出國報告（出國類別：實習）

既設輸電導線更換高容量型導線、鐵塔汰換工法及於設計時降低工安風險對策之技術實習

服務機關：台灣電力公司北區施工處

姓名職稱：蘇耕立 土木工程師

派赴國家：日本

出國期間：106 年 12 月 4 日至 106 年 12 月 8 日

報告日期：107 年 1 月 23 日

摘要

因近年來輸電線路新建不易，尤其常被認為是嫌惡設施之鐵塔新建更是困難重重，但隨經濟發展，用電需求勢必持續上升，為提高既有輸電線路送電容量，更換高容量型導線便成為一解決之方法，然以現地及相關規定之變化來看，早期興建之輸電線路(民國 60~70 年間)線下安全距離往往不足，故綜合考量鐵塔使用年限、鐵塔用地取得不易及停電時程等因素及需求，原塔汰換新鐵塔之相關工法成為重要的課題，對於較為不熟悉之新工法，除了技術上的研討，衍生之工安風險亦是重要項目，加上近年來對於工安之觀念已由現場執行提升到於設計階段就要進行風險評估，致力防止於工程施工階段發生職業災害。

日本對於工安之作為及觀念一直相當先進，尤其目前日本也面臨到與台灣相同之狀況，新建鐵塔越來越不易，藉由本次實習與日方交流，學習降低工安風險對策之作法及技術。本文共分四個章節，第一章說明參訪目的、九建株式會社及工程概述，第二章設計規劃階段作為，第三章工地現場工安作為，第四章為心得分享與建議事項。

關鍵詞：

鐵塔

工安

目錄

第 1 章 前言 1

第 2 章 設計規劃階段作為 3

第 1 節　工地規劃及配置 3

第 2 節　工安人員 5

第 3 節　施工圖面 6

第 4 節　人員、材料及機具進出 7

第 3 章 工地現場工安作為 10

第 4 章 心得與建議 15

圖目錄

圖 1-1 日向幹線概要圖 1
圖 2-1 鐵塔基礎工地配置圖 3
圖 2-2 人員施工步道 4
圖 2-3 架線場地配置 5
圖 2-4 架線場 5
圖 2-5 鐵塔組立作業 6
圖 2-6 延線順序 7
圖 2-7 便道邊坡 7
圖 2-8 索道及軌車路徑圖 8
圖 2-9 軌車乘坐 9
圖 2-10 軌車出發站 9
圖 3-1 攔截網 10
圖 3-2 頭上注意標示 11
圖 3-3 工區出入口警告標誌 11
圖 3-4 吊車作業半徑圖面 12
圖 3-5 繩索警示 12
圖 3-6 索道監視器 13
圖 3-7 輪擋 13
圖 3-8 上下設備 14

第1章　前言

目前台灣鐵塔汰換及導線更換的需求越來越高，為了配合停電及用地等因素，常被迫採用特殊或新的工法，面對有別於傳統之施工方法，原有的工安作為及設施是否足夠成為重要的課題，日本對於工安之作為及觀念一直相當先進，尤其目前日本也面臨到與台灣類似之狀況，新建鐵塔越來越不易，故選定日本做為本次實習之國家，學習日本降低工安風險對策之作法及技術，期望能回饋至目前及後續設計及施工之工程案中。

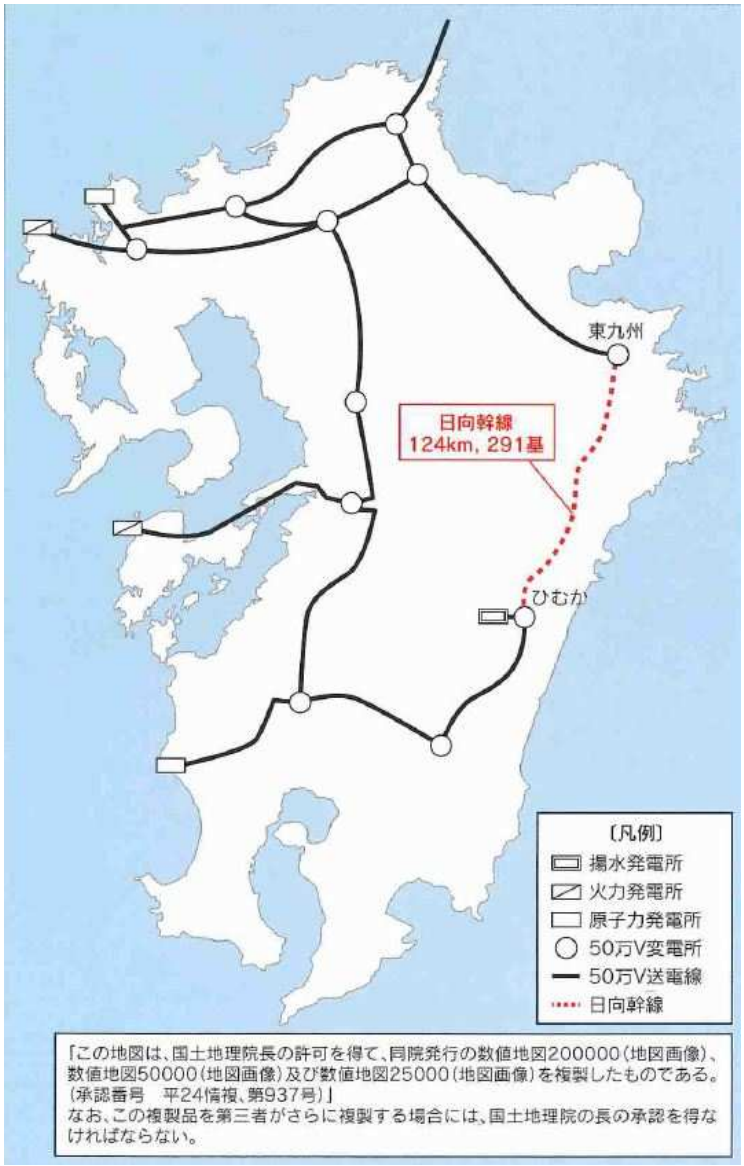

圖 1-1 日向幹線概要圖

本次實習的九建株式會社（KYUKEN CO., LTD）設立於昭和 28 年（1953），該公司為九州電力株式會社（KYUSHU ELECTRIC POWER CO., INC）的子公司，其主要業務為配合母公司施作日本九州地區送電線（輸電線路），本部設在福岡，於九州各地設有支社，該公司累積相當多的輸電線路施工技術及經驗值得交流學習。

目前九州地區規模較大之輸電鐵塔工程為 500kV 日向幹線，該幹線為九州電力株式會社為將九州北部與南部的輸電線路系統連接，增加南部供電穩定性，將大分縣（東九州変電所）及宮崎縣（ひむか変電所）連接，工程於平成 26 年（2014）起，預計於平成 34 年(2022)加入運轉，全長約 124 公里，總共 291 座鐵塔，如圖 1-1 紅色虛線部分所示，考量工程規模較大，部分工區交由其他公司施作，但大部分仍是由九建株式會社負責基礎施作及延放線，本次實習參訪該工程位於大分縣臼杵市的#22 鐵塔、大分縣佐伯市的#108 鐵塔、宮崎縣第 31 延線區間放線端及拉線端。

第2章 設計規劃階段作為

降低工安風險除在施工現場之管理外，於設計階段預先將風險納入考量，避開風險，將需要之工安設施放入工程內，除可增加施工人員之安全外，更可因為項目已列於合約中，進而確保承攬廠商提供相關設備供人員使用，避免衍生爭議，本章簡介本次實習所見於設計規劃階段可供參考之作為。

第1節　工地規劃及配置

工地除要能提供現場施工所需空間外，必要時還要能提供人員休息、器材堆放及搬運動線等空間，如配置不得宜，則可能將施工人員暴露於危險當中，如下圖標註施工吊車設置位置及其作業半徑，確保吊車位置可以符合施工需求，並提醒現場人員吊掛作業中應保持之安全距離，避免人員於吊掛物下方作業，此外圖面也依據現場狀況及用地標示出施工及禁止進入之範圍，現場圍設警示線，避免非工程人員進入工區內。

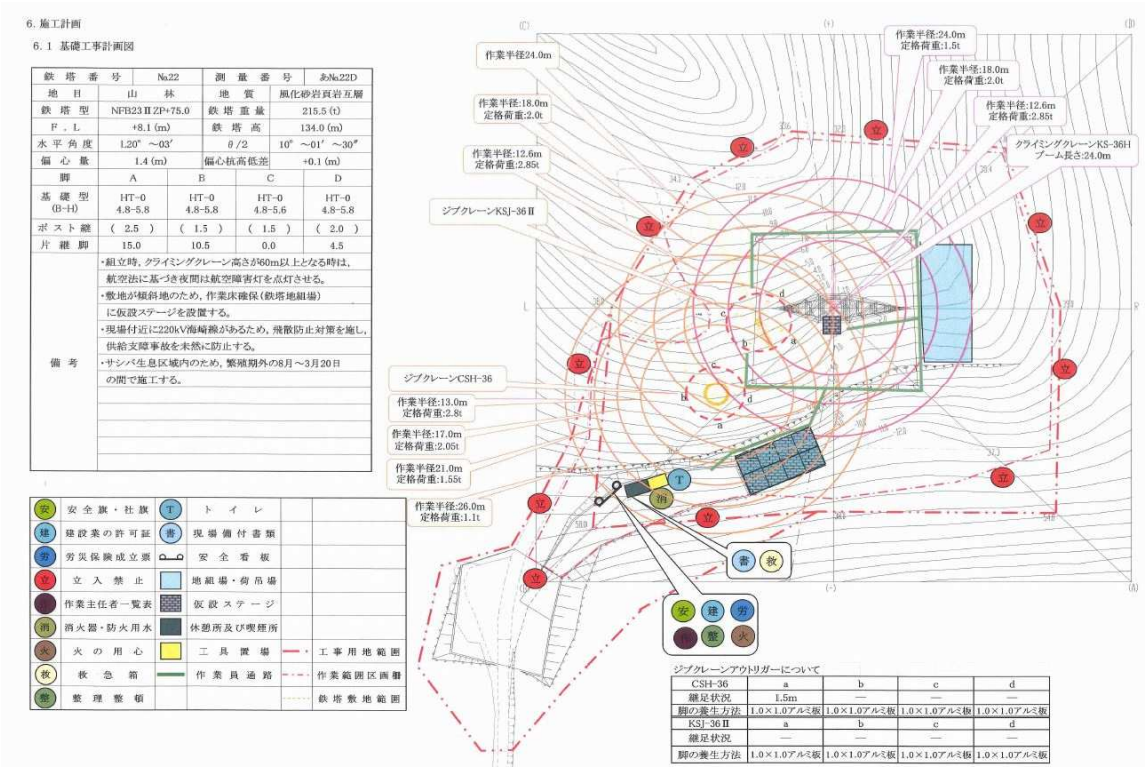

圖 2-1 鐵塔基礎工地配置圖

施工環境也是造成工安風險的原因之一，日本工地現場一般都維持相當乾淨整齊，值得學習，日本工地皆會配置流動廁所、抽菸場所、工具放置場所、垃圾及廢棄物分類場所等，部分場所的配置或許會增加成本或空間需求，但卻可以提升工程安全及環境保護，以抽菸場所為例，要求現場人員於固定場地抽菸，現場提供菸灰缸，避免菸灰及菸蒂亂丟於工地內，減少造成髒亂及火災之可能性。

鐵塔大部分施設於山區，施工人員作業時需於坡地上下移動，下雨後坡面上會更加濕滑，除了造成人員移動不便外，也較容易滑倒摔傷，如果是正在搬運材料的過程中，後果更不堪設想，目前台灣常見的方式是直接於現場坡地挖出階梯配合扶手或繩索，供人員上下，日本方面則是於規劃階段即選擇較安全的路徑作為人員步道，鋪設塑膠止滑臺階、止滑墊及扶手欄杆等，確保現場人員安全。

圖 2-2 人員施工步道

架線工程作業於放線端及拉線端的場地皆需要詳細規劃，因會有大型工程車輛、拉線機具、放線機具及線軸搬運等需求，有別於台灣目前大部分機具皆是直接安裝於車輛上，日本還是以將機具搬運至現場放置的方式施作，動線安排皆是以施工空間及安全性為考量，場地周圍會拉設出警戒線，管制人員進出，配合機具需要會將場地整平，其中值得一提的是為確保工地現場不會因為下雨或潮濕等因素導致泥濘，地面全部鋪設碎石級配，增加排水性，提升車輛及人員移動安全，但於施工完成後會將鋪設之碎石級配清除，恢復現場原有的樣貌。

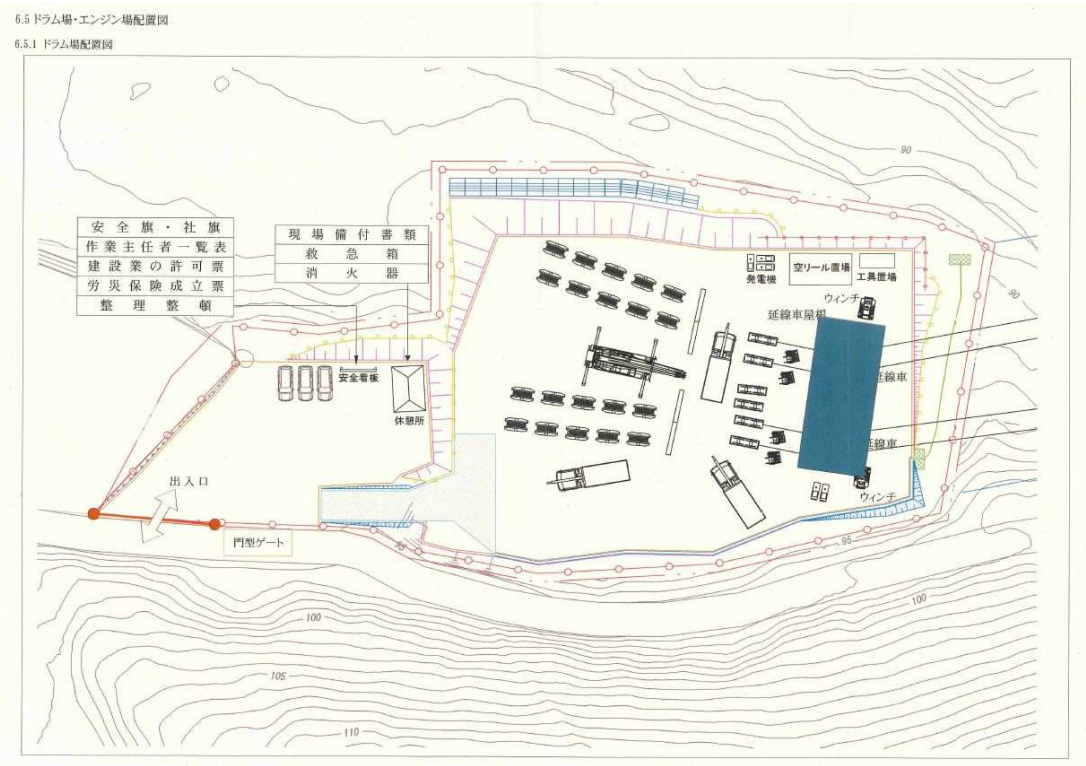

圖 2-3 架線場地配置

圖 2-4 架線場

第2節　工安人員

工程潛在之危險常因不同作業內容及場地等因素而有不同，若將其一視同仁則可能衍生工安風險，故每的工程案件應該視其特殊性事先針對危險因子進行管理，提高效率及落實執行工安，但要能於事前識別個案之危險因子需有類似案件之經驗，日本執行工安之人員大多具有一定相關工程施工經驗，可於施作不同項目時給予適當之安

全提示，惟目前台灣承攬廠商派駐現場之職業安全衛生人員僅需符合職業安全衛生相關法規及工程契約要求，無需提供該人員是否有執行類似工程案件相關經驗之文件或證明，舉例來說，如果以往辦理機電類工程案之人員，擔任土木類工程案件之職業安全衛生人員是否合宜。工程屬於危險性較高之工作，職安衛人員應該要有能力提點危險及保護施工人員之安全，如果該員本身對於工程內容及危險因子不熟悉，最後可能只會照本宣科，無法落實設置該員之目的。

第3節　施工圖面

現場施作人員對於施工項目及程序瞭解程度影響整體工程品質及安全，日本施工人員一般都以標準作業流程執行各項作業，但過多的文字敘述將導致施作人員閱讀不便及困難，以圖像式及表格將各階段重要的作業項目及需要留意之處列出，施工人員可以於該項目施作前快速確認相關重點，如圖 2-5 所示。涉及先後順序及不同材料之工項，則可以用數字及顏色表示，延線時會由細線開始拉，再換較粗的線，最後換成導線，如圖 2-6 所示，藉由不同顏色去註明線徑，再以數字表示延線順序，讓所有施工人員清楚且快速了解施作內容及順序，減少因不清楚施作內容衍生之工安風險。

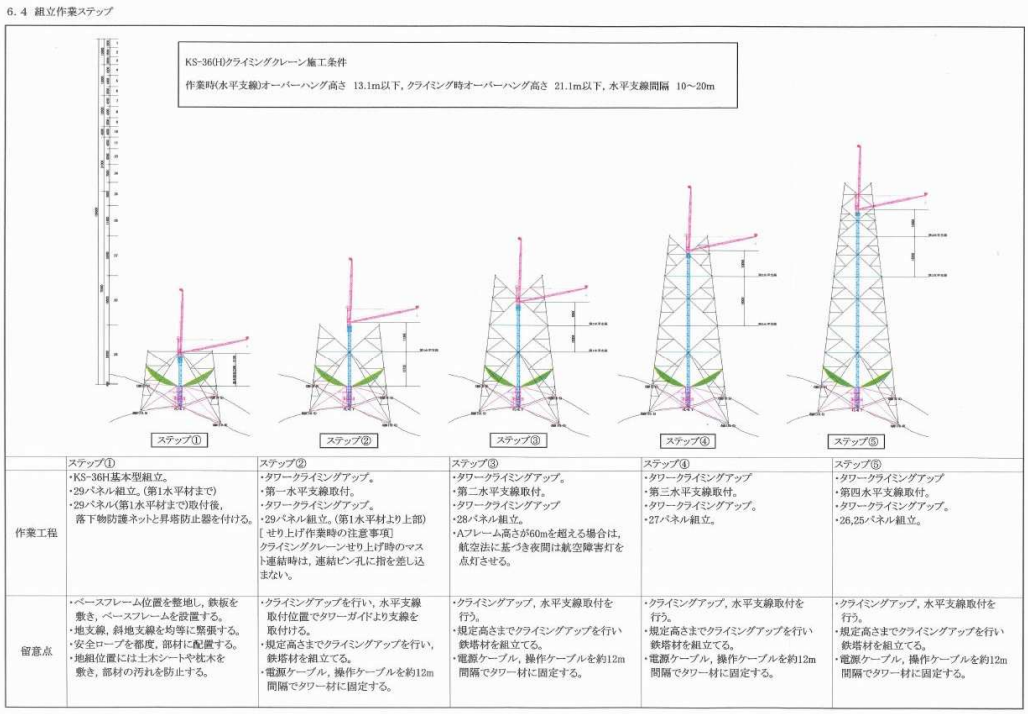

圖 2-5 鐵塔組立作業

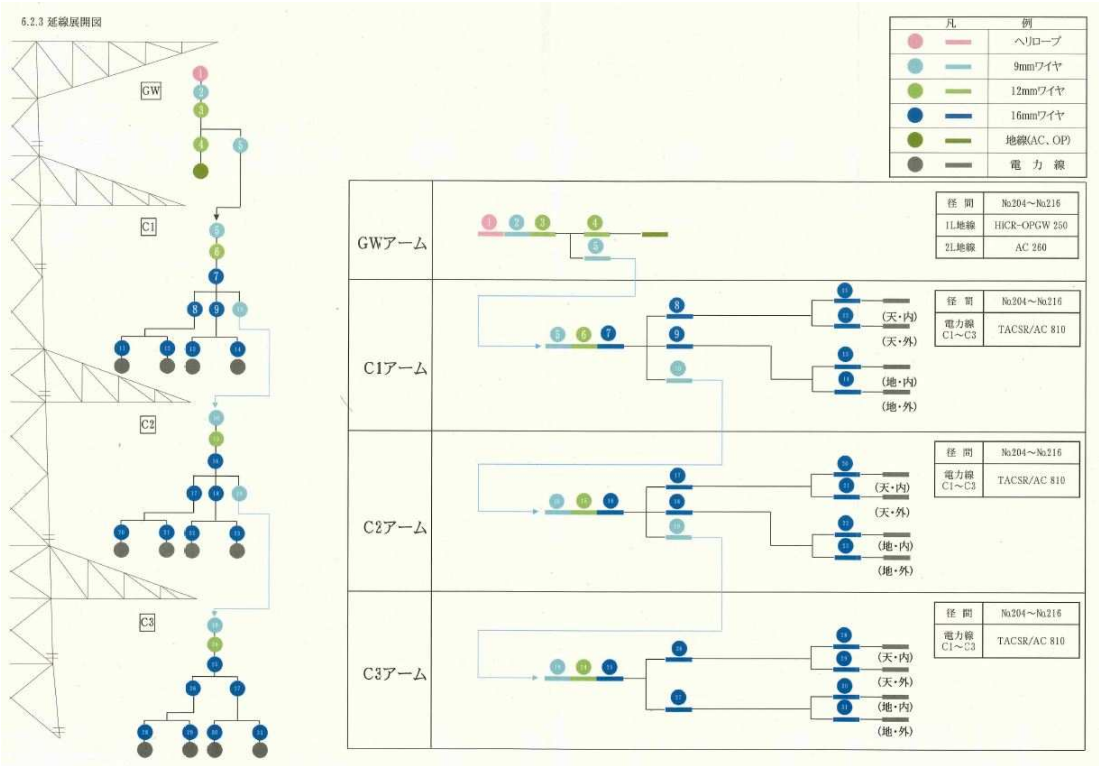

圖 2-6 延線順序

第4節　人員、材料及機具進出

工安除工地現場外，人員進出工地之道路也涵蓋在內，近年來因為鐵塔多被認定為鄰避設施，於都市區域內及外圍住宅區附近都不可能設置，導致大部分鐵塔皆位於山區內，沒有既成之道路可供使用，施工時由承攬廠商租用私人土地或是借用國有地去施作便道，供人員、材料及機具進出，但承攬廠商可能因成本考量，造成便道品質

圖 2-7 便道邊坡

不佳，加上台灣山區地質較不穩定，颱風、豪雨或是地震過後很有可能毀壞便道，造成潛在工安風險。日本九州與台灣相似，颱風季節也都會造成災害，其施工便道於設計規劃階段即考量相關風險，確保人員、材料及機具等進出工地安全無虞，本次實習之日向幹線施工便道甚至規劃邊坡排水及噴漿，如圖 2-7，相關費用皆納入工程內。

鐵塔施設位置無法開設施工便道時，台灣一般會採用架設索道之方式運送機具或器材，但人員就必須採徒步方式到達施工現場，步行時間隨距離及地形條件不同，短則 10 分鐘左右，長則 2~3 小時，甚至需要過夜才能到達，耗時也耗體能，人員於體能狀況不好時作業，工安風險也會增加，此外，人員可能貪圖方便搭搬運器材之索道進入施工現場，衍生更大的工安問題。

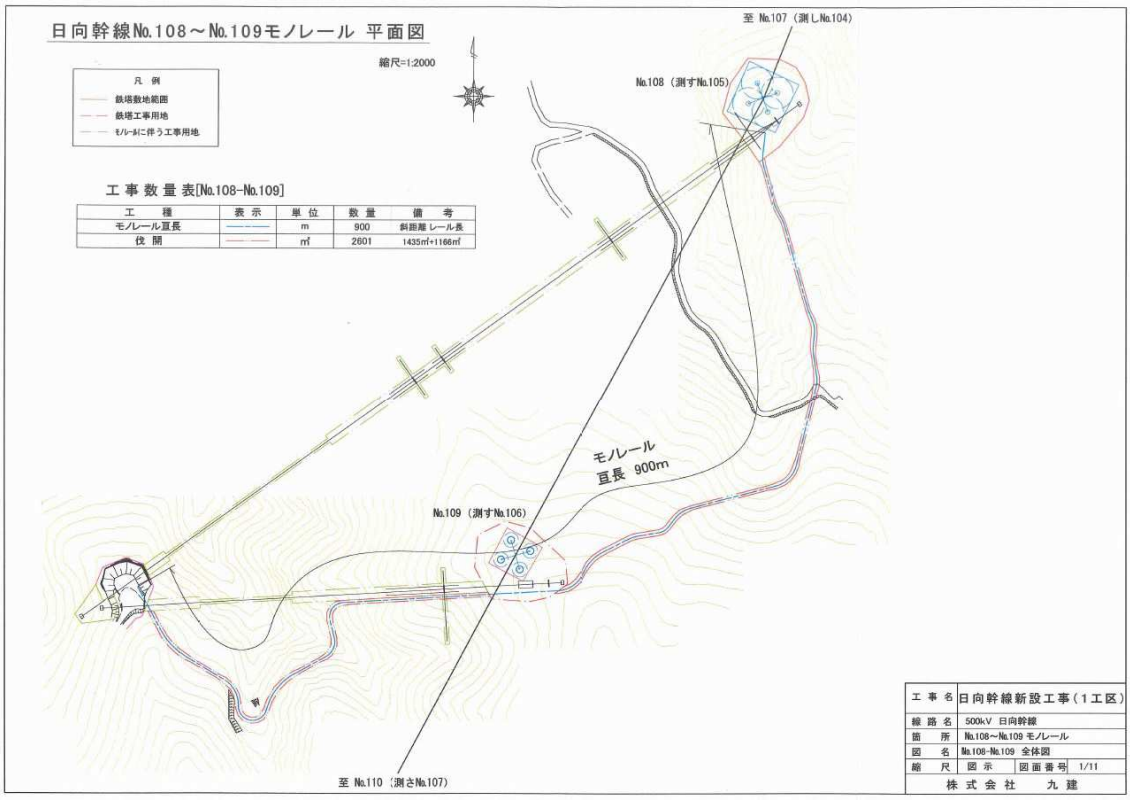

圖 2-8 索道及軌車路徑圖

本次實習之日向幹線＃108 鐵塔基礎施工現場位於較深山內，施工便道無法直接到達，如採用步行方式進入單程約需要 1.5 小時，為節省人員體能及時間，施設軌車直接到達＃108 施作現場，供人員使用，材料及機具部分則另外架設索道，如上圖 2-8 所示，軌車基本上就是由機頭及車廂所組成，行走於架設於地面之軌道，基本上 50

度左右之上坡及下坡皆無問題，因此，也可以跨越步行較困難的地方，本次現場施作之軌道約 900 公尺，單程搭乘時間約 20 分鐘，大幅降低進出之時間，減少人員體能負擔，依據該工程設計單位表示，考量軌車設置成本及效益，一般單程步行時間需要超過 40 分鐘以上才會考慮設置軌車，但部分軌車並非僅供人員乘坐，也可載運材料及機具，設置與否還是會綜合整體需求。

圖 2-9 軌車乘坐

圖 2-10 軌車出發站

第3章 工地現場工安作為

工程內含之細節相當瑣碎，加上工程施作過程有相當多的變數，並非所有狀況都可以於設計規劃階段考量到，但現場經驗的回饋確實是有助於提升未來之規劃設計品質，藉由至日本工地現場實習，觀察並體會各項其值得學習的工安作為，將其納入往後工程之規劃中，提高工程安全。

工程施作前對於工安設施之規劃再完善，也無法真正確保人員安全，最重要的仍是現場能否落實執行，因此，前章當中日本對於施工現場之規劃配置是否有落實成為最重要的觀察項目，本次實習之工地現場配置大致上與規劃之圖面相同，設備、動線及警示標誌皆依據規劃圖面設置，舉例來說，鐵塔組立作業時，因有部分人員於塔上作業，如果工具或材料不小心掉落，就算是小螺絲都有可能對於塔下作業之人員造成嚴重傷害，故如圖 2-5 所示，規劃階段就將攔截網設置於鐵塔中間處，確保組立作業時，下方人員不會被砸傷，本次實習鐵塔組立之現場，如圖 3-1 確實於鐵塔中間處設置攔截網。

圖 3-1 攔截網

施工現場隨時可能因為不同作業項目會有不同工班的人員進入作業，各工班人員不一定清楚工地內其他作業執行狀況及潛在風險，除了於進場施作前進行危害告知外，直接在現場提供相關的警示標誌及圖面，只要放置於妥適位置也能發揮相同效果，如

圖 3-2 及 3-3 簡單的以文字及方向提醒人員注意，基本上人員經過時看到標示，自然會提高警覺。

圖 3-2 頭上注意標示

圖 3-3 工區出入口警告標誌

圖面之表示方式也是可以提供人員快速了解現場狀況，本次實習之鐵塔組立工地有兩台不同尺寸之吊車，吊運材料作業本身具有相當風險，原則上吊車作業半徑下方人員應盡量清空，但現場臨時要去查詢作業半徑涵蓋範圍圖面是不太可能的，故直接於靠近吊車作業半徑之位置放置作業半徑及相對位置圖，此作法除提供現場作業人員快速查閱外，更具有警示效果，提醒吊車作業時附近作業人員應保持之安全距離，如圖 3-4 便是於吊車作業半徑邊緣架設之警告牌及圖面，簡單的文字敘述搭配圖面，一目了然。

圖 3-4 吊車作業半徑圖面

鐵塔施工過程中為了固定機具、天車、索道門架及支撐架等，常會使用繩索，有時因為其拉設的角度及高度，再加上繩索本身顏色因素，導致不易察覺，人員於移動時可能會被絆倒，甚至搬運材料時也有可能會勾到繩索，造成工安意外事件，本次實習的工地內，繩索於人員可能接觸到的高度皆有使用較醒目顏色之保護套，如圖 3-5 所示，提醒施工人員注意，此外，工地內人員的通道也會盡量避開有繩索的地方。

圖 3-5 繩索警示

鐵塔基礎及組立時因為要運送材料及土方，常會架設索道，較長的索道因為操作人員無法看到另外一端的狀況，故仰賴通訊設備聯絡，確認裝載或運送的狀況，本次實習的工地同樣使用索道運送，索道長度約 500 公尺，且跨越約兩座山頭，操作人員根本無法用目視方式確認，故於鐵塔基礎施作現場架設監視設備，對準索道末端，如

圖 3-6，供操作人員隨時監看索道另一端之現場狀況，確保索道運轉安全無虞，其實於工地現場還有其他用途之監視設備可供遠端協助工地安全及管理，隨器材設備及系統普及化，甚至圖像辨識等導入，此類設備未來確時可納入規劃。

圖 3-6 索道監視器

本次至日本工地實習時感受到其對於工安的細節都相當注重，很多看似沒有較大風險的地方，在日本還是會將發生意外的可能性降到最低，如於工區內停車時(圖 3-7)，雖然不是在坡地，但人員下車後仍會放置輪擋，確保車輛不會滑移，另外，像施工現場一定會有上下的需求，坡地上可於地面挖出階梯狀或是使用梯子，基礎開挖井內也有爬梯配合確保裝置等，以上國內工程大部分也都會要求，但本次實習的工地現場吊車固定腳距離地面約 1 公尺左右，一般來說現場人員上下可能就直接用爬的，在日本卻還是安裝固定式的樓梯及扶手供人員上下使，如圖 3-8。

圖 3-7 輪擋

圖 3-8 上下設備

第4章 心得與建議

工程於規劃設計階段將需要之工安設施納入，可較精準評估各項工安所需之費用，後續於現場執行時也較無疑義，在日本基本上只要是確實有必要之工安設施，都會以高標準去施作，如施工便道邊坡穩定及人員進出之軌車等，規模及成本甚至感覺與主體工程不相上下，其對於工安涵蓋範圍的認知及應投入之成本確實值得學習。

魔鬼藏在細節裡，小至抽菸場地及車輛輪擋等，都可以發現日本對於細節的重視，但工安與工進有時會衝突，太過重視細節會讓人感覺吹毛求疵，甚至影響主要工程的進度，而進度往往又與成本有關係，尺度的拿捏有賴於經驗累積，針對重點去執行，可以減少施工人員負擔，提高配合度，達到工安的目標，日本在這方面除了採用有經驗的工安人員外，相關的工安計畫也都是針對現場實際重點去規劃執行，細節及大方向都能照顧到，避免給人打高空的感覺，提高落實工安的可能性。

除了規劃設計及現場等等的工安設施及作為外，於現場觀察可以發現，施工人員本身對於自身安全也相當注重，都會以標準作業程序及正確的器材去施作，不會為求方便快速而省去必要程序，將自己暴露在危險中，藉由個人對於安全及潛在風險的重視出發，相信對於真正落實工安是相當有效，但這就有賴長時間的教育及經驗才能讓施工人員有正確的觀念。

工安是完成工程的重要環節之一，但工安絕非只是一本計畫書或是標語，它是要能落實執行的，目前因為鐵塔汰換及導線更換的需求增加，加上停電時程及用地等因素，常常使用有別於傳統之工法施作，原有的工安作為及設施是否足夠成為值得探討的問題，日本在工安方面的成果確實值得學習及仿效，但風俗民情不同，執行上仍需要配合調整才有可能落實。