

カブラ開発 II

A 滝澤 勉、A 解良 春恵、A 芦沢佳子、B 坂井 渉、A 小田嶋 豊

A 東京大学総合文化研究科教養学部、

B 日東工器株式会社

1. はじめに

カブラは作業の簡素化を目的として開発された継手である。市販されているカブラの使用温度範囲は 190K ~ 350K で使用できる物が一般に流通している。

東京大学総合文化研究科教養学部共通技術室では 15 年程前から液体ヘリウムを充填する際に蒸発する 20K ~ 30K のヘリウムガスが漏れず、なおかつ容易に着脱可能な低温用カブラを開発してきた。今回は、日東工器株式会社と共同で開発した、テーパのみで接続する低温用カブラについて報告する。

2. 構造

図 1 に示すような構造のプラグとソケットをクリアランス 100 μm で制作した。パッキンは用いず、A のテーパ面のみでシールしている。カブラ内径(ガスが流れる配管径)は 7 ϕ 、最小断面積は 38 mm^2 である。接続する時は B のベアリングでロックされ、外す時は D を押す事により、ベアリングが解除され C のスプリングによってプラグがソケットから押し出される構造になっている。

図 2 はカブラの外観図、図 3 は実物のプラグである。図 4 は実際にヘリウム容器に取り付けて使用している図である。

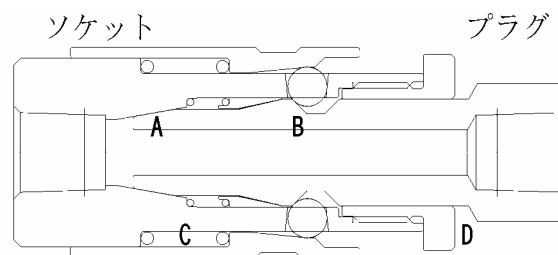


図 1 構造

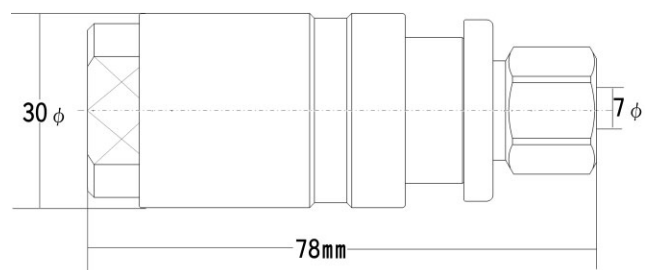


図 2 外観



図 3 プラグ(PI)



図 4 実際の接続例

3. カプラの材質

ソケットの材質は SUS304(以下 SUS と略す)。プラグの材質は SUS、ポリイミド(以下 PI)、SUS に銀メッキした物の 3 種類である。しかし、SUS に銀メッキしたプラグはベアリングで B 部のメッキが剥がれ、怪我をする危険性があった為、今回は報告しない。漏れ量に関しては SUS で制作された物と遜色はなかった。

4. 測定

テストはヘリウム容器側にソケット、回収配管側にプラグを接続し、液体ヘリウムを充填しその時のカプラ内を流れる蒸発した 20K ~ 30K のヘリウムガスの漏れ量を測定した。測定に際し、カプラ内の圧力を変化させカプラ内にかかる圧力と漏れ量の関係、室温時と低温時との比較、数回の着脱後、プラグ付着したに霜を拭き取った場合と拭き取らなかった場合も同様に測定した。これらの漏れ量を測定した時間は 100 秒で、その間の最大値を漏れ量とした。図 5 は漏れ量測定に使用したヘリウムディテクタで島津製作所製ヘリウムリークデテクタ MSE-2000(検出感度 $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 100 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}[\text{He}]$)である。図 6 は微小デジタル圧力計で表示は mmH_2O^* である。図 7 は測定の様子である。

(* 1 気圧=10260 mmH_2O)



図 5 ヘリウムリークデテクタ



図 6 mmH_2O 圧力計



図 7 測定

5 . 結果

漏れ量の結果を表 1 に示す。室温状態、低温状態共にほとんど漏れはなかった。また、低温状態で数回着脱し、プラグに霜が付着した状態、霜が付着していない状態、いずれで接続しても漏れていない事が確認できた。

材質	圧力 (mmH ₂ O)	室温	低温	着脱後	
				霜拭取り 有	霜拭取り 無
SUS	300	2.91E-06	3.90E-06	1.96E-05	7.38E-05
	600	1.42E-06	2.41E-05	1.01E-05	1.27E-05
	900	1.25E-06	3.73E-05	4.52E-06	1.20E-05
	1200	1.41E-06	2.55E-04	1.58E-05	3.00E-05
PI	300	3.73E-06	4.81E-06	1.64E-05	1.41E-05
	600	9.04E-06	1.00E-05	1.48E-05	1.23E-05
	900	2.69E-05	1.98E-05	7.24E-06	2.25E-05
	1200	7.44E-05	1.91E-05	8.78E-06	2.14E-05

表 1 漏れ量 (大気濃度 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 単位 Pa · m³/s)

6 . まとめ

1200 mmH₂O まではテーパーのみのカブラで、低温状態でも十分機密性が保たれている事を確認する事が出来た。素材に関しては、PI は SUS に比べて霜が付着しやすいという利点はあったが、強度という面で不十分であった。現在は SUS で製作したカブラを実際に使用し耐久試験を行っているが、今のところ漏れなどの問題はない。

今後の課題としては、長期間使用していく間にプラグにできる傷など、漏れの原因となる可能性があるのも今後テフロン加工など、様々な措置も試みる予定である。また、パッキンを用い、より高い圧力でも使用できる低温用カブラも開発している。