

寒剤取り扱いに関わる配管の改良

宗本久弥

琉球大学 極低温センター

概要

寒剤の取り扱いに際して、ゴム管やビニール管は冷えると固くなり動かせなくなるだけでなく、そっとしておいても振動や収縮による歪みで割れてしまうことがある。そこで低温でも問題のないステンレス製のフレキシブルチューブがよく用いられるが、その効果的な使い方を考える。

1 フレキシブルチューブの選択

フレキシブルチューブ（図 1、可撓管、以下フレキ）は金属なのに自由に曲がる管である。ステンレスの蛇腹でできているが、保護用のブレード（ワイヤーが編まれたもの）が被せてあって蛇腹の見えないものも多い。用途によって様々な品種があり、まず蛇腹の山が一つずつ環状に独立したものと、螺旋状につながったものとに分けられる。また山の断面形状に"∩"や"Ω"がある。その他、山の大きさや肉厚、鋼種、熱処理などにより、柔軟性、弾性、耐久性、耐圧などが違ってくる。業者によって品種や価格が大幅に異なるようなので、いろいろ調べて選定しなければならない。大阪ラセン管工業(株)のスーパーフリー[®]が有名であるが、今のところトーフレ(株)のスーパーベロー（超薄肉で軽い）やウルトラソフトフレックス（少し重いが超柔軟）の方が気に入っている。^[1]



図 1. 様々なフレキシブルチューブと、疲労破壊した付け根（右上）



図 2. 両端にエルボーを入れてフレキをU型に配置

2 液体ヘリウム充填時のガス回収用

液体ヘリウムを容器へ充填する際のヘリウムガス回収配管には、大量の低温ガスが流れるのでゴムやビニールでなく金属フレキが適している。但し、容器の回収口は水平に出ているのが普通なので、ここに一工夫を要する。

液体窒素の汲み出し用でよく見かけるが、フレキは引き回しが悪いと付け根に負担がかかり、繰り返し応力により割れてしまう（図 1 の右上）。そこでフレキの付け根には必要に応じてエルボーを入れ、固定配管と容器の間にU型で配置すべきである（図 2）。

更に、フレキはゴム管と違ってねじれに対応できないため、両端にスイベル（回転継手）^{[2][3]}も入れ、自由に向きを変えられようにしておかなくてはならない（図 3）。さもないと、容器を置く向きと位置が著しく制限され、フレキと容器の接



図 3. スイベル(回転継手)

続が困難になる。こうしてフレキはU型とスィベルの組み合わせにより、三次元に無理なく大きな可動範囲を得る。

スィベルには日東工器(株)の TSP カプラが流用できる (図 4、本来は管の着脱を容易にするための継手)。
TSP カプラはソケットのスリーブを引いてプラグを着脱するが、ボールが溝にはまって結合した状態及び外周 O リング式のシールがスィベルに似た構造であり、プラグとソケットを接続したまま回転できる。注意書には「スィベルジョイントとしての使用はしないでください。」とあるのだが、グルグル回すわけではなく、容器へ接続するときちょっと首を振るだけなので、耐久性には支障ないと考えている。但し、低温でもガスは漏れないが、O リングの収縮で回らなくなる。継手やフレキはねじると傷んでしまうので、冷えたまま容器を動かす場合は要注意である。リフトによる上下運動だけなら、変位はフレキU型部分の担当なので大丈夫であろう。なお、本物の低温用スィベルが必要ならば、(株)クライオバックで製作している。^[4]



図 4. TSP カプラのプラグ (左) とソケット (右)

3 液体ヘリウム充填の現状

エルボーの先と容器の口は、やはり TSP カプラで接続している。これは TSP カプラ本来の使い方だが、やはり冷えたままでは外せない。径は容器附属ボール弁の 1/2 インチに合わせている。一方、回収用の固定配管は 3/4 インチで来ているので、スィベルとフレキも 3/4 インチにして無用の圧力損失を避け、エルボーのところで 1/2 インチに落とした。フレキは 2m、固定配管は 3m あって、その後 2 インチの本管につながっている。ガスメーターはなく、回収ガスは昇温せず冷たいままガスバッグへ流しているが、特に支障はない。また、ボール弁はフルボアを選んでいる。なお、容器には実験室でのガス回収用に接続口の小さなボール弁を別途設けてある。

この設備の充填時圧力は貯槽 23kPa、小分け容器 2kPa、固定配管 1kPa であり、100L の充填に 30 分もかかる。圧力損失のほとんどはトランスファーチューブで 21kPa もあり、回収側はこれ以上抵抗を減らしても効果が期待できない。

4 液体窒素用

液体ヘリウムの Π 型トランスファーチューブ^[5]と基本的には同様なので、今回は写真だけ紹介する。フレキには因幡電工の耐熱パイプカバーPME^[6]を被せている。



図 5. 液体窒素貯槽用フレキ



図 6. 液体窒素 100L 容器用フレキ

5 終わりに

以前は何もわからず細いゴム管や硬いフレキなどで苦労していたが、配管設備をかなり改良することができた。フレキはカタログの注意書きにしたがって、正しい使い方をすることが大切である。またボール弁には呼び径より口径が若干小さいスタンダードボアや、更に小さなレデュースドボアの製品もあるので、選定にはフレキ同様注意が必要である。

液体ヘリウムの充填は、貯槽圧を倍の 50kPa にすれば時間も半分に短縮できるが、液化機への戻りやフラッシュロスの都合で圧力はあまり上げられない。現トランスファーチューブの内径は 7mm だが、もっと太いものを検討しなければならない。

参考文献

- [1] トーフレ(株)、大阪ラセン管工業(株)、日東工器(株)、(株)キッツの各社カタログ
- [2] (株)昭和技研工業 パール・スイベルジョイント <http://www.sgk-p.co.jp/joint_sj.introduction.htm>
- [3] タイフレックス(株) 回転継手 <<http://www2.odn.ne.jp/taiflex/product/kr.html>>
- [4] 福居滋夫, “低温配管”, 2006 年春期低温工学・超電導学会 特別討論会
<<http://csj.or.jp/jcryo/06s/Special/SP1.pdf>>
- [5] 宗本久弥, “使いやすいトランスファーチューブ”, 平成 16 年度大阪大学総合技術研究会
<<http://www.ltc.u-ryukyu.ac.jp/tt/>>
- [6] 因幡電工 製品一覧 <<http://www.inaba-denko.com/jpn/products/pipe/pme/index-top.htm>>