

出國報告(出國類別：其他—油壓缸廠內檢驗)

「南化水庫防淤隧道工程」
控制閘門吊門機之油壓缸廠內檢驗

出國廠驗成果報告書

服務機關：經濟部水利署南區水資源局

姓名職稱：羅守枝 正工程司兼高屏堰管理中心主任

張政豐 正工程司

林岳鋒 副工程司

派赴國家：中國大陸

出國期間：105年9月18日至9月24日

報告日期：105年10月20日

摘要：

經濟部水利署南區水資源局為執行南化水庫治理及穩定南部地區供水特別計畫「南化水庫防淤隧道工程」控制閘門吊門機之油壓缸(全長約 12.4 公尺，行程 9.036 公尺)廠內檢驗，由於此檢驗項目屬契約規定之檢驗停留點，故依據「行政院及所屬各級機關因公派員出國案件編審要點」申請派員赴油壓缸製造廠(中國大陸江蘇省武進液壓啓閉機有限公司製造)參與油壓缸出廠測試及檢驗工作，督導第三獨立檢驗單位驗證，以確保油壓缸出廠時符合設計需求，並奉經濟部 105 年 9 月 6 日經授水字第 10420203320 號函核准辦理。

本次廠內檢驗由羅主任守枝、張政豐、林岳鋒參與，除順利完成廠試外，並參觀陶瓷桿油壓缸噴塗過程，汲取大型水工機械相關經驗，以利供後續相關工程推展及規劃參考。

目次

壹、目的	1-1
貳、油壓缸出廠測試過程	2-1
參、測試執行情形及測試結果	3-1
肆、工作執行照片	4-1
伍、心得及建議	5-1

附件：出國報告審核表

壹、目的

鑑於民國 98 年 8 月莫拉克颱風期間帶入南化水庫約 1,700 萬立方公尺之淤積量，約為災前 14 年之淤積量，至民國 102 年水庫累計淤積量高達 5,862 萬立方公尺，水庫有效蓄水量僅剩 9,943 萬立方公尺，造成南化水庫永續經營的理念受到嚴厲考驗，本局奉核執行「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」及代辦「南化水庫防淤隧道工程」，增設排砂設施以達水資源永續利用。前揭工程係於南化水庫規劃新建一條防淤隧道，透過豎井閘室設置水工閘門控制調水排砂，於後堀溪河道下游出水，設計流量 1000 秒立方公尺，年排砂量約 72 萬立方公尺，期能適時將入庫之異重流及渾水排放，達到水庫“蓄清排渾”之目標，以延長水庫之壽命。

本工程主要操作設備為緊急/維護閘門及控制閘門，其中控制閘門之吊門機採用 1 支約 12.4 公尺油壓缸啓閉高壓弧型閘門，該油壓缸屬重大水工機械設備且國內尚無此長度產製實績(油壓缸之鋼套管及心軸桿無分段接續)，水工機械承攬廠商南寧工程股份有限公司(統包商)之分包商三源興股份有限公司乃委由中國大陸分包商武進液壓啓閉機有限公司負責油壓缸製造。又監造單位依「經濟部水利署廠商品質管制規定」、「公共工程施工品質作業要點」及「監造計畫製作綱要」規定將油壓缸產製重要節點納為檢驗停留點，專業技術性(如結構焊

道超音波檢驗及功能測試等)檢驗並委由第三獨立檢驗單位協助執行。

復查本案工程契約第 5 條第一項第 3 款第 2 目「一式按完成度計價」之 W6xH6.8 弧型閘門第 2 期款（該項設備契約價之 60%），請款條件為「工廠製作、組立完成檢(抽)驗合格送抵工地，經機關/機關工程司驗收合格後」，其中油壓缸為控制閘門(弧型閘門)吊門機之油壓設備，是以，本局派員參與廠驗係屬契約規定之職責，亦為設備進場給付價金前機關應予確認之事項。

此外，本局函報除依規定派員會同測試及督導國際法人組織之獨立檢驗機構(第三獨立檢驗單位)履約，同時於測試過程若有技術或規範爭議時，可即時參與討論並為適當之因應。

貳、油壓缸出廠測試過程

日期	地點	工作內容
9月18日 (日)	中國大陸江蘇省(啓程)	搭機赴中國大陸 11:40 桃園機場→13:15 無錫機場
9月19日 (一)	飯店大廳、武進液壓啓閉機有限公司	08:30→11:00 於飯店大廳進行廠驗前預備會議，討論工作內容、注意事項及行程安排。 11:00→12:30 搭車前往武進液壓啓閉機有限公司油壓缸製造工廠。 13:30→17:30 文件審查 1. 油壓缸材料文件檢查 2. 產品質量檢驗證明書 3. 熱處理報告檢查 4. 銲道非破壞報告(VT、MT 及 UT)文件檢查 5. 測量儀器及儀表校正報告檢查 6. 油壓缸尺寸自主檢查表 7. 油壓缸性能試驗報告檢查
9月20日 (二)	武進液壓啓閉機有限公司	08:30→10:00 搭車前往武進液壓啓閉機有限公司油壓缸製造工廠。 10:00→10:30 檢查測試前說明會議。 10:30→12:30 油壓缸尺寸檢查。油壓缸外觀檢查，缸套管及蓋板表面無破壞及變形，銲道無夾渣、氣孔及裂縫。 13:30→16:30 油壓缸空載試驗及最大行程檢查 1. 監督廠內臨時油壓系統加壓單元連接至油壓缸油管接口，且油壓表正確安裝於油管線路上。 2. 油壓缸空載試驗，加壓單元推動油壓缸進行3次全行程往復動作，行程中檢查油壓缸油封環、蓋板、螺栓、銲道、缸套管及心軸桿表面，未發現外部漏油、破壞及永久變形現象。 3. 油壓缸最大行程設計為 9036±5mm，量測結果符合標準(完全伸長 15185 mm-完全縮回 6149 mm=9036 mm)。 16:30→17:30 空載試驗後檢查油壓缸油壓缸蓋板、油封環及缸套管無破壞及永久變形現象，銲道無裂縫，螺栓無斷裂。

日期	地點	工作內容
9月21日 (三)	武進液壓啓閉機有限公司	<p>08：30→10：00 搭車前往武進液壓啓閉機有限公司油壓缸製造工廠。</p> <p>10：00→11：00</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 進行測試前說明會議，討論內洩漏試驗之流程及注意事項。 2. 檢查量測儀器及校正報告。 3. 內洩漏試驗前檢查油壓缸外觀，確認缸套管及蓋板表面無破壞及變形，銲道無裂縫。 <p>11：00→14：00 油壓缸有桿腔內洩漏試驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 監督廠內臨時油壓加壓系統連接至油壓缸油管接口，並檢查油壓表正確安裝於油壓缸無桿腔之管路上。 2. 油壓缸之心軸桿伸長至最大行程後，拆除油壓缸有桿腔之油管，並將油口油面調整至平面，油壓加壓系統開始加壓至有桿腔設計值$\geq 9.46\text{MPa}$。 3. 確認油壓表顯示數值 $11.9 \geq 9.46\text{MPa}$，並開始計時 50 分鐘，期間使用針筒保持油面平整，且增加之液壓油吸取至針筒內，不得溢出油口。 4. 有桿腔油口的液壓油增加量，在 50 分鐘的累積測量為 $9\text{mL}(9/50=0.18 \text{ mL/min})$，符合設計值(有桿腔油口的油液增加量$<12.9\text{mL/min}$)。 <p>14：00→17：30 油壓缸無桿腔內洩漏試驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 監督油壓表從無桿側移至有桿側之管路上。 2. 油壓缸之心軸桿完全縮回後，拆除油壓缸無桿側之油管，並將油口油面調整至平面，油壓加壓系統開始加壓至無桿腔設計值$\geq 2.18\text{MPa}$。 3. 確認油壓表顯示數值 $3.3 \geq 2.18\text{MPa}$，並開始計時 30 分鐘，期間使用針筒保持油面平整，且增加之液壓油吸取至針筒內，不得溢出油口。 4. 無桿腔油口的液壓油增加量，在 30 分鐘的累積測量為 $62\text{mL}(62/30=2.07 \text{ mL/min})$，符合設計值(無桿腔油口的油液增加量$<12.9\text{mL/min}$)。

日期	地點	工作內容
9月22日 (四)	武進液壓啓閉機有限公司	<p>08：30→10：00 搭車前往武進液壓啓閉機有限公司油壓缸製造工廠。</p> <p>10：00→12：30</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 進行測試前說明會議，討論油壓缸耐壓試驗之流程及注意事項。 2. 油壓缸製造廠人員固定油壓缸，並調整活動支架及天車於油壓缸動作時無發生危險之虞。 3. 測量儀器及校正報告經檢查後，校正日期合格，且符合測試需求。 4. 檢查油壓缸外觀，確認缸套管及蓋板表面無破壞及變形，銲道無裂縫。 <p>13：30→15：30 油壓缸無桿腔耐壓試驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 監督廠內臨時油壓加壓系統連接至油壓缸油管接口，並檢查油壓表正確安裝於油壓缸無桿腔之管路上。 2. 油壓缸之心軸桿伸長至最大行程後，油壓加壓系統開始加壓至無桿腔耐壓試驗壓力 3.27MPa。 3. 確認油壓表顯示正確數值(3.3MPa\geq3.27MPa)，並開始計時 10 分鐘。 4. 油壓缸承受 3.3MPa 壓力下維持 10 分鐘後，油壓缸缸套管及蓋板表面無破壞、變形及外部洩漏，銲道無裂縫，螺栓無斷裂。 5. 油壓系統壓力下降至 0MPa。 <p>15：30→17：30 油壓缸有桿腔耐壓試驗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 監督製造廠人員將無桿腔之油壓表移至有桿腔之管路上。 2. 油壓缸之心軸桿完全縮回後，油壓加壓系統開始加壓至有桿腔耐壓試驗壓力 14.19MPa。 3. 確認油壓表顯示正確數值(14.60MPa \geq 14.19MPa)，並開始計時 10 分鐘。 4. 油壓缸承受 14.60MPa 壓力下維持 10 分鐘後，油壓缸缸套管及蓋板表面無破壞、變形及外部洩漏，銲道無裂縫，螺栓無斷裂。

9月23日 (五)	飯店大廳、 武進液壓啓 閉機有限公 司	08：30→10：00 搭車前往武進液壓啓閉機有限公司油 壓缸製造工廠。 10：00→12：30 1. 油壓缸表面油漆膜厚檢查 2. 檢查固鎖用油壓缸動作情形 3. 檢查油壓缸及固鎖用油壓缸之極限偵測機構 4. 廠內檢驗後綜合討論 13：30→17：30 1. 參觀武進油壓缸製造廠區 2. 參觀表面陶瓷噴塗製程 3. 參觀武進廠實驗室及零件全自動生產儀器
9月24日 (六)	中國大陸江 蘇省(返程)	11：00 無錫機場→13：00 桃園機場

參、測試執行情形及測試結果

本次廠內檢驗工作，係依契約之施工規範及本局審定核可之細部設計圖及計畫書辦理測試或檢查，廠驗期間仍依規定會同廠商、國際法人組織之獨立檢驗機構、細部設計審查廠商及本局奉派廠驗人員全程親自參與檢查測試工作，廠驗之測試及檢查結果說明如下：

一、油壓缸材料文件審查

審查文件項目如下：

(一)、材料材質檢查證明

1. 缸套管、心軸桿及魚眼接頭材料檢驗報告
2. 主要零件材料材質證明書
3. 活塞桿材料質量證明書
4. 鑄鍛件質量證明書
5. 密封圈質量證明
6. 高強度螺栓證明書
7. 軸承合格證
8. 熱處理證明

(二)、銲道檢驗證明

1. 磁粒檢驗報告(MT)
2. 超音波檢驗報告(UT)
3. 銲道外觀檢查記錄
4. 超音波探傷儀及磁粉探傷儀校正報告
5. 銲道無損檢測人員合格證

(三)、尺寸檢查證明

1. 魚眼接頭尺寸檢驗記錄表
2. 心軸桿尺寸(鍍鉻厚度)檢驗記錄表
3. 缸套管尺寸(內部鍍鉻厚度)檢驗記錄表
4. 各零件尺寸檢驗記錄表

(四)、油漆

1. 油漆規範
2. 油漆檢驗報告
3. 油漆塗裝檢查報告

(五)、測試

1. 工廠檢驗表格
2. 油壓缸性能試驗報告
3. 內徑百分表校正證明
4. 外徑千分尺校正證明

5. 觸針式表面粗糙度測量儀校正證明
6. 鋼捲尺校正證明
7. 覆層厚度測量儀校正報告

以上文件經審查後，記錄符合「南化水庫防淤隧道工程」契約要求(所附文件及相關紀錄等另彙整成冊存於監造工務所備查)。

二、油壓缸空載試驗

空載試驗，推動油壓缸進行 3 次全行程往復動作，行程前檢查油壓缸油封環、蓋板、螺栓、鉚道、缸套管及心軸桿表面，未發現表面破壞及鉚道夾渣、氣孔及裂縫，行程中持續監看缸體及其零件狀態，未出現破壞、裂縫及異音等現象，並量出最大行程 9036mm(設計為 9036 ± 5 mm)，試驗結束後，油壓缸經檢查與試驗前相同，符合規範及設計要求。

三、油壓缸耐壓試驗：測試油壓缸有桿及無桿腔之耐壓能力

1. 無桿腔內洩漏試驗

試驗前檢查油壓表校正情形及確實連接於無桿腔之管路上，將油壓缸之心軸桿伸長至最大行程後，油壓加壓系統開始加壓至無桿腔內洩漏試驗壓力 3.30MPa。確認油壓表顯示正確數值 ($3.3\text{MPa} \geq 3.27\text{MPa}$)，並開始計時 10 分鐘。無桿腔內洩漏試驗壓力 3.27MPa，在油壓缸之無桿腔承受 3.30MPa 壓力下維持 10 分鐘下，油壓缸缸套管及蓋板表面無破壞、變形及外部洩漏，鉚道無裂縫，螺栓無斷裂。

2. 有桿腔內洩漏試驗

確認製造廠人員將無桿腔之油壓表移至有桿腔之管路上，將油壓缸之心軸桿完全縮回後，油壓加壓系統開始加壓至有桿腔內洩漏試驗壓力 14.19MPa。確認油壓表顯示正確數值 ($14.60\text{MPa} \geq 14.19\text{MPa}$)，並開始計時 10 分鐘。油壓缸缸套管及蓋板表面無破壞、變形及外部洩漏，鉚道無裂縫，螺栓無斷裂。

3. 油壓缸經耐壓試驗結果，缸體等零件未出現破壞及永久變形現象，符合規範及設計要求。

四、油壓缸內洩漏試驗：測試油壓缸在設計壓力下，有桿及無桿腔之洩漏量

1. 有桿腔內洩漏試驗

開始試驗前檢查油壓表連結於無桿腔之管路上，待油壓缸之心軸桿伸長至最大行程後，拆除有桿腔之油管，並將油口油面調整至平面，油壓加壓系統開始加壓至有桿腔設計值 $\geq 9.46\text{MPa}$ 。確認油壓表顯示數值 $11.9 \geq 9.46\text{MPa}$ ，並開始計時 50 分鐘，期

間使用針筒保持油面平整，且增加之液壓油吸取至針筒內，不得溢出油口。有桿腔油口的液壓油增加量，在 50 分鐘的累積測量為 9mL($9/50=0.18$ mL/min)，符合設計值(有桿腔油口的油液增加量 <12.9 mL/min)。

2. 無桿腔內洩漏試驗

將油壓表從無桿側移至有桿側之管路上，待油壓缸之心軸桿完全縮回後，拆除油壓缸無桿側之油管，並將油口油面調整至平面，油壓加壓系統開始加壓至無桿腔設計值 ≥ 2.18 MPa。

3. 確認油壓表顯示數值 $3.3 \geq 2.18$ MPa，並開始計時 30 分鐘，期間使用針筒保持油面平整，且增加之液壓油吸取至針筒內，不得溢出油口。無桿腔油口的液壓油增加量，在 30 分鐘的累積測量為 62mL($62/30=2.07$ mL/min)，符合設計值(無桿腔油口的油液增加量 <12.9 mL/min)。

3. 油壓缸有桿及無桿側在設計壓力下之內洩漏量均符合設計要求，且試驗後檢查油壓缸外觀，確認缸套管及蓋板表面無破壞及變形，銲道無裂縫。

五、 油壓缸製造尺寸檢查

依設計圖圖號 NF-M-422 及 NF-M-424 檢查油壓缸尺寸，實測值均符合設計值。

項目	設計值(mm)	實測值(mm)	備註
油壓缸體長度	10981 ± 3	10983	
油壓缸至魚眼接頭中心長	12096 ± 3	$10983+200+455+460=12098$	
支承座中心至魚眼接頭中心長 (完全伸長)	15185 ± 3	15187	
支承座中心至魚眼接頭中心長 (完全縮回)	6149 ± 3	6150	
魚眼接頭厚度	270 ± 0.3	270.3	
最大行程	9036 ± 5	9036	

六、 油壓缸油漆膜厚檢驗

長期暴露於空氣中之鋼鐵金屬表面(不含不鏽鋼及鍍鋅表面)
完漆後之總乾膜厚須達 250μ 以上，覆層厚度測量儀經校正後於
長期暴露於空氣中之金屬表面各抽驗 5 點，經抽驗均達到標準值
 250μ 以上，符合規範要求。

長期暴露於空氣中之完漆後之總乾膜厚

項目	設計值(μ)	實測值(μ)	備註
第 1 點	250	455	
第 2 點	250	367	
第 3 點	250	413	
第 4 點	250	466	
第 5 點	250	367	

肆、工作執行照片



日期：105.9.18

廠驗前預備會議，討論工作內容、注意事項及行程安排

地點：飯店大廳



日期：105.9.19

本局廠驗人員、監造及施工廠商於武進公司留影

地點：江蘇武進液壓啟閉機有限公司



日期：105.9.19

文件審查

地點：武進公司會議室



日期：105.9.20

第三公證檢驗機構人員證件

地點：武進公司會議室



日期：105.9.20

尺寸檢查

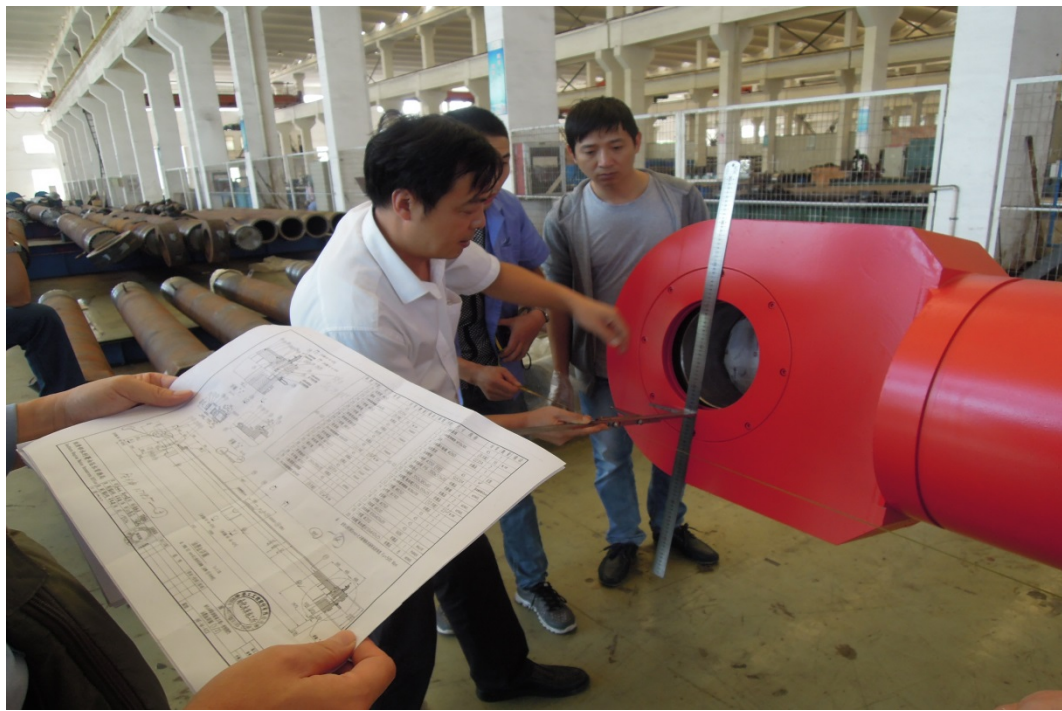
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

缸體尺寸檢查

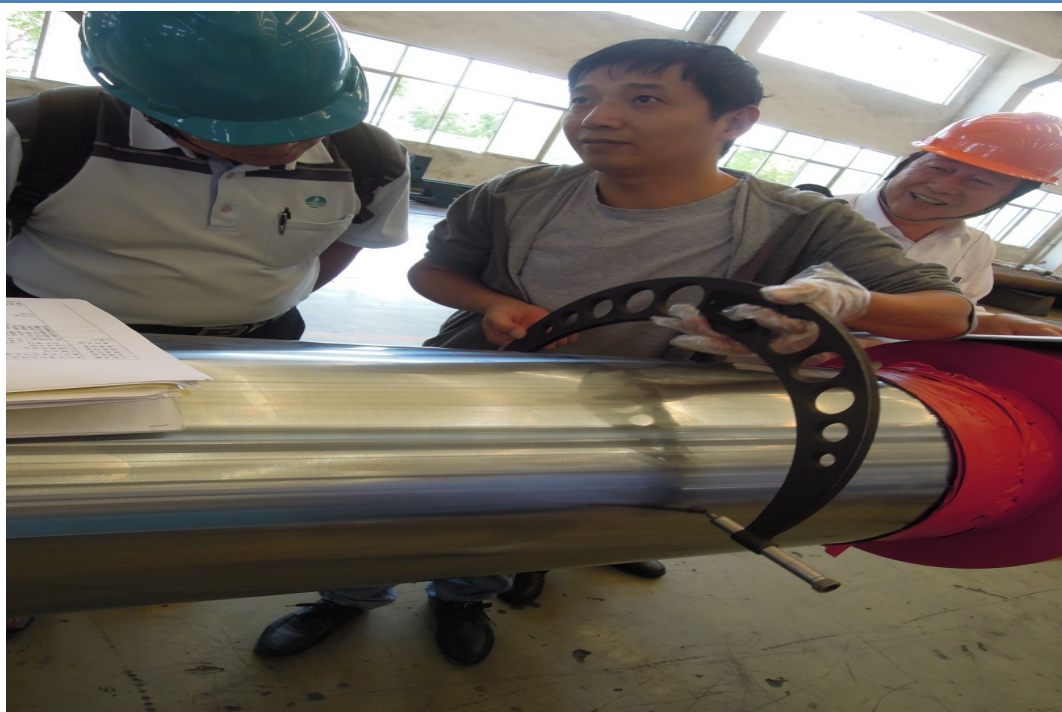
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

魚眼接頭尺寸檢查

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

心軸桿直徑檢查

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

最低啓動壓力試驗

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

空載試驗前檢查油壓缸

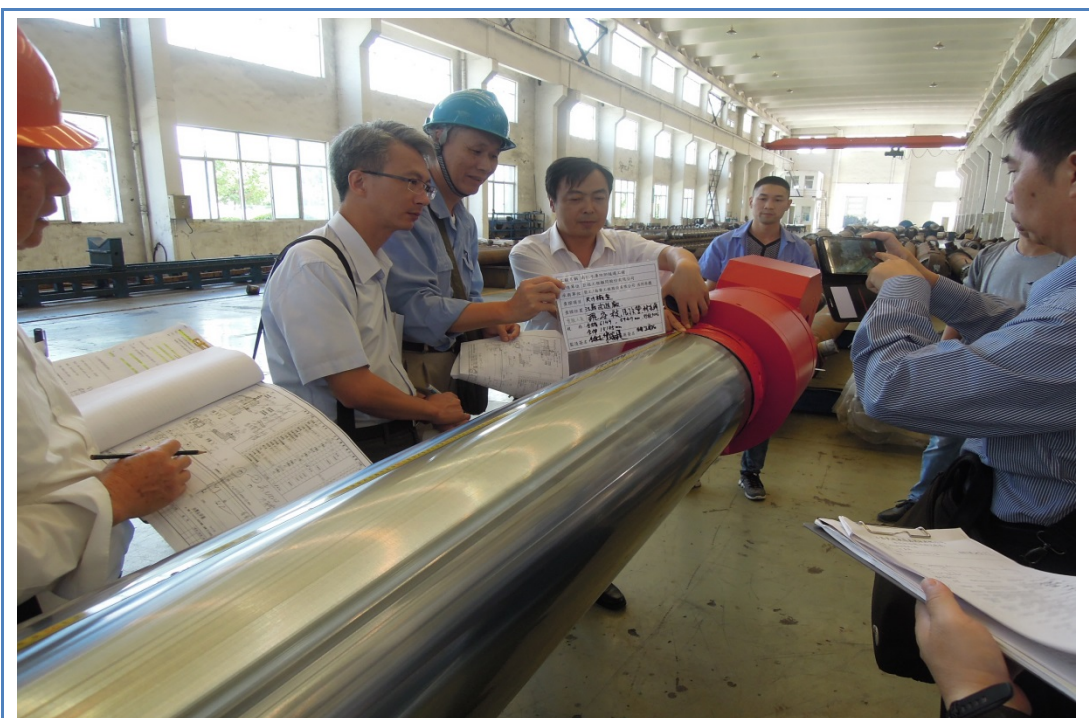
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

空載試驗中檢查心軸桿表面

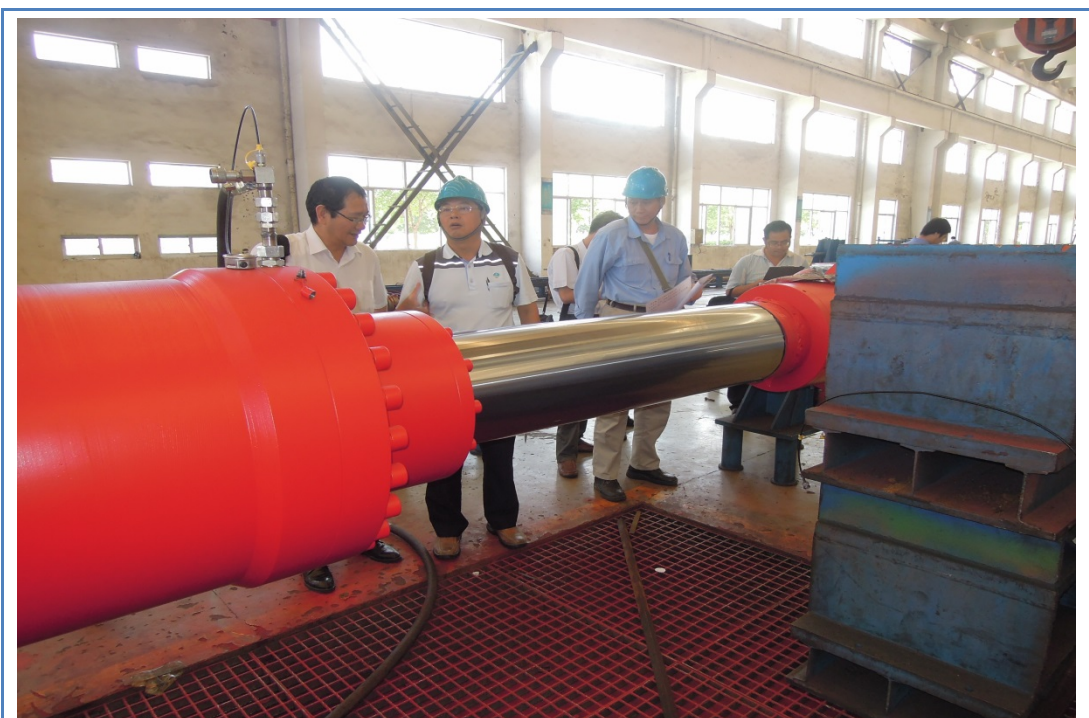
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

空載試驗全行程檢查

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.20

油壓缸行走穩定，未出現漏油現象

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.21

內洩漏試驗檢查前會議

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.21	油壓表檢查
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.21	內洩漏試驗現場討論
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.21	無桿腔內洩漏試驗(壓力 3.3Mpa)
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.21	無桿腔內洩漏試驗液壓油量測
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.21	外洩漏試驗
地點：武進油壓缸製造廠	



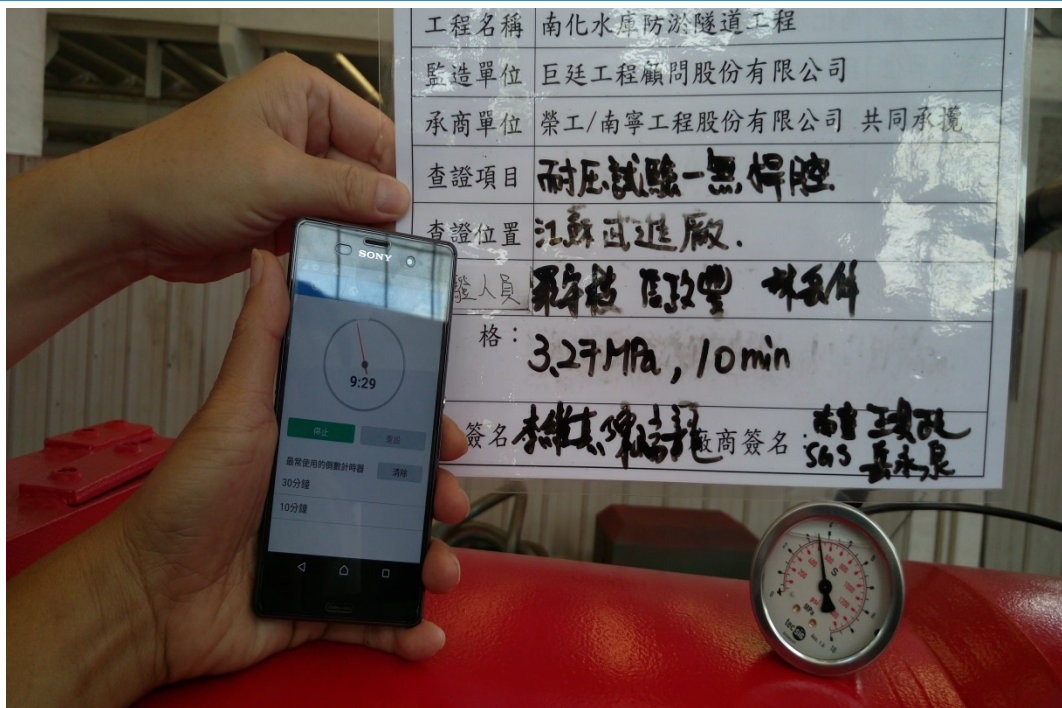
日期：105.9.21	洩漏試驗後檢查油壓缸情形表面無破壞、變形及外部洩漏，銲道無裂縫，螺栓無斷裂。
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.21

油壓缸有桿腔油管接口油面平整

地點：武進油壓缸製造廠



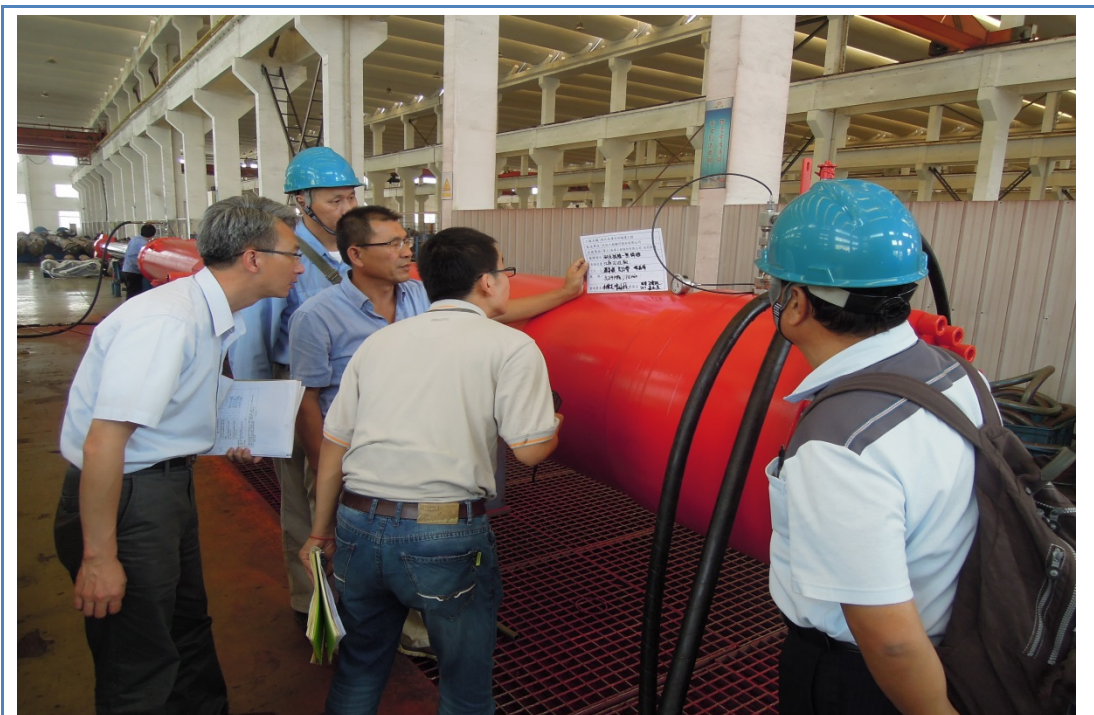
日期：105.9.22

無桿腔耐壓試驗

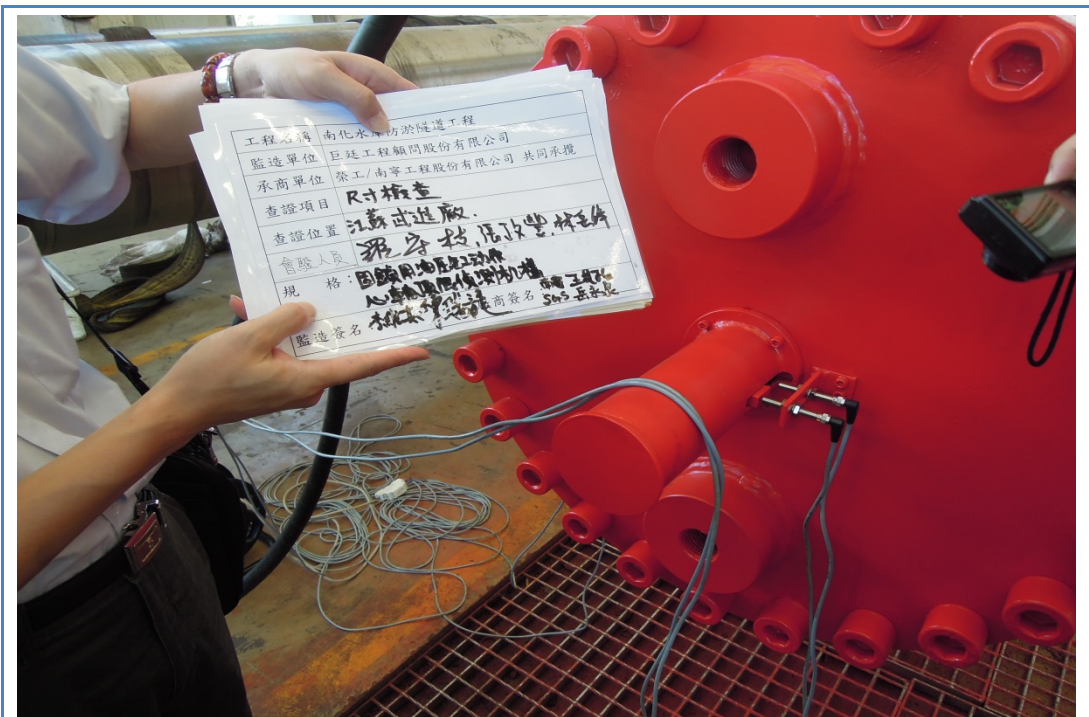
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.22	有桿腔耐壓試驗
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.22	耐壓試驗後檢查油壓缸情形表面無破壞、變形及外部洩漏，銲道無裂縫，螺栓無斷裂。
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.23

固鎖油壓缸動作及心軸頂限偵測機構
檢查

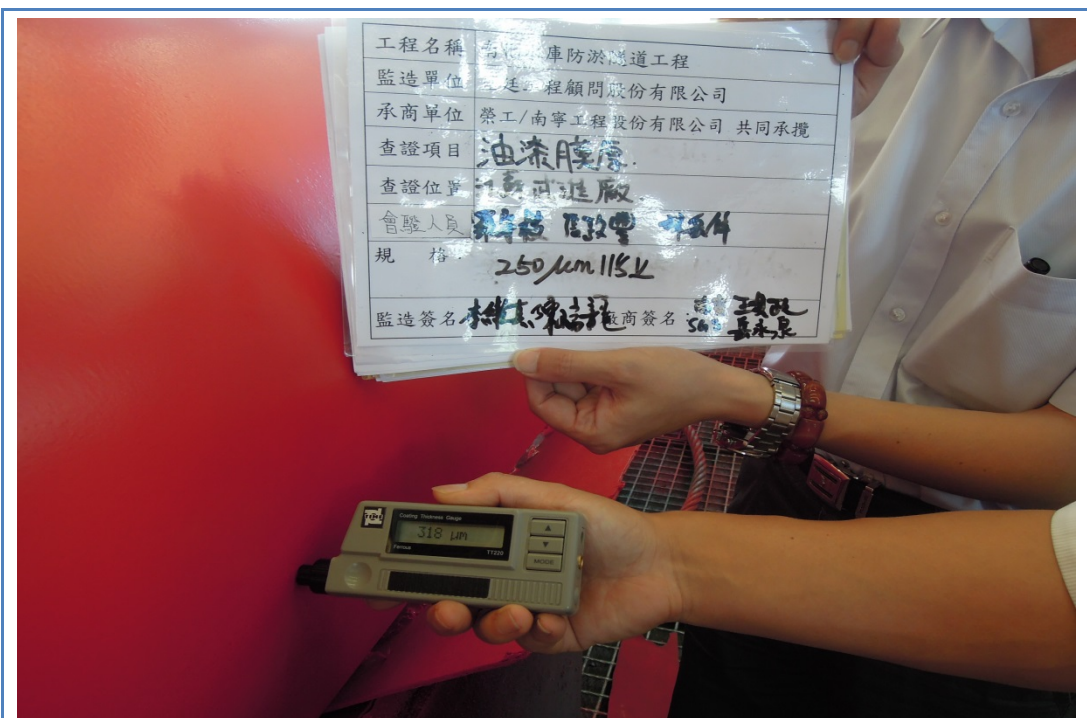
地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.23

固鎖油壓缸動作及心軸頂限偵測機構
檢查

地點：武進油壓缸製造廠



日期：105.9.23	油漆膜厚檢查
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.23	參觀武進公司陶瓷桿液壓缸製造廠
地點：武進油壓缸製造廠	



日期：105.9.23

參觀武進公司零件全自動生產儀器

地點：武進製造廠



日期：105.9.23

參觀油壓缸零件生產程序

地點：武進製造廠

伍、心得及建議

- 一、 本次廠驗係依據契約規範第 1511A 章廠內檢驗規定設備製造完成進場前，須於廠內辦理出廠前測試，為確保油壓缸符合契約規範及核定之細部設計圖要求，本局奉派參與廠驗人員秉持專業態度及務必達成上級交辦任務精神，會同監造單位及統包商於廠驗前依規範及細部設計圖檢討自主檢查表，並於廠驗中討論試驗細節，並確認第三獨立檢驗機構依照測試流程驗證。
- 二、 廠驗過程中，檢視武進製造廠提供試驗所需設備及測量工具之校正紀錄以維試驗之精確度，經空載、耐壓及內洩漏試驗後，油壓缸未出現破壞或變形等現象，且外觀尺寸、最大行程、極限開關及油漆厚度經檢查，各項數值均符合設計規範，油壓缸通過出廠測試後將運至工地，並配合現地吊門機、閘門及油壓單元安裝，使水工機械得以正常運轉。
- 三、 承蒙長官給予此次廠驗機會，讓我們得以親赴國外瞭解製造廠專業分工及檢驗方式，除了進行本工程大型油壓缸檢驗及測試流程討論外，還參觀武進液壓啓閉機公司之零件生產流程、自動化設備，及心軸桿陶瓷塗覆技術，陶瓷表面能提高抗腐蝕能力，可因應在不同環境條件下延長油壓缸使用年限。