

KOSHA GUIDE

E - 74 - 2011

가연성 물질을 사용하는 분무장비에 관한 기술지침

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 안전공학과 정재희 교수

o 제 · 개정 경과

- 2011년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- BS 6742-1 : Electrostatic painting and finishing equipment using flammable materials
- KS C IEC 60034-5 회전기기 제5부 : 회전기기 외함의 보호등급 분류(IP 코드)
- KS C IEC 60079 방폭기기
- KS C IEC 60079-0 방폭기기-제0부 - 일반요구사항
- KS C IEC 60079-11 방폭기기-제11부 : 본질 안전 방폭 구조
- 안전보건기술지침 (정전도장기 제작 및 설치에 관한 기술지침)

o 관련법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3장 제1절(전기기계 · 기구 등으로 인한 위험 방지)

o 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2011년 12월 26일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

가연성 물질을 사용하는 분무장비에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 가연성 물질을 사용하는 수동식 정전 분무장비를 다루는데 필요한 요구사항에 대하여 기술함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 폭발환경을 조성할 수 있는 도료 및 분체 등을 분무하기 위하여 수동식 정전 분무장비가 사용되는 장소를 대상으로 한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “수동식 정전 분무장비(Hand-held electrostatic paint, powder or flock spraying equipment)”라 함은 전계를 이용하여 부유물질을 생산, 충전 및 도포하는 장비로서 스프레이건, 고전압 발생장치 및 연결 케이블로 구성된다.

(나) “스프레이건(Spray gun)”이라 함은 충전된 물질을 분무하는 수동식 장비를 말한다.

(다) “고전압 전극(High voltage electrode)”이라 함은 높은 전계에 의하여 분무되는 물질을 충전하는 곳으로서 스프레이 건의 도전부분을 말한다.

(라) “최대 정격전압(U_{\max})”이라 함은 고전압 발생기의 최대 정격전압을 말한다.

- (2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 전기설비의 표면온도 및 보호

위험지역 내에서 전기설비를 사용한다면 다음의 요구사항을 충족시켜야한다.

- (1) 가연성 솔벤트를 포함한 정전도료를 사용하는 전기설비는 KS C IEC 60079(방폭 기기) 중 한 가지 이상의 요구사항을 충족해야 하며, 그 외함은 KS C IEC 60034-5(회전기기 제5부 : 회전기기 외함의 보호등급 분류(IP 코드))에서 요구하는 IP 54 보호수준으로 이루어져야 한다.
- (2) 가연성 분체 등을 사용하는 곳의 전기설비 외함은 KS C IEC 60079의 충격시험과 KS C IEC 60034-5에서 요구하는 IP 54 보호수준으로 이루어져야 한다. 또한 외함의 최대 표면온도는 200 °C를 초과하지 않아야 한다.
- (3) 폭발 분위기가 조성될 수 있는 가연성 접착제가 코팅되어 있는 표면에 도료가 분사되는 경우, 전기설비는 (가)의 요구사항을 준수하여야 하며, 외함의 표면온도는 200 °C를 초과하지 않아야 한다.

5. 구조적 요구사항

스프레이건은 일반적으로 주위온도가 0~40 °C 범위에서 사용할 수 있도록 설계되어야 하며, 이러한 경우 추가적인 표식(marking)은 필요하지 않다.

(1) 기계적 사항

- (가) 스프레이건은 6항 (4), (5)의 충격 및 낙하시험에 견딜 수 있어야 한다.

(나) 스프레이건의 손잡이는 금속 또는 최대 고유저항이 $10\ \Omega\text{m}$ 인 물질을 사용하여 하며, 최소 $20\ \text{cm}^2$ 이상의 표면적을 가져야 한다. 또한 그 표면은 접지단자에 연결되어 있어야 한다(5항의 (2) 참조).

(다) 모든 케이블은 스프레이건에 안전하게 연결되어 있어야 한다.

(2) 전기적 사항

(가) 스프레이건으로 연결된 모든 케이블(접지된 본질안전회로 제외)은 절연된 피복 및 접지된 금속차폐에 의하여 보호되어야 한다. 만약 설계상의 이유로 고전압 케이블의 차폐가 불가능 하다면, 케이블 주변의 접지된 물체에서 점화성 스파크가 발생하지 않는 것을 6항 (1)의 (바)항의 시험을 통하여 확인하여야 한다.

(나) 높은 전계를 얻기 위하여 설계된 것을 제외한 스프레이건의 모든 금속은 접지되어야 한다. 이때 이러한 금속부분은 안전보건기술지침 “정전도장기 제작 및 설치에 관한 기술지침”에 기술되어 있는 고전압 발생장치의 접지단자나 동등하게 신뢰할 수 있는 다른 단자에 연결되어야 한다.

(다) 액체로 된(이하 Paint라 함) 스프레이건 전기 설비의 전체 또는 일부(고전압 회로의 구성부품은 제외하지만 스프레이건의 밀폐함은 포함)는 KS C IEC 60079 규격의 유형 중 한 가지 이상의 요구사항을 준수하여야 한다.

분체로 된(이하 Powder라 함) 또는 Flock 스프레이건의 모든 전기 부품(고전압 전극 제외)은 KS C IEC 60034-5에서 명시하는 IP 54의 보호수준을 준수해야 한다. 또한 가스폭발 환경을 조성할 수 있는 접착제와 함께 사용되는 Flock 스프레이건은 Paint 스프레이건과 같은 요구 조건을 충족해야 한다.

Powder 또는 Flock 스프레이건의 모든 구성부품은 T6 등급의 온도에 관한 요구사항을 준수하여야 한다.

(라) 폭발 분위기가 조성될 수 있는 공간에서 절연과괴가 발생할 가능성이 있다면 스프레이건은 $1.5\ U_{\text{max}}$ 의 전압시험에 통과하여야 한다(5항 (2)의 (가) 참조).

(마) 고전압 케이블은 $1.5\ U_{\text{max}}$ 의 전압내력시험을 통과한 것이어야 한다.

- (바) 스프레이건의 조작장치는 미작동시 꺼짐 위치에 있어야 한다. 조작장치를 놓았을 때, 2초 이내에 스프레이건에 고전압 및 스프레이 물질의 전달이 중단되어야 한다.
- (사) 단락으로부터 스프레이건 또는 관련 장치를 보호하기 위한 전류제한저항이 설치되어야 하며, 스프레이건의 고전압 전극과 접지사이에 단락이 발생했을 때 5분 동안 파괴되지 않아야 한다.
- (아) 고전압 공급 장치 안에 설치되어 있는 구성 부품은 설비의 안전을 위하여 서로 본딩되어야 한다.
- (자) 제너다이오드가 고전압을 제한하기 위하여 사용될 때, 2중구조로 설치되어야 한다. 제너다이오드는 제조업체가 정한 한계치의 2/3 이상일 경우 작동해서는 안 된다.

6. 인증 시험

인증시험은 대기온도(20 ± 5 °C) 상태에서 실시해야 하며, 스프레이건에 대한 인증시험은 아래와 같다.

(1) 스프레이건 점화시험

- (가) Paint 스프레이건의 시험에 사용하는 혼합물의 폭발 점화에너지는 0.24 mJ이어야 하며, 5.25 ± 0.25 % 볼륨농도를 가진 순도 99 %의 프로판과 공기의 혼합물을 사용하여야 한다.
- (나) Powder 스프레이건을 실험하기 위하여 사용되는 폭발 혼합물의 점화 에너지는 5 mJ이어야 하며, 시험에 사용하는 가스는 12.0 ± 0.1 Vol.%를 가진 순도 99 %의 메탄과 공기의 혼합물 또는 각각 순도 99 %의 메탄 6.6 ± 0.15 Vol.% 및 산소 14.9 ± 0.2 Vol.%, 질소 78.5 ± 0.2 Vol.%의 혼합물이어야 한다.

(다) 폭발분위기를 조성 할 수 있는 접착제와 함께 사용하는 Flock 스프레이건은 Paint 스프레이건을 위한 폭발 혼합물과 같은 조건의 시험을 거쳐야 한다.

(라) 500 mJ 이하의 점화 에너지를 갖는 Flock과 분무 또는 폭발 분위기를 조성하지 않는 접착제를 함께 사용하는 스프레이건은 Powder 스프레이건을 위한 폭발 혼합물과 같은 조건의 시험을 거쳐야 한다.

(마) 점화시험은 제조자가 10회 청소를 한 후에 실시되어야 한다. 고전압이 조절가능하다면 최대값을 설정해주어야 한다. 이 시험은 최대 출력전압의 인가여부와는 상관없이 주 공급전압의 $\pm 10\%$ 에서 실시하여야 한다.

- ① 전원 공급장치로부터 인가 가능한 최대 전압을 평가하기 위해서는 회로 사이의 좁은 간격 또는 구성부품 사이의 누전에 대해서 고려하여야 한다. (예; KS C IEC 60079-11(방폭기기-제11부 : 본질 안전 방폭 구조)의 "ib" 본질 안전 범주의 장치)
- ② 10~25 mm 직경인 접지구는 방전이 발생하기 쉬운 케이블과 스프레이건 쪽으로 이동해야 하며, 방전은 폭발성 혼합물을 포함한 비전도성 물질의 챔버 내부에서 발생하여야 한다.
- ③ 이 시험은 새로운 폭발 혼합물을 사용하여 5분 동안 4번 실시해야 한다. 만일 폭발 혼합물이 지속적으로 챔버를 통과한다면 시험은 20분 동안 실행되어야 하며, 만약 폭발 혼합물이 점화되지 않는다면 스프레이건은 시험에 통과한 것이다.

(바) 스프레이건의 고전압 케이블에 금속 차폐가 되어있지 않다면 적어도 0.5 m 이상의 길이를 가진 케이블이 시험 챔버 안으로 들어가야 한다(예; 고리 형태).

(2) 전압시험

(가) 접지된 스프레이건과 연결케이블에 인가되는 고전압은 $1.5 U_{\max}$ 까지 상승할 수 있다. 이때 고전압 전극에서 발생하는 코로나 전류에 대한 제어가 필요하다.

(나) 전원의 개폐에 의하여 발생하는 임펄스의 영향을 피하기 위해 시험전압은 최

소값에서 최대값까지 10초안에 균일하게 증가시키고 1분 동안 유지시켜야 한다. 이때 절연파괴가 발생해서는 안 된다.

(다) 고전압 발생 장치가 스프레이건의 일부라면 $0.5 U_{\max}$ 를 초과하는 전압에서 고전압 발생장치를 사용하는 것이 가능하며 개별 발생기로부터 시험 전압을 공급해야 한다.

(라) 고전압 케이블의 고전압 부분은 20분 동안 $1.5 U_{\max}$ 전압으로 높여야 하며, 케이블의 차폐는 접지가 되어야 하며 절연파괴가 발생해서는 안된다.

(마) 케이블이 금속 차폐가 되어있지 않다면, 끝부분 0.75 m를 제외하고 최소 2.5 m 길이의 샘플 케이블 전체가 일반 수돗물을 포함하고 있는 욕조 안에 담겨져야 된다. 각각의 끝은 함께 결속되어 있어야 하고 20분 동안 중심과 욕조 사이에 $1.5 U_{\max}$ 시험 전압이 인가되어야 한다. 이때 절연 파괴가 발생해서는 안된다.

(3) 충격시험

(가) 폭발위험지역 내에서 사용하기 위한 Powder 및 flock 스프레이건의 전기설비는 KS C IEC 60079-0(방폭기기-제0부-일반요구사항)에 준수하는 기계적 위험이나 손상에 맞게 시험을 하여야 한다.

(나) 이 시험은 스프레이건 두 개의 샘플로 실시하여야 한다.

(다) 스프레이건의 각 샘플은 점화시험(6항 (1) 참조)의 요구사항을 충족해야 한다.

(라) 전기설비에 대한 충격시험은 KS C IEC 60034-5에서 설명하는 IP 54 보호수준에 영향을 받지 않는다.

(4) 낙하시험

(가) 스프레이건은 콘크리트 바닥으로부터 1.25 m 높이에서 4번 낙하시험을 실시

하여야 한다.

(나) 이 시험은 완제품인 두 가지 샘플로 실시하여야 한다(6항 (3)에 사용된 것과 같지 않아야 함).

(다) 각 샘플은 점화시험(5항 (1) 참조)의 요구사항과 같은 시험을 따라야 한다.

(5) 케이블 인장시험

(가) 본질안전회로로 구성된 케이블을 제외하고 스프레이건의 모든 케이블은 50초 당 150 N의 인장시험을 통과하여야 한다.

(나) 이 시험은 완제품인 두 가지 샘플로 실시하여야 한다.

7. 표식(Marking)

인증과 안전 시스템에 추가 인증은 장치에서 가장 보기 쉬운 부분에 명확하게 표시해야 하며, 화학적 부식을 고려한 내구성이 있는 것으로 읽기 쉬워야 한다.

(1) 전기설비

- ① 제조자 성명 또는 제조자 등록상표
- ② 설비의 안전한 사용을 보장하기 위한 종류의 구분
- ③ AC/DC의 입력 전압 범위
- ④ 입력의 정격 주파수 범위
- ⑤ 정격입력전력
- ⑥ 설비인증 근거 및 시험소재의 표시
- ⑦ 정격 출력전압
- ⑧ 정격 출력전류
- ⑨ 필요할 경우, 4항에서 요구하는 보호수준
- ⑩ 법적으로 요구되는 일반적인 표식

(2) 스프레이건

- ① 제조자 명 및 제조자 등록상표
- ② Ex 기호 다음에는 0.24 mJ 또는 5 mJ을 표기하여야 한다(6항 (1)의 (가)~(라) 참조).
- ③ 설비인증 근거 및 시험소재의 표시

8. 사용 설명서

각각의 스프레이건은 사용설명서가 있어야 하며, 인증정보가 추가적으로 제시되어야 한다.

- ① 고전압 발생장치의 정격 출력전압
- ② 고전압 발생장치의 정격 출력전류
- ③ 사용되는 도료 전도도의 상한계 및 하한계
- ④ 장치의 사용정보
- ⑤ 사용설명서의 규칙 미준수시 위험하다는 경고문구