

ガス供給設備

1 はじめに

窒素、ヘリウム、アルゴン、水素、アンモニア、アセチレンなどのガスは様々な分野で使用されており、シリンダーと呼ばれる高圧ガス容器に充填して流通している。これらの高圧ガスを安全に取り扱うためのガス供給設備として、シリンダーキャビネット (cylinder cabinet, 以下C/Cと略)、およびバルブボックス (valve box, 以下VBと略)が存在する。以下にこれらの装置を正しく使用して高純度ガスの純度を維持して安全に供給する方法と定期点検、および推奨する付加機能について述べる。

高圧ガスが充填されたシリンダーを収納するC/Cは高圧ガス保安法の一般高圧ガス保安規則 (第六条第一項第四十二条)に「充填容器に係る容器置場 (可燃性ガス、及び酸素のものに限る)には直射日光を遮るための措置 (当該ガスが漏洩し爆発したときに発生する爆風が上方方向に解放されることを妨げないものに限る)を講ずること。ただし充填容器をC/Cに収納した場合はこの限りでない」と記載されている。言い換えるとC/Cを用いることで、特に毒性、腐食性ガスを含む自然性、可燃性、あるいは支燃性ガスなどのシリンダーを室内に設置することが可能となる。図1に一般的に用いられるC/Cの配管を示す。C/Cは手動によるバルブ操作が可能であるが、運転時のバルブ誤操作を防ぐ目的から、オートパージタイプと呼ばれる自動C/Cを使用することが安全上好ましい。自動C/Cには様々な誤操作を想定したインターロックと呼ばれる機能が付随されており、例えば、ガスをシリンダーから供給しているときに誤って窒素ガスのバルブを開けてしまうことなどを防ぐことができる。

2 シリンダーキャビネット

ガス供給設備の一つであるC/Cは、高圧ガスを減圧して安全に供給するために重要な役割を担う。圧力調整器にはブルドン管と呼ばれる圧力計が接続されているが、この内部に空気などの気体が停滞する空間があるた

め、そこに存在するガスを強制的に排除してシリンダーに充填されたガスに完全に置換する必要がある。そのためには、サイクルパージと呼ばれる一連の操作をC/C内で繰り返すことが非常に効果的である。サイクルパージはシリンダーのバルブを開けてガスをC/C内の配管に一時的に充填させた後にバルブを閉めて、バキュームジェネレーター (ベンチュリ管とも呼ばれ、短く細くくびれた中央部と緩やかに拡大した両端部から成り、中央部の断面を両端部の断面より早く流体が流れることで圧力差が生じて存在するガスが流体と同伴することで真空が生じる)と呼ばれる真空発生装置で配管内に存在するガスを強制排気する。このような一連の操作を何回も繰り返すことにより、C/C内にあるガスを完全に実ガスに置き換えることが可能となる。サイクルパージの繰り返し数はガス種によって異なり、特に反応性ガスなどは回数を多くすることが望ましい。C/Cは流すガスの種類にもよるが、以下の機能を兼ね備えたものが安全上好ましい。

2.1 自動サイクルパージ機能

サイクルパージは繰り返し30回程度行うことが推奨されているが、一連の操作を手動で行う場合はバルブ操作の回数が多いため、サイクルパージの機能が付いたC/Cを用いることでこれらの一連の操作を自動で行うことが可能となる。

2.2 シリンダー交換後の気密確認用ガスの導入

シリンダー交換後はシリンダーの口金からのガス漏れを確認するため、シリンダーの初期圧力と同等、あるいはそれよりも高い圧力を持つ不活性ガスを封入して気密確認をする必要がある。ヘリウムを含むガスを用いる場合、ヘリウムガス漏洩検出器を使用することができるが、含まない場合は圧力調整器に接続された圧力計を用いて気密試験を行い、封入したガスの圧力降下を長時間かけて観察する必要がある。この場合、圧力調整器の一次側と二次側を完全に遮断することが必要となるため、圧力調整弁を完全にフリーの状態 (二次側に圧力をかけない状態)にして行う。また、環境温度の影響で圧力変化が起こることも考慮して気密の判定をする必要がある。スヌープと呼ばれる石鹼水を口金付近に吹きかけて泡の発生を目視で確認することで、微量のガス漏れを迅速に確認する方法も使用される。

2.3 シリンダー交換時の口金部解放時に空気の巻き込み防止

シリンダーを交換する際に空気が口金から侵入することがあるため、交換直後に窒素などの不活性ガスをオリフィスなどを用いて低流量で口金に向かって流すことで、空気の配管への侵入を防ぐことが可能となる。特に腐食性ガスなどを扱う場合、空気中に含まれる水と反応して酸性物質が生成することがあるため、このような操作をしながらシリンダーの取り付け作業を行うことで配管腐食などを防止することが可能である。

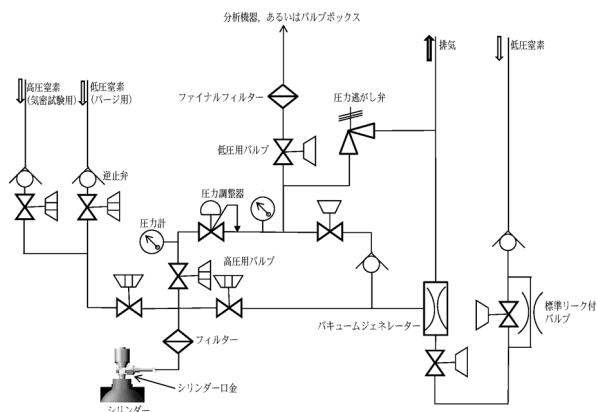


図1 シリンダーキャビネットの配管構造

2.4 圧力調整器が故障して二次側が高圧になった場合の対策

圧力調整器の二次側には通常低圧バルブを使用するため、圧力調整器が故障して高圧ガスが低圧バルブに出流された場合は非常に危険である。そのため、圧力調整器の二次側に圧力逃がし弁を設置することで、高圧ガスを自動で逃がすことが可能となる。また、即座にシリンダーバルブを閉めて高圧ガスの供給を遮断する必要がある。迅速に異常を検知するため、接点付の圧力計を用いて常に二次側の圧力を監視して、圧力が設定値よりも高くなったときに自動でシリンダーバルブが閉まる機能が理想である。

2.5 熱感知機能による散水設備

C/Cの設置場所の付近で火災が発生した場合はシリンダーを冷却する必要がある。温度感知センサーをC/C内に設置して、温度の上昇が確認されたときに自動でシリンダーバルブを閉めて散水設備が働くようにすることで安全な対処が可能となる。C/C用散水の設置基準はないが、放出水量は1分当たり10リットル以上が理想である。散水の効果でシリンダーの温度が下がるため、シリンダーバルブに付随している安全弁（可溶合金栓、あるいは圧力破裂板）の開放を防ぐこともできるため、消防活動の妨げとなる毒ガスなどを外部に拡散することを防ぐことが可能となる。しかしながら、水と反応して水素を発生するガスなどが収納されているC/Cには散水設備の導入を慎重に検討することが望ましい。

2.6 シリンダーキャビネット内の圧力監視

排気設備をC/Cに接続して常時排気することで、仮にC/C内でガス漏洩が起こっても外部に漏れることを防ぐことができる。よって、C/C内の静圧を常時監視して外部との十分な差圧を確保することが必要である。排気異常が起こった場合、警報が発報する機能をつけてガスの使用を直ちに中止することが望ましい。

2.7 異常時の緊急ガス遮断装置

地震や火事などの異常時はガスを安全に、また迅速に遮断するために緊急遮断装置が有効である。シリンダーバルブに直接装着できるバルブシャッターと呼ばれるバネ式の装置、あるいは圧縮空気で駆動するバルブの自動開閉装置を付けることで、外部からガスの迅速な遮断が可能となる。ガス漏洩検出器と緊急遮断装置を接続することでガス漏れがあった場合、自動でシリンダーバルブを閉めることが安全上推奨される。しかしながら、自動C/Cの場合、停電時はすべてのバルブ操作が不可能となるため、UPSと呼ばれる無停電電源装置を兼ね備えることでバルブの操作が可能となる。

3 バルブボックス

図2に示したVBはC/Cから供給されたガスを複数の装置に分配して供給するための分岐ボックスである。VBには圧力調整器が配備されているため、それぞれの装置に必要な二次圧力に調整することが可能である。VB内から不活性ガスを独立して装置に流すことができるため、配管施工直後に内部に存在する空気や水を押し出して除くことができる。あるいは使用したガスを不活性ガスに置換することも可能である。VB内にいくつかの予備バルブをいれておくことで、新規に装置を導入した時にそのバルブから配管を安全に、また簡単に延長す

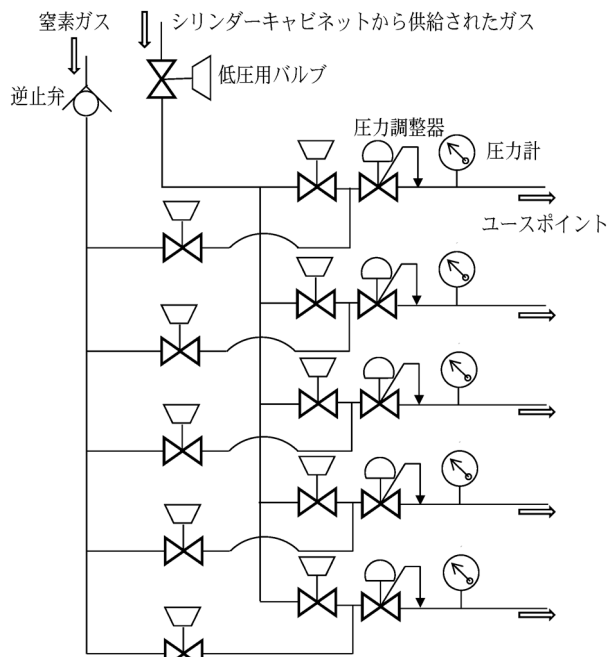


図2 バルブボックスの配管構造

ることが可能となる。VB内には多くのバルブ、あるいは連結管があることからガスリークの可能性が高くなるため、VB排気口付近にガス漏洩検出器を設置することで常にVB内の状態を管理することができる。VBに排気ファンをつなげて筐体内を常に換気することで、仮にガスが漏えいしても外部に拡散することを防ぐことができる。

4 定期点検とメンテナンス

1) 圧力計

ブルドン管と呼ばれる圧力計ゲージは、その構造から長期間の使用でずれることがたびたび起こる。よって、定期的な検定で正しい圧力を常に知ることが可能となる。

2) 逆流防止弁

チェックバルブと呼ばれる逆流防止弁（逆止弁）はガスの流れ方向に向かって開となる機能を持つためガスの逆流を防ぐことができる。しかしながら、内部にスプリングなどの摺動部を持つ配管部材のため、使用者は故障することを認識して使用することが望ましい。

3) バルブ

C/Cに使用されているダイヤフラムバルブの合成樹脂製シート材上に金属パーティクルが噛みこむことで面上にキズが発生し、バルブ閉時に内部ガスリークが発生することがある。この理由から、シリンダーの直近にフィルターを設置して金属粒子を捕獲することでバルブを保護することが可能となる。

5 まとめ

C/C、およびVBを正しく使用することでシリンダーに充填されたガスの純度を維持して安全にユースポイントに供給することが可能となる。ユーザーはC/C、およびVBの操作中に想定される誤操作に対して予備リスク分析を事前に行い、それぞれの事案に対してハードの面から対策を立てることで未然に事故を防ぐことができる。また、流すガスの化学的性質を理解した上で配管材料の選択をすることが重要である。

〔㈱エア・リキード・ラボラトリーズ 園部 淳〕