

出國報告（出國類別：研究）

日本高速公路工程安全衛生管理 與設施之研究

服務機關：交通部高速公路局

姓名職稱：卓融駿 副工程司

派赴國家/地區：日本/名古屋

出國期間：111年6月16日至111年9月13日

報告日期：111年12月8日

摘要

推動重大交通建設，提供國人優質便捷的國道行旅服務，並維持行車安全與順暢是交通部重要的政策，也是本局的使命。隨著國道路網逐年拓展，各項新建與養護工程日益增加，施工人員多須於高速車流等高風險環境工作，稍有不慎即釀成重大災害。因此，如何持續強化各項職業安全衛生管理與設施，以達成零災害之目標，乃刻不容緩的工作。

我國職業安全衛生法令與制度多學習自日本，且日本在高速公路的建設、養護等施工安全管理及設施均屬先進，故本研究規劃至中日本高速道路株式會社進行相關機制研究觀摩及實地交流，並蒐集安全衛生優良作法資料，期能回饋並作為我國高速公路相關業務精進之參考，強化國道安全。

目錄

壹、 前言.....	1
一、 背景與目的	1
二、 計畫與準備	1
三、 研究預期效益.....	3
貳、 研究面向與內涵.....	4
一、 中日本高速道路株式會社（NEXCO 中日本）	4
(一) 日本高速道路概況	4
(二) NEXCO 中日本總公司參訪研習.....	6
(三) NEXCO 中日本子公司 EXIS 株式會社參訪研習	8
(四) 拜會高層主管請益研習	9
(五) 部門駐點交流及研習	11
二、 NEXCO 中日本安全管理架構與歷史重大事故.....	13
(一) NEXCO 中日本「綜合安全推進部」	13
(二) 2012 年笹子隧道天井板崩塌事故.....	14
(三) NEXCO 中日本安全改革策略及精進作為.....	18
三、 NEXCO 中日本安全衛生管理與設施	48
(一) 交通安全防護面向及特色.....	48
(二) 養護工程安全衛生管理作為及設施精進.....	65
(三) 新建工程安全衛生管理作為及設施精進.....	82
參、 心得及建議.....	101
(一) 心得	101
(二) 建議	105
肆、 參考來源.....	106

本文

壹、前言

一、背景與目的

防止職業災害是交通部重要政策，也是全體部屬機關共同努力的目標。高速公路為國家經濟命脈、發展基石，如何維持行車安全與順暢，提供國人優質便捷的國道行旅服務，是本局重要的使命。近年來，高速公路整體路網隨著國內經濟發展及運輸需求，國道里程逐年拓展，迄今已逾 1,000 公里，各項新建工程及維運、養護工作日益增加，施工人員多須於高速車流的高風險環境工作；另隨時代變遷，用地取得日益艱難，國道建設結構形式逐漸由路堤、路塹轉換為橋梁及隧道，施工風險與日俱增，稍有不慎，即釀成重大災害。因此，如何落實職業安全衛生工作，以達成零災害之目標，實為一大挑戰。

綜觀本局近年來施工廠商所屬工作者發生之職業災害類型，除有營造業常見之墜落、被撞、物體飛落及感電等外，又以於高速公路施工或執行路容清潔等維護作業時，遭外車突入工區所造成的交通事故居多，顯見如何強化各項職業安全衛生管理與設施（如施工之交通維持防護設施等）乃刻不容緩的工作。

我國職業安全衛生法令與制度多學習自日本，且日本無論在高速公路的建設、養護等施工安全管理及設施均屬先進，相關經驗可作為本局推動職業安全衛生業務之參考，故本案規劃至日本高速公路權管單位進行相關機制研究觀摩，以及經驗交流與學習，並評估回饋應用於國內相關領域之可行性，以強化國道安全（包含新工、養護工程工作者及用路人之安全）。

二、計畫與準備

本計畫研究人員（以下簡稱：筆者）於 110 年 8 月 25 日獲機關通知提案參加「選送人員赴國外專題研究計畫」遴選後，旋即著手相關準

備工作。既蒙機關首長指派推薦，自當善用研習機會，勤勉學習各項課程及蒐集國外新知，以期歸國後貢獻所學，提升國內整體職業安全衛生文化。筆者以過往數年投身於工程主辦機關職業安全衛生管理單位的工作經驗及相關長官之指導意見，並參考往年機關轄管工程或勞務工作發生之職業災害案例等資料，規劃切合機關需求的研究主題與方向。經過審慎思考，擬前往與我國國情較相近，且與本局同為高速公路權管單位的中日本高速道路株式會社（Central Nippon Expressway Company Limited；簡稱：NEXCO 中日本）進行研究與考察。

在交通部遴選會議中，評選委員除聽取筆者擬研習之主題及方向外，並肯定職業安全衛生議題對機關的重要性，勉勵筆者倘有機會成行，除高速公路工程安全衛生管理與各項設施之研究外，可適度擴及高速公路其他相關面向，或可產生更大效益。

本案研究計畫很榮幸地於 111 年 3 月 28 日獲交通部評選正取之通知，並同意相關經費補助。在準備期間，適逢國際新冠肺炎疫情升溫，各國邊境管制措施與防疫政策瞬息萬變，國際航班時有臨時取消等不確定因素，相關行程之安排充滿挑戰性。所幸經過局內多位長官的鼎力協助，並在機關與 NEXCO 中日本長年建立的深厚友誼基礎上，由 NEXCO 中日本負責服務區營運管理的子公司「中日本エクス株式会社（簡稱：EXIS）」（總務企劃部）及總公司 NEXCO 海外技術事業部共同安排下，順利赴日本以「高速公路工程安全衛生管理與設施」為主題進行為期 3 個月的研修。

令人印象深刻的是，日方為求雙方溝通暢行無礙，希望筆者在部分場合能聘僱口譯人員，惟囿於本研究計畫並無此項經費，故由筆者自行負擔相關費用。尋覓合適之口譯人員實為一大挑戰，一時之間千頭萬緒，所幸局內長官同仁多有赴日研究考察經驗，並熱心介紹相關人脈與管道（包含交通部觀光局駐日辦公室），最終得以覓得適任的翻譯人員，使研究行程更加順利。

在此謹對交通部、NEXCO 中日本、EXIS，及所有給予接待說明的

單位及人員，致上萬分謝意；對本局長官的推薦及同事的協助，使此次研修得以順利完成，併此致謝。

在本（111）年 6 月 16 日起至 9 月 13 日止之研修期間，筆者在日方周詳的計畫與各方熱心協助下，非常順利且充實的完成各主題之研修、見學。研究期間主要時間在 NEXCO 中日本（位於名古屋）進行資料蒐集與研習，過程中計參訪 NEXCO 中日本集團 20 餘個相關部門及單位，概述如下：

- （一）安全部門：綜合安全推進部
- （二）新工部門：秦野工事事務所（含山北 P R 館、河內川橋工程等）
- （三）養護部門：保全企劃本部、中日本高速道路養護名古屋株式會社、羽島事業所、伊勢原保全服務中心
- （四）研訓部門：安全啟發館、E-MAC 技術研修中心
- （五）交管部門：川崎道路管制中心、八王子道路管制中心
- （六）其他部門及工程：海外事業技術部、中日本 EXIS 株式會社、服務區、考察東名高速公路、新東名高速公路、中央自動車道、名古屋高速公路及民間工程

另充分利用研修空暇時間，拜訪建設業勞動災害防止協會（愛知縣支部）、豐田產業技術紀念館等，以擴增整體見聞。

三、研究預期效益

本專題研究希望藉由對日本高速公路工程安全衛生願景、目標、策略、管理、設施及創新技術等各項議題之研習瞭解，評估探討回饋應用於國內高速公路工程之可行性。

倘能本土化應用於國內高速公路工程，預期將能推升職業安全衛生文化，達成降災減災的目標，提供民眾更安全舒適的國道行旅體驗，且因生命無價，無形間可維繫許多家庭完整，減少鉅額社會成本。

貳、研究面向與內涵

一、中日本高速道路株式會社（NEXCO 中日本）

(一)日本高速道路概況

日本是位於亞洲東北部的島國，由北海道、本州、四國及九州等 4 大島及周圍約 6,852 個島嶼組成，國土狹長，自東北向西南呈弧狀分布，南北總長大約 3,800 公里。全國面積約 37.8 萬平方公里，其中最大的是本州島，約 22.8 萬平方公里，而臺灣面積約 3.6 萬平方公里，與九州島面積相近。日本人口約 1.26 億人，且因地形及都市發展等歷史因素，大部分人口主要集中在太平洋沿岸及瀨戶內海地區，特別是以東京（首都圈）、阪神（近畿圈）、名古屋（中京圈）為中心的三大都市圈。日本位處地質板塊交界處及環太平洋火山地震帶上，歷史上曾多次發生地震、海嘯及火山爆發等災難，規模較大的天然災害如 1995 年阪神大地震、2011 年東日本大地震（引發海嘯，造成福島核災）、2016 年熊本大地震等。

日本根據地理與人文、經濟特徵等，通常被劃分為 8 大區域，包含北海道地方、東北地方、關東地方、中部地方、近畿地方、中國地方、四國地方和九州及沖繩地方，本研究主要執行研究與觀摩之區域屬中部地方及關東地方，為日本國心臟地帶。

日本所稱「高速道路」是翻譯自英文「Expressway;縮寫為:EXPWY, エクスプレスウェイ)」，係依據高速自動車國道法規劃連接政治上、經濟上、文化上等重要地區之高規格幹線道路，其概念及意義與我國高速公路、快速公路相近。日本高速道路之建設、維運、管理及收費等原由國土交通省所轄「日本道路公團」、「首都高速道路公團」、「阪神高速道路公團」及「本州四國連絡橋公團」等特殊法人（由政府經營之特殊公共事業組織）負責。嗣因原各道路公團經營效率逐漸下滑，財務惡化日益嚴重，自 2005 年 10 月 1 日起遂將原本的道路公團辦理分割及民營化，拆分成立東日本高速道路株式會社、中日本高速道路株式會社、西

日本高速道路株式會社、首都高速道路株式會社、阪神高速道路株式會社及本州四國聯絡高速道路株式會社等 6 家高速道路建設管理公司，及 1 家獨立行政法人「日本高速道路保有・債務返還機構」。民營化改革目的如下：

- 1.確保償還約 40 萬億日圓的有息債務
- 2.充分發揮經營者的自主性，並以儘可能少的國民負擔建設確有必要的高速公路
- 3.利用民間技術及活力，提供多樣化、靈活的定價和服務

整體而言，東京都（首都圈）與阪神（近畿圈）兩大會區內之高速道路系統，係由首都高速與阪神高速道路株式會社負責，而本州四國聯絡高速道路株式會社則負責本州與四國間以長大橋型式連接各島嶼之高速道路；除上述 3 個高速道路株式會社轄管範圍外之地區，則由東、中、西等 3 個日本高速道路株式會社負責，涵蓋大部分日本國土，如圖 1 所示。



圖 1、日本高速公路管轄範圍示意圖（資料來源：NEXCO 中日本網站）

(二) NEXCO 中日本總公司參訪研習

NEXCO 中日本成立於 2005 年 10 月 1 日，組織體制如圖 2，其管轄範圍包含東京都、神奈川縣、山梨縣、靜岡縣、愛知縣、岐阜縣、長野縣、富山縣、石川縣、福井縣、滋賀縣及三重線等 1 都 11 縣之全部或部分區域高速道路，如圖 3 所示。截至 2022 年 8 月，NEXCO 中日本總營運路線約計 2,183 公里，另有興建中路段約 90 公里，服務區 180 處，平均日交通量達 185 萬輛次，詳如表 1。

表 1、NEXCO 中日本基本資料（資料截至 2022 年 8 月）

公司名稱	中日本高速道路株式會社(Central Nippon Expressway Company Ltd)	
總裁兼最高執行長	小室 俊二	
總部	名古屋	
創立時間	2005 年 10 月 1 日	
員工數	2,253 人（總部人數）；全集團人數約 1 萬人	
集團公司數量	23 個	
資本額	650 億日元	
高速道路建設及養護	1.建設事業：高速道路新建、改建	
	2.養護業務： (1)高速道路巡查（檢點）、維修、災害復舊、收費、交通管理 (2)高速道路更新工程、耐震補強及其他維護管理	
高速道路營運	運營中的高速道路路段	2,183 公里
	交通量	185 萬輛/日
	通行費營收	6,160 億日元（2021 年度）
	建設中的高速道路	90 公里
其他事業	服務區數量	180 個
	服務區零售額	2,080 億日元（2021 年度）

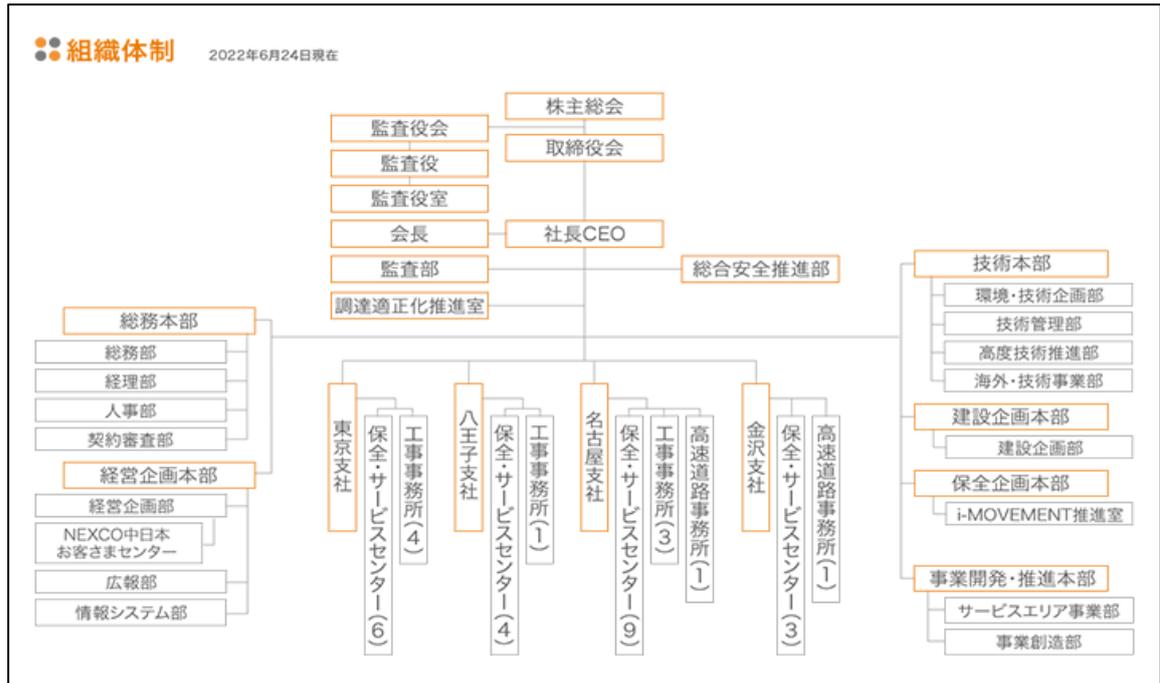


圖 2、NEXCO 中日本組織圖

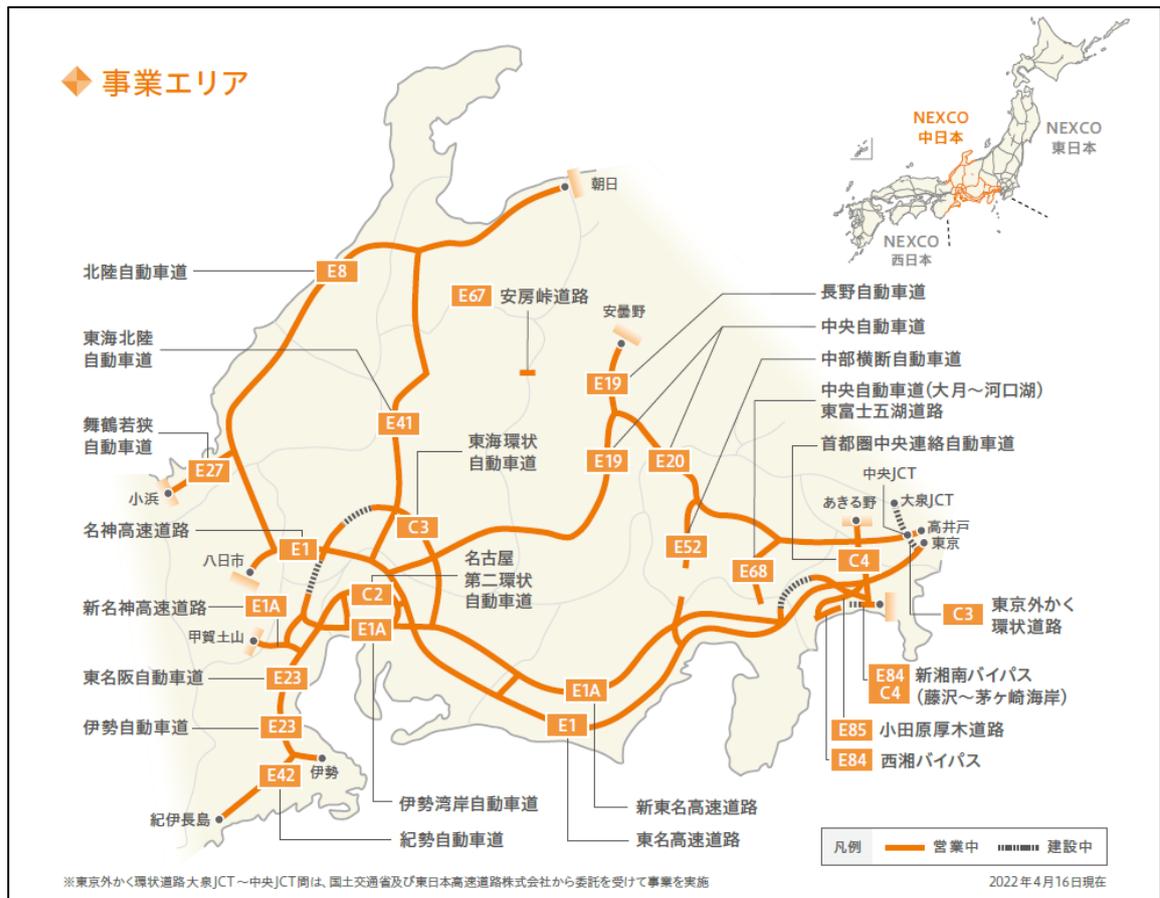


圖 3、NEXCO 中日本轄區路網圖

(三) NEXCO 中日本子公司 EXIS 株式會社參訪研習

NEXCO 中日本子公司 EXIS 株式會社（下稱：EXIS，如圖 4）成立於 2005 年 12 月 8 日，資本額 4,500 萬日圓，並由 NEXCO 中日本 100% 持股，員工數約 270 人，公司主要業務為中日本高速道路服務區（SA，Service Area）及停車場（PA，Parking Area）等商業設施的經營管理。

研究期間首先於 111 年 6 月 17 日（抵達日本隔天）拜訪 EXIS 的總務企劃部，並由石田貢部長盛情接待，除表達歡迎筆者來日研習外，亦相當關心筆者旅日期間相關生活及安排，並請部門成員全力協助，不勝感激（如圖 5）。筆者當日即參與該部門視訊會議，瞭解整體研修課程及參訪單位之規劃，因集團部門單位非常多，後續持續聯繫與調整相關行程。現場與會成員有該部經營企劃課原田裕久課長、坂元太郎課長及北川智浩先生，另有 NEXCO 中日本技術本部之海外技術事業部岡利幸課長、竹丸課長、藤丸先生、青井弘樹先生等，部分人員當時仍在非洲坦尚尼亞等地出差。本會議是筆者在研究期間參與的第 1 場會議（如圖 6、圖 7），充分感受到日本商務場合的嚴謹與禮儀，相關事項之說明具體而微，並確認再三，言談間之氛圍比起親近感，更具有恭敬及禮貌的態度。此節筆者於國內準備期間即有耳聞，為表慎重與禮貌，行前即戰戰兢兢予以準備及向前輩請益，茲整理重點事項如下：

1. 打招呼：應學常用語（合宜的日文敬語）與鞠躬方式
2. 自我介紹
3. 名片交換禮節
4. 穿著：原則穿白襯衫與西裝褲，並視場合著西裝外套與領帶
5. 伴手禮（費用自行負擔）
6. 口譯人員（費用自行負擔）



圖 4、EXIS 公司外觀



圖 5、感謝石田貢部長指導與協助



圖 6、與 EXIS 成員合影



圖 7、視訊會議討論情形

(四)拜會高層主管請益研習

111 年 6 月 23 日下午在 EXIS 總務企劃部的安排與陪同下，正式拜會三宅廣通代表取締役兼社長(如圖 8)，與會者包含相川勝取締役、兼村明孝部長、石田貢部長、原田裕久課長、坂元太郎課長及北川智浩先生等。三宅社長畢業於美國哈佛大學，曾任職日本國土交通省並代表政府參加世界貿易組織（WTO）會議，並曾擔任 NEXCO 中日本事業創造部長等，兼具土木工程及商務管理專長，

學養具豐。見面會中，筆者當面向社長感謝能提供此一研究機會，讓筆者能更深入瞭解日本高速道路各項安全設備及措施。社長除表歡迎之意，並特別提及感謝臺灣提供本研究計畫相關支持，希望透過本次的研修機會，增進臺日雙方各面向技術交流，讓彼此有更深的瞭解，並冀望維持長期友好關係。雖然交通等基礎設施（Infrastructure）會受各該國家的文化、時事和習慣等影響，所以可能不見得全然適用於臺灣，但仍請筆者廣泛的體驗及學習，從中汲取相關經驗回國活用，如此才能達到臺日技術交流之功能與目的。

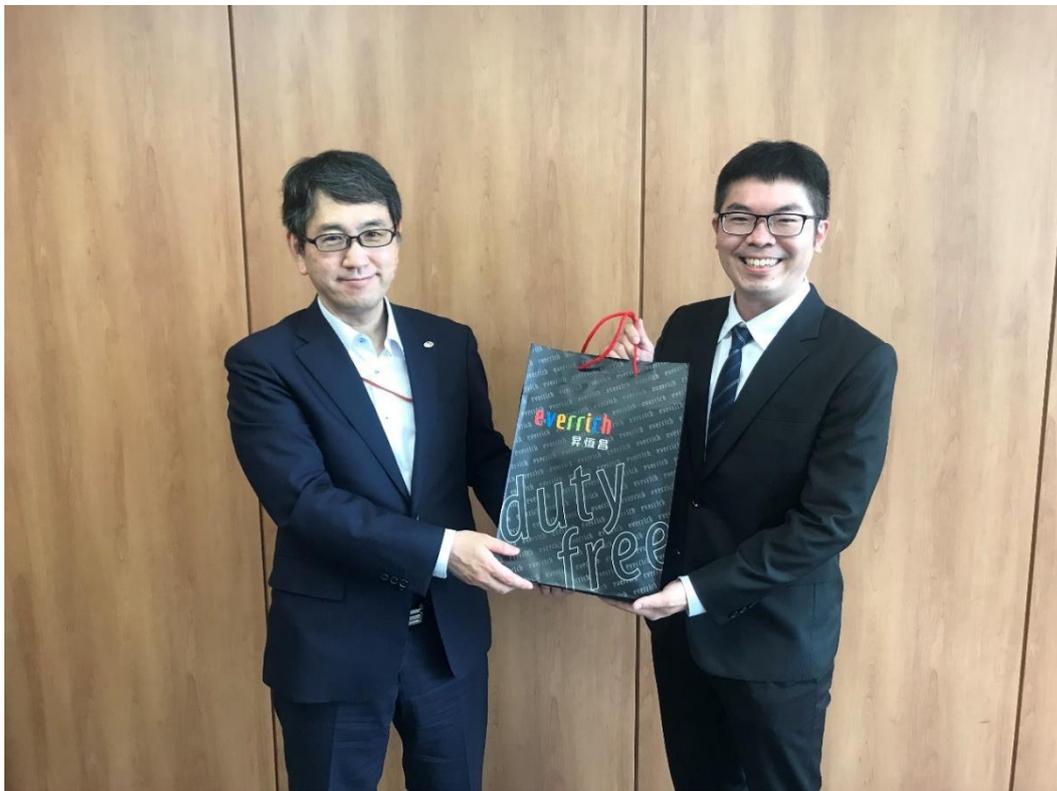


圖 8、感謝三宅廣通社長指導與協助

拜會 EXIS 社長後，接續由三宅社長率石田部長及所屬同仁陪同筆者前往 NEXCO 中日本拜會高層主管，由執行役員兼技術本部長牟田廣繁先生率海外技術事業部鈴木徹部長及相關同仁接待。會中就雙方基本國情、高速公路建設及管理做廣泛性的交流，並均肯定高速公路應以「安全」為核心之理念。此外，牟田先生表示目前高速公路正迅速朝向智慧化發展，相關人工智能及物聯網的應用等

為將來發展重點，NEXCO 中日本已成立相關部門及投入資源進行開發與整合（如 i-MOVEMENT 及 i-Construction），以創建次世代的高速公路空間，提高工程建設的效率與安全性。最後筆者致贈禮物表達感謝之意，雙方彼此互相祝福。（如圖 9~圖 12）



圖 9、互相介紹



圖 10、會後合影



圖 11、致贈禮物感謝牟田本部長指導



圖 12、致贈禮物感謝鈴木部長指導

(五)部門駐點交流及研習

研修期間，筆者拜訪了 20 餘個不同單位的部門與單位，每個部門大致以簡報、書面資料或現場解說等方式介紹各項主題。同時，日方對臺灣高速公路發展亦感到濃厚興趣，在日方的邀請下，筆者在日期間先後就 3 個主題回饋分享，包含：

1. 臺灣高速公路概況介紹
2. 臺灣高速公路工程安全方面的努力
3. 本研究期末心得分享與交流

事前幸得本局長官同仁協助提供建議，同時由筆者自費聘僱之翻譯人員協助先將簡報翻譯成日文，並在會前先行討論演練，以彰顯我們的重視度，謹致謝忱。相關參加的人員有 NEXCO 中日本海外技術事業部岡利幸課長、武內淳課長、谷口寧課長、廣瀨久也係長、青井弘樹係長、EXIS 原田裕久課長、坂元太郎課長及北川智浩先生。因雙方同為高速道路建設及管理單位，相關議題多有共鳴，日方尤其驚嘆臺灣高速公路電子收費系統（ETC）的進步及相關應用，並對本局所轄工程建設經費來源、收費業務、費率訂定（因日本的高速道路費率普遍較高）、服務區及國道 1 號與國道 3 號的用路差異等進行相關提問；筆者亦趁此機會邀請日方來臺交流或觀光，並推薦介紹本局「1968APP」，及國內相關知名景點。（如圖 13、圖 14）



圖 13、NEXCO 中日本代表簡介



圖 14、筆者報告相關主題

二、NEXCO 中日本安全管理架構與歷史重大事故

(一) NEXCO 中日本「綜合安全推進部」

拜訪該部門時由佐野昌嗣課長代表介紹該部門重點業務、「笹子隧道天井板崩塌事故」(詳本報告書 P14) 及後續全集團對安全方面所做的改革與相關成果；後半段由筆者概要說明本局在職業安全方面的相關精進作為。共同與會者有海外技術事業部岡利率課長、谷口寧課長、EXIS 原田裕久課長、北川智浩先生及口譯人員曾先生。

NEXCO 中日本「綜合安全推進部」為直屬於社長(企業主)的一級管理單位(如圖 2)，與我國職業安全衛生法規定事業單位應依規模、性質設置之「職業安全衛生管理單位」同屬「幕僚(staff)」性質。令人驚訝的是，「綜合安全推進部」關注及處理的「安全」議題是以全集團宏觀角度為出發點，包含「交通安全」、「設施安全(如邊坡、橋梁、隧道、路面等)」、「職業安全(日本稱為勞動安全)」、「災害防救」及「資訊安全」等廣泛的安全議題。依據佐野課長的說明，有關「綜合安全推進部」相關業務資訊，摘述如下：

1. 成立緣由：於「笹子隧道天井板崩塌事故」後檢討建置，後續再繼續建置「安全啟發館」(詳本報告書 P42)
2. 編制：8~10 人
3. 人員專業背景：以土木工程為主，其他亦有建築及交通等
4. 年度經費預算：5,000 萬至 6000 萬日圓
5. 主要任務：
 - (1) 運作「安全揭示板」(詳本報告書 P27)，即安全資訊之蒐集、分享及運用系統
 - (2) 「安全啟發館」之規劃與運作

佐野昌嗣課長在安全管理實務上具有豐富的經驗，表示「尊重人權」是其最基本的工作理念，談話間可充分感受到他對於「安全」的信念與熱忱。其中，他特別提到：「如果僅有少數人關注安全議題，那

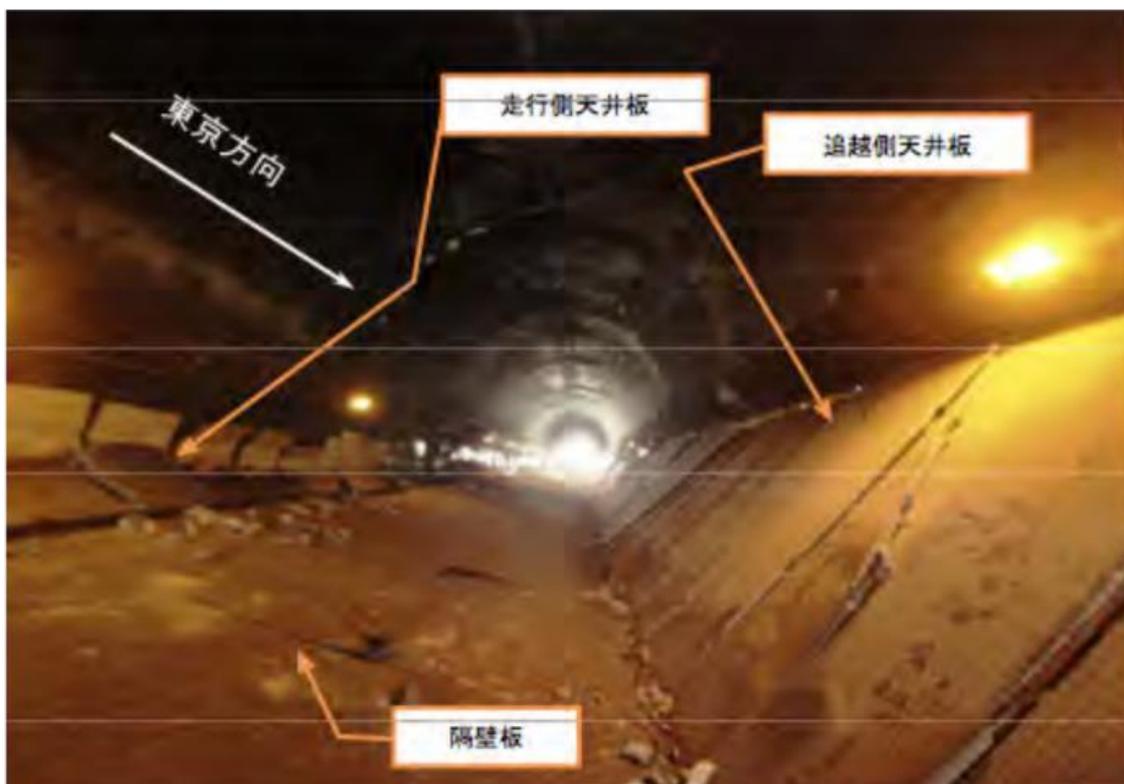
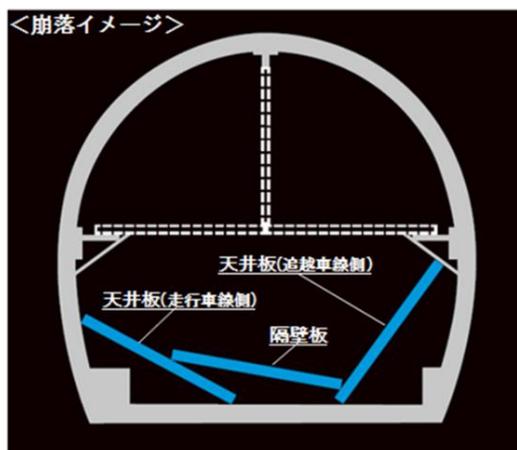
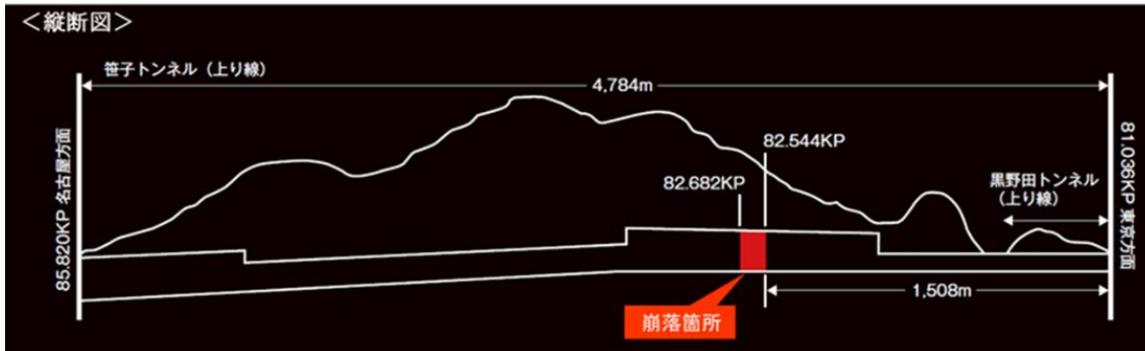


圖 16、管子隧道天井板崩塌事故示意圖

事故現場一片狼藉，被壓車輛起火燃燒、濃煙四起，隧道內用路人倉皇逃竄，因一時間無法確認天井板是否會持續崩塌，且囿於隧道空間限制，相關援救行動一度受阻。日本輿論持續震驚於這一史無前例的重大交通設施事故，相關檢討與追究責任的聲音不曾間斷。

依據日本國土交通省委託第三方成立之事故調查委員會調查結果，認為此次致命事故係由設計面（如水平風對隧道頂連接螺栓產生的拉力等）、材料面（如施工材料老化等）、施工面（錨定孔鑽掘深度不一，且無法確認內塞之黏著材料是否充分發揮效果）、養護檢查面（檢查系統及計畫須再檢討，包含頻率、方法、項目及紀錄保存與回饋）等多重因素累積所致（參考來源：日本國土交通省トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会；<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/tunnel/>）。

NEXCO 中日本深切認知當時的安全管理體制已不符實需，唯有進行根本性的變法維新，亦即以優質的安全文化為基礎，重建價值觀，徹底改變員工的思想和行為，方能突破瓶頸。在笹子隧道天井板崩塌事故後，NEXCO 中日本除立即進行防救災相關措施及隧道復舊外，迅即成立「受害者諮詢室」，指派專職人員對罹災家屬予以協助及關懷，同時對當時公司管理制度與各方面潛在問題進行廣泛且深入的檢討，於 2013 年 1 月發布「安全推進計畫」，總結災害要因及擬定防止類似事故再次發生的對策。此外，為避免閉門造車，確保集團能充分察納雅言，於同年 2 月 22 日設置「安全推進專家委員會」（2016 年起改為「安全推進專家會議」），該委員會由公司外學者專家組成，包含律師、東京海上風險顧問公司研究員、電氣通信大學資通訊學系教授、慶應義塾大學系統設計與管理研究所顧問、名古屋大學工學研究科土木工程系教授、東日本旅客鐵道株式會社結構技術研究中心主任、京都大學跨學科教育研究推進中心基礎設施系統管理研究中心特聘教授等產、官、學、研界專業人士，每年至少集會 1 次，主要就前述「安全推進計畫」（含「安全性向上 3 年計畫(2013-2015)」、「安全性向上 5 年計畫(2016-2020)」及「安全性向上不斷推進計畫(2021 年度起)」等）之

訂定與執行成果提出專業意見與建議。該會議章程明定，可要求公司高層主管或員工提交所審議事項之相關資料、出席或提供必要說明；另該委員會為非對外公開性質。

綜觀 NEXCO 中日本安全管理組織，以社長（最高經營責任者）為安全經營最高責任者，安全事項之討論、決策可透過每月召開的「經營會議」為之；而直屬於社長轄管的「綜合安全推進部」，係集團最高的安全幕僚（staff）單位，行使幕僚職權，可對直線（line）管理階層提供協助、諮詢及建議，並督導公司內安全事務之執行；由外部專家組成的「安全推進專家會議」就安全事務執行成果提供建議與技術性諮詢（部分功能與我國職業安全衛生法規定的「職業安全衛生諮詢會」相似，就安全政策及執行提供建議）。

因 NEXCO 中日本集團龐大，分公司（支社）、子公司眾多，故各自成立所屬安全部門及安全委員會。總公司與分公司、子公司間另有「安全連絡會」，作為上下安全溝通平台；各部門、工作場所則有「工作場所安全討論會」，定期就自身安全議題進行討論。

另有關公司員工之「健康」管理組織，除以社長為最高責任者外，其以總務本部（人事部）擔任「健康經營推進部門」為核心，會同各分支機構的主管部門（總務課），與健康保險協會及產業醫師協調配合，並由「衛生委員會」負責相關審議事項。有關健康促進的推動目標分為「身體」、「心理」及「環境」等三大面向，茲列舉重點項目如下：

1. 身體方面：

- (1) 定期健康檢查率達 100%
- (2) 針對有資格獲得特定健康指導的人降至 20% 以下

2. 心理方面：

- (1) 壓力檢查接受率達 100%
- (2) 壓力指標達「高」者降至 10% 以下

3. 環境方面：

- (1)減少總工作時間，給予帶薪年假
- (2)職場騷擾事件的防止
- (3)傳染病的預防

NEXCO 中日本笹子隧道天井板崩塌事故迄今已將近 10 年，就其面對重大災難後的反思、面對問題的態度、具體可行的計畫、劍及履及的執行力等多有可供研究學習之處。

(三) NEXCO 中日本安全改革策略及精進作為

步驟一：將「安全性的不斷推進及深化」列為企業經營方針的首位

千里之行，始於足下。NEXCO 中日本於安全組織調整後，由社長親頒集團安全方針，昭示：「安全是本集團管理的基礎，並與所有管理政策相聯繫。它位於我們管理政策的首位。除了培育安全文化外，我們還將深化各項安全舉措，範圍從高速公路結構安全擴大到全面向的安全。」(如圖 17、圖 18)

這項舉措，甚為重要，對於集團員工而言，它是政策性的宣示，除賦予每個人安全責任外，亦可減輕各級主管在面臨各面向衝突時，作決策的壓力，同時對於客戶及社會大眾而言，更能提高企業誠信度及形象。

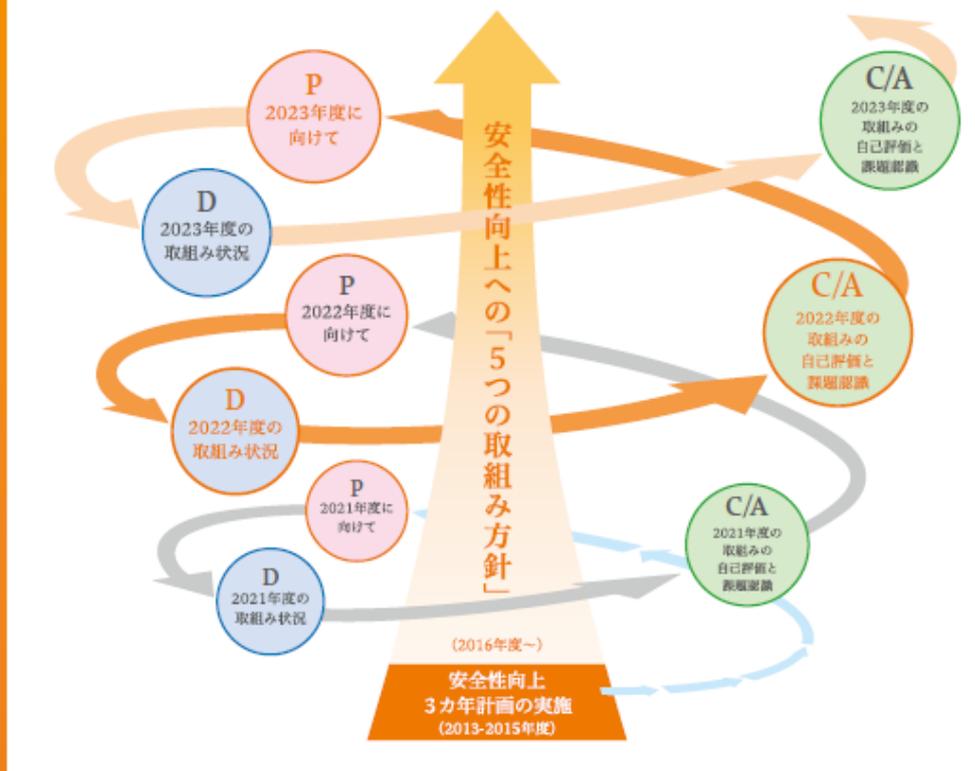


圖 17、社長頒訂集團安全方針 (來源:NEXCO 中日本網站)

安全性向上に向けた不断の取組みの深化

私たちは、2012年12月2日に引き起こした笹子トンネル天井板崩落事故を決して忘れず、お客さまに安全な高速道路空間を提供し続けることこそ、最大の使命であるとの強い決意のもと、安全性向上への「5つの取組み方針」に基づく不断の取組みを、PDCAサイクルを着実に実践しながら深化させていきます。

安全性向上への不断の取組みの深化 (課題の解決に向けて)



達成目標

安全意識の
更なる醸成

グループ全体で安全意識を更に深化させ、安全を最優先にあらゆる事業を推進します。

圖 18、安全性向上不斷努力與深化示意圖

步驟二、實施現狀調查研究（status study），提出安全問題

現狀調查研究（status study）指針對從目前企業內足以左右「安全」之環境、策略或任何業務活動因素，廣納社內（如各階層主管及員工）及社外（如上述安全推進專家委員會、各方專業人士等）之意見，進行全面性、系統性、定期性地調查分析。為檢討並擬定有效的安全政策，進而設定目標與規劃執行方法，NEXCO 中日本先從安全問題的認知開始，綜整出四大面向問題，如下：

1.企業氛圍和文化

(1)安全意識

- A.「安全第一」這一顯而易見的事實被埋沒在日常生活中，沒有顯化出清晰的意識
- B.未能積極收集有關安全的資訊，並當成自己的問題而採取行動

(2)集團內部有關安全的合作與溝通

- A.雖經由各種交流活動，採納現場的建議並努力提供反饋，但仍有不足

2.業務流程

(1)總公司各部門、分公司及集團公司之間的協調不足

(2)養護技術和檢查檢點知識無法有效地傳承

3.安全管理體系

(1)缺乏一個可跨組織識別和解決潛在問題的系統

(2)尚缺乏收集與安全相關的廣泛外部事件及有關這些事件的專業知識，並在業務中積極應用的系統

4.人才育成

- (1)在安全相關教育訓練方面，OJT（on the job training）是主要方法，但尚未能對員工實施系統化的培訓課程

(2)對相關規則、程序和手冊的理解往往是膚淺的，在深入瞭解法規背景和目的等基礎上之靈活應用方面須再加強

步驟三、依據安全問題，提出五項安全政策

- 1.培養以安全為優先的企業文化
- 2.推進各項「安全活動」
- 3.支持安全的人力資源開發
- 4.持續改進業務流程以應對道路結構老化、劣化和潛在風險
- 5.穩步高效地推進業務，提升安全性

步驟四、依據五項安全政策，擬定五項行動準則，昭示全體員工奉行：

- 1.我們永遠不會忘記事故，並將客戶的安全放在首位
- 2.面對現場，向現場學習、思考和行動
- 3.關注潛在風險，穩步推進「計畫」(Plan)、「實施」(Do)、「檢核」(Check)、「行動」(Action)管理循環
- 4.積極收集與安全相關的訊息，並將其視為我們自己的問題並採取相應措施
- 5.設定自己的安全議題，並努力自我提升

步驟五、依安全政策及安全準則，於集團全面開展各種安全精進作為

因安全議題涉及面向相當廣泛，囿於篇幅，筆者謹以 NEXCO 中日本提供之資料（如圖 19），結合實際訪查現場之見聞，汲取較具代表性的事例內容，概分為 5 項，敘述如下：



圖 20、NEXCO 中日本安全日之活動

(2) 「安全行動指南」唱和、「工作場所安全討論會」

集團全體員工每月於各工作場所進行「安全行動指南」唱和及「工作場所安全討論會」，討論將安全放在首位的具體行動，從 2013 年起實施至今，目前已成為常規活動。原則上由各個小組自主設定討論議題，全集團每年 2 次設定統一主題進行相關安全事項研討，例如 2021 年設定主題為「使用道路作業之事故防止對策」及「在新冠肺炎疫情下，如何確保高速道路各項作業安全」等，群策群力，以竟事功。

(3) 建立「安全對話」機制，建立最高管理階層與基層員工溝通平台

透過「安全對話」機制，由會長、社長、本部長及支社長等公司高階主管親至現場與每位員工進行對話，除傳達事故遺屬目前的想法外，進一步傳播以安全為優先的企業理念和基本立場，並充分瞭解第一線所面臨的問題，以利採取具體行動。

「安全對話」相關事例如下：

- 我們每個人都必須意識到我們對生活的責任的重要性，並親自承擔
- 遺族擔心事故會被遺忘，我們的使命是確保將安全意識傳遞給下一代

- 將竹子隧道事故的寶貴經驗應用到日常工作中，對我們每一個人來說都很重要
- 除非現場檢查，否則無法得知結構物劣化和變形，我們必須增加進入該空間的機會
- 當您認為可以時，安全就會受到威脅。有時要回歸初心，使主動性不至於成為口號

2.最高管理階層及各工作場所主管彰顯「安全第一」的態度，並以身作則

(1)最高管理階層及各工作場所主管定期對員工發送「安全訊息」

社長每雙月及各高階主管每月透過「安全揭示板」發送 1 次「安全訊息」，讓全體社員瞭解社會及公司內部重要的資訊。

相關案例如下：

- 回顧以往的邊坡坍塌災害，利用 PDCA 循環提前做好應對的準備
- 確保道路作業安全，並引入促進安全及省力化的工作方法
- 手冊從創建之日起就開始過時了
- 為了培育以安全為優先的企業文化，需要在工作場所建立開放和信任的關係
- 人類容易犯錯誤，但如果您按照規則行事，錯誤可以降到最低

(2)向集團各公司發布提升安全之優良作法

由總公司本部長將「安全揭示板」中由集團成員發表的相關優良安全建議，向集團各公司宣達及共享，並陸續推動於各工作場所具體實施。此外，總部安全推進部部長作為公司安全重要的領導與監督者，在隔月召開之集團「安全聯絡會」上，要求各分公司和集團子公司的安全推進者（副支社長和各社長任命之人員）全

面分享相關優良案例。相關案例具體而微，常能顯示出日本在小細節的用心，茲舉 1 例如圖 21 所示：



圖 21、於巡邏車之車門安裝 LED 燈以提升隧道和夜間下車時之能見度

(3)建立「褒獎文化」

本部長或高階主管親赴現場，並對在「安全揭示板」張貼優良安全範例有功之員工進行表揚。此外，在每個工作場所，主管直接對發布優秀「安全建議」和「虛驚事故訊息」之人員進行獎勵。

(4)對新的事務所主管（第一線主管）進行安全提示

總部綜合安全推進部部長於集團新任命事務所主管到任初到職時，親赴該單位勗勉其扮演良好的安全領導角色，傳達企業及經營階層以安全為第一之核心理念，期許在面臨諸多方面的衝突時，能做出以安全為優先的決策。

3.暢通安全相關溝通管道

(1)管理階層親自參加養護檢查，實現與員工間的「直接對話」

管理階層不定期與員工一起執行養護基本檢查（指每年至少進行 1 次之檢查檢點作業，主要從主線外進行，以掌握轄區結構物狀態），通過對話提供建議，提升安全性。

(2)召開集團「安全聯絡會」

由各分公司和集團子公司的安全推進者（副支社長和各社長任命之人員）擔任安全推動者，每隔 1 個月召開，分享各公司的安全舉措，激發安全溝通熱忱。

(3)加強集團跨部門溝通，如召開「建設、養護聯席會議」、「構造物風險調查委員會」、「技術戰略會議」等多項會議，就相關問題積極討論，並採取應對措施。

4.落實自主風險管理

(1)建立集團內部風險管制機制，檢視並評估各項業務風險性，致力於自主風險管理，提高每個員工的風險意識。

(2)積極從公司外部（包括海外）收集信息，並自我檢視公司是否存在類似風險。

(3)每年辦理「風險管理」培訓及「安全講座」，以提高風險意識和感性。

安全政策之二：「推進各項『安全活動』」行動方案之具體事例

NEXCO 中日本相當重視各項安全資訊（包括海外、社內外）之蒐集和共享，相信知識的力量，並對工作場所提供必要的支持和指導；積極吸收外部觀點，辦理跨組織的安全活動。

1.採納外部專家（如「安全性向上有識者會議」）專業意見與建議，追蹤各項改進作為及評估成效，並回饋於下一年度相關計畫項目之訂定。

2.建置「安全揭示板」，積極傳播和共享安全資訊，如圖 22。

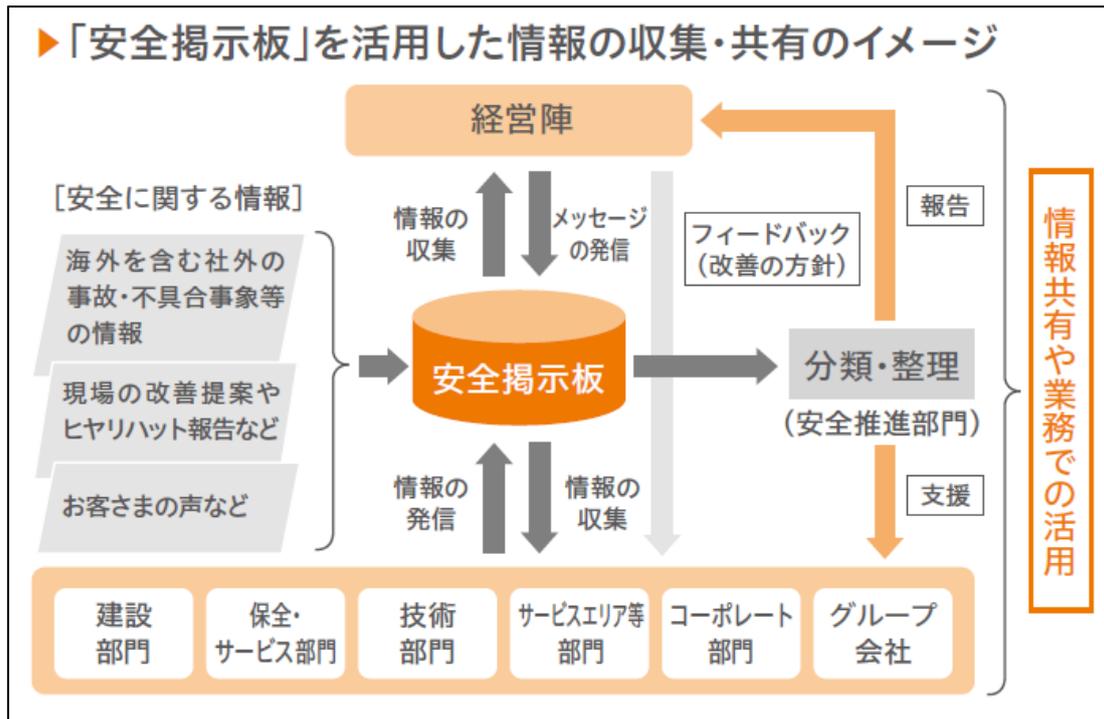


圖 22、安全掲示板運用示意圖

課以集團全社員（約 1 萬人）蒐集安衛情報之義務，共同將發生於國內外的安全事故（如交通事故、職災案例）及虛驚事件、各工作場所改善提案、客戶意見回饋等上傳至「安全掲示板」，續由安全推進部門每 2 個月分類及整理 1 次後，向管理層會議陳報，並對全集團發布「安全情報報告」。

本項因屬公司內部情報系統，筆者僅能透過 NEXCO 人員快速的展示概要瞭解，無法一窺究竟，深感遺憾。該項安全情報格式及內容相比本局近年來安衛創新作為之「職業災害案例及策進對策彙編」而言較為簡略，僅對事件概況與改善對策作簡單描述，案例如圖 23 所示：

<事例紹介：グループ全体で共有した当社に関わる社外情報>

◇首都高速道路で、乗用車が緩衝材に衝突し、そこを踏み台のようにして壁高欄を乗り越え、川に転落した事象を共有しました。当社でも事故多発地点で防護柵の前面に緩衝材を設置している箇所について、緩衝材が十分な高さを有しているかを確認する必要があることを周知するとともに、事故は結果だけではなく、現象を的確にとらえ、類似事象を発生させないように取り組むことの大切さを伝えました。



(首都高速道路 壁高欄前の緩和材 /Google)

◇岐阜県の本曾川を跨ぐ県道 180 号線の川島大橋で、豪雨による河床高の低下により、基礎との間に隙間が発生し、4本の橋脚のうち1本の橋脚が傾いた事象を共有しました。点検時は、橋脚などの部位単位だけでなく、大きな視点での確認が必要であることを伝えました。



(川島大橋 橋面のゆがみ /岐阜県 HP)

圖 23、事故案例

另就「安全揭示板」功能性而言，與本局建置之知識管理系統或有相似之處，均積極鼓勵同仁張貼各類新知，經分類整理後摘選優良的案例，搭配獎勵機制促進知識分享及增加運用效益。NEXCO 中日本「安全揭示板」近年推動情形詳如圖 24（註：依據 NEXCO 中日本人員補充，2021 年投稿數為 2,039 則，日平均閱覽數為 577，並認為成長關鍵因素為對提供資訊者須予以「回應」。）



「安全揭示板」の投稿件数と日平均閲覧者数

圖 24、安全揭示板近年投稿數及日平均閱覽人數

3.利用「安全情報報告」最新知識，推動落實於工作及現場

(1)在集團各部門、各分公司(含子公司)開展安全推進活動，並張貼在「安全揭示板」。由綜合安全推進部每隔1年至不同單位，就不同層級人員進行面對面訪談，以瞭解及確認不同層級員工之間的觀念差異，取得回饋意見。從2016至2020計年5年間，總計辦理309次安全推進活動。

(2)2018年起各事務所對自身安全改進工作的成熟度進行「自我評估」，以明瞭各自的優勢和劣勢之處，進一步確定工作重點項目，並引入PDCA管理循環。2020年起，根據五項政策分類為評估項目，並修正評估標準，以貼近實際業務內容。

(3)自2016年起，對員工進行「安全意識調查」，參照形成安全文化的8大要素(1.組織領導 2.責任參與 3.相互理解 4.風險識別 5.學習傳統 6.工作管理 7.資源管理 8.激勵)設計問卷。調查結果得與上述(2)工作場所「自我評估」結果結合分析，以識別問題並檢討改進。

(4)透過確認各現場的安全問題，分享最佳的改善措施，並進一步加深集團內部的共識，促進彼此的安全相關合作。目前有超過148個案例得以成功應用，並持續增加。

4.公布公司戮力提升各項安全的成果，並傳播相關訊息

(1)基於企業社會責任，定期公開轄管範圍內各項設施的檢修狀況、如耐震補強計畫、道路大規模更新計畫、邊坡分級與維護成果等，保障民眾「知的權利」。

(2)透過承包商講習會等，強調公司「安全第一」的最高指導方針，並傳遞相關安全措施。

(3)適時辦理各項技術研討會，並至學校辦理安全講座。

安全政策之三：「培養以安全第一理念的專業人才」具體事例

NEXCO 中日本培養以「安全」為第一、有強烈責任感、積極、自信及優秀技能，且能獨立思考、獨立行動的優秀人才。

1. 以中長期規劃，培養人才

有系統地實施各項培訓計畫，並劃分各項培訓等級，將年輕員工列為重點培養對象。NEXCO 中日本強調 OJT（On the Job Training），由管理人員親自在集團各分公司、事務所等工作場所向年輕員工示範各項技能，分享經驗及知識，以代代相傳。

2. 培養「專業工程師」，提高問題解決能力

透過辦理「專業技術培訓」和「高級專業技術培訓」，培養解決問題能力高的工程師。惟 2021 年因新冠肺炎的影響，部分講座以線上方式辦理。近 2 年培訓情形如圖 25。



圖 25、「專業技術培訓」和「高級專業技術培訓」情形

3. 養護檢查檢點技術的培養

隨著名神高速道路開通迄今已約 60 年，東名高速道路亦有約 55 年的歷史，各項設施、設備在目前「預防性養（維）護」的概念下，

發生故障的數量及頻率已明顯減少，間接導致現場工程師因實際維修設備之機會減少，有專業技能降低之窘境；另因近年來隨著嬰兒潮已到退休年齡，為免新一代年輕工程師產生技術斷層，NEXCO 中日本認為對員工有系統地進行技術培訓及經驗傳承乃刻不容緩的工作，於是陸續投入經費成立各個「技術研修中心」等培訓場所。

有關 NEXCO 中日本重要的技術相關培訓設施，分述如下：

(1)E-MAC 技術研修中心 (Electric Machine Architecture Communication)

該中心為 2 層樓之鋼構建築，面積約 2,000 平方公尺，如圖 26。



圖 26、E-MAC 技術研修中心

E-MAC 技術研修中心過去每年平均完成的受訓人數約 400 人，另外部參觀訪問者每年亦大約為 400 人，2019 年起受新冠肺炎疫情影響，完成培訓人數減半為 200 人，並配合公司政策原則不接受集團外訪客。惟 NEXCO 中日本為讓筆者瞭解及體驗其專業技術培訓設施及運作情形，研修期間特請三浦博史部長兼館長親自接待，並由日廻崇課長、內田博志專任役協助說明，過程中陪同參加人員還有 NEXCO 中日本海外技術事業部青井弘樹係長及 EXIS 北川智浩先生等，深表感謝。(如圖 27、圖 28)

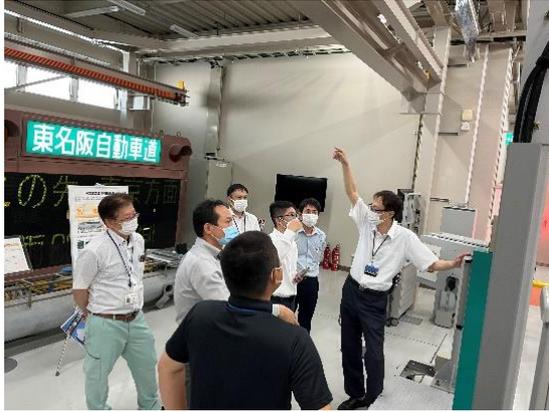


圖 27、E-MAC 研修情形



圖 28、與 E-MAC 館長及成員們合影

三浦博史部長表示，該中心以培養員工安全意識為基礎，進一步著眼於技術力的提升，最終達成技術傳承的終極目標。培訓課程可概分為「職業安全」、「土木檢修」及「設備研習」等 3 類，如圖 29、圖 30 所示，並隨時依學員意見及集團實際需求檢討及增設相關課程。

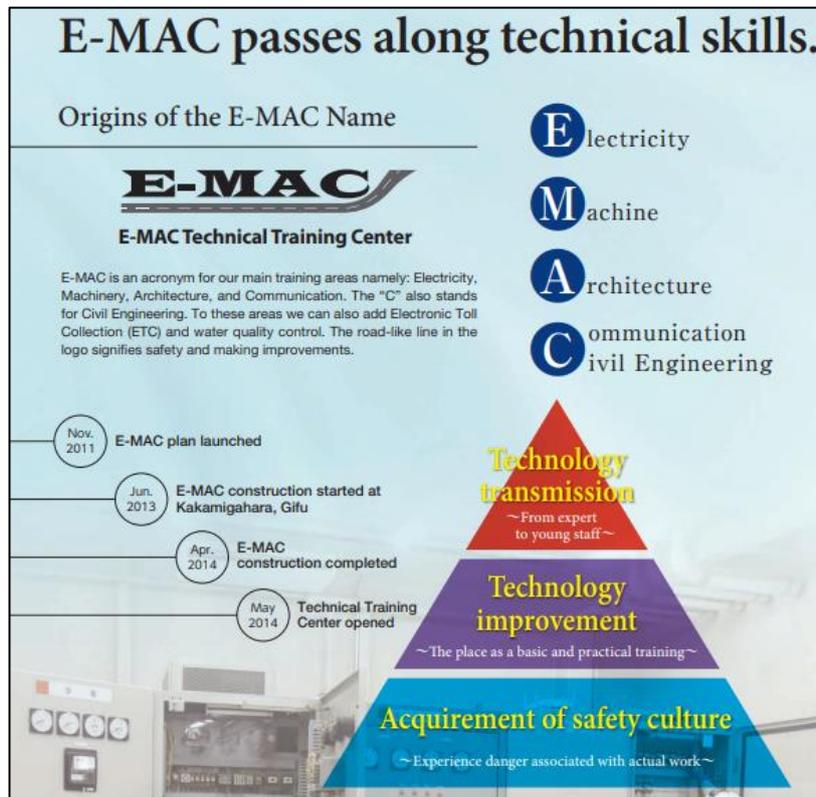


圖 29、E-MAC 基本介紹

Safety Training

- Objective: To heighten the sensitivity to safety, to foster a constant awareness of safety and to foster the ability to avoid danger, to recognize and to discover abnormalities.
- Trainees: Staffs and workers from affiliated companies
- Training content
To learn human error and to analyze past accidents in order to avoid future human error.

Civil Engineering Training

- Objective: To deepen the understanding of internal structures and mechanisms for civil engineering structure in order to improve inspection quality.
- Trainees: Staffs and workers from affiliated companies
- Training content

Category	Subject	Track I (11 areas)	Track II (2 areas)
Required subjects (5 areas)	Inspection management	Daily and detailed inspections	Daily and detailed inspections
	Construction management	Repair work	Repair work
		Quality control	---
	Research work	Slope	To be added in 2020FY
Pavement		To be added in 2020FY	
Specialized subjects (6 areas)	Inspection management	Planting management	---
	Research work	Structure	---
		Traffic engineering	---
	Information management	Data Manager	---
	Information systems	Technical Support	---
		System architecture/data management	---

Facilities Training

- Objective: To deepen the understanding of the equipment specifications and to improve the inspection skills and the simple repairs of facilities and equipment.
- Trainees: Staffs and workers from affiliated companies
- Training content

Category	Subject	Target level
Introductory	New employee training staffs Mid-career training staffs	Understanding of facilities and equipment in general <ul style="list-style-type: none"> Ability to assist with simple inspections Recognition of facility/equipment abnormalities
Elementary level	Electricity, machinery, architecture, communications, ETC, water quality control, construction works	Acquisition of basic skills, Ability to conduct daily inspections (primarily using the five senses) <ul style="list-style-type: none"> Acquisition of the basic knowledge and technical skills for work related to electricity, machinery, architecture, communications, ETC, water quality control, construction work and structural inspections Ability to an initial response for simple repairs or troubleshooting issues following the instruction
Intermediate level	Electricity, machinery, architecture, communications, ETC, water quality control, construction works	Acquisition of specialized knowledge, Ability to conduct the periodic inspections and measurement, Ability to troubleshoot the issues <ul style="list-style-type: none"> Ability to lead a team at job site Ability to direct young staffs and other specialist workers
Specialized level	ETC Soldering, CAD, Temporary power supply, Sequential, Qualification exam prep (first-class/second-class electrical engineer, qualified expressway inspector and troubleshooter), Special education for technicians working with low-voltage, high-voltage, and extra-high-voltage electricity, Safety education for electrical construction work leaders	Acquisition of advanced, specialized knowledge and transmission of specialized skills, Acquisition of proficiency unique to inspection and construction work skills <ul style="list-style-type: none"> Ability to respond quickly in an emergency Ability to carry out on-site work

圖 30、研修課程種類及內容大綱

E-MAC 技術研修中心展示之設備內容，包含隧道實體模型（如照明設施、消防系統、緊急連絡電話亭等）、橋梁實體模型、電氣設

備（路燈、電桿、手孔等、施工架模型、相關實體樣本如鋼筋、地錨及鋪面）等項，茲概述如下：

A. 「職業安全」方面（如圖 31~圖 36）

學習科目主要分為下列 4 項：

- a.安全技術規範及過往事故案例的學習
- b.小組討論及腦力激盪
- c.體感學習(運用身體感官,營造身歷其境的感覺,加深危害意識)
- d.風險預知(KY)活動



圖 31、上課情形



圖 32、課後學員書寫安全承諾



圖 33、使用道路作業之交維訓練



圖 34、使用施工架訓練



圖 35、於隧道使用高空工作車訓練



圖 36、噴流式風機採用 2 道防落安全設計

B. 「土木檢修」課程（如圖 37~圖 40）

將高速道路各項設施、結構物等標的具體「可視化」，活生生地呈現在受訓者面前，並可充分用五感予以體驗。



圖 37、繩索作業培訓



圖 38、橋梁檢點用模型

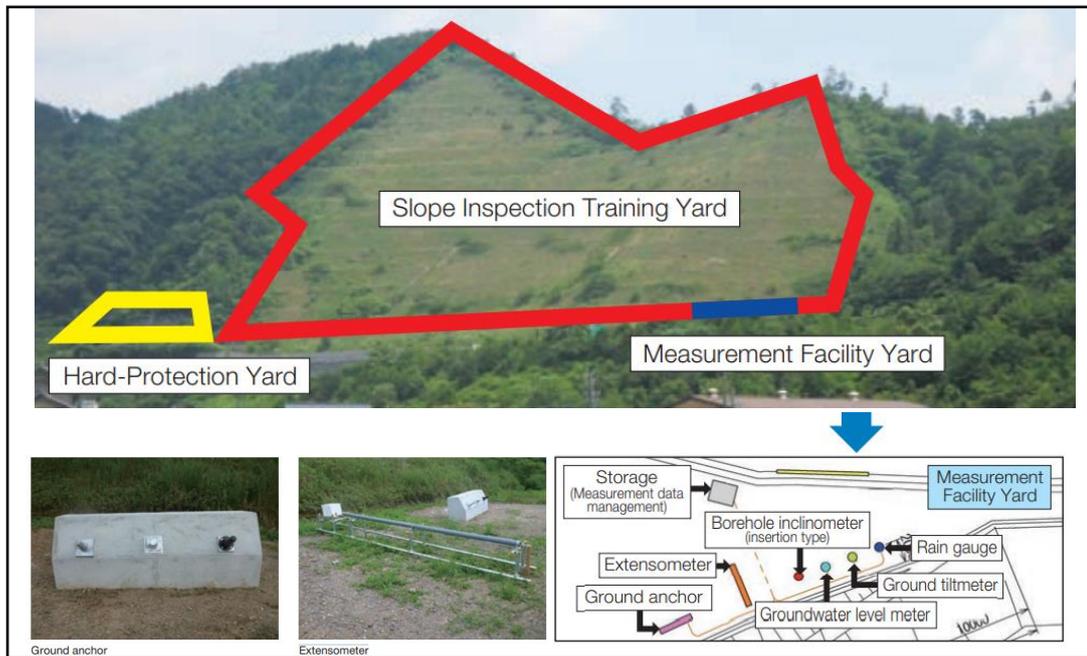


圖 39、邊坡檢測訓練場及檢測設施



圖 40、打音檢點訓練（於牆面板內置空腔）

C. 「設備研習」：促使受訓者瞭解各類設施之專業知識，並培養更廣闊的視野（如圖 41~圖 48）



圖 41、受/配電設備檢修訓練



圖 42、發電設備檢修訓練



圖 43、天花板內檢修訓練



圖 44、天花板內檢修訓練說明版



圖 45、電子收費系統（ETC）設備檢修訓練



圖 46、資訊可變標誌（CMS）設施檢修訓練



圖 47、路燈及電桿檢修訓練（含使用移動式起重機訓練）



圖 48、電力線及通信電纜的鋪設及連接訓練

其中，隧道實體模型仿照實際使用的設備及材料，在隧道壁面上安裝照明設備（含不同年代的燈具）、消防栓、緊急用設備等，使受訓者能在近似實際情況且安全的環境下進行各式檢修與防災演習，相關設施如圖 49 所示。



圖 49、隧道實體模型提供消防、照明設備等檢修訓練

(2)N²U-BRIDGE (Nexco-Central and Nagoya University-Bridge model with Restoration and Integrated Deterioration for Global Engineers)

主要作為培養橋梁檢查、診斷之技術與研究成果驗證的培訓機構，由 4 種類型的橋梁組成：鋼梁橋（富山縣：涉江川橋，已使用 35 年）、PC 空心板橋（石川縣：日末橋，已使用 37 年）、RC-T 梁橋（山口縣：厚東川大橋，已使用 74 年）和人行天橋（愛知縣：西枇杷島步道橋，已使用 51 年）。受訓者可以透過此設施近距離查看各部件的劣化情形，該設施並能提供非破壞性檢查培訓（如錘擊檢查、混凝土中之鋼筋探測和鋼橋疲勞裂紋檢查），如圖 50。



圖 50、N²U-BRIDGE 橋梁訓練設施

4. 推進全集團安全教育

在笹子隧道天井板崩塌事故後，NEXCO 中日本為了讓安全文化徹底紮根，避免該事件逐漸風化，於 2015 年起開始施行「安全啟蒙培訓」，2019 年起將培訓課程依不同對象分為「安全啟蒙培訓 I」（一般員工）及「安全啟蒙培訓 II」（主管），並自 2020 年起延長培訓期間及擴增內容，受訓者須先完成集體培訓，返回各單位後另再參與遠距教學課程及小組討論會，最後提交報告方屬完成培訓，期間總計約 1 年。

2021 年起，NEXCO 中日本於東京八王子設立的「安全啟發館」正式啟用，專作集團員工的安全培訓場館，其為 2 層樓鋼構建築，總面積約 2,000 平方公尺，外觀簡約，內部氣氛相當莊嚴（如圖 51）。



圖 51、安全啟發館外觀

「安全啟發館」係 NEXCO 中日本推動安全培訓最重要的設施，由總部綜合安全推進部管轄，在不對外開方的原則下，仍同意筆者到訪觀摩，誠屬難得。觀摩時由佐野昌嗣課長解說，因會場有展示笹子隧道天井板崩塌事故罹災者相關遺品，參與人員規定須著西裝，並保持肅穆態度，部分區域禁止拍照、錄影及錄音，以表尊重。

該館蒐集展示笹子隧道天井板崩塌事故倒塌的天井板和其他物品，並 1:1 還原建置隧道模型，以再現事故現場的情況和隧道的結構。

重點展示內容概述如下：

(1) 笹子隧道天井板崩塌事故省思區

A. 展示隧道再現模型及倒塌之實物（如圖 52），及事故後救援行動時間軸（如圖 53）、新聞報導及相關照片介紹（如圖 54）。



圖 52、隧道坍塌模型及實物



圖 53、救援行動時間軸



圖 54、新聞報導及照片

B.影片學習：播放影片介紹筷子隧道天井板崩塌事故相關調查報告、現場救援及檢修人員等訪談紀錄、事故後重新修訂之施工標準等重要策進作為。

C.展示當時設置在隧道頂部的化學錨栓實品、相關產品與試驗資料，及事故後提高安全性的重要措施（如圖 55、圖 56），並可爬上隧道模型天井板上模擬當時檢點方法（以手電筒及望遠鏡之目視檢查）。



圖 55、化學錨栓實品及相關資料

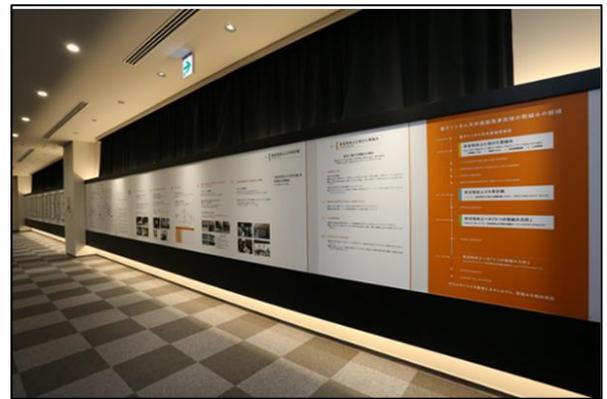


圖 56、事故後提高安全性的重要措施

D.展示罹災者搭乘車輛及相關遺物，供憑弔致意，如圖 57。



圖 57、車輛及罹災者遺物展示室

(2)向歷史災難或事故學習區

A.從國內各道路主管單位蒐集各項道路結構物或設施損傷實體，設置室內及室外 2 個展示區，如圖 58。



圖 58、道路結構物或設施損傷實物展示學習

B.依過往職災案例，策進開發之相關安全用具展示區，如圖 59。



圖 59、安全用具展示區

C.蒐羅歷史上發生於世界各地的重大事件資料，如圖 60。



圖 60、世界重大事件查詢系統及世界重大事件年表

D.自主學習提升區（包含安全揭示板、安全圖書區及討論室），如圖 61。



圖 61、自主學習提升區

安全政策之四：「持續改進業務流程以應對道路結構老化、劣化和潛在風險」具體事例

針對道路結構老化、劣化和潛在風險等，穩步實施規劃（P）、執行（D）、評估（C）、改進（A）循環，向上不斷提升。

1.優化業務流程及實施 PDCA 循環

(1)透過「檢查檢點結果判定會」及「對策檢討會」，穩步實施維修管理工作

為有效實施維護管理工作，透過集團各公司合作召開「檢查檢點結果判定會」識別結構變形情況，並於「對策檢討會」制訂修復方案，紮實開展修復工作。此外，每半年檢討維護維修計畫，以符實需。

(2)召開「新建、養護聯合會議」

將維護及管理階段發現的問題回饋於設計階段，並討論具體改進對策。

(3)採用「新技術、新工法」提升工程品質及維護管理

(4)指派「專業工程師」提供現場專業建議

如遇颱風造成邊坡破壞或火災造成結構變形等情況，專業工程師即迅速趕赴現場調查原因，並為緊急搶修措施提供技術指導，確保安全及儘早復舊。

(5)針對隧道火災等重大事件，加強防災演練等工作。

2.預防道路結構等潛在風險引起的事件

召開「結構風險調查檢討會」從內部和外部資訊中辨識潛在風險，不斷採取措施降低道路結構物的風險。為此，該會議小組成員須共同努力擴大大事故及風險事件的數據庫，以汲取過去的教訓，防患於未然。

3.跨部門共享安全相關資訊，並檢討既有標準、規範及圖說

4.各項檢查及維修業務管理系統的持續優化，並持續提升檢查技術及效率

在全集團的「技術戰略會議」中，釐訂發展重點項目、期程，並每年進行評估。另與各大學及其他公司合作徵集技術建議，並進行研究。

安全政策之五：「穩步高效地推進業務，提升安全性」具體事例

2019 年起，NEXCO 中日本與其他公司共組「創新交流會」，以推進「i-MOVEMENT」計畫，目標係利用下一代技術進行革新式高速公路管理，目前有已有少數項目進入試驗階段（如附錄 1）。

透過 i-MOVEMENT 等新技術的開發和引進，有計畫地就道路結構檢查檢點，並依診斷結果進行維修、耐震補強或高速公路大規模更新，穩紮穩打地守護高速道路安全，並努力預防職災事故。

三、NEXCO 中日本安全衛生管理與設施

(一)交通安全防護面向及特色

高速公路施工及作業人員之交通安全防護一直為本局相當重視的議題，筆者藉由至 NEXCO 中日本「保全企劃本部」考察與學習相關安全設施及創新技術之發展，蒐集資料提供國內相關單位借鏡及參考，如圖 62、圖 63。

日文中的「保全」(ほぜん)一詞，有「保存、維護以使其完好」的意思，概念近似國內的「養護」，該部下轄主要業務對應窗口為 4 個支社（東京支社、八王子支社、名古屋支社、金澤支社）的「保全服務中心」(類似本局的工務段)及其他負責養護作業及交通管理等的子公司。

拜訪保全企劃本部時由保全課兼 i-MOVEMENT 推進室之吉川貴司課長負責解說，參與的成員有青井弘樹係長及北川智浩先生。



圖 62、於保全企劃本部研修情形



圖 63、與吉川貴司課長合影

吉川貴司課長以「工程安全對策之動向」為主題，說明公司目前發生的職業災害情形、事故案例與安全對策，及最新的交通安全防護設備與技術。依據其提供之統計數據資料顯示，2021 起 NEXCO 中日本發生的施工中的「自責事故」（經檢討本身應承擔部分責任者，包含職業災害事件及因施工或管理等導致之第三方權利遭受侵害事件、通勤交通事故、工區內自撞事故等）及「受損事故」（即本身無過失，屬第三方侵害者，如外車突入造成的人員死傷或財物損失事件）都顯著增加，2021 年自責事故有 186 件，受損事故有 556 件，合計為 742 件（如圖 64）。

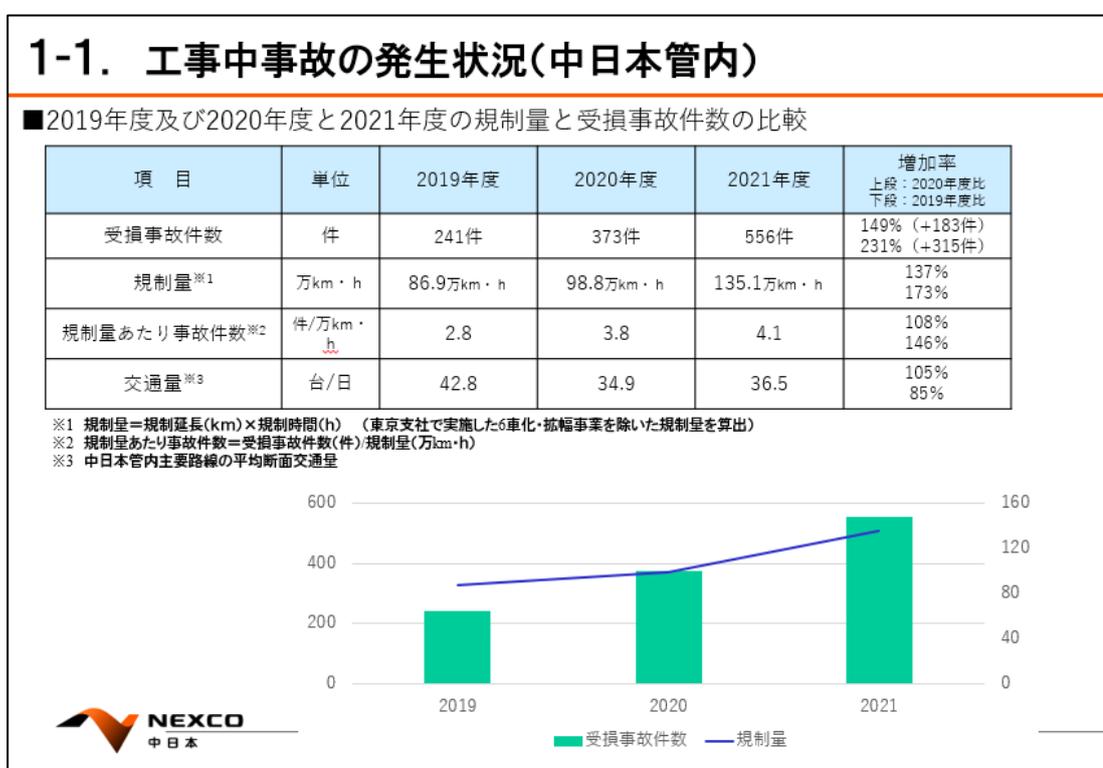


圖 64、2019 年至 2020 年度 NEXCO 中日本工程事故概況

與過去 3 年（2018~2020 年）平均件數相較，2021 年「被夾、被捲」類型之職業災害及交通事故（財損）類型增加率均達 200%以上。而受損事故中又以外車侵入施工封閉之交維區域為主（約 91%），其中撞擊或侵入的位置主要為「平行部」（約 44%）及「漸變段」（43%）。而 2020 年以前，以從「漸變段」侵入為主，大多佔 50%以上。另隨氣候變遷，中日本氣溫普遍炎熱，以筆者研究期間主要駐地名古屋為例，戶外常達

攝氏 38 度以上，故 NEXCO 中日本因相關熱危害引起的中暑或衰竭事件亦有增加趨勢（如圖 65）。

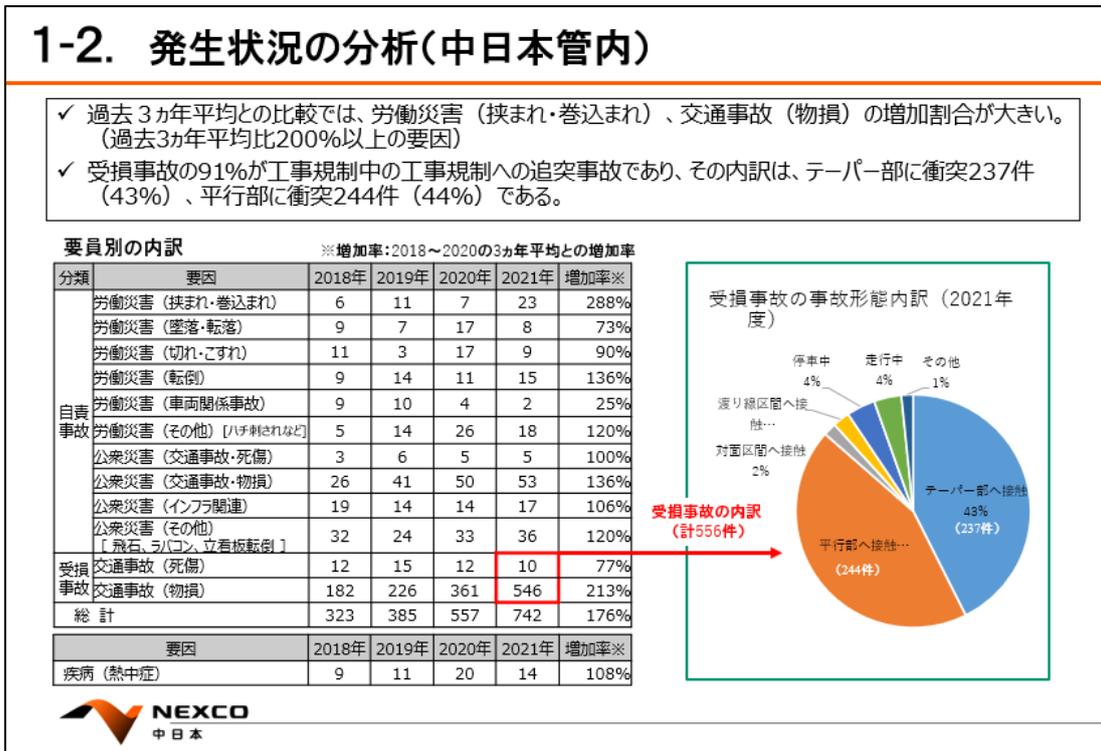


圖 65、事故類型分析圖

吉川課長列舉數個有關外車突入的職災案例進行說明（如圖 66），茲舉 1 例如下：

- 事故概況：施工廠商於高速道路外路肩設置雪桿（禁止拋雪的標誌）時，遭一部大型車輛偏離原車道衝進工區，撞擊工作車及施工人員，造成 1 名施工人員死亡。
- 安全對策：除進行安全衛生教育訓練、勤前教育及交維演練等常見且重要的措施外，並從源頭及管理面思考：
 - (1)是否依交通量或歷史數據，於離峰時進行？
 - (2)是否能增加側向緩衝距離，多封 1 個車道？
 - (3)除了使用高速道路作業外，是否能從下方（產業道路）施作？
 - (4)雪桿係為提醒除雪工作車輛，因下方有道路等，不得於該處拋雪。

在此情境下，禁止拋雪的地點原則變動性不高，於是可進一步思

考以科技化的方式，在除雪車上之車載導航等設備結合 GPS 定位資訊，主動告知除雪車禁止拋雪之區域，以減少雪桿之設置，進一步達源頭安全管理之效。

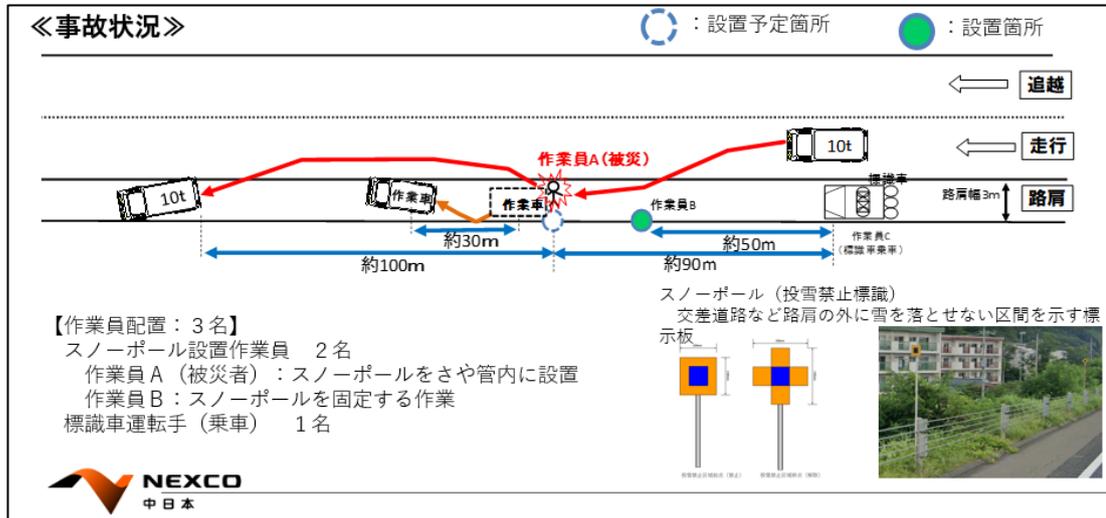


圖 66、事故案例示意圖

NEXCO 中日本除會對職災個案就目前現有規範、管制作為進行全盤檢討外，集團亦著重技術及設備的開發，以提供施工人員更完善的保護，同時兼顧交通安全及施工安全。筆者整理及蒐集其近年較為新穎的交通安全防護設施，分別列舉及說明如下：

1.大型移動式防護車輛(ハイウェイ・トランスフォーマー; Highway Transformer)

(1)概要：開發目的是以物理性防禦策略，直接保護道路施工人員免受用路人車輛衝入工區產生的災害，主要透過安裝於車輛上之可伸縮及左右移動的主梁(防護梁)，來確保安全的工作空間，同時提供後方及側面防護(如圖 67、圖 68)。



圖 67、大型移動式防護車輛外觀

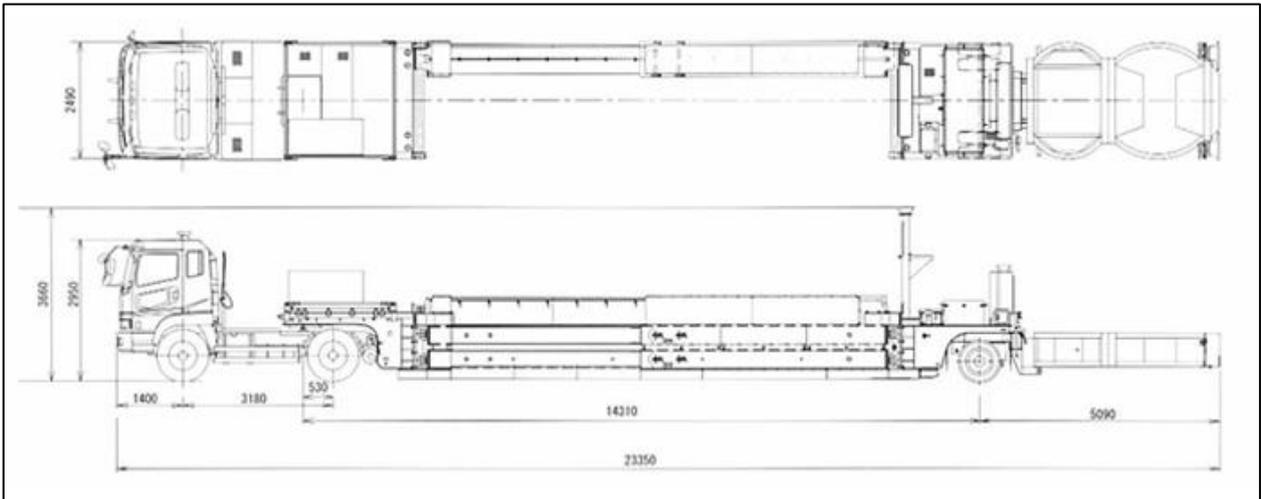


圖 68、大型移動式防護車輛設計規格

(2)特色：

A.主梁（防護梁）可伸縮，確保較大的安全工作空間，如圖 69。



圖 69、車身伸縮示意圖

B.車身主梁(防護梁)可左右移動，於高速道路內外側施工均可使用，如圖 70。

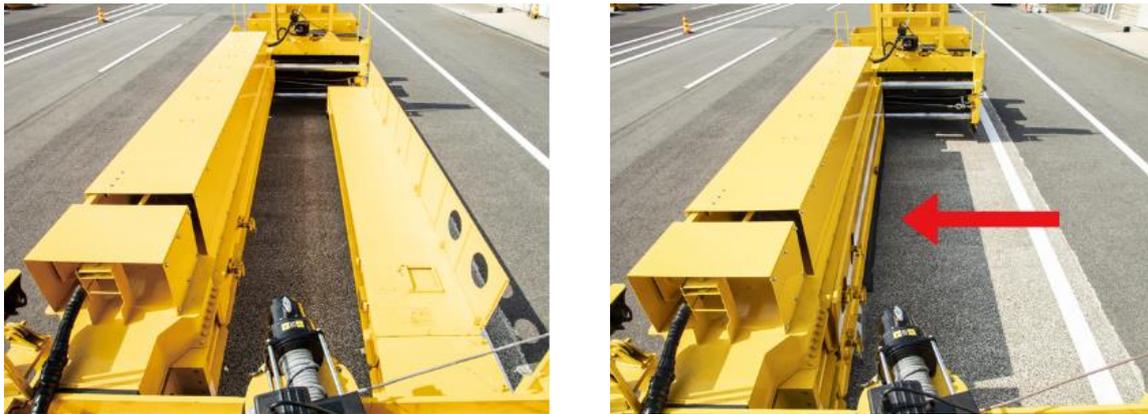


圖 70、車身主梁（防護梁）左右移動示意圖

C.附掛緩撞設施，降低後方來車撞擊之嚴重度，如圖 71。



圖 71、車輛附掛緩撞設施收放示意圖

(3)規格概要：

A.全長：15.9 公尺（行駛時），23.4 公尺（工作中），前後伸縮長度約 7.5 公尺

B.全寬度：2.5 公尺

C.工作空間：9.8 公尺 x 1.74 公尺



圖 72、使用大型移動式防護車輛施工（日間） 圖 73、使用大型移動式防護車輛施工（夜間）

經詢 NEXCO 中日本表示，自 2020 年起開始試運行本項大型移動式防護車輛，惟目前僅有 1 台，主要適用於路面坑洞修補、樹木修剪或其他較小範圍且施工時間達一定以上之工項（如圖 72、圖 73），未來將視運行成效逐步推進至轄管各個分公司、子公司的養護單位；目前尚無被撞擊之事例可供參考，實際使用成效仍待進一步評估與觀察；另本車輛使用前須依日本道路法規規定，報經警察單位同意。

2. 氣囊式安全背心

為降低施工人員被撞擊後的傷害程度（如圖 74、圖 75），以「安全氣囊」的概念設計開發本項氣囊式安全背心，其中配備 1 具二氧化碳氣體鋼瓶，在撞擊瞬間達一定閾值後瞬間釋放氣體將背心充滿，主要保護勞工軀幹部位及頸部，並可重複使用。



圖 74、氣囊式安全背心保護機制示意圖



圖 75、氣囊式安全背心外觀及氣瓶

經詢 NEXCO 中日本表示本項自 2017 年開發，目前仍逐步蒐集使用者意見進行改良中，現仍有重量較重、人員常誤觸而誤充氣膨脹等問題待解決與優化，並因價格等因素，尚未普遍投資運用於所有員工，先視作業風險性高低配發或導入發包工程中使用。

3. 緊急避難信號發射/接收系統

本項緊急避難信號發射/接收系統可以迅速通知高速公路工區勞工有外車突入的情形，使其快速避難。產品設計以 1 具訊號發射

器裝設於指揮旗或電指揮棒，由交通監視員（類似旗手）手持使用，而訊號接收器及聲光警示設備則附掛在施工人員的安全帽上。當面臨危險情境時，由交通監視員按下發射器上的按鈕，隨即發送無線電波至安全帽上的接收器，同時發出「警示光」（LED 紅色光）及「警告音」（約 100 分貝），提醒工作人員迅速撤離（如圖 76）。

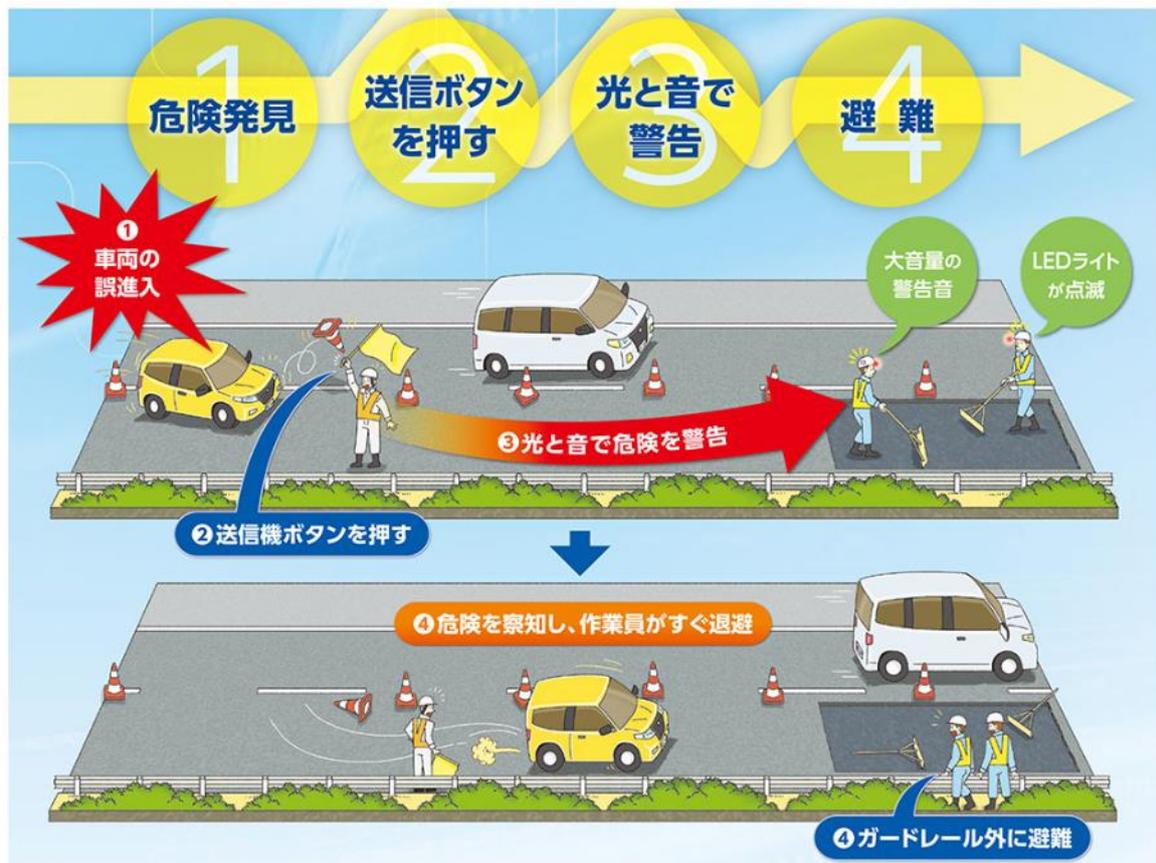


圖 76、緊急避難信號發射/接收系統運作示意圖

筆者實際檢視該訊號接收器尚屬輕便（約 60 公克），與安全帽間可自由安裝及拆卸（如圖 77），但交通監視員手持之發射器因裝有兩顆 2 號電池，連接上指揮旗後整體略為沉重（如圖 78），可能不利於長時間揮舞，須再進一步就工作性及是否會產生肌肉骨骼危害等加以考量。另 NEXCO 中日本規定施工區最高速限為 50 公里/小時，在此情境下建議交通監視員與工作人員間之距離須達要 60 公尺以上，方能有足夠執行退避的反應時間。至詢及電波發送之距離，其表示可達 200 公尺以上，並可視需要裝設中繼器，最高可達 600 公尺範圍；無線電波可切換 10 種頻段，在相近的工區之間使用不致產生干擾情形。



圖 77、訊號接收器外觀



圖 78、發射器與指揮旗

此外，上述訊號接收器另可結合「自發光型入侵緊急通報系統」使用。該系統設計概念係於施工人員上游端之交通錐上安裝光電式傳感器，使交通錐間彼此連結成一道感應界線，當有外車侵入時因傳感器之間之信號受阻，即會發信至前述安裝於安全帽上的接收器，同時發出聲光提示施工人員立即疏散（如圖 79、圖 80）。該項概念與本局近年試辦之「交通界圍系統」相似。

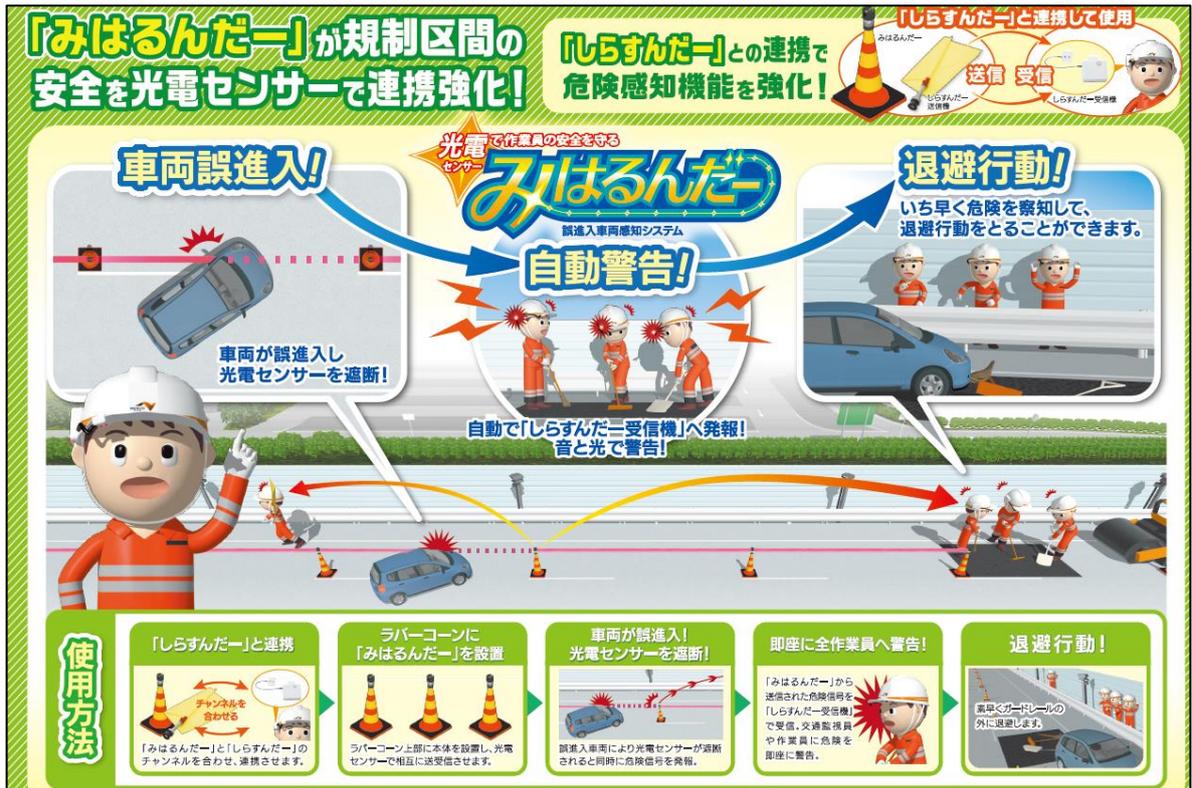


圖 79、自發光型入侵緊急通報系統運作示意圖



圖 80、自發光型入侵緊急通報系統

4.進入車輛停止裝置（如圖 81）

(1)概要：本項進入車輛停止裝置依防止的車輛大小分為「大型車輛用」（とまるぞーⅡ）及「普通車輛用」（とまるくん）等型式，另有適用於一般道路使用的迷你類型。有別於我國高（快）速道路採用之緩撞車主要以緩撞材料被撞後變形吸收撞擊動能之概念，該裝置主要利用係應用槓桿原理及與路面的摩擦力，將突入工區之車輛強行停止，撞擊時兩者不易分離，可減少二次災害及設施復舊費用。茲以針對「大型車輛」使用之裝置（とまるぞーⅡ）為例概要介紹如下：



圖 81、進入車輛停止裝置外觀

(2)特色（以針對「大型車輛」使用之裝置とまるぞーⅡ為例）：

A.利用摩擦力使車輛停止：當車輛碰撞而騎乘上該裝置時，裝置之「手臂」借助車輛的重量將車體抬起。此時，裝置底部的特殊橡膠與路面發生摩擦，迫使車輛停止，如圖 82。

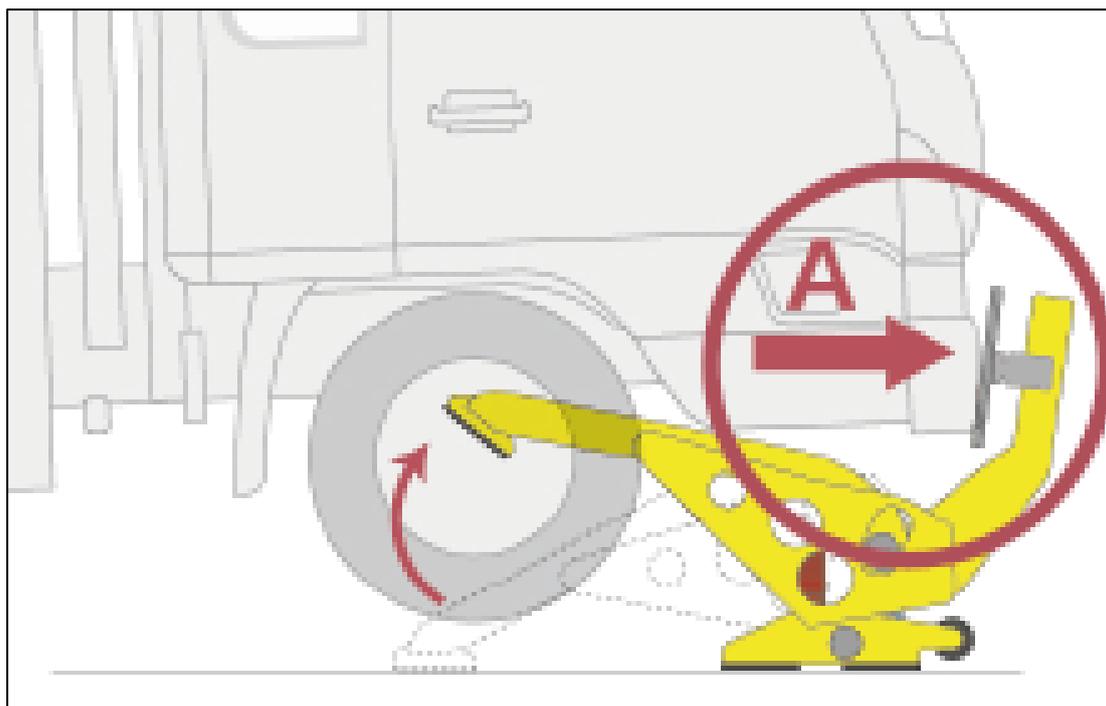


圖 82、進入車輛停止裝置運作機制示意圖

B.車輛撞擊實驗數據：

經財團法人日本自動車研究所的實驗數據為：1 部 10 噸重的大型車輛以 80km/h 的速度行駛，從踩剎車到停止之距離，在使用該裝置後剎車距離約縮短了約 5m。(如圖 83)



圖 83、進入車輛停止裝置實驗數據

C.因車輛進入工區時，並不一定直進工區，爰此，該設備配備了 8 個減震器（類似彈簧結構），可吸收斜闖工區之車輛衝擊，設計之最大角度為 25 度，不致使車輛翻車。(如圖 84)



圖 84、進入車輛停止裝置配備 8 個減震器

D. 易於安裝、移動及收納

整體重達 130 公斤，經考量施工人員布設之方便性，可拆分為 8 個部分，故無需使用吊車搬運，一般由 2 名人員即可運作（如圖 85）。



圖 85、安裝、移動及收納方式

E. 箭頭標誌牌面可配合引導方向旋轉方向，並設計相關支架吸收碰撞時之衝擊力。(如圖 86)

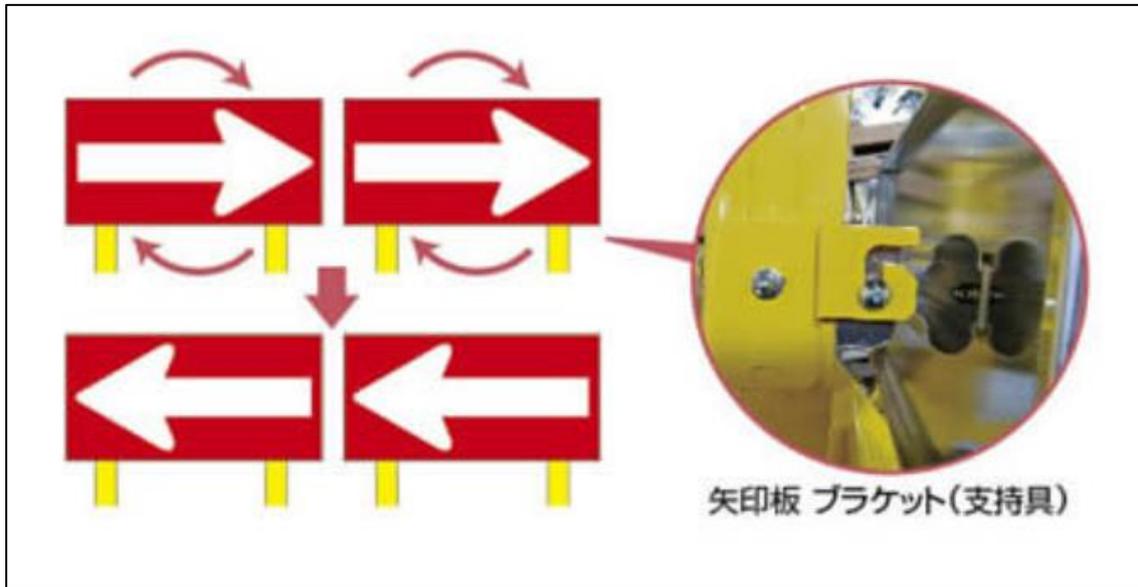


圖 86、箭頭標誌牌面設計可轉向示意圖

(3) 布設原則：(依 NEXCO 中日本現行規定，如圖 87)

A. 在工作區上游前分階段安裝至少 3 台，且距離工作區至少須保持 60m 距離。

B. 須視車道速限及路面是否潮濕等狀況，調整與工作區間的距離。



圖 87、進入車輛停止裝置配置示意圖

(4)規格概要（如圖 88）：

- A.主要材料：鋁
- B.重量：130 公斤
- C.表面處理：烤漆
- D.輪子：φ 150 × 2 個

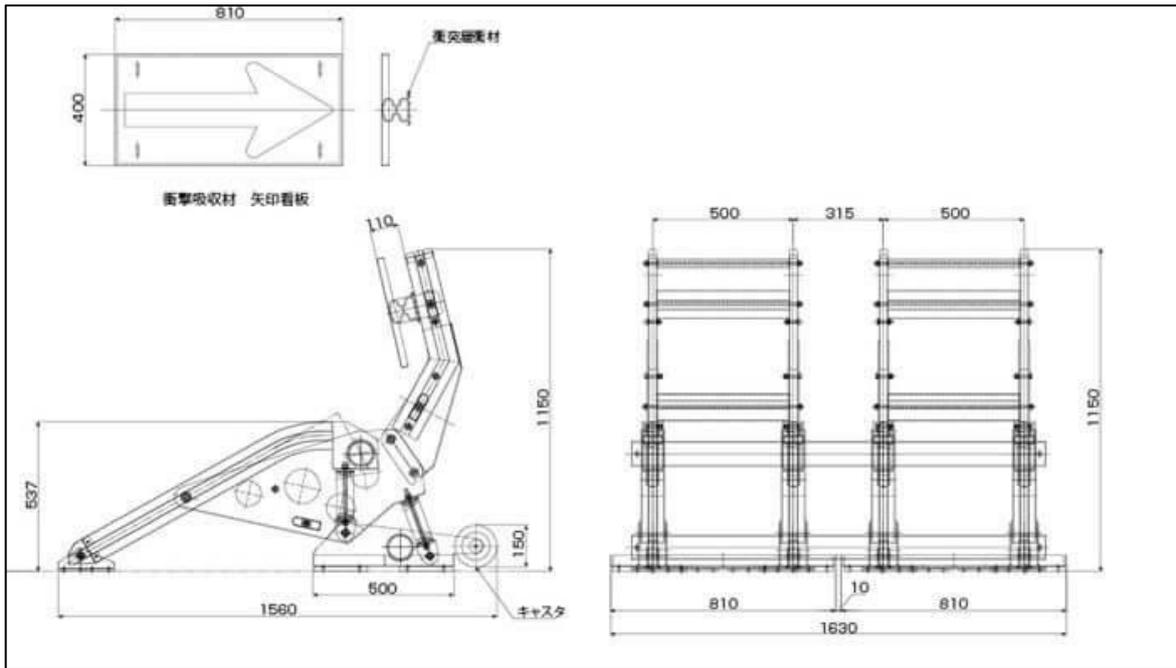


圖 88、進入車輛停止裝置設計規格

5.交通維持設施（交通錐、箭頭標誌牌面）自動設置及回收車

依施工機械化之概念設計，目前在全日本不同高（快）速道路管養單位均有部分使用，可減少布設人力，提升作業安全。圖 89 中交維車輛四週均妥善設置護欄或隔柵，工作人員均穿著可視性高的工作服並勾掛安全帶，利用哨子及施工車輛喇叭聲等信號互相聯繫（車斗上工作人以哨音告知駕駛已準備就緒，駕駛於開動車輛前會輕按兩聲喇叭提醒工作人員車輛將移動），演訓時彼此合作無間，令人印象深刻，如圖 90、圖 91。



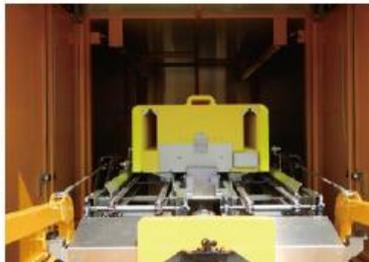
圖 89、交通錐自動設置及回收車演訓



圖 90、交通錐及標誌牌面自動設置及回收車



●矢印板最大格納枚数:25枚



●チェーンコンベア式の格納装置



●設置・回収アーム装置

圖 91、箭頭標誌牌面自動設置及回收車

(二) 養護工程安全衛生管理作為及設施精進

為瞭解養護工程安全衛生相關議題，研究過程安排至 NEXCO 中日本 100% 出資設立的子公司「中日本名古屋養護株式會社」與其所轄「羽島事業所」參訪及學習。

「中日本名古屋養護株式會社」員工約 720 人，於 2007 年 11 月 20 日設立，主要負責高速道路及服務區養護修繕業務，如道路清掃、服務區清潔、植生景觀工程、路面修補、伸縮縫修復、除雪作業、一般

設施維護、災害復舊工程及交通維持作業等。該社轄下有 10 個事業所，轄管路段長度約 947 公里（如圖 92）。



圖 92、中日本名古屋養護株式會社轄區及組織體制

參訪行程主要由「中日本名古屋養護株式會社」安全技術管理部友納邦雄課長解說「道路養護作業職災概況與預防對策」議題，並提供該社最新的災害預防報告，內容相當豐富，筆者亦善用機會多多請益。第二部分續由該社事業開發部小池克尊課長講解最新開發製品，此部分筆者已將相關重點內容摘要併入上節說明，在此便不再重複敘述。（如圖 93）



圖 93、於中日本名古屋養護株式會社研修情形

值得一提的是，該公司為降低職業災害，滾動檢討並編制了一本「安全聖經」(Safety Bible)，內容計有共通篇、車輛篇、交通維持篇、植栽篇、冰雪篇、鋪面工程篇等，是辦理勤前教育、安全早會 KY 活動、及安全小組競賽時的優良教材。公司每位員工均配發 1 本，並要求詳加研讀，當不確定現場的作業規則時可作為隨身工具書使用，如圖 94。



圖 94、中日本名古屋養護株式會社之「安全聖經」(Safety Bible)

該公司每 2 個月發布 1 次「安全新聞（海報）」，並張貼在各事業所的安全布告欄，以提高員工的安全意識，如圖 95。



安全ニュースメンテナゴヤ

安全対策を見つめ直し 現場事故ゼロをめざそう

Vol.19 May 2021

2021年度安全衛生基本方針

メンテナゴヤは、安全を最優先に安全対策の継続的な実施とその周知徹底により労働災害「ゼロ」をめざす

安全衛生目標

① 安全意識の向上と安全文化醸成に向けた取り組みの促進

② 昨年度の事故分析等を踏まえ事故対策を継続・強化

- ・直営事故削減に向け取り組みを強化する。
- （重大事故、社会的影響の可能性のある事故、複数発生事故、自動車運転中の事故）
- ・受託事故対策の更なる展開を推進する。

③ 作業員のモチベーションアップのための各種施策の実施

④ 新型コロナウイルス感染症対策の徹底

安全衛生目標①について

模擬作業を活用した作業手順書の確認を行ってみましょう

模擬作業は体を動かしながら手順を確認することにより、作業手順書の理解度を深めることを目的としています。作業手順書に記載されている内容と実作業において、相違がないか、無理な作業がないか、危険はどこに潜んでいるかなどを確認してみましょう。



清瀬班 出発前上りKY



規模班 テーラー設置作業



小幡班 トラックホール補修作業



小幡班 現場KY



規模班 準備作業



小幡班 ハツリ作業

模擬作業を終えて・・・

- 一連の作業手順がわかりやすかった。
- チェックリストにより近道・省略行動につながってしまつたものを確認できた。
- 作業手順書の読み合わせよりも、模擬作業の方がわかりやすい。
- もっと安全な作業手順がないかも検討したい。

5月・6月は要注意!!

熱中症 蜂刺され

梅雨の明け方や、梅雨明けの差し暑くなった時期から熱中症は増えてきますが、最近では5月、6月でも夏日になることもあります。まだ6月、6月頃は身体が暑さに慣れていないため、上手に汗をかくず体温調整がうまくできなくなり熱中症になる可能性が高いと警戒されています。

熱中症 発生状況

月	発生数
6月	1
7月	3
8月	3

過去の熱中症発生件数はグラフのようになっており、2020年度は6月に熱中症が発生しています。また、発生の確率は連日増加傾向にあり、梅雨明けに集中しているだけでなく、連日発生している傾向があります。こまめな水分補給、休憩をとることを心がけていきましょう。

蜂刺され 発生状況

曜日	発生数
月	2
火	2
水	2
木	2
金	1

蜂刺され 発生状況

月	発生数
7月	1
8月	2
9月	1
10月	0
11月	1

過去の蜂刺され発生件数は7月～8月に集中しています。作業開始前の現場確認、エビベンの携帯を徹底に行いましょう。また、2020年度では7月に高山事業所で蜂刺され事故が発生しています。暑くなったからと放浪せずに、作業開始前の現場確認を徹底に行いましょう。

7月～10月 攻撃的な時期で刺されやすい!

エビベンを常備しよう!

ご協力ありがとうございます!

この度はメンテナゴヤ安全行動宣言の制作に伴い各事業所から19日ほどと数多くの作品をご提出いただきありがとうございました。その中から、安全ニュース発行毎にら紹介させていただきます。

- 私たちは、手を抜くことなく近道行為に潜む事故を徹底的に防止します。
- 私たちは、作業手順を遵守し事故防止に努力します。
- 私たちは、退避場所を確保して作業に当たります。
- 私たちは、1人1人が安全を確保して安全作業に徹します。
- 私たちは、朝礼夕礼時に日々の作業を振り返り、常に評価改善を実行します。

（清瀬班 班長 齋藤）

（規模班 班長 佐藤）

（小幡班 班長 佐藤）

（清瀬班 班長 佐藤）

（清瀬班 班長 佐藤）

圖 95、中日本名古屋養護株式會社發行之「安全新聞（海報）」

為深入具體學習現場交維布設方法，脇田恭輔主任親自駕車帶筆者至所轄「羽島事業所」參訪，當日共同前往的人員尚有友納課長、廣瀨久也係長、北川智浩先生，羽島事業所則由石田晃所長率水野宏治克長親自接待及說明，並請施工團隊實際執行交通維持演練作業。(如圖 96)



圖 96、與羽島事業所施工團隊合影

現場交通維持布設及撤收演練相當紮實，筆者同時觀察、記錄、拍照、錄影及問題討論等實感分身乏術，幸賴隨行翻譯人員（筆者自費聘僱）及北川先生同時幫忙，方能蒐集到諸多寶貴的圖照，並解決心中諸多疑問，深深感謝。

筆者就現場觀察到較特別的設施或優良作法，同時參酌「安全聖經」內容，摘取重點如下：

1.使用輪檔

據筆者觀察，在日本車輛停車時均多有使用輪檔的習慣（如圖 97），經瞭解此舉並非來自法令的要求，而係長久下來養成的作業習慣，可有效防止車輛滑動，尤其在斜坡停車時。NEXCO 中日本對於主線上作業車輛停車時，有訂定應設置輪檔的規範：「…宜設置在遠離通行車道側之後輪，用繩索將 2 個輪檔固定為 1 組，另為防止人員忘記撤除，應儘量使用顏色鮮艷者。」



圖 97、車輛停車時使用輪檔

2. 停車時須將車輪方向打斜

施工車輛停放於高速道路內側車道或內路肩時，車輪方向打向內側護欄方向，如圖 98；相反停於外側車道或外路肩時，則打向外側護欄方向。其目的為：「降低因外車突入等追撞事件，造成施工車輛直接遭推撞往道路中央之可能性，而造成更嚴重的二次事故。」此部分筆者在日本研究期間即在市區道路相關工程時常見到，詢問日本友人均不知道原因，終於在羽島事業所覓得解答，豁然開朗。



圖 98、施工車輛將車輪方向打斜

3. 「指差確認(し さかくにん)」的運用

「指差確認」創始於日本，是充分應用人體的各種感官（包含視覺、身體動作、口誦、聽覺）來提升人員操作機械設備的注意力，即「眼到、手到、口到及心到」，提升職業安全，目前廣泛應用於鐵路、公路事業、製造業及營造工地等。筆者於 NEXCO 中日本標誌車等車輛上多有所見相關指差確認事向，以圖 99 為例，即規範施工人員於車輛停妥下車前須注意及確認的重要事項。國內多有施工車輛駛離工區時因疏忽而未將吊臂或車斗降下，而導致撞擊道路 CMS 門架等情形，可參考推廣本項作法，建立優良作業習慣。



圖 99、於施工車輛張貼指差確認之重要事項

4. 車輛環景攝影記錄器

高速公路交維區域因空間通常較狹小，車輛及人員時常相當靠近，加上背景噪音大，時常發生車輛撞擊施工人員之職災案例。爰此，NEXCO 中日本於施工車輛安裝「車輛環景攝影記錄器」，可供駕駛確認車輛四週的狀態，並搭配行車記錄器（前後各 1 鏡頭，攝錄範圍較遠）使用，如圖 100、圖 101。



圖 100、車輛環景攝影記錄器前（後）鏡頭



圖 101、車輛環景攝影記錄器車內螢幕及側向鏡頭

5.配置「倒車警示防護桿」

因施工交維區域內旗手或交通監視員須面向車流，背對施工車輛，過去曾有旗手遭倒車撤收交通錐之施工車輛撞擊之職災案例，因此，本項策略為於施工車輛與旗手之間（即旗手背後）地面橫置 1 條「倒車警示防護桿」，利用車輛輾壓該桿產生之晃動達到提醒駕駛停車之效果，如圖 102。



圖 102、「倒車警示防護桿」配置情形

6. 充氣式電動旗手（安全太郎）

高度約 2 公尺，充氣後體積較國內傳統電動旗手大，外觀整潔且造型可愛，為工地帶來柔性因子。其內部設置 LED 燈具，可視性佳，多配置於真人旗手上游處，以提醒用路人前方施工相關訊息，具有引道車流及相關警示效果，如圖 103；類似概念亦可活用於其他交維標示，可供國內參考。



圖 103、充氣式電動旗手及交維標示

7. 交通錐布設人員之防墜設施、施工車輛張掛物體飛落防護網

為防止交通錐布設人員自施工車輛後車斗墜落，及物料或交通錐等自施工車輛後車斗飛落造成交通事故，本項設計堅固的人員工作平台（如圖 104），並律定施工車輛後車斗物件的擺放方式（部分車輛甚至配有專屬的置物架、滅火器架）及張掛物體飛落防護網（如圖 105）。



圖 104、設計堅固的人員站立平台



圖 105、施工車輛張掛物體飛落防護網，物料擺放整齊

8.工程安全攝影設備

為防止用路人車輛突入工區或撞擊相關交維設施後駛離逃逸，並提醒用路人於施工交維區域應予減速之規定（日本一般規定施工交維區域速限為 50km/hr），於交維區域內設置「工程安全攝影設備」，該攝影鏡頭可附掛於 LED 警示燈架上，另以告示牌揭示用路人，如圖 106。

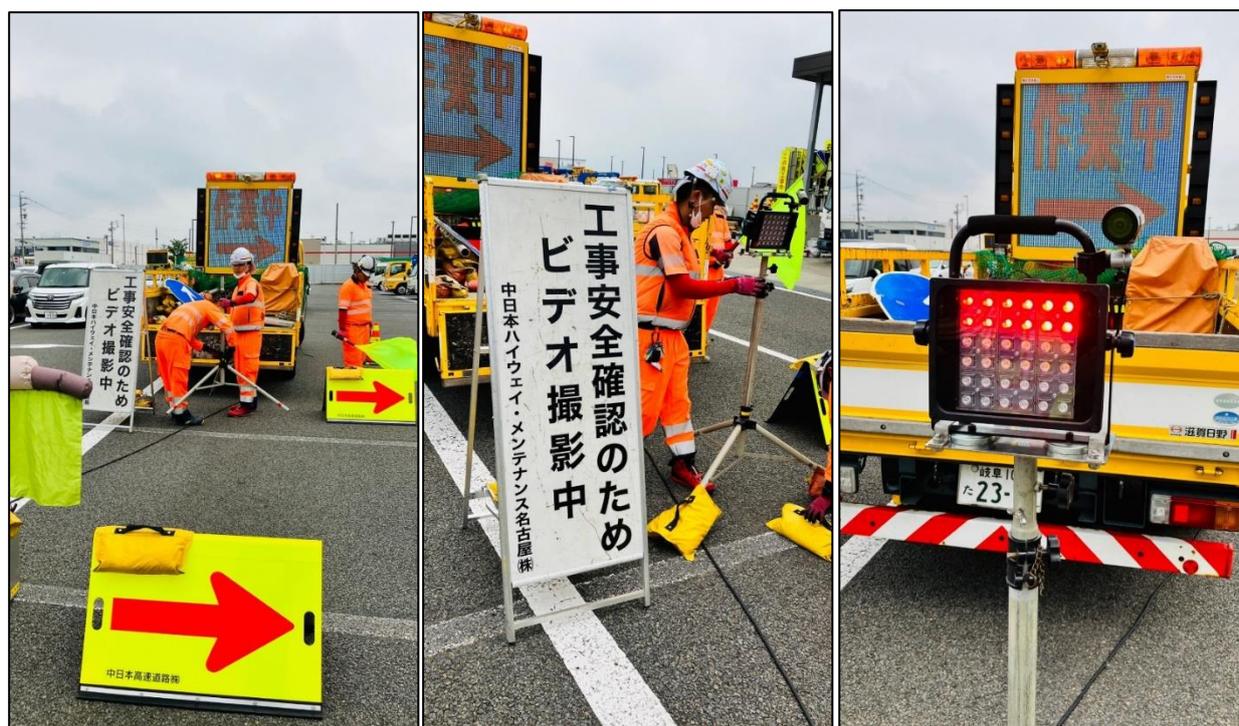


圖 106、設置「工程安全攝影設備」

9.設置「紅色旋轉警示燈」及「超速警告系統」

透過設置紅色旋轉警示燈（日本警方代表色）提醒用路人不要超速，該設備安裝於前漸變區上游路肩處，可使用高速道路旁之緊急電話的電源，以便在施工交維區域上游即對用路人發出警示訊息。另於施工交維區域內安裝測速槍，配合車速顯示面板提醒用路人應減速，並在旁邊豎立測速告示牌，如圖 107。

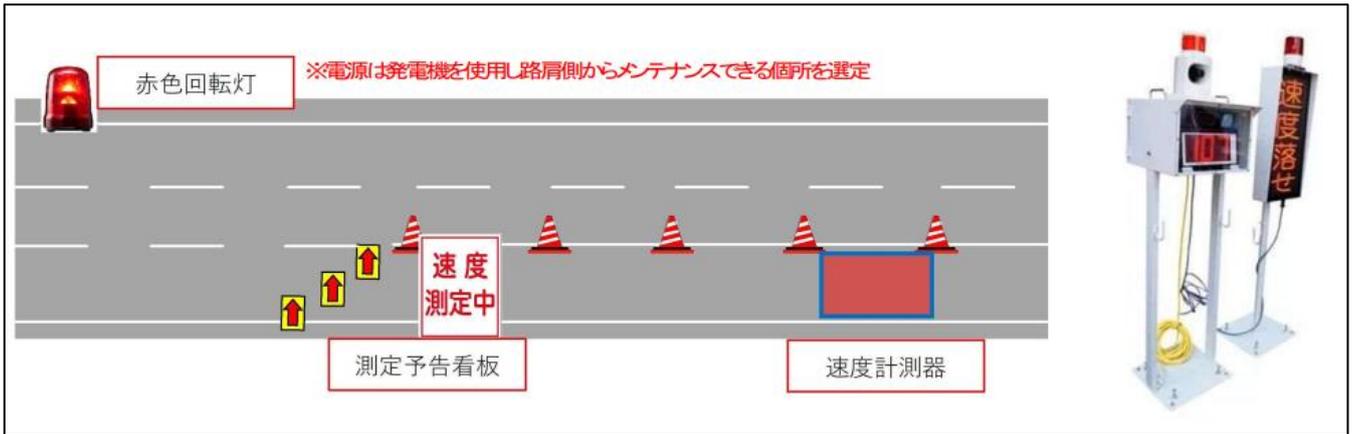


圖 107、設置「紅色旋轉警示燈」及「超速警告系統」示意圖

10.車載式移動廁所（配置良好的上下設備及簡易型緩衝設施）

人性化考量施工人員生理需求，於交維區域配置車載式移動廁所，其上下設備規劃完善，車輛後方並掛載獲配置簡易式緩衝設施，顯見 NEXCO 中日本對施工人員安全健康的用心，如圖 108。



圖 108、車載式移動廁所（配置良好的上下設備及簡易型緩衝設施）

11.加強交通管制區段之警示及照明

在交通管制區段之平行部（包含緩衝區段及工作區段）一般以每 40m 間隔設置普通警示燈，在此基礎上，加強於每隔 80m 距離另增加大型自發光 LED 警示燈，以提高平行部的可見度。另夜間施工時，每隔 100m 將另外安裝大型 LED 氣球燈(如圖 109、圖 110)，同時增加工作區域照明，並提高對用路人的警示效果。

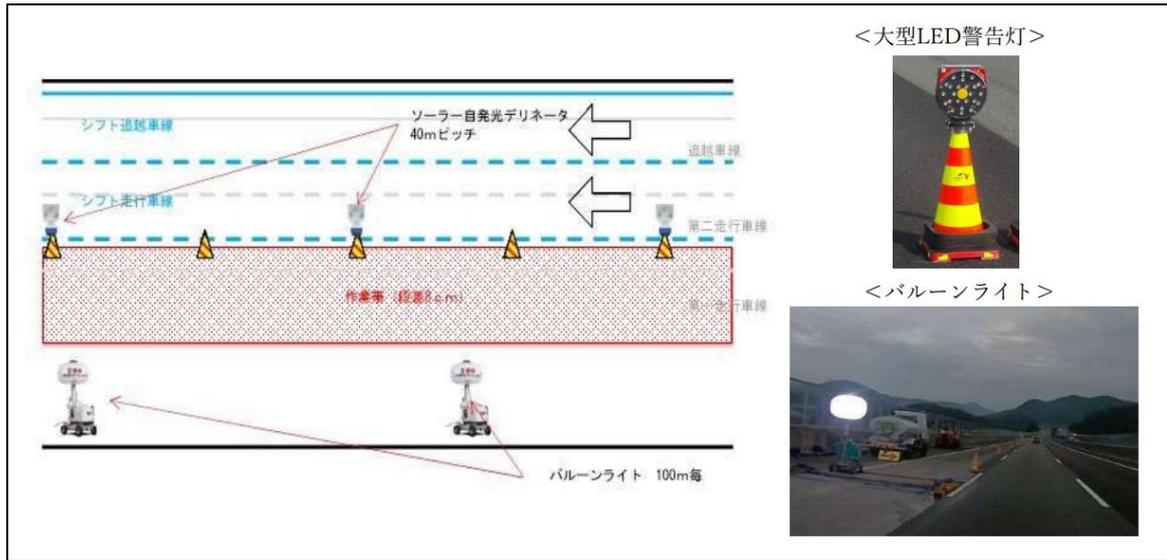


圖 109、加強交通管制區段之警示及照明示意圖

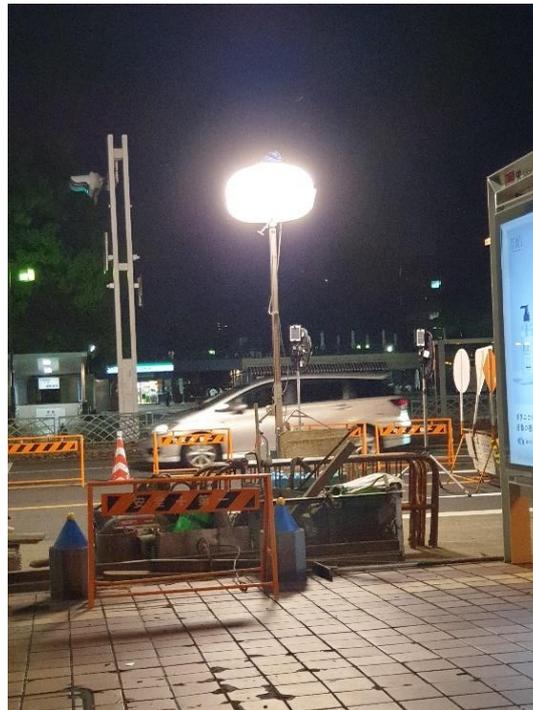


圖 110、LED 氣球燈

12.其他交維安全設備（高亮度 LED 燈具、可摺疊式箭頭板等，如圖 111）



圖 111、各式交維安全設備（高亮度 LED 燈具、可摺疊式箭頭板等）

13.設計開發手臂及手腕支持設備「檢點樂」(如圖 112)，提供實施槌擊檢點的施工人員使用，避免因重複性動作，造成肌肉骨骼等人因性傷害。



圖 112、檢點樂

14.高空工作車安全精進設施及作為

高空工作車作為高處作業常使用的車輛，我國在職業安全衛生設施規則第 128 條之 1 至 128 條之 9 已有完整規範，勞動部又於 2021 年 7 月 7 日進一步修正發布職業安全衛生教育訓練規則部分條文，規定高空工作車之操作人員須接受 16 小時特殊作業安全教育訓練，顯見主管機關之重視程度。筆者謹將在日本所見相關高空工作車精進作為列舉如下，供國內各單位參考：

- (1)作業時，原則須設置 2 組輪檔，防止因外伸撐座收回時產生車輛滑動情形（依 NEXCO 中日本提供之資料及相關試驗結果顯示，在坡度 7 度的斜坡上作業，倘左右後輪均設置輪檔，車體在沒有外伸撐座及其他制動條件下，亦能有效防止滑動。）
- (2)於斜坡作業時，車頭應朝斜坡下方設置，特別是外伸撐座將收回時，須確認車輛制動器之狀態。
- (3)使用高空作業車平台進行作業時，時常發生工作人員被夾於工作台與結構物間之職業災害。對此 NEXCO 中日本研發「被夾警示棒」(はさまれん棒)，可安裝於工作台 4 個角落（高度可調整），

作業過程中倘「被夾警示棒」碰觸到結構物，將發出響亮的聲音及燈光警示，防止意外發生。(如圖 113)



圖 113、高空工作車配置「被夾警示棒」

15.VR 虛擬實境安全教育（Virtual Reality for Safety Education）設備

所謂初生之犢不畏虎，新進人員常因經驗不足，較缺乏安全意識，日常訓練也常因為缺乏臨場感、緊張感，導致學習效果不彰。NEXCO 中日本為此開發本項設備，擇定許多養護工作情境，如交維設施布設與撤收、掉落物處理、路肩內作業、逆向車情境、高速公路回堵末端情境等，讓員工在高速公路上的虛擬空間中體驗現場工作環境，真實感十足，如圖 114。



圖 114、VR 虛擬實境安全教育設備示意圖

(三)新建工程安全衛生管理作為及設施精進

筆者在 NEXCO 中日本海外技術部及 EXIS 的安排下，前往東京支社轄管之「秦野工事事務所」、「山北 PR 館」及「河內川橋工程」等單位參訪與學習，並由伊原泰之所長接待及木次克彥課長指導及說明，如圖 115、圖 116。



圖 115、與「秦野工事事務所」伊原泰之所長合影



圖 116、「秦野工事事務所」安全標語與宣導海報

於秦野工事事務所研修完畢後，接續前往 NEXCO 中日本建置之「山北 PR 館」。該館自 2018 年 4 月啟用，木次課長於此處介紹新東名高速道路的建設情況，並提供「河內川橋工程」、「川西工程」與「中津川橋工程」相關資料供參考。該館對外開放，並接受民眾預約體驗及學習，近年有過許多中學生申請前往現場實地見學，培養學生們對基礎設施的興趣。除觀賞影片外，另可藉由說明圖板瞭解各工程目前施工進度及特殊施工方法，搭配立體模型、可雙向互動的螢幕及 VR 虛擬實境等設備，讓參觀者得以從任何角度體驗橋梁及隧道等結構的施工過程，令人印象深刻。(如圖 117~圖 121)

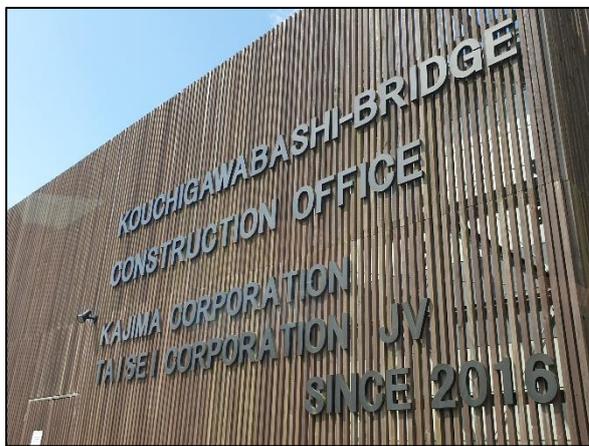


圖 117、山北 PR 館外觀



圖 118、於山北 PR 館研修情形 (1)



圖 119、於山北 PR 館研修情形 (2)



圖 120、VR 虛擬實境設備



圖 121、橋梁結構積木實驗體驗區

新東名高速道路（Shin Tomei Expressway）東起於神奈川縣海老名市，大致與東名高速公路平行，經靜岡縣至愛知縣豐田市，全長約 270km，設計速率 120km/hr，橋梁及隧道比率均約為 30%。新東名高速公路在路線線形最小曲率半徑採取較大數值設計，坡度設計則更為和緩，希望本質上能更安全、舒適，並充分考量生態及環保。

隨著新東名高速道路的開通，由東京至名古屋之間的旅行時間將得以縮短；另當東名高速公路因災害等因素無法通行時，它亦能發揮替代道路的功用，故扮演了相當重要的角色。

河內川橋工程主要即在流經神奈川縣山北町的河內川上構築一座長形拱橋，橋長 771m（上り線），最大橋墩高度約 88m，主跨約 220m，座落於伊勢原市和新東名高速公路未開通的御殿場之間，並由日本排名前五大的鹿島建設株式會社與大成建設株式會社聯合承攬，預定於 2023 年度開通（如圖 122~圖 127）。



圖 122、新東名高速道路建設概況

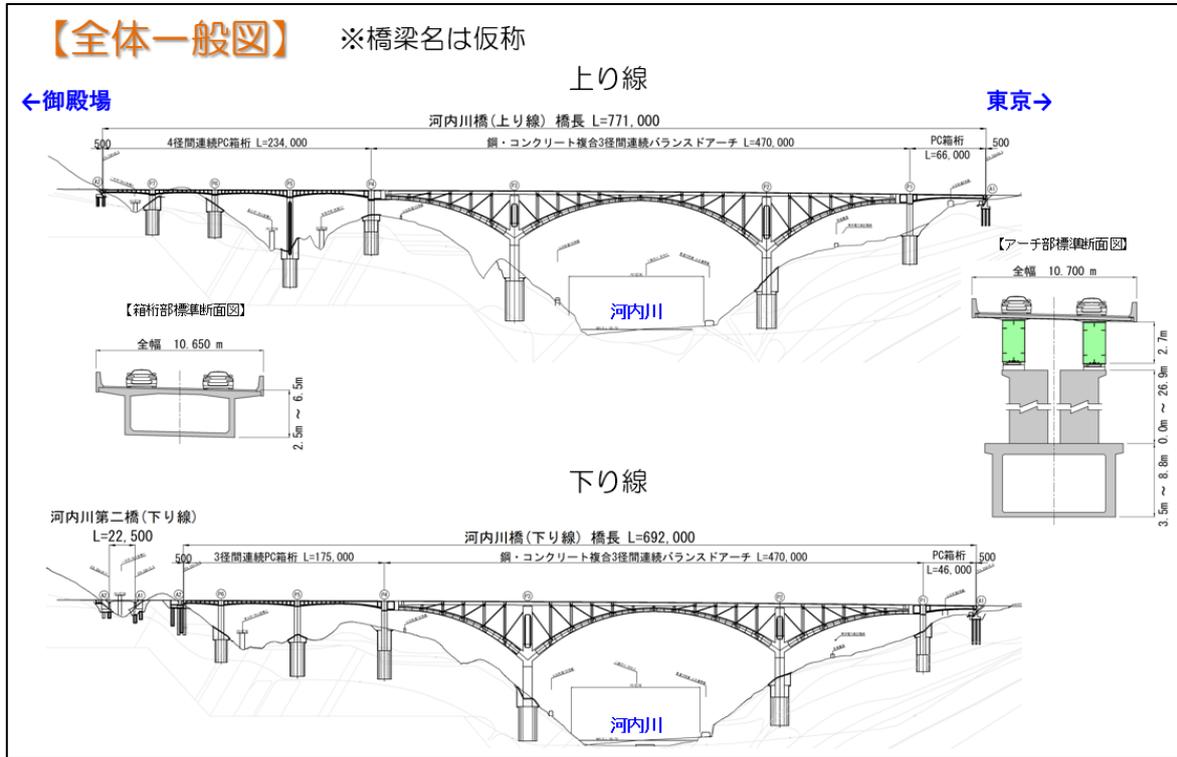


圖 123、河内川橋工程設計概要圖

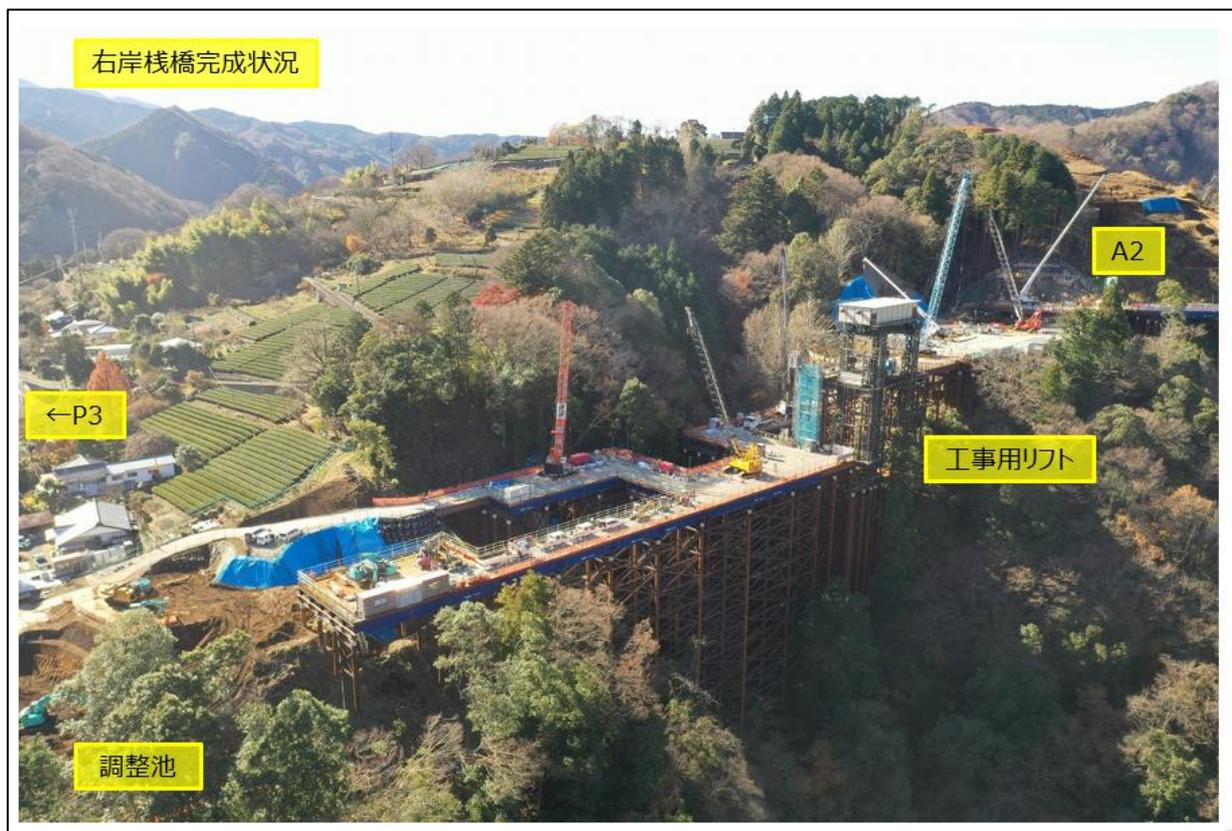


圖 126、河内川橋工程施工過程（1）

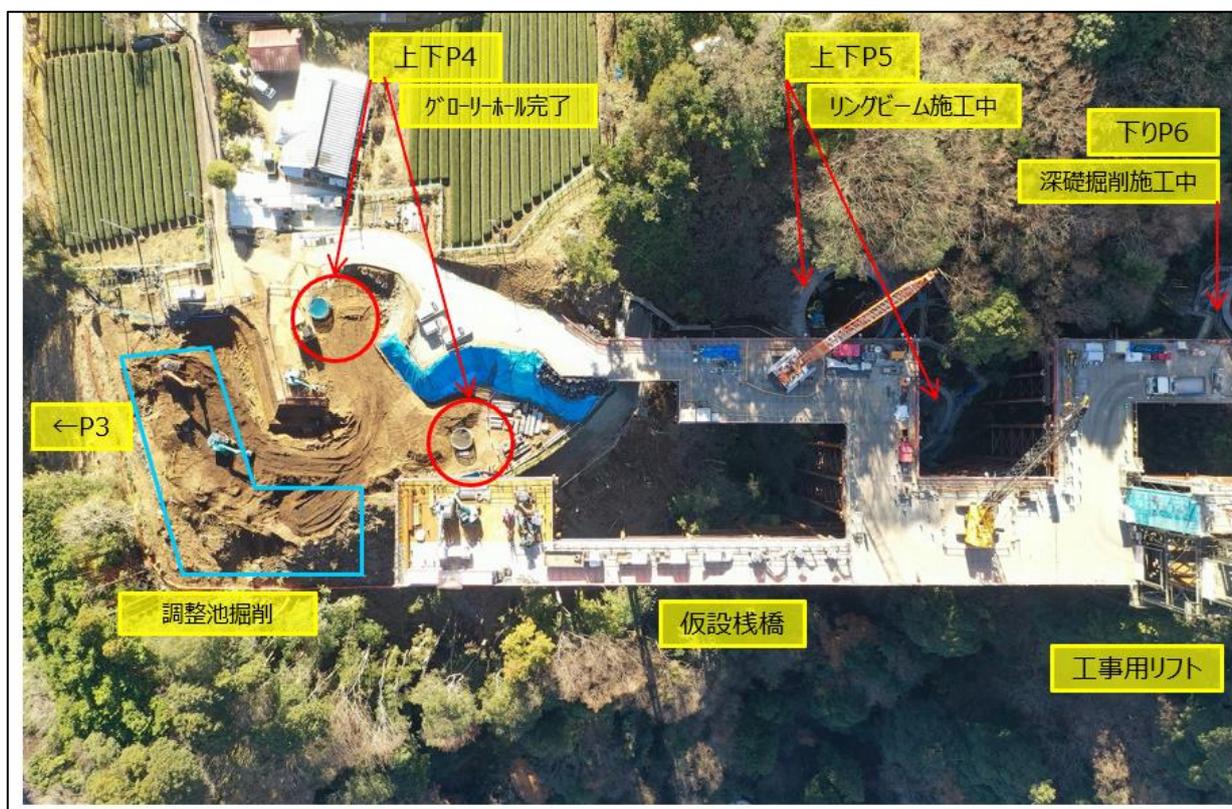


圖 127、河内川橋工程施工過程（2）

河内川橋工地參訪由木次課長及施工廠商人員解說，他對本工程十分熟悉，於職業安全衛生議題亦有相當豐富的經驗，過程中特別提及，因該工程位於山谷處，地勢險峻，施工團隊於該工址左岸設置全日本最大的機械式升降平台作為施工便道，右岸設置施工隧道、基樁上方建置活動式頂棚等假設工程，克服工程天險，提升工程本質安全，分述如下：

1. 巨型機械式升降平台（搬運施工車輛等，如圖 128）

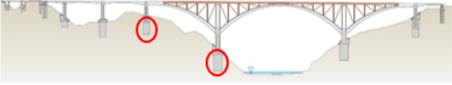


圖 128、巨型機械式升降平台

2. 大口径深基礎坑出土創新工法

施工團隊研究使用了一種以豎坑進行拋土的工法（Glory Hole），並於深地基開挖出土隧道，如圖 129。該工法據傳以往曾有應用在礦區和地下發電廠之紀錄。這種施工方法優點是可以減少起重機吊運工作量，提升功率，且排土動線亦較安全。

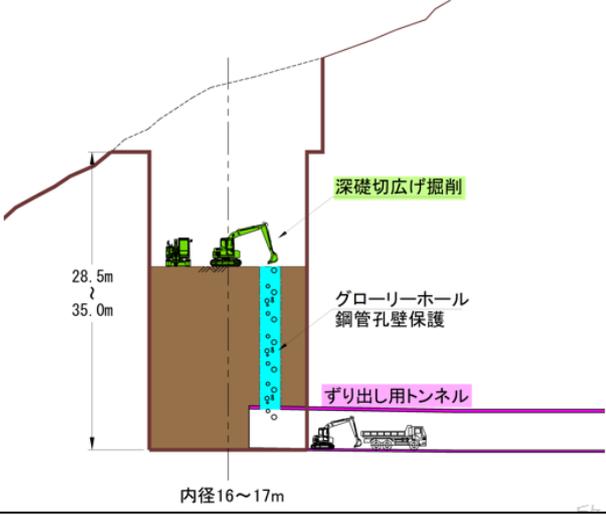
【大口径深礎杭】



ずり出しトンネル&グローリーホール

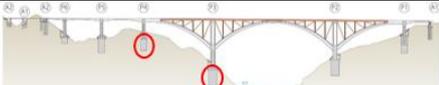
による **掘削排土効率の大幅アップ**

- ・揚土作業が不要
- ・排土の動線を分離
- ・坑口に防音蓋を設備することにより騒音低減



内径16~17m

【大口径深礎杭】



ずり出しトンネル&グローリーホール



圖 129、大口径深基礎坑出土創新工法示意圖

3.大口徑深基礎坑上方設置可伸縮式頂篷（環保降噪，如圖 130）



圖 130、大口徑深基礎坑上方設置可伸縮式頂篷

進入河內川橋等工程現地前，要求所有人員穿戴安全帽及反光背心，並嚴格禁止單獨行動，顯見日方對於安全的重視。實際走訪工地的過程，筆者深刻體會到日本工地許多「細膩」、「到位」及「人性化」之處，親眼所見，觸及於心，茲將各項訪談重點、優良安衛管理及設施等整理分享如下：

- 1.日本營建工地業主及監造單位主要扮演協助督導之角色，原則上承包商須承擔所有工地安全衛生之責任。
- 2.日本承包商多能遵守安全衛生法規，並自主發展優於法規的相關規範，據筆者觀察，工區中諸多安衛管理作為及設施，業主或監造單位尚需向承包商請教，與我國大多採取監督要求的方式差異甚大。
- 3.營造工程具有層層交付承攬的特性，相關承攬安全管理作為（如協議組織等）扮演關鍵角色，此節與我國現行做法相似（我國職業安

全衛生法規參考自日本的勞工安全衛生法)，為明確責任，有時會將承攬關係體系圖揭示於工地，如圖 131 所示：



圖 131、施工體系圖

- 4.工事事業所所長頒布「安全方針」，設定「安全目標」及指定安全責任者，彰顯安全第一的態度（如圖 132）。
- 5.安全施工循環（SCC）是工地安全管理活動的核心，同時也被認為是最有效降災的手段之一，依不同週期可分為每日循環、每週循環及每月循環等（如圖 133）。
- 6.配合厚生勞動省委託建設業勞動災害防止協會(建災防)辦理之「全國安全週間」活動，於工地推行各項安全活動，並張貼精美海報。「全國安全週」於每年 6 月 1 日至 6 月 30 日進行為期 1 個月的籌備，並於 7 月 1 日起到 7 月 7 日舉行，旨在促進產業界的職災事故自主預防活動，提高工作人員的安全意識，開展安全活動。2022 年口號為：「為了安全，不要著急，不要匆忙，不要疏忽！（如圖 134、附錄 2）

作業所 スローガン「新東名」

所長方針

3S Safety 安全に
Speedy 迅速に
Surely 確実に

今月の安全目標

今週の安全目標

『場内走行時の基本ルール遵守』
工事関係車両フレートの指示、停止の活用徹底

安全当番

JV 中谷

協力会社 丸磯建設

無災害+記録表

目標時間 **1000000** 時間

7月30日 現在 **111437** 時間

工期 平成 28年 7月 22日 ~ 令和 5年 6月 30日

圖 132、安全方針及目標

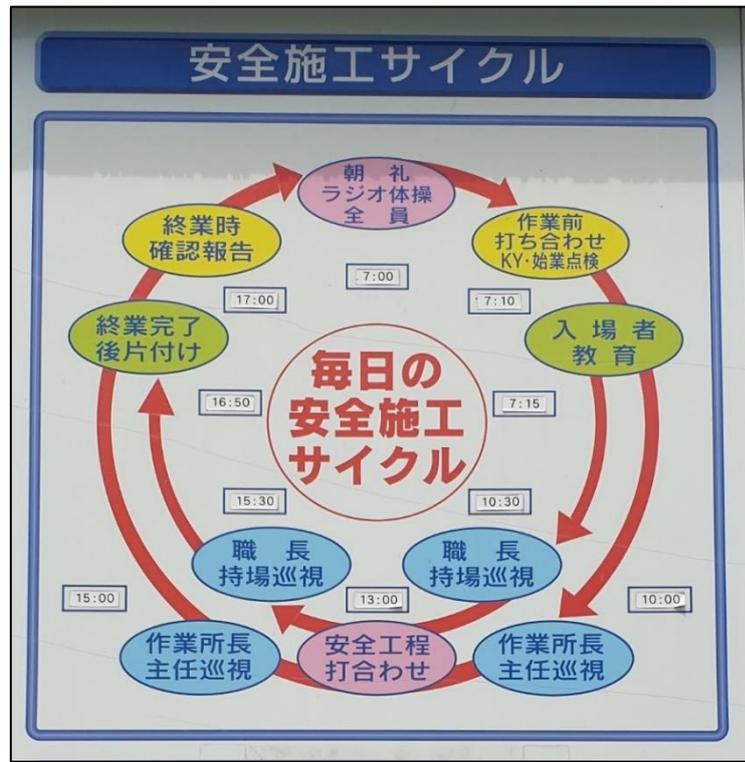


圖 133、每日施工安全循環

SHIMZ

全国安全週間

令和4年 7/1>7 準備週間 6/1>30

安全は 急がず 焦らず 怠らず

SHIMZ CORPORATION

環境基本方針

土木事業部門 品質方針

4つの安心が通じ

3・3・3運動 実施中

「声かけ運動」展開中

危険！自らの未熟作業

いつもでも元気に働くために

圖 134、全國安全週宣傳標語及資料

7.每月訂定「安全日」，加強檢查工區安全重點項目，如圖 135。



圖 135、安全日宣導資料

8.安全衛生教育：在工程施工階段，承包商應依日本勞動安全衛生法規辦理相關教育課程，包含：新僱勞工時之安全衛生教育、變更作業時安全衛生教育，並對從業者實施特別教育（或取得資格）如研磨機（輪）作業、電銲熔接作業、高壓與特高壓活線作業、積載荷重 1 公噸以上車輛系營建機械操作作業、基礎工程用車輛系營建機械操作作業、打樁機操作作業、起重吊掛作業、營建用升降機操作作業、吊籠操作作業、指揮監督者的安全教育（職場教育）等，種類繁多，且部分項目我國尚未納入法規規定。承包商會將工程中符合各項資格或已接受特殊教育及講習之人員予以公告及管理（如圖 136）。

圖 136、工地有證照等資格者一覽表

9.明確「安全衛生管理責任」，建置「緊急應變通報體系」，如圖 137。

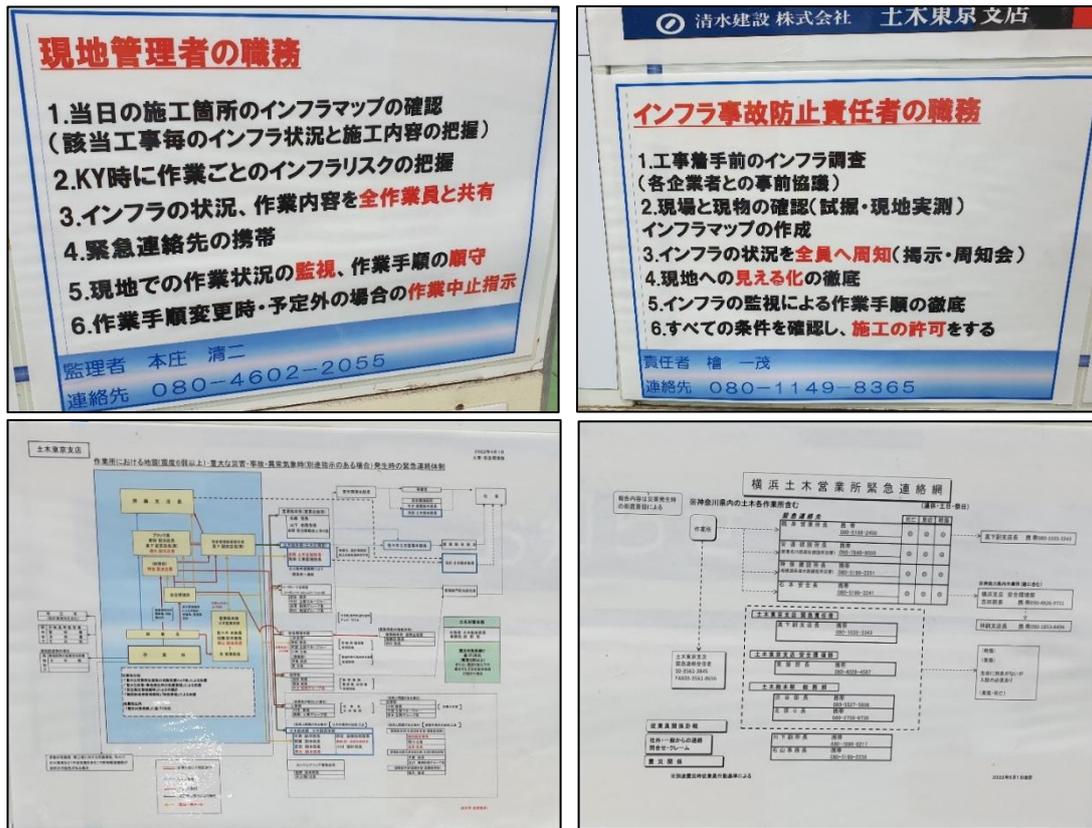


圖 137、工地管理者職責及緊急應變體系

10.高氣溫危害預防（設置 WBGT 綜合溫度熱指數計、管理標準及空調服）：國內工地多以乾球溫度作為管理標準，而日本工地多以 WBGT 綜合溫度熱指數來做管理（如圖 138），該指數能同時反映氣溫、氣濕、氣動及熱輻射等作用），相較而言較能反映環境實際狀況。而空調服的設計原理即利用安裝於服裝上的「風扇」，利用氣流主動將人體產生的熱帶走，經筆者著用經驗，感覺效果相當良好，目前在日本已相當普及（如圖 139）。



圖 138、設置 WBGT 綜合溫度熱指數計及管理標準



圖 139、穿著空調服降低高氣溫危害

11.設置勞工休息室、女性專用更衣室、吸菸區等設施（人性化），如圖 140。



圖 140、工地勞工休息室及女性專用更衣室

12.許多重要處所（如工區出入口、臨架空電線處等）均有設置工區限高設施，並清楚標示告示牌、包覆防撞條等，相當細膩，如圖 141。



圖 141、工地限高設施

13.工區出入口均會落實設置交通引導人員，他們穿著整齊，相關配備完整且精神抖擻，通常視需求會配置 2-3 人不等，分別負責引導交通、監視施工車輛或入口管制作業，與國內設置義交或警衛方式不同，如圖 142。



圖 142、工區交通引導人員

14.工區人行安全通道規劃良好，標示清楚，時以醒目防撞護條搭配粉色彩帶避免發生碰撞傷害。日本相當注重人權，尤其對行人的尊重更是重視，相同概念在工區即落實在「人車分道」的設施規劃中（如圖 143）。在河內川橋工程部分人行通道中，設置有「安全提示小門扉」，其上貼有重要注意事項（可搭配指差確認），不錯過任何危害告知的機會（如圖 144）。



圖 143、人行通道及人車分道規劃良好

15.通道及相關設施規劃完善，如圖 145~圖 147。

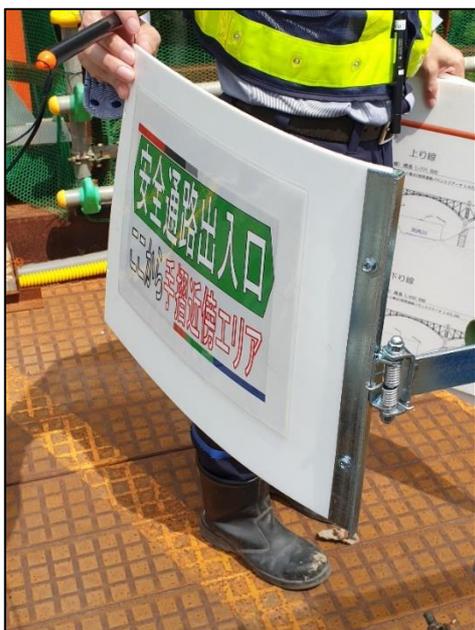


圖 144、安全提示小門扉

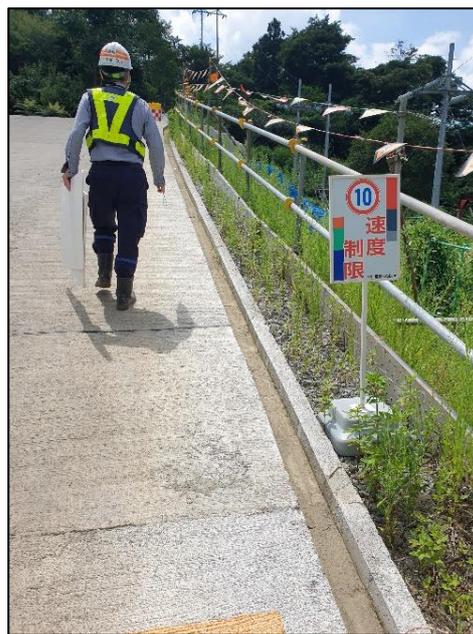


圖 145、路面掃紋、排水良好、速限標誌



圖 146、設置型鋼式車擋及交通筒



圖 147、人車分道並劃設車輛停止線

16.邊坡表面以帆布覆蓋確實，如圖 148。



圖 148、邊坡以帆布覆蓋確實

17.營建用提升機乾淨整潔，標示清楚(含操作說明)、開關加透明盒，
如圖 149。

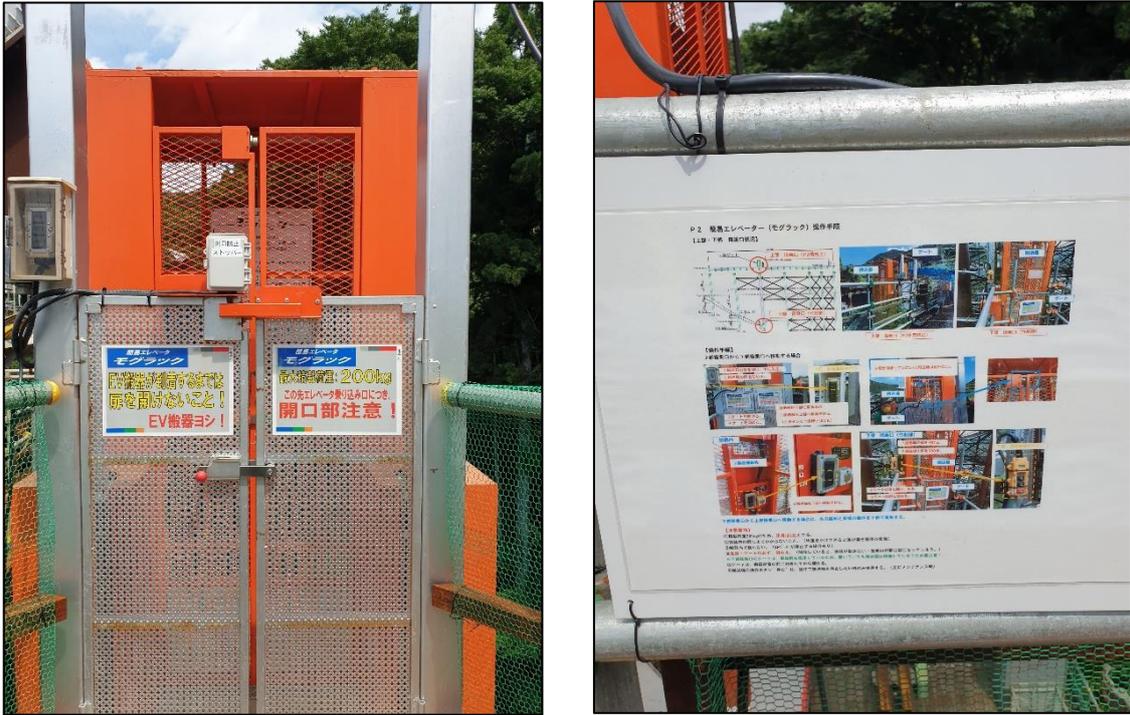


圖 149、營建用提升機維護良好

18.挖土機、移動式起重機落實圈圍管制，使用專用吊籃、上下設備，
如圖 150。



圖 150、挖土機及移動式起重機安全管理確實

19. 「i-Construction」的推進（整體計畫重點如附錄 3）：

日本人口正急速老化、少子化，且法定勞動工時不斷縮短，缺工問題嚴重，特別是勞力密集的建設業受到最大的衝擊。在這個背景下，日本國土交通省推動建設業運用資訊及通訊技術（ICT, Information and Communication Technology）發展提升整體建設系統之生產效率，並稱之為「i-construction」。

NEXCO 中日本刻正於新東名高速道路新建工程導入相關 ICT 技術，目前無人機、無人施工機具、BIM（Building Information Modeling）、CIM（Construction Information Modeling/Management）及遠端會議與管理等 ICT 運用技術已有相當成果。

除新建工程之外，各項高速道路養護工程亦復如是，NEXCO 中日本已成立「i-MOVEMENT 推進室」戮力推動活用 ICT 技術（詳本報告 P48 及附錄 1），顯然這已是未來的趨勢，我國相關資通訊產業技術亦屬先進，目前也全力發展智慧化科技的應用，相信未來定會出現一波產業革新。

茲列舉河內川橋工程相關 ICT 應用事例如下：

(1) 「智慧辦公計畫」事例 1：VR 虛擬會議，如圖 151。



圖 151、VR 虛擬會議

(2)「智慧辦公計畫」事例 2：設置工地情報中心，遠端現場管理，
如圖 152。



圖 152、設置工地情報中心，遠端現場管理

參、心得及建議

(一)心得

1.感動與震撼的研修行程

感動，是筆者此次研修行程的心情基調。在走訪日本不同城市之際，印象最深刻的是社會上充滿和善的氛圍，人人見面都是朝氣有禮地互相問候。某次經過一處工地時，深受工區優良的安衛設施吸引，便駐足在一旁見學。不久，工地管理者便前來打招呼，在筆者說明來意後，彼此竟能憑著善意跨過語言藩籬，分享討論各項安全設施與作法，顯見安全已是跨越國界的普世價值。深入工地，施工人

員時常是穿著整齊、合作無間，那種尊重自己職業的態度，散發出一股「職人精神」。我想，這是造就日本優良職安績效的重要因素。

又某日筆者於日方的陪同下參訪豐田產業技術紀念館，回顧了日本高速公路及汽車工業的發展史，深為日本優良企業文化的保存與傳承所撼動，也體認到惟有兼顧安全與品質，充分考量人、車、路各面向因素，方能成就國道安全，進而帶動國家整體經濟發展，為民造福。

2.本質安全設計，未雨綢繆防災

NEXCO 中日本在面對各種環境因素的挑戰，戮力與環境達成和平共存，展現韌性與柔性，未雨綢繆，防患未然。例如轄區西湘海岸長年受到海浪侵蝕，海岸線退縮嚴重，臨海高速道路岌岌可危。2017 年第 21 號颱風侵襲造成海堤倒塌及高速道路停車場（PA）等設施嚴重受創。對此，NEXCO 中日本從本質安全角度出發，以工程改善方式移設停車場（PA）及加高地盤高度，並建置大浪來襲預警系統與緊急疏散機制，以維安全。

與我國類同的是，日本亦為多地震的國家，對於邊坡、隧道及橋梁的養護檢查與補強工作之投入不遺餘力；惟比我國更為挑戰的是，日本部分地區寒冷有雪，噴灑防凍劑對道路結構物造成的鹽害威脅於養護工作造成諸多壓力。

3.細膩為安全之本，鼓勵為進步之鑰

日本工地安衛設施在筆者仔細體察下，可歸結出其「用心、精緻、到位」的底蘊。究其要因，可溯及於日本的 5S（整理 SEIRI、整頓 SEITON、清掃 SEISO、清潔 SEIKETSU、素養 HITSUKE）管理起了重要的作用。5S 所蘊含的精義，係培養工作者養成工作場所維持整齊清潔、工作動線得宜、施工作業有條不紊的習慣，打造一個安全

友善的職場環境，並形成一個良性循環，提升職安文化。為維持這股向上提升的動力，NEXCO 中日本善用「安全揭示板」，賦予員工蒐集安全情報的義務，從中淬鍊出對組織及職場有益的安全建議予以採行，依獎勵機制表揚對安全有貢獻的員工，使其產生榮譽感，凝聚組織的向心力。

4.設計始終來自於人性

NEXCO 中日本投入相當多的人力與物力在安全製品的開發，並實際導入工地提供員工使用，亦積極向外推廣。例如開發「氣囊式安全背心」（如 P55）、「檢點樂」（如 P80）等，並提供夜間值班人員穿戴智慧健康手錶，結合蜂鳴警報器加強人員過勞昏厥的緊急應變措施。倘事業單位能持續以照顧員工的角度思考與努力，不吝於各項安全投資，創造幸福安全職場，讓每一位員工能安心工作並願意全力發揮，最終將創造更優良的安全績效與生產力。

5.痛定思痛，繼往開來

2012 年 12 月 2 日發生的笹子隧道天井板崩塌事故震驚各界，亦是 NEXCO 中日本最深沉的痛。NEXCO 中日本在災後執行的檢討與省思做得很多、很廣、很深，成功將危機化為轉機，相關安全改革作為很值得借鏡與學習（如 P18），其中，他們面對災難的態度，及為了不讓該事件「風化」所作的努力，特別讓筆者印象深刻。

6.全方位育才

NEXCO 中日本以長遠的眼光培育人才，投資設立多個「技術研修中心」（如 P31）、邊坡檢測演訓場（如 P36）、隧道模型（如 P40）、「N²U-BRIDGE 橋梁訓練設施」（如 P41）及「安全啟發館」（如 P42），戮力蒐集不同世代的高速公路各項實體設備、道路結構物損害物、笹子隧道還原模型，並開發 VR 學習設備與軟體（如 P81、P83）提

升學習效果，全方位以多元、實體及 VR 虛擬實境等方式，提升人員危害意識與專業技術。

7.創新-以今日之我戰勝昨日之我

創新的原動力，來自於對解決問題的渴望。隨著社會人口結構的變遷、高速公路年事漸長與結構老化、勞動力短缺等問題陸續出現，人類總能以優越的科技及謙遜的態度激發出各式創新解決方案，同時與環境兼容並蓄。NEXCO 中日本在安全議題作了許多努力，相關創新作為令人眼睛為之一亮，諸如：施工交維防護方面，開發「大型移動式防護車輛」直接以物理性防禦機制圍束出安全作業空間；「緊急避難信號發射/接收系統」及「進入車輛停止裝置」則提供施工人員在外車突入工區時，為勞工提供更完善的保護；假設工程方面，河內川橋工程的巨型機械式升降平台，及大口徑深基礎坑出土創新工法令人懾服；其他如安全防護設備（例如高空工作車被夾警示棒、氣囊式安全背心及檢點樂等）、教育訓練方法（如 VR）與 ICT 技術的創新運用於工程建設與養護階段，在在處處皆與本局推動各項業務精進與創新的努力類同。

8.企業文化的經營

日本高速公路管理民營化後，舉凡公司就組織、人事、採購、設施、研發等均具備較大的彈性，並得視需求成立各子公司辦理道路各項養護維修與檢查作業，另在成本與營收效益考量下，激發出更多創新思維，有利於各項工程技術專業之傳承與安全事務之推動，且深具活力。

(二)建議

- 1.在人才初階養成教育的規劃與執行上，NEXCO 中日本相當重視「實務學習」(如 OJT，on the job training)及「實體學習」(如設置技術研修中心)，建置諸多高速公路實體訓練設施(如隧道機電與消防設備、交控/ETC 設備、橋梁/邊坡/交通維持等演訓場)，供受訓者在能實際操作設備的情境下學習，可提升其學習效益，並有分項、分級訓練制度，有效地將施工技術與安全意識傳承與累積在組織系統中，相關作法值得學習。本局為政府機關，性質與 NEXCO 民營化經營模式雖有不同，惟就高速公路的新建、養護、營運的組成包括業主、監造及廠商等，其人才養成方面，對於「實務及實體學習」應加以強化，而日本經驗值得我們借鏡。
- 2.NEXCO 中日本在重大災難後執行的檢討與反省做得很多、很廣、很深，以 2012 年 12 月 2 日笹子隧道天井板崩塌事故為例，後續為生聚教訓，成立了「安全啟發館」完整保留事件相關結構物或設備、罹災車輛遺物，並豎立慰靈碑，除戮力不讓此事件埋沒於歷史洪流中，更廣泛蒐集世界各地重大災難事件引為借鏡。建議本局可參考學習日本在重大災難後執行的檢討與策進作為，逐步蒐集或建立相關制度或設施等。
- 3.針對本報告第貳章第三節所述 NEXCO 中日本在交通安全防護面向、新工及養護安全衛生管理與精進作為均值得我們借鏡，相關經驗極具參考價值(如安全防護設備、設施及管理)，可供本局作為業務精進之參考，以強化整體新工與養護安全水準。

肆、參考來源

(一)NEXCO 中日本網站

(二)NEXCO 中日本提供之研究資料

(三)日本厚生勞動省（宮崎勞動局）網站

(四)高速公路局職業災害案例及對策彙編

(五)施工之交通管制守則(高速公路局 111 年 2 月版)

(六)交通管制設施之布設與撤除作業程序(高速公路局 107 年 10 月版)

附録

附録1：NEXCO 中日本 i-MOVEMENT 計画紹介簡報



次世代技術を活用した革新的な 高速道路保全マネジメント ～i-MOVEMENT～

2022年8月

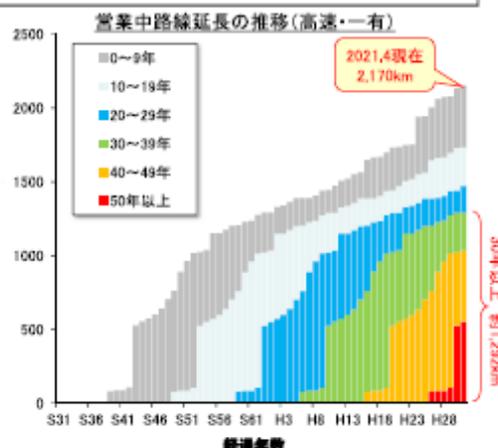
中日本高速道路株式会社 i-MOVEMENT推進室



進化する老朽化への対策



- NEXCO中日本の管理する高速道路(2,170km、2021年4月現在)のうち、供用後50年を経過する東名・名神をはじめ、**供用後30年を経過する道路が全体の約6割**を占める。
- 高齢化する高速道路ネットワークの長期的な保全事業(適切な点検と集中的な補修・補強)の計画立案が急務。



進化する老朽化への対策一点検作業の高度化



■ 点検作業の高度化の必要性

(背景)

- ✓ 構造物の老朽化の進展、損傷ストックの増大
- ✓ 点検技術者の量・質の不足
- ✓ 点検精度の向上、点検困難箇所への対応

『点検作業の高度化』の取組み

機械化(ロボット)、画像処理技術、非破壊検査技術、ICT,IoT,AI等の活用

■ 点検作業の現状 →あくまでもヒト中心

➢ 詳細点検:近接目視・触診・打音等

近接目視を基本とし、必要に応じて、触診や打音等の非破壊検査等を併用し、構造物の状況(コンクリートの浮き、はく離、空洞、ボルトの緩み等)を把握する。



橋梁の点検
検査路からの近接目視



トンネルの点検
近接目視

➢ 詳細点検:ロープアクセスを利用した点検

これまで近接目視点検が困難であった部位へロープアクセス技術を使って行き、劣化状況の点検調査を行う。特徴としては、高所作業車などの重機や仮設足場を使用する場合と比べて、ロープアクセス技術を用いることで工期の短縮やコスト縮減が可能となるケースが多い。



2

担い手不足対策

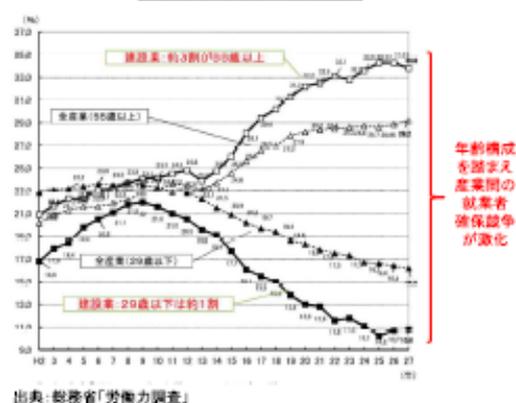


- 生産年齢人口は、**2018年度に対し2030年度には約1割減**と予測されており、この人口減(1割減)に加え、建設産業の年齢構成による**就業者確保競争の激化**とともにワークライフバランスを目指し、単位作業当たり従事者数を確保しなければならない。

生産年齢人口の予測



建設業就業者の年齢構成

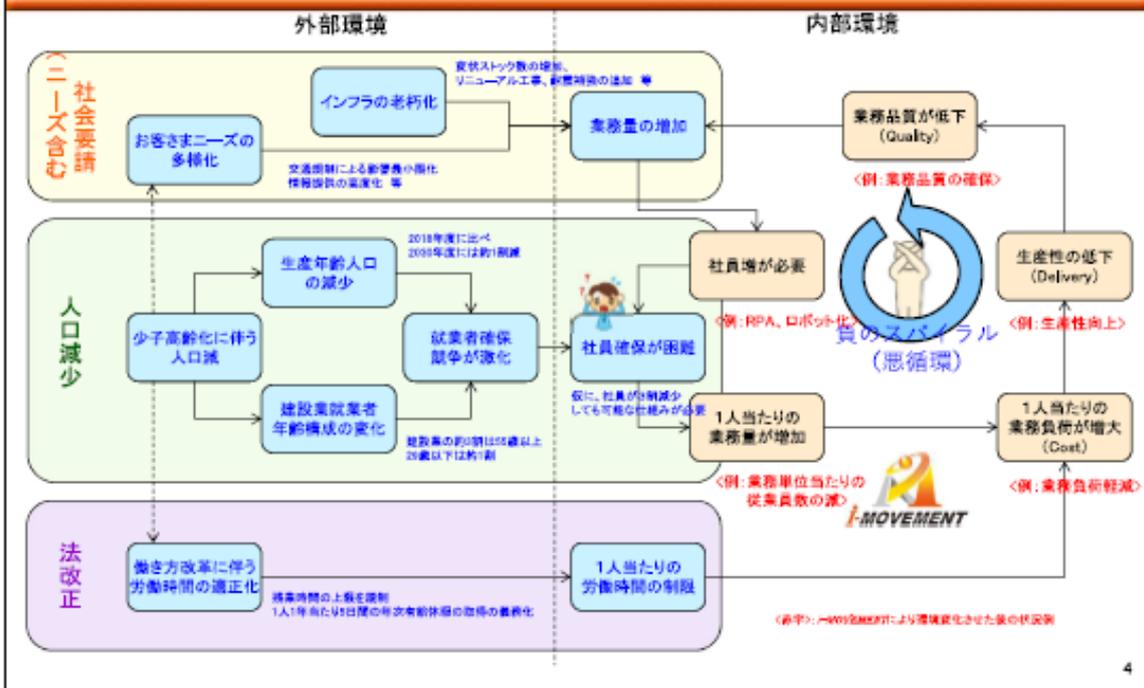


【首都圏】・2010年に対し、2060年には約5割減
【JR東日本】・2015年に対し、2040年には約3割減

3

グループ全体の業務の効率化・省力化

将来、普遍的な状況
i-MOVEMENTで変化可能



i-MOVEMENT (アイ・ムーブメント)プロジェクト



最先端のICT技術・ロボティクス技術の導入により、人口減少などの高速道路を取り巻く環境の激変に対応しつつ、高速道路モビリティの進化を目指すNEXCO中日本の活動(ムーブメント)を表しています。



innovative-**M**aintenance & **O**peration for **V**ital-**E**xpressway **M**anagement with **E**fficient-**N**ext generation **T**echnology
(次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント)

次世代型技術革新による高速道路保全マネジメント(ビジョン)

経営理念	私たちは、安全を何よりも優先し、安心・快適な高速道路空間を24時間365日お届けするとともに、高速道路ネットワークの効果を、次世代に繋がる新たな価値へ拡げることにより、地域の活性化と暮らしの向上、日本の社会・経済の成長、世界の持続可能な発展に貢献し続けます。
経営方針	1. 高速道路の安全性向上と機能強化の不断の取組み 2. 安全・快適を高める技術開発の推進 3. 社会・経済の変化も見据えた地域活性化への貢献 4. 社会の要請に応え続けるための経営基盤の強化
プロジェクト目標	<プロジェクト目標> 最先端の事業運営を実現し、次世代の高速道路空間を創造する
保全・サービス事業の ビジョン (ありたい姿)	交通運用改革 ~ Traffic Innovation ~ 事故・渋滞を無くすことにより、安全で円滑な使いやすい(ストレスフリー)高速道路を提供する
	料金・サービス改革 ~ Service Innovation ~ お客さまの満足度を高め、移動手段の第一候補として選び続けて頂ける高速道路を提供する
	メンテナンス改革 ~ Maintenance Innovation ~ 安全性の確保を第一優先とし、社会インフラの機能を確保した良質な高速道路を継承し続ける
	保全マネジメント改革 ~ Management Innovation ~ ロボットやICT技術との融合を図り、保全・サービス事業における最新のマネジメント体制を構築し、生産性の最大化を実現する
	保全・サービス事業における地域活性化改革 ~ Region Innovation ~ 高速道路の機能や保全・サービス事業部門が保有する技術を惜しみなく活用し、地域の活性化に寄与するサービスを提供する

10年後の保全・サービス事業のありたい姿(ビジョン)



交通運用改革

事故・渋滞を無くすことにより、安全で円滑な使いやすい(ストレスフリー)高速道路を提供する



料金・サービス改革

お客さまの満足度を高め、移動手段の第一候補として選び続けて頂ける高速道路を提供する



メンテナンス改革

安全性の確保を第一優先とし、社会インフラの機能を確保した良質な高速道路を承継し続ける

保全マネジメント改革

ロボットやICT技術との融合を図り、最新のマネジメント体制を構築し、生産性の最大化を実現する



8

次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント

AI

- ① 作業効率の向上
- ② 作業コストの削減
- ③ 作業安全性の向上
- ④ 作業品質の向上
- ⑤ 作業記録の蓄積
- ⑥ 作業計画の最適化
- ⑦ 作業状況の可視化
- ⑧ 作業リスクの低減
- ⑨ 作業効率の向上
- ⑩ 作業コストの削減

Automation

- ① 作業効率の向上
- ② 作業コストの削減
- ③ 作業安全性の向上
- ④ 作業品質の向上
- ⑤ 作業記録の蓄積
- ⑥ 作業計画の最適化
- ⑦ 作業状況の可視化
- ⑧ 作業リスクの低減
- ⑨ 作業効率の向上
- ⑩ 作業コストの削減

Digital Transformation

- ① 作業効率の向上
- ② 作業コストの削減
- ③ 作業安全性の向上
- ④ 作業品質の向上
- ⑤ 作業記録の蓄積
- ⑥ 作業計画の最適化
- ⑦ 作業状況の可視化
- ⑧ 作業リスクの低減
- ⑨ 作業効率の向上
- ⑩ 作業コストの削減

i-MOVEMENT プロジェクト ～ 新たな事業運営手法 ～

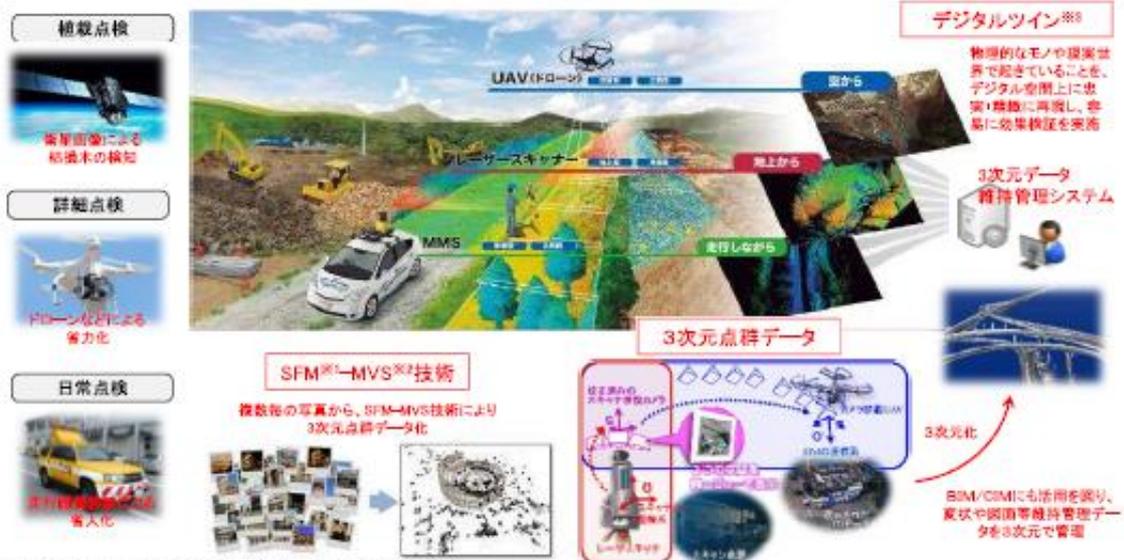


10

【戦略】ICTを活用したインフラ監視及び点検 【構造物の状態把握の高度化】



- 各種点検は、機械化や自動化により省力化を図るとともに、座標値を持ったデータとして保存・蓄積を図る。
- 最新技術(SFM技術)を利用し、3次元モデリングにより、構造物等を立体的に保全管理を実現する。



※1 SFM技術: Structure from Motionの略称。複数の写真から、対象の形状を復元する技術
 ※2 MVS技術: Multi View Stereoの略称。SFMによって得られた複数の3次元点群データとカメラのパラメータ、座標値を利用し、厳密な3次元モデルを生成し、それにテクスチャを貼り付ける技術

11

i-MOVEMENT プロジェクト ～ 3次元モデルの活用 ～



- 3次元モデルの活用について、災害発生時等の緊急的な業務においても有効活用が可能。
- 2019年10月に台風19号が関東地方を縦断した際、複数個所で大規模な土砂崩れ等が発生。この際、災害対応ドローンを速やかに飛行させ、現地の状況確認を行うとともに、撮影した画像をもとに、SfM技術により3次元モデルを再現。崩落前の3次元地形データ(LPによる点群データ)と比較することで、崩落土砂量を算出し、迅速な復旧につながった。

災害対応ドローン飛行



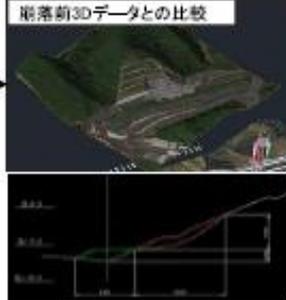
画像取得



3次元モデル生成



崩落前3Dデータとの比較



崩落土砂量算出

項目	単位	崩落前	崩落後	差
体積	m ³	11,000	10,000	1,000
重量	t	110	100	10
面積	m ²	1,000	1,000	0
高さ	m	11	10	1

SfM (Structure from Motion) 技術:
多くの特徴点を用いて、複数枚の写真を三次元的に合成し、写真画像の画素単位で三次元座標を与える技術

i-MOVEMENT プロジェクト ～ ロボットの活用 ～



○草刈りロボットの導入

- ICループ内の草刈り作業を実施 → 作業工数3割減

キタドリによる雑草発生状況



IC区画内作業実施後



○トイレ床清掃ロボットの導入

- ロビーや通路の床に採用 → 作業工数1割減



○移動式防護柵設置システム(ロードジッパーシステム)の導入

- 時速10kmでの移動が可能で設置距離5.1kmを約30分で完了



○大型移動式防護車両(ハイウェイランスフォーマー)の導入

- 鋼製のビームで作業エリアを限りなく広く安全に確保。
(車両全長が15.9mから23.4mに)



(走行中)

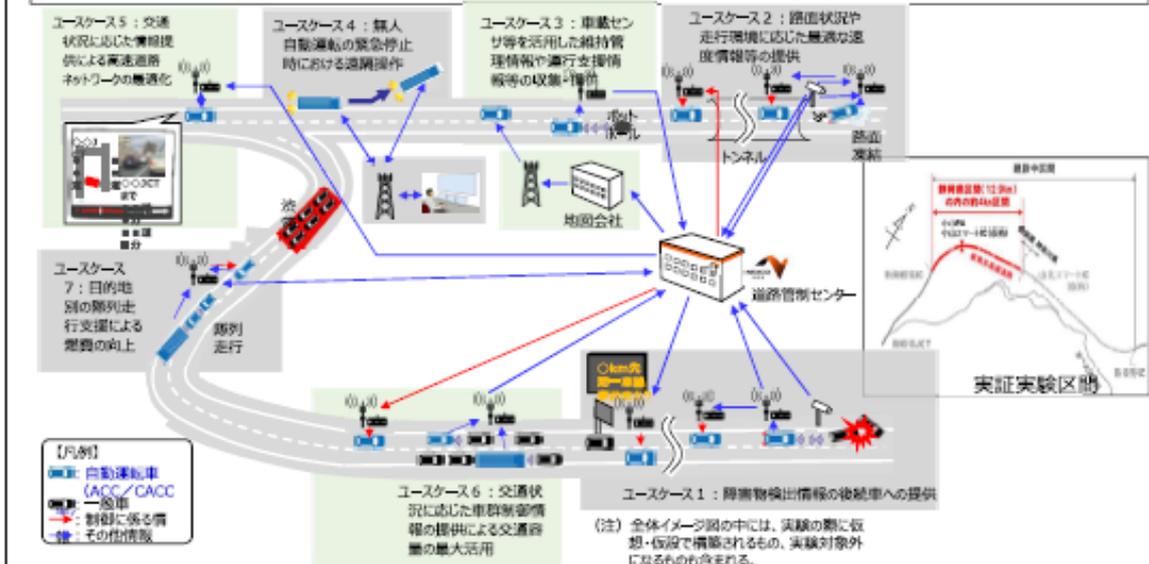


(作業中)

i-MOVEMENT プロジェクト ~自動運転時代に向けた路車協調実証実験



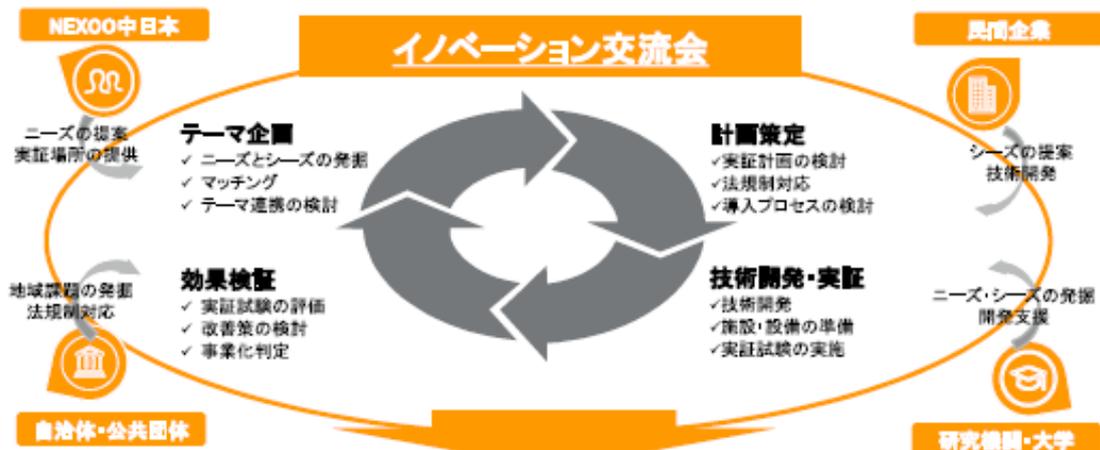
- 自動運転車と非自動運転車が混在している状態を想定し、**路車間通信技術等を用いた高速道路の高度化メニューを実証。**
- ✓ 実験時期は2023年度、実験期間は約1か月、実験区間は新東名高速道路 新秦野IC～新御殿場ICの一部区間を予定。



イノベーション交流会 (1)



- i-MOVEMENTの早期実現に向け、幅広い分野の企業や大学などと連携して先端技術や知見を取り入れるべく、コンソーシアム方式を導入してオープンイノベーションを推進する組織「イノベーション交流会」を2019年7月に設立。
- 2022年3月末時点で117の企業団体が参加して、産学官連携で活動を実施中。



高速道路保全事業運営を革新する新たな業務手法の創出、業務の高度化を実現し、広く社会に展開

今年度の重点テーマ①：交通サービスの進化・高度化



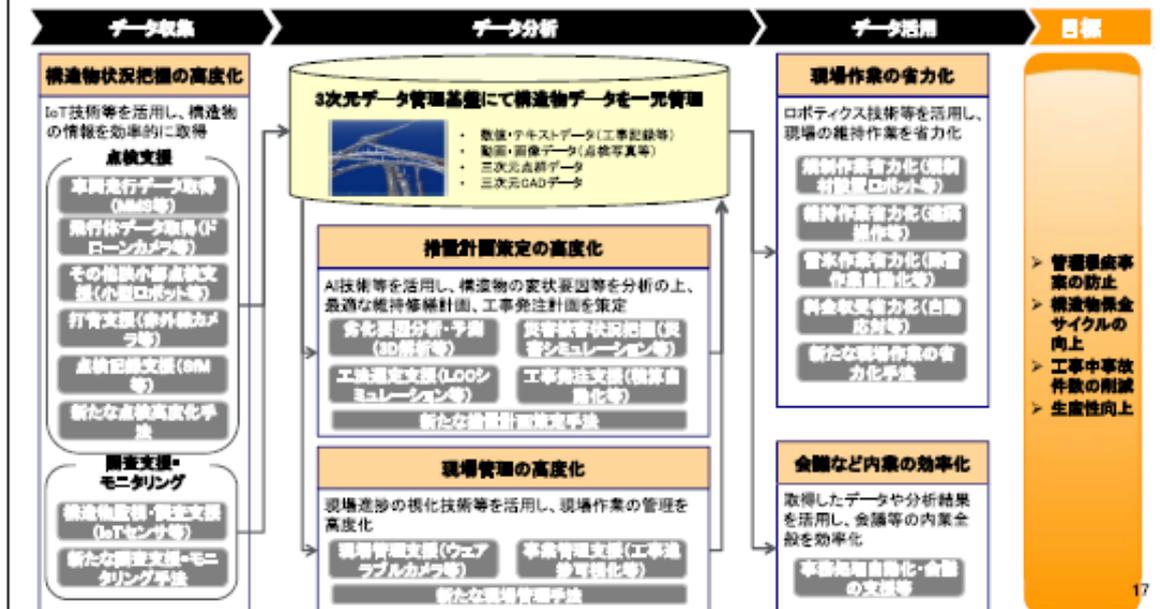
道路管制センターを中心とした、情報収集から情報提供を含めた交通・サービスを進化させる技術に対するイノベーションを起こす



今年度の重点テーマ②：高速道路保全マネジメントの高度化



構造物を中心とした、メンテナンス、オペレーションを進化させる技術などに対するイノベーションを起こす



(参考)2021年度 イノベーション交流会の開催状況



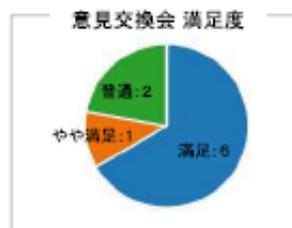
- イノベーション交流会(コンソーシアム方式)は、会員数117団体と伸びており、5月から8回の勉強会、2回の意見交換会、個別相談会11件、計29件の部会活動中(実証活動は13件)、2月から高速道路DXアイデアコンテストの募集開始。
- その結果、既に12件が完了。今後実証完了した技術については、活動結果を踏まえて、導入検討。

□ 活動状況 会員数:117団体(2022年3月末時点) □ 部会設置・活動状況 (2022年3月末時点)

開催概要	
第1回(5/20)	・部会提案(新規0件、調整・企画から実証への移行3件)
第2回(6/30)	・部会提案(新規0件)
第3回(7/20)	・部会提案(新規0件)
第4回(9/17)	・部会提案(企画から実証への移行1件)
第5回(10/27)	・部会提案(新規0件)
第6回(11/17)	・部会提案(新規0件)
第7回(12/21)	・部会提案(新規0件)
第8回(1/20)	・部会提案(終了2件)
意見交換会	テーマ:危機管理対応(5/28) 参加者162名 満足度:92% テーマ:料金収受業務(11/2) 参加者61名 満足度:77%
個別相談会	11件
高速道路DXアイデアコンテスト	高速道路保全マネジメントの高度化に寄与するデータ活用アイデアを、交流会内外から広く募集(2/1募集開始)(PS)

部会	調整	企画	実証	合計	実証完了
①高速道路のモビリティマネジメント	2	2	6	10	4
②高速道路のインフラマネジメント	3	5	5	13	5
③現場オペレーションの高度化	2	2	2	6	3
合計	7	9	13	29	12

□ 下半期活動に対する評価



【会員からの意見】
 ・司会が話を振る事でパネリストから質問を引き出しており理解がより深まった。

18

(参考)マザー現場の位置付けと役割

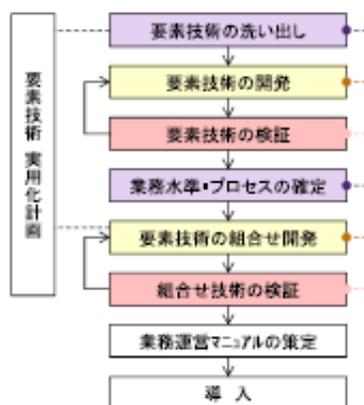


○ I-MOVEMENTプロジェクト(インフラ管理PT)では、早期の開発着手・検証及び実用化に向けて、マザー現場^{※1}を設定するとともに、推進体制を構築。

※1 マザー現場とは、モデルとなる現場を設定し、検証などを繰り返し、課題解決が行われている現場を「マザー現場」と呼ぶ。また、NEXCO中日本グループの抱える課題の一つに、ある現場で良い取り組みを行ってもなかなか水平展開しないという点があり、そうした課題を克服することを目指したネーミングである。なお、「マザー工場」という概念があり、海外に工場を建設する際に、生産システムや生産技術などのモデルとなる工場を言います。母廠である国内の工場が見本となった時、時には問題を解決する事で、赤ちゃんの成長を促す意味がある。

- マザー現場では、プロジェクト実現により、業務の高度化が図れるように、開発された技術・サービスの検証を繰り返し、課題解決を行う。
- なお、必ずしもマザー現場が実証するものだけでなく、他の現場での実証や本社が共通的に検証するものもある。

I-MOVEMENT プロジェクト総括推進フロー



マザー現場の役割と具体的な活動内容(案)

■ マザー現場では、各要素技術を検証することだけでなく、一連の業務全体を高度化を図ることを目的に、下記の3点を担い、最新技術と業務との適用性を検証する。

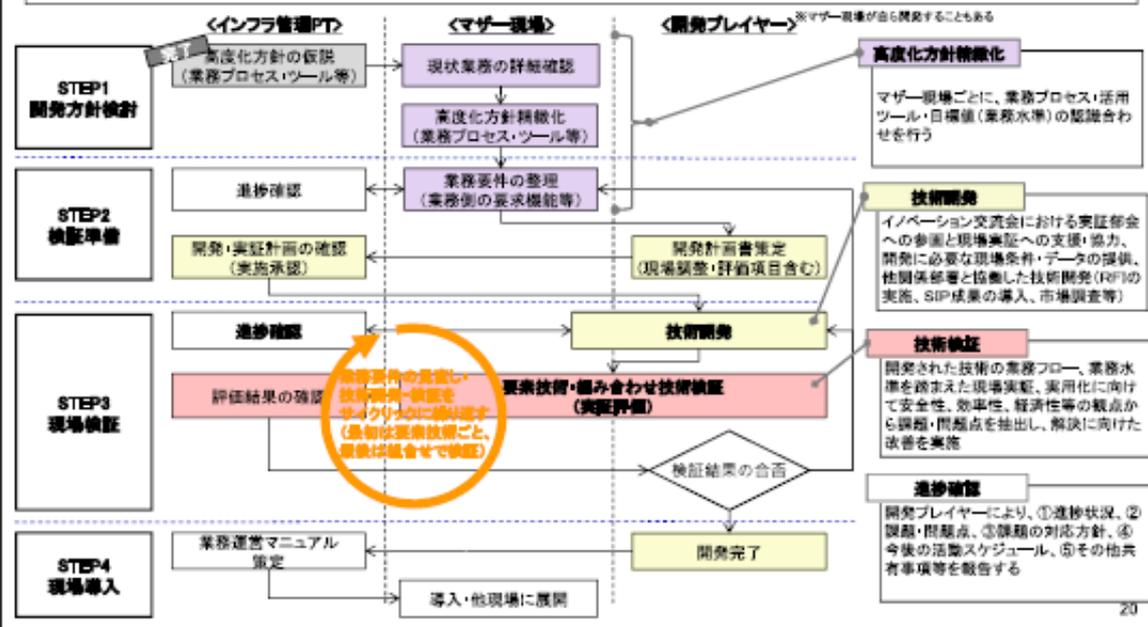
- 高度化に向けた要素技術の洗い出しと業務水準の確定
 - ✓ I-MOVEMENTで実現する将来の業務の高度化を想像し、不足する要素技術を洗い出す。
 - ✓ また、高度化後の業務とその水準を策定し、業務プロセスを見直す。
- 要素技術の開発支援
 - ✓ マザー現場組織以外から技術開発を実施されることがあり、現場条件・データを提供する。また、積極的に、自ら技術開発も担当する。
 - ✓ 「イノベーション交流会」における実証検証を実施。
- 開発技術の検証
 - ✓ 業務水準・コスト・業務プロセスの適用性などポイントにして、現場検証を行う。

19

(参考)「マザー現場」での検証の進め方



- 各開発プレイヤーとマザー現場との調整(横渡し)をインフラ管理PTで行い、スムーズな現場検証と評価の実施。
- マザー現場の担当事務所は、積極的に要素技術の検証と導入後の業務を想定し、技術評価を実施。



＜建設業労働災害防止リーフレット＞



建設業の労働災害を撲滅しよう！！

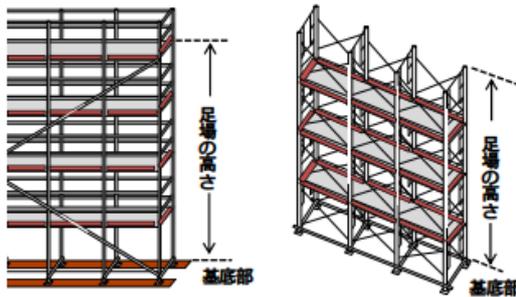
令和4年度
全国安全週間スローガン
「安全は急がず焦らず怠らず」

準備期間：6/1▶30
本週間：7/1▶7

足場の知識を深め、安全・安心な足場を設置しよう

1. 足場の構造の高さ

○ 基底部から最上層の作業床までの高さ。ただし、わく組足場は作業床よりも建わくの高さが高い場合、建わくの上端までの高さ。



2. 足場で高さ 2 m 以上の作業場所に設ける作業床の要件

○ 幅40cm以上、床材間のすき間3cm以下、床材と建地とのすき間は12cm未満

床材間のすき間 **3cm以下**

作業床の幅 **40cm以上**

床材と建地とのすき間 **12cm未満**

昇降設備に隣接する布材を作業床として使用する場合は同様に**40cm以上**の幅が必要

40cm以上

幅木は作業床の機能を果たさないため、幅木の設置をもって12cm未満とすることは認められません。

幅木

作業床が片側に寄り12cm以上のすき間が生じる場合は要件を満たしません。床材がずれないように固定などしましょう。

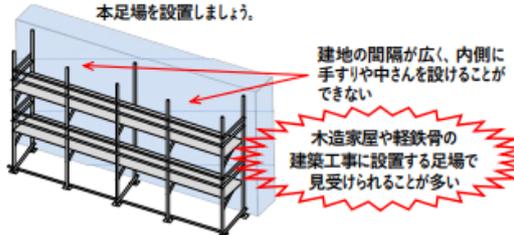
床材と建地とのすき間12cm以上

3. くさび式、単管足場の建地に関する設置要件

○ 足場を設置する敷地が狭い場合などを除いて、建地は建物側と外側にそれぞれ設置する必要があります。



建地を1本飛ばして設置すると足場の内側に手すりや中さんが設置できず、足場と建物の隙間から墜落する危険があります。本足場を設置しましょう。



建地を1本飛ばして設置している例

STOP! 熱中症クールワークキャンペーン展開中!

てげあちどお〜! 宮崎の夏

＜熱中症予防対策＞

- WBGT値（暑さ指数）の活用
- 休憩場所の整備等
- 労働者の健康状態の確認
- 人身の状況の確認
- 暑熱への順化期間の確保
- 労働衛生教育の実施
- 水分及び塩分の摂取

準備期間(4月1日~4月30日)
キャンペーン期間(5月1日~9月30日)
重点取組(7月1日~7月31日)

始まっています! 石綿の事前調査結果報告

※以下に該当する工事は石綿の有無に関わらず、報告が必要です!

- ① 解体部分の床面積が80㎡以上の建築物の解体工事
- ② 請負金額が税込100万円以上の建築物の改修工事
- ③ 請負金額が税込100万円以上の工作物の解体工事・改修工事

詳しくは石綿総合情報ポータルサイトをチェック!!

石綿総合情報ポータルサイト [検索](#)

エイジフレンドリーな職場づくり

作業前に足場のストレッチで高齢者の転倒災害防止!

手すりにぶら下がり肩・腕のストレッチ



手すりを握ながらアキレス腱のストレッチ

安全の「見える化」事例は職場の安全サイトより確認できます。ぜひ活用ください。

職場の安全サイト [検索](#)

違法なフルハーネスにご注意!

ネットショッピングを中心に違法なフルハーネスの販売が確認されています。厚生労働省は確認された違法製品を公表しておりますので、自社で使用している製品がこれに該当する場合、直ちに使用を中止してください。

墜落防止用器具には種類、製造者名及び製造年月を、ショックアブソーバには種類、最大の自由落下距離、使用可能な重量、落下距離を表示することが義務付けられております。適切な表示がない製品は、必要な性能を有していないおそれがあり、法令違反となります。表示がない製品を確認された場合、使用を中止し、所轄の労働基準監督署にご連絡ください。

厚生労働省が公表している違法なフルハーネス一覧 [QRコード](#)

危険有害作業に対する保護措置の拡大

令和5年4月1日から危険有害作業を行う事業者は次の者に対し一定の保護措置が義務付けられます。

- ① 作業を請け負わせる一人親方等

措置内容

 - 設置した局所排気装置等の設備の稼働
 - 特定の作業に関する作業方法の周知
 - 保護具の使用が必要であることの周知
- ② 同じ作業で作業を行う労働者以外の人（一人親方や他社の労働者など契約関係は問わない）

措置内容

 - 保護具の使用が必要であることの周知
 - 特定の場所での立入禁止や喫煙・飲食の禁止
 - 退避が必要である時の退避

【問い合わせ先】 宮崎労働局 0985-38-8835 延岡労働基準監督署 0982-34-3331
宮崎労働基準監督署 0985-44-2914 都城労働基準監督署 0986-23-0192 日南労働基準監督署 0987-23-5277
都城労働基準監督署 0986-23-0192

【宮崎労働局】

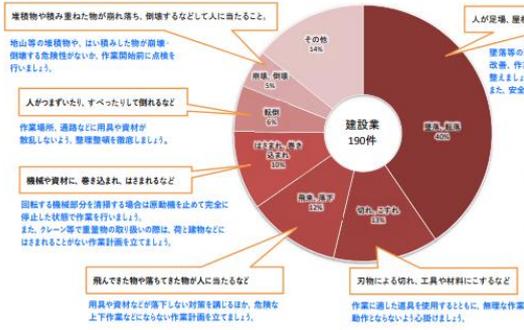
宮崎県内の建設業における労働災害発生状況(休業4日以上)の死傷災害)【令和3年発生/確定版】



令和3年における建設業の死亡災害

発生時期	発生場所	起り物	業種	性別	年齢	概要	
1/2月	高床、落下	地山、岩石	土木工事業	男	60代	27年	林道の旧工区において、地山の一部分が崩壊し、下方でロープ作業による法取の浮石等の除去を行っていた被災者2名に落下した。被災者1名が死亡、1名が負傷した。
5月	屋梁、転落	足場	建設工事業	男	60代	23年	鉄筋コンクリート建築物の改修工事において、建築時に設けられた足場上で天井部分の鋼筋部材等の解体及び廃材の撤出作業を行ったところ、被災者は鋼定地の床に駆けあつた脚部(廃材を撤上ははね飛ばすために床付き物等2枚を撤出外へしたため、0.84m x 1.80m)から約12m下のコンクリート地盤に墜落し、死亡した。
10月	はさまれ、巻き込まれ	異所作業車	その他の建設業	男	40代	10年	駅構内でのベントパイプ架台(トラス構造)の解体工事において、被災者は異所作業車(最大電力22m)のベントパイプに巻き込まれ、ベントパイプが回転する際にベントパイプの回転力により、肋骨が地上より約1.5mの高さから落下し、被災者の作業位置から約1.5mの高さから落下した。被災者がベントパイプの回転力により巻き込まれた。
11月	屋梁、転落	押込み用機械	土木工事業	男	50代	30年	被災者は、ローラー(押込み用機械)を前進で運転中、運転は約3.5m(法長300cm)の鋼製にローラーを押し、運転車から投げ出された。鋼製地には水がはたまり凍っていた。

事故の型別災害発生状況(令和3年)



起り物別災害発生状況(令和3年)



附録3、河内川橋工程 ICT 推進相關項目

ICTの取り組み		
スマートオフィス計画		
項目	内容	キーワード
Communication 双方向通信	双方向通信システム	ウェアラブルカメラ・スマートグラス・高速大容量回線・遠隔立会
Progress 進捗管理	Webカメラ	リアルタイム・定点・全景・進捗管理・防犯
	5D-CIMをVRで	立体・工程・出来高・バーチャル・体感
Logistics 運行管理	インクライン	運行回数・効率・重量・ロープテスター・保守
	工事用リフト	運行回数・効率・重量・保守
Safety 安全管理	ドローン	鳥瞰写真・パトロール・安全・進捗・無線
	気象情報	天気・気温・湿度・風速・警報
Quality 品質管理	バイタルセンサ 体調管理	脈拍・心拍数・体温・熱中症・作業効率・適正配置
	コンクリート 打設管理	運搬時間・打重ね時間・台数管理・スランプロス
Maintenance 維持管理	橋梁の 情報化施工	橋体挙動・座標・躯体温度・自動緊張
	橋梁の維持管理	光ファイバー・劣化予測・緊張力

