

KOSHA GUIDE

A - 153 - 2018

무수초산에 대한 작업환경측정 · 분석  
기술지침

2018. 11.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 박해동
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업환경연구실
  
- 제·개정 경과
  - 2016년 6월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)
  - 2018년 10월 산업위생분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
  
- 관련규격 및 자료
  - National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical methods (NMAM®), 5th 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, 2018.
  
- 관련법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건법 시행규칙 제93조 (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 : 2018년 11월 27일
  
- 제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 개미산에 대한 작업환경측정 · 분석 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건법 시행규칙 제93조(작업환경측정 대상 사업장 등)의 규정에 의거 작업환경측정 대상인자 중 무수초산에 대한 측정 및 분석을 수행할 때 정확도 및 정밀도를 유지하기 위하여 필요한 제반 사항에 대하여 규정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침의 적용대상은 산업안전보건법 시행규칙에서 정한 작업환경측정대상 유해인자 중 무수초산의 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 보관상태에서 고형(固形)의 이물(異物)이 들어가지 않도록 한 상태를 말한다.
- (나) “밀봉”이라 함은 취급 또는 보관상태에서 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”이란 채취한 금속 등의 분석 값을 보정하는데 필요한 것으로, 시료채취 매체와 동일한 재질의 여과지에 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(고용노동부고시 제 2017-27호)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 분석 화학적으로 반드시 최고의 정밀도와 정확도를 갖는다고는 할 수 없으며, 이 시험방법 이외의 방법이라도 동등이상의 정확도와 정밀도가 있다고 인정될 때에는 그 방법을 사용할 수 있다.
- (4) 이 시험방법에 표시한 사항 중 탈착율, 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 수치의 댄음법은 따로 규정이 없는 한 한국산업의 규격 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 내에서 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 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	$\mu\text{m}$		마이크로그램/밀리리터	$\mu\text{g/mL}$
	나노미터	nm		퍼센트	%
압력	기압	atm	부피	세제곱미터	$\text{m}^3$
	수은주밀리미터	mmHg		세제곱센티미터	$\text{cm}^3$
	수주밀리미터	mmH <sub>2</sub> O		세제곱밀리미터	$\text{mm}^3$
넓이	제곱미터	$\text{m}^2$	무게	킬로그램	kg
	제곱센티미터	$\text{cm}^2$		그램	g
	제곱밀리미터	$\text{mm}^2$		밀리그램	mg
				마이크로그램	$\mu\text{g}$
용량	리터	L			
	밀리리터	mL			
	마이크로리터	$\mu\text{L}$			

## (9) 온도

- (가) 온도의 표시는 셀시우스(Celsius) 법에 따라 아라비아숫자 오른쪽에 °C를 붙인다. 절대온도는 K로 표시하고 절대온도 0 K는 -273°C로 한다.
- (나) 상온은 15~25°C, 실온은 1~35°C, 미온은 30~40°C로 한다. 냉소는 따로 규정 이 없는 한 15°C 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 mg/m<sup>3</sup>으로 표시했을 때의 m<sup>3</sup>은 정상상태(NTP, Normal Temperature and Pressure : 25°C, 1기압)의 기체용적을 뜻한다. 따라서 노출 기준과 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 일급 이상의 것을 사용하여야 한다. 분석에 사용하는 시약은 제조회사에서 표시하는 농도합량을 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 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 초순수는 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  $10^{-5}$  g(0.01 mg)까지 달수 있어야 하며, 화학분석 용 저울은 적어도  $10^{-4}$  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 KS L 2302(이화학용 유리기구의 모양 및 치수)에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 규격에 적합한 것으로 국가에서 지정한 기관에서 검정을 필한 것을 사용하여야 한다.
- (라) 여과용 기구 및 기기는 특별한 언급이 없이 “여과한다.”라고 하는 것은 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 보

유하고 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) 채취시료 노출기준의 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 보정할 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, 회수율 등에 사용되는 시약은 같은 롯트(Lot)번호를 가진 것을 사용하여야 한다.
- ③ 검량선은 시료 분석조건과 주입방법에 따라 작성하고 검량선이 적정하다고 판정하면 시료를 분석한다. 검량선은 분석할 시료의 농도를 포함해야 하며, 검량선에 사용된 표준용액의 농도보다 높은 시료의 경우는 희석하여 재분석 하거나 시료농도를 포함할 수 있는 표준용액을 추가로 제조하여 검량선을 다시 작성한다. 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(0.5~2배)의 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.



## 무수초산 (Acetic anhydride)

분자식: $C_4H_6O_3$	구조식: $(CH_3CO)_2O$	분자량: 102.09	CAS No.: 108-24-7
녹는점: $-73^{\circ}C$	끓는점: $139^{\circ}C$	비 중: 1.08	용 해 도: 물에 녹음(12 g/dL)

특징, 발생원 및 용도: - 무색의 액체로 식초 비슷한 강한 냄새가 남  
- 플라스틱, 초산비닐 제조, 의약품, 사진필름, 염료, 향수 제조시의 초산화제로 사용

노출기준	고용노동부 (ppm)	1, 3(STEL)	OSHA (ppm)	5
	ACGIH (ppm)	1, 3(STEL)	NIOSH (ppm)	5(C)
동의어:	아세트산무수물(Acetic acid anhydride), 아세트산화물(Acetic oxide), 무수아세트산(Acetyl anhydride), 아세틸에테르(Acetyl ether), 아세틸산화물(Acetyl oxide)			

분석원리 및 적용성: 작업환경 중의 무수초산을 유도체화용액이 도포된 유리섬유 여과지로 채취하여 2-프로판올/톨루엔(50:50) 혼합용액으로 탈착한 후 일정량을 가스크로마토그래프에 주입하여 정량한다.

시료채취 개요	분석 개요
<ul style="list-style-type: none"> <li>시료채취매체: 베라트릴아민(Veratrylamine)과 디-n-옥틸프탈레이트(Di-n-octyl phthalate)가 도포된 유리섬유 여과지</li> <li>유량: 0.01~0.05 L/min</li> <li>공기량 -최대: 약 7.5 L -최소: -</li> <li>운반: 여과지의 시료채취 부분이 위를 향하도록 하고 마개를 닫아 밀폐된 상태에서 운반</li> <li>시료의 안정성: 도포된 필터는 1개월, 추출된 시료는 24시간 안정</li> <li>공시료: 총 시료수의 10% 이상 또는 시료 세트 당 2~10개의 현장 공시료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석기기: 가스크로마토그래프(GC) 질소인검출기(NPD)</li> <li>분석대상물질: 무수초산</li> <li>전처리: 2-프로판올/톨루엔 (50:50(v/v)) 혼합용액 5 mL로 용출</li> <li>컬럼: 5 m HP-1(0.53 mm ID, 2.65 <math>\mu</math>m Film) 등 또는 동등 이상</li> <li>기기조건: -</li> <li>검량선: 0 - 300 mg/시료</li> <li>범위: -</li> <li>검출한계: 0.88 mg/시료</li> <li>정밀도: 0.53%</li> </ul>

방해작용 및 조치	정확도 및 정밀도
<ul style="list-style-type: none"> <li>염화아세틸과 케텐은 베라트릴아민과 반응하여 양성 간섭이 있지만 대부분의 산업에서 무수초산과의 반응은 극히 드물다.</li> <li>Isocyanates, Acyl halides 로 인해 간섭이 나타날 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구범위(working range) : -</li> <li>편향(bias): -</li> <li>총 정밀도(overall precision): -</li> <li>정확도(accuracy): -</li> </ul>
시약	기구
<ul style="list-style-type: none"> <li>무수초산(Acetic anhydride), 시약등급</li> <li>베라트릴아민(Veratrylamine), 시약등급</li> <li>디-n-옥틸프탈레이트(Di-n-octyl phthalate), 시약등급</li> <li>벤즈알라진(Benzalazine), 시약등급, 내부표준물질용</li> <li>톨루엔, 시약등급</li> <li>메탄올, 시약등급</li> <li>도포용액(유도체화 용액): 20 mL 바이알에 디-n-옥틸프탈레이트 0.4 g 과 베라트릴아민 0.4 g을 첨가하고 메탄올 16 mL를 섞는다.</li> <li>추출용액 : 2-프로판올/톨루엔 혼합용액 1 L에 30 mg의 벤즈알라진을 용해시킨다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시료채취매체: 베라트릴아민(Veratrylamine) 과 디-n-옥틸프탈레이트 (Di-n-octyl phthalate)가 도포된 유리섬유 여과지</li> <li>개인시료채취펌프 : 0.01~0.05 L/min의 저유량 펌프</li> <li>가스크로마토그래프, 질소인검출기 (Gas chromatograph, NPD)</li> <li>컬럼 : 5m HP-1(0.53 mm ID, 2.65 um Film) 등 혹은 이와 동등 이상</li> <li>바이알, 20 mL, 2 mL</li> <li>용량플라스크 : 10 mL, 100 mL</li> <li>플라스틱 주사기 : 1 - 10 mL</li> <li>실린지필터 : 공극 0.45 μm</li> <li>마이크로시린지 : 10 μL</li> <li>피펫 : 10 mL</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>특별 안전보건 예방조치: 무수초산 등 모든 화학제품의 피부접촉과 흡입을 피하고, 보호장갑 및 보호복을 착용하고 흡후드 안에서 시약을 사용하여야 한다.</li> </ul>	

## I. 시료채취

### 1. 시료채취용 필터 제작

- 깨끗한 유리판 위에 유리섬유여과지를 놓고 각 필터에 도포용액 0.4 mL를 도포한다.
- 5분간 공기 중에서 건조시킨다.
- 주입구가 넓은 병에 필터를 놓고 밤새 실온의 진공상태에서 건조시킨다.
- 도포된 필터는 냉장보관하고, 한 달 안에 사용한다.(이 기간보다 오랫동안 보관도니 필터는 크로마토그램에서 간섭하게 되는 피크를 만든다)
- 4 피스 카세트 홀더에 2개의 도포된 필터를 넣고 아래의 순서대로 조립한다.  
: 마개-상단-중간단-도포된 여과지(앞층)-중간단-도포된 여과지(뒷층)-하단-마개(펌프연결방향)
- 시료 채취시의 연결상태와 동일한 상태로 각 시료 채취펌프를 보정한다.
- 시료채취 바로 전에 4 피스 카세트를 유연성 튜브를 이용하여 펌프에 연결한다.
- 0.01~0.05 L/분에서 정확한 유량으로 7.5 L 이하의 양으로 시료를 채취한다.
- 시료채취가 끝나면 마개로 밀봉하고, 채취된 먼지가 떨어지지 않도록 카세트를 바로 세워서 운반한다.

## II. 시료 전처리

6. 앞 층과 뒷 층의 필터를 각각 다른 바이알에 넣는다.
7. 각 바이알에 5 mL의 추출용액을 넣고 즉 마개를 닫는다.
8. 30분간 흔들어 주면서 추출한다.

## III. 시료분석

### 【검량선 작성 및 정도관리】

9. 무수초산 3.23 g을 톨루엔 25 mL에 넣는다.
10. 베라트릴아민 5.18 g을 위의 용액에 10분이상 천천히 저으며 첨가한다. 생성물(무수초산-베라트릴아민 유도체(AcVA))을 증류법으로 분리한다.(끓는점 175 - 178℃ at 2 mmHg, 녹는점 87 - 88.5℃)
11. 10 mL 용량플라스크에 약 10 mg 의 유도체(AcVA)를 넣고 추출용액을 넣어 희석한다.
12. 시료와 공시료를 함께 분석한다.
13. 다음 과정을 통해 회수율을 구한다.
  - 1) 각 시료군 배치 당 최소한 한번씩은 행하여야 하며 3개 농도 수준에서 각각 3개씩과 공시료 3개를 준비한다.
  - 2) 회수율 분석용 도포된 여과지를 준비한다.
  - 3) 회수율용 원액을 미량주사기를 이용하여 여과지에 주입한다.
  - 4) 하룻밤 동안(overnight) 상온에 둔다.
  - 5) 회수율 분석용 여과지를 추출하여 검량선 표준용액과 같이 분석한다.
  - 6) 다음의 식으로 회수율을 구한다.  
회수율 = 검출량 / 주입량

### 【기기분석】

14. 가스크로마토그래프 제조회사가 권고하는 대로 기기를 작동시키고 조건을 설정한 후 표준용액, 회수율시료, 현장시료를 분석한다.
15. 시료를 정량적으로 정확히 주입한다. 시료 주입법은 자동주입기를 이용하는 방법이 있다.
16. 검량선은 내부표준물질을 사용하여 작성한다.

## IV. 계산

17. 다음 식에 의하여 해당물질의 농도를 구한다.

$$C = \frac{(W_f + W_b - B_f - B_b)}{V \times R} \times \frac{24.45}{MW}$$

C : 분석 물질의 농도 (ppm)  
 $W_f$  : 시료 앞 층의 양 ( $\mu\text{g}$ )  
 $W_b$  : 시료 뒤 층의 양 ( $\mu\text{g}$ )  
 $B_f$  : 공시료 앞 층의 양 ( $\mu\text{g}$ )  
 $B_b$  : 공시료 뒤 층의 양 ( $\mu\text{g}$ )  
V : 채취 공기량 (L)  
R : 회수율  
24.45 : 정상상태(25℃, 1 기압)에서 해당기체 1M이 차지하는 부피  
MW : 분자량

※ 주의 : 만일 뒤 층에서 검출된 양이 앞 층에서 검출된 양의 10%를 초과하면( $W_b > W_f/10$ ),  
시료 파과가 일어난 것이므로 이 자료는 사용할 수 없다.

## V. 비고

- 이 방법은 OSHA Analytical Method 102에 기초하여 작성하였으며, 무수초산의 작업환경측정 방법으로 OSHA Analytical Method 82, NIOSH Manual of Analytical Method 3506을 이용할 수도 있다.
- 건강영향 및 예방조치 : 무수초산이 흡입 노출 되었을 때 상기도 자극, 타는 느낌, 기침, 호흡곤란, 저산소혈증, 기관지 경련, 폐렴, 기관지염, 장기간 노출 시 폐부종을 유발하고 피부에 노출시 화상, 봉와직염, 패혈증, 골수염, 근육수축을 유발 시킬 수 있다. 또한 안구 노출 시 자극, 행동 둔화, 결막염, 눈물분비, 각막부종을 유발할 수 있으며, 경구 노출시 식도와 위에 화상을 가져 올 수 있다.

## VI. 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, 2018.
4. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH): NIOSH pocket guide to chemical hazards and other databases.
5. National Institute of Occupational Safety and Health(NIOSH): Method 3506, 1994.
6. Occupational Safety and Health Administration(OSHA): Sampling & Analytical Methods 82, 1990.
7. Occupational Safety and Health Administration(OSHA): Sampling & Analytical Methods 102, 1993.