

## LHC 実験のための回収ガスバッグ増設について

○高橋直人<sup>#</sup>、田中賢一、飯田真久、岡田竜太郎  
高エネルギー加速器研究機構 超伝導低温工学センター

### 概要

高エネルギー加速器研究機構 超伝導低温工学センターでは現在、CERN（欧州原子核研究機構）へ提供するビーム分離用双極磁石(D1)を製造している。今回は、その7m長実機磁石を試験した時に発生する大量のヘリウムガスを回収する新しいガスバッグを設置したので、その過程について報告する。

### 1. LHC 実験

CERN（欧州原子核研究機構）で行われる LHC 実験は、磁石の大口径化などのアップグレード（図1）が行われており、そのうちビーム分離用双極磁石(D1)を超伝導低温工学センターが製造しテストする。

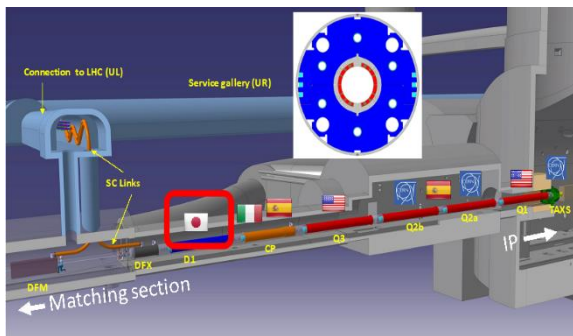


図1. LHC アップグレード

### 2. クエンチによる蒸発ガス

磁石の試験では、磁場測定と共に、トレーニングと呼ばれる過程を行う必要がある。トレーニングとは、電磁石を定格電流まで励磁する途中で超伝導線の動きにより、超伝導状態が破れることを言い、この過程を経ることで定格電流までの励磁が可能になる。磁石のアップグレードと共に、クエンチした際に発生

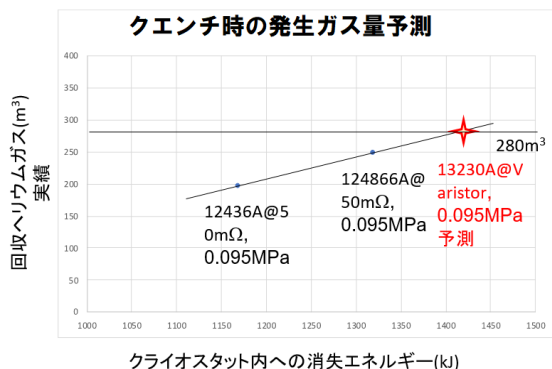


図2. クエンチ時の発生ガス予測

するエネルギー量が膨大になり、今までの設備では蒸発したヘリウムガスが受け止めきれなくなっていた。図2は発生するガス量を予測したグラフである。

ヘリウムは高価で、超伝導低温工学センターではヘリウムガスを大気開放することなく運用しているので、回収設備の増強が必要になる。

### 3. 新たなガスバッグの設置の検討

一度に発生するヘリウムガスを回収しきるためには新しいガスバッグを設置するしかないが、問題になるのは設置場所と実物の調達であった。ちょうど、後者は東海 J-PARC MLF 棟回収ガスバッグの予備機があり、容積も十分だったため、それを使うことにした。場所については複数か所案があったが、その中でも比較的用意が簡単という見通しの第四ガスバッグ室（テントハウス）内に設置できるか検討することとなった。



図3. 東海 MLF 回収ガスバッグ

#### 3.1 3DCAD による作図

第四低温棟ガスバッグ室に、実際にもう一つガスバッグが入るのかどうかは、怪しいところがあった。工事の手配をする前に、3DCAD により配置できるか明確にできれば今後の作業が円滑に行えると考えた。図4、図5は製作途中の3DCAD図である。

ガスバッグ室等を探寸して、CAD図を制作していく過程で、東海 MLF 回収ガスバッグの予備機は、ガスバッグの架台ごと同じ寸法にしてしまうと、間違いなくテントハウスの扉と天井に干渉してしまうことに気付いたため、架台のサイズを調整する必要が

あった。

また、配管を通せるスペースがあるかどうかも重要であった。ガスバッグ本体さえ設置できるかどうかというところから始まっているので、そもそも場所がなく、設置されるであろう弁類にアクセス出来るかどうか慎重に検討しなければならなかった。

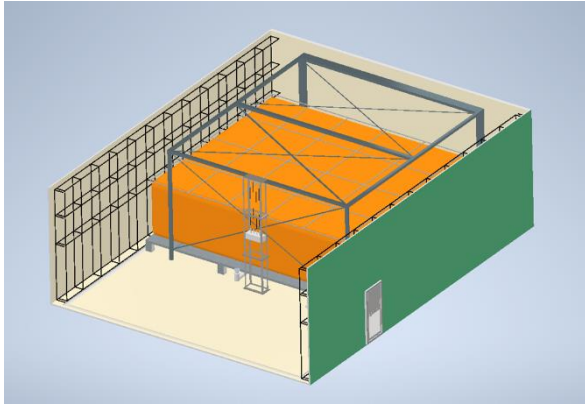


図4. 既設ガスバッグとテントハウス

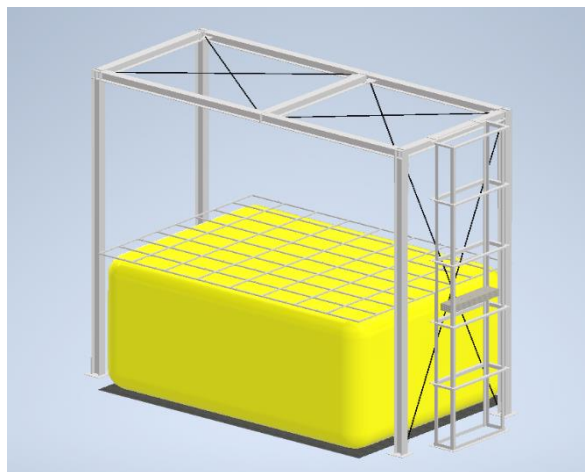


図5. 新設ガスバッグと架台

### 3.2 3DCADによる間取りの確認

一通りのパーツが描けた後、それらを配置し、図6のような視点で間取りの確認を行った。この段階で配管長さ、電気配線の通し方等、完成を目指して具体的な部分にも着手した。

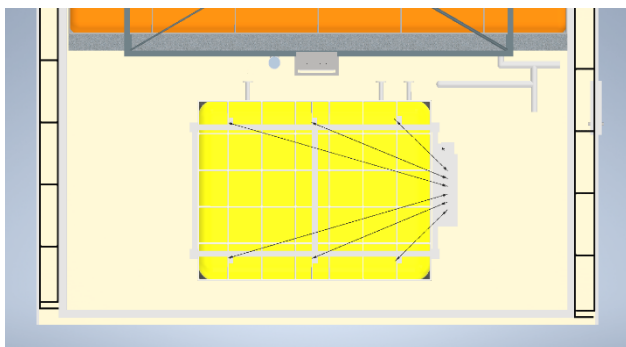


図6. 周囲のスペースの確認

## 4. 運用時のシステム

設置するだけでなく、実際に使えるようにしなければならない。超伝導低温工学センターはCENTUMで運用しているため、新たなガスバッグ周りのシステムもここに組み込んだ。

低温センターでは液化したヘリウムをユーザーに供給し、それを回収した液化するというループによってヘリウムをなるべく外に漏らさず循環させている。普段は一瞬で大量のガスが返ってくることが無いため、新設したガスバッグは日常使いするガスバッグではない。

実験中のクエンチ時にのみ新設ガスバッグ入り口に設置されてある電磁弁が開くようにし、溜まったガスは任意のタイミングでブローポンプにより既設のガスバッグへと流せる。既設のガスバッグが膨らんだら回収圧縮機でカードルに圧縮、という大筋の流れは変わらないようなシステムに出来た。

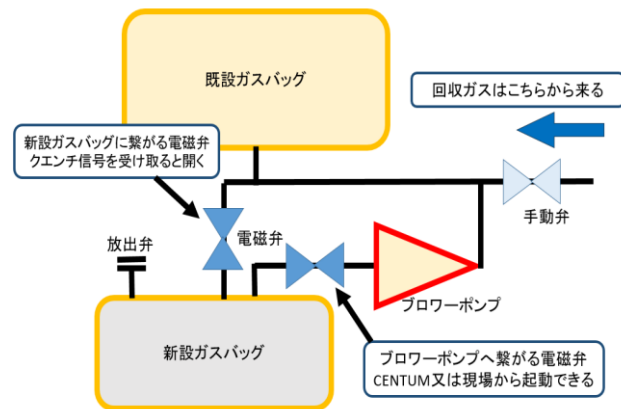


図7. 第四低温棟ガスバッグ室配管図

## 5. 工事と完成

配管やガスバッグ本体の位置取りは3DCADで周知していたこともあり、トラブル等無く工事を終えられた。

## 6. 結果とまとめ

運用を開始してから今までの間に、新設したガスバッグがなければヘリウムが大気開放されてしまったと思われるクエンチの回数は11回あった。11回全てのクエンチにおいて大気開放されずにガスバッグで受け止めきれている。

少なめに見積もっても既に工事費諸々を上回る額のヘリウムの流出を防げていると思われる。

今回3DCADを業者との打ち合わせ等で使用できたこともあり、スムーズに齟齬なく意思の疎通が行えたと考えている。

意図を伝える手段として非常に便利なので、今後も機会があったら使っていきたい。