

MA3) 배출가스중 수은 측정을 위한 환원기화 원자흡광광도법과 EPA Method 101A의 비교 연구 Comparison of Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry Analysis and EPA Method 101A for Measurement of Mercury in the Flue Gas

강경희·최양일·박일수·홍지형·차준석·석광설·김대곤
국립환경연구원 대기공학과

1. 서론

수은은 상온에서 액체상태로 존재하는 유일한 금속으로서, 증기압이 매우 높기 때문에 가장 쉽게 휘발될 수 있는 중금속이다. 다른 중금속들은 거의 입자 상태로 변환되기 때문에 전기 집진기 등과 같은 일반적인 입자 체여시설에서 98% 이상이 제거되지만, 증기압이 매우 높은 수은은 다단계 습식 스크러버, 활성탄을 사용하는 전기집진기/습식 스크러버가 결합된 특정한 방지시설에 없는 한 거의 대부분이 그대로 배출된다. 또한 수은은 호흡기 등으로 인체에 흡입되면 용해되지 않고 거의 그대로 장구나 신경계에 고도로 축적되어 수은 중독을 일으키게 되는데 이로 인해 운동장애, 언어장애, 난청 등의 현상이 나타난다. 이렇듯 수은은 극히 미량으로도 큰 영향을 미칠 수 있는데도 불구하고 현재 국가적으로 공인된 대기오염 공정시험방법의 수은 분석법은 분석방법에 대한 체계적인 조사가 없이 제정되어 사용되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대기오염 공정시험방법상에 주시험법으로 규정되어 있는 환원기화 원자흡광광도법 (CVAAS)과 EPA Method 101A의 분석방법론적 측면을 비교·평가하고, 실제 현장 시료를 대상으로 두 방법을 동시에 적용하여 얻어진 수은 농도 측정결과를 비교·분석하여 두 방법간의 차이를 평가함으로써 보다 적합한 수은 분석방법을 제정하고자 한다.

2. 연구 방법

CVAAS법은 수은을 흡수액 (황산+과망간산칼륨)에 산화 흡수시켜 과망간산칼륨 및 염산히드록실아민 용액으로 전처리한 다음 이 시료에 염화제일주석을 가해 금속수은으로 환원기화시킨 후 흡수셀을 통과시켜 원자흡광광도계 파장 253.7nm로 측정하여 수은을 정량하는 방법이다. 반면 EPA Method 101A는 가스상 수은뿐만 아니라 입자상 수은도 함께 채취하므로 먼지시료를 채취할 때와 마찬가지로 등속흡인을 하게 되는데 배출원으로부터 등속으로 흡인된 입자상 수은은 여과지에, 가스상 수은은 산성 과망간산칼륨 용액에 채취되고, Hg²⁺ 형태로 채취된 수은은 Hg⁰으로 환원된 다음 광학셀에 있는 용액에서 기화되어 원자흡광광도계로 분석하게 된다.

CVAAS법의 시료채취장치는 가스상 수은만 채취하게 되므로 시료채취관, 임핀저 트레이, 가스 흡인 및 유량 측정부 등으로 구성되지만 EPA Method 101A의 시료채취장치는 먼지 채취장치와 유사하여 흡인노즐, 시료채취관, 피토펜, 차압게이지, 임핀저 트레이, 가스 흡인 및 유량측정부 등으로 구성된다. 수은의 양이 매우 적기 때문에 시료의 손실과 오염을 막기 위해 시료채취시 주의해야 한다.

CVAAS법에서 흡수액은 황산 (1+15)과 과망간산칼륨용액 (0.3 W/V%)을 등량씩 가하여 진탕 혼합한 것을 사용하고, 흡수액 100ml씩을 넣은 흡수병 2개로 채취하며, 흡수병은 반드시 미리 초산 (1+9) 및 물로 세척하여 건조시킨 것을 사용한다. EPA Method 101A에서 흡수액은 4% 과망간산칼륨/10% 황산을 사용하고, 흡수액 50ml를 넣은 흡수병 1개와 흡수액 100ml를 넣은 흡수병 2개로 채취하며, 사용되는 모든 유리기구는 미리 50% 질산, 물, 8N 염산, 물의 세척단계를 거친 후 최종적으로 증류수로 세척하여 건조시킨 것을 사용한다. CVAAS법의 흡인 유량은 0.5~1 l/min이고, EPA Method 101A에서는 입자상 수은의 채취를 위해 등속흡인한다.

