

## ヘリウム液化機の撤去と再利用

金属材料研究所（極低温科学センター） 細倉和則、丹野伸哉

はじめに

昭和 58 年に金属材料研究所附属超伝導材料開発施設（現附属強磁場超伝導材料研究センター）に設置された日本酸素製（SULZER）100 リットル/h 型ヘリウム液化機を昨年度、解体撤去した。解体の際、液化機の部品や配管を入手し通常では見ることのできない個所の消耗具合を観察した。また再利用できる部位を検討し再設置を行った。その結果について報告する。

### 1 ヘリウム液化機システムの概要

今回解体されたヘリウム液化システムの稼動時の系統図を図 1 に示す。この液化システム

は液化用圧縮機とコールドボックスからなる「ヘリウム液化機」と液体ヘリウム貯槽、水冷却器、回収圧縮機等の「付属機器」から構成される。コールドボックスは、液化用圧縮機から来るヘリウムガスを膨張タービンにより冷却し、さらに JT 弁で液化する場所で、液化機本体とも呼ばれる。またこの液化機は内部精製機能をもたず、一旦回収した不純ヘリウムガスを外部精製器で高純化して使用する構成となっている。液化機および付属機器の性能、形式等を下記に列記する。尚、観察した部分は図中点線で囲んだところである。

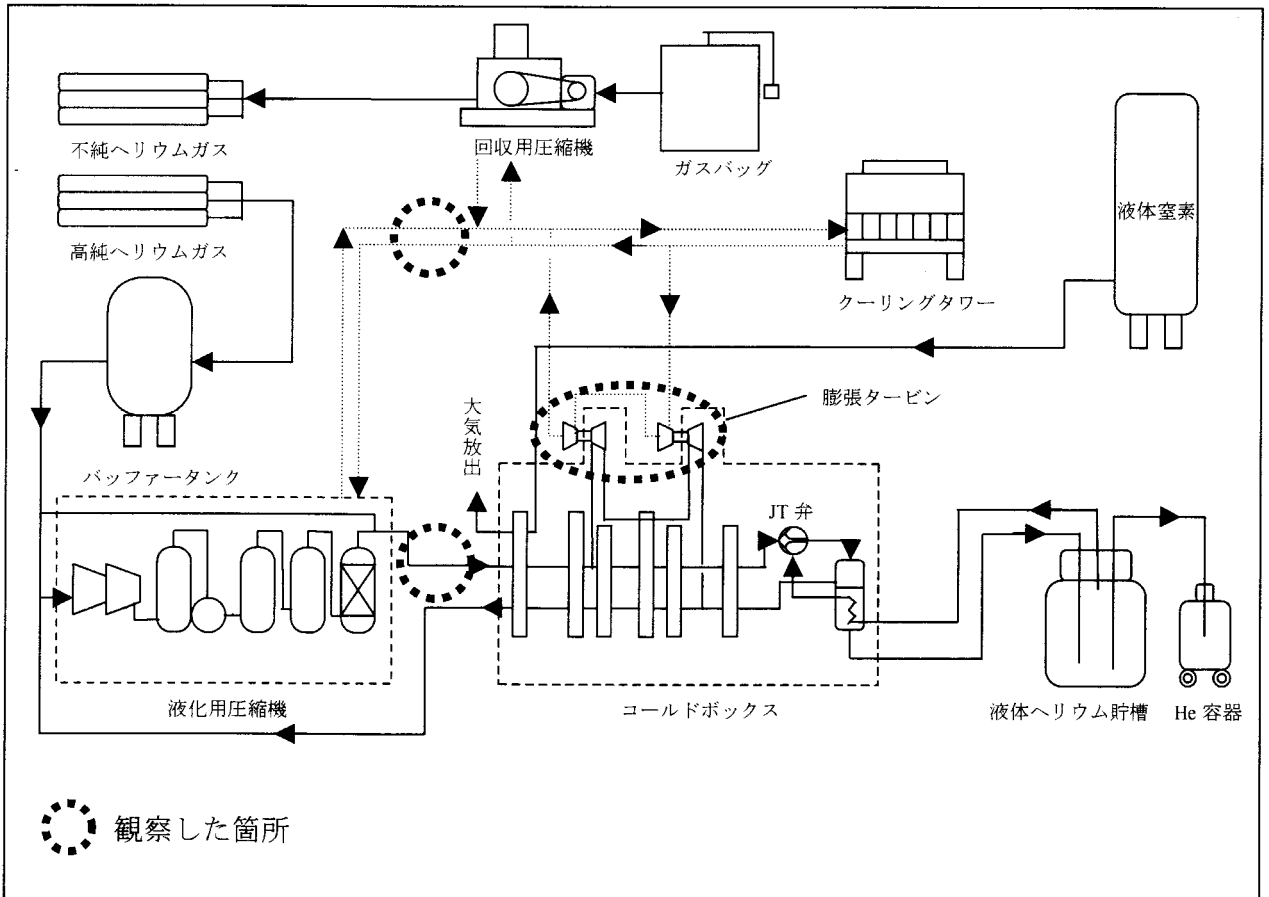


図 1 ヘリウム液化機システム系統図

## 1.1 ヘリウム液化機

コールドボックス	日本酸素製 (SULZER) 膨張タービン式
圧縮機	前川製作所製スクリュー式
液化能力	100 リットル/h
貯槽	2000 リットル
精製器	外部精製器式
稼働時間	約 36000 時間

## 1.2 附属機器

田邊製作所製ヘリウムガス回収圧縮機 (100 m <sup>3</sup> /h)
回収圧縮機用水油除去器
高純長尺ヘリウムカードル (75 m <sup>3</sup> × 16)
40 立方ヘリウムガスホルダー
4 立方バッファータンク

## 2 解体各部位の観察

### 2.1 液化機の膨張タービン

写真1に取り出したNo1膨張タービンを示す。100リットル/hという大きな液化能力にもかかわらず3cm足らずという小さなタービンのサイズに驚く人もいるかもしれない。このタービンが高速で回転することにより、大きな冷却能力をもつ断熱膨張が可能になる。No1、No2膨張タービンともに小さな傷もなく、設置当時の形状寸法を確保していた。写真を見てわかるようにタービンの羽には、若干の黒ずみはあるが大きな変化はない(外見上の比較にはスペア用の未使用膨張タービンを使用した)。ブレーキ弁も同じであった。よってヘリウムガスの純度に注意して使用すればタービンは20年くらいの使用に十分耐えうる事がわかる。

### 2.2 コールドボックスと液化用圧縮機間のヘリウム配管内部

圧縮機とコールドボックスをつなぐヘリウム配管内部を写真2に示す。圧縮機とコールドボックス間の配管の長さは、約7メートルであり、写真は圧縮機出口のフランジである。液化用圧

縮機のヘリウムガス出口には、油は付着していないが、黒いススが一面に付着していた。これは圧縮機内部のオイルが変質したものと考えられる。幸いにもスス状のものは、コールドボックス側には付着していないので、液化機の動作には影響はなかったものと思われる。

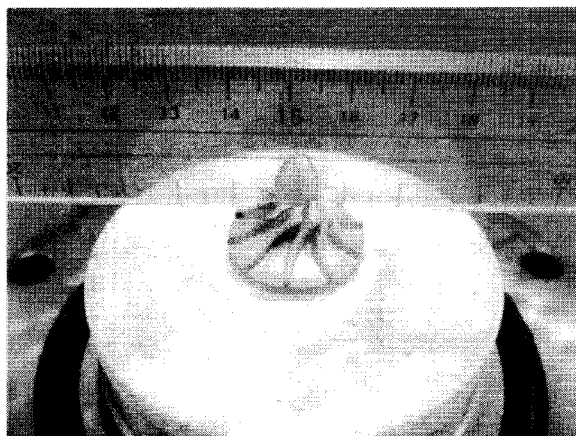


写真1 膨張タービン

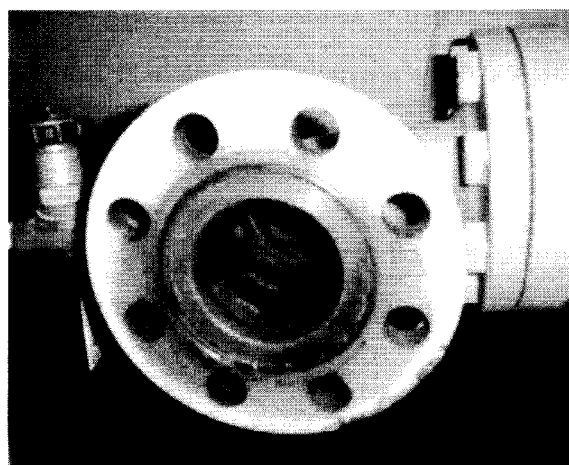


写真2 ヘリウム配管内部

### 2.3 圧縮機用冷却水配管内部

圧縮機冷却用の水配管は鉄製であるため腐食が進行していた。写真3を見てもわかるように約20年間使用した配管内部は、さびのために半分の内径しか確保されていなかった。今後のことを考えると、冷却水配管には高価ではあるがステンレス管を使用したほうが良いだろう。

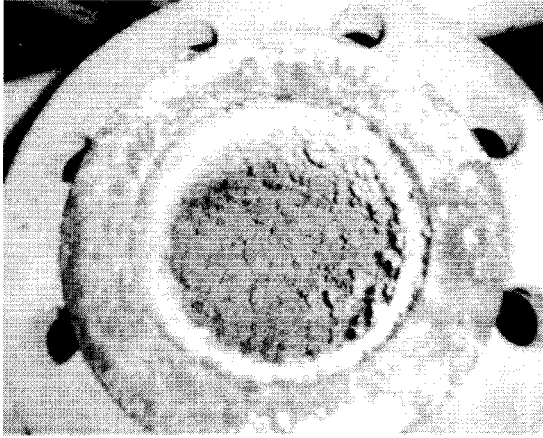


写真3 冷却水配管内部のさび

### 3 解体部位の再利用について

#### 3.1 再利用する装置機器と経過

##### ・4立方バッファータンク

極低温科学センターに設置している日本酸素製（Linde）150リットル/h型のヘリウム液化機は、内部精製方式を採用している。精製器は液化機を起動して冷却後に動作を開始し、その後不純ヘリウムガスの精製と加温再生をくり返す。起動時と加温再生時は精製器より高純ガスが供給されないため、液化機は備えつけのバッファータンクの高純ガスを使って液化を維持する構成となっている。これまでバッファータンク（10立方）の容量が小さいため、運転時に高純ヘリウムガスが不足することがあり、外部のボンベから高純ヘリウムガスを補充することが必要だった。この問題を解決するために、4立方バッファータンクを既存のタンクに並列に設置した。バッファータンクの容量が1.4倍に増えたことで、通常の運転において起動時及び加温再生時に高純ヘリウムガスが不足することはなくなった。ただし極端に純度の低いヘリウムガスを使用する場合は、加温再生時間が長くなるために不足することもありえる。なおバッファータンクの移設に伴う液化機の制御プログラムの変更はしていない。

##### ・液化ヘリウム2000リットル貯槽

附属強磁場超伝導材料研究センターに設置し

ている日本酸素製35リットル/h型液化機の500リットル貯槽を撤去し2000リットル貯槽を新たに設置した。この液化機はハイブリットマグネットを冷やすために使用している。ハイブリットマグネットは、一回の注液に400リットルの液体ヘリウムを使用する。500リットル貯槽では最高充填量でも1回しか注液できないため、トラブル時などに対応できない。このため2000リットルの貯槽を設置する効果は大きい。設置に関して苦労したことは、貯槽を移動する際には横にはいけないので、搬出時にドアを破壊する必要があったことである。35リットル/h型液化機はマニュアル操作の液化機であるため、制御プログラム等の変更作業は必要としない。貯槽変更後も特にトラブルもなく液化充填することができ、順調に稼動している。

##### ・田邊製作所製ヘリウムガス回収用圧縮機

極低温科学センターの外部精製器およびヘリウムガス回収能力増強のため、極低温科学センター屋内に移設した。圧縮機は動作時に振動するため、当初は基礎工事をして設置する計画だった。しかし日常のヘリウム供給を停止できないため、大掛かりな屋内工事ができず、建物への振動の影響を減らすという目的で、床と回収圧縮機の間には防振ゴムを入れる方式を採用した。写真4に防振ゴムを示す。建物内に伝わる振動は軽減したが、圧縮機自体の揺れが激しく危険な状態になった。さらに建物にも配管を伝わって若干揺れが届く。対策として防振ゴムの量を増やし、吐出の高圧配管を除き、すべての接続配管にフレキ配管を入れた。写真5にフレキ配管部分を示す。宮城県では高圧部分にフレキ配管を使用するには、相当量の書類を提出しなければならないため吐出用の配管にこれを使うのは断念し、代わりにバネ状にした銅管を用いた。これらの対策により建物内の振動はほぼなくなったが、圧縮機の横揺れは若干軽減された程度だった。結論として、やはり圧縮機など振動するものは建物に振動が伝わらない

対策を立て、さらに基礎工事をしたうえで設置したほうがよいだろう。

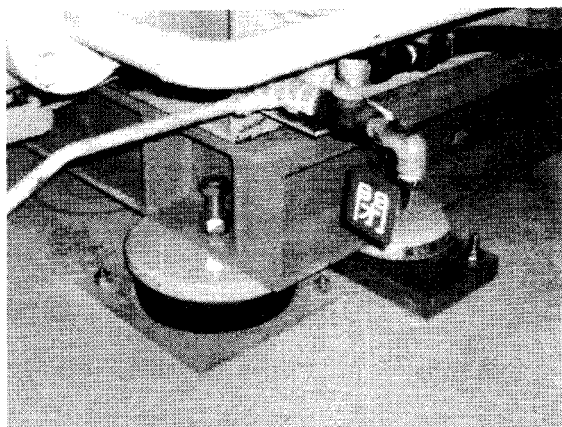


写真4 防振ゴム

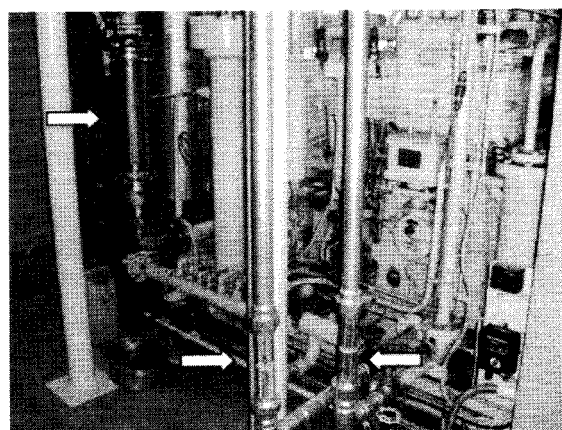


写真5 フレキシ配管

回収圧縮機用水油除去装置  
高純長尺ヘリウムカードル  
40立方ヘリウムガスホルダー

#### 4 まとめ

今回のヘリウム液化機の解体撤去では、通常では見ることができない個所の観察ができ、図面ではわからないことや、内部の経過を確認できた。再利用については4立方バッファータンク、液化ヘリウム 2000 リットル貯槽など成功した部分もあるが、回収圧縮機移設に関しては基礎工事の方法に再考の余地がある。