연구보고서
화학 93-3-22

도장설비에서의 폭발·화재 방지 대책에 관한 연구

1993. 12. 31

한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 "산업안전연구 개발" 사업의 일환으로 수행한 "도장설비에서의 폭발·화재 방지대책에 관한 연구"의 최종 보고서로 제출합니다.

1993년 12월 31일

주관연구부서 : 산업안전연구원
화학연구실
연 구 자 : 책임연구원 정 판 석

目　　次

第 1 章　序　論 ····· 5

1. 研究 目的 ····· 5
2. 研究 期間 ····· 6
3. 研究 範圍 및 內容 ····· 6

第 2 章　塗料 및 溶劑 槪要 ····· 8

1. 塗料의 定義 및 用途 ····· 8
2. 塗料의 分類 ····· 8
3. 塗料의 構成 및 成分 ····· 9

第 3 章　塗裝方法 및 裝置 槪要 ····· 18

1. 브러시塗裝(Brush Coating) ····· 18
2. 나이프塗裝(Knife Coating) ····· 18
3. 솜방망이塗裝(French Polishing) ····· 18
4. 로울러 브러시塗裝(Roller Brush Coating) ····· 19
5. 에어스레이塗裝(Airspray Coating) ····· 19
6. 에어레스 스프레이塗裝(Airless Spray Coating) ····· 22
7. 커텐 플로우塗裝(Curtain Flow Coating) ····· 25
8. 靜電塗裝(Electostatic Coating) ····· 27
9. 電着塗裝(Electro-Deposit Coating) ····· 30
10. 로울러塗裝(Roller Coating) ····· 31
11. 浸漬塗裝(Dip Coating) ····· 32

第 4 章 塗裝부스(Spray Booth) 槪要 ····· 33
1. 塗裝부스의 必要性 ····· 33
2. 塗裝부스의 種類 ····· 33
3. 排氣量 및 氣流 ····· 42
4. 粉體塗裝부스 및 附屬設備 ····· 45

第 5 章 塗裝作業에서의 爆發·火災 危險性 ····· 48
1. 引火性物質에 의한 爆發·火災 雰圍氣 形成 ····· 48
2. 固體 可燃性物質에 의한 燃燒擴大 ····· 58
3. 着火源의 存在 ····· 60
4. 放電스파크 發生 危險性 ····· 63

第 6 章 塗裝設備 및 塗裝作業 實態調査 ····· 70
1. 實態調査 槪要 ····· 70
2. 塗裝設備 保有現況 및 設置實態 ····· 71
3. 塗裝作業 및 管理實態 ····· 82
4. 實態調査 結果에 의한 推定 ····· 85

第 7 章 塗裝·塗布作業 관련 爆發·火災에 의한 重大災害 事例 ····· 86
1. 美國에서의 事例 ····· 86
2. 日本에서의 事例 ····· 88
3. 國內에서의 事例 ····· 89

第 8 章 制度上의 問題點 및 對策 ····· 97
1. 塗裝부스등 設備관련 安全基準 制定 ····· 97

2. 塗裝設備에 대한 有害·危險 防止事項에 관한 計劃書등의 提出 …… 97
3. 塗裝設備 및 裝置에 대한 自體檢査 實施 …… 97

第 9 章 塗裝부스(Spray Booth) 設置基準 …… 99
1. 塗裝부스 本體 …… 99
2. 換氣시스템(Ventilation System) …… 108
3. 隣接 乾燥設備等 加熱裝置 …… 118

第 10 章 靜電塗裝機의 製作 및 設置基準 …… 120
1. 液體 靜電塗裝機 …… 120
2. 粉體 靜電塗裝機 …… 135

第 11 章 電氣機械器具 設置 및 기타 着火源 管理基準 …… 140
1. 概要 …… 140
2. 電氣裝置 및 配線 …… 140
3. 기타 着火源 …… 144
4. 接地(Grounding) …… 144
5. 高電壓印加部와 接地體 사이의 安全距離 …… 149

第 12 章 塗料 및 溶劑의 貯藏, 取扱, 分配 및 排水시스템 安全基準 … … 151
1. 概要 …… 151
2. 貯藏(Storage) …… 151
3. 容器(Containers) …… 152
4. 混合(Mixing) …… 152
5. 塗料탱크 및 펌프등 …… 154

6. 分配시스템(Distribution System) ····· 154
7. 分配시스템의 配管 및 호스 ····· 156
8. 塗料 循環裝置 ····· 157
9. 스프레이 液體加熱機(Spray Liquid Heater) ····· 158
10. 色 交替裝置 ····· 159
11. 펌프 릴리이프(Pump Relief) ····· 159
12. 排水(Drainage) ····· 159

第 13 章 塗裝作業 安全基準 ····· 161
1. 作業者의 服裝 및 保護用具 ····· 161
2. 作業環境 ····· 162
3. 日常 點檢整備 및 作業前 點檢 ····· 164
4. 塗裝作業 ····· 166
5. 有機過酸化物 및 二液性塗料 塗裝····· 175
6. 異常事態 發生時의 對處 ····· 177
7. 機器의 洗淨 ····· 178
8. 作業終了時 點檢 ····· 180
9. 作業終了····· 182

第 14 章 結 論 ····· 183

參考 文獻 ····· 186

第1章 序 論

1. 研究 目的

塗裝作業은 金屬, 機械·器具, 自動車, 電氣·電子, 船舶, 家具製造業등 각종 사업장에서 많이 취급되고 있는 작업으로서 液體 또는 粉體塗料를 스프레이(Spray) 또는 浸漬(Dip)하는 방법을 많이 이용하고 있으나 鐵板 및 合板등 플레이트상의 경우는 커텐 플로우(Curtain flow) 또는 로울러(Roller)塗裝을 하는 등 被途物의 재질이나 형태, 도료의 특성등에 따라 각종 塗裝方法이 이용되고 있다. 塗裝作業은 취급물질이 대부분 合成樹脂, 有機溶媒등 引火性 또는 可燃性液體이거나 可燃性粉體로서 溶媒 또는 粉塵으로 인한 爆發·火災의 위험성이 아주 높은 실정이다.

塗裝 및 塗布作業과 관련된 爆發·火災는 신체적인 損傷災害 보다도 死亡에 이르는 重大災害를 야기시키며 또한 막대한 경제적 손실을 야기시키고 있다. 특히 이들 작업은 화학제품 제조공장이 아닌 일반 機械, 金屬, 電氣·電子, 家具製造業등에서 많이 사용되고 있으며 이들 업체의 경우 작업자들이 引火性液體등 위험물 취급에 대한 안전지식이 부족하기 때문에 더욱 위험성이 높다고 할 수 있다.

최근 3년('91~'93년)간 발생된 爆發·火災로 인한 중대재해 중 當 公團에서 조사를 실시한 103건의 重大災害資料를 분석한 결과 塗裝 및 塗布作業과 관련된 재해는 총 22건으로서 21.4 %를 점유하고 있으며, 이로 인한 인명손실은 死亡 19명, 重輕傷이 36명인 것으로 조사되었다. 그러나 重大災害가 아닌 일반재해와 爆發·火災등으로 인한 경제적 손실은 아주 더 많을 것으로 추정되는 데, 그 예로서 일본의 경우 中央勞動災害防止協會에서 "靜電塗裝作業에 의한 安全衛生對策 調査研究委員會"를 구성(20명)하여 과거 15년간 靜電塗裝으로 인한 사고사례를 조사

한 결과 61건의 사례중 인명손실이 있은 재해는 8건(13.1 %)으로서 死亡 1명, 重輕傷이 11명으로 조사되었으나 국내의 경우 靜電塗裝으로 인한 重大災害나 사고사례가 없는 것으로 보아 알려지지 않은 사고사례가 아주 많을 것으로 추정되며 이에 대한 종합적인 대책이 있어야 되리라 본다.

따라서 본 硏究에서는 塗裝作業을 많이 수행하는 업종을 중심으로 업종별 塗裝設備의 설치 및 사용실태를 조사하고 設備 및 作業方法上의 문제점을 분석하여 塗裝作業 및 設備의 取扱으로 인한 爆發·火災를 防止하고 그 被害를 최소화함으로서 災害防止에 기여하고자 한다.

2. 硏究 期間

1993년 1월 ~ 1993년 9월

3. 硏究 範圍 및 內容

본 硏究에서는 塗裝作業으로 인한 爆發·火災를 방지하기 위하여 塗裝作業을 많이 수행하고 있는 金屬, 機械·器具, 自動車, 電氣·電子, 船舶, 家具 製造業 등 각종 사업장을 대상으로 塗裝設備의 설치 및 취급 그리고 작업방법등에 관한 현장실태를 조사하여 문제점을 분석하였으며, 또한 塗裝 및 이와 관련된 작업시 야기된 爆發·火災에 의한 重大災害 事例를 조사 분석하였다. 그리고 외국에서 기 연구된 각종 關聯文獻과 安全基準등을 수집 조사하였다.

이를 토대로하여 塗裝作業으로 인한 爆發·火災를 방지하기 위하여 塗裝作業에서의 위험성을 기술하고 塗裝부스(Spray booth) 설치기준, 換氣시스템 설치기준, 着火源 관리기준, 可燃性液體 貯藏, 取扱, 分配 및 排水시스템 안전기준, 液體 및 粉體靜電塗裝機 제작 및 설치기준, 塗裝作業時 안전기준 및 방호기준등을 제시하였으며, 또한 塗裝設備 및 作業과 관련한 制度上의 문제점을 지적하고 塗裝

設備 및 作業時의 安全基準(案) 제정에 있어 기초자료로 활용될 수 있게 함으로서 종합적인 대책수립에 기여하고자 하였다. 따라서 取扱業體 및 設備製作業體 등에서 이를 활용함은 물론 當 公團에서의 技術指導 및 事前安全性 審査時에도 활용할 수 있도록 하고자 하였다.

第2章 塗料 및 溶劑 槪要

1. 塗料의 定義 및 用途

塗料는 일반적으로 상온하에서 유동상태로서 물체의 표면에 이를 塗布하여 상온건조 또는 燒付乾燥함으로서 固化 및 密着시켜 표면에 피막을 형성하여 그 물체를 保護 및 美化하거나 기타 특성을 갖도록 할 목적으로 사용되는 물질로서 정의할 수 있다. 여기서 保護란 금속의 녹방지(防精), 防濕性, 耐酸性, 耐알카리성 및 耐油性등을 부여하는 것이고 美化란 색, 광택, 美裝, 平滑化, 입체화등을 주는 것이며 또한 기타 특성으로서는 熱傳導率 또는 電氣抵抗率의 조정, 生物의 附着防止, 防火, 示溫, 螢光등을 들수 있다.

2. 塗料의 分類

塗料는 〈표 2-1〉과 같이 여러 종류의 분류 방법이 있다.그러나 일반적으로는 塗膜 主要素에 의한 분류를 많이 사용하고 있다.

〈표 2-1〉 塗料의 分類

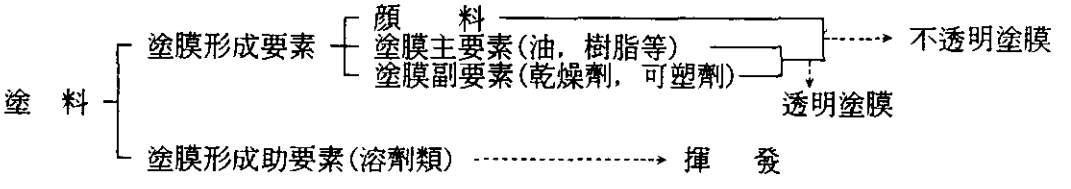
塗膜 주요소별 분류	용도별 분류	도장방법별 분류	건조방법별 분류
油페인트	건축도료	브러시용도료	자연건조도료
油에나멜	석재도료	스프레이용도료	燒付도료
페놀 또는 말레인산	船舶 및 船底도료	로울러용도료	1液形도료
수지도료	차량도료	浸漬用도료	2液形도료
알키드수지도료	목재도료	靜電用도료	多液形도료
아미노알키드수지도료	機具도료	電着用도료	
尿素수지도료	標識도료	분말유동도료	

塗膜 주요소별 분류	용도별 분류	도장방법별 분류	건조방법별 분류
酒精도료	전기절연도료	플로우코터용도료	
락카비닐수지도료	電導·半電導性도료	기타	
아크릴수지도료	내약품성도료		
폴리에스텔수지도료	방식도료		
에폭시수지도료	내열도료		
폴리우레탄수지도료	防火도료		
(에멀션도료)	示溫도료		
(수용성수지도료)	發光도료		
(粉體도료)	殺蟲도료		
기타	기타		

3. 塗料의 構成 및 成分

가. 液體塗料

液體塗料의 구성은 일반적으로 〔그림 2-1〕과 같다.



〔그림 2-1〕 液體塗料의 構成

다시말하면 塗膜을 형성하기 위한 성분(塗膜형성 요소)과 塗膜을 형성하지는 않지만 塗膜형성을 도와주는 성분(塗膜형성 조요소)으로 구성되어 있다. 塗膜형성요소 중에서 塗膜의 주체가 되는 성분을 塗膜주요소라고 하며 塗料의 성질을 좌우하는 중요한 요소로서 重合油, 天然 또는 合成樹脂, 纖維素 또는 고무 誘導

體등 高分子物質이 사용되고 있다. 高分子物質에 있어서도 일반적으로 분자량이 크면 용해가 곤란하여 塗料에서는 비교적 분자량이 적은 高分子(분자량 3,000 ~ 6,000 정도)를 사용하는 경우가 많다. 塗膜주요소의 성상을 보정하는 성분을 塗膜부요소라 말하며 乾燥劑, 可塑劑, 硬化劑, 防蝕劑, 防腐劑, 增粘劑, 紫外線吸收劑등 각종 添加劑를 의미한다. 顔料는 일반적으로 물, 溶劑, 기름등에 대하여 불용성 미분말로서 다음과 같은 목적으로 배합되고 있다.

(1) 着色 및 隱蔽力을 준다.

(2) 녹방지, 傳導性등 顔料 특유의 성능을 준다.

(3) 塗膜의 기계적성질을 향상시켜 耐候性을 좋게한다.

안료를 함유한 것은 불투명하며 일반적으로 에나멜이라 총칭하고 한편 안료를 함유하지 안은 투명한 것을 바니쉬라 한다. 이와같이 塗料의 원재료가 되는 물질에는 많은 종류가 있으며 그 대표적인 것을 열거하면 〈표 2-2〉와 같다.

〈표 2-2〉 塗料의 원재료

도막형성성분(고형분)	안료	도료에 색을 부여하거나 塗膜두께를 부여하며 특별한 성질을 갖도록하기 위해서 사용한다. 주요한 것은 다음과 같다. (着色顔料) 티탄白, 연백, 아연화, 카본블랙, 산화안티몬, 산화크롬, 몰리브덴赤, 황토, 紺青, 群青, 알루미늄粉 등 (녹방지등 기타 특수기능 안료) 亞鉛粉, 연단, 아산화연, 시안아미드鉛, 雲母狀酸化鐵, 아산화동 등 (體質顔料) 탄산칼슘, 황산바륨, 이산화 규소 등
	수지	塗膜을 형성하는 주체가 되는 원료로서 과거에는 油類와 天然樹脂가 주로 사용되었으나 최근에는 合成樹脂가 주류를 이루고 있다. 油類는 合成樹脂 제조용 및 油性樹脂塗料 제조용으로 사용되고 있다. (油類)

	지	아마인유, 대두유, 오동나무유, 피마자유, 야자유등 (천연수지 및 가공품) 松脂, 석유수지, 지방산, 타르피치 등. (合成樹脂) 알키드수지, 아크릴수지, 아미노수지, 폴리우레탄수지, 에폭시수지, 실리콘수지, 불소수지, 아크릴실리콘수지, 폴리에스텔수지, 페놀수지, 염화비닐수지, 아크릴에멀션수지 등 (纖維素 誘導體, 架橋劑, 硬化劑) 塗膜을 형성하고 또는 架橋劑, 硬化劑 등으로서 수지에 반응하여 硬化되어 塗膜으로 된다. 니트로셀룰로오스, 아세틸셀룰로오스, 에틸실리케이트, 퍼옥사이드등
	첨가제	(可塑劑, 沈澱防止劑, 기타 개질제) 도료 중 顔料의 침전을 방지하고 변색등을 방지하며 塗膜의 유연성을 방지하는 등 각종 성질을 부여할 목적으로 첨가한다. 알킬아민, 스테아린산알루미늄, 메틸셀룰로오스, 실리콘, 각종 계면활성제 등
휘발분	용제	樹脂, 油類를 용해하여 유동성을 부여하기 위하여 사용된다. 석유계 혼합용제, 미네랄스피리트, 키시렌, 에탄올, 부틸알콜, IPA. 케톤, 아민, 초산부틸, 초산에틸, 톨루엔, 물 등

나. 粉體塗料

粉體塗料는 도료중에 有機溶劑나 물등의 용매를 사용하지 않고 塗膜형성 요소만으로 배합되어 있는 고체로서 合成樹脂와 顔料를 중심으로 구성되어 있다. 粉體塗料를 대별하면 熱硬化性 粉體塗料와 熱可塑性 粉體塗料로 분류할 수 있다. 필요에 따라서 硬化劑, 添加劑등을 배합하여 균일하게 加熱混練시킨 분산체로서 냉각 후에 소정의 입도로 미분쇄시킴으로서 분급된 미분상의 도료이다. 그 사용목적은 液體塗料와 같으나 工業用 塗料로서 광범위하게 이용되고 있다. 이 粉體

塗料의 長短點은 다음과 같다.

(1) 長 點

(가) 塗膜缺陷이 없는 두꺼운 塗膜을 형성할 수 있다.

(나) 고분자량의 수지를 광범위하게 선택하여 사용할 수 있으며 두꺼운 도장이 용이 하다.

(다) 도장이 경제적이고 합리화가 가능하다.

1) Setting 이 필요치 않아 라인이 짧다.

2) 非危險物로서 도료관리가 용이하다.

3) 자동화가 쉽다.

(라) 도장 작업성이 좋다.

(마) 粉體를 회수하여 사용함으로 도료의 손실이 적다.

(바) 有機溶劑를 함유하지 않아 안전 위생면에서 양호하다.

(사) 粉塵爆發의 위험은 있으나 引火性溶劑類를 함유하지 않아 폭발.화재의 위험성이 적다.

(2) 短 點

(가) 塗膜 형성에 고온이 필요하다.

(나) 얇은 塗膜에는 양호한 塗膜外觀을 얻을 수 없다.

(다) 도장설비가 고가이다.

(라) 라인에서의 색상교체가 어렵다.

(마) 塗膜의 平滑性이 다소 떨어진다.

다. 塗料의 溶劑

(1) 일반적 사항

일반적으로 塗料에는 溶劑形이 가장 많으며 溶劑는 塗料製造나 塗裝作業에 있

어 없어서는 안될 성분으로서 工業用 溶劑에는 다음과 같은 성질이 요구되고 있다.

(가) 樹脂의 용해성이 있을 것

(나) 무색으로서 濁하지 않을 것

(다) 常溫에서 蒸發이 용이할 것

(라) 惡臭나 毒性이 적을 것

(마) 溶劑 상호간에 상용성이 있을 것

도료에 사용되고 있는 신나(稀釋劑)는 어떤 종류의 단일 溶劑를 섞어 조합하여 하나의 溶劑로서 충족될 수 없는 용해성, 증발속도, 작업성등을 보완한 것이다. 이러한 溶劑를 그 역할에 의해 분류하면 〈표 2-3〉과 같다.

〈표 2-3〉 塗料溶劑의 역할

溶劑의 명칭	溶劑의 역할
眞 溶 劑	단독으로 용질을 용해하는 溶劑로서 증발속도를 조정한다.
助 溶 劑	타 성분과 병용함으로서 용해력을 나타내는 溶劑로서 증발속도, 電氣抵抗率을 조정한다.
稀 釋 劑	용해력을 저하시키지 않고 전체량을 증가. (용질의 분리, 沈澱, 석출을 일으키지 않을 것)

(2) 溶劑의 분류

塗料溶劑는 일반적으로 다음과 같이 분류된다.

(가) 沸點에 의한 분류

1) 低沸點溶劑(비점 100 ℃ 이하) : 초산에틸, 메틸에틸케톤, 아세톤, 이소프로필알콜, 메틸알콜등

2) 中沸點溶劑(비점 100~150 ℃) : 초산부틸, 부틸알콜, 메틸 이소부틸케톤, 톨루엔, 크시렌등

3) 高沸點溶劑(비점 150 ℃ 이상) : 시클로헥사논, 미네랄스피리트등

(나) 化學構造에 의한 분류

1) 탄화수소계 : 中·高沸點의 것이 많고, 용해성이 비교적 낮으며 無極性이다.

톨루엔, 크시렌등

2) 알콜계 : 용해성이 좋지 않지만 極性이 있다.

메틸알콜, 부틸알콜, 이소프로필알콜등

3) 에테르계 : 용해성도 좋고 極性도 있다. 高沸點의 것은 靜電用으로 사용된다.

에틸렌글리콜, 모노에틸에테르등

4) 케톤계 : 용해성도 좋고 極性도 있다. 靜電用으로 사용된다.

메틸에틸케톤, 메틸 이소부틸알콜등

5) 에스테르계 : 용해성이 극히 좋고 極性도 있다.

초산에틸, 초산부틸등

(다) 極性 유무에 의한 분류

1) 無極性 溶劑 : 탄화수소계

2) 極性 溶劑 : 알콜계, 케톤계, 에테르계, 에스테르계등

(라) 韓國工業規格에 의한 분류

韓國工業規格(KS)에서는 塗料의 稀釋劑로서 다음 4 종류로 분류하고 있으며 그 종류와 품질규격은 다음과 같다.

1) 種 類

1 종 : 合成樹脂(알키드수지 또는 페놀수지)

2 종 : 조합페인트용

3 종 : 니트로셀룰로오스를 원료로 하는 락카용

4 종 : 카슈수지 도료용

2) 品 質

품질은 다음 〈표 2-4〉의 규정에 적합하여야 한다.

〈표 2-4〉 韓國工業規格에서 규정한 稀釋劑 종류별 품질

항목 \ 종류		1 종	2 종	3 종	4 종
증류시험	초 류 점 (℃)	100~155	150 이상	86 이상	130 이상
	93℃에서 유출량(%)	—	—	5 이하	—
	104℃에서 유출량(%)	—	—	46 이하	—
	50% 유출 온도(℃)	140~177	—	—	—
	90% 유출 온도(℃)	160~195	210 이하	—	150 이하
	건 점 (℃)	215 이하	230 이하	130 이하	250 이하
인 화 점 (℃)		27 이상	38 이상	—	—
아닐린점 (℃)		47 이하	43~60	—	—
케톤 및 에스테르 (%)		—		35 이상	—
비휘발성 물질(g/100mℓ)		0.02 이하			
겉 모 양		무색 투명하여야 한다.			
색 상		1ℓ의 물에 중크롬산칼륨 0.0048g을 녹인 용액보다 어둡지 않아야 한다.			
점적 시험		기름 자국이나 얼룩이 없어야 한다.			
구리 부식성		검게 변하지 않아야 한다.			
산 값 (KOH mg/g)		0.3 이하			
냄 새		자극성이 없고, 증발 후에 냄새가 남지 않아야 한다.			
탁도 시험		탁하지 않아야 한다.			

비고 : 제조자는 벤젠, 염소화탄화수소 및 기타 독성물질 같은 해로운 것을 넣어서는 안 된다.

(3) 靜電塗裝用 溶劑

靜電塗裝用 溶劑로서 필요한 특성은 다음과 같다.

(가) 高沸點

靜電塗裝에서는 霧化塗料가 被途物에 도착하기 까지의 시간이 통상 스프레이건에 비하여 길게되고 그 사이에 도료의 기화를 억제하여 도착면이 즉시 건조되지 않도록 高沸點溶劑의 량을 많게 조정한다. 일반적으로 初溜點 120 ℃, 終點 210 ℃ 정도의 溶劑로 구성되어 있다.

(나) 極性(電氣抵抗性)

靜電塗裝에서는 霧化塗料粒子를 帶電시키지 않으면 안된다. 이 帶電은 도료의 電氣抵抗率이 어느 허용범위에 있는 경우가 좋다. 이 電氣抵抗率을 좌우하는 인자는 極性溶劑의 첨가율에 있다. 따라서 靜電用塗料는 도장시 極性의 조정이 중요하고 이 조정은 極性溶劑를 적당량으로 첨가함으로서 이루어진다.

(다) 溶解性

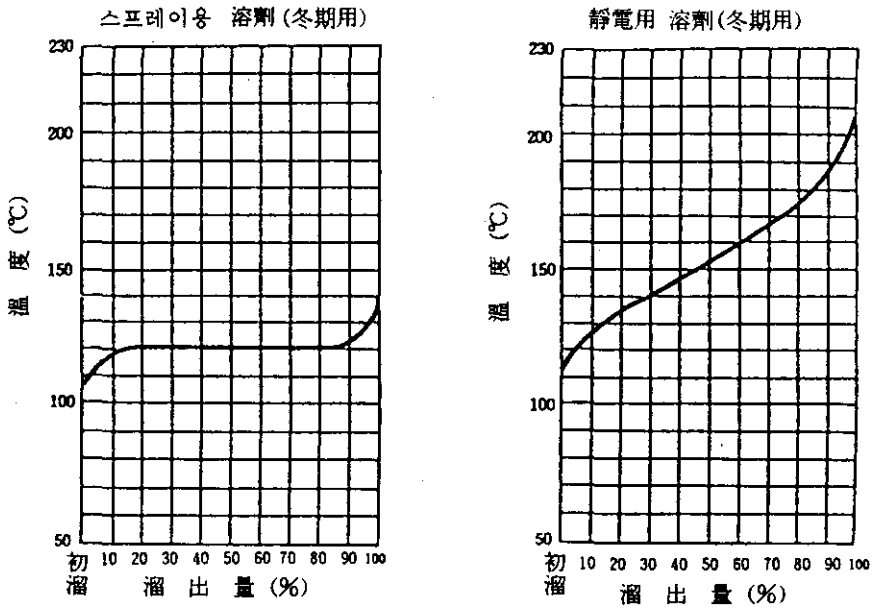
도료를 용이하게 미립화시키는 데는 도료의 점도가 낮은 편이 좋다. 이 때문에 溶劑는 용질에 대하여 용해성이 높은 것이 바람직하다.

이상 세가지 특성과 溶劑 종류와의 관계를 정리하면 〈표 2-5〉와 같다. 靜電用 신나는 이러한 특성을 충분히 고려하여 조합시키고 있다. 또한 一般 신나와 靜電用 신나의 차이를 휘발성의 지표가 되는 蒸溜曲線을 예로하여 비교한 것을 〔그림 2-2〕에 나타내었다.

〈표 2-5〉 靜電用 溶劑의 특성과 溶劑種類의 관계

	高沸點	極 性	溶解性
탄화수소계(석유, 타르계)	A	C	C
알콜계	B	A	C
에테르계	B	A	B
케톤계	C	A	B
에스테르계	B	B	A

* A : 극히 좋음, B : 좋음, C : 나쁨



〔그림 2-2〕 一般 溶劑와 靜電用 溶劑의 차이(蒸溜曲線)

第3章 塗裝方法 및 裝置 概要

1. 브러시塗裝(Brush Coating)

브러시塗裝은 오래전 부터 이용되어 왔으며 오늘날에도 계속 사용되고 있고 앞으로도 계속 사용되리라고 생각되는 塗裝法으로서 복잡한 형상의 제품은 물론 넓은 면적이나 좁은 면적의 塗裝物도 손으로 간편하게 작업할 수 있으며 도료의 손실 또한 적다. 그리고 브러시는 극히 단순한 소형의 도구로서 操作이 용이하고 특별한 설비를 하지 않아도 塗裝할 수 있으나 대량생산에 있어서는 機械塗裝과 같이 균일하게 연속적으로 塗裝할 수가 없어 생산라인에서는 일반적으로 사용되고 있지 않으나 설비의 보수시등 필요시에 사용되기도 한다. 이 塗裝作業도 密閉場所에서 수행시는 폭발·화재의 위험성이 있기 때문에 유의하여야 한다.

2. 나이프塗裝(Knife Coating)

나이프塗裝은 高粘度의 도료를 塗裝하는 데 적합하며 오래전 부터 행하여져 온 塗裝法의 일종이다. 나이프는 塗裝 기능자가 제작한 工具의 일종으로서 도료의 粘度와 被塗物의 상태에 맞추어 나이프의 폭, 형, 彈力性등을 자유로 조정하는 기능을 가져야 한다.

3. 솜방망이塗裝(French Polishing)

솜방망이 연마라고도 한다. 솜방망이라 하는 것은 솜을 보자기에 싼 것으로서 여기에 묽은 도료를 묻혀 도막을 문지르면서 다듬질 연마를 하는 것이다. 이 다듬질은 가구나 木工塗裝에서 셀럭니스나 클리어 락카와 같은 揮發 乾燥形의 도료를 사용하여 투명 다듬질할 때 행하는 방법이다.

4. 로울러 브러시塗裝(Roller Brush Coating)

로울러 브러시塗裝은 원통형의 로울러에 도료를 묻혀 손으로 塗裝하는 방법으로서 대량으로 塗裝할 때는 도료 加壓탱크에 호스를 연결하여 연속으로 압송하는 加壓式이 이용되며 塗裝의 특징은 로울러 브러시의 회전에 의해 塗裝되는 것으로서 塗裝할 때 抵抗이 작고 作業能率이 좋다. 또한 噴霧塗裝과 같은 오버스프레이(Overspray)가 없어 도료의 손실이 적다. 흔히 건축물 또는 기타 構造物의 壁面塗裝등에 주로 이용되고 있다.

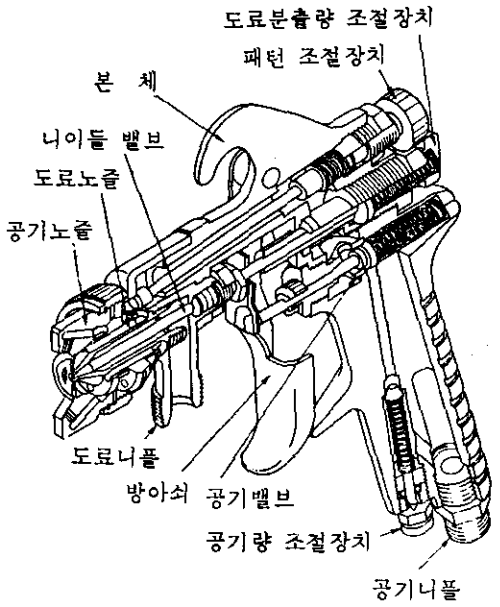
5. 에어스프레이塗裝(Airspray Coating)

에어스프레이塗裝法은 도료를 압축공기의 힘으로 微粒化함과 동시에 噴射空氣에 의해 被塗裝物에 분사하여 塗裝하는 噴霧塗裝法으로서 근대화된 최초의 塗裝法이라 할 수 있다. 처음에는 락카도료의 塗裝法으로서 발달하였으나 점차 에나멜이나 合成樹脂塗料등에 널리 사용하게 되었다. 현제 공업적으로는 가장 많이 사용되고 있는 塗裝法으로서 브러시塗裝에 비하여 작업능률이 좋고 넓은 부분에도 균일한 塗裝이 가능하나 오버스프레이(Overspray)에 의한 도료의 飛散과 도료의 損失이 많은 것이 큰 결점으로서 안전과 관련하여 특히 유의하여야 할 塗裝方法 중의 하나이다.

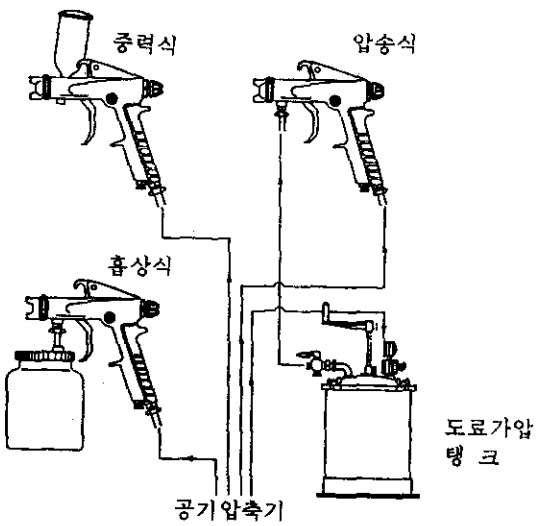
가. 스프레이 건(Spray gun)의 種類 및 構造

스프레이 건을 크게 분류하면 內部混合式(Internal mixing) 스프레이 건과 外部混合式(External mixing) 스프레이 건으로 분류할 수 있다. 〔그림 3-1〕은 일반적인 스프레이 건의 단면도로서 구조적으로 크게 분류하면 本體部, 調節部 및 先端部로 분류된다. 本體部의 대소, 調節部, 先端部의 위치등 각 종류에 따라 다소의 차이가 있지만 기본 구조는 모두 같다. 그리고 〔그림 3-2〕는 도료 공급방식을

나타낸 것으로서 도료의 自重과 先端部의 吸引力을 병용한 重力式, 先端部의 吸引力 만으로 공급하는 吸上式, 壓送탱크 또는 펌프등으로 도료에 압력을 가하여 스프레이 건의 先端部에 공급하는 壓送式이 있다.



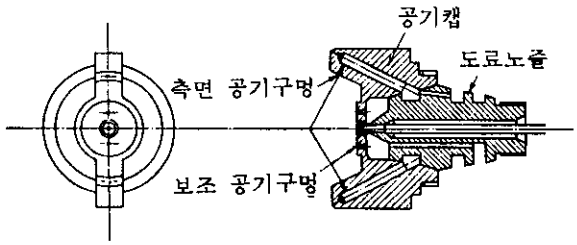
〔그림 3-1〕 스프레이 건의 단면도



〔그림 3-2〕 도료 공급방식

(1) 外部混合式 스프레이 건

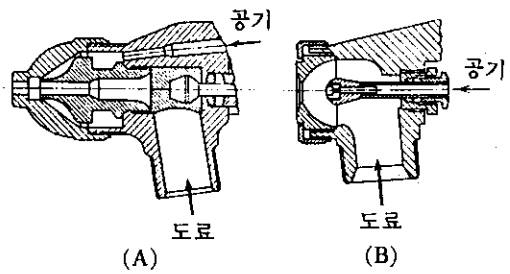
外部混合式은 공기 캡의 외부에서 도료와 공기를 혼합하여 霧化시키는 것으로서 일반 塗裝用으로는 대부분이 外部混合式 스프레이 건이 사용되고 있다. 內部混合式 스프레이 건은 특수도료 및 高粘性 도료의 스프레이에 주로 사용되고 있다. 참고로 外部混合式 스프레이 건의 先端部를 나타내면 〔그림 3-3〕과 같다.



〔그림 3-3〕 外部混合式 스프레이 건의 先端部

(2) 內部混合式 스프레이 건

內部混合式 스프레이 건은 스프레이 건의 先端部에서 도료와 공기를 霧化시키는 형식으로서 〔그림 3-4〕는 內部混合式 스프레이 건의 先端部를 나타낸 것이다.



〔그림 3-4〕 內部混合式 스프레이 건의 先端部

나. 에어스프레이 건의 취급

스프레이 건의 空氣壓力은 소형에서는 3.0 kg/㎠, 대형에서는 3.5 kg/㎠로 조정하는 것을 표준으로 하고 있다. 스프레이 건의 종류 및 사용되는 호스의 직경이나 길이에 따라 壓力降下에 차이가 있으며 반드시 스프레이 건으로 부터 공기가 나오고 있는 상태에서 조정하여야 한다. 壓力調整器가 스프레이 건으로 부터 멀리 떨어져 있는 경우에는 호스등의 壓力降下를 고려하여 조정하여야 한다. 또한 도료 분출량은 被塗物의 표면조건이나 작업능률을 고려하여 적절하게 분출량을 조정한다. 壓送式에서는 도료 壓送壓力을 통상 0.5 ~ 2.0 kg/㎠의 범위로 분출량을 조정한다.

6. 에어레스 스프레이塗裝(Airless Spray Coating)

에어레스 스프레이塗裝法은 1955년경 새로운 塗裝法으로서 출현하여 船舶塗裝 및 建築塗裝을 주체로 하여 급속하게 보급되었으며 과거의 에어스프레이에 비하여 작업능률이 좋고 高粘性 도료의 塗裝에 적합하다. 에어레스 스프레이는 에어스프레이 같이 압축공기에 의해 도료를 微粒化시키지 않고 도료에 직접 高壓力을 가하여 작은 노즐로 부터 도료를 고속분사시킴으로서 微粒化하는 것으로서 2가지의 특징을 갖고 있다. 즉 에어스프레이와 달리 공기와의 혼합이 적어 霧化飛散이 적으며 또한 도료를 직접 加壓함으로서 微粒化에 소비하는 에너지가 적어 동일 동력에 의해 많은 도료를 微粒化할 수 가 있다. 에어레스 스프레이의 특징을 요약하면 다음과 같다.

(1) 도료의 飛散이 적고 塗裝室의 汚染이 적다.

(2) 噴出量이 많고 작업능률이 좋다.

(3) 高粘性塗料의 塗裝이 가능하고 한번에 두꺼운 도막을 얻을 수 있다.

(4) 적은 동력으로 大量噴射가 가능하다.

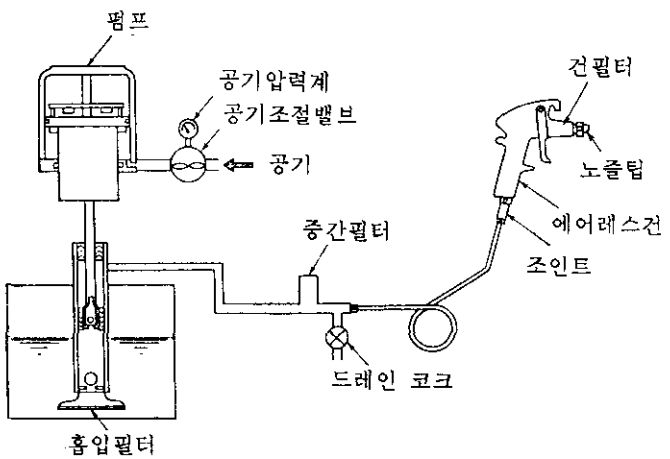
(5) 도료의 損失이 적다.

이상과 같은 많은 장점으로 광범위하게 보급 사용되고 있으나 반면에 고급 상도도장이나 공예물 도장등 섬세한 塗裝作業등에는 사용이 곤란한 단점이 있다.

가. 에어레스 스프레이장치의 種類와 構造

에어레스 塗裝機는 〈표 3-1〉에서 나타낸 바와 같이 상당히 많은 機種이 사용되고 있다. 그 기본이 되는 구성은 도료를 100 ~ 150 kg/㎠로 加壓하는 펌프와 이 펌프의 도료 加壓壓力을 制御하는 공기 減壓밸브 또는 制御裝置, 펌프로 부터 스프레이 건에 접속하는 가소성이 있는 高耐壓 호스, 스프레이 건 및 노즐 팁이 주요한 것이며 여기에 도료를 濾過하여 노즐 팁의 막힘을 방지하는 필터, 세정을 쉽게하기 위한 배관경로의 배출밸브등이 부착되어 있다. 〔그림 3-5〕에 공기구동식 에어레스 스프레이장치의 구성도를 나타내었다.

에어레스 스프레이장치는 〈표 3-1〉에 나타낸 바와 같이 콜드 스프레이, 할 스프레이, 2액 스프레이, 靜電 에어레스 스프레이, 電動 에어레스 스프레이등 다양한 타입이 있다.



〔그림 3-5〕 에어레스 스프레이장치의 구성도

〈표 3-1〉 에어레스 스프레이장치의 종류

	종 류	壓力倍率	구 성	용 도
콜드 스프레이	대 형	30~50배	압축기 5 HP 이상 분출량 2.4ℓ/min.이상	高粘性 도료의 대량 塗布에 사용
	중 형	25~50배	압축기 3~5 HP 이상 분출량 1~2ℓ/min.이상	自動化등 연속 대량 도장에 이용
	소 형	20~30배	압축기 1~3 HP 이상 분출량 0~1ℓ/min.이상	일반 스프레이를 대신하여 生産工場등에 대부분 이용
핱 스프레이	循環型	20~30배	압축기 5HP 이하 전력 1~3 kW	특히 高粘性 도료의 대량 塗布에 이용
	非循環型	20~30배	압축기 1~3HP	粘度低下에 의해 도장면의 향상에 이용
2액 스프레이	比率 1:1	-	압축기 3~5HP	에폭시등의 2액硬化 塗料에 이용
	比率可變型	-	압축기 3~5HP 특수 스프레이 건	2액형수지의 發泡塗布로서 임의비율 변화
靜電 에어레스 스프레이		-	압축기 1~3HP 電壓 50~70 kV 특수 건	소형 에어레스를 이용하여 선단에서 50~60 kV의 電壓을 가하여 靜電 스프레이를 행함
하이드로 에어레스 스프레이	油壓型	-	모타 1~3HP 油壓 모타 플렌저 펌프	공기원을 사용하지 않으나 펌프형식은 같으며 공기 대신에 기름을 이용
電動 에어레스 스프레이	피스톤 또는 다이어프램식	-	모타 1/2~2 HP	建築塗裝등의 현장 도장에 많이 사용

* 기타 接着劑등 高粘性材料의 塗布에 사용되는 특수장비 등이 있다.

나. 에어레스 장치의 취급

공기 驅動式 에어레스펌프는 공급되는 공기압력과 펌프의 壓力倍率에 따라서 압력이 결정된다. 에어레스에서 塗料壓力이 높으면 동일 노즐 팁에서도 분출량이 증가하며 噴霧粒子도 미세하여 고운 분무를 얻을 수 있다. 압력은 100 ~ 150 kg/㎠로 조정되지만 압력을 변화시켜 분출량을 조정한다. 에어레스장치 취급시는 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.

(1) 高壓力에 대한 유의

(가) 처음에 낮은 압력으로 펌프를 가동하여 漏出등의 이상을 확인한 후 서서히 압력을 높인다.

(나) 작업을 중단할 때에는 압력을 0으로 낮춤과 동시에 스프레이 건의 안전 자물쇠를 잠군다.

(다) 스프레이 건은 사람을 향하여 절대 噴射하지 않아야 한다.

(라) 규정 이하의 압력을 사용한다. 가능한 低壓으로 사용하면 기기의 耐久性이 향상된다.

(2) 에어레스장치와 靜電氣

(가) 에어레스에서는 노즐 팁으로 부터 고압으로 噴射될 때 수천 ~ 수만 볼트의 靜電氣가 발생하는 것으로 장치 및 被塗物에 반드시 接地를 하여야 한다.

(나) 도료 호스는 接地線이 들어 있는 것을 사용한다.

7. 커텐 플로우塗裝(Curtain Flow Coating)

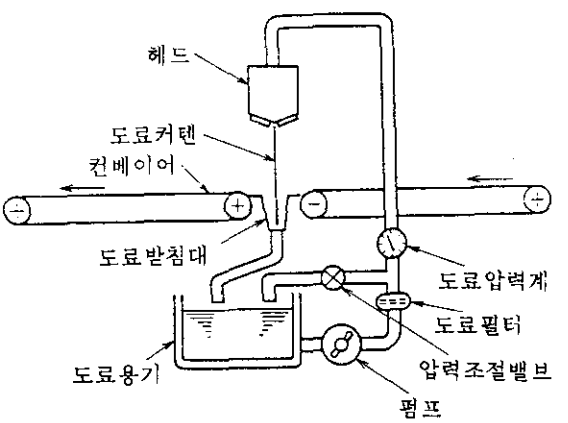
도료를 슬릿(Slit) 사이로 얇은 커텐상의 필름으로 흘러 내려 그 필름에 직교하는 2대의 분할된 컨베이어를 설치, 被塗物을 컨베이어 위에 놓고 통과시켜 塗裝하는 방법으로서 도료는 펌프에 의해 再循環시킨다 ([그림 3-6], [사진 3-1] 참

조). 도막 두께가 두꺼운 塗裝이 가능하고 균일하며 도막상태도 좋다. 따라서 대량 塗裝이 가능하여 흔히 철관이나 합판등의 塗裝에 이용되며 다음과 같은 장점이 있다.

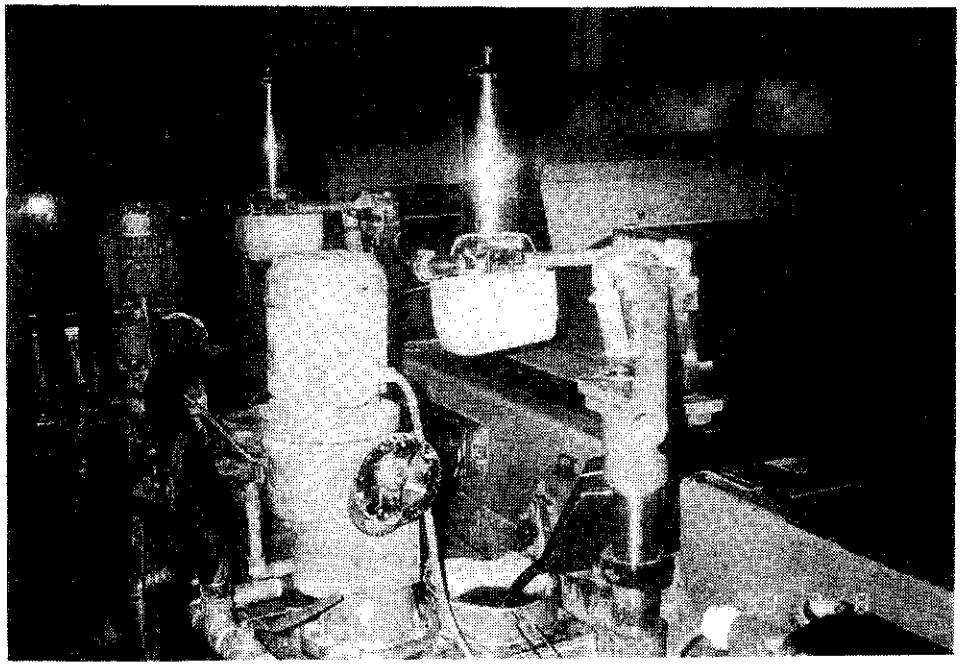
(1) 塗裝作業 능률이 우수하여 가장 塗裝速度가 빠른 도장법이다.

(2) 도료의 循環 사용으로 도료의 손실이 적으나 용제증발이 타 도장법 보다 많다.

(3) 폴리에스테르 같은 2액형도료도 헤드를 2개로 할 경우 사용 가능하다.



〔그림 3-6〕 커텐 플로우塗裝機 개략도

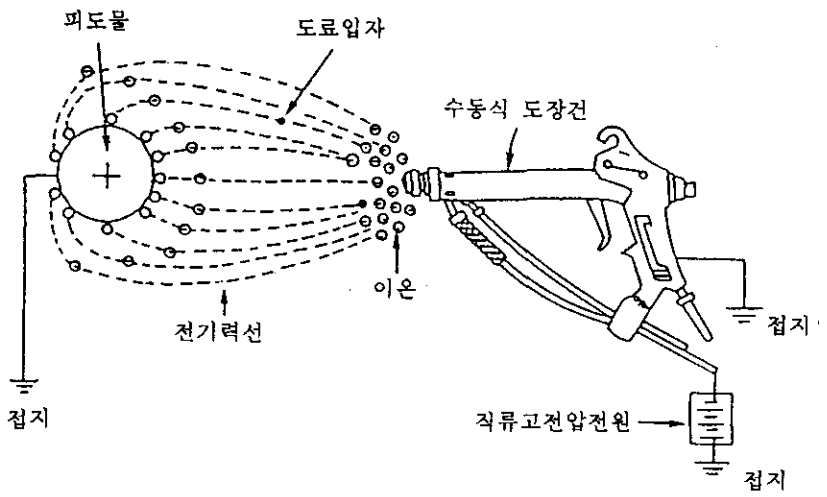


〔사진 3-1〕 커텐 플로우塗裝機 설치예

8. 靜電塗裝(Electrostatic Coating)

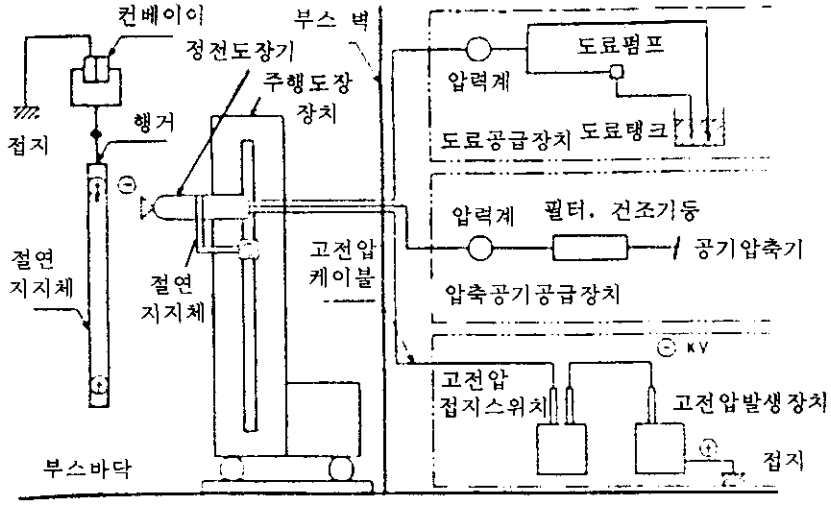
가. 靜電塗裝의 원리

靜電塗裝은 噴霧塗裝의 일종으로서 噴霧塗料 입자에 靜電氣를 帶電시켜 전기적으로 被塗物에 도착시키는 도장법이다. 靜電塗裝에는 도료로서 액체 미립자를 이용하는 液體靜電塗裝과 분체의 미립자를 이용하는 粉體靜電塗裝이 있다. 양자의 기본원리는 같으며 〔그림 3-7〕에 이 원리를 나타내었다.



〔그림 3-7〕 靜電塗裝의 원리

〔그림 3-7〕과 같이 도료입자에 陰의 電荷를 주고 被塗物을 接地하면 미립자상으로 된 도료입자들은 서로 반발하지만 전체적으로는 靜電力에 의해 被塗物 편으로 흡인되게 함으로서 被塗物 표면에 균일하게 부착한다. 液體靜電塗裝에서는 표면에 부착된 도료 용제분이 증발하면 용질성분의 固化에 의하여 도막이 형성된다. 또한 粉體靜電塗裝에서는 열을 가함으로서 도료가 融着, 固化하여 도막이 형성된다. 실제 사용되고 있는 靜電塗裝設備에서는 〔그림 3-8〕에서 나타낸 바와 같이 塗裝機에는 직류고전압전원으로 부터 수 10 ~ 100 kV라는 陰의 고전압이 印加된다. 장치로서는 靜電界 형성을 위한 고전압발생장치, 도료 공급장치, 공기 공급장치등을 구비한다.



〔그림 3-8〕 靜電塗裝設備의 구성 예

나. 靜電塗裝機의 종류

靜電塗裝機에는 많은 종류가 있지만 크게 분류하면 〈표 3-2〉와 같다.

〈표 3-2〉 靜電塗裝機의 분류

구 별	분 류	특 징
도료에 의한 분류	1. 액체용	1. 액체도료를 霧化하여 靜電 噴射塗裝하는 것
	2. 분체용	2. 분체도료를 도장하는 것
	1) 噴霧式	1) 분체도료의 噴霧에 의한 靜電塗裝
	2) 流動浸漬式	2) 분체도료의 流動浸漬에 의한 靜電塗裝
噴霧式 靜電塗裝의 기능에 의한	1. 空氣霧化방식	1. 고속 공기류에 의해서 도료를 微粒化한다
	2. 液壓霧化방식	2. 고액압의 분출에 의해서 도료를 微粒化한다

구 별	분 류	특 징
분류	3. 回轉霧化방식	3. 회전에 의한 遠心力으로 도료를 방출 霧化한다 전극은 컵형 또는 원반형
사용방법에 의한 분류	1. 자동식	1. 로보터등에 의해서 작동되는 것
	2. 수동식	2. 사람이 손으로 잡고 塗裝하는 것
高電壓 발생장치에 의한 분류	1. 固定式	1. 용량이 크다. 건 까지 高電壓 케이블이 필요
	2. 건 內裝式	2. 건 까지 低電壓 케이블이 가능. 발전기 내장형은 케이블도 불필요
	3. 摩擦帶電式	3. 건 까지 케이블류가 불필요. 粉體塗裝에 한함

9. 電着塗裝(Electro-Deposit Coating)

電着塗裝은 미국에서 1960년 실용화 연구가 시작되어 1963년 부터 공업적으로 이용되었다. 電着塗裝은 비교적 저농도의 水性塗料를 채운 電着槽內에서 傳導性이 있는 被塗物과 또 하나의 전극 사이에 직류전압을 인가함으로서 水中에 분산되어 있는 도료의 미립자가 전기적인 힘에 의해 被塗物에 끌려가 응집석출하여 도막으로 형성되게 하는 도장법으로써, 이것이 電着塗裝의 기본원리이나 실제 도막형성기구는 상당히 복잡하여 電氣永動(Electrophoresis), 電氣分解(Electrolysis), 電氣析出(Electrodeposition), 電氣浸透(Electroendosmosis)등의 재반응이 동시에 관여된다고 할 수 있다.

電着塗裝은 그 기본적인 電氣機構로 부터 음이온 電着과 양이온 電着塗裝으로 대별할 수 있지만 현재 가장 일반적으로 실용화되어 있는 電着塗裝은 被塗物을 陽極으로 하는 음이온 電着이다. 〈표 3-3〉에 음이온 電着과 양이온 電着을 비교하여 나타내었다.

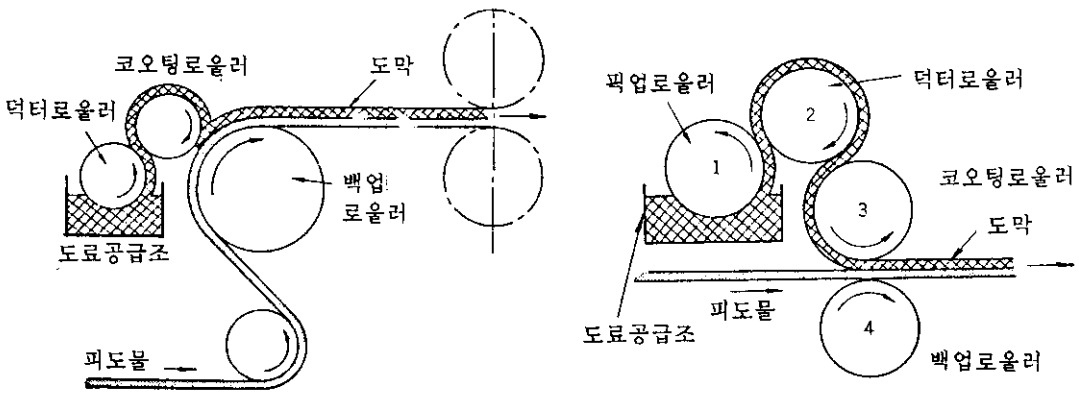
〈표 3-3〉 음이온 電着과 양이온 電着의 비교

항 목		음이온 電着塗裝系	양이온 電着塗裝系
樹 脂		카르복실기를 갖는 樹脂	아미노기등을 갖는 樹脂
電着塗料液의 pH		약알카리성 (pH = 7.5 ~ 8.5)	약산성 (pH = 5.5 ~ 6.9)
電	도 료	도료는 陰(-)	도료는 陽(+)
荷	被塗物	被塗物은 陽(+)	被塗物은 陰(-)
설	電着槽	철 또는 라이닝	라이닝에 의해 絶緣, 금속의 용출을 방지
비	電 極	철	스테인레스 또는 탄소판

10. 로울러塗裝(Roller Coating)

로울러 사이에 물체를 이동시키며 塗裝하는 방법으로서 철판, 합판, 종이등 편평한 판에 적합하며 도료는 로울러 사이에 놓여지고 회전에 의해 로울러에 부착되어 물체에 塗裝된다. 이때 물체의 속도나 도료의 粘度 및 로울러와 물체와의 간격등에 따라 도막의 두께가 결정된다. 이방법은 도료의 손실이 적고 넓은 면적을 連續塗裝할 수 있어 많이 사용되고 있다. 塗裝效率은 거의 100 %로서 스프레이시의 미스트등이 발생되지 않는 것이 특징으로서 저공해 塗裝方式중의 하나이다.

로울러塗裝機는 수본의 로울러를 조합한 형태로서 이를 이용하여 액체를 被塗物에 도착시키는 방식이다. 도료와 로울러의 배치, 재질, 표면의 형상, 回轉方向, 回轉速度등을 임의로 변화시켜 용도에 적합한 塗裝機를 설계할 수 있다. 〔그림 3-9〕에 대표적인 장치 2종을 나타내었다.



(A) 리버스 타입 (B) 다일렉트 타입

〔그림 3-9〕 대표적인 로울러도장기 예

11. 浸漬塗裝(Dip Coating)

물체를 도료가 들어있는 浸漬탱크(Dip tanks)에 넣어 끌어 올린 후 남은 도료를 떨구어 제거하고 이를 건조하여 塗裝하는 방법을 말한다. 조작이 간단하고 도료의 소비도 적으며 모양이 복잡한 대소형 부품에 사용된다. 浸漬用 탱크에는 도료의 沈澱을 막기위해 흔히 교반기나 循環펌프를 장치하며 떨어진 도료를 回收, 濾過 재공급하도록 한다. 또한 컨베이어등을 이용하여 自動浸漬할 수도 있다.

이 塗裝法은 작업중에 용제가 증발하여 도료의 粘度가 높아짐으로 때때로 신나를 공급해 주어야 하며 반드시 두껑을 하여 신나의 발산을 방지할 수 있도록 적절한 배기장치가 설치되어야 한다.

第 4 章　塗裝부스(Spray Booth) 槪要

1. 塗裝부스의 必要性

塗裝부스는 防火나 작업자의 건강을 위하여 塗裝裝置 주위에 설치하여 塗裝作業場의 汚染된 공기를 강제적으로 排出하는 장치를 갖춘 설비를 말한다. 일반적으로 塗裝室內에 생성된 오염공기 특히 용제증기와 도료 미스트를 배출함에 있어서 대부분 塗裝부스에는 배출하는 공기로 부터 이들을 제거하기 위하여 濾過 또는 水洗式 방법을 이용하고 있다. 더구나 양호한 塗裝面을 얻기 위하여 특정 給氣口에는 除塵對策이나 溫·濕度를 조절한 공기를 송입하는 給氣裝置를 부속한 塗裝부스가 많다. 塗裝부스의 필요성을 기술하면 다음과 같다.

(1) 작업자에 대한 保健衛生을 위하여

(2) 도료의 引火性에 의한 폭발·화재를 방지하기 위해

(3) 塗裝 마무리 제품에 대한 분진의 汚染防止를 위하여

(4) 도료 미스트의 飛散에 의한 汚染防止를 위하여

(5) 배기시 도료 미스트를 제거하여 環境汚染을 방지하기 위하여

특히 (1)을 위해서 産業安全保健法에서는 局所排氣裝置를 설치하도록 규정하고 있다.

2. 塗裝부스의 種類

塗裝부스는 그 형태에 의해 대별하면 乾式과 水洗式으로 분류된다. 다음에 이들에 대한 대표적인 방식을 기술하고자 한다.

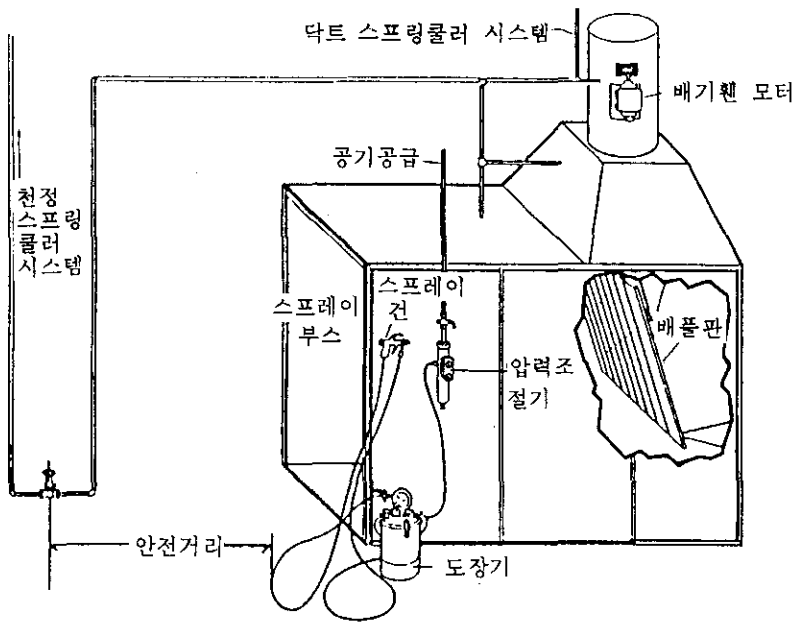
가. 乾式 부스

도료 미스트의 제거를 위하여 충돌의 원리 또는 濾材에 의한 濾過方法을 이용

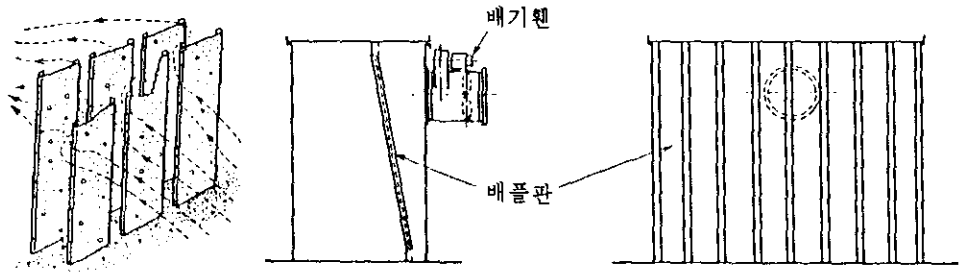
하는 방식이다.

(1) 배플판식(Baffle Plate Type)

가장 기본적인 간단한 塗裝부스로서 塗裝부스는 전면이 개방되고 양측면, 뒷면 및 천정의 4 면이 포위되어 있으며 작업자의 전면에 얇은 철판으로 제작된 배플판이 설치되어 있다(〔그림 4-1〕 참조). 배플판은 〔그림 4-2〕와 같이 상호 중첩되어 있고 이 틈을 통하여 부스내의 공기가 배출된다. 미스트의 제거는 배기류가 그 틈을 통과할 때 속도를 강하게 하여 판에 衝突시켜 衝突面에 부착되도록 한 것이다. 배플판은 도료 미스트를 부착시키기 위한 것으로서 배기 휀의 위치에 관계없이 부스내에 균일한 氣流를 만들기 위하여 흔히 틈사이의 風速은 5 ～ 7 m/s 로 한다. 배플판식 塗裝부스는 미스트의 제거에 한계가 있고 청소에 많은 시간이 소요되는 등 塗裝부스로서는 그다지 바람직하지 않으나 아주 많이 사용되고 있는 실정이다.



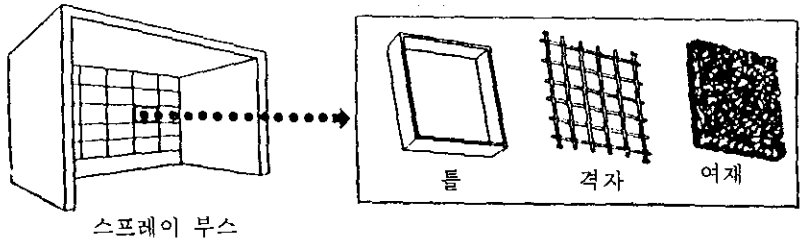
〔그림 4-1〕 乾式타입 塗裝부스의 예(배플판식)



〔그림 4-2〕 배플판의 설치 예

(2) 濾材式

배기중의 도료 미스트를 濾材에 통과시켜 濾材에 흡착시키는 방식으로서 濾材로서는 흔히 積層 하이바를 이용하거나 두꺼운 不織布를 사용하고 있다. 積層 하이바(일명 도료 어레스타)는 길이 500×500 ㎜, 두께 25 ㎜의 것을 이중으로 케이스에 넣어 金網으로 지지한다(〔그림 4-3〕 참조). 濾材는 이중으로 구성되어 있으며 표면이 도료로 가득 쌓이면 전면의 汚染이 심한 濾材는 폐기해야 하는데 이때 뒷면에 있는 것을 전면으로 나오게하고 뒷면에는 새로운 濾材를 넣어서 재사용 한다.



〔그림 4-3〕 濾材의 구성 예

이 타입의 부스는 도료에 의한 막힘 현상으로 배기가 급격히 감소할 수 있으며 충분한 교환조작이 확립된 경우가 아니면 다량의 도료 스프레이에는 사용할 수 없다. 도료를 다량으로 사용하는 경우는 로울 패드를 사용하여 濾材의 교환조작을 쉽게하여야 하며 항상 도료의 막힘 현상을 충분히 체크함으로서 효과적으로 사용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 일반적으로 마노메타(差壓計)에 의해 이를 檢指하여 압력치가 어느 값에 달하면 警報를 발하거나 塗裝作業이 정지되게 인터록하여야 한다. 濾材式은 도료 미스트를 제거하기 위하여 濾材를 사용하는 바 濾材의 메쉬가 가는 것을 사용할수록 濾過효과를 높일 수 있다. 濾材式 부스의 장단점은 〈표 4-1〉과 같다.

〈표 4-1〉 濾材式 부스의 長短點

長 點	短 點
① 도료 미스트의 제거에 물을 사용할 필요가 없다.	① 정기적인 濾材의 교환이 필요하다.
② 간단한 구조로서 가볍다.	② 濾材의 막힘에 의해 배기량이 감소할 경우가 많다.
③ 組立, 설치가 간단하며 설치 비용이 저렴하다.	③ 濾材交換을 위해 운전시간이 중단된다.
④ 다양한 종류(각 도료 미스트에 적합한)의 濾材를 사용할 수가 있다.	④ 交換用 濾材의 저장장소가 필요하다.
	⑤ 自然發火등 화재 가능성이 많으며 동일 부스에 다른 종류의 도료를 스프레이하는 경우는 충분한 주의가 요망된다.

나. 水洗式 부스

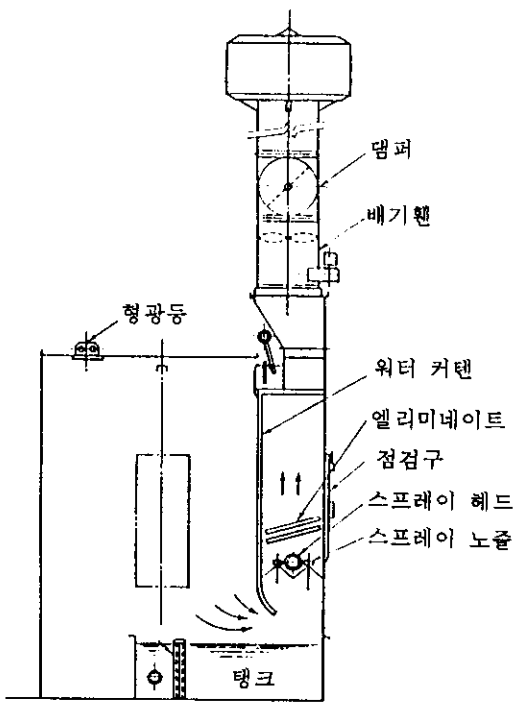
塗裝量이 많은 경우 乾式 塗裝부스에서는 오염이 심하고 청소 및 濾材의 교환에 따른 작업시간이 소요된다. 또한 배기중에도 상당한 량의 도료 미스트가 함유됨으로서 장시간의 사용에는 견딜 수 없다. 따라서 水洗式은 流動的으로 계속사용할 수 있는 물을 이용하여 도료 미스트를 포집하는 세정식 집진장치를 응용하여 물에 吸着시키는 방식이다. 水洗式 부스의 長短點은 〈표 4-2〉와 같다.

〈표 4-2〉 水洗式 부스의 長短點

長 點	短 點
① 다량의 塗裝을 연속적으로 할 수 있다.	① 물을 사용함으로서 水槽를 비롯한 배수처리가 필요하다.
② 물을 사용하고 있어 화재위험이 적다.	② 설치 및 運轉 비용이 乾式 보다 높다.
③ 부스내의 청소를 위한 頻度가 적다.	③ 물의 重量으로 가동에 어려움이 있다.
④ 도료 미스트의 포집효율이 높다.	

(1) 스프레이식

스프레이식은 〔그림 4-4〕와 같이 塗裝부스로 부터 배기되는 도료 미스트를 함유한 공기가 노즐로 부터 분출, 스프레이된 물 속을 통과시켜 물의 입자에 도료 미스트를 吸着시키는 방식이다. 세정효과는 배기가 스프레이된 물방울과 어느정도 효과적으로 접촉하느냐에 있다. 이것은 스프레이 패턴과 물의 량에 관계된다. 일반적으로 스프레이 패턴은 65 ~ 90도 각도로 넓은 螺旋形의 노즐(〔그림 4-5, (A)〕 참조)이 많이 사용되고 있으며 물의 噴霧粒子가 미세하면 배기류와 같이 외부로 流出되기 때문에 그 입경은 비교적 굵은 것이 좋으며 霧化水壓은 0.5 ~ 1.0 kg/㎠ 가 적절하다.



〔그림 4-4〕 스프레이 水洗式 부스의 구성도

〔그림 4-5〕 스프레이 노즐 및 파이프 노즐의 예

노즐이나 배관은 슬러지에 의해 막힘이 발생될 수 있음으로 용이하게 청소가 가능하도록 하는 것이 바람직하다. 스프레이 水量은 배출되는 공기량에 의하여 설정되며 충분한 세정효과를 얻기 위하여서는 배출 공기중량에 대하여 水量(이 비를 水空比라 한다)을 2 ~ 3으로 하는 것이 적절하다. 스프레이 水量(Gw)는 다음 식으로 나타낸다.

$$Gw = V \cdot r \cdot M$$

여기서 V = 排氣風量(㎥/min), r = 공기의 比重(1.2 kg/㎥, 20 ℃ 하) 그리고 M = 水空比(2 ~ 3)이다.

스프레이된 물은 하부의 탱크로 흐르지만 일부는 排氣流와 같이 상부로 飛散됨으로 이를 엘리미네이터로서 포집한다. 엘리미네이터는 氣流를 판에 충돌시켜 水適을 판에 부착시키는 것이지만 水適과 같이 吸着한 도료 미스트가 불용성으로서 점착성이 있기 때문에 엘리미네이터에 부착된다. 따라서 정기적인 청소를 위하여 가능한 간단한 구조로 하는 것이 바람직하다. 워터 커텐은 폭 1 m당 100 ℓ/min로 하는 것이 좋다. 水膜의 수량이 적으면 막을 통과하여 도료가 벽에 많이 부착되어 그곳에서 서서히 성장됨으로 적절한 수량을 유지함과 동시에 부착된 경우는 조기에 제거하여야 한다. 커텐 벽의 재질은 스테인레스판, 알루미늄판, 아연강판 등이 사용될 수 있지만 가격, 깨끗함, 耐水性 등을 고려하여 알루미늄판이 많이 사용되고 있다.

(2) 파이프 노즐식

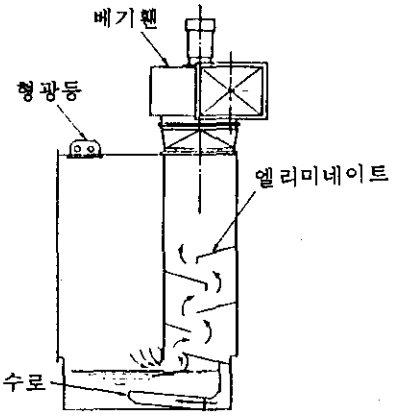
스프레이식에 있어서는 물의 분출구로서 螺旋形의 노즐을 사용하고 있으나 이 대신에 〔그림 4-5, (B)〕와 같은 짧은 가이드 파이프를 사용하는 방식이다. 이 가이드 파이프에 의한 噴出量은 다음 식으로 나타낸다.

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

여기서 Q = 流量(㎥/s), A = 노즐의 斷面積(㎡), H = 水頭(m), g = 重力加速度(m/s²), C = 流量係數(0.82)이다.

(3) 노펌프식

〔그림 4-6〕과 같이 탱크의 수면부근에 重直인 관으로 水面과의 사이에 틈을 설치하여 이 틈에 배기류를 30 ~ 40 m/s의 고속으로 통과시켜 수면의 물이 기류와 함께 끌어당겨 들어가게 된다. 이 물을 半圓筒狀의 내면에서 旋回시켜 遠心力으로 水膜에 吸着시킨다. 또한 그 先端에서 水膜을 통과시키는 방식이 있다. 정상동작을 결정하는 최대의 요소는 風速으로서 風速은 水位에 따라 콘트롤되는 것으로 水位를 바르게 조정할 필요가 있다. 또한 이 물의 旋回에 요하는 에너지는 氣流에 의해 주어지는 것으로서 洗淨室에서 60 ~ 80 水柱(㎜)가 필요하다.

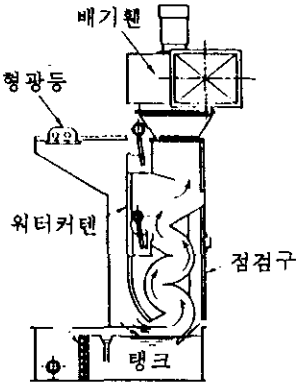


〔그림 4-6〕 노펌프식 부스의 구성도

(4) 소용돌이 흐름식

〔그림 4-7〕과 같이 세정탑내에 圓形水流板을 설치하여 물을 流下시켜 瀧狀으로

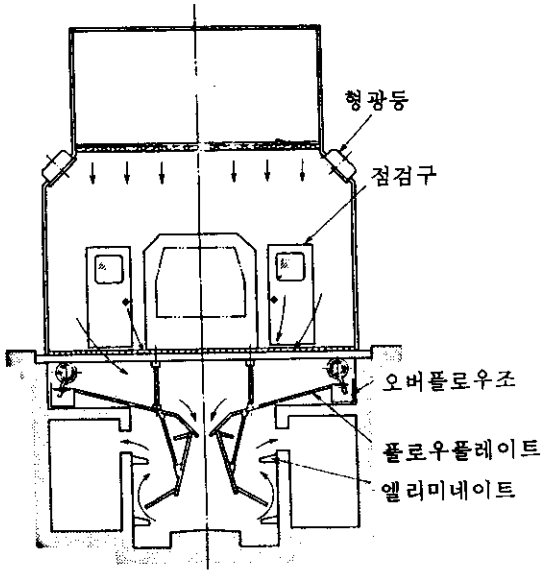
水膜이 낙하되는 속으로 배기를 통과시켜 水洗하는 방식이다. 이 경우 배기는 5 ~ 10 m/s 로 통과시키고 圓形水流板에 의해 도료 미스트와 물의 접촉을 좋게 한다. 水流板의 상단에 설치된 탱크에서 물을 오버플로우시켜 공간이 수막상으로 낙하하는 水瀧을 이용하는 것으로 水瀧을 균일하게 하는 것이 중요하다. 이 때문에 水流板에 도료가 부착하지 않도록 수량이 충분하지 않으면 안된다. 水空比로서 3 ~ 4가 적절하며 엘리미네이터는 간단한 것이 좋다.



〔그림 4-7〕 소용돌이 흐름식 부스의 구성도

(5) 벤튜리식

〔그림 4-8〕과 같이 물이 水流板을 흘러 내려갈 때 그 先端에서 수막상을 형성하고 있는 부분이 排氣流에 의해서 충돌됨으로서 수막이 파괴되어 水滴으로 비산될 때 그 水適에 공기중의 도료 미스트가 吸着되는 방식이다. 이 排氣流의 속도는 20 ~ 30 m/s 로 고속이며 衝突效率이 크고 특히 그 후단이 넓게 되어 있기 때문에 氣流는 감속되어 가속된 水適과의 사이에 재충돌 가능성이 높고 도료 미스트의 포집효율이 좋다. 水空比는 3 ~ 4가 적절하다.



〔그림 4-8〕 벤튜리식 부스의 구성도

3. 排氣量 및 氣流

가. 부스내의 氣流速度와 排氣量

塗裝부스에서 작업하는 작업자는 도료용제의 증발에 의해 이를 흡입하는 경우가 많으며 이를 방지하기 위해서 환기가 행해져야 한다. 産業安全保健法 産業保健基準에 관한 規則에서도 塗裝등의 업무에 관계되는 설비는 유기용제의 蒸氣發散源을 밀폐하는 설비 또는 局所排氣를 설치하도록 규정하고 있으며 局所排氣裝置에 관한 기준에 의하면 유기용제 취급사업장에 설치하는 局所排氣裝置의 制御風速은 포위식 후드의 경우 0.4 m/sec, 외부식 후드의 경우 側方吸引形 및 下方吸引形은 0.5 m/sec, 上方吸引形은 1.0 m/sec로 규정하고 있다. 일반적으로 연속작업시 발생하는 유기용제의 증발량을 그 용제의 許容濃度 이하로 유지하기 위하여 환기량은 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$Q = \frac{G}{Ce \times 10^{-6}}$$

여기서 Q = 排氣量(㎥/min), G = 溶劑 蒸發量(㎥/min), Ce = 許容濃度(ppm)이다.

이로 부터 구해진 값은 일반 공장환기에 비하여 상당히 큰 것이다. 따라서 塗裝부스의 환기는 局所排氣로서 고려되지 않으면 안되며 배기량은 다음 식으로 부터 구하여 진다.

$$Q' = 60 \times V \cdot W \cdot H$$

여기서 Q' = 排氣量(㎥/min), V = 標準부스 風速(m/s), W = 부스정면의 폭(m), H = 부스정면의 높이(m)이다.

나. 부스내의 氣流方向

스프레이 건으로 부터 분출된 도료입자는 被塗裝物을 향하여 飛散되어 그 표면에 부착되지만 그 飛散에 필요한 에너지는 스프레이에서는 공기 및 도료의 압력에 의해 주어진다. 靜電塗裝에서는 여기에 靜電氣에 의한 흡인력이 가해지고 있다. 塗裝의 부착효과를 고려하면 부스내의 氣流는 이 힘을 흩트리지 않는 것이 필요하며 도료입자의 飛行과 일치하는 것이 바람직하다.

水洗타입의 片面吸引 塗裝부스에서는 흡입구가 하부에 있는 것이 많고 全面으로 부터 균일하게 흡입되는 것도 아니다. 따라서 氣流方向은 완전한 平行流가 아니고 흡입구를 향하여 밀어 넣어지는것 같은 흐름으로 된다. 밀어 넣어지는 흐름중에서 차츰 속도가 증가하여 그 흐름으로 들어가지 않는 경우에는 역으로 소용돌이 흐름이 발생한다. 흡입기류의 等速度面은 半圓狀으로 넓어 그 속도는 대략 거리의 2승에 반비례하여 감소한다. 따라서 양측면이나 천정관은 배기류의 유입이 前面의 개구부로 부터 행해지는 것으로 대단히 중요한 요소가 된다. 특히 컨

베이어 라인이 설치된 塗裝부스에서는 측면에 물건이 반입 및 반출되는 개구부가 설치되어 있다. 이 위치는 前面의 작업용 개구부 보다 흡입구에 가까워 外氣가 유입된다. 塗裝부스가 긴 경우에는 양 단면부가 영향이 없지만 비교적 짧은 경우는 이 영향이 크게 된다. 따라서 이 측면부의 개구부는 가능한 작게하고 더욱 兩端이 유효하게 작용하지 않도록 유의해야 한다.

다. 닥트의 空氣抵抗

직선 닥트에서의 **損失靜壓** ΔP(㎜Hg)은 다음식으로 나타낸다.

$$\Delta P = 4\zeta \frac{1}{D} \cdot \frac{r}{2g} \cdot V^2$$

여기서 ζ = **流動抵抗係數**, D = 닥트의 直徑(m), r = 直管의 길이(m), V = 공기의 流速(m/s) 이다.

이 식에서 나타내는 **損失壓**은 대부분이 닥트 내표면과 공기와의 **摩擦**에 의한 것으로서 미끄러운 표면을 갖는 재료로 만들어진 닥트에 있어서 ζ는 0.005 ~ 0.006 이다. 더욱이 닥트 끝에서 배기가 대기중에 방출되는 경우 그 때 갖는 운동에너지, 즉 속도압이 **損失**로 된다. 따라서 全損失 $\Sigma \Delta P$는 다음식으로 나타내어 진다.

$$\Sigma \Delta P = \frac{r}{2g} V_2^2 + \Delta P$$

직선 닥트에 있어서 **摩擦損失**의 크기는 닥트에 보통 아연을 입힌 철판을 사용한 경우

① 일반 사무소나 소수인이 집합하는 장소 : 0.2 ~ 0.1 ㎜Hg

② 공장이나 작업장과 같이 비교적 시끄러운 장소 : 0.3 ~ 0.2 ㎜Hg

이것은 **損壓**의 크기를 압력으로 환산한 것이다. 塗裝設備에 있어서는 많은 공

장내에 닥트가 설치되며 일반적으로 ΔP = 0.2 ~ 0.3 ㎜Hg 정도이다.

4. 粉體塗裝부스 및 附屬設備

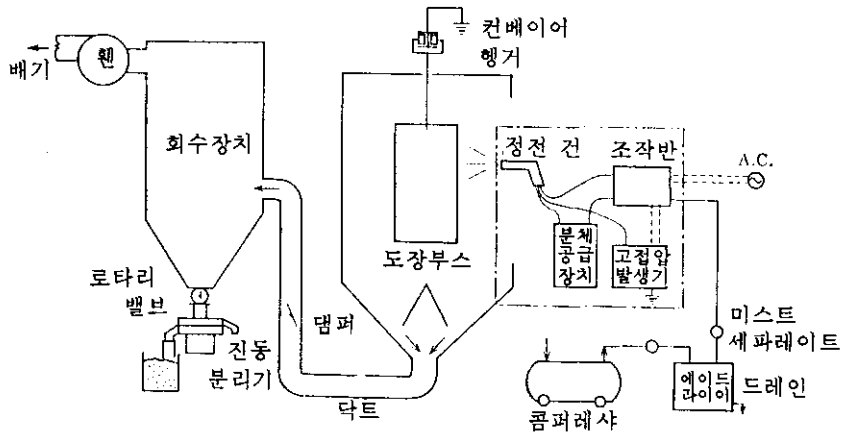
가. 粉體塗裝부스

(1) 一般부스

粉體塗裝에서는 일반적으로 乾式 타입의 부스를 사용하고 〔그림 4-9〕와 같이 부스의 排氣를 회수장치로 흡인하여 배기중에 함유된 도료를 공기로 부터 분리회수하고 세정된 공기를 외부로 배출하는 시스템으로 구성되고 있다. 粉體塗裝부스의 풍속과 환기풍량은 작업환경, 塗着效率 및 粉塵爆發 등을 고려하여 粉塵濃度를 적절하게 관리하여야 한다. 일반적으로 부스내부 및 개구부의 풍속은 통상 0.3 ~ 0.6 m/sec의 범위로 설정하고 있으며 부스의 환기량 Q는 다음식으로 나타낸다.

Q = 부스의 通風 斷面積 × 부스의 平均風速

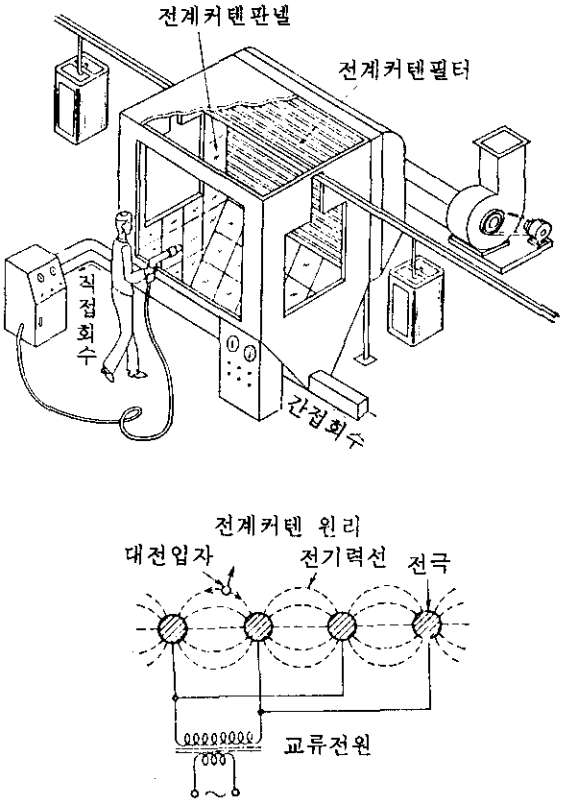
그리고 부스의 粉塵濃度는 일반적으로 粉塵의 爆發下限濃度 이하가 되도록 부스에서 이용되는 건의 총 토출량과 환기량의 관계를 적절하게 설정하여야 한다.



〔그림 4-9〕 粉體 靜電塗裝機器 및 附屬設備의 구성도

(2) 電界커텐부스

電界커텐부스는 帶電粒子를 전기역학적으로 제어하는 電界커텐의 원리를 응용한 것으로서 〔그림 4-10〕에 나타낸 電界판넬은 오버스프레이된 도료가 도료부스 내벽에 부착되지 않도록 반발력에 의해 떨어지게 한다. 저부에 집합된 粉體가 회수탱크로 이송되고 한편 電界커텐필터는 오버스프레이 도료를 차단하여 배기로부터 분리한다. 배기는 電界커텐 후단의 濾布를 통과하여 배기휀에 의해 배출된다. 이 부스의 특징은 비교적 청소가 용이하고 도료의 색교체 및 회수가 가능하고 또한 회수장치를 별도로 설치할 필요가 없는 것으로서 설치면적이 작으며 소비전력도 적은 편이다.



〔그림 4-10〕 電界커텐부스의 구성도

(3) 인터래드(Interrad)법

이 프로세스는 턴넬형 부스의 바닥에 필터벨트를 깔고 부스내의 粉塵을 함유한 排氣는 이 벨트를 통하여 하부로 흡인된다. 밸트표면에서 분리된 粉體塗料는 벨트의 이동으로 이동되고 부스입구에 설치된 진공청소기에 의해 자동적으로 흡인 회수된다. 이 장치도 회수겸용 부스로서 설비가 단순한 것이 특징이다.

나. 回收裝置

粉體 靜電塗裝에서 途着效率은 被塗物의 형상, 크기, 도료의 특성, 塗裝機의 機種 등에 따라 다르나 실제 라인에서는 35 ~ 70 % 정도의 경우가 많다. 따라서 분사량의 약 30 ~ 65 % 도료는 오버스프레이되어 回收裝置로 회수된다. 回收裝置는 도료를 함유한 부스배기로 부터 도료를 분리포집하여 세정된 공기를 배출하는 역활을 한다. 이 분리능력은 回收裝置의 종류에 따라 다르다. 〈표 4-3〉에 粉體塗裝에 사용되고 있는 회수장치의 형식과 그 특징을 참고로 간단히 나타내었다.

〈표 4-3〉 回收裝置의 形式과 그 特徵

형 식	특 징	
	장 점	단 점
사이클론	① 설치비가 低廉하다 ② 維持費가 적다 ③ 청소 및 色交替가 비교적 용이	① 高性能의 사이클론에서도 포집효율은 90~96 % 정도 ② 도료의 사용량이 많은 부스에는 사이클론 후단에 별도의 除塵裝置 필요
백 필 타	① 포집효율은 99.9 % 이상 가능 ② 도료의 사용량이 많은 부스에도 단독으로 사용 가능	① 설치비가 상당히 高價이고 濾布의 維持費가 필요 ② 청소 및 色交替가 어렵다.

* 사이클론과 백필타를 직렬접속한 장치도 공정에 따라 많이 사용된다.

第5章 塗裝作業에서의 爆發·火災 危險性

일반적으로 도장작업에서는 引火性溶劑를 함유하는 도료 또는 機器 洗淨用으로 引火性溶劑를 사용함으로서 氣化된 溶劑蒸氣가 공기와 혼합하여 폭발 또는 화재를 일으킬 위험성이 높다. 특히 도장작업은 밀폐된 塗裝부스(Spray Booth) 또는 공간에서 행하여 지는 경우가 많아 대부분 爆發限界內에서 작업이 수행된다고 보아야 한다. 국내에서도 중대재해사례에서 제시된 바와 같이 도장작업시의 溶劑蒸氣로 인한 폭발·화재 사례는 흔히 발생되고 있는 실정이다. 여기서는 引火性液體에서 일어나는 폭발이나 화재의 발생조건의 차이 및 예방조건등을 중심으로 이들의 위험성에 관해서 기술하고자 한다.

1. 引火性物質에 의한 爆發·火災 雰圍氣 形成

가. 發生條件

화재는 일반적으로 공기중에서 可燃物質이 발화하여 연소를 지속하는 현상을 말한다. 可燃物의 형태에 따라 固體火災, 液體火災 및 가스화재로 대별할 수 가 있다. 화재를 일으키기 위해서는 可燃物이 개방공간에 존재하여야 하며 연소에 필요한 산소는 공기로 부터 무한으로 공급될 수가 있어 가연물이 존재하는 한 화재가 지속된다.

可燃物이 액체인 경우의 화재는 일반적으로 다음 機構와 경과로서 진행한다. 특히 개방상태의 액면상에는 氣化된 蒸氣가 액면으로 부터의 거리에 따라 어느 농도구배를 갖고 체류하게 된다. 이 경우 蒸氣濃度는 액면의 바로 위가 가장 높으며 그 농도가 각각의 蒸氣에 따라 고유한 燃燒下限界에 달할 경우 여기에 착화원이 주어지게 되면 蒸氣와 공기의 混合氣가 인화하여 火炎을 형성하게 된다. 이때 火炎으로 부터 발생되는 열에 의해 액면이 가열되면 蒸氣의 발생이 촉진되어

液面上에 火炎이 지속하게 된다. 이러한 연소의 형식을 액체의 蒸發燃燒라고 한다. 이같은 연소가 일어나는 최저의 온도, 특히 액면 바로 상부의 蒸氣濃度가 燃燒下限界에 달하는 온도가 引火點이 된다. 액면 개방상태의 액체는 引火點 이상, 沸點에 달하는 온도에서 항상 화재발생의 위험성을 갖게 된다. 이와같이 액체의 연소에 있어서도 액체 자신이 직접 연소되지 않고 액면으로 부터 발산하는 蒸氣가 연소하는 것으로 볼 수 있다.

다음에 液體塗料와 같이 溶劑中에 固形分이 함유되어 있는 액상물체의 화재에서는 溶劑分이 氣化하여 연소에 달한 후에 잔존하는 고체 유기물의 수지성분이 용융상태 또는 고체상태에서 지속적으로 熱分解를 행함으로서 연소하게 된다. 이 연소 형식을 액체 또는 고체의 分解燃燒라 한다. 이상에서 열거한 화재의 형식은 개방공간에서 일어나는 것으로 火炎 주위에 고온의 열이 발생되지만 압력의 발생은 일어나지 않는다.

이에 반하여 引火性液體에 기인한 폭발은 액면으로 부터 기화된 蒸氣가 밀폐공간 내에서 공기와 혼합하여 爆發性 混合가스를 형성하고 이것이 착화될 경우 발생하게 된다. 특히 引火性液體를 넣은 밀폐용기의 액면 상부공간 또는 개방용기에서도 비교적 좁은 밀폐공간 내에 놓여진 경우에는 氣化된 蒸氣와 공기가 잠시 방치후에 공간 전체에 균일조성의 혼합가스를 형성하여 爆發限界內의 농도를 지속할 수 있다. 예를들면 50 ~ 80 ㎖ 정도의 溶劑가 氣化할 경우에 1 ㎥ 공간이 爆發下限界 이상의 증기 농도를 형성할 수 있다. 이때 가스조성은 그 蒸氣의 爆發範圍內에 들게되고 여기에 착화원이 존재하면 혼합가스 중의 일부가 착화하여 火炎을 형성하게 되고 이 火炎은 순간적으로 증기에 傳波되어 폭발을 야기하게 된다. 이 傳波하는 火炎을 燃燒波라고 한다. 氣液 공존상태의 밀폐용기 중에서는 蒸氣의 爆發下限界에 상당하는 蒸氣濃度를 생성하지 않은 액체의 온도가 引火點이 됨으로 폭발도 引火點 이상의 온도에서 일어난다. 따라서 화재와 폭발의 발생여부는 引火點으로 결정되게 된다. 폭발현상은 순간적으로 종결되어 그 결과 밀

폐용기의 상부가 파괴되어 외부의 공기가 유입되거나 또는 용기의 하부가 破壞되어 액체가 외부로 流出할 수도 있으며 또한 계속해서 液面上에서 화재가 진행되는 경우도 있다.

더구나 밀폐공간 내에서 액체가 전량 氣化하여 氣液 공존상태를 잃게 되면 그 공간의 蒸氣濃度는 飽和濃度에 달하게 됨으로 온도로서는 규정할 수 없다. 따라서 이와 같은 경우에 폭발 위험성의 유무를 알기 위해서는 蒸氣濃度를 실측하여 爆發限界 데이타와 서로 맞추어 보지 않으면 안된다.

이상의 설명에서 구분된 바와 같이 일반적으로 밀폐공간에서는 폭발이 야기되고 개방공간에서는 화재가 발생될 수 있는 바 이러한 조건의 차이를 다음에 실제 도장작업에 비추어 고려해 보고자 한다.

예를들면 환기를 행하지 않은 밀폐된 탱크나 좁은 방에서의 내면도장 또는 밀폐실내에서 다량의 被塗物을 도장하는 경우등에는 폭발을 일으킬 위험성이 높다. 그러나 靜電塗裝에서는 도장부스의 사용이 널리 보급되어 있어 작업중에 충분히 換氣가 이루어 지고 있기 때문에 분무도료나 被塗物의 표면으로 부터 기화된 溶劑蒸氣는 급속히 희석되어 부스내 전체 또는 그 일부가 爆發下限界를 초과하는 농도의 蒸氣로 균일하게 충만될 가능성이 없다. 과거부터 靜電塗裝에서는 폭발사고가 극히 적은 것은 이때문이다. 다만 폭발 위험성을 고려할 수 있는 조건으로서는 바닥등에 넘쳐흐른 溶劑類로 부터 氣化된 蒸氣가 부스의 배풍기를 정지시킨 작업종료시에 이 密度가 큰 증기가 저부에 滯留하여 爆發下限界濃度를 초과하게 되고 그 후 다음 작업 개시시에 착화하는 경우가 있다.

한편 어느정도 충분히 換氣를 행한다 하여도 도장기로 부터의 토출 직후의 噴霧塗料, 도장기로 부터의 被塗物 표면 또는 부스내에 들어 있는 洗淨用 또는 휘석용제의 露出液面등 부근에서는 蒸氣濃度가 爆發下限界를 초과하는 경우가 많은 것으로 혹 그 부분에서 착화원이 존재하면 화재를 일으키게 된다. 그리고 靜電塗裝에서는 高電壓印加部 또는 주위 帶電物體로 부터 착화원이 될 수 있는 放電火

花를 발생할 가능성도 비교적 높다. 경우에 따라서는 액체도료(水性塗料는 제외)에 의한 靜電塗裝에서는 폭발을 일으킬 위험성이 극히 낮지만 화재를 일으킬 위험성이 높다는 것을 특징으로 지적할 수 있다. 다만 화재의 경우에도 각종 형태가 있어 착화 초기에 국부적인 소폭발에 의해 약한 爆風을 발생시킨 후에 계속적으로 화재로 이행하는 경우도 있다. 또한 도장기의 噴霧口에서 착화하여 국부적인 噴霧爆發을 일으키고 이어서 화재로 전이되는 사례도 있다. 여기서 噴霧爆發이란 가연성액체가 미립자로 되어 적정한 농도로 공기중에 분산될 경우에 착화원의 존재에 의해서 일어나는 폭발로서 미스트 폭발이라고도 한다. 이는 미립자가 고체인 경우의 粉塵爆發과 유사한 현상이 있다. 噴霧爆發은 引火點이 상온 이상인 액체의 경우 상온하에서도 일어날 수 있으며 引火點이 비교적 낮은 액체의 噴霧爆發에서는 氣化된 蒸氣와 液滴의 연소가 동시에 연소될 수도 있다. 그리고 粉體塗裝에서는 粉體塗料에 의한 粉塵爆發 또는 화재의 발생 위험성이 있다. 粉塵爆發로서는 가연성의 분체가 적적한 농도로 공기중에서 분산해 있는 경우에 착화원의 존재에 의해 발생하는 현상으로 粉體塗裝에 의한 재해사례로서는 분체도료 닥트내 또는 분체도료 회수장치인 백필타에서의 폭발이 흔히 알려지고 있다. 그러나 粉塵雲의 착화에 필요한 에너지는 溶劑蒸氣에 비하여 10 ~ 100 배 이상으로 커서 일반적으로 착화가 어려우며 粉體塗裝에 의한 폭발사례는 비교적 적은 편이다.

또한 분체에 의한 화재로서는 堆積狀態의 분체층이 착화하여 훈소 또는 發炎燃燒를 일으키는 경우를 말한다. 이 같은 화재가 일어날 가능성이 있는 경우에는 분체도료 닥트나 분체도료 回收裝置등을 들 수 있지만 재해사례는 많지 않다.

다음 화재와 폭발의 피해상황을 비교하여 보면 폭발은 순간적인 高壓이 발생하는 것으로 그 결과로서 설비의 파괴 또는 飛散을 들 수 있다. 또한 爆風을 수반함으로서 순식간에 많은 인명손실을 야기시키는 특징이 있다. 여기에 비하여 화재는 출화하여 주위의 가연물을 순차적으로 연소시켜 큰 화재로서 전이하게 되며

반드시 어느 정도의 시간적 경과를 필요로 한다. 따라서 출화초기의 소화활동에 의해서 진화가 가능하고 대피할 여유가 있어 인명 손실은 일반적으로 적다. 引火性液體에 의한 화재의 경우에는 인명 손실은 돌발적 화재에 의한 火傷 또는 소화작업시의 火傷과 연기에 의한 가스중독의 예가 많다.

나. 引火點(Flash Point)

도료나 引火性溶劑에 의한 폭발·화재는 첫째, 蒸氣濃度의 조건(爆發下限界 이상) 둘째, 着火의 조건(着火源의 존재)이 동시에 주어져야 만이 일어날 수 있다. 반대로 폭발·화재를 야기시키지 않기 위한 조건 즉 예방조건은 이 두 조건중 양자 또는 하나를 배제하는 것이다.

液體蒸氣에 의한 폭발·화재의 경우 액면상의 蒸氣濃度의 크기는 액체의 온도에 좌우되는 것으로 두 조건중 전자인 蒸氣濃度의 조건은 액체의 온도에 따라 결정되며 이 조건을 만족하는 限界溫度가 引火點이 된다. 다시 말하면 가연성액체는 引火點 이상의 온도에서 폭발·화재의 위험성이 발생된다. 따라서 실온하에서 가연성액체를 취급하는 경우 그 引火點이 실온 이하이면 위험성이 있고 실온 이상이면 위험성이 없게 된다. 취급액체의 引火點이 실온 이하의 경우 폭발·화재를 방지하기 위해서는 두 조건 중 후자인 착화원을 배재하여야 한다. 도장공정에서는 이와 같이 실온 이하의 인화점을 갖는 액체를 취급하는 경우가 많이 착화원의 제거가 특히 중요시 되고 있다.

이상과 같은 폭발·화재의 위험성을 고려할 경우 먼저 취급액체의 引火點을 파악하는 것이 가장 중요하다. 다만 신나등 多成分 混合液의 경우 引火點은 성분과 조성에 의해 달라지게 되기 때문에 일반적으로 예측이 어려우며 그 수치를 정확하게 알기 위해서는 적절하게 실측하는 방법 이외에는 없다. 또한 도료와 같이 粘度가 높은 액체의 引火點 측정은 측정이 곤란하므로 종래 대개 실측하지 않았

다. 그래서 흔히 도료의 引火點은 사용하는 溶劑의 引火點으로 대신하였다. 溶劑에 수지나 안료등 固形分을 가한 도료의 引火點은 溶劑만의 引火點 보다도 다소 상승한다고 볼 수 있다.

引火點 측정법으로는 밀폐식과 개방식이 있다. 동일 시료에 대해서는 전자가 후자 보다도 약간 낮은 값을 준다. 이 경우에 전자는 밀폐용기에서의 가스폭발의 발생조건에 대응하는 온도, 후자는 개방용기에서의 액체화재 발생조건에 대응하는 온도라고 할 수 있다. 그러나 이러한 측정법은 본래 상품의 비교를 위해서 사용될 수 있는 것으로서 물질 자신의 폭발이나 화재의 위험특성을 반드시 정확하게 나타내는 것이 아니라는 것에 유의하여야 한다. 결국 引火點은 위험성을 나타내는 특성치의 하나로 취급될 수 있다. 특히 상온 이하의 비교적 낮은 引火點을 갖는 물질에 대해서는 화재 위험에 대하여도 밀폐식 引火點을 사용하는 것이 좋다.

뿐만 아니라 일본의 경우 최근 소방법의 개정에 의해서 粘度가 높은 액체의 引火點을 비교적 정확하게 측정할 수 있는 방법으로서 세타 密閉式測定法(ASTM D 3278-1982)이 지정되어 도료류의 引火點 측정을 의무로 부가하였다. 따라서 도료 제조업체에서는 자사제품의 引火點을 파악하여야 하며 제 1 석유류 또는 제 2 석유류의 표시만으로 끝나서는 안된다. 따라서 이러한 측정결과를 도장시의 화재 또는 폭발을 방지하는 데 이용하여야 한다.

다. 塗料 溶劑類의 引火點

塗料溶劑 또는 洗淨用 溶劑類의 성분으로서 많이 사용되고 있는 단일물질을 선정, 이들을 低沸點溶劑, 中沸點溶劑 및 高沸點溶劑의 3종으로 분류하여 이들의 沸點과 引火點을 〈표 5-1〉에 나타내었다.

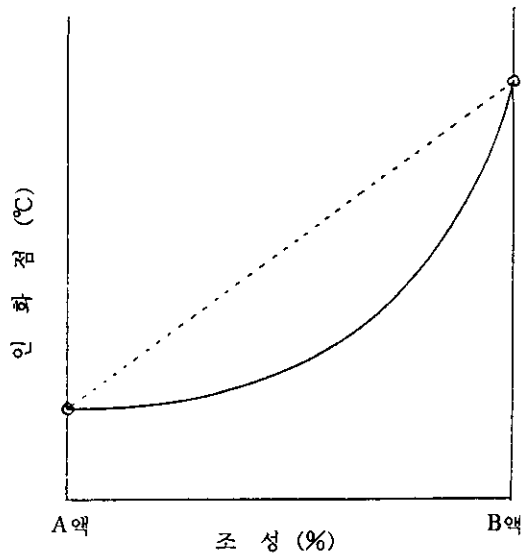
〈표 5-1〉 塗料 溶劑類의 沸點 및 引火點

	物 質	沸點 (℃)	引火點 (℃)	物 質	沸點 (℃)	引火點 (℃)
1	아세톤	56	- 22	초산메틸	58	- 16
	메틸알콜	65	10	n-헥산	69	- 26
	초산에틸	77	- 7	에틸알콜	78	13
	메틸에틸케톤	80	- 9	시클로헥산	81	- 18
	이소프로필알콜	82	13	초산이소프로필	89	- 1
2	1,4-디옥산	101	12	이소부틸알콜	108	30
	톨루엔	111	4	메틸이소부틸케톤	116	14
	n-부틸알콜	117	37	n-옥탄	126	13
	n-초산부틸	126	26	메틸 n-부틸케톤	127	25
	메틸이소부틸카비놀	132	40	크시렌(이성체 혼합물)	(140)	26
	초산이소알콜	142	36	스티렌	145	32
3	미네랄스피리트	(150)	40	테레핀유	(153)	35
	유산에틸	154	46	시클로헥사논	156	44
	시클로헥사놀	161	62	디아세톤알콜	168	64
	n-데칸	174	48	유산부틸	185	71

* 상기 표에서 1은 低沸點溶劑(沸點 100 ℃ 이하), 2는 中沸點溶劑(沸點 100 ~ 150 ℃), 3은 高沸點溶劑(沸點 150 ℃ 이상)
* ( )는 初溜點 기준

〈표 5-1〉에 의하면 첫째, 低沸點溶劑의 引火點은 - 26 ~ 13 ℃ 범위 정도로서 도장실의 통상 온도조건인 15 ~ 25 ℃보다도 引火點이 낮은 것으로서 이들 물질은 引火 위험이 극히 높다. 이들은 액면 부근에 착화원이 주어지면 즉시 인화하여 액체화재를 야기시키게 된다. 또한 이성분혼합액의 引火點은 일반적으로 引火

點의 중간에 위치하지만 引火點이 낮은 성분의 영향을 강하게 받는다. 引火點曲線은 〔그림 5-1〕에 나타낸 바와 같이 아래쪽으로 굽은 경향을 나타내는 경우가 많다. 따라서 다성분혼합액에 있어서도 最低引火點과 最高引火點의 중간에 위치한다고 예상된다. 이와같은 방법으로 실제 사용하는 混合溶劑의 引火點을 쉽게 구하여 이용할 수 있다. 예로서 메틸에틸케톤, 초산에틸, 톨루엔 및 이소프로필알콜등의 4종류 混合溶劑(洗淨用)의 引火點 실측결과를 〈표 5-2〉에 나타내었다.



〔그림 5-1〕 二成分混合液의 引火點 변화

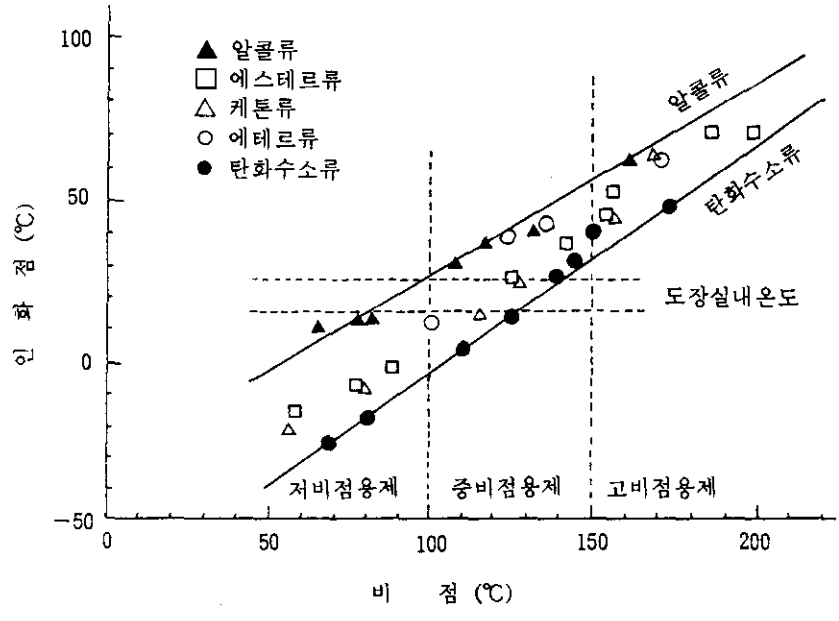
다음에 中沸點溶劑의 引火點은 4 ～ 43 ℃의 범위에 걸쳐 있으며 도장설비의 온도조건에 따라 引火性을 갖는 것과 갖지 않는것이 있다. 따라서 이 경우는 실온하에서의 引火性 유무의 판단이 곤란함으로 사용하는 混合溶劑의 引火點을 실측하는 것이 바람직하다. 그리고 高沸點溶劑는 도장실내의 온도조건 보다 引火點이 상당히 높아 실온하에서는 인화의 위험성이 없다.

〈표 5-2〉 混合溶劑의 引火點 실측 예

溶　　劑	沸　　點(℃)	引 火 點(℃)
메틸에틸케톤(MEK)	80	- 9
초산에틸	77	- 7
톨루엔	111	4
이소프로필알콜(IPA)	82	13
(3 3 3 1)*1)	-	- 7
(4 2 4 0)*2)	-	- 7
(0 1 6 3)*3)	-	- 2

*1) MEK : 초산에틸 : 톨루엔 : IPA = 3 : 3 : 3 : 1 (용량비)
*2) MEK : 초산에틸 : 톨루엔 : IPA = 4 : 2 : 4 : 0 (용량비)
*3) MEK : 초산에틸 : 톨루엔 : IPA = 0 : 1 : 6 : 3 (용량비)

그런데 〈표 5-2〉의 데이타를 沸點과 引火點의 관계로서 도시하면 〔그림 5-2〕의 결과가 얻어진다. 여기서는 물질을 알콜류, 에스테르류, 케톤류, 에스테르류 및 탄화수소류로 분류하여 나타낸 것으로 그 결과 그림 중 각점의 무리에서 상부와 하부에 각기 알콜류와 탄화수소류의 직선을 연결할 수 있다. 기타 물질은 어느것이나 두 직선 사이의 좁은 내부영역에 위치되고 있다. 이 관계는 〈표 5-1〉에 나타낸 물질 이외의 다른 많은 有機物質에 관해서도 적합하다는 것이 확인되고 있다. 특히 有機物 同族體에 의한 유사물질 사이에서는 沸點과 引火點이 대체로 직선 관계를 만족시키고 있다. 따라서 이 관계를 이용하여 물질의 沸點으로 부터 대체로 引火點을 예측할 수 있다.



〔그림 5-2〕 溶劑類의 沸點과 引火點의 관계

또한 도장작업에 사용되는 溶劑는 일반적으로 混合溶劑로서 단일 물질이 아니지만 이와같은 경우에도 각 성분의 沸點差가 그렇게 크지 않는 범위에서는 沸點 대신에 혼합물의 初溜點을 이용하면 〔그림 5-2〕의 관계가 대개 적용될 수 있다. 또한 二成分混合物에서는 성분과 조성이 알려져 있으면 각 성분의 引火點 데이타, 혼합계의 氣液平衡 데이타 등으로 부터 引火點을 비교적 정확하게 추산할 수가 있다. 그러나 각 성분혼합물의 引火點의 예측에 관해서는 이론의 부족으로 주로 경험에 의존하고 있으며 현재 계산등으로 정확히 구하는 것은 실제적으로 불가능하다.

라. 産業安全保健法上의 引火性物質

참고로 産業安全保健法에서 규정하고 있는 引火性物質을 기술하면 産業安全保健法 産業安全基準에 관한 規則 별표 1. 危險物質에 引火性物質은 大氣壓下에서

引火點이 섭씨 65도 이하인 可燃性液體로서 다음과 같이 정의하고 있다.

① 에틸에테르, 가솔린, 아세트 알레히드, 산화프로필렌, 이황화탄소 기타 引火點이 섭씨 零下 30도 미만인 물질

② 노르말 헥산, 산화에틸렌, 아세톤, 메틸에틸케톤, 기타 引火點이 섭씨 零下 30도 이상 0도 미만인 물질

③ 메틸알코올, 에틸알코올, 크실렌 아세트산 아밀 기타 引火點이 섭씨 0도 이상 30도 미만인 물질

④ 등유, 경유, 테레핀류, 이소벤질 알코올(이소아밀 알코올), 아세트산 기타 引火點이 섭씨 30도 내지 65도 이하인 물질

2. 固體 可燃性物質에 의한 燃燒擴大

도장공장에서의 발화원인이 되는 可燃物은 대부분의 경우 실온에서 引火性이 있는 도료 또는 溶劑이나 발화시 초기 소화에 실패하면 도장 직후의 被塗物 표면이 연소하여 도장부스 전체로 화재가 확대하는 경우가 많다. 또한 발화장소 주변에서의 기타 물질의 존재여부와 량의 대소에 따라 화재 규모가 결정된다. 따라서 도장실 내에는 도료나 溶劑드럼등을 가능한 비치하지 않는 것이 바람직하다. 그리고 기타 가연성물질도 문제가 될 수 있기 때문에 燃燒擴大 방지측면에서 유의하지 않으면 안된다. 즉 도장실 내의 오염방지 카바 및 바닥이나 바닥아래 피트부 또는 배기닥트 내면 등에 퇴적된 도료 등에 유의하여야 한다.

靜電塗裝에서는 도장기 주변에 존재하는 接地된 금속부품에 도료가 분무되거나 분체가 흡착되기 쉽다. 따라서 이러한 부품을 폴리에틸렌(P.E)등 플라스틱 필름으로 被服하여 汚染을 방지하는 대책이 행하여 지고 있다. 그러나 폴리에틸렌등의 필림은 모두 가연성이며 특히 도료가 부착되면 부착되지 않은 것 보다도 연소가 용이하기 때문에 한번 착화되면 연소를 조장하는 원인이 된다. 특히 필름 내

부에서는 가연성 溶劑蒸氣나 粉體가 상시 채류하게 되고 또한 필름 내부에서는 필름자신의 帶電에 의해 放電스파크가 발생할 수 있다. 뿐만 아니라 도장기 카바에서는 고전압 케이블이나 帶電된 도료호스로 부터의 放電스파크 발생 가능성도 있다. 이와같이 필름내에서 초기에 溶劑蒸氣가 착화한 후에 필름류의 연소로 화재가 전이할 위험성이 있다. 따라서 오염방지 카바는 원칙적으로 사용되어서는 안된다. 또한 비록 필름 재질로서 難燃性인 폴리염화비닐 및 폴리염화비닐리덴등이나 혹은 不燃性 폴리불화에틸렌(테프론등)을 사용할 경우도 필름은 연소하지 않을 지라도 부착된 도료가 연소할 수 있기 때문에 화재 확산방지 효과를 기대할 수 없다. 뿐만 아니라 이와같은 할로겐원소를 함유하는 필름은 화재시 가열에 의해 분해하여 할로겐화수소를 발생하는 것으로서 인체의 유해성은 물론 주변 금속류의 부식에 원인이 될 수도 있다. 그리고 도장실의 바닥이나 바닥아래 피트부 또는 배기닥트의 내면등은 도료가 堆積되기 쉬운 장소로서 이러한 도료의 堆積物은 溶劑로서 습한 상태의 표층부분은 물론이고 자연건조하여 고화된 퇴적층도 연소가 용이함으로 착화하면 화재확산 작용이 현저하다. 청소가 불충분하여 오염정도가 큰 도장실일 수록 발화 후의 연소속도가 빠르게 되는 것은 이 때문이다. 또한 바닥피트에 대량의 도료가 퇴적하여 이것이 연소하여 큰 화재로 발생하는 사례, 배기닥트의 내면에 부착된 塗料層이 작업정지중인 야간에 自然發火하여 화재가 발생된 사례등이 흔히 보고되고 있다. 이 경우 주간 작업중에는 유통공기로서 닥트내면이 냉각되기 때문에 도료 퇴적층은 승온이 어려우나 공기의 유통이 정지된 저녁시간 부터 승온이 시작되어 어느 시간이 경과된 야간에 훈소를 지나 발염연소로 이행하는 경우가 많다. 이와같이 도료의 종류에 따라서 공기에 의한 酸化性 또는 도료자신의 自己反應性에 의해 도료층의 온도를 서서히 상승시켜 곧 自然發火에 달하는 것이 있기 때문에 주의가 필요하다. 예를들면 酸化重合形 알키드수지도료와 같이 일반적으로 常溫乾燥形의 도료에서 그와 같은 경향이 강하다. 따라서 사용하는 도료에 관해서 이러한 성질의 유무를 미리 조사하여 두는 것이

바람직하다.

3. 着火源의 存在

앞에서 기술한 바와 같이 화재나 폭발을 발생시키는 2 가지 조건중에서 하나는 착화원이다. 도장작업은 흔히 밀폐된 공간 또는 장소에서 수행되기 때문에 대부분 爆發範圍內에서 작업이 행하여진다고 볼 수 있으며 이를 완전하게 배제한다는 것이 사실상 어려운 실정이다. 따라서 引火性液體에 의한 화재나 폭발을 예방하는 대책으로서는 착화원을 배제하는 것 이외의 방법은 없다. 다음에 도장작업과 관련하여 착화원이 될 수 있는 물체 또는 현상과 그 중대재해 사례(第7章 참조)를 예로 들고자 한다.

가. 作業上 火器

직접 작업에 관계되는 화기로서 예를들면 용접기, 토치램프등 이동할 수 있는 화기로서 이는 중대재해 사례에서도 나타난 바와 같이 鎔接·鎔斷作業時의 火炎이나 스파크에 의한 발화가 22 건 중 6 건으로서 27.3 %를 차지하고 있으며 착화원 중 가장 주의가 요망된다.

나. 作業外 火器

작업에 직접 관계하지 않는 화기로서 예를들면 스토브, 콘로, 성냥, 라이타, 담배불등으로서 중대재해 사례에서도 난방용 난로와 라이타로 인한 발화가 22 건 중 3 건으로서 13.6 % 였다.

다. 設備的 火器

보일러, 乾燥機, 電氣爐등의 火炎 및 과열 또는 煙突, 煙道의 과열등에 의한

착화원으로서 특히 도장설비는 乾燥機 또는 熱處理爐가 부속되어 있는 경우가 많아 이로 인한 발화의 위험성이 높으며 실제 중대재해 사례에서도 이로 인한 재해가 22건 중 2건으로서 9.1 % 였다.

라. 電氣設備의 放電스파크 및 過熱

스위치, 콘센트, 배전반 및 모타등의 전기기기 개폐시 또는 接觸不良이나 絶緣不良에 의해 발생하는 放電스파크는 가연물의 착화원이 되기 쉽다. 또한 引火性液體 또는 蒸氣의 최소착화에너지가 매우 낮기 때문에 소형 휴대용 전기기기의 사용도 착화원이 될 가능성이 있다. 또한 도장작업은 밀폐된 공간 또는 탱크류등 내부에서 이동용 전등을 이용하여 작업하는 경우가 많으며 이 경우 충돌등으로 인한 파손시의 스파크에 의해서 폭발하는 사례가 있다. 그리고 모타나 조명기구, 過負荷時의 배선등 과열된 전기기기의 고온표면이 착화원으로 되는 경우도 있다. 따라서 溶劑蒸氣가 滯留하고 있는 장소에서 사용하는 전기기계기구는 防爆構造의 것을 사용하여야 한다.

특히 靜電塗裝에서는 고전압을 사용함으로 高電壓印加部 또는 절연불량인 고전압케이블로 부터 接地體로 放電스파크가 발생할 위험성이 높으며 외국의 경우 이로 인한 화재사례가 비교적 많이 알려져 있다.

중대재해 사례에서도 전기설비의 파손, 放電스파크 및 過熱로 인한 사례가 22건 중 7 건으로서 31.8 %로서 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

마. 靜電氣 放電스파크

異種의 두 물체가 접촉된 후 상호 이탈되면 양자에 正負의 靜電氣가 발생하는데 이를 靜電氣帶電이라고 한다. 靜電氣가 물체에 축전된 帶電狀態 만으로는 위험하지 않지만 이것이 타물체에 放電하여 스파크를 발생하면 주위의 가연물에 착

화할 위험성이 높다. 특히 靜電氣帶電은 액체나 분체의 유동시에 발생하기 쉬우며 이 경우에 절연상태의 물체는 고전위가 됨으로서 放電스파크 발생의 위험성이 높다. 이 放電스파크가 착화원으로된 화재나 폭발사례는 각종 설비에서 흔히 발생되고 있다. 실제 靜電氣가 착화원이 된 중대재해는 22 건 중 3 건으로서 13.6 % 였다.

특히 靜電塗裝은 高電壓印加에 의해 도료입자를 인위적으로 帶電시켜 이 전하를 接地된 被塗物을 통하여 放電시키는 공정으로서 컨베이어 등을 포함하여 接地回路 중에 絶緣狀態의 물체가 있으면 현저하게 帶電하게 된다.

따라서 접촉, 이탈, 유동등에 의한 통상 帶電을 포함하여 靜電氣 放電스파크가 착화원으로된 화재사례가 비교적 많다. 이러한 위험성의 상세한 내용은 다음에 기술하고자 한다.

바. 機械設備의 局部過熱

기계작동부분의 摩擦에 의한 과열이 착화원으로 되는 경우로서 예를들면 기계의 軸受메탈의 보수가 불비한 경우에는 마모에 의한 摩擦抵抗이 증가하여 윤활기능을 잃게 되고 온도가 300 ℃ 이상으로 과열되어 溶劑蒸氣에 착화된다. 마모에 의한 국부가열은 軸受에 한하지는 않고 기계의 작동부분에 전부 해당되는 것으로 평소에 보수 및 관리가 중요하다.

사. 摩擦 및 衝擊스파크

기계의 작동부분과 가아드의 충돌, 물체의 落下, 金屬工具의 사용등으로 발생되는 衝擊 및 摩擦스파크가 착화원으로 될 경우가 있다. 특히 스파크 발생이 용이한 것으로는 硏削機 작업이나 햄머등을 이용한 작업등이 있다. 金屬工具는 베릴리움銅合金을 소재로 하는 防爆用工具를 사용하는 것이 바람직하다. 중대재해 사례에서도 도장작업 후 휴대용 硏削機를 이용하여 작업중 폭발한 사례가 있다.

아. 輻射熱

대량의 有機物이 공기중에서 연소하면 강한 輻射熱이 수반되는 것으로 이때 강력한 赤外線(熱線)이 방출된다. 이 熱輻射가 경우에 따라 착화원으로 되는 경우가 있다. 일반적으로 기체는 光에 대하여 투명하여 光을 흡수하기가 어렵고 光에 의한 着火는 드물지만 浮遊粉塵(특히 黑色粉塵)에서는 그 고체표면이 光을 흡수하여 온도가 상승하게 되고 결국 着火하여 粉塵爆發을 일으킬 수도 있다. 또한 堆積粉塵層에 강한 熱放射가 미치면 着火하여 粉塵火災가 일어날 수 있기 때문에 粉體塗料의 취급시에는 이점에도 주의하여야 한다.

자. 自然發火

自然發火는 고체 또는 액체상의 물질이 다른 어떤 것으로 부터 열원이 주어지지 않아도 상온의 공기중에서 酸化, 分解, 重合, 醱酵 또는 吸着등에 의해 자연적으로 발열하고 그 열이 장기간 축적되면 결국 발화온도에 달하여 연소를 일으키는 현상이다. 이 현상이 溶劑蒸氣에 의한 화재나 폭발의 직접 착화원이 되는 예가 많으며 또한 도료 자신이 이러한 성질을 갖는 것이 있어 自然發火에 항상 유의하여야 한다. 실제 自然發火에 의한 사고사례가 국내의 경우도 많이 발생되고 있는 실정이다.

4. 放電스파크 發生 危險性

앞에서 언급한 바와 같이 전기스파크 및 靜電氣의 放電스파크는 가연물에 대한 착화원으로 된다. 이것은 무엇보다도 전기에너지에 의해 발생되는 것으로 기체중의 放電현상으로서 일반적으로 音과 發光을 수반하고 있다. 다시 말하면 放電現像은 音과 光을 발생함으로서 電氣에너지가 放電空間으로 방출하게 되고 결과적으로 放電路에 부딪힌 기체의 온도가 순간적으로 높은 온도로 상승한다. 따라서

放電路에 존재하는 기체가 가연성의 가스나 蒸氣의 공기혼합물이면 放電路의 온도가 상승하여 착화함으로서 여기에서의 연소반응으로 인하여 화재나 폭발을 야기하게 된다.

전기스파크 및 靜電氣의 放電스파크가 가연물의 착화원으로 되면 이상과 같은 기구에 의하여 통상 착화위험성의 판단으로 잘 이용되는 최소착화에너지는 가연물과 공기와의 혼합물이 연소되는데 필요한 最小放電에너지로 된다. 따라서 放電에너지가 최소 착화에너지 보다도 작으면 착화가 일어나지 않는다.

그러나 도료에 사용되는 溶劑蒸氣의 최소착화에너지는 일반적으로 0.3 mJ 전후로 극히 적은 것이 많기 때문에 전기스파크 및 靜電氣 放電스파크의 放電에너지는 최소착화에너지를 초과하는 경우가 많아 이것이 착화원으로 될 확률이 높다.

다음에 가연물의 착화원으로 되는 대표적인 전기스파크 및 靜電氣 放電스파크의 구체적인 예와 그 발생조건에 관해서 기술하고자 한다.

가. 電氣스파크

가연물의 착화원이 되는 전기스파크는 대별하면 誘導火花와 容量火花로 구분할 수 있다. 전자는 전류가 흐르고 있는 線路의 부품이라든가 回路를 차단시킬 때 발생하는 스파크로서 그 대표적인 예는 스위치를 내릴 때 또는 콘센트를 뽑을 때 발생하는 스파크, 고전압기기로 부터 발생하는 스파크 또는 電氣回路의 숏트등에 의해 발생하는 스파크등이다. 물론 스위치를 차단하는 순간 또는 콘센트를 접속하는 순간에도 容量火花가 발생하는 경우가 있으며 스위치, 콘센트 같은 전기의 접속기기로 부터는 誘導火花와 容量火花가 모두 발생한다. 기타 誘導火花와 容量火花는 회로나 전선같이 전류가 흐르고 있는 線路의 절단, 高電壓印加部分이 接地體에 이상 접근된 경우등 예측하지 못한 사태가 일어난 때에도 발생한다. 예를 들면 靜電塗裝機에서는 고전압전원으로 고전압 蓄電器(Capacitor)가 사용되고 있

고 그기에 전기에너지가 축적되어 있기 때문에 回轉霧化型 도장기의 霧化頭를 接地體에 이상접근 시킬 때에는 큰 放電에너지의 容量火花가 발생한다. 또한 도장로보트의 驅動用 또는 被塗物 運搬用 모타등의 배선이 절단되거나 혹은 배선 케이블의 피복이 열화하여 漏電이 발생하면 이 경우에도 큰 放電에너지의 誘導火花가 발생하다. 이러한 電氣火花의 에너지는 어느 것도 가연물의 최소착화에너지보다도 크게될 확률이 높아 착화원이 될 위험성이 있다. 그와 관련한 誘導火花 및 容量火花의 放電에너지 W는 각기 다음식에 의해서 계산된다.

誘導火花 : $W = LI^2 / 2$ (1)

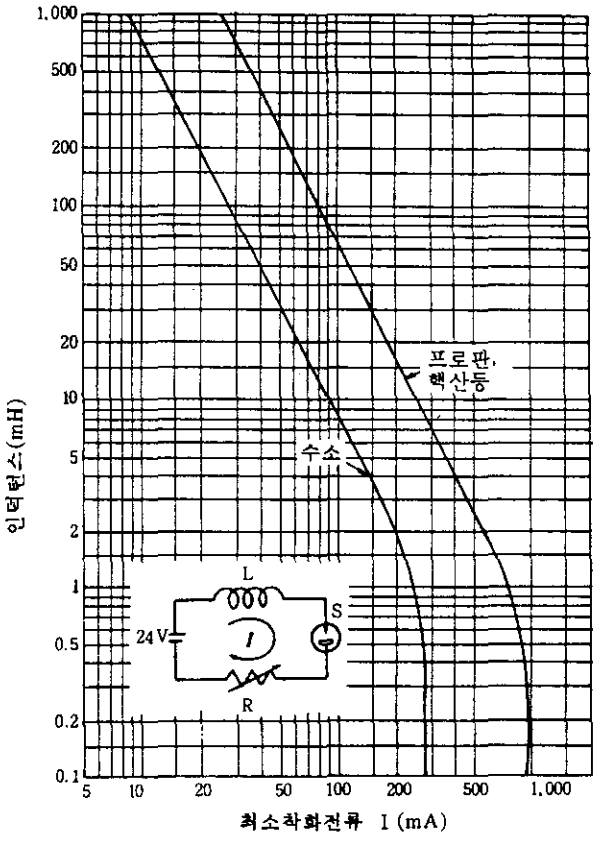
容量火花 : $W = CV^2 / 2$ (2)

여기서 L = 인덕턴스(Inductance. H), I = 電流(A), C = 靜電容量(F), V = 電壓(V)이다.

식 (1)에 의한 誘導火花에 있어서는 인덕턴스와 전류에 의해 가연물의 착화한계가 정해지며 실험에 의해서도 이를 조사할 수 있다. 예를 들면 〔그림 5-3〕은 誘導火花에 의해 프로판, 펜탄, 헥산등에 착화하는 한계를 나타낸 것이다. 이 실험결과에 의하면 로보트를 驅動하고 있는 샤프트의 인덕턴스가 100 mH로 되면 모타에 흐르는 전류는 80 mA 이하가 되고 스위치에 의해서 그 回路를 개폐할 때 또는 그 회로가 절단될 때에 가연물에 착화할 위험성이 있다.

한편 靜電塗裝機에는 100 kV 정도의 전압을 인가시키고 있기 때문에 그 靜電容量을 더하면 1 pF로 적어도 식 (2)로 부터의 放電에너지를 추산하면 0.5 mJ 정도로 된다. 이것은 통상 有機溶劑 蒸氣의 최소착화에너지가 되는 0.2 ~ 0.4 mJ을 초과하게 되고 도장기로 부터 容量火花가 발생하면 가연물에 착화할 확률이 높다. 또한 回轉霧化型 塗裝機와 같이 靜電容量이 큰것에서는 더욱 放電에너지가 커서 이로 부터 容量火花가 발생되면 가연물의 착화원으로 되는 것이 분명하다.

이상과 같이 靜電塗裝에서는 도장기에 한하지 않고 여기서 사용하고 있는 모타,



〔그림 5-3〕 가연물의 着火源으로 되는 誘導火花가 발생되는 조건의 예

조명기기, 제어용 스위치등의 전기기기, 부품류로 일반적으로 전기스파크의 발생원으로 된다. 이들을 가연물이 존재하는 장소에 사용할 경우에는 언제나 착화원으로 작용할 수 있다고 보아야 한다. 따라서 이러한 기기 및 부품류를 가연물이 존재하는 장소에 사용할 경우에는 반드시 防爆構造의 것을 사용하여야 한다.

나. 靜電氣 放電스파크

靜電塗裝은 帶電現像을 응용한 기술의 하나로서 도장작업에 있어서 靜電氣 帶電은 불가피한 것이다. 특히 각종 절연물체의 帶電을 비롯하여 接地가 불충분한

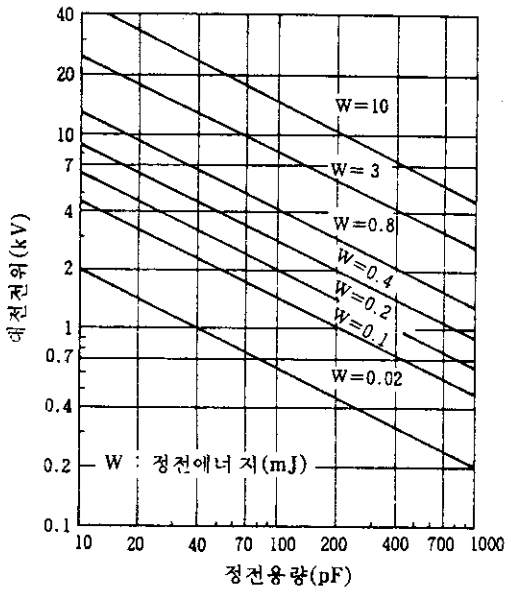
경우에는 靜電氣的으로 傳導性이 있는 작업자, 被塗物, 금속성 구조물, 기구등에도 靜電氣가 帶電한다. 이러한 帶電物體 중에서 接地가 불량한 帶電된 傳導體에서 가연물의 착화원이 되는 靜電氣放電이 극히 발생하기 쉽다. 따라서 여기서는 帶電된 傳導體를 중심으로 가연물의 착화원이 되는 靜電氣放電에 관해서 기술한다. 帶電된 傳導體로 부터 발생하여 가연물을 착화하는 靜電氣放電(着火性放電)은 放電에너지가 가연물의 최소착화에너지보다 큰 放電이다. 그러나 放電이 발생하기 전에 최소착화에너지 보다도 큰 에너지의 放電이 발생할 지는 일반적으로 예측할 수가 없다. 따라서 통상 帶電된 傳導體에 축적되어 있는 靜電에너지에 착안하여 이것이 가연물의 최소착화에너지 보다도 크면 이로부터 着火性放電이 발생한다고 판단한다. 다시 말하면 착화원으로 되는 靜電氣放電은 가연물의 최소착화에너지 보다도 큰 靜電에너지를 축적하고 있는 帶電物體로 부터 발생한다고 보는 것이 일반적이다.

着火性放電을 이와 같이 보면 傳導體에 帶電하고 있는 靜電에너지 W는 다음식에 의해서 주어진다.

$$W = CV^2/2 = QV/2 = Q^2/2C \qquad (3)$$

여기서 C = 導體의 靜電容量(F), V = 帶電電位(V), Q = 帶電電荷量(C)이다.

〔그림 5-4〕는 식 (3)으로 부터 구해진 傳導體에 帶電하고 있는 靜電에너지 W에 있어서는 에너지 파라메타로 靜電容量 C와 帶電電位 V의 관계에 의해 나타내어진다. 예를 들면 성인남자가 서있는 상태에서는 그 靜電容量은 통상 C = 100 pF 정도가 됨으로 지금 작업자의 帶電電位가 V = 3.000 V가 되면 그 작업자에게 축적되고 있는 에너지는 W = 0.45 mJ로 된다. 따라서 만일 이 작업자로 부터 靜電氣放電이 발생하면 0.45 mJ의 에너지가 放電으로 放出된다고 생각되며 이 靜電氣放電은 최소착화에너지가 0.2 ~ 0.4 mJ로 되어 일반 溶劑蒸氣의 착화원이 될 확률이 높다.



〔그림 5-4〕 帶電된 傳導體가 축적하고 있는 靜電氣에너지

일반적으로 인체가 3,000 V 이상으로 帶電되면 이로 부터 靜電氣 放電이 발생할 경우 電擊을 받게 된다. 다시 말하면 電擊을 받는 것과 같은 靜電氣放電이 발생하면 그 放電은 가연물의 着火源이 될 확률이 높다고 할 수 있다. 따라서 電擊은 着火性放電 발생의 하나의 측도가 된다. 도장작업중에 電擊을 받은 경우가 있다면 着火性放電이 발생하고 있다고 판단하지 않으면 안된다.

한편 靜電塗裝에서 被塗物을 운반하는 행거(Hanger)에 도료가 부착될 경우 被塗物이 絶緣狀態가 될 수 있다. 이 경우 被塗物이 絶緣狀態에서 도장되면 여기에 帶電된 도료가 부착하여 被塗物의 電位가 상승함으로서 着火性放電이 발생된 예가 많다. 예를 들면 帶電된 도료는 통상 10^{-7} C/g 정도의 靜電氣가 帶電하고 있어 비록 帶電電位가 V=100 V 정도의 낮은 전압 일지라도 100 g 정도의 도료가 부착하면 被塗物에 축적되는 靜電에너지는 W = 0.5 mJ에 달한다. 따라서 帶電된

도료가 부착하여 接地가 불량한 被塗物을 비롯하여 도료를 부착하기 쉬운 絶緣된 傳導體로 부터 착화원이 되는 放電을 발생한다고 판단할 수 있어 接地에 충분히 유의하지 않으면 안된다.

뿐만 아니라 靜電塗裝作業에 한하지는 않지만 착화원으로 되는 放電은 일반적으로 接地不良인 傳導體로 부터 발생할 확률이 아주 높다. 특히 고정되어 있는 설비에서 항시 接地할 수 없는 傳導性의 기기 및 기구에는 靜電氣가 帶電하기 쉬워 거기에서 착화원으로 될 放電이 발생될 확률이 높다. 또한 이미 帶電되어 있는 경우에 接地를 실시함으로서 靜電氣放電이 발생하여 着火 수도 있다. 따라서 항상 接地할 수 없는 것에 있어서는 接地를 하거나 이를 제거할 시기 및 장소에 관해서도 충분히 유의하지 않으면 안된다. 예를 들면 가연물이 존재할 경우에 환기가 불충분한 장소에서 接地를 실시하거나 이를 제거할 경우 착화위험에 대하여 유의해야 한다.

第6章 塗裝設備 및 塗裝作業 實態調査

1. 實態調査 概要

가. 調査目的

본 조사의 목적은 도장설비 및 도장작업으로 인한 폭발·화재 방지대책 연구의 일환으로 取扱設備 및 作業實態를 調査, 把握함으로서 그 문제점을 분석하여 대책 연구에 필요한 基礎資料로 활용하고자 한 것이다.

(1) 도장설비 設置實態 파악

(2) 도장설비의 安全防護裝置 設置實態 파악

(3) 도장작업 및 塗料管理 방법상의 문제점 분석

나. 調査對象

조사대상은 機械器具, 自動車 그리고 木材 및 鐵材 家具製造業등 일반적으로 도장작업을 많이 수행하는 사업장을 대상으로 하였다.

다. 調査方法 및 內容

조사대상 사업장 50개소에 說問紙를 발송하여 回信을 받은 14개 사업장에 대하여 실태조사를 행하고 이들 사업장 중 일부 사업장에 대해서는 現場訪問 調査를 병행하였다. 본 조사에서는 도장부스(Spray booth), 도장장치, 도장작업실의 換氣시스템, 전기 및 기계설비, 도료공급 및 혼합작업 그리고 도료 취급실태등을 조사하고자 하였다. 조사항목은 産業安全保健法 및 外國의 安全基準등을 참고로 하여 설정하였다.

2. 塗裝設備 保有現況 및 設置實態

가. 실태조사 業種別 업체수 및 사업장 規模

실태조사 대상사업장 14 개소에 대한 업종별 업체수는 機械器具 製造業 7개소, 木材 및 鐵材家具 製造業 6개소 그리고 自動車 製造業 1개소이며, 사업장 規模는 100인 미만 사업장이 2개소이고 나머지 12개 사업장은 100인 이상 사업장이었다.

나. 塗裝부스(Spray booth) 설치실태

도장부스는 水洗式 부스만을 사용하는 사업장 6개소, 乾式 부스만을 사용하는 사업장 4개소 그리고 水洗式 및 乾式 부스를 모두 사용하는 사업장이 4개소로서 총 보유 도장부스는 63대로서 그 설치실태는 다음과 같다.

(1) 密閉式 도장부스를 보유하고 있는 9개 사업장 중 부스내에 자동 스프링쿨러등 消火시스템을 전혀 설치하지 않는 사업장이 5개소(55.6 %)로서 消火設備가 미흡한 사업장이 많다.

(2) 密閉式 도장부스 내부에 塗料混合탱크 또는 펌프를 설치, 사용하는 사업장이 3개소(33.3 %) 그리고 未使用 도료 캔이나 사용중인 도료 캔을 보관하는 사업장이 4개소(44.4 %)로서 폭발·화재의 위험성이 높은 사업장이 많다.

(3) 密閉式 도장부스의 경우 창문은 金屬網이 들어 있는 유리를 사용하는 것이 바람직하나 金屬網 유리를 설치한 사업장은 2개소로서 대부분 사업장이 일반 유리를 사용하고 있다.

(4) 乾式 도장부스에서 濾材 즉 필터 패더(Filter pads)등의 汚染狀態를 체크할 수 있는 差壓計를 설치한 업체는 9개소 중 3개소(33.3 %)로서 많지 않으며 나머지 사업장은 임의로 매월, 3개월, 6개월등 적절하다고 생각되는 시기에 임의로 교체하고 있어 交替時期가 늦을 경우 換氣不良으로 有機溶劑등이 작업장으로 暴

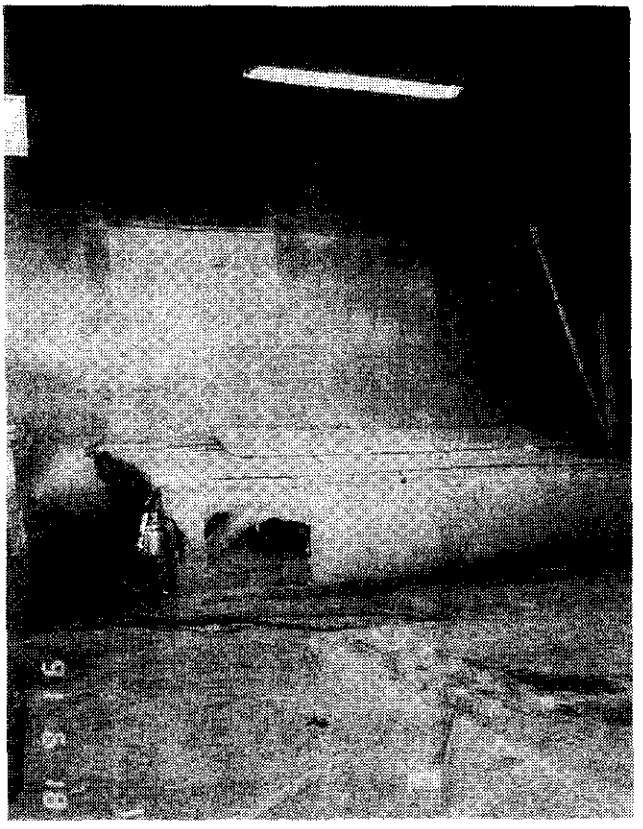
露되거나 폭발범위를 형성, 폭발·화재의 위험성이 높은 사업장이 많다.

(5) 도장부스내에서 도장과 제품의 건조를 병행하는 즉 도장 및 乾燥 겸용의 부스를 사용하는 사업장이 3개소로서 폭발·화재 위험성이 높은 사업장이 있다.

(6) 도장부스를 接地한 사업장이 9개소로서 接地를 하지 않고 사용하는 사업장이 많다.

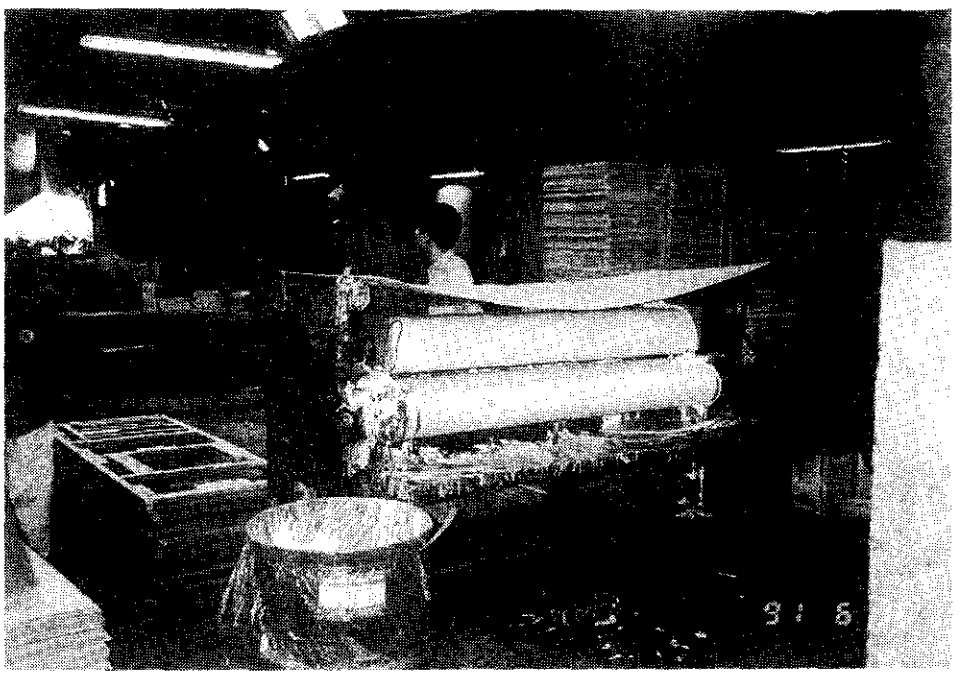
나. 換氣시스템 설치실태

(1) 도장부스에서 有機溶劑의 蒸氣濃度를 爆發下限界의 25 % 이하로 유지하기 위하여 농도를 체크하거나 관리하는 사업장은 5개소(35.7 %)로서 관리상에 문제가 있는 사업장이 많은 실정이다. 특히 〔사진 6-1〕과 같이 換氣裝置가 전혀 설



〔사진 6-1〕 換氣裝置가 설치되지 않은 도장작업실 예

치되지 않은 작업장에서 도장작업을 수행하거나 〔사진 6-2〕와 같이 로울러도장기의 로울러 상부에 局所排氣裝置를 설치하지 않는 등 排氣裝置가 미흡한 사업장이 많다.



〔사진 6-2〕 局所排氣裝置가 설치되지 않은 로울러도장기 예

(2) 자동 도장장치를 사용하고 있는 사업장 중 배풍기의 정지 또는 결함시 도장장치가 停止되게 인터록을 시키지 않은 설비를 사용하는 사업장이 5개소로서 폭발·화재의 위험성이 높은 사업장이 많다.

(3) 배풍기의 모터는 부스 또는 닥트내부에 설치되어서는 안되나 내부에 설치하여 사용하는 사업장이 일부(14.3 %) 있다(〔사진 6-8〕 참조).

(4) 각 도장부스의 排氣닥트를 서로 연결 사용함으로서 폭발·화재시 火炎의 傳波 위험성이 높은 사업장이 11개소(78.6 %)로서 많은 실정이다.

(5) 배풍기의 임펠라와 케이싱이 非鐵 또는 非스파크 재질이거나 라이닝된

것을 사용하지 않는 사업장이 4개소(28.6 %)로서 임펠라의 摩擦스파크등으로 인한 폭발·화재의 위험성이 있는 사업장이 많다.

(6) 도장부스와 건조기의 닥트는 서로 연결 사용되어서는 안되나 연결 사용하고 있는 사업장이 5개소(35.7 %)로서 설비상에 문제가 있는 사업장이 많다.

(7) 모든 배기닥트는 傳導性材質로서 接地 및 본딩하여야 하나 接地 및 본딩하지 않은 사업장이 일부(21.4 %) 있다.

(8) 배풍기 및 닥트에는 點檢 및 清掃口등이 설치되어야 하나 이를 설치하지 않고 사용하는 사업장이 6개소(42.9 %)로서 많은 실정이다.

다. 塗料供給 및 混合設備

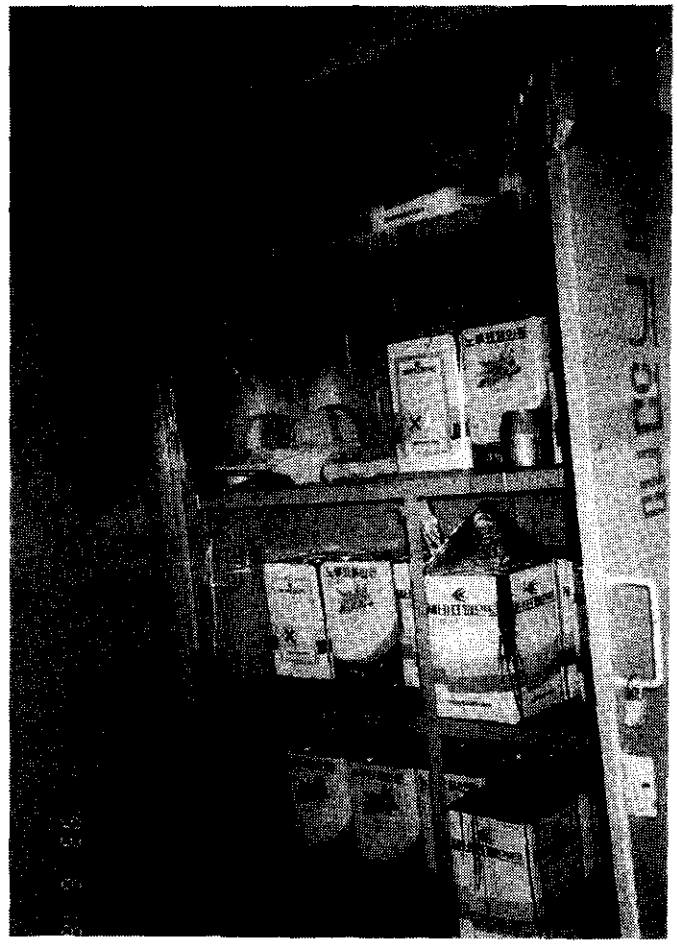
(1) 당일 사용도료를 도장부스 부근에 보관하는 방법으로서 작업장내 별도 저장실에 보관하는 사업장이 6개소(42.9 %), 저장케비닛에 보관하는 사업장이 3개소(21.4 %)(〔사진 6-3〕 참조), 작업장내 부스 부근에 보관하는 사업장이 4개소(28.6 %)(〔사진 6-4〕 참조) 그리고 도장부스 내부에 보관하는 사업장이 1개소(7.1 %)(〔사진 6-5〕 참조)이며, 또한 작업현장에 공급 보관되고 있는 도료 및 신나의 수량은 다음 〈표 6-1〉과 같다.

〈표 6-1〉 현장 도장부스 부근에 보관되고 있는 塗料 및 신나의 량

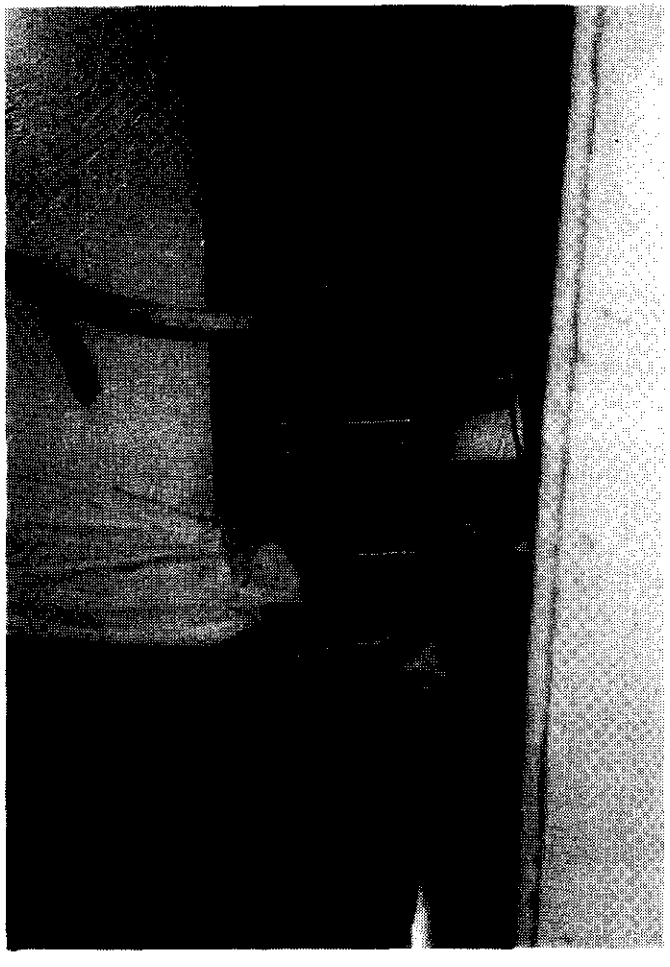
통상 보관량	1 일분	2 일분	5 일분	7 일분	10 일분	15 일분
사업장수	7	2	2	1	1	1

저장케비닛에 보관하는 경우도 〔사진 6-3〕 및 〔사진 6-6〕과 같이 캔의 뚜껑이 개방 보관되고 있어 유기용제 증기가 작업장으로 폭로, 확산되고 있으며 인접장소에 非防爆形의 선풍기를 사용하는 등 폭발·화재의 위험성이 높은 실정이다.

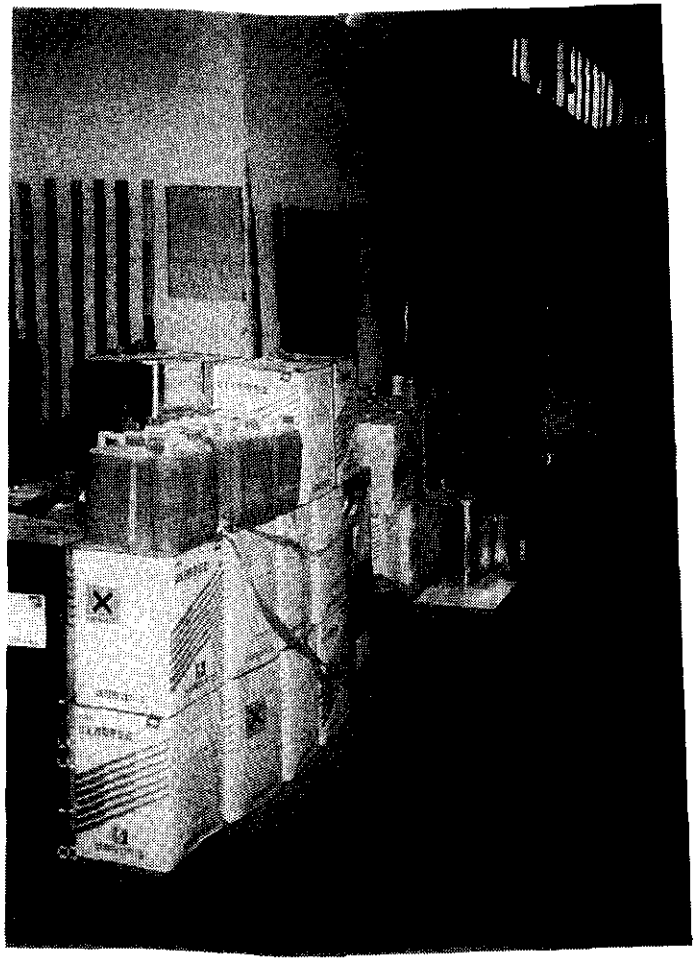
또한 도료 및 신나는 현장 최종 사용장소에 당일 사용분만을 보관 사용하는 것이 바람직하나 50 % 이상이 2일분 이상 多量의 도료를 현장에 보관 사용하고 있다.



〔사진 6-3〕 도료 저장케비닛 사용 예



〔사진 6-5〕 도장부스내 도료 보관 예

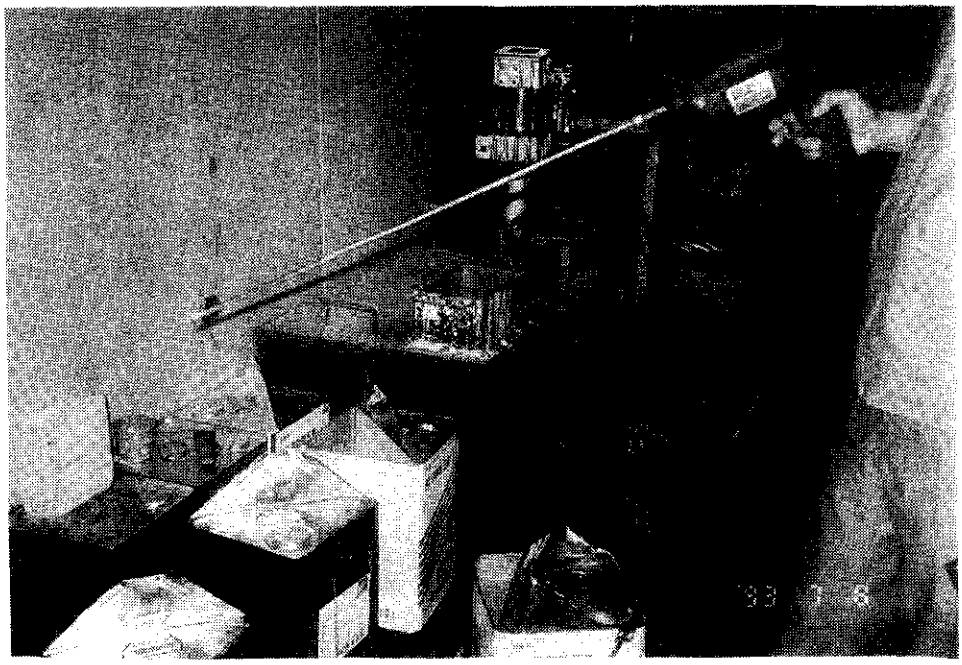


〔사진 6-4〕 작업장내 부스부근의 도료 보관 예

〔사진 6-6〕 도료 저장케비닛 주위 선풍기 및 전기콘센트 사용 예

(2) 도료를 별도의 混合室에서 혼합하여 中央供給方式에 의해 공급하는 사업장이 1개소(7.1 %) 그리고 도장부스내에서 混合供給하는 사업장이 3개소(21.4 %)로서 이를 제외한 대부분 사업장(71.5 %)이 작업장내 도장부스 외부에서 混合供給(〔사진 6-7〕 참조)하고 있어 有機溶劑의 작업장으로의 暴露는 물론 폭발·화재의 위험성이 높은 실정이다.

(3) 수동 소형모터 혼합기(〔사진 6-7〕 참조)를 혼합시에 사용하고 있는 사업장이 4 개소(28.6 %)로서 임펠라와 용기의 摩擦등에 의한 스파크 및 非防爆形모터의 사용등으로 인한 폭발·화재의 위험성이 있는 사업장이 많다. 실제 "00 특수포장(주)"에서 이와 같은 혼합기를 사용 混合作業 중 중대재해가 발생(1988년 4월)한 사례가 있다. 따라서 이의 사용은 금지되어야 한다.

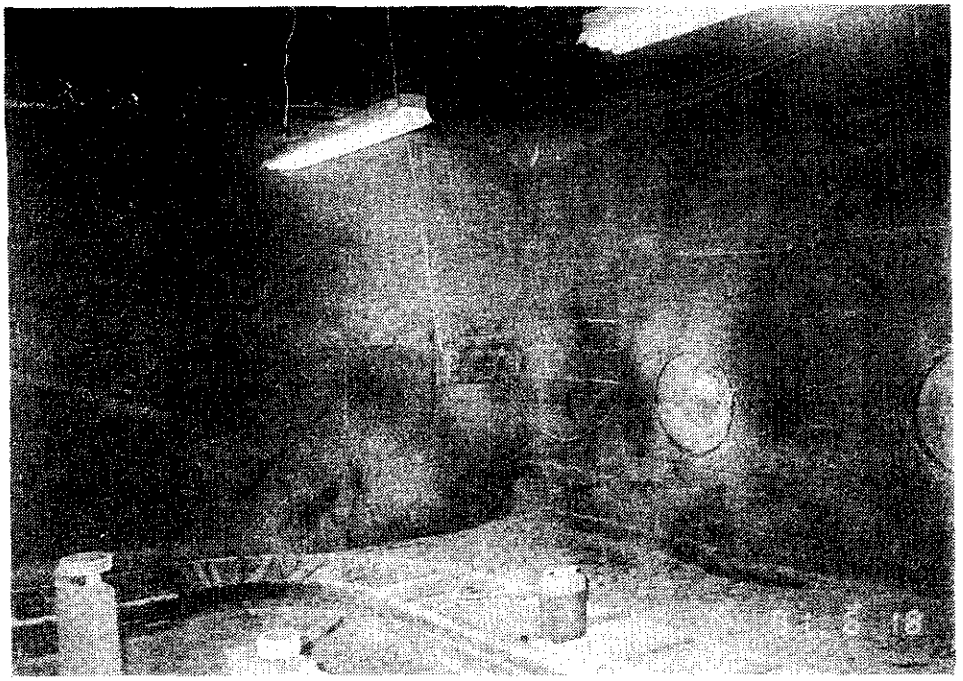


〔사진 6-7〕 수동 소형모터 혼합기 사용 예

라. 電氣 및 機械設備

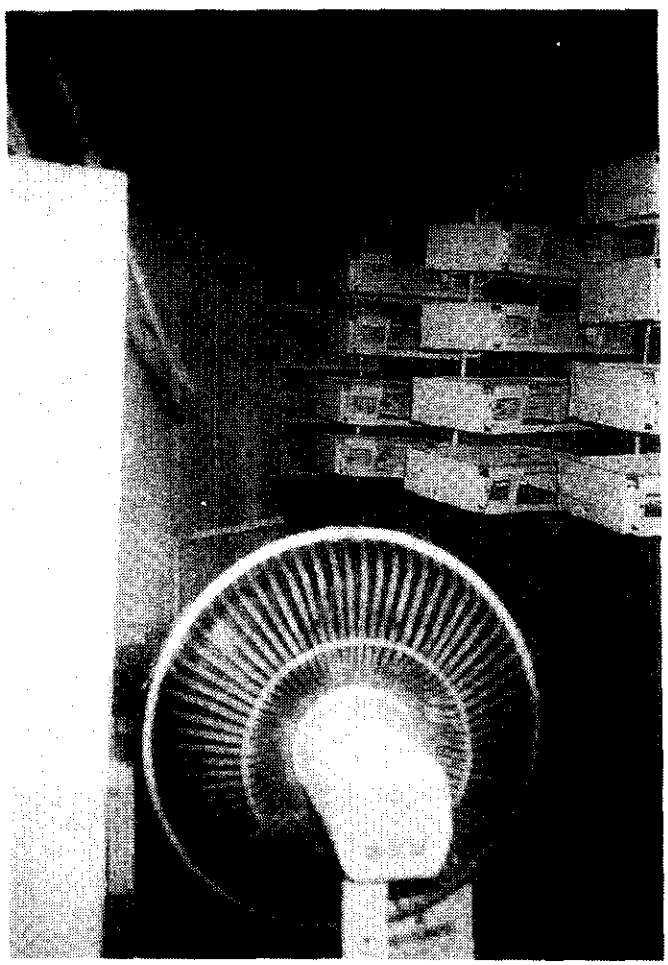
(1) 부스내에 電燈, 螢光燈 및 스윗치등을 防爆形의 것을 사용하고 있는 사업장이 8개소(57.1 %)로서 非防爆形의 電氣機械器具(〔사진 6-2〕, 〔사진 6-7〕, 〔사진 6-8〕, 〔사진 6-9〕 및 〔사진 6-10〕 참조)를 사용하고 있는 사업장 많은 실정이다.

(2) 도장작업 중에 이동용 전등을 사용하고 있는 사업장이 2개소(14.3 %)로서 電燈의 충돌시 破損등에 의한 폭발·화재의 위험성이 있는 사업장이 있다.



〔사진 6-8〕 乾式 도장부스의 非防爆形 電氣機械器具 설치 예
- 휀 모터, 螢光燈 및 스윗치

〔사진 6-9〕 밀폐된 로울러 塗裝室의 로울러 상부 一般電燈 설치 예

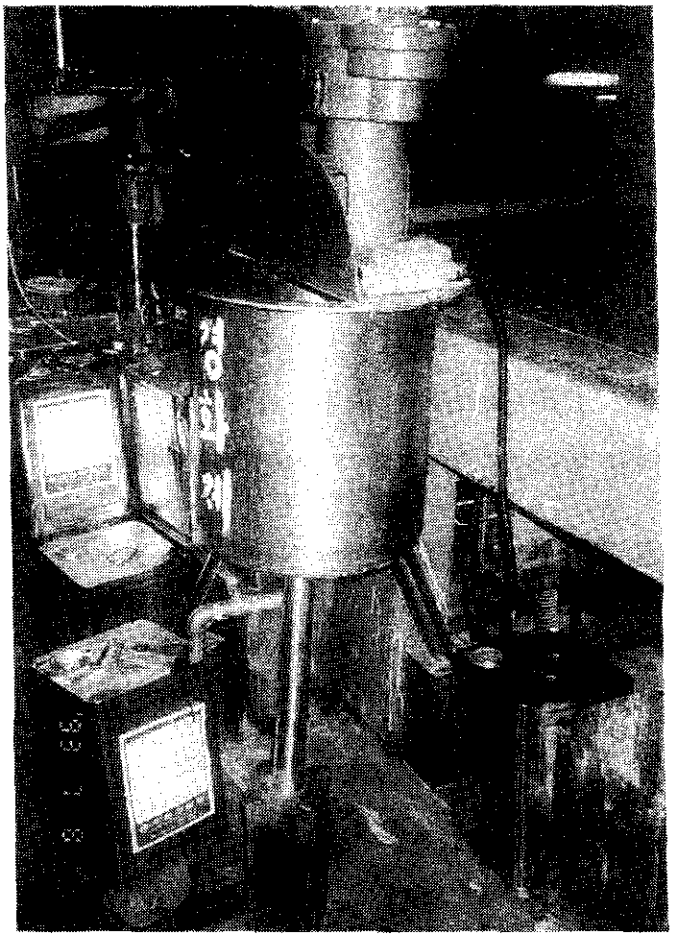


〔사진 6-10〕 水洗式 도장부스의 非防爆形 電氣機械器具 사용 예
- 일반 선풍기

(3) 설비 및 장치를 接地(Grounding) 및 본딩(Bonding)하여 사용하고 있는 사업장은 다음 〈표 4-2〉와 같다. 표에 의하면 설비 및 장치에 대한 接地 및 본딩이 아주 미흡한 실정으로서 靜電氣에 의한 폭발·화재의 위험성이 높은 실정이다. 〔그림 6-11〕은 未接地된 커텐 플로우도장기의 도료혼합탱크의 예이다.

〈표 6-2〉 설비 및 장치에 대한 接地 및 본딩 실태

설비 및 장치	혼합 및 공급탱크	펌프	혼합기	공급 배관	공급 호스
사업장수	2	4	2	2	1



〔사진 6-11〕 未接地된 커텐플로우도장기 도료혼합탱크의 예

(4) 被塗裝物을 자동이송하는 컨베이어, 대차(〔그림 6-8〕 참조) 또는 행거를 사용하는 사업장이 9 개소로서 이를 接地하여 사용하는 사업장은 6개소이며 未接地하여 사용하는 사업장이 많다.

마. 靜電塗裝設備

(1) 粉體 靜電塗裝設備를 사용하고 있는 사업장이 1개소이며 배기닥트에 自動 火炎傳波遮斷裝置用 댐퍼 및 塗料回收裝置에 爆發口등을 설치하지 않아 폭발시 차단 및 설비의 破壞를 방지할 수 있는 방호가 미흡한 실정이다.

(2) 靜電塗裝機를 사용하고 있는 사업장은 3개소(21.4 %)이며 이들 업체 중 배풍기 및 컨베이어의 이상발생시 도장장치가 자동정지되게 인터록장치가 설계되지 않은 사업장이 1개소(33.3 %) 있다.

3. 塗裝作業 및 管理實態

도장작업시 야기되는 폭발·화재는 설비자체의 缺陷에 의해서도 야기되지만 국내 재해사례의 경우 취급잘못으로 인한 경우가 더 많은 실정으로서 취급 및 관리에 특히 유의하여야 한다. 취급실태를 요약하면 다음과 같다.

가. 靜電靴 및 帶電防止 作業服 착용실태

도장실내에 들어가는 작업자가 靜電靴 및 除電服을 착용하는 사업장은 3개소(21.4 %)로서 대부분 사업장이 이를 착용하지 않아 靜電氣스파크등에 의한 폭발 화재의 위험성이 높은 실정이다.

나. 呼吸用 保護具 착용실태

도장작업시 防毒마스크등 呼吸用 保護具를 착용하고 작업하는 사업장은 11개소(78.6 %)이며 이를 착용하지 않고 작업을 수행하는 사업장이 많은 설정이다.([사진 6-9], 〔사진 6-12〕 참조).

〔사진 6-12〕 防毒마스크등 呼吸用 保護具 未着用 작업 예

다. 無火花性 防爆形工具 사용실태

도장 작업시 사용되는 공구를 無火花性 防爆形工具를 사용하는 사업장이 6개소(42.9 %)로서 나머지 사업장에서는 일반공구를 사용함으로서 취급시 스파크에 의한 폭발·화재의 위험성이 높은 사업장이 많다

라. 容器 및 탱크 注入作業

신나등 引火性液體를 한 용기에서 다른 용기나 혼한탱크등에 주입시 이들 용기나 탱크를 서로 接地하지 않고 작업하는 사업장이 6개소(42.9 %)로서 靜電氣에 의한 폭발·화재 위험성이 있는 사업장이 많다(〔사진 6-13〕 참조).

〔사진 6-13〕 신나 注入作業 예

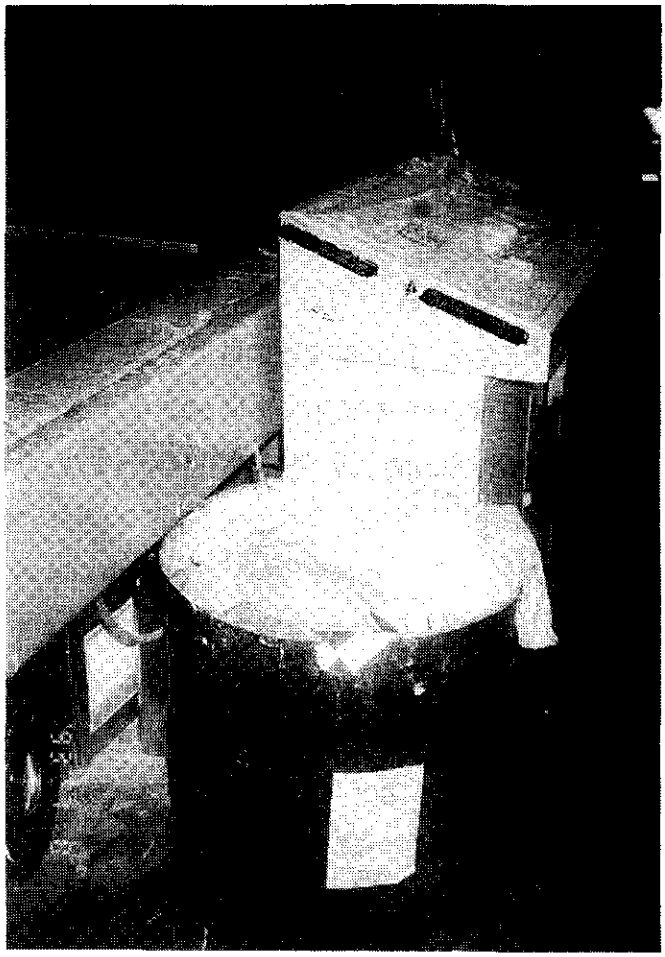
마. 設備清掃 및 管理實態

(1) 도장부스의 벽면과 바닥이 도료의 부착등으로 오염이 많이되어 있는 사업장이 7개소(50 %)로서 관리상에 문제가 있는 사업장이 많다.

(2) 도장작업 후 殘留쓰레기, 廢걸레등을 廢棄用 덮개가 있는 금속용기에 보관하고 있는 사업장은 9개소(64.3 %)로서 관리상에 문제가 있는 사업장이 많다 (〔사진 6-14〕 참조).

바. 點檢 整備

도장작업 전 및 종료시 點檢체크리스트에 의해서 점검하고 있는 사업장이 10개소(71.4 %)로서 點檢整備를 수행하지 않는 사업장이 많다.



〔사진 6-14〕 로울러도장기 인근 덮개가 없는 폐걸레 저장용기

4. 實態調査 結果에 의한 推定

본 실태조사 대상사업장 규모는 小規模 사업장을 비롯하여 고르게 조사하고자 하였으나 100인 미만 사업장이 2개소 그리고 100인 이상 사업장이 12개소로서 小規模 사업장이 적은 편(14.3 %)이다. 따라서 塗裝 및 塗布作業과 관련된 중대재해 사례에서 나타난 바와 같이 중대재해 22건 중 100인 미만의 사업장에서 발생된 사례가 16건(72.7 %)임을 고려할 때 국내의 도장설비 및 도장작업에 대한 安全實態는 본 조사결과 보다도 아주 더 미흡하다고 推定되어 져야 할 것이다.

第7章 塗裝·塗布作業 관련 爆發·火災에 의한 重大災害 事例

1. 美國에서의 事例

Loss Prevention Data(1989)에 의하면 미국에서 최근 5년간 도장관련 폭발·화재 발생사례 76건을 조사한 결과 靜電塗裝裝置(Electrostatic equipment)에서 28건, 기타 도장장치에서 48건이 발생되었다고 보고하고 있다. 이들 중 기타 非靜電塗裝 시스템에서의 발생원인은 〈표 7-1〉과 같다. 〈표 7-1〉에 의하면 스프레이 작업장 부근에서의 鎔接·鎔斷 및 그라인딩 같은 스파크 발생장치의 사용에 의한 것이 27 %, 排氣휀의 샤프트 베아링 過熱 또는 排氣닥트의 壁에 오버스프레이되어 沈積된 부위와 排氣휀의 임펠라 摩擦에 의한 것이 12 % 그리고 전기장치의 스파크, 自然發火 및 靜電氣스파크에 의한 것이 각각 8 % 등이다. 다음 靜電塗裝시스템에서 발생된 원인은 〈표 7-2〉와 같이 靜電氣로 인한 것이 61 % 이며 이 중 스프레이 장소내의 非接地 물체에 의한 것이 28 %로서 가장 많다. 또한 기타 원인으로서 吸煙으로 인한 것이 7 % 그리고 鎔接·鎔斷작업시의 스파크, 自然發火, 전기설비의 缺陷으로 인한 것이 각각 4 %인 것으로 조사되었다. 이들 靜電스프레이 작업을 포함하는 28건의 사례중 17건은 靜電스프레이 장치 사용시의 직·간접 결과에 의한 것이며 적어도 6건은 작업자의 실수 또는 부적절한 작업자의 훈련에 기인된 사례라 할 수 있다.

〈표 7-1〉 非靜電塗裝 작업중 발생된 원인

	원 인	비 율 (%)
1	鎔接·鎔斷 및 그라인딩	27
2	摩擦	12

	원 인	비 율 (%)
3	電氣裝置의 스파크	8
4	自然發火	8
5	靜電氣	8
6	化學反應	6
7	MISC	11
8	기타(미확인)	20

〈표 7-2〉 靜電塗裝 작업중 발생된 원인

	원 인	비 율 (%)
1	靜電氣 放出	61
	- 未接地 물체	(28)
	- 호스 핀홀 漏出	(18)
	- 장치 보수	(7)
	- 作業器具 및 지면사이의 스파크	(4)
	- 세척전에 接地되지 않은 코팅헤드	(4)
2	기타 원인	19
	- 吸煙	(7)
	- 鎔接.鎔斷	(4)
	- 自然發火	(4)
	- 전기장치의 缺陷	(4)
3	기타 미확인	20

2. 日本에서의 事例

일본의 경우 소화 63년에 中央勞動災害防止協會에서 "靜電塗裝作業에 의한 安全衛生對策 調査研究委員會"를 구성하여 대책을 연구하였는 바 이 내용중 재해사례 조사결과에 의하면 靜電塗裝 작업중 또는 이와 관련된 작업중에 발생된 사례는 소화 50년 이후 61건으로서 이들 사례를 작업종류별, 발화위치별 및 착화원 발생원인별 발생건수를 분류하면 각각 〈표 7-3〉, 〈표 7-4〉 및 〈표 7-5〉와 같다.

〈표 7-3〉 작업종류에 의한 분류(61건)

	작 업 종 류	발 생 건 수
1	도장작업 중	26
2	세정작업 중	21
3	도료의 보급작업등	5
4	도료에 의한 自然發火	2
5	기타 작업	7
	계	61

〈표 7-4〉 발화위치별 발생건수(58건)

	발 화 위 치	발 생 건 수
1	세정용 용제용기 등	16
2	도장기 先端(電極) 주변	12
3	도료탱크部	10
4	부스의 바닥, 벽, 닥트등	9
5	도장기 後部(케이블, 호스) 주변	6
6	오염방지 덮개내	5*
7	벙크, 컨베이어 部	5
	계	63

* 5건은 4, 5항목과 중복

〈표 7-5〉 着火源 발생원인별 발생건수(55건)

	원 인	발 생 건 수
1	도장기 洗淨中의 高電壓 스위치 未遮斷	13
2	高電壓 게이블, 도료호스, 汚染防止 카바, 기타 장치의 帶電(接地不良)	10
3	도료탱크, 溶劑容器등의 帶電(接地不良)	7
4	被途物 및 운송장치의 帶電(接地不良)	6
5	도장기와 被塗物의 異常接近	5
6	인체 및 기타 물체의 帶電(接地不良)	5
7	高電壓을 印加시킨 傳導性塗料 계통	4
8	高電壓 스위치, 케이블등 불량	3
9	도장기 및 導傳性塗料 탱크의 殘留電荷	3
10	異常放電의 발생	2
11	被塗物 裝着不良에 의한 落下	2
12	마루, 벽등의 帶電 (接地不良)	1
13	高電壓 케이블의 접속 잘못	1
14	不明	2
	계	64*

* 64건은 일부 항목이 중복

3. 國內의 事例

국내의 경우 塗裝 및 塗布作業과 관련된 작업중 발생된 폭발·화재 사고사례는 아주 많을 것으로 추정되나 統計化된 자료가 없으며 대부분 업체가 인명피해가 없는 사고는 대외에 露出을 꺼려하고 있어 정확한 원인 규명없이 재작업하고 있어 동종 또는 類似事故가 증가하고 있는 실정이다. 여기서는 '91 ~ '93년도에 발생된 폭발·화재로 인한 중대재해중 當 公團에서 조사를 실시한 103 건의 사례중에서 塗裝 및 塗布作業과 관련된 폭발·화재로인한 중대재해는 22 건으로서 21.4

〈표 7-6〉 塗裝 및 塗布作業 관련 폭발·화재로 인한 중대재해 사례 ('91 ~ '93년)

번호	사업장명	근로자수	업 종	발 생 개 요	주 요 원 인	재 해 자 수	발생일시
1	○○木工	7	木 製 品	도장작업장 주위 난로에 불을 붙이기 위하여 작업대 위의 신나를 붙다가 몸에 인화	위험물 관리 및 안전의식 부족	사 망 : 1	91. 1.14
2	(주)○○○	530	전자제품	Silicon Coating M/C에서 Ligroin으로 Silicon 청소 작업중 폭발·화재 - Coating (Silicon Varnish 70%, Ligroin 30 %) (인화점 15~20℃)	Ligroin을 묻힌 면천으로 M/C 작업상면을 닦던중 摩擦靜電氣 또는 M/C내 非防爆形 전기설비에서의 전기적 스파크에 의해 폭발	중경상 : 2	91. 5.30
3	○○조선소	22	船舶建造	바지선의 선두 하우스 하부탱크에 噴射塗裝 작업중 폭발 - 코레탈 하이빌드 BH152(고려화학)에 신나 희석(85:15) - 신나는 90 % 이상이 크실렌	탱크내부 Spray작업으로 有機溶劑의 폭발분위기 형성, 120V, 200W 白熱燈의 表面過熱 또는 맨홀과 접촉시 破損 스파로 폭발	사 망 : 1 중경상 : 4	91. 6.19
4	○중공업(주)	8,781	기계기구	MC라인 도장공정에서 작업자 9명이 MCH-40 장비 세척작업중 화재 - 20ℓ 5통(톨루엔, 핵산), 보루 및 Spray 기 사용	용매 70ℓ정도 사용으로 洗滌裝備 주위에 용매 飛散 및 汚染이 많은 상태에서 주위 용접작업, 불꽃 飛散, 발화	중경상 : 6	91. 7. 5
5	○○산업사	33	기계기구	도장 작업장에서 자동차부품을 세척 및 도장 작업한 후 건조용 LPG 가스 점화중 폭발	消炎으로 未燃燒 LPG 가스가 燃燒爐내에 유입, 再點火時 폭발	사 망 : 1	91. 7.16

번호	사업장명	근로자수	업 종	발 생 개 요	주 요 원 인	재 해 자 수	발생일시
6	○○화학공업(주)	350	화학제품	나일론실 건물내 漏水防止를 위하여 塗布한 실리콘 防水劑의 塗布상태를 확인하고자 라이타를 켜는 순간 증기에 인화 - 실리콘 防水劑 : 실리콘 오일 및 솔벤트 혼합물	맨홀 하부에 공기보다 2-3배 무거운 인화성증기가 滯留, 라이타 點火時 인화	사 망 : 1	91. 8. 7
7	○○상사(주)	7	電子器機	콘트롤 기판을 Flux에 담가 코팅한 후 건조기에 올려 놓은 기판이 過熱되자 이를 들어내는 순간 장갑에 인화	콘트롤박스 조작시 전기스파크 또는 건조기 過熱에 의한 인화	중경상 : 2	91.10.19
8	○○고무(주)	450	신발제조업	합포실에서 원단에 코팅작업을 하던중 합포기가 폭발. 합포실 벽이 붕괴	코팅제로 사용되는 톨루엔이 배기상태 불량으로 滯留한 상태에서 작업복에 의한 靜電氣 발생 또는 소재와 로라의 접촉에 의 靜電氣 발생으로 착화. 추정	중경상 : 3	92. 2. 8
9	금호 ○○○	200	석유화학제품	저장창고 바닥면에 Asphalt Primer를 도장한 후 건조 도중, 외부 인근에서의 용접작업으로 용접불꽃 飛散, 폭발	Asphalt primer건조중 용매등이 폭발범위 형성, 鎔接불꽃에 의해 인화	-	92. 3.14
10	○○금속	7	금속제품	프레스 수리작업중 용접기의 Holder Cable과 금속적재물 사이에서 발생한 전기 Spark로 페인트가 묻은 종이에 인화, 발화. - 신나통 제거중 신나 쏟아져 확산	아아크 용접기의 Holder파손부위 주위의 금속 재료물과 접촉 스파크로 인화, 도장작업실 주위 인화성물질 저장용기 완전개방 방치	사 망 : 1 중경상 : 1	92. 5. 6

번호	사업장명	근로자수	업 종	발 생 개 요	주 요 원 인	재 해 자 수	발생일시
11	○○기계공업 (주)	96	금속제품	저장용 용기(길이:7,154 ㎜, 직경:3,048 ㎜) 제작과정에서 방청유가 칠해진 용기내부에 들어가 용기내벽의 녹제거를 위한 준비 또는 제거작업중 방청유 증기에 의한 폭발.	換氣施設 및 가스농도측정 없이 도장된 밀폐공간에서 연삭기로 휴대작업중 전기적 아아크 또는 연마작업시 스파크로 폭발	사 망 : 1	92. 7. 8
12	○○중공업 (주)협력업체	60	船舶修理	15,000톤급 船舶船首部 갑판창고와 창고내부 닻 체인 저장창고에서의 도장작업에 이은 용접 작업으로 폭발·화재	닻체인 저장창고에 도장한 도료 증기가 실내에 滯留한 상태에서 갑판에서의 鎔斷作業時 불꽃이 飛散 폭발한 것으로 추정	사 망 : 1 중경상 : 4	92. 8.21
13	○○조선공업 (주)	70	船舶建造 修 理	항구의 갑문 기계실로 통하는 수직통로(직경 1m, 길이 18m 밀폐구조)에 스프레이 도장작업중 移動用 電球가 충돌, 파손됨으로서 폭발·화재	밀폐실로서 換氣裝置가 未備된 상태에서 작업중 移動用 電燈의 破損으로 착화	사 망 : 1	92. 9. 2
14	○○화이바 (주)	60	유리섬유	폐놀수지가 들어있는 드럼에 메탄올을 수작업으로 投入중 폭발·화재	Coating기에 설치되어 있는 전기작업등이 드럼 취급작업중 破損으로 전기 스파크 발생, 착화 추정, 非防爆燈 사용	사 망 : 1 중경상 : 1	92. 9.26
15	○○산업	5	纖維加工	석면포 흑연코팅작업은 흑연과 용제(톨루엔 주성분)를 혼합한 浸漬槽(Dipping tank)에 수동으로 투입중, 인접 건조기의 LPG 버너 열풍으로 폭발	浸漬槽 상부에 건조용 LPG 버너를 설치, 제품을 건조하는 형식으로서 換氣設備(自然換氣)의 미설치로 폭발범위 형성, 버너 過熱로 폭발	사 망 : 2 중경상 : 1	93. 2.23

번호	사업장명	근로자수	업 종	발 생 개 요	주 요 원 인	재 해 자 수	발생일시
16	(주)○○	35	전자부품	원액(크실렌, 부틸알콜용제 함유)을 혼합하여 코팅기에 자동공급, 코팅하는 라인에서 혼합탱크 하부의 給油모다 주위 바닥에서 발화, 화재	혼합탱크에 덮개가 미설치되고 注入時 바닥에 漏出된 용제가 爆發範圍를 형성(局所排氣 상부 설치), 교반모터 제어반에서의 스파크 또는 원액 급유모터의 過負荷로 발화, 추정, 모든 전기기계기구 非防爆形 사용	사 망 : 1	93. 2.26
17	○○화학산업	9	FRP 제품	지하실 30톤 물탱크 작업(탱크내부에서 接着劑 塗布作業)중 塗布된 부위에 가스토오치로 가열, 탱크내부에서 화재발생	탱크내부에서의 인화성물질(스티렌 모노머) 취급시 局所排氣裝置를 미사용, 가스 토오치로 直火로 발화	사 망 : 1 중경상 : 1	93. 5.21
18	○○화학(주)	-	화학제품	사일로(silo)내부 도장작업을 완료한 후 화기작업으로 탱크 폭발	밀폐장소에서 도장작업을 수행, 탱크내부 용제를 완전히 제거하지 않고 용제가 蒸發, 乾燥되고 있는 상태에서 酸素용접기 사용, 용접기의 火炎으로 폭발	사 망 : 1 중경상 : 1	93. 6.15
19	○○공업(주)	50	기계기구	용접작업장 내에서 작업장 바닥 도장작업중 창문을 닫는 순간 분전함내 합선으로 불티가 바닥으로 飛散, 화재발생	건물내부 바닥 도장작업시 창문을 닫아 인화성증기가 폭발범위를 형성, 분전함내 CKS 점검상태불량으로 스파크 발생 · 폭발	사 망 : 1 중경상 : 2	93. 7.30

번호	사업장명	근로자수	업 종	발 생 개 요	주 요 원 인	재 해 자 수	발생일시
20	○○섬유	52	染色加工	공업용수 저장탱크 내부 도장작업중 탱크배관 交替作業을 위하여 용접기(전기)를 들고 탱크하부로 이동중 ARC 발생 · 폭발	탱크내부 도장작업을 위하여 상부에서 콤프레샤로 공기를 주입하고 下部配管으로 排氣 중, 下部配管 교체작업을 위한 용접작업	사 망 : 1	93. 8. 6
21	○○섬유	20	纖維加工	纖維코팅(아크릴수지)작업중 코팅기 1차 건조실에서 발생한 有機溶劑(툴루엔, 1PA)가가 靜電氣 및 전기스파크로 인화, 코팅기 폭발	코팅기의 제전장치 설치위치 부적합 및 코팅기가 설치된 작업장 모든 전기기계기구가 非防爆形으로 스파크 발생, 폭발추정	사 망 : 2 중경상 : 4	93. 8.20
22	○○상사	8	製 靴 業	스프레이(製靴 塗色用)설비의 스위치를 조작하는 순간 전기적 스파크에 의해 발화	스프레이 설비는 인화성 용제를 사용하는 작업장이나 非防爆形 스위치 및 電動機 등을 사용하고 환기설비가 미흡	사 망 : 1 중경상 : 4	93. 9.28

%를 차지하고 있으며 이들 재해사례를 요약하면 앞의 〈표 7-6〉과 같다. 그러나 실제 인명피해가 없는 폭발·화재 사고는 아주 더 많을 것으로 추정된다. 日本의 경우 앞에서 제시한 61 건의 사고사례중에서 인명피해가 있은 재해는 8 건(사망 1 명, 중경상 12 명)으로서 도장작업시 인명피해가 없는 폭발·화재가 86.9 %에 달함에 비추어 볼 때 국내의 경우 얼마나 많은 사고가 발생되고 있는 지를 추정하여 볼 수 가 있다. 그리고 이들 22 건의 중대재해를 業種別, 作業種類別 및 着火源別로 분석하면 각각 〈표 7-7〉, 〈표 7-8〉 및 〈표 7-9〉와 같다.

〈표 7-7〉 業種別 발생 건수

	업 종	발 생 건 수	비율(%)
1	船舶建造	3	13.6
2	기계·금속제품	5	22.7
3	화학제품	5	22.7
4	木材加工	1	4.6
5	전기·전자제품	3	13.6
6	신발제조	2	9.1
7	섬유가공	3	13.6
	계	22	100

〈표 7-8〉 作業種類別 발생 건수

	작 업 종 류	발 생 건 수	비율(%)
1	도장작업	5	22.7
2	도포작업	5	22.7
3	도장수정 작업	1	4.6
4	도장확인 작업	1	4.6
5	수지 및 용제공급 작업	2	9.1
6	세척작업	2	9.1
7	자연건조	3	13.6
8	기타 작업	3	13.6
	계	22	100

〈표 7-9〉 着火源別 발생 건수

	착 화 원	발 생 건 수	비율(%)
1	鎔接·鎔斷 불꽃	6	27.3
2	연삭기 스파크	1	4.6
3	電燈破損 및 過熱	3	13.6
4	전기스파크 및 過負荷	4	18.2
5	靜電氣 스파크	3	13.6
6	건조용 버너 점화	1	4.6
7	건조기 過熱	1	4.6
8	裸火 (라이타, 토오치등)	3	13.6
	계	22	100

第8章 制度上의 問題點 및 對策

1. 塗裝부스등 設備관련 安全基準 制定

도장설비는 밀폐된 도장부스 내에서 작업을 수행하는 경우가 많으며 도장부스 내부는 도료 및 신나등 引火性液體類를 噴霧塗裝하거나 粉體塗料에 의한 靜電塗裝등을 수행함으로서 溶劑蒸氣 또는 粉塵의 농도가 爆發範圍를 형성하여 폭발 또는 발화에 의한 화재의 위험성이 항상 존재하고 있다고 할 수 있다. 도장부스는 保健上의 측면에서 換氣시스템에 관한 일부 규정이 있으나 폭발·화재에 대한 豫防 및 防護指針이 없다.

따라서 본 연구보고서를 참조하여 설치 및 취급에 대한 安全基準의 제정이 검토되어야 한다.

2. 塗裝設備에 대한 有害·危險防止事項에 관한 計劃書等의 提出

도장설비 및 장치는 신나등 引火性液體類 또는 可燃性粉體類를 취급함으로서 앞에서 언급한 바와 같이 폭발·화재의 위험성이 높고 흔히 乾燥機등과 인접 또는 연계되어 可動되는 경우가 많아 대형 폭발사고의 위험성이 높기 때문에 이들 설비는 設計段階에서 부터 충분히 안전을 고려하여 설치되어야 한다.

따라서 도장설비는 産業安全保健法 제34조(有害·危險防止事項에 관한 計劃書等의 제출)의 대상설비에 별도 포함시키거나 또는 화학설비에 포함시키는 것이 검토되어야 한다.

3. 塗裝設備 및 裝置에 대한 自體檢査 實施

도장설비는 앞에서 언급한 바와 같이 신나등 引火性液體類를 취급하고 이들을

混合하여 高壓으로 移送 또는 噴霧함으로서 漏出 또는 폭발·화재의 위험성이 높으며 또한 靜電塗裝裝置의 경우 폭발·화재 뿐만아니라 감전의 위험성이 있는 설비로서 점검정비에 특히 유의하여야 할 설비이다.

따라서 도장설비는 産業安全保健法 제73조(自體檢査 대상기계·기구등)의 대상설비에 별도 포함시키거나 또는 화학설비에 포함시키는 것이 검토되어야 한다.

第 9 章　塗裝부스(Spray booth) 設置基準

도장작업으로 인한 폭발·화재를 豫防하고 또한 폭발·화재 발생시 그 被害 및 擴散을 방지하기 위해서 塗裝부스의 안전한 설치 등 설비상의 예방 및 방호대책과 도료 및 溶劑類의 안전한 저장과 관리, 오버스프레이된 물질의 청소등에 유의하여야 한다. 먼저 본 장에서는 塗裝부스 및 換氣시스템을 중심으로 기술하고자 한다.

1. 塗裝부스 本體

가. 製作

도장부스는 철 또는 콘크리트나 벽돌로 튼튼하게 제작되어야 한다. 간헐적으로 사용하거나 또는 스프레이 용적이 적은 경우에는 알루미늄 또는 기타 튼튼한 非可燃性 材質을 사용할 수 있다. 그리고 철을 사용할 경우에는 그 두께가 1.3 ㎜ 이상이어야 한다. 도장부스는 排出口를 향하는 공기흐름이 원활하도록 설계되어야 하고 도장실은 최소 1 시간 이상의 耐火度를 갖도록 하여야 한다. 제작시 유의하여야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 크기 및 형상

(가) 도장부스의 크기 및 형상은 被塗物의 크기나 형상에 의해 결정되지만 특히 壁面과 塗裝機 사이에 충분한 거리가 維持되도록 하여야 한다.

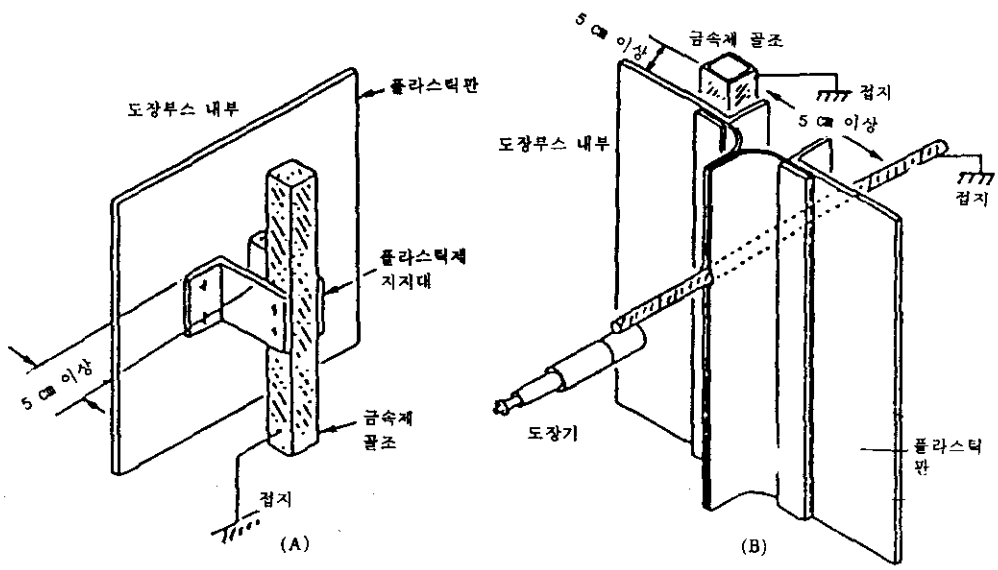
(나) UFC(Uniform Fire Code)에서는 도장부스의 공간이 1,500 ft^2를 超過하지 않도록 규정하고 있는 바 그 크기도 고려되어야 한다.

(다) 부스 벽에 窓門을 설치하는 것은 바람직하지 않으나 만일 설치하여야 할 경우에는 窓등은 金網이 들어있는 유리를 사용하고 창틀은 金屬製로서 이를

接地할 수 있는 구조로 하여야 한다.

(라) 粉體塗裝부스의 壁材料로서 부득이하게 플라스틱, 유리등 絶緣材를 사용할 경우는 帶電된 벽면으로 부터 接地體로의 放電을 예방하기 위하여 다음과 같은 구조로 하는 것이 바람직하다.

1) 壁材와 금속재의 골조, 機器등과 직접 接觸하지 않는 구조로 한다.
2) 금속재 골조, 기기등을 壁材에 부착할 경우는 絶緣材에 의해 그 거리를 5 ㎝ 이상 이격한다(〔그림 9-1, (A)〕 참조).
3) 금속재 구조물이 壁材를 관통하는 부분에는 他接地된 금속구조물이 접근하지 않는 구조로 한다(〔그림 9-1, (B)〕 참조).



〔그림 9-1〕 絶緣性 壁面에서의 放電防止 방법

(2) 內部

(가) 도장부스의 내부표면은 반반(Smooth)하고 뾰족함이 없이 연속적이어야 한다. 그리고 잔류물이 퇴적되지 않는 구조로서 세척 및 청소가 용이하게 설

계되어야 한다.

(나) 도장부스의 내벽에 사용하는 재질은 가능한 금속 또는 傳導性을 갖는 것으로 하고 이를 接地할 수 있는 구조로 한다.

(다) 壁面을 帶電방지처리가 된 半傳導性 필름으로 피복할 경우에는 이를 接地할 수 있는 구조로 한다.

(3) 바닥

(가) 도장부스의 바닥재질등은 傳導性의 것으로서 이를 接地할 수 있는 구조로 한다.

(나) 도장부스 및 작업장소의 바닥표면이 만일 可燃性材質이라면 청소 및 殘留物의 제거가 용이한 非可燃性材質로서 덮혀져야 한다.

(4) 디플렉터(Deflactor)

9 ft² 이상의 前面 面積(Frontal area)을 갖고 문이 설치되지 않은 도장부스는 금속 전향장치(Deflector) 또는 방화 케텐(Fire curtain)을 부스 개구부 바로 위 부스상부 외부 끝에 4 1/2 인치 이상으로 설치하여야 한다.

(5) 특수부스

도장부스 또는 도장부스와 자동도장기등을 이동하여 대형의 被塗裝物을 도장하는 특수설비에 있어서는 특히 다음 사항을 고려하여야 한다.

(가) 도료, 압축공기 및 이들 각 공급계통 그리고 帶電防止를 위한 接地回路가 확실하게 접속될 수 있는 구조로 하여야 한다.

(나) 설비의 이동중에도 필요에 따라 排氣될 수 있는 장치를 설치한다.

나. 分配板(Distribution plate) 또는 배플板(Baffle plate)

만일 오버스프레이(Overspray)된 물질이 배기닥트로 들어가기 전에 오버스프

레이된 물질을 포집하거나 또는 부스를 통하는 공기의 平衡흐름(Even flow)을 촉진하기 위하여 분배판 또는 배플판을 설치할 경우에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

(1) 재질은 非可燃性이어야 한다.

(2) 堆積塗料의 제거 또는 세척을 위하여 양측에서 접근이 용이하도록 설계하여야 한다.

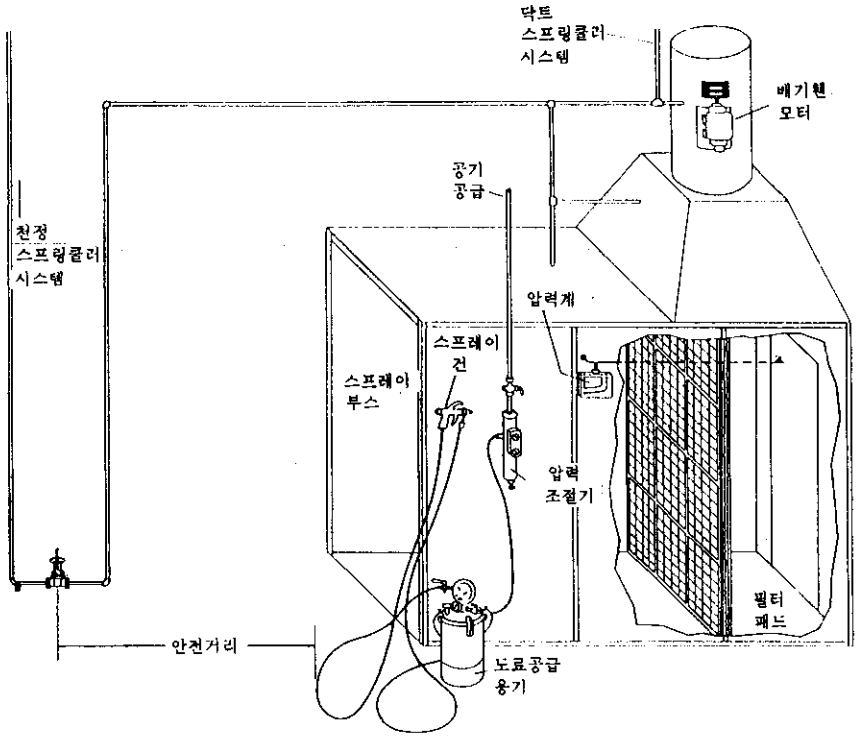
(3) 이들은 排出닥트내에 설치되어서는 안된다.

다. 乾式부스의 排出空氣 필터(Overspray collectors)

乾式 도장부스에 설치되는 필터 패더(Filter pads) 또는 필터 로울(Filter rolls)은 다음에 준하여야 한다.

(1) 필터 패더(Filter pads) 또는 필터 로울(Filter rolls)은 非可燃性 또는 耐火處理된 재질이어야 한다. 그리고 필터에 대한 支持物 및 홀더 또한 非可燃性材質이어야 한다.

(2) 靜電스프레이 작업을 제외한 스프레이 작업은 부스 개방면(Open face)의 표면 또는 스프레이 작업중 부스 橫斷面의 平均 空氣速度가 分當 적어도 100 ft가 되도록 설계, 설치 및 유지되어야 한다. 그리고 靜電스프레이 작업은 부스 개방면의 표면 空氣速度가 分當 적어도 60 ft 이상이 바람직하다. 또한 空氣流速이 권장되는 최소치 이하로 감소되기 전에 필터의 상태를 指示할 수 있는 장치(差壓計)가 설치되어야 한다([그림 9-2] 참조). 이 장치로서는 배기닥트내 또는 부스의 개방면을 가로지르는 空氣流速 또는 差壓을 측정할 수 있으며 수동스프레이 작업의 경우는 육안용 게이지 또는 警報裝置가 설치될 수 있다. 그러나 자동스프레이 작업의 경우는 가능한 이상발생시 스프레이 작업이 중지되도록 인터록되어야 한다.



〔그림 9-2〕 乾式 도장부스의 差壓計 설치 예

(3) 交替되는 필터 패더(Filter pads) 또는 필터 로울(Filter rolls)은 안전한 위치로 즉시 제거되거나 또는 물이 채워진 金屬容器에 보관되어야 하며 물속에 완전하게 채워지지 않으면 밀폐된 곳에 비치되어야 한다.

(4) 도장부스내 필터의 위치는 스프레이되는 물체의 위치를 고려하여 유효한 위치에 설치되어야 한다.

(5) 도장부스내 필터의 전단 및 후단측의 공간은 자동스프링클러로 방호되어야 한다.

(6) 필터 페더와 필터 로울은 自然發熱 및 發火가 높은 것으로 알려진 스프레이 물질에는 사용되어서 안된다.

(7) 물질의 混用으로 自然發火가 일어날 수 있는 경우에는 필터는 다른 타입의 물질을 交代로 사용되는 곳에 사용되어서는 안된다. 즉 사용물질이 交替될 때마다 필터가 交替되지 않는 한 건식 도장부스내에서 混用할 수 없는 물질을 교대로 사용하여서는 안된다.

(8) 乾式 도장부스에 사용되어서는 안되는 도료나 용제가 있는 경우에는 이를 알릴 수 있는 표지판을 잘 보이는 장소에 부착하여야 한다.

라. 水洗式 도장부스(Water wash spray booth)

(1) 수세식 부스는 대량 오버스프레이되는 작업의 경우에 사용하는 것이 바람직하다.

(2) 워터 커텐(Water curtain)을 사용하는 부스는 다음에 준하여 한다.

(가) 적절하게 유지 관리함으로서 워터 커텐의 性能에 이상이 없어야 한다.

(나) 부스의 排氣시스템은 펌프가 작동되지 않는 한 작동되지 않도록 인터록하여야 한다.

(3) 워터 팬부스(Water pan booth)는 물웅덩이(Sump)내 水面과 배플(Baffle) 사이의 거리가 스프레이 작업중에 自動的으로 유지되도록 설계되어야 한다.

마. 被塗物 운송장치

(1) 켄베이어(Conveyors)

(가) 도장부스의 내외부로 被塗物을 운반하도록 켄베이어를 설치할 경우는 가능한 개구부를 적게하여야 한다.

(나) 컨베이어 체인은 확실히 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

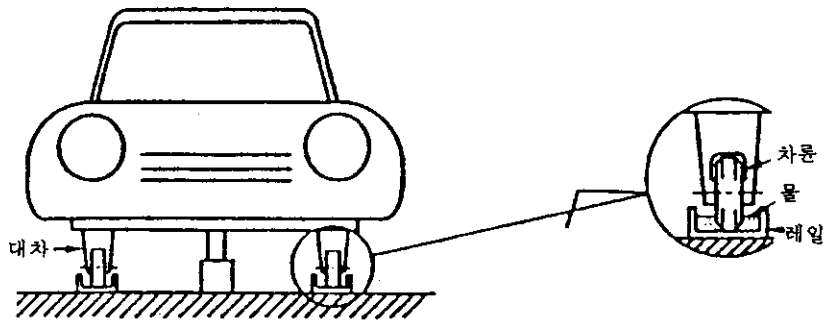
(다) 車輪이 부착된 臺車가 레일를 走行하는 플로우형 컨베이어는 被塗物이 확실히 接地되도록 레일내에 물을 흐르게 하는 것이 바람직하다(〔그림 9-3〕

참조).

(라) 被塗物의 接地狀態를 검출하여 불량한 경우에는 警報를 발하고 켄베이어의 운행을 중지시킬 수 있는 기능을 갖추는 것이 바람직하다.

(마) 관련 설비의 異常 발생시는 자동적으로 컨베이어의 운행이 停止되도록 인터록장치를 구비하여야 한다.

(바) 폭발 위험장소에 설치하는 전기기기는 적합한 防爆構造로 하여야 한다.



〔그림 9-3〕 走行臺車의 接地 예

(2) 오버헤드 컨베이어용 행거

(가) 행거(Hanger)는 傳導性材質을 사용하고 컨베이어를 통하여 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

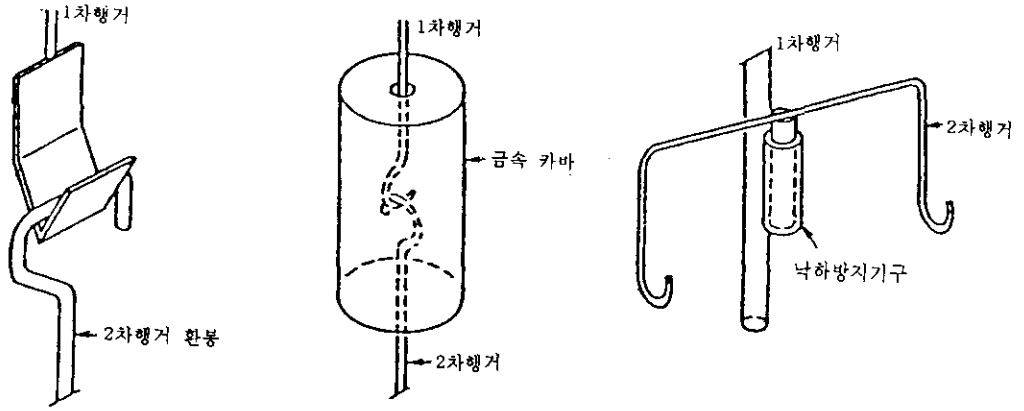
(나) 행거는 컨베이어 체인을 汚染하지 않도록 충분하게 길게 하여야 한다.

(다) 1차 행거와 2차 행거의 접속부가 汚染되지 않도록 접속방법을 고려하여야 한다(〔그림 9-4〕 참조).

(라) 被塗物과 컨베이어 레벨 사이의 전기저항은 500 V 絶緣抵抗計로 측정하여 그 값이 10^6 Ω을 초과하지 않아야 한다.

(마) 도장시에 흔들림이 큰 被塗物을 운송할 경우는 도장부스내에 흔들림

을 방지할 수 있는 기구를 설치하는 것이 바람직하다.



〔그림 9-4〕 행거(Hanger)의 접속부 연결 예

(3) 自轉 및 反轉裝置

(가) 被塗物은 회전시 움직임이 작은 구조로 하여야 한다.

(나) 행거의 이음부에는 被塗物 회전시 被塗物의 落下등을 방지할 수 있는 구조로 하여야 한다.

바. 離隔距離

각 스프레이 부스는 적어도 3 ft(1 m) 또는 그 이상의 거리로 他作業 및 貯藏室等과 隔離하거나 또는 위험 병렬작업으로 부터의 위험이 감소되도록 방호용 칸막이 또는 격벽에 의해 隔離하여야 한다. 또한 이 칸막이등은 1 시간의 耐火度를 갖어야 한다.

사. 電氣機器

(1) 도장부스내에 설치한 모타, 히타등의 전기기기는 적합한 防爆構造로 하여야 한다.

(2) 도장부스내에 설치한 螢光燈, 標示燈등은 적합한 防爆構造로 하여야 한다.

(3) 도장부스내에 설치한 리미트 스위치등 각종 스위치류는 적합한 防爆構造로 하여야 한다.

(4) 도장부스 밖에 설치한 배풍기용 모타는 防塵構造로 하고 또한 용제증기가 滯留할 수 있는 장소에 설치한 전기기기는 적합한 防爆構造로 하여야 한다.

아. 照明(Illumination)

스프레이 장소가 유리판넬(Glass pannels) 또는 기타 非可燃性 透明材質을 통하여 照明될 때 단지 고정된 조명기구가 照明源으로서 사용되어야 한다. 판넬은 조명기구가가 설치된 장소로 부터 스프레이 장소와 효과적으로 차단되어야 하고 非可燃性材質이어야 한다. 또한 破損되지 않도록 보호되어야 하고 쉽게 청소될 수 있도록 설치되어야 한다. 판넬은 판넬 노출표면에 오버스프레이에 의한 축적물이 照明源으로 부터 傳導에 의해 위험한 온도까지 상승되지 않도록 배치되어야 한다.

자. 안전표지

(1) 靜電塗裝作業 중에는 「靜電塗裝中」의 표지를 부착하여야 한다.

(2) 靜電塗裝作業의 경우는 高電壓의 印加를 나타내는 표지등을 제어반, 도장부스, 출입구등 잘 보이는 장소에 부착하여야 한다.

차. 消火設備

(1) 도장부스에는 自動消火設備 또는 移動形消火器를 비치할 것. 특히 부스 내에 설치된 소화기는 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

(2) 대형 도장부스는 火災檢指器 및 自動消火設備를 갖추는 것이 바람직하다.

(3) 소화설비는 가스계소화설비, 분말소화설비 또는 포말소화설비등을 사용하고 또한 길이가 긴 부스등에서 연소를 방지하기 위해서는 물噴霧消火設備를 사용하는 것이 좋다.

2. 換氣시스템 (Ventilation System)

가. 적합성

換氣 및 排氣시스템은 産業安全保健法 및 産業保健基準에 관한 규칙 등에 따라야 하고 또한 다음 규정에 적합해야 한다.

나. 개 요

기계적인 換氣시스템은 인화성증기를 안전하게 제거하고 스프레이 장소에서 오버스프레이 되는 잔류물을 억제하기 위하여 필요하다. 부스는 도료의 분무시 외부에 漏出되지 않는 구조로 하고 부스내의 기류방향은 도장장치, 부스 벽, 부스 천정 등을 오염시키지 않도록 고려하여야 하며 작업자가 입실하여 도장하는 부스에서는 噴霧된 도료가 작업자에게 미치지 않도록 氣流方向을 잘 선정하여야 한다.

排氣시스템은 외부로 개별 닥트에 의해서 설치되는 것이 바람직하며 용매의 타입과 성질에 따라 배기처리 하여야 한다. 이것은 화재위험을 증가할 수 있는 다음과 같은 두가지의 문제점이 있어 주의가 요망된다.

첫째, 두대 이상의 부스에 연결된 닥트들이 多重으로 설치되어 단지 하나의 흄

燒却裝置(Incinerator) 또는 洗淨機(Scrubber)에 연결할 경우 한 부스내에서 발생한 화재가 다른 부스로 전파, 확산될 수 있다.

둘째, 열을 回收하기 위하여 燒却裝置로 부터 熱交換機(Heat exchangers)가 급기 또는 배기닥트에 사용될 수 있으며 이 경우 熱交換機表面에 잔류 축적물이 自然發火될 수 있다.

따라서 가능한 외부공기가 스프레이 작업을 위한 메이크업 공기(Makeup air)로 사용되어야 한다. 모든 스프레이 장소는 인화성증기, 미스트 또는 가연성 분말을 안전한 장소로 제거하고 可燃性 잔류물을 제한 및 콘트롤 하기 위하여 적절한 기계적 換氣시스템이 설치되어야 한다. 기계적인 換氣는 스프레이 작업이 수행되는 동안 그리고 塗裝物의 건조에 의해서 발생되는 증기의 농도가 허용농도 이하로 증기를 배출할 수 있는 충분한 시간동안 작동되어야 한다. 즉 인화성 또는 가연성증기 및 미스트의 농도를 燃燒下限界의 25 % 이하로 유지하여야 한다. 예외로서 위험분위기를 효과적으로 통제할 수 없는 경우에는 爆發豫防시스템의 기준(NFPA 69등 참조)에 따라 적절하게 대책이 강구되어야 한다.

다. 독자적인 排氣

(1) 각 도장부스는 건물의 외부로 배기되는 독자적인 배기 닥트시스템을 가져야 한다. 그러나 쉽게 반응하거나 잔류물이 自然發火되지 않는 도료물질을 사용하는 18 ft²(1.7 ㎡) 이하의 전면 면적(Frontal areas)를 갖는 연결된 多中 캐비닛 도장부스(Multiple cabinet spray booths)는 제외한다. 만일 한 부스에 하나 이상의 휀(Fan)이 설치될 경우 모든 휀이 서로 연결되게 함으로서 모든 휀이 작동되지 않으면 어느 한 휀도 작동되지 않도록 해야 한다.

(2) 배기처리시 空氣汚染을 콘트롤하거나 또는 에너지 효율을 고려할 경우 만일 사용되는 스프레이 물질이 닥트내에서 쉽게 반응하거나 발화하지 않는 물질

로서 다음과 같은 경우에는 多中으로 설치될 수 있다.

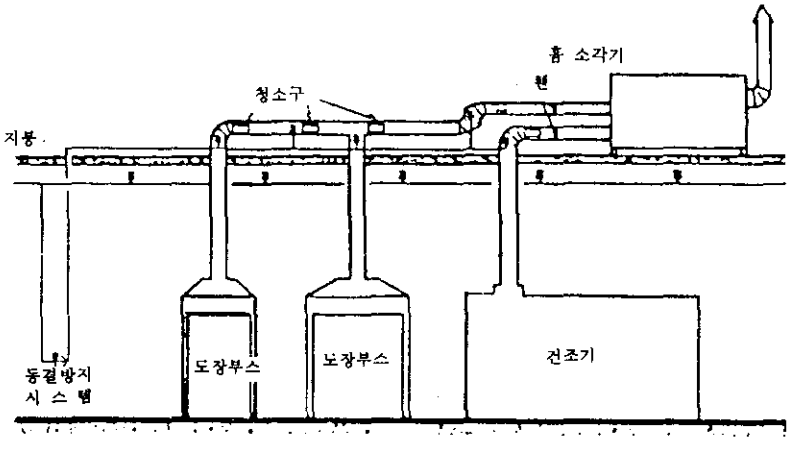
(가) 물질에 니트로셀룰로오스(Nitrocellulose)가 함유되지 않은 경우

(나) 공기 세정시스템이 다중 닥트로 운반되는 오버스프레이 량을 감소할 경우(부스 필터시스템이 적절하다)

(다) 자동 스프링쿨러시스템이 多中으로 각 부스의 배기 접속부에 설치될 경우

(라) 설비가 관계당국에 의해 승인될 경우

(마) 이외에 Loss Prevention Data에서는 부스의 전체 전면 면적(Frontal area)이 18 ft^2(1.6 m^2)를 초과하지 않고 스프레이 작업으로 부터의 배기공기를 淨化處理하는 장치가 사용될 경우로 규정하고 있으며 이 경우에도 각 부스의 배기닥트에는 스프링쿨러가 설치되어야 한다(〔그림 9-5〕 참조).



〔그림 9-5〕 흄 燒却機로 배출되는 두대의 도장부스 및 乾燥機의 닥트 설치 예

라. 排氣 휀(Exhaust fan)

(1) **排氣 휀 回轉部**

排氣 휀 回轉部는 非鐵(Nonferrous) 또는 非스파크 재질이어야 하고 또한 케이싱도 이러한 재질로 구성되거나 라이닝되어야 한다. 그리고 휀 날개와 케이싱 사이는 摩擦스파크에 의한 화재를 방지할 수 있도록 충분한 클리어런스를 갖어야 한다. 즉 움직이는 부분과 닥트 또는 휀 케이싱 사이에 접촉을 방지하기 위하여 통상 膨脹과 荷重에 대비하여 필요한 간격이 주어여야 한다. 휀은 휀 날개(Fan blades)에 하중이 주어질 때에 대비하여 충분한 강도를 갖는 軸에 설치되어야 한다. 축 베어링(Shaft Bearing)은 가능한 닥트 및 부스의 외부에 설치되어야 하며, 모든 베어링은 자체 윤활타입(Self-lubrication type) 또는 닥트 외부 타입이어야 한다.

(2) **휀 모터**(Fan motors)

(가) 배기 휀을 작동시키는 전기모터(Electrical motors)는 도장부스 또는 닥트내부에 설치되이서는 안된다.

(나) 배풍기의 운전은 관련 도장설비와 인터록하는 시스템이 바람직하다.

(3) **휀 벨트**(Fan belts)

휀 벨트는 닥트 또는 부스내에서 벨트(Belt) 및 풀리(Pulley)가 완전하게 밀폐되지 않는 한 닥트나 부스내에 설치되어서는 안된다.

마. 排氣닥트(Exhaust ducts)

(1) 배기닥트는 철로 제작되고 단단하게 지지되어야 한다. 배기닥트는 댐퍼(Dampers)가 없는 것이 적절하나 만일 댐퍼가 설치된 경우는 換氣시스템이 작동되는 동안 충분히 열린 위치에서 고정되도록 관리되어야 한다.

(2) 배기닥트는 다음 〈표 9-1〉에 따라 충분한 두께를 갖는 철로서 제작되어야 한다.

〈표 9-1〉 배기닥트의 최소 두께

닥트의 直徑(인치)	시이트 최소 두께(인치)
8 이하	0.021
9 ~ 18	0.027
19 ~ 30	0.033
31 이상	0.044

(3) 닥트와 可燃性構造物 사이의 클리어런스(Clearance)

(가) 배기닥트는 露出된 표면이 다음 (나)와 같이 방호되지 않는 한 18 인치 이상 가연성구조물 또는 기타 가연성물질로 부터 클리어런스를 갖어야 한다.

(나) 만일 가연성구조물이 18 인치 이내 모든 표면에 다음과 같은 방호가 주어지면 클리어런스는 다음에 지시된 거리로 감소될 수 있다.

1) ¼ 인치 아스베스토스 밀보오드로 절열된 0.013 인치(28 Gage) 금속 시이트 : 12 인치

2) 非可燃性 스페이서(Spacers)로 1 인치 간격을 둔 ⅛ 인치 아스베스토스 밀보오드로 절열된 0.013 인치(28 Gage) 금속 시이트 : 9 인치

3) 鐵網(Wire mesh) 또는 동등한 것으로 강화된 1 인치 룩 울 배트(Rock wool batts)를 갖는 0.027 인치(22 Gage) 금속 시이트 : 3 인치

4) 닥트가 적절하게 관리되는 승인된 자동 스프링클러시스템으로 방호되는 곳은 위 (가)에서 요구된 클리어런스가 6 인치로 감소될 수 있다.

(4) 스프레이 닥트시스템에는 건조기의 닥트를 연결하여서는 안된다.

(5) 배기닥트는 닥트의 중심 라인으로 부터 측정하여 45° 를 초과하는 屈曲部를 가져서는 안된다. 닥트 및 파이프에서의 벤드(Bends), 旋回部 및 엘보

(Elbows)는 닥트나 파이프의 단면적을 감소하지 않는 방법으로 제작되어야 한다.

(6) 배기닥트는 傳導性材質을 사용하고 이를 接地하여야 한다.

(7) 휀(Fan) 및 배기닥트는 점검용 창을 설치하여야 한다.

(8) 부스 부근의 배기닥트에는 火炎傳波遮斷用 防火댐퍼를 설치하는 것이 바람직하다.

(9) 부스의 메이크업 공기는 온도 및 습도를 제어하는 기능을 갖추는 것이 바람직하다.

(10) 배기라인에는 空氣淸淨裝置를 설치하여야 한다.

(11) 粉體塗裝의 경우 부스내의 배기닥트, 레시플로장치 케이싱등의 上面은 도료분체가 堆積되기 어렵도록 표면을 매끄럽게 하여야 한다.

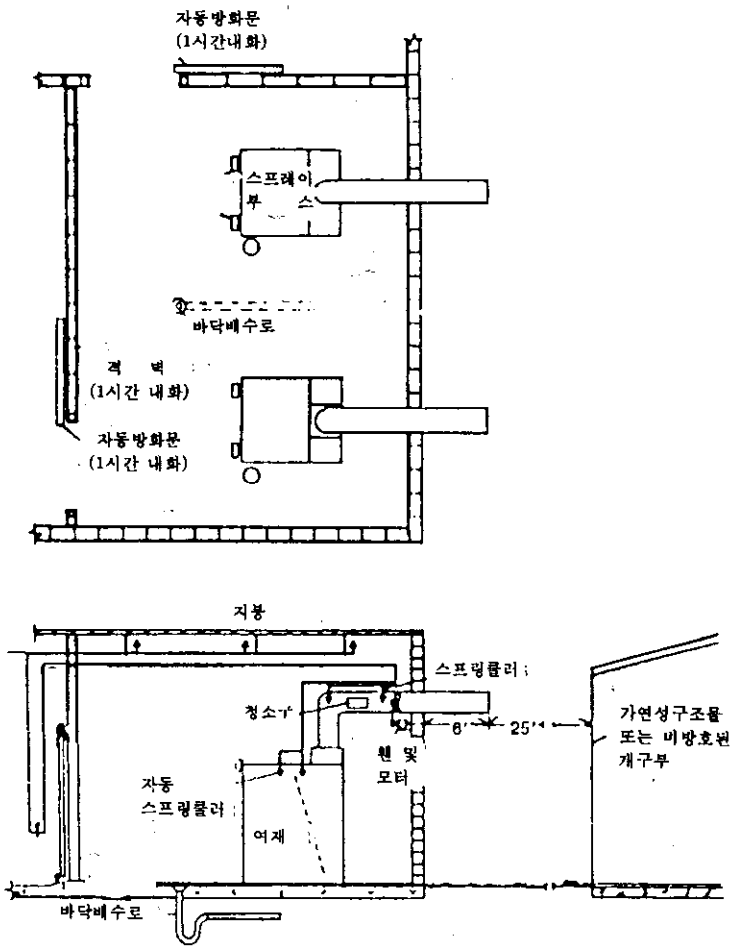
(12) 粉體塗裝의 경우 배기계통에는 除塵裝置를 설치하는 것이 바람직하다. 다만 도료 回收裝置에서 동등 이상의 除塵效率을 얻을 수 있는 경우에는 예외로 한다.

(13) 닥트 淸掃口

닥트내부의 청소를 용이하게 할 수 있도록 적정간격으로 배기닥트에는 충분한 수의 청소구를 설치하여야 한다. 닥트 또는 파이프에서의 청소구는 닥트나 파이프의 두께 이상의 금속으로 단단하게 조립된 슬라이딩 또는 힌지구조등으로 청소구를 설치하여야 한다.

바. 排出 클리어런스(Discharge clearance)

배기닥트의 배출지점은 어떤 가연성 외부벽 또는 지붕으로 부터 6 ft(1.8 m) 이상 이격되어야 한다. 혹은 배기닥트는 25 ft(7.6 m) 이내에 어떤 가연성구조물 또는 어떤 비가연성 외부벽 방향의 非防護된 개구부 방향으로 排出되도록 되어서는 안된다([그림 9-6] 참조).



〔그림 9-6〕 권장되는 防護시스템을 나타낸 도장실의 예

사. 空氣 排氣(Air exhaust)

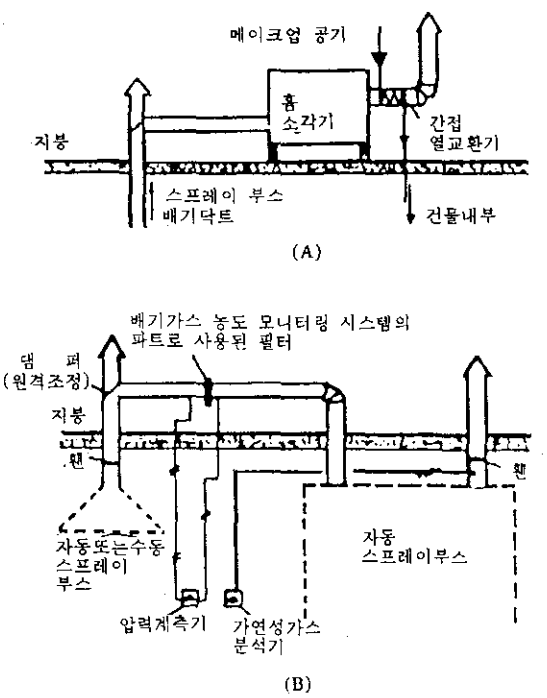
(1) 스프레이 작업으로 부터 배기된 공기는 스프레이 장소 또는 다른 換氣 주입구로 들어가는 메이크업 공기를 汚染시키도록 유도되거나 방해 받도록 설치되어서는 안된다.

(2) 스프레이 작업으로 부터 배기되는 공기는 안전하게 수용될 수 있는 조성

으로 정화되지 않는 한 메이크업 공기로 사용되게 再循環되어서는 안된다. 이때 허용할 수 있을 정도로 공기를 관리하기 위하여 淨化裝置의 결함시 스프레이 작업이 자동으로 정지될 수 있도록 인터록하거나 모니터링할 수 있어야 한다.

아. 室 通風口(Room intakes)

스프레이 작업에서 배기되는 공기를 보충하기 위한 메이크업 공기의 적절한 공급이 작업중에 안전하게 주어져야 한다. 외부 공기는 메이크업 공기로서 적절하다. 만일 흄 燒却機(Fume incinerator)가 사용될 경우에는 〔그림 9-7.(A)〕와 같이 메이크업 공기는 燒却機의 배기닥트에서 熱交換機를 통과함으로서 豫熱될 수 있으며, 또한 에너지 관리측면에서 〔그림 9-7.(B)〕와 같은 방법이 이용될 수도 있다.



〔그림 9-7〕 부스로 부터 排氣되는 공기를 이용한 에너지 절약시스템의 예

(A) 排氣空氣는 흠 燒却機에 의해서 처리되거나 외부로 직접 배기된다. 燒却機에서 熱交換機를 통과함으로서 가열된 메이크업 공기는 건물 또는 건물내의 공정으로 직접 배기 및 방출된다.

(B) 한 도장부스로 부터의 排氣空氣가 다른 부스의 메이크업 공기로서 사용된다. 필터가 첫째 및 두번째 부스 사이, 닥트내에 설치되며 필터를 가로지르는 壓力降下가 모니터된다. 가연성가스 검지기는 두번째 부스로 부터 배기를 모니터한다. 두 장치를 인터록함으로서 어느 한 장치에서 設定値를 초과하면 양 부스의 스프레이장치를 정지하게 한다.

만일 메인플랜트 지역으로 부터 공기가 사용되면 도장실로의 공기주입 개구부는 密閉用 壁과 같이 耐火度를 갖는 自動遮斷셔터(Automatic closing shutters)에 의해 보호되어야 한다(〔그림 9-6〕 참조).

자. 計測器 및 인터록

(1) 필터가 장치된 스프레이 장소는 육안용 게이지, 警報裝置 또는 요구되는 공기속도가 유지되는 지를 지시할 수 있는 시스템이 갖추어져야 한다.

(2) 機械 換氣시스템은 스프레이 작업이 수행되는 동안 언제나 작동되어야 한다. 자동 스프레이의 경우 排氣 휀이 작동되지 않을 경우 자동으로 정지되게 인터록되어야 한다.

차. 換氣시스템의 空氣速度

도장부스에 대한 換氣시스템의 규모는 다음 지침에 따라야 한다. 만일 부스 부근의 상태(창문 또는 문등으로 부터의 통풍)가 적절할 경우에는 이들 최소유속을 증가할 수 있다. Loss Prevention Data에서 권장하고 있는 기준은 다음과 같다.

(1) 靜電스프레이(Electrostatic spray) 작업에 대하여 부스의 Open face를 통과하는 평균 空氣速度는 적어도 60 ft/min(20 m/min) 이상이어야 한다.

(2) 기타 스프레이 작업에 대하여는 부스의 Open face를 통과하는 평균 空氣速度는 적어도 100 ft/min(30 m/min) 이상이어야 한다.

(3) 자동부스에 대하여는 蒸發되는 溶媒의 갤런당 공기가 10,000 ft^3(75 m^3/ℓ) 이상 또는 상기 (1) 또는 (2) 이상이어야 한다.

空氣速度는 필터의 사용에 따라 空氣速度가 감소되기 때문에 부스가 새것일 경우는 더 높아야 한다. 탱크 카(Tank cars) 또는 트럭(Trucks) 같이 큰 물체를 도장하는 도장부스에 있어서 空氣速度는 도장되는 물체를 추정하여 계산될 수 있다.

스프레이 작업이 부스의 외부에서 수행될 때는 충분한 換氣가 제공되어야 한다. 인화성액체는 이송중에 또는 도장된 물체가 공기중에서 乾燥되는 중에 폭로된다. 인화성 증기농도는 실의 어떤 곳에서도 爆發下限界의 25 % 이상을 超過해서는 안된다. 自然換氣는 넓은 개방공간에서는 적절할 수 있다. 그러나 스프레이 실의 경우는 機械的인 換氣가 필요하다.

카. 換氣 時間

스프레이 장치가 작동되고 있는 동안 기계적인 換氣시스템은 정상작동을 유지하여야 한다. 換氣는 도장된 물체로 부터 발생되는 증기와 오버스트레이된 잔류물이 배기될 때까지 충분한 시간동안 유지되어야 한다. Loss Prevention Data에서는 다음을 권장하고 있다.

(1) 溶媒가 함유된 도장 : 15분

(2) 水性 또는 粉體塗裝 : 3분

3. 隣接 乾燥設備等 加熱裝置

가. 적합성

인화성 또는 가연성도료의 스프레이 작업에 관련된 乾燥, 硬化 또는 融解는 관련법 및 기준에 따라야 하고 또한 다음 지침에 따라야 한다.

나. 交代使用 금지

일부 사업장에서 이동용 스프레이기를 이용하여 건조실 내부에서 스프레이 작업을 수행하는 즉 한 부스가 塗裝 및 乾燥에 兼用으로 사용하는 경우가 있다. 그러나 스프레이 작업을 위하여 사용되는 도장부스, 실 또는 기타 밀폐실은 표면온도의 증가를 야기하는 어떤 장치에 의해 건조 목적으로 交代로 사용되어서는 안된다.

다. 隣接시스템 인터록

위 가.에서 분명하게 제시된 것을 제외하고 裸火를 갖는 가열시스템 또는 스파크를 생성할 수 있는 乾燥, 硬化 또는 融解유니트가 스프레이 장소내에 설치되어서는 안된다. 그러나 다음과 같이 인터록된 換氣시스템이 설치될 경우에 한하여 隣接하게 설치될 수 있다.

(1) 가열시스템이 가동되기 전에 건조공간을 완전하게 換氣

(2) 어떤 着火源에 대하여 안전한 분위기를 유지

(3) 換氣시스템이 고장난 경우 가열시스템이 자동으로 정지

라. 交代使用 허용

이 규정에 준하여 설치 및 유지되는 자동차 재도장용 도장부스 또는 밀폐실은 다

음의 경우 이동용 赤外線 건조장치를 이용하여 건조를 위해 交代로 사용되어질 수 있다.

(1) 도장부스 및 밀폐실 내부(특히 바닥)에 오버스프레이된 沈澱物이 없을 때

(2) 스프레이 작업중에 건조장치 및 전기연결부와 배선은 도장부스 및 밀폐실 내부에 배치되어서는 안된다. 또는 스프레이 잔류물이 그 위에 침전될 수 있는 어떤 다른 장소에도 그러하다.

(3) 스프레이 장치, 건조장치 그리고 도장부스 및 밀폐실의 換氣시스템은 다음과 같이 배치되고 적절한 인터록이 장치되어야 한다.

(가) 스프레이 장치는 건조장치가 도장부스 및 밀폐실 내에 있는 동안 작동되어서는 안된다.

(나) 도장부스 및 밀폐실은 건조장치가 가동되기 전에 3분 이상 용제증기를 배출, 換氣하여야 한다.

(다) 換氣시스템은 건조공정중에 밀폐실내에 증기농도를 안전한 수준으로 유지하여야 한다. 그리고 건조장치는 換氣시스템의 고장시 자동적으로 차단되어야 한다.

(4) 건조장치의 모든 전기배선 및 장치는 설치기준에 적합하여야 한다. 단지 Class I, Division 2 위험장소에 대하여 승인된 타입의 장치는 바닥 레벨에서 18인치 이내에 선정되어야 한다. 건조장치의 모든 금속부분은 적절하게 전기적으로 본딩되고 接地되어야 한다.

(5) 건조장치에는 건조기간 중에 換氣裝置가 가동되어야 한다는 것등 유의사항을 지시하는 경고표지가 잘 보이는 위치에 부착되어야 한다.

第10章 靜電塗裝機의 製作 및 設置基準

1. 液體 靜電塗裝機

가. 塗裝機

(1) 건(Gun)형 **靜電塗裝機**

(가) 靜電塗裝中 건에 被塗裝物이나 인체등 接地體가 異常接近 또는 接觸될 경우에 高電壓의 방전으로 인하여 噴霧塗料에 착화 또는 작업자가 電擊을 일으키지 않는 구조로 하여야 한다.

(나) 건 본체는 耐溶劑性, 耐衝擊性, 耐壓力性 및 絶緣耐力을 갖추어야 한다.

(다) 高電壓系統은 케이블의 斷線등 사고에 의한 地絡時에 자동적으로 高電壓을 차단하는 기능을 구비하는 것이 바람직하다.

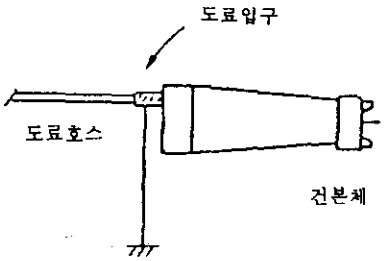
(라) 高電壓 케이블이 건으로 삽입되는 부분은 屈曲運動으로 疲勞가 집중되지 않도록 緩衝裝置등으로 보호하여야 한다.

(마) 건은 사용하는 壓縮空氣 및 도료의 압력에 충분히 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다.

(바) 수동 건은 건을 잡는 부분을 전기적으로 接地하는 구조로 하고 또한 도장작업중에 작업자의 손을 잡는 부분이 확실히 접촉되는 구조로 하여야 한다.

(사) 수동 건은 방아쇠를 당길 때에 高電壓이 印加되는 구조로 하여야 한다.

(아) 자동 건은 건의 도료입구의 금속부분을 接地하는 구조로 하는 것이 바람직하다(〔그림 10-1〕 참조). 다만 傳導性塗料를 사용하는 경우는 예외로 한다.



〔그림 10-1〕 자동 건의 도료입구 接地

(자) 液壓霧化型 靜電건에는 사용하는 流體의 최고압력을 명시하여야 한다.

(차) 건 본체의 表面溫度는 66 ℃ 이상이 되지 않도록 배려하여야 한다.

(카) 도장기에는 제조처의 이름이 명시된 銘板을 부착하여야 한다.

(2) **回轉霧化型 靜電塗裝機**

(가) 絶緣材는 耐溶劑性 및 絶緣耐力을 갖추어야 한다.

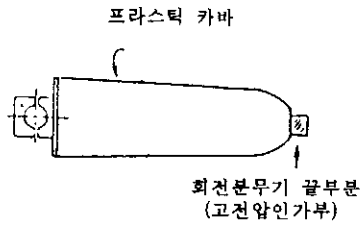
(나) 고속회전시에는 霧化頭의 이탈이나 振動이 발생하지 않는 구조로 하여야 한다.

(다) 회전부분에는 그 驅動을 정지하는 브레이크 장치를 갖추는 것이 바람직함.

(라) 接地體의 비정상 접근시에는 자동적으로 高電壓을 차단하는 기능을 갖추어야 한다.

(마) 高電壓印加部는 霧化頭를 제외하고 적절한 고정식 덮개로 피복하는 것이 바람직하다(〔그림 10-2〕 참조). 이 덮개에는 용제증기의 滯留를 방지하기 위하여 개구부를 설치하여야 한다.

(바) 回轉驅動源으로 壓縮空氣를 사용하는 경우는 건조공기 공급등의 結露防止對策을 행하여야 한다.



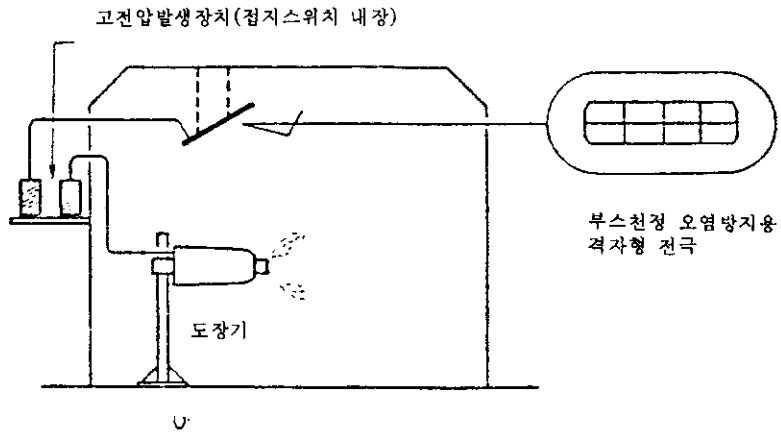
〔그림 10-2〕 도장기의 덮개

(사) 自動機의 자동운전중에는 霧化頭의 회전시만 도료가 噴霧되도록 하는 것이 바람직하다.

(아) 自動機는 자동 洗淨機構를 구비함으로서 작업자의 관여를 가능한 적게하는 것이 바람직하다.

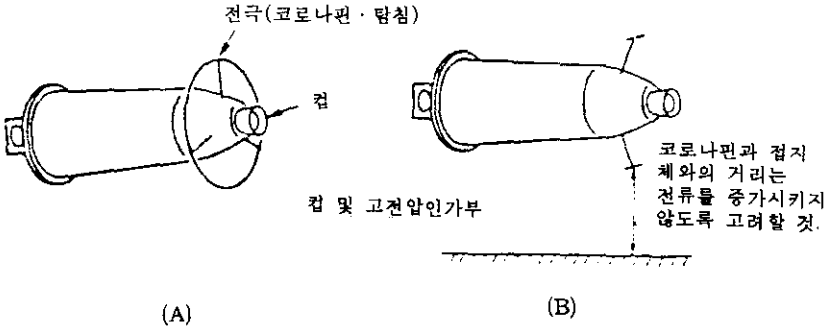
(3) **外部電極付 靜電塗裝機**

(가) 천정등의 汚染防止用으로서 도장기로 부터 떨러진 위치에 電極을 부착한 설비에서는 그 電極에 사용하는 高電壓發生裝置가 도장기용과는 별도 장치로서 또한 高電壓接地 스위치등을 구비한 안전성이 높은 장치를 사용하는 것이 바람직하다(〔그림 10-3〕 참조).



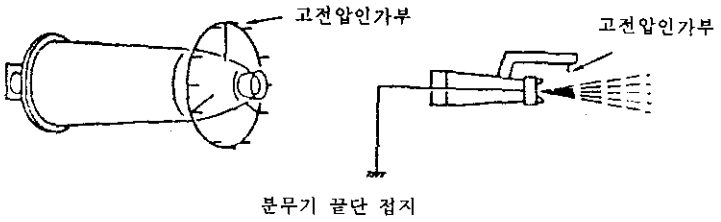
〔그림 10-3〕 汚染防止用 電極과 도장기의 電源配置

(나) 스프레이패턴 變形用 電極을 부착한 도장기는 高電壓回路의 전류를 가능한 적게하고 過電流 檢出感度를 저하시킬 수 있는 기능을 갖추어야 한다(〔그림 10-4〕 참조).



〔그림 10-4〕 電極付 도장기의 구조

(다) 水性塗料에 사용되는 外部電極이 갖추어진 구조의 것, 즉 霧化頭를 接地시키고 霧化된 도료입자에 외부의 電極으로 부터 電荷를 주는 도장기에 있어서도 스파크 放電 抑制機構를 갖추어야 한다(〔그림 10-5〕 참조).



〔그림 10-5〕 水性塗料用 外部電極付 도장기의 구조

나. 高電壓 관련기기

(1) 固定式 高電壓 발생장치

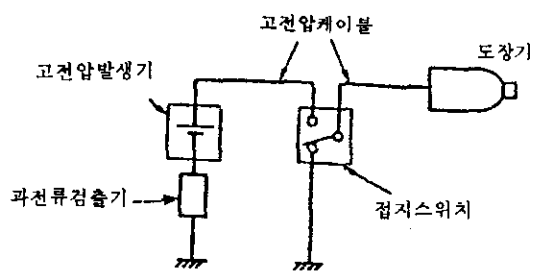
(가) 설치장소는 도장부스 밖으로 한다.

(나) 接地用의 端子를 설치하여야 한다.

(다) 1차측 전원전압의 ± 10 % 변동에 대하여 출력전압이 안정되는 기능을 갖추어야 한다.

(라) 1차측 전원에 휴즈, 遮斷器 등의 回路保護裝置를 갖추어야 한다.

(마) 過電流를 검출하여 高電壓電源을 차단하는 기능을 갖는 過電流 검출장치를 내장 또는 외부에 부착할 수 있는 구조로 한다(〔그림 10-6〕 참조).



〔그림 10-6〕 過電流에 의한 高電壓遮斷器 回路圖

(바) 高電壓 발생유무를 나타내는 표시등을 갖추어야 한다.

(사) 電源 表示燈 및 過電流 表示燈을 갖추어야 한다.

(아) 高電壓電流 表示機能을 갖추어야 한다.

(자) 異物質等의 침입을 방지할 수 있는 密閉構造로 하여야 한다.

(차) 자동도장기의 高電壓 발생장치는 작업 정지시 또는 이상 발생시에 高電壓을 차단하는 기능을 갖추어야 한다.

(카) 回轉霧化型 도장기의 高電壓 발생장치는 高速型 高電壓接地 스위치를 사용하는 것이 바람직하다.

(타) 1 대의 高電壓 발생장치에 연결한 도장기의 分岐數는 안전성을 고려하여 2 대 이하로 하는 것이 바람직하다.

(파) 高電壓 발생장치와 케이블 사이에 緩衝裝置를 설치하는 것이 바람직하다.

(하) 취급시 주의사항등의 라벨을 부착하여야 한다.

(거) 제조처 이름, 正格等의 銘板을 부착하여야 한다.

(2) 도장기 內藏式 高電壓 발생장치

(가) 內藏된 高電壓 발생장치는 耐溶劑性 및 絶緣耐力을 갖춘 재료로 피복하여야 한다.

(나) 接地線 또는 그에 대응하는 것을 갖추어야 한다.

(다) 도료의 噴霧時에만 高電壓을 인가하는 기능을 갖추는 것이 바람직하다. 다만 高電壓 체크시는 이를 제한하지 않는다.

(라) 空氣霧化型 및 液壓霧化型 도장기에 사용하는 경우는 過電流를 제한하기 위한 高抵抗을 갖추어야 한다. 다만 그와 동등한 안전성을 얻을 수 있으면 이를 한정하지 않는다.

(마) 回轉霧化型 도장기에 사용하는 경우는 이상시에 도장기의 殘留電荷를 방출하는 기구를 갖추어야 한다.

(3) 高電壓 케이블

(가) 케이블은 최대 사용전압에 대하여 1.5 배의 絶緣耐力을 갖추어야 한다.

(나) 케이블은 충분한 耐溶劑性이어야 한다.

(다) 수동식 도장기에 사용하는 高電壓 케이블은 接地板(Earth plate)이

부착된 것이어야 한다.

(마) 接地板은 케이블 장착시에 자동적으로 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

(바) 케이블 부착은 제조처의 지정 규정치 이하의 曲率半徑이 되지 않도록 하여야 한다.

(4) **高電壓 過電流 검출장치**

(가) 高電壓回路의 過電流 검출기능을 갖고 규정치를 초과할 경우는 高電壓을 순간적으로 차단하고 경보신호를 발할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

(나) 過電流 검출장치는 過電流 검출외에 異常電壓 등의 검출기능도 같이 갖도록 하는 것이 바람직하다.

(5) **高電壓 接地 스위치**

(가) 高電壓의 연결 및 차단에 있어서 過大한 전류가 흐르지 않고 또한 他機器에 전자 노이즈 등의 악영향을 주지않는 기구를 갖추어야 한다.

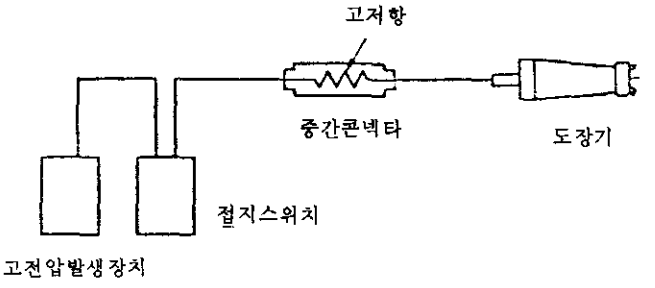
(나) 高電壓을 차단하는 스위치는 상호 착화에 달하는 靜電誘導 및 放電을 발생하지 않도록 배려하여야 한다.

(6) **高電壓 콘넥타**

(가) 최대 사용전압에 대하여 1.5 배의 絶緣耐力을 구비하여야 한다.

(나) 접속이 확실하여 용이하게 이탈하지 않고 또한 접촉불량에 의한 發熱이 없는 구조로 하여야 한다.

(다) 케이블의 抵抗이 들어있는 중간 콘넥타는 양호한 放熱이 유지되도록 고려하여야 한다. ([그림 10-7] 참조).



〔그림 10-7〕 高電壓 케이블 중간 콘넥타

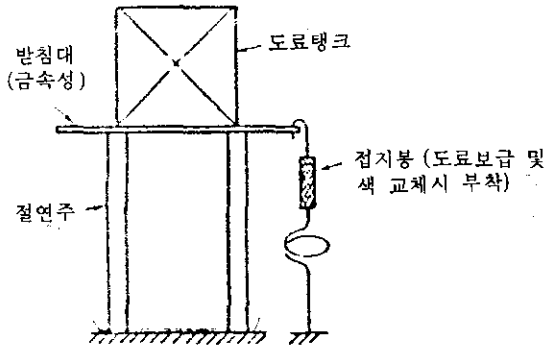
다. 도료 絶緣臺

(1) 金屬性塗料, 水性塗料등 傳導性塗料를 사용하여 도료경로를 絶緣하는 경우는 도료계통을 高電壓印加部로 간주하여 취급함으로 도료탱크에 絶緣臺를 설치하여야 한다.

(2) 도장기로의 최대전압에 대하여 1.5 배의 絶緣耐力을 갖추어야 한다.

(3) 도료의 漏出, 絶緣柱의 오염, 기타 絶緣機能의 劣化등이 생기지 않는 구조로 하여야 한다.

(4) 도료 보급시에 도료탱크의 帶電電荷를 제거하기 위한 接地棒을 부속시켜야 한다.(〔그림 10-8〕 참조).



〔그림 10-8〕 塗料絶緣臺와 接地棒

(5) 高電壓의 자동 放出機構를 갖추는 것이 바람직하다.

(6) 취급 주의사항에 관한 표지판등을 부착하여야 한다.

(7) 絶緣臺의 주위에는 安全防護柵을 설치하여야 한다.

라. 壓縮空氣 供給裝置

(1) 모든 사용기기에 接地用 端子를 설치하여야 한다.

(2) 충분한 용량의 安全밸브를 부착하여야 한다.

(3) 淸淨한 공기를 공급하기 위하여 필타 및 드레인 배출장치를 설치하여야 한다.

(4) 건조된 공기를 공급하기 위하여 공기 건조기를 설치하고 대기압 露點을 - 17 ℃이하로 하는 것이 바람직하다.

(5) 回轉霧化型 도장기의 공기모타에 공급하는 압축공기는 結露防止를 위하여 필요에 따라 적절한 열원을 갖는 건조기를 경유하는 구조로 하여야 한다.

(6) 回轉霧化型도장기의 공기모타의 結露防止用 공기히타는 이상 가열시에 열원을 차단하는 기능을 갖추어야 한다.

(7) 배관, 호스는 引張應力 및 뒤틀림이 발생하지 않는 구조로 하여야 한다.

마. 固定 液體靜電塗裝裝置

(1) 적합성

靜電塗裝裝置가 설치 및 사용되는 곳에서 이를 설치 및 사용할 경우 이 규정의 모든 조항에 따라야 하며 앞에서 기술한 기타 규정에 적절하여야 한다. 또한 도장설비에 연결되어 사용되는 靜電塗裝裝置 및 기구는 승인된 것을 사용하여야 한다.

(2) 위치 (Location)

變壓器 (Transformers), 파워 팩 (Power packs), 콘트롤 장치 그리고 高電壓 그리드, 電極과 靜電霧化헤드 및 그들의 연결부를 제외한 모든 기타 장치의 전기

부분은 스프레이 장소 외부에 설치되어야 한다. 또한 앞에서 기술한 전기 및 기타 착화원의 규정에 따라야 한다.

(3) 自動機, 로보트 등

(가) 도장부스내에 설치한 自動機, 로보트 등 모든 기기의 금속부분은 接地構造로 하여야 한다.

(나) 自動機, 로보트 등의 케이싱 외관에 플라스틱을 사용한 경우에는 帶電防止 처리된 半導電性의 것을 사용하고 이를 接地하는 것이 바람직하다.

(다) 自動機, 로보트 등에 부속하는 모타, 리미트 스위치, 전자변, 전기접속부 등은 적합한 防爆構造로 하여야 한다.

(라) 케이블, 도료 호오스, 공기 호오스 등은 레시플로장치 등의 움직임에 대하여 급격한 구부러짐이 없는 구조로 하여야 한다.

(마) 보수작업시에 작업자에게 위험을 줄 수 있는 가동부에는 기계적 또는 전기적인 안전장치를 하여야 한다.

(바) 도장기와 被塗物이 誤作動에 의해 충돌할 수 있는 시스템에서는 이상접근을 방지할 수 있는 인터록장치를 설치하여야 한다.

(사) 로보트를 사용하는 장치에서는 로보트에 의한 작업자로 부터의 傷害防止를 위하여 다음 대책을 강구하는 것이 바람직하다.

1) 로보트의 誤作動에 대하여 원칙적으로 페일 세이프(Fail-safe) 기능을 갖추어야 한다.
2) 驅動源의 변동, 停電등에 대하여 로보트를 정지하는 페일 세이프 기능을 갖추어야 한다.
3) 사람의 뜻하지 않는 위험영역 침입에 대하여 로보트가 정지되는 페일 세이프 기능을 갖추어야 한다.
4) 로보트와 그 관련 기기에는 적절한 인터록에 의해 이상시에 대비하여

페일 세이프 기능을 구비하여야 한다.

5) 로보트의 사용조건에 의해 위험영역을 명확히 하고 사람의 침입을 방지할 수 있는 안전 防護柵을 설치하여야 한다.

6) 로보트의 운전 및 대기상태를 光學的手段에 의해 주위에 명시하여야 한다.

7) 로보트에는 기계적인 스위치등 운전부분의 언발란스 방지기능을 구비하여야 한다.

(4) 支持(Support)

電極(Electrodes) 및 靜電霧化 헤드(Atomizing heads)는 영구적인 장소에 적절하게 支持되어야 하고 지면으로 부터 효과적으로 절연되어야 한다. 영구적으로 그들의 기초, 支持物 또는 리시프로케이터(Reciprocators)나 로보트에 부착된 電極 및 靜電霧化 헤드는 이 규정에 따르는 것으로 간주되어야 한다. 絶緣體는 非多孔性(Nonporous) 및 非可燃性材質이어야 한다.

(5) 絶緣體(Insulators)

電極에서 高電壓 레드(High-voltage leads)는 적절하게 기계적인 손상 또는 해를 미치는 화학약품에의 暴露로 부터 적절하게 絶緣되고 보호되어야 한다. 어떤 高電壓에 暴露된 요소는 적절한 絶緣材 위에 효과적이고 영구적으로 지지되어야 한다. 그리고 우발적인 접촉에 대비하여 보호되고 接地되어야 한다. 모든 絶緣體는 청소 및 건조되어 있어야 한다.

(6) 接地(Grounding)

스프레이 장소내의 모든 傳導性物體는 高電壓으로 프로세스에 의해서 요구되는 물체를 제외하고 적절하게 接地되어야 한다. 이는 도료용기, 세척 캔, 가아드, 호스 연결부, 브라켓(Brackets) 및 내부에 설치된 기타 傳導性物體와 裝置를 포함한다.

(7) 안전거리(Safe distance)

컨베이어 또는 행거(Hangers)는 도장되는 被塗物과 電極 또는 靜電霧化 헤드는 帶電된 도전체 사이에 적어도 스파킹 거리의 2 배인 안전거리를 유지하도록 배치되어야 한다. 이 안전거리를 지시하는 적절한 표지가 부근 잘 보이는 곳에 부착되어야 한다.

(8) 컨베이어(Conveyors)

컨베이어를 사용하여 도장되는 被塗物은 컨베이어에 잘 지지되어 있어야 한다. 컨베이어는 모든 때에 被塗物과 電極 또는 靜電霧化 헤드 사이에 안전거리가 유지되게 배치되어야 한다. 어떤 불규칙적인 모양, 가능한 흔들림 또는 움직임이 일어날 수 있는 被塗物은 특히 이같은 흔들림 또는 움직임을 방지할 수 있도록 단단하게 지지되어야 한다.

컨베이어 및 행거(Hangers)는 도장되는 부품들이 1 MΩ 이하로 接地되도록 전기적으로 연결되어야 한다. 기타 일반적인 사항은 앞 장에서 제시한 내용에 준하여야 한다.

(9) 인터록(Interlocks)

靜電塗裝裝置는 환기 휀의 정지 또는 환기장치 고장, 고전압장(High voltage field)를 통과하는 被塗物 移送컨베이어의 정지, 과도한 電流漏出의 발생등 이상상태 발생시 高電壓 變壓器에서의 전력공급 단절은 물론 이를 작업자에게 알릴 수 있는 자동 콘트롤장치가 설치되어야 한다.

자동 靜電塗裝裝置의 안전을 위한 인터록은 일반적으로 통상 조작시와 이상시의 2가지로 분류될 수 있다. 특히 高電壓을 차단하는 인터록은 오조작시 착화위험성을 배제하기 위하여 극히 중요한 것으로서 통상 조작시에도 광범위하게 실시되어야 한다. 이상상태에 대비한 인터록 예는 〈표 10-1〉과 같으며 특히 오조작에 대비하여 중요시되는 사항은 다음과 같다.

(가) 레시플로우장치 등은 운전이 정지된 경우에 高電壓을 차단하는 기구로 할 것. 이 시스템은 도장기의 세정 및 색교체작업에 작업자가 개입하는 시스템에서 중요하다.

(나) 작업자가 手作業으로 도장기의 세정 및 색교체작업을 수행할 필요가 있는 시스템에서는 도장 및 세정을 위한 전환 스위치를 설치, 세정으로 전환하면 高電壓이 인가되지 않는 기능을 갖출 것.

또한 세정 및 색교체가 자동화된 시스템에서도 세정 및 색교체시에 高電壓이 인가되지 않도록 하여야 한다. 특히 〈표 10-1〉은 대표적인 도장시스템의 인터록例이지만 도장시스템의 규모, 종류등에 따라 항목이 추가 및 생략될 수가 있다.

〈표 10-1〉 自動靜電塗裝 인터록시스템의 예

항목 \ 제어대책			고전압	도료분사	도장용공기	컨베이어장치등	급배기휀	자동소화설비
자동기계	통상조작	주행도장장치등 정지	×	×				
		세정·색교체 조작	×	×				
	이상조건	고전압 과전류 검출	×	×	×	×		
		주행도장장치등 과부하	×	×	×	×		
		도료펌프 이상	×	×				
		공기압 저하	×	×	×			
		제어 이상	×	×	×	×		
관련장치		컨베이어 정지		×				
		급배기장치 정지	×	×	×	×		
		화재감지	×	×	×	×	×	○

주 1) × : 인터록에 의해 작동정지
2) ○ : 인터록에 의해 자동작동
3) 그 밖에 도장기 부근의 화염검출장치, 자동도장기의 작업장 출입 감시장치, 피도물접지 불량검출장치 등을 추가할 수 있다.

(10) 防護(Guarding)

부스, 칸막이, 울타리 또는 가아드는 장치의 위치 및 특성 또는 그 양자를 고려하여 플랜트 저장소 또는 작업자로 부터 안전하게 격리 유지될 수 있도록 장치 주위에 놓여져야 한다. 또한 이들은 傳導性材質로서 적절하게 接地되어야 한다.

(11) 換氣(Ventilation)

靜電霧化 스프레이장치가 작업장내에서 사용되는 곳은 화재 및 건강측면을 고려하여 안전한 상태를 유지할 수 있도록 換氣되어야 한다.

(12) 火災防護

부스의 내부를 포함하여 스프레이 작업이 수행되는 모든 장소는 자동스프링쿨러에 의해 방호되어야 한다. 이러한 防護시스템이 설치되지 않는 곳은 기타 자동소화장치가 제공되어야 한다.

(13) 기타

(가) 부스내 제품 행거(Hangers)의 접촉 지점은 오버스프레이되는 도료의 누적을 방지할 수 있도록 보호되어야 한다. 또한 주기적으로 제품이 적절하게 接地되는 지를 점검하여야 한다.

(나) 스프레이 장소에서의 세척작업은 다음 안전조치 후에 실시되어야 한다.

1) 전기공급이 차단되어야 한다.

2) 溶媒容器가 接地되어야 한다.

3) 換氣시스템이 가동되어야 한다

바. 手動 液體靜電塗裝裝置

(1) 적합성

手動 靜電塗裝裝置는 앞에서 기술한 관련 지침 외에 다음 기준에 적합하여야 한다.

(2) 장치사양

도장작업과 관련하여 사용되는 手動 靜電塗裝裝置 및 기구는 승인된 타입이어야 한다. 高電壓回路는 증기-공기 혼합기를 착화할 수 있는 충분한 강도의 스파크를 생성하지 않도록 그리고 정상작업 조건하에서 接地된 물체와 접촉함으로서 야기될 수 있는 충격위험을 초래하지 않도록 설계되어야 한다.

(3) 전기장치

수동 건 자체 및 관련 전력공급 연결부를 제외하고 變壓器, 파워 팩(Power packs), 콘트롤 장치 그리고 기타 모든 다른 전기적인 부분은 스프레이 작업장소 외부에 설치되어야 한다. 또한 앞에서 기술된 전기 및 착화원의 관리지침에 따라야 한다.

(4) 接地

스프레이 작업장소내에 전기적으로 傳導되는 모든 물체는 적절하게 接地되이야 한다. 이는 도료 용기, 세척 캔 그리고 그 장소내에 어떤 다른 물체나 장치에도 적용되어야 한다.

(가) 스프레이 건(Spray gun) 接地

스프레이 건의 손잡이는 금속 연결구에 의해 地面에 전기적으로 연결되어야 한다. 따라서 정상 작업위치에서 작업자가 接地된 손잡이에 의해 전기적으로 접촉되게 하여야 한다.

(나) 接地의 유지관리

塗裝 또는 塗布되는 물체는 컨베이어 또는 기타 接地된 支持物(Support)과 전기적으로 접촉되어 있도록 관리되어야 한다. 따라서 걸쇠(Hooks)는 이러한 접촉을 보장하기 위하여 정기적으로 청소되어야 하며 도료가 누적되지 않는 구조로 하여야 한다.

(5) 인터록(interlocks)

(가) 전기장치는 스프레이 작업장소의 환기설비와 인터록함으로서 관련 장치는 換氣 휀이 가동되지 않는 한 작동되지 않아야 한다.

(나) 통상 조작시 인터록으로서 방아쇠를 조작하지 않은 상태에서는 高電壓이 인가되지 않는 기능을 갖추어야 한다.

(다) 異常時의 인터록으로서는 고압의 過電流 검출장치가 작동할 때 高電壓을 차단하는 기능을 갖추어야 한다.

(6) 換氣(Ventilation)

스프레이 작업은 작업장으로 부터 漏出되는 용매증기를 제거할 수 있도록 적절한 換氣裝置가 설치되어야 한다.

(7) 기타

도료 공급장치인 도료탱크 및 펌프, 도료 호스, 도료 循環裝置, 色交替裝置, 도료 加溫裝置, 도료 絶緣臺, 被塗物 運送裝置인 컨베이어 및 오버헤드 행거, 제어반등은 앞에서 제시한 기준에 따라야 한다.

2. 粉體 靜電塗裝機

가. 塗裝機

(1) 도장기는 앞에서 기술한 건형 액체 靜電塗裝機의 (가)~(라), (바), (사) 및 (카) 항에 준한다.

(2) 건은 高電壓 발생장치가 內藏된 형이 바람직하다.

나. 高電壓 관련기기

(1) 固定式 高電壓 발생장치

(가) 앞에서 기술한 液體 靜電塗裝機의 (가)~(차) 및 (파)~(거) 항에 준한다.

(나) 1 대의 高電壓 발생장치에 연결하는 도장기 수는 안전성을 고려하여 分岐하지 않는 것이 바람직하며 1 대를 원칙으로 하여야 한다.

(2) 도장기 內藏式 高電壓 발생장치

(가) 앞에서 기술한 液體 靜電塗裝機의 (가)~(다) 항에 준한다.

(나) 過電流를 제한하기 위한 高抵抗을 갖출 것. 다만 이와 동등한 안전성을 얻을 수 있으면 예외로 한다.

(3) 高電壓 케이블, 高電壓 過電流 檢出裝置, 高電壓 接地스윗치 및 高電壓 콘넥타이들은 液體 靜電塗裝機에 준한다.

다. 壓縮空氣 供給裝置

이는 앞에서 기술한 液體 靜電塗裝機의 (1)~(4) 및 (7) 항에 준한다.

라. 粉體塗料 回收裝置

(1) 각 기기의 금속부분은 모두 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

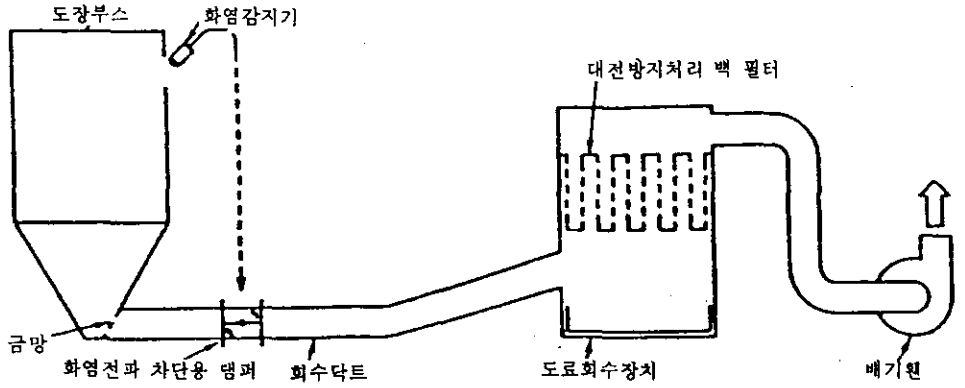
(2) 도료 回收用 백필타의 백은 傳導性材質 또는 帶電防止 처리된 것을 사용하여야 한다.

(3) 배기닥트는 금속 또는 導傳性材質을 사용하여 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다. 또한 플렉시블 호스를 사용할 경우도 금속 또는 傳導性材質을 사용하고 絶緣性材質의 경우는 호스내에 接地線을 설치하여야 한다.

(4) 도장부스로 부터의 塗料回收 닥트에는 火炎傳波遮斷用 댐퍼를 설치하고 도장실내에 부착한 火炎檢出器와 인터록하는 것이 바람직하다. 또한 닥트 입구에는 火炎遮斷用의 金網을 설치하는 것이 바람직하다([그림 10-9] 참조).

(5) 필터의 막힘을 검출하는 差壓測定裝置(差壓計)를 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.

(6) 도료 回收裝置에는 외부 안전한 곳으로 爆壓과 火炎을 방출할 수 있도록 爆發壓力放散口를 설치하여야 한다.



〔그림 10-9〕 火炎傳波遮斷用 탬퍼의 설치예

마. 인터록시스템

(1) 自動 粉體塗裝裝置의 인터록

自動 粉體塗裝裝置의 안전성을 고려한 인터록은 일반적으로 통상 조작시와 異常時의 2 가지로 분류될 수 있다. 특히 高電壓을 차단하는 인터록은 오조작에 따른 위험성을 배제하기 위해 중요함으로 통상 조작시에도 광범위하게 실시되고 있다.

일반적으로 粉體塗料의 경우는 液體塗料에 비하면 착화에 필요한 최소착화에너지가 10~100 배 이상으로 크기 때문에 粉體靜電塗裝에 있어서 화재는 많지 않은

실정이다. 그러나 粉體靜電塗裝에서도 粉塵爆發에 의한 폭발·화재가 일어날 수 있기 때문에 液體 靜電塗裝시스템에 준한 인터록이 고려되어야 한다. 대표적인 自動 粉體塗裝시스템의 인터록은 앞에서 제시한 自動 液體塗裝시스템과 유사하다.

(2) **手動 粉體塗裝裝置의 인터록**

手動 粉體塗裝裝置는 自動 塗裝裝置와는 달리 작업자가 항상 도장에 관여하고 있고 장치사이의 연관성도 많지 않기 때문에 인터록이 필요하지 않다. 이는 手動 液體塗裝裝置와 유사하다.

바. 粉體塗裝(Powder coating)

(1) **전기 및 기타 착화원**

전기기계기구 및 기타 착화원은 다음 第 11章에 준하여야 한다.

(2) **換氣**(Ventilation)

이는 앞의 第 9章에 준하여 사용되는 물질에 따라 爆發範圍 이하의 분위기를 유지하도록 설계되어야 한다. 모든 浮遊粉末은 粉末回收用 사이클론등을 이용하여 배기닥트를 경유, 안전하게 제거되어야 하며 외부로 漏出되어서는 안된다.

(3) **운전 및 유지관리**

(가) 모든 장소는 분말 도료분진의 축적이 없어야 한다. 특히 선반, 대들보, 파이프, 후드, 부스 및 바닥 같은 수평표면에 유의하여야 한다.

(나) 표면은 타장소로 粉塵이 飛散되거나 또는 粉塵雲의 생성을 방지할 수 있도록 청소되어야 한다.

(4) **固定 또는 手動 粉體靜電裝置**

이들 粉體靜電裝置는 앞 장에서 제시한 고정 및 수동 液體靜電裝置 및 기타 규정을 준용하여야 한다.

(5) **靜電流動層**(Electrostatic fluidized beds)

(가) **靜電流動層** 및 부속장비는 승인된 타입으로서 **高電壓回路**는 어떤 분말ㅡ공기 혼합물을 착화할 수 있는 충분한 강도의 스파크를 생성하지 않도록 설계되어야 한다. 그리고 정상작업 조건하에서 물체와 접촉에 의한 충격위험이 초래되지 않도록 하여야 한다.

(나) **變壓器**, 파워 팩(Power packs), 콘트롤 장치 그리고 장치의 모든 다른 전기적인 부분은 분체도장 작업장소 외부에 설치되어야 한다.

(다) 도장되는 물체는 적절한 **接地**를 보장하기 위하여 컨베이어 또는 다른 지지물과 접촉시켜 두어야 한다. 행거는 효과적인 접촉을 보장하기 위하여 정기적으로 청소되어야 한다. 접촉장소는 가능한 뾰족하여야 한다.

(라) 전기장치는 장치가 **換氣** 휀이 작동되지 않는한 작동되지 않도록 **換氣** 시스템과 인터록되어야 한다.

第11章 電氣機械器具 設置 및 기타 着火源 管理基準

1. 概要

모든 전기장치, 裸火(Open flames) 및 기타 着火源은 産業安全保健法, 規則 및 사업장 防爆構造 전기기계·기구·배선 등의 선정, 설치 및 보수 등에 관한 기준 등에 준하여야 하며 기타 사항은 각 장에서 제시된 내용 및 본장에서 기술한 내용에 준하여야 한다.

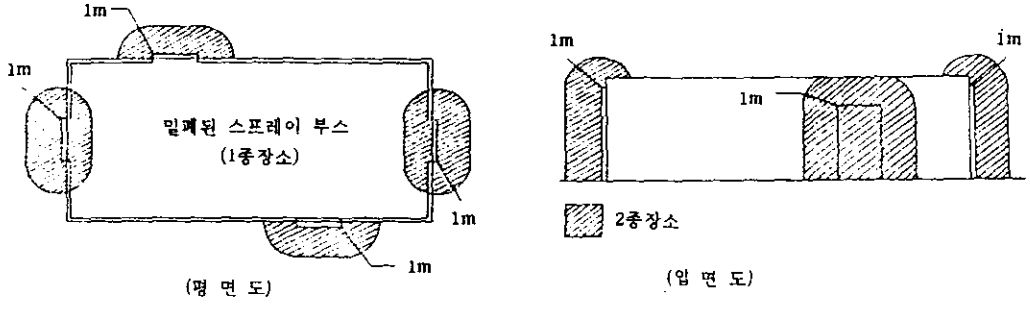
2. 電氣裝置 및 配線

가. 防爆地域 구분

스프레이 장소내에 전기장치를 설치하는 것은 가능한 피하여야 한다. 그러나 자동 도장장치 등과 같이 설치가 필요한 경우에는 産業安全保健法, 관련 規則 및 基準과 다음 防爆地域 구분에 따라 防爆形 전기·기계기구를 설치하여야 한다.

(1) 密閉된 스프레이 부스

사업장 防爆構造 전기기계·기구·배선 등의 선정, 설치 및 보수 등에 관한 기준에 밀폐된 塗裝부스의 防爆地域 구분은 〔그림 11-1〕과 같이 규정하고 있다.



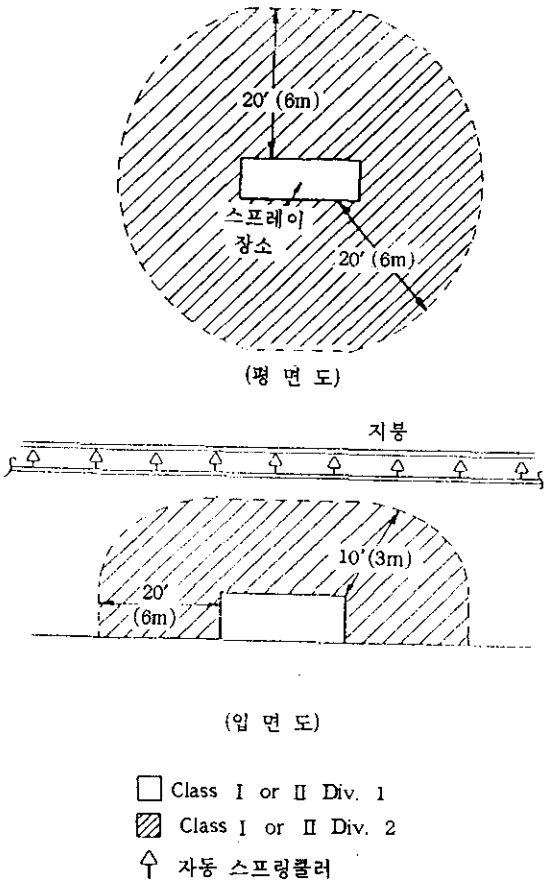
〔그림 11-1〕 密閉된 스프레이 부스의 防爆地域 구분

(2) 非密閉된 스프레이 작업장 및 부스

非密閉된 스프레이 작업장 및 부스에 대한 防爆地域으로 NFPA 등에서는 다음 경우에 Class I 또는 II, Division 2로 규정하고 있다.

(가) 非密閉된 스프레이 작업장

격벽 등으로 분리되지 않은 경우 그 스프레이 장소로 부터 수평으로 20 ft(6 m), 수직으로 10 ft(3 m) 이내 장소(〔그림 11-2〕 참조).



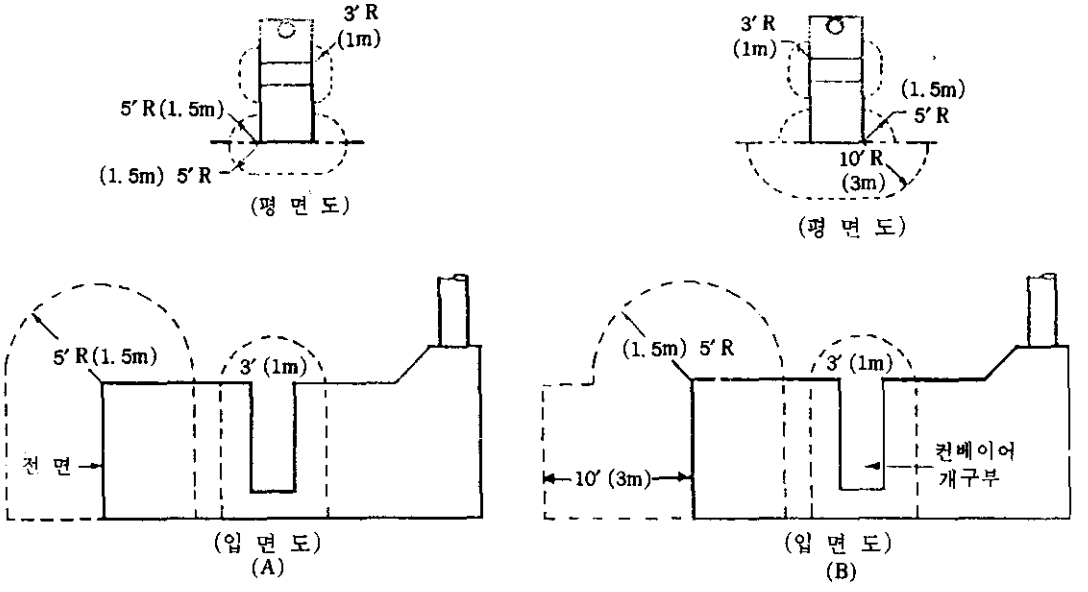
〔그림 11-2〕 密閉되지 않은 스프레이 작업장의 防爆地域 구분

(나) 上部가 차단되고 前面이 개방된 부스

스프레이 부스의 개방면 또는 전면 이외의 개구부로 부터 모든 방향에서 3 ft (1 m) 이내 장소, 만일 스프레이 장치가 換氣시스템과 인터록되어 있으면 그 부스로 부터 개방면 또는 전면으로 부터 5 ft(1.5 m) 이내 그리고 인터록되어 있지 않으면 10 ft(3 m)이내 장소([그림 11-3] 참조).

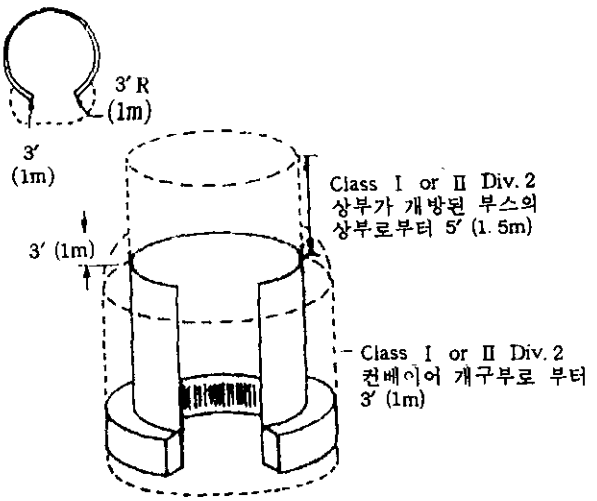
(다) 上部가 개방된 부스

상기 (나)에서 명시된 것에 부가하여 부스 상부의 5 ft(1.5 m) 이내 장소([그림 11-4] 참조).



[그림 11-3] 上部가 차단되고 前面이 개방된 부스의 防爆地域 구분

(A) 換氣시스템이 스프레이 장치와 인터록된 경우, X'는 5 ft(1.5 m)
(B) 換氣시스템이 스프레이 장치와 인터록되지 않은 경우, X'는 10 ft (3 m)



〔그림 11-4〕 上部가 개방된 스프레이 부스의 防爆地域 구분

나. 照明器具

(1) 부스에 사용되는 照明器具는 鐵網유리(Wired glass) 또는 抵抗유리(Resistant glass)에 의해 밀폐식 판넬구조로 하여야 한다. 판넬은 오버스프레이된 잔류물이 축적되지 않는 위치에 배치되어야 하며 표면온도는 부스내 주위온도보다 11 ℃를 초과하여서는 안된다.

(2) 스프레이 장소에서 20 ft(6 m) 이내에 설치된 전기램프는 기계적인 손상으로 부터 방호되어야 한다.

(3) 스프레이 작업중에 스프레이 장소내에 이동용 전기램프(Portable electrical lamps)를 사용하여서는 안된다. 만일 설비 보수작업을 위해서 필요한 경우에는 防爆地域의 구분에 따라 적합한 防爆構造의 것을 사용하여야 한다.

다. 기 타

쉽게 着火할 수 있는 잔류 沈澱物이나 인화성 또는 가연성증기, 미스트, 粉塵

등이 존재하는 장소 또는 가연성 잔류 沈澱物이 쉽게 축적될 수 있는 스프레이 장소에는 일반 전기장치가 없어야 한다.

3. 기타 着火源

(1) 裸火(Open frames)를 발생하는 장치는 Class I 또는 Class II, Division 2 그리고 스프레이 장소에서 수평으로 10 ft(3 m)이상 이격되어야 한다.

(2) 鎔接·鎔斷作業 같이 스파크를 생성하는 장치는 Division 2 장소로부터 35 ft(10 m) 밖에서 사용되어야 한다. 그러나 非可燃性 遮斷膜 또는 隔壁으로 Division 2 장소를 격리할 경우에는 이 거리를 감소할 수 있다.

(3) 鎔接·鎔斷裝置를 도장부스 및 스프레이 실내 또는 부근에서 사용하고자 할 경우에는 다음 조치 후에 실시하여야 한다.

(가) 그 장소로 부터 인화성액체를 제거한다.

(나) 도장부스, 배기닥트, 바닥등으로 부터 잔류 도료를 제거하여야 한다.

(다) 작업 시작전에 表面에 물을 뿌려 젖게 하여야 한다.

(4) 가열장치, 방호되지 않은 스팀 파이프 또는 기타 93 ℃ 이상의 뜨거운 表面을 갖는 장치 등은 Class I 또는 Class II, Division 2 그리고 스프레이 장소에서 수평으로 10 ft(3 m) 이상 이격하여 설치되이야 한다.

(5) 담배는 스프레이 실 및 스프레이 장소에서 20 ft(6 m) 이내에서는 禁止되어야 하며 "禁煙" 표지가 모든 스프레이 장소에 부착되어야 한다.

4. 接地(Grounding)

도장부스, 배기닥트, 인화성 또는 가연성액체 그리고 가연성 粉體類등을 운반하는 배관시스템의 모든 금속부분은 영구적으로 적절하게 전기적으로 接地되어야 한다. 특히 고유체압력 에어레스 스프레이건과 스프레이되는 어떤 傳導性物體는

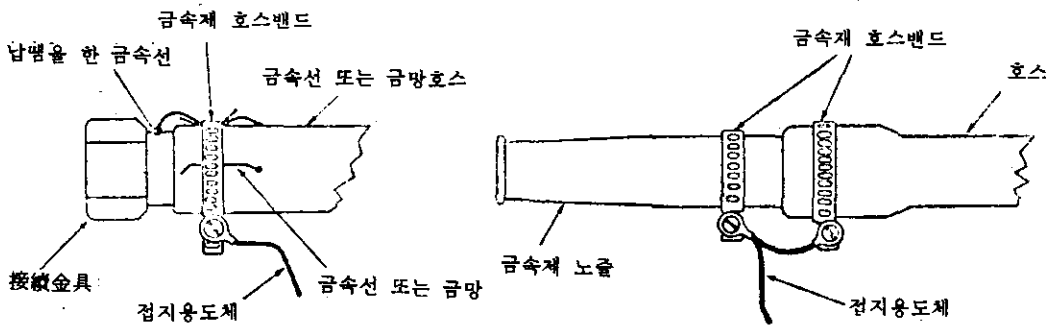
적절하게 전기적으로 接地되어야 한다.

가. 機器類의 接地

(1) 靜電塗裝設備의 接地는 제 3종 接地(回路의 총합 抵抗이 100 Ω 이하)를 기준으로 하고 단면적이 2 ㎟ 이상의 電線을 사용하여 확실히 시공하여야 한다. 그러나 피뢰침 接地와 겸용으로 사용해서는 안된다.

(2) 도장실내의 傳導性物體는 高電壓印加部를 제외하고 모두 接地하여야 한다.

(3) 接地線과 被接地體와의 접속은 납땜, 鎔接 또는 壓着端子, 볼트, 너트 등의 接續金具를 사용하여 확실히 하여야 한다(〔그림 11-5〕 참조).

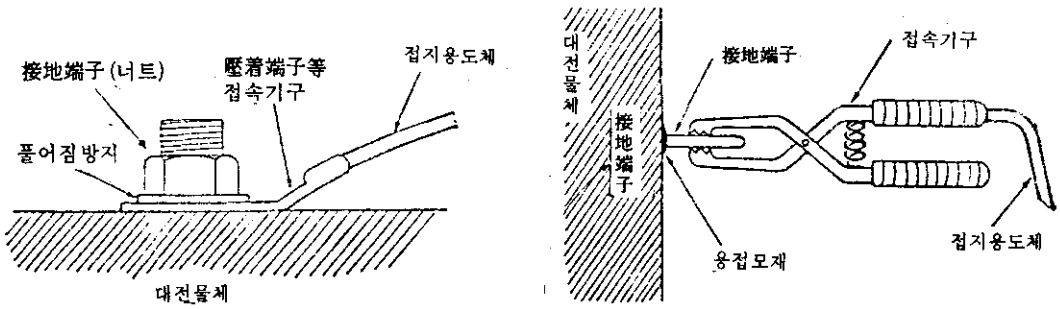


(A) 호스 및 接續金具類의 接地　　(B) 호스에 부착된 金屬金具類의 接地

〔그림 11-5〕 호스 接續金具類의 接地 예

(4) 接地用導體의 接地端子는 접지용도체(接地線) 또는 접속기구와 견고하고 확실하게 접촉할 수 있도록 금속면이 노출되어 있거나 또는 명시되어져 있는 금속면에 볼트, 너트 등을 이용하여 연결할 수 있어야 한다. 接地端子가 도료등으로 오염될 우려가 있는 경우에는 덮개를 설치하여 보호하여야 하며 가능한 위험

분위기가 아닌 곳에 接地端子를 설치해야 한다(〔그림 11-6〕 참조).



(A) 너트 附着部分을 接地端子한 경우 (B) 接地端子를 명시한 예

〔그림 11-6〕 接地端子

(5) 특히 放電時에 큰 전류가 흐르는 고전압 接地스위치의 接地는 타전자기기의 부품(半導體 등)의 파손을 발생하지 않도록 크고 짧은 電線(단면적이 5.5 ㎟ 이상, 길이가 2 m 이하의 것이 바람직)으로 接地하여야 한다.

(6) 원료 종류에 따라 接地의 필요 여부는 다음과 같다.

(가) 非傳導性 도료의 경우는 도료 공급장치, 도료 밸브, 도료 압력조정기, 도료 탱크, 색 교체장치 등 도료계통의 모든 기기를 接地하여야 한다.

(나) 水性塗料등 傳導性塗料를 사용하여 도료경로를 절연하는 경우 도장중에 도장기로 부터 도료탱크에 이르는 도료계통이 高電壓印加部로 되는 것으로 도료절연대의 베이스와 안전방호책만을 接地할 것. 그리고 색교체 및 도료공급시는 도료절연대와 탱크를 接地棒에 의해 接地하여야 한다(〔그림 10-8〕 참조).

나. 機器等의 汚染防止덮개 接地

도장기 본체에는 汚染防止用덮개로서 絶緣性플라스틱 필름류를 부착하지 않아야 하는 데 그 이유는 덮개내에서 용제증기 또는 분체가 滯留될 경우 帶電된 필

름류로 부터 放電스파크의 발생에 의한 덮개내에서의 착화위험성을 배제하기 위해서이다. 특히 도료가 부착된 필름류는 극히 연소가 용이하고 여기에 착화될 경우 도장실의 화재를 유발하는 것으로서 사용을 금지하여야 한다. 만일 부득이하게 필름 형태의 덮개를 부착하여야 할 경우 필름류는 帶電防止處理된 반도전성 필름(帶電防止 필름류)을 사용하고 덮개는 내부에 용제증기나 粉體가 滯留하지 않도록 가능한 被服物體에 밀착하여 부착하고 이를 接地하여야 한다. 또한 덮개 표면에 도료가 부착되어 도막이 형성되면 덮개 자체가 傳導性이 반감하기 때문에 비교적 자주 교환하여야 한다. 필름의 表面漏洩抵抗置는 시험결과가 $10^9 \sim 10^{10}\ \Omega$ 정도의 것이 적절하다. 여기에서 表面漏洩抵抗置를 상기 범위로 선정한 이유는 다음과 같다. 즉 帶電防止面에서는 表面漏洩抵抗置가 $10^{11}\ \Omega$이하로서 보다 더 작은 것이 바람직하나 한편 이값이 너무 적으면 고전압의 누설 및 분무도료의 부착이 용이하여 $10^9\ \Omega$ 이상이 적절하다. 따라서 이를 만족할 수 있는 조건으로서 $10^9 \sim 10^{10}\ \Omega$의 범위를 선정하였다.

汚染防止덮개는 다음에 예시된 방법에 의해 확실하게 接地하여야 한다.

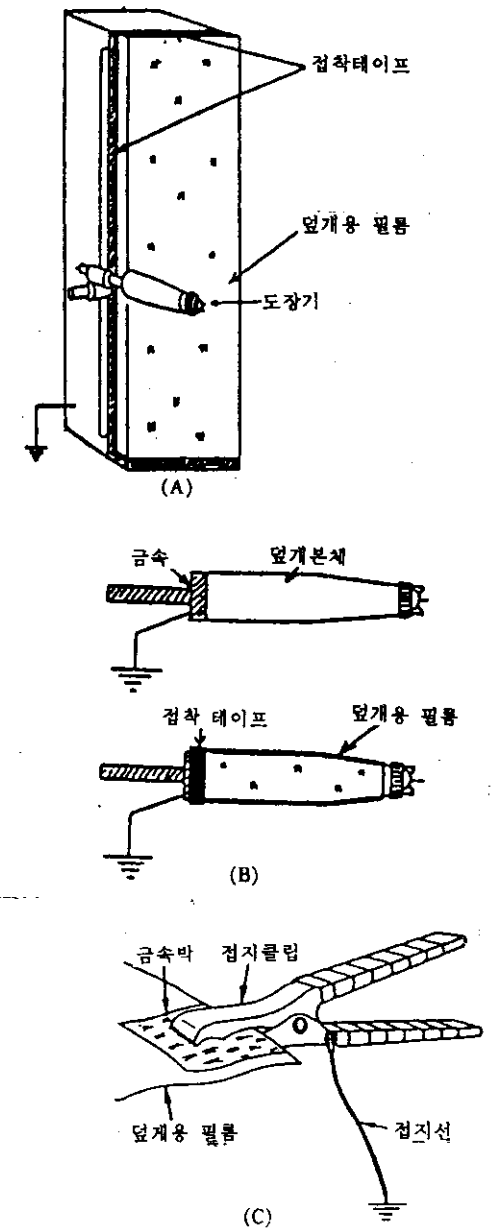
(1) 덮개용 필름면적의 20 ㎠ 이상이 接地된 傳導性材質의 표면에 밀착하도록 接着테이프 등으로 고정한다([그림 11-7, (A), (B)] 참조).

(2) 덮개용 필름의 일부를 양면으로 부터 면적 20 ㎠ 정도의 金屬箔과 接地線이 부착된 압착클립등으로 견고히 고정한다([그림 11-7, (C)]참조).

다. 펌프등의 接地

(1) 非傳導性塗料를 압송하는 펌프는 확실하게 接地하여야 한다.

(2) 메탈릭도료, 水性塗料등 傳導性塗料를 사용하여 도료경로를 절연하는 경우 펌프는 高電壓印加部로 간주하여 接地體로 부터 絶緣하여 설치하고 그 주의에 안전방호책을 설치하여야 한다.



〔그림 11-7〕 傳導性필름의 接地 예

라. 기타 機器등의 接地

(1) 자동기, 레시플로우장치, 로보트등의 케이싱, 외판등 경우에 따라 부스 내벽은 汚染防止用 덮개로서 絶緣性 플라스틱 필름류를 부착해서는 안된다.

(2) 부득이 하게 설치할 경우는 필름덮개를 다음과 같은 방법으로 부착하는 것이 바람직하다.

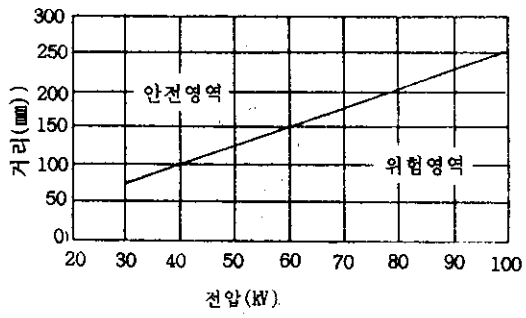
(가) 필름류는 帶電防止處理된 半傳導性필름(帶電防止필름류)를 사용하고 이를 接地하여야 한다.

(나) 필름류의 부착방법 및 交換頻度등은 도장기 덮개의 경우에 준한다.

(3) 粉體靜電塗裝에서는 부스벽에 絶緣性의 플라스틱제를 사용하여도 무방하며 앞의 (2) 규정은 조건부로 緩和될 수 있다.

5. 高電壓印加部와 接地體 사이의 安全距離

(1) 高電壓印加部와 接地體 사이에서 유지되지 않으면 안되는 最小安全距離(着火源이 되는 放電스파크를 발생하지 않는 거리)는 〔그림 11-8〕에 나타낸 직선상의 위치를 적용할 것. 특히 安全距離는 전압 10 kV 마다 25 ㎜ 이상 추가토록 한다.



〔그림 11-8〕 電壓과 安全距離의 관계

(2) [그림 11-8]의 관계는 특히 다음의 高電壓印加部에 적용하여야 한다.

(가) 回轉霧化型 塗裝機와 被塗物 및 接地體 사이

(나) 絶緣對象의 도료 탱크, 기타 機器와 接地體 사이

(3) 高抵抗을 갖춘 被塗物에 접근하면 자동적으로 전압이 降下되는 건형 도장기는 〔그림 11-8〕의 관계를 반드시 적용하지 않아도 좋다.

(4) 高電壓印加部가 絶緣物로서 被服된 고전압 케이블, 도료 호스 등에는 [그림 11-8]의 관계를 적용하지 않는다. 그러나 이러한 경우 接地體와의 거리는 靜電容量을 적게함으로서 또는 絶緣物의 絶緣被服을 방지하기 위하여 〔그림 11-8〕 관계의 1/2 정도를 확보하는 것이 좋다.

第12章 塗料 및 溶劑의 貯藏, 取扱, 分配 및 排水시스템 安全基準

1. 概要

스프레이 작업과 관련된 引火性 또는 可燃性液體의 貯藏, 取扱 및 混合등은 각종 引火性 및 可燃性液體에 관련된 법규와 다음 기준에 적합하여야 한다. 일반적으로 대규모의 도장작업을 수행하는 경우는 흔히 스프레이 장소로 부터 떨어진 별도 장소에서 도료를 貯藏하고 混合 및 공급한다. 그러나 도료를 드럼으로 소량 取扱하는 작업의 경우는 스프레이 장소 부근에서 取扱되고 압력 포트(Pressure pot), 이동용 탱크, 중력 탱크 또는 드럼 펌프에 의해서 스프레이 장소로 공급되고 있어 폭발·화재의 위험성이 높은 실정이다.

2. 貯藏(Storage)

스프레이 작업시 부근에 비치되는 引火性 또는 可燃性液體의 量은 작업을 위하여 요구되는 최소량이어야 하며 引火性 또는 可燃性液體를 이동용 용기로서 대량 貯藏할 경우는 타 중요한 건물로 부터 격리된 건물에 貯藏되고 防護되어야 한다. 이는 예방측면 뿐만 아니라 만일의 경우 폭발·화재 발생시 그 피해를 최소화한다는 방호측면에서 더욱 중요시 되어야 한다. 작업장내에 도료를 貯藏할 경우 유의해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 引火性液體를 貯藏하는 貯藏캐비닛은 한 공정내에 가능한 3 대 이상을 비치하여서는 안되며 貯藏 캐비닛 또한 임의로 제작된 것을 설치 사용하여서는 안된다.

(2) 하나의 캐비닛에 貯藏하는 量은 Class I 및 Class II 액체에 대해서는 60 gal(225 ℓ) 그리고 Class III 액체에 대하여는 120 gal(450 ℓ) 이상이 되어서는

안된다.

(3) 다량의 引火性 또는 可燃性液體는 도장작업장 부근의 외부 안전한 곳에 보관하여야 한다.

어떤 한 공정 장소내에 있는 內部貯藏室 또는 貯藏캐비닛에는 1일 또는 한 교대조가 사용할 수 있는 량, 그리고 Class IA 액체는 용기로서 25 gal(95 ℓ), Class IB, IC, II 또는 III 액체는 용기로서 120 gal(450 ℓ) 그리고 이동용 貯藏탱크로서 660 gal(2,500 ℓ)를 초과해서는 안된다.

3. 容器(Containers)

引火性 또는 可燃性液體는 최초 공급용 密閉容器, 승인된 이동용 탱크, 승인된 안전 캔 또는 적절하게 설치된 배관시스템에 의해 스프레이 도장실로 옮겨야 한다.

4. 混合(Mixing)

(1) 引火性液體의 混合은 격리된 건물 또는 차단된 전용 混合室(Mixing Room) 내에서 수행되어야 한다([그림 12-1] 참조). 즉 용기로 부터 引火性 또는 可燃性液體를 분배, 공급 및 혼합할 경우는 적절한 換氣시스템이 가동되는 混合室 또는 스프레이 장소내에서 단지 수행되어야 한다. 스프레이 장소내에서 한번 混合되는 량은 60 gal을 초과해서는 안되며, 또한 換氣시스템이 가동되어야 하고 액체의 漏出 또는 着火源에 대하여 방호될 수 있도록 적절한 주의가 주어져야 한다.

(2) 混合室은 引火性液體의 량이 2 gal/ft²(100 ℓ/㎡) 이하로서 바닥면적이 150 ft²(14 ㎡) 이하일 경우 다음 규정에 준하여 설비가 설치되면 스프레이 장소에 인접하여 배치될 수 있다.

(가) 混合室은 스프레이 장소로 부터 적어도 6 ft(1.8 m)이격되어야 한다.

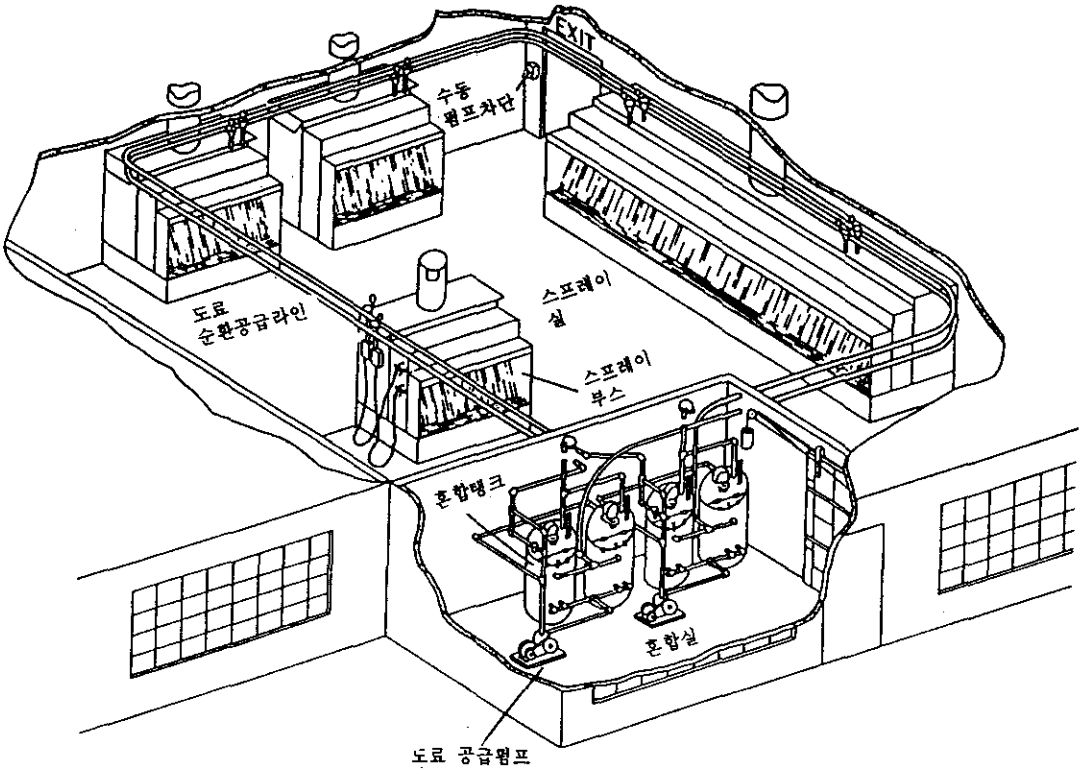
(나) 벽 및 천정구조는 1.3 ㎜ 이상의 두께를 갖는 철 또는 콘크리트, 벽돌 또는 기타 非可燃性材質이어야 한다. 그러나 알루미늄이 사용되어서 안된다.

(다) 室은 引火性液體의 漏出(Spill)을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

(라) 室은 150 cfm(4 ㎥/min)을 최저유량으로 하고 1 cfm/ft²(1 ㎥/3 ㎡) 이상의 율로서 換氣되어야 한다.

(마) 승인된 自動 火災消火시스템이 설치되어야 한다.

(3) 앞의 (1), (2)에 규정된 것을 초과하는 액체량 및 바닥 면적에 대해서는 기타 引火性 또는 可燃性液體 취급기준에 따라야 한다.



〔그림 12-1〕 水洗式 부스 및 混合室 배치도 예

5. 塗料탱크 및 펌프등

(1) 고정 도료탱크, 용제탱크 및 이젝터등의 설치장소는 도장부스 밖에 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 탱크류는 덮개를 설치하여야 한다.

(3) 공기압송식 加壓탱크에는 적절한 안전밸브를 설치하여야 한다.

(4) 탱크, 펌프등 주위에는 溶劑蒸氣 또는 粉塵을 제거하기 위하여 적절한 배기장치를 설치하여야 한다.

(5) 고정식 탱크 주위에는 溶劑蒸氣 또는 粉塵을 제거하기 위하여 적절한 배기장치를 설치하여야 한다.

(6) 粉體塗裝에 있어서 도료탱크에 호파를 설치하는 경우에는 백필타등 집진장치를 설치하고 전기기기는 防塵防爆構造로 하여야 한다.

(7) 粉體塗裝에 있어서 流動式 도료탱크를 사용할 경우에는 탱크내부에서 粉塵爆發이 일어날 수 있으므로 爆發壓力放散口를 설치하여야 한다.

(8) 펌프에는 1 차측 공급압력, 최대허용압력 또는 모타의 최대 회전수 등을 명시하여야 한다.

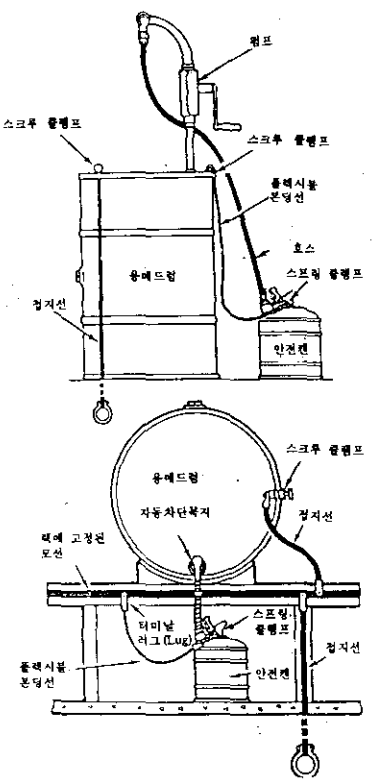
(9) 모타등 전기기기는 적절한 防爆構造로 하여야 한다.

(10) 移動式 도료 공급장치는 移動用 대차가 傳導性의 車輪을 통하여 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다. 또는 동등의 接地對策을 강구하여야 한다.

6. 分配시스템 (Distribution Systems)

(1) 密閉된 용기, 이동용 탱크, 안전 캔(Sefety cans) 또는 적절하게 배치된 배관시스템에 의해서 引火性 또는 可燃性液體가 移送되어야 한다. 개방된 용기가 移送 및 貯藏에 사용되어서는 안된다.

(2) 引火性 또는 可燃性液體가 한 용기에서 다른 용기로 分配될 때 두 용기는 靜電氣 발생을 방지하기 위하여 효과적으로 接地 및 본딩되어야 한다. (〔그림 12-2〕 참조)



〔그림 12-2〕 容器로의 分配時 接地 및 본딩 예

(3) 60 gal(225 ℓ) 이상의 용량을 갖는 용기로 부터 引火性 또는 可燃性液體를 배출할 경우는 이에 적합한 승인된 펌프를 사용하여야 한다.

예외로서 壓力容器(Pressure vessels)의 경우 그 량이 1일 작업에 필요한 량을 초과하지 않는 제한된 용량으로서 목적에 맞게 설계 및 제작된 것은 사용될 수 있다. 이들 용기에는 壓力 게이지 및 릴리이프 밸브(Relief valve)가 설치되어야 한다.

(4) 스프레이 노즐(Spray nozzles)에 공급을 위하여 사용되는 용기는 密閉된 타입이거나 또는 금속 덮개로 密閉되어야 한다. 바닥 위에 놓여지지 않는 용기는 단단한 支持構造物 위에 놓여져야 하고 전선 케이블등으로서 고정되어야 한다. 重力에 의해 스프레이 노즐에 공급되는 용기는 10 gal(38 ℓ)를 초과하지 않아야 한다.

(5) 최초 구입용 용기는 스프레이 노즐에 공급하기 위하여 공기압력이 가해져서는 안된다.

(6) 加壓되어지는 용기나 탱크는 壓力容器의 기준에 따라 제작, 검사 및 관리되어야 한다.

7. 分配시스템의 配管 및 호스

(1) 貯藏탱크, 混合室 및 스프레이 장소 사이에 引火性 또는 可燃性液體의 이송을 위한 배관시스템은 상당한 열 및 물리적인 損傷에 견딜 수 있는 抵抗性을 갖는 鐵 또는 기타 재질이어야 한다. 어떤 이유에서도 시스템이 破裂되지 않도록 설치되어야 한다. 또한 배관시스템은 적절하게 接地 및 본딩되어야 한다.

(2) 튜브와 호스가 사용되는 용기 또는 배관에는 遮斷밸브(Shut-off valve)가 설치되어야 하며 작업이 수행되지 않을 경우는 차단되어야 한다.

(3) 튜브와 호스는 사전에 검사되고 필요한 경우는 交替되어야 한다. 交替되는 튜브와 호스는 장치 제조자에 의해서 권장되는 것이어야 한다.

(4) 펌프가 제품의 운반을 위하여 사용될 경우는 배관, 튜브, 호스 및 기타 악세사리는 펌프의 최대 운전압력에 견딜 수 있도록 설계하거나 또는 펌프의 排出壓力을 제한 할 수 있는 수단이 제공되어야 한다.

(5) 원격펌프가 도료를 공급하는데 사용될 경우는 화재사고 발생시 제품의 공급을 차단할 수 있는 자동 수단이 제공되어야 한다. 즉 熱感知 또는 警報에 의해

서 펌프가 정지하도록 인터록되어야 한다.

(6) 모든 압력 튜브, 호스 및 커플링(Couplings)은 공급에 적절하도록 정기적인 간격으로 검사되어야 한다. 호스 및 커플링은 공급시는 최대 운전압력을 사용 테스트되어야 한다. 재질의 弱化, 漏出의 徵候 또는 본체 및 커플링에서의 弱化를 보이는 호스는 제거하여 보수하거나 廢棄되어야 한다.

(7) 호스의 재료는 사용하는 도료, 용제 등에 대하여 충분한 耐溶劑性 및 耐久性을 갖추어야 한다.

(8) 호스는 사용하는 도료의 압력에 대하여 충분한 耐壓力을 갖춘 것을 사용하여야 한다.

(9) 호스는 필요한 경우에 接地線을 설치하거나 또는 傳導性材質을 사용하고 이를 接地할 수 있는 구조여야 한다. 다만 외경이 40 ㎜ 이하인 호스 경우에는 도료의 漏出時에 호스의 대전에 의해 放電스파크에 의한 착화위험성이 극히 적기 때문에 絶緣性材質를 사용하여도 좋다.

(10) 傳導性塗料를 사용하여 도료계통을 接地할 수 없는 경우는 충분한 絶緣耐力을 갖춘 호스를 사용하여야 한다.

(11) 絶緣性 호스의 중간에 금속 연결부를 사용할 경우는 接地할 수 있는 구조로 하여야 한다.

(12) 호스의 支持는 기타 기기와의 摩擦 등에 의해서 손상을 받지 않는 방법으로 하여야 한다.

8. 塗料 循環裝置

(1) 동일 도료를 많은 도장기에 동시에 사용하는 설비에서는 도장부스의 외부에 도료 循環裝置를 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 도료탱크, 용제탱크 등은 通氣管이 설치된 밀폐형으로 하여야 한다.

(3) 도료탱크는 液面制御가 가능한 구조로 하는 것이 바람직하다.

(4) 塗料循環에 사용하는 부품은 모두 충분한 耐壓力性을 갖추어야 한다.

(5) 장치로 부터 도료가 漏出되지 않도록 접속부등의 기밀성에 유의하여야 한다.

(6) 탱크 및 펌프에는 接地用 端子를 설치하고 배관 등의 금속부분은 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

(7) 탱크로 도료를 되돌리는 배관은 飛沫帶電을 방지하기 위하여 液을 液中에 주입될 수 있는 구조여야 한다.

(8) 도료관내 流速은 帶電防止를 위하여 1 m/s 이하로 하여야 한다.

(9) 이상시에는 도료의 噴霧를 자동적으로 정지할 수 있는 기능을 갖추도록 하여야 한다.

9. 스프레이 液體加熱器(Spray Liquid Heaters)

液體加熱器가 사용될 경우 그 열원은 低壓스팀, 溫水 또는 전기등을 사용하는데 만일 전기가 사용되면 그것은 사용되는 특정장소에 대하여 승인된 타입이어야 한다. 加熱器는 도장부스 또는 가연성 잔류물의 沈澱이 축적되는 기타 장소에 배치되어서는 안된다. 만일 混合器(Agitators)가 사용되면 壓縮空氣, 물 또는 低壓스팀 또는 전기에 의해서 운전되어야 한다. 만일 전기모터를 사용한다면 모터는 앞에서 언급한 전기 및 기타 착화원에 대한 기준에 따라야 한다. 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.

(1) 폭발 위험장소에 있는 유니트식 電氣加熱器는 적합한 防爆構造로 할 것.

(2) 溫度調節器가 작동되지 않아 온도가 이상으로 상승하는 경우에는 히타의 熱源을 정지할 수 인터록 할 것.

(3) 사용하는 도료의 壓力에 충분히 견딜 수 있는 구조로 할 것.

10. 色 交替裝置

(1) 색 교체변은 원칙으로 空氣 作動式을 사용하지만 전자변을 폭발 위험장소에 사용하는 경우는 적합한 방폭구조로 하여야 한다.

(2) 모든 사용기기는 接地될 수 있는 구조로 하여야 한다.

(3) 색 교체장치 작동중에는 高電壓이 차단되는 기능을 갖추어야 한다.

(4) 세정용 공기배관은 세정용 용제가 逆流하지 않는 기능을 갖추어야 한다.

(5) 색교체 및 세정장치의 排液口 및 그 부근은 帶電이 용이함으로 排液호스를 확실히 고정하고 排液口는 착화위험이 없는 장소에 배치하여 필요에 따라서는 水沒되게 하여야 한다.

(6) 색교체 및 세정공정에서 공기 플로우조작을 행하는 경우는 배기구로 부터 帶電된 용제 미스트가 방출되기 때문에 착화위험이 없는 장소로 배출구를 설치하여야 한다.

11. 펌프 릴리이프(Pump Relief)

만일 인화성 또는 가연성액체가 容積形펌프(Positive displacement pumps)에 의해 스프레이 노즐에 공급되면 펌프 배출라인은 펌프 吸入管 또는 안전하게 격리된 장소로 배출할 수 있는 릴리이프 밸브가 설치되어야 한다. 또는 만일 배출압력이 시스템의 허용 운전압력을 초과하면 주요한 라인이 정지되게 인터록하여야 한다.

12. 排水(Drainage)

(1) 스프레이 실 및 드래프트 커텐(Draft curtains)에 의해 경계된 주위 장소의 통로는 4 인치(10 ㎝) 높이의 커어버(Curb) 또는 경사로(Ramp)등이 설치되

어야 하고 排水口에는 障碍物이 없어야 한다.

(2) 1 층 위에 위치한 스프레이 실의 바닥은 만일 스프레이 장치가 물에 의해 심각한 손상을 받기 쉬운 설비 위에 위치하면 물이 漏泄되지 않도록 하여야 한다.

第13章 塗裝作業 安全基準

1. 作業者의 服裝 및 保護用具

가. 安全對策

(1) 스프레이 작업은 사전에 선정된 스프레이 작업장소 외부에서 수행되어서는 안된다. 스프레이 장소에서 적용되는 이 기준의 모든 규정은 엄격하게 지켜져야 한다.

(2) 작업자 및 도장실(도장부스)내에 들어가는 사람은 靜電靴(抵抗値 10^5 ~ 10^8 Ω) 및 帶電防止 작업복을 착용하여야 한다.

(3) 靜電靴는 특히 靜電靴 밑바닥 등이 도료의 부착등으로 汚染되지 않도록 깨끗한지를 사전에 확인하여야 한다.

(4) 靜電靴는 일반 작업화와 구별하여 관리하여야 한다.

(5) 수동 건 작업자등이 착용하는 장갑은 傳導性(抵抗値 10^4 Ω 이하)의 것으로 하여야 한다.

(6) 도장실, 배합실 및 공급실등 도료나 溶劑를 취급하는 장소내에는 라이타, 성냥등 착화원이 될 수 있는 것을 휴대하지 말아야 한다.

(7) 靜電塗裝作業에 직접 종사하지 않아도 부근에서 도장 준비작업을 행하는 자도 상기에 준한다. 다만 완전히 傳導性의 遮蔽板으로 구분되어 靜電界가 미치지 않는 경우는 예외로 한다.

나. 衛生對策

(1) 도장실내에서 도장작업에 종사하는 작업자는 有機溶劑의 경우 검정합격품의 防毒마스크(유기가스용)를 그리고 粉體塗裝의 경우 防塵마스크를 착용하여

야 하며 필요에 따라 送氣마스크의 사용등 작업에 적합한 呼吸用 보호구를 원칙으로 착용하여야 한다.

(2) 작업화, 작업복, 장갑 및 呼吸用 보호구 등은 청결하게 유지관리하여야 한다.

(3) 도장실내에서 도장작업에 종사하는 작업자는 사전에 적어도 皮膚露出 부분에 보호크림을 바르는 것이 바람직하다. 뿐만 아니라 관리책임자는 보호크림이 작업자 본인의 체질에 적합한 지를 사전에 확인하여야 한다.

2. 作業環境

가. 도장실 내부

(1) 排氣裝置(局所排氣裝置등)가 규정된 풍량, 풍속의 능력을 유지하여 안전보건 측면에서 유효하게 가동되도록 관리하여야 한다.

(2) 배기 흐름방향은 원칙으로 위에서 아래로 또는 작업자측으로 부터 被塗物측으로 흐르도록 하여야 한다.

(3) 위에서 아래로의 배기방식은 송풍량과 배기량의 균형을 조정하여 氣流의 이상흐름을 방지하여야 한다.

(4) 실내의 온도와 습도를 정기적으로 측정하여 규정치의 범위를 유지하여야 한다. 온도는 15 ℃ 이상, 濕度는 液體塗裝의 경우 60 ~ 80 %, 粉體塗裝의 경우 60 % 이하로 유지하는 것이 바람직하다.

(5) 실내의 粉塵濃度는 정기적으로 측정하여 그 값을 항시 관리치 이하로 유지하는 것이 바람직하다. 다만 동절기의 작업시작시는 被塗物이나 도장기가 結露되지 않도록 온도와 습도를 조정하는데 유의하여야 한다.

(6) 실내의 유기용제 증기농도를 정기적으로 측정 관리하여야 한다.

(7) 作業照度는 被塗物에 있어 300 Lux 이상으로 하는 것이 바람직하다. 다

만 자동도장작업에서는 예외로 한다.

(8) 실내에서는 도료 용제증기의 착화원이 될 수 있는 것은 사용을 엄금하여야 한다.

(9) 실내의 모든 기기 및 도장작업에 사용하는 工具등의 금속부분은 接地하여야 한다.

(10) 실내 바닥면, 벽면등은 도료의 부착에 의한 汚染이 없을 것. 일반적으로 바닥면등에 부착된 도료에 의해 도막이 형성되면 傳導性이 상실되고 또한 自然乾燥된 도료 堆積物은 용이하게 연소함으로서 한번 여기에 착화되면 큰 화재로 발전할 위험성이 있다. 또한 도료의 종류에 따라서는 堆積物이 自然發火할 경우도 있다. 따라서 부착도료에 의한 실내의 汚染을 방지하여야 한다.

(11) 실내에는 작업상 필요한 최소량을 제외한 불필요한 도료나 용제의 용기류를 방치하지 말아야 한다. 또한 실내의 도료류는 뚜껑이 있는 금속용기에 넣어 소정장소에 비치하고 또한 용기는 接地하여야 한다.

(12) 실내에서는 기기의 汚染防止 덮개로서 絶緣性의 플라스틱 필름류를 사용하지 말아야 한다. 부득이 사용할 경우에는 帶電防止처리된 필름류를 사용하고 이를 接地하여야 한다.

(13) 실내에서 용제를 함유한 기타 불용품을 방치하지 말아야 한다.

(14) 안전표시등이나 警報裝置의 기능이 항상 적절하게 유지되어야 한다.

나. 도장실 외부

(1) 도장실 외부에도 폭발 위험성이 미치는 영역(폭발위험장소)에는 착화원으로 될 수 있는 것은 사용을 금지하여야 한다.

(2) 안전표시등이나 警報裝置類의 기능이 항상 적절하게 유지관리하여야 한다.

(3) 도료나 신나등 가연물 용기류의 일시 보관장소를 정하여 보관 가능한 품명이나 수량 및 책임자명등의 필요한 사항을 표시하여야 한다. 지정된 보관장소 이외에는 이를 비치하거나 방치하지 않아야 한다. 도료 配合에 있어서도 동일하다. 이러한 용기에는 接地등의 靜電氣對策을 강구하고 또한 덮개를 하여야 한다.

(4) 도료나 신나등이 존재하는 장소의 설비기기나 용기등에는 接地나 靜電遮蔽등 靜電氣對策을 행하여야 한다.

(5) 소화설비 및 소화기는 필요한 장소에 적정수량 비치되어야 한다.

다. 揭示 等

(1) 유기용제에 있어서의 법적 게시사항 또는 유기용제의 종류, 색별구분, 특히 高電壓등의 취급에 있어서의 주의사항을 작업장의 잘 보이는 곳에 게시하여야 한다.

(2) 선임된 유기용제 작업자의 성명을 작업장 마다 표시하여야 한다.

(3) 도장실이나 靜電塗裝機, 도료공급장치 등에는 취급책임자명을 명시하고 취급책임자 또는 인정된 작업자만이 조작을 행하여야 한다.

3. 日常 點檢整備 및 作業前 點檢

가. 작업전 점검관리

(1) 작업자는 작업 시작전에 복장, 보호구, 설비기기 등의 점검을 행하여야 한다.

(2) 점검내용은 다음 항에 규정한 「작업전 점검 체크리스트」를 기본으로 하여 각 사업장의 설비, 도료, 被塗物 등의 조건을 고려하여 각 항목의 체크리스트를 정하여야 한다.

(3) 작업자는 점검결과를 기록하고 관리책임자는 이를 확인하여야 한다.

(4) 점검결과가 이상한 경우에는 신속히 관리책임자에게 그 상황을 보고함과 동시에 시정조치하여야 한다.

나. 작업전 점검 체크리스트

液體 및 粉體靜電塗裝에서의 작업전 점검용 체크리스트는 유사한 부분이 많은 바 液體靜電塗裝에 관한 예만을 〈표 13-1〉에 나타내었다.

〈표 13-1〉 液體靜電塗裝 작업전 점검 체크리스트(예시)

구분	점 검 항 목	점검방법	판 정 기 준
작업자	1) 도장실내 작업자	육 안	사업장이 인정한 작업자일 것
	2) 제한구역내 사람 존재	육 안	없을 것
	3) 작업화	육 안	바닥이 비오염된 지정 작업화
	4) 장갑	육 안	傳導性이 확보되어 있을 것
	5) 작업복, 보호구	육 안	규정된 것으로 청결할 것
	6) 불필요한 물품 휴대	육 안	없을 것
도장실 및 그 주변	1) 도장실내	육 안	규정외의 불필요 물품 없을 것
	2) 작업대의 接地	육 안	接地線의 이상, 탈락이 없을 것
	3) 피도물의 接地	육 안	接地되어 있을 것
	4) 도료탱크등 接地	육 안	接地線의 이상, 탈락이 없을 것
	5) 각종 표시등	육 안	點滅 상항 규정준수 여부
	6) 온도·습도	계 기	규정범위 이내일 것
	7) 내벽, 바닥, 문	육 안	현저한 오염, 파손이 없을 것
	8) 공기 발란스, 풍속	계 기	정상일 것
	9) 소화설비(이동용)	육 안	소정위치에 비치되어 있을 것
	10) 소화설비(고정용)	육 안	자동·수동 교환이 규정되로 일 것
	11) 도장실 배기 세정수	육 안	규정량을 유지할 것
도장장치	1) 기기	육 안	파손,오염,이상음등이 없을 것
	2) 도료 및 공기 호스	육 안	파손,오염, 누출부 없을 것
	3) 도료압력, 토출량	계 기	규정치일 것
	4) 공기압력	계 기	규정치일 것
	5) 장치의 結露	육 안	없을 것
	6) 안전장치, 인터록등	육 안	규정상태로 되어 있을 것

다. 일상 점검정비

(1) 에어레스(Airless) 스프레이를 이용하는 작업에서 인화성 또는 가연성물질을 移送하는 高壓호스(High pressure hose)는 자주 검사되고 적절하게 보수되어야 한다. 기타 도장작업에 있어서도 주기적인 검사에 의해 필요시는 플라스틱 튜브 및 호스등은 交替되어야 한다. 그리고 호스 및 장치는 漏出이나 破裂 사고시 취급물질이 착화원 갖는 어떤 공간으로 배출되지 않도록 위치를 선정하여야 한다.

(2) 공기 흐름이 심하게 억제되기 전에 오버스프레이용 集塵필터를 交替할 수 있도록 정비절차가 확립되어 있어야 한다. 이 集塵機는 각 사용 기간 후에 즉시 검사하여 막혀진 필터는 廢棄 및 交替하여야 한다. 모든 廢棄되는 集塵 필터는 즉시 안전한 격리된 장소로 옮기고 물이 채워진 금속용기에 넣어져 물속에 완전하게 보관되지 않는한 매일 작업 종료시 廢棄하여야 한다.

4. 塗裝作業

가. 작업자

(1) 인정된 작업자 및 허가된 관계자 이외는 도장실 또는 그 부근으로 들어가는 것을 금지하여야 한다.

(2) 관리책임자는 작업 개시전에 작업자의 인원수를 확인하여야 한다.

(3) 도장실내 출입자의 성명 및 인원수가 항상 명확하게 파악되어 있어야 한다.

(4) 작업자는 작업전에 복장, 보호구 등이 적절한 지를 재점검하여야 한다.

(5) 불필요한 물품을 도장실내에 가지고 들어가지 않도록 엄금하고 이를 확인점검 하여야 한다.

나. 도장실내의 입실

(1) 도장실내의 排氣裝置등이 정상으로 작동하여 충분히 換氣된 후에 入室하여야 한다.

(2) 작업자가 도장실내로 入室하고 있는 사이에 감시인을 배치. 入室者의 안전을 확인하는 것이 바람직하다.

(3) 작업자 등이 入室하는 경우는 인체에 축적된 靜電氣를 接地棒 등을 이용. 사전에 제거하여야 한다.

다. 작업단 취급등

(1) 불필요한 물품, 특히 도료나 용제의 용기류를 도장실내에 일시 보관하거나 방치하지 않도록 재확인하여야 한다.

(2) 도장물은 확실히 接地하여야 한다.

(3) 도장실내의 보조금구, 용기, 작업대등의 傳導性 물체는 확실히 接地하여야 한다.

(4) 도장 건 본체 및 그 주변 기기는 絶緣性 플라스틱 필름류에 의한 汚染防止 덮개를 설치하지 않는다. 부득이 설치할 경우는 帶電防止處理를 실시하거나 소정의 표면 漏洩抵抗値를 갖는 필름류를 사용하고 이를 接地하여야 한다.

(5) 도장기 先端(高電壓印加部)과 被塗物 또는 接地體와의 안전거리(착화원에 의한 放電스파크를 발생하지 않는 거리)는 앞의 [그림 11-8]에 나타낸 安全領域의 범위이어야 한다. 다만 被塗物에 근접하면 자동적으로 전압이 강하하는 건형도장기는 [그림 11-8]의 관계를 반드시 적용하지 않아도 좋다.

(6) 도장기 噴射노즐 등의 청정도를 재확인하여야 한다.

(7) 에어레스 도장기에서는 노즐의 안전장치를 잠근 후 행하여야 한다.

(8) 분사노즐의 개도 및 각도를 적절히 하여야 한다.

(9) 도장기 본체 및 이를 接地하는 도료 호오스나 고전압케이블은 항상 안전한 동작을 갖도록 그 부착상태가 이상이 없는 것을 확인하여야 한다.

(10) 도료 호스나 고전압케이블의 가동부를 도장실의 벽면이나 바닥면, 被塗物등에 접촉되지 않을 것. 또한 무리한 인장이나 굽힘을 행하지 말아야 한다.

(11) 수동 건의 경우 도장기의 방아쇠를 작동시켜 고전압이 "入", "切" 될 것. 그리고 그 표시가 바른지를 확인하여야 한다.

(12) 도료용 히타의 전원은 도료가 循環되고 있는 상태에서 입력하도록 하는 것이 바람직하다.

라. 도료의 보급

(1) 靜電塗裝을 행하고 있는 부근에서 도료공급이나 신나 첨가등을 행하는 경우는 고전압전원을 차단하여야 한다. 다만 도료탱크가 靜電界의 밖에 있는 경우 또는 전자동 보급시스템의 경우는 예외로 한다.

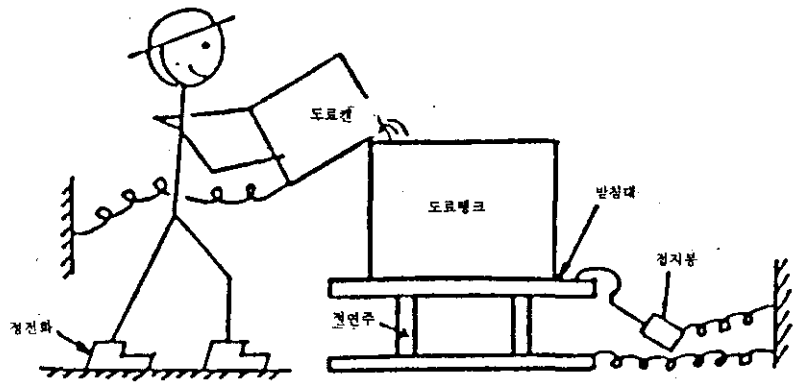
(2) 도료탱크, 펌프, 도료관 등의 모든 관련기기는 接地를 재확인하여야 한다.

(3) 작업자는 靜電靴, 帶電防止 작업복 및 필요에 따라 防毒마스크(유기가스용)을 착용하여야 한다.

(4) 도료, 신나 등의 보급을 인력으로 행할 경우는 탱크내벽에 천천히 주입되도록 하여 액의 亂流나 流動에 의한 靜電氣 발생을 방지하여야 한다.

(5) 加壓 도료탱크에 도료를 보급하는 경우는 공기계통을 차단하고 殘壓을 제거하고 행하여야 한다.

(6) 傳導性塗料등의 絶緣탱크는 接地棒을 상시 비치하고 이를 이용하여 도료보급전에 接地하여야 한다([그림 13-1] 참조).



〔그림 13-1〕 傳導性塗料의 탱크 보급

마. 도장작업

(1) 「高電壓通電中」등의 안전표시등을 확인하여야 한다.

(2) 고전압은 도장작업중에만 印加하여야 한다.

(3) 수동 건 작업에서는 도장이 先端側을 인체에 근접시키지 말아야 한다.

(4) 수동 건은 도장작업 이외에는 소정위치의 홀더등에 비치하여 落下나 破損을 방지하여야 한다.

(5) 回轉部나 驅動部는 손으로 접촉하지 말아야 한다.

(6) 도장작업중은 도장실의 문이나 창을 열어두지 말아야 한다.

(7) 도장기 先端과 被塗物 또는 接地體와의 거리는 상시 정해진 규정을 유지하여야 한다.

(8) 규정의 도막두께를 초과하여 도장을 행하지 않도록 유의하여야 한다.

(9) 도장작업중에 도료의 霧化狀態나 건의 작동상태를 확인하는 경우 또는 色交替작업시에 건을 被塗物 이외(바닥, 허공 등)으로 곳으로 향하여 테스트 스프레이 등을 행할 경우는 건 先端과 接地體와의 거리를 적어도 250 mm 이상으로

유지하여야 한다.

(10) 高電壓回路의 電壓設定値 및 過電流檢出裝置의 電流設定値는 함부로 증대시키지 말아야 한다.

바. 混合사용 금지

스프레이 부스는 다른 종류의 코팅물질이 交代로 사용되어서는 안된다. 즉 물질의 혼합은 自然發火를 유발할 수 있기 때문이다. 두번째 사용되는 물질이 스프레이 되기전에 처음에 사용된 물질의 모든 沈澱物이 부스 및 배기닥트로 부터 제거되지 않는한 이와 같은 현상이 초래될 수 있다. 위험한 混用物質의 예는 다음과 같다.

(1) 니트로셀룰로오스 락카(Nitrocellulose lacquers) 침천물과 건조 오일(Drying oil), 즉 바니쉬, Oil-based stains, 에나멜, 프라이머등의 접촉

(2) 酸化 또는 漂白力이 있는 화합물, 즉 과산화수소, Hypochlorites, Perchlorates 등과 유기물질의 접촉

(3) 특히 漂白力이 있는 화합물(과산화수소, Hydrochlite, Perchorates) 또는 기타 酸化性化合物이 사용될 경우 스프레이 부스는 오로지 이 물질만을 사용하여야 한다.

사. 鹽化物 溶媒(Chlorinated solvents) 사용금지

만일 鹽化物 溶媒가 배관 시스템, 펌프, 밀폐된 용기 또는 위험한 반응에 의해 압력이 상승될 수 있는 어떤 밀폐된 곳에서 알루미늄과 접촉할 수 있다면 鹽化物 溶媒를 함유하는 도장물질은 스프레이 또는 유체 취급장치에 사용하여서는 안된다. 이것은 용기 또는 시스템이 압력 릴리이프 장치를 갖는 경우에도 적용된다.

아. 色交替 작업(수동 건의 경우)

(1) 고전압 스위치를 차단하여야 한다.

(2) 前色塗料 호스를 건의 접속부로 부터 밖으로 들어내어 호스를 소정의 위치에 비치하여야 한다.

(3) 洗淨用 신나 호스를 건에 접속하여 수초간 噴霧하고 건 내부의 도료경로를 洗淨하여야 한다. 이 경우 건을 바닥면이나 수막벽으로 향하게 하면 이러한 건 先端과의 거리는 적어도 250 ㎜ 이상을 유지하여야 한다. 뿐만 아니라 신나 洗淨時는 霧化空氣를 차단하는 것이 바람직하다.

(4) 洗淨作業 종료후 신나 호스를 밖으로 들어내어 소정의 위치에 놓게 필요에 따라 공기 호스를 접속하여 공기 퍼어지를 행할 것. 그 후 다음 색도료 호스를 건에 접속한다.

(5) 다음 색도료 호스를 접속후 수초간 데스트 스프레이하고 前色塗料가 잔존하지 않음을 확인하여야 한다.

(6) 일련의 色交替 작업이 종료된 후 고전압 스위치를 넣을 것.

(7) 수동 건에 자동 色交替裝置를 사용할 경우는 기본적인 수순 및 주의사항은 앞에서 기술하였다.

자. 도장작업중의 감시

(1) 배기장치등이 정상으로 작동하고 있는 지의 여부, 특히 물펌프와 수막벽의 이상 및 수조의 수량등에 주의하여야 한다.

(2) 행거나 被塗物등에 스파크 현상이나 汚染의 발생 여부를 확인하여야 한다.

(3) 被塗物의 反轉 및 回轉裝置가 정상으로 작동하여야 한다.

(4) 이상한 냄새, 音, 振動등이 없어야 한다.

(5) 도장실내의 온도 및 濕度가 규정된 관리값을 유지하여야 한다.

(6) 도료, 용제 및 증기등의 漏出이 없어야 한다.

(7) 안전표시등의 표시상황이 정상으로 있어야 한다.

(8) 배기장치 탱크내의 부착도료의 自然發熱 및 용제증기 吸着用의 活性炭層의 異常發熱등에도 주의하여야 한다. 뿐만 아니라 이러한 현상은 작업정지 후인 야간에 일어나는 경우가 많은 바 특히 주지시켜야 한다.

차. 도장작업 완료

(1) 고전압 전원을 차단하여야 한다.

(2) 에어레스 도장기에서는 안전장치를 잠구어야 한다.

(3) 수지 건 및 호스는 소정에 위치에 두어야 한다.

(4) 도료공급 펌프를 정지 및 도료공급 경로의 밸브류를 닫을 것. 단 도료循環供給시스템 또는 도료에 따라서는 펌프 정지나 밸브차단이 불가능한 경우도 있는 바 이 경우에는 충분한 耐壓性을 갖는 호스를 사용하고 또한 견고히 접속하여야 한다.

(5) 수동 건의 내부는 洗淨用 신나와 공기에 의해 洗淨을 행하여야 한다.

(6) 자동 건에 있어서도 色交替裝置 부터 건 先端까지의 도료경로의 洗淨을 행하여야 한다.

카. 도장실의 청소 및 정리

(1) 모든 스프레이 작업장소는 만일 필요하다면 매일 청소를 실시함으로서 가연성 殘留物의 침전물이 蓄積되지 않도록 관리하여야 한다. 가연성 덮개(얇은 종이, 플라스틱 등)가 스프레이 장소에서 청소작업을 쉽게하기 위해서 사용될 수 있다. 만일 부스, 닥트 또는 닥트 배출지점 또는 다른 스프레이 장소내에 過剩으

로 殘留物이 蓄積될 경우 모든 스프레이 작업은 상태가 수정될 때 까지 중단되어야 한다. 따라서 실내의 汚染상태에 따라 청소, 정리의 頻度를 결정하고 이를 준수하여야 한다.

(2) 스프레이 부스는 모든 부분이 청소를 위하여 쉽게 접근할 수 있도록 설치되어야 한다. 모든 측면에서 적어도 3 ft(1 m)의 공간이 저장소 또는 가연성 구조물로 부터 유지되어야 한다.

(3) 고전압전원의 차단을 확인하여야 한다.

(4) 도장기, 도료 공급장치, 압축공기 공급장치, 被塗物 운송장치등 가동부의 정지를 확인하여야 한다.

(5) 制御盤에는 「청소중 조작금지」등의 표지를 부착하여야 한다.

(6) 배기장치의 작동을 확인하여야 한다.

(7) 작업자는 傳導性을 갖는 耐溶劑性의 장갑 또는 필요에 따라 防毒마스크(유기가스용)을 착용하여야 한다.

(8) 청소를 위한 용구 및 공구는 다음 규정에 준하여 사용하여야 한다.

(가) 청소용으로 사용되는 스크레이프(Scrapers) 스펏(Spuds), 브러시등은 非鐵 또는 無火花性材質로 제작된 것을 사용하여야 한다.

(나) 衝擊 또는 摩擦에 의해 스파크 발생이나 가열이 없는 것을 사용한다.

(다) 청소용 전기기기는 적합한 防爆構造의 것을 사용한다. 예를들면 일반 眞空청소기의 사용은 금지한다.

(라) 工具類는 無火花性 工具를 사용한다.

(9) 바닥이나 벽면에 부착된 도료를 제거하기 위해서 부득이 실온에서 인화성이 있는 용제(인화점이 실온이하의 가연성액체)를 사용할 경우에는 착화방지를 위하여 특히 다음 점을 준수하여야 한다.

(가) 작업자 자신 및 주위 모든 기기가 接地되어 있는지를 확인하여야 한다.

(나) 벽면 및 바닥면에 용제를 흘려 브러시 등으로 세척하는 것을 금지.

(10) 바닥의 傳導性 매트 등에 부착된 도료등에 의해 汚染이 현저하고 청소가 곤란한 경우는 교환하여야 한다.

(11) 배기장치 吸入口의 필터는 도료에 의해 막히지 않도록 정기적으로 교환하고 또한 吸入口 주변은 항상 청소하여야 한다.

(12) 기기의 汚染防止 덮개로서 帶電防止處理된 필름류를 사용하고 있는 경우에는 汚染되면 교환하여야 한다.

(13) 被塗物의 接地를 확실히 하기 위해서 레일등에 물을 흐르게 하는 경우에는 청소후 물의 정상 흐름을 확인하여야 한다.

(14) 청소후에 실내의 정리, 정돈을 행하여야 한다. 回收된 도료나 걸레 도는 청소용구등을 방치하지 말아야 한다. 정해진 방법으로 소정장소에 보관하고 특히 용제로 汚染된 걸레 등은 뚜껑이 있는 용기에 넣어 보관할 것. 또는 도료의 빈캔 등 불필요한 것을 실내에 방치하지 않도록 확인하여야 한다.

(15) 특히 常溫乾燥形 도료의 堆積物은 自然發火가 용이한 것으로 燒却處理하는 것이 바람직하다.

타. 殘留物 廢棄

(1) 殘留物로 汚染된 殘留쓰레기(Scrapings) 및 殘骸(Debris)는 그 건물로부터 즉시 제거되어야 하고 적절하게 폐기되어야 한다.

(2) 걸레조각 또는 廢棄物에 도료물질이 함침되는 장소에는 승인된 금속 폐기물을 넣는 캔이 비치되어야 한다. 그리고 이같은 모든 걸레조각과 廢棄物은 사용후에 즉시 그 속에 보관해야 한다. 廢棄物 저장 캔의 내용물은 적어도 매일 한 번 또는 한 교대조가 끝날 때 적절하게 廢棄되어야 한다.

파. 화기사용 작업금지

鎔接·鎔斷, 가열 또는 그라인딩(Grinding) 장치를 사용하는 정비작업을 수행할 때는 적절한 소화기를 비치하고 관리감독자의 책임하에서 수행되어야 한다.

5. 有機過酸化物 및 二液性塗料 塗裝

가. 적합성

有機過酸化物 및 기타 2 액성도료의 사용을 포함하는 모든 스프레이 작업은 이 규정의 요구에 따라 승인된 스프링쿨러가 설치된 스프레이 부스에서 수행되어야 한다.

나. 전용 도장장치 사용

어떤 외부물질과 有機過酸化物 開始劑와의 汚染을 방지하기 위하여 언제나 주의가 주어져야 한다. 有機過酸化物을 사용하도록 특별하게 제작된 스프레이 건과 관련 취급장치 만이 사용되어야 한다. 격리된 유체 취급장치는 樹脂(Resin) 및 觸媒에 대하여 사용되어야 한다. 그리고 그들은 서로 교대로 사용되어서는 안된다.

다. 混合防止

도장물질의 센딩(Sanding), 스프레이 작업으로 부터 초래되는 분진 또는 오버스프레이 잔류물과 有機過酸化物과의 汚染防止에 유의하도록 훈련되어야 한다. 이같은 혼합은 自然發火 또는 화재를 초래할 수 있다.

라. 漏出時 조치

모든 엎질러진 過酸化物은 그곳에 잔류되지 않도록 신속하게 제거되어야 한다.

엎질러진 물질은 비가연성 吸收劑를 사용 吸收할 수 있으며 다음에 제조자가 권장하는 방법에 의해 신속하게 폐기하여야 한다.

마. 有機過酸化物 취급

(1) 有機過酸化物은 차거운 격리된 장소에 저장되어야 한다. 가능한 다른 도료물질과 분리, 격리된 건물이 적당하다. 단지 적절한 용기에 매일 요구되는 최소량이 공정장소에 공급되어야 한다. 당일 작업 종료시에 未混合된 有機過酸化物은 有機過酸化物 저장장소로 보내어져야 한다. 이 물질은 최초의 용기에 되돌려 져서는 안된다. 有機過酸化物은 스팀 파이프, 라디에이터, 裸火, 스파크 및 태양열을 포함하는 모든 열원으로 부터 격리되어야 한다.

(2) 熱分解 및 격렬한 반응을 할 수 있는 有機過酸化物은 衝擊 및 摩擦을 피하기 위하여 작업자에게 취급 훈련을 실시해야 한다.

(3) 有機過酸化物은 격렬한 分解 및 폭발이 초래될 수 있기 때문에 어떤 코발트 화합물 또는 기타 促進劑와 직접 혼합되어서는 안된다. 이 같은 우발적인 혼합 가능성을 최소화하기 위하여 이들 물질은 서로 인접하게 저장되어서는 안된다.

바. 吸煙

吸煙은 금지되어야 한다. 그리고 「禁煙」 표지를 잘 보이는 장소에 부착하여 한다.

사. 취급자

有機過酸化物을 사용 및 취급하기 위해서 훈련된 책임자에 의해서 만이 이 물질의 사용이 허용되어야 한다. 그리고 有機過酸化物이 저장, 혼합 또는 이용되는

장소에서는 단지 無火花性工具가 사용되어야 한다.

6. 異常事態 發生時의 對處

가. 이상사태 발생시의 행동

(1) 이상사태가 발생한 경우는 바로 작업을 중지하여야 한다.

(2) 다음에 관리책임자에게 긴급 보고하는 등 규정된 비상시 행동요령에 따라 정확하고 신속하게 대처하여야 한다.

나. 설비기기의 이상발생시

(1) 고전압 전원을 차단한다.

(2) 被塗物 운송장치 및 도장장치의 작동을 정지시킨다.

(3) 배기장치 등은 원칙적으로 운전을 계속 유지시킨다.

(4) 이상의 처치를 행한 후에 원인조사를 위하여 점검을 개시한다.

다. 停電時

(1) 고전압 전원을 차단한다.

(2) 배기장치등은 非常用 전원으로 운전하는 것이 바람직하다.

(3) 가능한 일찍 도장실로 부터 나온다.

라. 화재발생시

(1) 고전압 전원을 차단한다.

(2) 被塗物 운반장치 및 도장장치의 작동을 정지시킨다.

(3) 관리책임자의 긴급보고등 규정된 행동요령에 의해 상황의 전달을 행한다.

(4) 출화장소의 확인을 행한후 초기소화를 위하여 소화설비의 시동을 행한다.

(5) 도장실 밖으로 탈출한다.

(6) 배기장치의 작동을 정지하고 또한 배기댐퍼를 갖춘 설비에서는 소손방지를 위하여 열어둔다.

(7) 필요에 따라 避難場所로 이동한다.

7. 機器의 洗淨

가. 공통사항

(1) 고전압 전원을 차단하여야 한다.

(2) 도료 공급장치가 정지상태에 있어야 한다.

(3) 배기장치가 작동하고 있어야 한다.

(4) 接地棒등에 의해 기기류의 殘留電荷를 사전에 완전히 제거하여야 한다.

(5) 작업자는 필요에 따라서 防毒마스크를 착용하여야 한다.

(6) 장갑은 傳導性을 갖는 耐溶劑性의 것을 사용하여야 한다.

(7) 브러시류는 비금속제의 것을 사용하여야 한다.

(8) 걸레는 목면제가 바람직하다.

(9) 洗淨에 사용하는 용제는 일반적으로 실온에서 인화성을 갖고 있는 것(인화점이 실온이하)으로 그 주변에 착화원이 존재하면 즉시 착화하여 화재가 발생될 수 있어 이에 대처하여야 한다.

(10) 洗淨 후에 機器類에 잔존하는 용제는 빠르게 건조된 걸레등으로 닦아야 한다.

(11) 도장실내에서의 洗淨作業은 최소한으로 하고 가능한 도장실 밖의 소정장소에서 행하여야 한다.

(12) 작업종료후에 洗淨에 사용한 걸레나 용제용기 등을 도장실내에 방치하지 말고 규정된 방법으로 소정의 장소에 보관하여야 한다.

나. 세척 용매(Cleaning solvents)

洗淨作業을 위하여 사용되는 용매는 100 °F(37.8 ℃) 이상의 인화점을 갖는 것으로 제한되어야 한다. 그렇지만 스프레이 노즐(Spray nozzles) 및 보조장치(Auxiliary equipment)의 세척을 위해서는 스프레이 작업에서 통상 사용되는 것보다 높은 인화점을 갖는 용매가 사용될 수 있다. 이같이 인화성 또는 가연성을 갖는 용매를 이용한 세척작업은 洗淨作業중에 換氣裝置가 가동되는 스프레이 부스내에서 또는 기타 적절하게 환기되는 장소에서 수행되어야 한다.

다. 도장기

(1) 노즐부분에 부착된 도료가스는 용제가 침투한 걸레 또는 필요에 따라 브러시로서 제거할 것. 이 경우는 걸레나 브러시는 깨끗한 것으로 사용하여야 한다.

(2) 노즐이외의 본체부분, 연결부분, 도장기 驅動裝置 등은 용제를 침투한 걸레나 브러시로서 청소하여야 한다.

(3) 스프레이 건에서 霧化시킨 용제를 스프레이하여 행하는 洗淨은 원칙적으로 행하지 말아야 한다.

(4) 부득이 스프레이 洗淨을 행할 경우에는 용제의 착화위험과 작업자의 중독위험을 방지하기 위하여 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 배기장치등의 작동에 의해 환기가 행하여지고 있는 것을 재확인하여야 한다.

(나) 작업자 자신 및 洗淨하는 기기, 주변기기의 모든 接地된 것을 재확인하여야 한다.

(다) 霧化되는 용제는 최소량으로 하여야 한다.

(라) 주변기기내로 霧化溶劑의 침입을 방지하여야 한다.

(5) 도장기 헤드(수동 건등)는 절대 용제중에 담겨지지 않아야 한다.

(6) 특히 回轉霧化型 도장기에서는 무화수부의 殘留電荷를 接地에 의해 제거하여 洗淨作業을 행하여야 한다.

라. 도료물 운반장치

(1) 행거나 대차에는 건조된 도료가스의 부착이 많으며 적절한 시기에 도장실외의 소정장소로 운반하여 제거작업을 행하여야 한다.

(2) 부득이 도장실내 또는 그 주변에서 汚染物을 제거할 경우는 용제의 사용을 금지하고 착화 위험성이 없는 방법으로 제거하여야 한다.

(3) 대차 레일의 급수부분에 滯留된 도료가스 등에 의한 汚染을 제거할 것. 특히 급수구의 막힘에 주의하여야 한다.

마. 도료 호스등

(1) 도료호스나 고전압케이블의 외부에 부착된 도료등은 용제를 묻힌 걸레로서 洗淨하여야 한다. 뿐만 아니라 洗淨 후는 신속하게 건조된 걸레로서 닦아야 한다.

(2) 도료경로내에 부착된 도료등의 汚染은 표출부의 안전성을 확인한 후에 용제 및 필요에 따라 加壓空氣를 통하여 洗淨하여야 한다.

8. 作業終了時 點檢

가. 종료시 점검관리

(1) 작업자는 종업시에 보호구, 설비기기등의 점검을 행하여야 한다.

(2) 점검내용은 다음 항에 규정된 종료시 점검 체크리스트를 기본으로 하여 각 사업장의 설비, 도료, 被塗物 등의 조건을 고려하여 각 항목의 체크리스트를 정하여야 한다.

(3) 작업자는 점검결과를 기록하고 관리책임자는 이를 확인할 것. 이 기록은 필요에 따라서 보관하여야 한다.

(4) 점검결과가 이상한 경우에는 신속히 관리책임자에게 이 상황을 보고함과 동시에 시정조치를 행하여야 한다.

나. 종료시 점검 체크리스트

液體 및 粉體靜電塗裝에서의 작업 종료시 점검용 체크리스트는 유사한 부분이 많은 바 액체정전도장에 관한 예 만을 〈표 13-2〉에 나타내었다.

〈표 13-2〉 液體靜電塗裝 종료시 점검 체크리스트(예시)

구분	점 검 항 목	점검방법	판 정 기 준
작	1) 도장실내 작업자	육 안	없을 것
업	2) 작업복, 보호구	육 안	현저한 오염이 없을 것
자	3) 신체 이상	육 안	정상일 것
도	1) 가동 설비	육 안	원칙으로 '切,閉,停止' 상태일 것
장	2) 조명	육 안	원칙으로 '切' 상태일 것
실	3) 피도물	육 안	원칙으로 부스내에 없을 것
	4) 도장실 내벽, 바닥등	육 안	현저한 오염, 파손이 없을 것
및	5) 각종 표시등	육 안	點滅狀態가 규정과 같을 것
	6) 도료탱크등	육 안	지정된 장소에 덮혀있을 것
그	7) 작업대등	육 안	지정된 장소에 있을 것
	8) 接地線	육 안	판손, 탈락 없이 정상일 것
주	9) 소화설비(이동용)	육 안	소정위치에 비치되어 있을 것
변	10) 소화설비(고정용)	육 안	자동·수동 교환이 규정되로 일 것
	1) 건형도장기·회전무화 형 도장기등	육 안	원칙으로 '切,閉' 상태로서오염 되어 있지 않을 것
도	2) 도료 호스 및 공기 호스	육 안	원칙으로 '切,閉' 상태로서 도
장			료나 공기의 누설이 없고 현저
			히 오염되어 있지 않을 것, 소

구분	점 검 항 목	점검방법	판 정 기 준
장			정의 위치에 비치되어 있을 것
	3) 각종 표시등	육 안	점멸상태가 규정되로 일 것
치	4) 자동도장기	육 안	소정의 위치에 있을 것
	5) 도료 호스	육 안	내용물이 제거되어 도료나 신나등이 잔존하지 않을 것

9. 作業 終了

가. 퇴장 확인등

(1) 도장실의 최종 퇴청자는 도장실로 부터 모든 작업자가 퇴장했는 지를 확인하여야 한다.

(2) 도장장치의 정지등 설비기기가 정상상태에 있는지 확인하여야 한다.

나. 被服 관리

스프레이되는 물질로 汚染된 작업자의 피복은 금속장에 반드시 보관되어야 한다.

第14章 結 論

도장작업은 대부분 引火性液體 또는 可燃性粉體를 사용하고 있기 때문에 폭발·화재의 위험성이 특히 높은 작업중의 하나로서 각종 제조업에서 이를 많이 수행하고 있으며, 최근에는 도장설비가 自動化 및 大形化되어 가고 있고 또한 도장작업과 관련하여 重大災害가 증가하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도장작업으로 인한 폭발·화재를 豫防 및 防護함으로서 重大災害를 방지하고자 이들 취급사업장에 대한 현장실태를 조사하고 또한 도장작업과 관련된 폭발·화재에 의한 重大災害 事例등을 조사 분석하여 대책을 제시하고자 하였는바 그 중요한 문제점은 다음과 같다.

(1) 密閉式 도장부스의 경우 내부에 塗料混合 탱크 또는 펌프를 설치하여 사용하는 사업장이 33.3 %, 그리고 필터 패더(Filter pads) 등의 汚染狀態를 체크할 수 있는 差壓計 등을 설치하지 않은 사업장이 66.7 %, 塗裝 및 乾燥를 겸용으로 사용하는 사업장이 21.4 % 그리고 도장부스를 接地하지 않은 사업장이 35.7 % 등 앞의 실태조사에서 나타난 바와 같이 설비상에 문제가 있는 사업장이 많다.

(2) 換氣시스템의 경우 蒸氣濃度를 爆發下限界의 25 % 이하로 체크 또는 관리하지 않는 사업장이 64.3 %, 도장부스와 乾燥機의 닥트를 연결 사용하는 사업장이 35.7 % 그리고 배풍기의 停止 또는 缺陷時 자동 도장장치가 停止되게 인터록을 장치하지 않은 사업장, 배풍기의 모터가 부스 또는 닥트내부에 설치된 사업장, 도장 부스의 排氣닥트를 乾燥設備의 排氣닥터에 연결한 사업장, 排氣닥트를 非傳導性材質을 사용하거나 接地 및 본딩하지 않은 사업장등 설비상에 결함이 있는 사업장이 많다.

(3) 塗料供給 및 混合設備의 경우 도료 및 신나를 현장 최종 사용장소에 다량(2 일분 이상)으로 보관하는 사업장이 50 % 그리고 작업장내 도장부스 외부에서 도료를 混合供給하는 사업장 및 非防爆形 수동 소형모터 혼합기를 混合時에 사용하는 사업장이 많다.

(4) 電氣 및 機械設備의 경우 부스내에 非防爆形 電氣機械器具를 사용하는 사업장, 설비 및 장치를 接地 및 본딩하지 않은 사업장이 많다.

(5) 도장작업과 관련하여 부스내에 미사용 도료 캔이나 사용중인 도료캔을 보관하는 사업장이 44.4 %, 靜電靴 및 帶電防止服을 착용하지 않는 사업장이 78.6 %, 防毒마스크 등 呼吸用 保護具를 착용하지 않는 사업장이 21.4 %, 無火花性 防爆形工具를 사용하지 않는 사업장이 57.1 % 그리고 도료를 용기나 混合탱크 등에 주입시 이들 용기나 탱크를 서로 接地하지 않는 사업장이 42.9 % 등으로서 작업방법 및 관리상에 문제가 있는 사업장이 많다.

(6) 도장작업 관련 폭발·화재는 앞에서 제시된 重大災害 事例에서도 나타난 바와 같이 機械, 金屬, 電氣·電子 및 造船製造業體等 非化學製品 製造業體에서 많이 발생하고 있으며 특히 이들 업체에 종사하는 근로자는 폭발·화재에 관련된 안전지식이 부족한 실정이다.

이상과 같은 문제점에 의하면 도장작업과 관련된 폭발·화재로 인한 재해, 즉 重大災害가 아닌 일반재해나 경제적 손실재해는 아주 많을 것으로 推定되며 이에 대한 대책으로서 다음 사항이 고려되는 것이 바람직할 것이다.

(1) 도장부스 등 설비관련 기술기준 제정

(2) 도장설비에 대한 有害·危險防止 事項에 관한 計劃書 등의 提出 및 審査

(3) 도장설비 및 장치에 대한 自體檢査 실시

(4) 도장작업에 대한 사업장에서의 自體教育 強化 및 내실화

(5) 도장설비는 위험물 취급설비이나 설비에 대한 豫防 및 防護裝置 설치기술 및 인식이 아주 부족한 실정으로서 설비제작업체 및 사용업체 등에 대한 집중적인 기술지도 실시

아울러 상기에서 지적한 문제점과 대책을 충분히 고려하고 본 보고서에서 제시된 각종 豫防 및 防護시스템을 검토하여 도장작업을 수행하는 사업장이나 도장설비를 製作, 設置하는 사업장에서는 取扱工程이나 取扱物質의 特性을 감안, 적절한 시스템을 설치하여 안전하게 사용함으로서 재해방지에 스스로 노력하여야 할 것이며 차후 본 보고서의 내용을 토대로 국내실정에 적합한 安全基準이 제정되고 본 내용이 현장기술지도 및 진단시에 활용됨으로서 재해방지에 기여할 수 있기를 기대한다.

參 考 文 獻

1. 松谷守康, 塗裝實務핸드북, 圖書出版 世和, pp. 157~198(1990)
2. 이우성역, 도장기술, 대광서림, pp. 96~113(1989)
3. 吉田豊彦, 塗裝の事典, 朝倉書店, 東京, pp 106~165(1989)
4. 村上悠紀雄, 危險化學物質の 取扱いと 安全管理, 三共出版, 東京, pp. 208~211 (1987)
5. 松本十九, 新塗料辭典, 技報堂出版(株), 東京, pp. 365~401(1992)
6. 中央勞動災害防止協會, 靜電塗裝作業における 安全衛生對策, 調査研究委員會 報告書, pp. 22~139(1991)
7. National Fire Protection Association, "NFPA 33, Standard for Spray Applications Using Flammable & Combustible Materials", National Fire Code Vol. 2(1989)
8. National Fire Protection Association, "NFPA 34, Standard for Dipping & Coating Process Using Flammable or Combustible Liquides", National Fire Code Vol. 2(1989)
9. Intenational Fire Code Institute, "Article 45, Application of Flammable Finishes", Uniform Fire Code Standards(1991)
10. Factory Mutual Engineering Corp., "Spray Application of Flammable & Combustible Materials", Loss Prevention Data Sheet 7-27(1989)
11. 한국공업표준협회, "도료용 희석제", 한국공업규격 M 5319(1986)
12. G. E. F. Brewer, "Safety Considerations in the Design of Electrocoating Facilities", Met. Finish., 82, 12, 31(1984)
13. National Safety Council, "Static Electricity", NSC Data Sheet 1-547-79 (1979)
14. National Safety Council, "Airless Spray Painting", NSC Data Sheet 1-

548 (1985)

15. The Power Coating Institue, "Health & Safety Aspects of Powder Coatings", Met. Finish., 85, 9, 21(1987)
16. British Standards Institution, "Electrostatic Painting & Finishing Equipment using Flammable Materials", BS 6742(1987)
17. Underwriters Laboratories Inc., "Motor-Operated Air Comperssors, Vaccum Pumps & Painting Equipment", UL 1450(1991)
18. L. E. Norton, "Evaluation of a Paint Spray Booth Utilizing Air Recirculation", National Tech. Information Service Pb 84-246339(1984)
19. Occupational Safety & Health Admin., Labor, "Spray Finishing Using Flammable & Combustible Materials", Code of Fedral Regulations 1910-107 (1990)
20. Arthur E. Cote, Fire Protection Handbook, National Fire Protection Association, pp. (2, 142)~(2, 150)(1991)
21. K. R. Smith, "Health, Safety & Enviornmental Legislation in the UK & Europe", J. of Coatings Tech., 62, 77(1990)
22. F. A. Robinson, "Taking the Spark Out of Electrostatics", Ind. Finish., 59, 36(1983)
23. NIOSH, "Recom. for Cont. of Occup. Safety & Health Hazards, Manufacture of Paint & Coating Products", pp. 54~58(1984)
24. Underwriters Laboratories Inc., "UL-1450, Standard for Motor-Operated Air Compressors, Vacuum Pumps and Painting Equipment", PP. 29~31 (1991)
25. L. E. Norton, "Evaluation of a Paint Spray Booth Utilization Air Recirculation", Engineering Science Inc., pp. 9~13(1984)

도장설비에서의 폭발·화재 방지대책에 관한 연구

연구보고서(화학 93-3-22)

발행일 : 1993. 12

발행인 : 원 장 서 상 학

연구자 : 책임연구원 정 판 석

발행처 : 한국산업안전공단
산업안전연구원
화 학 연 구 실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화 : (032) 518-6484/6, 502-0031