

KOSHA GUIDE

E - 99 - 2013

분진폭발 위험장소 설정에 관한 기술지침

2013. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단 류보혁
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 류보혁
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 류창환

- 제·개정 경과
 - 1999년 3월 전기안전분야 기준제정위원회 심의
 - 1999년 5월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2006년 4월 전기안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2006년 5월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
 - 2013년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격
 - KS C IEC 61241-10(분진방폭 전기기계·기구 - 제10부 : 폭발위험장소)
 - KS C IEC 61241-14(분진방폭 전기기계·기구 - 제14부 : 선정 및 설치)
 - IEC 60079-10-2(Explosive atmospheres - Part 10-2 : Classification of areas - Combustible dusts atmospheres)

- 관련 법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리), 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기 기계·기구의 선정 등)

- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈 페이지 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

분진폭발 위험장소 설정에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제230조(폭발위험이 있는 장소의 설정 및 관리), 제311조(폭발위험장소에서 사용하는 전기 기계·기구의 선정 등)의 규정에 의거, 가연성 분진으로 인한 화재·폭발위험이 있는 장소에서 사용하는 방폭 전기기계·기구의 적절한 선정 및 설치를 위하여 가연성 분진 폭발위험이 있는 장소의 설정에 관하여 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

(1) 이 지침은 다음의 경우에 적용한다.

(가) 정상 대기조건하에서 가연성 분진과 공기의 혼합물(이하 “분진폭발 혼합물”이라 한다) 또는 가연성 분진층의 존재로 인하여 폭발위험이 있을 수 있는 장소

(나) 폭발위험이 있는 가연성의 섬유 또는 부유물이 존재할 수 있는 장소

주) 1. 이 지침은 공장이 청소(Housekeeping) 설비에 의해 효과적인 청소가 이루어진다는 것을 전제로 한다.

2. 여기에서의 청소는 분진의 누출, 비산, 퇴적 등이 발생하지 않도록 하는 제반 행위, 즉 넓은 의미에서의 청소를 말한다.

(2) 이 지침은 다음의 경우에는 적용하지 아니한다.

(가) 지하광산

(나) 혼성 혼합물(Hybrid mixture)의 존재로 인한 위험이 발생할 수 있는 장소

(다) 연소할 때 산소를 필요로 하지 않는 폭발성 분진 또는 자연발화성 물질이 있는 장소

(라) 이 지침에 규정된 이상상태를 넘는 아주 위험한 고장(Catastrophic failure)의 경우

주) 1. 여기에서 아주 위험한 고장은 사일로 또는 공압식 컨베이어의 파열 등을 말한다.

2. 공정플랜트(크기와 무관)에는 전기기기에 관련된 점화원 이외에도 많은 다른 점화원이 있을 수 있다. 따라서 안전을 확보하는데 적합한 예방조치가 필요할 수는 있지만 이것은 이 지침의 범위를 벗어난다.

(마) 분진으로부터 발생하는 인화성 또는 독성가스의 누출에 의한 위험이 있는 경우

(3) 이 지침은 화재 또는 폭발에 따른 피해영향은 고려하지 않는다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “대기조건(Atmospheric conditions, Surrounding conditions)”이라 함은 압력 101.3 kPa(1,013 mbar) 및 온도 20 °C(293 K)의 기준조건에서 상하 편차(가연성 분진의 폭발성에 무시할 정도의 영향을 주는 편차)를 포함하는 조건을 말한다.

(나) “혼성 혼합물(Hybrid mixture)”이라 함은 공기 중에서 서로 다른 물리적 특성을 갖는 가연성 물질의 혼합물을 말한다.

주) 혼성 혼합물의 대표적인 예는 메탄, 석탄분진 및 공기의 혼합물이다.

(다) “분진(Dust)”이라 함은 가연성 분진과 가연성 부유물을 포함하는 포괄적인 용어를 말한다.

(라) “분진폭발 분위기(Explosive dust atmosphere)”라 함은 대기 중에서 점화 후에

연소가 확산되는 분진, 섬유, 부유물 형태의 가연성 물질과 공기가 혼합된 상태를 말한다.

(마) “가연성 분진(Combustible dust)”이라 함은 대기압 및 정상 온도에서 공기와 폭발성 혼합물을 형성하고 공기 중에서 연소 및 발염할 수 있는 공기 중 부유 및 자중에 의한 침적 가능한 직경 500 μm 이하의 미세 고체 입자를 말한다.

(바) “도전성 분진(Conductive dust)”이라 함은 전기저항률이 $10^3 \Omega \cdot \text{m}$ 이하인 가연성 분진을 말한다.

(사) “비도전성 분진(Non-conductive dust)”이라 함은 전기저항률이 $10^3 \Omega \cdot \text{m}$ 초과인 가연성 분진을 말한다.

(아) “가연성 부유물(Combustible flyings)”이라 함은 대기압 및 정상 온도에서 공기와 폭발성 혼합물을 형성하고 공기 중에서 연소 및 발염할 수 있는 공기 중 부유 및 자중에 의한 침적 가능한 직경 500 μm 초과인 고상입자(섬유 포함)를 말한다.

주) 이러한 예로 레이온, 면(면 보풀 및 폐면 포함), 사이잘(Sisal), 삼베, 대마, 코코아 섬유, 뱃밥(Oakum) 및 케이폭 몽치가 있다.

(자) “분진폭발 위험장소(Hazardous area(dust))”라 함은 장비의 구조상 또는 사용상에서 분진과 공기의 폭발성 혼합물의 점화를 방지하기 위하여 특별한 조치를 취하여야 할 정도의 구름 형태의 가연성 분진(분진운)이 존재하거나 존재할 수 있는 장소를 말한다.

주) 폭발위험장소는 분진과 공기의 폭발성 혼합물의 발생빈도와 지속시간을 기초로 하여 구분한다(6.1항 및 6.2항 참조).

(차) “비폭발 위험장소(분진)(Non hazardous area(dust))”라 함은 분진과 공기의 폭발성 혼합물의 형성이 심각히 우려될 정도로 가연성 분진이 존재하지 않는 장소를 말한다.

(카) “분진 격납용기(Dust containment)”라 함은 물질을 취급, 처리, 이송 또는 저장 시에 분진이 대기 중으로 누출되는 것을 방지하기 위한 공정설비 내부의 일부를 말한다.

(타) “분진 누출원(Source of dust release)”이라 함은 가연성 분진이 공기 중으로 누출될 수 있는 부위 또는 위치를 말하며, 누출원은 누출 정도에 따라 다음과 같이 구분한다.

주) 가연성분진은 분진격납용기 또는 분진층에서도 나올 수 있다.

- ① 연속 누출등급 누출원 : 분진운의 연속적 또는 장기간의 존재가 예측되거나, 또는 단기간 빈번하게 존재할 수 있는 누출원
- ② 1차 누출등급 누출원 : 정상작동 중에 주기적 또는 간헐적으로 가연성 분진이 누출될 수 있는 누출원
- ③ 2차 누출등급 누출원 : 정상작동 중에 누출 우려가 없는 장소이거나 만약 누출된다면 아주 드물게 또는 아주 짧은 시간동안만 누출될 수 있는 누출원

(파) “범위(Extent of zone)”라 함은 누출원의 끝에서 누출로 인한 분진폭발 위험을 일으킬 수 있는 점(범위)까지의 거리를 말한다.

(하) “정상작동(Normal operation)”이라 함은 전기적·기계적으로 설계명세에 만족하며, 제조자 규정 제한범위 내에서 사용되는 장비의 운전을 말한다.

주) 분진운 또는 분진층에서의 가벼운 누출(예, 필터로부터의 누출)발생은 정상작동으로 간주될 수 있다.

(거) “비정상작동(Abnormal operation)”이라 함은 공정과 연관된 오작동으로 드물게 발생하는 것을 말한다.

(너) “분진층의 발화온도(Ignition temperature of a dust layer)”이라 함은 고온표면 위에 규정된 두께로 분진층이 쌓여있을 때, 점화될 수 있는 고온표면의 최저온도를 말한다.

주) 분진층의 발화온도는 KS C IEC 61241-2-1에 주어진 시험방법으로 결정될 수 있다.

(더) “분진운의 발화온도(Ignition temperature of a dust cloud)”이라 함은 공기를 포함한 분진운에서 발화가 발생할 수 있는 고온벽면부의 최저온도를 말한다.

주) 분진운의 발화온도는 KS C IEC 61241-2-1에 주어진 시험방법으로 결정될 수 있다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 분진폭발 위험장소의 설정

4.1 일반 사항

- (1) 이 지침에서 분진운에 의한 화재·폭발 위험성을 평가하기 위한 장소설정은 인화성 가스 및 증기의 장소구분에서 사용되는 것과 유사한 개념을 적용한다.
- (2) 가연성 분진은 폭발범위 내의 농도로 축적되어 있을 경우에만 폭발분위기를 형성한다. 분진운의 농도가 폭발범위 이상으로 높을 경우에는 폭발하지 않을 수 있지만, 농도가 떨어지면 폭발범위 내가 되어 위험할 수 있다. 또한, 환경조건에 따라 모든 누출원이 분진과 공기의 폭발 혼합물을 형성하지는 않는다.
- (3) 기계 환기설비에 의해 제거되지 않은 분진은 입자 크기 등의 특성에 따라 분진층을 이루거나 퇴적될 수 있다. 따라서 잠재적인 위험 분진층을 형성할 수 있는 회석되었거나 작은 연속 누출원도 고려한다.

(4) 가연성 분진에 의하여 나타나는 위험은 다음과 같다.

(가) 폭발분위기를 형성하는 분진층 또는 축적을 포함하는 누출원으로 부터의 분진운 형성(5항 참조)

(나) 분진운을 형성하기는 어려우나 자체 열 또는 고온 표면으로 인해 점화될 수도 있는 분진층의 형성과 장비의 화재 위험이나 과열을 일으킬 수 있는 분진층의 형성. 점화된 분진층은 폭발 분위기의 점화원으로 작용할 수 있다(7항 참조).

(5) 폭발성 분진운 및 가연성 분진층이 존재할 수 있는 장소에는 가급적 점화원을 두지 않도록 한다. 만약, 이것이 불가능할 경우에는 가연성 분진과 점화원의 동시 발생을 허용 가능한 정도까지 줄이기 위하여 가연성 분진이나 점화원의 발생가능성을 줄이기 위한 조치를 취한다. 경우에 따라, 폭발 배출(Explosion venting) 또는 폭발 억제(Explosion suppression)와 같은 방법을 채용할 필요도 있다.

(6) 이 지침에서는 분진폭발분위기 및 가연성 분진층에 관하여 각각 규정한다. 여기에서는 폭발성 분진운의 장소구분은 하나의 누출원으로써 작용하는 분진층과 함께 기술한다. 분진층의 점화위험성에 대해서는 7항에서 규정한다.

4.2 분진폭발 위험장소의 구분 목적

(1) 가연성 분진이 존재할 수 있는 대부분의 실제적인 상황에서 분진폭발 혼합물이 발생하지 않도록 한다는 것은 아주 어렵다. 또한 장비가 절대로 점화원이 되지 않도록 하는 것도 용이하지 않다. 그러므로 분진폭발 혼합물이 발생할 가능성이 클 때에는 점화원이 될 가능성이 아주 낮은 장비를 사용하도록 설계하기 위한 것이다.

(2) 반대로, 분진폭발 혼합물이 발생할 가능성이 낮은 경우에는 보다 덜 엄격하게 설계된 장비를 사용할 수 있다.

4.3 분진폭발 위험장소의 구분 절차

- (1) 장소구분은 점화원의 수량을 기초로 하여 작성하되, 위험장소 결정은 분진의 가연성 여부에 따라 결정한다. 분진의 가연성은 시험에 의하여 결정되고, 필요한 공정에서 사용되는 물질의 특성은 공정기술자로부터 얻을 수 있다.

이때 공장 설비의 운전·정비 제도와 청소 등을 모두 고려하여 결정한다. 또한 공장 설비의 특정분야의 누출특성에 대한 정보를 확보하기 위하여 전문가의 지식뿐만 아니라, 안전 및 설비 전문가의 밀접한 상호협력이 필요하다. 위험장소를 정의하고자 할 때에는 분진운 및 분진운을 발생시킬 수 있는 분진층을 고려한다.

- (2) 위험장소를 구분하기 위한 절차는 다음과 같다.

(가) 첫째 단계는 물질 특성의 확인이다. 즉 가연성 여부, 입자 크기, 수분 함량, 분진운과 분진층의 최소 발화온도와 전기저항률, 적절한 분진그룹(가연성 부유물은 그룹IIIA, 비도전성 분진은 그룹IIIB, 도전성 분진은 그룹IIIC) 등

(나) 둘째 단계는 5.2항에 규정된 분진 격납용기 또는 분진 누출원이 존재하는 지를 확인하는 것이다. 이를 위해서는 공정 배관도와 공장 배치도가 필요하다. 이 단계에서는 7항에 규정된 분진층 형성의 가능성을 확인하는 것을 포함한다.

(다) 셋째 단계는 이들 누출원으로부터 누출될 가능성과 5.2항에 규정된 설비의 다양한 부분에서 분진폭발 혼합물의 발생 가능성 여부를 결정하는 것이다.

- (3) 이러한 단계를 거친 후에만이 장소구분과 그 범위를 명확히 정할 수 있다. 장소구분도에는 위험장소의 종류, 그 범위와 분진층의 존재를 표시하여야 한다.

(이 도면은 차후의 장비 선정의 기초 자료로 활용된다.)

- (4) 향후의 장소구분 검토 시에 활용하기 위하여 장소구분을 결정하게 된 이유를 구분도에 주석(Note)으로 기입하도록 한다. 공정 또는 공정 물질의 변경 시, 또는 설비의 열화로 인하여 누출이 보다 일반화된다면, 장소구분을 정기적으로 재검토한다.

- (5) 이 지침에서는 넓은 범위의 주위환경을 감안하기 때문에 개개의 사례에 필요한

조치는 별도로 고려하지 않는다. 따라서 장소구분 원칙, 사용되는 공정 물질, 포함된 설비 및 그 기능 등에 관한 지식을 보유한 전문가가 위의 절차에 따라 장소구분을 하는 것이 아주 중요하다.

5. 분진폭발분위기의 누출원

5.1 일반사항

- (1) 분진폭발분위기는 분진 누출원에서 형성된다. 분진 누출원은 분진폭발 혼합물을 형성할 수 있는 즉, 가연성 분진이 누출되거나 증가될 수 있는 부위 또는 위치이다. 이 정의는 분진운을 형성하기 위해 확산될 수 있는 가연성 분진층을 포함한다.
- (2) 주위환경에 따라 모든 누출원이 분진폭발 혼합물을 형성하는 것은 아니다. 반대로, 아주 작은 연속적인 누출원이라도 잠재적인 위험 분진층을 형성할 수 있다.

5.2 누출원의 확인

분진폭발 혼합물 또는 가연성 분진층을 형성할 수 있는 공정 설비, 공정 단계 또는 공정상에서 예측되는 기타 조치를 확인할 필요가 있다. 누출원의 확인은 분진 격납용기의 내부 및 외부에서 각각 별도로 행한다.

5.2.1 분진 격납용기

공정설비의 일부인 분진 격납용기 내부에서의 분진은 대기 속으로 누출되지 않지만, 연속적인 분진운을 형성할 수 있다. 이것들은 연속적이거나, 장기간 또는 단기간 동안 연속될 수도 있다. 이러한 형상이 나타나는 빈도는 공정 주기(Cycle)에 달려있다. 장비는 분진운과 분진층의 발생빈도를 확인할 수 있도록 정상작동, 비정상 작동 및 정지조건에서 검토되어야 한다. 두꺼운 분진층이 형성될 수 있는 경우, 이를 기록한다(7항(분진층의 위험) 참조).

5.2.2 누출원

- (1) 분진 격납용기 외부의 많은 요소들이 장소구분에 영향을 줄 수 있다. 분진 격납용기 내부에서 사용되는 압력이 대기압보다 높은 경우(양압 공기압 이송의 경우)에는 분진이 장비 밖으로 쉽게 누출될 수 있다. 분진 격납용기 내의 압력이 음압인 경우에는 장비 외부에 분진지역이 형성될 가능성은 아주 낮다. 분진 입자, 습기 함유량, 해당된다면 이송 속도, 분진 배출량, 낙하 높이 등이 잠재적인 누출량에 영향을 줄 수 있다. 잠재적인 누출과정이 일단 알려지면, 각각의 누출원을 확인하고 누출등급을 결정하여야 한다.
- (2) 누출등급은 다음과 같다.
- (가) 연속 누출등급, 즉 분진운이 지속적 또는 오랜 기간 존재할 것으로 예측되거나, 짧은 기간존재하나 빈번히 발생하는 장소
- (나) 1차 누출등급, 즉 정상작동조건에서 주기적 또는 자주 발생할 것으로 예측될 수 있는 누출. 예를 들면, 개방된 백의 충전부 또는 배출부 근접 주위
- (다) 2차 누출등급, 즉 정상작동조건에서는 누출이 발생하지 않을 것으로 예측되며, 발생하더라도 아주 드물게, 짧게만 지속되는 누출. 예를 들면, 분진퇴적물이 존재하는 분진취급 플랜트
- (3) 다음의 설비들은 정상 또는 비정상 운전 중의 누출원으로 보지 않는다.
- (가) 막힌 노즐과 맨홀 등의 주요 구조를 포함하는 셸이나 압력 용기
- (나) 연결부가 없는 배관, 덕트 및 트렁킹
- (다) 설계, 구조 및 기타 적절한 방법으로 분진이 누출되지 않도록 조치한 밸브 그랜드 및 평면 접합
- (4) 잠재적인 분진폭발 혼합물의 형성 가능성을 기초로 하여 <표 1>에 따라 위험장소를 설정한다.

<표 1> 가연성 분진의 존재에 따른 위험장소 설정

가연성 분진의 존재	분진운 장소의 구분 결과
분진운의 연속 존재	20종
1차 누출원	21종
2차 누출원	22종

- 주) 1. 사일로를 채우거나 비우는 작업이 간헐적으로 이루어지는 경우에는 그 내부는 21종 장소로 구분할 수 있다. 사일로 내부의 장비가 사일로를 채우거나 비울 때만 사용되는 경우, 장비를 선정할 때에는 장비가 운전 중인 동안에 분진운이 존재한다는 사실을 고려한다.
2. 대형 분진 컨테이너의 파열과 같은 아주 드문 고장의 경우, 많은 분진층이 형성될 수 있다. 이와 같이 많은 분진층이 형성된다면 신속하게 이를 제거하거나 장비의 전원을 차단한다. 이러한 경우에는 이 지역을 22종 장소로 구분할 필요는 없다.
3. 곡물이나 설탕과 같은 대부분의 제품은 많은 알갱이 형태의 물질 내에 작은 양의 분진이 혼합되어 있다. 이러한 곳에서는 분진 폭발의 위험성은 없다 하더라도 입자가 거친 물질이 파열 및 화재를 일으킬 수 있는 위험성이 있다는 사실을 고려한다. 연소될 수 있는 알갱이는 공정을 통하여 전달될 수 있고 이것은 어느 곳에서든 폭발할 위험성이 있다.

6. 분진폭발 위험장소

6.1 일반 사항

분진폭발분위기의 장소구분은 폭발성 분진과 공기 분위기의 발생 빈도와 지속시간에 따라 6.2항과 같이 구분한다.

6.2 분진폭발 위험장소의 종류

가연성 분진의 층, 퇴적물, 더미 등은 폭발성 분위기를 형성할 수 있는 ‘기타 발생원’으로 간주 한다.

- (1) 20종 장소 : 공기 중에 가연성 분진운의 형태가 연속적, 장기간 또는 단기간 자주 폭발분위기로 존재하는 장소
- (2) 21종 장소 : 공기 중에 가연성 분진운의 형태가 정상 작동 중 빈번하게 폭발분위기를 형성할 수 있는 장소
- (3) 22종 장소 : 공기 중에 가연성 분진운의 형태가 정상작동 중 폭발분위기를 거의 형성하지 않고, 만약 발생한다 하더라도 단기간만 지속될 수 있는 장소

6.3 분진폭발 위험장소 구분의 예

- (1) 20종 장소 : 20종장소가 될 수 있는 지역의 예는 다음과 같다.

(가) 분진 격납용기 내부 지역

(나) 호퍼(Hopper), 사일로, 집진장치 및 필터 등

(다) 분진 이송 설비(벨트 및 체인 컨베이어의 일부 제외) 등

(라) 배합기, 제분기, 건조기, 배깅 장비(Bagging equipment) 등

- (2) 21종 장소 : 21종장소가 될 수 있는 지역의 예는 다음과 같다.

(가) 분진 격납용기 외부, 내부에 분진폭발 혼합물이 존재할 때 조작을 위하여 빈번하게 제거 또는 개방하는 문 근접 장소

(나) 분진폭발 혼합물의 형성을 방지하기 위한 조치를 취하지 않은 충전 및 배출 지점, 이송 벨트, 샘플링 지점, 트럭덤프지역, 벨트 덤프 인근의 분진 격납용기 외부 장소

(다) 분진층과 분진폭발 혼합물이 형성될 수 있는 공정 운전으로 인하여 분진이 축적될 수 있는 분진 격납용기의 외부 장소

(라) 폭발성 분진운이 발생할 수 있는(연속적, 장기간 또는 빈번하지 않은) 분진 격납용기, 즉 (빈번하게 채우고 비우는)사일로 및 필터의 분진 쪽(만약 자체 청소 주기가 정해진 경우)

(3) 22종 장소 : 22종 장소가 될 수 있는 지역의 예는 다음과 같다.

(가) 백필터 배기구의 배출구. 오작동시 분진폭발 혼합물이 누출될 수 있다.

(나) 간헐적인 주기로 열리는 장비 인근 장소 또는 대기압 보다 높은 압력 때문에 분진이 쉽게 누설될 수 있는 장비 인근, 분진 분출부(쉽게 손상될 수 있는 공기압 장비, 유연 접속부 등)

(다) 분진 제품을 담은 저장 백. 백 취급 중에 손상될 경우 분진 분출

(라) 통상 21종 장소로 분류되나 분진폭발 혼합물의 형성을 방지하기 위하여 적절한 조치를 취하는 경우에는 22종으로 구분. 이러한 조치에는 배기 설비를 포함하며, 배기설비를 (백) 충전 및 배출 지점, 피드 벨트, 샘플링 지점, 트럭 덤프 지역, 벨트 덤프 지역 등의 인근 장소에 설치한다.

(마) 분진층 또는 분진폭발 혼합물이 형성되는 것을 제어하는 장소. 만약 위험한 분진과 공기의 혼합물이 형성되기 전에 청소하여 분진층을 완전히 제거하면, 비 위험장소로 할 수 있다.

(4) 분진폭발 위험장소의 범위

분진폭발분위기의 범위는 분진 누출원의 끝으로부터 그 위험이 더 이상 존재하지 않는 점까지를 범위로 하여 정한다. 아주 미세한 분진은 건물 내의 공기 흐름에 따라 누출원으로부터 상부로 확산된다는 사실을 고려한다. 장소구분 시에는 분류된 지역 사이의 구분되지 않은 작은 지역이 있을 경우, 이를 포함한 전체범위를 구분하도록 한다.

(가) 20종 장소 : 20종 장소는 분진폭발 혼합물이 오랫동안 또는 빈번하게 존재 할 수 있는 덕트, 생산 및 취급 설비의 내부를 포함한다. 만약 분진

격납용기의 외부에 분진폭발분위기가 지속적으로 존재한다면, 20종 장소로 지정되어야 한다.

(나) 21종 장소

- ① 대부분의 환경에서, 21종 장소의 범위는 분진폭발 혼합물을 발생시키는 환경과 관련된 누출원을 평가함으로써 정할 수 있다.
- ② 21종 장소의 범위는 다음과 같다.
 - ㉠ 분진폭발 혼합물이 발생할 수 있는 일부 분진취급 장비의 내부
 - ㉡ 분진의 양, 유량, 분진 입자 및 분진생성물의 수분함유량과 관련된 누출원에 의해 형성되는 장비 외부 지역. 일반적으로 그 범위는 누출원 주위 1 m 면 충분하다(수직방향으로는 지면 또는 단단한 바닥면까지). 건물 외부(개방 장소)에서의 21종 장소는 바람, 비 등과 같은 기후 영향에 따라 변할 수 있다.
 - ㉢ 분진 확산 범위가 구조물(벽 등)에 의하여 제한되는 경우, 범위를 정할 때 그 표면을 고려할 수 있다.

주) 만약, 21종 장소 외부에 분진층이 발견되었다면, 분진층의 크기와 분진층이 분진운을 생성시킬 수 있는 가능성을 고려하여 21종 장소를 확장시킬 필요(22종 장소가 될 수도 있음)가 있다.

(다) 22종 장소

- ① 대부분의 환경에서, 22종 장소의 범위는 분진폭발 혼합물을 발생시키는 환경과 관련한 2차 누출등급 누출원을 평가함으로써 정할 수 있다.
- ② 누출원에 의해 형성되는 장소 범위는 분진의 양, 유량, 입자크기, 생성물의 수분 함유량 등의 여러 분진 변수에 따라 변한다.
 - ㉠ 일반적으로 22종 장소는 누출원 주위 및 21종 장소 밖 3 m까지면 충분하다

(수직방향으로는 지면 또는 단단한 바닥면까지). 건물 밖(개방 장소)에서 22종 장소의 경계는 바람, 비 등과 같은 기후 영향에 따라 다소 축소시킬 수 있다.

- ④ 분진의 확산이 구조물(벽 등)에 의해 제한되는 경우, 그 구조의 표면은 지역의 경계로 간주될 수 있다.
- ③ 22종 장소로 구분할 때 고려되는 사항이외에 모든 장소에서 실제 상황을 고려할 필요가 있다.
- ④ 옥내에 위치하나 21종 장소로 구분되지 않은 장소(맨홀이 있는 용기 등과 같이 구조물로 제한되지 않은 곳)는 22종 장소로 구분하여야 한다.

주) 만약, 장소구분을 재검토하는 중에 당초의 22종 장소 이외에서 축적된 분진층이 발견되었다면, 분진층의 범위와 생성되는 분진운을 생성시키는 분진층의 교란상태를 고려하여 장소구분을 확대할 필요가 있다.

7. 분진층의 위험성

- (1) 파우더를 취급 또는 처리하는 분진 격납용기 내부에서, 분진이 공정 전체에 있다면 분진층의 제어할 수 없는 두께를 방지할 수 없는 경우가 종종 있을 수 있다.
- (2) 기본적으로 장비 외부의 분진층의 두께는 청소(Housekeeping)로 제어할 수 있다. 누출원에서 고려할 사항을 검토 할 때, 설비 관리에서 청소 상태와 일치시키는 것을 필수 요소로 한다. 분진층의 청소 효과는 <부록 3>에 기술하였다.
- (3) 분진층의 고온 표면 점화의 위험성과 분진 점화를 방지하기 위해 선정된 장비의 최대 허용 표면온도에 대한 검토는 <부록 2>에 기술하였다.

8. 문서화

8.1 일반 사항

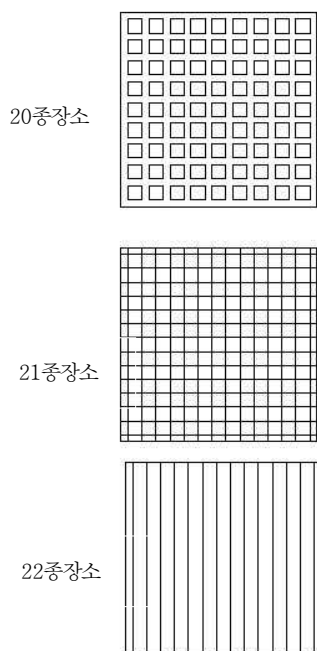
- (1) 여러 단계를 거쳐 지역을 구분하여 최종 폭발위험장소 구분도를 작성하고 이를 적절하게 문서화할 것을 권고한다. 그리고 분진폭발 위험장소의 표시 예를 <그림 1>에 제시한다.
- (2) 사용된 모든 정보를 참조할 수 있어야 한다. 이러한 정보의 예 또는 사용된 방법의 예는 다음과 같다.
 - (가) 관련코드 및 지침의 권고 사항
 - (나) 모든 누출원으로부터의 분진확산 평가
 - (다) 분진과 공기의 혼합물 및 분진층의 형성에 영향을 미치는 공정 변수
- (3) 장소구분 결과와 필요시 그 대안을 기록한다.
- (4) 설비에 사용되는 모든 공정 물질과 관련되는 장소구분의 특성은 목록으로 작성한다. 여기에는 분진운 및 분진층의 점화온도, 폭발한계, 저항률, 수분 함유량 및 입자크기 등에 관한 정보를 포함시킨다.

8.2 폭발위험 구분도(도면, 데이터 시트 및 표 등의 표시사항)

- (1) 장소구분 문서는 위험장소의 형태와 범위 모두, 분진의 최소 점화온도와 점화를 방지하기 위하여 선정된 장비의 최대 표면온도, 분진층의 양 등을 나타내는 평면도와 입면도(가능하다면)를 포함하도록 한다.
- (2) 문서에는 (1) 이외에도 다음과 같은 정보를 포함하도록 한다.
 - (가) 누출원의 위치 및 표시 : 대형 종합 플랜트 또는 공정지역에서, 서로 참조할 수 있도록 작성된 장소구분 자료 시트 및 도면 등은 누출원의 개수 또는 목록 등의 작성에 많은 도움이 될 수 있다.

- (나) 장소구분을 하기 위한 청소 및 기타 예방조치에 관한 정보
- (다) 공정 물질, 방법 및 장비 변경 시의 재검토와 같은 방법과 같은 구분도의 정비 및 재검토 방법
- (라) 장소 구분도의 배포처
- (마) 장소구분의 범위 및 분진층의 정도를 정하기 위하여 선택한 방법과 그 이유
- (3) 폭발위험장소 구분도의 적용

폭발위험장소 구분도는 <부록>의 그림에 나타나 있는 위험장소구분 표시들 중 가장 적합한 것을 선정 적용한다. 이 지역구분 표시에서 특별히 적합한 것을 찾을 수 없는 경우에는 타 규격이나 코드 등을 적용하되 이에 관한 특기 사항을 상 기 문서에 확실하게 기술하여야 한다.



<그림 1> 분진폭발 위험장소 표시의 예

<부록 1>

분진폭발 위험장소의 설정 예

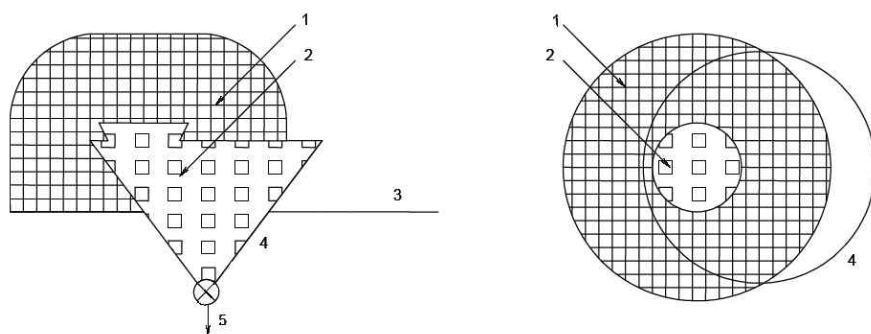
1. 배기설비가 없는 건물 내부의 호퍼 주위

이 예에서는 사람이 빈번하게 백(자루)의 내용물을 호퍼에 붓고, 이 내용물을 공기로 플랜트의 다른 곳으로 이송하는 것으로, 호퍼는 보통 제품이 일부 차 있다.

(1) 20종 장소 : 분진폭발 혼합물이 빈번하게 또는 지속적으로 존재하는 호퍼 내부

(2) 21종 장소 : 개방 맨홀은 1차 누출원이다. 따라서 21종 장소는 맨홀 주위, 즉 맨홀 끝에서 1 m까지와 이를 바닥까지 연장한 장소이다.

주) 만약, 분진층이 축적된다면 분진층, 청소 및 분진운을 발생시키는 분진층의 교란 등을 고려하여 위험장소를 더 넓게 정할 수 있다(부록 3 참조). 자루에서 분진을 쏟을 때 공기의 이동이 있다면, 21종 장소 밖으로 분진운이 생길 수 있다. 이때에는 추가로 22종 장소를 고려한다.



1 : 21종 장소(통상 1 m 반경), 2 : 20종 장소, 3 : 바닥, 4 : 백 배출 호퍼, 5 : 공정으로

주) 1. 상대적 크기는 단지 예이고, 실제적으로는 다른 거리가 필요하다.

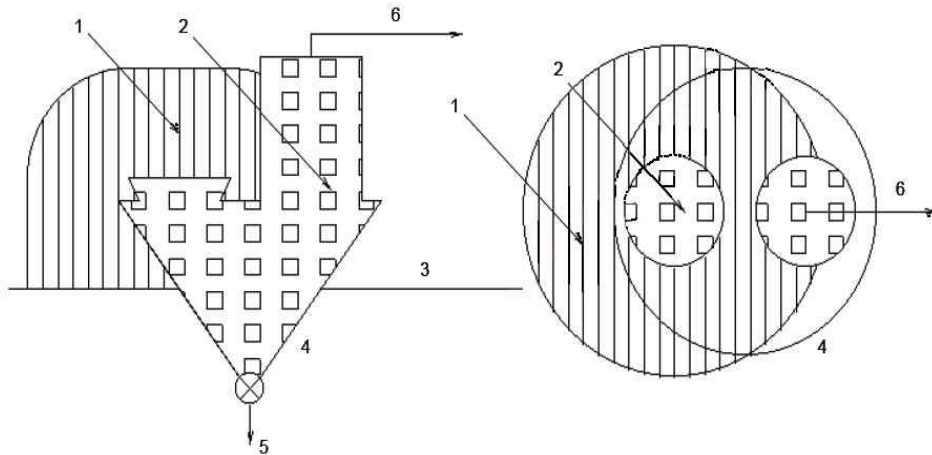
2. 폭발, 배기 또는 폭발 격리 등과 같은 추가적인 보호조치가 필요할 수도 있지만 이 지침 범위 밖이므로 여기서는 다루지 않는다.

<부록 1 그림 1> 배기설비가 없는 건물 내부의 호퍼 주위

2. 배기설비가 있는 호퍼 주위

이것은 <부록 1>의 1항과 유사한 예이나, 이 시스템의 경우 배기 설비가 구비되어 있다. 이러한 경우에는 대부분의 분진을 설비 내로 제한 할 수 있다.

- (1) 20종 장소 : 분진폭발 혼합물이 빈번하게 또는 지속적으로 존재하는 호퍼 내부
- (2) 22종 장소 : 개방된 맨홀은 2차 누출원이다. 배기설비가 있으므로 정상 상태에서는 분진의 누출이 없다. 잘 설계된 배기 설비에서는 누출된 모든 분진을 빨아들일 수 있다. 따라서 22종 장소는 맨홀 주위가 되며, 그 범위는 맨홀 끝에서 3 m까지와 이를 바닥까지 연장한 장소이다.



1 : 22종 장소(통상 3 m 반경), 2 : 20종 장소, 3 : 바닥, 4 : 백 배출 호퍼, 5 : 공정으로
6 : 격납용기 내에서 배출

주) 1. 상대적 크기는 단지 예이고, 실제적으로는 다른 거리가 필요하다.

2. 폭발, 배기 또는 폭발 거리 등과 같은 추가적인 보호조치가 필요할 수도 있지만 이 지침 범위 밖이므로 여기서는 다루지 않는다.

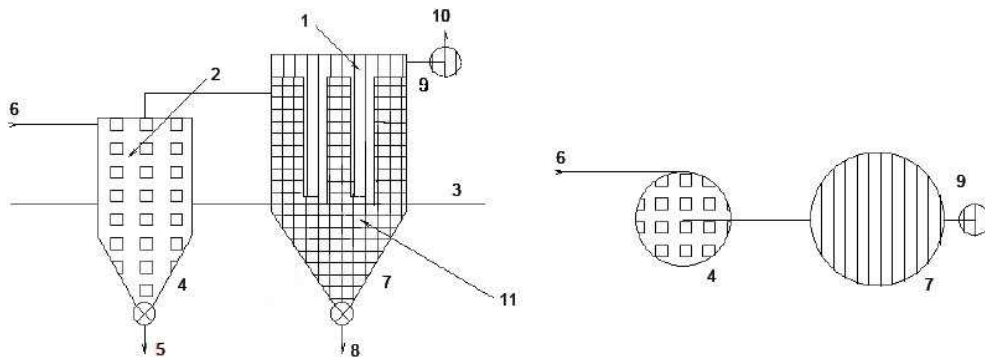
<부록 1 그림 2> 배기설비가 있는 곳의 호퍼 주위

3. 옥외 집진장치 및 여과기

집진장치와 여과기는 추출 설비 흡입측의 일부로, 추출된 제품은 연속적으로 작동되는 회전밸브를 통과하여 닫힌 저장소 내부로 떨어진다. 미세 분진의 양이 아주 작으므로 자체 청소 주기는 길다. 따라서 내부는 정상 작동 중에만 가연성 분진이 때때로 형성될 수 있다. 필터 유닛의 추출 팬은 외부로 공기를 추출하는 설비이다.

- (1) 20종 장소 : 분진폭발 혼합물이 빈번하게 또는 지속적으로 존재하는 집진장치 내부
- (2) 21종 장소 : 적은 양의 분진이 정상 작동 중에 사이클론에 의하여 포집되지 않는 경우에만 필터의 입구 측(Dirty side)은 21종 장소이다. 그렇지 않다면, 필터의 입구 측은 20종 장소이다.
- (3) 22종 장소 : 필터의 출구 측(Clean side)은 필터가 고장 난다면 가연성 분진운이 나타날 수 있다. 이를 필터 내부, 추출 덕트 및 추출 덕트의 배출 주위에 적용한다. 22종 장소는 덕트 출구 주위 3 m와 이를 바닥까지 연장한 장소이다(그림에 표시되진 않음).

주) 분진층이 장비 외부에 축적된다면, 분진층의 형성 정도와 분진운을 형성시키는 분진층의 교란을 고려하여 위험장소를 확대할 필요가 있다. 외부 환경의 영향, 즉 바람, 비 또는 습기는 가연성 분진층의 축적을 억제할 수 있음을 고려한다.



1 : 22종 장소, 2 : 20종 장소, 3 : 바닥, 4 : 집진장치, 5 : 제품 사일로로, 6 : 입구
7 : 필터, 8 : 미세 분진 통으로, 9 : 추출 팬, 10 : 출구로, 11 : 21종 장소

주) 1. 상대적 크기는 단지 예이고, 실제적으로는 다른 거리가 필요하다.

2. 폭발, 배기 또는 폭발 격리 등과 같은 추가적인 보호조치가 필요할 수도 있지만 이 지침 범위 밖이므로 여기서는 다루지 않는다.

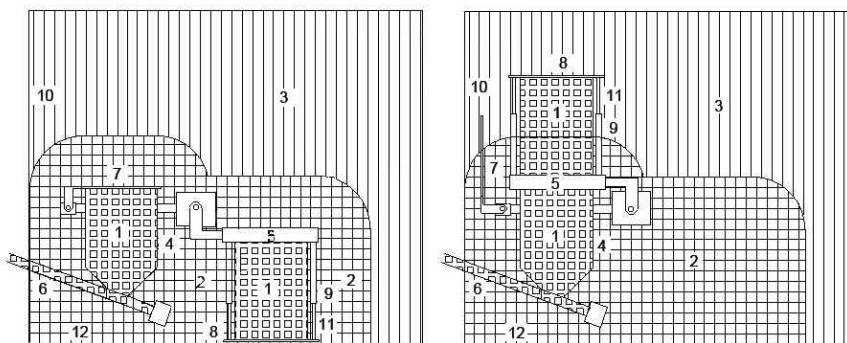
<부록 1 그림 3> 옥외의 깨끗한 출구가 있는 집진장치와 필터

4. 배기설비가 없는 건물 내의 드럼 덤프차

200 L 드럼 내의 분진을 스크류 컨베이어로 인접된 방으로 이송하기 위해 호퍼 내의 분진을 비우는 작업이다. 플랫폼 위에 분진이 가득 차고 마개가 열린 드럼이 있다. 닫힘 다이어프램 밸브에 드럼을 유압 실린더로 고정시킨다. 호퍼 뚜껑이 열리고 호퍼 상부의 다이어프램 밸브에 있는 드럼 캐리어가 회전한다. 다이어프램 밸브가 열리고 드럼이 완전히 빌 때까지 스크류 컨베이어가 분진을 이송한다.

새로운 드럼이 들어오면 다이어프램 밸브가 닫히고, 드럼 캐리어는 회전되어 원래의 위치로 돌아가고 호퍼 뚜껑은 닫힌다. 그리고 유압 실린더는 드럼과 그 마개를 풀어서 드럼을 분리시킨다.

- (1) 20종 장소 : 분진운이 자주 지속 존재하는 드럼, 호퍼 및 스크류 컨베이어의 내부
- (2) 21종 장소 : 드럼마개와 호퍼뚜껑이 열리고 호퍼 상부의 다이어프램 밸브를 달거나 철거할 때 분진누출이 분출운 형태를 발생시킨다. 따라서 21종 장소는 드럼, 호퍼상부 및 다이어프램 밸브 주위 1 m로 하되, 이를 바닥까지 연장한다.
- (3) 22종 장소 : 실내의 나머지 지역은 많은 양의 분진의 누출 가능성과 교란을 고려하여 22종 장소로 구분한다.



1 : 20종 장소, 2 : 21종 장소, 3 : 22종 장소, 4 : 호퍼, 5 : 다이어프램 밸브, 6 : 스크류 컨베이어
7 : 호퍼 마개, 8 : 드럼 플랫폼, 9 : 유압 실린더, 10 : 벽, 11 : 드럼, 12 : 바닥

- 주) 1. 상대적 크기는 단지 예이고, 실제적으로는 다른 거리가 필요하다.
2. 폭발, 배기 또는 폭발 격리 등과 같은 추가적인 보호조치가 필요할 수도 있지만 이 지침 범위 밖이므로 여기서는 다루지 않는다.

<부록 1 그림 4> 배기설비가 없는 건물 내의 드럼 덤프차

<부록 2>

고온표면에서의 분진층의 점화 위험성

점화의 위험성은 분진층이 고온 표면 또는 장비로부터의 열속(Heat flux)에 폭로된 온도로 인하여 점화원이 될 수 있는 가능성을 근본으로 한다. 이 위험성을 제어하기 위한 적절한 조치는 고려 대상 장비로부터 누출되는 에너지 누출을 제한하거나 분진층에 접촉되는 표면의 온도를 제한하는 것이다.

전기기기의 적용과 설치에 관한 세부사항은 안전보건기수지침 “분진폭발 위험장소에 서의 전기설비 선정에 관한 기술지침”을 참조한다.

<부록 3>

청소(Housekeeping)

1. 일반사항

- (1) 이 지침에서 위험장소를 구분할 때에는 분진층을 특별히 고려하지는 않으므로, 분진층에 의해 나타나는 위험성은 분진운과는 별도로 고려한다.
- (2) 분진층에 의한 위험은 다음과 같이 3가지로 볼 수 있다.
 - (가) 건물 내의 1차 폭발은 분진운을 발생시킬 수 있어 1차 폭발 보다 더 위험한 2차 폭발을 일으킬 수 도 있다. 따라서 분진층은 이러한 위험을 줄이기 위하여 항상 제어되어야 한다.
 - (나) 분진층은 그 층이 형성되어 있는 장비의 열속(Heat flux)에 의하여 점화될 수 도 있다. 폭발보다는 화재의 위험성이 서서히 발생 할 수도 있다.
 - (다) 분진층이 분진운을 발생시켜 고온 표면에 점화되어 폭발이 일어날 수 도 있다.
- (3) 이들 위험성은 분진의 특성과 청소 상태에 의하여 영향을 받는 분진층의 두께와 관련된다. 화재요인이 되는 분진층의 생성확률은 적절한 장비 선정과 효과적인 청소에 의하여 제어할 수 있다.

2. 청소의 수준

- (1) 청소 주기 하나만으로 분진층의 위험을 제거하기에는 다소 미흡하다. 즉, 분진 축적물은 다양한 영향을 받게 되는데, 예를 들면 고축적물을 갖는 2차 누출등급은 저축적물을 갖는 1차 누출등급 보다 훨씬 빨리 위험한 분진층을 생성할 수도 있다. 청소주기와 청소유효성 모두가 중요하다.

(2) 그러므로 분진층의 존재와 지속시간은 다음과 관련된다.

(가) 분진누출원의 누출등급

(나) 분진 축적률

(다) 청소의 유효성

(라) 청소의 등급은 다음과 같이 3등급으로 구분한다.

① 우수(Good) : 누출등급과 관련이 아주 없거나 무시할 정도의 분진층의 존재. 이러한 경우, 분진층으로부터 폭발성 분진운이 발생할 위험성과 화재 위험성은 제거된다.

② 양호(Fair) : 분진층이 잠깐씩 존재한다(1교대 이내). 분진의 열적 안정성과 장비의 표면온도가 상호 작용하여 화재가 발생하기 전에 분진은 제거될 수도 있다.

③ 미흡(Poor) : 분진층이 1교대 이상 존재한다. 화재의 위험성이 높을 수도 있고, <부록 2>에 주어진 지침에 따라 선정된 장비에 의하여 제어한다.

(3) 정상작동 중에 분진층이 분진운을 발생시킬 수 있는 조건과 결합된 불량한 청소는 억제한다. 위험장소 구분 시 모든 분진운이 생성되는 조건(예를 들면, 누군가 방에 들어오는 것)등을 고려해야 한다.

주) 1. 계획된 청소의 수준이 유지되지 않을 때에는 추가적인 화재 및 폭발이 일어날 수 있다. 또한 일부 장비는 더 이상 적절할 수 없다.

2. 분진층의 상태 변화, 즉 습기 흡수는 분진층이 분진운으로 되는 것이 불가능할 수도 있다. 이러한 경우, 2차 폭발위험성은 없으나, 화재 위험성은 그대로 남아있다.