

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

土木領域策略規劃

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-3011-P-009-002-

執行期間：91年11月01日至92年04月30日

執行單位：國立交通大學土木工程學系

計畫主持人：廖志中

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 29 日

九十一年度政府科技計畫  
土木領域策略規劃報告書

## 索引目錄

1 領域概述 .....	4
1.1 研究發展技術水準(國際比較).....	4
1.2 發展重點妥適性(國際趨勢比較).....	5
2 績效評估 .....	6
2.1 研究經費的投入 .....	6
2.2 研究成果.....	7
3 發展策略建議 .....	11
3.1 部會研提之計畫策略與展望 .....	11
3.2 土木領域策略規劃研提之架構計畫及領域未來發展重點策略方向 .....	16
3.2.1 建議擴大或延續計畫.....	16
3.2.2 架構計畫及領域未來發展重點策略方向.....	17
3.3 架構計畫執行優先順序 .....	25
4 研討會之討論與結論 .....	25
4.1 研討會結語.....	25
4.2 研討會意見彙整.....	26

# 土木領域策略規劃報告

撰述人：廖志中

## 1 領域概述

自古以來，土木工程為一古老且重要的行業，土木工程的目的在改善人類的生活環境，因此其涵蓋的範圍甚廣，營建、水利、交通及環境等工程皆屬之。由於土木工程師的貢獻，二十世紀以來人類於住、行、育、樂等方面獲得極大的改善，土木工程行業也得到應有的尊重。台灣自石門水庫、十大建設、十二項建設等的推動與興建開始，土木工程在國內的產業一直扮演火車頭的角色，近年來因為國內新建公共工程數量大量減少（雖然年平均公共工程及民間工程總額尚超過數千億台幣），且因國內產業型態由內需轉為輸出，土木工程的總產值比率降低，土木業的榮景也不再，因此 WTO 開放外國土木相關行業進入國內市場後，如何永續經營內需型的土木產業，並強化對外競爭能力，為政府相關單位應當慎重思考的問題，也是科研計畫推動的重點。

土木工程領域涵蓋甚廣，在台灣因不同類型工程也由不同中央政府部門主管，現今與土木工程相關的主管部會有公共工程委員會、交通部、內政部、經濟部、環保署、原子能委員會、農委會等。國科會策略研討會區分的領域內之防災國家計畫、資源領域、地科領域部分、環保領域、林業領域、運輸領域等或多或少與土木領域有所重疊。本報告僅就經濟部（水利署、中央地質調查所）、交通部（科技顧問室、運輸研究所）、公共工程委員會、內政部（建研所）等單位主管土木工程相關科技計畫加以評述及規劃建議。

### 1.1 研究發展技術水準(國際比較)

土木工程研究十數年來在國科會的支持與贊助及各公、私立大學相關學者努力下，學術研究的質與量（國際期刊發表）雖不能完全與歐美先進國家相提並論，但在亞洲地區應已居領先地位。然而各部會對產業相關的

研究發展投入經費與工程經費的比率不增反減，更無法與日本相較。因此對於土木產業永續經營與對外競爭所需的技術創新、系統研究、技術移轉與落實、產業租稅與輔導，大多無法齊等業界的的要求，外加過去數十年的建設，必要的工程設施大多已就緒，致使土木產業有日漸萎縮的現象。

一般而言，國內於土木工程之學術研究，主要的經費來自國科會，在經費限制下，研究成果大多為點的層面，也很難直接對土木產業有直接貢獻。政府相關其他部門常因政策變動，未能提供穩定、長期且足夠的應用研究經費，而相關的民營單位對於研究發展經費投入的比例甚低，因此，國內較重大或較新型且重要的工程，無論於施工或設計階段，經常仍需借助先進國家的經驗與協助。總之，土木工程雖然為一古老且傳統的產業，很多基礎研究皆已成熟，然而隨著科技的進步，人類對生活品質的要求提高，土木工程建設除安全的需求外，也有必要走向精緻化、系統化、e化。與世界先進國家相較，欲達到系統化、精緻化及e化的境界，國內仍有賴大量的研究發展及落實推廣。

## 1.2 發展重點妥適性(國際趨勢比較)

如同先進國家，台灣的大型新建工程已趨飽和，土木結構物的維護、補強為一重點工作，但由於民情的不同，未來除應以維護補強為重點研究方向外，台灣的基礎建設並不紮實，法令規章亦不完善，尚待加強，例如都會區交通建設、衛生下水道、技師簽證制度等等均為加強之重點。由於台灣地處板塊接觸帶，地震頻繁，外加 1999 年集集地震的災難，近年來防災及地震相關研究已成為產官學界研究的重點，國際上有類似地質條件的先進國家，如美國、日本等，已有相當先進成熟的技術（方法、儀器、材料、系統整合等），但因科技及電腦的進步、不可預測的大自然現象，尚繼續深入研究中。綜觀近三年來相關部門執行的主要研究計畫，隧道岩體分類、地震地質與活動斷層調查、建築物地震災害防治、建築物防火安全技術、都會區周緣坡地環境地質、洪水預警系統等皆與國際趨勢吻合。但衡量本土環境及現狀，未來土木領域除須強化上述研究成果的深度及落實研究成果的推廣外，更應對老舊建築的除役、補強，對外競爭力的輔導、土木工程教育的檢討、重整進行研究。

## 2 績效評估

本報告針對過去三年國科會企劃處提供的土木領域，每年研究經費超過新台幣一千萬的七個研究計畫，加以評述及建議。

### 2.1 研究經費的投入

過去三年每年研究經費超過新台幣一千萬的七個研究計畫。各計畫的執行年度及經費如表一，近三年來本領域每年超過一千萬新台幣的研究計畫，年平均總額約為一億元新台幣上下，此數目與公共工程總經費不成比例。另由政府 84 至 86 年度統計資料顯示，全國公共工程研發經費分別為 17.1 億，13.6 億，10.5 億，逐年大幅度遞減，而上述三年的實際支用公共工程經費分別為 3802 億，4854 億，5052 億，則呈遞增現象。84 至 86 年度公共工程研發費用與公共工程經費之比率分別為 0.45%，0.28%，0.21% 亦呈下降且偏低。此一資料明白顯示台灣土木領域為何景氣低迷？為何工程品質常被詬病？為何工程技術無法提升？為何對外競爭力薄弱？為達永續經營、強化對外競爭力及達到工程精緻化，有賴大幅度投入研發經費，亦即需依工程總額的一定比例投入研究經費。

表一 土木領域投入面經費

單位：仟元

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
1	台灣地區隧道岩體分類系統暨隧道工程資料庫之建立	工程會	21,500	25,850	15,000

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
2	建築物地震災害防制之研究	建研所	32,470	20,834	9,667

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
--	------	----	-------	-------	-------

	都市及建築安全防災科技研究專案中程綱要計畫	建研所	19,750	13,119	9,433
--	-----------------------	-----	--------	--------	-------

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
4	建築物防火安全技術開發與應用研究計畫	建研所	40,532	27,769	27,158

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
5	地震地質調查與活動斷層資料庫建置	地調所	-	-	58,832

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
6	都會區周緣坡地整合性環境地質資料庫建置	地調所	-	-	50,000

	計畫名稱	部會	89 年度	90 年度	91 年度
7	建立洪水預警系統暨水利設施災害防救體系整合計畫	水利署	27,480	11,600	-

## 2.2 研究成果

### (1) 台灣地區隧道岩體分類系統暨隧道工程資料庫之建立

(1/4,2/4,3/4)

#### 計畫主要貢獻與成就：

本計畫將台灣近二十年來沿襲國外岩體分類法所完成之隧道工程實作經驗，轉化為適用於台灣地質特性之本土化岩體分類系統，其所引用之隧道工程案例資料庫(111 個案例)，本身即為台灣隧道史上之重要資產。其所建立之「台灣岩體分類與隧道支撐系統(PCCR 系統)」，涵蓋了台灣各種地質特性，包括可與國外接軌之 A、B 岩類，以及呈現本土特色之 C、D 岩類。已為台灣隧道工程界釐定了一套可共同通用之「岩體分類語言」，對將來台灣隧道工程建設，提供設計及施工之參考，如東部、中橫與南橫國道公路隧道群等之調查、規劃、設計與施工，將具有極大之貢獻。研究團隊提出「統包架構下之隧道工程發包策略及技術規範研擬」，這是

一個很有意義的工作。未來重大工程趨向以統包方式執行，尤其隧道工程不確定因素太多，在執行過程中需要極大的彈性以應付不同的狀況，以統包方式執行最為適合，但需要明確的規範，所以本計畫確能滿足本領域的需求。

**建議：**

- a.計畫之成果相當豐碩，而且已經以資料庫之形式呈現，符合時代潮流，但是所發展出的設計原則尚未經過驗證，其實用價值未能完全確定，尤其是力學、工程行為不完全清楚，而案例不多的卵礫石層及膠結不良岩層隧道工程(C,D岩類)，也有待進一步探討。本計畫是四年期計畫，將在92底年結束，如果未來不能延續下去，預期效益將無法達成，未免可惜。因此建議後續研究至少要持續五年以上。
- b.未來工作內容應就卵礫石層及膠結不良岩層隧道的力學行為及案例加以研究，更應著重於現場驗證與技術之推廣，此外現場驗證須能涵蓋不同岩類。
- c.除現有研究團隊之外，應另委託學術單位進行較基礎的研究及獨立的機構進行現場驗證，如此才能發現盲點。現場驗證的結果在經學界及工程界廣泛討論後，回饋給研究團隊作為改進之依據，使本計畫的成果更具實用性。
- d.推廣落實研究成果，要求未來設計及施工單位採用本分類法。

**(2) 建築物地震災害防制之研究 (2/5,3/5,4/5)**

**計畫主要貢獻與成就：**

本計畫根據 921 地震建築物震害調查資料，研發本土化耐震技術。本計劃之主題分為三部分：結構耐震相關研究法令規範之研修、耐震評估方法之改進及制度之研擬與耐震補強方法之研發及制度之研擬。從本計劃之成果來看，第 2 及第 3 部分是有達成目標，且也產生相當好的社會效益及經濟效益。本計劃之成果使得一般工程界於 921 地震過後，在耐震評估及補強有一定之方法可遵循。



**建議：**

- a.加強宣導新耐震評估及補強（講習及示範），並確實落實於基層及民間新建與 921 地震震損補強工程。
- b.加強耐震法規和施工規範的落實及修訂，更應探討整個工程制度，並研究如何建立真正尊重專業的工程制度。

**(3) 都市及建築安全防災科技研究專案中程綱要計畫(2/5, 3/5, 4/5)**

**計畫主要貢獻與成就：**

本計畫之重點與主要工作項目都與規劃和法規有直接的關係，如果依照這些重點去執行，對國內都市及建築安全防災系統之建立與執行都會有積極的貢獻，而這也是我們所需要的。本計畫對本領域發展有實務應用貢獻，過去績效尚不錯，唯應展現哪些研究以落實應用之具體成果。

**建議：**

- a.與交通部科技顧問室或國科會防災計劃加以彙整分工。
- b.HAZ·TAIWAN 中 Inventory 之建立相當重要，應規劃編列經費協助辦理，
- c.應重視資料之建立及強調哪些建立已應用或已移轉之實績。

**(4) 建築物防火安全技術開發與應用研究計畫 (2/6,3/6,4/6)**

**計畫主要貢獻與成就：**

本計畫以應用研究為主，在本地化建築物防火之對策、法規、安全控制、性能式工程設計、檢測實驗等方面的研擬，完成具體成果，有建築防火及消防技術之創新，並培育四十名以上防火研究人才，執行績效良好，惟與土木結構、土木防火材料相關者之研究不多。

**建議：**

計畫之研究規劃相當完整，執行績效尚理想。計畫成果中之性能式防火設計法為建築物防火工程之趨勢，宜挹注更多人力與財力於該方面之研發。建議未來相關研究應先彙整

各大學、學術、及研究單位過去之研究成果，並整合訂定具體分項計畫。研究成果之學術性與國際既有之論文相比，新意有待加強，應擴大研究題目之範圍與委託研究之對象，並實質加強國際合作案。

#### **(5) 地震地質調查與活動斷層資料庫建置(1/5)**

##### **計畫主要貢獻與成就：**

本計畫調查涵蓋範圍為活動斷層兩側各 250 公尺之帶狀區域，對象包括地調所公布修正之 42 條第一類活動斷層；完成比例尺 1/25000 之地震斷層地質圖，可作為進一步精查之基礎；所提供之斷層分布及位移資訊，可提供工程規劃、選址及防震設計之參考；91 年度已完成新城、車籠埔、彰化、梅山、新化等五條斷層之調查與資料庫。

##### **建議：**

本計畫應整合國內其它調查或研究個案之成果，以免重覆投資；本計畫的執行應更擴大其他技術領域之參與，如土木、應用力學等相關學門，參與執行防震工程、斷層力學等研究，以提高國內的學術水準；應重視資料庫之流通性及思考如何應用推廣；新城斷層由第二類活動斷層提升為第一類活動斷層，且貫穿新竹科學園區，建議另案辦理細部調查、監測、地震危度分析、高科技廠房防震研究及耐震規範研擬等。

#### **(6) 都會區周緣坡地整合性環境地質資料庫建置(1/5)**

##### **計畫主要貢獻與成就：**

本計畫空間涵蓋台灣都會區周緣的山坡地，對於坡地防災及開發提供基本資料；建立比例尺 1/25000 之環境地質圖及 e 化之資料庫；可應用於國土規劃、坡地防災、坡地工程建設及規劃。

##### **建議：**

本計畫應整合國內其它調查或研究個案之成果，以免重覆投資；應重視資料庫之流通性及思考如何應用推廣；坡地問題具有動態之變化特性，會隨時間呈現不同的問題，因此資料庫應進行動態之維護與更新。

### (7) 建立洪水預警系統暨水利設施災害防救體系整合計畫 (2/3,3/3)

計畫主要貢獻與成就：

- a.初步整合洪水與淹水預擬模式並完成烏溪、八掌溪、朴子溪與高屏溪之防洪預警系統建立。
- b.完成洪水預警預報系統先期建置實施計畫草案。
- c.提出防洪預報示範系統軟硬體設備之建立及完成洪水預報展示系統之規劃與建立。

建議：

本計畫歷經 88~90 年之三年研發,所完成之系統龐大,成果值得肯定,唯後續整體系統之維護管理、實地驗證測試與運作,對水利署等相關水利單位之有效技術移轉,以及智慧財產權之畫定釐清(研發單位有公私營機關),均必須儘速作必要之考量,以免造成爭議影響研發成果之具體落實。另外,建議未來於氣象水文之預報可再進一步研究,以符台灣即時預報之徑。

## 3 發展策略建議

### 3.1部會研提之計畫策略與展望

#### 1. 行政院公共工程委員會

##### 一、全生命週期思維提高建設效益

建置全生命週期工程管理機制—統包模式之工程進度及品質管理策略。

建置全生命週期工程管理機制—委託專案管理模式之工程進度及品質管理。

建置生命週期工程管理機制 BOT(Build-Operate-Transfer)模式之工程進度及品質管理。【92 年度預定執行計畫】

屆齡公共建設拆除回收再利用之應用策略研究。【93 年度預定執行計畫】

## 二、建立公共工程優質發展環境

公共建設永續發展人才教育—各機關辦理公共工程常見司法爭議類型化之研究(第二期)。【92 年度預定執行計畫】

工程研發績效納入公共建設競標審查項目之研究。

公共工程編審電子化之建立。

公共工程科技研發資料庫之建立。【93 年度預定執行計畫】

## 三、加速推動民間參與公共建設

各類型民間參與公共建設案件執行成效之調查及分析研究。【92 年度預定執行計畫】

民間參與公共建設風險評估與管理之研究。【93 年度預定執行計畫】

## 四、推動綠色營建促進生態環境平衡

多元性資源回收再生透水性鋪面之整合應用技術及基本圖研究。

建置生態工法與小型景觀橋梁基本圖及相關施工規範與工料分析(含細目碼)。

地下水點井抽取再回注規範之建制研擬。【92 年度預定執行計畫】

我國公共建設維護管理技術手冊及規範檢討與修訂之研究。

國內生態工法規劃設計及施工案例資料庫及網站建立之研究。

綠營建施工綱要規範之研擬。

生態工法應用於提升環境機能技術之研發。

公共建設納入再生材料之使用規模及範圍之研究。【93 年度預定執行計畫】

## 五、整合工程技術規範提昇營建技術

複合材料(FRP)結構補強、品質管理技術引進與本土化手冊研訂。

公共工程自充混凝土使用手冊。

公共工程應用新材料、新工法及新技術之調查及相關規範編製)。【92 年度預定執行計畫】

建立公共建設跨領域技術整合機制之研究。【93 年度預定執行計畫】

## 六、建立公共建設維護與管理機制

非破壞性實驗檢測及驗證技術之研究需求。【92 年度預定執行計畫】

公共建設維護管理技術規範建構與修訂。【93 年度預定執行計畫】

### 展望

a. 建構人本、優質、永續之公共建設，以改善生活環境，建設生產環境及維護生態環境為主軸，因應未來以資訊及工程科學為本，考量公共建設生命週期各階段需求為主要發展潮流趨勢。

b. 整合全國施工綱要規範暨相關技術資料，研提公共工程技術資料整合標準化之中長期科技計畫，其重點方向為作業流程及法規制度面之研訂、工程技術資料之標準化整合、生命週期資訊標準之制定、相關資訊軟體介面之整合及訂定、推廣應用之普及化作業。

## 2. 內政部(建築研究所)

### 一、都市及建築安全防災科技研究

延續都市防災示範計畫、新興技術(GIS, GPS, RS)在防災領域的應用、延續九二一震災調查資料彙整分析及修正本土化應用、拓展國際防災研究資訊【92 年度預定執行重點】

### 二、建築物防火安全技術開發與應用研究

持續前期研究，未來強化易發生火災建築物防火研究、高層建築防火安全技術研究、防火工程技術應用、性能防火法規及設計法應用研究。【92、93 年度預定執行重點】

### 三、建築物地震災害防治

持續前期研究、研擬建築物功能設計法及研修相關規範、耐震能力評估法改進、建立補強準則、補強設計及施工之參考手冊、落實相關規定及建立正確的應用管理機制。【92 年度預定執行重點】

### 展望

a. 開發及應用新技術於建築材料之研發。

b. 建立新材料、新技術、新工法評鑑制度。

c. 構建建築材料生命週期資料庫，以控制及改善高耗能建築材料製程及

環境影響。

d.整合國內現有研究人力、有效應用資源，達成技術及資訊交流，提升建築材料研發。

### 3. 經濟部(中央地質調查所)

#### 一、全國基本地質調查

出版 1/50,000 區域地質圖幅及說明書及 1/100,000 高山地質圖幅及說明書、分年分區完成第四紀地質調查、整合、調查、分析各種地質災害敏感區及其特性、完成都會區地下地質及工程地質調查研究、建立海域基本地質圖幅、完成全國基本地質資料庫、建置基本地質資訊系統。(長期計畫)

#### 二、全國活動斷層調查

確定活斷層位置、掌握斷層的性質及區域構造背景、研判活動斷層的活動週期及長期活動速率、觀測台灣地區活動斷層之活動性、評估其對地震災害之影響。

建置活動斷層資料庫。【92、93、94、95 年度預定執行重點】

#### 三、都會區周緣坡地整合性環境地質資料庫建置

全省山坡地環境地質基本資料調查、坡地岩體工程特性調查、礦坑及坑道調查、環境地質資料庫系統建置。【92、93、94、95 年度預定執行重點】

### 展望

a.地質災害調查：配合挑戰 2008 國家重點發展計畫，加強國土資訊系統及工程地質探勘資料庫建置、持續整合相關資料庫、配合台灣西南海域天然氣水合物儲存區地質調查研究計畫加強海域地質災害調查、前瞻科技應用（高精度衛星影像判視、數值航測應用、光纖、電磁波時域反射監測系統研製及應用、即時動態 GPS 測量）

b.全國活動斷層調查：觀測儀器設計與資料分析模式建立、斷層作用之應變分析與動力學分析、地殼物質之傳輸模式、岩體材料之組成律、地震前兆分析與預警。

#### 4. 經濟部(水利署)

##### 一、整合水旱災防救科技

建立旱澇災害防救機制、強化環境平衡之災害防治方法、健全水資源基本資訊。【93、94、95 年度預定研究課題】

##### 二、發展河川復育與水資源保育科技

研究開發替代水源新科技、建立多目標供水網路提升水資源調配技術、強化整合性水資源管理、落實河川環境改善及生態復育。

#### 展望

水旱災防救科技：建立台灣地區災害潛勢及其分佈圖、建立災害境況模擬、災害防救資料庫建制與整合、應用先進技術與最新資訊提高災害防救效能、強化水資源科技研發成效減低颱風災害之損失、協助地方政府建立災害防救計畫與規劃建立災害防救運作體系。

#### 5. 交通部(科技顧問室)

##### 一、維護管理領域

維護管理系統之建置與健全、檢測評估維修與補強系統之建立與健全、永續運輸系統之實踐。

##### 二、防災維生領域

建立防災資源與資訊資料庫及應用系統、制定防救災應變手冊、低成本高效益防災維生技術研發與引進、歷年防救災研發成果之落實、研發成果移轉與推廣機制建立。

##### 三、規劃新建領域

新工法新材料與新技術之需求、設計參數本土化、相關設計與施工規範編修、加強推動交通建設效率、資訊化社會之基礎建設、利用資訊科技輔助交通工程建設推動。

##### 四、人文及生態景觀

健全交通土木工程建設與環境景觀融合之工程技術、維護並回復交通土木工程建設鄰近環境生態機能、降低交通土木工程建設鄰近環境生態之衝擊。

上述研究課題，部分將在 91-94 年度研究及未來四期二十年計畫執行辦

理。

## 展望

以交通建設生命週期出發，首重維護管理以達成永續經營為目標，加強防災維生以強化交通災害應變能力，考量國內規劃新建之科技研發需求，規劃交通部未來四期二十年研發計畫。

## 3.2 土木領域策略規劃研提之架構計畫及領域未來發展重點策略

### 方向

土木策略規劃委員歷經三次會前會及二天的研討會，除建議應擴大或延續辦理外，由原委會主辦的放射性廢棄物貯存、最終處置技術之發展及應用計畫與公共工程委員會負責的隧道工程科技計畫，經熱烈討論出七大架構計畫，分別說明如下：

#### 3.2.1 建議擴大或延續計畫

**放射性廢棄物貯存與最終處置技術之發展及應用(91.92.93.94.95)：**

本計畫執行期限為 91 至 95 年度。建議擴大推動高放射核廢料地質處置計畫，包括母岩特性、地盤長期穩定性、場址調查及分析技術地下工程技術，建議可與公共工程委員會及經濟部中央地質調查所共同推動。

**延續隧道工程科技計畫：**

- a.本計畫是四年期計畫，將在 92 底年結束，如果未來不能延續下去，預期效益將無法達成，未免可惜。因此建議後續研究至少要持續五年以上。
- b.未來工作內容應就卵礫石層與膠結不良岩層隧道的力學行為及案例加以研究，更應著重於現場驗證與技術之推廣。此外，現場驗證須能涵蓋不同岩類。
- c.除現有研究團隊之外，應另委託學術單位進行教基礎的研究及獨立的機構進行現場驗證，如此才能發現盲點。現場驗證的結果應經學界及



工程界廣泛討論後，回饋給研究團隊作為改進之依據，使本計畫的成果更具實用性。

d.推廣落實研究成果，要求未來設計及施工單位採用本分類法。

### 3.2.2 架構計畫及領域未來發展重點策略方向

本委員會建議的八大架構計畫分別為新世紀土木工程再造計畫、土木專業管理及制度建立計畫、原尺度國家地下坑室實驗場計畫、海岸空間調查、保育及利用計畫、創新土木建築材料計畫、永續運輸工程計畫、永續河川流域經理及地下水資源開發計畫、東部開發及建設提升計畫（架構計畫之樹枝狀圖參見附錄一）。分就其緣由及未來發展重點及策略方向概略說明如下：

#### 1. 新世紀土木工程再造計畫

土木工程行業榮景不再，為國家邁入開發國家的現實且正常現象，然而土木工程相較於半導體等高科技產業為資本分散，高量從業人口，因此十年前各級學校廣增設土木相關科系，民營營造公司亦引進大量技術勞工，曾幾何時，新建大型工程大幅衰退，政府財政困難，大量採用 BOT 方式辦理公共工程，以高鐵為例，承包商大多為外商，不僅第一線的技術人員大量引進外籍勞工，就連第二線的工程設計亦引進大量的外籍工程師，此現象與政府一再強調的降低失業率、提升競爭力背道而馳。因此，如何考慮國內、外現況（進入 WTO 市場開放、新建工程減少而維護工程增加等），研提一完整的再造（或轉型）方案，包括改善制度法令面及技術面，為一刻不容緩的工作。

#### 【制度面/法令面】

##### ● 土木工程產業與教育發展計畫(產業發展與教育類)：

國內以及世界上已開發國家重要之公共工程建設也相繼完成，此一行業正漸漸失去其價值以及對學生之吸引力。如何將土木工程此一行業賦予新的生命是當務之急。土木工程從「新建」為出發點之基本觀念可能必須修改到以診斷與維修為重心。如何在此轉換的過程中將電子、生物及其他相關領域新近乃至於未來之發展充分的納入土木工程之需求，是另一可能需要考慮之重點。研究課題包括土木

工程教育的數量(減系、減班)、課程內容調整(跨領域課程整合,加強維護管理評估、分析、技術,第二專長課程規劃、示範計畫)、落實研究技術到產業界的策略等。

● **土木產業對外競爭力提升及輔導計畫(產業發展與教育類):**

由商業雜誌統計資料顯示,2001年進入全國1000大企業或500大服務業的營造業(含顧問公司,不含建設公司)為62家,營業金額總和2227億新台幣。全球至少有30家以上的營造廠每年營業額都超過1000億(新台幣),其中包括日本:鹿島、清水、大林、大成、竹中及韓國三星、現代。2227億中有多少是國際工程市場貢獻?!未有正確統計數字,國內主要的二家營造廠中鼎工程及榮工公司的營業額僅分別約為40及50億新台幣,此乃因國內營造廠資本規模太小,能承擔的風險非常小,缺乏獨特技術專業廠商,整合性工程實力不佳,對資金調度、保險、稅務、法務與國外廠商之作業問題,缺乏處理經驗及能力,市場開發能力差,工程市場訊息不足。研究課題應含國外(越南、中國等)營造市場資訊建立(市場資訊、營建法規、協力廠商、材料商資訊、市場分析等研究、創造租稅、獎勵研議等。

**【技術面】**

● **創造國內營建業的特殊優勢計畫:**

土木工程領域在國際上無可傲人之處,但其他領域,如電子、化工等,則具有全球之競爭力。或許可以進行跨領域的研發,將電子或生物或任何方面與土木結合進行研發,創造出全新的技術優勢。土木工程生命週期長,除了興建技術外,維護管理技術需求日升,可形成新興產業,增加就業機會,即是土木工程發揮其效益。世界主要科技國家都投入不同領域的奈米研發,台灣亦是;土木領域或許可以從奈米化生產的工程材料,例如水泥、灌漿材料進行研發,包括材料生產、材料力學特性等,或許可以引發革命性的改變,創造出台灣的獨特優勢,一如過去10年的電子業。研究課題包括建立土木工程維護管理技術、建立土木工程除役技術、新科技(奈米、光纖等)於土木工程之應用研究。前二個重點如附錄二。

### **建議執行方式：**

本計畫牽連範圍甚廣，建議由行政院科技顧問組整合公共工程委員會、教育部、內政部（建研所、營建署）等單位共同推動。

## **2. 土木專業管理及制度建立計畫**

土木工程為一系統性的工程，端賴制度面及管理面以提升工程品質、效率及確保工程安全。經過數十年的演變，土木工程相關的法令規章或有重疊、或有互相矛盾、或有不合時宜。土木工程相關專業技師種類繁多，專業及職業範圍重疊，時有紛爭。因此，實有必要就法令及管理制度加以檢討，亦有必要針對可以增進管理品質及效率的技術加以研究推廣。**研究課題含技術類的遙測、遙控技術研究與推廣，技術管理類的山坡利用制度檢討，各相關法令、彙整、修訂，技師及營建業管理制度檢討。**其中技師及營建業管理制度檢討，應就專業分工與專業負責，保障專業之工作權，增進工作品質及安全加以研究。

### **建議執行方式：**

本計畫部分內容與經濟部地質調查所（技術類），公共工程委員會及內政部營建署的負責業務與研提計畫雷同，建議由公共工程委員會主辦，其他相關部會配合辦理。

## **3. 原尺度國家地下坑室實驗場計畫**

大地工程所面對的研究問題大多以長時間、大尺度及大規模為其特徵，這些研究不僅需要在實驗室中進行，而且更需要大範圍、長時間系列的實地觀測資料，為了後者的需求，政府有必要設立一座原尺度國家地下坑室實驗場。本計畫不僅可供大型力學研究外，亦可提供其他領域需要穩定的溼度、溫度、氣流的研究領域設立實驗室。本計畫的推動不僅有利大型坑室（隧道、地下電廠）的建設科技提升，亦有利於地下儲油窖、核廢料深層掩埋計畫執行。完成後的實驗場亦可充當展覽場、表演廳等。建議設在金瓜石礦區，或台電現有的除役地下電廠。實驗場不但要

有地面試驗場地,而且還要有直井、斜坑、地下洞室(或地下坑道)等設施,可以進行臨場試驗及觀測。

#### **建議執行方式：**

建議由行政院科技顧問組召集經濟部地質調查所、原子能委員會、台灣電力公司、中國石油公司、國科會，進行規劃、選址等。

#### **4. 海岸空間調查、保育及利用計畫**

台灣四面環海，陸地空間及資源有限，過去十數年來，政府亦推動部分海埔新生地開發計畫，但由於經濟條件、民情及部分技術問題，開發案並不完全成功。政府曾宣示，海洋立國的方針，且挑戰 2008 國家發展重點計畫：水與綠建設計畫內海岸生態復育及環境改善為地貌改造與復育重點項目。為達此目的對於海岸空間調查、保育及利用應有詳細的方案。研究議題如下：

##### **● 海岸空間利用規劃及特性研究（技術類及產業發展與教育類）：**

遊憩區、新生地規劃、沿海地區風力發電可行性、沿岸環衝帶生態保育與工法研議等。

##### **● 潮間帶及淺海域工程特性及生態特性調查（基礎資料類）：**

地質、地形、海象等資料調查技術建立、調查及資料庫建立等。

##### **● 海岸變遷及成因（基礎資料類）：**

變遷調查、成因探討、變遷影響及對策等。

##### **● 海洋資源永續利用：**

生物、礦物、溫差、潮汐、海流與風力等於發電及民生之應用。

#### **建議執行方式：**

本計畫建議由經濟部中央地質調查所與水利署共同推動。其中工程特性調查可結合地調所將推動的天然氣水合物地質調查工作辦理。海洋資源應用建議由資源領域配合本領域共同推動。

#### **5. 創新土木建築材料計畫**

新性能之建材（如輕質、高強度、防火、易施工、價廉、廢棄物利用等）可衍生新設計、新工法、亦可帶動新產業。因此，土木工程的再造有賴創新材料。多種無機基材、新科技（奈米）可廣泛而深入創造出各種用途之新材料。與新建材相關的試驗及試驗室管理亦須加以檢討。本計畫課題包括技術類的高科技（奈米、無機基材等）於土木建築材料之研製與應用、混凝土結構之耐久性研究、生態工法應用材料之研究，技術管理類的營建材料評鑑制度之研擬、試驗室管理認證制度之檢討及基礎資料類的營建材料資料庫的建立。

#### 【技術類】

##### ● 高科技（奈米、無機基材等）於建築材料之研製與應用：

建築材料微觀結構探討、奈米防污塗料開發研究、奈米技術應用於建築材料改質之可行性探討、無水泥混凝土技術之探討。

##### ● 混凝土結構之耐久性研究：

房屋結構使用年限模式之探討、氯離子在混凝土中傳輸机理之探討、混凝土碳化深度量測技術之探討、房屋結構使用年限模式之探討、修補材料性質對混凝土結構物耐久性之探討、氯離子擴散基本試驗法探討、混凝土碳化深度量測技術之探討。

##### ● 生態工法應用材料之研究：

生態工法材料之耐久性、生態工法材料之經濟效益及環境影響評估。

#### 【基礎資料類】

##### ● 建築材料資料庫之建立：

以生命週期評估方法比較混凝土建築物與鋼結構建築物之效能、以生命週期評估方法建立建築材料物流資料庫。

#### 【技術管理類】

##### ● 建築材料評鑑制度之研擬：

國外相關標準應用於本土材料檢測適用性之探討、現行 CNS 標準增修訂之更新探討、混凝土添加劑施工規範之研擬、評估建築材料

服務年限試驗法之標準化、再生混凝土拌合廠品管與品保制度之研究、引進新材料審查制度之研究、建築材料之檢驗及認證制度之研擬、輕質混凝土施工規範之研擬。

● **試驗室管理認證制度之檢討：**

現行土木建築材料試驗室管理認證制度之檢討。

**建議執行方式：**

本計畫規劃完整，具體可行，且與內政部建研所的規劃與展望吻合，建議由內政部建築研究所及營建署詳細規劃後推動，生態工法部分與公共工程委員會配合辦理，試驗室管理認證制度與經濟部標準檢驗局配合辦理。本計畫個課題的優先順序及執行年度詳見附錄三。

**6. 永續運輸工程計畫**

挑戰 2008 國家發展重點計畫核心價值為以人為本永續發展，而十大重點計畫數位台灣計畫 e 化交通重點涵蓋交通安全、智慧交控等。上述目標有賴監測系統的建立及保護生命安全的交通設施的推廣使用。建議研發下列三子題：

- **安全監測系統的研發與建立（電車線路、高速路軌等）。**
- **以人為本的道路安全及交通設施（安全護欄、碰撞防衝、隔音強、防眩板等）研發與應用。**
- **以生命週期為導向的道路維護技術建立。**

**建議執行方式：**

本計畫建議納入交通部科技顧問室未來四期二十年計畫辦理。維護技術建立可與架構計畫新世紀土木工程再造計畫配合辦理，以增強國內營建業的競爭優勢，建立土木工程維護管理技術，建立土木工程除役技術。

**7. 永續河川流域經理及地下水資源開發計畫**

過去經濟開發的需求，致使台灣部分河川變色，更由於台灣地形地質地理環境的特殊性，致使台灣山高、河短、水急、多砂、降雨集中、多颱、

多地震。近來更因受全球氣候變遷影響，出現多災、缺水的現象。如何確保用水不虞，為政府重點工作。因此，挑戰 2008 國家發展重點計畫水與綠建設計畫中水資源規劃與利用及地貌改造與復育，皆與河川流域永續使用有關。台灣中西部沿海為大規模沖積層所覆蓋，早期因養殖漁業發達，地下水超抽引起地盤下陷，造成甚大災害。近年來產業外移及土地利用型態改變，地層下陷已趨穩定或停止。事實上，此區域含蓄大量的地下水，如能對水質、水量、地層下陷防治、地下水補助、管線、抽水站詳加規劃研究，並與地下水聯合應用，應可解決台灣地區的缺水問題。本計畫建議的課題包括水庫淤砂及海岸退縮解決方案，河道變遷調查、分析，河川治理規範及手冊建立，地盤下陷區利用與管理等。

● **水庫淤砂及海岸退縮解決方案：**

淤砂清理、老舊水壩除役、海岸退縮探討及方案等。

● **生態工法基礎研究：**

河川生態調查、建檔、基礎工法研究落實等。

● **河道變遷調查、分析(含調查及分析技術的建立)：**

河道變遷調查及成因、理論分析技術建立、落實河川治理及灘地利用。

● **河川治理規範及手冊**

● **地盤下陷區利用與管理：**

水質、水量、地層下陷防治、地下水補助、管線、抽水站詳加規劃研究。

**建議執行方式：**

本計畫部分內容與經濟部水利署負責業務及研提計畫雷同，建議水利署於未來四年計畫納入辦理。地盤下陷區的利用，中央地質調查所及水利署以往已有部分成果，建議中央地質調查所配合水利署辦理地質調查、地下水量水質評估、地下水補助方案等，亦建議內部營建署配合辦理土地利用檢討。生態工法建議與公共工程委員會共同推動。

**8. 東部開發及建設提升計畫**

台灣東部由於交通不便，相較於西部，開發不足，工程建設少。相對的也幫台灣留下一塊淨土，如何利用東部地區豐富的自然資源開發東部的無煙囪工業，提升人民的就業機會及人民的生活品質，為政府的當務之急。因此挑戰 2008 國家發展重點計畫包含了觀光客倍增計畫的花東旅遊路線。觀光事業的推動有賴健全的交通運輸的配合、觀光資源的開發等。挑戰 2008 國家發展重點計畫包括蘇花高快速公路的興建，未來更應延伸到台東及屏東以形成全島的高速公路網。然而東部地區的地形地質海岸建材等有異於西部地區，將會有長隧道、高橋墩橋樑、海岸侵蝕等問題，開發前應詳加規範及研究。本策略規劃委員會建議配合挑戰 2008 國家發展重點計畫（蘇花高速公路、東部高速公路）針對高速公路興建可能產生的問題加以研究並提出對策，配合觀光客倍增計畫辦理觀光資源開發等計畫。整體計畫區分為**土木及地質環境**二大類，分別敘述如下：

#### 【土木類】

##### ● 東部重大工程開發、維護、與管理技術研發：

深長隧道岩爆(地應力探測等)，先期湧水、通風、災變處置、工法等，高橋墩橋樑耐震及其工法，鹼骨材效應，橋樑與基樁非破壞性等之分析及探測技術。

##### ● 東部地區海岸空間永續利用：

海岸空間 GIS、水下削波設施研究、虛擬實境技術、天然災害對海岸空間利用之影響、海岸侵蝕對工程及生態的影響、核磁共振探水技術。

##### ● 東部地區容量管制規劃研究：

工作/居住/觀光空間與利用。

#### 【地質環境類】

##### ● 整合性觀光資源之開發與管理技術研究：

景觀、溫泉、文化遺址、特色產業。

##### ● 東部活動斷層與地殼變動對工程與環境之影響與對策



### 建議執行方式：

本計畫配合挑戰 2008 國家發展重點計畫，子題規劃詳細，可列為旗艦計畫。建議行政院科技顧問組整合交通部、經濟部、內政部等單位積極推動。

## 3.3 架構計畫執行優先順序

### 最優先計畫

東部開發及建設提升計畫、新世紀土木工程再造計畫、創新土木建築材料計畫

### 次優先計畫

土木專業管理及制度建立計畫、原尺度國家地下坑室實驗場計畫、海岸空間調查、保育及利用計畫、永續運輸工程計畫、永續河川流域經理及地下水資源開發計畫

## 4 研討會之討論與結論

此次土木領域經過一天半的會議，在此感謝審查委員們、主辦單位及協辦單位等對其領域過去三年之重要研發成果與績效加以評估，並對各政府部門未來四年之發展架構計畫與擬定重點發展策略等，不吝作出建言，以為未來提升成效的參考，整體而言，這應該是一次難得而又成功的會議。

### 4.1 研討會結語

土木領域研討會做出結論與建議如次：

- a. 總體而言，規劃七個架構計畫並無針對特定工程，委員們建議配合國家建設提出一旗艦型計畫—東部開發及建設提升計畫，此計畫將擴及長隧道、高橋墩橋樑、海岸侵蝕等問題；東部觀光資源開發、東部活動斷層影響等，建請行政院科技顧問組、交通部、經濟部、內政部等相關單位辦理。
- b. 土木工程教育政策未來走向應朝跨領域教學；其教育的數量（減系、減班）、課程內容調整（跨領域課程整合，加強維護管理評估、分析、

技術，第二專長課程規劃、示範計畫)、落實研究技術到產業界的策略等亦是當務之急。

- c. 土木領域產業對外競爭力輔導計畫，建請於全國公共工程委員會討論法律面、制度面問題，推動立法落實重大工程編列一定比例之研究經費。
- d. 土木制度面管理、技師認證、營造業、IT 技術推動，有賴跨部會彙整相關法令配合。
- e. 土木技術面問題涵蓋除役、維護管理部分，需細部規劃。
- f. 原尺度國家地下坑室實驗場計畫建議除金瓜石礦區，可考慮東部山區設造。考量因素如：可了解其複雜多變的地質狀況，進而發展海岸地質、隧道等，木瓜溪廢棄電廠可加利用。
- g. 未立法前，建請各部會工程計畫審議時，視實際需要寬列研發經費。
- h. 臺灣由於地理環境因素季風強勁，臺灣海峽具強大的海流，部分地區（如東部）潮差大，在能源耗竭的年代，如何善用此類資源於發電及民生用途為當務之急，建議結合土木、資源、能源、農業等部門針對上述資源的應用加以研究及推廣。

## 4.2 研討會意見彙整

統整與會人員發言建議，按七大架構及一旗艦計畫含綜合意見分類參詳附錄四。