

자동차공장의 도장부스 화재

1. 공장개요

본 사업소에는 138,511㎡의 대지 내의 종합공장, 프레스공장, 부품창고 등이 배치되어 있으며 사고가 발생한 종합공장은 철골 슬레이트조 건물(일부 ALC : 경량 콘크리트)로써 총 연면적 62,824㎡이고 건축면적은 52,392㎡의 규모이다.

종합공장은 자체조립부문, 의장부문, 도장부스로 구성되고, 종합공장 전체가 위험물 일반취급소로 되어 있다.

도장부스는 내화의 벽(ALC판)으로 방화구획 되었고, 이 가운데 중도(中塗)부스, 상도(上塗)부스, 2색(Two-tone)부스, 도료조합실 및 수선작업장 등 5개소에서 위험물을 취급하고 있으나 이 화재는 상도부스에서 출화한 것이다.

2. 화재개요

- 출화일시 : 1989. 11. 11. 13:10
- 화재장소 : 일본, 나고야시 A차량사업소 종합공장
- 피해상황 : 종합공장내의 상도부스(약 225㎡) 중 180㎡ 전소, 부스내의 차량 8대 및 주변기기 소손
- 출화장소 : 상도 도장용 자동정전도장기 우측(라인 진행방향) 사이드 머신(Side machine)에서 출화
- 출화원인 : 자동정전도장기 하부의 격자형 깔판(Grating)을 작업형편상 이동시킨 상태에서 접지가 불량하게 되어 정전기가 축적됨.
- 이때 부근의 접지 물체와의 사이에서 발생한 정전기 스파크가 도료 등의 가연성 증기에 인화한 것으로

추정

◦ 손 해 액 : 약 2억 2천만円

3. 출화위험물의 취급 허가량

- 제4류 위험물 제 1 석유류 808ℓ
- 제 2 석유류 6,688ℓ
- 제 3 석유류 3,755ℓ
- 제 4 석유류 422ℓ

* 합계 : 지정수량의 24.07배

4. 소방설비 현황

- 종합공장 : 소화기, 옥내소화전설비, 이산화탄소 소화설비, 분말소화설비, 옥외소화전설비, 동력소방 펌프, 자동화재탐지설비, 유도등, 소화용수
- 종합공장내 출화장소의 소방설비(일반취급소)
 - 이산화탄소 소화설비(고정식)
 - * 출화 부스내 : 분사헤드 12개, CO₂ 봄베 40병
 - 소화기 237개

5. 소화활동 개요

- 출화 및 소화활동 시간
 - 13:10 출화
 - 13:21 공장 경비계에서 119 통보
 - 13:26 소방대 도착(선발대)
 - 14:16 연소저지
 - 15:38 진 화
- 소화활동 인원 및 장비
 - 인원 : 소방관 57명, 자위소방대원 84명(계

141명)

- 장비 : 소방차 13대, 소방정 1대
- 소방시설의 사용 : 소화기 5개, 옥내소화전 1개, 옥외소화전 3개

6. 작업개요 및 출화시의 상황

가. 작업개요

출화장소가 된 상도 도장라인은 Body(one box car 및 pick up truck)를 중도 도장한 후, 자동도장을 할 수 없는 부분에 분무도장을 하고 자동정전도장에서 Top 및 Side를 3회 재도장한다.

자동정전도장기는 3조(Top 및 Side에 1조)로서 최고 2분간에 1대의 Body를 도장하는 능력이 있다. (출화시에는 2.7분에 1대로 작업 중이었다)

출화는 오후작업의 개시 직후로, 9명의 작업원(리더 1명 포함)이 작업중이었고 출화한 자동정전도장기는 3대의 차량을 금속성 도료로 도장 중이었다.

나. 출화당시의 자동정전도장기의 상황 등

- 도료의 종류와 피도물

-도료의 종류 : 금속성 도료(N사 제품, 도료번호 #515)

-피 도 물 : one box car

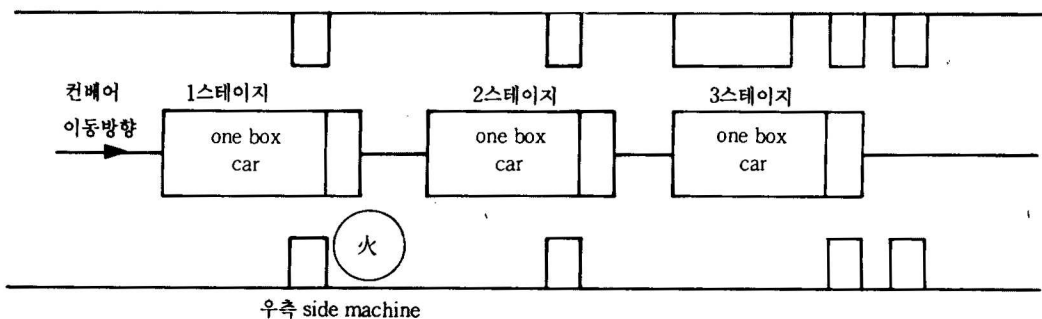
- 자동정전도장기의 구성 등

자동정전도장기는 란스버스 켐사 제품인 Air 무화방식의 자동정전도장기로서 Spray gun에서 Air에 의해 도료를 무상으로 방사하고, 針上電極에 의해 도료에 마이너스 60,000V의 정전기를 대전시켜 도장하는 것이다. 자동정전도장기는 왕복작동기, 고전압 케이블, Air hose, Spray gun 및 메터링 밸브(도료 밸브) 등으로 구성되어 있다.

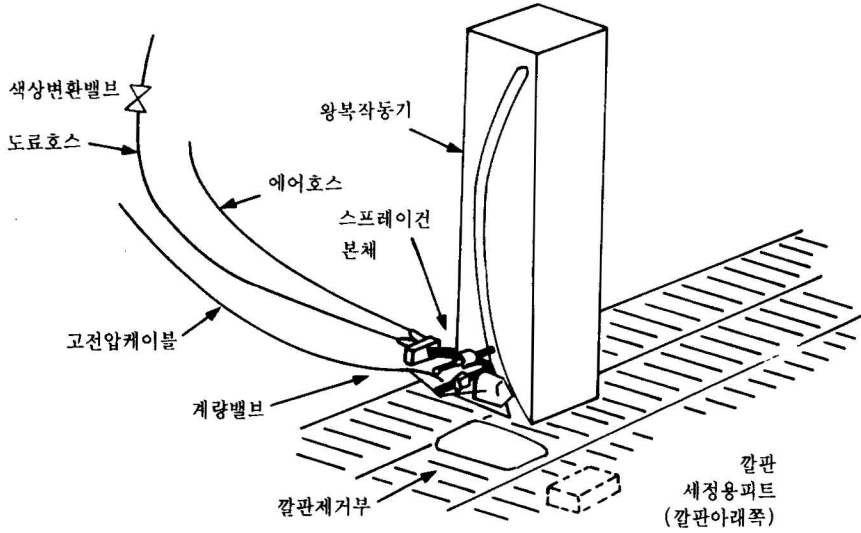
구성회로에 일정치(약 230 μ A) 이상의 전류가 흐르면 전원을 자동적으로 차단하고 경보음을 발하는 시스템(Spark guard)으로 되어 있다.

또, 스프레이건 부분은 도료분말의 비산에 의한 오염방지 및 제품의 끝마무리를 좋게 하기 위하여 고전압 케이블, Air hose, 도료호스 등을 스프레이건 본체와 함께 폴리에틸렌 시트로 피복하여 두고 당해 시트의 교체는 매번 책임자의 지시로 계원 2명이 고정 배치되어 실시하고 있다.

【도장작업장 상황】



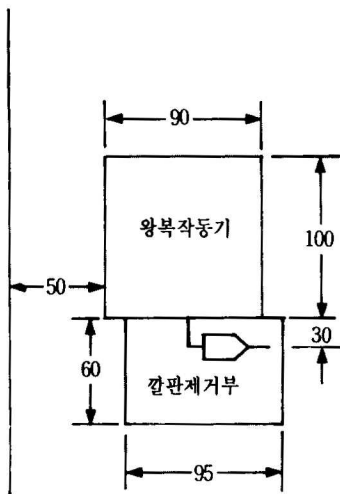
【 자동정전도장기 부근 상황 】



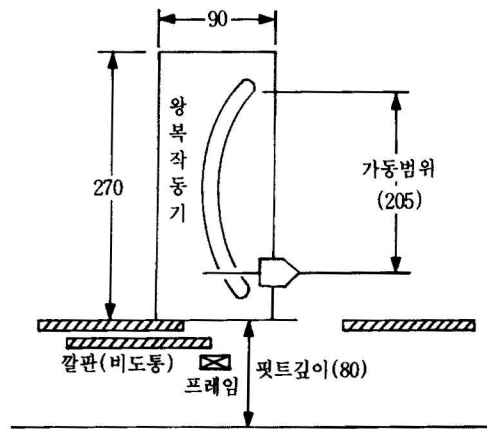
○ 깔판(Grating)의 상황
출화한 자동정전도장기 하부의 격자형 깔판을 테

스터로 조사해 보니 도통이 되어 있었으나 작업 형편 상 이동된 깔판에는 도통이 되지 않았다.

【 깔판의 상황 】



【 평 면 도 】



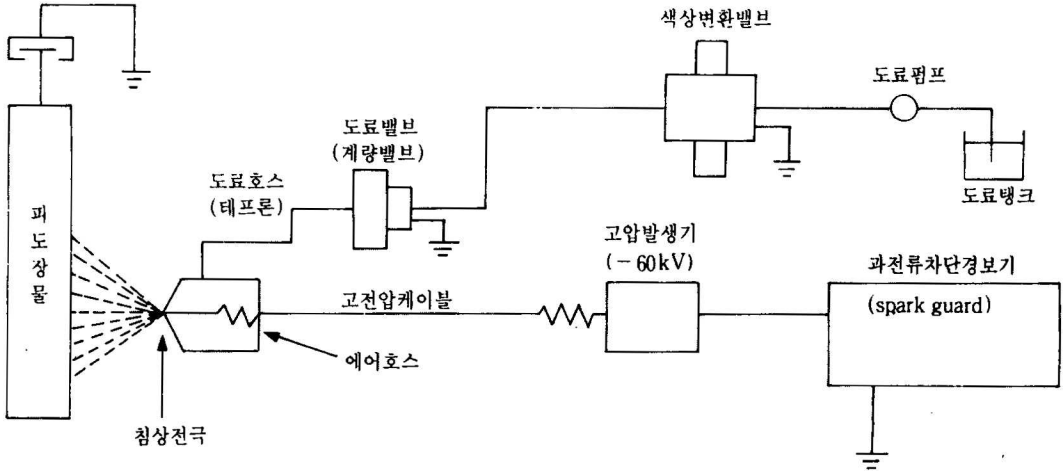
【 측 면 도 】

(단위 : cm)

※ 그림의 참고사항

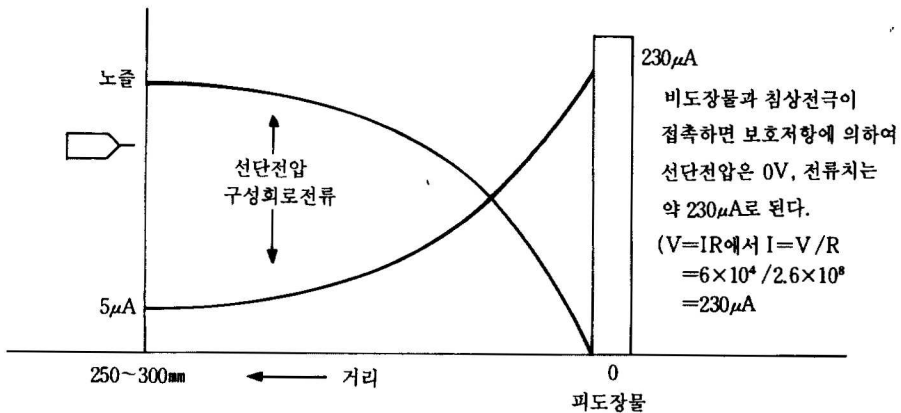
(1) 자동정전도장기의 구성

【 자동정전도장기의 구성 】



(2) 노즐선단 전위와 피도장물간의 거리관계

【 노즐선단 전위와 피도장물 간의 거리관계 】



(3) Spark guard에 대하여

고압발생기의 접지측에 설치되어 있고 고압발생기에 유입하는 총 전류량이 어떤 일정치(일정한 폭을 갖고 있다) 이상이 되면 회로를 차단하는 시스템을 말한다.

Spark guard의 감도 조정치를 40(사고당시의 설정치)으로 셋트한 경우 회로차단 설정 전류치는 230~250 μ A가 된다.

(4) 도장효율에 대하여

스프레이식 Auto gun과 비교한 경우 에어분무 부착만으로는 사용된 도료의 약 30%가 도장되지만 마이너스 60kV를 사용한 정전기도장 방식으로는 약 60%가 도장된다. 정전도장방식에서는 피도장물에 약간의 물이 함유되어 있으면 전류가 흐르기 때문에 도장이 가능해진다. 또, 도료층을 마이너스로 대전시키는 쪽이 정전스파크가 적어서 안전하기 때문에 대부분의 정전도장기가 이 방식으로 되어 있다.

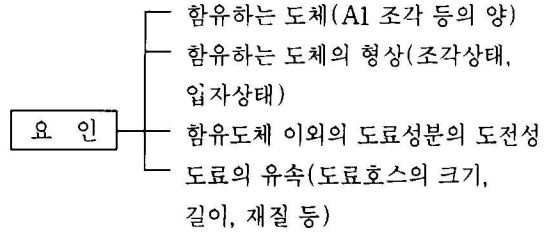
(5) Bridge 현상과 금속성 도료의 전기 전도성에 대하여

◦Bridge 현상

본래 도료는 전기 전도성이 낮아 전기가 흐르기 어렵다. Bridge현상은 전기 전도성이 있는 금속성 도료가 도료호스 내부 등에 있는 도전체와 결합하여 Bridge함으로써 전류가 흐르게 되는 것을 말한다.

◦Bridge 현상 발생의 용이성

Bridge 현상 발생의 용이성은 다음의 요인을 주로 하여 이의 조합(組合)에 따라 상대적으로 변화한다.



일반적으로는 정치(靜置)시 도료의 저항치가 큰 만큼 발생하기 쉽고 저항치가 작은 만큼 어렵다.(도료 #515는 260M Ω .cm, 도료 LGO는 75M Ω .cm이므로 전자가 Bridge 하기 쉽다)

◦건조도막의 도전성

비닐 등에 부착된 도막의 도전성은 금속성 도료라 할지라도 건조상태인 경우는 도전성은 없고, 습한상태(용제가 비산하기 전의 상태)에서는 어느 정도 도전성이 있다. 또, 정전기 대전량도 알루미늄 조각 단체(單體)가 대전할 뿐이므로 양적으로 적고, Spark energy양도 적다.

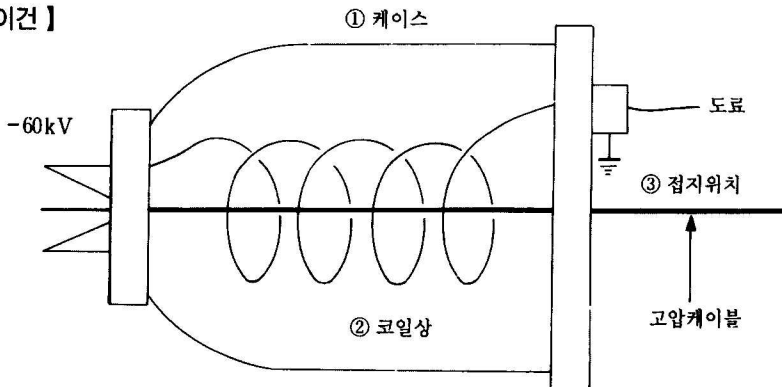
(6) 왕복작동기에 대하여

모터구동에서 Spray gun을 이동시키는 것으로 이동속도(速度)는 10m /min 정도이다. Stroke(이동)중에 도료를 분사시키거나 정지토록 하면서 1대의 차를 약 2분간 도장한다.(컨베어 속도 3m /min의 경우)

(7) 개량형의 Spray gun에 대하여

지금까지의 사고를 교훈으로 하여 개량타입의 Spray gun이 개발되었으며 그 주된 개량사항은 다음과 같다.

【개량형 스프레이건】



◦도료호스를 수지(樹脂) 케이스 내에 넣어 접지 물과의 접촉을 방지한다.

◦도료호스를 코일상으로 하여 호스길이를 길게 함으로써 전계(電界) 내에 있어서 호스의 형상(코일상)에 따라 상호작용을 이용하여 Bridge의 형성을 방지한다.

◦접지위치를 gun 가까이 접근시킨다.

(8) 출화시 작업원의 행동

◦출화한 자동정전도장기의 부근(라인의 상류 약 5m)에 있던 작업원 A(제1 발견자)가 작업중 “붕” 하는 이상음을 듣고 확인한 결과 우측 Side machine의 Spray gun 부근에서 출화하여 불이 붙은 채 가동되고 있었다.

즉시 “화재다!”라고 외친 뒤 연락하기 위하여 뛰어 갔다.

◦A의 근처에 있던 작업원 B(제2 발견자)도 A와 거의 동시에 화재를 발견하고 작업원 C에게 컨베이어의 긴급정지를 지시했다. 컨베이어를 정지시킨 뒤 자동소화장치(CO₂ 소화설비)의 기동버튼을 눌렀다. (다른 작업원이 누름)

◦다른 종업원도 피난하면서 전 라인 및 공장전체에 화재발생을 일제히 방송하였다. 또, 소화기로 초기소화를 시도하였으나 강한 화세와 짙은 연기 때문에 화점에 접근할 수 없었다.

◦그후 CO₂ 소화설비의 작동에 의문을 갖은 종업원이 저장용기실까지 가서 부스내에 사람이 없음을 확인한 뒤 수동조작으로 CO₂를 방출시켜 부스내의 화세를 거의 진압하였다.(출화 후 약 15분 경과)

◦곧 공설소방차가 도착하였다. 이 시점에서 부스 내부는 거의 소화되었으나 일부 꺼지지 않은 불과 덕트내부가 아직 연소하고 있었기 때문에 방수를 계속 하였다.(출화 후 약 28분 경과시 거의 진화)

7. 재발 방지대책

◦자동정전도장기 부근에 접지하지 않은 물체는 배제하고, 확실한 접지 본딩 실시

◦자동정전도장기 부근의 정기적인 청소 실시

◦개량형 노즐의 사용

【부스 내의 작업원 배치 현황】

