



선박 내부에서 도장작업 시 안전관리

2017-교육미디어-1106

△ 재해사례



- 조선소 야드의 데크하우스 조립장에서 데크하우스 날개 블록내부를 도장작업 중 화재폭발로 동료 1명은 폭발 압력에 튕겨 추락하고 재해자는 전신화상을 입고 치료 중 사망

도장 작업(Painting)

- ❁ 도장공정은 환경적인 요인으로 인한 선박의 부식을 억제하기 위하여 도장시방서(Painting Specification)의 설계에서부터 도장작업을 수행하는 공정을 뜻하며 선해도장, 마무리도장, 보수도장으로 구분한다.
- ❁ 선해도장은 조립공정에서 완성된 블록의 탑재에 앞서 도장을 하는 공정으로 블록에 대한 쇼트 브라스팅 작업을 통해 전처리를 한 후 그라인더로 철재의 표면후처리를 하여 각종 녹과 이물질을 제거하는 과정이다. 이후 스프레이와 터치업(touch up) 등의 방법을 통해 후작업을 하게 된다.
- ❁ 선해도장이 끝난 후 선체가 건조되면 마무리도장과 보수도장이 병행된다. 이와 같은 선박 건조과정의 도장 공정은 일반 제조업의 도장공정처럼 특별한 도장부스가 있는 것이 아니고 작업자가 이동하면서 도장을 하기 때문에 고소작업중 떨어짐 위험이 상존하며 환기장치를 통한 작업환경관리에 한계가 있고 또한 대부분이 제한된 공간에서 작업을 하기 때문에 유기용제에 의한 중독 위험성이 매우 높다.



에어리스퍽프로 페인트 배합



스프레이 건 도장작업



밀폐공간 내부 도장작업

주요 유해·위험 요인

- ❊ 선박의 도장작업에는 인화성이 강한 유기용제(예를 들면, 톨루엔, MEK 등), 에폭시 수지, 오염방지 페인트의 증기나 가스 등에 의한 화재·폭발 위험
- ❊ 가연성 증기는 건조과정에서 발생하여 화재의 위험
- ❊ 스프레이 도장 공정에서 발생하는 화재원인

- 인화성 액체의 성질에 대한 지식부족
- 스프레이 장비 가까이에서 고열작업
- 세척 및 취급 시 인화성 물질 옆지름
- 벽, 바닥, 표면에 인화성의 오버스프레이 잔류물
- 장비의 부적합한 디자인 및 설치
- 흡연
- 방호되지 않은 전기기기 사용
- 오염된 걸레, 옷 등 섬유

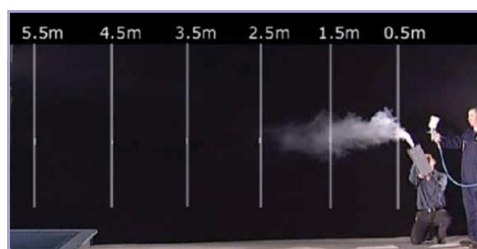
- ❊ 블록내부 도장 및 도장전처리 작업 중 떨어짐 위험
- ❊ 유해물질의 피부·호흡기 흡수 등에 의한 중독 위험

※ 도료 종류별 유해인자 및 건강장해

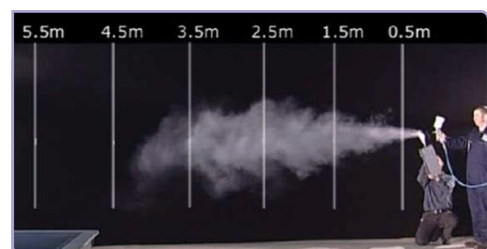
도료명	유해인자	건강장해	증상
폴리우레탄 도료	TDII	천식	기침, 호흡곤란, 가래
에폭시 수지 도료	글리시딘 에테르	피부자극	감작반응 유발
폴리에스테르 도료	스티렌	스티렌 중독	어지러움, 기억감퇴, 인지력 저하
아크릴계 수지 도료	콜타르	접촉성 피부염	피부가 험고 가려움
	다핵방향족화합물	폐암	기침, 호흡곤란, 객혈, 흉부통증
기타	유기주석	내분비계 장애	발육, 성장장해 및 기형유발
	납	납중독	산통, 뇌병증
	아연	아연중독	금속열
	크롬	피부궤양, 폐암	피부손상, 비중격천공
	흑연	진폐증	기침, 호흡곤란, 두통

선박 내 스프레이 도장작업의 특성

- ❊ 스프레이건은 전동기를 사용하여 압축공기를 뿜어내는 것으로 건의 에어 캡에서는 100 m/sec로 나가지만 건에서는 5 m/sec로 분사되어 나간다. 대부분의 환기에서는 0.5 m/sec정도의 공기흐름밖에 만들지 못하기 때문에 스프레이건의 제트기류는 부스후드·작업장의 공기흐름을 압도한다. 따라서 미세한 스프레이 도장 미스트가 빠르게 작업장을 가득 메운다.
- ❊ [그림 1, 2]는 스모크는 에어로졸을 이용하여 스프레이건의 분사상태를 보인 것이다.



[그림 1] 스프레이 시작 후 1초 미만



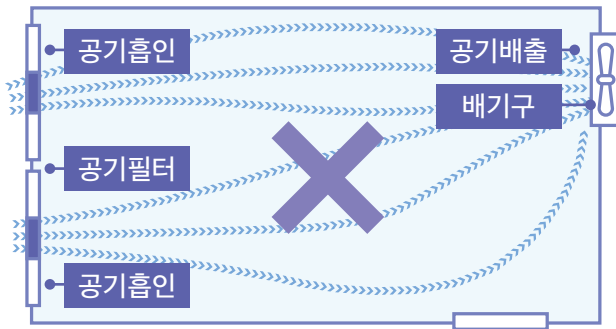
[그림 2] 스프레이 시작 후 2초 미만

주요 유해·위험 요인

선박 내 스프레이 도장작업의 특성

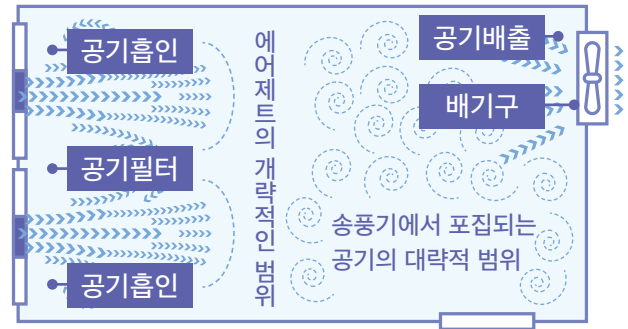
- 한쪽 벽에서 공기가 흡인되어 반대편으로 공기가 배출되면 [그림 3]과 같이 부드럽게 공기가 빠질 것으로 생각하지만 이것은 아주 잘못된 생각이다. 실제로는 흡인되는 부분과 배기구 근방에서만 공기흐름이 뚜렷하고 나머지는 그렇지 않다. 송풍기가 당길 수 있는 범위가 한정적이기 때문에 스프레이 미스트는 부스 전체에 퍼지게 된다 [그림 4 참조].

[그림 3]



스프레이 부스에서 일어날 것으로 생각되는 공기 흐름

[그림 4]



실제 일어나는 공기의 흐름

재해 예방대책

- 환기가 되는 스프레이 부스 사용, 격리 등으로 인화성 증기를 관리한다.
- 부스를 사용 시 횡단방해풍(Cross draft)을 극복할 수 있는 충분한 제어풍속 유지한다.

부스 형태	최소 평균속도
전면 개방(Open-fronted) 부스	0.7 m/sec
측방형 부스	0.4 m/sec(작업자가 서 있는 곳 0.5 m/sec)
하방형 부스	0.3 m/sec(피도장물 주위 0.4 m/sec)

- 인화성 스프레이 도장작업에서 인화성 분위기를 제거하는 것은 거의 불가능하므로, 다음과 같은 점화원(착화원)이 없도록 관리한다.

- 비방폭 전기기계·기구
- 가열기계·기구
- 흡연
- 용접과 이와 유사한 화기작업
- 정전기 방출에 의한 스파크
- 내연기관

선박 내 밀폐공간 스프레이 도장 작업

- 밀폐공간에서의 스프레이 도장작업은 안전에 대한 충분한 교육을 받은 사람만 투입
- 밀폐공간 작업 시에는 반드시 서면으로 된 출입허가증 혹은 작업허가증을 발부받은 사람만 출입해야 하며 진입할 때 입구에 증빙서 게시
- 밀폐공간 내 구석구석에 안전한 수준의 공기가 혼합되도록 기계에 의한 강제환기 가동
- 환기는 반드시 급기 위주로 시켜야 하며 급기량이 배기량보다 통상적으로 10% 더 많도록 공급
- 충분한 양의 외부 공기가 작업자에게 공급되기 위해서는 이동식 급기 덕트 이용
- 인화성 액체의 증기농도는 LEL(폭발하한계)의 25%를 초과해서는 안되며 보다 안전을 기하기 위해서는 LEL의 10% 미만 유지
- 스프레이 도장작업에서 발생한 증기는 바닥에 깔려 있으므로 이에 유의 하여 환기에 의한 제거작업 실시
- 건물, 작업지역 혹은 점화원에서 안전한 장소에 출구 배치



재해 예방대책

⚙️ 선박 내 밀폐공간 스프레이 도장 작업

- 붓칠이나 롤러 도장작업 역시 동일한 환기설비 구비
- 인화증기농도가 증가하면(LEL의 10% 이상) 즉각적으로 감지할 수 있도록 조치
※ 작업자가 공기호흡기·송기마스크와 보호복을 입고 있으면 증기농도가 증가하여도 알 수 없으므로, 통상적으로 사용하는 경보기능이 있는 가스검지기 사용
- 가스검지기를 사용하는 작업자는 기기의 사용법과 결과 해석에 대해 교육 필요
- 주기적인 체크로 환기가 효과적으로 이루어진다고 하더라도 지속적인 감시 권장
※ 스프레이 작업자의 수가 증가하거나 보다 증발이 잘되는 물질을 사용하는 등 공정이 변하면 환기방식을 재평가할 필요가 있음
- 경보음은 밀폐공간에 있는 모든 사람들에게 명확하게 들을 수 있도록 조치
- 경보음은 환기가 잘못된 경우가 주된 원인이므로 열선풍속계를 이용하여 배기 및 급기상태 확인
- 밀폐공간에서 점화원은 절대 사용금지이며 방폭조명기구 사용
- 송풍기 모터, 압축기, 스위치 및 경보기 등 비방폭기계·기구에는 인화증기농도에 노출되지 않는 밀폐공간 밖의 안전한 장소에 배치
- 밀폐공간에서는 도장작업이 끝났어도 도장 코팅이 건조하여 인화성분위기가 더 이상 존재하지 않을 때까지 환기를 계속 유지

⚙️ 인화성 액체의 취급 및 공급

- 원료 혼합 전용장소는 격리되고 환기가 잘되며 내화성의 벽으로 만들어져야 하고, 점화원이 존재해서는 안 되며 전기기계·기구는 적합한 방폭 인증을 받은 것을 사용
- 작업장에 신나와 같은 인화성 액체의 보관은 최소화하고 사용하지 않을 때에는 용기를 밀봉하여 금속의 캐비넷이나 유출방지용 통에 보관
- 허가받지 않은 사람들에 대한 스프레이 작업장이나 혼합 및 보관장소 출입통제



방폭 전기기계·기구



인화성 액체 보관



관제자와 출입금지

- 보관장소에 MSDS를 작성하여 게시하고, 용기마다 경고표지 부착
- 인화성 액체를 취급하는 장소에서는 흡연금지 경고표시를 게시
- 인화성 잔류물이나 잔류물이 묻은 쓰레기는 화재 위험이 있으므로 정기적으로 청소
- 아마인유(Linseed oils) 같은 건조오일 함유 안료 잔류물이 형겅에 묶어 있으면 자연 발화가 발생할 수 있으므로 주의
- 모든 잔류물은 제조사의 지시에 따라 처리

- ⚙️ 모든 스프레이 도장 작업장에는 휴대용 소화기가 비치하며, 9kg 짜리 건조소화분말이나 9L 짜리 폼 소화기를 권장

- ⚙️ 스프레이 도장 부스가 매우 큰 경우 환기설비와 화재경보장치가 연동되어 환기가 안 되면 경보음이 울리도록 회로 구성 및 방화용 모포 비치



관련 법령 및 작성 기준

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제231조(인화성 액체 등을 수시로 취급하는 장소), 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
 - KOSHA GUIDE G-117-2014 도크 내 선박건조작업 시 안전보건에 관한 기술지침
- ※ 해당 자료의 자세한 내용은 공단 홈페이지 ▶ 정보마당 ▶ 법령/지침 ▶ 안전보건 기술지침을 참고하시기 바랍니다.