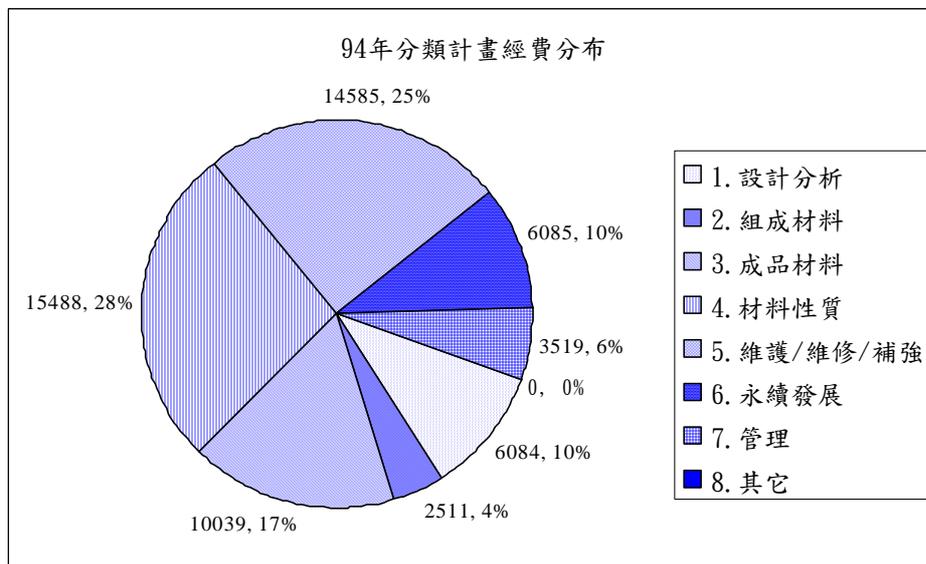


圖 4-8 94 年度各類研究計畫補助經費比較圖

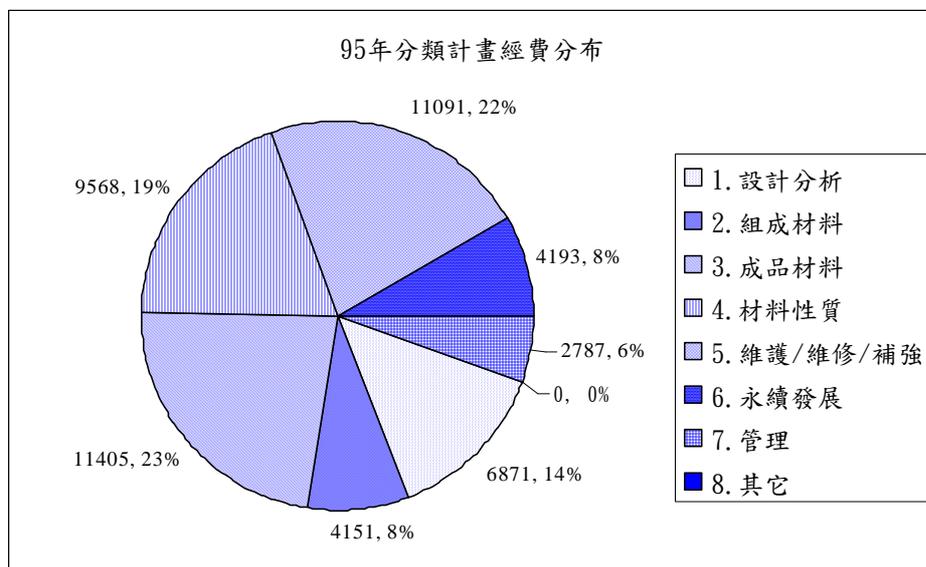


圖 4-9 95 年度各類研究計畫補助經費比較圖

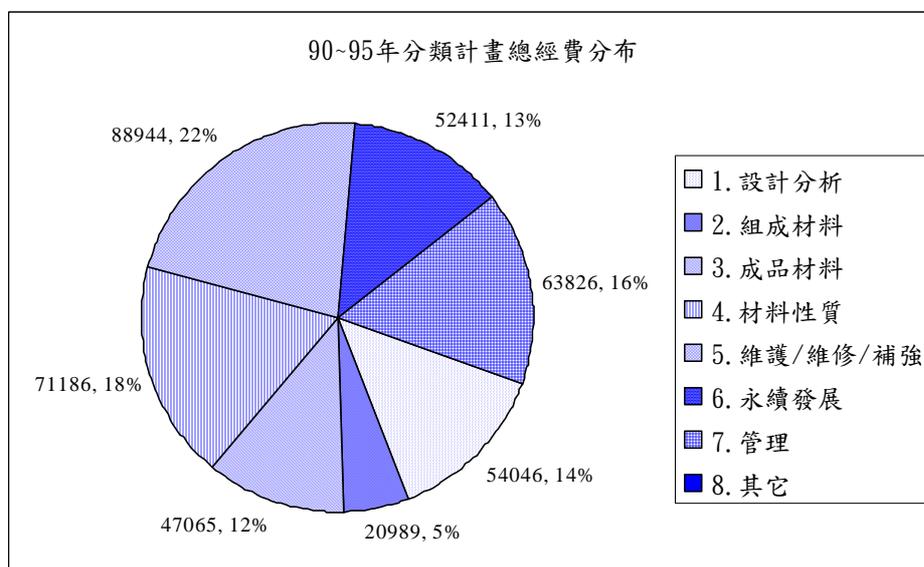


圖 4-10 90~95 年度各類研究計畫總補助經費比較圖

第三節 國內營造廠及構造物

依據內政部營建署統計資料[37]，各年度營造廠商家數及資本額發展趨勢如表 4-2 及圖 4-11 及圖 4-12 所示，顯示 93,94 年因大環境不景氣影響所及，營造廠總家數大幅減少，資本總額也隨之大幅減少。但在 95 年因政策改變，在甲、乙、丙級營造廠之外可以成立專業營造業並納入土木包工業，95,96 年營造廠總家數回升至 13000 多家。若不計 93,94 年大環境不景氣部分，仍可以清楚看出營造廠總家數與資本額均呈現逐漸上升趨勢。由於營造廠總家數與資本額的變化可以反應出市場之需求，因此可以了解整體市場之需求仍呈現上升趨勢。

表 4-2 本國營造廠商家數及資本額發展趨勢表

單位：家；新臺幣萬元

年底 及地區別	總計		甲等		乙等		丙等		專業營造業		土木包工業	
	家數	資本總額	家數	資本總額	家數	資本總額	家數	資本總額	家數	資本總額	家數	資本總額
九十六年 第一季	13,991	46,691,537	1,666	24,826,112	1,305	2,388,511	6,145	2,679,899	164	16,326,302	4,711	470,713
九十五年	13,706	45,154,007	1,665	24,817,423	1,300	2,358,011	6,124	2,652,684	146	14,874,722	4,471	451,167
九十四年	8,979	30,150,982	1,642	25,327,982	1,284	2,297,940	6,053	2,525,060				
九十三年	8,822	29,978,443	1,617	25,319,459	1,257	2,253,720	5,948	2,405,264				
九十二年	12,638	36,810,305	2,009	30,340,293	1,633	2,814,566	8,996	3,655,446				
九十一年	12,513	33,551,662	1,883	27,245,358	1,530	2,597,336	9,100	3,708,968				

資料來源：內政部營建署。

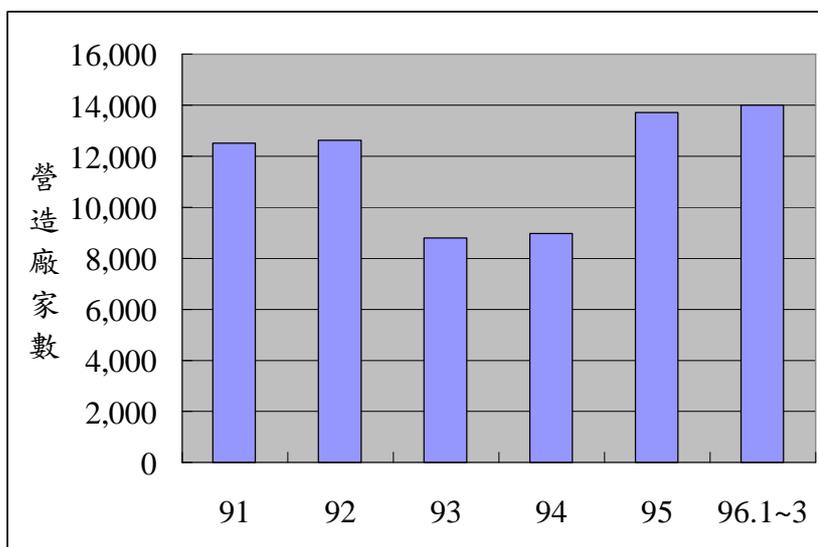


圖 4-11 本國營造廠商家數發展趨勢

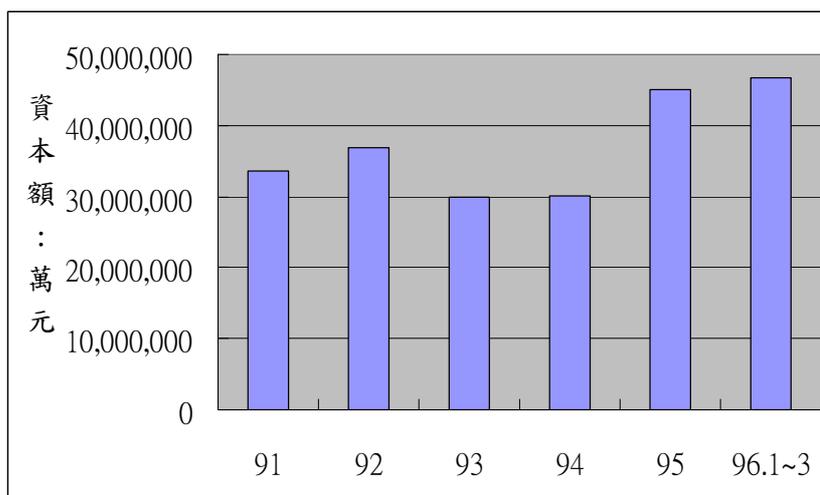


圖 4-12 本國營造廠商資本額發展趨勢

在一般建築構造物中，以鋼筋混凝土構造及鋼骨混凝土構造中所使用混凝土比重最為龐大，而據內政部統計資料顯示[38]，92 年上半年鋼筋混凝土造面積 936 萬平方公尺占 80.69%最多，鋼骨鋼筋混凝土造 154 萬平方公尺占 13.27%，二者合計 93.96%；93 年 1-9 月鋼筋混凝土造面積 2,617 萬平方公尺占 84.66%最多，鋼骨鋼筋混凝土造 355 萬平方公尺占 11.47%，二者合計 96.13%；94 年鋼筋混凝土造面積 3,574 萬平方公尺占 82.74%最多，鋼骨鋼筋混凝土造 623 萬平方公尺占 14.42%，二者合計 97.16%；95 年 1-9 月混凝土(含鋼筋混凝土)構造面積 2,133 萬平方公尺占 75.92%最多，鋼骨鋼筋混凝土構造 316 萬平方公尺占 11.23%，二者合計 87.15%。由以上資料顯示，雖然近年來興起綠建築及生態工程等運動，但國內建築構造物仍以鋼筋混凝土構造及鋼骨混凝土構造佔最大宗，因此對於混凝土之需求仍是相當大。惟近年來由於台灣河川砂石來源日漸枯竭，進口砂石料在貨源及價格上無法充分掌握雙重影響下，已對於混凝土之品質及供應產生問題，且有逐漸擴大之趨勢(基礎不同不作比較圖表)。目前國內興起使用再生粒料及再生混凝土取代一部份一般混凝土之趨勢，未來在訂定適當之管理措施後，應可同時紓緩砂石料不足及混凝土價格上揚趨勢過大之問題。

另外，如圖4-13之內政部營建署統計資料顯示[39]，96年第一季全國整體購屋者對房價信心綜合分數為106.83 分，較上季微幅減少3.44 分，較去年同季微幅減少0.29 分，顯示購屋者對房價趨勢出現盤整。對近期房價信心分數為112.45 分，

較去年同季微幅增加2.44 分，對未來房價信心分數為101.20 分，較去年同季微幅減少3.04 分。

整體而言，購屋者對房價的近期信心仍維持樂觀，但對長期信心則不足。因此，整體房價信心仍屬盤整階段，由於購屋者對房價的信心將影響整體建築及營造業之發展，預估近幾年對於混凝土之需求也會呈現持平發展情況。

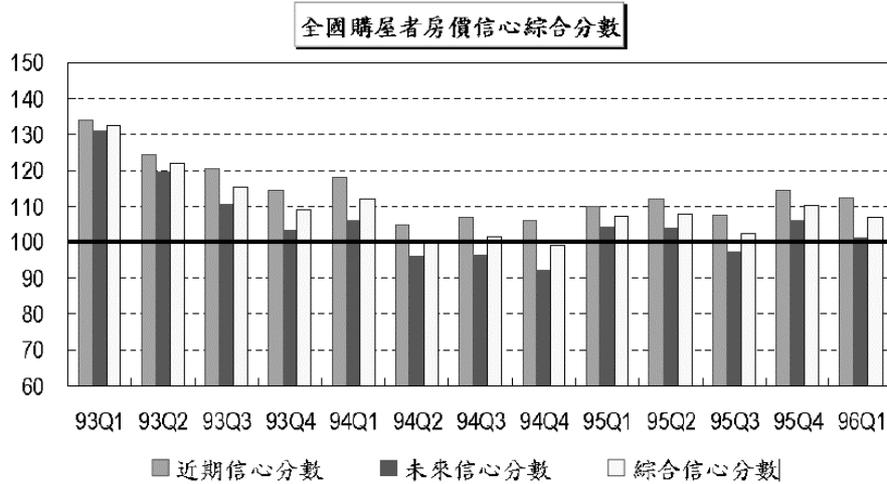


圖 4-13 全國購屋者房價信心分數 [39]

第四節 國內產業現況

混凝土相關工業為國家經濟發展之基礎工業，與其他工商業之關係相當密切。惟依據經濟部統計處出版之 95 年版工業生產統計年報及台灣區水泥同業公會統計資料顯示，近年來三種混凝土主要相關產業(水泥、預拌混凝土、土石料)均呈現產量持平發展，但價格逐年上漲之趨勢，在在顯示相關業者經營上所面臨的困擾。

圖 4-14 為近年來物價指數變化趨勢圖(資料參考自中華民國統計資訊網)，圖中指數以 90 年為基準，由圖中可以相當清楚的看到營造工程物價指數逐年上升趨勢相當快速，96 上半年時已達 90 年營造工程物價指數之 1.32 倍，相形之下消費者物價指數雖也逐年上升，但幅度相當有限，96 上半年僅 90 年消費者物價指數之 1.04 倍，這是值得產官學研各界正視的問題。

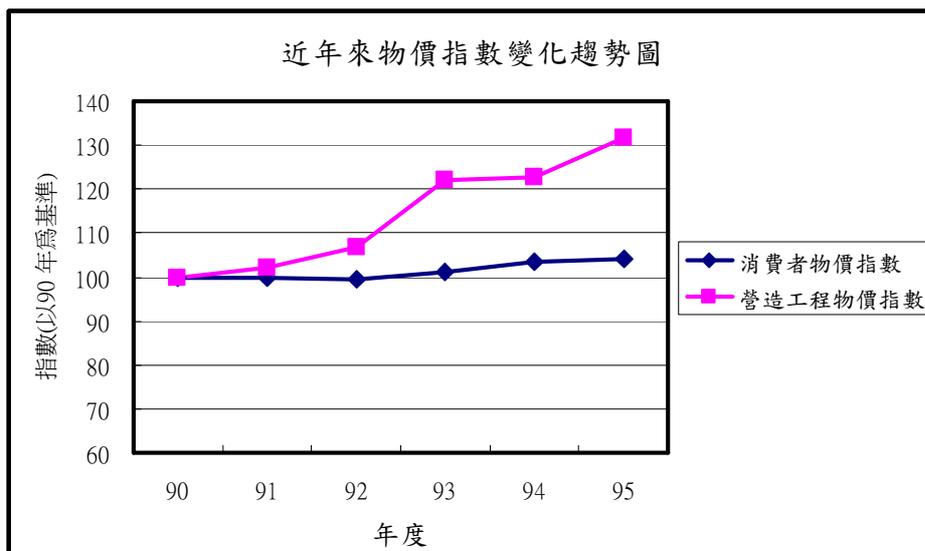


圖 4-14 近年來物價指數變化趨勢圖

以下將就混凝土主要相關產業之現況分別進行產量、產值等重要參考數值之變化趨勢進行整理及分析：

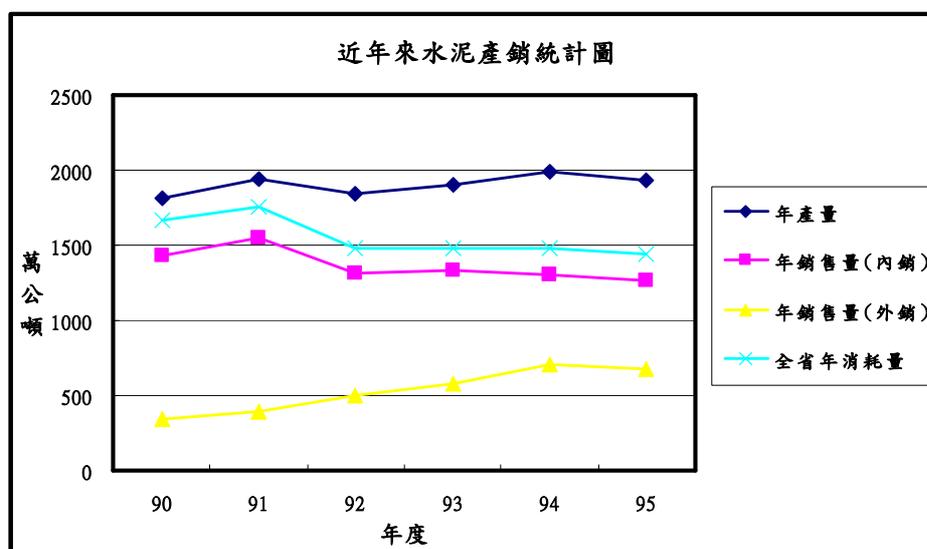
1. 水泥產業

國內主要水泥生產公司計有 9 家(會員公司 12 家)，其中以台灣水泥及亞洲水泥二家公司產量分佔總生產量之 53% 及 27% 最多。據經濟部統計處出版之 95 年版工業生產統計年報及台灣區水泥同業公會統計資料顯示，近年來國內水泥產業之產量變化不大，以 90 年度為基準，產量之變化指數介於 1.02~1.10 之間。但產值及單位產值之變化較大且有逐漸上漲趨勢。以 90 年度為基準，產值之變化指數介於 1.06~1.38，單位產值變化指數介於 1.04~1.28。表 4-3 為近年來國內水泥產銷統計表，圖 4-15 為近年來國內水泥產銷統計圖，圖 4-16 為近年來國內水泥產值變化趨勢圖，圖 4-17 為近年來國內水泥單位產值變化趨勢圖。顯示近年來水泥產業價格均有逐漸上漲之情況。而為求增加企業經營之利潤及擴張市場，目前已有多家水泥公司積極投資大陸市場，未來水泥產業重心會逐漸朝大陸方向傾斜，且產量超越國內產量甚多，此一現象未來應會對國內市場造成重大衝擊，應深入加以探討評析。

表 4-3 近年來國內水泥產銷統計表

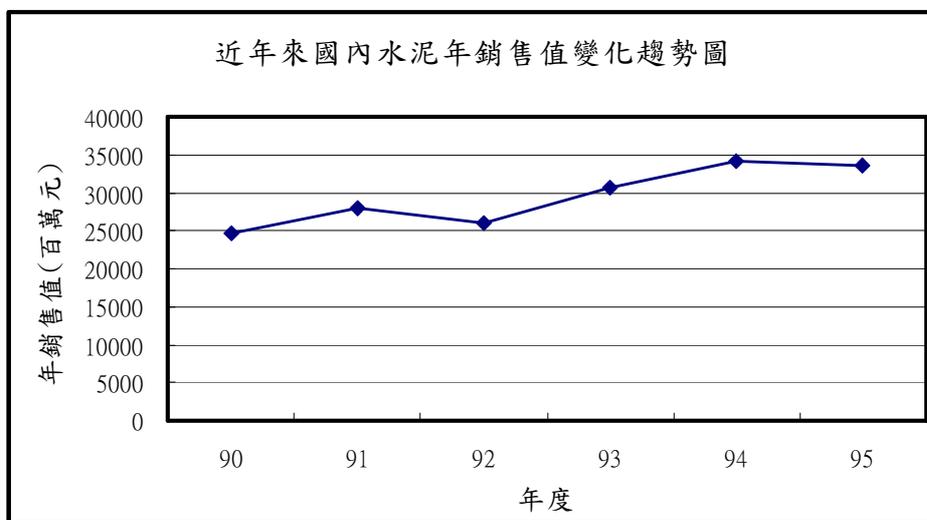
年度	年產量 (萬公噸)	年銷售量 (內銷) (萬公噸)	年銷售量 (外銷) (萬公噸)	全省年 消耗量 (萬公噸)	年銷售值 (百萬元)	單位銷售值 (元/公噸)
90	1812.76	1436	343.5	1669	1807.98	99.74
91	1936.29	1553	393.7	1759	1947.03	100.55
92	1847.42	1315	503.4	1485	1818.27	98.42
93	1904.99	1329	574.2	1478	1903.57	99.93
94	1989.10	1307	703.3	1479	2010.29	101.07
95	1929.38	1267	673.2	1442	1940.18	100.56
96 上	943.50	623.5	331.4	—	—	—

資料來源：95 年版工業生產統計年報，台灣區水泥同業公會



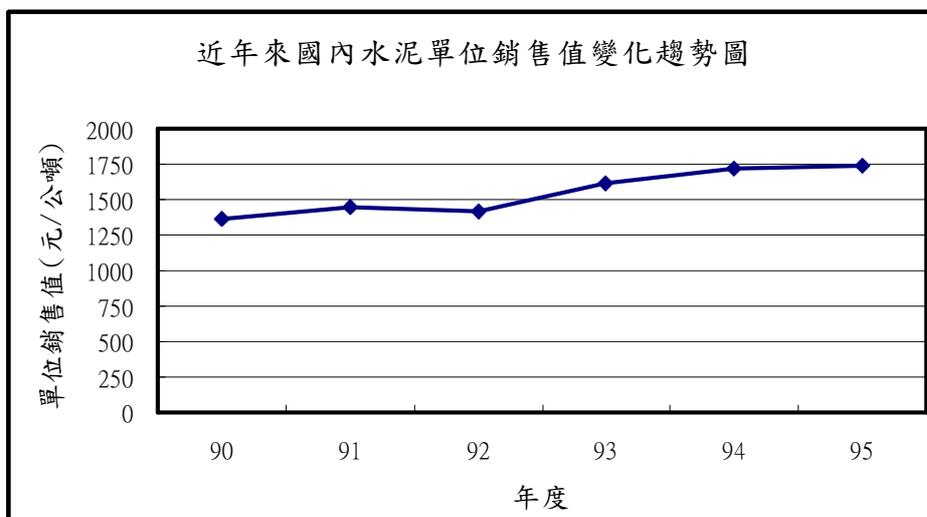
資料來源：95 年版工業生產統計年報，台灣區水泥同業公會

圖 4-15 近年來國內水泥產銷統計圖



資料來源：95年版工業生產統計年報，台灣區水泥同業公會

圖 4-16 近年來國內水泥產值變化趨勢圖



資料來源：95年版工業生產統計年報，台灣區水泥同業公會

圖 4-17 近年來國內水泥產值變化趨勢圖

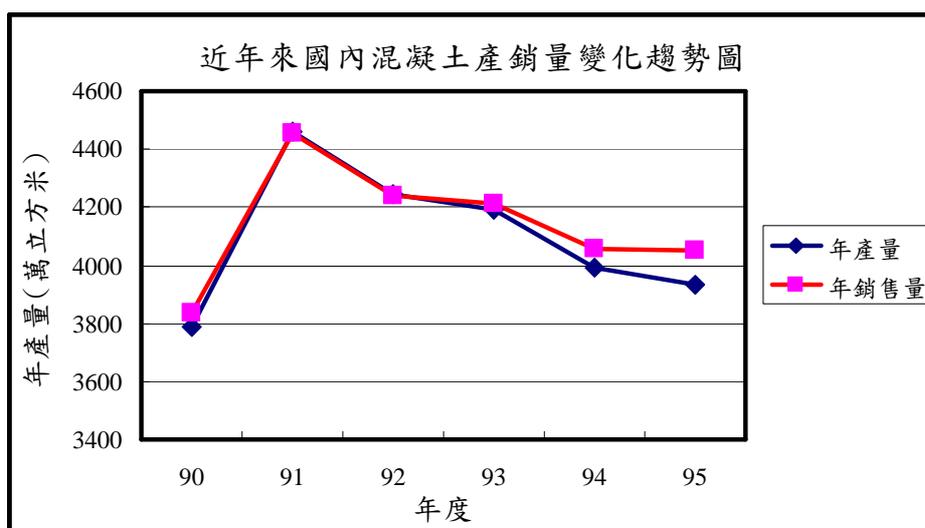
2. 混凝土

據經濟部統計處出版之 95 年版工業生產統計年報資料顯示，近年來國內混凝土產業之產量變化不大，以 90 年度為基準，產量之變化指數介於 1.04~1.18 之間。但產值及單位產值則呈現逐年持續上漲之趨勢，以 90 年度為基準，產值之變化指數介於 1.15~1.41 之間，單位產值之變化指數介於 1.03~1.34 之間(逐年上升)。表 4-4 為近年來國內混凝土產銷統計表，圖 4-18 為近年來國內混凝土產銷量變化趨勢圖，圖 4-19 為近年來國內混凝土銷售值變化趨勢圖，圖 4-20 為近年來國內混凝土平均單價變化趨勢圖。顯示近年來混凝土產業呈現價格逐年上漲之趨勢，這對於相關產業之發展影響相當大。

表 4-4 近年來國內混凝土產銷統計表

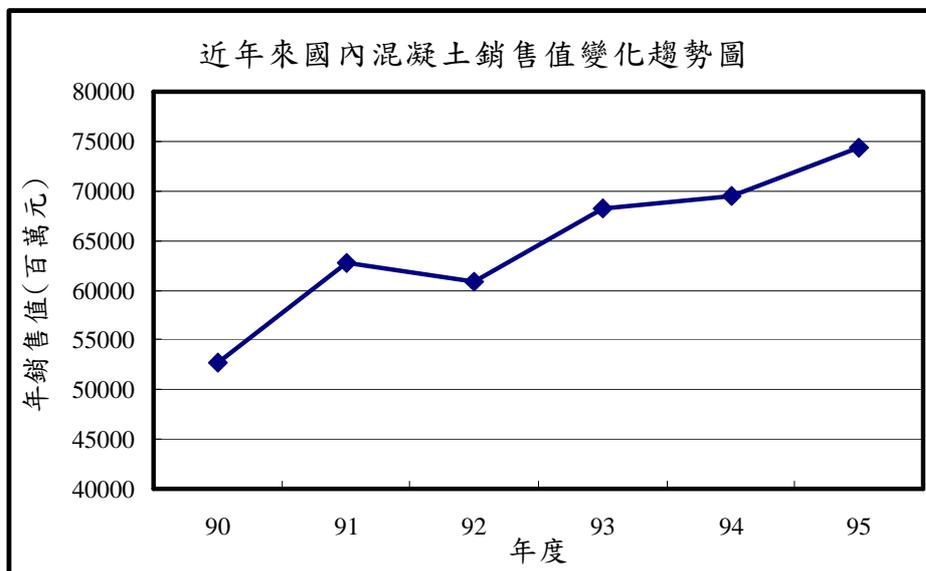
年度	年產量 (萬立方米)	年銷售量 (萬立方米)	年銷售值 (百萬元)	平均單位銷售值 (元/立方米)
90	3785.4	3837.2	52746.5	1374.61
91	4461.3	4452.2	62787.9	1410.27
92	4246.8	4237.4	60787.9	1434.56
93	4191.0	4212.3	68215.7	1619.44
94	3990.6	4055.6	69491.8	1713.48
95	3934.4	4049.0	74380.2	1837.00

資料來源：95 年版工業生產統計年報



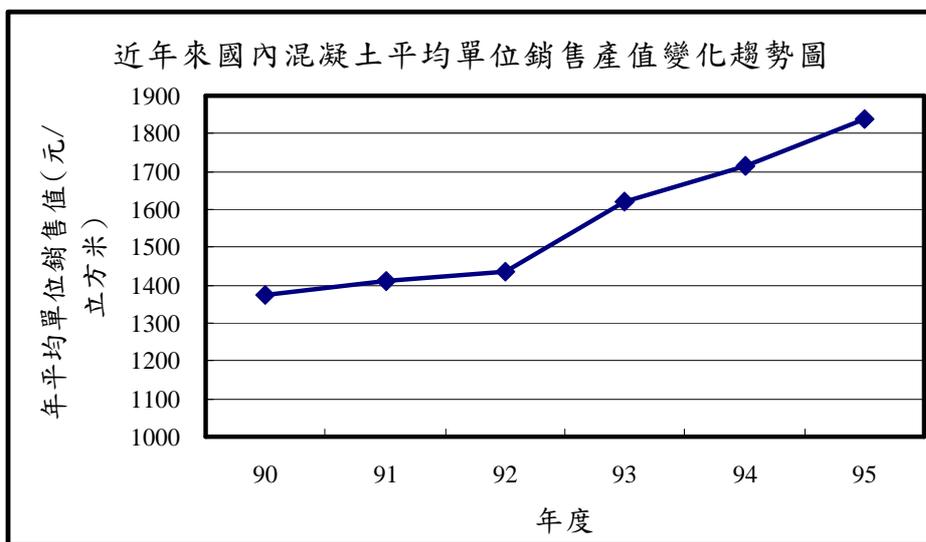
資料來源：95 年版工業生產統計年報

圖 4-18 近年來國內混凝土產銷量變化趨勢圖



資料來源：95年版工業生產統計年報

圖 4-19 近年來國內混凝土銷售值變化趨勢圖



資料來源：95年版工業生產統計年報

圖 4-20 近年來國內混凝土平均單價變化趨勢圖

3. 土石料

據經濟部統計處出版之 95 年版工業生產統計年報資料顯示，近年來國內土石料產業之產量變化不大，以 90 年度為基準，產量之變化指數介於 1.04~1.18 之間。但產值及單位產值則呈現逐年持續上漲之趨勢，以 90 年度為基準，產值之變化指數介於 1.22~1.56 之間，單位產值之變化指數介於 1.08~1.49 之間(逐年上升)。表 4-5 為近年來國內土石料產銷量統計表，表 4-6 為近年來國內土石料產銷值統計表，圖 4-21 為近年來國內土石料產銷量變化趨勢圖，圖 4-22 為近年來國內土石料銷售值變化趨勢圖，圖 4-23 為近年來國內土石料平均單價變化趨勢圖。顯示近年來土石料產業呈現價格逐年上漲之趨勢，這對於相關產業之發展影響相當大。

表 4-5 近年來國內土石料產銷量統計表

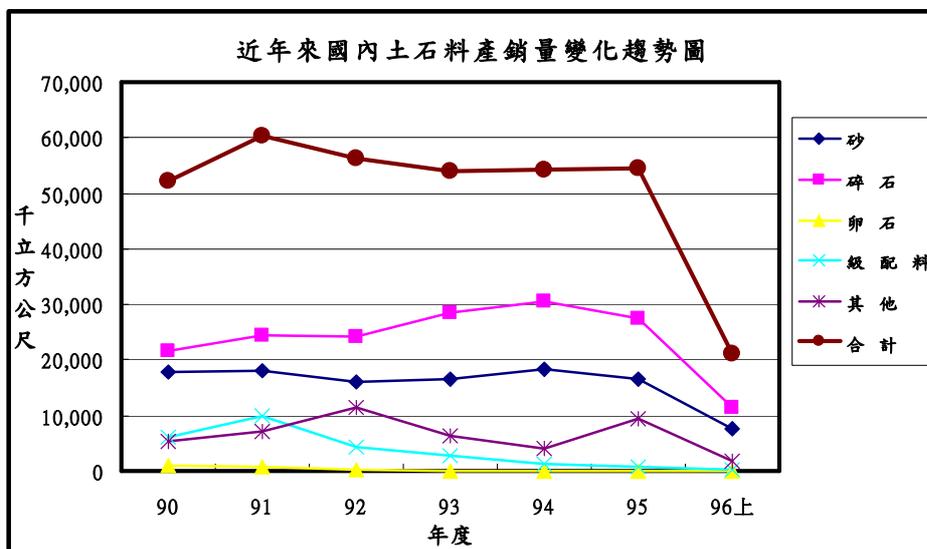
種類	年產量〈千立方米〉						
	90	91	92	93	94	95	96 上
砂	17,940	18,081	16,065	16,527	18,326	16561	7646
碎石	21,751	24,438	24,133	28,388	30,544	27390	11556
卵石	1,102	785	193	54	53	33	5
級配料	6,065	9,819	4,383	2,674	1,208	862	183
其他	5,253	7,234	11,555	6,345	4,067	9530	1751
合計	52,111	60,357	56,329	53,988	54,198	54377	21241

資料來源：經濟部統計局

表 4-6 近年來國內土石料產值統計表

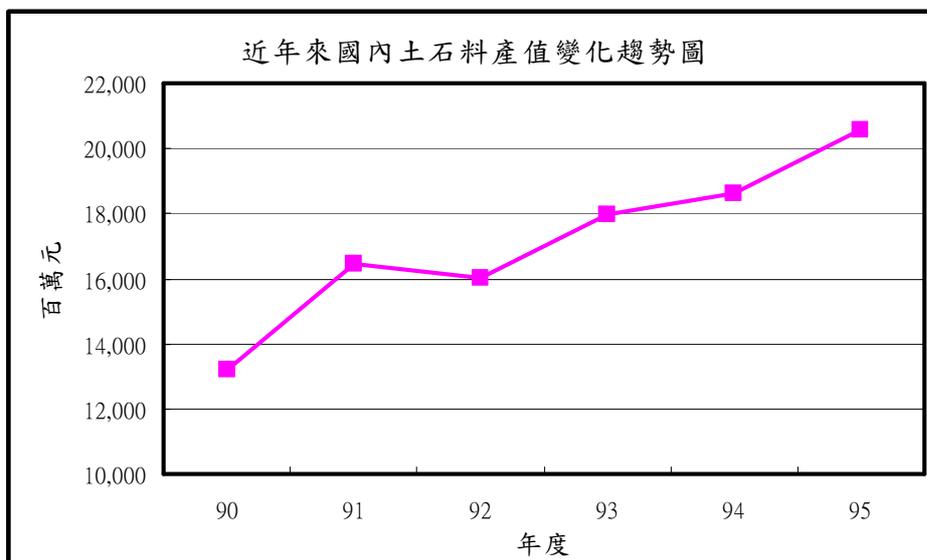
種類	年產值〈千元〉						
	90	91	92	93	94	95	96 上
砂	5,344,136	5,983,252	5,770,594	6,136,286	7,016,646		3876578
碎石	5,743,037	6,822,137	7,420,274	10,392,433	10,959,171		5728061
卵石	236,658	140,643	36,765	13,068	19,127		1955
級配料	1,489,750	2,674,090	1,194,060	811,255	368,835		97,386
其他	374,456	822,242	1,619,722	621,108	273,954		153723
合計	13,188,037	16,442,364	16,041,415	17,974,150	18,637,733	20,569,100	9857703
年單位產值〈元/立方米〉							
單位產值	253	272	285	333	344	378	464

資料來源：經濟部統計局



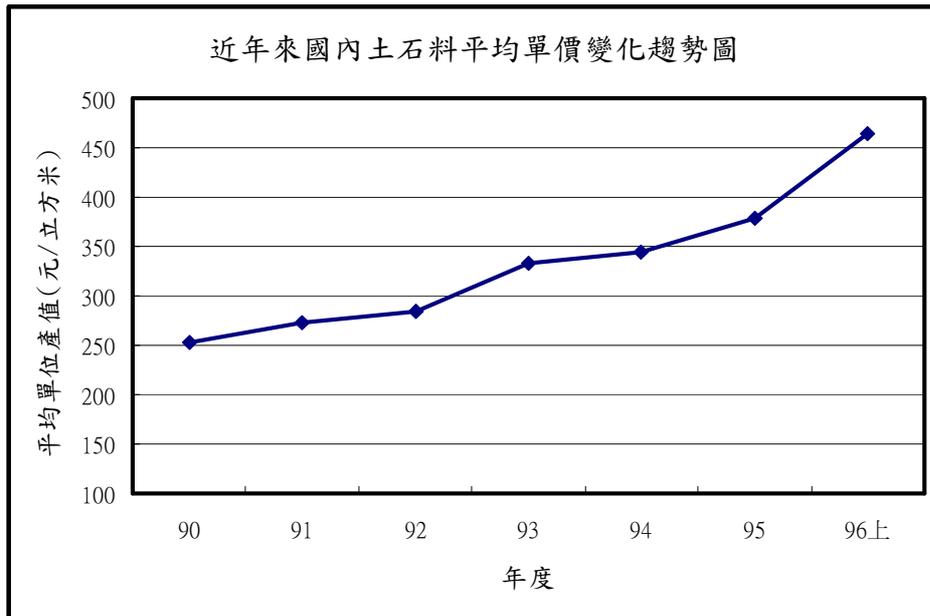
資料來源：經濟部統計局

圖 4-21 近年來國內土石料產銷量變化趨勢圖



資料來源：95年版工業生產統計年報，經濟部統計局

圖 4-22 近年來國內土石料銷售值變化趨勢圖



資料來源：95年版工業生產統計年報，經濟部統計局

圖 4-23 近年來國內土石料平均單價變化趨勢圖

第五節 國內混凝土科技創新發展策略思維

依據刊於中國土木水利會刊之「政府科技發展土木領域規劃報告」所示[40]，我國未來在混凝土之發展上將朝下列四大方向進行：

1. 高性能建材研發(如質輕、防火、易施工、價廉)—因應新時代建物之實際需求，未來將進行高性能建材研發，如輕質混凝土、耐火混凝土、高性能或是自充填混凝土等。
2. 廢棄物再生利用—社會發達程度越高，人為廢棄物也越來越難以處理，我國與世界各國之政策均是採減量與再生利用二方面同時進行。老舊建物拆除後所製造出之廢棄物量相當大，其中與混凝土相關部份未來處理原則是儘可能的再生利用，如再生粒料等。未來政策可能轉向在有計畫之管理下同意使用再生粒料及所製成之再生粒料混凝土。
3. 強化建築耐震能力—經過 921 集集大地震後造成相當大之傷亡及損失，強化建築耐震能力成為最急迫的任務，目前政府的策略是一方面要求新建建物需採用較

高之耐震設計標準，一方面重新檢討老舊建物之耐震，同時研究補強之方法及可能性。在混凝土品質方面則研究高強度及高性能混凝土，以便增加耐震之能力。

4.延壽能力(含補強)—台灣有相當多老舊建築或是設計施工有缺失之建築物，此一部分建物在耐火及耐震能力方面均不佳，以經濟角度來看補強是最佳的處理方式，政府之政策在未來將朝向鼓勵進行相關補強技術之研究及推動實際建物補強，以增加建築物之使用壽命。

其中新性能建材研發及其衍生工法部份即本計畫分類中之第 3 類、第 1 類；廢棄物再生利用即本計畫分類中之第 6 類；強化建築耐震能力符合本計畫分類中之第 1 類、延壽能力(含補強) 即本計畫分類中之第 5 類，與各類研究計畫總補助經費分配趨勢大致相符。

第五章 國內混凝土技術發展與策略之規劃

第一節 問卷結果與分析

為了解國內混凝土相關產業所面臨之問題及未來之需求，以作為規劃未來提昇混凝土科技發展及產業利潤之指標，因此，本研究藉由問卷調查的方式，針對政府機關（中央政府所屬工程與研究之相關單位、台北市政府、高雄市政府等）、學術單位（公私立大專院校土木營建相關科系）、產業界（水泥、預拌混凝土、摻料、預鑄業等及相關公會）及顧問公司（含營造廠）等進行意見調查。

問卷題目如附錄一所列，分為「檢視混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求」及「混凝土科技創新發展與提升產業利潤」兩大主題。在第一類項目中，主要希望各受訪者憑著研究或工程實務方面之經驗，認為表 2-1 所列項目，分別在學術研究與實務應用方面是否分別已有顯著成果，未來學術研究與實務應用方面仍須持續加強的項目。在第二類項目中，則以提列選項的方式，請受訪者依重要順序進行排序，並提供建議。

經過統計，問卷寄送出 350 份，回收 178 份，回收率為 50.86 %。若將受訪者分為政府機關、學術單位、產業界及顧問公司（含營造廠）等四大類，回收問卷數量依序為 29、27、67 及 55 份。

壹、混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求

在這個主題方面，問卷中有八大類項目，每一大類又分為數量不等之小項目，其中每一個小項目皆有非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意等五個選項，在問卷分析時將上述選項之分數依序設定為 2 分、1 分、0 分、-1 分及 -2 分，將各類之總分數，並除以該類選項勾選次數，使得各類之平均分數將介於落於 2 分至 -2 分，統計結果如下所述：

1.政府機關

統計結果如表 5-1、圖 5-1 ~ 5-4 所示。在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、組成材料與材料性質；無顯著成果之項目依序為永續發展與管理；而未來需加強之項目則為永續發展、維護維修補強與材料性質。

在混凝土產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目依序為組成材料、設計分析與材料性質；無顯著成果之項目依序為永續發展與維護維修補強；而未來需加強之項目則為永續發展、維護維修補強與成品材料。

表 5-1 混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求
問卷統計結果（政府機關）

		選項排序與分數		
		1	2	3
混凝土 科技發展	已有 顯著成果	設計分析 (0.44)	組成材料 (0.39)	材料性質 (0.25)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.15)	管理 (0.07)	
	需加強成果	永續發展 (0.97)	維護維修補強 (0.97)	材料性質 (0.82)
混凝土產業 發展及工程 應用	已有 顯著成果	組成材料 (0.39)	設計分析 (0.35)	材料性質 (0.27)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.18)	維護維修補強 (0.06)	
	需加強成果	永續發展 (1.40)	維護維修補強 (1.09)	成品材料(1.07)

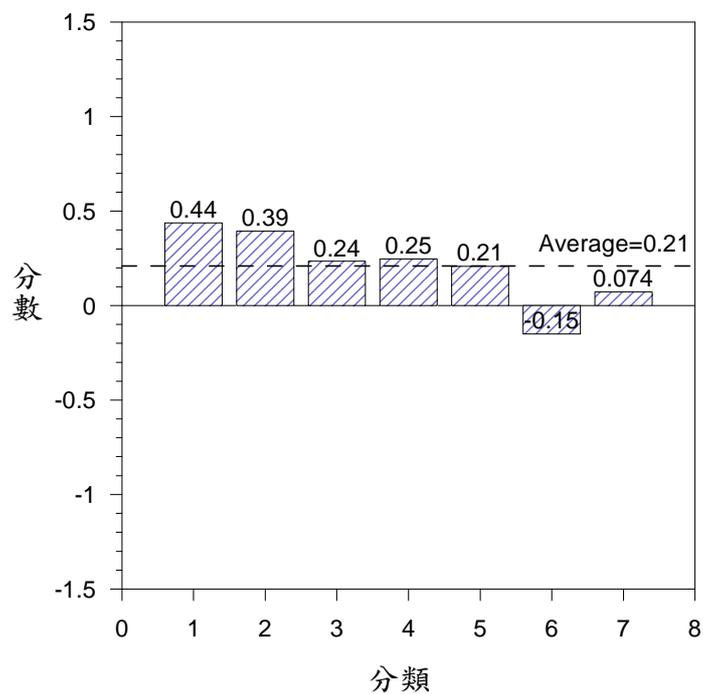


圖 5-1 混凝土科技現況調查 (政府機關)

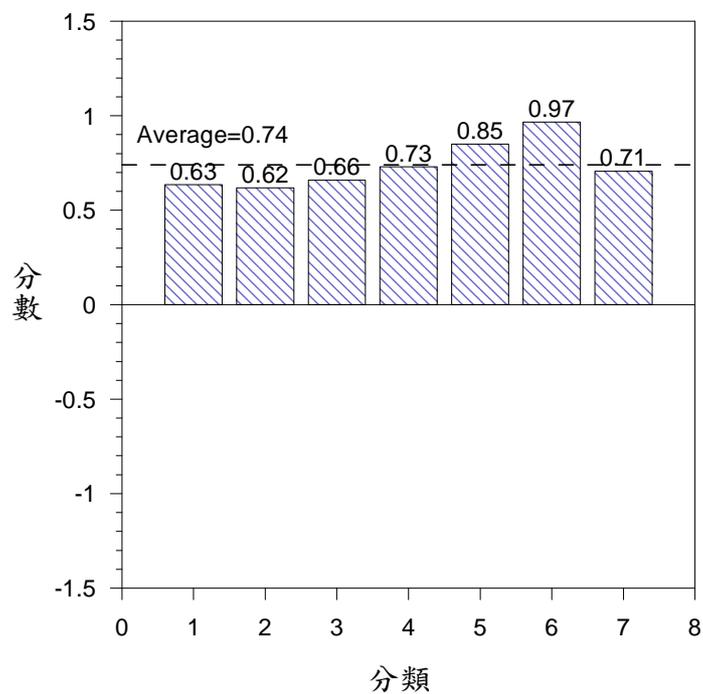


圖 5-2 混凝土科技未來發展調查 (政府機關)

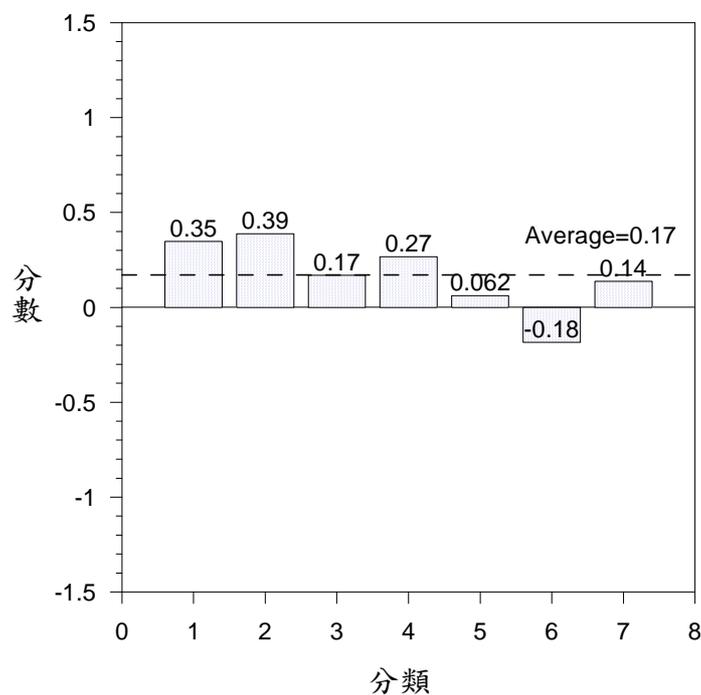


圖 5-3 混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (政府機關)

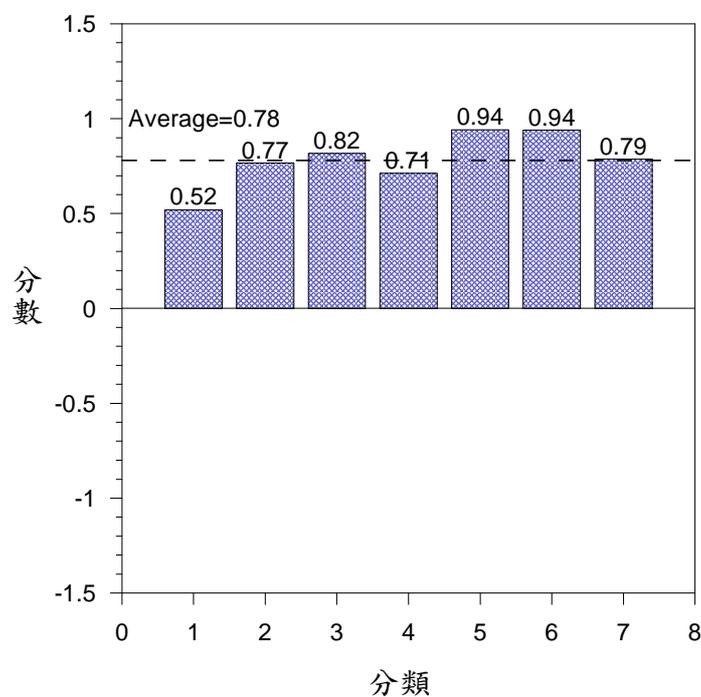


圖 5-4 混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (政府機關)

2.學術單位

統計結果如表 5-2、圖 5-5 ~ 5-8 所示。在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、材料性質與組成材料；無顯著成果之項目依序為永續發展與管理；而未來需加強之項目則為維護維修補強、永續發展與材料性質。

在混凝土產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、組成材料與維護維修補強；無顯著成果之項目依序為永續發展與成品材料；而未來需加強之項目則為維護維修補強、永續發展與管理。

表 5-2 混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求
問卷統計結果（學術單位）

		選項排序與分數		
		1	2	3
混凝土 科技發展	已有 顯著成果	設計分析 (0.51)	材料性質 (0.32)	組成材料 (0.30)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.13)	管理 (0.01)	
	需加強成果	維護維修補強 (1.05)	永續發展 (0.98)	材料性質 (0.83)
混凝土產業 發展及工程 應用	已有 顯著成果	設計分析 (0.39)	材料性質 (0.33)	維護維修補強 (0.22)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.22)	成品材料 (0.06)	
	需加強成果	維護維修補強 (1.09)	永續發展 (1.40)	管理 (0.94)

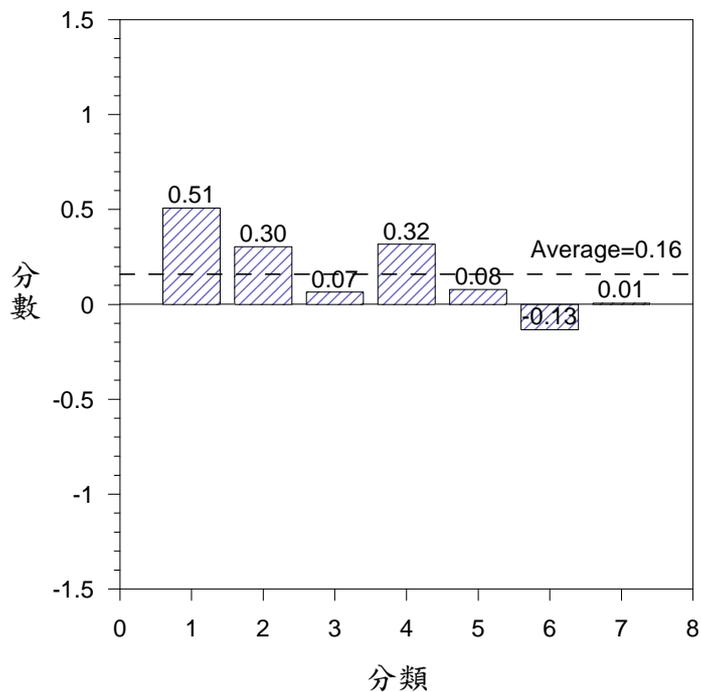


圖 5-5 混凝土科技現況調查 (學術單位)

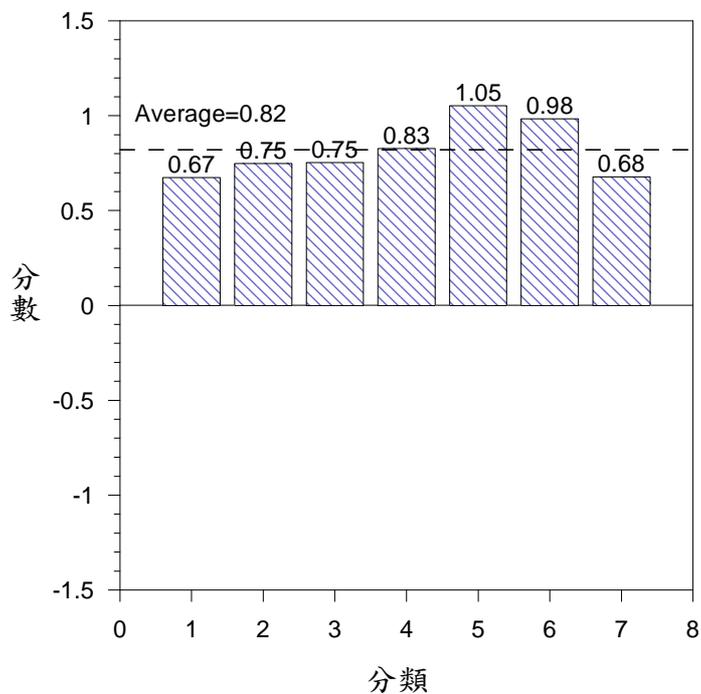


圖 5-6 混凝土科技未來發展調查 (學術單位)

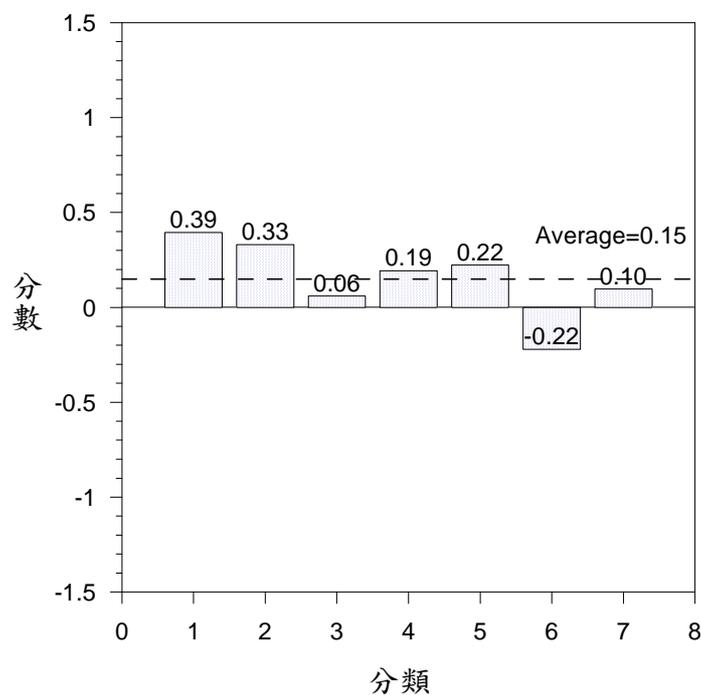


圖 5-7 混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (學術單位)

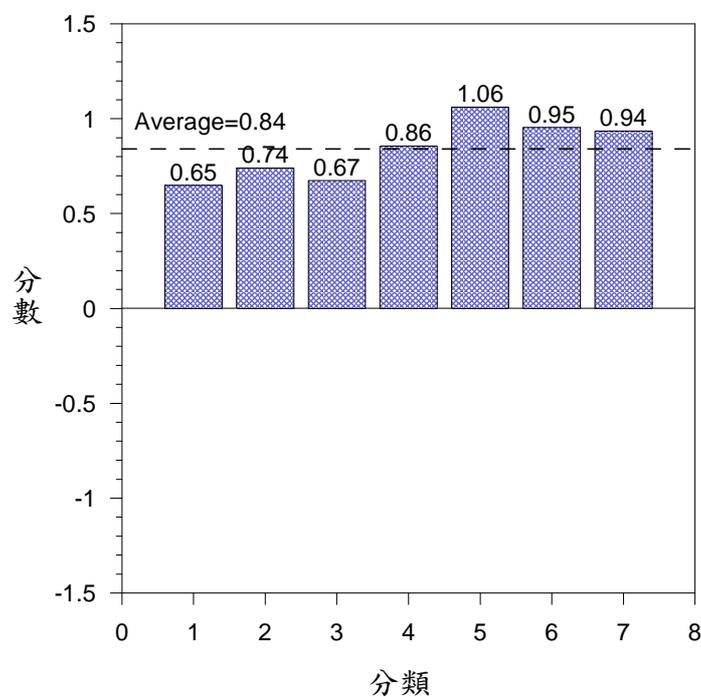


圖 5-8 混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (學術單位)

3. 產業界

統計結果如表 5-3、圖 5-9 ~ 5-12 所示。在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目依序為材料性質、組成材料與設計分析；無顯著成果之項目依序為永續發展與管理；而未來需加強之項目則為永續發展、維護維修補強與管理。

在混凝土產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、材料性質與組成材料；無顯著成果之項目依序為永續發展與管理；而未來需加強之項目則為永續發展、管理與維護維修補強。

**表 5-3 混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求
問卷統計結果（產業界）**

		選項排序與分數		
		1	2	3
混凝土 科技發展	已有 顯著成果	材料性質 (0.51)	組成材料 (0.32)	設計分析 (0.30)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.13)	管理 (0.01)	
	需加強成果	永續發展 (1.36)	維護維修補強 (1.25)	管理 (1.03)
混凝土產業 發展及工程 應用	已有 顯著成果	設計分析 (0.53)	材料性質 (0.41)	組成材料 (0.37)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.28)	管理 (0.12)	
	需加強成果	永續發展 (1.40)	管理 (1.09)	維護維修補強 (1.07)

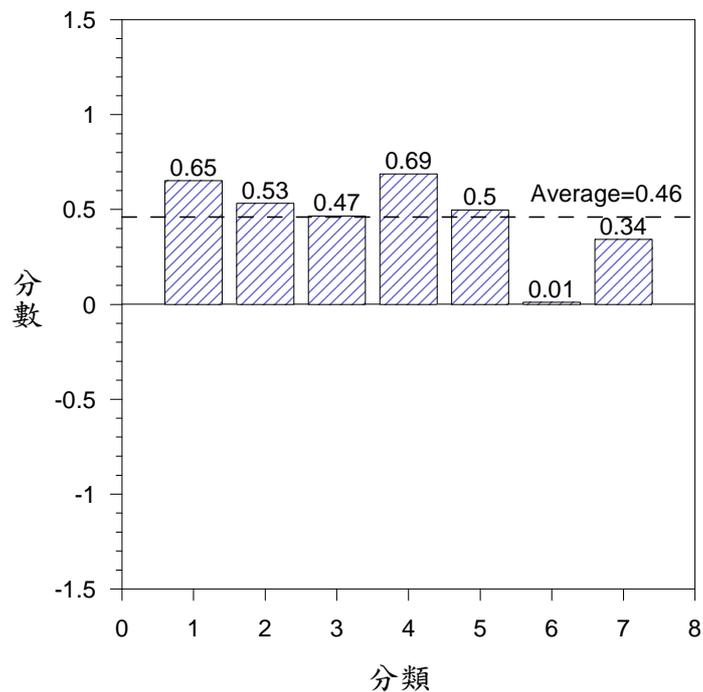


圖 5-9 混凝土科技現況調查 (產業界)

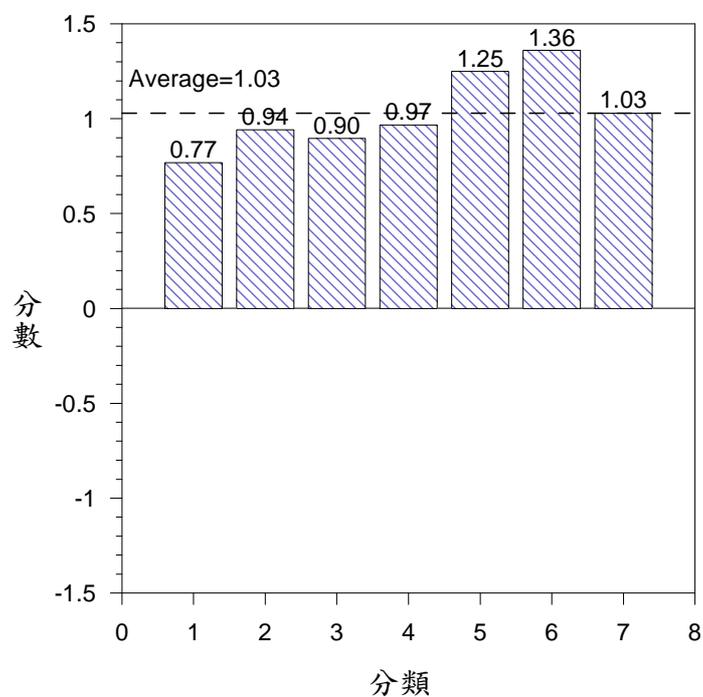


圖 5-10 混凝土科技未來發展調查 (產業界)

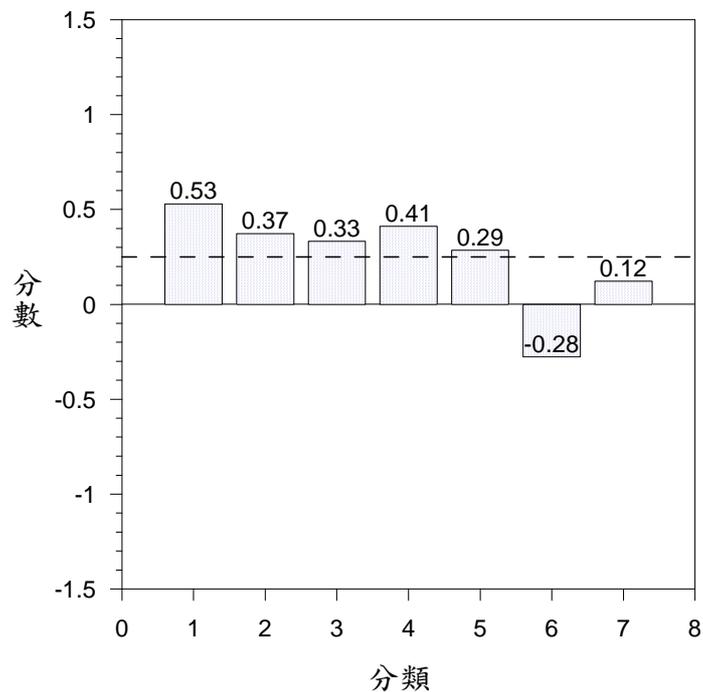


圖 5-11 混凝土相關產業發展與工程應用現況調查 (產業界)

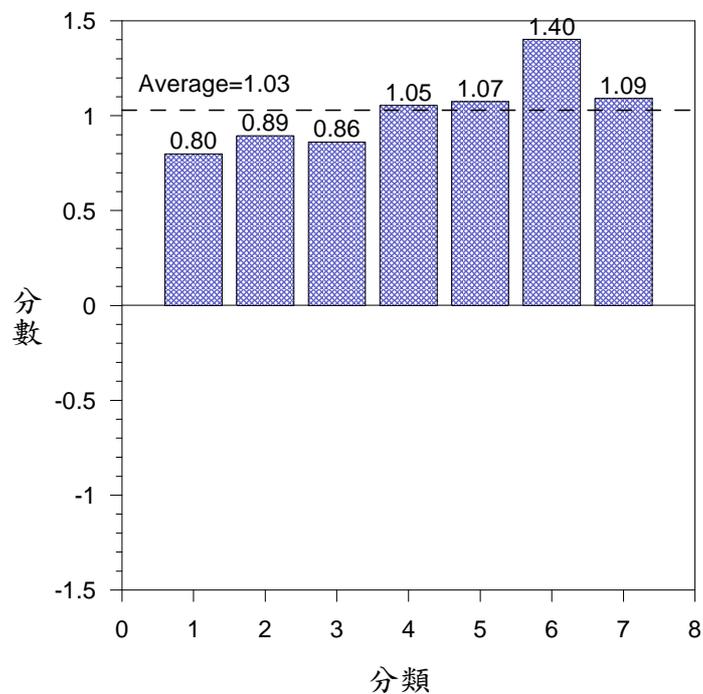


圖 5-12 混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查 (產業界)

4. 顧問公司（含營造廠）

統計結果如表 5-4、圖 5-13 ~ 5-16 所示。在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、材料性質與組成材料；無顯著成果之項目依序為永續發展與成品材料；而未來需加強之項目則為永續發展、維護維修補強與設計分析。

在混凝土產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目依序為設計分析、材料性質與組成材料；無顯著成果之項目依序為永續發展與成品材料；而未來需加強之項目則為永續發展、維護維修補強與設計分析。

表 5-4 混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求
問卷統計結果（顧問公司及營造廠）

		選項排序與分數		
		1	2	3
混凝土 科技發展	已有 顯著成果	設計分析 (0.49)	材料性質 (0.49)	組成材料 (0.27)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.19)	成品材料 (0.04)	
	需加強成果	永續發展 (1.16)	維護維修補強 (0.91)	設計分析 (0.82)
混凝土產業 發展及工程 應用	已有 顯著成果	設計分析 (0.50)	材料性質 (0.35)	組成材料 (0.30)
	極無 顯著成果	永續發展 (-0.23)	成品材料 (0.02)	
	需加強成果	永續發展 (1.17)	維護維修補強 (0.92)	設計分析 (0.88)

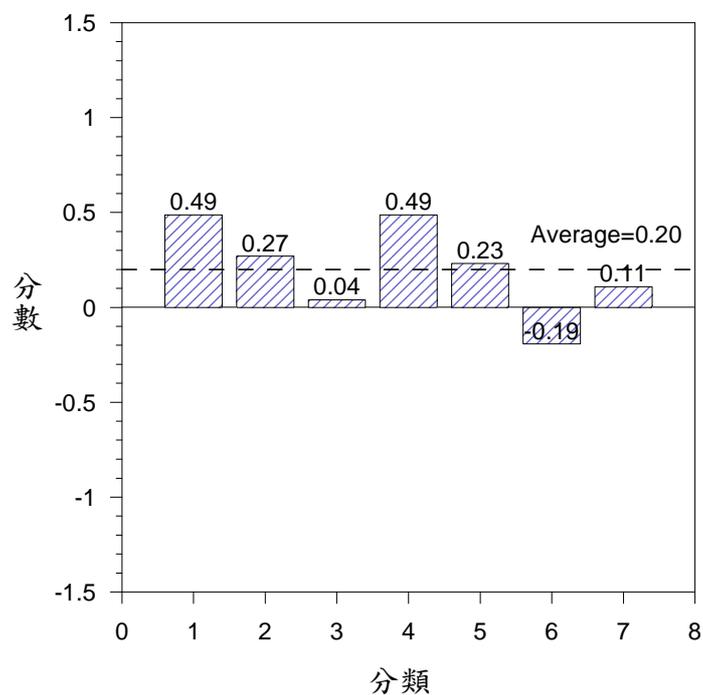


圖 5-13 混凝土科技現況調查 (顧問公司及營造廠)

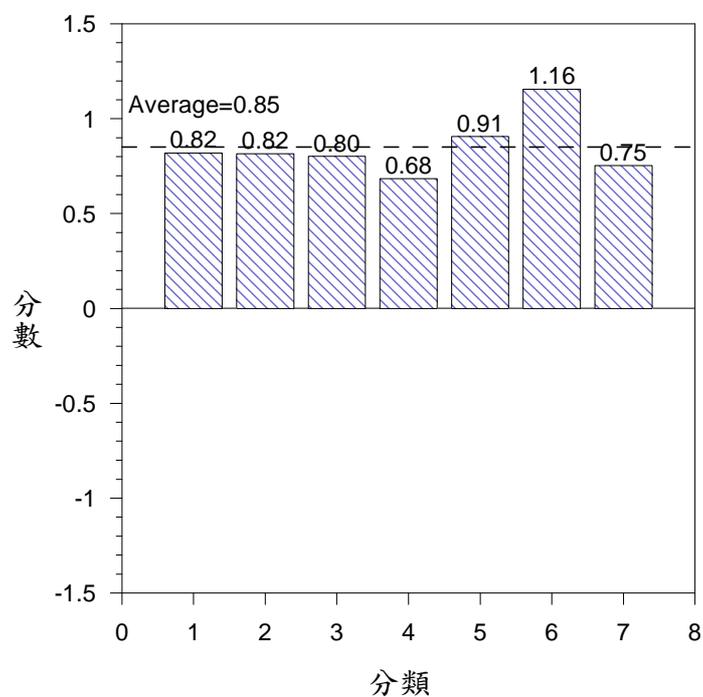


圖 5-14 混凝土科技未來發展調查 (顧問公司及營造廠)

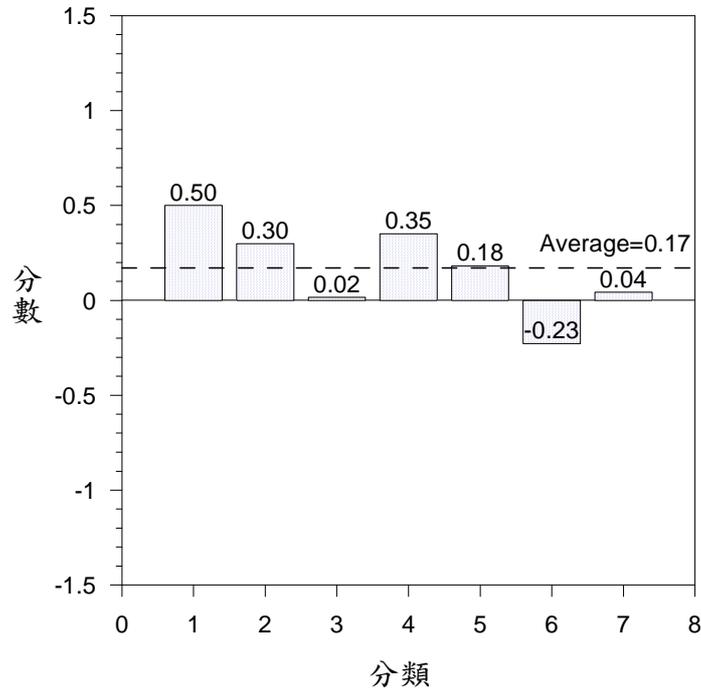


圖 5-15 混凝土相關產業發展與工程應用現況調查（顧問公司及營造廠）

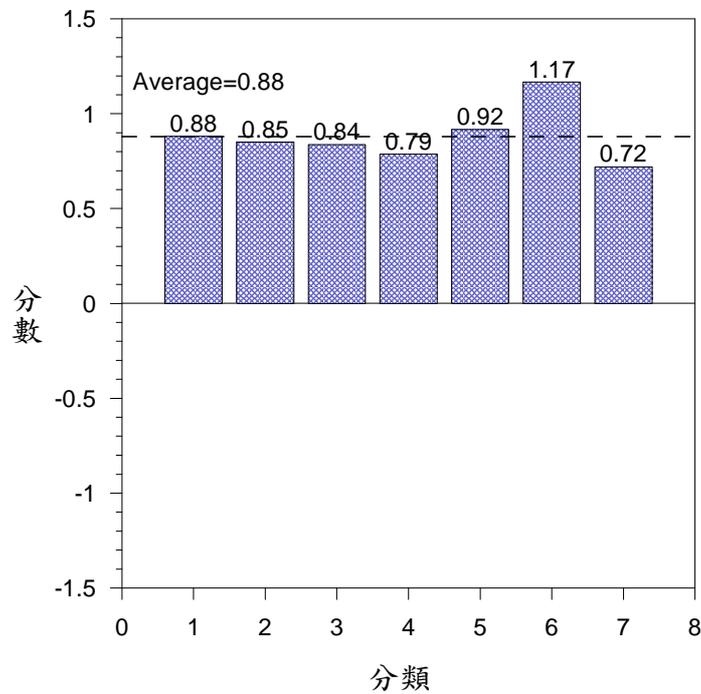


圖 5-16 混凝土相關產業發展與工程應用未來發展調查（顧問公司及營造廠）

另外，受訪者對於混凝土相關產業發展與工程應用現況與混凝土相關產業發展與工程應用未來發展之其它建議，分別列於表 5-5~5-6 中。

表 5-5 混凝土科技研究與創新發展措施調查之其它建議

	建議
政府單位	1.混凝土(含材料)試驗應有自己 CNS 之試驗方法，而非抄襲 J.I.S 或 ASTM、ACI 等規範而訂。
學術界	1.如何確保真品質，將本求利，表面一套，做又一套，RCP 管即是一例。空有工廠良好製程，但強度夠嗎?還是假報告。 2.分類名稱可增「施工機械」或將施工機械放在施工技術項目。 3.品質管理可增「品質認證」。
產業界	1.混凝土骨材的強度及水泥間之黏結強度。
顧問公司 (含營造廠)	無

表 5-6 混凝土相關產業發展與工程應用未來發展之其它建議

	建議
政府單位	無
學術界	1.提高政府研究單位如國科會，教育部多提供費用給學術研究單位研發及提供「混凝土相關項目」。 2.施工前品質與施工後材料品質落差很大，如何改善。 3.責任制度、配比設計、產製、施工及養護各階段詳細資料公正留存，作為後續追求責任制度之依據。 4.政府之混凝土工程招標，應提撥固定比例之經費或工地，以協助國內混凝土研與驗證。 5.政府應優先採用國內混凝土科技研發成果或產品，以提升國內混凝土科技研究績效。
產業界	1.成立相關同業工會。 2.政府針對具有創新或環境保護等特性之混凝土研發及應用提供獎勵及補助。 3.研發成果公開且推廣到民間廠商。
顧問公司 (含營造廠)	無

貳、混凝土科技創新發展與提升產業利潤

在這個主題中的選項係依所蒐集之文獻資料，並綜合第一次座談會與訪視意見後決定，受訪者依本身之專業經驗，對於所列之各選項，分別勾選非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意等意見。分析時之評分方式與前述相同，依序為 2 分、1 分、0 分、-1 分及 -2 分，最後將各類之總分數，並除以該類選項勾選次數，使得各類之平均分數將介於落於 2 分至-2 分，統計結果依受訪類別，統計如圖 5-17~5-24 所示。

混凝土科技研究與創新發展措施認同調查結果經統計後顯示，政府機關、學術單位、產業界及顧問公司（含營造廠）所得平均分數皆大於零，意即同意問卷中所列之措施。其中政府機關方面對於各選項認同程度皆相當平均；學術單位方面以「應推廣混凝土證照（品管師、操作手或技術士）制度，以確保混凝土品質」評分最高；產業界方面以「認為應比照日本策略，由政府單位出資定期進行每四年一期之「混凝土重點開發技術白皮書」，作為未來研發方向及檢討依據」評分最高；顧問公司（含營造廠）方面以「舉辦國內各項混凝土科技及施工檢測技術研討會，提升混凝土從業人員對於國內混凝土科技與技術之認識」評分最高。

提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查結果經統計後顯示，政府機關、學術單位、產業界及顧問公司（含營造廠）所得平均分數也都大於零，意即同意問卷中所列之措施。其中政府機關方面以「政府應每年訂定、更新及公佈未來五年至十年之中、長程的公共工程的建造規模與內容，使國內工程業者估算所需的混凝土量，以能事先籌劃掌控料源」評分最高；學術單位方面以「由政府訂定相關辦法鼓勵學術機構或混凝土相關業者之研發所得且已驗證具有實用性之新材料、新工法、新設備等研發成果，使用於前瞻性示範試驗工程，確定研發成果之可行性，以增加業界與學術機構配合共同進行混凝土科技研發之意願，以提升業者之業績與利潤」評分最高；產業界方面

則有兩項評分同為最高，其一為與學術單位相同，另一則是「政府應當比照食品管制法，要求所有公共及民間的土木與建築工程，在建造過程及完工後，明文註明此工程所使用混凝土的數量(含廠商出料方數量及規格等證明及營建廠施工單位之收料方數量及規格等證明)，及供料之預拌廠商名稱、地址、電話等相關內容，以提升使用者之使用保障及促進預拌廠商提升工程技術與品質之意願，以提升優良廠商業績與利潤」；顧問公司(含營造廠)方面以「政府在採購的規定上，應有鼓勵良好混凝土相關業者，提升利潤的獎勵措施，如規定優先採用經過認證通過，具有優良標章之預拌廠混凝土」。

另外，受訪者對於混凝土科技研究與創新發展與提升國內混凝土產業及利潤之其它建議，分別列於表 5-7~5-8 中。

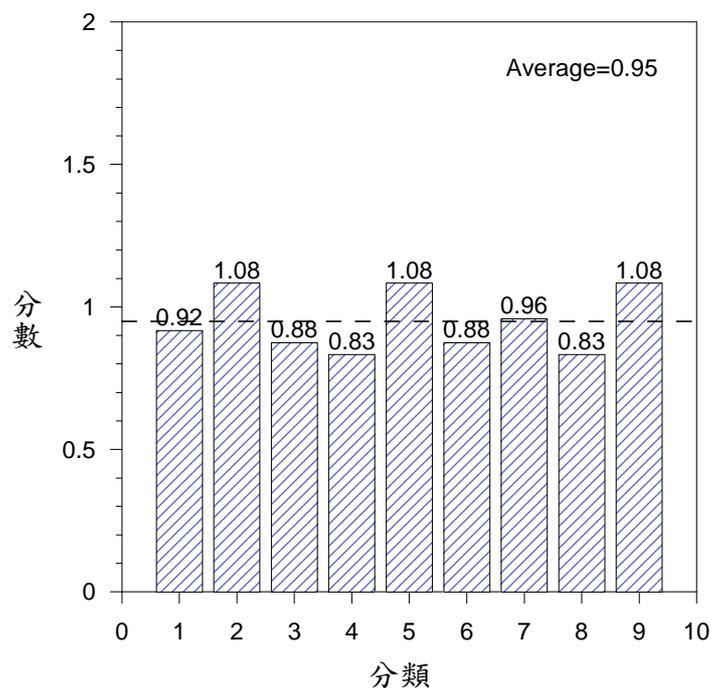


圖 5-17 混凝土科技研究與創新發展措施認同調查（政府機關）

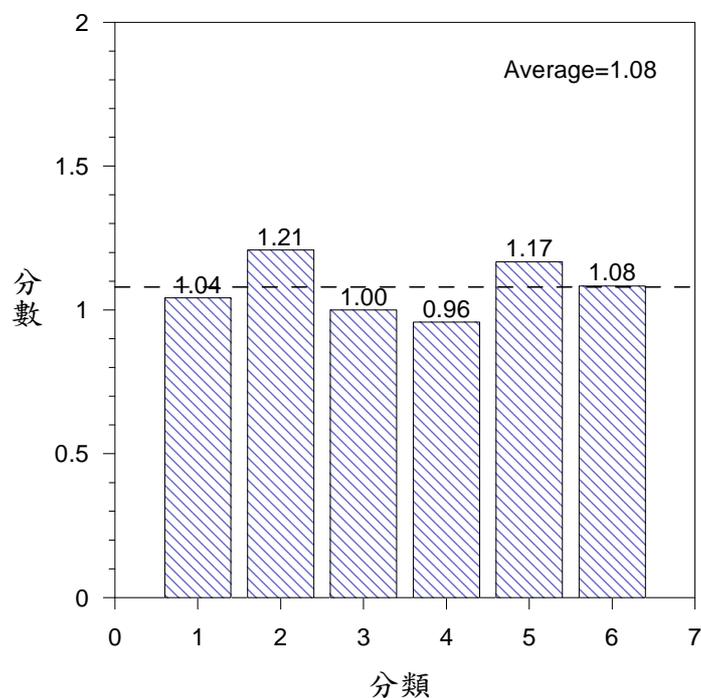


圖 5-18 提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查（政府機關）

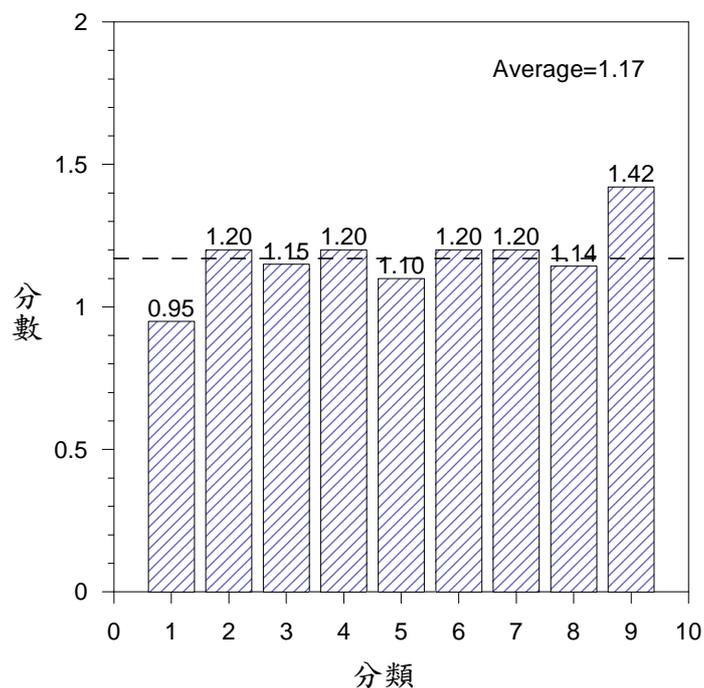


圖 5-19 混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (學術單位)

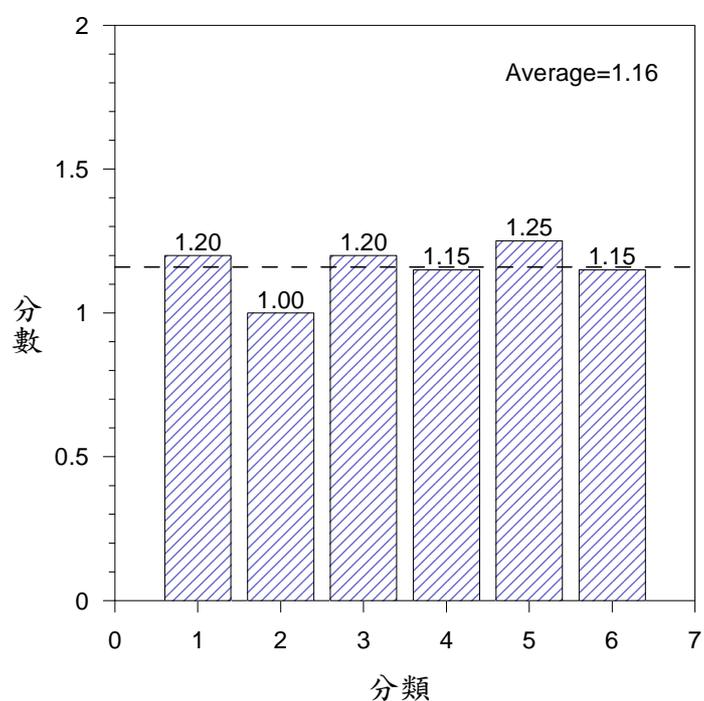


圖 5-20 提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (學術單位)

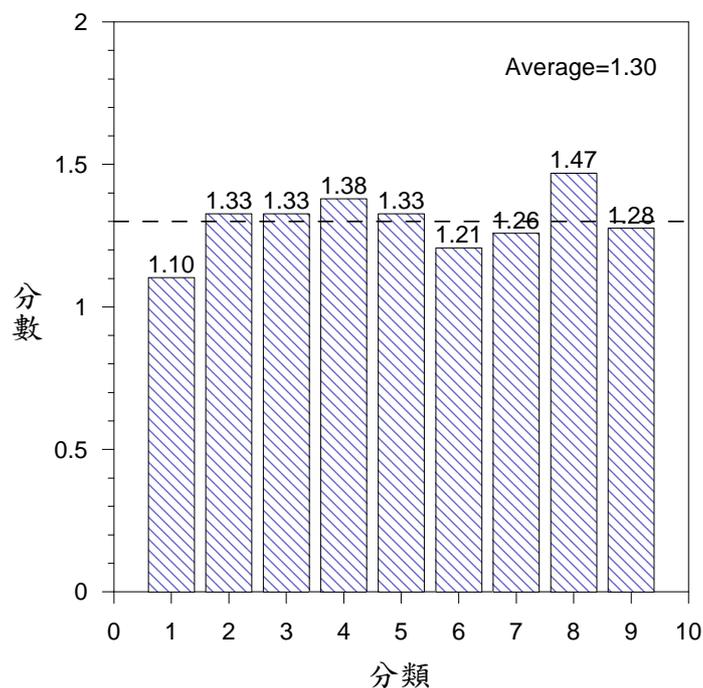


圖 5-21 混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (產業界)

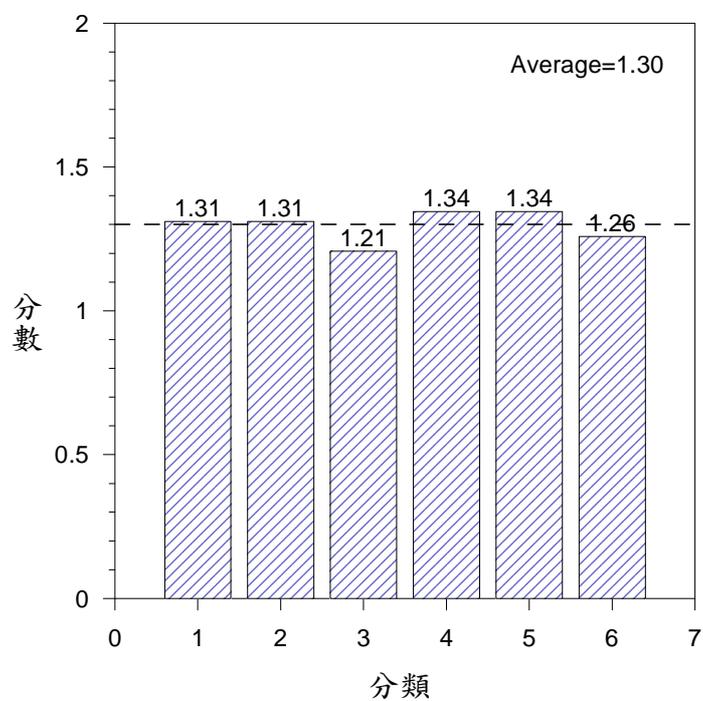


圖 5-22 提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (產業界)

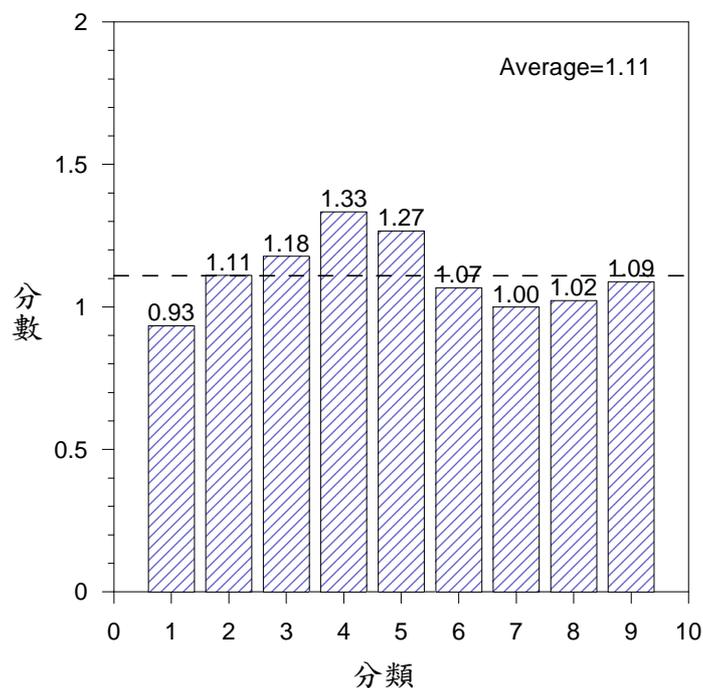


圖 5-23 混凝土科技研究與創新發展措施認同調查 (顧問公司及營造廠)

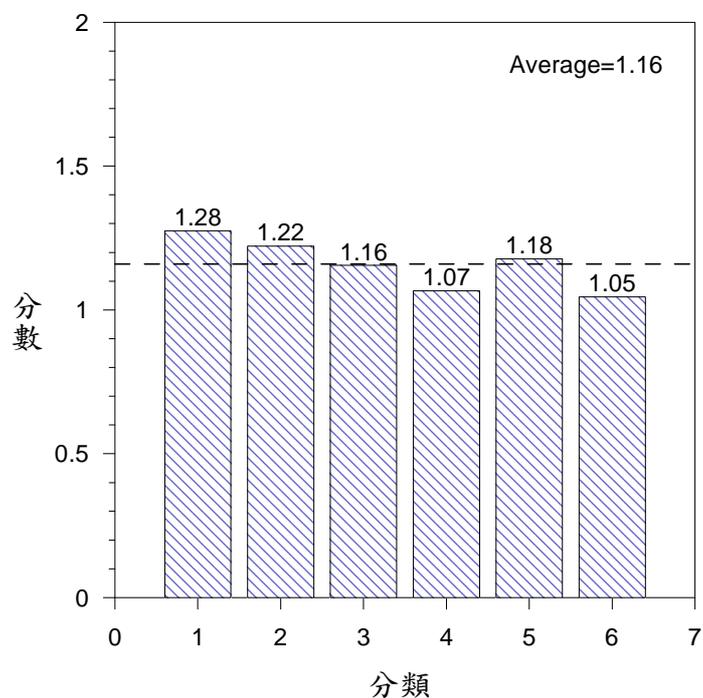


圖 5-24 提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查 (顧問公司及營造廠)

表 5-7 混凝土科技研究與創新發展措施調查之其它建議

	建議
政府單位	無
學術界	<ol style="list-style-type: none"> 1.鼓勵及提供經費促進學術界與混凝土產業界以產學合作方式，提昇混凝土的研發能力。 2.有標章未必代表優良，如何做 GRMC 嗎? 3.政府在採購之規定上，應鼓勵優先採用專利工法及專利產品。 4.政府應積極推動混凝土綠建材標章評鑑制度。
產業界	<ol style="list-style-type: none"> 1.基於對環境的保護與砂石資源之控制，泥作砂漿宜採預拌式泥作砂漿。 2.提升混凝土品質同時，亦須思索如何鼓勵建商及公共工程採購優良標章，並公佈社會大眾，集合社會大眾之力量督促得獎之混凝土廠品質持續把關，社會大眾之支持，才是預拌廠經營之原動力，並引導建商採用優良混凝土。
顧問公司 (含營造廠)	無

表 5-8 提升國內混凝土產業及利潤措施認同調查之其它建議

	建議
政府單位	<ol style="list-style-type: none"> 1.本項問卷第 4、5 大項問題之設計多朝向政府應如何作為，建議可多著重於業界自身之提升。 2.混凝土供需動態預測機制的補強。 3.混凝土再生利用的強化。 4.混凝土生命週期行為的追蹤。 5.混凝土產業宜走向精緻化、輕質化與高性能混凝土，依需求採用自充填混凝土、高強度混凝土、輕質混凝土…等，以減低國土資源之使用且解決水庫淤泥的再生利用，提昇國內混凝土產業的發展。
學術界	<ol style="list-style-type: none"> 1.加強國際合作交流。 2.加強開發本土之土石資源及其再生利用。 3.加速進入國際混凝土組織。 4.制定公有建物混凝土運用之永續規章。 5.節約能源之運用。 6.如何整合混凝土產製施工廠商之責任制度，例如預拌混凝土與施工廠商係同一家，則減少界面加強責任制，如有爭議則須負全部責任。 7.政府單位如同國科會等相關單位與學術界合作，提供經費，促進混凝土研發成果。 8.鼓勵參與「台灣混凝土學會(TCI)」，包括產、官、學、研等單位，共同提供混凝土之科技研究。 9.考慮混凝土界的多元發展，如到中國大陸、越南等國家發展。 10.政府應強制規定公共工程建設採用若干比例之新材料及新工法，以落實混凝土科技之研發成果於實際工程上。 11.針對重要的材料研發項目，應結合產、官、學、研各界之力量，分工合作，並將「研發」、「製造」、「生產」、「行銷」串聯一起的策略，以拓展其市場。 12.材質替代性的研究，以避免料源短缺。 13.開發透明膠結材，取代水泥。 14.品質缺陷無法掩飾。 15.提升國內混凝土產業及利潤中，對於料源穩定性及料源開發太少。

表 5-8 (續) 混凝土科技研究與創新發展措施調查之其它建議

	建議
產業界	<ol style="list-style-type: none"> 1.現場混凝土施工品質之提升，含泵浦車施作人員之品質觀念提升，方可確保優良混凝土獲致優良建築品質。 2.國內砂石來源短缺，政府輔導的措施不足，常影響工程的進度，以及造成市場上的波動，甚至盜採砂石影響國土政策。建議政府應有主管單位專責砂石來源問題，由政府主導評估成立砂石銀行，由政府向國外同一採購，建立 5 年的儲存量，供業者購買使用。除了避免料源不繼，盜採的問題外更可免除砂石輸出國的刁難，以確保穩定物價及順利推動公共及民間的工程運作。 3.廢棄混凝土之回收再利用。 4.如何從市場業界了解問題，及學界如何能協助研發，解決問題 <ol style="list-style-type: none"> a.建設公司，通常灌漿後 12h~24h 及拆模所產生的問題? b.國外引進之砂石(來源地)對耐久性、鹼骨材反應、坍損等。 c.從混凝土配比(業界使用)是否對耐震、耐久性有所影響? (普遍業界只有強度考量)。 5.成立乾拌砂漿及相關建材同業工會。 6.相關規範制訂尚未完全。 7.混凝土產品長期以來被視為「環境不友善」、「非永續經營」產業及科技，如何在環保意識抬頭的今天，改善產業、產品的特性，符合京都議定書乃至於更嚴苛的環保要求，是營建產業的不可迴避的議題，個人認為除了學界應努力研發新產品及技術外，政府部門也應立法補助業界使用。 8.如果品質提升能夠充分反應在售價之中的話，廠商、從業人員能因此獲利，自然推動品質提升會比較容易。 9.台灣混凝土學會組團隊拜訪各縣市政府，由政府出資代訓混凝土工人，訓練後發給證照，待合格混凝土工數量夠多後，將現場施工混凝土工是否具證照列為施工查核項目。可藉由上述工作提升國內混凝土施工品質。 10.現況砂石品質屬於劣質之品質，當下應與學者、政府如何尋求解決之道。 11.針對近半年來混凝土品質憂心忡忡，建商如何選對預拌廠，學者與政府應予開會說明及探討，並尋找因應對策。 12.目前混凝土材料隨著物料缺乏及材料多變化，進口之產品日趨增加，相關單位訂定規範應加速且明確，是否影響產品開發後之耐久性。
顧問公司 (含營造廠)	<ol style="list-style-type: none"> 1.目前國內欠缺 HPC 之設計施工規範，建議盡速組成委員會擬訂完成，做為由上游設計階段推動採用 HPC，對混凝土科技之提昇較有積極面的效果。 2.基本上混凝土是抗壓的構材，如何與其他不同特性的材料做結合，發展出更優良性能的複合構材應用致實務上。

第二節 專家座談會議

主要希望藉由台灣北中南三區之產官學研專家的專業經驗，對於目前混凝土科技與產業現況問題及未來發展，進行討論並集思廣益研商解決之道。總計進行三次，各次會議之出席人員及會議紀錄請詳見附錄二。

三次座談會之議題及與會人員概述如下：

(一) 第一次專家學者座談會

- 1.會議議題：計畫案設計問卷之方向、混凝土科技與產業現況問題及未來發展思維方向。
- 2.與會人員：交通部臺灣區國道新建工程局 方文志副局長、交通部科技顧問室 許書王技正、交通部公路總局材料試驗所 陳式毅所長、台灣大學土木工程系 陳振川教授、臺灣海洋大學河海工程系 黃然教授、中央大學土木工程系 黃偉慶教授、行政院公共工程委員會 黃文曲主任秘書、內政部營建署 童健飛總工程司、行政院原子能委員會核能研究所 裴廣智博士、台灣大學土木工程系 劉楨業博士。

(二) 第二次專家學者座談會

- 1.會議議題：混凝土科技與產業現況問題及未來發展思維方向。
- 2.與會人員：中聯資源股份有限公司 林平全主任工程師、高雄捷運股份有限公司 林建佑經理、台灣水泥股份有限公司(鼓山廠) 陳福清副理、台灣區預拌混凝土工業同業公會 陳麒麟名譽理事長、公路總局東西向快速公路高南區工程處 郭拱源處長、正修科技大學 土木系 湯兆緯副教授、榮標股份有限公司 張釋文業務經理、高雄市土木技師公會 潘坤勝土木技師、SGS 材料及工程實驗

室 薛偉勳副理、高雄市政府捷運局 鍾禮榮總工程司。

(三) 第三次專家學者座談會

- 1.會議議題：國內混凝土科技與產業 SWOT 之建議。
- 2.與會人員：國產實業建設股份有限公司 王振滄協理、潤弘精密工程事業股份有限公司 丘惠生副總經理、台灣電力公司混凝土中心 徐造華 主任、南亞技術學院土木與環境工程系 柴希文副教授、亞泥亞東預拌混凝土股份有限公司 黃君雄執行副總經理、中國科技大學土木工程系 游本志副教授、國立海洋大學材料工程研究所 楊仲家教授、中興工程顧問有限公司 廖同柏協理、國立交通大學土木工程系 趙文成副教授、台灣營建研究院 鄭瑞濱組長。

第三節 實地訪視

主要希望藉由實地訪視混凝土相關產業，了解產業現況與問題，以研擬解決方案與對策。總計進行四次訪視，各次會議之出席人員及會議紀錄請詳見附錄三。

四次座談會之訪視對象及議題概述如下：

(一) 第一次實地訪視

- 1.訪視對象：中聯爐石處理資源化股份有限公司。
- 2.訪視議題：
 - (1) 公司發展過程及現況。
 - (2) 營業項目與研發。

(3) 環境及安全衛生政策。

(4) 企業未來展望。

(二) 第二次實地訪視

1. 訪視對象：潤弘精密工程事業股份有限公司。

2. 訪視議題：

(1) 公司發展過程及現況。

(2) 研發專利的數目、管理及應用現況。

(3) 品質管理與施工環境。

(4) 企業未來展望。

(三) 第三次實地訪視

1. 訪視對象：冠疆實業股份有限公司。

2. 訪視議題：

(1) 公司發展過程及現況。

(2) 產品研發與品質管理。

(3) 研發專利的數目及應用現況。

(4) 企業未來展望。

(四) 第四次實地訪視

1. 訪視對象：捷運局品保中心。

2. 訪視議題：

- (1) 混凝土產業在實務面上所面臨之問題。
- (2) 品保課評鑑項目、抽查與缺失改進規定。
- (3) 如何推動高品質混凝土在實務上的應用。
- (4) 未來混凝土科技發展與實務面結合之展望。

經由問卷調查、專家座談會及現場訪查方式，對國內混凝土技術及產業發展現況之探討，可整理出我國在技術課題及產業策略方面之下列幾項觀察結論：

1. 技術整合願景不清：對於國內技術現況，無論是產官學研皆認為與國外相較下，並無太大技術落差，但技術資訊過份集中於研發機構(如大專院校及相關研究中心等)，且技術各自發展以致過份分散。並且相關技術支援產業因缺乏資訊之整合性，以致往往在推廣相關技術時，會因應用技術落差而產生市場抗拒感。此外因缺乏短中長期之技術規劃，使得國內產官學研不知如何整合分工，以便逐年達成可想見預定技術里程碑。且從前述調查手法中，可看見國內產官學研各界在下列兩項課題上，皆視為未來國內混凝土技術發展應加強之重點方向；一為既有結構之維護補強技術；另一混凝土永續發展與管理技術。
2. 技術彙整功能不彰：目前產業需求與研發之間，在混凝土產業方面，普遍認為仍屬個案探討階段，如超高層大樓柱內灌注混凝土技術之探討、卜作嵐材料於各式工程應用等。但就技術普及性及即時性，仍無法令產官學研各界皆能滿意，不少意見顯示若能建構一技術平台，從事技術供需之調查協調角色，可有助於此問題之解決。
3. 產業人才儲備不足：由於目前國內混凝土相關產業在職人員較缺乏混凝土全盤性技術資訊，應常常舉辦相關講習活動，提升對於混凝土先進施

工技術之了解。且由於混凝土相關技術證照在市場上無制度保護以致相關證照無法為從事人員所重視，間接影響到其所參與製作之混凝土品質；目前國內教育界對土木教育缺乏長期明確的鼓勵措施，迫使很多的土木/建築系所的規模逐漸縮小，將使國內未來混凝土的產業專業人才更為不足，政府亦應提前考量此種趨勢對未來的影響，而及早規劃適當的因應措施。

4. 技術資訊流通不暢：由於未見政府系統性地鼓勵學術機構或混凝土相關業者之研發所得且已驗證具有實用性之新材料、新工法、新設備等研發成果，使得業界不太願意從事混凝土科技研發。此外由於國內缺乏混凝土推廣及研究之法人機構，有系統性地制訂相關施工設計規範，往往錯過整體混凝土科技與產業之最佳提昇時機。而且因較少見舉辦國際性混凝土科技與施工研討會，以致國內外先進混凝土科技及施工技術交流機會不多。
5. 產業供需資訊不明：調查顯示政府目前缺乏訂定、更新及公佈未來五年至十年之中、長程的公共工程的建造規模與內容，因而造成國內相關業者無法估算原料需求及產能設計。且認為政府目前並不重視混凝土產業相關材料、產能等相關資料統計分析之正確性，因此使得國內業者在採購規劃時，無一適當參考基準。
6. 產業社會形象不佳：透過此次調查，普遍認為政府在採購的規定上，並無實質鼓勵良好混凝土相關業者提升利潤的獎勵措施；此外亦不見政府訂定相關辦法，釋明在評審優質營造廠商過程中，其所採用混凝土供應商之連帶獎勵方式等，且因政府尚缺乏對混凝土品管驗證之系統制度(無法有效汰弱留強)，所造成混凝土產業呈現之良莠不齊現象，使得民間普遍對混凝土產業不具太大之信賴感，造成凡工程品質有所爭議時，習慣性便認定可能是混凝土品質有問題等既有成見。

第四節 SWOT 分析

參酌第三章歐洲、美國、日本、中國大陸地區混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之文獻資料，並考量第四章我國混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之項目內容，依照優勢、劣勢、機會和威脅四個層面敘述國內混凝土科技與產業之創新發展。

(一) 優勢(S)

- 1.各項混凝土工程(建築、橋樑、隧道、港口等)之設計、施工及管理經驗豐富。
- 2.混凝土所需之基本原料及其產製工業均已建立。
- 3.完整之跨領域學術研究機構(資訊、機電、化工、材料等學門)
- 4.國內目前對於新一代混凝土之研究相對於國外較為先進，且企業界願意嘗試之比例較國外多，目前已有不少成功案例，如能結合產、官、學、研加以整合發展，應可開創出技術領先之局面。
- 5.國內建築仍以鋼筋混凝土及鋼骨混凝土為主，對於混凝土之需求相當大。

(二) 劣勢(W)

- 1.政府機關重視混凝土創新發展的程度不一，整體投入研究經費逐年遞減。
- 2.混凝土相關產業欠缺統整之機制，上下游各自發展。
- 3.材料及工法之專利不足，僅少數產業及學界投入其中。
- 4.設計、施工及管理規範大都依循先進國家所制定之內容，提出的創見不多。
- 5.鮮少世界級之學術期刊於國內發行，難以形成混凝土研發核心重鎮。

6. 混凝土工業被視為傳統產業，各界投注研發經費逐年減少，影響研發意願。
7. 近年來國內專業人才之培養傾向電子、電機、資訊等方面發展，造成混凝土相關專業人才之培養形成斷層。
8. 相關原物料價格近年來持續上漲，導致混凝土之單價也逐年上升，在無適當替代材料情形下，同業競爭會趨向白熱化，可能造成利潤降低，影響經營意願及發展，進而造成劣幣逐良幣，低品質混凝土比例增加。
9. 國內小型工程公司及臨時工程人員數量頗多，因管理不易，且施工技術良莠不齊，部分人員甚至不具備專業素養，導致工程品質較難掌控。

(三) 機會(O)

1. 引進嶄新材料、環保、能源、資訊等科技成果，帶動混凝土科技與相關產業朝向智慧、潔淨、效能及安適之目標前進。
2. 國際間之交流頻率增加、區域範疇擴大、合作機會升高等，俾於我國混凝土工程經驗輸出，亦激發技術與品質之進展，提昇全球競爭力。
3. 國內開始重視並推動專業證照制度。
4. 國內已浮現導正混凝土施工程序及提升混凝土品質之呼聲，如能因勢利導，對於混凝土施工水準及品質應會有相當正面的影響。

(四) 威脅(T)

1. 混凝土部分產業退出國內市場或移至國外，發展動力消滅。
2. 教育單位所培訓之專業人員數量降低，人力資源難以符合需求。
3. 關鍵材料及工法由先進國家壟斷掌控，必須靠技術移轉或授權取得。
4. 新興國家崛起，瓜分國際市場。

5. 由於環保意識為現行主流，生態工程興起，導致有排斥使用混凝土材料，改用其他較具永續發展性質材料之呼聲。
6. 國內混凝土工程分工太細，而責任制度不健全，長期以來始終有責任歸屬問題存在，若不能儘速建立有效之管理制度，混凝土之發展將受到相當程度的牽制。

第五節 科技發展與創新策略

經由對歐美日等混凝土技術相較我國先進地區發展現況之探討，整理出這些地區在其技術課題及產業策略方面確有我國可以參考之五項特點：

1. 建立技術發展願景：對於其地區技術現況，皆能定期加以回顧掌握，並就地區風情特色及技術特點，提出短期(3-5 年)、中期(5-10 年)及長期(10-20 年)間所應加強發展技術領域，透過其產官學研特質分工，逐年達成其預定技術里程碑，並考慮相關技術先端性及推廣應用性結合在發展過程中之傳播途徑，以期提高其地區內各技術環節之整體競爭力。從文獻回顧中，可看見前述歐美日地區，尤其是在後述兩項課題上，皆視為其未來混凝土技術發展之重點方向；一為因應多數地區皆已擁有大量既有老舊之基礎建設設施情況下，所需加強發展之維護補強技術；另一則是因應地球環境逐漸惡化情況下，如何在永續發展觀點下提昇混凝土相關生命週期技術(包括材料、設計、施工、管理、維護及補強等)。
2. 創設技術彙整平台：為有效策動其地區內各技術環節之研究發展及應用，皆積極建構技術平台(如技術聯盟、相關學/協會或研究機構等)，以期即時匯集官方及產業界需求、研發及學術界技術發展現況等，可供技術移轉或產學合作。且透過此平台之運作，配合其建立之技術發展願景，

可具體掌握產官學研特質分工內容，並逐年檢視其是否達成預定技術里程碑、相關技術先端性及推廣應用性等，再加以修訂改善及強化。

3. 加強技術資訊流通：透過國際性期刊發行、國際研討會舉辦、國際性(或區域性)共同規範制訂及雙邊(或多邊)技術合作等方式，強化其技術資訊在國際上之能見度；並透過各類講習會增加其地區內(學界與產業界間)技術資訊傳播速率、維持技術規範與手冊之時興性及傳播度等，保持其產官學研間資訊之流暢度。
4. 彙整產業供需資訊：除了技術層次有計畫地提昇及發展外，對於混凝土相關產業之供需資訊，亦是不遺餘力地加以彙整分析及公布，包括定期發表水泥相關產品價格動向、混凝土相關材料消費狀況、相關生產事業生產力分析、產業人力資源統計、土木建築業發展動態、相關原物料進出口統計及水泥相關產品長期消費需求預測等。
5. 改善產業社會形象：透過建立施工品管制度、預拌混凝土生產驗證系統、確認相關規範之執行度、建立產業汰弱留強之明確規則(例如：如何落實政府獎勵與補助制度、如何確保績優廠商具有標案資格優先權等)、加強混凝土業者與消費者之相互學習教育機制(如消費者可評比所使用之混凝土品質等)及強化產業安全及可靠之社會形象等，而使得其地區混凝土產業在消費大眾心目中能顯著地提昇形象。

彙整本章第一節問卷調查、第二節專家座談、第三節實地訪視、以及第四節 SWOT 之分析結果，擬就我國混凝土產業發展與科技創新策略如次：

(一) SO 策略

依據本章第四節所述關於優勢與機會之內容，宜就下列具優勢及機會之策略特性，藉由政府與民間之共同努力，將其績效顯著地提昇，可達成立竿見影之目標。

1. 宣導優良特殊之工程實績，建立技能產品之品牌形象。
2. 經由國際合作計畫，參與全球商機。
3. 整合跨領域學門，提供完整多元之服務。
4. 新一代混凝土之生產製造及研究技術目前已位於領先地位，若投注心力持續研究發展並結合近年來努力建立起之專業證照制度，將可確保技術及品質領先地位。

(二) WO 策略

依據本章第四節所述關於劣勢與機會之內容，擬就劣勢但具機會之策略，由政府扮演輔導與管制之推動者，民間則作為配合措施之執行者，使這些績效較平緩之策略，能逐漸達成俟機成長之目標。

1. 強調混凝土科技產業屬於重要民生工業範疇，必須保有一定比例之經費支持。
2. 成立產業政策、研發創新、經驗分享等資訊匯集之平台，有效利用資源，執行最佳方案。
3. 建立動態專利及技術分布地圖，掌握潮流脈動與未來趨勢。
4. 辦理國際學術與實務會議，成為混凝土科技產業技術交流及展示中心。
5. 混凝土品質長期為人所詬病，如能從混凝土品牌認證及從業人員專業證照雙方向建立制度做起，並確實執行相關法規，應可大幅提升混凝土之品質，重塑形象。

(三) ST 策略

依據本章第四節所述關於優勢與威脅之內容，擬就優勢但具威脅之策

略，由政府扮演規劃與扶持之推動者，民間則作為配合措施之執行者，使這些績效穩固之策略，能逐漸達成踏實發展之目標。

- 1.勾勒政府經濟建設發展藍圖，俾於業界持續性投資及營運。
- 2.教育機構課程之規劃及人才之培育，符合時代所需。
- 3.定期更新製造設備及保持嶄新管理技術，提昇產能及品質。
- 4.扶植具有規模遠見之國際材料與工程公司，增加企業之競爭力。

(四) WT 策略

依據本章第四節所述關於劣勢與威脅之內容，擬就劣勢且具威脅之策略，由政府扮演獎勵與示範之推動者，民間則作為配合措施之執行者，使這些績效保守之策略，能逐漸達成潛力發揮之目標。

- 1.提高學術刊物之等級與水準，成為關鍵研發成果之發表園地。
- 2.擬定中長期科技產業發展計畫，並具隨時檢討修正之機制。
- 3.建立混凝土相關之本土化材料、設計、施工規範。
- 4.由政府機關主導新材料新工法之示範工程，推動產業升級。

第六章 結論與建議

第一節 結論

1. 本研究依據混凝土材料特性，將混凝土科技發展重點分為(1)設計分析(內分 15 分項)；(2)組成材料(內分 11 分項)；(3)成品材料(內分 17 分項)；(4)材料性質(內分 11 分項)；(5)維護維修補強(內分 7 分項)；(6)永續發展(內分 9 分項)；(7)管理(內分 11 分項)；(8)其它(無法包括在上述 7 項分類之其它項目)等 8 大項及 81 分項作為資料分析之依據。
2. 歐洲主要混凝土科技及策略研究發展機構包括：營建材料系統結構實驗室與專家組織(RILEM)及結構混凝土協會(FIB)，兩機構之技術委員會性質以「(4)材料性質」、「(3)成品材料」與「(1)設計分析」為主；其它主要混凝土科技發展及產業機構尚包括：北歐混凝土聯盟(The Swedish Concrete Association Nordic Concrete Federation)、歐洲預拌混凝土組織(ERMCO)、水泥永續聯盟(CSI)、歐洲營建研究網(E-Core)、混凝土技術協會(ICT)、挪威混凝土創新中心(COIN)、德國海德堡水泥公司(Heidelberg Cement)、法國拉法吉公司(Lafarge)、愛爾蘭 CRH 公司、歐洲營建技術平臺(ECTP)等 10 個機構，；歐洲於 2007 年所舉辦之混凝土科技相關國際會議，以「(2)組成材料」及「(6)永續發展」為主；2008 年國際會議則為「(4)材料性質」及「(6)永續發展」。
3. 由 15 個歐洲預拌混凝土資料顯示：德國擁有最多家預拌混凝土廠(1714 間)；西班牙預拌混凝土產量最多(7158 萬 m^3 /年)；挪威預拌混凝土價格最高(123.2 歐元/ m^3)；比利時預拌混凝土產能最高(8.76 萬 m^3 /間/年)，產量及規模約為國內 95 年預拌混凝土之 3934.4 萬 m^3 /年之兩倍，但國內混凝土價格約為其 1/3。

4. 美國於 2002-2007 年，水泥使用量從 1 億 4 百萬公噸增至 1 億 2 千 5 百萬公噸；混凝土使用量在 6 年間，從 3 億 5 千萬 m^3 增至 4 億 2 千萬 m^3 ；水泥工廠一直維持 109 家，每廠銷售值成長 64%，特別在 2004 年以後大幅度的上揚，從 7 千 7 百萬美元增加到 2007 年的 1 億 1 千 4 百萬美元，4 年之間有接近五成的成長率；預拌混凝土的價格持續上漲，每 m^3 預拌混凝土之價格從 2002 年 81.6 美元，至 2007 年成長至 115 美元，6 年來成長近 41%，特別 2004 年以後成長更為顯著。
5. 日本國土交通省土木研究所十年間混凝土研發課題為：「(1)設計分析(近 27.5%)」、「(4)材料性質(近 25%)」及「(5)維護/維修/補強(近 25%)」JCI2000-2007 年間專門委員會研究課題：「(3)成品材料(近 25%)」、「(4)材料性質」(特別是耐久性)(近 20%)及「(7)管理(近 20%)」；JCI 於 2003-2005 年間年度大會所發表之所有論文(共 1858 篇)，主題主要為「(1)設計分析(近 23.74%)」、「(4)材料性質(近 37.3%)」及「(5)維護/維修/補強(近 13.46%)」。
6. 中國大陸在 1978~2005 年期間產量持續增長，1978 年水泥產量 6524 萬公噸，2005 年水泥產量 10.60 億公噸，從 1985 年起水泥產量已連續 21 年居世界第一位，目前占世界總產量的 48 % 左右，將明顯地影響國內未來的混凝土科技與產能發展。
7. 國內民國 90 年至 96 年各大專院校所發表之混凝土相關碩博士論文，以「(4)材料性質」及「(1)設計分析」項目最多，有關「(6)永續發展」項目之研究則為最少；但 90~95 年度研究重點分別在「(5)維護/維修/補強」、「(6)永續發展」、「(7)管理」。
8. 問卷分析結果顯示：政府機關與學術單位認為在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目為「(1)設計分析」、「(2)組成材料」與「(4)材料性質」；無顯著成果之項目依序為「(6)永續發展」與「(7)管理」，未來需加強之項目則為「(6)永續發展」、「(5)維護維修補強」與「(4)材料性質」；在混凝土

產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目為「(2)組成材料」、「(1)設計分析」與「(4)材料性質」；無顯著成果之項目為「(6)永續發展」與「(5)維護維修補強」；未來需加強之項目則為「(6)永續發展」、「(5)維護維修補強」、「(7)管理」與「(3)成品材料」。

9. 問卷分析結果顯示：產業界及顧問公司（含營造廠）在混凝土科技發展方面，已有顯著成果之項目為「(4)材料性質」、「(2)組成材料」與「(1)設計分析」；無顯著成果之項目依序為「(1)永續發展」與「(3)成品材料」；而未來需加強之項目則為「(6)永續發展」、「(5)維護維修補強」、「(1)設計分析」與「(7)管理」；在混凝土產業發展及工程應用方面，已有顯著成果之項目為「(1)設計分析」、「(4)材料性質」與「(2)組成材料」；無顯著成果之項目為「(6)永續發展」、「(3)成品材料」與「(7)管理」，未來需加強之項目則為「(6)永續發展」、「(7)管理」、「(1)設計分析」與「(5)維護維修補強」。
10. 根據各項資料分析、問卷調查及 SWOT 分析結果，本研究將提升國內混凝土科技研究與創新發展(含品質提升)之措施及提升國內混凝土產業及利潤之創新發展策略綜合如下：
 - 1) 成立產業政策、研發創新、經驗分享等資訊匯集之平台，有效利用資源，執行最佳方案，並辦理國際學術與實務會議，成為國內混凝土科技產業技術交流及展示中心。
 - 2) 比照食品管制法，推動公共及民間建設工程完工後，明文註明此工程所使用混凝土的設計規格與使用數量及供料預拌廠商名稱、地址、電話等相關內容，以提升使用者之品質保障及促進預拌廠商提升工程技術與品質之意願，建立混凝土產品之品牌形象，以提升優良廠商業績與利潤，並落實專業證照制度，以確保混凝土技術及品質。

- 3) 政府擬定中長期科技產業發展計畫，並具隨時檢討修正之機制，並勾勒政府經濟建設發展藍圖，每年訂定、更新及公佈未來五年至十年之中、長程的公共工程的建造規模與內容，每年編列一定比例之經費支持國內公共工程建設數量，促進國內混凝土產業之發展，激勵業界持續性投資及營運。
- 4) 政府機構定期編列經費贊助國內混凝土推廣及研究之社團法人機構團體，製訂相關施工設計規範，全面調查及統計分析國內外混凝土產業材料、產能等相關資料，協助推廣提昇混凝土科技，提升產業利潤。

第二節 建議

限於本研究計畫的經費及期限，本計畫僅對國內將提升國內混凝土科技研究與創新發展(含品質提升)之措施及提升國內混凝土產業及利潤之創新發展策略進行綜合性討論與說明，建議後續研究可針對本研究計畫所提出之各項措施與主題進行更明確的中長期混凝土科技與創新發展策略內容。

今年五月中國大陸禁止河川砂石出口，雖然國內緊急增加及加快河川疏濬量，但也曝露出國內砂石過於仰賴單一國家提供之問題，一旦料源不足，除了砂石價格上漲引致混凝土工程成本上漲之外，違法與超量開採情況也趨嚴重，不但造成國土資源減少及環境污染，來源不一的砂石品質也會造成混凝土品質的不穩定，進而影響到整體工程品質。為了確保料源品質並兼顧保護環境，建議政府宜參照日本經驗，進行多方面處理方案的研究，例如：除一般河川疏濬開採砂石之外，嚴禁國內過度開採河川砂石，並能多元性引進國外砂石等相關措施辦法，即早因應料源不足之問題。

面對粒料需求大於供給之問題，除了如上所述，基於材料生命週期的觀念，對於既有結構物拆除後之粒料回收再利用，藉著再生粒料與再生混凝土之分級分類使用，加強綠混凝土的研究與應用，不但可避免粒料的浪費，也可延長其使用壽命，相關鼓勵措施、使用規範及示範工程宜即早實施。

參考書目

1. 營建材料系統結構實驗室與專家組織，<http://www.rilem.net/index.php>
2. 結構混凝土協會，<http://fib.epfl.ch>
3. 北歐混凝土聯盟，<http://www.betong.se>
4. 歐洲預拌混凝土組織，<http://www.ermco.eu>
5. 水泥永續聯盟，<http://www.wbcscement.org>
6. 歐洲營建研究網，<http://www.e-core.org>
7. 混凝土技術協會，<http://www.ictech.org/index.htm>
8. 挪威混凝土創新中心，<http://www.ntnu.no>
9. 德國海德堡水泥公司，
<http://www.heidelbergcement.com/global/en/company/home.htm>
10. 法國拉法吉公司，<http://www.lafarge.com>
11. 愛爾蘭 CRH 公司，<http://www.crh.ie>
12. 歐洲營建技術平臺，<http://www.ectp.org>
13. 美國混凝土產業發展現況、波特蘭水泥協會 (PCA) 之發展現況、研究出版品與研究計畫案等資料部份取自網頁
<http://www.cement.org/index.asp>
14. 美國混凝土協會 (ACI) 之發展現況與技術委員會資料取自網頁
http://www.concrete.org/COMMITTEES/COM_DIR.HTM#activities.
15. 美國試驗與材料學會 (ASTM) 之發展現況與技術委員會資料取自網頁
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/COMMIT/COMMITTEE/C01.htm?L+mystore+kpkc2056>;
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/COMMIT/COMMITTEE/C09.htm?L+mystore+kpkc2056>;
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/COMMIT/COMMITTEE/C17.htm?L+mystore+kpkc2056>;
<http://www.astm.org/cgi-bin/SoftCart.exe/COMMIT/COMMITTEE/C27.htm?L+mystore+kpkc2056>.
16. 公共工程技術研究中心之發展現況與研究計畫案部份資料取自網頁
<http://www.iti.northwestern.edu/>

17. 國家標準與技術中心 (NIST) 建築與防火研究實驗室 (BFRL) 之發展現況與研究出版品資料取自網頁 <http://www.bfrl.nist.gov/>
18. Infrastructure Technology Institute (2004), TEA-21 Year 5 Research Project Descriptions, Evanston, IL: Infrastructure Technology Institute.
19. Infrastructure Technology Institute (2003), TEA-21 Year 4 Research Project Descriptions, Evanston, IL: Infrastructure Technology Institute.
20. Infrastructure Technology Institute (2002), TEA-21 Year 3 Research Project Descriptions, Evanston, IL: Infrastructure Technology Institute.
21. Infrastructure Technology Institute (2001), TEA-21 Year 2 Research Project Descriptions, Evanston, IL: Infrastructure Technology Institute.
22. Infrastructure Technology Institute (2000), TEA-21 Year 1 Research Project Descriptions, Evanston, IL: Infrastructure Technology Institute.
23. Portland Cement Association (2007), 2006 Research and Development Projects Summary, Skokie, IL: Portland Cement Association.
24. Portland Cement Association (2005), Cement Manufacturing Technical Support Library, Skokie, IL: Portland Cement Association.
25. Portland Cement Association (2006), Concrete Research Library, Skokie, IL: Portland Cement Association.
26. Portland Cement Association (2007), 2005-2007 PCA Research and Technical Reports, Skokie, IL: Portland Cement Association.
27. Strategic Development Council (2001), Vision 2030: A Vision for the U.S. Concrete Industry, Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
28. 日本國土交通省，<http://www.mlit.go.jp>
29. 日本混凝土工學協會，<http://www.jci-net.or.jp/index.html>
30. 日本土木學會，<http://www.jsce.or.jp/committee/concrete/index.html>
31. 日本建築學會，<http://www.aij.or.jp>
32. 中國知網，<http://www.cnki.net/index.htm>
33. 中國水泥工業產業發展政策，
www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbl/12006/t20061019_89081.htm
34. 中國水泥工業發展專項規劃，
big5.china.com.cn/policy/txt/2006-10/20/content_7259231.htm

35. 中國大陸國家重點支援水泥工業結構調整大型企業集團名單，
http://202.101.18.180:81/gate/big5/law.esnai.com/law_show.asp?LawID=30299
36. 政府研究資訊系統網站，<http://www.grb.gov.tw>
37. 內政部營建署網站，<http://www.cpami.gov.tw>
38. 內政統計資訊服務網，<http://www.moi.gov.tw>
39. 行政院經濟建設委員會、財團法人國土規劃及不動產資訊中心，「台灣住宅需求動向季報」，第五卷，第一期，民國九十六年第一季。
40. 陳振川、顏聰、李建中、蔡長泰、黃世孟、張國鎮、藍武王、黃金維、林建宏，「政府科技發展土木領域規劃報告」，土木水利半月集，105集，2005。

附錄一 國內混凝土科技研究、產能提昇及創新發展策略問卷

1. 請問 您從事於下列何種性質之工作？
 - (1)私人企業：
 - 工程顧問公司 技師事務所/公會 建築師事務所/公會 營造廠或專業承包商
 - 水泥製造 化學摻料製造 礦物摻料製造 預拌混凝土製造
 - 砂石製造 材料檢驗/測試 預鑄構件 材料推廣/銷售
 - (2)政府機關：
 - 隸屬中央部會(工程/決策) 隸屬中央部會(研發/試驗)
 - 地方政府(工程/決策) 地方政府(研發/試驗)
 - (3)學術界：
 - 大學院校 財團法人(科技研發與創新) 財團法人(連絡/推廣)
 - (4)其他性質(說明及名稱)：_____
2. 請問 您從事混凝土工程領域之工作有幾年？
 1. 五年以下 2. 六年~十年 3. 十一年~二十年 4. 二十年以上
3. 依下表 7 項分類名稱中之各項分類編號(如：102、305 等)，請 您將(1)目前國內混凝土科技發展及相關研究已有顯著成果、(2)未來國內混凝土科技發展及相關研究需加強；(3)目前國內混凝土產業發展及工程應用已有顯著成果、(4)未來國內混凝土產業發展及相關工程應用需加強等各項混凝土重要科技相關項目，依 您認定程度填選適當的欄位：

分類名稱	編號	混凝土重要科技相關項目	(1) 左列 <u>混凝土科技發展</u> 項目目前已有顯著成果					(2) 左列 <u>混凝土科技發展</u> 項目未來需加強					(3) 左列 <u>混凝土產業發展及工程應用</u> 項目目前已有顯著成果					(4) 左列 <u>混凝土產業發展及工程應用</u> 項目未來需加強				
			非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
(1) 設計分析	101	節塊推進工法																				
	102	懸臂工法																				
	103	預力工法																				
	104	預壘工法																				
	105	預鑄工法																				
	106	滾壓工法																				
	107	鋼骨混凝土																				
	108	複合工法																				
	109	冰凍工法																				
	110	耐震/隔震工法																				
	111	美學設計																				
	112	理論分析																				
	113	數值分析																				
	114	配比設計																				
(2) 組成材料	201	水泥																				
	202	水																				
	203	粗粒料																				
	204	細粒料																				
	205	輕質粒料																				
	206	化學摻料																				
	207	礦物摻料																				
	208	纖維																				
	209	奈米																				
	210	光觸媒																				
(3) 成品材料	301	高強度混凝土																				
	302	高性能混凝土																				
	303	自充填混凝土																				

	編號	混凝土重要科技相關項目	(1) 左列混凝土科技發展項目目前已有顯著成果					(2) 左列混凝土科技發展項目未來需加強					(3) 左列混凝土產業發展及工程應用項目目前已有顯著成果					(4) 左列混凝土產業發展及工程應用項目未來需加強				
			非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
(3) 成品材料	304	輕質混凝土																				
	305	重質混凝土																				
	306	巨積混凝土																				
	307	再生混凝土																				
	308	水中混凝土																				
	309	活性粉混凝土																				
	310	智能混凝土																				
	311	透水混凝土																				
	312	噴凝土																				
	313	砂漿 (含無收縮砂漿)																				
	314	減音混凝土																				
315	彩色混凝土																					
316	超工作性混凝土																					
(4) 材料性質	401	力學性質																				
	402	水泥微觀機理																				
	403	耐久性																				
	404	工作性																				
	405	水化																				
	406	防蝕/腐蝕																				
	407	熱傳性質																				
	408	聲學性質																				
	409	材料試驗方法																				
	410	改進試驗方法																				
(5) 維護 維修 補強	501	非破壞性檢測 (NDT)																				
	502	火害																				
	503	監測																				
	504	延壽																				
	505	診斷																				
	506	量測																				

分類名稱	編號	混凝土重要科技相關項目	(1) 左列混凝土科技發展項目目前已有顯著成果					(2) 左列混凝土科技發展項目未來需加強					(3) 左列混凝土產業發展及工程應用項目目前已有顯著成果					(4) 左列混凝土產業發展及工程應用項目未來需加強					
			非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	
(6) 永續發展	601	生態工程/法																					
	602	綠色建材																					
	603	水庫淤泥																					
	604	再生粒料																					
	605	溫室效應																					
	606	全球暖化																					
	607	環境																					
(7) 管理	701	品質管理																					
	702	規範																					
	703	自動化																					
	704	教育訓練																					
	705	決策																					
	706	預測																					
	707	經營																					
	708	類神經																					
	709	評估方法																					
	710	灰色理論																					

註：您認為有哪些項目非常重要，但未列於上述7項目中，請在此欄位寫。

下列 9 項提升國內**混凝土科技研究與創新發展(含品質提升)**措施項目中等各項問題，請依您認定程度填選適當的欄位：

項目	提升國內 混凝土科技研究與創新發展(含品質提升) 之措施	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	由政府單位出資成立「混凝土科技研究中心」。					
2	由政府單位定期撥經費贊助國內混凝土推廣及研究之財團法人機構，製訂相關施工設計規範、協助推廣提昇混凝土科技與產業。					
3	由政府單位與學術界合辦國際混凝土科技與施工研討會，以進行國內外先進混凝土科技及施工技術交流。					
4	舉辦國內各項混凝土科技及施工檢測技術研討會，提升混凝土從業人員對於國內混凝土科技與技術之認識。					
5	舉辦在職人員之短期訓練，提升對於混凝土先進施工技術之了解。					
6	指定示範工程，增加產學合作機會。					
7	以工程評選獎勵方式，提高國內混凝土先進技術及設備之研發與引進。					
8	比照日本策略，由政府單位出資定期進行每四年一期之「混凝土重點開發技術白皮書」，作為未來研發方向及檢討依據。					
9	推廣混凝土證照（品管師、操作手或技術士）制度，確保混凝土品質。					

註：您認為有哪些項目非常重要，但未列於上述 9 項目中，請在此欄位寫。

4. 下列 6 項提升國內混凝土產業及利潤措施分類中等各項問題，請依 您認定程度填選適當的欄位：

項目	提升國內 <u>混凝土產業及利潤</u> 之措施	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1	政府在採購的規定上，應有鼓勵良好混凝土相關業者，提升利潤的獎勵措施，如規定優先採用經過認證通過，具有優良標章之預拌廠混凝土。					
2	政府應每年訂定、更新及公佈未來五年至十年之中、長程的公共工程的建造規模與內容，以已使國內工程業者估算所需的混凝土量，以能事先籌劃掌控料源。					
3	政府應每年固定提撥研究經費，全面調查及提升國內混凝土產業相關材料、產能等相關資料統計分析之正確性，做為國內業者採購規劃參考提升利潤。					
4	政府應當比照食品管制法，要求所有公共及民間的土木與建築工程，在建造過程及完工後，明文註明此工程所使用混凝土的數量(含廠商出料方數量及規格等證明及營建廠施工單位之收料方數量及規格等證明)，及供料之預拌廠商名稱、地址、電話等相關內容，以提升使用者之使用保障及促進預拌廠商提升工程技術與品質之意願，以提升優良廠商業績與利潤。					
5	由政府訂定相關辦法鼓勵學術機構或混凝土相關業者之研發所得且已驗證具有實用性之新材料、新工法、新設備等研發成果，使用於前瞻性示範試驗工程，確定研發成果之可行性，以增加業界與學術機構配合共同進行混凝土科技研發之意願，以提升業者之業績與利潤。					
6	由政府訂定相關辦法，明訂在評審優質工程獎章過程中(如金質獎、金路獎等)，各參選工程須明確標示混凝土的提供廠商名稱與使用數量，並將提供混凝土之預拌廠是否為經認證通過且具有優良標章者列為評審項目之一；如評審後，該工程獲得優質工程獎章，應給予混凝土預拌廠商適當的獎勵，以鼓勵預拌廠商重視先進技術研發、引進新型設備及提升員工素質等策略，提升國內混凝土品質，增進混凝土業者之業績與利潤。					

註： 您認為有哪些項目非常重要，但未列於上述 6 項目中，請在此欄位寫。

6. 您認為在提升國內**混凝土科技研究、創新發展、品質提升及產業利潤**等各項措施及策略上，有那些 您認為非常重要與迫切，但未包含在本問卷上述的各項問題中？

7. 如 您願意留下資料，則請再填具下列表格，以供日後連繫：

姓名： 性別： 男 女

聯絡地址：

工作單位：

聯絡電話：(H) (O) (M)

E-mail:

附錄二 專家座談會會議紀錄

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案

第一次專家座談會會議紀錄

一、開會時間：中華民國九十六年五月二十九日（星期五）下午 二時

二、開會地點：內政部建築研究所 13 樓討論室

三、主持人：張大鵬 教授（台灣科技大學營建系）

四、出席人員：

方文志 副局長(交通部臺灣區國道新建工程局)

許書王 技正(交通部科技顧問室)

陳式毅 所長(交通部公路總局材料試驗所)

陳振川 教授(台灣大學土木工程系)

黃 然 教授(臺灣海洋大學河海工程系)

黃偉慶 教授(中央大學土木工程系)

黃文曲 主任秘書(行政院公共工程委員會)

童健飛 總工程司(內政部營建署)

裴廣智 博士(行政院原子能委員會核能研究所)

劉楨業 博士(台灣大學土木工程系)

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 說明計畫案背景。
2. 說明計畫案設計問卷之方向。
3. 希望與會人員提供一些思維方向。

六、討論事項：

【陳振川 教授】：

- (1)十年前林銅柱博士曾經對於當時混凝土科技進行回顧與策略發展研究，本計畫可加強由台灣本土角度(行政面及產業面)進行規劃。
- (2)肯定建研所提供經費進行這個主題研究，混凝土科技發展整合平台相當重要，台灣混凝土學會(TCI)於日前成立，即是希望成為整合混凝土科技整合之重要平台。先進國家相關平台發展皆很早，如美國ACI成立100多年、日本JCI成立40年、南韓KCI也有14年。
- (3)過去在學術研究人員對於產業不了解，往往研究成果無法應用於實際上，這方面以台灣營建研究院較常與產業接觸，成果較貼近實際需求。
- (4)面對中國大陸內部建設需求，水泥業者紛紛前往投資設廠，未來將面臨專業人員不足的情形，尤其混凝土相關課程在學校普遍未獲重視的情形，相關人才教育需要其它有效訓練來補足。
- (5)相關研究主題分類中，預力混凝土是否排除，建議再考量之。
- (6)建議以示範工程方式進行推廣混凝土相關新材料新工法。
- (7)目前只能透過合約方式，在條文中規定所採用之混凝土須經過預拌混凝土廠品質驗(GRMC)，並無強制執行的法令，讓預拌混凝土廠必須經過品質驗證審核。

【陳式毅 所長】：

- (1)研究計畫宜有計畫地推動，針對國內現況需要分工進行，使成果能順利綜合為規範或國家標準，如此才有將成果提供給工程界實際應用。
- (2)混凝土用粒料缺乏為目前的嚴重問題，可研究增加來源(如開採陸上砂石、人造砂石、開採海域砂石、再生粒料或工業副產品等)及減少需求(如提高混凝土強度減少粒料用量)。另外粒料使用宜分級使用，如路基不任用高品質材料，避免浪費。
- (3)研究項目之分類可參考工業界TQC之五大階段：(a)設計(分析)、

- (b)材料、(c)製程、(d).驗收、(e).維護(維修)再配合混凝土之特性，適當再細分或繪成樹狀圖，使架構較具層次感。
- (4)會議資料 p.6 提到全台近千個預拌廠，可能有高估，經詢問過營建研究院徐先生，公立約 280 家，合法未入會約 30 家，非法約 100 家，總數約 410 家。
- (5)國內有關混凝土新材料的資料很雜，且沒有驗證，應可計畫性進行研究那些資料須補足。

【劉楨業 博士】：

- (1)經費太少，研究項目太多，短期及領域狹窄的研究工作無法達到有效的結果，以致造成人力與經費投資之浪費，建議考慮較長期全面的混凝土科技研究策略，以發展出合理可用且適合台灣本土性的科技系統。
- (2)提供最近美國混凝土科技主要的研究方向：
 - (a)維修、評估及補強。
 - (b)永續發展(延壽、耐久性、使用再生混凝土、supplementary cementing materials)
 - (c)HPC / SCC / HSC
 - (d)Service life Prediction
 - (e)Performance-Based codes / Specification
- (3)加強相關人材培育及訓練
 - (a)增加大學混凝土有關之課程。
 - (b)工程師及施工人員及 Inspector，在職訓練及認證制度。
- (4)加速吸收及運用國外現有之新材料新工法。
- (5)增加國際交流。

【黃文曲 主任秘書】：

- (1)基於工程會組織願景與推動策略，即希望提升混凝土技術之研究，現階段混凝土發現那些問題，綱要規範未來的發展，達到本會現階段所強調之人本、優質、永續三大目標。
- (2)混凝土非破壞檢測（NDT）發展應朝向檢測結果能作為清楚釐清工程品質責任之依據。
- (3)因應粒料問題，混凝土應加強延壽，減少再建造所需之混凝土，並且利用水庫淤泥製作輕質粒料替代以解決供需平衡。
- (4)在民國 92 至 94 年間，台灣地區共生產砂石 665 萬 3 千方，其中河川砂石佔 42%，陸上砂石佔 39%，進口砂石則有 19%。去年本會曾與水利署研究砂石供應穩定策略，並在今年中國大陸禁止砂石出口後，開始起動該項機制。根據統計到今年年底需求量約 1680 萬方，經水利署積極檢討後增加河川疏濬量 700 萬方，為了避免業者哄抬價格，並規劃保留 30% 進行平價供應，國內重大公共工程得標廠商在工程進行中如有可向主管機關辦理「專案申購」制度，未提出者在日後不得以料源不足為理由進行展延工期。
- (5)由於公共工程法並無必須使用 GRMC 驗證過之預拌混凝土，因此配合執行上有困難，宜由制度面著手，目前僅能以合約配合規定。

【方文志 副局長】：

- (1)由於國內混凝土工程之基本材料，如水泥、粒料等資源有限，未來宜進行精緻化混凝土研究工作，以減少原物料之消耗；同時，可考慮將水庫淤泥再製輕質骨材之再生材料的應用，可提供政府未來混凝土產業之政策方向。

【許書王 技正】：

- (1)砂石短缺需面對的問題：

- (a) 奇貨可居，價格飛漲影響造價。
- (b) 材料品質無法掌握。
- (c) 舊料再利用的品質控管問題宜事先考量。

(2) 替代水泥的問題

- (a) 水泥料源終有用完的一天，且未來對因應環境生態的影響，替代方案急需及早面對。
- (b) 波索蘭物質的延伸。

(3) 法規面的問題

- (a) 國內相當多的新材料由於法規面未能及時跟進，在使用上常面臨適法性以及品質管理的問題。
- (b) 舊有法令規章無法適應新時代。

(4) 供需問題

- (a) 國內對於混凝土產業供需問題大部份發生在砂石料源，未來基於種種原因水泥也會有短缺的情形，宜及早面對。
- (b) 廢棄混凝土再利用問題，如料源管制。

(5) 研究發展

本研究如能另就本課題闢一專章討論及規劃，則對於本研究成果應有助益。

- (6) 國內水泥混凝土業者的研究應予調查，可能很少，也是一種現象。
- (7) 建議混凝土新材料新工法可採生態工法推展方式，先形成政策，納入科技顧問會議，再予以推廣。
- (8) 效率的改進：混凝土產品精緻、經濟性高，符合維修管理用。

【童健飛 總工程司】：

- (1)低強度混凝土予以充當回填土以及再利用之推廣。
- (2)不適用材料可考量拌合混凝土就地回填，以減少環境污染之研究與推廣。
- (3)高強度混凝土可否在篩選級配，及製造流程以使少量水泥即可達到設計強度，促使混凝土在使用上可達到減量、環保及安全之要求。
- (4)項次排列順序可就各國文獻再予以調整。
- (5)「表列關鍵字」建請改以「項目內容」表示。

【裴廣智 博士】：

- (1)NDT 技術為工業界未來主要的趨勢，但由於混凝土為複合材料，在檢測施作上不像檢測鋼結構材料一樣單純，容易受現場環境影響量測結果。
- (2)過去 NDT 所需設備昂貴，價格比修補費用高，近來因科技進步，降低價格，在學術界研究近年已有增加的情況。
- (3)土木工程教育課程中缺少混凝土 NDT 相關課程，學生對於電學、光學也不了解，儀器操作上常出現問題。
- (4)NDT 在核研所多應用於工程驗證與檢証。

【黃偉慶 教授】：

- (1)學術界多年來推展粒料來源多元化，但在現有施工綱要制度下，公務人員不願嘗試設計利用再生混凝土或輕質粒料混凝土。只有國道局之相關工程同意設計採用。應配合示範型計畫進行推廣。

七、結束時間：中華民國九十六年五月二十九日（星期五）下午 五時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
第二次專家座談會南部地區會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年七月十三日（星期五）下午 二時

二、訪視地點：高雄應用科技大學 土木系系館 2 樓會議室

三、主持人：張大鵬 教授（台灣科技大學營建系）
王和源 副教授（高雄應用科技大學土木系）
許鎧麟 助理教授（高雄第一科技大學營建系）

四、出席人員：

林平全 主任工程師(中聯資源股份有限公司)、
林建佑 經理(高雄捷運股份有限公司)、
陳福清 副理(台灣水泥有股份有限公司(鼓山廠))、
陳麒麟 名譽理事長(台灣區預拌混凝土工業同業公會)、
郭拱源 處長(公路總局東西向快速公路 高南區工程處)、
湯兆緯 副教授(正修科技大學土木系)、
張釋文 業務經理(榮標股份有限公司)、
潘坤勝 土木技師(高雄市土木技師公會)、
薛偉勳 副理(SGS 材料及工程實驗室)、
鍾禮榮 總工程司(高雄市政府捷運局)

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 說明計畫案背景。
2. 說明計畫案的問卷設計要點及填寫方式。
3. 希望與會人員提供一些思維方向。

六、討論事項：

【王和源副教授】：

- (1) 對於南部預拌廠之發展有很大的信心，技術及品質都可以達到，

但因影響因素很多，未來應設法辦理相關之教育訓練計畫，尤其應注重施工階段之品管工作。

- (2) 砂石料之管理政策未明確、未落實問題也應解決。
- (3) 外包的品質要穩定，材料的來源與施工者皆須簽名以示負責。
- (4) 材料從拌合完成至澆置完工所經過之界面太多，運送及施工單位會偷加水，導致品質不良。
- (5) 規範要愈修愈完善，提升營建業。
- (6) 如何整合混凝土產製施工廠商之責任制度，如：預拌混凝土與施工廠商係同一家，則減少界面、加強責任制，如有爭議則須負全部責任。
- (7) 政府單位如國科會等相關單位與學術界合作，提供經費促進混凝土研發成果。
- (8) 鼓勵參加 TCI，包括產官學研等單位，共同提供混凝土科技。
- (9) 考慮混凝土界的多元發展，如到中國大陸、越南…等國家發展。

【陳福清 副理】：

- (1) 一般工程不會太重視 ISO 規定之實際方式，一切以價格為導向。
- (2) 再生粒料一般業者不敢用，除非獲得政府保證，其它材料也相同。建議新材料先由政府之公共工程進行示範使用，逐步推廣出去。
- (3) 砂石料缺乏問題已相當嚴重，但政府卻公佈料源充足，導致價格與實際狀況差距過大，希盡速解決。
- (4) 使用高流動混凝土應考慮模板費用增加。
- (5) 混凝土加水問題相當嚴重，除非業主與廠商達成品管協議(加錢)或許可行，或使用羧酸鉀 15%~18% 來解決加水問題。
- (6) 新材料及施工技術要經濟實用。

【鍾禮榮 總工程司】：

- (1) 類似食品標章之政策應盡速推動並且落實，並進行一般民眾正確概念之教育宣導，達到相當水準後，對於業者之要求才有可能落實，各方面之問題也都可迎刃而解。
- (2) 鋼構也需落實標章制度，避免民間的鋼品質不良。
- (3) 砂石料缺乏問題因黑道普遍介入，政府官員無法使力管理，建議由政府主管開採事宜。

- (4) 添加增黏劑可以解決模板側壓力問題。
- (5) 推動減少水泥用量及添加減水劑，使混凝土成為高流動，自然就不會有人再加水。
- (6) 如何將正確的觀念及策略落實於民間業者的底下工作人員是一大難題。

【陶惠國 理事長】：

- (1) 混凝土品質對結構物安全所佔因素非常重要，依目前材料特性、混凝土材料之拌製、運送及澆置對品質均造成息息相關之影響。國內混凝土產業現況大部分均為混凝土業，僅對營造業提供拌合之混凝土及運送，對於混凝土之工地泵送及澆置由營造業另行發包施工，且混凝土之材料價格為澆置廠商施工價格之 10 倍左右，如此機制作業除增加施工管控連繫上之界面，對混凝土材料及施工品質責任之釐清與品質不良之承擔能力上均造成困擾，在機制上對品質管理形成某種程度上的障礙，依國內產業法規發展狀況，未來混凝土業勢必發展為一種專業造業，因此使混凝土之拌製、運送及工地澆置均由混凝土業一貫完成，則不但在管理上減少界面，對混凝土品質之提升，亦將產生相當的助益。
- (2) 混凝土及砂石材料資源之不足及廢料回收篩檢在治之研發技術。
- (3) 混凝土材料應向質輕、強度高、施工性簡易的方向發展。

【潘坤勝 土木技師】：

- (1) 目前預拌混凝土施工方式多為分工制，生產與施工並非相同廠商，建議推動生產與施工衣冠作業制度，TCI 應擴大開設訓練班，教育從業人員，推動證照制度，一方面提升人員素質，一方面確保混凝土品質。
- (2) 將預拌廠及預拌車整合為一家，可避免在運送混凝土時偷加水。
- (3) 實施營造場工作人員教育訓練，頒發證書，並將其列入查核項目。
- (4) TCI 團隊拜訪各縣市政府，由政府經費，代政府訓練混凝土工人，合格後頒發證照，將混凝土工人是否具證照列為查核項目，藉由上述工作提升國內混凝土施工品質。

【湯兆緯 副教授】：

- (1) 政策雖然完整、嚴謹，但於現場卻不一定適用。
- (2) 新材料開發後應盡速納入規範，設計者及施工者才敢採用。
- (3) 政府各單位應有整合機制，甚至應在產官學研之上成立統籌單位，解決相關法規之處理。
- (4) 建立輕質粒料量產作業技術。
- (5) 加強輕質粒料混凝土知性能研究以及製品研發。
- (6) 加強國際交流。
- (7) 制訂標準規範。

【薛偉勳 副理】：

- (1) 欲推廣新材料前應同時或事先推動教育訓練，才能落實新材料之推廣工作。
- (2) 應推動並落實證照制度。大陸已普遍實施證照制度，各相關從業人員均應擁有相關證照才能從業，國內材料相關規範修訂速度太慢，導致實際上有落差。
- (3) 當新材料出現，國內無相關規範來規定，只能套用國外的規範，如：ASTM…，但也不知其適用性與合理性，所以希望可訂出國內法規。

【張釋文 業務經理】：

- (1) 近幾年國內添加劑發展相當不錯，前幾年開始踏入羧酸領域，但實施時衍生許多問題，監工驗收時因背景知識不足導致成效不彰。
- (2) 政府進行相關評鑑後如發生問題時應有機制協助廠商改善(如重用已退休教授及相關高級從業人員等)。
- (3) 建議 TCI 提升功能，建立各種改善措施及制度全面改善工程品質。
- (4) 預拌廠附設泵送機機制可以進行品質保證制度，改善混凝土品質。
- (5) 不要認為 GRMC (預拌混凝土驗證體系 Good Ready-Mixed Concrete)是來抓毛病的，而是與 GRMC 合作，利用 GRMC 的協助與輔導來往上提升。
- (6) 如何從市場業界了解問題，及學界如何能協助研發解決問題。

【林建佑 經理】：

- (1) 為確保工程品質，公司採行評選優良廠商制度，但遭受公平會質疑。
- (2) 工程執行時應尊重專業，給予從業人員支持，才能確實落實工程品質之提升。

【陳麒麟 名譽理事長】：

- (1) 若混凝土能達到高流動性，自然不會加水。擴大推動從業人員之在職教育，落實品質管理制度。
- (2) 推動心理建設：水泥用太多與偷加水是不好的。
- (3) 提醒資料有限：再生粒料與再生混凝土的使用。
- (4) 品質要由上層主管幹部來承擔，如：所作之混凝土樑柱打上施工者之姓名及單位，以示負責。

七、結束時間：中華民國九十六年七月十三日（星期五）下午 五時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
第三次專家座談會會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年十月十九日（星期五）下午 二時

二、訪視地點：台灣科技大學 營建系系館 2 樓會議室 E2-222

三、主持人：張大鵬 教授（台灣科技大學營建系）
許鎧麟 助理教授（高雄第一科技大學營建系）

四、出席人員：

王振滄 協理（國產實業建設股份有限公司）、
丘惠生 副總經理（潤弘精密工程事業股份有限公司）、
徐造華 主任（台灣電力公司 混凝土中心）、
柴希文 副教授（南亞技術學院 土木與環境工程系）、
黃君雄 執行副總經理（亞泥亞東預拌混凝土股份有限公司）、
游本志 副教授（中國科技大學 土木工程系）、
楊仲家 教授（國立海洋大學 材料工程研究所）、
廖同柏 協理（中興工程顧問有限公司）、
趙文成 副教授（國立交通大學 土木工程系）、
鄭瑞濱 組長（台灣營建研究院）

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 說明計畫案背景。
2. 說明計畫案的 SWOT 之分析。
3. 希望提供一些思維方向。

六、討論事項：

【趙文成 教授】

- (1) 由於國內營造業大環境需求降低及營造業文化未能跟上時代需求，致使混凝土業不易提升。
- (2) 試體檢測制度亦產生弊端，可仿香港之制度建立獨立之檢測制度。

- (3) 應朝向預拌廠之自動化，以克服人力不足之問題。
- (4) 宜推廣 SCC，以克服工地加水、震動搗實不良之問題。
- (5) 加強宣導預拌混凝土之品管制度及相關之 CNS 標準及施工規範，以分區權責、義務、權利。
- (6) 模版、鋼筋工之素質需大力提昇。

【黃君雄 執行副總經理】

- (1) 期望採 RFID 科技建立品質認證之負責態度區分責任。
- (2) 加強重視卜作嵐摻料水泥，正確養護方法及天數。
- (3) 糾正壓驗報告不確實現象。
- (4) 建議請將混凝土泵送、震動、整平、養護等，併入混凝土施工統一管理，以確保品質。
- (5) 請政府重新檢討砂石政策。
- (6) 獎勵採用 SCC。
- (7) 推展預拌砂漿及特用砂漿。

【游本志 教授】

- (1) 混凝土施工人員良莠不齊，應考慮施工人員應具有專業證照。目前有混凝土丙級技術士，應研擬混凝土乙級技術士，改善混凝土施工人員素質，以及證照考試命題應由現場資深工程師擔任。
- (2) 提昇國際間競爭力，台灣要有一些優良產品（大樓、橋樑…等之混凝土結構物），從材料、施工、維護等基本的流程要有一套完整之紀錄，可以呈現給國際工程界，才能提升全球競爭力。

【鄭瑞濱 組長】

- (1) 混凝土材料的供應或其他管制作法，應由產生履歷的資料，以追求溯源。
- (2) CNS3090 之相關規定，至為完備，但執行面之相關議題落實，有甚大落差，如何拉近兩者之相關性，應加以研議，甚或一些科技、儀器的應用應進行研究。
- (3) 目前以強度決定混凝土單價的認知，應有效進行轉化為以功能方式的議價模式，惟轉化作法應先行研議。
- (4) 國外混凝土材料之發展，以再利用為未來趨勢，再利用議題為政策面應有著墨部分，建議考量先行研議。

- (5) 混凝土材料之修補，應是重要議題，修補之成效驗證檢視方法，發包、採購等問題，應行規劃。
- (6) 遠端監控系統，應可拾以開發，以應目前混凝土發展需求。

【楊仲家 教授】

- (1) 學術單位混凝土科技之研究環境良好，但相關科系較不重視混凝土之研究，於學術方面不易受肯定。
- (2) 混凝土科技之研究宜結合國內相關人員與單位，確實整合參與成立大型研究中心，以免浪費人力與經費於雷同之研究工作，即發生研究深度不足之現象。
- (3) 材料品質管控與相關試驗未能落實，雖有 TAF 相關單位進行認證，但認證之後續工作未能確實執行，部分認證過的實驗室提供不確實之實驗數據，導致劣幣逐良幣之現象。
- (4) 混凝土方面之基本教育不足。宜引發部份高職或專科學校學生對混凝土方面之興趣，並傳授培養混凝土方面之基本能力，以解決目前混凝土預拌廠之從事人員，嚴重缺乏混凝土方面基本能力之現象。

【廖同柏 協理】

- (1) RFID 的運用可列入日後創新發展的重點項目之一。
- (2) 新工法、新材料的應用需有激勵措施及現地實作檢討改善的配套措施。
- (3) 建議將混凝土維護修補列為日後研發的項目。
- (4) 混凝土免搗實宜可透過 SCC 的應用，達到相關需求，日後混凝土免養護可投注更多材料的研發，以期有效提升混凝土的品質。

【柴希文 副教授】

- (1) 預計五年後飛灰將大幅增加，建議台電做好飛灰分級工作，以利提升預拌混凝土之品質。
- (2) 建議檢討綠建築中有關預拌混凝土 CO₂ 之排放量，如 3000 psi (143.19 kgf/cm²)、4000 psi (182.74 kgf/cm²) 有無考慮使用卜作嵐材料的影響。

【丘惠生 副總經理】

- (1) 工程人員的混凝土工程知識需要加強，尤其在混凝土養護、澆置及模版使用(脫模油等)。
- (2) 泵送車若由預拌廠涵蓋附混凝土工程品質提升有很大的助益。
- (3) 泥作用水泥砂將宜建立國家標準規範及施工規範。

【徐造華 主任】

- (1) 提昇預拌混凝土水準：預拌混凝土是混凝土科技與產業最主要的指標，如何提升預拌混凝土的水準及加強管理，是最根本需要解決的問題。畢竟多數的新材料、新工法，最後還是要預拌混凝土廠產製。
- (2) 創造商機與附加價值：商機在哪裡！技術、人才就在哪裡！沒有商機一切都是空談，國內混凝土產量日增萎縮，原物料飆漲，混凝土產製毛利低的可憐，混凝土廠能確保品質已屬難能可貴，難以奢求其提升技術與水準。如何創造一個「有利可圖」的產業與環境是相當重要。此有賴新技術或新工法以提高混凝土的附加價值。
- (3) 研究要能應用：許多混凝土相關研究在實驗室有良好的成果，經多方評估亦屬可行，但沒有政府或公共工程的支持與採用，往往淪為紙上談兵，未能實際應用，非常可惜。例如：輕質骨材。另外，有關混凝土產業分析、策略、目標等研究太少，混凝土產業的前景與方向不易掌握。本次研究後續應持續進行。
- (4) 需要龍頭單位：混凝土業欠缺龍頭單位，資源整合不易，訊息不足，力量分散，難成大器，目前台灣混凝土學會剛成立未滿一年，希望這個學會能發揮重要的影響力，也希望政府單位能多多支持與經費挹注。
- (5) 吸引人才：感覺上工程似乎「規劃、設計」是第一等人才、「施工、監造」是第二等人才、「品質、環保、工安」是第三等人才，而從事混凝土相關工作者，更是不受人重視，因此，這個產業很難吸引優秀人才，沒有優秀人才難以有好的產業，如何吸引人才投入混凝土產業是相當重要的課題。
- (6) 設立北、中、南、東輔導單位：混凝土產業有地緣性，各區生態不同，要提升混凝土業的水準，建議可於北、中、南、東設立輔導機構，協助混凝土業者提高水準、降低成本、增加獲利。若人員經費不足設立窗口亦可，先由窗口人員第一階段評估可行後，

再請總部成立小組協助。

【王振滄 協理】

- (1) 預拌混凝土中置入偵測器(晶片)之可行性。
- (2) 施工及養護工作落實度不佳，建議建立施工及養護工作管理機制。
- (3) 一般公共工程仍不敢指定通過 GRMC 認證之混凝土廠，建議政府推行。
- (4) 部分業主提出不合理之要求，大環境不改善，很難處理。

【許鎧麟 助理教授】

- (1) 日本對於品質管理已進階到於混凝土生產過程中置入水份量測機制，確保所生產之混凝土符合配比設計之內容。

七、結束時間：中華民國九十六年十月十九日（星期五）下午 五時

混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討
第一次專家座談會議簽到單

一、開會時間：中華民國 96 年 05 月 29 日 下午 2:00

二、開會地點：內政部建築研究所 13 樓討論室

三、主持人：

葉世文 副所長 葉世文
張大鵬 教授 張大鵬

四、出席人員：

方文志 副局長	<u>方文志</u>	李有豐 系主任	<u>李有豐</u>
許書王 技正	<u>許書王</u>	陳振川 教授	<u>陳振川</u>
陳式毅 所長	<u>陳式毅</u>	陳桂清 博士	<u>陳桂清</u>
黃 然 教授	<u>黃 然</u>	黃忠信 教授	<u>黃忠信</u>
黃偉慶 教授	<u>黃偉慶</u>	黃文曲 主任秘書	<u>黃文曲</u>
童健飛 總工程師	<u>童健飛</u>	裴廣志 博士	<u>裴廣志</u>
劉楨業 博士	<u>劉楨業</u>	鄒本駒 先生	<u>鄒本駒</u>

五、記錄人員：

施正元	<u>施正元</u>	陳柏存	<u>陳柏存</u>
張哲維	<u>張哲維</u>		

圖 A-1 第一次專家座談會之簽到單

混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討
第二次專家座談會議簽到單

一、開會時間：中華民國 96 年 07 月 13 日 下午 2:00

二、開會地點：高雄應用科技大學土木系 系館 2 樓會議室

三、主持人：

張大鵬 教授 張大鵬
王和源 副教授 王和源
許鎧麟 助理教授 許鎧麟

四、出席人員：

林平全 主任工程師	<u>林平全</u>	林建佑 經理	<u>林建佑</u>
陳福清 副理	<u>陳福清</u>	陳麒麟 理事長	<u>陳麒麟</u>
郭拱源 處長	_____	湯兆緯 副教授	<u>湯兆緯</u>
張釋文 業務經理	<u>張釋文</u>	潘坤勝 土木技師	<u>潘坤勝</u>
薛偉勳 副理	<u>薛偉勳</u>	鍾禮榮 總工程司	<u>鍾禮榮</u>
	_____		_____
	_____		_____

五、記錄人員：

林世洪 林世洪 陳柏存 _____
李元凱 _____

圖 A-2 第二次專家座談會之簽到單

混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討
第三次專家座談會議簽到單

- 一、開會時間：中華民國 96 年 10 月 19 日 下午 2:00
- 二、開會地點：國立台灣科技大學 營建工程系 會議室 E2-222
- 三、主持人：

張大鵬 教授 張大鵬
許鐘麟 助理教授 許鐘麟

四、出席人員：

王振滄 協理	<u>王振滄</u>	丘惠生 副總經理	<u>丘惠生</u>
徐造華 主任	<u>徐造華</u>	柴希文 副教授	<u>柴希文</u>
黃君雄 副總經理	<u>黃君雄</u>	游本志 副教授	<u>游本志</u>
楊仲家 教授	<u>楊仲家</u>	廖同柏 協理	<u>廖同柏</u>
趙文成 副教授	<u>趙文成</u>	鄭瑞濱 組長	<u>鄭瑞濱</u>

(按照姓名筆劃依序排列)

五、記錄人員：

陳柏存	_____	李元凱	<u>李元凱</u>
甘嘉瑋	<u>甘嘉瑋</u>	林世洪	<u>林世洪</u>

圖 A-3 第三次專家座談會之簽到單

附錄三 訪視廠商座談會之會議紀錄

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案

訪視中聯爐石處理資源化股份有限公司會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年七月十三日（星期五）上午 十時

二、訪視地點：中聯爐石處理資源化股份有限公司會議 會議室

三、主持人：張大鵬 教授

四、出席人員：

金崇仁 副總經理、林平全 主任工程師、許伯良 工程師、
林世洪 博士、陳柏存 研究員、李元凱 研究員

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 中聯爐石對於土木界推動環保工作具有相當大的貢獻，且對製程研發方面不斷持續進行，發展出許多高品質之產品，對社會貢獻良多。
2. 以中聯爐石的實務經驗及研發規模，可作為國內未來研究方向之參考，希望本次之訪談中聯爐石，可獲得國內在礦物摻料應用上之未來發展方向。

六、討論事項：

1. 公司發展過程及現況
中聯資源股份有限公司創立於民國八十年五月二十五日，為中國鋼鐵公司轉投資事業之一；由中鋼、中鋼構、中碳及台泥、亞泥及嘉泥等公司共同合資設立，為國內規模最大之高爐水泥與爐石粉生產及廢棄物處理之專業公司。
2. 高爐水泥及爐石粉提供營建工程所需之最新建材，對抑制 CO₂ 排放量、減少用煤量、石灰石開採及節省電力上有極大助益。
3. 環境及安全衛生政策
中聯資源公司全體員工將秉持落實安全衛生管理工作及致力於環保

工作之理念，共同持續推動環境及職業安全衛生管理系統。我們承諾致力於下列政策之執行：

環境及安全衛生政策：

- 一、降低危害及防制污染：建立優質的工作環境。
- 二、有效訓練及嚴格考評：提升良好的管理績效。
- 三、貫徹法令及強化三護：完成全員參與的目的。
- 四、持續改善及確實執行：達到永續經營的目標。
- 五、落實廢棄物再生使用：為地球為環保盡心力。

七、結束時間：中華民國九十六年七月十三日（星期五）下午 十二時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
訪視潤弘精密工程事業股份有限公司會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年八月十六日（星期四）下午 二時

二、訪視地點：潤弘精密工程事業股份有限公司 第二會議室

三、主持人：張大鵬 教授

四、出席人員：

丘惠生 副總經理、馬齊文 專案襄理、楊景鼎 襄理、林世洪 博士、
施正元 博士、李元凱 研究員

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 潤弘精密工業之構件公差可達到 mm 的層次，此卓越表現是土木界的驕傲，也因此多次的全國發明獎及工程金質獎。
2. 研發方面不斷進行，發展出許多良好工法及產品，對社會貢獻良多。
3. 潤弘精密的研發與實務經驗，可提供未來營建工程研究發展方向。
4. 計畫案的問卷第 5 頁所提到的分類，希望可一同推動此觀念。
5. 希望潤弘精密提出建議及方向，以促進台灣土木產業之提昇。

六、討論事項：

1. 公司發展過程及現況

員工人數：140 人，產能：100,000 m³/年，創立時間：1995 年，資本額：新台幣 4.39 億元，年營業額：新台幣 10-15 億元。評輝營造(潤弘精密)成立於 1995 年，為推廣『營建產業工業化及自動化』自歐洲及日本引入最先進的『預鑄設備』及『預鑄工法』，製造預鑄構件及生產美特耐乾拌泥作建材，從設計、生產至施工提工完善服務，以提供客戶品質高、工期短及合理成本之預鑄建築。

2. 研發專利的數目、管理及應用現況

1) 預鑄產品—規劃設計生產施工

預鑄工法是結合設計管理、材料科學及生產技術的現代化工法，利用工業化生產技術先於預鑄廠內製造精密的混凝土梁柱構件，再藉由精準的吊裝管理，於工程現場進行預鑄結構之吊裝、

澆置與接合。

預鑄工法流程如下，以柱點放樣定位後，依序進行柱、大梁、小梁吊裝後，進行 DECK 版與鋼筋鋪設，最後於現場以混凝土澆置接合，如此便完成一樓層之施工流程。

2) 預鑄工法的優點

◎品質穩定

利用機械設備製造，作業標準化，技術供需求小，品質均一。

採鋼模精準生產，確保精確度。

工廠內生產，精密控制澆置與養護環境。

◎安衛管理簡單

施工現場無模板，及支撐減量，有利施工及安衛管理。

◎同步工程、縮短工期

預鑄結構體 7 天可完成一層。

預鑄結構可與裝修、機電及設備工程同步施工。

無防火批覆及裝修包板等工項之延遲。

3) 研發專利的數目：

評輝營造(潤弘精密)團隊集結所有專業人才，致力研發嶄新營建工法，多年來成果豐碩，已陸續取得台灣及全球專利多達 40 件，不僅遙遙領先國內營建業，更是潤弘品質深獲口碑的最佳證明。

3. 混凝土為結構用途，其安全性的品質已慢慢步入軌道。
4. 建物的美觀是不可缺少的一部分，這是目前應探討的方向。
5. 水泥砂漿的品質應評估，因砂石料源的品質不穩定。
6. 預拌式泥作建築的推廣。
7. 袋裝泥作材料的價值：
 - 1) 維持品質之均一穩定。
 - 2) 減少材料吊運及清潔費用。
 - 3) 減少廢料。
 - 4) 精密控制之特殊用途砂漿。
 - 5) 增加附加價值。
 - 6) 現代化建築工程指標。
8. 雖然此產品成本較高，但對於總工程費用卻與傳統相當。
9. 此產品生產過程品管嚴格，通過許多檢測，使品質大幅提升。
10. 需改變傳統施工者的自我施工方法，建立出一套標準作業程序，使每個施工者的標準作業皆相同，維持良好的品質管理。
11. 需改變傳統工地髒亂的刻板印象，營造美觀環保的施工環境。
12. 例如：韓國的水泥廠—REMITAR，良好的施工品質及環境，使其成為第一大廠。

七、結束時間：中華民國九十六年八月十六日（星期四）下午 四時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案

訪視冠疆實業化學摻料會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年九月七日（星期五）上午 十時

二、訪視地點：冠疆實業股份有限公司 第二會議室

三、主持人：張大鵬 教授

四、出席人員：

徐元仲 總經理、林盈住 業務工程師、黃俊傑 業務工程師、
程勇維 業務工程師、張仕達 業務工程師、林世洪 博士、
李元凱 研究員、楊宗叡 研究生

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 台灣目前混凝土產業現況及未來發展須如何作加強及規劃實行，以增進台灣混凝土經濟發展。
2. 政府應該如何補助及政策上如何規劃改進及配合。

六、討論事項：

1. 公司發展過程及現況

- 1) 冠疆實業股份有限公司於西元 1994 年成立，當時有鑑於臺灣地區之混凝土添加劑廠商，大都採用進口之木質素與萘磺酸材料攪拌製成藥劑，且對添加劑沒有任何研發及品控能力，因此面對快速進步、日新月異的社會已無法完全得到滿足。本公司為因應業務量增加所需，於 2003 年在台灣省桃園縣新屋鄉永安工業區內斥資一億元興建新廠，其新廠產能每月可高達一萬噸，該廠於當年 10 月正式進入量產，目前產量近全世界千分之一，比日本產量還大。
- 2) 目前年營業額 8~9 億元，全公司從研發、製程到生產，總共員工共 29 人，製程皆採全電腦自動化。

2. 生產過程：

- 1) 研發：從研發人員經由電腦計算配比、修正。
- 2) 模擬使用情形：
 - a.化學分析系統。
 - b.物理性質系統：利用模擬小預拌機。
 - c.淨漿：用單純水泥漿加入羧酸，觀察乾縮情形。
 - d.業務：負責抽查、檢測。
- 3) 模擬使用情形符合需求後，先將用量放大 50 倍於小型槽缸試驗。
- 4) 確定生產無誤後，即於生產線量產，生產過程中未避免空氣及一般水引響品質或與產品反應，全程些加入氮氣及使用純水。
- 5) 全程些以自動化控制品質，確保產品均質性及穩定性。

3. 研發專利的數目及應用現況

- 1) 冠疆實業股份有限公司成立之初，即鎖定要自行研發生產不同於以往的混凝土添加劑；且以羧酸系統為主要目標，期望研發出能適合大量生產且符合經濟效益的高性能減水劑。
- 2) 冠疆實業股份有限公司在持續不斷研發中，歷經台北及高雄捷運新建工程，第二高速公路新建工程，臺塑公司數 10 萬米自充填混凝土，臺灣高速鐵路 C250、C260、C270、C280、C291、C295 等重大工程後，本公司已能大幅降低成本，打破羧酸系統藥劑性能好但價格高昂之迷思，並已在臺灣(專利案號：92112919)及美國提出專利申請(專利案號：10/655343)，現已能陸續出口至中美洲、東南亞、韓國及歐洲等地，並與全世界水泥公司洽談合作事宜。
4. 冠疆公司目前定位為原料商，不參與工程建設，而是將原料產品賣給藥劑商，由藥劑商調配出適合預拌場所需的強塑劑。
5. 冠疆公司的市場有：中國大陸、美國、中南美洲，發現美國的製造羧酸的技術不及台灣，導致美國 SCC 的市場不佳，所以當冠疆公司將其產品推銷給美國時，引發美國 SCC 的成長達到 2000%，並將冠疆公司於台灣成功的工程案例告訴美國，使美國讚嘆不已。
6. 冠疆公司並指出現在分析混凝土須從巨觀引至微觀，控制其水灰比、卜作嵐反應過程、工作性及強度等。
7. 在日本方面，發現日本 SCC 的市場一直在下降，是因為日本預拌場打出 SCC 需 3 分鐘，台灣則只需 45~60 秒，時間損失太多；原因是出在摻料問題。
8. 強塑劑另一種名稱又叫界面活性劑、分散劑，做出來簡單，但要控制其穩定性高、分子式穩定是當然困難的，尤其是加上成本的考量。
9. 所以冠疆公司目前的原料大多是自己生產，以確保品質的穩定度。
10. 冠疆公司日後可能參與京滬高鐵的混凝土設計，約 4000 萬~5000 萬立方公尺的數量。

- 11.現在台灣施做於高鐵部分的規範已成為歐美的新規範，顯示出台灣施工的高品質已漸漸被國外認可並採納。
- 12.羧酸市場還須努力，台灣努力了10年才達到50%~60%的市場
- 12.往後的目標是在於：如何讓水泥用量減少、強度上升、工作性增加、重點是成本下降，這些都是重要的目標。

七、結束時間：中華民國九十六年九月七日（星期五）下午 十二時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
訪視捷運局品保中心會議紀錄

一、訪視時間：中華民國九十六年十月五日（星期五）上午 十時

二、訪視地點：捷運局 品保課 課長室

三、主持人：張大鵬 教授

四、出席人員：

黃泰聰 課長、張碧華 研究員、陳柏存 研究員、李元凱 研究員、
張哲維 研究生

紀錄：李元凱

五、主持人引言：

1. 捷運局與國道工程局是目前國內工程品質相當良好之兩個工程機構。
2. 台灣目前混凝土產業現況及未來發展須如何作加強及規劃實行，以增進台灣混凝土經濟發展。
3. 政府應該如何補助及政策上如何規劃改進及配合。

六、討論事項：

1. 混凝土產業在實務面上：削價競爭，聯合壟斷市場。例如：水泥，我國反傾銷水泥在民國九十二年通過，故國外水泥無法銷入台灣，使國內水泥價格居高不下。
2. 砂石業，在大陸禁止供給後，國內砂石品質下降，價格上漲，導致有簽長期合約的預拌廠虧本賣。預拌廠所購買的水泥、砂石是給現金，而出產之預拌混凝土要等 28 天到 90 天強度抗壓合格後才能領錢，使有些廠資金周轉不靈而倒閉。
3. 國內西部河砂規劃理論上足夠國內所有預拌廠使用，但因哄抬物價使砂石價格翻漲，導致盜採砂石事件不斷，而東部：宜蘭、花蓮的砂石有 AAR 的問題，加上其含泥量過多，使用上會有問題，需重新調整配比，使用低鹼水泥。
4. 品保課評鑑預拌廠材料共八大項：砂石、水泥、鋼筋...等，皆用 ISO9001 四大區分，並以消費者的身分去評鑑。而砂石場較難評鑑，

因為大多為無照私設的違法廠。

5. 抽查與缺失改進，依 ACI code 214 分及查核。
項目有：1)工地現場抗壓強度平均數和變異數與廠拌差異值。2)配合度、出料度。3)配比。4)溫度坍度(不合格即退貨)。5)氯離子含量。6)初凝時間。
6. 與捷運局合作的預拌廠約 15 家，每家提供 1 萬方到 18 萬方的混凝土，若是體抗壓強度低於標準，則有扣點制度，嚴重時直接關廠，合作結案皆需付所有資料和檢驗單。目前統計預拌廠不合格率漸漸提高，原因是砂石品質下降，前年至去年兩年來只有 3 件不合格率，但今年目前為止已有 8 件不合格。
7. 問卷中有提到建物告示牌上打上預拌廠名稱、強度，使消費者購買時有品質的保證，現在有許多預拌廠將名片印上通過品保中心的標章，成為一優良廠商的招牌。
8. 耐久性的追蹤是較缺乏的，大多都是等出問題才發現與補救。
9. 十年來混凝土的工法過於保守，材料改變有限，政府設計部門覺得新材料是種困擾，法規未定出適用於本土之規範，所以在使用上有風險。今年已將 SCC 使用在捷運松山全線，這對公共工程上是一大躍進，但飛灰及爐石皆未有檢測機制，需多加強。
10. 合作示範工地對於新材料及新工法的推廣有極大的幫助；替代工法的推行不夠落實，也須多加強。
11. 如何推動高品質在實務上的應用是一大難題，所以以土木人看土木的前瞻性是不夠的，只有在技術上的競爭，才可獲得利潤。例如：力泰、潤泰。
12. 公會的目標漸漸模糊，且公權力不足，所以需要政府做到輔助公會，立法保障公會，這樣公會才有能力去執行政策。

七、結束時間：中華民國九十六年十月五日（星期五）下午 十二時

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
期中報告會議紀錄

紀錄：李元凱

一、開會時間：中華民國九十六年八月二十九日（星期三）上午 九時三十分

二、開會地點：內政部建築研究所

台北縣新店市北新路三段 200 號 15 樓 第二會議室

三、會議主席：內政部建築研究所 葉世文 副所長

四、出席人員：

機關團體：行政院公共工程委員會、內政部營建署、中華民國建築師公會全國聯合會、中華民國土木技師公會全國聯合會、台灣區營造工程工業同業公會

專家學者：王技師亭復、邱顧問昌平、施總經理建志、高教授建章、翁副組長榮洲、廖組長肇昌（依姓名筆劃順序排列）

建築研究所人員：李主任秘書玉生、毛組長榮、陳組長建忠、陳組長瑞玲、葉組長翔海、鄒研究員本駒、蔡助理研究員宜中、劉約聘助理研究員文欽

五、報告人：

台灣科技大學營建系 張教授大鵬

六、主席說明摘要：

進行內政部建築研究所 96 年度協同研究計畫「混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討」、「鋼結構建築防鏽工法之研究」、「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」等 3 項委託研究案之期中簡報審查會議。

七、審查意見：

【廖肇昌 組長】：

1. 第二頁，圖 1-1，計畫流程圖中，國內部份，建議增列『混凝土

工程應用案例調查』，如 HSC、SCC、LWAC... 等，取其具代表性者為主。

2. 第三頁，表 1-1，1.設計分析，該項目內所列多為『工法』，故分類是否妥適？
3. 建議研究內容增加，『國內混凝土產業經營的困境』，包括技術面及供應面等；另亦請考量增列『國內公民營機構對混凝土材料及相關技術需求調查』。
4. 丹麥就混凝土及結構，成立 Green concrete 及 Green concrete structure 的研究中心，建議亦加以蒐集此方面的資訊，並建議未來能定義出 Green concrete 及 structure 的基本條件。
5. 建議本研究在期末時，能就國外之部份研擬適合國內環境得以引入之產業科技。
6. 初步建議部份，有關設立專責機構，似可考量設置一「混凝土科技整合中心」負責技術研發與整合國內相關研發與應用單位之資源。

【邱昌平 顧問】：

1. 以歐盟、美國、中國、日本等富國或地大物博之大國為調查分析對象，作為地小物少之我國在混凝土科技與混凝土產業今後發展之借鏡，有甚大之助益。惟策略上宜採能“借箭”引用的就不必多投資去重做，其次是充分了解國內混凝土界之弱點與積弊後，需有一些不同於大國富國之創新作法。
2. 國內外混凝土學會或協會成員大多以混凝土產業及有關學者為主導者，所以著重之觀點可能會稍不同於工程實務界，故問卷之內容建議多面向請益後再增做一些問卷調查。
3. 砂、石短缺是長遠的問題，故如何延壽、如何調查出一些不必競用砂、石的構造物使其改用其他建材等都是可以探討之問題。

【翁榮洲 副組長】：

1. 國內外資料收集完整。
2. 未來國內混凝土科技與創新發展之策略定位擬定時請考慮未來執

行此策略時所需投入之資源評估。

【王金田 技師】：

1. 本案著重混凝土科技與產業現況調查資料分析，研究單位所訂工作方向尚符合研究計畫。

【王亭復 技師】：

1. 研究案中之八項重點分類表之第一項似宜為“設計及施工法”，目前應尚有很多新工法及新設計法可列入。另有幾種工法在目前已為應用成熟普遍且定型之工法，是否應列入研發之重點？此外 10 節塊推進工法、102 懸臂工法等，應於以“混凝土橋施工法”中分類。
2. 有關各國混凝土研究單位似可再收集增列如美國 PCI、PCA 等機構，因其預力混凝土的研究成果常為國際引用標準。另建議可將較大的混凝土研究單位（包括台灣、亞洲）列出其網站、通訊地址等以供查閱其研究成果。
3. 建議本研究案可擬定我國混凝土技術 6 至 8 年長期研發計畫，提供國科會及民間團體研究發展的藍本。

八、會議結論：

- (一)「混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討」、「鋼結構建築防鏽蝕工法之研究」、「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」等三項協同研究計畫案期中審查原則通過。
- (二)請承辦同仁詳實記錄與會專家學者，及機關團體代表之意見，並請研究團隊參酌修正研究內容，積極據以辦理後續研究。

九、散會時間：中華民國九十六年八月二十九日（星期三）下午 十二時

民國 96 年度 混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討
 期中報告審查意見答覆表

期中報告審查意見及答覆		
發言人	審查意見	答覆
廖組長肇昌	1 第二頁，圖 1-1，計畫流程圖中，國內部份，建議增列『混凝土工程應用案例調查』，如 HSC、SCC、LWAC... 等，取其具代表性者為主。	感謝委員建議。國內使用 HSC(高強度混凝土)、SCC(自填充混凝土)的案例很多，在很多的工程期刊文章中上均已被充份地報導過，而國內大都將 LWAC(輕質粒料混凝土)做為構造物之樓板或隔間裝修，使用於結構主體構造亦僅只有尚在建造中之國道六號南投段 C605 標石灼巷跨越橋應用案例，兩者資料調查均非本計畫原定之研究範圍與研究重點，故並未列入計畫流程圖中。
	2 第三頁，表 1-1，1.設計分析，該項目內所列多為『工法』，故分類是否妥適？	「設計分析」為一涵蓋範圍極廣之名稱，幾乎所有建造完成的混凝土工程均須經過「設計分析」，細項分類方式可依「構造物類別」(如房屋、橋梁、港灣、道路、鋼構等)或依「工法」(如本報告使用)，兩者各有其優劣，考慮本研究案為混凝土之特殊性，故採用「工法」作為分類之依據。

	3	<p>建議研究內容增加，『國內混凝土產業經營的困境』，包括技術面及供應面等；另亦請考量增列『國內公民營機構對混凝土材料及相關技術需求調查』。</p>	<p>感謝委員建議。期末報告中已將列入「國內混凝土產業經營的困境」之探討，「國內公民營機構對混凝土材料及相關技術需求調查」範圍過於廣大，無法完全列入本計畫之研究範疇內，唯期末報告中將列入國內「混凝土科技、相關產業發展與工程應用現況與需求」之說明。</p>
	4	<p>丹麥就混凝土及結構，成立 Green concrete 及 Green concrete structure 的研究中心，建議亦加以蒐集此方面的資訊，並建議未來能定義出 Green concrete 及 structure 的基本條件。</p>	<p>感謝委員建議。丹麥於 1998 年 7 月 1 日開始執行一項為期 4 年(1998~2002 年)之研究計畫，全程經費為丹麥幣 2 仟 2 佰萬元(約台幣 1 億 4 仟萬元)，計畫名稱為「混凝土結構資源儲備中心 (Centre for Resource Saving Concrete Structures)」，又稱為「綠混凝土中心 (Danish Centre for Green Concrete)」，主要成員包括丹麥技術研究所(Danish Technological Institute, DTI, Concrete Centre)、水泥製造廠、混凝土製造廠、營造廠、顧問公司、建築商及兩間大學，本研究將會著手蒐集，於期末報告補充。</p>
	5	<p>建議本研究在期末時，能就國外之部份研擬適合國內環境得以引入之產業科技。</p>	<p>感謝委員建議。本研究將採用 SWOT 分析，提出適合國內混凝土產業與科技發展之策略。</p>

	6	初步建議部份，有關設立專責機構，似可考量設置一「混凝土科技整合中心」負責技術研發與整合國內相關研發與應用單位之資源。	感謝委員建議。將納入本研究期末報告所提之策略中。
邱顧問昌平	1	以歐盟、美國、中國、日本等富國或地大物博之大國為調查分析對象，作為地小物少之我國在混凝土科技與混凝土產業今後發展之借鏡，有甚大之助益。惟策略上宜採能“借箭”引用的就不必多投資去重做，其次是充分了解國內混凝土界之弱點與積弊後，需有一些不同於大國富國之創新作法。	感謝委員建議。本研究後續進行 SWOT 分析時，將針對國內混凝土產業科技現況之優勢與劣勢分別提出策略。
	2	國內外混凝土學會或協會成員大多以混凝土產業及有關學者為主導者，所以著重之觀點可能會稍不同於工程實務界，故問卷之內容建議多面向請益後再增做一些問卷調查。	感謝委員建議。對於工程實務界與相關產業的意見，本研究將會以實地訪視與問卷調查方式，進行綜合整理。
	3	砂、石短缺是長遠的問題，故如何延壽，如何調查出一些不必競用砂、石的構造物使其改用其他建材等都是可以探討之問題。	感謝委員建議。將納入本研究期末報告所提之策略中。
翁副組長 榮洲	1	國內外資料收集完整。	感謝委員審查評語。
	2	未來國內混凝土科技與創新發展之策略定位擬定時請考慮未來執行此策略時所需投入之資源評估。	感謝委員建議。本研究僅就有限的人力與時間內，提出初步之策略擬定，未來執行此策略時所需投入之資源評估可列入後續研究項目。

<p>中華民國土木技師公會全國聯合會 (王技師金田)</p>	<p>1</p>	<p>本案著重混凝土科技與產業現況調查資料分析，研究單位所訂工作方向尚符合研究計畫。</p>	<p>感謝委員審查評語。</p>
<p>王技師亭復</p>	<p>1</p>	<p>研究案中之八項重點分類表之第一項似宜為“設計及施工法”，目前應尚有很多新工法及新設計法可列入。另有幾種工法在目前已為應用成熟普遍且定型之工法，是否應列入研發之重點？此外 101 節塊推進工法、102 懸臂工法等，應於以“混凝土橋施工法”中分類。</p>	<p>1. 「設計分析」為一涵蓋範圍極廣之名稱，幾乎所有建造完成的混凝土工程均須經過「設計分析」，細項分類方式可依「構造物類別」(如房屋、橋梁、港灣、道路、鋼構等)或依「工法」(如本報告使用)，兩者各有其優劣，考慮本研究案為混凝土之特殊性，故採用「工法」作為分類之依據；此外，因在「設計分析」分類下仍包括「美學設計、理論分析、數值分析及配比設計」等分項，因此，較不適宜使用「設計及施工法」作為名稱。</p> <p>2. 所列出之各種工法主要作為調查國內外混凝土之研究發展與應用情況，並非單純作為列入未來研發之重點用。</p> <p>3. 「混凝土橋施工法」的確可包含 101 節塊推進工法、102 懸臂工法等，但在研究過程中發覺以「混凝土橋施工法」作為唯一分類時，所含內容過於龐統，不易區別，因此，再加以細分為各種不同橋梁工法。</p>

	2	<p>有關各國混凝土研究單位似可再收集增列如美國 PCI、PCA 等機構，因其預力混凝土的研究成果常為國際引用標準。另建議可將較大的混凝土研究單位(包括台灣、亞洲)列出其網站、通訊地址等以供查閱其研究成果。</p>	<p>感謝委員建議。本研究已購買 PCA 豐富的相關文獻報告並加以分析整理；而一方面由於 PCI 組織架構比較傾向於預力與預鑄混凝土構件在產業界之推廣交流機構，PCI 本身少有相關混凝土技術之研究成果，另一方面受限於本研究計畫之經費及人力，因此，TCI 相關資料無法列入本研究報告中；較大的混凝土研究單位(包括台灣、亞洲)之網站將列入期末報告中。</p>
	3	<p>建議本研究案可擬定我國混凝土技術6至8年長期研發計畫，提供國科會及民間團體研究發展的藍本。</p>	<p>感謝委員建議。本研究計畫內容著重於未來混凝土科技與產業現況暨創新發展策略，擬定出較詳細逐年性我國混凝土技術長期研發計畫可列入未來成立混凝土專責研究中心之預期目標。</p>

『混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討』研究案
期末報告會議紀錄

紀錄：李元凱

一、開會時間：中華民國九十六年十一月二十九日(星期四) 上午九時三十分

二、開會地點：內政部建築研究所

台北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓 會議室

三、會議主席：內政部建築研究所 葉世文 副所長

四、出席人員：

機關團體：中華民國土木技師公會全聯會、行政院公共工程委員會、
內政部營建署

專家學者：王技師亭復、王技師金田、邱顧問昌平

(依姓名筆劃順序排列)

建築研究所人員：王組長榮進、鄒研究員本駒、蔡助理研究員宜中、
劉約聘助理研究員文欽

五、報告人：

高雄第一科技大學營建系許教授鎧麟

六、主席說明摘要：

進行內政部建築研究所 96 年度協同研究計畫「混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討」、「鋼結構建築防鏽工法之研究」、「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」等 3 項委託研究案之期末簡報審查會議。

七、審查意見：

【邱昌平 顧問】：

1. 混凝土試所有工程建設最廣泛採用的材料，本研究探討國內應用混凝土多年來的狀況，針對未來混凝土科技應如何充實與加強，除了

研析歐美日中等國之重要課題外，也以問卷、訪視、座談方式搜集國內業者的看法，而歸納出一些分析結果與未來發展之方向，成果良好。

2. 表 2-1 混凝土科技重點分類表之分類名稱及表列項目能更清楚、正確，且再第二章第三節中充分加以說明，可能更會讓填問卷者或經訪談者之回答更切題些。

【王亭復 技師】：

1. 本研究案對於混凝土科技研究與產業的國外及國內的現況調查及分析均甚詳實，可與其他相關混凝土工程研究及業界相互參政。
2. 有關提升國內混凝土科技研究與創新發展之措施以及國內混凝土產業之創新等策略如何落實均有待政府政策性明訂，學術研究單位的配合及產業界的應用推廣。本研究案的四點策略可呈報政府相對參酌。而混凝土科技發展重點分類可與國科會及民間研究機構研擬其中長期研發計畫參改。

【王金田 技師】：

1. 我國混凝土科技與創新發展研究相較於歐美日中等國落後很多，本研究計畫提供歐美日中等國發展數據可做為台灣借鏡。
2. 本研究案基本上等於混凝土科技與研究發展現況之資料收集分析，惟研究團隊能在有限之經費及期限內提出豐富的成果並提出具體的建議值得肯定，希望政府單位能重視並論列經費提供混凝土科技方面的研究發展。

【劉文欽 研究員】：

1. 問卷中回答之意見與所從事的領域、工作資歷等等會有所影響，進行資料統計時有無特別處理？
2. 國外之創新發展策略訂定後是如何推行？可否舉其產生之重大成果？
3. 有無紐西蘭之相關資料？

八、會議結論：

- (一)「混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討」、「鋼結構建築防鏽蝕工法之研究」、「建材耐候耐久性曝曬試驗之建置研究」等三項協同研究計畫案期末審查原則通過。
- (二)請承辦同仁詳實記錄與會專家學者，及機關團體代表之意見，並請研究團隊參酌修正研究內容，積極據以辦理後續研究。

九、散會時間：中華民國九十六年十一月二十九日（星期四）下午 十二時

民國 96 年度 混凝土科技與產業現況暨創新發展策略之探討
 期末報告審查意見答覆表

期末報告審查意見及答覆		
發言人	審查意見	答覆
邱顧問昌平	1 混凝土是所有工程建設最廣泛採用的材料，本研究探討國內應用混凝土多年來的狀況，針對未來混凝土科技應如何充實與加強，除了研析歐美日中等國之重要課題外，也以問卷、訪視、座談方式搜集國內業者的看法，而歸納出一些分析結果與未來發展之方向，成果良好。	感謝委員評語與肯定。
	2 表 2-1 混凝土科技重點分類表之分類名稱及表列項目能更清楚、正確，且再第二章第三節中充分加以說明，可能更會讓填問卷者或經訪談者之回答更切題些。	感謝委員之建議，有關混凝土科技重點分類表之分類名稱及表列項目之詳細說明已在第二章第三節中。此項的詳細說明在訪談時均已充分地與訪談者解釋，在問卷中也提供聯絡電話讓填報者能得到與分類內容相關的解釋。
王技師亭復	1 本研究案對於混凝土科技研究與產業的國外及國內的現況調查及分析均甚詳實，可與其他相關混凝土工程研究及業界相互參考。	感謝委員之意見。

	2	有關提升國內混凝土科技研究與創新發展之措施以及國內混凝土產業之創新等策略如何落實均有待政府政策性明訂，學術研究單位的配合及產業界的應用推廣。本研究案的四點策略可呈報政府相對參酌。而混凝土科技發展重點分類可與國科會及民間研究機構研擬其中長期研發計畫參考。	本研究所得之四點策略，可由建研所作為未來研究計畫之考量方向，並考慮作為與國科會及民間研究機構擬訂中長期研發計畫之參考。
王技師金田	1	我國混凝土科技與創新發展研究相較於歐美日中等國落後很多，本研究計畫提供歐美日中等國發展數據可做為台灣借鏡。	感謝委員之意見。
	2	本研究案基本上等於混凝土科技與研究發展現況之資料收集分析，惟研究團隊能在有限之經費及期限內提出豐富的成果並提出具體的建議值得肯定，希望政府單位能重視並論列經費提供混凝土科技方面的研究發展。	感謝委員之意見與肯定，也期望政府單位能重視並論列經費提供混凝土科技方面的研究發展。
劉文欽 研究員	1	問卷中回答之意見與所從事的領域、工作資歷等等會有所影響，進行資料統計時有無特別處理？	礙於時間與經費，原先問卷調查之設計，僅考慮以從事的領域作為區分，其他之分類未在前述的規劃考量範疇內。

	2	<p>國外之創新發展策略訂定後是如何推行？可否舉其產生之重大成果？</p>	<p>國外創新發展策略訂定後之推行，基本上均以設立資訊平台作為依據，此方式已列在本研究計畫之結論與建議中，至於國外對推行創新策略之重大成果並未列在本計畫原先規劃的研究範疇內。</p>
	3	<p>有無紐西蘭之相關資料？</p>	<p>本計畫當初的規劃重點，係以美洲、歐洲、日本及中國大陸等四大區域，作為研究重點，而非以個別國家作為研究依據，因此紐西蘭並未列入原先規劃的範疇內。</p>