

產業自動化－營建業自動化計畫成果報告

計畫編號：01-81-004

執行期間：80年10月1日至81年6月30日

施工技術及機具自動化現況調查及分析研究

計畫主持人：曾元一 處長

共同主持人：陳振川 教授

陳清泉 教授

劉正良 教授

陳飛熊 副總經理

劉 霆 教授

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：財團法人台灣營建研究中心

中華民國八十一年六月

產業自動化－營建業自動化計畫成果報告

計畫編號：01-81-004

執行期間：80年10月1日至81年6月30日

施工技術及機具自動化現況調查及分析研究

計畫主持人：曾元一（行政院營建工程事業管理處處長）

共同主持人：陳振川（臺灣大學土木工程研究所教授）

陳清泉（臺灣大學土木工程研究所教授）

劉正良（臺灣大學機械工程研究所教授）

陳飛熊（新亞建設開發股份有限公司副總經理）

劉 霆（臺灣大學機械工程研究所教授）

研究人員：蘇定縱（中華工程公司副理）

李宏仁（行政院營建工程事業管理處組長）

陳志勇（行政院營建工程事業管理處組長）

林詹雄（行政院營建工程事業管理處副組長）

專任助理：薛如舜 蕭獻賦 陳家麟

兼任助理：章紀川 郭學川 李萬凱 梁志超 林清芳

協助人員：張程皓 李知仁 王偉仲 吳柏文 張倩瑜

主辦單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：財團法人台灣營建研究中心

中華民國八十一年六月

摘 要

本研究係配合行政院推動之「中華民國產業自動化計畫」中營建自動化工作範圍。承辦單位內政部建築研究所籌備處為瞭解國內營建業施工技術與機具自動化現況乃委託財團法人台灣營建研究中心與中華民國營建管理協會進行本計畫，期能掌握推動方向，進而研擬配合政策與獎勵措施以促進國內營建業自動化。

本計畫之執行內容包括現況調查與分析研究以及自動化管理推廣兩部份。前者係藉由文獻蒐集、問卷調查、訪談、座談會與密集之工作會議方式進行。營建自動化理念之推廣則經由計畫之推動加強與營建業者溝通觀念，並藉舉辦六次研討會與一次綜合性之說明會，引介國內營建自動化成果與發展趨勢。

研究結果顯示目前密集之國建六年計畫對刺激國內營建業自動化程度有正面效果，唯工程延續性是營建廠商投入自動化發展的最大誘因。雖有少數單位對施工技術與機具自行研發之案例，但整體自動化之研發層次並不高，大多僅能止於機械化。為解決面臨之勞工缺乏、環保要求、以及工程品質與工期等問題，業者多仰賴國外引進之施工技術。施工機具亦多自國外引入。鑑於以往大型營建廠商施工機具使用率偏低，機具之引進應妥善規劃，已初具製造能力之國內施工機具製造業應加以適度輔導，以強化其研究發展能力。此外，引入施工機具時，亦應注意資格之技術操作人員數量不足之問題。本報告並依過去（約在民國六十年代及以前）及現階段（約自民國七十年代至目前），表列國內施工技術與機具使用狀況並與國外先進科技相互對照，對目前急須引進或發展自動化之項目，提供參考。文中並對提升營建施工技術與機具自動化之策略提出建議。

關鍵詞：營建自動化、施工技術、施工機具

Investigation and Analysis on Automation of Construction Techniques and Equipments

ABSTRACT

This research project is a part of the construction automation program, which is one of the main program "Industrial Automation Plan of The Republic of China" currently engaged by the Executive Yuan of R.O.C. This project, carried out by Taiwan Construction Technology Research Center and Chinese Construction Management Association was sponsored by Building Research Institute of Ministry of Interior Affairs. The results of this study will help to formulate the policy and encouragement measures to promote the construction automation of this country.

The content of the study includes two parts, which are (1) state-of-the-art survey and analysis, and (2) promotion of concept on construction automation. The first part was performed through literature review, questionnaire survey, site visits, organization of symposiums, and intensive working meetings. The later part aims to exchange view points with people working in the construction industry. Five seminars with specific topics and one public hearing type seminar were organized to introduce the results of construction automation and the trend of development in this country.

The results of this research shows that the Six-Year National Development Plan has induced the desire of automation in the construction industry, however their devotion to R&D needs the sustainable promising in the construction market. There are few construction contractors engaging on R&D activities of automation of construction techniques and

equipments. The general level of automation is regarded as low, the work is usually limited to mechanization. The advanced construction techniques and equipments are mostly imported from abroad to meet the urgent requirements due to labor shortage, environmental concern, construction schedule and the quality of construction work. Due to the low operating frequency of construction equipments of major contractors in the previous time, the import of equipments should be in proper regulation. The local manufacturer of construction equipments, having fairly good assemble and manufacture capability, needs the proper assistance from government to enhance their ability in R&D. One must beware of the condition of lacking qualified operating personnel when large amount of equipments are imported to meet the massive construction loads. This report itemizes the current (1980 – now) and past (before 1970) status of local capability in construction techniques and state of using equipments, and was compared with that of current technology in advanced foreign countries. The needs of major construction techniques and equipments and R&D in respective engineering fields are listed for reference. Some stratages to promote the automation of construction techniques and equipments are proposed in this report.

目 錄

第一章 緒論	1
1.1 研究緣起與目的	1
1.2 研究內容	2
1.3 研究方法	2
第二章 文獻回顧與探討	5
2.1 施工技術與施工機具自動化之定義	5
2.2 國內施工技術及機具自動化成果研討	5
2.3 國外施工技術及機具自動化成果研討	14
第三章 施工技術與機具自動化推廣活動	43
3.1 座談會系列	43
3.2 研討（說明）會系列	45
第四章 施工技術與機具自動化調查分析	47
4.1 施工技術及機具的提升與國內重大公共建設	47
4.2 個案訪談調查	52
4.3 專業座談會	59
第五章 問卷設計與調查結果	61
5.1 問卷調查與訪談之目的	61
5.2 問卷設計要點	61
5.3 調查範圍	64
5.4 調查取樣與測量方法	64
5.5 問卷分類及編號	65
5.6 調查結果	67
第六章 國內施工技術自動化現況與分析	83
6.1 前言	83
6.2 廠商現有自動化程度	83

6.3 急需開發或引進之自動化施工技術.....	92
6.4 自動化推動困難點	103
6.5 法令政策與制度配合之改善建議	107
6.6 推動施工技術自動化之策略.....	110
第七章 國內施工機具現況與分析	113
7.1 前言.....	113
7.2 營建施工機具分類	113
7.3 機具代理供應商	115
7.4 國內施工機具數量與分佈現況	116
7.5 問卷與訪談結果分析與討論.....	117
7.6 國內施工機具使用情況	121
7.7 結論.....	127
第八章 國內機械業發展自動化施工機具可行性評估	129
8.1 前言.....	129
8.2 國內施工機具製造業現況	129
8.3 國內機械製造業現況.....	131
8.4 依技術、市場、時間、人才、資本進行可行性評估	135
8.5 發展策略與推動方法.....	137
第九章 國內施工機具自動化之分析	141
9.1 前言.....	141
9.2 問卷與訪談結果分析.....	141
9.3 施工機具自動化之發展與推動策略.....	142
第十章 結論與建議.....	145
10.1 結論	145
10.2 建議	147
附錄一 參考資料	149
附錄二 施工技術及機具自動化研究近階段工作時程	155

附錄三	人力與任務配置圖	157
附錄四	計畫執行預定進度表	159
附錄五	專業工程座談會	161
附錄六	訪談摘要	207
附錄七	國內潛盾工程施工實績表、潛盾機分類與特性表、潛盾機型選 定之比較表	233
附錄八	日本各大參與自動化研發建設公司之通訊住址及其自動化機械 開發產品一覽表	237
附錄九	訪談記錄	249
附錄十	座談會摘要	265
附錄十一	研討會摘要	283
附錄十二	工作計畫執行會議記錄	311
附錄十三	第一階段調查問卷	327
附錄十四	第二階段調查問卷	351

圖目錄

圖 2.1	日本高樓營建機械人從事建造維護工作觀念示意圖	18
圖 4.1	營建業從業人力圖	51
圖 4.2	歷年公共投資金額統計圖	51
圖 5.1	問卷調查編號索引示意圖	66
圖 5.2	自動化過程中內部遭遇到之困難統計圖	67
圖 5.3	自動化過程中外在環境之影響統計圖	69
圖 5.4	期望以何種方式引近自動化技術統計圖	72
圖 5.5	期望政府在自動化研發過程中扮演的角色統計圖	73
圖 5.6	營造廠商自有機具現況統計圖	75
圖 5.7	引進自動化施工機具之策略性目標統計圖	76
圖 5.8	引進自動化技術及機具時對人員之要求統計圖	80
圖 5.9	引進自動化之意願統計圖	81

表目錄

表 2.1	山岳隧道工程	19
表 2.2	潛盾工程	21
表 2.3	水壩工程	23
表 2.4	路面鋪裝工程	25
表 2.5	建築工程	27
表 2.6	土方工程	30
表 2.7	基礎工程	31
表 2.8	混凝土工程	33
表 2.9	水中作業	35
表 2.10	安裝及其他	37
表 6-1	施工技術自動化之現況(測量控制及基礎施工技術)	84
表 6-2	施工技術自動化之現況(開挖、模板、混凝土及瀝青混凝土施工技術)	85
表 6-3	施工技術自動化之現況(吊置安裝、預鑄組件製裝、運送輸送及表面裝修施工技術)	86
表 6-4	施工技術自動化之現況(品質管制、預測分析及監測與儀控分析施工技術)	87
表 6-5	施工技術自動化之現況(污水防制環工施工技術)	88
表 6-6	施工技術自動化之現況(工程規劃管理施工技術)	89
表 6-7	施工技術自動化之現況(整合性施工技術)	89
表 6-8	現階段各「工作項目」之自動化現況配分比	90
表 6-9	現階段各「工程類別」之自動化現況配分比	91
表 6-10	施工技術自動化之需求性(測量控制及基礎施工技術)	93
表 6-11	施工技術自動化之需求性(開挖、模板、混凝土及瀝青混凝土施工技術)	94

表 6-12	施工技術自動化之需求性(吊置安裝、預鑄組件製裝、運送輸送及表面裝修施工技術).....	95
表 6-13	施工技術自動化之需求性(品質管制、預測分析及監測與儀控分析施工技術).....	96
表 6-14	施工技術自動化之需求性(污水防制環工施工技術).....	97
表 6-15	施工技術自動化之需求性(工程規劃管理施工技術).....	98
表 6-16	施工技術自動化之需求性(整合性施工技術).....	98
表 6-17	現階段各類「工作項目」自動化需求之優先順序.....	99
表 6-18	現階段各「工程類別」自動化需求之優先順序.....	100
表 6-19	「我國建設工程技術水準提升策略研究」對於施工工法應優先研發之調查結果 [6.1].....	101
表 6-20	「發展營建業自動化環境之研究」中營建工程細項發展自動化優先順序統計表 [6.2].....	102
表 6-21	企業自動化申請獎勵與補助有關法令資料一覽表.....	109
表 7.1	營建機械分類.....	114
表 7.2	營建機具進口歷年金額統計表.....	120
表 7.3	自日本進口營建機具歷年金額統計表.....	122
表 7.4	自日本進口營建機具歷年百分統計表.....	123
表 7.9	榮工處履帶機具歷年使用率統計表.....	124
表 7.10	新亞建設公司各型機具歷年使用率統計表.....	125
表 7.11	中華工程公司國內機具歷年使用率統計表.....	126

第一章 緒論

1.1 研究緣起與目的

為了迎接廿一世紀來臨與世界潮流之影響，中華民國正積極推動產業自動化計畫，冀能提升國民生活品質與經濟成長，使我國順利邁入已開發國家之林，並於民國 78 年 12 月 6 日經行政院核定之「中華民國產業自動化計畫」在行政院自動化執行小組推動之下，依製造業、商業、農業、營建業等區分全面推動。被列為重點項目之一的營建業是一項重要的民生工業，在先進國家國民生產毛額中佔有重要比例，而其所牽涉之營建材料、原料等供應與製造技術發展亦影響頗大，常被視為火車頭工業。早期，由於國內營建環境之不健全，與營建工程規模太小，以致於營建業研究發展不足。營建業於經營環境不佳狀況下，更談不上營建自動化。然而，由於公共建設投資之遲滯，國內基層建設狀況已無法滿足經濟發展與民眾生活品質提升之需求。自民國八十年起推動之「國家建設六年計畫」便是因應而生之重大政府決策。此項以公共工程建設為主體且投資總額高達八兆二仟億之「國家建設六年計畫」不啻為營建之發展帶來一線生機，惟因社會環境結構之改變與傳統營建桎梏之影響，國內營建業之勞動力供給日漸薄弱，環保意識日漸高漲，如何減少人力、減輕污染，並能提升工程品質是目前營建工程界努力的重大課題。我國營建業如何能在歐、美、日等國強勢營建技術領先下克服營建環境之艱鉅，參與國家建設並能藉以提升營建科技實為重要之課題。內政部建築研究所籌備處負責推動營建自動化之政務，冀望經由以十年為期之營建自動化的推動，達到提高營建業生產力、提升營建工程品質、改善勞工作業環境與解決勞工短缺問題。在諸多推動項目中，內政部建築研究所籌備處為瞭解國內營建業施工技術與施工機具自動化現況，乃委託中華民國營建管理協會與財團法人臺灣營建研究中心進行本研究計畫，以期掌握其發展方向，進而研擬配合政策以促進國內營建業施工技術與施工機具之自動化。研究調查成果亦將

提供相關單位，制訂「營建施工技術及機具自動化評審標準及獎勵標準」之參考，以推行自動化成效獎勵，冀能達到激勵與提升國內營建業自動化之成效。

1.2 研究內容

- 一、建立國內「施工技術與機具自動化」現況之基本資料。
- 二、了解國內「施工技術與機具自動化」之自動化程度，以利整合國內現有技術及掌握未來發展之方向。
- 三、提供內政部建築研究所籌備處制訂「施工技術及機具自動化評審標準及獎勵基準」之參考。
- 四、彙整國內有關「施工技術與機具自動化」之文獻資料，便利爾後各相關單位參考。
- 五、評估國內施工機具製造業發展可行性與優先順序。
- 六、利用座談會、研討會推動營建自動化理念，並引介自動化優良成果。

1.3 研究方法

本研究執行期間除與推動營建自動化評選獎勵措施－「施工技術與機具自動化」研究小組保持密切協調外，並以下述方法進行：

一、國內外資料與文獻蒐集

1. 蒐集國內相關文獻
2. 瞭解施工機具與技術自動化發展狀況。
3. 商請國內公家工程主管機構或營建廠商提供相關資料

二、舉辦座談會

1. 分梯次邀請施工機具業者（包括代理商）、施工機具出租業者、使用新施工技術或機具設備之施工單位參加座談會。以期能瞭解國內施工機

具成長狀況與市場供需，主要施工機具之種類與製造單位，以協助擬定問券調查對象與內容。

三、問卷調查與訪談

分別針對業主與營建廠商及各專業工程領域之專家學者進行兩階段問卷調查與必要之訪談，對業主瞭解其推動自動化之意願、困難點與相關法令制度配合之問題。對營建廠商瞭解其：

1. 是否引進新施工技術或機具而能有效解決工程問題
2. 是否發明與改進現有（或新購）機具，使能提高施工效率。
3. 是否發明新施工技術，使能克服工程難題，以達到節省工時、減少成本，或提升工程品質。
4. 使用自動化機具與施工人力之關係
5. 是否曾運用電腦軟硬體來提升施工機具之自動化
6. 推動意願、困難點與法令制度配合之問題

另針對專業工程領域（分為高層建築、隧道工程、橋梁工程、鋪面工程、港灣工程、水庫工程六項）瞭解其過去（民國六十年代及以前）、現階段（民國七十年代至八十年代）國內施工技術及機具之演進與自動化之現況以及國外目前發展狀況。

四、問卷調查結果分析

分析結果提供政府相關單位和「施工技術及機具自動化」獎勵評審之參考。研討與分析內容包括：

1. 工程市場與勞力需求
2. 勞工供需
3. 國內營建業施工自動化之成效
4. 施工技術發展與引入現況（含專利保障與合作開發等）
5. 機具使用、引入與分類
6. 未來發展之趨勢

7.應配合之研究發展工作

8.檢討國內施工機具製造與發展可行性評估(含拌合、品管、輸送與施工)，特殊機具(隧道、橋樑等)製造與施工自動化研討等。

五、專業座談會

配合第二次問卷調查，將回收之問卷資料彙整後邀請填寫問卷之各專家學者參與座談會，並將大家之意見綜合討論後整理成完整之調查表。座談會型式依各個不同之專業領域分別舉辦如下：

- 1.高層建築
- 2.隧道工程
- 3.橋梁工程
- 4.鋪面工程
- 5.港灣工程
- 6.水庫工程

六、舉辦研討會與說明會

內容將包括混凝土生產與施工自動化等，共計舉辦六次研討會與一次說明會茲述如下：

- 1.隧道自動化研討會
- 2.高強度混凝土研討會
- 3.滑動模板研討會
- 4.飛模與爬模研討會
- 5.我國營建業自動化現況與未來趨勢說明會
- 6.鋼橋施工法與自動化研討會
- 7.營建自動化（潛能、獎勵措施）研討會

第二章 文獻回顧與探討

2.1 施工技術及施工機具自動化之定義

營建施工自動化，狹義地說是「營建施工不假手人力，自行動作」，亦即是達到完全之自動化。能完全自動化固然理想，但並非一蹴可幾，在經濟的考量上有時亦不合算，故施工之「部分自動化」（減少部分人工之操作）亦為政府目前推動營建自動化努力之目標。因此廣義地來說，凡為因應當前營建環境之需求，能改良機具，達到「省工」、「省時」、「提高生產力」及「改善勞工工作環境」、「減少勞工職業傷害」等均認為是達到了營建自動化之需求。營建業多藉機械施工，營建業「施工技術自動化」與「施工機具自動化」之界限甚難劃分，由於「施工技術自動化」與「施工機具自動化」之發展要求重點不同，在推動自動化時需分別針對重點著力方易獲致成效。因此有必要將「施工技術自動化」與「施工機具自動化」明確界定。茲分述如下：施工機具藉由機械化、程式化、無人化等階段性改良，以提升營建工程之品質、成本、工期、安全及環境等效益者，列為施工機具自動化之範圍。使用自動化機具群或利用整合技術以提升施工技術者，列為施工技術自動化之範圍。

2.2 國內施工技術及機具自動化成果研討

2.2.1 我國近代營建工程之回顧

我國營建工程發展可以概略分成以下三個階段：

- 一、機械設備艱困階段
- 二、十大建設及其後續之十二大、十四大建設—機械化施工階段
- 三、國建六年計畫—營建自動化萌芽階段

在十大建設以前（即民國六十二以年前）國內民間營建工程限於資本規模太小，故施工機械及技術均相當落後，大部份工程均以傳統施工方式為之，

主要施工機械設備仍是相當克難之機械及傳統手工具，當時公路上之搬運車輛及簡單吊裝機械已屬昂貴之裝備力，此階段之公共建設以鐵路局、公路局、水利局及港務局、林務局為主，其使用之機械設備有兩個重要來源，其一是由大陸撤退來台之舊有設備克難改裝而成，其二是爭取美援，機械設備之獲得在此階段可謂相當艱困[2.16]，此階段重要的工程有中部東西橫貫公路、蘇花公路、西螺大橋、全省環島公路及橋樑、高雄港、基隆港之擴建、白河水庫、全省水利灌溉系統、治山防洪工程、台中清泉崗公館機場等諸多民生基本建設；由當時榮民弟兄以圓鋤、十字鎬及簡單鑽孔機打造台灣中部東西橫貫公路，可反應當時機械設備獲得艱困之情景。

此階段之末期，有兩項以當時國情來看、規模相當龐大，影響民生至鉅之工程，即石門水庫與曾文水庫，這兩項工程可以說是十大建設之先驅，巨量龐大的土石方施工，引進了大量土方施工進了機械化施工階段。

民國六十二年以後，政府積極推動十大建設，由於營建工程規模龐大，已非傳統手工具及簡單機械施工所能克服，施工機械化之大力推動乃時勢所趨，而當時因教育普及，施工技術人才之培育與施工機械作業人員之訓練已不是問題，又因社會安定，民生逐漸富裕，施工機械之取得亦無困難，然因十大建設之建設形態為基本建設，故此階段所引進之施機械大部份是基本建設機械，例如：推土機、裝載機、刮運機、壓路滾、平路機、打樁機、吊車、塔式吊車、拌合車、混凝土泵浦車、拖板車、傾卸車、台船、拖船、輸送帶、碎石機、鋪路機等等，由於大量基本施工機械之成功引進，十大建設進行相當順利，國內營建業亦達成一致之共識即營建工程必須朝機械化施工方向前進。

十大建設之後，由於建設成果及其積效極為顯著，國內經濟繁榮，於是政府陸續推十二大及十四大建設，基本上十二大及十四大建設是十大建設之延續，在主觀之建設本質上並無多大變化，但由於近年來社會變遷結果，在客觀之建設環境上已有相當多變化，說明如下：

一、營建勞工嚴重缺乏，技術勞力不足，工資高漲。

二、社會福利進步要求提高，勞工安全保障意識抬頭，勞基法公佈實施，勞工傷害要求降低。

三、社會成熟進步，工程品質要求嚴格，工期要求縮短，生產力要求提高。

四、環保意識提高，工程干擾要求儘量降低。

由以上所述營建環境之變化來看，以單純之機械化施工已逐漸不能滿足我國社會需求。

八十年代政府積極推動國建六年計畫，由於計畫實施之迫切性，又鑑於國內勞工短缺，國際營建廠商虎視眈眈，外藉勞工充斥國內，因此政府出面提倡營建自動化，鼓勵民間營造業者及學術研究機構共同開發符合國內營建需求之自動化機械及施工技術，行政院特定於民國八十年起進行為期十年之營建自動化計畫[2.1]，並特別成立營建業自動化執行小組負責整個計畫之規劃，整合及協調，由內政部建築研究所籌備處負責推動，期使所有政府建管單位、政府工程單位、學術研究機構、營造廠商、建材商、建築師、各類專業技師及所有相關公會均能共襄盛舉。

首先，內政部建築研究所籌備處為了解營建業對自動化之需求特別於七十九年四月間組成工作小組，針對規劃設計自動化，營建管理自動化，施工機械自動化，營建材料自動化，智慧型建築五項課題分別研訂研究架構，並期能將營建業自動化技術之引進，推廣獎勵辦法，一併納入中程計畫分五年進行。為了解先進國家營建自動化發展現況，內政部建築研究所籌備處並於七十九年十一月至八十年二月間分成日本，美國，歐洲三國分批出國考察，為使考察內容深入，未來推動能夠落實，邀請業者共同參加，總計參與人數達六十三人，考察後經六次座談會，獲致營建自動化未來研究及推廣的方向及結論[2.2]。

其次，另行政院公共建設督導會報亦於七十九年底特別針對營建自動化擬定推動之策略：

一、建立自動化推動體系，發揮整體力量。

二、創造自動化環境，促進業者參與意願。

三、推廣自動化技術，提升工程品質。

四、加強自動化人材培訓，因應自動化需要。

同時為增進營建業資訊流通，提升營建業整體產能與品質，行政院公共建設督導會報委任製作「營建業電腦諮詢服務系統」，針對營建廠商之需求建立各資料庫，即時提供營建廠商各類資料之查詢，期以公開化、透明化之商情服務，藉以提升營建廠商之工作成效，並降低其對營建自動化推動之疑慮及錯誤方向。

此外國道新建工程局及台北市政府捷運工程局等國內兩大負責重大交通建設單位，亦分別成立營建自動化推行小組，希望在重大建設之規劃初期，即能主導工程顧問公司在設計上能全力配合。

在獎勵民間投資方面，內政部營建署配合考量優惠稅率於民國81年1月31日適時發佈「民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」。其中第二條第四項和第五項、第三條及第五條等獎勵辦法，業者可以引用申請抵減所得稅。另內政部建築研究所籌備處亦委託中華民國營建管理協會與台灣營建研究中心制訂「營建業施工技术及機具自動化評選獎勵措施」，即將定案。

中華民國營建管理協會自動化促進委員會，近兩年來亦有相當積極之努力與表現。

至此無庸置疑，政府有相當強烈之企圖，希望結合政府與民間之力量，藉著八十年代之六年國建計畫之推動，促使營建自動化能在國內萌芽。

2.2.2 國內營建自動化之環境

由前節我國近代營建工程之回顧，可了解國內施工機械之大量使用是在六十年代及七十年代，而於營建自動化方面之警覺與努力是七十年代後半段及八十年代初期的事，觀其自動化程度亦僅止於技術引進及移轉階段，其原因很多，以下作簡要兩點說明：

一、國內缺乏大型施工機械製造商

國內施工機械，除少數小型機械外，大部份均依賴國外，尤其是鄰

國日本，長期下來國內遍佈外國機械之代理商及施工機械維修工廠，然並無具實力之國人自營之施工機械製造商。

二、國內缺少大型營造公司

國內營造公司規模太小，長期以來受景氣波動影響，投機氣氛太濃，長期缺乏施工技術及施工機具改良以及營建管理之研究部門。

觀察日本營建自動化開發成功過程，主要是由於營造業與機械製造業之結合，國內由於我國同時缺乏大型機械製造商及大型營造公司，營建自動化僅限於技術引進及移轉也就不足為奇。然而我國營建自動化環境亦非全然不利，以下說明之：

一、國內營建業施工環境與日本極為類似

當初日本朝向營建自動化之因素與目前國內推動營建自動化原因極為類似 [2.3]，營建自動化技術日本領先我國一段期間，其經驗勘成為國內借鏡。

二、國內電子、資訊工業發達

施工技術及機械之自動化，有賴感測裝置、數值控制及程式語言等自動控制軟體技術之開發，而這些技術開發最重要條件就是電子及資訊工業之發達，所幸我國電子及資訊工業已具相當基礎。

三、工程複雜性增加

因國內天然環境特殊，平地工址取得不易，跨河越山或山中(隧道等)與地下大型結構日多，為增進施工效率，改善施工環境與增進工程品質，已非傳統工法所能達成。

2.2.3 國內營建自動化成果

有關國內營建自動化成果，可概略整理成下列三方面：

一、重要新機具或新技術之引進(下列所述本報告選擇個案在第四章有較詳細之訪談及其記錄)

引進新機具或新工法名稱	工 程 名 稱 或 地 點	備註
一、橋梁 1.鋼結構橋 2.預力混凝土橋梁 3.桁架推進工法 4.懸臂工法預力箱型橋 5.節塊推進工法 6.連續鋼拱橋 7.混凝土斜張橋 8.鋼斜張橋	西螺大橋 第一旭橋、後龍溪橋、大安溪橋、中沙大橋、淡水河橋等 士林橋、淡水河橋 長虹橋、圓山橋、牛欄河一、二號橋等 北二高頭前溪橋 北宜高速公路頭城高架橋（尚未施工） 關渡橋 光復橋 重陽橋	民國40年引進 民國45年引進 民國52年引進 民國56年引進 民國80年引進 民國64年開工 民國65年引進 民國77年開工
二、潛盾工程 1.氣壓式潛盾 2.機械式潛盾 3.泥水加壓式潛盾 4.土壓平衡式潛盾 5.加泥土壓平衡式潛盾	台北市、高雄市衛生下水道及台北市捷運系統	民國65年引進
三、隧道工程 1.新奧工法 2.多手臂油壓鑽堡 3.隧道自動出碴設備 4.隧道削掘機 (巨臂旋轉隧道開挖機) (Road Header) 5.噴凝土機器人 6.噴凝土臂 (Aliva260) 7.升井鑽鑿工法 (Raise-Boring Machine) 8.全斷面隧道鑽掘機 (Tunnel Boring Machine)	台電明湖工程、佳山計畫建安工程、花東公路中央隧道、台電奇萊電廠 台電明湖工程、佳山計畫建安工程 北二高新店隧道 龍形隧道 捷運木柵線408標福州山隧道 北二高新店隧道 捷運木柵線408標福州山隧道 南迴鐵路豎井工程 北宜高速公路坪林隧道工程	民國69年引進 民國78年引進 民國78年引進 民國78年引進 民國74年引進 民國81年引進

引進新機具或工法	工 程 名 稱 或 地 點	備註
四、滑動模板		
1.穀倉滑模	台糖小港糖廠玉米黃豆圓倉、洽發實業總廠圓倉、台中港廠圓筒散裝倉等	民國65年引進
2.煙囪滑模	基隆協和發電200m及250m超高梯椎形RC煙囪、榮總台中分院動力中心、高雄分院煙囪、善化糖廠煙囪、中鋼煉焦工場、燒結工廠煙囪、內湖、木柵垃圾焚化廠煙囪、士林紙業永安廠汽電共生煙囪、通霄發電廠煙囪	民國64年引進
3.水泥倉滑模	中鋼拌料系統原料儲倉工程 特種水泥圓庫 亞泥新竹廠花蓮廠生料倉、熟料倉 台泥台北製水泥發貨站	
4.橋梁胸牆混凝土自動鋪築機	北二高工程	民國80年引進
5.剛性路面滑動模板	機場、中山高速公路及北二高之收費站	
五、路面鋪築		
1.剛性路面混凝土鋪築機 (通常含下列機具)	松山機場 (slide form) 朝賴橋至關渡 (公路局) 中正機場、高速公路北二高等	民國45年引進 民國56年引進
a.兩側滑動模板		
b.掃紋養生機		
c.混凝土機		
d.噴砂機		
e.灌縫機		
2.橋面鋪築機	中山高速公路第9標淡水河橋	民國62年引進
3.全自動水泥拌合廠	台中清泉崗公館機場工程	民國46年引進
4.柔性路面瀝青混凝土鋪築機 (通常含下列機具)	台中清泉崗公館美軍軍用機場工程 (二次大戰前日本人以設有三套熱拌瀝青混凝土廠及柴油引擎或蒸氣引擎壓路機)	民國46年引進 (民國26年)
a.液化瀝青撒佈車		
b.兩輪壓路機		
c.膠輪壓路機		
d.三輪壓路機		
e.灌縫機與鋸縫機		
f.瀝青混凝土鋪築機		

引進新機具或工法	工 程 名 稱 或 地 點	備註
六、高層建築 (通常含下列設備) 1. 塔式吊車 a. 固定式 b. 爬升式 c. 自走式 2. 鋼骨遙控吊裝系統 3. 鋼骨自動焊接設備 4. 防火被覆噴灑系統 5. 紅外線測準儀 6. 單軌吊車帷幕牆吊裝 7. 混凝土壓送機 8. 粉平機、抹光機	台電大樓、世貿大樓、台環企業旗艦、遠東企業中心、新光人壽大樓、榮總等 金山核能發電廠工程	民國50年引進
七、鋼構 (通常含下列設備) 1. 半自動電焊機 2. 鋼板自動切割機 3. 電動鑽孔機 4. 自動噴砂設備 5. 自動噴漆設備 6. 自動植焊設備 7. 電鍍防銹槽 8. 電腦放樣機	中鋼結構、唐榮、春源等	
八、基樁 1. 預疊樁 2. 反循環基樁 3. 全套管場鑽掘基樁 4. 高壓噴射樁 5. 各式連續壁 6. 預鑄連續壁 7. 排水砂樁擠壓砂樁 8. 其他地盤改良設備等	一般建築工程 一般建築工程 各種橋梁工程 捷運工程及其他工程 地鐵、捷運工程及一般建築工程 高雄博愛路地下道 一般地盤改良	民國73年引進

引進新機具或工法	工 程 名 稱 或 地 點	備註
九、測量儀器 1.雷射經緯儀 2.雷射水準儀 3.光波測距儀 4.航空測量		
十、重機械 1.吊車 2.推土機 3.平路機 4.裝載機 5.括運機 6.開挖機（怪手）	（首批機械由大陸撤退到台灣時由「物資供應局」帶入臺灣） （此種機具使台灣土方作業起很大之變化，目前幾乎成為萬能代理機具）	民國38年 民國58年引進
十一、其他 1.水刀（層縫處理） 2.水箭（消除不良混凝土） 3.索道混凝土澆置法 4.管幕工法 5.打樁動力分析儀	德基水庫工程、翡翠水庫工程 台北市捷運工程錦西街工地 達見水庫、翡翠水庫工程 高雄博愛路地下道工程 一般試樁	民國80年引進 民國74年引進

二、工廠化、標準化、規格化預鑄生產

1. 太平洋預鑄房屋
2. 榮工處中壢預鑄廠
3. 中華工程高壓脫水機混凝土蓋板預鑄廠
4. 新亞建設環片預鑄廠
5. 亞利公司環片預鑄廠(亞泥公司，樹林)
6. 利康工業股份有限公司(捷運工程玻璃纖維加強水泥隔板)
7. 中道工程(人字型預鑄擋土牆)
8. 南亞塑鋼門窗
9. 中華鋁門窗
10. 力霸鋁門窗
11. 中鋼結構公司(鋼結構)

三、開發自動化儀器或機械

1. 全自動靜力試樁系統(榮工處)
2. 全自動監測警報系統(榮工處)
3. 隧道斷面自動量測儀(榮工處)
4. 自記變形式隧道用鋼模(榮工處)
5. 氣壓式浮沉台船(中華工程公司)
6. 自動架筋機 (中華工程公司)
7. 工程升降台車 (中華工程公司)
8. 混凝土試體抗壓機自動計讀系統(中華工程公司)
9. 蓋板自動焊接機具(新亞建設公司)

2.3 國外施工技術及機具自動化成果研討

世界上推動營建自動化研究的國家很多，包括德國、瑞典、英國、韓國等，然而主要三個先進地區為美國、日本及歐洲。綜合各國研發及實際推動之經驗顯示，營建自動化之最大問題來自營建產業本身的特性[2.4,2.5]，由

於營建產業本身具有之獨特性質，與自動化推動成功之產業（工業及製造業等）相較，存在相當多之差異 [2.3,2.4]。故其自動化推動遠不如一般產業順利，為考量營建作業之龐雜，且其研發自動化不但成本甚高，時間冗長，美國營建工業學會 (Construction Industry Institute) 曾提出採用自動化潛能方式進行衡量，以決定各種作業自動化之優先次序，類似有關營建自動化潛能評估方法之文獻甚多 [2.4,2.6,2.7]，其目的就是建立營建作業自動化評估模式。

有關國外施工之技術及機械自動化成果僅就美國、日本及歐洲三大區域，分述如下：

一、美國：

美國之機械製造業相當發達，著名的 Caterpillar, Robbins... 等大型施工機械製造商均在美國，然而自 1960 年代開始，美國營造工業之生產力卻以每年百分之一到百分之二的比例下降，致使業界迷漫著一股新的危機意識，希望能藉營建自動化這種創造性方法，來提高工程發展過程各階段的生產力。

美國為了挽救逐日衰退之營建業並期能在下一世紀與日本營建業競爭，在有限經費下經由國家科學基金會 (NSF) 贊助里海大學大型結構系統先進科技中心進行無焊接鋼構梁柱接頭之研究，目的在配合發展中之電腦控制自動化組立系統（為具有視覺與抓舉能力之機械，稱為 Stewart Platform）之建築自動化組立作業。

有關美國在施工技術及機械自動化之成果簡述如下 [2.8]：

(一) 人工智慧與營建機械人之研究

根據 Slocum [2.10] 之報告，美國在人工智慧 (AI) 方面之研究目前領先各國。美國貝泰公司的 AI 研究所已開發並販賣所謂專家系統外殼 (Shell)，外殼是一種能接受主題輸入並加以處理的程式，由使用者自行添加主題知識，而此主題知識是為產品的重心，AI 的良足進步將使營建自動化邁入新的領域。另有關美國在營建機械人方向之研究，目前主要是由 Carnegie Mellon 大學所領導。1987 年文獻 [2.11] 顯示美國三哩島的

核電輻射外洩事件即是採遙控式機器人圓滿達成修復工作。

(二)規畫設計

1.三度空間模式系統由貝泰公司自行開發，此系統能處理典型工程設計與營建方面所有項目，能够在現實環境中，很容易而且可靠地運作，系統中之所有資訊皆存於一共同關連式資料庫中，並能進行資料轉換，因而工程規範、材料數量與訂單等均能自動產生，大幅減少人力與時間。

2.Walkthru 系統

Walkthru 是貝泰公司最新工程自動化工具，該系統係以即時三度空間動畫與視覺效果輔助，讓使用者彷彿走入設計圖中檢視一般，使用者經由控制盤模擬即可控制設計圖中各物件之動作，詳細檢視各物件組合時可能發生之衝突。

(三)施工技術方面

- 1.預鑄混凝土建築：包括構架接頭及接頭系統可防震。
- 2.Ortina 系統：先將預鑄完成之牆板與樓板，運送至建築基地上堆疊在一起，以起重吊裝方式組立，可以一天立成一層之速度迅速組立。
- 3.模板系統：包括 INTERFORM 飛吊式模板系統，STUDFORM 托梁組合模板系統 MODEUFORM 組件式混凝土模板系統等。

(四)施工機具方面

1.振動式抹平機

Morrison 抹平機為該公司之專利，能均勻傳遞高頻率於整個抹平機，在兩端各有一組動力，可節省相當人力。

2.Miller 滑動模板系統

重要產品概列如下：

M-1000 型 道路側方及排水溝混凝土澆築機。

M-8100 型 道路側方、排水溝、公路護欄、道路鋪築等

M-8800 型 係以自動化控制系統操作，由監控器控制施工高程方向及坡度。

3.RCC 混凝土切割機

4.Whiteman 粉光機 為動力粉光機產品有 I 系列、B 系列、HD 系列、HP 系列、雙葉片系列、乘座式等。

二、日本：

日本於 1970 年代末期開始推動營建機械人之研究發展。雖然有許多政府單位與學術單位進行相關研究，但日本在營建自動化機械（機械人）之研究開發主要是由民間營造建業界為主導，特別是鹿島、大成、清水、大林組及熊谷組等五大建設公司施工機械製造業者密切結合。進行施工機械之開發在日本，營建機械人並無明確之定義，而通常指能替代人力者即是。許多實驗性與已實際應用之機械人被使用來建造隧道、拆除建物與建造或維護建築物建與維護工作之不同功能機械人。根據 Paulson 教授之研究 [2.12]，日本不但是最早將自動化技術運用在營建產業，而且根據 1989 年里海大學 Groove [2.13] 等人的調查亦指出，日本在營建施工機械人之開發數量領先各國，其製造及運用方面亦遙遙領先世界各國。綜觀日本在營建工程之投資額由 1980 年至 1985 年每年約為 50 兆日元，而至 1989 年增為 70 兆日元，其營建方面之從業人員卻沒有增加，主要原因就是藉自動化來提高營建作業之生產力，適時解決營建從業人員之困境 [2.14]。

基本上，日本應用自動化施工機具於兩方面。第一：在傳統營建程序上替代工人。第二：重新設計建築物使其配合自動化作業，使用建築單元系統配合預鑄與量產構件及一群自動化施工機具作業。舉例而言，大成公司已擬定計畫準備進行高層建築施工，待建築物基礎與地面層建立，電腦控制之營

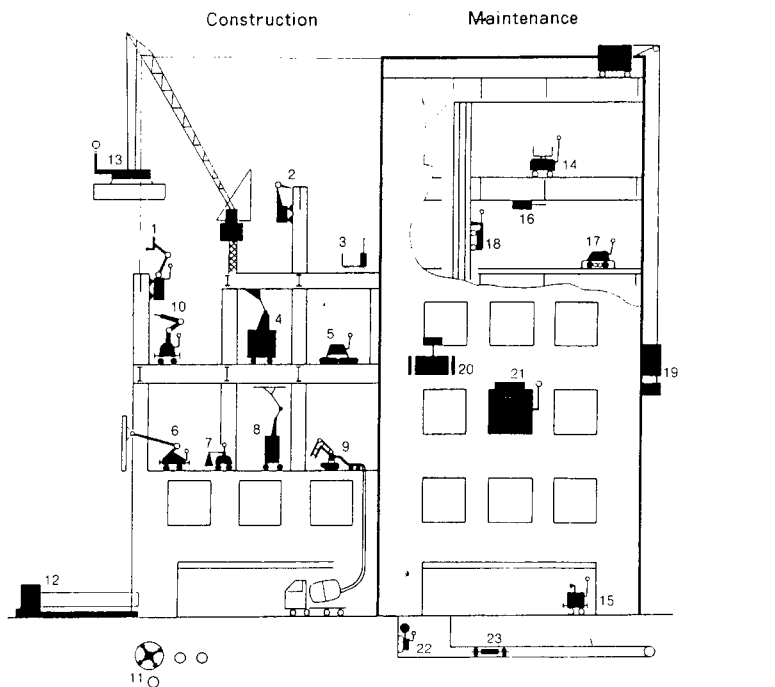


圖 2.1 日本高樓營建機械人從事建造維護工作觀念示意圖

建機具系統將以最有效率方式施工，依據公司估算，將可以一半之時間與十分之一之工人建立 40 層高樓。從圖 2.1 高樓營建機械人從事維護建造工作觀念示意圖，應可約略了解日本對營建自動化之開發觀念 [2.15]。

以下是日本已開發且已運用於實際工程或實驗工程之自動化施工機械，依其工程種類與施工順序，整理而成之表列報告。參考文獻資料有“營建自動機械化開發技術研究會報”，建設機械化月刊(1985)及企業介紹等，表列內容包括：

表 2.1 山岳隧道工程

功用分類	名 稱	說 明
A 測 量	1.地質研判 觀測系統	1.依據開挖中地層與開挖面計測資料， 研判開挖面之地質狀況，據以選擇適 當支撐設計。 (鴻池、住友兩會社開發)
	2.開挖斷面 測量系統	2.測量隧道洞內開挖斷面形狀電腦自動 顯象並與設計圖自動核對。 (熊谷、錢高、清水、間組等開發)
	3.開挖範圍 或鉗點之 定點	3.使用雷射在開挖面顯示開挖範圍及鉗 點位置 (佐藤、大成、東亞等開發)
	4.混凝土襯 砌檢查系 統	4.以電磁波計測襯砌厚及檢查襯砌背面 空隙是否填實。 (三井造船開發)
B 掘 削	1.灌漿系統	1.化學灌漿注入材料之拌合及注入記錄 自動管理系統。 (大成開發)
	2.自動鉗堡	2.多支油壓鉗機自動手臂，鉗孔定位及 鉗孔深度等作業均可自動化控制。 (大林、鹿島、熊谷、東洋工業、古 間、三井等開發)
	3.自動裝填 炸藥機	3.非起爆炸藥條之自動定量裝填。 (大成開發)
	4.電動機車 頭自動運 轉系統	4.電動機車頭的手動、遙控、自動各模 式運轉。 (鹿島、西松開發)

表 2.1 山岳隧道工程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
C 襯 砌	1. 噴凝土自動施噴機	1. 噴凝土施噴自動化及遙控運轉。 (大林、鹿島、熊谷、佐賀、大成、 鐵建、東急、飛島、西松、三井、 三池等開發)
	2. 速凝劑自動添加機	2. 噴凝土添加速凝劑之自動化。 (青木、鴻池等開發)
	3. 替代噴凝土襯砌機械	3. 自動擠壓、塹平之混凝土襯砌機械， 可自行移動前進。 (佐賀、鐵建、日本國土、藤目、三 井等開發)
	4. 鋼支保自動裝配機	4. 應用感應效果，鋼支保可自動組合 裝配機 (東急開發)
	5. 防水膜自動裝焊機	5. 防水膜自動裝配及自動熱焊接合。 (佐藤開發)
	6. 環片自動裝配機	6. 環片組合機 (熊谷開發)
	7. 自動換氣通風機	7. 以空氣污染度感應自動調整螺旋角度 自動調節換氣量 (大林、飛島及三井、三池開發)

表 2.2 潛盾工程

功用分類	名 稱	說 明
A 豎 井	工作豎井 自動開挖 設備	豎井遙控自動開挖機械。 (竹中土木、三井開發)
B 開 挖	1.前方探查 系統 2.開挖航向 自動控 制系統 3.測量系統 4.施工管理 系統	1.應用音波、電磁波等探查開挖前面的 地質及障礙物。 (小松、鐵建、戶田、間、日立造船 三井、三井造船開發) 2.應用雷射或電羅儀，測量系統資訊修 正控制潛盾開挖方向。 (大林、奧村、鹿島、熊谷、五洋、 鴻池、佐藤、清水、住友、藤田、 大成、竹中土木、鐵建、飛島、東 急、西松、前田、間、木動、IHI 川崎重工、日立建機、日立造船、 等開發) 3.應用T.V 照像機及總控制站，自動量 測潛盾位置。 (東洋開發) 4.潛盾機能情況，背後回填，排土量等 資訊之自動化作業管理。 (青木、大林、戶田、間、三菱重工 開發)
C襯砌	1.環片自動 組立機 2.環片自動 搬運系統 3.鋼筋自動 安裝系統	1.環片搬運、安裝、螺絲上鎖自動化。 (鹿島、熊谷、清水、大成、戶田、 前田、間、IHI、川崎重工、小松 、日立造船等開發) 2.由工地至潛盾安裝線間弓型支堡環片 搬運系統之自動化。 (清水、大成等開發) 3.鋼筋定位及升降的自動化。 (清水開發)

表 2.2 潛 盾 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
D 地中銜接	機械式潛盾自動銜接系統	潛盾在地層中銜接工法。 (清水開發)
E 推進工程	1.全自動化推進系統 2.推進工法管理系統	1.開挖、泥水輸送、推向控制等自動化 (奧村、久保田、東急等開發) 2.推進、測量、骨材注入等資訊之自動化計測。 (錢高及富士電機開發)

表 2.3 水 壩 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 原石採取	非爆破切 岩機	岩體排鉗後插PU管以油壓擠裂岩石。 (鹿島開發)
B 基礎處理	1.自動灌漿 機 2.灌漿管理 系統	1.拌合、注入壓力、注入量等自動控制 (鉦研、東都電機、大和鉗機等開發) 2.鉗孔、灌漿、材料等資訊管理自動化 (大成開發)
C 混凝土搬 運	1.斜坡自動 搬運設備 2.吊索起重 機 (自動 化) 3.吊索起重 機 (主索 調整自動 化) 4.自動運轉 車輛 5.自動化塔 式起重機 6.移動式塔 式起重機 7.中間接續 皮帶輸送 機 8.RCD用伸縮 皮帶輸送 機 9.升降式棧 橋	1.斜坡自動搬運。 (西松開發) 2.起重機之吊索起動自動運轉。 (間、日立開發) 3.軌索側向行走之主索自動化調整。 (西松開發) 4.轉運車輛轉運自動化、混凝土供應及 裝斗開閉自動化。 (大林、鹿島、鴻池、清水、飛島、 前田、間、日立、藤田、西松等開 發) 5.塔式起重機、混凝土搬運及澆置自動 化。(東北電力及間等開發) 6.塔式起重機自行移動裝置。 (清水開發) 7.固定式主皮帶與末端傾卸車間之移動 式皮帶輸送機。 (西松開發) 8.搬運零坍度混凝土之自動伸縮皮帶輸 送機。 (間、組開發題目) 9.利用油壓系統自動升降之棧橋。 (西松開發)

表 2.3 水 壩 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
D 混凝土澆 置	1.自動滾壓 機	1.滾壓次數、車速控制等運轉自動化之 滾壓機。 (三菱重工、藤田開發)
	2.模面自動 清掃機	2.使用移動式鋼絲刷清掃鋼模表面及除 銹作業。 (西松開發)
	3.水壩自動 裝卸鋼模	3.混凝土壩體鋼模裝卸作業自動化。 (螺絲上鎖脫離、昇模、卸模) (大林、鹿島、熊谷、佐藤、清水、 大成、飛島、西松、日本國土、前 田、三井、間等開發)
	4.打毛機	4.利用高壓水清除混凝土表面之乳膜。 (鹿島、佐藤、大成、飛島等開發)

表 2.4 路 面 鋪 裝 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 路床路盤	1.自動滾壓機 2.深層土壤改良	1.振動滾、膠胎滾的車速、前進後退、滾壓次數等作業之自動控制。 (酒井、鹿島道開發) 2.可深入表土下60公分並將表土自動混拌改良 (日本道開發)
B 瀝青鋪築	1.瀝清鋪散機 2.自動彎曲勻泥標尺 3.自動化熱拌廠 4.路面切割機 5.測模自動移動車 6.路面冷卻裝置	1.鋪築方向、角度、鋪裝水平、及材料供給量之自動化 (鹿島道、新cat三菱、住友建機、日本鋪開發) 2.安裝於鋪散機之自動彎曲勻泥標尺 (鹿島道開發) 3.骨材計量供給、混合、加熱等作業之自動化。 (大成道開發) 4.路面切割深度之自動控制。 (小松開發) 5.脫模、移模、組模之自動化。 (鹿島道開發) 6.熱瀝青鋪築面之早期強制冷卻裝置。 (鹿島道、世紀東急、日本鋪開發)
C 混凝土鋪築	1.混凝土自動鋪築機 2.移動式混凝土拌合廠 3.混凝土鋪築塹平機 4.混凝土鋪散機 5.粗骨材鋪散機	1.塹平高度自動調整、並以數字表示調整結果。 (鹿島道開發) 2.滾壓混凝土路面鋪裝用移動式拌合廠 (世紀東急、日本鋪開發) 3.混凝土鋪築塹平自動化機械。 (世紀東急、日本鋪等開發) 4.混凝土鋪築加厚鋪散機。 (日本道開發) 5.緩凝劑散佈機、粗骨材鋪散機。 (日本鋪開發)

表 2.4 路 面 鋪 裝 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
D 路面再生	1.道路加熱機 2.道面再生自動處理機	1.路面再生遙控加熱。 (鹿島道開發) 2.剝除厚度、剝除速度、材料拌合量、散佈厚度等之自動化控制。 (大成道開發)
E 其他	路面狀況計測車	軌跡溝、路面凸凹、路面裂縫等之實況自動計測。 (小松開發)

表 2.5 建 築 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 鋼骨結構	1.起重鋼索自動掛吊裝置 2.鋼骨結構自動組立系統 3.鋼骨結構組合垂直度計測系統 4.stud自動植焊機 5.耐火材自動施噴機	1.鋼骨結構組立之鋼索、掛滑車採無線電遙控。 (大林、清水、西松開發) 2.由起重車接吊梁作組立。 (清水開發) 3.鋼梁安裝中心固定裝置之垂直度計測系統。 (東急開發) 4.在鋼板上預定位置做stud自動植焊。 5.按鋼梁大小做有計畫移動施噴耐火材覆蓋。 (清水、神戶製鋼開發)
B 鋼筋工程	1.鋼筋自動組合起重機	1.塔式起重機先端裝置抓手、自動組立鋼筋。 (竹中開發)
C 混凝土工程	1.起重機監視系統 2.起重機自動運轉系統 3.混凝土自動澆置起重機 4.混凝土水平澆置機	1.二部以上起重機在同一地點作業時之安全交叉運動時以感應監視系統防止互相衝突。 (鹿島、鴻池、佐藤、清水、住友、大成、竹中藤田、三井開發) 2.設定安裝位置、自動移動吊勾鉤、運轉起重機。 (鴻池、間開發) 3.塔式起重機與混凝土泵及管線自動澆置混凝土。 (大林、鴻池、竹中、戶田開發) 4.水平四節臂之前端設操作手控制台，自動操作混凝土澆置。 (竹中開發)

表 2.5 建 築 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
C 混凝土工程 (續)	5. 模板自動清理 6. 樓板混凝土自動鋪築機 7. 混凝土樓板自動墁光機械 8. 樓板墁光多功能自動機械 9. 牆壁、板預留孔清理自動化	5. 建築模板清理數量記錄及堆積保管之自動化。 (日工開發) 6. 混凝土樓板之自動化鋪築，並自動控制水平。 (清水、竹中、藤田開發) 7. 混凝土樓板墁刀作業自動化、power-trolley 遙控或運動運轉，每小時約可完成400-800 平方公尺。 (大林、鹿島、清水、竹中等開發) 8. 樓板清理自動化。 (清水開發) 9. 人手不能靠近之牆壁或板預留孔之清理自動化。 (藤田開發)
D 外牆裝飾工程	1. 女兒牆(扶手牆)外側泥水自動作業裝置 2. 高樓外牆自動塗裝機械 3. 外牆塗裝自動剝除機械 4. 外牆瓷磚自動檢查機 5. 外牆板自動安裝機械	1. 集合公寓的扶手牆外側泥水作業自動化。 (清水開發) 2. 塗裝機置於樓頂及外牆之自動塗裝作業(熊谷、清水、大成、竹中、藤田等開發) 3. 外牆重修前舊塗裝剝除作業之自動化(熊谷、竹中開發) 4. 以吊掛或吸盤方式移動做外牆瓷磚檢查。(大林、鹿島、熊谷、大成、竹中、藤田開發) 5. 外牆P.C 板安裝之自動機械，可由房內作業。 (鹿島、小松開發)

表 2.5 建 築 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
D 外牆裝飾 工程 (續)	6.玻璃安裝機 7.外裝自動 安裝機械	6.從室內安裝玻璃之自動機械。 (日本國土開發) 7.掛板式外牆、外裝板自動安裝裝置。 (鹿島開發)
E 室內裝飾 工程	1.天花板自 動安裝機 械 2.平頂作業 自動機械 3.內裝板安 裝機械 4.自動式升 降工作台 5.建材搬運 系統	1.平頂用天花板起重安裝自動機械。 (清水、東急開發) 2.平頂定位劃線及器具安裝。 (關電工、川崎重工開發) 3.隔間板或內裝板自動安裝機械。 (大林、大成、三井開發) 4.高處作業用移動式搬運建材工作台。 (藤田開發) 5.室內建材自動搬運台車，可按重量自 動控制升降速度。 (竹中開發)
F 設 備	1.管路生銹 檢查機 2.配管自動 焊接裝置	1.配管之管內生銹劣化檢查裝置。 (大林、大成、三井開發) 2.白鐵管或不銹鋼管等配管之自動焊接 裝置。(日立開發)
G 其 他	1.炭纖維自 動升降機 2.石棉剝除 機	1.在柱或塔狀結構物以炭纖維作自動升 降裝置。 (大林開發) 2.防火用鋼骨覆蓋石棉之無污染自動剝 除機。 (佐藤開發)

表 2.6 土 方 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 挖填土方 工 程	1.自動油壓 挖溝機	1.電腦控制、油壓自動調整、自動運轉 作業模式化。 (久保田開發)
	2.自動推土 機	2.三次元位測、鏟刀控制自動化及操作 遙控。 (小松開發)
	3.自動平路 機	3.利用雷射自動控制刮刀之水平作業 (小松開發)
	4.自動油壓 動力鏟	4.鏟斗水平推鏟及鏟臂旋轉控制自動化 (神戶製鋼、小松、新CAT 三菱、住 友建機、日立建機、錢高等開發)
	5.自動輪胎 式裝載機	5.行走及作業遙控操作。 (川崎重工、小松、新CAT 三菱、東 洋運搬機械開發)
	6.傾卸車自 動運轉系 統	6.載重自動計磅、防衝運轉之自動化。 (小松、新CAT 三菱開發)
	7.重機械運 轉管理系 統	7.傾卸車、裝載、拌合車等重機械運轉 情況與作業量適時提供資訊管理。 (川崎重工、三井等開發)
	8.土量管理 系統	8.地形測量、土量計算、地形圖繪製自 動化。 (清水、大成開發)
	9.移動式皮 帶輸送機	9.長sheetable conveyer，可供數部台 車來用作非蛇行之橫向移動。 (日本wvveyor 開發)
	10.自動劈岩 機	10.以斧切方式劈開岩石之自動機械。 (小松開發)
B 計 測	1.自動滾壓 度計測機	1.滾壓度、自動計測及地下空洞位置自 動計錄儀器(東急、不動、三井開發)

表 2.7 基 礎 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 沉 箱	1.自動壓氣 沉箱自動 化	1.箱內壓力自動調整、排土自動運轉、 挖土自動化。 (鹿島、白石、大豐、三井開發)
B 地下連續 壁	1.開挖管理 系統 2.混凝土自 動澆置機 3.自動污水 管理裝置 4.沉積土處 理機	1.開挖速度、抓斗姿勢、貫入力等自動 控制。 (大林、清水、住友、大成、間等開 發) 2.可計次混凝土澆置高度並自動控制、 特密管拔升、鬆放作業。 (大林開發) 3.污水性質之經時變化之自動計測、做 管理水準之考核。 (大林開發) 4.使用噴水浮動沉積土以便泵抽除。 (竹中開發)
C 基 樁	1.自動旋轉 土壤鉗孔 機 2.旋轉鉗自 動升降撈 揚系統 3.樁位自動 控制系統 4.輪式移動 打樁機 5.鋼筋籠自 動組立機	1.土壤旋轉鉗孔機之鉗速及注入固化劑 注入量之自動調整。 (小野田化工、神戶製鋼、日本車輛 開發) 2.旋轉鉗撈揚速度之自動化控制。 (東洋運搬開發) 3.鉗挖機位置校正自動控制。 (大林、鴻池、白石、三井開發) 4.在高度限制場所作業之遙控小型輪式 移動打樁機。 (大林、鴻池、白石、三井開發) 5.場鑄樁用鋼筋籠之加工裝置，主筋安 裝可自動化。 (鴻池開發)

表 2.7 基 礎 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
C 基 樁 (續)	6. (反循環 樁用) 場 鑄樁頂部 不良混凝 土打除機 7. 非導架型 打樁機	6. 場鑄頂部不良混凝土之立即打除清理 機。 (竹中開發) 7. 多節臂控制之打樁機。 (日立建機開發)
D 地層改良	1. 自動壓實 系統 2. 排水帶機 3. 遙控地層 改良機	1. 砂樁的壓實量與供砂量自動調整。 (不動建設開發) 2. 排水帶插入、切割自動化及排水帶自 動固定。 (大都、東洋開發) 3. 地層改良機的遙控作業專用車。 (不動建設開發)

表 2.8 混 凝 土 工 程

功用分類	名 稱	說 明
A 鋼 筋 工	1. 鋼筋自動整列機 2. 鋼筋自動加工機械 3. 單元自動配鋼筋機 4. 自動配鋼筋機械 5. 鐵筋自動組立機	1. 從不同鋼筋束自動抽出每一只鋼筋並自動整列配置。 (石原機械開發) 2. 鋼筋切斷、彎曲自動加工。 (青木、大林、鴻池開發) 3. 以設定單元自動配置鋼筋。 (清水、竹中開發) 4. 以抓鋼筋裝置自動配置粗重鋼筋 (鹿島開發) 5. 包括箍筋的鋼筋自動組立安裝。 (大成開發)
B 工作台模型	1. 自動升降工作台模型 2. 模型位置計測系統	1. 橋台、煙筒等之工作台及樺型自動升降。 (鹿島、住友、錢高、飛島、間、藤田等開發) 2. 模型位置計測及自動控制圖之形狀。 (清水開發)
C 混凝土工程	1. 自動混凝土泵車 2. 自動牆面打毛機 3. 混凝土面自動剝除機 4. 冷卻砂料製造機 5. 混凝土料斗自動化 6. 混凝土自動搗實裝置	1. 混凝土泵吐出量自動控制。 (大和機工、新潟鐵工開發) 2. 表面、接面自動打毛裝置。 (清水開發) 3. 非污染(粉塵)混凝土面自動剝除機械。 (佐藤開發) 4. 巨量混凝土用冷卻砂料之自動化製造 (清水開發) 5. 混凝土料斗自動控制定量排出及自動滾壓。 (日本國土開發) 6. 隨附外模振動機之混凝土搗實自動控制。 (大林開發)

表 2.8 混 凝 土 工 程 (續)

功用分類	名 稱	說 明
C 混凝土工程 (續)	7.混凝土表面乳膜清除機 8.河道補修用混凝土剝割機	7.水中混凝土表面乳膜自動清理之水中作業車。 (新瀉鐵工開發) 8.自舊河道以噴壓水剝割混凝土內面工之機械。 (熊谷開發)

表 2.9 水 中 作 業

功用分類	名 稱	說 明
A 調查測量	1.海底調查潛水機 2.海洋調查系統 3.作業船測位系統 4.自動重錘操作系統	1.行走水底作測量及照像之機械。 (小松開發) 2.測量水深及海底凹凸狀況之作業及記錄裝置。(鹿島、大成開發) 3.自航或拖航T.V. 照像機之小型潛水艇(莊原、三井造航開發) 4.重錘升降著海底操作及檢查自動化。 (東亞開發)
B 浚 渫	1.自動泵船 2.自動抓斗船 3.自動海底爬行浚渫機	1.船位及運轉狀況自動計測及顯出CRT (小松、東洋開發) 2.抓斗位置、抓土、排土等自動化。 (神戶製鋼、新CAT三菱 開發) 3.在水底移動作浚渫作業之自動機械。 (五洋、三菱重工、電業社開發)
C 水中土木	1.鋪砂施工系統 2.海底拋石自動整平系統 3.拋石整平滾壓機 4.型塊抓放機 5.水中推土機	1.船位及鋪砂計測及操作自動化。 (東亞臨海開發) 2.海底拋石後之整平及滾壓自動化。 (小松、五洋開發) 3.整平機位置、旋臂旋轉角度、整平深之自動計測。 (鹿島、東亞、開發) 4.大型異型塊之的水中安放裝置。 (五洋開發) 5.水中及水陸兩用遙控推土機。 (小松開發)

表 2.9 水 中 作 業 (續)

功用分類	名 稱	說 明
C 水中土木 (續)	6.水中挖溝機 7.土量計測系統	6.利用水中照像機與感應機的遙控水中挖溝作業的。 (東洋開發) 7.運土船的裝載量利用光波測量儀自動計測。 (東亞開發)
D 打 樁	1.斜樁自動計測系統 2.鋼管樁水中切斷機	1.打樁船之斜樁定位及打樁姿勢之自動控制。 (五洋開發) 2.水中切鋼管之自動化。 (住友開發)

表 2.10 安 裝 及 其 他

功用分類	名 稱	說 明
A 砌石工程	1. 混凝土製品安裝機械 2. 自動砌石機械 3. 油壓電子遙控自動機械	1. 緣石、U字溝等混凝土製品安裝作業機械。(小松開發) 2. 使用同一機械做開挖、石塊抓排、預拌砂漿及其澆置等一聯串作業。(東急、日立建機開發) 3. 混凝土塊積卸自動化機械。(高知縣工業技術中心開發)
B 其 他	1. 橋梁自動塗漆機械 2. PC鋼棒自動上鎖系統 3. 長大斜柱自動塗漆機械 4. 洞槽自動襯砌系統 5. 自動水刀 6. 鋼索切割機 7. 噴火切割機 8. 管線更新機 9. 鋼管自動檢收儀 10. 旋轉式除雪機	1. 鋼梁之狹長部份自動塗漆。(川崎重工開發) 2. 鋼棒上鎖之自動串聯管理。(住友開發) 3. 長大斜柱自動塗漆、可在柱上自動採非噴式塗漆。(大成開發) 4. 氣密性降低的洞槽修復之襯砌材料施噴機械。(清水開發) 5. 自動水刀的遙控。(鹿島、熊谷、小松、間等開發) 6. 鋼索鋸的混凝土切割。(大林開發) 7. 噴火切割的遙控。(住友開發) 8. 破除舊水泥管線重鋪新管線。(井關開發) 9. 鋼管自動按長度分類、排放於鋼架、使用時可自動抽出。(藤田開發) 10. 挖除雪量、自動調整自動速度。(北海道開發局開發)

另將日本各大參與自動化研發建設公司之通訊住址及其自動化機械開發產品名稱一覽表附於附錄八(摘譯自文獻[2.17])。

三、歐洲：

在歐洲地區，其研究開發方向與日本略有不同，日本較偏重於利用自動化施工機械，以達到節省人力之目的；歐洲除在精密儀器及自動化檢測、量測方面原已有之傑出成果外，其於營建自動化方面則較偏重於設計圖之統一標準化，預鑄產品及材料之規格化，系統模板等方向之發展，藉由規劃、設計及技術之整合以達到節省人力之目的。

有關歐洲之營建自動化成果簡述如下[2.9]：

(一)規劃設計

1.電腦輔助設計系統(CAD)

由英國皇家建築師協會(RIBA)統一籌劃、資訊建檔，訂立統一規格之標準圖形，並以電腦代號製作軟體磁片，免費提供全英1600家建築設計師使用，營建單位可利用此統一代號估價發包、承建、監工、品管、計價等一貫作業，達省時、省工之整體效果。

2.大地工程資料管理系統(GDMS)

由英國摩特·麥當勞營建顧問公司所建立，透過個人電腦將土地調查所得之資料加以儲存，並經由資料來管理系統進行分析，分析結果可再存入資料庫，本系統亦可與其他套裝軟體連結，使得被存入資料能够使用於曲線圖繪製，等高線圖繪製；經由長久累積，系統內豐富的資料就有極重要之參考價值。

3.開挖工程系統

此系統亦由英國摩特·麥當勞公司開發，主要功能係運用電腦軟體進行數理分析與圖形變化狀況顯示，以協助開挖工程之規劃設計與資料分析判定。

4.三度空間設計及繪圖系統

由德國蘇布林營建公司發展而成將五大軟體系統相互連線而形成一整合性大系統，其最大特色在於各軟體系統內所完成資料或產品，可以因某一系統內資料的修正而自動修正；本系統有下列五大特性：部品組件型錄資料庫、套繪技術、光線模擬、三度空間的穿越、自動修正系統。

(二)施工技術

1.基樁施工診斷法

係荷蘭營建研究所在施工技術自動化方面之新發展現況，包括運用氣體爆破後所產生之反作用力將基樁貫入地中取代傳統的靜載重或擊鎚，利用音波感應測試來監控基樁貫入過程，目前發展完成基樁推進分析、STATNAMIC 載重試驗、動力載重測試、音波整合測試、擊鎚監測、振盪監測、TNO WAVE 應力波模擬等可提高施工精度，減少基樁受損及施工震動或噪音。

2.系統模板

德國得格公司(Doka Forming System)所發展之得格模板即屬系統模板，可因應工程特性或結構特性不同選擇不同之系統模及支撐，諸如板模、飛模、柱模、牆模、爬模及重型支撐等，得格公司之系統模板施工由於充份利用起重器，故無論在組模拆模運搬或揚重，所需之人數甚少，大部份人工的工作均已轉化成吊車機之吊裝，不僅工作度佳，精密控制容易，而且省工。

(三)施工機具

1.機器人(CAPSY)建築構件定位檢測用

荷蘭營建研究所在機器人於營建上應用之發展，目前剛在起步階段，其發展重點係利用機器人從事施工過程精密之檢測工作，目前已有產品，此機器人主要功能在於協助施工過程中，任何建築構件的邊速定位，減少施工放樣並增加其精密度，其原理係利用建築構件所預先設

置的反射條碼，再由機器人本身之感應器具測知其位置是否正確，其定位功能係藉著旋轉雷射發射器接受到建築構件上的條碼所反射回來之信號，測知不同建築位置現況，而檢測其施工的精確性。

2.可移動性機器人(建築工地用)

法國建築科技研究中心目前正在發展屬於工程工地用之活動型機器人以及超音波信號收發機，電感誘導收發機、視覺感測機等機械都已在實驗室裝設完成，已可預見上述裝置將可在不同場合應用。

營建施工希望「完全不假人手，自行動作」雖然目前還只是一個理想，但先進國家藉著機械改良、感測遙控、數值控制、程式軟體乃至於人工智慧等高科技之結合及應用，其成果卻相當令人振奮，這些有形之施工機械自動化成果理論上可根據國內環境選擇開發或引進，以國人之智慧在技術上不致有太大問題；然而值得注意的是先進國家在努力改善整體營建環境方面所累積之施工自動化技術資產，往往卻是國人所忽略，諸如：有關規劃、設計、施工之整合技術，資料庫之建立與運用，標準化、規格化及合理化設計產品之推行，良性競爭營建施工環境之建立等等；關係營建自動化之成效，影響既深且遠，雖然國內已知有若干工程單位目前亦正在積極推動，但無可否認的，這應該只是一個開始，實際工程經驗與工程資料之累積是耗時耗錢，未來的路程可預知的會相當的艱辛而遙遠。

參考文獻：

- 2.1 內政部建築研究所籌備處，「內政部營建自動化小組會議記錄」，民國七十九年。
- 2.2 內政部建築研究所籌備處，「營建自動化美、日歐考察團綜合摘要報告」，民國八十年七月，共57頁。
- 2.3 小宮山克治，金谷英明，「日本自動機械化及其技術開發之現況與課題」，建設施工機械人自動專輯，建設物價，第7-15頁，1991年7月。

- 2.4 彭雲宏等，「建築施工機具之使用現況與發展」，行政院國家科學委員會專題研究計畫，民國80年10月，共180頁。
- 2.5 Demsetz,L.A.,"Automated and Robotics for construction," The Construction Specifier,Jan. 1990, pp. 85-93.
- 2.6 Kangari,R.and Halpin, D.W.," Potential Robotics Utilization in construction," Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 115, No.1, March 1989.
- 2.7 Kangari, R., "Major Factors in Robotization of Construction Operations," Proc. of The International Joint conference, CAD and Robotics in Architecture and Construction, 1984.
- 2.8 內政部建築研究所籌備處，「美國營建自動化發展狀況考察報告」，民國八十年七月，共137頁。
- 2.9 內政部建築研究所籌備處，「歐洲營建自動化發展狀況考察報告」，民國八十年七月，共88頁。
- 2.10 Slocum,A.H.,"Development of Integrated Construction Automatic Methodology,"1986,pp.133-149.
- 2.11 Miller,R.K.,"Industrial Robot Handbook",SEAI Technical Publication, 1987,pp. 1-25.
- 2.12 Paulson, B.C. and Tsuneo Aki,"Construction Management in Japan," Journal of Construction Engineering and Management ,Vol.106 No. CD3, sept. 1980.
- 2.13 Groover,M.P. etal.,"A Survey of Robotics Technology in Construction," SEM Technical Paper 1989.
- 2.14 三浦延恭，"2000年代の建築生産と施工技術—技能工"，建築技術，1990，pp. 78-79.
- 2.15 Robert E. Wilde," Japan's Automated Workforce," Concrete International,Nov. 1991,pp. 81-85.

2.16 中華工程股份有限公司，「中華工程四十年發展史略」，中華工程股份有限公司，1990.

2.17 建設物價臨時增刊，1991年 7 月，日本。

第三章 施工技術與機具自動化推廣活動

為能在短期間凝聚產官學對施工技術與機具自動化之看法，並藉由由相互討論與觀摩以加深自動化理念，本研究乃配合委託單位辦理座談會、研討會與說明會，現將各推廣活動之成果列述於後，詳細內容請參考附錄 10 及 11。

3.1 座談會系列

本研究為集思廣義，曾分別邀請 (1) 施工單位 (2) 機具代理廠商 (3) 政府主管單位、業主與設計單位舉辦座談會，廣泛交換意見，由各次會談之內容歸納得座談會之重點結果如下：

一、推動營建自動化遭遇的困難：

1. 設計與施工不能配合

新工程之設計與營建業者已有之機具無法配合，業者已有之機具無法能保證擁有持續使用之機會。

2. 營建業之特質不利於發展營建自動化

工程多由業主提供，業者不易主動開發市場。

3. 技術工人流動性高

目前國內營建勞工素質較低，抗拒機具心理嚴重，加以操作新機具之訓練不易，經訓練之作業手容易外流，造成使用自動化機具之困擾。

4. 國內市場太小

購置大型營建自動化機具，由於市場太小，業者不能經濟地利用各種機具設備，進而也減少購置機具設備的意願。

5. 業主擔心引進自動化技術、機具失敗之責任

業主是有意願引進自動化，以提升工程品質，但因懼於萬一失敗須擔負責任，因而裹足不前。

二、建議事項：

1. 可由政府出面引進自動化技術與機具

政府有心推動自動化，需考慮其可行之方法。能提升營建業層次而可能不賺錢之科技應由政府組織大型財團法人引進，供民間租用，如經租用不錯，民間業者認為有利可圖則自然會跟進。

2. 提供預付款供廠商添購自動化機具設備

儘量設立預付款制度。合約內明訂預付款為協助得標廠商添購自動化機具設備，不能作其它用途，以提高廠商之產業升級且可避免有圖利他人之嫌。

3. 對採用自動化施工之廠商給予優先議價權

4. 對採用自動化施工之廠商給予績效獎金

5. 可由設計者分擔設計不良之風險

克服第一次使用不成功之恐懼，應可由設計單位分擔設計不良之風險。

6. 設計作業應朝規格化、標準化、樣少量多、成本低及施工方便之目標努力

7. 符合建築技術規則「新技術、新工法、新設備、新材料之審查申請要點」者亦予優惠條件

目前在建築技術規則編有「新技術、新工法、新設備、新材料之審查申請要點」，但未規定經審查認可後有何優惠條件，訂立獎勵辦法時應可將此列入考慮。

8. 應使推動自動化之廠商獲得合理利益，按實際所需之成本訂定合理單價

三、政府主管單位已有促進營建自動化之獎勵措施，希望業者能多利用

營建署依照促進產業升級條例最近已訂定「民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」，根據此項辦法，營建業者申請投資抵減額度最高可達百分之二十，最低也有百分之五。

內政部建築研究所籌備處亦正研擬營建自動化之獎勵措施，將於一、二年內推出，希望業者踴躍申請。

四、全國性營建資訊系統將可提供業者查詢使用

行政院公共建設督導會報與臺灣區營造工業同業公會正著手建立全國性營建資訊系統，預定包括法規、建材、機具等資料，將可提供業者查詢使用。

三次座談會共邀請 45 位專家學者參加，廣泛徵詢了各界對營建自動化之意見，亦藉由座談會之舉辦，傳播了營建自動化之觀念與作法。

各次座談會之會議記錄如附錄十。

3.2 研討(說明)會系列

對自動化之施工技術與施工機具，於本研究案中亦舉辦研討及說明會，廣泛邀請營建業之管理人員及工程師參加，期能收到推廣之效果。研討會及說明會共舉辦七次，依序為：「隧道施工自動化」、「高強度及超高強度混凝土自動化生產技術與施工管理」、「滑動模板之施工技術與管理」、「飛模與爬模之施工技術與管理」、「我國營建業自動化現況與未來趨勢」、「鋼橋施工法與自動化」、「營建自動化(潛能、獎勵措施)」等。

研討會與說明會共約有 90 營建單位，750 人次參加，伸展之觸角甚為廣泛。

各次研討會及說明會中，以「我國營建業自動化現況與未來趨勢研討(說明)會」涵蓋之層面最廣，邀請推動營建自動化較具代表性之政府主管單位、業主及營建廠商共 7 單位，各別說明其推動營建自動化之現況，共邀請約 60 營建單位，130 人參加，對促進國內業者對營建自動化之了解與提升國內推動營建自動化之風氣甚有助益。

其餘各次研討(說明)會多係以施工技術或機具自動化之某一項目為主題進行研討，以收推廣之效，各次研討會及說明會之內容概要如附錄十一。

第四章 施工技術、機具自動化調查分析

4.1 施工技術及機具的提升與國內重大公共建設

國內企業規模向來以中小企業為主，營建業也不例外。因此，由於所需成本及風險較高，施工技術與營建機具層次的提升往往需隨著國內重大公共建設的進行來推動。

「十大建設」是故總統蔣經國先生在行政院長任內大力推動的建設，計畫由62年起五年內完成各大交通及工業基礎建設，當時投入約2394億的資金。據統計「十大建設」期間共動員約18萬人，其中技術員、工程師約2萬人、技術工人7萬人、普通工人8萬人；消耗水泥129萬噸、鋼筋28.7萬噸[4.1]。緊接著在民國67年展開的「十二項建設」可說是「十大建設」的延續和機具的再利用；總投資約4000億元[4.2]。在73年9月又推動了為期6年的「十四項重要建設」，預算為9411億[4.3]。從民國80年開始，目前正緊密進行的「六年國建」，估計需要資金8兆2千億[4.4]，人力的需求則顯現出國內人力短缺；在這種情況下本計畫因應產生，調查目前的技術，機具現況，以便促進自動化來彌補人力之不足。根據所編列預算，各項建設所使用之資金如下[4.1,4.2,4.3]：

一、十大建設

1. 南北高速公路	450億
2. 鐵路電氣化	224億
3. 北迴鐵路	50億
4. 桃園國際機場	102億
5. 台中港	57億
6. 蘇澳港	42億
7. 大煉鋼廠	352億
8. 造船廠	80億

9. 石油化學工業	204 億
10. 核能發電廠	199 億

二、十二項建設

1. 完成臺灣環島鐵路網	263 億
2. 新建東西橫貫公路三條	86 億
3. 改善高屏地區交通計畫	27 億
4. 中鋼公司第一期第二階段擴建工程	555 億
5. 繼續興建核能發電二、三兩廠—核能三廠	1542 億
6. 完成臺中港二、三期工程	186 億
7. 開發新市鎮，廣建國民住宅	
8. 加速改善重要農田排水系統	28 億
9. 修建臺灣西岸海堤工程及全島重要河堤工程	54 億
10. 拓建由屏東至鵝鑾鼻道路為四線高級公路	36 億
11. 設置農業機械化基金，促進農業全面機械化	45 億
12. 建立每一縣市文化中心，包括 圖書館、博物館、音樂廳	214 億

三、十四項重要建設

1. 中鋼公司第三階段擴建	523 億
2. 電力發展重要	3193 億
(1) 核能四廠發電	1783 億
(2) 明潭油蓄發電	508 億
(3) 台中火力發電	902 億
3. 油氣能源重要	1133 億
(1) 輕油裂解更新	153 億
(2) 液化天然氣專用接收站	328 億
4. 電信現代化	652 億

5. 鐵路擴展重要	246 億
(1) 繼續完成南迴鐵路	212 億
(2) 高屏鐵路雙軌	34 億
6. 公路擴展重要	801 億
(1) 北部區域第二高速公路	581 億
(2) 西部濱海縱貫公路	132 億
(3) 第三號省道縱貫公路	88 億
7. 台北市區鐵路地下化	204 億
8. 台北都會區大眾捷運系統初期	2223 億
9. 防洪排水重要	784 億
(1) 台北地區防洪後續	43 億
(2) 繼續河堤海堤	144 億
(3) 繼續區域排水	58 億
(4) 東部及蘭陽地區治山防洪	79 億
10. 水資源開發重要	210 億
(1) 鯉魚潭水庫	75 億
(2) 南化(後堀)水庫	99 億
(3) 四重溪水庫	36 億
11. 自然生態保護及國民族遊重要	147 億
(1) 玉山、太魯閣、墾丁、陽明山四個國家公園建設	137 億
(2) 東北角海岸風景特定區建設	10 億
12. 都市垃圾處理	280 億
13. 醫療保健	425 億
(1) 台大醫學院暨附屬醫院改進	92 億
(2) 榮民總醫院改進	76 億
(3) 榮民總醫院高雄分院	49 億
(4) 成功大學醫學院及附屬醫院	63 億

(5)籌建醫療網，改進基層醫療保健設施，包括

一〇〇個群體醫療執業中心

145 億

14. 基層建設

391 億

至於各項計畫所使用之人力，文獻上沒有明確記載；根據台灣地區人力資源資料 [4.5,4.6] 可查得民國 62 年至民國 81 年間營建業人力情形。圖 4.1 將各年度營建業從業人力繪於條狀圖中。圖 4.2 「歷年公共投資金額統計圖」轉載自營建管理季刊。[4.7]由圖中可看出營建業從業人力供給趨勢大致與我國經濟景氣狀況相符；而投入前述大型公共建設之資金亦逐次增加，尤以六年國建所使用之資金較之前幾次更是大幅增加。關於圖 4.1 另有兩點須要加以說明：一、圖中營建業從業人力除了現場的作業人員（生產作業人力）外，還包括了 10% 左右的其他工作類別，如主管人員，佐理人員，買賣工作人員，服務工作人員及專門技術人員 [4.6]；從另一角度來看，土木及建築工程業的人力佔營建業人力的 80% 左右，另 20% 為從事電路、管道，油漆粉刷裱糊疊蓆等業的人力 [4.6]。二、圖中顯示的資金直接根據各大公共建設期間所消耗或編列之資金，並未考慮通貨膨脹之因素。

營建施工技術與機具之提升可說是經驗的累積，並非一蹴可幾，無法像電子工業產品般的快速發展。本文除了針對營建業施工技術與機具之現況作調查外亦將此現況和「過去的情形」作一比較。由於民國六十年代我國大型公共建設才剛起步，所以本文將「過去」定義為「民國六十年代及以前」，以便在現況調查的同時看出大型公共建設對國內營建施工技術與機具提升的影響。4.2 節將依各工程類別作一回顧並擇幾處具代表性之現有工地作較深入的現場訪調。4.3 節簡介一系列「施工技術與機具自動化現況座談會」；根據與會專家的寶貴經驗及專業知識，將國內過去情形、現況及國外最新情況列表於附錄五中。

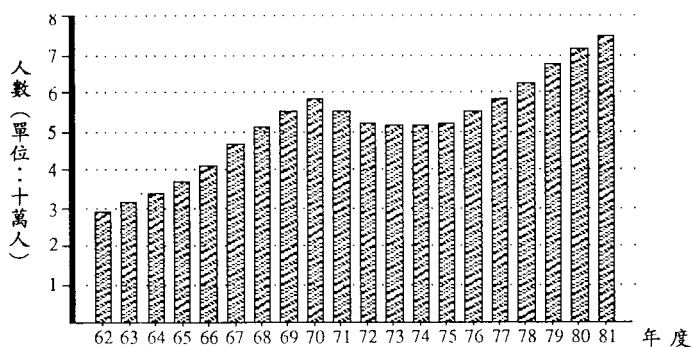


圖 4.1 營建業從業人力圖

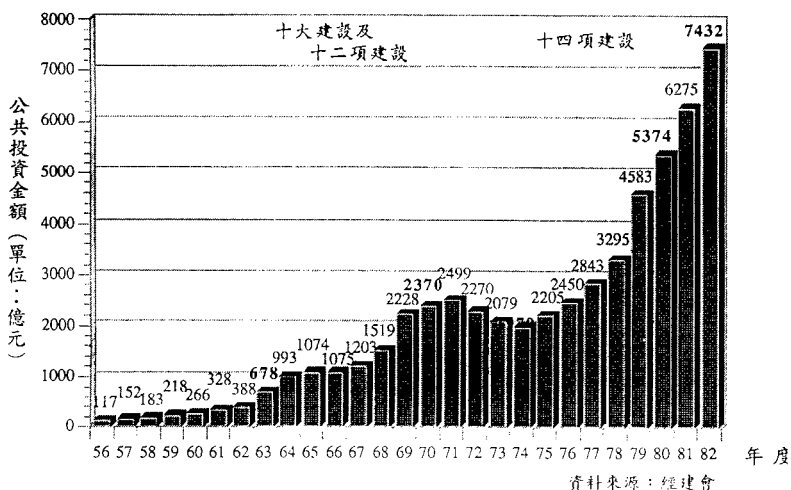


圖 4.2 歷年公共投資金額統計圖

4.2 個案訪談調查

一、橋梁工程

(一)橋梁工程之演進

橋梁工程為土木工程中極為重要之一環，然其因受地形、用途、交通狀況、斷面尺寸等種種因素限制，未能同其他產業般，以標準化、規格化之方式一貫生產，故針對橋梁的營造工程，要談自動化是比較困難的。然而，綜觀台灣地區幾十年來橋梁工程之發展，無論是業者，設計單位、亦或是施工單位，皆是在有限的工程中下逐漸累積經驗，穩定中求進步。以下即簡述近幾十年來幾個較為重要之橋梁工程。

1.第一旭橋：

於民國 45 年建造，位於桃園縣大溪鎮附近。由台灣省公路局規劃，工信公司引進 Freyssinet(法西奈)工法施工。該橋跨徑 30m，為我國第一座預力公路橋，自本橋開始，以公路局為主之預力混凝土橋陸續在各地興建，逐漸取代鋼筋混凝土橋。

2.長虹橋：

位於花蓮之長虹橋於民國 57 年完工，跨徑達 120m，為預力混凝土橋。其為本省首座以懸臂法施工之橋樑，亦為當時跨徑最大之預力樑橋。懸臂工法(Free Cantilever Method)於 1950 年由德國 Dywidag 公司開發，日本於 1959 年引進，我國再於建造此橋時，於 1967 年引進，由於此法係採用工作車於橋面上施工，不受地形影響且不阻礙橋下交通，故漸於國內普及。

3.圓山橋：

民國 63 年 9 月 8 日開工至 66 年 12 月 31 日完工，由林同棧國際工程顧問公司設計、交通部台灣區高速公路局北工處圓山工務所監造、大陸工程有限公司承建，其採用長跨距懸臂式分節施工法就地澆鑄預力混凝土箱型樑結構，跨徑達 150m，為全省當時跨徑最大之預力橋梁。

。其因設計新穎複雜，施工亦甚繁雜，即使在世界預力混凝土橋梁工程中亦屬較艱鉅及壯觀者。

4. 關渡大橋：

民國 69 年 4 月開工至 72 年完成，業主為台灣省公路局，並由林同棧國際工程顧問公司與中華顧問工程司合作設計。其全長 809m，主橋為鋼橋長 539m。本橋之建造突破本省混凝土橋獨佔局面，為遠東橋梁史上第一座連續鋼拱橋，其架設於中間大孔之鋼結構重達 1250 公噸，遠超過當時約 150 噸之紀錄，另外，其技術密集、高水準之電焊作業亦值得一提。

5. 重陽大橋：

民國 76 年開工至 77 年底完工。本橋由省市合作建設，臺灣省政府及都市發展局合作，中華顧問工程司設計，省營唐榮公司承包施工。其為我國首座複合式斜張橋，橋總寬為 27.5m，鋼主橋總長 385m (92.5m+200m+92.5m)，混凝土橋塔距基礎頂部高 72.17m，置於直徑 2m，長達 90 餘公尺之深基樁上。除了橋梁本身型式採三孔連續複合式結構，達到節省材料費用及施工時間之目的外；其於設計階段所作之風洞實驗，及全盤對基樁所作之超音波及振動非破壞檢測，在國內皆屬創舉。

以上概述了五座較具代表性之橋梁，當然，著名之橋梁還有很多，如中山高速公路全長 373.2km 中，僅中華顧問工程司負責設計之橋梁即不下百餘座，其中較長者有後龍溪橋 (769m)、大安溪橋 (1270m)，中沙大橋 (2345m)，及淡水河橋 (744m) 等，其中中沙大橋更為全省當時最長之橋梁。

(二) 現有橋梁工程工地訪談

現階段訪談調查選擇部分橋梁工地作為實地訪談對象，茲述如下：
(訪談摘要詳見附錄六 -6.1)

1. 工地一：牛欄河一、二號河川橋工程
2. 工地二：頭前溪橋工程
3. 工地三：碧潭橋工程

二、隧道工程

(一) 隧道工程之演進

隧道工程是國內土木工程界近年來十分重要的一項工程，無論是在山岳隧道之鐵、公路隧道、輸水隧道或是都市中之下水道工程、地下鐵、捷運工程..等，均屬此一範圍，然而，面對專業勞工的日益不足及高齡化、環保要求日漸高漲，而隧道施工環境又十分惡劣的情況下，對於隧道施工的自動化、合理化、機械化、並改善作業環境，實乃刻不容緩之課題。

傳統的隧道施工從手工工具的開挖、小型開挖機具、炸藥的使用、支保的支撐，一直到近代新式機具設備的配合、鋼支保的應用，在施工方法上，也由傳統的「鋼支保支撐工法－ASSM」到改良支撐方式的「新奧工法－NATM」，近年來機械開挖逐漸受到重視，包括開挖斷面自由調整之「巨臂式掘削機－Roadheader」、全斷面開挖之「隧道鉗鑿機－TBM」、「潛盾機－Shield Machine」、一般以岩石隧道之掘進機具叫TBM、土質隧道中者為Shield Machine。以下為以往國內較具代表性之隧道工程及工法：

1. 鋼支保支撐工法 (ASSM)

- 北迴鐵道觀音隧道：民國63年～69年2月，為十大建設之一，長度7.7km，位於宜蘭南澳鄉，曾為本省最長之隧道。採傳統鑽炸開挖，清碴機出碴，鋼支保組立，混凝土襯砌則需搭鋼模、澆置，搗實。其中因鑽岩機尺寸限制、人工支保組立、澆置混凝土均耗時而費力。

2. 新奧工法 (NATM)

- 首度引進於東線鐵路拓寬計畫自強隧道(約民國 70 年左右)。
- 南迴鐵路(民國 70 年 3 月開工)長近 8km 之中央隧道、花蓮建安工程、佳山計畫均屬榮工處承包之 NATM 施工工程。
- 北二高三車道隧道：北二高隧道共 23 座，其中三車道隧道有 19 座，隧道淨空跨度高 5.1m，基於安全及設計合理性之考慮，採用 NATM 工法設計施工迄今完成長度超過 3500m，安坑隧道於民國 80 月 11 月貫通。如：中華工程承包之福德隧道，淨高 5.1m，採分離式三車道隧道二座，北上線 1726m，南下線 1762m，通過成福斷層，為一高難度之斷層帶開挖成功範例。
- 明潭抽水水力發電工程：包括兩條頭水隧道總長近 6km，及其它廠房、地下工程，自民國 73 年開工，目前進度已達 90%。
- 目前 NATM 施工已成為世界上許多國家隧道工程之標準施工方法，歐洲 90%～95% 岩石隧道均以 NATM 施工，國內自北迴鐵路開始使用後，已廣泛使用於各山岳隧道工程。

3. 巨臂式掘削機(Roadheader)：

- 自民國 79 年首度引進於捷運木柵線 408 標，預計將來會逐漸取代鉗炸工法。其優點有：開挖斷面易控制、對岩體較不易造成損傷、支撐費用較開炸為少。惟若岩盤抗壓強度超過 2000psi，若以開挖機具較不經濟，而多以開炸方式為之。
- 展望：台北外環隧道：天母、南港隧道、基隆隧道。

4. TBM：

- 利用機械化施工使開挖與支撐作業連貫，當可大幅提升國內隧道施工技術。
- 北迴鐵路曾引進二台 Big John 均告失敗。
- 北宜高坪林隧道：北宜高是國內第一條貫穿中央山脈之東西向高速公路，大小隧道 30 餘座，其中坪林隧道長 12.9km，是全世界排行第一長之雙孔隧道，其技術層次與難度為國內首見，預計自民國 81

年9月起陸續引進三台TBM做導坑、主坑之開挖工程。

5. 潛盾機 (Shield Machine)：

- 潛盾施工自民國65年引進國內，16年來使用了24台次，施工里程達30餘km，使用之潛盾機包括手挖壓氣式、機械式、盲式、泥水加壓式、土壓平衡式、加泥土壓平衡式等。(國內潛盾施工實績、潛盾機分類與特性及潛盾機型選定之比較表，詳見附錄7)
- 展望近期與未來包括台北近郊衛生下水道工程、捷運工程，兩年內約有30部潛盾機，在大台北都會區地下同時施工，因此有關潛盾施工自動化之要求，以及土壤開挖面之穩定和地盤下陷的問題，是特別值得注意的。

隧道工程的施工，受隧道通過地區的地質條件，生態環境、氣候、長度、施工人員素質的影響甚大，必須依所遇到的各種不同的狀況分別選用最適合之施工方法，才能順利發揮施工效率達成使用的目標。

(二)現有隧道工程工地訪談

現階段訪談調查選擇部分隧道工地作為實地訪談對象，茲述如下：
(訪談摘要詳見附錄六-6.2)

1. 工地一：台北近郊衛生下水道建設計畫特一幹道工程
2. 工地二：台北捷運木柵線408標工程(一標)
3. 工地三：北宜高坪林隧道先期導坑工程
4. 工地四：龍形隧道

三、路面工程

(一)路面工程之演進

路面工程一般可分為柔性路面及剛性路面兩大類。柔性路面目前皆採用各種瀝青混合骨材(瀝青混凝土)作為路面材料，其係利用面層及基層，將其上之荷重經由面層及基層而傳至路基。而剛性路面則以混凝土作為路面材料，並由混凝土路面直接承受路面上的荷重。台灣的公路建

設已有四十餘年的歷史，所有路面幾乎全為柔性路面，使用柔性路面的初期成本雖然低，但其完成後的養護成本高及養護時對交通的影響較大，對於交通流量大及不易維修之地點，例如高速公路、隧道、橋梁等，皆可多採用剛性路面。但由於施工經驗與技術之不足，造成目前台灣所鋪築之剛性路面工程只有以下幾項：

1.日據時代

(1)省道西部幹線：台北桃園間及台南高雄間部分路段鋪築剛性路面。

(2)台北市之新生南路、長安東路為剛性路面此時期使用人工鋪築，在設計時為利於排水而在路面下加鋪一塑性土壤層，結果反而造成唧水作用，使其路面提早破壞斷裂。

2.民國 56 年省公路局在台北石牌的朝賴橋至關渡鋪設剛性路面，施工完全機械化，但此後似乎沒有再在省道上鋪築剛性路面。

3.中山高速公路時代：停車場及收費站前後 1km 鋪築剛性路面。

4.機場道面：在中正國際機場及以前各機場均沿用日據時代之剛性路面為主，但由於剛性路面造成飛機輪胎磨耗甚巨，有些機場在其上加鋪瀝青混凝土，效果不錯。

5.北部第二高速公路時代：

由於中山高速公路部分路段之瀝青混凝土受到重車輾壓，或用於爬坡道時路面易生變形，造成車轍、波浪及冒油等破壞，於是在北二高隧道及鶯歌、關西段試用剛性路面，期藉其高溫穩定性及低度之養護需求，對防止車轍形成及維持交通順暢大有助益。在其他方面，例如路基排水及填縫料的改良，北二高均針對中山高速公路的經驗加以改良。

至於柔性路面方面，四十餘年來，國內各大營造公司在此方面早已累積了許多經驗，而且由於柔性路面工程相對於其他土木工程如隧道、基礎工程等，其危險性十分低、工作難度低、機具重覆使用率高且鋪築經驗豐富，故其自動化需求並不高。

國內路面工程的自動化，可以如同這次北二高樹林收費站的方式進行：在施工規範中規定必須使用某類新型機具或工法，使得欲得標廠商要先購買此機具或了解此工法才能進行施工。但也要考慮此機具的後續使用能力，才不會像過去許多機具一樣，用了一次就沒機會再使用了。此外，對於一般道路工程品質要加強管制，提升我國的道路品質。

(二)現有路面工程工地訪談摘要

現階段訪談調查選擇部分路面工程工地作為實地訪談對象，茲述如下：（訪談摘要詳見附錄六 -6.3）

1. 工地一：北二高中和鶯歌段 7A 標剛性路面工程
2. 北二高五標柔性路面鋪設工程
3. 北二高大溪至龍潭剛性路面工程

四、高層建築

(一)高層建築之背景

近年來隨著工商業的發達及土地利用的需求不斷提高，建築物已無可避免地向高層發展。由於高層建築的種類特性有別於一般傳統的施工技術，因此，自動化施工機具及自動化施工技術的引進已是刻不容緩。在探討推動高層建築自動化之前，我們必須了解它與一般建築的不同之處，其較明顯的特點是：

1. 因各樓層的施工程序大致相同，故施工具有多層重覆性。
2. 施工機具、材料的數量龐大，進料及工期的控制十分重要。
3. 施工趨向「預鑄化」、「預組化」，如外牆、隔間等...，只需現場吊裝、組立。
4. 樓層高、施工困難。如鋼梁、鋼柱的吊裝及混凝土的輸送等...。
5. 基礎較深，所引發地下施工問題也較多。如擋土、支撐、土壤沈陷、廢土處理等...。
6. 大型機具的引用。如塔式吊車、混凝土壓送機、工作電梯在性質及程

度上與一般工程大不相同。

基於以上高層建築的幾個特性，我們將不難發現自動化應努力的目標。

- 1.施工的多層重覆性，可以藉由機械的系統化及機械人來達成。如樓板混凝土面的抹平，防火被覆的噴灑。
- 2.工程進度的管理應建立電腦化的資料庫管理，並且整合業主，設計單位及施工單位密切配合。
- 3.「預鑄化」、「預組化」的施工應配合週全的接合技術及防火填縫的妥善處理，才能達到良好的效果。
- 4.高樓層的施工可使用遙控式的機械來操作，以避免人工操作的高危險性。
- 5.基礎的監測應朝向全面電腦化的方向發展，以減少人為不當的疏失。
- 6.由於大型機具的使用，工地空間的配置及施工的效率都要仔細地考量。

(二)現有高層建築工地訪談摘要

現階段訪談調查選擇部分高層建築工地作為實地訪談對象，茲述如下：（訪談摘要詳見附錄六-6.4）

- 1.遠東企業中心
- 2.新光人壽大樓新建工程
- 3.臺環企業旗艦工程

4.3 專業座談會

一、前言：

為配合本研究案之推動，除第一階段以業主、營造商、機具代理商及機具租賃商為調查對象之問卷外，另在專業工程方面（為高層建築、隧道工程、橋梁工程、鋪面工程、港灣工程、水庫工程六項）邀請國內學有長之專家

學者配合第二階段問卷調查及座談會之舉行。藉以瞭解國內在這些專業領域發展之情況及國外之科技。

二、專業座談會

配合第二次問卷調查，將各專業工程領域由各專家學者提供之問卷資料彙整後於五月十五日起依高層建築、隧道工程、橋梁工程、鋪面工程、港灣工程及水庫工程六方面之專業工程領域，邀請國內在各個專業工程領域學有專長之專家學者參與座談，以提供國內此專業工程領域之演進、目前自動化之現況及國外最新之科技。座談會摘要詳見附錄五。

參考文獻：

- 4.1 行政院研究發展考核委員會，「十項重要經濟建設計畫簡介」，民國 65 年，pp. 102-103。
- 4.2 行政院經濟建設委員會，「十二項建設計畫辦理情形報告（截至 73 年 3 月 31 日）」，民國 73 年 4 月。
- 4.3 行政院經濟建設委員會，「十四項重要建設計畫推動情形報告」，民國 78 年。
- 4.4 交通部，「中華民國國家建設六年計畫交通建設部分」，民國 80 年 4 月。
- 4.5 「中華民國台灣地區人力資源統計月報」，民國 81 年 4 月，222 期，pp.6-7。
- 4.6 行政院經濟建設委員會，「營建業技術人力供需之研究」，民國 69 年，共 59 頁。
- 4.7 郭南宏，「如何降低公共工程建設造價」，營建管理季刊，第 47 頁，1992 年 6 月。

第五章 問卷設計與調查結果

5.1 問卷調查與訪談之目的

與營建自動化相關聯之產業包括了政府機關、業主單位、規劃設計及工程顧問公司、營建廠商、施工技術及機具供應商、施工技術及機具租賃商、以及施工技術及機具製造商等七大行業，為了蒐集最詳盡的資料，上述行業均列入本次調查的對象。同時也為了簡化作業起見，上述七種行業的問卷係依照行業特性以及前述原則分別製作，以避免受訪者在填寫問卷時發生格格不入之現象。因此本問卷及訪談在設計時期望達到下列之設計目的：

- 一、建立國內「施工技術與機具自動化」之基本資料。
- 二、調查目前國內之施工技術與施工機具之自動化現況。
- 三、整合國內現有技術，研擬未來之發展方向。
- 四、提供相關資料作為政府制訂評審標準及獎勵基準之參考。
- 五、瞭解各單位對推動施工技術與機具自動化之意願。
- 六、瞭解在推動施工技術與機具自動化之困難點。
- 七、分析相關法令與制度之配合問題。
- 八、透過調查與訪問探討在營建業中對施工技術與機具自動化之觀點，作為論證之參考。
- 九、藉由大規模之調查與訪問凝聚國內營建業對推行自動化之共識。
- 十、宣導政府對提升營建業產業升級之決心。

5.2 問卷設計要點

為了有效衡量國內施工技術及機具自動化的現況以做進一步的分析，在問卷設計時必須考慮以下幾個因素：

- 一、廠商背景資料

調查內容包括廠商的資本額、近三年之年營業額、年度研發金額、總員工人數、工程師人數以及過去投入自動化之程度等，主要目的為找出廠商規模與自動化投入和產生效益間的關係。

二、廠商目前施工技術和機具自動化之程度、成效和需求

在現有自動化之程度和成效方面，以完全自動化（無人操作，系統採用人工智慧）、系統自動化（採用電腦感測數值遙控作業）、操控自動化（採用遠端遙控操作）、傳統施工法（採用手工具合併機具操作）以及無此工程等六個層次供廠商圈選，以了解被調查對象在施工技術及機具自動化方面之現況。在對自動化的需求方面則以急需引進（目前工程上急迫需要）、立即引進並自行研發（規劃中之工程將應用到）、立即引進但無研發之經濟規模（僅具市場需求）、合作方式引用（資金需求龐大但具研發潛力）、僅需引進但無研發之經濟規模（具發展潛力）以及暫緩引用（目前無此需求且無足夠之工程規模）等六個層次來刺探現階段市場需求的急切性。

為進一步了解各接受調查單位目前施工技術自動化之細節，問卷分別以上述自動化之程度與自動化之需求兩項指標針對橋梁工程、隧道工程、高層建築工程、路面工程、機場跑道工程、港灣工程、水庫工程、建廠及管線工程、地下工程以及其他工程等十大類別之工作細目逐一進行調查。由於所列舉的工程項目多達百餘項，為了簡化表格及清晰表達起見，乃採矩陣式排列，以使填表人逐一對照填寫。但上述部份只能針對各個單一工程項目作調查，有時並不能表達自動化真正的現況，因此為了避免掛一漏萬，乃在上表之後再增加一項所謂「整合性施工技術」，意指：利用機械自動化、系統資訊化、操作電腦化等方式，整合不同層面及領域之機具群組、特殊材料、管理技術與方法之施工技術。此一部份至此才算完整。

三、推動自動化過程中所遭遇的困難

此一部分調查的目的在了解受調查對象在推動自動化過程中所遭遇的困難，以作為研擬改進對策之參考。困難分別從內、外在環境兩方面來探討：內在環境方面又區分為規劃設計不能配合、法令限制、經費不足、人才難求、合作對象難覓、無國際合作經驗、後續市場不穩定、無優先議價權、無查詢相關資料之管道、合約中缺少獎勵條文以及其他等項；外在環境方面則區分為產業升級條例未明確訂定、大型營造商制度未建立、重大工程未採統包制度、價值工程制度未充分引用、專業營建管理制度未建立、缺少獎勵制度、缺少自動化服務團、缺少自動化訪問團、層層轉包導致投資意願低落、缺少國家級之專業性營建技術研究單位、工程規模不足以支持引用自動化設備、規劃設計單位未採用先進之自動化施工法以及其他等項。填寫問卷者將各因素之重要性依序排列，以作為分析之參考。

四、希望以何種方式發展自動化

此一部分希望受調查單位依重要性分別列出直接購買引進、引進並自行研發、國際合作、技術轉移、委託研究等方式之次序，以作為爾後制訂策略之參考。

五、希望政府扮演之角色

此一部分分別從輔導研發與補助研發兩方面來探討。前者如增修法令、提供諮詢服務、技術輔導、成立大型研究單位等；後者如減稅、優惠融資、獎勵投資、直接補助等。調查結果將作為建議政府訂定施政方針之參考。

六、曾經引用之法規

問卷中列舉了十餘種現行法規，用以了解受調查對象對法規的應用情況，一方面分析此一外在環境在發展自動化過程中所扮演的角色，另一方面也藉此機會將可用之法令傳達給業界。

七、施工機具之設備率

為了進一步了解國內機具的分佈和使用情況，分別就各類型機具如挖掘機具、起重機具等在各單位之自有比率和平均使用率以及在各項工程中之自有、租用和業主提供的比率作一調查，以分析現階段廠商對投資自動化設備成本效益的看法。

八、綜合性現況資料

包括受調查單位發展營建自動化策略目標之各項重要因素、目前正發展中之個案及其層級、希望以自動化技術解決之問題、電腦使用情況、在人力資源上所遭遇之問題、認為最應引進之項目、目前已獲得之效益以及投入自動化之意願等。此外受調查單位如有具體現況資料亦可利用問卷所附之表格填具詳細之施工技術或施工機具之個案資料，以增加問卷之效果。

由於與營建自動化相關聯之產業包括了政府機關、業主單位、規劃設計及工程顧問公司、營建廠商、施工技術及機具供應商、施工技術及機具租賃商、以及施工技術及機具製造商等七大行業，為了蒐集最詳盡的資料，上述行業均列入本次調查的對象。同時也為了簡化作業起見，上述七種行業的問卷係依照行業特性以及前述原則分別製作，以避免受訪者在填寫問卷時發生格格不入的現象。

5.3 調查範圍

本次調查之對象乃將營建團隊依專業分工及職權分工，共分七大類依序為：(A)政府機關、(B)業主單位、(C)規劃設計及工程顧問單位、(D)營造廠商、(E)施工技術及機具供應商、(F)施工技術及機具製造商、(G)施工技術及機具租賃商。

5.4 調查取樣與量測方法

一、調查取樣

本次調查取樣對象共分七大類，分述如下：

(A)政府機關

針對與營建產業相關之決策單位為調查母群體。

(B)業主單位

以國內歷年來參與重大工程之公營或民營之事業單位、政府單位，並以六年國建計畫中各類公共工程之負責單位為調查母群體。

(C)規劃設計及工程顧問單位

以目前較具規模之工程顧問公司、設計顧問公司等為調查母群體。

(D)營造廠商

以國內公、民營之營造廠商及營造公會所屬之部份營造廠商為調查母群體。

(E)施工技術及機具供應商

以國內目前從事代理引進國外自動化或部份自動化之施工技術及機具之供應商為調查母群體。

(F)施工技術及機具製造商

以國內目前製造或設計之施工技術及機具製造商為調查母群體。

(G)施工技術及機具租賃商

以國內目前出租施工技術及機具之租賃商為調查母群體。

二、量測方法

本次調查問卷之設計型式，採用選擇式及填答式問題為主，另外佐以開放式之問題，而題目設計採用之量測尺度則以百分比尺度為主，並將其表現型式分為，(一)依對問題認知之強弱排序、(二)依實際狀況標明百分比、(三)依統計分析後得百分比。

5.5 問卷分類及編號

本次問卷及訪談之抽樣母體，分為七類綱要 (Schema)，而每一綱要下又有數十至數百個例證 (Instance)，因此為便利爾後之統計分類，將調查問卷編號建立一索引，其說明如後：

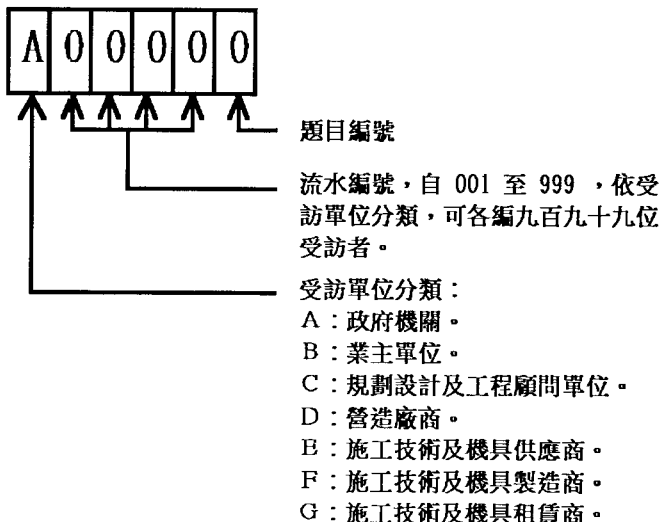


圖 5.1 問卷調查編號索引示意圖

經由對問卷調查與訪談整理之研討與分析後，希望提出下列之建議項目：

- 一、工程市場與勞力需求現況。
- 二、勞力供需之現況分析。
- 三、國內營建業施工自動化之成效。
- 四、施工技術發展與引入之現況。
- 五、機具使用、引入與分類整理。
- 六、未來發展之趨勢。
- 七、應配合之研究發展工作。

八、檢討國內施工機具製造發展之可行性評估。

5.6 調查結果

本次問卷在寄發時發現，政府機關（問卷綱目A）與業主單位（問卷綱目B）大多重複，為便於統計將兩者合併計算，施工機具供應商（問卷綱目E）、施工機具租賃商（問卷綱目F）與施工機具製造商（問卷綱目G）亦採相同之處理方式合併計算，全部問卷共發出 309 份，回收有效問卷 58 份，回收率 18.77%。

一、在推動施工技術自動化過程中單位內部所遭遇過之困難

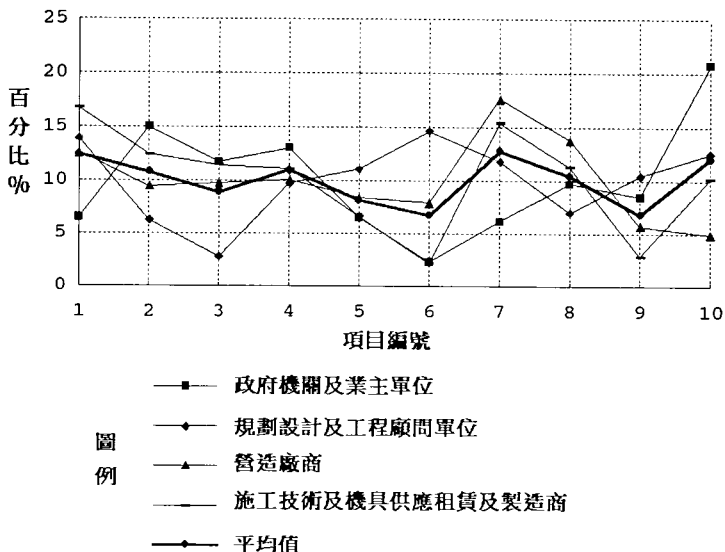


圖 5.2 自動化過程中內部遭遇到之困難統計圖

項目編號：

1. 規劃設計不能配合
2. 法令限制
3. 經費不足
4. 人才難求
5. 合作對象難覓
6. 無國際合作經驗或能力
7. 後續工程市場不穩定
8. 無優先議價權
9. 無查詢相關資訊之管道
10. 合約中未增列引用自動化技術及機具所節省工時、減少成本、提升工程品質之獎勵條文

根據調查結果，各單位內部在推動自動化過程中，所面臨最主要之困難為：

1. 後續工程市場不穩定
2. 規劃設計不能配合
3. 合約中未增列引用自動化技術及機具之獎勵條文。

、在引進施工機具自動化過程中外在環境之影響

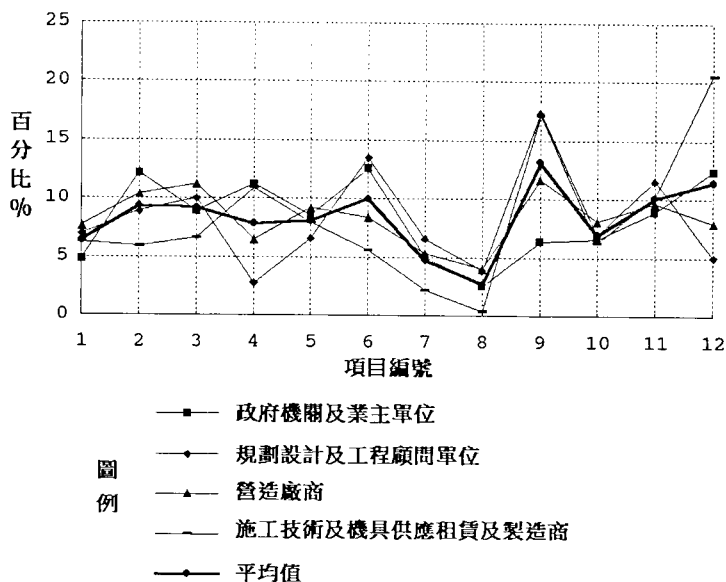


圖 5.3 自動化過程中外在環境之影響統計圖

項目編號：

1. 產業升級條例未明確訂定
2. 大型營造商制度未建立
3. 重大工程未採統包制度
4. 價值工程制度未充份引用
5. 專業營建管理制度未建立
6. 未建立獎勵制度
7. 自動化服務團未建立
8. 自動化訪問團未建立
9. 層層轉包導致廠商投資意願降低

10. 未建立國家級之專業性營建技術研究單位
11. 工程規模不足以支持引進自動化設備
12. 規劃設計單位未採用先進之自動化施工法

根據調查結果，影響各單位引進自動化施工機具意願之外在因素，最主要為：

1. 層層轉包導致廠商投資意願低
2. 規劃設計單位未採用先進之自動化施工法
3. 工程規模不足以引進自動化設備。

三、在引進施工機具自動化過程中外在環境影響中對於技術移轉所遭遇到之困難（依受訪對象填寫表列）

（一）政府機關及業主單位

1. 政府機關預算受限，自動化編列預算困難
2. 迄今並無鼓勵措施
3. 後續工作量不足以維持自動化經費
4. 政府未明訂獎勵措施並確實執行
5. 價值工程制度未充份發揮，經驗不足，執行不力
6. 專業人員缺乏自動化觀念，且人才培養不易
7. 預算及法規限制技術移轉之成效

（二）規劃設計及工程顧問單位

1. 國內市場需求量，無法達到經濟效益
2. 業主缺乏自動化之觀念
3. 政府決策及獎勵條件未明朗

（三）營造廠商

1. 人力資源分面
 - (1) 現場人員及協力廠商對新工法之抗拒
 - (2) 人才缺乏培訓不易且不易留任，使得技術無法生根

(3)經營者之盈餘未合理回饋員工造成缺乏研究發展意願

2.法規制度方面

(1)規格化及系統之架構未定

(2)若未能於規劃設計時作整體性考慮，單獨引進之自動化機具亦無法發揮

(3)專業術語未訂定標準

(4)商業倫理觀念薄弱，不尊重智慧財產權

3.市場經濟方面

(1)社會需求未趨普遍

(2)後續市場不穩定

(3)研究發展花費過鉅，投資報酬回收不可預期

(4)因市場未充份刺激使得經營者投資研究發展意願低落

4.技術環境方面

(1)營建工程專業分工及產品多元化造成技術移轉困難

(2)技術移轉有所保留

(3)技術合作人能力不足

(4)自國外技術移轉因國情差異形成技術移轉障礙

(5)缺乏技術研發單位與使用者溝通聯繫之管道

(四)施工技術及機具供應租賃及製造商

1.國內對雷射技術的發展尚未到成熟階段

2.海關稅則不完備使某些機具無適用稅則號碼引進困難

3.監理所道路法規限制導致特種機具無法引進

4.使用單位對自動化系統之操作及維護人員不足

5.專業人才缺乏評估購置自動化機械之採購人員無法擬訂完善之評估前置作業

6.營建習慣無法配合觀念落伍

7.規劃設計未能考慮自動化施工的配合設計

四、期望以何種方式引進施工技術自動化

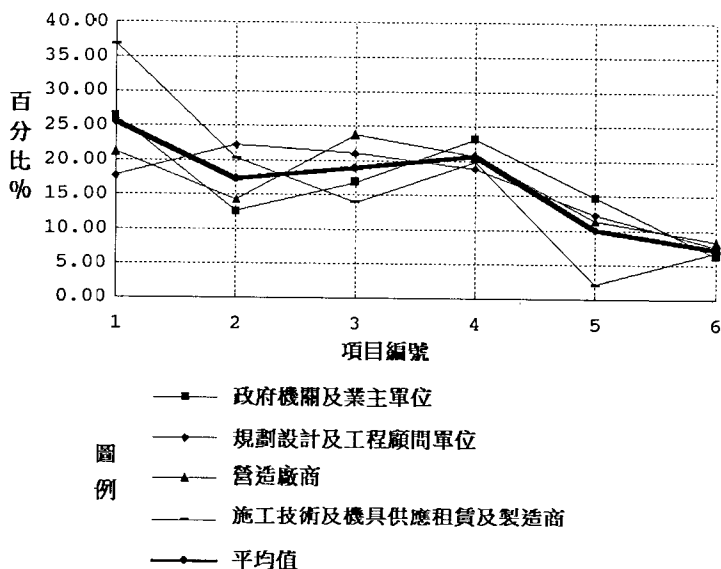


圖 5.4 期望以何種方式引進自動化技術統計圖

項目編號：

1. 直接購買引進
2. 購買引進並自行研發
3. 國際合作方式引進及研發
4. 技術移轉
5. 以委託研究的方式進行研發
6. 暫緩推動（目前無此需求）

在問卷中 37.85 % 認為僅需引進自動化施工技術，目前無研發之經濟規模，38.12 % 選擇外商技術公司為合作研發對象，國內學術機構及

研究單位各自僅有 23.70 % 及 24.15 %。

根據調查結果，各單位對於引進自動化施工技術及機具，最期望採用之方式為：(1)直接購買引進、及(2)技術移轉，對於自行研發之意願均不高，此種現象與後續工程市場的不穩定及層層轉包導致廠商投資意願低落有密切之關係。

五、期望政府在自動化研發過程中扮演的角色

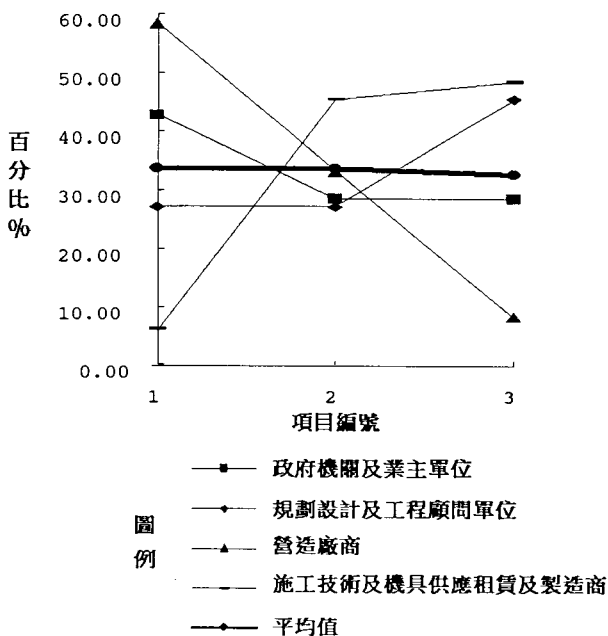


圖 5.5 期望政府在自動化研發過程中扮演的角色統計圖

項目編號：

1.政府輔導研發

其中期望政府成立大型專業研究單位佔 27.80 %，提供專業技術諮詢服務佔 26.06 %。

2.政府補助研發

其中期望政府擬訂獎勵投資辦法佔 36.04 %，引用減稅條例佔 29.31 %。

3.目前無此需求（暫緩引進）

六、在引進施工技術自動化過程中，曾經為自動化設備及技術所引用之法規

在所有有效問卷中百分之九十八以上均對目前各種獎勵辦法不瞭解，以至無法運用，其中僅有一家施工機械技術及機具供應商曾經引用下列條例：

（一）促進產業升級條例。（79.12.29 發布）

（二）傳統性工業技術升級計畫實施辦法。（79.12 發布）

（三）科學園區創新技術研究發展計畫獎勵實施要點。（78.9.25 發布）

（四）民營營造業購置自動化生產設備或技術及防治污染設備或技術適用投資抵減辦法。（81.1.31 發布）

引用法規之困難點：（依受訪對象填寫表列）

（一）政府公務機關一般以辦公室自動化為優先工作

（二）對目前各種獎勵辦法不瞭解，以至無法運用

（三）主辦人對產業升級條例亦無全面瞭解

七、營造廠商自有施工機具佔總資本額之：52.55 %

本題填寫廠商共 8 家，佔營造廠商之有效問卷 34.78%，其代表性無法充份反應真實狀況，若以全部之有效問卷數為母群體時，則營造廠商自有施工機具佔總資本額將下降至：25.13 %。

八、營造廠商各類自有施工機具現況調查

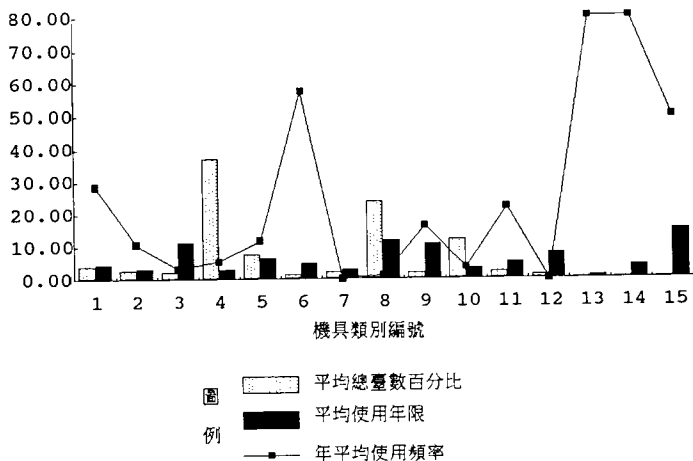


圖 5.6 營造廠商自有機具現況統計圖

機具類別編號：

1. 挖掘機械
2. 基礎工程機械
3. 牽引機械
4. 搬運機械
5. 起重機械
6. 鑽孔機械
7. 隧道機械
8. 整地機械
9. 碎石篩選機械
10. 混凝土機械
11. 鋪築機械

12. 船舶機械
13. 推管掘進工法
14. 空氣壓縮機
15. 瀝青拌合廠

九、引進自動化施工機具之策略性目標

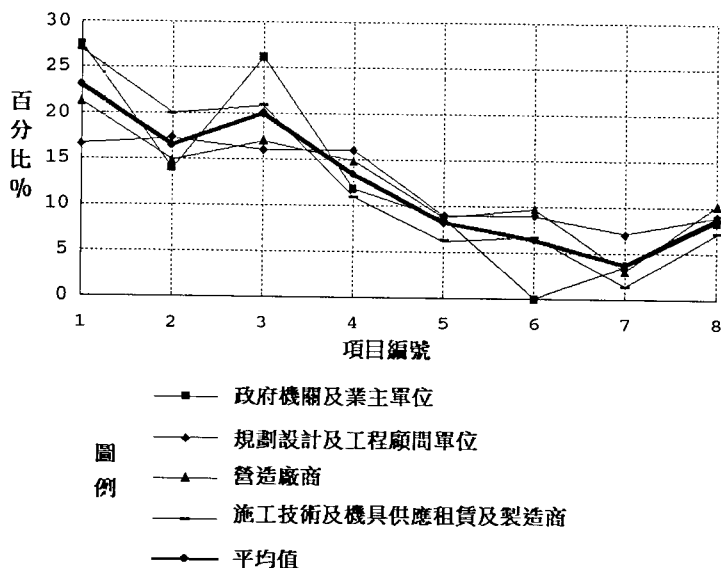


圖 5.7 引進自動化施工機具之策略性目標統計圖

項目編號：

1. 節省工時，提高施工效率
2. 減少施工成本
3. 提升工程品質
4. 降低風險，提高施工安全性

5. 培養自有技術人力
6. 多方面開拓專有技術市場
7. 引進開發資金
8. 建立公司高技術形象

根據調查結果，各單位引進自動化施工技術及機具之最重要策略目標為：(1)節省工時以提高施工效率(2)提升工程品質及(3)減少施工成本。

十、目前正在發展中之自動化施工技術（依受訪對象填寫表列）

（一）營造廠商部份

1. 碎石場電腦控制碎石機
2. 隧道工程岩石評分與計測系統
3. 蛋形消化槽系統模板
4. 設計及繪圖電腦化
5. 工務管理電腦化
6. 隧道回襯全面開挖自動化施工技術
7. 隧道斷面自動量測儀

（二）施工技術及機具供應租賃及製造商部份

1. 雷射自動水平垂直量測儀
2. 潛盾機作業之全自動背填灌漿設備，即填補環片與開挖界面之空間，朝可任意「定量及定壓」灌漿及地面上平臺無人操作發展
3. 混凝土滑動模板鋪築機

十一、期望藉自動化施工技術及機具加以解決之問題（依受訪對象填寫彙整表列）

（一）政府機關及業主單位

1. 提高工程設計效率及精確度
2. 提高工程品質

- 3.提高工作效率及節省工時
- 4.標準化之橋梁預鑄及施工
- 5.軌道工程施工

(二)規劃設計及工程顧問單位

- 1.營建管理及技術

(三)營造廠商

- 1.粉刷、泥水工程（因品質控制不易，工人難覓）
- 2.混凝土高層輸送
- 3.工地污染
- 4.鋼構組立吊裝（高樓、橋梁等）
- 5.噴漿工程
- 6.滑動模板
- 7.工程管理自動化
- 8.潛盾或推進工法中泥水工法所需之泥水機械
- 9.特殊 RC 構造物模板系統
- 10.高聳 RC 構造物爬模系統
- 11.地盤改良灌注工法及材料製造

(四)施工技術及機具供應、租賃及製造商

- 1.污泥砂石抽排機具
- 2.港灣疏浚工程及基礎工程機具
- 3.鑽岩機
- 4.路面平整要求藉雷射自動化儀器自動推平機具
- 5.建築物鉛垂點測量
- 6.挖泥作業自動化機具
- 7.定向自控式路面鋪築及修補自動化施工機具

十二、目前最應該（最適宜）引進之自動化施工技術及機具之項目（依受訪對

象填寫彙整表列)

(一)規劃設計及工程顧問單位

- 1.鋼筋加工
- 2.鋼筋排列
- 3.裝修混凝土地坪
- 4.外壁塗裝
- 5.隧道工程
- 6.基礎工程
- 7.營建管理電腦化

(二)營造廠商

- 1.自動化粉刷設備
- 2.混凝土高層輸送設備
- 3.橋梁推進工程技術及機具
- 4.樓板自動化建造技術
- 5.連續壁預鑄工法
- 6.工程電腦管理系統
- 7.吊放式組合鋼模
- 8.滑動模板
- 9.小型抽砂機
- 10.噴漿機
- 11.鋼結構接頭吊裝自動固定設備
- 12.水平高壓噴射地盤改良工法
- 13.施工期間環保自動監控系統

(三)施工技術及機具供應租賃及製造商

- 1.灌漿設備
- 2.雷射自動控制系統
- 3.隧道支撐岩釘

- 4.隧道用鑽堡機
- 5.混凝土施工/輸送之技術及機具
- 6.自動模板系統
- 7.潛盾施工技術及機具

十三、引進自動化機具及技術人員時之基本要求

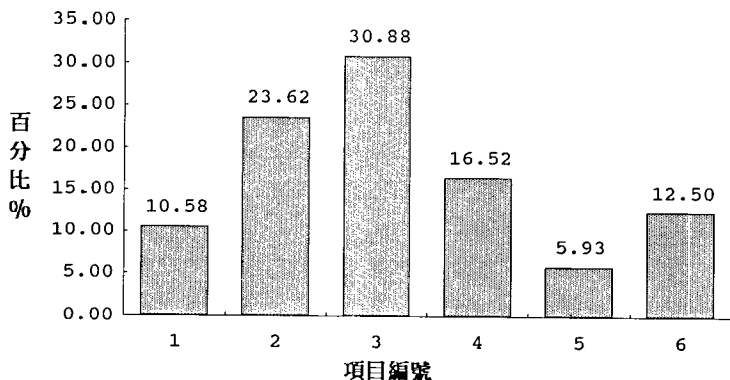


圖 5.8 引進自動化技術及機具時對人員之要求統計圖

項目編號：

- 1.研究所以上
- 2.大學相關科系
- 3.專科相關科系
- 4.高工
- 5.國中
- 6.外籍技術人員

由問卷中可看出在引進自動化機具及技術時，各單位對人力資源上所面臨的最大問題是高層次技術人力不足；其次是施工技術層次未能配合自動化之需求。

十四、對引進自動化施工技術及機具之配合意願

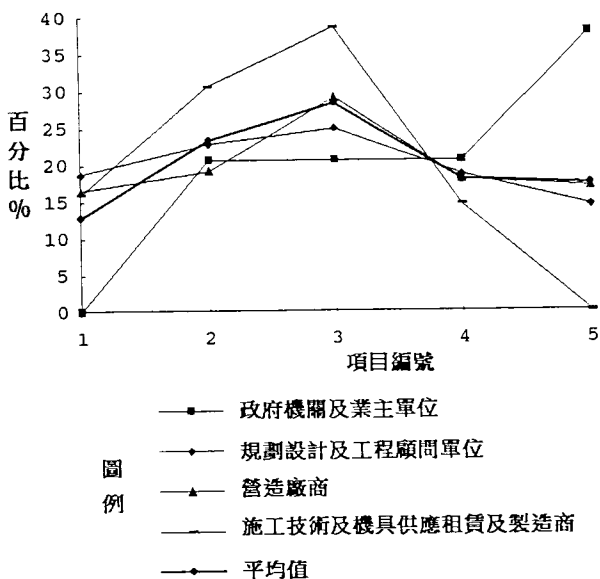


圖 5.9 引進自動化之意願統計圖

項目編號：

1. 非常高 (願意投入資金及研發人力)
2. 有興趣 (願意參與合作計畫)
3. 有條件推動 (足夠之工程經濟規模及延續性)
4. 有條件推動 (能適用獎勵條例)
5. 有條件推動 (有適當之人才資源)
6. 目前無意願

其原因：

- (一)政策不明確，投資者對投資保障不具信心
- (二)勞資意識不融洽，彼此互信未建立
- (三)新技術之智慧財產權無法保障
- (四)審計法限制，使得採用自動化技術未必能得標
- (五)政府公共工程政策無法確保穩定的市場規模
- (六)開發資金過鉅且回收期及智慧財產權均無保障
- (七)短期效果不顯著造成投資意願低落
- (八)工程量不足，目前人力已可應付

第六章 國內施工技術自動化現況與分析

6.1 前言

根據本次問卷調查及訪談結果，我國營建廠商「施工技術自動化」水準落後美日歐等工程先進國家甚多，目前仍有許多關鍵性技術需要仰賴國外引進，因此如何在現有的技術、人力及資金的運用下，適切地發展國內的自動化施工技術，並以六年國建計畫中的各類工程為核心重點引進或研發自動化施工技術，配合整體性之國家工程建設規劃，促使國內營建產業技術升級。

6.2 廠商現有自動化程度

本研究針對國內營建工程，使用自動化施工技術之現況進行問卷調查，並將工程類別分為九大類，在各類工程中所可能使用到的施工技術分為十六大類，各類施工技術在依工作性質經組合分類後分列為各工作項目，研究架構採用矩陣式分析法，主要的考量是營建工程中各種施工方法及技術常運用於不同的工程類別，無法以階層式架構劃分，因此層級式分析法不適用於營建工程的產業特性。整份問卷設計方式將施工自動化程度劃分為五個等級由受訪單位根據實際施工技術現況填答，其結果如表 6-1 至表 6-7。

表 6-1 施工技術自動化之現況(測量控制及基礎施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
測量控制技術	放樣	2.00	2.00	1.88	2.44	2.00	2.00	2.00	2.10	2.00
	收方	2.00	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	2.00
	高層控制	2.00	2.00	2.17	2.78	2.00	2.00	2.00	2.71	2.75
	航測	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00
	衛星						2.00			
	海上定位						2.00			
基礎施工技術	基樁	2.14	2.33	2.13	3.00	3.00	2.33	2.50	2.13	2.29
	沉箱	2.33	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.33
	連續壁	2.40	2.40	2.29	3.00	3.00	2.50	3.00	2.25	2.67
	鑽探	2.00	2.00	1.83	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	2.00
	灌漿	1.80	1.86	2.40	2.67	2.00	2.00	2.00	2.14	2.40
	逆打	4.00	2.00	2.50	2.67	2.00	2.00	2.00	2.40	2.50
	打樁動力分析	1.00		1.50			2.00		1.75	2.00
	荷蘭錐貫入試驗	2.00	2.00	2.00					2.00	2.00
	地錨	2.25	2.25	2.40	2.75	2.00	2.00	2.33	2.50	2.67
	邊坡穩定	2.25	2.33	2.00	2.33	2.00	2.00	2.33	2.14	2.50
	地盤改良	2.00	0.86	2.50	2.67	2.00	2.00	2.00	2.14	2.50

(註). 自動化現況配分比, 分述如下: (1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-2 施工技術自動化之現況(開挖、模板、混凝土及瀝青混凝土施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
開挖施工技術	鑽炸	2.00	2.00				2.00	2.00	2.00	2.00
	潛盾		2.71						2.50	3.00
	隧道鑽掘機	2.00	2.29				2.00	2.00	2.00	2.00
	支撐	2.00	2.13	1.75	3.00		2.00	2.00	1.71	2.25
	棄土	1.67	1.67	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.33
	大基地	1.50	1.00	1.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.67	1.50
	深基礎	1.80	1.50	2.14	2.00	1.00	1.50	1.50	2.20	2.25
模板施工技術	滑模	2.50	2.50	2.33	2.33	2.00	2.00	2.50	2.17	2.50
	爬模	2.00	2.00	2.50	2.33	2.00	2.00	2.00	2.50	2.33
	飛模	2.00	2.00	2.50	2.33	2.00	2.00	2.00	2.50	2.50
	系統模板	2.00	2.25	2.33	2.33	2.00	2.00	2.00	2.33	2.50
混凝土施工技術	生產	2.60	2.25	2.71	2.67	2.00	2.00	3.00	2.56	2.00
	輸送	2.00	1.88	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.40
	搗築	1.60	1.63	1.88	2.25	2.00	2.00	2.00	1.82	1.80
	養生	1.50	1.43	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.60	1.25
瀝青混凝土施工技術	生產	2.00	2.00	2.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	輸送	2.00	2.00	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	搗築	2.00	2.00	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	養生	2.00	2.00	1.33	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	其他：									

(註) . 自動化現況配分比，分述如下：(1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-3 施工技術自動化之現況(吊置安裝、預鑄組件製裝、運送輸送及表面裝修施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
吊置安裝施工	推進	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	2.00
	帷幕牆	2.00	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00
	鋼筋籠	1.83	2.20	1.57	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	1.60
	鋼構件(焊接)	2.25	2.00	1.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
預鑄組件製裝技術	節塊	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	2.00
	帷幕牆	2.00	2.00	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	弓型支堡	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	非結構性組件	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	消波塊	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
運送輸送技術	材料	2.00	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	2.00	1.71	1.80
	構件	2.00	2.00	1.57	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	1.80
	泥漿	2.00	2.00	1.71	1.67	2.00	2.00	2.00	1.67	1.80
	廢土	2.00	2.00	1.71	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	2.00
表面裝修技術	粉光	1.75	1.75	1.29	1.33	1.00	1.00	1.00	1.43	1.50
	防火被覆	1.50	1.50	1.71	1.33	1.00	1.00	1.00	1.67	1.50
	瓷磚	1.50	1.50	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.25
	抹平	1.60	1.50	8.00	1.75	1.00	1.00	1.00	1.71	1.80

(註). 自動化現況配分比,分述如下:(1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-4 施工技術自動化之現況(品質管制、預測分析及監測與儀控分析施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
品質管制	非破壞性檢驗	2.00	2.00	2.00	1.60	2.00	2.00	1.50	2.13	1.67
	全面品質管制	1.67	1.88	1.50	1.40	1.00	1.00	1.00	1.78	1.50
	品質保證	1.67	1.83	1.75	1.40	1.00	1.00	1.00	1.86	1.50
預測分析技術	地質調查	2.00	1.80	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83	1.80
	地質評析	1.75	2.00	1.67	2.00	2.00	3.00	1.50	2.00	2.00
	地下水調查	2.25	2.00	1.75	2.00	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00
	地下管線調查	2.00	1.80	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	1.80	1.50
	地下結構物調查	2.00	2.00	1.67	2.00	2.00	2.00	2.00	1.80	1.67
	電腦模擬	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.50	2.00	1.67
	海流	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.67
	漂砂	1.50	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.50	2.00	1.67
監測與儀控分析技術	應力、應變	3.50	3.17	2.83	3.00	3.00	2.50	4.00	3.25	3.25
	沉陷、傾斜	3.50	3.17	2.33	3.00	3.00	2.50	4.00	3.25	3.25
	導航、定位	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	環保	2.50	2.50	2.00	3.00	3.00	2.50	3.00	2.75	3.00
	漂砂	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	2.00
	電腦監測	3.75	3.67	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.67	2.67

(註). 自動化現況配分比，分述如下：(1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-5 施工技術自動化之現況(污水防制環工施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
污染防制環工技術	污水	1.50	1.83	1.75	1.33	1.00	1.00	1.00	1.71	1.75
	廢土	1.67	1.60	1.67	1.50	1.00	1.00	1.00	1.44	1.50
	廢氣	1.50	1.75	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.80	1.60
	噪音與震動	1.50	2.00	1.50	1.33	1.00	1.00	1.00	1.71	2.00
	粉塵	1.50	1.75	1.67	1.33	1.00	1.00	1.00	1.60	1.60
	掩埋	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00
	再生	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.00
	污染偵測	1.67	1.50	2.33	2.00	1.00	1.00	1.50	2.67	2.50

(註). 自動化現況配分比, 分述如下: (1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-6 施工技術自動化之現況(工程規劃管理施工技術)

施工技術自動化之現況										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
工程規劃管理技術	程序合理化	2.00	2.25	2.80	2.50			2.00	2.44	3.00
	作業標準化	2.00	2.00	2.80	2.50				2.44	3.00
	構件模組化	2.00	2.50	2.50	2.50				2.71	4.00
	作業簡化	2.00	2.29	2.00	2.50				2.50	3.33
	縮減等待時間	2.00	2.33	2.50	2.50				2.83	3.33
	減少重複人力	2.00	2.29	2.50	2.40	2.00	2.00	2.00	2.71	3.00
	資源平衡	2.00	2.67	2.00	2.00			2.00	2.50	4.00

表 6-7 施工技術自動化之現況(整合性施工技術)

施工技術自動化之現況									
工程類別 —— 工作類別\工作項目	橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
整合性施工技術	1.75	1.80	1.83	1.67	2.00	2.00	2.00	1.86	2.00

(註). 自動化現況配分比。分述如下：(1)傳統施工法(採用手工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

(註*) . 整合性施工技術：利用機械自動化、系統資訊化、操作電腦化等方式，整合不同層面及領域之機具群組、特殊材料、管理技術與方法之施工技術。

根據上述調查統計資料可整理出各工作項目在現階段的自動化現況及各工程類別之自動化現況，其結果如表 6-8 及表 6-9。

表 6-8 現階段各「工作項目」之自動化現況配分比

工 作 項 目	自動化配分比	排名
測量控制技術	2.07	5
基礎施工技術	2.28	3
開挖施工技術	1.77	11
模板施工技術	2.22	4
混凝土施工技術	1.90	10
瀝青混凝土施工技術	1.99	7
吊置安裝施工技術	1.97	8
預鑄組件製裝技術	1.99	7
運送輸送技術	1.91	9
表面裝修技術	1.52	13
品質管制技術	1.58	12
預測分析技術	2.01	6
監測分析技術	3.02	1
污染防治環工技術	1.38	14
工程規劃管理技術	2.47	2

(註)．自動化現況配分比，分述如下：(1)傳統施工法(採用手工合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

表 6-9 現階段各「工程類別」之自動化現況
配分比

工 程 類 別	自動化配分比	排名
橋梁工程	2.03	6
隧道工程	2.04	5
高層建築工程	2.08	3
路面工程	2.07	4
機場跑道工程	1.88	9
港灣工程	1.90	8
水庫工程	1.96	7
建廠及管線工程	2.10	2
地下工程	2.14	1

(註). 自動化現況配分比，分述如下：(1)傳統施工法(採用手工工具合併機具操作)、(2)部份自動化(採用傳統機具操作)、(3)操控自動化(採用遠端遙控操作)、(4)系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)、(5)完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)、(空白)無此工程

本研究乃根據矩陣式分析法，依問卷調查資料結果(表 6-8 與 6-9)，自動化配分比均在 2.0 左右，可以看出我國施工技術自動化目前多停留在採用傳統機具操作的狀態，即多以機械化機具取代部份人力，但對於自動化的程度仍然不足，在各類工作項目中監測分析技術是使用自動化程度最高者，然限於時間因素未能針對監測分析技術因引進自動化設施所產生之效益加以分析，因此無法評估此種施工技術在引用自動化前後的績效差異。污染防治環工技術之自動化配分比僅 1.38，為自動化程度較落後者在六年國建計畫中交通建設佔極大之工程量，由表 6-9 中可看出在各類交通工程類別中自動化程度仍嫌不足，因此如何提升各工程類別自動化程度為當務之急。

6.3 急需開發或引進之自動化施工技術

本研究分別針對國內營建工程中各單位對於開發或引進自動化施工技術之認知依具發展潛力、資金需求龐大但具發展潛力、僅具市場需求、規劃中之工程將應用到、目前工程上急迫切需要、目前無此需求且無足夠之工程規模等分類，由受訪單位根據實際需求依問卷之矩陣式分析架構填答，其結果如表 6-10 至 表 6-16。

表 6-10 施工技術自動化之需求性(測量控制及基礎施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
測量控制技術	放樣	1.33	1.75	1.67	1.60		1.00	2.00	1.40	2.00
	收方	1.33	2.75	1.00	1.50			2.00	1.00	1.00
	高層控制	1.00	1.67	2.00	1.80				1.75	2.50
	航測	2.00	2.00	2.00	2.00				2.00	2.00
	衛星									
	海上定位									
基礎施工技術	基樁	2.33	3.33	1.67	3.00		3.00	3.00	3.00	2.20
	沉箱	1.00								3.00
	連續壁	1.00	5.00	1.67	3.00				3.00	2.50
	鑽探	1.50	3.33	2.00				2.00	3.00	4.00
	灌漿	2.00	3.00	2.50	3.00				3.33	3.00
	逆打	1.00	5.00	2.00	3.00				3.00	4.00
	打樁動力分析	2.00		2.00					3.00	4.00
	荷蘭錐貫入試驗	1.00		1.00					2.50	4.00
	地錨	2.00	2.50	2.00	3.00			2.50	2.75	3.50
	邊坡穩定	2.00	3.00	2.00	3.00			2.50	2.75	3.33
	地盤改良	1.00		2.00	3.00				2.50	3.00

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-11 施工技術自動化之需求性(開挖、模板、混凝土及瀝青混凝土施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
開挖施工技術	鑽炸	2.00	1.00					2.00		
	潛盾		2.75							
	隧道鑽掘機		2.50							
	支撐	5.00	3.50	1.67	3.00				2.00	3.50
	棄土	5.00	3.00	1.00					1.00	2.00
	大基地	5.00		1.50					1.00	
	深基礎	3.67		2.25	3.00		3.00	3.00	2.33	3.00
模板施工技術	滑模	1.50		2.00	3.00			2.00	2.00	3.00
	爬模	1.00		3.00	3.00				3.50	2.50
	飛模			3.00	3.00				3.00	3.00
	系統模板	1.00	5.00	2.00	3.00				2.00	3.00
混凝土施工技術	生產	1.50	2.50	5.00				1.50	3.33	3.50
	輸送	3.00	3.67	2.25	3.50				2.80	3.00
	攪築	3.00	3.33	2.25	3.50				3.00	3.50
	養生	3.00	3.33	3.50	4.00				3.25	4.00
瀝青混凝土施工	生產			3.00	4.00					
	輸送			1.00	4.00					
	攪築			1.00	4.00					
	養生			2.00	4.00					

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-12 施工技術自動化之需求性(吊置安裝、預鑄組件製裝、運送輸送及表面裝修施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
吊置安裝施工	推進	2.00		3.00						
	帷幕牆		3.00	1.50					1.00	
	鋼筋籠	2.50	3.00	1.50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	鋼構件(焊接)	2.00	5.00	3.50					4.33	5.00
預鑄組件製裝技術	節塊	2.00							2.00	
	帷幕牆			3.00						
	弓型支堡		2.00							5.00
	非結構性組件	1.00	1.00	1.00					1.00	
	消波塊						2.00	2.00		
運送輸送技術	材料	1.00	2.50	1.00			1.00	1.00	2.50	4.00
	構件	1.00	2.50	1.50					2.50	4.00
	泥漿	1.00	3.00	2.67	2.00				2.67	3.50
	廢土	1.00	2.50	3.33	4.00				3.00	4.00
表面裝修技術	粉光	1.50	3.00	4.50	3.00				3.25	3.50
	防火被覆	2.00	2.00	3.00	3.00				2.00	2.50
	瓷磚	2.00	2.00	3.50					2.75	2.00
	抹平	2.67	3.50	3.80	4.00				2.75	2.50

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-13 施工技術自動化之需求性(品質管制、預測分析及監測與儀控分析施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
品質管制	非破壞性檢驗	2.67	4.00	2.67	4.33			1.00	4.00	4.00
	全面品質管制	2.33	3.67	2.33	4.33			1.00	3.75	4.50
	品質保證	2.33	3.67	3.00	4.33			1.00	3.75	4.50
預測分析技術	地質調查	1.00	3.00	3.00				2.00	3.00	3.50
	地質評析	1.00	3.00	3.00				2.00	3.00	3.00
	地下水調查	2.00	3.50	1.50				2.00	3.50	5.00
	地下管線調查	1.50	3.00	1.50					3.50	4.50
	地下結構物調查	2.00	3.00	2.00					3.00	5.00
	電腦模擬	2.00	3.50	2.00				2.00	3.00	5.00
	海流									4.50
	漂砂									4.50
監測與儀控分析技術	應力、應變	1.67	3.00	3.50				2.00	2.00	4.00
	沉陷、傾斜	1.67	3.00	3.50				2.00	2.00	4.00
	導航、定位		5.00							5.00
	環保	1.00	1.00	1.00					1.00	
	漂砂									4.00
	電腦監測	1.50	4.00	5.00				2.00		4.50

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-14 施工技術自動化之需求性(污水防制環工施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
污染防制環工技術	污水	1.00	3.50	2.67	2.00				3.25	3.50
	廢土	3.00	3.67	3.00	4.00				3.40	4.00
	廢氣	1.00	3.00	1.00					3.00	3.67
	噪音與震動	3.00	3.67	3.00	4.00				3.50	4.00
	粉塵	3.00	3.33	3.00	4.00				3.00	3.33
	掩埋	1.00	1.00	1.00					1.00	
	再生	5.00	5.00	5.00	5.00				5.00	
	污染偵測	2.33	3.00	3.00	4.00			1.00	3.00	3.00

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫切需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-15 施工技術自動化之需求性(工程規劃管理施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
工程規劃管理技術	程序合理化	3.50	3.25	3.25	3.75			2.00	3.60	3.50
	作業標準化	2.67	3.25	3.25	3.75				3.60	3.50
	構件模組化	2.67	3.25	3.25	3.75				3.60	3.50
	作業簡化	3.33	3.60	3.25	3.75				3.60	3.50
	縮減等待時間	2.67	3.25	3.25	3.75				3.60	3.50
	減少重複人力	2.67	3.20	3.25	3.60	3.00	3.00	3.00	3.60	3.33
	資源平衡	3.50	5.00	4.00	4.33			1.00	4.25	5.00

表 6-16 施工技術自動化之需求性(整合性施工技術)

施工技術自動化之需求性										
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程
整合性施工技術*		3.33	3.25	3.25	4.00	4.00	4.00	3.00	3.17	3.00

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

(註*). 整合性施工技術：利用機械自動化、系統資訊化、操作電腦化等等方式，整合不同層面及領域之機具群組、特殊材料、管理技術與方法之施工技術。

根據上述調查統計資料可整理出國內目前急需開發或引進之自動化施工技術，包括各工作項目在現階段優先自動化之順序及各工程類別之自動化優先順序，其結果如表 6-17 及表 6-18。

表 6-17 現階段各類「工作項目」自動化需求之優先順序

工 作 項 目	自動化配分比	排名
測量控制技術	1.71	13
基礎施工技術	2.63	9
開挖施工技術	2.64	8
模板施工技術	2.60	10
混凝土施工技術	3.13	3
瀝青混凝土施工技術	2.88	6
吊置安裝施工技術	2.91	5
預鑄組件製裝技術	2.00	12
運送輸送技術	2.38	11
表面裝修技術	2.81	7
品質管制技術	3.20	2
預測分析技術	2.88	6
監測分析技術	2.81	7
污染防治環工技術	3.06	4
工程規劃管理技術	3.40	1

(註)．急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫切需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

表 6-18 現階段各「工程類別」自動化需求之
優先順序

工 程 類 別	自動化配分比	排名
橋梁工程	2.10	8
隧道工程	3.12	4
高層建築工程	2.48	7
路面工程	3.37	2
機場跑道工程	3.33	3
港灣工程	2.50	6
水庫工程	1.98	9
建廠及管線工程	2.79	5
地下工程	3.54	1

(註). 急需開發或引進之自動化施工技術配分比：(1)僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)、(2)合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)、(3)立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)、(4)立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)、(5)急需引進(目前工程上急迫切需要)、(空白)暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)

經濟部科技顧問室於民國八十年六月委託財團法人中興工程顧問社之計畫案「我國建設工程技術水準提升策略研究」中指出[6.1]，就提升整體工程技術方面應該努力的優先項目對於施工工法類所作之研究如表 6-19；行政院產業自動化執行小組於民國八十年九月委託國立政治大學企業管理研究所進行「發展營建業自動化環境之研究」[6.2]，該計畫以AHP法進行研究其中指出，營建工程細項發展自動化優先順序如表 6-20，經分析上述兩項研究計畫，並與本研究之調查統計比對，對於我國在目前之營建環境下急需開發或引進之自動化施工技術可規劃出一藍圖，據此基本架構即可整理出發展我國施工技術自動化之優先順序。

表 6-19 「我國建設工程技術水準提升策略研究」對於
施工工法應優先研發之調查結果[6.1]

項 目	贊成者所佔百分比%				排名
	業主	設計	施工	合計	
深開挖技術	50	79	71	67	1
超高樓施工技術	25	71	88	65	2
隧道施工技術	67	57	65	63	3
橋梁特殊工法技術	25	64	53	49	4
基礎施工技術	42	50	53	49	5
防水技術	58	43	41	47	6
模組化工法	25	29	29	28	7
假設工程	8	7	12	9	8
省人力工法	8			2	9
地盤改良技術			6	2	9
大型港灣興建技術			6	2	9
抽砂造地技術			6	2	9

表 6-20 「發展營建業自動化環境之研究」中營建工程細項發展自動化優先順序統計表[6.2]

營建工程細項		平均分數	類別排名	排名
基礎及地下工程自動化	連續壁施工	0.478	3	7
	潛盾工法	0.506	1	2
	推進工法	0.490	2	5
	基樁施工	0.476	4	9
	安全措施	0.397	6	22
	土方工程	0.447	5	13
鋼結構施工自動化	吊裝工程	0.503	1	3
	桿件工程	0.464	3	10
	接合工程	0.484	2	6
	防火處理	0.409	4	20
RC結構施工自動化	預鑄施工	0.516	1	1
	混凝土輸送	0.427	6	16
	鋼筋施工	0.469	3	8
	模板工程	0.495	2	4
	預力施工	0.454	5	12
	橋樑工程	0.458	4	11
裝修工程自動化	地坪裝修	0.436	2	15
	牆面裝修	0.439	1	14
	天花裝修	0.416	5	19
	門窗裝修	0.402	6	21
	衛浴裝修	0.422	3	17
	安全裝修	0.421	4	18

6.4 自動化推動困難點

自動化在推動過程中所遭遇的困難可分別從單位本身所遭遇的問題和整體營建環境兩方面來探討：

一、單位本身所遭遇的問題

單位本身所遭遇的問題包括來自單位內部自發性的問題，以及雖然起因於外部但對內部作業卻有深厚影響的問題兩大類，茲詳述如下：

(一)規劃設計不能配合

自動化技術往往需要模組化和標準化的設計，才能達到經濟規模和獲得成本效益，但目前的營建環境卻因為法規的不允許和規劃設計者的權威心態，使得施工者除了照圖施工外，多無法選擇創新性的工法或設備。另一方面業主的規範絕大多數都是採用製程管制而非成果管制，在業主守成心態以及遷就多數業者水準不齊的情況下，規範中有關製程控制的規定往往偏於保守，使得高效能的設備或工法無法發揮完全的效益。因此有心人想要改變傳統的施工程序，引用新技術或新機具反而不符成本效益，進而降低了業者投入自動化的意願。

(二)法令的限制

除了前述施工規範外，在法令層次上亦有許多不合理的限制，如眾所周知的建築技術規則第三五九條對拆模時間的規定，即使得目前在國外建築業早已十分普及的飛模和高強度混凝土延誤了引進台灣的時機，雖然同法第三條也有所謂『如引用新穎之建築技術、新工法或建築設備，適用本規則確有困難者，應檢具具體證明經中央主管機關審核認可備案為準』之規定，但主管機關審核往往趨於謹慎保守而且曠日費時，使得廠商往往寧可放棄提高技術層次的機會而故步自封，對自動化的戕害實不為不大。

(三)經費不足

自動化初期的投資往往相當可觀，除非資本雄厚或後續市場看好，台灣區居絕大多數的中、小型廠商常無法或不願作長期性的投資，尤其是國內租賃業並不發達，更使經費在自動化過程中扮演著相當重要的角色。

(四)人才難求

自動化要成功，人才是最重要的因素。所謂人才包括創意產生者、技術使用者、計畫督導者、甚至於包括有眼光的資源提供者（高階主管）。以上人才缺一不可，但問題是國內營建業推動自動化的歷史尚短，目前為止這些方面的人才仍嚴重不足，加上許多業者政策仍搖擺不定，使得有關訓練體系一直不能穩定成長，人才因而難以生根，尤其是具有眼光的高階決策階層和高級技術領導人才更是難得，於是乎推動自動化的根基自然就十分脆弱了。

(五)合作對象難覓

許多自動化技術都須經由與外商技術合作後才能夠獲得技術轉移，但國內大多數廠商或因規模太小，或因經驗不足，多不知如何與外商打交道，更不知何處可以找到合作的對象，因此減少了邁向自動化的機會。

(六)無國際合作經驗或能力

如前所述，國內業者多受限於本身人力、財力以及經驗的不足，而很難跨出第一步，除了交涉能力欠缺外，也沒有接受技術轉移相對應的人才和設備，自然難以有所進展。

(七)後續工程市場不穩定

營建業具有製程不固定、產品地點因個案而異、訂單各自獨立以及生產者隨時可能更替等特性，因此廠商對某一個案的投資，不一定能用於另一個案，甚至於根本就無法確知是否還能獲得下一筆相同或類似的

訂單。在此情況下，對投資額較大，回收期較長的自動化技術而言，要達到經濟規模誠非易事，業者常因此而不願或不敢投資。

(八)無優先議價權

擁有自動化技術或機具的廠商一般而言在爭取工程時並無任何優惠。特殊重大工程雖然有資格標的限定，但仍須經過價格的競爭，這點對投資特別大的技術或機具來說，面對的投資風險就相當的大。換句話說，投資而無業務的保障，不能創造利基市場，甚至於可能造成往後財務上的負擔，這種投資自然就令人裹足不前了。

(九)無查詢相關資訊之管道

國內營建自動化起步相當的晚，因此有關此一方面資訊也特別缺乏，主管機關和同業公會都沒有提供業者查詢的服務，而大多數規模不大的廠商，也沒有人才更不知道如何去國外有系統地蒐集資訊，形成了自我封閉的環境，也阻礙了自動化的發展。

(十)工程合約缺少獎勵使用自動化技術和機具的誘因

廠商投資自動化設施的目的是希望達到降低成本、提高品質、縮短工期、改善環境等目標，但目前一般的業主對廠商提高效益的作法視為當然，因此在工程合約中並不給予獎勵；另一方面以製程品管為主的技術規範則限制了引用自動化設施的空間，使得許多自動化的技術或機具雖然具有提高效益的功能卻因製程與規範規定不同而不能使用。在此種情況下，大大地減低了廠商投入自動化的意願。

二、整體營建環境的問題

(一)營建體系不够健全

價值工程制度、統包工程制度、專業營建管理制度因為能使廠商主導規劃設計，因此最能鼓勵廠商投入自動化的研發。但這些制度在目前的營建體系下，一直未能普遍實施，甚至仍不為大多數的業主所接受。

通常業主所關心的是廠商規模不够或是專業水準不足，殊不知國內大多數的營建廠商都正在成長期，需要栽培和訓練，因此此時最需要的是由主管機關制訂一套法令和遊戲規則，使得上述制度能够在兼顧工程品質和栽培廠商的前題下施行，否則自動化很難加速其行。

(二)規劃設計單位過於保守

自動化必須從規劃設計階段就開始考量，下游的施工者才能投入自動化的設施去施工。國內因礙於法令的限制，施工者不能從事設計工作，因此喪失了選用工法的優先權，甚至於連施工程序都幾乎完全受制於上游的規劃設計者。偏偏規劃設計者或因競爭對手少，或基於安全的考量，其規劃設計往往趨於保守，長久以來便成了發展自動化的致命傷了。

(三)大型營造商制度未及早建立

規模較大的營建業者可有較多的資源對自動化進行投資，同時基於生存競爭的壓力和公司的形象，業者也不得不從事較前瞻性的投入；另一方面，大型營造商管理制度較上軌道，可避免層層轉包所帶來的低利潤、低水準的後果。國內一直到最近才開始鼓吹大型營造商制度，希望起步猶未為晚。

(四)缺乏獎勵措施

雖然有關獎勵生產自動化的法令不少，但能够直接嘉惠營建業者的並不多，尤其是『民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法』直到今（八一）年一月底才公布實施，對長期以來一向就十分保守的營建業，實在是缺乏鼓勵，無怪乎業者的興趣缺缺了。

(五)缺少諮詢服務設施

國內營建自動化的起步較晚，相關的軟、硬體服務設施如自動化諮

詢單位、自動化查詢資料庫及自動化服務訪問團等都還未見，進一步要談國家級或政府大力贊助的研究機構就更不用提了。位於科學園區的工業技術研究院雖然每年接受為數相當可觀的政府預算從事生產自動化的研發工作，但研究範疇一直偏向於製造業，對營建業並無直接貢獻。

6.5 法令政策與制度配合之改善建議

與營建自動化有關之獎勵、補助法令如表 6-21，雖然林林總總列了有十條，但為營建業者使用的頻率卻不高。針對此一現象，我們建議政府應該在法令政策與制度方面配合做下列改善，才是治本之道：

一、相關政策法令應多加宣導

徒法不能以自行，單單有好的政策、法令和制度並不能保證就能達到預期的效果，最主要的還是要讓相關的業者都知道它，而後善加利用它；同時也必須主管機關樂意配合，積極地促銷它，才能真正有效果。宣導的方式除了利用各種公眾媒體外，同業公會和相關的學會、協會應該是相當有效的管道，可多加利用。

二、以成果導向的品管逐步取代製程導向的品管

建築技術規則對樓板拆模時間的規定不宜訂為『兩星期』，而應定為『當混凝土抗壓強度達到某一標準時』；高速公路的施工技術規範不宜訂如『每層土方滾壓厚度不得超過 30 公分』，而應訂為『壓密度達到某一標準時』。如此才能鼓勵廠商將資源投入創新工法和引用新設備上。或曰國內廠商目前水準普遍不齊，不先做好製程品管將來如何推動全面品質管理和品質保證？殊不知大型營造商配合衛星廠商共同推動全面品質管理（Total Quality Management, TQM）才是迎頭趕上科技的最佳捷徑，而製程品管實際上最大的受益者只是業主而已，對整體營建業，而製程品管實際上最大的受益者只是業主而已，對整體營建業技術的提升反倒是功過參半。為了加速自動化，

我們推動品管的速度似乎應該再加快一些。

三、鼓勵建立大型營造商

大型營造商資源較為齊備，生存競爭的壓力也較大，必須隨時藉著提升技術來創造利基和區隔市場，因此對新技術、新設施的敏感度較高，是業界研發的主力。同時大型營造商經由衛星體系的運作，可上、下、左、右整合業者，將上游的業主、規劃設計者，以及下游的專業分包廠商、材料供應商、機具租賃商，甚至於平行的學術研究機構結合成利害一體的技術網路，並以全面品質管理（TQM）來達成創新技術以及全面提升品質的目標。

四、建立分級獎勵制度

現有的獎勵制度常常只獎勵最傑出者，也因此經常只有大規模的廠商能夠得獎，形成了錦上添花。事實上如欲提升整體營建業的技術水準，廣大的中、小型業者才是真正應該獎勵和關注的對象。因此獎勵措施必須在立足點平等的基礎上實施才公平和有意義。為此主管機關在訂定獎勵辦法時，應考慮以分級方式辦理，才能真正達到預期的效益。

五、建立投標附投替代方案的制度

允許營建廠商投標時附投替代方案是鼓勵廠商投入研發，並以利基創造利潤的最有效方式之一。否則不同技術層次的廠商站在同一基準投標，實際上只是齊頭點的平等。最主要的當然是廠商會因擁有較佳的技術而獲利，自然就會爭相引進和研發，如此便能形成一良性的循環，國內整體營建水準的提高就指日可待了。

六、重大工程宜採用統包制度

自動化的效益建立在標準化、模組化和系統化之上，規劃設計者與施工者如能合一，則從工程初始階段就能配合施工方法、施工設備作考慮，自然能輕易地引用新的系統、新的技術，也決不至發生好東西卻英雄無用武之地，甚至反而礙手礙腳的現象了。

表 6-21 企業自動化申請獎勵與補助有關法令資料一覽表

編號	法 令 名 稱	發布日期	主管機關	適 用 對 象
一	中小企業輔導準則	71.07.14 修訂	經濟部 (中小企業處)	中小企業 (製造業、加工業、手工業實收資本額四千萬元以下，資產總值不超過一億二千萬元；礦業實收資本額四千萬元以下；貿易業、運輸業、服務業年營業額四千萬元以下)
二	鼓勵民間事業開發工業新產品辦法	73.12.31	工業局	民間企業或研究單位，設有研發部門
三	科學園區創新技術研究發展計畫獎勵實施要點	78.09.25 修 訂	科學工業園區管理局	科學園區內創設，製造及研究發展高級技術工業產品之事業
四	促進產業升級條例	79.12.29	工業局、建設廳 (局)、縣市政府	股份有限公司
五	中小企業發展條例	80.02.04	經濟部、省市市政府、縣市政府	中小企業 (同編號一)
六	民營製造業及技術服務業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法	80.04.15	同編號四	股份有限公司 (依促進產業升級條例第六條第三項規定訂定；實行期間：80.01.01至80.12.31，期間內訂購，81.12.31，前交貨)
七	主導性新產品開發輔導辦法	80.06.05	經濟部 (工業局)	本國民營公司且國內設有研究發展部門
八	股份有限公司研發、人才培訓及建立國際品牌形象支出適用投資抵減辦法	80.06.28	同編號四	股份有限公司 (依促進產業升級條例第六條第三項規定訂定；實行期間：80.01.01--81.12.31)
九	交通銀行辦理策略性投資計畫貸款要點		交通銀行	不限
十	民營製造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法	81.01.31	內政部營建署	民間資本占 50%以上，依營造業管理規則登記之股份有限公司；實行期間：80.01.01至81.12.31期間內訂購，82.12.31，前交貨

七、推行專業營建管理制度

專業營建管理制度（PCM）也是整合規劃設計、施工、營運、維護於一體的制度。在此最佳的施工方案和最有效的設備安排從專案一形成即被列入考慮。可能從事施工的廠商必然是擁有此項技術或機具設備的人，因此誰能有效的投入，誰就能提高競爭力和創造業績，這點對廠商投入自動化頗具誘因，主管機關應積極推動才是。

八、單靠減稅及融資無法達成整體營建業的全面自動化

單靠減稅或融資引進了新技術或新機具並不能保證這些技術或機具能完全派得上用場，因此減稅或融資實際上只能消極的鼓勵而不能積極的產生效益。要真正達到自動化的效益還是得靠以上所提的建議，從根本的體制去改革。政府的主管機關尤應深切體驗，才不至因為只見樹而不見林，使得營建自動化的推動遲遲無法大步向前邁進。

6.6 推動施工技術自動化之策略

一、政府方面

- (一)明確規劃國家整體公共投資，使廠商能預估未來的市場方向及需求，進而進行廠商本身自動化的規劃。
- (二)由專業學會成立自動化推進小組針對極須引進或研發之項目（如潛盾機等），進行產、官、學界整合。
- (三)成立類似「工業技術研究院」的研究發展單位，專門進行營建自動化的研究發展。
- (三)改進對營造廠商之管理。
- (四)加強有關自動化法令的宣導；獎勵推動自動化較有成效之業主、設計單位及廠商（如給予減稅或融資的優惠）。

二、業主方面

- (一)檢討工程發包制度（容許替代方案之理念）。
- (二)推動自動化觀念，促使設計施工單位遵行。
- (三)建立評選制度，篩選優良廠商，在資格標給予優先考慮。
- (四)鼓勵承包商與國外進行先進技術之合作。

三、設計單位方面

- (一)掌握國內外自動化先進技術與能力，並在設計階段適當引入自動化理念。
- (二)培訓員工提升其自動化方面能力。

四、營造業方面

- (一)鼓勵籌組大型具統包能力之營造廠商。
- (二)鼓勵廠商籌組自動化技術專精之專業營造廠。
- (三)加強基層技術人員接受自動化培訓。
- (四)鼓勵廠商與國外技術合作，並在與國外廠商合作時落實施工技術之轉移。
- (五)鼓勵營造廠間的合作經營以及設立自動化研發部門。

五、學術界及研發單位方面：

- (一)透過建教合作執行技術研發。
- (二)加強自動化人才之培育。
- (三)主辦研討會、說明會、講習班來宣導營建自動化之理念。

參考文獻：

- [6.1] 經濟部科技顧問室「我國建國工程技術水準提升策略研究」，80年6月，共247頁。
- [6.2] 「發展營建自動化環境之研究」“行政院產業自動化執行小組”，160頁，民國90年9月，賴士葆。

第七章 國內施工機具現況與分析

7.1 前言

營建施工之範圍極為廣泛，在以往所稱之營建施工機具概屬重型機械之範圍，多半係從事推土、挖掘、築路、開山、打樁、拌合等粗重工作，其特徵為機械粗重、動力大、操作不易，然而隨著時代之進步，營建施工範圍擴張，施工技术不斷創新，而機具製造技術亦不斷改進，其中最重要之變革，是液壓傳動及控制技術普遍應用於營建機具之製造，大大提升了機具之作業效能及操作之便利。

時至今日，高科技電子技術慢慢引進於營建機械之控制上，更增加了施工之精密度，再配合環境污染之防治，施工整體之配合等多方面要求，更有進一步走向營建機具自動化之趨勢。

因此之故，本營建機具現況調查案，除按傳統機具之功能分類外，必需再加入施工精密度與自動化程度，方能適切描述該施工機具，本調查案即是在此一前題下規劃出問卷，擬定調查之方向。

7.2 營建施工機具分類

隨著營建施工技术創新發展，機具製造技術不斷改進，國內營建施工機具種類也日益增多，但是仍以推土機、鏟裝機、挖溝機、起重機等機具市場需求最大，可見此四類機械可廣泛適用於各類工程上。至於營建施工機械之分類，茲參考榮工處、新亞建設工程公司及日本建設機械要覽[7.1]等資料，傳統營建施工可分類如下：

表 7.1 營 建 機 械 分 類

項次	分類	機械名稱	適用範圍及 自動化程度
1	推土、刮土機械	推土機、刮運機	土方工程 (推土機遙控)
2	掘削機械及破碎 機械	挖溝機、挖吊機、油 壓抓土機、破碎機	基礎及管線工程
3	裝載機械	輪型裝載機、側斗式 裝載機、履帶裝載機	土方工程 隧道出碴 (裝載機遙控)
4	搬運機械	傾卸車、拖車、輸送 帶、螺旋輸送機、提 升機、架空索道、出 碴台車、環片車等	廢土及材料搬運 (輸送機自動控制)
5	起重機及高空作 業機械	吊車(輪型、履帶) 塔式吊車、高空作業 機	橋樑及高樓建築等
6	基礎工程機械	樁錘(柴油、蒸汽) 液壓震動樁錘、 搖動式植管機、 打樁機、油壓抓斗、 全回旋式植管機 旋鑽機、地錨鑽機、 連續壁抓斗、除沙機 等	基礎工程 (儀器顯示及控制打 樁與開挖垂直度)
7	隧道施工機械	全斷面隧道挖掘機、 立坑挖掘機、潛盾機 鑽堡機、旋頭挖掘機	隧道工程 (TBM、潛盾機雷射 導航系統)
8	骨材生產機械	碎石機、篩選機	骨材生產

營 建 機 械 分 類 (續)

項次	分類	機械名稱	適用範圍及 自動化程度
9	混凝土機械	拌合場、拌合車、 混凝土泵、噴漿機 灌漿機、機械臂等	混凝土施工 (拌合場自動化、噴 漿機械臂自動化)
10	平路、壓路機械	平路機、震動壓路機 、膠輪壓路機、羊腳 滾、鐵輪壓路機、小 型震壓機等	路面及跑道施工 (平路機高層設定裝 置)
11	鋪面機械	瀝青拌合廠、整平機 路面表層再生機、 混凝土路面鋪築機、 瀝青鋪散機、 混凝土鋪料機	路面鋪築 (瀝青及混凝土鋪築 機高層和方向設定裝 置)
12	船舶施工機械	浚渫船、起重機船、 混凝土拌合船、洩沙 船、運土船、作業船 打樁船	航道浚渫、水上打樁 等(衛星導航)
13	其他	空氣壓縮機、發電機 通風機、引擎等	施工輔助機械

7.3 機具代理供應商與租賃業現況

儘管國內近年來經濟蓬勃發展，輕工業產品行銷全球，惟國內營建業所需機械，長期以來仍需仰賴進口，究其原因，或許是國內營建機具需求不具市場規模無法量產，且國外機具製造廠商眾多、競爭激烈，國內在此一方面起步較遲，無論在設計技術，製造經驗均落後甚多，不足以競爭，故對近年來營建機械大型化、自動化、多樣化的要求，均仰賴進口，這就是代理供應

商在營建機具行業上的地位，日形重要的原因。惟部份需訂製之機具如潛盾機等，國內業者仍應有發展空間。

據瞭解，國內機具代理商約有百餘家，其規模大小不一，專業領域亦各有所長，其代理機具主要係歐美日各先進國家機具。我國目前進口之施工機具，自歐美進口者主要係因政策上導引，以平衡貿易逆差所購置者，引進者多為政府工務部門或公營營造廠商，自日本進口之機具，則因其機具價格較具競爭力，且在地緣上較為便捷，其零件獲得、運輸、服務等均有其優越之處，多為民營營造業者所樂於購置。

一般而言，代理供應商是第一線接觸到先進施工機具及技術的尖兵，故其發展模式均是代理商先將國外先進機具及技術介紹到國內各營建單位或營建商，再由營建技術人員評估該機具對各類營建工程所產生的效益，決定是否採購。故代理供應商對先進機具及技術之觸角，實為導引營建業升級之原動力，其在營建業所扮演之角色之重要性不容忽視。

至於租賃商，因其一般規模較小，大多數僅係由三五作業手及兩三部日本中古機具組成（發電機租賃商除外），既無先進之施工技術，亦欠缺先進之施工機具，對營建業升級的助益不大。且租賃商之水準不齊，對複雜之問卷並無填寫之意願，故對租賃業者，僅個別訪談數家以做為抽樣記錄。

但最近情況略有轉變，一些大型機具代理廠，甚至原製造商，也有意加入機具租賃行列，目前可洽談新機具租賃的有新寧公司 ATLAS COPCO 鑽機及空壓機，三井三池之 Roadheader 等。

7.4 國內施工機具數量與分佈現況

目前國內施工機具之數量甚多，大如捷運工程地下開挖之潛盾機，小至混凝土搗實之震動管等，故確實數量甚難估計，因此，僅能對大型高價之機具進行調查。根據問卷調查分析，機具數量無從統計，然而機具分佈狀況，卻很明顯獲知一般大型營建機具多集中在大型營造廠商手中，其中又以榮工

處、中華工程公司擁有機具數量佔極大比例，至於中小型營造廠商，衡量其投資報酬及施工成本，只考慮購置小型機具，所需大型施工機具，多以租賃方式獲得。

據調查，民間租賃業以提供大型機具如推土機、裝載機、挖溝機、吊車、運土車輛以及發電機等為主，其他較特殊機具如連續壁抓斗、全旋式全管植樁機等，幾乎全掌握在少數專業營造廠商手中。

民國 60 年至 66 年期間，國內正推動十大建設，國內營建機械應工程量遽增而需求甚殷，因當時國內政策所限，日本中古機具不得進口，國內小規模供應商即以廢鐵進口，甚至以華僑回國投資名義進口日本中古機械，經在台組裝整理後出售或出租。自民國 71 年以後，政府放寬中古機械進口，每年自日本進口之中古機械多達數十億元，民間租賃業所掌握之大型營建機械，主要來源即是此日本中古營建機具進口之管道，其中又以挖溝機為大宗。

7.5 問卷與訪談結果分析與討論

本計畫之發出問卷及追蹤訪談自八十一年三月份開始，首先對施工機具之代理商進行問卷調查，隨即於同年三月四日與八家代理商舉辦座談會，得到初步之訊息。會後再對一些特定代理商進行追蹤訪談，得到許多更深入之資料。五月份起，本施工機具組再赴租賃業及機具製造廠家訪問參觀，活動持續至六月中旬結束。根據問卷調查、訪談及相關資料，可作如下的分析。

施工機具之間卷共寄出 62 份，回收 21 份，回收率為 34%。其中代理商佔絕大部份，顯示機具進出口業者對施工機具之影響極大。相對而言，租賃商則因多屬二手機械之引進及使用者，一來規模甚小，二來其二手機具亦欠缺可供參考的資料，施工技術及機具層次較低，亦多不回答問卷或接受訪談。此外，財政部關稅總局所編印之海關進口資料之統計數字，亦可概略顯示營建施工機具之進口數量及金額，詳述如下 [7.2]。

一、問卷分析及討論

回收問卷之分析請參看第五章，可摘要討論如下：

1. 問卷顯示各單位在引進施工機具自動化過程中，外在因素的影響，以「規劃設計單位未採用先進之自動化施工法」及「層層轉包，導致廠商投資意願降低」二項最為嚴重。
2. 問卷顯示引進施工技術自動化過程中，廠商對政府各項優惠措施利用率極低，值得檢討。
3. 問卷中，認為引進自動化施工機具之策略性目標，以能提高工作效率、提升品質、降低成本等直接利益為最先考慮者居多，反之，對引進開發資金則不甚有興趣，顯然資金不是主要問題。

綜合言之，整個營建業之生態環境之影響似乎較實質項目，如機具、資金等重要得多，這也可提供政府在施政方向上之參考。

二、訪談分析及討論

本段主要對接受訪談的公司行號所提出的意見進行歸納整理，並將公司規模及代理機具現況予以討論，單獨訪談記錄請參看附錄九。

接受訪談者多為代理商，代理項目如日本的各型潛盾機，潛盾施工之背填灌漿機、隧道內空斷面計測儀、振動壓路機、載重車、吊車、平路機、堆高機、吊車、鏟裝機、營造車輛，或歐美的挖泥船、隧道開挖鑽堡、高壓水力切割機、隧道出碴機，或各式水庫建築機具、及各式營建施工機具。綜而言之，各代理商所代理之機具為配合國內之需求而進口，且種類相當完整，大多擁有技術人員支持其代理產品之技術支援，同時也可協助買主培訓技術人員。

在訪談過程中可發現，代理商的水準都相當高，其為促進營建機具自動化的意願亦強，惟其所提出之困擾問題往往並非機具技術本身，而是技術層面以外之問題，可大致條列如下：

1. 技術較高之機具，外國母公司常有所保留，不肯傾囊相授。
2. 有能力學習新機具之作業手難求。

3. 政府欠缺長遠之政策，使業主不敢作長遠的投資。
4. 政府部門重大工程在避免圖利他人的考量下，常將一整體系統割裂成支離破碎，而無法引用高效能機具。
5. 營造業未作專業分工，故無法使技術紮根。
6. 引進新機具時，對財稅部門之優惠條例未能善加運用，造成風險較高。
7. 開標制度不盡理想，使劣幣驅逐良幣。
8. 工程之品質及驗收欠缺具體標準，使老舊機具之劣質施工佔據市場。
9. 工程經層層轉包，造成施工品質及價格下降，不易使用新機具、新工法。
10. 政府法令，如環保、安全等未嚴格執行，使劣質機具仍能使用，間接影響新機具之引進。
11. 新機具常為獨家規格，開三家規範標常使廉價之舊機具得標，阻礙新機具及新技術之引進。

三、進口資料分析

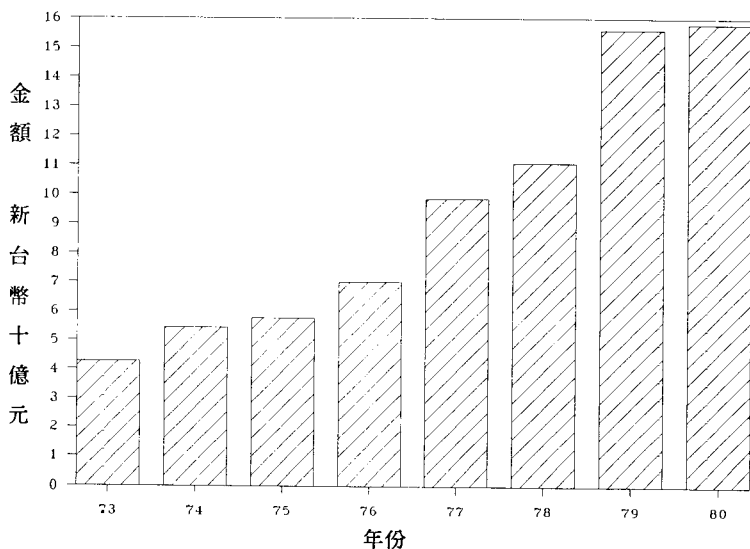
如前所述，國內各類營建機具多自國外進口，故欲明瞭機具數量及分佈狀況，海關逐年統計之進口資料可為重要之參考依據。

根據財政部關稅總局所編印之「中華民國台灣地區進口貿易統計月報」[7.2]，其中進口貨名自 8425 至 8431 概為各型營建機具（含新舊進口品及其零組配件），將之加總後可得年度進口總金額。但必須強調關稅總局在統計時並非完全針對營建機具（如將煤或岩石開採機和隧道機列於同一項），亦未完全以工程類別分類（如各型卡車並非全使用於營建工程），故本資料所得之總額數據概為粗略估計，然由此資料可看出營建機具進口之整體趨勢則始無疑問。茲作分析如下：

1. 由歷年進口總金額看工程市場需求

表 7.2 為民國 73 年至民國 80 年歷年進口總金額之統計，金額由民國 73

表 7.2 營建機具進口歷年金額統計表



年份	金 額 (新台幣)	年成長率
73	4,269,283,000	-----
74	5,437,457,000	27.4%
75	5,749,521,000	5.7%
76	7,015,367,000	22.0%
77	9,848,064,000	40.3%
78	11,087,338,000	12.6%
79	15,626,380,000	40.9%
80	15,815,285,000	1.2%

參考資料：中華民國台灣地區進口貿易統計月報(年刊)

年之 42 億新台幣逐年增加至 80 年之 158 億，八年間增加近四倍。由此可推知營建機具實為機械業之大宗，且預期未來仍有可觀之後續市場，值得開發。

表 7.3 及表 7.4 為自日本進口之機具金額及百分比，此二表顯示日本進口之機具金額逐年上升，每年幾乎皆佔總金額之 60% 左右。長期而言，日製機具有一半以上之佔有率，此現象亦值得吾人注意。

2. 由分項統計看營建機具分佈狀況

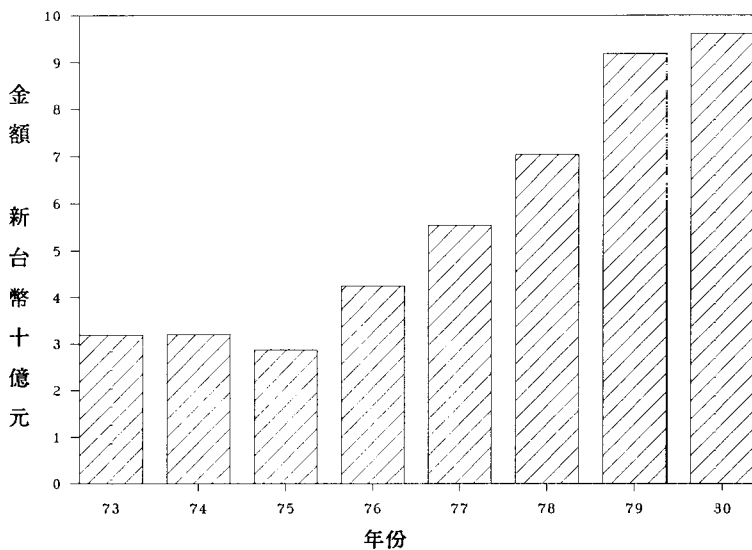
自民國 78 年起，海關資料開始增列分項金額之統計，至民國 80 年更加入台數 (set) 之統計。表 7.5 至表 7.8 為此一資料之摘要，其中列舉之機具為現今營建工程中所使用之各類主要施工機具。由此資料可看出各型土方機具 (尤其是 Excavator) 為進口之大宗。以民國八十年為例，各型挖掘機、鏟土機之進口數量及金額皆佔一半以上 (表 7.7)，民國八十一年前三個月亦維持此一趨勢 (表 7.8)。綜合而言，各類機具隨近年來各項工程建設之推動皆有穩定的成長。

7.6 國內施工機具使用情況

國內施工機具一般使用率並不高，依本研究調查，以中華工程、新亞工程及榮工處等大型廠商為例，機具平均使用率約在 40% 左右 (參見表 7.9, 7.10, 7.11)，在十大建設以後，因後續公共工程數量有限，機具平均使用率降至 13%，且公營營造廠過去投資過多土方機具，現今工程市場轉向隧道及地工開挖，土方機具多有閒置狀況，故中小型營造廠有鑑於此，對機械投資意願都不太高，然而有一奇特現象，營建廠商常預期某項機具投資能帶來利潤，經常的一窩蜂盲目投資，基礎施工之連續壁抓斗機即是很明顯的例子，至今台北地區約有 300 台左右，全省共約有 400 台，因工作量不足，廠商為恐機具閒置，競相削價搶標以求生存。施工機具數量快速成長，操作技術人員供應不足與素質不一，對公共工程品質亦造成極大隱憂。

至於機具投資昂貴，施工技術較高之潛盾機施工又是另一番景象，此類

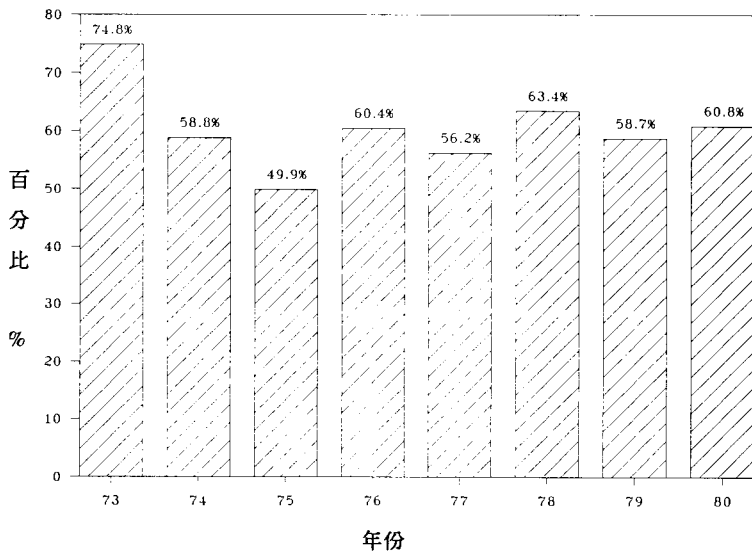
表 7.3 自日本進口營建機具歷年金額統計表



年份	金 額 (新台幣)	年成長率
73	3,193,413,000	-----
74	3,199,132,000	0.2%
75	2,871,361,000	-10.2%
76	4,243,051,000	47.8%
77	5,538,147,000	30.5%
78	7,033,644,000	27.0%
79	9,176,973,000	30.5%
80	9,610,966,000	4.7%

參考資料：中華民國台灣地區進口貿易統計月報(年刊)

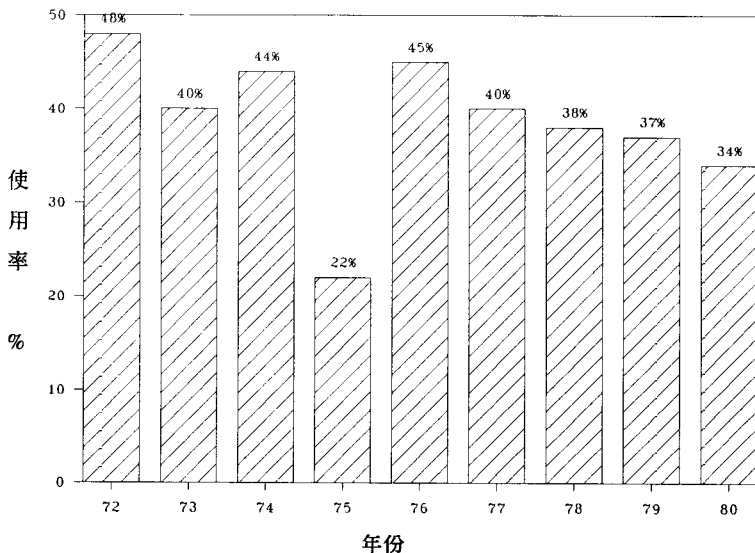
表 7.4 自日本進口營建機具歷年百分統計表



年份	進口總金額(新台幣)	日本進口金額(新台幣)	所佔百分比
73	4,269,283,000	3,193,413,000	74.8%
74	5,437,457,000	3,199,132,000	58.8%
75	5,749,521,000	2,871,361,000	49.9%
76	7,015,367,000	4,243,051,000	60.4%
77	9,848,064,000	5,538,147,000	56.2%
78	11,087,338,000	7,033,644,000	63.4%
79	15,626,380,000	9,176,973,000	58.7%
80	15,815,285,000	9,610,966,000	60.8%

參考資料：中華民國台灣地區進口貿易統計月報（年刊）

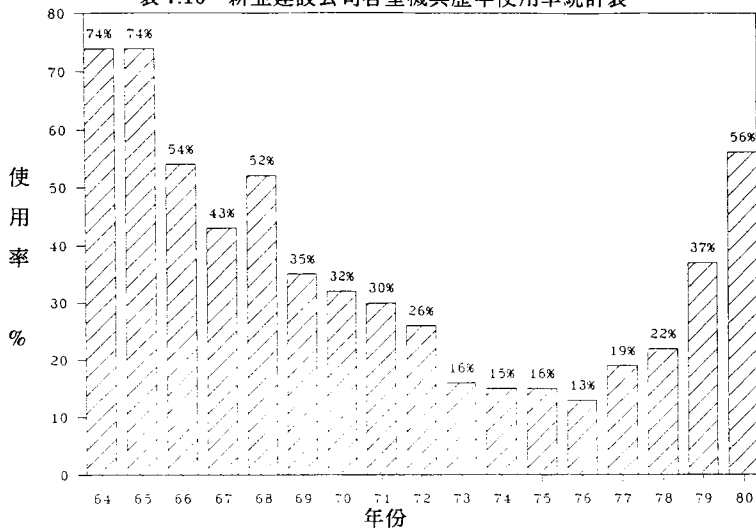
表 7.9 榮工處履帶機具歷年使用率統計表



年份	作業小時	機具數量	使用率
72	341435.30	338	48%
73	258613.00	309	40%
74	310378.80	335	44%
75	156813.20	342	22%
76	310510.00	334	45%
77	236022.20	287	40%
78	234274.50	300	38%
79	220892.10	286	37%
80	193091.70	274	34%

註：1.所取樣之履帶機具係指：挖溝機/裝載機/推土機
 2.全年可工作小時： $(8\text{小時/天}) \times (269\text{天/年})$
 $269\text{天} = 365\text{天} - \text{週末例假日 } 78\text{天} - \text{放假日 } 18\text{天}$
 3.資料來源：榮工處資料室

表 7.10 新亞建設公司各型機具歷年使用率統計表

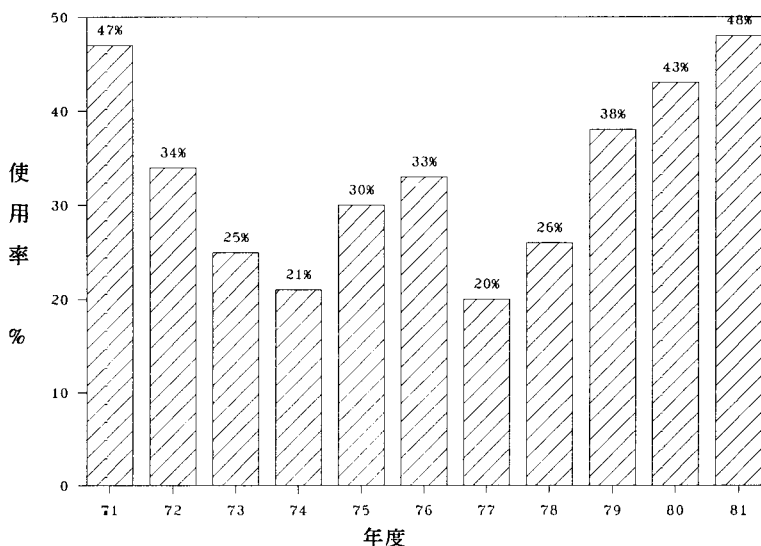


年份	作業小時	機具數量	使用率
64	119448	81	74%
65	158010	107	74%
66	111543	103	54%
67	82791	96	43%
68	77784	75	52%
69	51821	74	35%
70	44644	69	32%
71	34353	58	30%
72	30149	58	26%
73	14658	47	16%
74	15926	52	15%
75	18596	61	15%
76	14662	57	13%
77	23491	61	19%
78	29328	67	22%
79	62577	84	37%
80	99043	88	56%

註：1. 各類機具運轉時數每部以(2,000小時/年)為參考標準

2. 資料來源：新亞建設公司

表 7.11 中華工程公司國內機具歷年使用率統計表



年度	平均每台月工作時數	機具使用台數比	使用率
71	98	80.47	47%
72	82	69.78	34%
73	81	50.43	25%
74	66	53.69	21%
75	74.5	68.09	30%
76	76	72.68	33%
77	66	59.45	21%
78	95	46.51	26%
79	110	57.82	38%
80	103	70.33	43%
81	99	81.25	48%

- 註：1. 機具使用台數比係主要機具，工作機具台月數除以全年機具台月數。
 2. 使用率 = (平均每台月工作時數) × (機具使用台數比) / 167
 3. 年度係指政府會計年度。
 4. 資料來源：中華工程公司。

機具通常是廠商於工程得標後才購置，且是施工首要機具，當工程進行時，機具使用率極高，惜衛生下水道斷面設計尺寸差異甚大，當一標工程結束，仍堪用之潛盾機往往閒置。從 65 年迄今，國內衛生下水道工程共引進 21 台潛盾機，而捷運工程地下潛盾施工，也將引進 24 台潛盾機，如此大規模機具引進，將促使潛盾施工技術於國內生根。

7.7 結論

國內營建機具需求因未達市場規模，無法量產，且國內重機械製造技術及經驗均不足，故國內迄今仍未有自製且達量產之營建機具。惟部份訂製之機具設備如混凝土拌合廠、隧道鋼模，甚至潛盾機等，國內機械製造廠商仍具發展空間。

國內營建業所需機具幾乎全仰賴進口，大部份來自日本，且以中古機械居多。

因此，國內機具代理商實為第一線接觸先進施工機具及技術之尖兵，其引導營建業升級所扮演角色，不容忽視。另一方面，租賃商一般規模較小，既無先進之施工技術，亦缺先進之施工機具，對營建業升級助益不大。

另一現象是國內一般營建機械使用率偏低，影響廠商投資意願，其原因甚多值得我們再深入分析研究。

參考文獻：

7.1 日本建設機械化協會，「日本建設機械要覽」，1992 年。

7.2 財政部關稅總局，「中華民國台灣地區進口貿易統計月報」（年刊），民國七十三年至八十一年。

第八章 國內機械業發展自動化施工機具可行性評估

8.1 前言

本部份擬探討營建自動化施工機具在國內產製之可行性，並配合施工機具需求之迫切性及國內機械業之現況提出推動的策略及優先順序。

8.2 國內施工機具製造業現況

營建施工機具種類多，其應用涉及之範圍又極為廣泛，在這短短六個月內要確實掌握施工機具製造業之現況相當困難。目前只有以這次所做之問卷調查及訪談資料來做初步之研判。

一切企業必須要有適當之市場，施工機具製造業也不例外，除此本行業更需有經驗之累積及技術之不斷研發。從這幾點來看臺灣施工機具製造業，其企業基礎相當薄弱，因為：

- 一、營建業者之企業基礎尚停留在中小企業之型態，市場狹小，量與質都極低。
- 二、先進國家之施工機具製造業之優秀產品充塞臺灣營建市場，競爭激烈。
- 三、臺灣尚欠缺相關組件之專門製造業，例如柴油引擎、變速箱、液壓器具等等。

在國內雖未曾有較具規模之營建機具專業製造廠商，但根據訪談曾有些鐵工廠接受委託製造過三輪壓路機、50 噸拖型膠輪壓路機及瀝青混凝土鋪裝機之液壓式 Screed，亦有與日本廠商合作製造過直徑 4.83 公尺之潛盾機，甚至有自行產製地下連續壁施工用之 Masago 抓斗及抽砂 pump 之實例。此外，一些不須高精度或高製造技術以及臨時應急性之施工機具仍可以製造。因此在臺灣現今之施工機具製造業，僅能朝此方向發展，而除了少數專業製造廠外，由鐵工廠來兼辦者多。屬於專業者有：

一、水泥混凝土拌合廠及瀝青混凝土拌合廠之製造業

臺灣預拌混凝土廠比較多，市場比較大，例如目前臺灣現有之民營預拌混凝土廠有 157 家，設備 300 套以上，而瀝青混凝土拌合廠亦有 57 家，設備在 120 套以上，故此方面之製造業為數不少，也有由日本人投資者。現在已有不少家專業製造廠商，其都由整修日製二手廠開始，然後做仿造，現在則略加一些自己之研發部份，但仍然脫離不了仿造日本之技術範圍。現在市面上出現的成品，水泥混凝土拌合廠方面有 $0.5\text{m}^3/\text{batch} \sim 3\text{m}^3/\text{batch}$ 之廠，而在瀝青混凝土拌合廠有 $1^{\text{ton}}/\text{batch} \sim 2^{\text{ton}}/\text{batch}$ 廠，已可造出電腦化之全自動控制，電腦自動控制之程式亦已相當本地化，甚至有自行開發之軟體。市面上之競爭頗為激烈，其售價大約為日製新設計型之半價左右。但製造較粗糙，精度及材質差，其效率較低且壽命又短之是其缺點。

二、碎石機製造業

此業在臺灣之歷史比較悠久，自二次大戰期間就開始，當時僅製造軌板碎石機 (jaw crusher)，其他類型之碎石機則由國外進口。自十大建設起對於骨材之規範要求漸普及民間，促使民間碎石業對於其他類型，如 impact crusher, cone crusher, ball mill 等之需求增加，因而引發碎石機製造業者對此類型機之製造發生興趣，開始由日本引進 cone crusher 之製造技術 (明裕機械公司引進日本大塚鐵工廠之 cone 為開端) 或仿造外國之碎石機開始製造。不但如此，也開始做碎石場之整廠設計及製造，同時控制操作方面也開始採用中央控制系統。目前國內產品很普及全省，但對振動分篩機之設計製造則仍須進一步研發。

三、空壓機及發電機類之製造業

空壓機方面之製造比較多，如復盛公司已有良好之產品上市，而發電機方面則有中興及大同公司等之良好產品，由於許多生產工廠對比之需求很高，所以此行業之興起也比較早。同時與國外先進廠商技術合作

開發優良產品之實例亦不少。與空壓機及發電機有關之空壓系統及供電系統之配件及組件都有生產。雖然如此，其產品則較少移動型之機種，也許是臺灣沒有柴油引擎製造廠商之關係。

四、吊機製造廠

此製造廠商也如同空壓機及發電機，因一般生產工廠也需要吊機，因此製造廠商不少，也已成專業化之製造廠。應用於營建業之產品有門型吊車、天車、吊塔、工程用升降機、工作台、gantry crane 等等。已有固定生產之標準產品可供選擇，亦可以按照客戶之需求個案設計製造，不過在精度及操作速度上仍不及國外廠牌。

五、鋼模業

活動模板、土建用模板系統、隧道內襯用模板等，可以說是比較新興之行業，多為鋼構廠或鋁金工廠以應市面上之需求轉型者。

六、小型機具或工具之製造廠

種類繁雜，廠家亦多，其規模雖然小，但全為自製，生產臨時應急之工具或零件，這些行業對於營建業之貢獻可說不小。

8.3 國內機械製造業現況

營建施工機具大都歸於重機械類，它們的體積龐大，結構堅固，動力需求高。但就廣義的自動化施工機具來看，則不盡然，例如能在複雜環境下巧妙操作的施工機械人或是供測量現場分析及監控的自動化儀器設備，都已不再僅限於重機械類了。因此自動化施工機具產製的能力，不能由重機械業所單獨決定，而是由全體產業機械業整合後的技術能力所決定。

本部份將自動化施工機具依其機械系統性質，概略分為三大類：（一）重機械類，例如挖土機、潛盾機、打樁機，此類施工機具大都是執行粗重工作；（二）施工機械人類，例如機械人手臂應用在粉光、焊接、油漆或噴漿上，

此類機械操作較為複雜，需要巧妙的設計及控制裝置；（三）量測監控設備類，事實上這類大都為電子或光學儀器設備，機械的裝置很少。

就以上三類機械，以專家訪談方式，訪問相關的專家，蒐集專家的意見，以了解目前機械製造業在產製此三類自動化施工機具之能力，並做為產製可行性評估的基礎。

本計畫訪談對象有執國內重機械業牛耳之台灣機械公司，鈹金冷作廠極具規模之新峯機械公司，及自行開發產製地下連續壁工程用之 Masago 抓斗之連福公司。其規模及經營型態大不相同且各具特色。此外亦向工研院機械所、中船、榮工處及機械業界及學界人士蒐集意見及資料，以對國內製造業產製自動化施工機具之能力進行分析及評估。

8.3.1 重機械類施工機具

營建施工機具的最大特色就在於機械粗重，動力大，及操作環境惡劣，而幾乎絕大部份都屬於重機械類。其所涉及之機械系統種類可概分為下列五大類：（一）結構體；（二）動力與傳動系統；（三）液壓與空壓系統；（四）電力系統；（五）控制系統。今就這五類所需之技術層次分別討論。

一、結構體：結構為重機械之骨架，裝載配備並承受所有負荷，主要要求是強度、剛度與重量的控制，而在精度方面要求並不高。就技術而言，結構的計算，材料的準備，接合方法如熔接、鉚接之應用，層次並不高，一般在中型以上的鈹金冷作機械廠即可生產製造。但若為提高強度剛度並減輕重量，得到最佳化的設計，則需要較深入的研發及較佳的設備方為可行。

二、動力與傳動系統：一般營建重機械的動力機都是採用柴油機，因其效率高、扭力大，能在苛刻的環境下操作，但對環境污染大是其缺點，如噪音、排放黑煙。提高其效率、降低廢氣污染及噪音是將來動力機的必然趨勢，傳動器或稱減速器，一般都使用齒輪組，或採用鏈條、皮帶，亦有不用機械式傳動而以氣壓、液壓或電力形式傳動。傳動器的要求為效

率高、噪音低、保養維護容易。動力機與傳動器的生產技術涉及機械工程的各項專業技術，精度的要求較高，且必須大量生產方能降低生產成本，否則沒有競爭生存的能力。

三、液壓與空壓系統：此部份是營建機械中傳遞動作的主要方法，液壓系統的優點為出力大，穩定振動少，而且安全，但動作較慢且精度要求高，空壓系統的優點為動作快，對環境污染少，但是控制不易精準、振動及出力小。一般而言，液壓與空壓所需要的元件如液氣壓缸、高壓管路、油封、接頭、油泵、氣泵、濾蕊等皆已標準規格化。系統維護保養方便，零件市場幾乎均為外貨，主要技術為整個系統的設計與組配。

四、電力系統：馬達與發電機及電路系統的搭配，可提供大動力、遠距離、方便乾淨的動力系統，主要為電機方面的一般技術。高效率、低噪音且能在嚴苛環境下操作是將來的必然發展方向。

五、控制系統：為使操作方便、提高工作速度及效率，現代的營建重機械，皆配合先進的控制系統對其動力系統或動作予以控制，以減輕操作人員的負擔，並提高工作品質。控制系統有最簡單的機械式，或液壓空壓迴路，及複雜的微電腦控制。目前使用較多，且能在施工環境下操作的為可程式控制器(PLC)，此部份可為動力機，或液壓、氣壓系統上的附加裝置，亦可獨立配有感測器為整個系統的控制部份。

8.3.2 營建施工機械人類

營建施工機械人類為一較複雜的機器，適用於難度高的工作上，但除了機械的硬體外，必須有相當成熟完善的軟體配合，否則再巧妙的機器人也無法有效的發揮其功能。目前應用仍不普遍，僅在少數施工上使用，如噴漿機械人，且大部份都仍屬實驗性質。這裡將其涉及的機械技術分為硬體與軟體兩部份：

一、硬體：施工機械人就其硬體而言與前所述之重機械類施工機具雖然是一樣的種類，但是屬於不同的層次，其精密度要求較高，控制系統要精確

，承載負荷結構強度可能不太大，但重量要輕。機電系統的搭配整合則為最重要的技術。

二、軟體：軟體為控制機械人的靈魂，依施工的方法和不同施工的條件，準備不同的軟體，並需要不時的檢查，自動修正。這部份需結合機、電、資訊配合營建施工人員的技術、經驗方能完全掌握。

8.3.3 營建施工量測監控類

此類以儀器設備為主，嚴格分類應為電子器材類，利用機械式、電子式或光學式設備搜集資訊，再利用微電腦類的處理器予以分析。技術以資訊蒐集、輸送、及處理為主要，亦需要配合施工方法及施工要求才能適當的發展出有效的量測監控設備。對施工的品質、安全而言是十分重要的。

8.3.4 目前國內機械業之技術層次

國內機械業向來以製造為主，且以中少量生產為大宗。設計能力十分薄弱且生產技術之自主性亦非常低，常受制於國外技術合作或移轉的廠商。主要原因在於市場太小，投資回收不易，因此對於人才培訓，技術的研發不願投入。

一般而言，機械業技術層次與生產營建自動化施工機具所需之技術層次，有一明顯差距。或許在部份施工機具之產製上仍可發展，例如有些不須高精度，且可中少量產化的簡單施工機具，或消耗性的零組件，或臨時應急性的特殊施工機具仍可以製造。

這一技術上的差距可就重機械類的五種機械系統予以討論。

一、結構體：目前對要求不高，或固定性的鋼結構國內已可自製，但本身設計能力不足，或仍以人工進行結構分析。目前電腦已引進，但仍以繪圖為主，分析軟體及專業工程師僅在較具規模之大廠方可見一二。對於輕量化的設計需要，使用先進電腦輔助設計之能力，相當不足。且在精度與品質控制上，仍須由設備更新，人員訓練制度的建立上著手方能產製較複雜的結構體。

- 二、動力與傳動：國內柴油機之發展，雖有相當時間，如台機過去曾產製中低速之 500HP 柴油引擎。但柴油機無法量產，因為技術需由國外轉移，且量少，成本太高，沒有競爭力。齒輪減速機已達相當水準，多以一般水準及價位的減速機為主，若要以產製高級精密齒輪或採用特殊材質及熱處理方法來提高效率及傳動容量並延長使用時間，則廠商本身欠缺技術人才、設備及意願。
- 三、液壓與空壓：元件國內雖有產製，但大都由國外進口，且不致於受控於某一來源，目前可自行設計整個系統，應用在機械實例上亦有相當充分的經驗。此部份的技術自主性最高亦較成熟可應用到自動化施工機具上，但仍需投入相當時間方可轉移到營建機具之應用上。
- 四、電力系統：國內重電機業之技術，亦有相當基礎對於電力系統之設計及產製有相當把握，但多以大型、固定式為主，如大同及中興等公司之產品。營建業所需之移動式或中小型之發電及電力系統，因為國外亦有成品供應，國內產製成本較高、競爭力差，且無柴油機匹配，因此技術方面亦無法完全掌握。
- 五、控制系統：機械業對工廠自動化的控制系統雖已有相當經驗，並亦有不錯的業績。但是要轉移到營建自動化施工機具上，因為複雜性增高，系統整合較困難，需要培養人才及研發技術方能配合。但是此部份仍有賴於施工技術的提升，方能在施工機具上應用。

8.4 依技術、市場、時間、人才、資本進行可行性評估

一、技術方面：

臺灣工作母機之製造在世界上已佔有一席之地，因此在加工技術方面應該無問題。設備足夠，技術也夠水準，惟在金屬材料及熱處理方面之技術尚待努力。例如傳動齒輪、液壓泵浦、履帶、銷子等等，或如推土機之刀片，拌合機之拌臂及拌塊等，在台灣皆無法製造。如何將產業機械

之技術轉移至建設機械，則在技術方面需有更廣更深的整合，並且對施工技術之研發及自主性亦須加強，方能使機具之設計製造獨立。

二、市場：

營建施工機具之國內市場相當有限，因營建業之規模都停留在中小型企业之型態，故不可能有良好之市場。然六年國建計畫可能將此市場變得活絡，可是無論如何臺灣的市場仍不可能支持製造自己廠牌之堆土機，平路機等基本建設機械，一來追不上先進國家有名氣製造廠商之產品，因為這些都須要經過一長段時日之研發及經驗的。但我們可以按照我們施工之需要改良自己的機具，及設計並製造我們特殊施工需要之設備。

三、時間：

時機來說，這次之六年國建計畫是提升施工機具製造業設備及技術之良機。或許對直接參與六年國建而言，只是應急而已，但也可能藉此提升整個施工機具製造業之實力。

四、人才：

人才應即著手長期培養，此方面之人才必須具有機械之專業技術並兼有土木施工之經驗。目前機械人員從事於營建行業之人比較少，因為很多人不願意隨工程過著流浪之生活，尤其是現今之年輕人。反之，土木技術人員亦欠缺機械製造之常識，但最少土木人員如能開出他所需要之施工機具之詳細規範，則對於製造人員應有極大幫助，而目前此種人才比較欠缺。總之必須針對此兩點整合教育，才能將施工機具製造業之技術提升。

五、資本：

只要有市場，資本在現今的臺灣應不成問題，如果有政府之正面培植則更易生長。

8.5 發展策略與推動方法

此部份係就發展施工機具製造業可行之策略及方法予以討論。先就施工方法與施工機具之種類予以分析，再就發展策略上及推動方法上予以討論。

一、從目前國建計畫之推行來看，值得開發展的施工方法與施工機具如下：

(一)潛盾機之製造及自動控制之研發

勿想自行研製，應可向日本或加拿大之製造廠商購買設計圖及技術移轉。國內方面擁有製造設備者已有數家，製造方面應無問題，臺灣不能製造之組件，例如 bearing 或 hydraulic pump, motor 則向國外專業製造廠商採購，小型之 semi-shield machine 應可自行開發製造，技術上應無問題，其自動控制系統之製造，臺灣應也無問題，如果要加快其腳步，應可向日本廠商購買技術移轉。

(二)各種橋樑之特殊施工法用之機具設備

包括懸臂工法用之工作車，節塊推進二法用之設備及模板，移動支保、移動模板等等，這些設備之設計及製造在臺灣均不成問題，但問題還是在施工方法之專利權上，這些則必須花錢購買的。如果能自行開發出來其設計方法則更為理想。

(三)活動模板及系統模板之研製

臺灣目前已有不少廠商自己研製隧道用之活動模板，同時應用在土木方面之鋼模研製亦不少，此方面之技術已具備，應無問題。只要有相當之市場，但這些模板公司應可朝建築用之模板系統去發展，將目前一般所採用的老舊工法淘汰。

(四)TBM(Tunnel boring machine)之採用

此為一相當高價之施工機具，此機之製造廠商在世界上沒有幾家，臺灣不必要自製，必要時向國外之優良製造廠商採購即可，但這些配件及零

件有些則可以設法自製。

二、在發展此行業之策略上：

- (一)先不必刻意地去發展需要龐大製造設備投資之施工機具之製造，我國汽車工業是一個很好的例子，培植了那麼多年還不能 100% 之自行設計及自製，必然有其原因，何況市面上需求量有限之施工機具，例如堆土機、平路機、壓路機、吊車等等更不值得去開發。應從其周邊之零件及組件著手做起。能做這些零件或組件就是等於打好這項此方工業之基礎。
- (二)零組件裡須要高層次製造技術者，例如變速箱組，引擎，液壓泵及液壓馬達等，可以向國外有名之專業製造廠商採購，大可不必一定要自己生產。
- (三)施工機具從頭自己研究設計及製造是不明智之做法，也得不到良好之效果，不如花錢向先進之國外廠商購買其設計圖或製造專利，以技術合作之方式生產則比較妥當且能節省時間及金錢。
- (四)加強現有的製造施工機具之基礎如潛盾機、Semi shield、橋樑之工作車及活動模板等等，前面所提臺灣有能力製造開發之施工機具發展，可以向外國有專利之廠商購買製造權或自行研究開發。
- (五)機械製造業者對營建施工機具認識不足，且對土木施工技術及方法亦欠缺了解，以致無法開發或研製合適之機具。反之，土木工程人對機械之常識、操作、原理、應用到施的能力等亦認識不夠。故應加強土木及機械工程人交流之技術之整合。

三、在推動之方法上：

- (一)再做一次國內施工機具製造廠商之詳細調查，分為
 - 1. 潛盾機，包括 Semi shield 之製造廠商
 - 2. 鋼構廠商，包括橋樑活動模板，工作車以及鋼模組 slip form 組等
 - 3. 碎石機及骨材廠設備製造廠商
 - 4. 空壓機製造廠商

5. 發電機製造廠商
6. 小型施工機具製造廠商
7. 瀝青混凝土拌合廠及水泥混凝土拌合廠商
8. 灌漿機及週邊設備製造廠商
9. 重機械零件製造廠商
10. Machine element 之製造廠,尤其是與重機械有關連之製造廠商,例如齒輪、液壓系統組件、鏈條、引擎、螺絲釘,以及熱處理廠商。
11. 吊機、吊車製造廠商等等

建立以上廠商之檔案資料,並研究國內自製施工機具之可能性。

- (二)根據這些廠商之生產設備,予以建議並輔導製造施工機具之零件或組件。其中最好的方法,就是鼓勵成立數家專業之建設機械公司,來做製造業與營建業之橋樑。
- (三)今後在設計上設法採用能自動化及特殊工法之設計以引導營建業自動提升施工技術。或在招標時明訂與設計單位共同開發指定之工法。
- (四)按照其研發執行後之效果,再予以實質上之適當獎勵。(設計、施工、製造三單位都應獎勵)
- (五)開辦土木及機械工程技術整合之研討會或講習訓練活動,以培養在營建施工機具製造及設計之人才。

第九章 國內施工機具自動化之分析

9.1 前言

營建施工機具之範圍極廣，而其種類亦相當繁複，在第七章中已予分類並作分析，本章之重點則在對現今國內營建施工機具之自動化現況進行調查。除瞭解廠商目前自動化之程度外，且針對推動自動化之意願推動自動化所面臨之問題、及對政府政策之建議等方面，廣泛徵詢廠商之意見，以作為未來擬定推動施工機具自動化策略之依據。

9.2 問卷與訪談結果分析

本計畫對國內各施工機具代理供應商之調查，係於三月中旬寄發問卷，隨即進行實地訪談及問卷回收追蹤作業，至五月中旬暫告一段落，共訪談機具代理供應商計 12 家，除錄音整理做成訪談記錄外，並攜回廠商所代理新型機具型錄，以做為分析研究之參考。各廠商之現況及意見彙整如附錄九。

一般而言，自動化技術之層次較機械化為高，問卷顯示新機具引進與開發之問題也同樣發生在自動化機具之推動上。甚至在技術層次提高時，營建業成員之技術水準即成為自動化推動之瓶頸。然而問卷也同時顯示出營建業對自動化需求之日益殷切，如施工精度、品質、安全等已超出人力所能達到的極限，非仰賴自動化之機具不可。許多廠商也已意識到人才斷層的嚴重性，並反映出接受高學歷高水準人才之期盼。未來自動化之推展，高級人力之介入當是決定成敗的關鍵。

再看問卷調查中廠商正在發展或需求殷切之自動化機具，如電腦控制碎石機、隧道斷面自動量測儀、隧道回襯全面開挖自動化施工技術及機具、雷射自動水平垂直量測儀及全自動背填灌漿潛盾機等，均屬作業精度高且需高級人力操作之機種，其作業能量亦非傳統機具能比擬。再就其引進自動化之方式而言，亦以購入為最直接，合作研發及技術轉移次之，此即顯示接受自

動化觀念之技術及人力並不充足。唯在問卷中探討推動自動化之困難點時，規劃與設計不能配合、法令限制與經費不足、合作對象難覓、無國際合作經驗或能力及市場不穩定等亦與人才難求有著相當之比重，亦可見吾人欲提升施工機具自動化之層次，尚需大環境之整體配合才能有所作為。

9.3 施工機具自動化之發展與推動策略

推動施工機具自動化絕非單一之課題，整體自動化環境中各環節之配合與否乃是決定其成敗之重要因素。因此，從業主、設計規劃單位、營造商以至於機具供應商皆有其責任；而政府機關政策之擬訂及執行，對於創造有利於自動化之環境及整合各推動自動化之部門，更具有關鍵性之影響。質言之，創造自動化環境應以明確之政策導向，形成各部門內在及外在之有利環境加以推行。茲分別敘述如下：

一、明確之政策及長期規劃

工程後續市場不穩定，廠商不願投入是一個相當重要之因素。是以國內大型建設（如國建六年計畫），應長期規劃以配合施工機具自動化之推行。將公共工程建設與推動自動化政策結合，形成穩定且可預期之後續市場，係廠商引進新型自動化機具之最大誘因。

二、制度、法令之修改及嚴格執行

重大工程之招標及承包方式，應進行全面之評估及檢討。例如「三家規範」、「層層轉包」、「最低標」等，對新型自動化機具之引進皆有相當程度之殺傷力，如何建立一套合理的招標制度，或採營造商分級制度及資格標、技術標等改進措施，是推動施工機具自動化當務之急。

除此之外，法令規章（如環境保護及工安法）之嚴格執行，施工品質管理之加強要求，將可促使廠商於施工時採新型之機具或工法，對於施工機具自動化有積極性的推動作用。

三、培育專才及產官學界密切合作

專業人才是使用任何新機具及工法之最重要基礎。不論是對設計規劃部門、施工部門或實際操作機具的作業手而言，新穎的觀念及專業的知識都極其重要，如此才能在引進新機具後有使用及維護之能力，並發揮自動化之最大效能。

為提供機具自動化所需之人力資源，廠商、政府及學術界三方面應密切配合，如設立國家級之營建技術研究單位，並以技術輔導方式推行先進之自動施工法。以政府之政策為原動力，帶動產業界配合推動，加以學術界之支援合作，共同創造出推動自動化的有利大環境。

第十章 結論與建議

10.1 結論

一、自動化環境：

1. 工程市場連續性不明朗，營造商規模不足，資訊不足，與營建環境不佳（法規、制度等）為阻礙營建工程技術與機具自動化之因素。國建六年計畫大型工程之推動、環保與工安法之嚴格執行、工程品質管理之加強等實為施工技術與機具自動化推動之有利因素。
2. 推動國家大型建設（十大建設、國建六年計畫），為營建工程技術與機具自動化提升之時機，推動自動化政策應與國家執行公共工程建設政策密切配合。
3. 工程規劃、設計、施工、維護等作業一貫化，始能有效推動施工技術與機具自動化。
4. 營建業施工技術與施工機具二者上下相連，關係密切，而施工機具之設計製造能力與市場誘因更是營建機具生產之基礎，故營建機具之自動化實與機械製造業之自動化設備製造能力密不可分，必須同步發展。
5. 自動化之前題常常是材料與構件之標準化與規格化，營建工程亦不例外。舉凡材料之材質、規格、尺寸等均應先建立國家標準，才能據以發展自動化工作機具，達成省工、省料、省時等之目的。
6. 推動施工技術與施工機具自動化，應從國家整體利益觀點進行。若因國家公共建設驟增，而貿然引入大量規格與功能不一致之自動化機具，除浪費國帑，亦可能因後續工程市場不足與機具再使用率低，反而造成自動化之阻力。因此，成立負責整合管理與資訊交流單位，或大型機具租賃商，實有其必要性。

二、營建廠商：

1. 營建業者對營建工程技術與機具自動化，因營建工程有濃榮之經驗工學

色彩，其工作之特性不太可能如一般生產工廠完全自動化，尤其是無人化。自動化之發展程度相當有限。一般民營營建業之規模都極小，只有極少數之公民營大營造廠商才略能致力於自動化施工之努力，但也僅止於機械化。僅有某些特殊之工程，例如：潛盾工程、滑動模板等方面，採用半自動化。而管理方面近來都有顯著的採用電腦方面之努力。

- 2.現今民營業者擁有新式之施工機具者為數有限，多數業者都購用日本淘汰下來之二手貨舊機具，這些舊式設備不但效率低，同時對環保之衝擊亦大，妨礙了自動化之推行。
- 3.民間業者在建築工程與結構橋樑方面之技術及機具較為進步，可以看到採用新施工技術以及較新式之施工機具。在建築工程方面，其主要原因是民間業者從事於房地產者為數不少，因受市場上之競爭及技術需求影響，必須由國外引進新觀念及新工法。
- 4.部份營建業對於自動化之投資最為擔憂的是投資無法回收，導致虧損甚致於倒閉。如果自行開發自動化設施不但花費大而又費時，更不符短期經濟效益。因此多認為如有必要，應直接向國外之先進國家之同業或製造廠商採購較為實在而可靠。
- 5.業者對於獎勵措施興趣似乎比不上「希望政府對於法規制度之改善，使營造業有長期生存之空間」來得高。如何建立讓業者有利可圖之工程環境，並順勢引導其走向自動化，為促進施工技術與機具自動化之關鍵方法與動力。
- 6.營建業在工地之作業，對機具之依賴性極高，若脫離了有效機具之支援，營建技術及施工均將無法施展，故土木技術人員必須加上機具操作及相關知識之充實及訓練，方能與機械業密切合作，發展出實用而有效之施工機具，真正落實營建機具之自動化。
- 7.大型營造廠應可有議價權，惟其應具有良好的機具、技術及研發能力和人才庫（包括土木、材料、機械等）才能享有議價權

三、營建機具廠商：

- 1.營建機具製造業之發展，乃是根據營建市場之需求而來。因此，營建機具之製造與自動化層次，均有賴於營建市場之持續發展與技術層次之提高。
- 2.目前營建機具製造業之基本能力應已有相當之基礎，若能以技術層次為訴求，其發展應屬可期。

10.2 建議

施工技術與機具自動化現況調查及分析應為持續性工作，以能掌握營建自動化之重心。本研究計畫執行時間有限，資料蒐集也未盡能系統化，建議政府主管單位能擬定一套蒐集資料方法（例如：海關資料、稅務資料等），始能持續常年自動蒐集有關資料。自動化之理念應落實到中、小型企業，需擬訂鼓勵中、小型企業推動自動化之策略。

附錄一 參考資料

- 1.黃治，「福德隧道斷層處理及觀測資料統計分析」，國道建設技術研討會二週年紀念技術文集，第1～13頁(1992)。
- 2.李友桓，「隧道開挖功率之分析與檢討」，國道建設技術研討會研討會二週年紀念技術文集，第15～40頁(1992)。
- 3.蔡茂生，「隧道工程機械開挖工法」，國道建設技術研討會二週年紀念技術文集，第41～54頁(1992)。
- 4.朱賓力，「隧道施工應採用TBM或是DB?」現代營建，79年11月號，第9～19頁(1990)。
- 5.伍萬達，「本省最長之隧道，北迴鐵路觀音隧道」，現代營建，第一卷，第二期，第4～11頁(1980)。
- 6.何泰源，「NATM應用於軟弱地盤隧道施工之探討」，現代營建，第136期，第25～39頁(1991)。
- 7.廖銘洋，「試論潛盾施工」，潛盾隧道施工技术，榮工技術叢書之九，第1～22頁(1989)。
- 8.朱旭，「潛盾施工法與潛盾機選定條件之探討」，潛盾隧道施工技术，第23～42頁(1989)。
- 9.蔡茂生，「潛盾機型式之選擇」，潛盾隧道施工技术，第43～64頁(1989)。
- 10.廖銘洋，「台北盆地軟弱地層之潛盾施工法之機具選擇」，潛盾隧道施工技术，第65～74頁(1989)。
- 11.莊乾道、鄧勝發、劉克修、許春生、呂自誠、江廷沛、「山岳隧道施工技术之研究」，經濟部七十七年度研究發展專題(1988)。
- 12.汪燮之，「潛盾機隧道開挖在台北之應用」，土木水利，第十二卷第二期，第81～89頁(1985)。
- 13.汪燮之，「土木施工學下冊」，大中國圖書公司，台北，第471～782頁

(1987)。

14. 范陳柏，「新奧工法特性與支撐系統施工實務介紹」，捷運技術，第四期，第 107～123 頁(1991)。
15. 周禮良，胡海潮，「都市隧道用 NATM 施工之探討」，現代營建，101 期，民國 77 年六月號，第 10～18 頁(1988)。
16. 林耀煌，「潛盾施工法入門(一)～(六)」，現代營建，第二卷，7～12 期，19～24 期，第 35～40 頁，第 22～24 頁，第 41～44 頁，第 35～44 頁，第 18～23 頁，第 15～19 頁(1982)。
17. 趙際禮，王偉華，「隧道雙層防水系統在台灣施工之實例」，捷運技術，第二期，第 35～44 頁(1990)。
18. 曾文豹，「北部濱海公路海濱隧道新建工程施工報告」，台灣公路工程，第 8 卷第 8 期，第 375～389 頁(1982)。
19. 鄺興邦，「北市建國南北路下水道工程推動式管溝開挖施工法(上)(下)」，營建技術，民國 69 年 1 月號，第 51～55 頁。
20. 王春煌，「大地監測系統在潛盾隧道工程上之應用」，營建世界，1988 年 10 月號，第 31～37 頁。
21. 朱賓力，「雙盾隧道鑽掘機簡介」，現代營建，民國 80 年 6 月號，第 9～15 頁(1991)。
22. 趙立生，「壓氣潛盾推進工法」，現代營建，民國 78 年 7 月號，第 9～19 頁(1989)。
23. 賴聰朗，古鴻坤，「淺述潛盾施工法中弓形支保的製作與品質檢驗之工作」，捷運技術，第二期，第 80～83 頁(1990)。
24. 蕭文祥，「隧道新工法 ECL 工法的施工研討」，現代營建，第 133 期，第 13～20 頁(1991)。
25. 廖銘洋，「潛盾施工自動化」，營建管理協會，隧道施工技术與機具自動化研討會(1992)。
26. 何泰源，「潛盾隧道施工所引致之地表沈陷及建物保護(上)(下)」，現

- 代營建，第131、132期，第21～30頁，第31～35頁(1990)。
- 27.康乃恭，「沈埋管式海隧道設計與施工」，營建技術，第一卷，第7期，第49～59頁(1980)。
- 28.廖銘洋，「土壓平衡式潛盾施工法之機具選擇」，潛盾隧道施工技術，第75～86頁(1989)。
- 29.阮連山，「北二高碧潭橋工程：懸臂工法」，國道建設技術研討會二週年紀念技術文集，第55～77頁(1992)。
- 30.汪忻、蘇英豪、顧孔亮，「頭前溪橋及牛欄河二號橋」，國道建設技術研討會二週年紀念技術文集，第79～115頁(1992)。
- 31.鄭明源，「懸臂工法預力混凝土多孔連續橋樑之設計及工法概要」，營建知訊，112期，第7～25頁，Dec.1991/Jan.1992。
- 32.陳正雄，「牛欄河一、二號河川橋工程—連續鋼構預力箱型樑懸臂工法」，營建知訊，112期，第26～54頁，Dec.1991/Jan.1992。
- 33.賴景波，「懸臂伸展架設工法預力混凝土橋之探討」，營建知訊，112期，第55～103頁，Dec.1991/Jan.1992。
- 34.胡銘煌，「漫談預力混凝土工程」，現代營建，第3期，第42～2頁(1980)。
- 35.孫恭先，「獨步遠東的關渡鋼拱橋」，現代營建，第10期，第71～74頁(1980)。
- 36.孫恭先，「關渡大橋引道上的安全擋土牆」，現代營建，第12期，第41～44頁(1980)。
- 37.孫恭先，「淡水河上的關渡大橋」，土木水利，第9卷，第1期，第3～10頁(1982)。
- 38.鄭燦鋒，「公館圓環立體交叉鋼橋工程施工簡介」，現代營建，第83期，第14～20頁(1986)。
- 39.蔡定彥，曾清銓，「重陽大橋工程之規劃設計」，土木水利，第14卷，第3期，第91～109頁(1987)。

- 40.賴景波，「圓山橋施工報告」(1988)。
- 41.吳鳳儀，「瀝青混凝土路面施工及監工(一)」，台灣公路工程，第十七卷，第七期，第2～10頁(1991)。
- 42.吳鳳儀，「瀝青混凝土路面施工及監工(二)」，台灣公路工程，第十七卷，第8期，第13～26頁(1991)。
- 43.歐晉德，「台灣地區高速公路現階段興建計畫及長程規劃簡介」，工程第63卷，第6期，第3～6頁(1990)。
- 44.林桂森，「剛性路面施工概述」，台灣公路工程，第十五卷，第11期，第2～14頁(1989)。
- 45.孫恭先譯，「滾壓混凝土路面」，台灣公路工程，第10卷，第十一期，第36～39頁(1988)。
- 46.賈駿祥，「公路施工經驗談」，台灣公路工程，第十一卷，第5期，第2～4頁(1984)。
- 47.蔡瑛璋，周權英，「屏東鵝鑾鼻公路拓建工程施工報告(一)」，台灣公路工程，第十卷，第十二期，第56～80頁(1984)。
- 48.蔡瑛璋，周權英，「屏東鵝鑾鼻公路拓建工程施工報告(二)」，台灣公路工程，第十卷，第十二期，第71～88頁(1984)。
- 49.蔡攀鰲，「瀝青鋪面廢料再生系統」，台灣公路工程，第九卷，第9期，第16～21頁(1983)。
- 50.周權英，「屏東鵝鑾鼻公路拓建工程路面設計施工及品管概要」，台灣公路工程，第8卷，第10期，第38～47頁(1982)。
- 51.劉滌宇譯，「路面鋪設技術之革新以對抗日增之費用」，台灣公路工程，第6卷，第二期，第18～22頁(1979)。
- 52.高速公路工程局施工組譯，「南北高速公路施工規範通則」，台灣公路工程，第19卷，第6期，第31～40頁；第8期，第27～44頁；第9期，第25～37頁；第10期，第23～27頁；第11期，第25～33頁；第12期，第23～30頁。

- 53.台灣公路工程，第20卷，第7期，第30～35頁；第8期，第23～26頁。
。
- 54.劉明仁，「底層特性與路面損壞之關係」，碩士論文國立台灣大學土木研究所，台北(1984)。
- 55.鄭志達，馮堯明，施煥明，張振榮，張松元、「機場剛性路面施工研究」，中華工程股份有限公司(1985)。
- 56.陳駕歐，孫恪諍，「台北國際機場跑道搶修工程快速施工研究報告」，經濟部六十六年度列管外研究報告，CE6604(1977)。
- 57.汪熒之，「土木工程施工學(F)」，大中國圖書公司，台北，第783～861頁。
- 58.陳宗禮，「2000年營建施工技術演變趨勢」，空間雜誌，第25～30頁(1992)。
- 59.陳常增，「台電大樓鋼骨工程製作及吊裝」，現代營建，第二卷，第二期，第9～16頁。
- 60.高熙治，「台電大樓地下室結構體施工安全觀測系統」，現代營建，第二卷，第19期，第61～70頁。
- 61.陳靜芝，「國內帷幕牆時代的來臨」，現代營建，第二卷，第9期，第5～23頁。
- 62.郭天來，「預鑄混凝土帷幕牆」，現代營建，第一卷，第9期，第25～31頁。
- 63.李清田，「台電廿六層大樓建築設計概述及基礎工程」，現代營建，第一卷，第1期，第43～49頁。
- 64.黃蕙玲，「自頂層向下之高層建築施工法」，現代營建，第一卷，第5期，第10～15頁。
- 65.廖慧明，「超高層建築發展與有關問題」，現代營建，第一卷，第1期，第10～15頁。
- 66.林鵬飛，「地下連續壁BW工法」，現代營建，第一卷，第11期，第11

～21頁。

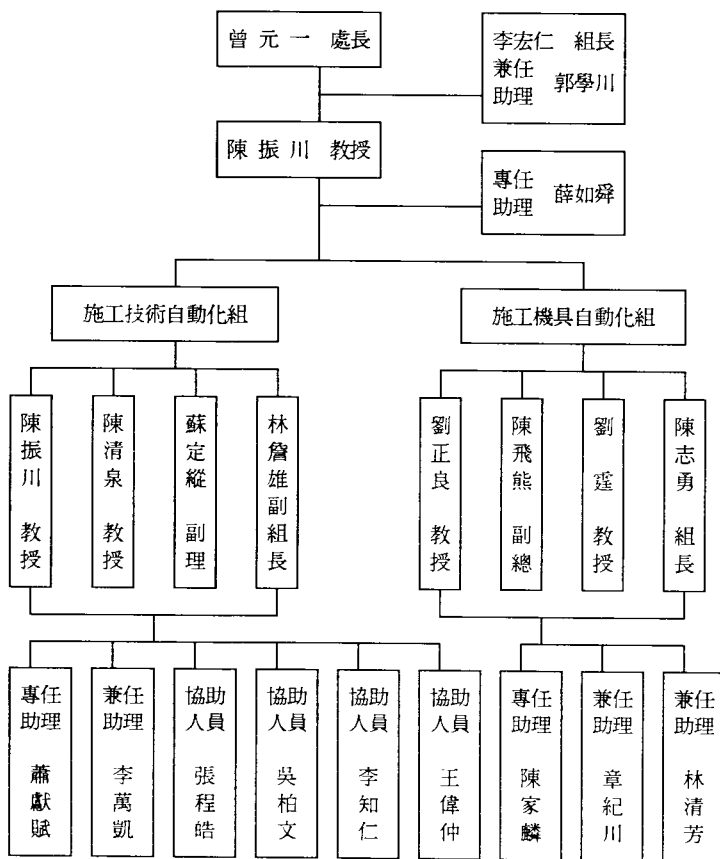
- 67.王乙鯨，孫全文，呂孟勳，「台中市超高層建築帝國大國大廈新建工程—逆打工法介紹」，現代營建，第十卷，第117期，第11～32頁。
- 68.粘清水，「台北世貿大樓預鑄，預力托樑吊裝施工實例」工程雜誌第39～54頁。
- 69.林耀煌，「高層建築基礎開挖施工法與施工實例」，長松出版社。
- 70.莊嘉文，「超高層建築施工及實例」，詹氏出版社。
- 71.葉福文，「智慧型之樓房初步設計輔助系統」，碩士論文，國立台灣大學土木研究所。
- 72.郭其俊等，「全套管樁施工研究」，中華工程公司與達施工所(80年7月)。
- 73.莊乾道，蘇定縱，李文宏，「整合性深開挖工程管理電腦化研究」，中華工程公司(80年6月)。
- 74.顏正義、黃丁財、鄭進南、邱黎南、曾耀寶，「PPA在基樁動載垂試驗之研究」，中華工程公司(78年12月)。

附錄二 施工技術及機具自動化研究近階段工作時程

- | | |
|--------------|----------------------------|
| 民國 81. 1. 10 | 第一次工作會議 |
| 民國 81. 1. 22 | 第二次工作會議（兼兩組聯席會議） |
| 民國 81. 1. 22 | 產業自動化會議籌備會議（兼計畫初期報告） |
| 民國 81. 1. 29 | 第三次工作會議 |
| 民國 81. 1. 31 | 隧道自動化研討會（第一次研討會） |
| 民國 81. 2. 1 | 自動化評選獎勵措施計畫第一次協調會議 |
| 民國 81. 2. 10 | 問卷調查小組會議 |
| 民國 81. 2. 12 | 第四次工作會議 |
| 民國 81. 2. 19 | 施工機具自動化小組工作會議 |
| 民國 81. 2. 21 | 遠企大樓現場參觀訪談 |
| 民國 81. 2. 24 | 自動化評選獎勵措施計畫第二次協調會議 |
| 民國 81. 2. 25 | 高強度混凝土自動化研討會（第二次研討會） |
| 民國 81. 2. 26 | 第一次座談會（營建業、施工單位，陳振川教授主持） |
| 民國 81. 3. 4 | 第二次座談會（機具代理廠商與租賃業，劉正良教授主持） |
| 民國 81. 3. 11 | 第五次工作會議 |
| 民國 81. 3. 16 | 第一次問卷寄發 |
| 民國 81. 3. 18 | 滑動模板研討會（第三次研討會） |
| 民國 81. 3. 27 | 第六次工作會議 |
| 民國 81. 4. 8 | 第三次座談會（業主與顧問公司，曾元一處長主持） |
| 民國 81. 4. 17 | 計畫期中報告 |
| 民國 81. 4. 22 | 第七次工作會議 |
| 民國 81. 4. 29 | 飛模與爬模研討會（第四次研討會） |

民國 8 1 . 5 . 4	第二次問卷寄發
民國 8 1 . 5 . 8	高雄世貿聯合國大樓現場參觀訪談
民國 8 1 . 5 . 1 3	第八次工作會議
民國 8 1 . 5 . 1 5	「高層建築施工技術與機具自動化」座談會 (陳清泉教授主持)
民國 8 1 . 5 . 1 8	「隧道工程施工技術與機具自動化」座談會 (陳志勇組長主持)
民國 8 1 . 5 . 2 0	「橋樑工程施工技術與機具自動化」座談會 (陳振川教授主持)
民國 8 1 . 5 . 2 1	「鋪面工程施工技術與機具自動化」座談會 (范國璋先生主持)
民國 8 1 . 5 . 2 2	「港灣工程施工技術與機具自動化」座談會 (陳清泉教授主持)
民國 8 1 . 5 . 2 5	「水庫工程施工技術與機具自動化」座談會 (汪燮之教授主持)
民國 8 1 . 6 . 1 2	「我國營建業自動化現況與未來趨勢」說明會 (梁 樾副處長主持)
民國 8 1 . 6 . 1 5	「鋼橋施工法與自動化」研討會 (第五次研討會)
民國 8 1 . 6 . 1 6	「營建自動 (潛能、獎勵措施)」研討會 (第六次研討會)
民國 8 1 . 6 . 2 0	第九次工作會議
民國 8 1 . 6 . 2 4	施工機具自動化小組工作會議
民國 8 1 . 6 . 2 9	第十次工作會議
民國 8 1 . 7 . 9	計畫期末報告

附錄三 施工技術及機具自動化之現況調查與分析研究人力與任務配置圖



附錄四 計畫執行預定進度表

計劃名稱：施工技術及機具自動化之現況調查及分析研究							
月數/81年	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	
工作項目							
基本資料及 相關文獻蒐集							
選定調查目標							
制定問卷內容							
問卷調查							
訪談作業							
舉辦研討會 與說明會							
調查結果分析							
問卷回收後相關 資料蒐集及整理							
撰寫報告							
預定進度	15	30	50	70	85	100	

附錄五 專業工程座談會

(一)、高層建築座談會

1. 時間：中華民國八十一年五月十五日（星期五）下午 2:00～5:30
2. 地點：台灣大學工綜館 227 室
3. 主持人：陳清泉 教授（台灣大學土木所）
劉 霆 教授（台灣大學機械所）
4. 出席人員：袁德全 正工程師（中華顧問工程司）
廖慧明 博士 （廖慧明建築師事務所）
莫惟瀚 廠長 （榮工處中壢預鑄廠）
李崇生 廠長 （中鋼結構）
5. 提供參考問卷人員：
莫惟瀚 廠長 （榮工處中壢預鑄廠）
袁德全 正工程師（中華顧問工程司）
陳健弘 主任 （中興工程顧問社）
廖慧明 博士 （廖慧明建築師事務所）
李崇生 廠長 （中鋼結構）
6. 記錄：王偉仲 先生
7. 討論內容：
 - (1)討論綜合整理之「高層建築施工技術與機具自動化調查表」
 - (2)探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與方向
8. 討論結果：詳見以下之「高層建築施工技術及機具自動化現況調查表」

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	高 層 建 築		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
混 凝 土 施 工 技 術	1.混凝土強度以3000 psi 及5000 psi (預力) 為限。 2.建築技術規則 (內政部) 基本上以5000 psi為上限。 3.預拌混凝土，並以電腦輔助進行配比。 4.強力泵浦泵送混凝土至灌置部位。	1.鋼柱 (管) 內混凝土達6000 psi澆置，塌度25 cm、27cm。 2.輕質混凝土之引進及應用。 3.以拌合鼓拌合混凝土，少量者並用人工拌合。 4.以吊斗運送混凝土至灌置部位。	1.日本普遍使用高強度輕管材料混凝土。 - a.單重1.5~2.0T/m³。 - b.強度3000~7000 psi。 - c.適用於SRC 高層建築物，第三層以上之構造，225kg/cm²。 2.芝加哥，多倫多等處高樓採高強度混凝土17000 psi。 3.法國BPEL規範，混凝土最高設計強度8700 psi。 4.高樓層混凝土輸送採分段的方式。
表 面 裝 修 技 術	1.防火被覆分成二種： - a.耐火成型物施工。 - b.濕式噴岩綿施工。 2.以人工粉光。 3.採用水泥砂漿貼瓷磚。 4.洗窗採用人工清洗方式。	1.同左。僅耐火被覆的噴酒漸採落塵少，污染低的技術。 2.樓板混凝土澆置初凝前用Power Trowel作整體粉光，在大面積區採用軌道式Power Screed以求表面平整。 3.採用瓷磚預鑄混凝土板及花崗石預鑄混凝土板。 4.配合高樓洗窗機械以人工洗窗。 5.隔間採用石膏板輕隔間 (隔音50分貝)，縮短施工時間。	1.耐火被覆採用成型板貼在鋼梁上。 2.日本採用機器人完成以下的工作： - a.樓板面抹平機器人一可以自動感應地面高程。 - b.防火被覆噴灑機器人。 - c.樓板混凝土澆置機器人。 - d.牆面自動粉光機器人。 3.美、日的超高層大樓採用可自動爬升與下降的機器人洗窗。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別	高 層 建 築		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
吊 置 安 裝 施 工 技 術	1.鋼筋籠人工組合，鋼構件現場焊接。 2.鋼柱、鋼梁、惟幕牆等以單件式吊裝，吊裝機具400m-T。 3.吊裝設備： - a.人字臂 - b.自走式吊車（100T以下） 4.焊接／切割： - 複製光學切割機。 - 門型瓦斯切割機。 - 門型自動電焊機。 - 雙極弧電焊機。 - 輕便式潛弧電焊機。 - 重力式CO₂及no-gas電焊機。 5.PC惟幕牆以tower crane 以及使用三角吊架配合winch 裝配。	1.鋼柱、鋼梁、惟幕牆採組合式吊裝，吊裝機具1500m-T。 2.吊裝設備： - a.塔式吊車及雙臂式與單臂式吊車。 - b.自走式吊車（200T以下） 3.接合方式： - 柱—柱 - 柱—梁 以手焊接為主，大梁、小梁以高張力螺栓接合為主。	1.加拿大通用吊車公司 GCI 巨霸霸集合塔型吊車(Tower crane)，移動式吊重(mobil crane)。 - a.施工半徑最小可在10呎，高度13呎6吋。 - b.高度負載325 呎。 - c.最大作業半徑188 呎，負載60,000磅。 2.採用積層工法。 3.工地焊接以半自動焊接為主。 4.惟幕牆鋼構件的吊裝採遠端遙控的方式。 5.日本採用機器人作吊置安裝的工作： - a.鋼梁定位機器人。 - b.自動焊接機器人。 - c.鋼筋搭接機器人。
模 板 施 工 技 術	傳統木模及土支撐。	1.飛模技術。 2.複合鋼甲板(Cellular composite deck)之使用，減少樓板鋼筋之排紮及電管之埋設可減少超高層建築樓板組裝時間及澆置。 3.滑模及爬模工法。 4.系統模板及鋼支撐。	1.飛模工法。 2.爬模工法。 3.系統模板工法。 4.電熱模板工法。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	高 層 建 築		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
預 鑄 組 件 製 裝 技 術	1. 鋼筋組立利用搭接或焊接，難用儀器檢驗，可靠性低。 2. PC帷幕牆以鋼模在機械工廠負責製作。 3. PC帷幕牆以桁架式裝置。	1. 鋼筋組立利用鋼筋續接器(coupler) 但鋼筋之E 值須小於$1.9 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$。 2. 將組合完全之鋼柱或鋼梁吊入翻轉台內可隨意翻轉任意角度，減少吊車之使用，增加工作效率。 3. 將E.T.W 機置於軌道上以處理垂直焊(熱溶碰電焊)之作業，不但增加作業速度，並可同時兩面電焊，減少變形。 4. PC帷幕牆以單元式裝置。 5. 預鑄，半預鑄鋼構件自動生產。	1. NBM 工法 a. 強力套管。 b. 強力膠合劑LC-602。 2. 美國ALAMOANA大飯店樓高38層，每層樓面面積4,000m²，5個工作天可完成二層結構體。 a. 梁柱合成預鑄。 b. 梁柱端部分鋼筋利用強力套管及強力膠合劑。 3. 日本採用機器人作預鑄組件的製裝工作： a. 外牆板製裝機器人。 b. 天花板製裝機器人。
施 工 污 染 防 治 技 術	1. 反循環椿及連續壁溢水流入水溝。	1. 反循環椿及連續壁溢水須先導入沈澱池。 2. 泥漿的處理方式，係在沈澱池中加入特殊藥液，使懸浮微粒形成較大顆粒後，以濾網過濾再排放。 3. 棄土車輛離工地前先清洗輪胎以免染污街道。 4. 禁止污染性之化學灌漿。	

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	高 層 建 築		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
品質管制技術	1. 混凝土圓柱體強度試驗 ○ 彈簧錘試驗。 2. 鋼筋強度試驗。 3. 基樁載重試驗作強度檢 驗。	1. 反循環基樁混凝土之完 整性試驗。 2. 連續壁事前事後均採非 破壞性檢驗，查驗混凝 土澆置成果。 3. a. 破壞性及非破壞性檢 驗。 b. UT檢驗。 c. 超音波檢驗。 d. X光檢驗。 4. 電焊檢查。 a. 磁粉探測檢驗。 b. 浸染試驗。 c. 超音波、X光波及Υ 光波檢驗。 d. 強度試片試驗。 5. 混凝土圓柱試體、鋼筋 及鋼料之強度試驗。彈 簧錘試驗並自動記錄。	1. 日本的全面品質管制 (TQC)要求員工「滿點交 卷」即各單位所負責的 部分必須是毫無缺點才 可移交。
輸送技術	1. 工地現場以拌合鼓拌合 混凝土，配合吊斗吊送 至混凝土灌置部位。 2. 低效能泵送機泵送高度 在100m以下。 3. 泥漿、廢土運送以卡車 送到棄土處。	1. 混凝土預拌後以預拌車 運送至工地。 2. 混凝土泵送機泵送高度 可達300m以上。 3. 運土車出工地前須先清 洗輪胎，以維持街道之 清潔。	1. 採用分段泵送混凝土， 減少泵送機的負荷。 2. 日本採用立體輸送機 (space conveyor)。 3. 輕質混凝土的使用便於 輸送。
工程管理技術	1. 由業主交由建築師設計 。	除交建築師或設計者兼 為監造者外，另有重大工 程已委有營建管理系統管 理之。	營建管理系統及制度進 行整體工程之進行。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	高 層 建 築		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
監 測 與 儀 控 分 析 技 術	1.利用水準儀及經緯儀對鄰近不動點建築物作量測與記錄。 2.a.土壓計。 b.水壓計有氣壓式及土壓式兩種。 c.連續壁之變形及沈陷用傾斜儀。 d.鋼筋應變計。 e.地下水位觀測井。 f.支撐應變計。 g.鄰房傾斜計。 由人為觀測記錄並進行資料處理及分析。	1.同左。但儀器改進，為雷射水準儀及電子經緯儀等。 2.左列各項仍由人為觀測記錄，但交由電腦分析及在監測系統加裝自動化量測技術。	1.藉由電腦化系統化的專家系統建立中央開挖預警在基礎開挖後有任何重大變化，可提出警告，並作適當反應。
預 測 分 析 技 術	1.地質調查，地下管線均是傳統式的調查方式，地下結構物調查僅能以試挖加以確認。 2.採衝擊式貫入法求土壤之N值，並作土壤基本物理性質。	1.地質調查以CPT的進行，達到自動化，電腦化。地下管線使用金屬探測器或以物理震測進行。 2.地質鑽探採衝擊式貫入法求N值。並作土壤試體之基本物理性質；共振柱試驗及液化潛能之預測。 3.以振測法探測地質狀況，及土中埋設物。 4.全國都市區域地質資料庫之建立。作為規劃參考。	1.地質調查報告結果公開，建立整體性，連續性的地質資料庫，如此可避免在同一地區所花費的地質鑽探時間與經費。

(二)、隧道工程座談會：

1. 時間：中華民國八十一年五月十八日（星期一）下午 2:00～5:30

2. 地點：台灣大學工綜館 227 室

3. 主持人：王錦洋 主任（榮民工程事業管理處）

陳志勇 組長（榮民工程事業管理處）

4. 出席人員：趙立生 總經理（拓達營造）

杜定飛 副總經理（眾力基礎營造）

廖銘洋 主任（榮民工程事業管理處）

黃 治 主任（國道新建工程局）

謝玉山 副主任（榮民工程事業管理處）

龔台慶 副工程司（南迴鐵路工程處）

5. 提供參考問卷人員：

王錦洋 主任（榮民工程事業管理處）

趙立生 總經理（拓達營造）

梁詩桐 副主任（中華工程公司）

杜定飛 副總經理（眾力基礎營造）

廖銘洋 主任（榮民工程事業管理處）

黃 治 主任（國道新建工程局）

謝玉山 副主任（榮民工程事業管理處）

龔台慶 副工程司（南迴鐵路工程處）

6. 記錄：張程皓 先生

7. 討論內容：

(1) 討論綜合整理之「隧道工程施工技術及機具自動化調查表」

(2) 探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與方向

8. 討論結果：詳見以下之「隧道工程施工技術及機具自動化現況調查表」

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	隧 道 工 程		
工作類別	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
測量 控制 技術	1.以水準儀、經緯儀進行三角測量，導線、選線、大地測量。 測距用量尺或視距。 2.放樣：水準儀，少數使用雷射光束。 收方：人力測繪為主，自動測距儀為輔。 3.普通經緯儀（精度20"）（NIKON NT2A） •微調或自動水準儀 •光波測距儀（HP-3805 A） 4.潛盾機姿勢控制： 錘球式水平尺。 5.開挖面鉗孔孔位放樣以雷射光為輔，人工為主畫定孔位。	1.測量以光學儀器，雷射儀，配合人力測量。 如：經緯儀、光波測距儀、電子式水準儀、陀螺儀。 2.斷面收方以自動測距儀為多數，自動收方儀仍少用FENNEL FET-10（明潭、建安）放樣多以雷射儀，雷射照準儀起扶線定位。 3.亦有利用航測選線配合經緯儀、水準儀。 4.潛盾工程之潛盾機俯仰旋轉以電子式控制，方向以陀螺儀控制。 5.孔位放樣仍以雷射光束配合人力畫定位置。	1.雷射經緯儀、自動水平儀、紅外線測距儀、雷射坡度測量儀、雷射照準儀普遍使用。 2.放樣：以雷射光束2-3點定位。 收方：全自動收方儀，配合電腦測繪，快速輕巧。 全自動斷面掃描儀普遍採用控制開挖。 3.配合TBM及Road Header之自動定位，雷射導向系統。 如：英（ZED-26及ZED-260系列） 日本Sokkisha公司 英法海底隧道採用：TUMA 4.衛星定位系統 （G.P.S.-Global Position System） 5.潛盾機自動測量、導向，全自動姿勢顯示裝置。 6.孔位由鉗機以電腦程式自動控制鉗孔位置與孔深。
表面 裝修 技術	•手工作業： 以人力於施工架上施工	1.手工作業 2.開始使用自動粉光（磨平）機	1.Screed整平機 2.粉光機器人 3.遙控式水平粉光機 4.防火披覆施噴機械臂

（續下頁）

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 工作類別	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
基礎 施工 技術	1.地錨： • 地錨鋼鍵以單股施拉較多（明潭工程） • 鉗孔以旋轉式鉗機佔多數 2.灌漿： • 抽水工法。一般灌漿多採單管LW注入，少數D.D.S. • 背填灌漿以車輛運送，並由多人操作灌漿機油壓操作完全手動 3.立坑構造： • 鋼板樁 • ICOS連續壁 • BW連續壁	1.地錨： • 整支地錨一次施拉（建安工程） • 鉗孔以履帶式打擊機頭或油壓式為主要機具 • 雙層防蝕可複拉地錨為未來之方向 • 自動拉線機 2.灌漿： • 採傳統固結灌漿及化學灌漿、PU灌注工法為多數 • 管幕工法、壓密排水高壓噴射、機械攪拌之地盤改良 • 灌漿機升降管可自動設定，坑內背填灌漿半自動，人工拌合後可自動控制灌漿量 • 二重管工法 • JET GROUT 工法 3.立坑： • SMW 工法 • 油壓蛤形抓斗大量採用 4.基樁： 採自走式全旋轉式	1.地錨： • 改良式鉗孔機具探查孔功能，能先期探知地質，其他技術機具相差不多 2.灌漿： • 化學灌漿大量引用 • 深基礎大口徑攪拌工法 • 水平Jet Grouting • 管幕灌漿、高壓灌漿、噴射灌漿 • 凍結工法 • 電滲工法 • 背填灌漿全自動 3.大深度寬廣施工方式之地下空間開發技術研究 ○（如水平方向連續壁開挖機） 4.施工技術與材料均較國內進步，較多樣化且普及，惟多已引進國內

（續下頁）

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
開 挖 施 工 技 術	1. 鉋炸： 山岳隧道大多採鉋炸工 法及先進導坑工法。(如：北迴、東線拓寬、南迴等隧道)。以手提鉋機、氣動鉋機較多，油壓鉋機較少(明湖、明潭工程) 2. 支撐： - ASSM美國鋼支保工法，以人工架設大量鋼支撐 - NATM新奧工法引進(自強隧道、南迴...) 3. 潛盾、TBM： - 城市隧道、下水道採潛盾工法、以手挖半機械式配合壓氣輔助工法，需人力配合 - 北迴永春隧道曾採大約翰TBM失敗 4. 棄土： 無規劃、以傳統方式、輕卡車、拼裝車運棄	1. 鉋炸： - 鉋炸開挖仍佔多數，以油壓式多臂型鉋機，可任何方位迅速定位，或採門型鉋堡。 - 有些採勻滑開炸技術或預裂法(明潭地下廠房) 2. 支撐： - 山岳隧道採用先進導坑併用NATM、鋼支撐、鋼型岩栓、鋼絲網、人工噴凝土等牙性支撐(明潭曾用Robot Shotcrete) 3. 潛盾、TBM、Roadheader： - 捷運隧道，下水道漸以潛盾施工為主，少用輔助工法。(進步到泥水式、泥土加壓式工法、土壓平衡式工法) - 潛盾機資料仍以人工判斷可急曲線施工 - TBM 引進(坪林隧道) - Roadheader開挖(適用單壓強度700kg/cm²以下岩盤)引進 (如：捷運木柵線、龍形隧道) 4. 棄土： 壓密地盤減少棄土或再回填運用	1. 鉋炸： - 自動定位鉋堡 - 電腦設定鉋孔方位 - Raise Boring Machine 可用 Directional Drilling System (DOS) 做為導坑鉋坑方位之控制 2. 支撐： - 岩栓自動打設機具 - 玻璃纖維噴凝土、玻璃纖維製鋼及岩栓 - Robot Shotcrete 3. 潛盾、TBM、Roadheader： - 雙盾身隧道鉋掘機 - 潛盾機開挖面安定控制、自動運轉、測量、崩環檢知、自動背填灌漿、地層變位觀測，輸入中央施工管理中心 - 特殊自由斷面潛盾施工 - 快速潛盾施工技術 - 大斷面TBM 系列出破與支撐工作

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
模 板 施 工 技 術	1.以木模施工、木板支撐佔相當數量，鋼模亦漸普遍 2.部分隧道採活動鋼模，直井採滑動模板逐模移位	1.局部木模施工、水平移動之活動鋼模（自走式鋼模） 2.滑模與系統模板開始用於施工襯砌，但沿襲舊式仍多，惟在模體之伸縮，移位多藉油壓方式減輕人力操控 3.簞架式(Needle-Beam Type)拱式移動型模	1.分離式自走鋼模 Telescopic Form 2.系統模板改良及大量使用，爬模用於豎井（亦頗多用滑模） 3.隧道襯砌鋼模之結構簡單，易於移位、伸縮 4.ECL 工法 (Extruded Concrete Lining) 5.利用Peri-System Reuseable Scaffolding 組立自走式模板
混 凝 土 施 工 技 術	1.現場澆置，多以人工澆置 隧道噴漿 (Shotcreting)多以人力噴漿 榮工處引進Aliva 305 機械臂施工 2.使用混凝土泵送車(pump crete)、氣壓式泵送車(air crete) 3.鋼模襯砌以模內震動直接搗築佔多數	1.人工噴漿仍多以人力為之（榮工處有意改良 Aliva 305 機械臂使其操作更簡便並部分自動化） 2.預拌車、concrete pump壓送 少有自動電腦控制混凝土拌合設備、電動 concrete pump 3.模內與模外震動機併用頂拱混凝土多由鋼模上方向內向外逐漸撤管澆置。 4.防水膜及不織布配合防水施工	1.機械臂噴漿土作業 日本有10家營造廠開發噴漿機械臂，歐洲亦有 Aliva及Putzmeister等製造廠製造機械臂，惟仍未能全自動施工 2.ECL 工法，利用鋼纖維混凝土特性 3.鋼模頂拱澆置混凝土直接由拱頂預留孔泵送 4.真空搗實機、圓型皮帶輸送機、螺旋式存料車及輸送車(Screw-Crete)

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
瀝青 混凝土 施工技 術	1.手工式或W<7m以下手動式鋪築機 2.薄層(T<10cm)施工 3.易產生Cold Joint	1.PAVER W=12M With SENSOR 2.大量使用Vibrating Roller (DYNAPAT CC41)滾壓 3.WIBAL 儲存式Asphalt Plant，可增加單位時間之產量 4.厚層施工法之可能T=20cm或更厚	1.使用可變Screed寬度之PAVER With SENSOR (可伸縮式) 2.厚層施工法成熟 3.Recycling Raving System之使用
施工 污染防 治技術	• 較不重視，污水、廢氣、棄土多直接運棄、抽除 • 隧道通風及除塵： 1. 鉗炸法施工—以鼓風機灌入新鮮空氣供機具及人員消耗，廢氣及粉塵自然排出	• 隧道通風及除塵： 1. 鉗炸法仍以鼓風方式灌入新鮮空氣 2. Road Header 施工產生粉塵過大，以抽氣方式加上集塵器清除之 3. 含氧量監視器（檢知器） • 污水： 1. 洞口設沉澱池處理設備 2. 污水分離槽 3. 污泥固化技術少 4. 泥水加壓→廢土泥水一次處理 • 噪音與震動： 1. 低噪音、震動之設備開始使用 2. 隔音屋	• 通風及除塵： 1. 鉗炸法日本以鼓風、抽氣並用方式 2. Road Header 施工：歐洲純以抽氣加除塵器配置 3. TBM 施工仍以鼓風及抽氣方式配置 4. 可動翼通風機，可感應隧道粉塵量、調節翼片角度，增減風量可省電 5. 靜電集塵技術 6. 地下埋設管利用真空吸引原理收集粉塵 7. 溼式噴凝土機，減少粉塵 • 污水： 1. 泥水二次處理設備 2. 泥水固化處理技術 3. 設污水處理廠，經中和，過濾及壓縮處理再運棄 • 污染偵測： 1. 電腦連線自動監測儀

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段 —— 工作類別	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
吊 置 安 裝 施 工 技 術	1.機械化少，多以人工操作，鋼筋以搭接施工 2.以輪型吊車作現場吊裝	1.人工點焊接、架設wire mesh 2.輪型吊車、門型吊車吊15噸以內之材料機具、履帶式吊車吊重大物件 3.亦有軌道式鋼筋支撐架、吊車及板車之組合及推高機的使用 4.春田公司：自動植釘機，可取代電焊鋼板、剪力釘	1.以機械手臂自動點焊接wire mesh (奧EVC公司)，如鋼筋網彎結機，可自動裁切、彎曲 2.軌道工作車(Mono-Rail) 3.推進偏壓破碎環流式置換式推進機
輸 送 技 術	1.以輪胎車輛或軌道式載具為主 2.拼裝車及輕型卡車 3.土方運輸以長程輸送帶(綠澳港填方) 4.隧道內運輸以傾卸車及軌道式機車為主 5.豎井用吊斗，斜坑用搖揚設備	1.軌道工法： 鐵軌+電動/柴油機車頭+台車/渣車 2.輪胎工法： 卡車/鐵牛車/平板車 3.短程輸送帶配合怪手出碴 4.泥水傳送機(含乾燥器) 5.豎井用吊斗，斜坑用搖揚設備 6.皮帶輸送機 7.螺旋輸送機 8.TBM、潛盾機自動集碴、出碴	1.MOTOR-SCRAPER 型可分離式拖車頭及多量車體，可節省出碴時間，適用於大斷面積隧道 2.軌道式： 以機車拖載鋼斗車或密閉式運搬車(Shuttle Train) 3.輪胎式： 以大容量傾卸車運輸 4.輸送帶(Conveyer) 5.密閉管線泵送 6.豎井有採高速搖揚吊桶 7.斜坑有以長程輸送帶或搖揚設備 8.全自動支保運送機 9.TBM 潛盾機自動集碴、出碴

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
預鑄 組件 製裝 技術	1.大部分以人工製作鋼筋籠 2.少數潛盾施工之弓型支保組立機械化 3.弓型支保鋼筋與組件之結合不良	1.大部分仍以人工製作鋼筋籠 2.潛盾機內附弓型支保架設機並採預鑄弓型支保 3.除潛盾工法外，一般隧道仍未採用預鑄混凝土節塊，惟均採人工生產方式 4.弓型支保生產線與鋼模組合方式之改善 5.以預鑄鋼模製成節塊時多以一般養生，蒸氣養生較少	1.鋼筋籠以機器裁切、彎曲焊接，自動化生產線上作業 2.配合TBM及潛盾施工採弓型支保已漸普遍，且有全自動化預鑄環片生產實例 3.自動接桿，換桿之鉗機施作系統，岩栓縮短作業時間
整合性 施工 技術	甚少。 • 僅在小斷面潛盾機使用成效頗佳	較少。 • 潛盾工法開挖與出礮相互配合成建貫作業系統 • 潛盾機開挖與弓型支保一系列施工作業在國內已臻成熟，且趨向較大斷面之機組	• 潛盾機與隧道掘掘機(TBM)： 1.直徑逐漸加大 2.微電腦自動控制、定位系統 3.開挖位置之雷射導向系統ZED-25, ZED-260. 4.機具操作，支保運送組立，廢土運送全自動操作，支保無螺栓等綜合管理系統 • Road Header 自動定位，機械手臂與開挖斷面電腦結合 • 工程管理系統(EMS) • 量測與電腦結合之自動記錄儀

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 工作類別	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
監 測 與 儀 控 分 析 技 術	此類技術多以機械式監測儀器為主，以人工測讀 如：應力計、應變計等 按裝後直接測讀	- 收斂及沈陷觀測—收斂釘、收斂儀、沈陷觀測儀 - 洞口斜坡—伸張儀、傾斜儀 - 主要斷面—伸縮儀、計測岩栓、應力計、圓盤荷重計、應變計 - 噴凝土應變儀 - 立坑構築—傾度儀、應變計、傾斜計分別監測結構體位移、支撐系統及臨近結構物 以上觀測以人工直接記錄為主。 - 電子式監測儀器並以電腦自動記錄測讀資料（少數重要結構體如明潭地下廠房，為日本三菱之技術）	- 自動量測記錄分析系統： - 收斂及沈陷點設置接收點，利用雷射探測儀、配合電腦自動量測並記錄 - 其它記錄與電腦連線，並合電子式監測儀器，自動測讀記錄
工 程 管 理 技 術	施工計畫擬定，以人工計算PERT及CPM	- 利用OPEN PLAN OR P3 電腦軟體做進度控制、資源調配作業等專案管理 - 國道局： 營建管理資訊系統CMIS (Constraction Management Information System) - 少數進行專家系統之研究	- OPEN PLAN OR P3 新編版本之運用普遍，並建立網路系統 - 工程材料標準化，並建立資料運用系統 - 潛盾施工全自動一貫作業管理系統並利用人工智慧發展

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	隧 道 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
品質管制技術	- 單一材料 (或作業) 之檢驗： 1.支撐鋼材、混凝土...等材料檢驗為主 如：混凝土TEST HAMMER 混凝土CYLINDER TEST 2.岩栓、地錨拉拔試驗， 噴凝土鉆心取樣試驗	- 單一材料 (或作業) 之檢驗： 1.試驗鉗 2.噴凝土格板試驗 3.混凝土CYLINDER TEST 4.X-Ray 或超音波檢驗 5.超高壓針孔檢測 6.岩栓、地錨採非破壞性拉拔試驗	1.隧道龜裂偵測儀 2.岩栓檢知器 3.岩栓非破壞性檢驗儀 4.自動化超音波檢驗
預測分析技術	- 地表地質調查、鉆探、震測、試挖調查及一般工址調查 1.一般地質鑽掘機 2.以簡易傳統鋼支保工法分類岩體 (物理震波速度為基準) 3.少數工程採用NGI-Q值及CSIR之RMR方法評估	- 地質鑽探、震波法 1.油壓式鑽掘機 2.地質震波儀 3.以NGI-Q值及CSIR之RMR評分岩體或以NATM之定性岩體分類法 (如：建安工程) - 地面探測管線： 以探管機確設地下管線	1.仍以NGI-Q 值及CSIR之RMR 評分為主，另外，歐洲 (德奧等) 以NATM之定性分類為主 2.地層土壤變化預測技術 3.利用重力加速度之變化偵測地下空穴 4.鉆孔內攝影技術

(三)、橋梁工程座談會：

1. 時間：中華民國八十一年五月二十日(星期三)上午 9:00～1:00
2. 地點：台灣大學工綜館 227 室
3. 主持人：陳振川 教授 (台灣大學土木所)
陳飛熊 副總經理(新亞建設)
4. 出席人員：林樹柱 副總經理(中華顧問工程司)
方文志 組長 (國道新建工程局)
丘達文 主任 (中華工程公司)
陳 融 經理 (利德工程公司)
5. 提供參考問卷人員：
林樹柱 副總經理(中華顧問工程司)
賴景波 總工程師(國道高速公路局)
林 蕃 經理 (新亞建設公司)
陳 融 經理 (利德工程公司)
丘達文 主任 (中華工程公司)
方文志 組長 (國道新建工程局)
6. 記錄：李知仁 先生
7. 討論內容：
 - (1)討論綜合整理之「橋梁工程施工技術及機具自動化調查表」
 - (2)探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與目的
8. 討論結果：詳見以下之「橋梁工程施工技術及機具自動化現況調查表」

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使用最新科技
測量控制技術	主要利用： 1. 經緯儀 2. 水準儀 3. 皮尺或鋼捲尺 4. 標竿 5. 平板儀 6. 垂球 依據導線測量技術建立三角網點，並依上述設備所測得之資料進行放樣收方及高程控制。須以人力計算測量數據。	多利用電子光波測距儀、雷射定點儀、高精度之經緯儀及水準儀配合傳統設備進行測量。測量儀器多可自動記錄，並將測得數據輸入電腦，而由程式自動處理。	大範圍之測量利用衛星定位，可於現場直接計算座標；或利用航測所得之資料，直接輸入電腦。較小範圍之測量則採用測距與測經緯分離式之全測站裝置(total station)，其並有自動記錄資料及利用modem和電話線路傳輸資料至遠處之功能。
基礎施工技術	基礎型式多為明挖、基樁及沈箱三種。其中基樁形式多為PC樁，檢測時使用“平鈑載重試驗”測定承載力及沈陷量，並配合標準貫入試驗之N值進行分析；沈箱基礎則多用於河川地區，使用抓斗施工，同樣須做載重試驗；直接基礎則多用於承載力較強的地盤，沈陷量較易控制，施工時使用挖溝機及破岩機即可。 傳統施工之重點在於進口必須之機具，配合本地勞工達到設計要求，對噪音、污染等問題均不在意。	基樁的施工由於環保要求，已有許多改進，打擊樁大多改為鑽掘樁，使用之機具如下： 1. 反循環鑽孔機 2. 全套管基樁之破岩、磨岩鑽頭及抓斗 3. 螺旋鑽或rotary bucket 4. 三角架上之衝擊式鑽孔設備 5. 震動式鑽孔設備 其中全套管鑽掘基樁於礫石層、軟岩層均可施工，在有沖刷顧慮的河床可代替沈箱基礎（如北二高頭前溪橋、碧潭橋） 市區內之基礎施工則以擠壓灌漿對基礎開挖面周遭之建物施以保護（如台北市捷運）	無噪音機具及低振動機具之使用及PDA (Pile Driving Analyzer) 之大量使用。 採用“打樁動力分析”之分析報告，取代以往費用昂貴且曠日費時的“靜載重試驗”。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
開 挖 施 工 技 術	某些沈箱基礎以鑽炸進行開挖，主要的問題在於支撐及水中開挖。 支撐與一般擋土工相同，使用鋼板樁加上H型鋼橫撐。 水中開挖一般用抽水機抽水平衡搶打PC底層。	水中開挖採圓堰，築島等工法，或使用挖溝機改水道，半施工。 以CCP (Chemical Churning Pile)進行地盤改良並止水，可使強度達200Kg/cm²。	地盤改良技術更為進步，以CCP為例，強度可達400Kg/cm²。
模 板 施 工 技 術	由木工釘製傳統木模，笨重且費工時，拆除及組立時仍以人工為主並輔以簡易之起重裝置進行。 除木模外，鋼模亦有使用，支撐則以鋼支撐或鋼管鷹架。	系統模板的流行取代了傳統木模，並降低了對木工技術之依賴。 橋梁墩柱採用爬模，施工架附掛於模板上，可分油壓自動爬升及吊車吊升二種(墩高約40~50公尺)。 懸臂橋使用之工作車上有可升降之外模及內模。 另外斜張橋之工作車及塔柱爬模亦利用了系統模板之技術，達到更省人力、更安全之目的。 橋面模板使用支撐用鋼管鷹架或移動式之桁架支撐(truss launching)。 預鑄梁模板採系統模板藉油壓及機械千斤頂裝拆模板，可節省工時重複使用。(如北二高鳳山溪橋及頭前溪橋)	橋墩墩高利用移動模板之技術可達100公尺以上。 橋面施工則以truss launching method最流行，因可免除橋面模板之支撐架。 設計模板時以電腦輔助設計軟體模擬各種不同受力情況，務使模板達最佳設計(國內於北二高頭前溪橋亦有使用)。 基本上而言，國外大都採用滑動模板及系統模板以節省人力。

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
混 凝 土 施 工 技 術	混凝土之強度RC結構約為 210Kg/cm²，PC結構約為 350Kg/cm²，其輸送採用吊桶或鋼管加壓泵送。	混凝土強度RC結構約為 240~280Kg/cm²，PC結構可達 350Kg/cm²以上，輸送則採用塔式吊車(tower crane)吊桶及臂式混凝土泵浦車(arm concrete pumper)進行輸送。有些橋梁需要早期強度高之混凝土，則摻加早強劑，並進行蒸汽養護以縮短 curing時間。	混凝土強度有達1000Kg/cm²以上者。大部份施工時皆配合施預力時間使用藥劑以提高混凝土之強度及早強。 以高壓蒸汽養生混凝土。 剛性路面採用鋼纖強化混凝土。 高強度輕質混凝土之使用，以增加橋跨距、減輕笨重。
吊 置 安 裝 施 工 技 術	基礎用之鋼筋籠使用吊車吊放，而鋼構件亦以吊車吊至定位，進行焊接，焊接多為人工手焊。 中、小型簡支預鑄梁以人字型吊架或移動式吊車施工，大型預鑄梁則以塔式吊車(tower crane)吊裝。	以節塊推進工法(Incremental Launching Method)施工之橋梁採用鼻梁及油壓千斤頂推進節塊。吊梁則採用重型吊車或塔式吊車(tower crane)吊裝預鑄梁。 電弧焊接改用自動或半自動式。 另一種方式是以推進架(Launching truss)於柱頭自行移動、吊放預鑄梁，並以台車自梁場運送至現場，無施工便道，可維持既有交通順暢。如此預鑄梁生產及吊放可形成整體自動化生產線。	海上吊放技術以日本最為進步，日人使用大型吊裝船，可吊放整個span之鋼製吊橋。 奧地利VT公司於巴基斯坦建議之施工方式如下： 1.以推進架完成50m跨距，單向四車道之高架公路。 2.100之推進架將預鑄梁分三段運至現場，施拉預力組成50m跨距之梁。 3.將左、右二梁體於現場結合、澆置橋面(四車道)。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
瀝青混凝土 施工技術	瀝青混凝土的配合比例 由拌合廠專業調整，施工 時有鋪設機及刮除機自動 作業。	拌合廠自動化生產高性 能之瀝青混凝土，施工時 仍有鋪設機及刮除機自動 作業，惟機具型式更新穎 ，效率增加。 使用recycle asphalt 技術使骨材重複使用。 據業者表示，以電腦計 量管制瀝青混凝土生產之 專業拌合場正在計畫中。	使用Compactor 壓實瀝 青混凝土。（其上附有儀 表指示壓密度）
預鑄 組件 製裝 技術	以支撐架場鑄節塊，或 以吊車吊裝預鑄節塊。	推進橋於工址附近之預 鑄場，由於可遮避風雨， 且有系統模板之助，故各 節塊品質穩定且可節省工 期。 製塊台一貫作業製造預 鑄組件，可整塊振動以整 塊搗實。 配合預鑄場生產線進行 施工，並利用機械以節省 時間與人力。	高強度預鑄構件廠房。 自走式龍門吊架（國內 已由互助營造於捷運 207 標引入）。
輸 送 技 術	以卡車、吊車、傾卸車 ，吊車或輸送帶運輸，並 未注意污染問題及環保要 求。	仍以過去各類機具輸送 ，惟機具大型化，使運送 效率提高。又配合環保要 求使用密封車體，車輛均 需沖洗車輪及外側後始可 駛入道路。	以纜索(cable)輸送或 高壓管送，如混凝土泵送 。

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
表面 裝修 技術	柱身及橋面兩側用造型 模板，但線條簡單，多為 垂直線及水平線。 以人工粉光後上油漆等 傳統工法。	鋼橋表面採用電氣防蝕 處理，預力混凝土橋則使 用磨研機整平。 盡量採用能減少人工之 機具配合。 大型之斜張橋或吊橋常 有油漆或照明。	鋼橋表面多經電氣防蝕 處理，或噴岩棉防火被覆。 日本一般均用鋁材、塑 鋼等材料包覆橋柱。甚至 橋面板側面及底面，可保 護車輛及增進美觀。(都 市高架橋) 外表彩繪或加裝飾板。
品質 管制 技術	鋼橋採X光透視、超音 波檢測及目視檢測。 混凝土橋則做強度試驗 及坍度試驗(Slump test) 。僅做部份檢驗工作以應 業主要求。	以下列方式檢測： 1.X光透視 2.超音波檢測 3.動態偵測(PDA) 4.藥劑滲透檢測 5.磁粉探傷 6.放射線檢測 基樁品質以超音波、震 波等非破壞性檢驗較多（ 如台北市捷運工程）又台 北市工務局預定81年度採 購基樁完整性檢驗器，以 進行鑽掘樁之長度檢驗。 一般而言，逐漸採用全 面品質管制及包商責任施 工、品質保證之制度。	自動化焊接品管並可觀 測混凝土中鋼筋變形情況 。
預測 分析 技術	地質鑽探、岩心取樣， 以經驗進行地質評估。	地質鑽探。 風洞試驗。 電腦視覺模擬。(北宜 高速公路)	採用衛星照像技術，可 以同時分析地質狀況。 以電腦模擬地下水流動 方式，或依民意調查對景 觀、造型視覺模擬。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
監測與儀 控分析技 術	裝置應力計、應變計、 沈陷計、傾斜計，以人力 定時記錄分析。	應力計、應變計、沈陷 計、傾斜計自動記錄。 採半自動監測系統並電 腦連線，隨時可查出所需 數值。(捷運CN254 標) 。	自動記錄器連接電腦， 並將資料以纜線傳至資料 中心進行分析，再連接警 報系統而成一自動警報系 統。
施工污 染防治技 術	無	工區污水雇人清掃，粉 塵則使用灑水機處理。工 區出口處有洗車台，有自 動噴水裝置。另橋梁、道 路之伸縮縫採用較高品質 之材料以減少噪音及振動 。 基樁改用鑽掘樁，噪音 及振動甚少。 污染防治的觀念剛開始 萌芽，但技術有待加強。	制訂相關法令，明確訂 出污染界限及處罰標準。
工程管 理技術	手繪流程圖並以人工管 理。	使用P3, OPENPLAN等工 程規劃管理軟體，以 PERT、CPM 之方式控制流 程。	日本之專業領班制度。 以電腦進行 1.工程進度控制 2.物料控制 3.人力控制 4.付款控制

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段 —— 工作類別	橋 梁 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
整合性 施工 技術	1.P.C I型梁吊裝法 2.場鑄地面支撐工法 3.預鑄節塊吊裝工法（北門高架橋） 4.懸臂工法（圓山橋、松江橋、民權橋...等）。	漸採機械自動化之施工方式以節省人力，如胸牆混凝土自動鋪築機，及採用新式施工法如：懸臂施工法、節塊推進工法、支撐先進工法等系統施工方式控制進度、節省時間及人力。	1.大跨徑 吊橋1000公尺以上 斜張橋400 公尺以上 2.高橋墩 高度100 公尺以上 3.大口徑基樁 直徑5 公尺以上 4.施工管理電腦化 5.預鑄節塊 乾式接縫處理外加預力鋼鍵防蝕 6.整合性多重防蝕工程

(四)、鋪面工程座談會：

1. 時間：中華民國八十一年五月二十一日(星期四)下午 2:00～5:30
2. 地點：台灣大學工綜館 227 室
3. 主持人：范國璋 副主任(榮民工程事業管理處)
陳志勇 組長 (榮民工程事業管理處)
4. 出席人員：劉惠德 主任(中華顧問工程司)
李宏仁 組長(榮民工程事業管理處)
5. 提供參考問卷人員：
范國璋 副主任 (榮民工程事業管理處)
劉惠德 主任 (中華顧問工程司)
張 鵬 先生 (榮民工程事業管理處)
吳家惠 先生 (榮民工程事業管理處)
6. 記錄：吳柏文 先生
7. 討論內容：
 - (1)討論綜合整理之「鋪面工程施工技術及機具自動化現況調查表」
 - (2)探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與方向
8. 討論結果：詳見以下之「鋪面工程施工技術及機具自動化現況調查表」

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	鋪 面 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
測 量 控 制 技 術	1.路基或級配修面作業： 以測量作業所得之修面 格配合路面平路機作業 ，平路機作業前需設立 許多測格，浪費人力及 時間。	1.路基或級配修面作業： 目前之路基修面作業為 在平路機上裝設Laser Plane，只需在平路機 所要刮平之路線上用人 工訂出一個具高程之測 線，第一趟刮平時利用 此測線進行，而第二趟 即可自動進行刮平的作 業。	1.路基或級配修面作業： 利用自動修面機(Autograder)在路基修 面時自動刮除路面上高 於測格之測點部分並補 平低於測點之部分。以 彌補訓練平路機操作手 所需投入之時間。此項 機具可以增進道路其 修面速度，減少修面作 業人力及代替平路機進 行修面作業。
輸 送 技 術	1.利用卡車，檢土機、平 路機、手推車、輸送帶 等輸送機具，在中橫時 代還有直接以人工挑送 的方式。 2.低坍度鋼纖維混凝土以 傾卸卡車運送。	1.利用Placer鋪築機，直 接依設計厚度鋪設。 2.低坍度鋼纖維混凝土以 傾卸卡車運送。 3.新亞建設在北二高製作 紐澤西護欄使用預拌車 運送。	
瀝 青 混 凝 土 施 工 技 術	1.在分層鋪設時，依各層 之完成厚度重新測量及 釘梁後，再進行下層之 鋪設，浪費人力時間。 2.在瀝青材料方面： a.使用進口之地瀝青膠泥 AR-400。 b.原有之PC道面上噴灑粘 層(tacj coat)後鋪設 AC (overlay)。此法易 生反應裂縫。	b.在原有之PC道面伸縮縫 上鋪設不織布及鋪設消 裂層(crack-relief layer)或蓋面粒料後加 鋪AC (overlay)。此法 對消除反應裂縫幫助很 大。	

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	鋪 面 工 程		
工作類別	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
模 板 施 工 技 術	1. 高速公路及機場道面鋪築方面： a. 利用混凝土道面整平機 (Concrete Pavement Finisher) 如： GOMACO C450 Morrison VOGELE 等廠牌機具進行整平 b. 利用固定模板配合人工鋪築機鋪築，而Dowel Bar及Tie Bar為人工插入，在路面的掃紋方面以人工掃紋處理為主。 2. 高速公路分隔島、護欄等設施之製作方面： 高速公路之分隔島、緣石、U型溝、L型溝、及紐澤西護欄等設施利用組模、紮鋼筋、澆置混凝土的方式製作。所使用混凝土塌度要求不嚴格。	1. 高速公路及機場道面鋪築方面： a. 目前高速公路及道面之剛性路面已普遍採用具有高程自動控制感應系統、垂直振動搗板 (Vertical Stroking Tamber)、混凝土撒佈機 (Placer-Spreader)、管式整平機 (Tube Finisher) 及掃紋養治機具 (Texturing & Curing Machine) 等提升平整度及工作效率之活動模板鋪築機。如 CMI SF 350 GOMACO GP 2500 GP 3000 GP 5000 b. 全套之鋪散、鋪築搗實成型及養生掃紋機具，而國內目前可自動以機具插入Dowel Bar之機具尚未引進。(因整平性尚有問題及費用高)。 2. 高速公路分隔島、護欄等設施之製作方面： 以滑動模板鋪築機附設之滑動邊模施工，混凝土塌度要求嚴格，施工速度快速，但混凝土之產能需控制 (供料要足夠)，如：北二高部分工地使用之 GOMAO Commander II	1. 高速公路及機場道面鋪築方面： 目前國外之機具均與國內類似或功能相近，但國外有自動插入Dowel Bar之機具，減少人工製作支架之時間及費用，但機具費用高。 2. 高速公路分隔島、護欄等設施之製作方面： 與國內目前相同。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	鋪 面 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
混 凝 土 施 工 技 術	1.生產方面 a.混凝土拌合廠用卡片式控制混凝土量。 b.拌合廠使用地下水作為拌合用水，溫度無法控制。 2.混凝土養生方面： 剛性路面施工後以麻布袋覆蓋養生。 4.混凝土抗彎強度方面： 波特蘭混凝土道面抗彎強度為650 psi。	1.生產方面 a.利用電腦全自動控制混凝土之生產。 b.拌合廠裝設冷卻水或製冰機設備，使拌合水溫維持在4~8°C以降低混凝土之溫度。 c.在鋼纖混凝土方面使用鋼絲纖維自動計量計，將鋼絲纖維均勻撒佈在骨材輸送帶上後，進入拌合機內攪拌，避免產生結球(Balling)現象。 2.混凝土養生方面： 以噴灑養生劑養生(利用養治機具Textauing & Chring Machine) 3.粒料之游離水測定：採用直接接觸方式測定。 4.混凝土抗彎強度方面： 鋼纖維混凝土(SFRC Pavement) 28天抗彎強度為850 psi 以上，90天則達950 psi 以上。增加減水緩凝劑及飛灰後，工作性良好。目前在桃園、新竹、屏東等軍用跑道起降區使用。	1.生產方面 a.同左 b.同左 2.混凝土養生方面： 同左，以噴灑養生劑養生。 3.粒料之游離水測定： 採用探針式立即測定 4.混凝土抗彎強度方面： 國外剛性路面之overlay 及高速公路收費站，工廠、倉庫之耐磨道面，其抗彎強度達1100 psi以上。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	鋪 面 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
瀝青混凝土施工技術	1.瀝青混凝土鋪築方面： 使用以下兩種工法及機具 a.貫入式鋪設法：將粒料分成大中小三種以後，分層以人工鋪平，再灌入瀝青夯實。此係使用一部5-8ton的二輪壓路機即可鋪設。 b.機具鋪築法：此機械以人工控制路面縱橫坡度之高程，分層鋪設後需分層以人工用水準儀測量下次機具所需行進之路線後，再以瀝青砂將原本之測線修補為設計高程後，以修補好之線鋪築下一層，使用10 ton 三輪壓路機初壓成型，再用20 ton以上之膠輪壓路機夯實至設計壓密度。最後以二輪壓路機，將路面壓平。 2.在鋪築機具方面： a.鋪散機只有一震動熨板，無搗實(Tamper)裝置，熨板加熱使用瓦斯或電熱。 b.拌合機設備與控制室相連。 c.夯實用之三輪壓路機採用前輪(被動輪)較小，兩個後輪(驅動輪)較大之壓路機，較易生裂縫。	1.瀝青混凝土鋪築方面： 使用下述方法及機具： 採用電子自動控制器鋪設，以電子自動控制儀對縱橫向設計坡度進行鋪築夯實之壓路機與過去相同，或使用一部震動壓路機代替兩部鐵輪壓路機，但此法之缺點為完成之水平度不太理想。 2.在鋪築機方面： a.新式鋪築機設計有雙震動熨板及搗實之裝置，而熨板加熱係以電子感應器感應控制均勻加熱。 b.拌合機設備與控制室分開增加安全，減少噪音及污染。 c.夯實用之三輪壓路機之三輪輪徑均相同，可以減少橫裂縫之產生。並且在使用膠輪壓路機進行第二次滾壓時，先前膠輪預熱後再進行滾壓，如此可減少粘料之現象。 d.鋪設時以釘測線的方法控制鋪設高程較以往節省時間。 3.在瀝青材料方面： 使用中油生產之地瀝青膠泥AR-400。	2.在鋪築機具方面國外最新科技與國內相同。

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段 —— 工作類別	鋪 面 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
調查 分析 技術	1.地質調查及地質評析方面： 使用鑽探法，沿線地質調查，CBR Test (加州承載力試驗) 及取樣的方式作地質調查及評析。 2.地下水調查： 利用大地監測儀器做連續性之地下水調查。	1.地質調查及地質評析方面： 同左。 2.地下水調查： 同左。	
品質 管制 技術	2.工地密度試驗： 使用AASHTO T-180C砂錐法，部分使用CBR Test但較慢，故較少使用。	1.在拌合廠方面：裝設電腦記錄列表機可列印及記錄有關之各種資料。 2.工地密度試驗： a.最用仍為砂錐法。 b.最新為使用核子密度儀，但因操作人員需作專業訓練後才能操作，故較少用。目前觀音工業區之杜邦公司全部使用核子密度儀作工地密度試驗。	2.工地密度試驗：核子密度儀。
施工 污染 防治 技術	1.瀝青混凝土多採現地拌合，造成污染。 2.瀝青混凝土拌合廠採用離心式集塵器效果較差。	1.瀝青混凝土採廠拌，降低污染。 2.瀝青混凝土拌合廠採用靜電集塵器效果較好。部分混凝土拌合廠亦有將粉塵回收，再次使用。	2.國外混凝土拌合廠將粉塵回收Recycle 再次使用。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別	鋪 面 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
基礎 施工 技術		在路基沈陷問題方面： 利用排水袋，打沙格利用 於排水。	在路基沈陷問題方面： 印度國際機場使用雞爪式 (Chickenfoot) 基樁防止 路基沈陷。
開挖 施工 技術	1.在路基開挖方面： a.使用推土機、平路機或 挖溝機進行路基之開挖 。	1.在路基開挖方面： a.利用Trimmer 維修柏油 路面及路基土壤。 b.目前亦也利用推土機、 平路機、挖溝機等傳統 機具進行路基開挖。	1.在路基開挖方面： a.利用水刀開挖、清理基 礎及沈縫，切割整個開 挖面。 b.目前亦也利用推土機， 平路機，挖溝機等傳統 機具進行路基開挖。
表面 裝 修 技 術	1.剛性路面平整度之驗收： 利用三米直規以人工逐 點驗收。 2.路面粉光方面： 人工粉光。 3.路面掃紋方面： 人工以掃把掃紋。	1.剛性路面平整度之驗收： 利用路面平整儀(profile graph)自動記 錄路面整度。 2.路面粉光方面： 以整體粉光機抹平。 3.路面掃紋方面：橫紋以 掃紋養生機具(Texturing & Curing Machine)掃紋，縱紋以 麻布袋掃紋。	3.路面掃紋方面： 橫紋、縱紋均以機具掃 紋。
工程 管理 技術		目前在路工方面使用 Bar Chart 排程較多，而 使用CPM 排程因效果較差 而較少使用。一般營造廠 多利用PC上之軟體如P3， Open Plan 作排程工作。	

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	鋪 面 工 程		
工作類別	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
整合性 施工技 術		1.路基及瀝青混凝土路面 滾壓以震動壓路機施工。 震壓機上要裝 Compaction meter (壓 實表) 能連續檢測壓密 度,不必等取樣試驗結 果便可做為品質控制參 考。同時亦可減少滾壓 次數,防止過度滾壓路 面,磨擦滾輪。 2.剛性路面鋪築機 Concrete Paver能自動 控制高程,物料進料、 震動及鋪散等功能為一 整合性施工技術。	1.震壓滾自動震動控制(Automatic Compaction Control), 使震動滾於低速或靜止時不能震動,避免破壞路面。 2.能夠Recycling之路面刮除及重鋪之機具。
監測 與儀 控分 析技 術	利用沉陷板,應變計..專作為監測用儀器。	利用沉陷板,應變計傾斜儀作為監測用儀器。	

(五)、港灣工程座談會：

1. 時間：中華民國八十一年五月二十二日（星期五）下午 2:00～5:30

2. 地點：台灣大學工綜館 227 室

3. 主持人：陳清泉 教授（台灣大學土木所）

劉正良 教授（台灣大學機械所）

4. 出席人員：蕭勝彥 理事長（中華民國防蝕工程學會）

吳覺平 秘書長（中華民國防蝕工程學會）

林坤田 副處長（基隆港務局）

陳武雄 經理（中華工程公司）

沈華養 副經理（中華工程公司）

林維明 組長（港灣技術研究所）

張同文 先生（港埠服務社）

5. 提供參考問卷人員：

蕭勝彥 理事長（中華民國防蝕工程學會）

候和雄 先生（交通部運輸計畫研究所）

林坤田 副處長（基隆港務局）

陳武雄 經理（中華工程公司）

沈華養 副經理（中華工程公司）

管國英 先生（榮民工程事業管理處）

林維明 組長（港灣技術研究所）

張同文 先生（港埠服務社）

6. 記錄：張倩瑜 先生

7. 討論內容：

(1) 討論綜合整理之「港灣工程施工技術及機具自動化現況調查表」

(2) 探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與方向

8. 討論結果：詳見以下之「港灣工程施工技術及機具自動化現況調查表」

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	港 灣 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
品質管制技術	品質管制僅少部分實施，如：混凝土取樣進行抗壓及坍度試驗，及鋼筋取樣分析。	引進X光或紅外線檢驗使品管的範圍擴大。	品質管制非常確實。
測量控制技術	收方與放樣的工作均以傳統方法為之，其中高程控制大都以內政部或是聯勤測量署公佈之控制點（三角水準點）為依據，並配合水準儀定高程，深度則利用水位測量。至於，海上定位則以經緯儀交會定點，並以光波測距儀、三角儀板為輔助工具。	在近海作業方面，進步有限。在外海探測則可利用衛星自動定位系統或是雷達自動定位系統為之，前者的最大誤差在50m內，可大幅提升測量的精度。 在海底地形探測上則多利用聲納，其誤差約有20~30cm。	目前測量技術大都傾向採用衛星定位系統(GPS; global position system)以全自動的電子偵測儀器定位。
基礎施工技術	鑽探深度及10m，多以RC樁或是木樁為之，打樁動力分析多採動力公式及載重試驗。在邊坡穩定上則多用拋石或蛇籠等方法。至於，海底地基整平則靠潛水夫幫忙。	鑽探深度發展不大。在基樁施工上則由於連續壁工法與全套管工法的引進，並配合水中加強混凝土的應用而有較長足的進步。地盤改良可利用砂樁及排水帶(paper drain)解決。打樁動力分則以載重試驗為主，邊坡穩定的技術除傳統方式外，亦兼採複合混凝土灌漿。海底整平則還是依靠潛水夫。	鑽探深度可達10m以上，連續壁工法逐漸應用於大深度（大於100m）並可利用移動解析系統控制品質。基樁施工可採用移動連續壁基樁工法增進效率與品質。地盤改良則多利用碎石排水工法與深層混合處理工法。海底整平則朝機械化的方向發展，如借助機械人與推土機。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	港 灣 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
開 挖 施 工 技 術	(1) 基礎開挖及航道疏浚方面：對於淺水處土層多以挖土機開挖，岩層則以鑿岩機等。 (2) 深水浚挖多以抓斗(grab)、挖泥船(dredgers)施工。 (3) 運棄作業多以盛泥船載廢土至外海棄之。	(1) 基礎開挖多採鑽炸法，航道疏浚則以挖溝機配合堆土機，輸送帶使用。 (2) 深水浚挖多採大型抓斗船。 (3) 運棄作業的方式未有重大變革，惟棄土地點有較嚴格規定。	(1) 開挖可用自重移動交替式鑽掘機進行曲線大坡度鑽掘。對規模較小的挖掘可採無聲化學爆破法。開口沉箱工法亦廣為使用。 (2) 同左。 (3) 同左。
模 板 施 工 技 術	模板多採木模而以人工折裝，絞升，爾而有以滑動模板(slipform)施工。	滑模升降以升高桿遙控液壓系統控制，其特點為增加混凝土澆置時的連續性，減少施工的接縫，改善水密性，氣密性及抗震性並能使施工迅速、安全。此外，船塢塢壁亦採滑動模板施工，中船高雄總廠十萬噸船塢工程即為一成功的例子。	滑動模板多改良成系統模板。
混 凝 土 施 工 技 術	(1) 海上施工混凝土強度3000 psi左右，預力混凝土強度5000 psi左右。 (2) 混凝土生產很少有配比設計。 (3) 輸送以pump為之，搗築則借助震動機。 (4) 混凝土多以水或養生劑養生。	(1) 一般混凝土強度多為3000~4000 psi預力混凝土強度5000 psi以上。 (2) 混凝土生產時有配比設計，並配合混合劑使用。 (3) 輸送，搗築同左。 (4) 混凝土多以自動噴水系統或養生劑養生。	(1) 高強度混凝土(12000 psi)普遍應用。 (2) 混凝土生產使用海上拌合船，並運用全自動控制系統控制水中混凝土的品質。 (3) 輸送，搗築同左。 (4) 混凝土多以自動噴水系統養生。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別	港 灣 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
瀝青混凝土施工技術	以自動拌合機生產後，利用卡車載運，並以人工鋪築，最後，使用鐵輪壓路機滾壓。	以自動拌合機生產後利用卡車運送，並以自動鋪築機整平，最後再用膠輪壓路機、震動壓路機及鐵輪壓路壓分別滾壓。	瀝青混凝土朝現場拌合與鋪設一貫作業的方向努力。
監測與儀控分析技術	多採應力計、應變計，精密水準測量儀、傾斜儀等儀器量測變形。	以電子轉換器(transducer)與自動記錄儀配合電腦自動分析及繪圖了解變位狀況。	同左。
表面裝修技術	(1) 混凝土表面多以高壓空氣所產生的噴砂處理。 (2) 水泥砂漿整體粉光或拍漿抹平地面及磁磚安裝多以人工為之。 (3) 防蝕工作多於物體表面塗上油漆等防蝕材料。	(1) 引進水刀法處理 a. 混凝土面打光清洗。 b. 混凝土切割及鋼筋除鏽。 c. 鋼管表面之除鏽。 (2) 表面或以拍漿抹平或製造金鋼砂耐磨地面，不過依然以人工為主。 (3) 多運用環氧樹脂為被覆材料，亦有少部分採陰極防蝕。	(1) 同左。 (2) 抹平、粉光以機械為主。 (3) 多採陰極防蝕法。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	港 灣 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
輸 送 技 術	(1) 材料與構件等使用於海口者以拖船、拖平台船輸送，廢土則使用拖泥船棄置。 (2) 陸上輸送以卡車、平板車為主，短距離之碎石料以輸送帶輸送。	(1) 以自動拋石船進行拋石。 (2) 同左。	(1) 同左。 (2) 同左。
吊 置 安 裝 施 工 技 術	(1) 重力式各種型塊及消波塊的吊置按裝使用起重機或起重船與潛水人員配合施工。 (2) 構件焊接技術的品質無法控制。	(1) 各種吊置裝置多大型化，並以超長波配合定位。 (2) 水中焊接，切割技術有進步。	(1) 同左。 (2) 水中焊接技術已可控制。
預 測 分 析 技 術	(1) 海流用流速計測定。 (2) 地質調查：多以人力從事野外調查，岩心取樣及試驗，震測與地址調查。	(1) 同左。 (2) 岩石地質評析，以岩體分類法決定岩體狀況及支撐系統，並利用上體圖投影法分析岩體中不連續面約性質及岩坡開挖的穩定。	(1) 同左。 (2) 以衛星遙測法或航照法作地質調查。
預 鑄 組 件 製 裝 技 術	消波塊製作先組立底模及一面側模，若有設計鋼筋者，吊鋼筋固定後，封住側模的另一面，然後再灌注混凝土。	同左。	同左。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	港 灣 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
施 工 污 染 防 治 技 術	污水、廢土、廢氣、粉塵、噪音等污染的環境影響評估，未經立法，故未施行。而且污染防治技術均尚在研究階段。	港灣工程污染防治技術依環境影響評估法執行。	施工時，備有污染防治專用台，其功能包括：處理回收，海面清潔及淤渾產生污泥的處理。
工 程 管 理 技 術	程序尚未合理化，作業未標準化，構件未模組化，且人力管理有重複使用的情形。	合理化、標準化的觀念漸被採用。	利用自動化技術開發之系統配合以現場計測技術及現場施工管理技術促使管理達到快速、正確及品質提升的目標。
整 合 性 施 工 技 術	利用自動化系統的觀念尚缺乏。	利用資訊、電腦等整合技術施工之觀念逐漸形成。	充分利用資訊媒體。目前以高度通訊資訊系統的附加價值通訊網(VAN)與具有的可驗證性、即時性及反複性等特色的遙測人造衛星，作為施工自動化之工具。

(六)、水庫工程座談會：

1. 時間：中華民國八十一年五月二十五日（星期一）上午 9:00～12:30

2. 地點：台灣大學工綜館 227 室

3. 主持人：汪燮之 教授 （台灣大學土木所）

陳飛熊 副總經理（新亞建設）

4. 出席人員：邱俊雄 主任 （榮工處南化施工處）

周進福 先生 （榮工處南化施工處）

王 雄 先生 （台灣省水利局）

陳利明 主任工程師（中興顧問社）

張聰賢 副主任 （中華工程公司）

5. 提供參考問卷人員：

汪燮之 教授 （台灣大學土木所）

陳金溪 顧問 （台灣省水利局）

邱俊雄 主任 （榮工處南化施工處）

顧梓復 主任 （中華工程公司）

張聰賢 副主任 （中華工程公司）

王 雄 先生 （台灣省水利局）

陳利明 主任工程師（中興工程顧問社）

6. 記錄：薛如舜 先生

7. 討論內容：

(1) 討論綜合整理之「水庫工程施工技術及機具自動化現況調查表」

(2) 探討國內推動此專業領域自動化發展之項目與方向

8. 討論結果：詳見以下之「水庫工程施工技術及機具自動化現況調查表」

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
測量 控制 技術	1.放樣： • 經緯儀Wild T2 2.收方： • 平板儀 • 水準儀Wild NA2 3.高程控制： • 水準儀Wild NA2 4.海上定位： • 經緯儀Wild T2	1.放樣： • 經緯儀Wild T2 • 隧道開挖定位以雷射 補助Wild TCL 2.收方： • 經緯儀Wild T2 • 光波測距儀Wild Dior 3002 • 32位元個人電腦協助 繪圖計算 3.高程控制： • 水準儀Wild NA2 • 光波測距儀Wild Dior 3002 4.海上定位： • 經緯儀Wild T2	1.放樣： • 電子式經緯儀Wild TC1610 • 隧道開挖定位同左 2.收方： • 電子式經緯儀Wild TC1610 • 光波測距儀Wild Dior 3002 • 32位元個人電腦 3.高程控制： • 電子全自動水準儀 Wild NA2000 • 雷射自動水準控制儀 Wild LNA2L 4.海上定位： • 無線電定位儀Wild AXYLE 5.航測： • 航照測讀儀Wild DVP
基礎 開挖 施工 技術	使用傳統工法，手提鉗 岩機，傳統炸藥、(硝油 炸藥、代納邁炸藥、乳膠 漿狀炸藥)、不支撐矢板 、鑿岩機鑿岩	使用新奧工法、鉗堡、 噴凝土、先撐鋼樑、鋼支 保乳膠炸藥(安全性較高))、雷管、爆導索、預裂 工法、梯台爆破工法、隧 道爆破工法	全斷面隧道鉗掘機(TBM)以配合新奧工法(NATM) 進行(導水)隧道

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使用 最新科技
基礎 施 工 技 術	1.截水牆：以混凝土結構式板樁構築而成 2.截水溝：普遍採用在土石壩心層之基礎將覆蓋層或岩盤挖至堅固岩盤做截水溝並回填不透水土料，以防止基礎滲漏 3.灌漿：傳統式灌漿以簡單之設備、粗糙之方式將拌合之漿液灌入地層縫隙內 4.灌漿地錨：傳統式地錨無法因預力損失後再行複拉施力，維持穩定 5.邊坡穩定：於坡腳位置砌石，設置擋土牆以動式穩定邊坡	1.截水牆：已較少採用此項設計，因土壤與截水牆剛性不同會引起差異沉降 2.截水溝：同左 3.灌漿：運用有系統之中央拌漿廠，以自動控制系統加上電腦智慧型流量計施作 4.灌漿地錨：可複拉式地錨可因土體潛變後所損失之預力，再行複拉主設計預力 5.邊坡穩定：以程式分析邊坡穩定，採地錨工法、格梁工法、噴植草種、噴凝土護坡等穩定之。	1.灌漿：同左 2.灌漿地錨：同左 3.邊坡穩定：同左
	6.壩墩接觸面 採用在土石壩心層之壩墩與填方接觸面，因羊腳滾壓路機難以輾壓，係以下述之特殊輾壓方式處理，以防止滲漏。 (1) 壩墩挖至新鮮堅實岩面，坡度約1:10 (2) 壩墩面灑水濕潤。 (3) 鋪填之土料及規格。 a.土料PI值>16 b.含水量OMC+2% c.最大粒徑2 cm 7.上下游不透水覆蓋面 壩基透水性覆蓋層過深（20m 以上）無法開挖截水溝者，則從心層基礎向上游河床全面以clay不透水料覆蓋壓實以防止滲漏。	4.壩墩接觸面 (1) 處理方式壩墩面清理後先用clayslurry (c/w=0.75:1)以刷子塗敷3~5mm厚度。 (2) 續沿岩面敷每層10cm厚之contact clay三層，每層均以airtamper配合人工，並以木槌夯實，使逐層緊貼岩面。	

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使用最新科技
基礎 施工 技術 (續)	8.滲漏減壓井 壩基不透水性與透水性基礎互層而成時，在壩下游放置滲漏減壓井(Relief well)以減少上壓力(Up lift) 9.鋪補混凝土 基礎如發現斷層、剪裂帶或懸空凹部，則將基礎清理挖至堅實岩面以混凝土鑲補，必要時配合增加灌漿處理。 10.湧水處理 基礎湧水處，先以45~60cm混凝土管豎向埋設，鄰近湧水配合以1 1/2"集水管集水，隨時抽水，以便填方工作，俟填築面高出管內水徑固定面3m時，將混凝土管內回填卵石後灌漿填塞。		
輸 送 技 術	選擇：視工期、作業員、作業對象，材料性質以及與其他機具組合情形等因素而決定。惟考量保養、維護及備料之共同性作業機具以採用同一機種為宜。 1.推土機(Bulldozer)：適宜短距離土方推送作業 過去：採用D7、D8型 現在：採用D8、D9型 2.傾卸車(Dump Truck) (1)適合中、長距離輸送。 (2)地形、天候不影響工作。 (3)按所安排工作量增減，可調整輸送力，且不必過大的設備。 (4)剩餘值質較conveyer大。 (5)容易購入。 過去：淨載重20T~35T 目前：淨載重15T (嚴格取締後) 3.刮運斗(Scraper)：適合中距離輸送。 目前：21yd (平斗)		

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
工作類別	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
輸送技術 (續)	棄方 填方 堆存 材料處理 開挖 棄土區 各壩區 堆存區 材料處理廠 河床料 (濾料) 大壩洪道開挖 借土區 大壩填料輸送流程圖		

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
儀 表 機 器 讀 數 研 判 技 術	1.應力、應變、沈陷、傾斜： a.儀器：電阻式或氣壓式。 b.人工測讀及整理資料。 2.導航、定位： 無線電。 3.水位、雨量、風速： 人工測讀、收集及整理資料。	1.應力、應變、沈陷、傾斜： a.儀器：電阻式、氣壓式或振弦式。 b.部份人工，部份自動化測讀及整理資料。 2.導航、定位： 無線電及人造衛星。 3.水位、雨量、風速： 部份人工，部份無線電測讀、收集資料。 4.漂沙： 部份人工，部份無線電測讀、收集資料。 5.環保： 污水：濁度計。 廢氣：CO、HC檢定器。 粉塵：高量空氣採樣器。 噪音：噪音計。	1.應力、應變、沈陷、傾斜： a.儀器：振弦式及光纖傳輸。 b.自動無人化測讀收集資料，人造衛星傳輸。 2.導航、定位： 人造衛星。 3.水位、雨量、風速： 無線電或人造衛星測讀、收集資料。 4.漂沙： 無線電或人造衛星測讀、收集資料。
工 程 管 理 技 術	各施工單位配合其組織系統制訂專用之報表及流程，並使用計畫評核術(PERT) (以人工管理，包括：進度、人力、機具、材料、時間及財務)，達到管理之目的。	大致和過去相同，惟因電腦的發展，使用電腦軟體 (如P3套裝軟體) 應用計畫評核術(PERT)來達到管理。此外SOP(Standard Operation Procedure)的觀念亦已普及。	採用SOP及CPM (Critical Path Method)，並利用電腦配合管理。

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
施 工 污 染 防 治 技 術	不重視施工污染。	1.廢水污染防治 • 施工中基礎灌漿鉆孔之廢水： 在工區內之下游適當地點分別設沉澱及過濾池導引廢水入內進行二次處理之廢水 • 施工中坑道內灰雜滲流作業廢水： 上述處理過之廢水排至貯水池供取至工地級配鋪設面之施工便道灑水用，（不予排入河道） 2.空氣污染及噪音防治 • 運輸車輛行進時引起空氣污染： (1)自開遠離村落之工程施工單位專用之運輸道路，路面視預算情形加鋪柏油或經常整平級配路面以配合專用水車灑水，並要求運輸車輛低速行進以減少揚塵及噪音。 (2)車輛出入頻繁之營區進出交通要道及停車場均鋪柏油。 (3)避免在夜間進行露天開炸。	

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段	水 庫 工 程		
	過去 民國60年代及以前	現階段 民國70年代~80年代	國外目前使 用最新科技
大壩 施 工 技 術	1.混凝土壩： 使用傳統之混凝土水灰比大、坍度高，此外傳統模板施工較耗人力工作危險性高。 2.土石壩： 使用粘土為壩心截水材料，材料來自農民良田，費高阻力大。	1.混凝土壩： 使用活動鋼模，及高強度混凝土，配合大型吊車或塔式吊車工作迅速節省人力。 2.土石壩： 使用粘土為壩心截水材料，材料來自農民良田，費高阻力大。	1.混凝土壩： 使用RCC 工法節省大量時間和工料，並可增加施工安全性 2.土石壩： 使用AC材料作為截水面層或心層，可大量節省粘土材料之搬運和碾壓，對自然景觀衝擊較少
品 質 管 制 技 術	1.系統方面：使用TQC 制度，方法包括- • 機能別管理 • 方針管理 • 日常管理 • 統計品質管制 • 統計製程管制 2.混凝土構造之非破壞性檢驗較少，鋼結構之非破壞性檢驗較普遍測試時可自動顯示，惟記錄及判斷須靠人工操作	1.系統方面：使用TQM 及TQA 制度，方法包括- • 可靠度 • 設計保證 • 品質保證 • 品質管制 • 品質稽核 • 品質機能展開 2.混凝土構造之非破壞性檢驗（超音波偵測）已有引進使用，其他同左	1.系統方面：有TQC及TQA 制度 2.超音波偵測儀（混凝土用），超音波測原儀、放射線照射儀（鋼結構用），可自動測試、記錄及判斷

附 錄 六

6.1 橋梁工程部分

工地一：牛欄河一、二號河川橋工程

1. 簡介：

- (1) 工程名稱：牛欄河一、二號河川橋工程
- (2) 工程地點：新竹縣關西鎮
- (3) 工程經費：16.87 億元
- (4) 預計工時：990 日曆天
- (5) 受訪人員：新亞建設關西工務所副主任徐新煥先生
- (6) 訪談人員：張程皓、李知仁
- (7) 訪談時間：中華民國八十一年二月二十二日上午

2. 廠商：

- (1) 業主單位：交通部台灣區國道新建工程局
- (2) 設計單位：中華顧問工程司
- (3) 施工單位：新亞建設開發股份有限公司

3. 施工機具：

- (1) DYWIDAG 系統工作車，共計 12 部，為與德國公司合作。
- (2) 橋兩側之胸牆引進美國 GOMACO 之機具，使混凝土澆置、振動、移動均自動化。初次引進為約二年前新亞之三鶯大漢溪橋。
- (3) 墩柱 (pier) 使用跳升鋼模，以吊車一截一截升模，其成本較高，但省工省時。
- (4) 工作車下場鑄之混凝土塊使用之模板系統為芬蘭板，因節塊為可變斷面，且模板懸於工作車下，重量不可太重，故選擇這種材料特殊之進口模板。

4. 施工技術：

(1)首次採用五孔連續剛節構架預力箱型樑，因無中央鉸結，可增加行車舒適性，本橋最大跨徑 120m，橋墩最高達 48.6m。

(2)嚴格控制混凝土之配比及早期強度，以使長 3.2m 每一節塊之施工周期控制於 7 天內完成。

(3)採用工作車平衡懸臂工法，其完成一節塊之施工程序如下：(本工程約 600 節塊)。

- a. 架設(或移動)工作車。
- b. 組立模板，紮配鋼筋及鋼鍵。
- c. 澆注混凝土及養護。
- d. 施預力。

5. 自動化之技術及機具：

(1)工作車平衡懸臂工法之優點及特色如下：

- a. 較適合長跨徑橋樑。
- b. 工作程序有周期性，工人易於熟練，品質容易控制。
- c. 作業範圍小，可加設防護設備，施工進度較不受氣候影響。
- d. 無須支架，於都市街道施工不致影響交通流量，且河川谷地等不良地形亦適用。

(2)自動化機具部份見前述「施工機具」。

Ⓔ地二：頭前溪橋工程

1. 簡介：

- (1)工程名稱：頭前溪橋
- (2)工程地點：新竹縣竹東鎮
- (3)工程經費：6.56 億元
- (4)全長：793m
- (5)預計工時：36 個月
- (6)受訪人員：利德工程公司橋樑部經理陳融先生

(7)訪談人員：張程皓、李知仁

(8)訪談時間：中華民國八十一年二月二十四日

2. 廠商：

(1)業主單位：交通部台灣區國道新建工程局

(2)設計單位：亞新工程顧問股份有限公司

(3)施工單位：利德工程股份有限公司

3. 施工技術：

(1)為台灣首座預力混凝土節塊推進施工法 (Incremental Launching Method) 橋樑

(2)節塊推進工法概述：(本工法為國內首度引進，其源於西德，已有 30 年歷史)上部結構為單室箱型預力梁，全橋共分 36 個節塊，每一節塊長度自 11.4 至 23.3m 不等，各節塊依序在兩端橋台背後臨時設置之預鑄場內鑄造，俟施預力後即推進施工。為降低推進時之懸臂彎矩，須於頭一節塊前端接上鋼製鼻梁引導，後端則利用千斤頂沿著橋軸向橋中央推進。節塊推進時係由各橋墩上之臨時支承墊片支撐，旁側另有導引裝置，推出後即進行下一節塊之鑄造；緊接之節塊均藉預力鋼鍵相連結為一體後再行推進；如此重複循環，直到兩端節塊在中間會合，定位後，再作連續樑最後之施預力，並將臨時支承換成永久性支承時，推進作業即告完成。

(3)樁基礎採「全套管場鑄鑽掘基樁高壓灌漿工法」，茲概述施工順序如下：

a. 鑽掘 (加套管)

b. 吊放鋼筋籠

c. 吊放特密管

d. 灌注混凝土

e. 拔除套管

f. 約 24 小時後藉預先埋置樁內之高壓灌漿管，在基樁四周及底部施予

高壓灌漿，灌漿壓力須達 $45 \sim 60 \text{ kg/cm}^2$

4. 自動化相關部份：

(1) 節塊推進工法為橋樑工程所使用之工法中相當具自動化精神者，因其有下列優點：

a. 毋需架設支撐，適合在都市街道交通流量大的地點或河川深谷等地區施工。

b. 預鑄場內可設遮蓬，施工不受天候影響，節塊箱型梁之鑄造品質及工期較容易控制。

c. 鑄造節塊的活動模板及推進設備，裝卸作業便捷，且能重複使用，可節省大量人力，降低成本。

(2) 上述三項優點中，尤以鑄造每一節塊之模板系統別具特色，值得一提。此模板為 DOKA 之木模系統，為利德公司與奧地利 DOKA 公司討論之結果，此模板系統可重複使用於每一節塊，而模板之升降以油壓千斤頂控制，油壓千斤頂之升降又以 cable 連線中央控制，利用此系統拆模，需 10～20 分鐘即可完成。

(3) 樁基礎採全套管場鑄鑽掘基樁高壓灌漿工法，且設計時採用 1:8 之斜樁，故增加了水平方向承載力。由於本工法施工快速且水平抵抗力大，故其可取代傳統之沈箱基礎並節省人力、降低成本，對於深基礎之設計，殊足推廣。

□ 地三：碧潭橋工程

1. 簡介：

(1) 工程名稱：碧潭橋

(2) 工程地點：台北縣新店市

(3) 工程經費：16.16 億

(4) 全長：約 800m

(5) 預計工期：46 個月

(6)受訪人員：大陸工程公司碧潭橋施工所副主任張理賢先生

(7)訪談人員：張程皓、李知仁

(8)訪談時間：中華民國八十一年四月三日

2. 廠商：

(1)業主單位：交通部台灣區國道新建工程局

(2)設計單位：林同棧國際工程顧問公司

(3)施工單位：大陸工程公司

3. 施工機械：

(1)全套管施工之機具主要可分為取土設備及套管驅動設備，取土設備又可分為旋鑽機及吊車配抓斗兩種型式，本工程旋鑽機採西德BAUER-BG26之機型。

(2)本工程配備兩套工作車、先完成南下線再移至北上線施工，每一節塊長3m，每邊共11節，每節約8天完成。

4. 施工技術：

(1)本工程跨越新店溪，呈半徑750m之弧形曲線，主孔跨徑160m，主橋墩上方為一鑲空之倒三角形，外型極為優美壯觀。

(2)為達高速行車之舒適性，全長約800m特採用無伸縮縫之連續性橋面設計。

(3)下部結構採全套管基樁直徑為3m，每橋墩之數量由引橋26支至主橋墩之20支，總樁數為215支。

(4)第四、五號橋墩基礎共四座，因位於新店溪河道內，需做擋土及防水圍堰措施。

(5)橋墩工程因配合設計需要，採用 $f_c' = 250\text{kg/cm}^2$ 高強度混凝土，故施工時特別注意搗灌，務必使其達設計強度方可。

(6)上部結構大部份採就地支撐立模完成混凝土體，惟主橋孔中央部份採用懸臂法施工，利用工作車逐節外伸澆築，最後於中央處閉合始成。

5. 自動化相關部份：

(1)基樁施工順序如下：

- a. 下套管
- b. 鑽孔取
- c. 吊放鋼筋籠
- d. 澆築混凝土
- e. 拔除套管
- f. 樁底高壓灌漿

此程序皆有一系列之機具施工，可說已達相當之機械化。

(2)本工程採用錨錠式工作車懸臂施工法完成上部結構之中央部份，因其有不需用就地支撐架之特點，故適用於跨越河川、海上、山谷，以及交通頻繁街道之橋樑工程，且就經濟層面考量，高橋墩、長跨徑之橋體尤為適合以此工法施工。

6.2 隧道工程部分

工地一：台北近郊衛生下水道建設計畫特一幹道工程（一標）

1. 簡介

- (1)工程名稱：台北近郊衛生下水道建設計畫特一幹道工程
- (2)工程名稱：潛盾工法
- (3)全長：2528m(有一處中間井)
- (4)覆土深度：11.5～16m
- (5)開挖外徑：4700mm 完成內徑：3800mm
- (6)最小曲線半徑：Rmin=30m
- (7)襯砌方式：RC弓形支保，混凝土二次襯砌
- (8)地點：台北縣蘆洲鄉
- (9)施工承商：榮工處
- (10)受訪者：榮工處北工處衛三所廖銘洋主任、陳站長

(11)訪談者：張程皓、李知仁、王偉仲、吳柏文

(12)訪談時間：中華民國八十一年二月二十七日

2. 施工機具：

(1)土壓平衡式潛盾機（加泥附中折裝置）

a.本工程地質細粒土含量平均37%，原則上適用土壓平衡式潛盾機，惟部分地段土層變化大，且施工長度達2528m為超長距離施工為使在細粒土含量較少之地段得以順利施工，故採加泥式構造。

b.為應 $R=30m$ 之急曲線施工需要，設置二折式中折機構，使機身得以撓曲，而便於施工。

(2)異形支保：

a.本工程之最小曲率半徑為30m，為國內最小之記錄，為因應下水道或捷運線轉彎情況，標準的支保無法適用，故需以異形支保代替。

b.異形支保為一內側較小，外側較大之支保。

3. 施工技術概述：

(1)施工環境：本工程經二處河溝段，有異常水壓湧至開挖面，路段多在排洪區內，另施工路線末段約100m為風化砂層，其前段有礫石層，並有 $R=30m$ 之急曲線。

(2)潛盾施工：

a.施工作業要項如下重複進行—

(a)開挖面之穩定：地盤自然穩定、人為穩定（輔助工法）、潛盾機（土壓、泥水壓）。

(b)潛盾掘進排土：開挖土壤經潛盾機中之履帶傳送，可直接送至潛盾機後方之台車上，節省人力。

(c)襯砌（支保環片組立）：

・製造一支保有二種，一為鋼型支保，一為RC支保，其中鋼支保用於曲率半徑小及人孔處，本工程之鋼支保由國內鋼鐵廠產製，RC支保由榮工處中壢預鑄場製造。

- 組立一支保組立時有電動吊車吊運環片至架設機下，並有架設機可旋轉環片至定點（最大旋轉角可達 270° ），但插入螺栓及鎖上螺栓之動作皆由人工進行。

(d)背填灌漿：

- 目的一支保環和地盤之固定使潛盾推力均勻施於地盤，防止支保環周圍地盤鬆弛。
- 背填灌漿所需之水泥砂漿可自動配比。

(e)測量（方向控制）：

- 本工程高程差 6/1000（坡度），仍以人工測量，方向控制系統可用陀螺儀定向，唯其對側向位移無法測知。
- 潛盾掘進之定向日前常以水準儀、經緯儀搭配光波測距，將地面基點導引至工作井內，以之為基準施測，並以推近千斤頂修正方向。

b.施工人力－

- 潛盾工法自民國 65 年引進施工，初期每班作業人員需 35 人左右，而今僅需 7～8 人，而國外有實驗性潛盾工法，作業僅需 4 人，其中 3 人可於地面之中央控制室操控，只需 1 人至現場巡視。

工地二：台北捷運木柵線 408 標工程（一標）

1. 簡介

- (1) 工程名稱：台北捷運木柵線 408 標
- (2) 工程地點：台北市麟光新村至辛亥路一帶
- (3) 工程工法：機械工法 Roadheader
- (4) 全長：712m（直線段 450m，曲線段 262m）
- (5) 施工承商：眾力基礎營造股份有限公司
- (6) 受訪者：眾力基礎營造曾思遠副總經理、杜定飛副總經理
- (7) 訪談者：張程皓、李知仁

(8)訪談時間：中華民國八十一年四月二日

2. 施工機具：

(1)本工程採用日本 Mitsni Miike Mochinery Co., LTD生產之 S-200, S300 機型之 Roadheader，由眾聯國際貿易公司總代理進口（眾力營造關係企業）。

(2)S-200, S300 Roadheader 大致有以下構造：

- Cutting Drum
- Cutting Mechanism
- Gathering/Conveyor Section
- Crawler Section
- Outtrigger
- Operator Station & Hydraulic Section
- Electrical Units
- Cable Reel
- Diesel Engine (Optional)
- Remote Control Unit (Optional)
- Automatic Cutting Uonit (Optional)
- High-pressure water jet-spray device (Optional)

3. 施工技術

(1)施工環境：本工程位於台北市麟光新村一帶，沿線多為住宅區，並有一憲兵營，依據法規，都市之炸藥庫需離住宅區 3km 以上，因此，鉗炸工法有限制。

(2)施工方法：

- a.本工程原設計以鉗炸工法開挖，而後眾力營造於民國七十九年自日本引進國內第一部 Roadheader(巨臂型掘削機)於此工程。
- b.Roadheader 為一部份斷面之開挖機具，適用於岩石抗壓強度在 14000psi 以下，節理發達（鉗炸法易超挖），斷面直徑 9m～10 餘 m

之隧道。

c. Roadheader 係以一旋轉之切削頭對岩盤行連續之開挖以完成隧道斷面之機具，其施工過程如下：

(a) 開挖切削—油壓控制切削臂、切削頭（軸旋式、前切式）

(b) 出碴— Roadheader 本身有承碴板、集碴器將碴料集中經輸送機後送至機後之碴車。

(c) 測量—以光波測距儀，直線段以雷射測量，斷面量測以傳統經緯儀、水準儀即可。（本工程至洞口偏差僅 5cm）

(d) 其它支保架設、打岩栓 ... 與一般隧道同。

d. 施工人力：約 4 人即可。

【地三：北宜高坪林隧道先期導坑工程】

1. 簡介

(1) 工程名稱：北宜高坪林隧道先期導坑工程

(2) 工程工法：新奧工法 NATM + TBM

(3) 全長：12.9km

(4) 工程地點：宜蘭縣頭城鎮金盈路

(5) 工期：民國八十年九月十九日至民國八十四年三月完工

(6) 施工承商：榮工處

(7) 受訪者：榮工處北宜施工處王錦洋主任、地質組葉組長、林工程師

(8) 訪談者：張程皓、李知仁

(9) 訪談時間：中華民國八十一年四月三日

2. 廠商：

(1) 業主單位：交通部台灣區國道新建工程局

(2) 設計單位：中興工程顧問社

(3) 施工單位：榮工處

3. 施工機具概述：

(1) Tunnel Boring Machine (TBM)

- a. 先期導坑工程所用之 TBM，透過中央信託局向美國 ROBBINS 廠訂購，價值 3 億元，斷層面直徑 4.8m，預計民國八十一年九月抵台。
- b. 主坑工程將再購買二台直徑 11m 左右之 TBM，每台價值九億餘元。

(2) 在先期導坑 NATM 工法部份，使用以下之機具：

- a. 油壓式鑽堡。
- b. 噴凝土機。
- c. 挖溝機、裝載—鋼支保吊裝組立。
- d. 卡車—出碴。
- e. 排風機 FAN。
- f. CMIS (Construction Management Information System) 管理系統。

I. 施工技術概述：

(1) 施工環境—本工程地質惡劣、岩層破碎、湧泉量大，有三至四處大斷層，開挖初期曾遇三次大落磐及一次大含水層，工程艱辛。

(2) 施工方法—(前階段 NATM + 後階段 TBM)

- a. 導坑工程前階段採國際最新進南迴鐵路新奧工法施工比傳統北迴鐵路鑽炸工法更快、更安全，成本更低。
- b. 國內首度自美國引進 TBM(隧道掘機)，預計民國八十一年九月到達，12 月組裝進洞作業，經 4 至 6 個月學習操作階段，正式加入挖掘行列，1 天可挖 10～12m，為現今之 3～4 倍，此外，主坑工程亦將於民國八十一年十月開工，以 TBM 開挖。
- c. NATM 作業循環：開挖 → 出碴 → 安裝支撐系統
 - (a) 開挖—引用油壓式鑽堡，取代手提式鑽機，以鑽炸開挖，採用較少擾動之開挖方法，如：
Smooth blasting 勻滑爆破法、Pre-blasting 預裂開炸法，與傳統 ASSM 開挖相差並不多。

(b)出碴—本工程乃以卡車運出，堆積於洞口，以作為將來長達百餘公尺 TBM 之基地。

(c)安裝支撐系統—與傳統 ASSM 工法最大之差別。

- 噴凝土與鋼絲網：嚐試使用機械臂噴漿機，但因地質狀況太差而放棄，此機械臂噴漿機首次用於明潭施工處。
- 岩栓：以系統岩釘排列方式，依斷面型式、大小，計算應力分布情況以配置岩栓位置。
- 鋼支保：以挖溝機與裝載機配合人工安裝。

d.TBM 施工概述：

TBM 係利用一切削盤之旋轉以對岩盤行全斷面之切削，同時架設支撐設施，而得行連續開挖推進、支撐之機具。

(a)開挖—利用 TBM 之切削工具，旋切系統做全斷面掘削。

(b)出碴—利用 TBM 之集土倉、輸送帶、配合出碴載具（卡車或碴料櫃車）後運，亦有以輸送帶直接運至坑外者。

(c)支撐—視地質狀況施以必要之支撐，常用下列方式：

- 岩栓
- 鋼護帶
- 鋼支保
- 噴凝土及鋼絲網
- 預鑄環片
- 場鑄 RC 襯砌

(d)方向控制—利用羅盤儀、加速儀配合雷射等自動方向測定，由電腦之自動控制系統與測量系統，可自行調整推進千斤頂之操作。

e.污染防治工程：

(a)隧道排放之大量廢污水—本工程興建污水過濾工程，包括污水沈澱池、油水重力沈澱分離池、儲蓄池，並有三處地下水測試孔，合乎環保放流水標準再排出。

(b)炸岩層之噪音防止，震害防制—對於噪音、震動、空氣污染，施工單位均設檢測器，超過標準逕行停工。

二地四：台灣省台北近郊衛生下水道建設計畫—龍形隧道

1. 簡介：

- (1)工程名稱：台灣省台北近郊衛生下水道衛生下水道建設計畫—龍形隧道工程
- (2)工程工法：新奧工法 NATM+Roadheader
- (3)工程地點：台北縣八里鄉獅子頭
- (4)工程經費：六億九仟伍佰萬元
- (5)工期：自民國七十八年十二月十五日至民國八十一年十二月十四日
- (6)全長：1250 公尺 (除進口端 123 公尺為半徑 150 公尺之平緩曲線外，餘均為直徑)縱向坡度 0.06/100
- (7)受訪者：新亞建設龍形施工處陳炎輝主任
- (8)訪談者：張程皓、吳柏文、王偉仲
- (9)訪談時間：民國八十一年四月二十四日

2. 廠商：

- (1)業主單位：台灣省政府住宅及都市發展局
- (2)設計單位：中興顧問社
- (3)施工單位：新亞建設
- (4)施工技術概述：

a. 採 NATM 工法：SHORT BENTCH CUT METHOD

用以穩定隧道周圍之自然岩體，以人為支撐，密集之岩栓系統產生岩石拱，隧道壁上噴凝土加強隧道受重力及大地應力之作用。

b. 柔性外拱施工法：

隧道斷面開挖首先做化學止水固結灌漿始開挖斷面

c.剛性內拱施工法：

開挖後於內壁噴混凝土，組立鋼支保、裝鐵絲網，放錯錠鋼釘，再掛鐵絲網、再噴混凝土，接著安裝頂拱岩栓，每 20-25m 為輪進長度。

本工程採上下半斷面二段式開挖，導坑以人工挖掘及破碎機 PC-60，RS55 出碴機，出碴以台車運出隧道，再以卡車棄土。由於本工地屬觀音山礫石層、凝灰角礫岩、粉砂岩與泥岩交錯，出口端與入口端分別採鉆炸工法、Roadheader 配合 NATM 支撐工法施工。

3. 施工機具概述：

(1)Roadheader：為德國進口之舊型機具，瑞門公司代理

(2)化學止水灌漿：鉆孔機二台、攪拌機、灌漿泵

14 位工作人員分二班作業

(3)PC-60 破碎機、RS55 出碴機以台車、輕型卡車、拼裝車出碴

(4)隧道內攝影機、用來控制工地狀況、工人排班、掌握工作介面之交接，可大幅提高工作效率。

6.3 鋪面工程部分

工地一：北二高中和鶯歌段 7A 標剛性路面工程

1. 簡介

(1)工程名稱：北二高中鶯歌段 7A 標剛性路面工程

(2)工程地點：台北縣中和、鶯歌附近

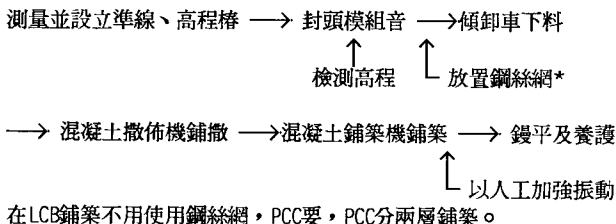
(3)受訪人員：榮工處中鶯段工務所主任吳家惠先生

(4)訪談人員：吳柏文、王偉仲

(5)訪談時間：中華民國八十一年二月二十二日下午

2. 廠商：

(1)業主單位：交通部台灣區國道新建工程局



B. 人工鋪築

- LCB 部分：人工組立邊模以 Concrete Spreader 鋪設混凝土，後架設 TWCC-1000 整平及振動，再進行養護。
- PCC 部分：人工組立邊模，縮縫置綴縫筋，以 Concrete Spreader 鋪設混凝土，後以 TWCC-1000 整平及振動，設置工作橋以釘扒刮紋，最後進行養護。

(5) 有關自動化之技術及機具

a. 混凝土施工技術

- 混凝土的搗築：本工程所採用的 CMI 剛性路面鋪築機具組為 CMI 公司最新型之機具組，分述如下：
- PS-250 撒佈機：藉由單雙向攪拌，以及一高程，一定位感知器，在調整好高程樁後，撒佈機便可自行定位，以達均勻撒佈效果。
- SF-350 四履帶型鋪築機：可調整鋪築寬度自 3.675m ~ 7.5m 以配合各種寬度之路面工程，亦具有鋪面高程及方向之油壓自動控制，使誤差在 4mm 以內。鋪築機後並有整面板以代替以往使用之管式整面機整平完成面。
- TC-250 掃紋養生機：油壓自動控制高程進行掃紋及養生。

b. 對於中山高速公路的雨水滲漏入剛性路面造成對混凝土底層的破壞方

面，本工程設計了路肩底緣排水的方式，在底層下挖 45cm 後，埋入 PVC 管，並在其上鋪一層不透水物質以達縱橫向排水之功能。

c.對於填縫劑材料以矽質合成物取代柏油，並在摘縫中塞入直徑大於填縫寬度之 PE 彈性墊條以達完全防水目的。

d.品質管制技術方面，完工後路面品質檢驗採用 Profile Grapher 由其上 18 個小輪感測路面平整度，以電腦分析顯示。

Ⓒ地二：北二高五標柔性路面鋪設工程

1. 簡介

- (1)工程名稱：北二高五標柔性路面鋪設工程
- (2)工程地點：台北縣土城鄉
- (3)受訪人員：榮工處土城段工務所副主任張鵬先生
- (4)訪談人員：吳柏文、王偉仲
- (5)訪談時間：中華民國八十一年二月二十二日上午

2. 廠商：

- (1)業主單位：交通部台灣區國道新建工程局
- (2)施工單位：榮民工程事業管理處
- (3)設計單位：中華工程顧問司

3. 施工機具

機種	單位
英製SA-41型A. C.鋪散機	1
液化瀝青撒佈車(6000L)	1
兩輪壓路機 (8-10TON)	1
參輪壓路機 (12-18TON)	1
膠輪壓路機 (11輪)	1
清掃車	1
水車 (8000L)	1
傾卸拖車 (50TON)	6
空壓機 (125CFM)	1
鑿面機 (CA-7)	2

4. 施工技術：

(1) 施工程序簡要

地質 → 鋪設開放級 → 分層鋪設 → 分層滾壓至
改良 配料底層 瀝青混凝土層 面層完成

*其中分層滾壓之順序為

三輪壓路機 → 二輪壓路機 → 膠輪壓路機

(2) 路面完成面坡度之量測使用一已知長度 l 的水準直尺，一端接地後，調整水平，量測得另端離地距離 d ，則完成面坡度為 $100\% \times d/l$ 。

(3) 鑑於中山高速公路經驗，外測車道易受破壞，故在外側車道部分將廠拌地瀝青處理底層加厚 7cm。

5. 有關自動化之技術及機具

瀝青混凝土施工技術

(1) 瀝青混凝土的生產

由於環保方面的考慮，目前瀝青混凝土的生產均不再採用現地拌合的方式。而本工程是在工址附近選擇一瀝青預拌廠進行廠拌，再送至工地使用。廠拌之瀝青混凝土的生產過程均已自動化控制配比、出料溫度等因素，出廠時及運達工地時均有人員管制出料溫度。

(2) 瀝青混凝土的搗築

在瀝青混凝土的鋪散方面，本工程使用英國製 SA-41 型 AC 鋪散機，其移動速度、方向、完成面高程及坡度、材料供應量等均為自動控制，只需一有經驗技工在其上監控。

□ 地三、北二高大溪至龍潭段剛性路面工程

1. 簡介：

(1) 工程名稱：北二高大溪至龍潭段剛性路面工程

(2) 受訪人員：中華工程數名工程師

(3) 訪談人員：吳柏文、王偉仲

2. 廠商：

(1) 業主單位：交通部台灣區國道新建工程局

(2) 設計單位：中華工程顧問司

(3) 施工單位：中華工程公司

3. 施工機具：

機 種	單位
CMI PST 28-300 混凝土撒佈機	1
CMI SF 500 滑動模板鋪築機	1
CMI F 280 管式修面機	1
CMI TC 280 掃紋養生機	1
其他附屬設備	

4. 施工技術

(1) 施工程序簡要

施工程序大致與先前所訪談的北二高中鶯段工程相同，唯施工之機具型號略有不同

(2) 在管式修面機的使方面：依中華工程公司工程師表示，由以往之經驗示，利用 CMI 剛性路面施工機具組的管式修面機 (Tube Finisher CMI SF-280) 進行道面修飾效果不佳，故並未利用該機具上之鋁管進面，而利用該機具拖一麻布袋將道面刷毛，以提供摩擦力。

(3) 在道面掃紋養護機 (Texturing & Curing Finisher, CMI TL-280)：為道面滑動模板鋪管機的最後一部，在道面鋪築進行中如遇雨，可利用其所裝置之 PE 布覆蓋未乾之道面，使之不因受雨淋而損壞。

5. 有關自動化之技術及機具：

混凝土施工技術：

(1) 本工程之承包廠商中華工程公司所使用之美國 CMI 車列式滑動模板

鋪築機具，係由中正國際機場施工時即行使用，之後又送到沙烏地阿拉伯進行機場道面施工。而目前進行北二高工程又再運回國內使用。如此看來，中華工程公司使用此型機具不僅經驗豐富，且如何有效率地運用一組施工機具，不僅可以減少重覆訓練操作人員的時間，亦可增進工程的品質，增加國內自動化之程度。

(2)本組機具之修面採較舊式之管式修面機，如築工處在北二高中鶯段所使用之混凝土鋪築機即仗用整面板進行整平面工作。

6.4 高層建築工程部分

工地一：遠東企業中心

1. 簡介

- (1)工程名稱：遠東企業中心
- (2)工程概況：地下5層、地下41層鋼骨結構
- (3)基地面積：約10,000平方公尺
- (4)地點：台北市信義路與和平東路間之敦化南路
- (5)訪談時間：中華民國八十一年二月二十六日下午1:30
- (6)受訪人員：中興顧問社陳健宏主任
- (7)訪談人員：李知仁、張程皓、吳柏文、王健仲

2. 廠商。

- (1)業主：遠鼎建設
- (2)設計人：李祖原建築師事務所
- (3)承造：達欣工程
- (4)監造：中興顧問社

3. 施工機具：

- (1)德國 LIEBHERRT Tower crane (400 T-m)
- (2)瑞典 SCHWING BP-300 型 & BP-8000 型混凝土壓送機

(3)瑞典 ALMARK 工作電梯 (工作載重 1.8T)

4. 施工技術：

(1)基礎工程方面：

基地的擋土措施厚 70cm 厚、32.0m～32.9m 長連續壁，採用逆打工法、施工，並分六次進行開挖計畫。

(2)為加強 18 樓以下鋼骨結構之勁度，採用亞洲水泥所開發 6000psi 高強度混凝土灌入鋼骨柱內。其施工方式為由下往上擠壓，上升速率 1m/sec。

(3)現地監測系統由萬鼎工程公司負責，目前是採取人為讀取儀器的資料，再交由電腦分析處理。

(4)鋼構件的製造分別交由中鋼結構及春源鋼鐵製作，在鋼板的切割及鋼構件焊接都有自動化的作法。(詳述於後 5. 自動化方面)

(5)帷幕牆的吊裝係在建物內緣架設環繞式單軌吊車 (Mono-crane)，吊裝其下數層的鋁帷幕版。

5. 有關自動化方面：

(1)6000psi 的高強度混凝土為國內首次採用。對高層建築而言，為減輕高樓本身的重量，對鋼筋用量要相對減少，因此就必須開發高強度混凝土以因應這個趨勢。

(2)鋼板的切割由人工輸入所需鋼材圖形後，經由自動分析計算出鋼材損耗最少的方式進行切割。

(3)中鋼結構的 Submerge Arc Welding 具半自動化功能，由人工調整焊接位置後，自動進行焊接。

(4)單軌吊車 (mono crane) 吊裝帷幕牆可減輕塔式吊車工作量並且效率較高。

二、地二：新光人壽大樓新建工程

1. 簡介

- (1)工程名稱：新光人壽大樓新建工程
- (2)工程概況：地下7層、地上49層鋼骨結構
- (3)地點：台北市忠孝西路、館前路口
- (4)訪談時間：中華民國八十一年三月二十六日
- (5)受訪人員：郭茂林建築師事務所、吳新煌先生
- (6)訪談人員：王偉仲、吳柏文

2. 廠商：

- (1)業主：新光人壽
- (2)設計人：郭茂林建築師事務所
- (3)承造：華熊營造

3. 施工機具：

- (1)LIEBHERR 500HC-L, Tower Crane
- (2)PY 21-25 油壓屈折式混凝土壓送機

4. 施工技術：

- (1)基礎工程方面：本工程之基樁係採用擴座基樁、因承載面積加大，故載力亦加大，可以大量減少基樁的數目。
- (2)擋土設施採連續壁施工。
- (3)混凝土壓送方面：在二樓以上 RC 部分的混凝土壓送引進日本 PY21-25 型的混凝土壓送機、其最大壓送高度 290m，足供本大樓施工所需。
- (4)帷幕牆的吊裝係每隔數層樓裝設單軌吊車，以減少 Tower crane 的工作負擔。
- (5)鋼骨吊送方面：

由於本工程腹地較小，且兩旁均有建築，因此使用可控制懸臂角度且自動爬升的 Tower crane 作鋼骨的吊送。

- (6)混漿處理：做基樁、連續壁所產生的泥漿，廢水的處理方式，是在沈澱池中加入特殊藥液，使懸浮微粒形成較大的 particle 後，加以濾

網過濾後再排放。

(7)非破壞性試驗方面：

在基樁方面做打擊式試驗及超音波檢驗，有別於一般小工程採用的樁載重試驗。

(8)放樣方面與目前一般工地相同，但較高層的放樣考慮採用紅外線測準儀。

(9)鋼骨的吊置使用遙控式鋼骨吊具，可避免人工放置的危險。

5. 有關自動化方面：

(1)擴座基樁的採用是國內首次，除了可避免詳樁效應外，並大量減少基樁數目。

(2)混凝土壓送的PY21-51型為國內最新型機具。

(3)一般工程所用的 Tower crane 為水平懸臂式，本工地的 Tower crane 可控制懸臂角度至幾近垂直，為新採用的機具。

(4)泥漿的處理有別於一般直接排放的作法。

(5)鋼骨吊置採遙控式控制。

□地三：臺環企業旗艦工程

1. 簡介

(1)工程名稱：臺環企業旗艦

(2)工程概況：地下4層、地上35層鋼骨結構

(3)基地面積：1815m²

(4)地點：台中市港路

(5)訪談時間：中華民國八十一年三月三十一日下午2:30

(6)受訪人員：南京新星記營造負責人張獻民先生

(7)訪談人員：李知仁、張程皓、吳柏文、王偉仲

2. 廠商：

(1)業主：林鼎實業

- (2)設計人：李松茂建築師事務所
- (3)承造：南京新星記營造廠
- (4)技術顧問：福基工程顧問公司

3. 施工機具：

- (1)自走爬升式塔式吊車 (350m-T)
- (2)Lincoln 半自動電焊機
- (3)英國 P-20 防火被覆噴灑系統

4. 施工技術：

- (1)基礎工程方面：台中的地質屬於卵礫石層，其 N 值約在 50～100，甚至超過 100。故不需要做基樁。山地的擋土措施亦少用連續壁，因做連續壁時 Masago 的工作面不平整，且損耗太高。一般的作法是採用擋土柱，在基地開挖後用 H 型鋼撐住開挖面，由人工垂直挖後吊放鋼筋籠並噴漿固定。這種作法雖然危險性高，但台中的高樓大都採用。
- (2)放樣方面採用日本的垂直儀，其要求精度每節柱的偏差量不得超過 10mm，總長度則不得超過 50mm。本工地在鋼骨吊裝完成後的校正做得較確實，工程師必須爬上高樓親身校正並指導調整。
- (3)鋼骨吊裝採自走爬升式 Tower crane。
- (4)外牆部分用預鑄混凝土板及預組式鋁帷幕牆。
- (5)監測系統係埋設鋼筋應變計與支撐軸力計。因地層堅硬，除表工層有些微變位外，其他部分幾乎不變。
- (6)本高樓因建物的細長比大，故必須架設斜撐以增加鋼勁度。
- (7)防火被覆的噴灑採用英國 P-20 系統，其優點是落塵少，污染低。

5. 有關自動化方面：

- (1)混凝土板的預鑄化及帷幕牆的預組化，可縮短工期並降低施工成本。
- (2)一般高樓的垂直放樣是採用垂球來做，本工程中垂直儀的應用可達到極高的精度。

- (3)自走爬升式 Tower crane 可以垂疊施工，避免因預留工作孔而影響工程進度。
- (4)鋼骨焊接採用 Lincoln 半自動焊接機。
- (5)採用系統天花板可簡化施工方法、縮短工期。

附 錄 七

國內潛盾工程施工實績（1992 年止）

工 程 名 稱	年份	施 工 地 點	長 度 (m)	土 質 狀 況			使 用 潛 盾 機		施 工 承 商	備 註
				開挖土質	覆土厚度 (m)	地下水位 (m)	型 式	外 徑 (mm)		
*台北市（民族路）衛生 下水道B主幹管工程	1976	台北市	(100)	Silty Sand	8~9.5	GL	手 挖 式	4,530	王大同營造	失 敗
台北市建國南北路暨 辛亥路衛生下水道第 一標工程	1979	台北市	808	Silty Sand Silty Clay	6~9	-3.0	土壓平衡式	4,350	榮 二 處	
高雄市污水下水道 成功路主幹線工程	1980	高雄市	3,356	Silty Sand Sand	7.5~11	-1.0	泥水加壓式	3,270	榮 工 處	
*台北市（民族路）衛生 下水道B主幹管工程	1980	台北市	2,558	Silty Sand Sand	8~9.5	-2.5	機 械 式	4,522 (二部)	榮 工 處	與第一項為 同一工程
高雄市污水下水道擴 建路及過港段主幹線 工程	1981	高雄市	2,055	Silty Sand Sand	7.5~11	-1.0	土壓平衡式 (削土加壓)	3,914	中華工程公 司	
台北市民權東路主幹 管第一段工程B標	1982	台北市	1,444	Silty Sand	7.5~8.5	-3.5	土壓平衡式	4,350	榮 工 處	
台北市撫遠街主幹管 工程（民權東路段）	1984	台北市	1,530	Silty Sand Clayey Silt	7~9	-3.0	土壓平衡式	3,930	榮 工 處	
台北市撫遠街主幹管 工程（撫遠街段）	1984	台北市	1,170	Silty Clay Clayey Silt	7~9	-2.0	擠 壓 式	3,730	榮 工 處	
台北近郊衛生下水道 建設計畫特一幹線工 程（一標）	1987	台北縣	2,528	Silty Sand Sand Stone	11.5~16	-1.0	土壓平衡式 (加泥附中 折裝貫)	4,830	榮 工 處	潛盾掘進中
" (二標)	1987	台北縣	2,362	Silty Sand	10~11	-1.0	土壓平衡式 (加 泥)	4,830	榮 工 處	潛盾掘進中
" (三標)	1987	台北縣	2,170	Sand Stone	10~11	-2.0	泥水加壓式	4,630	中華工程公 司	潛盾掘進中
" (四標)	1987	台北縣	1,705	Silty Sand	10~11	-2.0	泥水加壓式	4,130	翼較工程公 司	潛盾掘進中
台北市放流幹管工程 (一標)	1988	台北縣	1,318	Silty Sand	9~9.5		土壓平衡式 (加 泥)	4,630	新亞工程公 司	籌 建 中
" (二標)	1988	台北縣	1,457	Silty Sand	9.5~10		土壓平衡式	4,630	泛亞工程公 司	籌 建 中
" (三標)	1988	台北縣	1,380	Silty Sand	10~11		土壓平衡式	4,630	豐順營造	籌 建 中
" (四標)	1988	台北縣	1,375	Silty Sand	10~11		土壓平衡式	4,630	豐順營造	籌 建 中
" (五標)	1988	台北縣	1,440	Silty Sand Sand	11.5~16		土壓平衡式 (加泥附中)	4,630		尚未發包
台北市放流幹管工程 五標上游段	1989	台北縣	845				土壓平衡式 (加 泥)		榮 工 處	二次攪砌中
台北市放流幹管工程 五標下游段	1989	台北縣	540				土壓平衡式 (加泥附中)		榮 工 處	潛盾掘進中
南港主幹管工程一標	1989	台北市	993				土壓平衡式		新台灣基礎 工程公司	
高雄市污水下水道凱旋 路主幹管工程第一標	1990	高雄市	1000				泥土加壓式		東鴻建設公 司	

「國內潛盾工程施工實績」

——李路萍，「台北盆地軟弱地層潛盾施工法之機具選擇」，潛盾機型之選擇，榮工技術叢書之九，第57頁

工 程 名 稱	年份	施 工 地 點	長 度 (m)	土 質 狀 況			使用潛盾機		施工廠商	備 註
				開挖土質	覆土厚度 (m)	地下水位 (m)	型 式	外 徑 (m/m)		
台北市捷運系統 淡水線CC201A	1990	台北市							理成營造股份有限公司	籌 建 中
台北市捷運系統 南港線CN254	1990	台北市	1353				2台		新亞建設公司	籌 建 中
台北市捷運系統 新店線CH218	1991	台北市	646						互助營造	籌 建 中
台北市捷運系統 南港線CN251	1991	台北市	1008						榮 工 處	籌 建 中
台北市近郊衛生下水道 建設計畫特一幹線工程 五標	1991	台北縣	1427							尚未發包
“六標	1991	台北縣	1376							尚未發包
“七標	1991	台北縣	1650							尚未發包
“八標	1991	台北縣	1335							尚未發包
台北市景美木柵次幹管 工程一標	1991	台北市	1381							尚未發包
“二標	1991	台北市	1391						九聯營造	
“三標-1	1991	台北市	1591						榮 工 處	
“三標-2	1991	台北市	1888						榮 工 處	
台北市捷運系統 新店線CH219	1991	台北市	502						九聯營造股份有限公司	籌 建 中
“CH222	1991	台北市	1310				3台		唐榮	2台
“CH223	1991	台北市	681						汎亞	
“CH224	1991	台北市	899						新亞	
南港線CN253A	1991	台北市	384						偉勝	
“CN253B	1991	台北市	411						太平洋	
台北市捷運系統 南港線CN256	1991	台北市	962				2台		大陵工程股份有限公司	籌 建 中 2台
“CN257	1991	台北市	525						汎亞	
“CN258	1991	台北市	561						珠江	
“CN221	1991	台北市	1200						新亞	2台
板橋線 261	1992									
“ 262	1992								大友為	
“ 263	1992		1100						工信	
中和線	1992								東怡	6.7台
台北市雙溪C2幹管工程二標	1992		1018							
三標			984						豐順	
四標			1020							

潛盾機分類與特性

潛盾機型式		構 造	適 用 土 質	特 徵
開 放 式	手 挖 式	開挖面呈開放狀態 以人力挖掘為主 半月型、面型千斤頂為主要擋土措施	自立性高之地盤 硬質粘性土 緊密砂層	對土質變化適應性高 構造簡單經濟 開挖面不安定時一般以 壓氣工法為作業輔助工 法
	盲 式	盾首與盾體間以隔板密閉， 隔板上設有可拆卸之活動 隔板及閘門，可依土壤 狀況、開挖速度調整開口	均一的軟弱粘土 含砂量在30% 以下 砂層厚小於30公分 N值5以下	適用地質下推力、開口 率之管理為工程關鍵
	半 機	開挖面之擋土和手挖式相 同，設置挖土機出碴機、 開挖及出碴	能自立且較硬之地層	比人力開挖之效率為佳， 縮短後續作業時間
	迴 頭 鑽 頭 式	取代挖土機能做任何斷面 開挖之迴轉鑽頭，使用在 須爆破之地層	軟岩至一軸壓縮強度 1000kg/cm 前後之硬 岩	對土壤之掘削效率極為 突出，可大幅縮短工期， 切齒磨耗大
密 閉 型	泥 水 加 壓 式	在盾首和切刀間設置土倉， 開挖面以泥水壓和切刀 面板做為擋土措施，土砂 以排泥管排至地面，必須 做泥水處理	湧水、滯水砂層 砂礫層	開挖土砂以流體輸送潛 盾機內作業空間大，對 處理礫石較為簡單地面 需要有泥水處理設備， 覆土小時泥水壓管理困 難
	土 壓 平 衡 式	以切刀面板之切齒開挖地 層，以開挖之土壤堆積於 面板與隔板間，以螺運機 貫穿，並保持螺運機內充 滿土壤，使開挖面在土壓 平衡下開挖排土	透水性低之粘土層 沈泥質砂層	不需泥水處理設備 土質限定要素大 要注意卵石層
	加 平 泥 衡 土 式 壓	具泥水加壓式和土壓平衡 式之綜合構造，在隔板內 注入高濃度之泥化材料， 而以螺運機出土	軟硬岩外皆可適用	泥水處理設備不要，混 入泥漿增加排土量，其 處理與價格有關

「潛盾機分類與特性」

——廖銘洋，「台北盆地軟弱地層潛盾施工法之機具選擇」，潛盾隧道施工技术，築工技
技術叢書之九，第67頁

[illegible]

「我之選型比較表」

附錄八 日本各大參與自動化研發建設公司之通訊住址及其自動化機械開發產品一覽表

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
青木建設 (株) 郵遞區 531 日本大阪府大阪市北區 大淀南 1-14-15 電話 06 (458) 5851	速凝劑添加量自動調整裝置、潛盾機施工管理系統、體積潛盾專家系統。
大林組 (株) 郵遞區 540 日本大阪府大阪市中央 區北溪東 4-33 電話 06 (946) 4447	自動站堡、噴凝土自動施噴機、隧洞自動換氣通風系統、潛盾機方向自動控制開挖系統、潛盾機施工管理系統、自動運轉轉運車、水壩用自動模板、全自動混凝土轉運車。
奧村組 (株) 郵遞區 545 日本大阪市阿倍野區松 崎 2-2-2 電話 06 (621) 1101	潛盾機方向自動控制、開挖系統全自動推進系統。
鹿島建設 (株) 郵遞區 107 東京都港區元赤阪1-2-7 電話 03 (3404) 3311	自動站堡、電動機車頭遙控運轉系統、噴凝土自動旋噴機、潛盾機方向自動控制開挖系統、環片自動組合機、非爆破岩石劈裂機、自動運轉轉運車、水壩活動模板、混凝土剝表機、stud自動焊接機、起重機監視系統、混凝土地板自動鍍平機、外牆磁磚自動檢查機、外牆板件自動安裝機、外牆施工機械、自動化沈箱、鋼筋自動安裝機、工作台模型自動升降機、海洋調查系統、拋石整平滾壓機、水刀切割機。
白石 (株) 郵遞區 100 東京都千代田區丸之內 2-4-1 電話 03 (3201) 1231	自動化沈箱工法、擴底自動作業機
鹿島道路 (株) 郵遞區 102 東京都千代田區龜 5-3-1 電話 03 (3262) 6141	瀝青鋪路機自動控制、自動彎曲鍍刀機、路緣石彎曲鍍刀模型移動車、瀝青早期冷卻裝置、混凝土縱向自動鋪平機、瀝青路加熱遙控化。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
世紀東急工業（株） 郵遞區105 日本東京都港區芝公園 2-9-3 電話 03（3434）3251	瀝青早期冷卻裝置、移動式瀝青拌合廠、混凝土鋪路機。
錢高組（株） 郵遞區550 日本大阪府大阪市西區西 本 2-2-11 電話 06（531）6431	隧道斷面測量系統、潛盾機推進工法管理系統、自動油壓鏟自動化、工作台模型自動升降機。
大成建設（株） 郵遞區163 日本東京都新宿區西新宿 1-25-1 電話 03（3348）1111	標定位置系統、隧道灌漿系統、自動裝炸藥機、噴凝土自動施噴機、潛盾機方向自動控制開挖系統、環切自動組合機、現片自動搬運系統、灌漿管理系統、水壩用活動模板、吊車監視系統、高樓外牆自動塗漆機、外牆磁磚自動檢查機、內牆板件自動安裝機、管線檢查機、土方管理系統開挖管理系統、鋼筋自動組立、海洋調查系統、大型長柱自動塗漆機。
大成道路（株） 郵遞區104 日本東京都中央區京橋 3-13-1 電話 03（3567）9431	自動瀝壓機、瀝青路再生處理工法。
大豐建設（株） 郵遞區 104 日本東京都中央區新川 1-24-4 電話 03（3553）4311	壓氣沈箱自動化。
竹中工務店（株） 郵遞區 541 日本大阪府大阪市中央 區本町4-1-13 電話 06（252）1201	鋼筋自動組合吊車、吊車監視系統、混凝土自動澆置機、混凝土水平澆置機、混凝土地板自動鋪平機、混凝土地板自動鏟平機、高樓外牆自動塗漆機、外牆油漆自動剝除機、外牆磁磚自動檢查機、建材搬運系統、泥漿處理、超填混凝土處理機、單元鋼筋籠自動組合機。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
竹中土木 (株) 郵遞區 104 東京都中央區銀座 8-21-1 電話 03 (3542) 6321	豎井開挖裝置、潛盾機方向自動控制開挖系統、水壩用活動模板、作業船位標定系統。
鐵建建設 (株) 郵遞區 102 東京都千代田區四番 5	噴凝土自動施噴機、隧道自動外襯砌機、隧道開挖前方探查系統、潛盾機方向自動控制開挖系統。
東亞建設工業 (株) 郵遞區 102 東京都千代田區四番 5 電話 03 (3262) 5101	標定位置系統、自動水托測深機、鋪砂施工系統拋石整平滾壓機、土方收方系統。
東急建設 (株) 郵遞區 150 東京都 谷區 谷 1-16-14 電話 03 (3406) 5111	噴凝土自動施噴機、鋼支保自動安裝機、潛盾機方向自動控制開挖系統、全自動推進工法、高樓鋼結構垂直測量系統、天花板自動安裝機滾壓度自動計測、輪式打樁機、自動砌石機、內牆板件自動安裝機、施工作業機械臂。
東芝フランド (plant) 建設 (株) 郵遞區 105 東京都港區西新橋 3-7-1 電話 03 (3438) 8111	作業場地自動清掃機。
東洋建設 (株) 郵遞區 101 東京都千代田區神田錦 3-7-1 電話 03 (3438) 8111	潛盾機開挖位置自動測量系統、排水帶安裝機、抽砂船自動化、水中挖溝機遙控。
戸田建設 (株) 郵遞區 104 東京都中央區京橋1-7-1 電話 03 (3562) 6111	潛盾機開挖前方探查系統、潛盾機施工管理系統、環片自動安裝機、乾淨室內環境計測系統、原子爐輻射遮蔽牆自動解體機。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
飛島建設 (株) 郵遞區 102 東京都千代田區三番 2 電話 03 (3263) 3151	噴凝土自動施噴機、隧洞內自動換氣系統、潛盾機方向自動控制、開挖系統、轉運車自動運轉、水壩用活動模板、工作台模型自動升降機、混凝土上下游面清掃機。
西松建設 (株) 郵遞區 105 東京都港區虎之門 1-20-10 電話 03 (3502) 0211	巨臂掘削機超挖控制裝置、水壩用活動模板、電動機車頭自動運轉系統、噴凝土自動施噴機、潛盾機方向自動控制開挖系統、坡面自動升降設備、吊索起重機主索自動調整系統、轉運車自動運轉、高棧橋中繼皮帶輸送機、模板自動清掃機、自動掛索裝置。
日本國土開發 (株) 郵遞區 107 日本東京都港區赤坂 4-9-4 電話 03 (3403) 3311	替代噴凝土襯砌機、水壩用活動模板、自動混凝土桶、玻璃自動安裝機。
日本道路 (株) 郵遞區 105 日本東京都港區新橋 1-6-5 電話 03 (3571) 4891	混凝土鋪路機。
日本鋪道 (株) 郵遞區 104 日本東京都中央區京橋 1-19-11 電話 03 (3563) 6751	深土層改良自動控制、瀝青鋪路自動控制、瀝青早期強制冷卻裝置、移動瀝青拌合廠、粗骨材露出工法用機械。
間組 (株) 郵遞區 107 日本東京都港區青山 2-5-8 電話 03 (3405) 1111	隧道斷面測定系統、自動站堡、潛盾機施工管理系統、環片自動安裝機、自動運轉索道起重機、自動運轉轉運車、RCC 工法的滾壓自動化振動滾壓、旋轉臂掛混凝土振動機、水壩用活動模板、開挖管理系統、水刀切割機工作台、模型自動升降台。
滕田 (株) 郵遞區 151 日本東京 谷區千駄谷 4-6-15 電話 03 (3402) 911	潛盾機方向自動控制開挖系統、自動鏟刀壓實襯砌機、轉運車自動運轉、滾壓機自動運轉、起重機監視系統、混凝土地板自動鏟平機、地板預留穴清掃機、高樓外牆自動塗漆機、自動工作台模型自動升降機、鋼管自動檢查裝置、建材搬運自動作業機械。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
不動建設（株） 郵遞區 541 日本大阪府中央區平野 4-2-16 電話 06（201）1121	潛盾機方向自動控制開挖系統、滾壓自動計測、電腦遙控滾壓系統。
前田建設工業（股份） 郵遞區 102 日本東京都千代田區富 士見2-10-26 電話 03（3265）5551	潛盾機方向自動控制開挖系統、水壩用活動模板。
三井建設（株） 郵遞區 101 日本東京都千代田區岩 本 3-10-1 電話 03（3864）3456	豎井開挖設備、塔式起重機作業管理系統、空心磚自動砌牆機、沈箱自動開挖系統、滾壓度自動計測系統、潛盾機導航系統、水壩用活動模板、SSS-MANI法施工機及MASU系統儀機、履帶式拱門自動施噴機。
臨海建設（株） 郵遞區 105 日本東京都港區芝2-3-8 電話 03（3454）4111	鋪砂施工系統。
石川島播磨重工業（株） 郵遞區 100 東京都千代田區大手 2-2-1 電話 03（3244）5111	速凝劑添加量自動調整裝置、潛盾機施工管理系統、環片自動安裝機、原子能輻射自動計測、履帶式超音波自動探疵機。
石原機械工業（株） 郵遞區 401 日本靜岡縣沼津市足高 396-59 電話0559（22）8811	鋼筋自動排列機。
井關開發工業（株） 郵遞區 151 日本東京都 谷區代 木4-31-61 電話 03（3299）6411	遙控混凝土管件再生機。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
荏原製作所 (株) 郵遞區 104 日本東京都中央區銀座 6-6-7 電話 03 (3572) 5611	廣域水環境保護綜合管理系統、複合式換氣系統、海中非接觸三次元自動計測機、自動式水中TV及自動輕作業機、自動噴水式多功能機、多段熱水泵、地中排氣的空中分散系統、地下空間廢棄物回收處理系統、電子光線淨化污染空氣系統。
オートマックス (Auto max) (株) 郵遞區 174 日本東京都板橋區小豆 澤4-28-13 電話 03 (3960) 8201	地板自動清掃機、石油槽自動清掃機。
小野田 (hamico) (株) 郵遞區 103 日本東京都中央區日本 橫濱松 1-6-4 電話 03 (3862) 6641	EAKIH Auger等自動運轉。
川崎重工業 (株) 郵遞區 105 東京都港區濱松 2-4-1 電話 03 (3435) 3480	潛盾機方向自動控制開挖系統、環片自動安裝系統、自動輪式裝載機、重機運轉管理系統、橋梁自動塗漆機。
久保田 (株) 郵遞區 556-91 日本大阪府大阪市 浪速區敷津東 1-1-47 電話 06 (648) 2111	潛盾機全自動推進工法、小挖溝機用開挖深度自動顯示儀、鋼管樁全自動焊接機、無線電遙控刈草機、全旋轉油壓挖溝機。
鉦研鉦業 (株) 郵遞區 164 東京都中野區中央 1-29-5 電話 03 (3218) 3111	灌漿機自動控制裝置。
神戶製鋼所 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 丸淀南 1-14-15 電話 03 (3218) 7111	耐火劑自動施噴機、自動油壓挖溝機、earth Auger等自動運轉系統、高樓修補施工機械、土方工程高齡作業者輔佐自動化裝置、自動化抓斗船。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
小松制作所 (株) 郵遞區 107 日本東京都港區赤阪 2-3-6 電話 03 (5561) 2714	潛盾機開挖面前方探查系統、環片自動安裝機、路面自動切割機、瀝青阻水盤鋪路機械、路面狀況自動測量車、水路造形機、外牆板件自動安裝機、自動油壓挖溝機、自動裝載機、自動底傾卸車、岩石自動劈裂機、海底調查潛水機、海底自動拋石整平機、水中遙控推土機、混凝土製品安裝機、自動水刀切割機、全自動整平機、海砂採取系統。
酒井重工業 (株) 郵遞區 105 日本東京都區芝大門 1-4-8 電話 03 (3434) 3401	自動滾壓機、振動滾壓機控制裝置
佐賀工業 (株) 日本富山縣高崎市萩布 209 電話 0766 (23) 1500	噴凝土自動施噴機。
新Cater piller三菱 (株) 日本神奈川縣相模原市 田名3700 電話 0427 (62) 1121	調度車輛路況銀幕顯示儀、傾卸車載重量測量系統、傾卸車自動運轉系統、無線電運轉裝載機、電腦顯示系統、IC卡運轉記錄系統、車輛位置檢測裝置、障礙物檢測系統、鋪厚自動控制裝置、自動油壓裝載機、自動膠胎裝載機、全自動抓斗淺深船。
住友建機 (株) 郵遞區 104 日本東京都中央區新川 1-28-44 K&T Buld 電話 03 (3297) 8790	連續壁掘削機抓斗貫入力控制裝置、瀝青鋪路機、鋪厚顯示裝置、無線電控制移動式起重機。
大都工業 (株) 郵遞區 136 日本東京都江東區龜戸 1-38-6 電話 03 (3685) 2111	自動排水帶安裝機。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
大和機工（株） 郵遞區 450 日本愛知縣名古屋市中村區名驛南1-24-21 電話 052 (582) 5131	自動混凝土泵車。
高岳製作所（株） 郵遞區 452 日本愛知西春日井郡西枇杷島 電話 052 (501) 4117	管內自動機、鐵塔自動升降裝置。
電業社機械製作所（株） 郵遞區 114 日本東京都大田區蒲田5-28-4 電話 03 (3739) 9311	自動滾深機。
東芝（株） 郵遞區 235 神奈川縣橫濱市磯子區新杉田 8 電話 045 (756) 2167	核能發電廠內小型智慧檢查儀器、核能發電廠自動維護品保機、燃料自動交換機、核能發電廠真空吸塵自動牆面洗淨機、控制棒驅動裝置自動交換系統、自動地板滑掃機。
東洋運搬機（株） 郵遞區 505 日本大阪府大阪市西區京 堀1-15-1 電話 06 (441) 9151	遙控操作移動式機械臂、膠胎裝載機的遙控操作。
新潟鐵工所（株） 郵遞區 100 東京都千代田區霞ヶ關1-41 電話 03 (3504) 2111	混凝土表面剝除車、自動混凝土泵車、混凝土乳膜剝除機、自動道路用旋轉除雪機。
日工（株） 郵遞區 674 日本兵庫縣明石市大久保 江井島1013-1 電話 078 (947) 3131	自動模板清理系統。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
日揮 (株) 郵遞區 232 神奈川縣	牆壁自動檢查機、地板自動移動作業機。
日本外碇 (株) 郵遞區 467 日本愛知縣名古屋市瑞穂區須田 2-56 電話 052 (872) 7615	輪電線用自動碇子洗淨機。
日本鋼管 (株) 郵遞區 250 日本神奈川縣橫濱市鶴見區末廣 2-1 電話 045 (505) 7965	潛盾機開挖前面探查系統、環片自動安裝機。
日本conveyer (株) 郵區 103東京都中央區入重洲1-4-21 電話 03 (3274) 0811	移動式皮帶輸送機。
日本除雪機械製作所 郵遞區 006 日本北海道札幌市西區稻穂3 條6-221 電話 011 (681) 3115	旋轉除雪車作業控制裝置、旋轉除雪平排雪槽控制裝置。
日本ヒエーム管 (預鑄管) (株) 郵遞區 105 日本東京都港區新橋 5-33-7 電話 (3433) 4411	光纖維自動鋪管機。
日立建機 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區大手 2-6-1 電話 03 (3245) 6345	潛盾機方向自動控制開挖系統、油壓式非導架基礎機、自動油壓挖槽機。
日立製作所 (株) 郵遞區 101 日本大阪府大阪市西區神田駿河4-6 電話 03 (3285) 1111	自動運轉索道起重機、自動運轉轉運車、管件自動焊接器、埋設管探知裝置、水壩用索道起重機、建造水壩用斜坡搬運裝置。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
日立造船 (株) 郵遞區 550 日本大阪府大阪市西區 江戸掘 1-6-14 電話 06 (445) 5978	潛盾機開挖前方探查系統、潛盾機方向自動控制開挖系統、環片自動安裝機、長距離水中檢查自動調查機、自動移位小型水中T.V系統。
藤倉電線 (株) 郵遞區 141 日本東京都品川區西五 反田 2-11-20 電話 03 (3490) 1111	輸電纜腐蝕自動檢查機。
富士電機 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 有樂 1-12-1 電話 03 (3211) 7111	雷射應用掘削機姿勢控制裝置。
古河機械金屬 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 丸の内 2-6-1 電話 03 (3212) 0484	自動站堡。
石橋 Bridge stone (株) 郵遞區 104 日本東京都中央區京橋 1-10-1 電話 03 (3567) 0111	高樓外牆自動管理機。
掘田鐵工所 (株) 郵遞區 454 日本愛知縣名古屋市中川區十番 6-3 電話 052 (651) 3361	隧道照明清掃裝置。
MAZDA (株) 郵遞區 730-91 日本廣島縣安芸郡府中 新地 3-1 電話 082 (287) 5214	全自動站堡。

研發公司名稱住址電話號碼	產 品 名 稱
三井造船 (株) 郵遞區 104 日本東京都中央區築地 5-6-4 電話 03 (3544) 3921	隧道檢查系統、自動站堡、潛盾機開挖前方探查系統 、潛盾機方向自動控制開挖系統、環片自動安裝系統 、自動換鉗車站、水中自動T.V。
三井三池製作所 (株) 郵遞區 103 日本東京都中央區日本 橋室 2-1-1 電話 03 (3270) 2001	噴凝土自動施噴機、隧道內自動換氣系統。
三菱重工業 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 丸の内2-5-1 電話 03 (3212) 3111	潛盾機施工管理系統、環片自動組立機、液壓機自動 運轉系統、自動控制混凝土澆置起重機、履帶自動巧 工作業機械、海底自動浚深機。
三菱電機 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 丸の内2-2-3 電話 03 (3218) 2111	自動窗門清掃機。
名電舎 (株) 郵遞區 100 日本東京都千代田區 大平 2-2-1 電話 03 (3246) 7111	管件自動清掃機。
大利站探機 (株) 郵遞區 332 日本埼玉縣川口市原 6-1 電話 0482 (52) 2574	灌漿泵自動控制裝置。

附錄九 機具訪談記錄

9.1 供應商部份

訪談記錄一：

- 1.對象：新東亞交易股份有限公司
- 2.時間：民國八十一年三月二十四日上午 10:00～11:00
- 3.地點：台北市松江路帝國大廈 13 樓
- 4.公司現況：主要代理日立造船之各型潛盾機。其代理機具廣泛使用於北京市水道放流幹線，捷運等工程上。
- 5.自動化現況：其代理之管式千斤頂推管式潛盾機係採 remote control，餘為人員操作（透過儀器感應顯示）。
- 6.推動意願：對引進新型機具意願甚高。
- 7.推動上之困難：
 - (1)太尖端之技術日本母公司有所保留。
 - (2)能熟練操作新機具之作業手難求，且學習意願不夠。
 - (3)業主之眼光不夠遠大。
 - (4)政府部門之重大工程過於強調避免圖利他人，反造成大力推動之困難。
- 8.建議：
 - (1)政府對產業之發展應有長程且完整之計畫。
 - (2)政府學術界及廠商應能在研發上緊密結合。
 - (3)相關法令應更加明確。
- 9.攜回資料：
 - (1)該公司現今代理之潛盾機簡介冊二份。
 - (2)日本三井株式會社最新機具簡介。
 - (3)φ 4.63m 加泥土壓平衡式潛盾機開挖錄影帶。
 - (4)日立 MF 潛盾機簡介錄影帶。

訪談記錄二：

1.對象：普林企業股份有限公司

2.時間：民國八十一年三月二十七日 上午 10:00～11:00

3.地點：台北市八德路三段普林公司

4.公司現況：代理各型日商機具，主要為潛盾施工之背填灌漿機，並計劃引進隧道內全斷面計測儀。

5.自動化現況：其代理之背填灌漿機為部份自動化。

6.推動意願：若市場條件配合得當，推動意願高。對自動化機具達到之提升施工品質，節省成本，維持作業健康等好處有深刻了解。

7.推動上之困難：

(1)承包商之配合意願不佳。

(2)資金投入自動化後，成敗難料，結果不易掌握。

8.建議：

(1)加強營造業之專業分工合作，培養大規模之租賃公司，由其引進新型機具，並負責專業化之維修、保養，使營造商容易控制成本，降低引進新機具之風險，以達到資源之最經濟運用。

(2)政府應在法令上給予引進新機具之廠商明確的優惠，如此廠商必可配合政府之政策，推行自動化。

8.攜回資料：

(1)SPS 工法（背填灌漿）資料。

(2)內容斷面計測器簡介。

(3)日本都市施工自動化發表會資料。

訪談記錄三：

1.對象：漢吉有限公司

2.時間：民國八十一年三月二十八日 上午 10:30～11:30

3.地點：台北市南京東路四段漢吉公司

- 4.公司現況：代理各國機具，主要為振動壓路機及載重車。
- 5.自動化現況：其代理之振動壓路機係部份自動化。
- 6.推動意願：在合理收益之考量下，願配合政府之政策全力推動。
- 7.推動上之困難：

- (1) 自動化之定義不明確，造成引用法令上之困難。
- (2) 營造商削價競標，導至輕視施工品質，甚至劣幣逐良幣之情況。

8.建議：

- (1) 法令、規章對自動化之定義應更為明確。
- (2) 政府應提供有利條件來引導廠商走向自動化的方向，如降低關稅等方式。
- (3) 工程開標之方式應予改變，如在施工品質及使用機具上給予嚴格之限制。
- (4) 工程開標應在一合理、平等之條件上，不可只要求最低標，以維護施工品質。

訪談記錄四：

- 1.對象：劍門企業有限公司
- 2.時間：民國八十一年四月一日上午 10:15～11:00
- 3.地點：台北市光復北路劍門公司
- 4.公司現況：代理歐美各國挖泥船，以荷蘭產品為主。
- 5.自動化現況：其代理之部份挖泥船為自動感測控制。
- 6.推動意願：願配合政府之政策，且瞭解自動化後提升工作效率，以降低成本之好處。
- 7.推動上之困難：
- (1) 下層之作業人員技術不能配合，且學習意願低落。
- (2) 公共工程招標之方式易造成劣幣逐良幣。
- 8.建議：

(1)政府對公共工程之品質應嚴格要求，競標方式應公平合理。

訪談記錄五：

1.對象：陸利機械貿易股份有限公司

2.時間：民國八十一年三月十七日上午 10:00～11:40

3.地點：台北市博愛路3號

4.公司現況：

算是營建施工機具的百貨公司，舉凡挖土機、吊車、鏟裝機、鋪裝機，水泥壓送機、平路機、推高機、發電機等，應有盡有。其生產公司在國外，並代理十多家公司的產品，在臺灣產品皆有庫存，且隨叫隨有現貨供應，由公司負責存貨之利息，另有汽電共生及冷藏櫃等。

5.自動化現況：

由日本代理之下水道推進器，是一新型的道路挖掘機，在路面上挖一可放下機器之坑洞，再放進此機器，即可在地下自動循所設定的路線挖下水道，並不影響地面上之交通及環保。

6.推動意願：

只要業主有需要，對各型的機具皆可能引進。

7.推動上之困難：

由於重大工程建設政府之預算有限，為工程之進行，使得施工單位皆引用品質較不好的機器來施工；但國外的品質好的機具，價格皆很高，因而無法使用，降低施工品質。

8.建議：

業主能有更充裕的經費來引進品質高的機具來施工，如下水道推進器等，可減少因施工所造成交通阻塞等社會成本之浪費，且對環境的保護亦較好。

9.攜回資料：

下水道推進器型錄一份。

訪談記錄六：

- 1.對象：新寧股份有限公司
- 2.時間：民國八十一年四月十三日下午 2:40～4:00
- 3.地點：台北市南港重陽路 470 號新寧公司
- 4.公司現況：代理瑞典 Atlas Copco 公司各型機具，其瑞典母公司係一注重研發之公司，擁有多項尖端之機型。新寧公司目前代理之機具普遍使用於北二高及各水庫工程。
- 5.自動化現況：正逐步引進各類新型機具，現階段以省力化機具為初步目標，其代理之隧道開挖鑽堡，隧道支撐岩釘皆較傳統機具省力且省工時。
- 6.推動意願：對引進新型機具有極高興趣。
- 7.推動上之困難：
 - (1)工程建設開標方式單純考慮價格（最低標），未相對考慮施工，技術品質等問題，影響新機具及新工法之引進及推行。
 - (2)公營單位之工程建設過於強調「避免圖利他人」，導致決定使用新機具及新工法之困難。
- 8.建議：
 - (1)公共工程開標採分級制度，並建立一套公平、合理之評鑑制度及明確且完備之法令。
- 9.攔回資料：
 - (1)Atlas Copco 公司隧道開挖各型機具型錄
 - (2)新型隧道支撐岩釘簡介資料。

訪談記錄七：

- 1.對象：和仲實業有限公司
- 2.時間：民國八十一年四月十七日下午 13:00～14:45
- 3.地點：台北市中山北路 2 段 45 巷 23 號 2 樓

4. 公司現況：德國、美國及荷蘭之活動吊車、以及高壓水力清洗機、切割機。

5. 自動化現況：

(1) 曾為彰化全拓進口 High Pressure Water Blaster 作汽車頂篷自動切割。

(2) 基於國內需求，將引進 2000ton 之吊車。

6. 推動意願：甚高，並主動向客戶介紹自動化之好處。

7. 推動上之困難：國內技術人力的專業知識不足，且學習意願太差，喜歡以傳統的經驗來解決其在新科技產物上所發生的問題，以致於機具無法發揮其應有的性能。

8. 建議：國內工程受制於現存之機具，以致於工期拉長或品質較差。例如橋樑之跨距受限於吊車之荷重能力，又如 2000ton 吊車之引進可將核電廠之工期減短半年。

9. 攜回資料：

(1) 和仲實業公司組織及產品概覽一份。

(2) 德國 MANNESMANN DEMAG 公司 Hydraulic Mining Shovel H 285S 型錄及 Mobile Cranes 型錄各一份。

(3) 美國 NLB 公司 High Pressure Water Blaster 型錄一份

(4) 美國 MARK 司 Mobile lift 型錄一份。

(5) 美國 INGERSOLL-RAND 公司，水噴射切割系統型錄一份

訪談記錄八：

1. 對象：建昱實業有限公司

2. 時間：民國八十一年四月十八日上午 10:00～11:30

3. 地點：台北市南京東路建昱公司

4. 公司現況：主要代理歐美各國營建機具，包括吊車及隧道開挖機，其公司並有營建部門，主要進行基樁工程。

5. 自動化現況：其代理之隧道出碴機，可選擇各型接頭使用，為一機械化之

優良機械。

6.推動意願：對推薦各型機具給業主，顧問公司及營造商皆甚感興趣。

7.推動上之困難：

(1)開標作業過於僵化，造成引進新機具，推行新工法之困難。

(2)營造商、顧問公司及業主觀念不能隨時代進步，造成推動之困難。

(3)工程往往層層轉包，造成施工品質嚴重下降。

8.建議：

(1)開標作業應力求公平、合理。

(2)得標與否應考慮營造商之資本及施工能量，以避免無力施工層層轉包之情況。

(3)相關法令，尤其是環保法規應嚴格執行。

9.攔回資料：建昱公司代理新型機具簡介。

訪談記錄九：

1.對象：維昌股份有限公司

2.時間：民國八十一年四月二十一日上午 10:30～11:40

3.地點：台北市復興北路維昌公司

4.公司現況：其公司共分七個部門，其中建設機械部門代理歐、美日各國營建機具。

5.自動化現況：其引進之全套遙管機用於基礎工程，施工品質佳，對周邊環境亦不致形成破壞。

6.推動意願：對引進新型機具，改善工程品質之意願甚高。

7.推動上之困難：

(1)施工單位（營造商）觀念較為閉塞，無法接受新機具或新工法

(2)國內部份施工廠商對價格採惡性競爭，導致施工成本及品質嚴重下降。

8.建議：

(1)政府應有明確之政策大力推動。

(2) 相關污染之環保法規應確實執行。

(3) 可培植較大規模，較具施工能力之營造商，以新觀念配合整體政策之推動。

9. 攜回資料：

(1) 維昌公司簡介乙份。

(2) 新型全套遙管機型錄乙份

訪談記錄十：

1. 對象：吉時洋行

2. 時間：民國八十一年四月三十日上午 10:00～11:00

3. 地點：台北市南京東路三段，吉時洋行

4. 公司現況：其公司代理各型營建，製造機械，主要對象為歐美各國

5. 自動化現況：在基樁工程方面，曾引進機械化之機具

6. 推動意願：整體大環境之配合為其投入之優先考慮因素。

7. 推動上之困難：

(1) 公共工程之招標制度有甚多缺失。

(2) 整體制度未建立，各相關法令未嚴格執行。

(3) 營建工程常層層轉包，施工成本下降，施工品質亦大受影響。

8. 建議：

(1) 建立公平、公開、合理之招標制度。

(2) 嚴格要求施工能力，杜絕層層轉包狀況。

訪談記錄十一：

1. 對象：安東貿易股份有限公司(常榮企業)

2. 時間：民國八十一年五月一日上午 10:30～11:45

3. 地點：台北縣五股工業區五權五路 21 號

4. 公司現況：代理各種營造機械，舉凡怪手、鏟裝機、壓路機、潛盾機等。
產品種類數十種，另外亦代理工具機、橡膠類及各種零件。公

司規模不錯，屬中上型貿易代理商公司。

5.推動意願：對各型新機具，只要有市場需求，引進意願皆很高。

6.推動上之困難：

(1)由於營造機具需求量不大，加上造價高昂，以致於廠商因資金上的不足，而不願出資購買新型機具。但由於國內勞工尋找的不易，加上工資的提升，使得業主亦不得不購買新型機具以完成承包的工程。

(2)國人的自以為聰明，常使自動化機具在操作上發生些問題，如不按照說明操作，造成機器的損害。

(3)政府相關法令執行不徹底，使得業主為了圖利而不管其他如環保，施工品質及自動化等問題。

7.建議：

(1)施工品質上不僅看得見的污染須立法防治，另外一些如室內中央空調系統的空氣新鮮等問題亦需有相關法令來規範。總之國人皆喜好鑽漏洞，且對品質的要求不甚高，常會只求利潤而不計一切。

(2)政府應貫徹執行相關法令，來引導業者走向自動化及高品質的方向上。

8.攜回資料：

(1)安東公司簡介。

(2)PAURAT WIRTH, Hydraulic Vibratory Hammers, Hydraulic Casing Oscillator, Piling Rig, Gru Idraulica 型錄。

訪談記錄十二：

1.對象：加德建重機股份有限公司

2.時間：民國八十一年五月五日上午 10:20～10:50

3.地點：台北市民生東路三段 138 號 12 樓

4.公司現況：CATERPILLAR 公司臺灣（總）代理其產品主要為各種營造車輛、榮工處、中華、大陸、新亞等公司皆有其產品。

5.自動化現況：

- (1)其 Tracle-type Tractor-D8L 可耐高溫且為 Remote-Control，用於中鋼
- (2)其 Motor Grader-12G 加裝有 ABC(Automatic Blade Control)
- (3)Concrete placer spreader + Concrete slipform paver 之連續作業可將鋪料及整平一貫作業完成
- (4)LASERPLANE 精密坡度控制系統，可裝置於作業之車輛上達到立即而精確的坡度控制。

6.推動意願：甚高。

7.推動上之困難：

- (1)新技術常為獨家規格，與現行之「三家規範」法令衝突。
- (2)現行之發包方式常導致較廉價之舊產品得標無法引進新技術。

8.建議：

- (1)「三家規範」只能防弊，不能興利，為新技術產品引進之一大阻礙，亦導致技術水準無法提升，應加以檢討修改。
- (2)若採開標之方式發包，建議政府採用「等級式開標方式」，即將產品依其性能、壽命、及維修保養、售後服務等，劃分成不同之等級而定不同之底價開標，以維持其合理性。

9.攜回資料：

- (1)Caterpillar Performance Handbook 一本，其中除了其產品之介紹外，尚有各種成本(Owing & Operating Costs)之計算方式，輪胎之介紹及大地工程介紹等
- (2)Track-type Tractor-D8L 型錄一份。
- (3)Motor grader-12G 型錄一份。
- (4)Concrete placer spreader PS-250 型錄一份。
- (5)Concrete slipform paver SF-350 型錄一份。
- (6)Texture curing & Tube finisher TC-250 型錄乙份。
- (7)LASERPLANE Precision grade control systems 介紹一份。

9.2 製造業部份

訪談記錄一：

1.對象：台灣機械股份有限公司

2.時間：民國八十一年五月十一日下午 2:00～5:00

3.訪談目的：瞭解並評估台機公司研發製造營建施工機具之可行性。

4.訪談程序：

(1)訪問盧副總經理。

(2)參觀工廠各生產及研發設備

(3)訪問黃處長（技術處）

5.訪談盧副總部份：

(1)播放台機公司簡介投影片。

(2)台機公司成立目的：係針對台灣經濟發展上針對重機生產之各項需要。

(3)近年來，由於經濟型態之改變，利潤導向已成重要決定因素。

(4)目前台機公司無持續性之產品，而由政府政策由訂單決定生產方向。

(5)欲由本國自己產製機具，最好各類機具開標時不要只開國外標應能容許本國標。

(6)技術合作方式來開發製造，應是最適當之方法。

6.參觀部份：

(1)參觀台機品管部門及重機製造廠、鑄造廠、船舶廠、鋼品廠及合金鋼廠，了解其各項生產設備及半成品，並參觀工廠人員、物料之管理方式。

(2)參觀研發部門，及電腦繪圖室，了解台機公司各項研發及產製能力。

7.訪談黃處長部份：

(1)訂單係決定目前台機研發方向之重要因素（市場導向）

(2)約 2-3 年前，台機曾著手研發吊車（crane）並由日本新潟大學提供技術支援及設計圖樣。

(3)一種產品之設計研發工作約需 1-2 年之時間

- (4)有關產製潛盾機 (Shield machine) 之可能性。
- a.完全自行研發生產：不大可能（考慮市場因素及研發時間）
 - b.採技術合作之方式最佳。
 - c.有設計圖則產製應無問題
 - d.有關油壓系統部份，國內現有專業廠商可承包。（台機本身亦有自製能力）
- (5)台機產製之柴油引擎，係與國外技術合作。
- (6)台機若產製出營建施工機具，在開標作業上不見得競爭得過外商，但具平衡作用（外商不致索價太高）
- (7)目前最可行之方式為在國外研發，在國內組裝生產。
- (8)業主對台機之信心亦很重要，若能由業主指定台機生產，台機在市場條件許可之下，絕對有產製之能力。
- (9)結論：台機本身具有研發、製造之能力，但下列諸因素將是成敗之關鍵：
- a.市場條件之配合。
 - b.政府之政策導向。
 - c.業主、廠商之信心配合。

訪談記錄二：

- 1.對象：連福機械公司
- 2.時間：民國八十一年五月十三日下午 2:00～5:00
- 3.訪談目的：瞭解並評估國內廠商產製營建施工機具之能力
- 4.訪談程序：
 - (1)訪問陳總經理
 - (2)參觀該公司工廠
 - (3)參觀捷運 254 標該公司安裝潛盾機作業
- 5.訪談內容：

- (1)對於施工機具（如潛盾機），台灣本身在製造上應無問題，但在設計、研發及電腦軟體之使用配合上尚待加強。
- (2)各施工單位對台灣本身之施工機具產品沒有信心，是自製施工機具時面臨之最大問題。
- (3)台灣本身部份機械廠對產品之品質控制不佳，亦是造成市場不佳之原因。
- (4)各工程開標作業亦為一重大問題，搶標後轉包將導致施工品質下降。
- (5)人才難求亦是一大問題，有研發能力之人才不願投入此行業，而有心從事者本身能力卻不足。
- (6)對於施工機具中之舊貨市場，政府應加以抑制。
- (7)營建施工機具若由本國製造，成本將大幅下降（如連續壁開挖機差價幾達一千萬元）。
- (8)各施工單位、業主排除崇尚迷信外國機具之心態國產機具才有市場，則製造業願意投入，由國內自行研發產製施工機具才有可能。

訪談記錄三：

- 1.對象：魏錦銘組長（榮工處儀控組）
- 2.時間：民國八十一年四月二十七日下午 2:30～4:00
- 3.訪談目的：瞭解榮工處在儀控方面之研發成果。
- 4.訪談內容：
 - (1)榮工處儀控小組目前正全力開發各型儀控設備，用於大地、土方等工程之監測，以控制施工品質，維護施工安全。
 - (2)儀控小組之研發成果係輔以電腦監測，除定時讀取所需數據外，並聯結警報系統，可有效提醒施工人員採應變措施。
 - (3)儀控小組自行研發之監控感應器（伸張儀），並曾獲專利。
 - (4)所開發之儀控設備已廣泛使用於榮工處各項工程，如中山高速公路五股瀉洪橋、光華橋、新生橋、及鐵路線之下南港溪橋之橋墩、河床安全監

測。現並計劃將研發成果推廣至隧道斷面量測。

(5)研發或製造新型施工機具，經費是最重要問題，各廠商應有投資之眼光，才能期許豐碩之成果。

(6)業主及各施工單位應排除迷信洋貨、日貨之心理，給本國製品一個公平競爭之機會，則國內自行研發生產各型機具之前景是可預期的。

訪談記錄四：

1.對象：新峯機械公司

2.時間：民國八十一年五月十三日上午 10:00～12:00

3.訪談目的：瞭解並評估國內民間製造商產製營建施工機具之能力。

4.訪談程序：

(1)訪問蔡董事長。(並收看幻燈片簡介該公司)

(2)參觀各工廠設備及研發部門、品管部門。

(3)訪問林廠長。

5.公司現況簡介：

新峯公司係一大型民間重機械公司，以製造土木及建築之機械為主要業務。其公司員工共約 500 餘名，其廠內設備主要分切割、滾壓、熔接、成型、起重等方面。其產品以各型鋼模為最主要項目，並曾製造各型環保及施工機具，亦曾與日商合作生產潛盾機(Shield Machine)

6.訪談內容：

(1)新峯公司有三十餘年重機生產製造之經驗，從零件、母機到整廠輸出製造皆有經驗。

(2)該公司曾與 IHI (石川島播磨重工業株式會社)合作生產潛盾機，用於台北市近郊衛生下水道工程。

(3)該二台潛盾機之製造技術除控制系統部份，其餘部份該公司皆可按圖施工。

(4)若完全由本身研發而不透過技術合作，則成功可能性不大。

- (5)機具之開標方式不能一味採最低標，只求低價將導致忽視品質及削價惡性競爭。
- (6)政府之政策是決定自行研發製造成功與否之關鍵，政府應以國產化為鼓勵廠商製造發展之重要目標。

附錄十 座談會摘要

第一次座談會會議記錄

一、時間：中華民國八十一年二月二十六日（星期三）下午 1:30～4:30

二、地點：台大工學院綜合大樓 243 室

三、主席：陳振川教授（台大土木系）

四、出席：陳益昭先生（營建署公共工程組技正）

吳鶯榮先生（中道工程公司總經理）

陳升勛先生（大陸工程公司經理）

曾崑彬先生（佑彬營造工程公司總經理）

陳 融先生（利德公司副理）

粘清水先生（互助營造公司經理）

郭憲鈴先生（營造業公會總幹事）

王孫賢先生（得格工程公司經理）

趙恆雄先生（廣記營造公司總工程師）

邱恆恩先生（東怡營造工程公司）

王川傑先生（預壘工程公司總經理）

彭延年先生（國工局管理組副組長）

劉 霆先生（台大機械系副教授）

陳飛熊先生（新亞建設公司副總經理）

李宏仁先生（榮工處研發組組長）

薛如舜先生（台大土木系助理）

陳家麟先生（台大機械系助理）

五、討論事項：

主席：國內所謂的施工機具自動化是希望藉由機械化、程式化、無人化的階段性改良，提升工程品質、成本、工期和環境；施工技術自動化是指使用機具、材料，以及管理技術來提升整體工程品質。這兩個名詞說起來都有些抽象，難以讓人了解，但在現階段來說，不論是引進、製造、發展新的施工技術和機具，只要是對現況或傳統有所改進，就可滿足自動化的要求條件，達到營建自動化的目的。國內營建業自動化工作目前做的很少，比起日本、歐美，還有漫長的路需要追趕，是需要各界共同認知與努力的重要課題。

陳 益 昭：營建署依照促進產業升級條例最近已訂定「民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」，根據此項辦法，營建業者申請投資抵減額度最高可達百分之二十，最低也有百分之五。這項辦法訂定的基本精神即是：以逐步的方式提升自動化。

陳 飛 熊：營建自動化工作具有整體性，從調查、規劃、設計、施工的次序行列裡，只有最尾端的施工一節由營建業負責，但事實上，施工所採用的機具設備和技術卻與調查、規劃、設計攸關，有些機具業者想用卻礙於設計無法進行。例如，新亞曾在十大建設期間做高速公路時設計一種做胸牆的機具，然而做完之後，其他的工程因設計不同，沒辦法再予利用，又如以前協和電廠的煙囪工程，兩百公尺高，底寬上窄直徑變化的結構，新亞也買了特殊滑動模板施工，目前那套設備也已閒置。

吳 鶯 榮：設計單位對於材料、工法，以及工程地質都應深入了解，關於問卷，希因工程性質和使用者不同，按機具不同進行分類調查，期能真正地反應出目前營建自動化的現況。

陳 升 恆：營建業者要改變被動的角色，需要與設計業者密切結合，統

包工程將是解決問題的有效途徑，值得大力推廣。同時，培養大型營造廠，積極進行研究發展工作，並在法令上加以配合，營建自動化工作才會落實。此外，目前施工過程中變更施工方式和技術十分困難，業者因需要而向業主提出更佳更快的施工方式或技術時，往往受限於得標合約的規定，無法變更，這種情形對於營建自動化推廣有所影響。

曾 崑 彬：環保與交通單位現今開始強力取締污染、超載，已使業者非得尋求自動化的發展。

陳 融：營建自動化的癥結最主要是營建業的市場是由政府在營造，政府在主導，營造業者沒有辦法像一般的製造業主動開發自己的市場，所以當一項工程投標之前，業者極少願花心力於工程市場的施工技術、機具方面的研究，因而在市場難關的情形下自動化工作是有困難的。

粘 清 水：自動化工作難以推展另一個原因是國內市場太小，由於市場太小，業者不能經濟地利用各種機具設備，進而也減少購置機具設備的意願。不過，這方面也可仿效日本的作法加以改變，日本有許多機具設備租賃公司，也有些製造機具公司出售機具後還會折舊買回機具。建議政府可鼓勵國內類似機具租賃專業廠商的設立，以利營建業自動化的需要。

劉 霆：本研究案主辦單位很想知道各型自動化施工機具裡有多少類型的機具是可能在國內生產製造的。

李 宏 仁：榮工處除了引進自動化機具外亦自行研發自動化之儀器設備，在自行研究發展方面，榮工處近年來研製了隧道斷面自動量測儀、自動試樁設備、自動監測系統等，已有了初步的成果。關於推動自動化的困難之處，投資引進機具於本工程完工後往往因無後續工程而使機具閒置、自動化之機具與工程之設計無法配合，以及技術工人流動性高等等，都是需要克

服的問題。榮工處有高度意願在推動自動化工作方面貢獻力量，也樂觀政府訂定獎勵辦法，鼓勵業界自動化，加速提升國內營建水準。

郭 憲 鈴：營造公會的會員多半屬中小企業，談機械化、規格化、對該公會的會員固然重要但並不容易做到，目前營造業公會正著手建立全國性的營建資訊系統，預定容納包括法規、建材、機具等資料建檔，然後提供會員使用，屆時相信對於營建自動化工作推廣有所幫助。本年四月一日起公會將進行全國工商普查，公會相當樂意在這個作業過程中協助主辦單位進行施工機具和機具自動化的問卷調查，以充分了解目前營建業機具使用的現況。

王 孫 賢：得格公司專做系統模板，系統模板成本雖較傳統模板高，功能卻較好，然因需利用吊車機具進行作業，較不易為人所接受。機具的採用是與工程人員的觀念和教育有關，現階段還需要加強自動化的教育。

趙 恆 雄：教育的確十分重要，現今部分的工程人員現場的施工能力不足，在換班交接後即難以掌握狀況，致使施工作業產生困擾；有些工程人員連工程圖都不會畫，卻要怎麼做就怎麼做，這些都會影響到機具施工作業的進行。

邱 恆 恩：機具作業終有其極限的困難，但在工務管理、電腦運用以及合約規範的整合若能獲得改善和重視，對自動化將甚有助益。

王 川 傑：磚工、鋼筋工、模板工的國家技術證照核發應由現行社會局每年只核發一次改為由大營造廠來核發，如此，人力資源的控制和技術的提升皆可達到業者的需求。

主席結論：本研究案主辦單位除了要詳實的反映業者的意願和整理業者所提供的資料外，對於營建自動化工作的推廣，還希望與營

建業相關的單位，不論是政府主管單位、負責規劃設計的工程顧問公司，以及教育部門，能共同合作，以整體力量推動營建自動化，使營建業真正邁向自動化的正軌。

第二次座談會會議記錄

一、時間：中華民國八十一年三月四日（星期三）上午 9:00～12:00

二、地點：台大工學院綜合大樓 543 室

三、主席：劉正良教授（台大機械系）

四、出席：陳茂林先生（建昱實業公司主任經理）

康嘉誠先生（新東亞交易股份公司）

陳孟德先生（安東貿易股份有限公司副總經理）

陳榮基先生（加德建重股份有限公司市場企劃顧問）

許金生先生（漢吉股份有限公司副理）

王則辰先生（新寧股份有限公司）

林建智先生（維昌股份有限公司）

喬 莊先生（劍門企業股份有限公司總經理）

劉 霆教授（台大機械系）

陳飛熊副總（新亞建設公司）

陳志勇組長（榮工處機料部技術組組長）

李宏仁組長（榮工處研發組組長）

章紀川先生（榮工處機料部）

薛如舜助理（台大土木系）

陳家麟助理（台大機械系）

五、討論事項：

主席報告：本次座談會為營建管理協會為辦理「營建業施工技術及機具自動化之現況調查及分析研究」研究案而召開。徵詢各界專家之意見，再彙整作成報告，目前已擬定一份問卷，其內容是否恰當，亦請各位提供卓見，期能達成預期成果。

劉 霆：與會各位為國內較具規模機具代理廠商，較明瞭國內外營建商所使用機具之水準，請以該觀點說明國內最需引進使用之機具，以利我們進行分析。

陳 飛 熊：機具自動化之定義並非完全自動，只要能符合省時、省工之機具均為其範圍。

(各廠家代表簡介其公司概況與代理機具之廠牌及性能)
(略)

各單位目前推動施工機具自動化之狀況：

李 宏 仁：榮工處近年在自動化機具研發之成果有「隧道斷面自動量測儀」，「自動試樁設備」，「大地自動監測系統」等，初步使用之效果不錯。並積極引進自動化之施工機具，如大型隧道鑽挖機具—TBM、隧道自動出碴機、電腦化之測量儀器等。

康 嘉 誠：新東亞曾自日本引進隧道噴漿機，可節省成本，提高施工品質，且有利作業員健康，惜因承包商及作業員配合意願不佳而影響其成果。

陳 飛 熊：日本政府與大學教授，大建設公司及大機械公司合作研究，推動提高機具及技術並將成果轉移民間之作法值得我們參考。許多代理廠商及租賃廠家皆有推動自動化之意願，但尚需克服資金及整體自動化等問題。

推動自動化之困難點：

陳志勇：機具有安裝維修不易及成效不易掌握兩方面之問題。

陳孟德：業主開出之單價低，後續工程性質不定，影響成本回收，造成推動自動化之困難。

陳飛熊：協助小包及所屬作業手之配合意願也很重要。

王則辰：公營機構發包競標方式影響施工品質，最好能依廠商施工技術採分級方式進行發包。

章紀川：目前國內營建勞工素質較低，抗拒機具心理嚴重，加以操作新機具之訓練不易，經訓練之作業手容易外流，造成使用自動化機具之困擾。

相關法令及制度之配合：

主席：凡引進之機具能提升施工品質、降低施工成本、縮短施工期限、增進工作安全、提升環境品質、均屬於政府獎勵機具自動化之考慮範圍。

李宏仁：營建業者引進自動化機具可能享有抵減稅額之優惠，各機具代理商於推銷自動化機具時可同時傳達此訊息，以增加營建業者之購買意願。

陳飛熊：政府目前發佈之獎勵辦法中有關自動化之定義，應以全新品（不含零組件）為準，且應優於現今使用之傳統機具。

主席：非常謝謝各位在百忙中出席今天的會議，發給各位之間卷請各廠商就代理、供應業務內容填寫，並可將自動化機具之型號及簡介一併寄回，以作為分析研究之依據。

第三次座談會會議記錄

一、時間：民國八十一年四月八日（星期三）上午 9:30～12:00

二、地點：榮工處圓形會議室（台北市松江路 207 號 12 樓）

三、主持人：曾元一處長（榮工處）

陳振川教授（台大土木系）

四、出席單位及人員：

1. 政府主管單位：

- (1) 吳偉康先生（行政院公共建設督導會報）
- (2) 王博緣先生（行政院產業自動化執行小組助理執行秘書）
- (3) 陳益昭先生（內政部營建署簡任技正）
- (4) 林福居先生（內政部建築研究所籌備處組長）

2. 業主：

- (1) 廖慶隆先生（台北市政府捷運工程局副局長）
- (2) 蔡茂生先生（交通部國工局北宜施工督導小組執行秘書）
- (3) 孫嘉陽先生（高雄市政府捷運工程籌備處總工程司）
- (4) 李宗憲先生（台灣電力公司）
- (5) 崔黃鈞先生（聯勤工程署）

3. 設計單位：

- (1) 黃文先生（聯合大地工程顧問股份有限公司總經理）
- (2) 趙基盛先生（中華顧問工程司經理）
- (3) 陳正宗先生（中興工程顧問社協理）
- (4) 陳宗禮先生（一梅達工程顧問有限公司董事長）
- (5) 李光雄先生（三力技術工程顧問公司董事長）
- (6) 陳盛強先生（吉興工程顧問公司副理）
- (7) 柯鎮洋先生（中鼎工程公司副組長）
- (8) 劉家添先生（益鼎工程股份有限公司）
- (9) 張簡榮富先生（亞新工程顧問股份有限公司）

五、討論：

主 席（陳振川教授）：

歡迎各位百忙中抽空參加「營建業施工技術及機具自動化現況調查及分析研究」案之座談會，本案為台灣營建研究中心與中華民國營建管理協會接受內政部建築研究所籌備處委託進行之研究案，其目的在於蒐集、整理並分析營建施工技術及機具之自動化資料，作成報告，提供政府釐定未來發展策略及訂定獎勵措施方案之參考。營建自動化目前不敢奢談智慧化或遙控化，係以營建施工技術、機具之引進能達到減少勞力，增進安全，提升工程品質之廣義範圍為定義。本研究案中打算分別對 (1)施工單位 (2)機具供應商 (3)政府主管單位、業主與設計單位舉辦座談會。目前已對施工單位及機具供應商舉辦過。與會者認為要達到自動化，業主與設計單位應要有認同感，如在設計、發包時沒將自動化之理念引入，在現今之法令規章下很難做到自動化。或許業主、設計單位也有很多困難，今天請各位提供寶貴之意見，以協助本案之推行。

蔡茂生：本協會另有一評選委員會及工作小組負責推動「營建業施工技術及機具自動化之評選與獎勵措施」，其主要目的為藉評選活動及其觀摩、說明會之活動使業者體認自動化技術及機具需求之趨勢，並宣傳自動化帶來的好處，鼓勵業者投資於自動化之施工技術及機具，提升營建水準。目前評選優良廠商以表揚為主，另外，亦期望能對業者在資金之獲得、利息之補貼、研發人員之培訓，操作技術之養成及工作權之保障（如優先議價權）、押標保證金之減免等方面能獲得實質之好處。評選辦法為業者以其投入資金用於工程及機具達成自動化成效之資料提出申請，資料經工作小組分類評鑑後送評選委員會選出對提高品質、降低成本、減少人力、縮短工期、增進安全、改善環境之績優良廠商，建議內政部建研所或

其他合適之單位頒予獎狀。

王 博 緣：政府從八十年開始推行產業自動化，預計十年內投下一百億，範圍包括製造業、農業、商業、營建業等，院長也很重視，每半年舉行簡報時，對如何執行均有所指示，對目前推動情形也相當滿意。為配合產業自動化之推動將有一系列之活動：七月份與工業自動化協會舉辦自動化機具展，七月二日舉辦業界自動化成果應用展，七月六日至八日間舉辦國際性自動化研討會，近期在五月二十七日至二十八日將舉辦全國性產業自動化會議。希望業界對此正式之自動化活動儘量參與，將我們的看法、結論、推動方案等情形介紹給業界同仁，同時希望將業界之「具體作法」及「希望政府如何執行」建議予行政院，使成為一正式之年度計劃案來徹底執行。

主 席（陳振川教授）：

政府對自動化之工作推動十分積極，在法規上亦有許多措施，請與本業務相關之內政部營建署，對我們作一介紹。

陳 益 昭：業者之意願為產業自動化之首要條件，其次要掌握市場之脈動，現在正是推動自動化之適當時機。國民所得提高後，人力大量移往服務業，營造業因施工環境最不理想，其人力缺乏最為嚴重，業者已意識到以低勞工經營之不可能。政府適時推動「促進產業升級條例」，並於七十九年十二月底發佈，營建署依此訂定「民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」，為求技術能在國內生根，引進購買國外機具之抵減額為5%，而國內自行研發生產者之抵減額為20%。八十年元月一日後購買重機械者均適用此條例並於八十一年元月三十一日公告。

林 福 居：大家對國內營建業之現況不够清楚，因此委託營建中心及營管協會對營建業之施工技術與機具作調查、研究，以為訂定

評選及獎勵辦法之參考。本著積極之作法，希望在最近之一、二年內訂出一套較具體之方向，對業界提供較具體之幫助。

陳宗禮：自動化推動最好的日本，在大型機具方面除了引進外尚自行研發，在使用上有出售與出租，個人認為我國可行之作法有：

- 1.較大型機具由設計單位評估、研究後由業主購買，供得標承廠使用或租用。如使用效果不錯，爾後工程亦可設計使用，或以廉價二手貨出售，使民間業者亦能擁有自動化之設備。否則因自動化機具投資成本大，民間小企業投資不起或考慮爾後工程用不著而裹足不前。
- 2.業界規模小，宜由政府組成似日本尖端技術中心之大財團法人作自動化情報之收集及自動化機具之購買，供業界租用。
- 3.要達到自動化必須設計者能知延用何種自動化機具施工以達成其設計，而施工單位也要能主動尋求所需之自動化機具來施工，使施工與設計結為一體。

李光雄：1.政府有心推動自動化，需考慮其可行之方法。目前許多政府事業都要民營化，其實能提升營建業層次而可能不賺錢之尖端科技應由政府組織大型財團法人機構引進，供民間租用，如經租用不錯，民間業者認為有利可圖，則自然會跟進。

- 2.要達到自動化，設計者必須要知道以何種自動化機具施工可達成其設計，而施工單位也要能採用所需之自動化機具來施工，方可使施工與設計合為一體。

張簡榮富：自動化最主要的目的是省工時、省人力、促進施工安全。在這種情況下，如果在設計大型工程時，例如北二高頭前溪橋

工程以替代方式進行，對業者以自動化機具進行施工，即是一大誘因，所以，個人認為可以替代方案勵措施來推動自動化的工作。

李 宗 憲：自動化技術機具或建材在評估時很好的，實用時結果不見得百分之百都很理想，使引進之公家機關經辦者，有「涉嫌圖利他人」之困擾，如能由政府成立一超然之單位，附署證明該機具、技術或建材之可行性後再引進，應可減少困擾。

崔 黃 鈞：公家單位引進機具、技術設備，經使用成功沒人講，萬一失敗則有理說不出，後患無窮，業主是有意願引進自動化，以提升工程品質，但因懼於萬一失敗，因而裹足不前。

廖 慶 隆：個人認為推動自動化重要的是要有一致之觀念，而後才能制訂一致的法規推動，目前捷運局對協助承包廠商推動自動化之作法：

- 1.攬約之工程項目明列承商必須購買PM系統之營建管理資訊設備。
- 2.成立營建自動化小組，從規劃、設計至發包、施工、營建管理之資訊有一貫性之作業，使規劃、設計之資料能移到發包、施工中使用，及以編碼整合土木、建築、儀控、監控、水電各項工程，並要求顧問、設計及施工單位據此編碼計價。
- 3.水溝蓋、隔音牆、潛盾環片等定形材料之規格化統一化，達到提高品質、降低成本、使用方便之目的。
- 4.建立與承商之溝通管道，定期研討純技術方面改善之可行性。

主 席（曾元一處長）：陳董事長建議由政府成立一租賃公司，主動購買自動化之機具、技術，供營建廠商承租使用，李董事長也提議在工程中之特殊機具，由政府引進供應，爾後之工程不

論由何人得標，均可再度使用，可提高機具之使用率，這些都是可行之辦法。台電與聯工署建議由政府成立超然之評估單位，經客觀評估可行性後再建議業主或承商購買使用，以減少業主之責任，政府主管單位應考慮此項建議之必要性。廖副局提及捷運局之整體化、系統化、規格化、制度化之作法，成效確實不錯，但捷運、國道各有一套不同之編碼與資訊系統，爾後其他業主亦可能使用其他不同之系統，如此將增加承商之困擾，本人認為應予以整合，使之統一化。

陳 正 宗：承商、業主與政府對營建業之自動化均有迫切之需要。對承商而言，自動化可提高效率，降低成本，相對的也提高了施工的利潤，如李董事長所說，利之所在，不需獎勵廠商也設法去做，對業主及政府而言，因自動化可提高施工品質及提高環境品質，故勢在必行，今之問題不在如何獎勵而在如何推行，本人以為應從下列幾項著手：

1.在業主方面：

(1)儘量設立預付款制度：合約內明訂預付款為協助得標廠商添購自動化機具設備，不能作其它用途，以提高廠商之產業升級且可避免圖利他人之嫌。

(2)公務行政制度上：捷運局及國道局推行自動化之措施，營建業及設計單位為了配合其研發之系統，增加了報表及請款上的許多困擾，但此為過渡時期之現象，以後應可模擬出一套最適合營建業之系統，增加使用上之方便。

2.在政令方面：

以目前國內之施工機具，要完全符合環保之要求，絕無可能，但業者要有「此為必然趨勢」的共識，趁此六年國建重大建設時淘舊換新。政府亦應事先通告，讓業者之

施工設備改良有 3-5 年緩衝之階段，以免業者措手不及，增加政府執行之困難。

3. 在設計方面：應對政令之要求作適度之成本反應，至於李董事長所說設計者經驗之不足，在自動化、制度化後，此現象應可減至最低。

黃 文：1. 自動化為目前之趨勢，但在過渡時期間推動自動化之業者不一定能節省成本，在業主方面應有持續性及前瞻性之作法。

2. 克服第一次使用不成功之恐懼，應可由設計單位分擔部分風險。

3. 在標單上限定應使用自動化機具，或對於採用自動化施工技術與機具的投標者能給予較優惠的對待，以鼓勵自動化工作的落實。

趙 基 盛：1. 在業主如何協助承商推行自動化方面，提議 (1) 自動化之承商有優先議價權 (2) 可申請預付款以支付自動化設備 (3) 若因採自動化施工而提高品質、縮短工期或減少業主管理費用，可考慮支付績效獎金。

2. 在設計與施工之配合方面：

- (1) 設計以前，預先了解 (a) 工程之困難點 (b) 機具供應商所能提供機具之性質 (c) 國內一般施工者之能力，以免作出目前之施工機具或施工能力無法達到之設計。

- (2) 設計作業應規格化、標準化、達到樣少量多，成本低，施工方便之目標。

3. 在政令之配合方面：台電代表建議以專責單位審查自動化之可行性，目前在建築技術規則編有「新技術、新工法、新設備、新材料之審查申請要點」，但沒規定經審查認可後有何優惠條件，訂立獎勵辦法時應可將此列入考慮。

- 4.應使推動自動化之廠商獲得合理利益，按實際所需之成本訂定合理單價。

劉家添：在設計上應配合施工之自動化：

- 1.在設計上力求規格化、簡單化，並在合約內訂定須使用自動化機具之工法。
- 2.設計者常專精於某方面工法而對其他工法較不了解，可經常舉辦活動，使營建商或設計者了解新工法。
- 3.設計者有責任將價值工程用於設計，把幾種設計方式提供給業主，讓業主去選定最好的工法。

孫嘉陽：推動自動化之工作為一長期性之工作，無法馬上達成，建議將最低標改為合理標。至於成立權威之審核機具或技術單位，等於成立一專門負責之單位，把責任推給他，似不妥當。

柯鎮洋：1.設計單位不知將來得標廠商是那家，因此不知其施工能力與機具設備，建議設計者作設計圖，承包商作施工圖，再送設計單位審查是否符合設計精神，業主亦應考量設計單位審查施工圖說之時間與費用。

- 2.引進新的施工技術或機具時，需同時考慮引進其檢驗之設備及配合變更檢驗之流程，避免檢驗或檢驗設備無法配合。

主席（曾元一處長）：業主檢驗儀器或方式需考慮配合業者高性能新機具或技術之引進使用，必要時可考慮改變規範。個人認為此點很重要，如目前滾壓機已可一次滾壓60cm，規範仍照三十年前之規定，限定每次僅能滾壓30cm，必影響業者購買新進機具之意願。

吳偉康：1.督導會報於去年底接受郭南宏政務委員的指示參與營建業自動化之工作，但至目前為止，仍為參謀性質之作業，最近聽說目前國內連續壁機具之數量與日本相當，我們是否

需要如此多的機具，在新建設計畫推出時，如有比較明確的報告，較利於政府作決策時參考。

2.引進機具之風險，政府工程主辦單位也可承擔部份風險，在事前先做一些完整的評估，由業主來推動可能較由營造業者來推動較有效率，也可降低營造廠商之風險。

3.研發及機具獎勵方面：在優良營造廠商評選標準草案中，研發與訓練約占2%（未定案），各位可提供寶貴意見或透過管道參與草案之修訂，將自動化機具方面之比例做一適當的調整。

4.推動自動化之組織架構：有人認為應成立專責機構，有人認為應任命編組之架構，目前仍在討論中，希各位能提供意見。

5.捷運、國工局在管理及專案控制軟體方面有所成就，但廠商相對為配合各個業主在行政報表方面增加了人力與困擾，這方面我們也在檢討。目前督導會報為幕僚角色，沒管轄權，僅能作幕僚工作，在組織上如能調為公共工程委員會，有真正管轄權則執行上較容易。

陳盛強：1.我們在設計前，都會對專案工程之特性赴國外考察，因此能設計與國外之先進技術同步之工程。

2.我國營造業規模小，管理不健全，在訂立周全政策不易之狀況下，建議投標時應由專業營造管理單位評鑑合適之廠商參與，以免形成劣幣逐良幣之現象。

陳益昭：剛才有人提議由政府機關成立租賃公司，因最近民意高漲，議會在審查預算時恐怕不會通過，建議由榮工處能成立租賃及營建管理部門，如此不但可增加業務量同時也能提早回收投資機具之成本及提升民間施工之技術與機具水準。

主席（曾元一處長）：剛才吳偉康先生提供了一個很好的訊息，督導

會報已在著手整合營建業自動化之問題。吉興陳副理提出專業營建管理制度之作業方式，這很重要。個人認為以統包之方式更能結合營建廠商與設計單位之力量。至於營建署陳先生建議本處扮演租賃與營建管理之角色，構想不錯，但目前基本上尚不能實行，因在審計法規上榮工處沒此業務項目，但應是可考慮與突破的。

附錄十一 研討會摘要

壹、隧道施工自動化研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年一月三十一日（星期三）下午 2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路 207 號）

三、主持人：曾元一處長（榮工處）

陳振川教授（台大土木系）

四、講題：1.潛盾施工自動化

主講人：廖銘洋先生（榮工處北工處衛三所主任）

2.自走變形式隧道鋼模

主講人：胡鳴群先生（榮工處板修廠檢驗組組長）

3.隧道斷面之自動化量測

主講人：魏錦銘先生（榮工處總工程司室儀控小組組長）

五、演講內容：

1.潛盾施工自動化：

目前國內潛盾施工自動化的主要目標為：(1)潛盾開挖穩定之控制系統(2)開挖土壤的運輸(3)潛盾設備及基地佈置(4)背填灌漿(5)第一次襯砌的支保環片組立(6)潛盾方向控制潛盾施工法的發明，最主要即是推動作業效率化及省力化，以及改善作業環境和勞動條件。國內自民國六十四年引進此一工法迄今，十六年來使用了二十四台次潛盾機，潛盾機施工里程共計達三十餘公里，早期使用之潛盾機如手挖壓氣式潛盾機，每班作業人力需三十四人，近年來使用加泥土壓平衡式潛盾機則每班不超過二十人，作業環境亦較前為改善。展望未來，單在台北之捷運工程及衛生下水道工程，兩年內預估將有三十餘部潛盾機

在地下同時施工，潛盾施工之自動化顯得日益重要。潛盾施工之自動化勢在必行，自動化之過程務必要注意本土化，例如使用本土化的材料，又如使材料規格能單純化或統一化，才能使國內的潛盾施工展現新的面貌。

2. 自走變形式隧道鋼模：

胡鳴群先生自行研製的自走變形式鋼模曾在 1990 年美國工業設計發明展展出，獲得最佳工業設計獎，在國內，也獲得中央標準局的發明專利，最近，並獲得中央標準局八十年度發明展的金頭腦獎。

自走式變形隧道鋼模之原理系利用剪刀式十字機構互相串連銜接，形成一框形基本節，當基本節受到拉伸或壓縮併攏時，斷面將發生變化，進而帶動附於鋼模的模板節片同時動作，使模板節片向內收縮或向外擴張，達到脫模的效果。

自走式變形隧道鋼模之中空式大樑設計可允許出碴車輛通過，於二次襯砌之作業期間，中空式大樑尚可供人員與材料的進出，因此可容許多套鋼模同時作業；附設的鋼筋工作架可於混凝土澆注及養生期間，於另一處同時進行鋼筋綁紮，如此，可使施工流程緊密重疊，節省工期。

這項發明，目前還未實際運用於隧道工程施工，鋼模變化萬端，尚可運用於建築模板、箱涵、預鑄管涵等。

3. 隧道斷面之自動化量測：

初部研發成功之隧道斷面自動量測儀係利用光學掃描之原理，配合電腦運算、繪圖，以短時間自動測出隧道的開挖斷面，繪出斷面圖形，並可和設計開挖斷面立即比較，立即得知超挖或開挖不足之情形。

這套儀器的操作程序採中文敘述，以單鍵開機方式操作，藉阿拉伯數字選擇功能及輸入參數後即可開始測繪，操作簡單，人員經簡單訓練即可上機，執行測繪。

目前這套儀器還在做進一步的改良，尤其是對於隧道內粉塵多，易影響微處理系統之正常作業，將是進一步改良的重點。

貳、高強度及超高強度混凝土

自動化生產技術與施工管理研研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年二月二十五日（星期二）下午 2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路 207 號）

三、主持人：曾元一處長（榮工處）

陳振川教授（台大土木系）

四、主講人：徐金泉（亞洲水泥公司製品處經理）

五、演講內容：

（一）高強度混凝土：

生產符合規範要求的高強度混凝土，使其具有要求的工作性和強度是必須透過嚴謹的品質確保系統達成的。事前規劃作業、妥善的發包作業、施工中的品質檢驗措施以至於使用後的檢核等都是品質確保工作的一環。

預拌場執行混凝土材料之調查規劃、進場檢驗、試拌、生產、運送、卸料、試體製作、抗壓強度測試及追蹤統計等管制工作。監督者則有業主、營造廠、設計者、顧問公司等。

品保工作中最重要的是控制材料的品質，這些材料包括水泥、化學摻料、骨材及水等。

（二）超高強度混凝土：

超高強度混凝土較一般混凝土為特殊，其空氣含量、砂灰含量、強塑劑含量都應十分注意。空氣含量方面，必需在 2.0% 以下。因

為空氣含量會影響混凝土之強度，一般情形下每增加1%的空氣含量會降低5-8%的混凝土抗壓強度。砂灰的添加量要以水泥重量計算，一般約為7-15%，確實的添加量應視混凝土的要求而定，且應於事前試拌，以確定添加量。強塑劑恰當的減水效果約為20%-30%，由於本省溫差大，使用時需特別謹慎，最好在施工前做長時間實驗室及現場大量拌合試驗，以掌握變化。

除前述外，水泥的品質、砂的細度以及碎石、粗骨材的粒度形狀等都應注意控制。

參、滑動模板之施工技術與管理研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年三月二十日（星期五）下午2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路207號）

三、主持人：曾元一處長（榮工處）

陳飛熊副總經理（新亞建設公司）

四、講題：1.滑動模板工法

主講人：林瑞棋（總行營造工程有限公司）

2.協和火力電廠RC煙囪滑動模板之施工實例探討

主講人：曾廣全（新亞建設公司顧問）

五、演講內容：

1.滑動模板工法

(1)滑動模板工法可應用於土木或建築工程之垂直或水平構造物。

(2)說明垂直滑動模板與水平滑動模板之構造及載重組合、構造物之容許誤差、模板組立方式、水平及準線調整、養護及修飾、拆模方式等。

(3)滑動模板之優點為：

- a.整體建築物混凝土澆置一次完成，無施工接縫，可增加構造物之氣密性與水密性。
- b.構造物之形狀尺寸以同一模型控制，誤差甚小。
- c.僅須一次立模板即可完成整座建築物，可節省組模費用及人力。
- d.構造物之形狀變化不受模型限制。
- e.無需架設鷹架。

2.協和火力電廠 RC 煙囪滑動模板之施工實例探討說明本實例之：

- (1)各結構中主要組件之功能
- (2)滑動模裝配作業程序
- (3)灌漿、升模的運作
- (4)拆卸周圍結構及中心結構

肆、飛模及爬升模板之施工技術與管理研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年四月二十九日（星期三）下午 2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路 207 號）

三、主持人：梁樾副處長（榮工處）

四、講題：1.飛模之施工技術與管理

主講人：王孫賢（得格工程公司規劃部經理）

2.爬升模之施工技術與管理

主講人：Mr. Vorlufer（德國 DOKA 公司技術部首席工程師）

五、演講內容：

1.飛模系統

模板格柵、樓梯塔架、支撐架等均為標準構件，使用之初組合簡

單方便，使用後僅降下就可平移或裝上輪組推出到他處使用，不需要再行拆卸及重新按裝，節省工時，安全性高，並具下列特性：

- (1)彈性大：只需增加或移除基本框架即可將大面積的模板單元，迅速再予加大或縮小。
- (2)組合任何高度：由三種不同高度（1.8m、1.2m及0.9m）的基本框架混合使用，再加上伸縮槓桿（可調77cm）、伸縮腳架（可調77cm）及轉環式（可微調至mm）的調整，可達成任何高度的要求。
- (3)對各種形狀之樓板均可使用，亦可用於橋樑結構的模板。其移動、定位，十分方便省時。
- (4)在很高的高度亦可承受極大載重，將基本框架組成正方形尺寸便能承受更大載重。

2.爬升模系統

爬升模板系結合系統牆模的標準配件、爬模架及工作架而組成為一單元，此單元可一次吊運而不必拆解，使吊運及人工的成本降至最低，其操作程序如下：

- (1)澆置混凝土時預埋一錐形鐵件，吊升前取出預埋錐面，再轉入錨錠圓錐，吊升爬升單元並將爬模架固定於錨錠圓錐上，再插入保險栓後旋轉90度，藉旋轉套筒式主軸將模板面移至定位，以附木契嵌入爬模架孔，即可澆置另一階段混凝土。
- (2)拆模時模板可後移75cm並固定（便利清理工作），以吊索勾住爬升單元，拉出保險栓，即可吊升至次層作業。

爬升模板之上部工作架可用作安全之作業平台及放置鋼材之用，底部工作架可作完成面之粉刷及後續工作之安全工作架。該設備只需加上自動爬升器就成自動爬升模板，可自動爬升，不需使用吊具。

伍、我國營建業自動化現況與未來趨勢研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年六月十二日（星期五）上午 8:50～下午 17:20

二、地點：台大工學院綜合大樓國際會議廳

三、主持人：蕭江碧（內政部建研所副主任）

梁 樾（榮工處副處長）

林清波（互助營造公司董事長）

李建中（行政院公共建設督導會報副執行秘書）

陳舜田（工技學院營建系教授）

四、講題：

1.內政部建築研究所籌備處推動營建自動化之現況

主講人：蕭江碧（內政部建築研究所籌備處副主任）

2.行政院公共建設督導會報推動營建自動化之現況

主講人：楊錫安（行政院公共建設督導會報組長）

3.交通部國道新建工程局對推動營建自動化之配合作法與成效

主講人：鄭文隆（交通部國道新建工程局副局長）

4.台北市政府捷運工程局對推動營建自動化之配合作法與成效

主講人：廖慶隆（台北市政府捷運工程局副局長）

5.榮民工程事業管理處對營建自動化之引進、研發之現況與成果

主講人：梁樾（榮民工程事業管理處副處長）

6.中華工程公司對營建自動化之引進、研發之現況與成果

主講人：莊乾道（中華工程公司副總經理）

7.新亞建設開發公司對營建自動化之引進、研發之現況與成果

主講人：陳飛熊（新亞開發建設公司副總經理）

8.我國建築工程自動化之現況與展望

主講人：陳清泉（台大土木工程教授）

五、演講內容：

（一）內政部建築研究所籌備處推動營建自動化之現況：

政府為了解營建業對自動化之全盤需求，於七十九年四月間組成工作小組，邀請政府建管單位、工程單位、學術機構、營造廠及各公會，組成工作小組，針對規劃設計自動化、營建管理自動化、施工技術自動化、施工機具自動化、營建材料自動化、智慧型建築等六項課題分別研訂架構及課題，加上營建業自動化技術引進推廣及獎勵辦法，納入中程計畫分五年進行。

八十年度推動成果：

1. 研究方面：

- (1) 營建業自動化資訊流程與系統介面之研究
- (2) 營建業設計自動化標準單元圖形之研究與建立
- (3) 連續壁施工自動化—穩定液品質控制系統之研究
- (4) 隧道斷面自動量測儀之研製
- (5) 建材標準化模距尺寸之訂定（門窗、磁磚）
- (6) 營建法令檢索系統維護與推廣
- (7) 大地工程資料庫建檔
- (8) 建築材料設備型錄彙編

2. 一般措施：

- (1) 考察國外營建業自動化發展並作成報告
- (2) 辦理「電腦輔助設計於建築造型、視覺表現與設計分析之應用」研討會

八十一年度執行概況：

1. 研究方面：

- (1) 營建自動化績優單位獎勵及推廣活動
- (2) 營建自動化相關規範及標準之訂定整合
- (3) 營建自動化相關資訊系統建立

2. 成果推廣：

- (1) 1991 年中華民國產業自動化及自動化機具展
- (2) 第三屆建築暨產品展
- (3) 80 年台北國際建材大展

產業自動化會議營建分組結論：

為了解推動產業自動化，各界的反應及建議，配合行政院產業自動化小組辦理產業自動化會議，營建分組經過兩次座談會決定四項主題後，分別委請相關政府機構、學術機構及業界團體研擬提案，經於 81 年 5 月 27、28 兩天討論，各項提案獲致共識。

(二) 行政院公共建設督導會報推動營建自動化之現況：

督導會報於 80 年 8 月 1 日成立，同年 12 月底按行政院科技顧問組之規劃，加入推動產業自動化的行列。

1. 推動策略

- (1) 建立自動化推動體系，發揮整體力量。
- (2) 創造自動化環境，增進業者參與意願。
- (3) 推廣自動化技術，提升工程品質。
- (4) 加強自動化人材培訓，因應自動化需求。

2. 推動架構

公共工程主管機關對營建管理、規劃設計、營建材料、施工技術及施工機具之五大自動化課題將推動建立標準，訂定規範及改善制度等工作。

3. 推動中之營建業電腦諮詢服務系統

為增進營建業資訊流通，提升營建業整體產能與品質，委託製作「營建業電腦諮詢服務系統」，期針對營建廠商之需求建立各類資料庫，即時提供營建廠商必要之商情。

4. 產業自動化會議營建分組建議執行項目

(1) 督導會報主辦部分：

- a. 成立營建自動化工作協調會
- b. 加強整合規劃設計及施工規範
- c. 研議大型公共工程應以一定比例金額進行研究發展之規定
- d. 會同工程主管單位妥善規劃自動化潛力之工程項目與內容
- e. 推動促進營建業升級方案
- f. 研議設立大型施工機具公司
- g. 研議實質之各類獎勵措施
- h. 舉辦營建業施工技術及機具自動化研討會及展示會
- i. 研議營建工程技術轉移法令及建設技術管理辦法

(2) 督導會報與建研所合辦部分：舉辦觀摩會及研討會，並研擬實質之獎勵措施，激勵營建業者積極朝自動化努力。

(三) 交通部國道新建工程局對推動營建自動化之配合作法與成效：

1. 規劃設計方面

(1) 發展目標：

- a. 精緻化
- b. 電腦化

(2) 具體作法：

- a. 以航空測量數值地形資料作規劃設計
- b. 地理資訊系統 (GIS) 之應用
- c. 電腦路線視覺模擬之應用

2. 施工技術與機具方面

具體成效有：

- (1)橋樑懸臂工法
- (2)橋樑節塊推進工法
- (3)隧道豎井鑽鑿工法
- (4)施工機具之引進：於工程中配合承商引進巨臂旋轉切削頭(Road Header)、全斷面隧道開挖機(TBM)、剛性路面鋪築機等。

3.營建管理方面：

- (1)發展目標：
 - a.資訊健全化
 - b.作業標準化
 - c.提高效率
 - d.開創良好環境
- (2)具體作法：
 - a.標準化作業程序
 - b.管理電腦化系統(CMIS)之應用
 - c.計畫執行管制系統
 - d.規劃設計資料庫之建立

(四)台北市政府捷運工程局對推動營建自動化之配合作法與成效：

1.交通運輸規劃分析模擬之應用

- (1)目前之成果
 - a. TAIPEI II運輸需求預測模式
 - b. SATURN 交通管理模式
- (2)未來之方向：N長期運輸規劃分析與短期交通管理模式進行整合，並在GIS之整合資料庫下建成立成一完整之規劃系統。

2.電腦輔助工程設計繪圖應用

- (1)目前之成果：

- a. 設計圖說繪製全面電腦化，並建立完整圖庫資料
- b. 圖說繪製標準規範與使用手冊定期修定，其管理亦有一完整作業程序
- c. 推動工程細部設計顧問圖說繪製電腦化
- d. 整合現有不同電腦圖檔轉換技術

(2)未來之方向

- a. 圖說管理電腦化
- b. 結合現有之設計與繪圖軟體，推動從規劃、分析、設計至施工圖說電腦化與整合工作
- c. 建立電腦模擬動畫技術

3.台北捷運沿線地理資訊系統

(1)目前之成果：

- a. 施工階段相關資料查詢
- b. 土地建物徵收補償查詢系統
- c. 路線規劃應用查詢
- d. 聯合開發應用查詢

(2)未來之方向

- a. 與交通運輸分析模式之應用結合
- b. 建立與其它資料處理、CAD等應用系統之整合介面

4.台北捷運工程編碼系統

5.工程管理資訊系統

6.台北捷運工程型態管理：

型態管理是一種程序之管理，也是作業之制度化與標準。捷運局內設有一型態管理專責小組，其工作內容為設計審查、設計變更管制、介面管制與計畫文件管制

i)榮民工程事業管理處對營建自動化之引進、研發之現況與成果

榮工處對於先進國家之自動化技術與機具，擇優引進，已累積

可觀之技術與經驗。近數年來榮工處配合政府推動營建自動化之政策，致力於營建自動化之研究發展工作，亦已獲得相當之成效，茲依「引進」與「研發」二類擇要說明榮工處近期推動營建自動化之情形：

1. 引進

(1) 打樁動力分析儀

自動化方式：於基樁打設時利用波動方程式求取基樁之承載力、樁身應力、樁錘效率及基樁之完整性。

效益：省工、省時、較靜力試樁經濟。

(2) 巨臂旋轉隧道開挖機 (Roadheader)

自動化方式：以巨臂旋轉切削頭開挖，石碴集入出碴車後輸出，以一貫作業之方式開挖。

效益：省工、省時、高精度，不須熟練作業手。

(3) 隧道自動出碴設備

自動化方式：石碴藉設備尾端之抓斗或扒爪移送至斗槽內，再藉輸送帶輸送至隧道外。

效益：單線隧道內不須擴大開挖設置換車點之叉道，減省出碴時間。

(4) 剛性路面鋪築設備

自動化方式：設備包含混凝土撒佈機、滑動模板、混凝土鋪築機、掃紋及養治機等，以一貫作業之方式鋪築。

效益：省料（側邊不需組模），省工（節省坍平、振動之人力）省時（施工快速）。

(5) 工程測量自動化作業系統

自動化方式：以電子自動測距經緯儀於工地中直接測記各點之點號、水平角、垂直角、高程、座標等資料於磁片中，然後於室內將磁片中之資料輸入電腦中，

經運算處理後即可快速地繪出地形圖及立體模型圖。

效益：省工（節省人工讀記、計算及繪圖之人力）、省時、準確。

(6)全斷面隧道開挖機具 (Tunnel Boring Machine)

自動化方式：開挖、出碴等以一貫作業之方式完成。

效益：在硬岩中開挖施工快速。（將引進）

2. 研發

(1)全自動靜力試樁系統

自動化方式：利用測讀儀器自動記錄試樁加、解壓過程中之沉陷量，並可自動按事先之設定進行加、解壓。

效益：減少人為測讀誤差，精確控制加、解壓過程，達到省工、確實之效果。

(2)全自動監測警報系統

自動化方式：自動測讀、記錄，並可自動示警。

效益：省工、精確、減少人為疏失、增進工地安全。

(3)隧道斷面自動量測儀

自動化方式：利用光學掃描之原理，配合電腦運算、繪圖，能在短時間內自動測出隧道之開挖斷面，繪出斷面圖形，並可和設計開挖斷面圖立即比較，得知超挖或開挖不足之情形。

效益：省工、省時、減少職業傷害。

(4)CMIS (Construction Management Information System)營建管理資訊系統之雛形設計（與台大土木系王明德教授共同開發）

自動化方式：藉營建管理資訊系統以提升營建管理之效率。

效益：a)提供便利之營建管理工具

b)提高制度化作業之效率

c)提升營建管理專業化形象

(5)自走變形隧道用鋼模

自動化方式：將固定式之大樑結構改為活動力霸式鋼架結構，不但保持原有之支撐大樑功能，同時可作為移動爬行及脫模等多項用途之機構。

(本案尚在初步研究階段，目前僅完成模型之製作)

效益：省工、省時、省料。

榮工處近期內除推動前述之營建自動化工作外，亦配合內政部建築研究所及中華民國營建管理協會共同致力於營建自動化之推廣工作，希望能藉共同之努力，使國內營建自動化之水準獲得提升，更上層樓。

(六)中華工程公司對營建自動化之引進、研發之現況與成果

以往之成果：

- 1.規劃設計自動化：培養專業營建管理(PCM)能力及發展整合性深開挖工程管理電腦化
- 2.營建管理自動化：建立責任中心制及專案工程進度管理與成本控制系統
- 3.施工技術自動化：

引進的自動化施工技術

- (1)橋樑懸臂式工作車施工法
- (2)橋樑懸臂式節塊吊裝工法
- (3)橋樑推進桁架施工法
- (4)小管推進工法
- (5)滑動模板施工法
- (6)全套管鑄樁施工法
- (7)PDA 基樁動載重測試法

自行研發的自動化施工技術

- (1) 台船十萬噸修船塢臨時塢門密合法施工及改善關閉方法
- (2) 台船十萬噸造船塢延長工程藉水下爆破以打設鋼板樁之新技術
- (3) 推進鋼樑節塊施工法
- (4) 巨積混凝土澆置施工法

4. 施工機具自動化：

引進的自動化施工機具：

- (1) Kelly 60m 連續壁開挖機
- (2) 泥水加壓式潛盾機
- (3) 剛性路面滑動模板鋪築機

自行研發之施工機具：

- (1) 氣壓式浮沉台船
- (2) 架筋機之研製
- (3) 工程升降台車之研製
- (4) 混凝土試體抗體機自動計讀系統

5. 營建材料自動化

自行研發的自動化營建材料生產設備：

- (1) 高壓脫水機預鑄混凝土蓋板製造設備
- (2) 骨材長扁片及混量控制蓋板製造設備
- (3) 篩砂設備研製

未來 / 進行之營建自動化研發計畫：

1. 規劃設計自動化：

- (1) 分散控制系統工程規劃與執行
- (2) 營建結構分析及聯合承攬與統包制度之研究

2. 營建管理自動化：工程數量計算作業電腦化之研究

3. 施工技術自動化：

- (1) 輕型跳躍式模板施工法研究

- (2)中船十萬噸乾船塢土木工程降水系統研究
 - (3)智慧型大樓施工方法研究
 - (4)新奧工法岩石評分與計測系統電腦化研究
 - (5)專家系統在隧道工程之應用
 - (6)工業區污水處理廠採用深管活性污泥法研究
 - (7)土壤及瀝青材料力學試驗自動化之研究
- 4.施工機具自動化：混凝土拌合場水泥輸送改用壓縮空氣之研究
- 5.營建材料自動化之研發計畫：海砂洗鹽引進之評估

中華工程公司未來將配合政府相關法令，積極延攬人材，從事研究發展，及與外商技術合作，加速技術轉移。

(七)新亞建設開發公司對營建自動化之引進、研發之現況與成果

新亞公司對於自動化之努力及成效可分成下列三個階段來說明：

1.十大建設之階段

- (1)民國 61 年為高速公路工程投資添設日本 NIKKO 廠的 NAP-100 AZW 全自動熱瀝青混凝土拌合廠及配備有全自動控制之英國 BLAW-KNOX 廠的 PF180 型及 95 DDV 型的瀝青混凝土鋪築機。
- (2)民國 62 年研製緣石鋪築機，以傳統鋼模施工，每日約可完成 40-50m，完成之混凝土緣石需花很多人工作修飾工作。以自行研製之緣石鋪築機一天可完成 70-80m，同時不必再花人工修整。
- (3)民國 64 年，添設德國 KABAG 廠的 CE50 型全自動混凝土拌合廠，佔地不大，拆遷容易。
- (4)民國 64 年，以滑動模板工法完成協和發電廠之約 200m 高之 RC 煙肉工程。
- (5)民國 71 年在沙烏地公路工程上採用光波測距儀 WILD D 1-4 型

及日本 CASIO 廠的 702 型計算機。

(6)民國 71 年於沙烏地吉達承辦 KING ABJDUL AZIZ 國際機場第三跑道工程時，採用：

- a.2 台英國 BARBER GREEN 廠的 SA150 型之大型瀝青混凝土鋪築機其 Screed 是以油壓控制之伸縮自由型（現在此型之 Screed 已甚普遍），同時採用雷射高程自動控制系統。
- b.以瑞典 DYNAPAC 廠的 CC42 型之振動壓路機做初壓 (Knock-down Rolling)，效果極優，一個來回之滾壓，可得約 95% 之密度。
- c.膠輪壓路機之滾壓則採用熱滾壓法 (Hot Rolling Method)，效果甚佳。

2. 現階段

(1)潛盾工法之開發：

- a.民國 78 年台北近郊污水下水道建設計畫，北市放流幹管第一標工程，採購日立造船之 4.63m 直徑土壓平衡式潛盾機完成約 1300 公尺長隧道工程。
- b.目前捷運隧道工程 CN 254 標採用自動控制潛盾機，配合日本島津廠的 SPS-250-UDN 型自動背填灌漿設備，但未採用盾尾灌漿設備，因此設備不但妨礙潛盾機進坑及出坑之作業，同時經常會發生阻塞現象，不見得好用。

(2)在北二高工程採用三項新的自動設備：

- a.採用英國 GOMACO 廠的 COMMANDER III 型之全自動緣石及滑動模板雙用鋪築機 (Automatic Curb & Slip Form Machine)，來作橋樑之胸牆、道路中央之分隔牆，路邊之緣石以及添設一些附屬設備，作休息站內之 20cm 厚混凝土剛性路面之鋪築。
- b.採用滾壓計 (Compaction Meter)，裝於瑞典 DYNAPAC 廠的

CA30 型或 CA25 型之振動壓路機上供操作手以了解路面土方之滾壓程度。

c.在路堤之修面(Final Grading)及基層之修面作業裡，採用美國 SEPCTRA-PHYSICS 公司之 "BLADE-PRO" System 裝於平路機上，及 1145 型雙坡度雷射水平儀於推土機上，以作正確之修面作業。可達到完成面 3mm 以內之高低差要求，其作業簡單，可以節省整面之時間及測量高低差之人工，同時不需要高技巧之作業手。

(3)北二高牛欄溪第一及第二號橋工程採用德國 DSI (DYWIDAG SYSTEM INTERNATIONAL)的專利工法，使用 12 部大型之工作車施工。

(4)在龍形隧道工程，採用掘削機(Roadheader)，但結果不甚理想。

(5)在公司內部之管理上，採用電腦作業，但未做連線作業。

(6)在測量方面：已普遍採用雷射經緯儀（如 TOPCON ETL-TL）、雷射水準儀 (TOPCON LTS-3)、光波測距儀 (TOPCON DMS2，WILD D1-1000)、計算器 (TOPCON DK-5，CASIO 880)，而隧道路線設定方面，亦應用 (LASERLINET-200)

3.對將來自動化之想法

(1)在橋樑方面：計劃引進：

- a.其他之懸臂工法
- b.活動支保工法
- c.活動模板工法
- d.拱門橋之各種工法

(2)潛盾工法再進一步往全自動推進

(3)加強儀測方面之技術

(4)地盤改良工法之引進及開發

(5) 模板系統 (FORM SYSTEM) 之採用

(6) TBM 全斷面鑽掘機 (Tunnel Boring Machine) 之採用

(7) 水庫 RCC 工法之開發

(8) 加強公司管理之電腦化

(八) 我國建築工程自動化之現況與展望

1. 建築工程之特性：

樓房建築工程常為配合基地、用途、機能及造型常呈下列之整體特性：

(1) 建築整棟重複小

(2) 空間大小不均勻

(3) 平面面積變化雜

(4) 立面線條式樣多

2. 我國建築工程面臨之人力問題：

(1) 工人短缺及工資高漲

(2) 工作環境及危險性改善不易

(3) 工人技術及生產力不易提升

(4) 工人年齡老化

(5) 外籍勞工之困惑

3. 建築工程自動化之涵意：

透過施工技術及施工機具之實施以達到下列效益：

節省—技術人工、材料及能源消耗、作業時間、管理人員

降低—工程成本、環境污染及危險性、錯誤性、管理性

提高—工程品質、精確度、生產力及效率、作業安全性

4. 建築工程自動化之重點內容：

(1) 測量、監測及儀控技術

現況：電子經緯儀、光波測距儀、雷射水準儀之應用，監測土壤之側移、側壓及隆起，地下水位及水壓等。

展望：測量能自動校正誤差，計算面積及角度；除地基監測外，增加結構重點之應力及應變監測；監測之自動記錄及自動分析，作出警告及反應；專家系統之應用等。

(2)開挖施工

現況：挖土機、推土機、破碎機、刮運機、裝載機、輸送帶、振動夯實機等之應用；明挖工法，順向開挖工法，順向島式開挖工法，及逆打工法之開挖工法等。

展望：軟弱土壤經改良後再開挖裝載及廢土棄置，減少污染。

(3)基礎施工

現況：反循環基樁之鑽孔機，地下連續壁之鑽掘機，預鑄樁之打樁機，全套管基樁鑽機，乾式基樁鑽機，沉箱之應用；垂直度以超音波檢驗。

展望：自動控制垂直度；預測基樁及連續壁位置之基土狀況，以減少地下管線之破壞及其它損失。

(4)模板及支撐

現況：木模板，鋼模板，樓板之鋼甲板；木支撐，鋼管支撐，輕鋼模樑橫撐；滑模，爬模等應用。

展望：系統模板，電熱模板，飛模，滑模，爬模及複合鋼甲板 (cellular composite deck) 等應用。

(5)混凝土施工

現況：混凝土預拌機械化及電腦化；混凝土強度一般 3000psi 至 4000psi，特殊者用 5000-6000psi；混凝土拌合車（機），混凝土台車，混凝土全程及分段泵浦；混凝土打設機，振動器，噴凝土機等之應用。

展望：混凝土配比自動分析，混凝土強度可達 10000psi 以上；混凝土強力泵浦；混凝土強度自動非破壞性測試；輕量中強混凝土等之應用。

(6)吊運及安裝

現況：輪胎式或履帶式吊車，塔式吊車，門型吊車，升降機，絞盤機等吊運之應用；螺栓及高強度螺栓之安裝結合，鋼筋籠之人工焊接等之應用。

展望：鋼筋及鋼筋籠製造機器人，鋼樑、柱安裝機器人，預鑄樑、柱安裝機器人，電焊機器人，自動控制吊車。

(7)預鑄、預製及結合

現況：RC 板式及樑柱式預鑄或半預鑄，蒸汽養護，鋼模，加熱鋼模；鋼板之自動切割，潛弧自動電焊，接頭人工電焊及高力螺栓結合，鉚釘結合（漸式微）等之應用。

展望：電焊機器人，螺栓結合機器人等。

(8)表面修飾

現況：清水模，乾式牆，人工貼飾面磁磚，人工粉刷及油漆，人工噴磁磚，人工操作噴凝土等技術應用；一般粉刷、鋪貼、吊掛及噴塗等多以人工配備常用或電動手工具進行施作。

展望：牆粉刷機器人，地版粉平機器人，噴漆機器人，磁磚鋪貼機器人等。

(9)品質管制

現況：混凝土圓柱試體強度試驗，彈簧鎚強度試驗；鋼試體強度試驗，超音波、X 波、 γ 波、磁粉探傷等之非破壞性檢驗等之應用。

展望：考慮維護之品管 TQC；檢驗之自動整理分析及研判。

(10)污染防治

現況：廢土、廢物車之覆蓋及車胎清洗，棄土場地之困惑。

展望：棄廢土、廢物地點之通盤規劃，軟泥凝固棄置或利用，棄土之填方利用。

(11)工程規劃及管理

現況：作業程序、檢驗程序未標準化，工程之規劃及設計未盡考慮及施工之困難度，設計各分組如建築、結構、水電、空調、資訊及設備等未盡配合。

展望：規劃群應包含業主、建築師、結構技師、機電技師、營建管理者以及可能之營造公司代表一起討論再定案；設計重要階段也應比照規劃群而與設計群一起討論之。

(12)整合性技術

現況：缺乏整合性技術。

展望：利用機械自動化、系統資訊化及作業電腦化等方式整合不同層面及領域之機具群組、材料特性、管理技術與方法而成整合性施工技術。

為提升我國建築工程之品質，降低工程成本，節省人力及資源，確保建設成果，以推動自動化；為期能立竿見影地有所成效，作為拋磚引玉，以供引出討論之用，提出下列之建議：

- 1.政府主管機關應頒定相關鼓勵自動化之政策，如預鑄屋之鼓勵政策等。
- 2.我國鋼構造之造價常以鋼之重量估算，以致業主及設計者不盡心去改進施工細節以節省人工。
- 3.應容許營造方或設計方提出更節省工時及經費之替代方案，並作適當之鼓勵。
- 4.研究開發自動化機具及技術之限額及其免稅特許，應以政策配合之。
- 5.政府主管建築及環保機關應面對棄土實質問題，作區域性通盤檢討，予以合理化。

6.建築工程之規劃、設計、施工、維護及使用階段，應成立負責組群，充分溝通，相互配合，以求達到自動化之目的。

陸、鋼橋施工法與自動化研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年六月十五日（星期一）下午 2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路 207 號）

三、主持人：梁樾副處長（榮工處）

四、講題：1.鋼橋製造之自動化、吊裝方法與未來發展

主講人：林東豐（唐榮公司業務部經理）

2.鋼橋（重陽大橋與關渡大橋）施工實例簡介

主講人：吳光輝（唐榮公司機械廠主任）

五、演講內容：

1.鋼橋製造之自動化、吊裝方法與未來發展

鋼橋的構造可簡單的分成上部結構與下部結構，橋墩及其以下為下部結構，墩與墩間為跨徑，上部結構為鋼版床、縱桁架、橫桁架、子桁架等，其形式從應用上、桁架斷面上、橋面構造上及鋼拱吊架形式上各有不同之分法。

傳統上，從設計到材料請購以及放樣、裁切到鑽孔、組立、焊接等工作，大都利用人力操作，現已進步到可用數值控制或以 CAD 之電腦輔助設計製造。如自動製圖機、N/C 自動化之放樣、裁切、鑽孔及自動組合機、自動翻轉機、自動潛弧電焊機等均已使用，如今更研發將設計與所有生產工作結合成一體，使成一個統合系統。

鋼橋之吊裝方法，依其施工環境之不同與經濟、交通、工期之要求而有支撐工法、工作台車法、自走（門型）吊車工法、推出工法、

斜吊工法、懸臂工法與潮汐工法等方法之應用。

鋼橋未來發展的趨勢為朝向特殊鋼料之使用，高分子複合材料之開發，油漆效用之延長，加工技術與設備之應用，電算機能力之強化及長跨距與特殊造型橋梁之發展。

2. 鋼橋施工實例簡介

(1) 重陽大橋

重陽大橋為三孔連續（跨距 92.5m+200m+92.5m）之複合式鋼斜張橋，其橋塔為 72m 之 RC 結構，橋寬 27.5m，吊索 80 根，長度由 30m 至 100m，其製作步驟為 N/C 紙帶製作，接板，N/C 畫線，裁切，組立，電焊，矯正，端面加工，鑽孔，預裝及油漆等。其架設採用大構件之懸臂工法，架設順序為先由台北端橋柱中心向兩端平均架設，再由三重端橋柱中心向兩端平均架設，最後節塊於清晨（膨脹小）測量並調整後安裝架設。其架設步驟為塔式吊車安裝，臨時支架安裝，上下游主樑及副樑安裝，對傾構及牆面板安裝，吊索安裝，橋面板焊接，焊接檢查，吊索張力調整及噴漆等。

(2) 關渡大橋

關渡大橋主橋於 67 年 4 月開工，72 年完工，為淡水河上連接關渡與八里之一座五孔半穿式連續鋼拱橋，長 539m，寬 19m，鋼材使用 N/C 機放樣及平面加整修，為能達到高精度，主梁在岸邊採用全自動之電焊方式施工。其架設方式為考慮安全與經濟效益及為減少橋體運距、升高以及調整等工作而採用以二艘拖駁船載巨塊，並利用潮汐及抽水方法架設。

七、營建自動化（潛能、獎勵措施）研討（說明）會

一、時間：中華民國八十一年六月十六日（星期二）下午 2:00～5:00

二、地點：榮工處十三樓國際會議廳（北市松江路207號）

三、主持人：吳耀南副總經理（啟阜建設公司）

四、講題：1.營建自動化潛能分析

主講人：彭雲宏（工技學院總務長）

2.營建業施工技術及機具自動化評選獎勵措施

主講人：蔡茂生（國工局北宜施工督導小組執行秘書）

五、演講內容：

1.營建自動化潛能分析

自動化名稱為18世紀工業革命之產物，在各時期對其定義均有所不同，我國目前所稱營建自動化，是指藉由營建管理、技術、機具等之改良，而提升營建工程之品質、成本、工期、安全及環境等效益。

目前我國營建業面臨工人短缺、工資高漲、生產力低、品質要求不易及環保意識抬頭之衝擊，營建業之體質亟需加以提升。日本在1984年之情況與我相似，其大力發展自動化之作法，值得借鏡。

營建業之情況與一般工業大不相同，很難作到全面無人化，因此應由手工化、工具化、機械化的層面提升中，尋求工作方法的合理化改良、工地規劃佈置的改善、產品與材料的規格化及施工部品的預組化等。同時分析各作業項目，細分到可自動化的最小作業項目，探討其需求性。其手段為機具之改良或引進新的施工管理、機具、技術，同時必需考慮其成本與收益差額（含經濟性、品質性與社會性）的效益。

未來自動化之優先發展趨勢甚或以機械人代替人類從事作業，大體上而言有高速的工作、中度技術的工作、高精度的工作、重負荷的工作、無塵室的工作及高危險性的工作等方向。

2.營建業施工技術與機具自動化評選獎勵措施

政府為提升我國營建業的體質與施工層次而大力推動營建自動化，目前已有的獎勵措施僅為依據產業升級條例及其實行細則所訂的「民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」。

內政部建研所為推動營建業自動化的執行單位，為先期了解我國營建施工技術與使用機具的層次，民間有何種自動化施工技術與機具的需求，以及希望在推動時政府所扮演的角色，委託辦理營建業施工技術與機具自動化現況調查與評選獎勵措施，任何業者引進或研發之自動化技術均可應徵參選，其需提送之文件為基本資料表、公司執照、自動化項目照片（或示意圖）及成效分析表，評選辦法分別就品質、成本、工期、人力、安全、環境及綜合7種效益評定優良等級，其作業流程為公告徵選、受理報名、資格初審及小組分類評鑒，之後再將評鑑資料送交評選委員會，以半數委員以上出席並有出席委員2/3以上投票贊成者為獎勵對象。今年評選實例有引進「橋樑推進工法」（優良施工技術）、「自動化橋樑欄杆、緣石混凝土澆置機」（優良施工機具）與自行研發的「隧道斷面自動量測儀」（優良施工機具）共三件。

我們希望推動營建業施工技術與機具自動化之相關部門今後尚要積極推動的工作有：

- (1)今年度提出的辦法草案能核定為正式之辦法，並指定一單位長期辦理。
- (2)辦理績優的自動化技術與機具展示會，提供業者觀摩學習機會。
- (3)加速材料標準化、規格化之訂定。
- (4)加強人才培育工作。
- (5)成立諮詢服務中心。
- (6)建議經常舉辦類似評選辦法，並對評選為優良者有實質的獎勵，如押標金、保證金之減免、投標限額的提高、投資設備之融資與利息

補貼，優先工作權的保障及建議工程主辦單位有類似工程時優先設計此種自動化之施工技術與機具之使用方案等。

附錄十二 工作計畫執行會議記錄

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第一次會議

會議記錄

一、時間：八十一年一月十日上午 8:30～10:30

二、地點：榮工處十二樓策略中心

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 蘇副理定縱 李組長宏仁 陳組長志勇
 章先生紀川

四、主席：曾處長元一

五、記錄：梁先生志超

六、結論

- 1.所有活動配合營管協會自動化促進委員會舉辦之活動，研究成果並依序在營管季刊中刊載。
- 2.本研究案之執行分施工技術自動化（CTA）及施工機具自動化（CEA）二組進行，施工技術自動化組由陳教授振川負責，施工機具自動化組由劉教授正良負責，每組每二周召開一次會議，每二次會議中有一次為二組聯合舉行之會議，會議時間另定。
- 3.執行本研究案之人力與任務配置如附圖（略）。
- 4.CTA組應提供與規劃一次研討會、二次說明會。
CEA組應提供與規劃一次研討會、三次說明會。
- 5.預拌混凝土研討會日方來台演講之人員，請陳副總飛熊代為聯繫。

**內政部建築研究所籌備處
施工技術及機具自動化現況調查研究第二次會議**

會議記錄

一、時間：八十一年一月二十二日（星期三）上午 8:00～10:00

二、地點：台灣大學工綜大樓四樓土木系結構組會議室

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 蘇副理定縱 李組長宏仁 陳組長志勇
 章先生紀川 梁先生志超 薛助理如舜

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

- 1.依高樓結構、橋樑工程、地下空間（含隧道）、模板系統等類別按適當時間分隔安排研討會或說明會。
- 2.以密集方式依業主、設計與施工業者、機具供應與租賃業者三梯次舉辦座談會，就問卷內容要點與推動理念進行溝通，並協助國內外資料之蒐集。
- 3.進行問卷訪談時應注意訪談程序安排與成效，應先請協會發函說明並可視需要請榮工處、中華工程與新亞公司協助。
- 4.建立國內施工機具之基本資料，並可逐步彙整成冊請協會發行，本項工作請 CEA 組負責，初期蒐集資料以滿足與配合本研究需要為原則。
- 5.工程類別（橋樑、隧道等）與施工技術（測量、開挖、模板、等）為矩陣式之分類方法，請蘇副理參酌陳副總經理「日本機具分類手冊」擬定與陳志勇組長商討後，於下次會議提供討論。
- 6.各組之結論分別參見附件。

(附件) 施工技術自動化組

- 一、施工技術與施工機具自動化有密切關係，其中施工技術則係指具系統化、整合性、連序作業、監測回饋系統特性之自動化作業，其層次較施工機具自動化為高。
- 二、應注意經濟部產業升級條例之營造業升級相關草案，以協助瞭解自動化推動。
- 三、請蘇副理條列問卷要點提供討論。
- 四、問卷作業與施工機具自動化組進行合併整合。
- 五、建議採用工程類別與施工技術為矩陣式之分類方法以協助進行研究調查。

施工機具自動化組

- 一、營建自動化機具之定義與機械觀點之自動化、機械化、省力化、省人化、安全化等定義均不完全相合。故改變觀點而由機具類別（包括施工及技術）予以認定。
- 二、本調查之主要目的為“建立國內施工自動化機具之基本現況資料”。
- 三、下次會議擬決定事項：
 - 1. 確定機具分類別。
 - 2. 擬定問卷條文－包括現況及未來需求兩部分。
 - 3. 擬定調查對象。
- 四、陳飛熊副總經理於下次會議時提供機具分類手冊供參考討論機具分類法。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第三次會議

會議記錄

一、時間：八十一年一月二十九日（星期三）上午 8:00～10:00

二、地點：台灣大學工綜大樓二樓二二七室

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授 霆 陳副總飛熊
 蘇副理定縱 李組長宏仁 陳組長志勇 梁先生志超
 薛助理如舜 王先生偉仲 吳先生柏文 張先生程皓
 李先生知仁

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

1. 討論修訂建設機具自動化調查表格，如附件（略）。
2. 問卷應注意格式設計，以清晰易填為準，發送對象以多為宜。以機具廠商為對象之問卷另外制訂。問卷內容制訂時應注重自動化發展時間歷程，以了解自動化發展過程。問卷名單請陳飛熊副總經理透過營造公會查詢提供，並於下次會議商定。
3. 本研究計畫之執行重點應著重中小型營造廠商之自動化現況調查與提升。
4. 座談會訂於二月十八日至二十一日間舉行，高強度混凝土自動化研討會訂於二月下旬舉辦。
5. 討論蘇副理所提供問卷內容與問卷說明，加入廠家特性調查（包括業務實績等）。問卷請陳振川教授、陳清泉教授配合機具自動化組制訂，於下次會議時提供討論。
6. 本研究計畫之問卷訪談調查應配合行政院自動化促進委員會所提供之

評估指標進行，並與獎勵委員會密切配合。

- 7.討論與修訂施工技術與機具自動化問卷內容矩陣，增加工程種類項目，將程序合理化與整合性施工技術提出另列，強化工作項目舉例內容。請各位委員於元月三十一日上午前將相關意見再傳真給蘇副理，以便整理後寄給相關委員，供制訂問卷參考。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第四次會議

會議記錄

一、時間：八十一年二月十二日（星期三）上午 10:30～12:30

二、地點：榮工處十二樓策略中心

三、主席：曾處長元一

四、出席：陳教授振川 陳教授清泉 陳副總飛熊 劉教授 霆
 蘇副理定縱 陳組長志勇 李組長宏仁 林先生詹雄
 薛助理如舜 章先生紀川 李先生萬凱 張先生程皓
 王先生偉仲 吳先生伯文 李先生知仁

五、記錄：梁先生志超

六、結論：

1. 將於近期內舉辦三次座談會：

(1) 第一次座談會主要邀請單位為施工單位，由陳振川教授主持。

(2) 第二次座談會主要邀請單位為機具代理商、製造商及租賃業者，由劉正良教授主持。

(3) 第三次座談會主要邀請單位為業主，由曾元一處長主持。

2. 「高強度混凝土自動化研討會」於民國八十一年二月二十五日假榮工處國際會議廳舉行，由陳振川教授主持。

3. 研究報告之報告格式及撰寫分工修訂如下：

(1) 第六章「我國施工技術自動化現況調查與分析」委請增加陳飛熊副總經理全程參與。

(2) 第十章之「結論與建議」改由全體參與研究案之人員參加，修訂後之參與人員工作分派如附表（略）。

4. 施工技術自動化之現況調查問卷內容增列以下之說明：

- (1)請主管機關提供最新「促進營建自動化升級條例」之相關資料。
 - (2)問卷訪談對象宜先行通知受訪單位，使其先充分瞭解訪談之內容，以利訪談工作之進行。
 - (3)參考「天下雜誌」之大營造廠商排名，研擬現況調查訪談之對象，並對訪談對象酌贈紀念品。
- 5.預定於八十一年五月份舉行座綜合談會。
 - 6.委託榮工處海外部黃建鶴主任工程司翻譯陳飛熊副總經理提供之「施工技術自動化」日文資料，並由林詹雄副組長整理成中文文章，作為此研究案之部份文獻、資料。
 - 7.第五次工作會議預定於三月十一日舉行。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第五次會議

會議記錄

一、時間：八十一年三月十一日（星期三）上午 8:00～10:00

二、地點：台灣大學土木館 203 室

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 蘇副理定縱 李組長宏仁 陳組長志勇
 章先生紀川 郭先生學川 李先生萬凱 薛助理如舜
 蕭助理獻賦 陳助理家麟 張先生程皓 李先生知仁
 王先生偉仲 吳先生柏文

四、主席：曾處長元一

五、記錄：郭先生學川

六、結論：

- 1.目前訪談對象多為規模較大之廠商，希望對於小規模、技術水準較低之廠商亦進行訪談。
- 2.問卷調查以業主、顧問公司、施工單位及機具供應商為對象。
- 3.問卷希望於三月底前回收。
- 4.部份廠商明知自動化可以省工、降低成本，但卻不敢貿然引進，主因為自動化投資金額較大，後續工程如不能掌握，成本無法回收。可將此狀況納入報告中。建議在法規許可範圍內，業主於標單上註明須使用之新機具、新施工方法，增加使用自動化機具及施工方法之機會，以提高引進自動化機具、施工方法之意願。
- 5.儀控設備目前在營建方面使用很廣泛，如大地監測儀控設備、潛盾機導航系統、自動打樁分析儀、挖泥船儀控設備等，均為先進之自動化題材，應可在機具自動化方面列為一探討主題。

- 6.德、日系統之模板發展不錯，另日本在鋼樑吊裝、防火被覆、地板抹平等方面採用機械操作，都值得學習，可考慮納入報告中。
- 7.紀念品（拆信器）可隨問卷調查表寄送。寄問卷時可同時告知受訪者，如能將問卷填妥寄回，將來出報告時將寄贈報告，作為回饋。如此，可增加填問卷之誘因。

**內政部建築研究所籌備處
施工技術及機具自動化現況調查研究第六次會議**

會議記錄

一、時間：八十一年三月二十七日（星期五）下午 4:00～5:30

二、地點：台灣大學工綜大樓四樓土木系結構組會議室

三、出席：陳教授振川 劉教授正良 林先生詹雄 薛助理如舜
 蕭助理獻賦 陳助理家麟 張先生程皓 李先生知仁
 王先生偉仲 吳先生柏文

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

1. 研討並決定期中報告格式，由各位研究人員參酌原擬定期末報告格式就現有資料撰寫報告。
2. 問卷回收初期狀況檢討，擬加強電話追蹤以改善目前回收不佳之狀況。
3. 訪談進行方式檢討，決定於三月底至台中市進行訪談工作，重點在高層建築之施工機具與技術自動化現況調查。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第七次會議

會議記錄

一、時間：八十一年四月二十二日（星期三）上午 8:30～11:30

二、地點：台灣大學工綜館 227 室

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 蘇副理定縱 李組長宏仁 陳組長志勇
 林先生詹雄 郭先生學川 李先生萬凱 薛助理如舜
 蕭助理獻賦 陳助理家麟 張先生程皓 李先生知仁
 王先生偉仲 吳先生柏文

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

1. 預定於 6 月 12 日舉辦「我國營建自動化現況與未來趨勢說明會」由曾元一處長主持，目的在於推廣營建自動化，引介國內主要公、民營單位營建自動化推動成果與未來策略，提供相關單位參考，而達到全面推動自動化之目的。
2. 邀請在高層建築、隧道工程、鋪面工程、港灣工程、橋梁工程、水庫工程六方面之專家學者，填寫問卷並於彙整後舉辦座談會，討論相關內容。座談會定於五月中旬展開。
3. 預定於五月初由陳清泉教授等前往高雄參觀高層建築之施工並了解其自動化之現況。
4. 第一階段問卷調查預定於五月初回收完全並開始分析問卷調查結果，由蘇定縱副理及李萬凱先生負責此部份。
5. 第八次工作會議預定於五月 13 日於榮工處舉行。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第八次會議

會議記錄

一、時間：81年5月13日(星期三)上午9:30～12:30

二、地點：榮工處十二樓策略中心

三、主席：曾處長元一

四、出席：陳教授振川 劉教授 霆 李組長宏仁 陳組長志勇
 林副組長詹雄 章工程司紀川 郭工程司學川
 薛助理如舜 蕭助理獻賦 陳助理家麟

五、紀錄：郭先生學川

六、結論：

- 1.預鑄方面在高層建築中也是一個重要的課題，榮工處莫惟瀚廠長在這方面很有經驗，可列為訪問對象之一並邀請參與座談會。
- 2.將辦理的研討會有：
 - (1)「鋼橋施工法與自動化」：擬邀請唐榮公司林東豐經理、吳光輝主任及蔡振隆主任主講。
 - (2)「營建自動化之潛能」：擬邀請工業技術學院彭雲宏教授主講。
 - (3)「營建自動化之獎勵措施」：擬邀請國道新建工程局北宜施工督導小組蔡茂生執行秘書主講。
- 3.期末報告第二章文獻回顧與探討在國外自動化部份，可將建研所考察歐、美、日之報告內容擇要納入，必要時並可訪問考察人員作更深入之探討。自動化在國內之成果上資料較欠缺，除參考回收之問卷外，並可訪問鼎台、互助、新亞、大陸公司加以補充。
- 4.「施工技術與機具自動化」系列座談會一覽表中，5月18日之「隧道施工技術與機具自動化」座談會，可由陳志勇組長與王錦洋主任共同

主持，其餘座談會主持人原則上不予變動。與會人員如有必要，可酌增。

- 5.在收回之問卷調查中獲知機具使用率很低，這種機具使用率過低的情形，可提供機具租賃業的良好市場空間，此點可列為期末報告第六章之重點項目。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第九次會議

會議記錄

一、時間：八十一年六月二十日（星期六）上午 9:30～12:00

二、地點：榮工處策略中心

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 李組長宏仁 陳組長志勇 林先生詹雄
 郭先生學川 李先生萬凱 薛助理如舜 蕭助理獻賦
 陳助理家麟 張先生程皓 李先生知仁 王先生偉仲

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

- 1.7月9日期末簡報，文字初稿應於6月底前完成，以便送交打字如期交卷。
- 2.文章內容需依照本案原先所訂之「人力與任務分配」確實校正，以確保其正確性。
- 3.第二章文獻回顧與探討，請林副組長於加入台中公館機場等資料後交陳副總校對。
- 4.第三章之推廣活動，可將參加人數作敘述，其餘座談會與研討會（或說明會）的記錄可放在後面附錄內。
- 5.蘇副理出國，問卷回收資料已交由李萬凱整理，請於24日前交予劉教授，以便撰寫7-4、9-1、9-2等有關章節資料時使用。
- 6.各型機具數量與型錄之進口資料可向海關、國貿局等單位洽詢，建立較詳實資訊，以為結論及建議之依據。
- 7.下次會議暫定於6月29日上午9時於台大舉行。

內政部建築研究所籌備處 施工技術及機具自動化現況調查研究第十次會議

會議記錄

一、時間：八十一年六月二十九日（星期六）上午 9:30～12:00

二、地點：台灣大學工綜館 227 室

三、出席：陳教授振川 陳教授清泉 劉教授正良 劉教授 霆
 陳副總飛熊 李組長宏仁 陳組長志勇 林先生詹雄
 郭先生學川 李先生萬凱 薛助理如舜 蕭助理獻賦
 陳助理家麟 張先生程皓 李先生知仁 王先生偉仲

四、主席：陳教授振川

五、記錄：薛助理如舜

六、結論：

1. 期末報告內容除第五、六章外內容已相當完整，但應注意內容格式一致加以修改。
2. 第五、六章為報告主要部分，由李萬凱負責，除問卷結果整理外並加以分析國內目前自動化現況及需求指標。
3. 技術組部分之結論及建議事項應再加以討論整合，預訂於七月二日再舉行技術組之工作會議討論。
4. 報告初稿應於七月五日前完成打字送印後於七月九日前送交各位委員。

附錄十三 第一階段調查問卷

敬啟者：

營建自動化乃未來十年內行政院積極推動產業自動化政策之重要一環。冀望經由營建自動化之推動，達到工程品質提升、成本降低、工期縮短、作業安全增進與環境品質改善等多項目標。政府為推動自動化政策，目前亦已制訂「促進產業升級條例」與「民間營造業購置自動化生產設備或技術及防治污染設備或技術適用投資抵減辦法」等獎勵與補助之配合法令。內政部為瞭解國內營建廠商施工技術水準及使用機具自動化程度現況，以提供政府制訂獎勵與推動之政策，同時發掘國內在施工技術及機具自動化方面績優廠商，以提供政府評選獎勵之參考，乃委託本協會與財團法人臺灣營建研究中心共同進行「施工技術及機具自動化之現況調查及分析研究」計畫。

茲檢奉問卷如式，並隨每份問卷謹附禮品乙份，致贈答填問卷先進，以表誠摯謝意，敬請貴單位鼎力支持協助並惠賜寶貴意見。請於民國八十一年四月十五日前將此問卷寄還，無任企感。若蒙寄回問卷，當於計劃結束後贈送此研究計劃之期末報告乙份，供貴單位參考。

中華民國營建管理協會
自動化促進委員會敬啟

中華民國八十一年三月十五日

* 連絡人 薛如舜 電話 (02) 3630231 轉 3204
傳真 (02) 3622975

國內施工技術及機具自動化現況調查問卷

施工機具自動化及施工技術自動化之範圍界定：

- ※ 施工機具藉由機械化、程式化、無人化之階段性改良，以提升營建工程之品質、成本、工期、安全及環境等效益者，列為施工機具自動化之範圍。
- ※ 使用自動化機具群、特殊材料、管理技術與方法或利用整合技術以提升施工技術者，列為施工技術自動化之範圍。

問卷編號：D□□□□0

填表單位(營建廠商)之背景資料：

營建廠商背景資料調查			
填表單位名稱			
填表人姓名		職 稱	
填表時間	年 月 日	聯絡電話	

總資本額			
年度平均營業額	八十	七十九	七十八
年度研發金額			
單位總人數			
工程師人數			
是否曾與相關單位引進過自動化施工機具或技術	☐ 是 ☐ 否		
是否曾與相關單位研發過自動化施工機具或技術	☐ 是 ☐ 否		

若對問卷有任何疑問歡迎來電告詢問，將派員專程訪問！

* 連絡人：薛如舜 電話 (02) 3630231轉3204
傳真 (02) 3622975

問卷編號：D□□□□1 / 1 of 7

「圈選記號說明」：在貴單位填寫所執行的工程中（原則上以五年內為基準），使用施工技術自動化之現況及其需求性時，請依下列格式填寫。

左側方格填入自動化現況之圈選記號：

完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)	1
系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)	2
操控自動化(採用遠端遙控操作)	3
部份自動化(採用傳統機具操作)	4
傳統施工法(採用手工具合併機具操作)	5
無此工程	空白

右側方格填入需求性之圈選記號：

急需引進(目前工程上即迫切需要)	A
立即引進並自行研發(規劃中之工程將應用到)	B
立即引進但無研發之經濟規模(僅具市場需求)	C
合作方式引用(資金需求龐大但具發展潛力)	D
僅需引進無研發經濟規模(具發展潛力)	E
暫緩引用(目前無此需求且無足夠之工程規模)	空白

例：

4	B
---	---

：表示貴單位對該項工程之作業目前採用(4)部份自動化(採用傳統機具操作)，並期望(B)立即引進及自行研發該項工程作業之自動化。
※ 註：可僅填一側空格。

問卷編號：D□□□□1 / 2 of 7

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性												
工程類別 —— 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：	
測量控制技術	放樣											
	收方											
	高層控制											
	航測											
	衛星											
	海上定位											
	其他：											
基礎施工技術	基樁											
	沉箱											
	連續壁											
	鑽探											
	灌漿											
	逆打											
	打樁動力分析											
	荷蘭錐貫入試驗											
	地錨											
	邊坡穩定											
	地盤改良											
	其他：											

註：參考前頁填表方式，就貴單位所執行之工程依序填入。（續下頁）

問卷編號：D□□□□1 / 3 of 7

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性													
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：		
開挖施工技術	鑽炸												
	潛盾												
	隧道鑽掘機												
	支撐												
	棄土												
	大基地												
	深基礎												
	其他：												
模板施工技術	滑模												
	爬模												
	飛模												
	系統模板												
	其他：												
混凝土施工技術	生產												
	輸送												
	搗築												
	養生												
	其他：												
瀝青混凝土施工技術	生產												
	輸送												
	搗築												
	養生												
	其他：												

(續下頁)

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性													
工程類別 ／ 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：		
吊置安裝施工技術	推進												
	帷幕牆												
	鋼筋籠												
	鋼構件(焊接)												
	其他：												
預鑄組件製裝技術	節塊												
	帷幕牆												
	弓型支堡												
	非結構性組件												
	消波塊												
運送輸送技術	其他：												
	材料												
	構件												
	泥漿												
	廢土												
表面裝修技術	其他：												
	粉光												
	防火被覆												
	瓷磚												
	抹平												
	其他：												

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性											
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：
品質管制技術	非破壞性檢驗										
	全面品質管制										
	品質保證										
	其他：										
預測分析技術	地質調查										
	地質評析										
	地下水調查										
	地下管線調查										
	地下結構物調查										
	電腦模擬										
	海流										
	漂砂										
監測與儀控分析技術	其他：										
	應力、應變										
	沉陷、傾斜										
	導航、定位										
	環保										
	漂砂										
	電腦監測										
其他：											

(續下頁)

問卷編號：D□□□□1 / 6 of 7

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性																			
工程類別 _____ 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：								
污染防治環境工程技術	污水																		
	廢土																		
	廢氣																		
	噪音與震動																		
	粉塵																		
	掩埋																		
	再生																		
	污染偵測																		
	其他：																		

(續下頁)

問卷編號：D□□□□1 / 7 of 7

請填寫貴單位所執行的工程中，使用施工技術自動化之現況及需求：

施工技術自動化之現況及其需求性																
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：					
工程規劃管理技術	程序合理化															
	作業標準化															
	構件模組化															
	作業簡化															
	縮減等待時間															
	減少重複人力															
	資源平衡															
	其他：															

整合性施工技術：利用機械自動化、系統資訊化、操作電腦化等特殊材料、管理技術與方法之施工技術。

施工技術自動化之現況及其需求性																
工程類別 工作類別\工作項目		橋梁工程	隧道工程	高層建築工程	路面工程	機場跑道工程	港灣工程	水庫工程	建廠及管線工程	地下工程	其他：					
整合性施工技術																
其他：																

問卷編號：D□□□□2

請圈選貴單位在推動施工技術自動化過程中，單位內部所遭遇之困難：

「圈選記號說明」：請將所遭遇之困難項目依重要性，以阿拉伯數字排列，1表最重要依序排列。

- ☐. 規劃設計不能配合
- ☐. 法令限制(新技術須經過審查，施工者不能提替代方案)
- ☐. 經費不足
- ☐. 人才難求
- ☐. 合作對象難覓
- ☐. 無國際合作經驗或能力
- ☐. 後續工程市場不穩定
- ☐. 無優先議價權
- ☐. 無查詢相關資訊之管道
- ☐. 合約中未增列引用自動化技術及機具所節省工時、減少成本、提升工程品質之獎勵條文
- ☐. 其他：_____

若曾使用自動化施工技術，請將詳細資料填入附件「施工技術自動化資料表」中，以提供獎勵評審單位參考。

問卷編號：D□□□□3

請圈選貴單位在推動施工技術自動化過程中，外在環境影響：

「圈選記號說明」：請將所遭遇之困難項目依重要性，以阿拉伯數字排列之，1 表最重要，依序排列。

- ☐ 產業升級條例未明確訂定
- ☐ 大型營造商制度未建立
- ☐ 重大工程未採統包制度
- ☐ 價值工程制度未充份引用
- ☐ 專業營建管理制度未建立
- ☐ 未建立獎勵制度
- ☐ 自動化服務團未建立
- ☐ 自動化訪問團未建立
- ☐ 層層轉包導至廠商投資意願降低
- ☐ 未建立國家級之專業性營建技術研究單位
- ☐ 工程規模不足以支持引進自動化設備
- ☐ 規劃設計單位未採用先進之自動化施工法
- ☐ 技術移轉困難，請說明所遭遇之困難：

(1). _____

(2). _____

(3). _____

☐ 其他：_____

問卷編號：D□□□□4

請圈選貴單位期望以何種方式發展施工技術自動化及希望政府扮演之角色：

●引進及發展自動化方式：

「圈選記號說明」：請將引進及發展自動化方式依重要性，以阿拉伯數字排列之，1表最重要依序排列。

- ☐. 直接購買引進
- ☐. 購買引進並自行研發
- ☐. 國際合作方式引進及研發
- ☐. 技術移轉
- ☐. 委託研究方式研發
 - ☐. 自行委託
 - ☐. 聯合委託
 - ☐. 僅需引進但目前無研發之經濟規模

合作研發對象：

- ☐. 外商公司
- ☐. 學術機構
- ☐. 研究單位
- ☐. 自行投資研發
- ☐. 暫緩引用(目前無此需求)
- ☐. 其他：_____

●期望政府扮演推動者角色：

「圈選記號說明」：請將所期望之項目打✓。

- ☐. 政府輔導研發
 - ☐. 修改增訂相關法令
 - ☐. 提供專業技術諮詢服務
 - ☐. 技術輔導
 - ☐. 成立大型專業研究單位(營建技術研究院)
- ☐. 政府補助研發
 - ☐. 引用減稅條例
 - ☐. 融資貸款優惠
 - ☐. 擬訂獎勵投資辦法
 - ☐. 直接補助研發經費

☐. 目前無此需求(暫緩引用)

☐. 其他：_____

- 未來五年內貴單位在施工技術與機具自動化所擬投資之金額
(本資料內容將提供作為營建自動化向行政院開發基金申請
融資之參考)：
- _____

問卷編號：D□□□□5

請圈選貴單位在推動施工技術自動化過程中，曾經為自動化設備及技術所引用之法規：

「圈選記號說明」：請將曾經引用過之法規項目打✓。

- ☐ 促進產業升級條例。(79.12.29發布)
- ☐ 傳統性工業技術升級計畫實施辦法。(79.12發布)
- ☐ 股份有限公司研發、人才培訓及建立國際品牌形象支出適用投資抵減辦法。(80.6.28發布)
- ☐ 主導性新產品開發輔導辦法。(80.6.5發布)
- ☐ 中小企業發展條例。(80.2.4發布)
- ☐ 中小企業輔導準則。
- ☐ 中美基金中小企業輔導貸款要點。(78.9.5發布)
- ☐ 臺灣中小企業銀行辦理輔導中小企業升級貸款。
- ☐ 交通銀行辦理策略性投資計畫貸款要點。
- ☐ 科學園區創新技術研究發展計畫獎勵實施要點。(78.9.25發布)
- ☐ 民營營造業購置自動化生產設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法。(81.1.31發布)
- ☐ 對目前各種獎勵辦法不瞭解，以至無法運用。
- ☐ 其他：_____

※ 若曾經引用過各類法規，請說明該法規之名稱及在申請、引用過程中所遭遇之困難點：

- (1)._____
- (2)._____
- (3)._____
- (4)._____
- (5)._____

問卷編號：D□□□□6 / 1 of 2

國內營建業施工機具之設備率：

●貴單位在承作工程中使用自有施工機具之現況調查：

貴單位自有施工機具佔總資本額之百分比：_____ %

機具類型 (大分類)	自有各類機具 總臺數	自有各類機具 平均使用年限	自有各類機具 年平均使用頻率 (%)
挖掘機械			
基礎工程機械			
牽引機械			
搬運機械			
起重機械			
鑽孔機械			
隧道機械			
整地機械			
碎石篩選機械			
混凝土機械			
鋪築機械			
船舶機械			
其他：			

註：※ 平均使用年限，指各類機具出廠至今之平均使用年限。
※※年平均使用頻率%，按每天工作八小時，每月二十五天計算，若按其他方式計算，請說明計算基準。

問卷編號：D□□□□6 / 2 of 2

國內營建業施工機具之設備率：

●貴單位目前承作工程中，各類使用機具所有權歸屬之現況調查：

機具類型 (大分類)	自有各類機具在 工程中平均約佔 百分比(%) A	租用各類機具在 工程中平均約佔 百分比(%) B	業主提供各類機具 在工程中平均約佔 百分比(%) C
挖掘機械			
基礎工程機械			
牽引機械			
搬運機械			
起重機械			
鑽孔機械			
隧道機械			
整地機械			
碎石篩選機械			
混凝土機械			
鋪築機械			
船舶機械			
其他：			

註：A+B+C=100%

問卷編號：D□□□□7 / 1 of 2

綜合性現況資料收集：

- 貴單位若採用自動化施工技術之策略性目標：
「圈選記號說明」：請依策略性目標之重要因素，以阿拉伯數字排列；
1 表最重要，依序排列。

- ☐. 節省工時，提高施工效率
☐. 減少施工成本
☐. 提升工程品質
☐. 降低風險，提高施工安全性
☐. 培養自有技術人力
☐. 多方面開拓專有技術市場
☐. 引進開發資金
☐. 建立公司高技術形象
☐. 其他：_____

- 目前正在發展中之自動化施工技術(專利保障與合作開發等)：
請略述該項自動化施工技術：_____

請說明該項自動化層級：

- ☐. 完全自動化(無人操作系統採用人工智慧)
☐. 系統自動化(採用電腦感測數值控制操作)
☐. 操控自動化(採用遠端遙控操作)
☐. 部份自動化(採用傳統機具操作)
☐. 傳統施工法(採用手工具合併機具操作)
☐. 其他：_____

是否曾申請專利保障：☐.是 ☐.否

專利字號：_____

若採合作開發，請說明合作對象：_____

- 目前貴單位希望藉自動化施工技術及機具解決何種工程問題，請明確說明，並按優先順序排列：

- (1). _____
(2). _____
(3). _____
(4). _____
(5). _____

- 是否曾運用電腦系統來提升施工機具之自動化：☐.是 ☐.否
請略述該項電腦系統之功能：_____

(續下頁)

綜合性現況資料收集：

●使用自動化施工技術及機具在人力資源上所面臨之問題：

「圈選記號說明」：請依面臨問題之重要性，以阿拉伯數字排列之；

1 表最大問題，爾後依序排列。

☐ ．施工技術層次未能配合

☐ ．目前施工人員不足

☐ ．高層次技術人力不足

請說明貴單位目前若引進施工技術人員時之基本學歷要求：

「圈選記號說明」：請依基本學歷要求，以阿拉伯數字排列之；

1 表最大意願，爾後依序排列。

☐ ．研究所以上 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．大學相關科系 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．專科相關科系 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．高職 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．國中 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．外籍技術勞工 ; 目前需要多少人：_____

☐ ．其他：_____

●目前貴單位認為最應該(最適宜)引進或製造之自動化施工技術及機具之項目，請明確說明：

(1) . _____

(2) . _____

(3) . _____

(4) . _____

(5) . _____

●目前引進開發或製造之自動化施工技術及機具對施工環境改善程度：

「圈選記號說明」：請依改善程度，以阿拉伯數字排列之，1 表最大改善程度，爾後依序排列。

自動化技術及機具名稱：_____

☐ ．完全沒有污染

☐ ．完全沒有噪音

☐ ．低污染

☐ ．低噪音

☐ ．其他：_____

若不足填寫，請依此格式自行另加附頁。

●貴公司對推動施工技術及機具自動化之配合意願：

「圈選記號說明」：請依意願之強度，以阿拉伯數字排列之，1 表最大意願，爾後依序排列。

☐ ．非常高(願意投入資金及研發人力)

☐ ．有興趣(願意參與合作計畫)

☐ ．有條件推動(足夠之工程經濟規模及延續性)

☐ ．有條件推動(能適用獎勵條例)

☐ ．有條件推動(有適當之人才資源)

☐. 目前無此意願，請說明原因：

- (1). _____
- (2). _____
- (3). _____
- (4). _____
- (5). _____

施 工 技 術 自 動 化 資 料 表

名 稱		用 途	
公司名稱		協助廠商	
地 址			
聯 絡 人		電 話	
來 源	1.引進 ☐ (請打✓) 2.改良 ☐ 3.自行開發 ☐	開始使用 時 間	民國 年 月
操作情況	1.完全自動化 (無人操作系統採用人工智慧) ☐ (請打✓) 2.系統自動化 (採用電腦感測數值控制操作) ☐ 3.操控自動化 (採用遠端遙控操作) ☐ 4.部分自動化 (採用傳統機具操作) ☐		
機具群、 技術組合 名稱與特 長概要說 明			
使用 實例			
使 用 效 果	品質 ☐ —		
	成本 ☐ —		
	工期 ☐ —		
	安全 ☐ —		
	環境 ☐ —		

第一頁

* 使用效果—請依重要性順序於方格內填入1、2、3…並於其後說明具體效果

** 本表將建立檔案，以提供獎勵評審單位參考，每一項施工技術自動化開發成果，請填寫一份表格。不敷使用時，煩請自行影印。

施 工 技 術 自 動 化 資 料 表

名 稱	
廠家名稱	
相片 示意圖 *請將相片與示意圖貼繪於此表上	

第
一
頁

施工機具自動化資料表

設備名稱			用 途	
公司名稱			協力廠商	
地 址				
聯絡人			電 話	
來 源	1.引進 ☐ (請打✓) 2.改良 ☐ 3.自行研發 ☐	開始使用 時 間	民國 年 月	
專 利	1.有 ☐ 2.申請中 ☐ 3.無 ☐			
操作情況	1.完全自動化 (無人操作系統採用人工智慧) ☐ (請打✓) 2.系統自動化 (採用電腦感測數值控制操作) ☐ 3.操控自動化 (採用遠端遙控操作) ☐ 4.部分自動化 (採用傳統機具操作) ☐			
特長 概要 說明				
規 格	使用對象		動力來源	
	重 量		工作範圍	
	形狀尺寸		作業速度	
使用實例				
使 用 效 果	品質□—			
	成本□—			
	工期□—			
	安全□—			
	環境□—			

第一頁

* 使用效果一請依重要性順序於方格內填入1, 2, 3 …, 並於其後說明具體效果
 ** 本表將建立檔案, 以提供獎勵評審單位參考, 每一項施工機具自動化開發成果, 請填寫一份表格。不敷使用時, 煩請自行影印。

施工機具自動化資料表

設備名稱	
廠家名稱	
相片 示意圖 *請將相片與示意圖貼繪於此表上	

第
頁

附錄十四 第二階段調查問卷

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表			
工程類別 與階段 —— 工作類別	過去 70年代及以前	現階段 80年代~90年代	國外目前使 用最新科技
測量 控制 技術			
基礎 施工 技術			
開挖 施工 技術			

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別			
	過去 70年代及以前	現階段 80年代～90年代	國外目前使 用最新科技
模 板 施 工 技 術			
混 凝 土 施 工 技 術			
瀝 青 混 凝 土 施 工 技 術			

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別			
	過去 70年代及以前	現階段 80年代～90年代	國外目前使 用最新科技
吊 置 安 裝 施 工 技 術			
預 鑄 組 件 製 裝 技 術			
輸 送 技 術			

(續下頁)

施工技術及機具自動化現況調查表

工程類別 與階段 —— 工作類別			
	過去 70年代及以前	現階段 80年代～90年代	國外目前使 用最新科技
表面裝修技術			
品質管制技術			
預測分析技術			

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別			
	過去 70年代及以前	現階段 80年代~90年代	國外目前使 用最新科技
監 測 與 儀 控 分 析 技 術			
施 工 污 染 防 治 技 術			
工 程 管 理 技 術			

(續下頁)

施 工 技 術 及 機 具 自 動 化 現 況 調 查 表

工程類別 與階段 —— 工作類別			
	過去 70年代及以前	現階段 80年代～90年代	國外目前使 用最新科技
整合性 施工 技術			