

KOSHA GUIDE

A - 177 - 2019

염소에 대한  
작업환경측정·분석 기술지침

2019. 12.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업환경연구실
- 제·개정 경과
  - 2019년 11월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
  - National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical methods (NMAM), 4th ed, [www.cdc.gov/niosh/nmam](http://www.cdc.gov/niosh/nmam)
  - Occupational Safety and Health Administration (U.S.A), Sampling and Analytical method, [www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html)
  - Health and Safety Executive (U.K.), Methods for the Determination of Hazardous Substances (MDHS) guidance, [www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/](http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/)
  - American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH): Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th Ed, 2019.
- 관련법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건법 시행규칙 제150조 (유해인자 허용기준)
  - 산업안전보건법 시행규칙 제193조 (작업환경측정 대상작업장 등)
  - 고용노동부 고시 제2017-27호 (작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시)
  - 고용노동부 고시 제2018-62호 (화학물질 및 물리적인자의 노출기준)
- 기술지침의 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.
- 공표일자 : 2019년 12월 24일
- 제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

# 염소에 대한 작업환경측정 · 분석 기술지침

## 1. 목적

이 지침은 산업안전보건법 시행규칙 제150조(유해인자 허용기준)의 규정에 따른 허용기준 설정 대상 유해인자와 제193조(작업환경측정 대상 작업장 등)의 규정에 따른 작업환경측정 대상 유해인자 중 염소에 대한 측정 및 분석을 수행할 때 정확성 및 정밀성을 유지하기 위하여 필요한 제반 사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다.

## 2. 적용범위

이 지침의 적용대상은 산업안전보건법 시행규칙에서 정한 허용기준 설정 대상 유해인자와 작업환경측정 대상 유해인자 중 염소의 측정, 분석 및 이와 관련된 사항에 한한다.

## 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음의 각 호와 같다.

- (가) “밀폐”라 함은 취급 또는 보관 상태에서 고형(固形)의 이물(異物)이 들어가지 않도록 한 상태를 말한다.
- (나) “밀봉”이라 함은 취급 또는 보관 상태에서 기체 또는 미생물이 침입할 염려가 없는 상태를 말한다.
- (다) 중량을 “정확하게 단다.”라 함은 지시된 수치의 중량을 그 자릿수까지 단다는 것을 의미한다.
- (라) “약”이란 그 무게 또는 부피에 대하여  $\pm 10\%$  이상의 차가 있어서는 안 된다.
- (마) 시험조작 중 “즉시”라는 용어는 30초 이내에 표시된 조작을 하는 것을 말한다.
- (바) “검출한계”라 함은 주어진 분석절차에 따라 합리적인 확실성을 가지고 검출할 수 있는 가장 적은 농도나 양을 의미한다.
- (사) “정량한계”라 함은 주어진 신뢰수준에서 정량할 수 있는 분석대상물질의 가장 최소의 양으로, 단지 검출이 아니라 정밀도를 가지고 정량할 수 있는 가장 낮은

농도를 말한다. 일반적으로 검출한계의 3배 수준을 의미한다.

(아) “회수율”이라 함은 채취한 유기화합물 등의 분석 값을 보정하는데 필요한 것으로, 시료채취 매체와 동일한 재질의 매체에 첨가된 양과 분석량의 비로 표현된 것을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 기준에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시(고용노동부 고시 제2017-27호)에서 정하는 바에 따른다.

#### 4. 일반사항

(1) 이 시험법에 필요한 어원, 분자식 및 화학명 등은 특별한 언급이 없는 한 ( ) 내에 기재한다.

(2) 원자량은 국제순수 및 응용화학협회(IUPAC)에서 제정한 원자량 표에 따른다. 분자량은 소수점 이하 제 2단위까지 하고 제 3단위에서 반올림한다.

(3) 이 시험법에 규정한 방법이 분석화학적으로 반드시 최고의 정밀도와 정확도를 갖는다고는 할 수 없으며 이 시험방법 이외의 방법이라도 동등 이상의 정확도와 정밀도가 있다고 인정될 때에는 그 방법을 사용할 수 있다.

(4) 이 시험방법에 표시한 사항 중 탈착효율, 검출한계 등은 각조의 조건으로 시험하였을 때 얻을 수 있는 값을 참고하도록 표시한 것이므로 실제로는 그 값이 분석조건에 따라 달라질 수 있다.

(5) 시료의 시험, 바탕시험 및 표준액에 대한 일련의 동일시험을 행할 때 사용하는 시약 또는 시액은 동일 롯트(LOT)로 조제된 것을 사용한다.

(6) 이 시험법에 사용하는 유효숫자는 따로 규정이 없는 한 한국산업규격 KS Q 5002 (데이터의 통계적 해석방법)에 따른다.

(7) 이 시험법에 규정하지 않는 사항에 대해서는 일반적인 화학적 상식에 따르되 이 시험법에 기재한 방법 중 세부조작은 시험의 본질에 영향을 미치지 않는 범위 내에

서 시험자가 적당히 변경 조절할 수 있다.

- (8) 단위 및 기호 : 길이, 넓이, 부피, 농도, 압력 또는 무게를 나타내는 단위 및 기호는 아래 표에 따른다. 여기에 표시되어 있지 않은 단위는 한국산업규격 KS A ISO 80000-1(양 및 단위-제1부: 일반사항)에 따른다.

종류	단위	기호	종류	단위	기호
길이	미터	m	농도	몰농도	M
	센티미터	cm		노르말농도	N
	밀리미터	mm		밀리그램/리터	mg/L
	마이크로미터	μm		마이크로그램/밀리리터	μg/mL
	나노미터	nm		퍼센트	%
압력	기압	atm	부피	세제곱미터	m <sup>3</sup>
	수은주밀리미터	mmHg		세제곱센티미터	cm <sup>3</sup>
	수주밀리미터	mmH <sub>2</sub> O		세제곱밀리미터	mm <sup>3</sup>
넓이	제곱미터	m <sup>2</sup>	무게	킬로그램	kg
	제곱센티미터	cm <sup>2</sup>		그램	g
	제곱밀리미터	mm <sup>2</sup>		밀리그램	mg
				마이크로그램	μg
용량	리터	L			
	밀리리터	mL			
	마이크로리터	μL			

#### (9) 온도

(가) 온도의 표시는 셀시우스(Celsius) 법에 따라 아라비아숫자 오른쪽에 ℃를 붙인다. 절대온도는 K로 표시하고 절대온도 0 K는 -273℃로 한다.

(나) 상온은 15~25℃, 실온은 1~35℃, 미온은 30~40℃로 한다. 냉소는 따로 규정이 없는 한 15℃이하의 곳을 뜻한다.

#### (10) 농도

(가) 액체 단위부피중의 성분질량 또는 기체 단위부피중의 성분질량을 표시할 때에는 중량/부피(w/v)%의 기호를 사용한다. 액체 단위부피중의 성분용량, 기체 단위 부피중의 성분용량을 표시할 때에는 부피/부피(v/v)%의 기호를 사용한다. 백만분의 용량비를 표시할 때는 ppm(part per million)의 기호를 사용한다.

(나) 공기 중의 농도를  $\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 표시했을 때의  $\text{m}^3$ 은 정상상태(NTP, Normal Temperature and Pressure :  $25^\circ\text{C}$ , 1기압)의 기체용적을 뜻한다. 따라서 노출기준과 비교 시는 작업환경 측정 시의 온도와 압력을 실측하여 정상상태의 농도로 환산하여야 한다.

#### (11) 시약, 표준물질

(가) 분석에 사용되는 시약은 따로 규정이 없는 한 화학용 시약에 규정된 일급이상의 것을 사용하여야 한다. 분석에 사용하는 시약은 제조회사에서 표시하는 농도 함량을 따른다.

(나) 광도법, 전기화학적분석법, 크로마토그래피법, 고성능액체크로마토그래피법에 쓰이는 시약은 특히 순도에 주의해야 하고, 분석에 영향을 미치는 불순물을 함유할 염려가 있을 때는 미리 검정하여야 한다.

(다) 분석에 사용하는 지시약은 특이한 것을 제외하고는 한국산업규격 KS M 0015 (화학 분석용 지시약 조제방법)에 규정된 지시약을 사용한다.

(라) 시험에 사용하는 표준품은 원칙적으로 특급시약을 사용하며, 표준용액을 조제하기 위한 표준용 시약은 따로 규정이 없는 한 적절히 보관되어 오염 및 변질이 안 된 상태로 보존된 것을 사용한다.

(12) 측정·분석 방법에 사용하는 증류수는 따로 규정이 없는 한 정제증류수 또는 이온교환수지로 정제한 탈염수(脫鹽水)를 말한다.

#### (13) 기구

(가) 계량기구중 측정값을 분석결과의 계산에 사용할 목적으로 사용되는 것은 모두 보정하는 것을 원칙으로 한다.

(나) 중량분석 용 저울은 적어도  $10^{-5} \text{ g}$  (0.01 mg)까지 달수 있어야 하며, 화학분석용 저울은 적어도  $10^{-4} \text{ g}$  (0.1 mg)까지 달 수 있어야 하며, 국가검정을 필한 제품 또는 이에 준하는 검정을 필한 제품이어야 한다.

(다) 이 시험법에서 사용하는 모든 유리 기구는 한국산업규격 KS L 2302(이화학용 유리기구의 모양 및 치수)에 적합한 것 또는 이와 동등이상의 규격에 적합한 것으로 국가에서 지정한 기관에서 검정을 필한 것을 사용하여야 한다.

(라) 여과용 기구 및 기기는 특별한 언급이 없이 “여과한다”라고 하는 것은 한국산업규격 KS M 7602(거름종이(화학 분석용)) 거름종이 5종 또는 이와 동등한 여과지를 사용하여 여과함을 말한다.

## 5. 시료채취 및 분석 시 고려사항

### (1) 시료채취 기구 및 측정방법의 선택

시료채취의 목적과 시료채취시간, 방해인자, 예상되는 오염농도 및 실험실에서 보유하고 있는 분석장비의 능력 등을 종합적으로 고려하여 최적의 시료채취기구 및 분석방법을 선택한다.

### (2) 검량선 작성을 위한 표준용액제조

#### (가) 대상물질의 특성과악

분석하고자 하는 물질의 표준용액을 만들 원액(시약)의 순도와 특성(분자량, 비중, 노출기준)을 파악한다.

(나) 채취시료의 예상농도의 0.1~2배 수준에서 각 분석대상물질의 양을 결정한다.

#### (다) 표준용액 제조방법의 결정

일반적으로 표준용액 제조시 표준원액(stock solution)을 단계적으로 희석시키는 방법(희석식)과 표준원액에서 일정량씩 줄여 가면서 만드는 방법(배치식)이 있다. 희석식은 만들기가 수월한 반면 표준원액이 잘못되면 계통오차를 줄 수 있고 배치식은 여러 검량선 작성용 용액 중 몇 개가 잘못되더라도 이를 보정 할 수가 있으나 만들기가 어려운 단점이 있다.

#### (라) 표준용액의 제조

충분한 수의 표준용액을 준비한다. 일반적으로 분석하고자 하는 농도를 포함한 최소한 5개 수준의 표준용액을 제조한다.

#### (마) 검량선의 작성시 주의점

- ① 표준원액으로 사용될 원액의 순도, 제조일자, 유효기간 등을 잘 파악해야 한다.
- ② 표준용액, 탈착효율 등에 사용되는 시약은 같은 롯트(Lot)번호를 가진 것을 사용해야 한다.
- ③ 검량선은 시료 분석조건과 주입방법에 따라 작성하고 검량선이 적정하다고 판정하면 시료를 분석한다. 검량선은 분석할 시료의 농도를 포함해야 하며 외삽법은 피한다. 검량선의 적정성은 제시된 분석기기의 매뉴얼을 참조하거나 상관계수가 0.99이상의 것을 사용하도록 한다.

### (3) 회수율 검정을 위한 시료제조 및 회수율 계산방법

회수율은 여과지를 이용하여 채취한 물질의 분석값을 보정하는데 필요한 것으로 채취에 사용하지 않은 동일한 여과지에 첨가된 양과 분석량의 비로 표현된 값을 말한다. 이 실험을 통하여 여과지의 오염, 시약의 오염, 여과지에 대한 시료채취 효율 등을 알 수 있다. 시료 배치 당 최소한 한 번씩은 행해야 한다.

- (가) 회수율 실험을 위한 첨가량을 결정한다. 작업장의 농도를 포함하도록 예상되는 농도( $\text{mg}/\text{m}^3$ )와 공기채취량(L)에 따라 첨가량을 계산한다. 만일 작업장의 예상 농도를 모를 경우 첨가량은 노출기준과 공기채취량 240 L를 기준으로 계산한다. 계산된 첨가량 3개 농도 수준(0.5~2배의 양을 반복적으로 3개 (3수준  $\times$  3반복 = 9개) 주입할 여과지와 공시료 3개를 준비한다.
- (나) 분석대상물질의 원액 또는 희석액 일정량을 마이크로피펫 또는 마이크로시린지를 이용하여 여과지에 주입한다.
- (다) 여과지를 밀봉하고 하루 동안 상온에 놓아둔다.
- (라) 여과지를 바이알에 넣고 추출용액으로 추출한다.
- (마) 시료를 분석하여 검출량을 구한다.
- (바) 다음 식에 의해 회수율을 구한다.

$$\text{회수율} = \text{분석량} / \text{첨가량}$$

- (사) 회수율은 최소한 0.75 이상이 되어야 하나 0.90 이상이면 좋다. 회수율에 대한 평가는 분석자가 해야 한다. 즉 12개의 회수율 실험결과를 근거로 판단해야 할 사항은 회수율간의 일정성이다. 만일 회수율간의 차이가 크고 변이가 심하여 일정성이 없으면 정확한 보정이 될 수가 없다. 따라서 그 원인을 찾아 교정하고 다시 실험을 실시해야한다.



## 염 소(Chlorine)

분자식: $\text{Cl}_2$	화학식: $\text{Cl}_2$	분자량: 70.9	CAS No.: 7782-50-5
녹는점: $-101^\circ\text{C}$	끓는점: $-34^\circ\text{C}$	비 중: 2.47(가스)	용 해 도: 물에 용해

**특징, 발생원 및 용도:**

- 강한자극취를 가진 황적색 기체
- 염화비닐의 합성원료, 펄프표백용, 살균, 소독용, 발연제의 제조, 광석의 정련용

노출기준	고용노동부 (ppm)	0.5, 1(STEL)	OSHA (ppm)	1(C)
	ACGIH (ppm)	0.1, 0.4(STEL)	NIOSH (ppm)	0.5, 1(STEL)

동의어: -

**분석원리 및 적용성:** 작업환경 중 대상물질을 여과지에 채취하여 추출용액으로 추출한 후 일정량을 이온크로마토그래프(Ion Chromatograph)에 주입하여 정량한다.

시료채취 개요	분석 개요
<ul style="list-style-type: none"> <li>시료채취매체: Prefilter(PTFE, 0.5 <math>\mu\text{m}</math>) + 은막여과지(silver membrane 25 mm, 0.45 <math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>유량: 0.3~1 L/min</li> <li>공기량 -최대: 90 L -최소: 2 L (@0.5 ppm)</li> <li>운반: 햇빛을 차단하여 운반</li> <li>시료의 안정성: <math>25^\circ\text{C}</math>에서 30일 이내</li> <li>공시료: 총 시료수의 10% 이상 또는 시료 세트 당 2~10개의 현장 공시료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석기술: 이온크로마토그래피법, 전도도검출기</li> <li>분석대상물질: Chloride ion(<math>\text{Cl}^-</math>)</li> <li>전처리: 6 mM <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> 3 mL로 10분간 추출</li> <li>컬럼: 음이온 분석용 컬럼</li> <li>범위: 2~50 <math>\mu\text{g Cl}^-/\text{sample}</math></li> <li>검출한계: 0.6 <math>\mu\text{g Cl}^-/\text{sample}</math></li> <li>정밀도: 0.067 @ 5.3~100 <math>\mu\text{g}/\text{sample}</math></li> </ul>

방해작용 및 조치	정확도 및 정밀도
<ul style="list-style-type: none"> <li>황화수소(<math>\text{H}_2\text{S}</math>)는 음의 방해작용을 할 수 있고, 염산(<math>\text{HCl}</math>)은 시료당 최대 15 <math>\mu\text{g}</math>까지 양의 방해작용을 할 수 있다. 브롬산(<math>\text{HBr}</math>)은 양의 방해작용을 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구범위(working range): 0.35~6.77 <math>\text{mg}/\text{m}^3</math> (15 L 공기량)</li> <li>편향(bias): -1.4%</li> <li>총 정밀도(overall precision): 0.075</li> <li>정확도(accuracy): <math>\pm 14.8\%</math></li> <li>시료채취분석오차: 0.120</li> </ul>

시약	기구
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sodium thiosulfate(<math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>), 시약등급</li> <li>증류수</li> <li>추출용액 원액 : 6 mM <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> : 0.474 g <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>를 500 mL 증류수에 넣고 녹임</li> <li>용리액 : 0.25 mM <math>\text{NaHCO}_3</math>/4 mM <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>/0.78 mM p-cyanophenol : 0.041 g <math>\text{NaHCO}_3</math>, 0.848 g <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>, 0.186 g p-cyanophenol을 2 L 여과된 증류수에 녹임</li> <li>써프레서 시약, 0.025 N <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> : 2.8 mL <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>를 4 L 증류수에 희석시킴</li> <li>검량선 표준원액, 1 mg/mL : 0.21 g KCl을 100 mL 증류수에 녹임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시료채취매체: 프리필터와 은막여과지가 장착된 직경 25 mm의 폴리프로필렌 재질의 불투명한 카울 카세트(그림 1. 참조)             <ul style="list-style-type: none"> <li>프리필터 : 25 mm, 0.5 <math>\mu\text{m}</math> PTFE/PTFE 지지패드 또는 0.4 <math>\mu\text{m}</math> 폴리에스테르/다공성 플라스틱 지지패드</li> <li>은막여과지(silver membrane filter) : 25 mm, 0.45 <math>\mu\text{m}</math> + 다공성 플라스틱 지지패드                     <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 카세트의 하단(outlet) 안쪽에 플라스틱 지지패드와 깨끗한 은막여과지를 넣고, 길이 50 mm의 카울을 단단히 끼운다.</li> <li>b. 카울 카세트 상단(inlet) 안쪽에 플라스틱 지지패드와 프리필터를 넣고 카세트를 단단히 조립한다.</li> <li>c. 각각의 연결부위를 테이프로 막는다.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>이온크로마토그래프, 전기전도도검출기</li> <li>개인시료채취펌프, 유량 0.3~1 L/min</li> <li>갈색 또는 불투명한 폴리에틸렌병</li> <li>마이크로피펫, 팁</li> <li>용량플라스크</li> <li>디스펜서</li> <li>루어팁(luer-tip)이 있는 폴리에틸렌 주사기</li> <li>핀셋</li> <li>※ 은막여과지는 사용 전에 반드시 세척과정을 거쳐야 함(어떤 여과지는 염소가 많이 존재할 수 있음. 사용 전 필터세척방법 부록 A참조)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>특별 안전보건 예방조치: 황산은 피부, 눈, 점막에 매우 자극적이므로 보호구를 착용하고 흡 후드에서 다루어야 한다.</li> </ul>	

## I. 시료채취

1. 각 개인 시료채취펌프를 하나의 대표적인 시료채취매체로 보정한다.
2. 시료채취기를 유연한 튜브를 이용하여 개인 시료채취펌프와 연결한다.
3. 0.3~1 L/min에서 정확한 유량으로 2~90 L 정도 시료를 채취한다.
4. 시료채취가 끝나면 카세트를 마개로 막고, 안전하게 운반한다.

## II. 시료 전처리

※ 할로젠화은은 빛에 민감하므로, 이동 및 탈착 과정에서 빛에 노출되지 않도록 주의하여야 한다.

5. 어두운 실내 또는 붉은 빛 조명 하에서, 카세트 뚜껑을 열고 은막여과지를 폴리에틸렌 병에 넣는다.  
6 mM  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 을 3 mL 넣고 뚜껑을 닫는다.  
※ 프리필터는 입자상 할로겐 물질을 분석할 때 같이 분석을 실시하고 그렇지 않을 경우 제거한다.
6. 시료를 때때로 흔들어주면서 최소한 10분간 탈착시킨다.  
※ 일단 탈착이 일어나면 더 이상 빛에 민감하지 않다.
7. 시료가 담긴 병의 뚜껑을 열고 증류수 7 mL를 추가하여 최종 부피가 10 mL가 되게 한다.
8. 시료를 10 mL 플라스틱 실린지에 넣고 손으로 주입하거나 자동시료주입기 바이알에 넣는다.

### III. 시료분석

#### 【검량선 작성 및 정도관리】

9. 시료농도가 포함될 수 있는 적절한 범위에서 최소한 5개의 표준물질로 검량선을 작성한다.
  - a. 농도를 알고 있는 검량선 표준원액 일부를 10 mL 용량플라스크에 분취하여 증류수로 표선까지 넣어 희석시킨다.
  - b. 격주로 새로운 표준시료를 준비한다.
  - c. 표준시료와 시료, 공시료를 분석한다(11~13단계).
  - d. 검량선 그래프를 그린다(피크 높이 vs. 시료 음이온의  $\mu\text{g}$ )
10. 분석 시 정도관리를 미지시료와 분석자가 주입한 기지시료를 3개씩 분석하여 분석의 정확성을 검증한다.

#### 【기기분석】

11. 이온크로마토그래프 제조회사가 권고하는 대로 기기를 작동시키고 조건을 설정한다.  
※ 많은 양의  $\text{Ag}^+$ 와  $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ 는 컬럼의 작동능력을 저하시킨다. metal free 컬럼(MFC-1)을 크로마토그래피 컬럼 앞에 장착하고 100~150개의 시료 분석 후엔 재조정한다(부록 B).
12. 50  $\mu\text{L}$ 의 시료를 주입한다. 수동으로 주입 시엔 실린지로 2~3 mL의 시료를 주입하여 시료 루프(loop)를 세척한다.
13. 피크 높이를 측정한다. 시료 피크가 높아서 검량선 범위를 벗어나면 증류수로 희석하여 다시 분석한다. 계산 시 희석배수를 적용한다.

### IV. 계산

14. 다음 식에 의하여 해당물질의 농도를 구한다.

$$C = \frac{(W-B)}{V}$$

C : 분석물질의 농도( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $\text{Cl}_2$   
 W : 시료의  $\text{Cl}^-$  농도( $\mu\text{g}$ )  
 B : 공시료의  $\text{Cl}^-$  농도( $\mu\text{g}$ )  
 V : 공기채취량(L)

### V. 부록

#### A. 은막여과지 세척과정

※ 몇몇의 은막여과지는 높은 배경 농도의 염소를 갖고 있다. 염소 농도가 너무 높을 경우, 세척과

정을 여러 번 수행하여도 모두 제거되지 않는다. 이 방법을 사용하기 전에 검사가 필요하다. 아래의 과정을 최소 2회 실시하거나, 엑스선회절분석기(XRD)를 이용한 분석으로 검사 할 수 있다.

1. 입구가 넓은 30 mL 병에 여과지를 넣고 3 mL의 6 mM  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 를 가한다.
2. 때때로 흔들어주면서 최소 10분간 둔다.
3. 용액을 버리고 증류수로 깨끗이 씻어낸다. 마지막으로 씻은 상태에서 여과지를 몇 분간 놔둔다.
4. 병에서 여과지를 꺼내 흡수성이 있는 실험실 타월로 말린다.
5. 여과지를 종이 사이에 끼워 보관한다. 여과지는 최소 8개월 동안 안정하다.

#### B. 컬럼 재컨디셔닝 과정

아래 순서대로 2 mL/min으로 분석용 컬럼에 주입한다.

1. 30 mL 증류수 : 세척용
2. 60 mL 1 M  $\text{HNO}_3$  : 오염물질 제거용
3. 30 mL 0.1 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  :  $\text{NO}_3^-$  제거용
4. 용리액 : 평형유지용

재컨디셔닝(reconditioning)은 100~150개의 시료를 분석할 때마다 실시한다.

## VI. 비교

- 이 방법은 NIOSH Method 6011에 기초하였다.
- 염소의 다른 분석방법으로는 OSHA ID-101을 사용할 수 있다.
- 건강영향 및 예방조치: 피부접촉 및 흡입을 피해야하며 모든 분석의 전처리는 후드 내에서 이루어져야한다. 실험실 내에서는 보안경과 실험복을 착용하여야 한다.

## VII. 참고문헌

1. 고용노동부 고시 제2018-62호, 화학물질 및 물리적인자의 노출기준, 2018.
2. 고용노동부 고시 제2017-27호, 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시, 2017.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH): Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 2019.
4. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH): NIOSH pocket guide to chemical hazards and other databases.
5. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH): NIOSH Manual of Analytical Methods, Method 6011.

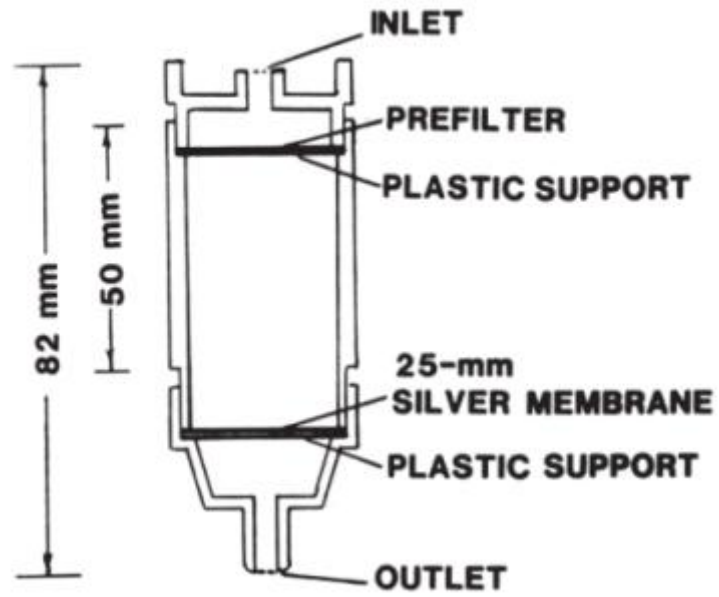


그림 1. 은막 여과지 시료채취기