

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

台中電廠九、十號機汽輪發電機及附屬設備相關技術

服務機關：台灣電力公司  
出國人職稱：機械工程師  
服務機關：台灣電力公司  
出國地區：日本  
出國日期：91.10.22~91.11.05  
報告日期：91.12.12

G3/09105151

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：台中電廠第九、十號機汽輪發電機及附屬設備相關技術

頁數 38 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

熊文忠/台中施工處/汽機課/機工師/04-26396002-342

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：91.10.22—91.11.05 出國地區：日 本

報告日期：91.12.12

：類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

台中電廠九、十號機是由日本東芝(TOSHIBA)公司設計製造，符合ASME規範，其發電容量為550MW、轉速為3600RPM，進汽壓力為6.55MPag，進汽溫度為537.8°C排汽壓力7.45Kpa。本報告為赴TOSHIBA公司實習此型汽輪發電機及附屬設備相關技術研習心得，主要內容為：1.汽輪機本體概述及安裝 2.汽輪機控制閥安裝 3.蒸汽閥臨時濾網拆裝 4.試運轉。

東芝公司欲提高火力機組的經濟性，採用大容量化及高效率化，不斷進行結構設計的改進和高溫材料的研發，目前以已研發出42英吋的長葉片，並再進一步研發52英吋的長葉片。同時在餘熱回收/混合煤體循環、超導體發電也有相當成就，值得參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

## 1.0 前 言：

台中電廠九、十號機汽輪發電機，主汽輪發電機設備器材由日本東芝公司（TOSHIBA）設計製造，符合 ASME 條件及品質標準，每一部機組由一個高、中壓段汽輪機（HIP）、二個雙流低壓段汽輪機（LPA & LPB）所串列複合再熱式之汽機主體及氫氣冷卻式發電機一座所組合之火力發電機組，發電機容量為 550MW，轉速為 3600RPM，最後一段葉片為 33.5 英吋。其運轉條件為：

- 1.1 進汽壓力：6.55MPag，進汽溫度：537.8℃，再熱溫度：537.8℃。
- 1.2 排汽壓力：7.45Kpa（絕對壓力）。

## 2.0 汽機本體安裝

### 2.1 概述

蒸汽首先由鍋爐經主蒸汽管到主蒸汽閥及控制閥進入高壓汽機，流經高壓段葉片做功之後，回到鍋爐再熱器，再熱後之蒸汽，流經再熱關斷閥及中間關斷閥進入中壓汽機，流經中壓段葉片做功之後，經單一上聯管，分別進入 A 及 B 低壓汽機，蒸汽雙向流經低壓葉片做功之後，向下排入冷凝器中。茲將機組主要設備簡述如下：

### 2.2 高壓及中壓：

- 2.2.1 高壓及中壓皆為內外缸式，但二者之外缸合為一體，內外缸之結構可以減少應力及溫度梯度，高壓蒸汽經過兩只主關斷及四只控制閥進入高壓汽機，高壓上下汽缸各有兩個蒸汽入口，使汽缸能均勻受熱以減少扭曲變形，控制閥之開度依負載之高低而不同。

- 2.2.2 高壓汽機是座在汽機端的機頭座板（Front standard）及發電機端的高壓座板（HP standard）上，兩端之座板皆有固定鍵作為橫向之定位，使汽機在運轉狀況下皆能保持正確之對準。
- 2.3 低壓區（LPA & LPB）：  
兩個雙流低壓段在構造上是相似的，但有獨立的外缸，均以四塊支持墊片架於外缸之上，並以鍵固定，以防止其軸向和橫向移動。
- 2.4 靜葉片環：蒸氣流經靜葉片環後以適當之速度及角度進入動葉片作功、靜葉片環分成上下兩半，以螺栓結合，再嵌合于內汽缸。
- 2.5 動葉片環：動葉片是由鉻鉬合金鋼車製加工製成，有足夠之強度抵抗蒸氣之高度衝擊，並有極佳之抗腐蝕性。最後一段之動葉片因葉片之端點速度極高，蒸氣含水量很高，所以葉片要多一層保護的硬化遮蔽片，以防止溼蒸氣之腐蝕。
- 2.6 機軸與軸承：機軸本體是由合金鋼鍛造車製而成，機軸分成高壓、A 段低壓及 B 段低壓三段，而以剛性聯軸器聯結，每段機軸皆由兩個軸承支撐，B 段低壓機軸再與發電機轉子聯結。高壓機軸較輕且此段之負載亦較小，為了避免機軸之不穩定，所以採用雙傾斜塊式之軸承，以減少機軸之震動，1 號、2 號、3 號軸承皆採用此種型式。
- 2.7 主關斷閥：主關斷閥有兩個，其中一個有旁通閥，作為汽機暖機預熱之用。主關斷閥之動作只有全開全關，汽機準備起動之前全開，當停機或緊急時欲停止蒸氣進入汽機則主關斷閥會全關，以防止汽機超速。
- 2.8 控制閥：控制閥有四個，與兩個主關斷閥結合成一體，稱為汽櫃，控制閥之開度由 EHC 來控制。

- 2.9 結合式再熱閥：結合式再熱閥實際上是由中間關斷閥與再熱閥結合併在同一個閥殼上，但有各自獨立的操作及控制機構，其功用在保護汽機。防止因再熱器積存之蒸汽進入汽機而造成汽機超速。
- 2.10 緊急跳脫系統：包括機械跳脫與電氣跳脫，二者串聯，當二者同時動作或其中任何一個動作均會使機組跳脫，關閉所有之蒸汽進汽閥以防止汽機超速。
- 2.11 超速跳脫裝置：是由一個不平衡環與機械跳脫機構組成，當汽機超速至 3600rpm 時，所產生之離心力克服彈簧之力量，造成不平衡環之偏心撞擊超速指片，進而動作機械跳脫機構使汽機跳脫，關閉所有之進汽閥。
- 2.12 汽封系統：汽封系統目的是為了防止蒸汽沿轉軸經機殼洩漏至大氣並防止同一機構殼內相鄰段的內部蒸汽由一段洩漏至另一段，係以蒸汽迷宮式軸封箱為之。
- 2.13 慢車迴轉齒輪：B 段低壓汽機與發電機之間有馬達帶動的慢車迴轉齒輪，以齒輪組和汽輪機轉軸上之齒輪契合，其轉速為 5RPM。
- 2.14 其他保護設備：1.排汽殼噴水降溫系統。2.大氣釋壓膜片。3.排汽殼溫度高警報與高溫跳脫系統。

### 3.0 汽輪發電機本體安裝

- 3.1 汽輪發電機基礎座板螺栓埋設：依照廠家公司設計圖面，配合土木結構施工，先行作膜板組合，膜板必須調整水平其容許誤差 $\pm 3$  mm，其中心線間對角長度差為 1.5 mm 以內，每一螺絲孔位置容許偏差為 1 mm。基礎螺栓高程容許誤差為 $\pm 8$  mm，位置容許誤差為 $\pm 1$  mm。基礎螺栓的垂直度為 $\pm 1$  mm。
- 3.2 高低汽輪機及發電機基礎座板安裝：

- 3.2.1 依據基礎座板、支撐混凝土塊及汽輪機、發電機之基礎外部構造等圖面要求作打毛工作。
- 3.2.2 於汽機台上架設中心量測用之軸、徑向線架及參考點，設定出汽機及發電機之軸、徑向位置中心線，並以基礎座板位置設定為依據，基準參考點之高程（由測量人員提供延伸設定）必須與基礎座板定位後之高程一致，其中 Front Standard 之最後設定高程為 EL：20652.4，其他汽機端基礎座板之最後設定高程為 EL：20500，發電機端基礎座板之最後設定高程為 EL：20500。
- 3.2.3 打毛工作完成確認後，可進行螺栓頂升用墊鐵之埋設，其位置須與圖面及基礎座板之位置配合。（每塊基礎座板的下方都有頂升螺絲。
- 3.2.4 基礎座板吊裝及調整：在吊裝前須清潔座板，並塗以機油，基礎座板調整須低於圖面標示之高程 0.5 mm 預留空間，做為日後調整時，以墊片調整決定最後高程。
- 3.2.5 基礎座板高程及水平度調整，其允許之水平誤差為每 0.02mm/m，但 Front Standard 允許之傾斜度為 0.32 mm/m，由內向外提升。每一塊 Sole Plate 間之高程誤差為 0.02mm。
- 3.2.6 基礎座板定位其高程、水平設定完成，經檢驗認可後，才能進行座板支撐混凝土塊（Grout Pad）模板之安裝及灌漿工作。
- 3.3 基礎座板模板依圖面分成開放式及封閉式模板兩種。
  - 3.3.1 開放式模板之『前板』須做成 30 度之傾斜角，以利水泥砂漿流動，『背板』之高度必須低於基礎座板 2~3mm，讓灌漿時堆積於座板底部之氣泡可以順著砂漿排出。
  - 3.3.2 封閉式模板之製作及安裝方式為在基礎座板吊裝前，依

圖面將『邊板』及『背板』釘製好並放置定位，但其高度要比實際尺寸高出 20~50mm，目的是要以座板之重量將模板壓縮，減少模板與混凝土面間之間隙，其中『背板』之頂部仍然要預留高度約 5~10mm 之空隙，並且在其空隙間要以薄鋼板彎成 U 字型卡在中間，使被座板壓縮後之背板仍有留有間隙，讓灌漿時堆積在座板底部之氣泡可以順著砂漿排出。

### 3.4 基礎座板混凝土塊灌漿：

- 3.4.1 Grout Pad 模板安裝完成後，用壓縮空氣將灌漿地面及模板附近吹乾淨，並於灌漿前 24 小時開始灑水保持地面濕潤狀態，灌漿時發現有多餘的水分要吹乾，有油污或座板有生鏽部分必須清乾淨。
- 3.4.2 灌漿前須在基礎座板底部塗抹一層蠟性物質，避免水泥乾固後與基礎座板黏結；並且將吊裝基礎座板之螺栓孔以膠布封住，以避免螺栓孔被砂漿堵住。
- 3.4.3 灌漿前在模板內部從座板底面向下量測 10~20mm 高度處劃線作記號，以供第一次灌漿時之高度參考，並準備厚度 3.2mm 之薄木板（Partition Plates），其尺寸大小約等於各別 Grout Pad 之寬度（開放式模板每一模板 2 片，封閉式模板每一模板 1 片），用在灌漿完成後插入模板內部將露出於座板外多餘之混凝土隔開，以控制 Grout Pad 之長度。
- 3.4.4 灌漿所使用之攪拌器之轉速為 600~1000RPM，Pre TASCAN 與水混合比例為 100:44，其他廠牌之無收縮水泥時，須依據個別廠牌之混合比例規定。
- 3.4.5 第一次灌漿時所灌入的數量以高度計算，在灌入口處（Pour-in side）測量座板底部至砂漿的距離 15~20mm

之間就必須暫停，俟停留 10~15 分鐘時間再進行第二次灌漿。

3.4.6 第一次灌漿倒入砂漿的速度不可太快，否則容易導致砂漿黏在座板上，而第二次灌漿時倒入砂漿的速度可稍微比第一次快一些。

3.4.7 第二次灌漿時需留意在模板之背板上處必須有砂漿湧出才可，而且在灌入口處砂漿高度必須高過基礎座板底部 50~100mm 之間為標準，但封閉式模板之背板隱藏在座板底下，需以內視鏡或手電筒之類的工具詳細檢查是否有砂漿湧出。

3.4.8 第二次灌漿完成 30 分鐘後，將預先準備之分隔板從模板內部沿著基礎座板垂直方向插入，把不需要的砂漿分割開來，開放式模板前後都要插而封閉式模板只要插在灌漿入口處即可。

### 3.5 灌漿模板拆除：

3.5.1 Grout Pad 養生 3~4 天後模板即可拆除。

3.5.2 模板拆除前先用鉛槌輕敲基礎座板之上方及側面，確定基礎座板與 Grout Pad 之間已經脫開後，將基礎座板吊開。

3.5.3 拆除模板及鑿除多餘的混凝土，整修 Grout Pad 之表面。繼續用濕布覆蓋，期間至少一星期。

### 3.6 Grout Pad 品質判定標準

Grout Pad 可接受之有效接觸面必須超過 5/6 為標準，若接觸面不足 5/6（含）以上時，必須鑿除重新灌漿。

### 3.7 基礎座板水平及高程之調整：

3.7.1 依所量測基礎座板之高程及水平度之要求，分別以不同厚度之墊片調整，以達到圖面設計之規範要求。

3.7.2 基礎座板水平度及高程設定依廠家圖面標準，#1 Bearing Standard 最後高程為  $20652.4 \pm 0.02$ ，#2 Bearing Standard 最後高程為  $20500 \pm 0.02$ ，LPA&LPB Sole Plates 之最後高程為  $20500 \pm 0.02$ ，TNG Sole Plates 之最後高程為  $20500 \pm 0.02$  (REF. DWG-0KS-112999)。

### 3.8 基礎座板水平度調整：

3.8.1 座板調整前必須先確定混凝土的強度試驗、混凝土支撐塊之水平度及混凝土支撐塊接觸面等都沒有問題。

3.8.2 將原來作為調整基礎座板高程水平面的 Adjusting screw 鎖緊。

3.8.3 調整座板時需先確定各個軸承對心時的相對中心高度位置，即調整時必須依據圖面標示之軸承在外缸上之高程位置，除非軸承之高程（或水平）在外缸上之軸承 OUTER RING 位置可以調整。

3.8.4 確定低壓外缸及 BEARING STANDARD 之 BEARING 位置在工廠製造的中心高度尺寸記錄，如果低壓 B 缸 BEARING 位置中心高度比低壓 A 缸較低時，則 B 缸的 SOLE PLATE 應該預先用 SHIMS 墊高，反之亦然。

3.8.5 低壓外缸下半部及軸承座板 (BEARING STANDARD) 安裝定位 (ON BASE) 時的 SOLE PLATES 設定值為：

3.8.5.1 軸向及徑向水平度為  $0.02\text{mm/M}$ ，但 FRONT STANDARD 之傾斜度需按設計圖面規定施工。

3.8.5.2 低壓 A 缸 (LPA) 需首先安裝定位，其高程之誤差設定為設計圖面標示高程之  $\pm 0.5\text{mm}$ 。

3.8.5.3 所有 (OVER ALL) 高程誤差 (PER CASING OR BEARING STANDARD) 為  $\pm 0.10\text{mm}$ 。

### 3.9 使用墊片調整基礎座板之程序：

- 3.9.1 首先應決定靠近基準點之 SOLE PLATES 的安裝高程。
  - 3.9.2 對照軸承對心圖表及各外缸、BEARING STANDARD 的 BEARING 中心高度在工廠加工尺寸記錄值，確定每一個外缸及 BEARING STANDARD 的安裝高程誤差值。
  - 3.9.3 測量出全部 SOLE PLATES 的高程，並決定 LPA 最後的高程設定點，計算出每一塊 SOLE PLATES 與 GROUT PADS 之間應該使用墊片的最少數量。
  - 3.9.4 因考慮 F STD 及 M STD 之設計有角度傾斜及高程的不同，故 F STD、M STD 必須在 LP Casing 的 Sole plates 設定將近完成階段再進行調整，其所需使用墊片的數量最後才能決定。
  - 3.9.5 因考慮大型汽機之基礎易受季節性溫度變化之影響，故 F STD 所使用的 Shims 其單片厚度必須在 0.5mm 以上，M STD 所使用的 Shims 其單片厚度必須在 0.3mm 以上。
  - 3.9.6 從高壓汽機端至發電機端，所有 Sole plates 之調整工作必須依照廠家設計圖面標示之順序施作，其施作順序為 LPA→LPB→F STD→M STD→GEN.→COLLECTOR。
  - 3.9.7 Sole plates 所使用 Shims 之數量（片）愈少愈好。Sole plates 所使用的 Shims 其最薄的厚度為 0.04mm。Shims 之長度和寬度必須大於 Grout pad 周圍 2~3mm。
  - 3.9.8 機組外缸或 BRG STD 於吊裝定位後，必須檢查外缸座腳與座板間及 BRG STD 與座板間之接觸情況、並將每一塊座板所使用墊片的數量及每一塊 Sole plates 之高程及水平度等作成記錄。
- 3.10 Sole plate 調整完成後，下缸安裝前的準備工作：
- 3.10.1 檢查及試裝在 Sole plates 上之鍵及鍵槽。先作預組合及

檢查平行度。

- 3.10.2 固定鍵之最後安裝固定焊接工作，必須俟所有的 BRG STD 及 Casing 對心完成後才能進行。
  - 3.10.3 Bearing Standard 之基礎座板水平度及高程調整完成後，必須使用其穿透式基礎螺栓將基礎座板鎖固，鎖固後之基礎螺栓（Anchor bolt）其螺栓頂部之高程須低於基礎座板 Min. 3mm，並將螺栓頭（Bolt Heads）以電焊（Spot Welding）固定。
  - 3.10.4 穿透式基礎螺栓之底部螺牙與螺帽須在汽機最後組裝完成後，以電焊將螺栓、螺帽及墊片等點焊固定，避免基礎震動而鬆脫。
- 3.11 汽機低壓外缸下半安裝
- 3.11.1 確定冷凝器(Condenser)本體完成定位。確定冷凝器與汽機外缸之連接板（Connection Piece）是否已經預先吊放在 Condenser 的頂部，量測基礎座板表面至冷凝器連接（Condenser Connection Piece）之距離及外缸腳座（Casing Foot）底部至外缸底端連接 Condenser 處的 D 尺寸，比較兩者的空間是否足夠。
  - 3.11.2 外缸下半 On Base 前須先量測並確定汽機台基礎邊牆（Foundation Frame）開口尺寸與外缸周圍鋼板（Outside Plate）之距離至少應有 25mm 以上。
- 3.12 低壓汽機外缸下半部吊裝定位(LPA & LPB Casing On Base)
- 3.12.1 先將外缸下半部吊裝定位後不容易吊裝的設備，在下缸安裝前先吊放至 Condenser 裡面。
  - 3.12.2 外缸吊升後，以精密水平儀檢視軸、徑向之水平度，若傾斜度太大時，調整拉吊器長度使外缸保持水平狀態。
  - 3.12.3 在外缸座腳底部塗抹紅丹，準備作接合面之接觸配合檢

查。

### 3.13 外缸定位 (On Base)

- 3.13.1 外缸就定位後，將吊掛鋼索繼續放鬆，使外缸完全定置於基礎座板上。
- 3.13.2 以鉛錘敲打每個座腳平面，其目的在釋放座腳位置因吊裝時所產生之應力，但敲打時需注意不要太用力以致傷到設備。
- 3.13.3 以厚薄規 (Feeler Gauge) 檢測基礎座板與外缸座腳間之接觸間隙值，如果間隙小於 0.05mm 時，則將外缸定置並保持於目前之狀態至隔天早上再繼續下一步驟之檢查工作，其目的是要釋放外缸於搬運及吊裝過程所產生之應力。
- 3.13.4 若厚薄規 (Feeler Gauge) 所檢測出之間隙大於 0.05mm 時，則必須將外缸吊起並在基礎座板與 Grout Pads 之間用墊片 (Shims) 將基礎座板墊高，重複前述方法，將外缸放下、用鉛錘敲打座腳之 Upper Surface 並於所量測之間隙合乎要求後，使 Casing 保持至隔天早上，在上述之保持狀態中必須偶爾用鉛錘敲打 Casing 座腳之 Upper Surface 並於隔天早上將 Casing 吊起檢查之前必須再敲打一次。
- 3.13.5 利用保持狀態期間，測量外缸水平接觸面之水平度 (Level) 以確定沒有太大的傾斜 (Inclination) 產生，其傾斜度是根據工地安裝測量值與工廠安裝記錄值兩者之比較結果沒有太大的誤差作判斷。

### 3.14 外缸座腳接觸面及間隙之調整

- 3.14.1 第二天早上吊起外缸之前，先量測外缸座腳與基礎座板間之間隙值。

- 3.14.2 將外缸以吊車緩緩吊升至適當高度，檢查基礎座板上之紅丹附著（接觸）情形。
  - 3.14.3 基礎座板與外缸座腳之間隙以厚薄規檢查，其間隙值不可超過 0.05mm 且接觸面積要超過 80%以上才合乎標準。
  - 3.14.4 接觸配合及間隙檢查合乎要求後，將外缸座腳及基礎座板接觸面上之紅丹擦拭乾淨並塗上少許之潤滑油或黃油，但必須特別注意，不可讓油脂沾染到打毛的混凝土表面。
  - 3.14.5 在最後吊裝階段，基礎座板與外缸座腳間的固定鍵及鍵槽（Sole Plate Key & Key Way）必須試裝，並將鍵固定在外缸座腳的鍵槽內。
- 3.15 低壓汽機外缸下半部對心(Alignment)準備
- 3.15.1 依據汽機軸向基準點設置中心線架，並從線架上以鋼琴線（Piano Wire  $\phi$  0.395mm）由汽機高壓端（設為第 1 點）拉向低壓 B 缸（LPB）之發電機端（設為第 2 點），其 Piano Wire 中心高程必須設在汽機之軸向中心。
  - 3.15.2 依據 LPA 及 LPB 汽缸之徑向中心基準點設置線架，並以 Piano Wire 分別拉出 LPA & LPB 之徑向中心線，其 Piano Wire 之高度需略高於外缸水平接合平面。
  - 3.15.3 在基準點（Datum Point）上方以中心線錘（Plumb）校正 Piano Wire 之軸、徑向中心，線錘中心必須對準基準點。
- 3.16 機組中心之對心
- 3.16.1 首先將低壓 A 缸（LPA）對準所架設之軸、徑向 Piano Wire 中心，目視檢查外缸徑向中心記號（Center Marks），記號位置打在外缸水平接合面處，其中心記號相對於所架

設 Piano Wire 中心及 Condenser 中心之誤差為 0(Zero)，低壓汽機外缸軸向中心 (Turbine – Generator Center) 相對於所架設 Piano Wire 中心之左右偏移量必須在 0.05mm 以內，LPA 測量點在第 3 & 4 Bearing 位置，LPB 測量點在第 5 & 6 Bearing 位置，均有”○”記號。

3.16.2 移動汽缸左右位置時，以 50 噸 Oil Jack 頂在 Jacking Post 上，並在汽機外缸腳座 (Foot Plates) 之四個角落用 Dial Gauges 監視位移量。

3.16.3 LPA 汽缸對心完成後，必須將靠近中心位置之基礎螺栓鎖緊，其他基礎螺栓不必鎖緊，以免限制 Casing 之 Heat Expansion，若是穿透式基礎螺栓 (From the bottom of the foundation frame) 則在對心完成後就必須將螺栓鎖緊。

3.16.4 A 缸對心完成後以相同的方式進行 B 缸對心，但在進行 B 缸對心前應先測量 A-B 缸之 BRG 位置間的距離，其尺寸必須與設計圖面相符。

3.16.5 汽機下缸對心完成後必須再確定外缸之 Outside plate 至 Condenser 邊牆距離至少要有 25mm 以上。

### 3.17 低壓汽機內缸安裝

3.17.1 內缸吊裝翻轉之方法及步驟必須依據廠家安裝程序書 TB-007 之標示方式辦理。

3.17.2 將防銹油清洗乾淨並以油石去除毛邊、尖角及生銹部位後，取出內缸之固定鍵 (Gib Keys) 清洗並量測 Gib Keys 相關位置之尺寸作成記錄。

3.17.3 內缸下半部就定位前，必須以木板及膠布暫時將抽汽孔封閉。

3.17.4 準備內缸下半部之 Support Shims，依 Support Shims 上面之記號放在各別支撐位置之四個角落上，並在

Support Shims 塗抹紅丹作 Contact Check。

3.17.5 內缸下半支撐座腳之 Contact Check，其接觸面積必須超過 75%以上。

3.17.6 內缸下半 On-base 及其 Contact Check 完成後，將 Hold-down Bolts、Center keys 及 Axial keys 等塗抹防卡劑並將其分別依圖面標示位置安裝鎖固定位。

### 3.18 內外缸水平接觸面之水平度檢查及測量

使用精度 0.02mm/M 之水平儀及 3~5M 之鋼直尺配合 Feeler Gauge 測量出內外缸軸、徑向之水平度（Feeler Gauge 插在鋼直規之兩端，其厚度端視水平儀量出之水平度而定）並作成記錄。

### 3.19 Front Standard 及 Middle Standard 安裝

3.19.1 BRG STD 之安裝順序是由 Middle Standard 先安裝後再安裝 Front Standard。

3.19.2 將基礎座板表面及 Standard 底座表面擦拭乾淨，並在底座之表面上塗抹紅丹，準備作 Contact Check。

3.19.3 當 Middle Standard 置放於基礎座板上時，必須特別注意不要碰觸或卡到基礎螺栓，Middle Standard 也不可 Touch 到低壓外缸之中心定位鍵部位，俟定位後必須以鉛錘敲擊腳座及水平接觸面，但不可傷到表面。

3.19.4 於測量腳座與基礎座板之間隙值時，其測量位置必須儘可能集中在 Grout Pads 之上方，其允許之間隙值必須在 0.05mm 以內。

3.19.5 Contact Check 其接觸面必須達 80%以上，尤其在 Load Supporting 部位及 Seal Ring 部位必須 100%接觸才行，若接觸面及間隙值之檢測不符合標準時，必須反覆操作、調整 Grout Pads 與 Sole Plate 間之墊片厚度至合乎

標準為止。

- 3.19.6 最後必須將紅丹清洗乾淨並在上下接觸面部位塗抹潤滑油或黃油，在最後安裝階段之 Key & Key way 的位置必須對準，並隨時注意不可讓雜物掉到座板上。
  - 3.19.7 將 BRG Standard 之軸承中心對準 Sole Plate 上之軸承中心線。
  - 3.19.8 確認 Front Standard 及 Middle Standard 之軸向可以平滑移動，且其沿著軸向中心線之移動量必須大於廠家設計圖面標示的最大軸向熱膨脹值。
  - 3.19.9 安裝 Front Standard 滑動導軌（Guide Rail）並用墊片調整導軌滑動部位，最後再以基礎螺栓將 BRG STD 固定。
  - 3.19.10 依據廠家圖面標示，測量並調整各 BRG STD 之 BRG 徑向中心位置至低壓外缸 BRG 徑向中心之距離，其調整 BRG STD 之方法是在汽機軸向中心位置架設對心用鋼琴線以量測及調整 BRG 上下左右相對於汽機的中心位置，其位置之變動是以 Oil jacks 頂在 Sole Plate 上使 Sole Plate 與 BRG STD 同時移動。
  - 3.19.11 對心前後必須以精密水平儀（Level Vial）量測各 BRG STD 水平接觸面之水平度並作成紀錄，其安裝標準水平度為徑向 0.02mm/M 以內、M BRG STD 軸向 0.002mm/M 以內及 Front & M BRG STD 軸向水平度必須參考 Sole Plate Arrangement 或 BRG Arrangement 圖面標示。
- 3.20 Front Standard 及 Middle Standard 對心
- 3.20.1 Piano Wire 架設完成後必須先測量出 Piano Wire 在每一個測量點位置相對於固定點之長度距離（BRG STD 位置），並計算出各別位置之（Wire）下垂量。
  - 3.20.2 Front Standard 之 BRG 位置於對心調整其垂直方向之偏

差值時，必須特別注意廠家設計圖面標示之傾斜度規定。

3.20.3 當 BRG Standard 對心完成後，必須暫時將基礎螺栓鎖緊，最好也在 STD Casing 之腳座水平方向以 Jacking Bolts 固定，以避免在安裝 HIP 外缸時移位，並於安裝完成後隨時用木板及透明膠布將 STD 及其回油管開口處蓋好，以避免灰塵或外物掉入。

### 3.21 HIP 外缸安裝及調整

3.21.1 HIP 外缸安裝前，必須將其水平加工面上之防銹油清除乾淨、生銹、毛邊、尖角部位以油石磨平，外接蒸氣管路接頭之包封必須在管路連接（焊接）施工時才拆除。

3.21.2 HIP 外缸於安裝前，必須將主蒸汽管（MS Lead Pipe）、再熱管（RH Pipe）、抽汽管（EXT. Pipe）等先吊放至二樓安裝位置。

3.21.3 HIP 外缸於初步安裝時使用 Temporary Assembly Key，於最後安裝時再依初步安裝之 Temporary Assembly Key 厚度換成 Regular Key，因此必須先將 Temporary Assembly Key 取出，確定其安裝位置記號並測量其長度、寬度、厚度，作為安裝參考。

3.21.4 HIP 外缸於吊裝時必須特別注意保持其軸徑向之水平度及不可碰觸到 BRG STD，因在中心定位鍵（Center Key）及外缸座腳部位的間隙非常狹小必須小心安裝。

3.21.5 當外缸完全定位後，以鉛錘敲打 Assembly Key 或以 Feeler Gauge 測量間隙，檢查外缸之四支座腳是否平均受力在 Assembly Key 上，並檢查 BRG STD 之水平度是否因外缸定位後而產生變化，其變化是否因基礎座板之墊片或 BRG STD 與基礎座板之接觸不良所引起。

- 3.21.6 檢查 BRG STD 與 Casing 之平行度 (Parallel Check)，並將其位置、距離等調整在工廠預組立記錄值後，再安裝軸向位移固定鍵 (Thrust Key) 及中心對準鍵 (Center Key)，在安裝中若兩者之配合度太緊時，必須將 Key 即時抽出檢查其間隙是否符合廠家圖說標示範圍 (0.025mm) 否則必須作適度之加工，所有組合鍵之間隙值均標示在 TOSHIBA 提供之 Key Assembly 圖面上。
  - 3.21.7 當 Thrust Key 及 Center Key 組合完成後，必須重新再測量 BRG STD 與 Casing 之平行度，將其測量值與工廠預組立值互相對照。
  - 3.21.8 檢查並確認#1~#3BRG STD 之中心線 (Center Line) 必須完全與基礎座板上之中心記號一致。
- 3.22 HIP 內缸下半部安裝及調整
- 3.22.1 HIP 內缸於工廠預組立時安裝在外缸下半部，因此在外缸運抵工地安裝定位後必須將 HIP 內缸拆下整理，在拆吊過程中必須特別注意 Casing 之水平度，以避免造成內外缸之垂直接合溝槽部位拉傷之情形。
  - 3.22.2 HIP 內缸下半部安裝前，必須將內缸之加工面、中心固定鍵部位及膨脹接頭部位徹底整理及清潔。
  - 3.22.3 檢查及確認膨脹接頭之汽封環，必須可以很平滑的移動，於安裝前必須塗抹防卡劑。
  - 3.22.4 內缸下半在吊裝前必須在支撐座腳部位塗抹紅丹，準備作 Contact Check，其吊裝過程中必須非常小心溝槽配合部位 (Rabbit Portion) 之平行度，切不可強行嵌入。
  - 3.22.5 內缸下半部完全嵌入定位後進行 Contact Check 時，必須用鉛錘敲擊支撐座腳部位，並檢查確定沒有間隙後吊起檢查接觸情況，若接觸情況不理想或有間隙存在時，

可將 Support Shim 接觸不良部位作適度加工。

- 3.22.6 檢查內缸下半部水平接觸面之 Crush Pin，必須符合廠家設計圖面標示低於外缸水平接合平面之規定。
- 3.22.7 將內缸下半之座腳固定螺栓（Hold-down Bolt）輕輕鎖緊（Lightly Fasten），以確認 Hold-down Bolt 之螺栓頭頂部亦必須低於水平接合面。
- 3.22.8 內缸安裝完成後，必須以剛直規及精密水平儀檢查內外缸水平接合面之水平度，其在汽機端及發電機端之軸向前後位置必須是無繞曲狀態（No Twisting）及其軸向之傾斜度必須在廠家提供之圖面標示 0.08mm/M 範圍內，若測量值超出許可範圍時必須藉由調整 Assembly Keys 之厚度值，使其符合設計值之要求。

### 3.23 汽機初步有上缸對心

- 3.23.1 對心前先將所有下半部之靜葉環（Nozzle Diaphragm）吊放組裝於下缸位置。
- 3.23.2 在 HIP 外缸前後架設對心用中心線（Piano Wire），其中心線座之滾輪中心距離 Front Standard 愈近愈好。
- 3.23.3 依據廠家圖面臨時（Temporarily）組裝 HIP、LPA、LPB 內缸上半部並以螺栓鎖固，內缸臨時安裝其上下內缸之結合僅以一半數量的螺栓固定（每隔一支）。
- 3.23.4 螺栓於使用前必須詳細檢查螺牙部位是否有損傷、各別螺栓與螺帽之配合記號是否正確，將鎖在下缸之螺牙塗抹防卡潤滑劑並依圖面標示，把螺樁旋入下缸位置，但必須注意當螺樁旋到底後應再將螺樁倒退一圈。
- 3.23.5 當內缸上半部吊升移動至安裝位置上方適當高度時，必須使用鋼捲尺測量上下水平接合面間之距離（四個角

落)，保持上下接合平面於平行之狀態，並詳細檢查及清潔接合面以避免髒東西卡在接合面中間而造成不正常的間隙。

3.23.6 將定位梢（Dowel Pin）塗抹防卡潤滑劑後插入下缸位置，對準上下缸之螺栓及螺栓孔，避免相互碰觸而傷到螺牙，俟上缸完全座穩後以厚薄規檢查上下接觸面間是否有不正常之間隙。

3.23.7 HIP 內缸結合螺栓安裝鎖固

3.23.7.1 依據廠家圖面標示螺栓位置、記號，將墊圈及螺帽旋入各別螺樁位置。

3.23.7.2 準備符合規格之螺栓加熱器（廠家提供特殊工具），螺栓加熱孔  $\phi$  16 使用  $\phi$  14 加熱器，螺栓加熱孔  $\phi$  22 使用  $\phi$  20 加熱器。

3.23.7.3 直徑 2 吋以上之汽缸結合螺栓，需使用螺栓加熱器將螺栓加熱伸長後再旋緊螺帽，汽機在臨時安裝階段其結合螺栓之鎖緊度，僅需以設計值 1/3 之伸長量鎖緊即可，其螺栓之鎖緊方法是以伸長量換算為螺帽之旋緊角度。

3.23.7.4 螺栓鎖固完成後必須以厚薄規檢查接合面間之間隙，其容許之間隙值應小於 0.03mm（即 0.03mm 厚度之厚薄規插不進才行），若間隙超出容許範圍時必須在該出現間隙部位增加螺栓鎖緊至沒有間隙為止。

3.23.8 HIP、LPA、LPB 外缸上半部初步安裝

3.23.8.1 HIP 外缸吊裝及螺栓鎖固之方法與內缸相同，外缸初步安裝階段其螺栓的鎖固方式是將靠近 BRG STD 之支撐腳座部位的螺栓全部安裝固定，而在其

他部位（中間部位）則是以每隔2支鎖1支（Every third bolts）的方式固定，但若無法將接合面完全密合時必須在該出現間隙部位增加螺栓鎖緊至沒有間隙為止。

- 3.23.8.2 由於HIP外缸之鎖固螺栓是穿透式，螺栓安裝前必須將兩端的螺牙及螺帽部位都塗抹防卡潤滑劑，並預先將上半部之螺帽旋定位。
- 3.23.8.3 外缸吊裝前必須將整個外缸之內外及水平接合面都整理乾淨，分別先將螺栓安裝在外缸上半部之螺栓孔上。
- 3.23.8.4 將有溝槽配合（Rabbit Portion）的部位、中心固定鍵、定位梢（Dowel Pin）等塗抹防卡潤滑劑。
- 3.23.8.5 HIP外缸吊裝方法和內缸相同，將上缸吊升移動至安裝位置上方適當高度時，使用鋼捲尺測量上下水平接合面間之距離（四個角落），保持上下接合平面於平行之狀態，然後對準螺栓及螺栓孔位置並詳細檢查及清潔接合面。當吊裝中Rabbit Portion有卡住現象時，必須及時將外缸重新拉起檢查。
- 3.23.8.6 HIP外缸座穩厚，必須檢查水平接合面之間隙並確認沒有任何異物卡在中間造成不正常之間隙。
- 3.23.8.7 HIP外缸使用穿透式螺栓，其螺栓下半螺帽之安裝必須使用鏈條式吊裝特殊工具，施工時必須注意安全並指定專人指揮。
- 3.23.8.8 HIP外缸結合螺栓之鎖固方法與內缸相同使用加熱伸長後旋轉螺帽角度之鎖固方式，其操作方式是旋轉底部螺帽之角度並在頂部之螺栓及螺帽處

必須以長型鋼棒固定，以防止上下同時轉動，LP 外缸結合螺栓之鎖緊方式是使用打擊扳手將螺栓敲緊。

3.23.8.9 螺栓之鎖緊順序內外缸都相同，必須從中間位置漸序向外至兩端。

3.23.8.10 HIP 外缸螺栓鎖緊後，必須抽換四個支撐座腳之安裝鍵（Assembly Key）為運轉鍵（Running Key），抽換之順序及方法，必須依據廠家施工程序書或裝機顧問之指示方式辦理。

### 3.24 各支撐座腳之承載試驗（Horn Drop Check）

3.24.1 HIP 外缸 Drop Check 的目的在確定外缸的重量平均座落在各支撐座腳的 Running Key 上面。

3.24.2 Drop Check 施工前，必須在 BRG STD 上安裝四只針盤指示計（Dial Indicators），針盤指向 Casing Arm Portion，並將所有的 BRG STD 之徑向中心固定鍵（Center Gib Keys）及軸向位移固定鍵（Thrust Key）取出。

3.24.3 由於 HIP 外缸 Drop Check 僅測試汽機端（Turbine Side），因此，僅須將汽機端的 Hold Down Bolts 卸下即可。

3.24.4 使用一具 Oil Jack 將外缸從汽機端之任一座腳頂昇並取出 Running Key 後，將 Oil Jack 油壓釋放並讀出針盤指示計之變化量及檢視相鄰座腳是否有浮動情形，同一座腳必須重複測試二次以上，以取得正確及穩定的數據，當第二次重複 Check 時必須將 Running Key 歸回原位放鬆 Oil Jack 油壓後檢查針盤指示計後再作測試，測試完成後將 Running Key 歸回原位，以同樣之方法進行另一座腳的測試。

3.24.5 標準的 Horn Drop Check 座腳下垂量在 0.08mm 以內，當

下垂量超過 0.08mm 時必須調整該座腳的 Running Key 及 Shims，其調整方法是以超過標準變化量 0.08mm 的部分 $\div 2$ ，將超過的變化量一半（1/2）放到另一邊。

- 3.24.6 HIP 外缸此時是以臨時安裝鍵（Temporary Keys）進行各部的調整及測試工作，俟所有的靜葉環、轉子及內外缸均組合完成並決定最後臨時鍵厚度之後，才將正式鍵（Regular Keys）加工研磨以取代臨時鍵，最後安裝完成後必須先將上半部的汽封蓋（Packing Casing）取下及將下半部汽封環（Packing Ring）取出，以進行 Rotor 和 Packing Ring 間の間隙測量（Pin Check）及調整正式運轉鍵的厚度，最後必須保存臨時安裝鍵的厚度記錄。
- 3.24.7 HIP Casing 之 Horn Drop Check 及其下垂變化量調整完成後，將所有先前拆下之 BRG STD、Thrust Key、Center Gib Key 裝回原位並把 Hold Down Bolts 依圖面規定鎖緊。

### 3.25 有上缸對心（TOPS-ON Wiring）

- 3.25.1 TOPS-OFF 對心測量是當汽機內外缸上半部尚未安裝之情形下，僅作汽缸下半部內徑三點（左、右、下）相對於汽機中心線的對心量測。
- 3.25.2 TOPS-ON 對心是上下缸結合後量測出汽缸內徑上下左右四點的對心，此時的對心數據必須儘可能接近機組運轉時的情況，基於這個原因，TOPS-ON 對心時必須將下半部的靜葉環全部就定位，尤其 HIP 汽缸段必須將 Packing Head 及 Nozzle 就定位。
- 3.25.3 經由 TOPS-ON 及 TOPS-OFF 所量取的對心數據相互對照比較並考量其前後的變化，以作為決定最後對心數據之參考。
- 3.25.4 LP Casing 測量及調整

- 3.25.4.1 在LPA及LPB汽缸分別架設對心線架並將#3 BRG、#4 BRG & #5 BRG、#6 BRG位置之Piano Wire設定值調整在LPA & LPB Casing工廠預組立之設定點（Set Point）對心記錄值位置。
- 3.25.4.2 在LP外缸下半部安裝時（On Base）必須依據工廠預組立記錄檢查並調整外缸上下左右位置及其水平接觸面的水平度，反覆測量調整，其容許誤差範圍必須在工廠預組立記錄 $\pm 0.02\text{mm}$ 以內。
- 3.25.4.3 低壓汽缸水平方向的調整是在Jacking Post位置以Oil Jack來移動外缸位置，垂直方向的調整是在外缸吊耳（Trunnion）處以Oil Jack將外缸頂昇，抽換Sole Plates與Grout Pads間之墊片來調整高程及水平度，為預防Oil Jack不當操作或其他意外狀況造成Casing突然下沉情形，因此在使用Oil Jack將外缸頂昇時必須以廠房吊車輔助Jack的頂昇力量，但不可完全僅以吊車力量將外缸拉升。
- 3.25.4.4 調整LP外缸過程中應隨時注意測量A、B缸間的平行度及BRG之間的距離，並於每一次調整外缸位置後必須用鉛錘敲打座腳部位以釋放外缸的應力。
- 3.25.4.5 TOPS ON Overall Wiring Alignment
- a. 汽機TOPS ON Overall Wiring Alignment對心工作階段是架設一條從BRG T1~T8的汽機軸向中心線，且在汽機內外缸都組合完成之有上缸（TOPS ON）情形下量測及調整各部尺寸，使各部尺寸、位置均接近於汽機運轉狀態，此時發電機轉子必須安裝定位，對心完成前必須完成連接及焊接至冷凝器，但CRV及管路在對心前不能進行焊接工作。

- b. BRG位置之調整工作必須依據有上缸所量測之數據，其中心線之設定點在T1及T8軸承位置。
- c. BRG STD對心完成後，必須依據廠家圖面 Mechanical Outline Drawing標示 焊接#3 BRG STD之定位塊（Anchor Key Block）及焊接LPA~B外缸間之定位塊（Key Block），固定塊必須設定在設計圖面之正確位置並檢查及調整介於STD或Casing及Key Block間前後、上下、左右之平行度，尤其在垂直方向之平行度若超過設計精度0.02mm要求時必須以砂輪機或銼刀作適度加工整修（焊接後亦同），安裝固定塊時必須先點焊方式固定進行各部調整，俟平行度調整完成後再進行最後焊接，焊接後再將廠家提供之固定鍵依各別寬度尺寸加工後分別安裝定位。
- d. Front Standard及#2 BRG Standard Sole Plate之穿透式螺栓必須依據廠家圖面 Mechanical Outline Drawing之標示方法點焊固定（Locking Welding）。
- e. 依HIP外缸兩端BRG位置所測量的數據調整外缸之Center Gib Key，使外缸之軸向中心對準機組之軸向中心，垂直方向Running & Assembly Keys此時應依Rotor對心後的位置作最後的調整。
- f. 進行調整外缸之同時，內缸僅需做測量工作，若內缸須調整時，必須俟外缸上半部拆出及量出TOPS-OFF的數據後再調整其Center Key及Support Shims。

- g. 進行汽輪機相連接進、抽汽管閥及管件安裝及焊接前後的測量工作，將所有量測點及量測數據依廠家規定之對心圖表標示並作記錄。
- h. 於管件安裝前之測量工作完成後，進行冷凝器連接板（Connection Piece）及冷凝器內部抽汽管安裝焊接及進行CRV、Cold Reheat & Extraction Steam Pipe之安裝、焊接及焊後熱處理，必須注意，在每一個安裝、焊接及熱處理的步驟進行中，必須量測和檢查是否有大的變化產生或受任何的影響。
- i. 由於量測時間或閒置時間過長，可能導致所架設的Piano Wire產生銹蝕或彎曲，在這種情況必須將Piano Wire換新，量測前、後必須檢驗設定點一次，隨時確認所量測的數據是準確的，當量測時間超過一整天或閒置時間超過2~3小時，必須再確認設定點是否有變化，若設定點產生變化時必須調整。

### 3.26 最後有上缸對心

- 3.26.1 汽機相連接進、抽汽管閥及管件安裝、焊接及退火完成後，必須進行最後有上缸的對心。
- 3.26.2 汽機最後有上缸對心測量工作至少要量測兩次以上（Double Checking），期使所量測的數據是完全正確的。
- 3.26.3 最後有上缸對心測量點必須與工廠安裝記錄的測量位置相同，測量位置必須包括全部汽封環及靜葉環，軸承間的距離及 LPA&LPB 外缸之間的平行度亦必須作最後確認。
- 3.26.4 最後灌漿：汽機基礎最後灌漿工作必須在汽機有上缸狀況下進行，由於汽機基礎是在汽機台上作高低不同的高程設定調整，

因此最後灌漿工作必須在汽機最後安裝（Final Assembly）完成後進行。

### 3.27 汽機內外缸上半部拆除

#### 3.27.1 高壓汽機內外缸上半部拆除

3.27.1.1 高中壓汽機外缸上半部拆除前，必須先抽換外缸四個座腳之Running Key為Assembly Key，使用螺栓加熱器，將外缸之結合螺栓加熱後進行螺栓拆除。

3.27.1.2 將全部之結合螺栓之螺帽鬆開並俟外缸之溫度降至常溫後，測量外缸四周圍水平接合面之間隙值，每隔300~400mm長度為測量點，測量深度以厚薄規插入30mm深度為準，必須將測量結果作成記錄。

3.27.1.3 高中壓外缸拆吊前必須先將外缸頂昇一定高度後再將上缸吊出，其頂昇方法是在外缸左右水平接合面上下之六處頂昇支撐位置各架設一具20噸油壓千斤頂，油壓千斤頂支撐位置必須放置墊板以防支撐面受傷，外缸頂昇時必須指派專人指揮一致將油壓泵同時頂昇，以避免內外缸溝槽配合位置卡住或拉傷，當油壓泵全部伸出後必須先在外缸上下接合面間靠進吊耳之四個角落各放置與接合面開度相同的墊塊，墊塊上下必須墊厚紙板以免傷到接觸面，千斤頂放鬆並墊高再頂昇一次，直到外缸水平接合面之定位梢超出外缸上半部60mm以上之高度為止。

3.27.1.4 外缸上半部吊出使用二具20噸拉吊器，吊車之吊升速度必須使用低速檔，當外缸接合面與墊塊脫離

時必須測量及調整上下水平接合面之開度，使四個角落之開度誤差在3mm以內。

3.27.1.5 當內外缸溝槽配合位置脫離後（水平接合面開度300~400mm）必須再測量四個角落之開度及調整水平度並對準前後中心、左右螺栓與螺栓孔位置再將外缸吊出。

3.27.1.6 高壓及中壓內缸上半部之拆、吊方法與外缸相同。

### 3.27.2 低壓外缸及內缸上半部拆吊

3.27.2.1 低壓外缸接合螺栓及定位梢拆除，以M24 Jacking Bolt從LP外缸水平接合面之頂昇螺栓孔將外缸上半部頂昇5~10mm高度後再將外缸吊出，吊升程序及方法與HIP相同。

3.27.2.2 於進行LP內缸之水平結合螺栓拆除時，必須先將人孔內部之結合螺栓拆除後再拆外部螺栓，確認人孔內部之螺栓全部拆除完畢後，暫時將人孔蓋密封定位，為避免工作時工具滑落到汽缸內部，工作中必須將工具用繩索圈綁並隨時將孔口或缺口處用木板或鐵皮蓋住。

3.27.2.3 將內缸以四具20噸油壓千斤頂頂昇約50mm高度，再以吊車將內缸上半部吊出。

3.27.2.4 內缸吊出後應使用三夾板或鐵皮、膠帶等將內缸之缺口及抽汽孔部位蓋好，並將所有封蓋部位以檢查表作成記錄及編號，以作為最後安裝時查對用，避免所封蓋之材料留在汽缸內部。

### 3.28 TOPS-OFF Overall Wiring（汽機最後無上缸對心）

3.28.1 汽機初步有上缸組合對心（TOPS-ON Overall Wiring）完成後，必須拆除汽缸上半部進行汽缸下半部組件的對心

測量工作，其對心程序必須參照廠家圖面 Erection Guidance For Wring 指示方式辦理。

- 3.28.2 汽機 TOPS-OFF Overall Wiring 之理由是基于汽機的組裝及調整工作是在 TOPS-OFF 情形下進行，但汽機無上缸及有上缸時的狀態不同，其中有些許之誤差，這些誤差主要取決於剛性的汽缸組（結）合後所產生的變化，因此，必須要求藉由 TOPS-OFF Overall Wiring 提供的數據來確定有上缸與無上缸之間沒有不正常變化情形。
- 3.28.3 TOPS-ON 與 TOPS-OFF 的對心數據其間的誤差值，必須在 TOPS-ON 所測量出來的所有對心數據中確定在設計之誤差值以內，其中水平方向之誤差必須在 0.10mm 以內、垂直方向之誤差必須在 0.25mm 以內。
- 3.28.4 TOPS-OFF Overall Wiring 之測量數據，必須依廠家圖面標示之記錄圖表完整記錄，作為檢驗或驗收之依據。

### 3.29 Bearing Outer Ring 對心安裝

- 3.29.1 汽機軸承位置之變動是以增加或減少軸承外環（Out Ring）上 Adjusting Block 的 Shims 作調整。
- 3.29.2 BRG 調整前，必須先測量並記錄軸承位置相對於汽機中心的設定值，並依據所計算出其相對的偏差值作對心調校。
- 3.29.3 在 Rotor 安裝後，必須依據廠家圖面標示量測 BRG Outer Ring 水平接合面與 BRG STD 軸承環座水平接合面的高度及測量 BRG Outer Ring 與 BRG STD 軸承環座之間間隙值並作成紀錄。
- 3.29.4 BRG Outer Ring 與 Adjusting Block 間墊片之抽換調整。
  - 3.29.4.1 當對心所量測的偏差量其誤差值在 BRG Adjusting Blocks 之可調整容許範圍確定時，進行 BRG 對心調

整，其決定抽換墊片的數量（增加或減少）之計算方法必須參考廠家提供裝機程序中之圖例說明。

3.29.4.2 進行墊片抽換時，應注意所抽換之墊片表面必須平整且無摺痕，其裁切邊緣之毛邊應以油石磨平，墊片使用的數量應控制在最少的張數，例如增加墊片厚度0.1mm時，不要用2張0.05mm的墊片取代等等。

3.29.4.3 當抽換墊片的位置在BRG進出油孔處之Adjusting Blocks上時，必須檢查、調整或將凸出進出油孔的Shims以油石磨平。

3.29.4.4 當回裝Adjusting Blocks時應注意其各別之配合記號（Match Marks），不要裝錯位置或方向，Adjusting Blocks於鎖固前先用鉛錘在Block上輕敲幾下使其確實定位再將固定螺栓鎖緊。

3.29.4.5 Adjusting Blocks鎖緊後，以油石將與BRG STD接觸面部位研磨整理。

3.29.4.6 將每一Adjusting Blocks調整後所使用墊片厚度及數量以廠家提供之表格完整紀錄下來。

3.29.4.7 調整BRG軸、徑向位置與各該Adjusting Blocks依其角度不同所添加或減少墊片數量之關係，必須參考廠家提供之墊片及角度關係換算表，在操作過程中實際使用墊片厚度或數量是以組合各不同厚度的墊片並以最接近計算值的方式作最佳選擇。

### 3.30 BRG Adjusting Block 接觸檢查。

3.30.1 於進行 BRG Adjusting Block 之接觸檢查（Contact Fitness）時，必須將 BRG Outer Ring 上半部結合並將

其結合螺栓鎖固。

- 3.30.2 將軸承環座上 (BRG STD Side) 塗抹適量的紅丹後再將軸承環 (BRG Outer Ring) 座放在軸承環座上並左右轉動軸承環，使紅丹附著於 Adjusting Block 上，並以厚薄規檢查軸承環座與 Adjusting Blocks 之間是否有間隙，必須是 0.04mm 之厚薄規插不進才行。
- 3.30.3 將 BRG Outer Ring 吊昇檢查接觸情況，每一塊 Adjusting Block 受壓面積 (紅丹接觸面積) 必須超過 80% 以上之良好接觸配合，其中潤滑油進出油孔周圍必須完全接觸。
- 3.30.4 當接觸情況不理想時，必須以油石或銼刀將 Adjusting Blocks 有紅丹附著之部位磨除，並在出現間隙之部位添加等量之墊片，反覆操作必須使所有 Adjusting Blocks 之接觸情況合乎廠家設計圖面要求為止。

### 3.31 汽機轉子吊裝

- 3.31.1 HIP 轉子聯軸器 (Coupling) 為嵌合式 (Rabbit Type)，因此，在安裝 HIP 轉子時必須以 Jacking Device 先將 HIP 外缸向機頭方向移動，其 Jacking Device 之安裝及 HIP 外缸位置之移動必須依照廠家圖面及裝機顧問之指示辦理。
- 3.31.2 於移動 HIP 外缸前，必須在 HIP 與 Intermediate BRG STD 中間之左右位置設置 Dial Gauges 以監視外缸之移動位置，並在操作油壓千斤頂前必須先確定外缸之移動部位是否有互相牴觸之情形，左右之油壓千斤頂亦必須同時動作，使外缸平行往機頭方向移動。
- 3.31.3 汽機 Rotor 安裝必須依照廠家圖說之順序進行，其順序是 LPA→LPB→HIP。

- 3.31.4 Rotor 吊裝時必須以精密水平儀檢視使 Rotor 保持於水平狀態，並檢視 Journal 及下缸之 BRG 部位除了潤滑油之外其他外來的髒東西都必須清理乾淨，俟一切準備就緒後必須在 Rotor 之 Journal 底部塗抹紅丹，準備 Rotor 就位後作 BRG 之 Contact Check。
- 3.31.5 Rotor 在座放於 BRG 之前必須停止附近的電焊作業，Rotor 定位後亦必須完全禁止將電焊電纜橫跨 Rotor 上方或在 Rotor 上方進行電焊工作。
- 3.31.6 Rotor 安裝前必須先檢查下缸部位是否清潔，其吊掛作業必須指派專人指揮及發令，在 Rotor 之 Coupling 兩端及下缸之左右邊必須各指派技術人員監視以掌握 Rotor 座放時彼此之間隙狀況隨時回報訊息予指揮人員作適當處置。
- 3.31.7 當完成 BRG Contact Check 後必須將紅丹擦拭乾淨並將 Contact Check 之接觸情況作完整記錄保存，作為檢驗或驗收之依據。
- 3.31.8 於 Rotor 安裝完成後應將 Rotor 之 Journal 及 BRG 部位以塑膠布完全覆蓋，以保護 Rotor 及防止灰塵或其他異物掉落，並在 Rotor Runout (Vibromter) 之測量部位以塑膠布包紮，直到 Vibromter 安裝時再拆封。
- 3.32 汽機轉子對心
- 3.32.1 汽機轉子對心前必須考慮，若轉子置放於同一狀態時間太長可能會導致轉子有下垂彎曲之現象，因此，對心前應將轉子旋轉 2~3 圈再把轉子原來朝上之位置轉到下面，置放 2~3 小時後再開始進行對心工作，並在對心開始時必須把二個 Coupling 的”O”記號 (Match Mark) 朝上對準。

- 3.32.2 轉子對心使用之 Dial Indicator 固定架之製作及其固定方式、Tilting Pad BRG 軸中心固定用斜型楔子 (Wedges) 使用紅銅或鋁製材質及固定方式、固定 BRG Inner Ring 之 Locking Plates 製作及固定方式、臨時軸向推力架座 (Thrust Jigs) 之製作及固定方式等必須依照廠家安裝程序書圖示或裝機顧問之指示方式辦理。
- 3.32.3 由於汽機轉子是依反時鐘方向旋轉 (Counter-Clockwise)，其固定 BRG Inner Ring 之 Locking Plates 必須固定在反時鐘方向之 BRG STD 位置。
- 3.32.4 轉子對心測量工作開始前，必須將轉子旋轉 2~3 圈使 Journal 部位得到充分潤滑後再把二個 Coupling 的”o”記號 (Match Mark) 朝上對準。
- 3.32.5 汽機對心採同點對心法，必須同時旋轉兩個轉子 Coupling，每次旋轉 1/4 圈 (90°) 並同時量取 Face 及 Rim 之數據，反覆 2~3 次以取得穩定之對心數據，並於 Coupling 之對心數據取得後必須再測量 Oil Deflector 與 Rotor 間上下左右之距離及 BRG Journal 位置之水平度並記錄測量結果以作為對心調整 BRG 之參考。
- 3.32.5.1 使用廠房吊車轉動汽機轉子時，必須考慮鋼索之拉張時可能造成之潛在危險，因此，應特別注意周圍工作人員之安全。
- 3.32.5.2 使用人力轉動汽機轉子時，必須注意防止工作人員之腳部或衣服被汽機轉子葉片捲入之危險。
- 3.32.5.3 汽缸或 BRG 位置之水平接觸面若有潤滑油時，必須隨時將潤滑油擦拭乾淨，以防止工作人員工作時不慎滑倒。

- 3.32.5.4 工作完成後必須隨時將汽缸或BRG位置之水平接觸面開口部位以三夾板覆蓋，以防止人員或外物掉入。
- 3.32.6 轉子對心記錄必須同時清楚的標示 Dial Indicators 量錶指向位置及轉子旋轉方向。
- 3.32.7 轉子偏心調整時必須以比較廠家設計值與目前對心所量測的 Coupling Rim、Face 及比較 Rotor 位置、水平度與 Wiring 的記錄以決定那一個 BRG 應該調整。
- 3.32.8 BRG 位置調整前，必須將與各該調整 BRG 相關之轉子吊出後再進行調整工作，進行 BRG 調整前、後必須測量 BRG STD 與 Outer Ring 間之左右間隙及水平高度差（Step Check）。
- 3.32.9 BRG 位置調整後必須檢查 BRG 之 Adjusting Blocks 之固定及其與 Outer Ring 之接觸情況。
- 3.32.10 汽機轉子聯軸器對心之允許誤差值：
- 3.32.10.1 Rim上下左右允許誤差為設計值 $\pm 0.025\text{mm}$ （量錶讀數 $\pm 0.05\text{mm}$ ）以內。
- 3.32.10.2 Face垂直方向允許誤差為設計值 $\pm 0.03\text{mm}/M$ （M為Coupling直徑）以內。
- 3.32.10.3 Face左右方向允許誤差為設計值 $0.03\text{mm}/M$ （M為Coupling直徑）以內。
- 3.32.11 聯軸器對心記錄必須同時標示天氣、室溫及冷凝器之狀態，其中冷凝器在汽機聯軸器對心時其水位不可超過正常運轉水位。
- 3.32.12 於進行 Turbine/Generator Coupling 對心時，必須注意其封油泵及靜子冷卻水泵不可啓動。
- 3.33 汽機對心

- 3.33.1 汽機對心所使用之鋼琴線其規格必須符合廠家裝機說明書之規範，其線徑為  $\phi 0.40 \pm 0.005\text{mm}$  - JISG 3522 Class B 使用 13608 g (30Lbs) 拉力。
- 3.33.2 對心所使用之中心線調整座、內徑測微卡、微動聽診耳機及所有對心用臨時支撐鐵架等均應事先購備或製作。
- 3.33.3 對心用中心線架設完成後，必須依對心測量點相對於中心線之位置，在中心線上以奇異筆作記號，並從架設點兩端各別量出每一量測位置的長度，用以計算鋼琴線在量測點的下垂量，其中鋼琴線的長度及其下垂量之關係，必須依據廠家所提供鋼琴線下垂量對照表作為計算標準，由於不同長度、線徑的鋼琴線其相對於各量測位置的下垂值不同，因此，當中心線架設完成後必須重新再確認。
- 3.33.4 於架設鋼琴線時必須特別小心，不可造成 Piano Wire 有彎曲或扭曲現象，在每一次進行測量前必須檢查中心線若發現有扭彎曲或生銹現象時，必須將中心線換新，以確保量測數據之精確性，由於考慮 Wire 可能受拉力或操作時受扭、彎曲之緣故，當 Wire 經架設使用並受過拉力一次以後，即不可再第二次架設重複使用。
- 3.33.5 由於廠家提供之鋼琴線下垂量對照表之限制，本工程所使用之 Wire 其長度不可超過 60M，其總長度並必須以 0.5M 為基本長度單位。
- 3.33.6 進行對心量測時，必須將 Wire 上之油漬擦拭乾淨，使其在與測微卡接觸時可以得到較佳及準確的訊號，測微卡所接用的電池如果是新品，則必須注意是否在測微卡接觸之瞬間產生太大的火花 (Spark) 而造成 Wire 斷裂的情形。

- 3.33.7 由於 Wire 容易受風吹影響而造成擺動現象，在此種場合下必須作擋風措施，對心量測中亦必須進行人員管制，以避免不相關人員碰觸到 Wire 可能造成 Wire 彎曲現象，在此種場合則必須重新再作測量確認。
- 3.33.8 當量測的時間很長時，必須偶而檢測兩端設定點之設定值是否有變化。
- 3.33.9 於對心過程中必須限制人為量測誤差值在 0.02mm 以內，俟對心工作完成後，須將所有對心測量數據之記錄經審核以作為檢驗或驗收之依據。
- 3.34 汽輪發電機潤滑油系統管路油洗後軸承之拆檢
- 3.34.1 當潤滑油系統管路沖洗完成後，必須將所有汽輪發電機軸承（#1~#8）拆解檢查，其施工方法及程序必須依照廠家提供之圖說及裝機顧問之指示辦理。
- 3.34.2 軸承下半部拆吊前必須先將汽輪發電機轉子分別以拉吊器或 50 噸油壓千斤頂將轉子頂昇 0.15~0.20mm 之浮動間隙，以利軸承順利吊出，必須注意於轉子頂昇時應以分釐表監視。
- 3.34.3 軸承之清潔必須使用乾淨之煤油及海綿，並使用壓縮空氣將整個軸承內外及進出油管吹乾淨，其中 Pad BRG 之 Plugged Screw 必須拆開檢視吹洗。
- 3.34.4 檢視每一軸承之巴氏合金表面，有刮痕處必須利用刮刀（Scrapper）將刮痕處稍作處理。
- 3.34.5 回裝軸承下半部時必須將軸承塗抹適量之潤滑油及檢視用以監視浮動間隙之分釐表是否歸零，俟軸承及轉子定位後，必須測量軸承與轉子間之左、右平行間隙值並作成記錄，以作為檢驗或驗收之依據。
- 3.34.6 軸承之螺栓鎖固及其 Locking Washer 或 Locking Wire 之

固定方式必須依照廠家(TOSHIBA)所提供之 BEARING TIGHTENING PROCEDURE FOR BOLTS 之說明，於螺栓鎖固後必須將其各別鎖緊度依廠將提供 PC-1020-3 表填列，以作為檢驗或驗收之依據。

3.34.7 系統潤滑油及軸承油管路回裝前，必須以壓縮空氣將油管內部之水分及雜質吹乾淨，其管路配件如墊圈、孔口板(Orifice)、過濾器及止回閥之流向等都必須安裝正確。

3.34.8 本項工程於復裝 BRG 或 BRG STD 及油系統管路時，在清潔過程中必須特別注意不可使用纖維質之擦拭布，以防纖維質進入系統內部。

#### 4.0 主蒸汽閥(MSV)、控制閥(CV)、主蒸汽進汽管路(Main Steam Lead Pipe)、聯合再熱閥(CRV)及通汽閥(Ventilator Valve) 安裝：

4.1 該管閥安裝後不經吹管程序，因此必須小心施工，不得留有任何外物於管閥內。

4.2 本工程之每一個電焊接頭之組立、預熱、焊接及焊後熱處理之程序，必須完全依照廠家提供之施工說明及相關圖說規定辦理，不得擅自主張。

4.3 聯合再熱閥與 HIP 外缸之焊口對接及焊後熱應力釋放之退火等施工，必須在汽機有上缸狀況下進行，且聯合再熱閥於安裝、焊接及焊後熱處理時，必須保持在自由可移動狀態(參考安裝程序書 TC-009)。

4.4 焊條控制：

CMA-106 焊條在焊接前必須置於溫度 325°C~375°C 之乾燥箱

內至少 1 小時以上，焊條攜至施工場所時，必須使用可攜式溫度 100°C~150°C 之乾燥桶內並不可直接暴露於空氣中，焊條從乾燥箱攜出至施工現場時間超過 4 小時以上，必須再放回乾燥箱乾燥。

#### 4.5 MSV&CV、CRV、MS Lead 及通汽閥管路之焊口對接：

4.5.1 焊口對接前必須確實核對設計圖面上標示之焊口開口尺寸，並以圖示之焊口固定塊（Block）將閥體或焊口牢牢對接固定。

4.5.2 每一焊口固定塊沿著焊口圓周必須以氬焊或電弧焊固定至少 4 處以上，於焊接工作進行時再逐步以砂輪機磨除焊點取出固定塊。

4.5.3 焊口固定塊於焊接固定前，必須使用瓦斯加熱焊口至 250~350°C 之間，並以探溫筆或金屬表面溫度探測器檢查溫度。

4.5.4 焊口對接完成後，必須以砂布將焊口清潔乾淨及量取焊口相關部位之尺寸作成記錄保存，並將焊口用膠帶密封，直到開始焊接時再拆開。

4.6 CRV 於焊接前、後及焊後熱處理過程中，必須以精密量表監視，隨時注意 CRV 是否有走位或偏斜現象。

#### 4.7 管、閥之焊口預熱

4.7.1 CRV 焊前預熱或焊接時必須左右兩只 CRV 同時進行。

4.7.2 焊口預熱溫度、熱電偶裝設之方式、位置、測量溫度及記錄均必須依據廠家圖面指示施工，其中施焊前後至熱處理完成之溫度記錄必須留存並作為檢驗或驗收之依據。

#### 4.8 焊接過程

4.8.1 第一道以 TIG 焊接使用 TIG-2 CM § 2.4 焊條、電流

70~120A，如無法以氬焊打底之焊道需依甲方指示方法焊接，第二道以被覆焊條焊接，使用 CMA-106 § 3.2 電流 80~130A 或 4.0 焊條、電流 130~180A。

4.8.2 焊接中發現焊道溫度降低時應立即停止焊接並提升加熱溫度，焊道開始焊接至焊後熱處理前之任何焊道磨修等必須保持焊接部位在預熱時之溫度條件（250°C 以上）。

#### 4.9 焊後熱處理（Stress Relief）

4.9.1 最後一道焊道表面、焊道與母材交界處之凹痕、不平整及多餘之焊珠、熔液必須以砂輪機修整，使焊道表面平整一致，磨修完成後保持焊接部位在預熱條件下（250°C 以上）。

4.9.2 焊後熱應力消除之加熱器應使用廠家規定之感應線圈或鎳鉻絲加熱器，其加熱、冷卻及熱偶探測之溫度等均必須依照廠家提供之曲線圖表所定條件下完成。

4.9.3 進行熱應力消除之開始溫度必須升高至 280°C。

4.9.4 全部管、閥對接焊口必須百分之百（100%）作射線照相檢驗（R.T.），照相孔塞焊後必須作液滲透檢驗（P.T.）。

4.9.5 聯合再熱閥托架（CRV）、汽櫃吊架（MSV&CV）、主蒸汽管吊架（MS Lead Pipes 及其接管吊架）等現場焊接處，焊後必須作液滲透檢測（P.T.）。

#### 5.0 蒸汽閥臨時濾網拆除：

5.1 汽輪發電機於試運轉期間（併聯 96 小時後）需停機檢查，拆除 MSV 及 CRV 之臨時濾網（Fine Mesh Screen）並檢查蒸汽閥內部機件之試運轉情況。

5.2 進行拆卸 MSV 及 CRV 閥蓋鎖固螺栓前，必須先量測閥蓋與

閥體間之間隙值作成記錄，供回裝時之參考。

- 5.3 當濾網從閥體吊出時，必須先檢查濾網內部並將異物清除、檢視閥體、閥桿及閥門等是否受外物衝擊受傷情形，檢查完成後必須於閥蓋拆除處用鐵板覆蓋並貼上封條以防外物掉入閥體內部。
- 5.4 鉚釘回裝固定之施工方法及程序必須依照廠家提供之施工圖說及廠家裝機顧問之指示方式辦理。

#### 6.0 試運轉：

- 6.1 各機組在試運轉前，必須完全依照廠家圖說、顧問指示完成各項試運轉準備工作。
- 6.2 機組試運轉期間，有關工程人員須全程充分配合試運轉人員作各項必要之調整、檢查、維修及主動擷取設備相關試運轉參數，將完整之試運轉記錄存查。