

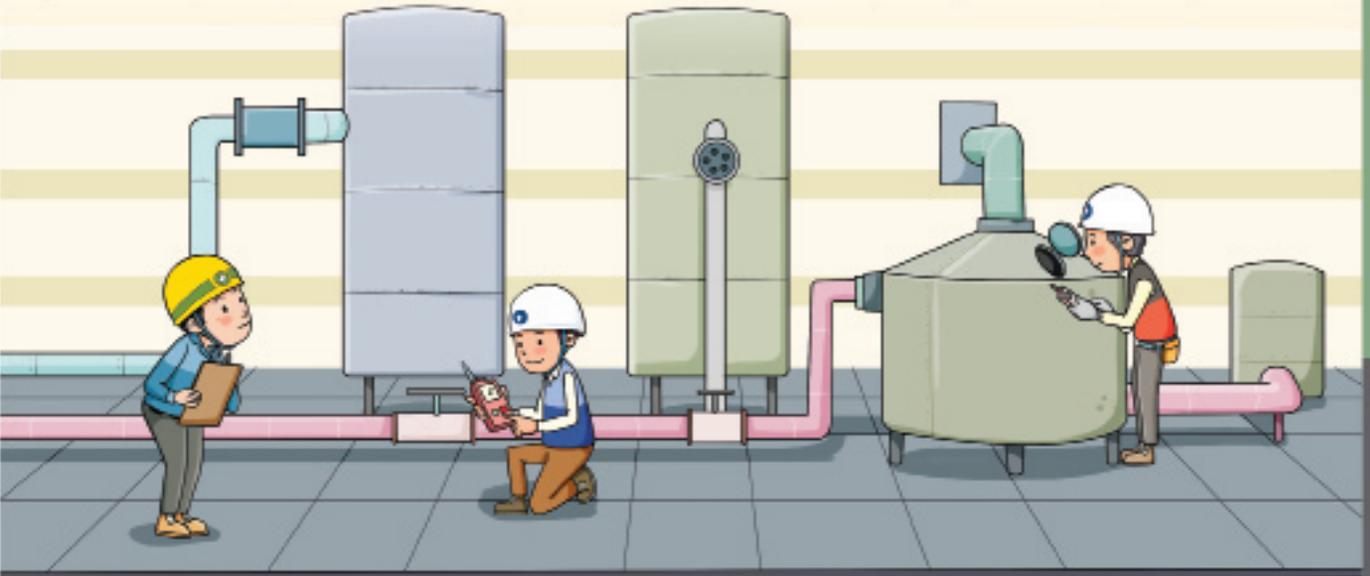


직업건강
가이드라인

조심조심
코리아
작업 전 안전점검
당신의 생명을 지킵니다

Occupational Safety & Health Guideline

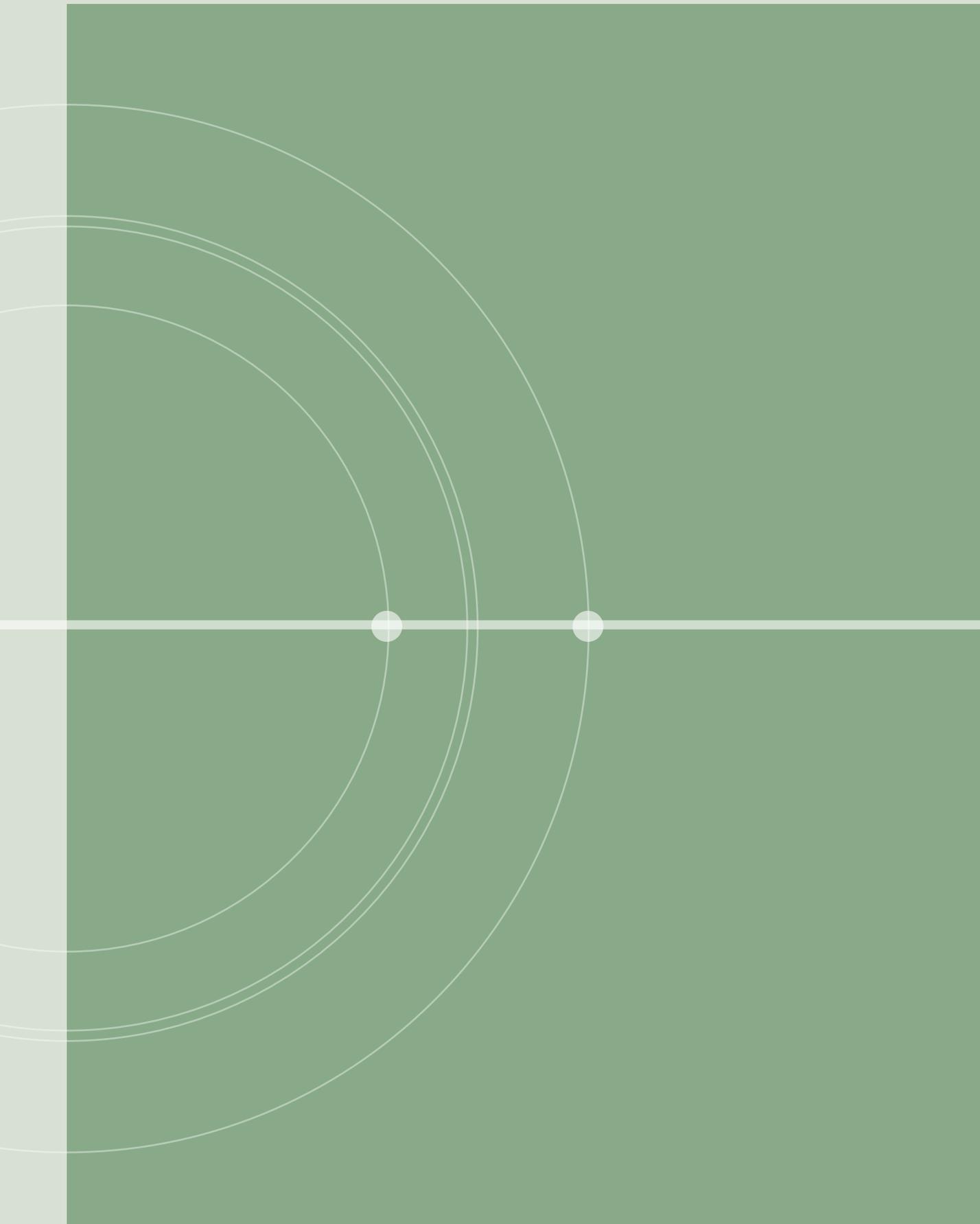
메탄올 취급근로자



고용노동부

산업재해예방
안전보건공단







직업건강 가이드라인

메탄올 취급근로자



「직업건강
가이드라인」
이란?
Guideline

- KOSHA GUIDE*와는 달리 직업 활동을 통해 근로자들에게 발생할 수 있는 고유의 근무특성 및 작업방식까지 포함한 다양한 유해·위험요인을 파악하여, 이를 예방하고 관리하기 위한 사항에 대해 현장사진(삽화 등)을 수록하여 쉽고 상세하게 설명한 안내서입니다.

KOSHA
GUIDE*

- 법령에서 정한 사항보다 높은 수준의 안전보건 향상을 위해 참고할만한 광범위한 기술적인 사항을 제시한 것으로 사업장의 자율적 안전보건수준 향상을 지원하기 위한 지침

직업건강 가이드라인

메탄올 취급근로자

Occupational Safety & Health Guideline





Prologue

들어가며

안전보건공단에서는 근로자의 직종별 또는 주제별로 직업활동을 통해 나타날 수 있는 고유의 근무특성 및 작업방식을 포함한 다양한 건강 유해·위험 요인을 파악하여, 이를 예방하고 관리하기 위한 방안을 제시하고자 「직업건강 가이드라인(이하 ‘가이드라인’)」을 개발하게 되었습니다.

가이드라인은 노·사·정 및 학계전문가 회의를 통해 개발대상 직종을 선정한 후, 가톨릭대학교와 성균관대학교 및 을지대학교 산학협력단(직업환경의학·간호·위생·안전분야 전문가로 구성된 팀)에 의뢰하여 2012년도에 10개, 2013년도에 10개, 2014년도 10개, 2015년도에 10개 및 2016년도에 10개의 주제와 직종에 대한 가이드라인을 개발하게 되었습니다.

• 2012년 개발 직종

- ① 환경미화원 ② 병원청소원 ③ 요양보호사^[시설요양원] ④ 간호사 ⑤ 택시운전원
- ⑥ 건물청소원 ⑦ 물류종사원^[창고업종] ⑧ 매장판매 종사자 ⑨ 사무종사자^[IT]
- ⑩ 보건관리자^[실무자칭 개정]

• 2013년 개발 직종 및 주제

- ① 콜센터 종사원 ② 이미용 종사원 ③ 도장공 ④ 용접원 ⑤ 차량정비원
- ⑥ 항만하역 종사원 ⑦ 오페수시설 종사원 ⑧ 야간 및 교대작업 ⑨ 근로자 우울증
- ⑩ 외상 후 스트레스장애

• 2014년 개발 직종 및 주제

- ① 항공기 객실승무원 ② 음식서비스업 종사자 ③ 철도 기관사 ④ 네일샵 종사원
- ⑤ 유지보수작업 종사원 ⑥ 유류사고 방제 작업자 ⑦ 감정노동 종사자^[총괄]
- ⑧ 소음성난청 예방관리 ⑨ 건설업 보건관리자 역할 ⑩ 하절기 폭염대비

• 2015년 개발 직종 및 주제

- ① 아파트경비원 ② 톨게이트 요금수납원 ③ 출납창구사무원 ④ 패스트푸드원
- ⑤ 실험실연구원 ⑥ 버스운전원 ⑦ 전자제품수리종사자 ⑧ 방송출연 보조자
- ⑨ 고기압(잠수)작업자 ⑩ 발열성 질환 예방

• 2016년 개발 직종 및 주제

- ① 호텔종사자 ② 보육교사 ③ 수은 취급 근로자 ④ 메탄올 취급 근로자 ⑤ 건설업 방수작업자
- ⑥ 배달업무 종사자 ⑦ 근로자 자살예방 관리 ⑧ 제조업 파견근로자 ⑨ 사무실 실내 공기질 관리
- ⑩ 생식독성물질 취급 근로자

메탄올은 메틸알코올 또는 목정(木精)으로 불리는 가장 간단한 형태의 알코올 화합물로 무색의 휘발성, 가연성, 유독성 액체입니다. 이 가이드라인은 ‘메탄올 취급 근로자’들이 알아야 할 안전보건에 관한 내용들을 충실하게 담고 있습니다. 알코올의 종류, 메탄올의 취급현황, 메탄올 직업병 발생 사례, 메탄올 취급시의 안전보건수칙, 작업환경측정 및 특수건강진단 실시 등을 다루고 있습니다.

메탄올은 2016년 초, 겨울이 끝나갈 무렵 사회적으로 큰 논쟁을 유발했습니다. CNC 절삭 작업 중 메탄올에 노출된 근로자에게서 심각한 건강문제(실명 등)가 발생한 최초의 국내 직업병 사례로, 이를 예방하기 위한 노력이 필요합니다.

메탄올 중독사고가 발생한 사업장들의 작업환경 실태를 조사한 결과, 작업환경측정과 특수건강진단이 제대로 실시되지 않았고 환기상태, 보호구 착용, 안전보건교육 등, 산업안전보건법에서 사업주가 책임을 가지고 지켜할 의무사항들도 지켜지지 않고 있음이 확인되었습니다. 메탄올 중독 근로자가 모두 파견근로자였다는 점에서 파견근로자 보호를 위한 가이드라인(제조업 파견사업주의 근로자 건강관리)이 함께 준비되어 있으니, 필요하신 분들은 참고하시기 바랍니다.

이에 ‘메탄올취급근로자’의 가이드라인에서는 메탄올을 포함하는, 산업안전보건법 상의 관리대상물질을 취급하는 사업장 및 근로자들의 안전보건수칙을 중심으로 내용을 구성 하였습니다. 또한 화학물질을 취급하는 근로자들이 숙지해야 할 산업안전보건법을 비롯한 관련법령 및 KOSHA GUIDE 등 관련 지침도 소개하고 있습니다.

끝으로 이 가이드라인이 메탄올 및 다양한 화학물질을 취급하는 사업장의 안전한 환경을 조성하는데 널리 활용되길 바랍니다.

목 차

01 Chapter

배경

- 1. 사회적 관심 증가 12
- 2. 산업재해와의 관련성 14

02 Chapter

일반 현황

- 1. 알코올류의 분류 16
- 2. 메탄올의 물리화학적 특성 16
- 3. 메탄올의 유해/위험성 분류 18
- 4. 메탄올 취급현황 19
- 5. 작업환경측정결과 24
- 6. 관련법령 26

03 Chapter

산업재해 발생 사례

- 1. CNC 절삭작업 근로자에서 메탄올 중독의 집단발생 28
- 2. 실수로 발생한 메탄올 음용 사례 30
- 3. 메탄올 작업 중 안전 사고 31

04 Chapter

메탄올의 건강영향

- 1. 독성 기전 34

05 Chapter

메탄올 취급 근로자의 보건 관리

1. 작업환경관리	38
2. 작업관리	47
3. 근로자 건강진단	49
4. 교육	52
5. 근로자 준수사항	53
6. 메탄올 노출 시의 예방조치, 응급조치 및 치료	54
7. 메탄올 취급 시 사고대비 주의사항	57
8. 절삭유 취급 근로자의 건강관리방안	64
9. 메탄올 취급 근로자의 업무특성별 관리방안	66

06 Chapter

부록

1. 「메탄올」 관련 고용노동부 예규 및 고시	76
2. 「메탄올」 관련 KOSHA GUIDE	77
3. One page sheet ^(메탄올 유해위험성 정보) : CHEM-i	78
4. 사고대비물질_키인포(메탄올)	80
5. 메탄올의 안전사고 사례	82

*연구팀

연구책임자 - 을지대 김숙영 교수

공동 연구원 - 가톨릭대 정혜선 교수, 김형아 교수, 경인여대 이윤정 교수, 성균관대 김수근 교수, 강북삼성병원 한복순 교수, 박소영 교수, 대전 선병원 김용규 소장, 조선대 송한수 교수, 을지대 갈원모 교수

표 차례

1. 대표적인 알코올류의 구분	16
2. 메탄올의 물리화학적 특성	17
3. 메탄올의 위험성 구분 및 안전상의 조치	18
4. 사업장의 메탄올 취급 현황	21
5. 사업장의 메탄올 제조 현황	21
6. 메탄올 취급 주요 업종 및 근로자 수	22
7. 메탄올에 대한 작업환경 측정결과(2013-2015년)	24
8. 메탄올의 건강 영향 및 신체 증상	36
9. 메탄올(관리대상물질)관련 국소배기장치 후드의 제어풍속	40
10. 메탄올 작업환경 측정 기준	46
11. 메탄올 특수건강진단 차수별 검사 항목	50
12. 메탄올 특수건강진단 주기 및 단축 조건	51
13. 메탄올 특수건강진단에 따른 건강관리 구분	51
14. 메탄올 급성 영향 및 예방 조치	54
15. 메탄올 취급 사업장 안전관리 체크리스트	63

그림 차례

1. 2014년도 화학물질 배출량 조사 결과 상위 10위 물질	12
2. 메탄올 폭발 사건 기사	13
3. 외국에서의 메탄올 흡입 독성 사례	14
4. 메탄올 취급 사용공정	23
5. 메탄올 취급 사용용도	23

01

chapter

배경

- 사회적 관심 증가
- 산업재해와의 관련성

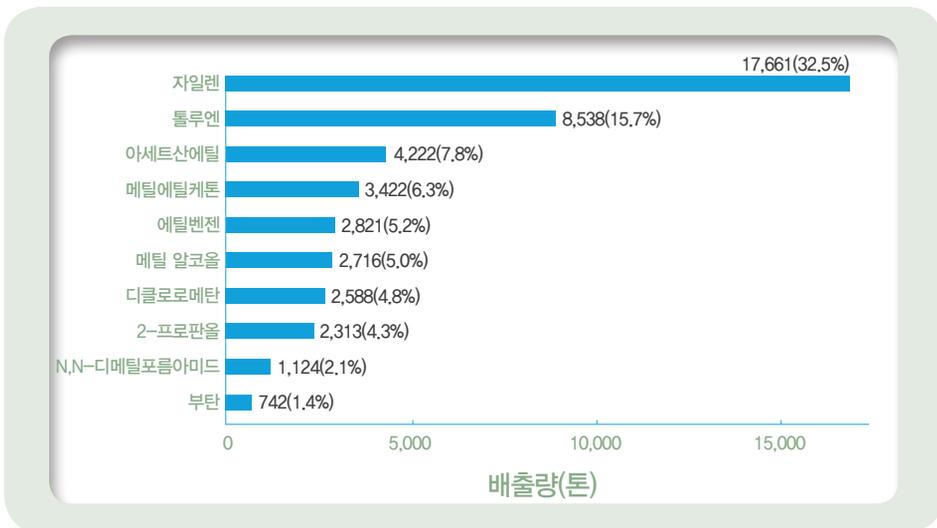




1. 사회적 관심 증가

- 2016년 7월 환경부의 “2014년도 화학물질 배출량” 결과, 화학물질 별로 배출량을 살펴 보면, 용매제 또는 희석제로 주로 사용하는 자일렌(32.5%), 톨루엔(15.7%), 아세트산에틸 (7.8%), 메틸에틸케톤(6.3%), 에틸벤젠(5.2%), **메틸알코올(메탄올, 5.0%)** 등 10개 화학 물질이 전체 배출량의 85.0%를 차지하고 있고, 메탄올이 상위에 해당함(그림 1).
- 메탄올은 다양한 용도로 많은 사업장에서 사용 중임.

2014년도 화학물질 배출량 조사 결과 상위 10위 물질 [그림1]



- 최근 다양한 정밀기계 작업의 요구도가 높아지고 있는데, 손을 이용해 공작물을 정밀가공 하여 제품을 대량생산하는 것은 불가능하나, CNC(컴퓨터 수치제어, Computerized Numerical Control)는 컴퓨터에 의해서 정확한 수치로 절삭구의 움직임을 자동제어하기 때문에 정밀부품의 대량생산을 가능하게 함.

- 스마트폰 시장의 성장과 함께 알루미늄 합금을 가공하여, 케이스 또는 버튼을 제조하는 기술 요구도가 단기간에 증가하였고, 스마트폰 생산의 대표국가인 우리나라에서 알루미늄 제품을 절삭 가공하는 업체에서 메탄올을 사용하면서 직업병이 발생하는 사례가 보고됨.
- 빠른 속도로 작동하는 알루미늄 가공을 위한 CNC machine에서 냉각 및 세척 용도로 알코올(에탄올) 사용이 추천되는 상황이지만, 위험성에 대한 평가 없이, 저렴하다는 이유로, 메탄올을 사용한 것이 직업병 발생의 원인이 됨.
- CNC 절삭 및 다양한 용도로 사용되는 메탄올의 적절한 관리를 통하여 취급근로자를 보호해야 하며, 시대의 변화와 함께 작업장에서 화학물질을 취급하는 사업주와 근로자들이 알아야하고 지켜야 할 사항을 제시하는 것은 무엇보다 중요함.
- 메탄올의 건강 영향이나 중독의 문제와는 별개로 메탄올을 취급하는 과정에서 발생했던 폭발 사고가 심심치 않게 발생하므로, 메탄올 취급하는 근로자의 건강보호뿐만 아니라, 안전사고(폭발)의 예방을 위한 주의사항 등의 내용을 숙지해야 함(그림 2).

메탄올 폭발 사건 기사 [\[그림2\]](#)



건강음료 공장서 메탄올 폭발, 2명 사상

입력 2004-04-28 00:32:00 | 수정 2004-04-28 00:32:00

←

뉴스

전체뉴스

많이 본 뉴스

27일 오후 9시 45분께 대전시 대덕구 대화동 K건강음료 공장 메탄올 정제 탱크에서 가스가 폭발, 탱크 안에서 청소 작업을 벌이던직원 정모(34)씨가 숨지고 신모(45)씨가 얼굴 등에 화상을 입어 병원에서 치료를 받고 있다.

신씨는 "탱크 안에 들어가 메탄올 찌꺼기를 청소하고 있었는데 갑자기 '깡'하는소리와 함께 불길에 휩싸였다"고 말했다.

경찰은 정씨 등이 청소작업을 하다가 메탄올 잔류가스가 스파크로 인해 탱크 안에서 폭발한 것으로 보고 정확한 폭발 원인을 조사 중이다.

(대전=연합뉴스) 성혜미 기자 noanoa@yna.co.kr



- 미국에서는 2008년 메탄올 저장탱크 내부에서 청소 작업을 하던 근로자들의 흡입 (inhalation) 노출로 인한 중대재해로 2명이 사망한 사례도 보고됨(그림 3).

외국에서의 메탄올 흡입 독성 사례 [그림3]



The CDC Tox Report

**Medical Toxicology and Public Health—
Update on Research and Activities at the Centers for
Disease Control and Prevention, and the Agency for
Toxic Substances and Disease Registry** JOURNAL OF MEDICAL TOXICOLOGY • VOLUME 5, NUMBER 3 • SEPTEMBER 2009

Inhalational Methanol Toxicity → 메탄올 흡입 중독

Richard Kiciman, MD, Richard Nickle, MPH[†], Michael Schwartz, MD**

*Office of Terrorism Preparedness and Emergency Response (OTPER), National Center for Environmental Health and the Biosciences
†Division of Toxicology and Environmental Medicine, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)

사망 근로자에 대한 부검결과, 혈액 내 메탄올과 개미산(메탄올의 대사물질, 포름산)이 중독 수준으로 검출됨.

The following is an update on research and activities in which clinical toxicologists are actively involved at the National Center for Environmental Health and the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (NCEH/ATSDR) at the Centers for Disease Control and Prevention in DC. The Journal of Medical Toxicology periodically will highlight some of these activities to illustrate the growing relationship between clinical toxicology and public health.

NCEH/ATSDR OFFICE OF TERRORISM PREPAREDNESS AND EMERGENCY RESPONSE

The Office of Terrorism Preparedness and Emergency Response (OTPER) serves both the National Center for Environmental Health in the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and the Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). OTPER is CDC/ATSDR's primary point of contact for questions, requests for assistance, and access to subject matter expertise, laboratory resources, and emergency response technical support during incidents involving human exposures to environmental agents and other public health consequences of natural and manmade and/or technological events.

Duty Officer is available 24/7 to triage calls to CDC/OTPER's operating divisions within ATSDR. Division of Toxicology and Emergency Response is available to provide emergency response which may include technical assistance on specific safety, environmental monitoring activities, as well as advice on medical management, social protection, decontamination, diagnosis.

The incident described below is an example of how CDC and its partners in a successful incident with potential public health implications.

On May 24, 2008, CDC received a call requesting technical assistance regarding two men with a potential infectious disease or toxic exposure. The 2 crewmen worked on a tanker that carried chemicals, including methanol. The 2 affected individuals were tasked with cleaning a chemical storage tank after the methanol had been offloaded at the last port. One of the 2 crewmen died on board the vessel prior to his arrival in port, while the second was evacuated to a hospital. Both crewmen were trained and regularly experienced in using personal protective equipment (PPE), and they were wearing appropriate protective equipment, including respirators, while cleaning the tank. The deceased crewman had reportedly developed a headache one night after cleaning the tank and was subsequently found the next morning unresponsive in his bunk with blood in his mouth. He was pronounced dead on board and played in quarantine until the cause of death could be determined. Later autopsy ultimately revealed toxic levels of methanol and formic acid; the final cause of death was determined to be acute toxicity due to methanol poisoning.

Of 7 potentially involved crewmen, 5 appeared to be unaffected and were asymptomatic, but they were originally thought to have the same potential exposure.

메탄올 운송 탱크를 청소하던 2명의 근로자

2. 산업재해와의 관련성

- 메탄올은 그 동안, 고의 또는 실수로, 알코올(음용이 가능한 에탄올)로 오인한 개인들이 중독되어 발생한 사례들이 보고됨.
- 최근에 발생한 직업병은 시신경 독성 또는 실명을 유발할 수 있는 화학물질에 대한 인식이 부족한 상태에서 발생함.
- 절삭작업에서 사용되는 다양한 화학물질(절삭공구 또는 제품에 따라 다양하게 사용)의 위험성과 메탄올을 사용하는 많은 사업장의 직업병을 예방하기 위한 조치가 필요함.

02

chapter

일반 현황

- 알코올류의 분류
- 메탄올의 물리화학적 특성
- 메탄올의 유해/위험성 분류
- 메탄올 취급현황
- 작업환경측정결과
- 관련법령





1. 알코올의 분류

- 화학에서 알코올(alcohol)은 하이드록시기(-OH)가 탄소 원자에 결합된 유기 화합물을 말하며, 대부분 맛은 매우 쓰며, 무색이고, 특징적인 알코올의 냄새가 발생함(표 1)
- 메탄올은 가장 간단한 알코올 화합물로, 병원에서는 메탄올이 혈구들을 살아 있는 상태로 유지하기 위해서 혈구 관찰 시 슬라이드 글라스에 메틸알코올을 가하는데(고정), 특히 백혈구의 고정에 용이하게 이용됨
- 메탄올의 냄새 역치는 100-1500ppm으로 알려져 있지만, 개인의 특성에 따라 차이가 크므로, 냄새에 의존해서 판단하는 것은 주의가 필요함

표 1. 대표적인 알코올류의 구분

한글명	메탄올(CH ₃ OH)	에탄올(C ₂ H ₅ OH)	이소프로판올(C ₃ H ₈ O)
영어명	Methanol (Methyl alcohol, MeOH)	Ethanol (Ethyl alcohol, EtOH)	Isopropanol (Isopropyl alcohol, IPA)
CAS 번호	67-56-1	64-17-5	67-63-0
관리대상물질	해당	비해당	해당

2. 메탄올의 물리화학적 특성

- 물리적 특징은 증기가 공기와 잘 혼합되어, 폭발성 있는 혼합체를 쉽게 형성하며, 화학적 특징은 산화제와 격렬하게 반응하고 반응 시 화재와 폭발의 위험 존재함.
- 빛이 나지 않는 푸른색 불꽃을 내며, 일반인에서 메탄올의 냄새를 인지하는 농도는 TLV-TWA 보다 3-7 배가 높다는 것에 주목할 것.

표 2. 메탄올의 물리화학적 특성

구분	내용	구분	내용
분자식	CH ₄ O	CAS 번호	67-56-1
화학식	CH ₃ OH	분자량	32.04
모양	액체, 투명, 무색	어는점	-97.8°C
냄새	약한 알코올 냄새	끓는점	64.7°C
냄새 한계치	감지: 4.2 - 5960 ppm (중양값) 160 ppm 인지: 53 ? 8940 ppm (중양값) 690 ppm	인화점	11.0°C
		pH	해당되지 않음
		용해도	완전 용해 가능
증기압	12.8 kPa(127mmHg)@ 20°C	폭발상한(UEL)	36%(기중 농도)
증기 밀도	1.105 @ 15°C (공기 = 1)	폭발하한(LEL)	6%(기중 농도)
점도	0.3 cP@ 25°C	자동점화온도	464°C
비중	0.82 @ 20°C	정전하민감도	낮음
분해온도	정해지지 않음	충격민감도	없음
용매 용해도	에탄올, 벤젠, 기타 알코올, 클로로포름, 디에틸에테르, 기타 에테르, 에스테르, 케톤, 대부분의 유기용매에서 용해 가능		
동의어	메틸알코올, 우드알코올, 메틸수화물, 목정, 메틸수산화물, 카비놀, 메틸올		



3. 메탄올의 유해/위험성 분류

- 고인화성 물질로 흡입, 피부접촉 및 섭취 시 독성이 있으며, 비가역적인 심각한 위험을 유발할 수 있는 것으로 표시
- 건강보호를 위해 밀폐상태를 잘 유지하여 보관하고, 금연 및 발화원과 격리하고, 작업 시 보호 장비를 적정한 것으로 착용하며, 사고 및 불편감 발생 시 즉각적인 병원 방문이 필요함(표 3).

표 3. 메탄올의 위험성 구분 및 안전상의 조치

구분	코드	문장(한글)
R-phrases (위험구분)	R11	고인화성 물질
	R23/24/25	흡입, 피부 접촉 및 섭취 시 독성
	R39/23/24/25	독성 : 흡입, 피부 접촉 및 섭취 시 비가역적이고 매우 심각한 위험
S-phrases (안전조치)	S7	용기에 밀폐상태로 보관
	S16	발화원과 멀리(격리)할 것 - 금연
	S36	적정 보호의복 착용
	S37	적정 보호장갑 착용
	S45	사고 및 불편감 발생 시, 즉시 병원방문
H-statements (GHS구분)	H225	고인화성 물질(액체 및 증기)
	H301	섭취 시 독성
	H311	피부 접촉 시 독성
	H331	흡입 시 독성
	H370	인체 장기의 독성 유발
GHS 분류결과		분류근거
심한 눈 손상성 / 눈자극성 구분2		토끼 자극성 시험결과 중정도의 자극
특정표적장기독성(1회 노출) 구분1		사람에게서 중추신경계 및 시각 장애를 일으킬 수 있음. 또한 대사성 산증을 일으킬 수 있음
생식독성 구분1B		배아 발생기의 임신한 쥐의 흡입시험 결과 농도에 따른 기형발생 가능성 보고

4. 메탄올 취급 현황

- 메탄올은 화학제품의 생산과 연료 용도로 주로 사용되며, 폐수 처리제 및 바이오디젤 생산에 사용이 증가
- 메탄올은 포름알데히드, 아세트산 및 이차 유도체의 기초를 형성하는 다양한 기타 화학 중간물질의 생산에 사용
- 이차유도체는 합판, 파티클 보드, 발포제, 합성수지, 플라스틱 등의 광범위한 제품을 생산하는데 사용
- 연료 부문 : 주로 MTBE 생산 분야며, 직접 연료로도 소량 사용
- 유통이 금지된 농약인 메토밀(메소밀, methomyl) 제조에도 이용

메탄올의 다양한 용도

- 알칼리금속 할로겐화물염의 결정화, 침전, 세척
- 폴리스티렌 및 클로로프렌 수지의 침전
- 분탄 분급물의 세척 및 건조
- 도료 탈거
- 금속 표면 세척
- 이온 교환 수지 세정
- 목재에서 수분과 수지 제거
- 석유, 화학, 식품 업계의 추출제
- 고체 연료
- 야외용 스토브 및 납땜 토치용 연료
- 자동차용 제빙제 및 유리 세정제 (자동차 워셔액)
- 파이프라인 탈수용 부동액혈중 수은

• 메탄올 노출 상황

- 메탄올의 적재, 하역 및 운송 : 탱크 및 탱크차량으로부터 메탄올을 하역, 메탄올(메탄올 포함 제품) 탱크 트럭 운송 중 하역 및 적재



- 화학제품 제조 시 메탄올을 원료로 사용 : 폐쇄 공정을 이용한 연속 화학공정에서 원재료로 메탄올을 사용, 100% 메탄올이 충전된 원형통(barrel)에서 사용
- 폐수처리 작업 시 메탄올을 보조 물질로 사용 : 활성슬러지 처리시설에서 탈질(질소를 제거) 작업 중 보조재료(탄소공급원)로 메탄올을 사용, 수처리 탱크의 바닥에 있는 물로 직접 첨가함.
- 차량용 워셔액 제조 등 함유제제 생산 시 메탄올 사용 : 메탄올을 물로 혼합 및 희석하여, 국소배기장치가 설치된 용기로 이동
- 추출 공정에서 산업용 용매로 메탄올을 사용 : 메탄올을 폐쇄 시스템의 추출공정(특히, 제약 산업)에서 용매로 사용함. 개방된 추출 공정 및 압착에 의한 제품 제조에서도 사용. 샘플 채취 및 유지 보수 작업
- 다양한 산업 현장에서 용매 용도로 메탄올 사용 : 다양한 제조 현장(제지업, 레진 제조, 인쇄업, 정비업 및 전자 업종 등)에서 메탄올을 용매로 사용. 천연가스 파이프배관 내 하이드레이트 생성 억제 용도로 사용.
- 실험실 또는 실험 용도로 메탄올 사용 : 다양한 실험 용도를 위해 메탄올을 사용(시약의 제조, 다양한 분석 용도, 의학용 제제의 준비, 조직 냉동 및 염색제로 사용, HPLC 분석, 접착제 제거, 실험장비의 유지 보수 및 실험실 폐기물 처리)

• 메탄올 취급 현황(표 4 및 표 5)

“2014년 전국 산업체 작업환경실태일제조사” 자료를 이용하여 사업장 메탄올 취급 및 노출 실태를 파악한 결과

- 메탄올을 사용하는 사업장은 5,314개소(7,806개 공정)
- 노출되는 근로자는 51,909명
- 메탄올 제조 공정이 18개, 취급공정이 7,788개 공정
- 전체 메탄올 취급량은 35,839,000톤

표 4. 사업장의 메탄올 취급 현황

항 목		업 종		
		제조업		비제조업*
규모		5인 이상	5인 미만*	모든 규모
취급 사업장(공정) 수		7,131	3,296(367)	1,022(296)
취급량(톤/연)		18,584,844	8,121(5,834)	231,007(27,778)
취급근로자 (명/사업장)	전체	7	2	6
	남	6	1	3
	여	2	0	3
취급시간(일)		4	3	3
작업일수(/월)		17	18	18

* 2014년 작업환경실태조사는 제조업 사업장의 경우, 5인 미만 사업장은 표본조사(전체의 10.9% 추출)를 실시한 후 추정한 수치이며, 5인 이상 사업장은 전수조사를 실시한 것임. 비제조업 사업장은 유해-위험요인을 다수 보유하는 업종(13개 업종)에 대한 표적 표본조사를 실시한 후 추정한 것임(괄호 안의 숫자는 추정식에 의한 환산 전, 실제 조사 사업장 수 및 취급량임)

표 5. 사업장의 메탄올 제조 현황

항 목	업 종	
	제조업	
규모	5인 이상	5인 미만
사업장 수	14	5(4)
제조량(톤/연)	100,319	252(220)

• 메탄올 취급 업종(표 6)

- 메탄올 취급량 업종 : 타일제조업, 위생 및 유사서비스업, 도료제품제조업 순
- 메탄올 취급 근로자 수 : 반도체소자제조업, 골판지 및 종이용기제조업 순



표 6. 메탄올 취급 주요 업종 및 근로자 수

업종명	취급량(천톤)	사용공정수*	취급근로자수
타일제조업	15,000	1	15
위생 및 유사서비스업	12,476	6	33
도료제품 또는 유기가공제품	3,100	112	890
유기화학제품제조업	3,009	133	861
화학비료제조업	579	6	43
플라스틱가공제품제조업	311	331	1,856
합성수지제조업	247	110	2,618
자동차제조업	14	115	2,445
골판지 및 종이용기제조업	11	1,249	3,003
인쇄업	8	348	1,442
전자관 또는 반도체소자제조업	6	509	13,454
기타 각종제조업	2	409	1,143

* 사용공정 수 상위 10개 업종은 골판지 및 종이용기제조업 1249개, 전자관 또는 반도체소자제조업 509개, 기타각종 제조업 409개, 인쇄업 348개, 철강 또는 비철금속주물제조업 344개, 플라스틱가공제품제조업 331개, 의료기계기구 제조업 238개, 각종기계 또는 동부속품제조업 228개, 기타화학제품제조업 204개, 의약품 및 의약부외품제조업 203개 순임.

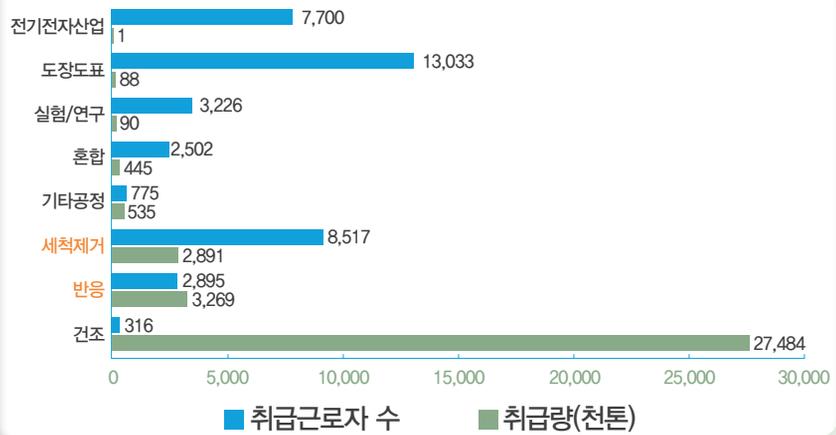
• 메탄올 취급 사용공정(그림 4)

- 메탄올 취급량이 많은 주요 사용공정 : 건조, 반응, 세척제거
- 메탄올 취급 근로자가 많은 사용공정 : 도장/도포, 세척/제거, 전기전자산업

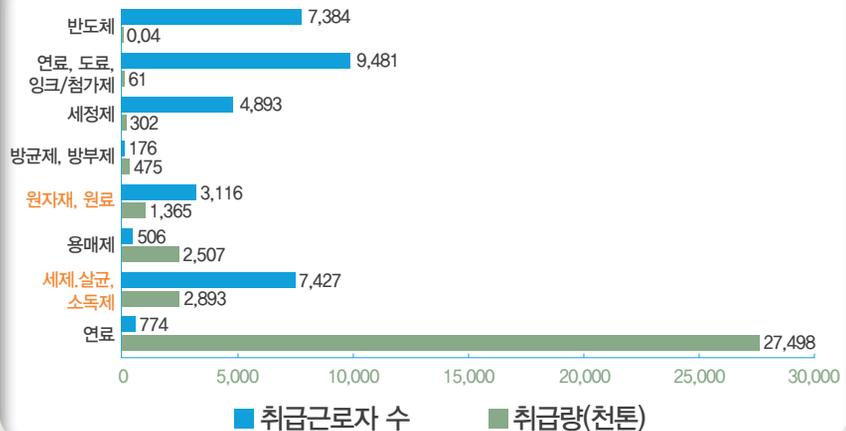
• 메탄올 취급 사용용도(그림 5)

- 메탄올 취급량이 많은 사용용도 : 연료, 세제/살균/소독제, 용매제
- 메탄올 취급 근로자가 많은 사용용도 : 안료/도료, 세제/살균/소독제, 반도체, 세정

메탄올 취급 사용공정 [그림4]



메탄올 취급 사용용도 [그림5]





5. 작업환경 측정결과

- 2013-2015년까지 총 76,741건의 메탄올에 대한 작업환경 측정결과(유효측정 : 67,286건)를 분석한 결과, 노출기준 200ppm을 초과하는 비율은 0.01%였음
- 0.2ppm미만(노출 기준의 1/1000미만)에 해당하는 비율은 71%, 0.2-2ppm(노출 기준의 1/100미만)은 12%, 2-20ppm(노출 기준의 1/10미만)은 13.6%, 20-100ppm(노출 기준의 1/2미만)은 3.2%, 100-200ppm(노출 기준)은 0.2%로 분석됨(표 7)

표 7. 메탄올에 대한 작업환경 측정결과(2013-2015년)

측정수준/연도	2013년		2014년		2015년	
	상	하	상	하	상	하
< 0.2p pm	6,686	5,864	8,255	8,136	9,470	9,568
	65.9%	67.2%	71.4%	74.3%	70.8%	76.3%
0.2 ~ < 2.0 ppm	1,435	1,184	1,301	1,191	1,673	1,214
	14.1%	13.6%	11.3%	10.9%	12.5%	9.7%
2.0 ~ < 20 ppm	1,602	1,360	1,599	1,241	1,805	1,449
	15.8%	15.6%	13.8%	11.3%	13.5%	11.6%
20 ~ < 100 ppm	389	297	378	361	399	289
	3.8%	3.4%	3.3%	3.3%	3.0%	2.3%
≥ 100 ppm	33	15	26	21	29	16
	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%
측정 사업장 수	10,145	8,720	11,559	10,950	13,376	12,536

- CNC 절삭용도 외에도 다양하게 메탄올이 사용되고 있으며, 노출 수준이 높을 것으로 의심되는 업종은 인쇄용도, 화학약품 제조(차단된 구조가 아닌 경우) 등에서 사용되는 경우이며, 노출 수준이 낮은 사용 용도는 실험 및 분석용도, 의료용, 주물제조 및 다량의 메탄올을 폐쇄(또는 차단) 구조 내에서 생산하는 상황으로 평가됨. 메탄올 취급 사업장의 작업환경 관리 시 실내에서 작업 시 노출이 차단되지 않은 상황 및 소규모 사업장에서는 주의가 필요함





6. 관련 법령

「산업안전보건법」(이하 “법”이라 한다) 제24조(보건조치), 제31조(안전·보건교육), 제39조(유해인자의 관리 등), 제41조(물질안전보건자료의 작성·비치 등), 제41조의2(위험성평가), 제42조(작업환경측정 등), 43조(건강진단) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편(보건기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방)의 규정에 의하여 작업장에서 메탄올을 취급하는 근로자의 건강장해를 예방하여야 함.

03

chapter

산업재해 발생 사례

- CNC 절삭작업 근로자에서 메탄올 중독의 집단발생
- 실수로 발생한 메탄올 음용 사례
- 메탄올 작업 중 안전 사고

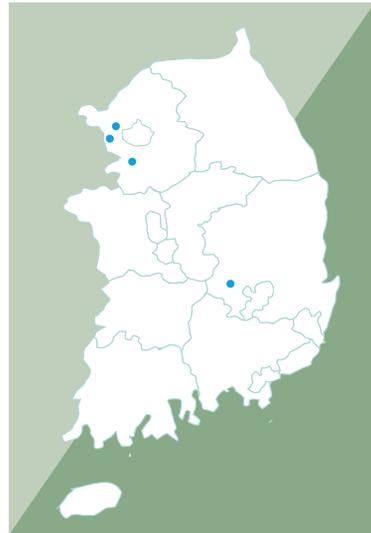




우리나라에서는 최근 CNC 절삭작업 중 메탄올 중독이 보고되기 전, 업무로 인해 발생한 메탄올 중독은 파악되어 있지 않다. 최근 발생한 메탄올 중독 재해 사례를 정리하였다.

1. CNC 절삭작업 근로자에서 메탄올 중독의 집단발생

작업 조건 및 환경



- 피해가 발생한 공정은 CNC(컴퓨터 수치 제어 시스템) 공정으로, 핸드폰을 만들기 위한 필수 공정
 - 메틸알코올은 공정에서 유화제로 사용되며, 알루미늄과 플라스틱 가공에 사용
 - 대체 물질로는 에틸알코올, 이소프로필알콜 등이 있으나, 메틸알코올이 타 물질의 3분의 1 가격으로, 사업주들은 아무 고민 없이 일반적으로 쓰이는 물질을 공급 받아서 사용
 - 부천, 인천, 안산, 구미 등 공단 중심 전국적인 사용 가능

메탄올 중독 사례(근로자 1 및 2) 및 근무 상황

- 인터넷 인력파견업체를 통해 부천시 소재 핸드폰 부품 생산하는 업체에 2015. 9월 중순경 (근로자1) 9월 초순(근로자 2) 입사(입사 후 발병까지 약 4개월간 근무)
- 해당 업체에서 제조하는 핸드폰 부품은 알루미늄 가공품. 알루미늄 절삭용액으로 메틸알코올(메탄올)을 사용하여 분사, 도포.
- 일정한 형태로 가공된 알루미늄 제품에 남아 있는 메틸알코올(메탄올)을 제거하기 위해 에어건을 이용. 이 때 작업자들은 특별한 보안경, 보호장갑, 호흡용보호구 등을 착용하지 않고 업무에 종사하게 됨에 따라 메틸알코올(메탄올)이 눈, 피부 등에 튀게 되고, 작업장 공기 중에 유증기 형태로 남아 있게 된 메틸알코올(메탄올)을 호흡기를 통해 흡입하게 됨
- 근로자는 약 4개월의 기간 동안 하루에 12시간 근로를 제공하였으며, 수시로 잔업을 하였음. 특히 일이 바쁜 경우 한 달에 1번 정도밖에 휴무를 갖지 못할 정도로 업무량이 과다하였음
- 2016. 1. 22. 안전보건공단 부천지사에서 측정한 작업환경측정 결과 메틸알코올(메탄올)이 1103-2220ppm(노출기준 TWA : 200ppm, STEL : 250ppm)으로 매우 높은 수준으로 확인됨(노출기준의 10배)
- ○○병원에서 시행한 환자의 소변 중 메탄올이 7.632 mg/L,(노출기준 50%초과), 알루미늄이 31.320 ug/g Creatinine (일반인 노출기준 초과)로 검출. 메탄올의 반감기가 2~4시간인 점을 감안하면 노출 중단 후 약 72시간이 경과한 시점에서 노출기준의 50%를 초과하는 농도의 메탄올이 검출되었다는 점으로부터 피재자가 매우 심각한 수준의 메탄올과 알루미늄에 노출되었을 것으로 추정
- 근로자 1, 2의 사용업체는 ○○전자의 3차 하도급사업장임



2. 실수로 발생한 메탄올 음용 사례

자동차 유리세정제 오인 음용 사례 1

- 64세 남자 환자가 내원 3일 전 자동차 유리 세정제 300 cc를 술로 오인하여 오전, 오후에 나눠 2회 음독한 후 증상 없이 지내다가 음독 3일째 양안 시력 감소를 호소하며 병원 응급실에 내원
- 환자는 갑작스런 시력 감소의 원인이 될 만한 외상 경험이나 안과 병력을 가지고 있지 않았으며 양안 동공 산대 소견과 대광 반사가 악화된 것 외에 세극등 현미경 검사와 안압 검사, 안저검사에서 이상소견은 관찰되지 않았으나, 대사성 산증을 교정하기 위해 응급의학과에 입원

자동차 유리세정제 오인 음용 사례 2

- 67세, 68세, 73세 환자 1, 2, 3은 내원 24시간 전 정체 미상의 물질 300~450 ml 가량을 술인 줄 알고 마신 후 구토 및 구역, 복부 불편감, 기면증 등을 호소하며 응급의료센터에 내원
- 환자들의 직업은 모두 아파트 경비원으로 막걸리 병에 담긴 액체를 나누어 마셨고, 이후 환자 3은 의식변화와 빠른 호흡 지속적인 구토로 119 구급대를 통해 내원하였고, 환자 1은 복부 불편감, 환자 2는 구역 및 졸리움을 참고 지내던 중 서로 연락을 취한 후 함께 내원
- 국립 과학수사연구소의 분석결과, 미상의 물질은 메탄올이 30%가량 함유된 차량용 유리세정제, '워셔액'으로 확인됨

3. 메탄올 작업 중 안전 사고

메탄올 저장 탱크 용접 작업 중 폭발

발생개요

- 사고 일시 : 2004년 5월 25일 13시 30분
- 사고 장소 : 경기도 안성시 (주)00공장
- 사고 내용 : 메탄올 저장탱크 내부에서 폭발 발생
- 사고 원인 : 인화성물질 저장탱크의 용접 작업 시는 탱크내부를 불활성 가스로 치환하는 등의 화재 예방 조치를 하여야하나 이를 소홀히 하여 사고발생(사망 2명)
- 사고 물질 : 메탄올
- 시설 개요 : 고정시설
 - 취급 물질 : 메탄올
 - 시설 현황 : 저장탱크

조치 사항

- 사고 시, 사상자는 병원으로 후송하고 인근지역 근로자는 안전지역으로 대피
- 문제점 : 작업 시 안전작업절차 준수 미흡
- 저장 등 취급물질에 대한 물리화학적 위험성과 안전작업절차 교육



폭발 후 메탄올 저장 탱크의 모습



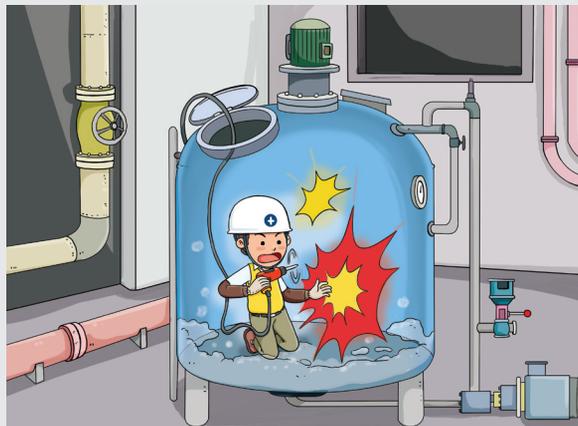
메탄올 분리기 내부 바닥 침전물 제거 중 폭발

발생개요

- 재생 메탄올 생산업체인에서 메탄올 분리기(Kettle)에서 바닥에 고착된 침전물을 해머 드릴로 제거하던 중 분리기 내부에서 순간적인 폭발이 발생하여 전신에 화상을 입음
- 사고 원인 : 메탄올 증기에 의한 폭발성 위험이 형성될 수 있는 메탄올 분리기 내부에서 침전물 제거작업 중 비방폭 전동공구(해머 드릴)를 사용하다 스파크로 인해 순간적인 폭발이 발생

조치 사항

- 작업시작 전 충분한 환기 등 폭발·화재 예방조치 실시
 - 인화성 액체의 증기가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에 대해서는 해당 증기에 의한 폭발, 화재를 예방하기 위한 통풍·환기 등의 조치 실시
 - 메탄올이 들어 있던 탱크(분리기) 등을 청소 또는 내부에 들어가서 작업하는 경우 필요 지식을 가진 사람이 해당 작업 지휘, 물질 농도 측정, 환기, 치환 등 특별한 조치 후 작업
- 폭발위험장소에서 전기기계기구 사용 시 적합한 방폭성능을 가진 방폭구조의 전기기계기구를 사용



메탄올 분리기 내부 침전물 제거 중 폭발

04

chapter

메탄올의 건강영향

- 독성기전





1. 독성 기전

급성독성

- 신경계 : 중추신경계 억제제 노출 후 30분-2시간 사이에 발생
- 소화기계 : 심각한 대사성 산증과 함께 오심, 구토 증상이 발생
- 눈, 피부 : 매우 높은 농도에서 노출될 경우 증기에 의해 눈에 자극 증상이 있을 수 있으며 노출 12시간-48시간 후 경한 광공포증(빛에 노출 시 심한 불편감 호소)에서부터 실명
- 피부에 노출 될 경우 피부자극, 피부건조 및 발적을 유발



만성독성

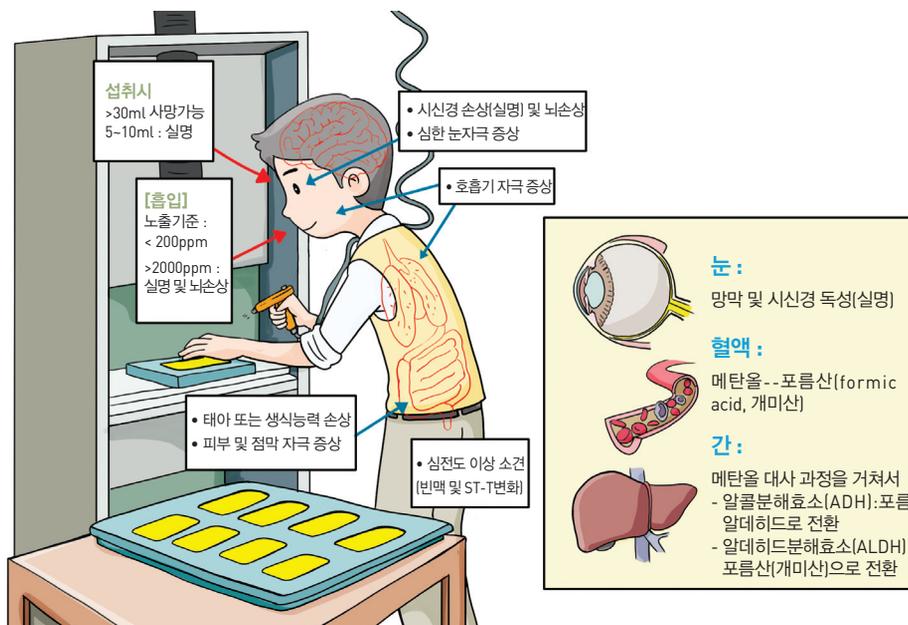
- 신경계 : 메탄올 증기에 장기간 노출 될 경우 지속적이고 반복적인 두통이 나타날 수 있으며 시야 흐려짐, 두통, 메스꺼움, 어지러움 등의 중추신경의 억제작용
- 일부에서는 만성 노출에 의한 색각이상을 유발
- 눈, 피부, 비강, 인두 : 메탄올 증기에 장기간 노출 될 경우 시각장애
- 발암성 : 동물과 사람에서 발암물질로 규명되어 있지 않지만, 생식독성은 가능한 것으로 보고됨





표 8. 메탄올의 건강 영향 및 신체 증상

구분	내용
노출경로	흡입(호흡기), 피부흡수, 섭취(위장관), 피부 또는 눈 접촉
증상	자극감(눈, 피부, 상기도), 두통, 어지러움, 졸림, 구역, 구토, 시각장애(시력저하 등), 시신경 손상(실명), 피부염
표적장기	눈, 피부, 호흡기, 중추신경계 및 위장관계



메탄올의 건강 영향 및 신체 증상

05

chapter

메탄올 취급 근로자의 보건관리

- 작업환경관리
- 작업관리
- 근로자 건강진단
- 교육
- 근로자 준수사항
- 메탄올 노출 시의 예방조치, 응급조치 및 치료
- 메탄올 취급 시 사고대비 주의사항
- 절삭유 취급 근로자의 건강관리방안
- 메탄올 취급 근로자의 업무특성별
관리방안





1. 작업환경관리

일반적 원칙

메탄올의 대체

- 메탄올의 대체물질인 에탄올로 대체(에탄올은 관리대상유해물질, 작업환경측정대상 및 특수건강진단 대상 유해인자에 “모두” 해당하지 않는 물질임)

설비 및 공정의 배치

- 메탄올을 대체하는 것이 기술적으로 가능하지 않을 경우, 사업주는 기술적으로 가능한 한 밀폐 시스템 안에서 메탄올을 제조 및 사용
- 사업주는 근로자의 노출 수준을 낮추기 위하여 물질의 상태에 따라 적합한 구조와 성능의 국소배기장치를 설치
- 작업장 내에 메탄올을 취급하는 작업공정은 분산 배치되지 않도록 하고 가능한 한 타 작업장과 격리
- 예측하지 못한 결과 또는 사고로 인하여 메탄올의 노출을 신속하게 인지할 수 있도록 작업환경측정이나 모니터링할 수 있는 설비를 제공

발산원의 밀폐 등 조치

메탄올 취급 업무를 행하는 작업장에는 다음과 같이 발산원을 밀폐하는 조치

- 작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐
- 메탄올의 보관 장소 등 밀폐된 작업 장소의 내부는 음압으로 유지
- 작업특성상 밀폐실 내부를 음압으로 유지하는 것이 곤란한 경우 또는 개구부 등을 통하여 메탄올이 누출되는 경우에는 해당 부위에 국소배기장치를 설치하여 메탄올의 발산을 최소화



국소배기장치의 설치 및 관리

작업특성상 메탄올의 발산원을 밀폐하는 설비의 설치가 곤란한 경우에는 작업 특성에 적합한 형식과 성능을 갖춘 국소배기장치를 설치하고 관리

국소배기장치의 설치

메탄올 취급 업무를 행하는 작업장에 국소배기장치를 설치하는 경우에는 다음의 사항을 고려하여 설치



- ① 국소배기장치의 후드는 작업 방법, 메탄올의 발산 상태 등을 고려하여 메탄올을 흡인 하기에 충분히 제어할 수 있는 구조와 크기로 하여야 하며, 제어풍속은 작업장 내의 메탄올 농도가 노출기준 미만이 되도록 하기 위해 [표 9]에서 정하는 기준 이상의 제어 풍속이 되어야 한다.



표 9. 메탄올(관리대상물질)관련 국소배기장치 후드의 제어풍속

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스 상태	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자 상태	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

1. "가스 상태"란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 가스 또는 증기인 경우를 말한다.

2. "입자 상태"란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 흙, 분진 또는 미스트인 경우를 말한다.

3. "제어풍속"이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서 다음 각 목에 따른 위치에서의 풍속을 말한다.

가. 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속

나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 관리대상 유해물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼 거리의 작업위치에서의 풍속

- 후드는 발산원 마다 설치
- 후드의 형식은 포위식 또는 부스식 후드를 설치
- 포위식 또는 부스식 후드를 설치하기가 곤란한 경우에는 외부식 또는 레시바식 후드를 설치하되 메탄올이 발생하는 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치

- ② 국소배기장치의 덕트 길이는 가능한 한 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력손실을 최소화함
- ③ 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기, 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 흡인된 메탄올에 의하여 폭발할 우려 또는 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 배풍기를 공기 정화장치의 앞에 설치 가능
- ④ 국소배기장치에 공기정화장치를 설치하는 경우에는 고체흡착 방식, 연소 방식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치
- ⑤ 국소배기장치의 배기구는 직접 외부로 향하도록 하며, 배기구의 높이는 지붕으로부터 1.5m이상이거나 공장건물 높이의 0.3~1.배 이상으로 하여 배출된 메탄올이 당해 작업장으로 재 유입되거나 인근의 다른 작업장으로 확산되지 않는 구조로 설계



- ⑥ 국소배기장치의 성능은 물질의 상태에 따라 [표 9]에서 정하는 제어풍속 이상이 되도록 한다.

국소배기장치의 정상 가동

메탄올을 취급하는 작업장에 설치된 국소배기장치를 가동하는 경우에는 다음 사항을 준수할 것

- ① 국소배기장치는 작업 중 계속 가동되어야 하며, 작업시작전과 종료 후 일정시간 가동 - 다만, 작업이 미 실시되는 시간이라도 메탄올에 의한 작업환경이 지속적으로 오염될 우려가 있는 경우에는 국소배기장치를 계속 가동
- ② 국소배기장치는 근로자의 건강, 화재 및 폭발, 가스 등의 유해·위험성에 대하여 기능적으로 안전하게 가동
- ③ 공기정화장치의 가동은 제조 및 시공자의 지침에 따라 조작하고, 가동 중 공기정화장치의 성능 저하 시에는 즉시 청소, 보수, 교체 등 기타 필요한 조치 실시할 것
- ④ 배풍기와 전동기의 베어링 등 구동부에는 주기적으로 윤활유를 주유하고, 벨트가 파손되거나 느슨해진 경우에는 벨트 전부를 새것으로 교체

국소배기장치의 관리

국소배기장치를 설치한 후 또는 국소배기장치를 분해하여 개조하거나 수리한 후 처음으로 사용할 경우에는 다음 사항을 점검하고 이상을 발견하면 즉시 청소, 보수하는 등 필요한 조치

- ① 덕트 및 배풍기 내부의 유해물질 퇴적 상태 점검
- ② 덕트 접속부의 이완 유무 점검
- ③ 흡기 및 배기 능력의 적정성
- ④ 공기정화장치 내부의 유해물질 퇴적상태 점검
- ⑤ 공기정화장치 내부 충전물 등의 파손여부 점검

- ⑥ 소음·진동 및 기타 국소배기장치의 성능을 유지하기 위하여 필요한 사항 점검
- ⑦ 배풍기의 회전 방향 및 정압, 배기 유량 점검
- ⑧ 기타 국소배기장치의 성능 유지를 위해 필요한 사항



개인보호구

- (1) 메탄올을 취급하는 근로자의 호흡기 노출을 방지하기 위하여 안전인증을 받은 호흡용 보호구를 착용 및 노출 수준에 따라 적합한 호흡용 보호구(송기용 마스크 등)를 선택
- (2) 근로자의 피부노출을 방지하기 위한 불침투성 보호복, 보호장갑 및 보호장화는 메탄올의 피부 노출을 방지할 수 있는 재질의 보호장비를 사용
- (3) 작업특성상 근로자가 피부 보호구의 착용이 곤란한 경우에는 피부 보호용 도포제를 갖추어 두고, 이를 사용
- (4) 작업특성상 메탄올이 흩날리거나 튀어 눈에 직접 접촉될 우려가 있는 경우에는 근로자의 눈을 보호하기 위하여 고글형 보호안경을 착용



(5) 메탄올을 취급하는 작업에 종사하는 근로자는 개인전용의 보호장비를 착용하며, 개인 보호구의 수는 종사 근로자 수 이상 비치

(6) 호흡기 보호

- 장비의 선택은 유해 물질의 존재와 노출 가능성에 따라 실시
- 유기 가스(OVA, organic vapor) 카트리지의 사용 수명이 매우 짧기 때문에 OVA 카트리지에 있는 공기 정화 마스크는 메탄올 증기로부터 보호에는 적합하지 않음
- 메탄올의 냄새 임계치는 100 ~ 1500ppm 사이로 범위가 넓으므로, 마스크는 메탄올 증기 누출 시 보호 기능을 상실

공기 중 메탄올 농도에 따른 호흡기 보호

1. < 200 ppm : 보호가 불필요하지만, 피부와 눈의 보호가 필요한 경우도 있음
2. 200 ppm 이상 : 하루의 시간 가중 평균(TWA) 노출 한도를 초과 또는 과잉 노출 경로 (피부, 눈, 섭취)가 있는 경우 보호가 필요함. 보호가 필요한 경우 송기 마스크를 사용함
3. > 200 ppm 지속 : 공기 공급식 호흡기(SCBA) 사용 필수적임.

(7) 화학약품 내성 의류/ 소재

- 피부에 메탄올의 접촉이 반복되거나 장기적인 노출이 예상되는 경우, 화학약품 내성 의류/ 소재를 사용
- 예를 들면, 고무장화, 화학장갑 및 기타 불-침투성 및 화학약품 내성 의류가 포함
- 화학약품 내성의 소재는 부틸고무 및 니트릴 고무를 포함하며, 메탄올(메탄올 증기도 포함)이 눈에 접촉할 가능성이 있는 경우는 화학약품을 차단할 수 있는 고글을 착용

1. 증기의 위험이 낮거나, 대량 노출 가능성이 낮은 상황

: 난연성 의류, 장갑(실버 실드 또는 일회용 니트릴), 옆가리개가 있는 안전안경, 장화 전체를 덮는 커버

2. 증기의 위험은 높지만, 대량 노출 가능성이 낮은 상황

: 전신 화학 보호복, 화학약품 내성 고무장갑, 전면 송기 마스크, 화학약품 내성 고무장화

3. 증기의 위험 및 대량 노출 가능성이 높은 상황

: 전신 화학 보호복, 불-침투성 의류, 화학약품 내성 고무장갑 SCBA 또는 압축 공기 호흡장비(CABA), 화학약품 내성 고무장화

**작업환경측정**

- 사업주는 메탄올(관리대상물질)에 대하여 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등)에 의하여 적절한 조치를 수행하고, 메탄올이 노출되는 근로자가 있는 작업장은 해당물질에 대하여 정기적으로 한국산업안전공단의 작업환경측정 및 분석방법 등의 지침서를 참고로 하여 작업환경측정을 실시(표 10)



- 사업주는 메탄올에 대하여 작업환경측정을 실시하고, 그 후 매 6월에 1회 이상 정기적으로 작업환경측정을 실시

표 10. 메탄올 작업환경 측정 기준

구분		세부 기준 및 항목 설명
작업환경측정	주기	6개월에 1회 이상
	노출기준	TWA(8시간 작업) 200ppm
		STEL(단시간노출) 250ppm

- 사업주는 작업환경측정결과를 근로자에게 알리고, 관련 기록은 5년간 보존
- 사업주는 작업환경측정결과를 다음 각 호의 어느 하나에 방법(전자적 방법을 포함)으로 해당 사업장 근로자에게 공지
 - 사업장 내의 게시판에 부착하는 방법
 - 사보에 게재하는 방법
 - 자체 정례조회 시 집합교육에 의한 방법
 - 해당 근로자들이 작업환경측정결과를 알 수 있는 방법

2. 작업관리

작업계획 수립 및 표준작업관리지침 작성

메탄올 취급 업무에 대한 작업계획을 수립할 때에는 유해·위험성 여부를 우선적으로 고려하고, 작업공정에 대하여는 다음 내용을 포함하는 표준작업관리지침을 마련하여 작업 근로자가 준수

- 작업계획 및 표준작업 절차
- 메탄올 발생 억제 조치에 관한 사항
- 해당 시설 및 설비 등에 설치된 국소배기장치의 적절한 가동과 비정상적으로 가동 할 때 조치요령 등에 관한 사항
- 보호구의 착용 시기, 착용 요령 및 관리 방법
- 메탄올 누출시의 조치 사항
- 메탄올 누출방지를 위한 조치 사항 등

작업관리 방법

메탄올이 발생되는 작업공정에 대하여는 다음 내용을 포함하는 작업관리방법을 마련하여 작업하는 근로자가 이에 따라 작업하도록 교육 및 훈련

- 메탄올을 취급하는 작업 장소에는 관계자 외의 출입을 금지시키고, 출입하는 근로자에 대하여는 안전보건 조치사항 등의 교육을 실시



- 메탄올 취급업무에 종사하는 근로자는 전용의 작업복을 착용하도록 하여야 하며, 작업복과 개인 의복은 분리하여 보관
- 메탄올을 취급하는 실내 작업 장소에서는 음식물의 섭취, 흡연 등을 금지하여야 하며, 그 내용을 보기 쉬운 장소에 게시
- 발생하는 폐기물 및 청소 걸레 등은 지정된 밀폐 장소에 보관하고, 규정된 절차에 따라 처리
- 메탄올을 취급하는 작업장에는 손과 피부를 씻을 수 있는 세척설비를 갖추어야 하며, 옷이나 피부에 부착되어 메탄올이 다른 장소로 비산 전파되는 것을 방지하기 위하여 목욕 및 세탁설비 등도 설치
- 메탄올의 운반·저장 등을 위하여 사용한 용기 또는 포장을 밀폐하거나 실외의 일정한 장소를 지정하여 보관

개인위생

메탄올에 의한 오염의 위험성이 있는 모든 활동이 이루어지는 경우, 사업주는 다음을 위하여 적절한 조치 이행

- 메탄올에 의한 오염의 위험성이 있는 작업장소에서 근로자가 먹거나 마시거나 흡연 하지 않도록 할 것
- 작업복 또는 보호복 및 일상복 보관 장소를 따로 제공
- 근로자에게 적절하고 적합한 수세 및 화장실 시설을 제공

3. 근로자 건강진단

1. 사업주는 관리대상물질에 대하여 산업안전보건법 제43조(건강진단 등)에 의한 적절한 조치를 수행하여야 한다. 그리고 같은 법 시행규칙 제99조(건강진단의 실시 시기 등), 제99조의2(건강진단 실시주기의 일시 단축), 제100조(검사항목 및 실시방법), 제105조(건강진단 결과의 보고 등), 제107조(건강진단결과외 보존) 등의 규정을 준수(표 11, 12 및 13)
2. 사업주는 메탄올을 취급하는 근로자의 직업병을 예방하기 위하여 정한 시기 및 주기에 따라 근로자에 대한 특수건강진단 등을 실시해야 함
 - ① 사업주는 근로자를 메탄올 취급 업무에 종사할 근로자에 대하여 배치예정업무에 대한 적합성 평가를 위하여 배치 전 건강진단을 실시해야 함
 - ② 메탄올을 취급하는 근로자가 해당 유해인자에 의한 건강장해를 의심하게 하는 증상이 보이거나 의학적 소견이 있는 근로자에 대해서는 수시건강진단을 실시해야 함
3. 메탄올에 노출되는 근로자에 대한 배치 전 및 특수건강진단을 실시할 때에는 신경계·눈·피부·비강·인두에 유의하여 문진을 통해서 확인

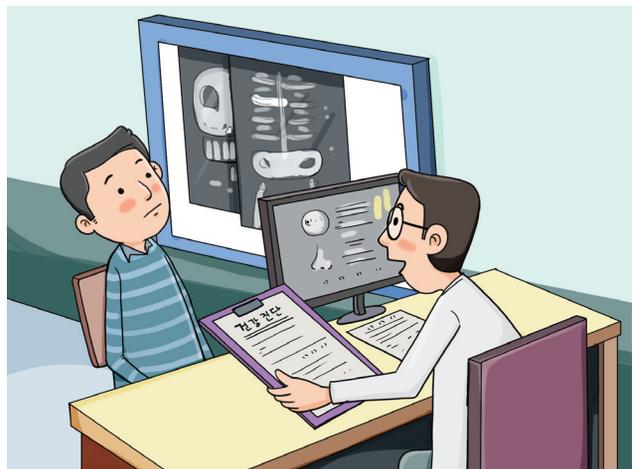




표 11. 메탄올 특수건강진단 차수별 검사 항목

구분		세부 기준 및 항목 설명
건강 진단 시기	1차	(1) 직업력 및 노출력 조사 (2) 과거병력조사 : 주요 표적장기와 관련된 질병력 조사 (3) 자각증상조사 : 문진표 작성내용 확인 포함 (4) 임상진찰 및 검사 : 신경계·눈·피부·비강·인두에 유의하여 진찰 ① 신경계 : 신경계증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰 ② 눈·피부·비강·인두 : 점막자극증상 문진
	2차	1) 임상검사 및 진찰 ① 신경계 : 신경행동검사, 임상심리검사, 신경학적 검사 ② 눈·피부·비강·인두 : 세극등현미경검사, KOH검사, 피부단자시험, 비강 및 인두검사, 정밀 안저검사, 정밀안압측정, 시신경정밀검사, 안과진찰 (2) 생물학적 노출지표 검사 : 혈중 또는 소변 중 메타놀(메탄올, 작업 종료 시 채취)

4. 건강진단 실시 주기의 일시 단축

사업주는 메탄올을 취급하는 공정에 대한 작업환경측정결과 또는 근로자 특수건강진단 실시 결과 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 근로자에 대해서는 다음 회에 한정하여 특수건강진단 주기를 2분의 1로 단축함

- ① 작업환경측정 결과 노출기준 이상인 작업공정에서 메탄올에 노출되는 모든 근로자
- ② 특수건강진단 또는 수시건강진단을 실시한 결과 직업병 유소견자가 발견된 작업공정에서 메탄올에 노출되는 모든 근로자
- ③ 특수건강진단 결과 메탄올에 대하여 특수건강진단 실시 주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

표 12. 메탄올 특수건강진단 주기 및 단축 조건

구분		세부 기준 및 항목 설명
주기	기본	1년(배치 후 첫 번째 특수건강진단은 6개월 이내)
	단축	집단적 주기 단축 조건(1/2로 단축, 즉 6개월 주기) (1) 당해 건강진단 직전의 작업환경 측정결과 메틸알코올(메탄올) 농도가 노출기준 이상인 경우 (2) 메틸알코올에 의한 직업병유소견자가 발견된 경우 (3) 건강진단 결과 메틸알코올에 대한 특수건강진단 실시주기를 단축하여야 한다는 의사의 판정을 받은 근로자

5. 건강진단 실시 주기, 건강진단항목, 직업환경의학적 평가(건강관리구분, 업무수행적합성 여부 평가, 사후관리)에 대한 구체적인 사항은 “근로자 건강진단 실무지침 : 제2권 유해인자별 특수건강진단 방법, 보건 분야 기술자료 연구원. 2016-연구원-1466”을 참고할 것

표 13. 메탄올 특수건강진단에 따른 건강관리 구분

구분		세부 기준 및 항목 설명
건강 관리 구분	C1	다음의 첫째 또는 둘째에 해당하는 경우 첫째, (1) 임상검사결과 참고치를 벗어나거나, 임상진찰결과 중추신경계, 눈, 피부, 비강, 인두 등의 이상증후를 보이고 (2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법 등을 고려할 때, 메틸알코올(메탄올) 노출에 의한 것으로 추정되며 (3) D1에 해당되지 않고 관찰이 필요한 경우 둘째, 생물학적 노출지표검사 결과 생물학적 노출기준을 넘는 경우
	D1	(1) 임상검사 또는 임상 진찰결과, 중추신경계장애, 안장애, 피부장애, 비강장애, 인두장애 등이 있고 (2) 작업장 기중농도, 노출기간, 취급방법 등을 고려할 때, 메틸알코올(메탄올) 노출에 의한 것으로 추정되는 경우

6. 건강진단 결과의 보존 : 메탄올을 취급하는 근로자에 대한 건강진단 결과의 서류 또는 전산입력자료는 5년간 보존



4. 교육

사업주는 메탄올을 취급하는 근로자 및 해당 업무에 종사 시키게 될 근로자에 대해서는 다음 내용이 포함된 특별안전보건 교육을 16시간 이상 실시(특별안전보건교육은 최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하고 12시간은 3월 이내에서 분할하여 실시 가능)

- 메탄올의 성상 및 유해성
- 취급물질의 명칭 및 물리적·화학적 특성
- 안전작업방법
- 메탄올에 의한 건강 장애, 그 예방 방법 및 응급조치
- 국소배기장치 그 밖의 메탄올의 노출을 저감하기 위한 설비의 사용, 보수 및 점검의 방법
- 취급상의 주의사항
- 보호구의 종류, 성능, 사용 방법 및 관리
- 기계·기구의 위험성과 작업의 순서 및 동선에 관한 사항
- 작업 개시 전 점검에 관한 사항
- 정리정돈 및 청소에 관한 사항
- 산업보건 및 직업병 예방에 관한 사항
- 물질안전보건자료에 관한 사항
- 「산업안전보건법」 및 일반관리에 관한 사항 등

5. 근로자의 준수사항

메탄올 취급 업무를 행하는 근로자는 다음 사항을 준수할 것

- ① 메탄올의 취급 작업 중에는 가동 중인 국소배기장치 등을 임의로 정지시키지 않을 것
- ② 메탄올이 가능한 한 작업장 내로 발산되지 않도록 작업
- ③ 메탄올에 노출되지 않도록 주의하면서 작업
- ④ 지급된 보호구는 사업주(관리감독자)의 지시에 따른 착용
- ⑤ 메탄올 취급 작업장 내에서는 흡연을 하거나 음식을 먹지 말 것
- ⑥ 메탄올 취급 작업을 실시한 후 식사를 하는 경우에는 손과 얼굴을 깨끗이 씻고 식사할 것
- ⑦ 작업을 종료한 후에는 샤워시설 등을 이용하여 손, 얼굴 등을 씻거나 목욕
- ⑧ 퇴근할 시에는 작업복을 벗고 평상복으로 교체
- ⑨ 기타 메탄올에 의한 건강장해 예방을 위하여 사업주 및 관리감독자 등의 지시 준수





6. 메탄올 노출 시의 예방조치, 응급처치 및 치료

사고 예방 조치(표 14)

표 14. 메탄올 급성 영향 및 예방 조치

유형	급성 유해성	예방조치	응급처치 / 진화
발화성	인화성 매우 높음	개방연소 방전 및 흡연금지 산화제와 접촉금지	파우더 내(耐)알코올성 포말 다량의 소화수, 이산화탄소
폭발성	증기/공기 혼합 시 폭발위험	밀폐장치 및 환기시설 내폭 발성 전기장비 및 조명시설 이용. 충전, 방전 및 사용 시 압축공기 사용 금지 불꽃이 발생하지 않는 공구 이용	화재 시 물을 분사하여 드럼통의 온도를 낮출 것

응급 처치

• 피부접촉

메탄올이 피부에 접촉되었을 경우, 오염된 옷을 제거하고, 비누와 물로 15 분간 세척 및 염증이 발생하면 의료적 진료 실시

• 안구 접촉

메탄올이 눈에 접촉되었을 경우, 약하게 흐르는 물에 최소 15 분간 행굴 것(상하 눈꺼풀을 들어 전체 표면과 주름 포함)

- 안구 접촉의 경우는 응급처치 후 의료 진료 권고

• 흡입

흡입의 경우, 근로자 개인이 신선한 공기를 마실 수 있도록 이동(이동이 안전할 경우에 한함).

- 증기로 인한 질식은 인공호흡이 필요할 수도 있고, 더 심각한 질환이 지연 발생 가능성이 있으므로, 의학적 진료를 받는 것이 중요함

• 섭취

메탄올 섭취는 생명을 위협

- 증상의 발현은, 섭취 후 18-24시간 동안 지연되어 발생

- 의식이 있는 경우 구토를 유도할 수도 있지만, 빠른 의학적 진료(병원 응급처치)를 받도록 119에 연락

- 해당 개인은 며칠 동안 철저한 의료적 치료 및 관찰

노출	유해성/증상	예방조치	응급처치
흡입	감기와 유사한 증상, 현기증, 두통, 구토, 메스꺼움	환기, 국소배기, 호흡보호구 착용	신선한 공기, 휴식
피부	피부 흡수 가능함. 피부 건조 유발, 홍반, 피부염	보호장갑(나이트릴) 보호복(보호의)	오염된 옷을 벗을 것. 다량의 물로 피부를 행굴 것
안구	충혈, 통증	보호안경(호흡구 부착 보호안경)	몇 분 동안 다량의 물로 씻어낸 다음(가능하다면 콘택트렌즈를 제거한 후) 의사에게 데려갈 것
섭취	복통, 호흡곤란, 의식불명, 구토	작업 중 먹거나 마시거나 흡연하지 말 것	구토를 유도할 것 (의식이 있는 사람)



치료

- 어떠한 경로를 통한 메탄올 중독이라도, 메탄올 중독에 의한 중증도는 대사성산증에 의해 진행하므로 병원(응급실)에 도착하면 중탄산나트륨염으로 치료
- 여러 화학물질이 해독제가 존재하지 않지만, 메탄올은 에탄올이나 포메피졸을 해독제로 투여하여 유독성 대사산물의 형성을 억제할 수 있고, 혈액투석을 하여 메탄올과 그 대사산물을 제거
 - 혈액투석은 대사성산증을 치료하는 데도 도움이 되기 때문에 메탄올 중독 시 종합병원으로 빠른 이송이 필요한 이유임
- 치료를 일찍 시작하면 사망이나 영구적 시력 손상을 막을 수도 있고, 에탄올 또는 포메피졸을 투여하면 메탄올의 산화 속도를 늦출 수 있으며 따라서 임상적, 생화학적 영향을 지연시킬 수 있으므로 병원에서는 적극적으로 이용
 - 메탄올 노출에 의한 건강영향이 지속되는지 여부는 노출 당시 근로자의 건강 상태, 노출 당시 노출수준 및 노출시간, 그리고 응급처치를 개시하기까지의 시간에 따라 다르기 때문에, 최대한 노출 시간을 짧게 하고, 빠른 응급처치를 시작하는 것이 무엇보다 중요합니다



7. 메탄올 취급 시 사고대비 주의사항

메탄올 취급시설 관리

보관·저장 시설 점검

- 메탄올 취급 업무에 대한 작업계획을 수립할 때에는 유해·위험성 여부를 우선적으로 고려하고, 작업공정에 대하여는 다음 내용을 포함하는 표준작업관리지침을 마련하여 작업근로자가 준수

- 화염방지기 및 통기 밸브 설치(메탄올 등 인화점 60도 이하 물질 저장탱크에 폭발방지를 위한 설비)
- 저장시설 액위기 설치(저장량을 항상 점검하여 유출 방지)
- 인체 보호장비(방독면, 보호장갑, 보호의 등) 및 방제약품(중화제, 흡착제)함 설치·비치 - 장비 및 약품의 최상의 기능을 발휘할 수 있는 상태를 유지하고, 쉽게 사용할 수 있도록 함

- 사고 등으로 유출 시 외부 유출을 최소화 할 수 있는 시설 설치

- 보관 창고 화학물질(액상) 유출에 대비한 집수조를 설치
- 저장시설 방유제 외부집수조를 설치하고 밸브는 외부 조절가능하게 설치

- 인체 보호장비(방독면·보호장갑·보호의 등) 및 방제약품(중화제, 흡착제)이 최상의 기능을 발휘할 수 있는 상태로 비치·관리되고 있는지 확인



사용·제조 시설 점검

- 시설의 이상반응 발생에 대비한 온도 및 압력경보장치, 긴급정지 할 수 있는 조정실 자동차단 장치 등 비상상황에 대비한 시설을 설치
- 이상반응시 반응의 내용물이 신속하고 안전하게 이송 할 수 있도록 적절한 설비를 설치
- 시설 배관의 유해화학물질 유체 이동 표시

운반 시설 점검

- 차량에 유사 시 사용 가능한 보호장갑·보호장화·보호의·삼 등 2인용 이상 비치 여부를 점검
- 유독물의 명칭·함량·수량 및 당해 유해화학물질에 대한 방재요령 기재카드 및 비상연락망 작성 비치 여부를 확인

메탄을 취급 과정에서의 주의사항

보관·저장 시

- 유해화학물질의 보관 용기는 밀폐상태를 유지하고, 용기가 파손, 부식·균열이 발생하지 않도록 점검
- 화학물질의 출입량을 정확히 파악하여 기록을 관리
- 서늘하고 건조하고 통풍이 잘 되는 장소에서 혼합금지물질과 떨어진 곳에 저장
- 구역을 안전하게 구획을 나누고, 라벨을 붙여 보관

사용 시

- 상황에 맞는 적절한 안전/보호장구를 착용
- 유해화학물질 제조. 사용 시설 주위에 필요한 최소량의 물질만 보관

운반 시

- 지게차 이동 시 안전벨트 착용 및 사내 규정 속도 준수 여부 등을 관리
- 유해화학물질 입·출고 상하차 시 안전관리 표준지침을 마련하고 관리

예시 : 메탄올 입·출고 상하차 안전관리 작업 순서

① 탱크에 물질 입고 전

- 지정장소에 탱크로리 정차 후 엔진 정지 ⇨ 바퀴양측 고임목 설치 ⇨ 화학장갑, 안면보호구, 안전모의 착용 ⇨ 취급물질에 따른 이송대상 탱크의 상태, 저유량 및 주입구 확인 ⇨ 저장탱크로 가는 배관 및 중간밸브의 상태 확인 ⇨ 하역용 플렉시블 호스체결 연결 및 상태 확인 ⇨ 중간탱크 레벨경보기의 이상 유무 확인 ⇨ 하역용 플렉시블 호스의 호스 내 잔량이 남지 않도록 호스 중간을 안전하고 견고하게 받쳐야 함

② 탱크에 물질 입고 중

- 이송펌프 가동 ⇨ 원료물질 배출밸브 개방으로 물질 하역 ⇨ 펌프의 작동 압력계 및 이송상태 확인 ⇨ 탱크의 레벨상승 확인 ⇨ 로딩현장감시

③ 탱크에 물질 입고 후

- 하역완료 후 이송펌프 정지 및 중간서비스탱크 상태 확인 ⇨ 플렉시블호스의 기울기 확인 및 내부 잔존 원료 물질 완전제거 ⇨ 하역용 플렉시블 호스를 탱크로리에서 분리하여 거치대에 걸기



메탄올의 화재·폭발 위험성에 대한 관리

- 소화기 및 취급하는 사고대비물질의 특성에 맞는 개인보호장구(예시 : 방독면, 보호장갑, 보호신발, 보호의 및 보호안경)를 비치
- 보관·저장시설에는 적절한 환기시설을 갖추어야 하며, 사고대비물질의 특성에 맞는 적절한 온도 및 습도의 유지 여부를 감시할 수 있는 온도계 및 습도계 준비
- 불티·불꽃·고온체와 접근이나 과열·충격 또는 마찰을 피하여야 하며, 적재 및 하역 시는 차량동력장치를 정지

사고 발생 시 대응요령 및 주의사항

관리	주요 내용
대응 요령	<ul style="list-style-type: none"> • 건조된 모래, 유처리제 등을 이용, 대량의 물로 희석시킴(소량누출 시) • 토사 등 비가연성 물질을 이용하여 누출확대를 방지 • 증기가 발생할 경우 안개상을 분무하여 증기발생을 억제시킴 • 누출물질의 특성에 맞는 중화제를 사용하여 처리
주의 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 분무 시 물과의 반응에 의해 생성되는 유독, 폭발, 부식성 가스 주의 • 누출된 유독물의 특성에 맞게 방제약품 사용 • 2차 생성물 폐기 처리 시 강산화제 등 충격에 폭발성을 일으키는 물질이 발생하므로 취급 시 주의 • 사고 발생 시 대응요령 및 주의사항

메탄올 및 유사 물질 관련법 적용 지정수량

물질명(영문)	CAS 번호	적용범위	자체방제계획 수립	
			제조·사용 (톤,연간)	보관·저장 (톤)
포름알데하이드 (Formaldehyde)	50-00-0	포름알데하이드 및 1% 이상 함유 혼합물질	1,500	200
포름산(Formic acid)	64-18-6	포름산 및 25%이상 함유 혼합물질	1,500	20
메탄올(Methanol)	67-56-1	메탄올 및 85%이상 함유 혼합물질	1,500	200

안전을 위한 주의 사항

일상적인 작업

- 메탄올 증기는 가연성이기 때문에 정전기로 인해 발화 가능함
 - 정전기가 발생할 수 있는 경우는 항상 접지 및 본딩을 설치

안전을 위해 권장되는 기본적인 주의 사항

- 금연
- 차량 진입은 엄격하게 관리
- 건물에서 예상되는 최대의 증기 레벨에 대처하는 충분한 환기 확보
- 제어실, 전기실, 흡연실 등 메탄올 금지 구역에는 양압 필요
- 저장 탱크에서 대기에 배출하는 밸브는 불에 가열된 경우(간급)의 증기 방출에 대응하는 크기로 결정
- 전기 설비는 전기 공사 기본 요구를 충족하는 방폭 규격으로 선정
- 메탄올에 의한 화재는(물에) 거품의 비율을 6%로 유지하는 장치와 알코올 수성 피막 형성 거품(AR-AFFF)의 사용이 권장
- 작은 화재에 대비해 건조 화학소화기를 사용 위치에 배치
- 충분한 호스를 갖춘 소화전을 전략적으로 배치
- 조명은 접지한다. 높이가 있는 용기 및 구조물은 확실하게 접지

특별한 작업 또는 위험도가 높은 작업

가. 밀폐 공간에 들어갈 경우

- 밀폐 공간 또는 출입금지구역에서의 출입 제한
 - 지하실, 탱크, 저장 용기, 사일로 프로세스 용기, 파이프라인 등



- 밀폐된 공간은 산소 결핍, 독성 또는 인화성 물질에 노출가능성이 높음
- 밀폐 공간에서의 사망 사고는 밀실에서 공기를 출입하기 전에 테스트하지 않은 경우 또는 지속적으로 모니터링하지 않은 경우에 발생
- 화재를 일으키지 않기 위해서 안전한 농도로 유지

나. 고열작업 또는 화염 발생 작업

- 열, 화염, 스파크 또는 연기가 발생하는 모든 활동
 - 용접, 납땜, 연결 납땜, 절단, 열처리, 연마, 전기 도구를 사용하는 작업
- 메탄올은 가연성이 매우 높고, 메탄올 근원의 가까이에 뜨거운 작업을 할 때 메탄올이 발화 가능
- NFPA 및 OSHA는 메탄올을 클래스 1B 인화성 액체로 분류하고 있으며, 유엔은 가연성 액체(UN유해물질 클래스 3)로 분류
- 메탄올은 상온 이하에서도 증기를 발생하고, 메탄올 증기는 공기보다 약간 무거워, 바닥을 따라 단거리(몇 미터 또는 몇 야드 정도의 거리 정도) 이동 한 후 발화점에 도달
- 발화된 메탄올은 직사광선 아래에서, 매우 잘 보이지 않는 투명한 푸른 불꽃을 내며 점화
 - 메탄올 불꽃이 보이지 않기 때문에 화재의 위험을 알지 못할 위험
- 뜨거운 작업에 따른 위험은 사전 승인 및 안전한 용접 작업, 방화 대책을 포함한 계획을 실시함으로써 예방 가능



표 15. 메탄올 취급 사업장 안전관리 체크리스트

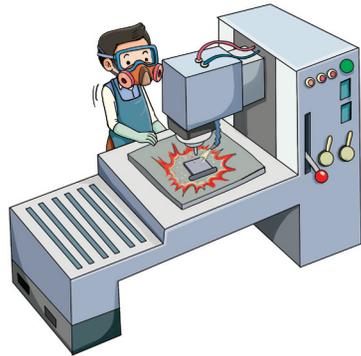
구분		확인 내용	확인
1. 취급물질 확인		취급 유해화학물질 파악	
		취급하고 있는 유해화학물질 특성 파악	
2. 취급 시설	보관 저장 시설	저장탱크에 폭발방지를 위한 적절한 시설 설치 확인	
		사고 시 우수로 등으로 유출 방지를 위한 시설 확인	
		저장시설의 양을 항시 점검할 수 있는 시설의 설치 확인	
		인체 보호장비 및 방제약품 쉽게 사용가능하게 비치	
	제조 사용 시설	자동차단 장치 등 비상상황에 대비 적절한 시설 설치	
		시설 배관의 화학물질 유체 이동 표시	
운반 시설	차량에 적절한 보호 장비 비치		
	운반물질 특성 정보 및 비상시 연락처 비치		
3. 취급 과정	보관 저장 관리	안전하게 구획 정하여 혼합금지물질과 분리 보관	
		유해화학물질의 보관 용기는 밀폐상태를 유지	
		화학물질의 출입량을 정확히 파악하여 기록 관리	
	사용 관리	화학물질 취급(사용 등) 시 작업자 안전장비 착용	
		유해화학물질 제조, 사용 시설 주위에 필요한 최소량의 물질만 보관하여 사용	
	운반 관리	사업장 내 화학물질 이동 중 안전관리 준수	
유해화학물질 입·출고 상하차 시 안전관리 표준 지침 마련			
4. 유통 (구매, 판매)		구매처/판매처의 현황 파악 및 관리대장 작성(재고량, 입·출고)	
		판매 시 구매자 및 사용용도 확인	
		사업장 출입 통제 등 보안경비 체계 정비	
5. 사고대비		비상연락망 구축 및 현행화	
		사고대비 시나리오 설정, 대응방법 및 대응인원 역할·조직	
		취급시설 내 물질특성자료(MSDS 등) 비치	
		물질별 방제요령 확인 및 교육 실시	



8. 절삭유 취급 근로자의 건강관리방안

절삭유의 인체 유입

- 절삭유는 주로 지속적인 분사, 제트, 또는 수동 분무기를 사용하며 다음과 같은 경우 인체에 들어갈 수 있다. 절삭 작업 시 형성된 미스트(Mist), 증기 및 연무(Aerosol) 등의 흡입을 통해 인체에 들어간다.
- 절삭유에 의한 건강영향 고위험 작업
 - 금속 절삭기 근처
 - 고속도 공구 또는 황삭(Deep cut)을 요하는 작업
 - 기기 주변에 외함이 설치되어 있지 않았을 경우
 - 환기 시설이 미비한 경우
 - 보호구를 제대로 갖추지 못했을 경우
 - 피부 상처
 - 작업 공간에서 먹거나, 마시거나, 담배를 피울 경우



절삭유가 건강에 미치는 영향

- **피부병** - 염증, 피부염, 모낭염 등
 - 절삭유 통에 있는 박테리아 및 독성 부산물
 - 크롬, 니켈 및 코발트 등과 같은 물질과의 접촉
 - 박테리아 살균 및 부식 방지를 위해 절삭유에 추가되는 화학물질
- **호흡기 질환** - 천식, 기관지염, 기도 염증 및 눈, 코, 목의 염증

- **암** - 피부, 고환 등에 암 유발 가능
- **기타** - 사용되는 화학물질에 의해 신경독성(특히, 메탄올은 실명 유발)

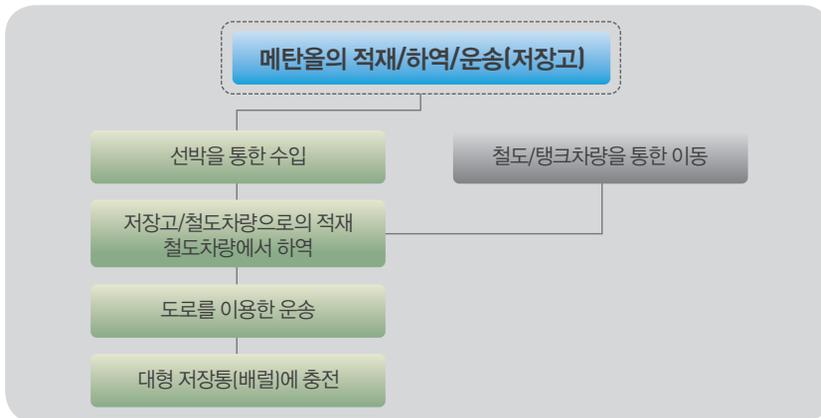
예방조치

- 절삭유를 사용할 때 안전한 작업에 대해 제공된 지침 및 교육 및 훈련
- 공구에 절삭유를 투입하는 양 및 비율을 조절하여 미스트 발생을 최소화
- 발생한 미스트를 제거 또는 제어하기 위해 환기 설비(국소배기장치 등)
- 가공된 부품에 남은 절삭유를 제거하기 위한 압축공기 사용금지
- 호흡기 보호를 위한 미스트용 호흡보호구(마스크) 착용
 - 절삭유의 종류에 따라 유기 증기 및 가스용 호흡보호구 필요
- 피부접촉 최소화 및 세척
- 작업환경 측정 및 건강진단 실시·증상 발생 보고



9. 메탄올 취급근로자의 업무 특성별 관리방안

메탄올의 적재, 하역 및 운송



- 01 | **작업 설명** | 탱크 및 탱크차량으로부터 메탄올을 하역, 메탄올(메탄올 포함 제품) 탱크 트럭 운송 중 하역 및 적재
- 02 | **노출 시간** | 탱크 및 탱크 차량에서 하역 시간은 대략 30분 ~ 120분이나, 변화 가능
- 03 | **물리적 특성** | 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | **메탄올의 농도** | 100% 또는 그 이하의 농도
- 05 | **노출 환경** | 외부 온도 노출 및 외부 환경
- 06 | **예방 및 관리** |
 - 1) 탱크 차량 및 배관의 개구부에서 작업을 수행해야만 하는 작업 또는 메탄올 샘플을 채취하는 등의 상황에서 호흡 보호 장비를 이용해야 함.
 - 2) 적재 및 하역 작업 시 대량 누출 사고를 대비하여 보호의복, 눈 및 안면 보호구, 보호장갑(부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 3) 인화성이 있으므로 흡연은 절대 금지임.

화학제품 제조 시 메탄올을 원료로 사용



- 01 | 작업 설명 |** 폐쇄 공정을 이용한 연속 화학공정에서 원재료로 메탄올을 사용, 100% 메탄올이 충전된 원형통(barrel)에서 사용
- 02 | 노출 시간 |** 하루 8시간 연속적 및 연간 작업이나, 업무에 따라 빈도는 변화 가능함
- 03 | 물리적 특성 |** 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | 메탄올의 농도 |** 100% 또는 그 이하의 농도
- 05 | 노출 환경 |** 옥외 및 옥내 공정 모두 가능, 고 노출작업은 배관 개구부를 열거나 샘플 채취 하는 경우
- 06 | 예방 및 관리 |**
- 1) 샘플 채취 및 유지 보수 작업·기 가스/증기용 카트리지 장착 호흡보호구 착용, 전동식 호흡보호구(방폭인증) 이용 및 국소배기장치의 이용을 권고함
 - 2) 배럴 충전 작업·노출을 최소화하기 위한 작업절차 및 국소배기장치의 이용 고려.
 - 3) 모든 제조 지역 및 직무 수행 중 보호의복, 눈 및 안면 보호구, 보호장갑(부틸 고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 4) 인화성이 있으므로 흡연은 절대 금지임.

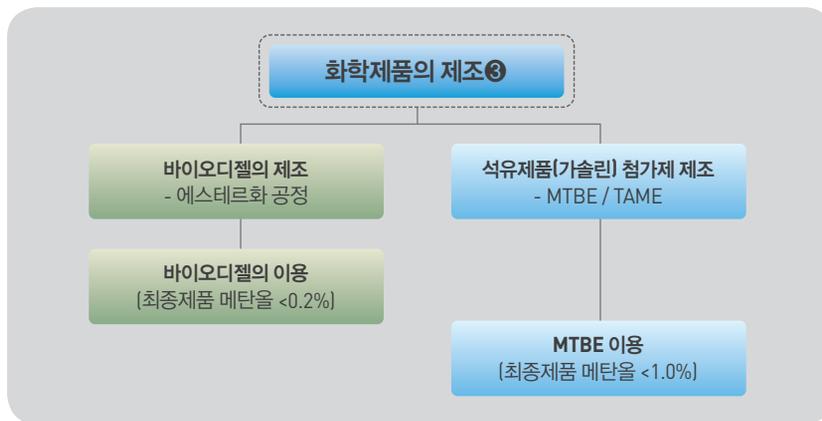


화학제품 제조 시 메탄올을 원료로 사용



- 01 | **작업 설명** | 폐쇄 공정을 이용한 연속 화학공정에서 원재료로 메탄올을 사용, 100% 메탄올이 충전된 원형통(barrel)에서 사용
- 02 | **노출 시간** | 하루 8시간 연속적 및 연간 작업이나, 업무에 따라 빈도는 변화 가능함
- 03 | **물리적 특성** | 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | **메탄올의 농도** | 100% 또는 그 이하의 농도
- 05 | **노출 환경** | 옥외 및 옥내 공정 모두 가능, 고 노출작업은 배관 개구부를 열거나 샘플 채취 하는 경우
- 06 | **예방 및 관리** |
 - 1) 샘플 채취 및 유지 보수 작업·기 가스/증기용 카트리지 장착 호흡보호구 착용, 전통식 호흡보호구(방폭인증) 이용 및 국소배기장치의 이용을 권고함
 - 2) 배럴 충전 작업·노출을 최소화하기 위한 작업절차 및 국소배기장치의 이용 고려.
 - 3) 모든 제조 지역 및 직무 수행 중 보호의복, 눈 및 안면 보호구, 보호장갑(부틸 고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 4) 인화성이 있으므로 흡연은 절대 금지임.

화학제품 제조 시 메탄올을 원료로 사용



- 01 | 작업 설명 |** 폐쇄 공정을 이용한 연속 화학공정에서 원재료로 메탄올을 사용, 100% 메탄올이 충전된 원형통(barrel)에서 사용
- 02 | 노출 시간 |** 하루 8시간 연속적 및 연간 작업이나, 업무에 따라 빈도는 변화 가능함
- 03 | 물리적 특성 |** 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | 메탄올의 농도 |** 100% 또는 그 이하의 농도
- 05 | 노출 환경 |** 옥외 및 옥내 공정 모두 가능, 고 노출작업은 배관 개구부를 열거나 샘플 채취 하는 경우
- 06 | 예방 및 관리 |**
- 1) 샘플 채취 및 유지 보수 작업·기 가스/증기용 카트리지 장착 호흡보호구 착용, 전동식 호흡보호구(방폭인증) 이용 및 국소배기장치 이용을 권고함
 - 2) 배럴 충전 작업·노출을 최소화하기 위한 작업절차 및 국소배기장치의 이용 고려.
 - 3) 모든 제조 지역 및 직무 수행 중 보호의복, 눈 및 안면 보호구, 보호장갑(부틸 고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 4) 인화성이 있으므로 흡연은 절대 금지임.



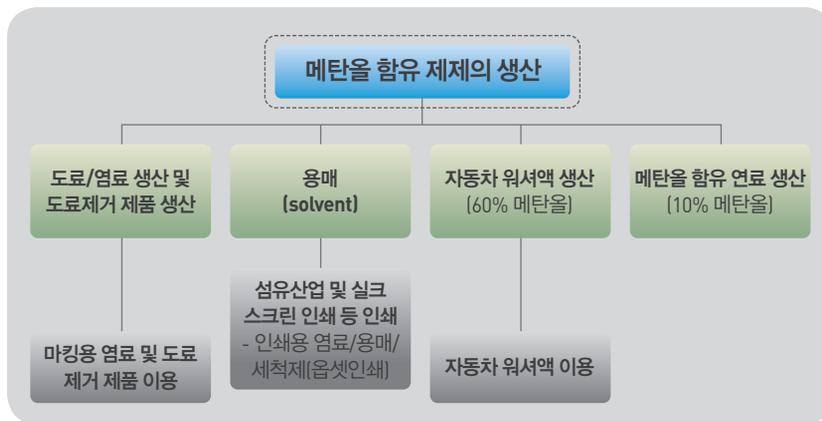
폐수처리 작업 시 메탄올을 보조 물질로 사용

공정화학물질(process chemical)로써의 메탄올 이용

폐수처리시설에서의 탄소공급원으로 사용
- 질소처리 등 사용 증가 가능성

- 01 | **작업 설명** | 활성슬러지 처리시설에서 탈질(질소를 제거) 작업 중 보조재료 (탄소공급원)로 메탄올을 사용, 수처리 탱크의 바닥에 있는 물로 직접 첨가함.
- 02 | **노출 시간** | 파이프 시스템에서 메탄올을 이용하며, 하루 8시간 연속적 및 연간 작업임. 연중 간헐적으로 발생하는 펌프실에서의 유지보수 작업 중 고농도 노출이 가능함.
- 03 | **물리적 특성** | 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | **메탄올의 농도** | 탱크(수조)로 방출되기 전 10%까지 희석됨.
- 05 | **노출 환경** |
 - 1) 처리할 폐수의 탄소농도에 따라 메탄올 사용량의 변화 발생, 펌프실 유지보수 작업 중 배출되는 상황에서 노출 가능
 - 2) 유지보수작업 중 상대적으로 좁은 옥내 환경에서의 노출 가능
 - 3) 폐수처리시설은 옥내 또는 옥외 위치하며, 옥내 작업 시 노출 주의
- 06 | **예방 및 관리** |
 - 1) 펌프 유지보수 주기를 연장하기 위해 순수한 물을 이용해 메탄올을 희석해야 함
 - 2) 파이프 유지 보수 작업 중 방독효율(PF=10)에 해당하는 호흡보호구 착용, 눈 보호 및 보호장갑(부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 3) 전동식 공기공급 호흡보호구 착용 시, 방폭 제품 사용
 - 4) 연료를 취급하는 지역 근처에서는 흡연 금지

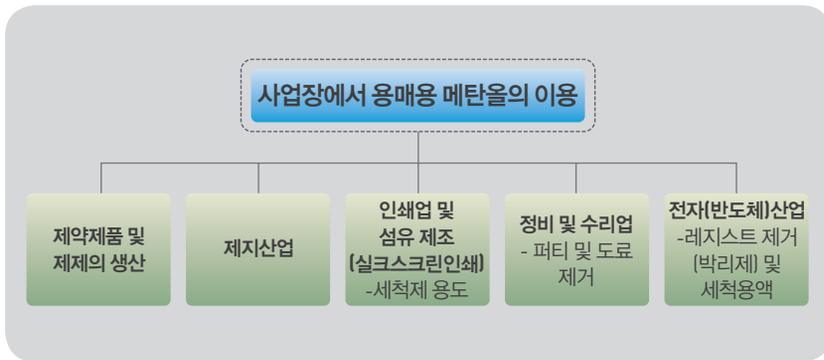
차량용 워셔액 제조 등 함유제제 생산 시 메탄올 사용



- 01 | 작업 설명 |** 메탄올을 물로 혼합 및 희석하여, 국소배기장치가 설치된 용기로 이동
- 02 | 노출 시간 |** 성수기에는 매일 제조 및 연속 작업, 사업장 상황에 따른 변동이 큼.
- 03 | 물리적 특성 |** 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | 메탄올의 농도 |** 100% 메탄올이 물 및 계면활성제로 혼합 및 희석됨.
최종 제품에서의 메탄올 농도는 60% 수준임.
- 05 | 노출 환경 |** 대부분 옥내 공정
- 06 | 예방 및 관리 |**
- 1) 옥내 작업이 대부분으로, 국소배기설비가 설치되어 환기가 잘 되는 공간에서 작업 수행
 - 2) 근로자는 유기 가스/증기용 카트리지가 장착 호흡보호구 착용, 눈 보호구, 보호장갑 (부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 3) 전동식 공기공급 호흡보호구 착용 시, 방폭 제품 사용
 - 4) 연료를 취급하는 지역 근처에서는 흡연 금지

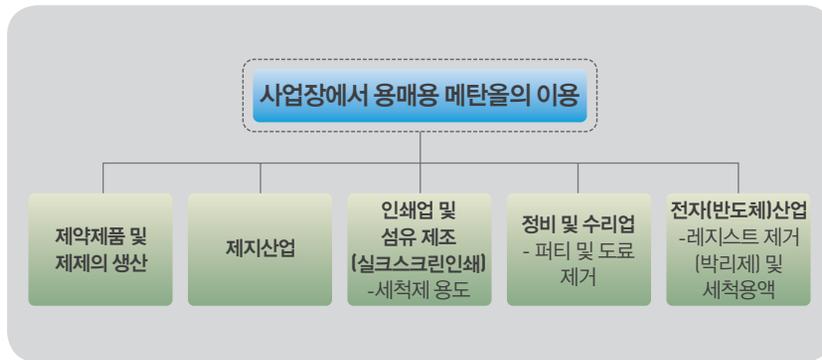


추출 공정에서 산업용 용매로 메탄올을 사용



- 01 | **작업 설명** | 메탄올을 폐쇄 시스템의 추출공정(특히, 제약 산업)에서 용매로 사용함. 개방된 추출 공정 및 압착에 의한 제품 제조에서도 사용. 샘플 채취 및 유지 보수 작업
- 02 | **노출 시간** | 하루 8시간 연속적 및 연간 작업으로 수행
- 03 | **물리적 특성** | 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | **메탄올의 농도** | 100% 메탄올
- 05 | **노출 환경** | 옥내 공정
- 06 | **예방 및 관리** |
 - 1) 개방형 추출 공정 - 방독효율(PF=20)의 가압된 공기 공급이 가능하며, 전신 보호의복 및 보호 장갑을 착용
 - 2) 반응기 유지보수, 샘플 채취 및 원심분리기 세정 작업 - 방독효율(PF=10)에 해당하는 호흡보호구(유기 가스/증기용 카트리리지 장착) 착용, 눈 보호 실시할 것
 - 3) 전동식 공기공급 호흡보호구 착용 시, 방폭 제품 사용
 - 4) 피부 접촉이 가능한 모든 작업에서, 보호장갑(부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 5) 취급 지역에서는 흡연 금지

다양한 산업 현장에서 용매 용도로 메탄올 사용



- 01 | 작업 설명 |** 다양한 제조 현장(제지업, 레진 제조, 인쇄업, 정비업 및 전자 업종 등)에서 메탄올을 용매로 사용. 천연가스 파이프배관 내 하이드레이트 생성 억제 용도로 사용.
- 02 | 노출 시간 |** 하루 8시간 연속적 및 연간 작업으로 수행, 작업은 주기적으로 수행 될 수 있으며, 노출 빈도는 변화 가능함.
- 03 | 물리적 특성 |** 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | 메탄올의 농도 |** 최대 100% 메탄올까지 포함
- 05 | 노출 환경 |** 대부분 옥내 공정
- 06 | 예방 및 관리 |**
- 1) 단시간 메탄올의 개방 사용(예, 롤 세척) - 방독효율(PF=30)에 해당하는 호흡 보호구(유기 가스/증기용 카트리지 장착) 착용
 - 2) 호스로 메탄올을 넓게 뿌릴 때, 전신 노출(spills) 위험을 대비하기 위해 눈 보호, 보호장갑, 보호앞치마 및 장화를 착용할 것
 - 3) 전동식 공기공급 호흡보호구 착용 시, 방폭 제품 사용
 - 4) 피부 접촉이 가능한 모든 작업에서, 보호장갑(부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 5) 취급 지역에서는 흡연 금지



실험실 또는 실험 용도로 메탄올 사용

실험(실)에서의 메탄올 사용

시약(reagents)의 제조 메탄올의 정제

조직 염색(tissue staining)

제약제품 제제

HPLC 분석

다양한 용도의 분석
- PAH / 지방산 / 비타민 분석

접착제거(세정제) 용도

부동액(동결방지)

질량분석 작업 시

- 01 | **작업 설명** | 다양한 실험 용도를 위해 메탄올을 사용 : 시약의 제조, 다양한 분석용도, 의학용 제제의 준비, 조직 냉동 및 염색제로 사용, HPLC 분석, 접착제 제거, 실험장비의 유지 보수 및 실험실 폐기물 처리
- 02 | **노출 시간** | 하루 8시간 연속적 및 연간 작업으로 수행, 작업은 주기적으로 수행될 수 있으며, 노출 빈도는 변화 가능함.
- 03 | **물리적 특성** | 액체 형태, 인화성, 고 휘발성
- 04 | **메탄올의 농도** | 최대 100% 메탄올까지 포함
- 05 | **노출 환경** | 옥내 환경
- 06 | **예방 및 관리** |
 - 1) 메탄올 취급은 항상 흡후드가 설치된 곳에서 실시할 것
 - 2) 피부 접촉이 가능한 모든 작업에서, 보호장갑(부틸고무, 플루오르고무, 테플론 등)을 착용할 것
 - 3) 메탄올 취급 작업 중 보호안경 착용
 - 4) 흡연 금지

06

chapter

부록

- 「메탄올」 관련 고용노동부 예규 및 고시
- 「메탄올」 관련 KOSHA GUIDE
- One page sheet(메탄올 유해위험성 정보) : CHEM-i
- 사고대비물질_키인포(메탄올)
- 메탄올의 안전사고 사례





부록 1. 「메탄올 취급」 관련 고용노동부 예규 및 고시

구분	번호	제목
고용노동부 예규	제2015-88호	근로자 건강진단 관리규정
	제2014-66호	화학물질의 유해성·위험성 평가에 관한 규정
고용노동부 고시	제2016-23호	근로자 건강진단 실시기준
	제2016-41호	화학물질 및 물리적 인자의 노출기준
	제2016-18호	산업재해예방시설자금 융자 및 보조지원사업 운영규정
	제2016-17호	사업장 위험성평가에 관한 지침
	제2014-65호	산업안전·보건교육규정

부록 2. 「메탄올 취급」 관련 KOSHA GUIDE

구분	번호	제목
KOSHA GUIDE	W-6-2013	화학물질의 유해성·위험성 분류 지침
	H-71-2012	유기화합물 취급 관리 지침
	H-82-2012	호흡용 보호구의 사용 지침
	P-51-2012	경고표지를 이용한 화학물질 관리에 관한 기술지침
	W-6-2012	화학물질 유해성·위험성 평가 지침
	W-1-2012	산업환기설비에 관한 기술지침
	W-15-2012	물질안전보건자료 작성 지침
	H-42-2011	피부보호구의 사용 지침- 보호용 장갑
	M-21-2012	금속절삭유 사용에 관한 기술 지침

※ 안전보건공단 홈페이지로 들어가 상단의 '정보마당' 메뉴에서 '법령/지침정보 - 안전보건기술지침(GUIDE)'을 클릭하시면 상세한 정보를 볼 수 있음.



부록 3. One page sheet(메탄올 유해위험성 정보) ; CHEM-i



메탄올

Methanol

흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고
중추신경계와 생식기능의 이상을 유발할 수 있습니다.

- 아래의 필수정보 4가지는 반드시 확인하고 사용하세요! -



어떤 물질일까요?

Component and Content

CAS No. 67-56-1

이명 메틸알콜, 메틸 알코올

상태 무색의 알코올 냄새가 나는 액체

물리화학적 특성

끓는점	인화점	증기압	비중
65℃	12℃	127mmHg	0.8



고인화성 액체-증기로 고온에서
독성가스를 발생하고 폭발할 수 있습니다.



주의사항은 무엇일까요?

Hazard and Storage

건강영향



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발



태아 또는 생식능력에 손상 유발

취급방법



마개 개봉 시 주의

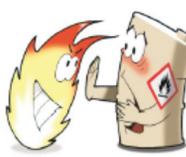


음식물 섭취 또는 흡연 금지



취급부위를 철저히 세척

저장방법



열 및 스파크 주의



용기 밀폐



환기가 잘 되는 곳에 보관

* 출처 : 안전보건공단

부록

E

어떻게 노출을 방지할 수 있을까요?

Exposure control and PPE

- ✓ 공정격리 및 국소배기장치 설치
- ✓ 먼지 흡 또는 미스트를 발생하는 경우 환기 실시
- ✓ 세안 설비와 안전 샤워 설치
- ✓ 개인보호구를 착용하여 신체 보호



개인보호구(송기마스크, 보안경, 내화학장갑, 보호복)

M

사고 시 대응은 어떻게 할까요?

Management of Emergency


**누출사고
대처**

- 누출된 것을 즉시 닫고 **예방조치를** 준수하세요.
- 위험하지 않다면 **누출을** 막으세요.
- 모든 **점화원을** 제거하세요.
- 물질 취급 시 **모든 장비를** 접지하세요.
- 환경보호를 위해 **수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로** 유입되지 않도록 하세요.
- 액체를 **흡수시켜** 제거하고 오염지역을 **세제와 물로** 씻어내세요.
- 건조된 모래, 흙 등 **비가연성 물질로** 흡수시킨 후 **화학폐기물 용기**에 넣으세요.
- 다량 누출 시 액체 누출물과 떨어진 곳에 **도랑**을 설치하세요.


**응급조치
요령**



눈에 들어갔을 때

- 물로 조심히 씻고 **콘택트렌즈를** 제거하세요.



피부에 접촉했을 때

- 화상이 발생한 경우, 찬물로 식힌 후 **피부에 들러붙은 옷은** 제거하지 마세요.



흡입했을 때

- 호흡이 힘들 경우, **신선한 공기가** 있는 곳으로 옮기세요.



먹었을 때

- 물질을 먹었을 경우, **인공호흡을** 하지 말고 **적절한 의료장비**를 이용하세요.

* 출처 : 안전보건공단



부록 4. 사고대비물질_키인포(메탄올)

부록

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> ■ 메탄올(메틸알콜) ■ Methanol </div> <div style="font-size: 2em; color: red;">HO—CH₃</div> </div>																																																														
구조	CAS번호	67-56-1																																																												
<div style="font-size: 2em; color: red;">HO—CH₃</div>	국문유사명	메틸 알코올, 수산화메틸, 모노하이드록시메탄, 카빈올																																																												
	영문유사명	Methyl alcohol, Methyl hydroxide, Monohydroxymethane, Carbinol																																																												
	화학물질군	알코올류																																																												
	유해화학물질관리번호	97-1-80(유독물)																																																												
	UN번호	1230																																																												
	ERG대응지침번호	GUIDE 131(Flammable liquids - Toxic)																																																												
물리화학적 특성																																																														
상태: 액체	옥탄올/물 분배계수(logKow): -0.77																																																													
색상: 무색	인화점: 15.6 °C(열린계), 12 °C(밀폐계)																																																													
냄새: 알코올 냄새	발화점: 464 °C																																																													
분자식: CH ₄ O	폭발한계: 6%~36.5																																																													
분자량: 32.04	용해도																																																													
pH: -	<ul style="list-style-type: none"> • 물: 가용성(1.0x10³ g/L @ 20 °C), 잘 녹음, 혼화성 ⇒ 생성물: 물과 반응하지 않음 • 용매: 에탄올, 에테르, 벤젠 등 대부분의 용기용매, 케톤류, 아세톤, 클로로포름에 가용 																																																													
끓는점: 65 °C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">노출 기준</th> <th colspan="2">작업장 허용노출기준</th> <th colspan="4">일반 인구집단 대상 급성노출기준</th> </tr> <tr> <th>ppm</th> <th>mg/m³</th> <th colspan="2">AEGL-1</th> <th colspan="2">AEGL-2</th> <th colspan="2">AEGL-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10분</td> <td>670</td> <td>880</td> <td>11,000*</td> <td>14,000*</td> <td>40,000**</td> <td>52,000**</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30분</td> <td>670</td> <td>880</td> <td>4,000</td> <td>5,200</td> <td>14,000*</td> <td>18,000*</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>60분</td> <td>530</td> <td>690</td> <td>2,100</td> <td>2,800</td> <td>7,200*</td> <td>9,400*</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4시간</td> <td>340</td> <td>450</td> <td>730</td> <td>960</td> <td>2,400</td> <td>3,100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8시간</td> <td>270</td> <td>350</td> <td>520</td> <td>680</td> <td>1,600</td> <td>2,100</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	노출 기준	작업장 허용노출기준		일반 인구집단 대상 급성노출기준				ppm	mg/m ³	AEGL-1		AEGL-2		AEGL-3		10분	670	880	11,000*	14,000*	40,000**	52,000**			30분	670	880	4,000	5,200	14,000*	18,000*			60분	530	690	2,100	2,800	7,200*	9,400*			4시간	340	450	730	960	2,400	3,100			8시간	270	350	520	680	1,600	2,100			
노출 기준	작업장 허용노출기준		일반 인구집단 대상 급성노출기준																																																											
	ppm	mg/m ³	AEGL-1		AEGL-2		AEGL-3																																																							
10분	670	880	11,000*	14,000*	40,000**	52,000**																																																								
30분	670	880	4,000	5,200	14,000*	18,000*																																																								
60분	530	690	2,100	2,800	7,200*	9,400*																																																								
4시간	340	450	730	960	2,400	3,100																																																								
8시간	270	350	520	680	1,600	2,100																																																								
증기압: 127 mmHg	<ul style="list-style-type: none"> • [노동부]TWA: 200 ppm, 260 mg/m³ • [노동부]STEL: 250 ppm, 310 mg/m³ • [NIOSH]TWA: 200 ppm, 260 mg/m³(피부) • [NIOSH]STEL: 250 ppm, 330 mg/m³(피부) • [ACGIH]TWA: 200 ppm, 260 mg/m³(피부) • [ACGIH]STEL: 250 ppm, 330 mg/m³(피부) • [OSHA]TWA: 200 ppm, 260 mg/m³ • [OSHA]STEL: - 																																																													
밀도: 0.79 g/cm ³																																																														
비중: 0.79																																																														
증기밀도: 1.1 (Air= 1)																																																														
용도	전기/전자 공학 산업, 연료 산업, 금속 추출, 플라스틱 유연제, 금속 정제, 페인트, 래커, 니스, 종이, 펄프 사진 산업, 접착제, 부동액, 세척제와 살균제, 연료 첨가제, 약품 생산의 용매																																																													
노출경로	인체노출 유해성 / 증상																																																													
흡입	자극, 기침, 두통, 현기증, 졸음, 오심, 구토, 쇠약, 흐린시야, 호흡부전, 혼수, 사망																																																													
피부	건조, 홍반, 탈지, 흡입증상과 유사																																																													
안구	자극, 충혈, 통증, 흐린시야, 시력의 손상 및 상실,																																																													
경구	복통, 호흡 곤란, 구토, 경련, 무의식, 흡입증상과 유사																																																													

* 출처 : 안전보건공단

국내규제 유독물, 사고대비 제 4류 알코올류 노출, 작업, 관리	
NFPA 코드 	물질분류 및 표시 
건강: 1(약간 유해, 호흡보호구 착용) 화재: 3(상온에서 쉽게 발화될 수 있음) 반응: 0(화재노출에 안전, 물과 반응하지 않음) 특수: -	신호어: 위험 유해 위험·문구: H311, H319, H370, H225, H301, H331 예방조치 문구: P210, P233, P240, P241, P242, P243, P260, P264, P270, P271, P280, P301+P310, P302+352, P303+P361+P353, P304+P340, P305+P351+P338, P307+P311, P311, P312, P321, P322, P330, P337+P313, P361, P363, P370+P378, P403+P233, P403+P235, P405, P501
위험	<ul style="list-style-type: none"> 열, 스파크, 화염, 마찰, 충격, 오염에 의해 쉽게 점화하고, 폭발 위험성 있음 증기는 공기와 결합하여 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음 (OSHA화재등급: Class IB Flammable Liquid) 독성: 흡입, 섭취, 피부 흡수 시 치명적일 수 있음 혼합금지: 가연성 물질, 금속, 산화제, 염기, 산 연소/열분해 생성물: 일산화탄소, 이산화탄소, 매캐한 스모크와 자극성 흠(폼알데하이드) 방출
화재 진압 요령	<ul style="list-style-type: none"> 대형/탱크 화재의 경우, 안전거리를 유지하고 무인호스지지대/방수포를 사용할 것 불가능 할 경우 타도록 내버려 두고 해당지역 철수 분무/무상 주수, 내알코올품 사용, 장비 접지, 점화원 제거, 누출 차단 배출안전장치의 소리가 커지거나 탱크가 변색된 경우 즉시 철수 탱크가 화재에 휩싸였을 경우에는 절대 접근 금지 수로, 하수구, 배수구로의 유출 차단. 지하실 등 밀폐된 장소로의 유입 차단 소화제: 물, 알코올포, 분말 소화약제, 이산화탄소
누출 방제 요령	<ul style="list-style-type: none"> 열/스파크/점화원 제거, 수로, 하수, 지하 등 밀폐공간으로의 유입 차단 대기 누출: 증기를 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음 수중 누출: 흡수성시트, 패드, 쿠션으로 덮고/겔화제로 고정화/활성탄으로 흡수 토양 누출: 도랑을 파거나 제방을 쌓아 가둠 것, 모래 또는 다른 비가연성 물질에 흡수/겔화제로 누출액 고정화/시멘트 분말 흡착 방제약품: 질석, 건토, 건사 또는 비가연성 물질, 활성탄, 시멘트분말, 겔화제 보호 장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 내화학성 보호복
노출경로	응급조치
흡입	신선한 공기, 산소공급, 적절한 장비를 이용한 인공호흡(피해자가 물질을 섭취하거나 흡입한 경우 구강 대 구강 인공호흡은 피할 것), 신속히 병원으로 이송
피부	다량의 물과 비누를 사용하여 적어도 15분 정도 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 병원 이송
안구	눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 20-30분간 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 병원 이송
경구	구토방지, 무의식 시 아무것도 주지 말고, 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸 보다 낮게 하여 눕힐 것. 유의식시 입을 행구고 천천히 음료(물 또는 우유) 공급, 병원 이송

* 출처 : 안전보건공단



부록 5. 메탄올 안전 사고(공단 교육 자료)

2014-교육미디어-763

재해사례
(메탄올 증기)

메탄올 분리기 내부 바닥 침전물 제거 중 폭발



재생 메탄올 생산업체에서 메탄올 분리기(Kettle)에서 바닥에 고착된 침전물을 해머 드릴로 제거하던 중 분리기 내부에서 순간적인 폭발이 발생하여 전신에 화상을 입음



재해발생 원인

- 메탄올 증기에 의한 폭발성 위험이 형성될 수 있는 메탄올 분리기 내부에서 침전물 제거작업 중 비방폭 전동공구(해머 드릴)를 사용하다 스파크로 인해 순간적인 폭발이 발생
※ 메틸알코올(Cas No. 67-56-1) 유해위험성 : NFPA(보건 1, 화재 3)

			- 인화점 : 12°C - 폭발 범위(하한~상한) : 5.5~44% - 증기 비중 : 1.1(공기=1) - 사고 당시 외기온도 : 29.4°C
--	--	--	--



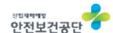
재해예방 대책

- 작업시작 전 충분한 환기 등 폭발·화재 예방조치 실시 **1**
 - 인화성 액체의 증기가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에 대해서는 해당 증기에 의한 폭발, 화재를 예방하기 위한 통풍·환기 등의 조치 실시
 - 메탄올이 들어 있던 탱크(분리기) 등을 청소 또는 내부에 들어가서 작업하는 경우 필요 지식을 가진 사람이 해당 작업 지휘, 물질 농도 측정, 환기, 치환 등 특별한 조치 후 작업
- 폭발위험장소에서 전기기계기구 사용 시 적합한 방폭성능을 가진 방폭구조의 전기기계기구를 사용 **2**



참고법령 및 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방), 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기기계·기구의 선정 등), 제437조(탱크 내 작업)



* 출처 : 안전보건공단

[연구진]

연구기관	을지대학교 산학협력단
연구책임자	김숙영 (교수, 을지대학교 간호대학)
연구원	김용규 (소장, 유성선병원 직업환경의학센터)
연구상대역	이상희 (차장, 안전보건공단 직업건강실)

[연구기간]

2016. 6. ~ 11.

2017-직업건강-885

「메탄올 취급근로자」의 직업건강가이드라인

- 발행일 : 2017년 10월
- 발행인 : 안전보건공단 이사장 이영순
- 연구책임자 : 을지대학교 김숙영
- 발행처 : 안전보건공단 직업건강실
- 주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400(북정동)
- 전화 : (052) 7030-640
- 팩스 : (052) 7030-317
- Homepage : <http://www.kosha.or.kr>

산업재해예방

안전보건공단



안전보건공단 울산광역시 중구 종가로 400(북정동)