

目 錄

一、 保密協議與報告內容	3
(一) 可公開資訊	3
(二) 授權於電力修護處員工使用	3
(三) 未獲得授權	3
二、 緣由及目的	4
(一) 緣由	4
(二) 目的	4
(三) 致謝	4
三、 研習過程	5
(一) 行程概述	5
(二) MHPS 長崎工廠研習	6
1. 工廠參觀	6
2. 高速動平衡	6
3. 議題討論	6
(三) MHPS 高砂工廠研習	7
1. 工廠參觀	7
2. 議題討論	7
(四) MELCO 神戶工廠研習	8
1. 取得文件及授權	8
2. 課程內容	8
3. 工廠參觀	8
4. 議題討論	9
四、 心得與感想	10
(一) 技術方面—注重專業	10
(二) 文化方面—注重禮儀	10
(三) 工安方面	10
(四) 紀律方面	10
五、 出國期間所遭遇之困難與特殊事項	11
六、 對本公司之具體建議	11
附件一、 MHPS 長崎工廠研習	12
(一) 高速動平衡	12
(二) 議題討論	13
1. 臨界速度高振動的改善方式？	13
2. 林口新機組之臨界速度及振型分析？	13
3. 林口新機組振動平衡資料？	14
4. 如何確保林口新機組運轉不在共振範圍？	14
5. 林口新機組運轉參數對振動之影響？	14
6. 超超臨界機組與次臨界機組振動的差異？	14
7. 使用低速動平衡機解決臨界轉速高振動問題？	14
附件二、 MHPS 高砂工廠研習	16
(一) 工廠參觀	16

1. R&D Center	16
2. Blade & Vane Repair Shop	16
3. Assembly Shop	16
附件三、MELCO 神戶工廠研習	17
(一) 取得文件及授權	17
1. 授權使用範圍	17
2. 課程文件	17
3. 額外文件	17
(二) 課程內容	18
1. 定子與轉子振動	18
2. 高速動平衡配重	20
3. 發電機維修策略	21
4. 發電機維修	23
5. 附屬設備維修	23
6. 發電機故障排除	25
7. 定子及轉子線圈重繞程序	28
8. 新技術及系統產品	30
9. 維修項目提案	30
(三) 工廠參觀	31
1. 參觀 Rotor Manufacturing Factory	31
2. 參觀 Large-capacity Generator Assembly / Testing Factory	31
(四) 議題討論	32
1. 發電機振動的評估方式？	32
2. 如何以低速動平衡機執行全速域振動測試及平衡配重？	32
3. 林口與通霄新發電機的臨界轉速？	32
4. 林口與通霄新發電機定子繞組端匝的自然頻率？	32
5. 發電機定子繞組端匝自然頻率若接近 120Hz 如何改善？	32
6. 發電機定子冷卻水偵漏的方法(僅適用於林口新機組)？	32
7. 發電機氫氣偵漏的方法？	33
8. 發電機轉子線圈是否需要經常性做脈衝測試？	33
9. 發電機轉子線圈是否需要經常性做 Spring Retainer 檢查？	33

一、保密協議與報告內容

因與相關廠商之間有保密協議，為維持各方彼此良好的合作關係，並避免不必要的法律紛爭，故本報告內容依據授權範圍分為以下三個部分：

(一) 可公開資訊

此部分內容含於「報告本文」紙本，陳核至本公司總管理處，並上傳電子檔至公務出國報告資訊網。

(二) 授權於電力修護處員工使用

此部分內容列於「報告附件」紙本，陳核至本公司總管理處，但不上傳電子檔至公務出國報告資訊網，惟考慮報告完整性，報告電子檔目錄亦包含此部分章節抬頭。

若因業務需要，可以針對此部分內容進一步聯繫討論。

(三) 未獲得授權

包括研習接觸人員之個人資訊，及研習機構提供參考，但未獲授權公開使用之資料、圖片、照片等，不列入本次報告內容。

若因業務需要，可以針對此部分內容進一步聯繫討論。

二、緣由及目的

本章說明此次出國實習之緣由及目的，並對協助完成任務之機構及人員表達感謝之意。

(一) 緣由

通霄電廠更新擴建計畫採用日本三菱電機株式會社之發電機與相關設備，其中新一機已於 106 年試轉，107 年商轉，且預定於 108 年進行首次 MI 大修 (Major Inspection)。

本隊(電力修護處中部分處第三工作隊)負責通霄電廠發電機大修工作，為因應未來業務需要，必須儘早引進發電機大修技術，準備大修工具儀器，建立標準作業程序，進行維修工作人員訓練，故必須安排至設備原廠實習，以確保後續大修工作能符合新機組特性要求，使大修工作能如期如質進行及完成，維持大修後機組能正常運轉。

(二) 目的

學習通霄電廠新機組發電機大修技術，建立大修作業程序及準備工具儀器，以便將來進行維修工作人員訓練，承做通霄電廠新機組發電機大修工作。

發電機大修技術包含發電機端部組件之拆卸、檢測、安裝、調整，發電機轉子抽出及回裝，發電機定子與轉子線圈內阻與絕緣檢測，發電機轉子線圈極平衡檢測，發電機磁場集流環與碳刷組件之拆卸、檢測、安裝、調整，發電機定子與轉子線圈內阻與絕緣檢測，發電機定子與轉子之槽楔檢查，發電機主引線套管檢修，發電機氫氣冷卻器拆卸、檢測、安裝等。

(三) 致謝

感謝 MHPS (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, 三菱日立パワーシステムズ株式會社)及 MELCO (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION, 三菱電機株式會社)提供研習所需的工廠參訪、大修課程與議題研討。

感謝 MELCO 台北辦公室及代理商菱金股份有限公司協助聯絡及安排本次出國研習行程及課程內容。

感謝公司長官與同事的支持與鼓勵，並在出國研習的過程中給予必要的協助，否則無法順利完成這項任務。

三、研習過程

本次出國任務應用本公司 107 年度第 85 號「通霄電廠更新擴建機組發電機大修技術實習」出國計劃。此次任務分為 MHPS 長崎工廠、MHPS 高砂工廠、及 MELCO 神戶工廠研習等 3 個部分，以下分別對整體出國行程及個別機構的研習內容進行概要說明。

(一) 行程概述

時間	地點	工作概要
107 年 7 月 30 日 日本時差 +1 小時	台灣 彰化→ 台灣 桃園機場→ 日本 福岡機場→ 日本 博多車站→ 日本 長崎	往程(彰化→長崎)
107 年 7 月 31 日 至 107 年 8 月 1 日	MHPS 長崎工廠	研習
107 年 8 月 2 日 至 107 年 8 月 3 日	MHPS 高砂工廠	路程(長崎→高砂) 研習
107 年 8 月 4 日 至 107 年 8 月 10 日	MELCO 神戶工廠	路程(高砂→神戶) 研習
107 年 8 月 11 日 台灣時差 -1 小時	日本 神戶→ 日本 大阪關西機場→ 台灣 桃園機場→ 台灣 彰化	返程(神戶→彰化)

備註：8 月 4、5、11 日為假日。

(二) MHPS 長崎工廠研習

MHPS 長崎工廠提供林口電廠新機組之蒸汽渦輪機，及林口與通霄電廠新機組之振動監測設備，此處研習重點為機組振動與平衡。

1. 工廠參觀

參觀 Turbine Shop，觀摩蒸汽渦輪機之機件加工、組裝、及測試等過程。

2. 高速動平衡

Turbine Shop 內有高速動平衡機，可以針對組裝完成的蒸汽渦輪機轉子，進行從低於額定轉速、額定轉速、至超速跳脫轉速之全速域振動測試，並依據測試結果進行配重，消除蒸汽渦輪機轉子的不平衡，確保蒸汽渦輪機運轉時的振動值在標準範圍內。

詳見附件一、(一)高速動平衡。

3. 議題討論

- (1) 臨界速度振動高的改善方式？
- (2) 林口新機組之臨界速度及振型分析？
- (3) 林口新機組振動平衡資料？
- (4) 林口新機組運轉參數對振動之影響？
- (5) 超超臨界與次臨界機組振動的差異？
- (6) 使用低速動平衡機解決臨界轉速高振動問題？

詳見附件一、(二)議題討論。

(三) MHPS 高砂工廠研習

MHPS 高砂工廠提供通霄電廠新機組之燃氣渦輪機及蒸汽渦輪機，此處研習重點為發電機組大修規劃。

1. 工廠參觀

- (1) 參觀 R&D Center，觀摩燃氣渦輪機之研發過程及使用設備。
- (2) 參觀 Blade Shop，觀摩燃氣渦輪機葉片生產過程。
- (3) 參觀 Machining Shop，觀摩燃氣渦輪機大型機件製造過程。
- (4) 參觀 Blade & Vane Repair Shop，觀摩燃氣渦輪機動葉及靜葉修復過程。
- (5) 參觀 Assembly Shop，觀摩燃氣渦輪機組裝及測試過程。

詳見附件二、(一)工廠參觀。

2. 議題討論

- (1) 大修時程及所需人力規劃。
- (2) 大修程序及現場佈置規劃。

(四) MELCO 神戶工廠研習

MELCO 神戶工廠提供林口及通霄電廠新機組之發電機及其附屬設備，此處研習重點為發電機大修。

1. 取得文件及授權

詳見附件三、(一)取得文件及授權。

2. 課程內容

- (1) MELCO 神戶工廠簡介
- (2) 訓練課程說明
- (3) 安全教導
- (4) 定子與轉子振動
- (5) 高速動平衡測試
- (6) MELCO 發電機介紹
- (7) 發電機維修
- (8) 附屬設備維修
- (9) 發電機故障排除
- (10) 定子及轉子線圈重繞程序
- (11) 售後服務提案
- (12) 新技術及系統產品
- (13) 維修項目提案

詳見附件三、(二)課程內容。

3. 工廠參觀

- (1) 參觀 Generator Assembly Factory，觀摩發電機組裝過程。
- (2) 參觀 Rotor Manufacturing Factory，觀摩轉子製造過程。
- (3) 參觀 Outer Frame Factory，觀摩發電機外框製造過程。
- (4) 參觀 Core Factory，觀摩定子鐵心製造過程。
- (5) 參觀 Large-capacity Generator Assembly / Testing Factory，觀摩大型發電機組裝及測試過程。

- (6) 參觀 Small and Medium Generator Stator Coil Factory，觀摩中小型發電機線圈製造過程。

詳見附件三、(三)工廠參觀。

4. 議題討論

- (1) 發電機振動的評估方式？
- (2) 如何以低速動平衡機執行全速域振動測試及平衡配重？
- (3) 林口與通霄新發電機的臨界轉速？
- (4) 林口與通霄新發電機定子端匝繞組的自然頻率？
- (5) 發電機定子端匝繞組自然頻率若接近 120Hz 如何改善？
- (6) 發電機定子冷卻水偵漏的方法？
- (7) 發電機氫氣偵漏的方法？
- (8) 發電機轉子線圈是否需要經常性做脈衝測試？
- (9) 發電機轉子線圈是否需要經常性做 Spring Retainer 檢查？

詳見附件三、(四)議題討論。

四、心得與感想

(一) 技術方面—注重專業

除了依照專業分工外，也採專業證照制度，並鼓勵員工參加技能競賽。廠房入口看板上有工作團隊人員的名單照片，明列每個人擁有的證照種類，並且標示競賽所獲得的獎項，足令訪客感受團隊的技術能力。

(二) 文化方面—注重禮儀

研習所接觸的人員分為業務與技術兩種部門，業務部門主要負責聯繫接待，技術部門主要負責技術性議題的研討、工廠參觀、技術課程等，各司其職；尤其在無法提供某些敏感性技術資料時，也都能有禮貌地委婉拒絕，使訪客不致感覺失落或尷尬。

(三) 工安方面

接待人員迎接訪客到場後，第一件事就是安全提示，告知在討論室及廠房內的安全注意事項，應有的穿著服裝及安全配備，應遵循的安全行為，禁止的不安全行為，及遇難時的處理方式等。

廠區道路標示清楚，路口都有停止線，每個人在停止線前都要停看聽，確認安全才可通過。

人員進入廠房要走小門，不走鐵捲門，鐵捲門只有搬運貨物及車輛進出使用。人員在廠房內只能走標線內路徑，訪客進入廠房要穿專屬制服。

(四) 紀律方面

上班穿制服，下班穿便服，不論辦公室行政人員，或工廠技術人員都一樣。廠區每個單位依照負責業務類別，都有專屬的制服。

訪客與員工一樣，進出大門或管制區都要刷卡；訪客一定有員工陪同，從在大門領取識別證開始，到工廠內的任何活動(上化妝室除外)，直到離開大門繳回識別證為止，都有員工陪同。

五、出國期間所遭遇之困難與特殊事項

出國期間未遭遇困難。

惟研習處所及所處城市之天氣，較預期炎熱許多，氣溫不低於台灣，將來若有同仁出國至該區域，應特別注意防曬及補充水分。

六、對本公司之具體建議

本次至日本原廠研習發電機大修技術，取得相當份量的技術資料，經與 MELCO 協商，同意授權教材供電力修護處內員工使用，同仁可在授權的範圍內，適當運用於機組大修及維護工作。

MELCO 所提發電機現場服務工程師及協同維護等合作方案，電力修護處電機工場持續與該公司洽商中，合作範圍及條件仍未定案，視公司及顧客需要進行評估、參與或配合工作。

通霄新 GT 發電機的氣渦輪機側軸承、油封、氬氣軸封等端部組件，無法在不拆除氣渦輪機進氣道的情況下拆檢，因此，將來大修及維修工作的規劃，電廠的發電機部門及渦輪機部門必須針對此狀況進行協調，以免工作無法執行。