

크롬

3M e-지식창고
2022년 10월

금속 가공 및 제조 과정에서 크롬 노출 절감 가이드

크롬이란?

크롬 금속 원소는 쉽게 폴리싱할 수 있고 부식에 매우 강한 회색의 금속입니다. 크롬 금속 원소 및 6가크롬은 자연에서 드물게 발견됩니다. 반면, 3가크롬은 지구 지각의 약 13%를 차지하는 다양한 광석에 존재합니다.

크롬 금속은 부식에 강한 특성이 있어, 오랫동안 귀금속, 장신구 작업부터 자동차 차체 트리밍과 금속 도금 등에 장식용으로 사용되었습니다.

크롬은 다른 금속, 특히 강철 전기 도금에 빈번히 사용됩니다. 또한 합금에도 광범위하게 사용됩니다. 예를 들어 스테인리스 스틸 및 기타 비철금속 합금 제조 시 강철과의 합금에 사용됩니다.

다른 산업군에서는, 크롬 무기화합물(크롬산 염)은 종종 화려한 색상으로 색소, 염색, 보존제 및 세라믹에 광범위하게 사용되고 있으며, 포틀랜드 시멘트의 잠재적 유해 성분이기도 합니다.

크롬이 근로자에게 미치는 영향

작업 현장에서 크롬 및 6가크롬에 노출되면 건강에 유해할 수 있습니다. 단기적인 급성 노출 또는 장기적이고 반복적인 만성 노출로 인해 건강에 악영향을 끼칠 수 있습니다.

알고 계셨나요?

천식은 심신을 약화시키는 잠재적으로 치명적인 질환으로, 호흡 곤란, 쌉쌉거림, 기침 또는 가슴의 답답함 등을 유발합니다. 직업성 천식은 작업 현장에서 천식 유발원(알레르기성 천식 반응을 유발하는 화학물질)에 노출되는 것과 연관됩니다. 직업성 천식에는 다음과 같은 두 가지 유형이 있습니다: 작업 현장에서 천식 유발원에 노출됨으로써 작업자에게 천식이 유발되는 경우 또는 작업 현장 노출로 기존 천식이 악화되는 경우가 있습니다.

단기적으로 건강에 미칠 수 있는 영향

- 코 및 상기도 자극
- 피부 자극, 염증 및 궤양(특히 크롬산 노출이 원인)
- 액체가 튀어 발생하는 눈 자극 및 손상

장기적으로 건강에 미칠 수 있는 영향

- 코 및 상기도 점막 손상으로 인한 비중격 꺾임 및 천공
- 과민감성 폐렴
- 알레르기성 피부염
- 청력 손상
- 신장 손상
- 폐암
- 남성 생식기 문제
- 태아 발달 문제
- 직업성 천식
- 진폐증

알아두면 좋을 추가 정보 :

- 6가크롬 화합물은 국제암연구기관(IARC)에서 인체 발암성 물질(Group 1), 미국산업위생전문가협회(ACGIH)에서 인체 발암 확인 물질인 A1으로 분류됩니다.
- 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)은 중대한 장기 폐질환으로, 기도의 염증 및 폐 조직 손상으로 인해 시간이 지날수록 기도가 비가역적으로 좁아져 폐로 들어오는 공기 흐름이 줄어드는 질환입니다.
- 극단적인 경우에는 폐로 들어가는 공기 흐름이 줄어 심신을 매우 악화시키며, 사망에 이르를 수도 있습니다. 기타 증상으로는 지속적인 기침(연중 >3개월), 쌉쌉거림 및 가래 증가가 있습니다. COPD에는 기관지염과 폐기종 상태가 포함됩니다.

작업장 노출 발생 경로

흡입

크롬 노출의 주요 경로는 크롬 원소 및 합금의 생산 및 작업 과정에서 발생하는 분진과 가스를 흡입하는 것입니다. 금속 제조 시 크롬이 함유된 합금의 용접, 그라인딩, 절단, 드릴링 및 폴리싱 작업 시 상당한 노출이 발생할 수 있습니다.

용접흠

용접흠의 대부분은 아크용접 과정에서 기화된 용가재의 구성 물질입니다. 가스화 된 금속이 공기 중의 산소와 반응하여 금속 산화물을 형성합니다. 그리고 이것이 응고되어 흠의 금속 산화물 미세 입자가 만들어집니다. 일부 용접 흠은 모재에서 발생합니다. 여러 용가재에는 독성이 함유되어 있으며 흡입 시 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있습니다. 용가재의 내용물과 용접 흠 발생량은 용접 공정에 따라 다릅니다.

화기 작업

금속 절단, 그라인딩, 폴리싱 등의 기타 고에너지 또는 ‘화기 작업’ 공정에서는 금속 입자와 금속 산화물이 생성되어 쉽게 흡입될 수 있습니다.

근로자는 크롬 및 6가크롬이 함유된 도금이나 표면 코팅이 된 금속을 작업하면서 이에 노출될 수 있습니다.

크롬 화합물이 함유된 분말 또는 액체 화학 물질을 취급 · 활용하는 등의 기타 산업 적용 분야에서도 크롬 화합물 분진, 미스트 또는 흠이 발생할 수 있습니다.

피부 접촉

또 다른 노출 경로는 피부와 눈에 접촉되는 것입니다. 특히 액체상태의 6가크롬은 피부에 바로 흡수되거나 손상을 줄 수 있습니다.

섭취

근로자가 오염된 손으로 무심코 식음료를 섭취하거나 담배를 피우거나 손톱을 물어뜯는 중 크롬 화합물을 우연히 섭취하며 노출될 수 있습니다.

알고 계셨나요?

금속 작업 관련 근로자, 특히 용접사는 폐렴 감염에 취약합니다. 용접사와 중대/치명적 폐렴 감염 발생 위험 증가 사이에는 분명한 상관관계가 있습니다.

작업 현장에서 노출이 발생할 수 있는 산업/기타 적용 분야

금속 생산 및 용접 분야 뿐만 아니라 개인이 크롬 화합물에 노출될 수 있는 기타 산업 및 공정의 예:

금속 생산, 제조 및 관련 적용 분야

- 스테인리스 스틸 및 기타 크롬 함유 합금의 용접, 절삭, 그라인딩, 주조
- 다른 금속 표면의 크롬 전기도금(크롬산)
- 구리, 아연, 페로크롬 광석 제련

기타 분야

- 색소, 염색, 잉크, 가죽 태닝
- 목재 보존제
- 살충제
- 특히 항공기, 해양 분야 전문가용 페인트
- 자동차 차체 수리 산업 – 수리/크롬 함유 페인트 분체 도장 분야
- 화학 산업
- 플라스틱 산업
- 포틀랜드 시멘트(불순물)

근로자를 보호하는 방법

적절한 대책을 마련해주세요

고용주는 우선 노출 한도 대비 노출 수준 확인을 포함한 위험성 평가를 수행해야 합니다. 그리고 이를 통해 어떠한 대책이 필요한지 파악해야 합니다.

필요한 경우 위험감소대책(HOC, Hierarchy of controls)을 마련하고 그 효과를 측정해야 합니다. 예를 들어, 용접, 그라인딩 및 기타 분야에서는 국소 배기 장치(LEV)가 효과적인 방법일 수 있습니다.

필요한 장비를 마련해주세요

근로자의 노출 및 위험을 줄이기 위해 기타 안전 조치를 취하는 것 외에도 호흡보호구와 같은 개인안전보호구가 필요합니다.

호흡보호구 – 공기정화식 호흡보호구

3M은 금속 제조 및 생산 과정에서 빈번하게 마주하게 되는 가스나 증기뿐 아니라 분진(먼지), 미스트, 금속 흠 등에 대한 노출을 줄일 수 있는 다양한 호흡 보호구 포트폴리오를 보유하고 있습니다. 여과식 방진마스크, 직결식 반면형/전면형 호흡보호구, 단단한 소재로 제작된 면체, 헤드탑, 헬멧 등과 결합하여 사용하는 강력한 배터리의 전동 · 송기식 마스크 등이 포함되어 있습니다.

호흡보호구 – 공기공급식 호흡보호구

3M에는 까다로운 작업 환경에서도 사용하기에 적합한 다양한 종류의 송기식 마스크가 있습니다.

호흡보호구 결합형 자동차광 용접면

3M은 유해광선 및 용접 불꽃으로부터 눈과 얼굴을 보호하는 다양한 3M™ Speedglas™ 용접면을 보유하고 있습니다. 모든 용접면은 3M 안면부여과식 및 직결식 반면형 호흡보호구와 함께 사용할 수 있습니다. 또한 3M 전동식호흡보호구 · 송기마스크와 함께 사용할 수 있도록 설계된 용접면 및 헬멧도 보유하고 있어, 하나의 제품으로 다양한 유형의 보호 기능을 제공합니다.

눈 및 얼굴 보호구

자동차광 용접필터가 장착된 3M™ Speedglas™ 자동차광 용접면과 초경량 용접면 등, 3M에는 용접 및 금속 작업 시 발생하는 위험으로부터 근로자를 보호할 수 있는 다양한 개인안전보호구가 있습니다.

기타 개인안전보호구

3M은 그 밖에도 넓은 범위의 안전 솔루션을 제공하고 있습니다.

- 머리, 눈, 얼굴 보호
- 일회용 및 재사용 귀마개, 귀덮개
- 커뮤니케이션 솔루션
- 보호복
- 추락 방지 솔루션
- 밀폐 공간 솔루션



[나에게 맞는 방진마스크 찾기](#)

3M 방진마스크 선택 가이드를 사용하여 필요에 맞는 호흡보호구 찾을 수 있습니다.



[나에게 맞는 직결식 마스크 찾기](#)

3M 직결식 마스크 선택 가이드를 사용하여 필요에 맞는 호흡보호구 찾을 수 있습니다.



[나에게 맞는 전동식 마스크 찾기](#)

3M 전동식 마스크 선택 가이드를 사용하여 필요에 맞는 호흡보호구 찾을 수 있습니다.

[모든 3M 개인안전보호구 솔루션 보기](#)

산화 상태

크롬은 상당한 화학적 반응성으로 인해 자연 상태에서는 금속 형태로 존재하는 경우가 거의 없는 원소입니다. 용접 등의 과정에서 가열 시 대기 중 산소와 반응해 산화크롬을 형성합니다. 하지만 크롬의 속성은 다음과 같이 다른 화학적 형태, 즉 산화 상태에서 존재할 수 있습니다:

‘ +3 산화 상태 – 3가크롬: Cr₂O₃(산화크롬(III))

‘ +6 산화 상태 – 6가크롬: CrO₃(삼산화크롬(VI))

6가크롬은 크롬 및 6가크롬의 가장 유해한 형태이며, 피부와 호흡기 염증을 일으킬 뿐만 아니라 인체 발암성 물질로 알려져 있습니다.

안전 교육

효과적인 개인안전보호구 프로그램의 핵심 요소는 근로자, 보건안전 담당자, 고용주의 역할 및 책임에 대한 교육입니다.

예를 들어, 개인안전보호구를 착용하는 근로자는 다음 사항에 대해 교육을 받고 이해해야 합니다.

- 개인안전보호구의 사용방법, 효과 및 한계
- 개인안전보호구 검사, 유지 및 세척과 불량 점검 및 해결 방법 파악
- 적절한 개인안전보호구 착용 및 사용
- 모든 유해물질의 특성 및 건강에 미치는 잠재적 영향

숙지 사항

보호구를 선택할 때는 지역 또는 국가의 규정, 법률 및 가이드라인을 준수해야 합니다.

산업안전보건 전문가의 업무 중 하나는 끊임없이 변화하는 법규와 작업장 노출 한도 등을 지속적으로 모니터링하는 것입니다.

기술 지원

3M 개인안전보호구 전문가에게 문의하여 개인에 맞는 3M 제품 선택 및 사용에 관해 도움을 받을 수 있습니다. 3M 개인안전보호구 전문가는 위험성 평가를 기반으로 적합한 제품을 선택하는 과정을 안내하고, 개인안전보호구 착용, 사용 및 유지관리 방법을 이해하도록 지원합니다. 고객이 안전할 수 있도록 돕습니다.

한국쓰리엠 산업안전보건 전문가에게 상담받기: <http://go.3M.com/AskAnExpert>

참고문헌 및 자료

Webelements: Webelements. Chromium: the basics(크롬: 기본 사항). [온라인] [인용일: 2018년 11월 22일] <https://www.webelements.com/chromium/>.

Smedley, et al: Smedley, J, Dick, F and Sadhra, S. Oxford Handbook of Occupational Health(옥스포드 직업 보건 핸드북)(제2판). 2013.

HSE - [metal] and you([금속] 그리고 당신): Health and Safety Executive(HSE, 영국 안전보건청). INDG346 - Chromium and you. Working with Chromium - are you at risk?(크롬 그리고 당신. 크롬 작업 - 당신은 위험에 노출되어 있습니까?) [온라인] [인용일: 2018년 10월 1일] <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg346.pdf>.

ACGIH TLVs: American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH(R), 미국산업안전전문가협회의). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices (TLVs(R) and BEIs(R))(화학물질 및 물리적 약제의 한계치 & 생물학적 노출 표지[TLVs(R) 및 BEIs(R)]). 2018

OSHA SLTC: Occupational Safety and Health Administration(OSHA, 미국산업안전건강관리청). Safety and Health Topics - Hexavalent Chromium(안전 및 보건 주제 - 6가크롬). [온라인] [인용일: 2018년 10월 1일]

<https://www.osha.gov/SLTC/hexavalentchromium/>.

ASTDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ASTDR, 미국유독물질질병 등록청). Toxic Substances Portal - Chromium(유독 물질 포털 - 크롬). [온라인] [인용일: 2018년 10월 1일]

<https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=17>.

NIOSH Pocket Guide(NIOSH 포켓 가이드): The National Institute for Occupational Safety and health(NIOSH, 미국국립산업안전보건연구원). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards(화학적 위험에 대한 NIOSH 포켓 가이드). [온라인] [인용일: 2018년 11월 22일] <https://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>.

IARC: International Agency for Research on Cancer(IARC, 국제암연구기관). IARC Monograph(IARC 논문) - Chromium (VI) Compounds(크롬 (VI) 화합물). [온라인] [인용일: 2018년 10월 1일]

<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-9.pdf>.

Antonini: Health Effects of Welding(용접이 건강에 미치는 영향). Antonini, J M. 1, 2003, Critical Reviews in Toxicology, Vol. 33, pp. 61-103.

Nemery: Metal toxicity and respiratory tract(금속 독성과 호흡기). Nemery, B. 1990, Eu Respir J, Vol. 3, pp. 202-219.

Palmer: Palmer et al (2009). Mortality from infectious pneumonia in metal workers: a comparison with deaths from asthma in occupations exposed to respiratory sensitizers(금속 작업자의 감염성 폐렴 사망률: 호흡 과민성 물질 노출 직업에서 천식으로 인한 사망과 비교). THORAX Online first, 2009년 8월 23일 발행

HSE Burden of cancer(암 부담): Health and Safety Executive(HSE, 영국 안전보건청). RR858 - The burden of occupational cancer in Great Britain - Lung Cancer(영국의 직업성 암 부담 - 폐암). 2012. [온라인] [인용일: 2018년 11월 22일] <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr858.pdf>

모든 언급된 사항, 기술 정보 및 권고 사항은 본 문서 작성일 기준 3M이 신뢰할 수 있는 평가를 기반으로 하지만, 그 정확성 및 완전성을 보장하지는 않습니다. 사용자는 작업장 위험성 평가, 법률 및 규정에 따라 개인안전보호구가 본래 의도한 용도와 적합한지 확인해야 합니다. 3M은 부실 표시를 제외하고는, 제품 사용 또는 해당 정보에 대한 의존으로 인해 발생하는 모든 책임을 명시적으로 부인합니다.