

出國報告（出國類別：實習）

## 既設鐵塔基礎加固及鐵塔改建技術研習

服務機關：台灣電力公司北區施工處

姓名職稱：李奕新 土木工程師

派赴國家：日本

出國期間：113 年 9 月 3 日至 113 年 9 月 7 日

報告日期：113 年 10 月 4 日

# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

既設鐵塔基礎加固及鐵塔改建技術研習

頁數 19 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台電北區施工處/李奕新/02-23227189

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李奕新/台電/北區施工處/土木工程師/02-23227189

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：2024.9.3~2024.9.7

派赴國家/地區：日本/九州

報告日期：2024.10.4

關鍵詞：鐵塔改建

內容摘要：(二百至三百字)

全球高壓電力輸送普遍採用架空輸電線路，此一技術因其成熟度高、成本效益佳且送電效率卓越，至今仍是不可或缺的選擇。回顧台灣電力建設史，現行輸電鐵塔設計深受日本技術影響。然而，隨著極端氣候頻仍和經濟高速成長，電力需求不斷攀升，提升既有輸電線路容量勢在必行。除了更換高容量導線外，汰換老舊輸電鐵塔也成為提升輸電容

量的重要工程。此類工程技術複雜，且工安風險不容小覷。近年來，工安意識抬頭，工程設計階段的風險評估已成為確保施工安全的關鍵。如何在兼顧工程進度和品質的前提下，有效降低施工風險，是工程團隊必須仔細考量的課題。

日本在輸電鐵塔規劃與新建方面擁有豐富經驗，本次實習地點九州更與台灣有著相似的地理環境與氣候條件。九州與台灣的人口密度、土地面積相當，都面臨颱風、地震等自然災害的威脅，同時也因應高科技產業的發展，面臨著老舊輸電設施更新和新增輸電線路的挑戰。透過此次實習與日方交流，學習相關之作法及技術。本文共分三四個章節，第一章前言含參訪目的、九建株式會社及工程概述，第二章工地現場參訪過程與心得，第三章為總結心得分享與建議事項。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網

(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

# 目錄

第 1 章 前言.....	1
第 2 章 過程.....	3
第 1 節 西九州~武雄線工地規劃及配置.....	4
第 2 節 東佐世保~大村線工地規劃及配置.....	13
第 3 章 心得與建議.....	18

## 圖目錄

圖 1-1 九州電力挑戰及目標.....	1
圖 1-2 九州輸電幹線概要圖.....	2
圖 2-1 東佐世保大村線新設改建工程概要.....	3
圖 2-2 深基礎設計鋼筋組立.....	4
圖 2-3 工務所及物料儲置場.....	4
圖 2-4 物料儲置場及鋼筋籠加工廠.....	4
圖 2-5 俯瞰#34 鐵塔工區圖.....	5
圖 2-6 工區現地物料堆置區.....	5
圖 2-7 #34 鐵塔工區進出通道.....	6
圖 2-8 #34 鐵塔工區安全管理措施.....	7
圖 2-9 怪手迴轉半徑警示牌.....	7
圖 2-10 開口式浪板組裝作業.....	8
圖 2-11 小型履帶吊車.....	9
圖 2-12 組裝型吊裝機.....	9
圖 2-13 材料堆置區.....	10
圖 2-14 原土太空包為整地材料.....	10
圖 2-15 #42 塔基工區臨路索道頭.....	11
圖 2-16 #42 塔基工區.....	12
圖 2-17 #42 塔基工區組裝式吊裝機及荷重表.....	12
圖 2-18 #42 塔基工區與既設送電鐵塔安全限界圖.....	13
圖 2-19 東佐世保~大村線工區劃分圖.....	13
圖 2-20 #55 塔基工區配置示意圖.....	14
圖 2-21 #55 塔基工區管理作為.....	15
圖 2-22 #56 塔基工區管理作為.....	15
圖 2-23 #56 D 腳湧水情形.....	16

圖 2-24 #56 C 腳施工計畫前後比較 .....	16
圖 2-25 #56 塔基鑽探報告 .....	17
圖 2-26 #56 A 腳施工計畫前後比較 .....	17

# 第1章 前言

九州電力公司（Kyushu Electric Power Company，九電）是日本的主要電力供應公司之一，負責為九州地區（包括福岡、長崎、佐賀、熊本、大分、宮崎和鹿兒島等縣）提供電力服務。九州電力成立於 1951 年，總部位於福岡市。該公司主要經營電力發電、傳輸和分配，並積極發展太陽能、風能和核能等再生能源，以應對全球的近零碳排趨勢和日本政府的能源政策。此外，九州電力還涉足天然氣供應、通信、資訊技術等領域，並參與海外能源項目。

九建（Kyudenko Corporation，九州電力子公司）是九州電力集團內專門從事電力和基礎設施建設的公司，成立於 1953 年。九建主要負責電力設施的設計、施工和維護，包括變電所、輸電線路、配電系統等。此外，九建也在能源管理系統、再生能源發電設施的建設與管理等方面有豐富的經驗。九建在日本國內外承攬各類能源基礎設施工程，與母公司九州電力合作推動各種電力及可再生能源的基礎設施發展。

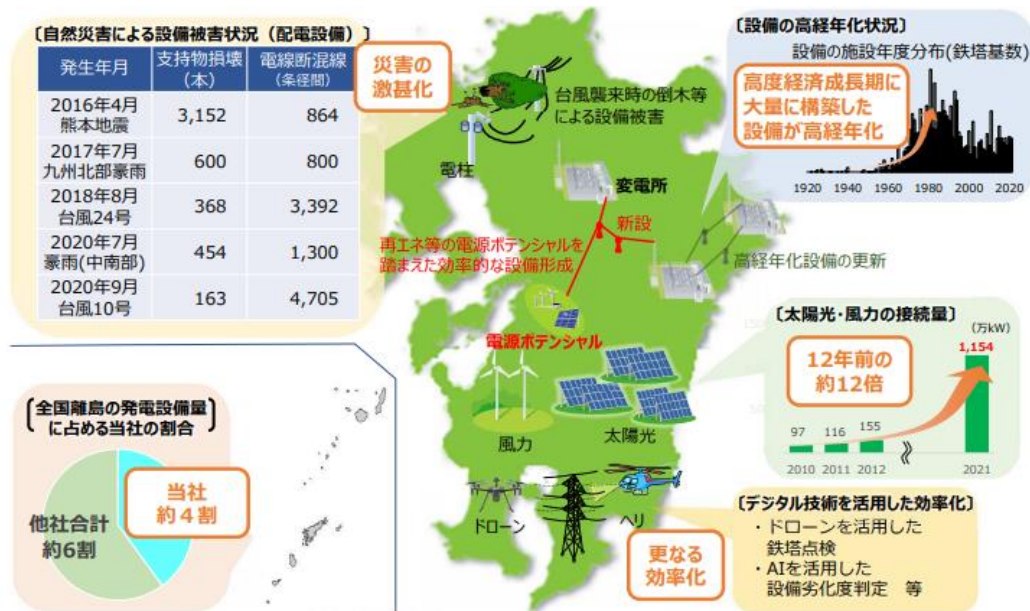


圖 1-1 九州電力挑戰及目標

我國輸電鐵塔，有大量既設鐵塔使用年限即將屆滿，未來勢必有大量鐵塔及基礎需要進行檢討、補強及汰換。日本九州不約而同地也面臨著相似的挑戰。九州地區因

地處板塊交界，面臨頻繁的自然災害，加上離島眾多，電力系統的建置與維護極具挑戰性。近年來，太陽能、風力發電等再生能源的申請量大幅增加，同時，高度經濟成長時期所建置的大量電力設備也逐漸老化，這些因素都使得九州的送配電系統面臨嚴峻考驗。為確保電力供應穩定可靠，九州電力公司必須持續投入資金，並積極尋求更具成本效益的解決方案。

為因應再生能源併網規模擴大，九州電力更是積極新建新設變電所以足敷供應量，於 2023~2027 年間計劃新建 6 所變電所（合計容量 138 萬 kW）除此之外，tsmc 赴日設廠，對於熊本地區亦是大量提升用電需求，為此九州電力計畫擴充兩所變電所設備容量(熊本變電所 100 萬 kVA、弓削變電所 30/10/25 萬 kVA)以承接擴張的供電任務。面對鐵塔、設備老化需要大規模設備更新的系統，透過組織輸電線路、精簡設備、降低維修成本等提高整體經濟效益。

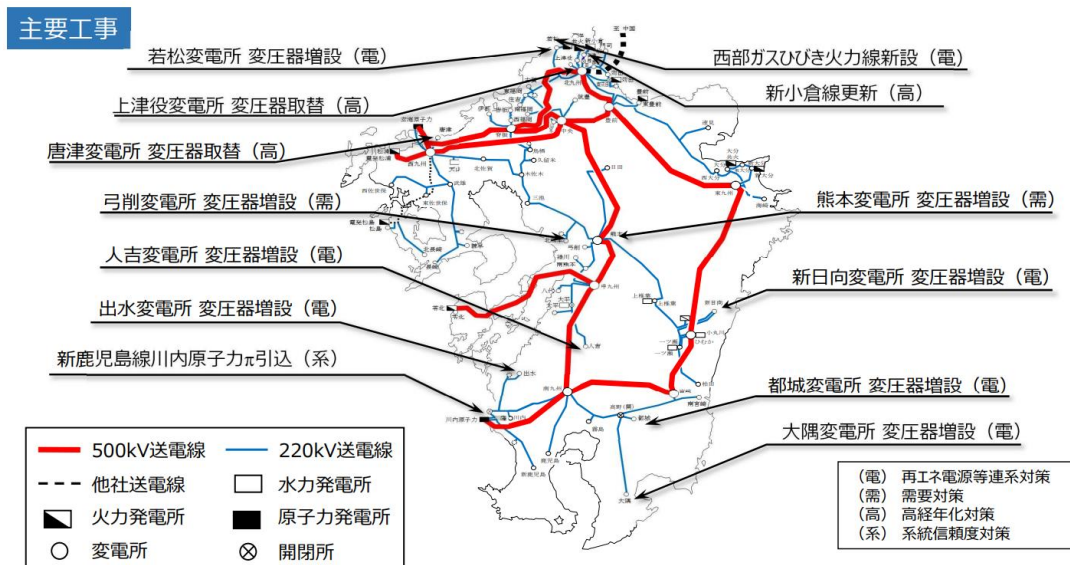


圖 1-2 九州輸電幹線概要圖

目前九州地區 500kV 輸電幹線工程已於近年陸續完竣，如圖 1-2 紅線所示。接續而至的即是上述(220/110/66kV)再生能源併網、變電所擴建之電網工程，本次實習前夕適逢強颱風侵襲，造成部分區域交通受阻，基於工作安全性，參訪標的調整至較無安全疑慮的兩線路工程「西九州~武雄線」及「東佐世保~大村線」等 5 處鐵塔基礎工區。「西九州~武雄線」之參訪工地#26 塔、#34 塔、#42 號鐵塔位於佐賀縣伊萬里市及武雄市、「東佐世保~大村線」之參訪工地#55 塔、#58 則位於長崎縣東彼杵郡。



## 第2章 過程

### 113.9.3 出國

113.9.4 西九州~武雄線 工程現況講解 塔基工地觀摩

113.9.5 東佐世保~大村線 工程現況講解 塔基工地觀摩

113.9.6 九建本社拜會社長、會長

113.9.7 返國

土建工程自規劃、設計、施工、完竣所需多時不在話下，完竣後則迎來的是運轉維護的工作，西九州~武雄線歷經 50 餘年的送電服務，經檢視其中#26~#43 共 18 座鐵塔已屆補強門檻需更新，然而在一個地域條件相對寬鬆之下，九建規劃於既設的線路旁改設鐵塔。東佐世保~大村線的新建同樣因為既設線路有著嚴重鏽蝕、腐蝕現象，在考量未來武雄 SS 110kV 系統廢除，在武雄變電所~大村變電所改建多條線路開發 66kV 系統作為對策並撤除既設不堪使用的部分。全線須改設 95 座鐵塔，主要(41 座)由九建負責承攬施工。

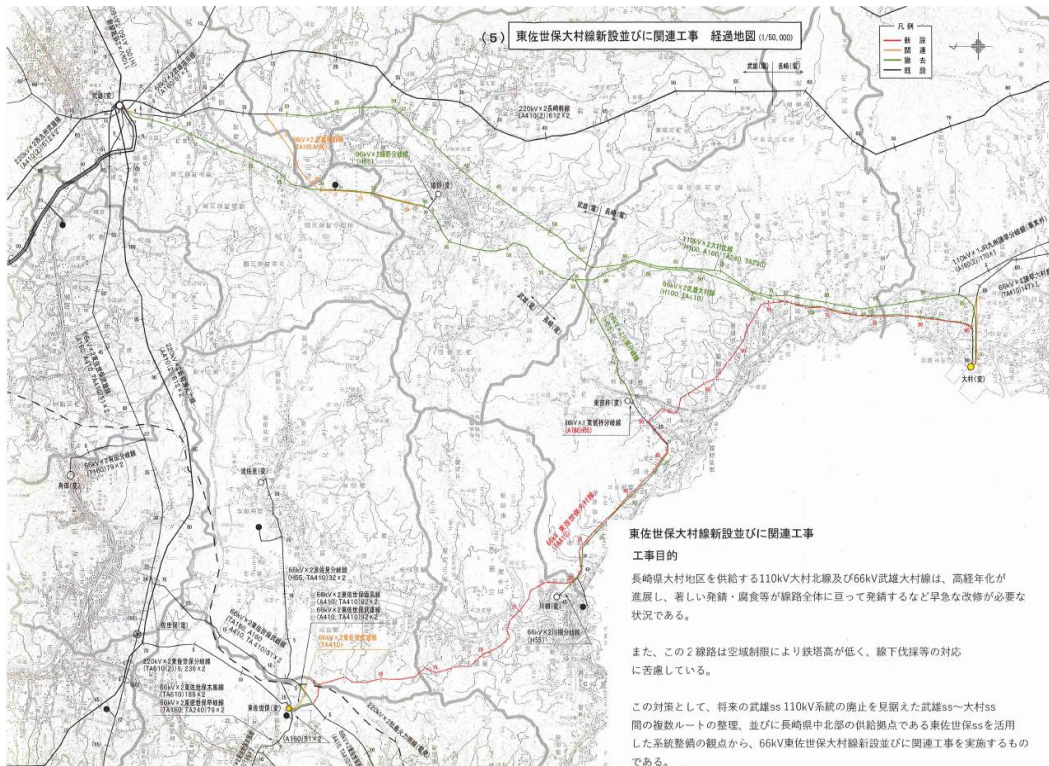


圖 2-1 東佐世保大村線新設改建工程概要

## 第1節 西九州~武雄線工地規劃及配置

本線路工程為原 220kV 改建，其中 4 座採深基礎、8 座逆 T 字、5 座擴底逆 T 字工法施作。在其規劃階段盡可能地降低環境衝擊、順應自然環境條件是一再被強調的內容。下圖所示之基礎為深基礎型式，上部結構則採鋼管鐵塔新建。

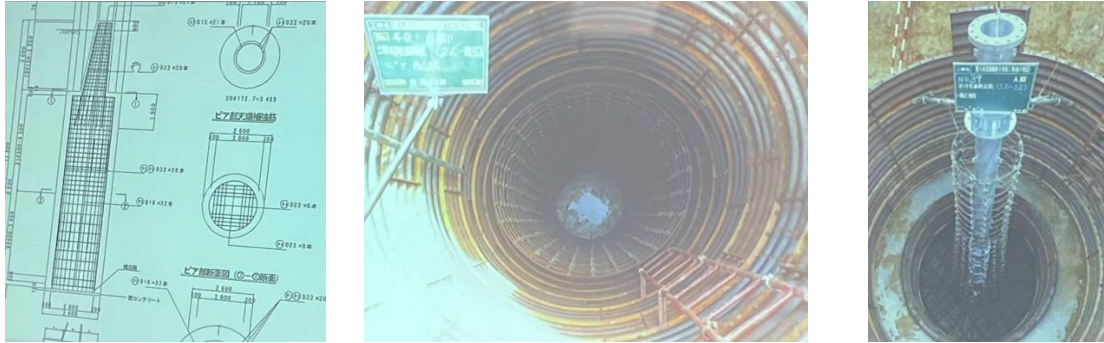


圖 2-2 深基礎設計鋼筋組立

為便於物料堆置及管理，其工務所設置處即是其置料區及加工廠，鋼管支柱、擋土襯版及機具設備條理安放並區界圍設之。



圖 2-3 工務所及物料儲置場

對於臨路條件各有不同的工地，也對應規劃不同的材料運搬、鋼筋組立方式之施工計畫。如圖於置料加工廠預先製作鋼筋籠，嗣後再運搬至現地吊裝。



圖 2-4 物料儲置場及鋼筋籠加工廠

工地除了必須提供充足的空間以滿足各項施工需求外，還需要根據實際情況妥善規劃相關設施，如工人休息區、器材堆放區、材料搬運動線等。這些設施的安排應充分考量施工流程與人員安全，避免潛在風險。如果工地空間配置不合理，可能導致施工人員面臨安全威脅。例如，器材堆放區設置不當，不僅會影響施工順暢，還可能增加事故發生的風險。因此，精準的空間規劃與合理配置，對於保障施工安全至關重要。下圖展示了一個以原生杉木林區界材料區的施工範圍，並設置了車行通道與人員休息區，為施工提供了良好的空間環境與安全保障。



圖 2-5 俯瞰#34 鐵塔工區圖



圖 2-6 工區現地物料堆置區

在規劃工區配置時，已充分考量了進出動線及機具設備進出所需的轉彎半徑，並為此預留了足夠的空間範圍。此外，為確保工區進出順暢與安全，出入車輛行經的動線已全面鋪設碎石級配，不僅有效抑制揚塵，還能達到降低地表沖蝕的效果。這樣的設計不僅有助於環境保護，也提升了施工效率與安全性



圖 2-7 #34 鐵塔工區進出通道

在工區施作範圍內，人行動線的規劃與相關設施均經過嚴謹的考量，毫不馬虎。根據以往經驗，坡地修整至一定階段後，通常即供施工人員上下通行。然而，踏勘此處工地時發現，所有存在高低差的動線，不僅在整地階段處理得當，還額外設置了塑膠止滑階梯。此舉一方面明確了人行動線，另一方面有效降低了施工期間滑倒或滾落的風險，進一步提升了安全性。在 4 處塔腳基礎施工區域，工地明確設立了標識牌及塔腳編號，這不僅提供了施工過程中的警示作用，還能幫助施工人員快速辨別現場方位，避免誤認位置，從而減少溝通錯誤及施工疏失的發生。此外，針對這些高風險區域的開口處，護欄設備設置得尤為醒目。與以往常見的臨時護欄不同，這裡的護欄直接以螺栓固定於擋土鋼浪板之上，並且使用的材料規格符合安全標準，讓人倍感安心。這種堅固的護欄設置，為施工現場提供了更高層次的保護，極大地降低了工地安全風險。



圖 2-8 #34 鐵塔工區安全管理措施

在每個塔腳編號的上方，還特別設置了該塔腳設計概要的護背板，不僅可供施工人員註記目前的工程進度，還讓現場的作業人員能簡明扼要地掌握當前的工作任務與進展，增強了整體溝通效率與協作效果。另外，工區中使用的怪手機具也展現了對安全細節的高度重視。特別是在機具的後方裝設了凸出物，以此劃設出一個安全防護區域，提醒施工人員避免靠近。這種設計猶如多加了一道保險，防止因人員疏忽而引發的撞擊事故，進一步提升了工地作業的安全性。這些細緻的規劃，充分顯示了施工單位對於人員安全的關注與專業管理。



圖 2-9 怪手迴轉半徑警示牌

緊接著來到#26 塔基工區，這裡與前述區域不同，是一處施工腹地較為狹窄的深基礎工區。儘管空間受限，現場仍在有條不紊地進行基礎各腳的挖掘作業。從下圖可見，工地正在進行擋土浪板的組裝作業。值得一提的是，這次採用的擋土浪板與近年由中區施工處提案開發的開口式波浪鋼板相同。經就教日本方面，他們在類似施工中採用的方式是，在基樁混凝土澆置時，同時將擋土浪板後方的孔隙填實，這樣的做法與輸工系統現行的施工規範有明顯差異(要求每隔 1.5 米就需要進行背填灌漿)相較之下，日本方面的做法大大簡化了工序，提升了施工效率。



圖 2-10 開口式浪板組裝作業

面對這處空間較為侷限的深基礎工區，工地仍然靈活配置了一台吊裝機，確保出土與吊裝材料作業的高效運行。經了解，這台吊裝機具是現地組裝搭建的，所有零件先由小型履帶吊車逐一運輸至指定位置，再進行逐步搭建。相較於傳統四座門型吊裝架的搭建方式，這種作法不僅更靈活，還顯著提升了施工進度和效率。如此精心的設備選擇與部署，讓施工團隊在空間有限的情況下，依然能有效應對工作需求，保障工序順利推進。



圖 2-11 小型履帶吊車



圖 2-12 組裝型吊裝機

在進行開挖和浪板組裝的階段，工程所使用的主要材料包括鋼浪板、螺栓等。在開挖面旁專門圈劃了一處材料堆置區，所有物料被整齊有序地堆放，分組擺放著每個環節所需的用料，包括鋼浪板、安裝所需的螺栓袋、上下爬梯等。鋼浪板側邊的塗裝設計也大大提升了物料辨識的方便性。即便此工地剛經歷了強颱侵襲，現場環境依然維持得當，這得益於工地對每一處細節的嚴格要求。出土後用來裝載的太空包沒有任何破損，依照計劃規劃妥善堆放，展示出工地的高效管理與精確執行力。

在初次踏訪的前兩個工地，給人印象深刻的還有其原始自然環境，這兩處工地都位於大片的杉木林中。就教日本方面，在九州，許多土地被規劃為農林用地，杉木作為經濟樹木，用來生產木材等相關產品。當遇到基礎建設需求時，徵用這些杉木林作為電力設施用地的阻力相對較小，並不像在台灣那樣面臨巨大挑戰。在工地現場，部分臨時的擋土設施直接使用現地砍伐下來的杉木作為擋土樁或橫桿，這樣的設置方式比起傳統的水泥構造物更貼合當地的自然景觀。這種工法不僅融入了周圍的環境，也展現出一種環保與實用相結合的施工理念。



圖 2-13 材料堆置區



圖 2-14 原土太空包為整地材料



當天的最後一站來到了#42 塔基工區，該塔基的基礎形式同樣為深基礎，規格為內徑 2.6 米、深度 11.5 米，目前的工程進度為鋼筋綁紮已完成，正待進行灌漿作業。由於此工區距離車行道路較遠，因此運輸計劃採用了索道系統來進行材料的運搬。在山下的索道頭位置，因為是重車（運土車）進出的主要通道，鋪面同樣鋪設了碎石級配，不僅有效抑制了揚塵，還能保持地面穩定，減少地表沖蝕風險。此外，索道頭周圍設置了完整的圍界，不僅清楚標識了工作區域，還避免無關人員誤入而產生安全隱患。這樣的周密設計充分考慮了交通便利性與施工安全性，使得即便是遠離主要道路的工區，也能維持高效、安全的施工進度。



圖 2-15 #42 塔基工區臨路索道頭

從索道頭仰望，可以清晰地看到吊運材料的路徑一路延伸至施工區域。地表經過砍伐後，部分樹幹特意保留了一定高度，並橫向放置砍伐下來的樹幹，這樣的佈置頗似台灣水土保持工地常見的打樁編柵工法，既能穩固地表，也能有效防止土石流。此外，沿著這條路徑安裝了灌漿管，直達工地，為不臨車行道路的工區量身打造了獨特的施工規劃。

人員進出工區時並不能使用索道溜籠，而是沿著巡林路步行而上。在這條路徑上，設置了標示清晰的指示牌，指引方向直達塔基工區。針對路徑上存在風險的區域，工地貼心地設置了醒目的警示牌，提醒施工人員注意安全，避免碰撞或受傷。這些設施展現了對人員安全的高度重視，並確保了即便是在地勢較為險峻的環境中，仍能以有序、安全的方式進行施工。



圖 2-16 #42 塔基工區

即使在這個動線障礙較高的區域，工區仍設置了一台組裝式吊裝機，以滿足施工需求。與吊裝機一同設置的，還有荷重曲線及安全線界的示意圖，固定在吊裝機旁，便於工程人員和作業主管隨時參考，確保操作管理的安全性與精確性。然而，正如前述，本工程為既有設施的改建工程，部分鐵塔鄰近正在運行的送電設備，這對施工提出了更高的安全要求。在施工規劃階段，所有機具設備的安全限界、防感電措施已經仔細定位。現場除了設置吊臂安全長度和間隔距離的示意圖，還增加了額外的安全防護措施。據了解，工地採用了實體警示繩索，並配合實時攝影與影像辨識技術，確保外物不會侵入工區並引發感電危險。這些嚴謹的防護措施有效降低了鄰近送電鐵塔施工的風險，為施工人員提供了更加安全的工作環境。



圖 2-17 #42 塔基工區組裝式吊裝機及荷重表



圖 2-18 #42 塔基工區與既設送電鐵塔安全限界圖

## 第2節 東佐世保~大村線工地規劃及配置

於隔日首先踏訪的是東佐世保~大村線#55 塔基工區。正如先前提及，本次改建工程包含了眾多鐵塔的設置與改建，總數超過 90 座，此外還涉及既有設施的撤除等多項施工內容。施工計劃書中的管制表非常清楚地展示了各類施工資訊，透過顏色來區分不同的施工協力廠商，並使用不同的形狀來表示各鐵塔的基礎形式。計劃書中還詳細標示了穿越的重要設施，如新幹線、高速公路、河川等，讓所有施工人員能對施工區域的複雜性有更明確的理解。這樣的細緻規劃，有助於協調多方作業，確保整個工程進行順利，並減少與其他重要設施的干擾與風險。

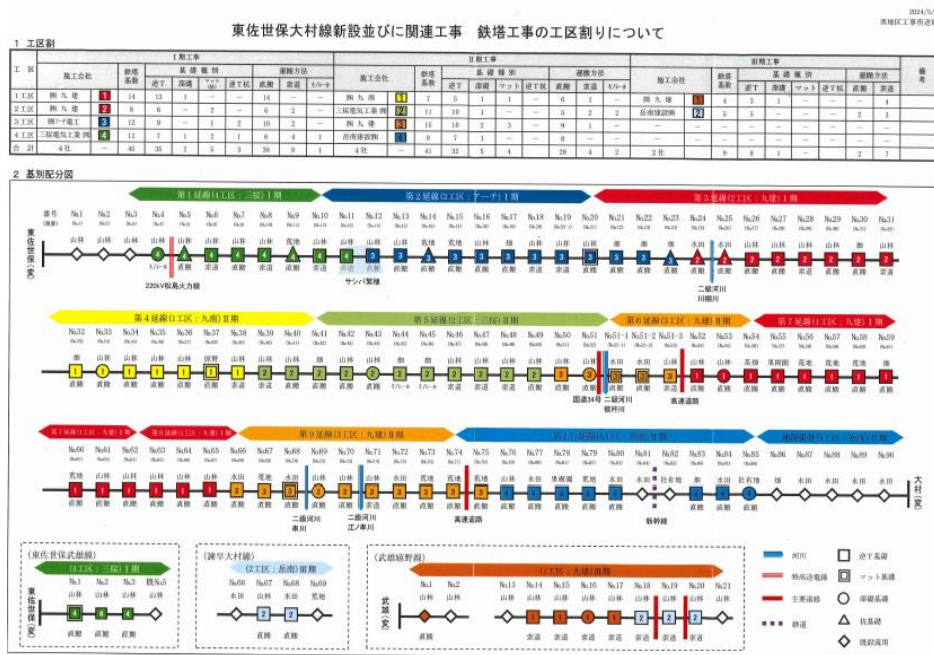


圖 2-19 東佐世保~大村線工區劃分圖

由於這次工程是因應既有 110kV 電塔的廢除與新建 66kV 電塔，鐵塔高度隨之降低，對應的基礎規模也進行了調整。當天參訪的兩座鐵塔皆為逆 T 型基礎，儘管基礎結構的開挖規模相對較小，但整體的施工規劃與安全細節依舊相當嚴謹、毫不鬆懈。

首先，施工計劃書中的工區配置圖被參考和實施得非常到位，圖中清楚標示出各個工區配置，並透過顏色區分各物件的位置，如出土堆置區、材料堆放處等，甚至連人員的休息區與吸菸區也都精確標示。在進入工地後，實地所見與計劃書中所陳設的工區配置完全一致，沒有任何意外或疏漏，顯示出施工單位對規劃與執行的一絲不苟。在細節處理上，工地拉設的電線全部綁上了醒目的識別帶，並吊掛在立柱上，避免電線落地，從而消除了因電線受損漏電而引發人員感電的風險。這樣的安排，充分展現了工地對安全的高度重視。

與台灣常見的工地管理不同，這裡的工地還設置了抽送風的鼓風設備，但日本方面將其安置在與擋土鋼浪板固接的平台上方，而不是放置於地面。這樣一來，抽送的空氣不會直接從地面吸入揚塵和土石，而是清潔的空氣被送入坑口內的施工空間，進一步提升了工地的施工環境質量和人員安全。這些精心設計的細節，都展示了日本工地管理在工安與環境保護方面的細膩與周全。

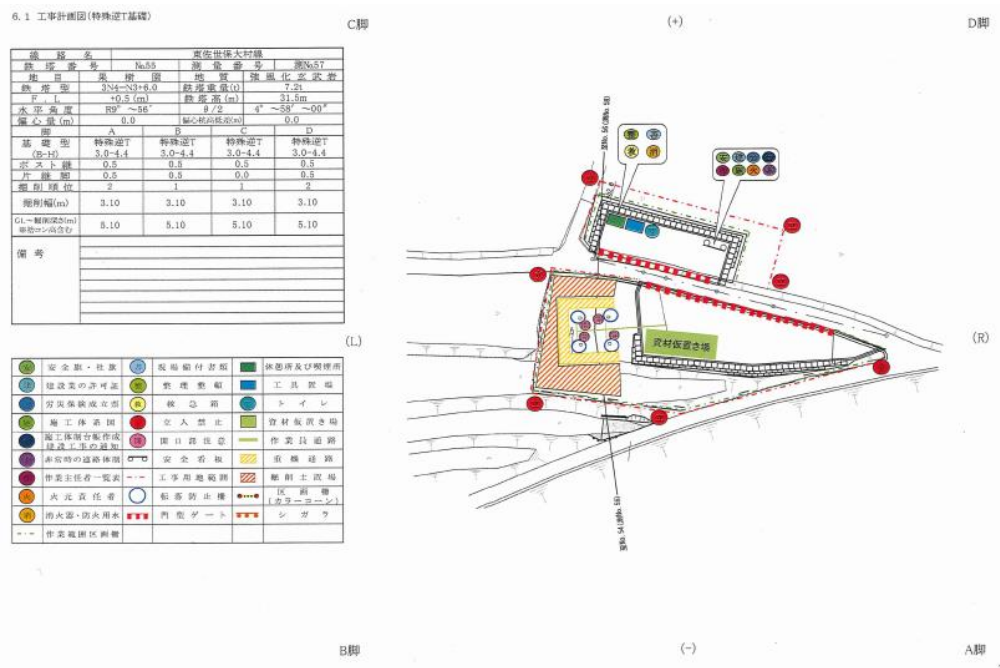


圖 2-20 #55 塔基工區配置示意圖



圖 2-21 #55 塔基工區管理作為

接續再訪的是#56 塔基工區，其中 B、C 塔腳已挖掘完成，故現場以帆布加菱形網覆蓋。在這幾天參訪的所有工區中，每一處進出口都設置了警示繩，這些警示繩的主要作用是提醒進出工地的工程機具和車輛注意載運物品的高度，避免因超高而觸及周邊的配電線路，從而引發觸電或停電事故。這一細節體現了工地對安全的高度重視，特別是在既有電力設施密集的区域，任何一處疏忽都可能帶來嚴重後果。



圖 2-22 #56 塔基工區管理作為

在聆聽工程簡報時，本工程現場代理人(同台灣工地主任、工地場所負責人)表示這處塔基工區遭遇到較多困難及麻煩。在 B、C 腳開挖至接近目標高程時，出乎意料的有湧水的發生，這使得原先的施工計劃受到影響。做為緊急應變處理措施，原先規劃設計的開挖擋土、灌漿計畫都做了調整。



圖 2-23 #56 D 腳湧水情形

原先的施工計劃是開挖並設置 10 環的擋土浪板，接著進行綁筋、埋置基礎鋼管、組模灌漿，再拆除擋土浪板並回填原土。然而，由於湧水的意外發生，現場立即調整了施工方法。在第 9 環時，改採開口式擋土浪板來進行背填灌漿，並增加了第 11 環。此外，最後兩環的擋土浪板則不再拆除，直接回填進土壤中，以確保基礎穩定。

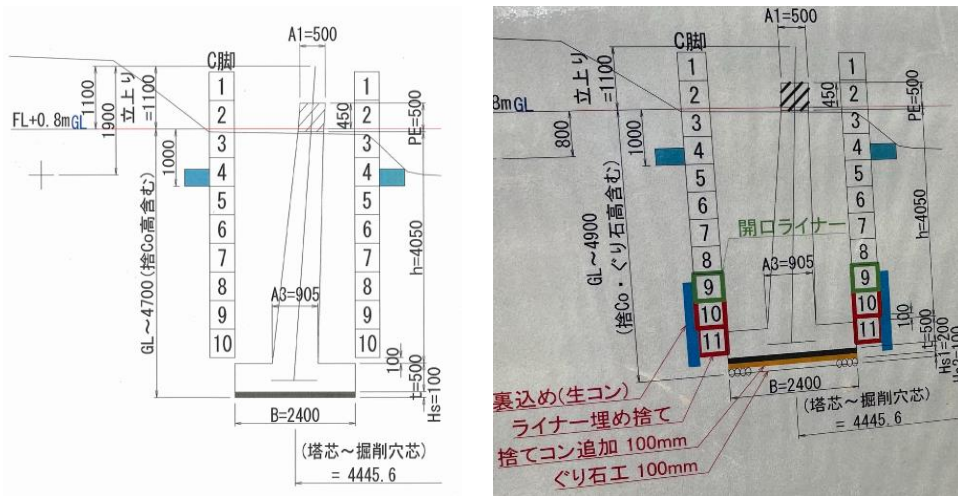


圖 2-24 #56 C 腳施工計畫前後比較

一般施工過程中，為了避免出現預期外的突發狀況，會執行必要的工程調查（如鑽探）來確認基地的地質和水文條件，但在此工地，比對施工計畫內的鑽探報告，並未發現有關地下水的註記。因此，面對這類突發的湧水狀況，現場工程人員的經驗和應急反應能力就顯得至關重要。他們能夠迅速調整施工方案，並採取適當的補救措施，

這不僅展示了專業技術能力，也凸顯了對工程安全和品質的嚴格把關。

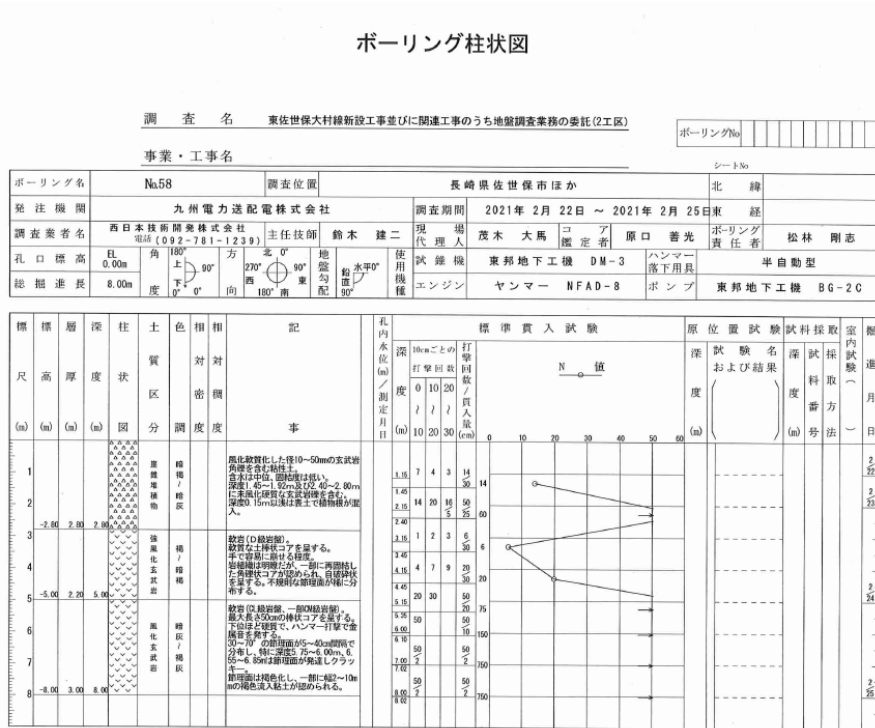


圖 2-25 #56 塔基鑽探報告

除了處理 B、C 塔腳突發的湧水情形外，現場代理人黑田先生還分享了工程團隊將這些經驗回饋至剩餘的 A、D 塔腳的做法。在施工規劃上，自第 6 環開始，偶數環採用開口式浪板，這樣的設計便於進行背填灌漿，作為固定和臨時止水措施。此外，根據 B、C 塔腳的經驗，在基礎計畫的底部高程上也加鋪了碎石級配，以增強穩定性。因應現地情勢的變化，兩基礎的擋土浪板計畫也隨之調整，選擇直埋而不再取出。

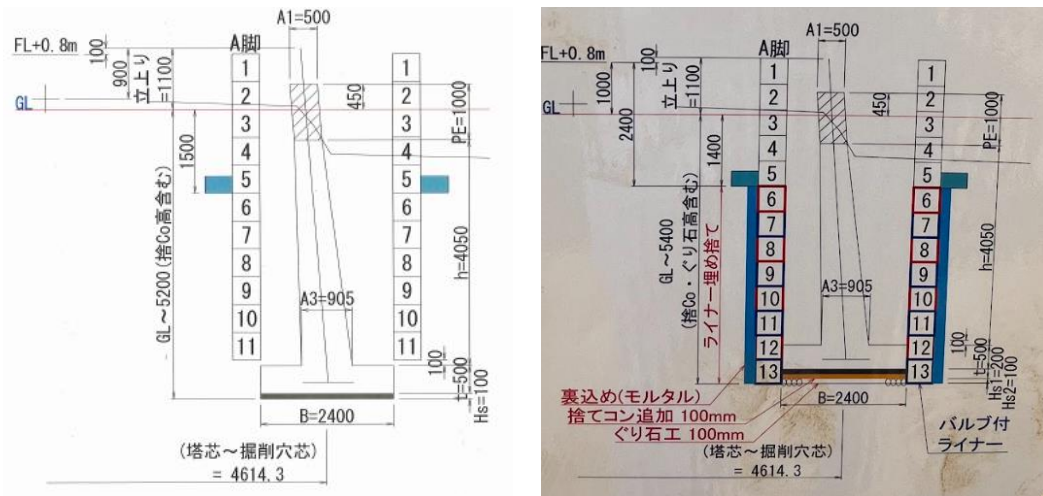


圖 2-26 #56 A 腳施工計畫前後比較

### 第3章 心得與建議

**日本電力基礎設施的持續更新與精益求精** 九州電力公司及其子公司九建在面對老舊設施的更新需求時，展現了強大的規劃與施工能力。日本九州地區面臨的自然災害挑戰，如地震、颱風，進一步強調了電力基礎設施的耐用性與韌性。本次參訪的鐵塔更新工程，從選址、基礎設計到施工過程的安全管理，均展現了九建在施工精細度和效率上的專業水準。尤其是在深基礎和擋土浪板的應用，充分考量到地質及環境變化，這種靈活應變的作法令人印象深刻。

**工地管理與安全措施的細緻規劃** 工區內的物料堆置、運輸動線及人員進出動線的設置，極具條理與系統性。從現場的鋼筋籠組裝區、材料堆放區到進出通道的細緻規劃，充分顯示了日本工程管理的高標準。尤其是施工過程中，對環境影響的控制，如揚塵抑制、地表沖蝕防止，以及對工人安全的高度重視，讓人深感日本在工程安全管理上的精益求精。例如，使用塑膠止滑階梯及護欄設計，體現了細微處的安全考量。

**先進機具設備的導入與應用** 九州電力與九建的工程中，充分利用了先進的機具與設備，大大提高了施工的效率與安全性。像是現場組裝式吊裝設備，在出土、吊料都帶來工率上的提升。本以為這樣的工地環境建置會相當耗時，實際則不然，以西九州~武雄線#42 索道工區為例，僅以兩周的時間就得以配置好索道、組裝式吊裝設備的配置。我們也應考慮導入此類設備來縮短工時並提高精度，尤其是避免因人工作業可能導致的誤差或危險。

**善用管理手段避免浪費工時、材料與工序** 在九建的施工現場，能清晰看到施工計劃書的落實執行，而非僅作為一個形式或論文般的文件。他們不僅辨識出施工中的重要與次要任務，還強調效率與實用性的平衡，確保不浪費任何工時、材料或工序。這樣的管理方式使施工進度保持穩定且節省成本。我們可以學習這種有效的管理方法，避免繁瑣的行政程序，將重點放在實際施工的品質和效率上。

**農林地開發與水土保持的不同考量** 在九州的施工過程中，由於當地的民風民情與台灣不同，農林地的開發相對較無阻力，加快了許多公共建設項目的進行。而值得



注意的是，台灣對於水土保持有嚴格的規定，但日本在這方面的法規相對寬鬆。

我國目前有大量既有輸電鐵塔面臨老化，未來必須進行大規模的更新與汰換工作。九州電力與九建在面對同樣問題時，展示了在老舊設施更新中的提前規劃、靈活設計及施工工法的選擇。建議我國相關單位可借鑑其經驗，在鐵塔及其他電力基礎設施的更新計劃中，提前做好規劃，並加強地質、災害風險評估，確保電力系統在面對自然災害時具備足夠的韌性。總結來說，此次九州電力與九建的參訪為我們提供了許多寶貴的經驗與靈感，從先進的機具設備應用，到有效的管理手段、工地安全與工法選擇，我們應在符合台灣本地規範的前提下，靈活應用他們的成功經驗。