

작업환경측정 정도관리 제도의 현재와 미래

〈면지 교체〉

2022년 산업안전보건조주간 세미나 일정

- 주제 : 작업환경측정 정도관리 제도의 현재와 미래 (좌장 : 정지연 교수)
- 일시 및 장소 : 2022. 7. 7(목) 09:30-12:00 / 킨텍스 2전시관 403호
- 세부 프로그램

시 간	주 제	발표자	비고
09:30-10:00 (30분)	등 록		
10:00-10:05 (5분)	인사말	연구원장, 좌장	
10:05-10:30 (25분)	정도관리 제도의 의의와 발자취 - 정도관리 제도 도입배경 - 정도관리 제도 변천과정 - 정도관리 제도 운영성과와 한계	흡입독성연구 센터장 박승현	20분 발표 5분 질의
10:30-11:00 (30분)	외국의 정도관리 제도, 연구현황 및 발전방향 - 미국, 독일, 일본, 국내 타부처 등 - 제도관련 연구현황 - 발전방향	직업환경연구실 박해동 연구위원	25분 발표 5분 질의
11:00-11:30 (30분)	석면조사기관 정도관리의 현황과 전망 - 정도관리의 도입 배경 - 그간의 변화과정 - 의의와 향후 방향	직업건강연구실 권지운 차장	25분 발표 5분 질의
11:30-12:00 (30분)	작업환경측정분석, 어떻게 발전해 나갈 것인가? - 지정측정기관의 측정분석 현황 - 측정분석의 발전방향 등	전국산업보건 분석협의회 조기홍 회장	25분 발표 5분 질의

※ 발표자 및 발표내용은 당일 상황에 따라 변동될 수 있음.

Contents

- 1. 정도관리 제도의 의의와 발자취 1**
흡입독성연구센터 박 승 현 센터장
- 2. 외국의 정도관리 제도, 연구현황 및 발전방향 9**
직업환경연구실 박 해 동 연구위원
- 3. 석면조사기관 정도관리의 현황과 전망 29**
직업건강연구실 권 지 운 차장
- 4. 작업환경측정분석, 어떻게 발전해 나갈 것인가? .. 39**
전국산업보건분석협의회 조 기 흥 회장

1. 정도관리 제도의 의의와 발자취

흡입독성연구센터
박 승 현 센터장

- 정도관리 제도 도입배경
- 정도관리 제도 변천과정
- 정도관리 제도 운영성과와 한계

정도관리 제도의 의의와 발자취

[주요내용]

- 정도관리 제도 도입배경
- 정도관리 제도 변천과정
- 정도관리 제도 운영 성과와 한계

산업안전보건연구원
박승현

1. 작업환경측정 정도관리 제도 도입배경

- 1980년대 후반 ~ 1990년대 초 직업병이 사회 문제화
 - 원진레이온 이황화탄소 중독
 - 1988 첫 보도, 수많은 피해자 발생
 - 수은 중독
 - 1988 문송면 군 사망
- 작업환경관리 및 측정결과의 신뢰성에 대한 문제 제기
 - 측정 신뢰성 확보방안 마련 논의



* 출처: 한겨레신문, 네이버 뉴스 라이브러리(경향, 동아)

2. 작업환경측정 정도관리 제도 도입

▪ 미국 PAT 프로그램

- 1972, OSHA THHP(Target Health Hazards Program)
 - 납, 실리카, 석면, 먼분진, 일산화탄소
 - 주 및 연방 실험실의 능력평가 필요성
- NIOSH가 프로그램 개발 및 실행 책임
 - 10개 정부 실험실에 시료분배(1972.5)
- 1987부터 AIHA에서 운영
 - 참가기관 증가, 지속적인 자료 및 통계 분석의 개선 및 업데이트의 필요성 등



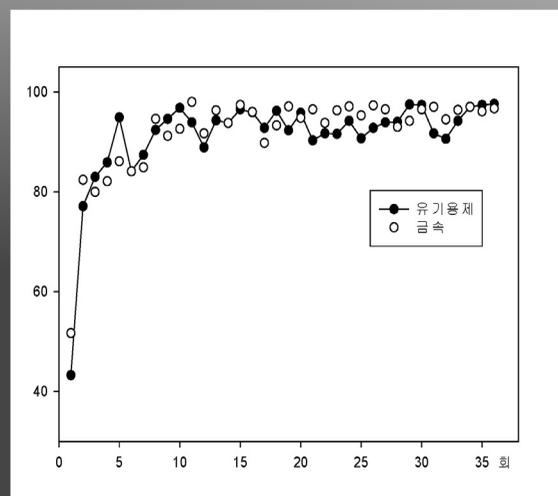
▪ IHPAT 시료의 구성

- 1972년 시작 단계
 - 납, 실리카, 석면(4개 시료)
- 1974년 ~
 - 유기용제, 금속, 실리카, 석면

2. 작업환경측정 정도관리 제도 도입

▪ 정도관리 제도 도입 및 의의

- AIHA PAT 프로그램 모델로 정도관리 제도 도입(1992)
- 실시기관 : 산업안전보건연구원
- 분야 및 주기
 - 분야 : 유기용제, 금속
 - 주기 : 6월(2회/년)
- 1992년 제1회 정도관리 분야별 적합율
 - 유기용제 : 43.3% (13개소/30개소)
 - 금속 : 51.7% (15개소/29개소)



* 작업환경측정 정도관리 결과(1992~2009)

3. 작업환경측정 정도관리 제도 변천(1차 개선 필요성)

▪ 정도관리 제도개선 요구

- 정도관리 시료분석 결과만으로 분석의 신뢰성을 담보할 수 있나?
 - 적합 여부에만 관심(업무정지 부담)
 - 제도도입 취지가 점차 퇴색
- 분석인력 변경 시 검증 절차 부재
 - 인력 변경에 따른 정도관리 필요성 제기
- 자체(내부) 정도관리 필요성
 - 기관이 자체적인 관리 체계가 갖추어져 있어야 기관 대상 정도관리가 타당함



실제적인 분석능력
평가가 가능한
제도로의 변화
요구 증대

3. 작업환경측정 정도관리 제도 변천(1차 개선)

▪ 분석능력 종합 인정 체계로 변화

- 기관 분석능력에 대한 종합 평가 및 인정
 - 분석장비 및 설비, 자체정도관리시스템, 분석자의 분석능력 등 종합적인 평가
 - 적용시기: 2012 ~ 2017(2019)
- 분석인력 변경 시 재평가 절차 마련
 - 분석인력 변경 시 재평가 or 인정 받은 분석자 채용(분석자 인정)
- 정도관리 인정 유효기간 : 3년
 - 유효기간 내에는 정도관리 자율 참여



- 기관장의 관심 유도
- 분석자 신분 안정성
- 자율관리 체계 강화
- 결과에 대한 부담 완화(횟수 조정)
- 신규기관의 기본적 분석능력 담보

* 고용노동부고시 2011-25호(2011.5.6)

3. 작업환경측정 정도관리 제도 변천(2차 개선 필요성)

· 합리적인 제도 운영 요구

- 방문평가 필요성 낮아짐
 - 기관평가 제도의 안정적 추진
- 자율적인 관리 체계 향상
 - 분석관련 장비, 설비 수준 향상
 - 협의체 등을 통한 자체정도관리 실시
- 정도관리 제도 발전방안 모색 필요
 - 방문평가 최소화
 - 정도관리 항목 개발 등 발전적 방향으로 제도운영 필요



- 정도관리 본래의 제도로 운영
- 신규, 불합격 기관 관리체계 유지
- 정도관리 항목 다양화

3. 작업환경측정 정도관리 제도 변천(2차 개선)

· 합리적 제도 운영 및 능력 향상 유도

- 정도관리 제도의 합리적 운영
 - 방문평가는 기관평가로 일원화
 - 신규, 불합격 기관은 방문평가 유지
- 정도관리 항목 다양화
 - 기존 유기용제, 금속에 더해 실리카, 포름알데히드, 무기산 등을 추가
 - 실제적인 분석능력 향상 유도(자율참여)



- 제도 운영의 합리화
- 실제적 분석능력 향상 유도

- 고용노동부고시 2017-27호(2017.4.28)
- 고용노동부고시 2020-44호(2020.1.15)

3. 작업환경측정 정도관리 제도 변천(3차 개선)

▪ 분석 수탁기관 정도관리 실시

- 측정제도 개선에 따른 수탁기관 관리 필요
 - 일부 측정대상물질의 경우 분석위탁 및 수탁이 가능하도록 제도 개선됨에 따라
 - 분석수탁기관에 대한 정도관리 실시
- 수탁기관 평가 항목 다양화
 - 수탁 항목에 대한 정도관리를 실시하는 경우 적합 판정을 받아야 함
 - 실리카, 이소시아네이트, 무기산, 석면 등



- 분석수탁기관의 분석능력 관리
- 정도관리 기술 향상

• 고용노동부고시 2020-44호(2020.1.15)

4. 작업환경측정 정도관리 제도 운영 성과와 한계

▪ 성과

- 기초능력 평가도구 역할 잘 감당
 - 제도도입의 긍정 효과 입증
- 환경 분야 정도관리 선도
 - 정도관리 성공 모델
- 측정제도 인식 개선에 기여
 - 정확한 측정결과 요구 높아짐
- 능력 향상을 위한 가이드 역할
 - NIOSH, OSHA, HSE 방법 안내
 - 어려운 물질, 농도 다양화 노력 등

▪ 한계

- 합격여부가 기관의 능력으로 인식
 - 기본적으로 갖추어야 하는 능력
- 기관 자체의 관리노력 부족
 - 양질의 서비스가 가능한 기관이 인정받는 분위기 형성 부족
- 발전적 방향으로의 변화가 늦음
 - 물질 다양화, 자체 관리체계 도입, 신기술 도입에 따른 대응 등 늦음
 - Sampling 분야

5. 작업환경측정 정도관리 제도 운영 방향

▪ 기본을 지키고

- 기초능력 평가도구 역할 잘 감당
 - AIHA PAT, HSE PT(LGC Air PT), KOSHA OSHRI KQC
 - 정확도, 정밀도를 위한 가이드

▪ 미래를 준비

- 측정분석 능력 향상에 기여
 - GC-MS, IC, LC, 중량 분석, sampling 등 다양화 노력
- 미래를 위한 준비
 - 신기술 도입 등에 따른 준비

PAT
PROGRAMS™

Pilot Programs

AIR PT

Air & Stack Emissions

Test Material*	Analyte*
Workplace air (filters)	Aldehydes, Chromium (VI), Metals, Respirable grade quartz by FTIR and XRD.
Workplace air (diffusion tubes)	VOCs (charcoal sorbent and thermal desorption).
Workplace air (dust)	Metals.
Ambient air (filters)	Anions, Metals.
Ambient air (diffusion tubes)	Nitrogen dioxide (as nitrite), VOCs (thermal desorption).
Indoor/chamber air (diffusion tubes)	Qualitative and quantitative VOCs (charcoal sorbent and thermal desorption).
Stack emissions (impinger solutions)	Ammonia, Hydrogen chloride, Hydrogen fluoride, Mercury, Nitrogen oxides as (NO ₂), Sulphur dioxide, Metals, Volume of solution.
Stack emissions (rinsing solution)	Dust (total solids).
Gravimetric filters (workplace air, ambient air, stack emissions)	Dust by gravimetry (mass of solids), Fly ash, Metals.

안전은 권리입니다

감사합니다!

2. 외국의 정도관리 제도, 연구현황 및 발전방향

직업환경연구실
박해동 연구위원

- 미국, 독일, 일본, 국내 타부처 등
- 제도관련 연구현황
- 발전방향

2022 산업안전보건강조주간 세미나
<작업환경측정 정도관리 제도의 현재와 미래>

안전은 권리입니다

외국의 정도관리 제도, 연구현황 및 발전방향

2022.7.7.
박해동
산업안전보건연구원/직업환경연구소

산업재해예방
안전보건공단

안전은 권리입니다

CONTENTS

- 1~6 국외 및 국내 정도관리 제도
- 7 적합범위 산정방법 비교
- 8 정도관리 연구현황
- 9 정도관리제도 발전방향

산업재해예방
안전보건공단

1

미국 AIHA PAT programs

AIHA PAT (Proficiency Analytical Testing)

The screenshot shows the AIHA PAT Programs website. The main heading is "AIHA Proficiency Analytical Testing Programs". Below the heading, there is a mission statement: "The primary mission of AIHA Proficiency Analytical Testing Programs is to assist participants in pursuing excellence in laboratory services through external quality control program assessment and to promote the practice of proficiency testing both nationally and internationally." There is a "Watch our Video" button. Below this, there are five program categories with images and descriptions: BAPAT (Bulk Asbestos Proficiency Analytical Testing), BePAT (Beryllium Proficiency Analytical Testing Program), ELPAT (Environmental Lead Proficiency Analytical Testing Program), EMPAT (Environmental Microbiology Proficiency Analytical Testing), and IHPAT (Industrial Hygiene Proficiency Analytical Testing Program).

KOSHA

From : <https://www.aihapat.org>

3

1

미국 AIHA PAT programs

2022 Program Schedule

Program	Analyte / Matrix	Round #	Enrollment Deadline	Round Opens	Round Closes	Results Post	Enrollment Deadline
BAPAT							
Bulk Asbestos Proficiency Analytical Testing	Bulk Asbestos	129	10/15/2021	11/15/2021	12/15/2021	1/12/2022	1/1
		130	1/15/2022	2/15/2022	3/15/2022	4/12/2022	4/2
		131	4/15/2022	5/15/2022	6/15/2022	7/12/2022	7/2
		132	7/15/2022	8/15/2022	9/15/2022	10/12/2022	10/1
		133	10/15/2022	11/15/2022	12/15/2022	1/12/2023	1/1
IHPAT							
Industrial Hygiene Proficiency Analytical Testing	Metals Silica Asbestos Organic Solvents	228					
		229					
		230					
		231					
		232					
Diffusive Samplers		228					
		230					
		232					
BePAT							
Beryllium Proficiency Analytical Testing	Beryllium	57	10/1/2021	11/1/2021	12/1/2021	12/15/2021	12/1
		58	2/1/2022	3/1/2022	4/1/2022	4/15/2022	4/2
		59	6/1/2022	7/1/2022	8/1/2022	8/15/2022	8/3
		60	10/1/2022	11/1/2022	12/1/2022	12/15/2022	12/1
ELPAT Air							
Environmental Lead Proficiency Analytical Testing	Air Samples	118					
		119					
		120					
		121					
		122					
EMPAT							
Environmental Microbiology Proficiency Analytical Testing	Bacteria Fungi	76	9/15/2021	10/1/2021	11/1/2021	11/30/2021	12/1
		77	1/15/2022	2/1/2022	3/1/2022	3/30/2022	4/1
		78	5/15/2022	6/1/2022	7/1/2022	7/30/2022	8/1
		79	9/15/2022	10/1/2022	11/1/2022	11/30/2022	12/1
ELPAT							
Environmental Lead Proficiency Analytical Testing	Paint Soil Dust	117					
		118					
		119					
		120					
		121					
EMPAT							
Environmental Microbiology Proficiency Analytical Testing	Direct Exam	68	9/15/2021	10/7/2021	10/14/2021	10/29/2021	11/1
		69	12/15/2021	1/13/2022	1/20/2022	2/3/2022	2/1
		70	3/15/2022	4/7/2022	4/14/2022	4/28/2022	5/1
		71	6/15/2022	7/7/2022	7/14/2022	7/28/2022	8/1
		72	9/15/2022	10/6/2022	10/13/2022	10/27/2022	11/1

KOSHA

From : <https://www.aihapat.org>

4

1
미국 AIHA PAT programs
안전은 권리입니다

<div style="display: flex; flex-direction: column; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">AIHA</div> <div style="font-size: 0.7em;">Proficiency Analytical Testing Programs</div> </div>	Title: Participation Policies
	Issue Date: 1/29/2021
	Page: 1 of 10
	Issuing Authority: Angela Oler

AIHA PAT Programs Participation Policies

The purpose of the AIHA PAT Programs’ Proficiency Analytical Testing (PAT) programs is to provide participants with the opportunity to improve and refine their analytical skills while performing various analyses or testing new procedures and to demonstrate proficiency with established test methods.

KOSHA
From : <https://www.aihapat.org>
5

1
미국 AIHA PAT programs
안전은 권리입니다

- 1. Enrollment Forms and Fees**
- 2. Samples : 2~4 rounds / year**
- 3. Sample Receipt : within 15 days**
 - replacement samples or other action
- 4. PT Sample Analysis :**
 - performance based
 - do not specify the use of any particular analytical method
 - exception of NIOSH Method 7400 for asbestos and manmade fibers
 - using the same analytical procedure used to test the majority of routine customer samples
- 5. Submission of Data**

KOSHA
From : <https://www.aihapat.org>
6

1

미국 AIHA PAT programs

안전은
권리입니다

6. Data Processing

7. PAT Board Data Review

8. PT Data Reports

- within thirty (30) business days after the close

9. Retest Samples

- retest results will replace the original results

10. Temporary Non-Participation in PAT Program

11. Changes in PT Program Participation

12. Appeals, Complaints, and Feedback

- within twenty (20) business days of the release of the results report
- All other appeals may be submitted at any time

13. Practice Rounds and Stock Samples for Purchase

KOSHA

From : <https://www.aihapat.org>

7

1

미국 AIHA PAT programs

안전은
권리입니다

▪ IHPAT (Industrial hygiene PAT)

- Organic solvents, Metals, Asbestos, Silica

▪ BAPAT (Bulk asbestos PAT)

- Bulk building materials by polarized light microscopy
- qualitative and semi-quantitative

▪ BePAT (Beryllium PAT)

- Beryllium on filter media
- Specifically recommended for laboratories
- Department of Energy /Chronic Beryllium Disease Prevention Program

KOSHA

From : <https://www.aihapat.org>

8

1

미국 AIHA PAT programs

- **ELPAT (Environmental lead PAT)**

 - Paint chip / Soil / Dust wipe / Lead-in-Air samples
 - Mandatory for EPA's NLLAP(national lead laboratory accreditation program)

- **EMPAT (Environmental microbiology PAT)**

 - **Culture program** : culturing and identifying bacteria and fungi
 - **Direct Exam Program** : analyze fungal spores using light microscopy

From : <https://www.aihapat.org>

9

1

미국 AIHA PAT programs

Pilot Programs

<p>Gravimetric Determination of Particulate Matter</p> <p>The Gravimetric Determination of Particulate Matter Program is designed for laboratories that analyze airborne particulates. The program will provide the opportunity to demonstrate proficiency at determining the mass of airborne particulate matter by gravimetric analysis. This program will be available to IHPAT participants in 2022.</p> <p>Learn More</p>	<p>Worker Exposure in the Cannabis and Hemp Industry</p> <p>The Worker Exposure in the Cannabis and Hemp Industry Program is designed for laboratories that analyze plant materials for the presence of pesticides, heavy metals, biological contaminants, and organic solvents. The program will provide the opportunity to demonstrate proficiency at detecting hazards in the cannabis and hemp industries. The proficiency testing substrate will consist of non-controlled plant material.</p>	<p>Mercury by Cold Vapor AA</p> <p>This program is designed for laboratories that routinely analyze air samples for mercury by NIOSH 6009. The expected range is 0.1 to 1.2 µg and pilot samples are expected to be available by Q2 2022.</p>
---	--	--

From : <https://www.aihapat.org>

10

2
미국 AIHA Laboratory Accreditation programs
안전은 권리입니다



AIHA
Laboratory
Accreditation
Programs

Search Site
LAP DMS Login

Menu

AIHA Laboratory Accreditation Programs, LLC is a third-party, internationally-recognized accreditation body.

Our accreditation programs include: industrial hygiene, food, environmental lead, environmental microbiology, and unique scopes. Accreditation is granted to any laboratory satisfying AIHA LAP, LLC requirements for accreditation. AIHA LAP, LLC is proud to be a full member of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) and a signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA).

Learn More ▶



Find an Accredited Lab

Forms

Get Accredited

News

Lab Accreditation Programs

Policies and Guidelines

LAP DMS Login

About Us

Contact Us

Leadership

Program Recognition

KOSHA
From : <https://www.aihapat.org>
11

2
미국 AIHA Laboratory Accreditation programs
안전은 권리입니다

- **LLC Accreditation Policy Modules**
- **ISO/IEC 17025:2017**
- **IHLAP (Industrial Hygiene LAP)**
- **ELLAP (Environmental Lead LAP)**
- **EMLAP (Environmental Microbiology LAP)**
- **FoodLAP (Food LAP)**
- **Unique Scopes**

KOSHA
From : <https://www.aihapat.org>
12

2

미국 AIHA Laboratory Accreditation programs

안전은
관리입니다

- **IHLAP**

- ISO/IEC 17025 accreditation
- More than 40 years (since 1974)
- 170 institutes (147 in USA)
- Category : Pharmaceutical testing, Miscellaneous Core, Spectrometry Core, Compressed/Breathing Air Testing, Asbestos/Fiber microscopy Core, Chromatography Core, Beryllium Testing
- Laboratory management systems (ISO 17025)
- Program specific module
- Successful participation in AIHA PAT programs

KOSHA

From : <https://www.aihapat.org>

13

3

영국

안전은
관리입니다

- **HSE's WASP**

- ✓ Workplace Analysis Scheme for Proficiency
- ✓ Initial 110 labs, round 11('91) : 161 labs

- **LGC AirPT = HSE's WASP + LGC's STACKS**

- ✓ **Workplace Air samples**
- ✓ Ambient Air samples
- ✓ Indoor/Chamber Air samples
- ✓ STACK Emissions samples

KOSHA

From : hsl.gov.uk/proficiency-testing-schemes

14

3

영국

안전은 권리입니다

■ HSE Testing and Monitoring PT Schemes

- Asbestos in Materials Scheme
 - ✓ “Control of asbestos regulations”에 따른 석면함유여부 분석하는 실험실
 - ✓ 3 rounds/year, 20 working days to analyse, qualitative assess
- Asbestos in Soils Scheme
- Low Asbestos content Scheme : 0.01-0.1% in solids/powders
- Regular Inter-laboratory Counting Exchange (RICE) :
 - ✓ asbestos fibres mounted on microscope slides, round robin
- SEM Fibre Counting Scheme
 - ✓ 10-150 fibres/mm², 25 working days to analyse

KOSHA

From : hsl.gov.uk/proficiency-testing-schemes

15

3

영국

안전은 권리입니다

■ LGC AirPT : Workplace air samples

- ✓ **Metals** : MCE, Zefon Disposable Inhalable sampler
- ✓ **VOCs** : charcoal /Tenax TA sorbent tubes, loaded from gas phase
- ✓ **Aldehydes** : FormA, AcetA, glass fibre filters
- ✓ **Quartz** : PVC, aerosolized quartz by respirable sampler
- ✓ **Dust** : glass fibre filters spiked with sodium borate salt
- ✓ **Chromium(VI)** : NaOH treated PVDF
- ✓ **Metals in Dust** : powder sample, welding fume/lead
- ✓ **Diesel Fume** : quartz filters
- ✓ **Beryllium** : MCE spiked with beryllium solutions
- ✓ **Chromium(VI) in Fume/Dust** : powder sample

KOSHA

From : lgcstandards.com

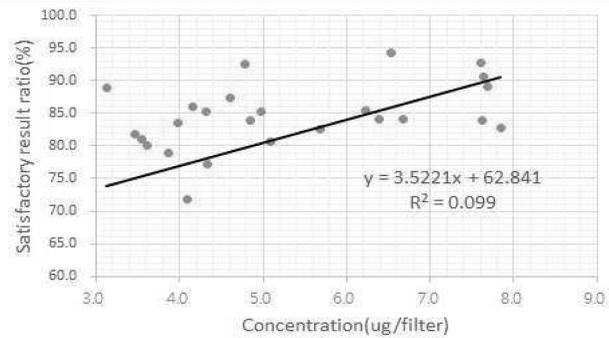
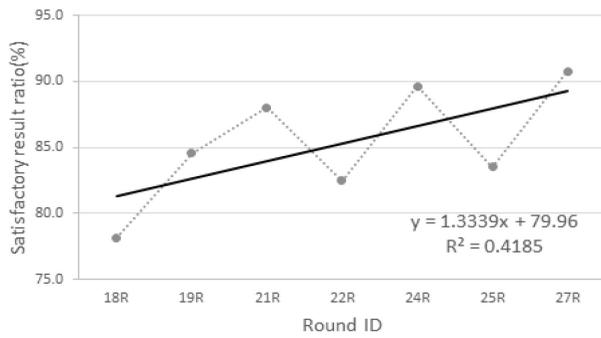
16

3

영국



▪ LGC AirPT : Aldehydes ('17~'18)



Satisfactory : $|z| \leq 2.00$
 Questionable : $2.00 < |z| < 3.00$
 Unsatisfactory : $|z| \geq 3.00$



From : lgcstandards.com

4

독일 IFA



- Since 1989
- IFA (Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance)
- Aldehydes (samples / with own sampling)
- Inorganic acids (samples / with own sampling)
- Metals on filters
- Organic solvents (samples / with own sampling)
- VOCs for Thermal desorption (samples / with own sampling)



From : dguv.de/ifa/fachinfos

4

독일 IFA

안전은
관리입니다

Fig. 2: Proficiency testing at the test gas stream at the IFA

KOSHA

From : dguv.de/ifa/fachinfos

19

4

독일 IFA

안전은
관리입니다

Aldehydes ('02~'17)

그림9. 적합율 현황

그림10. 시료농도별 적합율

KOSHA

From : dguv.de/ifa/fachinfos

20

5

일본



- 일본 작업환경측정협회
- '81~ : 정도관리기본조사 (디자인, 샘플링)
- '84~ : 분석정도관리 시행
- 정밀도관리사업 : Since 1995 (헤세이 7년)



From : jawe.or.jp, 일본에 있어서 작업환경측정의 정도관리('92 이광목)

5

일본 작업환경측정협회



- 종합정밀도관리사업 : 394개 기관 ('22.6)

第15回総合精度管理事業参加作業環境測定機関一覧

디자인 샘플링 분진 특정 화학물질 금속류 유기용제

測定機関名称	機関登録番号	日測協(法人会員) 会員番号	電話番号	デザイン	サンプリング	粉じん	特定化学物質	金属類	有機溶剤
〔北海道〕									
(株)北炭ゼネラルサービス	01-01	201004	0144-55-1171	○	○	参加なし	○	○	参加なし
環境コンサルタント(株)	01-03	201011	0154-31-0311	○	○	○	○	○	○
(株)環境科学研究所	01-10	201022	011-850-5230	参加なし	○	参加なし	○	○	○
(株)福田水文センター	01-13		011-736-2371	○	参加なし	参加なし	参加なし	○	○

- 석면분석기술평가사업

Category	Class	구분	인정분석자
고형석면	1	정성(현미경)	약 400명
	2	정성(현미경, x선 회절장치)	33명
	3	정성및정량(현미경, x선 회절장치)	약 320명
공기중석면	4	현미경 계수	약 250명



From : jawe.or.jp

5

일본 작업환경측정협회



〈표 3-1〉 정도관리 시스템 비교분석표

	한국	미국		일본
	정도관리제도	PAT	LAP	정밀도관리사업
참가 형태	1992년부터 노동부 고시로 규정함	1972년 5월부터 NIOSH는 PAT프로그램을 본격적으로 시작	1974년에 시작 작업환경시료를 분석하는 실험실이면 IHLAP에 참여할 수 있음	1980년 노동성이 「정도관리의 기술적 방법에 관한 연구」 자율적인 참여 아래 시행
목적	작업환경측정의 정확성과 신뢰성을 확보하기 위하여 지정측정기관의 작업환경측정·분석 능력을 평가	다양한 분석을 수행하거나 새로운 절차를 테스트하는 동안 자신의 분석능력을 개선하거나 수정하고, 참가자에게 분석능력을 입증 할 수 있는 기회를 제공	측정분석 신뢰도 확립과 직업적, 환경적 유해인자 노출의 평가를 지원하기 위해 샘플을 분석하는 실험실 성능의 가장 높은 수준을 유지	작업 환경 측정에 관한 기술의 현상과 문제점을 밝히고, 작업 환경 측정기관의 정도 관리 체제 및 측정 기술의 정밀도의 향상을 도모
주체	공단 산업안전보건연구원	AIHA NIOSH	AIHA	일본작업환경측정협회(JAWE)
조직	정도관리운영위원회 정도관리실무위원회	PAT 이사회 집행위원회(EC)	AIHA 랩, LLC위원회(실험실 인정위원회): 기술위원회, 인정위원회	정밀도관리센터 정도관리위원회
참가비	무료	유료	유료	유료



From : 작업환경측정 정도관리제도 발전방안 연구 ('15, 신용철)

5

일본 작업환경측정협회



〈표 3-1〉 정도관리 시스템 비교분석표

	한국	미국	일본	
평가 항목	기본: 유기화합물, 금속 자율: 실리카, 공기중 석면, 포름알데히드, 무기산 석면조사기관: 고형석면	(1) 유기 화합물, (2) 중금속 등의 무기화합물, (3) 석면 등의 전형적인 작업환경 측정 물질과 (4) 환경 중의 납 (5) 미생물	인력조건(실험실책임자, 실험실감독자, 정도관리진행자), PAT(Proficiency Analytical Testing) 프로그램 참여, 실험실설비요건, 정도관리와 장비요건, 품질관리, 실험실기록요건, 분석방법요건, 실험실 방문	① 단위 작업장소의 면적, ② 측정점의 수, ③ 연속 2일 작업 시 측정의 진도, ④ 분진 작업별 B 측정의 실시율, ⑤ 물질별의 포집 방법과 분석방법의 조합, ⑥ 작업내용별 질량 농도 변환계수(K치), ⑦ 유리규산의 분석방법, ⑧ 평가치의 계산
실시 횟수	기본: 연2회 자율: 연1회	년 4회	필요시	년 1회
평가 기준	- 분석: 적합범위 : 기준값 ± 3 × 표준편차	허용분석범위(acceptable performance limit) 허용농도범위(acceptable concentration range)	기술위원회의 종합적인 평가: 평가사의 실사보고서와 시험기관의 실사 후 시정 보고서 및 숙련도 시험 프로그램 참가 성적 등을 종합적으로 평가한다.	크로스 체크의 심사 항목 디자인, 샘플링, 분진(유리 규산), 특정화학물질(불화 수소), 금속류(납), 유기 용제(혼합 유기 용제)
평가 절차	-	"	"	"



From : 작업환경측정 정도관리제도 발전방안 연구 ('15, 신용철)

5

일본 작업환경측정협회



〈표 3-1〉 정도관리 시스템 비교분석표

	한국	미국	일본	
판정	- 분석: 금속, 유기용제 각각 12개 시료 중 9개 (75%) 이상일 경우에 적합으로 판정	PAT위원회는 참가자들의 각각의 분석물 각각의 그룹에 대한 테스트 결과가 허용되는 라운드의 수에 기초하여 PAT 능력에 대해 평가한다.	기관이 성공적으로 인증 과정 각 단계를 완료, 모든 인증 프로그램 요구 사항을 충족하는 경우, 실질성은 AAB(분석인증 위원회) Ballot을 통해 정책 모듈1에 따라 기관 인증을 부여 또는 거부	종합정도관리위원회에서 심의하고 정도관리 위원회가 정하는 판정 기준에 따라 판정
후 처리	동일분야 2회 연속 부적합시 6개월 이내 영업정지	홍보를 통해 사업장 자체에서 우수측정기관 선택	숙련도 시험에 계속 합격하고 있는지 확인, 시험 기관에 변화가 있으면 보고, 매년 보완된 내용을 시험기관에 통보	2회연속 관리한계에 벗어나면 실기 지도를 중심으로 한 교육 실시

6

한국 환경분야 (국립환경과학원)



- **관련규정**
 - 환경분야 시험검사 등에 관한 법률
 - 환경시험 검사기관 정도관리 운영 등에 관한 규정
- **현장평가** : 3년 주기, 숙련도시험 적합기관 대상
- **분석숙련도시험** : 대기, 수질, 먹는물, 폐기물, 토양, 악취, 실내공기질, 잔류성유기오염물질
- '09 : 59개 항목, 1,118개 기관
- '14 : 82개 항목, 1,475개 기관
- '18 : 109개 항목
 - 실내공기질 : 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, TVOCs, 폼알데하이드

7

적합범위 산정방법



■ 작업환경측정 정도관리

- 이상값 제거(Grubb's test)
- 적합범위 : 산술평균 ± 3 표준편차
- 변이계수 최소 3%
- 분야별 75% 이상 적합

■ 공기 중 석면 정도관리

- 최근 3년간 적합기관(약 100개소)-제공근변환-이상값 제거
- 적합범위 : 산술평균 ± 3 표준편차
- 변이계수 최대 20%, 0.49R ~1.69R
- 분야별 75% 이상 적합



From : 작업환경측정 정도관리 자율항목 도입을 위한 연구(1) 포름알데히드('18, 박해동)

7

적합범위 산정방법



■ 영국의 정도관리 (Aldehydes)

- 이상값 제거 : 기준값 ± 5 표준편차

z/z' -score	Interpretation
$ z \leq 2.00$	Satisfactory result
$2.00 < z < 3.00$	Questionable result
$ z \geq 3.00$	Unsatisfactory result

■ 독일의 정도관리 (Aldehydes)

- 이상값 제거(Grubb's test)
- 변이계수 10%(~20%)
- 적합범위 : 산술평균 ± 2 표준편차
- 물질 : z-평균 ≤ 2, 2/3(z) < 2, z > 3(x),
- 기관 : 분석물질 50% 이상 z ≤ 2



From : 작업환경측정 정도관리 자율항목 도입을 위한 연구(1) 포름알데히드('18, 박해동)

7

적합범위 산정방법

안전은 권리입니다

- 국내 환경분야 (실내공기질)
 - 시료채취 포함
 - 4개 시료(동일시료) ⇒ 1개 분석값
 - 기준값 : 표준시료 제조값
 - 적합범위 : $z \leq 2$
 - 기관 적합여부 : 분야별 적부(5/0) ⇒ 총점 100점 환산
- 예) 실내공기질 8개분야, 1개 부적합 : $(7 \times 5) / (8 \times 5) \Rightarrow 87.5$

연도	적합	부적합
~ 2011년 까지	≥ 70점	< 70점
2012년 ~ 2014년	≥ 80점	< 80점
2015년부터 ~	≥ 90점	< 90점

KOSHA From : 작업환경측정 정도관리 자율항목 도입을 위한 연구(1) 포름알데히드('18, 박해동)

29

8

정도관리 관련 연구현황

안전은 권리입니다

- 산업위생 연구실의 정도관리 사례('92, 백남원)
 - 영국의 석면 정도관리 및 AIHA PAT 참여결과 소개
- 우리나라 작업환경측정의 정도관리 제도 ('92, 정규철)
 - 관련법규, 실시기관, 운영방법, 항목, 농도, 평가방법, 기본방침 등
- 제1회 작업환경 측정기관의 정도관리 실시결과('92, 박두용 등)
 - 도입, 시행일정, 시료조제, 평가방법, 결과 등
- 작업환경측정기관의 정도관리를 통한 분석능력이 미흡한 기관들의 분석오차 유발요인에 관한 고찰 ('94, 박동욱 등)
- 우리나라 작업환경 측정기관의 분석능력에 영향을 미치는 요소 ('94, 백남원)

KOSHA From :

30

8

정도관리 관련 연구현황



- 우리나라 작업환경 측정기관의 정도관리를 위한 기준값에 관한 연구 ('94, 전정화 등)
- 사업장 자체측정기관 국내외 정도관리 참여결과('95, 이영세 등)
- 대한산업보건협회 산업보건연구소의 PAT 정도관리 참여결과 ('96, 이준승 등)
- 한국 산업위생 정도관리의 발전방안-인정제도 적용필요성 검토 ('04, 노영만 등)
- 작업환경측정기관의 종합평가 기준, 절차, 운영 등에 관한 연구 ('04, 백남원 등)

8

정도관리 관련 연구현황



- 국내 작업환경측정기관 인정제도 도입을 위한 현황 조사 연구 ('05, 박덕목 등)
- 개정된 정도관리제도를 적용한 작업환경측정기관의 실험실 현장 평가 ('13, 신정아 등)
- 작업환경측정 정도관리제도 발전 방안 연구('15, 신용철 등)
- 자율항목 도입관련 연구
 - 실리카('17), 포름알데히드('18), 수동식시료채취기('19), 무기산('20)

9

정도관리제도 발전방향 (제안)

안전은 권리입니다

- 측정분석 교육을 통한 업무능력 향상
- 자율항목
 - Ex) 중량분석, 정성분석(유기, 금속)
- 시료조제방법
 - Ex) 용접흡을 이용한 금속분야시료조제
- 실험실 인정 프로그램 도입
 - Ex) AIHA accreditation program
- 종합적인 정도관리 (측정분야 포함)
 - Ex) 일본의 디자인, 샘플링에 대한 정도관리

안전은 권리입니다

감사합니다

3. 석면조사기관 정도관리의 현황과 전망

직업건강연구실
권지운 차장

- 정도관리의 도입 배경
- 그간의 변화과정
- 의의와 향후 방향

2022 산업안전보건강조주간

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



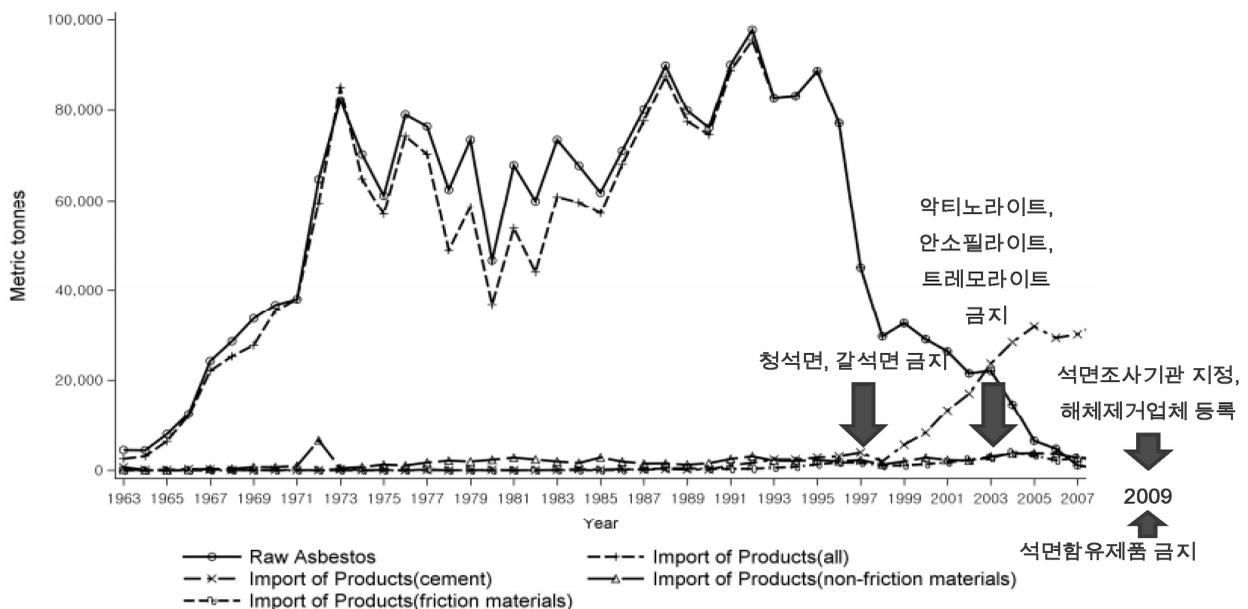
작업환경측정 정도관리 제도의 현재와 미래

석면조사기관 정도관리의 현황과 전망

한국산업안전보건공단
산업안전보건연구원 직업건강연구실
권지운, Ph.D

Tel: 032-5100-752
Email: jwk@kosha.or.kr

도입 배경



<우리나라의 석면 수입량>

(Source: Yoon YR, et al., 2017)

2006년 10월 국정감사 이슈



석면 먼지 폴폴 사업장 90% 검출

전국단위 첫 실태조사

국내 사업장 건물의 90%가 석면이 함유된 건축자재로 지어졌고, 그 가운데 33%는 인체에 치명적인 석면 먼지를 발생시킬 위험성이 매우 높은 것으로 나타났다.

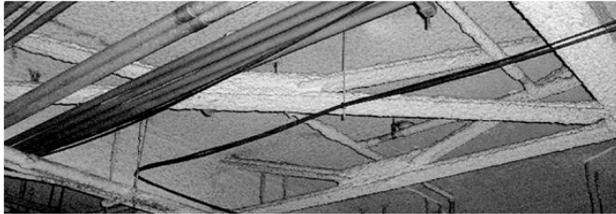
이번 사실은 원전작업병관리재단 부설 노동환경건강연구소가 한국산업안전공단과 의뢰를 받아 전국 8개 사업장을 대상으로 벌인 실태조사를 통해 확인됐다. 전국의 모든 사업장을 모집단으로 삼은 석면 함유 실태 표본조사가 이뤄진 것은 이번이 처음이다.

“2000년 이전 사업장엔 대부분 석면”=국회 환경노동위원회와 안홍준 한나라당 의원이 한국산업안전공단을 통해 제출

받은 ‘석면에 의한 건강장애 고사서’를 보면, 전국 사업장의 0.1%에 달하는 84개 사업장 건물에서 석면, 보온 단열재 등의 건축자재 분석한 결과 76개 사업장 건축자재에서 석면이 검출됐다.

전장·지붕·단열재 순으

보고서는 “석면이 검출돼 고사서”를 보면, 전국 사업장의 경우 석면 자체가 전혀 사용되지 않



건물 33%가 위험 1등급...발암물질에 노출

미국선 건물주에 조사책임

영국, 석면지도 만들어 제거 입증케

노동환경건강연구소 보고서에 보면, 미국에서는 유해물질관리법에 따라 건물 소유주가 건축물의 석면조사 책임을 맡도록 돼있다. 이에 따라 건물주는 자신 소유 건물의 석면 함유 실태를 확인한 뒤, 석면 먼지 발생 가능성을 고려해 피해 예방 조치를 취해야 한다. 영국은 건물 소유주나 임차인이 건축물 안에 석면이 함유돼 있는지 여부를

확인하고, 관리계획을 수립하도록 의무화했다. 이에 따라 손상이 확인된 부분은 그 정도에 따라 복구하거나 안전하게 제거하도록 하고 있다. 특히 석면이 함유돼 있을 것으로 추정되는 건축자재는, 함유되지 않았다는 사실이 입증될 때까지는 일단 함유돼 있다고 간주하고 관리하도록 하고 있다. 일본은 건축물 속 석면 관리에 대한

▲ 사업장 건물의 90%에서 석면이 검출돼 모든 사업장에 대한 실태 조사와 함께 전문적인 복구·대체 대책이 시급한 것으로 드러났다. 시민단체 회원이 지하철역에서 방진마스크를 쓰고 석면 오염 문제를 규명하는 행위자를 하고 있다. (작중식 기자 anaki@hani.co.kr)

◀ 석면이 함유된 마감재를 쓴 여의도 현대형빌딩 지하주차장의 천장. 한국석면환경협회 제공

서 발생하는 석면 먼지로부터 철거작업을 하는 노동자들의 건강을 보호하는 데 초점을 맞춘 조치일 뿐이다.

보고서는 이들 석면 함유 건축물 관리 방안으로 모든 사업장의 건축물을 대상으로 석면 함유 실태 조사를 벌일 것을 제안했다. 이를 통해 건축물별로 석면 함유 자재의 목록과 이들 자재가 사용된 자질을 표시한 ‘석면 지도’가 제작돼야 한다는 것이다.

보고서는 “이번 조사를 바탕으로 석면

석면 노출 위험성을 고려한 건축물 관리 방법

등급	부서 지는 성질	손상 정도	석면노출 위험도	비고
1	잘 부서짐	손상	매우높음	즉각적 관리조치 필요
2	잘 부서짐	양호	높음	근무자에게 주지·손상되지 않게 관리
3	안 부서짐	손상	보통	손상 복구 필요
4	안 부서짐	양호	낮음	근무자에게 주지·관리

자료: (석면에 의한 건강장애 예방연구 보고서)

강제 규정을 두지 않고 석면 제거 작업에 재정 지원을 하는 방식으로 건축물 속 석면 위험에 대응하고 있다.

석면문제 전문 자문회사인 이타에스 컨설팅의 석면해 대표는 “미국과 유럽의 경우 석면 피해 손해배상 소송이 활

발한다대 건축물 가격 상정에 석면 함유 자재 사용 여부가 반영되고 있어 건물주들이 굳이 정부의 강제 없더라도 스스로 건축물에서 석면을 제거하기 위한 조치를 취하고 있다고 말했다.

김영수 기자

담당부서	보도자료		부도시점	자료내포일	대수
					(4사집 매)
환경부	환경부	환경정책실	방충식 과장/ 02-2110-7963		
	교육부	지말교육지원국	박희근 과장/ 02-2100-6396		
	국방부	군사시설기획관실	곽기윤 팀장/ 02-746-5863		
	노동부	산업안전보건국	김병욱 팀장/ 02-504-2054		
	건교부	도시환경기획관실	강병욱 팀장/ 02-2110-8540		

정부합동 “석면관리 종합대책” 마련

- ◇ 학교 등 공공기관 및 대중이용시설 석면 실태조사 실시, 석면지도 작성
- ◇ 건물해체시 전문기관 발급 “석면조사결과서” 제출 단계적 의무화
- ◇ 석면분석 전문기관 지정 및 석면건축물 해체 전문업 등록제 실시
- ◇ 석면피해 건강영향조사 실시 및 피해지원 체계 마련

□ 정부는 인체 안전기준이 없는 1급 발암물질인 석면의 잠재적 위해성을 고려하여 국민건강을 보호하기 위해 환경부, 노동부, 교육부, 건교부 5개 부처 합동으로 “석면관리 종합대책”을 수립, 7월 국무회의를 거쳐 확정하였다.

○ 이번 종합대책은 최근 석면노출로 인한 국민 전반의 우려가 커지고 있고,

※ 반포 주공아파트 재건축 문제, 서울 지하철 역사 석면 검출, 부산 등 석면광산 및 공장인근 건강피해 문제 제기 등

2007년 7월 정부합동 석면관리 종합대책

3-4 석면 함유 여부 검사 전문기관 지정제 도입(노동부, 환경부)

- 건축물에 대한 석면 함유 여부 확인을 위해 일정 분석인력, 장비 등의 요건을 갖춘 기관을 ‘석면 분석 전문기관(가칭)’으로 지정(‘08년부터)
 - 건축물 철거시 철거자가 석면함유 여부를 전문 분석기관에 의뢰한 후 분석결과에 따라 건축물을 해체토록 함
- 폐기물 및 공기 중(실내, 일반 대기) 석면 함량 분석을 위해 분석 전문기관을 지정·운영(‘08년부터)
 - 폐기물 배출 전 배출자가 폐기물 중 석면 함유 여부를 분석 전문기관에 의뢰한 후 처리하도록 함
- 분석 전문기관의 분석 능력 유지를 위한 **정도관리**는 각 부처가 자체 계획을 수립하여 추진

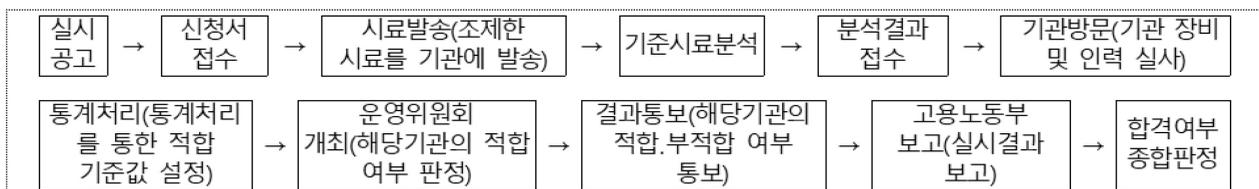
석면조사기관 정도관리 개요

- ✓ 목적 : 기관석면조사의 결과에 대한 정확성과 정밀도를 확보하기 위해
 석면조사기관의 석면조사 능력을 확인하고, 석면조사기관을 지도, 교육
- ✓ 관련법 : 산업안전보건법 제120조
- ✓ 평가횟수 : 연 1회 (업무정지 기관 대상 +1회)
- ✓ 평가분야
 - 위상차현미경을 이용한 공기 중 석면 계수분석
 - 편광현미경을 이용한 고형시료 중 석면분석

5

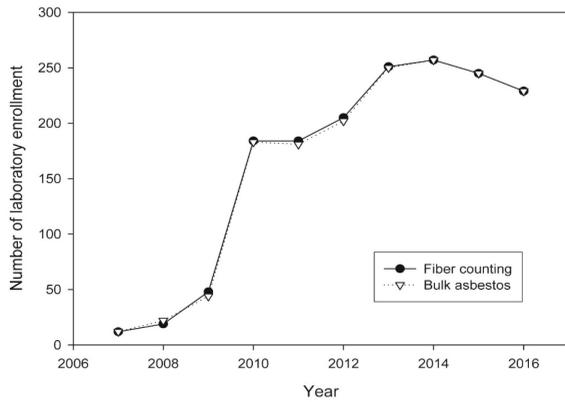
평가내용

- ✓ 표준시료 분석 결과를 외부 동일그룹
 실험실간 비교
 * "숙련도평가(proficiency testing)"라고 함
- ✓ 운영기관이 분야별 정도관리 시료 각 4개를
 참여기관에 배포하고 참여기관의 분석결과를
 받아 '참값'과 비교하여 결과의 정확도 평가
- ✓ 적합 판정기준
 - 공기: 배포된 시료의 3/4 이상 적합
 - 고형: 4개 시료에서 발생한 오류점수의 합이 <100

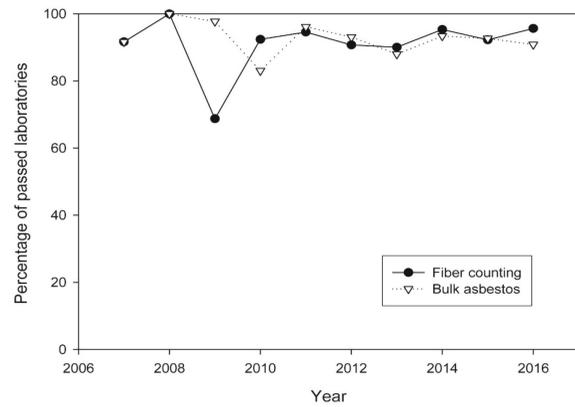


6

참가기관 수 및 적합률



<참가기관 수>



<적합률>

(Source: Kwon J, et al., 2017)

평가방법 변화-공기 중 석면 계수분석

기간	시료		평가기준	
	석면 종류(시료 수)	형태	기준값(R)	적합범위
2007	백석면(4)	슬라이드 (DMF/Euparal)	모든 참가기관이 제출한 값의 대표값	0.4-1.6R
2008	갈석면(4)			
2009				
2010		슬라이드 (아세톤/트리아세틴)	기준시료 분석자 분석결과의 대표값	
2011-2017	백석면(3), 갈석면(1)	여과지	과거 정도관리 적합기관이 제출한 값의 대표값 ($\wedge(1/2)$ Box-Cox 변환)	
2018-				

평가방법 변화-고형시료 중 석면분석

기간	시료	평가기준(기준값)
2007-2009	국내 수집 물질	해외 실험실의 기준시료 분석결과
2010	AIHA BAPAT 및 RTI 표준시료	BAPAT 및 RTI 시료의 기준값
2011-	국내 수집 물질 (석면시료은행 자료)	연구원의 기준시료 분석결과

9

현미경을 이용한 석면분석의 특징

- ✓ 정확도 및 정밀도가 분석자의 경험과 시료의 특징에 크게 의존
- ✓ 공기 중 석면 계수분석
 - 참값(정확도) 추정이 어려움
 - 분석의 변이(분석자간, 실험실간)가 큼
- ✓ 고형시료 중 석면 분석
 - 석면의 함유 여부, 종류 분석이 중요
 - 상대적으로 정량분석의 중요성이 낮음
 - 정량분석의 변이가 큼
- ✓ 시료의 장기보존 가능

10

측정/조사/분석결과의 품질

- ✓ “품질(quality)”이란 일반적으로 제품이나 서비스가 결함이 없고 의도와 설계대로 작동하여 고객의 기대치를 충족하는 것



12 ppm
0.8 mg/m³
0.1 개/cm³
불검출
...

측정/조사/분석 결과의 “품질”은 정확성, 신뢰성, 적시성으로 정의

11

품질 시스템에서 석면조사기관 정도관리의 위치



12

의의

- ✓ 참가기관의 분석의 질(숙련도)을 주기적, 객관적, 독립적으로 평가
- ✓ 분석의 큰 오차를 감지, 교정을 위한 피드백에 활용
 - 실험실이 스스로 수용 불가능한 큰 오차를 인지하고 교정하는 “self-help system”
- ✓ 다양한 시료 분석기회를 제공하여 분석자의 경험치 향상
- ✓ 내부정도관리, 정량표준, 분석자 훈련의 표준시료 제공
- ✓ 분석결과의 참여그룹(국가) 내 표준화(변이 최소화)
- ✓ 참여그룹(국가)의 석면 분석의 질에 대한 평가 가능

13

향후 전망

- ✓ 지도, 교육기능 확대
- ✓ 기관평가와의 관계 재설정
- ✓ 주기적인 외부 품질평가 기능 강화
- ✓ 공기 중 석면 계수분석
 - 현장시료와 저농도 시료 활용
 - 참값(기준값) 및 적합범위의 합리적 추정
- ✓ 고형시료 중 석면분석
 - 정도관리 시료의 다양화
 - 정량분석 표준시료 활용

14

精度管理 (정도관리)

精 : 정성을 들여서 거칠지 아니하고 매우 곱다
깨끗하다
정성스럽다
뛰어나다, 우수하다



4. 작업환경측정분석, 어떻게 발전해 나갈 것인가?

전국산업보건분석협의회
조기홍 회장

- 지정측정기관의 측정분석 현황
- 측정분석의 발전방향 등

작업환경측정·분석, 어떻게 발전해 나갈 것인가?

2022. 7. 7

전국산업보건분석협의회

조기홍

정도관리의 정의

- 작업환경측정 및 정도관리 등에 관한 고시
- “정도관리”란 법 제126조제2항에 따라 작업환경측정·분석 결과에 대한 정확성과 정밀도를 확보하기 위하여 작업환경측정기관의 측정·분석능력을 확인하고, 그 결과에 따라 지도·교육 등 측정·분석능력 향상을 위하여 행하는 모든 관리적 수단을 말한다.

정도관리 성과

○ 작업환경측정 정도관리 합격률 현황

실시년도	분야		
	유기화합물	금속	자율항목
2012년 상반기	96.9%(156/161)	96.3%(155/161)	-
2012년 하반기	96.1%(148/154)	98.1%(151/154)	-
2013년 상반기	97.5%(155/158)	95.5%(150/157)	-
2013년 하반기	97.4%(148/152)	98.7%(149/151)	-
2014년 상반기	97.3%(146/150)	96.6%(144/149)	-
2014년 하반기	97.3%(143/147)	98.6%(144/146)	-
2015년 상반기	95.5%(126/132)	97.7%(128/131)	-
2015년 하반기	96.8%(122/126)	94.4%(118/125)	-
2016년 상반기	95.1%(135/142)	90.1%(127/141)	-
2016년 하반기	92.9%(79/85)	92.9%(78/84)	-
2017년 상반기	97.4%(74/76)	96.0%(72/75)	-
2017년 하반기	93.9%(62/66)	95.5%(63/66)	-

2018년 상반기	98.6%(73/74)	95.9%(71/74)	-
2018년 하반기	92.6%(112/121)	95.8%(115/120)	결정체 산화규소 : 80.0%(4/5)
2019년 상반기	97.6%(122/125)	97.6%(121/124)	포름알데히드 : 92.3%(24/26)
2019년 하반기	97.7%(170/174)	98.3%(170/173)	결정체 산화규소 : 100.0%(10/10)
2020년 상반기	97.8%(181/185)	96.7%(178/184)	-
2020년 하반기	87.5%(14/16)	93.8%(15/16)	결정체 산화규소 : 89.7%(26/29)
			포름알데히드 : 90.0%(45/50)
			석면-공기중 : 92.3%(12/13)
2021년 상반기	99.5%(185/186)	99.5%(184/185)	-
2021년 하반기	88.9%(16/18)	88.9%(16/18)	결정체 산화규소 : 94.3%(33/35)
			포름알데히드 : 91.2%(52/57)
			석면-공기중 : 93.3%(14/15)
			무기산 : 98.1%(51/52)
2022년 상반기	98.9%(186/188)	98.9%(185/187)	-

정도관리 대상물질

회차	실시 년도	구분	유기화합물														금속						
			BNZ	HEX	TCE	EGMEA	CFM	PCE	IPA	TOL	OXY	BAC	EAC	MIBK	MEK	PCE	EB	Mn	Cu	Cd	Pb	Cr	Zn
41	2012	상			○			○	○									○	○		○		
42	2012	하	○								○	○								○	○		○
43	2013	상	○								○	○								○	○		○
44	2013	하		○							○			○				○	○		○		
45	2014	상			○			○							○				○	○		○	
46	2014	하		○							○	○								○	○	○	
47	2015	상	○		○													○	○				○
48	2015	하						○						○	○					○	○	○	
49	2016	상	○								○	○						○	○				○
50	2016	하		○	○						○										○	○	○

회차	실시 년도	구분	유기화합물														금속						
			BNZ	HEX	TCE	EGMEA	CFM	PCE	IPA	TOL	OXY	BAC	EAC	MIBK	MEK	PCE	EB	Mn	Cu	Cd	Pb	Cr	Zn
51	2017	상		○										○		○				○		○	○
52	2017	하			○			○	○									○	○				○
53	2018	상								○				○	○					○	○	○	
54	2018	하	○								○	○								○			○
55	2019	상		○	○						○							○	○	○			
56	2019	하	○									○		○						○	○	○	
57	2020	상			○						○							○	○	○			○
58	2020	하			○						○							○	○	○			○
59	2021	상		○								○		○				○		○			○
60	2021	하		○								○		○				○		○			○
61	2022	상	○											○				○	○	○		○	

자율항목 대상물질

- 석면
- 결정체 산화규소
- 포름알데히드
- 무기산

작업환경측정기관의 유형별 인력 · 시설 및 장비 기준

나. 시설기준

작업환경측정 준비실 및 분석실험실

다. 장비기준

2) 광전분광광도계

4) 저울(최소 측정단위가 0.01mg 이하이어야 한다)

6) 건조기 및 데시케이터

7) 순수제조기(2차 증류용), 드래프트 체임버 및 화학실험대

10) 가스크로마토그래피(GC)

11) 원자흡광광도계(AAS) 또는 유도결합 플라즈마(ICP)

13) 분석을 할 때에 유해물질을 배출할 우려가 있는 경우 배기 또는 배액처리를 위한 설비

14) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 유해인자를 측정하려는 때에는 해당 설비 또는 이와 같은 수준 이상의 성능이 있는 설비

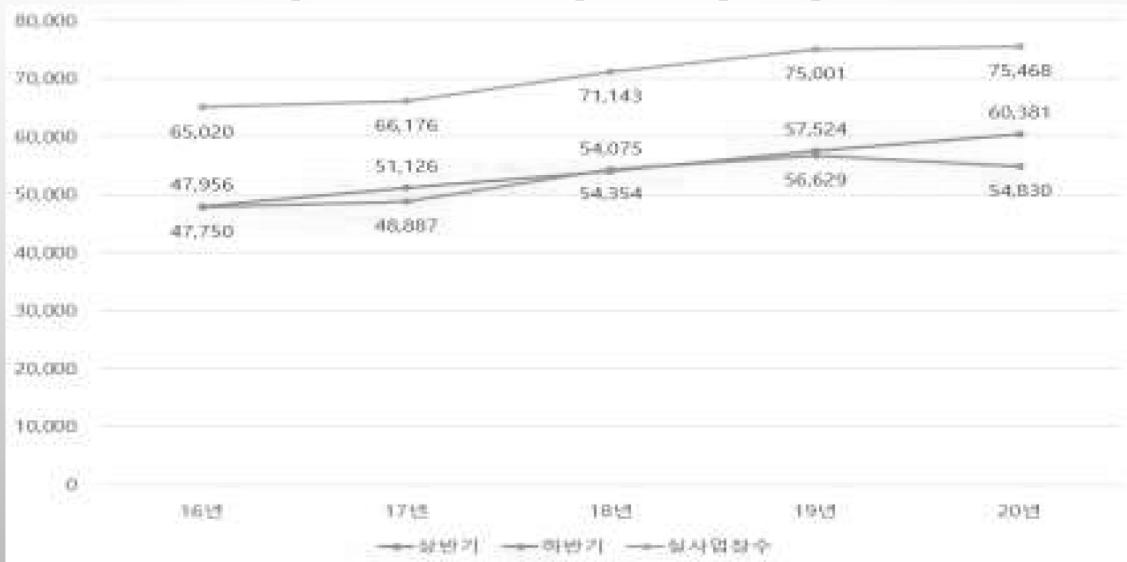


작업환경측정 실시 결과

2021. 08.



최근 5년간('16년 ~ '20년) 작업환경측정 추이



연도별 작업환경측정 실시 사업장 현황

허가대상 유해물질 측정 실시 및 초과 사업장 현황

구분	상반기				하반기			
	사업장수	비율(%)	초과사업장수	비율(%)	사업장수	비율(%)	초과사업장수	비율(%)
실사업장(계)	404				388		1	
계	412	(100)	0	(0)	400	(100)	1	(100)
디클로로벤젠과그염및합유제제	5	(1.2)			5	(1.3)		
알파나프탈아민과그염및합유제제	2	(0.5)			3	(0.8)		
크롬산아연및합유제제	23	(5.6)			19	(4.8)		
오르토-톨라디과그염	1	(0.2)			2	(0.5)		
다이나시디과그염및합유제제	3	(0.7)			3	(0.8)		
베릴륨및합유제제	18	(4.4)			18	(4.5)		
비소및그무기화합물	166	(40.3)			161	(40.3)		
크롬광및합유제제	2	(0.5)			2	(0.5)		
휘발성플타르피치및합유물질	37	(9.0)			28	(7.0)	1	(100)
황화나켈및합유물질	2	(0.5)			2	(0.5)		
염화비닐및합유물질	153	(37.1)			157	(39.3)		
벤조트리클로리드및합유물질	0	(0.0)			0	(0.0)		

특별관리물질 실시 및 초과 사업장 현황

구분	상반기				하반기			
	실시 사업장수	비율%	초과 사업장수	비율%	실시 사업장수	비율%	초과 사업장수	비율%
실사업장(계)	17,809		16		17,696		14	
계	31,107	(100)	16	(100)	31,199	(100)	14	(100)
디니트로톨루엔	2	(0.0)			2	(0.0)		
N,N-디메틸아세트아미드	78	(0.3)			78	(0.3)		
디메틸포름아미드	199	(0.6)			205	(0.7)		
2-메톡시에탄올	35	(0.1)			39	(0.1)		
벤젠	79	(0.3)			81	(0.3)	1	(7.1)
1,3-부타디엔	40	(0.1)			47	(0.2)		
1-브로모프로판	71	(0.2)			56	(0.2)	1	(7.1)
2-브로모프로판	-	-			-	-		
사염화탄소	5	(0.0)			3	(0.0)		
아크릴로니트릴	42	(0.1)			48	(0.2)		
아크릴아미드	87	(0.3)			89	(0.3)		
2-메톡시에틸아세테이트	18	(0.1)			22	(0.1)		
2-에톡시에탄올(에틸 셀로솔브)	95	(0.3)			96	(0.3)		
2-에톡시에틸아세테이트	112	(0.4)			118	(0.4)		
에틸렌이민	-	-			1	(0.0)		

1,2-에폭시프로판	15	(0.0)			12	(0.0)		
에피클로로하이드린	14	(0.0)			13	(0.0)		
이염화에틸렌	22	(0.1)			19	(0.1)		
1,2,3-트리클로로프로판	-	-			-	-		
트리클로로에틸렌	528	(1.7)	4	(25.0)	440	(1.4)	5	(35.7)
퍼클로로에틸렌	47	(0.2)			48	(0.2)		
페놀	481	(1.5)			491	(1.6)		
포름알데히드	1,204	(3.9)			1,225	(3.9)		
스토다드 솔벤트(벤젠0.1%이상)	11	(0.0)			16	(0.1)		
프로필렌이민	-	-			-	-		
하이드라진	55	(0.2)			55	(0.2)		
황산디메틸	3	(0.0)			4	(0.0)		
납및그무기화합물	3,643	(11.7)	7	(43.8)	3,582	(11.5)	3	(21.4)
니켈(불용성무기화합물)	7,308	(23.5)	1	(6.3)	7,309	(23.4)	3	(21.4)
수은(원소및무기형태)	291	(0.9)			296	(0.9)		
카드뮴및그화합물	482	(1.5)	2	(12.5)	499	(1.6)		
6가크롬 화합물	7,956	(25.6)			8,046	(25.8)		
황산(pH2.0이하)	6,092	(19.6)			6,145	(19.7)		
산화에틸렌	1,586	(5.1)	2	(12.5)	1,608	(5.2)	1	(7.1)
1,2-디클로로프로판	8	(0.0)			11	(0.0)		
삼산화안티몬	498	(1.6)			494	(1.6)		

허용기준 이하 설정물질 및 초과 사업장 현황

구분	상반기				하반기			
	실시 사업장수	비율(%)	초과 사업장수	비율(%)	실시 사업장수	비율(%)	초과 사업장수	비율(%)
실사업장(계)	28,156		44		25,758		43	
계	55,607	(100)	44	(100)	52,862	(100)	43	(100)
납및그무기화합물	3,643	(6.6)	7	(15.9)	3,582	(6.8)	3	(7.0)
니켈(불용성무기화합물)	7,308	(13.1)	1	(2.3)	7,309	(13.8)	3	(7.0)
니켈카르보닐	2	(0.0)			1	(0.0)		
디메틸포름아미드	199	(0.4)			205	(0.4)		
디클로로메탄	737	(1.3)	5	(11.4)	625	(1.2)	3	(7.0)
1,2-디클로로프로판	8	(0.0)			11	(0.0)		
망간및그무기화합물	16,440	(29.6)	16	(36.4)	14,479	(27.4)	23	(53.5)
메탄올	1,695	(3.0)	2	(4.5)	1,556	(2.9)	1	(2.3)
메틸렌 비스(페닐 이소시아네이트)	410	(0.7)			361	(0.7)		
베릴륨및그화합물	18	(0.0)			18	(0.0)		
벤젠	79	(0.1)			81	(0.2)	1	(2.3)
1,3-부타디엔	40	(0.1)			47	(0.1)		
2-브로모프로판	-	-			-	-		
브로화메탄	11	(0.0)			5	(0.0)		

산화에틸렌	1,586	(2.9)	2	(4.5)	1,608	(3.0)	1	(2.3)
석면 및 함유물질	87	(0.2)			82	(0.2)		
수은및그무기화합물	329	(0.6)			337	(0.6)		
스티렌	328	(0.6)	2	(4.5)	283	(0.5)		
시클로헥사논	137	(0.2)			115	(0.2)		
아닐린	8	(0.0)			7	(0.0)		
아크릴로니트릴	42	(0.1)			48	(0.1)		
암모니아	2,460	(4.4)			2,294	(4.3)		
염소	332	(0.6)			285	(0.5)		
염화비닐	153	(0.3)			157	(0.3)		
6가크롬 화합물	7,956	(14.3)			8,046	(15.2)		
이황화탄소	20	(0.0)			18	(0.0)		
일산화탄소	492	(0.9)			566	(1.1)		
카드뮴및그화합물	413	(0.7)	1	(2.3)	425	(0.8)		
코발트및그무기화합물	1,117	(2.0)	1	(2.3)	1,037	(2.0)	1	(2.3)
콜타르피치취발물	37	(0.1)			28	(0.1)	1	(2.3)
톨루엔	1,111	(2.0)	3	(6.8)	873	(1.7)	1	(2.3)
톨루엔-2,4-디이소시아네이트	110	(0.2)			110	(0.2)		
톨루엔-2,6-디이소시아네이트	94	(0.2)			94	(0.2)		
트리클로로메탄	54	(0.1)			71	(0.1)		
트리클로로에틸렌	528	(0.9)	4	(9.1)	440	(0.8)	5	(11.6)
포름알데히드	1,204	(2.2)			1,225	(2.3)		
헥산(n-헥산)	258	(0.5)			217	(0.4)		

작업환경측정·분석 정도관리의 성과 및 한계

- ◆ 정도관리 실시로 인해 작업환경측정기관 분석 능력이 향상되었다.
- ◆ 정도관리 실시로 분석의 중요성과 분석자의 위상이 높아졌다.
- ◆ 정도관리 실시로 분석장비의 최신화가 이루어졌다.

- ◆ 정도관리 분석과 실제 작업환경측정시료 분석은 별개다.
- ◆ 정도관리 합격했다고 분석수준이 높은 것은 아니다.
- ◆ 일부 기관의 정보관리가 여전히 존재한다.
- ◆ 정도관리가 분석자의 수준을 하향 평준화 하고 있다.
- ◆ 현행 정도관리는 기초분석 능력에 불과 할 뿐 분석능력에 대한 변별력이 없다.
(합격율 90~98.9%)

세척 공정 중 근로자, 트리클로로메탄 집단 급성중독...“세척제 전면 조사하라”

급성중독 의심 사례 또 나와.. 같은 업체의 세척제 사용

세척제 취급공정 급성중독 발생경보

'22.2월 창원 소재 전자제품용 동부속품 생산 사업장 근로자 16명이 세척제에 함유된 트리클로로메탄(클로로포름)에 노출되어 독성간염 발생

【재해원인】

■ 유해물질 성분 및 유해성 미인지
기존 세척제(디클로로메탄)가 환경규제물질(22.1)로 지정됨에 따라 대체물질 변경 과정에서 더 독성이 강한 트리클로로메탄(97년부터 환경규제물질 지정)으로 물질 대체
* 산안법상 노출기준(TWA) 디클로로메탄(50ppm) / 트리클로로메탄(10ppm)

■ 국소배기장치 미설치
세척공정에 국소배기장치 미설치로 인해 세척조에서 발생하는 유해물질에 노동자 노출

■ 방독마스크 미착용
세척작업시 방독마스크 미착용으로 유해물질에 직접 노출



【건강영향】

■ 중추신경계 장애, 간·신장 손상 등

- 1) 중추신경계 : 중추신경계 억제, 고농도 노출시 무의식, 혼수 발생
- 2) 간담도계 : 간수치 상승, 황달, 간비대 등 간손상 발생하며, 심할 경우 사망유발 가능
- 3) 비뇨기계 : 신장 손상
- 4) 피부 : 피부건조, 중열, 홍반, 수포형성 등

【예방대책】

■ 국소배기장치 설치 등 충분한 환기
세척조에서 발생하는 유해물질 제거에 충분한 성능을 갖는 국소배기장치 설치 및 가동

■ 개인보호구 착용
화학물질 노출을 최소화 할 수 있도록 작업자별로 방독마스크, 보호장갑 등 지급, 착용

→ 국소배기장치 적정 설치, 가동, 올바른 보호구 착용만으로도 직업병을 예방할 수 있습니다.

국소배기장치 등 안전보건조치 없이 트리클로로메탄을 함유한 세척제 (제품명: UKLEEN T6, UKLEEN 600, KAC-200 등 다양함) 사용작업은 일시 중단하고, 적절한 안전보건조치 후* 작업계개 필요
*국소배기장치 설치, 세척공정관리(일폐), 저독성물질 대체

작업환경측정·분석, 어떻게 발전해 나갈 것인가?

- 정도관리가 분석능력 향상에 기여해온 것은 인정하나
- 현재의 정도관리는 합격율에서 알 수 있듯이 거의 대부분의 기관에서 합격할 수 있는 기초적인 분석수준의 평가에 불과
- 정도관리가 정확성과 정밀성을 확보하고 측정기관의 분석능력을 확인하기 위해서는 변별력 있는 운영방식의 변화가 필요

●작업환경측정·분석 정도관리 항목 확대 운영

- 현행 정도관리 대상물질의 경우 매우 제한적으로 운영하고 있음.
- 작업환경측정보고서의 유기, 무기화합물 분석 통계 결과를 바탕으로 사용빈도가 많은 물질을 정도관리 대상 물질로 선정

●정량 분석방법의 정도관리 운영 탈피

- 현행 정도관리는 대상물질과 농도범위를 알려주고 있음
- 세척제 급성중독 사고의 사례를 살펴보면, 비록 MSDS가 허위로 기재 되었더라도 분석과정에서 발견할 가능성이 있음
- 따라서 분석결과의 신뢰성과 분석능력을 확인하기 위해 정량 및 정성분석 방법을 혼용한 정도관리 제도의 운영 필요

●작업환경측정 분야 정도관리 운영 실시

- 작업환경측정 결과의 신뢰성을 확보하기 위해서는 분석에 대한 정도관리와 함께 작업환경측정 분야에 대한 정도관리 실시

●정도관리 운영 기관(공단) 인력 및 예산 확대

- 작업환경측정분석 정도관리 항목 및 작업환경측정 분야에 대한 정도관리 개발
- 작업환경측정 시료분석 방법 개발

●외부 작업환경측정시료 분석수탁기관에 대한 정도관리 강화

●작업환경측정기관의 유형별 인력·시설 및 장비 기준 강화

- “정도관리”란 법 제126조제2항에 따라 작업환경측정·분석 결과에 대한 정확성과 정밀도를 확보하기 위하여 작업환경측정기관의 측정·분석능력을 확인하고, 그 결과에 따라 지도·교육 등 측정·분석능력 향상을 위하여 행하는 모든 관리적 수단을 말한다.
- 정도관리 합격도 중요하지만 평가 이후 지도·교육 등 측정·분석능력 향상을 위한 지원이 확대·강화되어야 한다.

감사합니다