

로진계 발수제 표면처리에 의한 종이의 내수 및 물리적 특성 평가

김형진* · 조병목

*국민대학교 임산공학과, 강원대학교 제지공학과

1. 서론

현재 국내에서 종이에 적용하는 발수제의 대부분은 Paraffin계 wax를 기본 구조로 한 액상형 발수제를 이용하고 있다. 이들을 수용성으로 제조했을 경우의 가장 큰 문제점은 종이에 대한 수분의 발수성이 높지 않은 문제점을 지니고 있으며 또한 Paraffin계 발수제로 종이에 코팅을 실시하였을 경우 paraffin 성분으로 인한 종이 표면의 미끄럼 현상이 나타나기도 한다. 따라서 본 연구에서는 로진계 발수제를 개발하여 hot melt type의 코터를 이용하여 크라프트지에 표면 처리를 행한 다음 발수 처리된 종이 및 고내수성을 지닌 상업용 PE 라미네이팅한 종이의 내수 및 물리적 특성을 비교, 분석하고자 하였다. 또한 로진계 발수제를 이용한 코팅 표면 및 상업용 PE 라미네이팅된 종이의 표면을 전자현미경을 이용하여 관찰하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 발수제의 검토 및 발수처리

현재 시중에서 유통되고 있는 발수제의 형태는 주로 liquid type으로서 발수 처리 후 반드시 건조공정을 거쳐야 한다. 이러한 과정에서 종이에 야기되는 물리적 특성 및 발수도의 근본적인 미약함 등에 의한 제한적 사용 등의 문제점을 극복하기 위하여 천연 로진을 기본 구조로 하는 고형분 형태의 발수제를 이용하여 종이에 표면 코팅 처리를 하였다. 발수처리에 사용된 원지는 크라프트지로서 고형분 상태의 발수제를 hot melt type의 특수 코터를 이용하여 표면처리를 행하였으며, 코팅층의 두께를 미세하게 조절하였다.

2.2 원지의 평활도 측정

로진계 발수제에 처리에 의한 코팅면의 공극 구조 및 공극의 여부 등을 조사하기 위하여 평활도를 측정하였다.

2.3 원지의 물리적 특성 평가

무처리 및 로진계 발수제 처리에 의한 코팅 처리된 원지 및 상업용 PE 라미네이팅된 종이의 강도적 특성을 평가하였다. 시험편은 시험용지의 채취(KS M 7011) 및 전처리 방법(KS M 7012)에 의거 제작되었으며 원지의 물리적 특성은 KS 시험 방법에 따라 압축강도(KS M 7051), 인장강도(KS M 7014), 신장율(KS M 7015), 인열강도(KS M 7016), 내절도(KS M 7065), 파열강도(KS M 7082) 등을 측정하였다.

2.4 전자현미경에 의한 표면관찰

실험에 이용된 크라프트지의 개발 발수제에 의한 코팅 된 표면 및 상업용 PE 라미네이팅된 표면을 전자현미경을 이용하여 표면 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 평활도에 의한 코팅 표면의 공극구조 특성 평가

크라프트지를 이용하여 개발된 발수제의 코팅 두께 별, 상업용 PE 라미네이팅된 종이의 평활도를 측정하였다. 평활도는 종이의 표면 구조에 따른 공기 투과 특성을 측정할 수 있는 요인으로서 수분의 습윤에 따른 코팅 면의 특성을 평가할 수 있다. 그림 1에서 나타낸 바와 같이 본 연구에서 이용한 발수제를 이용하여 코팅을 실시하였을 경우 무처리에 비하여 공기 투과 저항이 크게 개선됨을 알 수 있었다. 이러한 특성은 수분의 종이 내 흡착 및 투과를 야기하는 종이의 공극 구조를 표면처리에 의해 개선한 것으로 간주할 수 있다. 또한 코팅 두께를 조절하였을 경우 15 μm 정도 코팅했을 때 평활도는 큰 폭으로 개선되었으며, 20 μm 정도로 코팅을 실시했을 경우 평활도 특성은 보다 높게 개선됨을 확인할 수 있었다. 또한 PE 라미네이팅 처리한 크라프트지와 비교했을 때 20 μm 두께의 코팅에서는 더 양호한 결과를 나타냈다.

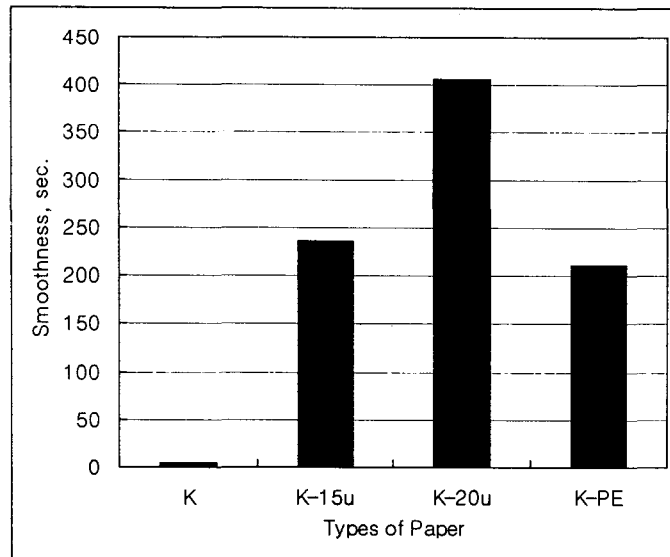


그림 1. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 평활도

3.2 발수제 도포에 의한 종이의 물리적 특성 평가

로진계 발수제에 의한 크라프트지의 표면 코팅 두께 별, 상업용 PE 라미네이팅된 종이의 물리적 특성을 평가하였다. 그림 2 및 3은 크라프트지에 로진계 발수제를 이용하여 코팅 처리를 했을 경우의 인장강도 및 신장율의 변화를 나타낸 것이다. 그림에 나타난 바와 같이 로진계 발수제의 표면처리를 실시한 경우 표면 코팅을 하지 않은 종이에 비해 인장강도 특성은 크게 개선되는 것으로 나타났다. 또한 PE 라미네이팅 처리된 크라프트지와 비교해도 인장강도의 특성에는 큰 차이가 없었다. 신장율은 로진계 발수제의 표면 코팅처리에 의해 15 μ m 정도 코팅을 실시하였을 경우에는 미세한 개선 효과를 나타냈으나 20 μ m를 코팅하였을 경우에는 오히려 미세한 감소를 보였다. 이로서 로진계 발수제의 표면처리는 신장율에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 고려되며, PE 라미네이팅 처리한 시료와 비교하였을 경우 큰 차이가 없음을 나타내었다.

그림 4 및 5, 6은 인장강도의 경우에서와 마찬가지로 로진계 발수제를 표면 처리한 크라프트지 및 PE 라미네이팅 처리한 크라프트지의 인열강도 및 파열강도, 내절도의 변화를 나타낸 것이다. 결과에서와 같이 크라프트지의 물리적 특성은 인열강도 및 파열강도 내절도의 경우에서도 유사한 결과를 나타냈으며, PE 라미네이팅한 시료와 비교해도 강도적 물성에는 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 특히 인열강도의 경우에는 개선 효과를 보이지 않았으나, 파열강도 및 내절도에서는 원지와 비교하여 약간의 개성 효과를 나타내었다. 또한

과열강도 및 내절도에 있어서는 PE 라미네이팅 처리한 시료가 강도적 특성은 훨씬 우수한 것으로 나타났다. 발수제 코팅에 의한 강도적 특성의 개선은 기존의 액상형 발수제 표면처리 공정에 의해서 야기되는 종이의 습윤 및 재건조 과정이 아닌 고형분 형태의 발수제를 hot melt type으로 종이에 코팅한 형태를 적용하여 종이 표면에 얇은 판상의 도막을 형성했기 때문이라고 사료된다.

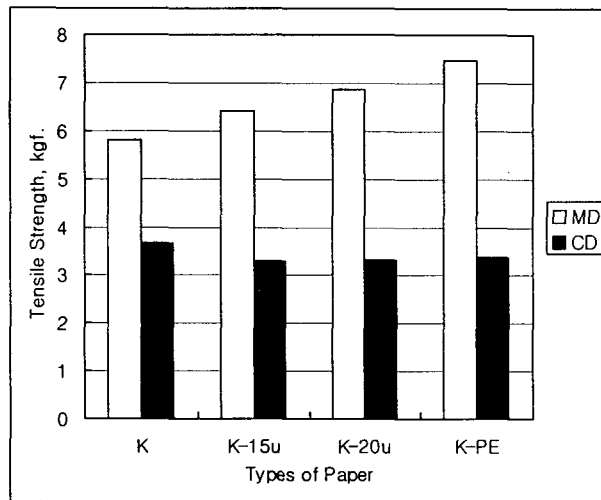


그림 2. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 인장강도

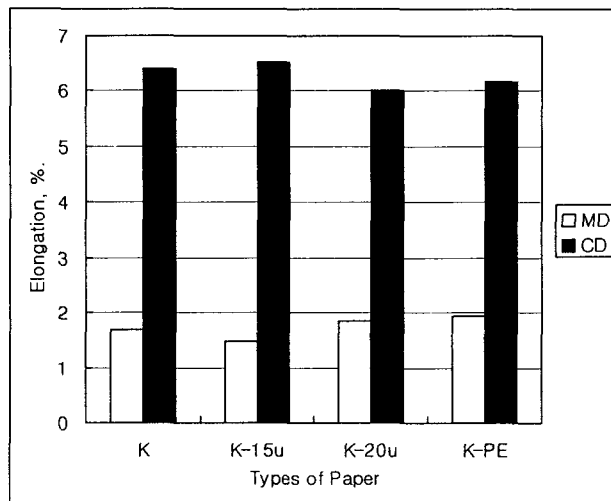


그림 3. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 신장율

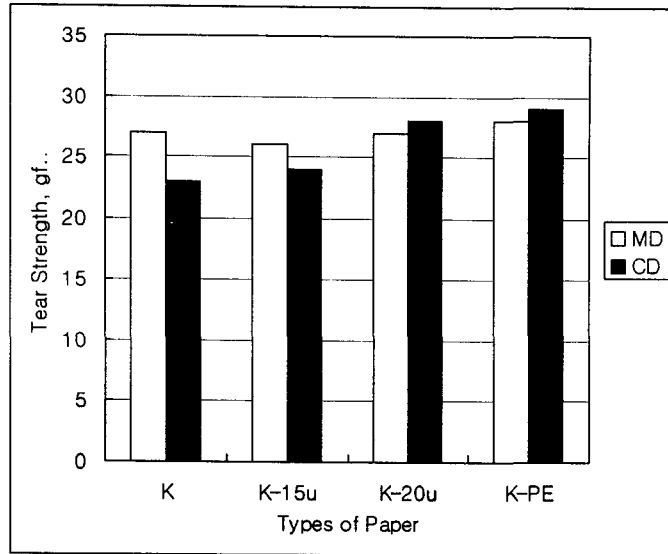


그림 4. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 인열강도

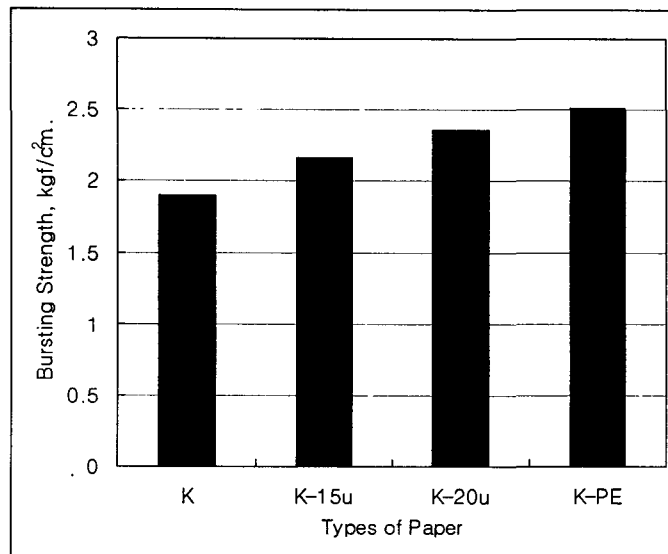


그림 5. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 파열강도

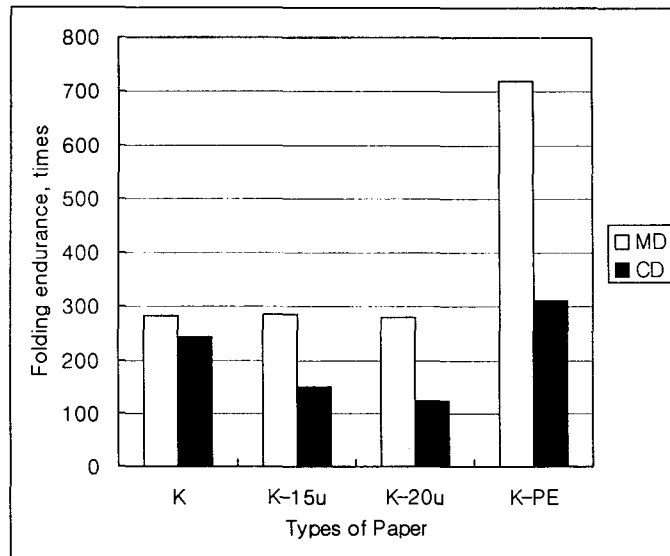


그림 6. 크라프트지(K) 및 로진계 발수제의 코팅 두께(15 μ m, 20 μ m)별, PE 코팅 (K-PE)처리한 종이의 내절도

5.3 발수제 도포에 의한 원지의 표면 구조 관찰

크라프트지에 로진계 발수제를 표면 코팅한 시료 및 상업용 PE 라미네이팅한 시료 및 원지의 표면 구조를 전자현미경을 이용하여 관찰하였으며, 결과를 사진 1~4에 나타내었다.



사진 1. 개발 발수제를 코팅처리하기 위한 크라프트지의 표면 구조

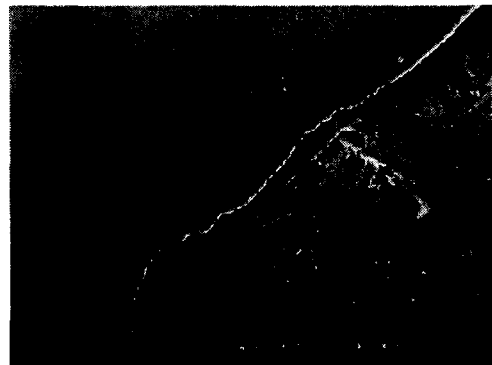


사진 2. 개발 발수제를 표면 코팅한 코팅 면과 크라프트지의 표면구조

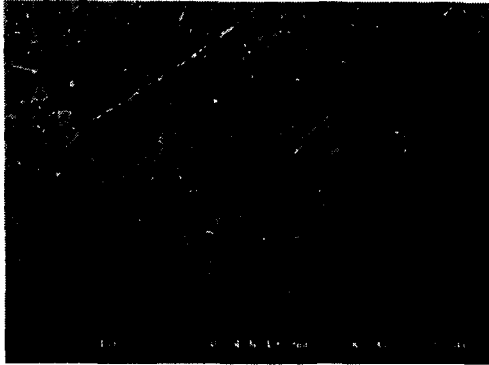


사진 3. PE 라미네이팅에 이용한
크라프트지의 표면구조

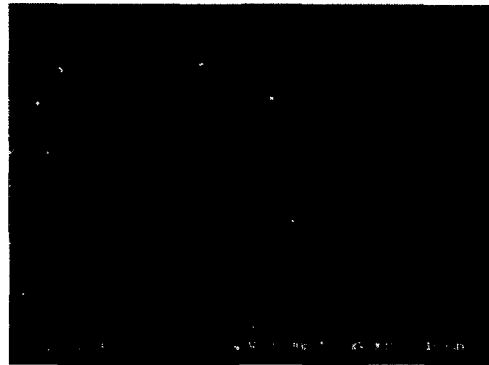


사진 4. 크라프트지에 PE 라미네이팅한
표면의 구조

사진 1은 코팅을 실시하기 전의 크라프트지 표면 구조이며 사진 2는 로진계 발수제에 의한 코팅 면 및 미코팅 면을 비교하여 촬영한 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 hot melt type의 발수제 표면 코팅처리에 의해 종이의 표면 구조는 완전하게 코팅이 이루어져 코팅된 부분에서는 수분의 흡착 및 종이 내 투과에 영향을 미치는 공극 구조가 종이의 표면에서 관찰되고 있지 않음을 알 수 있다. 사진 3 및 4는 상업용으로 시판되고 있는 PE 라미네이팅 처리된 종이 및 원지의 전자현미경 사진으로서 PE 라미네이팅 처리 또한 코팅 면에서 어떠한 형태의 미세 공극도 발견되지 않음을 알 수 있다.

따라서 로진계 발수제의 표면 코팅처리가 종이의 공극 구조를 완전히 차단함으로써 외부 수분의 종이 내로의 흡습을 차단할 수 있으며, 궁극적으로 종이의 강도 개선에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

4. 결 론

로진계 발수제를 이용하여 크라프트지에 표면 코팅을 실시하고 종이의 평활도 및 강도적 특성을 평가하였다. 또한 상업용 PE film을 라미네이팅한 종이 시료와 상대 비교를 행함으로써 로진계 발수제의 성능을 비교하고자 하였다.

개발 발수제의 hot melt type의 코팅처리는 종이의 발수 특성 및 강도개선에 영향을 미치는 것으로 평가되었으며, 또한 종이의 코팅 표면의 전자현미경 사진에 의한 표면 구조에서도 개발 발수제의 코팅 표면 구조가 PE 라미네이팅한 표면 구조에 비해 큰 차이가 없음을 나타냈다.

참고문헌

1. US Patent 05395920 : Process for preparing rosin and colorless rosin comprising disproportionation and dehydrogenation
2. US Patent 05387669 : Process for preparing rosin ester and colorless rosin
3. US Patent 05817214 : Rosin emulsion sizing agent for paper making and method for paper sizing using the same
4. US Patent 05504152 : Esterification of rosin
5. US Patent 04643847 : Method of improving the color of tall oil rosin
6. US Patent 04302371 : Stabilized rosin ester and pressure-sensitive adhesive and hot-melt composition based thereof