

## DMF 취급 · 사용하는 섬유 코팅업체의 작업환경 개선 사례

대한산업보건협회 대구산업보건센터 / 권 순 식

### 1. 사업장 선정배경 및 현황

본 사업장은 급성중독물질(DMF)을 취급 · 사용하는 섬유 코팅업체로 2007년에 실시한 건강진단에서 직업성 요관찰자가 발생하였으며 2008년도 04월에 실시한 배치 전, 배치 후 검진에서 D1 1명이 발생한 급성 중독물질(DMF) 관리 취약 사업장이다. 2007년도 작업환경 측정에서는 톨루엔이 59.1814 ppm으로 측정되었는데, 2008년도 톨루엔 노출기준이 100 ppm에서 50 ppm 으로 변경됨으로 인해 노출기준 초과가 우려 된다. 또한 2008년도 05월 30 일자로 대구지방노동청 북부지청으로부터 안전 · 보건 개선 계획수립 명령(완료 보고 07/30 까지)이 내려졌다.

### 2. 사업장 개요

사업장명	○○ 산업	업종	적층 및 표면처리, 직물 제조업	
소재지	대구광역시 달서구	주요생산물	섬유코팅	
근로자수	총인원(남/여)	사무직	생산직	외국인
	36 (26/10)	16 (14/2)	8 (6/2)	12 (6/6)
보건관리자	대한산업보건협회	안전보건 관리책임자	총무 김 ○ ○	
안전관리자	대구경북산업안전본부	노동조합	대구지방노동청 대구북부지청	

### 3. 연간 추진현황

추진계획	추진일정												비고
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>1. 현황 파악</b>													
- 산업재해, 직업병 발생 현황					○								
- 취급·사용물질 및 작업환경측정 실시 현황					○								
- 안전보건관리 실태					○								
- 공정 유해요인의 파악					○								
<b>2. 사업추진전략 수립</b>													
가) 사업추진 분야의 선정													
- 작업환경, 산업환기, 인간공학, 검진, 대행						○							
나) 협회 업무추진체계 구축													
- 종합보건관리체계 System 수립 및 지도							○	○	○	○	○		
다) 기술지원팀 운용 계획수립													
- 보건진단 일정 계획 수립						○							
- 전담팀 운영 계획 수립						○							
<b>3. 분야별 사업추진</b>													
가) 보건진단 실시													
- 작업환경, 산업환기분야 점검							○					○	
- 인간공학분야 점검							○					○	
- 특수건강진단(임시건강진단)							○						
- 유소견자 및 질환자 사후관리							○	○	○	○	○	○	○
- 보건진단 결과 보고서 제출								○					
<b>4. 사업추진 결과 취합 및 분석</b>													
- 개선 후 개선 효과 파악 및 보완											○	○	○
- 작업환경 개선 우수사례 보고												○	

### 4. 세부추진내용

#### 4.1 관리 분야 현황

##### 1) 산업재해 및 직업병 발생 현황

[최근 3년간]

연도	근로자 수	재해자 수							작업관련성 질환			재해율 (%)
		계	사망	부상	직업병(유소견자)				근골격계 질환	뇌·심혈관계 질환	업무상 재해	
2006	38	1		1			1					2.50%
2007	38	0										
2008	38	1					1					2.50%

## 2) 취급·사용물질 및 발생 현황

### (1) MSDS 비치 현황

- 취급화학물질 AS-5435A를 포함한 32개 항목에 대한 MSDS(물질안전보건자료)의 비치, 게시 및 미사용 물질에 대한 일괄 자료정리 완료(개선 내용 8항 참조)

### (2) 작업환경측정 실시 현황

(단위 : ppm, mg/m<sup>3</sup>)

유해인자	연도별	2007년	2008년(상)	보건진단	2008년(하)	노출기준
DMF		7.1560	3.3590	11.5995	4.2286	10
톨루엔		59.1814	20.7672	73.0494	22.9724	100/50
크실렌		0.2971	0.0655	0.406	불검출	100
메탄올		1.1029	불검출	불검출	불검출	200
초산에틸		0.6484	불검출	0.075	불검출	400
초산부틸		불검출	불검출	불검출	불검출	150
MEK		3.2327	1.0362	8.328	3.894	200
에틸아크릴레이트		불검출	불검출	불검출	불검출	5
아크릴로니트릴		0.5918	불검출	불검출	불검출	2
2,4-TDI		불검출	0.0010	불검출	0.0001	0.04
2,6-TDI		불검출	0.0003	0.0005	0.0007	0.005
MDI		불검출	0.0007	불검출	불검출	0.055
HDI		0.0003	0.0001	불검출	불검출	0.005

## 3) 안전보건관리 실태

### (1) 근로자 정기교육

(2008년)

교육일자	교육시간	강사	교육내용	장소
매 월 실시	2시간	안전관리자 보건관리자 자체 강사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 간장질환 관리</li> <li>- 유기용제 관리 및 보호구 착용</li> <li>- MSDS(DMF)관리 및 보호구 착용</li> <li>- 보호구 관리, 보호구 사용 방법</li> <li>- 5S의 필요성, 5S의 효과</li> <li>- 안전점검 방법, 기계기구 점검</li> <li>- 산업안전보건법, 자체검사 관련</li> <li>- 작업표준의 작성 및 준수</li> <li>- 윤반 안전</li> <li>- 보호구 선정과 관리 방법</li> </ul>	식당, 사무실

(2) 근로자 정기교육

(2007년)

교육일자	교육시간	강사	교육내용	장소
매 월 실시	2시간	안전관리자 보건관리자 자체 강사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DMF관리와 MSDS교육</li> <li>- 유기용제 관리 및 보호구 착용 지도</li> <li>- 보호구 착용의 중요성</li> <li>- 고혈압, 당뇨, 성인병 예방</li> <li>- 폐질환의 관리</li> <li>- DMF와 화학물질 중독 예방 대책</li> <li>- MSDS란</li> <li>- 화재의 종류와 화재시 행동 요령</li> <li>- 갑전재해 사례</li> <li>- 위험기계기구 방호 장치</li> <li>- 근골격계질환 예방</li> <li>- 뇌심혈관질환 예방</li> <li>- 안전보건 표지</li> <li>- 표준안전작업이란</li> <li>- 중대재해예방 등</li> </ul>	식당, 사무실

(3) 신입사원 교육(채용 시 교육)

연도	교육일자	대상인원	참석인원	교육시간	강사	교육내용	장소
2008	6. 2	1	1	8	자체 강사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업안전보건법령에 관한 사항</li> <li>- 당해 설비, 기계 및 기구의 작업 안전 점검에 관한 사항</li> <li>- 직장과 가정 및 올바른 작업방법에 관한 사항</li> <li>- 근로자 건강증진 및 산업간호에 관한 사항</li> <li>- 물질안전보건에 관한 사항</li> <li>- 기타 안전보건관리에 관한 사항</li> </ul>	식당 및 현장
	4. 14	1	1	8			
	3. 17	1	1	8			
2007	10. 5	1	1	8	자체 강사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업안전보건법령에 관한 사항</li> <li>- 당해 설비, 기계 및 기구의 작업 안전점검에 관한 사항</li> <li>- 직장과 가정 및 올바른 작업방법에 관한 사항</li> <li>- 근로자 건강증진 및 산업간호에 관한 사항</li> <li>- 물질안전보건에 관한 사항</li> <li>- 기타 안전보건관리에 관한 사항</li> </ul>	사무실 및 현장
	5. 10	2	2	8			
	4. 19	1	1	8			
	4. 17	1	1	8			
	3. 28	4	4	8			
	1. 12	1	1	8			

(4) 특별안전보건 교육

연도	교육일자	대상인원	참석인원	교육시간	강사	교육내용	장소
2007	4. 14-15	3	3	16	자체 강사	• 관리대상 물질 - 물질의 정의 - 유해·위험성 - 화학물질의 중독사고 사례 - 산업안전보건법상 유해물질 관리 체계 - 작업환경 관리 - 물질안전보건자료	지하식당, 현장
	2. 7-8	1	1	16			
2006	12. 12-13	1	1	16			
	8. 2-3	2	2	16			

(5) 관리감독자 교육

연번	교육일자	대상인원	참석인원	교육시간	강사	교육내용	장소
2008	12. 10-11	2	2	16	위탁 교육	• 규칙 별표 8의 2의 관리감독자 정기안전보건 교육 과목	대구경북산업 안전본부
	10. 7-8	2	2	16			
	6. 25-26	2	2	16			
2007	4. 11-4. 12	2	2	16	위탁 교육	• 규칙 별표 8의 2의 관리감독자 정기안전보건 교육 과목	대구경북산업 안전본부
	12. 5-12. 6	2	2	16			
2006	6. 14-6. 15	2	2	16	위탁 교육	• 규칙 별표 8의 2의 관리감독자 정기안전보건 교육 과목	대구경북산업 안전본부
	12. 6-12. 7	2	2	16			

- 근로자 정기교육은 2008년, 2007년도 생산직, 사무직 근로자를 대상으로 안전관리 대행 기관, 보건관리 대행기관의 안전·보건관리자 등 외부강사와 자체강사를 활용하여 실시
- 채용 시 교육은 신입사원을 대상으로 자체강사를 활용하여 산업안전보건법 안전관리 및 보건관리, 물질안전보건관리에 대한 사항 교육 실시
- 특별안전보건 교육은 산업안전보건법 시행령 별표2 작업종사자를 대상으로 자체 강사를 활용하여 관리대상물질에 대한 교육 실시
- 관리감독자 교육은 2008년도 6월, 10월, 12월에 실시

4) 공정별 유해 요인


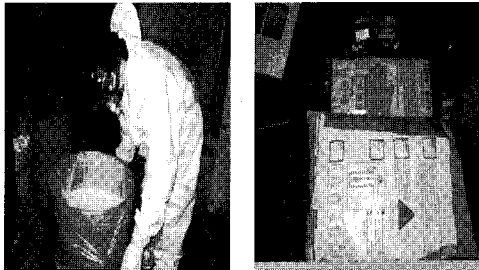
공정 흐름	공정 설명	유해 위험요인 및 기계 기구설비
배합반 ⇨	계량	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 저울</li> <li>유해요인 : 유기화합물, 금속류, 근골격계 질환</li> </ul>
	↓	
	배합	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 교반기, 드럼 취급 스테이</li> <li>유해요인 : 유기화합물</li> </ul>
	↓	
	운반	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 대차</li> <li>유해요인 : 근골격계질환</li> </ul>
	↓	
생산반 직접 코팅 ⇨	원단입고	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 해포기</li> </ul>
	↓	
	검사 및 연단	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 해포기</li> </ul>
	↓	
	1차 코팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 코팅기</li> <li>유해요인 : 유기화합물, 근골격계 질환</li> </ul>
	↓	
	건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 열풍건조기</li> <li>유해요인 : 유기화합물</li> </ul>
	↓	
	2차 코팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 코팅기</li> <li>유해요인 : 유기화합물, 근골격계 질환</li> </ul>
	↓	
	건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 열풍건조기</li> <li>유해요인 : 유기화합물</li> </ul>
	↓	
	3차 코팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 코팅기</li> <li>유해요인 : 유기화합물, 근골격계 질환</li> </ul>
↓		
건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 열풍건조기</li> <li>유해요인 : 유기화합물</li> </ul>	
↓		
텐터링	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 텐터기</li> </ul>	
↓		
검사, 출하	<ul style="list-style-type: none"> <li>설비명 : 지게차</li> </ul>	


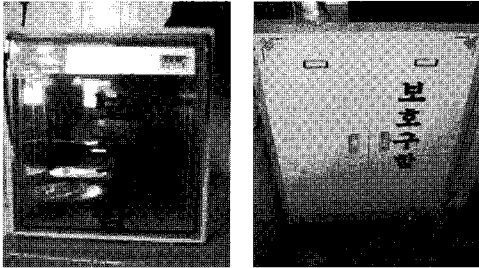
## 5. 개선 사업 수행

### 5.1 개선 일정

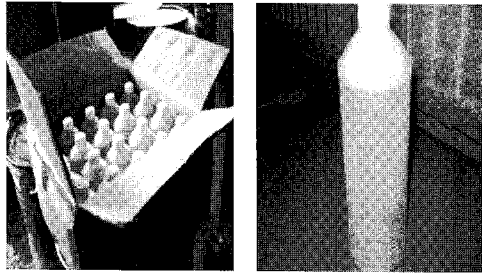

항목	개선 추진내용	완료 계획일자	비고
검진	배치 후 건강진단 및 건강 이상자 사후관리	6/20	
일반	보호구(방독마스크, 보호 장갑, 보호의, 보안경 등)	6/27	
검진	수시 출입 근로자 생산사무직 추가 검진	6/29	
교육	DMF 근로자 교육	8/25	
배합	아크릴배합기 배기다트의 연장 설치	8/28	
코팅	냉방조끼 활용	8/28	
배합	물질안전보건자료 보완	8/29	
일반	보호구 보관함 제작, 비치	8/29	
배합	교반기 바닥, 설비, 정리, 정돈	8/30	
검진	임시검진 추적검사 및 사후관리	9/1	
교육	소음관련 보건 교육	9/1	
검사, 포장	간이 칸막이 설치-비닐커튼	9/2	
일반	국소배기 자체 검사 실시, 년 1회 정기검사(위탁검사)	9/2	
배합	취급화학제재에 대한 경고 표지 라벨링	9/5	
배합	교반, 코팅공정의 각종 용기 덮개 제작	9/10	
코팅	건조기 입구 개구면 최소화	9/10	
	용제 증기 제어용 배기장치 철거 Roof뒀면, 건조기 측면 밀폐		
코팅	건조기 모터 풀리 교체	9/12	
배합	PU 및 아크릴 교반기 기류 방지판, up-down형 Door설치	9/30	
일반	작업환경 측정 주기 단축 실시(3개월에 1회)	9/30	
코팅	드레인 접시의 밀폐	9/30	
텐타	흡착탑 마노메타 설치	9/30	
	흡착탑 필터, 카본, Canvas 교체 및 정기적 관리(2년1회)		
교육	관리감독자 교육 미이수자 위탁교육(6명)	9/3-12/4	
검사, 포장	대형선풍기 사용 중지, 출입문 개폐 관리(개방 방지)	즉시	
교육	MSDS교육(배치 전, 정기)	즉시	
배합	배합실 창문 개폐 관리(개방 방지)	즉시	
코팅	대형선풍기 사용 중지	즉시	
코팅	건조로의 수시 기류 토출 여부 점검(시간당 1회 이상)	즉시	
코팅	작업공정 관리에 의한 제품 완전 건조 관리(작업 RPM 조절)	즉시	
코팅	용제 회수장치 배풍기 Mesh-Filter 청소, 주기 점검(2일1회)	즉시	

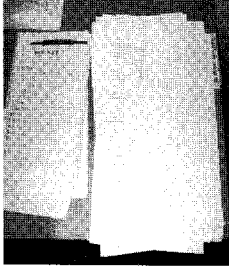
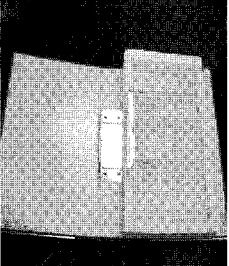
### 5.2 개선 사례(사진)

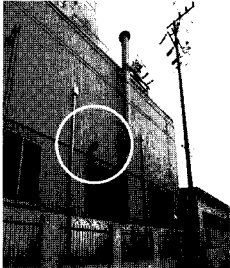

<b>개선 사례 1</b>	
개선항목 : 보호구 검정품 사용	공정 : 배합, 코팅
개선전	개선후
	
<p>보호구(방독마스크, 불침투성 보호장갑, 보호의, 보안경 등) 지급, 비치, 착용 미흡</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보호구 현장 내 개인별 지급, 비치 및 보호구 착용 지도로 근로자 착용률 증가</li> <li>- 보호 장구 착용을 통한 피부 흡수 예방</li> </ul>

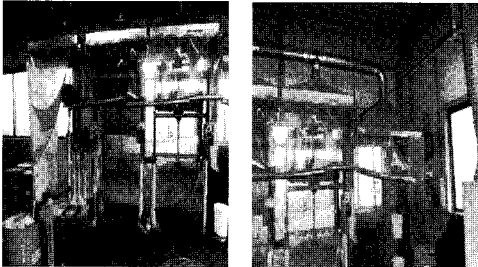

<b>개선 사례 2</b>	
개선항목 : 보호구 검정품 사용	공정 : 배합, 코팅
개선전	개선후
	
<p>보호구 보관함 미비치 상태</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 보호구 위생 관리 부적절한 상태</li> <li>- 보호구 2차 오염 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 개인별 보호구 위생보관함의 비치함(전 공정 개인별 지급)</li> <li>- 보호구 보관용 캐비닛 비치함(배합실, 코팅부서 각 1개 비치-보호 장갑, 보호의, 보안경 등)</li> </ul>

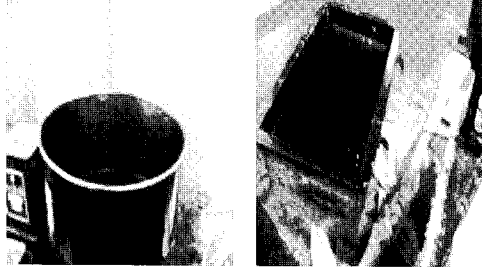
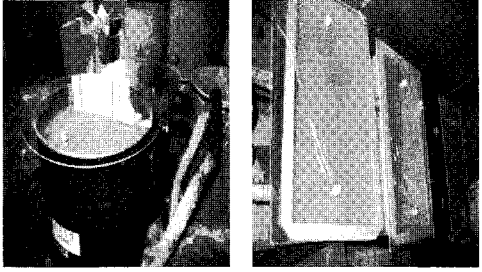



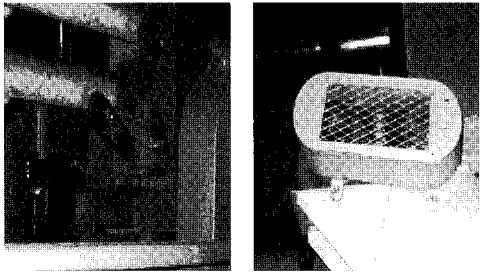
<b>개선 사례 3</b>	
<b>개선항목 : 취급 화학물질 경고 표지</b>	<b>공정 : 원재료 입고, 배합</b>
<b>개선전</b>	<b>개선후</b>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 취급 화학물질의 용기 경고 표지 미부착, 유해성에 대한 인지가 불가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경고표시 미부착 용기에 대한 보완 부착을 통한 유해성 인지에 효과적임</li> <li>- 화학 제품 입고시 경고 표지 부착 유무를 확인하여 유해 물질관리에 활용</li> </ul>

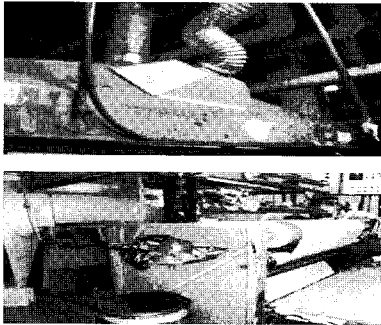
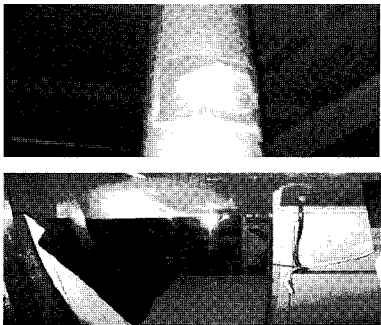
<b>개선 사례 4</b>	
<b>개선항목 : MSDS(물질안전보건자료)</b>	<b>공정 : 배합</b>
<b>개선전</b>	<b>개선후</b>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물질안전보건자료의 누락됨</li> <li>- 물질안전보건자료와 사용 물질간 자료 불일치함</li> <li>- 사용량 및 취급부서 확인 불가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 누락 및 미사용 제재에 대한 자료정리를 통해 취급화학물질의 누락을 방지함</li> <li>- 취급공정 및 사용량의 확인 가능하여 체계적인 관리가 이뤄짐</li> </ul>

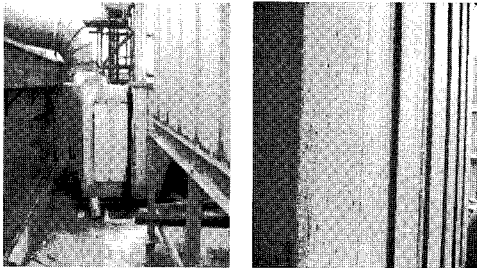
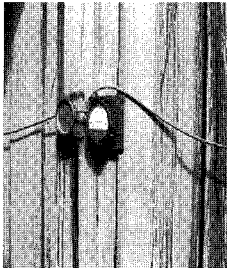
개선 사례 5	
개선항목 : 배합기 덕트 보완	공정 : 배합
개선전	개선후
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아크릴 교반기에 연결된 배기 덕트 불량</li> <li>- 오염공기의 실내 재유입 발생함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아크릴 교반기에 연결된 배기덕트의 연장 보안을 통해 토출부를 옥상 상단부에 설치함(오염공기의 재유입 방지)</li> </ul>

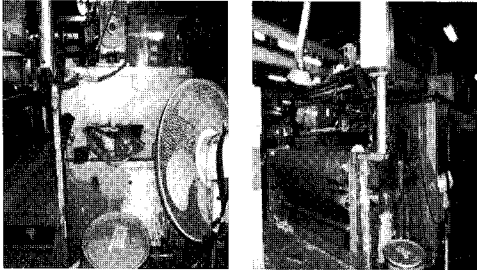
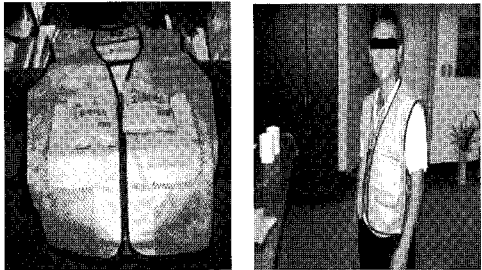
개선 사례 6	
개선항목 : 배합실 교반기설비의 보완	공정 : 배합
개선전	개선후
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상방형 국소배기 설비의 부적합</li> <li>- 교반기에 의한 기류 토출</li> <li>- 교반기 밀폐 및 비닐커튼의 활용 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 후드 전면부 UP-Down형 Door를 설치함(교반시 기류 토출 방지)</li> <li>- 교반기를 밀폐형의 보완하여 상방 후드의 제어풍속 보완함</li> </ul>

<b>개선 사례 7</b>	
<b>개선항목 : 유해물질관리</b>	<b>공정 : 배합, 코팅</b>
<b>개선전</b>	<b>개선후</b>
	
- 배합, 코팅공정의 용기류 개봉으로 용제의 실내 확산 및 근로자 폭로 가중 됨	- 아크릴 재질의 덮개를 제작하여 미사용 및 현장 비치 용기를 덮어 2차 용제 확산 방지함

<b>개선 사례 8</b>	
<b>개선항목 : 건조기 배풍량 보완</b>	<b>공정 : 코팅</b>
<b>개선전</b>	<b>개선후</b>
	
- 코팅1, 2차 건조기 출구에서 기류가 토출 되어 옥내 유해인자 확산됨	- 건조기에 설치된 모터의 폴리(30φ)를 40φ로 교체함 - 건조기 배풍량 증대로 기류 토출 방지함

개선 사례 9	
개선항목 : 코팅기 국소배기 보완	공정 : 코팅기
개선전	개선후
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 코팅액 공급용기 증기 제어용 배기 장치에 의해 난기류 유발됨</li> <li>- 건조기 입구 및 배기장치 개수면의 밀폐 부족으로 배기 효율 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 코팅액 공급용기 증기 제어용 배기장치를 철거하여 코팅 상단 국소배기 난기류 방지</li> <li>- 비닐커튼을 부착하여 배기장치 측면, 전면부 개방면을 최소화하여 효율 증대</li> </ul>

개선 사례 10	
개선항목 : 텐타 흡착탑 보완	공정 : 텐타
개선전	개선후
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 텐타기 흡착탑 전처리 장치 Pre-filter 및 Canvas, Carbon 오염 배기효율 저하</li> <li>- 흡착탑에 마노메타 미설치 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흡착탑 필터, 카본, Canvas 카본 교체(주기적 관리 : 2년 1회) 시스템 구축함</li> <li>- 흡착탑의 마노메타를 설치하여 설비의 정상 가동여부의 확인 가능</li> </ul>

개선 사례 11	
개선항목 : 흑서기 작업방법 개선	공정 : 코팅
개선전	개선후
	
<p>- 코팅라인은 하절기에 산업용 대형 선풍기를 가동하고 있어 난기류 및 유해인자의 작업장 확산 및 국소 배기 효율 저하요인이 되고 있음</p>	<p>- 대형선풍기 철거 후 하절기용 냉방조끼를 구입, 활용함 (전 공정 개인별 지급)</p>

## 6. 개선 효과

- ① 배합, 코팅 부서의 전반적인 국소배기 점검 및 개선을 통하여 작업장 내 발생원에 대한 일차적인 관리방안을 도출하여 작업장 내 확산 농도를 감소시킴
- ② 취급 화학물질에 대한 근로자 인식도 증대 및 화학물질의 체계적인 관리의 필요성을 노사가 공동 인식하게 됨
- ③ 개인용 보호구(방독마스크, 보호의, 보호 장갑 등)의 착용률을 높여 실질적인 근로자의 노출을 최소화함
- ④ 불안전 요소(용기의 개방, 대형선풍기의 사용 등)를 줄여 작업장 내 2차 오염원을 최소화하여 작업장 내 확산을 예방함