

디메틸포름아미드(DMF) 작업장 개선지원 사례

대한산업보건협회 경기산업보건센터 / 양 옥

1. 선정 배경

- PVC인조가죽을 생산하는 업체로서 생산 공정 중 일부공정에 DMF를 사용하고 있어 해당 공정의 작업자는 복통이나 구토 등의 증상이 올 수 있음
- 07년, 08년 건강진단 결과 DMF에 대한 직업성 요관찰자가 유기화합물 수진 대상 근로자의 7-39% 발병률을 보임
- 관리적인 측면보다는 공학적인 해결책이 우선시 됨
- 해당 공정에 대한 작업자의 유해물질 노출량을 감소시키기 위한 노력이 필요함

2. 사업장 개요

사업장명	0000	소재지	강원도
업종명	화학제품 제조	주생산품	PVC인조가죽
근로자수	86명		

2-1. 공정A

원료투입	→ 메인기에 유기화합물(톨루엔, MEK, DMF) 원료를 투입 ※개선대상 공정 (2층 제품 투입, 수세)
혼합(막상)	→ 혼합(막상)기에 원료를 혼합하는 작업 ※개선대상 공정 (3층 배합)
카렌다(성형)	→ 원단을 카렌다기로 성형하는 작업으로 제품의 사양에 따라 필요시 운영함
발포	→ 원단을 발포기로 발포하고 있으며 필요시 운영하는 작업
인쇄	→ 원단을 인쇄하는 작업으로 필요시 운영하는 작업
검사	

2-2. 공정B

원료투입	→ 메인기에 유기화합물(톨루엔, MEK, DMF) 원료를 투입 ※개선대상 공정 (2,3 층 제품 투입, 수세, 배합)
멘타	
버핑	
인쇄	→ 원단을 인쇄하는 작업
엠보	
검사	

2-3. 재해자 및 질병자 현황

년도별	대상 근로자 수 (유기화합물)	재해자수(산재승인)					질병유소건자		요관찰자		직업성 질환 발병률
		계	사망	부상	직업병	작업 관련성 질환	직업병 (D ₁)	일반병 (D ₂)	직업병 (C ₁)	일반병 (C ₂)	
2007	39	-	-	-	-	-	1명	15명	1명	39.0%	
2008	30	-	-	-	-	-	2명	2명	1명	7.0%	

2-4. 화학물질 취급현황

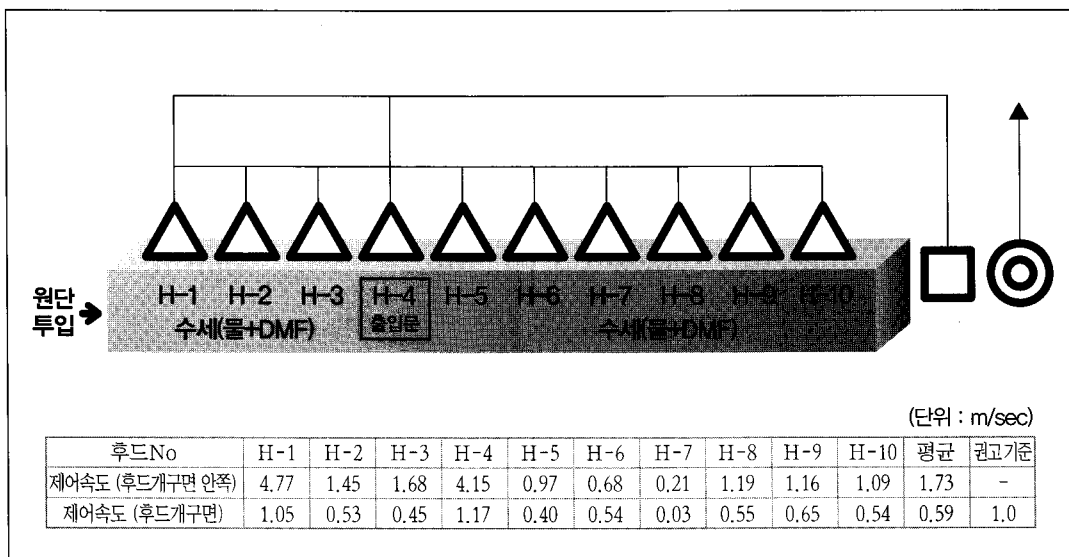
취급공정	물질명	월사용량	MSDS 이행 여부(X, O)		
			작성	비치	교육
PU습식	톨루엔	800 kg	○	○	○
	MEK	1.3 ton	○	○	○
	DMF	700 kg	○	○	○
	접착수지	6 ton	○	○	○
	스킨수지	2.5 ton	○	○	○
PVC수지	톨루엔	900 kg	○	○	○
	MEK	2 ton	○	○	○
	DMF	1.2 ton	○	○	○
	수지	43 ton	○	○	○

2-5. 작업환경측정 현황

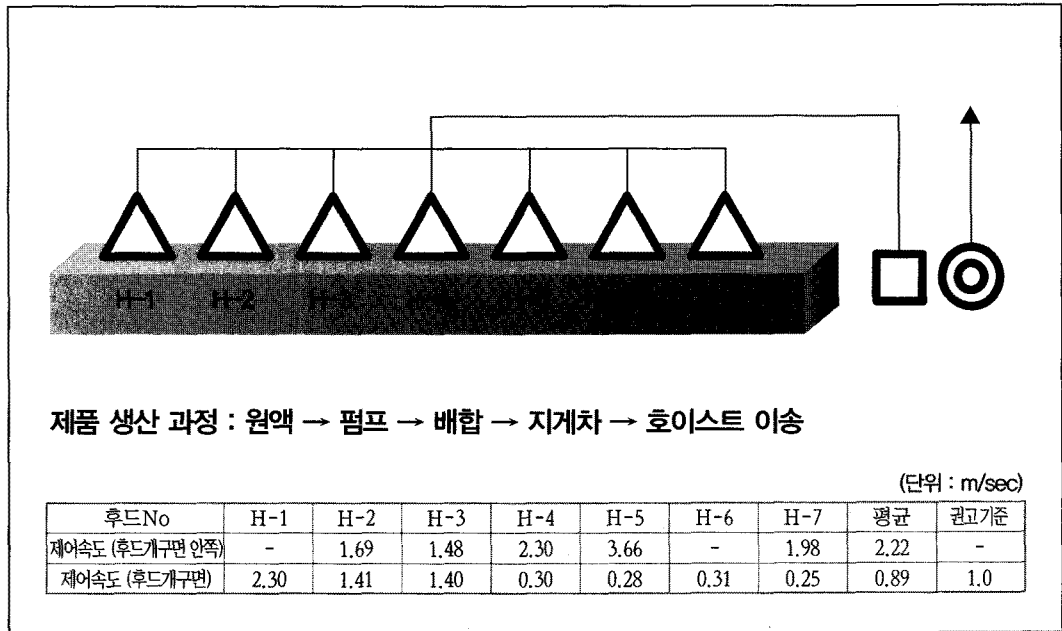
(단위 : ppm)

공정	단위작업 장소	유해인자	2007년		2008년	
			상반기	하반기	개선전	개선후
					상반기	하반기
PU습식	2층 수세	DMF	6.0911- 7.3789	7.4092-9.0698	7.7578- 8.3049	1.2269- 2.6401
	3층 배합	DMF	5.6914- 5.9952	7.1130-7.6145	7.5420-8.7179	1.4869- 3.1733

2-6. 2층 후드 제어속도(개선전)



2-7. 3층 후드 제어속도(개선전)




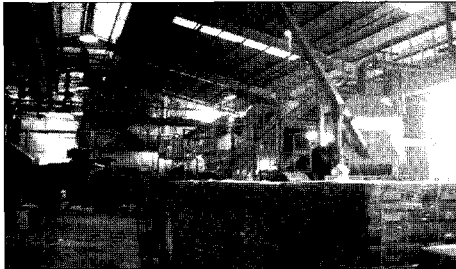

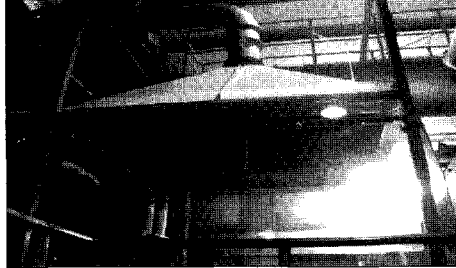




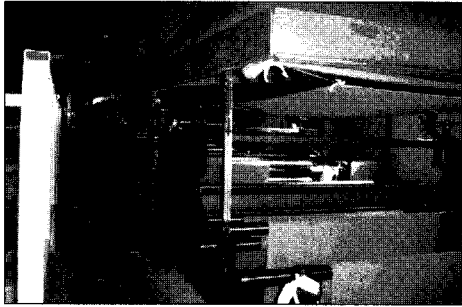
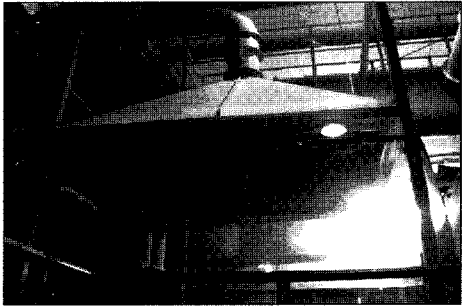

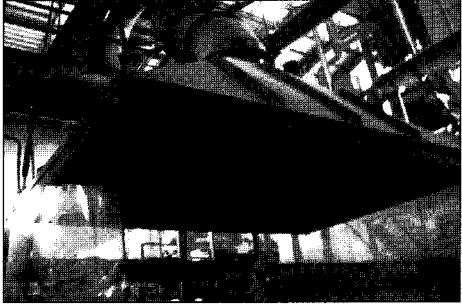
3. 월별 개선지원 활동

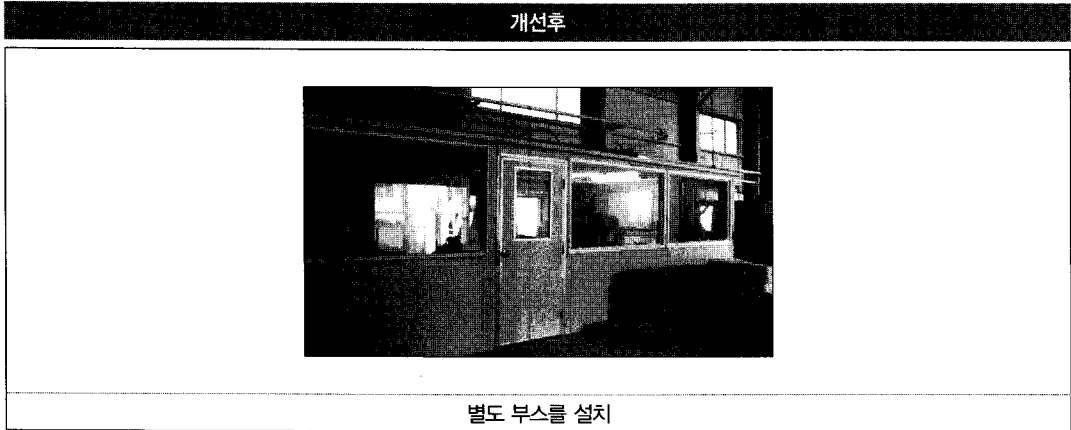
월별	내용	비고
2월	· 유해공정 재정지원 사업 안내	
4월	· 2층, 3층 작업장 국소배기설비 장치 개선방안 모색	
5월	· 2층공정과 3층 생산공정 라인의 후드 제어속도 검사 · 후드 제어속도가 현저히 떨어지는 지점의 원인 제시	
6월	· 후드 설비에 대한 의견 제시 - 라인을 따라 이어진 후드가 연결된 장소를 포위하여 증기 확산 방지 · 상반기 작업환경 측정	
7월	· 국소배기 설비 점검(후드 유속, 덕트 상태 점검) - 후드 덕트 부식은 스모그테스트로 확인	
8-11월	· 설비 변경 공사(후드, 덕트, 제진설비 등)	
12월	· 하반기 작업환경 측정 및 후드 유속 검사	

4. 개선 상황

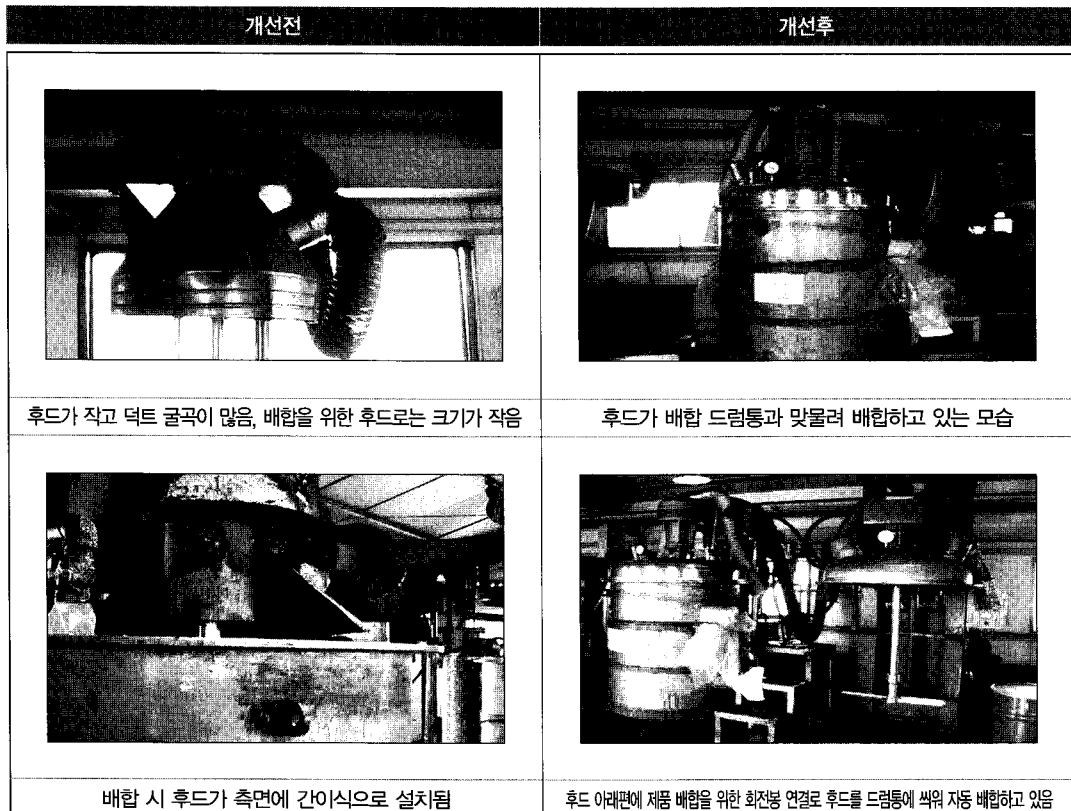
4-1. 생산 2층 개선상황

개선전	개선후
	
<p>원단 수세과정 시 DMF증기가 측면으로 확산</p>	<p>후드, 덕트관 교체, 후드 측면에 아크릴판과 비닐커텐 설치</p>
	
<p>DMF증기가 측면으로 확산</p>	<p>덕트는 사각형관에서 원형관으로 교체됨</p>
	
<p>후드 부식된 상태</p>	<p>아크릴판으로 후드 측면 밀폐</p>

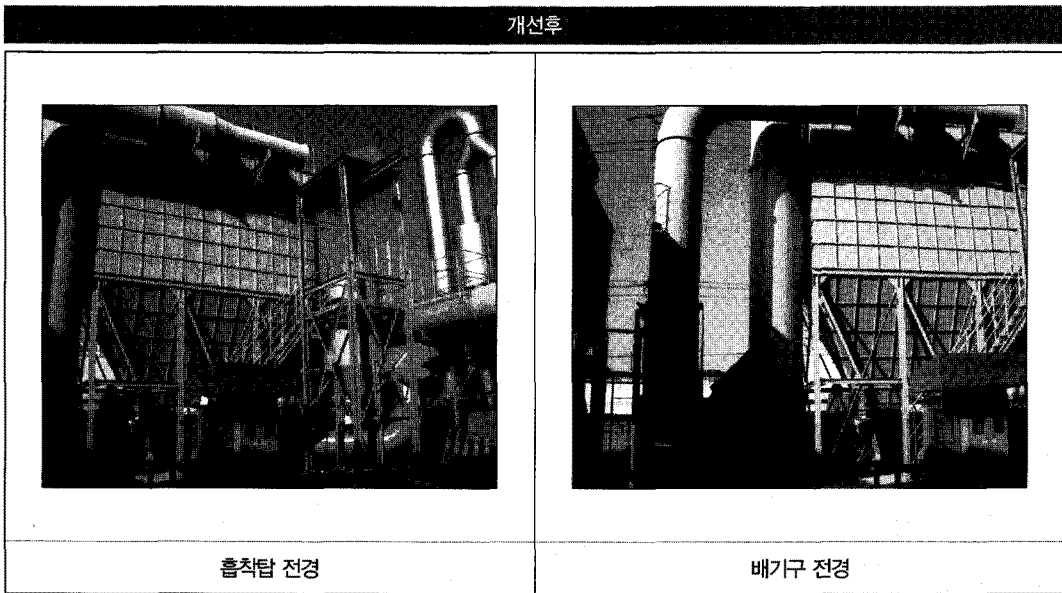
개선전	개선후
	
<p>원단을 수세 틀러를 통해 수세작업하는 과정에 DMF가 수세조에서 위쪽으로 확산</p>	<p>후드 아래편에서의 장면(후드측면에 아크릴판 설치됨)</p>
	
<p>후드를 지탱하고 있음</p>	<p>개선후 후드를 지탱하는 모습</p>
	
<p>후드가 찌그러지거나 후드와 덕트 사이가 부식</p>	<p>후드, 덕트 부식 제거</p>



4-2. 생산 3층 개선상황



4-3. 옥외 개선상황



5. 개선효과

5-1. 작업환경 부문

공정	유해인자	노출기준	작업환경측정 결과		개선효과 (개선전 대비)
			개선전	개선후	
2층 수세라인	DMF	10 ppm	7.7578-8.3049	1.2269- 2.6401	68-84% 개인노출량 감소
3층 배합작업	DMF	10 ppm	7.5420-8.7179	1.4869- 3.1733	63-80% 개인노출량 감소

- 2층 수세라인은 후드 형태가 캐노피형에서 포위식 캐노피형으로 변화
- 생산공정내 별도의 부스 설치로 감시작업 가능
- 배합, 수세작업은 수작업을 반자동화로 변화

5-2. 국소배기 부문

• 생산 2층

(단위 : m/sec)

후드No	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9	H-10	평균	제어효율
개선전 제어속도 (후드 면)	1.05	0.53	0.45	1.17	0.40	0.54	0.03	0.55	0.65	0.54	0.59	-
개선후 제어속도 (후드 면)	2.12	1.53	1.11	1.55	1.05	1.13	1.21	1.58	2.13	2.01	1.54	261%

• 생산 3층

(단위 : m/sec)

후드No	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	평균	제어효율
개선전 제어속도 (후드 면)	2.30	1.41	1.40	0.30	0.28	0.31	0.25	0.89	-
개선후 제어속도 (후드 면)	2.42	2.11	2.24	1.59	1.66	1.68	1.50	1.89	212%

5-3. 생산성 효과

- 작업환경 개선으로 작업자의 근로 의욕 고취
- 작업효율 증가
- 생산만족도 향상

5-4. 경제적 효과

- 이직율 감소
- 노·사간 신뢰도 향상

6. 결론

2층작업장은 수세작업 과정에서 발생하는 DMF 노출량 감소를 위해서 수세 라인을 따라 아크릴판이나 비닐커튼을 연결하여 라인 안쪽에서 상부로 확산되고 있는 증기 제어가 용이

하게 되었으며 별도의 장소에 부스설비를 두어 작업자가 감시작업이 가능해져 유해물질 노출시간을 줄일 수 있었다.

3층 작업장은 드럼통에 원액을 배합하는 과정에서 확산되는 증기를 제어하기 위해서 드럼 입구 부분에는 원형 후드를 드럼 입구 크기로 맞춰 유해물질의 증기가 위로 확산되는 것을 미연에 방지하게 되었다.

7. 향후 관리 방안

향후에는 현재 설치된 국소배기설비가 원활하게 가동되고 있는지, 후드 제어 속도가 적정한지 등의 여부를 지속적으로 점검하여 변화된 작업장의 작업환경 관리가 필요하겠으며, 꾸준한 개선 지원 활동을 통하여 현재 이루어지고 있는 작업 환경 개선이 모든 공정으로 확대 하도록 하겠다. 🍷