六フッ化硫黄 (SF₆) の回収技術

大陽日酸東関東株式会社*1

Recycle Technology of Sulfer-hexafluoride

TAIYO NIPPON SAN SO HIGASHI KANTO Corporation

3-1-17 Kokubu-cho Hitachi-shi, Ibaraki 316-0035, Japan

(Received February 2, 2009, Accepted April 11, 2009)

1. はじめに

六フッ化硫黄 (SF₆) の絶縁ガスとしての用途は1930年代に米国に始まる。SF₆ はフッ化水素の電気分解によって得られるフッ素ガスと、硫黄との反応で作られる。常温では無毒・無臭の気体で、約 2 MPa での加圧状態では液化ガス (液体) となる。液化ガスの状態では、気体状態の 1/150 の容積に減容でき、取り扱いも容易である。また、-25℃の寒冷地の状態においても 0.5 MPa の封入圧力でガス状態を保ち、優れた電気絶縁性能を有する。

その優れた電気絶縁性の故、従来と比較して大幅な設備の小型化が可能となった。さらに、SF₆ は、絶縁機器への注入、排出が容易であり、点検時の絶縁油の拭き取り作業も不要である。図 1 は、SF₆ を封入したガス遮断器の外観を示す。空気遮断と比較して、本設備の場合、設置面積が 1/10 に、占有体積が 1/100 となっている。以上のように、SF₆ 封入設備は小型化と共に、設備製作上のコストメリットも大きく、受変電設備・開閉器・変圧器・加速器等において SF₆ は、我々の生活を支える多くの高電圧電気設備に不可欠な絶縁ガスとして、今日広く用いられている。

一方、SF₆ は優れた電気絶縁性を持つ反面、温室効果ガス

としての性質を併せ持っている。1997年の京都議定書の中に地球温暖化の原因となる温室効果ガスとして、フロン系のガスと共に SF₆ が削減ガスとして加えられた。SF₆ は炭酸ガスの 23,900 倍相当の温室効果を持つといわれ、温室効果ガス放出削減の理由から SF₆ の回収が求められた。

京都議定書の採択と同時期に、いち早く、電力 10 社、絶縁機器製造メーカー等が「電力用 SF₆ ガス取り扱い基準」を作成し、SF₆ 封入設備に対して封入ガスの回収基準を定めた。本基準は SF₆ ガス回収率を、試験・点検時には 97% 以上、設備の撤去・廃棄時には 99% 以上と規定している。

これまでの SF₆ の大気放出を容認していた社会に比べ、この SF₆ 回収制度の運用は、多くの経費を必要とするが、温室効果ガスである SF₆ の回収を企業倫理・企業使命として捉えている。この基準書はゼロエミッションの目標を掲げた画期的な制度として経済産業省等からも高く評価されている。

2. SF₆ 回収装置と回収機能

回収装置は1980年代にすでに使用されてきたが、この頃の SF₆ 回収の目的は、高価な SF₆ ガスの再利用によるコスト削減であった。SF₆ 回収装置は、受変電機器のメーカーに

図 1 SF₆ を封入したガス遮断器

*1 〒316-0035 茨城県日立市国分町 3-1-17

図2 SF₆回収フロー

図3 SF₆液化回収・充填装置の外観

においては、設備開放点検時のSF₆回収・封入に用いられていた。

この回収装置は主に圧縮機で構成されたものであり、受変電設備内圧力から大気圧までの回収であった。そのため回収率は50～80%と低く、「電力用SF₆ガス取り扱い基準」で規定された値を満足するものではなかった。99%のSF₆回収率を達成するためには、SF₆封入設備内を真空状態まで排気し、設備内に大気圧で存在するSF₆を完全に回収にすることが必須であった。また、真空下までの回収は、従来の正圧回収時に比べ、約2倍の回収時間が必要であり、真空回収時間の短縮化、圧縮機と真空ポンプの回収マスバランス、回収設備の製作コスト軽減等が重要な課題となった。さらに、回収ガスの繰り返し再利用（再充填）の実現のためには、圧縮機内の潤滑油によるガスの油汚染を防止する必要があり、回収設備の圧縮機と真空回収ポンプは、油汚染のないオイルフリーであることが要求される。

弊社は、来る循環型のSF₆社会構築を目指し、高回収率、回収時間短縮、回収ガス再利用の課題を解決する、無給油真空ポンプ搭載のSF₆回収・充填・精製機能を有する最

新鋭SF₆回収装置を開発した。図2は、SF₆回収フローを示す。電気絶縁設備内のSF₆圧力が大気圧以上の場合には、正圧回収系統を用いて回収・圧縮を行う。SF₆封入圧力が大気圧以下であることを確認した後は、自動で系統を切り替え、真空回収系統を用いてガスを回収し、さらに圧縮して回収タンクへ導入する。これにより、電気絶縁設備内のSF₆は99%以上回収することが可能である。

図3は、最新鋭のSF₆液化回収・充填装置の外観を示す。幅、奥行きおよび高さは、それぞれ2.4 m、1.6 m および1.8 m である。

3. SF₆回収受託作業

京都議定書の採択後、企業においても環境ISO 14000の取得が進み、温室効果ガスの排出抑制の機運も高まってきた。1993年以降、弊社にも、高圧受電設備を有する民間企業から、設備の更新および撤去時のSF₆回収作業の問い合わせが多くなってきた。現在、SF₆を封入した受電設備の製作累計台数は、小型の柱上開閉器・コンデンサ（SF₆封入量20～80 l）で約100,000台、高圧受電設備で約10,000台と推定され、その後のSF₆回収要請が増加することが予想された。さらに、受電設備の設置場所において実施する現地回収の要請が増加した。

弊社は回収装置の設計・製作・販売事業に加え、1998年に真空回収ポンプとガスバッグによるコンパス（商品名）小型SF₆回収システムを開発しSF₆回収受託サービス事業を立ち上げた。現在、液化回収装置を4台、ガス回収装置を5台、精製設備他、多くのSF₆設備を所有している。図4および図5はコンパスによるSF₆回収作業の一例、およびSF₆液化回収作業の一例を示す。液化回収装置が高圧ガス保安法に該当するため、安全・信頼性の向上の観点から回収作業は、高圧ガス製造保安責任者免状所有者で且つ、社内SF₆回収作業認定制度合格者により運用している。

図4 コンパスによるSF₆回収作業の一例

図7 SF₆精製装置の外観

図5 SF₆液化回収作業の一例

図6 SF₆ガス回収実績量の推移

図6は、弊社のSF₆ガス回収実績量の推移を示す。SF₆の回収量は、2008年実績で32.5トンであり、これを二酸化炭素(CO₂)排出量換算すると約776,000トン相当の回収量になる。770,000トン/年のCO₂量は我が国の2006年CO₂販売量である839,000トンの92%に相当する。また、CO₂換算排出量776,000トンガソリンの消費量で換算すると、実にガソリン2,042,000klに相当し、弊社はSF₆回収作業を通してCO₂排出防止企業の環境保全活動に寄与している。

4. SF₆回収設備の周辺機器

SF₆の回収において、回収装置のみでは回収したSF₆のリサイクルは困難である。そこで、弊社では回収作業を通じたノウハウの蓄積により、分解ガス除去処理筒、水分除去装置、精製装置等を開発し、リサイクル性向上に成功した。

とりわけSF₆回収装置のみによる回収・充填の繰り返し使用で問題となるのは、SF₆中に絶縁性能低下の原因となる空気・水分の混入である。SF₆の精製装置の開発は、従来の回収装置で回収精製の困難だった低純度のSF₆ガスを高純度化し、SF₆を破棄せずに再利用することを可能にした。図7は、SF₆精製装置の外観を示す。また、SF₆精製装置の応用技術として、フロン系ガスであるC₃F₈等のPFC(パーフルオロカーボン)の精製装置の開発にも成功し、従来は破棄していた低純度ガスの再利用を可能にした。

5. おわりに

SF₆は温室効果ガスとしての性質を持つ反面、高い絶縁性を持つ優れたガスである。SF₆の回収・精製技術確立により、環境を汚染することなく、優れた性質のガスを継続的に利用出来る。これまでのSF₆回収・再使用の取組みを通して、温室効果ガスの回収の必要性を学ばせて頂き、弊社のSF₆回収事業の重責を改めて痛感した。

近年、温暖化による環境破壊が世界的に深刻化している事実を受け、1999年「地球温暖化対策の推進に関する法律」が施行され、温室効果ガスの回収、リサイクルはますます重要となっている。温室効果ガスの放出防止は企業倫理・責任であるのと同時に、温室効果ガスの使用に携わる我々一人一人の、健全な地球を次世代に残すための責務と言えるであろう。

〔文 献〕

- 1) 電力用SF₆ガス取り扱い基準 電気協同研究会 第54巻第3号
- 2) SF₆の地球環境負荷とSF₆混合・代替ガスの絶縁 電気学会技術報告 第841号

(執筆者・お問合せ先)

大陽日酸東関東株式会社

システム部営業担当部長

寺門純一

TEL : 0294-38-6108 FAX : 0294-36-1756

住所 〒316-0035 茨城県日立市国分町 3-1-17

E-mail : j-terakado@tnhk.co.jp

URL : <http://www.tnhk.co.jp>