

섬유에의 코팅 가공방법(I)

1. 섬유에의 코팅 가공방법

1.1 서언

섬유에의 코팅가공은 광의로 말하면 어떤 목적을 갖고 어떤 섬유의 표면을 다른 재료 또는 동종의 재료피막으로 습윤, 침지, 분사, 도포 등의 방법으로 코팅하는 것을 의미한다.

따라서 이러한 넓은 의미로 섬유의 코팅을 생각한 경우는 과거에는 아마 인유 등의 건성유나 금속비누 파라핀 등으로 처리된 면직물의 오일 클로드(oil cloth)나 방수포 등도 포함되었다. 그러나 최근 섬유업계에서의 코팅가공 개념은 각종 섬유의 직·편물의 표면에 아크릴 수지나 우레탄 수지 등 고분자 폴리머의 균일한 피막을 견고하게 만들어 직·편물 단독으로는 낼 수 없는 외관이나 물성, 성능 등을 부여하는 가공방법을 일반적으로 의미하는 것처럼 되었다. 그 외 라미네이트 가공(기포와 기재의 접착)이나 간접적 코팅인 전사 라미네이트도 코팅가공에 포함시키는 경우가 많다.

코팅 가공방법의 관점에서 분류하면 대략 2가지로 분류하는 것이 일반적이다. 그 중 하나는 일본 원기씨 등이 정리한 코팅 헤드(coating head)에 의한 기술적 분류(coating system)로 <표 1>과 <표 2>에 나타내었다. 두 번째 코팅 가공업계나 코팅 수지 메이커 등이 코팅 수지의 피막형성 프로세스(coating process)로부터 건식 및 습식으로 나누는 것이 그것이다. 이들은 도포 방법과 성막방법으로 나누는 것으로 제품의 품질 등을 설명하는 경우 기계에 맞게 선택해서 사용한다. 그 외 섬유기포에 코팅막을 어떤 방법으로 만드느냐에 따른 기법상, 직접 도포하는 직접 코팅(direct coating)과 간접 코팅인 전사(transfer) 코팅으로 분류하는 경우도 있다.

<표 1> 코팅 헤드의 분류

附與裝置系	計 量 系	平 滑 化 系
後 計 量 前 計 量	Air doctor Blade Knife Rod 計量 roll Gravure roll	Reverse roll Air brush Rod
로울 부여장치 液溜 부여장치 浸漬 부여장치 Fountain 부여장치 抽出 부여장치		

<표 2> 각종 코팅기의 도포속도, 도포제점도 및 고형분농도의 적용범위

코팅機(coater)	塗布速度 (m/min)	塗布重量 (g/m ²)	塗布劑粘度 (cp)	塗布劑固形分 (%)
Air doctor	100~400(600)	5~35	50~100~500	35~45
Flexible blade	200~1,000	3~16	1,000~50,000	50~65
Rod	10~400	2~20	25~100	35~55
Floating knife	3~60	8~35	500~10,000	
Knife over blanket	3~60	8~35	500~10,000	
Knife over roll	3~130	8~80	1,000~30,000	
Squeeze(Size press)	30~600	1~10	50~500	10~50
含浸	60~600	(~100%)		
三本 Reverse roll	180	8~50	100~ 100,000	
日本 Reverse roll	10~180~250	8~35	50~20,000	40~65
Transfer roll	100~800	3~22	500~4,000	55~62
Gravure	15~370	2~20	50~10,000	
Kiss roll	30~160~200	8~	50~400	
Bead	~15	2	10~40	8~15
Cast	30~90	16~40	30,000~50,000	
Spray	3~100	5~30	50~400	
Curtain	460	3~50	200~10,000	
Fountain	300	3~50	~100,000	
Calender	~900	1~2		3~5
靜電	~150	5~33(濕潤2.5μ)		
押出	180~370~900	3~122		

1.2 건식법 (dry process)와 습식법 (wet process)

여기서 간단히 건식법과 습식법을 가공방법상으로 언급해 보기로 한다. 건식 코팅법은 유기용제나 물로 용해, 분산시킨 수지, 에멀전, 분산제 등을 섬유기포에서 도포하여 열과 바람으로 옥매를 기화시켜, 경우에 따라서는 더욱 가열 베이킹 (baking)하여 연속한 고휘도막으로 섬유의 표면을 도포하는 방법을 말한다. 그 외 미리 가열하여 가소화, 유동화 된 고분자화합물 폴리머를 냉각하여 피막을 형성하는 방법도 건식법에 포함된다. 따라서 대부분의 코팅 직물은 이들 방법으로 만들어 지며, 1800년대의 타르 피치(tar pitch)로 처리된 우산살을 포함하여 그 역사는 오래된다. 이에 비해 습식 코팅은 물에 친화성이 있고 완전히 용해하는 알코올이나 DMF(dimethyl formamide)등의 유기용제에 용해된 코팅액을 사용하여 가공한다. 이 코팅액을 섬유기포에 코팅한 후 다량의 물에 침지 함으로써 용제를 녹여 내어 (정확히 말하면 물에 침지하여 수지를 용해하는 용제의 용해능을 변화하여 수지를 응고시킴). 균일한 다공질투습 코팅이나 합성피막, 인공피막 등이 대표적이다.

습식 코팅은 건식에 비해 역사적으로는 짧지만 외국에서 공업화된 것은 1964년의 일이다. 현재는 건식 코팅에서도 다공질 피막을 얻을 수 있게 되었으며, 이 기술이 등장하기 약 10년 전까지 우레탄의 습식 가공은 피혁과 유사한 독특한 다공층에 의해 발생하는 태나 투습기능으로 독자적인 영역을 구축해 왔다. 이러한 특징은 현재에도 뿌리깊이 인식되고 있다. 그러나 건식법에서의 수지개발 및 가공법의 개량도 습식의 특징을 그대로 안고 있는 형태로 근년 활발히 행해지고 있으며, 그 차이는 차츰 줄어들고 있는 상황이다.

1.3 투습방수가공으로 본 건식 · 습식 코팅제와 성막 프로세스

투습방수가공은 신체로부터의 발한에 의한 의복 내부의 습기 · 수분이 방

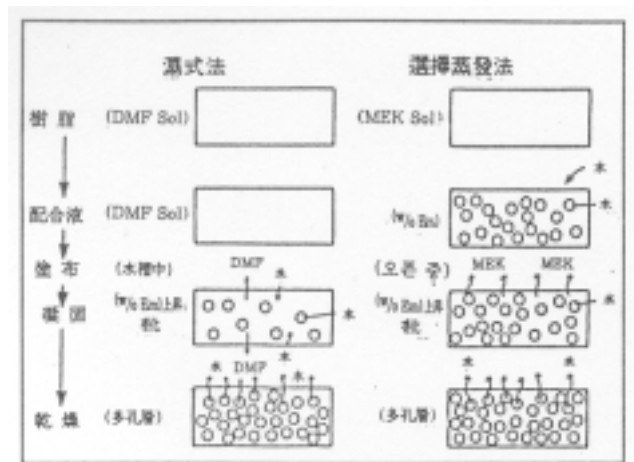
수막을 투과하여(투습성) 내측에 체류, 결로 하는 것을 방지하고 동시에 비나 눈 등 외부로부터 물의 침입을 막는 가공이다. 이 기능을 완수하는 필름은 다공질 필름과 비다공질 필름의 두 가지가 있으며 쾌적한 투습도($3,000\text{g/m}^2$. 24시간이상)를 얻기 위해서는 다공질 필름을 사용하는 것이 일반적이다. 이러한 다공질 필름층을 갖는 투습방수가공에는 다공질 불소 필름(고어텍스, 마이크로텍스 등)을 라미네이트하는 방법이나 우레탄 수지의 습식 코팅법이 이전부터 잘 알려져 왔다

그러나 앞서서도 언급한 바와 같이 근년 10년간에 건식 코팅법에 의한 우레탄 수지의 다공질 필름을 얻는 기술이 확립되었으며, 현재상황에서는 약간의 성능이나 품질의 차이는 있지만 가공법에 의한 다공질피막의 형성 프로세스는 코팅제로서는 응집력이 강한 하드 세그먼트 (hard segment)의 결정부를 많이 갖고 있는 일액형 우레탄의 DMF 용제액이 사용되고 있다.

기술적으로는 응고성막이 코팅층의 표면에서 진행되기 때문에 내부의 DMF가 물과 치환되지 않는 경우도 있어 응고욕의 온도 컨트롤이나 물의 첨가, 계면활성제, 각종 첨가제의 응용으로 DMF의 확산이나 물과의 치환이 포인트가 된다.

건식법에 의한 다공질피막의 형성은 우레탄수지의 W/O형 에멀전 용액을 사용한 선택증발법이 일반적이다. 이것은 코팅된 W/O 에멀전 수지중의 오일(용제분)이 건조됨으로써 미리 증발하여 W/O 비율의 물 성분이 높게 되어 어느 시점에서 함수형태 그대로 응고하고 그 후 물을 증발시킴으로써 다공질을 만드는 것이다. 이들 메커니즘은 <그림 1>과 같다. 또 건식과 습식에 의한 다공질 코팅의 특징과 필름의 특징을 <표 3>과 <표 4>에 나타내었다.

<그림 1> 다공층형성 메카니즘



<표 3> 투습성 기능가공 건식 습식 코팅방법의 특징비교

加工方法	乾 式	濕 式
品 質	· 태의 변동이 적다. · 셀 컨트롤에 限界가 있다. · 機能性 添加劑 등 應用폭이 넓다. · 미끄러짐, 可撓性이 양호하다. · 加水分解, 곰팡이 트러블이 적지만, 油脂類에 의한 劣化가 있다. · 漏水性이 나쁘다. · 膜 두께의 선택폭이 넓다.	· 태 조정폭이 넓다. · 셀 컨트롤이 가능하다. · 添加劑의 應用에 한계가 있다. · 미끄러짐이 나쁘다. · 加水分解 트러블이 있다. · 洗濯耐久性이 나쁘다.
加工 性	· 塗布時 스킨링(skinning) 問題가 있다. · 樹脂 코스트가 높다.	· 두겹게 도포하기가 어렵다. · 도포가 비교적 용이하다. · 樹脂 코스트가 싸다.
設 備	· 일반 코팅 乾燥設備로 대응가능하다.	· 凝固槽, 水洗槽 등을 필요로 하고 또 回收裝置도 필요하다.

<표 4> 건식법과 습식법의 필름 물성비교

加工方法	乾 式 法	多孔層의 形狀
連 通 孔	連 通 孔 (위사방향)	濕 式 法 (경사방향)
겉보기 密度(g/cm³)	0.6~0.7	0.3~0.6
膜두께保持率(%)	20~30	70~80
透濕度(g/m²/24hr)	7,000~8,000	5,000~6,000
通氣度(100cc/sec)	15~20	>300

1.4 설비 코스트면에서 본 건식과 습식

주로 건식 코팅을 중심으로 하여 가공하고 있는 가운데 습식 가공을 하는 가공공장도 늘고있다. 그러나 습식설비를 갖고 있는 가공공장의 대부분은 합성피막 메이커이며, 직·편물 등 포에 코팅을 하는 가공공장은 아직은 그렇게 많지 않다.

합성피혁 메이커의 습식설비의 대부분은 주로 함침가공의 스페이스를 할애하고 있는 것이 현실이다. 그러나 함침가공은 기술적으로도 한국, 대만에서 싸게 공급할 수 있게 되어서 일본의 가동률이 저하되고 있는 실정이다. 건식·습식의 각각에 필요한 설비는 앞에서 언급한 성막방법의 설명에서도 알 수 있듯이 습식법의 경우는 응고조 (coagulation bath)와 수세조 (washing bath)가 필요하며, 여기에다 DMF 회수장치를 부착하는 것이 필요하다. 다만 회수는 자사에서 하지 않고 위탁업자에게 맡기는 경우도 있다.

이에 대해 건식의 경우는 건조기가 주요설비이고 설비비용도 습식에 비해 그다지 많이 소요되지 않는다. 또 코팅 기법이나 코팅 수지도 다양한 형태로 선택할 수 있다. 여기서 섬유에의 투습방수가공이라는 점에서 수지, 가공, 설비 등의 코스트 비교를 <표 5>에 나타내었다. 앞에서 언급한 제품성능 비교와 일치시켜 보면 모두 일장일단이 있어 어느 것이 좋다고는 말할 수 없으며, 어디까지나 그 기업의 경제성을 포함한 생산방침과 제품생산의 자세에 따라 채용한다고 할 수 있다. 코팅 기술자 중에는 앞으로의 나아갈 방향으로서 서구의 사례와 같이 수용성 수지나 에멀전의 건식 코팅으로 성에너지와 무공해를 고려하는 방향으로 나아가야 한다고 주장하는 사람도 있지만 놀랄만한 기술혁신 중에 있기 때문에 현단계에서 장래방향을 특정지우는 것은 어려운 일이라고 생각된다. 그러나 생산자 측의 책임으로서 노동위생과 환경문제를 더욱 우선해야 된다는 것은 두말할 나위 없다.

<표 5> 건습과 습식의 코스트 비교

	乾 式	濕 式
同一性能品の配合 코스트	에스테르계 우레탄으로 濕式の 1.5~2.0 倍.	에스테르계 우레탄으로 乾式の 50~70% (回收溶劑 使用).
加工速度	건조능력에 따라 다르지만 10~20m/min.	용고, 수세 능력에 따라 다르지만 10~20m/m.
設備 코스트	濕式에 비해 싸다.	회수장치를 포함하면 건식의 2배 정도.
公 寓	혼합용제가 많고, 회수는 어렵다. 規制에 따라서는 난연장치가 필요하다.	밀폐형이기 때문에 회수는 절대 필요조건이며 환경오염은 적다.

2. 건식 코팅 가공과 상품

2.1 선구적인 건식 가공

습식법의 대표적인 상품으로는 현재 백 스킨(back skin)조 함침가공포와 다공질 투습방수가공포가 있다. 그러나 건식법도 코팅제나 가공법의 개발과 여러 가지 조합으로 습식의 특징을 일정수준까지 만들어 낼 수 있게 되었다.

건식 코팅 가공은 우산지가공을 필두로 1957년에 본격적으로 시작했다. 그리고 60년대에는 건식 코팅의 기능가공으로서 투습 코팅의 연구에 착수해 왔다. 합성고무에의 흡습성 무기물질의 첨가, 셀룰로오스 파우더의 첨가 등을 비롯하여 염화칼슘의 첨가, 수중에서의 추출, 흡수 폴리머의 활용, W/O형 수지의 검토 등 그 검토방향은 다양했다. 요즘, 습식 코팅에 의한 엔트란트 가공(Toray)이 등장하여 한 동안 건식에 의한 투습방수가공은 성능면에서 한계가 있었던 시기도 있었으나 80년에는 셀루이트 가공(투습성 코팅 가공)으로서 건식에 의한 아크릴 수지의 다공질 코팅을 개발했다.

더욱이 우레탄 수지로의 다공질 코팅의 기술확립은 선구자적 위치에 있었다. 우레탄 수지의 W/O 에멀전의 개발 · 제조는 84년경에 착수했으며, 수지 메이커와 공동으로 개발한 이 가공도 당초는 많은 문제점을 안고 있었다. 우레탄 수지의 입자직경과 유화가 불안정하여 수지표면이 굳어지거나 수지입

자가 많이 발생하고, 또한 기계적 세어가 증가하면 유화가 붕괴되고, 가공수율도 나빠며, 이 때문에 코팅 설비와 방법도 독자적인 대응을 필요로 했다. 그러나 그 후 10여년간 수지도 상당히 개선되어 지금은 많은 가공공장에서 비교적 쉽게 취급할 수 있게 되었다. 동시에 습식법으로 대응할 수 없었던 기능성에의 도전도 가능하게 되었으며, 건식 다공질성막법도 W/O형의 선택 증발법에서 습식막에 가까운 O/O형을 겨냥한 개발이 진행되고 있다.

2.2 건식 코팅가공과 상품의 개요

습식법으로 코팅할 수 있는 수지는 우레탄수지가 많고 그 다음이 나일론수지 정도이다. 이론적으로는 다른 합성고무나 탄성체도 습식성 막은 가능하지만 그 어느 것도 우레탄 수지와 같이 응집력이 강한 하드 세그먼트(hard segment)를 갖고 있지 못하며, 가교·가황에 의해 필름 강도를 내기 때문에 다공질의 성막이 어려운 것이 현실이다. 여기에 비해 건식법은 여러 가지 수지의 코팅이 가능하며, 더욱이 제3물질과의 혼합화가 용역하고 기능성 부여의 변화에 우수하다. 이것과 코팅 기법을 조합함으로써, 다양한 기능성이나 감성을 내는 가공품을 얻을 수 있다. 또 설비조건 등의 개량에 따라서는 섬유뿐만 아니라 종이, 필름 등의 가공이나 이들을 조합하는 가공도 가능하다. <표 6>과 <표 7>에 주요 사용수지와 가공상품의 개요를 소개한다.

<표 6> 사용수지

區 分	特 性	備 考
우레탄系	耐疲勞, 彈性, 接着性, 耐寒性	熱可塑, 熱硬化, 有孔, 無孔
아크릴系	耐光性, 柔軟性	
에스테르系	耐候性	
폴리에틸렌系	耐候性, 耐藥品性	하이파론
실리콘系	耐熱性, 耐藥品性, 耐光性, 柔軟性	
弗素系	耐熱性, 耐藥品性, 耐候性, 防汚性	

<표 7> 주요 상품개요

分類	加工區分	加工內容	機 能	備 考
直接 코팅	일반 코팅	아크릴 코팅 #100, #400	防風性, 防水性 耐水性300~1000mm	
	셀루레이트	透濕性 付與 코팅	透濕性, 防水性	無孔 타입
	하이엘코	하이파론코팅 #4500	3000g以上, 300~1000mm 防水性, 耐藥品性2,000~ 10,000mm, 耐候性	有孔 타입 輕量雨依 마운틴
	各種機能코팅	실버, 카본, 세라믹, 펄(진주) 防染 실버 슈퍼루미센스 弗素 실리콘, 防融 코팅 우레탄	保温, 蓄熱, 防水性 斷熱, 防水性, 感性 防炎라벨對應, 遮光性 再歸反射性 防汚性, 耐藥品性, 耐熱性 耐熱性, 耐藥品性, 耐低溫 防水性, 耐久性, 感性 感性	暗膜 커튼 安全觀認 담배 防融 리버시블(reversible)效果 素材와의 組合
	리프렉	코팅 面表使用	防風性, 透濕性, 保温性	
	에어스루	網物의 通氣透濕 코팅	防水性, 透濕性	
轉寫 코팅	코델	우레탄 無孔 필름	透濕性, 防水性	無孔, 有孔
	셀루레이트	透濕性 附與 라미네이트	保温, 蓄熱, 防水性	
	셀웜	실버, 카본 세라믹 칼라 그라비아(gravure)	斷熱, 防水性, 感性 感性 感性 感性	表面變化素材
	킷드레스	코팅 面表使用	防水性, 耐候性	
	맛감	하이파론라미네이트	通氣性, 소프트	異素材의 組合
接着	코넬본드	基布/基布본딩	透濕性, 防水性, 感性	
	3 layer	코팅布/裏地	表裏別機能	
複合	兩面코팅			