

KOSHA GUIDE

E - 142- 2013

압축공기 구동식 연마기의 정전기 대책에 관한 기술지침

2013. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 충북대학교 김두현 교수

o 제 · 개정 경과

- 2013년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- NIIS-SG-NO.2 壓縮空氣驅動式小型研磨器の靜電氣對策-電擊及び可燃性物質への着火防止方法
- 안전보건기술지침(정전기 재해예방에 관한 기술지침)

o 관련법령 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지) 제1절(전기기계 · 기구 등으로 인한 위험방지), 제3절(전기작업에 대한 위험방지)

o 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

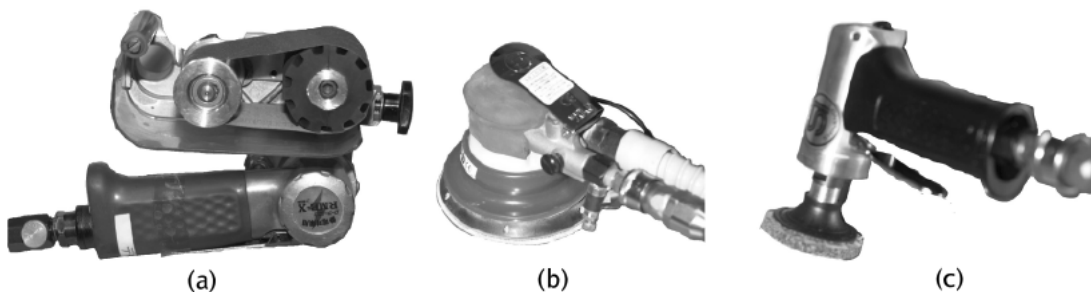
압축공기 구동식 연마기의 정전기 대책에 관한 기술지침

1. 목적

이 기술지침은 연마기의 연마작업 중 발생하는 정전기로 인한 전격과 가연성물질의 발화위험성을 예방하기 위한 연마 공정상의 정전기 대책에 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 기술지침은 외부에서 압축공기(약 0.5 MPa)의 공급을 받아 터빈을 구동하여 회전력을 얻어 작동하는 압축공기 구동식 소형연마기에 대하여 적용한다.



(a) 벨트 연마기 (b) 더블액션 연마기 (c) 싱글액션 연마기

<그림 1> 압축공기 구동식 소형연마기

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

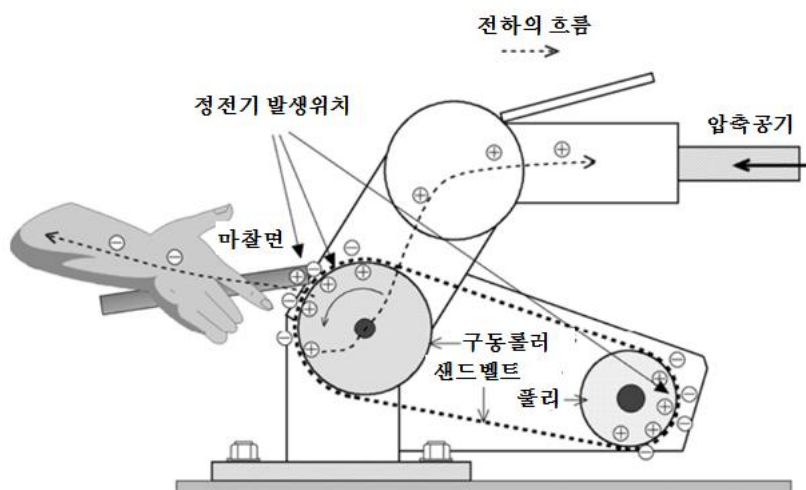
(가) “정전기”라 함은 전계의 영향은 크나 자계의 영향이 상대적으로 미미한 전기를 말한다.

- (나) “폭발성 분위기”라 함은 대기 상태에서 점화 후 혼합물을 통해 연소가 확산되는 가스, 증기, 미스트 또는 먼지 형태의 가연성 물질과 공기가 혼합된 상태를 말한다.
- (다) “인화점(Flash point)” 이라 함은 액체 표면에서 인화성 혼합물을 형성할 정도의 충분한 증기를 발생시키는 최소온도를 말한다.
- (라) “정전기 방전(Electrostatic discharge)”이라 함은 인화성 혼합물을 점화시킬 수 있는 불꽃방전, 코로나방전, 브러시방전 등의 형태로 전하가 방출되는 것을 말한다.
- (마) “본딩(Bonding)”이라 함은 둘 또는 그 이상의 도전성 물질이 같은 전위를 갖도록 도체로 접속하는 것을 말한다.
- (바) “인화성 액체(Flammable liquid)”라 함은 대기압에서 인화점이 60 ℃ 이하이거나 고온·고압의 운전조건으로 인하여 화재·폭발위험이 있는 상태에서 취급되는 액체를 말한다.
- (사) “대전방지(Antistatic)”라 함은 정전기 전하를 안전한 수준까지 방전시킨 상태를 말한다.
- (2) 그 밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

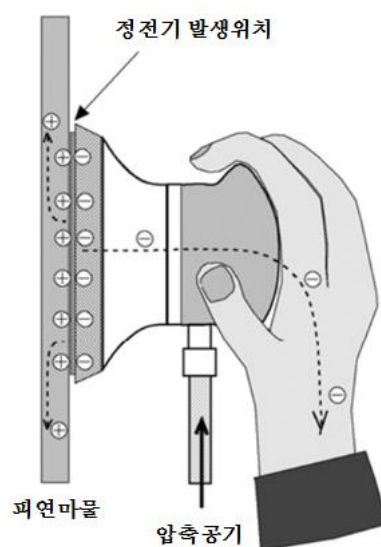
4. 정전기 발생

- (1) 연마기의 주된 정전기 발생 메커니즘은 물체가 접촉과 분리를 반복하는 마찰에 의해 발생된다.
- (가) 샌드벨트를 이용하는 연마기는 구동 롤러 및 풀리와 연마포 종이의 마찰면 및 피연마물과 연마포 종이 연마면에서 발생한다.

(나) 원형 샌드페이퍼를 이용하는 연마기는 연마포 종이와 피연마물의 연마면에서 발생한다.



(a) 작업자와 본체 대전



(b) 작업자와 피연마물 대전

<그림 2> 연마 작업에서의 정전기 발생 및 대전 위치

(2) 연마면에서 발생된 정전기는 연마기를 사용하는 작업자와 피연마물에 대전된다.

(3) 정전기는 마찰에 관계하는 물질(예, 롤러, 연마포 종이, 피연마물 등)의 중

류, 속도, 작업의 실내온도 및 습도 등에 따라 변하므로 유의해야 한다. 특히 부품 및 연마 대상물을 변경하면 예기치 않게 정전기 발생량이 증가할 수 있다.

- (4) 작업자가 전기저항이 큰 합성고무나 우레탄 수지 밑창을 가진 신발을 착용하고 있는 경우, 정전기 전류는 인체에 축적되어 전위가 급격히 상승한다.
- (5) 연마기를 손에 들고 작업할 경우 정전기 전류는 구동 롤러 → 연마기 본체 → 손 → 몸통 → 다리 → 접지라는 경로로 흐른다.
- (6) 연마기는 금속 등의 피연마물(도전성 물체)을 연마할 경우 대부분 정전기가 발생하지 않지만, FRP(섬유 강화 플라스틱) 등의 합성수지를 연마하는 경우에는 정전기 발생량이 증가하므로 주의해야 한다.

5. 연마기의 정전기 장애 및 재해

5.1 전격

- (1) 인체가 대전하여 접지체에 접근하면 불꽃과 같은 정전기 방전이 발생한다.
- (2) 연마작업으로 발생할 수 있는 정전기 방전에 의한 인체에 가해지는 전격은 방전 지속 시간이 매우 단시간이며, 방전 에너지도 작기 때문에 피부에 흔적을 남기거나 장기간에 걸친 생리적 증상을 일으킬 우려가 없다. 그러나 근육이 반사적으로 움직이거나 일시적으로 경직될 수 있기 때문에, 전도나 협착 등의 이차적인 재해를 초래할 우려가 있다.
- (3) 전격은 작업자에게 불안감을 주기 때문에 작업 효율을 저하시키는 요인이 될 수 있다.
- (4) 전격을 억제하기 위해서는 대전 전위를 1 kV 이하로 억제할 필요가 있다.

5.2 가연성물질의 위험성

(1) 가스 및 증기의 발화

(가) 부탄, 프로판 등의 가연성 가스, 가솔린, 톨루엔, 아이소프로필 알코올 등의 휘발성 유기용제의 증기는 공기와 적당한 농도로 혼합하면 폭발성 분위기가 된다.

(나) 인화점이 낮은 경우, 액면 근처는 매우 인화성이 높기 때문에 이러한 상태가 존재하는 곳에서 정전기 방전이 발생하면, 폭발 또는 화재 위험이 있다.

(다) 인화점이 낮은 가연성 혼합물이 연마기 근방에 존재하면 정전기 방전에 의해 발화될 가능성이 있으므로 주의가 필요하다.

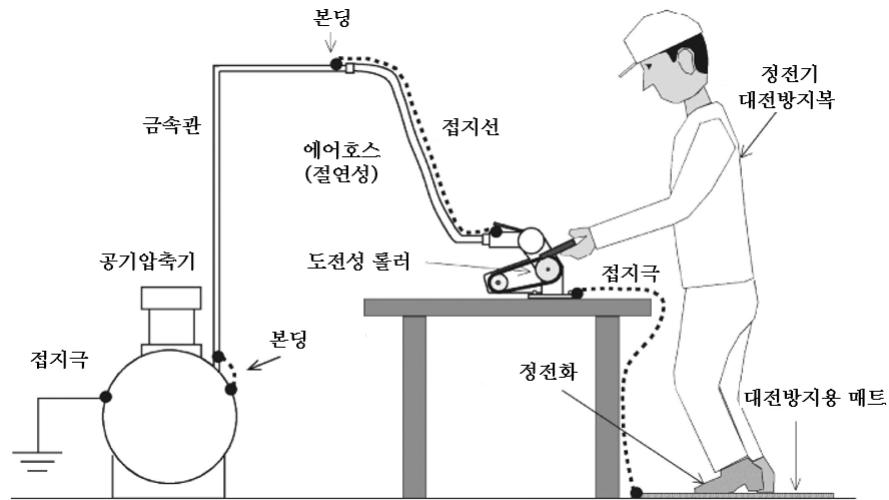
(2) 경합금 분진의 발화

(가) 고체의 가연성 물질이 미세화되어 입자 직경이 100 μm 이하가 되면 공기 중에 떠 있을 경우(부유 분진) 폭발할 수 있다. 또한, 층상으로 쌓인 경우(퇴적 분진)에도 발화하여 확산될 수 있다.

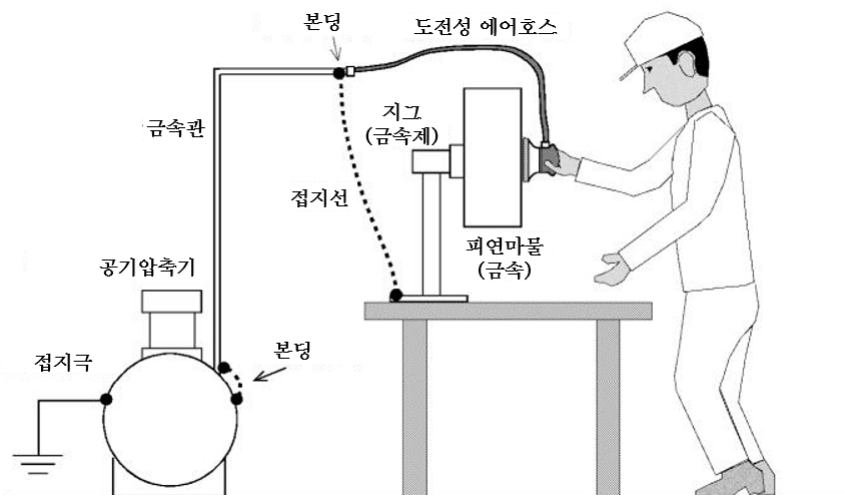
(나) 휴대 전자기기의 케이스, 휠 등에 이용되는 마그날륨(Magnalium : Mg 과 Al의 합금) 등의 경합금은 발화하기 쉽고, 폭발압력 및 발열량이 매우 크기 때문에 세심한 주의가 필요하다.

6. 연마기 및 작업자의 정전기 대책

연마작업에 있어서 정전기 대책은 연마기, 피연마물 및 작업자에 대해 동시에 실시해야만 충분한 효과는 기대할 수 있다. <그림 3>은 표준적인 연마 작업에 있어서 대전방지 방법을 나타낸 것이다.



(a) 고정형 연마기



(b) 휴대형 연마기

<그림 3> 표준 연마작업에서의 대전방지 방법

6.1 연마기의 정전기 대책

(1) 도전성 롤러의 사용(벨트 연마기)

(가) 벨트 연마기에 대해서는 샌드벨트 구동용 롤러를 도전성으로 함으로써, 정전기의 발생량을 큰 폭으로 감소시키는 것이 가능하다. 단, 샌드벨트의 종류에 따라서는 충분한 효과를 얻지 못하는 경우도 있으므로(예를 들면, 나일론제로 도전성 뒷면이 없는 것을 사용했을 경우), 다른 대책

을 병용해야 한다.

- (나) 도전성 롤러에 요구되는 전기적 성능으로는 원주를 따라 동일 폭의 금속박을 휘감은 후, 롤러와 축 사이를 절연저항계로 측정한 저항이 1 MΩ 이하 이어야 한다.

(2) 연마기의 접지

- (가) 대상이 되는 도전성 물체와 접지극 사이를 도선으로 접속하여 물체에 발생한 정전기를 대지에 흘려 소멸시킨다.

- (나) 연마기의 접지는 연마기 본체의 대전을 방지할 뿐만 아니라 휴대형의 경우에는 인체의 대전방지도 동시에 가능하다.

- (다) 대전방지를 목적으로 한 접지극은 접지저항이 1 kΩ 이하가 되도록 설치해야 한다.

- (라) 대전방지 전용의 접지극을 설치하기 어려운 경우에는 다음 사항을 이용한다.

① 접지공사에 적합한 접지설비의 접지극

공기압축기 등 전기기기의 접지극에 대한 접지저항은 3중접지로 하여야 한다.

② 지중에 깊게 매설된 금속 부재

금속제의 수도관, 건물의 철골 등으로 지중에 깊게 매설된 것은 통상 100 Ω 이하의 접지저항을 갖고 있어 접지극으로 이용할 수 있다. 단, 경질 비닐제품 수도관 등 절연성인 것이 있을 수 있으므로 사전에 확인해야 한다.

③ 간이 접지봉

①과 ②를 이용할 수 없는 경우에는 간이 접지봉을 지면에 박아 접지극으로 사용할 수 있다. 설치 장소는 연중 습윤 토양이 있는 곳으로 하며, 설치 후에 접지저항을 측정해 1 kΩ 이하인지 확인해야 한다.

④ 본딩

①~③에 대해 접속된 금속제 기기, 배관 등이 있으면 이것에 접지선을 연결하여 사용할 수 있다.

(3) 연마기를 접지극에 접속하는 방법은 다음과 같다.

(가) 접지선을 이용하는 방법

- ① 접지선은 유연성이 있으면서 쉽게 단선되지 않는 굵기를 가진 도선(예를 들면, 1.25 mm² 이상의 주석도금 동선)으로 한다.
- ② 단선 유무를 쉽게 육안으로 확인할 수 있도록 피복이 없는 것 또는 투명한 피복을 가진 것을 사용한다. 단, 부식, 녹 등의 화학변화 또는 현저한 마찰 등의 물리적 작용으로 손상을 입을 가능성이 있을 경우에는 유연하고 튼튼한 피복을 가진 도선(예를 들면, 캡 타이어 케이블)으로 한다.
- ③ 접지선의 말단은 환형 단자로 처리하고, 이것을 연마기 본체 또는 조인트 금구(연마기 본체와 전기적으로 도통이 있는 경우에 한정한다)에 나사로 고정한다. 또한, 휴대형에 부착하는 경우에는 에어호스를 따라 짐작테이프 등으로 고정해 일체화하고, 작업성의 확보와 접지선의 보호를 실시한다.

(나) 도전성 에어호스를 이용하는 방법

- ① 에어호스에 도전성 가공을 하고, 양단의 조인트 금구 사이의 전기저항이 1 MΩ 이하인 것을 말한다(전기저항은 제조업자가 발행한 성능표에 의해 확인하거나 또는 절연저항계를 이용해 실측한다).
- ② 공기압축기가 접지되어 있으면 도전성 에어호스를 부착함으로써 압축공기의 공급과 접지를 동시에 행할 수 있다.
- ③ (가)의 접지선을 이용했을 경우와 비교해, 단선에 의한 접지불량의 우려가 없으며, 작업성에도 거의 영향을 주지 않기 때문에 휴대형에 대해서는 특별히 권장하는 방법이다.
- ④ 공기압축기의 접지를 확인할 수 없는 경우에는 부속의 접지선을 이용해 접지극에 접속한다.

(4) 연마기의 습식화

고정형의 경우에는 연마기 전체를 하우징에 넣고 샌드벨트에 상시 물을 공급함으로써, 대전방지와 연마분진의 제거를 동시에 실시할 수 있다. 경금속 합금을 연마하는 공정에 권장되는 방법이다.

6.2 작업자의 정전기 대책

작업자의 대전방지는 작업자의 의복·신발 및 작업 바닥에 대책을 실시함으로써 달성된다.

(1) 정전기 대전방지복 및 정전화의 착용

(가) 작업자는 정전기 대전방지복 및 정전화를 착용해야 한다.

(나) 정전화는 작업조건에 적당한 것을 선택하고, 구두끈을 황색으로 하거나 라벨을 붙이는 등 다른 신발과 명료하게 구별이 가도록 조치해야 한다.

(다) 정전화는 신발 창에 도전성을 부여한 것이기 때문에, 플라스틱으로 된 중간 깔개 등 도통을 저해하는 것을 병용해서는 안 된다.

(라) 양말의 착용에 관해서는 특별히 제한은 없지만, 혹한 겨울철에 두꺼운 양말을 착용했을 경우에는 발한으로 인해 섬유에 습기가 있을 때 까지 시간(10 분 정도)을 두는 것이 바람직하다.

(마) 맨발 또는 신발 창이 극단적으로 줄어든 신발의 착용은 저압전선로 혹은 누전기기에 접촉했을 때 감전의 우려가 있으므로 절대로 피해야 한다.

(2) 작업바닥의 도전화(대전방지 작업바닥)

(가) 대전방지 작업바닥은 인체의 정전기를 신속하게 소멸시키기 때문에, 100 MΩ 이하의 누설 저항을 가져야 한다.

(나) 전문가에 의해 시공하며, 적절한 방법으로 성능을 검사해 두는 것이 바람직하다.

(다) 대전방지 성능을 유지하기 위해 정기적으로 보수를 실시할 필요가 있다.

(라) 대전방지 작업 바닥을 대신할 수 있는 경우는 다음과 같다.

① 흙, 목판 또는 콘크리트 바닥

바닥 면에 절연성의 도막, 시트 등이 존재하지 않으면 충분한 대전방지 성능을 가진다. 단, 혹한 겨울철 저습도 시에는 성능이 불충분해질 수 있으므로, 하루에 1~2회 정도는 살수, 물 분무 등에 의해 바닥의 표면에 습기를 주어야 한다.

② 대전방지용 매트 또는 금속판

대전방지용 매트는 카본블랙 등을 배합하여 도전성을 갖게 한 고무제의 매트이다. 절연성 도막(Paint film)이 없는 철, 알루미늄 등의 금속판(예를 들면, 미끄럼방지를 한 무늬 판)도 이용할 수 있다. 사용하기 전에 코킹(Caulking), 나사고정 등의 방법으로 접지선을 부착해 접지극에 연결하거나 본딩을 해야 한다.

(3) 리스트 스트랩의 장착

(가) 의자에 착석하는 등 신발과 바닥의 접촉이 충분하지 않은 경우 또는 일시적으로 절연성 물체에서 연마작업을 할 경우에는 리스트 스트랩(Wrist strap)을 손목에 설치해 이것을 접지 또는 연마기에 본딩함으로써 인체의 대전방지를 실시한다.

(나) 리스트 스트랩은 감전을 방지하기 위해 1 MΩ의 저항이 포함된 것을 선택한다.

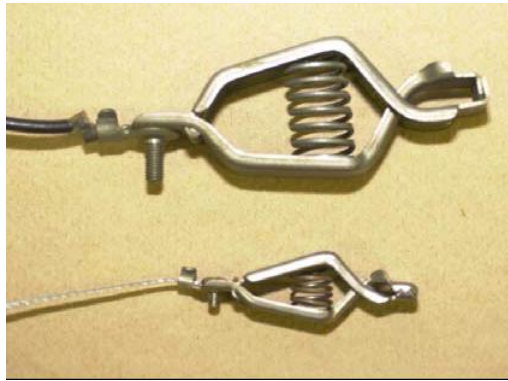


<그림 4> 대전방지용 리스트 스트랩

6.3 피연마물의 정전기 대책

(1) 휴대형 연마기에 나일론 등의 수지계 연마포 종이를 부착하고, 금속부품 등

을 연마할 경우에는 피연마물도 대전할 우려가 있으므로 접지해야 한다. 지그를 접지해 두거나, 피연마물에 클립을 부착해 접지를 할 수 있다.



<그림 5> 피연마물 접지용 클립

- (2) 피연마물이 절연물(플라스틱 등)일 경우에는 접지 효과나 정전기 방전 가능성이 거의 없지만, 많은 먼지가 묻어 있거나 전격을 일으킬 경우에는 즉시 피연마물의 표면을 물로 적신 천이나 분무기로 닦아내어 제전시켜야 한다. 단, 시너, 알코올 등의 인화성 액체를 제전 목적으로 사용해서는 안 된다.

7. 가연성 물질의 관리

연마 작업 장소에 존재할 가능성이 있는 가연성물질은 관리해야 한다.

(1) 인화성 액체/가스

- (가) 가솔린, 시너, 알코올 등 인화성이 높은 액체를 연마작업 중에 사용해서는 안 된다. 만약, 인화성 액체를 사용한다면 사용 후 연마 작업 장소의 근처에 방치해서는 안 된다.

- (나) 스프레이 캔에는 부탄 및 프로판의 혼합물인 액화석유가스(LPG) 또는 디메틸에테르(DME)와 같은 가연성 가스가 대량으로 포함되어 있으므로 연마작업 중에 사용해서는 안 된다.

- (다) 공기보다 비중이 큰 가스 및 증기는 바닥면 부근에 체류하므로 작업 환

경을 잘 통풍되도록 해야 한다.

(2) 경금속 분진

(가) 마그날륨, 알루미늄 등의 경금속 제품을 연마할 경우에는 충분한 흡입능력을 가진 제진장치를 갖추고, 습식 집진기를 이용해야 한다.

(나) 연마기 주변에 분진이 대량으로 퇴적하지 않도록 정기적으로 물기를 짜낸 걸레 혹은 종이 등으로 닦아내야 한다.

(다) 전기 청소기는 경금속 분진을 흡입하면 더스트 박스 내에서 분진 폭발을 일으킬 우려가 있으므로, 절대 사용해서는 안 된다. 더불어, 철, 티타늄 등 다른 금속 분진에 대해서도 경금속과 마찬가지로 주의가 필요하다.