

1A4) 전력기기에서의 SF₆ 가스 발생특성 및 배출계수 산정연구 The Estimation of Emission Properties and Emission Factor of SF₆ Gas from Electrical Equipments

박정주 · 동종인 · 박인희 · 조연행¹⁾

서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾한국산업기술원 환경기술본부

1. 서 론

교토의정서의 발효에 따라 국내 온실가스 저감활동들이 자발적으로 진행되던 중 2013년 Post-Kyoto 이후 우리나라 역시 제2차 의무감축국 지정에 대비하여 기후변화협약 대응전략이 필요한 실정이다. 우리나라의 경우 현재까지 온실가스 국가배출량을 추정하는데 있어 IPCC Guideline에서 제시하고 있는 방법 중 가장 기초적이고 기본적인 배출계수를 적용하여 온실가스 발생량을 추정하고 있다. 더욱이, Non-CO₂분야 중 High GWP(Global Warming Potential) 가스의 경우 측정규정 및 관리 규정의 부재로 정확하고 신뢰성 있는 배출량 산정에 어려움을 가진다.

SF₆ 가스는 지구온난화지수가 CO₂에 비하여 23,900배 높은 물질임에도 불구하고, 우수한 절연차단 성능에 의해 전력기기(가스 절연 개폐장치, 가스차단기)의 절연매체로 다량 사용되고 있는 가스이다. 그러나, 국내 SF₆ 가스 배출원에 대한 배출계수는 그동안 전무한 상태로 배출원 관리가 이루어 지지 않았다. 본 연구에서는 전력기기에서의 배출원으로 SF₆ 가스의 Life-Cycle 단계별 배출 특성을 파악하여 미국, 유럽, 일본 등과 같은 선진국의 배출계수 등과 비교, 분석하고자 하였다.

이러한 연구결과는 국내 적용 가능성이 있는 배출계수 체계를 확립하고 단계별 배출계수 개발방안 수립에 활용될 수 있을 것이다. 이러한, SF₆ 가스 배출계수는 국가기관, 연구기관, 학계, 전력회사, 전력기기 제작업체 등 다 분야에서 실질적으로 활용할 수 있는 자료로서 배출원에 대한 배출특성을 간접적으로 연구할 수 있을 뿐 아니라 친환경 전력기기의 설계, SF₆ 가스 배출저감 계획의 수립 등에 매우 유용하게 활용될 수 있다.

2. 연구 방법

지구온난화 지수가 가장 높은 SF₆ 가스의 배출은 전력기기 사용에 있어 대부분을 차지한다. 따라서, 본 연구에서는 전력기기 중에서도 SF₆ 가스를 상당량 사용하고 있는 고압 또는 초고압 Voltage 전력기기를 사용하는 변전소를 대상으로 하였다. 전력기기의 종류로는 크게 Sealed Pressure System과 Closed Pressure System으로 구분할 수 있으며, 고압용 개폐장치로 쓰이는 GIS와 GCB가 Closed Pressure System으로 되어 있다.

전력기기는 송전 및 수전 중에는 접근이 용이하지 않아, 정밀점검 시기인 휴전일정이 계획된 전력기기만을 대상으로 SF₆ 가스 배출량을 실측하였다. 실측은 이러한 상황을 고려하여 변전소의 전력기에서 주 배출원에 대하여 1회 측정되었다.

SF₆가스의 배출원별 흐름을 파악하기 위해 어떠한 Life-Cycle 특성을 가지고 배출이 일어나는지 조사하였으며, 그림 1에 나타난 것과 같이 SF₆ 가스는 제조단계, 사용단계, 폐기단계의 Life-Cycle 단계별 배출계수를 산정할 수 있다.

현재, 제조단계는 현장측정 예정 중에 있으며, 사용 단계에서는 변전소 A(345kV GCB)와 변전소 B(154kV GIS, GCB)를 대상으로 시료채취지점을 선정하여 시료채취지점에 적합한 시료채취 방법(Bagging(source enclosure) 방법, IEC 60480, IEC 60376)을 선정하였으며, Gas-chromatographic method, Electrolytic method, 검지관을 이용한 분석법을 이용하여 분석하였다. 우리나라의 경우 폐기시 잔여하는 가스의 경우 회수하여 재이용 또는 소각하는 방법이 아니라 전량을 대기로 배출시키는 것으로 조사되고 있다.

전력기기 제조 단계에서 배출되는 SF₆ 가스의 배출량 측정은 그림 2에 나타난 것과 같이 전력기기에 SF₆ 가스 충전 및 누출 확인시 전력기기 접속부위 등 누설 부위를 Tedlar 샘플백으로 밀봉한 다음 지정된 시간 경과 후 이동용 가스 누출 검출기 또는 GC를 이용하여 SF₆ 가스 누출을 검출한다.

전력기기 사용 단계에서 배출되는 SF₆ 가스의 배출량 측정은 전력기기의 설치, 사용, 정밀점검 중에

발생되며, 전력기기 접속부위 및 누설 부위를 Tedlar 샘플백으로 밀봉한 다음 지정된 시간 경과 후 이 동용 가스 누출 검출기 또는 GC를 이용하여 SF₆ 가스 누출을 검출한다.

전력기기 폐기 단계에서는 전력기기 폐기시 SF₆ 가스를 회수하지 않고 가스의 전량을 대기로 배출되는 것으로 추정되고 있다.

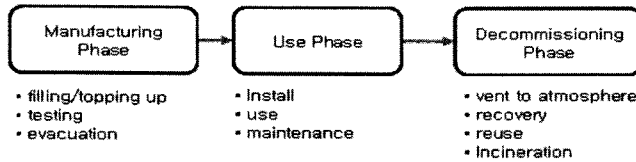


Fig. 1. The Life-Cycle of SF₆ gas emissions in electrical equipment.

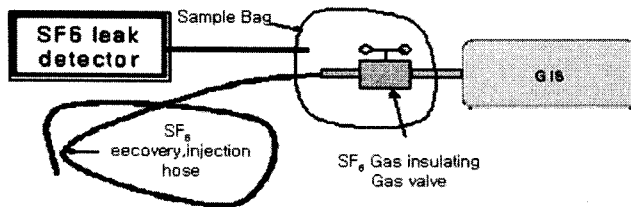


Fig. 2. The measurement of SF₆ gas leakage in GIS and GCB.

3. 결과 및 고찰

GIS, GCB 등 전력기기의 SF₆ 가스 배출계수는 SF₆ 가스 단위사용량 당 배출량을 측정하여 산정하였다. 전력기기 SF₆ 가스 단위사용량은 기록자료 등을 이용하였고, 배출량은 작업공정별 SF₆ 가스 누출 측정 결과를 이용하였다. SF₆ 가스 배출계수는 전력기기 사용개시에서의 SF₆ 가스의 봉입, 전력기기 사용, 전력기기 정밀점검시 SF₆ 가스의 회수 등으로 구분하여 산정하였다. 표 1에서 보는 바와 같이 전력기기 정밀점검시 상당량의 SF₆ 가스 배출이 일어난다는 것을 알 수 있다.

Table 1. Emission factor of emission sources in a use phase of SF₆ gas.

| 배출활동 | 배출계수 | |
|----------------------------------|--|-----------|
| | (kg SF ₆ /kg SF ₆) | (%/yr) |
| 전력기기 사용 개시시 SF ₆ 의 봉입 | 0.0012 | 0.0034 |
| | (kg SF ₆ /kg SF ₆ /yr) | (%/yr) |
| 전력기기의 사용 | 0.000000007 | 0.0000007 |
| | (kg SF ₆ /kg SF ₆) | (%/yr) |
| 전력기기의 정밀점검(유지·보수) | 0.1066 | 0.0152 |

본 연구는 전력기기 SF₆ 가스의 Life-Cycle 단계별 배출계수를 산정하기 위해 각 단계별 배출원 측정을 목적으로 시작하였다. 향후 사용 단계에서의 전력기기 현장 설치시 배출계수와 제조 단계에서 전력기기의 누출검사시 배출량을 측정하여 배출계수 산정을 계획하고 있다.

참고 문헌

- IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Industrial Processes and Product Use.
- U.S.EPA (2003) 2003 SF₆ leak rates from High voltage circuit breakers-U.S.EPA investigates potential greenhouse gas emissions sources.