

수분산계 PU 코팅직물의 물성에 관한 연구

안병한*·고성익·박정우·안승국·박수민

*ICI우방(주), 부산대학교 섬유공학과

1. 서론

현대인의 생활환경 변화에 따라 레저 산업의 급격한 증가로 인해 관련산업에 많은 영향을 주고 있다. 특히 스포츠 분야에서는 의류, 신발 및 장비 분야에서 새로운 제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 이들 제품이 요구하는 물성은 각종 기후조건에서 인체를 보호하고 착용자가 쾌적함을 느낄 수 있어야 한다. 이러한 기능을 충족시키기 위해서는 운동 중에 발생하는 땀을 발산하고 외부에서의 수분의 침투를 막아 체온의 급격한 변화가 나타나지 않도록 투습방수성을 나타내어야 한다.

지금까지 개발된 투습방수 직물은 폴리우레탄 수지를 응용하여 건식 또는 습식공정으로 미세 기공을 형성하는 방법, 투습방수성을 나타내는 필름을 직물표면에 부착시키는 방법 그리고 고밀도 직물을 이용하는 방법 등이 있다. 생산량의 측면에서는 습식 투습방수 코팅방식을 주로 사용하였으나 점차 건식방법에 의한 투습방수 직물의 생산량이 증가하고 있다. 하지만 기존의 생산 방식은 DMF 또는 MEK등의 용제를 사용한다. 이들 용제를 사용하는 생산방식은 생산공정에서 작업자가 용제에 노출되거나, 제품에 잔존하는 용제가 누출되어 각종 문제를 유발한다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 개발되고 있는 방식이 수분산계 폴리우레탄을 사용하는 것이다.

하지만 수분산계 폴리우레탄에 의한 방식은 용제계 폴리우레탄 공정에 의해 개발된 다양한 기능을 충족시키지 못하고 특히 최종 제품에서 나타나는 태가 용제계와 다르기 때문에 용제계의 태에 익숙해 있는 소비자들로부터 외면당하고 있다. 이러한 문제점이 발생한 원인은 기존의 수분산계 폴리우레탄에 관한 연구들이 기능적인 면만을 중시하고 역학특성을 응용한 태와 관련된 면을 고려하지 않고 진행되어 왔기 때문이다.

본 연구에서는 수분산계 폴리우레탄으로 다양한 공정조건으로 코팅한 시료에 대해 기능성 및 역학특성을 측정하여 용제계로 제조된 코팅직물과 비교 분석하여 코팅직물에 필요한 기능성과 태를 동시에 만족할 수 있는 공정조건을 설정하는데 목적이 있다.

2. 실험

2.1 시료

실험에 사용한 수분산계 PU는 독일 ROTTA제품으로 접착층 형성과 표면형성을 위해 각각 1종류씩 두 종류를 사용하였으며, 첨가제로는 증점제(ethylene oxide, 비이온성), 왁스 및 silicone 유연제를 사용하였다.

기재로는 발수 처리된 나일론 직물(warp : Nylon 70denier 172/inch, weft : Nylon A.T.Y 280denier 60/inch)을 사용하였다. 또한 기능성 및 역학특성을 비교하기 위하여 용제계로 코팅된 직물 5종을 사용하였다.

2.2 코팅방법

코팅은 실험실용 코팅장치를 사용하여 도포하고, 코팅후에 실험실용 텐터에서 건조하는 건식방식으로 처리하였다. 코팅액은 접착층 및 표면층 각각에 대해 증점제의 농도를 7단계로 변화시켰으며, 코팅과정중에서 건조온도 및 도포량을 각각 변화시켜 시료를 제작하였다.

2.3 측정

증점제의 사용량에 따른 폴리우레탄 수지의 점도 변화를 확인하기 위해 rheometer (ARES)를 사용하여 점도를 측정하였다. KES FB 시스템을 사용하여 코팅직물의 역학특성을 측정하였으며, Automated Perm Porometer(APP-1200A)로 기공도 및 공기투과도를 측정하였다. 또한 코팅직물의 표면특성을 확인하기 위하여 SEM 촬영을 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 코팅직물의 표면특성

Fig 2.는 Fig. 1과 같은 표면을 가지는 나일론 직물에 건식으로 용제계 PU를 코팅한 직물의 표면을 SEM으로 촬영한 것이다. 코팅면에는 직경이 30~100 μ m인 미세 공극이 발달해 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 코팅면에는 미세한 돌기가 형성되어 있다.

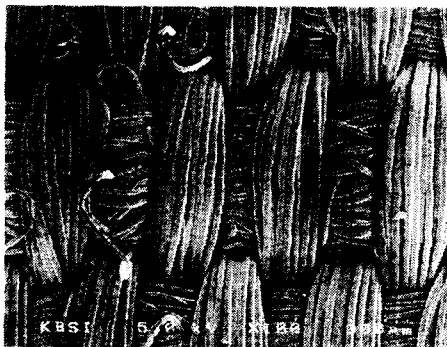


Fig. 1 SEM photograph of nylon fabric

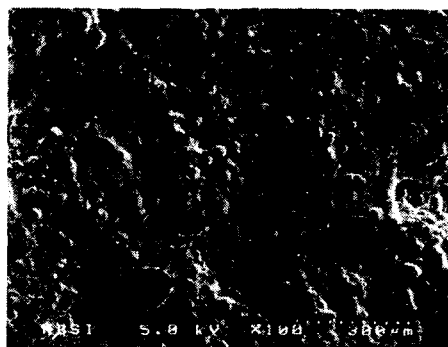


Fig. 2 Surface of dry type coated fabric with solventborne PU



Fig. 3 Surface of 1 rayer coated fabric with waterborne PU

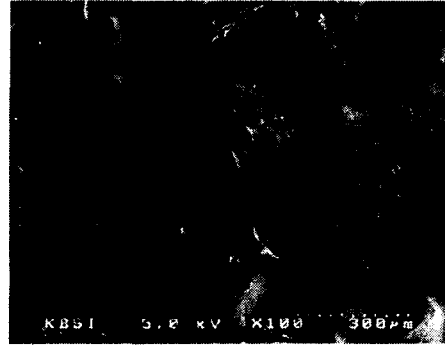


Fig. 4 Surface of 2 rayer coated fabric with waterborne PU

Fig. 3은 수분산계 폴리우레탄으로 1차 코팅한 직물의 표면이며, Fig. 4는 1차 코팅면에 수분산계 폴리우레탄으로 다시 2차 코팅을 한 직물의 표면 사진이다. 용제계로 코팅한 직물의 표면과 유사한 미세 기공은 생성되었으나 돌기가 형성되지 않았음을 알 수 있다. 기존 제품화 되어 있는 코팅직물 중 용제계와 비교할 때 수분산형의 폴리우레탄으로 코팅한 직물은 냉감이 많이 발생하고 다소 딱딱한 느낌이 나타나는데 이는 돌기의 생성 유무에 따른 결과로 판단된다.

3.2 수분산계 PU 코팅직물의 제조공정에 따른 역학특성

Fig. 5는 수분산계 폴리우레탄 수지에 첨가한 증점제의 무게비에 따른 코팅직물의 굽힘강성을 비교한 그래프이다. 증점제의 무게비가 증가할수록 굽힘강성은 증가하다가 감소하는 경향을 나타낸다. 이는 동일 두께의 게이지를 사용하여 도포할 때 점도의 증가에 따라 실제 도포량은 증가하다가 수지의 점도가 과도하게 높아지면 코팅표면이 거칠어지므로 코팅면의 각 부분에 균일하게 부착되지 않는다. 따라서 굽힘강성은 오히려 감소하는 경향을 나타내는 것으로 판단된다.

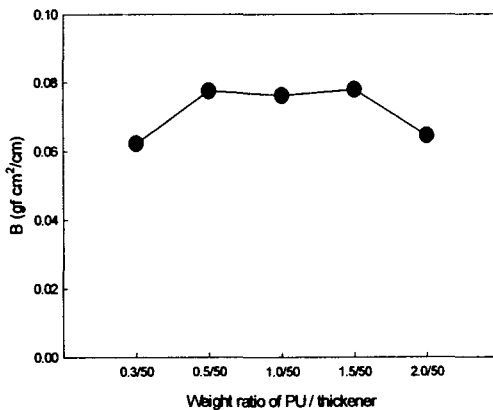


Fig. 5 Relationship between Bending rigidity and concentration of thickener

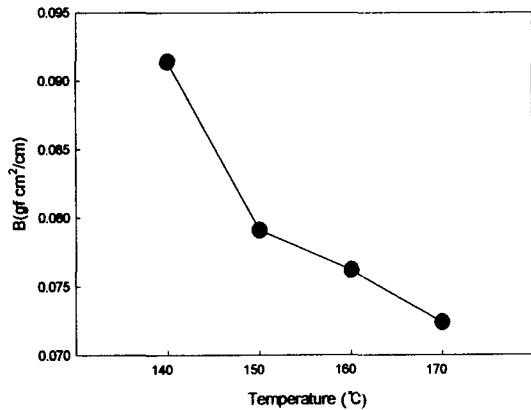


Fig. 6 Bending rigidity change with drying temperature

Fig. 6은 건조온도에 따른 코팅직물의 굽힘강성을 비교한 그래프이다. 건조온도가 증가할수록 굽힘강성은 뚜렷이 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 코팅직물에 도포된 폴리우레탄 수지가 건조온도의 차이에 따라 직물과의 접합성에 변화를 나타내었기 때문이라고 판단된다.

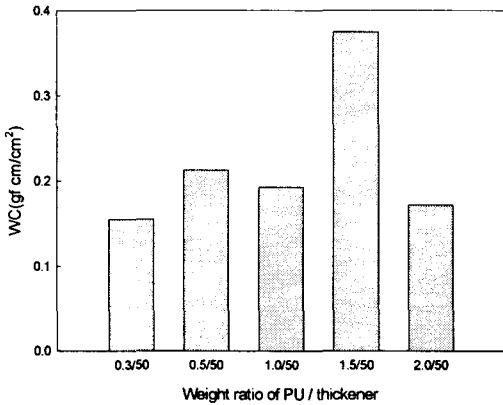


Fig. 7 Relationship between Compressional energy and concentration of thickener

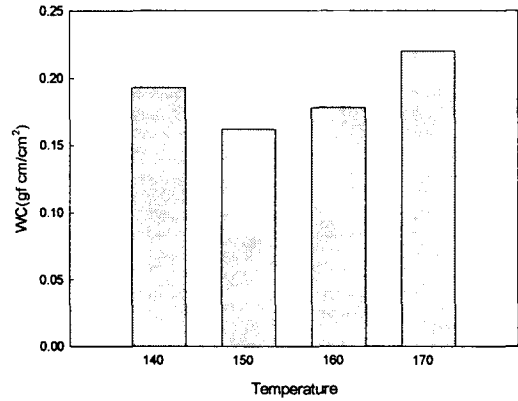


Fig. 8 Relationship between Compressional energy and drying temperature

Fig. 7은 증점제의 혼합비에 따른 코팅직물의 압축에너지의 변화를 나타낸 것이며, Fig. 8은 건조온도의 변화에 따른 압축에너지의 변화를 나타낸 그래프이다. Fig. 7에서 증점제의 혼합비가 증가함에 따라 압축에너지는 증가하다가 2.0/50의 경우 감소하는 경향을 나타낸다. 이는 수지의 점도가 과도하게 증가함에 따라, 코팅 후 코팅표면의 경도가 증가하여 압축변형이 감소하기 때문이라고 판단된다. Fig. 8는 건조온도 증가에 따른 압축에너지의 변화를 나타낸 것이다. 건조온도가 증가할수록 압축에너지는 감소하다가 증가하는 경향을 나타내었다.