大林廠 HDS 工場設備購料監辦 出國報告書

目次：

1、前言及目的	2 頁。
2、行程概述	3 頁。
3、工作紀要	4 頁。
4、心得及感想	31 頁。
5、建議	39 頁。

1 前言及目的

派遣事由：

監辦大林廠柴油加氫脫硫工場設備購料

派遣目的與業務關連：

討論大林廠柴油加氫脫硫工場壓縮機、加熱爐工程設計及查核製造進度。

預估效益：

A、討論及查証設備製造進度及情況，期使重要設備準時交貨、整體工程如期完工。

B、參觀本工程重要設備製造公司，吸收彼此經驗，提昇未來工作品質。

出國任務說明：

A、查証加氫脫硫壓縮機測試情況及進度。

B、查証透平機測試情況及進度。

C、查証及討論加熱爐、空冷器工程設計及進度。

2 出國行程概述

90.05.31~90.06.01 高雄啟程經漢城 釜山赴 SAMYOUNG
AFC 討論空冷器試壓情況

90.06.04 赴 PETRO-CHEM 公司討論加熱爐製作情況

90.06.05~90.06.10 由釜山經大阪、神戶赴 KOBELCO
公司討論壓縮機製造及測試情況

90.06.11~90.06.12 由神戶經廣島赴 SHIN NIPPON 公司討
論透平機製造及測試情況

3.1 訪問 SAMYOUNG 的主要目的是瞭解其製作能力及 HDS 工程 5 座 AIR COOLER 之進度。

6 月 1 日晴氣溫 18 ~ 26 ，訪 SAMYOUNG HEAT EXCHANGER CO. LTD , (三榮熱交換器公司) , 工廠在工業區裡但離五星級 HOTEL 只有 15 分鐘車程 , 主要道路寬大 , 各工廠間的 ACCESS WAY 則維持雙線道 , 道路整潔管理良好。

SAMYOUNG 公司成立於 1979 年 , 1993 年 Yicheon plant 獲 ASME 授權使用 U、S 及 PP STAMP , 並由 ASME 認可的 AI 每年定期訪查各項記錄 , 1995 年獲法國 GEA-BTT 專利合約授權設計 AFC 並成為 HTRI 協會的一員 , 資本額 300 萬美元 , 員工兩百多人 , 2000 年之營業額有 5500 萬美元 , 從 1998 至 2000 年成長率每年超過 70% , 主要生產 HRSG (佔 45.2%) ACHE (佔 30.6%) 及 WELDED FIN TUBE (佔 24.2%) , 共有 4 個工廠。CHANGWON NO. 1 佔地面積 12×103M²、倉原 2 廠佔地面積 66×103M²、HAMAN 廠佔地面積 64×103M²、YICHEON 廠佔地面積 13×103M² , 年產量 ACHE 是 1000 BUNDLES , DP/DT 可達 400 kg/cm²G/400 , HRSG (HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR) 950 SETS (3 排管連 上下 HEADER 最長 22 米) MECHANICAL BONDED FIN TUBE 年產 1200KM 含 1 寸 G TYPE 及 5/8 寸 ~ 2 寸 L、LL 之 KNURLED TYPE , 7 ~ 11 fins PER INCH、EXTRUDED FIN TUBE 年產 1224KM 含單支長度 14 米。

抵達時 HDS 五座 ACHE 已到試水壓之最後階段 , 未有任何 PENDING 項目應可配合 HDS 大林廠工地之吊裝計畫 , 預定在 6 月底運出 , 使用 CHANGWON 旁邊的 MASAN PORT 直接到高港只須 5 ~ 7 天 , 其他馬達、GEAR 及 FAN 則在 5 月 29 日已由義大利運出預定 6 月 23 日抵高港 , SPARE PARTS 與設備一同運出 , 安裝及操作手冊將在 6 月 18 日這一星期寄出 , MANUFACTURER'S DATA BOOK 含 QA QC RECORDS

則將於完工後一個星期寄達工地。

本次 HDS 工場的 FIRED HEATER F7001 是由美國 PETRO-CHEM 公司負責供應, PETRO-CHEM(USA)再將 FABRICATION WORK 轉給 PETRO-CHEM KOREA COMPANY LIMITED , 但 PETRO-CHEM KOREA 只有 8 名員工, 再將 RAD, CONV、 APH、 DUCT、 H/BOX WIND TRUSS、 STACK GRATING 等 STEEL FABRICATION , 以及 LINING、 COIL FABRICATION 全交給 KIC 公司辦理, KIC 只負責 C. S. 之 SUPPLY , 其餘主要器材均由 PETRO-CHEM USA 提供, 需要預製的均運到 KIC , 不須要預製則直接運到高雄, F7001 其預製情況是`幾乎主要的組件均已接近完成, FRAME 部份除了 APH 外均已達 100%, 尚待噴砂油漆, COIL 部份均已到料但尚未製作, 特別要求試水壓後要用 PIG 排水至少 3 次。 LINING 部份尚未完成, 要求 KIC 公司依 PMI 要求之文件必須放入檢查報告中, F7001 預定 7 月 31 日裝傳運往高雄。

3.2 壓縮機械運轉略述：

6 月 6 日早上抵達神鋼公司 (KOBELCO), 立即進行 C7201 壓縮機機械運轉 (MECHANICAL RUNNING TEST), 首先審查備用轉子 MECHANICAL RUNNING TEST (MRT) 之測試報告, 該 SPARE ROTOR 已經使用 JOB COMPRESSOR 實際安裝並進行相同的測試、相同的測後檢查而完成報告, 借由此審查可對本日將進行的 JOB ROTOR 及 COMPRESSOR 之測試程序再做進一步之討論協商, 實際上 KOBELCO 公司亦在前一日對於 JOB ROTOR 連夜完成相同測試並取得合乎規範的報告, SPARE ROTOR 是在約 15 天前完成測試, 而 JOB ROTOR 則連續試兩次其用意有二, 一為事先確認沒有問題, 第二次與業主代表一併測試務求圓滿結果, 二為連續測試可節省各項設備系統及公用物料之成本, 所以 JOB ROTOR 之 IN-HOUSE TEST 是在 6 月 4 日至 6 月 5 日完成, 並取得測試報告, 而且在 WITNESS TEST 之前

則可使用本 IN-HOUSE TEST REPORT 作為雙方對 TEST REPORT FORMAT 之共識。

整個 JOB ROTOR MRT WITNESS TEST RUN 由上午 11 點開始，先進行兩次各約 15 分鐘的提速至 13611 RPM TRIP SPEED，此速度也就是 115.5% 的 RATED SPEED，每一次均由 0 RPM 開始，至 13611 RPM 跳脫並下降至 300 RPM 以下，在上升及下降過程中均讀取振動監測儀之各項振動頻率與振幅以求取第 1 共振轉速及頻譜分析圖 (BODE DIAGRAM)。

由於共振發生之處非常不明顯，依據測試過程，只能標示在 4000 ~ 6000 RPM 之間，實際數字將由 KOBELCO 公司詳細計算後提供。

接著分成 8 ~ 10 個階段穩速提升 COMPRESSOR 轉速至 MAXIMUM CONTINUED SPEED (最高連續運轉速度) 12374 RPM，測試時的各項條件如下：

室溫及室壓：

26.4 ~ 26.1 DRY TEMPERATURE

22.6 ~ 22.2 WET TEMPERATURE

760.4 ~ 760.9 mm HG。

9 階上升速度：

3001 RPM，3500 RPM，7072 RPM，8250 RPM

9429 RPM，10608 RPM，11787 RPM，12376 RPM

13613 RPM。

上升階段的系統條件：

系統 GAS 溫度壓力 -

入口壓力由 4.181KG/CM²G 逐步下降至

2.847KG/CM²G

出口壓力由 4.199KG/CM²G 逐步下降至

2.847KG/CM²G

入口溫度保持在 23.4 ~ 24.7
出口溫度由 42.8 逐步上升到 73.7 。

動力記錄 -

MOTOR INPUT 由 14.5KW 逐步上升至 546.0KW
CURRENT 由 32.3A 逐步上升至 97.1A
VOLTAGE 由 722.0V 逐步上升至 3221.1V。

轉軸振動 -

均遠低於 25 MICRON 介於 21.5 ~ 9.4 之間，只有在
13613 RPM TRIP 時有測到 27 MICRON 之振動。

軸移 -

均遠低於 ± 0.5 mm 介於 -0.215 ~ -0.288 mm 之間，
只有在 13613 RPM TRIP 時可量到 -0.318 mm。

BUFFER GAS -

維持壓力由 4.283 KG/ CM²G 逐漸下降到 3.268 KG/
CM²G。

SEAL GAS -

維持壓力由 0.204 KG/ CM²G 逐漸下降到 0.102 KG/
CM²G。

VENT 壓力在 SUCTION -

維持在 0.102 KG/ CM²G

VENT 壓力在 DISCHARGE -

維持在 0.102 KG/ CM²G。

潤滑油系統 -

吸端軸承油流量 -

16.20 l/min ~ 17.00 l/min。

排端軸承油流量 -

50.00 l/min ~ 53.00 l/min。

吸端軸承油壓 -

1.632 ~ 1.499 KG/ CM²G。

排端軸承油壓 –

1.428 ~ 1.326 KG/ CM²G。

軸承進口油溫 –

35.8 ~ 42.4 。

吸端軸承出口油溫 –

38.0 ~ 61.3deg.C。

排吸端軸承出口油溫 –

38.0 ~ 59.5deg.C。

吸端 JOURNAL PAD 溫度 –

1. - 38.2 ~ 52.8deg.C。

2. - 43.8 ~ 61.7deg.C。

排端 JOURNAL PAD 溫度 -

1. - 39.0 ~ 58.7deg.C。

2. - 41.6 ~ 59.3deg.C。

THRUST LOAD 端 PAD 溫度 -

1. - 37.3 ~ 59.3deg.C。

2. - 37.8 ~ 56.1deg.C。

THRUST UNLOAD 端 PAD 溫度 -

1. - 36.2 ~ 53.9deg.C。

2. - 36.9 ~ 50.5deg.C。

前述上升階段，每一階段均須注意前述之各項系統條件之穩定度，在上升各階之間有的條件會變動，須待變動後，各條件之讀取數值保持至少 5 分鐘，才開始記錄各項條件值，其中轉速在 13613 RPM 轉速機乎是壓縮機之跳脫保護之設定值所以各項振動，油溫，軸承溫度均較高但仍保持遠低於安全條件之下，在 5 分鐘之後，轉速即調降低於跳脫保護設定轉速之 1% 之下的轉速即 13340 RPM 並保持至少 15 分鐘之穩定運轉，隨即再調降 4% 的轉速達 12374 RPM(此速度為業主規範要求速度的

105%) , 並立即進入下一階段至少 4 小時最高連續轉速 12374 RPM 機械運轉測試。

4 HOURS CONTINUOUS RUNNING TEST :

本階段至少須連續穩定運轉 4 小時 , 並至少每三十分鐘記錄各項運轉條件共 8 次的記錄。

在 12374 RPM 時各項系統條件如下 :

GAS SYSTEM –

吸端 溫/壓 - 30.9 ~ 40.5deg.C / 1.349 ~ 0.960KG/ CM²G
排端 溫/壓 - 61.7 ~ 71.4deg.C / 1.419 ~ 1.026KG/ CM²G。

POWER MEASUREMENT –

Motor input - 340.5 ~ 337.5 KW
Motor current - 84.6 ~ 80.1Ampere
Motor voltage - 2930.1 ~ 2929.4Voltage。

SHAFT VIBRATION –

13.7 ~ 19.2micron (最大允許值為 25micron)

SHAFT movement –

- 0.151 ~ - 0.218 mm (最大允許值±0.7 mm , 此為壓縮機跳脫條件 , 另有±0.5 mm時為 ALARM 設定值)

BUFFER GAS 壓力–

1.326 ~ 1.020KG/ CM²G。

SEAL GAS 壓力–

KEEP 在 0.051KG/ CM²G。

VENT 壓力–

KEEP 在 0.000KG/ CM²G。

LUBE OIL SYSTEM –

吸端軸承 LO 流速 -

16 l/min (設計值為 16 ~ 20 l/min)
排端軸承 LO 流速 -
53.0 ~ 54 l/min (設計值為 50 ~ 63 l/min)
吸端軸承 LO 壓力 -
1.428KG/ CM²G (設計值為 1.3 ~ 1.5KG/ CM²G)
排端軸承 LO 壓力 -
1.326KG/ CM²G (設計值為 1.3 ~ 1.5KG/ CM²G)
吸端軸承 LO 油溫 -
58.3 ~ 59.0deg.c (設計值為與入口溫度差 28deg.c)
排端軸承 LO 油溫 -
56.4 ~ 56.8deg.c (設計值為與入口溫度差 28deg.c)
LO SUPPLY TEMPERATURE -
41.2 ~ 41.4deg.c (設計值為 35 ~ 45deg.c)
軸承溫度—
吸端 JOURNAL 溫度 1 -
50.3 ~ 50.4deg.c (允許值 MAX. 100deg.c)
吸端 JOURNAL 溫度 2 -
59.4 ~ 59.9deg.c (最高允許值 100deg.c)
排端 JOURNAL 溫度 1 -
54.2 ~ 54.8 deg.c (MAX. 100 C)
排端 JOURNAL 溫度 2 -
56.9 ~ 57.3 deg.c (MAX. 100C)
THRUST LOAD SIDE 1 -
57.8 ~ 58.5 deg.c (最高允許值 105 deg.c)
THRUST LOAD SIDE 2 -
57.2 ~ 57.9 deg.c (MAX. 100C)
THRUST UNLOAD SIDE 1 -
44.7 ~ 45.3 deg.c (MAX. 105C)
THRUST UNLOAD SIDE 2 -

48.4 ~ 48.7 deg.c (MAX. 105C)

測試的結果均達到預期的標準，整個機械運轉試驗完成。

在整個試驗完成時已經晚上 7 點多了，隨即在會議室內作簡單的核對與討論，席間曾簡短的談到目前壓縮機廠家間使用 DRY GAS SEAL 系統已有 10 年以上的經驗，本次採購之 CIMPRESSOR 亦使用 FLOW SERVE 公司所發展的 DRY GAS SEAL 系統，DRY GAS SEAL 最先由 JOHN CRANE 公司發展出來只能允許單一旋轉方向，美國，日本及英國採用此第一代的 SEAL，數年之後 FLOW SERVE 公司的西德子公司 PACIFIC WEITZ 發展出雙向旋轉均可的 DRY GAS SEAL 系統，如 SEAL OIL USA 公司，BW/IP OIL SEAL USA 公司均採用此雙向 DRY GAS SEAL 系統，最近幾年 JOHN CRANE 亦發展出雙向旋轉之 DRY GAS SEAL，所以目前大家均用雙向旋轉之 DRY GAS SEAL 系統，應無人再用單向。

KOBELCO 公司的離心式 GAS COMPRESSOR 測試台，大型的有二個 PLATE FORM 併排而設，中間是併連兩間小控制室，PLATE FORM 上方並有數間會議室附有電腦連接控制室並有參觀用玻璃門戶供從上方看見下方 COMPRESSOR 之運轉情形並可看到下方控制室內部情況，整個設備相當老舊，長期未更新。其它尚有 7 ~ 8 處供試小型各式壓縮機(如 SCREW TYPE , COMPLETE PACKAGE TYPE 等)，此兩處大型離心式 COMPRESSOR 測試台各配一套 5000KW 及 3500KW 馬達，本壓縮機是放在 5000KW 馬達之 PLAT FORM 上做測試，馬達與壓縮機之間用兩台減速齒輪連接，主要的 NOISE 是由此兩台 REDUCER GAER 產生，但整體含背景噪音之內的噪音值則在 90dBA 之下。

3.3 透平機系統測試過程

3.3.1 真空冷凝器組檢查程序：

主要文件有品管計畫程序書 (E7201 及 E7203 QUALITY PROGRAM PROCEDURE FOR SURFACE CONDENSER SET NO. 31623-0032-20) 及品管檢查計畫 (E7201 及 E7203 QUALITY INSPECTION PLAN FOR SURFACE CONDENSER SET NO. 31623-0032-10)。

品管計畫書內含目視檢查，放射性檢查，磁粉探測 (MT DRY)，水壓測試等各項檢驗計畫之目的，測試範圍，各項檢驗所依據之規範，檢測合格之標準以及各項檢驗記錄項目及表單等。

品質檢查計畫則包含各項由廠家自行檢查的項目及驗收標準，主`要有品管計畫，圖件，材質證明各項文件審查、(其中材質證明必須是可追溯性的證明文件)，鋼板裁切及熱影響區域是否有不良或缺陷，各項電銲工證明文件及焊接程序證明記錄，比率为百分之五的放射性檢驗記錄，試壓記錄，補強板 (REINFORCING PADS) 位置，60 PSIG 空氣試壓，集水井位置耐蝕塗裝 (COAL TAR EPOXY COATING) 檢查等各項審查，最後核對完整檢驗文件書 裝訂清單與目錄。

3.3.2 透平機無負載運轉測試經過如下：

檢驗 STEAM TURBINE NO-LOAD MECHANICAL RUNNING TEST PROCEDURES 及其詳細昇降速率步驟及時間表，並核對各項透平機圖件。

簡單討論各項測試項目及目的。

確認目前透平機狀況。

確認操作條件及其要求之變化數值如下：

Turbine speed (Max. cont. speed) --	1237 ±123 rpm
Inlet steam pressure -----	15.8 ±5.0 kg/cm ² G
Inlet steam temperature-----	260 ±50

Exhaust steam pressure----- 0.12 ±0.1 kg/
 cm² A
 Control oil pressure ----- 8.0 ±1.0 kg/
 cm²G
 Lube oil pressure ----- 2.0 ±0.2 kg/
 cm²G
 Lube oil supply temperature ----- 45 ±5

 Lube oil kind ----- Turbine oil ISO
 VG 32
 Cooling water kind ----- Fresh water
 Cooling water temperature ----- Amb. Temp.
 Control oil flow rate ----- Max. 20 L/min
 Lube oil flow rate ----- Max. 90 L/min
 Rotation direction
 (View from governor end) ----- C.C.W.
 Gland ejector inlet steam press. 15.8 ±5.0 kg/ cm²G
 Gland sealing inlet steam press. 15.8 ±5.0 kg/ cm²G
 Instrument air supply press. ----- 4.2 ±1.0 kg/ cm²G

參與測試各公司及人員如下：

SNM : Mr. N SUGIHARA

KSL : Mr. M SHIOZAKI

FET : Mr. JISHENG LIN

CTCI : Mr. J. S. WU & Mr. Y. J. LEE

CPC : Mr. Y. T. LIN

透平機型號：

業主機械編號 CT-7201 JOB ROTOR , 另 SPARE ROTOR 已在事前另行測試完成 , 製造編號 20907 (TACPC-7B-11100) , 型號是 C4-R5。

測試項目 :

NO-LOAD MECHANICAL RUNNING TEST -

GOVERNOR CHANGEABLE SPEED RANGE CHECK -

手動測試最低轉速 7071 ± 70 RPM , 最大轉速 12374 ± 123 RPM , 控制器測試時在 4 毫安電流 (4 mADC) 及 20 毫安電流 (20 mADC) 其轉速與上述手動測試轉速一致 , 可控範圍內之線性偏差必須在該速度曲線之正負百分之一的範圍內。

GOVERNOR NO-LOAD STABILITY CHECK -

其線性偏差須在最大轉速的 0.25%之內。

ELECTRICAL OVERSPEED TRIP TEST -

在 13611 ± 136 RPM。

HAND TRIP TEST -

REMOTE TRIP TEST (SOLENOID VALVE CHECK) -

E. M. V. FULLY CLOSE LIMIT SWITCH CHECK -

E. M. V. FULLY OPEN LIMIT SWITCH CHECK -

EXHAUST STEAM PRESS. HIGH PRESS. SWITCH CHECK -

$0.5 \text{ KG/CM}^2 \pm 0.05$ 。

MANUAL EXERCISER CHECK -

LEAKAGE CHECK OF STEAM AND OIL -

1ST CRITICAL SPEED CHECK -

JUN 11.2001 10:30 開始昇速並分成 10 步提速，11 點 25 分提速至 13340 RPM 並保持 15 分鐘。檢視各項壓力，溫度及振動指示穩指示如下：

壓力指示		Kg/Cm ² G
蒸汽入口	PG7260	19.9 ~ 19.8
透平機汽腔	PG7261	0.2
第一段冷凝器	PG7262	0
出口蒸汽	PG7263	0.073
氣密蒸汽	PG7264	0.1
氣密蒸汽入口	PG7265	18.9 ~ 17.8
真空促進器入口	PG7266	19.6 ~ 18.6
冷凝器	PG7274	0
液壓油（控制用）	SHOP GAUGE	8.4
潤滑油	SHOP GAUGE	1.99
溫度指示		
蒸汽入口	TG-7260	237 ~ 230
出口蒸汽	TG-7261	47 ~ 45
上堆軸承	TE-7208A	59.3 ~ 59.9
	TE-7208B	59.1 ~ 60.4
	TE-7207A	59.8 ~ 60.6
	TE-7207B	61.0 ~ 61.6
徑向軸承		
（GOV. SIDE）	TE-7206A	69.4 ~ 69.2
	TE-7206B	76.0 ~ 75.8
徑向軸承		
（COUP. SIDE）	TE-7205A	75.3~75.4
	TE-7205B	75.1 ~ 75.6

徑向軸承

(排出油溫)	TG-7265	50.0 ~ 51.0
潤滑油源溫	SHOP GAUGE	42.9 ~ 43.8
冷凝器冷卻水進口	TG-70262	33
冷凝器冷卻水出口	TG-70263	41
室溫	SHOP GAUGE	27 ~ 26

振動指示

GOVERNOR SIDE	X	VE 7204A	7.2 ~ 7.0 μ m
	Y	VE 7204B	6.6 ~ 7.1 μ m
COUPLING SIDE	X	VE 7203A	8.6 ~ 8.2 μ m
	Y	VE 7203B	8.6 ~ 8.2 μ m
軸向軸移		VE-7202A	+ 0.10 μ m
		VE-7202B	+ 0.10 μ m

在 13340 RPM 維持操作超過 15 分鐘且各項據穩定，11 點 50 分時將透平機轉速下降至 12374 RPM，並保持在此速度下連續運轉至少 4 小時，每 30 分鐘讀取上述各項操作數據以供後續之各項分析及檢討，在這段期間共取得 11 組有效數據。在這一段時間同時進行目視檢查透平機各部份，並測試四個方向位置的各主要頻率的噪音值介於 70 dB (A) LEVEL 至 76 dB (A) LEVEL，但其中背景噪音值 73 dB (A)。

16 點 30 分開始測試調控器之線性率，先由 12374 RPM 下降至 7071 RPM，從 4mADC 測得 7073 RPM，8mADC 8399 RPM，12mADC 9725 RPM，16mADC 11050 RPM，20mADC 12374 RPM 上昇量測完成，再從 12374 RPM 下降採取相同電流輸出訊號進行下降量測，RPM 數字幾乎完全與上昇量測一致，取得直線控制曲線，接下來以 SPEED CONTROLLER 提高轉速至超限速跳脫控制，3 次取得數字均為 13612 RPM，再數次測試控制器手動跳脫及電磁閥手動關閉跳脫等至 18 點結束全部測速，隨即由相連的電腦系統繪製各振動

探頭所讀取之振動頻率及大小頻譜圖，均遠低於徑向 25.0 μm 及軸向 $\pm 0.2\text{mm}$ 的規範(API CODE)標準,(註 API 規定在低於 TRIP SPEED 1%轉速時徑向振動允許值為 37.5 μm)。同時並取得第一共振轉速 (1ST CRITICAL SPEED) 為 5400 RPM，遠低於 7071 RPM 之最低操作轉速。

JUNE 12th , 2001 上午檢討各項昨日之檢測數據及 SHIN NIPPON MACHINERY 公司的檢測記錄，並赴 SHOP 內查看透平機拆解下全部軸承,轉子(ROTOR),各量測儀器 PROBE，檢查軸承，轉子，葉片，CASING 等部位情況非常良好無任何刮痕，TURBINE ROTOR 已在測試前送至 KSL 公司做過高速平衡並有平衡校正鑽孔。下午檢討各項會議記錄完成全部測試工作，並決定 6 月 29 日由 KSL 運來 COMPRESSOR 與 TURBINE 結合做 COMPLETE TRAIN TEST。

在這兩天運轉測試空檔期間順便核對 P7801A/B 及 P7002A/B 在 SHOP 內製作情況，預估 6 月 20 日以後可作最後精確對心並在 7 月 15 日運到高雄 CPC 大社廠工地，目前依原排定進度製造中，將準時交貨。

3.4 COMPRESSOR SHOP PERFORMANCE TEST :

壓縮機性能測試的目的，在取得壓縮機操作性能曲線以便在實際工場操作時能有參考的操作數據，使生產單位能做事先操作的程序準備，以及工程單位透過在製造廠商的性能測試結果，研判其結果是否能符合原先規範所預期的操作需求以及各項測試數據是否能符合規範所列的各項數字。其結果為一壓縮機性能曲線圖，並希望該圖能愈接近未來在工場實際生產時之操作條件。該性能曲線主要包含在最大連續轉速之 95% 及 70% 之間的出口

壓力及流量，並取得最低流量下 SURGE LINE 的位置，作為將來操作之參考依據，另外該性能曲線圖亦含上述各項運轉條件下壓縮機軸運轉功率曲線。WITNESS PERFORMANCE TEST 之目的，則在於認證該曲線是由實際測定值所繪製不是各項設計數據的計算與模擬結果。此行赴日本 TAKASAGO(高砂) KOBE STEEL LTD, MACHINERY PLANT 的主要目的即是認證 SHOP PERFORMANCE TEST 及取得其測試結果。

測試過程略述如下：

WITNESS 預定是在 6 月 7 日舉行，所以 KOBELCO 公司在 6 月 6 日晚上 7 點鐘完成 MECHANICAL RUNNING TEST 後，連夜進行了 6 個小時的 HOME TEST 並取得操作性能曲線圖，HOME TEST 是在 6 月 7 日早上 5 點才完成，共取七個操控點作測試，每一個操作點均須更改操作的流量，並取得 HEAD(出口壓力)及軸出力(SHAFT HORSE POWER KW)數值繪出壓縮機可操作範圍的性能曲線圖。

其中第七個操作點取在 70% 轉速低流量點，以取得本壓縮機在低流量的操作性能，每一個操作點所有的測量數據均必須讀取至少兩組數值，兩組數值讀取的間隔必須 5~10 分鐘。

七個操作點之選取如下：

在 11443RPM 時取 6 點 -

第一點取在流量略高於 RATED FLOW RATE
($65550\text{NM}^3/\text{HR SPEC}$)。

第二點取在流量略低於 RATED FLOW RATE。

第三點取在流量略高於 SURGING LIMIT RATE
($38000\text{NM}^3/\text{HR SPEC}$)。

第四點取在第二點至第三點之間，如果以 $65550\text{NM}^3/\text{HR}$ - $38000\text{NM}^3/\text{HR} = 27550\text{NM}^3/\text{HR}$ 為 RANGE，將該

RANGE 3 等份，每一等份約 9000NM³/HR，第 4 點取在 38000NM³/HR + 9000NM³/HR = 47000NM³/HR。

第五點取在比第 4 點流量高 9000 NM³/HR 的位置。

第六點取在 77000 NM³/HR 的位置，約在 120% OF RATED FLOW RATE。

第七點之位置其流量取在第 3 點與 4 點之間但轉速降為 8250RPM。此轉速約為 RATE 轉速之 70%，並也接近了 SURGING LIMIT。

七個操作點均必須穩定運轉 30 分鐘以上，每一個操作點取二組數據，並加以平均(算術平均)，作為畫圖的數據。HOME TEST 在深夜執行，氣壓在 759.1 ~ 759.0 mm Hg 之間，乾球溫度 22.4 至 23.1deg.c，g 濕球溫度在 20.5 ~ 21.0deg.c 之間，相對濕度在 83.60 ~ 84.37% 之間。

下列為 HOME TEST 數據，縱列為重要量測項目，橫列為七點之測量值。

操控點編號	1	2	3	4	5	6	7
TEST RUN TIME	23:42	0:54	1:47	2:22	3:9	3:48	4:32
SPEED RPM	11443.0	11442.0	11442.5	11442.0	11442.0	11442.0	8006.0
吸端壓力	KG/CM ² G						
1	10.882	10.488	10.615	10.701	10.684	10.283	10.790
2 “	10.893	10.483	10.619	10.692	10.689	10.289	10.794
3 “	10.893	10.487	10.611	10.703	10.693	10.278	10.802
4 “	10.887	10.493	10.623	10.702	10.691	10.288	10.799

	1	2	3	4	5	6	7
吸端溫度 deg.c							
1	33.5	35.3	39.7	38.3	37.2	38.3	32.4
2	33.8	34.3	37.7	36.2	35.4	32.9	31.7
3	34.5	35.3	39.7	38.2	37.2	33.2	32.4
4	33.7	34.5	39.2	37.5	36.3	32.5	31.7

	Kg/Cm ² G						
排端壓力							
1	14.532	14.072	14.332	14.459	14.422	13.465	12.587
2	14.532	14.066	14.331	14.467	14.428	13.465	12.584
3	14.533	14.071	14.341	14.470	14.435	13.475	12.588
4	14.525	14.072	14.333	14.467	14.436	13.467	12.587

	deg.c						
排端溫度							
1	87.9	89.8	103.1	99.6	95.9	83.5	63.0
2	88.0	89.8	103.2	99.6	95.9	83.4	62.8
3	87.7	89.6	102.6	99.1	95.5	83.2	62.8
4	87.9	89.8	102.9	99.4	95.7	83.4	63.0

GAS FLOW MEASUREMENT

ORIFICE DP mm AG

1	438.0	379.7	139.1	210.8	271.3	568.1	143.5
2	438.3	379.2	139.0	210.9	271.3	568.1	142.7

ORI IN P Kg/Cm²G

1	10.936	10.532	10.627	10.731	10.718	10.350	10.811
2	10.938	10.534	10.635	10.730	10.727	10.355	10.813

ORI	IN	T deg.c						
	1	27.4	27.8	27.5	27.4	27.5	27.3	26.6
	2	27.4	27.7	27.3	27.4	27.4	27.3	26.6

SYSTEM DATA

BUFFER GAS P Kg/Cm²G

14.072	13.766	13.868	14.072	14.072	13.154	12.441
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

SEAL GAS T KG/CM²G

0.153	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VENT PSUC. KG/CM²G

0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VENT PDIS. KG/CM²G

0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

LUBE OIL SYSTEM

吸端軸承油流速 l/min

16.50	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

排端軸承油流速 l/min

55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

吸端軸承油壓 KG/CM²G

1.428	1.428	1.428	1.428	1.428	1.428	1.428
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

排端軸承油壓 KG/CM²G

1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499	1.499
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

吸端軸承油溫 deg.c

55.5	55.6	39.5	39.5	39.5	39.5	39.3
------	------	------	------	------	------	------

排端軸承油溫 deg.c

54.5	54.4	55.7	55.7	55.7	55.7	49.0
------	------	------	------	------	------	------

LO 供應油溫 deg.c

39.4	39.5	54.5	54.5	54.6	54.3	48.1
------	------	------	------	------	------	------

軸承溫度

吸端 J-P 溫度 - deg.c

1	47.6	47.7	47.7	47.7	47.7	47.8	45.3
2	57.9	57.9	57.9	57.8	57.8	57.8	53.2

排端 J-P 溫度 - deg.c

1	50.3	50.3	50.3	50.4	50.4	50.5	46.8
2	55.0	55.0	54.9	54.9	54.8	55.1	51.2

吸端 T-P 溫度 - deg.c

1	52.1	52.2	52.3	52.3	52.3	52.1	46.5
2	49.7	49.7	49.7	49.7	49.7	49.6	43.9

排端 T-P 溫度 - deg.c

1	48.1	48.0	48.3	48.2	48.1	47.4	43.0
2	49.7	49.6	50.0	49.9	49.8	49.1	44.6

POWER MEASUREMENT

MOTOR INPUT KW

451.2	437.6	403.0	416.0	438.2	440.6	175.1
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

CUR A

110.4	106.5	98.1	108.6	106.6	116.0	68.4
-------	-------	------	-------	-------	-------	------

VOLT V

2710.6	2710.2	2713.1	2708.2	2709.1	1900.5	1900.5
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

SHAFT VIBRATION MICRON

吸端 V 16.6 16.7 16.5 16.2 17.1 16.4 19.2

H 16.5 16.5 16.2 16.0 16.4 16.3 16.4

排端 V 17.1 17.6 18.0 17.3 18.4 17.2 10.0

H 15.7 16.1 16.6 16.2 16.7 15.9 10.5

軸移 mm

1	-0.444	-0.444	-0.451	-0.451	-0.450	-0.435	-0.379
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2	-0.379	-0.379	-0.385	-0.386	-0.384	-0.373	-0.338
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

GAS ANALYSIS

氧	%						
		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Dew Point temp	deg.c						
		-38.2	-38.6	-38.6	-38.6	-39.2	-39.5
MW		4.030	4.030	4.020	4.020	4.020	4.020

由於所作的 PERFORMANCE TEST 使用的 GAS 為 He (氦氣) 不是實際的 H₂ (氫氣) + CH₄ (甲烷等氣體), 所以必須依據 API CODE 規定之 ICAAMC 計算公式求取, 或依據 ASME PTC 10 計算公式求取轉換流量、壓力及功率。

AS RUN CONDITIONS

SUC FLOW	m ³ /HR						
		1184.4	1124.9	686.5	838.5	948.0	1380.8
SUC PRESS	KG/cm ² G						
		10.889	10.488	10.617	10.700	10.689	10.284
DIS PRESS	KG/cm ² G						
		14.530	14.070	14.334	14.466	14.430	13.467
POLY HEAD	kg.m/kg						
		18921.5	19298.2	20240.6	20201.6	20201.6	19962.7
GAS POWER	KW						
		169.0	157.2	111.3	133.3	144.6	175.1

ADJUSTED TO SPECIFIED CONDITIONS (加計調整入口壓力及 MW 之差異)

SUC PRES	kg/cm ² G						
		70.500	70.500	70.500	70.500	70.500	70.500
DIS PRESS	kg/cm ² G						
		87.288	87.647	88.434	88.428	88.235	85.900

	1	2	3	4	5	6	7
SUC FLOW m ³ /HR	1186.5	1127.0	687.8	840.0	949.7	1383.3	697.4
POLY HEAD kg m/kg	18989.4	19369.1	20315.0	20275.8	20036.0	17509.4	10211.2
GAS POWER KW	774.3	747.9	530.9	628.2	679.8	842.7	275.1
SHAFT POWER KW	803.3	776.9	559.9	657.2	708.8	871.7	292.1

REYNOID NO. EFFECT INCLUDED (ICAAMC METHOD)

SUC. PRESS kg/cm ² G	70.500	70.500	70.500	70.500	70.500	70.500	70.500
SUC. FLOW m ³ /HR	1201.0	1141.0	699.1	852.8	962.9	1401.4	711.8
POLY PRESS kg m/kg	19453.8	19853.8	20992.7	20895.7	20596.8	17970.2	10637.0
DIS PRESS kg/cm ² G	87.765	88.146	89.138	89.072	88.816	86.366	79.644
GAS POWER KW	765.4	739.2	522.8	619.3	671.0	832.4	270.0
SHAFT POWER KW	794.4	768.2	551.8	648.3	700.0	861.4	287.0
SUC. FLOW (STATIC) Nm ³ /HR	66716	63383	38835	47373	53489	77848	39540

6月7日先在會議室開會檢討6月6日深夜由COBELCO所自行測試之HOME RUN TEST各數據，並討論決定WITNESS PERFORMANCE TEST 4點操作控制點如下：

第1點接近HOME TEST之第1操作點，但取5組數據平均。(因API CODE要求在SPECIFIDE RATE POINT附近要取5組數據平均)

第 2 點也是接近 HOME TEST 之第 2 操作點仍取 5 組數據平均。
 第 3 點取在 HOME TEST 操作中的第 3 與第 4 點之間，只取一組數據。
 第 4 點取在 HOME TEST 操作中第 7 點之位置，但流量更低，更接近 SURGING LIMIT LINE。

WITESS PERFORMANCE TEST 是在中午執行，室溫乾球溫度 27.8 ~ 29.7 deg.c, 濕球溫度在 23.6 ~ 25.4 deg.c, 大氣壓力在 759.74 ~ 759.9 mm Hg 之間，相對濕度在 69.02 ~ 72.92%之間。

取得數據如下：

操控點編號	1	2	3	4
TIME	12:55	13:52	14:41	15:26
SPEED RPM	11440	11440	11440	8008

GAS SYSTEM

吸端壓力kg/cm²G

1	11.120	11.030	10.992	11.628
2	11.123	11.030	10.984	11.642
3	11.121	11.031	10.990	11.642
4	11.122	11.035	10.992	11.642

吸端溫度 deg.c

1	33.7	35.1	38.9	34.5
2	32.8	33.9	36.9	33.5
3	33.7	35.1	38.8	34.5
4	32.7	34.1	38.0	33.7

排端壓力kg/cm²G

1	14.851	14.802	14.861	13.590
2	14.844	14.803	14.857	13.398

操控點編號	1	2	3	4
3	14.846	14.809	14.865	13.598
4	14.852	14.800	14.865	13.593
排端溫度 deg.c				
1	87.3	89.4	99.4	63.5
2	87.1	89.6	99.5	63.3
3	87.8	89.3	98.9	63.2
4	87.3	89.5	99.2	63.3

GAS FLOW MEASUREMENT

ORIFICE DP mm Ag

1	457.6	394.1	188.9	100.0
2	457.4	394.0	188.1	99.3

ORIFICE INLET P kg/cm²G

1	11.176	11.076	11.012	11.644
2	11.179	11.078	11.015	11.644

ORIFICE INLET TEM deg.c

1	26.8	27.5	27.9	27.7
2	26.7	27.4	28.0	27.5

BUFFER GAS P kg/cm²G

	14.582	14.378	14.378	13.256
--	--------	--------	--------	--------

SEAL GAS P 0.204 0.204 0.204 0.204

VENT P1 0.102 0.102 0.102 0.102

P2 0.102 0.102 0.102 0.102

LUBE OIL SYSTEM

吸端軸承油流量 l/min

	16.64	16.88	16.70	16.70
--	-------	-------	-------	-------

排端軸承油流量 56.00 56.00 56.00 56.00

操控點編號	1	2	3	4
吸端軸承油壓 kg/cm ² G	1.499	0.612	1.499	1.499
排端軸承油壓	1.499	1.881	1.499	1.499
供應油溫 deg.c	39.9	39.9	39.9	39.9
吸端軸承油溫 deg.c	56.1	56.3	56.3	49.7
排端軸承油溫 deg.c	54.3	54.4	54.6	48.2
吸端軸承 J-P 溫度 deg.c				
1	48.1	48.3	48.2	45.6
2	58.2	58.2	58.1	53.3
排端軸承 J-P 溫度 deg.c				
1	50.1	50.3	50.3	47.1
2	55.6	55.7	55.5	51.2
吸端軸承 T-P 溫度 deg.c				
1	51.6	51.7	51.7	46.2
2	50.2	50.3	50.4	44.1
排端軸承 T-P 溫度 deg.c				
1	48.0	48.1	48.4	43.5
2	50.3	50.4	50.7	45.0
POWER MEASUREMENT (MOTOR)				
INPUT KW	455.6	449.0	428.6	188.1
CURRENT A	112.3	112.5	114.0	74.6
VOLTAGE V	2710.4	2708.2	2705.0	1899.8

SHAFT VIBRATION	micron				
吸端軸承 V	15.5	15.4	15.0	18.8	
H	15.7	15.5	15.2	16.3	
排端軸承 V	16.7	16.9	17.4	10.5	
H	16.1	16.3	16.9	11.0	

SHAFT MOVEMENT	mm				
1	-0.4507	-0.463	-0.471	-.0414	
2	-0.388	-0.394	-0.399	-0.349	
GAS MW	4.040	4.040	4.030	4.030	
氧 %	0.010	0.010	0.010	0.010	
DEW POINT TEMP.	deg.c				
	-42.3	-42.3	-41.2	-41.2	

AS RUN CONDITIONS

SUC. FLOW	m ³ /HR				
	1197.6	1119.0	783.9	548.4	
SUC. PRESS	kg/cm ² G				
	11.122	11.032	10.989	11.639	
DIS. PRESS	kg/cm ² G				
	14.848	14.803	14.862	13.592	
POLY HEAD	kg.m/kg				
	18951.6	19375.3	20279.1	9826.5	
GAS POWER	KW	175.0	164.0	125.9	45.1

ADJUSTED TO SPECIFIED 溫度及 MOLECULAR WEIGHT

SUC. PRESS	kg/m ² G				
	70.500	70.500	70.500	70.500	
SUC. FLOW	m ³ /HR				
	1200.0	1121.2	783.5	565.0	

操控點編號	1	2	3	4
POLY HEAD kg.m/kg	19027.9	19453.3	20360.7	10429.4
DIS. PRESS kg/cm ² G	87.324	87.729	88.524	79.458
GAS POWER KW	785.6	744.5	580.2	211.7
SHAFT POWER KW	814.6	773.5	609.2	228.7
REYNOLD NO. EFFECT INCLUDED (ICAAMC METHOD)				
SUC.PRESS kg/m ² G	70.500	70.500	70.500	70.500
SUC. FLOW m ³ /HR	1214.4	1134.5	796.7	574.3
POLY HEAD kg/cm ² G	19486.4	19916.8	20947.1	10775.4
DIS. PRESS kg/m ² G	87.794	88.207	89.133	79.781
GAS POWER KW	776.7	736.2	572.5	208.5
SHAFT POWER KW	805.7	765.2	601.5	225.5
SUC. FLOW Nm ³ /UR	67460	63021	44257	31902

綜合上述所得數據，摘要主要條件如下：

	SPECIFICATION	TEST
FLOW RATE NM ³ /HR	65550	65550
	M ³ /HR	1180
SUCTION PRESS	kg/cm ² G	70.5
SUCTION TEMP.	deg.c	55
ROTATING SPEED	RPM	11463
DISCHARGE PRESS	kg/cm ² G (at SPEC. FLOW)	
	87.3	87.95
SHAFT POWER	KW	800

(INCLUDING MECHANICAL LOSS)

AT' SPEC. FLOW		785
AT SPEC. HEAD		758.8
MOLECULAR WEIGHT	3.3533	4.040

結論是：

TEST HEAD 比 SPECIFIED HEAD 高 3.6% ，同時軸耗功率

TEST 所耗功率比 SPECS 規定低 5.2%。本壓縮機性能應能符合

GUARANTEE 數值。

4.1 三榮公司 4 個廠均有駐廠董事兼廠長，公司由四個工廠股東合併而成，共用一個設計部門，設計部門只有 13 人左右，須派員駐廠及招攬業務，總公司設在漢城 (SEOUL)，電腦連線各地，超過 85% 之業務量在海外 (主要在中東、亞洲及中南美洲)，工廠整潔，有執照的焊工均附採色照片及資格文件於工廠工作入口處，採兩班制，每班 12 小時工資與台灣差不多，TUBE 之供應商有韓、日、歐美，FIN 則只有一家供應商。工廠分成三層三個生產線，共用一個大天車在中央，証書齊全含大陸國家質量技術監督局進口鍋爐壓力容器安全質量許可証書，G TYPE (EMBEDDED TYPE) FIN TUBE DT 達 400 耐腐及機械性能均達可接受標準。EXTRUDED TYPE FIN TUBE DT 達 300 耐腐及機械性能均達標準。

KIC, Limited (former "Korea Insulation co., Ltd") 建立於 1971 11 月 15 日，資本額 43 億韓圓，年營業額 470 億韓圓，主要有三個 SHOP，主要業務為製作加熱爐及石化廠的歲修承包，ONSANG 地區是韓國的一個主要石化工業區四家主要的韓國油公司 S-K OIL、LG OIL、S-OIL (SANYOUNG OIL) 及 TIGER OIL 全部在此設有大型煉油石化廠，其中韓國的“油公”煉油及石化廠就是 S-K OIL 的一員。

韓國目前的情況是大公司的 ENGINEERING 部門 (或分公司均併入 CONSTRUCTION 部份) 以挽救 ENGINEERING，但相對來說也逐漸在拖垮 CONSTRUCTION 部門。情況有點惡化。KIC 公司的 HEATER 新品製造受到影響，但歲修承包則還好。KIC ONSAN SHOP 大約不到 100 人，工作時間採 8AM ~ 5PM，及分包商制。我們離開 KIC 公司時已是下午 6:20，正式員工均已下班，只剩包商在工作，依其經歷看 KIC 公司主要是做工程公司 (如 JGC、CHIYODA、韓國的工程公司等) 的下包商及爐子廠家的下包商，擁有 ASME “S”及 “U” STAMP 資格、執照有效起算日為 APR 16, '99 號碼是 30973 及 30974，也有 ISO 9002 (RENEWAL ON JAN

2000)。

4.2 機械製造廠 (MANUFACTURER'S SHOP) 內離心式石油化工製程氣體壓縮機 (PROCESS GAS COMPRESSOR) 測試程序

製程氣體壓縮機在機械製造廠內測試程序含下列主要項目及功能：

4.2.1 引用標準 (APPLICABLE STANDARDS)

- 壓縮機機械運轉 (MECHANICAL RUNNING OF COMPRESSOR) 測試標準 - API 617 第 6 版。
- 性能測試標準 (PERFORMANCE TEST) - API 617 第 6 版所指定的 ASME PTC-10。
- 測試過程使用圖件

LUBE OIL FLOW DIAGRAM。

GAS FLOW DIAGRAM。

GAS LEAKAGE TEST FLOW DIAGRAM。

REYNOLDS NUMBER CORRECTION IN ACCORDANCE WITH ICAAMC。

JOB FLOW DIAGRAM。

4.2.2 測試的主要目的：

機械測試的主要目的 -

在機器組裝完成後，執行低負載運轉以測試其機械穩定性如轉軸之振動值，潤滑油溫及軸承運轉情況等。

性能測試的主要目的 -

安排替代性的氣體 (RUNNING GAS) 及運轉條件，以確認壓縮機所能提供的製程功能(即 THERMODYNAMIC

CHARACTERISTICS OF COMPRESSOR) , 並進而核對其提供的性能曲線是否符合所預期保證值。

洩漏測試之目的 (GAS LEAKAGE TEST) -

其目的有兩部份, 在壓縮機完成性能試驗後, 必須核對壓縮機之軸密封部位沒有不正常洩漏及其它臨接面部位在靜止狀態必須沒有洩漏。

調整後檢查 (OVERHAUL INSPECTION) -

在經過低負載運轉及性能確認運轉之後, 檢查轉軸, 葉輪, 葉片, 軸承, 殼部位等, 是否有不正常之痕跡。

備用轉子測試 (SPARE ROTOR TEST) -

確認備用轉子之機械運轉性能。

4.2.3 機械運轉試驗

測試時運轉條件如下 :

設計最高連續運轉速度 (M.C.S.) 12374 RPM。

設計跳脫轉速 ----- 13611 RPM。

在 M.C.S.時進出口溫度 ----- 35 / 87 。

在 M.C.S.時進出口壓力 --- 1.0/1.6 KG / CM²G。

計算共振轉速 ----- 4990 RPM at 1ST。

----- 18500 RPM at 2nd。

壓縮機軸出力 ----- 60KW (APPROX)。

潤滑油流速 ----- 66 ~ 88 l/min total。

----- 16 ~ 20 l/min (吸端)。

----- 50 ~ 63 l/min (排端)。

潤滑油源壓力 ----- 1.3 ~ 1.5 KG/cm²G。

潤滑油源溫度 ----- 35 ~ 45 。

軸承流出油溫 ----- 低於源溫加 28 。

軸承本身溫度 ----- 低於 100 /徑向。
----- 低於 105 /軸向。

轉軸振動 ----- 低於 25 μ at M.C.S.。
----- 低於 44 μ at TRIP。

轉軸移位 (SHAFT MOVEMENT) - 500 μ at ALARM。
-- 700 μ at TRIP。

測試的過程及量測：

先建立滑油及冷卻水系統循環及壓力流量，開始試運轉並逐步建立前述操作條件，當達到 MAXIMUM CONTINUOUS SPEED (M.C.S.) 後，依照排定的時間表量取前述各項操作數據，並取得穩定的數值。除此以外，同時量取各項振動數字以便製作振動分析頻圖譜求取實際量測之共振轉速。當共振轉速測量值無法清楚顯示在實際過程時，採用電腦模擬共振轉速，並將此共振轉速標示在壓縮機名牌上 (COMPRESSOR NAME PLATE)，振共頻率之量測範圍取在 1500HZ 以下。

4.2.4 性能測試

性能測試操作條件：

項 目	規 範	實際執行
運轉使用氣體	H2 + CH4 ETC	He
吸端 溫度	55	35
壓力	70.5 KG/CM ² G	11.0 KG/ CM ² G

	分子量	3.35	4.0
	CP/CV	1.396	1.666
	Z	1.037	1.005
	體積流量	1180 M ³ /H	1178 M ³ /H
排出端	溫度	84	87
	壓力	87.3 KG/CM ² G	14.7 KG/CM ² G
	CP/CV	1.392	1.666
	Z	1.046	1.006
	運轉速度	11463 RPM	11440 RPM
	機械損失	29 KW	29 KW
	軸出力	800 KW	192 KW
	第一段葉輪徑/葉沿寬	(387.4 mm/7.1 mm)	

各項運轉參數如下：

操作量與轉速比 Q_s/N (0.1029M³/H/RPM)
 $(Q_s/N)_t / (Q_s/N)_{SP}$ (1.0)

進出口體積比 V_s/V_d 1.1260 (t) 1.1169 (sp)
 $(V_s/V_d)_t / (V_s/V_d)_{SP}$ (0.9919)

馬克數比值 Mu 0.2181 (t) 0.2246 (sp)
 $(Mu)_t / (Mu)_{SP}$ (1.0302)

雷諾數比值

Re No. 0.1398×10⁷ (t) 0.1503×10⁶ (sp)
 $(Re)_t / (Re)_{SP}$ 0.1075

量測的排序與操控點 –

依照下列七個操作點逐項量測上述各項目在 11440 PRM 轉速條件下操控點之值。第一點取在 (Qs/N) 比值之 105 ~ 120% 範圍內的 VOL FLOW 操作條件。第二操控點取在 (Qs/N) 比值之 100 ~ 104% 範圍內的流量下運轉並量測各項數據。第三點則取在 96 ~ 99% 的範圍內，第四點及第五點則分別取在激變產生點之前之 3 等份中值。第六點則取在激變 (SURGE LINE) 前能穩點操作之流量下的操作點，第七點則將轉速從 11440 RPM 下降 70% 左右即到 8008 RPM 時，流量採取接近激變下的穩定操作點。其中第 2 及 3 點必須至少維持穩定運轉 30 分鐘且各取得至少 5 組數據，其它各點則必須各自維持至少 15 分鐘穩定運轉，並取得各一組數據。在測試進行過程中，各組記錄之數據其波動偏差情況均必須合乎 API 617 PTC-10 之 TABLE 2 之規定。

在第 2 及 3 點之測試操作條件必須符合 PTC-10 TABLE 3 之規定。

測試用之儀器如溫度計，壓力計及流量計必須事先校正，其誤差值在壓力計必須小於 1%，溫度計必須小於 2.2 。流體的各項熱力動力特性值 (THERMODYNAMIC PROPERTY VALUES) 則由 BWR 狀態方程式計算取得，質量流量依據 ASME PTC-19-5 規定計算取得，REYNOLD NUMBER 則依 ICAAMC (INTERNATIONAL COMPRESSED AIR AND ALLIED MACHINERY COMMITTEE) 方法來加以校正，POLYTROPIC COEFFICIENT 及效率將可依據上述取得的各項數據計算得到。最後計算所得的有效出力 (HORSEPOWER) 必須優於保證值。

4.2.5 洩漏測試

使用 N2 氮氣，加壓到 87.3 KGf/CM2G 並持壓至少 30 分鐘，採用 SOAP BUBBLE (皂泡) 檢測，有關 DRY GAS 部份可允許少量洩漏，最大可允許量為 58 std

l/min/1 seal , 量測口取在第 1 個迷宮軸封 (LABYRINTH SEAL) 與第 2 個迷宮軸封之間。

4.3 透平機無負載測試

透平機無負載機械運轉測試 (STEAM TURBINE NO LOAD MECHANICAL RUNNING TEST PROCEDURE) 主要包含下列項目：

4.3.1 無負載試轉：

分成三階段進行 4 小時，從靜止到最高連續運轉速度 (MCS)，以每次增加 10%轉速升速，並測定軸承及潤滑油溫升情況，溫升記錄須穩定始可連續提升轉速。提升至跳脫速度之 99%並保持 15 鐘，再降至跳脫速度的 90%，連續運轉並讀取各項數據。此跳脫速度的 90%即為最大連續轉速(MAXIMUM CONTINUED SPEED)。透平機的規範要求轉速 (即 RATED SPEED) 如定為 100%，則最大持續轉速定為 105%，跳脫轉速 (TRIP SPEED) 定為 115%。

4.3.2 調控器性能測試：

透平機調控器性能測試(GOVERNOR CHANGEABLE SPEED RANGE CHECK) 是經由調控器本身的人機界面 (KEY PAD) 或速度控制器 (SPEED CONTROLLER) 提供 4~20mADC 訊號來測試透平機從最低連續運轉速度到最高連續運轉速度間之速度變化量與訊號之對應線性關係以利 COMPRESSOR TRAIN 的整體速度控制。並測試速度改變相對控制訊號的敏感度 (SENSITIVITY AND LINEARITY OF RELATIONSHIP)。

4.3.3 超速跳脫測試：

透平機超速跳脫測試 (STEAM TURBINE OVERSPEED

TRIP TEST) 至少須測試五次，並以設定值之 PLUS MINUS ONE PERCENT 之範圍為合格。此項測試分成兩種，一種為由電路邏輯之自動控制跳脫至少須測試 3 次，另一種為手動啟動油壓閥關掉緊急蒸氣關斷閥。

4.3.4 燥音值測試：

燥音水平之測試 (NOISE LEVEL CHECK) 量測點為離機器 1 米及基礎面 1 米半位置，量測值包含了背景燥音。

4.3.5 振動值檢測：

振動值檢測 (VIBRATION CHECK) 量測出位移量即峰值振幅量 (PEAK-TO-PEAK VIBRATION AMPLITUDE) 必須低於 $25\ \mu\text{m}$ (即 1.0 mils)，但在跳脫速度時則不可超過 $37.5\ \mu\text{m}$ ，並須測試找出第一共振速度 (FIRST CRITICAL SPEED)。

4.3.6 其它各項測試：

其它配合透平機機械運轉測試尚有各項儀器之功能檢測如 EMERGENCY STOP VALVE 之 SOLENOID VALVE 作動核對至少 2 次，LIMIT SWITCH 動作核對至少 2 次，THROTTLE/TRIP VALVE PARTIAL STROKE 動作核對等。

5. 建議：

5.1. 機械生產部門要有競爭力須儘快民營及彈性化。

5.2. 中小型的公司之組成可採員工及股東重疊方式，特別是負責主要業務的員工最好在公司經營上有發言權及表決權。

5.3. 技術支援部門須小，共用及進行業務招攬。

5.4. AIR COOLER 一般合理的 P.O. 交貨 SCHEDULE 是從 P. O. 到交貨 7 ~ 10 個月。

PROCESS COMPRESSOR 一般合理的 P.O. 交貨 SCHEDULE 是從 P. O. 到交貨 10 ~ 12 個月

5.5. 已經沒有血統純正的工業產品，應盡速培養具有工程能力的 BUYERS，並經常開發新的工程供貨商。