

日本橋梁工程先進技術參訪報告

公路總局
新工組組長

高邦基

公路總局
養路組副組長

何鴻文

摘要

本文為 97 年 12 月 23 日至 97 年 12 月 30 日赴日本參訪橋梁工程建設之心得報告，內容敘述於日本參訪東京港臨海大橋、仙台市北四番町大衡線橋梁、北海道室蘭市白鳥大橋、北海道江別市美原大橋、北海道札幌市水穗大橋及北海道道央自動車道沿途跨越橋等所見之各種橋型及札幌市交通建設情形，並概述於日本參訪期間拜訪設計單位，蒐集他們對於橋梁維護管理之技術，提供國內相關單位之參考等。

一、前言

97 年 12 月間奉上級鈞長指派出國考察，前往日本參訪橋梁工程先進技術，考量此次參訪行程與橋梁專業技術息息相關，考察機會實屬難得，特邀請國內最具盛名之顧問機構台灣世曦工程顧問股份有限公司指派專業資深工程師一同前往，以加強參訪陣容，俾進一步瞭解日本最新的橋梁工程建設，蒐集更多先進橋梁規劃設計、施工監造、檢測評估及維護管理等技術，以供國內工程界設計、監造、檢測評估、維護管理之參考，對於國內橋梁工程技術之提昇有正面效益。考察團成員包括公路總局新工組組長高邦基及養路組副組長何鴻文，台灣世曦工程顧問公司第一結構部資深工程師林曜滄技術經理等一行三人，並由高邦基組長擔任考察團領隊。

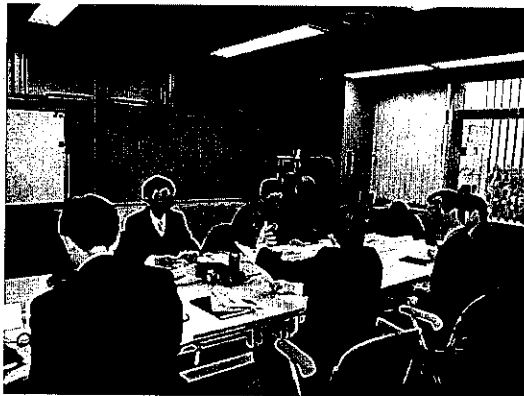
本次行程如下：

- 97.12.23 台北搭機到東京
- 97.12.24 拜會大日本工程顧問株式會社及參訪東京港臨海大橋
- 97.12.25 由東京到仙台，參訪北 4 番町大衡線橋梁
- 97.12.26 由仙台搭 JR 鐵路到札幌
- 97.12.27 由札幌到室蘭，參訪白鳥大橋及道央自動車道
- 97.12.28 由札幌到江別，參訪美原大橋
- 97.12.29 參訪札幌水穗大橋及札幌市區交通建設
- 97.12.30 札幌搭機回台北

以下乃針對本次行程之拜會及參訪所見所聞，及所蒐集到的技術資料詳加整理，逐次說明如后。

二、拜會大日本工程顧問株式會社

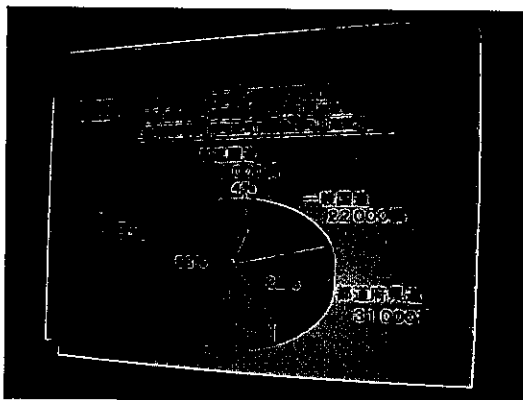
到達日本的第一站，係安排拜會大日本工程顧問株式會社，除蒐集日本近期施工中之先進橋梁技術資料外，也進一步瞭解日本在橋梁通車營運之後如何維護管理，日方以簡報方式介紹日本道路橋之現況⁽¹⁾(詳附件一)，日本重大橋梁損壞之發生案例，日本道路橋之管理，維護管理之流程及維護管理之執行等。因橋梁之現況須透過現場之檢測，將檢測結果進行評估分析，利用評估分析結果進行維修補強之規劃，工程經費估算，優選排序，成立預算後才發包施工。簡報中也提到日本同樣面臨老舊及高危險群橋梁與日俱增，但維修補強之預算並沒有增加之困境，另外對於維修補強工法技術之研發，維修補強技術之傳承與推廣，均是橋梁管理單位持續重點工作，期盼將橋梁管理工作之落實，避免橋梁之損壞造成百姓生命傷亡及財產之損失發生，會議結束前，日方表示若有需要進一步技術協助或交流，歡迎隨時候教，會議就在融洽之氣氛中圓滿結束。



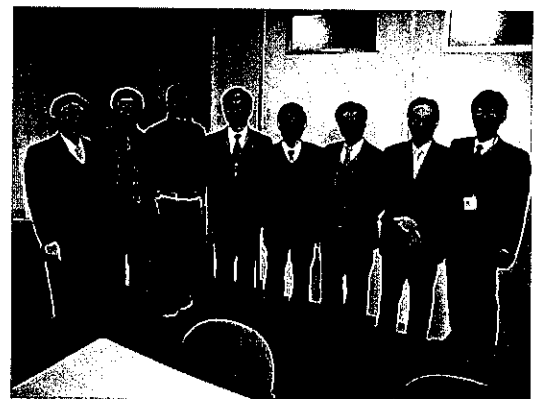
簡報與討論情形(一)



簡報與討論情形(二)



簡報與討論情形(三)



與日方參與討論人員合影

三、東京港臨海大橋

拜會大日本工程顧問株式會社後，下午隨即前往東京港臨海大橋工地參訪，本工程起緣自東京港灣區國道 357 號公路已達飽和狀態，並出現交通壅塞現象，國土交通省東京港灣事務所乃另規劃一條替代新線分擔部份車流，以消除局部路段交通壅塞，亦即將港區城南島至若洲間另往海側闢一條新線(工程位置如圖 3.1)，其中由中央防波堤外側跨海銜接新木場若洲線道路終點長約 4.6KM，此即為東京港臨海道路第二期計畫，本次參訪之臨海大橋即為計畫中最重要之跨海橋梁工程，也是本計畫最艱難的工程。因本跨海橋下有船舶航道淨高及淨寬限制，橋上空又有飛機起降羽田機場航高之限制，因此橋型選擇受到極大之挑戰與限制，最後選擇採用特殊造型之三跨連續鋼桁架橋，橋跨度為 $160+440+160=760\text{M}$ ，主跨達 440 公尺之連續桁架橋，在世界上仍屬少有，橋梁外觀乍看之下有人戲稱是兩隻恐龍遙遙相對(如圖 3.2)，猶如東京港之新守護神，未來也會成為當地之新地標，橋下航道需求為淨高 52.5 公尺，淨寬 310.3 公尺，橋上方飛機航高限制為 98.1 公尺，橋寬 22.3M，橋面設置雙向 4 車道及僅一側設人行道 3.5M 寬，上部鋼構總重達 2 萬公噸，是著名東京鐵塔之 5 倍重。本橋特色除設計上局部鋼材採用高強度高性能之 BHS500 材料， F_y 達 500N/mm^2 ，以大幅節省鋼重，又因此種材質焊接不須預熱，提高工地焊接品質外，可節省施工製作費用，因此經過詳細施工經費檢討結果，其雖然材料費是傳統鋼材 SM400B 之 1.68 倍，但若將材料費加上製作費計算，僅為傳統鋼材之 1.25 倍^(2、3)(詳附件二、三)，比採用 SM570、HT690 或 HT780 等材料還便宜。因本橋工地接頭係採全焊接方式，故對於焊接之細部構造也進行靜載重及疲勞試驗。上部桁架結構之工地安裝預定施工步驟說明如下⁽⁴⁾(詳附件四)：

1. 三跨連續鋼桁架結構先在港內海岸邊進行地面組立，以完成側跨(160m)+部份主跨(72m)，總長 232m、寬 22.3m、重 3000T 超大型節塊。
2. 因空中飛機航道高度限制，吊船之吊架無法用較大負載之角度吊裝，因此須利用二部 3700 噸級吊船及一部 4100 噸級吊船，

三部吊船同步進行吊裝 3000T 之大型節塊至 24000 噸級平台船上。

3. 利用二部 4000 噸級曳船及一部 3000 噸級補助曳船運送大型節塊至港外側橋址處。
4. 同樣再利用第 2 階段之三部吊船，將此 3000 噸大型節塊吊至橋墩上。
5. 另一側是另一家承包商承攬，亦是以類似方式同步進行施工。
6. 後續在橋址處進行主跨桁架橋之安裝，以懸臂施工方式進行吊裝及組裝，主跨最大之懸臂長度將達 160m。
7. 最後一節塊為主跨中央段箱型鋼梁，此段又是另一家承包商承攬施工，長達 120m，進行安裝及閉合後，橋結構體即完成。

一座鋼桁架橋上部結構共分成三個承包商施工，其界面整合及精度要求可謂本工程之最大挑戰，據其描述每一框架 16 公尺長，誤差容許值為 $\pm 2\text{mm}$ ，另外最後一節塊要如何進行安裝及閉合，應該是本工程最後成敗之關鍵。本橋預定 2011 年全線完工通車，以下為工地現場參訪情形之相片如下。



施工所前合影



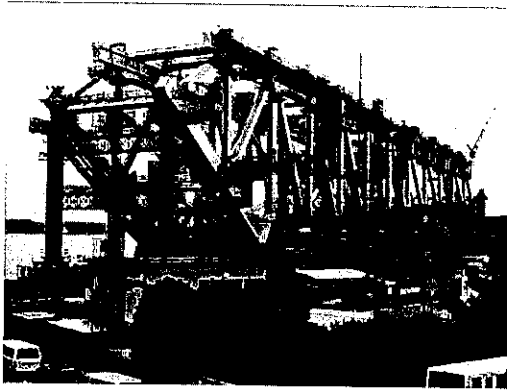
工地施工簡報



參訪人員安全裝備



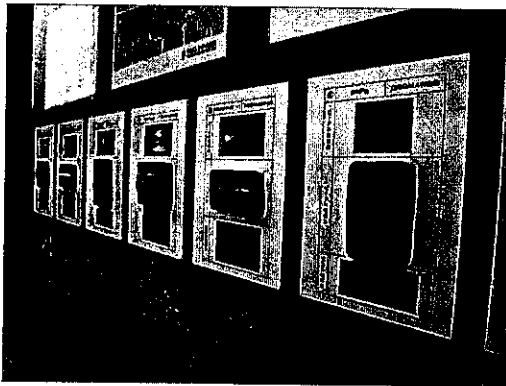
桁架橋地組情形(一)



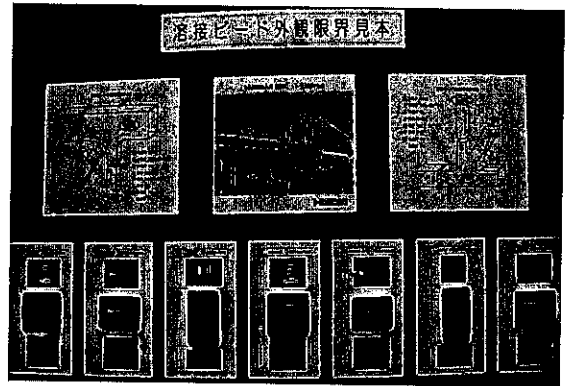
桁架橋地組情形(二)



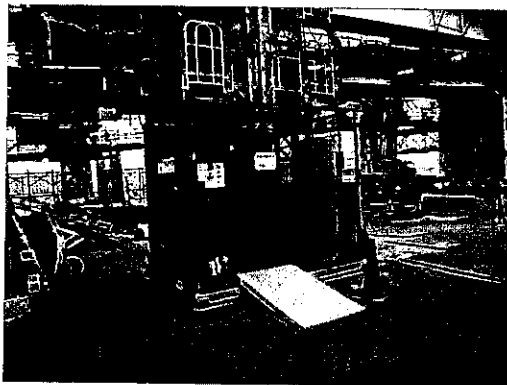
工地焊接防護情形



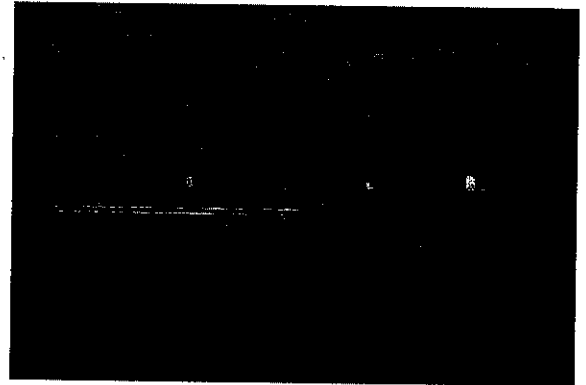
工地焊接標準樣本(一)



工地焊接標準樣本(二)



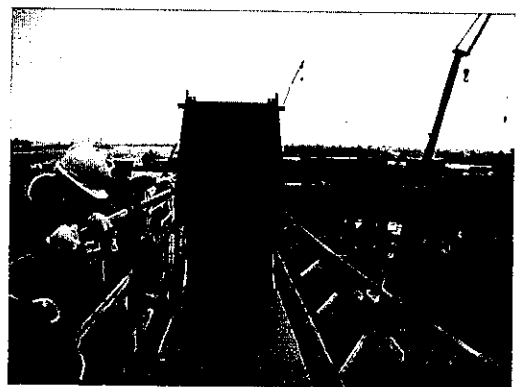
工作人員上下昇降梯設施



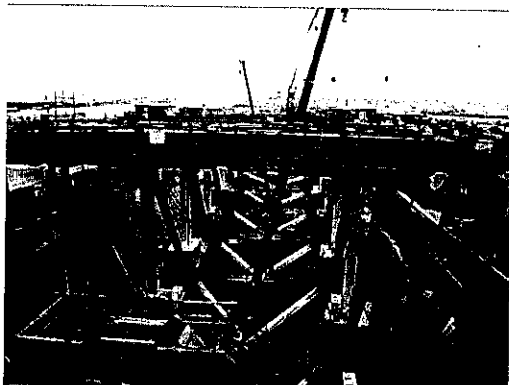
橋址處橋墩施工情形



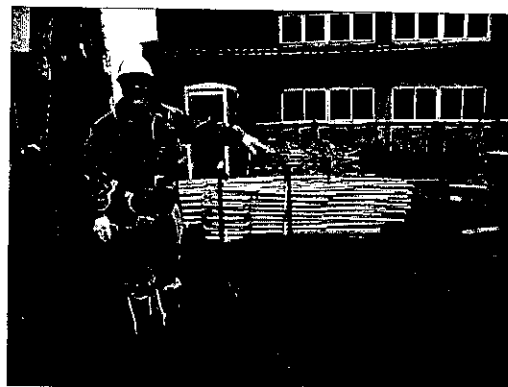
登上桁架橋上方合影



桁架橋上方處施工情形(一)



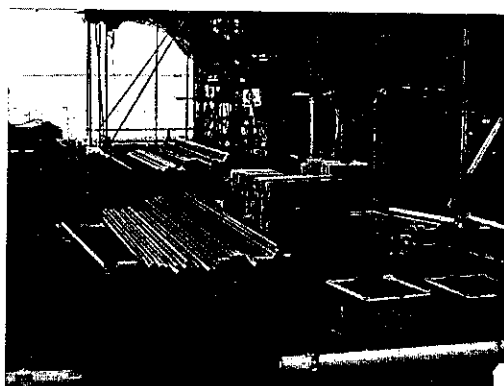
桁架橋上方處施工情形(二)



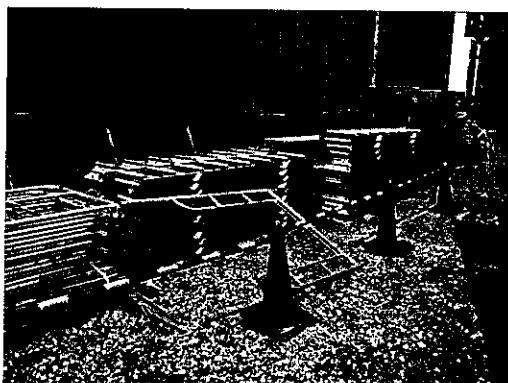
工地施工材料堆置情形(一)



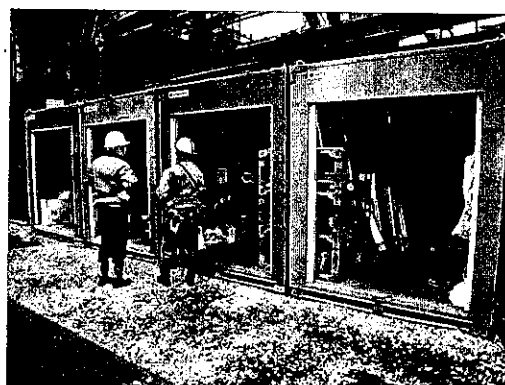
工地施工材料堆置情形(二)



工地施工材料堆置情形(三)



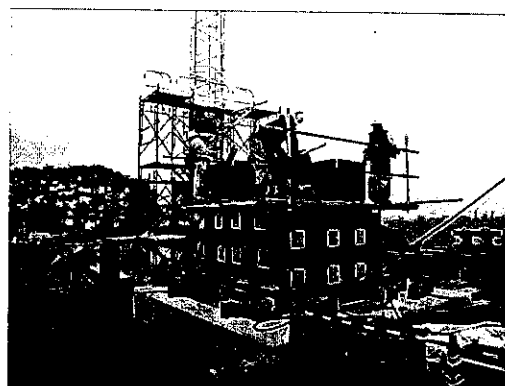
工地施工材料堆置情形(四)



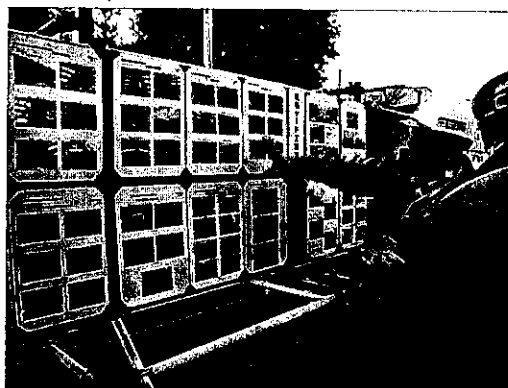
工地施工材料堆置情形(五)



施工人員安全裝備(一)



施工人員安全裝備(二)



工地施工進度與照片展示牌(一) 工地施工進度與照片展示牌(二)

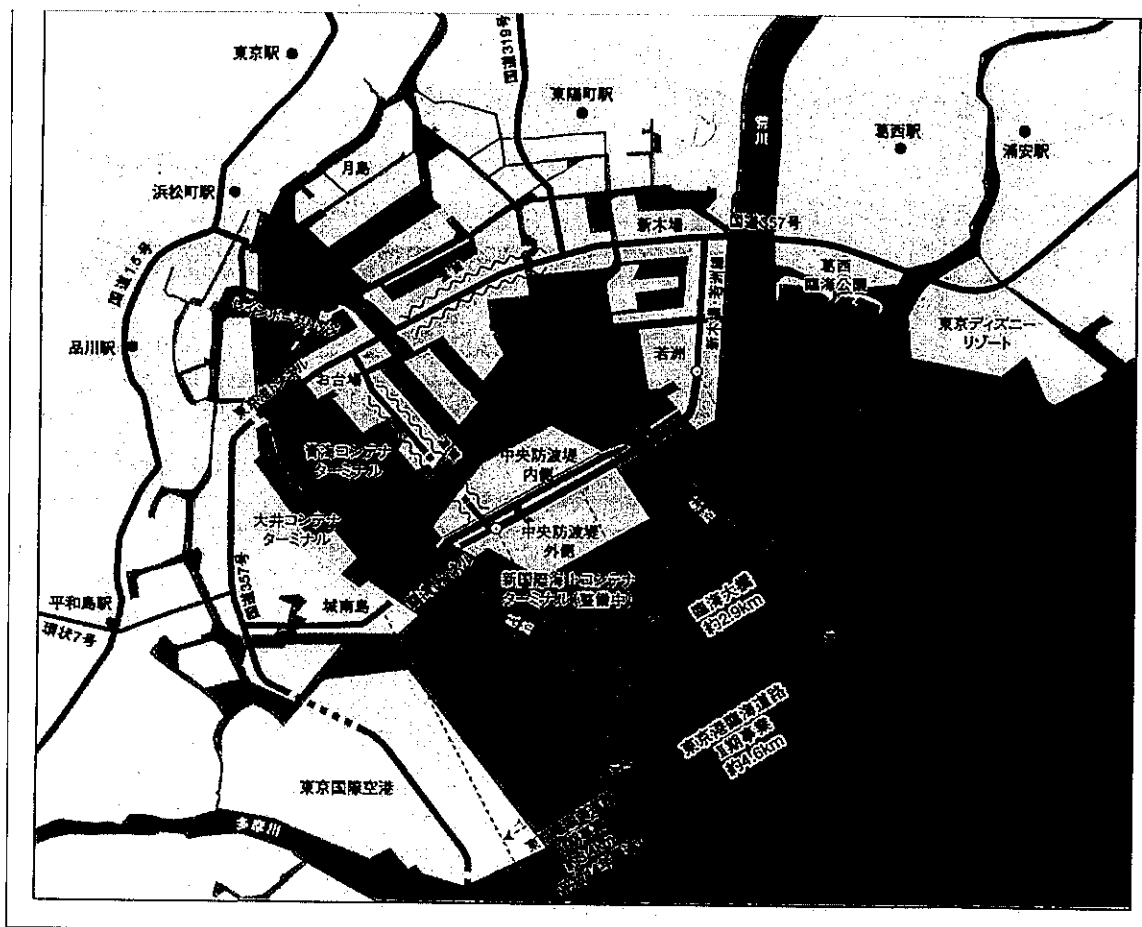


圖 3.1 工程位置圖

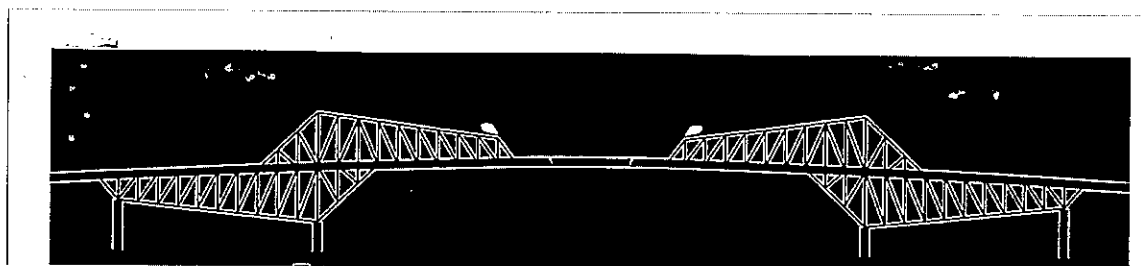


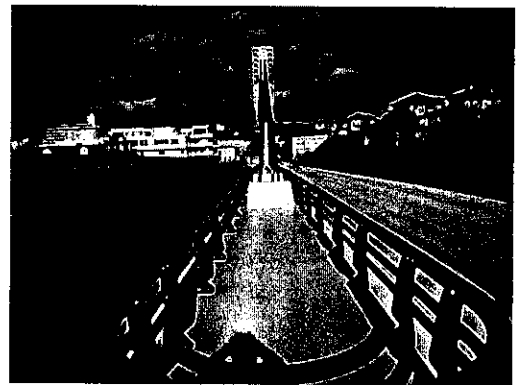
圖 3.2 連續鋼桁架橋外觀造型

四、仙台北 4 番町大衡線橋梁

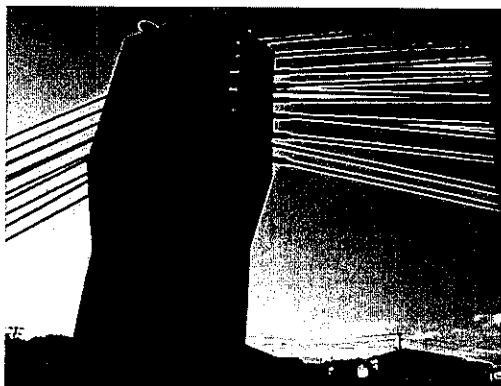
本橋址處位於荒卷本澤地區，因須跨過地方道路，受到跨度及淨高限制，特別採用 2 跨連續 Extradorse 波形鋼腹板複合橋(立面如圖 4.1)，跨度 $55+55=110\text{m}$ ，橋寬 25.8m ，橋梁斷面採單箱 3 室，橋面配置雙向 4 車道及 2 人行道(見圖 4.2)，因橋下淨空及縱坡線形需求，跨地方道路段，長 29.0m 範圍，斷面採預力混凝土箱梁，梁深 1.35m ，另靠中央橋墩側各 25.5m 範圍梁深不受限制段，採用波形鋼腹板斷面以減輕上部結構自重，梁深由 $1.5\text{m}\sim 3.5\text{m}$ 變化，另波形鋼腹板採用之材質，外腹板採耐候性鋼材 SM570W，內腹板採普通鋼材 SM570，採單橋塔鋼筋混凝土結構，塔高度自橋面以上為 $16.3\text{m}^{(5,6)}$ (詳附件五、六)，本橋於 2008 年 6 月間結構體完工(如圖 4.3)，僅剩標誌標線及人行道鋪面未施作，因係配合兩側引道及隧道均尚在施工，故尚未通車。參訪之橋梁結構及相關設施相片如下。



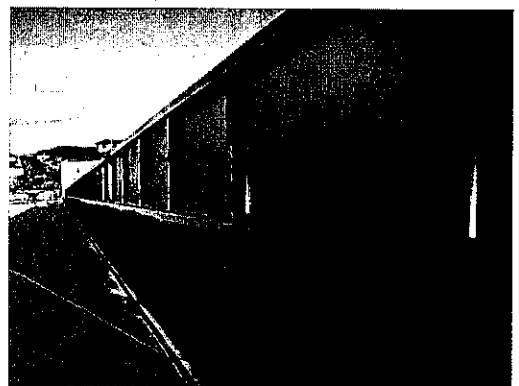
橋面上合影



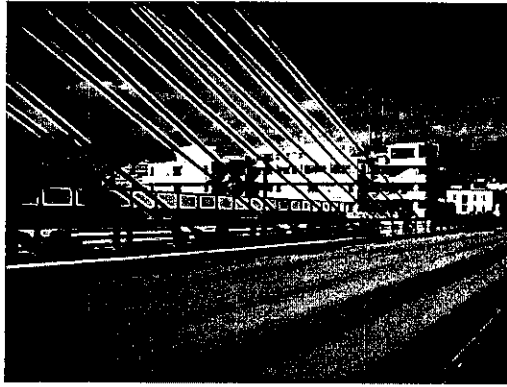
中央分隔島



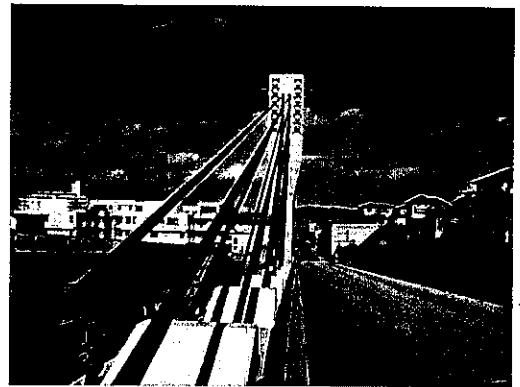
橋塔預力鋼索錨碇情形



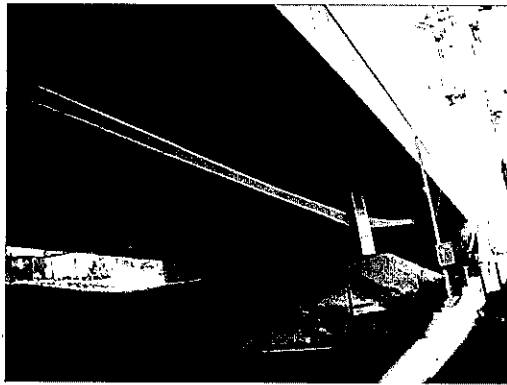
人行道、胸牆及隔音牆



預力鋼索橋面錨碇情形(一)



預力鋼索橋面錨碇情形(二)



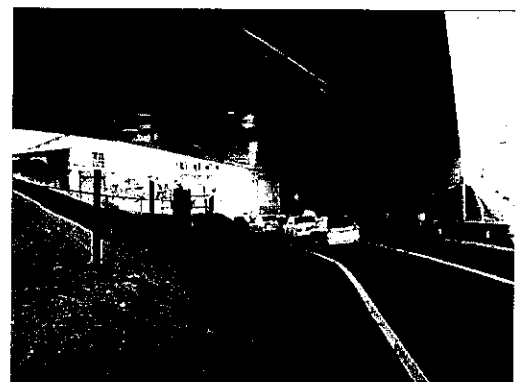
波形鋼腹板(一)



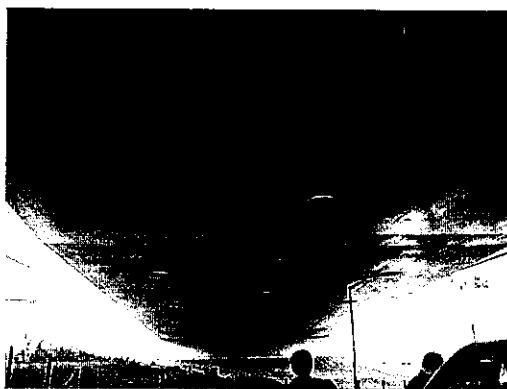
波形鋼腹板(二)



跨越地方道路(一)



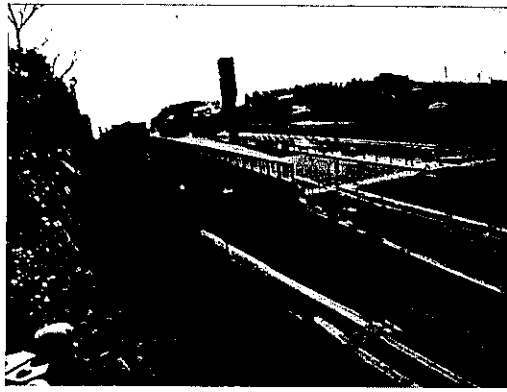
跨越地方道路(二)



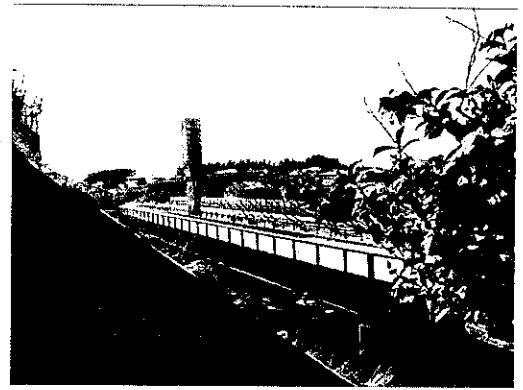
箱梁底部維修人孔設置情形



橋面排水引下設施



橋梁完工情形(一)



橋梁完工情形(二)

波形鋼板ウェブ・エクストラードズド橋 Extrados

橋梁側面図

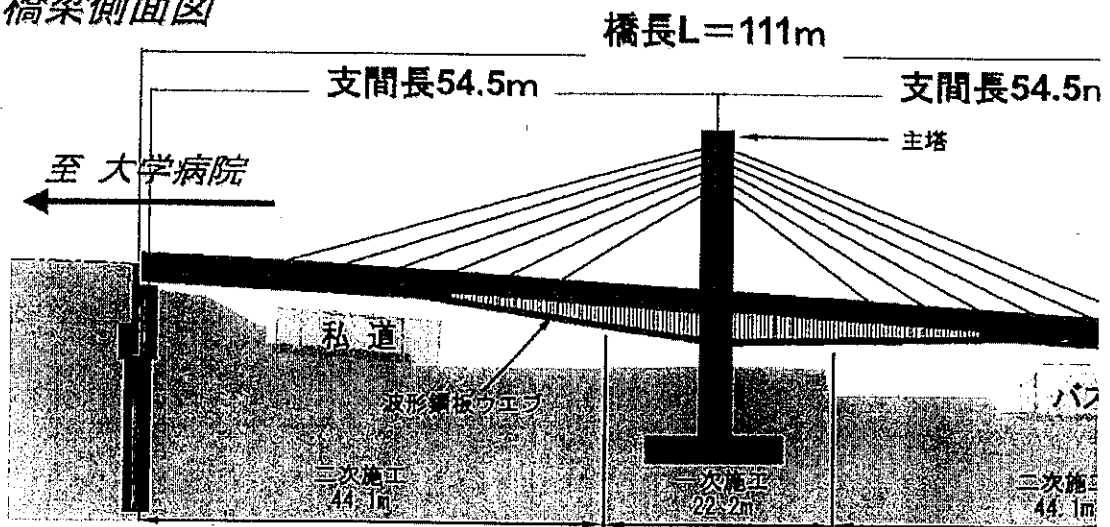


圖 4.1 橋梁立面圖

橋梁断面図

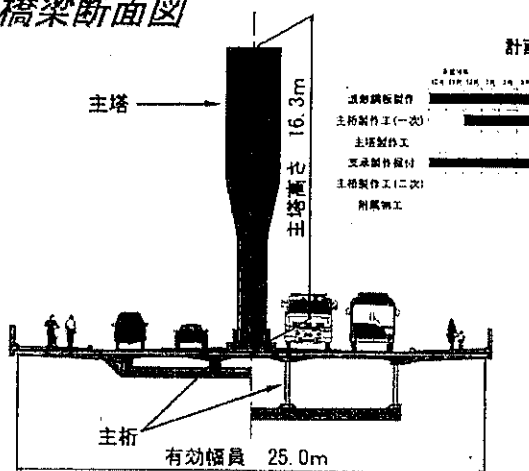


圖 4.2 橋梁断面圖



圖 4.3 2008 年完工照片

五、北海道室蘭市白鳥大橋(Hakucho Bridge)

白鳥大橋位於室蘭市，跨越室蘭港區，連接鎮屋町3丁目及祝津町2丁目，通往國道37號道路(工程位置如圖5.1)，因屬跨港橋，橋下須保留船舶通航需求，航道需求為淨寬300m，淨高54.45m，本道路橋設計速率為60km/hr，結構採吊橋型式(如圖5.2)，橋長1380m，跨度配置330+720+330m，橋塔高140m，橋寬14.25m，橋面配置雙向兩車道^(7·8·9)(詳附件七、八、九)，本橋於1998年完工通車(詳如圖5.3)，並設有橋梁紀念館，供民眾參觀，館內有橋梁當年施工照片及橋梁各項結構模型，詳細記錄施工經過，甚具有教育意義及觀光價值，本橋為北海道地區最大跨度之橋梁，橋型造型優美，並設有景觀照明，已成為當地地標，當地政府也結合當地觀光產業之相關設施，吸引更多遊客前來，以促進地方觀光及經濟繁榮。參訪本橋及其紀念館之照片如下：

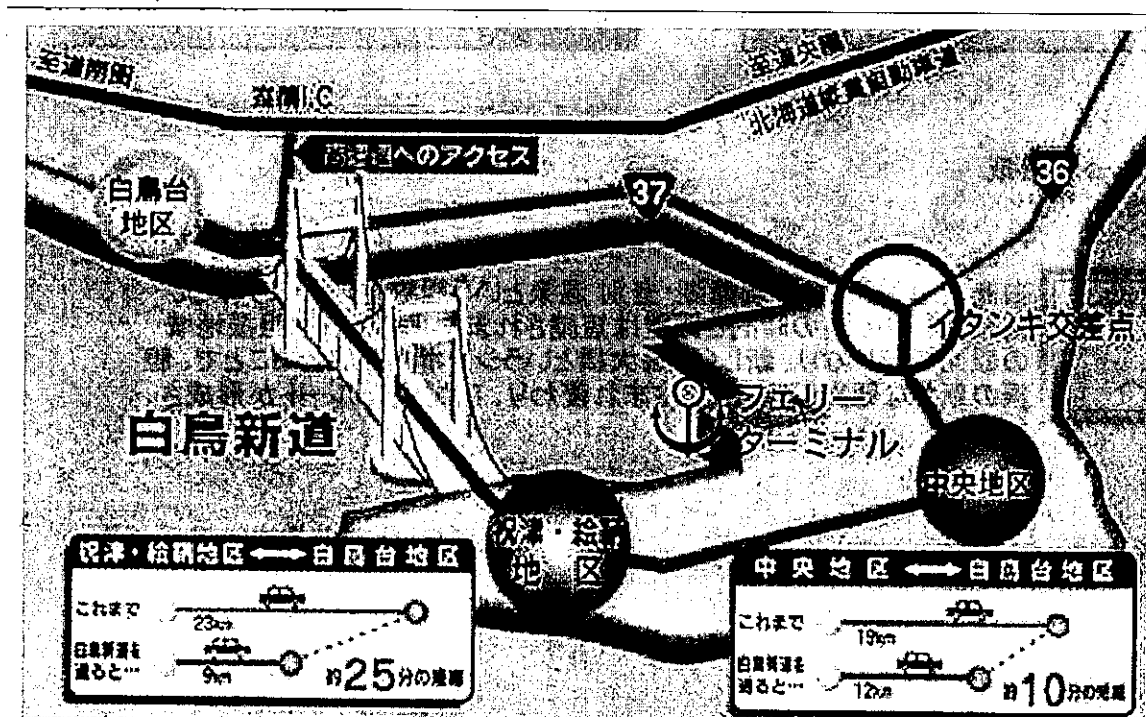


圖 5.1 橋梁位置圖

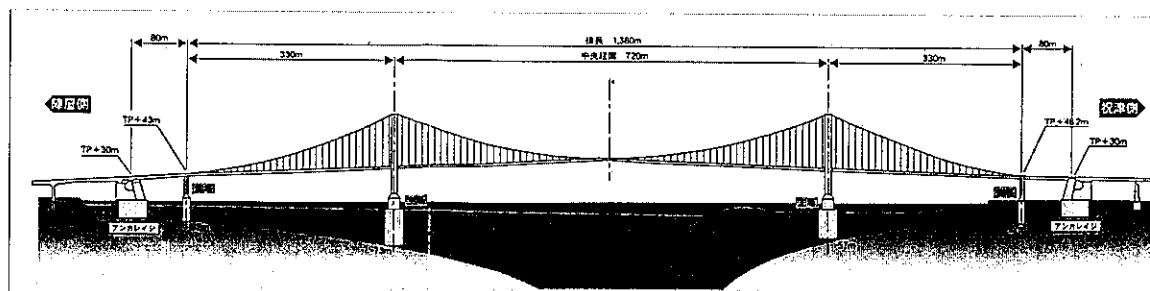


圖 5.2 橋梁立面圖

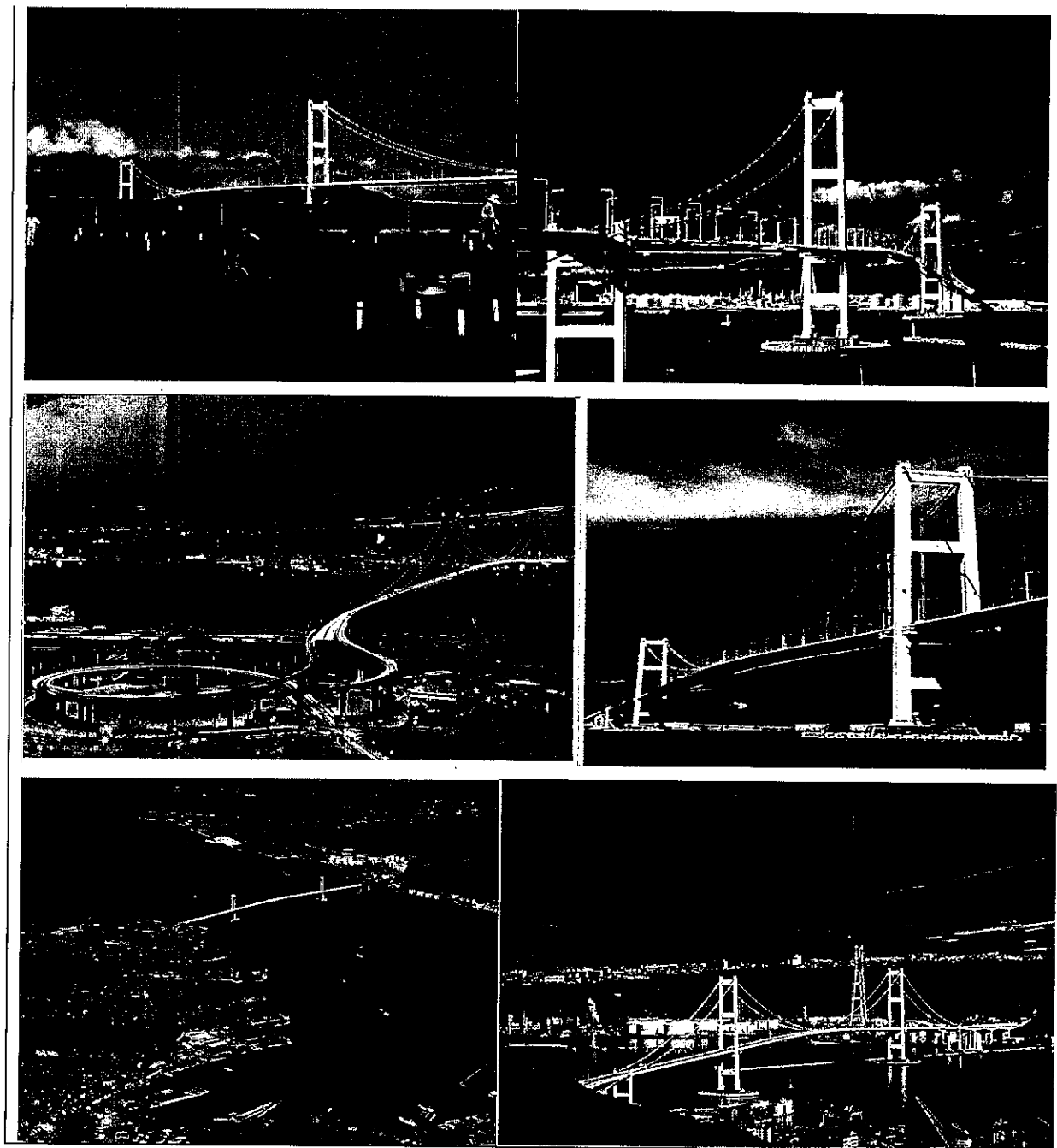


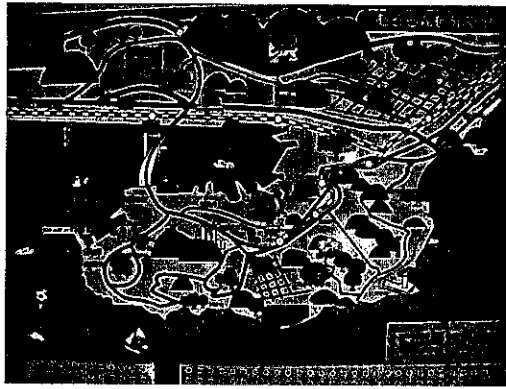
圖 5.3 1998 年白鳥大橋完工照片



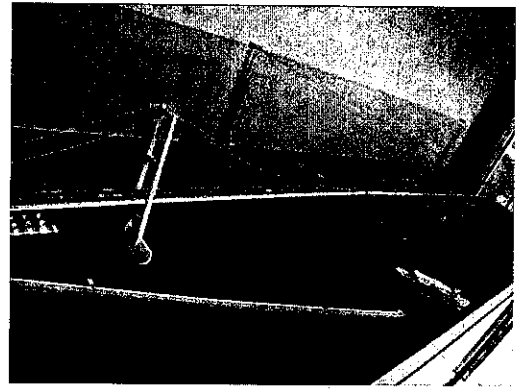
白鳥大橋橋面



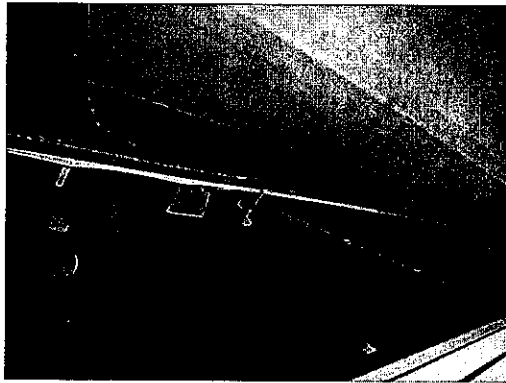
引道橋



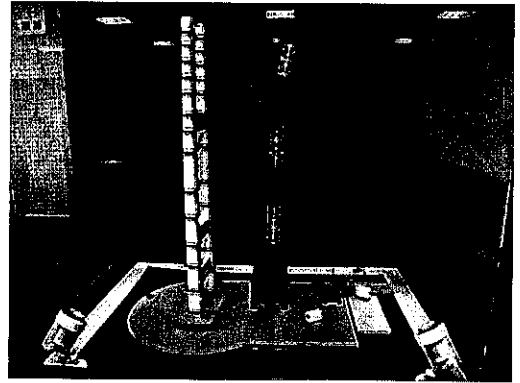
白鳥大橋位置



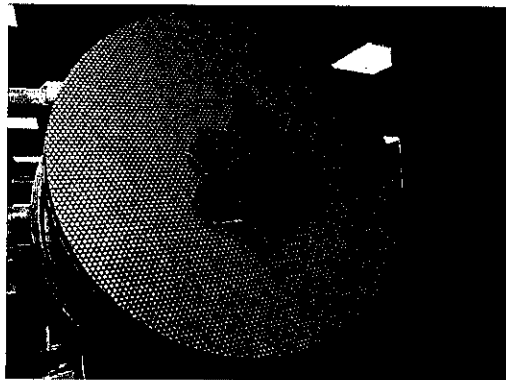
橋梁模型(一)



橋梁模型(二)



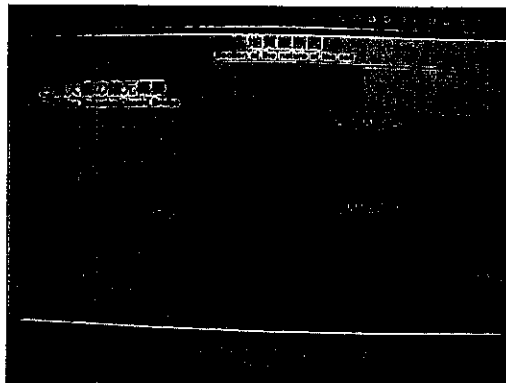
鋼橋塔施工模型



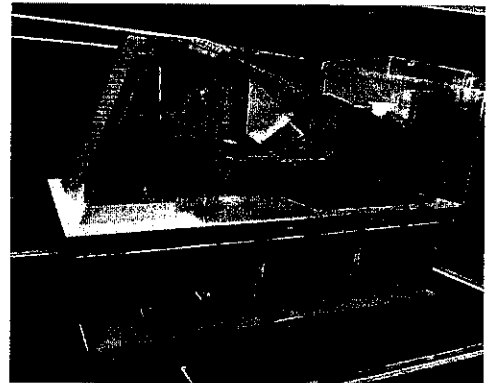
主鋼纜實際斷面樣本



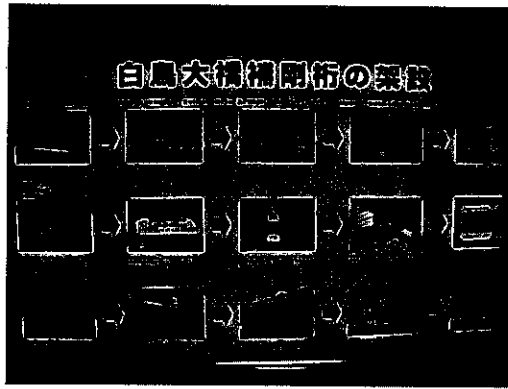
全橋鋼纜總數記錄牌



全橋立面及地質剖面圖照片



主鋼纜錨碇座模型



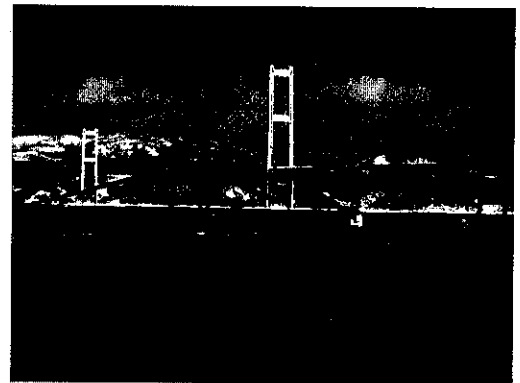
橋梁上構架設施工照片



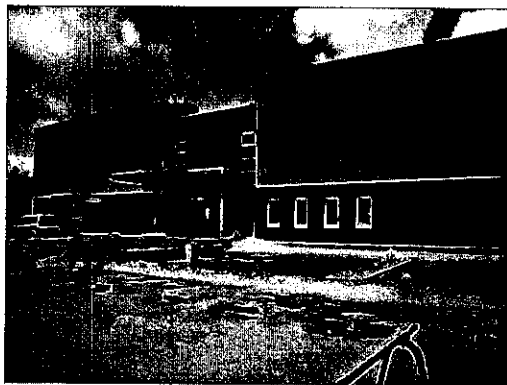
鋼梁斷面



橋址處合影



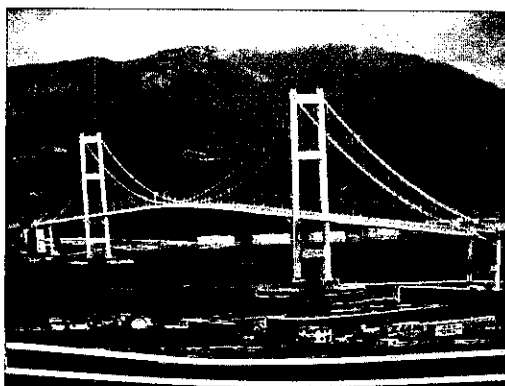
白鳥大橋周邊積雪情形



白鳥大橋紀念館



橋基處挖出之紀念岩石



全橋完工照片



夜間景觀照明

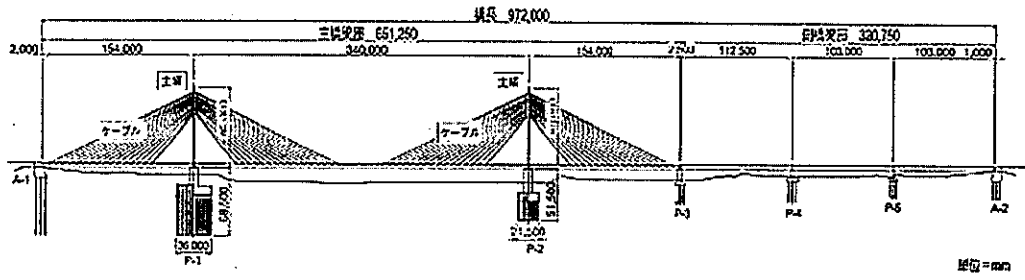


圖 6.3 立面圖

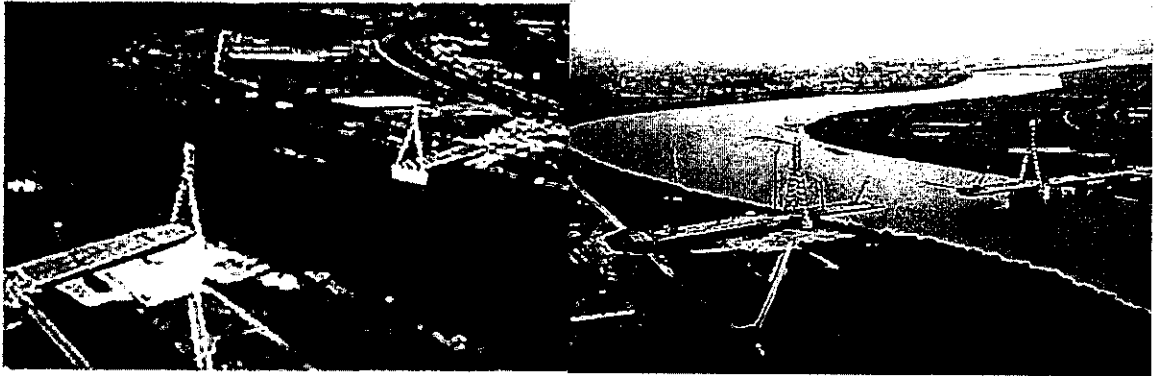


圖 6.4 2003 年施工中照片

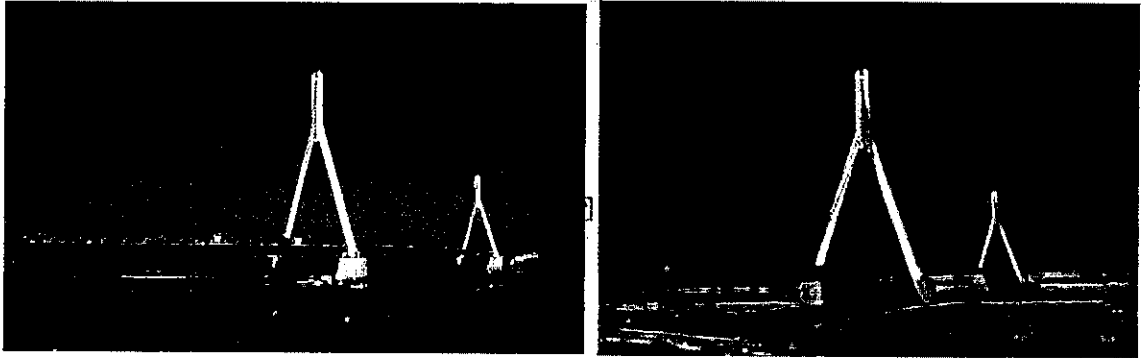
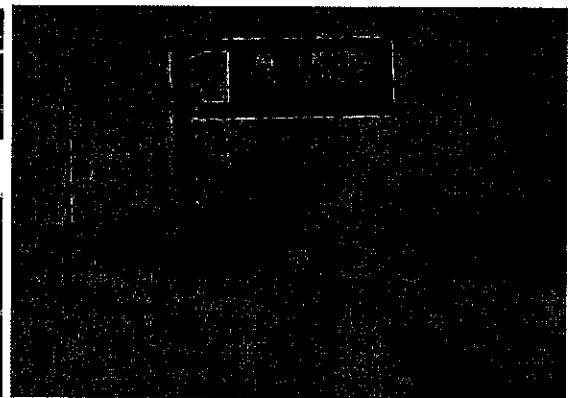


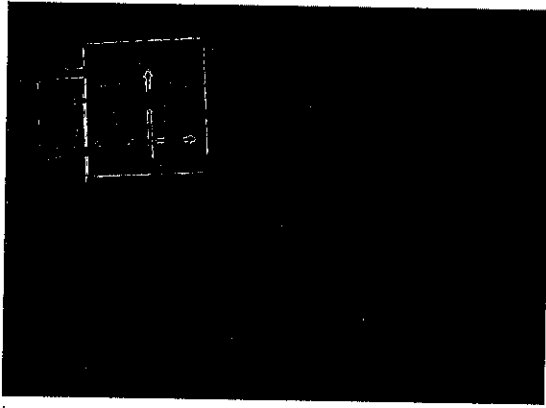
圖 6.5 2005 年完工照片



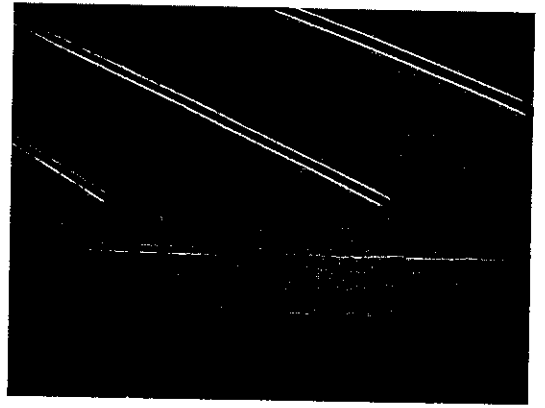
收費站



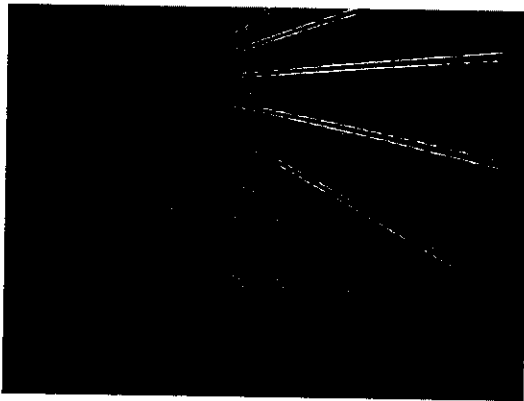
橋引道前之可變標誌



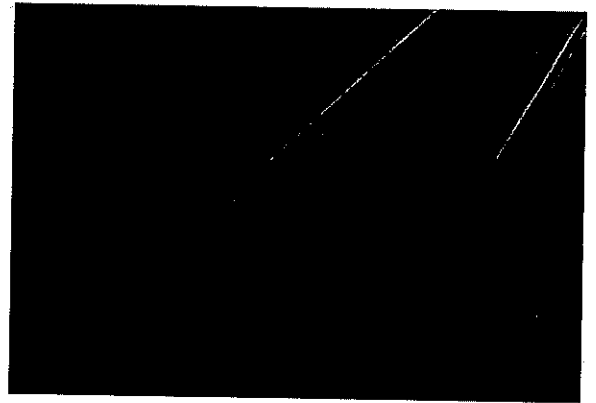
引道邊線指示標誌引導車輛行駛



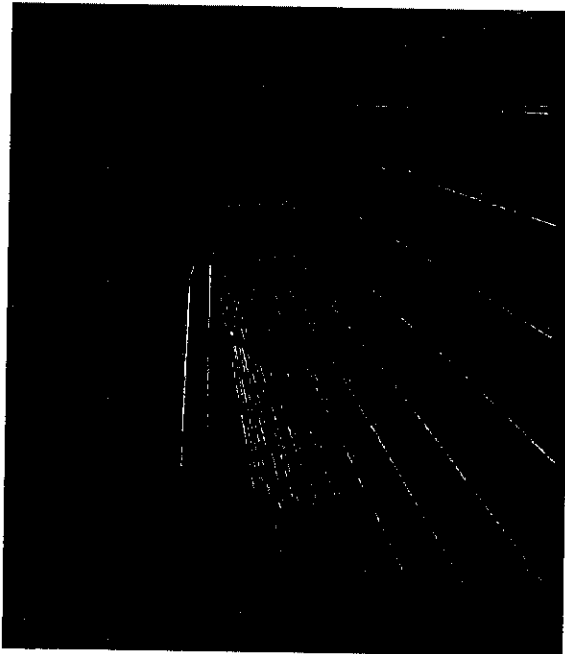
橋面鋼纜錨碇座



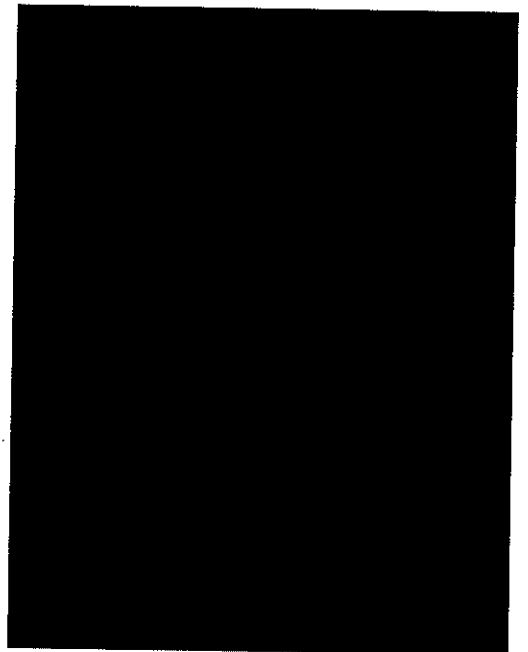
橋面積雪情形



中央分隔欄杆



A 型橋塔鋼纜錨碇情形



橋梁遭受暴風雪侵襲情形

七、札幌市水穗大橋(Mizuho Bridge)

本橋位於札幌市內，跨越市區內之重要河流豐平川(Toyohira River)，位於南鄉通道路上，橋梁呈西北至東南走向(位置如圖 7.1)，行政區跨中央區及白石區，於 1986 年完工通車，橋梁型式為紐爾遜鋼拱橋(Nielsen-Lhose System Bridge)，橋長 150m，橋寬 20m，佈設雙向 4 車道，兩側設有人行道(如圖 7.2 及 7.3)，雙拱肋呈內傾斜狀，人行道位於拱圈外側，較不會因冬天積雪拱頂掉落，影響行人安全，本橋連接南側菊水地區及北側苗穗地區，因此取名「水穗大橋」，橋梁外觀採青綠色與周遭環境相融合，參訪照片如下。



圖 7.1 橋梁位置圖(摘自 Google 網路地圖)

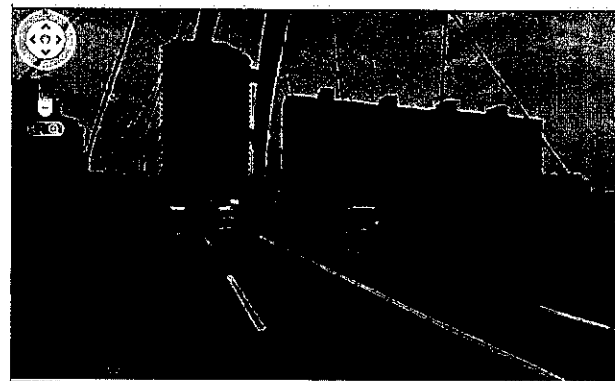


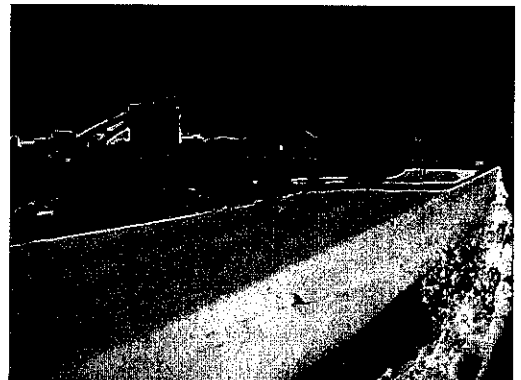
圖 7.2 橋面車道佈設(摘自網路照片)



圖 7.3 人行道及欄杆(摘自網路照片)



欄杆及人行道(摘自網路)



河道高灘地積雪情形



與橋合影(一)



與橋合影(二)



橋面積雪情形



河道兩岸防汛道路積雪情形

八、道央自動車道(Hokkaido Expressway)

道央自動車道為北海道重要之交通幹道，長 681km，係屬收費之汽車專用道，其位置如圖 8.1 藍色粗線所示，全線設置雙向 4 車道，北至士別市南至八雲，穿過市區係以高架橋型式通過，各路段速限不同，介於 70~100km/hr，端賴各路段及天候條件而定，沿路設有可變速限標誌，拜訪當日有風及積雪情形，速限有配合調降。札幌市至室蘭市距離約 130km，參訪即利用道央自動車道開車前往，本次參訪也利用此機會將道央自動車道上之跨越橋及相關設施之照片記錄如下。

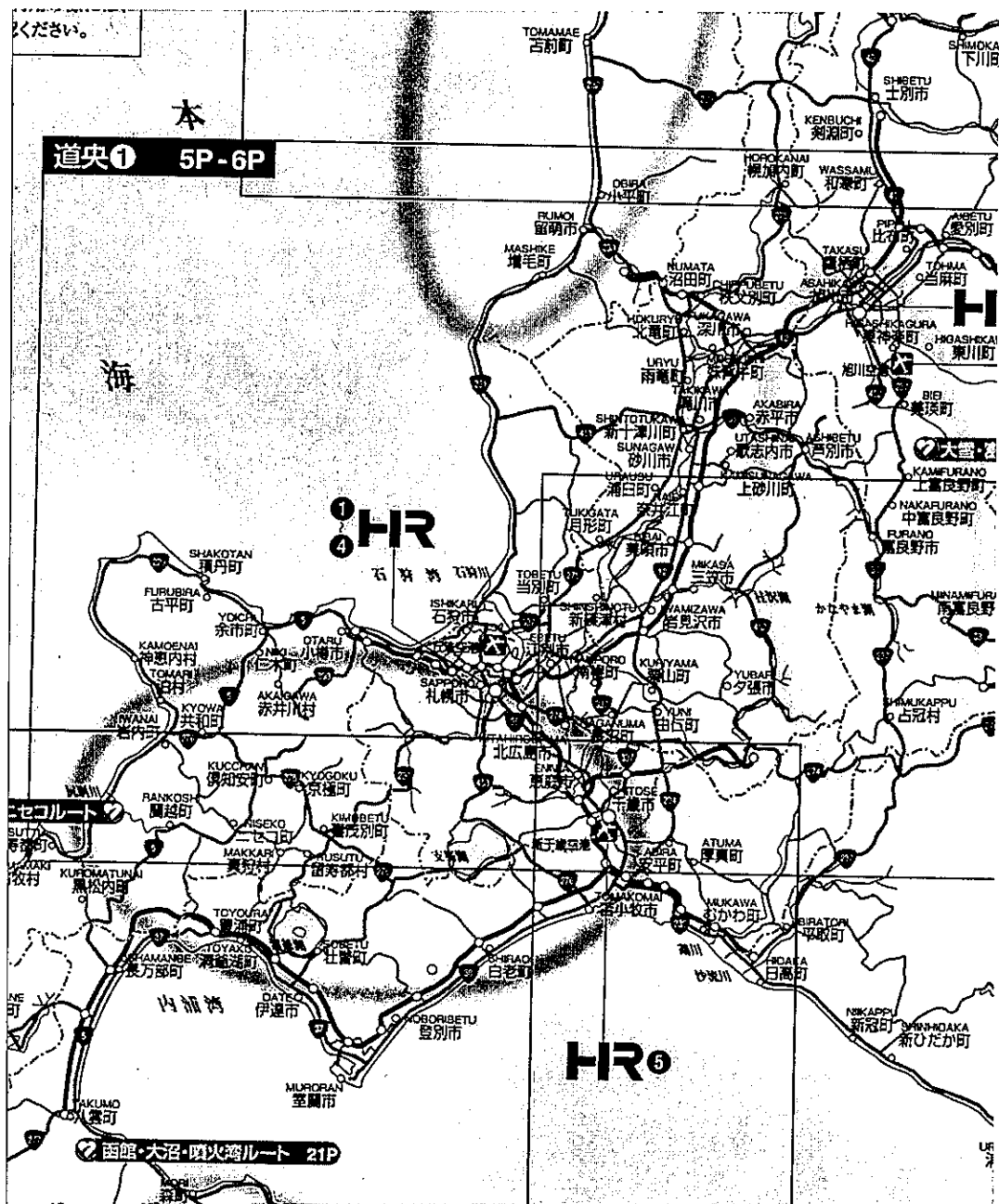
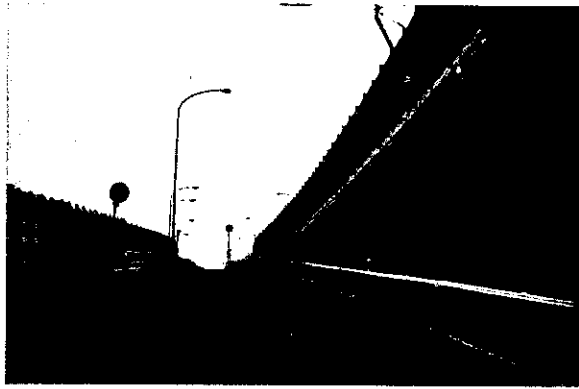
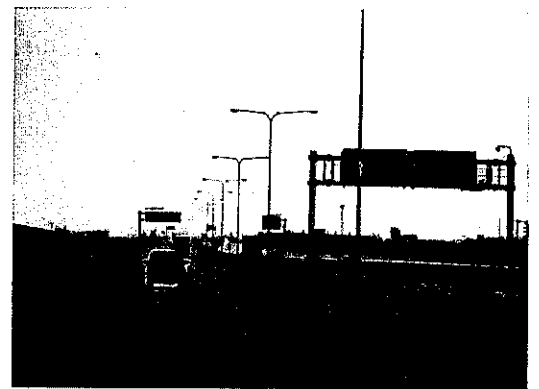


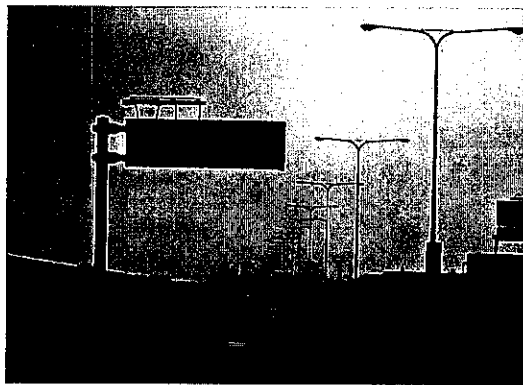
圖 8.1 道央自動車道位置圖



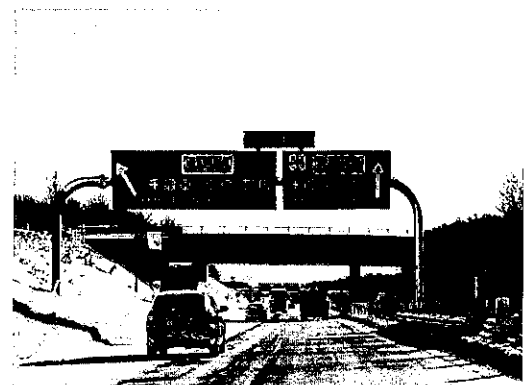
匝道積雪情形



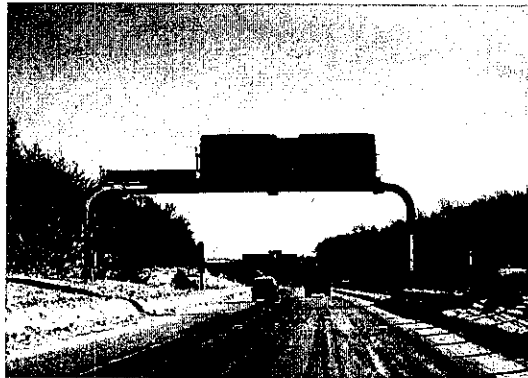
高架橋積雪情形



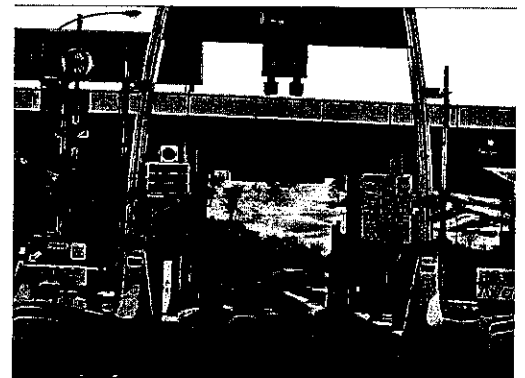
懸臂標誌架



門架式標誌架



資訊可變標誌架



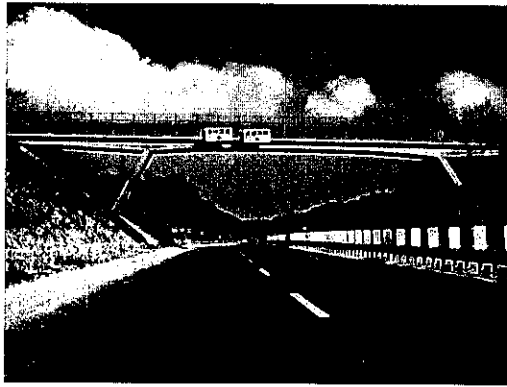
收費站 ETC 車道



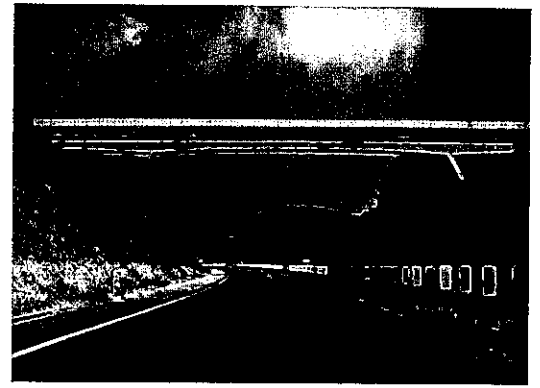
收費站



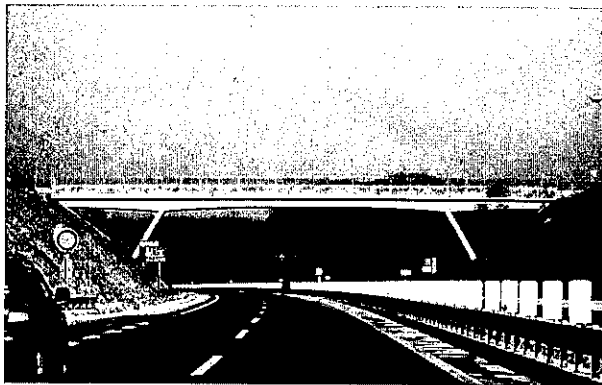
兩側採透空性佳之鋼索護欄



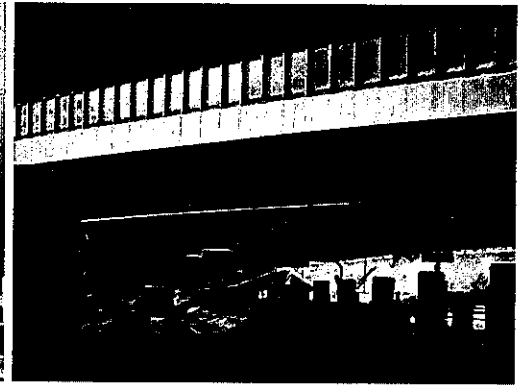
II型跨越橋(一)



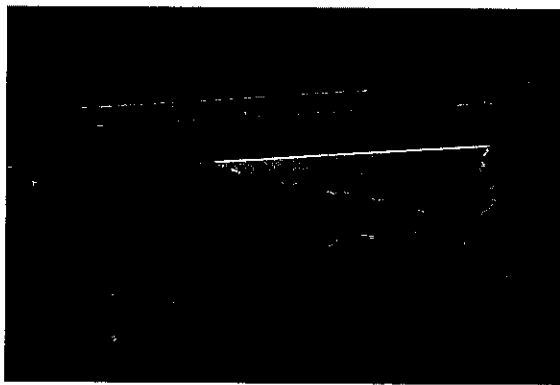
II型跨越橋(二)



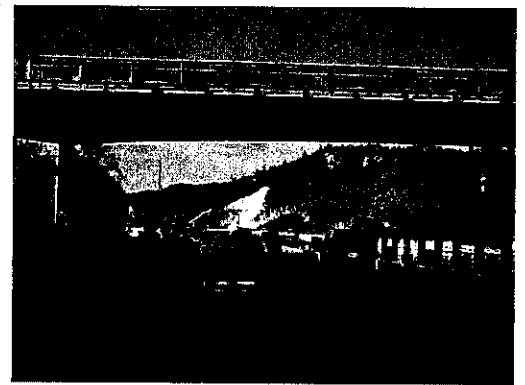
II型跨越橋(三)



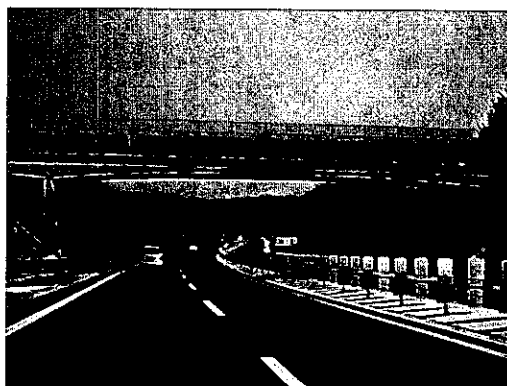
鋼箱梁跨越橋



渡槽橋



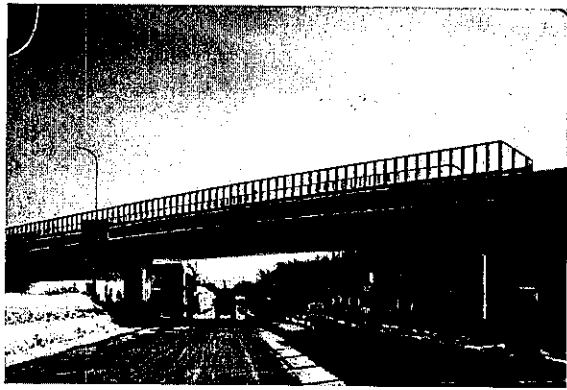
三跨連續預力梁跨越橋(一)



三跨連續預力梁跨越橋(二)



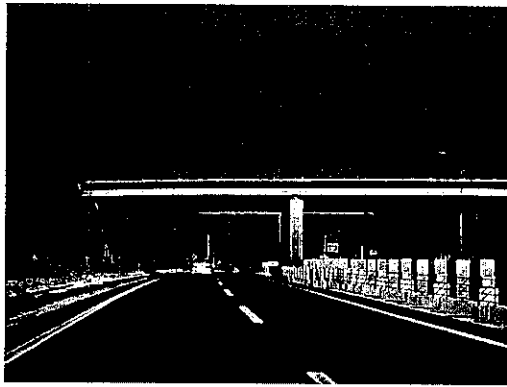
三跨連續預力梁跨越橋(三)



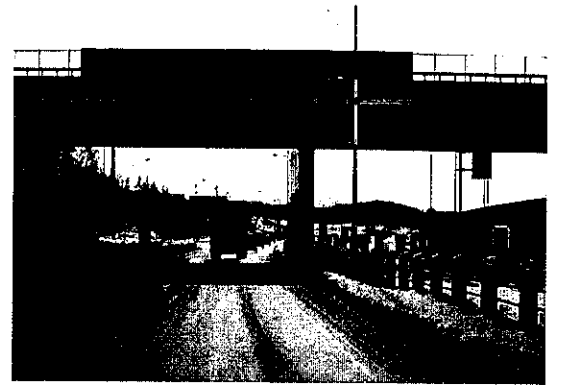
三跨連續預力梁跨越橋(四)



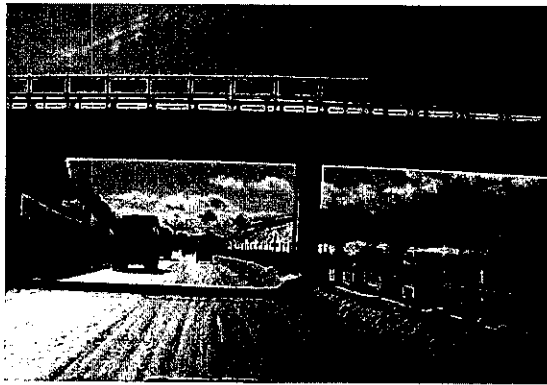
二跨連續預力梁跨越橋(一)



二跨連續預力梁跨越橋(二)



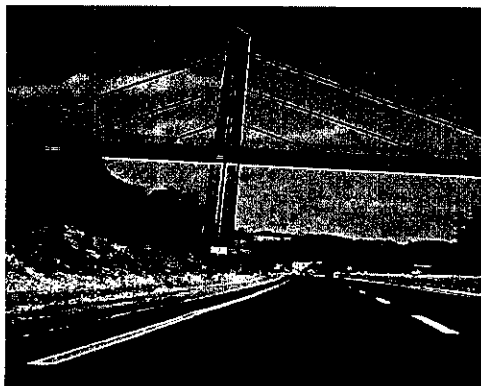
二跨連續預力梁跨越橋(三)



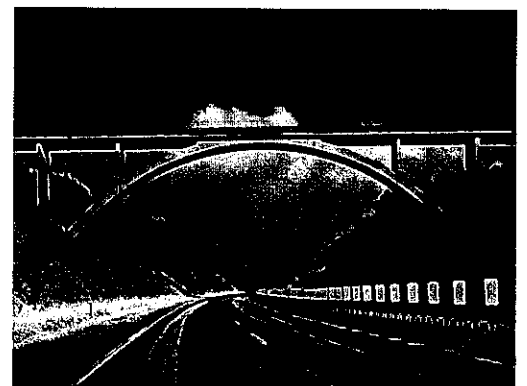
二跨連續預力梁跨越橋(四)



二跨連續預力梁跨越橋(五)



斜張橋跨越橋



預力拱橋跨越橋

九、札幌市交通建設

北海道 (Hokkaido) 位於日本最北部，瀕臨日本海、鄂霍次克海和太平洋，面積 83,500 平方公里，占日本國土的 22%，約為台灣之 2.3 倍，人口約 600 萬(僅約為台灣之 1/4)。北海道土地遼闊，自然優美，物產豐富。札幌市是北海道最熱鬧之城市，係位於北海道道央地區的都會城市，也是北海道的行政中樞。札幌市人口約 190 萬人，是日本人口過百萬的都會區中最北方的一個，也是內陸城市中人口最多的一個。曾在 1972 年舉辦過第 11 屆冬季奧林匹克運動會，市中心的帶狀公園—大通公園是每年札幌雪祭的舉辦場地，是國際知名的觀光都市。

一、營運中之地下鐵建設

其市內已蓋有三條地下鐵(如圖 9.1)，包括(1)南北線(綠線)，從麻生至真駒內共設有 16 個站；(2)東西線(橘線)，從宮之澤至新札幌，共設有 19 站；(3)東豐線(藍線)，從榮町至福住，共設有 14 站，其電聯車輛係採膠輪系統，與台北木柵線類似，不過是採 6 節電聯車。

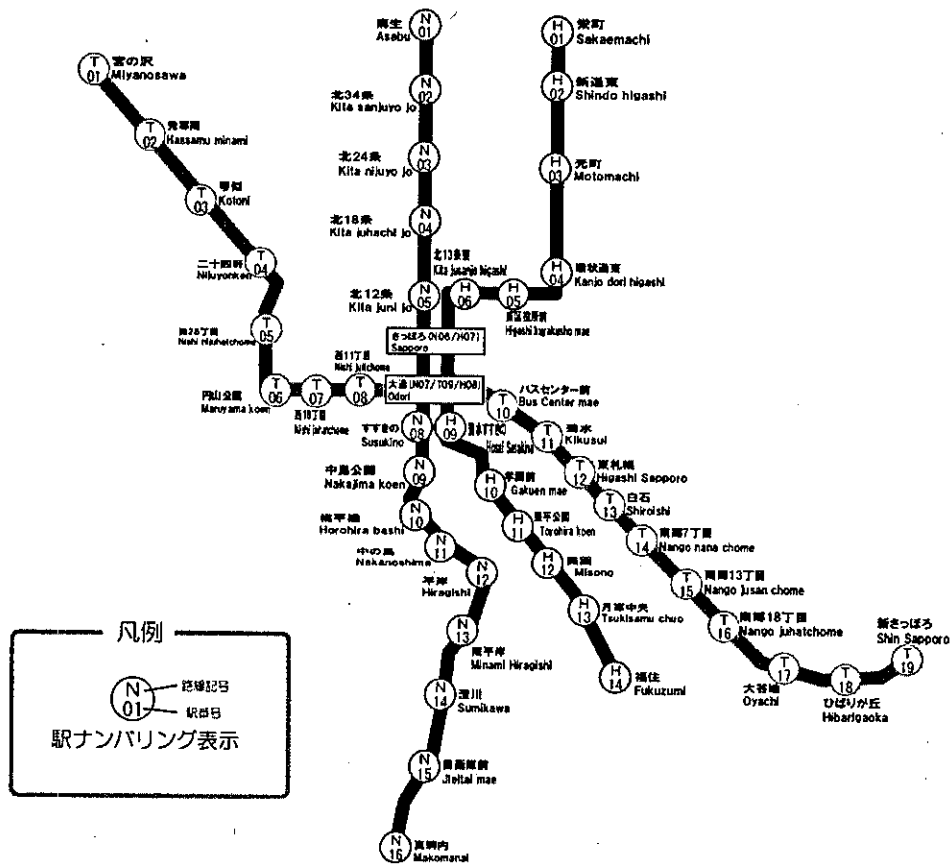


圖 9.1 札幌市營地下鐵路線圖(摘自網路)

二、計畫中之北海道新幹線

另外從東京至札幌除可搭國內班機外，若搭鐵路需要換三次鐵路列車，亦即於東京搭東北新幹線至八戶(新幹線最北端終點站)，再換月台轉搭 JR 鐵路至函館，於同一月台再改搭北海道 JR 鐵路公司經營之鐵路至札幌，所費時間高達 10 小時左右，目前北海道政府正推動興建北海道新幹線(如圖 9.2)，將來可從東京至札幌，直接搭日本高鐵新幹線，時間僅須 3 小時又 57 分鐘，大幅縮短旅程時間，因北海道冬天經常下雪，機場也時常無預警關閉或取消班機起降，本次參訪原訂 97.12.26 上午 8:50 由仙台搭國內班機至上午 10:05 抵達新千歲機場，再搭鐵路約上午 11:00 可到達札幌市，就碰到暴雪班機取消之困境，最後被迫改搭鐵路，到達札幌已較原訂時間晚了 12 小時，至晚上 11:00 才到達，真是難忘而漫長的一天鐵路旅程。



圖 9.2 北海道新幹線計畫

三、興建中之地下街工程

另外從札幌車站至大通公園間為札幌市最精華首善地區(如圖 9.3)，各種商業大樓林立，人潮車潮聚集，當地政府為提供更舒適及安全之人行通道，正興建本地區之地下街及地下通道工程，完工後可將車站區之地下街與大通公園附近之地下街相互串聯，方便購物、旅遊與搭車之旅客通行。尤其冬季地面積雪，造成行人通行不便，經常可見到摔倒之路人，險象環生之情形，即可大為改善。本地下街工程正進行施工中，地面上之施工圍籬及機具設施均能保持井然有序，而且施工圍籬不但不影響街道觀瞻，甚至成為美麗的市政廣告看板，令人贊賞有加，值得我們學習與效法，參訪照片如下。

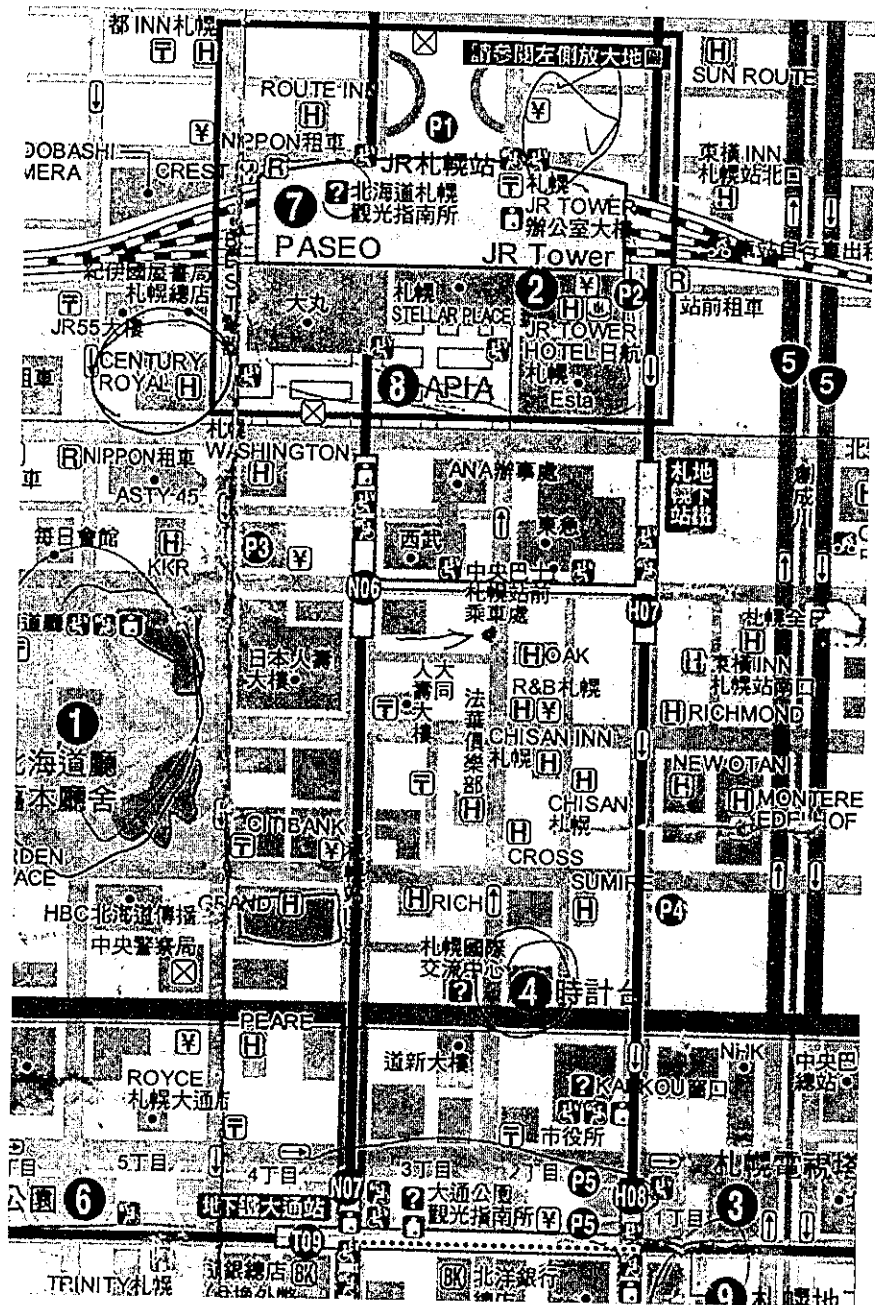
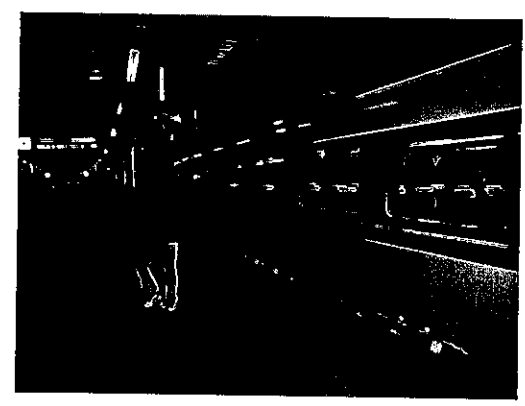


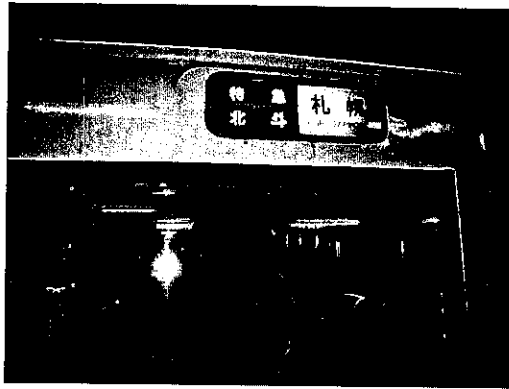
圖 9.3 札幌地下街工程位置圖



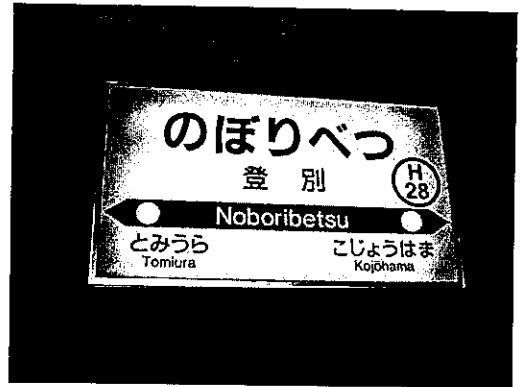
仙台至八戶東北新幹線列車



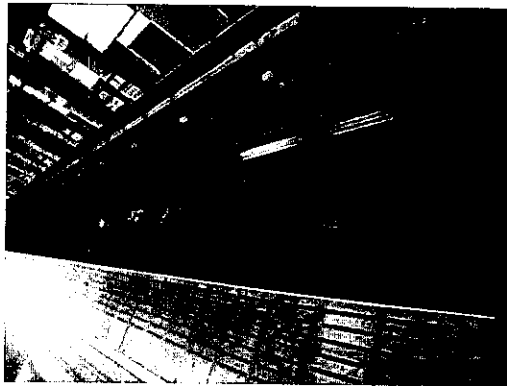
八戶至函館 JR 鐵路列車



函館至札幌 JR 特急北斗號列車



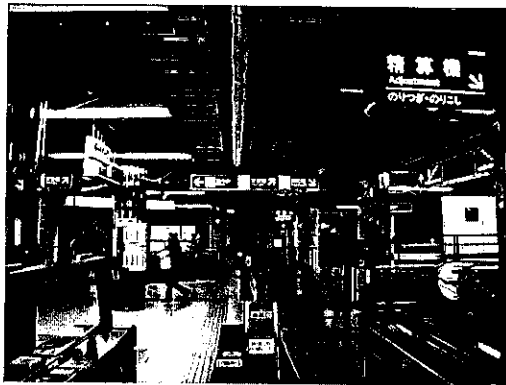
月台站名標誌



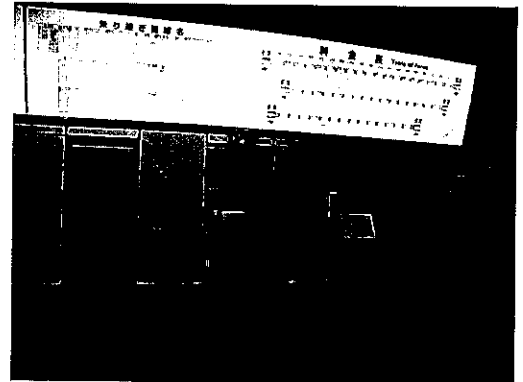
札幌地下鐵採用膠輪系統



地下鐵電聯車廂



地下鐵車站



地下鐵自動購票機



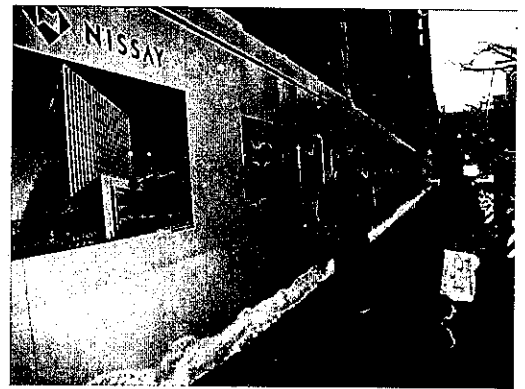
地下鐵穿堂通道



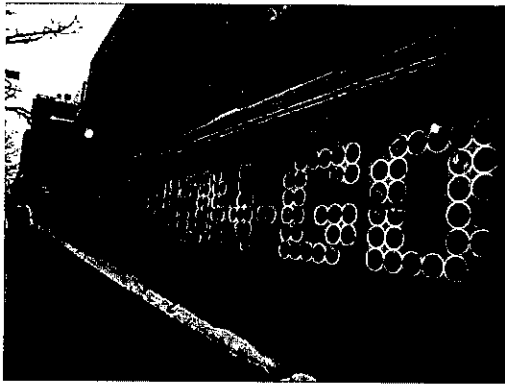
地下鐵進出口收票機



札幌市區工地圍籬美化(一)



札幌市區工地圍籬美化(二)



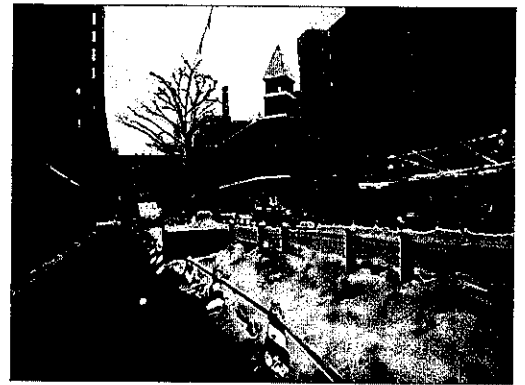
札幌市區工地圍籬美化(三)



札幌地下街工程透視圖



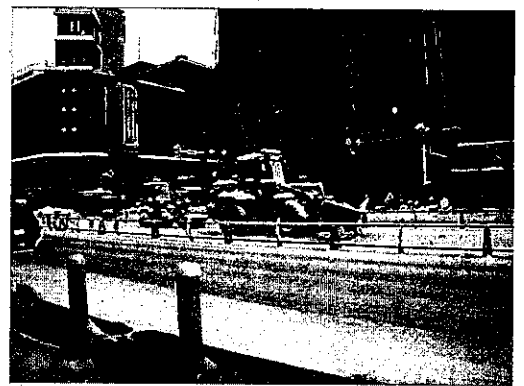
人行穿越道安全措施



人行道安全措施



車道安全措施(一)



車道安全措施(二)

十、建議

亞洲之日本土地大，海岸線長及海灣多，且由四大島嶼（本州、九州、四國、北海道）組成，因此橋梁成為串連各地的最好方式。而日本遭受颱風及地震等天然災害侵襲與台灣又相似，本次到日本參訪橋梁工程及各項交通建設，見識到日本的橋梁建設技術日新月異，並朝向與景觀融合之美麗造型設計，其施工技術、方式及機械設備的先進，可稱為世界之最。本總局經管之橋梁數目為國內首屈一指，對於橋梁先進技術的創新及研發，應積極地學習、汲取、交流及創新。本次的參訪，對於日本地區的施工技術、方式及機械設備的先進技術，有進一步的瞭解，同時蒐集到許多的橋梁技術及維護管理資料，以供後續工作使用。本次參訪之建議如下：

1. 日本對於橋梁構造型式近來朝向多元化發展，尤其對於高強度、高性能之鋼材及混凝土材料之推廣使用更是不遺餘力，此為因應時代潮流與使命，朝著節能減碳方向努力邁進，國內應結合產、官、學、研各界，對於高強度材料之生產與管理及應用，應更積極推動，才能趕上時代潮流。
2. 另外鋼材與混凝土材料組合而成之複合斷面，混合橋型等，在日本如雨後春筍般大力推廣與設計，且已完成上百件工程案例，國內目前僅有一至二個案例，尚有發展之空間，可以繼續推動此類橋型，以達更多元化之橋梁造型及材料應用。
3. 日本對於產業間之合作或異業間之結合，一直保持相當活絡，各產業均能體認通力合作，共生共榮之重要，任何一產業之沒落都可能影響其他產業之生存。台灣各產業間應該要互相學習，互相支援，例如國內橋梁防蝕工法之推動，各工法間經常互相排斥，造成兩敗俱傷，應該能夠學習日本之產業合作方式，互相支援，共同促

進該工程技術之進步，共存共榮。

4. 日本橋梁工程施工，共同之特色為業主均要求營造廠之承包須採用共同投標方式，主要目的是讓更多營造商參與工程建設，大營造商扶持小營造商，任何一個橋梁工程均會分成許多標案，甚至上部結構及下部結構也會切開成不同標案，由不同廠商承攬，此與國內業主擔心之同一工程分標多、界面多、管控不易等負面想法大異其趣，但在日本工程執行上，確是非常良好，並無界面問題發生，追根究底，其主要會成功之因素在於日本施工界面管控整合強，且各營造廠施工精度自我要求嚴格，絕不偷工減料、推諉責任，均依設計標準按步就班施工，界面自然不會有問題，此部份也是值得國內學習與效法。
5. 日本工地施工現場，他們對於施工細節之講究及不斷在設計及施工技術創新，均是激發我們繼續堅守崗位、努力不懈之原動力。尤其對於工地施工材料堆放之整齊、工地安全之管理及環境整潔之維護均留下深刻之印象，我們常常捫心自問，為什麼日本能，我們不能，不是做不到，是國內營造廠不願意花成本去做。因此對於日本工地現場環境的維護及施工細節之講究，應作為國內設計階段安全衛生之規劃設計及其相關經費編列之參考，以及執行監造工作時，應督導承包商作好工地之安全與整潔維護，讓工作環境及安全持續改善與進步。
6. 對於重大橋梁工程建設，日本會於橋址附近興建一座橋梁博物館，將橋梁之模型、施工照片、工法介紹，有系統之介紹，讓一般民眾瞭解，體會工程師之辛勞與付出，亟具有歷史價值及教育意義，國內在興建重大橋梁工程計畫時，應參考國外先進國家之作法，將橋梁博物館或觀景平台一併納入規劃與施工，讓橋梁工程興建不僅只

是交通功能，讓它具有教育、文化、觀光等多元化之功能。

誌謝

本次參訪感謝各級長官之支持與提攜，日方大日本工程顧問株式會社海外部部長保田雅彥博士之接見與技術簡報，井藤晉介部長代理之行程安排與指引，川田工業株式會社橋梁事業部海外營業部有木毅志主任至臨海大橋工地指引，參訪行程始能順利與圓滿成功，在此一併誌上十二萬分之感謝。

參考文獻

1. 大日本工程顧問株式會社，日本之橋梁管理簡報資料，2008
2. 森水真朗，磯上知良，千葉照男，橫山伸幸，三木千壽，東京港臨海大橋技術開發與經費精簡檢討第2回，上部工之構造檢討(1)，橋梁與基礎，pp. 45-50，2008-9，2008
3. 森水真朗，磯上知良，千葉照男，三木千壽，東京港臨海大橋技術開發與經費精簡檢討第3回，上部工之構造檢討(2)，橋梁與基礎，pp. 40-45，2008-10，2008
4. 川田工業株式會社，東京港南部地區臨海道路橋梁上部築造工事架設概要
5. 矢野英昭，青野光伸，佐佐木健雄，有馬久伸，荒卷本澤地區橋梁之計畫與設計，橋梁與基礎，2006
6. 仙台市建設局道路部街路課，北四番丁大衡線橋梁架設工事
7. 北海道開發局，室蘭開發建設部，室蘭道路事務所，白鳥大橋上部工概要
8. 北海道開發局，室蘭開發建設部，室蘭道路事務所，白鳥大橋下部工概要

9. 北海道開發局，室蘭開發建設部，室蘭道路事務所，白鳥大橋補鋼桁製作架設工事
10. 加藤靜雄，壽樂和也，美原大橋之計畫及設計，Civil Engineering Consultant，Vol. 225，pp. 044-047，2004
11. 守雅行，美原大橋之現場架設，駒井技報，Vol. 23~24

附件

附件一、日本之橋梁管理簡報資料

附件二、東京港臨海大橋技術開發與經費精簡檢討第 2 回，上部工之構造檢討(1)

附件三、東京港臨海大橋技術開發與經費精簡檢討第 3 回，上部工之構造檢討(2)

附件四、東京港南部地區臨海道路橋梁上部築造工事架設概要

附件五、荒卷本澤地區橋梁之計畫與設計

附件六、北四番丁大衡線橋梁架設工事

附件七、白鳥大橋上部工概要

附件八、白鳥大橋下部工概要

附件九、白鳥大橋補鋼桁製作架設工事

附件十、美原大橋之計畫及設計

附件十一、美原大橋之現場架設