

出國報告（出國類別：其他）

聖多美普林西比 Santo Amaro 電廠 Unit#3、Unit#4 柴油機大修報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：王鳴璋 電力修護處第三工作隊裝配技術員

派赴國家：聖多美普林西比民主共和國

出國期間：103 年 10 月 11 日至 103 年 12 月 9 日

報告日期：104 年 3 月 9 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：聖多美普林西比 Santo Amaro 電廠 Unit#3、Unit#4 柴油發電機組大修報告

頁數 34 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

王鳴璋/台灣電力公司/電力修護處/第三工作隊裝配技術員/02-27853199

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：103 年 10 月 11 日至 103 年 12 月 9 日 出國地區：非洲

報告日期：104 年 3 月 9 日

分類號/目

關鍵詞：

EMAE (Electricity and Water Company of Sao Tome and Principe) 聖國水及電力公司

Santo Amaro, EMAE 所屬火力電廠名稱

Contador, EMAE 所屬水力電廠名稱

Hyundai HIMSEN 9H21/32, Santo Amaro 電廠之柴油機組廠牌型式

內容摘要：(二百至三百字)

台電電力修護處接受台灣機電工程服務社委託，協助辦理友邦聖多美普林西比 Santo Amaro 電廠 No. 3、No. 4 柴油發電機共 2 部機組大修工作，在 Santo Amaro 電廠大修期間，此 2 部機組均為裝機後第二次大修，此次 12000 小時大修工作，均依廠家規定之工作項目進行，另外依現況製作適當工具輔助現場工作，改善無效勞力付出提升人員工作效率；大修期間逢聖國雨季，柴油機組均為屋外貨櫃型機組，使得工作難度益加困難，感謝全體工作人員通力合作，使大修工作順利完成。

聖多美普林西比 Santo Amaro 電廠 Unit # 3 柴油發電機組大修報告

一、前言.....	第 2-1	頁
二、大修工期.....	第 2-1	頁
三、大修人力配置表.....	第 2-1	頁
四、檢修項目.....	第 2-1	頁
五、檢修內容.....	第 2-1~2-2	頁
六、試運轉情形.....	第 2-2	頁
七、檢討及建議事項.....	第 2-2	頁

附 錄：

一、圖表及工程照片.....	第 2-3~2-17	頁
----------------	------------	---

一、前言 Preliminary

聖多美 Unit#3 機組此次為第二次 12000 小時大修，檢修項目按照 Hyundai 技術手冊所列項目，此外汽缸頭組件採用備品交換使用方式，縮短工作時間；本次大修發現三只汽缸襯套肩部位位置裂痕穿透至內側，予以更換新品。本次大修能完成例行工作項目並解決突發狀況讓機組如期運轉，感謝全體工作人員趕工配合與努力付出，完成聖多美 Unit#3 機組大修工作。

二、大修工期

2014/10/13~2014/10/31

三、大修人力 Overhaul Manpower

台電電力修護處：王鳴璋

TEMES：黃陳晴、章文駿、徐嘉瑋

EMAE：略

四、檢修項目

(一)、引擎本體檢修

汽缸頭組 Cylinder Head

汽缸套 Cylinder Liner

水套 Water Jacket

活塞連桿組 Piston & Connecting Rod

曲柄軸 Crank Shaft

(二)、燃油系統檢修

噴油泵 Fuel Injection Pump

噴油閥 Fuel Injection Valve

(三)、冷卻水系統 (Cooling Water System) 檢修

(四)、潤滑油系統 (Lubricating Oil System) 檢修

(五)、增壓機 (Turbocharger) 檢修

(六)、發電機 (Generator) 檢查

五、檢修內容

(一)、引擎本體檢修

1、汽缸頭組 Cylinder Head

(1) 汽門導管全部更新。

(2) 進排氣閥桿及閥座全部更換新品。

(3) 噴油閥襯套全部更新。

(4) 汽缸頭水壓試驗，全部缸頭正常。

(5) 搖臂間隙調整：進氣 0.5mm，排氣 0.5 mm。

2、汽缸套 Cylinder Liner

No. 6、No. 7、No. 9 汽缸襯套破裂予以更新，其餘未更新。

3、活塞連桿組 Piston and Connecting Rod

(1) 活塞連桿組整理及活塞環全部更新。

(2) No. 2、No. 9 (EX 側) 大端螺桿更新。

(3) No. 6 小端軸承更新；大端軸承全部更新。

4、曲柄軸 Crank Shaft

(1) 檢修前後曲軸撓度 Deflection 量測紀錄詳表 (2) ~ (4)。

(2) 主軸承檢查正常未更新。

(二)、燃油系統檢修

1、噴油泵 (Fuel Injection Pump): 柱塞全部更新。

2、噴油閥 (Fuel Injection Valve): 噴嘴全部更新。

(三)、冷卻水系統檢修

1、Charge Air Cooler 檢修: 清拭整理後, 試壓 6 kg/cm^2 持壓 30 分鐘結果正常。

2、L. T. C. W Pump 拆檢, 更換軸、軸承、軸封。

3、H. T. C. W Pump 拆檢, 更換軸、軸承、軸封。

4、H. T. C. W 節溫閥檢修, 節溫閥更換新品。

(四)、潤滑油系統檢修

1、Lub. Oil Filter 潤滑油過濾器拆檢、清理本體, 並更換過濾器濾芯。

2、潤滑油調壓閥檢修, 分解清理後回裝。

3、潤滑油節溫閥檢修, 節溫閥更換新品。

(五)、增壓機檢修

1、分解整理後組裝。

2、進氣消音器濾網清理。

(六)、發電機檢查

1、Fan 檢查, 進風口過濾網清潔。

2、發電機軸承潤滑油更新。

六、試運轉情形

(一) 過程

2014/10/29	14:44~16:09	空載試驗 (1000rpm)
	16:09~16:53	25%負載 (400KW) 試驗
	16:53~17:35	50%負載 (900KW) 試驗
	17:35~18:21	75%負載 (1300KW) 試驗
	18:21~19:00	100%滿載 (1700KW) 試驗

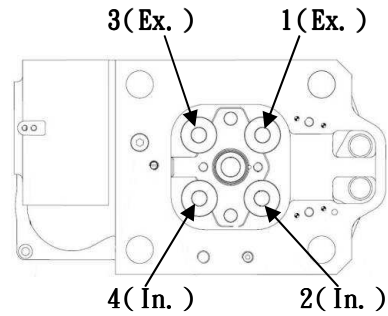
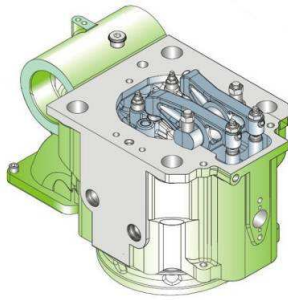
(二) 機組各項運轉紀錄詳表 (12)。

七、檢討及建議事項

無。

表 (1) 大修備品更換明細

Date :	NA	Tolerance Range :	NA	Unit :	NA
MeasuringTools :	NA	Number :	NA		



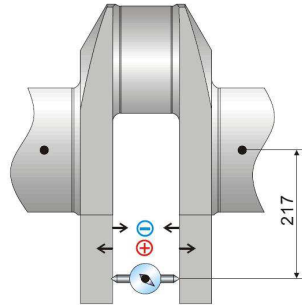
Item	Cyl. No									REMARK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Valve Seat 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Bush For Fuel Valve	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Cylinder Liner						△	△		△	
Compression Ring Top	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Compression Ring 2nd	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Oil scraper ring	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Con. Rod Stud(big end)		△/△							/△	Cam/Ex.
Con. Rod Bearing(small end)						△				
Con. Rod Bearing(big end)	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	up/down
F.I.P. plunger	△	△	△	△	△	△	△	△		
Fuel Injection Nozzle	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Thermostatic Valve(C.W.)		△			△			△		
Thermostatic Valve(L.O.)		△			△			△		
H.T Water Pump		Shaft △			Oil Seal △			M. Seal △		
L.T Water Pump		Shaft			Oil Seal △			M. Seal △		
Turbocharger					△					By case

△ : Replace

表 (2) 曲軸撓度量測記錄

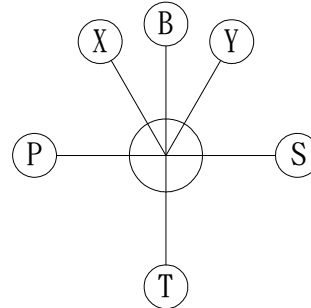
量測日期：如表列	容許範圍：No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：1/100 mm
量具名稱：分厘錶	編號：NA	有效日期：NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



Gauge location on crank webs

View From Drive End



Measuring Date : 14/10/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	-1	-1	-1	0	0	+1	-0.5	-5.5	-12.3
T	-1.5	-2	-1	+1	+2	+4	+0.5	-10	-24
P	-1	-0.9	0	+1.5	+2	+2	+0.5	-4.5	-11.2
X	0	0	+0.2	+1	+1	+0.5	+0.5	0	-1
Note	機組拆前								

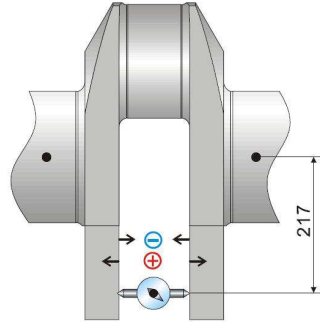
Measuring Date : 18/10/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	-1	-1.3	-0.4	+0.8	+1.5	+1	-1.3	-6.7	-14
T	-1.8	-2	0	+3.2	+4.3	+3	-2	-13	-27.7
P	-1.5	-1	0	+2	+2	+1.2	-1	-6.5	-14
Note	機組拆後								

表 (3) 曲軸撓度量測記錄

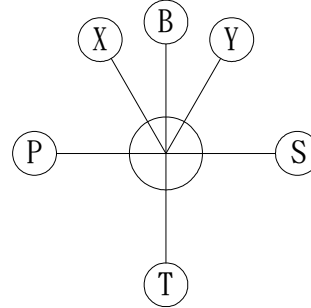
量測日期：	如表列	容許範圍：	No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：	1/100 mm
量具名稱：	分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



Gauge location on crank webs

View From Drive End



Measuring Date : 20/10/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	-1.1	-1	-0.5	+0.9	+2	+1.2	-1.3	-6.2	-14.1
T	-1.9	-2	0	+3	+4.5	+3.2	-1.9	-12.1	-27.3
P	-1.3	-0.9	0	+2.2	+2.1	+1.2	-1	-6.2	-14
Note	主軸承檢修後								

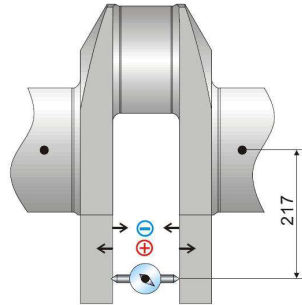
Measuring Date : 29/10/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	-0.9	-0.3	-0.3	0	-0.7	+0.1	-0.9	-6.5	-11.9
T	-1.2	-1.9	-0.8	-0.3	-0.1	+1.3	-0.5	-10	-23.8
P	-1	-1.3	-0.8	0	0	+0.9	0	-4.5	-11.8
X	0	0	0	+0.5	0	0	0	-0.1	-0.4
Note	機組回裝後								

表 (4) 曲軸撓度量測記錄

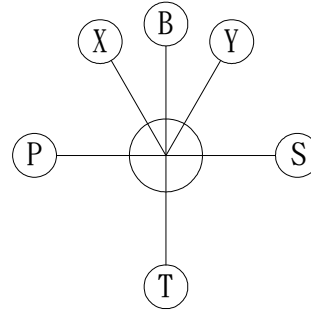
量測日期：	如表列	容許範圍：	No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：	1/100 mm
量具名稱：	分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



Gauge location on crank webs

View From Drive End

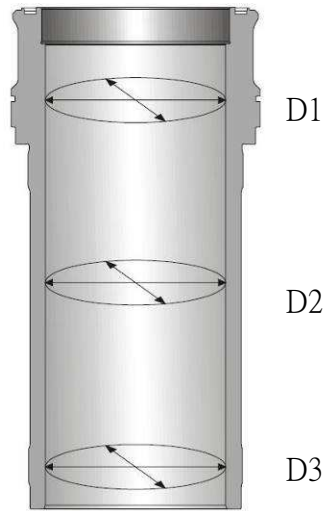


Measuring Date : 03/11/2014

Cyl. No. Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	-0.8	-0.8	-0.2	-1	-0.8	0	-1	-5.5	-13
T	-1.3	-1.7	-1	-1	+1	+2.2	0	-9.4	-24.3
P	-1	-0.5	0	+0.5	+1	+2	+0.7	-3.6	-12.7
X	-0.7	0	+1	+0.4	0	0	0	-0.3	-1
Note	熱機撓度								

表 (5) 汽缸襯套內徑尺寸測量記錄

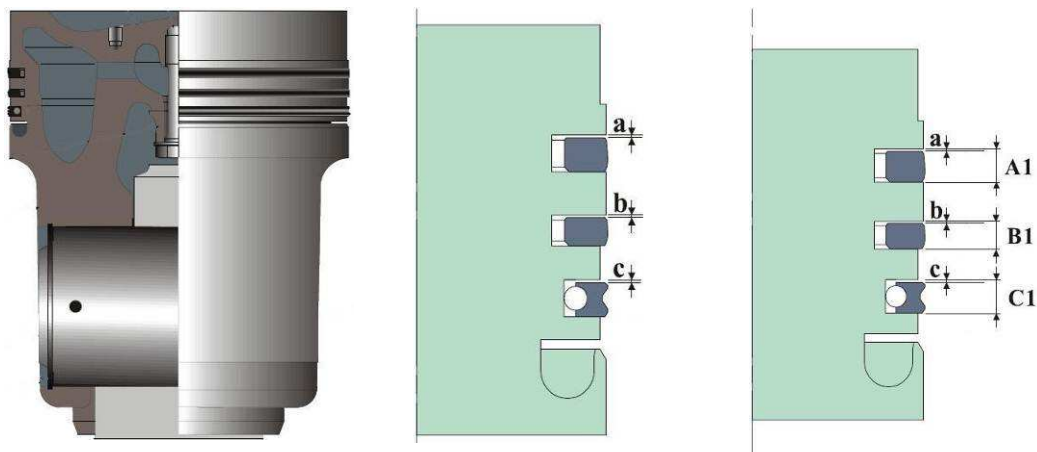
量測日期：	17/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	內徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA



位置 汽缸編號	D1		D2		D3	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	210.01	210.02	210.01	210.03	210.01	210.02
2	210.02	210.02	210.01	210.03	210.01	210.03
3	210.03	210.00	210.00	210.02	210.00	210.02
4	210.02	210.01	210.01	210.04	210.00	210.03
5	210.02	210.03	210.01	210.03	210.01	210.03
6	210.03	210.03	210.02	210.02	210.02	210.02
7	210.05	210.05	210.03	210.04	210.04	210.04
8	210.02	210.01	210.00	210.02	209.99	210.02
9	210.03	210.04	210.03	210.03	210.03	210.03
備註	標準尺寸： $210_{-0}^{+0.046}$ mm；容許最大尺寸：210.4 mm					

表 (6) 活塞環環槽間隙量測記錄

量測日期：	22/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	NA
量具名稱：	厚薄規、外徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA

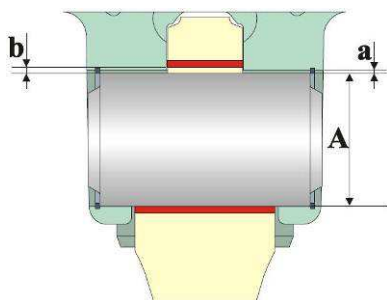


項目 \ 汽缸編號		汽缸編號								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
活塞環與環槽間隙	1 st Ring (a)	0.13	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.13	0.13	0.12
	2 nd Ring (b)	0.10	0.12	0.12	0.09	0.09	0.12	0.12	0.11	0.11
	3 rd Ring (c)	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
備註		標準間隙：a=0.13~0.175 mm、b=0.1~0.145 mm、c=0.05~0.085 mm 容許最大間隙：a=b=0.5 mm、c=0.3 mm								

項目 \ 汽缸編號		汽缸編號								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
活塞環環槽間隙	1 st Ring (A1)	6.12	6.10	6.09	6.10	6.10	6.10	6.12	6.12	6.11
	2 nd Ring (B1)	5.09	5.11	5.11	5.08	5.08	5.11	5.11	5.10	5.10
	3 rd Ring (C1)	6.05	6.04	6.03	6.04	6.04	6.05	6.05	6.04	6.04
備註		標準尺寸：A1 = $6^{+0.15}_{+0.12}$ mm、B1 = $5^{+0.12}_{+0.09}$ mm、C1 = $6^{+0.06}_{+0.04}$ mm 容許最大尺寸：A1=6.35 mm、B1=5.35 mm、C1=6.20 mm								

表 (7) 活塞連桿小端尺寸量測記錄

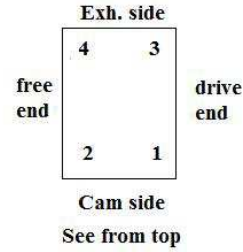
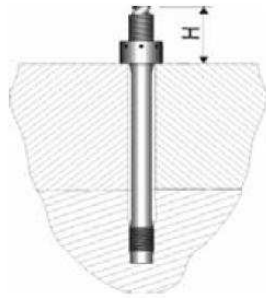
量測日期：	18/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	NA
量具名稱：	內徑測微器 外徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA



汽缸 編號	項目 方向	活塞銷(A)		活塞銷孔		連桿小端軸承		活塞銷與活塞 銷孔配合間隙 (a)		活塞銷與連桿 小端配合間隙 (b)	
		X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	發電機端	99.99	99.99	100.05	100.07	100.10	100.13	0.06	0.08	0.11	0.14
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
2	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.10	100.13	0.07	0.08	0.11	0.14
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
3	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.11	100.12	0.07	0.08	0.12	0.13
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
4	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.10	100.13	0.07	0.08	0.11	0.14
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
5	發電機端	99.985	99.985	100.07	100.08	100.09	100.12	0.085	0.095	0.105	0.135
	自由端	99.985	99.985	100.06	100.07			0.075	0.085		
6	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.08			0.07	0.09		
7	發電機端	100.00	100.00	100.06	100.07	100.09	100.13	0.06	0.07	0.09	0.13
	自由端	100.00	100.00	100.06	100.07			0.06	0.07		
8	發電機端	100.00	100.00	100.06	100.07	100.10	100.13	0.06	0.07	0.10	0.13
	自由端	100.00	100.00	100.06	100.07			0.06	0.07		
9	發電機端	100.00	100.00	100.07	100.08	100.10	100.13	0.07	0.08	0.10	0.13
	自由端	100.00	100.00	100.07	100.08			0.07	0.08		
備註		標準間隙：a=0.05~0.085 mm、b=0.08~0.149 mm 容許最大間隙：a=0.12 mm、b=0.25 mm									

表 (8) 連桿、汽缸頭、大端定磅後螺桿長度

量測日期：	29/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	深度規	編號：	NA	有效日期：	NA



項目 汽缸編號	Cylinder Head				Connecting Rod Shaft				Big End	
	1	2	3	4	1	2	3	4	Came side	Exhaust side
1	115.2	115.3	115.5	115.4	50.5	50.4	50.4	50.3	80.7	81.0
2	115.5	115.2	115.8	115.4	50.2	50.4	50.6	50.4	81.6	81.3
3	115.4	115.1	115.3	115.3	50.4	50.4	50.5	50.4	81.4	81.6
4	115.0	115.4	115.1	115.2	50.5	50.5	50.4	50.5	81.4	81.4
5	115.3	115.5	115.5	115.7	50.3	50.4	50.4	50.4	81.5	81.6
6	115.2	115.4	115.2	115.2	50.4	50.5	50.4	50.5	80.6	80.2
7	115.2	115.4	115.4	115.4	50.6	50.6	50.4	50.4	81.0	81.1
8	115.1	115.6	115.0	115.6	50.4	50.5	50.3	50.4	80.7	81.0
9	115.1	115.6	115.2	115.5	50.3	50.4	51.3	51.3	81.0	81.5
備註	Cylinder Head= 113.5_{-2}^{+3} mm ; Connecting Rod Shaft= 50_{-1}^{+2} mm ; Big End= 80_{-1}^{+2} mm									

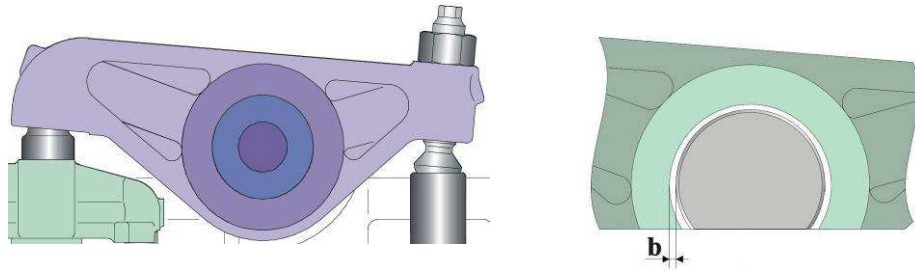
表 (9) 側螺栓定磅後螺桿長度

量測日期：	31/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	深度規	編號：	NA	有效日期：	NA

項目 汽缸編號	Side bolt	
	Came side	Exhaust side
1	81.5	81.1
2	81.7	81.2
3	81.8	81.6
4	81.6	81.9
5	81.5	81.4
6	81.3	81.9
7	81.3	80.5
8	80.6	81.6
9	81.6	81.3
10	81.5	81.5
11	81.0	81.5
備註	Side bolt=80 ⁺² ₋₁	

表 (10) 搖臂與軸襯間隙量測紀錄

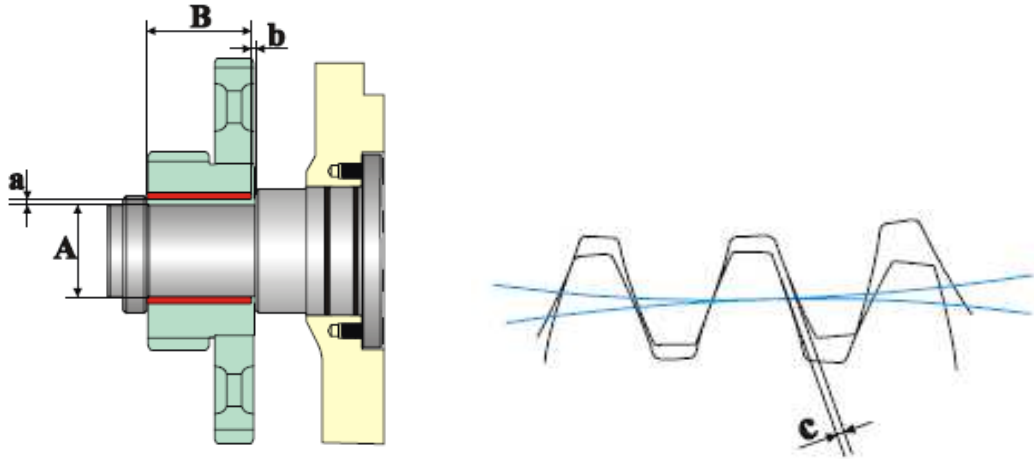
量測日期：	24/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	厚薄規	編號：	NA	有效日期：	NA



項目 汽缸編號	搖臂軸(B)				搖臂軸襯				配合間隙 (b)			
	進氣側		排氣側		進氣側		排氣側		進氣側		排氣側	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.05	0.07	0.09
2	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.05	0.04	0.06
3	--	--	--	--	--	--	--	--	0.07	0.08	0.06	0.12
4	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.04	0.12
5	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.05	0.09
6	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.04	0.04	0.06
7	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.07	0.04	0.09
8	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.07	0.05	0.08
9	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.04	0.07
備註	標準間隙：b=0.025~0.08 mm 容許最大間隙：b=0.2 mm											

表 (11) 正時齒輪間隙量測紀錄

量測日期：	21/10/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	厚薄規、分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA



Timing Gear	
項目	b=0.150~0.350
Idle gear shaft and bushing	0.29
容許最大間隙：b=0.5	
Backlash (c)	0.25
C=0.15~0.4 容許最大背隙：0.5	

表 (12) 機組試運轉紀錄

Date		29/10/2014	29/10/2014	29/10/2014	29/10/2014	29/10/2014													
Time	hh:mm	14:44~16:09	16:09~16:53	16:53~17:35	17:35~18:21	18:21~19:00													
Ambient Temp.	°C																		
Load Point	%	0%	25%	50%	75%	100%													
Engine Speed	rpm	1001	1009	1005	1000	1005													
Generator Load	kW	0	400	900	1300	1700													
Governor Indicator Position	%		3.6	5.4	6.6	7.9													
Turbocharger Speed	rpm	9570	18230	28420	34080	37700													
Lub. Oil Press. Inlet Filter	bar		5.5	5.5	5	5.5													
Lub. Oil Press. Inlet Engine	bar	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2													
Lub. Oil Temp. Inlet engine	°C	62	62	65	68	72													
H.T. Water Press. Inlet Engine	bar		4.2	4.2	4.2	4.2													
H.T. Water Temp. Inlet/Outlet Engine	°C		70	68	80	68	80	68	80	68	80								
L.T. Water Press. Inlet Air Cooler	bar	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4													
L.T. Water Temp. Inlet/Outlet Engine	°C	39		38	40	38	40	40	44	42	44								
Lub. Oil Press. Inlet T/C	bar		3.9	3.6	3.4	3.2													
Fuel Oil Press. Inlet Engine	bar	7.6	5.5	7.6	7.5	7.5													
Fuel Oil Temp. Inlet Engine	°C	32	30	32	32	31													
Charge Air Press. After A/C	bar	0	0.6	1.0	2.3	2.8													
Charge Air Temp. After A/C	°C		42	46	48	54													
Exh. Gas Temp. T/C Outlet	°C		340	360	340	340													
Exh. Gas Temp. T/C Inlet	°C	213	349	430	452	478													
Gen. Brg. Temp	°C	50	50	51	51	54													
Exh. Gas	Pump Index	Firing Press	Cyl. No.	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar	
Cylinder Unit			1	220	8	50	310	10	80	330	18	120	360	21	150	380	25	180	
			2	150	7	46	290	11	80	310	17	120	325	21	150	350	25	178	
			3	160	7.5	46	285	10	80	350	17	120	310	21	150	340	25	180	
			4	160	6.5	45	305	11	80	320	17	124	330	21	153	360	25	184	
			5	200	7	45	310	11	79	330	17	124	340	22	150	370	25	180	
			6	190	7	47	300	11	81	320	17	130	340	22	150	360	25	180	
			7	190	7	49	330	10	80	330	17	120	370	22	150	390	25	178	
			8	220	7	50	310	11	80	350	18	120	350	21	159	370	25	180	
			9	220	7	50	290	10	79	310	18	118	330	21	149	360	28	172	
			mean	190	7.1	48	303	10.6	80	328	17.3	122	339	21.3	151	364	25.3	179	
Note	1.Cylinder Temperature Deviation from average of cylinders : $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 2.Cylinder Pressure Deviation from average of cylinders : $\pm 5\text{bar}$																		



缸頭吊出



閥座拆除



缸頭表面缺陷



缸頭表面研磨



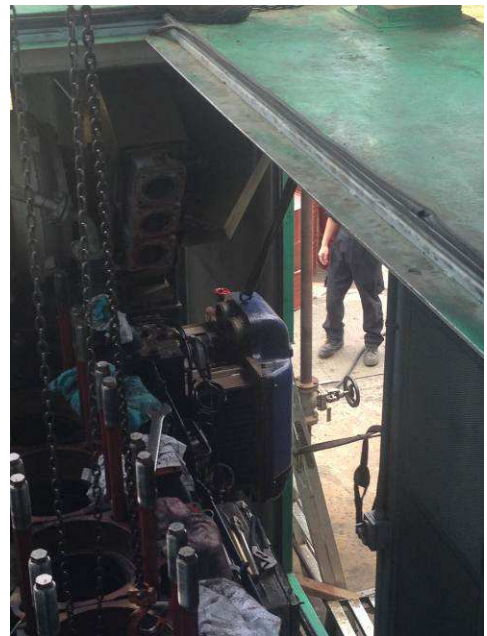
溫控閥檢修



缸套內部裂痕



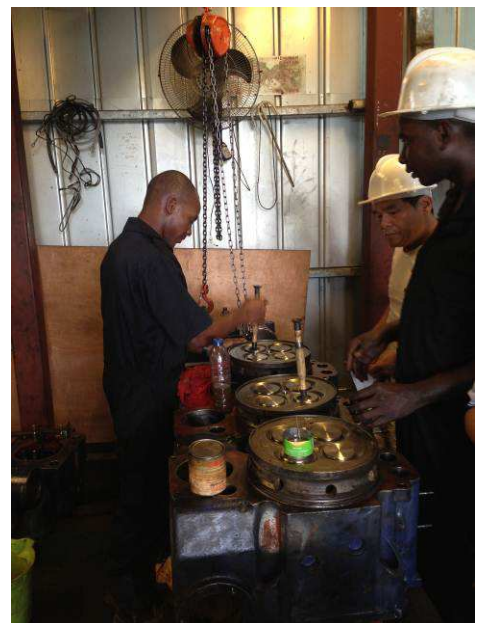
活塞、連桿吊出



Air Cooler 吊出



缸套內部磨損情形



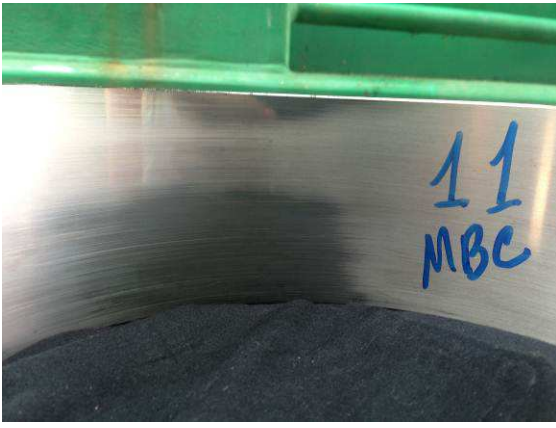
閥座研磨



Air Cooler 清洗



Air Cooler 試壓



主軸承下軸瓦磨損情形



推力磨損情形



水泵檢修



高壓泵檢修



沖蝕螺栓磨損情形



柱塞磨損情形

hhh

聖多美普林西比 Santo Amaro 電廠 Unit # 4 柴油發電機組大修報告

一、前言.....	第 3-1	頁
二、大修工期.....	第 3-1	頁
三、大修人力配置表.....	第 3-1	頁
四、檢修項目.....	第 3-1	頁
五、檢修內容.....	第 3-1~3-2	頁
六、試運轉情形.....	第 3-2	頁
七、檢討及建議事項.....	第 3-2	頁

附 錄：

一、圖表及工程照片.....	第 3-3~3-17	頁
----------------	------------	---

一、前言 Preliminary

聖多美 Unit#4 機組大修內容按照原廠手冊所列例行檢修項目，本次大修乙只汽缸襯套肩穿透破裂而更換新品。感謝台機社駐聖人員與聖多美電廠 EMAE 人員的協助與配合，順利完成聖多美 Unit#4 機組大修工作。

二、大修工期

2014/11/01~2014/11/30

三、大修人力 Overhaul Manpower

台電電力修護處：王鳴璋

TEMES：黃陳晴、章文駿、徐嘉瑋

EMAE：略

四、檢修項目

(一)、引擎本體檢修

汽缸頭組 Cylinder Head

汽缸套 Cylinder Liner

水套 Water Jacket

活塞連桿組 Piston & Connecting Rod

曲柄軸 Crank Shaft

(二)、燃油系統檢修

噴油泵 Fuel Injection Pump

噴油閥 Fuel Injection Valve

(三)、冷卻水系統 (Cooling Water System) 檢修

(四)、潤滑油系統 (Lubricating Oil System) 檢修

(五)、增壓機 (Turbocharger) 檢修

(六)、發電機 (Generator) 檢查

五、檢修內容

(一)、引擎本體檢修

1、汽缸頭組 Cylinder Head

(1) 汽門導管全部更換新品。

(2) 進、排氣閥桿與閥座全部更新。

(3) 噴油閥襯套全部更新。

(4) 汽缸頭水壓試驗，各缸頭正常。

(5) 搖臂間隙調整：進氣 0.5mm，排氣 0.5 mm。

2、汽缸套 Cylinder Liner

No.2 汽缸襯套破裂予以更新。

3、活塞連桿組 Piston and Connecting Rod

(1) 活塞連桿組整理及活塞環全部更新。

(2) 大端軸承全部更新。

4、曲柄軸 Crank Shaft

(1) 檢修前後曲軸撓度 Deflection 量測紀錄詳表 (2) ~ (4)。

(2) 主軸承檢查正常未更新。

(二)、燃油系統檢修

- 1、噴油泵 (Fuel Injection Pump): 噴油泵柱塞 No. 1、No. 4~9 共 7 只更新。
- 2、噴油閥 (Fuel Injection Valve): 噴嘴全部更新。

(三)、冷卻水系統檢修

- 1、Charge Air Cooler 檢修: 清拭整理後, 試壓 6 kg/cm^2 持壓 30 分鐘正常。
- 2、L. T. C. W Pump 拆檢, 更換軸、軸承、軸封。
- 3、H. T. C. W Pump 拆檢, 更換軸、軸承、軸封。
- 4、H. T. C. W 節溫閥檢修, 更換新品。

(四)、潤滑油系統檢修

- 1、Lub. Oil Filter 潤滑油過濾器拆檢、清理本體, 並更換過濾器濾芯。
- 2、潤滑油調壓閥檢修, 分解清理後回裝。
- 3、潤滑油節溫閥檢修, 更換新品。

(五)、增壓機檢修

- 1、分解整理後組裝。
- 2、進氣消音器濾網清理。

(六)、發電機檢查

- 1、Fan 檢查, 進風口過濾網清潔。
- 2、發電機軸承潤滑油更新。

六、試運轉情形

(一) 過程

2014/11/25	14:35~14:57	空載試驗 (1000rpm)
	14:57~15:33	25%負載 (400KW) 試驗
	15:33~16:02	50%負載 (900KW) 試驗
	16:02~16:35	75%負載 (1300KW) 試驗
	16:35~17:05	100%滿載 (1700KW) 試驗

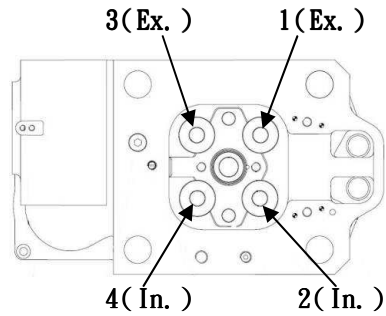
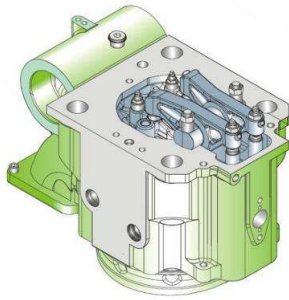
(二) 機組各項運轉紀錄詳表 (12)。

七、檢討及建議事項

無。

表 (1) 大修備品更換明細

Date :	NA	Tolerance Range :	NA	Unit :	NA
MeasuringTools :	NA	Number :	NA		



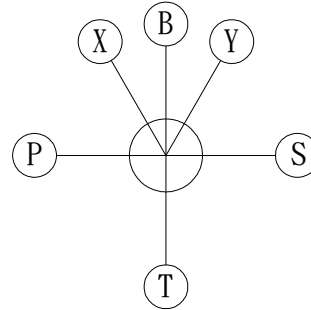
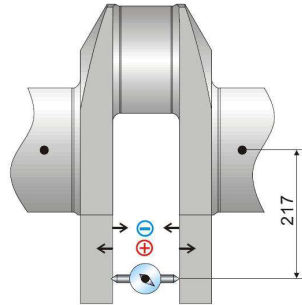
Item	Cyl. No									REMARK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Valve Seat 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Seat 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Valve Guide 4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Bush For Fuel Valve	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Cylinder Liner		△		◎						
Compression Ring Top	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Compression Ring 2nd	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Oil scraper ring	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Con. Rod Bearing(big end)	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	△/△	up/down
F.I.P. plunger	△			△	△	△	△	△	△	
Fuel Injection Nozzle	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
Thermostatic Valve(C.W.)		△			△			△		
Thermostatic Valve(L.O.)		△			△			△		
H.T Water Pump		Shaft △			Oil Seal △			M. Seal △		
L.T Water Pump		Shaft △			Oil Seal △			M. Seal △		
Turbocharger					△					By case

△ : Replace ◎ : 更換之前的舊品

表 (2) 曲軸撓度量測記錄

量測日期：	如表列	容許範圍：	No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：	1/100 mm
量具名稱：	分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



Gauge location on crank webs

Measuring Date : 04/11/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	+0.4	+0.5	0	+1	+1	+2.3	-0.2	-5	-12.2
T	+1.5	+2.5	+1	+3	+4.2	+6.5	+1.7	-9	-24
P	+1	+2.7	+1.4	+2.9	+3.2	+4.8	+1.5	-3.8	-12
X	+0.8	+1.7	+1	+1.6	+1	+1.4	+0.4	0	0
Note	機組拆前								

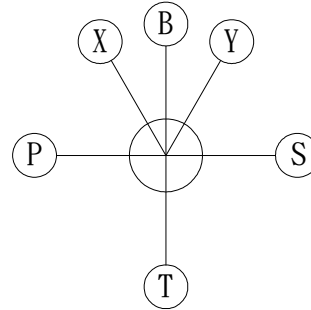
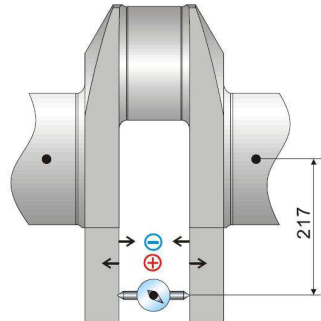
Measuring Date : 07/11/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	+0.5	0	+0.8	+1.8	+1.5	+1.7	-1	-5.3	-13
T	+1.5	+2.3	+2.8	+5.5	+5.1	+5.4	-0.8	-10.8	-25.5
P	+1.3	+2	+2.5	+3.8	+3.7	+3.7	+0.3	-4.7	-12.9
Note	機組拆後								

表 (3) 曲軸撓度量測記錄

量測日期：	如表列	容許範圍：	No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：	1/100 mm
量具名稱：	分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



Gauge location on crank webs

Measuring Date : 11/11/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	+0.5	+1	+1	+2.5	+3	+2.5	-0.5	-6.6	-13.3
T	+1.5	+3	+3	+6	+8	+5.5	0	-11.5	-25.8
P	+1	+2.2	+2	+3.7	+5.5	+3.5	+0.5	-5.3	-12.6
Note	主軸承檢修後								

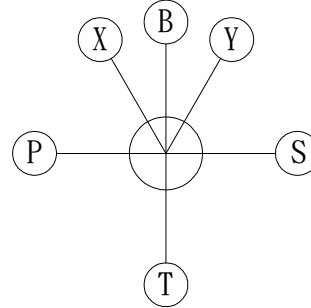
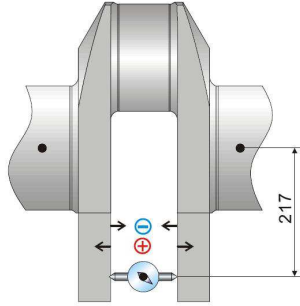
Measuring Date : 24/11/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	+0.4	+0.2	0	+0.9	+1	+1.8	-0.5	-5	-12.8
T	+0.9	+1.7	+0.5	+2	+3.2	+4.8	+1	-9	-23
P	+0.5	+1.4	+1	+1.4	+2.5	+3.5	+1.2	-4	-12
X	+0.5	+1	+0.9	+1	+1	+1	+0.5	0	-0.3
Note	機組回裝後								

表 (4) 曲軸撓度量測記錄

量測日期：	如表列	容許範圍：	No. 1~No. 8：-13~+13 No. 9：-26~+12	單位：	1/100 mm
量具名稱：	分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA

MEASURING POSITIONS AND POINTS



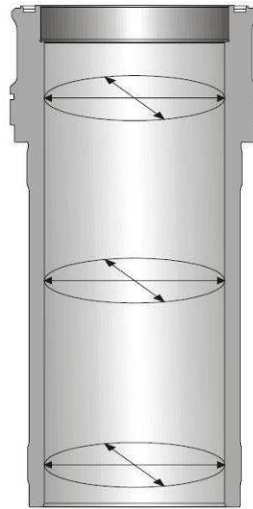
Gauge location on crank webs

Measuring Date : 26/11/2014

Cyl. No. / Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	+0.3	+0.8	0	+1	+1	+2	-0.2	-5	-13.4
T	+1	+2	+0.5	+2	+3	+5	+1.4	-9	-24
P	0	+1.9	+0.4	+1.4	+2.5	+3	+1.1	-4	-12.9
X	0	+1	0	+1	+0.3	+0.3	+0.4	-0.3	-0.8
Note	熱機撓度								

表 (5) 汽缸襯套內徑尺寸測量記錄

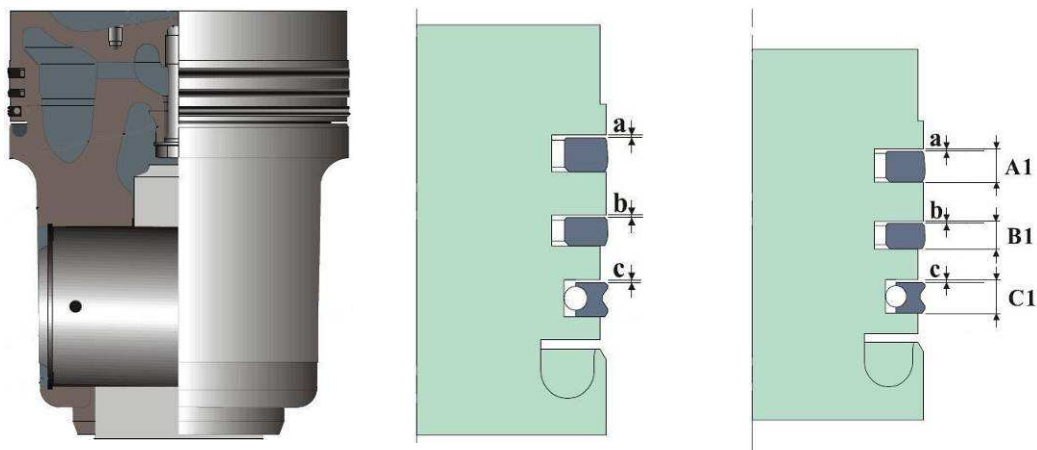
量測日期：	10/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	內徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA



位置 汽缸編號	D1		D2		D3	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	210.02	210.01	210.00	210.02	210.00	210.02
2	210.02	210.02	210.00	210.01	210.00	210.00
3	210.02	210.01	210.00	210.04	209.99	210.03
4	210.02	210.01	210.02	210.02	210.01	210.02
5	210.04	210.02	210.01	210.01	210.00	210.04
6	210.02	210.00	209.99	210.02	209.99	210.02
7	210.02	210.03	210.00	210.03	210.00	210.02
8	210.01	210.01	210.00	210.02	209.99	210.01
9	210.02	210.01	210.01	210.02	210.01	210.02
備註	標準尺寸： $210_{-0}^{+0.046}$ mm；容許最大尺寸：210.4 mm					

表 (6) 活塞環環槽間隙量測記錄

量測日期：	21/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	NA
量具名稱：	厚薄規、外徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA

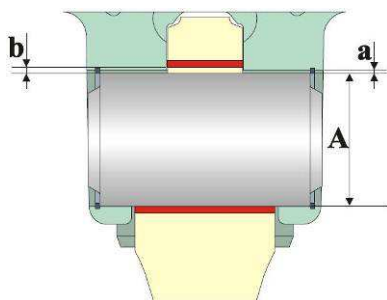


項目 \ 汽缸編號		汽缸編號								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
活塞環與環槽間隙	1 st Ring (a)	0.14	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.13
	2 nd Ring (b)	0.12	0.13	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.11
	3 rd Ring (c)	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
備註		標準間隙：a=0.13~0.175 mm、b=0.1~0.145 mm、c=0.05~0.085 mm 容許最大間隙：a=b=0.5 mm、c=0.3 mm								

項目 \ 汽缸編號		汽缸編號								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
活塞環環槽間隙	1 st Ring (A1)	6.13	6.11	6.11	6.11	6.12	6.11	6.11	6.10	6.12
	2 nd Ring (B1)	5.11	5.12	5.09	5.10	5.10	5.10	5.11	5.12	5.10
	3 rd Ring (C1)	6.04	6.06	6.04	6.05	6.04	6.04	6.04	6.04	6.04
備註		標準尺寸：A1 = $6^{+0.15}_{+0.12}$ mm、B1 = $5^{+0.12}_{+0.09}$ mm、C1 = $6^{+0.06}_{+0.04}$ mm 容許最大尺寸：A1=6.35 mm、B1=5.35 mm、C1=6.20 mm								

表 (7) 活塞連桿小端尺寸量測記錄

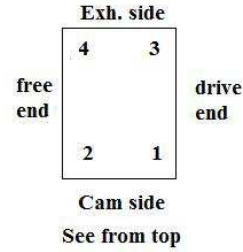
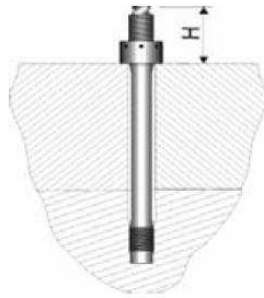
量測日期：	07/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	NA
量具名稱：	內徑測微器 外徑測微器	編號：	NA	有效日期：	NA



汽缸 編號	項目 方向	活塞銷(A)		活塞銷孔		連桿小端軸承		活塞銷與活塞 銷孔配合間隙 (a)		活塞銷與連桿 小端配合間隙 (b)	
		X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	發電機端	99.985	99.985	100.06	100.08	100.10	100.13	0.075	0.095	0.115	0.145
	自由端	99.985	99.985	100.06	100.07			0.075	0.085		
2	發電機端	99.99	99.99	100.07	100.08	100.10	100.13	0.08	0.09	0.11	0.14
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
3	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.10	100.12	0.07	0.08	0.11	0.13
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
4	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.10	100.12	0.07	0.08	0.11	0.13
	自由端	99.99	99.99	100.07	100.08			0.08	0.09		
5	發電機端	99.995	99.995	100.06	100.07	100.10	100.12	0.065	0.075	0.105	0.125
	自由端	99.995	99.995	100.06	100.07			0.065	0.075		
6	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.08	100.11	100.13	0.07	0.09	0.12	0.14
	自由端	99.99	99.99	100.07	100.08			0.08	0.09		
7	發電機端	99.985	99.985	100.06	100.07	100.09	100.11	0.075	0.085	0.105	0.125
	自由端	99.985	99.985	100.06	100.07			0.075	0.085		
8	發電機端	99.99	99.99	100.06	100.07	100.09	100.11	0.07	0.08	0.10	0.12
	自由端	99.99	99.99	100.06	100.07			0.07	0.08		
9	發電機端	99.995	99.995	100.07	100.08	100.10	100.12	0.075	0.085	0.105	0.125
	自由端	99.995	99.995	100.07	100.08			0.075	0.085		
備註		標準間隙：a=0.05~0.085 mm、b=0.08~0.149 mm 容許最大間隙：a=0.12 mm、b=0.25 mm									

表(8) 連桿、配重、汽缸頭、大端定磅後螺桿長度

量測日期：	24/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	深度規	編號：	NA	有效日期：	NA



項目 汽缸 編號	Cylinder Head				Connecting Rod Shaft				Big End		Counter Weight			
	1	2	3	4	1	2	3	4	Came side	Exhaust side	1	2	3	4
1	114.7	113.9	114.5	114.2	50.7	50.6	50.5	50.4	81.1	80.7	79.0	79.4	79.3	79.5
2	113.9	113.6	114.8	114.5	50.5	50.5	50.3	50.2	80.7	80.7	79.3	79.4	79.4	79.7
3	114.7	114.4	114.6	114.7	50.2	50.3	50.4	50.4	80.7	81.1	79.2	79.5	79.2	80.3
4	114.7	115.0	115.3	115.0	50.5	50.4	50.4	50.4	81.5	81.1	79.4	79.4	79.9	79.4
5	114.5	114.8	114.9	114.8	50.4	50.4	50.3	50.2	80.6	80.8	79.0	79.8	79.4	78.7
6	114.3	114.5	114.3	114.7	50.4	50.5	50.4	50.5	81.4	81.4	78.8	79.2	79.8	79.2
7	114.2	113.9	114.5	114.5	50.3	50.3	50.3	50.3	81.8	81.0	77.9	78.2	78.4	79.6
8	114.3	114.8	114.4	114.0	50.5	50.5	50.4	50.4	80.6	81.5	79.6	80.0	78.7	78.6
9	114.2	114.5	114.1	114.7	50.5	50.3	50.3	50.3	81.8	80.9	80.0	79.7	78.4	80.0
備註	Cylinder Head= 113.5^{+3}_{-2} mm ; Connecting Rod Shaft= 50^{+2}_{-1} mm ; Big End= 80^{+2}_{-1} mm ; Counter Weight= 80^{+2}_{-1} mm													

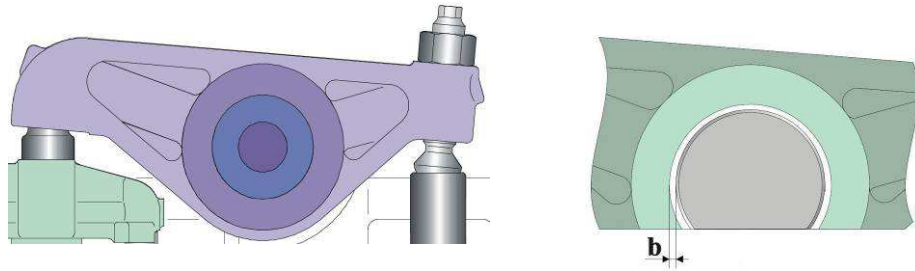
表 (9) 側螺栓、主軸承定磅後螺桿長度

量測日期：	10/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	深度規	編號：	NA	有效日期：	NA

項目 汽缸編號	Side bolt		Main Bearing	
	Came side	Exhaust side	Came side	Exhaust side
1	80.8	81.2	113.5	113.3
2	81.2	81.6	113.4	112.9
3	80.7	81.8	113.6	113.3
4	81.0	81.5	113.4	113.4
5	81.5	81.4	113.0	113.2
6	81.1	81.7	113.3	113.7
7	81.1	81.9	113.4	113.4
8	81.2	81.5	113.4	113.4
9	81.3	81.2	113.5	113.4
10	81.3	81.9	113.5	113.1
11	81.5	81.8	113.9	113.2
備註	Side bolt= 80_{-1}^{+2} ; Main Bearing= 114_{-2}^{+3}			

表 (10) 搖臂與軸襯間隙量測紀錄

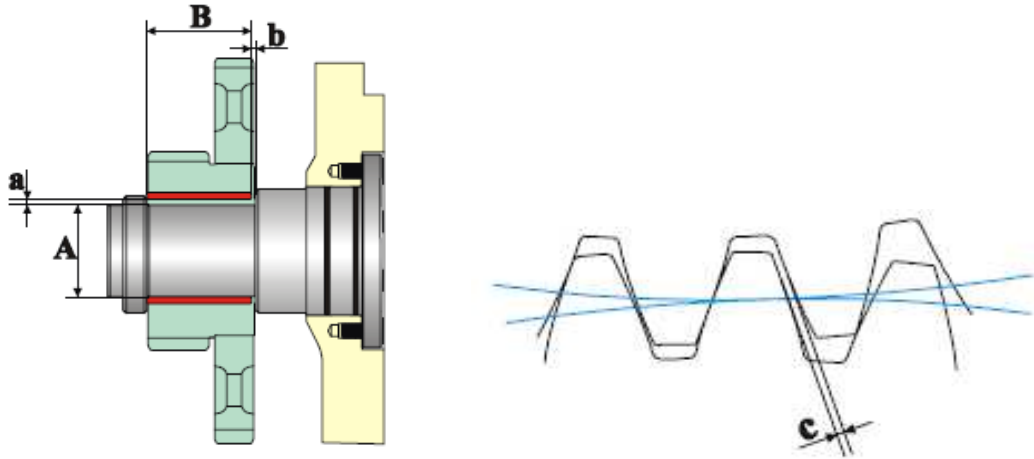
量測日期：	21/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	厚薄規	編號：	NA	有效日期：	NA



項目 汽缸編號	搖臂軸(B)				搖臂軸襯				配合間隙 (b)			
	進氣側		排氣側		進氣側		排氣側		進氣側		排氣側	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
1	--	--	--	--	--	--	--	--	0.06	0.08	0.06	0.08
2	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.06	0.10
3	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.08	0.05	0.12
4	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.05	0.10
5	--	--	--	--	--	--	--	--	0.03	0.04	0.04	0.06
6	--	--	--	--	--	--	--	--	0.05	0.08	0.04	0.11
7	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.04	0.10
8	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.06	0.05	0.12
9	--	--	--	--	--	--	--	--	0.04	0.07	0.04	0.10
備註	標準間隙：b=0.025~0.08 mm 容許最大間隙：b=0.2 mm											

表 (11) 正時齒輪間隙量測紀錄

量測日期：	11/11/2014	容許範圍：	NA	單位：	mm
量具名稱：	厚薄規、分厘錶	編號：	NA	有效日期：	NA



Timing Gear	
項目	b=0.150~0.350
Idle gear shaft and bushing	0.18
容許最大間隙：b=0.5	
Backlash (c)	0.23
C=0.15~0.4 容許最大間隙：0.5	

表 (12) 機組試運轉紀錄

Date		25/11/2014			25/11/2014			25/11/2014			25/11/2014			25/11/2014				
Time	hh:mm	14:35~14:57			14:57~15:33			15:33~16:02			16:02~16:35			16:35~17:05				
Ambient Temp.	°C	29.6			28.6			28.3			27.5			27.7				
Load Point	%	0%			25%			50%			75%			100%				
Engine Speed	rpm	1004			1003			1002			1001			1001				
Generator Load	kW	0			450			950			1300			1700				
Governor Indicator Position	%	2.2			3.0			5.4			6.6			8.2				
Turbocharger Speed	rpm	10060			19510			29230			34030			38700				
Lub. Oil Press. Inlet Filter	bar	6			6			5.9			5.6			5.2				
Lub. Oil Press. Inlet Engine	bar	4.9			4.8			4.7			4.6			4.4				
Lub. Oil Temp. Inlet engine	°C	62			64			65			67			69				
H.T. Water Press. Inlet Engine	bar	4.0			3.8			4.0			3.9			3.9				
H.T. Water Temp. Inlet/Outlet Engine	°C	66	69	76	79	74	80	74	80	74	80	74	80	74	80			
L.T. Water Press. Inlet Air Cooler	bar	2.4			2.4			2.4			2.3			2.4				
L.T. Water Temp. Inlet/Outlet Engine	°C	32	36	34	38	38	40	38	40	38	40	38	40	38	44			
Lub. Oil Press. Inlet T/C	bar	4.2			4			3.7			3.5			3.4				
Fuel Oil Press. Inlet Engine	bar	7.6			7.6			7.6			7.6			7.5				
Fuel Oil Temp. Inlet Engine	°C	30			30			30			30			30				
Charge Air Press. After A/C	bar	0.1			0.5			1.3			1.9			2.7				
Charge Air Temp. After A/C	°C	40			42			44			43			46				
Exh. Gas Temp. T/C Outlet	°C																	
Exh. Gas Temp. T/C Inlet	°C	250			399			433			449			479				
Gen. Brg. Temp	°C	45			50			51			51			52				
Exh. Gas	Pump Index	Firing Press	Cyl. No.	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar	°C	mm	bar
Cylinder Unit			1	220	8	54	300	12	82	310	18	120	320	22	140	360	27	172
			2	190	7.5	50	280	12	80	300	18	120	320	22	142	340	27	170
			3	230	8	50	310	12	80	330	18	120	350	22.5	142	370	27.5	170
			4	230	8	50	330	12	84	340	17.5	120	350	22	148	370	27	172
			5	170	7	42	280	11	80	310	17	120	325	22	150	350	27	170
			6	220	7	50	280	12	82	330	17	120	340	21	150	360	27	172
			7	225	8	50	310	12	80	320	17.5	120	330	21.5	148	360	27	170
			8	225	7	42	300	11	80	320	17	120	340	21	148	370	26.5	172
			9	220	7	50	300	12	80	335	17	122	360	22	150	380	27	176
			mean		214	7.5	49	299	11.8	81	322	17.4	120	337	21.8	146	362	27
Note	1.Cylinder Temperature Deviation from average of cylinders : $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 2.Cylinder Pressure Deviation from average of cylinders : $\pm 5\text{bar}$																	



Air Cooler 吊出



Air Cooler 清洗



Air Cooler 試壓夾法



Liner 清潔



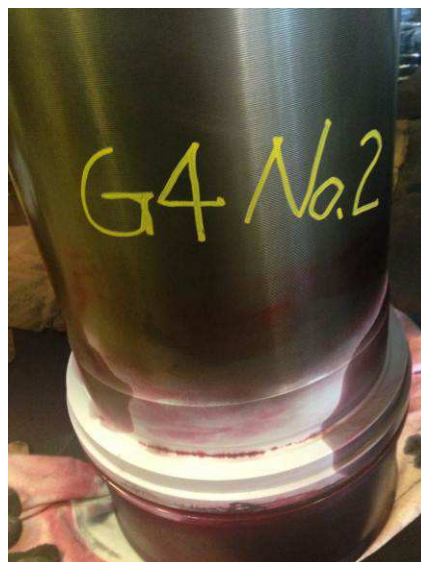
Liner 內部裂痕



Liner 腐蝕情形



機台腐蝕情形



Liner PT 後的情形



正時齒輪間隙量測



活塞溝槽清潔



主軸承檢修



主軸承下軸瓦磨損情形



凸輪軸定磅檢查



基礎螺栓檢查



缸頭檢修完後噴漆



增壓機回裝



煙囪除銹前的搭架情形



煙囪除銹上漆後