

出國報告（出國類別：考察）

日本交通建設及人行無障礙環境設計之考察

服務機關：內政部國土管理署都市基礎工程組

姓名職稱：蔡組長亦強

姓名職稱：王簡任正工程司錫銘

姓名職稱：鄭正工程司惠心

姓名職稱：楊工程員玉章

派赴國家：日本

出國期間：113年2月25至3月2日

報告日期：113年5月24日

摘要

為改善人行交通環境，行政院於2023年5月25日第3857次院會通過「行人優先交通安全行動綱領」，其中的「工程面向」推動工作，係由內政部與交通部併同以「永續提升人行安全計畫」辦理，補助輔導地方政府落實執行行人安全道路工程改善。為利人本環境之有效建置，特赴日本東京、鎌倉、栃木縣等地考察其都市與鄉村道路及人行道配置，與道路鋪面施工團隊研討鋪設工法及技術，以及與東京工業大學學術交流技術成果。期能參採與本國鄰近且工程條件相近之日本，以改善人行環境品質、提升都市交通安全，並符合城市永續行人安全發展之趨勢。

目錄

一、目的.....	1
二、行程與紀要.....	2
2.1 行程.....	2
2.2 考察地點簡介.....	3
2.2.1 東京都.....	3
2.2.2 鎌倉市.....	4
2.2.3 日瀝道路株式會社.....	8
2.2.4 東京工業大學.....	8
2.3 過程紀要.....	10
2.3.1 基礎設施、現地工程案例參訪.....	10
2.3.1-1 道路配置.....	11
2.3.1-2 通學區及 30 區.....	18
2.3.1-3 自行車道.....	24
2.3.1-4 行人交通安全設施.....	30
2.3.1-5 道路周邊環境防災概念.....	37
2.3.2 Nichireki(日瀝)株式會社參訪--日本先進鋪面設計、調查技術與管理方式.....	40
2.3.2-1 介紹道路的養護管理作為.....	41
2.3.2-2 鋪面檢查與探測.....	41
2.3.2-3 鋪面養護與修繕.....	43
2.3.2-4 現場實作交流.....	48
2.3.2-5 簡報後討論及 Nichireki 答復.....	58
2.3.2-6 小結.....	65
2.3.3 東京工業大學參訪--臺日工程學術交流研討.....	66
三、心得與建議.....	72

表目錄

表 2.1 日本參訪行程	2
表 2.2 Nichireki(日瀝)株式会社參訪參訪行程表	40
表 2.3 東京工業大學參訪行程表	67

圖目錄

圖 2.1 東京都內的鄉村、首都、區、市、町、村道路的詳細情況	5
圖 2.2 鎌倉市通學路安全檢查事項	6
圖 2.3 通學路的改善範例	7
圖 2.4 日瀝道路株式會社工作介紹	8
圖 2.5 東京工業大學網站介紹及地圖位置	9
圖 2.6 依不同使用者特性的道路配置	12
圖 2.7 車專用道路配置-首都高	12
圖 2.8 車中心+人道路配置-3-chōme-5 Nishishinjuku	13
圖 2.9 車+人中心道路配置-澀谷交叉點周邊	13
圖 2.10 人中心+車道路配置-下北澤	14
圖 2.11 步行者專用道路配置-鎌倉市小町通	14
圖 2.12 秋葉原步行者天國周日實施範圍	15
圖 2.13 秋葉原步行者天國實施標誌	15
圖 2.14 秋葉原步行者天國內容	16
圖 2.15 轉向附加車道設置方式	16
圖 2.16 附加車道漸變設計	17
圖 2.17 下北澤國小校園周邊通學道路配置	19
圖 2.18 其他學校周邊通學路-1	20
圖 2.19 其他學校周邊通學路-2	21
圖 2.20 東京都 30 區設置方式	22
圖 2.21 東京都 30 區設置案例	22
圖 2.22 日本 30 區 PLUS 實施的措施	23
圖 2.23 30 區 PLUS 成效-以沖繩那霸市為例	24
圖 2.24 車道上自行車道配置方式	26

圖 2.25 自行車與人行共道配置	27
圖 2.26 自行車相關標誌、標線圖例	27
圖 2.27 東京都自行車配置實例	28
圖 2.28 自行車使用規定	29
圖 2.29 路緣斜坡、導盲設施及行穿線	32
圖 2.30 路緣行人保護設施	33
圖 2.31 行人號誌設於行穿線上方且正對行人方面-秋葉原及澀谷周遭	33
圖 2.32 共桿懸臂號誌-秋葉原及澀谷周遭	34
圖 2.33 服務道路緣石設計與人行道關係	34
圖 2.34 車行斜坡設計	35
圖 2.35 行人阻隔保護-在車流大且車速快的道路	35
圖 2.36 停車管制	36
圖 2.37 日本消防栓設立位置與指示	37
圖 2.38 公園的防災功能設備	38
圖 2.39 路側防災空間	39
圖 2.40 日本道路分級	43
圖 2.41 性能確認檢驗案例	43
圖 2.42 各種鋪面破壞樣態所對應合適的維護整修工法	44
圖 2.43 坑洞修補材料簡介	45
圖 2.44 高低差修補材料簡介	45
圖 2.45 裂縫填縫材料簡介	46
圖 2.46 端部成形止水帶材料簡介	47
圖 2.47 層間黏結材料（黏層）簡介	47
圖 2.48 鋪面饒度檢測-FWD 簡介與現場參訪照片	49
圖 2.49 透地雷達(GPR) 簡介與現場參訪照片	50

圖 2.50 自動化道路巡檢-GLOCAL-EYEZ 簡介與現場參訪照片	51
圖 2.51 坑洞修補示範現場操作	52
圖 2.52 高低差修補材料示範現場操作	53
圖 2.53 裂縫修補 Coal Cut K 示範	54
圖 2.54 裂縫修補 Crack Seal NX 示範	55
圖 2.55 端部成形止水帶材料鋪設示範	56
圖 2.56 黏層鋪設示範	57
圖 2.57 透水性鋪面與一般鋪面排水機制	58
圖 2.58 透水性瀝青鋪面範例-用於自行車道	59
圖 2.59 遮熱性瀝青鋪面機制示意圖及降溫效果	59
圖 2.60 遮熱性瀝青鋪面範例-用於生活道路	60
圖 2.61 彩色瀝青鋪面應用範例-以人行及自行車道為例	61
圖 2.62 紅色瀝青鋪面應用	62
圖 2.63 道路分區調查目錄範例	63
圖 2.64 道路調查表範例	64
圖 2.65 Nichireki 訪談交流現場	65
圖 2.66 Nichireki 參訪圓滿完成大合照	66
圖 2.67 本團隊參訪東工大設備實驗室	69
圖 2.68 本團隊簡報我國市區道路現況與精進作為	70
圖 2.69 研討會交流與會後合影	71

一、目的

本部國土管理署針對人行環境建設自2006年起至今陸續推動「既有市區道路景觀與人行環境改善計畫」、「市區道路人本環境建設計畫」、「提升道路品質計畫」、「校園周邊暨行車安全道路改善計畫」、「永續提升人行安全計畫」等計畫補助地方政府。儘管歷經了數十年的努力，美國媒體CNN於2022年12月7日報導仍以「行人地獄」稱呼臺灣之交通環境，澳洲、加拿大、日本、美國、英國等5國亦發出旅遊警示臺灣交通狀況，經檢討歸結其原因有以下幾點，「缺乏人行道的連續性」、「違規佔用人行道」、「以車為本的道路配置」、「紊亂的停車管理」、「汽機車不停讓行人」、「民眾的交通知識不足」及「缺乏公共運輸」等問題。

為改善人行交通環境，行政院於2023年5月25日第3857次院會通過「行人優先交通安全行動綱領」，其中的「工程面向」推動工作，係由內政部與交通部併同以「永續提升人行安全計畫」辦理，補助輔導地方政府落實執行行人安全道路工程改善。為利人本環境之有效建置，特赴日本東京、鎌倉、栃木縣等地考察其都市與鄉村道路及人行道配置，與道路鋪面施工團隊研討鋪設工法及技術，以及與東京工業大學學術交流技術成果。期能參採與本國鄰近且工程條件相近之日本，以改善人行環境品質、提升都市交通安全，並符合城市永續行人安全發展之趨勢。

日本道路建設參訪之效益藉由與日本道路工程產業相關單位機構進行經驗交流，交換與學習道路工程與管理之實務經驗。並透過會議與現場工程案件參訪，了解日本目前對於道路工程與管理之制度與未來政策執行策略與方針，並探討改善臺灣道路規劃之機制與可行作為，希冀提升我國對於市區道路工程施工與管理維護之成效，並提升施工技術、養護管理作為與精進推動人本無障礙環境政策。

二、行程與紀要

2.1 行程

本案奉核參訪期間為 112 年 2 月 25 日至 113 年 3 月 2 日。為求深入觀察日本都市建設，本團隊提前 3 日(2 月 22 日)另請休假抵達進行參訪，參訪行程如下。

表 2.1 日本參訪行程

日期	地點	行程
02/22(四)	交通日	桃園機場-成田機場-東京都
02/23(五)	涉谷/新宿/ 東京都廳	<u>東京都基礎建設訪查</u> 涉谷站前、新宿站前道路設計及整體城市設計
02/24(六)	鎌倉/淺草寺	<u>東京都基礎建設訪查</u> 東京都近郊、觀光區周邊道路與住宅巷弄設計
02/25(日)	文京區/上野	<u>東京都基礎建設訪查</u> 上野站前路口設計、文京區通學步道、 道路空間劃分(車、自行車、行人)
02/26(一)	澀谷區	<u>東京都基礎建設訪查</u> 人行道與自行車道混合設計、生活巷道設計
02/27(二)	Nichireki (日瀝)株式会社	政策與產業實務經驗交流
02/28(三)	技術研發中心	案例分析-檢測技術與道路養護修繕工法
02/29(四)	<u>東京工業大學</u>	台日雙方研究技術經驗交流
03/01(五)	下北澤	<u>東京都基礎建設訪查</u> 住商混合區之狹小巷道空間規劃
03/02(六)	交通日	東京都-成田機場-桃園機場

2.2 考察地點簡介

2.2.1 東京都

東京都（とうきょうと）是位於日本關東地方的一級行政區，也是日本實際上的首都，是日本唯一以「都」命名的行政區。面積在日本一級行政區中排名第 45 位，但日本最南端（沖之鳥島）和最東端（南鳥島）均位於其轄區內，因此擁有日本各一級行政區中最大的經緯度跨度。截至 2022 年，全境人口已超過 1,400 萬，是日本人口最多的一級行政區。東京都在 2019 年時是世界 GDP 總量第一的都市，亦是日本經濟、文化、政治、交通的中心。以東京都為核心的日本首都圈人口超過 3,800 萬人，約佔日本人口的三成，也是世界第一大都會區。東京都亦被認為是世界上最重要全球都市之一。據經濟學人資訊社在 2019 年的全球宜居城市排名，在調查對象城市中，東京是排名第二位的宜居都市。（參考維基百科簡介）

截至 2020 年 4 月 1 日，東京都道路總長約 24,741km，總面積約 190.31km²（其中都道約 2,370km，46.30 km²），東京都內道路系統比例分布見圖 2.1。作為道路管理機關，東京都建設局相關的管理項目包括道路法規定的各種程序事項（確定道路路線名稱、起點、終點的路線認證，確定道路管理的具體範圍等的區域確定和變更等）；許可事務（超過寬度、重量等特定標準的車輛的特種車輛通行許可、道路佔用許可、安裝電力、燃氣、自來水、污水、電話等生命線設施等）；其他包括加強對道路不當使用的執法、路面的維護和修理、道路設施的開發以及路邊環境改善工程。此外，2011 年發生的東日本大地震再次證實了道路在運輸救災物資和災後復原工作中所扮演的重要角色。為確保地震發生時應急交通道路的功能，東京都積極實施《創建市民優先的「新東京」—2020 年行動計劃》中提出的措施（例如纜線地下化）。

2.2.2 鎌倉市

鎌倉市（かまくらし）位於日本神奈川縣三浦半島西面，是人口約為 17.3 萬人的小型城市，1939 年設市。鎌倉市位於橫濱市的西南、藤澤市東面、逗子市的西北方，南面向著相模灣，為三面環山一面向海的地形，曾經是鎌倉幕府政權的所在地。鎌倉雖然是留存有許多歷史遺跡的古都，但是在室町時代中期之後漸漸衰退。現在鎌倉市作為東京的住宅區而聞名。

鎌倉市於 2008 年成立了鎌倉市學區交通安全對策協議會，並與學校、PTA（校外委員會）、教育委員會、警察以及都道府縣和市道路管理者等相關組織合作，展開往返學校路線聯合檢查，確保學校路線安全，相關的檢查事項與負責單位如圖 2.2。經過相關單位檢查，通學路的改善重點在於「實施確保步行空間的彩色路面（綠帶）、提醒駕駛員的彩色路面以及道路標記和道路標字等措施」（如圖 2.3）。

東京都內的鄉村、首都、區、市、町、村道路的詳細情況(截至2020年4月1日)

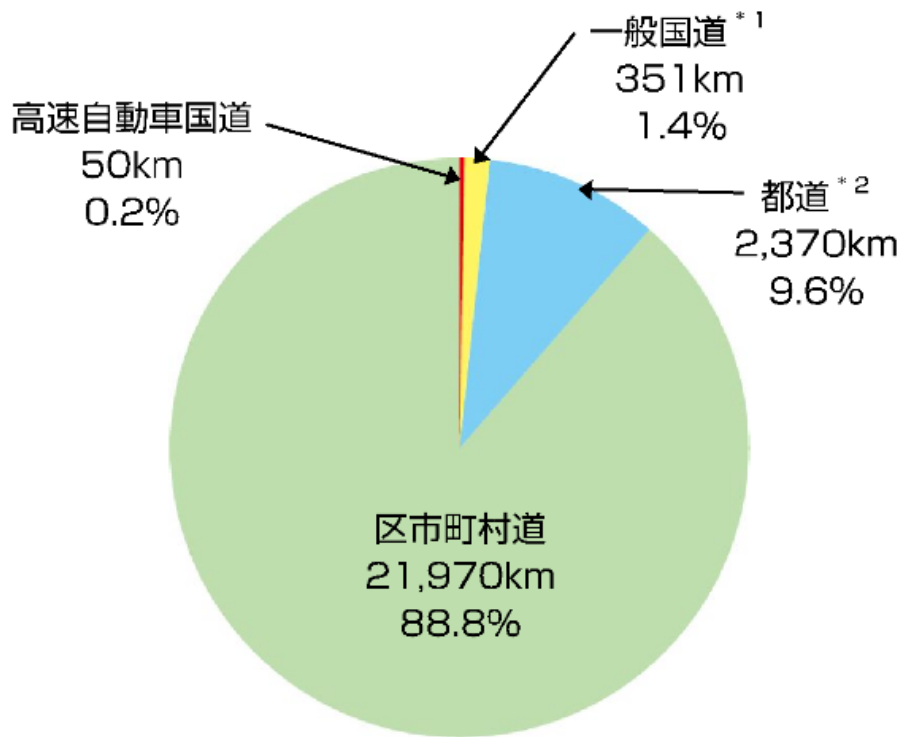


圖 2.1 東京都內的鄉村、首都、區、市、町、村道路的詳細情況(摘自東京都建設局網站)

<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/road/kanri/index.html>

通学路 安全点検 HANDBOOK

令和2年度策定

市民安全課

対策事例

外側線	最高速度	横断歩道	グリーンベルト	カラー交差点
				
市役所 道路課	警察署 交通課	警察署 交通課	市役所 市民安全課 道路課	市役所 市民安全課 道路課
止まれ	速度おとせ	スクールゾーン・ ガードレール	路面シート	交通標識
				
警察署 交通課	市役所 道路課	市役所 市民安全課 道路課	市役所 市民安全課	警察署 交通課

図 2.2 鎌倉市通学路安全検査事項（摘自鎌倉市府網站

https://www.city.kamakura.kanagawa.jp/koutsuu_anzen/sukuruzontoukoutu_uanzen taisakuyougikai.html）



圖 2.3 通學路的改善範例 (摘自鎌倉市府網站同圖 2.2)

2.2.3 日瀝道路株式會社

Nichireki Co., Ltd. (日瀝株式會社) 設立於 1949 年，總部在日本東京，為日本最大的道路建築商及鋪路技術專家，擁有 60 多年歷史，是生產乳化瀝青、改性瀝青的龍頭企業。產品與建築及路面其他有關，包括建築、土木用資材的製造加工、道路鋪裝工事、防水工事、上下水道工事等設計、監理。

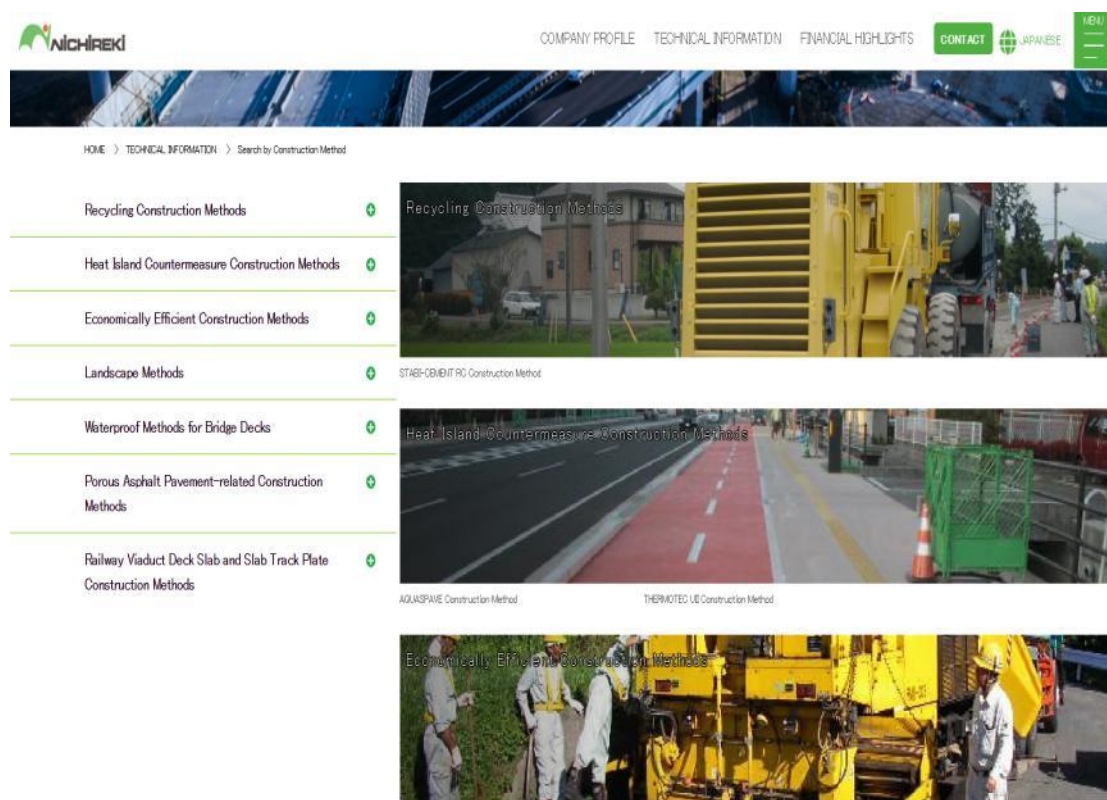


圖 2.4 日瀝道路株式會社工作介紹 (摘自 <https://www.nichireki.co.jp/english/product/method/>)

2.2.4 81

東京工業大學 (日語：東京工業大学／とうきょうこうぎょうだいが，英語名稱：Tokyo Institute of Technology)，簡稱東工大，英文通稱「Tokyo Tech」，是日本的一所國立大學，校總區位於東京都目黑區大岡山。創立於 1929 年，

為文部科學省「指定國立大學法人」頂尖十校之一、超級全球大學計劃的頂尖型指定校，在校生約一萬人。東京工業大學為日本極富影響力之優質大學，更以土木、地震工程專業領域聞名。



圖 2.5 東京工業大學網站介紹及地圖位置

2.3 過程紀要

本計畫團隊於計畫執行期間自 113 年 2 月 22 日起至同年 3 月 2 日止(含途程計 10 日)至日本進行現地訪查，此次參訪由中央大學土木系陳世晃系主任安排，透過實際深入了解日本相關無障礙人行環境與道路建設之精進作為，藉由日本實務經驗強化臺灣市區道路建設之觀念，與國土管理署都市基礎工程組之經營管理業務具高度相關，主要行程內容如下所述。

此行程將參訪產業界與學術界之機構單位與相關現場工程，交流議題含括「**基礎設施、現地工程案件參訪**」(2/22~26, 3/1 都市基礎建設訪查)、「**日本先進鋪面設計、調查技術與管理方式**」(2/27~28 Nichireki (日瀝)株式会社技術研發中心)及「**臺日工程學術交流研討**」(2/29 東京工業大學)。該行程含括道路基礎工程產業與相關學術之交流，對於了解日本執行人本環境道路設計具有極大啟示。藉由學術經驗交流與現地工程案件參訪，響應理論與實務工程經驗之差異與修正做法。行程中最重要之議題，透過了解日本現行「鋪面點檢制度」之法令與管理作為，藉此知悉道路建設與管理之成果與效益，並可作為改善臺灣相關部門或機構可借鏡之方針與策略。因此，相關法令制度與實務操作之交流，對於整體臺灣市區道路建設與管理將具有實質影響。

以下就針對各議題進行說明：

2.3.1 基礎設施、現地工程案件參訪

113 年 02 月 23 日至 03 月 01 日，於東京都內各區域與各級道路實地訪查，場域類型含括政府機構周邊、大型交通場站、住宅區、通學步道、觀光休閒區域及商業區等周邊道路，實地了解日本政府對於道路空間應用與分隔設計之概念，以下就本次訪查日本現地所觀察結果分為「**道路配置**」、「**通學區及 30 區**」、「**自行車道**」、「**行人交通安全設施**」及「**道路周邊環境防災概念**」分別說明：

2.3.1-1 道路配置

依日本道路構造令的道路配置建議，道路配置可人行需求分為五類，分別為車專用、車中心+人、車+人中心、人中心+車、步行者專用等(配置見圖 2.6)，圖 2.7~圖 2.11 為本次日本考察東京都周邊的實際使用配置，可對應規範或手冊，說明此種道路分級制度時符合名眾使用需求也可達成的。如何在我國設計規範內引入類似概念性規定，是值得進一步落實的課題。

近期東京甚至以試驗方式舉行步行者天國的時段封街活動，以秋葉原為例，每周日 13:00-17:00 (10 月-3 月)、13:00-18:00 (4 月-9 月) 在中央大道 (外神田五丁目十字路口與萬世橋十字路口之間) 約 570 公尺範圍實施(如圖 2.12)，步行者天國為確保行人安全，步行者天國內不允許進行販賣商品、表演、街頭表演、騎自行車等活動(如圖 2.14)。能在雙向 6 車道以上的車道範圍擴大提供行人駐足、休憩的空間，無怪乎在假日世界各地的遊客湧入下，還有如此舒適的徒步環境。適時適地的創造行人空間，在推廣旅行觀光的我國是值得借鏡學習的。

另外在車道配置上還有一個重要課題，就是與轉向附加車道配合的車道漸變與車道平衡概念，在日本全國道路標識・標示業協會出版的路面標示(路面標示ハンドブック)第五版中，有建議了兩類轉向附加車道設置方式，一種是利用中央分隔島打除創造出轉向車道的無偏心設計，另一種是採用偏心車道方式創造轉向車道(詳圖 2.15)，本次在東京都廳瞭望台也看到了都廳周邊的車道也採用此類設計(如圖 2.16)，左圖為無偏心設計，進路口左右附加車道的配置下仍有兩直行車道，以維持遠端車道平衡；右圖為偏心設計，漸變設計提前將左右車分流，在留有足夠長的儲車長度下，也維持足夠的車行效率。

日本的車道配置與設計最大的特色就是留給駕駛者反應跟選擇的機會，提前的標誌牌面預告、足夠的漸變長度、充分的儲車空間，這些都是我國目前在道路設計上努力的目標。本署也於 113 年 1 月在「市區道路及附屬工程設計規範」中 4.6.2 節轉向車道中加入本參考圖說，期地方能逐步改善道路安

全。

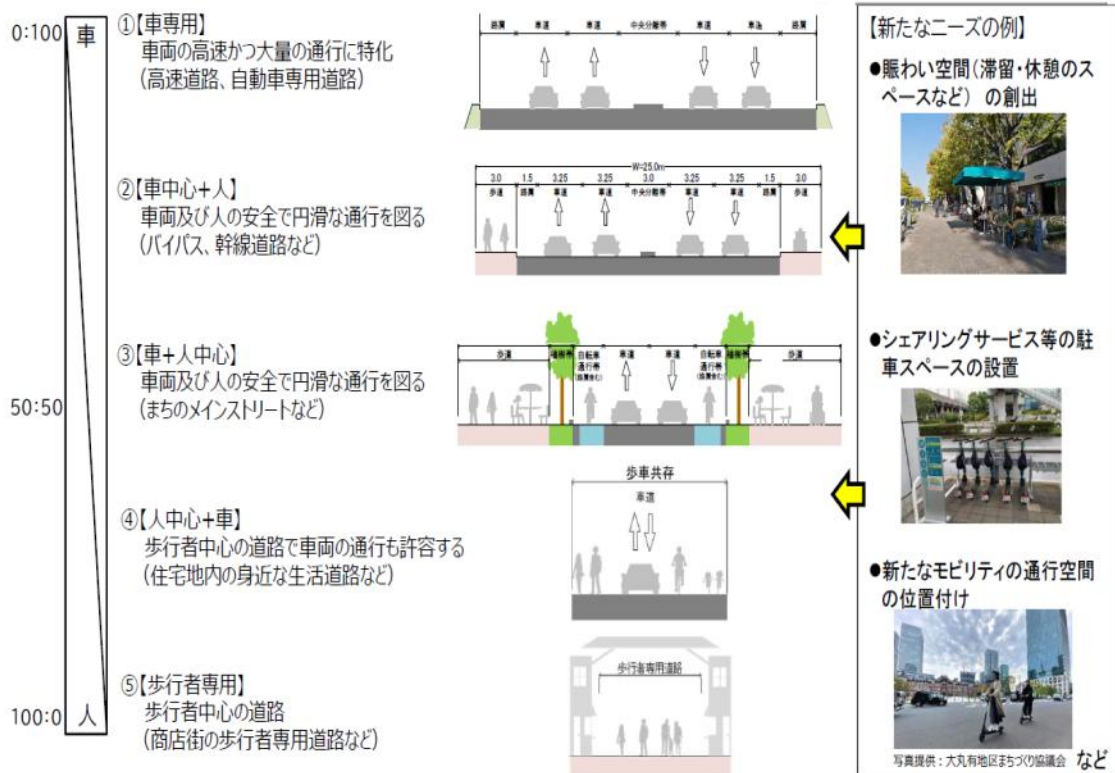


圖 2.6 依不同使用者特性的道路配置(摘自道路構造令概要)



圖 2.7 車専用道路配置-首都高(東京都廳瞭望台所攝)



圖 2.8 車中心+人道路配置-3-chōme-5 Nishi-shinjuku(東京都廳瞭望台所攝)



圖 2.9 車+人中心道路配置-澀谷交叉點周邊(現場攝影、google map 截載)



圖 2.10 人中心+車道路配置-下北澤(現場攝影)



圖 2.11 步行者專用道路配置-鎌倉市小町通(現場攝影)



圖 2.12 秋葉原步行者天國周日實施範圍（摘自 <https://akiba.or.jp/pedestrianzone>）



圖 2.13 秋葉原步行者天國實施標誌(現場攝影)



圖 2.14 秋葉原歩行者天国内容 (摘自 <https://akiba.or.jp/pedestrianzone>)

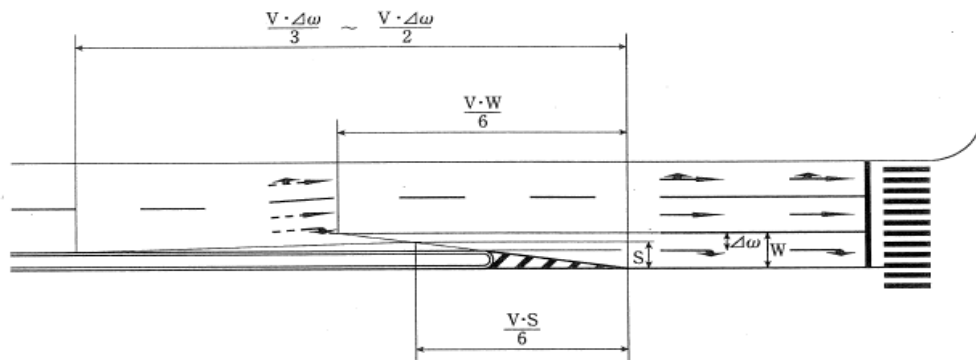


図1.1.5 中央分離帯の切削と車線幅員の縮小

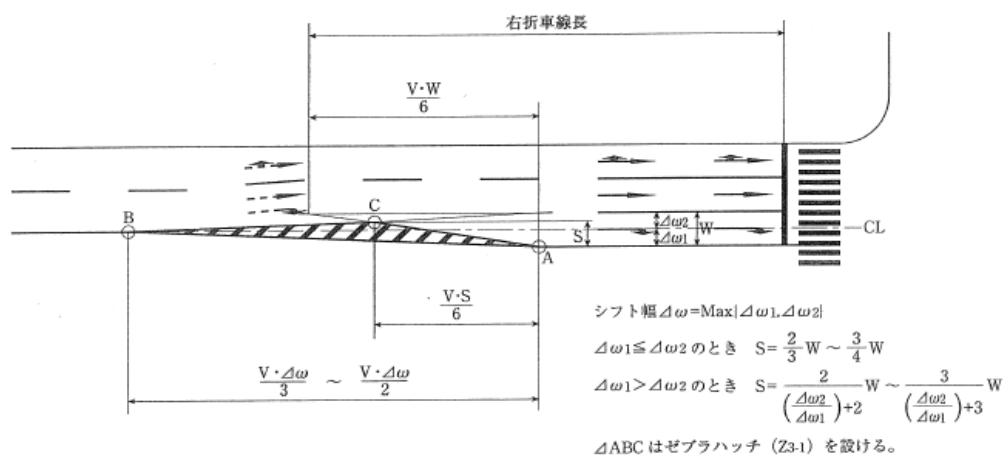
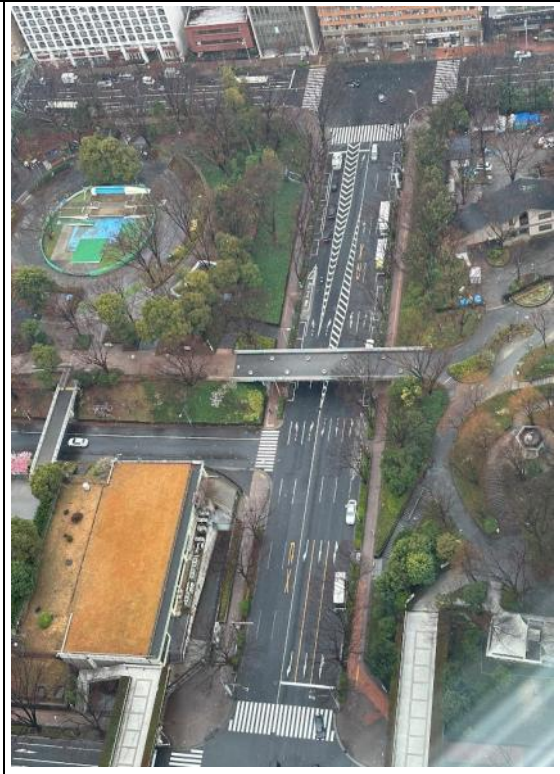


図1.1.6 中央線のシフトと車線幅員の縮小

圖 2.15 轉向附加車道設置方式(摘自日本全國道路標識・標示業協會路面標示ハンドブック第五版)



東京都廳瞭望台，都廳周邊之車道漸變配置



小山市，車道配置，右轉附加車道



澀谷，路口車道配置，利用槽化線讓觀口兩側直行車道一致，庇護島前使用槽化線提醒駕啟(右圖截自 google map)

圖 2.16 附加車道漸變設計(現場攝影、google map 截載)

2.3.1-2 通學區及 30 區

通學區

在日本，通學區是通往學校的多條道路集合區域，在行經通學路的路程中，可以發現有警示(標誌、標字)、降速(異質鋪面、車道縮減)、禁止穿越(護欄、綠籬)、禁止臨停(標誌、人行道實體分隔、車阻)等工程措施，這些在國內已逐漸建置完善，但在觀察孩童上下學時，多數是以步行方式離開學校，這與我們普遍由家長接送的習慣可就大不相同，在本次參訪的日本小學，多數位於次要道路，面前道路多為雙向各一車道或單行道，未見家長接送區的設計，日本校園周邊在少了家長接送的停車需求下，和我國同樣樣的路寬比較，無需提供家長臨停空間，因此可以創造出更多的步行空間來維持學童的安全，也提高學童步行上學之意願。

30 區(ゾーン 30)

日本近期開始在住宅區、狹小巷弄或須減速之區域設置 30 區牌面，起訖位置一般會設置 30 區標誌牌面，與通學區配置相似，皆是「人中心+車」道路配置，差異點在於在車道(或路肩)較寬時可開放臨時停車、可自由穿越。多數交通安全措施重點是解決道段中(線)和路口(點)上的問題。而在 30 區實施的策略是在銜接主要道路的次要道路或服務道路周圍居民區全區或部分路段實施交通工程管制手段和安全措施，相關措施如圖 2.20 所示。

30 區(ゾーン 30)PLUS

在近期(2021 年)開始，日本國土交通省道路局和警察廳交通局開始推動設立 30 區 PLUS，在原有 30 區(速限)的基礎上再加入限制車輛進入及速度限制的實體降速設計(詳圖 2.22)。參考 2022 年仲嶺 彰人等人研究(ゾーン 30+による対策の試験的な実施における効果検証について)顯示(見圖 2.23)，以沖繩那霸市為例，路口車速減少 3.8KPH，超速比例降低了 8.6%，

平均車速降至 21.9 KPH 甚至比所規定的 30 KPH 還低約 30%，顯見加入了工程手段後可進一步達到減速成效。



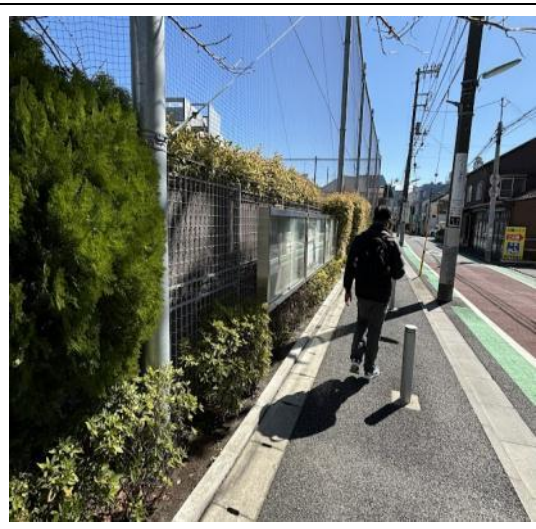
圖 2.17 下北澤國小校園周邊通學道路配置(現場攝影)



文京區湯島小學，學校旁的欄杆分隔人行道，校門口用紅色鋪面警示



世田谷區下北澤小學，學校旁通學路
速限 20 公里以及時段性行人徒步區



世田谷區下北澤小學，學校旁通學路，學校
旁實體人行道及標線型人行道



中央區立久松小學門口，狹路降速方式

圖 2.18 其他學校周邊通學路-1(現場攝影)



圖 2.19 其他學校周邊通學路-2(Googlemap &現場攝影)



圖 2.20 東京都 30 區設置方式(來源日本警察廳網站
https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/kotsu/doro/zone30/about_zone30.html)



圖 2.21 東京都 30 區設置案例(現場攝影)



圖 2.22 日本 30 區 PLUS 實施的措施(來源日本警察廳網站

https://www.keishicho.metro.tokyo.lg.jp/kotsu/doro/zone30/about_zone30.html)

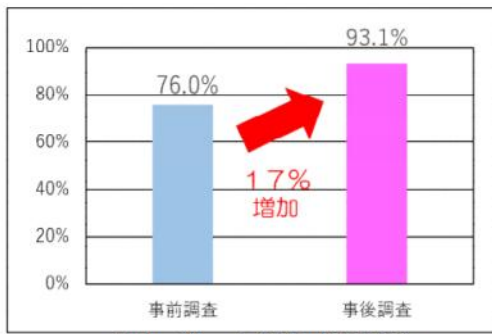


図-9 ブレーキを踏んだ車両割合

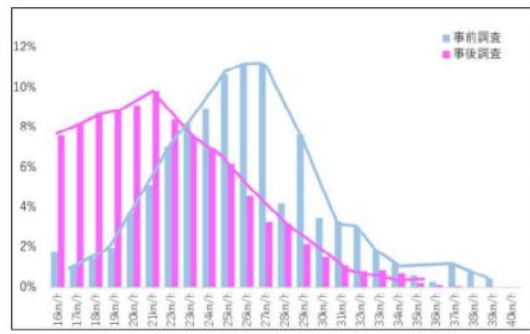


図-10 交差点手前での車両走行速度割合

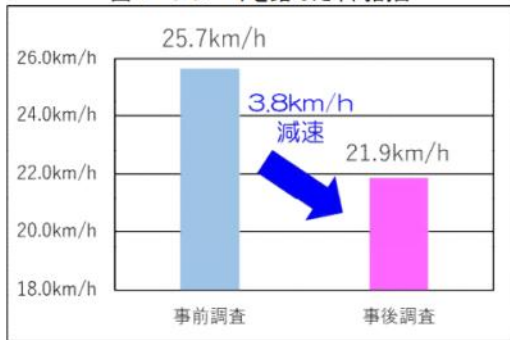


図-11 交差点手前での車両平均走行速度

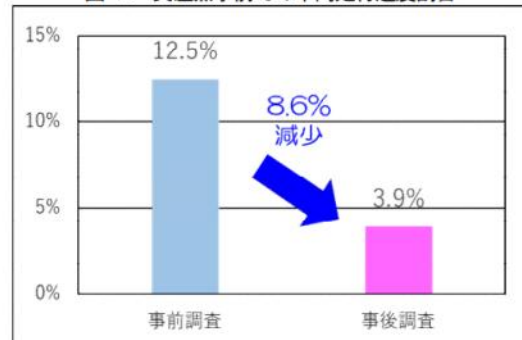


図-12 30km/h 超過割合

圖 2.23 30 區 PLUS 成效-以沖繩那霸市為例 (仲嶺 彰人、楠田 鉄一郎、喜友名 曜一,「ゾーン30+による対策の試験的な実施における効果検証について」, 2022)

2.3.1-3 自行車道

自行車在日本屬於車的一部分，優先配置於車道上，如配置於人行道係屬例外。自行車道在車道上設置依自行車道寬度分類分別為實體分隔、無實體分隔專用道、與汽車混合自行車道等三類，相關配置方式參考圖 2.24 所示。而配置於人行道之自行車道可參考圖 2.25 方式，除了要於起訖點有明確標示外，固定間距也需要有標誌提醒，自行車道相關標誌、標線圖例參考圖 2.26 所示。

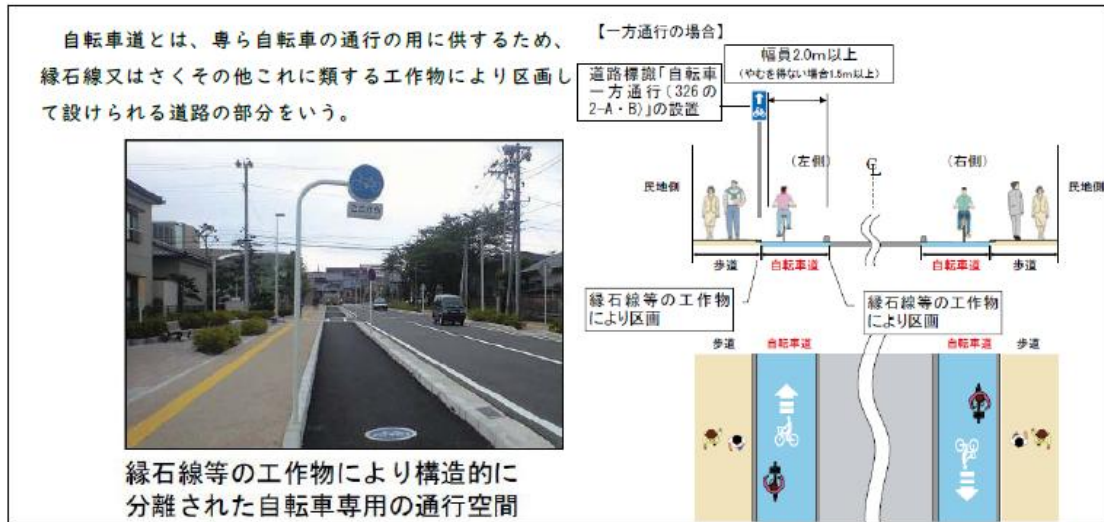
依警察廳規定，自行車之使用原則如下(見圖 2.28):

- i. 自行車行駛在車道為原則，行駛在人行道屬例外。
- ii. 自行車要靠最外側車道行駛。

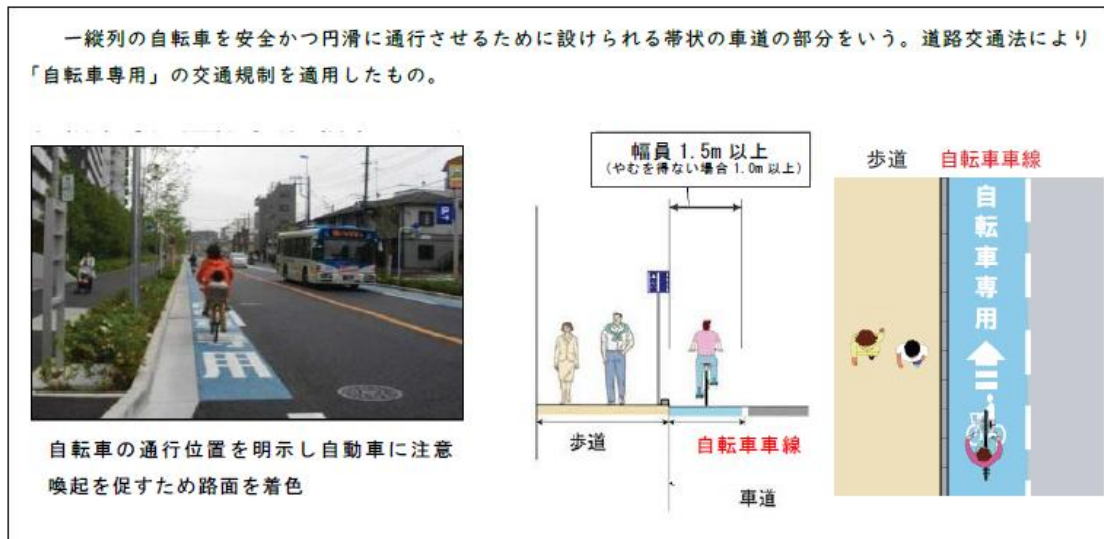
iii. 在人行道行駛時，以行人為優先，自行車要在靠車道側行駛。

iv. 禁止雙載或併排騎車。

日本自行車路權和我國接近，但實務上的主要差異在於我國路側及路肩普遍有停車之情形日本則少有路側停車情形，其次日本機車數量較少而我國之機慢車道多數為機車使用。前述差異導致我國路側衝突多且停車佔用道路空間，因此較難於車道上配置自行車專用道，至於在人行道與行人共用之型態，則應加強自行車應讓行人的教育宣導以維行人安全。在越來越考慮綠色運具的現在，道路斷面規劃時如何納入自行車道也是道路設計指引應努力的方向。



(a) 實體分隔自転車道



(b) 無實體分隔自転車道



(c) 與汽車混合自転車道

圖 2.24 車道上自転車道配置方式(摘自埼玉縣縣土整備部道路設計手冊)

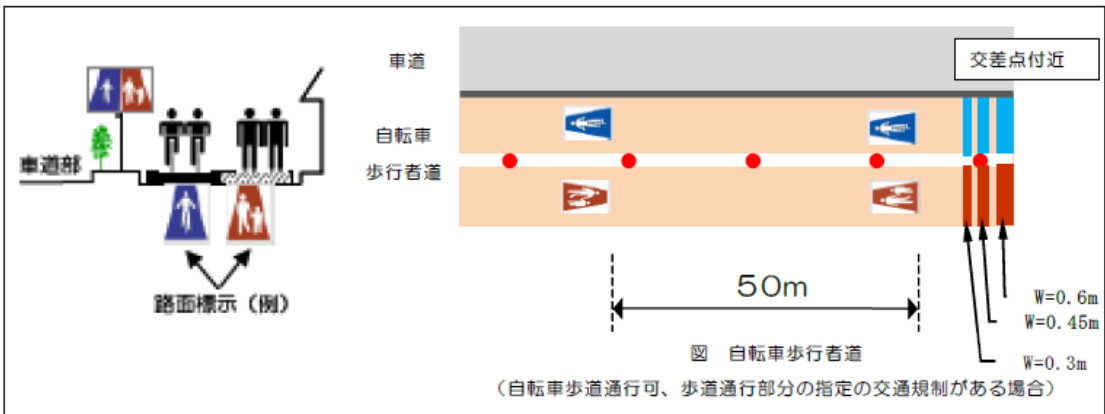


圖 2.25 自行車與人行共道配置(摘自埼玉縣縣土整備部道路設計手冊)

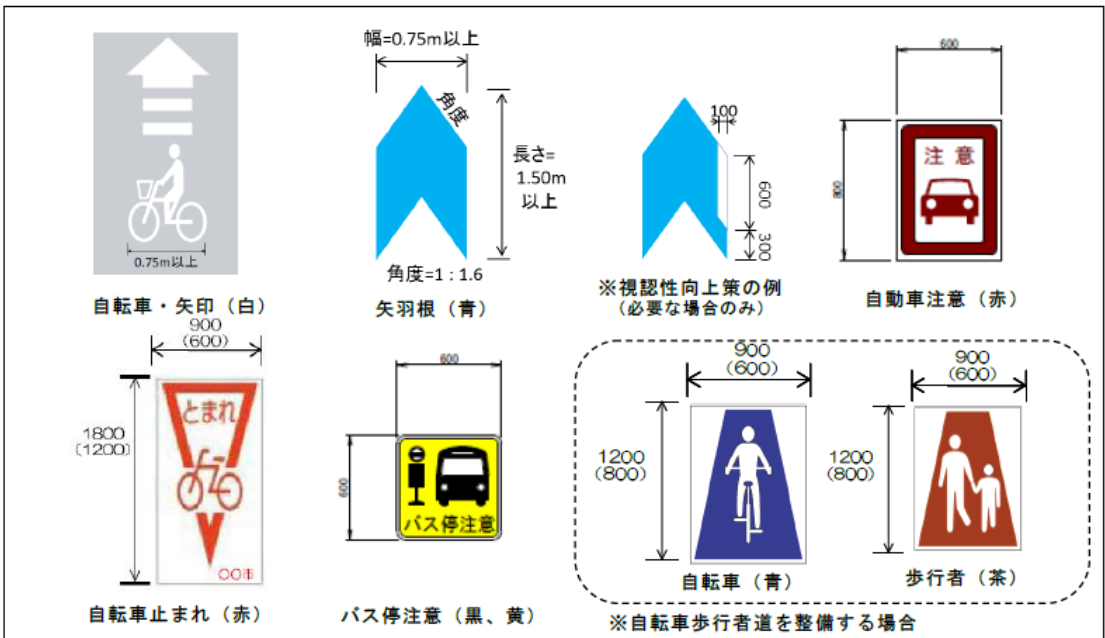


圖 2.26 自行車相關標誌、標線圖例(摘自埼玉縣縣土整備部道路設計手冊)



都廳前，自行車利用路肩空間



日本橋，路寬不足自行車道與車道共線



中央區，自行車專用道



藏前，路口自行車標線支延伸，直行自行車與轉向汽車衝突可能



新宿藏前，自行車事故提醒

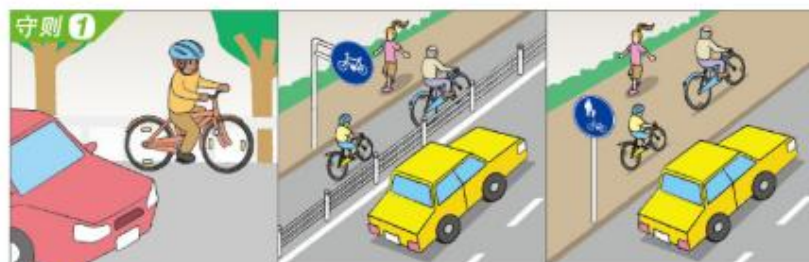


初台，自行車與人行共道，自行車道設於外側



皇居外苑，實體分隔自行車道

圖 2.27 東京都自行車配置實例（現場攝影）

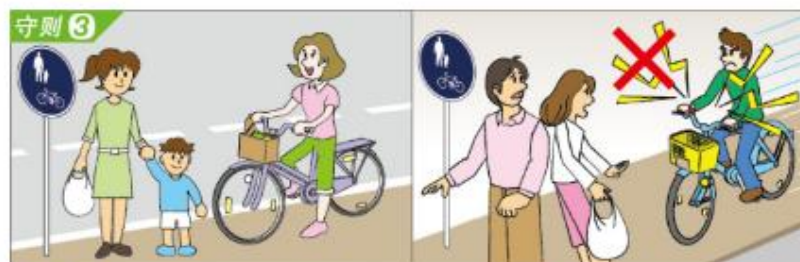


守则1 自行车走车道为原则，自行车走人行道为例外。

- 自行车也属车辆的一种，原则上在车道上通行。
 - 设有自行车道处，要在自行车道上通行。
 - 自行车可以在有普通自行车可通行标识的人行道上通行。
 - 未满13周岁的儿童、70岁以上的老年人、身体不便的人士(伤残人员)可在人行道上骑自行车通行。
- ※ 车道过窄等不得已的情况下，作为例外，自行车可在人行道上通行。

第一则

自転車は、車道が原則、歩道は例外。
 ● 自転車は車両の仲間なので、原則として車道を通行します。
 ● 自転車道があるところでは、自転車道を通行すること。
 ● 普通自転車歩道通行可の標識がある歩道は、自転車で通行できます。
 ● 13歳未満の子ども、70歳以上の高齢者、体の不自由な人は、歩道を自転車で通行できます。
 ※ 車道の幅が狭いなどのやむを得ない場合には例外として歩道を通行できます。



守则3 人行道上行人优先，自行车要在靠车道一侧慢行。

- 通过人行道时，必须以能立即停车的速度慢行。
- 可能妨碍行人通行时，要短暂停车。
- 不要在人行道等处随便对行人鸣车铃，终究是行人优先。必要时骑自行车的人应下车。

第三则

歩道は歩行者優先で、車道寄りを徐行。
 ● 歩道を通るときは、すぐ停止できるような速度で徐行すること。
 ● 歩行者の通行を妨げるおそれのある場合は一時停止します。
 ● 警音器を歩行者に対して歩道などでみだりに鳴らさないこと。あくまでも歩行者が優先です。必要に応じて自転車を降りましょう。

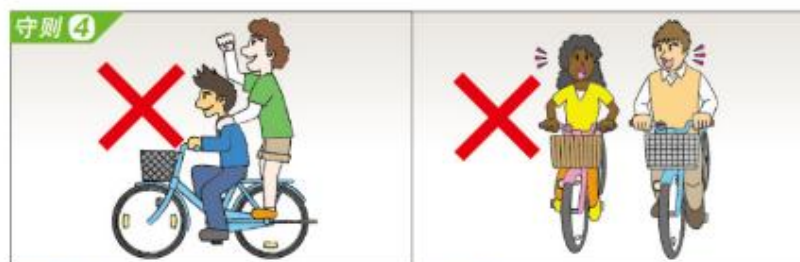


守则2 自行车靠左侧通行。

- 要在车道的左侧通行。
- 可在路侧带通行，但不得妨碍行人通行。

第二则 自転車は左側を通行。

● 車道の左端を走ること。
 ● 路側帯を通行できますが、歩行者の通行を妨げないこと。



守则4 遵守安全规则。

禁止二人同乘一辆车。

第四则 安全ルールを守る。二人乗りは禁止。

守则4 遵守安全规则。

禁止并排骑车。

第四则 安全ルールを守る。並進は禁止。

圖 2.28 自行車使用規定(摘自警察廳行人及自行車交通安全指南)

2.3.1-4 行人交通安全設施

在我國，行人在穿越路口時，需要配合的設施為路緣斜坡、行穿線、號誌；人行道著重的設計則有緣石、護欄、管線設施與停車管理等，這些都有制定相關的建議與規範，本次日本參訪，在行經主要路段時，仍看到許多值得我們學習的作法。

圖 2.29 上圖為日本路緣斜坡與行穿線之配置，上左圖可以觀察到路緣斜坡之警示帶對應著行穿線的導盲帶，由人行道穿越行穿線至對向人行道皆考慮視障者的使用，有著更完善的無障礙通路概念；上方兩圖也可以觀察到行穿線寬度會超過或至少為人行道寬度，這樣可降低行人穿越路口時走在車道上的危險。

另外在我國路緣斜坡緣石一般採平均 1:5 的斜率順接，輪椅使用上較為平順；由圖 2.29 下圖日本則將坡度拉陡使斜坡範圍縮小，提早順平人行道，在不影響無障礙通行使用下可以讓人行道邊界較為清楚且有利於道路排水設計。

圖 2.30 顯示日本行穿線普遍較寬，通常會在路緣設置車阻來避免汽車駛入人行道，降低行人危險或人行道佔用問題；另外，設置間距需考量在 1.5 公尺以上，避免輪椅族通行受阻。

圖 2.31 顯示行人號誌與行穿線之對應關係，主要路口(尤其是多叉路口)有行人穿越需求時，行人號誌皆會設置於行穿線正上方且正對行人方向，讓行人可以清楚地看到要穿越方向的時制，不會有混淆問題產生。而在有限的設施帶上設立多號誌，日本多採用共桿懸臂的方式整合號誌(如圖 2.32)，如此減少了設施用地需求，也提升了維修性，且未來在調整路口型式時，號誌桿不用遷移，僅需更換懸臂桿及調整角度即可，此類行人燈號規劃設計原則較有利於行人使用，值得我國參採。

由於日本臨街建築物基地高程常與車道面接近齊平，因此日本的人行道在次要道路或服務道路一般採用與路面等高，僅以緣石實體分隔(如圖 2.33)，這在路幅不寬且有鄰房銜接問題時影響最小，亦可維持既有排水方式。目前我國在路寬有限下採用標線型人行道，未來有機會改為實體分隔人行道時，參採此種方式應為最經濟、影響最小的方式。

在車輛有穿越人行道需求時，日本仍以行人通路為優先，車輛因有動力輔助，車行斜坡路緣不必像行人使用般採緩坡低高差設計，配合前述的緣石開口，可減少與人行道的介面衝突(如圖 2.34)。

而在車流較大、車速較快或有保護行人需求下，人行道在路段中會設置護欄並設立禁止穿越的牌面(如圖 2.35)，這在避免汽車侵入人行道的同時也阻絕了行人的違規穿越事件發生。在近年我國行人傷亡統計中，行人違規穿越造成的比例相當高，在未來，利用地方增設人行道時一併設置護欄，或許可有效減少行人意外事故的發生。

另外在行人交通安全的課題中，停車管理也是其中很重要的一項因素，國內除了過多路肩停車佔用原本可作為人行道的空間外，其次因為停車管理不善，以致於不管人行道設施改善的多完備，人行道上的停車佔用都會讓功能下降甚至喪失。屏除我國車輛持有數過多或是路外停車空間不足等問題，我們有什麼可借鏡日本呢?經由本次參訪過程中觀察，一方面可從人行道禁止或限制停車著手(禁止停車牌面、加車阻或護欄、科技執法)，另一方面則採用合法停車空間提高停車周轉率方式(時段禁停、累進費率、停車在一時間區間內免費等措施)。

以上設計，在日本都考量到了通用設計與以人為本的考量，不僅僅是將人行路權劃定出來，而是從行人的角度去觀察如何能更直覺更安全的去穿越路口或行走在人行道上，進而提升人行道的使用意願並且降低意外的發生，在我國已越來越注重行人權益及安全的當下，如何逐步引導民眾正確使用

道路的習慣，避免長期佔用路側空間，支持路側收費停車改善停車秩序及周轉率，都有助於形成更好更人本的都市環境，這些細節是我們在調整現行規範下已逐步施行中，身為主管市區道路的我們，未來除了提升人行道的普及率外，也需考量導入這些好的人本設計概念，來提升我國步行環境。



東京都廳周遭，路緣斜坡警示帶與行穿線關係



明治神宮附近，路緣斜坡緣石斜率約為 1:3

圖 2.29 路緣斜坡、導盲設施及行穿線 (現場攝影)



澀谷區，人行道轉角加高保護，採用車阻作為人行道分隔設施，避免汽車駛入人行道



澀谷區，商場前超寬的行人穿越道配合車阻保護行人，設置間距都在1.5公尺以上。超寬的行穿線對於行人是很好的保護措施

圖 2.30 路緣行人保護設施(現場攝影)

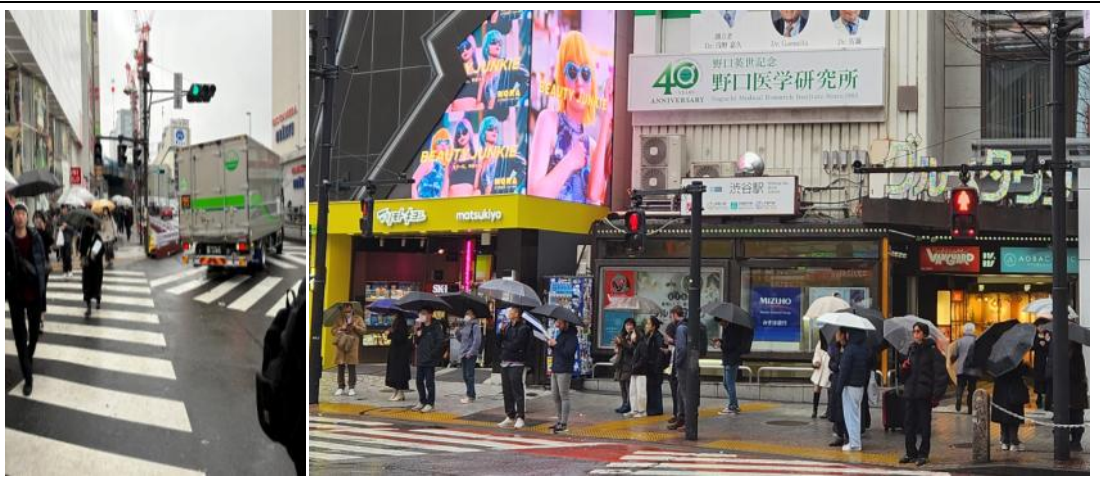
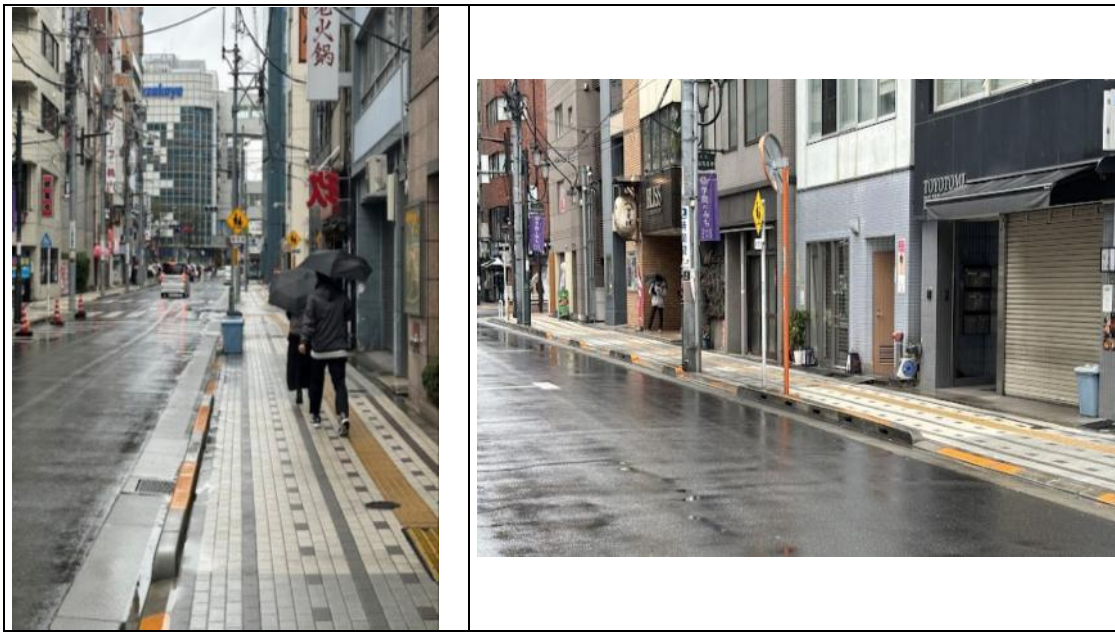


圖 2.31 行人號誌設於行穿線上方且正對行人方面-秋葉原及澀谷周遭(現場攝影)



圖 2.32 共桿懸臂號誌-秋葉原及澀谷周遭(現場攝影)



台東區黑門小學，緣石作實體分隔，人行道與車道同高利於排水及車道穿越

圖 2.33 服務道路緣石設計與人行道關係(現場攝影)



圖 2.34 車行斜坡設計(現場攝影)



圖 2.35 行人阻隔保護-在車流大且車速快的道路(現場攝影)



淺草寺，30 區+禁止停車+時段性人
徒步區+路口鋪面提示

淺草寺，路側禁止停車的服務性道路。沒有
路側停車，人車視距良好



湯島，綠色標線型人行道還是易遭佔用，要搭配停車管理及工程手段



鎌倉，立交通桿防止停車



湯島，緣石及欄杆分隔之人行道

圖 2.36 停車管制(現場攝影)

2.3.1-5 道路周邊環境防災概念

日本與台灣相同位處太平洋火環帶上，時常容易發生地震的區域。如在地震之後時常伴隨而來的複合式災害還有海嘯、火災、土石流，還有 2011 年 311 地震後的福島核電廠核災。

日本政府過去對於防災觀念的建立不在話下，不僅全體國民均有共識與意識外，相關軟硬體設備設施建置亦不遺餘力，此次考察中在沿路上均見有與台灣有所不同之處，光如消防栓位置的指引，可說是萬無一失，(圖 2.37 所示)挑高的指示牌不會被車輛擋住，立牌柱上還附掛著一片金屬箭頭牌，可上下左右調整方向，箭頭牌上面標示著距離，沿著金屬牌所指的方向、角度，再照著牌上的距離延伸出去，就是在地面下的消防栓位置，分毫不差。

再者於公園處所設置相關防災設施設備，則有於公園內設置的消防水槽，公園除提供休閒處所外，兼具為避難場所或集合處所功能。亦有將防災相關器材設備材料儲放於公園內相關建築物內，以便於有臨時狀況時即可就近取用應變。也有配合以植栽美化環境，亦有做防災儲備倉庫，或是設置廁所。在一般道路設施帶，也會有醒目的防災空間及設施，如圖 2.39 所示。



圖 2.37 日本消防栓設立位置與指示(現場攝影)



公園內設置的消防水槽



防災相關器材設備材料
諸放於公園內相關建築
物



配合以植栽美化環境做防災儲備倉庫

圖 2.38 公園的防災功能設備(現場攝影)

	<p>消防滅火器直接置放於街頭設施帶空間，以備不時之需。</p>
	<p>在橋台兩側退縮一定防災空間，該空間相同是以公共空間或是公園呈現，並設置遊具、座椅。</p>

圖 2.39 路側防災空間(現場攝影)

前述各項為本次赴日考察道路環境形成中，在道路上或道路周邊所見，相關防災及應變之設施、設備等相關作為，其手法細膩及構思深遠，應可作為台灣在相關建設時納入一併通盤考量，以利同時俱進，因應日益複雜的社經及氣候環境變化所帶來的衝擊，以降低相關的衝擊之嚴重程度，並維持平時民眾使用需求的便利與品質的提升。

2.3.2 Nichireki(日瀝)株式会社參訪--日本先進鋪面設計、調查技術與管理方式

本團隊於 2/27~28 參訪 Nichireki(日瀝)株式会社技術研發中心，針對台日道路產業之技術與作為進行交流研討，除認識日本針對產業技術的精進作為外，也進一步了解日本政府對於道路管理之政策、法令及規範等方面的制度與開放，本次透過雙方實務經驗與意見進行交流，亦有利於未來針對國內政策法令進一步的思考面向。

本次兩天的參訪行程如下表：

表 2.2 Nichireki(日瀝)株式会社參訪參訪行程表

時間	議程	負責人	
第 1 天 02/27 (二)	09:45	事務聯絡	達下 (Tatsushita)
	09:45	致詞	平岡(Hiraoka)
	09:50	講座：開幕致詞	近藤(Kondo)
	10:00	講座：道路養護管理 1. 日本國內道路管理 2. 事前提問與回答	馬場(Bamba)
	12:00	午餐	
	13:00	講座：鋪面點檢制度與方式 鋪面養護週期 GLOCAL-EYEZ 介紹(智慧型手機 AI 即時路巡檢測)	那珂(Naka) 砦(Hazama)
	15:00	講座：養護修繕工法 養護修繕材料的介紹	平岡(Hiraoka)
16:00	第一天結束		
第 2 天 02/28 (三)	10:30	事務聯絡與實施內容說明	達下 (Tatsushita) 佐藤(Sato)

	10:45	實演：檢測方式 GLOCAL-EYEZ，智慧型手機 AI 即時路巡檢測 FWD，落錘式撓度儀 床版 Catcher，非破壞性電磁波橋面板檢測 道路掏空調查	那珂(Naka) 佐藤(Sato) 砦(Hazama)
	12:00	午餐	
	13:00	實演：道路養護修繕工法 Rescue Patch 雨天坑洞修補 Super Romen Patch 路面高低差修補 L 型止水帶橋樑端部止水帶 Crack Seal NX 加熱型裂縫修補 Coal Cut K 常溫型裂縫修補 Farm Zol 改質乳化瀝青黏層	平岡(Hiraoka)
	16:00	閉幕致詞	近藤(Kondo)

本次交流可分為四部分，分別為「介紹道路的養護管理作為」、「鋪面檢查與探測」、「鋪面養護與修繕」及「現場實作交流」，以下就個別進行說明：

2.3.2-1 介紹道路的養護管理作為

在日本道路法第 42 條規定道路管理者對於道路維護、修繕具有義務，關於維護的內容指出了「清掃、除草、除雪與採取必要措施以維護道路功能」，關於檢查與修繕，對於橋梁、隧道、岩石棚、大型排水渠道、門拱型標識等制定「定期檢查指引」，每 5 年進行 1 次近距離目視檢查(相當於我國的詳細檢查)，將結果分為 4 級並保存診斷結果，並針對相關結果同時進行有效的修繕作業。

2.3.2-2 鋪面檢查與探測

日本依據交通量將道路分為 A~D 共 4 等級(如圖 2.40)，市區道路為 B~D 級，

分級 B 為交通量大的主要道路，需要良好的管理，故整修間隔較短、需固定頻率進行檢測與修補，檢測頻率約 5 年 1 次， 檢測項目包括裂縫、車轍及平坦性；分級 C 為交通量較少的道路，破壞惡化速度較慢、不需歸類到分級 B 管理，檢測頻率與檢測項目由道路管理單位決定；分級 D 基本為生活道路，依據道路管理單位的判斷設定，破壞惡化速度較慢，若不受管線工程等影響的話，道路壽命可以很長，檢測頻率與檢測項目亦由道路管理單位決定。

檢測技術性能支援資訊是將所有通過國家規定合格標準檢驗的技術，統整成型錄形式（一覽表）的公開資訊，中央對於鋪面檢測係以採用登載於支援資訊公告上的技術為原則，登載的項目有實際道路上的試驗結果、可檢出項目、檢測條件（速度、天候）、機器款式（專用車 或 搭載型）、檢測費用等，道路管理單位可依據轄區道路選用適當的技術。 而各檢測設備或器材仍需由土木研究中心（中央機關）個別每年實施性能確認檢驗，所有接受檢驗的檢測車進行實際行駛檢驗，需達到各項試驗項目的合格標準後，方可頒發「性能確認證書」。

依據道路特性(交通量等)進行道路**分級A~D**。

道路特性	分級	主要道路案例	割合(%)
高速公路等 要求高速行駛 服務品質要求較高的道路	A	↑ 高速道路 ↓	3%
破壞程度惡化較快的道路等 (大型重載交通量較大的道路)	B	↑ 直轄国道 ↓	15%
破壞程度惡化較慢的道路等 (大型重載交通量較小的道路)	C	↑ 政令市・一般市道 ↓ 補助国道・県道	25%
生活道路等 (破壞程度惡化慢且不受管線工程等影響者, 道路使用壽命長)	D	↑ ※ 市町村道 ↓	57%

圖 2.40 日本道路分級 (摘自 Nichireki 參訪簡報)



圖 2.41 性能確認檢驗案例 (摘自 Nichireki 參訪簡報)

2.3.2-3 鋪面養護與修繕

日本針對鋪面的養護與修繕製作出維護整修手冊，此手冊是將針對各種破壞樣態所對應合適的維護整修工法整理彙整而得，彙整成手冊有幾點好處，可作為執行鋪面工程時教科書的角色、對照破壞狀況檢討維護工法、即使道路管理承辦人員人事異動，也可以繼續執行與前任相同的管理方法。

鋪面修繕方面，日瀝公司也介紹了幾種針對破壞型式修補的材料，如坑洞修補材料、高低差修補材料、裂縫填縫材料、端部成形止水帶材料、層間黏結材料（黏層）等，相關的介紹如圖 2.43 至圖 2.47，聽完這些工法的簡介，可發現日本針對修繕及養護的概念是其工法皆具有便利、快速及易施工等特性，而非不符合規定就全面刨鋪，在現今經費及人力資源有限的情形下，這類有效的鋪面養護及更新是我國值得學習的。

維持修繕工法		破損分類	維持工法				修繕工法				
			段差すり付け工法	パッチングおよび	シーリング注入工法	切削工法	薄層オーバーレイ工法	打換え工法	工法	オーバーレイ	換え工法
アスファルト舗装の破損											
ひび割れ	線状ひび割れ	路面、構造		L(M)			M, H	M, H	M, H		
	亀甲状ひび割れ	路面、構造	L, M				M, H			M, H	
	凍上・凍結融解によるひび割れ	構造		L, M			M, H				
	アスファルト混合物の劣化・老化によるひび割れ	路面、構造	L			L, M				M, H	
わだち掘れ	路床・路盤の圧密変形によるわだち掘れ	構造	L			L, M	M, H				
	アスファルト混合物の塑性変形によるわだち掘れ	路面、構造	L		M	L, M		M, H		M, H	
	アスファルト混合物の摩耗によるわだち掘れ	路面	L			L, M		M, H		M, H	

L,M,H:工法選定上の区分

32 (公社)日本道路協会

圖 2.42 各種鋪面破壞樣態所對應合適的維護整修工法 (摘自 Nichireki 參訪簡報)

坑洞修補材料: Rescue Patch



- 採用最大粒徑5mm骨材與高黏著性的特殊改質瀝青所製成的全天候型常溫瀝青混凝土
- 現場只需要將材料從袋中倒出，隨後只需要進行夯壓即可完成施工作業。
- 下雨、下雪時、或是施工表面潮濕的情況下，也可進行施工使用。



レスキューパッチ | ニチレキ株式会社
(nichireki.co.jp)

圖 2.43 坑洞修補材料簡介(摘自 Nichireki 參訪簡報)

高低差修補材料: Super Romen Patch



- 具有優異耐磨性的常溫硬化型乳化瀝青混凝土
- 少量包裝，適合小規模維修
- 細粒型、粗粒型2種款式
- 將乳化瀝青罐倒入透明骨材袋中，只需搖動袋子即可將材料混合
- 將混合材料倒到要修補的範圍，然後用抹刀整平即可完成
- 不需施工機械



スーパーロメンパッチ | ニチレキ株式会社
(nichireki.co.jp)

圖 2.44 高低差修補材料簡介(摘自 Nichireki 參訪簡報)

裂縫填縫材料: Crack Seal NX



- Polymer高分子聚合物改質瀝青系の加熱型裂縫填縫材料
- 將裂縫封填後可防止雨水滲入鋪面內，可延長使用壽命並降低生命週期成本
- 最適合作為預防性養護工方法



クラックシールNX | ニチレキ 株式会社
(nichireki.co.jp)

裂縫填縫材料: Coal Cut K



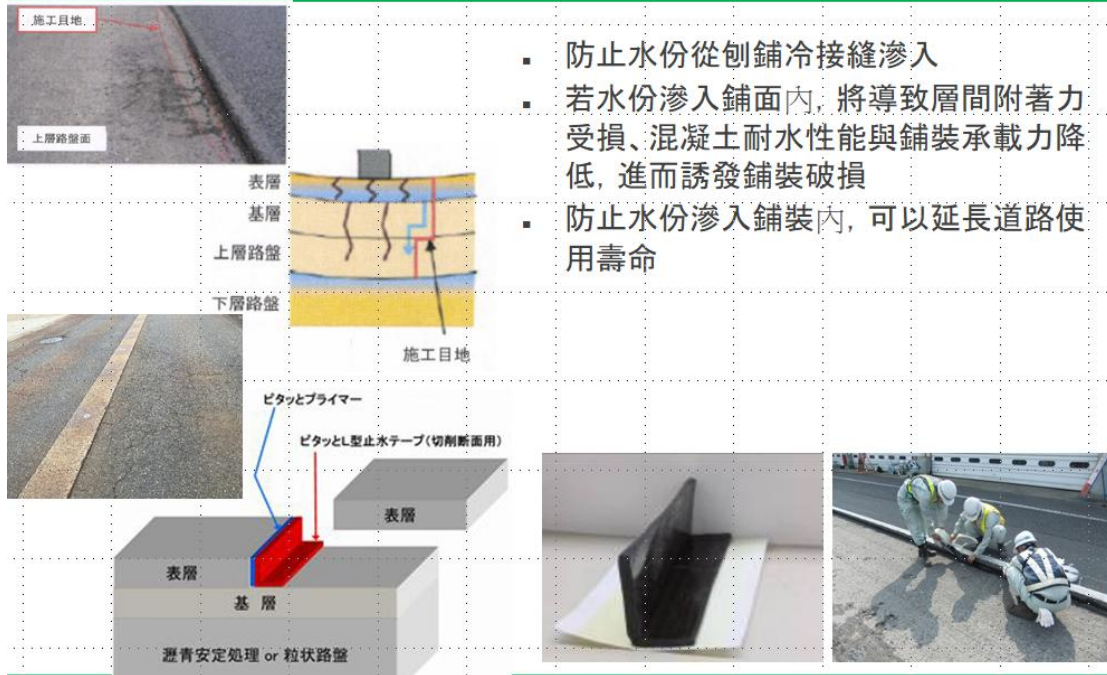
- 適用於剛柔性鋪面裂縫、施工接縫的常溫硬化型壓克力樹脂系填縫材料
- 只需將材料B劑加到A劑中並充分混合，即可輕鬆進行填縫作業。不需計量，也不需施工機具，使用便利。



コールカットK | ニチレキ 株式会社
(nichireki.co.jp)

圖 2.45 裂縫填縫材料簡介(摘自 Nichireki 參訪簡報)

成形目地材: Pittato L型止水帶



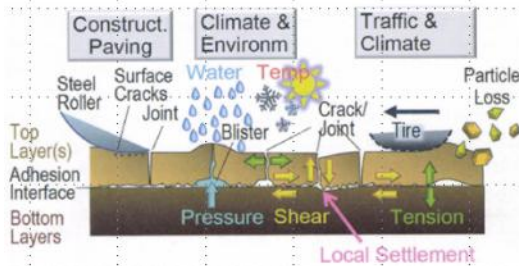
- 防止水份從刨鋪冷接縫滲入
- 若水份滲入鋪面內，將導致層間附着力受損、混凝土耐水性能與鋪裝承載力降低，進而誘發鋪裝破損
- 防止水份滲入鋪裝內，可以延長道路使用壽命

圖 2.46 端部成形止水帶材料簡介(摘自 Nichireki 參訪簡報)

層間接着材(黏層): Farm Zol



- 陽離子改質乳化瀝青，可防止工程機械輪胎沾黏受損，並提高層間黏附力。
- 不易沾黏到料車輪胎，可避免工區周圍路面污染
- 材料分解後具備優越的附著性，能有效提升鋪裝耐久性
- 分解速度快，能提升鋪設工程效率



Maudred N'parit, Characterization and Detection of Debonding Phenomena in Asphalt Pavement and on Concrete Bridge Decks, Key Note Lecture for the 9th EUEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in pavements, NANTES, France, 2016.

Copyright(c) NICHIREKI CO., LTD. All rights reserved.

圖 2.47 層間黏結材料(黏層)簡介(摘自 Nichireki 參訪簡報)

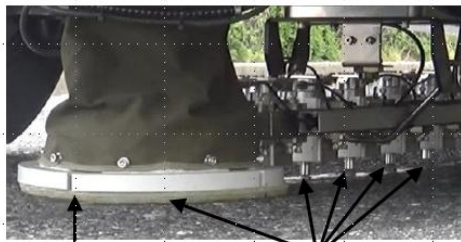
2.3.2-4 現場實作交流

日瀝公司參訪第 2 天的主要課題為現場檢測及施工作業的觀摩，檢測方面講解了鋪面饒度檢測-FWD、地下探測技術-透地雷達(GPR)及自動化道路巡檢-GLOCAL-EYEZ，相關技術簡介及現場觀摩照片如圖 2.48 至圖 2.50；另外現場施工作業演示部分，分別針對坑洞修補材料、高低差修補材料、裂縫填縫材料、端部成形止水帶材料、黏層等材料介紹及示範，如圖 2.51 至圖 2.56 所示。

坑洞修補材料示範時是採常溫方式施工，因此全天候皆可進行修補作業，也因為添加改質瀝青也提供完成面有足夠的強度避免跳料或加熱不全造成滾壓失敗問題；高低差修補採用常溫下 AB 劑混合之硬化型乳化瀝青混凝土，可依施工區塊的體積估算用量來拌合，採用人工抹平方式進行修復作業，並於 15 分鐘後即可開放通行，在便利性施工同時亦可減少交通影響；裂縫填縫則有兩種不同材料及施作方式，一種是常溫時 A+B 劑混合實用的壓克力樹脂型填縫材 Coal Cut K，使用時方便，適合小裂縫的修補，另一類是需加熱使用的高分子聚合物改質瀝青填縫材料 Crack Seal NX，在較大的裂縫填補時會有較佳的經濟效益；而在新舊鋪面或鋪面與結構物接合處為防止水份滲漏或反射裂縫產生，L 型止水帶的便捷施工技術且具有一致性，大幅減少了人為修補可能造成的缺失；最後黏層鋪設展示的是撒佈的均勻性及機具無沾黏致使鋪設量不足的問題發生。這天的戶外展示，在在顯示日本廠商除針對產品特性進行研發創新，亦會針對使用者、環境進行考量，以性能及成果進行設計及驗收，對於身為中央主管機關的我們而言，啟發的是機關應減少對材料或工法上的限制，進而轉求對性能及成果的確認，如此廠商才能持續研發精進，而機關也才有更適宜且彈性的空間。

FWD是在路面上設置載重板, 始之由垂直上方向下落錘(衝擊荷重), 此時透過數個感知器量測所產生的路面撓度。

- 非破壞式調查鋪裝內部的健全度
- 可確認各層的健全度
- 每1點的量測時間約5分鐘



載重板

撓度感知器

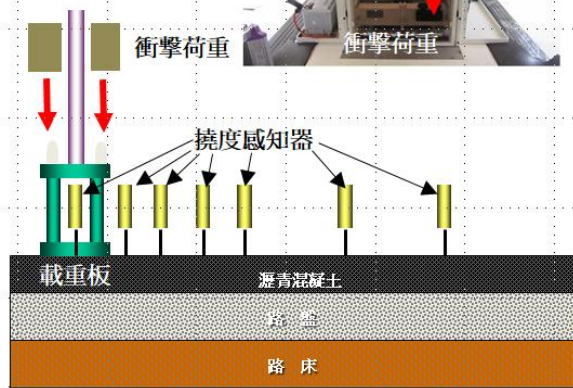


圖 2.48 鋪面撓度檢測-FWD 簡介與現場參訪照片(Nichireki 簡報資料及協助攝影)

(1)一次調査(車載型雷達探測)

利用電磁波雷達電磁波進行坑洞篩選調查，並選定調查區間的優先順序。

(2)一次調查(手推型雷達探測)

優針對優先排序較高的調查區間，以手推型雷達進行探測，選定有掏空疑慮的區間。

(3)二次調查(範圍調查)

在一次調查選定的位置採用鑽孔攝影機等設備進行現場掏空有無的確認。

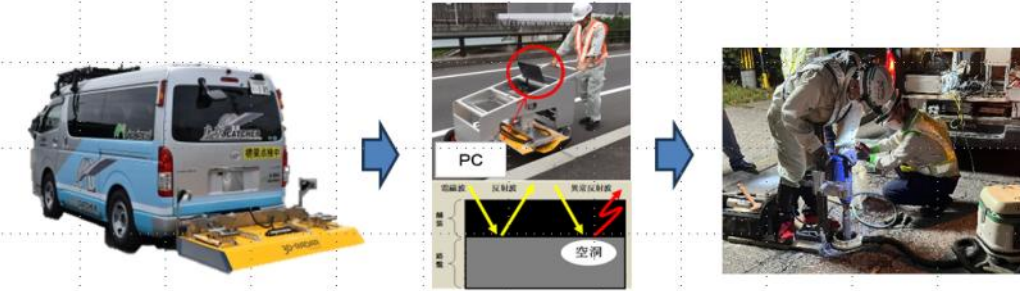


圖 2.49 透地雷達(GPR) 簡介與現場參訪照片(Nichireki 簡報資料及協助攝影)

智慧型手機巡檢系統 GLOCAL-EYEZ 檢測流程



圖 2.50 自動化道路巡檢-GLOCAL-EYEZ 簡介與現場參訪照片(Nichireki 簡報資料及協助攝影)



圖 2.51 坑洞修補示範現場操作(Nichireki 協助攝影)



圖 2.52 高低差修補材料示範現場操作(Nichireki 協助攝影)



圖 2.53 裂縫修補 Coal Cut K 示範(Nichireki 協助攝影)



圖 2.54 裂縫修補 Crack Seal NX 示範(Nichireki 協助攝影)



圖 2.55 端部成形止水帶材料鋪設示範(Nichireki 協助攝影)



圖 2.56 黏層鋪設示範(Nichireki 協助攝影)

2.3.2-5 簡報後討論及 Nichireki 答復

1. 本小組於前幾天市區道路查訪中，針對日本的鋪面材質特性如何？

Nichireki 公司提供了幾類日本廣泛應用的鋪面材質簡介提供給本團隊參考，包括透水性瀝青鋪面、遮熱性瀝青鋪面、彩色瀝青鋪面等性能性鋪面，以下就幾類鋪面內容進行簡介：

(1) 透水性瀝青鋪面

透水性瀝青鋪面是採用多孔瀝青混合料作為面層或表層/基層的路面，由於其孔隙率高，能夠快速讓雨水滲透到路面以下，降低鋪面積水而造成的車輛打滑，並減少交通噪音。在臺灣同樣有此類工法，但缺乏對應的排(導)水層至側溝或儲流空間，進而導致功能性不彰。

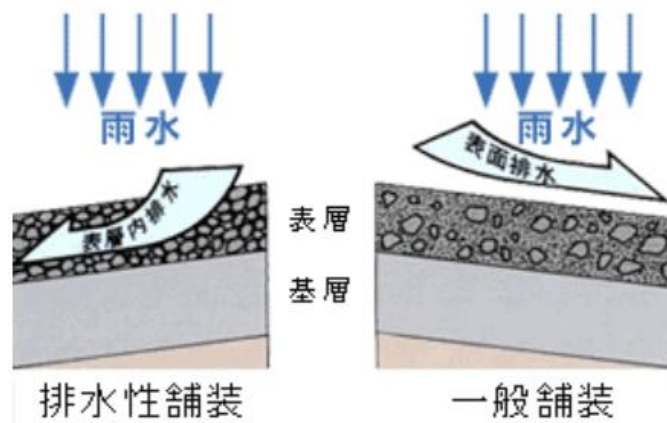


圖 2.57 透水性鋪面與一般鋪面排水機制(取自日本道路建設協會網站 <http://www.dohkenkyo.net/pavement/meisyo/porasa.html>)



圖 2.58 透水性瀝青鋪面範例-用於自行車道(摘自 Nichireki 參訪簡報)

(2) 遮熱性瀝青鋪面

遮熱性瀝青鋪面是從道路面層著手解決熱島效應的施工方法。透過在道路表面塗抹隔熱樹脂或填充隔熱砂漿來反射紅外線，夏季白天瀝青路面的路面溫度可比普通密粒降低 10°C 以上。也可在夜間或低溫使用，與一般性鋪面的溫差大易造成的開裂不同，因此隨著路面溫度降低，路面提供的抗塑性變形能力亦能降低道路開裂的可能性。

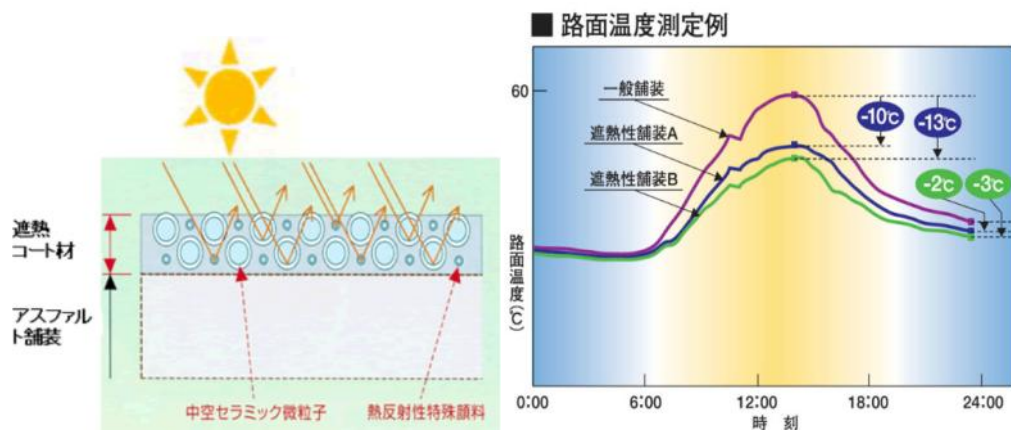


圖 2.59 遮熱性瀝青鋪面機制示意圖及降溫效果(取自日本道路建設協會網站 <http://www.dohkenkyo.net/pavement/meisyo/syanetu.html>)



圖 2.60 遮熱性瀝青鋪面範例-用於生活道路(現場攝影)

(3) 彩色瀝青鋪面

彩色瀝青鋪面在日本常以樹脂砂漿路面為主，是一種以環氧樹脂、聚氨酯樹脂等為黏結劑的砂漿狀混合物。黏合劑通常是無色的，因此質地與色彩由所使用的顏料和骨材決定，所使用骨材有矽砂、彩瓷骨材、天然石、球形陶瓷、碎玻璃等，有透水及不透水兩種。樹脂砂漿路面一般應用5~10公分的薄層，可應用在瀝青路面或混凝土路面上。具有優異的耐磨性和耐化學性，有多種顏色可供選擇。因可搭配透水性鋪面，因此常用於公園、廣場、人行道等需要美觀和透水的場所。

鄰近路口處常應用紅色瀝青鋪面來警示車輛，因色彩為骨材自有色，車輛的煞停所造成的磨耗甚微，由圖 2.62 中可看出，隨著鋪面材質的老舊劣化，彩色鋪面仍可提供足夠視覺效果。



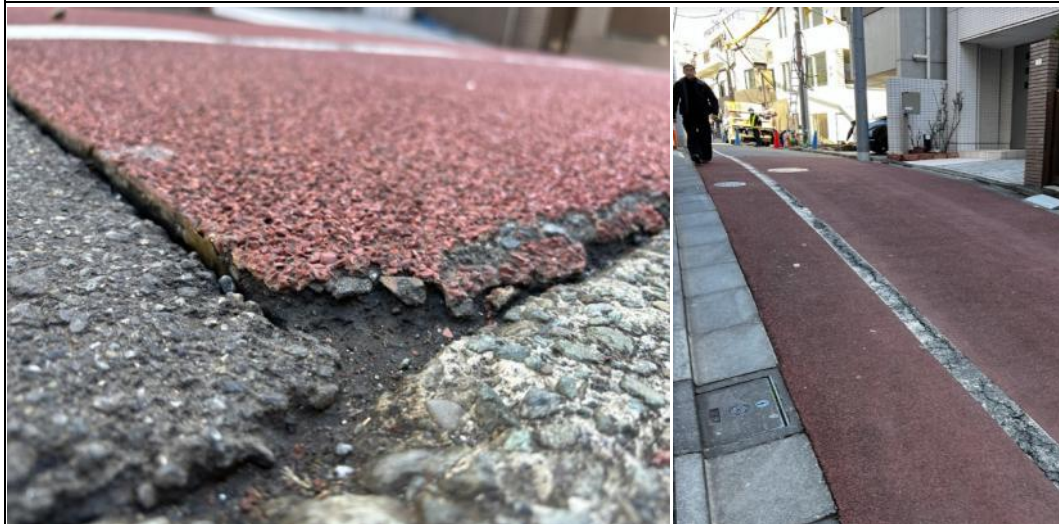
圖 2.61 彩色瀝青鋪面應用範例-以人行及自行車道為例(摘自 Nichireki 參訪簡報)



上野，路口紅色警示鋪面



上野，車道變化和路口紅色警示鋪面(截自 google map)



澀谷，紅色瀝青鋪面材質

圖 2.62 紅色瀝青鋪面應用 (現場拍攝)

2. 日本如何做到道路及附屬設施都調查完善?

Nichireki 公司回應，日本的道路調查是分年分區(如圖 2.63)完成的，在調查前先將道路分區，再依分區進行現場詳細調查(圖 2.64)，除了調查道路的基本資料，設施的位置及尺寸也會調查入表，表格的標準化及單元化，也容易電腦計讀數位化，因此在基礎建設的更新及維修上才可迅速且確實。



圖 2.63 道路分區調查目錄範例 (Nichireki 公司提供)

路線接続 (コード)														道路幅員図				事務所 (コード)			支所 (コード)			市町村 (コード)			年度		ブロック																																																																																																																																																																																				
起 点 側							終 点 側							縮尺 = 1 : 3000												26		7																																																																																																																																																																																					
県	市町村	事務所	支所	路線番号	ブロック	路線分割	県	市町村	事務所	支所	路線番号	ブロック	路線分割	現道・旧道	路線分割	有料・無料	地形区分	道路種別			路線番号			路 線 名			79番の内 4番																																																																																																																																																																																						
														現道	無	無料	平地部																																																																																																																																																																																																
ユニット番号														1	2	3	3-1	3-2	4	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	5	6	6-1	6-2	7	8	9																																																																																																																																																																																	
追加距離														77.0	236.0	272.2	316.5	366.0	488.0	528.0	543.0	574.5	682.0	722.0	747.0	885.0																																																																																																																																																																																							
単位距離														77.0	159.0	36.2	44.8	49.5	122.0	40.0	50.0	55.0	105.5	40.0	20.0	143.0																																																																																																																																																																																							
摘要														左側														右側																																																																																																																																																																																					
														市道														市道																																																																																																																																																																																					
曲線半径・縦断勾配														10.00														1.50														4.50														6.50														6.50														6.50														8.00														9.50														8.00														6.50														1.50																																																							
幅員区分														車道 (通行帯)														中														路 肩														左側														右側														歩道等														左側														右側														道路部 (有効幅員)														左側														右側														法面等														左側														右側													
														区間状況														改良・未改良														舗装又は建設年度														路側状況														左側														右側														中央帯植樹施設														歩道等植樹施設														左側														右側														歩道等種別														左側														右側																											

圖 2.64 道路調査表範例 (Nichireki 公司提供)

2.3.2-6 小結

在 Nichireki 公司短短的兩天參訪行程裡，提供了許多管理及工法上的日式作法，如在新材料、新工法的推廣上，制度面的完善及系統性的認證提供了無論公、私部門有進步的方向與依循，讓地方會用且敢用；而在調查巡檢這塊，公司部門也以傳統嚴謹的方式記錄(如道路調查表)，但仍在其中輔以新技術(如手機巡檢)來加快及更精確地落實調查，這些技術國內已逐漸具備成形，關鍵在於未來如何推廣及落實在我們的工程界。由中央制定原則，鼓勵地方執行推動是我們未來努力的目標。



圖 2.65 Nichireki 訪談交流現場(現場拍攝)



圖 2.66 Nichireki 參訪圓滿完成大合照(現場拍攝)

2.3.3 東京工業大學參訪--臺日工程學術交流研討

本次另外隨同中央大學團隊參訪東京工業大學(以下簡稱東工大)，並與其進行臺日學術交流，抵達後首先參訪了土木系館的研究設備，包含其萬能試驗機、離心機試驗室等，緊接著進行交流研討會，研討會行程表如表 2.3，團隊成員中央大學的陳世晃教授分享臺灣市區道路與人行環境的進步與挑戰，鄭以揚博士則分享臺北鋪面品質指標估算，團隊分享我國的鋪面研究與對改善人行環境所做的努力於研討中也引起日方的認同，也藉由研討給予了建議。

東工大的團隊也分享了許多土木技術上的研究分享，有橋梁的非破壞檢測探討、不飽和土壤力學機制的研究、表面波對地下介質探測研究...等，日本與我國一樣面臨著都市基礎工程日益老化且都市空間越來越不足的情形，在這些技術的交流下，提供參訪團隊未來都市基礎工程在建設或維護時

面對這些問題時的新面向。

本次交流研討會除了可以推廣我國對市區道路品質及安全上的努力，也讓我們從外國人的建議中找到自己的盲點，期望藉由持續不斷的精進與交流下，將我國的市區道路往國際化逐步邁進。

表 2.3 東京工業大學參訪行程表

<p><u>NCU - Tokyo Tech Joint Workshop</u> <u>Date: February 29 (Thu.), 2024</u> [Schedule]</p>
<p>12:20. Meeting at the main gate of Tokyo Tech in the Ooyakama campus 12:30-13:30 Campus tour in Ookayama W5 and W6 13:30- Workshop@ W5-107 in 1st floor of Ookayama West Bldg. No.5</p>
<p>13:30-13:40 Opening remarks (Prof Takahashi and Prof. Hsieh-Lung Hsu) 13:40-14:10 (*30mins = 25 presentation + 5 mins Q&A) Prof. Shih-Huang Chen (NCU):The challenge and revolution of Taiwan urban roads included sidewalks facilities 14:10-14:25 Dr. Yi-Yang Cheng (NCU): The preliminary study of establishing urban road maintenance index of Taipei urban road 14:25-14:40 Mr. Koki Urashima (Tokyo Tech): Analytical Study on Effect of Water on Fatigue Life of RC Slabs Reinforced with Low Elastic Materials 14:40-14:55 Ms. Chia-Yun Huang (NCU): The Effects of Aggregate Binder Ratio and Fiber on 3D Printing Concrete Volume Stability.</p>
<p>Break (10 min.)</p>
<p>15:05-15:20 Mr Shuji Nagaoka (Tokyo Tech): Evaluation of/Silane-Treated Concrete Using Impedance Spectral Analysis 15:20-15:35 Prof. Yu-Chen Su (NCU): Study of high speed impact problems with the material point method. 15:35-15:50 Ms. Mu Minghua (Tokyo Tech): A Study on Application of TMD Type Vibration Power Generation Devices to Concrete Bridges 15:50-16:05. Ms. Cai-Rou Chen (NCU): The development of novel non-destructive detection technology for retaining walls based on acoustic waves and ground-penetrating radar methods 16:05-16:20. Mr. Kiyoharu Kajiyama (Tokyo Tech): Seasonal prediction of rainfall with deep learning</p>

Break (10 min.)	
16:30-16:45	Prof. Wen-Yi Hung (NCU): International cooperation of centrifuge modeling technique on disaster prevention and mitigation
16:45-17:00	Ms. Mai Tabuchi (Tokyo Tech): Research on understanding the characteristics of the ground composition that cause internal erosion of river levees to develop
17:00-17:15	Mr. Umar Zada (NCU): Land subsidence monitoring using distributed optical fiber strain sensing
17:15-17:30	Mr. Shota Yuasa (Tokyo Tech): How does EVAPORATION from the soil occur?
17:30-17:40	Closing remarks
17:40-17:50	Group Photo

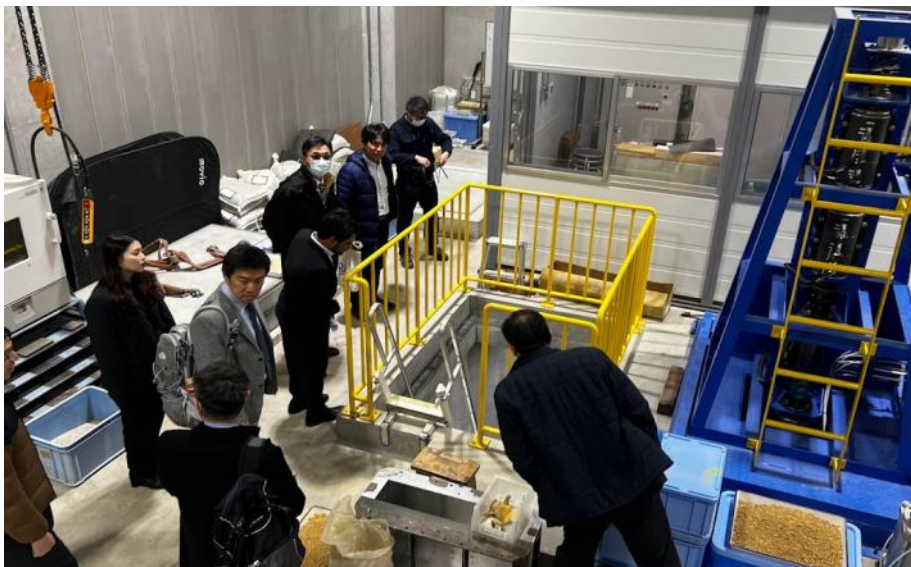
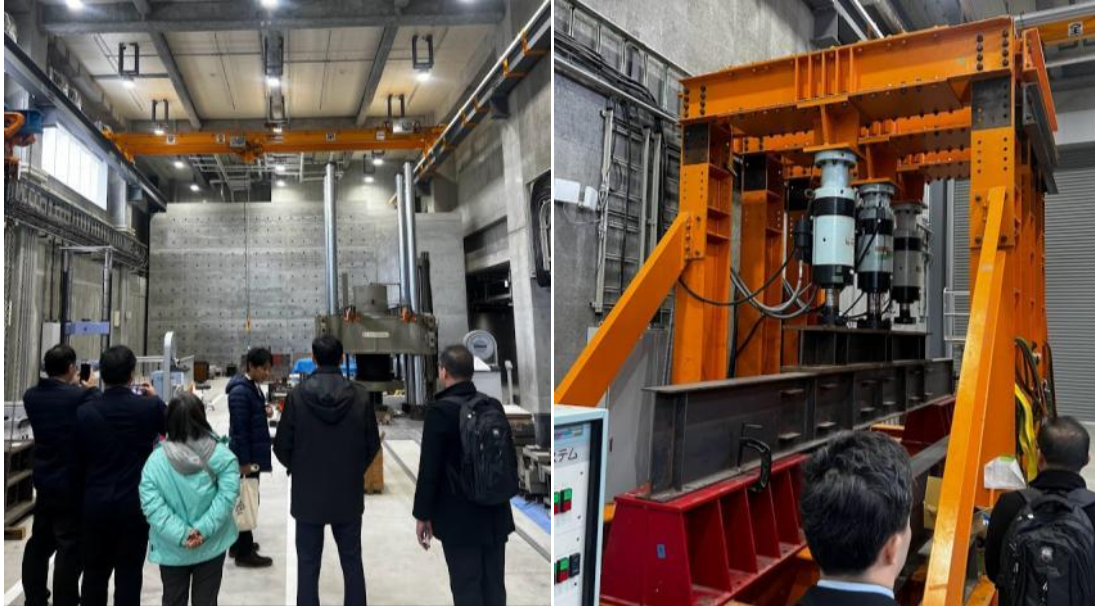


圖 2.67 本團隊參訪東工大設備實驗室(現場拍攝)



圖 2.68 本團隊簡報我國市區道路現況與精進作為(現場拍攝)



圖 2.69 研討會交流與會後合影(現場拍攝)

三、心得與建議

行政院於 112 年 8 月 17 日通過「行人交通安全政策綱領(2023-2027)」，以「推動《道路交通安全法基本法》」、「建置完整公共運輸系統」、「落實行人交通安全改善」3 大精進作為，提出短、中、長期執行項目，希望達成 2030 年前降低道路交通事故死亡人數 30% 之目標，並朝長期「零死亡」(Vision Zero) 邁進。

其中「道路交通安全法基本法」於 112 年 12 月 1 日三讀通過，以設施為標的之作用法「行人交通安全設施條例」亦於 113 年 4 月 16 日三讀通過，打造友善行人環境與交通安全已然成為全國人民之共識。

本次團隊的日本出訪行程有現地訪查、政策與技術的訪談了解以及學術的相互交流，讓我們更認識日本的同時，也讓日方交流的單位也更了解臺灣。不同於本署每年與日方合辦的中日研討會是以演說的形式交流，這次的實地勘察、工程演練都可以作為部分我國目前所面臨問題的解方，幫助我們回國後對於在政策面--制定本組所研擬的「行人交通安全設施條例施行細則」或是執行面--補助地方建設的「永續提升人行安全計畫」都加入了不同面向的考量。總結本次參訪行程，統整前述內容，有幾點心得與建議：

1. 道路的分級制度調整

我國市區道路以快速道路、主要道路、次要道路、服務道路進行分級，對於斷面配置於規範內規定車道、人行道、公共設施帶等之最小需求空間。而日本則以功能性與使用性進行分級來決定道路斷面，配置出的道路符合需求也具備合理性，且在沒那麼明確的分級下，依據人、車關係之重要性分別配置車行優先或行人優先的使用情境，也讓後續道路重新配置多了彈性的空間。

2. 車道平衡與車道漸變:

近期我國重視路口改善，多於路口增設庇護島、左轉車道等，但在改善路口時常忽略了需留有足夠的預告與車道漸變，造成車道斷面或線型的突然改變，

導致用路駕駛的不滿意；而設置左轉車道時未考量直行車輛至下一路段的車道數平衡，也增加車輛匯入、匯出時事故的發生。以上皆是近期道路改善常遭遇的問題，參考日本做法，本署已計畫增訂轉向車道相關圖例於「市區道路及附屬工程設計規範」，望能逐步降低車禍肇事數量，提升道安與世界先進國家接軌。

3. 30 區 PLUS 的導入

日本 30 區近似我國交通寧靜區的作法，在起訖範圍設立標誌牌面提醒，的確在限速上起到了一定的作用，然而日本在近 3 年推出加強版，引入韓國的寧靜區手段，通過工程的手段抑制車流、降低車輛速度、停車管理等，將原本就已慢下來的速度降至更低，超速的事件也減少了許多。在與日本同樣有著住、商與文教區緊鄰的條件下，我國導入 30 區 PLUS 作法應可成功複製並有顯著之成效。在國內剛立法通過的行人交通安全設施條例中也有行人友善區的規定，其基本精神和日本 30 區 PLUS 類似，行人友善區預定採用人行道、行人徒步區、速限規定、降速實體設施及行人優先區等作法，形成區域性完整的安全步行路網，構建完善的步行環境。

4. 明確自行車路權

在有限的道路範圍下，實體分隔的自行車道在日本市區也不多見，但在自行車路權上日本提供了較明確的標示及指引，做到自行車友善環境的第一步。我國推廣自行車多年，且市區民眾常使用 U-BIKE 於人行道行駛，形成一定程度的行人和自行車衝突，交通主管機關未來如何對自行車騎士進行教育和宣導自行車的路權？以及自行車在人行道上應讓行人的騎乘行為，都是建立友善自行車和行人環境應有的作為。

5. 行人無障礙環境細節

日本針對人行環境注重的細節在前面章節已介紹許多，本次走訪東京市區及村里道路，觀察到很多地方特色或需求會導入設計中，但仍有一標準化設計，

使各地的人行環境不會有很大落差。因此，建議可研擬人行環境的基本圖說，供地方政府在設計時參考使用。其次在無障礙路緣斜坡和車道的界面，國內新闢人行道相較日本作法更為平順，而在人行道分隔緣石或欄杆、行穿線寬度加寬以及行人燈號位於行穿線上方及面對行人方面等工程作法，都值得國內引用和參考。最後日本路側管理普遍優於國內，較少的路側停車及單行道系統，形成普遍較寬的人行道，較少的人行道違停也減少人行道的破壞和較為順暢的人行動線，因此強化路側管理也是形成優質人行環境很重要的一環。

6. 市區的防災配置

日本常面臨地震、颱風等天災的考驗，都市人口又十分密集，因此街道上常設立醒目的消防栓指示牌，公園及公有地也會設置常備緊急救災倉庫及設施。相關防災及應變之設施、設備等相關作為，其手法細膩及構思深遠，應可作為台灣在相關建設時納入一併通盤考量，因應日益複雜的社經及氣候環境變化所帶來的衝擊，以降低相關的衝擊之嚴重程度，並維持平時民眾使用需求的便利與品質的提升。

7. 道路調查

日本的道路調查是分年分期逐步進行，調查的方式從人工作業進步至車載儀器調查再演進到利用行動裝置進行日常巡查，調查的內容含括地上及地下設施及相關資訊，在權管上可能分屬不同部門業務，但調查需統整至報表中，表格的標準化及單元化，也容易電腦計讀數位化，因此在基礎建設的更新及維修上才可迅速且確實。我國的圖資系統也相當豐富，但如何整合及加值應用，讓後續調查能持續精進現有圖資卻是缺乏的。未來的道路及人行道甚至是設施物調查圖資如何能整合及應用，日本的標準化調查及資料庫的整合或許是我國可學習方向。

本組作為掌管全國市區道路基礎建設的中央主管機關，在過去幾年埋首在協

助地方政府推動包含路平、人行道建設、管線下地以及路口改善，地方政府為因應越來越快速的城市發展常借鏡與我國相似國家的建設方式，作為審查及制定標準的我們卻缺乏了定期更新與吸收國外的技術與規範，並將其吸收、內化作為我國基礎建設知識庫，致使在有限的人力下仍面對著全國各地各類的問題質疑與解釋，作為「市區道路暨人行無障礙環境技術成果知識庫」計畫的執行內容，本次參訪的內容邁開了知識庫的一大步，不再局限於國內的優良案例。本次係針對道路工程作為參訪主軸，其餘的基礎建設還有橋梁工程、共同管道，以及因應 2050 淨零碳排目標所作的工程手段，未來都是需要持續的吸收與精進，為此建議將參訪鄰近或有助於政策推動的國家作為定期知應辦事項，並持續與本計畫的知識庫進行結合，提供地方政府及業界更多的應用參考。