

## 배출가스 중 일산화탄소 - 자동측정법 -

2021

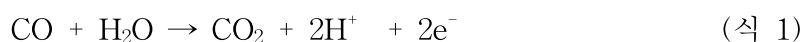
전기화학식 (정전위전해법)  
(Carbon Monoxide in Flue Gas - CO - Automated Measuring  
Method - Electrochemistry)

## 1.0 개요

이 시험기준은 현장에서 이동형 측정기를 사용하여 굴뚝 배출가스 중 일산화탄소를 자동측정하는 방법에 대하여 규정한다.

### 1.1 목적

가스 투과성 격막을 통해서 전해조 중의 전해질에 확산 흡수된 일산화탄소를 정전위 전해법에 의해서 산화시키고, 그 때에 생기는 전해 전류를 이용하여, 시료 중에 포함된 일산화탄소의 농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.



[주 1] 이 측정기는 소형 경량으로써 이동 측정에 적합하다.

### 1.2 측정범위

1.2.1 0 ppm ~ 1 000 ppm 이하로 한다.

## 2.0 용어정의

본 시험방법에서 사용되는 용어의 의미는 다음과 같다.

### 2.1 교정가스

소급성이 명시된 표준가스를 말한다.

## 2.2 스펠가스

분석계를 교정하기 위하여 사용하는 가스로서 측정범위의 70 % ~ 90 %의 표준가스를 말한다.

## 2.3 제로가스

분석계를 교정하기 위하여 사용하는 순도가 높고 분석결과에 영향을 주지 않는 가스로서, 0.1 ppm 이하 또는 스펠값의 0.1 % 이하인 고순도 공기를 말한다.

## 2.4 반복성

동일한 분석계를 이용하여 동일한 측정대상을 동일한 방법과 조건으로 비교적 단시간에 반복적으로 측정하는 경우로써 개개의 측정치가 일치하는 정도를 말한다.

## 2.5 응답시간

시료채취부를 통하지 않고 제로가스를 측정기의 분석부에 흘려주다가 갑자기 스펠가스로 바뀌어서 흘려준 후, 기록계에 표시된 지시치가 스펠가스 보정치의 90 %에 해당하는 지시치를 나타낼 때까지 걸리는 시간을 말한다.

## 3.0 측정기기 및 기구

### 3.1 기기의 구성

그림 1과 같이 시료채취부, 분석부 및 지시 기록계 등으로 구성되고, 검출기는 가스투과성 격막, 작용전극 및 기준전극 등을 갖춘 전해조, 정전위전원, 증폭기 등으로 구성된다.

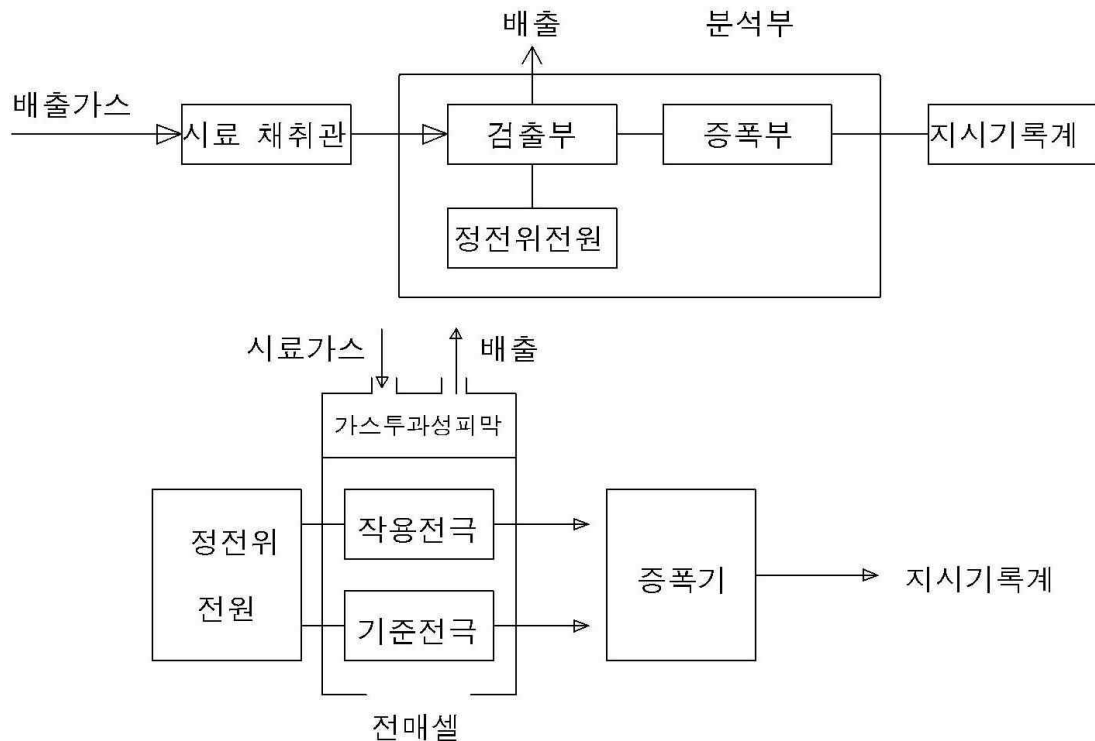


그림 1 정전위전해식 일산화탄소 분석계 구성

## 3.2 분석계

### 3.2.1 전해조

#### 3.2.2 가스 투과성 격막

가스 투과성 격막은 전해조 중의 전해액의 유출이나 증발을 방지하고 또한 가스 투과성을 이용하여 간섭 성분의 영향을 감소시키는 것으로서 일산화탄소의 투과성이 우수한 합성 고분자막을 사용한다.

#### 3.2.3 작용전극

작용전극은 전해액 중에 흡수 확산된 일산화탄소를 그의 산화 전위에서 산화하여 그 농도에 대응한 전해 전류를 발생시키는 전극으로 일반적으로 백금 (platinum) 등의 전극을 사용한다.

### 3.2.4 기준전극

기준전극은 전해조 중에서 작용전극과 한 쌍의 전기회로를 구성하고, 일산화탄소의 정전위전해에 필요한 산화 전위를 작용전극에 공급하기 위한 기준이 되는 전극이다.

### 3.2.5 전해액

전해액은 가스 투과성 격막을 투과한 가스를 흡수하는 것으로 일반적으로 산성용액을 사용한다.

## 3.3 정전위전원

정전위전원은 작용전극에 일정한 직류 전원을 공급하기 위한 것이다.

## 4.0 시약 및 표준용액 "내용 없음"

## 5.0 시료채취 및 관리

### 5.1 시료채취 위치

시료채취점 및 채취위치는 대표적인 시료가 채취되는 점, 예를 들면 가스의 유속이 심하게 변하지 않는 위치를 선정하여야 한다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 측정 전 준비

측정기는 전원을 켜 후 기기 설명서에 표시된 예비시간까지 가동하여 각 부분의 기능과 지시기록부를 안정시킨다.

### 6.2 교정방법

기기 설명서의 교정방법에 따라서 제로가스 및 스펠가스 교정을 수행한다. 교정주기는 원칙적으로 주 1 회 이상으로 한다.

### 6.3 내부정도관리 주기

내부정도관리 주기는 연 1 회 이상 측정하는 것을 원칙으로 하며, 측정조건의 변화 (장비 수리, 장비 부품 교체, 기기조건 변화, 측정자의 변경 등) 시에는 수시로 실시한다.

#### 6.3.1 반복성

측정기를 충분히 안정화 시킨 후 제로가스를 도입하여 지시값을 기록하고 스펠가스 (측정범위의 70 % ~ 90 % 범위의 표준가스)를 도입하여 지시값을 기록한다. 이 과정을 5 회 이상 반복하여 다음 식에 따라 제로 및 스펠가스에 대한 반복성 표준편차를 각각 구하여 큰 값으로 한다. 반복성은 측정범위의  $\pm 2.0$  % 이하이어야 한다.

$$\text{반복성 (\%)} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n C_i)^2}{n-1}}}{\text{측정범위}} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서,  $C_i$ : i 번째 지시값

$n$ : 시험회수

#### 6.3.2 응답시간

측정기를 충분히 안정화 시킨 후 제로가스 및 스펠가스 교정을 실시한다. 제로가스를 도입하여 측정값이 안정된 후 스펠가스를 도입하여 최종 지시값의 90 %에 도달하기까지의 시간을 측정하고, 최종 지시값이 안정된 후 제로가스를 도입하여 최종 지시값의 10 %에 도달하기까지의 시간을 측정하여 큰 값을 응답시간으로 한다. 응답시간은 5 분 이하이어야 한다.

#### 6.3.3 보수점검

정확한 오염도 측정을 위해 각 장치에 대한 정기점검을 실시하여야 한다.

## 7.0 측정방법

측정기를 사용하여 현장에서 일산화탄소 농도를 측정하는 경우에는 배출시설의 가동 상황을 고려하여 5 분 이상 측정한 5 분 평균값을 계산하고, 이를 3 회 이상 연속 측정하여 3 개의 5 분 평균값을 평균하여 최종 결과값으로 한다.

## 8.0 결과보고

측정값을 부피농도 단위인 ppm 또는 질량농도 단위인  $\text{mg}/\text{Sm}^3$  등으로 나타낼 수 있어야 하며, 외부출력장치를 갖추고 측정값의 증가 신호를 출력할 수 있어야 한다.

### 8.1 결과의 표시

측정결과는 ppm 단위의 소수점 둘째 자리까지 계산하고 소수점 첫째 자리로 표기한다.

## 9.0 참고자료

9.1 한국산업표준 (KS), KS I 2200, “연도가스의 오염물질 측정방법”, 산업표준심의회, (2014)

9.2 한국산업표준 (KS), KS I ISO 6142, “가스 분석 — 교정용 혼합 가스의 제조 — 중량법”, 산업표준심의회, (2001)

9.3 한국산업표준 (KS), KS I ISO 6144, “가스분석 — 교정용 혼합가스의 제조 — 정적 부피측정법”, 산업표준심의회, (2003)

9.4 EPA Method 10, “Determination of carbon monoxide emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure)”, United States Environmental Protection Agency, (2017)

9.5 EPA Method 7E, "Determination of nitrogen oxides emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure)", United States Environmental Protection Agency, (2018)

9.6 환경측정기기 정도검사 세부기준, QS 0201.1, "대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기", 국립환경과학원, (2014)

9.7 환경측정기기 정도검사 방법, QM 0201.1, "대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기", 국립환경과학원, (2014)

9.8 환경측정기기 구조·성능 세부기준, TS 0201.1, "대기배출가스(이산화황, 질소산화물, 일산화탄소, 총탄화수소 및 산소)측정기 및 그 부속기기", 국립환경과학원, (2009)

## 10.0 부록

표 1. 시험기준 요약표

배출가스 중 일산화탄소 - 자동측정법 - 전기화학식 (정전위전해법) (Carbon Monoxide in Flue Gas - Automated Measuring Method - Electrochemistry)	
분자식 및 특징: CO, 무색·무취의 기체	
정량범위: (0 ~ 1 000) ppm	
간섭물질: 해당 없음	
시료채취	
방법: 해당 없음	
흡수액: 해당 없음	
흡입속도: 해당 없음	
표준채취량: 1 회 당 5 분 이상 측정 (3 회 이상 연속 측정)	
이동: 해당 없음	
보관: 해당 없음	
분석용 시료용액: 해당 없음	
Blank: 해당 없음	
측정	
방법: 정전위전해법	
물질: Carbon monoxide (CO)	
표준물질: 제로가스 및 스펠가스	
검정곡선: 해당 없음	
정도관리	
주기: 연 1 회 이상	
반복성: 측정범위의 $\pm 2 \%$ 이하	
응답시간: 5 분 이내	