

POWERTECH LABS INC.

試驗報告

CIP 自潤軸承之性能試驗

企劃: 14327-35-00

2003.06.12

DRAFT

送測者：

Steve Philips

Columbia Industrial Plastics

關鍵字：CIP 自潤軸承

Prepared by:

R. A. Palylyk
Sr. Projects Specialist
Materials Engineering

Approved by:

A. S. Rao, Director
Materials Engineering

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

目錄

	頁數
1.0 對本測試之簡介.....	4
2.0 測試詳情.....	4
2.1 測試程式.....	4
2.1.1 前置作業與寸動試驗.....	4
2.1.2 加速磨耗試驗.....	4
2.1.3 測試設備.....	5
3.0 測試儀器.....	5
4.0 測試用軸套與軸承.....	5
4.1 測試軸套.....	5
4.2 軸承要求.....	6
5.0 測試結果.....	6
6.0 結論.....	6
附錄 A.....	7

圖片說明

圖片 1: CIP 自潤軸承.....	8
圖片 2: 乾測試軸套與測試軸承.....	9
圖片 3: 測試軸套中央接觸面附著一層來自自潤軸承的潤滑劑薄膜和極為細小的磨屑.....	9
圖片 4: 乾測試完畢後之自潤軸承接觸面.....	10
圖片 5: 乾測試完畢後之自潤軸承無負載之接觸面.....	10
圖片 6: 在軸承內部邊緣出現細微的布層分裂.....	11
圖片 7.....	12
圖片 8.....	13
圖片 9.....	14
圖片 10.....	15
圖片 11.....	16
圖片 12: 濕測試軸套與測試軸承.....	17
圖片 13: 濕測試軸套中央接觸面.....	18
圖片 14: 濕測試完畢之自潤軸承接觸面呈現出高度拋光.....	18
圖片 15: 濕測試完畢之自潤軸承非負載接觸面.....	19
圖片 16.....	20
圖片 17.....	21
圖片 18.....	22
圖片 19.....	23
圖片 20.....	24

1.0 對本測試之簡介

美國陸軍部工兵署開發了一套專用於評價自潤套筒軸承的測試規範—特別是針對水中使用者—尤其是用於水力發電機的渦輪及水門之軸承。此測試規範有對自潤軸承之加速磨耗,低速擺動測試水渦輪作業之摩擬均詳細規定。絕大多數的自潤套筒軸承都已通過這個測試,並且在資料庫中留下紀錄,因此可經由這個測試方式及其紀錄直接比較各種自潤軸承之性能優劣。CIP 與 POWERTECH LABS INC 簽約並依以此標準已完成其產品 CIP HYDRO 之測試。

2.0 測試詳情

2.1 測試程式

套筒軸承之測試是以仿真水渦輪軸實際操作中可能的最惡劣狀況設計。將軸承本身之設計負荷,渦輪葉受到的脈動沖擊都極大化,並加上水門因調節水量之“HUNTING”及為防止遲滯現象設計之“DITHERING”等小量但連續的擺動都設入。這個測試分為以下三個部分:

2.1.1 前置作業與寸動試驗

在加速磨耗測試開始前,先將同一套軸承及軸套之間加上一個 3,300 PSI(230 BAR)的靜態壓力,軸位移與軸承磨耗此時開始連續監控。最初的 4 個小時,軸每 5 分鐘以 0.1Hz 速度做 $\pm 1^{\circ}$ 之轉動/擺動。以後的 20 小時,軸每 10 分鐘以同樣的頻率、角度繼續運動,此段作業是做為乾測試開始前之前置作業及寸動試驗。

2.1.2 加速磨耗試驗

前述階段完成後,開始加速磨耗試驗。此時除前述之靜態的 3,300 PSI(230 BAR)壓力外另加上 2Hz 頻率 1,000 PSI(70 BAR)之動態負荷,此時軸承以 2Hz 頻率連續轉動 $\pm 1^{\circ}$ 。每 15 分鐘動負荷暫停一次,此時軸以 0.1Hz(每 10 秒完成一次)轉動 $\pm 15^{\circ}$ 。在這個主要(大角度)轉動開始前,電腦啓動紀錄器以紀錄溫度靜負荷,軸轉動之動負荷(摩擦阻抗)行程位移及磨耗,此段測試至少連續進行 120 小時,濕測試程式如前述只是整個測試在蒸餾水中進行。

2.1.3 測試設備

測試設備包括一個垂直裝在萬向試驗機的十字接頭上的軸。軸上有可更換軸套(實際與套筒軸承對磨件),軸上通冷卻水,軸套兩端與冷卻水接通以確保軸套隨時受到冷卻,軸上下各有一個自動校直的無阻抗軸承,在軸套外有一個套筒軸承測試塊,內裝可更換插件受測之套筒軸承裝在插件中,軸另一端加工成可與一連杆接合,連杆接到一個伺服控制油壓擺動馬達,用以提供測試中所需之軸擺動。萬向試驗機的主油壓缸在測試大部分時程中提供 3,300 PSI(230 BAR)之靜態壓力,並定時額外提供 $\pm 1,000$ PSI(70 BAR)的動態負荷。

3.0 測試儀器

在測試塊上的負荷控制回路包括一組壓縮力感應單元及監視器,另一組負荷感應器裝在伺服擺動馬達與連杆之間以監控軸擺動所需的力量,用一組 FLUKE 80 溫差感應器監視被測軸承溫度,裝置方法位置是在軸承頂端鑽一約 1 英吋(25mm)深的小孔。位置應在軸承受力最大處,並以在不穿透軸承壁條件下越接近軸承內壁越好,在感溫器裝入前,小孔先填滿感溫牛油,以確保感溫器能即時感應正確溫度。

另兩組同型感溫器裝在冷卻水的進出口以監控冷卻水溫。所有監視器輸出都連接到一個 8K40 8 頻道製表器。萬象測試機的主控制器已設定在每次主要擺動開始前啟動製錶器,擺動完成 10 秒後關閉製錶器。在紀錄期間,動負荷暫停,因此在長期試驗中僅紀錄主擺動所產生的資料。在測試完成後所得紀錄為一每 4 小時一次の間歇紀錄。直接磨耗是用兩組 M606 動態光譜渦流驅動探測器來試驗,兩組探測器各裝在測試塊的頂端及底端,以直接量測套筒與軸承套間的縫隙,結果是以所有量測值的平均數顯示以平衡頂部、底部的不均勻磨耗及軸承與軸套間可能的傾角。

4.0 測試用軸套與軸承

前面的敘述包括測試之前置作業及測試流程,以下為對測試軸套及套筒軸承安裝的描述。

4.1 測試軸套

- a) 外徑: 5.000/4.999 英吋,長 6.4 英吋。
- b) 質材: 熱處理後之 17-4PH 不銹鋼。
- c) 硬度: 最少 HRC40。
- d) 表面粗度: $R_R0.4$ micron(16micron inches)或更細。
- e) 軸套更換: 每一測試使用一新軸套。

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

4.2 軸承要求

在訂制測試軸承時，要求最少預留間隙約在 0.002 英吋(0.05mm)，且需下列因素計入後：

- a) 因擠入安裝壓縮造成孔徑的縮小。
- b) 因吸水、油造成的膨脹。
- c) 製造公差。

5.0 測試結果

測試結果以圖表及照片呈現(圖 1-20)在每一測試結果之前都有實際觀察所得的結語。

在各個測試中，軸承材料都表現良好。在軸承與軸套上都沒有發現異常磨耗。測試後，所有接觸面都高度磨光。磨擦係數顯現不論動、靜、乾、濕之情況都相對接近。(乾/靜=0.075，乾/動=0.065，濕/靜=0.056，濕/動=0.046)

乾測試與濕測試的磨耗量是以測試的最後 80 小時之結果所做,因為這 80 小時的測試較為穩定。

乾測試結果磨耗量為每 100 小時 0.536 Mils (0.0136mm/100 小時)。

濕測試結果磨耗量為每 100 小時 0.332 Mils (0.0084mm/100 小時)。

(Mils 為千分之一英寸)

6.0 結論

CIP HYDRO 自潤軸承在乾濕性能測試中表現均極佳，在軸承及軸套上都看不到磨耗情形，測試過程非常安靜，軸承與軸套接觸面雙邊都顯現高度拋光，軸套接觸面顯現加塗一層由軸承傳過來的薄層潤滑劑。總之，CIP HYDRO 在磨耗量及磨擦係數上均表現出極優異的性能。

附錄 A

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

CIP 乾測試

物理敘述：CIP 的自潤套筒軸承是一個樹脂、固態潤滑劑與加強纖維所組成的圓筒狀物，深灰色，用機械切削加工做出需要的尺寸（圖 1）。軸套順利地壓入安裝槽裏面，其邊緣略有破損可看見一些裂開的纖維(可能是機械加工不慎造成)(圖 6.)

裝置後 I.D.: 5.016 英吋

乾測試之觀察結果:

此測試過程一切滑順且安靜，接觸面約 100 度的圓弧，呈現高度拋光狀態,中央的三分之一有薄層覆蓋深色的材料(圖 4.)，無可見損壞。

軸套的接觸面有拋光過後感覺非常光亮，(圖 3.) 有少量的磨屑黏附在表面，在接觸面上覆蓋著一層潤滑劑薄膜，在軸套的接觸面無可見損壞。



圖片 1: CIP 自潤軸承



圖片 2: 乾測試軸套與測試軸承



圖片 3: 測試軸套中央接觸面附著一層來自自潤軸承的潤滑劑薄膜和極為細小的磨屑



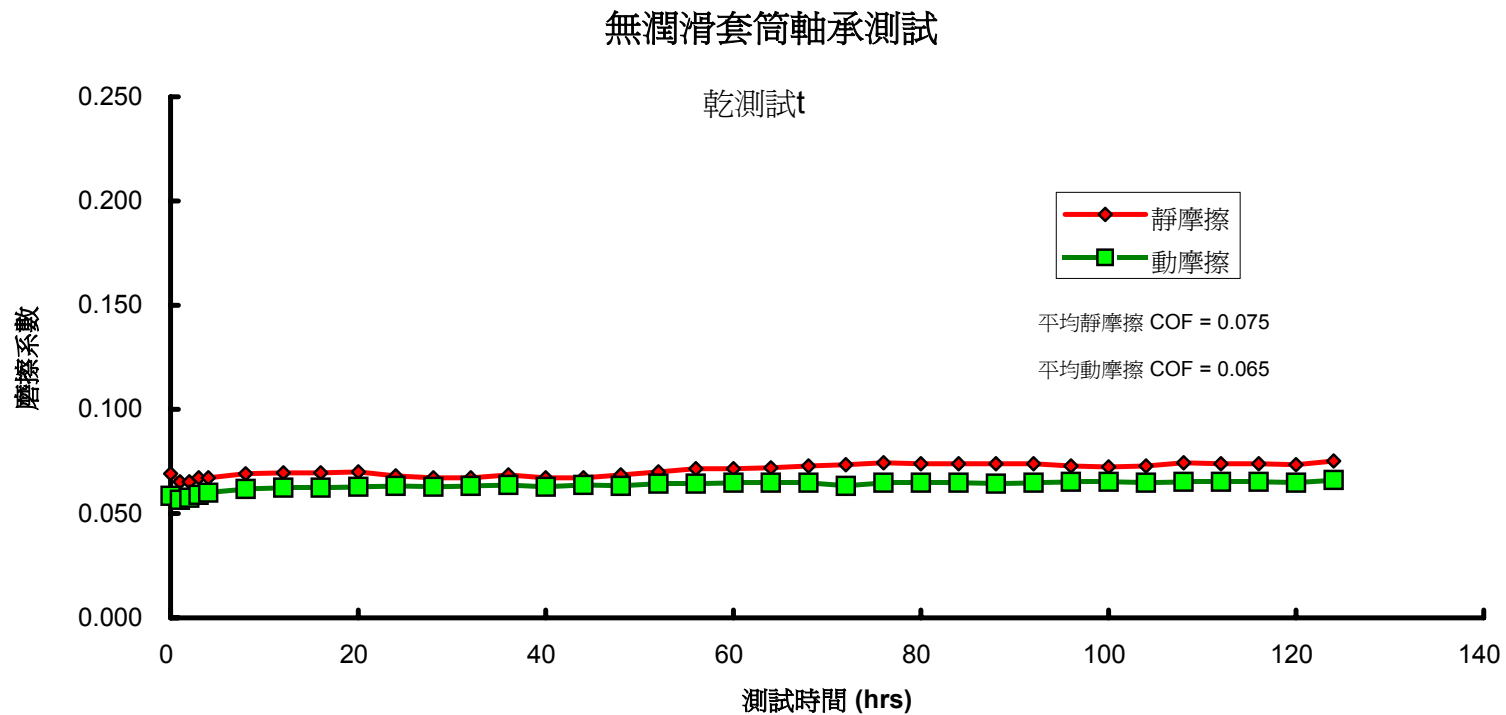
圖片 4: 乾測試完畢後之自潤軸承接觸面呈現高度拋光 (外緣小孔為測溫器安裝孔)



圖片 5: 乾測試完畢後之自潤軸承無負載之接觸面
可明顯看出布層結構



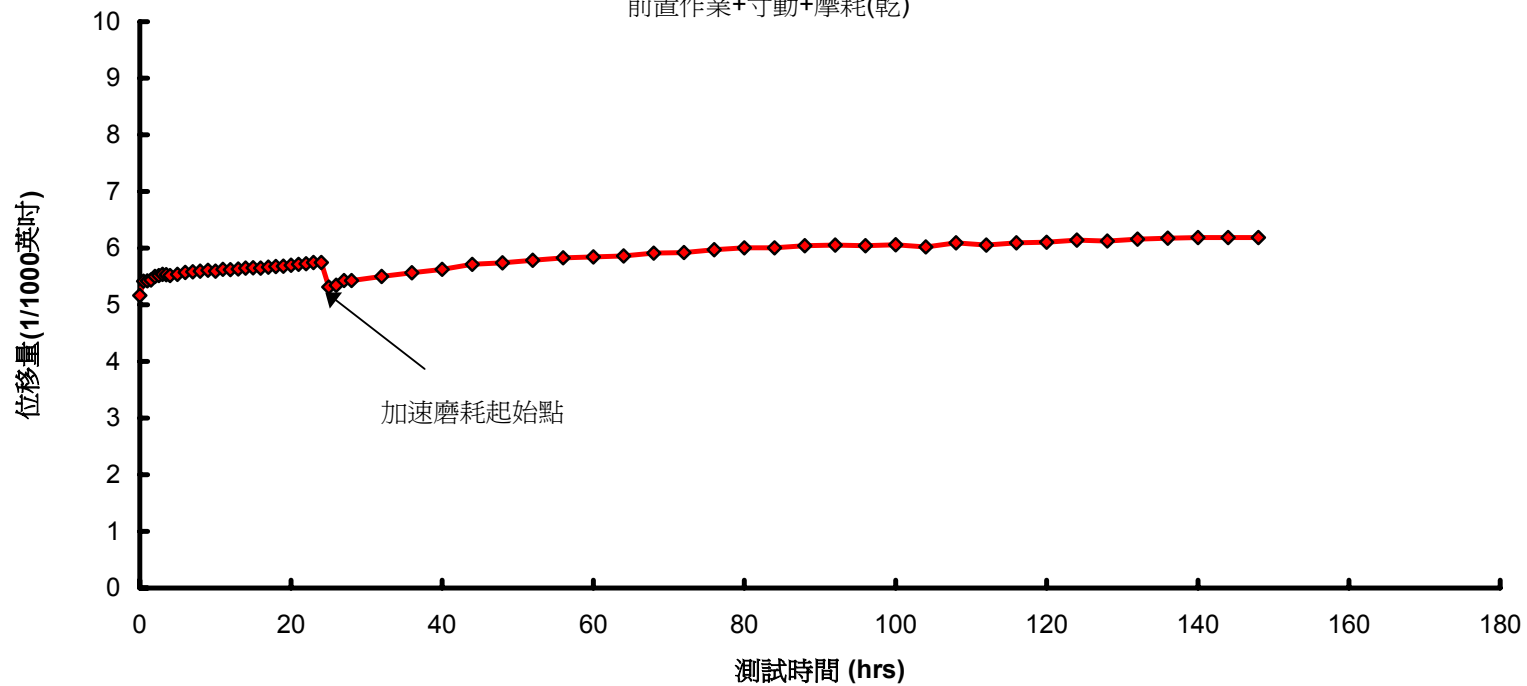
圖片 6: 在軸承內部邊緣出現細微的布層分裂



圖表7

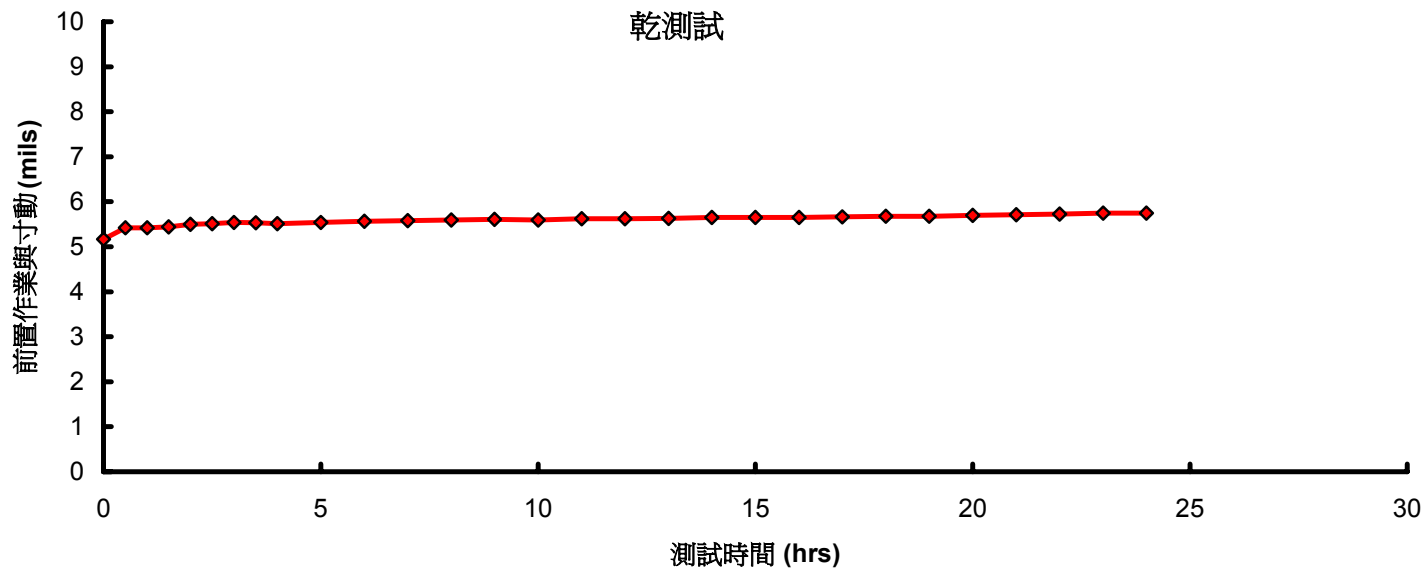
無潤滑套筒軸承測試

前置作業+寸動+摩耗(乾)

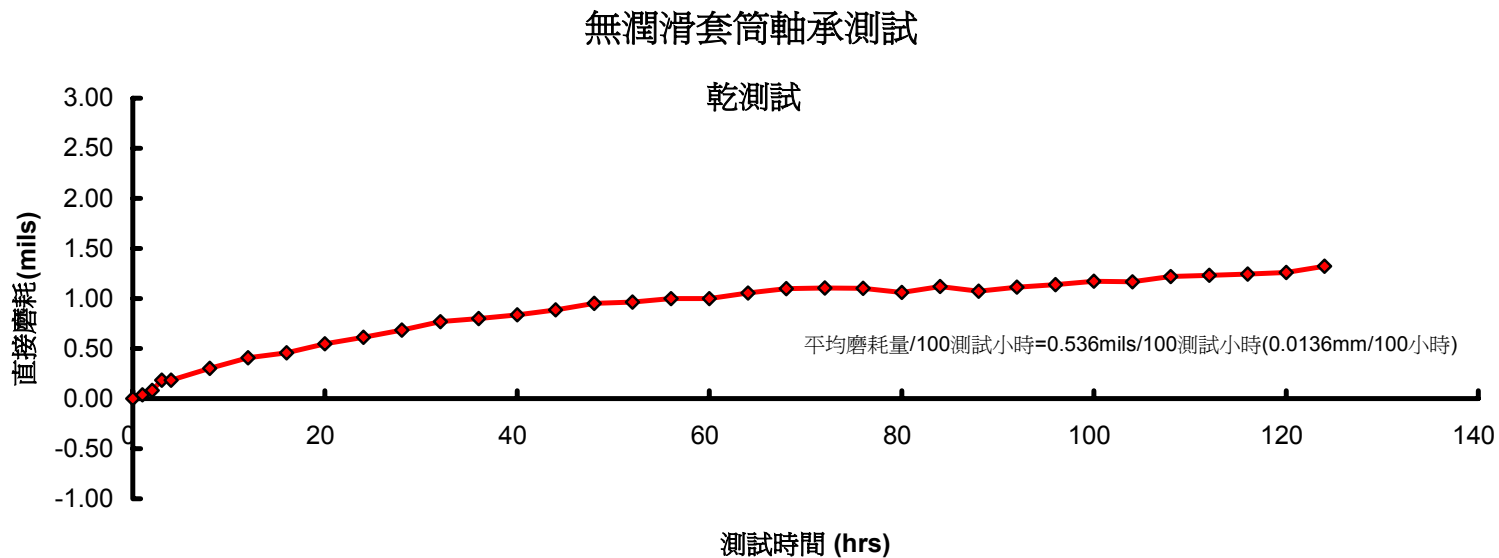


圖表 8

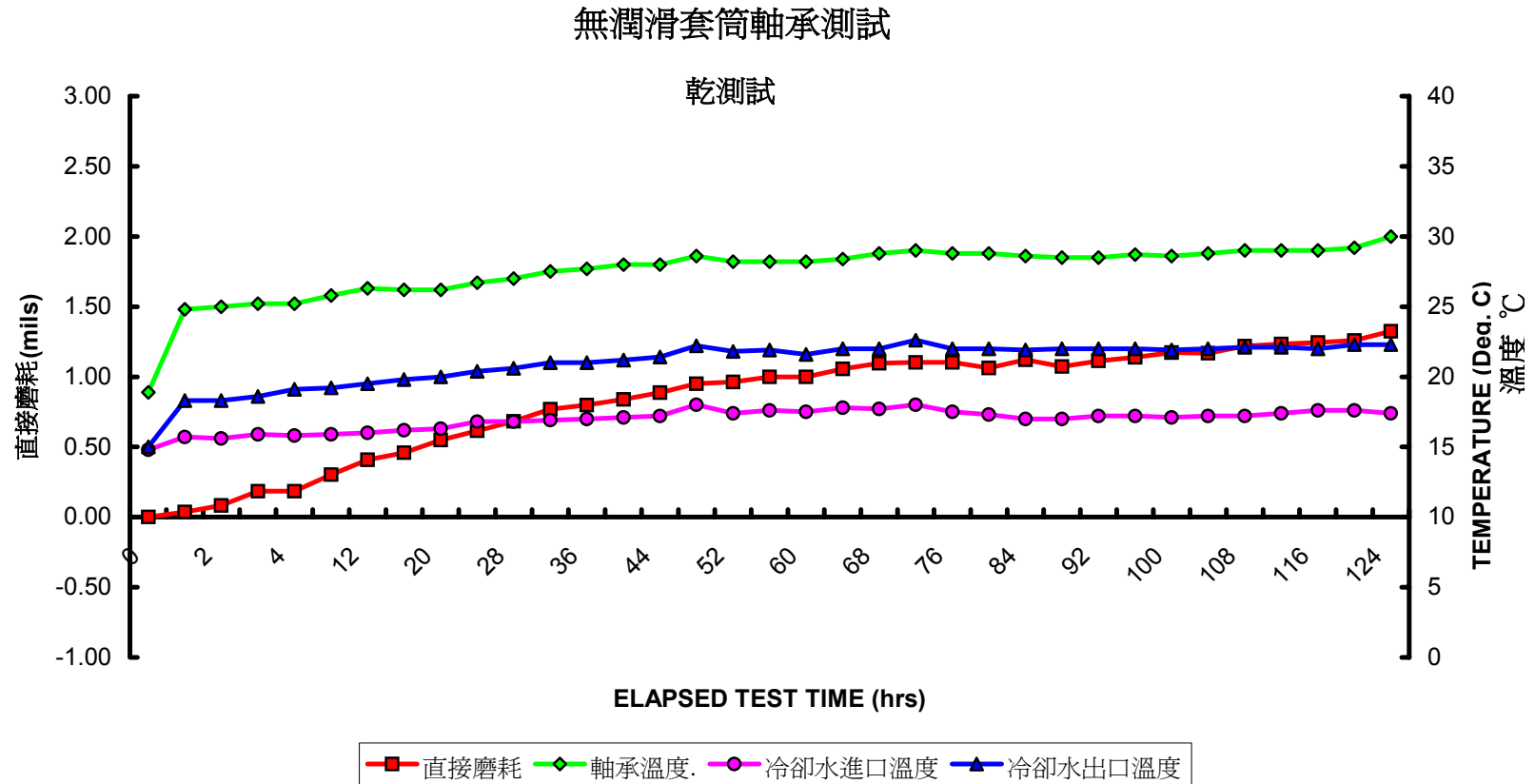
無潤滑套筒軸承測試



圖表 9



圖表 10



圖表 11

CIP 濕測試

裝置後 ID：5.015 英吋.

濕測試之觀察結果:

此測試過程一切順利且安靜，接觸面約 115 度的圓弧(圖 14.)，接觸面有微少的窩狀來自強化纖維，無可見損壞。

軸套的接觸面有拋光過後感覺且非常光亮(圖 13.)且有少量的磨屑黏附在表面，在接觸面上覆蓋著一層暗色且光亮的潤滑劑薄膜，在軸套的接觸面，無可見損壞。



圖片 12: 濕測試軸套與測試軸承

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.



圖片 13: 濕測試軸套與乾測試一樣中央接觸面附著一層光亮薄膜以及細小的磨屑



圖片 14: 濕測試完畢之自潤軸承接觸面呈現出高度拋光

邊緣著色部分是來自於安裝槽

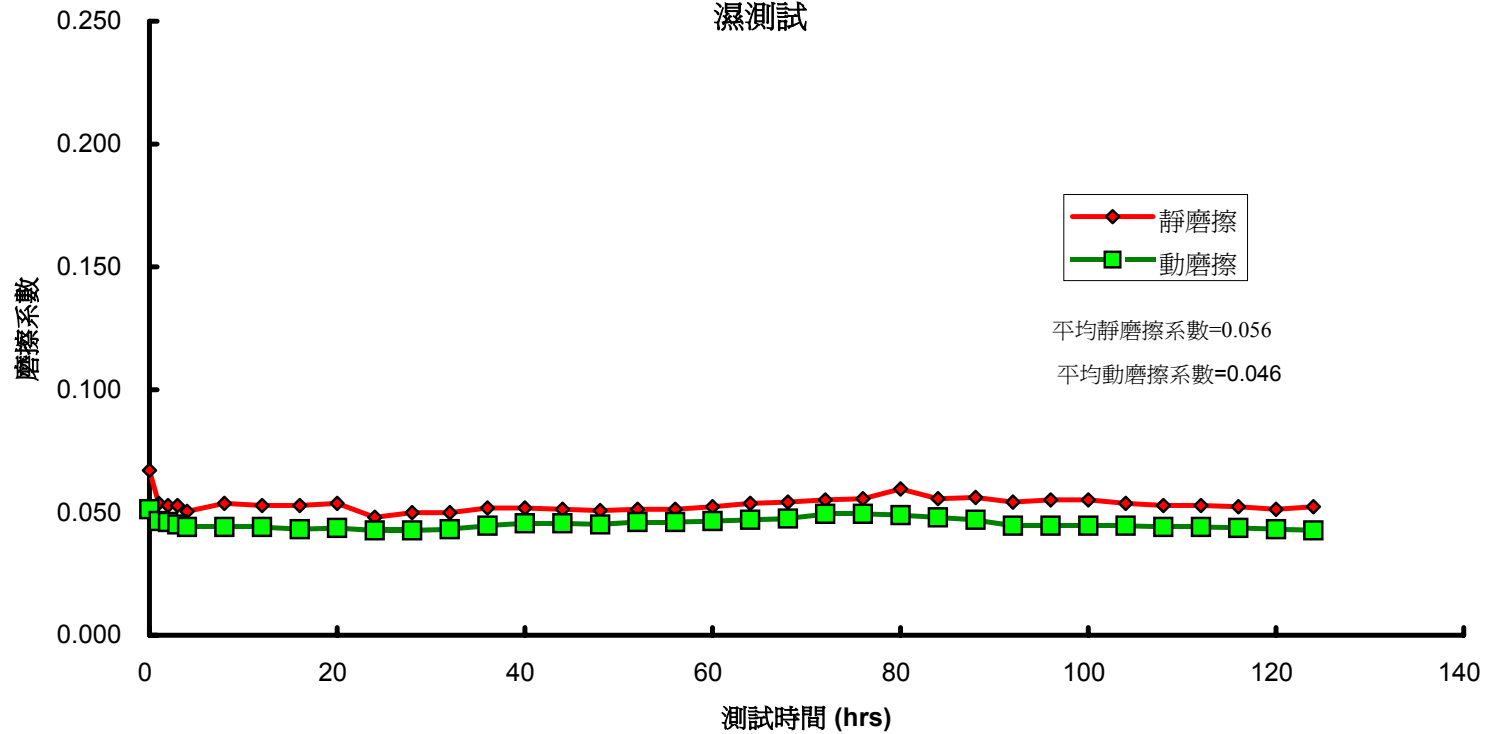
This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.



圖片 15: 濕測試完畢後之自潤軸承非負載接觸面
注意其中之負載接觸面與非負載接觸面之不同處

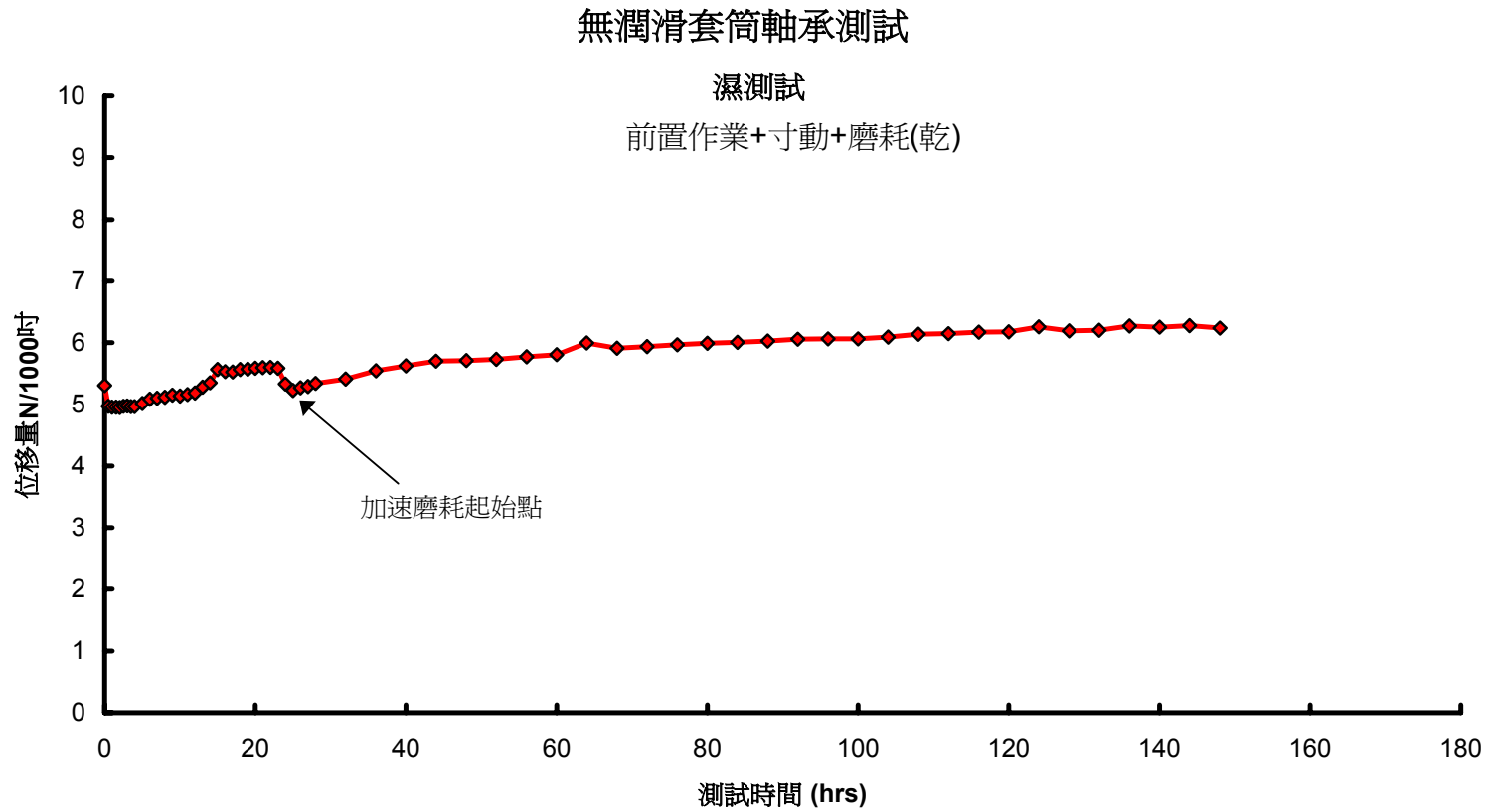
無潤滑套筒軸承測試

濕測試



圖表 16

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

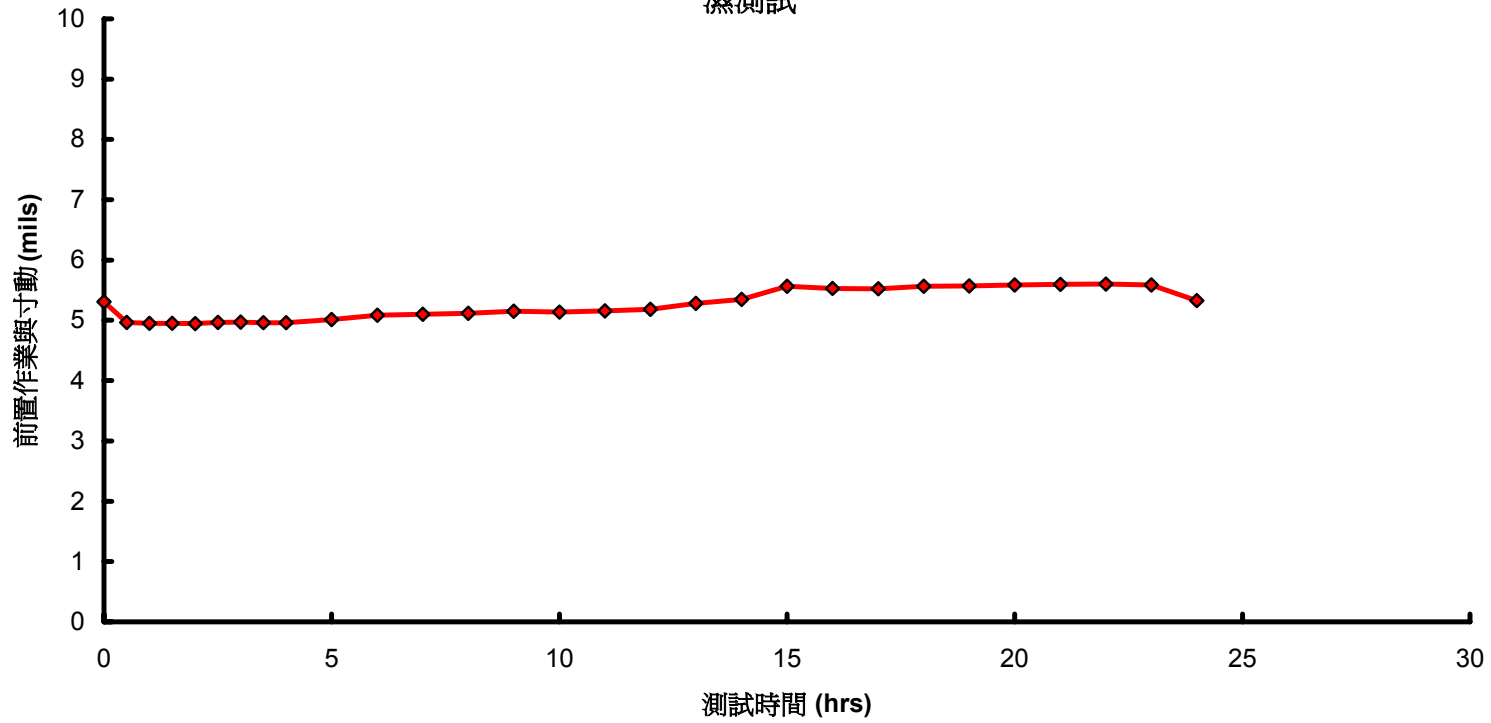


圖表 17

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

無潤滑套筒軸承測試

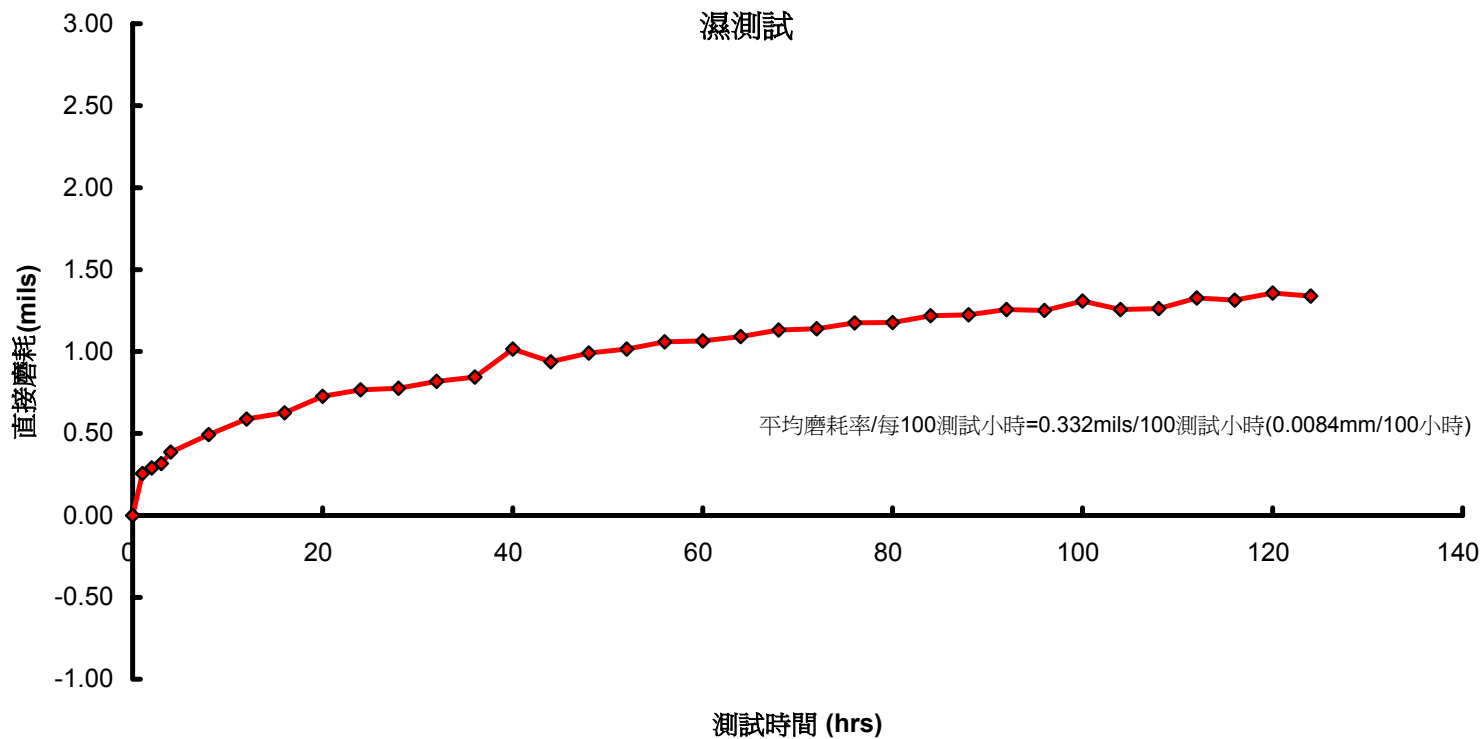
濕測試



圖表 18

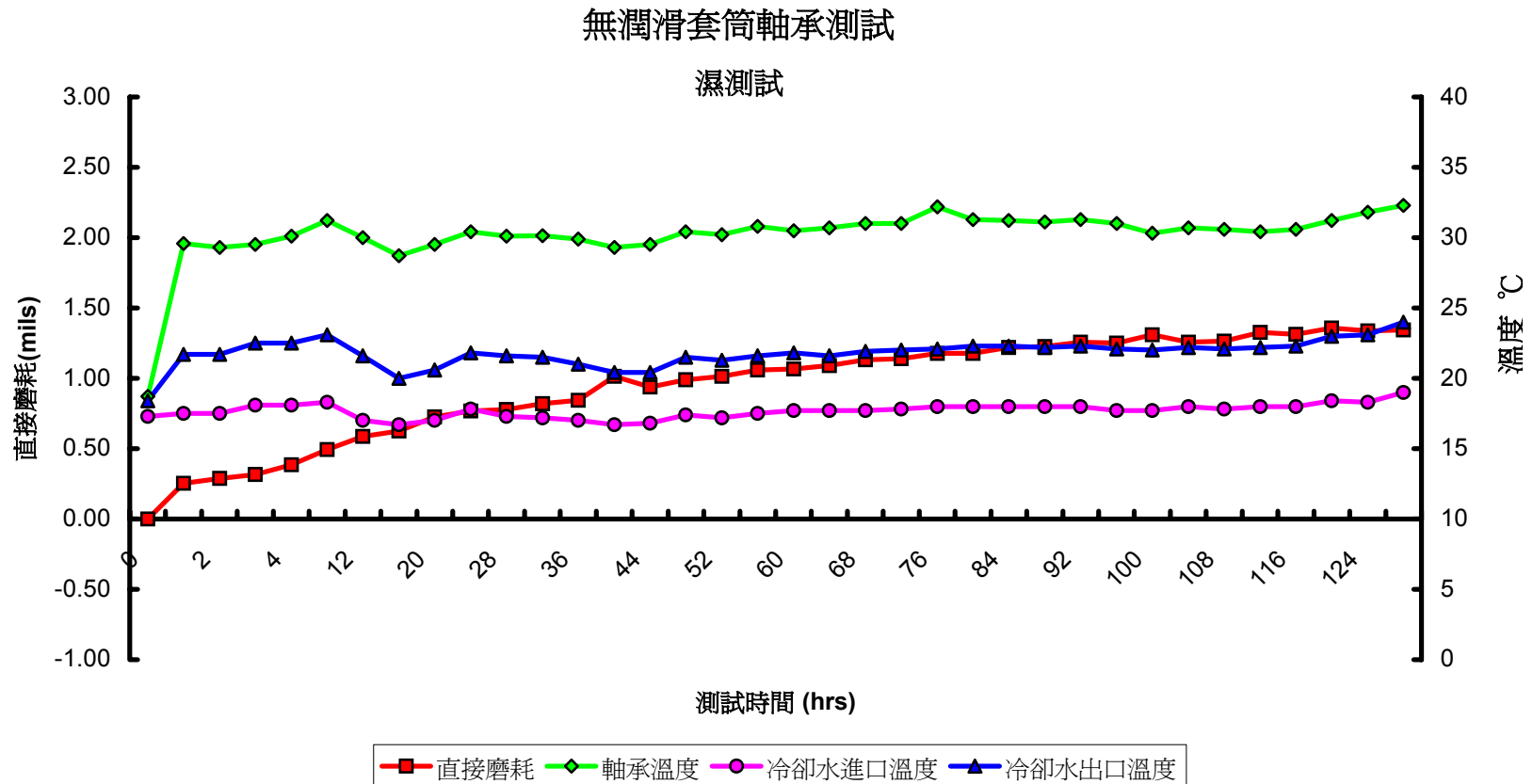
This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.

無潤滑套筒軸承測試



圖表 19

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.



圖表 20

This project report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Powertech Labs Inc.