

101-80-2148

MOTC-IOT-98-EEB012

橋梁政策白皮書之研擬



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 5 月

ISBN 978-986-03-2633-8

ISBN 條碼

GPN : 1010101074

定價 150 元

101-80-2148

MOTC-IOT-98-EEB012

橋梁政策白皮書之研擬

著者：王仲宇、張國鎮、張荻薇、黃俊鴻、姚乃嘉、陳賜賢、
陳銘鴻、李維峰、曾志煌、鄔德傳、巫柏蕙

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目資料

橋梁政策白皮書之研擬 / 王仲宇等著. -- 初版. --
- 臺北市 : 交通部運研所, 民 101. 05
面 ; 公分
ISBN 978-986-03-2633-8(平裝)

1. 橋樑工程 2. 公共政策 3. 白皮書

441.8

101009028

橋梁政策白皮書之研擬

著 者：王仲宇、張國鎮、張荻薇、黃俊鴻、姚乃嘉、陳賜賢、陳銘鴻、
李維峰、曾志煌、鄔德傳、巫柏蕙

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 101 年 5 月

印 刷 者：福島實業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：150 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1010101074 ISBN：978-986-03-2633-8 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：橋梁政策白皮書之研擬			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-03-2633-8 (平裝)	政府出版品統一編號 1010101074	運輸研究所出版品編號 101-80-2148	計畫編號 98-EEB012
本所主辦單位：運輸工程組 主管：陳一昌 計畫主持人：曾志煌 研究人員：鄔德傳、巫柏蕙 聯絡電話：(02)2349-6827 傳真號碼：(02)2545-0427	合作研究單位：國立中央大學土木工程學系 計畫主持人：王仲宇 研究人員：張國鎮、張荻薇、黃俊鴻、姚乃嘉、 陳賜賢、陳銘鴻、李維峰 地址：桃園縣中壢市中大路 300 號 聯絡電話：(02)4227151- 34127		研究期間 自 98 年 4 月 至 98 年 12 月
關鍵詞：橋梁、政策白皮書			
<p>摘要：</p> <p>民國 97 年 9 月辛樂克颱風過境期間，發生公路總局所轄 4 座橋梁斷裂落橋事件，其中位於臺中縣后豐大橋的斷落甚至造成 6 名民眾不幸身亡。此次事件引起各界對於國內既有橋梁之相關管理制度，包括橋梁的設計規範、檢測、評鑑及監測作業，乃至封橋機制等產生諸多的討論。依據臺灣地區橋梁管理資訊系統的資料顯示，全台橋梁之平均橋齡已接近 20 年，橋梁的老劣化問題確已為鐵公路養護單位必須更為審慎處理的課題。地震加上全球氣候異常所帶來的急風驟雨，使臺灣地區部分橋梁結構安全面臨更嚴峻的考驗，短期的維修改建措施只能救急，當前既有之設計規範、工法、檢測、監測技術、改善經費等確實應適時檢討以為因應。本研究就橋梁政策白皮書之研擬進行初探，內容包括蒐集國內橋梁發展歷程及先進國家橋梁相關政策等資料，探討我國橋梁現況及所面臨之課題，訂定橋梁政策目標，並研擬達成政策目標之策略、措施及短中長期執行計畫。針對橋梁的全生命週期擬定長期而完整的執行目標與政策，期能使中央及地方各級橋梁主管機關在辦理橋梁相關業務時之參考，協助落實橋梁安全維護工作，確保國家資源之有效利用，進而讓民眾能夠行得舒適、行得安心。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
101 年 5 月	202	150	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p>■普通</p>			
<p>備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</p> <p>2.本研究係使用交通部經費辦理。</p>			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: A Study of the White Paper of Bridge Policy			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-03-2633-8 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010101074	IOT SERIAL NUMBER 101-80-2148	PROJECT NUMBER 98-EEB012
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: Isaac I.C. Chen PRINCIPAL INVESTIGATOR: James C.H. Tseng PROJECT STAFF: Wu, Teh-Juan , Wu, Po-Huei PHONE: (02)2349-6827 FAX: (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM April 2009 TO December 2009
RESEARCH AGENCY: Oriental Institute of Technology PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wang, Chung-Yue PROJECT STAFF: Chang, Kuo-Chun, Zhang, Di-Wei, Hwang, Jin-Hung, Yau, Nie-Jie, Chen, Cih-Sian, Chen, Ming-Hong, Lee, Wei-Fong ADDRESS: No.300, Jhongda Rd., Jhongli City, Taoyuan County 32001, Taiwan, R.O.C. PHONE: (02)4227151-34127			
KEY WORDS: Bridge, White paper			
ABSTRACT: Typhoon Sinlaku struck Taiwan in September 2008, causing four bridges run by the Directorate General of Highways to collapse. There were six people reported as having died in the collapse of Ho-Feng Bridge, one of the four collapsed bridges located in Taichung County. Thereafter, people started to become concerned with the suitability of the design code, maintenance strategy, and even the strategy to prevent a bridge from being affected by this kind of tragedy. According to the database of the Taiwan Bridge Management System, the average age of Taiwanese bridges is approaching 20 years; the problem of agedness and deterioration has become an important issue to bridge maintenance departments. Strange weather over the past years has brought stronger wind and heavier rainfall, which, when also including earthquakes, threatens the structural safety of Taiwan's bridges. Emergent repairs or maintenance can provide only short term solutions. It is the right time to review the existing design codes, construction methods, inspection and monitoring technologies, and the needed budget. This project is aimed to write a "White Paper of Bridge Policy" for the Ministry of Transportation and Communications. In this project, the history of Taiwan's bridge development, bridge policies in some advanced countries, the current situation and problem for Taiwan's bridges, setting the goals of bridge policy and determining the short-term, mid-term and long-term strategies to achieve the goals will be collected and studied. Through this project, the clear goals and complete strategies for bridges are hopefully accomplished to provide as guidelines for central government and local governments to follow when dealing with the policies relating to bridges. The ultimate purpose is to keep all the sound, utilizing the limited resources effectively and ensuring public transportation safety.			
DATE OF PUBLICATION May 2012	NUMBER OF PAGES 202	PRICE 150	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. The budget of this reaserch project is contributed by the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄	III
表目錄	V
圖目錄	VI
第一章 緒論	1-1
1.1 計畫背景	1-1
1.2 研究內容與工作項目	1-3
1.3 研究成果	1-4
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國內橋梁工程發展趨勢	2-1
2.1.1 我國橋梁建設之演進	2-1
2.1.2 設計規範	2-8
2.1.3 養護規範	2-9
2.1.4 近年橋梁相關研究重點	2-12
2.2 國外橋梁政策與趨勢	2-12
2.2.1 美國	2-12
2.2.2 日本	2-16
2.2.3 歐洲	2-24
第三章 我國橋梁現況分析	3-1
3.1 國內橋梁課題	3-1
3.1.1 臺灣地區橋梁管理資訊系統之發展	3-1
3.1.2 天然環境惡劣與交通負荷過大	3-5
3.1.3 橋梁相關預算問題	3-6
3.1.4 組織與人力問題	3-11
3.1.5 橋梁行政制度問題	3-12
3.1.6 橋梁安全維護工作之複雜特質	3-15
3.2 行政院公共工程委員會橋梁安全政策白皮書重點回顧	3-17
3.3 莫拉克颱風八八水災之省思	3-22
3.3.1 橋梁破壞模式之概述	3-24
3.3.2 復建工作之原則	3-27
第四章 橋梁政策之論述	4-1
4.1 法令與法源議題	4-1
4.1.1 論述	4-1
4.1.2 執行策略建議	4-2

4.2 橋梁經費預算議題.....	4-3
4.2.1 論述.....	4-3
4.2.2 執行策略建議.....	4-4
4.3 橋梁業務組織架構議題.....	4-4
4.3.1 論述.....	4-4
4.3.2 執行策略建議.....	4-6
4.4 橋梁人力資源與技術發展.....	4-6
4.4.1 論述.....	4-6
4.4.2 執行策略建議.....	4-8
4.5 維護管理與防災應變.....	4-8
4.5.1 論述.....	4-8
4.5.2 執行策略建議.....	4-10
第五章 願景與政策主張	5-1
參考文獻	
附錄 1 90 年「橋梁安全政策白皮書」之十項政策主張	
附錄 2 國科會 GRB 資料庫內橋梁相關研究計畫一覽表	
附錄 3 現行橋梁相關法令	
附錄 4 SSI、SPI 及 MPI 等評估指標說明	
附錄 5 莫拉克颱風橋梁及道路災後復建原則	
附錄 6 期中報告審查意見表	
附錄 7 期末報告審查意見表	
附錄 8 期末簡報	

表目錄

表 2-1 各時期國道橋梁的基礎型式之演進	2-6
表 2-2 各時期國道橋梁興建工法之演進	2-7
表 2-3 各時期國道橋梁的支承及伸縮縫之演進	2-7
表 2-4 日本每十年重建的橋梁數目	2-19
表 2-5 日本橋梁沖刷調查之評分表	2-20
表 2-6 法國各等級公路之管理者與橋數	2-25
表 3-1 90 年橋梁安全政策白皮書執行成果之概述	3-17

圖目錄

圖 1.1 橋梁結構系統之各類可能劣化機理與損傷模態.....	1-2
圖 1.2 土木基本設施永續發展之生命週期管理.....	1-2
圖 2.1 各時期之國道路堤橋梁隧道統計圖.....	2-6
圖 2.2 美國橋梁之橋齡與缺失橋梁統計.....	2-13
圖 2.3 日本全國之橋梁建設年次及數量.....	2-17
圖 2.4 日本 77 座橋梁沖刷評分統計圖.....	2-19
圖 2.5 法國公路設施資產維護管理的執行架構.....	2-26
圖 3.1 橋梁結構類型與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）.....	3-3
圖 3.2 橋梁總面積與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）.....	3-4
圖 3.3 橋梁結構類型與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）.....	3-4
圖 3.4 公路新建及養護計畫決算(92 年至 97 年).....	3-8
圖 3.5 國道高速公路局維護成本決算 (90 年至 96 年).....	3-8
圖 3.6 地方政府所轄橋梁之橋齡面積分佈.....	3-9
圖 3.7 地方政府老舊橋梁整建經費概估.....	3-9
圖 3.8 莫拉克颱風重大災區分佈.....	3-22
圖 3.9 中華顧問工程司調查 120 座橋梁損傷程度統計圖.....	3-23
圖 3.10 中華顧問工程司調查 120 座橋梁所在縣市統計圖.....	3-23
圖 3.11 中華顧問工程司調查 120 座橋梁所屬主管單位統計圖.....	3-24
圖 3.12 河道拓寬橋梁路堤及護岸沖毀之案例.....	3-25
圖 3.13 通水斷面不足上部結構損壞之案例.....	3-25
圖 3.14 洪水溢流橋面版翻覆之案例.....	3-26
圖 3.15 大量土石淤積覆蓋之案例.....	3-26
圖 3.16 邊坡滑落推擠橋梁破壞之案例.....	3-27

第一章 緒論

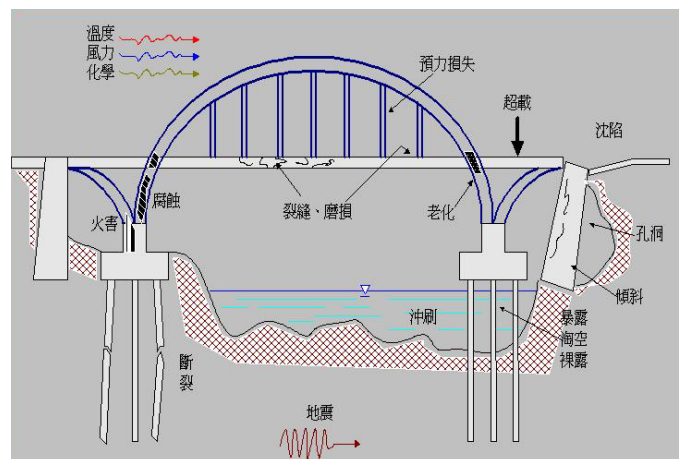
1.1 計畫背景

鐵、公路等交通運輸系統是現代人類生活中極為重要的公共工程基本設施，而橋梁則為此系統中不可或缺之構造物。由於橋梁通常須跨越河川、溪谷等障礙物，工程費用龐大，施工期間長，損害修復不易，故橋梁在交通運輸系統中，具有極為重要的地位。臺灣地狹人稠，又是崇山峻嶺、河川短促密佈的地方，且位於亞熱帶又屬高溫、潮濕的海島型氣候，加上都市化與工業化的急速發展，使得大氣環境中的腐蝕因子大為增加，因而影響到橋梁的耐久性。此外，臺灣位居北太平洋西側且為歐亞大陸板塊及菲律賓海板塊交界之島嶼，除夏季常有颱風，也是地震頻繁地帶，橋梁如因地震或颱洪發生損害或破壞，除可能造成人民生命財產的損失外，更可能因交通中斷，阻礙搶救與復原工作，進而對社會、經濟造成更深的影響。因此，近年來橋梁的安全維護問題及防災能力深受社會各界的重視及關心的課題；另 2007 年 8 月 1 日傍晚於美國明尼蘇達州所發生的斷橋事件以及 2008 年 9 月 15 日晚上位於台 13 線跨大甲溪，橋齡 47 年的后豐大橋，在辛樂克颱風所造成的泥石流沖擊下發生了斷橋事件，亦對國內外橋梁工程養護管理單位提出警訊，有需要重新檢視、探討橋梁之安全維護工作相關之策略、制度、技術。

橋梁在人為養護管理技術、能力之不足與缺失，並在各類環境作用下產生損傷劣化與破壞情形，若有災害發生時，則易付出龐大之社會成本。由永續發展的角度觀之，橋梁主管機關在面對橋梁系統存在如圖 1.1 所示之各類劣化損傷時，需有效掌握其健康狀態(Health Condition)，方可對社會大眾交待其安全性、耐久性與服務性。因此，政府必須積極投資相當之經費於橋梁設施之養護工程科技的研究發展工作。圖 1.2 為土木基本設施之生命週期演化歷時曲線，其中時間原點為該設施開始使用之時刻，實線為設計時預期之設計劣化曲線，當曲線之功能值達到不同之臨界值時，即需作不同之對應處置。但是如有天災、人為養護管理不當或技術能力的限制與交通量之增加，將使得橋梁設施之實際行為曲線如虛線所示，如何合理地定義出真實之劣化曲線，進

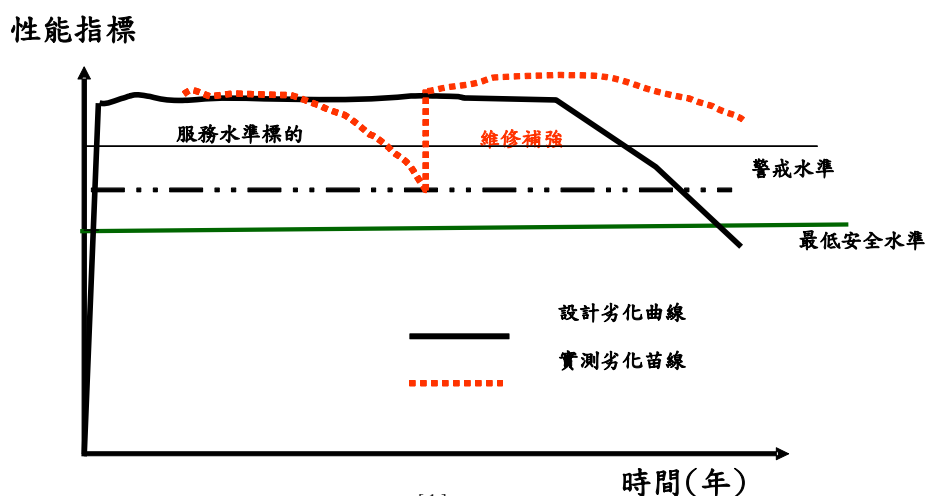
而作出有效即時之診斷、評估與維護補強措施，須透過一整合式之檢測/監測與評估之技術，此一系列之檢測、監測、分析、評估、補強、成本效益分析與資料管理的方法與理論為現今橋梁工程學中之一新興學科，亦是未來世代之生活空間中土木基本設施安全維護工作所需之前瞻技術的內容，稱為「土木基本設施之診斷再生工程學」(Diagnosis and Renewal Engineering of Civil Infrastructure)。

此係跨領域的科技整合工作，具有極大的經濟價值與意義，為 21 世紀土木工程科技之發展重點，目前世界先進國家皆已投注相當的資源於此，我國在作科技發展策略調整、研擬之際，實應有所因應。



資料來源：橋樑安全安全前瞻研究需求規劃^[1]

圖 1.1 橋梁結構系統之各類可能劣化機理與損傷模態



資料來源：橋樑安全安全前瞻研究需求規劃^[1]

圖 1.2 土木基本設施永續發展之生命週期管理

我國橋梁在 2001 年 8 月「臺灣地區橋梁管理資訊系統」啟用後，正式邁入系統性橋梁養護管理工作的新紀元，其後陸續辦理的橋梁維護管理人員訓練講習、橋梁維護資訊管理作業評鑑、縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫、基本資料的調查彙整修正更新等工作，在在顯示交通部欲使橋梁維護管理工作更臻完善的努力。然而，2008 年 9 月辛樂克颱風過境期間，不幸發生公路總局所轄 4 座橋梁斷裂落橋事件，其中位於臺中縣的后豐大橋斷落造成 6 名民眾不幸因而身亡。此次事件引起各界對於國內既有橋梁之相關管理制度，包括橋梁的設計規範、檢測、評鑑及監測作業，乃至封橋機制等產生諸多的討論。

依據臺灣地區橋梁管理資訊系統的資料顯示，全台橋梁之平均橋齡已接近 20 年，橋梁的老劣化問題確已為鐵公路養護單位必須更為審慎處理的課題。地震加上全球氣候異常所帶來的疾風驟雨，使臺灣地區部分橋梁結構安全面臨更嚴峻的考驗，當前既有之設計規範、工法、檢、監測技術、改善經費等確實應適時檢討以為因應。短期的維修改建措施只能救急，本研究就「橋梁政策白皮書」之研擬進行初探，針對橋梁的全生命週期探討長期而完整的執行目標與政策之方向，期能使中央及地方各級橋梁主管機關在辦理橋梁相關業務時有所參考，並期精進與促進橋梁安全維護工作之落實，確保國家資源之有效利用，進而讓民眾能夠行得舒適、動得安心。

1.2 研究內容與工作項目

本研究內容與工作項目如下：

1. 我國橋梁建設發展歷程回顧
2. 先進國家橋梁相關政策之蒐集整理
3. 我國橋梁現況探討及所面臨之課題
4. 我國橋梁政策目標之訂定
5. 研擬達成政策目標之策略、措施及短中長期執行計畫，並邀請專家學者就研究成果進行討論

1.3 研究成果

本研究蒐集國內橋梁發展歷程及先進國家橋梁相關政策等資料，探討我國橋梁現況及所面臨之課題，訂定橋梁政策目標之初探，並研擬達成該政策目標之策略、措施及短中長期執行計畫。研究涵蓋整體橋梁的工作，研究報告內容依緣起、文獻回顧、現況分析、願景及政策主張等章節編撰，並藉由橋梁專家的訪談以及橋梁專家座談會的方式，以更廣泛蒐集我國當前橋梁政策所面臨的課題及因應對策，使民眾及橋梁管理單位容易瞭解本研究所探討之橋梁安全維護政策之建議方向。

第二章 文獻回顧

2.1 國內橋梁工程發展趨勢

整體橋梁政策除了包含新橋的興建外，尚包含既有橋梁的維護，因此必須對歷年來各時期臺灣地區所建造橋梁的型式、規範以及工法先進行整理。

2.1.1 我國橋梁建設之演進

1. 日據時期－混凝土版橋：

日據時代國內橋梁設計標準大多數是按照日本「二等橋」規範設計，該規範創於大正 15 年（1925 年），其內容訂定「一等橋」、「二等橋」、「三等橋」三個等級，各級車重分別為 12 公噸、8 公噸、6 公噸。當時由於國內多為未開發的鄉間農村，所以橋梁多設計為二等橋，其車重為 8 公噸，因此日本人稱之為「T8 荷重」，這是日本獨樹一格的設計規範，其負載能力與當時美國州公路及運輸官員協會所訂之 H-15 載重相當。

2. 光復初期－公路橋梁通車優先

在抗日勝利後中央政府因大陸局勢逆轉，1949 年遷移臺灣，為穩定局面及鞏固本島基地，修復戰火洗禮後之公路自然是當務之急，但因限於人力及財力的不足，橋梁只得以實用為前提下儘快修復通車。在公路先求通車之大前提下，修復斷橋或建橋，在當時訂定如下準則：

- (1) 橋梁載重採用 H-15 級並能負荷 35 噸履帶式戰車。
- (2) 跨徑 5m 左右小橋，採木結構橋梁。
- (3) 跨徑 5m 以上 20m 以下橋梁，採 R.C.T 型梁結構。
- (4) 經過寬闊溪流，以建過水橋或與一部分過水路面相結合。

在當時國內水泥產量供應不足、鋼筋價格昂貴下，鋼筋混凝土橋梁在當時極為少數，為了節省經費而儘量縮減橋梁長度及寬度。鋼筋混凝土大跨徑橋梁在設計載重中所

佔比例甚大，所以跨徑受到限制，以簡支式 T 型梁橋來說其跨徑勉強可達到 20 公尺，梁高則將近 2 公尺，容易在梁端發生剪力裂縫，很難沒有安全的顧慮，而且經過水氣長時間的侵入也會導致鋼筋鏽蝕而縮短使用壽命。所以採用跨徑 20 公尺的例子並不多見，而以跨徑 15 公尺左右居多。橋梁寬度限為單車道及雙車道，即淨寬自 4.6 公尺至 7.6 公尺。

3. 民國 40 年代－預力混凝土橋之引進

進入民國 40 年代是預力混凝土橋梁在臺灣的開創期，使臺灣橋梁工程邁向新的里程碑。這個時期亦是橋梁設計載重轉變期，除次要公路外，所有載重設計由「H-15」提升至「H-20」。

預力混凝土是在第二次世界大戰後問世，而大舉運用在橋梁工程則是始於歐洲，不到幾年的時間隨即擴展到世界各地。台灣第一座預力橋位於台 3 線三峽附近，該處原為一座吊橋，因受載重及寬度限制而無法符合當時交通需求，所以須要拆除重建。公路總局大膽試用預力混凝土橋，故名為「第一預力橋」。

鑑於第一預力橋嘗試成功後，國內橋梁工程界信心大增，於 1956 年 11 月在淡水河上續建第二座預力橋，長達 1,055 公尺的中興大橋，是繼西螺大橋後國內再建的第二座長橋，亦是當時遠東最長預力混凝土橋。臺灣省政府為建此大橋，成立「台北淡水河橋工程處」，於 1958 年 6 月完工，僅化一年半時間完成此艱巨大橋。其後為配合台北地區防洪計畫，且中興大橋本身橋梁寬度僅容雙車道，交通擁塞嚴重，乃於 1986 年改建為大車道及符合二百年洪水位新橋，於 1988 年完工通車。

4. 民國 50 年代－預力混凝土橋之改良與普及

民國 50 年代初期，預力橋在臺灣工程界掀起一股熱潮，尤其 I 型簡支梁擁有設計不難、施工不需昂貴設備等優點，更是獨領風騷。預力橋梁已儼然成為當時臺灣公路橋梁中之主流。I 型簡支梁的適宜跨徑約在 25 至 45 公尺之間，多採預鑄方式，每支梁重不逾 100 公噸，在當時由於尚無重型吊車機具，故以豎立扒桿及捲揚機為主要吊裝設

備。在將主梁吊上橋墩後，接著是灌注鋼筋混凝土面版，模板可直接支撐在大梁下翼緣上，是經濟又安全的施工方法。

公路總局當時為方便 I 型梁採用者而設計了 I 型梁標準圖，分送各縣市政府及鄉鎮公所應用，I 型梁無疑成為預力梁中之典範。在民國 50 年代後期甚至更進一步引進 T 型及箱型梁，讓預力梁能呈現新面貌。

5. 民國 60 年代—鋼橋之興起

民國 60 年代，雖然 I 型預力混凝土橋梁仍然是當時最普遍及盛行，但已非唯一選擇，預力型橋梁方面出現了國內首座斜張橋，名為光復大橋，以及跨徑達 150 公尺之變斷面箱型三室懸臂工法大橋，名為圓山大橋。另一方面由於中鋼建廠的完成，鋼材的提供源源不絕而造就了國內鋼橋的發展，也因此一座氣勢宏偉鋼拱橋於此誕生，名為關渡大橋。三座不同凡響大橋在這個年代異軍突起，使國內橋梁面貌上有煥然一新的氣象。

6. 民國 70 年代-預力橋梁新工法之引進

預力混凝土橋梁在臺灣已經根深葉茂，只是技術層次仍待提升，適逢北部區域第二高速公路（簡稱北二高）於 1986 年開始規劃、設計，在全線 108 公里中，橋梁總計有 227 座，橋長約 40.3 公里，約佔路線總長之 37%，自然不能全賴傳統採用預鑄梁吊裝及現場支撐澆鑄之施工法。在橋梁數量暴增及施工條件限制、人力短缺等問題下，北二高工程即有計畫的陸續引進新施工法，使臺灣橋梁界之預力橋梁技術能與先進國家相當。北二高工程於 1989 年開始施工，1993 年 8 月中和新竹段首先通車，而採用新工法自然是影響工時的重大因素之一。預力混凝土橋新施工法，有以下兩項優勢：

- (1) 意謂著省力、省時、省費用，能提高工程品質、減少施工公害及影響交通，並能使行車舒適為目標之施工法。
- (2) 在設計上需能達到規格化、標準化、量產化，施工機械能反覆使用週期性施工，以降低人力及設備費用，提高廠商參與意願。

預力橋梁新工法，或稱特殊工法，除場鑄節塊懸臂工法國內已具經驗外，尚有預

鑄節塊懸臂工法、節塊推進工法及支撐先進工法。預力混凝土橋梁之懸臂施工法，為近三十年來最常採用於中、長跨徑之橋梁，一般以跨徑 80~150 公尺最為經濟，最長跨徑可達 300 公尺。懸臂施工法可分場鑄及預鑄節塊兩種方式，臺灣早期採用場鑄節塊施工者如長虹橋、澎湖跨海大橋、大埔橋、中山高速公路圓山橋、王田交流道橋等。之後北部第二高速公路陸續引進節塊推進工法、支撐先進工法、預鑄斜撐版場鑄箱形梁合成橋等橋梁施工方式。橋梁型式也逐年演進，從 I 型梁轉為箱型梁，二高以後就不再採用 I 型梁，因為箱型梁上版與下版可發揮較大的慣性矩（近來採用的波形鋼腹板又可減輕重量），同時箱型梁的支承數量減少也會易於維護、公共管線容易收納維護、也較為美觀。

7. 民國 80 年代-建橋技術走入國際

民國 80 年代開始，為解決中山高速公路及各主要省道之交通擁塞，陸續興建東西向快速道路、第二高速公路、北宜高速公路等，為滿足未來交通量之成長及環境景觀等需求，橋梁型式趨向以大規模化、長跨徑化、新穎化為主。其中在第二高速公路南北兩端各有一座代表性的橋梁，北端碧潭橋、南端高屏溪橋。前者為預力混凝土拱橋，跨徑 160 公尺，後者由預力混凝土結合鋼結構而成的複合式斜張橋，跨徑 330 公尺，凸顯我建橋技術已到了世界級水準。

單以高速公路工程設計施工理念而言，可分成 3 個階段。在民國 60 年代一高時期，著重工程經濟與安全考量；到民國 80 年代二高時則已經加入景觀美化思維；民國 90 年代在第三代高速公路國 6 設計上更加入生態觀念（國 6 利用交流道空地內設有生態池及生物廊道等）。橋梁工法方面，一高時採用預力梁，橋面版以就地支撐方式施工，完成一跨需時 3 個月；到二高時採用支撐先進及節塊推進工法，一跨 1 個星期內即可完成，後來更進一步採懸臂工法及斜張橋，加大跨徑減少墩柱。雖然施工技術進步，但工程生態環境亦改變，專業分工及行政作業較為繁雜，根據統計，一高時內業工作佔 15%，二高時增加到 40%，現在可能達 60% 以上。國道高速公路工程用地取得，在民國 60 年代最為順利，國人配合度較高；到民國 80 年代，社會漸趨複雜，工程用地取得越來越困難，而隧道及橋梁施工技術越來越進步，因此在選線上逐漸避開平地，減少路堤構

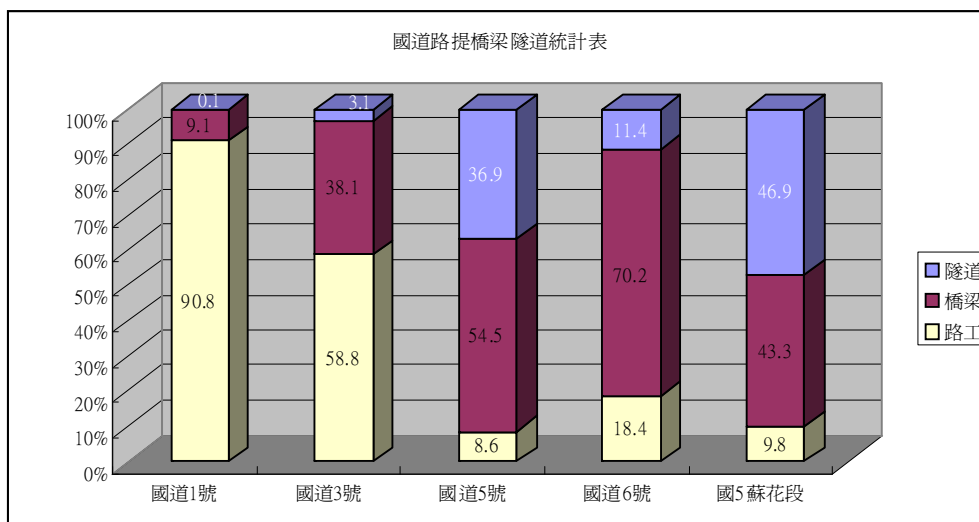
築，隧道橋梁越來越多。以國 6 為例，橋隧共佔了 80%，橋梁採用大跨距預力梁，並在愛蘭交流道聯絡道高架橋採脊背式橋梁型式，外觀簡潔優美，霧峰路段高架橋採懸伸橋面版斜撐鋼管施作，減少橋梁重量，增進視覺通透性。^[11]

8. 第三波橋梁建設理念—山水旅程

愈近期興建的橋梁因公路路線越往山區靠近，故路堤、橋梁、隧道比例也逐漸改變。由圖 2.1 可看出，橋梁佔公路長度比例從國道 1 號的 9.1%，到國道 3 號增加到 38.1%，到國道 5 號遽增到 54.5%，國道 6 號更增加至 70.2%，而規劃中的國 5 蘇花段也有 43.3%。因此，就未來國家的交通建設而言，仍與橋梁的興建息息相關。此外，從表 2-1 至 2-3 可看出橋梁基礎型式與施工方式的演進、橋梁興建工法之演進，及橋梁支承及伸縮縫的演進。

中山高速公路比較沒有注重美學的概念，二高以後開始重視造型，拱橋於是被列入興建的主要橋型，並且橋墩也摒除圓形橋墩與方形橋墩，增加其線條上的變化，利用陽光不同的照射角度、使其陰影有變化的效果，也可利用光雕來增加其美化的效果。大致來說，新一代的橋梁設計已結合美學與文化柔化其線條，使橋梁不再只是硬梆梆的鋼筋混凝土結構。

而在橋梁材料演進部分，預力系統從鋼線到鋼絞線、到低鬆弛鋼絞線（預力鬆弛量從 15%減低至 3%）、以及可使摩擦損失減少的鋼性套管；鋼筋由普通鋼筋改為可點焊鋼筋，混凝土改用自充填混凝土。建造工法也加快施工速度，新的技術可建造較高的橋梁，從一個山頭直接跨越深谷到達對岸的另一個山頭，對道路便可以維持較為平順縱向線形，而不必順應地形的起伏而打隧道，長期維護也因此將較為節省。



資料來源：交通部鐵路改建工程局方副局長文志

圖 2.1 各時期之國道路堤橋梁隧道統計圖

表 2-1 各時期國道橋梁的基礎型式之演進

國道 工法	中山高	北二高	二高後續計畫	北宜高
PC 樁	●	△	△	△
反循環樁	●	△	△	△
沉箱	●	△	△	△
手掘式井樁	●			
全套管樁		●	△	△
樁底高壓灌漿工法		●		
井筒式基礎			●	●
隔牆箱壁式基礎			●	

註：●表示普遍使用；△表示部分使用

資料來源：交通部鐵路改建工程局方副局長文志

表 2-2 各時期國道橋梁興建工法之演進

國道 工法	中山高	北二高	二高後續計畫	北宜高
預鑄梁吊裝(PCI、PCU、PCT)	●	△	△	△
場撐工法(箱梁、版梁)	●	△	△	△
預力鋼梁工法	●			
懸臂工法	●			
懸臂工法(連續鋼構)		●	△	△
節塊推進工法		●	△	△
支撐先進工法		●	●	△
基樁式墩柱工法		●	△	
預鑄節塊工法			●	△
場鑄逐跨工法		△	●	△
預鑄斜撐版工法		△	●	△

註：●表示普遍使用；△表示部分使用

資料來源：交通部鐵路改建工程局方副局長文志

表 2-3 各時期國道橋梁的支承及伸縮縫之演進

國道 工法	中山高	北二高	二高後續計畫	北宜高
橡膠支承	●	△	△	△
鋼質盤式支承		●	△	△
鋼質球式支承			●	
LRB 支承			●	
橡膠承載支承	●			
角鋼形	●	△		
鋼質齒型	●	△	△	△
分離型(上列除外)	●	△	△	△
鋼質模矩型		●	△	△
鋼質豎齒型			●	△

註：●表示普遍使用；△表示部分使用

資料來源：交通部鐵路改建工程局方副局長文志

2.1.2 設計規範

我國橋梁設計規範早期係依據交通部於 1960 年 11 月曾頒布「公路橋梁設計技術規範」，或參考美國 AASHTO 之「公路橋梁標準規範」、日本之「道路橋示方書」等。直到 1987 年交通部頒布「公路橋梁設計規範」以後，才有統一標準可循，而該規範內容大多取自美國 AASHTO 之規範。1995 年推動「交通工程在國內落實生根作法」專案之際，將本規範之修訂事宜予以納入，並請交通部臺灣區國道高速公路局負責辦理。該局委由財團法人中華顧問工程司完成初稿後，邀集國內工程先進及相關學者專家進行初審、複審。編修審查作業期間，適逢國內發生 921 集集大地震及高屏大橋斷橋事件，交通部特參酌各單位及學者專家之意見，將淨空、載重加成、地震力、鋼筋混凝土托架及托梁之規定、預力混凝土錨碇區之規定及盤式支承、碟式支承等內容，予以配合檢討修訂，以為因應後於 2001 年 1 月修訂頒佈。此外由於臺灣位於地震帶，地震發生頻繁，遭受地震災害之可能性極高，故交通部於 1995 年另頒「公路橋梁耐震設計規範」，並在 2000 年 4 月、2008 年 12 月及 2009 年 6 月修正部分條文。

關於鐵路橋梁部分，交通部於 1999 年頒布「鐵路橋梁耐震設計規範」。惟在 921 大地震後，由於本土地震資料收集豐碩，相關之工程研究亦日趨成熟，為將相關技術落實於規範中，另於 2004 年頒布「鐵路橋梁設計規範」，其中涉及耐震設計部份，配合部分內容之調整後，於 2006 年頒布「鐵路橋梁耐震設計規範」。

交通部鑒於早期頒布之「公路標準規範」，因涉及排水設計甚少，致使以往公路排水工程之設計，標準不一，交通部遂於 1987 年頒布「公路排水設計規範」，旨在建立可供全國公路排水工程設計者、審核者及相關從業人員共同遵循之準繩，以提昇公路排水設計水準。惟本規範自頒布施行以來，歷經環境時空的變遷，工程技術亦有增益改進，故在 2001 年再頒行修訂版規範。該規範中特別對於河川橋及水土保持有關協調配合事項加以提示，並就水理觀點規定橋墩布置原則、設計水位及迴水、梁底高程及橋墩冲刷深度估算等原則。

經濟部為受理中央管河川區域內申請興建或改建各種跨河建造物相關事宜，於 2004 年訂定「跨河建造物設置審核要點」，明定跨河建造物不得於河寬突縮處、河川合流點、河道彎曲處、洪流時流向與低水河槽不平行河段以及河床坡度變化較大處設墩，

但因實際狀況必須設置時，應由申設單位檢附詳細水理分析並擬具保護跨河建造物及河防設施之適當措施，送水利署所屬轄管河川局辦理。

橋梁的設計活載重一般來說在民國 60 年代以前產業道路大多採用 H10 或 H15 之活載重，鄉道就比較難定論，但若當時是公路局養護之鄉道，則應該都會是 H20 或 HS20，地方政府之鄉道可能 H20 或 H15 之活載重。此外因應 2001 年 01 月 12 日公路橋梁設計規範之頒布，此時間以後鄉道新設計之橋都採用 HS20。目前公路總局設計之橋梁其活載重採 HS20 加 30%，而國道橋梁之設計活載重則採 HS20 加 25%

綜上，我國的橋梁設計規範大致沿襲美國 AASHTO 規範，但鑒於台灣本島的高溫、潮濕、地震、颱風等特有的地理環境因素，實有必要由國內的橋梁工程界加以思考檢討。若國內要能發展出本土的設計規範，便需投入進行橋梁腐蝕環境、載重等調查工作之後，才能進一步制定適合於台灣本土特性規範條文。

2.1.3 養護規範

一套良好的養護作業除可適時收集既有橋梁狀況的相關資料，亦可確保橋梁維持正常功能性。良好的養護作業亦須輔以對檢測人員的完整訓練，以確保檢測標準的統一並且能針對橋梁構件的健全情況提出報告。此外，唯有品質良好且一致性高的檢測資料，方能應用於橋梁管理資訊系統以及排序維護作業的優先順序。亦可以國道高速公路局、公路總局、縣市政府以及鐵路局四個橋梁管理為分析對象，分別針對其以往維護依據、檢查方式及維護管理經費編列情形做說明，以了解國內在公路、鐵路系統維護管理作業上之發展狀況，作為修訂養護規範之參考。

交通部於 1987 年 11 月 24 日以交技(76)字第 027692 號函頒布之「公路養護手冊」，期間多條高速公路及快速公路已陸續完成，養路技術亦有所增進，原有之養護規定顯已不符實需，爰於 2001 年初，指定由原規範草案研擬單位公路總局負責辦理修訂作業。新版手冊中強化橋梁檢測、橋墩保護等作業方法及規定，並新增各項檢查表格、巡查報告表等，以提供養護人員作業參考，簡化作業時程並提升作業效率。目前此「公路養護手冊」為國內執行橋梁檢測工作之主要依據，採用 DERU 系統進行填表與評分，主要公路橋梁皆是以此手冊作為檢測與養護工作的準則。

依公路法第 2 條規定公路包括國道、省道、縣道、鄉道及專用公路，因此交通部頒布之公路養護手冊涵括：高公局、縣市政府、公路總局三個橋梁管理單位之管轄範圍。

公路橋梁養護作業方式說明如下：

1. 檢測維護之依據

交通部依行政院指示依 1995 年 5 月 9 日公共建設督導會報決議事項擬訂後續橋梁管理政策後，交通部公路總局旋即依該發展方向於 1996、1997 年度委託國內工程顧問及學術機構辦理 80 座屬維生線或有安全顧慮之重要橋梁（其餘由公路總局自行檢查）之安全檢測評估工作，並委由國立中央大學開發電腦系統化的橋梁管理系統，並編寫混凝土橋梁檢查、混凝土橋梁維修等維護管理手冊供公路總局同仁參考使用。

以上所列全部工作於 1998 年完成後提供公路總局橋梁巡查時參考俾利詳實填入管理系統時使用；公路總局復依據 1987 年交通部頒「公路養護手冊」、「公路橋梁安全檢查手冊」、「公路修護管理規則」等規定，訂定內部管理要點做為執行轄屬橋梁維護管理業務之依據。

2. 檢查類別

橋梁構造物之安全檢測，必須先瞭解其位置、形態、種類及構造特性，俾利檢測發現其缺點。公路橋梁檢測類別依檢測時效分述如下：

(1) 經常巡查

係平時實施之橋梁異狀、損傷檢測。檢測重點在於對用路人造成影響，需緊急維修之異狀、損傷。

平時巡查原則上以 2 人 1 組，共乘 1 部巡查車，由車上以目力檢視橋梁構造物各種狀況，若發現有可疑之處，應下車檢查。

(2) 定期檢測

定時對橋梁所有構件實施全面檢測，及確認經常巡查記錄記錄之橋梁異狀、損傷。檢測重點在掌握橋梁結構安全，早期發現構件之劣化程度並評估對橋梁功能損傷及其原因。

定期檢測係利用徒步或攀登方式或特殊機械車輛儘可能接近橋梁構造物，予以較詳盡之檢查，以鑑定橋梁構造物之安全情形。

(3) 特別檢測

由天災（如颱風、豪雨、地震造成之災害）或人為破壞因素（如火災或車輛撞損主梁等人為損壞）引起之災害，致可能損傷橋梁結構所做之不定期檢測。

檢測重點在針對災後或事故後或其他目的，探討是否造成橋梁功能損傷及是否需堆修、補強。

鐵路橋梁主要由台灣鐵路管理局負責養護作業，其作業方式說明如下：

1. 檢測維護之依據

為辦理鐵路橋梁安全檢查與維護工作，製定「鐵路橋隧檢查作業要點」、「橋梁檢查及評估手冊」、「橋梁維修手冊」、「橋梁維修材料說明書」等，以為橋梁檢查、評估、維修、補強作業之依據。

2. 檢查類別

- (1) 平時檢查：每月 1 次，工務段或工務分駐所負責，以目視為主。
- (2) 定期檢查：工務段負責，由資深工程司於每年 10-12 月間步行目視檢查。
- (3) 定期複檢：由工程處橋隧課人員會同工務段於每年 1-2 月間，就工務段提報需維修者，複檢其成果。
- (4) 委託安全檢測：就定期複檢結果，判定有危險之虞者，委託技術顧問公司進行進一步之檢測。

3. 檢查注意事項

- (1) 得測量橋梁中心撓度。
- (2) 列車通過橋梁，觀察有無異常震動、動搖及發出異音。
- (3) 各部結構物有無腐蝕、磨耗、彎曲及裂痕。
- (4) 鉚釘螺栓有無鬆脫，折斷，焊接部份有無銹蝕、裂紋或其他異狀。
- (5) 橋材有無生銹，油漆有無剝落。
- (6) 橋台與橋墩有無變形、裂縫，橋台之胸壁與梁端距離是否合於規定。
- (7) 橋梁基礎與防護工程是否有傾斜、下沉或其他異狀，基礎附近河床有無被沖刷。
- (8) 涵管之拱蓋版側壁，有無裂縫、下沉或其他異狀。
- (9) 翼牆是否呈現龜裂、破損、下沉、傾斜及突出等異狀。
- (10) 其他依「橋梁檢查及評估手冊」規定辦理。

2.1.4 近年橋梁相關研究重點

根據行政院國家科學委員會「政府研究資訊系統」(Government Research Bulletin, GRB)資料庫內容之調查收集結果，自 1993 年起至 2008 止，總計 74 項與橋梁相關之研究計畫，委託研究單位包括交通部運輸研究所、交通部科技顧問室、台灣區國道高速公路局、台灣區國道新建工程局、高速鐵路工程局、公路總局及行政院公共工程委員會等單位（如附錄 2）。計畫內容包括養護整建、沖刷防治工法、結構損壞模式、補強設計準則、監測技術開發、減震消能系統、管理系統、檢測制度、土壤液化、土石流、活動斷層、延壽政策、防災系統、生命週期、水文水理、臨時施工、重要程度等級、承載能力及耐震評估、公共工程基本圖、軟弱地質構造物、規範修訂、腐蝕劣化環境、老舊橋梁改善、機械手臂研發、公共工程指標等議題。

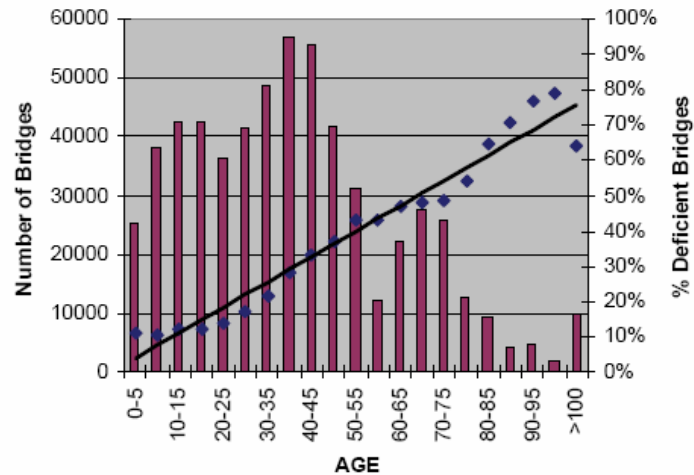
由此觀之，歷年來之橋梁研究計畫算是十分豐富且涵蓋面亦十分廣泛，但是這些研究計畫往往執行時間有限，因此不容易對單一課題可以有深入延續性的探討，並且各研究計畫許多是來自不同委託單位，計畫與計畫間的相關聯性也就比較不容易獲得有效的整合。

2.2 國外橋梁政策與趨勢

2.2.1 美國

根據 Lwin 在 2008 年所提出的美國公路橋梁計畫(The Highway Bridge Program)中指出，美國 60 萬座橋梁中有 47%屬於州政府，51%屬於郡和市等地方政府，其餘的 2%則屬於聯邦政府或私人所有。大部份的橋梁材料包括混凝土橋、鋼橋、預力橋及木造橋等，至於石造橋、鑄鐵橋、鋁橋及複合材料橋等數量少於 1% [Lwin, 2008]。

美國橋梁的平均橋齡約 43 年左右（圖 2.2），但隨著交通量與車重的增加、天然災害與環境腐蝕的影響，橋梁的健全性逐漸退化，同時其原始設計之載重能力及橋梁寬度或淨高也顯得有些不合時宜。有這類問題的橋梁即稱為「缺失橋梁(Deficient Bridge)」，又可分為結構缺失(Structural Deficient)及功能缺失(Functionally Obsolete)，這類缺失橋梁約占全美公路橋梁的 28%。



資料來源：Lwin(2008)^[12]

圖 2.2 美國橋梁之橋齡與缺失橋梁統計

美國聯邦公路總署(Federal Highway Administration, FHWA)首先建立「國家橋梁清冊(National Bridge Inventory, NBI)」資料庫，進行全國橋梁相關資料之搜集與整理，同時公布「全國橋梁檢測標準」(National Bridge Inspection Standards, NBIS)，要求各州政府以每 2 年為週期，全面為其所管轄之橋梁進行 1 次檢測作業，且參與之檢測人員皆須符合相關資格限制並通過專業課程的培訓。美國 NBI 檢測係美國橋梁管理的發展起源於 1967 年，當時因橫跨俄亥俄州河(Ohio River)的銀橋(Silver Bridge)斷裂並奪取 46 人生命後，美國老舊橋梁問題始受到各方之重視。當時美國尚無明確的橋梁數量統計資料，美國國會於是在 1968 年由聯邦公路總署與州公路與運輸官員協會(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)訂定「國家橋梁檢測標準」(National Bridge Inspection Standard, NBIS)。美國國會於 1968 年通過之聯邦公路法案(Federal Highway Act of 1968)中，要求運輸部門建立全國性橋梁檢測標準，並成立專案計畫進行專業檢測人員之培訓。

NBI 檢測即為檢測類型中之初始檢測，主要採用目視檢測。2004 年聯邦政府公報有關 NBIS 改版條文內容，前一次改版於 1988 年，NBI 評量步驟如下：^[13]

1. 建立橋梁基本資料(SI&A)評量表。
2. 對各構件先作整體(Overall)評量，分為好(Good)、尚可(Fair)、劣(Poor)及無法評等(N/A)

等四等級，係為橋梁結構部位評量(Condition Rating)之先前作業。其中對橋梁結構部

位評量(Condition Rating)即(SI&A)評量表中「Condition」項目，係針對橋梁橋面版、上部結構、下部結構、河道等部份進行分級評量，評量標準分為 0、1、2....~N 等 11 級。

3. 進行橋梁現況之服務水準之評估(Appraisal Rating)，即(SI&A)評量表中之「Appraisal」項目，對橋梁現況之服務水準是否滿足現行規範之要求，同樣評量標準也分為 0、1、2....~N 等 11 級。
4. 進行以上步驟後如 Condition Rating、Appraisal Rating 評量等級值低於某標準值時，則需進行更深入一層之效能評量(Sufficiency Rating)即 SR 值(如(SI&A)評量表)以作為該橋向聯邦政府爭取維修或改建經費之依據， $SR \leq 80\%$ 代表該橋梁可用維修方式辦理修復，但如果 $SR \leq 50\%$ 則該橋應改建方向辦理。SR 評估可提供橋梁維修或改建之優先順序之參考及美國聯邦政府預算經費編列及核撥之依據。

美國橋梁檢測類型分為 5 種類型，分別為初始檢測(Initial)、定期檢測(Routine)、破壞檢測(Damage)、深化檢測(In-Depth)及特殊檢測(Special)等。

1. 初始檢測(Initial)：此種檢測主要目的是建立該橋初始檢測資料檔案，此種檢測可建立各構件結構評量資料(SI&A)，提供作為結構安全評量最初步評量之依據及資料庫之建置。
2. 定期檢測(Routine)：此種為例性檢測，如美國為 2 年 1 次，主要目的是為確保橋梁結構是否符合服務安全性之要求。
3. 破壞檢測(Damage)：此種主要因突發環境改變或人為破壞而進行之檢測，檢測結果主要提供該緊急狀況是否需採取橋梁限重措施之參考。
4. 深化檢測(In-Depth)：此種檢測主要是用來輔助因定期檢測無法提供之服務，一般稱為非破壞檢測。包括衝錘法、鋼筋位置探測儀、裂縫深度檢測（超音波）、氯離子含量測試等非破壞檢測。
5. 特殊檢測(Special)：此種檢測一般採用監測系統作為檢測工具，針對橋梁基礎沈陷、河床沖刷等進行監測。

在 2007 年發生跨越密西西比河之 I35W 斷橋事件後，FHWA 發表了數份技術公報 (Technical Advisory)，隔年 AASHTO 即提出事件檢討報告(Bridging the Gap- Restoring and Rebuilding the Nation's Naton's Bridges)。AASHTO 在檢討其國內的橋梁現況後，提出下列五大問題：^[19]

1. 高齡化與劣化(Age and Deterioration)：在 1950 至 1960 年代大量興建的橋梁多已面臨老化與劣化問題，全國平均橋齡達 43 年。
2. 交通瓶頸(Congestion)：在其公路路網系統中，橋梁常是交通擁塞的瓶頸所在，造成用路人大量時間成本花費在這些位置上。
3. 建造成本暴漲(Soaring Construction Costs)：近來的物價指數節節攀升，尤其是 2007 年以前的油價居高不下，造成工程成本急速上揚。
4. 橋梁安全的維護(Maintaining Bridge Safety)：全美各州幾乎普遍都有橋梁維護經費不足的問題。
5. 新建橋梁之需求(New Bridge Needs)：雖然需要建造新橋以紓解嚴重的交通擁擠的問題，但龐大的建造費用令政府難以負荷。

面對如此之困境，AASHTO 同時提出下列五大對策：

1. 投資(Investment)：若要維持既有之公共建設並確保符合未來發展的需求，自聯邦、州、地方政府都應提高其對交通運輸建設的投資。
2. 研究與創新(Research and Innovation)：要想擁有安全、長壽、經濟的橋梁，唯有從設計、材料及維護等方面繼續研究與創新。
3. 系統化的維護策略(Systematic Maintenance)：應建立系統化的長程維護策略以修復立即性的問題、進行預防式的維護、以及定期汰換一定數量的老舊橋梁。
4. 社會大眾的體認(Public Awareness)：I35W 的斷橋事件引起全美社會大眾對橋梁安全的重視，要能增加對交通運輸建設的投資非得要得到民眾的支持不可。
5. 財政上的選項(Financial Options)：對於交通流量大的主要幹道橋梁可採用收取用橋費

的方式來因應，但地方上其他橋梁則有賴增加賦稅來提供。

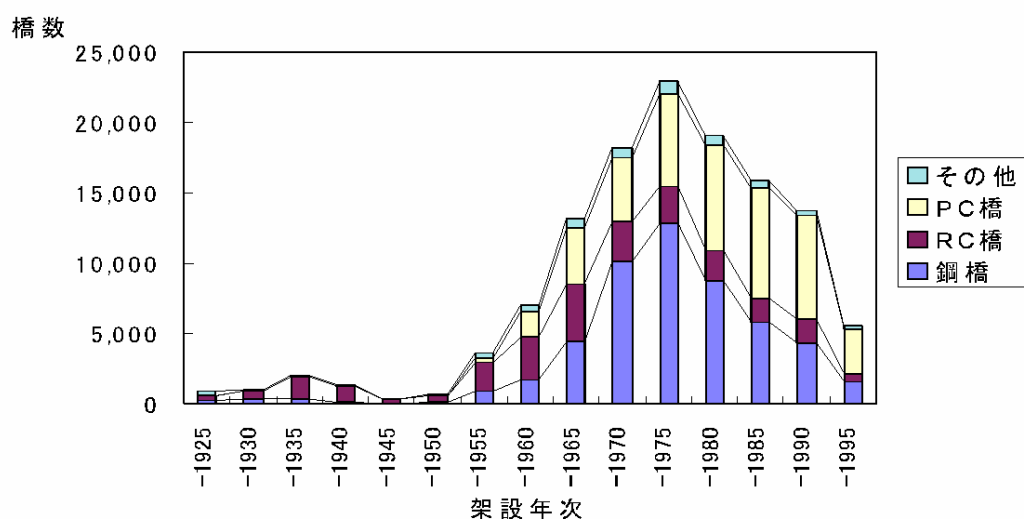
美國土木工程學會 ASCE/SEI-AASHTO Ad-hoc Group 針對橋梁檢測、評估、修復及改建等議題，提出一份檢測白皮書^[17]。該白皮書述及當前橋梁狀況評估政策與實務上的需求、落差與課題，並在該白皮書中指明下列十項主要的項目：

1. 合理的檢測頻率
2. 檢測員的品質控管
3. 檢測員的分級制度
4. 編寫檢測手冊
5. 業主與廠商間應緊密合作
6. 載重評估方法必須可靠且統一
7. 歷史劣化紀錄資料的交流
8. 建立非破壞檢測方法的標準流程
9. 相關用語宜清楚定義
10. 發展適當的提報機制以使關鍵狀況可以經檢測及時提出

2.2.2 日本

日本的道路包括高速道路到地方道路總長約 120 萬公里，其中有 15 萬座左右的橋梁，大部分興建在二次世界大戰後的高度成長期（1960 年以後），配合東京奧運、大阪萬國博覽會等國家大型活動的舉辦，高速成長期後一口氣完成了國道、高速道路、新幹線等基礎建設的建置（如圖 2.3）。在相對短的期間內完成眾多社會資本的興建，支持日本經濟高速成長，讓今日日本的經濟規模較過去成長約 10 倍，人口則增加到 1.6 倍。但也因為這些橋梁興建至今大約經過 50 年，這些社會資本已開始逐漸老劣化，令人擔心損壞的情形會經常發生，因此需要龐大的維護管理費用，加上社會的少子及高齡化、

社會福利、醫療、年金等費用均增加致使政府財政窘迫，為了讓巨大的社會資本可長久維持良好狀態，計畫性之評估管理遂成當務之急。



資料來源：寺田典生、緒方辰男(2009)^[43]

圖 2.3 日本全國之橋梁建設年次及數量

日本高速道路中橋齡超過 40 年的橋梁大約占 15%，並且將在未來的 10 年內達到 40%，急速的老劣化增加了檢查及改建工程施工的費用，讓財政負擔更加困難。國道市町村道的情況也是一樣，因此儘速為老劣化問題作準備成為當前的緊急課題。

日本經常受到地震、颱風、豪雨侵襲，除去災害頻傳的年度，平均每年都造成幾千億日圓的損失。老劣的結構物遇到災害侵襲可能會導致嚴重損壞，加上一些既有問題，为了避免人員傷亡，必須要依據老劣化程度做適當的調查、管理、補強、改建。

日本為了降低持續增加維護管理費、減輕財政負擔、提高服務水準，正要逐步從損壞了再行修補的「事後維修」的作法轉換為考量到生命週期成本的「預防維護」。國家也支援縣市町村等地方政府的財政，協助檢查橋梁、擬定長期的維護管理計畫，著手預防維護及確保交通安全，但是因為人才的不足等，很多橋梁僅靠市町村的力量仍無法獲得檢查。有鑑於此，各家高速道路公團以及眾多橋梁管理者為了延長橋梁的壽命，陸續改變原有作法，從發生損害嚴重之後再採行對策的事後維護，轉換成透過日常檢查在損傷初期即採行對策的預防維護。

日本興建年數超過 50 年的橋梁、隧道所佔比率，將在這 10~20 年內快速增加，國道與高速道路中合計約有 4,000 座以上橋梁之年齡超過 50 年，並且預計在未來 10 年內將超過 2 萬座，尚不包括地方政府管轄之道路與鐵路。如果一併計算則有相當數目的橋梁已經呈現老劣化，造成重大損傷的可能性亦將提高，因此亟需更有效的橋梁與隧道檢查管理。

由於全球各地興建超過 40 年後老劣化引起的事故有增加趨勢，也因美國的橋梁事故使日本緊急展開檢查，進而也從幾座老舊橋梁中發現重大瑕疵。從世界各地的斷橋事故可以知道，一旦橋齡超過 40 年，即使建橋當時沒有重大瑕疵，重大損壞問題也都會陸續浮現，美國明尼蘇達州 I35W 高速道路橋的損壞事故也是在 44 年後浮出柁面。如果是設計與結構上的瑕疵，其損壞情形與事故將於興建後 20 年左右時顯現與發生，如果設計當初結構即有嚴重瑕疵者，則大多在 1~2 年內即發生斷落。維護管理老劣化橋梁有其重要性，因為有直接造成重大事故之虞，因此對於 40 年以上的橋梁，更需特別加以注意及維護管理，一有疏忽，其導致嚴重損害的可能性將會升高。

● 日本的橋梁重建

在日本每十年進行一次全國性的橋梁調查，以收集重建橋梁的資料（如表 2. 4），十年內約有 1,300~1,900 座橋需進行重建，然而這當中大部分的橋梁並沒有損壞，主要是因為功能上的問題導致須進行重建。在 2006 年的調查發現，過去十年共重建 1,342 座橋，當中因損壞而重建的約 200 座，占整體的 15% 左右。受損而重建的橋梁，其平均壽命為 46 年，一般的橋梁之使用壽命則會較此為高。日本的橋梁管理單位未來希望可以透過更有效率的評估管理，以確保其壽命可以超過 100 年。^[43]

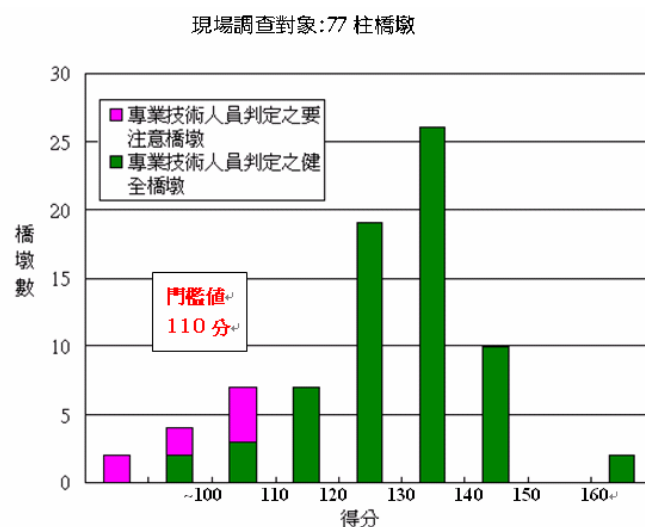
表 2-4 日本每十年重建的橋梁數目

	昭和 52 年度 (1977)	昭和 61 年度 (1986)	平成 8 年度 (1996)	平成 18 年度 (2006)	比率
上部構造的損壞	295 座	280 座	252 座	179 座	13.3%
下部構造的損壞	71 座	44 座	32 座	22 座	1.6%
承载力不足	29 座	208 座	100 座	60 座	4.5%
機能上的問題	248 座	314 座	542 座	319 座	23.8%
改良工事	778 座	682 座	894 座	688 座	51.3%
耐震對策	0 座	54 座	38 座	23 座	1.7%
其他	124 座	109 座	65 座	51 座	3.8%
合計	1545 座	1691 座	1923 座	1342 座	100%

資料來源：寺田典生等(2009)^[43]

上部結構與下部結構的損壞比例約 9:1，重建絕大多數係因上部結構的損壞所致。下部結構中因為沖刷而重建的有 12 座，所佔比例相對來說算是非常少，在日本除非相當老舊的橋梁，否則一般而言沖刷很少造成嚴重問題，應該是在跟河川管理者進行協議架橋時，已擬定完備的沖刷防止對策並追求堤防安全性有關。

日本也有自行使用一套橋梁沖刷調查評分表，其調查項目與評分內容如表 2.5 所示。利用該份調查表之填表紀錄，就 77 座現地橋梁進行調查評分後，再參照專業人員對各橋梁之沖刷情形加以研判，發現其得分在 110 分以下者將會有受沖刷危害的可能，其統計情形如圖 2.4。^[44]



資料來源：佐溝昌彥(2008)^[44]

圖 2.4 日本 77 座橋梁沖刷評分統計圖

表 2-5 日本橋梁沖刷調查之評分表

評估項目	分類	得分	評估項目	分類	得分			
河川的環境條件	地形	平原	10	防護條件	無	0		
		河谷平原	10		不明	0		
		沖積地	0		蛇籠	有變形	0	
	河寬狹窄	山地	5			無變形	5	
		無	15			變形不明確	0	
		有	0		塊石 變形	無變形	20	
	河床材料	砂	10			變形中/部分流失/亂疊	5	
		礫	0			變形嚴重/流失	◆	
		裸岩、巨礫石	10			變形不明確	0	
	河床整體下降	有	0		護坦 連結 埋置	連結	5	
無		10	河床>護坦上面			20		
相對河川彎曲處的橋墩位置	直線及曲線內側	15	護坦下面<河床≤護坦上面			10		
		曲線外側				0	河床≤護坦下面	◆
		流水中				5	變形	有變形
	相對河岸的橋墩位置	陸地(無堤防)	10		混凝土 鋪設 範圍	變形不明確	0	
		陸地(無堤防、鄰接水路)	0			周邊全面	40	
		陸地(有堤防)	25			2D 以上(D:橋墩軀體寬)	20	
		陸地(有堤防、鄰接水路)	15			不到 2D(D:橋墩軀體寬)	0	
橋梁(橋墩)的結構條件	與下游的高低差	無	20	版樁 埋設	河床>基礎底面	20		
		~1m	5		河床≤基礎底面	◆		
		高度	1m~2m	0	變形	有變形	◆	
			2m~	◆		變形不明確	0	
	形式	混凝土	-	特殊事項	河川改道	-		
		塊石	-		環境變化	-		
	變形	版樁等	-		河川流向與橋墩方位	-		
		有變形	◆		河口處的特殊條件	-		
	施工範圍	僅部分河寬	◆		受災紀錄	-		
	埋設比	直接/樁	以埋設比 1.5 為滿分，以 0 為 0 點加權給分		相鄰橋梁的存在	-		
沉箱		以埋設比 3.5 為滿分，1.0 為 0 點加權給分	其他			-		
埋設深度的變化	有 1.5m 以上的增減	◆	※加總各項得分，得分越少越須注意沖刷問題。					
基礎的地層狀況	應為岩層	15	※◆代表符合該項的橋墩不管總分幾分都要注意。					
	岩層	30	※混凝土固床也包括橋墩周圍的部分施工。					
基礎結構形式	直接基礎/木樁	-	※-是指不直接評分，但是最好做調查的項目。					
	樁基礎	-						
	沉箱							

資料來源：佐溝昌彥(2008)^[44]

● 日本的桥梁评估管理

由於維修管理費會隨著結構物的老劣化而增加，加上擔憂基礎建設的安全性降低，日本正在推動評估管理概念，要從過去的「對症下藥療法」切換為「預防維護」。在 2008 年已有專家學者建議國土交通省要以「預防維護」的方式管理橋梁，其內容包括(1)建立橋梁檢查制度、(2)確保檢查診斷的可靠性、(3)推動技術開發、(4)建置技術據點、(5)建構資料庫並加以活用。於是國家補助地方政府預算，開始進行預防維護所需的調查，同時著手擬定長期計畫。

高速道路方面則整理已累積之維護管理業務基礎資料，並據以進行相關預測劣化情形，導入輔助業務判斷之生命週期成本(Life Cycle Cost, LCC)判斷手法等系統，有計畫地進行長期維護管理結構物。為能依據維護管理資料設定多套維護管理方案，並導入管理者希望的最佳管理手法與協助計算長期費用的系統。透過檢查定量預測劣化情形，在劣化情形加重前做預防維護，修補橋梁，以減少長期的維護管理費並提供良好服務，當然就有辦法擬定長期的財政計畫預算。

日本同時也更積極的試著掌握 10 年 20 年後的橋梁狀況，要用最小的經費產生最大的效果，特別是累積資料修正預估公式，可以使精確度更加提高。另外，使用這些資料，還可以改善檢查方法，找出對橋梁風險最小的檢查方式。如前所述，檢查隨著老劣化的進展更顯重要，檢查有所拿捏才能確保安全性，導入有資料佐證的措施與檢查是今後要面臨的大課題。

所謂的「及早發現、及早採取對策的預防維護系統」，其目的為：

1. 確保國民的安全安心
2. 確保交通網的可靠性
3. 生命週期成本最小化
4. 結構物的長壽命化

而其實際的作法包括下列五項方法：

1. 確立檢查制度
2. 確保檢查及診斷的可靠性

3. 推動技術開發
4. 建置技術據點
5. 建構資料庫加以活用

● 日本的橋梁研究組織

日本數個研究單位在發展橋梁相關技術，包括日本高速公路綜合技術研究所(Nippon Expressway Research Institute Company, NEXCO)、獨立行政法人公共工程研究所(Public Works Research Institute, PWRI)、及先進工程構造物評估與研究中心(Center for Advanced Engineering Structural Assessment and Research, CAESAR)等研究單位。

以日本高速公路綜合技術研究所而言，其係於 2007 年由東日本高速道路公團、中日本高速道路公團及西日本高速道路公團合併而成，每年的研發費用約 48 億日圓。其研究範疇：

1. 施工技術之經濟效率研發
2. 道路結構之耐久性研發
3. 公路高速行駛之安全性與耐久性研發
4. 環保技術之研發
5. 智慧型交通系統之研發

日本高速公路綜合技術研究所的業務內容有(1)研究開發、(2)技術規範、(3)技術支援、(4)智慧財產管理、(5)技術推廣、(6)訓練與出版、(7)系統維護等。其主要研發課題以其三個會社的需求為主，所以可以說是實際的反應出當今日本工程實務界的需求，從事橋梁研究工作的有 10 人，由道路公團輪調選拔出的，而所探討的課題則是完全針對公團的業務所需，不作浪費的研究。其課題包括：

1. 系統維護所需之技術支援
2. 有效率之建造與復建的方法
3. 更安全道路的技術管理
4. 減少因為高速路的開發所造成的環境衝擊

5. 延長高速道路及附屬設施的使用年限。

獨立行政法人公共工程研究所(PWRI)分為筑波中央研究所與寒地土木研究所，共有 489 人，其中 345 人為研究人員。每年的預算為 117.1 億日幣，50%用於公路方面的研究。其中，在筑波中央研究所的研究單位包括：

1. 技術推進本部
2. 材料及大地工程研究部
3. 地震災害防治研究部
4. 水資源研究部
5. 水工程研究部
6. 土砂管理研究部
7. 道路技術研究部
8. 結構工程研究部

寒地土木研究所則有

1. 國際水災害與風險管理研究中心
2. 先進工程構造物評估與研究中心

先進工程構造物評估與研究中心(CAESAR)在 2008 年 4 月成立，成立原因主要是考量到橋梁老劣化的問題，因為日本到 2016 年會有 20%（8,900 座）的橋之橋齡超過 50 年，到 2026 年更有約 47%（66,300 座）橋超過 50 年，於是老劣化橋梁之診斷維修技術的研發是目前之工作重點，研究議題多是由道路管理單位提出需求而擬定。CAESAR 中負責橋梁研究的人員約有 20 位左右，橋梁方面之研究費用（不含人事費）約是 4 億日幣/年，而且有很大之自由度運用此些費用規劃研究計畫，平均每年有 40 件研究計畫。

2.2.3 歐洲

Helmerich et al. (2008) 的研究報告指出在歐洲，因為歷史背景與政治環境的差異，各國對於公共資產的維護水準也有明顯的差別。有些國家的公共建設始終可以提供相當高水準的服務水準，但在部份的地區卻僅僅能勉強接受而已。由於橋梁數量的逐年成長，各國能提撥作為橋梁維護的經費愈來愈顯得不足，因此橋梁檢測、橋梁維護以及橋梁生命週期等研究課題也就愈來愈受重視。從結構安全與經濟考量的角度來下手，研發出有效的診斷工具以及早偵測出結構內部的損傷，以及劣化發展的情形，以確保橋梁至少保有可接受的服務水準，這種診斷工具的需求便方興未艾。由於外在環境的衝擊以及交通運輸的需求，此二項原因正加速歐洲橋梁的劣化速率，甚至超過其原本設計預估的劣化速率。以鐵路橋梁而言，要能符合未來的運輸需求，應該要考慮未來貨運列車的軸重將會高達 33 噸，而客運列車的旅運需求將期望車速可達時速 300 公里以上。

瑞典學者在 2007 年美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)年會報告中指出^[20]，檢測的目的在於修復有立即危險的問題、進行預防式的維護以及定期重建一定合理數量的老舊橋梁，在此三者之間尋求一個適當的平衡，以保持所有的橋梁確實處於健全的穩定狀態。對於老舊橋梁的維修標準的不同，將會直接影響需要投資的多寡，合理的目標應是將其延壽到原本的設計年限。在一個理想化的情形下，要決定維修延壽或是拆除重建的兩難問題，取決於新建一座橋梁直到其設計年限為止的每年平均成本，與持續對現有的老舊橋梁進行維護所需負擔的每年維護成本相互比較，才能合理的作成維修延壽或是拆除重建的政策決定。換而言之，如果短期的維修成本超出重建新橋攤至其設計年限之年平均成本，則該橋理應進行改建；反之，如果短期的維修成本低於重建新橋攤至其設計年限之年平均成本，那麼繼續進行維修則是較為符合經濟效益的作法。有許多橋梁結構本身還十分良好的橋梁，但往往因為交通量增加的緣故，現今已顯得其功能性明顯不足了。

歐盟執委會(European Commission)在過去十年贊助不少公路與鐵路基礎設施中橋梁部分的評估計畫，如“Bridge Management in Europe (FP4, 1998 to 1999)”、“European

Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research 345 (FP4, 1999 to 2002)”、
 “Rehabcon (FP4, 2001 to 2004)”、“Structural Assessment, Monitoring, and Control (SAMCO)
 (FP5, 2003 to 2006)”、“Sustainable Bridges (FP6, 2003 to 2007)”等計畫。

近來，法國將鐵道路線依照其鐵道路網的重要性，及對公眾與對業主的風險管理角度，而分別給予不同的檢測頻率，以及最佳的維護策略。

在法國，現在的橋梁設計要與建築師一同去考慮橋梁的造形及美學，而且在法國的土木工程教育中應納入建築美學相關的課程。法國 Freyssinet 公司在 2006 年投入 928 萬歐元在其公司的研究發展上，佔其總營業額的 1.5%，但該項投資也為其公司帶來更大的產值。老舊結構的檢監測與診斷，是全世界的土木工程界所關切的課題，Advitam 公司所研發的多項技術均在世界的前端。Advitam 公司和法國公共工程研究院(LCPC)有相當密切的產學合作關係，許多由 LCPC 開發的技術皆由 Advitam 公司去作後續的改良及商品化，此一模式可作為我國日後發展土木工程先進科技的參考。

關於法國橋梁管理體制，法國的公路分成 4 個等級，分別為(1) 國道(National Roads)約 11,800 km，(2)特許收費道路(Conceded Toll Motorways)約 8,000 km，(3)次要或部門道路(Secondary or Departmental Roads) 約 360,000 km，(4) 社區道路(Communal Roads)約 600,000 km。法國目前共有橋梁約 233,000 座，橋梁的管理者分別為州、縣、社區、快速路特許擁有者、鐵路橋等，各等級公路之管理橋數，如表 2.6 所示。

表 2-6 法國各等級公路之管理者與橋數

管理者	橋數
州(state)	10,000
縣(counties)	103,000
社區(communes)	122,000
快速路特許擁有者 (motorways concession holders)	6,800
RFF(鐵路橋)	6,300
共計	233,000

法國整體的公路系統的營運由生態能源永續發展及空間規劃部(Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and Spatial Planning, M.E.E.D.D.A.T.)之下的公共設施理事會(Directorate of Infrastructures)主管。其中公路基本設施的科技研發工作由 Directorate of Roads 的以下的四個單位負責：

1. LCPC (French Public Works Research Laboratory) (500 人)
2. Setra (Technical Department for Transportation, Roads and Bridges) (300 人): 設計及監控新的基本設施與既有基本設施的檢測評鑑。
3. CETU (Technical Center dedicated to Tunnels) (100 人)
4. Cete (7 regional public works engineering offices and 17 public works regional laboratories) (350 人負責橋梁)

整體公路設施資產維護管理的執行架構如圖 2.5 所示，

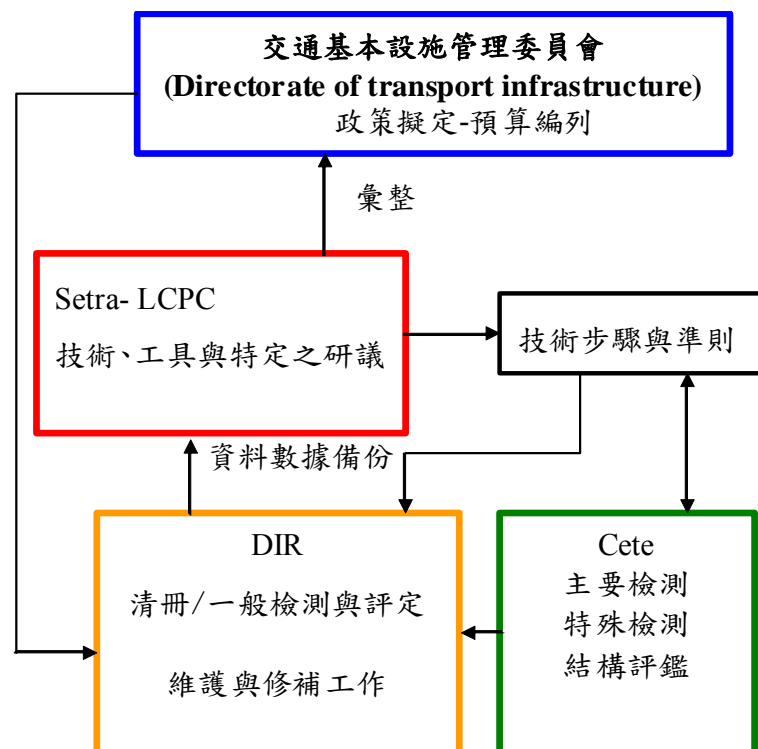


圖 2.5 法國公路設施資產維護管理的執行架構

Setra 是法國生態能源永續發展空間規劃部(Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and Spatial Planning, M.E.E.D.D.A.T.)之下的基本設施/交通/海洋管理委員會下的技術單位，主要功能是負責橋梁與土木工程結構(70 人)；道路、運輸、道路營運與安全(110 人)；道路管理與營運之地理資訊系統與資料庫(40 人)等領域所需的知識(Knowledge)與技能(Know-How)如準則(Guidelines)、軟體(Software)、標準(Standards)等，並協助地方道路工程處解決工程問題，以及與其他單位進行交流(Exchanges)、合夥(Partnership)、網際合作(Networking)等。因此 Setra 的任務為：

1. 協助及改善國家橋梁管理工作。
2. 透過技術規範、準則、設計評估軟體的研發、提供與協助各工程單位，改善土木工程結構的設計與品質。
3. 參與新標準規範的發展與應用。
4. 推動新技術與新發明的施行。

Setra 於橋梁相關業務的比例分配如下：

1. 大型橋梁的設計 (19.2%)
2. 融合、交流與網系合作 (15.2%)
3. 歐洲規範(Eurocodes)與標準化工作(16.0%)
4. 橋梁設計與評定(Assessment)軟體之維護與開發(19.3%)
5. 橋梁管理與檢測(14.9%)
6. 技術準則之研發(15.4%)

LCPC(公共工程研究院)是隸屬法國政府生態/能源/永續發展/空間規劃部之下的另一單位。其業務範圍是與運輸基本設施有關的四大領域之研究工作：

1. 道路(Roads)：高速公路與智慧道路(Intelligent Roads)的設計、建造、維護與營運。
2. 工程結構(Engineering Structures)：設計、建造、維護。
3. 大地工程及自然災害(Geotechnical Engineering and Natural Hazards)。

4. 都市工程(Urban Engineering)

LCPC 的任務為：

1. 執行技術方法的研究與探討：法國土木工程研究資源的 25%由 LCPC 使用。
2. 實地調查與提供顧問服務。
3. 督導部轄單位於公共工程的研究業務。
4. 落實法國科技的國際推銷與國際合作研究工作。
5. 傳播新知、規範與標準。

LCPC 的成果(Products)如知識、方法、軟體、量測裝置等將可供給公共部門、基本設施的業主或管理者、工程公司、建設公司、材料或設備製造商作為其業務拓展之用。

LCPC 之年度總收入約為 5,400 萬歐元，其中源自州的預算佔 81%，自籌收入佔 18%，源自地方單位及國際組織的只有 1%。其人力資源分佈為：550 位專職人員，90 位博士研究人員，透過研究網絡參與的人員約 150 位，60 位短期研究人員，100 位短期(0~3 個月)之受訓者。LCPC 擁有非常特殊的研究設備，如在巴黎的結構實驗室，在 Nates 的纜索疲勞測試系統、大地離心機、道路鋪面疲勞測試旋轉車，在 Marne-la-Vallee 的核磁共振影像儀(MRI)。目前該研究中心 2006 年-2009 年的研發主要課題及各自所佔之比例如下：

1. 基本設施對道路安全提昇 (20%)
2. 不可再生自然資源的節省(15%)
3. 環境保護(特別是都市狀態污染、自然災害) (25%)
4. 透過診斷與維護的方式對既有結構進行最佳化(25%)
5. 發展土木工程所需的工具及方法。

法國橋梁檢測的規定與規範是於 1979 年頒佈，目前採用 1995 年所修正的 Technical Instruction for the Management of Bridges，其中對不同型式的橋梁皆訂有詳細的技術準

則。這些檢測資料是以名稱為 LAGORA2005 之橋梁管理軟體來執行管理作業。

法國橋梁的常態檢測(Ordinary Inspection)頻率為每 3 年 1 次，橋梁的評定是使用所謂 IQOA(Quality Image for Bridges)指標，其健全等級分為 1、2、2E、3、3U 五級，其中 1 級是屬良好情況之橋梁；2 級與 2E 級是屬已有缺損(Defects)，但分別為不須或必須進行緊急修復之橋梁；3 級與 3U 級是已有破壞(Damaged)而屬於有危險之橋梁，並再分為不須或必須進行緊急補強作業之橋梁。依規定每 6 年須對大型橋進行詳細之目視檢測，並對有危險的損傷橋梁進行試驗測定及必要之修補工作。其橋梁管理目標是要使全國橋梁能同時滿足下列 4 項目標：

1. 1 級+2 級的橋梁比率 >55%
2. 2E 級的橋梁比率 <30%
3. 3 級+3U 級的橋梁比率 <15%
4. 3U 級的橋梁比率 <1%

2007 年法國的州級道路橋梁有 9,284 座，橋面積共是 3,870,000 平方公尺，年度進行橋梁置換(Replacement)之費用為 90 億歐元，其中維護費用佔 0.48% (4300 萬歐元)，平均每一平方公尺的維護費用是 11.1 歐元。

自 2001 至 2004 年的 FAP4 計畫，主要是將各種橋梁損傷情形加以分類，並定義出對應的維修與養護策略。對於每一類損傷的原因與損傷類別，該計畫提出基本的以及應用最普遍的維修原則。

對於橋梁管理的資料網路內容，歐洲的作法是收錄設計圖說、計算書、議定書、所有正式的檢測紀錄、特別調查紀錄、材料資料、維修及補強方法紀錄、以及從興建至拆除的生命週期過程中各種可資參考的照片紀錄。

第三章 我國橋梁現況分析

探討橋梁政策的議題，首先可將橋梁分為「新建橋梁」、「現有橋梁」兩大範疇。其中，「新建橋梁」所應考慮的層面包括環境面、人性化的強化，其中包括材料耐久性以及防腐蝕的加強，以及設計規範的提升，並應考慮未來維護管理的需要；「現有橋梁」則是指歷年來已興建使用的橋梁，本研究依據交通部運輸研究所建置之「臺灣地區橋梁管理資訊系統(Taiwan Bridge Management System, TBMS)」發現，臺灣地區的老舊橋梁數量佔一定比例，因此如何在養護管理層面再強化，包括管理體制、人才、技術及經費安排的再檢討等，此為一重要課題。

3.1 國內橋梁課題

有關國內橋梁的相關課題著實繁多，舉凡臺灣地區橋梁管理資訊系統之建置、自然環境的威脅、經費的短缺、組織編制的不足、以及新建工程與維護工程的屬性差異等，皆有諸多值得深入探討的地方。

3.1.1 臺灣地區橋梁管理資訊系統之發展

行政院根據 1995 年 5 月 9 日公共建設督導會報（公共工程委員會前身）第 49 次委員會議所作成之決議，責成交通部進行各項橋梁安全維護作業，為臺灣地區邁入現代橋梁管理之始，交通部據此擬定橋梁維護與管理之短、中、長期計畫，而長期計畫擬定之工作項目包括建立橋梁管理系統、進行全國性橋梁普查、檢討修訂橋梁作業規範、研發橋梁補強技術等。

1995 年至 1999 年間，包括當時高公局、公路總局、住都處、鐵路局、基隆港務局、臺中縣政府、臺北縣政府、臺北市政府、臺南市政府等單位均自行委託學術單位或顧問公司開發橋梁管理系統，其中以高公局與公路總局所開發之系統，在橋梁維護管理功能

與範疇上較為完善，亦成為日後全國性之「臺灣地區橋梁管理資訊系統」開發之基石。

公路總局所開發之橋梁管理系統，係於 1998 年委託中央大學規劃開發完成。因公路總局為臺灣地區管理橋梁數量最多且範圍最廣的機關，其下包含工程處、工務段，在橋梁檢查與維護作業上具相當的複雜性，期望藉由橋梁管理系統協助減少其作業上的困難。系統分為基本資料、檢測資料、統計分析、維修記錄、維修成本估算、橋梁狀況排序等，整套軟體以資料庫為運作核心。後來增加了橋梁基本資料的統計分析模組與地理資訊模組供使用者更完整的介面與詳盡的資訊做查詢。該系統對於構件的檢查評等方式採用「劣化程度」、「劣化範圍」、「劣化項目對橋梁之結構與行車安全之重要性」、及「劣化構件維修之急迫性」之 DERU 目視檢測法。^[22]

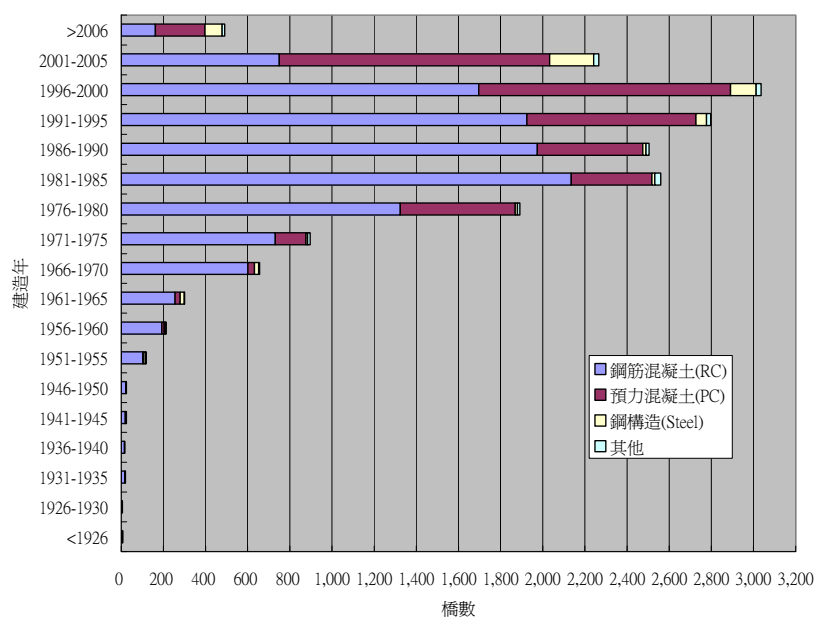
國道高速公路局於 1992 年 10 月 16 日成立「橋梁檢測維護組」，加強橋梁構件劣化之檢測與維護。綜理及督導橋梁檢測評估作業，並每半年定期召開工作檢討會報一次。小組設督導分組及作業分組。督導分組由局本部之技術組及工務組組成，負責策劃並督導橋梁檢測、評估、建檔及維修作業之推動。作業分組由區工程處及所屬工務段組成，執行轄內橋梁檢測、評估、建檔之維護作業。嗣後高公局有鑑於橋梁結構安全維護之重要性，委託昭凌工程顧問股份有限公司建立電腦化之管理系統與檢測方法，於 1996 年開發完成「國道高速公路局橋梁管理系統」，其具有基本資料、檢測資料、耐震檢測、優選排序、預算編列、維修資料等 6 大功能模組，以滿足其橋梁養護管理所需。其中，此系統所利用之檢測評估方法係與南非 CSIR 合作開發之 DERU 目視檢測法。

交通部為能進行整體性之橋梁管理、預算分配、緊急災害搶救等，於民國 88 年 3 月經中央橋梁技術諮詢委員會第一次會議之決議，確認進行開發臺灣地區橋梁管理資訊系統與全國橋梁基本資料普查作業，並於民國 88 年 11 月由交通部運輸研究所委託國立中央大學土木工程學系橋梁工程研究中心，進行「臺灣地區橋梁管理資訊系統」之開發，「臺灣地區橋梁管理資訊系統」為一套網際網路系統，使用者只要連結網際網路即可透過瀏覽器(Browser)操作系統，系統於 2000 年底建置完成並上線，提供作為全國各單位統一使用之橋梁管理系統。交通部亦同時於此階段進行全國橋梁普查，調查所有相關機關管轄橋梁之基本資料，並進行全面性之橋梁目視檢測評估。

目前，所有普查資料均已載入「臺灣地區橋梁管理資訊系統」之中，而各橋梁管理機關亦需依據公路養護手冊之規定，至少每兩年進行一次橋梁定期檢測，並將檢測資料輸入系統之中，每月有將近 1 千 5 百人次登入並使用本系統。該系統持續由運研所進行維護作業，每年之全國橋梁維護評鑑亦有多項評鑑項目與本系統之使用有關。

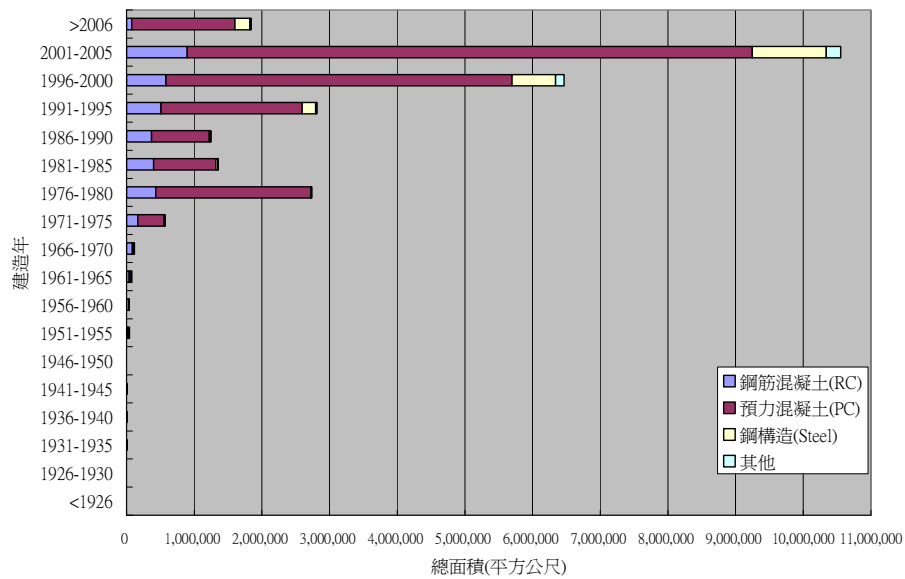
隨著資料量逐漸龐大、使用頻率大增以及新的電腦軟硬體之進步，橋梁管理系統亦需要進行大幅度的調整，改版過之「臺灣地區橋梁管理資訊系統」，已於 2009 年 5 月正式上線。

根據「臺灣地區橋梁管理資訊系統」的資料統計，我國自 1926 年起陸續所建造的橋梁結構類型、橋梁總面積以及橋梁總長度之統計圖分別示如圖 3.1、圖 3.2 及圖 3.3。由圖 3.1 可以看出自 1980 年起橋梁每年建造數量急劇增加，並且結構型式大量採用預力混凝土結構，並且由圖 3.2 與圖 3.3 更可明顯看出預力混凝土橋梁所佔的橋面版面積與橋梁長度將近鋼筋混凝土橋梁的十倍之多，而 1980 年代所興建的橋梁至今也已達 30 年的橋齡，可以清楚的預見老舊橋梁的維護問題將會急速的趨於緊迫，而且對於預力混凝土橋梁的老劣化問題尤其需要急切的擬出對策以加以因應。



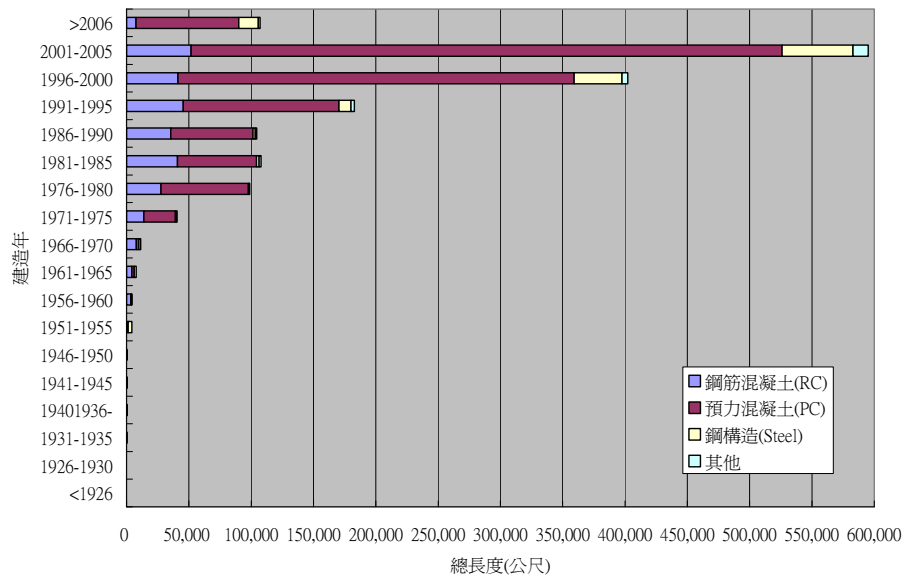
資料來源：「臺灣地區橋梁管理資訊系統」

圖 3.1 橋梁結構類型與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）



資料來源：「臺灣地區橋梁管理資訊系統」

圖 3.2 橋梁總面積與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）



資料來源：「臺灣地區橋梁管理資訊系統」

圖 3.3 橋梁結構類型與建造年統計圖（截至 2009 年 7 月）

3.1.2 天然環境惡劣與交通負荷過大

臺灣的橋梁災損原因可分為地震、土石流、橋基沖刷裸露、腐蝕及超載等 5 項，茲分述如下。

1. 位於斷層帶通過或近斷層之橋梁，易因斷層錯動而有落橋，或因過大之地震力而致橋梁損壞之虞，如石圍橋、埤豐橋、東豐大橋、名竹大橋、桶頭橋…等，或因土壤液化噴砂使橋墩下陷倒塌（如南投市綠美橋、萬崙橋）。以 921 的地震事件而言，共計有 20 餘座嚴重損壞，其破壞模式包括落橋、橋面版破壞、橋塔破壞、主梁破壞、主梁移位、支承破壞、接頭破壞、橋柱剪力破壞、橋柱撓曲破壞、橋柱撓剪破壞、橋柱傾倒或移位、基礎破壞及橋台破壞^[27]。近年來包括國道以及省道橋梁也都分別委託專業工程顧問公司進行耐震評估及補強工程規劃及設計，以加強保障重要交通幹線之橋梁耐震能力，特別是近斷層的橋址位置，尤其是老舊簡支梁型式的橋梁，其落橋防護的裝置應該要再加強。
2. 若河川之上游易發生洪水、土石流等災害，則對下游之河川跨越橋而言，其橋墩、橋面版易遭洪水、土石流沖毀或淹埋，如省道台 8 線、台 21 線沿線等。同時位於山區邊坡易致災處之橋梁，也容易因邊坡災害（如落石、邊坡滑動、土石流等）而阻斷，甚至壓毀橋梁。即使橋梁本身的結構並沒有明顯的老舊現象或損傷情事，但是嚴重的土石淤積問題一方面影響到河道的排洪功能，另一方面也增加橋梁通行上的危險性。對此需要政府協調水保單位確實進行清淤的動作，並且未來設計單位在選線或橋型設計時應預先多加以考慮。另一方面，由於全球暖化氣候變遷之故，近來降雨量屢屢創新紀錄，許多橋梁破壞便從橋台基礎的掏空流失開始擴大。因此，工程師在做橋梁設計時應該不能僅沿用歷史洪水量資料，因為最大洪峰之迴歸週期已經需要重新加以檢討。
3. 台灣本是淤積河床，所以才有民國 48 年的八七水災。但是早年砂石用量尚不多，碼頭也不夠深而不能停靠砂石船，所以沒有開放砂石進口，只在河口抽砂，造成河床砂石減少；除了砂石超限開採以外，中上游因水資源需求之故而興建許多攔河堰，

使得上游的砂石無法向下游補充，從 70 年開始河床開始下降，導致河川跨越橋之橋基裸露，如再加上颱風、豪雨之洪流沖刷，則易使橋基傾斜或折斷，致橋面版產生落差或崩落，如跨越高屏溪之里港大橋、高屏大橋、雙園大橋等。近來雖有人主張以水力排砂的方式以補充砂石原料至下游河床，但自然水流會有大小顆粒的粒料，水力排砂只能排放細砂，下次大水來又會被沖走。橋梁管理單位雖然設置許多橋墩基礎保護措施，但是往往只能治標，始終沒有辦法達到治本的效果。

4. 台灣四面環海，又位於亞熱帶地區，氣候原本便是潮濕悶熱的特性，而環境變遷造成空氣污染日益嚴重，經年累月的侵蝕使老舊橋梁材料劣化，如混凝土中性化，微裂縫經酸雨滲透，造成鋼筋腐蝕，使橋梁之承載能力降低，也使得橋梁的使用壽命縮短。
5. 公路橋梁設計載重標準為 HS20，但近年因為交通運輸需求的急速增長，大型載重車輛（如砂石車）數量增加，且超載情形普遍，加速橋梁結構破壞，使用年限因而降低。

一般橋梁檢測成果常以結構老劣化情形加以評估。老化指標無法應付突發狀況，但台灣斷橋事件並非老化問題，而是災害導致。無論是過去或未來，我國的橋梁政策將無可避免的要將這一些環境自然因素，以及交通運輸的需求一併納入考量，而唯有如此通盤的考量才能有效解決橋梁工程所面臨的問題。

3.1.3 橋梁相關預算問題

近年來由於政府財政狀況愈來愈困難，可用以投資或應用在公共工程建設上的經費規模也就不如以往寬裕，但是在此同時，我國的橋梁卻又因為逐年老化而需要更多的維修補強費用，在一消一長的情形下，橋梁維護的預算確實有不足的問題。

對於橋梁政策面臨的各項課題，經費是最主要關鍵的問題，橋梁經費不足的問題是

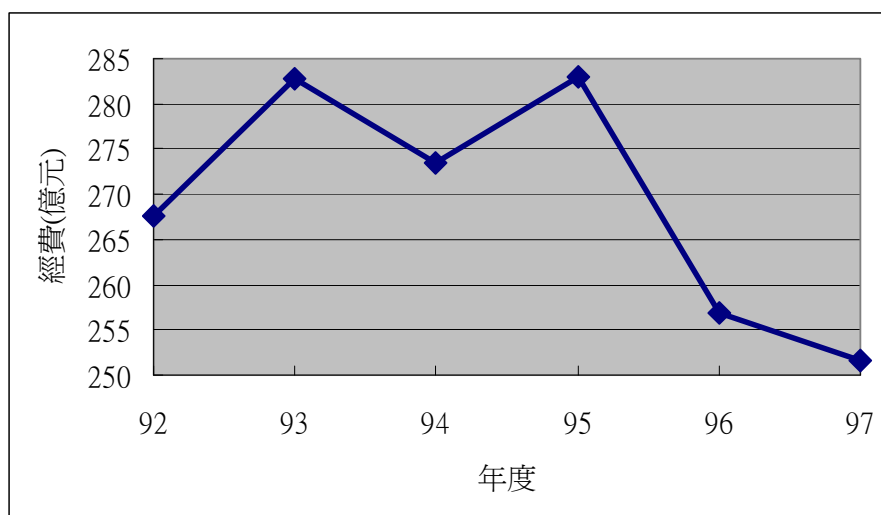
因為沒有落實規定。依「公路法」第 28 條規定：「中央及直轄市公路主管機關，為發展公路建設及維護管理需要，得就左列收入設立基金，循環運用，並償付自償性債務之還本付息：一、徵收之車輛通行費。二、分配於公路建設用之汽車燃料使用費。三、政府核列預算撥付之款項。四、私人或團體之捐贈。五、收費公路之服務性收入。六、其他依法撥用於交通建設之費用。」其中第二項指明汽車燃料使用費應是專款專用分配於公路建設使用，目前每年汽燃費約 400 億元，但據瞭解並沒有依規定全數投入交通建設使用。至於人力不足的部分，在有充分的經費的前提下，政府單位人手不足的話可以採用約聘雇的方式，或委請顧問公司擔任「橋梁總顧問」，便可有效的完成橋梁相關業務。

至於公路新建及維護預算統計，公路總局主要是來自公務預算、國工局和高公局除了公務預算以外尚有國道基金（國道基金從汽燃費撥列 100 億，另外有 200 億的通行費收入）、臺鐵局是業務單位，除了來自營業基金以外本身沒有經費，僅能從振興景氣方案或擴大投資等政策中獲得經費的補助，然而鐵路系統又為較早興建的交通建設，鐵路橋梁的橋齡又高於公路橋梁，平均橋齡約為 40~50 年。

在養護經費編列預算時，公路總局係由工程處工務段之養護工程司，將該所轄路段需維護狀況彙整成報告後向工程處提報，並經由內部審核以及配合養護歷史資料後，以決定該維護管理預算是否通過。原台鐵鐵路維護費用是由台鐵自行編列預算負擔，後因民國 67 年高速公路通車後，營運虧損，無法提供足夠維護經費，此時需維護費用編列預算改由政府負擔；經費之核撥係依據工務段檢查成果與複檢判定等級後，按優先順序提列年度維修經費。

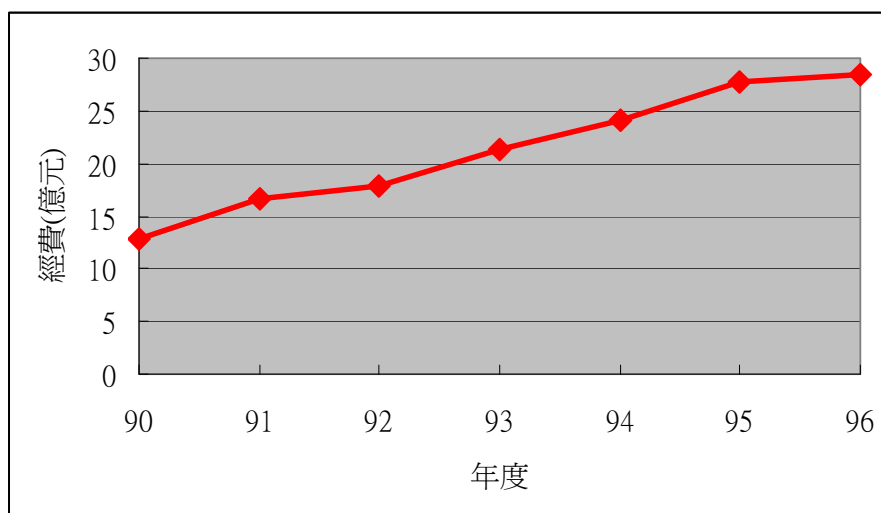
依據行政院主計處，中央政府總決算中，公路總局歲出機關別決算總表明細表內公路新建及養護計畫，其公路新建及養護計畫內容，表示辦理省道之破損路面修復、瀝青混凝土路面刨除及加封，樹木修剪、割草、邊溝疏修等路容之維護，隧道壁面清洗、洩水孔清理、雪季清雪，橋梁檢修、監測等業務。自民國 92 年至 97 年之公路新建及養護計畫經費平均為 273 億元，如圖 3.4 所示。國道高速公路局之業務成本與費用中，自民國 90 年至 96 年的維護成本部分如圖 3.5 所示，圖中可明顯看出民國 90 年至 96 年臺灣區國道高速公路局維護成本，逐年攀升，原因為新建國道 3 號（全線長約 430.53 公里，

民國 93 年 1 月 11 日全線通車)、國道 4 號(長約 17.16 公里,民國 90 年 12 月 21 日全線通車)、國道 5 號(長約 14.5 公里,民國 94 年 1 月 27 日通車)陸續完工通車,養護里程逐年增加並倍增,以及既有公路設施老化,導致維護成本漸增。



資料來源：行政院主計處

圖 3.4 公路新建及養護計畫決算(92 年至 97 年)

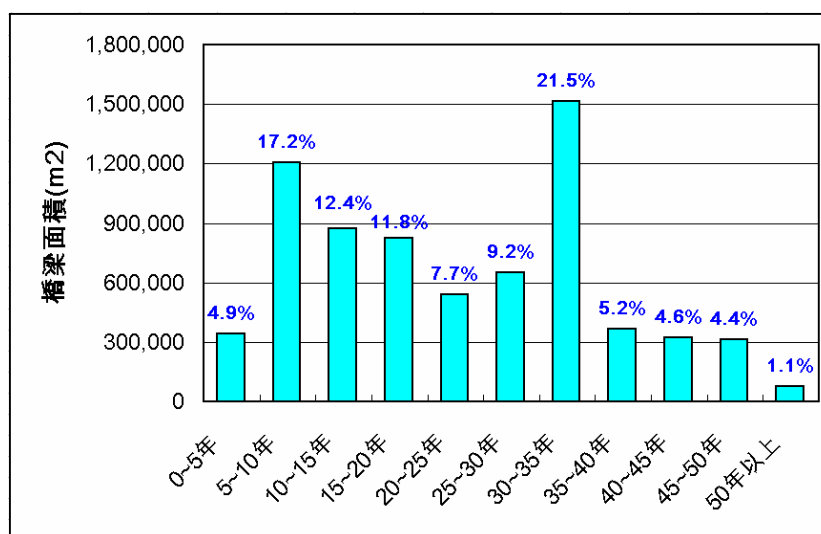


資料來源：行政院主計處

圖 3.5 國道高速公路局維護成本決算 (90 年至 96 年)

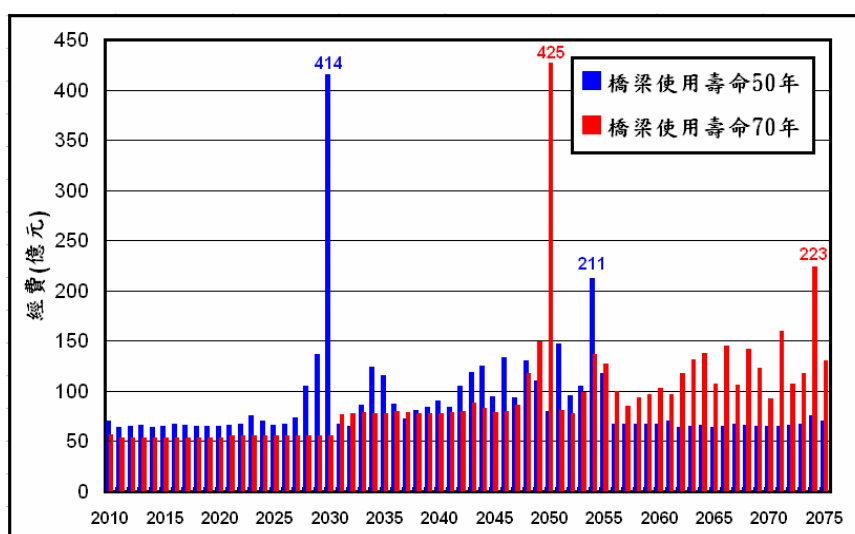
截至目前為止,各縣市政府所轄橋梁逾 1 萬 9 千座,各橋齡分級與橋面版面積的統計圖如圖 3. 6 與圖 3. 7 ,整體平均年齡約 32 年(目前我國對橋梁的使用壽命並無規定),倘若粗略以 4 萬元/m² 估計,則我國橋梁總值逾 2,800 億,按橋梁生命週期成本觀

點，如以 50~70 年作為橋梁之使用壽命（圖 3.7），則地方政府每年平均需投入之橋梁維修整建經費約 40~56 億。



資料來源：運研所整理

圖 3.6 地方政府所轄橋梁之橋齡面積分佈



資料來源：運研所整理

圖 3.7 地方政府老舊橋梁整建經費概估

除了公路總局與高公局等交通部主管單位以外，各縣市地方政府之橋梁維護來源除了從一般工務預算中支應以外，亦可循一些補助方案申請補助，惟該類補助方案多半並非固定的預算項目，而且只適用於橋梁損壞情節重大時才可申請。

橋梁會隨著時間而不斷老化，需不斷投入經費，滾動檢討改善，惟我國多數縣市政府財源有限，難以投入足額經費進行改善，有鑒於此，交通部於 2006 年責成運研所評估研提「縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫」補助相關縣市政府辦理其所轄縣道、鄉道及市區道路內之老舊受損橋梁整建，續並於 2008 年 9 月辛樂克颱風後再評估研提「縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫(二)」，補助相關縣市政府辦理老舊受損橋梁整建。

2007 年間經交通部透過橋梁檢測資料分析與實地勘查進行安全評估，計畫於 2008 及 2009 兩個年度補助各縣（市）政府辦理縣道、鄉道及市區道路受損橋梁改善，總計協助地方辦理 188 座橋梁整建，計畫總經費 15.3 億元。

在該計畫獲得核定後，惟因 2008 年度接連遭受卡玫基、辛樂克等颱風侵襲，造成台 13 線后豐大橋、台 20 線甲仙大橋、台 21 線牛眠橋、台 18 線五虎寮橋、臺中市開原橋、南投縣昌榮橋、雲林縣梅南橋及高雄縣溪州橋等橋梁倒塌斷裂，考量部分橋梁之現況極可能已有所改變，尤其自 2008 年 9 月 14 日后豐大橋斷落事件發生後，交通部奉示對橋梁全面進行檢測，篩選出有潛在風險之橋梁，在最短時間內完成改善作業，維護民眾通行安全，提升政府施政績效，加以監察院對橋梁安全問題亦特別表示關切，並請行政院應儘速處理危險橋梁與河川整治問題。運輸研究所針對各縣市政府所轄橋梁再次透過橋梁實地踏勘檢測等安全評估作業，研提第二期縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫。經蒐集整理各縣市政府所提報的待改善橋梁資料，藉由「臺灣地區橋梁管理系統」資料庫之最近期檢測紀錄計算各橋梁之沖刷穩定性指標(Scouring Stability Index, SSI)，綜合研判後研擬出現地複檢橋梁名單，派員進行實地踏勘檢測 111 座橋梁，並統計出前述複檢橋梁之沖刷潛勢指標(Scouring Potential Index, SPI)值評分與優先維護指標值(Maintenance Priority Index, MPI)的分數，再與各縣市政府個別進行協商討論，逐一確認維修橋梁之數量與經費。有關 SSI、SPI 及 MPI 等指標之詳細說明，請參見附錄 4。

交通部為公路橋梁之中央主管機關，現行補助地方政府辦理老舊受損橋梁整建之方式並非常態，且前置評估作業及計畫審核所需費時、不利時效，為維護用路人行車安全及協助地方政府加速老舊橋梁整建，運研所亦研提「地方政府橋梁永續經營管理」，以利地方橋梁安全維護作業之進行。

除了經費有所不足以外，另一個可能造成橋梁維護經費之排擠的原因為現行公務管理系統的制度問題。根據行政院公共工程委員會之資訊顯示，以往經常門的預算金額常有受限，資本門的預算經費成效較為顯著，但是屬於經常門的養護作業成效相對的較為不易顯現，也因此導致一些公務部門對於經常門預算的編列產生排擠效應。由於以往公務管理系統較著重於新建工程，包括會計系統等對於新建工程的管理體系較為完整，而對於維護部分的工程類型則比較有所不足。但是未來工程的經費比例會逐漸改變，因為維護工程的需求逐漸增加，因此經常門預算的比例將會逐漸隨之增加。這些問題都直接影響到我國橋梁安全維護的成敗。

3.1.4 組織與人力問題

國內橋梁主管機關繁多，主要是分散於在各交通事業為主。在鐵路橋梁方面主要是由鐵路改建工程局負責新建，再由臺灣鐵路管理局負責養護；在捷運橋梁方面則由捷運主管機關如台北市捷運局、高雄市捷運局負責新建，再由捷運公司負責養護；至於在公路方面主管機關就更為繁雜，其中國道部分是由國道新建工程局負責新建，再由高速公路局負責養護，在省道方面則由公路總局負責新建及養護；在市區道路方面則由內政部營建署負責新建及養護，在縣道與鄉道部分則由縣市政府或鄉鎮市公所負責，也有部分縣道是委由公路總局代養，在產業道路部分則由農委會或縣、市政府負責新建及養護，另外部分山區道路則是由原住民委員會來負責，還有部分位在風景區的橋梁則由觀光局負責。由於掌管橋梁之事權並未統一，各橋梁主管單位對於橋梁規劃設計、發包施工及維護管理等相關作業規定，不時常有協調不佳的狀況，致使橋梁安全政策無法齊一。貫徹水利與公共建設興建與維管介面多，河川單位與橋梁主管單位長久以來就有合作協調之介面問題，水利單位對於河川上游因為淤積要求橋梁改線、下游因為沖刷又要求不落墩。此種互為制肘的情形相當有必要加以檢討與修正。

目前縣市政府在執行橋梁維護業務時，首先會面臨經費以及法規的要求度不足。除

此之外，縣市政府在橋梁維護業務的編制人力亦明顯偏低，也少有特殊之檢測設備，而且承辦人員經常面臨職務調動也導致實際執行業務者之經驗與訓練上的不足，而這些因素都直接對縣市政府對於橋梁維護業務品質造成嚴重的影響。縣級以下政府通常無檢測制度，許多產業、市區道橋的破壞損傷，通常由鄰里長呈報，地方自籌經費或運用關係取得經費，來執行檢測、維修、重建等工作。再者，目前的法規尚無罰則，民選首長自主意識高，能否專款專用或合理編列檢測經費或尊重檢(監)測專業端賴首長重視程度。

工程師依法應依規範行事，然而目前規範中關於維護管理的一環顯得相當薄弱，使得橋梁維護管理業務的推行上尚未臻完善。由於橋梁維修養護工作的很多需求都是比傳統技師更專業的跨領域技術，像是新材料、新工法、劣化診斷分析技術都有別於傳統作法，其難度較傳統工法更高，因此參與的人員必須配合技術提昇才能勝任。例如日本在混凝土維修作業上有維修師的證照，而美國也對於一定量體以上的混凝土工程項目，規定要有特殊混凝土工程師的監工才能施作，但國內以往類似的要求常遭遇到技師公會的反對，而政府官員也不一定予以支持，必須進行交流座談，協商出有效之機制。

3.1.5 橋梁行政制度問題

除了預算與組織人力部分所面臨的難題以外，現行的行政作業方式與發包制度也對橋梁新建與維護成效造成不少的限制。目前常見的採購發包之決標方式仍以公開招標，由最低價得標方式進行。但是就工程而言多屬「訂製品」，幾乎沒有兩項工程案例具有完全相同的條件的狀況，因此在實際的市場機制下，如決標價過低，或者工期過於緊縮，則有可能導致難以完全依照設計加以施工的情事發生。而橋梁工程的進行過程中有不少在完工後是隱藏在結構體內部或地表下，例如橋梁基礎工程、鋼筋之組立、預力鋼腱的施拉等，除非動用精密檢測儀器對重點加以查驗，否則極難由外表直接檢視，但這些重要的施工項目是否有確實施作，對於整體橋梁的安全與服務性卻有至關重要的影響，也因此造成可能存在潛在的危險。

有關新技術、新工法推動不易的問題，在院頒「永續公共工程－節能減碳政策白皮書」中即有具體的指出問題所在：「...主辦單位擔心會被冠上綁標或圖利廠商之罪，又或設計單位擔心需額外付出心力審查承包廠商提出之替代方案又或對替代方案無專業審查能力，產生設計監造與施工責任界定不清，而施工廠商對業主審查替代方案因專業能力不足，層層提報審查期程冗長，致可能影響完工期限，且相關獎勵及利潤誘因不足等因素，造成各單位大多未提出使用技術、新產品及新工法之替代方案。」；另李建中等人(2009)^[36]針對政府採購法，主張不應過度使用「公開招標」，因為「...在具高度同質性的工程、財物或勞務採購場合，以價格為重要訴求並無不妥。相對而言，在未確認投標廠商間具「同質性」，逕以價格為唯一導向的採購策略，等於為體質較差、為求生存「低價搶標」的廠商，興建了寬闊舞台。在這個舞台上，體質較差、低價搶標的廠商得以合法閃躲是否具備風險掌控、承作能量合理分配、約定期限內完工、資金管理、特殊施工方法、產品良率保證...等等追求採購品質不能不重視的關鍵能力之質疑。」此為現行行政制度上亟待突破的困難。

要引進新工法另外仍需要有諸多配套措施，必要時應進行現地試作檢驗，由業主主動協助承包商學習累積經驗，邀請學者專家教導包商，主管機關請國外顧問以解決遭遇問題並額外提供費用，不要只一味只對包商提出各式要求。而優良廠商（包括設計顧問單位）可依其能力建立為分區或不分區的名單資料庫，以利採購法中選擇性招標的辦理，或是作成共同供應契約以供各業務單位辦理採購時加以應用。

此外，部分主管機關在推動橋梁興建工程時，有時未能考量充裕合理的規劃及設計時間，或是因為繁瑣的行政流程而耗費不少時日，又或者為了民意壓力而要求提前完工通車而嚴重壓縮合理的工期，導致在規劃設計階段的品質遭受相當大的影響。對於新、特殊或先進的橋梁工程施工，往往需要高難度的施工技術與工法才能有效達成任務。但主管機關在編列橋梁預算時，有時未能仔細考量橋梁工程性質及內容，統一採用相同的檢視標準，對於這一類難度較高的橋梁工程而言，不僅造成不公平的對待現象，而且在當今防弊重於創新的邏輯下，礙於法令限制，工程人員常無法針對橋梁工程的特性選用最適合的材料與工法，而使得工程人員轉趨保守心態而採用簡易型的設計與施工

作業方式，對我國的橋梁建設產生長遠的影響。

前公路總局局長葉昭雄(2009)^[40]針對 50 座省道橋梁改建工程提出以下看法：「...一件工程完成，需要全生命週期的考量。尤其維護補強工程是否拆除改建，應有長期觀察及檢測。...院版審定計畫中，目標 2 年內完成 50 座橋梁：施工期間，部分橋梁採『一次打除重建』方式，輔以便橋（道）方式維持通行；而不採一般之『半半施工法』（按：一半橋面拆除施工，一半維持通行之工法，較為不便、費時；但於施工時可維持民眾簡易通行。若橋寬同時增建一倍，則原橋維持通行，俟增寬部份完成後再打除原橋，工期雖較長，但原橋通行較臨時便橋為安全）較原規劃期程 6 年（97-102 年）縮短為 3 年。

橋梁若採『一次打除重建』方式以縮短工期，便橋（道）即擔任維持交通大任。因便橋（道）具臨時性，本身之安全係數不高，勢必面臨較高之行車安全風險。若跨越河道較長，改建將面臨 2 年汛期，風險負擔更大。便橋（道）普遍建造維護費高...橋梁隨著時間逐漸老舊，屬經常性、長期性現象，應以長期永續作法為之，不宜以緊急性為由，一昧求快，在求快過程中，求好和求安全亦必須兼顧。」

新建與維修改建應先思考確定其建設的必要性，有無替代道路，是否為維生路線？是否符合社會經濟發展的需要？舊橋是否必須拆除？重建新橋後是否必須配合提昇設計標準？橋址是否應該配合變更？以 921 地震後的橋梁復建工程為例，當時為考量災區人民的創傷心靈，重建設計係以極力提高耐震能力為主要宗旨，設計要點在於安全性之提昇而非經濟性之追求。當時的重建原則為有效降低上部結構靜載重，減少地震時之慣性力，並兼顧縮短重建施工時程，重建工程之各上部結構採用鋼橋，橋面採用鋼浪板配合混凝土橋面版系統；為防止落橋，採用多跨連續性橋梁結構，並為分散反力至各橋墩或橋台，採用彈性固定方式。但是除了緊急復建工程以外，一般正常的橋梁設計應該要有更充份的考量^[41]。

對於重要之新建橋梁，應於規劃設計階段即透過地質調查及安全評估，先行了解工址潛在危害狀況，就其危害因素考慮儘量避開（如：路線方案評選、採大跨徑橋梁避開崩塌地、跨河橋梁考慮橋墩基礎受水流沖刷因素採沈箱或大口徑樁等）。無論是新建工程或維護工程，一直在重覆規劃、設計、施工、監造、管理、重建此一生命週期的迴圈，

新建和維護的差異只是現地環境改變了。在規劃設計階段即應注意維護管理，將維護管理成本及作法納入設計方案評估因素，確保營運階段維持一定功能，使用壽年符合計畫目標。工程主辦機關於完工時建立維護管理手冊，確立維護管理組織及營運階段維護經費需求。

3.1.6 橋梁安全維護工作之複雜特質

橋梁類型涵蓋範圍十分廣泛，除跨越河川的橋梁外，尚有高架橋、跨越性陸橋、人行天橋、吊橋種種，其安全影響因子也有所不同。橋梁使用年限要長久，除設計是否恰當外，最重要的就是維修養護工作，好的養護工作會延長橋梁之使用壽命。而要如何養護，則有賴一套適當之橋梁檢測制度與系統，從檢測人員之訓練、檢測標準規範與方法等皆有明確之規定。

橋梁結構之安全維護工作之執行體制和人類之醫療健保體制是極為類似的，橋梁結構即是其中的被診療的個體，執行安全維護工作的工程師即是醫療健保體制的檢驗員、醫師、藥劑師與行政管理人員。橋梁結構的健康狀態如人一般有其先天體質與後天之保養，先天不足且後天失調的橋梁則必然易於夭折。橋梁的先天體質則源於其規劃、設計與施工的優生作為，而後天的養生則依於其所擁有之維護管理體制。但是與人類相異之處則是，橋梁結構是一體積龐大而不能主動告知病痛情況的個體，橋梁健康診斷工作之執行就是要在管理養護體制下，定期或在重大災害發生後運用各種科技知識與方法，去掌握橋梁結構之損傷劣化情形，對系統之可靠度(Reliability)、服務性或現有之功能作出合理之評估，進而擬定適當的改善措施。

一般而言，結構之健康診斷與安全維護工作之進行具有以下之 6 大步驟：

1. 判斷結構是否存在損傷
2. 損傷存在之位置
3. 損傷之形式與嚴重程度

4. 結構使用壽命的評估
5. 維修補強或拆除重建
6. 診斷維護資訊之建檔管理

目前臺灣及世界大多數國家之基本設施健康及安全評估工作，仍以目視檢測(Visual Inspection, VI)為主要初步手段，但是此種方式所得之資訊完整性有其一定的限制，積極的作法必須結合先進之非破壞式檢監測診斷技術，才可搜集完整而深入結構內部或不可見區域的劣化損傷資訊，作為系統功能評估之重要依據。結構健康診斷之關鍵核心工作項目為：

1. 資訊及數據之擷取和偵測
2. 資訊及數據之解讀、分析和評估
3. 資訊及數據之管理及整合

其中取得資訊之感測技術必須運用物理學之聲、光、電、熱、磁、射線與化學理論去感應(Sensing)結構局部構件或整體系統之反應（缺陷、裂縫、材料性質、變形、內部尺寸、應力、溫度等），並製造成具有精度、穩定性及耐久性之感測器進行反應訊號的量測。檢監測施作人員必須對感測原理及結構行為有充分的智識，才可選用或研發設計適當之感測器並佈設到可合理有效進行檢監測工作之位置。分析評估技術的內容就是如何應用力學原理、結構分析方法、訊號處理方法、系統識別法、數據資料之統計方法、模糊理論、類神經網絡理論、基因演算法等，去對檢、監測所量得之訊號進行解讀(Interpretation)，反算得到所欲了解之結構特徵參數，損傷位置、形式與劣化程度，再藉用結構分析方法，作更進一步之結構整體安全性、服務性與耐久性診斷。在永續管理的角度來看，對具有強烈時空非線性變遷特質之橋梁老劣化行為與橋址環境，所有之基本結構資料、診斷資料及經驗必須作有效的管理及運用，於是必須結合資訊科技(Information Technology, IT)，建構土木基本設施健康狀態檢監測之診斷分析管理平台。以上所論及之科技內容多為發展已久之技術，但多散布於航太、機械、造船、電子通訊

等領域，土木工程人員必須基於土木專業知識及對橋梁安全維護工作的需求目標，進行跨領域的科技整合，方可發展出實用之橋梁健康診斷與安全維護技術。

3.2 行政院公共工程委員會橋梁安全政策白皮書重點回顧

在民國 90 年時，公共工程委員會因為高屏大橋之斷橋事件，也曾召集學者專家編寫「橋梁安全政策白皮書」，本研究參考該政策白皮書之內容，以作為本研究擬訂橋梁政策目標之初探之參考。該政策白皮書主要係從河川橋安全維護角度切入，屬於問題導向為主，僅對既有問題研擬對策。該份白皮書最後整理出十項政策主張簡列如表 7，並就各政策在其後 8 年來之具體作為加以概述，亦一併列於表 7。

表 3-1 民國 90 年橋梁安全政策白皮書執行成果之概述

政策主張	近 8 年執行情形之概述
政策主張一：規劃推動永續發展之橋梁建設	<ol style="list-style-type: none">1. 早年橋梁興建因工法技術的限制，復因強調經濟的發展而著重在較為快速的橋梁興建方式，因此橋梁型式及品質受到此類歷史背景的影響。2. 98 年內政部營建署提出「國土計畫法」草案。
政策主張二：健全橋梁安全管理體制，強化協商機制	<ol style="list-style-type: none">1. 「工程技術顧問公司管理條例」(92 年施行)第二十條「工程技術顧問公司應投專業責任險」，「公共工程專業技師簽證規則」(91 年施行)規定應實施技師簽證之公共工程類別。2. 交通部運研所自 93 年起評鑑橋梁維護管理，然後公告評鑑結果以喚起橋梁主管單位對橋梁維護管理之重視，因地方財源不足 96 年起再由中央撥款補助。3. 監察院糾正橋梁管理評鑑作業僅著墨於橋檢資料庫之建立與更新，對於巡(檢)查所見缺失卻無追蹤改善功能，應迅予改善。(98 年 2 月 9 日)4. 近期發生重大斷橋事件，並未能事先於橋梁管理系統有效挑選示警，顯示現有橋梁管理系統尚不足以應付災害管理之需求。5. 工程會參考美國、日本先進作法，研議制定「公共設施效能提升及維修法」。(97 年 9 月 18 日行政院第 3110 次院會決議)

政策主張	近 8 年執行情形之概述
政策主張三：加速橋梁相關法令之檢討與修訂	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「公路委託管理辦法」(91 年 9 月 13 日發布)。 2. 「河川管理辦法」(91 年 5 月 29 日訂定) 3. 「跨河建造物設置審核要點」(92 年 3 月 3 日訂定) 4. 「專用公路管理規則」(93 年 01 月 20 日修正)。 5. 「市區道路條例」(93 年 01 月 07 日 修正)。 6. 「大眾捷運法」(93 年 5 月 12 日修正)。 7. 「鐵路法」(95 年 2 月 3 日修正)。 8. 「公路法」(97 年 1 月 9 日修正)。 9. 「公路修建養護管理規則」(97 年 12 月 30 日修正)。
政策主張四：健全橋梁規劃、設計、採購與施工制度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經濟部 93 年訂定「跨河建造物設置審核要點」 2. 93 年頒布「鐵路橋梁設計規範」 3. 95 年完成「鐵路橋梁耐震設計規範」 4. 97 年頒布「公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」。 5. 98 年修正「公路橋梁耐震設計規範」部分條文。 6. 運研所已於 98 年委託台灣科技大學辦理「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」計畫。 7. 國內仍然欠缺針對橋基保護工法之水理設計手冊或相關規範的情況下，橋工單位大多憑藉過去累積之實務經驗施作橋基保護工程」。(監察院 98 年 2 月 9 日糾正案文) 8. 運研所已於 98 年委託中華顧問工程司辦理「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」計畫。 9. 98 年為加快莫拉克颱風災後重建工程，工程會訂定「縮短公共工程工期之招標決標策略」。
政策主張五：建立河川治理與橋梁管理協調機制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 97 年行政院經建會委員會通過經濟部陳報「大甲溪流域聯合整體治理方案」 2. 「維護河川與保護橋梁安全聯繫會報」自 86 年 10 月成立，已開過 28 次會議。 3. 「維護河川與保護橋梁安全聯繫會報」倘無法解決，則提「行政院重要河川流域協調會報」或提工程會「行政院公共工程委員會河川橋梁基礎結構與河川沖刷工程介面技術諮詢小組」協助。(莫拉克颱風災後基礎建設重建方案(草案)) 4. 第 28 次「橋梁與河川安全聯繫會報」將林務局、水保局納入。

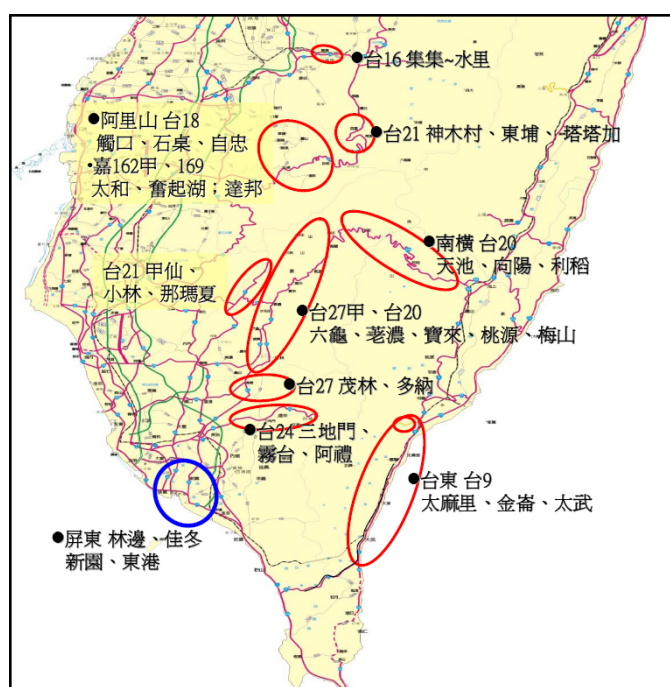
政策主張	近 8 年執行情形之概述
政策主張六：加強橋梁災害之防救應變能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 95 年行政院農委會水土保持局成立土石流防災資訊系統。 2. 請交通部重新檢討封橋的標準作業程序，並納入高科技自動化的預警系統，請國科會協助提供這方面的資訊，以更有效掌握應變的黃金時間。(97 年 9 月 18 日行政院第 3110 次院會決議) 3. 公路總局所訂封橋標準作業程序僵化無所變通，未能按各老舊橋梁實況彈性調整封橋最適時機，故步自封、致釀災害，應即嚴予檢討。(監察院 98/02/09 糾正案文)
政策主張七：加強砂石資源管理與應用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 92 年 2 月 6 日公布「土石採取法」(總統華總一義字第 09200019270 號令)，97 年 1 月 9 日總統華總一義字第 09700000851 號令修正「土石採取法」 2. 建立河川砂石疏濬採取制度： <ol style="list-style-type: none"> (1) 全面停止盜採嚴重之個案許可：92 年 12 月修正河川管理辦法第 41 條規定，河川內除已依規定公告為土石「可採區」者外，全面禁止業者隨意零星個案申請採取土石。 (2) 許可縣市政府協助辦理中央管河川疏濬：修訂河川管理辦法第 45 條規定，使中央管河川部分河段疏濬兼供土石業務，得交付當地縣市政府辦理，以藉助地方政府人力及地方警力配合巡防取締任務，增強取締績效。 (3) 全面展開採售分離嚴密管制外運土石數量：以採售分離方式辦理河川疏濬，澈底改善採售合一方式之料源獨享、僅依斷面檢測以及未完全管控外運土石數量等作業所潛藏可能遭盜採之因素。 (4) 工程會及法務部協助研訂河川水庫疏濬標準作業規範，經濟部於 97 年 11 月 28 日函頒並送各機關參照辦理疏濬作業。 (5) 加強河川野溪及水庫疏濬方案：行政院於 98 年 11 月 30 核定施行。因應莫拉克颱風災後造成嚴重淤積，由中央與地方通力合作，各部會協助配合，提升疏濬能力，達成核定後 1 年內完成 6,500 萬立方公尺之疏濬執行目標。 2. 加強防制河川砂石盜採管理措施： <ol style="list-style-type: none"> (1) 強制全數移除抽砂船：87 年起禁用抽砂船採取並強制全數拖離河川計 118 部。 (2) 強力拆除河川內砂石場—由 90 年的 149 場，減少

政策主張	近 8 年執行情形之概述
	<p>至目前 的 3 場。</p> <p>(3) 遏止砂石盜濫採行為改進方案：行政院 92 年 2 月 21 日核定施行。本方案除探討整合「維護公共安全方案」之「杜絕河川砂石盜濫採行為改進方案」及納入加強非河川區域之陸上砂石採取管理取締外，另針對「砂石開發供應方案」不足部分加以補強，使管理取締工作得以事半功倍，並由各部會共同執行。</p> <p>(4) 修訂法規加強罰則：92 年配合行政程序法施行修訂「水利法」，加重盜採砂石罰則為處以新台幣 100 萬元以上 500 萬元以下罰鍰，及沒入行為人使用之設施或機具公告拍賣等措施下，盜採情事已明顯減少。</p> <p>(5) 全面運用衛星遙測監測：95 年起推動大範圍長期監控河川區域內不法行為。</p> <p>(6) 推動監管中心及遠端監視：96 起推動採取更積極、有效之管理作為以防制盜採砂石。</p> <p>3. 與檢警民及各機關共同合作：</p> <p>(1) 砂石開發使用共識：加速進口砂石及推動砂石多元化供應，並降低建設砂石需求，確保砂石供需平衡。</p> <p>(2) 檢察機關查緝河川盜（濫）採砂土執行方案：水利署請法務部協助加強河川砂石盜濫採等不法行為之查緝，法務部乃責由臺灣高等法院檢察署於 94 年 7 月 19 日及 97 年 10 月 24 日由檢察長邀集各地檢察長及水利署研商本方案，且令各地檢察署協助水利署各河川局，聯合查緝。</p> <p>(3) 提供警察查緝獎金：為促進管理取締成效，及訂頒「經濟部水利署核發配合取締中央管河川砂（土）石盜濫採獎勵金作業要點」。</p> <p>(4) 提供民眾檢舉獎金：訂頒「經濟部水利署核發檢舉違反水利法事件獎勵作業要點」。</p> <p>(5) 建立溝通聯絡窗口：水利署暨各河川局與各地檢察署、警察單位、各縣市政府及河川上游（如水土保持局、林務局等）其他相關機關建立溝通平台與聯絡窗口，共同加強打擊河川內盜濫採砂石行為，以有效遏止不法。目前登載於水利署全球資訊網／工程資訊／河川疏濬或盜採土石聯絡窗口。</p>

政策主張	近 8 年執行情形之概述
政策主張八：限期完成危險橋梁之修復與耐震補強	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高公局自 94 年起辦理「國道高速公路（通車路段）橋梁耐震補強工程」。 2. 公路總局自 93 年起辦理「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」。 3. 96 年 11 月 22 日行政院同意「省道老舊橋梁整建計畫」之第一優先執行期及第一期橋梁改建工程，計畫內容修正為 97~102 年期間，辦理 40 座橋梁改善，經費 117.9 億元。 4. 后豐大橋斷落事件發生後，公路總局於 97 年 10 月中旬再提出 50 座「省道老舊受損橋梁緊急改建計畫」。 5. 98 年 10 月研議「莫拉克颱風災後基礎建設重建方案之橋梁復建策略」
政策主張九：廣籌橋梁養護與補強加固經費	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府長期「重興建，輕維護」，致使公共設施維護經費不足，人力短缺，組織體系不夠完整。（公共設施維護管理效能提升策略規劃，公共工程委員會） 2. 公路法第 27 條：公路養護、修建及安全管理所需經費，得徵收汽車燃料費。 3. 公路修建養護管理規則第 52 條：公路養護費依公路法第 27 條規定徵收汽車燃料費，不足者，應由各級政府籌措支應。 4. 市區道路條例：市區道路使用費，應向使用市區道路設置管線或設施者收取；汽車燃料使用費，由公路主管機關統一徵收；其分配比例，由交通部會商內政部辦理之。
政策主張十：科技研發推廣與人才培訓	<p>國科會 GRB 資料庫調查結果，過去政府於橋梁相關計畫內容包括養護整建、沖刷防治工法、結構損壞模式、補強設計準則、監測技術開發、減震消能系統、管理系統、檢測制度、土壤液化、土石流、活動斷層、延壽政策、防災系統、生命週期、水文水理、臨時施工、重要程度等級、承載能力及耐震評估、公共工程基本圖、軟弱地質構造物、規範修訂、腐蝕劣化環境、老舊橋梁改善、橋梁檢測機械手臂研發、公共工程指標等議題，培育相當人力及發展一些技術，相較於國外並不遜色，但是未能作重點的規劃及長期的投資，以致於未有效的發揮研究成果。</p>

3.3 莫拉克颱風八八水災之省思

2009 年 8 月 6 日莫拉克(Morakot)颱風於花蓮市附近登陸，風災期間由於夾帶大量豪雨，各地區連日累積雨量創以往紀錄，釀成中南部山區重大災害。近年來因山坡地開發及天候變遷嚴重，一旦颱風侵襲出現超大豪雨，即造成山坡地崩塌，大量土石及漂流木伴隨洪水衝擊各河川橋梁，造成橋梁與道路嚴重毀損，導致交通中斷，進而影響搶救及復健工作進行，公路總局統計重大災區分佈情形如圖 3.8 所示。全台 50 座老舊橋梁改建工程 6 月才陸續施工，莫拉克颱風又造成多座橋梁斷裂，這些橋梁大部分不在原本改建名單，卻因莫拉克讓全台要改建的橋梁一夕暴增，讓復建工程面臨極大考驗。

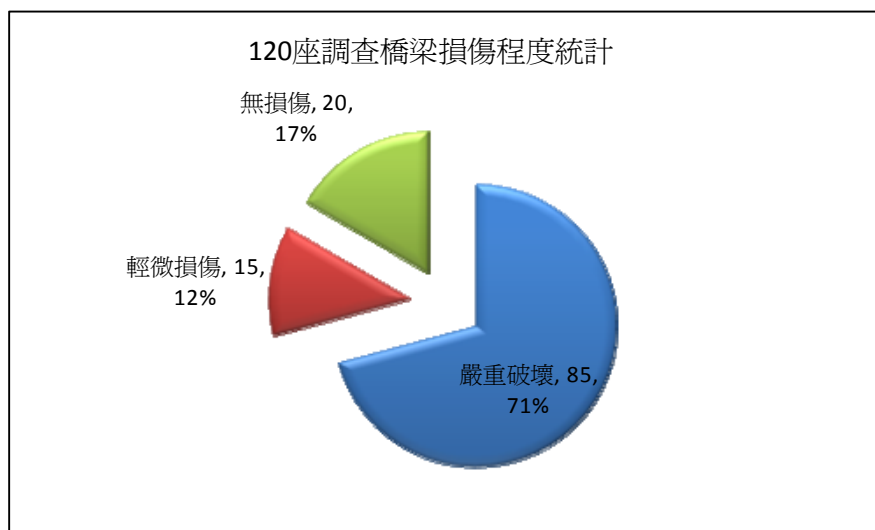


資料來源：交通部公路總局

圖 3.8 莫拉克颱風重大災區分佈

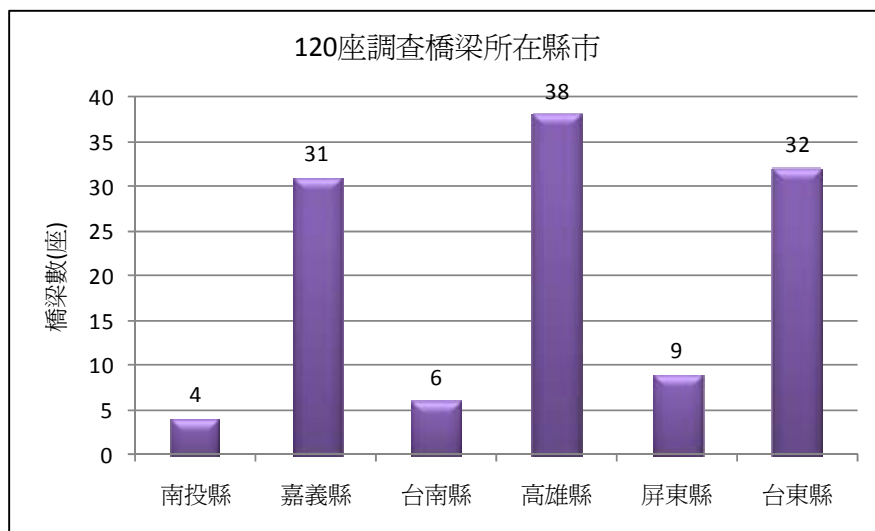
莫拉克颱風造成的斷橋數之多，不但是歷年之最，受創程度也讓許多資深工程人員感到十分訝異。根據中華顧問工程司所出版之「2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實」^[45]一書中之整理統計，在 9 月 24 日前已完成調查 120 座橋梁中，有 20 座橋梁屬於無明顯損傷之橋梁，其餘 100 座橋梁則屬毀損之橋梁，其中嚴重破壞 85 座（斷橋或危及用路人之安全），輕微損傷 15 座（僅橋體部分受損但不危及用路人安全），統計結

果如圖 3.9，損傷橋梁所在縣市如圖 3.10，分別包含公路總局管轄之省道等級橋梁、縣市政府管轄之鄉縣道等級橋梁、鐵路局管轄之鐵路橋梁等，如圖 3.11 所示。



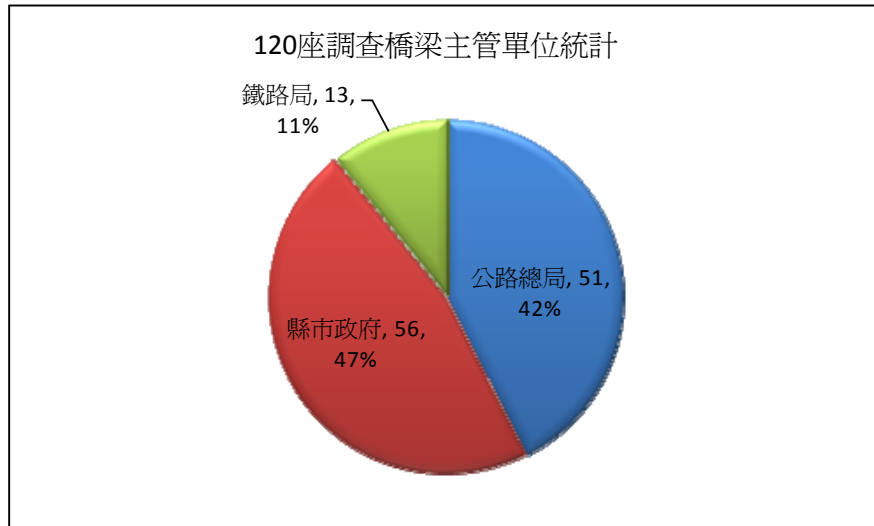
資料來源：「2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實」^[45]

圖 3.9 中華顧問工程司調查 120 座橋梁損傷程度統計圖



資料來源：「2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實」^[45]

圖 3.10 中華顧問工程司調查 120 座橋梁所在縣市統計圖



資料來源：「2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實」^[45]

圖 3.11 中華顧問工程司調查 120 座橋梁所屬主管單位統計圖

3.3.1 橋梁破壞模式之概述

此次莫拉克颱風所造成橋梁破壞的情形可謂遠超過一般工程教科書所提及的災害程度，針對橋梁破壞類型之勘查與橋梁災害成因之探討為災後重建及改善計畫重要的參考依據，依據中華顧問工程司之調查成果^[45]，觀察各地區邊坡、河道、橋梁之受損情形，歸納本次災害橋梁常見的破壞模式如下列 5 種，而各破壞模式之橋梁案例整理如圖 3.12 至圖 3.16 所示。

破壞模式一：河道拓寬橋梁路堤及護岸沖毀

破壞模式二：通水斷面不足上部結構損壞

破壞模式三：洪水溢流橋面版翻覆流失

破壞模式四：大量土石淤積覆蓋

破壞模式五：邊坡滑落推擠橋梁破壞



註：台東縣嘉蘭一號、二號、三號、四號、五號陸橋（鐵路）

圖 3.12 河道拓寬橋梁路堤及護岸沖毀之案例



註：嘉義縣全仔社橋

圖 3.13 通水斷面不足上部結構損壞之案例



註：高雄縣茂林鄉羅木斯大橋

圖 3.14 洪水溢流橋面版翻覆之案例



註：台東縣利稻橋

圖 3.15 大量土石淤積覆蓋之案例



註：嘉義縣來吉大橋

圖 3.16 邊坡滑落推擠橋梁破壞之案例

3.3.2 復建工作之原則

在經歷莫拉克颱風之鉅大災變後，接踵而來的是受災地區之復建工作。由於莫拉克颱風的雨量歷史罕見，遠超過道路及橋梁設計的上限，使得未來橋梁復建陷入兩難。如果不提高防洪標準，可能無法讓民眾感到心安；但防洪標準若提高，所有公共建設成本將難以估計的攀升，並且即使提高標準，也難保證類似大洪水若再來一次就能百分之百確保無虞。

橋梁是連接公路的通道，政府不會輕易不復建。1999 年 921 地震造成中橫公路柔腸寸斷，復建後因體質已差，2004 年的敏督利颱風又再度受創，最後公路總局決定讓中橫休養生息，暫不復建。不過，有許多因莫拉克颱風毀損的橋梁因為地形、地貌的改變，原址重建或另選新址，都必須由專家現場檢視後再規劃設計。未來橋梁復建的思考方向，不能再以「人定勝天」觀念興建橋梁，應重視國土規劃，要順著大地的脈絡。例如選址不能再像以往，為了省經費選擇河面較窄處，以防河水一夕暴漲，橋台很容易遭沖毀。

面對如此艱鉅之復建工程，中華顧問工程司主動邀集多位學者專家研擬復建原則以

供交通部等政府部門參考（參見附錄 5「莫拉克颱風橋梁及道路災後復建原則」），而交通部亦經過通盤考量後，提出以下 6 點復建原則：

1. 橋址盡量迴避土石流區（潛勢區），
2. 原則採大跨徑方式配置減少落墩數，形塑具地方特色之景觀橋，
3. 避開於深槽區落墩，
4. 橋墩採對導流有助益之形狀，
5. 提高結構物抗沖擊能力，
6. 加深基礎及增長基樁長度。

對此，交通部亦提出河川之上、中、下游河段之不同對應復建原則。其重點為：

1. 面對氣候環境變遷所帶來的超大豪雨，河川上游地區之山、河劇變情形難以用人為力量抵擋，若要勉強維持相當高品質的交通系統實有其困難之處，因此以「簡易通車」為主。
2. 在河川中游地區因為人口聚集較為密集，橋梁的安全維持有其必要性，因此朝向「減災」的目的作考量，配合情境模擬(Senarior)作有效的災害防治之探討。
3. 在河川下游地區的跨河橋梁便需充分落實「橋河共治」的理念，此區域之橋梁通常因河面較寬故而橋長較長，因此宜考量「多重災害」(Muti-Hazards)之探討。

此外，對於經歷過莫拉克颱風後仍持續服役的橋梁而言，或許已遭受某一程度的損傷，應加以密切注意；致於新建橋梁（包括改建中的橋梁），除了必須滿足相關設計規範以外，應再以歷史上曾發生之最嚴重的事件來檢核其抗災能力。

第四章 橋梁政策之論述

在各項公共設施中，橋梁與民眾之生活息息相關，往往為重要維生線的環節，無論大小橋梁一旦毀壞即會對社會大眾造成衝擊。也由於橋梁主要是聯絡地理上分隔的兩端，首重安全、可靠，但也同時要兼顧經濟、環保、美學及至減碳等目標。前一章已對我國橋梁的課題及民國 90 年橋梁安全政策白皮書所提政策主張的執行成果作了探討，整體而言，有關橋梁的議題可分作以下 5 大議題加以探討：法令與法源議題、橋梁經費預算議題、橋梁維護組織架構議題、橋梁維護人力與資格議題及橋梁服務品質議題。為達橋梁工程建設與養護管理之願景，必須擬具體之政策主張，以下擬就台灣地區橋梁工程在過去、近期與未來執行業務之法規、法源、經費預算編列、組織架構、人力培育與技術研發、維護管理與防災應變之相關議題，進行論述作為研提政策主張之憑依。

4.1 法令與法源議題

4.1.1 論述

公共工程設施之建造與維護管理必須有適當之法源依據，台灣地區過去十年已訂定一些橋梁工程之法令規定與作業規範，但是必須透過落實執行方可有所檢討與更新。目前行政院公共工程委員會在著手進行「公共設施維護管理效能提升策略規劃」，未來發展成「公共設施效能提昇與維修法」，針對各項公共設施以全生命週期導向思維，辦理預算規劃、評估方法、維修程序等事宜，仿效美國的 21 世紀運輸公平法案(TEA-21)及日本國土交通省的公共設施維修管理精神，以立法方式界定與規範相關效能提昇及維修經費來源與配套措施，使國家公共設施在短期間大幅改善之規劃、興建、維護與管理及經費編列具有法定依據，從法的角度以強調維修的重要性，初期先從方案著手，至少建議各部會對其所管理的公共設施該做的部分加以進行。各目的事業主管機關應要求設施管理機關落實或訂定相關之維管規定，使得新工法、新材料與新技術可依法引用於公共

工程之中，以提升公共設施使用效能及延長壽命。

美國明尼蘇達州 I-35W 公路的斷橋事件引起全美社會大眾對橋梁安全的重視，要能增加對交通運輸建設的投資非得要得到民眾的支持不可。2009 年八八水災後台灣人民對政府在橋梁的興建與養護有了更多的期許與要求，政府應審慎評估橋梁政策，並規劃合理預算與執行之整體工作。2009 年 8 月 31 日行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會「研商災後重建四大計畫會議中決議有關交通部負責之道路橋梁搶修復建工作應與經建會研擬之國土保育上位計畫核對，避免環境敏感地區開發，以確保安全。」

落實既有法令規定，使政府各級橋梁養護體制（人力、設備、經費、驗收）得以健全化。諸如落實「遏止砂石盜濫採行為改進方案」以維護橋梁及堤防安全；加強砂石資源利用與管理，避免危及橋梁安全，使公共工程之推動法治化及合理化；並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。河川疏濬及野溪清疏，應確實依該主管機關所訂標準作業規範辦理，災區淤積土石悉依加強河川野溪及水庫疏濬方案執行，並規劃預算。加速公務部門完整的生命週期觀念建立，增加配合行政體系及法規，宜對相關概念加強宣導與落實。為適時反應橋梁工程之需求，成立橋梁所需法令規定、技術規範制（修）訂之常設組織，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範；依據現有法令，擬定適當的採購機制，使橋梁工程由具優良能力之廠商承攬，災害防治應變與復健工作可有效執行。

4.1.2 執行策略建議

1. 加速通過「國土計畫法」，作為評估橋梁興建之價值與必要性之上位規定。
2. 檢討地方政府橋梁養護管理體制與作業準則（含人力、設備、經費、驗收與審查）與其它單位之工務協商配合。
3. 研擬建立「大規模災變橋梁搶救之相關緊急法令」、「橋梁建造維護與復建管理法」，以期可有效迅速執行復建工作，減少社會成本之付出。

4. 各橋梁管理單位定期提出目前法令在執行上之困難點及修正建議，轉送相關單位參議。
5. 中央應成立相關之委員會進行橋梁相關法令及規定之討論與擬定修正。
6. 研擬技師（公司）保險制度，保險費列入投標成本，以市場機制鑑別出各橋梁規劃設計單位之優劣，以規範工程品質，培育具優良能力之廠商，使得業主之權益獲得保障。
7. 建立新工法、新技術、新材料使用之審核機制規定。
8. 建立地方政府進行橋梁審查之機制。

4.2 橋梁經費預算議題

4.2.1 論述

為求各級政府組織橋梁養護體制之健全化，應依據所轄橋梁狀況，以生命週期成本之觀念，概估其每年橋梁維修整建所需經費，可將橋梁之規劃、設計、施工、維護管理、拆除重建的過程視為一體，將其視為一統合性成本，以提昇橋梁結構安全及服務功能，降低使用成本及維修成本，達成橋梁管理目標，提昇橋梁安全。並將該筆經費列於交通部年度經費項下，其中部份可供地方政府申請補助，並透過部屬機關及專家學者審核機制進行審議，以利加速老舊受損橋梁改善。目前許多公務部門對於完整的生命週期觀念尚未建立，配合的行政體系及法規仍嫌不足，宜加強相關概念的宣導與落實。

因應老舊橋梁逐年增加之趨勢，安全維護工作日益繁重，政府應逐年調整增編橋梁維護之經費；另亦可尋求增列法源依據，依法由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費，新建橋梁則規定應於興建時編列適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護。定期完成之全國橋梁耐震補強工作、橋基裸露加固等，其經費以專案籌資方式辦理，或於一定時期內增提汽燃費比率，供應所需經費。

由於維修補強經費仍是有限，因此必須建立橋梁維修經費排序分配與執行績效考核獎勵機制，定期補助並強制地方政府辦理橋梁檢測，以期及早發現危橋，進行改善。此外，在面對未來可能的極端氣候作用，應編列足夠之橋梁災害防救經費，以使災害發生前可有充份的準備作業，以及災後緊急應變之用。

4.2.2 執行策略建議

1. 落實既有法令廣籌橋梁養護與補強加固經費，可由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費，新建橋梁則規定應於興建時編列適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護。
2. 建立橋梁維修經費排序分配與執行績效考核獎勵機制。
3. 應加強對社會大眾宣導橋梁安全的重要性，並使民眾體認為能確保橋梁安全，有其必要提高公共工程的投資，並避免因選舉考量才匆忙而為之。
4. 定期補助並規定地方政府辦理橋梁檢測，以及早發現危橋進行修補。
5. 明確訂定河川土石清淤與利用之政策與作業辦法，並規劃相關預算。

4.3 橋梁業務組織架構議題

4.3.1 論述

我國主管橋梁相關業務的單位眾多。由近幾年台灣地區所發生之橋梁災害事件，不難發現我國橋梁業務的組織架構仍存有不完整之部份與及既有單位功能不彰和界面連繫上之問題。在未來橋梁工程的業務執行組織中應針對是否可以達到技術能力之研發提升、政策法令規範的檢討修正、永續發展資訊的彙整與應用、政府部門執行績效的考核、協調統合各部門長期而有效地貫徹橋梁政策等功能作改進。

八八水災的橋梁公路損壞模態，引申出了「路、橋、山、河共治」的主張。河川中、上游的國土開發、水土保持對中下游橋梁公路的功能與安全影響極大。除與水土、林務及河川管理單位協調合作，加強河川野溪治理，取締砂石盜採外，橋梁管理單位可加強橋墩沖刷深度研究、觀測及建立橋墩設計技術規範，因應河川流路之自然變化，對於橋墩基礎深度盡可能採取一致深度，非僅對橋墩作局部保護，方為防止橋墩裸露的治本之道。將過去「橋、河共治」主張下關於水利單位與橋梁主管單位協調的處理機制與工作委員會，再擴大為與林務局、水保局、原民會間之協調統合問題，因為是跨部會的協調，於是就必須有一更高位階的單位進行統合及督導。此一高階委員會必須有足夠常設的人力編組與業務經費方可持續推動相關的工作而達到成效。日本的水利與橋梁主管單位都在建設部，所以沒有介面的問題，中國則有長江水利委員會統一管理同一流域上的水利與橋梁設施，台灣目前在研議成立四大流域委員會，未來期能將水、土、林等課題由單一單位作通盤負責。未來橋梁建設、養護管理與防救災之決策與業務執行即可考慮以流域為範圍，定期檢討集水區中上游區域山坡地保育治理、河川治理計畫、土石淤積清理、水工設施興建、橋梁安全維護、協調集水區各管理單位的作業、觀測調查河川基本資料並建立資訊交流平台。

此外，對於全島橋梁公路系統的地質、斷層分布、土石流潛勢區、邊坡滑動潛勢區、水文、水理、河道斷面變化、衛星航空影像、氣象雨量、交通量、橋梁劣化情形、路橋之檢監測與維修診治記錄等資訊，應責成一單位協調相關部門有計劃地進行蒐集與建置，並於平時不斷地結合產、官、學、研之專家進行整合式的應用演算，將數據轉化為有用之資訊，並對資料庫系統的架構與功能進行擴充與改善，預期此一組織之建置將可協助政府進行路橋系統之規劃、設計、管養與防救災工作。

在橋梁結構的新建與維護管理工作中，法令規範扮演著極重要的角色，八八水災所出現的 200 年迴歸週期洪水量，顯示應由氣候變遷之角度全新檢視工程設計維護之規範及標準。此外，工程人員在平素進行規劃、設計、採購、施工、驗收、檢測、監測、維修、補強、復建等工作時，常發現相關之法規不存或既有之法令、規範之窒礙難行與不足之處，但是卻無一組織可以進行反映及處理，常常造成日後一些事件的發生，或是採

用保守的作為而缺乏前瞻性與創新性。於是為適時反應橋梁工程之需求，應建立橋梁技術規範制（修）訂之常設組織，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範；研擬完備之規範架構，研修橋梁設計、車輛載重、耐震、防蝕、橋基保護、補強加固等相關技術規範，逐步朝性能規範發展。政府亦可審核選取特定之單位（有審查能力之機關、學術單位或顧問機構）可對新工法、新技術、新材料的功能進行檢驗與認證的工作。

4.3.2 執行策略建議

1. 設立跨部會之中央橋梁永續發展委員會，擬定前瞻性的橋梁建設策略與執行計畫並協調統合督導政府各相關部門長期而有效地執行橋梁政策與業務。
2. 成立以河系為主之山林保育、水利及構造物管理協調委員會。
3. 設立道路橋梁防災及永續發展資訊管理委員會，協助政府進行路橋系統之規劃、設計、管養與防救災工作。
4. 設立橋梁規範訂定與修正委員會，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範。
5. 對於特殊橋梁工程、新工法、新材料與新技術的採用，可規定應經認可單位（可指定有審查能力之機關、學術單位或顧問機構）審查，以確保其品質與功效。

4.4 橋梁人力資源與技術發展

4.4.1 論述

人員素質能力與其所使用之技術方法是橋梁工程良窳的另一關鍵。由於工程科技的發展，新工法、新技術與新材料的不斷地提出，使得橋梁之規劃、設計、養護、維修、管理工作亦變得更多樣而複雜，工程人員必須具備一些跨領域的知識與技術能力，方可有效地執行其業務。

目前國內對橋梁規劃設計人員資格無規定，又缺乏專業審查機制，於是時有品質不良或無法履行合約之情事發生，因此工程人員的再教育與資格認定以及技術成果的審查體系的建立，便有其必要性。

在橋梁的檢測評估方面，其檢測資料之正確性與否，關係後續評估結果之合理性，目前許多主管單位之橋梁檢測作業工作，多是委託未經過嚴格訓練及授證之民間公司執行，再加上未能有效進行檢核驗收，以致於成效不彰；政府應編訂統一之檢測訓練教材，包括一般檢測訓練教材及儀器檢測（非破壞檢測等）訓練教材，並規劃一認可單位定期分別辦理一般檢測及儀器檢測訓練，經測驗合格分別取得一般檢測及儀器檢測資格認證後，方可從事一般檢測及儀器檢測工作。老舊公共設施之健康狀態診斷與延壽工作，必須是由經過訓練、授證的專業人員執行，方可確認工作品質並落實新技術、工法和產品的功能。橋梁非破壞檢測技術的迅速發展，已經可以協助工程人員對結構的施工品質、劣化情形與即時的行為有所掌握，政府可將非破壞檢測工作納入公共工程施工與維護診斷之契約規定中，如此鼓勵此一產業技術的發展，提昇我國工程科技水準。

要想擁有安全、長壽、經濟的橋梁，唯有從設計、材料及維護等方面繼續研究與創新。臺灣地區目前對於橋梁安全維護科技之研發工作，多是透過國科會、交通部各級單位及縣市政府的零星研究案在執行，長期整體的理念與研發策略則較為少見，使得經驗成果無法傳承，並且因為經費有限以致於難以進行國際交流合作計畫。有鑒於美、日、法等國皆有經營多年之橋梁科技研發中心與大型實驗站，我國實應規劃建立一國家級橋梁技術中心(National Bridge Technology Center)，結合全國的科技人力，有效率地規劃及執行橋梁各類安全維護前瞻科技之研發、移轉、訓練、授證及交流工作，並可長期作全國橋梁檢、監測資料之管理、分析工作。畢竟橋梁結構型式較為多樣且行為複雜，也牽涉山、林、河的治理及複合災害作用等問題，需要一個專責單位或部門從事策略草案研擬與技術研發工作。此一中心建立後即可結合全國的科技人力，有效率地規劃及執行前述之各項長期之橋梁道路各類安全維護前瞻科技與工法之研發、驗證、移轉、訓練、授證及交流工作，並可長期作全國橋梁、道路檢、監測資料之管理、對重要的課題進行深入延續性的探討分析工作；考量本土因素特性，研發橋梁安全保護及預警技術、節能減

碳與資源再生利用技術、橋梁生命週期維護管理與延壽技術之相關研究，更重要的是要將研究計畫之成果落實於實務上；並與學術或專業機構合作培訓人才，建構橋梁科技健全發展之機制。預期可提昇橋梁的服務品質與安全，帶動臺灣土木工程科技的發展。

4.4.2 執行策略建議

1. 建立橋梁規劃設計人員再教育訓練與技術簽證以及技術成果的審查體系。
2. 建立橋梁檢測維護管理人員之訓練及資格授證制度。
3. 將非破壞檢測工作納入公共工程施工與維護診斷之契約規定中。
4. 依技術能力建立分區或不分區的優良廠商名單資料庫，以利採購法中選擇性招標的辦理，或是作成共同供應契約以供各業務單位辦理採購時加以應用。
5. 規劃建立一國家級橋梁技術研發中心，結合全國的科技人力，有效率地規劃及執行橋梁各類安全維護前瞻科技之研發、移轉、訓練、授證及交流工作。
6. 於大學中建立現代化之防災科技教育學程，培育跨領域技術學習的能力與防救災科技的基本理論。

4.5 維護管理與防災應變

4.5.1 論述

地球氣候急遽變遷，導致降雨與乾早有集中發生的情事，台灣的氣候異常已相當明顯，年降雨量提高，但年降雨日卻減少，台灣橋梁的維護管理與防災應變工作，較世界其他國家更為艱難，因此必須發展符合自己需求的體系與內涵，所以流域治理也應配合作出調整。在維護管理與防災應變工作中最基本的要項就是資料庫之建置，由完整、豐富而正確的數據，建立各類指標作為各項行動作業之依據。於是必須建立客觀的評估系

統，以使維護作業的成果表現在整體指標之提昇，以方便工程以外的相關部門乃至社會大眾理解此類維護作業之效用與成果，以求獲得更為廣泛的支持及認同。

目前全臺近二萬七千座橋梁之基本資料與定期目視檢測結果，均已納入「臺灣地區橋梁管理系統」中，系統中亦建構了多項分析、管理、決策、考核之用的模組，對於往後臺灣地區橋梁維護管理工作之推動，奠定了良好之基礎。往後之工作則應建立檢核其資料正確性與完整性的機制、納入更多結構幾何型式、地理、地質、水文、水理、氣象、交通量、腐蝕、沖刷、淤積、土石流潛勢之數位資訊、非破壞檢測評估結果，建立環境潛勢複合式資料庫並進行資料分析之工作，以求可深入掌握臺灣地區橋梁劣化之機理與趨勢，建立相關評估指標作為維修養護策略擬定與經費編列之優選排序依據。採用最佳化的理念對每一橋梁建立完整資料庫並利用監測之資料，針對橋梁特性、擬出有效且經濟效益的管理與維護制度，以期可正確地決定在何時與現地條件下建置維護與整建之措施。

在災害防治應變能力之提昇方面，建立橋梁健康狀態之檢監測制度，應藉助高科技的新技術以提昇反應的速度，以減低災害造成的傷害與損失。運用橋梁基本資料及環境潛勢複合式資料庫掌握其變遷及分佈情形，以求得以適時、適地的維護基礎設施之正常運作。並定期檢討訂定有效且靈活之橋梁災害應變計畫，一旦受災迅即動員；制訂橋梁失敗事件之記錄鑑定、報告制度，以釐清責任及提出改善建議；確實編列橋梁災害防救經費，建立配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁防救災應變體系。

對於危橋進行詳細評估，平時即詳細檢討並訂定有效且靈活之橋梁災害應變計畫，一旦受災迅即動員，並對橋梁災變進行責任鑑定與回饋反省。積極辦理受損橋梁之復建工程，並全面辦理橋梁耐震、防洪能力評估，排定順序擬定年度修復補強計畫；編列合理預算；定期完成具損壞危險潛勢橋梁之修復補強與防治等工作。以事前預防替代事後之究責。定期追蹤修復與補強成效，並多方研發新進的補強技術，以確實達到補強之目的。

有關橋梁附近河段疏濬原則為：（依據 2009 年 4 月 30 日維護河川與保護橋梁安全共同聯繫會報第 27 次會議第 2707 案結論）

- (1) 於橋梁上、下游各 500 公尺範圍內之河段，基於橋梁安全需求而無河川治理必要者，由橋梁主管機關依河川管理辦法第 42 條規定辦理。
- (2) 基於河防安全需求，考量全河段防洪保護標的，而有河川治理必要者，由河川管理機關依河川水庫疏濬作業規範相關規定辦理。
- (3) 同時涉及橋梁安全需求及河防安全考量者，則由河川局與橋梁管理單位協調，依比例原則，擇一機關辦理。

另於莫拉克颱風後，集水區土石大量堆積至河道，人力並無法在短期完成疏濬，需注意中上游河川迅速回淤之效應，並作適當之因應措施。(依據 2009 年 11 月 9 日維護河川與保護橋梁安全共同聯繫會報第 28 次會議第 2812 案結論)

4.5.2 執行策略建議

1. 建立國家基本設施及環境潛勢資料庫及相關資訊與技術的整合交流平台，具有資料正確性與完整性之管理校驗機制並持續進行演算應用及更新維護。
2. 要求工程主辦機關於完工時提具完整可行維護管理手冊，確立營運階段維護管理組織及維護力經費需求。
3. 增加土木工程方面的科技經費，形成大型的科技計畫，以有效發展出實用的工程與防災技術。
4. 建立執行砂石資源管理政策的專門單位，提供管理平台使資訊透明化。明確訂定河川土石清淤與利用之政策與作業辦法，並規劃相關預算，落實「砂石開發供應方案」以維護橋梁及堤防安全；加強砂石資源利用與管理，避免河川砂石大量開採淤積，危及橋梁安全，使公共工程之推動法治化及合理化；並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。
5. 定期檢討修訂橋梁相關之災害應變計畫；擬定橋梁受災檢視、搶修之特別合約；建

立橋梁失敗事件之鑑定及報告制度；建立大規模災變橋梁搶救之相關緊急法令；確實編列橋梁災害防救經費；擴充橋梁管理系統之防災規劃與管理功能。

6. 考量國軍工兵及特種部隊參與災害防救之工作項目及設備之採購與操作訓練。
7. 建立新工法（含維修補強工法）、新技術（含檢、監測）、新材料使用之審核機制規定。

第五章 願景與政策主張

本研究自橋梁相關設計規範、養護規範進行檢討，進而回顧我國橋梁建設之演進，並調查行政院國家科學委員會「政府研究資訊系統」(GRB)資料庫中歷年橋梁相關議題的研究概況。對於國外橋梁政策的部分，大抵整理美國、日本及歐洲橋梁的相關政策與研發概況，並從預算、組織、人力、制度、天然災害、新建與復建等作現況分析，以探討當前橋梁工程所遭遇與面對的各項課題，同時也回顧民國 90 年行政院公共工程委員會「橋梁安全政策白皮書」之各項政策內容，以作為本計畫研擬政策主張之參考。對於我國橋梁工程的願景之考量層面，大致可歸納如下：

1. 橋梁系統應從規劃、設計、工法、材料、水文水理、美學、景觀、環保、安衛、永續發展等各個面向整體來思考其在生命週期中各階段之作法，以順天應人的理念，推動節能減碳、資源再生利用，以達環境永續發展的目標，趨向質樸、永久性。而非僅是工程技術單一環節而已。
2. 公路橋梁建設除符合人、車的需求外，須考量其周邊生物的生存權。故公路建設本諸「尊重生命、關懷大地」胸懷，迴避生態敏感區域並採取減輕對策，路廊對棲地的破壞，應有補償替代方案；規設時應創造多孔質及連續綠帶空間，營造生物多樣性環境；應採高效率施工方法，縮短工地作業時間，減少對環境的干擾。
3. 使用新工法、新材料及新技術以具有安全、耐久、美觀性，施工快速、建造重量減輕、跨徑加長以及可以達到節能減碳效果的新型橋梁。
4. 考量橋梁的美學概念，使其線條比例勻稱、提昇視覺效果、造型輕巧優雅、塑造地標景觀。
5. 考慮環境與氣候變遷可能造成多重災害的威脅，應更審慎檢視及設計橋梁之抗災能力，以提供國人安全、便捷、舒適之交通系統。

基於上述之考量層面，本研究對於我國橋梁政策所提出之願景如下：橋梁政策之目的在於提供安全、便捷、舒適之交通設施，提升國人生活品質，並注重環境保護。在面

對環境變遷與多重災害的威脅下，從規劃、設計、施工、維護管理、美學、景觀、環保、資源再生利用等各個面向作整體性之考量，建構安全經濟之橋梁系統，達到永續發展之目標。

綜合本研究所探討之各項意見屬性分列於本報告之各章節中，本橋梁白皮書計畫原研擬出十項政策主張並交由專家座談會進行討論（詳附錄 8），經期末審查會議中委員之建議加以精簡，最終所歸納研提之橋梁政策主張共計下列五大政策主張：

政策一：落實既有法令規定與建立相關法源以提升橋梁使用效能與年限

政策二：編列合理預算以辦理橋梁相關業務

政策三：健全橋梁業務之組織架構

政策四：加強人力培訓與技術發展

政策五：加強橋梁維護管理與橋梁災害防救應變能力

各項政策主張之研提論述已於第四章中進行討論，而其政策主張之說明及執行策略建議分述如下。

政策一：落實既有法令規定與建立相關法源以提升橋梁使用效能與年限

● 說明：

定期檢討修訂橋梁維護管理相關法令，有效執行橋梁之檢測、評估、修復、驗收、管理等工作；擬定相關法源，確立各級橋梁管理單位之人力組織與經費來源，確實編列橋梁災害防救經費，建立配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁防救災應變體系；依據現有法令，擬定適當的採購機制，使橋梁工程由具優良能力之廠商承攬。

政策二：編列合理預算以辦理橋梁相關業務

● 說明：

橋梁建設應有服務年限與生命週期之成本概念，並落實於規劃、設計、採購、施工與維護作業中；因應老舊橋梁逐年增加之趨勢，安全維護工作日益繁重，政府應逐年調整增編橋梁維護之經費，編列合理預算，定期完成具損壞危險潛勢橋梁之修復補強與防

治等工作；增列法源依據，依法由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費，新建橋梁則規定應於興建時編列適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護。

政策三：健全橋梁業務之組織架構

- 說明：

配合國土計畫法建構國家公共建設整體之目標與策略，設立跨部會之中央橋梁永續發展委員會、依據國家資源與社會變遷需求，規劃設計具前瞻性、安全便利之交通運輸系統，並考量橋梁投資之價值；為適時反應橋梁工程之需求，建立橋梁技術規範制（修）訂之常設組織，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範；加速推動流域治理與管理協調機制，強化河川治理協調會報之功能；促進河川建造物管理機關配合水利主管機關辦理整合性之河川治理計畫，並建立山-河-路-橋共治協調機制，強化整合協調功能。

政策四：加強人力培訓與技術發展

- 說明：

強化既有之橋梁安全管理維護系統，建立橋梁規劃設計與維護作業專業人員的教育訓練、授證與資格檢定體制，以落實整體橋梁設施的品質與安全性的維護工作；成立國家級道路橋梁科技研究中心（含大型實驗室），結合全國的科技人力，有效率地規劃及持續地執行橋梁各類安全維護前瞻科技之研發、移轉、訓練、授證及交流工作，考量本土因素特性，研發及驗證交通設施生命週期相關之新工法、新材料、新技術；透過與學術或專業機構合作培訓人才，建構橋梁科技健全發展之機制。

政策五：加強橋梁維護管理與橋梁災害防救應變能力

- 說明：

健全橋梁系統化的長程養護管理體制，建立國家基本設施及環境潛勢資料庫及相關資訊與技術的整合交流平台，掌握臺灣地區橋梁劣化之機理與趨勢，建立相關評估指標作為維修養護策略擬定與經費編列之優選排序依據，擬出有效且經濟效益的管理與維護

制度，以期可正確地決定在何時與現地條件下建置維護與整建之措施。定期檢討訂定有效且靈活之橋梁災害應變計畫，一旦受災迅即動員；制訂橋梁失敗事件之記錄鑑定、報告制度，以釐清責任及提出改善建議；確實編列橋梁災害防救經費，建立配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁防救災應變體系。

參考文獻

- [1] 王仲宇，橋樑安全安全前瞻研究需求規劃，2008 年 4 月。
- [2] 交通部，公路橋梁耐震設計規範，2007 年 6 月。
- [3] 交通部，公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範，2008 年 12 月。
- [4] 交通部，鐵路橋梁耐震設計規範，2007 年 1 月。
- [5] 交通部，鐵路橋梁設計規範，2004 年 12 月。
- [6] 交通部，公路養護手冊，2003 年 10 月。
- [7] 交通部，公路橋梁設計規範，2001 年 1 月。
- [8] 交通部，公路排水設計規範，2001 年 1 月。
- [9] 經濟部，跨河建造物設置審核要點，2006 年 1 月。
- [10] 交通部，公路養護手冊，幼獅文化，2003 年 5 月。
- [11] 賴再生，國道高速公路工程回顧，水利土木科技資訊，第 46 期，2009 年 12 月，第 24~28 頁。
- [12] Lwin, M., The Highway Bridge Program, 2008.
- [13] FHWA, National Bridge Inspection Standards, Vol. 69, No. 239, December, 2004.
- [14] FHWA, Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the National Bridges, December, 1995.
- [15] 陳永銘、許阿明，臺灣與美國之橋梁檢測系統與制度，臺灣公路工程，第 34 卷，第 10 期，2008 年 10 月，第 2~33 頁。
- [16] FHWA, Local Highway Bridge Replacement and Rehabilitation Program, 1995.
- [17] AASHTO, White Paper on Bridge Inspection and Rating, August, 2008.
- [18] TRB, Bridge Rating Practices and Policies for Overweight Vehicles, NCHRP Synthesis Report, August, 2006.
- [19] AASHTO, Restoring and Rebuilding the Nation's Bridges, the Voice of Transportation, July, 2008.
- [20] Stenbeck, T., Bridge Budget Model - Further Maintenance or Replacement,

Transportation Research Board 86th Annual Meeting, April, 2007.

- [21] Hlmerich, R., Niederleithinger, E., Algernon, D., Streicher, D., and Wiggenhauser, H., Bridge Inspection and Condition Assessment in Europe, Journal of the Transportation Research Board, No. 2044, August, 2008, pp.31-38.
- [22] 交通部運輸研究所，臺灣地區橋梁管理資訊系統，<http://bms.iot.gov.tw>。
- [23] 姚乃嘉、李俊憲，以生命週期為導向之橋梁資訊管理系統之發展策略，生命週期導向之橋梁管理-橋梁管理系統與檢監測技術研討會論文集，2002 年 12 月。
- [24] 黃宣菁，臺灣地區公路橋梁管理系統架構之研究，碩士論文，國立中央大學土木工程學系，1997 年 6 月。
- [25] 姚乃嘉、任以永、李俊憲，地理資訊系統在橋梁管理之應用，營建管理季刊，第 39 期，1999 年，第 20~29 頁。
- [26] 廖先格、姚乃嘉，臺灣地區橋梁管理資訊系統介紹，橋梁維護管理訓練講習課程講義，交通部運輸研究所，2006 年。
- [27] 張國鎮等，九二一集集大地震全面勘災報告—橋樑震害調查，國家地震工程研究中心報告，編號：NCREE-99-055，1999 年 11 月。
- [28] 交通部，公路法，2003 年 7 月。
- [29] 交通部，公路修建養護管理規則，2003 年 10 月。
- [30] 交通部，公路委託管理辦法，2002 年 9 月。
- [31] 交通部，交通部臺灣區國道高速公路局組織條例，1978 年 7 月。
- [32] 交通部，鐵路法，2006 年 2 月。
- [33] 交通部，大眾捷運法，2004 年 5 月。
- [34] 內政部，市區道路條例，2004 年 1 月。
- [35] 王瑞麟，兩岸公路工程法令規定探討及比較，中華道路，第 46 卷，第 2 期，2007 年 6 月，第 21-34 頁。
- [36] 李建中、吳淑惠、柯寧寧，政府採購制度問題探討與修正意見，中國土木水利工程學會會刊，第 36 卷，第 3 期，2009 年 6 月。
- [37] 曾志煌、陳茂南、張昭芸等，縣市政府所轄老舊橋梁改善可行性評估，交通部

運輸研究所，2008 年 8 月。

- [38] 王仲宇等，縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫（二）期末報告，國立中央大學，2009 年。
- [39] 行政院公共工程委員會，永續公共工程－節能減碳政策白皮書，2008 年 10 月。
- [40] 葉昭雄，我對省道老舊受損橋梁改建期程之看法，公共工程電子報，第 13 期，2009 年 8 月。
- [41] 張荻薇，921 大地震重大震害橋梁之重建設計，土木水利半月集，第 7 集，2001 年。
- [42] 公共工程委員會，橋梁安全政策白皮書，2001 年。
- [43] 寺田典生、緒方辰男，橋梁的維護管理與補強技術—論基礎的沖刷與對策，中日研討會，2009 年 11 月。
- [44] 佐溝昌彥，「統計的手法による河川橋脚基礎の洗掘要注意橋りょう抽出手法」，鐵道総研月例会，2008 年。
- [45] 王仲宇、陳銘鴻、馬俊強等，2009 莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實，財團法人中華顧問工程編著，2009 年 11 月。

附錄 1 90 年「橋梁安全政策白皮書」之十項政策主張

附錄 1 90 年「橋梁安全政策白皮書」之十項政策主張

一、規劃推動永續發展之橋梁建設

政府應建構國家公共建設整備之目標，依據國家資源與社會變遷需求，規劃設計具前瞻性、安全便利之交通運輸系統；橋梁與運輸系統建設應有服務年限與生命週期之成本概念，並落實於規劃、設計、採購、施工規範與作業中，建立以永續發展為目標之方案評估制度。

二、健全橋梁安全管理體制，強化協商機制

為因應橋梁管理所涉及不同權責單位，及各級政府間之介面整合問題，應建立明確之橋梁安全管理體制，包括各級政府分工、中央裁量機制，橋梁管理單位與河川管理單位協商合作裁量機制，與視需要依河系為原則所成立之管理協調單位。

三、加速橋梁相關法令之檢討與修訂

建議相關部會應即彙修「公路修建養護管理規則」、「專用公路管理規則」、「市區道路條例」、「台灣省市區道路管理管制」等法令，並依據「公路法」第七十九條訂定橋梁安全檢查與評估辦法，明定相關單位之職責，及橋梁安全檢查與評估之作法。

四、健全橋梁規劃、設計、採購與施工制度

建置完備之橋梁技術規範，成立橋梁技術規範制(修)訂之常設組織，適時反應橋梁工程之新技術，並於近期全面檢討現有橋梁技術規範，及研擬完備之規範架構，研修橋梁設計、車輛載重、耐震、防蝕、橋基保護、補強加固等相關技術規範，逐步朝性能規範發展；依據現有法令，鼓勵主辦機關明定辦理橋梁規劃設計之顧問機構資格，並建立分級與考核制度；建立橋梁建造執照制度與專業技師簽證制度，重要橋梁應辦理規劃設計審查，並交由富經驗之優良廠商承攬。

五、建立河川治理與橋梁管理協調機制

建立河川情勢調查制度，定期更新重要河段之水文及水理資料，以及河道、地形、地貌測量資料等；並加速推動流域治理與管理協調機制，強化水資

<p>源協調會報之功能；促進河川建造物管理機關配合水利主管機關辦理整合性之河川治理計畫。</p>
<p>六、加強橋梁災害之防救應變能力</p> <p>檢討並訂定有效且靈活之橋梁災害應變計畫，一旦受災迅即動員；制訂橋梁失敗事件之鑑定、報告制度，以釐清責任並記取教訓；確實編列橋梁災害防救經費，建立完善之配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁救災體系。</p>
<p>七、加強砂石資源管理與應用</p> <p>落實「砂石開發供應方案」並儘速完成新版「土石採取法」之立法，另闢砂石資源以避免河川砂石持續大量開採，嚴重危及橋梁安全；加強砂石資源利用與管理，使公共工程之推動合理化；並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。</p>
<p>八、限期完成危險橋梁之修復與耐震補強</p> <p>限期完成橋基裸露危險橋梁之補強與防治，及 921 震災受損橋梁之修復補強等工作；全面辦理橋梁耐震能力評估，擬定年度耐震補強時間表，於五年內完成重要橋梁之耐震補強工作，並逐年擴及其他橋梁。</p>
<p>九、廣籌橋梁養護與補強加固經費</p> <p>因應老舊橋梁日增，安全維護工作日益繁重，政府應逐年調整增編橋梁維護之經費；另亦可尋求適當法源依據，以建立橋梁維護基金，由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費納入，新建橋梁則應於興建時提撥適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護；需定期完成之全國橋梁耐震補強工作，可循專案籌資方式辦理，或於一定時期內增提汽燃費比率，供應所需經費。</p>
<p>十、科技研發推廣與人才培育</p> <p>考量本土因素特性，積極規劃發展橋梁安全保護技術、節約砂石與資源再生利用技術、橋梁生命週期考量與延壽之相關研究；並與學術或專業機構合作培訓人才，推廣橋梁安全保護技術。</p>

除了上述十項政策主張以外，該版白皮書之主要內容架構分為「橋梁設計施工與維護管理」、「921 地震後橋梁之修復與耐震補強」、「河川治理與管理制度」、「橋梁災害之應變策略」、「砂石供應措施與管理」、「權責單位之分工與整合」等角度分別探討。各主題之檢討與分析概略情形摘錄如下：

◆ 橋梁設計施工與維護管理現況分析與檢討

（一）規劃設計方面

1. 缺乏整體路網之長遠規劃設計觀念
2. 橋梁興建政策略顯鬆散且較無章法
3. 未考量充裕合理之規劃設計時間
4. 跨河橋梁規劃作業階段，河川管理單位常未參與
5. 橋梁規劃設計人員資格無規定，又缺乏專業審查機制
6. 預算未能依橋梁工程之性質及內容作合理之調整
7. 礙於法令限制與制度不全，無法選用最適合之材料與工法
8. 橋梁規劃設計欠缺對生命週期之整體考量
9. 國內尚未建構本土化之腐蝕環境區分
10. 國內橋梁設計車輛載重影響考量相對偏低

（二）發包施工方面

1. 公共工程決標方式以最低標居多，造成廠商低價搶標
2. 工程主辦機關對廠商資格限制不足
3. 監工人員未能嚴格執行監造任務
4. 國內欠缺橋梁技術人才之養成培訓教育
5. 部份廠商缺乏責任感，重視利潤、輕忽品質
6. 地方勢力介入公共工程
7. 外力干擾嚴重
8. 優秀工程人員不願從事現場工作

（三）維護管理方面

1. 重新建輕維護
2. 維護補強經費不足

3. 監測預警能力及技術仍須積極開發
4. 橋梁管理單位檢測人力及專業不足
5. 檢測作業所需之裝備及相關技術不完備
6. 檢測、評估及維護作業制度仍不安全
7. 橋梁生命週期資料管理制度尚未完整建立
8. 橋梁及河川管理單位間協調不足及缺乏制度化
9. 河床嚴重下降且橋梁保護工作缺乏整體性考量
10. 經驗傳承不連續及發展策略缺乏一貫性

◆ **橋梁設計施工與維護管理政策研擬與建議**

(一) 規劃設計方面

1. 永續發展之建設目標
2. 建構完備之橋梁規劃設計相關法規
3. 明定橋梁規劃設計顧問機構之資格並實施技師簽證制度
4. 實施橋梁之設計審查及核發建造執照制度
5. 週延之規劃考量
6. 嚴謹之設計檢核
7. 建立監測預警系統
8. 橋梁建設與交通路網之結合
9. 培育橋梁專業人才
10. 尊重專業技術
11. 合理編列工程預算
12. 採用新材料、新工法以配合砂石減量對策

(二) 發包施工方面

1. 發包制度之改善
2. 建立營造廠商之獎懲制度
3. 招標作業透明化
4. 改善監造制度

5. 施工品質管制
6. 研發橋梁施工自動化技術

(三) 維護管理方面

1. 加速建立台灣地區橋梁管理系統及完成全國橋梁基本資料調查作業
2. 強化檢測、評估與維護作業
3. 防範水害之處理對策
4. 建立工程科技研發及策略研擬之專責機構
5. 橋梁結構老劣化及損傷之監測預警及診斷評估技術之開發
6. 統籌規劃災害與復建工作之優先順序、經費來源及人力器
7. 廣籌橋梁養護經費
8. 建全橋梁管理維護人力與組織

◆ 921 地震後橋梁之修復與耐震補強策略

1. 各橋梁主管機關應制訂橋梁耐震補強時間表
2. 儘速研訂實施橋梁結構物之耐震能力評估與補強制度之相關法令
3. 辦理橋梁耐震能力評估及補強技術不足部份之研究
4. 成立橋梁耐震能力評估與補強之審議人才庫，協助各橋梁主管單位執行相關審查與技術諮詢工作。
5. 政府相關單位應尊重橋梁管理單位之專業，合理編列相關規劃設計、施工及監造之預算。
6. 儘速研訂合宜之法令規章，俾使橋梁主管機關能因應實際需求。

◆ 河川治理與管理制度現況檢討分析

1. 河床下降及流路改變
2. 水資源利用而阻減砂源
3. 砂石資源利用而過度開採
4. 土地資源利用而與河爭地
5. 河川治理計畫未定期檢討
6. 河川基本資料觀測調查及流通不充足

7. 集水區管理制度混亂
8. 水利法規不周延
9. 跨河橋梁建造保護與河川治理之連繫缺乏整合
10. 跨河橋梁建造及保護之規劃設計之專業考量不足

◆ **河川治理與管理制度政策研擬與建議**

1. 建立河川情勢調查制度
2. 建立明確之跨河橋梁建設及保護制度
3. 加速推動流域治理與管理協調機制
4. 提升跨河橋梁安全保護技術

◆ **橋梁災害之應變策略現況分析與檢討**

1. 台灣橋梁災害之損失與影響
2. 台灣橋梁之災害防救體系
3. 橋梁災變之責任鑑定與回饋反省
4. 鐵公路橋梁之應變能力與檢討
5. 市區橋梁之應變能力與檢討
6. 專用及產業道路橋梁之應變能力與檢討

◆ **橋梁災害之應變策略政策研擬與建議**

1. 檢討修訂橋梁相關之災害應變計畫
2. 簽訂橋梁受災檢視、搶修之特別合約
3. 建立橋梁失敗事件之鑑定及報告制度
4. 建立大規模災變橋梁搶救之相關緊急法令
5. 確實編列橋梁災害防救經費
6. 擴充橋梁管理系統之防災規劃與管理功能

◆ **砂石供應措施與管理現況分析與檢討**

1. 河川砂石供應
2. 陸上砂石開發
3. 海域砂石之調查與開發

4. 陸上砂石及海域砂石開發遭遇之問題
5. 公共工程砂石用量龐大
6. 進口砂石無法滿足需求
7. 替代料源開發與利用

◆ **砂石供應措施與管理政策研擬與建議**

1. 合理開發河川砂石
2. 適度放寬各相關法規門檻
3. 農地改良及土石採取辦法
4. 推動海砂試採作業
5. 續推動東砂西運與砂石進口
6. 公共工程主辦單位應盡可能朝砂石需求減量方式規劃設計
7. 研擬各類砂石使用規範及品質驗證制度

◆ **權責單位之分工與整合**

1. 協商合作裁量機制之分層次制度化
2. 橋梁生命週期內維護管理經費來源之制度化
3. 車輛載重管理
4. 車輛限高管理

附錄 2 國科會 GRB 資料庫內橋梁相關研究計畫一覽表

附錄 2 國科會 GRB 資料庫內橋梁相關研究計畫一覽表

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
1	公路橋梁養護整建及重建最佳策略之研究	交通部運輸研究所	逢甲大學交通工程與管理系	8208~8305	徐耀賜
2	柔性鋪面養護最適時機之研究	交通部運輸研究所	中央大學土木工程系	8708~8806	林志棟、洪境聰、張其教、張家瑞、林秉祁
3	橋台及橋墩沖刷防治工法之探討	交通部科技顧問室	國立中央大學災害防治研究中心	8712~8807	曾明性、林呈、周憲德、朱佳仁、林國峰、吳瑞賢;
4	橋梁結構損壞模式之研究(I)	交通部科技顧問室	私立逢甲大學交通工程與管理學系	8712~8810	徐耀賜、康裕明、陳廣祥
5	FRP 複合材料補強橋墩設計準則之研究	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	8712~8810	李有豐
6	光纖分佈式橋梁及高架道路結構監測技術開發(三)	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	8807~8912	林詠彬、丘惠生、鄭橙標、林子剛、張國鎮、陳振川、王倫、羅俊雄、潘治良
7	第二期台灣地區遊憩系統聯外運輸資訊查詢系統	交通部運輸研究所	九福科技顧問股份有限公司	8811~8903	黃國紋
8	支撐先進工法橋梁之橋墩結構承載容量評估及行為研究	交通部台灣區國道新建工程局	台灣營建研究院	8811~8911	丘惠生、許資生、刁健原、周浩生、卓大鈞、廖俊傑、陳振川
9	減震消能系統於高橋墩橋梁耐震耐風之研究	交通部台灣區國道新建工程局	交通大學防災工程研究所	8811~8912	王彥博、鍾立來、吳重成、陳泰志、黃吉瑞
10	建立台灣地區橋梁管理系統	交通部運輸研究所	中央大學	8812~8910	蔣偉寧、王亭復、戴忠、唐治平、宋騰烽、姚乃嘉、葉啟章
11	高鐵軌道振動特性研究	交通部高速鐵路工程局	國立台灣大學	8901~8912	陳永祥、洪振發、宋家驥、楊永斌、彭彥惇、姚宗達
12	即時動態交通地理資訊系統之規劃與推動	交通部運輸研究所	九福科技顧問股份有限公司	8907~8912	蔡世霖、鄭嘉盈、黃學文、謝女東、林玟璇、賴千惠、黃奐禎、梁高華、黃淑敏、白燕菁

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
13	二十一世紀公共工程建設科技研發規劃之研究	行政院公共工程委員會	財團法人台灣營建研究院	9006~9011	魏衍、許鎧麟、劉聰熙、薛煜霖、倪亮傑
14	建立橋梁檢測制度方法及準則之研究	交通部運輸研究所	國立台北科技大學	9006~9101	李有豐、謝尚賢、王隆昌、陳清泉、曾志煌、賴威伸
15	橋梁結構耐震、隔震及減震技術之應用研究	行政院公共工程委員會	國立中央大學災害防治研究中心	9007~9011	唐治平、李維森、林俊雄、吳俊岳、賴錦農、柯孝勳
16	由集集地震液化案例探討液化評估方法本土適用性之研究	交通部台灣區國道新建工程局	國立中央大學	9007~9107	黃俊鴻、張吉佐、周功台、余明山、簡文郁、楊志文、梁能、曾豐升、李信毅、林昌源
17	高鐵工程施工影像監視系統建構研究	交通部高速鐵路工程局	國立成功大學衛星資訊研究中心	9009~9105	曾清涼、余騰鐸、許世明、林明旻、蔡明輝、陳卉瑄、林冠全、蕭翔文、呂秀慧
18	公共工程維護管理經費編審及查核制度之研究	行政院公共工程委員會	財團法人台灣營建研究院	9102~9111	林志棟、李孝安、張先覺、陳永林、呂奇龍、蔡弦志
19	港灣構造物設計基準---耐震設計之修訂	交通部運輸研究所	國立中山大學海洋環境及工程學系	9103~9111	李賢華、李忠潘、鍾沛穎、余宗鴻
20	土石流高潛勢區之橋梁設計及管理	行政院公共工程委員會	國立台北科技大學土木工程系	9103~9111	劉格非、林呈、吳泓勳
21	跨越活動斷層橋梁規劃設計方式之研究	行政院公共工程委員會	財團法人台灣營建研究院	9103~9111	林主潔、羅俊雄、張國鎮、王亭復
22	公共工程延壽政策及相關技術之探討	行政院公共工程委員會	財團法人台灣營建研究院	9103~9111	陳清泉、呂守陞、廖肇昌、李有豐、許鎧麟
23	台灣山區公路防救災專家資訊系統之建立及其與公路災害管理系統整合之研究	行政院公共工程委員會	國立成功大學水利工程學系	9104~9111	黃敏郎、曹崇銘、陳晉琪、陳彥章、蔡在宗、郭玉樹
24	橋梁生命週期成本評估方法與結構使用年限之建立	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	9104~9112	黃榮堯、許鎧麟、王仲宇、廖肇昌、陳純敬、顏上堯
25	跨河橋梁水文水理考量準則或注意事項	交通部台灣區國道新建工程局	中國土木水利工程學會	9104~9202	蔡長泰、龔誠山、謝正倫

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
26	建立災後重大公共設施安全驗證機制之研究---以橋梁、河海防構造物為例	行政院公共工程委員會	中興土木科技發展文教基金會	9106~9111	林呈、林蔚榮
27	橋梁耐震能力評估準則之建立	交通部公路總局	財團法人台灣營建研究院	9107~9210	陳生金、黃慶東、楊國珍
28	災後臨時橋梁施工技術之研發與手冊之制定	交通部公路總局	財團法人台灣營建研究院	9108~9210	陳正誠、張光甫
29	預鑄節塊橋墩結構耐震行為特性及在國內應用時相關設計之研究(II)	交通部台灣區國道新建工程局	國立政治大學	9109~9209	張國鎮
30	鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強準則	交通部高速鐵路工程局	財團法人台灣營建研究院	9109~9209	陳生金、楊國珍、曾清銓、許凱麟、陳鴻麟
31	橋梁重要程度等級之建立	交通部公路總局	國立中央大學土木工程研究所	9109~9303	蔣偉寧、周健捷、顏上堯、姚乃嘉、許文科、洪東謀
32	橋梁功能評估及方法建立(承載能力分析評估及耐震能力評估)	交通部台灣區國道高速公路局	中華民國地震工程學會	9109~9308	李有豐、蔡益超、張國鎮、宋裕祺、彭康瑜、劉光晏
33	高、快速公路橋梁鄰近區域之自然災害潛勢分析	交通部公路總局	國立中央大學土木工程學系	9109~9309	唐治平、蔣偉寧、王仲宇、林呈、莊秋明
34	河川橋梁之橋墩(台)沖刷保護工法之研究	交通部公路總局	財團法人中興土木科技發展文教基金會	9110~9209	林呈、張荻薇、施邦築、羅慶瑞、林曜滄、高明哲
35	河川橋梁沖刷並補強後之安全評估	交通部公路總局	國立台灣大學土木工程學系	9111~9311	陳清泉、蔡益超、李鴻源、張國鎮、謝尚賢、李有豐
36	橋梁系統安全監測及預警系統之建立	交通部公路總局	國家地震工程研究中心	9111~9310	張國鎮、羅俊雄、林詠彬、鍾昇財
37	軌道結構系統降低噪音之研究	交通部高速鐵路工程局	國立台灣海洋大學系統工程暨造船學系	9112~9212	柯永澤、許榮均、辛敬業
38	災時高效率及高經濟型橋梁補強及檢核技術之研發	交通部公路總局	財團法人台灣營建研究院	9112~9412	陳生金、鄭明淵、楊國珍、黃世建、張國鎮、黃震興

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
39	橋梁生命週期成本評估方法與結構使用年限之建立(II)	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	92.2~92.11	黃榮堯、許鎧麟、王仲宇、廖肇昌、顏上堯
40	東西向快速道路漢寶草屯線跨越貓羅溪拱塔斜張橋動力特性之監測與分析	交通部公路總局	國立台灣大學	92.3~3.2	楊永斌、蔡益超、王寶璽、呂良正、陳振華
41	生命週期成本導向之橋梁設計研究(I)	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	92.3~92.12	許鎧麟
42	基層公共工程基本圖增訂、修訂、彙編	行政院公共工程委員會	亞新工程顧問股份有限公司	92.6~92.11	林金德、黃于玻、莊雯茹、李怡蓁
43	河川橋梁之橋墩(台)沖刷保護工法之研究(II)	交通部公路總局	財團法人中興土木科技發展文教基金會	92.10~93.10	林呈、張荻薇、施邦築、羅慶瑞、林曜滄、高明哲
44	生命週期導向之橋梁資訊管理系統建立及維護管理作業自動化技術開發(III)	交通部科技顧問室	中央大學土木工程研究所	93.2~93.11	蔣偉寧、王仲宇、姚乃嘉
45	生命週期成本導向之橋梁設計研究(II)	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	93.2~93.12	許鎧麟、林主潔、黃榮堯、彭康瑜、簡臣佑
46	鋼橋極限設計法規範及解說草案之研究(II)	交通部科技顧問室	財團法人台灣營建研究院	93.2~93.12	陳生金、楊國珍、曾清銓、陳瑞華、王炤烈、周芳萍
47	鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊	行政院公共工程委員會	中華顧問工程公司	93.5~93.12	張荻薇、王炤烈、曾榮川、楊顯樑、洪曉慧、林彥君
48	河川橋梁之橋(墩)台沖刷保護工法之研究(III)	交通部公路總局	財團法人中興土木科技發展文教基金會	93.10~94.10	林呈、羅慶瑞、施邦築、高明哲
49	交通工程防災預警系統建立之研究(I)	交通部運輸研究所	國立台灣科技大學{生態與防災工程中心}	94.2~94.11	呂守陞、鄭繁、黃慶東、葉錦勳、林主潔、林詠彬
50	交通設施生命週期評估技術整合與應用	交通部運輸研究所	財團法人臺灣營建研究院	94.2~94.11	張嘉峰、李維峰、鄭瑞濱、王淳謹、郭耀禎、嚴崇一

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
51	都市交通擁擠收費技術之研究	交通部運輸研究所	亞聯工程顧問股份有限公司	94.2~94.12	黃仲良、林柏澄、黃信豪、陳萬霖、王永鍾、王振霖
52	臺灣西南沿海地區軟弱地質交通結構物設計處理對策研究(I)	交通部運輸研究所	杜風工程顧問有限公司	94.2~94.12	曾一平、林炳森、陳景文、張德文、楊長義、張睦雄、葛德治、吳志強、聶國昀
53	橋梁工程整體施工計畫製作綱要委託專案計畫	行政院公共工程委員會	財團法人中華顧問工程司	94.3~94.11	曾榮川、洪曉慧、林彥君、楊顯樑、張英發、楊世仲
54	公路橋梁耐震設計規範修訂草案之研究	交通部台灣區國道高速公路局	國家地震工程研究中心	94.4~95.12	張國鎮
55	公路橋梁設計規範修訂草案之研究	交通部台灣區國道高速公路局	林同棧工程顧問股份有限公司	94.9~96.8	胡銘煌、陳忠明、蔡益超、林聰悟、戴忠、馬嘉良
56	交通設施營運維護管理系統整合計畫	交通部運輸研究所	義守大學醫學工程學系	95.2~95.11	董基良、馮君平、宋文旭、鄭銘章、黃俊仁、林志勇
57	運輸設施快速建造與修復技術之研究---公路設施快速重建及修復技術之研究	交通部運輸研究所	昭凌工程顧問股份有限公司{與臺灣營建研究院共同投標}	95.2~95.11	張嘉峰、李維峰、林主潔、葉啟章、林建清、廖惠菁
58	交通工程防災預警系統建立之研究(II)	交通部運輸研究所	國立台灣科技大學{生態與防災工程研究中心}	95.3~95.10	鄭明淵、葉錦勳、林詠彬、陳志偉
59	維護管理費用編列準則之研訂	行政院公共工程委員會	財團法人台灣營建研究院	95.6~95.12	王明德、黃正翰
60	台灣苗栗以北地區大氣中氣鹽與橋梁腐蝕劣化環境之研究(第二年)	交通部公路總局	財團法人臺灣營建研究院	96.1~96.12	詹穎雯、楊仲家、鄔安凱、卓世偉、陳育聖、張永昌
61	公路防救災決策支援系統建立之研究(I)	交通部運輸研究所	國立台灣科技大學{生態與防災工程研究中心}	96.3~96.10	鄭明淵、廖洪鈞、蔡明修、莊昆斌、陳泰宏、吳育偉
62	交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究(I)	交通部運輸研究所	財團法人成大研究發展基金會	96.3~96.10	陳景文、曾志民、陳俊吉、林伯融、劉惠文、呂俊緯

項次	中文計畫名稱	主管機關	執行機構	期間	研究人員
63	縣市政府所轄老舊橋梁改善可行性評估	交通部運輸研究所	國立中央大學土木工程學系	96.5~96.12	王仲宇、陳銘鴻、陳明正、姚乃嘉、黃榮堯、陳建州
64	橋梁檢測機械手臂研發計畫	交通部運輸研究所	私立亞東工業專科學校	96.5~96.12	馮君平、鄭銘章、黃俊仁、董基良、董必正、林志勇
65	自充填混凝土預力梁長期載重行為研究	交通部台灣區國道新建工程局	社團法人台灣混凝土學會	96.9~97.10	詹穎雯、高健章、沈進發
66	台灣苗栗以北地區大氣中氯鹽與橋梁腐蝕劣化之研究（第三年）	交通部公路總局	財團法人臺灣營建研究院	97.1~97.12	詹穎雯、楊仲家、卓世偉、陳育聖、張永昌
67	港灣構造物劣損診斷與腐蝕防治之研究(2/2)	交通部運輸研究所	交通部運輸研究所港灣技術研究中心	97.1~97.12	陳桂清、柯正龍、張道光、蘇吉立、羅建明、饒正
68	路網數值圖永續資料庫建置計畫(2/4)	交通部運輸研究所	民營企業/公司-I	97.1~97.12	徐承原、吳鴻謙、許巖燦、王韋力、吳昶清、陳建成
69	交通設施營運維護效能提昇計畫—橋梁檢測機械手臂研發進階計畫	交通部運輸研究所	大同大學工業設計學系	97.2~97.11	董基良、鄭銘章、黃維信、馮君平、黃臣鴻、林志勇
70	公路防救災決策支援系統建立之研究(2/4)	交通部運輸研究所	國立台灣科技大學營建工程系	97.3~97.10	鄭明淵、蔡明修、吳育偉、張于漢
71	交通道路及橋墩遭受土石流衝擊之對策研究(2/4)	交通部運輸研究所	國立成功大學土木工程學系（所）	97.3~97.10	陳景文、曾志民、林伯融、陳俊吉、張浼珣、施繼揚
72	公路橋梁耐震評估及補強準則之研究	交通部公路總局	國家地震工程研究中心	97.6~97.12	張國鎮、蔡益超、張荻薇、宋裕祺、廖文義、劉光晏
73	公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究	交通部公路總局	台灣世曦工程顧問股份有限公司	97.6~98.5	王長芳、陳新之、吳弘明、張廷榮、戚樹人、陳彥豪
74	建立永續公共工程指標系統之研究	行政院公共工程委員會	國立中央大學{營建管理研究所}	97.7~97.12	黃榮堯、林文雄、周南山、廖肇昌、蔡厚男、陳屏甫

附錄 3 現行橋梁相關法令

附錄 3 現行橋梁相關法令

我國現行法令對於道路橋梁最主要的依據為公路法，其對道路橋梁的管轄與養護相關權責規定之條文整理如下：

◆ 公路法 (民國 97 年 01 月 09 日 修正)

第 2 條 本法用詞定義如左：

一、公路：指供車輛通行之道路及其用地範圍內之各項設施，包括國道、省道、縣道、鄉道及專用公路。

二、國道：指聯絡二省（市）以上，及重要港口、機場、邊防重鎮、國際交通與重要政治、經濟中心之主要道路。

三、省道：指聯絡二縣（市）以上、省際交通及重要政治、經濟中心之主要道路。

四、縣道：指聯絡縣（市）及縣（市）與重要鄉（鎮、市）間之道路。

五、鄉道：指聯絡鄉（鎮、市）及鄉（鎮、市）與村、里、原住民部落間之道路。

六、專用公路：指各公私機構申請公路主管機關核准興建，專供其本身運輸之道路。

七、車輛：指汽車、電車、慢車及其他行駛於道路之動力車輛。

八、汽車：指非依軌道或電力架設，而以原動機行駛之車輛。

九、電車：指以架線供應電力之無軌電車，或依軌道行駛之地面電車。

一〇、公路經營業：指以修建、維護及管理公路及其附屬之停車場等，供汽車通行、停放收取費用之事業。

一一、汽車或電車運輸業：指以汽車或電車經營客、貨運輸而受報酬之事業。

一二、計程車客運服務業：指以計程車經營客運服務而受報酬之事業。

第 3 條 本法所稱公路主管機關：在中央為交通部；在直轄市為直轄市政府；在縣(市) 為縣（市）政府。

第 5 條 省道與國道使用同一路線時，其共同使用部分，應劃歸國道路線系統；

縣道與省道使用同一路線時，其共同使用部分，應劃歸省道路線系統；鄉道與縣道使用同一路線時，其共同使用部分，應劃歸縣道路線系統。市區道路與國道、省道、縣道或鄉道使用同一路線時，其共同使用部分，應劃歸國道、省道、縣道或鄉道路線系統。

第 6 條 國道、省道由中央公路主管機關管理，中央公路主管機關得委託所在地直轄市或縣（市）公路主管機關管理。

縣道、鄉道由縣（市）公路主管機關管理。但為整體運輸系統需要，必要時，縣（市）公路主管機關得將縣道委託中央公路主管機關管理。前二項委託程序、權利義務及管理等事項之辦法，由交通部定之。

第 13 條 中央公路主管機關，對規模宏大、工程艱鉅之國道，報請行政院核准，得專設機構興建並管理之。

第 24 條 公路主管機關興建之公路，有左列情形之一者，得向通行之汽車徵收通行費：

- 一、貸款支應者。
- 二、以特種基金支應者。
- 三、在同一起訖地點間另闢新線，使通行車輛受益者。
- 四、屬於同一交通系統，與既成收費之公路並行者。

前項徵收通行費之作業程序、收費設施設置、收費方式、收費車種、費率、作業管理、停徵或免徵規定、欠費追繳、收取追繳作業費用及委託其他機關（構）辦理等事項之辦法，由交通部定之。

前項通行費費率之計算方式，應由交通部依據興建、營運與維護成本、使用者受益程度、交通量及收費年限等因素，按車輛種類訂定，並得依路段、時段訂定差別費率。

前項通行費費率之計算方式，於公路經營業準用之。

經依第一項規定徵收通行費者，免再依工程受益費徵收條例徵收工程受益費。

第 26 條 國道、省道之養護，除由中央公路主管機關辦理外，得由路線經過之直

轄市、縣(市)公路主管機關辦理。

縣道、鄉道之養護，由縣(市)公路主管機關辦理；其屬縣道者，得委託中央公路主管機關辦理。

第 28 條 中央及直轄市公路主管機關，為發展公路建設及維護管理需要，得就左列收入設立基金，循環運用，並償付自償性債務之還本付息：

一、徵收之車輛通行費。

二、分配於公路建設用之汽車燃料使用費。

三、政府核列預算撥付之款項。

四、私人或團體之捐贈。

五、收費公路之服務性收入。

六、其他依法撥用於交通建設之費用。

又依「公路修建養護管理規則」第 5 條、第 6 條、第 7 條及第 33 條，明定公路之修建、養護權責劃分以及養護之業務範圍。相關條文分列如下：

◆ 公路修建養護管理規則(民國 97 年 12 月 30 日 修正)

第 5 條 本規則所稱公路之養護，指為維持公路原有效用及公路用地之完整，並避免造成環境公害，所採行之各種維護措施。

第 6 條 公路之修建及養護，依本法第三十三條所定各種技術規範辦理。

第 7 條 公路之修建、養護及管理，國道、省道由交通部之專設機構辦理，縣道、鄉道由縣(市)政府辦理；縣政府並得將縣道委託交通部之專設機構辦理。省道經過直轄市政府、市政府行政區域部分，其修建、養護及管理除快速公路由交通部之專設機構辦理外，交通部得委託當地直轄市政府、市政府辦理。

跨兩省(市)或兩縣(市)之橋涵、隧道，其修建、養護及管理權責之歸屬，由交通部統一規定。

第 33 條 公路養護業務之範圍如下：

一、公路路權之維護。

二、公路路基、路面、路肩、橋梁、隧道、景觀、排水設施、行車安全設施、交控及通信設施之養護。

三、其他設置於公路用地範圍內各項設施之養護。

依公路修建養護管理規則第 33 條可知橋梁養護為公路養護之業務範圍，而依公路法第 3 條、第 6 條及公路修建養護管理規則第 7 條，國道及省道均由交通部辦理，縣道及鄉道則由縣(市)政府辦理；交通部下設公路總局，負責省道之修建及養護，又交通部依據公路法第 13 條設置國道高速公路局，負責國道高速公路之養護及拓建工程。

公路委託管理辦法、交通部公路總局組織條例、交通部臺灣區國道高速公路局組織條例，相關條文分列如下：

◆ 公路委託管理辦法（民國 91 年 09 月 13 日發布）

第 3 條 本辦法所稱委託管理，指公路主管機關，就其主管之公路，將修建、養護與管理業務，委託另一主管機關辦理。

前項所稱公路之修建，指原有公路之改善及修復工程；公路之養護，指經常養護及搶修工程；公路之管理，指公路設施之維護及交通管理業務。

第 5 條 委託管理之範圍規定如下：

- 一、將同等級公路系統全部委託管理。
- 二、將同一條公路全部委託管理。
- 三、將公路之某一路段委託管理。
- 四、將附屬於公路之必要設施委託管理。

前項委託管理之公路，如係與市區道路共同使用時，以委託該公路之主體設施為限，其附屬於公路之必要設施，除屬於道路主體部分路權範圍內之中央分隔島及栽植於其內之行道樹外，仍應由當地縣（市）政府自行管理。

◆ 交通部臺灣區國道高速公路局組織條例（民國 67 年 07 月 21 日公布）

第 2 條 本局掌理左列事項：

- 一、國道高速公路之養護及拓建工程事項。
- 二、國道高速公路之交通管理及行車安全維護事項。
- 三、國道高速公路通行車輛工程受益費之徵收事項。
- 四、國道高速公路路邊設施之營運管理事項。
- 五、國道高速公路沿線環境之整理與維護事項。
- 六、國道高速公路用地、房屋與其他財物之備置、保管、運用及財務處理事項。
- 七、國道高速公路之研究發展及其他有關事項。

鐵路橋梁與公路橋梁特性不同，管養的機關也不同，經費來源不同、解決問題的方法也不同。我國鐵路系統之橋梁主管機關是依鐵路法訂定之，鐵路法中相關之條文有第 3 條、第 4 條、第 20 條及第 33 條述及其經營管理模式，分列如下：

◆ 鐵路法 (民國 95 年 02 月 03 日 修正)

第 3 條 鐵路以國營為原則。

地方營、民營及專用鐵路之興建、延長、移轉或經營，應經交通部核准。

第 4 條 國營鐵路，由交通部管理。地方營、民營及專用鐵路，由交通部監督。

第 20 條 交通部為管理國營鐵路，得設總管理機構；其組織另以法律定之。

第 33 條 民營鐵路之經營，以股份有限公司為限。

捷運路線因位於都會地區，因此有些特性與一般鐵路系統有別，故另以大眾捷運法規範之。

◆ 大眾捷運法 (民國 93 年 05 月 12 日 修正)

第 3 條 本法所稱大眾捷運系統，係指利用地面、地下或高架設施，不受其他地面交通干擾，採完全獨立專用路權或於路口部分採優先通行號誌處理之非完全獨立專用路權，使用專用動力車輛行駛於專用路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。

第 4 條 大眾捷運系統主管機關：在中央為交通部；在直轄市為直轄市政府；在

縣(市) 為縣 (市) 政府。

路網跨越不相隸屬之行政區域者，由各有關直轄市、縣 (市) 政府協議決定地方主管機關，協議不成者，由交通部指定之。

第 25 條 中央主管機關建設之大眾捷運系統，由中央主管機關指定地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。

地方主管機關建設之大眾捷運系統，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。

政府建設之大眾捷運系統財產，由路線行經之各該地方政府，按自償及非自償經費出資比例共有之，營運機構不共有大眾捷運系統財產；該財產以出租方式提供營運機構使用、收益者，營運機構應負責管理維護。前項大眾捷運系統財產之租賃期間及程序，不受民法第四百四十九條第一項、土地法第二十五條及地方政府公產管理法令之限制。

第三項財產之定義、範圍、管理機關、產權登記、交付、增置、減損、異動、處分、收益、設定負擔、用途、租賃及管理等等事項之辦法，由中央主管機關定之。

第 26 條 前條大眾捷運系統營運機構，以依公司法設立之股份有限公司為限。

由以上之整理可知，有關橋梁維護管理之經費來源，可依據公路法第 27 條：公路養護、修建及安全管理所需經費，得徵收汽車燃料費。公路修建養護管理規則第 52 條：公路養護費依公路法第 27 條規定徵收汽車燃料費，不足者，應由各級政府籌措支應。

此外，根據市區道路條例，市區道路修築、改善、養護之經費，依下列各款籌措之：

- 一、由各該管主管機關或鄉 (鎮、市) 公所編列年度預算。
- 二、市區道路使用費。
- 三、依法徵收之工程受益費。
- 四、汽車燃料使用費。
- 五、私人或團體之捐獻。

六、上級機關之補助。

七、其他經中央主管機關核定之經費。

前項第二款市區道路使用費，應向使用市區道路設置管線或設施者收取；其收費基準，由內政部定之。第一項第四款汽車燃料使用費，由公路主管機關統一徵收；其分配比例，由交通部會商內政部辦理之。

附錄 4 SSI、SPI 及 MPI 等評估指標說明

附錄 4 SSI、SPI 及 MPI 等評估指標說明

◆ 沖刷穩定指標 SSI

有鑑於 2008 年後豐大橋斷橋事件的衝擊，本次調查工作特別對於可能因為沖刷而產生危險的橋梁對象予以高度重視，在建立篩選機制時也就特別針對名單中，從各種可資參考的條件加以挑選是否有可能存在沖刷潛在危險的橋梁，然後再進一步實地調查檢測，務使沖刷災害的悲劇能儘量避免再次發生。篩選的機制首先利用「臺灣地區橋梁資訊管理系統」中所建置的各橋梁劣化評估資料，用來初步評估該橋梁是否有存在沖刷潛勢的危險。

評估作業第一步先參考在「臺灣地區橋梁資訊管理系統」中已建立一套橋梁整體狀況指標(Condition Index, CI)的評估辦法，其計分方式如下：

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{D \times E \times R^a}{4 \times 4 \times 4^a} \quad (4-1)$$

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ic_{ij}}{n} \quad (4-2)$$

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{20} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{20} w_i} \quad (4-3)$$

w_i ：構件相對於橋梁之權重(參見表 1)

Ic_i ：構件 i 之狀況值

a ：相關重要性參數(通常取 1，若欲強調構件重要性時可取 2。)

表 1 各項橋梁構件所對應之權重分配

構件編號	構件名稱	權重
IP01	引道路堤	3
IP02	引道護欄	2
IP03	河道	5
IP04	引道護坡	3
IP05	橋台基礎	6
IP06	橋台	5
IP07	翼牆/擋土牆	5
IP08	磨擦層	3
IP09	橋面排水設施	4
IP10	緣石及人行道	2
IP11	欄杆及護牆	3
IP12	橋墩保護措施	6
IP13	橋墩基礎	8
IP14	橋墩墩體	7
IP15	支承/支承墊	5
IP16	止震塊/拉桿	5
IP17	伸縮縫	6
IP18	主構件(大梁)	8
IP19	副構件(橫隔梁)	6
IP20	橋面板	7
IP21	其他	1

由於橋梁整體狀況指標 CI 值為全橋整體平均考量的結果，對於如果有單一構件損傷劣化嚴重的情形無法合理的加以反應，但是整體橋梁的安危有可能便會因為該單一構件的失效而造成嚴重的後果。因此，有另外一套橋梁優選指標 (Priority Index, PI) 可以避免這一方面的缺失。優選指標 PI 值的計算方式如下：

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^{20} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{20} w_i} \quad (D-4)$$

在公式(D-4)中的 Ic_i 值的計算步驟如下：

1. 先找出各檢測項目中構件 Ic_{ij} 之最小值，即 $Ic_{ij}(\min)$ 。
2. 若 $Ic_{ij}(\min)$ 值小於 50，將小於 50 的 Ic_{ij} 值挑選出來平均，視為 Ic_i 值。

3. 若 $I_{cij}(\min)$ 值介於 50 和 75 之間，將此範圍的 I_{cij} 值挑選出來平均，視為 I_{ci} 值。

4. 若 $I_{cij}(\min)$ 值介於 75 和 100 之間，將此範圍的 I_{cij} 值挑選出來平均，視為 I_{ci} 值。

將所分析探討的各構件之 I_{ci} 求出後，配合表 1 所示之各構件所對應之權重，代入公式(D-4)中即可求出優選指標 PI 值。

原本橋梁優選指標 PI 是對各橋梁之 20 項構件加以分析，本計畫為了能突顯沖刷問題的重要性，特別選用 DERU 表中的「河道」、「橋台基礎」、「橋台」、「橋墩保護設施」、「橋墩基礎」、「橋墩墩體」6 項 I_{ci} 值仿照 PI 值的計算方式加以換算出另一指標，在此稱為沖刷穩定指標(Scouring Stability Index, SSI)。由於沖刷穩定指標 SSI 值是由六項 I_{ci} 值換算而來，因此套用公式(D-4)的計算式時僅選用上述的 6 項 I_{ci} 值與 w_i ，即可表成如下公式(D-5)：

$$SSI = \frac{I_{c_{\text{河道}}} \times 5 + I_{c_{\text{橋台基礎}}} \times 6 + I_{c_{\text{橋台}}} \times 5 + I_{c_{\text{橋墩保護設施}}} \times 6 + I_{c_{\text{橋墩基礎}}} \times 8 + I_{c_{\text{橋墩墩體}}} \times 7}{(5 + 6 + 5 + 6 + 8 + 7)} \quad (D-5)$$

參考公式(D-1)、公式(D-2)可知橋梁構件 DER 值愈小則 I_{ci} 值愈大，表示沖刷穩定指標 SSI 值愈高代表該橋梁的沖刷危險愈低，反之沖刷穩定指標 SSI 值過低的話則可能有較大的遭受沖刷損害的危險。

◆ 沖刷潛勢指標 SPI

中央大學曾參考吳進興以及林呈等相關學者專家對於沖刷問題的建議調查項目，並經過實地試填檢討，製作成如表 2 所示之**沖刷潛勢調查表**。該份調查表主要考量第一線調查人員作業時應注意的重點項目，多半以定性化的描述與勾選為主，但也同時要求檢測人員對每一勾選項目必須配合拍攝照片加以說明佐證其勾選理由，以利事後再次複檢時能有較為充足的資料作研判。因此，本次沖刷潛勢調查作業原則為先由第一線現場調查人員填現地沖刷潛勢調查表，再由內業研究人員轉填表 3「公路橋梁耐洪能力評估表」後加以評分。

歷年來有關耐洪能力初步評估表的版本持續更新，最早可追溯至民國 85 年臺灣大學陳清泉教授於臺灣營建研究中心所研究之「公路橋梁檢測評估」，報告中提及耐洪能力初步評估表的雛形，隔年於交通部科技顧問室研究報告「公路橋梁安全初步檢測及評估實例作業及校正研究計畫」中提出「公路橋梁安全初步評估表(耐洪能力)」，其後以此為藍本增減。公路總局委託臺大團隊於民國 95 年「橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等策略之研究」中，提出的耐洪能力評估表是為最新版本，並有各項目詳細的解說。本計畫即採用之表 3 即為最新版本，藉此表格的實際填寫以探討評分結果對應橋梁沖刷潛勢之相關性。

表 2 冲刷潛勢調查表

縣市：_____ 路線：_____ 橋梁名稱：_____ 日期：____年____月____日 填表人：_____

項次	項目		評估內容
1	河川與地質現況	河道匯流	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
2		河道束縮或保護工未合攏	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
3		橋址位於河道彎道處	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
4		是否為辮狀河川	<input type="checkbox"/> 是 ； <input type="checkbox"/> 否
5		是否緊鄰山崖	<input type="checkbox"/> 是 ； <input type="checkbox"/> 否
6		主河道通水斷面不足(如橋台突出於河道、河道堵塞、基礎裸露部分導致阻水等)	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
7		河床局部坡度陡急或橋梁靠近河床陡峭之山區	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
8		深槽化河道寬度	<input type="checkbox"/> 有；所在橋跨或橋墩

12		橋台與堤防交界是否損壞	<input type="checkbox"/> 有 ； <input type="checkbox"/> 無
13		河床地質	<input type="checkbox"/> 卵礫石層； <input type="checkbox"/> 砂層； <input type="checkbox"/> 軟岩層； <input type="checkbox"/> 沈泥層； <input type="checkbox"/> 其它
14	檢測員建議	整建過程是否需搭架	<input type="checkbox"/> 是 ； <input type="checkbox"/> 否
15		檢測員意見	

表 3 公路橋梁耐洪能力評估表

橋梁名稱：		橋梁編碼：	橋墩墩號：	評估者：	評估日期：		
項次	項目	配分 s	評估內容			權重 w	評分 wxs
001	主河道變遷	5	<input type="checkbox"/> 嚴重變遷(w=1.0) <input type="checkbox"/> 輕微變遷(w=0.5) <input type="checkbox"/> 無(w=0)				
002	河川整治辦理情形	5	<input type="checkbox"/> 尚未辦理(w=1.0) <input type="checkbox"/> 1000m以內完成，其他未辦理(w=0.5) <input type="checkbox"/> 已完成(w=0)				
003	河床垂直向長期冲刷變化	5	<input type="checkbox"/> 高(w=1.0) <input type="checkbox"/> 中(w=0.5) <input type="checkbox"/> 低(w=0)				
004	鄰近有無採砂	7.5	<input type="checkbox"/> 1000m以內(w=1.0) <input type="checkbox"/> 1000m以外(w=0.5) <input type="checkbox"/> 無(w=0)				
005	上游攔河堰	5	<input type="checkbox"/> 1000m以內(w=1.0) <input type="checkbox"/> 1000m以外(w=0.5) <input type="checkbox"/> 無(w=1)				
006	下游攔河堰	5	<input type="checkbox"/> 無(w=1.0) <input type="checkbox"/> 1000m以外(w=0.5) <input type="checkbox"/> 1000m以內(w=0)				
007	橋基保護工現況	7.5	<input type="checkbox"/> 不良(w=1.0) <input type="checkbox"/> 中等(w=0.5) <input type="checkbox"/> 良好或無需保護(w=0)				
008	橋墩形式	5	<input type="checkbox"/> 單柱橋墩(w=1.0) <input type="checkbox"/> 雙柱橋墩(w=0.5) <input type="checkbox"/> 多柱或壁式橋墩(w=0)				
009	基礎剩餘長度與原有長度之比值	15	基樁：當 $(H_{left}/H)<0.6$ ， $w=1.0$ ；當 $0.6\leq(H_{left}/H)\leq 1.0$ ， $w=2.5-2.5(H_{left}/H)$ 沉箱：當 $(H_{left}/H)<0.4$ ， $w=1.0$ ；當 $0.4\leq(H_{left}/H)\leq 1.0$ ， $w=5/3-5/3(H_{left}/H)$ 直接基礎： <input type="checkbox"/> 置於砂礫層，有冲刷之虞(w=1.0) <input type="checkbox"/> 置於岩盤表層(w=0.5) <input type="checkbox"/> 深入岩盤(w=0)				
010	橋墩等值寬度 b_e (m)	7.5	當 $b_e>8$ ， $w=1.0$ ；當 $2\leq b_e\leq 8$ ， $w=-1/3+(1/6)b_e$ ；當 $b_e<2$ ， $w=0$				
011	橋墩方向與水流方向夾角 θ	5	當 $K_\theta\leq 2.0$ ， $w=K_\theta-1$ ；當 $K_\theta>2.0$ ， $w=1$ ； $K_\theta=[(l/b_e)\sin\theta + \cos\theta]^{0.65}$ l ：橋墩沿垂直行車方向深度； b_e ：橋墩等值寬度				
012	阻水面積比 R_A (%)	5	$0\leq w=(R_A-5)/5\leq 1.0$				
013	梁底高程 (m)	5	$1.0\geq w=1-(\text{梁底高程}-\text{計畫洪水位})/1.5\geq 0$ 若無計畫洪水位 $1.0\geq w=1-(\text{梁底高程}-\text{堤頂高程})/1.0\geq 0$				
014	支承狀況與防落長度	7.5	<input type="checkbox"/> 不良(w=1.0) <input type="checkbox"/> 普通(w=0.5) <input type="checkbox"/> 良好(w=0)				
015	橋墩形狀	5	<input type="checkbox"/> 平頭墩(w=1.0) <input type="checkbox"/> 圓形或圓頭墩(w=0.5) <input type="checkbox"/> 尖頭墩(w=0)				
016	其他影響耐洪能力之異常現象	5	橋墩及基礎變位傾斜、下部結構被撞擊損害等($0\leq w\leq 1$)				
總分		100					

所謂自表 2 轉填至表 3 的作法說明如下：表 3 中項次 001～項次 008 與項次 013～項次 016 可藉由現地人員調查與拍照即可勾選表中內容之權重，進而計算逐項之分數。項次 009 基礎剩餘長度與原有長度之比值需參考原有竣工圖說基樁或沈箱之設計深度方可計算，但基於老舊橋梁竣工圖說闕漏與蒐集不易，故本計畫採納研究團隊中顧問建議之設計深度，保守假設基樁設計深度約為 20.0m 與沈箱深度為 10.0m，加上現地檢測員實際量測之基礎裸露深度，即可評估該項之分數。至於橋墩等值寬度 b_e (項次 010)，根據 Melville 的局部沖刷公式，當橋梁基礎已裸露時，橋墩的寬度與基礎的寬度不同，需以橋墩等值寬度取代橋墩寬度來計算，若計算出來之橋墩等值寬度為 8.0m 時，則洪水時產生的局部沖刷就甚為可觀，故權重取為 1.0；若橋墩等值寬度僅為 2.0m 則屬輕微，權重取 0，其間之變化則以線性內差處理，詳細計算公式與參數說明示意圖形詳公式(D-6)與圖 1。

$$b_e = b \left(\frac{y+Y}{y+b^*} \right) + b^* \left(\frac{b^* - Y}{b^* + y} \right) \quad (D-6)$$

b ：橋墩寬度；

y ：洪水深度；

Y ：河床與基礎頂之距離；

b^* ：基礎寬度。

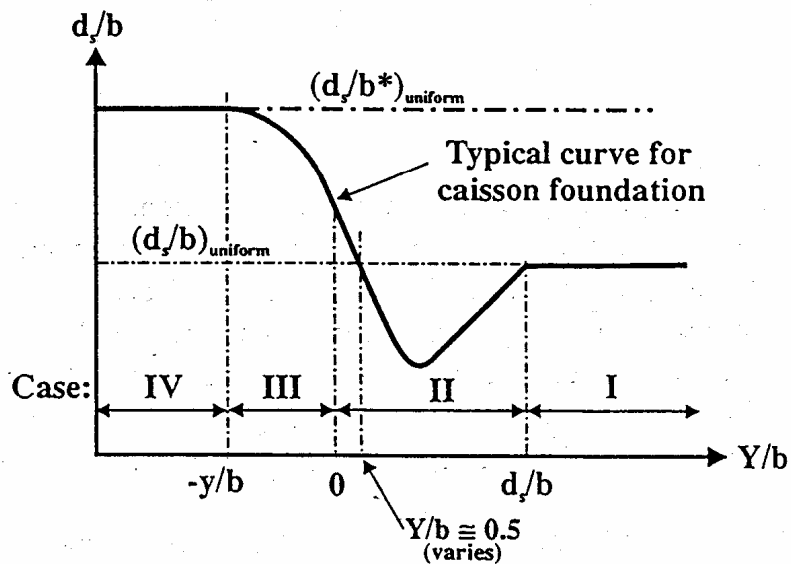
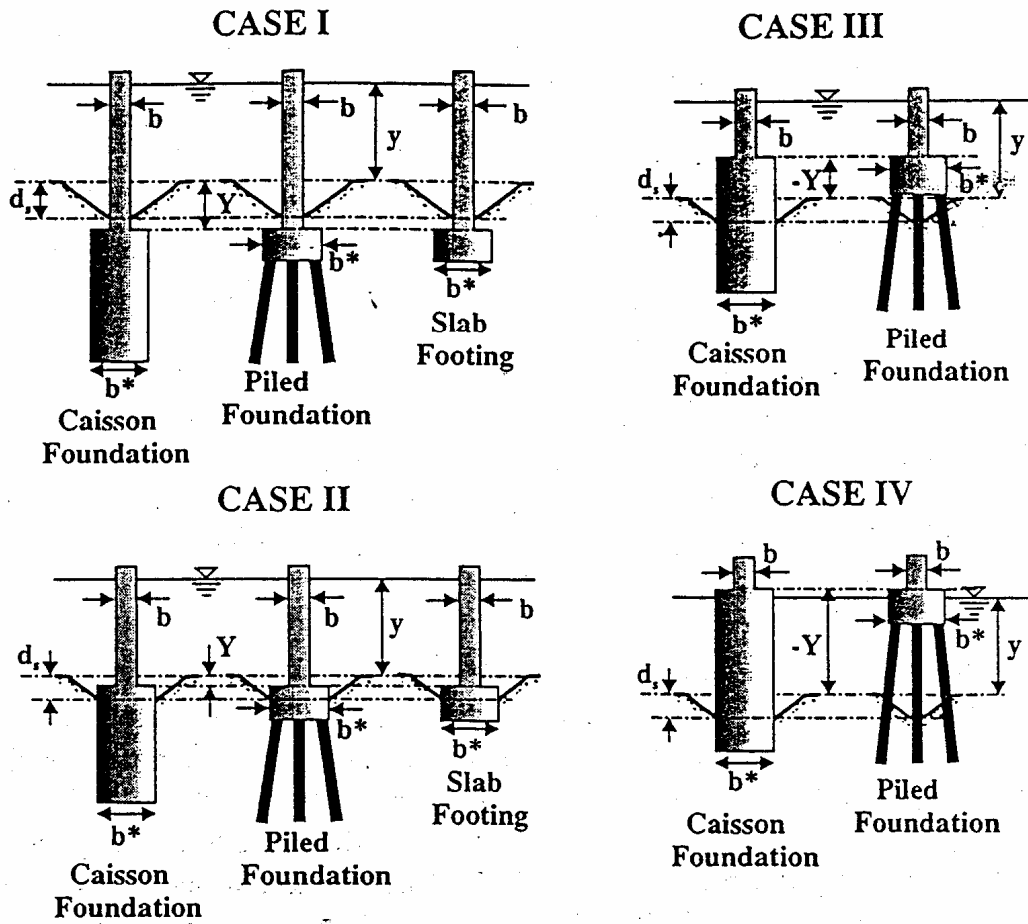


圖 1 橋墩等值寬度之計算說明

橋墩方向與水流方向夾角(項次 011)，大部分局部沖刷公式均以一修正係數 $K_\theta = [(l/b)\sin\theta + \cos\theta]^{0.65}$ 計算此效應，其可按檢測員記錄之橋墩方向與水流方向夾角 θ 、垂直行車方向之橋墩深度 l ，配合橋墩寬度進行計算，倘若基礎已經裸露，式中 b 應以橋墩等值寬度 b_e 取代。通水遮斷面積率 $R_A(\%)$ 為橋墩構造在計畫洪水位下之擋水面積佔河道斷面積之百分比。由於真實狀況之河道斷面積無從得知，本計畫假設河床屬較平坦之型式，如圖 2 所示，此時橋墩洪水位下之深度與河道通水斷面深度均約為 h ，故該項次之計算方式可近似成採橋墩遮水寬度(橋墩數 \times 橋墩寬度 b)與河道寬度 w 之百分比進行計算，其值越大，束縮沖刷就較嚴重。

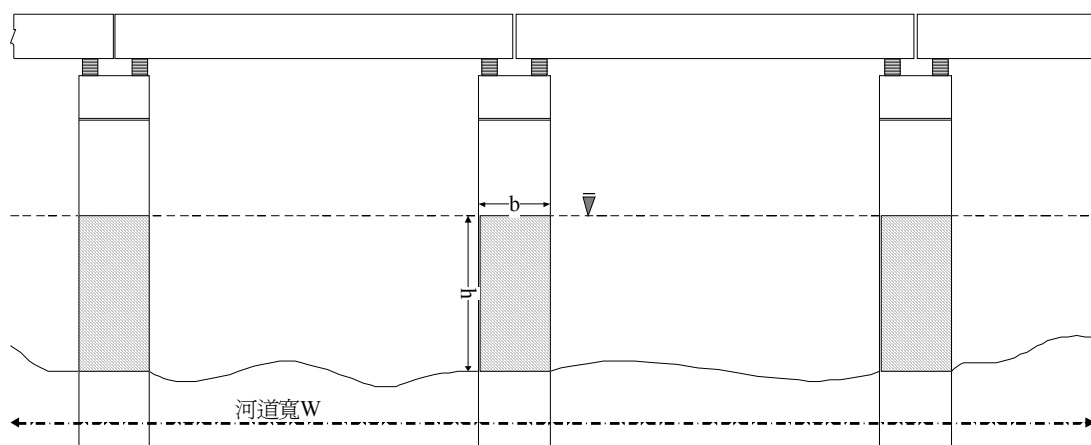


圖 2 遮水斷面百分比之近似計算示意圖

此評估表之目的，在於從龐大的現有橋梁中初步篩選出耐洪能力有疑慮者，以便作進一步的防洪處理。表中之內容，就河川環境及橋梁配置等方面選取影響橋梁安全最重要之因素，並予以適當配分、權重後，兩者相乘即為該項目之評分，所有項目評分總和為 100 分，本研究將此評分名之為「沖刷潛勢指標(Scouring Potential Index, SPI)」。沖刷潛勢指標 SPI 值越高者，表示受沖刷損害的潛勢越高，亦即耐洪能力越差。

◆ 優先維護指標 MPI

除了填寫沖刷潛勢調查表以外，現地複檢的調查成果也包括進行優先維護指標

(Maintenance Priority Index, MPI)的評分。此處所稱的優先維護指標 MPI 值即緣自於民國 94 年期間，內政部營建署為了針對其所督導臺灣本島地區 21 縣市轄內市區道路橋梁，建立一套督導管理機制，委託國立中央大學執行「都市計畫區內橋梁檢測、監測、維修及管理計畫」之評估辦法，該指標在「第一期計畫」中稱之為綜合評估指標 SR 值。由於考量綜合評估指標 SR 值與美國聯邦公路總局(FHWA)所用以表達一座橋梁尚能使用之能力評等 (Sufficiency Rating, SR)，兩者之間有名詞重疊之處，所以本研究改名為「優先維護指標 MPI 值」以示區別。

優先維護指標 MPI 值的評分項目大多數與一般目視檢測的 DERU 評分項目相同，只有其中 11 個項目要額外記錄填寫，因此本團隊之成員在現場另外亦需填寫優先維護指標調查表(表 4)，以利本研究成果之完整探討。至於優先維護指標 MPI 之完整表格內容則可參考如表 5 所示之填表範例。

表 4 優先維護指標調查表（現地填寫簡表）

縣市：_____ 路線：_____ 橋梁名稱：_____ 日期：____年____月____日 填表人：_____

項目			評估內容
服務性指標	A	維生管線	<input type="checkbox"/> 1 無 【 0 】 <input type="checkbox"/> 1 種 【 1 】； <input type="checkbox"/> 2 種以上 【 2 】 附掛種類： <input type="checkbox"/> 電信； <input type="checkbox"/> 電力； <input type="checkbox"/> 水管； <input type="checkbox"/> 天然氣； <input type="checkbox"/> 其他 _____
承載能力評估	B	隔梁數	N(不含端隔梁之中隔梁數目)=____
	C	限重及限速標誌	<input type="checkbox"/> 兩者皆無【1.0】； <input type="checkbox"/> 有其中一種【0.5】； <input type="checkbox"/> 兩者皆有【0.0】
地震易損性	D	橋台連接型式	<input type="checkbox"/> 非整體式【1.0】； <input type="checkbox"/> 整體式 【0.0】
	E	歪斜角 θ°	$\left(0 \leq \frac{\theta}{45} \leq 1\right)$ ； $\theta = \text{____}^\circ$
沖刷易損性	F	基礎裸露程度	<input type="checkbox"/> 嚴重【1.0】； <input type="checkbox"/> 中等【0.5】； <input type="checkbox"/> 無 【0.0】
	G	本河川附近橋梁有無沖刷問題	<input type="checkbox"/> 嚴重【1.0】； <input type="checkbox"/> 中等【0.5】； <input type="checkbox"/> 無 【0.0】
	H	橋墩方向與河川流向角度 θ°	$\left(0 \leq \frac{\theta^\circ - 5^\circ}{25^\circ} \leq 1\right)$ ； $\theta = \text{____}^\circ$
土石流易損性	I	橋梁附近河道縱向坡度 θ°	$\left(0 \leq \frac{8 - \theta}{8} \leq 1\right)$ ； $\theta = \text{____}^\circ$
	J	淺基礎覆土深度 \acute{L} (m)	$\left(0 \leq \frac{3 - \acute{L}'}{L_2} \leq 1\right)$ ； $\acute{L} = (\text{不需填})\text{m}$ ；橋墩出土高度 = _____ m
	K	深基礎裸露深度 L(m)	$\left(0 \leq \frac{L}{5} \leq 1\right)$ ； L= ____m

表 5 優先維護指標調查表（詳細填表）

名稱	許厝港一號橋	優先排序評估		
優先 排序 評估	指標項目	相關評估項目	分	
	結構性指標 (50%)	主要構件DER換算 $PI = 89$; 得分 $= 0.5 \times (150 - PI)$ (參考「臺灣地區橋梁管理系統」)	<u>31</u>	
	服務性指標 (權重： 21%)	估 (權重：10%)	主要構件DER換算 $PI = 89.15$; 得分 $= 0.1 \times (150 - PI)$	<u>6.1</u>
		橋上每日平均交通量 (權重：3%)	ADT = pcu	<u>0</u>
		橋下使用狀況 (權重：2%)	物 <input checked="" type="checkbox"/> 無[0](含河川、渠道) <input type="checkbox"/> 有[1]迴轉道、道路等級縣道以下 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 市集 <input type="checkbox"/> 鐵路 <input type="checkbox"/> 其他	<u>0</u>
		改道長度 (權重：2%)	改道長度 = m <input checked="" type="checkbox"/> $\leq 5Km$ [0] <input type="checkbox"/> 15Km~5Km[1] <input type="checkbox"/> $\geq 15Km$ [2]	<u>0</u>
		維生管線 (權重：2%)	<input type="checkbox"/> 無[0] <input type="checkbox"/> 1種[1] <input checked="" type="checkbox"/> 2種以上[2] 附掛種類： <input type="checkbox"/> 電信 <input type="checkbox"/> 電力 <input type="checkbox"/> 水管 <input type="checkbox"/> 天然氣 <input type="checkbox"/> 其他	<u>2</u>
		橋長(權重：2%)	橋梁長度 = 96 m	<u>1</u>
	易損性指標 (權重： 29%)	超載 易損性	附表一續 - 易損性評估表	<u>3.5</u>
		地震 易損性	附表一續 - 易損性評估表	<u>4</u>
		腐蝕 易損性	附表一續 - 易損性評估表	<u>2</u>
		沖刷 易損性	附表一續 - 易損性評估表(續)	<u>2</u>
		土石流 易損性	附表一續 - 易損性評估表(續)	<u>0</u>
	特殊性指標 (權重：8%)	防災道路(緊急應變) (權重：4%)	<input checked="" type="checkbox"/> 否[0] <input type="checkbox"/> 是[4] ; 類型： 核定單	<u>0</u>
		特殊構造 (權重：1%)	<input checked="" type="checkbox"/> 否[0] <input type="checkbox"/> 是[1] ; <input type="checkbox"/> 拱橋 <input type="checkbox"/> 鋼橋 <input type="checkbox"/> 斜張 <input type="checkbox"/> 其他	<u>0</u>
		老舊橋梁 (權重：1%)	<input checked="" type="checkbox"/> 否：橋齡30年以下[0] <input type="checkbox"/> 是：橋齡30年以上[1] ; 橋齡 年	<u>0</u>
		歷史價值 (權重：2%)	<input checked="" type="checkbox"/> 否[0] <input type="checkbox"/> 是[2] 核定單 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3級古 <input type="checkbox"/> 其他	<u>0</u>
	累計總分			<u>51</u>
	填表人			

表 12 優先維護指標調查表（詳細填表）（續）

易損性項目	評估項目	評估內容 (A)	權重 (B)	評分 (C)	得分 $\sum A \times B \times C$
超載易損性 (載重能力評估) (權重：6%)	設計載重	<input checked="" type="checkbox"/> HS15 以下[1.0] <input type="checkbox"/> HS15~HS20(不含HS20)[0.7] <input type="checkbox"/> HS20~HS20+25%[0.4] <input type="checkbox"/> HS20+25%以上[0.0]	0.12	6	3.546
	重車流量 (pcu)	<input type="checkbox"/> 2000 以上[1.0] <input type="checkbox"/> 1000~2000[0.5] <input type="checkbox"/> 0~1000[0.0]	0.08		
	結構型式	<input checked="" type="checkbox"/> 簡支[1.0] <input type="checkbox"/> 非簡支或經詳細分析可採用簡支者[0.5]	0.08		
	磨耗層表面 平整度	<input type="checkbox"/> 嚴重不平整[1.0] <input checked="" type="checkbox"/> 略不平整[0.5] <input type="checkbox"/> 平整[0.0]	0.04		
	混凝土橋面 版	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損[1.0] <input type="checkbox"/> 裂損[0.7] <input checked="" type="checkbox"/> 微裂損[0.4] <input type="checkbox"/> 無裂損[0.0]	0.06		
	伸縮縫現況 及功能	<input checked="" type="checkbox"/> 劣[1.0] <input type="checkbox"/> 尚可[0.5] <input type="checkbox"/> 良好[0.0]	0.08		
	主梁	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損[1.0] <input checked="" type="checkbox"/> 裂損[0.7] <input type="checkbox"/> 微裂損[0.4] <input type="checkbox"/> 無裂損[0.0]	0.16		
	隔梁數	$1 - \left(\frac{18 - \frac{L}{N+1}}{12} \right)$ L (跨徑) - 30 $0 \leq \frac{18 - \frac{L}{N+1}}{12} \leq 1.0$ N (不含端隔梁之中隔梁 數目) - 3	0.04		
	隔梁功能	<input type="checkbox"/> 劣[1.0] <input checked="" type="checkbox"/> 尚可[0.5] <input type="checkbox"/> 良好[0.0]	0.06		
	支承現況	<input checked="" type="checkbox"/> 劣[1.0] <input type="checkbox"/> 尚可[0.5] <input type="checkbox"/> 良好[0.0]	0.12		
	帽梁橋墩橋 台基礎	<input type="checkbox"/> 嚴重裂損[1.0] <input type="checkbox"/> 裂損[0.7] <input type="checkbox"/> 微裂損[0.4] <input checked="" type="checkbox"/> 無裂損[0.0]	0.12		
	限重及限速	<input checked="" type="checkbox"/> 兩者皆無[0.0] <input type="checkbox"/> [0.5] <input type="checkbox"/> 兩者皆有[1.0]	0.04		
地震易損性 (權重：8%)	設計年份	<input checked="" type="checkbox"/> 民國49年以前[1.0] <input type="checkbox"/> 民國76年以前49年以後[0.7] <input type="checkbox"/> 民國84年以前76年以後[0.5] <input type="checkbox"/> 民國89年以前84年以後[0.2] <input type="checkbox"/> 民國89年以後[0.0]	0.13	8	4
	最高橋墩高 度h (m)	$\left(\frac{H}{15} \leq 1.0 \right)$: H - 3 m	0.1		
	地盤種類	<input type="checkbox"/> 台北盆地 [1.0] <input type="checkbox"/> 第三類地盤(軟弱地盤)[0.7] <input type="checkbox"/> 第二類地盤(普通地盤)[0.4] <input checked="" type="checkbox"/> 第一類地盤(堅硬地盤)[0.0]	0.15		
	橋墩型式	<input checked="" type="checkbox"/> 單柱式橋墩[1.0] <input type="checkbox"/> 箱式橋墩[0.25] <input type="checkbox"/> 多柱式橋墩[0.5] <input type="checkbox"/> 單跨橋[0.0]	0.18		
	橋台連接型 式	<input type="checkbox"/> 非整體式[1.0] <input checked="" type="checkbox"/> 整體式[0.0]	0.03		
	橋跨連續性	<input checked="" type="checkbox"/> 簡支[1.0] <input type="checkbox"/> 連續[0.0]	0.17		
	地表加速度a	$\left(0 \leq \frac{a}{0.33g} \leq 1 \right)$: a - 0.23	0.2		
	歪斜角 θ	$\left(0 \leq \frac{\theta}{45} \leq 1 \right)$: θ - 0	0.04		

表 12 優先維護指標調查表（詳細填表）（續）

易損性項目	評估項目	評估內容 (A)	權重 (B)	評分 (C)	得分 $\Sigma A \times B \times C$
腐蝕 易損性 (權重： 5%)	距海遠近	<input type="checkbox"/> 離海岸200公尺內[1.0] <input type="checkbox"/> 離海岸200-1000公尺 [0.7] <input checked="" type="checkbox"/> 離海岸1-10公里[0.4] <input type="checkbox"/> 離海岸10公里以上[0.1]	1	5	2
沖刷 易損性 (權重： 6%)	<input type="checkbox"/> 跨河橋梁為單垮(無落墩)或路橋，無橋墩沖刷之疑慮者 (勾選此項目者，無須再評估下列沖刷易損性項目)		0		1.98
	主河道變遷	<input type="checkbox"/> 嚴重變遷[1.0] <input type="checkbox"/> 輕微變遷[0.5] <input checked="" type="checkbox"/> 無 [0.0]	0.06	6	
	基礎型式	<input checked="" type="checkbox"/> 具淺基礎[1.0] <input type="checkbox"/> 具深基礎或經詳細分析可採用深基礎	0.12		
	橋墩型式	<input checked="" type="checkbox"/> 單柱橋墩[1.0] <input type="checkbox"/> 雙柱橋墩[0.8] <input type="checkbox"/> 多柱橋墩或經分析可採用其他型式者	0.21		
	基礎裸露程度	<input type="checkbox"/> 嚴重[1.0] <input type="checkbox"/> 中等[0.5] <input type="checkbox"/> 無 [0.0]	0.15		
	本河川附近橋梁有 無沖刷問題	<input type="checkbox"/> 嚴重[1.0] <input type="checkbox"/> 中等[0.5] <input checked="" type="checkbox"/> 無 [0.0]	0.15		
	橋墩方向與河川流 向角度 θ°	$\left(0 \leq \frac{\theta - 5^\circ}{25^\circ} \leq 1\right)$; $\theta = 0^\circ$	0.1		
	基礎保護措施	<input type="checkbox"/> 嚴重劣損[1.0] <input type="checkbox"/> 不良[0.7] <input type="checkbox"/> 尚可[0.4] <input checked="" type="checkbox"/> 良好[0.0]	0.21		
土石流 易損性 (權重： 4%)	<input checked="" type="checkbox"/> 所屬區域無土石流發生之疑慮 (勾選此項目者，無須再評估下列土石流易損性項目)		0		0
	土石流發生歷史	<input type="checkbox"/> 曾經發生[1.0] <input checked="" type="checkbox"/> 未曾發	0.1	4	
	橋址附近土石崩塌 地或堰塞湖	<input type="checkbox"/> 崩塌及堰塞湖同時發生 <input type="checkbox"/> 崩塌嚴重[0.8] <input type="checkbox"/> 崩塌不嚴重[0.5] <input checked="" type="checkbox"/> 未曾發生[0.0]	0.18		
	是否有橋墩	<input type="checkbox"/> 有橋墩[1.0] <input type="checkbox"/> 無橋墩[0.0]	0.18		
	橋梁跨距S(m)	$\left(0 \leq \frac{35-s}{30} \leq 1\right)$; S= 30 m	0.18		
	橋梁淨空H(m)	$\left(0 \leq \frac{10-H}{8} \leq 1\right)$; H= 3 m	0.18		
	橋梁斜曲角度(α°)	$\left(0 \leq \frac{\alpha}{25} \leq 1\right)$; $\alpha = 0^\circ$	0.06		
	橋梁附近河道縱向 坡度 θ°	$\left(0 \leq \frac{8-\theta}{8} \leq 1\right)$; $\theta =$ °	0.06		
	淺基礎覆土深度 \hat{L} (m)	$\left(0 \leq \frac{3-L'}{3} \leq 1\right)$; $L' =$ m	0.06		
	深基礎裸露深度 L(m)	$\left(0 \leq \frac{L}{5} \leq 1\right)$; L= m			

附錄 5 莫拉克颱風橋梁及道路災後復建原則

附錄 5 莫拉克颱風橋梁及道路災後復建原則

「莫拉克颱風橋梁及道路災後復建原則」

中華顧問工程司 2009/09/12

1. 依據

本原則係依據民國 98 年 8 月 28 日總統令公布之「莫拉克颱風災後重建特別條例」之相關規定訂定。

2. 適用範圍

本原則適用於莫拉克颱風災後有關橋梁及道路之復建工程。

3. 目標

為達到災區早日重建，應儘早恢復災區運輸系統之正常功能，橋梁及道路復建之目的在於有效率、分階段恢復或提昇道路橋梁應有之各項功能。復建時宜同時考慮環境與氣候變遷的作用以及人文、自然、社會經濟與地理環境、運輸系統供給條件及交通需求特性等因素，達到營運之安全性、效率性、經濟性、環境品質及永續發展等目標。

4. 性能要求與恢復等級

復建等級分為三個等級：

甲級：恢復或提昇原有道路功能(考量永久性之復建與永續經營時，當符合耐震、防災與永續經營等規範)

乙級：恢復部分道路功能(考量滿足居民就學就業等基本生活需求，應以爭取時效為主，惟未必需符合規範)

丙級：簡易修護(便道、便橋)(以生命線之恢復為首要工作，惟未必需符合規範)

此三級復建規模雖有不同，惟復建時機是同時進行，並需配合政策上界定之確實需要復建的範圍。

5. 時效與時程

復建工程應分期、分階段辦理。復建時程分為三個階段：

第一階段：緊急搶通(乙級、丙級)

第二階段：恢復部分功能(乙級、丙級)

第三階段：恢復整體功能(甲級)

6. 復建考量重點與對策

橋梁及道路之復建工程必須配合國土保育之上位計畫，訂定優先順序及預定時程，並避開環境敏感地區。橋梁及道路應依損害類別及未來之損害作用潛勢，擬定在土石流、水害、崩塌地作用下之復建對策。

復建地址及附近區（河系上、下游及感潮地帶）之地質、水文、水理、沖刷、淤積、河道變遷、土石流潛勢區、堰塞湖可能形成之地點與規模等基礎資料應儘量作蒐集與調查。

道路之復建以路基選擇及保護為重點。大崩塌地應考慮坡向、路線避開地層敏感地區，可採用隧道、橋梁跨越崩塌地段。道路系統之規劃，應考慮是否有防災道路及替代道路系統可提供作緊急應變救災之用，避免局部區域產生「孤島」現象。

橋梁復建之位址、型式、長度、跨度、方向、高度、基礎之選擇以抗衝擊作用為重點，考慮流水壓力及衝擊力、防撞、阻水斷面不足所受的推力、土石流作用力等。對於安全有疑慮之橋梁，可裝設簡易監測設備，作安全預警。

7. 工務協調

為達「路、橋、山、河共治」之目標，復建工務於各階段應視工作之相關性與縣市政府、水利署、水保局、林務局、原民會共同協商辦理。

8. 復建計畫

災後道路、橋梁主管單位應分級、分階段、分區域擬定復建計畫，陳報上級機關核定後據以施行。

9. 招(決)標計畫

為爭取復建工程時效，主辦單位得訂定獎勵制度。

附錄 6 期中報告審查意見表

附錄 6 期中報告審查意見表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁政策白皮書之研擬

執行單位：國立中央大學

參與審查人員 及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(一) 交通部臺灣區國道高速公路局		
1. 期中報告第 5 頁設計規範請增列 97 年 11 月「公路橋梁耐震設計規範」，並於 98 年 6 月部分條文之修正。	1. 本次期末報告第 17 頁中已有加以註明。	同意
2. 期中報告第 14 頁圖 3 之統計圖與文字說明內容不符，請修正。	2. 謝謝指正，已予以修正。	同意
3. 期中報告第 36 頁日本橋梁政策部份建請如同美國及歐洲部份予以補充。	3. 期末報告已加強日本橋梁政策之說明。	同意
4. 期中報告第 60 頁倒數第 4 行，「...橋梁管理單位確實進行清淤的動作」，其職掌內容應為水利主管單位，而非橋梁管理單位。	4. 已修正為水保單位。	同意
5. 期中報告第 63 頁圖 10 中「90 年至 96 年高公局維護成本，逐年攀升為結構物逐年損壞導致成本漸增」，維護成本決算圖應請檢核是否正確，另其成因如何判斷，應請更嚴謹。	5. 已修正該段文字說明於第 54 頁。	同意
6. 期中報告第 66 頁橋梁生命週期 50~70 年為使用壽命，是否與台灣本土資料相符？	6. 台灣橋梁之生命週期尚待足夠的統計資料來確認，以 50~70 年作其使用壽命僅作初步之概估使用，旨在提醒政府應儘早預作準備。	同意
7. 期中報告第 74 頁目視檢測資訊是不完整、主觀...等，但又屬全世界主要初步手段顯	7. 謝謝指正，已予以修正。	同意

見有其必要性而非不重要，建請文字能適度修正。		
8. 期中報告第 92 頁，第 12 點，國家級道路與橋梁工程科技研究中心之成立，與其內容美國橋梁司之專責橋梁設計、施工及養護等工作宗旨不相符。	8. 主要是要有可作科技彙整、研習、交流訓練之機制。	同意
9. 期中報告第 91 頁，第 11 點，非破壞性檢測工作納入公共工程施工與維護診斷之中，其敘述內容與標題不盡相符。	9. 謝謝指正，已刪除。	同意
10. 期中報告第 82 頁中有關規設方面之分析及檢討，第 9 點國內尚未建構本土化之腐蝕環境區分，及第 10 點橋梁設計車輛載重影響考量相對偏低等，建議未來政策能將其納入。	10. 已列入政策主張四之考量議題。	同意
(二) 交通部臺灣區國道新建工程局		
1. 期中報告係就方向性予以釐清；另政策白皮書雖屬政策之建議及指導，惟其對純技術亦會有影響，如：橋梁設計之用途係數，以往國道高速公路採用 1.2，一般道路採用 1.0，鑑於本次八八水災，許多主要聯外橋梁受損，造成居民對外聯擊中斷，建議委辦團隊考量生命線之提高是否將重要聯外橋梁之用途係數予以提高。	1. 本次八八水災後是否將重要聯外橋梁之用途係數予以提高應有更通盤深入之考量，本研究恐不宜就此草率輕言。	同意
2. 請委辦團隊於期末報告提供具體建議，供相關單位參考。	2. 請參考各項政策主張之執行策略建議。	同意
(三) 交通部鐵路改建工程局		
1. 期中報告第 6 頁中有關鐵路橋梁耐震設計規範，請予以更新。	1. 據查已頒布之鐵路橋梁耐震設計規範為 95 年版。	同意
(四) 交通部臺灣鐵路管理局		
1. 期中報告第 61 頁，「3....但是往往只能治標，始終沒有辦法達到治本的效果」。可否請研究單位說一下，怎樣才能	1. 台灣地區河床下降及橋梁基礎沖刷問題有其天然及人為因素所造成，政府許多單位也都積極研擬解決	同意

治本？光靠橋梁單位就能治本？	的對策，大致上對於「橋河共治」的概念已逐漸獲得認同。但此議題涵蓋範圍甚廣，恐非本研究案所能詳盡闡述。	
2. 東部橋梁主要為淤積問題，西部橋梁主要為沖刷問題，如何解決，研究團隊可再詳細探討，列入政策說明。	2. 東部橋梁主要為淤積問題，西部橋梁主要為沖刷問題，這是台灣天然地形所造成的現象，此議題涵蓋範圍甚廣，恐非本研究案所能詳盡闡述。	同意
3. 政策上應該可以增加如下： (1) 如何作好橋梁上游山坡地水土保持？ (2) 對於天然環境改善提出建議，例如政府應如何減少地球暖化效應，減少暴雨發生次數。	3. 「橋梁上游山坡地水土保持」，及「政府應如何減少地球暖化效應，減少暴雨發生次數」所涉及的層面實在太大，可建議另外成立研究案以便進行較為完整之探討。	同意
4. 期中報告第 3 頁倒數第 9 行，「竟發生...」，建議「竟」字刪除。	4. 謝謝指正，已刪除。	同意
5. 期中報告第 16、17 頁，3 個表（表 1，表 2 及表 3）的字型、大小要統一，並請說明表中各符號之意義為何。	5. 謝謝指正，已重新調整。	同意
6. 期中報告 62 頁倒數第 3 行至頁末，請刪除「由於其自身營收...40~50 年。」	6. 謝謝指正，已予以刪除。	同意
7. 期中報告 64 頁倒數第 5 行，「本所」應改為運輸研究所。	7. 謝謝指正，已加以修正。	同意
（五）交通部公路總局		
1. 橋梁延壽應從生命週期各階段管理補強，查施工階段三級品管已做的很好，其他階段查核機制研擬應列入後續政策改良。	1. 本白皮書因只作政策性的討論，各政策之詳細內容因為有其實務面上之考量，在此暫不作細項之建言，以免若有窒礙難行之事反生困擾。	同意
2. 以本局實務而言，橋梁評估常使用諸多非破壞檢測儀器，其檢測成果的正确性應訂定一明確機制驗證或認證（含儀器及人員），另檢測規範的制定亦請訂定擴充。	2. 非破壞檢測所使用的儀器種類及檢測方法甚為多樣，而且日新月異，較不易以單一標準加以認定，但建立適當的驗證或認證機制實有其必要性，可建議主管單位加以考量進行	同意

	研擬。	
3. 維修補強成果驗收規範應速訂定，俾驗收確保成果以延壽。	3. 維修補強有別於新建工程，其成果驗收方式應有另一套方式，若能整理適當之通則再發展成規範將有助於橋梁延壽的目的。	同意
4. 期中報告第 65 頁中所提評估指標 SSI、SPI、MPI 等，現行管理系統似無，建議研究團隊能修正列入系統。	4. 已增列於期末報告書之附錄 4。	同意
5. 加強公部門非破壞檢測訓練以提昇品質，現階段如鋼結構 UT、PT、MT 等及透地雷達、地電阻等均由廠商或顧問公司提出，甲方幾無能力驗證，只能相信認證過的檢測師，故這方面應加強，而不只是一般目視巡檢訓練。	5. 建議可透過教育訓練等推廣課程來對提昇相關從業人員的素質。	同意
(六) 林安彥委員		
1. 期中報告第 14 頁，橋梁佔公路長度比例，國道 1 號 0.1%，國道 3 號 3.1%，國道 5 號 36.9%，國道 6 號 11.4%，國 5 蘇花段 46.9%，查與圖 3 相異，請查明修正。	1. 謝謝指正，遵照辦理。	同意
2. 期中報告第 15 頁，最後 1 行，表 3 基礎型式與施工方式，查與第 17 頁表 3 抬頭不一，亦與表第 1 欄名稱「型式」不一，建議統一修正。	2. 謝謝指正，將統一修正為「型式」。	同意
3. 期中報告第 33 頁，第 4 點， $S.R. \leq 80\%$ 代表該橋可維修修復， $S.R. \leq 50\%$ 代表該橋應改建。經查 $0\% \leq S.R. \leq 100\%$ ，則 $S.R. \leq 80\%$ 範圍包括 $S.R. \leq 50\%$ ，亦即 $S.R. \leq 80\%$ 時可採維修或改建，實務上究採維修或改建？建請補充說明。	3. 此事是指當 $S.R.$ 低於 80% 便需要有所維護，而當 $S.R.$ 低於 50% 以下時則一般維修手段便不足夠，而需採改建的作法。所以此處是指 $S.R.$ 介於 50% 至 80% 之間者可用維修修復。	同意
4. 期中報告第 46 頁，第 1 段末後，「劣化構件之急迫性」，建議修正為「劣化構件維修之急迫性」，以符實際意義。	4. 謝謝指正，已改正。	同意
5. 期中報告第 47 頁，第 2 段第	5. 謝謝指正，已改正。	同意

3 行，至少每兩年進行一次橋梁目視檢測，「目視檢測」建議修正為「定期檢測」，以符部頒養護手冊用語。		
6. 期中報告第 59 頁，國道高公局各工務段維護費約 2-3 億元/年（報告中誤繕為億/元，請修正），省道公路總局 95 年度 58 億 6 千萬元，縣道各縣市政府較高公局一工務段即略有不足。所述三單位維護費計算基期不同，誠難相互比較，建議能有同一基期資料，較能有一概念比較。	6. 對於委員之指正甚表認同，礙於各單位之維護費計算基期不易齊一，故將此論述刪除之。	同意
7. 期中報告第 61 頁，第 2 段，導致河川跨越橋橋基裸露，加以颱風、豪雨沖刷，易使橋墩下陷或倒塌。「易使橋墩下陷或倒塌」，建議修正為「易使橋基傾斜或折斷，致橋面版下陷甚或落橋」，較符實情。	7. 謝謝指正，已改正。	同意
8. 期中報告第 63 頁，最後 2 行，90 年至 96 年高公局維護成本逐年攀升，原因可能為政府結構物逐年損壞，導致維護成本漸增。建議修正為：原因為新建國道 3 號（全線長約 430.53 公里，民國 93 年 1 月 11 日全線通車）、國道 4 號（長約 17.16 公里，民國 90 年 12 月 21 日全線通車）、國道 5 號（長約 14.5 公里，民國 94 年 1 月 27 日通車）陸續完工通車，養護里程逐年增加並倍增，以及既有公路設施老化，導致維護成本漸增。	8. 謝謝指正，已改正。	同意
9. 期中報告第 78 頁，第 2 行，7.橋梁極端事件。「極端事件」請補充說明。	9. 「極端事件」(extreme event)多指各種外在因素造成之影響營運之損壞崩塌事件。	同意
10. 期中報告第 91 頁，第 10 點，政府應規劃一認可單位進行	10. 謝謝指正，已改正。	同意

<p>橋梁檢測人員之訓練與資格授證。建議修正為：政府應編訂統一之檢測訓練教材，包括一般檢測訓練教材及儀器檢測（非破壞檢測等）訓練教材，並規劃一認可單位定期分別辦理一般檢測及儀器檢測訓練，經測驗合格分別取得一般檢測及儀器檢測資格認證後，方可從事一般檢測及儀器檢測工作。</p>		
<p>11. 報告中部分用詞錯誤，謹提供研究單位參考修正：</p> <p>(1) 第 0 頁，執行期間：民國九十八年五月十五日至民國九十八年五月十四日，截止日期有誤，請修正。</p> <p>(2) 第 65 頁，第 3 段，交通部為橋梁之中央主管機關。應修正為：交通部為公路橋梁之中央主管機關。</p> <p>(3) 第 69 頁，第 6 行，高速公路管理局，應修正為：高速公路局。</p> <p>(4) 第 76 頁中有關[3]橋梁動力分析語設計之 5.LRFD 設計之推展，LRFD 建議改為中文書寫。</p>	<p>11. 謝謝指正，已改正。</p>	<p>同意</p>
<p>(七) 鄧文廣委員</p>		
<p>1. 缺少完整的研究架構，且前後並未連接。「現況分析」、「願景」與「政策主張」各自表述，「願景」與「政策主張」之各項說明在前項「現況分析」皆未完整論述，請委辦團隊修正。</p>	<p>1. 謝謝指正，會重新修訂研究報告之架構，並加強其連貫性。</p>	<p>同意</p>
<p>2. 「政策」是一種願景或主張，要很具體，可惜研究內容並未呈現。所提 13 項政策除第 4 項及第 12 項外，其餘不具體，且皆未見詳細分析論述。</p>	<p>2. 已重新修正政策條文使其為具體的願景及主張。</p>	<p>同意</p>
<p>3. 「政策」不一定要很多項，但應具體可行。此次八八水</p>	<p>3. 將全面彙整各界看法及意見，列入本研究之探討範</p>	<p>同意</p>

災中央大學有去災區看了很多橋梁狀況，建議檢討得失，看是否有可納入本次研究內。	疇。	
4. 「願景」內容論述過少，且各項說明並未詳細分析。	4. 期末報告中已作修正。	同意
5. 「政策」下應有具體可行之執行方法，步驟或依據。	5. 在政策條文之說明中已提列較具體可行之執行方法，步驟或依據。	同意
6. 90 年工程會提出政策白皮書建議分析執行情形。	6. 90 年版「橋梁安全政策白皮書」之檢討已列於附錄 1。	同意
7. 期中報告第 3 頁后豐大橋事件敘述錯誤，建議參考監察院報告。	7. 已參考監察院 97 年 12 月 26 日所提之彈劾案文，再對事件敘述進行修改。	同意
8. 期中報告第 6 頁車輛載重，並非所述值設計加 30%。	8. 謝謝指正，已作修改。	同意
9. 期中報告第 8 頁係何單位內容應說明。	9. 此章節內容主要是係談論公路總局作業方式之論述。	同意
10. 期中報告第 19 頁國科會 GRB 及第 52 頁各項條文，建議改列為「附錄」。	10. 謝謝指正，遵照辦理。	同意
11. 期中報告有關 3.3.1，3.3.2，3.3.3，3.3.4，3.3.5 節內容約 90% 以上之文字敘述不妥適，且太主觀，不適合出現在本研究內，建議重新撰寫。	11. 謝謝指正，該部分之章節內容已重新編寫。	同意
(八) 曾志煌委員		
1. 本案係屬上位之橋梁政策白皮書，須具有前瞻性以及理論基礎。	1. 謝謝指正，期末報告內容已以此原則作修改。	同意
2. 本研究架構面如承續行政院公共工程委員會 90 年版「橋梁安全政策白皮書」，應予以逐項檢討分析；另本報告之論述及政策主張等應前後呼應。	2. 90 年版「橋梁安全政策白皮書」之檢討已列於附錄 1；論述及政策主張已於期末報告中予以加強。	同意
3. 本委託研究案執行期間適逢八八水災，建議研究團隊可將安全合理化與資源有限等議題進行探討，並考量設計時如何因應環境丕變之情	3. 期末報告已增列「3.4 莫拉克颱風八八水災之省思」加以說明。	同意

況。		
4. 建議研究團隊於提送期末報告前，邀集學者專家協助檢視所訂定之政策主張，俾集思廣益以及凝結共識。	4. 已於 11 月 13 日辦理學者專家座談會，並得多位專家的寶貴意見。	同意
(九) 方文志委員		
1. 彙集國內外相關資料相當完整，另現況分析與 90 年橋梁安全政策白皮書之重點回顧內容詳實。	1. 感謝委員美言。	同意
2. 有關 4.1.3 節材料部份建議：混凝土或自填充混凝土依個案需求添加適量之高爐石粉、飛灰等以達成耐久性與節能減碳之政策。	2. 已編寫於 4.1 節之第 2 點中。	同意
(十) 劉政良委員		
1. 建議後續增加願景/政策主張/執行策略/執行計畫之關聯圖，俾了解整體之結構關係。	1. 已於期末報告第四章就願景/政策主張/執行策略作完整說明。	同意
2. 建議逐項檢視民國 90 年工程會所提之「橋梁安全政策白皮書」這八年來具體成效、缺失。未能達成策略目標之處，檢視原因何在。基於此國內既有諸多限制因子，再參酌國內外橋梁發展趨勢，轉化成本計畫新的政目標。	2. 90 年版「橋梁安全政策白皮書」之檢討已列於附錄 1。	同意
3. 本計畫後續工作事項：除依目前期中報告成果，繼續研擬較為詳實之政策主張外，宜增加達成政策目標之策略、措施及依順序排定短中長期執行計畫。	3. 4.3 節之各項政策主張中已增列「執行策略建議」。	同意
4. 相關政策可將工程會所訂「振興經濟擴大公共建設落實節能減碳」執行方案中有關橋梁之綠色內涵參閱納入。	4. 期末報告 4.1 節中已加入節能減碳之建議。	同意
(十一) 運輸工程組		
1. 期中報告(初稿)執行期間有誤，請修正。	1. 謝謝指正，已予以修正。	同意
2. 有關工程會 90 年版之橋梁政策白皮書，請分析其成效，	2. 90 年版「橋梁安全政策白皮書」之檢討已列於附錄	

探討未能達成之干擾因子或執行所遭遇之困難，此干擾因子或所遭遇之困難，亦可能影響後續推動政策白皮書，建議委辦團隊可將其納入後續擬定短、中、長期策略之參考。	1。	
3. 請依契約書第 180 及 182 頁規定補充工作月報及工作會議紀錄。	3. 已編寫於附錄 G。	
4. 引用文獻或相關資料時，請注意撰寫角度，避免直接援引並請加註文獻來源。	4. 謝謝指正，已予留意並作適度之修正。	
5. 有關本次八八水災(莫拉克颱風)，請委辦團隊就所收集相關資料，檢討、分析斷橋原因及相關因應措施，並納入期末報告。	5. 期末報告已增列「3.4 莫拉克颱風八八水災之省思」加以說明。	
6. 有關期中報告第 65 頁「二期縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫」，因計畫尚未核定，補助之橋梁總數及總改善經費仍未定，建議於計畫奉核前，僅須敘述本所有辦理該計畫即可，以避免報告中所提之資料與實際奉核結果有誤。	6. 已將該部分內容刪除不納入。	
主席結論		
1. 本所屬公務部門，所出版之報告係屬官方文件，請研究團隊撰寫報告時，使用中性之文字，儘量避免過於主觀且具批判性之敘述。	1. 謝謝指正，遵照辦理。	同意
2. 感謝審查委員及各與會單位提供寶貴意見並協助審查，以及謝謝委辦團隊於有限之經費及時間內完成期中報告；各委員及各與會單位所提意見如屬契約範圍內，請委辦團隊納入參考。	2. 謝謝指正，遵照辦理。	同意
3. 本案期中報告原則通過，請委辦團隊按規定依審查意見研提處理情形答覆意見，俾利辦理後續撥款事宜；另期	3. 謝謝指正，遵照辦理。	同意

望本案期末報告能提早提送 本所，俾利本所協助委辦團 隊完成本報告。		
---	--	--

附錄 7 期末報告審查意見表

附錄 7 期末報告審查意見表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中 ☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁政策白皮書之研擬

執行單位：國立中央大學

參與審查人員 及其所提之意見 (依發言順序)	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(一) 交通部臺灣區國道高速公路局		
1. 文獻回顧之國外橋梁政策與趨勢部分，在歐洲部分的資料蒐集略顯不足，建議補強。	1. 歐洲國家之橋梁作業方式與我國差異較大，其政策之參考性較不如美、日重要，並且其資料蒐集亦較為不易，短期之內較難齊備，暫以法國之橋梁政策作代表。	同意
2. 報告書第 40 頁敘述本局委託昭凌工程顧問公司於民國 87 年開發完成「國道高速公路局橋梁養護管理系統」乙節有誤，應為民國 85 年開發完成「高速公路橋梁管理系統」，建請修正。	2. 報告書定稿第 40 頁已將民國 87 年更正為民國 85 年。	同意
3. 報告書第 41 頁敘述改版過之「臺灣地區橋梁管理資訊系統」，已於 98 年 3 月正式上線乙節日期有誤，應為 5 月，建請研究單位再確認。	3. 報告書定稿第 41 頁已將 98 年 3 月更正為 98 年 5 月。	同意
4. 報告書第 47 頁，第 3.2.1 節，第 2 項「位於上游易致洪水、土石流災害之溪流下游之河川跨越橋」，語意不清，建請修正。	4. 已將該段文字重新編寫於報告書定稿第 45 頁，調整章節為 3.1.2。	同意
5. 報告書第 53 頁，第 1 段，有關地方政府之橋梁維護預算來源，其中包含內政部營建署之「地方生活圈計畫」部分，「生活圈建設計畫」以都市計畫道路開闢為主，似未補助有關維護之案件，建	5. 報告書定稿第 51 頁已將不適合之補助計畫刪除。	同意

請再確認。		
6. 報告書第 74 頁，第 4 項，建立「橋-河共治」之機制乙節與第 81 頁政策主張五「山-河-路-橋共治協調機制」應相互呼應，建議修正前頁，第 4 項內容，以相互參照、前後呼應。	6. 已統一改為「山-河-路-橋共治協調機制」。	同意
7. 政策主張五所建議「應納入林務局與水保局共同參與河川與橋梁共同聯繫會報部分」，已於 28 次會議作成決議，建請更新。	7. 改列入 90 年白皮書執行成果之近八年執行情形之概述。	同意
8. 報告書第 78 頁政策主張二，政策主張之考量議題，第 1 項末段，定期汰換一定數量的老舊橋梁乙節，若強調以一定數量是否合宜？建議可採固定提撥一定比例的年度預算納入基金（如：成立專責的橋梁基金）之方式，由預算額度決定汰換老舊橋梁之數量。	8. 已將「一定數量」修正為「一定比例」。	同意
9. 政策主張涵蓋之交通部及其他部會，建議應先與其他部會協調；另政策主張七純然屬於經濟部權責部分，是否適合納入，建議再考量。	9. 橋梁之整體建設非交通部所能獨力完成，本研究旨將必要之作為提出，確有其他部會權責者，宜再行協調。	同意
10. 政府經費及人員待遇多著重新建工程，此現象對維修養護單位有所影響。	10. 「政策四：加強人力培訓與資格認證」即包含對於相關人員對於維修養護作業的加強。	同意
11. 因應環境變化，不確定因素增高，未來規劃需考量的因素變更多，此外，建議工程於規劃設計時，宜考量後續維修養護工作。	11. 在「落實既有法令與建立相關法源」之執行策略建議「(2)檢討地方政府橋梁養護管理體制與作業準則」，已提及此項考量。	同意
(二)交通部臺灣區國道新建工程局		
1. 政策主張四「健全橋梁規劃、設計、採購與施工制度就採用『性能導向之設計與施工規範』」乙節，建議先由相關機關訂定性能規範後，	1. 該項政策主張內容已不列入最後政策內容。	同意

再由工程單位配合辦理。		
(三) 交通部高速鐵路工程局		
1. 高鐵橋梁總長約 251 公里，總橋面面積約 300 多萬平方公尺，建議將本局橋梁資料納入橋梁統計資料內。	1. 高鐵橋梁資料並未輸入「臺灣地區橋梁管理系統」，故未加以統計。	同意
2. 贊成將政策主張精簡為五項。	2. 期末報告定稿已修改為精簡的五項政策主張。	同意
3. 有關鐵路法相關法規，請檢視引用日期。	3. 據查鐵路法自四十七年一月三日公布施行以來，歷經五次修正，最後一次修正施行日期為九十五年二月三日。附錄 3 所引用之條文即為最後修正版。	同意
4. 法令用詞建議修為法規。	4. 遵照建議修正。	同意
(四) 交通部鐵路改建工程局		
1. 有關政策主張六加強防救應變能力乙節，本局因鐵路高架工程有增多趨勢，希望能建立監測制度，但目前相關資料尚不充足，建議白皮書加強相關資料。	1. 已增列於報告書定稿結論之「政策五：加強橋梁維護管理與橋梁災害防救應變能力」之執行策略建議中。	同意
(五) 交通部臺灣鐵路管理局		
1. 報告書第 44 頁至第 46 頁，圖 8 至圖 10 中 Y 軸（建造年）之呈現方式，建議可考量改為某年到某年之顯示方式較為正確；另建造年逾 2006 年（即自 2006 年至 2008 年）之橋數、總面積、總長度與例年相較，其比例太低，似有尚非合理之情形，建議再予確認。	1. 圖 8~圖 10 之 Y 軸表示方式已依委員之建議修改；至於 2006~2008 之橋數、總面積、總長度與例年之比例相比偏低，應是近期新建橋數較少所致。	同意
2. 報告書第 17 頁，倒數第 11 行，「府」蝕為「腐」蝕之誤，請修正。	2. 報告書定稿第 17 頁已更正，感謝指正。	同意
3. 臺鐵局係自負盈虧之事業單位，無特定橋梁新建及維護經費之固定來源，世界上鐵路除日本少數鐵路公司（如 JR 東海）外，幾乎沒有賺錢的，台鐵局因虧損情形，所能投入橋梁維護維費用一般	3. 本橋梁白皮書即希冀政府能重視橋梁經費有所不足之處，最終之政策主張二即針對經費之編列加以強調。	同意

<p>只能治標，亟待政府預算之支援。以林邊溪橋為例，民國 80 年即知道因地層下陷，河床淤積，橋梁排水斷面不足，該橋需進行改建，但一直籌不到經費，直到 95 年政府才提撥經費改建林邊溪橋，但新橋尚未完成就因莫拉克颱風帶來超大豪雨，河川水位大漲，因而發生斷橋事件；另山線大甲溪橋多年來都有在做橋梁保護工作，但只能治標無法籌出治本之經費，還好 98 年有振興經濟特別預算，才得以執行換底治本工法。鐵路很多橋梁橋齡也很大，經費仍希望政府予以協助，有關政策主張九「立法制定橋梁養護與補強加固費用」希望將鐵路橋梁予以納入。</p>		
<p>4. 由報告內容得知日、歐、美各先進國家投入很多橋梁技術研發人力及橋梁改建、維修經費，希望白皮書能提醒主政者要重視橋梁安全，投入更多的關注與經費。</p>	<p>4. 本橋梁白皮書從多角度探討整理比較，期望提供政府對橋梁安全與相關議題之參考。</p>	<p>同意</p>
<p>(六) 交通部公路總局</p>		
<p>1. 要落實政策提昇橋梁維管績效，上位者應重視評鑑機制，並提出獎勵誘因，如將橋梁列入金路獎比賽項目，以讓努力單位得到肯定。</p>	<p>1. 此項建議應已包含於精簡五項政策主張之政策五之執行策略建議 3 中。</p>	<p>同意</p>
<p>2. 監察院 97 年查核本局老舊橋梁整建計畫成果報告，提及現階段橋梁管理是倒三角形組織，亦即管理者多，執行者少，以本局為例，基層橋管人員亦是更迭頻繁，故不止上位成立橋梁專責單位，基層亦應成立專責科室，配合訓練、經費方可確實執行橋梁維管政策。</p>	<p>2. 良好的橋梁維管作業確實應自上而下整體提昇，惟考量本白皮書之政策性位階，不宜過於強調細項作為，但可望一旦成立橋梁專責單位當可對基層人力不足問題有所體認，進而研擬適切的改善作法。</p>	<p>同意</p>
<p>3. 報告書第 11 頁，表 1「●」、</p>	<p>3. 已於表 1 中加註符號之代</p>	<p>同意</p>

<p>「△」符號意思請註明；第 13 頁「碟式支承」意思為何？第 17 頁「府蝕」、「暗橋」字有誤；第 78 頁維護管理手冊建議應責由設計顧問公司於設計成果提送時即應提出；第 79 頁橋梁長期性能演化意思為何？第 80 頁技師保險制度意思為何？請將補充上述事項。</p>	<p>表意義；錯字已訂正；維護管理手冊可由工程主辦機關委請設計單位提出；長期性演化係指橋梁完工後長期而言之材料及工程性質之變化；技師保險制度已於報告書定稿第四章之論述中加以說明。</p>	
<p>4. 現有橋梁相關研究對於評分機制各有所差異，有的分數高者表示情形良好，有的表示須進一步評估，彼此互不統一，讓實務單位使用時有所困擾，建請統一標準。</p>	<p>4. 各評分表格之設計皆有其發展背景，本研究僅擇部分加以引用，若卻統一高低分數之代表良窳含意，恐非本研究所能盡予詳加討論，尚祈見諒。</p>	<p>同意</p>
<p>(七) 經濟部水利署</p>		
<p>1. 所提「整治河川、穩定水流」之政策主張，建議對於我國惡劣之水土環境及河工所臨之複雜之邊界條件，不確定因素繁多，水文極端事件頻仍等等之現實條件能有深層體認，故跨河橋梁基礎設計應將所有之條件，以風險管理技術，去決定合理之設計幾何。</p>	<p>1. 已將此建議納入報告書定稿第四章之論述中。</p>	<p>同意</p>
<p>2. 近年國外對於跨河橋梁之施設，均極力尋求不落墩於河川區域為主要政策主張，故單一跨達 250 公尺~300 公尺之橋梁比比皆是，由其工程報導，該類長跨距之橋梁大都採用輕質混凝土所建造，且因結構自重輕，相關基礎設置，施工成本均較常重混凝土低，總經費亦不比常重混凝土高，反觀國內所採橋梁設計因跨徑短而於河川區域密集落墩，一旦橋梁建好之後，立即面臨橋基沖刷問題，然後再由橋梁與水利單位去編列龐大經費施以河床穩定工作，其費用有時甚至</p>	<p>2. 雖然目前長跨距跨河橋梁之建造技術已相當成熟，但是橋梁的興建除經費高低以外，同時也會牽涉工期之長短，而在交通量繁重的要道上，較長的施工期程也就會造成更大的社會成本支出，因此在橋梁型式之選擇上實有必要通盤考量。</p>	<p>同意</p>

<p>比橋梁之初建成本高，兩者相比，優缺點應立可判釋，故強烈建議橋梁單位未來之政策主張應朝長跨距不落墩於河川區域之思維來發展，是一永續發展之最有效力之主張。</p>		
<p>3. 報告書第 64 頁，表 7「90 年橋梁安全政策白皮書執行成果之概述」，政策主張 7「加強砂石資源管理應用」，近八年執行情形之概述乙節，建請將其內容第 2 點刪除並請修正如本署於會議所提之附件。</p>	<p>3. 報告書定稿第 62 至 64 頁已將該項說明改以所提供之資料進行更新。</p>	<p>同意</p>
<p>4. 有關河川流路係地形、水文等自然條件所形成，洪水肆流於河川內與其河床之沖淤行為不但為自然且所應然者，非人力得以強加改變控制，因此對於報告中對控制水道深槽位置(第 81 頁)、整治河川、穩定水流(第 65 頁)等論述，仍存以『人定勝天』方式之觀念實為不妥(且報告第 70 頁亦提及不能再以『人定勝天』觀念興建橋梁)，第 4-3 節政策主張之條文內容修正意見如下：</p> <p>(1) 第 81 頁，政策主張之考量議題第 2 點後段，建議修正為「…，恐僅能治標；除與水土、林務及河川管理單位協調合作，加強河川野溪治理，取締砂石盜採外，橋梁管理單位可加強橋墩冲刷深度研究、觀測及建立橋墩設計技術規範，因應河川流路之自然變化，對於橋墩基礎深度盡可能採取一致深度，非僅對橋墩作局部保護，方為防止橋墩裸露的治本之道」。</p>	<p>4. 感謝指正。</p> <p>(1) 已將此一建議加入報告書定稿 4.5 節「維護管理與防災應變」之論述中。</p>	<p>同意</p>

<p>(2) 政策主張五「強化河山路橋共治協調機制」(第 81、88 頁),有關「…強化河川治理協調會報之功能;促進河川建造物管理機關配合水利主管機關辦理整合性之河川治理計畫…」乙節,所指為何不明確及橋梁管理與其他建造物管理單位是否確能配合執行尚有疑慮,該內容建請刪除或補強。</p>	<p>(2) 強化山河路橋共治協調機制係指於政策主張三中建議「設立跨部會之中央橋梁永續發展委員會」、「成立重要流域之水利及建造物管理委員會」等事項。</p>	<p>同意</p>
<p>(3) 第 82 節,第 5 點『八八水災讓高屏溪…安全與功能。』一節,建請修正為:</p> <p>I. 有關橋梁附近河段疏濬原則為:(依據 98 年 4 月 30 日維護河川與保護橋梁安全共同聯繫會報第 27 次會議第 2707 案結論)</p> <p>i. 於橋梁上、下游各 500 公尺範圍內之河段,基於橋梁安全需求而無河川治理必要者,由橋梁主管機關依河川管理辦法第 42 條規定辦理。</p> <p>ii. 基於河防安全需求,考量全河段防洪保護標的,而有河川治理必要者,由河川管理機關依河川水庫疏濬作業規範相關規定辦理。</p> <p>iii. 同時涉及橋梁安全需求及河防安全考量者,則由河川局與橋梁管理單位協調,依比例原則,擇一機關辦理。</p> <p>II. 於莫拉克颱風後,集水區土石大量堆積至河道,人力並無法在短期</p>	<p>(3) 已將此一建議加入報告書定稿 4.3 節「橋梁業務組織架構議題」之論述中。</p>	<p>同意</p>

<p>完成疏濬，請橋梁單位注意中上游河川迅速回淤之效應，並作適當之因應措施。(依據 98 年 11 月 9 日維護河川與保護橋梁安全共同聯繫會報第 28 次會議第 2812 案結論)</p>		
<p>(4) 第 82 頁，執行策略建議-第 2 點『成立重要流域之水利及構造物管理委員會』範圍為何且涉及組織調整，恐無法達成，建請刪除或提出較具體可行建議為妥。</p>	<p>(4) 國家災害防救科技中心於 12 月舉行「綜合流域治理國際研討會」，以達成降低民眾傷亡人數、減少災害經濟損失、有效運用洪旱治理經費、結合國土城鄉規劃與提昇治理能量及全方位水資源管理等；陳仲賢前署長亦強調「有關流域治理，分屬不同單位負責，如果界面銜接不順，難以發揮完全的治理效果，因此有必要加以整合」(中央社 2009/9/24)，可見此建議確有其必要。</p>	<p>同意</p>
<p>(5) 政策主張七(第 83、89 頁): 加強砂石資源管理與應用，建請修正如下:</p> <p>I. 落實「遏止砂石盜濫採行為改進方案」以維護橋梁及堤防安全；加強砂石資源利用與管理，避免危及橋梁安全，使公共工程之推動法治化及合理化；並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。</p> <p>II. 第 83 頁政策主張之考量議題:「河川疏濬及野溪清疏，應確實依該主管</p>	<p>(5) 已將此一建議加入報告書定稿 4.1 節「法令與法源議題」之論述中。</p>	<p>同意</p>

機關所訂標準作業規範辦理，災區淤積土石悉依加強河川野溪及水庫疏濬方案執行，並規劃預算」。		
(6) 第 79 頁，政策主張三:定期檢討修訂橋梁維護管理相關法令並落實執行一節，橋梁係屬交通重要設施，對於重大維生橋梁或老舊危險橋梁附近之安全管制，建議參照「公路兩側公私有建築物與廣告物禁建限建辦法」、「大眾捷運系統兩側禁建限建辦法」，於橋梁管理相關法令中訂定於橋梁管制規定，以作為橋梁管理單位本身作為維護管理依據。	(6) 可建請橋梁管理單位參考本項建議。	同意
5. 未來本案計畫定稿本，請能提供數本給本署參考。	5. 遵照辦理	同意
(八) 鄧文廣委員		
1. 本報告缺少基本論述，從不太相關的文獻回顧，直接就進入政策主張。中間少了政策主張的依據，沒有具體輪廓的描述，以及這些政策執行的方法，請委辦團隊修正。	1. 報告書定稿已增列第四章之論述。	同意
2. 太多政策等於沒政策，故應根據專業的判斷，定立五個政策，而非僅以比較之前白皮書的論述，而必須呈現具體的想法與做法。	2. 報告書定稿已調整原政策項目，重新編寫為五項政策主張。	同意
3. 文章寫法稍嫌武斷，或是前後不一致，或是已確立的政策卻未提及，都必須再檢查；另用字措辭沒有把握的不要寫的太斬釘截鐵，很多議論不同單位看都不一樣，不確定部分，建議保守與妥善敘述。	3. 報告書定稿已對諸多文字重新潤飾，亦對已確立的政策再行強調。	同意
4. 表 5 請註明資料來源。	4. 表 5 及圖 6 係採自同一文獻[佐溝昌彥(2008)]，已註	同意

	明於該段文字之末。	
5. 有關文獻部分建議再予檢視、修正，避免直接引用造成困擾。	5. 報告書定稿已重新再行檢視各文獻之引用，進行必要之修正。	同意
6. 報告書第 41 頁有關「橋梁地區橋梁管理資訊系統」乙節，內容過於強調中央大學之貢獻，與本政策白皮書無明顯關聯，建議修正。	6. 報告書定稿已將該小節之敘述重新加以刪減，保留其中與政策白皮書關聯的部分。	同意
7. 報告書第 48 頁，第 2 段所述橋梁損壞之原因，請再予釐清。	7. 因雙園大橋之損壞原因有別於其它橋梁，因此報告書定稿將之自該段橋梁損壞說明之討論名單中移除。	同意
8. 報告書第 49 頁，「3.2.2 橋梁相關預算問題」有關預算之描述過於主觀，建請修正。	8. 報告書定稿 3.1.3 節已對該段文字敘述加以修正。	同意
9. 報告書第 74 頁，第 4 點「橋—河共治」與第 81 頁政策主張五「山-河-路-橋共治協調機制」應相互呼應，建議修正前述第 4 點。	9. 已統一改為「山-河-路-橋共治協調機制」。	同意
10. 報告書第 75 頁，第 9 點有關資料礦採(data mining)，該技術僅係一種資料分析方法，為何強調該分析方法，建請補充說明或修正。	10. 資料礦採為面對龐大資料量時分析方法之一，但以橋梁政策而言略顯過於枝節，故於定稿中已取消該分析方法之敘述。	同意
11. 報告書第 76 頁，第 10 點有關橋梁檢測人員之訓練乙節，運研所歷年來已持續進行相關訓練。	11. 因橋梁檢測人員的需求仍有所不足，故在 4.4 節之「橋梁維護人力與資格議題」上仍對此議題加以強調與建議。	同意
12. 有關第五章結論部分不宜直接再次引述第四章，「4.3 政策主張之條文內容」，政策主張之條文及說明。	12. 報告書定稿中之第五章已改為「願景與政策主張」，並調整第四章為只做政策主張的論述，政策條文則條列於第五章，以避免重複出現。	同意
13. 政策主張請精簡濃縮成五項。	13. 報告書定稿已調整原政策項目，重新編寫為五項政策主張。	同意
(九) 林安彥委員		
1. 報告書第 11、12 頁，表 1、2、3 之符號●及△代表意	1. 報告書定稿第 11、12 頁已加註說明。	同意

義，請補充註明。		
2. 報告書第 13 頁，2.1.2「設計規範」第 5 行，稱 84 年「公路橋梁設計規範」由高公局辦理修訂，委由中華顧問工程司完成初稿後，進行初審、複審，歷時兩年餘修訂完成。編修審查作業期間適逢 921 大地震及高屏大橋斷橋…一段陳述，按 84 年修訂歷時 2 年則應於 86 年修訂完成，而 921 大地震發生於 88 年，即已完成修訂後發生 921，何以稱編修審查作業期間適逢 921 大地震？請查明修訂。	2. 報告書定稿第 13 頁已將時間點有出入之處加以修改。	同意
3. 報告書第 40 頁，第 2 段，稱高公局委由昭凌公司建立電腦化之管理系統與檢測方法，於 87 年開發完成「國道高速公路局橋梁養護管理系統」乙節，經查該局係於 84 年開發並於 85 完成使用，請查明修正；另相關之報告書第 39 頁末後一段，稱公路總局 87 年委由中央大學開發完成，為全國最早實用之橋梁管理系統，亦請配合修正。	3. 高公局之「國道高速公路局橋梁養護管理系統」開發及使用之時間點已修改為「於 84 年開發並於 85 完成使用」；公路總局委託中央大學開發之管理系統僅作事實部分的陳述，刪除不同系統開發之先後順序比較。	同意
4. 報告書第 87 頁，第 1 段，第 2 行，「…並調查 GRB 資料庫」一語，何謂 GRB？請補充註明。	4. 所謂 GRB 即為「政府研究資訊系統(Government Research Bulletin)」之縮寫，在報告書定稿中 2.1.4 節第一次提及時已有說明。	同意
(十) 曾志煌委員		
1. 將本研究之政策主張濃縮為五項。	1. 報告書定稿已縮減為五項政策主張。	同意
2. 將既有第四章拆為四、五兩章，其中第四章先做論述，導引從過去的經驗成為未來的政策。	2. 報告書定稿中已拆為四、五章。	同意
3. 本報告之文字說法稍嫌武斷，立論不清，可再儘量委婉一點。	3. 報告書定稿已對諸多文字重新潤飾。	同意

(十一) 方文志委員 (書面意見)		
1. 報告書 14 頁第 3 段「橋梁的設計活載重…」,此外 90 年 1 月 12 日起公路橋梁設計規範頒布,此時間以後鄉道新設計之橋應該大都採用 HS20」。目前公路總局設計之橋梁其活載重似採 HS20 加 30%,而國道橋梁設計活載重似採 HS20 加 25%,此點請惠予查證並增列於上段之後,以使內容更加完整。	1. 感謝委員指正,報告書定稿第 14 頁已就此點加以增列。	同意
(十二) 劉政良委員 (書面意見)		
1. 依願景、政策主張、執行策略等,依序排定短中長期優先順序。	1. 本研究先就橋梁政策之願景、政策主張、執行策略等進行建議,至於短中長期優先順序則有待更行深入之探討。	同意
(十三) 行政院公共工程委員會 (書面意見)		
1. 報告書第 64 頁「維護河川與保護橋梁安全聯繫會報」倘無法解決,則提「行政院重要河川流域協調會報」或提工程會「行政院公共工程委員會流域聯合治理技術諮詢小組」協助。(莫拉克颱風災後基礎建設重建方案),上述內容引用之重建方案是否仍尚為草案,請確認、標註。	1. 該重建方案應尚為草案,已於定稿中修正。	同意
2. 本會為辦理橋梁基礎結構與河川冲刷工程之介面技術諮詢,供作橋梁及河川管理機關進行現有橋梁之橋基及保護,以及斷橋、危橋改建設計之參考,設置有「橋梁基礎結構與河川冲刷工程介面技術諮詢小組」,第 64 頁所提「流域聯合治理技術諮詢小組」是否為前述「介面技術諮詢小組」之誤植,請一併確認。	2. 已於報告書定稿第 62 頁加以更正。	同意
3. 建議增加所提十項政策主張與 90 年版「橋梁安全政策白皮書」中十項政策主張之對	3. 可參見報告書定稿附錄 1 及附錄 8,但現已改為五項政策主張。	同意

照表，並就修正情形提出說明，俾了解兩者之關連與修訂情形。		
<p>4. 報告中部分用詞、排版錯誤或語意不全，謹提供研究單位修正：</p> <p>(1) 目錄，i，「表目錄…iii」，重複，請刪除一列。</p> <p>(2) 報告書第 11、12 頁，表 1、2、3，●、△符號所代表之意義？</p> <p>(3) 報告書第 41 頁，第 5 行，「…系統『與』民國 89 年底建置完成並上線…」，應為「…系統『於』民國 89 年底建置完成並上線…」。</p> <p>(4) 報告書第 74 頁，第 19 行，「5.由氣候變遷之角度全新檢視工程設計『維』之規範及標準：…」，語意不順，請修正。</p>	4. 感謝指正，報告書定稿中已訂正。	同意
(十四) 運輸工程組		
1. 報告書第 19 頁、第 20 頁，NBIS 跟 NBI，前後所代表的涵義似非全然相同，惟報告書內未詳細載明，建請補充。	1. 報告書定稿第 19、20 頁已加以修正，統一寫法。	同意
2. 報告書第 22 頁，「對美國而言大量成長…若不解決橋梁問題便無法解決交通壅塞的問題…」，這種關連性論述似太過武斷，如果本段文字係從文獻中直接翻譯過來，建請將其潤飾，亦或考量予以刪除。	2. 報告書定稿第 22 頁已註明該段文句之出處。(原文為 The nation cannot fix its congestion problems without fixing its bridge problems.)	同意
3. 報告書第 40 頁，有關 TBMS 上線日期之錯誤仍未修正，再請委辦團隊修正。	3. 報告書定稿第 41 頁已將上線日期加以修正。	同意
4. 報告書第 49 頁，有關橋梁預算的問題，「目前汽燃費約 400 億，倘若全數投入交通建設…但是因為移作他用而致使橋梁工程經費不足…，造成這個…不符合法律規	4. 報告書定稿第 47 頁已修正汽燃費之使用對象為交通建設，移除橋梁工程一詞。	同意

定」。此敘述方式似過於武斷，因交通建設不等於橋梁建設，交通建設有很多項目，汽燃費 400 億並非全數皆要投入橋梁工程。		
5. 報告書第 53 頁，「地方生活圈計畫，…只適用於橋梁損壞情節重大才可申請。」乙節，事實上，內容所述計畫例如擴大內需，生活圈的計畫等皆非與橋梁有直接關係，其係例行性的計畫，此外，有關地方生活圈請引用官方正式名稱，上述問題本次仍未修正，再請委辦團隊修正。	5. 報告書定稿第 51 頁已刪除不適合之補助計畫。	同意
6. 報告書第 55 頁，「橋梁主管單位對於橋梁設計規劃發包…」乙節，文義不清，請研究團隊修正。	6. 報告書定稿第 53 頁已將該段文句作修正。	同意
7. 報告書第 76 頁，第 11 點，「國家級橋梁與道路研究中心成立…」乙節，論述交通部各級單位跟零星研究案在執行缺乏長期整體…，此文句過於武斷與批判性，請委辦團隊修正。	7. 報告書定稿 4.4 節「橋梁人力資源與技術發展」之論述中已對該段文句加以調整。	同意
8. 報告書第 119 頁，雖已依審查意見將相關的法規條文放在附錄，惟內容敘述縣市政府將縣道之養護委託交通部公路總局乙節，然現已有許多縣市政府將縣道養護回收自辦，爰並非縣道之養護皆需委託交通部公路總局，此部分前已建議修正，再請委辦團隊修正。	8. 報告書定稿第 118 頁已將縣道之養護委託交通部公路總局此一描述移除，以符合實際情形。	同意
主席結論		
1. 本所出版之報告屬官方文件，請研究團隊撰寫報告時，使用中性之文字，儘量避免過於主觀且具批判性之敘述。	1. 謝謝指正，遵照辦理。	同意
2. 感謝審查委員及各與會單位	2. 謝謝指正，遵照辦理。	同意

<p>提供寶貴意見並協助審查，以及謝謝委辦團隊於有限之經費及時間內完成期末報告；各委員及與會單位所提意見如屬契約範圍內及委辦團隊承諾事項，請委辦團隊務必落實；非契約範圍內之建議事項則請參考。</p>		
<p>3. 本計畫期末報告俟完成修正後通過，請委辦團隊於 98 年 12 月 28 日前修正後之期末報告定稿送交本所。</p>	<p>3. 謝謝指正，遵照辦理。</p>	<p>同意</p>

附錄 8 期末簡報

附錄 8 期末簡報

交通部運輸研究所

橋梁政策白皮書之研擬

MOTC-IOT-98-EEB012

期末報告

國立中央大學

王仲宇

98年12月21日

1

簡報綱要

- ☐ 背景分析
- ☐ 我國橋梁發展之演進
- ☐ 國外橋梁政策與趨勢
- ☐ 我國橋梁問題現況分析
- ☐ 願景
- ☐ 政策主張

2

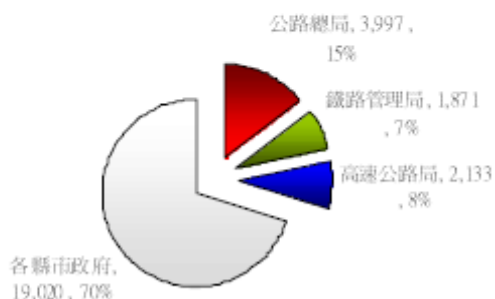
背景分析

- 在各項公共設施中，橋梁與民眾之生活息息相關，往往為重要維生線的環節，無論大小橋梁一旦毀壞即會對社會大眾造成衝擊。
- 97年9月辛樂克颱風發生公路總局所轄4座橋梁斷裂落橋事件
- 98年8月莫拉克颱風導致全國各式橋梁約114座損傷情事
- 宜檢討國內既有橋梁之相關管理制度，包括橋梁的設計規範、檢測、評鑑及監測作業，乃至封橋機制等

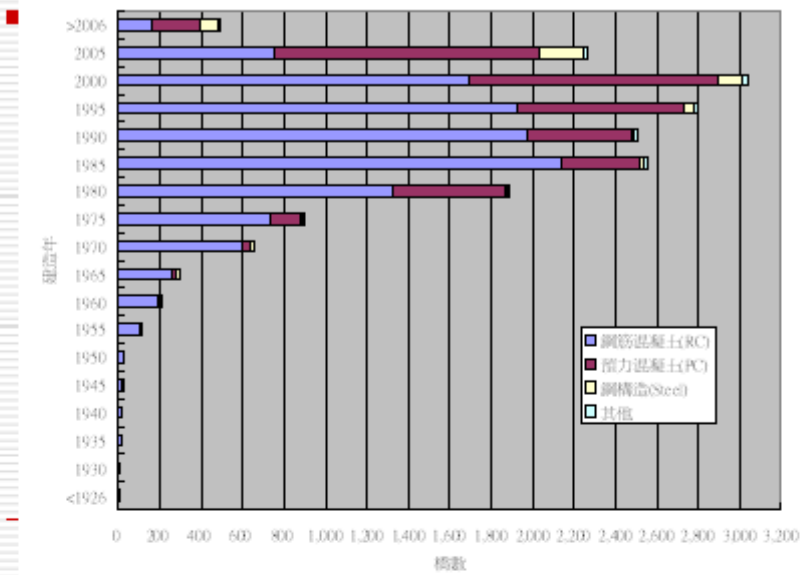
3

橋梁統計

- 全國橋梁數目統計圖(98年5月)
- 27,021座

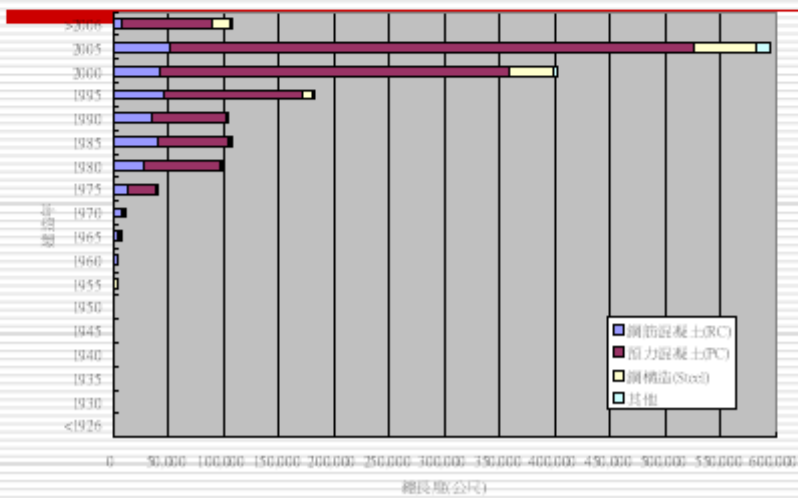


各年代興建橋梁數量統計



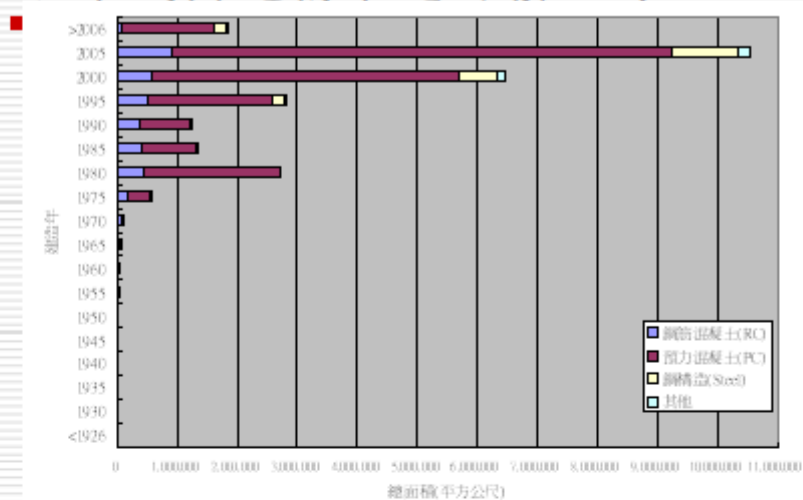
5

各年代興建橋梁長度統計



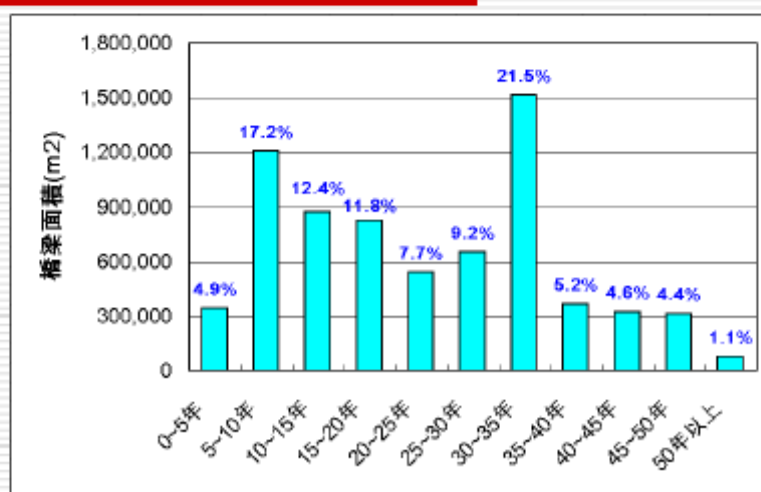
6

各年代興建橋梁總面積統計



7

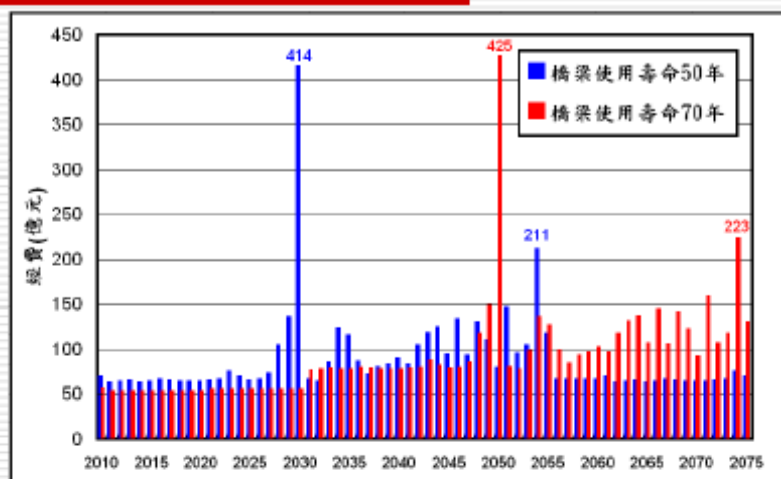
地方政府所轄橋梁之橋齡面積分佈



(運研所整理)

8

地方政府老舊橋梁整建經費概估



(運研所整理)

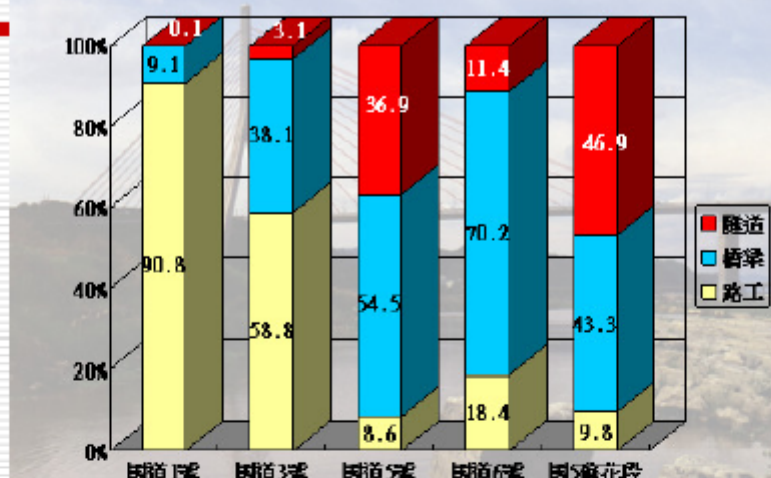
9

我國橋梁發展之演進

- 日據時期-混凝土版橋
- 光復初期-公路橋梁通車優先
- 民國40年代-預力混凝土橋之引進
- 民國50年代-預力混凝土橋之改良與普及
- 民國60年代-鋼橋之興起
- 民國70年代-預力橋梁新工法之引進
- 民國80年代-建橋技術走入國際
- 第三波橋梁-山水旅程

10

國道路堤橋梁隧道統計表



各時期之國道路堤橋梁隧道統計圖(方文志副局長提供)

11

橋梁設計規範之演進

- 49年11月曾頒布「公路橋梁設計技術規範」
- 76年交通部頒布「公路橋梁設計規範」
- 84年交通部頒布「公路橋梁耐震設計規範」，89年4月又作部分條文之修正。
- 97年頒布「公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」

12

橋梁設計規範之演進

- 88年頒布「鐵路橋梁耐震設計規範」
- 93年頒布「鐵路橋梁設計規範」
- 95年完成「鐵路橋梁耐震設計規範」

13

橋梁設計規範之演進

- 76年頒布「公路排水設計規範」
- 90年再頒行修訂版規範
- 經濟部於93年訂定「跨河建造物設置審核要點」

14

養護規範之概況

- ☐ 76年頒布-公路養護手冊
- ☐ 90年初修訂
 - 採用DERU
 - 涵括對象：高公局、縣市政府、公路總局
- ☐ 檢查類別
 - 經常巡查
 - 定期檢測
 - 特別檢測

15

養護規範之概況

- ☐ 鐵路橋梁：橋梁檢查及評估手冊
- ☐ 檢查類別
 - 平時檢查
 - 定期檢查
 - 定期複檢
 - 委託安全檢測

16

近年橋梁相關研究重點

- 取自國科會「政府研究資訊系統」(Government Research Bulletin, GRB) 資料庫。
 - 自民國82年起至97年止，總計74項與橋梁相關之研究計畫。
 - 執行時間有限，因此不容易對單一課題可以有深入延續性的探討。
 - 計畫與計畫間的相關聯性不容易有效的整合，研究計畫之成果落實層面也有所欠缺。
-

17

國外橋梁政策之概況(美國)

- 美國聯邦公路總署(FHWA)建立「全國橋梁清冊(National Bridge Inventory, NBI) 資料庫」，並公布「全國橋梁檢測標準(National Bridge Inspection Standards, NBIS)」。
 - 州政府以每二年為週期，全面為其所管轄之橋梁進行一次檢測作業，且參與之檢測人員皆須符合相關資格限制並通過專業課程的培訓。
-

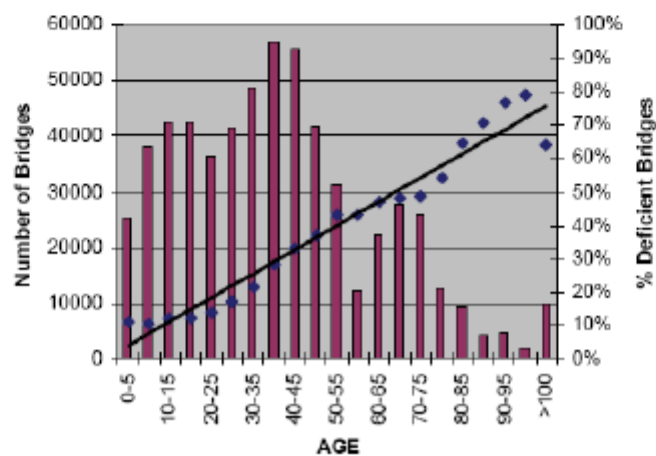
18

國外橋梁政策之概況(美國)

- 橋梁結構部位評量(Condition Rating)
- 服務水準之評估(Appraisal Rating)
- 如Condition Rating、Appraisal Rating 評量等級值低於某標準值時，則需進行更深入一層之S.R. (Sufficiency Rating)值。
- S.R=<80%可用維修方式辦理修復，
S.R=<50%則該橋應改建方向辦理。S.R 評估可提供橋梁維修或改建之優先順序之參考及美國聯邦政府預算經費編列及核撥之依據。

19

美國橋梁之橋齡與缺失橋梁統計



20

國外橋梁政策之概況(美國)

- 美國橋梁檢測類型分為5種類型
 - 初始檢測(Initial)
 - 定期檢測(Routine)
 - 破壞檢測(Damage)
 - 深化檢測(In-Depth)
 - 特殊檢測(Special)

21

國外橋梁政策之概況(日本)

- 在日本每十年做一次全國性的調查，藉以收集重建橋梁的資料。大部分的橋梁並沒有損壞，都是因為功能上的問題須重建。
- 在2006年的調查發現，過去十年共重建1,342座橋，當中因損壞而重建的約200座，占整體的15%左右。受損而重建的橋梁，其平均壽命為46年。

22

國外橋梁政策之概況(日本)

- 日本正在推動評估管理概念，要從過去的「對症下藥療法」切換為「預防維護」。
- 透過檢查定量預測劣化情形，在劣化情形加重前做預防維護，修補橋梁，以減少長期的維護管理費並提供良好服務，當然就有辦法擬定長期的財政計畫預算。
- 日本同時也更積極累積資料修正預估公式，可以使精確度更加提高。

23

國外橋梁政策之概況(日本)

- 所謂的《及早發現、及早採取對策的預防維護系統其實際的作法包括下列五項方法：
 - 確立檢查制度
 - 確保檢查及診斷的可靠性
 - 推動技術開發
 - 建置技術據點
 - 建構資料庫加以活用
- 研究議題多是由道路管理單位提出需求而擬定。

24

國外橋梁政策之概況(歐洲)

- 由於橋梁數量的逐年成長，橋梁維護的經費愈來愈顯得不足。
- 外在環境的衝擊以及交通運輸的需求，此二項原因正加速歐洲橋梁的劣化速率，甚至超過其原本設計預估的劣化速率。
- 研究方向為有效的診斷工具，以確保橋梁至少保有可接受的服務水準。
- 歐盟執委會(European Commission)在過去十年贊助不少公路與鐵路基礎設施中橋梁部分的評估計畫。

25

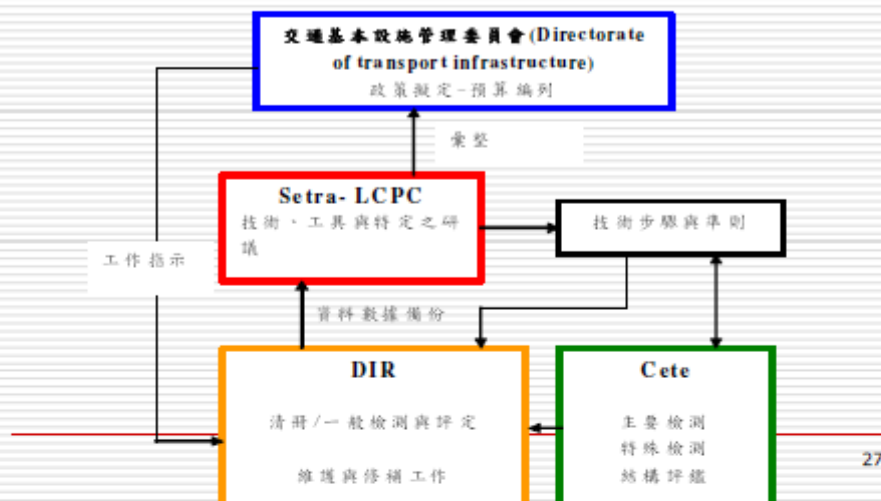
國外橋梁養護管理作業之概況(法國)

- 法國橋梁檢測的規定與規範是於1979年頒佈，目前採用1995年所修正的 Technical Instruction for the Management of Bridges。
- 法國橋梁的常態檢測(ordinary inspection)頻率為每三年一次，橋梁的評定是使用所謂 IQOA(Quality Image for Bridges)指標，其健全等級分為1、2、2E、3、3U五級。

26

國外橋梁養護管理作業之概況(法國)

□ 法國公路設施資產維護管理的執行架構



臺灣橋梁管理系統之發展

- 行政院根據民國84年5月9日公共建設督導會報第四十九次委員會議所作成之決議，責成交通部進行各項橋梁安全維護作業。
- 公路總局於民國87年委託中央大學規劃開發完成之橋梁管理系統。
- 民國88年11月由交通部運輸研究所委託國立中央大學，進行「臺灣地區橋梁管理資訊系統」之開發。
- 改版過之「臺灣地區橋梁管理資訊系統」，已於98年3月正式上線。

橋梁管理權責之劃分

□ 相關法令

- 公路法(97年1月9日修正)
- 公路修建養護管理規則 (97年12月30日修正)
- 公路委託管理辦法 (91年9月13日發布)
- 市區道路條例(93年1月7日修正)
- 鐵路法 (95年2月3日修正)
- 大眾捷運法 (93 年5月12日修正)

29

橋梁管理權責之劃分

□ 維護經費來源：

- 公路法第27條：公路養護、修建及安全管理所需經費，得徵收汽車燃料費。
- 公路修建養護管理規則第52條：公路養護費依公路法第27條規定徵收汽車燃料費，不足者，應由各級政府籌措支應。
- 市區道路條例：市區道路使用費，應向使用市區道路設置管線或設施者收取；汽車燃料使用費，由公路主管機關統一徵收；其分配比例，由交通部會商內政部辦理之。

30

國內橋梁課題

1. 天然環境惡劣與交通負荷過大

- 地震—近斷層橋梁
- 土石流—宜清淤疏濬，或考慮改址。
- 橋基沖刷—砂石開採與中上游攔砂壩之故。
- 腐蝕—環境因素
- 超載—重車增加

31

國內橋梁課題

2. 橋梁相關預算問題

- 公路總局主要是來自公務預算、國公局和高公局除了公務預算以外尚有國道基金、臺鐵局是業務單位，除了來自營業基金以外本身沒有經費。
- 交通部為橋梁之中央主管機關，現行補助地方政府辦理老舊受損橋梁整建之方式並非常態。
- 橋梁會隨著時間而不斷老化，需不斷投入經費，滾動檢討改善。

32

國內橋梁課題

3.組織與人力問題

- 橋梁主管機關：鐵路改建工程局、鐵路管理局、台北市捷運局、高雄市捷運局、國道新建工程局、高速公路管理局、公路總局、內政部營建署、縣市政府或鄉鎮市公所、農委會、原住民委員會、觀光局等。
- 河川：水利署，土石流：水保局、林務局
- 地方政府由一般工程人員兼辦，調動頻繁。
- 橋梁維護工作為跨領域的專業工作，人才培育不易。

33

國內橋梁課題

4.橋梁行政制度問題

- 普遍使用公開招標方式辦理採購
- 主辦單位擔心會被冠上綁標或圖利廠商之罪、層層提報審查期程冗長、相關獎勵及利潤誘因不足等因素，造成各單位大多未提出使用技術、新產品及新工法之替代方案。
- 未考量充裕合理的規劃及設計時間
- 為配合行政流程而耗費不少時日
- 為兌現政治支票提前完工通車而嚴重壓縮合理的工期
- 長期「重興建，輕維護」之政策

34

國內橋梁課題

5.橋梁安全維護工作之複雜特質

- 橋梁類型涵蓋範圍十分廣泛，除跨越河川的橋梁外，尚有高架橋、跨越性陸橋、人行天橋、吊橋種種，其安全影響因子也有所不同。
- 橋梁健康診斷工作之執行就是要在一管理養護體制下，定期或在重大災害發生後運用各種科技知識與方法，去掌握橋梁結構之損傷劣化情形，對系統之可靠度、服務性或現有之功能作出合理之評估，進而擬定適當的改善措施。
- 土木工程人員必須基於土木專業知識及對橋梁安全維護工作的需求目標，進行跨領域的科技整合，方可發展出實用之橋梁健康診斷與安全維護技術。

35

90年橋梁安全政策白皮書十項主張

- 一、規劃推動永續發展之橋梁建設
- 二、健全橋梁安全管理體制，強化協商機制
- 三、加速橋梁相關法令之檢討與修訂
- 四、健全橋梁規劃、設計、採購與施工制度
- 五、建立河川治理與橋梁管理協調機制

36

90年橋梁安全政策白皮書十項主張

- 六、加強橋梁災害之防救應變能力
- 七、加強砂石資源管理與應用
- 八、限期完成危險橋梁之修復與耐震補強
- 九、廣籌橋梁養護與補強加固經費
- 十、科技研發推廣與人才培育

37

願景

- 橋梁政策之目的在於提供安全、便捷、舒適之交通設施，提升國人生活品質，並注重環境保護。在面對環境變遷與多重災害的威脅下，從規劃、設計、施工、維護管理、美學、景觀、環保、資源再生利用等各個面向作整體性之考量，建構安全經濟之橋梁系統，達到永續發展之目標。

38

政策主張一：推動永續發展之橋梁建設

- 配合國土計畫法建構國家公共建設整體之目標與策略，設立跨部會之中央橋梁永續發展委員會、依據國家資源與社會變遷需求，規劃設計具前瞻性、安全便利之交通運輸系統，並考量橋梁投資之價值；橋梁建設應有服務年限與生命週期之成本概念，並落實於規劃、設計、採購、施工與維護作業中，加強相關部門之協調整合，建立以永續發展為目標之方案評估制度。
-

39

政策主張二：健全橋梁系統化的長程養護管理體制

- 為提昇公共設施效能，橋梁管理應建立系統化的長程維護策略，擬定相關法源，確立各級橋梁管理單位之人力組織與經費來源，強化既有之橋梁安全管理維護系統，並對橋梁維護作業專業人員資格進行更嚴謹的檢定，以落實整體橋梁維護工作。
-

40

政策主張三：定期檢討修訂橋梁維護管理 相關法令並落實執行

- 相關部會應落實目前已訂定之橋梁相關法令，有效執行橋梁之檢測、評估、修復、驗收、管理等工作，並應依施行狀況提出檢討與改進，以提昇橋梁之使用效能及延長壽命。

41

政策主張四：健全橋梁規劃、設計、採購 與施工制度

- 為適時反應橋梁工程之需求，建立橋梁技術規範制（修）訂之常設組織，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範；依據現有法令，擬定適當的採購機制，使橋梁工程由具優良能力之廠商承攬。

42

政策主張五：強化山-河-路-橋共治協調機制

- 建立河川情勢調查制度，定期更新重要河段之水文及水理資料，以及河道斷面、地形、地貌測量資料等；並加速推動流域治理與管理協調機制，強化河川治理協調會報之功能；促進河川建造物管理機關配合水利主管機關辦理整合性之河川治理計畫。並建立山-河-路-橋共治協調機制，強化整合協調功能。

43

政策主張六：加強橋梁災害之防救應變能力

- 加強建立橋梁基本資料及環境潛勢複合式資料庫掌握其變遷及分佈情形，並定期檢討訂定有效且靈活之橋梁災害應變計畫，一旦受災迅即動員；制訂橋梁失敗事件之記錄鑑定、報告制度，以釐清責任及提出改善建議；確實編列橋梁災害防救經費，建立配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁防救災應變體系。

44

政策主張七：加強砂石資源管理與應用

- 整治河川、穩定水流，落實「砂石開發供應方案」以維護橋梁及堤防安全；加強砂石資源利用與管理，避免河川砂石大量開採淤積，危及橋梁安全，使公共工程之推動法治化及合理化；並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。

45

政策主張八：定期完成損傷及危險橋梁之修復與補強

- 積極辦理受損橋梁之復建工程，並全面辦理橋梁耐震、防洪能力評估，排定順序擬定年度修復補強計畫；編列合理預算；定期完成具損壞危險潛勢橋梁之修復補強與防治等工作。

46

政策主張九：立法制定橋梁養護與補強加固經費

- 因應老舊橋梁逐年增加之趨勢，安全維護工作日益繁重，政府應逐年調整增編橋梁維護之經費；另亦可尋求增列法源依據，依法由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費，新建橋梁則規定應於興建時編列適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護。定期完成之全國橋梁耐震補強工作、橋基裸露加固等，其經費以專案籌資方式辦理，或於一定時期內增提汽燃費比率，供應所需經費。
-

47

政策主張十：橋梁維管科技研發推廣與人才培訓

- 考量本土因素特性，研發橋梁安全保護及預警技術、節能減碳與資源再生利用技術、橋梁生命週期維護管理與延壽技術之相關研究；並與學術或專業機構合作培訓人才，建構橋梁科技健全發展之機制。
-

48

五大政策主張(精簡版)

- 政策一：落實既有法令與建立相關法源
- 政策二：編列合理預算以辦理橋梁相關業務
- 政策三：健全橋梁業務之組織架構
- 政策四：加強人力培訓與資格認證
- 政策五：提昇橋梁服務品質

49

政策一：落實既有法令與建立相關法源

- 依據現行法令，擬定適當的採購機制，使橋梁工程由具優良能力之廠商承攬。
- 定期檢討修訂橋梁維護管理相關法令，有效執行橋梁之檢測、評估、修復、驗收、管理等工作。
- 擬定相關法源，確立各級橋梁管理單位之人力組織與經費來源，確實編列橋梁災害防救經費，建立配套法源及相關配合機制，以建立制度化之橋梁防救災應變體系。

50

政策二：編列合理預算以辦理橋梁相關業務

- 橋梁建設應有服務年限與生命週期之成本概念，並落實於規劃、設計、採購、施工與維護作業中。
- 編列合理預算，定期完成具損壞危險潛勢橋梁之修復補強與防治等工作。
- 因應老舊橋梁逐年增加之趨勢，安全維護工作日益繁重，政府應逐年調整增編橋梁維護之經費。
- 增列法源依據，依法由汽燃費與空污費內提撥一定比率經費，新建橋梁則規定應於興建時編列適當比率經費存入基金，專用於橋梁管理維護。

51

政策三：健全橋梁業務之組織架構

- 配合國土計畫法建構國家公共建設整體之目標與策略，設立跨部會之中央橋梁永續發展委員會、依據國家資源與社會變遷需求，規劃設計具前瞻性、安全便利之交通運輸系統，並考量橋梁投資之價值。
- 為適時反應橋梁工程之需求，建立橋梁技術規範制（修）訂之常設組織，定期檢討修正現有橋梁技術規範及發展性能規範。
- 加速推動流域治理與管理協調機制，強化河川治理協調會報之功能；促進河川建造物管理機關配合水利主管機關辦理整合性之河川治理計畫。並建立山-河-路-橋共治協調機制，強化整合協調功能。

52

政策四：加強人力培訓與資格認證

- 強化既有之橋梁安全管理維護系統，並對橋梁維護作業專業人員資格進行更嚴謹的檢定，以落實整體橋梁維護工作。
- 考量本土因素特性，研發橋梁安全保護及預警技術、節能減碳與資源再生利用技術、橋梁生命週期維護管理與延壽技術之相關研究。
- 透過與學術或專業機構合作培訓人才，建構橋梁科技健全發展之機制。

53

政策五：提昇橋梁服務品質

- 健全橋梁系統化的長程養護管理體制，建立河川情勢調查制度，定期更新重要河段之水文及水理資料，以及河道斷面、地形、地貌測量資料等。
- 加強砂石資源利用與管理，避免河川砂石大量開採淤積，危及橋梁安全，並藉由砂石品質管理，增進使用效率與工程品質，以延長橋梁使用年限，減少管理維護經費。
- 積極辦理受損橋梁之復建工程，並全面辦理橋梁耐震、防洪能力評估，排定順序擬定年度修復補強計畫。
- 定期完成之全國橋梁耐震補強工作、橋基裸露加固等，其經費以專案籌資方式辦理，或於一定時期內增提汽燃費比率，供應所需經費。

54

簡報完畢
