

98-148-0194

出國報告(出國類別:其他)

出席「13th REAAA Conference & 3rd
ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」
會議報告

服務機關:交通部運輸研究所

姓名職稱:鄔德傳副研究員

派赴國家:韓國

出國期間:98年9月22日至9月27日

報告日期:98年11月26日

出席「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」會議報告

著 者：鄔德傳

出版機關：10548 交通部運輸研究所

地 址：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)23496827

出版年月：中華民國 98 年 12 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 20 冊

定 價：100 元

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：36 含附件：無

報告名稱：出席「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」
會議報告

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

鄔德傳/交通部運輸研究所/運輸工程組/副研究員/02-23496827

出國類別：1.考察2.進修3.研究4.實習5.其他

出國期間：97年9月22日至9月27日

出國地區：韓國

報告日期：98年11月26日

分類號/目：HO／綜合類（交通類） HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：仁川橋，橋梁健康監控系統，橋梁檢查。

內容摘要：

「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」會議目的為邀集產、官、學界，對橋梁與結構工程、防災工程及其他運輸工程領域等進行交流與研討，並於展覽會場展示相關產業技術與資訊及研究成果。本次研討會主要議題包含橋梁與結構工程，智慧型運輸系統及災害管理等12項領域，另包含仁川橋、價值工程及科技化智慧高速公路等3項特別議題。本次報告摘整會中發表之部分論文相關資料，並彙整會場鄰近地區之大眾運輸系統及首爾市橋梁結構考察資訊，可供國內相關橋梁管理單位參考，對本所後續研究將有所助益。

目錄

第一章 前言	1
1.1 出國目的	1
1.2 行程紀要	1
第二章 研討會及考察	3
2.1 仁川橋	4
2.1.1 仁川橋背景簡介	4
2.1.2 規劃設計與施工方式	5
2.1.3 橋梁健康監控系統	10
2.2 首爾市橋梁工程	12
2.2.1 首爾市簡介	12
2.2.2 首爾市橋梁考察	12
2.2.3 首爾市清溪川整治及橋梁重建	16
2.3 橋梁與結構工程	17
2.4 防災工程	20
2.5 展覽會場資訊	21
2.6 運輸工程考察	24
2.6.1 首爾地鐵考察	24
2.6.2 道路工程考察	27
2.7 積極建設中的仁川	31
第三章 心得與建議	35
3.1 心得	35
3.2 建議	36

表目錄

表 1.1 出國行程紀要表.....	2
表 2.1 仁川橋民間投資與政府興辦資料彙整表	5

圖目錄

圖 1.1 研討會會場(Songdo Convensia).....	2
圖 2.1 研討會議程.....	4
圖 2.2 仁川橋位置圖.....	5
圖 2.3 斜張橋(Cable-stayed Bridge , 1/2).....	6
圖 2.4 斜張橋(2/2).....	6
圖 2.5 不同結構型式之仁川橋.....	7
圖 2.6 位於岸邊之大型預鑄場.....	7
圖 2.7 鋼筋綁紮機具.....	7
圖 2.8 圍堰施工.....	8
圖 2.9 基礎施工.....	8
圖 2.10 支撐先進工法.....	8
圖 2.11 預鑄吊裝工法.....	9
圖 2.12 平衡懸臂工法.....	9
圖 2.13 接合處之預鑄吊裝及伸縮縫施工情形.....	9
圖 2.14 收費站施工情形.....	10
圖 2.15 感應器分布位置與系統示意圖.....	10
圖 2.16 數據資料傳輸概念.....	11
圖 2.17 即時查詢系統(Real-time Inquiry System).....	11
圖 2.18 感應器監視和管理系統(Sensor Surveillance and Management System).....	11
圖 2.19 事件系統(Event System).....	12
圖 2.20 橋梁預留檢修通道(1/2).....	13
圖 2.21 橋梁預留檢修通道(2/2).....	13
圖 2.22 橋梁檢修.....	14
圖 2.23 跨河橋梁利用工作船進行橋體檢修.....	14
圖 2.24 複合式橋梁(1/3).....	15
圖 2.25 複合式橋梁(2/3).....	15
圖 2.26 複合式橋梁(3/3).....	15
圖 2.27 位於清溪川覆蓋面上之橋梁拆除工程.....	16
圖 2.28 清溪川整治及橋梁重建後之現況圖.....	17
圖 2.29 Hanshin 高速公路.....	18
圖 2.30 以繩索進入技術進行橋梁檢查.....	18
圖 2.31 以被覆鋼板方式進行橋梁耐震補強.....	19
圖 2.32 防落橋裝置.....	19
圖 2.33 隔減震措施.....	19
圖 2.34 災損嚴重地區.....	20
圖 2.35 各階段之檢查與修復作業.....	20

圖 2.36	可塑性邊坡穩定材料.....	21
圖 2.37	道路上方設置生態連通道.....	22
圖 2.38	交通安全措施－軟性分隔桿.....	22
圖 2.39	交通安全措施－防撞塊.....	23
圖 2.40	運用電腦與網路科技之智慧型運輸系統.....	23
圖 2.41	CAM 工法以及地鐵第 9 線之首爾站.....	24
圖 2.42	首爾地鐵路線資訊圖.....	25
圖 2.43	韓國 T-Money 交通卡.....	25
圖 2.44	地鐵車廂內之路線圖.....	26
圖 2.45	地鐵車站內資訊看板.....	26
圖 2.46	地鐵即時乘車資訊.....	26
圖 2.47	車站內無障礙措施.....	27
圖 2.48	防毒防煙面具.....	27
圖 2.49	人行穿越道與自行車專用道.....	28
圖 2.50	道路施工－工區週邊管制措施(1/3).....	28
圖 2.51	道路施工－工區週邊管制措施(2/3).....	28
圖 2.52	道路施工－工區週邊管制措施(3/3).....	29
圖 2.53	河岸邊自行車專用道(1/2).....	29
圖 2.54	河岸邊自行車專用道(2/2).....	30
圖 2.55	橋下自行車休息站及民眾休憩場所.....	30
圖 2.56	市區自行車專用道.....	30
圖 2.57	近公車月台處之市區自行車專用道.....	31
圖 2.58	仁川自由經貿區之位置圖.....	32
圖 2.59	積極建設中的仁川自由經貿區（已開發）.....	32
圖 2.60	積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，1/3）.....	33
圖 2.61	積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，2/3）.....	33
圖 2.62	積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，3/3）.....	33

第一章 前言

1.1 出國目的

橋梁是交通建設中重要的一環，尤其臺灣屬海島地形，多山脈、河川阻隔，橋梁更是聯繫區域交通的重要設施。無論是跨越山脈河川的橋梁，或是提供快速通行的高架橋梁均對路網整體性及民眾通行扮演極重要角色。國內公路橋梁隨著使用年限及交通量的日益增加，負荷也日益加重。

因此，對現有橋梁現況之掌握及適時維修補強對橋梁安全極其重要。橋梁維護主要依據橋梁本身狀況與使用情形加以評估，並規劃最適切之改善方案。因此完善之橋梁檢、監測制度與檢測資料之彙整、評估與追蹤，就成為橋梁維護規劃工作之重點。交通部為強化橋梁檢測，避免橋梁發生破損或斷橋意外後才進行維修，於民國 90 年建立臺灣地區橋梁管理資訊系統，提供各管理單位資訊化之橋梁維護管理平台。系統記錄橋梁之基本資料、檢測紀錄及維修紀錄，各級管理單位透過網際網路可隨時調閱檢視橋梁相關資料。此外，同年起交通部亦每年定期辦理橋梁維護管理人員訓練講習，透過訓練課程，培養增進相關人員之專業知能。

除對橋梁現況之掌握外，針對國內外橋梁檢測、監測等相關技術、觀念的掌握也是本所持續進行的重點工作。「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」，假韓國仁川舉行，本次研討會主題包含橋梁與結構工程，道路建設與維護，及鋪面技術等，本所由運輸工程組鄔德傳副研究員代表出席。

1.2 行程紀要

本次出國行程自民國 98 年 9 月 22 日至 9 月 27 日，為期 6 天，主要行程為參加「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」，同時考察鄰近地區之大眾運輸系統及首爾市橋梁結構，詳細行程內容如表 1.1 所示。

表 1.1 出國行程紀要表

日期	地點	行程內容
9/22	臺北—首爾	啟程，參訪韓國仁川機場及運輸工程。
9/23~9/26	首爾	1.參加亞澳道路工程協會研討會暨展覽會。 2.技術參訪及收集資料。
9/27	首爾—臺灣	考察當地相關公路工程及橋梁結構，返程。

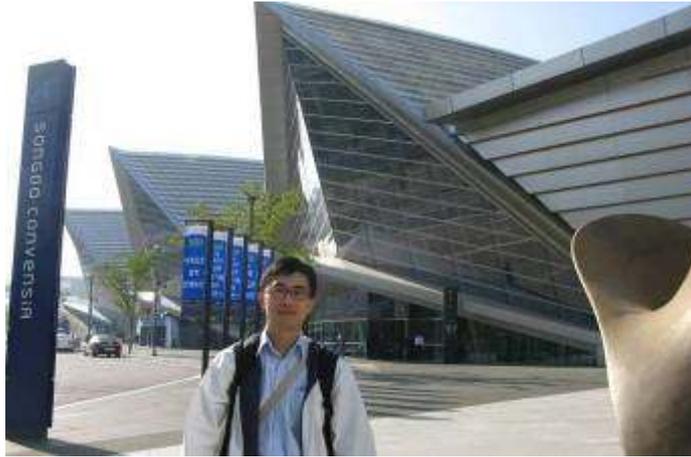


圖 1.1 研討會會場(Songdo Convensia)

第二章 研討會及考察

本次行程主要為參加「13th REAAA Conference & 3rd ROTREX 亞澳道路工程研討會暨展覽會」，同時考察鄰近地區之大眾運輸系統及首爾市橋梁結構。

第13屆亞澳道路工程研討會暨展覽會為期4天，會議議題包含橋梁與結構工程，智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)及災害管理等12項領域；另包含仁川橋、價值工程及科技化智慧高速公路(SMART Highway)等3項特別議題，總共發表論文計298篇。研討會議程詳圖2.1。

15項會議議題分別為：

1. Transportation & Traffic Engineering(Including Network Planning, Public transportation)
2. Environment and Sustainability
3. Road Policy and Economics
4. Bridge & Structural Engineering
5. Road Construction & Maintenance
6. Road Safety
7. Intelligent Transportation System (ITS)
8. Future of Road
9. Pavement Technology
10. Tunnel & Geotechnical Engineering
11. Disaster management
12. Project Management and Financing
13. Special Session – Incheon Grand Bridge
14. Special Session – Design Value Engineering
15. Special Session – SMART Highway

本次研討會提供會中發表之論文光碟檔案。以下茲摘述本研討會之部分技術議題、展覽會內容及當地考察資訊。

Time	20 Sep (Sun)	21 Sep (Mon)	22 Sep (Tue)	23 Sep (Wed)	24 Sep (Thu)	25 Sep (Fri)	26 Sep (Sat)
09:00-09:30							
09:30-10:00					Signing of MOU	Plenary Session (Minister Session)	Plenary Session (PIARC & REAAA Joint Seminar)
10:00-10:30	PIARC Commissions Meeting	PIARC Commissions Meeting	PIARC Executive Committee Meeting	PIARC National Committee Meeting	REAAA Technical Session	PIARC Council Meeting	REAAA Technical Session
10:30-11:00						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
11:00-11:30				Special Session (International Commemorative Symposium for the Incheon Bridge)		REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
11:30-12:00				REAAA Registration		REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
12:00-12:30						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
12:30-13:00	Luncheon			Luncheon	Luncheon	Luncheon	Luncheon
13:00-13:30							
13:30-14:00				PIARC National Committee Meeting			
14:00-14:30							
14:30-15:00	PIARC Commissions Meeting	PIARC Commissions Meeting	PIARC Executive Committee Meeting	PIARC National Committee Meeting			
15:00-15:30				Opening of 13th REAAA Conference	REAAA Technical Session	REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
15:30-16:00					8th HORA Meeting	REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
16:00-16:30					Special Session (Design Value Engineering)	REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
16:30-17:00				Opening of Exhibition (Exhibeon Hall)		REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
17:00-17:30				PIARC National Committee Meeting		REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
17:30-18:00						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
18:00-18:30						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
18:30-19:00						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
19:00-19:30						REAAA Technical Session	REAAA Technical Session
19:30-20:00	PIARC Welcome Reception (Incheon)	PIARC Executive Committee Dinner (KNC)		PIARC & REAAA Welcome Dinner	REAAA Council & HORA Dinner	PIARC & REAAA Farewell Dinner	
20:00-20:30				PIARC Council Dinner (PIARC)			
20:30-21:00							

圖 2.1 研討會議程

2.1 仁川橋

2.1.1 仁川橋背景簡介

仁川橋(Incheon Grand Bridge)位於南韓，連接仁川永州島(Yeongjong Island)，永州島內有一韓國最大國際機場：仁川國際機場)與松島新市鎮(Songdo New Town)，預計 2009 年 10 月通車。仁川橋總長度 18.43km，為韓國境內最長橋梁，世界排名第 6 名，其建造期程自 2005 年 6 月起至 2009 年 10 月，總計 52 個月，總建造費用為 24 兆 5 千億韓元。仁川橋同時採用民間投資與政府興建方式辦理，其中民間投資興建 11.9km，政府興建 6.53km，詳細資料彙整如表 2.1 所示。



圖 2.2 仁川橋位置圖

表 2.1 仁川橋民間投資與政府興辦資料彙整表

項目		私人投資部分	政府興辦部分
長度	總道路長度(含橋梁及堤岸高速公路)	12.34km (6 Lanes)	9.04km (2~6Lanes)
		21.38km (包含堤岸高速公路)	
	橋梁長度	11.90km	6.53km
		18.43km	
建造期間	Jun. 2005 ~ Oct. 2009 (52months)	Dec. 2005 ~ Oct. 2009 (46months)	
營運期	自橋梁開始營運起算 30 年	---	
計畫方式	BTO(Build-Transfer-Operate)	統包 (Turn-Key)	
建造費用	KRW 1,592 Billion	KRW 858 Billion	
	KRW 2,450 Billion		
特許廠商	Incheon Bridge Co. Ltd. (IBC)	Korea Expressway Corporation (KEC)	
承攬廠商	Samsung JV	Kolon, Daelim, Hyundai, SK, Doosan	

2.1.2 規劃設計與施工方式

仁川橋連接永州島與松島新市鎮，橫跨黃海，緊鄰仁川港（Incheon Port）。仁川橋於規劃設計時考量避免影響船隻航行及仁川國際港之營運，

於中段部分採用斜張橋(Cable-stayed Bridge)型式，俾利大型貨櫃船及小型船等順利通行，降低對國際港營運之衝擊，詳圖 2.3 及圖 2.4。

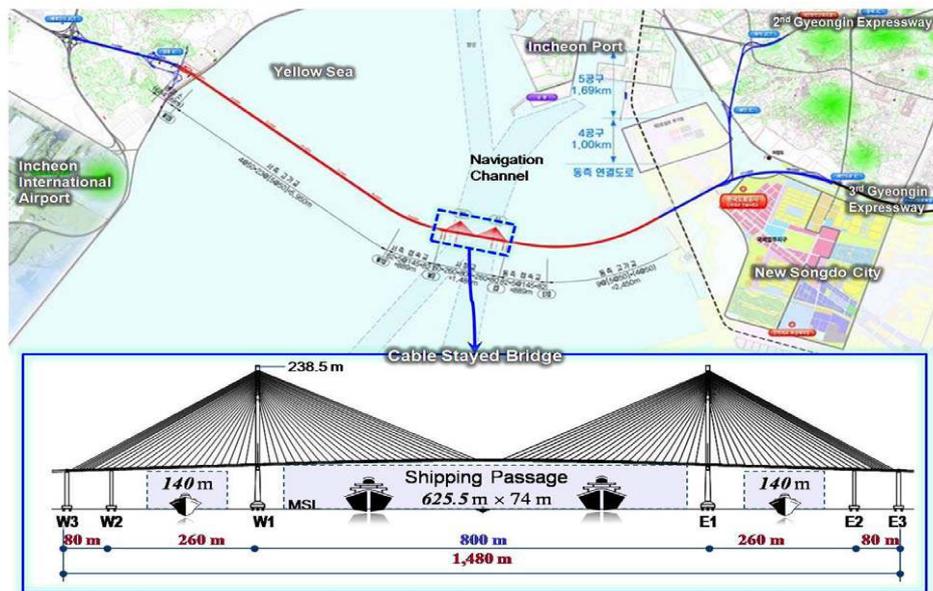


圖 2.3 斜張橋(Cable-stayed Bridge，1/2)



圖 2.4 斜張橋(2/2)

仁川橋設計使用年限超過 100 年，設計風力採 72 m/sec (臨界最大風速，Critical velocity)，設計地震力採第 8 級震度(地表加速度 0.154 g)，設計船隻衝擊力採 100,000 DWT / 10 Knots (設計船隻衝擊力之風險分析採用年撞擊破壞機率低於 10^{-4})。

為符合各地不同區域特性，減少視覺上衝擊，仁川橋採用不同結構型式，如圖 2.5 所示；另為縮短建造期程及克服海上作業等不利情形，大量採用預鑄工法進行施工，以下彙整仁川橋建造過程相關施工情形及其工法，

詳如圖 2.6 至圖 2.14 所示。



圖 2.5 不同結構型式之仁川橋



圖 2.6 位於岸邊之大型預鑄場



圖 2.7 鋼筋綁紮機具



圖 2.8 圍堰施工



圖 2.9 基礎施工



圖 2.10 支撐先進工法



圖 2.11 預鑄吊裝工法



圖 2.12 平衡懸臂工法



圖 2.13 接合處之預鑄吊裝及伸縮縫施工情形



圖 2.14 收費站施工情形

2.1.3 橋梁健康監控系統

仁川橋設計年限超過 100 年，為隨時掌握橋梁現況，適時地進行維修補強，爰建置橋梁健康監控系統(Bridge Health Monitoring System, BHMS)，該系統使用：全球衛星定位系統(GPS)，地震量測系統，資料即時連結系統，感應器監視和管理系統，及可連結外部延伸系統之智慧化管理系統。

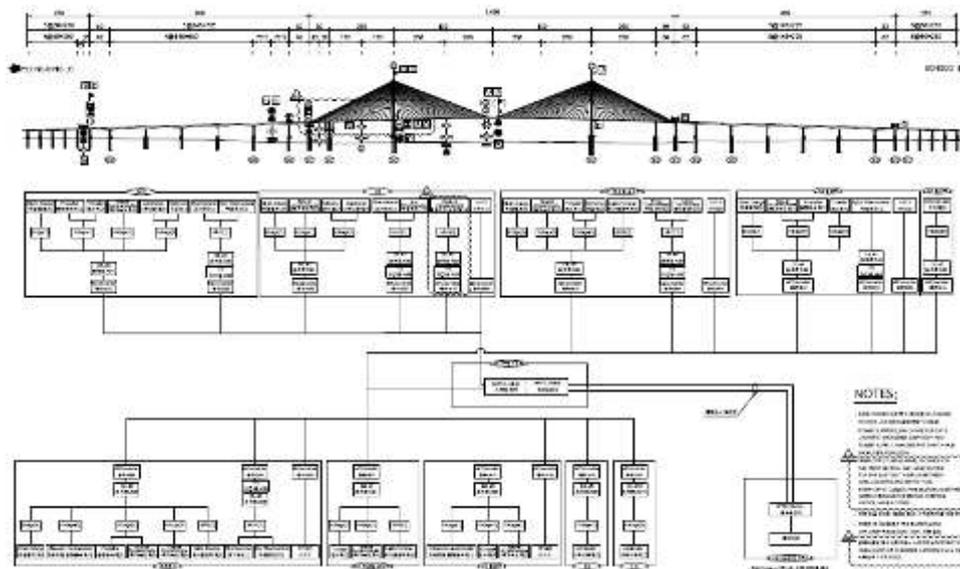


圖 2.15 感應器分布位置與系統示意圖

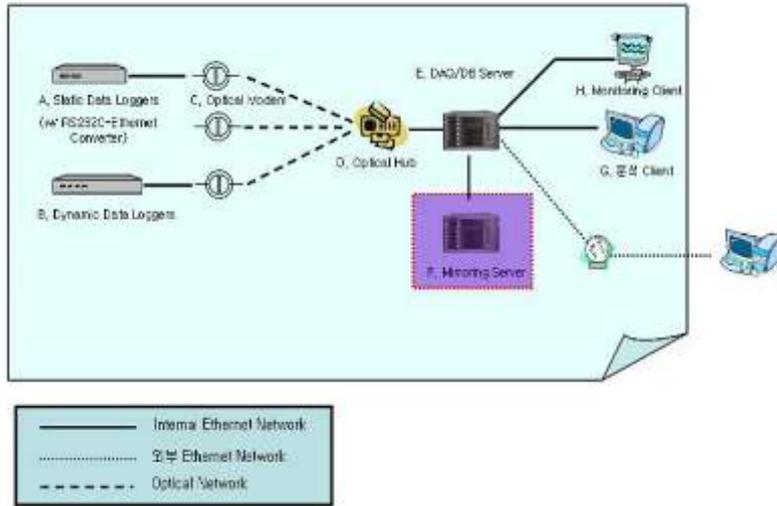


圖 2.16 數據資料傳輸概念

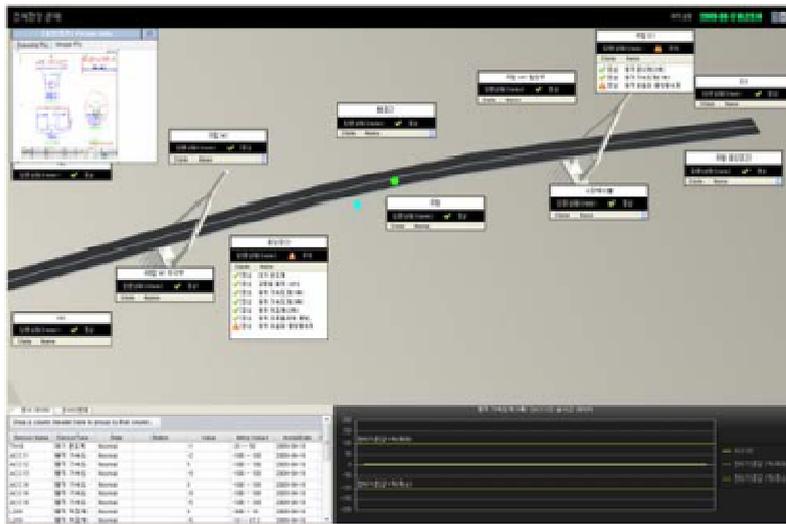


圖 2.17 即時查詢系統(Real-time Inquiry System)

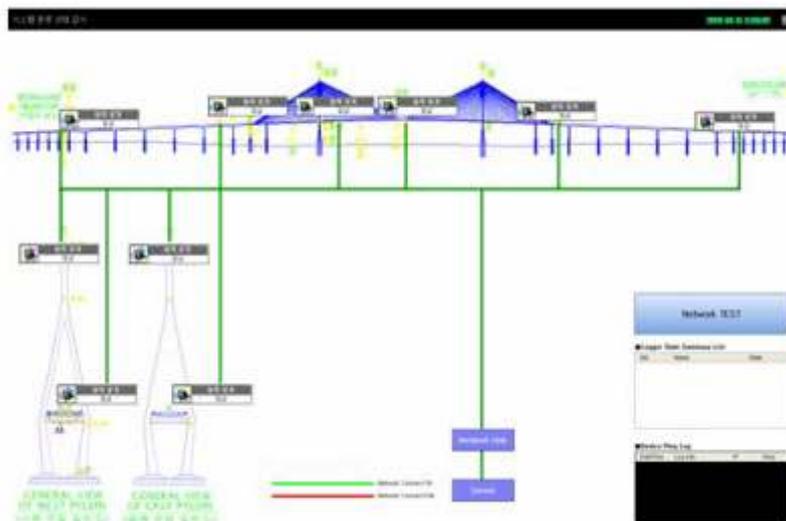


圖 2.18 感應器監視和管理系統(Sensor Surveillance and Management System)

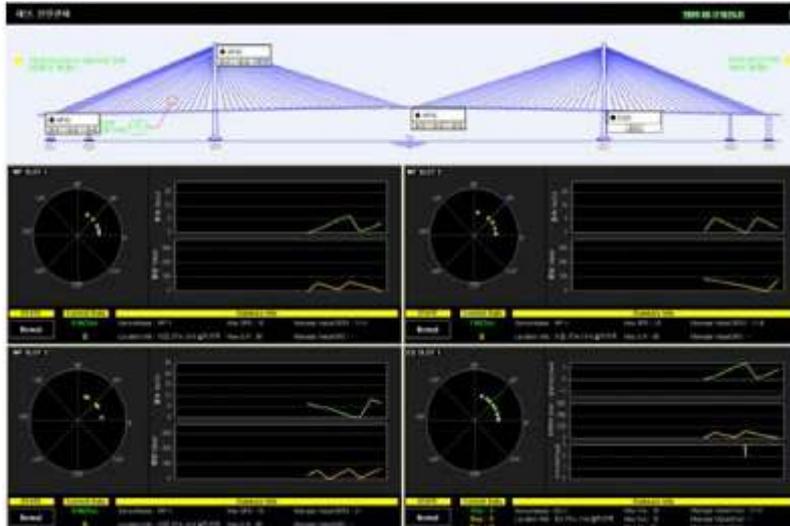


圖 2.19 事件系統(Event System)

2.2 首爾市橋梁工程

2.2.1 首爾市簡介

首爾市原稱漢城，自 2005 年 1 月起更名為首爾，是大韓民國首都，也是韓國最大城市，為韓國的經濟、科技和文化中心，世界十大金融商業城市之一，消費水平世界第 5，其排名在亞洲地區僅次於日本東京。

首爾位於朝鮮半島中部，在漢江和南山之間，隨著時代發展及橋梁廣續興建，為克服山脈及河川等地形上的阻隔，使首爾的都市區擴展到南山以北，漢江以南。藉由發展綿密鐵路與公路路網，使首爾、仁川、議政府、水原等市區發展連結，形成首爾都市圈，由於陸運運輸的便利，吸引近半數韓國人居住於首爾都市圈內。

2.2.2 首爾市橋梁考察

考察首爾市橋梁可發現，不論是跨河橋梁，或陸橋均會設置檢修通道（如圖 2.20 及圖 2.21），俾利日後進行橋梁檢測及修繕作業，預留檢修通道之方式雖然簡易但功效顯著，值得參考。本次考察即發現橋梁工程人員利用預設檢修通道進行橋梁檢修作業，如圖 2.22 所示；另由於漢江水深較深，當地橋梁工程人員利用可搭載吊車、必要橋梁檢修機具及工作人員之專門工作船，進行相關作業，如圖 2.23 所示。



圖 2.20 橋梁預留檢修通道(1/2)



圖 2.21 橋梁預留檢修通道(2/2)



圖 2.22 橋梁檢修



圖 2.23 跨河橋梁利用工作船進行橋體檢修

橫跨漢江之橋梁，其中部分因建造歷史較為久遠，且為因應首爾市龐大的交通需求，除需作為公路使用外，尚需肩負鐵路運輸之重擔，因此，韓國充分利用漢江內既有橋墩基礎，於其立面或側面附近建造另一橋梁，使得在有限空間及經費下，造就兩座相鄰橋梁可共同肩負公路運輸，或同時肩負公路運輸與鐵路運輸之複合式橋梁。圖 2.24 所示橋梁即利用既有橋基部分，建造同一水平路線上，其立面上、下有兩座跨河橋梁，可共同肩負公路運輸；圖 2.25 所示橋梁即利用於水平位置同時建置三處基礎與橋墩，可分別供兩條單向通車之公路運輸使用，及中間供雙向之鐵路運輸使用，其優點為避免同時施作兩座橋梁，減省經費，且有利後續可同時進行橋梁檢測與維修；圖 2.26 所示橋梁，為因應日益增加的車流於既有橋梁側面處再建構一平行相連之橋梁，以拓寬行車道路面積，提升道路服務水準。



圖 2.24 複合式橋梁(1/3)



圖 2.25 複合式橋梁(2/3)



圖 2.26 複合式橋梁(3/3)

2.2.3 首爾市清溪川整治及橋梁重建

本次研討會赴首爾清溪川及清溪川紀念博物館參訪，以下擇要敘述清溪川之歷史，清溪川整治，橋梁整建及其效益。

清溪川為韓國首爾市中心之河流，全長 5.8 公里，在匯入中浪川後流往漢江。1914 年起（日帝時期），清溪川兩岸人口密度急劇增長，使污水排放量大幅增加，成為當時病菌的溫床。1950 至 1960 年代，由於經濟增長及都市發展，政府將清溪川進行全河覆蓋，成為暗渠，惟當時僅進行覆蓋工程，並未對汙水排放有所處置，使得清溪川水質因不斷排放廢水而變得更加惡劣。1970 年代，由於交通需求量大增，使得原本覆蓋在清溪川上的地面已不足使用，爰開始於覆蓋面上興建高架道路。

1990 年代，清溪川污水問題持續嚴重，高架橋梁及覆蓋道路面臨老舊崩塌危險。2003 年 7 月起至 2005 年 9 月，當時首爾市長李明博（現為韓國總統）推動清溪川修復工程，將清溪川上高架道路拆除，重新挖掘河道，將清水及污水予以分流，進行綠美化，種植各種植物，同時為了解決交通問題，興建多條具特色跨河橋梁，此外，考量廣通橋的歷史背景與安全因素，將舊廣通橋的舊有橋墩混合現代橋梁型式進行重建。

清溪川整治及橋梁重建總工期僅 2 年 3 個月，施工總費用計 3 千 8 百億韓元，總投入人力 70 萬人，施工區域延河道總長度約 5.8 公里，共建造 20 餘座跨河橋梁。

復建工程之效益，包含：修築河床使清溪川水不易流失，在旱季時引漢江水灌注清溪川，使清溪川長年不斷流；分清水及污水兩條管道分流，使水質保持清潔；建造 20 餘座跨河橋梁，提供安全、便捷之路運運輸；清溪川現已成為首爾市中心重要觀光休憩點。



圖 2.27 位於清溪川覆蓋面上之橋梁拆除工程



圖 2.28 清溪川整治及橋梁重建後之現況圖

2.3 橋梁與結構工程

有關「橋梁與結構工程」部分，以日本 Hanshin 高速公路為例(圖 2.29)。Hanshin 高速公路為連結大阪，神戶及京都的都市高速公路路網。Hanshin 高速公路進行的橋檢分為 4 個種類：初始檢查，每兩個月進行一次檢查，定期檢查以及緊急檢查。初始檢查利用近距離目視檢測，以了解橋梁的初始資料，以供後續維修作業之參考；每兩個月進行一次檢查係於橋下使用望遠鏡進行目視檢查；定期檢查通常每 5 年進行近距離橋梁檢查，用以檢查損害處，並作為修理之準備；緊急檢查為當災難或事故發生所進行之橋梁檢查。

橋梁檢查作業對於橋梁維護而言十分重要，以日本 Hanshin 高速公路為例，主要每 5 年進行橋梁檢查，其中部分橋梁即便是使用橋檢車輛或是可乘載吊車之平底小船亦難以接近，另鋼板因疲勞造成損傷常難以被發現。因此，Hanshin 高速公路近年來開始利用一新技術－繩索進入技術(rope access technique)進行橋梁檢查(圖 2.30)，此技術特別適合檢查橋梁鋼板有無疲勞裂縫，及僅剩垂直向通道可供檢測之橋梁。

依研究顯示，繩索進入技術適用於檢查鋼橋鋼板上的疲勞裂縫，其檢測所需時間短且較經濟，檢查面積 1,600 平方公尺的鋼板橋，僅需 5 個作業天，平均每天可檢查 320 平方公尺，其工作速度會因不同情況(如：現場位置，通道寬窄，排水管等)而有差異；使用繩索進入技術的檢查費用大約為架設臨時支撐進行檢查費用一半以下。除此之外，愈是狹小的檢查地

區愈適合使用繩索進入技術。



圖 2.29 Hanshin 高速公路



圖 2.30 以繩索進入技術進行橋梁檢查

日本 Hanshin 高速公路為加強橋梁耐震能力，進行包含橋柱補強，防落橋裝置，隔減震等措施，如圖 2.31 至圖 2.33 所示。

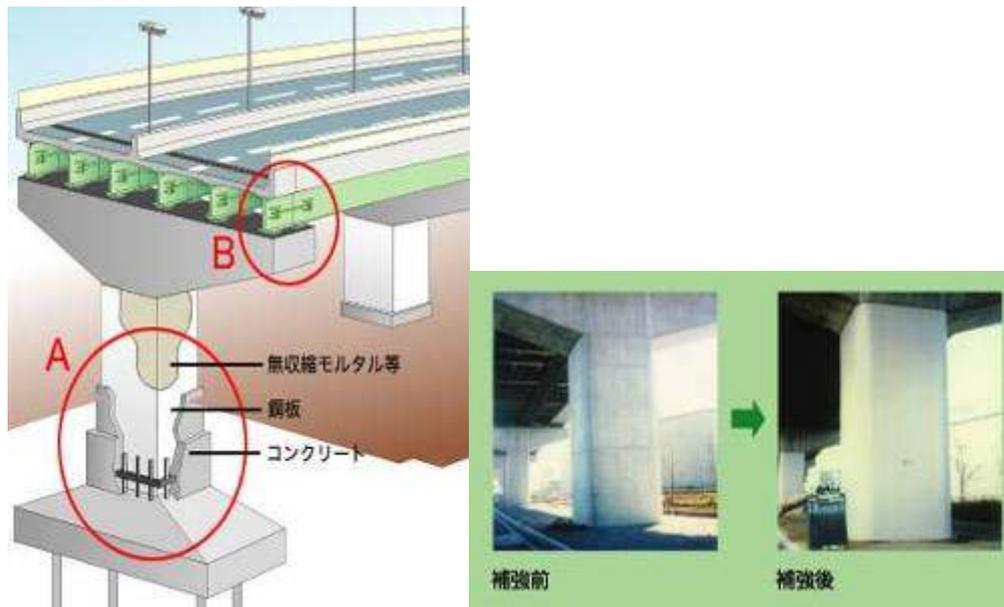


圖 2.31 以被覆鋼板方式進行橋梁耐震補強

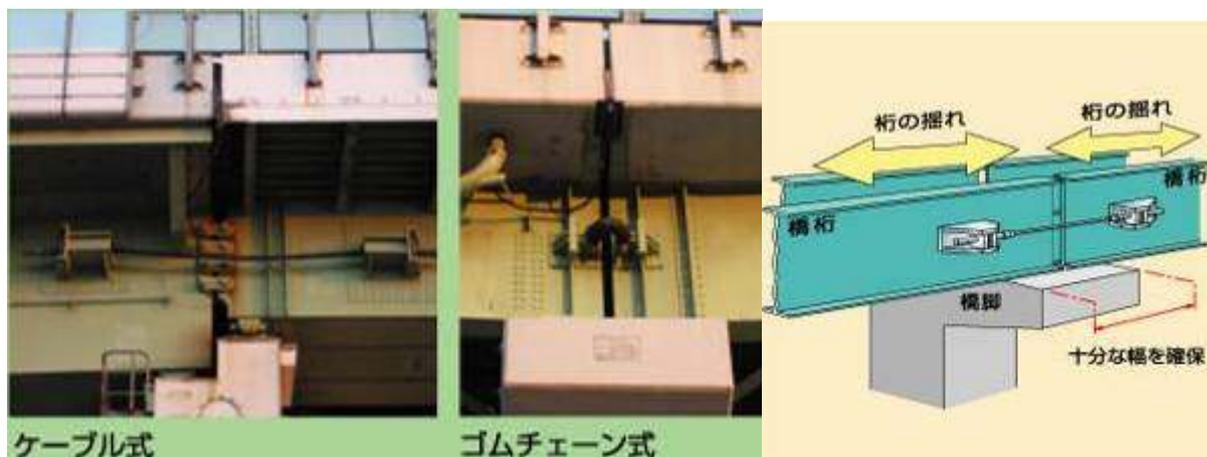


圖 2.32 防落橋裝置

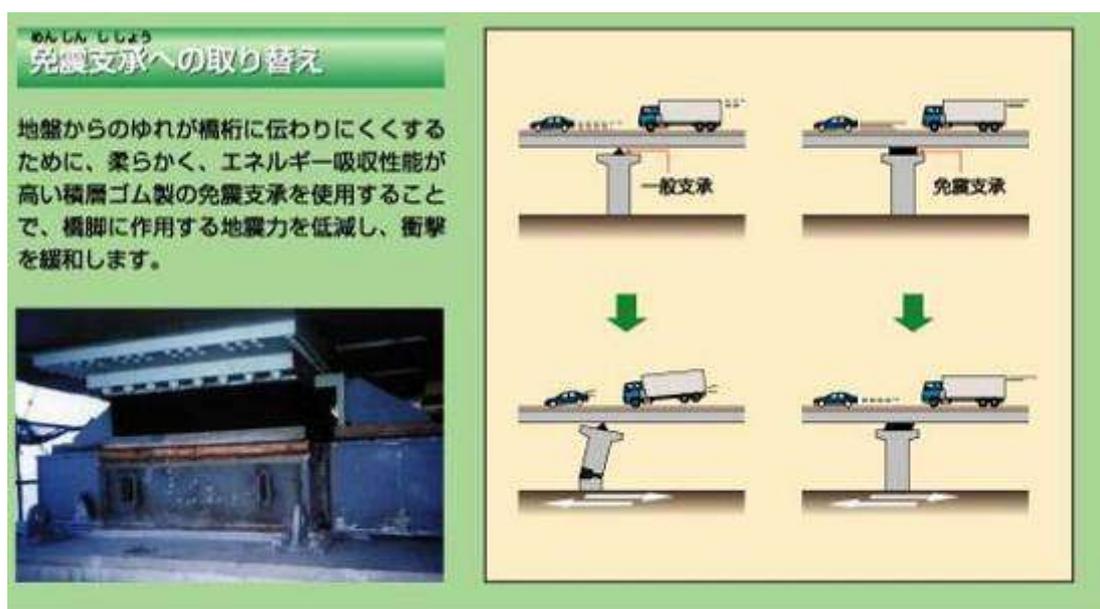


圖 2.33 隔減震措施

2.4 防災工程

2007年7月16日日本新潟縣柏崎市(Kashiwazaki City)發生大地震，日本氣象廳將其命名為「新潟縣中越沖地震」(The Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007)，地震規模達到芮氏6.8，為中越地方自2004年新潟縣中越地震以來最強的地震，本次地震造成Hokuriku高速公路及國道損壞，並引發了輕微海嘯。

在地震發生後，隸屬日本東部高速公路股份有限公司的新瀉局(Niigata bureau)以驚人速度修復Hokuriku高速公路。透過及早建立因應災難對策的基礎架構，以及透過新瀉局與當地負責維護的政府機關通力合作，針對高速公路每個角落的檢查，震後4小時緊急救援車輛即可先行通過Hokuriku高速公路，進行救援工作，並在震後5個月內完成Hokuriku高速公路修復工作。



圖 2.34 災損嚴重地區

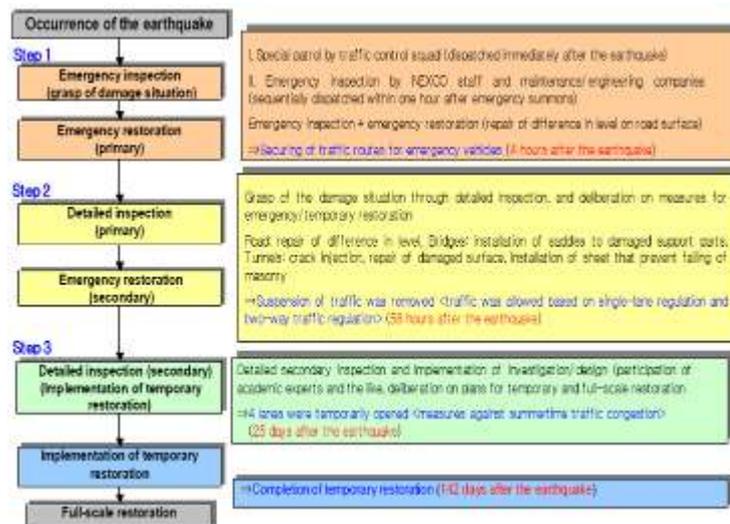


圖 2.35 各階段之檢查與修復作業

此次大地震造成 Hokuriku 高速公路共 330 處發生損傷，包含道路鋪面，橋梁以及隧道等不同結構。在地震發生後，日本東部高速公路有限公司新瀉辦公室立即發佈緊急事件警報，要求必要人員進入災難搶救辦公室，此後，依程序迅速、準確地進行緊急檢查和恢復工作。恢復工作提早在雪季前完成，完工日期為 2007 年 12 月 5 日。

日本此次可迅速恢復交通的主要因素為：

- 1.高速公路設計時採用最佳道路結構。
- 2.事前進行災難預防的教育訓練以及充實防災知識。
- 3.透過成立專責救災組織，有效地進行救災工作。

2.5 展覽會場資訊

本次展覽會場主要以永續工程，橋梁工程，交通安全，智慧型運輸系統等為主軸，會場上有業者展示自行研發與交通運輸相關之新工法與新技術。

有關永續工程部分，會場展示具有可塑性之邊坡穩定材料，如圖 2.36 所示，同時兼顧邊坡穩定之安全性與降低對生態之衝擊；另展示建置於道路上方之生態連通道，可降低因道路興闢對周遭生態環境之衝擊，如圖 2.37 所示。



圖 2.36 可塑性邊坡穩定材料



圖 2.37 道路上方設置生態連通道

有關交通安全部分，會場展示改良之 PVC 分隔桿，如圖 2.38 所示，經實驗測試結果，因其具有彈性，可抵抗一定外力衝擊，當外力過大時，利用其韌性吸收衝擊能量，降低車輛撞擊後可能產生之危害（包含減輕車內人員受傷情形），該 PVC 分隔桿於外力移除後可恢復原貌；另展示防撞塊，如圖 2.39 所示，經實驗測試結果顯示，若車輛由側面撞擊該防撞塊，因彈塑性材料之特性，可將車輛彈回道路，若車輛由正面撞擊，則利用材料韌性吸收衝擊能量，降低車輛因撞擊產生之損害，減輕車內人員受傷程度。



圖 2.38 交通安全措施—軟性分隔桿



圖 2.39 交通安全措施－防撞塊

有關智慧型運輸系統部分，會場展示道路智慧型運輸系統，如圖 2.40 所示，該系統包含遠端攝、錄影設備，號誌燈號自動控制系統，衛星、網路傳輸等科技設備，進行道路即時監測，提供用路人即時路況資訊。



圖 2.40 運用電腦與網路科技之智慧型運輸系統

有關隧道工程部分，會場展示首爾地鐵第 9 線新車站所採用之 CAM 工法，該車站於 2009 年 8 月啟用，由於車站量體十分龐大，爰廠商自行研發 CAM 工法，該工法先進行拱頂帷幕工法固定頂部，再依序鑽挖隧道，如圖 2.41 所示。



圖 2.41 CAM 工法以及地鐵第 9 線之首爾站

2.6 運輸工程考察

2.6.1 首爾地鐵考察

韓國首都圈電鐵是世界前五大載客量的鐵路系統，服務範圍為首都—首爾市，單日載客量可達 5 百多萬人次，服務首爾和周邊京畿道地區。首都圈電鐵以首爾 9 條地下鐵路為主，並輔以韓國鐵道公社的盆唐線及仁川地鐵 2 條路線，共 12 條路線。現時整個鐵路系統，單是韓國鐵道公社運營路段以外的地下鐵路線，總長度已達 278 公里。而未來更有 1 條新路線及多條路線延長工程正在興建。

首爾地鐵營運線路，主要可分為：首爾地鐵，包含首爾地鐵 1 至 9 號線等 9 路線；國鐵支線，包含中央線、盆唐線、京義線及新盆唐線等 4 路線；仁川地鐵，包含仁川地鐵 1、2 號線。

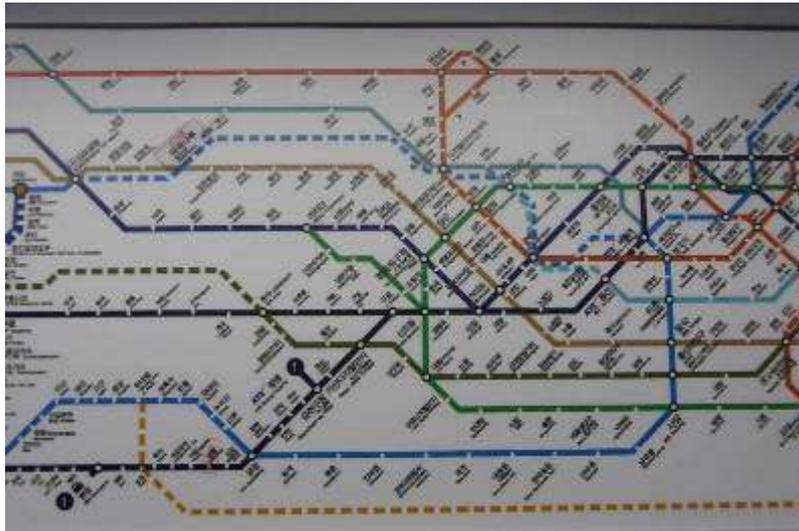


圖 2.42 首爾地鐵路線資訊圖

首爾地鐵，長途客運及市區公車已經進行票證整合，藉由使用具儲值功能的 T-money 交通卡可於首爾都市圈任意搭乘地鐵，長途客運以及市區公車，如同臺北捷運悠遊卡，可在大台北地區搭乘捷運，公車以及轉乘臺鐵；此外，T-money 交通卡具有等同現金卡之功能，持卡人可於特約商店進行刷卡購物。

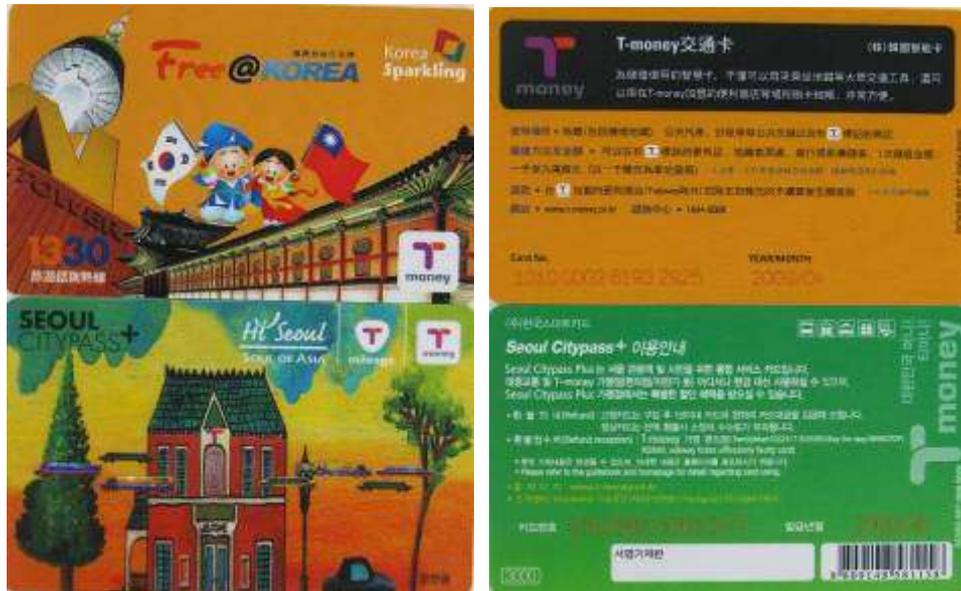


圖 2.43 韓國 T-Money 交通卡

地鐵車站及車廂內皆提供路線圖，以不同顏色作為區隔，並標示各線編號及其名稱，俾利乘客進行轉乘。地鐵各站站區內皆設置資訊看板，包含大、小比例地圖，車站站區結構立體分佈圖，及各個出口轉乘市區公車與城際客運資訊圖等資訊，俾利乘客進行轉乘；候車月台提供地鐵即時乘車資訊，乘客藉此可了解車輛目前位置，估算到站時間。車站提供無障礙設施，身障人士可利用電力式升降樓梯設備上下樓梯，且大型車站更提供

電動步道，俾利乘客減少行走時間。地鐵車站為了預防火災或毒氣攻擊，於月台附近設置防毒防煙面具。

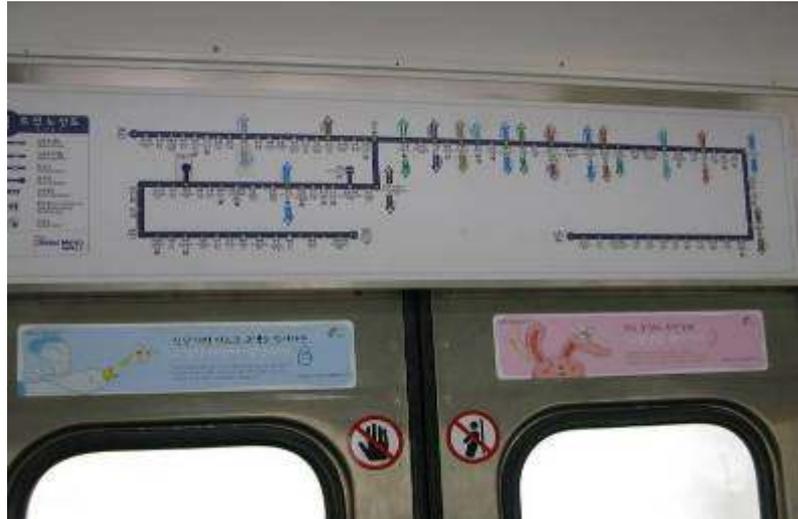


圖 2.44 地鐵車廂內之路線圖



圖 2.45 地鐵車站內資訊看板



圖 2.46 地鐵即時乘車資訊

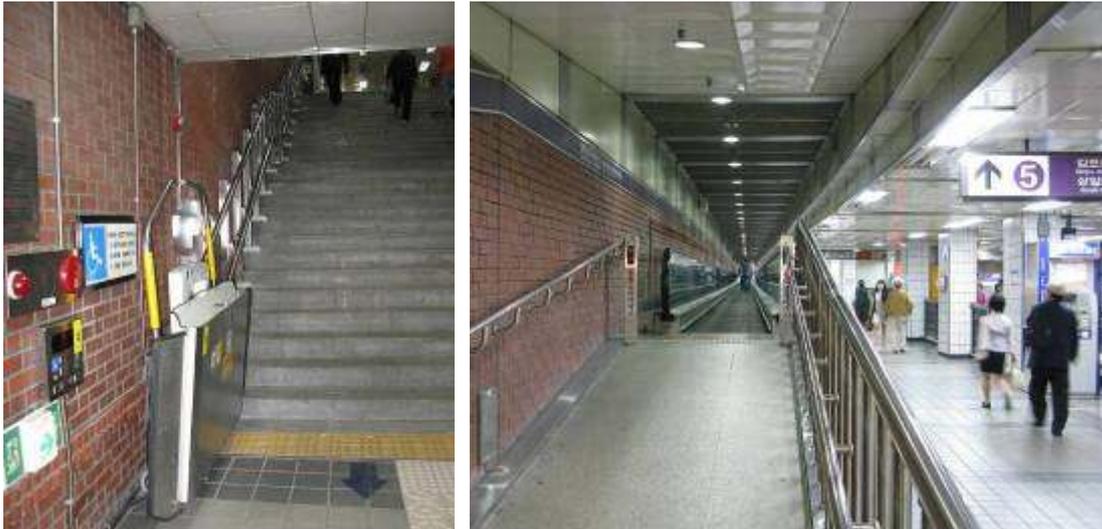


圖 2.47 車站內無障礙措施



圖 2.48 防毒防煙面具

2.6.2 道路工程考察

首爾及仁川市區主要道路多設置自行車專用道，如圖 2.49；另行人穿越道設置方式與我國略有不同，韓國行人穿越道皆設置雙向斑馬線以分流不同行進方向之行人，避免尖峰時段造成擁擠。

為了解韓國道路施工情形，考察仁川市道路施工工區，如圖 2.50 至圖 2.52 所示。韓國進行道路施工時，於工區週邊會設置相關管制措施，包含利用三角錐等將工區與道路區隔，於醒目處放置警示標誌及告示牌等，以管制人員及車輛進出，並提供用路人施工資訊，此方式與我國工區管制措施相同，惟韓國告示牌多以卡通造型方式取代嚴肅的告示牌。



圖 2.49 人行穿越道與自行車專用道



圖 2.50 道路施工－工區週邊管制措施(1/3)



圖 2.51 道路施工－工區週邊管制措施(2/3)



圖 2.52 道路施工—工區週邊管制措施(3/3)

考察首爾市及仁川市自行車道，韓國充分利用河岸空間，於岸邊設置雙向自行車專用道，並同時設置行人徒步專用道，且於較廣闊處設置公園或廣場，提供民眾休閒活動場所，如圖 2.53 及圖 2.54 所示。另有利用橋梁底部寬闊空間，設置自行車休息站以及民眾乘涼、休憩區之情形，如圖 2.55 所示，爰橋梁上部可作為交通運輸必要設施外，橋梁底部更可提供民眾遮陽、擋雨的休憩空間。韓國於市中心多設置自行車專用道，如圖 2.56 所示，遇有公車站牌或需臨時停車空間時，會以標線方式作為區隔，如圖 2.57 所示，此方式與我國臺北市敦化南、北路自行車專用道設置方式相同。



圖 2.53 河岸邊自行車專用道(1/2)



圖 2.54 河岸邊自行車專用道(2/2)



圖 2.55 橋下自行車休息站及民眾休憩場所



圖 2.56 市區自行車專用道



圖 2.57 近公車月台處之市區自行車專用道

2.7 積極建設中的仁川

仁川市位於韓國西北部，為面臨黃海的港灣都市，人口位居全國第3，僅次於首爾和釜山，為韓國對外重要門戶，擁有仁川國際機場及仁川國際港。

韓國於 2003 年起正式推動仁川自由經貿區(Incheon Free Economic Zone, IFEX)，包含松島(Songdo)，鍾南(Cheongna)及永宗島(Yeongjong)等三區域，總面積 51,739 公頃（209.38 平方公里）。設立仁川自由經貿區目的為將此三大區域推動為北亞洲運輸、國際商業、休閒及觀光樞紐。仁川自由經貿區著重提升三大區域內國外公司投資環境及生活環境。韓國政府自 2003 年 8 月設立該區，目標係成立自給自足之生活與商業區，包括空中與海上運輸、後勤中心、國際商業中心、金融服務業、住宅區、學校、醫院、購物及休閒中心等。

新松島城市(New Songdo City)於 1994 年動工，預定至 2020 年完成，總面積 13,162 公頃（53.26 平方公里），預估未來可達 25 萬餘人。新松島城市係利用填海造地逐步建成，規劃為多元國際商業中心、國際貿易樞紐、智慧科技及環保都市生活之重鎮。

永宗島於 2002 年動工，預定施工至 2016 年，總面積 34,183 公頃(138.33 平方公里)，預估未來人口可達 14 萬。永宗島規劃於 2020 年前發展為仁川國際機場都市，提供國際機場工作人員及遊客住宿設施，並包含運輸、商業及貨品配送等設施。

鍾南(Cheongna)位於與永宗島毗連之大陸，於2004年動工，施工至2008年，總面積4,392公頃（17.78平方公里），預估人口可達9萬餘。鍾南規劃為世界級休閒中心，包括世界獨一無二的主題樂園，並具備運動設施、花卉中心及專門服務國際金融的商業中心。



圖 2.58 仁川自由經貿區之位置圖



圖 2.59 積極建設中的仁川自由經貿區（已開發）



圖 2.60 積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，1/3）



圖 2.61 積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，2/3）



圖 2.62 積極建設中的仁川自由經貿區（興建中，3/3）

第三章 心得與建議

3.1 心得

1. 韓國建設密集的運輸系統及推動仁川自由貿易經濟區

首爾市為韓國政經、文化、觀光等重心，具有便捷聯外交通系統，且因首爾市房地產價格高昂造就許多通勤族，進而形成首爾都市圈。

雖然全球經濟面臨不景氣的陰影，韓國仍積極建設，包含建設完善的交通路網，推動與興建仁川自由貿易經濟區。此外，韓國於仁川自由貿易經濟區積極辦理國際研討會、國際招商會等大型國際活動，如：本次研討會，「2009 仁川旅遊年」之各項活動，包含為期 80 天的仁川觀光節（8 月 7 日至 10 月 25 日）藉由大型活動將松島國際城市、未來之城及仁川市遠景等資訊，積極對外宣傳，爭取更多外國人參訪仁川，吸引商機並提昇觀光。

2. 橋梁管理單位應重視與落實橋梁之維護管理

新建中或現存橋梁結構因氣候變遷、交通量激增等因素所影響，未來有材料老劣化及結構之過度使用問題，因此，橋梁管理單位須確實落實日常維護管理作業方能有效維護橋梁安全並延長使用年限；另隨著科技的進展，如何應運相關技術進行橋梁檢查及即時監測，並適時予以維修、補強，以確保橋梁安全為橋梁維護管理之重要課題。

3. 新科技、新系統儀器之應用，可有效掌握重要交通設施現況，提升管理效率

妥善運用新科技及量測儀器，如：應變計、位移計、傾斜計等感應器，遠端攝、錄影設備、無線傳輸等技術，可協助橋梁單位掌握即時監測資訊，並運用新的橋檢技術，俾利提早因應可能發生之危害，適時予以維修、補強。

4. 未來推動交通建設，宜考量人文、景觀及環境永續等因素

隨著民眾對生活品質的要求，未來交通建設除考量通行功能及新建成本外，宜將人文、景觀、環境永續等觀念一併納入考量。如何將交通建設精緻化，營造建設之新意象，是未來交通建設順利推展的前提。而針對工程、景觀、生態及永續等領域的整合，突破各專業領域人員的侷限與偏執，是未來提升交通建設精緻化努力方向。

3.2 建議

1. 建立完善橋梁檢監測系統

適時給予橋梁結構物適當維護，可有效確保橋梁安全並延長橋梁使用年限，而橋梁的維護方案必須根據其本身狀況與使用情形加以評估，因此完善之橋梁檢、監測制度與檢測資料之蒐集、評估與追蹤，就成為橋梁維護工作之重點。而國內橋梁主管機關眾多，包括交通部、內政部營建署及各縣市政府等，為有效整合橋梁資訊，交通部早於民國 90 年完成臺灣地區橋梁管理資訊系統，提供資訊化維護管理平台。針對橋樑相關資訊之分析評估，包括對問題橋梁之篩檢，與橋梁劣化情形之持續追蹤等，均為系統更新改良之方向。

2. 強化橋梁管理人員教育訓練及新系統、新技術的導入

對於國內外新研發或發展成熟之自動化檢、監測技術，應適時導入國內應用或試用，尤其以現今基層單位養護人力不足，採用自動化系統應可有效提升養護工作效率。但新系統之導入並非一蹴可及，包括系統本土化之修正、人員之教育訓練及系統之推廣均需相關資源與人力投入。

3. 逐步推動交通建設納入永續公共工程及節能減碳理念

鑒於民眾對環境品質要求的提昇，以及行政院公共工程委員會持續推動永續公共工程及節能減碳，未來推展工程建設時，必須考量環境永續及節能減碳，因此，公部門需逐步推動永續公共工程及節能減碳之理念。