

出國報告（出國類別：海外承攬）

執行台灣機電工程服務社委託關島
Dededo #2 發電機修復廠驗工作

服務機關：台灣電力公司/電力修護處

姓名職稱：張居嚴/電機工場經理

派赴國家：美國

出國期間：105年8月24日至105年9月3日

報告日期：105年9月19日

一、 報告摘要

台灣機電工程服務社承包關島電力局(簡稱 GPA)所有之 CT(Combustion turbine)電廠(共 3 廠)的 PMC(Performance and Management Contract)，其中之 Dededo 電廠#2 發電機故障已久。最近由台機社委由美國 National Electric Coil 承攬檢修，該發電機之轉子運至位於美國 Ohio 之 National Electric Coil 工廠檢修。台機社邀請本處派員參與 Dededo #2 發電機修復廠驗工作；協助檢查會勘發電機轉子故障情況並確認檢修方式。

廠驗工作包含檢查會勘發電機轉子扣環拆卸前後之電氣測試及線圈故障狀況，並研討決定檢修方式。最後因 National Electric Coil 表示除非採全部重繞方式，否則該公司無法保證修復後之運轉壽命；基於關島孤懸海中，進行檢修需海陸長途運輸曠日廢時至為不便；故經與台機社開會討論後決議採全部重繞方式進行修理。

二、 目 錄

	頁次
1. 出國目的	3
2. 出國行程	3
3. 工作內容及過程	3 ~ 8
4. 轉子線圈檢修方式評估與研討	8~ 9
5. 結論與建議	9

1. 出國目的：

接受台灣機電工程服務社委託，前往位於美國 Columbus, Ohio 之 National Electric Coil 工廠執行關島 Dededo #2 發電機轉子修復廠驗工作。

2. 出國行程：

日期	行程
8 月 25 日	由台北啟程經 LA 轉機前往 Columbus, Ohio。
8 月 26 日~9 月 1 日	駐留位於美國 Ohio 之 National Electric Coil 工廠進行廠驗及檢修方式評估研討工作。
9 月 1 日~9 月 3 日	由 Columbus, Ohio 啟程經 LA 轉機返回台北。

3. 工作內容及過程：

3.1 前言

關島電力局(簡稱 GPA) 所有之 Dededo C.T.發電廠#2 機於 2004.05.29 發生故障，經檢視發現 Air Baffle 螺栓掉入 TE 側 V 相 W 相定子線圈間造成短路，導致下半部線圈（3~9 點鐘方向）表面灼焦並有線圈熔斷現象。

2009.10.6 關島電力局（GPA）經台灣機電工程服務社於委託電力修護處，進行修理評估並提出修復方案，供 GPA 參考決定採取何種檢修方式。

2016 年台灣機電工程服務社取得 GPA 所有之 CT(Combustion turbine)電廠(共 3 廠)的 PMC(Performance and Management Contract)合約，故由台機社委由美國 National Electric Coil 承攬檢修，該發電機之轉子運至位於美國 Ohio 之 National Electric Coil 工廠檢修；定子繞組則由 NEC 派員至關島 Dededo C.T.發電廠現場檢修。

2016 年 8 月台機社邀請電力修護處派員配合台機社 黃素珍組長及 GPA 工程師 Honori “Jun” O. Estira 參與 Dededo #2 發電機修復廠驗工作，協助檢查會勘發電機轉子故障情況並確認檢修方式。

3.2 工作內容及過程

3.2.1 發電機轉子運抵 NEC 工廠及卸載後檢視：無運輸損傷；部分槽楔有位移情形。



圖 1. 開啟發電機轉子運輸貨櫃



圖 2. 發電機轉子調出運輸貨櫃後暫置地面進行電氣測試



圖 3. 部分槽楔有位移接近扣環情形

3.2.2 發電機磁場繞組之絕緣電阻測試：

$IR < 10\text{ K}\Omega$ / 高組計電壓輸出 7V

顯示絕緣電阻值甚低，但無直接接地現象。

3.2.3 發電機磁場繞組之 RSO 測試：

2 個響應波形未重合，顯示線圈有層間短路現象。

圖 4. 2 個響應波形未重合，顯示線圈有層間短路現象

3.2.3 發電機磁場繞組之極平衡測試：

輸入電壓：115 V 輸入電流：5.48 A

磁場繞組電壓降：

IB(P1) : 53.6 V 0B(P2) : 61.6 V

磁場繞組電壓降差異 8V

極平衡差異 $8 \div 57.5 \times 100\% = 13.9\% > 5\%$ ，顯示線圈有嚴重層間短路現象。

3.2.4 勵磁機電樞繞組之絕緣電阻測試：

IR : 2.07M Ω /at 1min 2.82 M Ω /at 10min PI=1.35 (測試電壓 500V)

顯示絕緣電阻值尚可，如經清潔乾燥後應可回復理想數值。

3.2.5 勵磁機磁場繞組之絕緣電阻測試：

IR : 739 M Ω /at 1min 920 M Ω /at 10min PI=1.28 (測試電壓 500V)

顯示絕緣電阻值佳，如經清潔乾燥後 PI 值應可達理想數值(2.0 以上)。

3.2.6 T.E.扣環拆卸前之 Runout Check

將發電機轉子設置於滾輪上、軸之兩端以頂針對心，再以皮帶機帶動旋轉約 3 小時後，量測 T.E.扣環之 Runout；其值符合 NEC 標準。(因時間緊迫，為先拆卸 T.E.扣環以供檢查線圈狀況；故先做 T.E.扣環之 Runout Check，其他部分將於 T.E.扣環拆卸並完成線圈檢視後執行。)

圖 5. Runout Check

圖 6. Runout Check



圖 7. Runout Check

3.2.7 T.E.扣環拆卸

本轉子扣環與軸結合方式為紡錘式(Spindle mounted)。扣環部分以高週波加熱器加熱，端板部分以氧乙炔火炬加熱(結合部之通風口先以耐火綿封閉，避免線圈受損)。

加熱至端板膨脹與結合部脫離後，以油壓千斤頂推出扣環(並同端板)後吊離轉子。

圖 8. 扣環拆卸準備

圖 9. 扣環拆卸加熱作業

圖 10. 扣環拆卸

3.2.8 T.E.扣環拆卸後發電機磁場繞組之極平衡測試：

輸入電壓：115.8 V 輸入電流：4.36 A

磁場繞組電壓降：

IB(P1)：57.8 V 0B(P2)：58.2 V

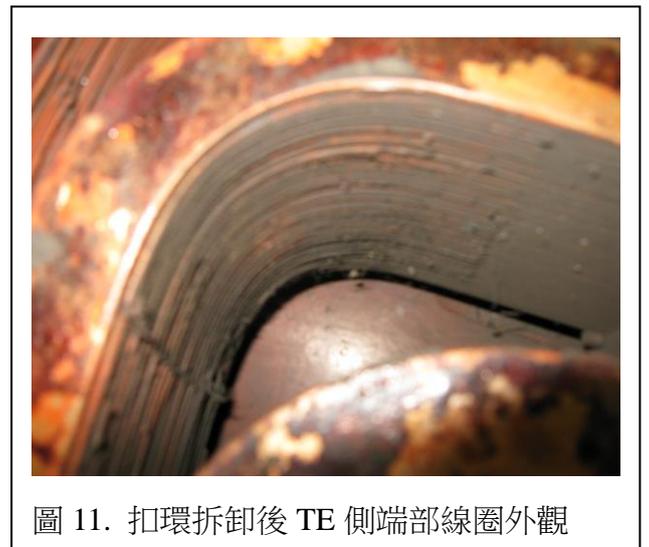
磁場繞組電壓降差異 0.4V

極平衡差異 $0.4 \div 57.9 \times 100\% = 0.6\%$

顯示線圈層間短路現象已消失，且符合事先所判斷短路點位於 TE 側端部之推論。惟需進一步檢查原層間短路位置並決定修理方式。

3.2.9 目視檢查磁場繞組 TE 側端部：

T.E.扣環拆卸後目視檢查磁場繞組 TE 側端部未發現明顯異常，需進一步檢查原層間短路位置並決定修理方式。



3.3 修理方式研討及結論

3.3.1 依台機社與 National Electric Coil 所訂承攬合約，本轉子之修理選項有三：

- a. 拆卸扣環檢查及清理(Rings Off Inspection and Cleaning)
- b. 每極之第 1 組線圈重繞(Rewind of the two pole #1 coils)
- c.全部重繞(Full rotor rewind)

3.3.2 T.E.扣環拆卸後線圈層間短路現象已消失且目視檢查磁場繞組 TE 側端部未發現明顯異常，故需進一步檢查原層間短路位置並予以修理。惟 NEC 人員於非正式討論時提出合約中並無修理短路之選項，故短路位置檢查及修理費用需另計。經三方(台機社、NEC 及 GPA 人員)討論多時，未獲共識。乃決定於台機社上班後(台灣時間 08:30，當地 20 :30)舉行電話會議正式討論。

3.3.3 會議由台機社李俊茂經理(台北)及 NEC W. Howard Noudy(Director of Operation)主談。

- a. NEC 主張如採局部修理，短路位置檢查及修理費用需另計；且表示除非採全部重繞方式，否則該公司無法保證修復後之運轉壽命不負保證責任，未來如有任何問題須另計費用。
- b. NEC 主張採全部重繞(Full rotor rewind)方式，惟檢修過程中如發現有組件損壞需修理或更新時需另計費用。
- c. 基於關島孤懸海中，進行檢修需海陸長途運輸曠日廢時至為不便；台機社同意採全部重繞方式進行修理，GPA 人員亦未表示其他意見。但台機社主張本案最高費用已經 GPA 核定在案無法增加，要求 NEC 以合約之 Full rotor rewind 金額執行檢修。
- d. 因本案台機社尚需向 GPA 報備，台機社要求在 GPA 認可前暫勿進行拆線圈行動。

4. 結論與建議

4.1 本項 Dededo #2 發電機修復廠驗工作於 8/31 會議決議後結束，次日即束裝返國。

4.2 本項 Dededo #2 發電機修復廠驗工作雖以確認故障情形及檢修方式為目標，但因 NEC 對於局部修理有疑慮並提出檢查短路位置及修理費用需另計；並且無法保證修復後之運轉壽命不負保證責任。故考量關島孤懸海中，進行檢修需海陸長途運輸曠日廢時；經 GPA、NEC 及台機社三方協商後，決議採全部重繞方式進行修理。故未進一步進行檢查線圈短路位置。

4.3 建議：

NEC 之 Columbus, Ohio 工廠以檢修發電機轉子為主，有關渦輪發電機轉子之檢修作業方法與本處大同小異；但仍有他山之石之效，相關資料已提供相關部門參考。另有凸極式轉子線圈檢修方法亦可供本工場參考改進現有作業方法。