

KOSHA GUIDE

P - 55 - 2012

황을 사용하는 공정의 화재 및 폭발
방지에 관한 기술지침

2012. 7.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 이 현 창

○ 개정자 : 한 우 섭

○ 제 · 개정 경과

- 2010년 10월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

○ 관련 규격 및 자료

- NFPA 655, "Standard for Prevention of Sulfur Fires and Explosions", 1993 Ed., 1993

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자: 2012년 7월 18일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

황을 사용하는 공정의 화재 및 폭발 방지에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 황을 가공 및 취급하는 공정에서 화재 및 폭발의 가능성을 제거하거나 위험을 경감시킴으로써 인명과 재산의 손실을 막고, 공정을 안전하게 유지하는데 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 황의 분쇄, 연마, 미분쇄와 같이 황을 취급하는 공정에 적용한다. 다만, 황의 채굴 또는 수송에는 적용하지 않는다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “황 분쇄기 (Machinery for pulverizing sulfur)”라 함은 황을 분쇄하는 설비를 말하며, 다음과 같이 분류된다.

- ① 1형 분쇄기 : 죠(Jaw)와 롤(Roll) 분쇄기와 같은 저속 1차 미분쇄기
- ② 2형 분쇄기 : 4형 분쇄기를 제외하고, 유효 내부용적이 8200 cm³ 이하인 디스크, 햄머밀(Hammer mill)과 모든 종류의 미분 연마장치와 같은 고속 1차 미분쇄기
- ③ 3형 분쇄기 : 2형 분쇄기 분류이나 내부용적이 8200 cm³을 초과하는 분쇄기 및 미분쇄기
- ④ 4형 분쇄기 : 분쇄작용이 유동부품에 의존하지 않는 마찰식 밀과 같은 분쇄기

(나) “미세한 황”이라 함은 1,000 μ m 이하의 황을 말하고, “굵은 황”이라 함은 1,000 μ m 이상의 황을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 의한다.

4. 일반 요구사항

4.1 건물 구조 및 설비 배치

4.1.1 연마 및 미분쇄 기계류 수납용 건물구조

- (1) 연마 또는 미분쇄 기계가 있는 구획실 또는 공간은 불연성 구조에 의해 다른 지역과 분리하여야 하며, 분리벽은 폭발력을 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 배관, 샤프트 및 컨베이어가 바닥, 벽 및 천정을 관통할 경우 개구부는 빈틈없이 밀폐하여야 한다.

4.1.2 분쇄 또는 미분쇄 기계류 및 용기의 배치

- (1) 황의 분쇄작업이 진행되는 동안에 분쇄 또는 미분쇄 기계가 있는 구획실 또는 공간은 다른 목적으로 사용해서는 안 된다. 다만, 용기에 연마제품을 채우는 작업은 허용할 수 있다.
- (2) 용기는 주입 완료 후 가능한 빨리 다른 지역으로 옮겨야 하고, 분쇄작업 지역에 저장하여서는 안 된다.

4.2 개구부의 방호

- (1) 연마지역의 벽과 개구부는 2시간의 내화등급을 유지하고, 자동으로 폐쇄될 수 있는 방화문으로 방호하여야 한다.
- (2) 복도 또는 계단으로 연결된 개구부는 2시간의 내화등급을 유지할 수 있는 방화문으로 방호하여야 한다.

4.3 벤팅

- (1) 분진폭발의 위험이 존재하는 작업 건물은 폭발압력을 벤팅할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 분진이 쌓일 수 있는 곳은 가급적 없어야 한다. 다만, 퇴적이 될 수 있는 곳이 발생할

경우 45도 이상의 각도로 불연재를 사용하여 덮거나 지붕을 설치하여야 한다.

(3) 폭발예방 또는 방지 시설은 다음의 방법 중 하나를 이용하여 모든 장치에 설치하여야 한다.

(가) 장치는 예상 폭발압력을 억제하도록 설계

(나) 적합하게 설계된 폭발 벤팅 설치

(다) 폭발억제설비 설치

(라) 불활성 가스 공급

4.4 전기 배선 및 장비

모든 전기 배선과 장비는 분진폭발위험이 있는 구역을 고려하여 폭발위험지역에 적합한 것으로 설치하여야 한다.

4.5 불활성 가스

(1) 1형 분쇄기는 불활성 가스의 사용이 필요하지 않다.

(2) 2형 분쇄기는 다음 요구사항을 만족하면 불활성 가스의 방호 없이도 작동을 허용할 수 있다.

(가) 기계에 직접 연결하는 공급부와 배출부는 별 모양의 공급회전밸브(Star feed rotary valve) 또는 끝날개를 제거한 스크류 컨베이어(Screw conveyor)와 같이 양압체크(Positive choke)를 갖도록 하여야 한다.

(나) 체크와 모든 기계 사이는 적어도 690 kPa의 초과압력을 견딜 수 있어야 한다.

(다) 운전조건에서 비정상 기능을 탐지하기 위해 작동중 적어도 근무 교대시마다 1회씩 기계류를 검사하여야 한다.

(3) 3형 분쇄기는 불활성 가스 시스템의 사용 없이 작동할 수 없으며, 송풍기나 배출설비로 기계에서 분말 황을 제거하는 경우에 불활성 가스 방호는 모든 배관과 집진기까지 확장하여야 한다.

(가) 정상작동조건에서 이산화탄소 설비는 12%까지, 질소 설비는 9.3%까지 산소함량

을 감소하여야 한다.

(나) 불활성 가스설비에는 불활성 분위기를 연속적으로 분석할 수 있도록 시료채취와 기록을 할 수 있는 기기를 설치하여야 한다.

(다) 불활성 분위기의 산소함량이 4.5항 (3)호의 (가)에서 명시한 최대치를 초과하여 상승하는 경우에는 미분쇄기를 자동적으로 정지하여야 한다.

(4) 4형 분쇄기는 다음 요구사항을 만족하면 불활성 가스의 방호 없이 작동을 허용할 수 있다.

(가) 공급부와 공기 배관의 제어를 위해 각 기계에 수동 작동밸브를 설치

(나) 작동 중 이상으로 기계내부의 화재 가능성이 있을 때 검사와 청소를 위한 운전 중단

(다) 기계를 개방하기 전에 모든 밸브를 폐쇄

4.6 컨베이어 및 집진기

(1) 컨베이어 또는 분출관(Spout)은 인접 공간으로부터 방화 구획된 분쇄 또는 미분쇄실로 관통할 수 있다. 이때, 초크나 썰은 벽을 통해 화염의 전파를 방지할 수 있는 위치에 있어야 한다.

(2) 연마 기계류로 또는 연마 기계류로부터 황을 공급 또는 배출하기 위해 사용되는 컨베이어에는 분진 외함(Housing)을 설치하여야 한다.

(3) 비철 버킷(Bucket) 또는 버킷 운송기에는 철제 외함을 설치하여야 한다.

(4) 집진설비

(가) 집진기가 4.3항 (3)호에 따라 방호하지 않는 경우 다음의 위치로부터 격리하여야 한다.

① 지붕 위

② 건물의 외부 또는 건물로부터 적당히 떨어진 거리

③ 폭발 벤팅이 설치된 격리실 내부

④ 폭발 벤팅이 설치된 격리건물 내부

⑤ 폭발 벤팅이 설치되고 격리된 옥상

(나) 집진설비에 사용하는 다기관 닥트는 사용할 수 없다.

(다) 집진기는 불연성 구조이어야 한다.

(라) 집진기에서 건물까지 공기는 재순환되어서는 안 된다.

4.7 발화 방지

- (1) 영구자석 또는 자체 청결 전자기 형태의 승인된 자석분리기 또는 승인된 공기 분리기
는 2형, 3형 및 4형 분쇄기의 앞부분에 설치하여야 한다. 이때, 설치하는 항으로부터
모든 철 함유물질을 완전히 제거하도록 설계하여야 한다.
- (2) 모든 기계는 마찰 스파크의 가능성을 최소화하는 방식으로 설치 및 유지하여야 한다.
- (3) 미분쇄기가 정지될 경우와 팬이나 송풍기가 정지하는 경우에는 분진공급이 정지되도
록 상호연동 제어장치를 설치하여야 한다.
- (4) 모든 기계, 컨베이어, 수납함 및 집진기는 완전히 접합 및 접지하여 정전기 축적을 방
지하여야 한다.
- (5) 분쇄기와 미분쇄기가 있는 공간에서는 점화원으로 작용할 수 있는 모든 작업은 허용
할 수 없다. 다만, 절단, 용접, 열, 수공구 및 동력공구를 사용할 경우에는 모든 작동
을 중지하고, 부근의 황을 제거한 후 불연성 용기 내에 보호한 경우에는 허용할 수
있다.

5. 미세한 황의 대량 취급

5.1 관리

- (1) 분진의 유출을 최소화할 수 있는 방식으로 장비를 설계, 유지 및 작동하여야 하고, 유
출된 분진은 건물 내에 축적되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 미세한 황이 대량 축적된 곳에서는 진공청소장비 등을 사용하기 전에 부드러운 빗자
루나 스파크가 없는 삽으로 제거하여야 한다.
- (3) 청소는 진공청소장비로 할 수 있으나 고정식 또는 이동식 진공기구는 적절하게 접지

하여야 한다.

- (4) 압축공기로 표면을 불어내는 것은 금지하여야 한다.

5.2 화재 예방 및 진압

- (1) 미세한 황의 분진화재를 진압할 때에는 분무상 노즐을 사용하여야 한다.
- (2) 황 분진이 부유되지 않은 밀폐된 용기의 소화약제로 스팀과 불활성 가스를 사용할 수 있다.
- (3) 분진이 부유되기 전에 화재를 진압한 경우에는 황을 충분히 냉각하여 재 발화되지 않도록 하여야 한다.
- (4) 발화 후 청소를 위해 연마 또는 기타 가공장비를 사용할 때 공급, 방출 및 기타 개구 부는 적절한 금속 밸브로 폐쇄하여야 한다.
- (5) 황 화재 진압용으로 최소 2개의 자급식 호흡보호구를 사용할 수 있어야 하고, 모든 호흡장비는 정기적으로 검사하여야 하고, 항상 작동할 수 있도록 보관하여야 한다.

6. 굵은 황의 대량 취급

6.1 개방 또는 반 구획된 공간에서 취급

- (1) 운반기계는 정전기의 축적을 방지하기 위하여 접합 및 접지하여야 한다.
- (2) 취급지역에서 나화, 흡연 및 성냥은 금지하여야 한다. 다만, 분진발화를 방지하는 사전 주의조치가 취해진 경우에는 보수작업에 절단과 용접을 허용할 수 있다.

6.2 구획공간에서 취급

- (1) 구획공간에서 대량의 황은 분진운 형성을 최소화하는 방식으로 취급하여야 한다.
- (2) 모든 구획실은 불연성이어야 하고, 분진 축적을 최소화하도록 설계하여야 한다. 다만, 퇴적이 불가피할 경우에는 가파른 경사 각도의 지붕을 설치하여야 한다.
- (3) 황을 용기에서 다른 용기로 이동 또는 옮기는 경우에는 방진 외함을 설치하고, 환기

를 통해 공기가 외부로 배출될 수 있도록 하여야 한다.

- (4) 기계의 모든 금속 부분, 케이스, 저장고(Bin) 및 분출관은 정전기의 축적을 방지하기 위하여 접합 및 접지하여야 한다.
- (5) 외함과 반(Semi)외함 내에는 정전기 발생 또는 분진의 축적을 최소화할 수 있도록 하여야 한다.
- (6) 화염, 열, 수공구 및 동력공구를 사용하는 수리작업은 모든 작동을 정지시킨 후에 실시하여야 한다.
- (7) 장비, 바닥 및 벽을 청소할 경우에는 분진발생 기계를 정지하여야 한다.

6.3 화재 예방 및 진압

- (1) 구획실에서 발생한 화재는 5.2항에 따라 조치하여야 한다.
- (2) 대량의 황에는 소량의 미세한 조각이 있으므로, 보다 더 굵고 거친 호스 방수를 사용할 수 있다.
- (3) 보관 더미에서 초기 화재는 저장더미 위의 황을 이용하여 부드럽게 덮어 질식 소화할 수 있다.

7. 액체 황의 취급

7.1 불안정한 상태의 탐지

- (1) 액체 황의 상부 대기에 있는 인화성 가스 농도를 측정하여 작동될 수 있는 기기를 설치하여야 한다. 이때, 측정기기는 인화성 가스인 황화수소의 폭발하한을 측정할 수 있어야 한다.
- (2) 액체 황 용기의 가스 공간에서 인화성 가스농도가 35% 또는 폭발하한 이상인 경우에는 작업을 중지하여야 하고, 인화성 가스농도가 15% 또는 폭발하한 이하로 내려가기 전까지 작업을 재개하여서는 안 된다.

7.2 작업 주의사항 및 장치 설계

- (1) 액체 황 용기의 부근에서 점화원으로 작용할 수 있는 작업은 금지하여야 한다.
- (2) 액체 황 저장탱크의 주입관은 유입되는 황이 탱크의 황 표면 아래에까지 들어가서 황화수소의 방출을 최소화하도록 탱크바닥까지 연장된 구조이어야 한다.
- (3) 뚜껑이 덮인 저장탱크는 황화수소를 자연 벤팅하도록 가열 벤트설비를 설치하여야 한다. 이때, 벤트설비는 황의 용융온도(154 °C)를 초과하는 온도로 유지하여야 한다.
- (4) 황 배관과 저장탱크는 정전기의 축적을 방지하기 위하여 접지하여야 한다. 액체 황 탱크와 적하 또는 하역되는 탱크차의 접합을 위해 대지 접속부를 설치하여야 한다.
- (5) 황을 녹이는데 사용되는 피트와 액체저장탱크에서는 가열코일이 노출되지 않게 액위가 가열코일을 항상 덮을 수 있도록 유지하여야 한다.

7.3 화재 예방 및 진압

- (1) 뚜껑이 덮인 액체 황 탱크에는 스팀 소화설비를 설치하거나 불활성 가스설비를 설치하여야 한다.
- (2) 고정식 불활성 설비를 사용하는 경우 내식성이 있는 파열판(Rupture disc)은 불활성 노즐 위에 설치하여 황이 노즐 내에서 응축되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 개방된 용기에 보관된 액체 황은 미세한 물 분무로 소화할 수 있으나, 고압 호스에 의한 직접 방수는 피하여야 하고, 물의 사용량을 최소로 하여야 한다.

8. 154 °C를 초과하는 온도에서 액체 황 및 황 증기의 취급

- (1) 154 °C를 초과하는 온도로 밀폐된 용기에서 가열할 때 액체 황과 황 증기에 적용하며, 7항의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 장치는 작동 중 설비로부터 공기를 차단하고, 증기의 누출을 방지하기 위하여 가능한 빈틈없이 밀폐되도록 설계하여야 한다.
- (3) 공정설비에는 적절한 파열판을 설치하여야 한다. 이때, 파열판은 벤트 배관이나 닥트에 의해 건물 외부 또는 공정설비로부터 멀리 떨어진 곳으로 직접 방출하도록 하여야 하고, 벤트 배관과 닥트는 황 증기의 응축을 방지하기 위하여 가열하여야 한다.

- (4) 스팀과 같은 불활성 물질의 적절한 공급으로 블랭킷 및 퍼지장치를 항상 이용할 수 있어야 한다.
- (5) 모든 건물 또는 외함은 불연성 구조이어야 한다.
- (6) 액체 황을 취급하는 지역에 설치된 모든 전기 배선과 장치는 가스 폭발위험지역에 적합하여야 한다.
- (7) 황이 증발한 후 다시 황 분진으로 응축하는 경우 공정으로부터 분리된 미세 황 입자의 취급은 5항을 따라야 한다.