KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

물반응성 물질 및 인화성고체의 취급·저장에 관한 기술지원규정
C-C-3-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 유 철 진
○ 개정자 : 한국안전문화진흥원 장 희

○ 제정경과
- 1998년 10월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1998년 11월 총괄기준제정위원회 심의
- 2000년 6월 화학안전분야 기준제정위원회 심의 (제1차 개정)
- 2000년 7월 총괄기준제정위원회 심의 (제1차 개정)
- 2011년 12월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 2013년 06월 총괄 제정위원회 심의(제2차 개정, 법규개정 조항 반영)
- 2024년 11월 화학안전분야 전문위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영 등)
- 2025년1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영 등)

○ 관련규격 및 자료
- NFPA 480 “Standard for the storage, handling, processing and use of magnesium solid and powder”, 1998
- NFPA 484 “Standard for Combustible Metals”, 2022
- NFPA 485 “Standard for the storage, handling, processing and use of lithium metal”, 1999
- NFPA 654 “Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids”, 2006 Edition

○ 관련 법규・규칙・고시 등
- 산업안전보건기준에관한규칙 제225조(위험물질의 제조 등 작업시의 조치)
- 산업안전보건기준에관한규칙 제226조(물과의 접촉 금지)
- 위험물안전관리법

○ 기술지원규정의 적용 및 문의
- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 물반응성 물질의 화재·폭발 특성 ····· 1

5. 물반응성 물질의 저장·취급 시 안전대책 ····· 9

6. 물반응성 물질의 화재·폭발 시 소화방법 ····· 13

7. 인화성 고체의 화재·폭발 특성 ····· 17

8. 인화성 고체의 저장·취급 시 안전대책 ····· 23

9. 인화성 고체의 화재·폭발 시 소화방법 ····· 23

물반응성 물질 및 인화성고체의 취급・저장에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제226조(물과의 접촉 금지)의 규정에 의하여 물반응성 물질·인화성고체로 인한 화재・폭발의 재해를 방지하기 위하여 물반응성 물질·인화성고체의 취급・저장에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 규정은 안전보건규칙 [별표1]의 제2호 물반응성 물질 및 인화성 고체에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “물반응성 물질”이라 함은 물과 상호작용을 하여 자연발화하거나 인화성가스를 발생시키는 고체・액체 또는 혼합물을 말한다.

(나) “인화성 고체(Flammable solids)”라 함은 가연 용이성 고체(분말, 과립상, 페이스트 형태의 물질로 성냥불씨와 같은 점화원을 잠깐 접촉하여도 쉽게 점화되거나 화염이 빠르게 확산되는 물질) 또는 마찰에 의해 화재를 일으키거나, 화재를 돕는 고체를 말한다.

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 물반응성 물질의 화재・폭발 특성

4.1 금속 리튬(Li)

(1) 리튬은 연한 은백색의 금속으로 고체원소 중에서 가장 가볍고 고체금속중 비열(0.97 cal/g℃)이 가장 크다.

(2) 리튬은 물과 치환 반응하여 수소를 발생한다. 그러나 물과의 반응은 다른 알칼리금속에 비하여 상온에서 아주 천천히 진행된다.

$$2Li + 2H_2O \rightarrow 2LiOH + H_2$$

(3) 괴상의 고체리튬은 순 산소와 접촉되어도 상온에서는 자연발화 하지 않는다. 그러나 200 ℃ 이상의 온도에서 리튬은 산소 중에서 독특한 선홍색으로 빛을 내는 산화리튬을 생성한다.

(4) 리튬은 다른 알칼리금속과 달리 질소와 직접 화합하여 적색의 질화리튬(Li_3N)을 생성하며, 이 질화리튬은 물과 반응하여 암모니아(NH_3)를 발생시킨다. 따라서 리튬금속 화재에서는 질소를 이용한 질식 소화방법을 사용해서는 안 된다.

$$6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$$
$$Li_3N + 3H_2O \rightarrow 3LiOH + NH_3$$

4.2 금속 나트륨(Na)

(1) 나트륨은 은백색의 광택이 있고 유기합성 과정에서의 환원제 및 반응성이 강한 나트륨 화합물을 합성할 때 사용되는 금속으로서, 일반적으로 나트륨아말감 또는 칼륨과의 합금(Na-K)형태로 사용된다.

(2) 나트륨의 자연발화온도는 115 ℃이나 분말의 경우 공기중 장시간 방치하면 상온에서도 자연발화를 일으킨다.

(3) 나트륨은 공기중에서 표면이 산화물 및 수산화물로 피복되게 되는데 수산화물은 흡수성이 있어 대기 중의 수분을 흡수하게 되고 그 수분이 금속과 반응하여 화재를 일으킨다.

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

(4) 나트륨은 공기 중에서 연소하여 독특한 황색불꽃을 내며 산화나트륨(Na_2O)으로 되고, 순수한 산소 중에서는 과산화나트륨(Na_2O_2)이 생성된다.

(5) 나트륨은 고체덩어리 상태로 있어도 용융되며 발생된 수소는 연소된다.

(6) 사염화탄소 및 할로겐 화합물과 접촉하면 폭발적으로 반응하고 이산화탄소와도 반응한다.

$$4Na + CCl_4 \rightarrow C + 4NaCl$$
$$4Na + CO_2 \rightarrow 2Na_2O + C$$

4.3 금속 칼륨 (K)

(1) 칼륨은 은색의 광택이 있는 금속으로 나트륨보다 반응성이 크다.

(2) 상온에서 공기와 접촉하면 즉시 자색의 불꽃을 내면서 타며, 주로 산화칼륨(K_2O)을 생성하고 동시에 과산화칼륨(K_2O_2)이 생성된다.

(3) 칼륨은 나트륨과 달리 초과산화물(KO_2)의 생성도 가능하며, 초과산화칼륨은 물과 반응 시 산소와 과산화수소로 가수분해 된다. 또한 초과산화물은 등유나 그밖에 유기물과 접촉 시 폭발이 일어나므로 아주 위험하다.

$$2KO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2KOH + O_2$$

(4) 금속칼륨은 물과 격렬하게 반응하며, 금속의 비산에 의해 폭발이 동반된다. 따라서 밀폐된 용기 등에 빗물 등이 혼입하여 수소를 발생하는 경우 밀폐공간이 순간적으로 폭발한다.

$$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$$

(5) 사염화탄소, 할로겐 화합물과 접촉하면 폭발적으로 반응하고 이산화탄소 와도 반응한다.

(6) 습기하에서 일산화탄소와 접촉하면 폭발한다.

(7) 연소중인 칼륨에 모래를 뿌리면 모래중의 규소와 결합하여 격렬히 반응하므로 위험하다.

4.4 금속 마그네슘(Mg)

(1) 마그네슘은 금속상태에서 아주 반응하기 쉬운 물질이나 마그네슘 산화물의 피막이 금속표면에 생성되어 있는 경우에는 반응성이 감소된다.

(2) 마그네슘이 공기 중에서 타는 경우 산화마그네슘이 생성되는데, 이중 약 75 wt%는 산소와 결합되어 있고 약 25 wt%는 질소와 결합해서 질화마그네슘을 생성한다.

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$
$$3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$$

(3) 마그네슘의 연소는 강한 열과 백색의 빛나는 불꽃을 수반하는데 그 불꽃은 자외선을 포함하고 있기 때문에 눈의 망막에 장해를 줄 수 있다.

(4) 마그네슘은 실온에서는 물과 서서히 반응하나, 물의 온도가 높아지면 격렬하게 진행되어 수소를 발생시킨다.

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$$

(5) 연소중에 있는 마그네슘에 물을 소화제로 사용할 때 물을 가하는 속도가 느리면 대량의 수소가 발생되어 폭발의 위험이 커지며, 급속히 물을 가하면 그 물이 금속을 냉각시켜 연소가 정지되는 온도 이하로 되어 끝난다.

(6) 마그네슘은 이산화탄소와 반응하여 산화마그네슘을 생성한다.

$$2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$$

(7) 하론류의 소화제를 사용할 경우 산화마그네슘이 소화제와 화학적 결합을 일으키므로 마그네슘의 소화에는 효과가 없다.

$$2MgO + CCl_4 \rightarrow 2MgCl_2 + C$$

4.5 금속 칼슘(Ca)

(1) 칼슘은 은백색의 금속으로 환원제, 수소화칼슘(CaH_2)의 제조, 제련(탈산소, 탈 탄소, 탈황제), 가스의 정제, 철 합금의 탈황, 금속 중 불순물 제거 등에 사용된다.

(2) 칼슘은 물과 반응하여 상온에서는 서서히, 고온에서는 격렬하게 수소를 발생하며 마그네슘에 비해 물과의 반응성이 빠르다.

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

(3) 칼슘은 실온의 공기에서 표면이 산화되며, 고온에서 등색불꽃을 내면서 연소하여 산화칼슘(CaO)이 된다.

(4) 대량으로 쌓인 칼슘 분말은 습한 공기 중에 잠시만 방치하거나 금속산화물이 수분과 접촉하면 자연발화의 위험이 있다.

(5) 산과 격렬히 반응하며 에탄올과 반응하여 수소를 발생시킨다.

(6) 염소와 반응시 발화위험이 있고 사염화탄소와 접촉하면 폭발적으로 반응한다.

4.6 금속 알루미늄 분말(Al)

(1) 순수한 알루미늄은 화학적으로 반응하기 쉬운 금속중의 하나이나 알루미늄의 표면에 존재하는 산화알루미늄이 금속을 화학물질의 침식으로부터 보호하고 있다.

(2) 알루미늄 산화물에 의한 피복 때문에 알루미늄은 아주 위험성이 없는 원소처럼 보이지만, 전선에 알루미늄을 사용한 경우 산화물이 전류의 흐름을 방해하며 가열되어 화재의 원인이 된다.

(3) 순 알루미늄 분말은 점화원이 존재하는 경우에 폭발을 일으킨다.

(4) 알루미늄이 공기중에서 연소할 때는 산화물과 질화물의 혼합물이 생긴다.

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$
$$2Al + N_2 \rightarrow 2AlN$$

(5) 높은 온도에서 타고 있는 알루미늄도 또한 물, 이산화탄소 및 사염화탄소류와 반응한다.

$$2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2$$
$$4Al + 3CO_2 \rightarrow 2Al_2O_3 + 3C$$
$$2Al_2O_3 + 3CCl_4 \rightarrow 4AlCl_3 + 3CO_2$$

4.7 금속 수소화물

금속 수소화물의 대표적인 예는 다음과 같다.

4.7.1 수소화 리튬(LiH)

(1) 무취, 무색 또는 회색의 유리모양의 불안정한 가연성 고체로 빛에 노출되면 빠르게 흑색으로 변한다.

(2) 물과는 상온에서 격렬하게 반응하여 수산화리튬과 다량의 수소를 발생한다. 이때 반응열에 의해 수소화리튬을 태운다.

$$LiH + H_2O \rightarrow LiOH + H_2$$

(3) 공기 또는 습기, 물과의 접촉으로 자연발화의 위험이 있다.

(4) 대체로 불안정하며 특히 열에 불안정하여 400 ℃에서 리튬과 수소로 분해된다.

$$2LiH \rightarrow 2Li + H_2$$

(5) 부드러운 분말과 공기와의 화합물은 연소 폭발할 수 있다. 연소시 자극성의 유독성 가스를 발생한다.

4.7.2 수소화 나트륨(NaH)

(1) 회백색의 결정 또는 분말이며 불안정한 가연성 물질이다.

(2) 물과 상온에서 격렬하게 반응하여 수소를 발생하고 습도가 높을 때는 공기중의 수분과 반응한다. 이때 발생한 반응열에 의해 자연 발화한다.

$$NaH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$$

(3) 가연성 물질로서 공기중에서 안정하지만 습기찬 공기 중에 노출되면 자연 발화한다.

(4) 425 ℃ 이상 가열하면 수소를 분해한다.

(5) 부드러운 분말로 만들면 인화성이 증가한다.

4.7.3 수소화 칼슘(CaH_2)

(1) 백색 또는 회색의 결정 또는 분말로서 환원성이 강하다.

(2) 물과 상온에서 격렬히 반응하여 수산화칼슘과 수소를 발생하며 발열한다.

$$CaH_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2$$

(3) 약 600 ℃로 가열하면 칼슘과 수소로 분해된다.

4.7.4 수소화 알루미늄 리튬($LiAlH_4$)

(1) 흰색의 결정성 분말이며 가연성이다.

(2) 물과 접촉시 수소를 발생하고 발화한다.

$$LiAlH_4 + 4H_2O \rightarrow LiOH + Al(OH)_3 + 4H_2$$

(3) 125 ℃에서 분해하기 시작하여 리튬, 알루미늄 및 수소로 분해된다.

4.8 유기금속 화합물

유기금속 화합물 중 대표적인 물반응성 물질은 다음과 같다.

4.8.1 부틸리튬(C_4H_9Li)

(1) 무색의 가연성 액체로 자극성이 있다.

(2) 산소와 빠른 속도로 반응하며 공기중 노출되면 어떤 온도에서도 자연발화 한다.

(3) 물 또는 수증기와 격렬히 반응한다.

(4) 증기는 공기보다 무겁고 점화원에 의해 역화의 위험이 있다.

(5) 이산화탄소와는 격렬하게 반응하여 위험성이 높아진다.

4.8.2 트리에틸 알루미늄 : $(C_2H_5)_3Al$

(1) 무색 투명한 액체로 외관은 등유와 비슷하며 가연성이다.

(2) 자연발화성이 강하므로, 공기중에 노출되어 공기와 접촉하면 백연을 발생하며 연소한다

$$2(C_2H_5)_3Al + 21O_2 \rightarrow 12CO_2 + Al_2O_3 + 15H_2O$$

(3) 물과 접촉하면 폭발적으로 반응하여 에탄을 생성하고 이때 발열, 폭발에 이른다.

$$(C_2H_5)_3Al + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3C_2H_6$$

(4) 200 ℃ 이상으로 가열하면 폭발적으로 분해하여 가연성가스를 발생한다.

$$(C_2H_5)_3Al \rightarrow (C_2H_5)_2AlH + C_2H_4$$
$$(C_2H_5)_2AlH \rightarrow \frac{3}{2}H_2 + 2C_2H_4$$

(5) 사염화탄소, 이산화탄소와도 반응하여 발열하므로 소화제로는 적당하지 않다.

4.8.3 트리이소부틸 알루미늄 : $(iso\text{-}C_4H_9)_3Al$

(1) 무색의 투명한 가연성 액체로 공기중에 노출되면 자연발화 한다.

(2) 물과 격렬하게 반응한다.

(3) 저장용기를 가열하면 용기가 심하게 파열한다.

4.8.4 트리메틸 알루미늄 : $(CH_3)_3Al$

(1) 무색의 액체로 공기중에 노출되면 자연발화 한다.

(2) 물과 접촉시 심하게 반응하고 폭발한다.

(3) 증기는 150 ℃ 이상에서 분해한다.

4.9 금속의 인화물, 탄화물

4.9.1 인화 알루미늄(AlP)

(1) 암회색 또는 황색의 결정 또는 분말이며 가연성으로 살충제, 훈증제 등에 사용된다.

(2) 공기중 안정하지만 습기찬 공기, 물, 수증기와 접촉시 가연성 및 맹독성의 포스핀 가스를 발생한다.

$$AlP + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + PH_3$$

(3) 강산, 알칼리용액, 카르바민산 암모늄(NH_2COONH_4), 탄산암모늄과 격렬하게 반응하여 포스핀 가스로 분해된다.

4.9.2 탄화 칼슘(CaC_2)

(1) 물과 심하게 반응하여 수산화칼슘(소석회) 및 아세틸렌을 생성한다.

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

(2) 탄화칼슘은 통상 여러가지의 불순물을 함유하고 있는데 물과 반응시 아세틸렌 외에 유독한 기체를 부수적으로 발생시킨다. (AsH_3, PH_3, H_2S, NH_3 등)

(3) Na_2O_2, S, C_6H_5Cl, H_2SO_4, HCl, CCl_4 와 혼합시 가열, 충격 또는 마찰에 의하여 심하게 발열하거나 발화위험이 있다.

4.9.3 탄화 알루미늄(Al_4C_3)

(1) 순수한 것은 백색이나 불순물 때문에 황색의 결정을 이루며 가연성 물질이다.

(2) 140 ℃ 이상에서 분해된다.

(3) 상온에서 물과 반응하여 가연성, 폭발성의 메탄가스를 발생하고 발열한다.

$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

(4) $NaClO_4$, H_2O_2, Na_2O_2, HNO_3, $NaBrO_3$ 등과 반응시 심하게 발열한다.

5. 물반응성 물질의 저장・취급시 안전대책

5.1 일반사항

(1) 물반응성 물질은 보통 실온에서 저장하되 물반응성 물질이 들어있는 드럼이나 용기는 건조하고 내화시설이 되어있는 저장실이나 건물에 저장하여야 한다.

(2) 건물은 빗물이 스며들지 않고 지하수가 침투하지 않는 저장지역이 되도록 건축하여야 한다.

(3) 저장지역에는 물이나 수증기 배관이 지나가서는 안되며, 스프링클러 소화설비를 사용해서도 아니된다.

(4) 저장실에는 내용물이 들어있는 용기 뿐만아니라 빈 용기도 저장하고, 모든 용기는 미끄럼방지 장치가 설치되어 있어야 한다.

(5) 종류가 다른 위험물, 수용액, 함습물, 흡습성 물질, 수용성 위험물 또는 결정수를 가진 염류 등과의 저장을 피하여야 한다.

(6) 사고로 물반응성 물질이 습기와 접촉되어 발생된 수소를 환기할 수 있도록 하기 위하여 저장실의 상부에 환기시설을 설치하여야 한다.

(7) 많은 양의 물반응성 물질을 옥외 지상탱크에 저장할 경우, 탱크의 맨홀부분은 기상변화에 대비한 설비가 설치되어 있어야 하며, 탱크내부의 빈 공간(금속이 채워지고 남은 공간)은 질소기체로 채워져야 하고, 탱크외벽은 방수성의 불연성 재료로 피복하여야 한다.

(8) 물반응성 물질은 저장실로부터 사용하고자 하는 장소로 소량을 옮길 때에는 완전히 밀봉된 용기를 사용한다. 이때 사용에 필요한 최소한의 양만큼만 저장실로부터 꺼내야 한다.

(9) 물반응성 물질은 습기에 대한 친화력이 매우 크므로 밀봉할 때 대기중의 습기와 반응할 수 있다. 이로 인해 용기 내에 수소기체가 있을 수 있기 때문에 용기를 해머 등을 이용하여 밀봉된 뚜껑을 여는 것을 금지하여야 한다.

(10) 물, 질소, 이산화탄소, 사염화탄소, 탄산칼슘, 포말 또는 분말 소화제를 사용하여서는 안된다.

(11) 피부에 닿으면 화상 및 염증을 일으키며 눈에 들어가면 점막을 심하게 해치고 화상 또는 실명의 위험성이 있으므로 취급시에는 반드시 장갑, 보안경 등 개인보호장구를 착용하여야 한다.

(12) 금속 분말을 취급·가공하는 경우에는 분진폭발 재해방지를 위하여 폭발압력 방산구를 설치한다.

(13) 모든 공정장치와 건물내의 금속 등은 정전기 재해를 방지하기 위하여 본딩되고 접지되어야 한다.

(14) 저장지역과 저장용기에는 부주의로 인하여 물과 접촉되거나 잘못취급 혹은 화재시 적절한 소화제의 사용을 위하여 표지를 부착하여야 한다.

5.2 리튬의 저장·취급

(1) 리튬은 석유, 등유 등 반응성이 없는 물질과 함께 철제 드럼 속에 넣어 실온에서 저장한다. 다만, 공정상 필요시에는 아르곤이나 헬륨과 같은 건조한 불활성기체로 채워진 드럼에 보관할 수 있다.

(2) 저장시 광물유가 보호매개체로 사용되었을 때 리튬 인곳(Ingot)은 광물유속에 완전히 잠기게 한다. 다만 경제적인 측면에서 리튬 금속을 단지 보호 필름만으로 저장할 수 있다.

(3) 다량의 리튬을 취급·사용중에 약간의 적재물(Scrap)이 쌓이는 경우에는 안전하게 폐기될 때까지 광물유 속에 저장한다.

(4) 리튬금속 저장을 위한 지정된 지역이 마련되어야 한다. 이는 분리된 방이거나 건물이어야 한다.

(5) 리튬금속을 원용기에서 다른 용기로 옮길 때 두 번째 용기는 완전히 건조되고 어떠한 다른 물질도 없어야 한다. 대기 중에 노출을 최소화하여 가능한 한 빨리 옮기도록 한다.

(6) 드럼으로 옥내 저장시 가장 중요한 요건은 건조하게 유지하는 것이다. 또한 저장실의 대기 조건 변화에 기인한 습기의 응축을 방지하기 위하여 화염을 사용하지 않고 충분한 열을 공급하여야 한다.

(7) 대부분의 경우에 리튬금속을 사용하기 전에 보호코팅을 제거하여야 한다. 일반적으로 헥산, 헵탄과 같은 탄화수소 용매가 쓰인다. 에테르, 알코올, 불포화탄화수소, 염소화탄화수소 또는 물을 함유한 용매는 리튬이 이들 물질과 폭발적인 반응을 할 가능성이 있기 때문에 사용하여서는 안된다.

(8) 금속제 드럼, 반응용기, 연장 그리고 철제금속은 리튬과 녹이 없는 상태에서 접촉되어야 한다. 리튬이 녹슨 표면과 마찰되었을 때 스파크가 일어나고 가연성 기체가 존재한다면 폭발위험이 생긴다.

(9) 고체상태의 리튬은 용융 상태에서 접근할수록 급격히 증가한다. 그러므로 취급방법, 위험성 및 예방은 사용되는 온도에 따라 달리 하여야 한다.

(10) 리튬금속이 피부나 눈과 접촉되어서는 아니된다. 리튬 취급시 필요한 보호 장비는 금속의 양과 온도에 따라 다르나 일반적으로 다음과 같다.

(가) 고체 리튬은 고무나 플라스틱 장갑 또는 금속집게로 취급하여야 한다
(나) 탄화수소 용매속에 분산된 리튬금속을 취급할 때는 고무나 플라스틱 장갑, 보호 앞치마, 고글 및 보안면 등을 필히 착용하여야 한다.
(다) 용융리튬은 취급할 때는 내화복, 안전화, 보호장갑 그리고 보안면을 착용하여야 한다. 장갑을 포함한 모든 의복은 여유 있게 착용하며 쉽게 벗을 수 있어야 한다.

5.3 나트륨 및 칼륨의 취급・저장

(1) 나트륨 및 칼륨 저장시 물과의 접촉에 따른 수소 폭발을 방지하기 위하여 저장지역은 반드시 건조한 상태이어야 한다. 저장지역에 물이나 수증기배관이 지나가서는 안되며 또한 자동 스프링클러 설비가 없어야 한다.

(2) 건물은 빗물이 스며들지 않고 지하수가 침수하지 않은 저장지역이 되도록 건축되어야 하며, 저장지역의 습기의 응축을 방지하기 위하여 화염을 사용하지 않고 충분한 열이 공급되어야 한다.

(3) 나트륨 및 칼륨 소화제로 건조염화나트륨, 건조소다회 또는 건조흑연이 저장지역에 놓여 있어야 하며, 모든 소화물질은 건조한 상태로 보관 유지하여야 한다.

(4) 물, 이산화탄소, 사염화탄소, 탄산칼슘, 또는 분말 소화제는 결코 사용하여서는 아니 된다. 또한 저장지역에 이와 같은 소화제를 사용해서는 안된다는 경고 표지를 부착하여야 한다.

(5) 빈 용기 또는 드럼은 완전히 밀폐하여 저장지역에 보관하며 오염은 피하도록 한다.

(6) 필요한 양만을 저장지역으로부터 즉시 꺼낸다. 밀봉이 잘된 금속제 용기를 이용해서 저장지역으로부터 사용지역으로 필요한 양만을 옮긴다.

(7) 나트륨 및 칼륨 취급시 다음과 같이 필요한 보호장구를 착용하여야 한다.

(가) 나트륨이 용융온도에서 다량으로 소비되고 있는 곳이나 나트륨 덩어리가 취급되고 있는 곳은 가죽 미트(손가락 부분이 없는 긴 장갑), 얼굴가리개, 가죽 앞치마, 그리고 케미칼 타입 고글과 같은 보호 장비가 적당하다. 모든 의류는 여유 있게 착용하여야 하고 움직이기 쉬어야 한다.
(나) 분산액이 취급되는 곳에서는 고무 또는 고무로 코팅된 불침투성 장갑과 보안경을 착용하여야 한다.

5.4 금속 수소화물의 취급・저장

(1) 소량의 금속 수소화물은 완전히 건조된 캔이나 병 용기에 넣어 보관하여야 한다.

(2) 금속 수소화물 용기는 적절한 환기가 이루어지고 건조한 곳에 보관하여야 한다.

(3) 수소화 붕소 나트륨이나 칼륨($NaBH_4$, KBH_4)은 어떠한 경우에도 습기와 접촉되어서는 안되며, 또한 다음과 같은 장소에서 취급하거나 저장하여서는 아니된다

(가) 스프링클러 시스템이 갖추어진 건물
(나) 습기가 매우 높은 지역
(다) 냉수 파이프로 격리되어 있지 않은 곳
(라) 가연성 용매가 저장되어 있는 곳
(마) 산(Acid) 저장지역

(4) 저장지역과 생산시설 지역에 모든 전등, 스위치, 전동기, 전기콘센트 등은 방폭구조이어야 하고 적절한 강제환기가 이루어져야 한다.

(5) 금속 수소화물을 소량씩 수시로 꺼내기 위하여 반복적으로 용기를 열 때는 매번 불활성 분위기 하에서 행하여져야 한다.

(6) 모든 반응기, 용액 회수조, 그리고 기타 공정설비는 실험실이던 공정설비이던 철저하게

건조되어야 하고 금속 수소화물 투입전에 건조한 불활성기체로 퍼지하여야 한다.

(7) 각 반응기와 저장탱크는 예기치 않은 수소기체 생성에 따른 압력의 상승을 경고하기 위하여 안전밸브와 파열판을 갖추어야 한다.

(8) 가연성 용매와 알갱이 상태의 수소화나트륨, 수소화 알루미늄리튬, 수소화 알루미늄나트륨은 대기 중에 결코 동시에 노출시켜서는 안된다.

6. 물반응성 물질의 화재·폭발 시 소화방법

6.1 소화제의 종류

나트륨(Na), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 및 알루미늄(Al)의 물반응성 물질의 화재 소화 시 효과를 나타내거나, 사용되는 소화제로는 다음 <표 1> 금속종류별 적응성이 있는 소화약제와 같은 것이 있다.

6.1.1 MET-L-X 분말

(1) 염화나트륨(NaCl)과 첨가물로 이루어진 이 분말소화제는 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼륨(K), 그리고 나트륨-칼륨(Na-K)합금이 포함된 화재에 사용하는데 적합하다.

(2) 이 분말은 비가연성이고 타고 있는 금속에 적용함으로써 야기되는 건강위험도 알려진 것이 없다.

(3) 소화기나 원래의 용기에 보관될 때, 이 분말은 분해되거나 물리적 성질의 변화가 없다. 따라서 주기적으로 소화기의 소화제를 교환해주지 않아도 된다.

<표 1> 금속종류별 적응성이 있는 소화약제

▣ NFPA484에서 금속종류 별 적응성 있는 소화약제

금속 / 소화약제	알카리금속 (칼슘, NaK, 칼륨)	리튬	알루미늄	철과 강철	마그네슘	나이오븀	탄탈늄	티타늄	지르코늄
코크스(탄소입자)	예	예	예	예	예	예	예	예	예
Met-L-X	예*	아니오	예*	예	예*	예*	예*	예*	예*
Lith-X	예*	예*	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
구리분말	예*	예*	예	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
(마른) FLUX	예	예	예*	아니오	예*	아니오	아니오	아니오	아니오
(마른) 모래	예	예	예*	예	예*	예*	예*	예*	예*
(마른) 염화리튬	예	예	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	예	예
(마른) 탄산나트륨	예	예	예	아니오	예	아니오	아니오	예	예
(마른) 염화나트륨	예	예	예*	아니오	예*	예*	예*	예*	예*
물	아니오	아니오	아니오	예	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
폼(거품)	아니오	아니오	아니오**	예	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
아르곤	예*	예	예*	예	예*	예*	예*	예*	예*
이산화탄소	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
질소	예*	아니오	아니오	예	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
할론	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오
할론대체물질	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오

노트) 가연성 금속이 다른 물질과 혼합되는 경우 소화약제는 가연성 금속에 적응성이 있어야 합니다.
* 우선 선호되는 소화약제
** 수성막포(AFFF)는 B Class 용제가 주요 연료인 초기 단계의 알루미늄 페이스트 화재에 효과적인 것으로 나타났습니다.

출처 : NFPA 484 Standard for Combustible Metals

6.1.2 Na-X 분말

(1) 탄산나트륨(Na_2CO_3)과 첨가제로 이루어진 이 분말소화제는 나트륨(Na)화재에 사용할 수 있는데, 염소(Cl)가 포함되어 있지 않은 비염소화물 소화제로서 개발된 것이다.

(2) 첨가제는 습기에 대한 저항성과 소화기의 기압을 일정하게 유지시키기 위한 유동성을 증가시키는 역할을 한다.

(3) 이 분말소화제는 비가연성이고 650~800 ℃ 온도범위의 타고 있는 금속에 적용했을 때 2차 재해를 일으키지 않는다.

(4) 이 소화제를 사용함으로서 야기되는 건강위험에 대해 알려진 것은 없고, 이 소화제는 분해되지 않으므로 주기적으로 소화제의 교환이 필요하지 않다

6.1.3 G-1 분말

(1) G-1분말은 유기인과 흑연이 입혀진 코크스로 구성되어 있는데 독성이 없고 비가연성 분말이다.

(2) 흑연은 열전도체로서 화재로부터 열을 흡수해 금속의 온도를 발화온도 이하로 낮추어 소화가 되는 역할을 한다.

(3) G-1 분말은 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼륨(K), 티타늄(Ti), 리튬(Li) 등과 같은 금속화재의 소화에 효과적이다.

6.1.4 TEC(Ternary Eutectic Chloride) 분말

(1) TEC 분말은 염화칼륨(KCI), 염화나트륨(NaCl) 그리고 염화바륨($BaCl_2$)의 혼합물로서 연소성 금속화재를 소화하는데 효과적이다.

(2) 이 분말을 타고 있는 금속에 적용했을 때, 금속표면에 용융된 염(KCl, NaCl, $BaCl_2$)이 덮이면서 공기를 차단하여 소화한다.

(3) 이 분말은 나트륨(Na), 칼륨(K) 그리고 나트륨-칼륨(Na-K) 합금화재의 조절용으로 가장 효과적인 분말이다.

(4) 염화바륨($BaCl_2$)은 유독하므로 조작자가 이 분말을 흡입하지 않도록 주의하여야 한다.

6.1.5 보랄론(Boralon)

(1) 보랄론은 트리메톡시보란(Trimethyoxyborane, TMB)과 하론 1211 (Bromochlorodifluoromethane)의 혼합물로 구성되어 있다. 할로겐화 탄화수소인 하론(Halon)은 TMB의 물리적 특성을 증가시키고 물질이 쉽게 가수분해되어 붕소산과 메틸알코올로 되게 한다.

(2) 금속화재에 보랄론을 적용하면 용융된 산화붕소에 의해 소화되는데, 이때 생성되는 메틸알코올에 의한 2차 화재는 할론에 소화된다.

(3) 보랄론은 마그네슘(Mg) 화재에 사용되기 위해서 개발되었는데, 가수분해되기 쉽기 때문에 주기적인 유지관리와 소화약제의 교환이 필요하다.

6.1.6 기타 소화제

(1) 구리분말

(2) 염화나트륨

(3) 지르코늄 실리케이트

(4) 돌로마이트(백운암)

(5) 흑연분말

(6) 유리분말

(7) 중탄산염류, 인산염류, 황산염류 등

6.2 알칼리금속류의 소화시 유의사항

(1) 알칼리 금속은 격렬하게 연소하기 때문에 연소시 연소확대방지에 우선 주력하여야 한다.

(2) 물이나 포말소화제와 같은 일반적인 소화제는 알칼리금속과 격렬하게 반응하기 때문에 절대로 사용할 수 없다.

(3) 금속화재에 사용하기 위해 개발된 건조분말, 건조염화나트륨, 건조소다회, 팽창질석 그리고 완전히 건조된 모래가 효과적이다. 이들 물질로 타고 있는 금속을 덮어 금속의 발화온도 이하로 식힌다.

(4) 어떤 장치 속에서 타고 있는 알카리금속은 모든 개구부를 밀폐하여 소화한다. 질소기체로 덮는 것도 효과적이나 리튬(Li)금속 화재에서는 사용할 수 없다.

(5) 나트륨(Na)화재를 소화하기 위해서는 불활성기체를 사용해서 산소공급을 차단하여야 한다. 건조탄산나트륨, 건조소금, 건조흑연 등이 쓰일 수 있다.

(6) 나트륨이 공기중에서 탈 때 형성되는 산화물이나 과산화물은 아직 연소되지 않은 나트륨 혼합물은 안전보호장비를 착용한 작업자에 의해서 아주 조심스럽게 취급하여야 한다.

6.3 알칼리토금속류 및 알루미늄의 소화시 유의사항

(1) 마그네슘은 어떤 조건하에서 산소와 쉽게 결합하는데 마그네슘 화재를 소화하는데 물을 사용할 경우 사용된 물은 산소와 수소로 분해된다. 이때 산소는 마그네슘과 결합하고 수소는 방출되어 화재의 세기를 증가시킨다.

(2) 마그네슘 화재의 소화에 적합한 일반적으로 이용할 수 있는 불활성기체는 없다.

(3) 산소에 대한 친화력이 매우 크기 때문에 이산화탄소 속에서도 마그네슘은 탈 수 있다. 또한 마그네슘은 질소기체 속에서도 질화마그네슘(Mg_3N_2)을 형성하면서 탈 수 있다.

(4) 물, 수용액, 불활성기체에 의존하는 일반적인 소화방법은 그 어느 것도 마그네슘 화재에서는 비효과적이다. 할로겐이 포함되어 있는 할론소화제는 타고 있는 마그네슘과 격렬하게 반응한다.

(5) 마그네슘 화재를 소화하는 방법은 물질의 형태에 많이 좌우된다. 타고 있는 깎아낸

부스러기 등 작은 조각을 흑연이나 염화나트륨과 같은 적당한 건조소화제로 질식 냉각시켜 소화한다.

(6) 분말상태의 마그네슘은 소화제를 적용하는 동안 공기중에서 분진폭발을 일으킬 수 있는 분진운의 생성에 주의하여야 한다.

(7) 칼슘(Ca) 및 알루미늄(Al)의 소화는 마그네슘(Mg)의 소화방법을 적용한다.

6.4 금속화합물의 소화시 유의사항

(1) 금속수소화물의 화재시에 물, 이산화탄소, 할로겐화 탄화수소 또는 소다회를 소화제로서 절대로 사용하여서는 안 된다.

(2) 일반적으로 건조상태의 돌로마이트 또는 건조흑연분말로 덮어 소화하는 질식소화 방법을 추천한다.

(3) 금속 수소화물의 흄은 흡입 시 기관지를 자극하므로 소화 작업자는 호흡보호구를 착용하여야 한다.

(4) 금속인화물의 화재시는 포스핀 가스가 발생하므로 소화 작업자는 반드시 특수방호의 및 호흡보호구를 착용하고 일정거리를 유지하여야 한다.

7. 인화성 고체의 화재·폭발 특성

7.1 적린

(1) 백린을 250 ℃ 이상으로 가열시켜 제조한다.

(2) 조해성이 있는 붉은색 분말이다.

(3) 공기 중에 방치하면 자연발화는 않지만 260 ℃ 이상 가열하면 발화하고 400 ℃ 이상에서 승화한다.

(4) 물, 알콜, 에테르, 암모니아, 이황화탄소 등의 유기용매에 녹지 않는다.

(5) 화재시 이산화탄소, 물분무 등의 소화기를 사용한다.

(6) 강알칼리와 반응하여 유독성의 포스핀가스를 발생한다.

(7) 이황화탄소(CS_2), 황(S), 질산칼륨(KNO_3), 질산나트륨($NaNO_3$), 암모니아(NH_3)와 접촉하면 발화한다.

(8) 연소하면 오산화인을 생성한다.

(9) 염소산 및 과염소산염류 등 강산화제와 혼합하면 불안정한 물질이 되어 약간의 가열, 충격, 마찰에 의해 폭발한다.

(10) 산화제와 접촉을 금지하고, 폭발성·가연성 물질과 격리하며, 직사광선을 피하여 냉암소에 보관한다.

7.2 백린(황린)

(1) 인 원자 4개로 이루어진 분자로 공기 중에서 불안정한 물질이다.

(2) 투명한 왁스질 고체로 빛을 쪼이면 빠르게 노란색으로 변색되어 황린이라고도 한다.

(3) 어두운데 두면 녹색을 띠고, 공기와 접촉했을 때는 가연성과 자연발화성이 매우 높고, 급성독성이 있다.

(4) 물에 잘 녹지 않아 물속에 저장하거나, 오산화인으로 코팅하여 보관한다.

(5) 벤젠, 기름, 이황화탄소 등에 잘 녹는다.

(6) 공기 중에서 30 ℃ 이상이면 공기 중의 산소와 반응하여 오산화인을 생성한다. 분말 상태에서는 더 낮은 온도에서 공기 중의 산소와 반응한다.

$$P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

7.3 황화린

(1) 삼황화린(P_4S_3)은 황색의 결정성 덩어리로 이황화탄소, 질산, 알칼리에는 녹지만, 물, 염소, 염산, 황산에는 녹지 않는다.

(2) 오황화린(P_2S_5)은 담황색의 결정성 덩어리로 조해성과 흡습성이 있으며 습한 공기 중에 분해하여 황화수소를 발생하며 물 또는 알칼리에 분해하여 황화수소와 인산이 된다. 알코올, 이황화탄소에 녹는다.

(3) 칠황화린(P_4S_7)은 담황색 결정으로 조해성이 있고, 이황화탄소에 약간 녹으며 수분을 흡수하거나, 냉수에서는 서서히 분해되며 뜨거운 물에서는 급격히 분해하여 황화수소를 발생한다.

(4) 가연성 고체로 약간의 열에 의해 연소하기 쉽고, 경우에 따라 폭발한다.

(5) 삼황화린은 공기 중 약 100 ℃에서 발화하고, 마찰에 의해서도 쉽게 연소하며 자연 발화 가능성도 있다.

(6) 무기과산화물류, 과망간산염류, 납, 금속분, 유기물 등과 혼합하면 가열, 충격, 마찰에 의해 발화 또는 폭발한다.

(7) 연소시 급성독성물질인 오산화인, 이산화황을 발생시킨다.

$$P_4S_3 + 8O_2 \rightarrow 2P_2O_5\uparrow + 3SO_2\uparrow$$

(8) 물과 접촉하여 가수분해하거나 습한 공기중 분해하여 H_2S가 발생하며 H_2S는 가연성, 유독성 기체로 공기와 혼합시 인화·폭발성 혼합기를 형성, 위험하다.

(9) 알칼리, 알코올류, 아민류, 유기산, 강산과 접촉하면 심하게 반응한다.

7.4 디시클로펜타디엔(Dicyclopentadien, $C_{10}H_{12}$)

(1) CYCLOPENTADIENE DIMER, Bicyclopentadiene이라고도 부른다.

(2) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소 등이 발생한다.

(3) 살충제, 향신료, 카레와 합성 고무 등의 다른 분야와 의료 분야의 원료로 사용한다.

(4) 150 °C 이상의 고온에서 격렬하게 중합반응하여 화재·폭발의 위험이 있다.

(5) 순수한 물질은 결정형 흰색 고체이나, 일반적으로 액체상태로 유통된다.

(6) 냄새역치는 0.009 ppm이고, 불쾌한 냄새가 난다.

(7) 녹는점은 33.6 ℃, 인화점 32 ℃, 끓는점은 170 ℃이다.

(8) 기체비중은 4.55, 액체비중은 0.93, 증기압은 2.29 ㎜Hg(25 ℃)이고, 폭발범위는 0.8 ~ 6.3 % 이다.

(9) 용해도는 26.5 ㎎/ℓ(25 ℃)로 소량 물에 녹는다.

7.5 메타알데히드(Metaldehyde, $C_8H_{16}O_4$)

(1) 2,4,6,8-Tetramethyl-1,3,5,7-tetraoxacyclooctane, metacetaldehyde, metaldehyde, ethanal tetramer

라고도 부른다.

(2) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소, NOx 등이 발생한다.

(3) 살충제 등의 원료로 사용한다.

(4) 액체비중은 1.27, 증기압은 0.05 ㎜Hg(25 ℃)이다.

(5) 순수한 물질은 분말 고체이다.

(6) 인화점 36 ℃, 끓는점은 115 ℃이다.

(7) 용해도는 222 ㎎/ℓ(20 ℃. 메탄올, 톨루엔, 벤젠, 클로로폼에는 잘 녹으나 아세트산, 아세톤에는 거의 녹지 않음)로 소량 물에 녹는다.

7.6 아조다이카보나마이드(Azodicarbonamide, $C_2H_4O_2N_4$)

(1) Carbamoyliminourea, Azodicarboxamide, Azobisformamide, Formamide라고도 부른다.

(2) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소 등이 발생한다.

(3) 발포 플라스틱에 사용되고, 'yoga mat'라 부른다.

(4) 상온에서 노란색에서 주황색의 무취, 결정성 분말이다.

(5) 녹는점은 200 ℃ 이상이다.

(6) 용해도는 0.0035 g/100 ㎖ (20 ℃)로 소량 물에 녹는다.

7.7 브로노폴(Bronopol, $C_3H_6BrNO_4$)

(1) 백색 고체 결정성 분말이다.

(2) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소 등이 발생한다.

(3) 녹는점은 120 ~ 122 ℃, 인화점 170 ℃, 끓는점은 388 ℃이다.

(4) 용해도는 0.028 g/100 ㎖(at 22 ~ 25 ℃)로 물에 소량 녹는다.

(5) 심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분1, 피부 부식성/피부 자극성 : 구분2 물질이다.

(6) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소, NOx, Br_2, HBr 등의 급성독성물질이 발생한다.

7.8 나프탈렌(Naphthalene, $C_{10}H_8$)

(1) White tar, camphor tar, tar camphor, naphthalin, naphthaline, antimite, albocarbon, hexalene, mothballs, moth flakes 등으로 부른다.

(2) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소 등이 발생한다.

(3) 승화성 물질, 백색이나 불순물이 썩이면 갈색으로 변한다.

(4) 냄새역치는 0.003 ppm이고, 방향성 냄새가 난다.

(5) 녹는점은 80 ℃, 인화점 80 °C, 끓는점은 218 ℃이다

(6) 기체 비중은 4.42, 고체 비중은 1.162, 증기압은 0.085 ㎜Hg (25 ℃)이고, 폭발범위는 0.9 ~ 5.8 %이다.

(7) 물에는 녹지 않고, 에탄올(11.3 g/100 g(25 °C))에는 녹는다.

(8) 방충제, 살충제 등으로 사용한다.

(9) 급성 수생환경 유해성 구분1, 만성 수생환경 유해성 구분1, 발암성 구분2 이다.

7.9 실리콘 분말(Silicon, Si)

(1) 백색 고체 분말이다.

(2) 연소할 때 공기 중의 산소와 반응하여 산화규소를 생성한다.

(3) 자연발화온도 (25 ~ 66 ℃, 100 - 105 kPa), 인화점 33 ~ 44 ℃이다.

(4) 물에 녹지 않고, 무취이다.

7.10 헥사민(Hexamine, $C_6H_{12}N_4$, $(CH_2)_6N_4$)

(1) Hexamethylenetetramine, Methenamine, Urotropine, Formin, Aminoform, HMTA, 1,3,5,7- tetraazaadamantane 등으로 부르기도 한다.

(2) 흡습성 백색 분말이다.

(3) 연소할 때 일산화탄소, 이산화탄소, NOx 등이 발생한다.

(4) 물에 잘 녹아 알칼리성을 나타내고, 유기용매에 잘 녹는다.

(5) 암모니아 냄새가 난다.

(6) 녹는점은 280 ℃, 인화점 250 ℃, 끓는점은 218 ℃, 자연발화온도는 390 ℃이다

(7) 기체비중은 4.9, 고체비중은 1.331, 증기압은 0.004 ㎜Hg(25 ℃)이다.

(8) 승화성 물질이다.

(9) 합성수지의 경화제로 사용된다.

7.11 황 분말(Sulfur, S)

(1) 순수 황은 맛과 냄새가 없는 비금속 원소이다.

(2) 황은 다원자 분자 물질이면서 화학적 구조가 다른 형태로 존재하는 경우가 많다.

(3) 일반적으로 가장 잘 알려져 있으면서 가장 많은 구조는 사이클로-옥타 황(cyclo-S_8)이다.

(4) 옥타 황은 부드럽고, 밝은 노란색을 띠는 고체이며 유독성 악취가 난다.

(5) 가연성 고체로 황을 불태우면 급성독성물질인 이산화황(SO_2)이 되면서 푸른 불꽃을 내며 탄다.

(6) 황은 비수용성 물질이지만, 이황화탄소에는 녹는 물질이다. 또한, 톨루엔이나 벤젠과 같은 비극성 물질에는 거의 녹지 않는다.

(7) 화재시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무 소화설비를 사용하여 진화한다.

(8) 상온에서 고체덩어리는 화재로부터 안전하나, 분말, 분진, 부스러기, 천공, 선반, 절삭 등으로 폭발하거나 폭발적으로 탈 수 있다.

(9) 화재시 공기호흡기를 착용하고 소화활동을 한다.

(10) 용융된 황(녹는점 113 ℃, 자연발화온도 232 ℃)은 신체와 접촉되면 화상을 입을

수 있어 보호구를 착용하고 작업하여야 한다.

(11) 분진폭발범위는 35 ~ 1400 g/㎥으로 누출된 황 분진은 방진마스크를 착용하고, 즉시 회수하여 밀폐된 용기에 보관한다.

(12) 황 분진은 가열, 마찰, 불꽃, 산화제 등의 점화원 멀리하고, 밀봉하여 보관한다.

(13) 위험물안전관리법에서 제2류 유황으로 분류하고 지정수량은 100 ㎏이다.

8. 인화성 고체의 저장·취급시 안전대책

(1) 화염, 불꽃, 고열, 정전기 등의 점화원을 멀리한다.

(2) 분진은 부유될 경우에는 분진폭발의 위험이 있어 누출시 즉시 제거한다.

(3) 취급할 때 가열, 마찰, 충격 등을 금지한다.

(4) 용기는 밀폐하여 차고, 건조하며, 통풍이 잘되는 안전한 곳에 저장한다.

(5) 빗물의 침투를 막고 습기와의 접촉을 피할 수 있도록 밀폐용기에 보관한다.

(6) 산화제, 과산화물, 알칼리, 알코올류, 강산류, 금속분말과 접촉을 피한다.

(7) 삼황화린은 자연발화성이므로 가열, 습기방지 및 산화제와의 접촉을 피한다.

(8) 백린, 적린의 취급·저장은 공기와 접촉되지 않도록 물에 잘 녹지 않아 물속에 저장하거나, 오산인으로 코팅하여 보관한다.

(9) 황화린의 취급·저장은 가열금지, 직사광선 차단, 화기엄금, 충격과 마찰을 피한다.

9. 인화성 고체의 화재·폭발 시 소화방법

(1) 분말소화약제, 분체소화약제, 이산화탄소, 물분무, 포말소화약제, 불활성가스 등의 소화약제를 사용한다.

(2) 대형 화재시 분무주수, 무상주수, 포말을 사용한다.

(3) 저장탱크, 운반차량 소화작업시 다량의 물을 분사시켜 냉각하고, 소화한다.

(4) 급성독성물질인 NOx, HBr, Br_2, 이산화황 등이 발생하는 물질의 화재는 공기호흡기를 착용하고, 소화활동을 하여야 한다.

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 한국안전문화진흥원 장 희

○ 개정사유 : 인화성 고체 추가

○ 주요 개정내용

- 제목변경 : 물반응성 물질의 취급·저장에 관한 기술지침에서 물반응성 물질 및 인화성고체의 취급·저장에 관한 기술지원규정으로 변경
- 7. 인화성 고체의 화재·폭발 특성 추가
- 8. 인화성 고체의 저장·취급시 안전대책 추가
- 9. 인화성 고체의 화재·폭발 시 소화방법 추가

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : C-C-3-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.