

## 新しく導入されたヘリウム液化・供給システム

### Newly Installed Helium Liquefier and Supplying System

大塚晃弘

京都大学低温物質科学研究センター

Akihiro Otsuka

Research Center for Low Temperature and Materials Sciences, Kyoto University

#### 1. はじめに

2001(平成13)年度補正予算により,当センター吉田キャンパス極低温寒剤供給施設(予算配当時は大学院理学研究科極低温研究室)のヘリウム液化機を更新することになった。年度末までの期間が短すぎたため予算は繰り越され,一般競争の結果,当センターが設立された平成14年度早々に(株)理研社との間に物品購入契約が結ばれ,平成15年3月に「インテリジェントヘリウム液化・供給システム」が納入された。

前回の更新(平成5年度補正予算)で導入された(株)神戸製鋼所(KOBELCO)のHL-150Pは現役で活躍していたが,約10万L/yの実績と更に増加傾向にあると予想された液体ヘリウム需要を賄うため,週4日液化運転というフル稼働に近い状態にあった。大口利用者の念願であった,故障による供給停止の確率を下げるために液化機を2台並列に持つ(デュアル)という夢を叶えるチャンスが来た訳だが,HL-150Pは平成10年から翌年にかけて内部精製器の重大事故・大修理を経験しており,既にヘリウム液化機市場から撤退したKOBELCOのサポートをいつまで受けられるか不安もあった。そこで,新システム単独で液体ヘリウムの需要増加に充分対応可能な液化・供給能力を安定的に維持できることを重視した。ただし,予算規模や設置場所の制約で,デュアルとなったのは液化・供給部分だけで,ガス回収システム部分は新旧両システムで共用とした。オペレータ1名のみで全寒剤需要及び運転・システム保守等に対応できるよう,自動化,省力化,安全性,遠隔モニタ・操作の完成度が高いものを要求した。

#### 2. 新システムの主な構成機器

##### 2-1. ヘリウム液化装置本体 (図1)

スイス国リンデ社のTCF-200(内部精製器付き)。純度98%の原料ヘリウムガスを使用し,補助寒剤として液体窒素を使用した場合の液化能力は250L/h以上(ただし,液体ヘリウム容器内圧0.02MPaG以下の時の液面上昇率として)。純ガス運転では300L/hの能力を発揮する。その他特筆すべき性能として,

- ・弁等の手動操作なしで,運転制御監視システムによる完全自動連続運転ができる
- ・天井高さ約3.5mの設置室内にてコールドボックスを開放点検可能(横型フランジ構造)

- ・ コールドボックス内の温度センサは同一箇所にて2個ずつ設置してある
  - ・ ファイバースコープで内部精製器の内部を目視点検できる
- などがある。



図1 TCF-200 液化機本体が収められたコールドボックス



図2 6000 L 液体ヘリウム容器と汲み出し装置

## 2-2. 液化用ヘリウム圧縮機

(株)前川製作所の2段スクリュウ圧縮機(HE-2520LSC)で、常用圧力は1 MPa G未満。密閉型冷却水循環設備による水冷式で、ガスクーラー本体と水室カバーの材質はステンレス鋼。最終段出口の吐出ガス油分含有量は0.1 vol ppm (CH<sub>4</sub>換算)以下。電動機消費電力は約360 kW/h。

## 2-3. 液体ヘリウム容器 (図2)

英国Wessington Cryogenics LimitedのCH6000で貯蔵量は約6000 L。トランスファ管用ポート2箇所のほか、将来ヘリウム汲み出しポンプを追加するための大型ポートも備えている。

## 2-4. ヘリウムガス乾燥器 (図3)

新液化機専用の中圧ガス乾燥器一式及び、既設回収圧縮機出口に新たに設置した高圧ガス乾燥器(油水分離器付き)一式。両乾燥器とも小池酸素工業(株)製で全自動2筒切替式。



図3 ヘリウムガス乾燥器, 奥: 高圧, 手前: 中圧

## 2-5. 長尺カードル

既設長尺カードル(60 m<sup>3</sup>型12本, 75 m<sup>3</sup>型32本)に追加する形で、新たに75 m<sup>3</sup>型48本を設置した。不純ガス液化運転中に回収用圧縮機が稼働した際、高濃度不純物が希釈されないまま液化機内部精製器へ導入されることを防ぐ目的で、既設回収圧縮機出口のヘリウム純度が設定値以下になるとガスを廃棄できるインターロックを設けた。

## 2-6. トランスファ管 (図2)

(株)クライオバック製の内管内径が 7.0 mm, 外管外径(小型容器側)が 12.0 mm の門型 2 重管方式のものを, 6000 L タンク用の 2 台のテーブルリフタ各々にセットしたほかに, 予備を 1 本備えている。小型容器の満液による圧力上昇を検知して供給の自動停止ができる制御装置を持ち, その状態は LAN による遠隔モニタが可能。別契約であるが, 同じ仕様の液体ヘリウム供給システムを既設 KOBELCO 用 3000 L タンク側にも二式設けたので, 合計 4 箇所を汲み出し口を確保できることになった。従来の内径 5.0 mm の管に比べ, 汲み出しに要する時間が格段に短縮された。

### 2-7. その他周辺機器

液化用バッファタンク (12 m<sup>3</sup> × 2 基), 液体窒素真空断熱配管, 窒素蒸発器 (120 Nm<sup>3</sup>/h), 計装空気発生設備 (オイルフリー・スクロール式), 密閉型冷却水循環設備, など。

以下は別契約であるが, 平成 6 年から液取り専用で転用していた 10000 L 液体窒素貯槽 (BOC 液化機の時代から約 25 年間使用) を撤去し, KOBELCO 液化機用に使ってきた平成 6 年設置の 10000 L 貯槽を液取り用へ転用し, 新たに 12270 L 貯槽を設置して 2 台のヘリウム液化システム専用とした。更に, これまでは完全に手集計であった液体窒素供給に関して, 自動計量集計システムを導入した。

### 3. おわりに

今回の更新にあたり, 本部事務局及び理学部等事務部関係者の方々には, 多々ご迷惑をおかけしながら, 何から何まで並々ならぬお力添えをいただいた。また, 関連する諸々の工事は, 近隣の馬術部, 農学部, RI センター分館, 極低温電子顕微鏡及び, その他多くの当センター利用者のご理解・ご協力なしには遂行不可能であった。この場をお借りして, センター関係者の一人として皆様に心から謝意を表したい。

液化用圧縮機の電源供給線及びインバータ盤から発生する変動磁場が, 隣接する極低温電子顕微鏡 (理学研究科生物物理学教室藤吉研) へ悪影響を与えることが試運転の過程で判明したが, 小池酸素工業 (株) を始めとする関係企業の努力により何とか解決することができた。仕様書に明記されていたこととは言え, 問題解決に誠実に対応していただき大変感謝している。

ヘリウム液化システムのデュアル化を目指し, 既設液化システムを温存したまま新システムを追加した形の更新となった。デュアル化達成に加え, 工事期間中の供給停止が最小限に抑えられたというオマケは付いたものの, これまで共同利用実験室に供してきたスペースのうち約 144 m<sup>2</sup> が液化機設備に取られてしまったという大きな犠牲も払っている。今後, 一日も早くセンター研究棟が実現することを願うものである。

詳しくは書かなかったが, 旧システムに比べ新システムの方が, 液体ヘリウム 1 L 製造に要する電気代も液体窒素代も廉価になっている。反面, システムの温度が室温近くまで上がってしまった場合のクールダウン時間は, なりが大きいぶん負けざるを得ない。その点は, タイマによる起動・停止や LAN による遠隔操作が実際的かつ安全に可能であるという「インテリジェント」な機能を生かすことによって, 十分に克服できると考えている。