

極低温ポンプ 試験設備

茂木 芳夫* 小川 俊之** 小口 孝文**

Cryogenic Pump Test Center

by Yoshio MOGI, Toshiyuki OGAWA, & Takafumi KOGUCHI

Ebara's Cryogenic Pump Test Center, located in the Sodegaura Plant, is a facility for testing the performance of Ebara's cryogenic submerged motor pump. The facility is capable of tests using LNG (Liquefied Natural Gas) and LPG (Liquefied Petroleum Gas). This facility's capacity includes a maximum flow rate of 3 000 m³/h, a maximum pressure of 10 MPa, and a maximum motor power of 2 000 kW. Its data acquisition specifications comply with ISO 9906 (Rotodynamic pumps - Hydraulic performance acceptance tests-Grades 1 and 2) and other than performance tests, functional tests such as NPSH tests and vibration measurement tests and can be carried out simultaneously. Labor-saving facility management, such as by remote monitoring and automatic control, and reduction in testing time, by automatic measurement, are featured as well.

Keywords: Cryogenic pump, Test center, Liquefied Natural Gas (LNG), Liquefied Petroleum Gas (LPG), Performance test, NPSH test, Automatic measurement, Central control, Automatic control, Sodegaura plant

1. はじめに

本設備は、当社製品である「極低温サブマージドモータポンプ」の性能試験を行う設備である。極低温ポンプはLPG（液化石油ガス）やLNG（液化天然ガス）を移送及び加圧する用途で運搬船、受入基地、液化基地などに使用されており、クリーンエネルギーの需要増大を背景に大幅な受注・生産の増加が見込まれている。今回、「極低温サブマージドモータポンプ」の生産体制を強化する目的で、当社としては初めての極低温実液試験が可能な設備を袖ヶ浦事業所内に建設した。袖ヶ浦事業所全景を写真1に、試験設備の外観を写真2に示す。短時間で高精度な試験計測、集中管理と自動制御による省力化を主要コンセプトにした試験設備であり、以下にその概要と特徴について述べる。

2. 設備概要

本設備のフローシートを図1に示す。

テストバレル内に設置したポンプを運転すると、テス

* 風水力機械カンパニー カスタムポンプ事業統括 カスタムポンプ藤沢工場 品質保証室 試験グループ

** 同 生産技術統括部 生産プロセス開発室 生産プロセスグループ

** 同 産業システム事業統括部 システム技術室 プロジェクトグループ



07-05 01/214

写真1 袖ヶ浦事業所全景

Photo 1 Panoramic view of the Sodegaura Plant



07-05 02/214

写真2 試験設備外観

Photo 2 Overview of test center

トバレル→流量計測部（オリフィス）→流量制御部→循環ドラム→テストバレルと試験液が循環する。テストバレル外観を写真3、循環ドラム外観を写真4に示す。

試験はLPG, LNGを使用して行われ、性能試験のほかNPSH試験, 振動計測試験などの機能試験を同時に行うことが可能である。

次に、試験計測及び設備機器の監視制御を行うコンピュータシステムの構成を図2に示す。

本システムは、設備機器の監視制御を行うプラント監視制御システムと、計測データの記録、演算、帳票作成を行う試験計測システムの二つに大別される。各システムは試験棟内監視室に設置されており、遠隔から試験計測及び、設備機器の集中監視制御を行うことができる。監視室内写真を写真5に示す。

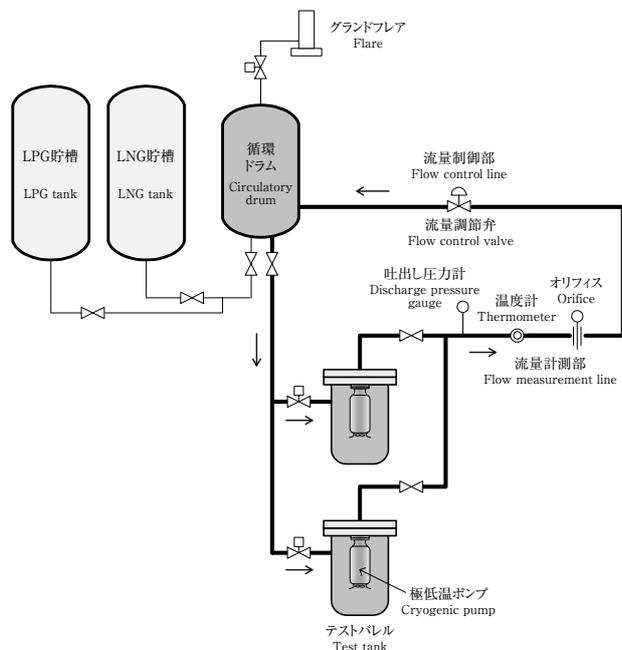


図1 フローシート
Fig. 1 Flow sheet

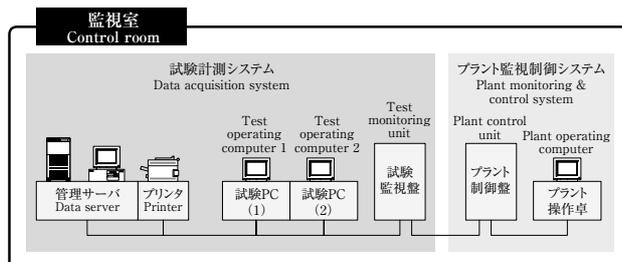
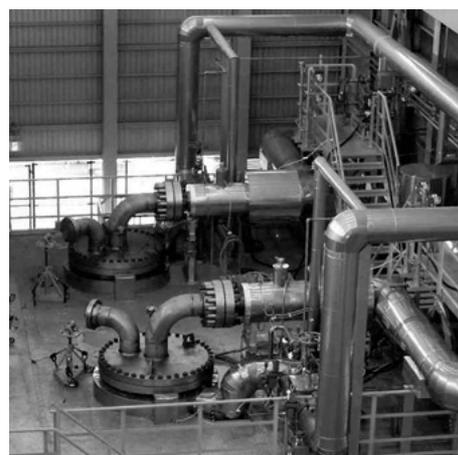
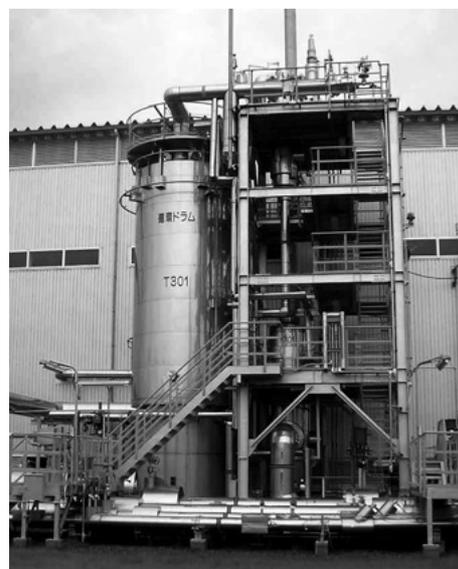


図2 システム構成図
Fig. 2 System diagram



07-05 03/214

写真3 テストバレル周辺
Photo 3 Overview of test tank



07-05 04/214

写真4 循環ドラム外観
Photo 4 Overview of circulatory drum



07-05 05/214

写真5 監視室
Photo 5 Control room

2-1 試験能力

本設備の試験能力を表に示す。

試験電圧は電圧調整器（IVR）によって0～6600 Vの範囲内で自由に調整することができる。また、周波数は50 Hzと60 Hzの選択が可能である。

なお、本設備は液化ガスを取り扱うため、「高圧ガス製造設備」として許認可を受けている。

2-2 試験機能概要

(1) 性能試験

API（American Petroleum Institute）及びISOに準拠した性能計測が可能である。

(2) NPSH試験

NPSH（有効吸込水頭）は、テストバレルの液位を低下させながら自動計測でき、ポンプ全揚程が設定値まで低下したらポンプを自動停止する。

(3) 振動計測

運転中のポンプ振動は、試験ポンプ本体に取り付けた振動センサにて計測し、振動オーバーオール値の測定、振動周波数分析が可能である。

(4) 軸移動量の計測

ポンプを運転すると羽根車前後に圧力差が発生し軸方向にスラストが発生する。当社の極低温ポンプはスラストバランス機構を採用し、軸受にスラストが作用しない構造となっている。これを実証するため、軸先端に取り付けられた変位計により軸移動量を計測する。

(5) 始動電流・電圧

試験ポンプ始動時の電圧、電流を自動計測できる。また、減電圧始動も任意に設定可能である。

3. 特徴

3-1 実液（LPG、LNG）を使用した試験設備

LPG、LNGは低温であるため、配管や貯槽にはステ

ンレス鋼を使用しており、外気からの入熱を最小限にするため適切な保冷材でカバーしている。

LPG、LNGは可燃性ガスであるため、高圧ガス保安法及び工場電気設備防爆指針等の関係法規を遵守し、漏洩防止、着火源の排除、漏洩の早期発見など必要十分な安全対策を行っている。

3-2 短時間に試験結果を解析・表示可能

性能試験では、計測データの変動を監視し規定の変動幅内に安定した時点で計測開始する。したがって、短時間に計測を完了するために、試験流量、試験液の温度や圧力を速やかに調整することが必要である。本設備では、流量制御、温度制御、圧力制御を自動化しており、試験流量を設定してから短時間に計測開始することが可能である。性能カーブ表示画面を図3に示す。

3-3 集中監視、自動制御による省力化

(1) 集中監視制御

現場に設置されたセンサや機器の情報は監視室で集中監視できる。また、流量制御弁や吸込弁などの制御弁は監視室から遠隔操作が可能である。これにより、試験操作の人員を最小限とすることができた。

主な監視制御機能は次のとおりである。

- ・ポンプ流量の監視制御
 - ・系内（配管内、貯槽など）の圧力、温度、液位の監視制御
 - ・電気系の異常監視
 - ・機器故障やガス漏れの異常監視
 - ・停電などの異常発生時の自動トリップ制御
 - ・空気圧縮器や床排水ポンプなど補機の監視制御
- なお、同一機能の端末を2台設置することにより、システムの信頼性を高めている。

表 試験能力
Table Test capacity

最大流量 Maximum flow rate	m ³ /h	3000
最大圧力 Maximum pressure	MPa	10
ポンプモータ最大容量 Maximum motor power	kW	2000
試験電源 Power supply	V	0～6600
	Hz	50/60

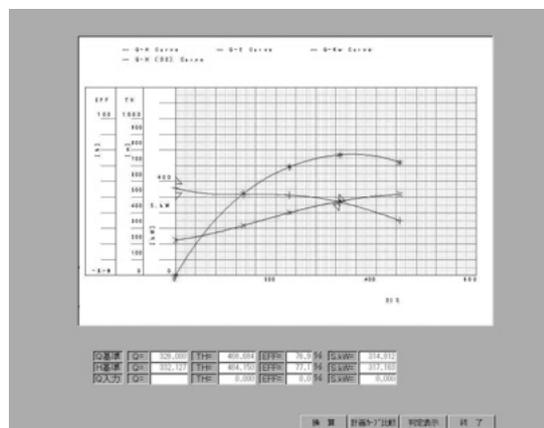


図3 性能カーブ表示画面

Fig. 3 Display for performance curve

(2) ポンプ流量の自動制御

流量制御弁には制御性及び追従性に優れた弁を採用し、試験PC（パソコン）で設定された試験流量に自動制御することが可能である。

4. おわりに

2006年6月に建設完了してから順調に稼動している。これまで数十台のポンプ試験及び立会検査を完了し、短時間で得られる高精度な試験結果について顧客から評価

を戴いている。

当社としては、小規模LN₂（液化窒素ガス）試験設備を除いて、このような極低温、高圧の可燃性ガスを取り扱う大容量プラントを建設したことは過去に経験がなかったが、無事故かつ約1年という短時間で竣工できたのは、清水建設㈱、三菱化工機㈱、横河商事㈱をはじめ工事関係者の多大な御指導・御協力の成果であり、ここに深く謝意を表する。

