

出國報告(出國類別：考察)

日本長隧道及交通建設安全管理考察報告

服務機關：交通部路政司

姓名職稱：技正劉德懿、技士游才銘 2 人

派赴國家：日本

出國期間：95.10.28~95.11.02

報告日期：96.02.13

公務出國報告提要

頁數：28 含附件：否

報告名稱：日本長隧道及交通建設安全管理考察報告

主辦機關：交通部路政司

聯絡人/電話： /

出國人員：

劉德懿 交通部路政司 技正

游才銘 交通部路政司 技士

出國類別：考察

出國地點：日本

出國期間：民國 95 年 10 月 28 日 - 民國 95 年 11 月 2 日

報告日期：民國 96 年 02 月 13 日

分類號/目： H5/公路道路 H1/交通建設

關鍵詞：長隧道，長隧道消防設備，逃生避難，宣導

內容摘要：繼台 76 線八卦山隧道於 94 年 4 月起採三階段通車，第一階段開放小型車，第二階段開放大客車，第三階段開放大貨車通車，國道 5 號雪山隧道亦於 95 年 6 月 16 日通車營運，近年來國外公路長隧道發生數件大規模火警事故，本部為汲取長隧道公路的管理及災害、事故防救之經驗，特由路政司相關業務人員實地赴日本考察其管理模式。

因日本有全世界最長隧道-青函隧道，長度約 50 公里，另境內亦有大大小小不同之長隧道，故日本在長隧道之安全設施、行車管理、消防救災及醫療救護方面都有許多值得我國參考的地方。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目 次

頁碼

壹、前言	3
貳、目的	3
參、參訪行程與團員組成	4
一、參訪行程	4
二、團員組成	5
肆、參訪內容	5
一、雁坂隧道	5
二、東京灣橫斷道路	10
三、日本東京交通建設	22
伍、心得與建議	26

壹、前言

近年國內幾個長隧道工程陸續完工通車，國內駕駛環境已正式進入長隧道時代。考量國外長隧道公路的管理、災害及緊急事故防救，已累積多年及完整經驗，可作為我國雪山、八卦山隧道通車管理及災害防救之借鏡，故由本部路政司公路工程科派相關業務人員赴日本實際考察，以汲取國外長隧道之管理經驗，作為爾後辦理長隧道相關業務時之意見參酌。

貳、目的

國道五號雪山隧道及省道台 76 線八卦山隧道為國內第一、二長之公路隧道，尤其雪山隧道長達 12.9 公里，為世界排名第五之長隧道，業於 95 年 6 月 16 日完工通車；八卦山隧道於 94 年 4 月開放小型車通行，95 年 1 月 1 日開放大客車通行，並於 96 年 1 月 1 日開放大貨車通行；由國外長隧道公路通車經驗可知，隧道內發生災害或事故，由於救災較為困難，如無事前妥善的規劃及管理，災害及事故的嚴重性往往就在短短的時間內轉變成重大災變，如：1999 年 3 月 24 日法國、義大利間之白朗峰隧道（長 11.6 公里）因一輛運輸麵粉的卡車在隧道中著火，造成火災，導致 39 人死亡的慘劇，隧道更因此封閉，在法義兩國經過 3 年的檢討、改善並提高隧道的安全性後，92 年才再開放通車。雖然國內長隧道已陸續通車，但通車後之防救災應變作業，更為管理機關所應了解之重大課題。目前雪山及八卦山隧道管養單位高公局及公路總局皆已應其所需辦理相關人員出國考察在案，為讓本部業務科室在處理上開管養機關業務時能夠充分瞭解長隧道之實際運作情形、並吸取國外實際救災經驗，瞭解雪山或八卦山隧

道安全設施有無不足及應補強之處，以便將相關安全設施及災害防救管理系統納入各項安全設施及緊急救災應變措施中參考。

參、參訪行程與團員組成

一、參訪行程：

日期	星期	起迄地點	行程摘要	住宿地
10/28	日	台北－東京	往程	東京
10/29	一	東京	參觀東京市區交通建設	東京
10/30	二	東京－山梨	參觀雁坂隧道	東京
10/31	三	東京	參觀東京灣隧道	東京
11/1	四	東京	參觀東京市區交通建設	東京
11/2	五	東京－台北	回程	

二、團員組成：

編號	姓名	職稱	單位
1	劉德懿	技正	交通部路政司公路工程科
2	游才銘	技士	交通部路政司公路工程科

肆、考察內容

一、雁坂隧道 (Karisaka Tunnel)

(一) 雁坂隧道歷史及概要

雁坂隧道總長度為 6,625 公尺，位於日本一般國道 140 線上，穿越日本雁坂山聯結埼玉縣熊谷市及山梨縣增穂町兩地，為日本最長的公路山岳隧道。本隧道在 1968 年由埼玉縣與山梨縣開始進行可行性研究及相關資料調查，1989 年山梨縣側隧道工程開工，1990 年埼玉縣側工程開工，1994 年隧道貫通，配合相關設施及機電工程施工，於 1998 年貫通，並於 1998 年 4 月 23 日完工通車，通車初期僅限通行小型車，同年 10 月開放大型車通行，通行隧道時間約需 10 分鐘。本隧道的開通使埼玉縣與山梨縣兩縣之產業、經濟與文化交流日趨活絡。

(二) 雁坂隧道效益

因考量埼玉縣與山梨縣位處偏遠，無法如東京等現代化城市以商業模式發展，卻也因縣內土地較無被開發，一些極具日本風味之風景皆被完整的保留下來，其原始風貌可吸引大量觀光客前往旅遊，故以發展觀光產業為主，重要觀光景點如山梨縣之西澤溪谷、笛吹川水果公園…等等，故雁坂隧道之開通，除可提供更完善之交通旅遊設施外，亦大大縮減兩縣來往之距離，有利蓬勃兩縣之觀光，相關景點位置圖如附圖 4-1.1。



圖 4-1.1 相關景點位置

(三) 雁坂隧道之管理模式

為配合發展觀光產業及隧道管理養護所需經費，雁坂隧道採用使用者付費之經營模式，係為一收費隧道，由雁坂隧道收費道路管理事務所負責管理，並於山梨縣側隧道口設置收費站，相關收費站圖片如附圖 4-1.2；並針對不同車種擬訂不同收費金額，其中並有回数票提供消費者採用，價格表如表 4-1。



圖 4-1.2 山梨縣側收費站

車種	通行費	回数票		
		11 張	60 張	100 張
普通車	710	7,140	35,700	57,080
中型車	860	8,650	43,240	69,140
大型車	1,170	12,070	60,300	96,400
特大車	1,980	19,950	99,790	159,590
輕自動車（小於 600cc）	560	5,790	28,960	46,360
機車	70	730	3,650	5,810

表 4-1 雁坂隧道收費表

單位：日圓

(四) 雁坂隧道相關救災應變設施

有關隧道相關設施方面，因雁坂隧道係為一單孔雙向隧道，於隧道內發生車禍的機率較一般雙孔單向隧道為高，但因本隧道速限僅設定為 40 公里，大大減低因車速過快產生之災害；考量隧道不同於一般開放性道路，係為一密閉式空間，為防止災害之發生及確保交通行駛安全，雁坂隧道仍依日本道路公團所訂長隧道設計準則，設置有隧道通風設備、通報/警報器、滅火設備、避難導引設備、CCTV 及 CMS 等交通設施，並在雁坂隧道收費道路管理事務所辦事處設置 24 小時監控室，以集中管理隧道相關事宜；另為避免用路人無法適應行駛在黑暗的隧道中，特地設置鈉氣燈以利用路人能夠在足夠的光線下行駛隧道，相關設施如附圖。

考量行駛長隧道與一般道路不同，雁坂隧道係採取階段性通車，通車初期僅限通行小型車，經過 6 個月後，讓用路人能夠熟悉行駛長隧道所需遵守的規定及駕駛習慣後，再開放大型車通行，但為避免發生重大災害導造成嚴重影響其他駕駛人傷亡，目前仍禁止載運危險物品車輛進入行駛隧道。



圖 4-1.3 資訊可變標誌



圖 4-1.4 行控中心



圖 4-1.5 隧道入口



圖 4-1.6 隧道照明設備

二、東京灣橫斷道路(Tokyo Wan Aqua-Line)

(一)東京灣橫斷道路興建歷史概述

東京灣橫斷道路從日本政府建設大臣(建設省)著手進行調查到正式完工通車，期間橫跨昭和與平成兩個世代共歷時 32 年。昭和 41 年(1966 年)4 月由日本建設大臣著手東京灣橫斷道路調查工作，並於昭和 51 年 8 月加入日本道路公團(Japan Highway Public Corporation)及成立東京灣橫斷道路調查室與建設大臣共同進行調查工作，日本政府特別為本工程於昭和 61 年 4 月通過「東京灣橫斷道路建設機關特別設置法」，並於昭和 61 年 10 月由日本道路公團、地方公共團體與民間出資成立東京灣橫斷道路株式會社(Trans-Tokyo Bay Highway Corporation)專責本工程新建工作，隔年昭和 62 年 7 月日本建設大臣授予日本道路公團事業許可並於當月日本道路公團即與東京灣橫斷道路株式會社締結建設協定後，自此正式展開東京灣橫斷道路的興建工作，期間日本道路公團與建設大臣間經歷 3 次事業變更及發行 5 次外貨債券後，至平成 9 年(1997 年)12 月東京灣橫斷道路株式會社與日本道路公團間辦理道路設施移交後即於當年 12 月正式通車。

(二)東京灣橫斷道路效益

東京橫斷道路為全長 15.1 公里貫穿東京灣連接神奈川縣川崎市與千葉縣木更津市之收費道路，本路段完工通車後有效緩和並紓解東京都心部周邊交通混雜情形及達到產業活動提升與促成新興都市圈的形成及調和東京都地區生活機能的均衡發展的目的，並且大幅縮短川崎市與木更津市間行車距離與時間(行車距離由 110 公里縮短為 30

公里，行車時間減少為 4 分之 1)，連帶東京到木更津距離也縮短為 45 公里，本工程總建設經費共 1 兆 4 仟 4 佰億日圓，分別由日本道路公團與東京灣橫斷道路株式會社共同出資新建，由川崎市往木更津市方向可分為海底隧道部(Tunnel Section)9.4 公里、風之塔(Kazenotou)0.1 公里、海螢人工島(Umihotaru)連接部 0.3 公里及橋樑部(Bridge Section)4.4 公里與兩端陸上引道部 0.9 公里，日本道路公團負責興建兩端陸上引道端外，其他部分皆由東京灣橫斷道路株式會社負責興建。相關附圖如次：



圖 4-2.1 木更津車站

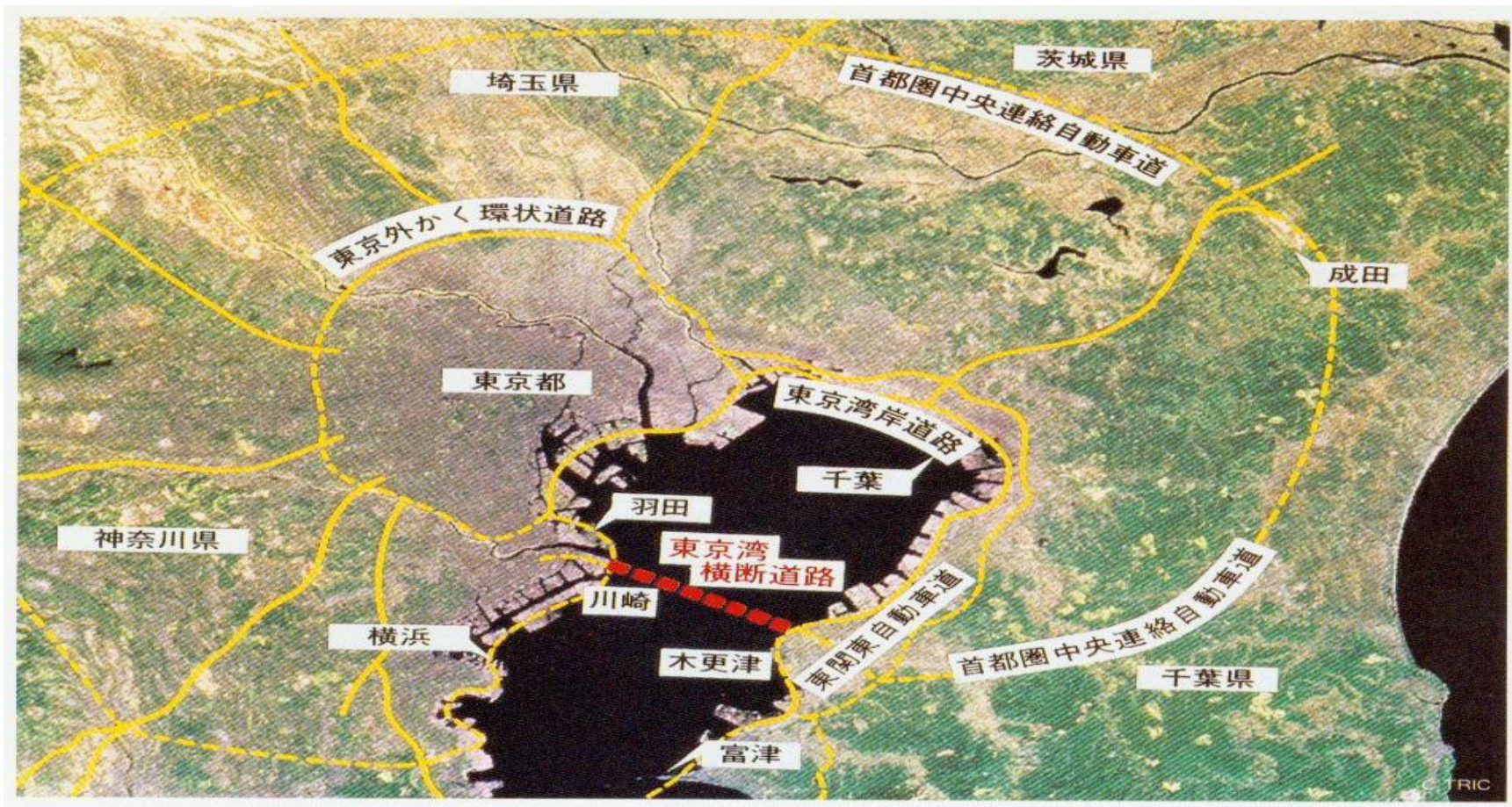


圖 4-2.2 東京灣橫斷道路路線圖

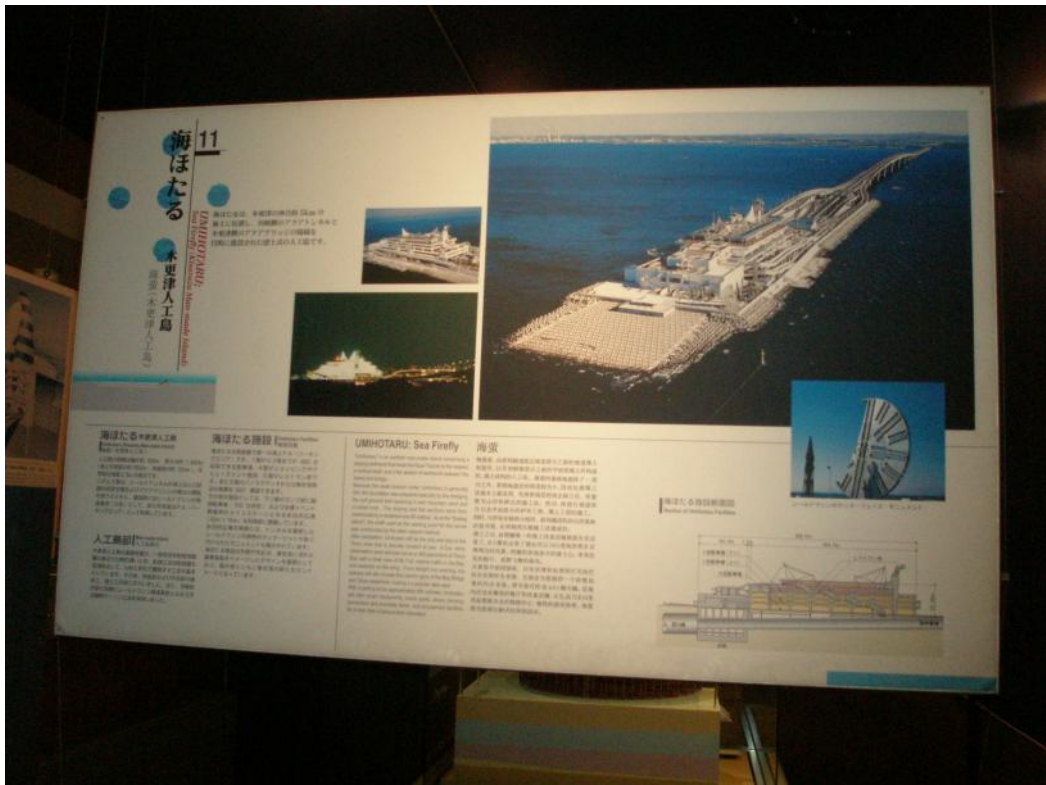


圖 4-2.3 海螢人工島俯視圖及介紹圖



圖 4-2.4 海螢人工島模型圖

(三)東京灣橫斷道路工程概要與安全設施介紹

東京灣橫斷道路隧道段總長 9.5 公里，雙孔單向各兩車道(未來將規劃為 3 車道並有預留未來拓建的空間)，車道總寬 10.5 公尺(含左側路肩 2.5 公尺，每一車道寬 3.5 公尺(3.5m×2)及右側路肩 1 公尺)，設計速率 80km/hr 且隧道內可變換車道。

本隧道係以全斷面隧道鑽掘工法 (TBM 工法) 施工，鑽掘機直徑長達 14 公尺。因隧道建造在東京灣海床下，地盤軟弱先天地質條件不良及考量強大水壓力之影響，基於長期安全性，以現有工程技術水準不適合設置連絡隧道，因此不同於一般雙孔隧道設有人(車)連絡隧道作為隧道災害人員避難與車輛疏散時使用，也沒有採用其他海底隧道使用人員避難室作為隧道災害時人員避難待援用，而發展出特有之避難方式，即將隧道斷面(直徑 14 公尺)規劃為兩部分，上半部為行車空間而下半部則規劃為高壓電纜線廊道、隧道維護管理用道路(可行駛車輛)與消防管線廊道(含每 300 公尺緊急避難逃生滑梯出口及管理消防人員入口)三部分，且雙孔隧道各自獨立，不會因為單一孔隧道發生事故而影響另一向隧道之正常使用。平時隧道維護與災難救援時車輛可由海螢人工島直接搭乘車輛運送電梯直接下到隧道下半部之維護管理用道路進行相關工作。

其中除設置速限可變標誌外，因考量本隧道位於海上，風力亦會嚴重影響行車安全，故額外設置一氣象情報標誌，隨時提供風力大小及溫度資訊提供用路人參考。

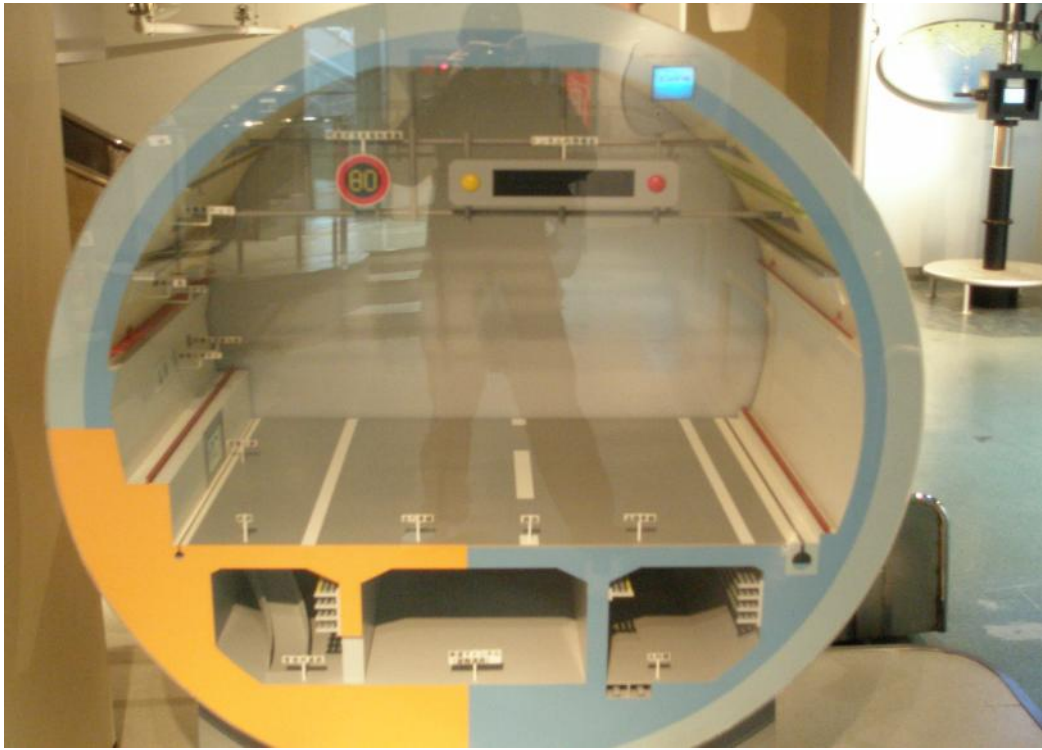


圖 4-2.5 隧道剖面圖

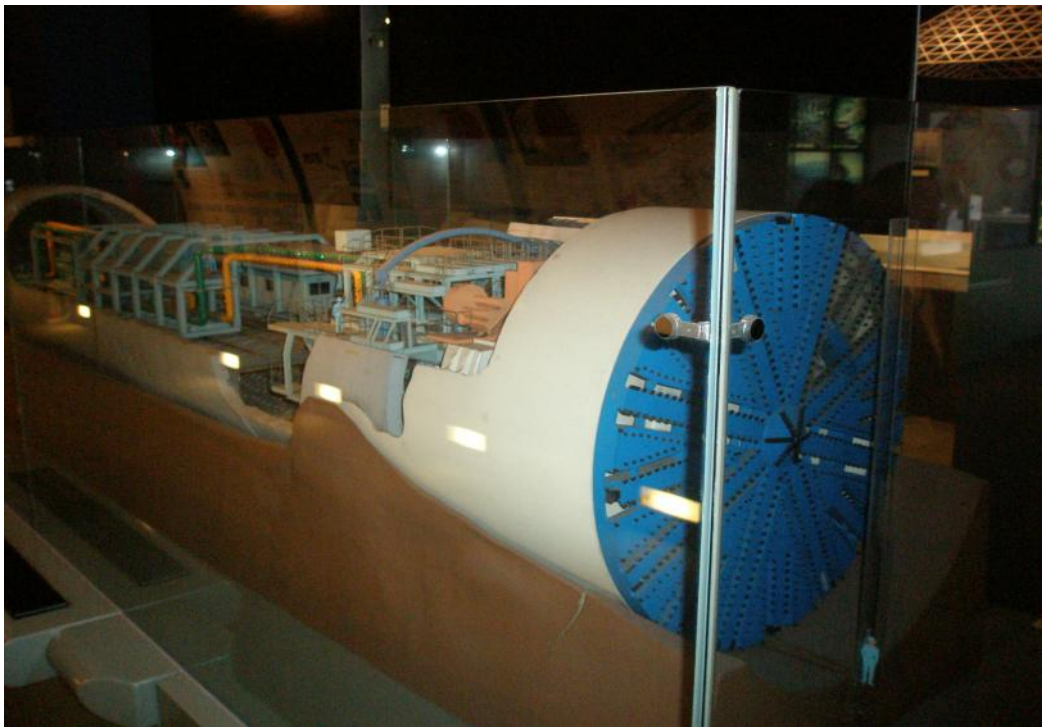


圖 4-2.6 TBM 模型圖



圖 4-2.7 TBM 相關說明圖



圖 4-2.8 氣象情報標誌



圖 4-2.9 速限可變標誌



圖 4-2.10 隧道資訊可變標誌

(四) 隧道緊急救災應變相關設施

因考量長隧道係為一密閉空間，其救災條件較一般公路建設不佳，故通風設施採用噴流式風機搭配電氣集塵機，再利用風之塔內部獨立進排氣之排風機達到過濾隧道內煙塵及換氣目的。隧道中每 150 公尺設 ITV1 組、每 150 公尺設置緊急電話 1 處、每 50 公尺設火警自動偵測器 1 組、每 50 公尺設消防栓箱 1 處(內含火警報知按鈕、手提式滅火器與消防水帶)、每 25 公尺設置號角喇叭 1 組、每 150 公尺

設逃生指示燈 1 組、並設置有水噴霧系統(泡沫式)，每 5 公尺設噴頭 1 組、同時設有洩波電纜可在隧道中收聽 FM 廣播並提供管理單位使用無線電及其他偵測設施。

為利能於最短時間內完成救災以減低音災害所產生之損失，日本道路公團於海螢人工島設置防災中心，並備有平時隧道維護與災難救援車輛，其中特別於島上提供直昇機停機坪，俾利於最短時間內完成相關救災工作。



圖 4-2.11 防災中心圖



圖 4-2.12 緊急維修作業車輛圖



圖 4-2.13 直昇機停機坪圖

(五) 隧道行車安全與宣導設施

考量東京灣橫斷道路工程係為一海平面下長隧道，更不同於一般公路長隧道，其災害發生所造成的生命財產損失甚鉅，爰此，日本政府為了教導用路人了解東京灣橫斷道路之各種設備與初期自衛滅火及逃生避難知識，除了在海螢人工島上設置一座技術資料館介紹東京灣橫斷道路建設歷史與工程資料外，另於島上休息站上闢建一間交通安全體驗教室，裡面除了存放各種隧道逃生設備之縮小模型來教導用路人在隧道發生火災交通事故如何逃生疏散外，還設置實際之緊急電話(為方便初次使用者快速通報，緊急電話面板上有車輛故障、交通事故、人員救護與火災警告等 4 種按鈕，十分講求人性化)、消防栓

箱與消防水帶鼓勵民眾動手操作，以便在發生事故時能沉著通報交通控制中心人員與使用消防設備，達到初期滅火與自救的目的。

另外海螢人工島上也有各種宣傳文宣提供自由旅客取用，以利旅客在中途休憩之餘，亦能時時刻刻接受各種防救災及緊急逃生之知識。



圖 4-2.14 海螢人工島停車場



圖 4-2.15 宣傳海報



圖 4-2.16 隧道資料館



圖 4-2.17 隧道資料館



圖 4-2.18 模擬滅火設備



圖 4-2.19 緊急電話



圖 4-2.20 逃生指示圖

三、東京交通建設

(一)東京交通建設

日本非常重視各種交通設施，無論是城市還是鄉村，絕大多數的路口都有完善的標線、標誌和信號等設施，彎道和視線不良的地方，設置有觀察路面交通狀況的凸面鏡。另外日本十分強調道路的交通功能，其綠化樹種的選擇和種植都是以不影響交通和交通視覺為前提，更沒有影響駕駛員視覺的廣告牌之類與交通無關的設施。

另日本警覺到機動車輛的急遽成長，不僅造成嚴重的環境空氣污染問題，對交通阻塞、意外事故及社會安全等均有一定程度的影響。為響應全球環境保護，降低對環境的污染，日本極力發展大眾運輸系統搭配車輛總量管制措施，並大力提倡國人使用無污染運具，且為讓國人能夠在路上放心行走，除規劃很多人行天橋供用路人使用外，亦設有完善之自行車道及停車處，讓用路人能夠有安全無虞之自行車使用空間。

考量公路的建設速度始終不及機動車輛的成長，如以加速公路建設來滿足機動車輛是緩不濟急，不僅需投資巨大的金額，亦會對環境及都市發展造成嚴重的影響，只有利用先進的科學技術，強化交通資訊服務功能，提高管理的水準及效率才是最佳方式。日本就此方面做了相當研究，充分運用標誌、標線…等安全設施，配合各種交通管理手段，並利用科技手法創造先進的交通控誌系統，徹底解決因車輛快速成長所衍生之種種交通問題，提供用路人更舒適之道路使用環境。

因日本的捷運系統十分發達，在提供如此便利的大眾運輸系統同時，日本政府亦規劃完善的接駁公車路線，以提昇民眾使用大眾運輸系統之意願，以達到環境保護及減少車輛目標。



圖 4-3.1 人行天橋圖



4-3.2 自行車專用道



圖 4-3.3 自行車專用道圖



4-3.4 自行車停車場



圖 4-3.5 資訊可變標誌



圖 4-3.6 警示標誌



圖 4-3.7 捷運接駁公車



圖 4-3.8 加長型公車



圖 4-3.9 道路指示標誌



圖 4-3.10 道路導桿

ETC (Electric Toll Collection) 電子收費系統也是日本利用科技發展智慧運輸一項重大指標，自從 2001 年開始實施 ETC 系統後，目前裝設 ETC 裝置車輛已突破 1,500 萬輛，使用率約達 57%，大幅改善高速公路塞車問題。

日本國土交通省(相當於台灣的交通部)評估，ETC 普及之後，能減低塞車狀況，每年可創造 3000 億日圓(約合台幣 810 億元)的經濟效益；而汽車排放廢氣，則可減少 3 成以上。日本政府意識到 ETC 普及化將對整體交通路網有很大的助益，對有裝設 ETC 之車輛也訂定一套補助辦法，藉此推動更多用路人來使用此項重大措施。

日本多年前即開放重型機車可行駛快速公路，但日本政府在讓汽車駕駛人使用 ETC 系統後，本於社會公平原則，也將於 2006 年 11 月

1日在高快速公路上設置ETC 重型機車專用道，除能節省重型機車駕駛人過收費站之時間，亦為國庫帶來不少收入，提升駕駛重型機車之便利性。



圖 4-3.10 機車行駛快速路



圖 4-3.11 機車 ETC 宣傳海報



圖 4-3.12 ETC 裝置



圖 4-3.13 ETC 裝置

伍、心得與建議

一、長隧道部分

- (一) 藉由這次參觀長隧道行程中，發覺日本在長隧道管理方面已非常完備，不論是委由民間團體、亦或由政府機關來管理，皆依循一套完整的模式，這應該跟日本境內長隧道眾多有關，而且發現日本最近仍有不少長隧道工程亦快完工通車，例如：位於岐阜縣之飛彈長隧道總長 10.7 公里…等等，可見日本已在長隧道管理方面深具信心。雖然台灣目前僅有 2 座長隧道（八卦山隧道、雪山隧道），但在參酌日本管理方式及不斷以實際管理增加經驗的情況下，必也能對長隧道建置一套完善的管理，讓用路人充分感受到長隧道時代的來臨。
- (二) 在基於促進民間參與及使用者付費的前提下，日本對於某些長隧道乃係採用 OT 方式委託民間管理，並設置收費站收費。依估算八卦山隧道 1 年管理維護成本約需 2 億元，而雪山隧道雖係由國道基金來支應管養經費，且目前設置有頭城收費站進行收費，整體來說還是不足以應付應有的管理經費。考量長隧道除一般人事成本及水、電費外，救災能力的培養及道路基本設施的維護都需要龐大的經費，雖然目前雪山隧道僅通行小型車，但八卦山隧道已開放大客車及大貨車通行，在考量社會公平性，應可參酌日本收費制度，評估建置一套完整的分級收費模式，作為爾後隧道管理養護的經費來源；或者可以在未來對於長隧道管理進入軌道後，以委託營運方式交由民間公司管理，除可節省國庫支出外，亦可達政府不與民爭利的原則。

(三) 經過這次考察發現日本對於交通建設的歷史非常重視，特別是採用設置資料館的方式，除可達到宣傳效果外，亦可完整紀錄工程的背景歷史。例如這次考察京灣橫斷道路工程時，日本政府在海螢人工島上設置之海底隧道技術資料館，完整呈現出工程施工歷程，另也在島上另設一處長隧道救災宣導館，以實境模擬的方式讓民眾皆能親自使用，加深民眾之印象。日本政府以宣導結合觀光之複合模式，可作為台灣政府對爾後重大公共建設完工後之參考，例如：國工局於八里新店線、國道6號及雪山隧道等皆有設置工程資料館，可使民眾了解公路建設艱辛之歷程，並可同時宣導民眾長隧道行車安全及道路交通安全最新規定。

二、日本交通建設部分

(一) 日本政府對於幫用路人營造出安全的交通環境可說非常重視，利用各種智慧交控系統搭配完整的標誌、標線及號誌，並輔以相關法律管制，讓日本道路交通狀況有條不紊，大大降低交通事故發生之機率；尤其發現日本各都市內人行天（陸）橋之數量眾多，這種人車分離的政策也是日本交通運轉良好的一大因素；惟此需考量國人之守法精神，以免設置人行天（陸）橋後無人使用，造成投入資源之浪費。

(二) 日本對於推廣自行車可說不遺餘力，除了有企業自行購買自行車讓員工代步，省下機動車之油費及維修費外，政府部門也規劃完善自行車道及停車處，讓自行車使用者可以有安全的道路使用。考量國際油價節節高升暨環保意識抬頭下，無污染運具

之推廣已成為全世界共同努力之目標，在台灣目前亦推動「千里自行車道、萬里步道」政策下，日本推動自行車模式的經驗可值得台灣參酌；惟國內機車數量眾多，嚴重壓縮自行車推動空間，仍待持續努力。

- (三) 立法院院會在 96.1.12 三讀修正通過民進黨立委王幸男所提「道路交通管理處罰條例第九十二條修正案」，讓大型重型機車享有和小型汽車一樣的路權，可以行駛快速道路，這項措施在日本已行之有年，日本政府並於近期內在快速道路上設置 ETC 重型機車專用道，雖然台灣甫通過這項決議，但對於台灣道路管理可說是一大革新及挑戰，不管是執法上還是管理上，都還有非常大的進步空間，尤其台灣駕駛在汽車之間的縫隙鑽來鑽去的用路習慣需調整外，政府部門對於駕照考驗及行駛規定等之訂定，亦需有完整的配套措施，才不致因大型重型機車上路後因配套措施不完善，讓這項政策為社會大眾所詬病。