

Title	ヘリウムを押しよける発砲材には何がよいか
Author(s)	株, 喜代次; 浅井, 攻; 吉田, 立
Citation	大阪大学低温センターだより. 1987, 59, p. 15-16
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/8658
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

ヘリウムを押しよける発泡材には何がよいか

低温センター 株 喜代次、浅井 攻、吉田 立
(豊中2162)

クライオスタットの中に空間ができた時、—例えば超伝導マグネットをはずして実験する時、その分のヘリウムが不経済に思うことがある。何らかの「詰めもの」をしてその分の液体を減らしてやろうと考えるのが人情だが、さて何がよいのだろうか?……まず第一に思いつくのが発泡樹脂である。いろいろな高分子樹脂が断熱材や梱包材として使われ、実験室の隅などにゴロゴロしている。これを使う時気になるのが、気泡のおのおのがつながっていて液体は内にしみこんでいってしまうのではないか?または、低温にした場合、全体が縮んでしまうのではないか?等である。後者の心配は、デュワー瓶のクッションとして用いる時にも起きる。

幸い、「いちょう祭」で浮き磁石のデモンストレーションに使った透明のデュワー瓶があったので、発泡材のいくつかを液体窒素とヘリウムに入れてみて液面上昇量を測定することとした。試した発泡材は、

- 1) 発泡スチロール：梱包材としておなじみ。各気泡の大きさは0.2~0.5mm。密度は12mg/cm³。
- 2) 発泡ポリウレタン：5cm角ぐらいのものを接着剤でくっつけて梱包材として使用されているのが多いかと思う。一見、寒天風。気泡は1~1.5mmφ。密度32mg/cm³。
- 3) 発泡ポリエチレン：バスマットとして商品化されている。気泡は0.2~0.3mmφと細かく均一。密度は33mg/cm³。
- 4) スタイロフォーム：ライトブルーの色のものが多い。旭化成が断熱材や畳のしんとして製造している。圧縮に強い。気泡は1mmφ、密度は31mg/cm³。
- 5) ウレタン発泡剤：2液を混合すると泡立ち、配管の壁の貫通部などに充填するのに用いる。我々は東京エアゾル科学のスリースーパーウレタンフォームS-20を使用した。気泡は0.3~0.5mmφだが、なかには5mm以上の大粒も混ざっている。このため、体積は水中に沈めて測定した。密度29mg/cm³。
- 6) スポンジ：気泡がつながっているものとして比較のためテストした。密度20mg/cm³。

であり、それぞれを2×3×5cm角に切り出し(6面とも新しい切り出し面とした)、それを寒剤に出し入れした時の液面の上下を測定した。切り出した元の体積を100とし、寒剤液面上昇・下降時の変化量から決まる発泡材の体積との比を表1にする。デュワー瓶を通しての観測であり、表中の数字の誤差は1の位で±2ほどある。

入れた時と出した時とでの値の違いは後で述べることとして、いずれの数字も室温の体積の80~90%となっていることが多い。これは単純に縮んだためとは言いがたい。と言うのは、切り出したことによって表面の気泡は潰れているからで、簡単のため切れた気泡はすべて半球の形をしているとすると、スタイロフォームではその量は2cm³にもなる。この分を差し引いて潰れていないと考えられる気泡の体積の

表1 発泡材の寒剤排除体積比。 室温で切り出した体積を100とする。

発泡材を液体に入れた時、出した時の液面の変化により発泡材の排除体積を室温の体積に対する百分率で表わした。右端の数(*)は切断面で失われた気泡の体積を除いた、潰れていない気泡の体積。

	液 体 窒 素		常流動ヘリウム		超流動ヘリウム		*
	入れた	出した	入れた	出した	入れた	出した	
発泡スチロール	80	83	56	56	82	93	98
発泡ポリウレタン	85	89	70	78	82	86	92
発泡ポリエチレン	90	90	81	81	77	92	98
スタイロフォーム	90	94	86	91	84	91	93
ウレタン発泡剤	84	91	81	94	77	93	97
スポンジ	16	28	0	0	0	0	0

百分率を表1の右端に示した。すると、スタイロフォームではこの値は左の寒剤中の値とほぼ等しく、低温でも縮んでいないと考えられる。他のものは少し縮んでいるようだ。特に発泡スチロールでは状況によってヘリウム温度で40%近くまで縮んだ場合もあり（この時は室温に戻しても70%にしか回復しなかった）、「詰めもの」としては窒素温度までと思った方がよい。しかし不思議なことに、超流動ヘリウムにするために減圧したら体積が膨らんだことが見られ、数字にも現われている。スポンジには寒剤が容易に浸入するものと予想していたが、液体窒素では内部に泡が閉じ込められたままになってこの分を液面の上昇変化としてみている。引き上げた時には水の場合のように液体を含んでいた。ヘリウムでは表面張力が小さいためか、そのような閉じ込められた泡はなく液体はスッと入り、スッと出た。

入れた時と出した時の値をみると、どれも入れた時の方が等しいか小さくなっている。この差が生じる原因としては、温まった発泡材が入ったことで液体が蒸発したため上昇量が少なく出たこと、発泡材の内に液体がしみこんだまま引き上げられたためその分液面が下がったことの2点が考えられる。前者の影響を減らすため液面直上で十分冷やしてから液に入れたが、透明のデュワー瓶で行なったため光が当たっていて、どれほど冷えているかの評価は難しい。後者についてもしみこんでいるのか、表面のくぼみに溜まっているきかははっきりしない。しかし、常流動ヘリウムと超流動ヘリウムとで差が大きくなったものでは、かなりしみこんでいると想像してよいのではなからうか。実際、発泡ポリエチレンとウレタン発泡剤では1.3Kで引き上げた直後に液滴の垂れが認められた。発泡ポリウレタンでも差が小さいが液滴の垂れが窒素・ヘリウムとも見られた。これは、発泡が大きく表面にたまる場所が多いためかも知れない。実際、窒素の中では泡立ちが他よりも多く、泡の核となる部分が多いのかも知れない。

今回の測定では小さい試料しかデュワーの中に入れられず、表面の影響がかなり大きいデータとなっているようである。また実際実験に使う時には、ガス置換のために室温で真空引きをしたりする。この時気泡は潰れはしないか等確かめなければならないことが色々ある。収縮率なども別の方法で測定してみる必要がある。今回の結論は、縮まないという面からスタイロフォーム、形が自由に作れる点からウレタン発泡剤が使い易いということである。