

誌謝

本次出國計畫得以順利成行，感謝南區施工處經理、副經理給我如此機會及協助。當被通知奉派出國時，知道這是公司賦予我一項重要任務，因此行前給自己不少壓力，希望能利用既有資源發揮最大效益並回饋給公司。

本次參訪承蒙日立公司台北分公司給予行程安排方面之鼎力協助，讓參訪過程雖然緊湊但卻充實，期間雖遇上日本今年度最大颱風及地震，但新幹線高速行駛在東京->日立市時，雖然車外風雨交加，更加深心中的信念，原訂行程雖因雨稍有耽擱，卻是一種難忘的體驗。

報告內容

壹、	實習緣由及目的-----	1
貳、	出國行程-----	2
參、	參訪與討論內容-----	3
	東海變電所(東海市)	
	名城變電所(名古屋市)	
	Hitachi Kokubu Plant(日立市)	
肆、	結論-----	19
伍、	建議-----	20

圖目錄

- 圖一 東海變電所系統示意圖
- 圖二 Shinmekia Tokai 275kv 線斷面示意圖
- 圖三 東海變電所內 Shinmekia Tokai 275kv 線 GIL 固定座(水平段)
- 圖四 東海變電所內 Shinmekia Tokai 275kv 線 GIL 固定座(垂直段)
- 圖五 圖五 名城變電所位置示意圖
- 圖六 名城變電所各樓層配置示意圖
- 圖七 台電公司員工安全帽標籤(建議)
- 圖八 台電公司承攬商員工安全帽標籤(建議)
- 圖九 Spring type cable cleat(一)
- 圖十 Spring type cable cleat(二)
- 圖十一 Hanging type cable cleat
- 圖十二 垂直轉彎段電纜固定方式

表目錄

表一-----

表二-----

壹、實習緣由與目的

本公司目前已興建世貿 D/S，未來本處轄區內可能規劃興建經貿 D/S(地下變電所)，因目前地下變電所電纜設計經驗較欠缺，因此本次出國實習「地下變電所輸電線路防止滑落佈纜設計及施工技術」，將拜訪日立公司並藉由廠商安排參觀中部電力公司多所變電所，觀摩日本電力公司在規劃、設計「地下變電所」之電纜佈設時，採何種設計方法以及採取何種對策以防止電纜滑落，提升本公司日後地下變電所、傾斜地之電纜止滑設計及施工技術，確保輸電線路正常運作以降低公司損失。

貳、出國行程

一、93.10.18：高雄->中正機場->日本東京

二、93.10.19~93.10.22：

中部電力公司東海變電所(東海市)

中部電力公司名城變電所(名古屋市)

Hitachi Kokubu Plant(日立市)

三、93.10.23：日本東京->中正機場->高雄

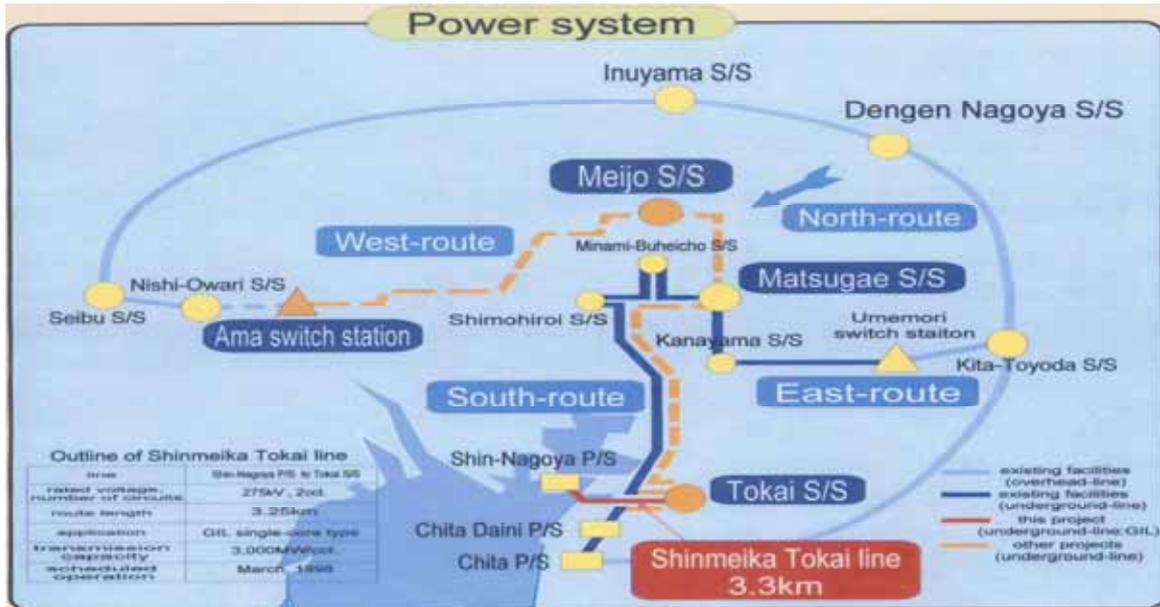
註：(1) 93.10.19~20 日本今年第#10 颱風侵襲日本

(2) 93.10.23 日本新瀉大地震

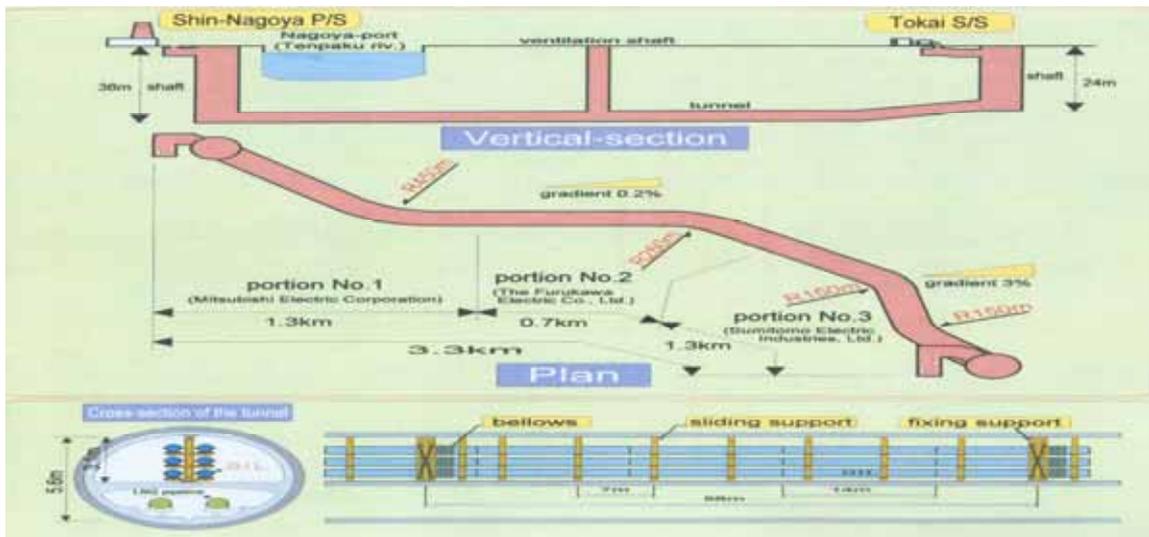
參、參訪與討論內容

一、中部電力公司 東海變電所(Tokai substation)

東海變電所之引接電力系統如圖一所示，本次參觀東海變電所內之 Shinmeika Tokai 275kv 線，該線路係以二回線 GIL(Gas Insulator transmission Line) 施設，線路長達 3.3KM，是目前全球最長之 GIL 輸電線路。本線路因經名古屋海港，故以 5.6M ϕ 潛盾洞道施設，洞道間設一處通風口，如圖二示。因本課目前辦理中之鎮北~中島 161KV 地下電纜統包工程，亦採潛盾穿越高雄港，因此工程性質相似，故對於 Shinmeika Tokai 275kv 線所採取之各項照明通風等設備產生高度興趣，經詢工程人員表示，該洞道內之照明燈具並未特別採防爆型燈具，僅考慮一般機械式抽、送風，避免維護人員至洞道內時因空氣不佳發生危險。



圖一 東海變電所系統示意圖



圖二 Shinmekia Tokai 275kv 線斷面示意圖

因 GIL 係以 SF₆ 絕緣，不會產生有毒氣體，因此洞道內亦未設有氣體

偵測器；此外，中部電力公司於 GIL 上加裝防滑、防震固定座(Spacer)，可防止 GIL 滑動，對於系統穩定供電有極大幫助。(詳附圖三、四)



圖三 東海變電所內 Shinmekia Tokai 275kv 線 GIL 固定座(水平段)



圖四 東海變電所內 Shinmekia Tokai 275kv 線 GIL 固定座(垂直段)

上述防震、防滑固定座係供 GIL 線路使用，是否可用於電纜線路仍值得進一步研究，回國後初步詢問日本古河電工、J-POWER 等廠家均

表示，目前仍無相關資料可查證在日本有將該固定座用於電纜線路。另 Shinmekia Tokai 275kv 線使用 GIL 方式傳輸電力之容量約為傳統地下電纜(2500MM²XLPE)之輸送容量之 3 倍，因此是否國內可參考並引用，應進一步對其建設、營運成本作效益分析。

二、中部電力公司 名城變電所(Meijo substation)

名城地下變電所位於名古屋市最著名之名古屋城旁，是典型設於公園內之地下變電所(詳圖五)，該變電所開挖深度達 32.5 米，面積約 90 米*86 米，土木施工方法係採逆打工法。工程人員表示因地下變電所開挖深度較深，為避免造成臨近建築物傾斜、下陷及龜裂，目前在日本大多採逆打工法。

其施工過程對當地環境的衝擊降至最低，且興建完成後完全融入當地景觀，因此曾獲日本政府頒發「Urban Design Prize」，對此，中部電力公司一直引以為傲及日後變電所興建之標竿，名城變電所係地下五樓之建築，其中 B2F 為停車場、B3F 為 GIS 室及控制室、B4F 為電纜整理室、B5F 為主變壓器室(詳圖六)，其引入輸電線係由地下洞道經 B5F、B4F 至 B3F 室。

參觀過程可以看出變電所內幾乎一塵不染，且空間十分寬敞，顯見施工維護人員之用心，此外，變電所設有完整之簡報設備及變電所

介紹文件，可針對各種參觀、研習人員予以完整介紹，建議本公司相關變電所(供參觀用)於規劃階段，亦可預留一間簡報室，可供日後向參訪者簡報。

在參訪過程中，注意到中部電力公司工程人員安全帽上貼有一張標籤，註明服務單位、姓名及血型，經再一步詢問後，瞭解此作法係防範事故發生後，可立即召集同血型同仁捐血搶救，以縮短搶救時間，此舉對於工安事故發生後之搶救有極大助益，因此擬建議公司參考採納，並於工程契約中規定承商比照辦理，依中部電力公司之作法，初擬標籤如圖七、圖八。



圖五 名城變電所位置示意圖

Size of Building			Use	
Area	Surface	1,178m ²	B2F	Parking lot for public (Accommodation for 117 cars)
	Basement	7,550m ²	B3F	Gas insulated switchgear and cooling tower room
	Total floor	29,800m ²	B4F	Cable laying room, Control and protection relay room
Dimensions	Length	90m	B5F	Main transformer and shunt reactor room
	Width	86m		
	Depth	32.5m		

圖六 名城變電所各樓層配置示意圖

台 灣 電 力 公 司		約 4 公分
服務單位	南區施工處	
姓名	張 XX	
血型	O 型	
約 8 公分		

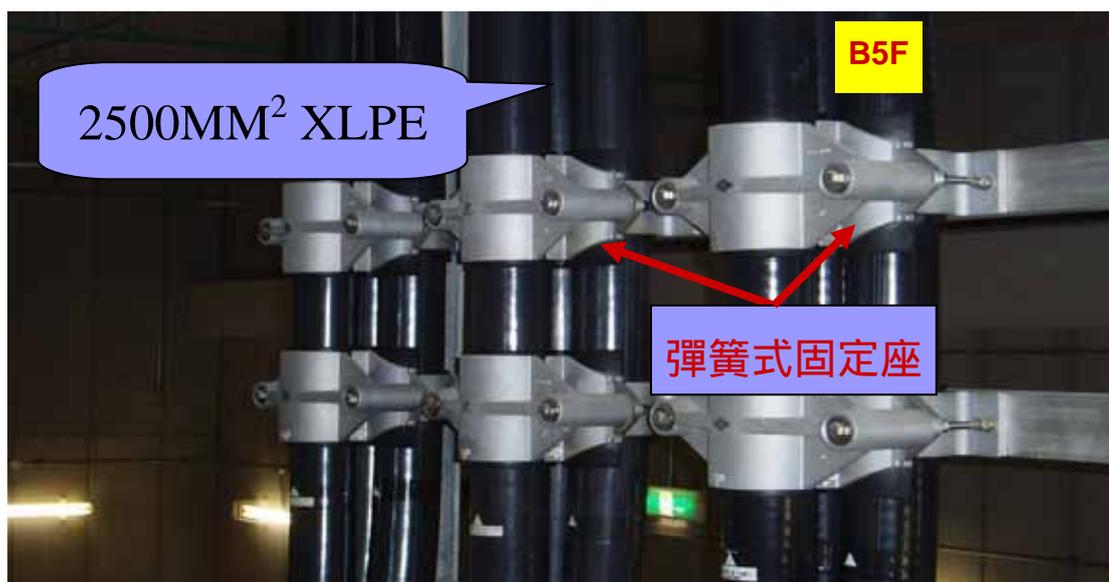
圖七 台電公司員工安全帽標籤(建議)

XXXXXXXXXX 工程股份有限公司		約 4 公分
姓名	張 XX	
血型	O 型	

約 8 公分

圖八 台電公司承攬商員工安全帽標籤(建議)

因名城變電所引接之電纜係由 B5F 經 B4F 至 B3F GIS 室，其中垂直上升段為避免因高低差過大致電纜滑落，間隔約 50 公分裝設彈簧式固定座(Spring type cable cleat)固定，如圖九、十，此外，在 B4F 引至 B3F 時，裝設懸掛式固定座(Hanging type cable cleat)固定，如圖十一。



圖九 Spring type cable cleat(一)



圖十 Spring type cable cleat(二)



圖十 Hanging type cable cleat

擬就上述二種固定座特性說明如下：

(一)彈簧式固定座(Spring type cable cleat)

日本的交連 PE 電纜已廣泛的使用無金屬護套之彈簧式電纜固定座，但首要考慮的是適當之固定力，以防止電纜變形，愈高之拘束力則電纜所承受之表面壓力愈大，依過去經驗，如果電纜絕緣層變形率(maximum diameter-minimum diameter)/insulation thick *2) 低於 5%，將不會影響絕緣。因此，彈簧式固定座的設計概念是如何去控制電纜絕緣層變形率低於 5%，由表一及表二可以看出為防止電纜絕緣層損壞，對於單相彈簧式固定座及三相彈簧式固定座施在電纜之表面限制在 5.0 kg/cm^2 、 2.0 kg/cm^2 。

(二)懸掛式固定座(Hanging type cable cleat)

懸掛型之電纜固定座通常並無在使用，此係依變電所之需要特別另行製作，基本上，懸掛式固定座係應用在垂直軸底部之中間部分。然而若設計不當，電纜整軸將產生螺旋狀變形，故在長期運轉及設計尚未標準化前，暫不推薦此類型之固定座。

(三)本公司目前作法

日本對於地下變電所防止電纜滑落之採取對策如上所述，分別於垂直段施設彈簧式固定座(Spring type cable cleat)固定，引接至終端匣之轉彎段則加裝懸掛式固定座(Hanging type cable cleat)固定。本公司目前作法與日本做法部份不同，茲述如下：

(1)垂直方式

本公司目前電纜設計如須沿變電所電纜整理室之牆壁施設，且垂直高度大於 4 米時，垂直部份須以蛇行佈設，且垂直蛇行段每間隔 3M 及始末兩端須以彈簧式固定座固定，垂直高度在 4 米以下時則以一般直線段方式固定，每間隔 1.5M~2.0M 以彈簧式固定座固定。

(2)路徑轉彎

電纜經轉彎處時，於電纜彎區段前後之直線段部份須以彈簧式固定座固定，電纜轉彎上升至終端匣時，於電纜轉彎上升前之直線

段部份須以彈簧式固定座固定，如圖十二，至於懸掛式固定座，本公司並未採用。

圖十二 垂直轉彎段電纜固定方式

三、Japan AE Power System Corporation (Kokubu plant)

日本 AE Power 國分工場(其前身爲日立國分工場)係於 2001 年由日立、富士及明電舍等三家公司以共同承攬設立，其主要生產產品如下：

- Gas Insulated Switchgear (GIS)
- Gas Circuit Breaker (GCB)
- Lightning Arrester (LA)
- Generator Main Circuit Breaker (GMCB)
- Isolated Phase Buses(IPB)

赴國分工場參觀時，該工場相關人員詳細說明變壓器設計原理及簡報該公司生產產品，因該日恰逢颱風侵襲，考慮新幹線可能停駛致必須滯留日立市，因此無法再進一步詢問，十分可惜；此外，考量 GIS 及變壓器製造之商業機密，該公司並未同意我們參觀過程中拍照及攝影，因此無法將製造過程或設備之相關照片於本報告中提出。

肆、結論與感想

1. 職本次奉派至日本實習，承蒙日立公司、中部電力公司相關人員妥善規劃及詳細解說，行程雖然緊湊但卻也充實，尤其對於名城地下變電所印象極為深刻，從變電所內設有完整之簡報設備開始至變電所內明亮整潔，甚至幾乎一塵不染，再度體驗到日本人實事求是的精神。
2. 職在名城變電所旁看到乙輛砂石車準備將砂石傾倒在路旁前先鋪設帆布以防止損害地面，對於司機之守法及用心，非常感動。國內工程施工時大多直接將砂石傾倒於路面，何異？對於環境之重視不同。
3. 本次赴日本實習除研習日本技術外，其實文化衝擊影響更大，守法、重工安、愛惜環境..等都值得我們效法及學習。

伍、建議

- 1.目前出國實習大多著重於工程技術之提升，應可將工安、工程品質方面列為出國考察、實習之重點項目。
- 2.本公司已興建第一所地下變電所(世貿 D/S)，在正式運轉後應針對其變電所、輸電線路等方面設計施工之優缺點或附近民眾之觀點..等提出檢討，以作為日後其他地下變電所興建之參考。
- 3.參訪名城變電所期間，中部電力公司工程人員對於本公司世貿 D/S亦表高度興趣，建議加強與日本電力公司之雙向交流或合作，以提升工程技術及品質。
4. 有關中部電力公司於安全帽貼一標籤並標註員工血型，以利發生事故後搶救，擬建議公司參考採用，或推廣至承商員工。