



2019년
연구보고서

OSHA

작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



연구보고서

작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구

황용식·조기홍·한진구·강형경·천태영·한영선·김동완

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구”의 최종 연구결과 보고서로 제출합니다.

2019 년 10 월

연구기관 : 신라환경컨설팅(주)

연구기간 : 2019.4.11. ~ 2019.10.31

연구책임자 : 황용식 (대표, 신라환경컨설팅(주))

공동연구자 : 조기홍 (본부장, 한국노동조합총연맹)

한진구 (선임, 가톨릭대 서울성모병원)

강형경 (팀장, 한림대 성심병원)

천태영 (팀장, 고신대 복음병원)

한영선 (선임, 가톨릭대 서울성모병원)

김동완 (차장, 신라환경컨설팅(주))

요 약 문

연구기간

2019.4.11. ~ 2019.10.31

핵심 단어

KS 표준, ISO 국제표준, 작업환경측정, 분석방법

연구과제명

작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구

1. 연구배경

- 작업장공기 분과(ISO TC146/SC2)의 국가산업표준(KS, 31종) 운영이 산업 준화법시행령 개정(' 15.3.3.)에 따라 산업자원부에서 고용노동부로 이관됨
- 작업환경측정·분석과 관련된 작업장공기 분과(ISO TC146/SC2)에서 국가표준이 마련되어 있지 않은 ISO 표준 12종에 대해서 국제표준의 대응과 국가산업표준(KS)의 정확성, 합리성을 높이기 위해 국가표준을 제정하여 국제표준에 부합하기를 위함.

2. 주요 연구내용

- 국제표준(ISO) 확인 및 국가산업표준(KS) 용어정리 및 규격화
- 관련 법규 및 적용 범위 등 표준의 주요 내용 확인
- 연구결과
 - 산업표준에 대한 아래의 12종의 제정(안) 마련
 - 측정방법 (3종-ISO 13138:2012, 16107:2007, 17621:2015)
 - 분석방법 (5종-ISO 14382:2012, 16258-1:2015, 16258-2:2015, 17091:2013,

17736:2010)

- 노출평가방법 (2중-ISO/TR 14294:2011, ISO/TS 21623:2017)
- 기타 (2중-ISO 18158:2016, 20581:2016)

3. 연구 활용방안

- 작업장공기의 국가산업표준(KS)으로 정확성, 합리성, 국제성을 높이기 위하여, 필요한 정보를 더욱 쉽고, 정확한 정보 제공을 위한 국가산업표준을 제정하여 작업환경측정분석 국가산업표준(KS)은 하나의 공인된 시험방법으로 국민의 안전과 건강을 지키고, 다른 방법적 시험이나 측정으로 인한 혼란을 방지함으로써 근로자, 기업 등 이해 당사자의 이익과 효율을 보장하는 효과를 가진다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 신라환경컨설팅(주) 대표 황용식
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김성호 연구원
 - ☎ 052) 703.0892
 - E-mail sungho.kim@kosha.or.kr

목 차

I . 서 론	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적	3
II . 연구방법	4
1. 국가산업표준 제·개정 절차	4
2. 산업표준 제정안 작성	4
III . 연구결과	18
1. 국가표준 제·개정 절차	18
1) 한국산업표준	18
2) 한국산업표준 제·개정 절차	18
2. 산업표준(KS) 제정(안)	23
1) ISO 13138:2012 공기질 — 인체 호흡기계에서 공기 중 입자 침착을 위한 시료채취 규약	24
2) ISO 14382:2012 작업장공기— 1(2-피리딜) 피페라진 코팅 유리섬유 필터와 자외선 및 형광 검출기가 장착된 고성능액체크로마토그래피를 이용한 톨루엔다이소시아네이트 증기의 측정 및 분석	32
3) ISO 16107:2007 작업장공기 — 확산 시료채취기 성능평가 프로토콜	37

4) ISO 16258-1:2015 작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 — 1부 : 직접여과지법	42
5) ISO 16258-2:2015 작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 — 2부 : 간접분석방법	50
6) ISO 17091:2013 작업장공기 — 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화 칼륨 및 수산화칼슘의 측정 — 서프레스 이온 크로마토그래피를 이용한 해당 양이온 측정법	57
7) ISO 17621:2015 작업장공기 — 단시간 검지관 측정 시스템 — 요구사항 및 시험 방법	71
8) ISO 17736:2010 작업장공기 — 이중 여과지 측정 장치와 고성능 액체크로마토그래피를 이용한 공기 중 이소시아네이트의 측정 및 분석	79
9) ISO 18158:2016 작업장공기 — 용어	83
10) ISO 20581:2016 작업장공기 — 화학적 인자의 측정 절차 수행에 대한 일반적인 요구사항	93
11) ISO 14294:2011 작업장공기 — 피부노출 측정-원리 및 방법 ..	98
12) ISO 21623:2017 작업장 노출 - 나노 물체와 그 응집체 및 집합체에 대한 피부 노출평가 (nano-objects and their aggregates and agglomerates, NOAA)	107
3. 산업표준의 적용범위	115

IV. 결 론	127
V. 참고문헌	132
VI. Abstract	134
VII. 부 록	136

표 차례

〈표 II-1〉 연구대상 국제표준 12종	5
〈표 III-1〉 산업표준 제정(안) 12종의 적용범위	115

그림 차례

〈그림 II-1〉 연구 추진 체계	17
〈그림 III-1〉 KS 개발 체계	21
〈그림 III-2〉 KS 제·개정 절차	22
〈그림 III-3〉 국제표준(ISO)의 보기 화면	23

I. 서론

1. 연구배경

표준(Standard)이란 “합의에 의해 작성되고 공인된 기관에 의해 승인된 것으로서 주어진 범위 내에서 최적 수준의 성취를 목적으로 공통적이고 반복적인 사용을 위한 규칙, 지침 또는 특성을 제공하는 문서”라고 정의하고 있으며, “과학, 기술 및 경험에 대한 총괄적인 발견사항들에 근거하여야 하며, 공동체 이익의 최적화 촉진을 목표로 제정되어야 한다”고 규정하고 있다. (KS A ISO/IEC Guide 2)

표준화(Standardization)란 “실제적이거나 잠재적인 문제들에 대하여 주어진 범위 내에서 최적 수준을 성취할 목적으로 공통적이고 반복적인 사용을 위한 규정을 만드는 활동”이라고 정의하고 있다. (KS A ISO/IEC Guide 2) 즉, 표준화는 우리가 일상적으로 사용하는 생활용품에서부터 자동차, 비행기 등 모든 제품과 부품의 치수, 성능, 재질, 시험방법 등을 통일화 및 단순화시켜 기준에 따르도록 하는 것으로, 이해관계자의 합의, 공개원칙, 자발성 존중, 통일성과 일관성 유지, 시장 적합성, 경제성, 공공이익 추구 등 여러 원리를 기초로 만들어지고 있다.

국제표준화기구(ISO • International Organization for Standardization)는 전세계 표준화를 담당하는 국제기구이다. 비정부기구나 많은 국가의 표준, 산업기술 관련 연구기관들이 참여하고 있는, 국제표준을 개발 • 통일하는 세계에서 가장 큰 단체이다. 중앙 본부는 스위스 제네바에 있다. 1926년 국제규격통일협회 (ISA • International Federation of the National Standardizing Associations)라는 이름으로 설립돼 기계공학 분야에서부터 표준화를 시작했지만 제2차 세계대

전으로 잠시 활동을 중단하였다가 1946년 런던에서 25개국이 참가한 가운데 모임을 재개하고 1947년 2월 23일 현재의 이름으로 공식적인 업무를 시작하였다.

주된 업무는 각국의 공업규격을 조정·통일하고, 물자와 서비스의 국제적 교류를 유도하며, 과학적·지적·경제적 활동 분야의 협력을 증진하는 것 등이다. 다루는 분야는 IEC (International Electrotechnical Commission)의 담당 분야인 전기와 전자 공학 분야를 제외한 모든 부문이며 필요한 부분에서는 IEC, 세계 무역기구(WTO) 등 전 세계 기관들과 협력한다. 1987년 최초로 ISO 9000시리즈를 제정한 이래 2000년까지 1만 2000건 이상의 국제표준을 제정, 공표했다. 표준화 작업은 해당 국가 단체에서 충분한 의견 수렴을 거쳐 ISO에 제안되면 분과위원회와 기술위원회를 거쳐 6단계의 심사를 거친다. 이후 총회 정원의 75%의 찬성을 통해 국제규격(International Standard)으로 등록된다.

우리나라의 한국산업표준은 산업표준화법에 따라 산업표준심의회(현 산업표준심의회)의 심의를 거쳐 국가기술표준원장과 소관 부처의 장이 고시함으로써 확정되는 국가표준으로서 약칭하여 KS로 표시한다. WTO/TBT 협정과 APEC/SCSC에서의 권고에 따라 국제 표준과 대응되는 표준의 경우 부합화하여 운영한다.

산업표준화법시행령 개정('15.3.3)에 따라 산업부가 모든 분야의 국가기술표준(KS) 운영을 전담하던 비효율성 개선 및 전문성 강화를 위하여 소관 부처에서 전문분야 KS를 운영키로 부처 간 합의하였고 '15년 7월 29일부터 작업환경 측정·분석과 관련된 작업장공기 분과(ISO TC146/SC2) 산업표준(KS) 운영이 산업부에서 고용노동부로 이관되어 담당하게 되었고, 산업안전보건연구원에서는 동 업무를 보조하는 역할을 맡게 되었다. 작업장공기 분과에 관련된 국가산업표준(KS)은 31종이 고시되어 있다. 2019년 3월 기준으로 국제표준화기구의 작업장공기 ISO/TC146/SC2 분과 책임으로 있는 ISO 표준은 47종이며, 개발 중인 ISO 표준은 10종이다.

2. 연구목적

이에 본 연구는 작업환경측정·분석과 관련된 작업장공기 분과(ISO TC146/S C2)에서 국가표준이 마련되어 있지 않은 ISO 표준 12종에 대해서 국제표준의 대응과 산업표준(KS)의 정확성, 합리성을 높이기 위해 국가표준을 제정하는 과정에서 번역을 위함이다.

- 측정방법 (3종-ISO 13138:2012, 16107:2007, 17621:2015)
- 분석방법 (5종-ISO 14382:2012, 16258-1:2015, 16258-2:2015, 17091:2013, 17736:2010)
- 노출평가방법 (2종-ISO/TR 14294:2011, ISO/TS 21623:2017)
- 기타 (2종-ISO 18158:2016, 20581:2016)

II. 연구방법

1. 국가산업표준 제·개정 절차

한국산업표준은 산업표준화법에 따라 산업표준심의회를 거쳐 국가기술표준위원장과 소관 부처의 장이 고시함으로써 확정되는 국가표준으로서 약칭하여 KS로 표시한다. 1961년 공업표준화법에 따라 1962년부터 3,000종의 국가표준이 운용되고 있으며, WTO/TBT 협정과 APEC/SCSC 의 권고에 따라 국제표준과 대응되는 표준의 경우 부합화하여 운영한다. 국가산업표준 제·개정 절차는 국가표준기본법(시행 2017. 6. 22 산업통상자원부, 국가기술표준원 표준정책과)에서 규정하고 있으며, 이에 법적 내용을 확인한다.

2. 산업표준 제정안 작성

- 국제표준(ISO) 확인 및 국가산업표준(KS) 용어정리와 규격화
 - e 나라 표준인증의 표준용어사전
 - KOSHA의 안전보건용어사전
- International Organization for Standardization (ISO) 국제규격에 충실히 부합되도록 작성 : 국제표준 부합화
- 전문가 자문회의
 - 외부 전문가 (측정, 분석) 2명 이상 참석하여 연구진과 회의
 - 국가산업표준(KS) 제정 내용의 적절성 검토 및 교정
- 국가산업표준(KS) 12종 제정(안) 작성
- 관련 법규 및 적용 범위 등 표준의 주요 내용 확인

<표 II - 1> 연구대상 국제표준 12종

연 번	표준 번호	세부내용	
1	ISO 13138:2 012	표준명(영문)	Air quality – Sampling conventions for airborne particle deposition in the human respiratory system
		표준명(국문)	공기질 – 인체 호흡기계에서 공기 중 입자 침착을 위한 시료채취 규약
		Publication date	2012-01-03
		적용 범위	This International Standard specifies sampling conventions to define idealized samplers for estimating the deposition of non-volatile, non-hygroscopic, non-fibrous aerosols in five specific loci of the respiratory tract. The five loci consist of the anterior and posterior areas of the nasal passages, the ciliated and non-ciliated parts of the tracheobronchial area, and the alveolar (gas exchange) region. The conventions are separated into three independent sampling efficiencies defined in terms of thermodynamic diameter characterizing the diffusive (Brownian) motion of sub-micrometre particles and four efficiencies in terms of aerodynamic diameter > 0.1 µm characterizing deposition by impaction, interception or gravitational settling. Each conventional curve has been developed as an average of 12 deposition curves corresponding to 12 breathing conditions ranging from sitting to heavy exercise, male vs female, and breathing mode (mouth vs nasal breathing).
		Life cycle	국제표준확인 2017-06-09

연 번	표준 번호	세부내용	
2	ISO 14382 : 2012	표준명(영문)	Workplace atmospheres -- Determination of toluene diisocyanate vapours using 1-(2-pyridyl)piperazine-coated glass fibre filters and analysis by high performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detectors
		표준명(국문)	작업장공기 - 1(2-피리딜)피페라진 코팅 유리섬유 필터와 자외선 및 형광 검출기가 장착된 고성능액체크로마토그래피를 이용한 톨루엔디이소시아네이트 증기의 측정 및 분석
		Publication date	2012-12-06
		적용범위	This International Standard gives general guidance for the sampling and analysis of airborne toluene diisocyanate (TDI) in workplace atmospheres. The procedure specified in this International Standard is especially suitable for short (15 min) and long-term (4 h) sampling and analysis of 2,4- and 2,6-TDI vapours. The upper limit for this method is approximately 85 µg of TDI per sample. This is a conservative upper limit based on the requirement of maintaining a sufficient amount of reagent on the coated glass fibre filter while permitting a 4 h sample to be collected at 1 L/min from an atmosphere containing 50 nl/L of TDI. The quantitation limits for this method are 0.039 µg for 2,4-TDI and 0.034 µg for 2,6-TDI using a fluorescence detector. These limits, for a 15-min sample collected at 1 L/min, are equivalent to 0.36 nl/L for 2,4-TDI, and 0.32 nl/L for 2,6-TDI. For a 4 h sample collected at 1 L/min, the limits are equivalent to 0.022 nl/L for 2,4-TDI and 0.020 nl/L for 2,6-TDI. The commercial availability of the specified reagents, the use of common analytical instrumentation, and the current widespread use of the method make this standard method ideally suited for the determination of TDI in workplace environments.

연 번	표준 번호	세부내용	
		Life cycle	국제표준확인 2018-04-16
3	ISO 16107:2 007	표준명(영문)	Workplace atmospheres -- Protocol for evaluating the performance of diffusive samplers
		표준명(국문)	작업장공기 - 확산 시료채취기의 성능 평가 프로토콜
		Publication date	2007-10
		적용범위	This International Standard specifies methods for evaluation of sampler performance in terms of workplace conditions: wind speed, humidity, temperature, atmospheric pressure, and analyte variation. The concise set of experiments specified aims to minimize cost to the user. The evaluation is limited to conditions commonly encountered in personal sampling in the indoor workplace setting, namely wind speeds of up to 0.5 m/s and for sampling periods typically from 2 h to 8 h. Static or area sampling, unlike personal sampling where movement of the subject is significant, may sometimes be subject to sampling-rate reduction due to stagnation at very low wind speeds. This International Standard therefore does not apply to wind speeds of less than 0.1 m/s relative to static samplers. Samplers are also tested for compliance with the manufacturer's stated limits on capacity, possibly in the presence of interfering compounds. Given a suitable exposure chamber, the sampler evaluation protocol can be extended to cover sampler use for other sampling periods and conditions. This International Standard indicates how to measure diffusive sampler uncertainty for characterizing

연 번	표준 번호	세부내용	
			concentration estimates obtained subsequent to the evaluation. It is impractical continually to re-evaluate diffusive sampler performance under various environmental conditions prevailing during application.
		Life cycle	국제표준확인 2016-12-07
		표준명(영문)	Workplace air -- Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction -- Part 1: Direct-on-filter method
		표준명(국문)	작업장공기 - X-선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 - 1부 : 직접여과지법
		Publication date	2015-09-21
		적용범위	This part of ISO 16258 specifies the analysis of respirable crystalline silica (RCS) in samples of air collected on 25 mm-filters by X-ray diffraction, when using an analytical approach where the dust on the air sample filter is directly analysed by the instrument. This part of ISO 16258 includes information on the instrumental parameters, sensitivity of different sampling apparatus, uses of different filters and correction for absorption effects. In this part of ISO 16258, the expression RCS includes the most common polymorphs quartz and cristobalite. The less common polymorphs of crystalline silica, such as tridymite, are not included within the scope of this part of ISO 16258 because a standard reference material is not available. Under certain circumstances (i.e. low filter dust loads, low silica content), the analytical approach described in this method may not fulfil the expanded uncertainty requirements of EN 482.[5] Guidance for calculation of uncertainty for measurements of RCS is given in ISO 24095.

연 번	표준 번호	세부내용	
		Life cycle	국제표준출판 2015-09-21
5	ISO 16258- 2:2015	표준명(영문)	Workplace air -- Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction -- Part 2: Method by indirect analysis
		표준명(국문)	작업장공기 - X-선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 - 2부 : 간접 분석 방법
		Publication date	2015-09-21
		적용범위	This part of ISO 16258 specifies the analysis of RCS in samples of air collected on collection substrates (i.e. filters or foams) by X-ray diffraction, when using an analytical approach where dust from the sample collection substrate (i.e. filter or foam) is recovered, treated and deposited on another filter for analysis by the instrument. This part of ISO 16258 includes information on the instrumental parameters, sensitivity of different sampling apparatus, the use of different filters, sample treatment to remove interference and correction for absorption effects. In this part of ISO 16258, the expression respirable crystalline silica includes the most common polymorphs quartz and cristobalite. The less common polymorphs of crystalline silica, such as tridymite, are not included within the scope of this part of ISO 16258 because a standard reference material is not available. Under certain circumstances (i.e. low filter dust loads, low silica content), the analytical approach described in this method may not fulfil the expanded uncertainty requirements of EN 482[7]. Guidance for calculation of uncertainty for measurements of RCS is given in ISO 24095.

연 번	표준 번호	세부내용	
		Life cycle	국제표준출판 2015-09-21
6	ISO 17091:2 013	표준명(영문)	Workplace air -- Determination of lithium hydroxide, sodium hydroxide, potassium hydroxide and calcium dihydroxide -- Method by measurement of corresponding cations by suppressed ion chromatography
		표준명(국문)	작업장공기 - 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘의 측정 - 서프레스 이온크로마토그래피를 이용한 양이온 측정법
		Publication date	2013-09-11
		적용범위	This International Standard specifies a method for the determination of the time-weighted average mass concentration of lithium hydroxide (LiOH), sodium hydroxide (NaOH), potassium hydroxide (KOH), and calcium dihydroxide [Ca(OH)₂] in workplace air by collection of the particulate hydroxides on a filter and analysis of the corresponding cations using ion chromatography. For aerosol sampling, the method is applicable to the personal sampling of the inhalable fraction of airborne particles, as defined in ISO 7708, and to static (area) sampling. The method is applicable to the determination of masses of 0.005 mg to at least 2.5 mg of lithium per sample and 0.01 mg to at least 5 mg of sodium, potassium, and calcium per sample. The concentration range of particulate LiOH, NaOH, KOH, and Ca(OH)₂ in air for which the measuring procedure is applicable is determined by the sampling method selected

연 번	표준 번호	세부내용	
			by the user. For a 1 m³ air sample, the working range is approximately 0.002 mg m⁻³ to at least 20 mg m⁻³ for all four hydroxides. For a 30 L air sample, the lower limit of the working range is approximately 0.1 mg m⁻³ for all four hydroxides. The procedure does not allow differentiation between the hydroxides and their corresponding salts if both are present in the air. If the cations are present alone in the form of hydroxides, the method is specific for these basic compounds. In other circumstances, the results obtained represent the highest concentration of the hydroxides that could be present in the sampled air.
		Life cycle	국제표준확인 2018-11-01
7	ISO 17621:2 015	표준명(영문)	Workplace atmospheres -- Short term detector tube measurement systems -- Requirements and test methods
		표준명(국문)	작업장공기 - 단기간 검지관 측정시스템 - 요구 사항 및 시험방법
		Publication date	2015-09-09
		적용범위	This International Standard specifies requirements and test methods under prescribed laboratory conditions for length-of-stain detector tubes and their associated pump (detector tube measurement system) used for short-term measurements of the concentration of specified chemical agents in workplace air. This International Standard is not applicable to

연 번	표준 번호	세부내용	
			measurements made to demonstrate compliance with long-term limit values to personal exposure with a reference period of more than 15 min.
		Life cycle	국제표준출판 2015-09-09
8	ISO 17736: 2010	표준명(영문)	Workplace air quality -- Determination of isocyanate in air using a double-filter sampling device and analysis by high pressure liquid chromatography
		표준명(국문)	작업장공기 - 이중 여과지 측정 장치와 고성능액체크로마토그 래피를 이용한 공기 중 이소시아네이트의 측정 및 분석
		Publication date	2010-11-26
		적용범위	This International Standard gives general guidelines for the sampling and analysis of airborne isocyanates in workplace air. This International Standard is appropriate for organic compounds containing free isocyanate functional groups and is specific for the quantification of monomers, polymers and prepolymers, vapours and aerosols. Differential air sampling is performed with a segregating device which can show the physical state of the isocyanates analysed as found in the field. This capacity, however, may show limitations for given situations, e.g. when aerosols collected on the first filter contain free monomer that migrates to the second filter and is then quantified as vapour phase isocyanate. The determination of aromatic monomers includes toluene diisocyanate (TDI) and 4,4'-diisocyanato-diphenylmethane (MDI). Aliphatic monomers include isophorone diisocyanate (IPDI), 4,4'-methylene bis-(cyclohexyl isocyanate) (HMDI) and

연 번	표준 번호	세부내용	
			1,6-hexamethylene diisocyanate (HDI). Isocyanate oligomers and prepolymers can also be determined using this method. The double-filter method is designed to determine short-term (15 min) exposure concentrations of organic isocyanates in a workplace environment by personal monitoring or by fixed location monitoring. However, if the exposure is expected to be in vapour form only, then sampling time can be extended to 8 h. Since the filter is derivatized in the field immediately after sampling, loss of isocyanate aerosol because of its reaction with other chemicals is negligible except for very fast-reacting isocyanate systems such as foam spraying of MDI in polyurethane applications. The method is suitable for the measurement of airborne organic isocyanates in the NCO equivalent concentration range of 0.01 µg/sample to 2.1 µg/sample, corresponding to approximately 0.67 µg/m³ to 140 µg/m³ for a 15 L sample volume. This range brackets about eight times the current established threshold limit value (TLV) of 5 ppb for monomers set by many national authorities.
		Life cycle	국제표준확인 2016-10-21
9	ISO 18158:2 016	표준명(영문)	Workplace air -- Terminology
		표준명(국문)	작업장공기 - 용어
		Publication date	2016-03-03

연 번	표준 번호	세부내용	
10		적용범위	This International Standard specifies terms and definitions that are related to the assessment of workplace exposure (see 2.1.5.1) to chemical and biological agents (see 2.1.1.1). These are either general terms or are specific to physical and chemical processes of air sampling, the analytical method (see 2.3.3), or method performance.
		Life cycle	국제표준출판 2016-03-03
	ISO 20581:2 016	표준명(영문)	Workplace air -- General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents
		표준명(국문)	작업장공기 - 화학적 인자의 측정 절차 수행에 대한 일반적인 요구 사항
		Publication date	2016-11-01
		적용범위	This document specifies general performance requirements for procedures for the determination of the concentration of chemical agents in workplace atmospheres. These requirements apply to all steps of measuring procedures regardless of the physical form of the chemical agent (gas, vapour, airborne particles), measuring procedures with separate sampling and analytical methods, and direct-reading devices. This document specifies requirements that have to be fulfilled by measuring procedures when tested under prescribed laboratory conditions due to a wide range of environmental conditions encountered in practice.

연 번	표준 번호	세부내용	
		Life cycle	국제표준출판 2016-11-01
11	ISO / TR 14294: 2011	표준명(영문)	Workplace atmospheres -- Measurement of dermal exposure -- Principles and methods
		표준명(국문)	작업장 환경 - 피부노출측정 - 원리 및 방법
		Publication date	2011-11-14
		적용범위	This Technical Report provides general considerations for the assessment of dermal exposure in workplaces. It offers guidance on dermal exposure assessment and the commonly used approaches for measuring dermal exposure. An understanding of the advantages and limitations of each approach assists in the selection of the appropriate method(s) to meet the assessment objective. This Technical Report, however, is not intended to provide expert guidance, such as in the case of exposure scenarios or chemical agents. This Technical Report is intended to assist occupational hygiene practitioners and researchers in developing a dermal exposure assessment strategy in agreement with its intended purpose. More importantly, it promotes adaptation of a consistent approach to assessing dermal exposure, and provides a framework for the assessment and validation of method performance.
		Life cycle	국제표준출판 2011-11-14
12	ISO / TR 21623:2	표준명(영문)	Workplace exposure -- Assessment of dermal exposure to nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA)

연 번	표준 번호	세부내용	
	017	표준명(국문)	작업장 노출 - 나노 물질과 그 응집체 및 집합체에 대한 피부 노출평가 (NOAA)
		Publication date	2017-11-24
		적용범위	This document describes a systematic approach to assess potential occupational risks related to nano-objects and their agglomerates and aggregates (NOAA) arising from the production and use of nanomaterials and/or nano-enabled products. This approach provides guidance to identify exposure routes, exposed body parts and potential consequences of exposure with respect to skin uptake, local effects and inadvertent ingestion. This document also considers occupational use of products containing NOAA by professionals, e.g. beauticians applying personal care products, cosmetics or pharmaceuticals, but does not apply to deliberate or prescribed exposure to these products by consumers. This document is aimed at occupational hygienists, researchers and other safety professionals to assist recognition of potential dermal exposure and its potential consequences.
		Life cycle	국제표준출판 2017-11-24



그림 II - 1 연구 추진 체계

III. 연구결과

1. 국가표준 제·개정 절차

1) 한국산업표준

“국가표준”이란 : 국가사회의 모든 분야에서 정확성, 합리성 및 국제성을 높이기 위하여 국가적으로 공인된 과학적·기술적 공공기준으로서 산업표준·측정표준·참조표준 등 ‘국가표준기본법’에서 규정하는 모든 표준을 말한다.

“산업표준”이란 광공업품의 종류, 형상, 품질, 생산방법, 시험·검사·측정방법 및 산업 활동과 관련된 서비스의 제공방법·절차 등을 통일하고, 단순화하기 위한 기준을 말한다. 산업통상자원부 장관은 산업표준화법에 따라 산업표준을 운영하며, 이에 따라 고시된 사업표준을 한국산업표준(KS)이라 한다.

한국산업표준(KS: Korean Industrial Standards)은 산업표준화법에 따라 산업표준심의회 의 심의를 거쳐 국가기술표준원장 또는 소관 부처의 장이 고시함으로써 확정되는 국가표준으로서 약칭하여 KS로 표시한다. 1961년 공업표준화법 제정에 따라 1962년 3,000종의 국가표준을 시작으로 현재까지 운용되고 있으며, WTO/TBT 협정과 APEC/SCCS에서의 권고에 따라 국제표준과 대응되는 표준의 경우 부합화하여 운영한다.

2) 한국산업표준 제·개정 절차

한국산업표준의 제·개정 방법은 크게 두 가지로 구별할 수 있다. 하나는 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관의 장이 제안하여 학회·연구소 등에

용역을 의뢰하거나 자체적으로 초안을 작성하는 방법이고, 다른 하나는 이해관계인의 신청으로 만들어지는 경우이다. 작성된 표준안에 대하여는 이해관계자의 의견을 수렴하고 산업표준심의회를 거쳐 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관의 장이 관보에 고시함으로써 한국산업표준으로 확정된다.

① 한국산업표준(KS) 제·개정안 제안

- 국가에서 직접 제안

국제표준의 제정 및 신제품 개발 등으로 광공업품의 품질향상, 소비자 보호 및 호환성 확보 등의 필요 때문에 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관의 장이 제안하는 경우로서, 자체적으로 표준안을 작성하거나 학회·연구기관 등에 용역을 주어 작성한다.

- 이해관계인의 제안

산업체 등 이해관계자는 언제든지 국가에 KS의 제·개정을 신청할 수 있으며, 정해진 신청서에 표준안 및 설명서를 첨부하여 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관의 장에게 신청한다.

② 관계부처와 협의

- 관계기관과의 협의

KS 제·개정 신청 또는 자체적으로 표준안이 작성되면 관계 행정기관과 협의를 거치게 되는 데, 이는 관련 행정기관의 소관 사항과 호환성을 유지하고 표준의 적용 및 사용에 지장이 없는지를 검증한다.

③ 공청회 개최

한국산업표준을 제·개정하고자 하는 경우 공청회를 개최하여 이해관계인의 의견을 들을 수 있다. 이해관계가 있는 자는 서면으로 공청회 개최를 요구할 수 있으며, 요구받은 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관의 장은 반드시

시 개최하여야 한다.

④ 산업표준심의회 심의

- 표준회의 심의

소관 부처의 분야별 기술심의회를 거친 최종 표준안에 대해 부처 간 중복 여부, 국가표준의 형식 부합화 등 심의를 거쳐야 하며, 기술심의회 심의의 검토가 필요하다고 인정되면 당해 기술심의회로 이송시켜 검토하게 할 수 있다.

- 기술심의회 심의

산업표준심의회 전문분야별로 구성된 해당 표준의 소관 기술심의회에 표준안을 상정하여 심의를 거쳐야 하며, 전문 기술 분야 등 전문위원회의 검토가 필요하다고 인정되면 당해 전문위원회로 이송시켜 검토하게 할 수 있다.

- 전문위원회 심의

전문분야별로 구성된 전문위원회는 기술심의회로부터 이송된 표준안에 대하여 심의하고 심의 결과를 기술심의회에 통보한다.

⑤ 한국산업표준 제·개정 및 폐지예고

한국산업표준을 제·개정 또는 폐지하고자 하는 경우 예정일 60일 전까지 당해 표준의 명칭, 표준번호, 주요 내용 및 사유 등을 관보에 고시하여야 한다.

⑥ 한국산업표준(KS)의 확정

- 표준회의 심의

전문분야별 기술심의회, 표준회의 등 정해진 절차를 완료하고 표준안이 확정되면 국가기술표준원장 또는 소관 중앙행정기관 의장은 한국산업표준으로 제·개정 또는 폐지 고시하고 관보에 게재함으로써 KS로 확정된다. 한국산업표준은 제정일로부터 5년마다 적정성을 검토하여 개정·확인·폐지 등의

조치를 하게 되며, 필요한 경우 5년 이내라도 개정 또는 폐지할 수 있다.

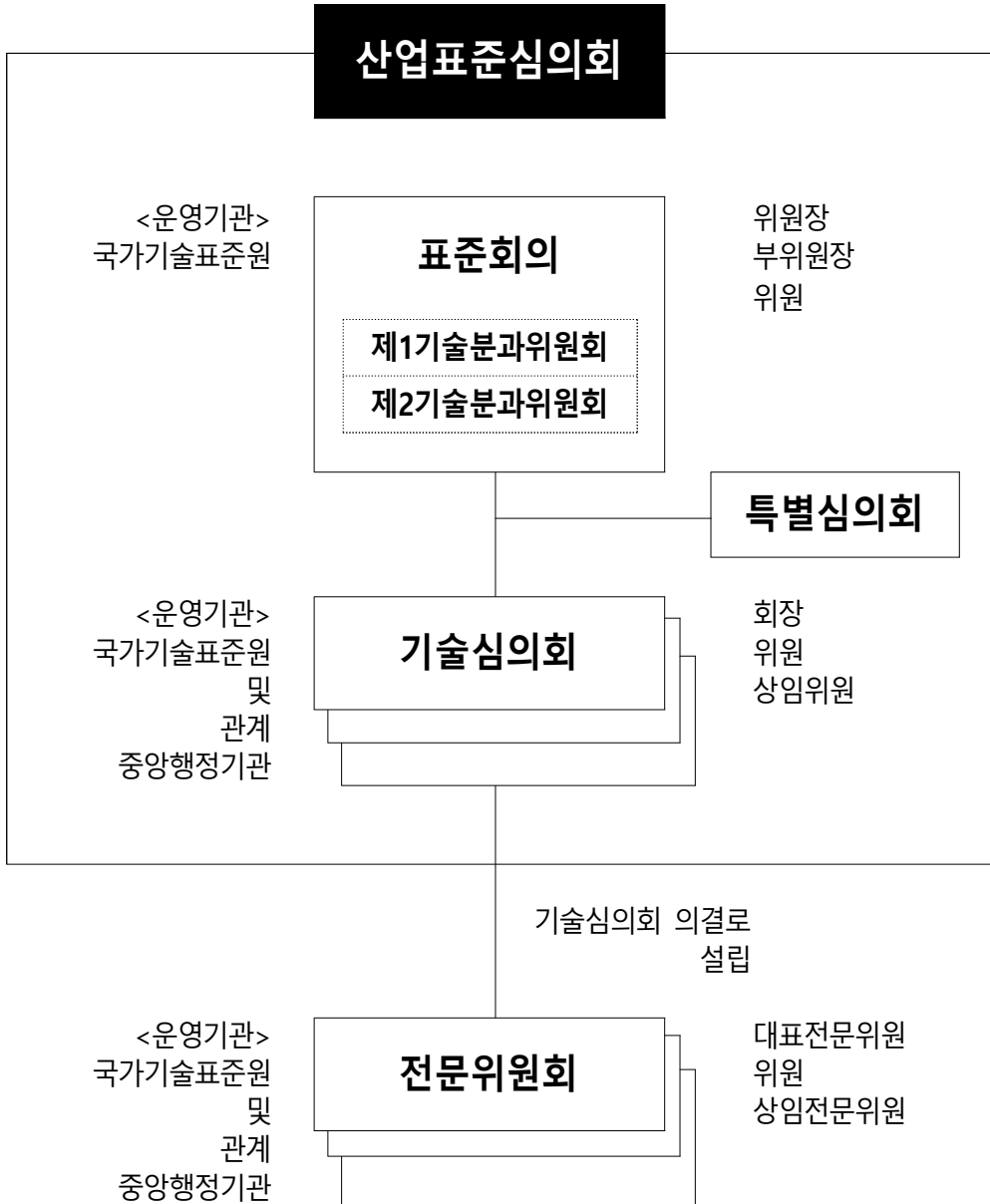
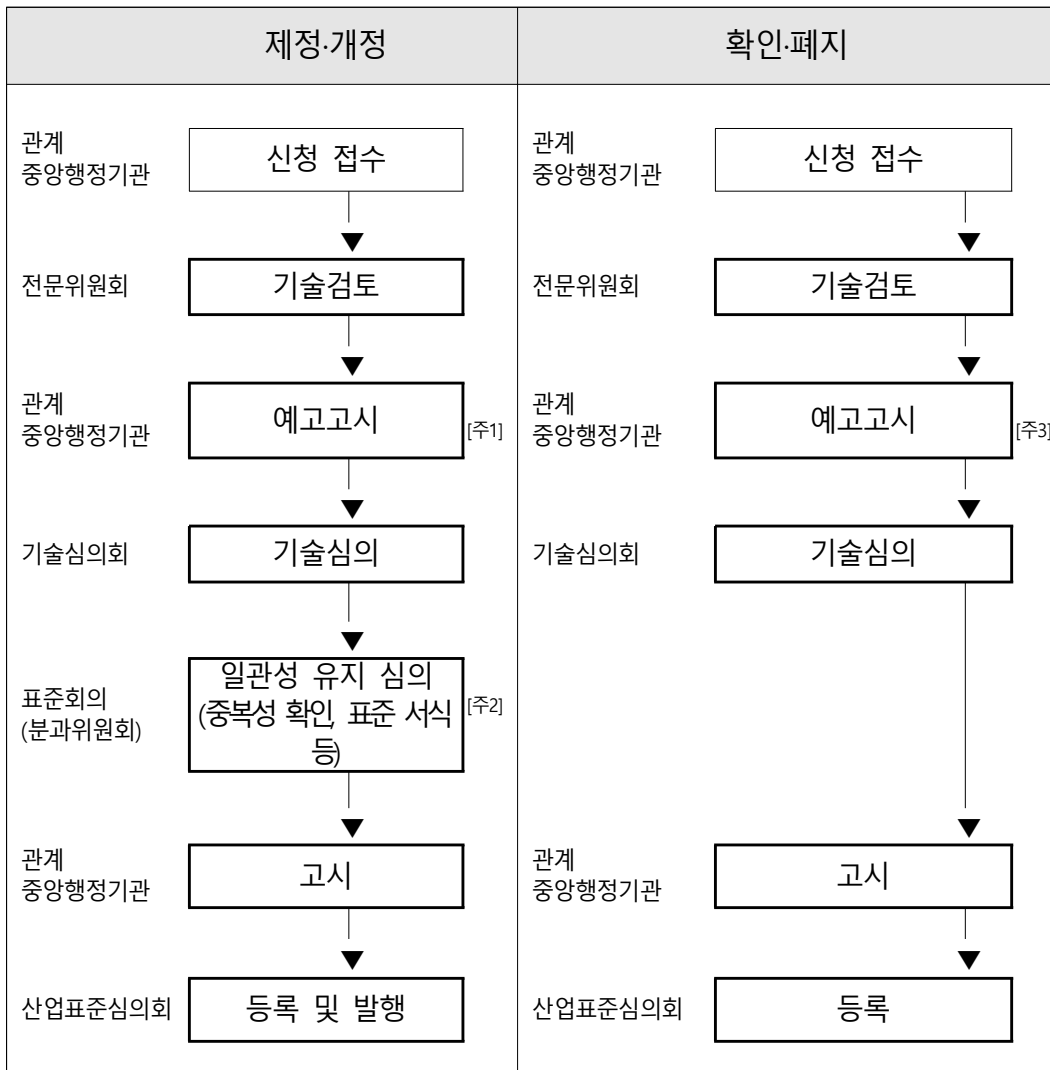


그림 III-1 KS 개발 체계



[주1] ‘제정, 개정 및 폐지’의 경우 60일간 예고 고시하되, 용어 변경 등 경미한 개정사항은 30일간 예고 고시할 수 있으며, 이해관계인의 요구가 있거나 필요한 경우에는 예고기간 중 공청회를 개최하여야 함.

[주2] 경미한 개정사항은 중복성 확인 및 표준 서식 등 일관성 유지 심의를 생략함.

[주3] ‘폐지’의 경우에만 예고 고시하고, ‘확인’의 경우에는 예고 고시를 생략함.

그림 III-2 KS 제 개정 절차

2. 산업표준(KS) 제정(안)

국제표준 작업장 공기(ISO/TC 146/ SC2)분과 중에 국가산업표준(KS)에 제정되지 않은 12종에 대해 국제규격을 확인하고 국가산업표준(KS)의 표준서 작성 지침과 산업안전보건법 법적 용어와 산업안전보건공단 기술지침의 시료채취 및 분석지침(A) 등의 내용에 맞추어 번역하고, 외부 전문가와 회의를 하여 제정(안) 내용의 적절성에 대해 검토하고 교정을 하였고, 관련 법규 및 국내적용 범위 등에 관해서도 확인하여, 제정(안)을 제시한다.

국제표준은 구매 후 내용을 확인할 수 있으며, 제정(안)의 내용은 국제표준 홈페이지(<https://www.iso.org/standards.html>)에서 목차와 미리보기(Review)로 보기 가능한 부분까지만 보고서에 작성하였다.

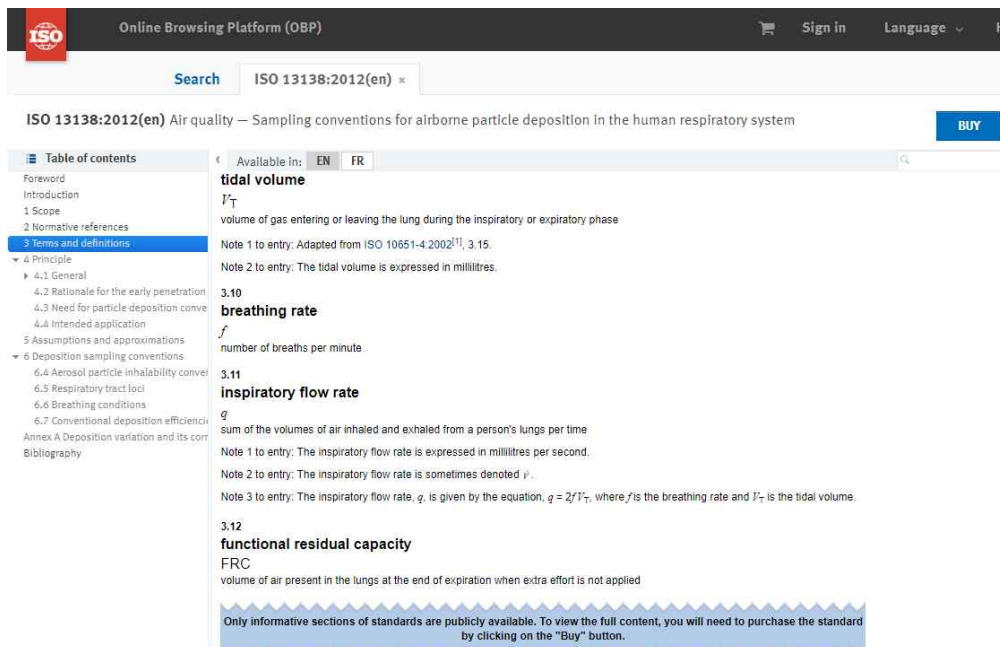


그림 III – 3 국제표준(ISO)의 보기 화면

1) ISO 13138:2012 공기 질 — 인체 호흡기계에서 공기 중 입자 침착을 위한 시료채취 규약

Air quality — Sampling conventions for airborne particle deposition in the human respiratory system

목 차

머리말	iv
소개	v
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어와 정의	1
4 원리	3
4.1 일반사항	3
4.2 조기 침투 규약의 이론적 근거	4
4.3 입자 침착 규약의 필요성	4
4.4 적용 의도	4
5 가정과 근사치	5
6 침착 시료채취 규약	5
부속서 A (정보) 침착 변이와 보정	10
참고문헌	16

소개

에어로졸은 발생원에서 입자, 액체 또는 고체, 무기 또는 유기, 인위적 또는 천연의 분산 시스템을 포함한다. 그것들은 모든 작업환경과 생활 환경, 실내

또는 실외에서 발견된다. 에어로졸 유형의 범위는 광대하다. 흡입에 의해 노출이 발생했을 때 많은 사람이 호흡기에 침착된 입자에 따라 다양한 질병을 일으킬 수 있다. 천식, 기관지염, 폐기종, 진폐증 (석탄 근로자의 진폐증, 규폐증 및 석면폐증 포함) 및 폐암과 같은 많은 특정 질환은 모두 흡입에 의한 에어로졸 노출과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 근로자와 일반 대중을 보호하는 것은 그러한 노출이 규제될 수 있는 의미 있는 기준을 요구한다. 이러한 표준의 출현은 1900년대 초로 거슬러 올라가 수십 년 동안 에어로졸의 특성과 그에 대한 노출에 대한 더 나은 이해와 함께 노출과 질병 사이의 연관성에 대한 인식이 증가하면서 이 국제표준의 발간까지 가속화되었다. 초기에는 입자가 호흡기로 침투하고 호흡기 내의 침착에서 입자크기의 역할이 인정되었다. 1960년 이전부터 진행된 많은 연구에 기초하여, 호흡기 관의 다양한 영역에서 입자의 분포 및 침착에서 입자크기의 역할에 대한 이해는 입자크기 - 선택 곡선을 규정하게 되었다. 이는 산업보건 및 환경 위생사가 널리 사용하는 유형으로, 시료채취 도구의 성능에 대해 지침을 제공하여 관심 있는 건강 영향과 직접적인 관련이 있는 노출을 측정하는 데 사용될 수 있다.

지원자(human volunteers)와 함께 신중하게 통제된 흡입 연구의 실험 데이터를 바탕으로, 최초의 규약은 입자크기의 함수로서 관심 영역에 대한 침투를 설명하는 곡선으로 표현되었고, 후에(1960년대 이후로) 0.5 μm 에서 100 μm 까지 확장된 입자의 공기역학적 직경으로 알려진 용어가 사용되었다. 이러한 규약은 단지 질량 시료채취에만 제한되지는 않았지만, 작업환경과 생활환경 모두에서 흡입 공기, 흥부 및 호흡할 수 있는 대기 입자의 질량 분율을 수집하기 위한 시료채취기의 출현을 가져왔다. 이 규약은 사람 간 및 사람 내 변이 관점과 이를테면 특히 미세 에어로졸인 경우 폐의 폐포 영역 및 다른 시나리오에서 입자의 실제적인 침착(그리고 따라서 실제 노출)이 침투와는 다르다는 완전한 이해 관점을 고려하여 보수적으로 설정되었다.

그러므로 처음부터 질병과 노출 사이의 상관관계는 다소 제한적일 것으로 예상하였다. 그러나, 그러한 접근방식은 에어로졸 과학자들이 성능이 규칙을 만족하고 적절하게 부합할 수 있는 비교적 단순한 시료채취기 또는 모니터를 개발할 수 있는 길을 열었다.

현재 인체 호흡기에서 에어로졸 입자 침착에 대한 많은 정보가 이용할 수 있고, 보다 발전되고 실재를 대표할 수 있는 시료채취 장비의 지속적인 개발과, 건강 영향 결정 인자에, 예를 들면 침착된 입자 표면적(질량 대신에)에 대한 연구가 진행되고 있는 점을 고려하면 실제적인 침착을 보다 직접 추정할 수 있는 규약을 확립하는 것이 정당화된다.

이 표준은 호흡기의 특정 영역에 실제로 침착되는 흡입된 에어로졸 입자의 분율을 나타내는 시료채취기에 대한 규약을 규정한다. 입자크기 범위가 $0.1\mu\text{m}$ 이하로 확장하면 확산(브라운 운동)에 의한 침착이 지배하게 된다.

이러한 새로운 규약이 노출과 질병 사이의 유의한 개선된 상관관계를 실제로 유도할지는 본 규약에 공포 시점에서는 여전히 열려있는 질문이다. 그런데도 인체와 반응하지 않는 호기 입자를 포함하는 것보다는 침착이 더욱 잠재적으로 적절한 원인적 연관 인자가 되는 것 같다. 이전의 규약이 노출수준이 안전한지 아닌지를 결정하기 위한 많은 법률 제도에서 이미 채택되었지만, 새로운 규약은 향후 건강 영향 연구에 먼저 적용될 것으로 기대된다. 그러나 결국에는 적합한 시료채취 기구가 사용되고 노출측정과 건강 영향 사이의 상관성이 유의하게 실제로 개선된다면 강제준수 기준으로 개정하는 것도 가능해질 것이다.

1. 적용 범위

ISO 13138의 이 부분은 호흡기계의 5개 특정 영역에서 비휘발성, 비 흡습성, 비 섬유상 에어로졸의 침착을 평가하기 위한 이상적인 시료채취기(sampler)

를 규정하기 위한 시료채취(sampling) 규약을 규정하고 있다. 5개의 영역은 비강의 앞쪽과 뒤쪽 영역, 기관지 영역의 섬모세포와 비 섬모 부분, 그리고 폐포(가스교환) 영역으로 구성된다. 본 규약은 마이크로미터 이하 입자의 확산(브라운) 운동으로 특징되는 열역학적 직경 관점에서 세 개의 시료채취 효율로 분리하였고, 충돌, 차단, 또는 중력 침강으로 특징되는 공기역학적 직경이 $0.1\ \mu\text{m}$ 초과하는 입자에 대해서는 네 개의 시료채취 효율로 분리하였다. 각각의 규약 곡선은 앉아서 작업하는 경우에서부터 심한 작업, 남자 대 여자, 호흡 방법(입과 코 호흡)에 이르는 12가지 호흡 조건에 해당하는 12가지 침착 곡선의 평균으로부터 개발되었다.

비고 침착은 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection)가 개발한 모델에 따라 계산된다 (ICRP, 참고문헌 [3]).

2. 인용표준

ISO 7708, Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

EN 481, Workplace atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles

EN 13205, Workplace atmospheres – Assessment of performance of instruments for measurement of airborne particle concentrations

** 이하의 인용표준은 ISO 기준으로 작성되었고 국가표준(KS) 개정이 상정될 때 국가기술 표준원에서 국가표준(KS)을 확인하여 인용표준을 작성하기에 원문을 참고문헌으로 보는 것이 도움이 된다는 의견에 따라 번역 없이 보고서에 작성함.

3. 용어와 정의

본 문서의 목적상, 다음 용어와 정의를 적용한다.

3.1 공기역학적 직경(aerodynamic diameter) d_{ae}

호흡기계 내 온도, 압력 및 상대습도의 지배적인 조건하에서, 입자가 바람이 없는 공기(무풍대기, calm air)에서 중력에 의한 같은 종말속도(terminal velocity)를 갖는 밀도 $\rho_0 = 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 1 \text{ g cm}^{-3}$ 인 구의 직경

비고 1 ISO 7708:1995, 2.2에서 채택

비고 2 공기역학적 직경은 모든 입자에 적용할 수 있지만, 입자의 밀도, 형태 및 다공성(porosity)에 따라 달라진다.

비고 3 이 표준에 관한 관심 조건에서 구형 입자의 공기역학적 직경은 일반적으로 $d\sqrt{(\rho/\rho_0)}$ 과 같다. 여기서 d 는 구의 기하학적 직경이다. $0.1 \mu\text{m}$ 의 고밀도 구의 경우 공기의 미립자 측면이 중요 할 수 있으므로 "미끄러짐" 보정 계수가 필요하다(참고문헌 [3] 참조).

비고 4 공기역학적 직경이 약 $0.4 \mu\text{m}$ 미만인 입자의 경우 열역학적 직경이 공기역학적 직경보다 침착 특성이 더 중요하게 된다.

3.2 열역학적 직경(thermodynamic diameter) d_{th}

호흡기관(기도) 내부 온도 및 압력의 지배적인 조건에서 입자와 같은 확산계수를 갖는 구의 직경

비고 1 상대습도에 대한 열역학적 직경의 약한 의존성은 무시된다(참고문헌 [3] 참조).

비고 2 열역학적 직경은 형상과 관계없이 모든 입자에 적용 가능하며 입자의 밀도와 무관하다.

비고 3 열역학적 직경은 이 국제 표준에서 관심 있는 구형 입자의 기하학적 직경과 같다.

비고 4 약 $0.4\ \mu\text{m}$ 초과와 공기역학적 직경을 갖는 입자의 경우, 공기역학적 직경은 열역학적 직경보다 침착 특성이 더 중요하다.

3.3 흡입성 분율 (inhalable fraction)

코와 입을 통해 흡입되는 특정 입자크기의 공기 중 총 입자에 대한 분율

비고 1 ISO 7708 : 1995, 2.3에서 채택.

비고 2 특정 입자 크기(열역학 및 공기역학적 직경으로 특징지어 짐)에서 정의된 바와 같이 3.3 ~ 3.8에 명시된 분율은 질량, 면적 또는 입자 수와 같은 측정 기준과는 독립적이다.

비고 3 흡입된 입자의 상당 부분이 호기(배출) 될 수 있지만, 이들 입자가 더 작은 입자들이기 때문에 침착량에 대한 영향은 미미할 수 있다.

3.4 외흉곽성 ET_1 침착 효율 (extrathoracic ET_1 deposition efficiency)

전방 비강(즉, 코 자체의 입구)에 침착된 특정 입자크기의 흡입된 입자 분율

비고 1 입자는 코에 의한 흡입 직후 또는 호기 시 호흡기의 내부 영역으로부터 간접적으로 ET_1 구역에 침적될 수 있다. 입으로 흡입된 입자는 호기 시에만 ET_1 에 침적된다.

비고 2 흡입된 입자들 사이의 비강/구강 구분은 호흡 습관(6.6) 또는 개별 교정(부속서 A)에 대한 평균을 통해 이 표준에 제시된 규약에 반영된다.

3.5 외흉곽성 ET_2 침착 효율 (extrathoracic ET_2 deposition efficiency)

후두와 인두로 구성된 코 이동 통로에 침착된 특정 입자크기의 흡입된 입자

분율

비고 입자는 코 또는 호기 시 간접적으로 또는 입을 통한 흡입 시 직접 ET_2 입지역에 침착될 수 있다.

3.6 기관지 내 BB 침착 효율 (tracheobronchial BB deposition efficiency)

섬모 작용 때문에 제거된 침착 물질로부터 기관과 기관지에서 후두 이후에 침착된 특정 입자크기의 흡입된 입자 분율

비고 자세한 내용은 참고문헌 [3] 을 참조

3.7 기관지 내 bb 침착 효율 (tracheobronchial bb deposition efficiency)

폐포(가스교환) 영역 이전의 세기관지 및 말단 기관지에서 BB 영역 이후에 침착된 특정 입자크기의 흡입된 입자 분율

비고 자세한 내용은 참고문헌 [3] 을 참조.

3.8 폐포 침착 효율 (alveolar deposition efficiency)

폐포에 침착된 특정 입자크기의 흡입된 공기 중 입자들에 대한 분율

3.9 1회 호흡량 (tidal volume) V_T

흡기 또는 호기 단계에서 폐로 유입되거나 유출되는 가스의 부피

비고 1 ISO 10651-4:2002[1], 3.15에서 채택됨.

비고 2 호흡량은 밀리리터 단위로 표시된다.

3.10 호흡율 (breathing rate) f

분당 호흡수

3.11 흡기 유량 (inspiratory flow rate) q

시간당 사람의 폐에서 흡입 및 배출되는 공기량의 합

비고 1 흡기 유량은 밀리리터/초 (ml/sec)로 표시된다.

비고 2 흡기 유량은 때때로 V_T 로 표시된다.

비고 3 흡기 유량 q 의 주어진 방정식은 $q = 2f V_T$ 이다. 여기서 f 는 호흡률이고 V_T 는 호흡량이다.

3.12 기능적 잔류 용량 (functional residual capacity) FRC

호기 종료 시기로서 여분의 노력이 가해지지 않을 때 폐에 존재하는 공기의 양

2) ISO 14382:2012 작업장공기 — 1(2-피리딜) 피페라진 코팅 유리섬유 필터와 자외선 및 형광 검출기가 장착된 고성능액체크로마토그래피를 이용한 톨루엔 디이소시아네이트 증기의 측정 및 분석

Workplace atmospheres — Determination of toluene diisocyanate vapours using 1-(2-pyridyl)piperazine-coated glass fibre filters and analysis by high performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detectors

목 차

머리말	iv
소개	v
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 원리	1
4 시약 및 재료	2
5 시약	2
5.1 TDI 요소 유도체의 제조	2
5.2 분석 표준	2
5.3 여과 추출 용액	3
5.4 1-2PP 필터 코팅 용액	3
5.5 HPLC 이동상	3
6 장치 및 기구	3
6.1 공기 시료채취기	3
6.2 시료채취 펌프	4
6.3 시료채취 펌프 교정	4

6.4 튜브	4
6.5 유량계	4
6.6 액체크로마토그래피 시스템	4
7 공기 시료채취	5
7.1 시료채취 펌프의 교정	5
7.2 안전 조치	5
7.3 공기 시료채취기의 준비	5
7.4 공기 시료의 채취	5
7.5 공시료	5
7.6 시료의 운반	5
8 HPLC 분석	6
8.1 안전 예방책	6
8.2 시료 전처리	6
8.3 표준용액의 준비	6
8.4 HPLC 조건	6
9 분석	7
9.1 검량	7
10 정도관리	7
11 시료 정량	7
11.1 시료 중 TDI 질량 측정	7
11.2 공기 중 TDI 질량 농도 측정	8
11.3 공기 중 TDI 부피 분율 측정	8
12 방해작용	8
13 성능특성의 결정	9
13.1 개요	9
13.2 관련 불확도 기여 및 기준	10

13.3 성능특성 평가 (ISO GUM 접근법)	10
부속서 A(정보) 성능특성	18
참고문헌	20

소개

상업적으로 판매되는 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)의 가장 일반적인 형태는 80%의 2,4-TDI 및 20% 2,6-TDI를 함유하는 혼합물이다. 또한, 65% 2,4-TDI 및 35% 2,6-TDI를 함유하는 혼합물 및 순수한 2,4-TDI 이성질체로도 이용할 수 있다. TDI의 주요 상업 용도는 실내 장식품, 매트리스, 신발 바닥 및 자동차 시트에 사용되는 폴리우레탄 (PU) 연질 폼(foams) 제조이다. PU 폼은 TDI를 폴리올과 반응시켜 제조된다. 선택한 구성 요소와 결합 방법에 따라 매우 다른 특성을 가진 최종 제품을 얻을 수 있다.

대부분의 연질 폼은 폴리우레탄 원료 혼합물이 오픈 트로프(trough)의 페이퍼 라이닝(paper linings)에 분사되는 슬라브 스톡 발포 공정(slabstock foaming process)에 의해 생산되며, 여기서 점차 대형 발포체로 팽창한다. 이 발포체는 블록 또는 조각으로 절단된 후 최종 원하는 제품으로 가공된다.

대부분의 작업장 환경에서 TDI는 증기로 존재하며 2,6-TDI 이성질체가 지배적일 수 있다. 드물지만, TDI가 작업장 환경에 에어로졸 형태로 방출되는 경우에, 에어로졸은 유리 섬유 필터에 의해 효율적으로 채취된다. 에어로졸 내의 TDI는 시료 채취 중에 쉽게 증발하고, 필터에 코팅된 액체 시약 [1-(2-피리딜)피페라진]에 의해 채취된다. 이 표준은 대부분의 상업용 실험실에서 쉽게 사용할 수 있는 장비를 사용하여 TDI의 채취 및 분석을 위한 간단하면서 잘 테스트 된 신뢰하는 방법을 제공한다. 이 표준은 디이소시아네이트에 대한 미국 산업안전보건청(OSHA) 방법 42[9]에 기초한다. ASTM D5836[8](OSHA Method 42를 기반으로 함) 및 Bayer Material Science

Environmental Analytics Laboratory [10] 에서 권장하는 OSHA Method 42 의 수정본이다. 바이엘 수정본에는 시료 채취 필터를 코팅하기 위해 2mg의 시약을 사용하고 공기 시료 채취용 카세트에서 셀룰로오스 스페이서 링을 사용하는 것이 포함된다.

OSHA Method 42는 전 세계적으로 널리 사용되고 있다. 13개의 참여 실험실 간의 ASTM D5836[8] 실험실 간 평가에서 2,6-TDI와 2,4-TDI에 대한 스파이크 된 매질의 평균 회수율은 2,4-TDI의 경우 (106 ± 5.6) %, 2,6-TDI의 경우는 (104 ± 5.7) %이었다. 반복 정밀도로 측정한 실험실 정밀도는 2,4-TDI의 경우 6.2 %, 2,6-TDI의 경우 5.7 %이었다.

1. 적용범위

이 표준은 작업장공기에서 공기 중 톨루엔다이소시아네이트 (TDI)의 채취 및 분석에 대한 일반적인 지침을 제공한다. 이 국제규격에 규정된 절차는 특히 2,4- 및 2,6-TDI 증기의 단기 (15분) 및 장기 (4시간) 시료 채취 및 분석에 적합하다.

이 방법의 상한은 시료 당 약 85 μ g의 TDI이다. 이는 50nl/L의 TDI를 함유한 공기로부터 1L/min으로 4시간 시료를 채취하는 동안 코팅된 유리섬유 필터 상에 충분한 양의 시약을 유지해야 한다는 요구 사항에 근거한 보수적인 상한선이다.

이 방법의 정량한계는 2,4-TDI의 경우 0.039 μ g이고 형광 검출기를 사용한 2,6-TDI의 경우 0.034 μ g이다. 1 L/min에서 수집된 15분 시료의 경우 이 한계는 2,4-TDI의 경우 0.36 nl/L, 2,6-TDI의 경우 0.32 nl/L 와 같다. 1L/min으로 4시간 동안 채취한 시료의 경우, 2,4-TDI는 0.022 nl/L, 2,6-TDI는 0.020 nl/L 와 같다. 지정된 시약의 상업적 가용성, 일반적인 분석 장비의 사용, 그리고 현재 널리 사용되고 있는 방법의 사용은 이 표준 방법을 작업장

환경에서의 TDI 측정에 이상적으로 적합하게 만든다.

2. 인용표준

ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method

for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

ISO 16200-1, Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent

desorption/gas chromatography – Part 1: Pumped sampling method

3) ISO 16107:2007 작업장공기 — 확산시료채취기 성능 평가 프로토콜

Workplace atmospheres — Protocol for evaluating the performance of diffusive samplers

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 및 정의	2
4 기호 및 약어	2
5 시험절차 요약	3
5.1 성능에 영향을 미치는 요소	3
5.2 측정 불확도를 고려한 단일 성능값에 대한 “정확도”	4
5.3 편향, 시료채취기 간의 변이 및 환경 불확도의 영향	4
5.4 역확산	5
5.5 용량-간섭물질의 영향	6
5.6 용량 과부하 검출	6
5.7 탈착효율	7
5.8 대기압	7
5.9 풍향	7
5.10 단순화	7
6 기구	7
6.1 노출 챔버 사양	7

6.2 조절된 환경 조건	8
6.3 실행 중 변이	8
7 시약과 재료	9
8 절차	9
9 시료채취기 성능 등급	9
10 정확도	10
10.1 일반사항	10
10.1 정확도 범위의 신뢰한계	10
10.1 확장 불확도	11
11 시험보고서	10
부속서 A (정보) 사용 예제 - 확산 시료채취기의 정확도 범위 계산을 위한 프로그램	10
부속서 B (정보) 분산 계산	10
참고문헌	10

소개

기체 또는 증기 시료 채취는 종종 활성탄과 같은 수집 매체를 통해 공기를 능동적으로 채취하여 이루어진다. 펌프와 관련된 문제(예: 불편함, 부정확함 및 비용)는 이러한 유형의 시료채취는 찾아볼 수 없다. 이 표준이 다루는 대안은 관심 대상 화합물을 수집 매체로 이동시키기 위해 확산을 이용하는 것이다. 시료 채취에 대한 이러한 접근법은 사용 편의성과 총 모니터링 비용이 적기 때문에 매력적이다.

그러나 이전 연구에서는 일부 시료채취기의 정확성에 심각한 문제를 발견했다. 따라서 확산 시료채취기가 많은 자료를 제공할 수도 있지만, 확산 시료채취기의 부정확성 및 오용은 연구에 영향을 미칠 수 있다. 더욱이 근로자 보호에 잘못된 가정에 근거가 될 수 있다. 이 표준의 목적은 광범위하게 수

용된 성능 실험 및 사용을 목적으로 하는 임의의 확산성 시료채취기의 효능을 입증하기 위한 수용 기준을 달성함으로써 확산 시료채취기의 불확실성에 대응하는 것이다.

이 표준은 특히 많은 확산 표본 추출기/분석기 쌍의 실제 적용에 대한 대규모 평가를 목적으로 하며 EN 838을 보완한다. 합리적인 가격의 실험 평가는 시료채취기가 일반적인 상황에서 어떻게 수행하는지 나타내는 단일 성능값을 결정한다. 따라서 시료채취기는 수용성을 신속하게 판단할 수 있다. 또한, 많은 비정형 상황에서 성능을 예측하기에 충분한 자료를 수집한다. 예를 들어, 표본 추출은 일반적으로 실온에서 수행될 수 있지만, 특정한 필요성은 극한의 추위에 사용을 요구할 수 있다. 이 경우 단일 성능 값은 특정 요구사항으로 대체될 것이다.

1. 적용범위

이 표준은 풍속, 습도, 온도, 기압 및 분석물질 변화와 같은 작업장의 조건에서 시료채취기 성능을 평가하는 방법이다. 명시된 실험은 간결한 방법으로 사용자에게 비용을 최소화하는 것을 목표로 한다. 평가는 실내 작업장 환경에서 개인 시료 채취의 일반적으로 발생하는 조건, 최대 풍속은 0.5 m/s, 시료채취기간은 2~8시간 사이에서 적용된다. 정적 또는 지역 시료 채취는 대상자의 이동이 현저한 개인 시료 채취와 달리 때로는 매우 낮은 풍속에서의 정체로 인해 시료 채취 속도 감소가 발생할 수 있다. 따라서 이 표준은 정적 시료 채취기에 대해 0.1 m/s 미만의 풍속에는 적용되지 않는다. 또한, 시료채취기에 방해화합물이 존재할 수 있는 경우, 제조자가 명시된 용량 한계를 준수하는지 시험한다. 적절한 노출 챔버가 있는 경우, 시료 채취기 평가 프로토콜은 다른 시료 채취 기간과 조건에 사용되는 시료 채취기에도 적용될 수 있다.

이 표준은 평가 후 얻어진 농도 추정값을 특성화하기 위해 확산 시료채취기의 불확실성을 측정하는 방법을 나타낸다. 일반적인 적용을 위해 다양한 환경 조건에서 확산시료채취기 성능을 지속해서 재평가하는 것은 비실용적이다.

비고 1 이 표준의 초기 방법 평가에 대한 신뢰 수준은 측정 불확도의 필수 부분이다. 이 접근법은 ISO Guide 98:1995에 주어진 통계 프로토콜을 약간 확대한다. 또한, 교정 가능한 시료채취기 편향과 관련된 시료채취기 오류의 가능성이 다루어진다.

비고 2 이 표준은 확산시료채취기에 대한 이전 연구의 연장한 것이다. (참고 문헌 [1] 에서 [17] 포괄 및 EN 838).

2. 인용표준

EN 838, Workplace atmospheres – Diffusive samplers for the determination of gases and vapour – Requirements and test methods
ISO Guide 98:1995, Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPS, IEC, FICC, ISO, IUPAC, IUPAC, OIL

3. 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 EN 838 및 ISO 길잡이 98:1995에 주어진 용어와 정의가 적용한다.

3.1 대칭 정확도 범위(symmetric accuracy range) A

측정값 농도에 대해 부분 범위(fractional range) c. 이 범위 내에서 시료채취

기 측정값의 95%가 관찰되는 범위.

참조 참고문헌 [18] 에서 [21] 을 참조.

편향 계수가 작다면, 즉, $|\theta| \ll R/1,64$, 대칭 정확도 범위, A , 는 근사하게 나타날 수 있다. (참고문헌 [21]) 의 식(1):

$$A = 1,960 \times \sqrt{\Delta^2 + R^2} \quad (1)$$

여기에서

θ : 참값에 상대적으로 표현되는 편향

R : 참값에 상대적으로 표현되는 총 상대표준편차

4) ISO 16258-1:2015 작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형
실리카분석 — 1부 : 직접여과지법

Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by X-ray
diffraction — Part 1:Direct-on-filter method

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 및 정의	1
3.1 일반정의	1
3.2 시료채취 정의	2
3.3 분석적 정의	3
3.4 통계용어	4
4 원리	5
5 시료채취	5
5.1 시료채취 기구	6
5.1.1 시료채취기	6
5.1.2 여과지	6
5.1.3 시료채취 펌프	7
5.1.4 유량계	7
5.1.5 필요한 기타 장비	7
5.2 시료포집	8
5.3 운반	9
6 분석절차	9

6.1 장비 및 기구	9
6.1.1 X-선 회절기	9
6.1.2 저울	9
6.1.3 먼지구름발생기	9
6.1.4 표준물질	10
6.1.5 시약	10
6.1.6 드리프트 보정시료	11
6.2 호흡성 먼지의 중량분석	11
6.3 X-선 회절분석	11
6.3.1 기기 매개변수	11
6.3.2 스캔 매개변수	11
6.4 검량선	11
6.5 시료 전처리	13
6.6 시료 분석	13
7 계산	13
7.1 중량분석	13
7.2 X-선 회절분석	13
7.3 RCS의 농도	14
8 성능 특성	15
8.1 검출한계	15
8.2 검출가능 최소값	15
8.3 정량 한계	15
8.4 불확도	15
8.5 시료채취기의 차이	16
8.6 분석방법의 차이	16
9 시험 보고서	16

부속서 A (정보) 기기조건의 예	18
부속서 B (정보) 데이터 수집 매개변수	18
부속서 C (일반) 흡수보정	18
부속서 D (정보) 일반적인 검출한계 범위	22
부속서 E (정보) 직접 여과방법의 일반적인 확장 불확도	23
부속서 F (정보) 시료채취기의 차이	24
참고문헌	25

소개

호흡성 결정형 실리카(Respirable crystalline silica, RCS)는 흡입에 의한 노출을 통해 많은 산업 분야에서 근로자의 건강에 대한 위험요소이다. 산업 위생전문가들과 다른 공중보건 전문가들은 근로자의 노출을 통제하려는 조치의 효과를 결정해야 한다. 작업 활동 중 공기 시료를 채취한 다음, 호흡성 결정형 실리카의 양을 측정하여 개인의 노출, 제어 또는 호흡 보호구를 평가하는 경우가 많다. 여과지에 포집된 호흡성 먼지 시료에서 결정형 실리카의 XRD (X-ray diffraction) 분석은 RCS에 대한 노출을 측정하고 추정하기 위해 많은 국가에서 채택된 기본 기술이다. X-선 회절은 결정형 실리카의 다형체를 명확히 구별할 수 있다.

ISO16258의 이 부분은 먼지를 포집 매체에서 회수하여 분석을 위해 여과지에 침적되는 RCS 측정을 위한 분석절차를 규정한다. 작업 위생 협약에 따라 호흡성 먼지를 포집하는 데 많은 다른 형태의 시료채취장치가 사용된다. ISO 16258의 이 부분은 분석가가 사용할 수 있는 다양한 시료채취기 및 포집매체를 적용할 수 있도록 작성되었다.

1 적용범위

ISO 16258의 이 부분은 공기 시료 여과지의 먼지가 기기에서 직접 분석되는 방법을 사용할 때, 즉 25mm 여과지에 포집된 공기 시료에서 X선 회절에 의한 호흡성 결정 실리카(RCS)분석을 명시한다. ISO 16258의 이 부분은 기기 매개변수에 대한 정보, 다른 시료채취장치의 민감도, 다른 여과지의 사용, 간섭을 제거하고 흡수 효과를 보정하기 위한 시료 처리가 포함된다. ISO 16258의 이 부분은 호흡성 결정형 실리카 다형체 중 가장 일반적인 형태인 석영과 크리스토파라이트를 포함한다. 트리디마이트와 같은 비 일반적인 형태의 결정형 실리카는 표준물질을 사용할 수 없으므로 ISO 16258에 포함되지 않는다. 특정 상황 (즉, 여과지 먼지 낮은 부하, 실리카의 적은 함량)에서 이 방법에 설명된 분석방법은 EN 482 [7] 의 확장 불확도 요건에 충족하지 못할 수 있다. RCS의 측정 불확도 계산에 대해 지침은 ISO 24095에 제시되어 있다.

2 인용표준

ISO 7708, Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling

ISO 13137, Workplace atmospheres – Pumps for personal sampling of chemical and biological agents –Requirements and test methods

ISO 15767, Workplace atmospheres – Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols

ISO 24095, Workplace air – Guidance for the measurement of respirable crystalline silica

3 용어 및 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의가 적용된다.

3.1 일반정의

3.1.1 공기 중 입자 (airborne particles)

공기 중에 분산된 고체 또는 액체 형태의 미세한 물질 [출처: EN 1540]

비고: 공기 중 입자는 스모그, 흙, 미스트, 안개로 구성됨

3.1.2 에어로졸(aerosol)

공기 중 입자와 부유하는 기체(및 증기) 혼합물 [출처: EN 1540]

비고: 공기 중 입자는 자체 증기(2.1.2.5)와 평형을 이루거나 벗어날 수 있다.

3.1.3 호흡성 결정형 실리카 (respirable crystalline silica) RCS

ISO 7708에 설명된 호흡성 먼지 규정에 따라 - 섬모가 없는 세기관지 및 폐포까지 도달하는 입자

3.1.4 노출 (흡입에 의한)

사람이 흡입하는 공기 중에 화학물질이 존재하는 상황. [출처: EN 1540]

3.1.5 직업적 노출기준값 (OEL_v)

특정 기준 기간에 대하여 작업자의 호흡 영역 내의 공기 중의 화학 물질농도의 시간 가중 평균의 노출기준 값 [출처: EN 1540]

비 고: 노출기준 값은 대부분 8시간의 기준 기간에 대해 설정되지만, 짧은 기간이나 최대치에도 설정할 수 있다. 공기 중 입자와 입자 및 증기의 혼합 물에 대한 노출기준 값은 작업장의 실제 환경 조건(온도, 압력)에 대한 mg/m^3 또는 배수로 주어진다.

3.1.6 작업장 (workplace)

지정된 영역 또는 작업 활동이 수행되는 영역 [출처: EN 1540]

3.2 시료채취 정의

3.2.1 에어로졸 시료채취기 (aerosol sampler)

공기 중 입자 시료채취기 (airborne particle sampler)

공기 중 입자상 시료채취기 (airborne particulate sampler)

공기 중의 입자를 포집매체에 수집하는데 사용되는 시료채취기

3.2.2 포집 매질 (collection substrate)

시료채취 매질 (sampling substrate)

포집 매체 (collection medium)

시료채취 매체 (sampling medium)

분석을 위해 공기 중 화학적 인자 및/또는 생물학적 인자를 포집하는 매체
[출처: EN 1540]

비 고: 여과지, 폴리우레탄 폼, 임핀저 용액 및 시료채취 카세트는 공기 중 입자의 포집 매체의 예이다.

3.2.3 실험실 공시료(laboratory blank)

실험실을 벗어나지 않고 시료채취에 사용된 같은 배치에서 가져온 사용되지

않은 포집 매체 [출처: EN 1540]

비 고: 실험실 공시료의 분석 결과는 결정형 실리카 및 / 또는 간섭으로 오염된 시료 결과를 보정하는 데 사용된다.

3.2.4 현장 공시료(field blank)

시료채취에 사용되지 않는 것을 제외하고, 시료채취에 사용된 것과 같은 배치에서 가져온 사용되지 않는 포집 매체이며, 시료 채취에 사용되는 포집 매체와 같은 방법으로 취급된다 [출처: EN 1540]

비고 1: 현장 공시료는 시료 채취 장소로 운반되고, 시료채취기에 부착되며, 시료와 같이 취급되어 실험실로 반송한다.

비고 2: 현장 공시료의 분석 결과는 현장에서의 취급과 운송 중에 발생하는 시료의 오염을 확인하는 데 사용된다.

3.2.5 호흡 영역(breathing zone)

근로자가 숨을 쉬는 코와 입 주변 영역 [출처: EN 1540]

비 고: 기술적으로, 호흡 구역은 귀를 연결하는 선의 중간 지점을 중심으로 사람의 얼굴 앞쪽으로 뻗어있는 반구 (일반적으로 반경 30cm로 허용됨)에 해당합니다. 반구의 기저부는 머리 꼭대기와 후두를 통과하는 면이다. 이 기술적 설명은 호흡기 보호 장비가 사용되는 경우에는 적용할 수 없다.

3.2.6 개인 시료채취기(personal sampler)

화학적 인자 및/또는 생물학적 인자에 대한 노출(2.1.5.1)을 측정하기 위해 호흡 영역에서 기체, 증기 또는 공기 중 입자를 포집하기 위해 사람에게 부착

하는 시료채취기 [출처: EN 1540]

3.2.7 개인 시료채취(personal sampling)

개인시료채취기를 사용하여 시료를 채취하는 방법 [출처: EN 1540]

3.2.8 시료채취 트레인(sampling train)

시료채취장비, 펌프 및 연결 튜브를 포함한 공기 중 입자를 채취하기 위한 장치 [출처: ISO 24095]

3.3 분석적 정의

3.3.1 검출한계(limit of detection) LOD

주어진 신뢰 수준에 의해 검출 가능한 호흡성 결정형 실리카(RCS)의 최소량

비고 1: 검출한계는 공시료 측정의 표준 편차의 3배로 계산할 수 있다. 이는 LOD 농도에 분석물질이 존재할 때 검출되지 않을 확률을 50%로 나타낸다

비고 2: LOD는 알려진 신뢰도를 가진 물질의 존재를 나타내기 위한 노출기준 값으로 사용한다.

비고 3: 많은 분석절차는 실험실이 여러 공시료(~10)의 측정값의 표준 편차에 3을 곱하여 LOD를 계산한다. 독자는 RCS가 매우 낮은 양으로 측정될 때 신호와 양 사이의 관계에 대해 다소 불명확한 부분이 있으며, 이 지침에서 정규 분포에 기초한 통계를 사용하여 LOD를 결정하는 구체적인 공식이 주지 않는다는 점에 유의한다. 교정을 위해 사용되는 시험 시료는 기질이 일치되지 않으며, 배경 노이즈의 표준편차 3을 근거로 한 LOD 보고는 “실제” 시료를 분석할 때 방법의 효과를 최적으로 나타낼 수 있다. 분석자는 RCS (ISO 24095) 시료를 분석할 때 이런 부분을 고려해야 한다.

5) ISO 16258-2:2015 작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형
실리카분석 — 2부 : 간접분석방법

Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by X-ray
diffraction — Part 2: Method by indirect analysis

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 및 정의	1
3.1 일반정의	1
3.2 시료채취 정의	2
3.3 분석적 정의	3
3.4 통계용어	4
4 원리	5
5 시료채취	5
5.1 시료채취 기구	6
5.1.1 시료채취기	6
5.1.2 여과지	6
5.1.3 시료채취 펌프	7
5.1.4 유량계	7
5.1.5 필요한 기타 장비	7
5.2 시료포집	8
5.3 운반	9
6 분석절차	9

6.1 장비 및 기구	9
6.1.1 기기	9
6.1.2 저울	9
6.1.3 실험실 기구	9
6.1.4 표준물질	10
6.1.5 시약	10
6.1.6 드리프트 보정시료	11
6.2 호흡성 먼지의 중량분석	11
6.3 X-선 회절분석	11
6.3.1 기기 매개변수	11
6.3.2 스캔 매개변수	11
6.4 검량선	11
6.5 포집매체의 시료 전처리	13
6.5.1 PVC와 MCE 여과지	13
6.5.2 셀룰로스 니트로 여과지	14
6.5.3 폴리우레탄 폼	14
6.6 분석 여과지에 재침적	15
6.6.1 고온로에서 도가니	15
6.6.2 플라스마 애셔(asher)의 병 또는 비이커	15
6.7 시료 분석	15
7 계산	16
7.1 중량분석	16
7.2 X-선 회절분석	16
7.3 RCS의 농도	17
8 성능 특성	17
8.1 검출한계	17

8.2 검출가능 최소값	18
8.3 정량 한계	18
8.4 불확도	18
8.5 시료채취기의 차이	18
9 시험 보고서	19
부속서 A (일반) 시료 전처리 방법	19
부속서 B (정보) 기기 조건의 예	18
부속서 C (정보) 자료수집 매개변수	18
부속서 D (일반) 흡수 보정	18
부속서 E (정보) 일반적인 검출한계 범위	22
부속서 F (정보) 직접 여과방법의 일반적인 확장 불확도	23
부속서 G (정보) 시료채취기의 차이	24
참고문헌	25

소개

호흡성 결정형 실리카(Respirable crystalline silica, RCS)는 흡입에 의한 노출을 통해 많은 산업 분야에서 근로자의 건강에 대한 위험요소이다. 산업 위생전문가들과 다른 공중보건 전문가들은 근로자의 노출을 통제하려는 조치의 효과를 결정해야 한다. 작업 활동 중 공기 시료를 채취한 다음, 호흡성 결정형 실리카의 양을 측정하여 개인의 노출, 제어 또는 호흡 보호구를 평가하는 경우가 많다. 여과지에 포집된 호흡성 먼지 시료에서 결정형 실리카의 XRD (X-ray diffraction) 분석은 RCS에 대한 노출을 측정하고 추정하기 위해 많은 국가에서 채택된 기본 기술이다. X-선 회절은 결정형 실리카의 다형체를 명확히 구별할 수 있다.

ISO16258의 이 부분은 먼지를 포집 매체에서 회수하여 분석을 위해 여과지

에 침적되는 RCS 측정을 위한 분석절차를 규정한다. 작업 위생 협약에 따라 호흡성 먼지를 포집하는 데 많은 다른 형태의 시료채취장치가 사용된다. ISO 16258의 이 부분은 분석가가 사용할 수 있는 다양한 시료채취기 및 포집매체를 적용할 수 있도록 작성되었다.

1 적용 범위

ISO 16258은 기기에서 분석하기 위해 시료 포집 매질(즉, 필터 또는 폼)의 먼지를 회수, 처리 및 다른 필터에 침적하는 분석방법을 사용할 때, 포집매체에 포집된 공기 시료에서 X-선 회절에 의한 RCS 분석을 명시한다. ISO 16258은 기기 매개변수에 대한 정보, 다른 시료채취장치의 민감도, 다른 여과지의 사용, 간섭을 제거하고 흡수 효과를 보정하기 위한 시료 처리가 포함된다. ISO 16258은 호흡성 결정형 실리카 다형체 중 가장 일반적인 형태인 석영과 크리스토파라이트를 포함한다. 트리디마이트와 같은 비 일반적인 형태의 결정형 실리카는 표준물질을 사용할 수 없으므로 ISO 16258에 포함되지 않는다. 특정 상황 (즉, 여과지 먼지 낮은 부하, 실리카의 적은 함량)에서 이 방법에 설명된 분석방법은 EN 482 [7] 의 확장 불확도 요건에 충족하지 못할 수 있다. RCS의 측정 불확도 계산에 대해 지침은 ISO 24095에 제시되어 있다

2 인용표준

ISO 7708, Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling

ISO 13137, Workplace atmospheres – Pumps for personal sampling of chemical and biological agents –

Requirements and test methods

ISO 15767, Workplace atmospheres – Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols

ISO 24095, Workplace air – Guidance for the measurement of respirable crystalline silica

3 용어 및 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의가 적용된다.

3.1 일반정의

3.1.1 공기 중 입자 (airborne particles)

공기 중에 분산된 고체 또는 액체 형태의 미세한 물질 [출처: EN 1540]

비 고: 공기 중 입자는 스모그, 흙, 미스트, 안개로 구성됨

3.1.2 에어로졸(aerosol)

공기 중 입자와 부유하는 기체(및 증기) 혼합물 [출처: EN 1540]

비 고: 공기 중 입자는 자체 증기(2.1.2.5)와 평형을 이루거나 벗어날 수 있다.

3.1.3

호흡성 결정형 실리카 (respirable crystalline silica) RCS

ISO 7708에 설명된 호흡성 먼지 규정에 따라 - 섬모가 없는 세기관지 및 폐포까지 도달하는 입자

3.1.4 노출 (흡입에 의한)

사람이 흡입하는 공기 중에 화학물질이 존재하는 상황. [출처: EN 1540]

3.1.5 직업적 노출기준 값 (OEL_v)

특정 기준 기간에 대하여 작업자의 호흡 영역 내의 공기 중의 화학 물질농도의 시간 가중 평균 노출기준 값 [출처: EN 1540]

비 고: 노출기준 값은 대부분 8시간의 기준 기간에 대해 설정되지만, 짧은 기간이나 최대치에도 설정할 수 있다. 공기 중 입자와 입자 및 증기의 혼합물에 대한 노출기준 값은 작업장의 실제 환경 조건(온도, 압력)에 대한 mg/m³ 또는 배수로 주어진다.

3.1.6 작업장 (workplace)

지정된 영역 또는 작업 활동이 수행되는 영역 [출처: EN 1540]

3.2 시료채취 정의

3.2.1 에어로졸 시료채취기 (aerosol sampler)

공기 중 입자 시료채취기 (airborne particle sampler)

공기 중 입자상 시료채취기 (airborne particulate sampler)

공기 중의 입자를 포집매체에 수집하는데 사용되는 시료채취기
[출처: EN 1540]

3.2.2 포집 매질 (collection substrate)

시료채취 매질 (sampling substrate)

포집 매체 (collection medium)

시료채취 매체 (sampling medium)

분석을 위해 공기 중 화학적 인자 및/또는 생물학적 인자를 포집하는 매체

[출처: EN 1540]

비 고: 여과지, 폴리우레탄 폼, 임핀저 용액 및 시료채취 카세트는 공기 중 입자의 포집 매체의 예이다.

- 6) ISO 17091:2013 작업장공기 — 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘의 측정 — 서프레스서 이온크로마토그래피를 이용한 해당 양이온 측정법

Workplace air — Determination of lithium hydroxide, sodium hydroxide, potassium hydroxide and calcium dihydroxide — Method by measurement of corresponding cations by suppressed ion chromatography

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어와 정의	2
3.1 일반정의	2
3.2 입경 분율 정의	3
3.3 시료채취 정의	3
3.4 분석 정의	4
3.5 통계용어	6
4 원리	7
5 요구 사항	7
6 시약	8
7 기구	9
7.1 시료채취 장치	9
7.2 실험실 기구	10

8	작업적 노출평가	11
8.1	일반사항	11
8.2	개인시료채취	11
8.3	고정시료채취	12
8.4	측정 조건 및 측정 패턴의 선택	12
9	시료채취	13
9.1	사전 고려사항	13
9.2	시료채취 준비	15
9.3	시료채취 위치	15
9.4	시료채취	16
9.5	운반	16
10	분석	16
10.1	시험 및 검량 표준 용액 조제	17
10.2	기기 분석	17
10.3	검출 및 정량 한계 추정	18
10.4	정도 관리	19
10.5	측정 불확도	20
11	결과의 표현	21
12	방법 성능	21
12.1	시료채취 효율 및 시료 보관	21
12.2	정량 한계	21
12.3	작업 상한 범위	21
12.4	편향 및 정밀도	22
12.5	시료채취 및 분석방법의 불확도	22
12.6	간섭	22
13	시험보고서	22

13.1 시험기록	22
13.2 실험실 보고서	23
부속서 A (참고) 온도 및 압력 보정	24
부속서 B (규정) 필터 재질	25
부속서 C (참고) 시료채취기 벽면 침착	26
참고문헌	27

소개

많은 산업에서 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘의 흡입에 의한 노출로 작업자들의 건강이 위협에 처해 있다. 산업위생전문가 및 기타 공중보건 전문가들은 작업자의 노출을 통제하기 위해 취한 조치의 효과를 결정할 필요가 있으며, 이는 일반적으로 작업장공기 측정을 통해 달성된다. 이 표준은 산업에서 사용되는 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘에 대한 유효한 노출측정 방법을 제공하기 위해 발표되었다. 이는 사업장 내 안전 보건과 관련된 기관, 산업위생전문가 및 기타 공중보건 전문가, 분석 실험실, 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘의 산업 사용자와 그 종사자들에게 유익할 것이다.

이 표준의 초안은 그 규정의 실행과 얻어진 결과의 해석을 적절한 자격을 갖춘 경험 많은 사람들에게 위임하는 것으로 가정하였다.

1 적용범위

이 표준은 작업장공기에서 필터로 수산화물 입자상 물질을 채취하고 해당 양이온을 이온 크로마토그래피로 분석하여, 수산화리튬(LiOH), 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH) 및 수산화칼슘[Ca(OH)₂]의 시간 가중 평균 질량

농도를 결정하는 방법을 규정한다. 에어로졸 시료채취의 경우, 이 방법은 ISO 7708에 정의된 공기 중 흡입 가능한 입자상 물질의 개인 시료채취 및 고정(지역) 시료채취에 적용할 수 있다. 이 방법은 시료 당 0.005 mg ~ 2.5 mg의 리튬, 0.01 mg ~ 5 mg의 나트륨, 칼륨 및 칼슘의 질량을 측정하는 데 적용할 수 있다. 측정 절차가 적용 가능한 공기 중 입자상 LiOH, NaOH, KOH 및 Ca(OH)_2 의 농도 범위는 사용자가 선택한 시료채취 방법에 따라 결정된다. 1 m³ 공기 시료의 경우, 작업 범위는 4개의 수산화물 모두에 대해 약 0.002 mg/m³ ~ 20 mg/m³이다. 30 L 공기 시료의 경우, 작업 하한 범위는 4개의 수산화물 모두에 대해 약 0.1 mg/m³이다.

이 절차는 수산화물과 해당 염류가 공기 중에 함께 존재할 경우 구별하기 어렵다. 만약 양이온들이 수산화물의 형태로 단독으로 존재한다면, 이 방법은 이러한 기본적인 화합물에 특이적이다. 다른 환경에서 얻은 결과는 시료 채취된 공기 중에 존재할 수 있는 수산화물의 가장 높은 농도를 나타낸다(12.6 참조).

2 인용표준

ISO 1042, Laboratory glass ware – One-mark volumetric flasks

ISO 7708:1995, Air quality – Particle size fraction definitions for health-related sampling

ISO 8655-1, Piston-operated volumetric apparatus – Part 1: Terminology, general requirements and user recommendations

ISO 8655-2, Piston-operated volumetric apparatus – Part 2: Piston pipettes

ISO 8655-6, Piston-operated volumetric apparatus – Part 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error

ISO 13137:—¹⁾, Workplace atmospheres — Pumps for personal sampling of chemical and biological agents — Requirements and test methods

EN 13205-1, Workplace atmospheres — Assessment of performance of instruments for measurement of airborne particle concentrations — Part 1: General requirements

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여, 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1 일반정의

3.1.1 호흡영역

<일반정의> 작업자가 호흡을 하는 얼굴 주변 영역

[EN 1540:2011, 2.4.5 에서 발췌]

3.1.2 호흡영역

<기술 정의> 귀를 연결하는 선의 중간 지점을 중심으로 사람의 얼굴 앞쪽에서 뻗어있는 반구(일반적으로 0.3 m 반경)를 말하며 이 반구의 기저부는 이 선, 머리 꼭대기, 후두를 통과하는 면이다.

비고 1 이 정의는 호흡 보호구를 사용할 때에는 적용되지 않는다.

[EN 1540:2011, 2.4.5 에서 발췌]

3.1.3 화학적 인자

단독 또는 혼합의 화학 원소 또는 화합물로서 자연 상태로 발생하거나, 의도적으로 생산 또는 시판 여부와 상관없이 어떤 작업으로 인해 생산, 사용 또

는 배출(폐기물로서의 배출을 포함)되는 물질을 말한다.

[협의회 지침 98/24/EC, Art. 2(a)]

3.1.4 호흡에 의한 노출

사람이 호흡하는 공기 중에 화학적 인자가 존재하는 상황

[EN 1540:2011, 2.4.1 에서 발췌]

3.1.5 직업적 노출기준 값 / 기준값

특정 기준 측정기간 동안 작업자의 호흡 영역 내 공기 중 화학적 인자의 농도에 대한 시간 가중 평균 기준 [협의회 지침 98/24/EC, Art. 2(d)]

보기 ACGIH^[15]에서 수립한 직업적 노출기준 값(Threshold Limit Values®: TLV) 및 유럽 협의회^[16]에서 발표한 직업적 노출기준 값 지표(Indicative Occupational Exposure Limit Values: IOELV), 국내 기준값, 국내 노출기준 값에 대한 정보는 ILO(International Labour Organization)^[17]와 GESTIS 데이터베이스^[18]에서 이용할 수 있다.

3.1.6 측정 절차(measuring procedure)

측정 절차(measurement procedure)

공기 중 화학적 인자의 시료채취와 분석에 사용되는 일련의 작업

비고 1 공기 중 화학적 인자의 시료채취 및 분석을 위한 측정 절차는 일반적으로 시료채취 준비, 시료채취, 운반 및 보관, 분석 시료 전처리, 분석 등의 절차를 포함한다. [ISO/IEC Guide 99:2007 에서 발췌]

3.1.7 작동시간

배터리를 재충전하거나 교체하지 않고 지정된 유량과 압력강하로 펌프를 작동할 수 있는 시간

[ISO 13137:–, 3.12]

3.1.8 기준 측정 기간

화학적 인자의 직업적 노출기준 값이 적용되는 특정 기간

비고 1 기준 기간은 일반적으로 장시간 측정의 경우 8시간, 단시간 측정의 경우 15분이다.

비고 2 서로 다른 기준 기간의 노출 기준의 예로는 ACGIH^[15]에 의해 설정된 단시간 및 장시간 기준값이 있다. [EN 1540:2011, 2.4.7 에서 발췌]

3.1.9 작업장

작업 활동이 수행되는 지정된 장소 또는 장소들

[EN 1540:2011, 2.5.2]

3.2 입경 분율 정의

3.2.1 흡입성 규약

흡입성 분율이 관심(대상)일 때, 시료채취 기구의 특정 사양

[ISO 7708:1995]

3.2.2 흡입성 분율

코와 입을 통해서 흡입되는 총 공기 중 입자의 질량 분율

비고 1 흡입성 분율은 기류의 속도와 방향, 호흡률 및 기타 요인에 따라 달

라진다. [ISO 7708:1995]

3.2.3 총 공기 중 입자 (total airborne particles)

일정 공기 부피 안에 있는 모든 입자

비고 1 모든 측정 장비는 어느 정도 크기 선택이 가능하므로, 공기 중 총 입자 농도를 측정할 수 없는 경우가 많다. [ISO7708:1995]

3.3 시료채취 정의

3.3.1 공기 시료채취기

일정 공기에서 화학적 인자를 분리하는 장치

비고 1 공기 시료채취기는 일반적으로 공기 중 입자의 시료채취 또는 가스 및 증기 시료채취와 같은 특정 목적을 위해 고안되었다. [EN 1540:2011, 3.2.1 에서 발췌]

3.3.2 개인 시료채취기

화학적인자에 대한 노출을 결정하기 위해 사람에게 부착하여 호흡 영역에서 가스, 증기 또는 공기 중 입자를 채취하는 시료채취기 [EN 1540:2011, 3.2.2]

3.3.3 개인 시료채취

개인 시료채취기를 사용하여 수행하는 시료채취 과정 [EN 1540:2011, 3.3.3]

3.3.4 고정 시료채취기 (static sampler)

지역 시료채취기(area sampler)

사람에게 부착하지 않고 특정 위치에서 가스, 증기 또는 공기 중 입자를 채취하는 시료채취기 [EN 1540:2011, 3.2.3]

3.3.5 고정 시료채취(static sampling)

지역 시료채취(area sampling)

특정 위치에서 수행되는 공기 시료채취 과정 [EN 1540:2011, 3.3.4]

3.4 분석 정의

3.4.1 분석

시료에 존재하는 관심 분석물의 양 또는 농도를 결정하기 위해 시료 전처리 후에 수행되는 모든 작업 [EN 14902:2005, 3.1.1 에서 발췌]

3.4.2 공시료 용액

시약 공시료, 실험실 공시료 또는 현장 공시료를 시료 용해에 사용한 것과 같은 절차로 제조한 용액

3.4.3 검량 공시료 용액

어떠한 작업 표준 용액도 첨가하지 않고 제조된 검량 표준 용액

비고 1 검량 공시료 용액에서 Li, Na, K, Ca의 농도는 0으로 간주한다.
[EN 14902:2005, 3.1.3 에서 발췌]

3.4.4 검량 표준 용액

분석기기의 검량에 적합한 농도로 Li, Na, K, Ca를 함유한 작업 표준 용액을 희석하여 준비한 용액

[EN 14902:2005, 3.1.3 에서 발췌]

3.4.5 현장 공시료

시료채취에 사용되지 않는다는 점을 제외하고, 시료채취와 동일한 취급 절차를 거친 필터로써 시료채취기에 적재되어 시료채취 장소로 운반된 후 분석을 위해 실험실로 다시 가져온다.

3.4.6 실험실 공시료

시료채취에 사용된 동일한 배치에 속한 미사용 필터로 실험실에서 계속 보관한다.

3.4.7 선형 동적 범위 (linear dynamic range)

Li, Na, K 또는 Ca에 대한 검량선이 선형인 농도 범위

비고 1 선형 동적 범위는 검출한계에서 검량 곡률(calibration curvature)의 시작점까지 연장한다.

3.4.8 시약 공시료

실험실 공시료, 현장 공시료 및 시료 용액의 조제에 사용된 같은 양으로, 시료 용해에 사용된 모든 시약

3.4.9 시료 용해

시료로부터 Li, Na, K 및 Ca를 포함하는 용액을 얻는 과정, 시료가 완전히 용해되거나 그렇지 않을 수도 있다. [EN 14902:2005, 3.1.25 에서 발췌]

3.4.10 시료 전처리

운반 및 보관 후에 분석을 위한 준비로 시료에 수행되는 모든 작업으로, 필요한 경우 시료를 측정 가능한 상태로 변환시키는 과정을 포함한다.

[EN 14902:2005, 3.1.24 에서 발췌]

3.4.11 시료 용액

시료를 시료 용해 과정을 통해 준비한 용액

비고 1 시료 용액에서 분석 준비가 된 시험 용액을 얻으려면 희석 등과 같은 추가 작업을 수행해야 할 수 있다. [EN 14902:2005, 3.1.22 에서 발췌]

3.4.12 저장 표준 용액

국가표준에 따라 추적 가능한 인증된 농도의 Li, Na, K 또는 Ca를 포함하는 검량 표준 용액 조제에 사용되는 용액 [EN 14902:2005, 3.1.26 에서 발췌]

3.4.13 시험 용액

분석 준비가 된 상태로 필요한 모든 작업을 거친 공시료 용액 또는 시료 용액

비고 1“분석 준비”에는 필요한 희석이 포함된다. 만약 분석하기 전에 공시료 용액이나 시료 용액에 추가 작업을 하지 않으면, 그 자체로 시험 용액이 된다. [EN 14902:2005, 3.1.30 에서 발췌]

3.4.14 작업 표준 용액

저장 표준 용액에서 Li, Na, K 또는 Ca의 농도보다 검량 표준 용액의 준비에 더 적합한 농도로 Li, Na, K 및 Ca를 포함하는 저장 표준 용액을 희석하여 준비한 용액 [EN 14902:2005, 3.1.32 에서 발췌]

3.5 통계용어

3.5.1 분석 회수율

시료에서 측정 한 분석물의 질량과 해당 시료에서 알려진 분석물 질량 비율

비고 1 회수율은 대개 백분율로 주어진다. [EN 1540:2011, 5.1.1]

3.5.2 편향

시험 결과 또는 측정 결과와 참값 사이의 차이

비고 1 편향은 우연오차와 대조되는 전체 계통오차이다. 편향에 이바지하는 하나 이상의 계통 오차 요소가 있을 수 있다. 참값과 더 큰 계통적 차이는 더 큰 편향 값에 의해 반영된다.

비고 2 측정 기기의 편향은 일반적으로 적절한 반복 측정의 횟수에 대한 표시 오류를 평균하여 추정한다. 표시 오류는 "측정 장비의 표시에서 해당 입력량의 참값을 뺀 값"이다.

비고 3 실제로, 허용된 기준값이 참값으로 대체된다.

비고 4 공기 중 화학적 인자의 시료채취 및 분석을 위한 측정 절차의 경우, 허용되는 기준값은 예를 들어, 표준물질의 인증값, 표준 시험 공기 농도 또는 실험실 간 비교의 목표값이 될 수 있다. [ISO 3534-2:2006, 3.3.2]

3.5.3 포함인자 k

확장 불확도를 구하기 위해 합성 표준 불확도에 곱하는 수치 인자

비고 1 포함인자 k 는 일반적으로 2에서 3까지 범위이다. [ISO/IEC Guide

98-3:2008]

3.5.4 합성 표준 불확도 uc

측정 결과의 표준 불확도는 표준 편차로 표현되며, 그 값은 측정 결과가 여러 개의 다른 입력 값으로부터 구해질 때, 각 입력량의 변화가 측정 결과에 미치는 영향에 따라 가중된 분산과 공분산의 합의 양의 제곱근과 같다.

[IO/IEC Guide 98-3:2008]

3.5.5 확장 불확도

측정량에 대해 합리적인 추정값이 이루는 분포 대부분을 포함할 것으로 기대되는 측정 결과 주위의 어떤 구간을 정의하는 양

[ISO/IEC Guide 98-3:2008]

3.5.6 정밀도

정해진 조건에서 구한 독립적인 시험 / 측정 결과의 일치하는 정도

비고 1 정밀도는 우연오차의 분포에 따라 달라지며, 참값 또는 지정된 값과는 관련되지 않는다.

비고 2 정밀도 측정은 일반적으로 부정확한 용어로 표현되며, 시험 결과 또는 측정 결과의 표준 편차로 계산된다. 표준 편차가 클수록 정밀도가 떨어진다.

비고 3 정밀도의 정량적 측정은 규정된 조건에 따라 크게 달라진다. 반복성 조건과 재현성 조건이 특히 중요하다.

[ISO 3534-2:2006, 3.3.4]

3.5.7 참값

정량 또는 정량적 특성이 고려 될 때 존재하는 조건에서 완벽하게 정의된 정량 또는 정량적 특성을 특징짓는 값

비고 1 정량 또는 정량적 특성의 참값은 이론적 개념이며, 일반적으로 정확히 알 수 없다. [ISO 3534-2:2006, 3.2.5]

3.5.8 측정 불확도

합리적으로 측정량을 추정한 값들의 분산 특성을 나타내는 측정 결과와 관련된 파라미터

비고 1 예를 들어 파라미터는 표준 편차 (또는 그 배수) 또는 신뢰 구간의 폭의 될 수 있다

비고 2 측정 불확도는 일반적으로 많은 요소로 구성된다. 이러한 요소 중 일부는 일련의 측정 결과의 통계 분포로 평가할 수 있으며, 표준 편차로 특징 지을 수 있다. 또한, 표준 편차로 특징지어질 수 있는 다른 요소는 경험이나 다른 정보에 기초한 가정된 확률 분포로 평가된다. ISO / IEC Guide 98-3 : 2008 [4] 는 이러한 각각의 경우를 A형과 B형 불확도 평가로 언급하고 있다. [ISO/IEC Guide 99:2007 에서 발췌]

7) ISO 17621:2015 작업장공기 — 단시간 검지관 측정시스템 — 요구사항 및 시험방법

Workplace atmospheres — Short term detector tube measurement systems — Requirements and test methods

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어와 정의	1
4 요구사항	3
4.1 일반사항	3
4.2 검지관	3
4.2.1 특정 측정 범위	3
4.2.2 눈금	3
4.2.3 변색 평가	4
4.2.4 저장 수명	4
4.2.5 기계적 강도	4
4.2.6 운반 온도 안정성	4
4.2.7 검지관 포장	4
4.2.8 간섭	4
4.2.9 과부하	4
4.2.10 환경 영향	4

4.2.11	검지관 취급 설명서	5
4.3	검지관 펌프	5
4.3.1	일반사항	5
4.3.2	흡입 부피	5
4.3.3	누출	5
4.3.4	기계적 강도	5
4.3.5	기계적 내구성	5
4.3.6	폭발 위험	6
4.3.7	검지관 펌프 취급 설명서	6
5	시험 조건	6
5.1	일반사항	6
5.2	시약	6
5.3	장치	6
5.4	독립적인 방법	6
5.5	시험 혼합 가스 발생	6
5.6	검지관 시험 조건	7
5.7	검지관 펌프 시험 조건	7
6	시험방법	7
6.1	검지관	7
6.1.1	육안 검사	7
6.1.2	시험절차	8
6.1.3	기계적 강도	9
6.2	검지관 펌프	10
6.2.1	흡입 부피	10
6.2.2	누출	11
6.2.3	기계적 강도	11

6.2.4 기계적 내구성	11
6.2.5 폭발 위험(전기 구정식 검지관 펌프만 해당)	11
6.2.6 취급 설명서	11
7 측정 불확도	11
7.1 불확도의 잠재적 요소	11
7.2 불확도 요소의 추정	12
7.2.1 합성 변색 요소	12
7.2.2 펌프 흡입 부피	14
7.2.3 온도 영향	14
7.2.4 상대습도 영향	15
7.2.5 평가에 사용되는 시험 가스 농도	15
7.2.6 변색 길이 판독	16
7.2.7 분석 현상	16
7.2.8 대기압	16
7.2.9 검지관 확산 누출	16
7.2.10 부등속 시료채취 유량	17
7.3 합성 표준 불확도	17
7.4 확장 불확도	18
8 시험 보고서	18
8.1 검지관	18
8.2 검지관 펌프	18
9 표시	19
9.1 상자들	19
9.2 검지관	19
9.3 검지관 펌프	19
부속서 A (규정) 시험 순서	20

부속서 B (규정) 시험 기기 목록	21
부속서 C (참고) 확장 불확도 계산 예시	22
참고문헌	25

소개

많은 단시간 검지관 측정시스템은 검지관 펌프에 관련 (변색 길이) 검지관을 연결하여 구성된다. 특정한 화학적 인자를 함유한 작업장공기가 검지관을 통해 유입되면, 농도에 따라 변색이 일어난다. 이러한 단시간 검지관 측정시스템은 많은 응용 분야를 가지고 있다. 이 표준은 작업장공기의 모니터링에 사용되는 검지관에 대해 소개한다. 이러한 검지관은 다음과 같은 측정 작업에 사용할 수 있다.

- 분석물질의 유무 결정
- 대략적인 농도 범위 찾기
- 관리조치 측정의 효율성 결정
- 배출원의 결정 및 시간에 따른 배출 변화
- 장치가 기준 측정 기간 및 측정을 위한 정밀 요구 사항을 충족하는 한, 또는 단시간 노출기준 값 준수 여부 결정

작업장에서 발행할 수 있는 가능한 농도 범위를 포함하기 위해, 제한적이지만 상호 보완적이고 중복되는 측정 범위를 가진 검지관을 사용하는 2개 이상의 측정 조합도 사용할 수 있다. 이 표준을 통해 제조업체, 시험소, 인증기관과 사용자는 단시간 검지관 측정시스템의 성능 평가에 일관된 접근방식을 채택할 수 있다.

1 적용 범위

이 표준은 작업장공기 중 특정 화학적 인자의 단시간 농도 측정을 하는데 사용되는 변색 길이 검지관 및 관련 펌프(검지관 측정시스템)에 대해 실험실 조건에서 제시하는 요구 사항 및 시험방법을 규정한다.

이 표준은 기준 측정 기간이 15분 이상인 개인 노출에 대한 장시간 노출기준 값의 준수를 입증하기 위해 수행되는 측정에는 적용되지 않는다.

2 인용표준

ISO 6141, Gas analysis - Requirements for certificates for calibration gases and gas mixtures

ISO 6142, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Gravimetric method

ISO 6143, Gas analysis - Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures

ISO 6144, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Static volumetric method

ISO 6145-1, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods - Part 1: Methods of calibration

ISO 6145-4, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods - Part 4: Continuous syringe injection method

ISO 6145-6, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods - Part 6: Critical orifices

ISO 6145-10, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures

using dynamic volumetric methods – Part 10: Permeation method
ISO 9169, Air quality – Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system
IEC 60079-0, Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여, 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1 변색 길이 검지관

공기 시료를 채취할 때 변색이 발생하는 화학 시약을 포함하는 투명한 관

비고 1 생성된 변색 길이는 표시된 눈금과 비교하여 공기 중 특정 화학적 인자의 농도를 측정한다.

비고 2 일부 검지관은 두 단계로 작동하도록 고안되었다. 이 경우, 앞 층 관과 분석관은 하나의 측정을 생성하기 위해 직렬로 사용된다.

[EN 1540:2011, 3.2.4, 에서 발췌 – “유리관”을 “투명 관”으로 수정 및 비고 2 추가]

3.2 단시간 검지관

공기 중 특정 화학물질의 농도를 빠르게 측정할 수 있는 수단을 제공하는 검지관 범주

비고 1 측정의 평균 기간은 측정시스템 및 분석물질의 목표 농도에 따라 몇 초에서 최대 15분까지 달라진다.

3.3 검지관 펌프

검지관을 통해 공기를 끌어당기는 장치

비고 1 검지관 펌프는 수동 또는 기계적으로 구동되는 스트로크 펌프 또는 피스톤 펌프일 수 있다.

비고 2 이 표준에서 다루지 않는 다른 유형의 검지관 펌프는 전기 구동식 연속 펌프로, 스트로크 펌프를 모방할 수 있다.

3.4 검지관 측정 시스템

검지관과 검지관 펌프로 구성된 완벽한 측정시스템

3.5 화학적 인자

단독 또는 혼합의 화학 원소 또는 화합물로서 자연 상태로 발생하거나, 의도적으로 생산 또는 시판 여부와 상관없이 모든 작업 활동으로 인해 생산, 사용 또는 배출(폐기물로서의 배출을 포함)되는 물질

[EN 1540:2011, 2.1.2]

3.6 검지관 측정 범위

검지관에 표시되는 눈금의 농도

비고 1 시료채취 흡입 횟수를 늘리거나 줄임으로써 측정 범위를 더 낮게 또는 더 높게 이동시킬 수 있다.

3.7 특정 검지관 측정 범위

검지관의 측정 불확도가 주어진 값 미만인 농도 범위

3.8 간섭

측정 정확도에 역효과를 가져오는 (공기) 시료의 성분 [EN 1540:2011, 4.5]

3.9 시험 가스

측정 기기의 반응을 확인하거나 측정방법을 검증하기 위해 사용하기에 적합한 조성을 가진 충분한 안정성과 균질성을 갖는 가스

3.10 확장 불확도

측정 결과에 대한 간격을 정의하는 양으로, 측정량에 기인한 값 분포의 상당 부분을 포괄할 것으로 예상된다.

[EN 1540:2011, 5.2.6]

3.11 기준 측정 기간

화학적 또는 생물학적 인자의 직업적 노출기준 값이 적용되는 특정 기간

비고 1 기준 기간은 보통 장시간 측정의 경우 8시간, 단시간 측정의 경우 15분이다. [EN 1540:2011, 2.4.7]

- 8) ISO 17736:2010 작업장공기 — 이중 여과지 측정 장치와 고성능 액체크로마토그래피를 이용한 공기 중 이소시아네이트의 측정 및 분석

Workplace air quality — Determination of isocyanate in air using a double-filter sampling device and analysis by high pressure liquid chromatography

목 차

머리말	iv
소개	v
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 원리	1
4 시약 및 재료	2
5 장치 및 기구	3
6 공기 채취	4
6.1 채취용 펌프의 교정	4
6.2 공기 채취기의 준비	4
6.3 MAMA 함침 여과지의 준비	4
6.4 공기 시료의 채취	4
6.5 공시료	5
7 전처리 과정	5
7.1 안전 조치	5
7.2 검량선 표준 용액	5
8 시료 전처리 과정	6
8.1 증기 시료 분석	6

8.2 에어로졸 시료 분석	6
9 HPLC 조건	7
9.1 개요	7
9.2 HPLC 조건 - 이소시아네이트 증기	7
9.3 HPLC 조건 - 이소시아네이트 에어로졸	7
10 분석	8
10.1 검량선	8
10.2 정도관리	8
10.3 시료의 정량	8
11 간섭	9
12 성능 특성 측정	10
12.1 서문	10
12.2 관련 불확도 기여도 및 기준	10
12.3 ISO/IEC Guide 98-3[5]의 세부 접근법에 따른 성능 특성 평가	11
부속서 A(정보) 성능 특성	18
부속서 B(정보) 시료 크로마토그램	20
참고문헌	27

소개

이소시아네이트는 폴리우레탄 산업에서 사용되는 상업적으로 이용 가능한 화학물질이다. 작업환경에서 매우 낮은 수준에서도 근로자들에서 천식, 접촉 피부염 및 과민성 폐렴과 같은 건강 문제를 일으키는 것으로 알려져 있다. 이소시아네이트는 반응성이 매우 높은 화합물이며 노출기준이 매우 낮으므로 시료 채취 및 분석이 중요하다. 이 방법은 퀘벡의 Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail [직업 건강 및 안전 연구소] (IRSST)에

서 개발한 표준방법을 기반으로 했다. 캐나다 퀘벡에서 표준 정부 방법으로 18년 이상 사용됐으며, 1996년 이후로 미국, 브라질 및 영국에 소개되었다. 1년의 연구 후 (참고문헌 [10]), 이 방법은 1998년 11월에 미 공군에 의해 채택되어 단량체 이소시아네이트 (현재 철회)에 대한 NIOSH Method 5521의 대안으로 받아들여졌다.

이 방법은 현재 앨버타주, 브리티시 컬럼비아주, 온타리오주의 캐나다 주 및 TDI 방법을 검증한 미국 워싱턴주에서 일상적으로 사용된다. 13개의 실험실은 이 분석방법으로 교육을 받았으며, 캐나다에서는 3개, 미국과 멕시코에서는 8개, 브라질에서는 1개, 영국에서는 1개가 교육되었다. 이 방법은 수년 동안 여러 국가에서 사용됐으며 13개 연구소는 숙련도를 유지하기 위해 정기적으로 라운드 로빈 테스트에 참여하고 있다. 이중 여과지 방법은 분무 도장 (참고문헌 [11]) 및 폼 제조와 같은 이소시아네이트의 다양한 적용에 대해 검증되었다. 또한, 기존의 다른 방법들과 비교되어 동등한 결과를 보였다 (참고문헌 [10]). 이중 여과지 방법은 HDI의 경우 ASTM D6561 [7] 및 ASTM D6562 [8], TDI의 경우 ASTM D5932 [9] 에서 사용할 수 있다.

ISO는 이 문서의 준수가 이소시아네이트에 대한 이중 여과지 채취 장치에 관한 특허의 사용을 포함할 수 있다고 주장한다는 사실에 주목하고 있다.

1 적용범위

이 표준은 작업장공기에서 공기 중 이소시아네이트의 시료 채취 및 분석에 대한 일반 지침을 제공합니다. 이 표준은 유리 이소시아네이트 작용기를 함유한 유기화합물에 적합하며 단량체, 중합체 및 예비 중합체, 증기 및 에어로졸의 정량에 특이성을 갖는다. 차별적인 공기 채취는 현장에서 발견된 이소시아네이트의 물리적 상태를 보여줄 수 있는 분리 장치로 수행된다. 그러나 이 용량(capacity)은 주어진 상황에 제한을 나타낼 수 있다. 제1 여과지

상에 수집된 에어로졸은 제2 여과지로 이동하는 유리 단량체를 함유하고, 이어서 증기상 이소시아네이트로서 정량화된다. 방향족 단량체의 측정에는 톨루엔디이소시아네이트(TDI) 및 4,4'-디이소시아네이트-디페닐메탄(MDI)이 포함된다. 지방족 단량체는 이소포론디이소시아네이트 (IPDI), 4,4'- 메틸렌비스-(시클로헥실이소시아네이트)(HMDI) 및 1,6-헥사 메틸렌디이소시아네이트(HDI)를 포함한다. 이소시아네이트 소중합체 및 예비 중합체는 또한 이 방법을 사용하여 결정할 수 있다. 이중 여과지 방법은 개인 모니터링 또는 고정 위치 모니터링으로 작업장 환경에서 유기 이소시아네이트의 단기(15분) 노출 농도를 측정하도록 설계된다. 그러나 노출이 증기 형태일 것으로 예상하는 경우, 시료 채취 시간을 8시간으로 연장할 수 있다. 여과지는 시료 채취 직후 현장에서 유도체화되기 때문에 다른 화학물질과의 반응으로 인해 이소시아네이트 에어로졸의 손실은 폴리우레탄 적용에서 MDI의 거품 분사와 같은 매우 빠른 반응의 이소시아네이트 계통을 제외하고는 무시할 수 있다. 이 방법은 시료 채취 용량이 15 L의 경우, NCO 당량 농도 범위의 0.1 μg /시료에서 2.1 μg /시료, 약 0.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 해당하는 공기 중 유기 이소시아네이트의 측정에 적합하다. 이 범위는 많은 국가에서 설정한 단량체의 경우 현재 설정된 노출기준(TLV) 인 5 ppb의 약 8배이다.

2 인용표준

ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

EN 1232, Workplace atmospheres – Pumps for personal sampling of chemical agents – Requirements and test methods

9) ISO 18158:2016 작업장공기 — 용어

Workplace air — Terminology

목차

머리말	iv
소개	v
1 적용범위	1
2 용어와 정의	1
2.1 일반 용어	1
2.1.1 유해인자	1
2.1.2 대기오염물질	1
2.1.3 건강 관련 분율과 규약	2
2.1.4 에어로졸	3
2.1.5 노출평가	5
2.1.6 기타 용어	6
2.2 작업장(공기) 시료채취의 물리적, 화학적 과정과 관련된 용어	6
2.2.1 작업장(공기) 시료	6
2.2.2 작업장(공기) 시료채취기	7
2.2.3 작업장(공기) 시료채취	10
2.3 분석방법과 관련된 용어	12
2.4 방법 성능과 관련된 용어	14
2.4.1 효율성	14
2.4.2 불확도	14
2.4.3 일반적 통계용어	17
2.4.4 기타 통계용어	19
부속서 A (정보) 정의된 용어의 알파벳 색인	20

부속서 B (정보) 추가 용어	24
참고문헌	28

소개

많은 산업 분야 근로자의 건강은 화학물질 및 생물학적 제제의 흡입으로 노출될 위험이 있다. 산업위생전문가 및 기타 공중보건 전문가는 근로자의 노출을 통제하기 위해 취해진 조치의 효과를 결정해야 하며 일반적으로 작업장공기 측정을 통해 달성된다.

작업장공기 측정 및 노출평가와 관련하여 일반적으로 사용되는 많은 용어는 개별 표준 또는 기술 문서에 정의되어 있으며 한 표준 또는 문서와 다르게 정의되는 경우가 많다. 이로 인해 그러한 용어의 사용에 모호함과 불일치가 발생한다. 이 표준은 일반적으로 사용되는 용어가 같은 정의를 가지면서 모호함과 불일치를 없애기 위해 개발되었다. 산업위생전문가 및 기타 공중보건 전문가, 분석 실험실, 금속 및 금속 반제품의 산업 사용자와 그 근로자에게 이익이 될 것이다.

1. 적용범위

이 표준은 작업장 노출평가와 관련된 용어와 정의를 명시하고 있다(2.1.5.1). 화학 및 생물학적 인자에 대한 용어와 정의를 참조한다(2.1.1.1). 이것들은 일반적인 용어이거나 공기 시료 채취의 물리적, 화학적 과정, 분석 방법(2.3 참조), 또는 방법 성능에 특정된다. 포함된 용어는 모호성을 피하고 사용의 일관성을 보장하기 위해 정의가 필요하므로 기본으로 확인된 용어이다. 이 표준은 모든 표준, ISO 기술 보고서, ISO 기술 규격 및 작업장공기와 관련된 ISO 가이드에 적용된다.

2. 용어와 정의

2.1 일반 용어

2.1.1 유해인자(Agents)

2.1.1.1 생물학적 인자(biological agent)

박테리아, 바이러스, 곰팡이 및 기타 미생물 또는 그 일부와 관련된 독소(유전자 변형, 세포 배양 또는 인체 건강에 잠재적으로 유해할 수 있는 체내 기생충 포함)

비고 1 예를 들어, 목화 먼지, 밀가루 먼지, 나무 먼지 같은 유기적 원인의 먼지는 생물학적 물질로 간주하지 않으며, 따라서 이 정의에 적용되지 않는다. [출처: EN 1540 : 2011, 2.1.1, 수정 - 정의에 "다수의 작용제 중 하나"를 추가하고 "꽃가루"를 "먼 먼지"로 변경]

2.1.1.2 화학적 인자(chemical agent)

자연 상태 또는 작업 활동에서 생성, 사용, 배출되는 화학물질 자체나 혼합된 화합물. 폐기물 배출이 포함되며, 생성 고의성 여부와 시판 여부와 상관 없다. [위원회 지침 98/24/EC, Art. 2 a]

2.1.2 대기오염물질

2.1.2.1 대기 오염 물질 (air pollutant)

인간의 활동이나 자연적인 과정에 의해 대기로 방출되고 인간이나 환경에 나쁜 영향을 주는 물질

[EN 1540:2011, 2.2.1, 수정 - "남자"를 "인간"으로 변경.]

2.1.2.2 공기 중 먼지 (airborne dust)

공기 중에 분산된 고체 형태로 미세하게 쪼개진 물질

2.1.2.3 공기 중 입자(airborne particles)

공기 중에 분산된 고체 또는 액체 형태의 미세한 물질 [EN 1540:2011, 2.2.3, 수정 - 비고 1 삭제된 항목.]

2.1.2.4 총 공기 중 입자 (total airborne particles)

일정 공기 부피 내에 존재하는 공기 중의 입자 (2.1.2.3) [EN 1540:2011, 2.2.6, 수정 - "입자" 뒤에 "현재" 추가됨.]

2.1.2.5 증기 (vapour)

비등점 또는 승화점 이하의 액체 또는 고체 상태에서와 같은 물질로 평형 또는 교란된 평형 상태의 물질의 기체상 [EN 1540:2011, 2.2.7]

2.1.3 건강관련 분율과 규약 (Health-related fractions and conventions)

2.1.3.1 건강관련 분율 (health-related fractions)

<공기 중 입자> 호흡기계의 서로 다른 영역으로 침투하는 공기 중 입자 (2.1.2.3)의 분율에 대한 총칭, 즉 흡입성, 흉곽성 및 호흡성 분율

비고 1 공기 중 입자의 건강관련 분율은 ISO 7708에 명시됨.

[EN 1540 : 2011, 2.3.1, 수정 - 비고 1의 인용문이 EN 481에서 ISO 7708로 변경됨.]

2.1.3.1.1 흡입성 분율 (inhalable fraction)

코와 입을 통해 흡입되는 총 공기 중 입자(2.1.2.4)의 질량 분율

비고 1 흡입성 분율은 공기 이동의 속도와 방향, 호흡률 및 기타 요인에 따라 달라진다. [ISO 7708:1995, 2.3]

2.1.3.1.2 외흉곽성 분율 (extrathoracic fraction)

후두부를 넘어 침투하지 못하는 총 공기 중 입자(2.1.2.4)의 질량 분율 [ISO 7708:1995, 2.5, 수정]

2.1.3.1.3 흉곽성 분율 (thoracic fraction)

후두부를 넘어 침투하는 총 공기 중 입자(2.1.2.4)의 질량 분율 [ISO 7708:1995, 2.7, 수정]

2.1.3.1.4 호흡성 분율 (respirable fraction)

비섬모기도에 침투하는 총 공기 중 입자(2.1.2.4)의 질량 분율 [ISO 7708:1995, 2.11, 수정]

2.1.3.2 시료채취 규약 (sampling convention)

지정된 공기 중 입자 분율에 대한 시료채취 기구의 목표 사양

2.1.3.2.1 흡입성 규약 (inhalable convention)

흡입성 분율 (2.1.3.1.1)이 관심 분율 일 때 시료채취 기구에 대한 목표 사양 [ISO 7708:1995, 2.4]

2.1.3.2.2 외흉곽성 규약 (extrathoracic convention)

외흉곽성 분율 (2.1.3.1.2)이 관심 분율 일 때 시료채취 기구에 대한 목표 사양 [ISO 7708 : 1995, 2.6, 수정 - 용어의 일관성을 위해 "관심" 다음에 "분율"이 추가됨.]

2.1.3.2.3 흉곽성 규약 (thoracic convention)

흉곽성 분율 (2.1.3.1.3)이 관심 분율 일 때 시료채취 기구의 목표 사양
[ISO 7708:1995, 2.8, 수정 - 용어의 일관성을 위해 "관심" 다음에 "분율"이
추가됨.]

2.1.3.2.4 호흡성 규약 (respirable convention)

호흡성 분율 (2.1.3.1.4)이 관심 분율 일 때 시료채취 기구에 대한 목표 사양
[ISO 7708:1995, 2.12, 수정 - 용어의 일관성을 위해 "관심" 다음에 "분율"
이 추가됨.]

2.1.4 에어로졸 (Aerosol)

2.1.4.1 에어로졸 (aerosol)

공기 중 입자 (2.1.2.3) 및 이들이 부유하는 기체(및 증기) 혼합물

비고 1 공기 중 입자는 자체 증기(2.1.2.5)와 평형을 이루거나 벗어날 수 있
다. [EN 1540:2011, 2.2.4]

2.1.4.2 바이오에어로졸 (bioaerosol)

(a) 생물학적 인자(2.1.1.1)로 구성된 에어로졸(2.1.4.1)

비고 1 유기성 기원(예: 먼 먼지, 곡물 먼지 및 나무 먼지)의 공기 중 먼지
(2.1.2.2)는 바이오 에어로졸로 간주하지 않으므로 이 정의에서 다루지 않는
다. [EN 1540:2011, 2.2.5, 수정 - "꽃가루"가 비고 1항목의 "먼 먼지"로 변
경됨.]

2.1.4.3 나노에어로졸 (nanoaerosol)

나노 입자(2.1.4.4) 및 나노 구조 입자(2.1.4.5)를 포함하거나 구성되는 에어로졸 (2.1.4.1) [ISO/TR 27628:2007, 2.11]

2.1.4.4 나노입자 (nanoparticle)

크기 범위가 약 1 nm에서 100 nm까지의 모든 3차원을 갖는 물질 [ISO/TS80004-4 : 2011, 2.1, 2.2, 2.4, 수정]

2.1.4.5 나노구조 입자 (nanostructured particle)

물리적, 화학적 및/또는 생물학적 특성에 영향을 줄 수 있는 구조적 특성이 100 nm 미만인 입자

비고 1 나노구조 입자는 100 nm보다 대체로 큰 최고의 크기를 가질 수 있다.

예: 나노 입자 (2.1.4.4)의 500 nm 직경 응집체 (2.1.4.9)는 나노구조 입자로 간주할 수 있다. [ISO/TR 27628:2007, 2.13, 수정 – 정의와 비고 1항목에서 "may"는 "can"으로 변경됨.]

2.1.4.6 초미세에어로졸 (ultrafine aerosol)

초미세입자 (2.1.4.7) 위주로 구성된 에어로졸 (2.1.4.1)

비고 1: 이 용어는 용접 흄 (B.2.2) 및 연소 흄(B.2.2)과 같은 공정의 부산물로 생성되는 입자 (부수적인 입자)와 관련하여 자주 사용된다. [ISO/TR 27628:2007, 2.20]

2.1.4.7 초미세 입자 (ultrafine particle)

용접 및 연소와 같은 공정의 부산물로 생성되는 명목상의 직경 (예를 들어

기하학적, 공기역학적, 이동성, 투영 면적 또는 기타)이 100 nm 이하인 입자
[ISO/TR 27628:2007, 2.21, 수정 - 비고 1항목은 정의 본문으로 이동.]

2.1.4.8 입자의 공기역학적 직경 (particle aerodynamic diameter)

공기역학적 직경 (aerodynamic diameter)

온도, 압력 및 상대습도의 지배적인 조건에서 입자와 같은 종말 침강속도를 가진 1 g/cm³ 밀도의 구의 직경

비고 1: 입자의 공기역학적 직경은 입자의 크기, 밀도 및 형태에 따라 달라진다.

비고 2: 공기역학적 직경은 에어로졸 입자의 관성 특성과 관련이 있다.

[EN 1540:2011, 2.3.2, 수정 - 비고 2항목은 ISO/TR 27628:2007, 2.2에서 파생됨.]

2.1.4.9 응집체 (agglomerate)

<에어로졸> 반데르 발스 힘 (van der Waals forces), 정전기력 및 표면 장력을 포함하여 상대적으로 약한 힘으로 결합한 입자 군

[ISO/TR 27628:2007, 2.4 수정 - 비고 1항목 삭제.]

2.1.4.10 집합체 (aggregate)

<에어로졸> 다양한 구성 요소가 비교적 강한 힘으로 결합하여 쉽게 깨지지 않는 비균질 입자

[ISO/TR 27628:2007, 2.5, 수정 - 비고 1항목 삭제.]

2.1.4.11 응집 (coagulation)

작은 입자들이 충돌과 부착을 통해 더 큰 입자의 형성 [ISO/TR 27628 : 2007, 2.6]

2.1.4.12 합체 (coalescence)

작은 액체 입자의 충돌과 이후의 구성 물질의 병합 또는 혼합을 통한 균질 입자의 형성 [ISO/TR 27628:2007, 2.7, 수정 - “액체” 추가.]

2.1.5 노출평가

2.1.5.1 노출(exposure)

<흡입> 사람이 흡입하는 공기 중에 화학적 인자(2.1.1.2) 또는 생물학적 인자(2.1.1.1)가 존재하는 상황

[EN 1540:2011, 2.4.1, 수정 - 교차 참조를 쉽게 하려고 “화학” 뒤에 “에이전트”가 추가됨]

2.1.5.2 피부 노출 (dermal exposure)

화학적 인자(2.1.2.1.2) 또는 생물학적 인자(2.1.1)와 인체 피부 접촉 [EN 1540:2011, 2.4.2]

2.1.5.3 시간가중평균농도(time-weighted average concentration)

TWA 농도

공기 중 화학적인자의 (2.1.1.2) 기준측정기간(2.1.5.7) 평균농도
[ISO 21438-1:2007, 3.1.7, 수정됨 - “대기”를 “공기”]

2.1.5.4 직업적 노출기준 값 (occupational exposure limit value OELv)

특정 기준 기간(2.1.5.7)에 대하여 작업자의 호흡 영역(2.1.5.5) 내의 공기 중의 화학물질의 농도의 시간 가중 평균의 기준값(2.1.1.2)

비고 1 "기준값"이란 용어는 종종 "직업적 노출기준 값"의 동의어로 사용되지만, "직업적 노출기준 값"은 하나 이상의 기준값이 있으므로 선호됩니다. (예를 들어, 생물학적 기준값과 직업적 노출기준 값)

비고 2 직업적 노출기준 값(OELVs)은 8시간 기준 기간으로 설정되는 경우가 많지만, 짧은 기간이나 최대 허용값으로도 설정될 수 있다. 가스와 증기의 직업적 노출기준 값(OELVs)(2.1.2.5)은 온도와 압력변수와는 무관한 mL/m³로 표현되며, mg/m³의 값으로 표현되는 경우는 20°C의 온도와 101, 3 kPa의 압력이 기준이 된다. 공기 중 입자에 대한 직업적 노출기준 값(OELVs)(2.1.2.3)과 입자와 증기의 혼합물은 mg/m³로 표현되거나 작업장(2.1.6.2)의 실제 환경 조건(온도, 압력)을 고려한 값의 곱으로 주어진다. 섬유는 직업적 노출기준 값(OELVs)은 작업장의 실제 환경 조건(온도, 압력)에 대한 섬유 수/m³ 또는 섬유 수/cm³의 수로 주어진다.

[Council Directive 98/24/EC, Art. 2 d, modified – "OELV"와 항목 추가에 대한 새로운 주 1; 원래 주 1이 주 2가 되고, "작업 노출 기준값" 또는 주 2의 "OELV"가 입력으로 변경되고, "대부분"이 주2의 첫 번째 문장에서 "흔히"로 변경되었다.]

2.1.5.5 호흡영역 (breathing zone)

작업자가 호흡하는 주변 영역

비고 1: 기술적으로, 호흡 구역은 귀를 연결하는 선의 중간 지점을 중심으로 사람의 얼굴 앞쪽으로 뻗어있는 반구 (일반적으로 반경 30 cm로 허용됨)에 해당한다. 반구의 기저부는 머리 꼭대기와 후두를 통과하는 면이다. 이 기술적 설명은 호흡기 보호 장비가 사용되는 경우에는 적용할 수 없다. [EN 1540:2011, 2.4.5]

10) ISO 20581:2016 작업장공기 — 화학적 인자의 측정 절차 수행에 대한 일반적인 요구사항

Workplace air — General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어와 정의	2
4 분류	2
4.1 일반사항	2
4.2 시간가중평균농도의 선별측정	2
4.3 시간 및/또는 공간에서 농도변화의 선별측정	2
4.4 직업적 노출기준 값과 비교를 위한 측정	2
4.5 주기적 측정	2
5 성능 요구사항	3
5.1 일반사항	3
5.2 시간가중평균농도의 선별측정	3
5.3 시간 및/또는 공간에서 농도변화의 선별측정	3
5.4 기준값 및 주기적 측정과 비교를 위한 측정	3
5.4.1 모호성	3
5.4.2 선택성	3
5.4.3 평균 시간	4

5.4.4 측정 범위	4
5.4.5 확장 불확도	4
5.4.6 적용 가능한 방법을 사용할 수 없는 화학적 인자	4
5.5 복합 절차	4
5.6 운반, 취급 및/또는 보관	5
5.7 환경 조건	5
5.8 측정 절차 설명	5
5.9 결과 단위	5
5.10 추가 요구 사항	5
6 시험방법	6
7 검증 보고서	7
부속서 A (정보) 방법 설명의 양식	8
부속서 B (규정) 측정 불확도 계산	9
참고문헌	16

소개

국가 법률과 규정은 작업자가 작업장공기 중 화학적 인자에 노출될 가능성에 대한 평가를 요구한다. 그러한 노출을 평가하는 한 가지 방법은 작업자의 호흡 영역에서 공기 중 화학적 인자의 농도를 측정하는 것이다. 이러한 측정에 사용되는 절차는 직업적 노출기준 값을 가진 노출측정의 비교 목적과 허용 가능한 관리조치 전략의 제공을 위해 신뢰할 수 있고 유효한 결과를 제공해야 한다. 이 표준은 개정판 1:2015에 의해 수정된 EN 482:2012에 기초하며, 정량적 노출평가 과정에서 측정 절차를 이행하기 위한 일반적인 요구 사항을 소개한다. 특정 국제표준 및 유럽 표준은 다양한 유형의 측정 절차와 측정 장치를 위해 준비되었다. 여기에는 공기 입자 시료채취기[EN

13205(모든 부분)), 확산 시료채취기(ISO 16107:2007 및 EN 838), 펌프 시료 채취기(EN 1076), 단시간 검지관(ISO 17621:2015), 개인 시료채취 펌프(ISO 13137), 공기 중 입자 내 금속 및 준금속(EN 13890), 공기 중 입자와 증기 혼합물(EN1396), 그리고 유독 가스 및 증기의 직독식 기기[EN 45544(모든 부분)]에 대한 표준을 포함하고 있다. 이러한 특정 표준에서는, 본 표준의 일반 요구사항이 손상되지 않도록 해당 문제의 절차나 장치에 대한 추가 요구사항이 포함되었다. 특정 국제표준 및/또는 유럽 표준이 없는 경우에는 일반 요구 사항만 적용된다. 이 표준에 제시된 성능 요구 사항은 작업장 환경 조건으로 적용하기 위한 것이다. 그러나 실제로 광범위한 환경 조건이 발생하기 때문에, 본 표준은 규정된 실험실 조건에서 시험할 때 절차를 측정하여 충족해야 하는 요구 사항을 명시한다.

이 표준의 요구 사항을 충족하는 적절한 절차 또는 장치를 선택하는 것은 사용자의 책임이다. 이를 위한 한 가지 방법은 절차 제공자 또는 장치 제조업체로부터 정보 또는 확인을 얻는 것이다. 형식-시험 또는 더 일반적으로 절차나 장치의 성능 평가는 제조업체, 사용자, 시험소 또는 연구 개발 실험실에서 가장 적절하게 수행할 수 있다. 작업장 측정을 위한 기존의 많은 절차는 전체 범위가 아닌 필요한 최소 측정 범위의 일부에 대해서는 시험했지만, 모든 환경 영향 및 잠재적 간섭에 대해서는 시험하지 않았다. 이러한 부분적으로 검증된 절차가 이 표준의 성능 요구사항을 만족하는 경우 현재 사용할 수 있다. 그런데도, 이러한 절차는 합리적으로 가능한 한 빨리 전체 범위에 걸쳐 시험해야 한다.

1 적용 범위

이 표준은 작업환경 중 화학적 인자의 농도를 결정하기 위한 절차에 대한 일반적인 성능 요구 사항을 규정한다. 이러한 요구 사항은 화학적 인자의 물

리적 형태(가스, 증기, 공기 중 입자), 별도의 시료 채취 및 분석방법을 사용한 측정 절차 그리고 직독식 장치와 상관없이 측정 절차의 모든 단계에 적용된다. 이 표준은 실제 발생할 수 있는 환경 조건이 광범위하기 때문에, 규정된 실험실 조건에서 시험 할 때 충족되어야 하는 측정 절차의 특정 요구사항에 대해 명시하고 있다.

2 인용표준

ISO 78-2, Chemistry – Lay outs for standards – Part 2 : Methods of chemical analysis

ISO 7708, Air quality – Particle size fraction definitions for health – related sampling

ISO 13137, Workplace atmospheres – Pumps for personal sampling of chemical and biological agents – Requirements and test methods

ISO 16107, Workplace atmospheres – Protocol for evaluating the performance of diffusive samplers

ISO 17621, Workplace atmospheres – Short term detector tube measurement systems – Requirements and test methods

EN 838, Workplace exposure – Procedures for measuring gases and vapours using diffusive samplers – Requirements and test methods

EN 1076, Workplace exposure – Procedures for measuring gases and vapours using pumped samplers – Requirements and test methods

EN 13205 (all parts), Workplace exposure – Assessment of sampler performance for measurement of airborne particle concentrations

EN 13890, Workplace exposure – Procedures for measuring metals and metalloids in airborne particles – Requirements and test methods

EN 13936, Workplace exposure – Procedures for measuring a chemical agent present as a mixture of airborne particles and vapour – Requirements and test methods

EN 45544 (all parts), Workplace atmospheres – Electrical apparatus used for the direct detection and direct concentration measurement of toxic gases and vapours

3 용어와 정의

이 표준의 목적상, ISO 18158에서 제시된 용어 및 정의를 적용된다.

ISO 및 IEC는 아래의 인터넷 주소에서 표준화에 사용되는 용어 데이터베이스를 유지 관리한다.

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

11) ISO 14294:2011 작업장공기 — 피부노출 측정 — 원리 및 방법

Workplace atmospheres — Measurement of dermal exposure — Principles and methods

목 차

머리말	v
소개	vi
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 및 정의	2
4 피부 노출평가	5
4.1 개요	5
4.2 연구목표 정의	6
5 원리 및 방법	7
5.1 측정방법 및 시료채취	7
5.2 시료채취 방법 선택	9
5.3 노출의 시공간적 변이	10
6 품질이슈	11
6.1 개요	11
6.2 시료채취 효율	11
6.3 회수율	11
6.4 배경 및 오염	11
6.5 시료 안정성	12
6.6 분석방법	12
7 시험 보고서	12
7.1 측정 절차 설명	12

7.2 핵심 정보	13
부속서 A(정보) 개념 모델	14
부속서 B(정보) 차단(Interception) 법	16
부속서 C(정보) 손세척(Hand wash) 법	21
부속서 D(정보) 닦아내기(Wipe) 법	25
부속서 E(정보) 테이프 박리(Tape-stripping) 법	29
부속서 F(정보) 현장확인(In situ) 법	34
참고문헌	41

소 개

피부 노출평가는 환경오염 물질과 피부 사이의 동적인 상호 작용을 탐구한다. 직업성 피부 질환 및 장애는 작업장 질병의 상당 부분을 차지한다. 피부와 관련된 작업 관련성 유해 건강 영향의 횡수와 빈도는 호흡기와 관련된 건강 영향보다 훨씬 크다^[1]. 직업성 피부 질환은 거의 모든 산업 및 비즈니스 분야에 영향을 미치며 매년 유럽 연합에 6억 유로의 비용이 소요되는 것으로 추산되며 약 3백만일의 노동 손실이 발생한다^[2].

작업장의 수천 가지 화학물질에 대해 피부 경로에 의한 전신 노출에 대한 기여도는 아직 알려지지 않았다. 역사적으로 직업병에 대한 평가는 화학물질의 흡입에 초점을 맞추고 있다. 그러나 독성학적 증거에 의하면 피부 접촉이 많은 화학물질에 대해 주요 노출 경로가 될 수 있으며 모든 노출 경로로부터 통합된 총투여량에 대한 기여도를 고려해야 한다. 직업적 흡입 노출 한계가 낮아짐에 따라, 총 노출량에 대한 피부 기여가 평가에 더 중요해진다. 이 기술 보고서의 발간되기 10년 전부터 피부 노출에 관한 과학적 연구가 계속 발표되었다. 피부 노출에 대한 개념 모델의 개발은 이 분야에 중요하게 이바지하였다(부속서 A 참조)^[3]. 이 모델은 노출원에서 피부표면으로의 오염물질

이동을 체계적으로 설명하고 피부 노출을 질적 및 양적으로 평가할 수 있는 틀을 제공한다.

이 기술 보고서의 목적은 작업장에 있는 유해인자에 대한 피부 노출의 측정과 관련된 적용 및 일관성에 대해 지침을 포함하여 방법론의 틀을 제공하는 것이다.

1 적용범위

이 기술 보고서는 작업장에서의 피부 노출평가를 위한 일반적인 고려사항을 제공하며, 피부 노출평가 및 피부 노출 측정시 일반적으로 사용되는 방법에 대해 지침을 제공한다^{[4][5]}. 각 접근법의 장점과 한계에 대해 이해하는 것이 평가 목적을 충족시키기 위하여 적절한 방법을 선택하는 데 도움을 줄 것이다. 그러나 이 기술 보고서는 노출 시나리오 또는 화학적 유해인자의 경우와 같이 전문가의 지침을 제공하기 위한 것은 아니다.

이 기술 보고서는 산업위생 실무자와 연구원으로 하여금 의도한 목적에 부합하는 피부 노출평가 전략을 개발하도록 지원하기 위한 것이다. 더 중요한 것은 피부 노출을 평가하는 일관된 접근방식을 채택하고 방법 성능 평가 및 검증을 위한 틀을 제공한다는 것이다.

이 기술 보고서는 피부 노출을 결정하기 위한 시료채취 방법의 평가 시 필요사항에 관해 기술하고 있으며, 다음의 절차에 대한 방법론 및 세부사항을 제시하고 있다(모든 요구사항이 모든 방법에 적용되지 않을 수 있다).

- a) 채취효율;
- b) 회수효율;
- c) 시료안정성;
- d) 용량;

e) 편향, 정밀도, 불확도;

f) 핵심 정보;

g) 상황 정보

비고 1 핵심 정보는 평가의 목적, 시료 채취 전략, 시료 채취 및 분석 방법(7절 참조)을 포함하여 측정 절차에 대한 설명이다. 방법별 핵심 정보는 부속서 B부터 F에 구체적으로 추가 설명되어 있다(예: B.4.5는 직물 유형, 두께, 크기 및 받침재와 같은 수집 매체에 대한 설명이다).

비고 2 상황 정보는 시료 채취 위치, 노출 상황, 작업자, 환경 및 노출 유해인자(7절 참조)에 대한 설명이다.

2 인용표준

ISO 3534-1:2006, Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: General statistical terms and terms used in probability

ISO 3534-2:2006, Statistics – Vocabulary and symbols – Part 2: Applied statistics

ISO 15767:2009, Workplace atmospheres – Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols

ISO/IEC Guide 99:2007, International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms(VIM)

EN 689:1995, Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy

EN 14902:2005, Ambient air quality – Standard method for the measurement of Pb, Cd, As, and Ni in the PM10 fraction of suspended particulate matter

3 용어 및 정의

다음 용어의 정의는 괄호 안의 참고문헌에서 얻을 수 있다.: 편향 [ISO/IEC Guide 99:2007]; 방법 검출한계 [EN 14902:2005, 수정]; 정밀도 [ISO 3534-1:2006]; 참값 [ISO 3534-2:2006]; 작업장 [EN 689:1995].

그림 1은 피부 노출에 관련된 기간 간격을 나타낸다.

이 문서의 목적에 따라, 다음의 용어와 정의가 적용된다.

3.1 유해인자(Agent)

생성 고의성 여부와 시판 여부와 상관없이 자연 상태 또는 작업 활동으로 생성된 화학적 또는 생물학적 개체 또는 혼합물 [EN 689:1995]

3.2 접촉 피부 부피(dermal contact volume)

노출 피부 체표면적(3.7) 상에 존재하는 유해인자(3.1)의 질량을 함유하는 부피

비고 이론적인 이 용어는 피부 오염 부위(3.14)의 부피와 같은 개념이다; 그러나 현실적인 이유로 피부 오염 부위에 존재하는 모든 물질의 질량으로 정의된다.

3.3 피부 노출(dermal exposure)

노출기간(3.8) 동안 노출 피부 체표면적(3.7)에서 유해인자(3.1)와 인체 피부 접촉 과정

3.4 피부 노출 농도(dermal exposure concentration)

피부 오염부위(3.14) 내에 함유된 유해인자(3.1)의 농도

비고 1 피부 노출 농도는 피부 노출량(3.6)을 접촉 피부 부피(3.2)로 나누거나 피부 오염부위 (3.14)에 함유된 질량으로 나눈 값이다.

비고 2 피부 노출 농도는 이론적인 개념이다. 실제로, 접촉 피부 부피(3.2)는 알 수 없으므로 채취를 통해 피부 노출량(3.6)만 추정이 가능하다. 피부 노출 농도는 밀리그램/리터(mg/L) 또는 밀리그램/킬로그램(mg/kg)으로 표현할 수 있다.

3.5 피부 노출 부하(dermal exposure loading)

피부 노출량(3.6)을 노출 피부 체표면적(3.7)으로 나눈 값

비고 현실적인 이유로, 피부 노출 부하는 피부 오염부위(3.14)의 노출된 부분에서의 유해인자(3.1)의 질량을 그 부분의 표면적으로 나눈 것으로 표현할 수 있으며, 제곱센티미터 당 그램으로 표현된다.

3.6 피부 노출량(dermal exposure mass)

접촉 피부 부피(3.2)에 존재하는 유해인자(3.1)의 양

비고 현실적인 이유로, 피부 노출량은 피부 오염부위(3.14)에 존재하는 유해인자(3.1)의 양으로 정의된다.

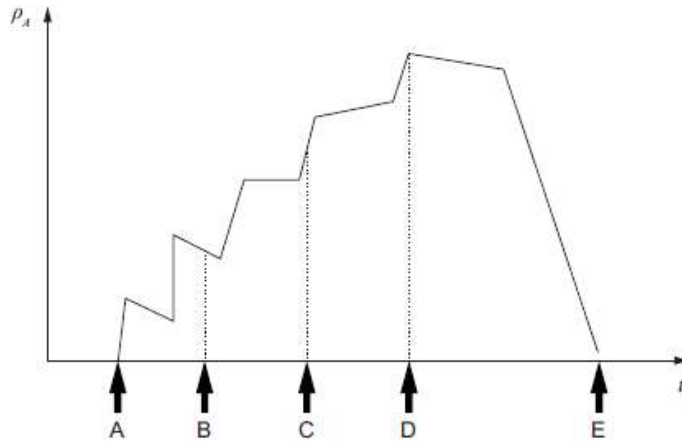
3.7 노출 피부 체표면적(dermal exposure surface)

유해인자(3.1)가 존재하는 피부표면 부위

비고 현실적인 이유로, 노출 피부 체표면적은 피부 오염부위(3.14)을 2차원으로 나타내며, 제곱센티미터로 표현된다.

3.8 노출 기간(exposure period)

유해인자(3.1)가 피부 오염부위(3.14)에 존재하는 시간



r_A 노출 부하

t 시간

비고 그림 1은 시료채취 기간(B-C), 피부 노출 부하(3.5) 또는 이미시온(immission)(3.9) 기간(A - D) 및 사후 이미시온(immission) 기간(D - E)과 같은 관련 기간 간격을 보여준다. 이 모든 기간 중 "시료 채취 기간"은 임의적이다. 이러한 간격은 설명에 목적이 있으며 시료 채취는 어떤 간격에서도 발생할 수 있다.

그림 1 - 피부노출 관점과 관련된 다양한 기간

3.9 이미시온(immission)

플럭스 이동

이동율

플럭스 침적

침적율

피부 노출 부하(3.5)의 결과로, 정의된 노출원으로부터 노출 피부 체

표면적(3.7) 또는 옷의 바깥면의 오염부위(3.10)으로의 유해인자(3.1)의 이동

비고 이미시온(immission)은 질량/시간/표면면적으로 계산된다.

3.10 오염부위(contaminant layer compartment)

오염물질 또는 유해인자(3.1)를 함유하고 있는 부위

비고 1 오염부위는 각 부위의 두께의 부피로 파악된다.

비고 2 부위는 노출원, 공기, 피부표면, 피부, 옷의 바깥면과 옷의 피부 쪽 내면의 오염부위를 모두 포함한다 (그림 1 참조).

3.11 잠재적 피부 노출량(potential dermal exposure mass)

옷의 바깥과 옷의 피부 쪽 내면 오염부위(3.10)에 존재하는 총 질량과 피부 노출량(3.6)

비고 1 시료 채취방법 및 전략과 관련된 실질적인 이유로 잠재적 피부 노출 질량이라는 용어는 의류 오염 부위 과 접촉 피부 부피(3.2)에 존재하는 물질 질량에서 피부(오염부위)에 도달할 가능성이 있는 물질 질량의 합을 의미한다. 개념 모델(부속서 A)은 오염부위 중 옷의 바깥면(의복에서 피부로부터 반대편인 바깥면)과 옷의 피부 쪽 내면(의복의 피부표면에 가까운 내면)을 구분하며, (그 사이의) 의복 자체를 완충층(buffer)으로 설명한다.

3.12 회수율(recovery efficiency)

분석 실험실에서 채취 매체로부터 유해인자(3.1)의 회수 능력을 측정한다.

비고 차단 및 제거 방법의 회수율에 대해서는 부속서 B부터 E를 참조한다. 현장확인(In situ) 법에 적합한 회수율에 대한 설명은 부속서 F를 참조한다.

3.13 시료 채취 효율(sampling efficiency)

채취방법이 채취매체에서 유해인자(3.1)를 얼마나 잘 수집할 수 있는지를 측정한다.

비고 제거 방법의 채취효율은 부속서 C에서 E를 참조한다. 현장확인(In situ) 법에 적합한 회수율에 대한 설명은 부속서 F를 참조한다.

3.14 피부 오염부위(skin contaminant layer compartment)

피지 지질, 땀, 경피 수분 손실(transepidermal water loss)으로 인한 부수적 수분 때문에 형성된 인간 피부의 각질층의 상층부, 또한 각화(cornification) 생성물과 아직 떨어지지 않은 각질 세포

비고 1 부속서 A 참조

비고 2 피부 오염부위는 각 부위의 두께의 깊이로 파악된다.

3.15 흡수(Uptake)

피부 오염부위(3.14) 에서 피부 속으로 유해인자(3.1)의 농도 구배 운반, 즉 피부 오염 부위(노출 표면)와 각질층(흡수 장벽) 사이의 계면(interface)을 가로지르는 운반

비고 정의된 기간 동안 피부 오염 부위의 일정 영역에 대한 시간 - 노출 농도의 개요는 흡수와 관련이 있다.

12) ISO 21623:2017 작업장 노출 — 나노 물체와 그 응집체 및 집합체에 대한 피부 노출평가 (nano-objects and their aggregates and agglomerates, NOAA)

Workplace exposure — Assessment of dermal exposure to nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA)

목 차

머리말	iv
소개	v
1 적용범위	1
2 인용표준	1
3 용어 및 정의	1
4 NOAA에 대한 피부 노출 - 증거 및 노출 경로	4
4.1 개요	4
4.2 발생기전(source domains, SD)	4
4.3 노출경로	5
5 NOAA의 피부 노출평가의 단계적 접근법	6
5.1 개요	6
5.2 Step 1: 서면평가	7
5.2.1 1A 단계: NOAA 구성에 근거한 독성학적 유해성 평가	7
5.2.2 1B 단계: 불용성(비유연성) NOAA의 피부 노출에 관련한 잠재적 위험성의 선별	8
5.2.3 1C 단계:직종에 따른 피부 노출 관련 잠재적 위험의 선별	10
5.3 2 단계: 피부 노출의 가능성 관찰	11
5.4 3 단계: 작업자 행동의 추가적 관찰	11

5.5 4 단계: NOAA의 정량화	11
5.6 5 단계: 평가 및 검토	12
부속서 A(정보) 나노물질 또는 나노기술제품 사용 관련 산업	13
부속서 B(정보) 피부 손상 측정방법	16
부속서 C(정보) 피부 노출평가 방법(Dermal Exposure Assessment Method, DREAM)	18
부속서 D(정보) 부주의한 섭취를 통한 노출	24
부속서 E(정보) 나노 입자의 피부 노출측정 연구	27
참고문헌	31

소개

피부 노출평가는 환경오염 물질과 피부 사이의 동적인 상호 작용을 탐구한다. 흡입 노출평가와 피부 노출평가는 노출에 있어서 서로 다른 고려사항이 필요하다. 지난 수십 년 동안 피부 노출과 관련된 지식의 본체는 여러 종류의 물질에 대해 확대되었고, 그중에서도 CEN/TR 15278, CEN/TS 15279 및 ISO/TR 14294와 같은 화학물질에의 피부 노출평가를 위한 간행물이 발표되었다.

현재, 설계/제조된 나노 물질 및 나노 기술 제품(nano-enabled products)이 광범위하게 생산 및 사용되고 있다. 이러한 물질에 대한 직업적 피부 노출은 인간의 건강과 생물학적 관련성을 가질 수 있다. 잠재적 부작용으로는 국소적인 피부 효과, 피부 흡수/흡수에 따른 전신 독성, 손과 입의 경로를 통한 부주의한 섭취 등이 있다. 이 문서는 제조된 나노 물체, 그 응집체 및 집합체(nano-objects, their agglomerates and aggregates, NOAA)에 대한 잠재적 피부 노출평가를 위한 지침을 제공한다.

이 문서는 유럽위원회(European Commission)에서 발행한 나노 기술 및 나

노 물질에 관한 표준화 활동을 위해 위임 사항 M/461에 따라 실행된 사전규범적(pre-normative) 연구 프로젝트의 결과를 종합한 것이다. 이 사전규범적 연구는 나노 입자 또는 나노 기술 제품(nano-enabled products)에 대한 직업 피부 노출의 메커니즘에 대한 개요를 제공한다. 여기에는 섭취 또는 흡수에 대한 잠재적인 가능성이 포함되며, 이는 확인된 직종 명에 대한 노출의 관련 증거에 근거한다. 사전규범적인 연구의 일부는 나노 입자의 피부 침투, 나노 입자의 표면에서 피부로의 이동, NOAA에 대한 피부 노출을 정량화하기 위한 실행 가능성에 관한 실험적 연구로 구성되어있다^{[4]-[6]}.

1 적용범위

이 문서는 나노 물질 및/또는 나노 기술 제품(nano-enabled products)의 생산 및 사용으로 인해 발생하는 나노 물체와 그 응집체 및 집합체(NOAA)와 관련된 잠재적인 직업적 위험을 평가하기 위한 체계적인 접근법에 관해 설명한다. 이 접근법은 노출 경로, 노출된 신체 부위 및 피부 흡수량, 국소 영향 및 부주의한 섭취에 대한 노출의 잠재적 결과를 확인하기 위한 지침을 제공한다. 또한, 이 문서는 직업적 전문가에 의한 NOAA 포함 제품의 직업적 사용을 고려한다. 개인 관리 제품, 화장품 또는 의약품을 사용하는 미용사에게는 적용되나, 소비자가 의도한 또는 처방한 제품에 대한 노출에는 적용되지 않는다. 이 문서는 잠재적인 피부 노출 및 잠재적 결과에 대한 인식을 돕기 위해 산업위생전문가, 연구원 및 기타 안전 전문가를 대상으로 한다.

2 인용표준

EN 1540, Workplace exposure – Terminology

ISO 18158, Workplace air – Terminology

3 용어 및 정의

이 문서의 목적에 따라 EN 1540, ISO 18158 및 다음에 나오는 용어 및 정의가 적용된다. ISO 및 IEC는 다음 주소에서 표준화에 사용되는 용어 데이터베이스를 유지 관리한다.

IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/>

ISO Online browsing platform: <https://www.iso.org/obp>

3.1 Agglomerate 응집체(Agglomerate)

생성된 외부 표면적이 개별 성분의 표면적 합계와 유사한 경우, 약하게 또는 중간 정도 강하게 결합된 입자의 집합.

비고 1 응집체를 이루고 있는 힘은 예를 들어 판데르 발스 힘 또는 간단한 물리적 얽힘과 같이 약한 힘이다.

비고 2 응집체는 2차 입자(secondary particles)라고도 하며 응집체를 구성하는 원천 입자들(original source particles)은 1차 입자(primary particles)라고 한다.

[출처: ISO/TS 80004-2:2015, 3.4]

3.2 Aggregate 집합체(Aggregates)

강하게 결합된 입자 또는 융합된 입자들로, 결과적으로 생성된 외부 표면적이 개별 구성 요소로부터 계산된 표면적의 합보다 현저히 작다.

비고 1 집합체를 함께 유지하는 힘은 공유 결합 또는 이온 결합 또는 소결(sintering) 또는 복잡한 물리적 얽힘(entanglement)으로 인한 것

이거나 그 외에는 결합된 1차 입자로부터 기인한 강한 힘이다.

비고 2: 집합체는 2차 입자(secondary particles)라고도 하며 집합체를 구성하는 원천 입자들(original source particles)은 1차 입자(primary particles)라고 한다. [출처: ISO/TS 80004-2:2015, 3.5]

3.3 접촉 피부 부피(dermal contact volume)

노출피부표면적(3.7)에 접촉하는 유해인자의 질량을 함유하는 부피 이는 피부 오염부위(3.14)의 부피와 동일한 개념이다; 그러나 현실적인 이유로 물질의 질량이 모두 포함된 구획의 부피를 의미한다.

[출처: CEN/TR 15278:2006, 2.2, 수정 - 비고 1 채택]

3.4 피부 노출 농도(dermal exposure concentration)

피부 노출 질량(3.6)을 접촉 피부 부피(3.3)로 나눈 값 또는 피부 노출 질량을 피부 오염부위에 함유된 질량으로 나눈 값
피부 노출 농도는 필요에 따라 g/L 또는 g/kg 또는 기타 적절한 단위로 표시된다.

[출처: CEN/TR 15278:2006, 2.4, 수정 - 비고 1 채택]

3.5 피부 노출 부하(dermal exposure loading)

피부 노출량(3.6)을 피부 노출표면(3.7) 면적으로 나눈 값
현실적인 이유로, 피부 오염부위의 노출된 부분에서 유해인자의 질량을 그 부분의 표면적으로 나눈 값으로 나타낼 수 있다.

[출처: CEN/TR 15278:2006, 2.5]

3.6 피부 노출량(dermal exposure mass)

접촉 피부 부피(3.3)에 존재하는 유해인자의 양

현실적인 이유로, 피부 오염부위에 존재하는 유해인자의 양은 g 또는 필요에 따라 다른 적절한 단위로 정의된다.

피부 노출 과정의 결과, 즉 접촉은 다양한 노출의 매개변수에 의해 표현될 수 있다. [출처: CEN/TR 15278:2006, 2.6, 수정 - 비고 1 채택]

3.7 노출 피부 표면적 (dermal exposure surface)

유해인자가 존재하는 피부 표면적

현실적인 이유로, cm^2 단위의 피부 오염부위의 2차원 표현으로 나타낸다.

[출처: CEN/TR 15278:2006.2.7]

3.8 나노복합재 (Nanocomposite)

하나 이상의 나노 상(nanophase)(3.13) 이 존재하는 2개 이상의 상 분리된 물질의 혼합물을 포함하는 고체.

침전물로만 형성된 나노 단위의 상을 갖는 물질은 나노복합재 물질로 간주하지 않는다. [출처: ISO/TS 80004-4:2011, 3.2]

3.9 나노 기술의 (nano-enabled)

나노 테크놀로지에서만 가능한 기능이나 성능을 보이는.

나노 기술 제품(nano-enabled products)으로부터의 NOAA의 방출 가능성은 피부 노출 평가 관점에서 유의하다고 간주된다.

[출처: ISO/TS 80004-1:2015, 2.15, 수정 - 비고 1 채택]

3.10 나노 물질 (Nanomaterial)

나노 단위(3.14)의 임의의 외형 치수를 갖는 물질 또는 나노 단위(3.14)의 내부 구조 또는 표면 구조를 갖는 물질.

[출처: ISO/TS 80004-1:2015, 2.4, 수정 - 비고 1, 2 삭제]

3.11 나노 물체 (nano-object)

나노 단위(3.14)에서 1, 2 또는 3개의 외형 치수를 갖는 별개의 조각.

제2차 및 제3차 외부 치수는 제1차 치수 및 서로에 직교한다.

[출처: ISO/TS 80004-1:2015, 2.5]

3.12 나노 입자 (Nanoparticle)

나노 물체의 가장 긴 축과 가장 짧은 축의 길이가 크게 다르지 않으며 모든 외형 치수가 나노 단위(3.14)인 나노 물체(3.11)

치수가 크게 다른 경우(일반적으로 3배 이상) 나노섬유(nanofiber) 또는 나노 판(nanoplate)와 같은 용어가 나노 입자보다 적합할 수 있다.

[출처: ISO/TS 80004-2:2015, 4.4]

3.13 나노 상 (Nanophase)

물리적 또는 화학적으로 구별되는 영역 또는 나노 단위(3.14)의 1, 2 또는 3개의 치수를 갖는 구별되는 영역을 갖는 물질과 같은 종류의 물질이 물리적으로 구별되는 총체적 용어

다른 상에 박혀있는 나노 물체는 나노 상을 구성한다.

[출처: ISO/TS 80004-4:2011, 2.12]

3.14 나노 단위 (Nanoscale)

약 1 nm ~ 100 nm의 길이 범위

위의 범위보다 큰 크기에서는 일반적으로 나타나지 않는 특성이 위의 범위에서는 나타나기도 한다.

[출처: ISO/TS 80004-1 : 2015.2.1]

3.15 입 주변 영역 (perioral region)

입 주변 부위 (perioral area)

입을 둘러싼 부위

3.16 피부 오염부위 (skin contaminant layer compartment) SCL

각화(cornification)와 떨어지지 않은 각질로부터 생성된 것들을 포함하여, 피지 지방, 땀 및 경피 수분 손실(transepidermal water loss, TEWL)로 인한 수분이 존재하는 인간 피부의 각질층(SC) 상부에 3차원 구획

3.17 발생기전(source domains, SD) SD

특정 수명 주기 단계(life cycle stage)에서 입자 배출 특성을 결정하는 발생기전

다양한 기전은 다양한 수명주기단계(합성, 하향류 사용(downstream use), 제품의 적용 또는 처리 및 폐기)[11] 에서 NOAA의 배출 속도, 입자 크기 분포, 노출원 위치 및 이동을 결정한다.

3. 산업표준의 적용범위

산업표준에 대해 작업환경측정기관에서 적용할 할 수 있는 범위에 대해서 기존의 작업환경 측정 및 분석방법과 비교하여 적용 가능 여부를 검토하였다.

<표 III -1> 산업표준 제정(안) 12종의 적용범위

연번	표준번호	내용			
1	ISO13138:2012	표준명 (한글)	공기 질 — 인체 호흡기계에서 공기 중 입자 침착을 위한 시료채취 규약		
		표준명 (영문)	Air quality — Sampling conventions for airborne particle deposition in the human respiratory system		
		물질분류	입자상 물질	분석장비	ICRP 침착모델 저압 임팩터
		법적규정 (고시)	-		
		KOSHA GUIDE	-		
		해외기관 (분석NO)	NMAM OSHA		
		비고	ICRP : 국제 방사선 방호(防護) 위원회(International Committee for Radioactivity Prevention) 침착 모델 : 12가지 호흡조건에 해당하는 12가지 침착 곡선의 평균으로부터 개발하여 침착 효율 (deposition efficiencies)을 계산		
		적용여부	가능 - 공기 중 호흡성 및 흡입성 입자의 시료채취에 적용 가능할 것으로 보임		

연번	표준번호	내용				
2	ISO14382:2 012	표준명 (한글)	작업장공기 - 1(2-피리딜)피페라진 코팅 유리섬유 여과지와 자외선 및 형광 검출기가 장착된 고성능액 체크로마토그래피를 이용한 톨루엔디이소시아네이트 증기의 측정 및 분석			
		표준명 (영문)	Workplace atmospheres — Determination of toluene diisocyanate vapours using 1-(2-pyridyl)piperazine-coated glass fibre filters and analysis by high performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detectors			
		물질분류	유기화합물	분석장비	HPLC	
		법적규정 (고시)	10 (2,4-Toluene diisocyanate)			
		KOSHA GUIDE	A-76~79-2015			
		해외기관 (분석NO)	NMAM 2535, 5521, 5522 OSHA 18, 33, 42, W4002, HSE MDHS 25/4			
		비고	NMAM 2535 : HPLC/UV+Tube with reagent-coated glass wool, 5521, 5522 : impinger, OSHA 18, 33 : bubbler, 42 : HPLC/FL+GFF coated with 1,2-PP, W4002 : HPLC/FL+Ghost wipes(dry), MDHS 25/4 : impinger+treated backup filter 법 포함 기존 방법과는 채취매체, 유도체화 시약 등이 다름			
		적용여부	가능			

연번	표준번호	내용		
3	ISO 16107:2007	표준명 (한글)	작업장공기 - 확산 시료채취기 성능 평가 프로토콜	
		표준명 (영문)	Workplace atmospheres - Protocol for evaluating the performance of diffusive samplers	
		물질분류	유기용제	분석장비 -
		법적규정 (고시)	-	
		KOSHA GUIDE	-	
		해외기관 (분석NO)	-	
		비고	국내 활용도가 미비하다는 이유로 2001년에 국가표준으로 제정되었으나, 2013년 12월 27 일자로 폐지	
		적용여부	-	

연번	표준번호	내용				
4	ISO 16258-1: 2015	표준명 (한글)	작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 — 1부 : 직접여과지법			
		표준명 (영문)	Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction —Part 1:Direct-on-filter method			
		물질분류	산화규소	분석장비	XRD	
		법적규정 (고시)	-			
		KOSHA GUIDE	-			
		해외기관 (분석NO)	OSHA ID142, NMAM 7603, 7501 7500, 7602,			
		비고	NMAM 7602를 FITR이며 OSHA ID142, NMAM 7603, 7501 7500, 7602, 은 XRD를 이용한 분석방법이지만, 시료를 전처리하여 분석한다. 전처리 없이 분석하는 방법에서 검출한계 및 정량한계가 노출기준에 적합하면 적용가능 함.			
		적용여부	가능			

연번	표준번호	내용			
5	ISO 16258-2: 2015	표준명 (한글)	작업장공기 — X선 회절에 의한 호흡성 결정형 실리카분석 — 2부 : 간접 분석 방법		
		표준명 (영문)	Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction —Part 1:Direct-on-filter method		
		물질분류	산화규소	분석장비	XRD
		법적규정 (고시)	-		
		KOSHA GUIDE	-		
		해외기관 (분석NO)	OSHA ID142, NMAM 7603, 7501 7500, 7602,		
		비고	NMAM 7602를 FITR이며 OSHA ID142, NMAM 7603, 7501 7500, 7602, 은 XRD를 이용한 분석방법이지만, 시료를 전처리하여 분석한다. 국제표준 방법과 거의 같은 방법임.		
		적용여부	가능		

연번	표준번호	내용				
6	ISO17091:2013	표준명 (한글)	작업장공기 — 수산화리튬, 수산화나트륨, 수산화칼륨 및 수산화칼슘의 측정 — 서프레서 이온 크로마토그래피를 이용한 해당 양이온 측정법			
		표준명 (영문)	Workplace air — Determination of lithium hydroxide, sodium hydroxide, potassium hydroxide and calcium dihydroxide — Method by measurement of corresponding cations by suppressed ion chromatography			
		물질분류	알카리	분석장비	IC	
		법적규정 (고시)	—			
		KOSHA GUIDE	A-156-2018, A-157-2018			
		해외기관 (분석NO)	OSHA ID121, NMAM 7300, 7301, 7302, 7303, 7304			
		비고	OSHA ID121 : 여과지에 채취하여 mineral acid digestions 또는 추출하여 원자흡광광도계(AAS)로 분석, NMAM 7300 : 여과지에 채취하여 Nitric/perchloric Acid Ashing 추출하여 ICAP-AES로 분석, NMAM 7301 : 여과지에 채취하여 Aqua Regia Ashing 추출하여 ICAP-AES로 분석, NMAM 7302 : 여과지에 채취하여 Microwave Digestion 후 ICAP-AES로 분석, NMAM 7303, 7304 : 여과지에 채취하여 Hot Block/HCl/HNO ₃ Digestion 후 ICAP-AES로 분석			
		적용여부	가능			

연번	표준번호	내용		
7	ISO17621:2 015	표준명 (한글)	작업장공기 - 단시간 검지관 측정 시스템 - 요구사항 및 시험 방법	
		표준명 (영문)	Workplace air - Short term detector tube measurement systems - Requirements and test methods	
		물질분류	유기화합물	분석장비 -
		법적규정 (고시)	작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시	
		KOSHA GUIDE	-	
		해외기관 (분석NO)	-	
		비고	-	
		적용여부	가능	

연번	표준번호	내용				
8	ISO17736: 2010	표준명(한글)	작업장 공기 - 이중 여과지 측정 장치와 고성능액체 크로마토그래피를 이용한 공기 중 이소시아네이트의 측정 및 분석			
		표준명(영문)	Workplace air quality — Determination of isocyanate in air using a double-filter sampling device and analysis by high pressure liquid chromatography			
		물질분류	유기화합물	분석장비	HPLC	
		법적규정(고시)	10 (2,4-Toluene diisocyanate)			
		KOSHA GUIDE	A-76~79-2015			
		해외기관(분석NO)	NMAM 2535, 5521, 5522 OSHA 18, 33, 42, W4002, HSE MDHS 25/4			
		비고	NMAM 2535 : HPLC/UV+Tube with reagent-coated glass wool, 5521, 5522 : impinger, OSHA 18, 33 : bubbler, 42 : HPLC/FL+GFF coated with 1,2-PP, W4002 : HPLC/FL+Ghost wipes(dry), MDHS 25/4 : impinger+treated backup filter 법 포함 기존 방법과는 채취매체, 유도체화 시약 등이 다름			
		적용여부	가능			

연번	표준번호	내용				
9	ISO18158: 2016	표준명 (한글)	작업장공기 — 용어			
		표준명 (영문)	Workplace air — Terminology			
		물질분류	용어	분석장비	-	
		법적규정 (고시)	작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시			
		KOSHA GUIDE	-			
		해외기관 (분석 NO)	OSHA OTM, NMAM			
		비고	작업장공기의 일반 용어와 시료채취, 분석방법 및 방법 성능에 관한 전문 용어			
		적용여부	가능			

연번	표준번호	내용		
10	ISO20581:2016	표준명 (한글)	작업장공기 - 화학적 인자의 측정 절차 수행에 대한 일반적인 요구 사항	
		표준명 (영문)	Workplace air quality - General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents	
		물질분류	-	분석장비 -
		법적규정 (고시)	작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시	
		KOSHA GUIDE	-	
		해외기관 (분석NO)	-	
		비고	-	
		적용여부	가능	

연번	표준번호	내용		
11	ISO/TR 14294:2011	표준명 (한글)	작업장공기 — 피부노출 측정 — 원리 및 방법	
		표준명 (영문)	Workplace atmospheres — Measurement of dermal exposure — Principles and methods	
		물질분류	화학적/생물학적 유해인자	분석장비 —
		법적규정 (고시)	—	
		KOSHA GUIDE	—	
		해외기관 (분석NO)	NMAM 9201, 9205, 3600	
		비고	NMAM 9201, 9205, 3600 은 개별 물질에 대한 피부 패치 측정방법을 기술함	
		적용여부	가능	

연번	표준번호	내용			
12	ISO/TS 21623:201 7	표준명 (한글)	작업장 노출 - 나노 물체와 그 응집체 및 집합체에 대한 피부 노출평가		
		표준명 (영문)	Workplace exposure — Assessment of dermal exposure to nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA)		
		물질분류	화학적/생물학적 유해인자	분석장비	-
		법적규정 (고시)	-		
		KOSHA GUIDE	-		
		해외기관 (분석NO)	-		
		비고	NOAA의 피부노출 평가 일반사항		
		적용여부	가능		

IV. 결 론

1. ISO 13138:2012 국제표준은 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection)가 개발한 침착 모델을 이용하여 인체 호흡기계에서 비휘발성, 비 흡습성, 비 섬유상 에어로졸의 침착을 5개의 영역(비강의 앞쪽과 뒤쪽 영역, 기관지 영역의 섬모세포와 비 섬모 부분, 폐포(가스교환) 영역)의 특성에 따른 시료채취에 관련된 규약을 제시하고 있다. 또한, 12가지 호흡특성으로 정상 호흡과 구강호흡, 남성과 여성, 작업량(앉기 작업, 가벼운 작업, 심한 작업)에 따른 특성을 통하여 시료채취기의 개발과 적용에 대한 과학적인 근거를 확인할 수 있었으며, 작업환경 중 입자상 물질의 침착을 고려한 시료채취와 인체 노출평가에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
2. ISO 14382:2012와 ISO 17736:2010 국제표준은 작업장공기에서 공기 중 톨루엔-디이소시아네이트의 채취 및 분석에 대한 일반적인 지침으로 현장에서 적용하기에 적절하다.
3. ISO 16107:2007 국제표준은 2001년에 국가표준으로 제정되었으나, 작업장에서 사용하는 수동식 시료채취기 (확산시료채취기) 성능 평가에 대한 것으로 실제 실험실에서 이 표준을 사용할 수 있는 국내 기관은 산업안전보건연구원의 장비이며 자체 프로토콜이 있어서 굳이 이 표준을 활용하지는 않고 있으며. 또한, 대부분 제조회사에서 테스트한 후 소비자가 사용하는 실정이므로 일반 사용자보다는 업체가 활용할 표준이며. 그리고 국내에서 사용되는 확산시료채취기는 대부분이 외산이므로 국내 활용도가 미비하다는 이유로, 2013년 국가기술표준원 산업환경기술심의회(고시 2013-0076)에서 폐지된 표준

이다.

4. ISO 16258-1:2015와 ISO 16258-2:2015 국제표준은 산화규소의 시료여과지를 직접분석방법과 전처리를 하여 XRD에 의해 분석하는 방법을 제시한다. 산화규소는 작업환경측정 대상 유해인자에 해당한다. 한국산업안전보건공단(KOSHA)의 기술지침(Code)인 「작업환경측정·분석방법 지침」은 아직 작성되지 않았다. 외국기관의 측정 및 분석방법은 NMAM 7602 방법만 FTIR이며 OSHA ID142, NMAM 7603, 7501, 7500, 7602, 은 XRD를 이용한 분석방법을 제시하고 있다. 시료를 전처리(회화 및 용해)하여 XRD로 분석하는 방법을 사용하지만, ISO 16258-1:2015 국제표준은 전처리 없이 시료 여과지를 XRD로 직접 분석하는 간단한 방법이므로 검출한계 및 정량 한계를 검증한 후 우리나라 노출기준에 적합한 수준이면, 적용할 수 있을 것으로 판단된다. ISO 16258-2:2015의 국제표준은 우리나라 대부분 측정기관에 사용하는 FTIR 분석방법보다 X-선 회절법이 검출한계가 낮고, 선택성이 확실히 탁월하므로 산화규소의 정확한 측정 분석을 위해서는 이 표준을 적용하는 것이 가장 효율적인 방법 표준으로 판단된다.

5. ISO 17091:2013 국제표준은 산업안전보건법 시행규칙 제93조 제1항과 관련된 작업환경측정 대상 유해인자 [별표 11의 5]에서는 본 표준의 수산화물 4개 중 수산화나트륨, 수산화칼륨 2개의 유해인자가 해당한다.

한국산업안전보건공단(KOSHA)의 기술지침(Code)인 「작업환경측정·분석방법 지침」에서는 작업장에서 발생하는 수산화나트륨, 수산화칼륨의 유해인자를 여과지에 채취하여 질산으로 추출하고 원자흡광광도계(AAS) 또는 유도결합플라즈마분광광도계(ICP)로 분석하는 방법에 대한 표준을 제공하고 있으며 많은 작업환경측정기관 등에서 널리 활용되고 있다.

본 표준에서는 사용한 이온 크로마토그래피의 경우 지정측정기관의 필수 장비에 포함되지 않아 지정측정기관들의 활용도는 낮으나, 이온크로마토그래피를 이용한 양이온의 측정법 또한 정확하고, 효율적이며 안정적인 시료채취 및 분석방법으로 선택하여 활용할 수 있다.

또한, 본 표준에서는 수산화물에 대한 시료채취 및 분석, 결과 처리 전반에 대한 다양한 방법을 구체적으로 기술하고 있으므로 산업위생 전문가가 참고하여 활용한다면 근로자의 건강을 보호하는데 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

6. ISO 18158:2016 국제표준은 작업장공기의 일반 용어 즉, 유해인자, 대기오염물질, 건강관련 분율과 규약, 에어로졸 및 노출평가 등에 관한 용어를 참고문헌과 연구진 및 자문회의 통하여 작업환경측정 및 분석에 사용되는 공통용어를 정의하였다. 예를 들어 Convention은 규약, 규정, 협약 등으로 여러 가지 의미가 있지만, 어떤 집단이나 단체에는 공통의 약속이라는 단어적 의미에 맞추어 규약으로 정의하였다. Dust는 먼지, 분진 등의 의미가 있지만, 산업보건 분야에서는 분진으로 사용하였고, 최근에는 환경 분야와 매체 등에서 대중적인 의미로 먼지를 많이 사용하기 때문에 산업표준에서는 최신성과 대중성을 고려하여 먼지로 정의하였다. 다른 용어도 여러 의미로 사용되어, 논의가 더 필요한 실정이다. 작업장공기 시료채취에 대한 물리적·화학적 과정과 관련된 용어뿐만 아니라 분석방법과 방법 성능과 관련된 공통용어를 통하여 작업환경관리의 실무에서 소통의 오류를 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

7. ISO 20581:2016 국제표준은 한국산업안전보건공단(KOSHA)의 기술지침(Code)인 「작업환경측정·분석방법 지침」은 산업안전보건법 시행규칙 제93조 제1항과 관련된 작업환경측정 대상 유해인자[별표 11의 5]의 분석방법에

대한 표준을 제공하고 있으며 많은 작업환경측정기관 등에서 널리 활용되고 있다.

본 표준은 화학적 인자에 대한 측정 절차 수행 전반에 대한 방법을 기술한 것으로 산업안전보건법의 「작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시」에서 기술한 측정방법보다 더 많은 전문 지식을 포함하고 있다. 직업적 노출평가를 위한 측정뿐 아니라 다양한 선별 측정방법과 불확도 계산 등을 구체적으로 기술하고 있으므로 산업위생 전문가가 참고하여 활용한다면 근로자의 건강을 보호하는데 이바지할 수 있다.

8. ISO 14294:2011 국제표준은 작업장공기에서 피부 노출측정의 원리 및 방법에 대한 일반적인 지침으로 작업장의 유해인자에 대한 피부 노출의 측정과 관련된 실제 적용과 일관성 있는 측정 방법론의 틀을 제공하며, 사전적 전제와 통제된 환경, 제한적인 조건에서 이 지침에 따라 현장에서 적용이 가능할 것이다. 피부노출의 측정 결과는 외적인 공기 중 유해인자 노출량을 측정하는 작업환경측정 결과와 내부 흡수량을 반영한 생물학적 모니터링 결과와 함께 유해인자에 대한 노출평가의 해석과 노출 수준 관리 등에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

9. ISO 21623:2017 국제표준은 작업장공기에서 나노 물체와 그 응집체 및 집합체(NOAA)에 대한 피부노출 평가에 대한 일반적인 지침으로 NOAA가 포함된 제품의 직업적 사용 시의 위험을 평가하기 위한 체계적인 접근법을 제공하며 사전적 전제와 통제된 환경, 제한적인 조건으로 이 지침에 따라 현장에서 적용이 가능할 것이다. NOAA에 대한 피부노출의 측정 결과는 외적인 공기 중 유해인자 노출량을 측정하는 작업환경측정 결과와 내부 흡수량을 반영한 생물학적 모니터링 결과와 함께 유해인자에 대한 노출평가의 해석과 노출 수준 관리 등에 도움이 될 수 있다.

따라서 국내적용 가능한 방법 표준은 4개 구분에서 11종으로서 측정방법 2종(입자시료채취 - ISO 13138:2012, 검지관 - ISO 17621:2015), 분석방법 5종(이소시아네이트 - ISO 14382:2012, - ISO 17736:2010, 산화규소 - ISO 16258-1:2015, - ISO 16258-2:2015, 양이온 - ISO 17091:2013), 노출평가방법 2종(피부노출 - ISO/TR 14294:2011, - ISO/TS 21623:2017), 그리고 기타 2종(용어 - ISO 18158:2016, 작업환경측정 - ISO 20581:2016)으로 확인되었다. 확산시료채취기 성능 평가(ISO 16107:2007)는 2001년 국가표준으로 제정되었으나, 국내 활용도가 미비하다는 이유로 폐지되었다. 나머지 11종의 산업표준의 제정은 NIOSH / OSHA / KOSHA 방법과 같이 작업환경측정분석 국가산업표준(KS)을 쉽고 편리하게 활용하여 작업환경 개선과 직업성 질환 예방에 시너지 효과를 유발할 수 있을 것이다.

V. 참고문헌

1. 국가표준인증 통합정보시스템: Available from:URL:
<https://standard.go.kr/KSCI/>
2. 국제표준기구/공기의 질 기술분과(TC 146)/작업환경 하위분과(SC 2) :
Available from : URL: <https://www.iso.org/committee/52736.html>
3. <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/ksForApplying.do?menuId=517&topMenuId=502&upperMenuId=504> E나라표준인증
4. <http://www.ats.go.kr/content.do?cmsid=23>국가기술표준원.
5. 박해동 등(2017). 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제·개정 연구I: 한국산업안전보건공단.
6. 황용식 등(2018). 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제·개정 연구II: 한국산업안전보건공단.
7. ISO 13138:2012 Air quality – Sampling conventions for airborne particle deposition in the human respiratory system
8. ISO 14382:2012 Workplace atmospheres – Determination of toluene diisocyanate vapours using 1-(2-pyridyl)piperazine-coated glass fibre filters and analysis by high performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detectors
9. ISO 16107:2007 Workplace atmospheres – Protocol for evaluating the performance of diffusive samplers
10. ISO 16258-1:2015 Workplace air – Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction – Part 1: Direct-on-filter method
11. ISO 16258-2:2015 Workplace air – Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction – Part 2: Method by indirect analysis
12. ISO 17091:2013 Workplace air – Determination of lithium hydroxide,

- sodium hydroxide, potassium hydroxide and calcium dihydroxide – Method by measurement of corresponding cations by suppressed ion chromatography
13. ISO 17621:2015 Workplace atmospheres – Short term detector tube measurement systems – Requirements and test methods
 14. ISO 17736:2010 Workplace air quality – Determination of isocyanate in air using a double-filter sampling device and analysis by high pressure liquid chromatography
 15. ISO 18158:2016 Workplace air – Terminology
 16. ISO 20581:2016 Workplace air – General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents
 17. ISO/TR 14294:2011 Workplace atmospheres – Measurement of dermal exposure -- Principles and methods
 18. ISO/TS 21623:2017 Workplace exposure – Assessment of dermal exposure to nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA)

VI. Abstract

Work environment measurement analysis korean industry standard (KS) enactment research

Hwang Yong-sik • Cho Gi-hong • Han Jin-gu • Kang Hyung-kyung
• Chun Tae-young • Han Young-sun • Kim Dong-wan

Objective : The purpose of this study is to draft enactment to the korean industry standards (KS) for measuring and analyzing work environment.

Method : To establish korean industry standards (KS) for 12 international standards (ISO) related to work environment measurement and analysis, the standards shall be identified and prepared in accordance with the specifications.

Results : The international standards (ISO) were confirmed, the terms of the korean industry standards (KS) were summarized, translated according to the contents, and the scope of application was confirmed in Korea.

Conclusion : Domestic applicable method standards are two measurement methods (particle sampling - ISO 13138:2012, detector tube - ISO 17621:2015), five analysis methods (isocyanate - ISO 14382:2012, - ISO 17736:2010, crystalline silica - ISO 16258-1:2015, - ISO 16258-2:2015, cationic - ISO 17091:2013), two exposure assessment methods (dermal exposure - ISO/TR 14294:2011, - ISO/TS

21623:2017), and two others (term – ISO 18158:2016, working environment measurement – ISO 20581:2016) were investigated.

Key words : ISO standard, KS, work environment measurement

VII. 부 록 ISO_18158 (정의된 용어의 알파벳 색인)

번호	Term	국문용어	Number
1	active sampler	능동식 시료채취기	2.2.2.1.3
2	aerodynamic diameter	공기역학적직경	2.1.4.8
3	aerosol	에어로졸	2.1.4.1
4	aerosol sampler	에어로졸 시료채취기	2.2.2.1.6
5	agglomerate	응집체	2.1.4.9
6	aggregate	집합체	2.1.4.10
7	air pollutant	대기오염물질	2.1.2.1
8	air sample	공기 시료	2.2.1.1
9	air sampler	공기 시료채취기	2.2.2.1
10	air sampling	공기 시료채취	2.2.3.1
11	air sampling method	공기시료채취방법	2.2.3.2
12	airborne dust	공기중 먼지	2.1.2.2
13	airborne particle sampler	공기중 입자상 시료채취기	2.2.2.1.6
14	airborne particles	공기 중 입자	2.1.2.3
15	airborne particulate sampler	공기중 입자상 물질시료채취기	2.2.2.1.6
16	analysis	분석	2.3.1
17	analyte	분석물질	2.3.2
18	analytical bias	분석편향	2.4.3.1.1
19	analytical error	분석오차	2.4.2.2
20	analytical method	분석방법	2.3.3
21	analytical precision	분석정밀도	2.4.2.6
22	analytical recovery	분석회수율	2.4.1.1
23	analytical uncertainty	분석적 불확도	2.4.2.2
24	area sample	지역시료	2.2.1.4
25	area sampler	지역시료채취기	2.2.2.3
26	area sampling	지역시료채취	2.2.3.4
27	bias	편향	2.4.3.1

번호	Term	국문용어	Number
28	bioaerosol	바이오에어로졸	2.1.4.2
29	biological agent	생물학적인자	2.1.1.1
30	blank (sample)	공시료	2.2.3.8
31	breakthrough volume	파과부피	2.2.3.11
32	breathing zone	호흡영역	2.1.5.5
33	chemical agent	화학적인자	2.1.1.2
34	coagulation	응집	2.1.4.11
35	coalescence	합체	2.1.4.12
36	collected sample	포집 시료	2.2.1.2
37	collection medium	포집 매체	2.2.3.7
38	collection substrate	포집 매질	2.2.3.7
39	combined non-random standard uncertainty	합성비우연표준불확도	2.4.2.4.1
40	combined random standard uncertainty	합성우연표준불확도	2.4.2.4.2
41	combined standard uncertainty	합성표준불확도	2.4.2.4
42	coverage factor	적용범위인자	2.4.3.2
43	dermal exposure	피부노출	2.1.5.2
44	detection limit	검출한계	2.4.3.4
45	diffusive sampler	확산시료채취기	2.2.2.1.2
46	dustiness	먼지화경향	2.1.6.1
47	dynamic range	동적범위	2.3.7
48	expanded uncertainty	확장불확도	2.4.2.5
49	exposure	노출	2.1.5.1
50	extrathoracic convention	외흉곽성규약	2.1.3.2.2
51	extrathoracic fraction	외흉곽성분율	2.1.3.1.2
52	field blank	현장공시료	2.2.3.9
53	flow-controlled pump	유량제어펌프	2.2.2.1.5
54	health-related fractions	건강관련분율	2.1.3.1
55	homologous series	동족계열	2.3.4
56	IDL	기기검출한계	2.3.5

번호	Term	국문용어	Number
57	inhalable convention	흡입성규약	2.1.3.2.1
58	inhalable fraction	흡입성분율	2.1.3.1.1
59	inhalable sampler	흡입성시료채취기	2.2.2.1.6.1
60	instrumental detection limit	기기검출한계	2.3.5
61	interferent	간섭요인	2.3.6
62	laboratory blank	실험실공시료	2.2.3.10
63	length-of-stain detector tube	변색길이검지관	2.2.2.4
64	limit of detection	검출한계	2.4.3.4
65	limit of quantification	정량한계	2.4.3.5
66	loading (analyte)	시료적재량(분석물질)	2.2.3.6
67	loading (sample)	시료적재량(시료)	2.2.3.5
68	LOD	검출한계	2.4.3.4
69	LOQ	정량한계	2.4.3.5
70	measurand	측정량	2.3.8
71	measured quantity value	측정량값	2.4.2.1.1
72	measured value	측정값	2.4.2.1.1
73	measurement bias	측정편향	2.4.3.1
74	measurement error	측정오차	2.4.2.1
75	measurement method	측정방법	2.1.5.6
76	measurement precision	측정정밀도	2.4.3.3
77	Measurement procedure	측정절차	2.1.5.6
78	measurement repeatability	측정반복성	2.4.3.6
79	measurement reproducibility	측정재현성	2.4.3.8
80	measuring procedure	측정절차	2.1.5.6
81	measuring range	측정범위	2.4.4.2
82	method bias	방법편향	2.4.3.1.2
83	method precision	방법정밀도	2.4.2.7
84	method recovery	방법회수율	2.4.1.2
85	mixed-phase sampler	혼합상시료채취기	2.2.2.1.7
86	nanoaerosol	나노에어로졸	2.1.4.3
87	nanoparticle	나노입자	2.1.4.4

번호	Term	국문용어	Number
88	nanostructured particle	나노구조입자	2.1.4.5
89	non-random analytical uncertainty	비우연분석불확도	2.4.2.2.1
90	non-random sampling uncertainty	비우연시료채취불확도	2.4.2.3.1
91	non-random uncertainty	비우연불확도	2.4.2.1.3
92	occupational exposure limit value	직업적노출기준값	2.1.5.4
93	OELV	직업적노출기준값	2.1.5.4
94	operating time	작동시간	2.2.3.14
95	particle aerodynamic diameter	입자의공기역학적직경	2.1.4.8
96	passive sampler	수동식시료채취기	2.2.2.1.1
97	personal sample	개인시료	2.2.1.3
98	personal sampler	개인시료채취기	2.2.2.2
99	personal sampling	개인시료채취	2.2.3.3
100	precision	정밀도	2.4.3.3
101	pressure drop	압력강하	2.2.3.13
102	pumped sampler	펌프식시료채취기	2.2.2.1.4
103	quantification limit	정량한계	2.4.3.5
104	random analytical error	우연분석오차	2.4.2.2.2
105	random analytical uncertainty	우연분석불확도	2.4.2.2.2
106	random error	우연오차	2.4.2.1.4
107	random error of measurement	측정우연오차	2.4.2.1.4
108	random measurement error	우연측정오차	2.4.2.1.4
109	random sampling error	우연시료채취오차	2.4.2.3.2
110	random sampling uncertainty	우연시료채취불확도	2.4.2.3.2
111	random uncertainty	우연불확도	2.4.2.1.4
112	reagent blank	시약공시료	2.3.9
113	reference period	기준측정기간	2.1.5.7
114	reference quantity value	기준량값	2.4.2.1.2
115	reference sample	기준시료	2.3.10
116	reference value	기준값	2.4.2.1.2
117	repeatability	반복성	2.4.3.6
118	repeatability condition	반복성조건	2.4.3.7

번호	Term	국문용어	Number
119	repeatability condition of measurement	측정의반복성조건	2.4.3.7
120	reproducibility	재현성	2.4.3.8
121	Reproducibility condition	재현성조건	2.4.3.9
122	reproducibility condition of measurement	측정의재현성조건	2.4.3.9
123	respirable convention	호흡성규약	2.1.3.2.4
124	respirable fraction	호흡성분율	2.1.3.1.4
125	respirable sampler	호흡성시료채취기	2.2.2.1.6.3
126	sample	시료	2.2.1.1
127	sample preparation	시료전처리	2.3.11
128	sampler	시료채취기	2.2.2.1
129	sampler efficiency	시료채취기효율	2.2.3.12
130	sampling	시료채취	2.2.3.1
131	sampling convention	시료채취규약	2.1.3.2
132	sampling efficiency	시료채취효율	2.2.3.12
133	sampling error	시료채취오차	2.4.2.3
134	sampling medium	시료채취매체	2.2.3.7
135	sampling method	시료채취방법	2.2.3.2
136	sampling substrate	시료채취매질	2.2.3.7
137	sampling train	시료채취트레인	2.2.2.6
138	sampling uncertainty	시료채취불확도	2.4.2.3
139	selectivity	선택성	2.4.1.3
140	sorbent tube	흡착관	2.2.2.5
141	static sample	고정시료	2.2.1.4
142	static sampler	고정시료채취기	2.2.2.3
143	static sampling	고정시료채취	2.2.3.4
144	systematic analytical error	계통적분석오차	2.4.2.2.1
145	systematic error	계통적오차	2.4.2.1.3
146	systematic error of measurement	계통적인측정오차	2.4.2.1.3
147	systematic measurement error	계통측정오차	2.4.2.1.3

번호	Term	국문용어	Number
148	systematic sampling error	계통시료채취오차	2.4.2.3.1
149	systematic sampling uncertainty	계통적시료채취불확도	2.4.2.3.1
150	thoracic convention	흉곽성규약	2.1.3.2.3
151	thoracic fraction	흉곽성분율	2.1.3.1.3
152	thoracic sampler	흉곽성시료채취기	2.2.2.1.6.2
153	time-weighted average concentration	시간가중평균농도	2.1.5.3
154	total airborne particles	총공기중입자	2.1.2.4
155	true value	참값	2.4.3.10
156	TWA concentration	시간가중평균농도	2.1.5.3
157	ultrafine aerosol	초미세에어로졸	2.1.4.6
158	ultrafine particle	초미세입자	2.1.4.7
159	uncertainty of measurement	측정불확도	2.4.2.1
160	validation	검증	2.4.4.1
161	value of a measured quantity	측정된양의값	2.4.2.1.1
162	vapour	증기	2.1.2.5
163	workplace	작업장	2.1.6.2

〈〈연 구 진〉〉

연 구 기 관 : 신라환경컨설팅(주)

연구책임자 : 황용식 (대표, 신라환경컨설팅(주))

공동연구자 : 조기홍 (본부장, 한국노동조합총연맹)

한진구 (선임, 가톨릭대 서울성모병원)

강형경 (팀장, 한림대 성심병원)

천태영 (팀장, 고신대 복음병원)

한영선 (선임, 가톨릭대 서울성모병원)

김동완 (차장, 신라환경컨설팅(주))

〈〈연 구 기 간〉〉

2019. 4. 11 ~ 2019. 10. 31

본 연구는 산업안전보건연구원의 2019년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

2019-연구원-1430

작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구

발 행 일 : 2019년 10월 31일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장
연 구 책 임 자 : 신라환경컨설팅(주) 대표 황용식
발 행 처 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (052) 7030-892
F A X : (052) 7030-337
Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원

