

KOSHA GUIDE

G - 126 - 2018

화약공장 안전에 관한 기술지침

2018. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : (전)한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 최상원

○ 제·개정 경과

- 2018년 10월 산업안전일반분야 제정위원회 심의(제정)

○ 관련 규격 및 자료

- Manufacture and storage of explosives manufacture and storage of explosives regulations 2004, HSC 03/131(Annex)
- Process Safety Management for Explosives and Pyrotechnics Manufacturing, OSHA 3912-03 2017
- 「火薬類製造所における保安指針」平成28年3月改訂版, 日本火薬工業會
- KOSHA GUIDE C-46-2016(발파공사 안전보건작업 지침)
- KOSHA GUIDE E-89-2017(정전기 재해예방에 관한 기술지침)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재·폭발 등 방지)

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다

공표일자 : 2018년 11월 05일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

화약공장 안전에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 폭발성 화약류를 제조·취급(이하 “화약공장”이라 한다.)하는 사업장에서 기계적 마찰이나 전기적인 점화원에 의한 화재·폭발 및 공작 기계나 용접·용단 작업 시의 기타 산업재해 예방에 관하여 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

- (1) 이 지침은 폭발성 화약류를 제조 취급하는 화학공장에 적용한다.
- (2) 이 지침과 상충되는 사항에 대해서는 KOSHA Guide의 각각에 해당되는 지침이 우선된다. 또한 이 지침 하나로 화약공장의 모든 안전에 대하여 보장하지는 않는다. 추가 요구의 예로, 낙뢰, 광, 전자기파 등 각각의 점화원에 대한 위험성 평가를 실시하도록 권고한다.

3. 용어의 정의

- (1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.
 - (가) “화약류”라 함은 가벼운 타격이나 가열로 짧은 시간에 화학변화를 일으켜 급격히 많은 열과 가스를 발생하게 함으로써 순간적으로 큰 힘을 얻을 수 있는 고체 또는 액체의 폭발성 물질로서 화약, 폭약 및 화공품을 말한다.
 - (나) “화약”이라 함은 고체 또는 액체의 폭발성 물질에다 충격 또는 열을 가하면, 순간적으로 전체가 기체로 변하면서 불꽃과 함께 많은 열을 발생한다. 주로 산

화반응에 의해 일어나는데, 그 속도가 급격한 특징을 갖는 이러한 고체 또는 액체의 폭발성 물질을 말한다.

예 : 흑색화약, 무연화약, 과염소산염계추진약, 브롬산염을 주제로 하는 화약 등

(다) “분체상”이라 함은 가루 상태의 화약을 말한다.

(라) “사분(Sieving)”이라 함은 분체상의 화약을 체를 이용하여 입자를 입도별로 분류하는 조작행위를 말한다.

(마) “혼화(Flash mixer compound/scrambling)라 함은 교반으로 혼합과 용화의 과정을 말하며, 이 과정에서 본래의 물질을 식별할 수 없게 된다.

(바) “충전(Stuffing)”이라 함은 혼화된 컴파운드를 압출하여 케이싱이나 몰더(Molder)에 채우는 과정을 말한다.

(사) “결합작업”이란 반제품 상태의 화약을 결합하는 작업을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 화약류 취급 공정 안전

4.1 분체상 화약류의 취급

4.1.1 운반

(1) 화약이 얼지 않도록 부동액화 하여 운반되어야 한다. 화약은 얼었을 때보다 그것을 녹일 때 위험하고 특히, 부분적으로 얼면 얼음 결정이 딱딱하고 날카로워져 위험하게 된다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (2) 용기 끝에 묻은 약이 마르거나 젖은 약분이 바닥에 떨어져 마르면 사고의 원인이 된다.
- (3) 건조 트레이에 약을 채우고 난 후 트레이 주변을 깨끗이 닦아 넣어야 한다.
- (4) 용기를 재사용할 때 위험성이 있으면 폐기하고 다시 사용할 수 있다면 분해 약으로 채워서 완전히 분해 처리한 후 사용하여야 한다.
- (5) 재사용되는 용기는 완전히 깨끗하게 닦고 건조시켜 약분이 있나 세밀히 관찰한 후 사용하여야 한다.
- (6) 운반 용기는 내부에 운반물질과 반응하지 않는 재료로 완충재를 부착하고 반드시 뚜껑을 덮어야 한다.
- (7) 운반은 충격, 마찰, 요동, 탈락, 전기적 스파크 등이 발생치 않는 구조 및 방법으로 실시하여야 한다.
- (8) 1회에 운반할 수 있는 최대량을 정하여 항시 그 이하의 양으로 운반하고 운반자를 지정하여야 한다.
- (9) 약천후 시(특히 천둥, 번개가 근접 발생할 때)는 운반을 하지 않아야 한다.
- (10) 운반 용기 및 운전자에 특별한 표식을 하여야 한다.

4.1.2. 건조시설

- (1) 건조하려는 물질의 감도를 고려하여 건조형태를 결정하여야 한다.
- (2) 모든 조건에서 최저 및 최고 온도 범위가 조절되도록 하여야 한다.
- (3) 화약을 건조시키는 방법으로 미풍 강제통풍식이 가장 양호하다.

- (4) 스팀압력은 104.425 kPa을 초과하지 않아야 하며 보통 34.475 kPa이 좋다.
- (5) 진공 건조를 할 때는 사전 진공 안정도 시험을 하여 안정한 것만 한다.
- (6) 가능한 한 전용시설로 운영하여야 한다(한 건조시설에서 여러 가지 화약의 건조는 하지 않는다).
- (7) 건조실 내로 토사류가 들어오지 않게 하고 특히 쥐의 활동을 철저히 방지하여야 한다.
- (8) 시설 내부는 틈새가 없어야 하고 내부시설이나 부속장치 등이 흔들리지 않아야 한다.
- (9) 시설 내부는 주기적으로 대청소하여 건조물질이 퇴적되지 않도록 하여야 한다.
- (10) 건조시설 내에서는 일체의 다른 작업(사분, 혼화, 소분 등)을 하지 않아야 한다.

4.1.3. 사분

- (1) 사분은 원격조정으로 하고 사분 중 정전기가 발생되지 않도록 적절한 습도가 유지되도록 하여야 한다.
- (2) 대부분 분말은 부어 넣을 때 정전기가 발생하므로 금속성 용기나 라이너(Liner)를 사용하여야 한다.
- (3) 작업대 밑바닥은 도전성 재료를 사용하여 정전기를 예방하여야 한다(접지저항: $10^6 \Omega$ 이하).
- (4) 붓거나 옮길 때 속도를 최소한으로 하여 분진이 날리지 않도록 하여야 한다.
- (5) 진공 분진 포집 장치는 가능한 한 공기속도가 느려야 하고 포집 통은 습한 상태로 유지되어야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (6) 사분 및 사분 틀은 가능한 한 도전성 재료를 사용하여야 한다.
- (7) 사분 공정의 앞 공정에서 반드시 이물질(특히 철물 및 기타 딱딱한 물질)을 제거하여야 한다.
- (8) 1회 작업 후에는 반드시 사분기를 청소하여야 한다.

4.1.4. 혼화

- (1) 혼화기는 가죽이나 반도체로 만든 Jelly Bag을 사용하는 것이 가장 안전하다.
- (2) 그 외에 여러 형태의 혼화기가 있으나 취급 화약의 모든 성능과 혼화기의 성능을 검토하여 사용하여야 한다.
- (3) 혼화기의 기벽과 회전체의 날개와의 간격을 수시 확인하여야 한다.
- (4) 혼화기의 축과 날개는 정기적으로 점검하여야 한다.
- (5) 가능한 한 충분히 젖은 상태로 혼화하여야 한다.
- (6) 원격조정이 바람직하고 주변을 충분히 방호하여야 한다.

4.2 충전작업

- (1) 분말 용기 밑에 있는 것을 퍼낼 때 사고가 자주 나므로 2/3 이상 비워지면 다시 채워야 한다.
- (2) 깔때기나 용기에 주격을 부딪치거나 정전기의 위험을 배제하여야 한다.
- (3) 습도나 온도는 통제되어야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (4) 진동에 의한 장전은 약을 떨어뜨리는 데 유용하지만 혼화 약을 분리시키는 원인이 될 수 있으므로 진폭과 진동수를 잘 조절하여야 한다.
- (5) 충전용 화약이 주변에 흩날리지 않도록 하여야 한다.
- (6) 최대 정체량을 준수하여야 한다.
- (7) 작업장에서 발생하는 흙이나 가스를 적절히 제거하여야 한다.

4.3 압착 작업

- (1) 압착작업은 대단히 위험하므로 전원 및 허용 범위가 확실하여야 한다.
- (2) 압착 핀이 압착 중 돌거나 비뚤어져서는 안 된다.
- (3) 대부분 유닛이 충전 압력 차이 때문에 약고가 약간씩 달라지고, 종종 전혀 압착되지 않은 것이 발생되어 이때 약이 흘러나오면 위험하게 된다.
- (4) 이중 눌러 붙임이 발생하면 위험하므로 눌러 붙임 횟수를 정확히 조절하여야 한다.
- (5) 가동 중에 일체의 수선, 보수 작업을 하면 위험하다.
- (6) 압착력과 압착높이를 정확히 조절할 수 있어야 한다.

4.4 결합작업

- (1) 수동으로 할 때는 폭발 시 작업자가 그대로 노출되므로 취급량을 최소한으로 하여야 한다.
- (2) 결합되는 부위에는 일체 화약이 묻어서는 안 된다.
- (3) 결합작업자는 보안경, 방탄복, 보호구를 완벽하게 착용하여야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

4.5 옆지름

- (1) 화약을 취급하다 옆지르면 매우 위험하므로 청소할 2~3명(감독자 1명, 작업자 1~2명)을 제외하고 모든 사람을 대피시킨다.
- (2) 관계자 이외 출입을 막기 위하여 위해 접근 방지줄을 설치한다.
- (3) 각 관계자는 취급하기에 앞서 천천히 생각하면서 처리하여야 한다.
- (4) 옆지른 화약을 물이나 기름, 용액으로 둔감화시킨다.
- (5) 용액이 완전히 침적되도록 기다린다.
- (6) 완전히 침적되면 쌓인 위에서부터 아래쪽으로 주의 깊게 청소하여야 한다. 또한, 알갱이에 충격이 가해지거나 화공약품이 떨어지지 않도록 주의하여야 한다.
- (7) 화약이 완전히 제거되면 그 지역을 화학적으로 중화시키고 물로 완전히 씻어야 한다.
- (8) 화약이 옆질러졌던 지역의 용기는 취급 시 특별히 주의하여야 한다.

4.6 폐약처리

- (1) 가장 좋은 방법은 가능하다면 폭발하는 것이다.
- (2) 적당량으로 특정 장치로 태워 버린다.
- (3) 화학약품으로 처리 분해하는 것이다.
- (4) 폭발처리 시는 폭발 후 30분, 소각 시는 1시간 이내에 접근하여서는 안 된다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (5) 처리규정을 만들어 반드시 준수하여야 한다.
- (6) 인가된 작업자만이 시행하여야 하며 주변 통제를 철저히 하여야 한다.
- (7) 1회 처리기준량을 초과해서는 안 된다.
- (8) 1회 처리 후 소화 여부를 완전히 확인한 후에 차기 작업을 하여야 한다.
- (9) 미지의 화약류(품명, 표기 불명 등)는 확인 후에 반드시 처리하여야 한다.
- (10) 여러 가지 화약을 혼합하여 처리하는 것은 가능한 한 하지 않아야 한다.
- (11) 낙뢰, 우천, 강풍 등 악천후 시에는 처리하지 않아야 한다.
- (12) 가능한 한 원격 점화하여야 한다(도화선 점화 시 길이 1 m 이상).

5. 전기안전

5.1 전기 일반 안전

- (1) 접지 시스템의 저항은 10 Ω 을 초과해서는 안 된다.
- (2) 상대습도는 60 % 이하를 유지하여야 한다.
- (3) 정전기 접지로써 가스, 스팀 에어라인, 드라이 파이프, 스프링클러 시스템이나 피뢰침 연결선, 피뢰침을 이용해서는 안 된다.
- (4) 도전성 벨트는 600 k Ω 이상의 저항을 초과하지 않아야 한다.
- (5) 반 도전성 바닥과 신발이 사용될 때는 총 저항이 1 M Ω 을 초과하지 말아야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (6) 신발저항 측정기는 그 지역에 들어가는 모든 사람이 적합한 신을 신고 있는지 알 수 있도록 화약류 지역 입구에 설치해야 한다.

5.2 정전기와 접지

5.2.1 일반사항

정전기 발생 그 자체는 위험한 것이 아니고 이것이 축적되어 방전될 때 발생하는 스파크가 인화성 물질, 화약 및 전기식 화약 기폭장치(Electro-Explosive Devices, EED'S) 등의 점화원으로 작용하여 위험을 초래하게 된다. 따라서 정전기의 축적이나 방전을 방지하기 위해서는 위험 물질 취급 용기 및 기계기구의 접지 등으로 이들 위험을 예방할 수 있다.

5.2.2 정전기의 근원

- (1) 정전기는 아래와 같은 비도전성 물질 또는 절연체의 존재로 발생하거나 축적된다.

- (가) 호스(Hose)나 파이프(Pipe)를 흐르는 액체나 기체
- (나) 사분(Sieving) 작업
- (다) 움직이는 비도전성 휠(Wheel) 또는 벨트(Belt)
- (라) 접지(Grounding)가 안 된 차량
- (마) 바닥으로부터 절연된 사람
- (바) 파이프나 공기 중에서 섞이거나 흐르는 물질
- (자) 플라스틱이나 합성섬유로 만들어진 물건이나 의류

5.2.3 정전기에 민감한 물질

- (1) 화약은 정전기에 상당히 민감하며, 인체로부터 발생한 정전기에 의해 점화되기 쉬운 물질은 다음과 같다.

- (가) 흑색화약(Black Powder) 분진
- (나) 디아조디니트로페놀(Diazodinitrophenol)

- (다) 점화제
- (라) 납산(Lead Acids)
- (마) 스티프네이트 납(Lead Styphnate)
- (바) 쏘아진 수은(Mercury Fulminate)
- (사) 파이로테크닉(Pyrotechnic) 물질
- (자) 테트라센(Tetracene)
- (차) 암모늄 피코레이트(Ammonium Picrate)
- (카) HMX, RDX, PETN(건성)의 분진¹⁾
- (타) 인화성 증기 화합물
- (파) 인화성 분진과 혼화된 염소산 칼륨

(2) 가연성 용매나 공기와의 혼합물은 인체에 축적된 정전기에 의해 점화될 수 있는데, 대표적 용매로 에틸에테르(Ethyl Ether), 에틸알콜(Ethyl Alcohol), 에틸아세테이트(Ethyl Acetate), 아세톤(Acetone), 휘발유(Gasoline), 벤젠(Benzene) 등이다.

(3) 전기식 화약 기폭장치(EED'S)는 고무바퀴로 된 금속스탠드나 사람으로부터 발생한 정전기가 공기를 통해 전위차가 다른 물질에 방전될 경우, 이것이 비록 감지할 수 없을 정도로 작다 하더라도 뇌관이나 기폭관 같은 전기식 화약 기폭장치를 점화시킬 수 있는 충분한 에너지를 갖는다.

5.2.4 접지

(1) 접지란 금속 도체를 대지와 전기적으로 접속시켜 서로 같은 전위가 되도록 하여 물체에 발생한 정전기를 대지로 흘려보내거나 완화해 물체에 정전기가 축적되거나 대전되는 것을 방지하기 위한 것이다. 대전물체의 부근이나 그것과 접촉된 물체에 대전물체로부터 정전유도에 의한 정전기의 발생을 방지하기 위해 접지가 필요하며, 대전물체의 전위가 상승하는 것을 억제하고 대전물체로부터 발생하는 정전기 방전을 억제키 위해 접지가 필요한 것이다.

1) HMX : cyclotetramethylene tetramine, hexahydro-1, 3, 5-trinitro-1, 3, 5-triazine

RDX : cyclotrimethylene trinitramine or octahydro-1, 3, 5, 7-tetranitro-1, 3, 5, 7-tetrazocine

PETN : pentaerythritol tetranitrate

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (2) 일반적으로 접지는 접지봉이나 땅속에 묻은 구리관 등에 연결하며 전기적인 도관(가스, 스팀, 유압배관)이나 낙뢰방지용 피뢰침과는 함께 접지하지 않는다.

5.2.5 도전성 바닥(Conductive Floor)

도전성 바닥은 도전성 고무나 플라스틱 또는 전도 조성 물질로 이뤄진 것으로 그 바닥은 다음 사항을 만족하여야 한다.

- (1) 바닥의 표면은 금이 가지 않고 부드러워야 한다.
- (2) 철과 같은 딱딱한 물질로 때려도 불꽃방전이 발생해서는 안 된다.
- (3) 도전성 바닥의 평균 저항치는 90 cm 떨어진 전극 사이의 측정값이 1 MΩ 이하이어야 한다.
- (4) 영구적 접지 연결선과 마루의 한 지점에 있어 전극 사이의 저항치가 110 V 지역은 5 kΩ 이상, 220 V 지역은 10 kΩ 이상이어야 한다.
- (5) 도전성 바닥에서는 정전화를 착용하여야 하고, 화약이나 전기식 화약 기폭장치를 다루는 작업대 바닥은 접지하거나 스파크 발생방지 물질로 되어야 한다.
- (6) 정전기에 예민한 화약이나 용매, 전기식 화약 기폭장치 등의 작업은 도전성 바닥이 설치된 곳에서 작업하여야 한다.

5.2.6 정전화

- (1) 도전성 바닥이 설치된 작업장에서 화약이나 전기식 화약 기폭장치 등 위험물질을 취급하는 작업자는 반드시 정전화나 접지 밴드, 접지 클립 또는 도전성 덧신을 착용하여야 한다.
- (2) 정전화는 부적절하게 착용하게 되면 그 효능이 떨어지고 특히 기름 등에 더러워지면 도전성이 떨어지므로 주의하여야 한다.

- (3) 정전화를 착용할 때는 면양말을 착용하고 깔개나 깔창 등을 끼어 사용해서는 안 된다. 또한, 정전화는 수선이 안 되며 꼭 필요한 경우 같은 형의 제품이어야 한다.
- (4) 전기작업과 관련한 작업자는 정전화나 접지 밴드 등을 착용해서는 안 된다.
- (5) 정전화의 최대 허용 저항은 착용 시(직렬접속)에는 1 MΩ 이하, 미착용 시에는 450 kΩ(개당) 이하이어야 한다.

5.2.7 작업자

화약, 전기식 화약 기폭장치 및 용매 등의 위험물질을 취급하는 작업자는 정전기 발생을 방지할 수 있는 보호대책을 세워야 한다. 이들 위험물질을 취급하는 사람은 도전성 바닥 시설이 되어 있고 정전화, 면 작업복 및 손목접지(Wrist Strap)를 착용하고 기존 접지선과 완전하게 연결한 후 작업에 임해야 한다.

5.2.8 기계장비

화약이나 위험물질 작업과 관련한 다음 장비나 설비는 저항치가 10 Ω 이하가 되도록 접지시켜야 한다.

- (가) 화약 혼화기(Mixer)
- (나) 화약 입자체(Sieve)
- (다) 컨베이어(Conveyer)
- (라) 프레스(Press)
- (마) 호퍼(Hopper)
- (바) 화약 충전이나 공정에 관련되는 모든 장비
- (사) 그 외 위험물질 취급 장비

5.2.9 접지시설의 점검 및 측정

접지시설은 정기적으로 점검하여야 하며, 도전성 바닥이나 정전화 등도 그 효능을 알아

보기 위해 정기적으로 측정하여 규정된 저항값을 지켜야 한다.

(1) 도전성 바닥저항 측정은 도전성 바닥 최초 시공 시 검사를 하여야 하고 이후 연 1회 이상 측정하여야 한다. 측정 시 유의사항과 방법은 다음과 같다.

(가) 바닥은 깨끗하고 마른 상태이어야 하며 인화성 기체 혼합물이나 화약분진 등이 없어야 한다.

(나) 측정에 사용하는 전극은 무게가 5 lb, 바닥과 접하는 지름이 63.5 mm, 표면은 0.0127~0.0254 mm 두께의 알루미늄 박판(Foil)으로 싸야 한다.

(다) 저항은 저항계(Ohm Meter)로 측정한다.

(라) 전극은 전극 사이, 전극과 접지와의 저항치를 다섯 지점 이상 측정하여 평균치를 계산하여 1 MΩ 이하이어야 한다.

(2) 정전화는 분기에 1회 이상 저항치를 측정해야 하며 화약이나 기폭관 및 전폭관 등 극히 위험한 물질을 취급하는 작업자는 작업 개시 전 반드시 정전화의 저항치를 측정하여야 한다. 측정방법은 설치된 측정기에 신발을 신고 올라서서 손을 측정기의 손 접촉부분에 접촉하고 측정기에 나타난 저항값을 읽으면 된다. 허용되는 저항값은 25 kΩ에서 1 MΩ의 범위이어야 한다.

(3) 손목접지 저항측정으로 1주일에 1회 측정하고 저항값은 25 kΩ에서 1 MΩ의 범위이어야 한다.

5.3 낙뢰 보호 대책

5.3.1. 피뢰침 및 가공지선 설치방법

(1) 피보호건물로부터 독립하여 설치 시에는 피뢰침 또는 가공지선의 각 부분이 그 건물로부터 2.5 m 떨어지도록 설치한다.

(2) 뇌격 전압에 손상되지 않도록 견고하게 지지하여야 한다.

(3) 피뢰침 또는 가공지선 지지용 지선은 그 지지점을 피뢰도선과 완전히 접속시킨다.

5.3.2 인하 도선 설치방법

(1) 단면적 30 mm² 이상 동선 또는 동등 이상의 도체를 사용한다.

(2) 피보호건물의 상단으로부터 2조 이상으로 서로 분리하여 설치하여야 한다, 단, 피 보호물로부터 독립하여 설치 또는 피뢰도선 단면적이 41 mm² 이상의 동선 사용 시에는 1조로 하여도 무방하다.

(3) 가능한 직선으로 설치하여야 한다.

(가) 부득이 환곡 시에는 곡률반경은 20 cm 이상으로 한다.

(나) 건물 외측에 연접하여 설치한다. 단, 가공지선 또는 피뢰침이 피보호 건물로부터 독립설치 시는 연접시키지 않아도 된다.

(4) 전등선, 전화선, 가스관, 인화성 가스, 화약류의 분진이 나올 수 있는 장소에서는 1 m 이상 거리를 둔다. 단, 다음의 경우 1 m 이내로 접근할 수 있다.

(가) 가스관에서 철근 콘크리트조의 피접지된 금속관 또는 금속망 등 정전기적 차폐물이 있을 때

(나) 인화성 가스 또는 화약류 분진이 나올 우려가 있는 장소에 있어서 적당한 인화방지 조치를 하였을 때

(5) 돌침 지지물로 철관을 사용 시에는 인하 도선을 그 관내로 통과시키지 않아야 한다.

(6) 인하 도선으로부터 1 m 이내 거리에 있는 금속성 물질은 단면적 14 mm² 이상 동선으로 본딩(Bonding)한다. 단, 피뢰도선과 금속성 물질 사이에 전기적 차폐물이 있을

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

때는 접지를 생략할 수 있다.

5.3.3 돌침 및 가공지선의 가공선 설치방법

- (1) 돌침은 지름 12 mm 이상, 가공선은 단면적 30 mm² 이상의 동선 또는 동등 이상의 도체를 사용한다.
- (2) 돌침은 가능한 수직으로, 가공선은 가능한 수평으로 설치한다.
- (3) 피보호건물의 상단으로부터 돌침 상단의 높이가 3 m 이상 노출되도록 한다.
- (4) 보호각은 다음과 같다.
 - (가) 돌침의 보호각은 45°를 넘지 않도록 한다. 단, 2기 이상 독립 피뢰침을 설치할 때는 내측(평면적으로 보아서 피뢰침을 연결한 중심선에 대해 양측 30°)의 보호각을 60° 이하로 할 수 있다.
 - (나) 가공지선을 설치할 경우 그 보호각은 45° 이하로 한다. 단, 2줄 이상 가공지선 설치 시에는 그 내측 보호각을 60°로 할 수 있다.

5.3.4 피뢰침, 가공지선의 접지전극 매설 방법

- (1) 피뢰도선마다 1개 이상 접지전극 설치한다.
- (2) 접지전극 매설 시에는 인근 가스관으로부터 1 m 이상 떨어지게 한다.
- (3) 동판 또는 도전성 금속체를 사용한다.
- (4) 접지저항이 10 Ω 이하로 한다. 단, 인하 도선이 2조 이상일 때에는 각 조마다 20 Ω 이하로 한다

6. 용접·용단 작업 시의 안전

- (1) 용접이나 용단 작업 시 가스나 전기아크 불꽃은 중대한 발화 잠재요인이나 이것은 적절한 제어수단으로 통제할 수 있다. 작업감독이 충분하게 이루어질 수 없는 도급업자들에 의한 장시간의 특별수선, 작업 중의 교대 시, 작업자들의 간이장비 사용으로 인한 발화도 있으며 발화원으로는 작업 시에 발생하는 불티, 전기적 아크 또는 산소-연료가스의 화염, 뜨거운 금속 조각 등이 포함된다.
- (2) 작업 시에 발생하는 용융금속의 점적은 수평방향으로 11 m 정도까지 흩어지며 틈새, 배관구멍 또는 마루나 벽의 작은 개구부 등을 통하여 흩날리고 인화성 물질에 점화를 일으키며 상당한 시간이 경과 후 불꽃이 발생하며 화재를 일으킨다. 점화조건은 인화성 고체, 액체 또는 분진과의 접촉, 인화성 가스 또는 증기와 공기의 혼합에 의한 폭발성 분위기로의 조성이나 존재, 작업장소가 산소가 많이 있는 장소이거나 산소가 많이 있다는 인식을 하지 못하는 작업자들에 의하여 발생한다.

6.1 예방대책

가스용접이나 용단 작업이 일정 장소에서 계속해서 진행되는 경우에는 화재의 예방대책도 비교적 쉬우나 작업장소가 일정치 않은 건물 내부, 탱크 내부, 주위에 가연물이 많은 장소, 건설작업장 등은 표준 방화대책의 수립이 곤란하므로 다음의 사항을 준수하여야 한다.

- (1) 용접이나 용단작업에 대상물의 이동이 가능하면 안전한 장소로 이동을 하여 작업을 한다.
- (2) 이동할 수 없는 경우 부근의 가연물은 불티의 흩날림 거리 이상으로 이격시킨다.
- (3) 가연물의 제거나 격리가 곤란한 경우 금속재의 판이나 석면, 커튼 등으로 틈이 없도록 덮는다.
- (4) 닥트나 컨베이어 등에 의한 불티의 원거리 이동을 방지한다.

- (5) 가연성 마루가 설치된 부분은 작업 시 바닥을 축축하게 하거나 젖은 모래 등을 덮는다.
- (6) 배관 등의 보온재로 사용되는 인화성 단열재는 가능한 한 제거한 후 작업한다.
- (7) 용단기가 너무 크거나 산소의 압력이 너무 높으면 불티의 흩날린 거리와 양이 증대되므로 용단 대상물에 적당한 기구나 산소 압력을 사용한다.
- (8) 화재에 대비하여 방화수, 방화사, 소화기 및 소화전 등을 작업장 부근에 준비한다.
- (9) 작업 개시 전에 화기사용 규정에 따른 허가증 등의 발급으로 안전을 유지한다.
- (10) 산소 및 연료가스 용기는 넘어지지 않도록 항상 안전하게 고정한다.
- (11) 산소 호스는 녹색, 연료가스는 적색의 호스, 불활성 가스 또는 공기 호스는 검정색의 호스를 사용한다.
- (12) 호스는 짓밟혀지거나 흩날리는 불티, 뜨거운 물체에 노출되지 않는 장소에 설치한다.
- (13) 누설되는 호스는 누설 부위를 절단하고 겹쳐지게 이어서 수선을 하여야 하며 테이프 등은 사용치 않는다.
- (14) 산소 용기는 연소물질로부터 떨어져 저장하고 아세틸렌 또는 기타 연료가스 용기와 혼합저장을 하면 안 되며 내화력이 있는 구조의 건물 내에 저장한다.
- (15) 저장소는 환기가 잘 돼야 하며 온도가 너무 높아지면 용기에 부착된 안전장치에 의하여 전량이 방출되므로 용기는 차광설비가 되어 있는 장소에 보관한다.
- (16) 위험성이 있는 장소에서의 부득이한 작업은 제일 안전한 장소를 선택한다.
- (17) 작업현장은 작업 개시 전에 감독자에 의하여 사전조사가 이루어져야 하며 적절한 경고를 하여야 한다.

(18) 발급된 허가증은 그 작업의 허가뿐이 아니라 용접·용단 작업이 종료될 때까지 생명을 위태롭게 하거나 재산의 손실로부터 안전하게 보호될 수 있다는 것이 보장되어야 한다.

(19) 작업종료 시에도 30분 정도 작업장을 감시하여 위험이 없는 것을 확인한 후 작업장소에 위험표지를 부착한다.

6.2 비산불티의 특성

(1) 용접, 용단 작업 시의 화재위험은 작업 중에 발생하는 불티에 의하여 발화 가능성이 매우 크며 특히 인화성 물질에 흩날림, 전파되는 불티는 상당한 시간이 지난 후에야 발화의 사실을 인지하게 되므로 대형화재로의 위험성이 매우 높다. 특히 용단 작업 시에 흩날리는 불티는 3,000 ℃ 이상의 고온체이며 원거리까지 흩날리므로 작업 시 세심한 주의가 요구된다. 산소의 압력, 용단 속도, 용단기의 종류 및 방향, 풍속 등에 따라 불티의 양과 크기가 달라지며 발화원으로 될 수 있는 불티의 크기는 지름이 0.3~3 mm 정도이다. 용단작업에서의 불티 흩날림 거리는 다음 <표 1>을 고려한다.

<표 1> 용단작업에서의 불티 비산거리

높이 (m)	판 두께 (mm)	작업 방향	비산 거리 (m)				풍속 m/sec
			바람을 향할 때		바람을 등질 때		
			1차 불티	2차 불티	1차 불티	2차 불티	
8	4.5	측방	4.5	6.5	7.0	9.0	1-2
		하방	3.5	6.0	-	-	
11	4.5	측방	5.5	7.0	6.0	9.5	1-2
		하방	3.5	6.0	-	-	
15	4.5	측방	4.5	6.0	8.0	11.0	2-3
	9		6.0	12.0	8.5	12.0	
	16		5.5	7.0	9.0	12.0	
	25		6.0	8.0	9.0	12.0	
	4.5	하방	3.0	6.0	-	-	
	9		4.0	7.0	-	-	
	16		5.0	8.0	-	-	
	25		6.0	9.0	-	-	

20	4.5	측방	4.0	6.0	8.0	12.0	4-5
	9		4.5	6.0	9.0	15.0	
	16		4.5	6.0	10.0	15.0	
	4.5	하방	6.5	14.0	-	-	
	9		7.0	10.0	-	-	
	15		8.0	10.0	-	-	

- (3) 또한 작업 시 발생하는 불티 등의 최고 온도는 얇은 철판의 용단작업과 같이 철의 산화에 필요한 산소가 완전히 사용치 않고 틈에서 그대로 방출되므로 좁은 장소에서는 주변의 산소 농도가 높아져 가연물이 쉽게 발화가 될 우려가 크다. 용단작업 시의 최고 온도는 <표 2>를 고려한다.

<표 2> 용단작업 시의 최고 온도

종류	최고 온도 (℃)	종류	최고 온도 (℃)
산소-아세틸렌 불꽃	3,200	테르밋	2,300
철 아크	6,000	원자수소	4,000
탄소 아크	5,300	용해금속	2,000

6.3 탱크(용기) 내부에서의 작업 지침

- (1) 탱크(용기)에서의 용접, 용단작업 시 사고발생은 빈번하지는 않지만 일단 사고가 발생하면 매우 격렬하다. 작업 개시 전에 인화성 증기, 액체, 고체를 탱크(용기) 내에서 제거 또는 이동시키는 것은 화재 및 폭발을 방지하는 필수적인 방법이며 점화는 화염 또는 아크에 의하여 개시된다. 탱크(용기) 내에 존재하는 인화성 액체, 증기 및 가스를 제거하는 데에는 세밀하고 상당한 시간이 지나는 절차를 거쳐야 한다.
- (2) 인화성 물질을 탱크(용기) 내에서 배출시키거나 씻어내어 잔존물을 완전히 제거하여야 하며 탱크(용기)는 아세톤, 알콜 또는 산(금속과의 반응 때문에 수소의 환원으로 위험성을 갖는)의 수용성 물질과 물로 가득 채워 충분하게 씻어내야 한다.
- (3) 가솔린이나 기름 같은 인화성 액체가 있는 탱크(용기)는 3 나트륨 인산(Trisodium

Phosphate)나 유사 알칼리의 뜨거운 수용액으로 완전히 씻어내야 하며 인화성 증기가 완전히 제거될 때까지 충분한 시간 동안 스팀으로 가열한다. 열처리 작업하기 전에 탱크(용기)에 공기를 완전히 채우고 인화성 가스 지시약으로 탱크(용기) 내부를 검사한다. 추가적인 안전조치로 용기에 물을 채우거나 불활성 가스를 봉입하고 작업을 한다.

6.4 안전 보호장구

- (1) 용접·용단작업 시 작업자에게 흩날리는 뜨거운 금속 조각, 불티나 아크로부터 방출되는 방사선으로부터 또는 발생하는 고열로부터 보호받을 수 있도록 작업 개시 전에 안전 보호장구를 착용하여야 한다. 불연성의 의류-앞치마, 코트, 장갑, 각반 등은 신체의 보호를 위하여 필요하며 두꺼운 황마류와 같은 직물도 불티로부터 견딜 수 있는 보호장구로 쓰인다.
- (2) 겉옷은 그리스나 기름이 묻어 있으면 안 되며 불티나 뜨거운 금속분이 흩날려 들어갈 수 있는 호주머니, 소매부리 등이 적당한 것이어야 한다. 작업 시에 흩날리는 뜨거운 금속분이나 금속류, 섬광, 발생열로부터 눈을 보호하는 것은 매우 중요한 일이므로 적절하게 설계되고 선택된 색깔의 렌즈가 들어 있는 보호안경을 준비하여야 하며 렌즈의 색깔 심도는 용접이나 용단 장비의 성상이나 작업종류에 따라 달라진다.
- (3) 작업복의 발화원인 및 대책으로 <표 3>을 고려하여야 한다.

<표 3> 작업복의 발화원인 및 대책

발화원인	(1) 산소 저장 탱크 내의 산소를 공기로 치환하지 않은 경우 (2) 좁은 구획이나 방치된 토치에서의 산소누설 (3) 좁은 구획이나 장치 내에서 용접·용단 작업 중 연기나 유독가스가 발생하여 통풍이나 환기를 위하여 산소를 사용하는 경우 (4) 용단기에서 용단용 산소가 미반응 상태로 공기 중에 방출되는 경우 (5) 산소 호스가 빠져 산소의 분출이 신체에 닿아 발화하는 경우 (6) 누설 산소는 없으나 좁은 구획이나 장치 내에서 작업복이 발화한 경우
------	---

방지대책	(1) 가스검지기 등으로 산소농도를 측정하여 산소농도를 25 % 이하로 유지 (2) 누설되지 않는 토치의 선택 및 장시간의 작업중단 시 토치를 통풍이 양호한 장소에 비치 (3) 작업자에게 산소의 위험성을 교육 (4) 얇은 철판의 용단작업 시 많이 발생 되는데 충분한 환기가 필요 (5) 호스를 깊게 꽂고 철사 등으로 안전하게 동여맵 (6) 난연가공을 한 작업복을 착용함
------	---

- (4) 특히 보호안경의 선택 시 불티에 의한 발화현상을 볼 수 있는 것을 선택하여야 한다.
 <표 3>은 좁은 장소에서의 산소누출 시에 산소농도의 증가로 점화원에 의하여 작업자의 작업복에서 급격히 발화가 일어나는 현상의 원인과 그 방지법에 대한 것으로 산소 중의 섬유류는 점화 온도가 낮아지고 불티 온도는 올라가서 매우 위험하다.

6.5 관리감독자의 임무

- (1) 용접 및 용단 장비류의 사전안전도 검사, 취급방법 및 작업순서를 지시하고 책임을 갖는다.
- (2) 인화성 물질, 위험지역의 선정 및 상황, 작업장의 위치 및 주변 조건 등의 사전검사 및 결정을 한다.
- (3) 점화원으로부터 인화성 물질을 보호할 수 있도록 다음과 같이 조치한다.
 - (가) 위험상태의 인화성 물질은 안전한 장소로 옮긴다.
 - (나) 안전장소로의 이전이 불가능하면 작업장소로부터 안전한 거리까지 이동시키거나 점화원으로부터 적절한 차폐조치를 취한다.
 - (다) 계획에 없던 용접, 용단작업이 필요한 경우에는 노출된 인화성 물질에 발화되지 않도록 감시를 한다.
- (4) 작업자들에게 작업장소가 안전하다는 것을 주지시켜야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

- (5) 작업장소에 소방시설의 비치 여부 확인 및 적절한 소화대책을 수립한다.
- (6) 판단하여 순찰의 필요성이 있으면 순찰자를 지정한다.
- (7) 순찰의 필요성이 없으면 작업종료 후 30분 정도 최종 안전점검을 한다.
- (8) 작업 전에 책임이 있는 관리자로부터 작업 승인을 받으며 가능하면 작업허가서를 발급한다.
- (9) 발급된 작업허가서는 작업의 허가 및 작업의 종료 시까지 작업자의 생명 및 재산의 손실로부터 안전이 보장되어야 한다.

7. 일반 안전

7.1 일반 안전기준

실험 및 시험 활동과 관련된 위험요소를 최소로 줄이기 위하여 일반적으로 고려해야 하는 안전기준을 만족하여야 한다.

- (1) 소방시설은 화재 발생 시 누구나 즉시 사용할 수 있도록 다음 장비의 위치나 사용법을 설명하여 비치하여야 한다(예; 화재경보기, 소화전, 소화기 등).
- (2) 복도 및 출구는 위험작업 중인 실험동의 복도가 차단되거나 비상출구가 잠겨 있어서는 안 되며, 항상 대피에 쉬운 상태이어야 한다.
- (3) 개인 보호장구는 위험업무 수행을 위해서는 작업에 필요한 안전장구(작업복, 안전모, 보안경, 귀마개, 안전화 등)를 착용하여야 하며, 규정된 복장 외에 넥타이, 슬리퍼 등을 착용해서는 안 된다.
- (4) 위험 물질 취급 시에는 최대의 주의가 필요하며 특히 거친 조작은 절대 금한다.

- (5) 장비 점검에서 장비를 조작하는 작업자는 작업 전후에 장비의 안전장치를 철저히 점검하고 확인하여야 한다.
- (6) 공구는 바닥, 마루, 난간, 층계 또는 기계장비의 움직이는 부분이나 혼화기 내에 놓아두어서는 안 된다. 사용하지 않을 때는 규정된 장소에 보관하여야 한다.
- (7) 위험작업 지역 내에 안전에 위배되는 요소들이 있어서는 안 된다. 작업자는 불안정한 요소를 알게 되면 즉각 작업책임자에게 보고하고 시정 조치하여야 한다.
- (8) 화약이나 위험물질을 보관하거나 취급하는 화약고나 연구 실험동에는 최대 허용 작업인원 및 보관하거나 취급할 수 있는 위험물질 제한량을 명시하여 잘 보이는 곳에 게시하여야 한다.
- (9) 화약이나 위험물질이 있는 지역 내는 금지된 물품(스파크를 일으키는 공구, 인화 물질, 인화성 물질 등)을 반입해서는 안 된다.
- (10) 경고등(Warning Lamp)이나 방송 등으로 위험작업을 알리는 경고가 있는 지역은 관계자 외 출입을 금한다.
- (11) 위험 작업장이나 위험 가능성이 있는 지역은 허용된 인원만이 출입할 수 있다. 외부인은 부서장의 허가를 받은 후 출입하여야 한다.
- (12) 화약작업이나 시험 등 위험작업은 단독으로 하여서는 안 되며 부득이한 경우 도움을 청할 수 있는 범위 내에 다른 사람이 있어야 한다.
- (13) 위험물질이 있는 곳이나 위험작업 및 시험 시에 흡연은 금하며 특히 화약혼화 작업 중에는 휴대도 금지한다.
- (14) 안전한 작업조건을 유지하기 위하여 작업지역은 항상 깨끗하고 잘 정돈되어 있어야 한다. 따라서 정기적인 청소계획을 세우고 보수유지에 힘써야 한다.
- (15) 모든 작업자는 특별 작업절차서에 따르지 않거나 규정된 안전장구의 착용을 소홀히

하는 등 안전규칙을 위반하는 행동을 하여서는 안 된다.

- (16) 작업장 내에서의 위험물 적재 차량은 허용된 곳으로의 출입만 허용되고 차량은 폭 발물표지를 부착하여야 하며, 주행속도는 30 km/h 이내이어야 한다.

7.2 개인 보호장구

- (1) 개인 보호장구는 업무 수행 시 발생하는 각종 위험으로부터 인명을 보호하는 데 필요한 것이다. 위험 요소는 체계적이고 면밀한 작업방법 및 절차에 의해 최소화할 수는 있지만, 완전히 제거할 수 없으므로 위험작업을 수행하면서 개인 보호장구 착용은 필수적이다.

- (2) 각종 위험작업에 따라 <표 4>와 같은 개인 보호장구를 선택하여 사용해야 한다.

<표 4> 개인 보호장구

위험 조건	보호 장구
낙하물질 충격위험	머리 : 안전모 발 : 안전화
흩날림 물질에 의한 위험	머리 : 안전모 눈 : 보안경 또는 안경(측면 가리개 부착) 손 : 가죽장갑 몸(상체) : 가죽으로 된 앞치마
분진에 의한 위험	눈 : 보안경 또는 안경(측면 가리개 부착) 얼굴 : 안면 가리개 목(호흡) : 방진 마스크
스파크 등의 위험	머리 : 안전모 눈 : 보안경 얼굴 : 안면 가리개 손 : 가죽장갑 몸(상체) : 가죽으로 된 앞치마

증기, 가스, 연무 및 연기 등의 위험	눈 : 보안경 얼굴 : 안면 가리개 목(호흡) : 방독마스크 손 : 가죽장갑 몸(상체) : 고무물질로 된 앞치마 발 : 정전화(Conductive Shoes)
뜨거운 물질에 의한 위험	머리 : 안전모 손 : 가죽장갑 몸(상체) : 가죽으로 된 앞치마
전기충격의 위험	머리 : 안전모 손 : 고무장갑 발 : 안전화
화약물질 취급 위험	머리 : 천으로 된 모자 손 : 장갑 발 : 정전화
기계류의 작동과 관련한 위험	머리 : 안전모 몸(상체) : 고무물질로 된 앞치마 발 : 안전화

7.3 위험물 취급

(1) 사고 대부분은 위험물 취급 시 일어난다. 화약이나 위험물질은 주의해서 취급하지 않으면 충격이나 마찰로 인해 화재나 폭발이 발생하여 피해를 낼 수 있다. 따라서 위험물을 안전하게 취급하기 위해서는 세심한 계획을 수립하고 적절한 장비를 선택하여야 하며 작업자에 대해 수시교육을 하여야 한다. 위험물 취급 시 명시된 개인 보호장구는 반드시 착용하여야 한다.

(2) 위험물중 일차 고폭약의 취급 시 유의사항은 다음과 같다.

(가) 일차 고폭약 취급자는 특별히 교육을 받았거나 기술적 경험이 있어야 한다.

(나) 고폭약을 흘리지 않도록 조심하고 작업후에 흘린 고폭약은 반드시 회수해야 한다.

(다) 반드시 개인 보호장구를 착용하고 보호시설 안에서 작업을 해야 한다.

- (라) 최소의 양으로 작업을 하고 사용 후에 남은 고폭약은 당일 화약고에 입고시켜야 한다.
- (마) 일차 고폭약을 계량하거나 포장 시에는 반드시 도전성 용기를 사용해야 한다.
- (3) 이차 고폭약은 일차 고폭약보다 충격이나 마찰에 둔감하지만, 일차 고폭약과 유사한 주의사항으로 취급해야 한다.
- (4) 화약이나 위험물질은 화재나 폭발 등을 유발할 수 있는 충격이나 마찰을 피하도록 주의하여 취급하여야 한다.
- (5) 화약이나 탄약은 연마성 또는 스파크를 발생하는 물질과의 접촉을 피하도록 주의하여야 한다.
- (6) 화약이나 탄약은 혹독한 날씨와 직사광선에 불필요한 노출이 되지 않도록 해야 한다.
- (7) 점화제의 유무와 관계없이 소이탄용 원료와 백린이 들어 있는 탄은 화약과 같이 보관하거나 취급해서는 안 된다.
- (8) 벌크(Bulk) 화약이나 탄약이 든 용기는 용기 내의 이음새가 부서지지 않도록 조심히 다루어야 한다. 만약 부서진 용기가 발견되면 즉시 교체해야 한다.
- (9) 화약이나 탄약 등의 위험물질이 들어 있는 용기는 내용 표지가 지워지거나 떨어지지 않도록 조심히 다루어야 한다.
- (10) 화약이 들어 있는 용기는 특별히 조심히 다루어야 한다. 특히 흑색화약이나 분말로 된 화약취급 시 내용물이 빠져나가거나 흘러면 중대한 사고를 유발할 수 있다.
- (11) 화약이 들어 있는 용기 등을 떨어뜨리거나 굴러서는 안 된다. 탄체도 굴러서는 안 되며 적절한 장비로 취급하여야 한다.

(12) 위험물 수송이나 적재를 위한 장비 사용 시 허용용량을 초과하여서는 안 된다.

(13) 완성탄 취급 시 탄체와 신관 및 기폭관은 분리 취급해야 한다. 단, 신관분리 작업이 위험하거나 제품에 손상을 끼칠 우려가 있다고 판단될 때는 예외로 한다.

7.4 화약관리

7.4.1 일반사항

탄약이나 화약 등의 저장장소로 사용되는 화약고(탄약고)의 효율적 운영과 관리에 필요한 최소 규정을 설명하여 안전대책과 아울러 사고를 예방하여야 한다.

7.4.2 게시

화약고(탄약고)의 정수량 및 안전기준 사항 등은 누구나 잘 알 수 있도록 게시하여야 한다(예; 위치 카드에 양, 급(Class), 형(Type), 혼재(Compatibility) 등).

7.4.3 위험지역 표시

화약(탄약)저장 시설임을 나타내고 그 내용물의 위험 정도에 맞는 기호 표지판을 각 시설물의 가장 잘 보이는 곳에 부착하고, 화약고(탄약고) 주변이나 내부에서 지켜야 할 안전수칙을 게시하여야 한다.

7.4.4 화약 운영관리

(1) 관리책임

(가) 관리부서장은 화약고(탄약고) 관리 전반에 걸친 운영 및 사고 예방 활동을 계획하고 그 시행을 감독해야 하며 관리책임자 정·부를 임명하여 화약고를 관리하도록 한다.

(나) 관리책임자는 위험 요소에 대한 사고 예방 활동을 하고 혼합저장 규정을 준수하

며 초소근무자의 화약고 경계업무를 철저히 하도록 한다.

(다) 초소근무자는 화약고 출입 대장을 비치하여 출입자의 인적사항을 기록하고 화염 발생기구(성냥,ライター 등) 소지 여부를 확인하여 초소보관함에 보관하도록 한다.

(라) 초소근무자는 아래 사항에 대해 즉시 관리책임자에게 보고하고 필요한 조치를 한다.

- 1) 화약고 지역에서 발생하는 비정상적인 사태
- 2) 인접 지역에서 화재가 발생한 때
- 3) 허가되지 않은 인원이 출입을 요구할 때
- 4) 자연재난에 의해 위험이 초래한 때

(2) 인원 및 화약(탄약)량 제한

(가) 화약고(탄약고) 출입은 관리책임자가 지명한 담당자의 인솔 하에만 가능하며, 담당자 부재 시에는 부서장 확인을 얻은 자의 인솔하에 출입해야 한다. 지역을 출입하는 모든 차량은 초소에서 일단 정지하여 인화물질소지 및 적재 여부의 확인을 받은 후 통행할 수 있다.

(나) 혼합 저장된 화약의 저장량관리는 최고 위험 급수에 의해 산출해야 한다.

(3) 운영관리 세부사항

(가) 열쇠관리

- 1) 관리책임자 정·부는 열쇠를 각 1조씩 보관 및 관리한다.
- 2) 관리책임자가 부재 시 임시 관리책임자를 선정하여 인계한다.
- 3) 열쇠의 인수인계 시에는 관리대장에 기록하고 서명해야 한다.

(나) 저장 및 불출

- 1) 저장 및 불출 신청서를 작성하여 관리책임자의 결재를 얻은 후에 처리한다.

- 2) 타 부서의 위탁저장 및 불출은 해당 부서장 간에 인가된 품목만 저장 또는 불출할 수 있으며 인도 인수증을 작성하여 관리책임자에게 제출한 후 저장 또는 내주어야 한다.
- 3) 근무 시간 외 저장 및 불출은 다음 사항을 꼭 지켜야 한다.
 - ① 사전에 관리부서장의 허가를 받은 때에만 관리책임자를 대기 또는 출근시켜 저장 및 불출한다.
 - ② 저장될 물량이 소량이거나 안전하다고 판단될 때 관리부서장의 허가를 받아 차량에 적재된 상태로 화약고 철조망 내에 임시 보관할 수 있다. 이때 초소 근무자에게 경계를 철저히 하도록 주지시키고, 이튿날 관리책임자에게 저장 의뢰하여야 한다.
- 4) 비상 시 저장 및 불출은 관리부서장의 인가를 받아 관리책임자를 비상 대기시켜 저장 또는 내주어야 한다.

(4) 화재 및 폭발 예방

- (가) 화약고(탄약고) 지역은 금연 지역으로 정하며, 이들 시설로부터 방화지대를 설정하여 화염 전파를 막아야 한다. 방화지대에는 나무, 풀 등의 가연성 물질을 제거하여야 한다.
- (나) 화약고(탄약고) 지역에서 발생한 화재가 확산되기 전에 발견한 자는 초소근무자에게 연락함과 동시에 휴대용 소화기, 방화수, 방화사 등 방화 기구로 초기에 진화작업을 실시하여야 한다. 이때 초소근무자는 관리책임자에게 연락하여야 한다.
- (다) 화재가 초기에 진화되지 않고 확산되어 폭발위험이 있을 때는 지체없이 대피하고, 관리책임자에게 보고함과 동시에 대피경보를 하여 주위의 인원이 대피하도록 한다.
- (라) 화재 시 관리책임자는 소방절차 및 진화요령에 따라 조치해야 한다.

(5) 저장기준

- (가) 두 종류 이상의 화약 및 탄약류는 혼합저장 기준에 의하여 혼합저장 또는 단독

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

저장해야 한다.

(나) 최대 저장량 이하로 저장하고, 저장 불가품목은 절대 저장하여서는 안 된다.

(다) 품목별, 롯트별로 저장하여야 하고 저장 물은 전체와 밑으로 자유롭게 공기가 유통될 수 있게 정렬되어야 한다.

(라) 신관, 안전장전장치, 화공품, 화약류 등은 포장규격에 맞도록 포장하여 저장한다.

(마) 화약고 내에 인화성 및 인화성 물질을 보관해서는 안 된다.

(바) 비활성 탄약은 다른 공간을 이용할 수 있는 한 활성 탄약과 같이 저장하여서는 안 된다. 단, 불가피한 때에만 활성 탄약과 식별이 가능하도록 비활성임을 명확히 표시하고 분리하여 저장하여야 한다.

(6) 화약고(탄약고) 일반 안전 사항

(가) 화약 및 탄약을 저장하기 위한 목적 외 사용을 금한다.

(나) 화약고 출입 시에는 규정된 복장과 안전 보호장구를 착용하여야 한다.

(다) 화약고 내에서 용기를 개봉하여서는 안 된다.

(라) 화약 및 탄약류는 항상 조심스럽게 취급하여야 하며, 용기를 넘어뜨리거나, 끌거나, 던지거나, 굴러서는 안 된다.

(마) 기폭약 및 점화제는 반드시 규정된 운반 용기에 넣어 운반하여야 한다.

(바) 화약고(탄약고)로부터 30 m 이내 지역에서는 용기의 정비, 교환 포장 및 개봉작업을 해서는 안 된다.

(사) 화약고(탄약고) 내에서는 조명을 금하며 부득이한 경우(야간에 하역작업 등)에 손

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

전등을 사용할 수 있다.

(아) 화약고(탄약고) 지역에서는 절대 금연이며 화염 발생기구(성냥,ライター 등)를 소지하고 출입하여서는 안 된다.

(자) 화약고(탄약고)는 항상 청결해야 하고 정리정돈을 철저히 하여야 한다.

(차) 일차 고 폭약류는 충격, 마찰, 정전기 등에 민감하므로 항상 주의하여야 한다.

(카) 화약고(탄약고) 내에 사람이 있을 때는 문을 열어 놓아야 한다.

(7) 화약고(탄약고)의 화약 관리책임자는 안전점검표에 따라 월 1회 이상 화약을 안전점검을 하여야 한다.

7.5 시설 및 장비 점검

7.5.1 일반사항

위험작업을 수행하는 작업자에게 안전한 환경을 제공하고 작업능률을 높이기 위해서는 설비나 장비의 안전한 운영이 필수적이다. 이것은 작업자의 철저한 점검과 정기적으로 시설이나 장비의 점검으로 이루어질 수 있다.

7.5.2 점검자

(1) 작업자

매일 점검사항으로 자기 책임으로 있는 모든 장비에 대해 작동 전후에 꼭 이상 여부를 점검해야 한다. 만일 장비가 고장이거나, 비정상적인 이상 작동을 나타내거나 이 물질이 발견되면 즉각 작업을 중단하고 필요한 조치를 마련해야 한다.

(2) 작업책임자

모든 작업책임자는 장비 및 작업지역의 조건을 항상 알고 있어야 한다. 이를 위해 일일, 주간, 월간, 분기간, 연간 점검계획을 세우고, 주요 위험장비에 대해 장비의 가동

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

절차를 마련해 두어야 한다. 일정한 주기로 공정 및 시험장비에 대해 다음 사항을 꼭 점검해야 한다.

- (가) 설계의 적합성(Proper Design)
- (나) 정상기능(Proper Function)
- (다) 규정된 간격(Specific Clearance)

7.5.3 점검대상 장비

(1) 정기적인 점검계획에 의거 다음 장비의 점검일지(장비 관리기록부)를 만들고 점검내용을 기록하여야 한다.

- (가) 온도 조절장치
- (나) 화재 예방기구
- (다) 혼화기
- (라) 계량장치
- (마) 프레스
- (바) 밀링머신(Milling), 선반(Lathe), 볼반(Drilling)
- (사) 전기식 화약 기폭장치의 감도 및 성능시험 장비
- (아) 화약 감도 측정기
- (자) 스핀 측정기(Spin Tester)
- (차) 화약차
- (카) 건조설비
- (타) 화학 반응장치
- (파) 충전장치
- (하) 압력용기, 배기장치
- (거) 공정간 이송 및 저장설비
- (너) 공기 압축기
- (더) 기타 위험작업 관련 장비

(2) 위 장비에 대한 점검기록을 관리 유지해야 하며, 점검 중 결함이 발견되면 즉각 보수토록 한다. 또한, 고장 난 장비로 인해 사고를 유발할 가능성이 있다고 판단되면 "

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

사용 불가”라는 표지를 그 장비에 부착해 두어야 한다.

7.5.4 점검기준

- (1) 작업 전 지역은 안전, 보수유지 및 청결 등에 중점을 두어야 한다.
- (2) 화약고(탄약고)의 안전점검은 안전점검표에 따라 월 1회 이상 안전점검을 한다.
- (3) 작업 건물은 다음 사항을 중점 점검한다.
 - (가) 청결유지를 위한 청소상태 및 정리정돈, 금지 물품 보관 여부, 폐기물 보관 용기, 과적 물품 보관 여부
 - (나) 개인 보호 장구를 위한 작업복, 마스크(방진), 안전모, 보안경, 귀마개, 귀 덮개, 장갑, 정전화, 안전화 등
 - (다) 특별한 안전장치를 위한 잠금상태, 울타리, 원격조정, 경고등 및 차단기, 배관의 빗갈 구분 등 상태
 - (라) 정전기 안전시설을 위한 접지 상태, 도전성 바닥
 - (마) 기계장비를 위한 가림막, 전원장치, 주유 상태, 접지, 작동절차, 안전잠금장치 및 리미트 스위치
 - (바) 공구류를 위한 스파크가 발생하지 않는 고무망치나 황동으로 된 망치, 렌치, 드라이버, 게이지(구리, 스테인리스강), 사다리(알루미늄)
 - (사) 용매와 그 보관 용기에서 있어, 보관량, 보관상태(뚜껑 부착), 안전장치, 접지, 내용물 표시
 - (아) 조명 및 환기를 위한, 적절한 조명상태, 방폭등, 화약분진이나 증기 환기시설, 후드 작동상태

KOSHA GUIDE
G - 126 - 2018

(자) 안전작업절차를 위한 특별작업절차서 비치, 위험물 제한량 및 작업 인원 게시, 정전기 위험표시

(차) 소화시설인 소화기, 소화전, 스프링클러 등의 상태, 그 외 화재 예방 설비

7.6 작업자 준수규정

7.6.1 작업책임자

- (1) 작업자들의 개인 보호장구(작업복, 보안경, 장갑, 마스크, 정전화, 귀마개 등)착용 여부를 확인한다. 만약 미착용 시는 착용토록 지시한다.
- (2) 작업자들이 안전하고 효율적으로 맡은 업무를 수행할 수 있도록 감독하고 독려하여야 한다.
- (3) 각 작업자에게 업무를 할당하고 긴급 상황에서의 대응 요령을 교육한다.
- (4) 작업 전 화재나 폭발 위험성을 점검하고 장비의 작동상태를 점검토록 각 작업자에게 주의를 환기시킨다.
- (5) 책임자가 작업장을 떠날 때는 그다음 선임자를 책임자로 선정한다.
- (6) 작업자들이 자신들의 안전과 건강을 해치는 작업조건이 발생하면 이를 즉각 보고하도록 지시한다.
- (7) 모든 위험작업에 대해 특별작업절차서를 작성하고 해당 작업실에 비치하여야 한다.

7.6.2 작업자

- (1) 모든 작업은 표준작업 절차에 따라 철저히 수행한다.

- (2) 화약 작업을 수행하는 사람은 그 작업에 관련된 표준작업절차 및 안전수칙을 숙지하고 그 절차에 따라야 한다.
- (3) 만약 어떤 이유로 인하여 표준작업절차에 따라 정확히 수행할 수 없으면 작업을 중단하고 책임자에게 알린다. 그리고 문제가 해결될 때까지 다시 작업해서는 안 된다.
- (4) 어떤 기능이 고장이든지 불규칙한 소음이 발생하면 즉각 작업을 중단하고 책임자에게 알린다.
- (5) 위험작업은 서두르거나 안전수칙을 무시하거나, 안전 장구를 빠뜨리거나, 위험이 초래될 방법으로 수행해서는 안 된다.
- (6) 긴급 연락을 위해 작업책임자의 현 위치를 알고 있어야 한다.
- (7) 모든 상해, 재산손실 및 사고와 유사한 것은 즉각 책임자에게 보고하고 적절한 보완 조치를 취해야 하며, 재발을 방지하도록 노력하여야 한다.
- (8) 모든 작업자는 각 위험작업에 규정한 개인 보호장구를 착용해야 한다.
- (9) 목걸이, 팔찌, 반지 등은 화약이나 가동되는 기계 주위에서 착용해서는 안 된다.
- (10) 작동하는 기계 주변에서 작업 시는 소매가 늘어진 옷이나 넥타이 등을 착용해서는 안 된다.
- (11) 옷이나 머리 기타 몸의 어느 부분의 먼지를 터는데 압축공기를 절대 사용해서는 안 된다.
- (12) 청결유지가 화약 작업에 가장 중요 하므로 폐기물은 즉각 해당 용기로 옮기고 이 용기는 다른 쓰레기를 보관하는 데 사용해서는 안 된다.
- (13) 화약을 떨어뜨리거나, 두드리거나 함부로 다루어서는 안 된다.

- (14) 출구나 통로는 항상 깨끗하게 해 두어야 하며, 모든 문은 작업 시작 전에 열어 두어야 한다.
- (15) 화약 작업에는 항상 스파크가 발생하지 않는 공구만 사용하여야 한다.
- (16) 공구나 장비는 사용 전 철저히 검사해야 하며 만약 결함이 발견되면 즉각 사용을 중단하고 책임자에게 보고하여야 한다.
- (17) 공구나 치구 등을 사용하지 않을 때 해당 보관함에 보관토록 한다.
- (18) 성냥, 라이터 또는 스파크를 유발하는 물품을 화약 작업실에 반입하여서는 안 된다.
- (19) 규정된 장소를 제외하고는 화약 작업장에서 흡연은 금한다.
- (20) 인화성 용매나 화약이 들어 있는 용기는 접지를 하여야 한다.
- (21) 추진제, 화약 또는 위험물질을 운반하는 차량의 적재함에 탑승해서는 안 된다