

유제살포가 면/폴리에스터 혼방의 Dust량에 미치는 영향

1. 서론

종전에 사용되어온 더스트 컨트롤(dust control)방식은 OSHA(Occupational Safety Health Administration)가 정하고 있는 먼더스트 기준 $200\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 을 만족하는데에는 상당한 설비투자를 요구할 뿐 아니라 원면소비공장을 더욱 어렵게 한다. 공기류의 관리(air handling)나 필터(filter)방식이 더스트를 컨트롤하는데에 효과가 좋다고 하지만 이 방식 또한 OSHA의 기준에 맞게 더스트를 컨트롤 하려면 많은 설비투자가 필요하다. 지금까지 알려진 카드의 더스트 컨트롤 방식은 공기류량을 증가시킴에 따라 더스트량이 감소하지만 어떠한 일정수준 이상으로 공기류량을 증가시켰을 경우 그 효과는 그 만큼 증가하지 않는다. 기타의 더스트 컨트롤방식 즉 공기류의 관리, 필터방식 또는 이 두 방식을 조합했을때의 효과도 조사하였다. 유제살포는 아주 소량을 살포함으로서 원면 본래의 더스트량이나 카드의 공기류량에 관계없이 더스트량을 효과있게 감소시킬 수 있다.

Perkins, Cocke는 면 50%/폴리에스터 50%(오우픈 엔드실에서 혼방)혼방할 경우 더스트량은 면 100%에 비해 49% 감소하지만, 이 혼방로트에 소량의 유제를 살포하면 73% 감소한다고 보고하고 있다.

면/폴리에스터의 원료혼방은 연조혼방보다 한가지 뚜렷한 이점이 있는데 그것은 연조이전 공정의 더스트량이 적다는 것이다. 혼방공장은 일반적으로 더스트량이 많기 때문에 이 더스트를 효과있게 줄이기 위한 방법의 필요성이 더욱 더 증가하였으며, 적은 비용으로 먼 더스트를 가장 효과 있게 줄일 수 있는 방법은 각 방식의 장점을 최대한으로 살려, 둘 또는 그 이상의 더스트 컨트롤방식을 적당하게 조합하는 것이다.

본고에서는

가. 면/폴리에스터 혼방율이 더스트량에 미치는 영향

나. 유제가 면/폴리에스터 혼방에 의해서 생기는 더스트량에 미치는 영향

다. 혼방공장에서 더스트 컨트롤을 위한 주의 사항

등에 대해 알아보기로 한다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 원면은 1978년 Mississippi Delta 지역에서 수확된 것으로 등급 : SLM(41), 스테이플장 : 27.0~27.8mm(1 1/16 ~ 3/32in)이며, 폴리에스터 섬유는 1.5D 38.1mm이다.

원면과 폴리에스터섬유를 각각 블렌더 피더에 공급하여 컨베이어 벨트 위에 적재하였다. 원료는 No.12 수평식 개면기(Horizontal Opener)에 기류로 보낸다음, F-5 리저브 호퍼(Reserve Hopper), 2섹션 원프로세스 피커(2 Section One Process Picker)를 거쳐 랩을 생산하였다. 컨베이어 벨트에서 No.12 수평식 개면기에 기류로 면을 보낼 때 유제(Hydrocarbon + Surfactant)를 살포하는 외에는 같은 방법으로 같은 양의 원면을 생산하였으며 유제의 살포량은 원료의 약 0.2%로 조정하여 2회 반복 하였다.

모든 로트는 생산비율 18.1kg/h(40lb/h), 클리닝장치의 공기류량 22.6m³/min로 하여 소면하였다. 이때 면 100%로트는 실린더와 플레이트간의 간격을 0.305mm(0.012in), 크러시 로울러의 압력을 134.7kg로 하였고, 면/폴리에스터 혼방로트는 실린더와 플레이트간의 간격을 0.559mm(0.022in), 크러시 로울러 압력은 톱 로울러의 자체하중(36.3kg)만으로 하여 소면실의 더스트량을 측정하였다.

모든 로트는 TM4를 주어 22.7mg/m(26's)의 실을 방출하였고, 이때 면

100%와 P50%/C50%의 혼방로트를 각각의 로트로 하였다. P50%/C50% 혼방로트는 제 1연조기에서 P67%/C33%, P33%/C67%의 혼방로트를 혼합하여 생산하였으며 이때 유제를 살포한 것과 하지 않은 것으로 나누었다.

조사의 연계수는 면 100% : 1.30, 혼방로트 : 1.15로 하였다. 면 100%로트의 혼방기 텐서 게이지는 : 3.99mm, 프런트 로울러속도 : 214 r.p.m, 스펀들 속도 : 12,000 r.p.m로 하였다. 또한 혼방로트의 텐서 게이지는 : 4.80mm, 프런트 로울러 속도 : 232 r.p.m, 스펀들 속도 : 13,000 r.p.m로 하였고 이 때 각 로트의 추, 시간수는 3,000에서 3,514 이었다.

이들 데이터는 반복 시험으로 폴리에스터 혼방율이 똑같지 않으며, 살포하는 유제량을 균일하게 유지하기 어렵고, P50%/C50% 혼방로트는 연조 1번기에서 P67%/C33%, P33%/C67%로트를 혼합하여 생산하고, 면 100%로트와 혼방로트간의 정방기 공정 조건이 필연적으로 다른 이유 등으로 통계적 분석을 하지 않았다. 그러나 유제처리 유무에 따른 시험 데이터의 차는 본 연구 목적에 만족할 만한 충분한 차이였다.

<표 1> 면/폴리에스터혼방율과 소면실과 더스트량과의 관계

油劑를 살포하지 않은 경우			油劑를 살포한 경우			
混紡率 (C/P : %)	더스트量 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	더스트減少率 (%)	混紡率 (C/P : %)	油劑 (%)	더스트量 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	더스트減少率 (%)
100/0	1,050	—	100/0	0.16	480	—
66/34	670	36.2	67/33	0.18	280	41.7
45/55	460	56.2	44/56	0.23	160	66.7
27/73	350	66.7	25/75	0.17	130	72.9
0/100	60	94.3	0/100	—	60 ¹⁾	87.5 ²⁾

주) 1) 유제를 살포하지 않은 폴리에스터 100%를 사용

2) 더스트감소율은 유제처리한 면 100%와 유제처리하지 않은 폴리에스터 100%를 기준으로 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

유제 처리 유무에 따른 면/폴리에스터 혼방율과 더스트량과의 관계를 표 1에 나타냈다.

본 실험에서 계획하였던 면/폴리에스터 혼방율 67.33%, 50/50%, 33/67%,와 똑 같은 혼방율을 얻을 수는 없었으나, 실험을 통하여 얻어진 혼방율은 더스트량과의 관계를 명확하게 잘 나타내고 있다. 유제를 살포하지 않은 경우 면/폴리에스터 혼방율 67/33%, 50/50%, 33/67% 혼방로트의 소면실에서 발생한 더스트량은 면 100%로트와 비교할 때 각각 36%, 56%, 67% 감소 하였는데 비해 유제를 살포한 경우는 42%, 67%, 73%로 감소하였다. 유제살포에 의한 더스트 감소율은 면 100%로트의 54%에서부터 C50%/P50% 혼방로트의 65%사이에서 변동하고 있다. 더스트량의 감소는 면/폴리에스터를 혼방하고 여기에 유제를 살포할 경우보다 크게 감소하고 있다. 예를들면 C67%/P33%혼방의 경우 0.18%, C50%/P50% 혼방의 경우 0.23%의 유제를 살포 하였을 때 소면실에서 발생하는 더스트량은 면 100%로트에 유제를 살포하지 않았을 때와 비교할 때 각각 73%, 85%의 감소를 나타낸다.(표2)

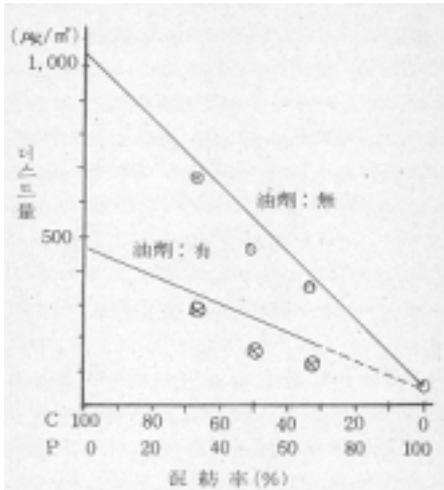
<표 2> 면/폴리에스터 혼방율, 유제와
소면실 더스트량과의 관계

混紡率 (C/P: %)	油劑 (%)	더스트量 (Mg/m ²)		더스트감소율 ¹⁾ (%)
		油劑: 無	油劑: 有	
100/0	0.16	1050	480	54.3
67/33	0.18	670	280	73.3
50/50	0.23	460	160	84.8
33/67	0.17	350	130	87.6
0/100	—	60	—	94.3 ²⁾

주 1) 유제를 살포하지 않은 면100% 기준

2) 유제를 살포하지 않은 폴리에스터 100%를 사용

면/폴리에스터 혼방율과 유제살포 유무에 따른 소면실의 더스트량 발생 관계는 그림1과 같다.



<그림 1> 면혼방율과 더스트량과의 관계

<표 3> 폴리에스터혼방율과 소면웹중에
포함되어있는 넵수와의 관계

混紡率 (C/P : %)	油 劑 처 리 有 無	넵 數 (645.2cm²당)
100/0	無	6
	有	6
67/33	無	24
	有	30
50/50	無	21
	有	19
33/67	無	12
	有	12

유제 살포의 유무에 관계없이 방적성은 정상이었다. 소면웹 중에 포함되어 있는 넵수는 표3과 같으며, 면/폴리에스터 혼방할 때의 소면웹 중의 넵

수가 면 100%때보다 많다. 이는 면/폴리에스터 혼방로트는 플레트와 실린더간의 간격을 면 100%로트보다 넓게 설치하여야 하기 때문에 면이 효과 있게 소면되지 못하는데 원인이 있다. 또한 혼방로트는 면의 혼방율이 증가함에 따라 소면웹중의 넵수가 증가하며 그 증가율은 면혼방율의 증가율과 비슷하다.

면 100% 및 면/폴리에스터 혼방로트의 가방성 및 실의 품질에 큰 차이는 없었으며 유제 또한 사절이나 품질특성 등에 영향이 없었다. 유제처리한 면 100% 로트 및 C50%/P50%혼방로트 사의 브레이크 팩터(break factor : 리이인장강도×변수)는 유제처리하지 않을 때 보다 각각 80유니트(unit), 38유니트 감소를 나타냈지만 이는 유제살포가 아주 적기 때문에 큰 문제가 될만한 차이는 아니었다.

지금까지의 표를 볼 때 소면실에서 발생하는 더스트량은 면/폴리에스터 혼방율과 거의 비례관계가 있으며, 면/폴리에스터 혼방로트의 유제살포는 더스트를 효과있게 줄일 수 있음을 나타내고 있다.

<표 4> 가방성 및 사의 품질특성비교

混紡率 (C/P : %)	油劑處理 有 無	糸切數 (數/1000sp. h)	Break Factor (unit)	外觀 (指數)
100 / 0	無	39	1776	122
	有	35	1696	126
50 / 50	無	39	2404	96
	有	43	2366	100

4. 더스트 컨트롤을 위한 주의사항

면방공장에서 더스트 수준을 효과있게 줄이기 위한 방법은 공장에 따라

현저하게 다르다. 즉 두 공장의 더스트 컨트롤 시스템이 똑같지 않으며, 어떤 공장의 효과있는 더스트 컨트롤 시스템이 다른 공장에서도 효과있다고 말할 수 없다. 일반적으로 가장 효과있는 더스트 컨트롤 시스템은 둘 또는 그 이상의 컨트롤 방식을 조합하는 것이며, 이 각종 컨트롤방식의 선택에 있어 중요한 것은 더스트량에 영향있는 요인 뿐만 아니라, 각종 컨트롤방식의 특징, 성능 등을 충분히 알아 두어야 한다.

더스트량에 영향주는 요인은 다음의 3가지이다.

- (1) 사용원면
- (2) 공장의 관리상태
- (3) 보전 및 종업원의 숙련도

일반적으로 높은 등급의 원면은 낮은 등급의 원면보다 방적중에 발생하는 더스트량이 적으며, 혼방할 때가 면 100%일 때 보다 더스트량이 적게 발생한다. 따라서 제품의 최종 용도에 따라 공장에서 사용 원료가 정해지면 그 원료를 변경하지 않는 것이 좋다.

공장의 관리상태나 보전 관리상태는 더스트 컨트롤 프로그램을 기획할 때에 가장 먼저 생각해야만 될 요인이다. 이 두 요인의 가능성에 대한 인식이 부족하면 상당한 설비투자를 하여 설치한 더스트 컨트롤 시스템이라 할지라도 그 효과를 충분히 발휘할 수 없다. 그러므로 이 두 요인을 효과있게 잘 관리하여야 하며 이것은 종업원의 훈련 및 감독을 강화하는 프로그램을 통하여 달성할 수 있다.

면방공장에서 더스트를 줄이기 위하여 사용하고 있는 대표적인 방법은 다음의 4가지이다.

- (1) 원면의 세정
- (2) 공기의 처리 및 여과

(3) 고성능 제진기의 채용

(4) 유제의 살포

원면의 세정은 저급제품에 쓰이는 원면으로부터 불순물을 제거하기 위해서만 오래 전부터 사용되어 왔다. 보통의 공정 조건에서는 실을 생산할 수 없기 때문에 이 원면을 방출할 수 있도록 공정 조건을 보정해야 한다.

공기의 처리 및 여과방식은 면방공장에서 더스트를 줄이기 위하여 많이 사용하는 기본적인 더스트 컨트롤 방식으로 효과가 좋다. 그러나 이 방식은 설계, 설치 및 보수하지 않으면 안된다. 종래의 방식에서 더스트를 줄이기 위하여 드는 비용은 더스트량 수준이 감소하여 $200\mu\text{g}/\text{m}^2$ 에 가까운 만큼 실질적으로 증가한다. 설비비용이나 전력비용은 보다 정교한 공기의 처리 및 여과 방식과 관련이 있으며 가장 싼 비용으로 효과있게 더스트를 줄일 수 있는 방식은 수종의 더스트 컨트롤 방식을 조합하여 사용하는 것이다.

고성능 제진기의 채용은 더스트량을 어느 정도 줄일 수 있지만, 이 장치만의 채용으로 원하는 수준까지 더스트량을 줄일 수 있는지 없는지는 의문이다. 대부분의 제진기는 제거거한 웨이스트나 더스트를 배출하기 위한 부분적인 배출장치가 필요하기 때문에 기계를 개조하여 웨이스트나 더스트를 효과있게 제거하게 된다. 트레이나 더스트를 제거하기 위하여 사용하는 제진기의 모양이나 대수는 섬유특성 및 방적성에 의해서 정해진다.

최근에 채용된 더스트 컨트롤방법은 원료에 유제를 살포하는 것이다. 즉 더스트량을 50% 줄이려면 유제를 0.25%살포하면 되기 때문에 이 방법의 비용은 아주 적다. 그러나 이 유제 살포방법을 유일한 더스트 컨트롤 방식으로 사용하기에는 적합치 못하며, 다른 더스트 컨트롤방식과 조합하여 사용하는 것이 좋다.

가장 좋은 더스트 컨트롤방식은 공기처리 및 여과와 고성능 제진기를 조

합하는 것이다. 더스트량을 $400\mu\text{g}/\text{m}^2$ 이하로 줄일 때에는 0.25% 유제를 살포함으로써 더스트량을 원하는 수준까지 줄일 수 있기 때문에 이 더스트 수준 범위내에서는 유제살포가 아주 효과적이다. 즉, 기타의 더스트 컨트롤 방식으로 더스트량을 낮은 수준으로 줄이려면 비용은 상대적으로 증가하지만, 유제 살포는 비용에 관계없이 원하는 수준으로 더스트량을 줄일 수 있다.