

대형산업체 안전진단 실시

1973년에 협회가 설립된 이후 16년 동안 실시해오고 있는 점검은 양적 또는 질적으로 많은 변화를 하여왔다.

우선 양적으로는 1만여건이었던 특수건물이 3만4천여건으로 3배 이상 증가되었으며 질적으로는 순수하게 방재적 측면에서 시작된 점검이 보험자료조사를 포함하게 되고 또 몇년전 부터는 다양한 외부의 욕구를 충족시키기위하여 위험조사를 실시하고 있다.

근래에는 새로운 위험에 대응한 발화위험 및 안전대책을 강구하기 위하여 대형산업체에서 정밀안전진단을 요청해오고 있는 실정이다. 이 진단은 방재시험소가 주관이되어 유료로 실시하고 있는데 이미 3건에 1천6백8십여만원의 용역비를 示縣하였다.

점검의 양적 팽창에 반비례하여 질적저하가 우려되고 있는 현실에서 이러한 업무는 우리에게 새로운 어떤 가능성을 보여주고 있는지도 모른다.

본란에서는 최근에 실시한 안전진단 보고서 중에서 일상의 안전점검시 看過하기 쉬운 공정별 화재위험대책과 점검실무에 이용 가능성이 높은 관련 참고자료 일부만을 발췌하였다.

공정별 화재위험 및 대책

1. 도장공정 (Spray, 분체, Dipping)

- Spray Booth 주위는 최소 1m 이상의 유효공간을 확보하여 청소 또는 화재시 진압활동을 용이하도록 함
- Spray Booth 와 건조로는 충분한 거리로 이격 설치하여 Booth 표면온도 상승으로 인한 잔류도료의 자연 발화위험을 방지
- 도장실은 최소 1시간 이상의 내화성능으로 방화구획
- 자동 Spray 도장과 Dipping 도장에 있어서는 배기팬이 작동되지 않은 경우 작업이 즉시 정지될 수 있도록 제어장치 및 경보장치 설치
- 배기덕트에는 잔류도료에 의한 발화 위험을 줄이기 위하여 청소구 설치
- 용량 1,900ℓ 이상의 Dipping Tank에는 탱크 자체의 발화 또는 탱크 부근에서의 발화시 연소확대를 방지하기 위하여 5분이내에 도료를 안전한 장소로 자동 및 수동으로 긴급 이송시킬 수 있는 설비 설치
- 공정용 펌프 (컨베이어 장치 포함)는 화재감지장치와 연동하여 화재시 자동 정지 가능한 구조로 설치
- 금속 Booth, 배기덕트, 도료 이송배관등은 접지시키고 컨베이어, hook등은 피도장물과 전기적 접촉이 유지되도록 청소
- 도장 Booth 및 Dipping Tank에 설치된 할론 등 자동소화설비가 작동할 때 배기팬, 도료 순환펌프를

긴급·제어할 수 있는 정지장치 설치

○ Booth내의 가연성증기가 배출되도록 작업시작 전 그리고 작업종료 후 최소 5분이상 급, 배기팬을 가동시켜 환기

2. 실크인쇄공정

- 인쇄실에는 강제 배기설비 설치
- 실크인쇄실은 구획된 일정한 장소로 위치를 제한하여 전용실을 확보하고 적용 소화설비 설치
- 실크인쇄실은 1종 위험장소로서 지역내에 설치하는 전기설비는 내압 방폭구조이상으로 설치

3. 자동납땜공정

- 배기팬이 작동되지 않을 경우 경보 (경보팬프 설치등)가 가능하고 히터의 전원차단 등 공정이 중단되도록 연동조치
- 자동납땜기의 납조와 건조용 히터의 이상 상태로 인한 온도과열시 전원을 차단하거나 경보를 발하는 등의 안전대책
- 가연성 증기가 체류하는 자동납땜기 내부에 설치하는 전기설비는 방폭구조로 설치

4. 고압가스 저장 및 제조공정

- 사용압력계는 최고눈금이 상용압력의 1.5배 이상 2배 이하의 것을 사용
- 기화기에 안전밸브 설치
- 사용처에서 일시에 다량의 가스를 사용하는 경우 액상의 가스가 공급될 수 있는 위험을 배제시키기 위하여 기화기에는 항상 전원공급하여 가동상태로 유지
- 가스 설비에 설치하는 밸브에는 개폐방향과 개폐상태를 명시

5. 열매보일러

- 열매보일러의 화재원인으로는 ① 누설된 열매의 인화 ② 보일러로내의 류브파열 ③ 누설로 열매량이 부족하여 배관내 순환이 안되어 로내 류브의 과열 파열 등 인
- 열매보일러가 진공이 생기지 않도록 팽창탱크 열매 액면은 열매보일러 보다 높은 위치를 유지
- 열매체유의 온도가 규정치 이상으로 상승되었을 경우 버너의 연료량을 조절하고 또한 연료분사량에 따라 공기량을 조절 등의 안전조치

6. 철 구조물의 내화조치

- 화학공장의 옥외 Plant는 철골 구조물인 경우가 많으나 철 구조물은 화재시 열에 매우 약하며 400℃ 정도만 되어도 그 지지능력을 거의 잃게됨
- 따라서 외국의 경우 공장의 구조물 자체를 30분에서 4시간 까지의 내화도를 유지토록 함
- 최근에는 부식방지용 도료 자체가 화재시 30분 내지 1시간 정도의 내화성을 유지시키는 것이 개발되어 있으므로 방화도료 도장 조치

참고자료1 전기설비의 방폭 지침

저전압의 전기기구는 회로의 개폐, 전기배선의 단선, 접촉불량, 단락, 누전 또는 전구가 파괴될 때 아크방전을 일으키고 자동조절용 릴레이 접점, 전동기 정류자 등의 접점 개폐시 미소한 스파크 방전을

일으킨다.

고전압 전기기구를 사용할 때에는 전극이 고전위에서 대전하면 주위의 공기가 일부 절연파괴를 일으켜 코로나 방전을 일으키고 다시 전위가 올라가면 스파크방전이 나타나게 된다.

이들의 전기불꽃에 의한 방전에너지가 필요로하는 가연성가스, 인화성액체의 증기, 폭발성분진 등의 위험장소에서는 발화원인이 된다. 따라서 이러한 시험장소에서의 전기설비는 전기불꽃에 의해 인화, 폭발 사고를 일으킬 수 있는 위험성이 높기 때문에 전기기구 및 배선의 선택과 공사방법은 위험장소별 방폭지침에 따라 시설 및 유지 관리되어야 한다.

위험장소별 방폭구조 선정방법

위험 물질	위험 장소	방폭 구조
폭발성 가스	0종 장소	본질안전 방폭구조(i)
	1종 장소	耐壓방폭구조(b), 內壓방폭구조(f), 유입방폭구조(o)
	2종 장소	안전중 방폭구조
폭발성 분진	폭발성 분진위험장소	분진방폭특수 방진구조(SDP)
	가연성 분진위험장소	분진방폭보통 방진구조(DP)

※ ()는 방폭구조의 기호임

0 종장소는 폭발성가스의 농도가 계속적으로 또는 장기간 동안 폭발하한계 이상이 되는 장소로서 전기 설비를 설치하지 않는 것이 원칙이다.

1종장소는 인화성 액체를 사용하는 여과, 증류, 세척, 건조 등의 작업장, 인화성 용제를 사용하는 도장 작업장, 가연성가스 및 인화성 액체의 압축 또는 압송 펌프실, 가연성가스 배출장소, 인화성 액체의 주입 작업장 등으로서 가능한 전기기구의 사용을 피하는 것이 좋다.

만약 전기기구를 사용해야 되는 경우에는 될 수 있는 대로 위험장소 외부에 설치하고 위험장소 내부에 설치할 때에는 전동기, 개폐기, 전동 등의 설치수를 최소한도로 줄이고 가스의 위험성에 따라 방폭구조를 선택한다. 일반적으로 耐壓 또는 內壓 방폭구조의 것을 많이 사용한다.

전기기구가 방폭구조로 되어 있어도 누전상태가 되면 외피에 접속된 유전체와의 사이에 전기불꽃을 일으켜 착화원이 되기 때문에 캐비닛, 전선관 등은 수도관 등을 이용해서 확실히 접지하여 접지저항을 1~3Ω 이하로 유지하도록 하여야 한다.

1종 위험장소에 전기기구를 설치할 경우에는 공기보다 비중이 무거운 가연성증기가 있는 장소에서는 될 수 있는 대로 실내의 높은곳에, 반대로 공기보다 가벼운 가연성증기가 있는 장소에서는 낮은 곳을 선택하도록 한다. 또한 방폭구조를 가지지 않은 선풍기, 전화기, 라디오, 전기시계, 벨, 전기냉장고, 축전지 등을 비치하지 않도록 한다.

2종 위험장소는 이상상태에서 위험분위기를 발생할 염려가 있는 장소로서 운전중에 전기불꽃을 발생할 우려가 없는 전기기구는 전폐구조로 하거나 안전중 방폭구조의 것으로 사용해도 지장은 없다. 또한 배선은 얇은 금속전선관을 사용해도 좋다.

참조자료2 Spray Booth의 환기

Spray Booth 내에서의 발화를 방지하기 위하여는 Booth 내의 가연성증기 농도를 폭발범위의 이하로 유지하고 Over Spray를 가능한 줄여야 한다. 또한 Booth내의 전체 공기를 배출시키기 위해서는 적절한 환기설비가 필요하며 환기설비가 되었을 경우 Booth 인접지역에 대한 별도의 기계적인 환기설비

없다.

Booth 내의 전 공간이 3~5분 마다 완전한 공기교체가 이루어 진다면 일반적으로 인화성증기는 체류되지 않는다. 수동식 Spray 장치를 사용하는 Spray Booth에서는 평균풍속이 약 30.5m/min 이상이면 Over Spray 되지 않는다 따라서 환기팬의 용량 (m³/min)은 Booth의 출입구, 콘베이어 개구부 등의 전체 개구부 면적 (㎡)에 약 30.5m/min를 곱한 양이 되어야 한다. 그러나 Spray 작업이 광범위하게 이루어지거나 특수한 목적의 Booth인 경우에는 부가적인 환기가 필요하다.

정전 Spray도장에서는 Over Spray와 용매증기를 적게 발생시키므로 배기속도가 낮아도 된다. 일반적으로 18.3m/min으로 유지하면 폭발범위 이하로 유지할 수 있다.

분체도장 Booth의 배기속도는 정전 Spray도장과 같은 방법으로 적용한다.

참고자료3 도장건조로의 환기

인화성용매를 증발시키는 건조로에 있어서 환기는 아주 중요하다. 건조로의 각 부분에서 인화성증기의 농도가 항상 폭발범위의 하한 이하가 되도록 공기 순환이 이루어져야 하며, 이를 위하여 충분한 급기와 배기가 이루어져야 한다.

건조로의 환기량은 다음사항을 기초로 하여 결정한다.

1. 건조로내에 연소생성물이 들어가는 경우 그 부피
2. 도료로부터 가열시 방출되는 인화성 물질의 무게
3. 건조로의 가열 및 환기 방법
 - 처리되는 물질
 - 그 물질이 가열되는 온도
 - 가열 방법 (직접 또는 간접)
 - 건조 방법 (연속식 또는 회분식)

건로의 배기설비에 설치된 열회수 장치는 인화성물질 또는 외부물질의 응축으로 인하여 환기량에 손실을 일으킬 수 있다.

환기설비를 설치할 때는 일반적으로 다음사항을 고려하여야 한다.

1. 배기덕트 개구부는 증기농도가 가장 큰 지점에 위치
2. 모든 배기는 동력팬을 사용한 기계적 방법으로 설치
3. 급기는 건조로내의 모든 부분에서 공기순환이 일어나도록 설치
4. 급, 배기팬이 동작하지 않을 때에는 건조로의 가열원이 기계적 또는 전기적으로 차단될 수 있도록 조치

정확한 환기량은 계산식에 의하여 결정할 수 있으나 개략적으로는 다음과 같이 구한다. (1ℓ의 용매는 일반적으로 연소범위 하한농도로 18.7m³의 가연성증기를 형성하는 것으로 기준함)

연속식 건조로에서의 환기량은 증기농도가 폭발범위 하한의 25%이하로 유지되어야 하므로 증발되는 용매 1ℓ당 74.8m³ (=18.7×100÷25)의 급기가 되도록 한다.

또한 회분식 건조로에서는 용매 1ℓ에 대하여 분당 2.8m³ (=18.7×3÷20 : 용매는 최초 20분 동안에 전부 증발하며 최대증발속도는 평균 증발속도 (1/20)의 3배임) 이상의 급기가 되도록 하여야 한다.

참고자료4 인체의 帶電

인체의 대전은 절연성이 좋은 바닥위를 걸을 때 발생하는 대전, 의자 등에 앉을 때 의복과 의자 등과의 접촉마찰에 의한 대전, 의복을 벗을 때 의복과 인체와의 접촉 분리에 의한 대전으로 구분할 수 있다.

1. 보행에 의한 대전

일반적으로 고무, 리노름 등 절연성이 좋은 바닥위를 고무바닥의 신발을 신고 걸으면 인체는 강하게 대전한다.

실험에 의하면 실내습도가 40~50% 이하일 때 리노름 바닥은 고무화를 신고 걸으면 1,000~3,000V 까지 대전되지만 가죽구두의 경우는 대전되지 않는다.

통상적으로 정전기에 대해서 $10^6 \Omega$ 정도의 저항은 누설이 빨라 도체와 다름이 없고 $10^8 \Omega$ 이하에서도 정전기가 축적되기 어렵다. 고무나 리노름 바닥의 저항은 $10^9 \Omega$ 정도이고 가죽은 $10^7 \Omega$ 정도이기 때문에 피혁의 경우는 대전하지 않아도 고무화를 신고 있는 경우는 대전한다. 또한 인체의 정전용량은 신발바닥의 두께 즉 발바닥과 바닥과의 거리에 의해 다르며 평균 200PF이다.

인체의 정전용량

발바닥과 바닥과의 거리(mm)	155	89	46	12.8	1.1	0.5	0.25
인체의 정전용량 PF	75	100	130	190	850	2,300	6,800

2. 의자 등과의 마찰에 의한 대전

대전하기 쉬운 화학섬유를 칸 좌석에 앉았다 일어나면 좌석과 의복사이에 대전이 일어난다. 실험에 의하면 다리가 금속파이프인 의자에 앉아서 의복과 좌석을 마찰하고 급히 일어나면 인체는 1,000~3,000V, 의자는 18,400V가 되었다.

3. 탈의시의 대전

2겹 이상의 옷을 입고 위의 1겹을 벗을 경우에는 의복간에 대전이 일어나고 1겹만 착용한 경우에는 인체와 의복간에 대전이 일어난다.

4. 인체의 대전방지 대책

가. 의복

의복에서 발생하는 정전기는 석유화학 공장의 탄화수수증기에 대해 위험하지 않다고 주장하는 사람도 있으나 미국의 NFPA, 일본의 노동성 산업안전연구소 및 소방대학 자료에 의하면 특수한 경우 이외에는 위험성이 적으나 화섬작업복 대신에 대전방지 작업복을 착용토록 권장하고 있다.

나. 신발

구두는 바닥에 절연성이 좋은 고무 등의 사용을 금지하고 카본블랙 등 도전성 재료를 혼입한 도전화를 신도록 하여야 하며 도전성의 바닥이나 매트 위에서 작업하여 인체를 절연시키지 않도록 하여야 한다.

다. 작업관리

가연성가스가 있는 장소에 들어가기전에 인체에 축적된 정전기를 어스시키기 위하여 접지된 난간 등을 잡도록 하고 경우에 따라서는 장갑의 사용을 금지시킨다.