

방습 효과가 우수한 환경친화적인 방습지(2보)

- 방습 도공지의 재생 특성 -

이명구[†] · 유재국

(2002년 9월 25일 접수; 2003년 2월 5일 채택)

Environmentally Friendly Paper with Superior Moisture-Proof Properties(II)

- Recyclable properties of moisture-proof paper -

Myoung-ku Lee,[†] and Jae-kook Yoo

(Received on September 25, 2003; Accepted on February 5, 2003)

ABSTRACT

This study was done in an effort to evaluate the possibility of recyclability of moisture-proof paper. Because it is difficult to recycle laminated moisture-proof paper, a mixture of styrene-butadiene latex(SB latex) and wax emulsion was used as moisture-proof paper chemicals.

A bar coater was applied to make moisture-proof paper and the coated weight was 17 g/m². The mixing ratios of SB latex to wax emulsion were 85 : 15, 87 : 13, and 90 : 10, respectively.

It was observed that the moisture-proof paper treated with SB latex and wax emulsion at the appropriate ratio could be recycled effectively. The moisture-proof paper was similar to base paper in degree of pulping, and there was no significant difference in dispersion between moisture-proof paper and base paper. Most of wax particle which caused the spots during drying process could be removed by flotation process. Tensile strength and tear strength of handsheets made of both moisture-proof paper and base paper after pulping was measured to examine the fiber bonding and no significant difference in mechanical properties was observed.

Keywords : *Moisture-proof paper, Recyclability, Laminated paper, Wax emulsion, SB latex, Pulping, Mechanical properties, Handsheet, Tensile strength, Tear strength*

• 강원대학교 산림과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea).

[†] 주저자(Corresponding author): E-mail: mkleee@kangwon.ac.kr

1. 서론

종이의 용도가 다양화되면서 여러 가지 기능이 요구되고 있다. 특히 다습한 환경에서 내용물을 보존하기 위해 방습 기능을 가지는 종이 필요하게 되었고, 이를 위해 파라핀 왁스를 사용하였으나, 현재는 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌을 라미네이팅 처리하여 사용한다. 그러나 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌과 같은 폴리올레핀 계열을 라미네이팅 처리를 한 경우 라미네이팅 필름이 재활용할 때 필름상으로 존재하여 스크린이나 크리너에서 마힘 현상이 발생하여 재활용이 불가능하기 때문에 소각 또는 매립처리 되어 환경 오염을 발생시킨다.¹⁻⁶⁾ 이와 함께 종이의 원료인 펄프가 대부분 목재에서 얻어지기 때문에 산림자원 보호라는 환경적인 측면에서 종이의 재활용 중요성은 점차 증가하고 있다.

현재 사용되는 방습지는 폴리올레핀 계열의 고분자를 원지에 라미네이팅 처리했기 때문에 자연상태에서 분해되지 않고 토양을 오염시키며, 소각할 경우에는 환경 호르몬 등을 배출시켜 대기를 오염시킨다.¹⁻²⁾ 환경문제 대두와 함께 재활용이 가능한 방습지의 요구가 증가하면서 이와 관련된 연구가 진행되고 있다. 재활용이 가능한 방습층을 만들기 위해서는 방습층을 형성하는 고분자 선택이 중요하다. 방습층 형성에 사용되는 고분자는 투습도를 낮게 유지해야 하며 재활용시에 섬유 응집체와 필름상 물질의 생성이 없어야 한다. 방습층의 투습도와 해리성을 향상시키기 위해 불포화 카르복시산을 사용하여 고분자 특성을 보완하거나 왁스 에멀전을 사용한 연구 결과가 발표되었다.³⁾ 왁스 에멀전의 첨가는 종이를 재활용할 때 건조과정에서 드라이어의 실린더 표면에 정착되거나 뜯김현상 등 문제가 발생하게 되는데 왁스 에멀전의 적절한 비율로 혼합하고 부유 공정을 사용하면 대부분의 왁스 입자를 제거할 수 있기 때문에 사용이 가능하다.²⁻⁴⁾

방습성과 해리성을 부여하기 위해서 styrene-butadiene copolymer, 왁스 에멀전 그리고 불포화 카르복시산 공중합체를 혼합한 방습 도공액을 사용하여 방습지를 제조하면 폴리에틸렌을 라미네이팅 처리한 방습지와 같은 투습도를 가지며, 해리성도 우수한 방습지를 얻을 수 있다.³⁾

방습성과 해리성을 향상시키기 위해 styrene-butadiene latex(SB latex)와 수산화알루미늄을 혼합하여 사용한 경우와 평판상 안료를 혼합하는 방법이 있다.²⁾ 수산화알루미늄은 입자경이 1~50 μm 인 것을

사용하며,²⁾ 평판상 안료는 sericite, muscovite, phlogopite가 사용되며, 이 중에서 muscovite의 효과가 가장 우수한 것으로 알려져 있다.⁷⁾

본 연구는 제 1보⁸⁾에 기재한 SB latex와 왁스 에멀전을 혼합하여 제조한 방습 도공액을 사용하여 제조한 방습지의 해리성 측정과 종이 제조 후 강도를 측정하여 재활용 가능성을 확인하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

방습지는 1보⁸⁾에서 제조한 것을 사용하였다.

왁스 에멀전은 녹는점 54~58℃ 범위의 파라핀 왁스와 증류수를 가열 교반하면서 용해시킨 후 올레인산과 수산화칼륨을 첨가하여 제조하였다. 방습도공액은 SB latex와 제조한 왁스 에멀전을 혼합하여 사용하였고, 각각의 혼합 비율에 따른 첨가량은 Table 1에 나타냈다. 방습지는 K202 control coater를 사용하여 도공량 17 g/m²로 제조하였다.

Table 1. Mixture ratio of SB latex and wax emulsion

	85 : 15*	87 : 13*	90 : 10*
SB latex(g)	100	100	100
Wax emulsion(g)	17.65	14.94	11.11

* Ratio of SB latex and wax emulsion.

2.2 실험 방법

2.2.1 해리성 측정

실험실용 해리기(3,000 rpm)를 사용하여 물 1,000 ml에 시료 20 g을 첨가하여 농도를 2%로 조절한 후 5분간 침적시키고 10분간 해리하였다. 자료에 음이온성 계면활성제 sodium lauryl sulfate를 펄프 중량에 대하여 1% 첨가하고 부유셀에서 왁스 입자를 제거하기 위해서 3분간 부유를 실시하였다. 얻어진 자료를 사용하여 평량 60 g/m²의 수초지를 제조하고 광학현미경을 이용하여 섬유 응집체의 유무를 확인하였다.¹⁻⁴⁾

2.2.2 인장강도 측정

방습지를 해리한 후 제조한 수초지를 Tappi test method T494 om-88에 준하여 인장강도를 측정하였다.

$$\text{Tensile Index}(N \cdot m/g) = \frac{1000 \times N}{B \times W}$$

N : Tensile strength
B : Grammage(g/m²)
W : Width of strip(mm)

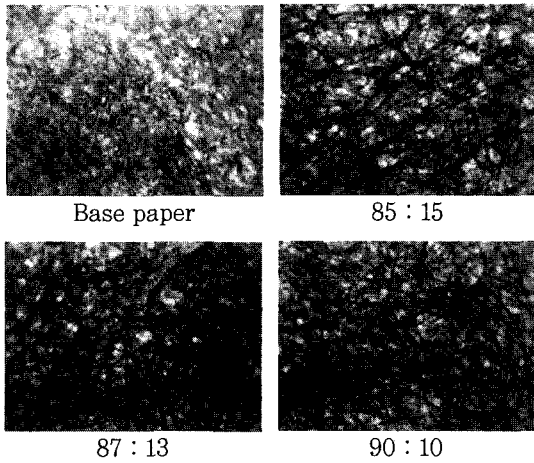


Fig. 1. Fiber after recycling of moisture-proof paper(×100, grammage 75 g/m²)

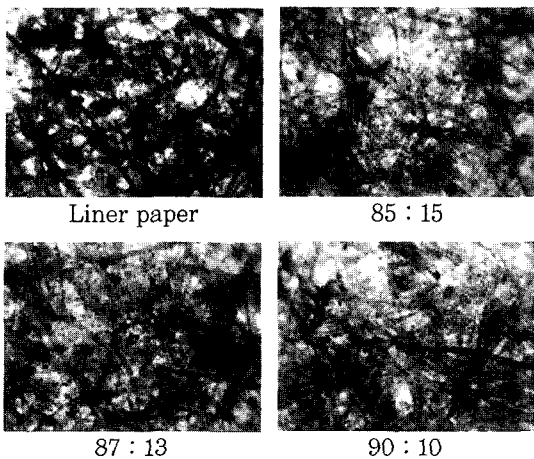


Fig. 3. Fiber after recycling of moisture-proof paper (×100, white liner, grammage 180 g/m²)

2.2.3 인열강도 측정

방습지를 해리한 후 제조한 수초지를 Tappi test method T414 om-88에 준하여 인열강도를 측정하였다.

$$\text{Tear Index}(mN \cdot m^2/g) = \frac{16 \times 9.18 \times G}{B \times C}$$

G : Average scale reading
B : Grammage(g/m²)
C : Number of plies

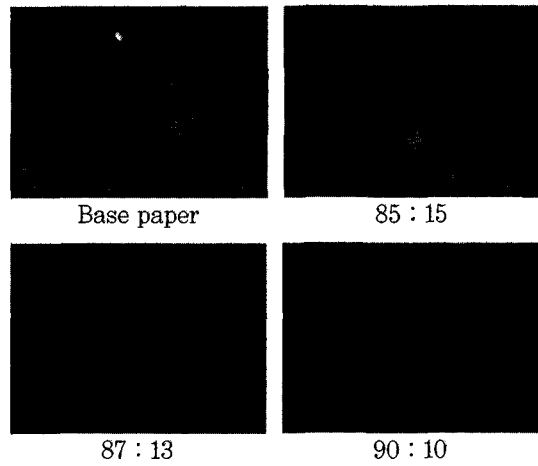


Fig. 2. Fiber after recycling of moisture-proof paper(×400, grammage 75 g/m²)

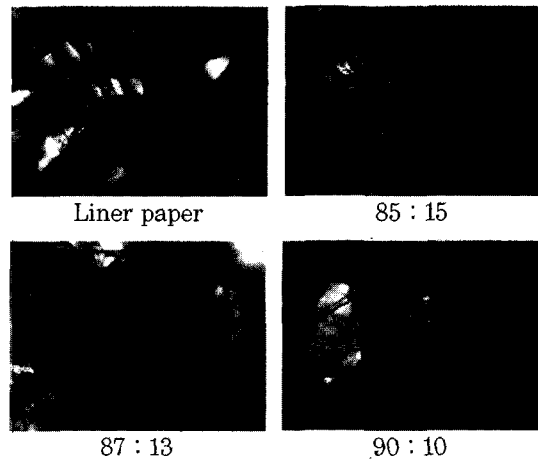


Fig. 4. Fiber after recycling of moisture-proof paper(×400, white liner, grammage 180 g/m²)

3. 결과 및 고찰

3.1 재활용성

일반적으로 실험실용 해리기를 사용하여 제조한 방습지를 해리하면 자료에 왁스 입자가 잔존하여 수초지 건조 과정에서 왁스 입자에 의한 뜯김 현상이 발생한다. 본 실험에서는 수초지 제조 과정에서 문제를 발생시키는 왁스 입자를 제거하기 위하여 부유셀을 사용하였으며, 대부분의 왁스 입자가 제거되어 수초지 건조 과정에서 왁스 입자에 의한 뜯김 현상이 발생하지 않았다. 왁스 입자를 포함한 방습 도공액을 사용하여 제조된 방습지를 재활용할 때 부유 과정을 거치면 초지 시에 건조 과정에 문제가 없음을 알 수 있었다. 재활용 가능성은 원료와 상관없이 해리가 용이해야 할뿐만 아니라 종이를 제조할 때 왁스 입자에 의한 섬유간 결합 감소, 건조시에 왁스에 의한 뜯김 현상 등의 문제가 없어야 하므로 방습층에 포함된 왁스의 제거는 매우 중요하다.

Figs. 1과 2는 도공용 원지를, Figs. 3과 4는 white liner를 사용하여 제조한 방습지를 해리하여 제조한 수초지를 광학현미경을 사용하여 분석한 사진을 나타낸 것이다. 재활용 가능성을 평가하기 위해 도공용 원지와 방습 도공액을 도포한 방습지를 해리하여 제조한 수초지의 광학현미경 분석 사진을 비교하면 모든 경우에서 수초지상에 존재하는 섬유 응집체나 필름상의 이물질이 없는 것을 확인할 수 있었다. 확대된 광

학현미경 사진 Figs. 2와 4의 수초지 상태를 살펴보면 섬유 응집체나 필름상의 이물질이 존재하지 않는 것을 뚜렷하게 알 수 있었다. 기존의 폴리올레핀 계열을 사용할 경우는 방습층이 필름상으로 존재하여 정선 과정에서 문제를 발생시켜 재활용이 불가능하였지만, 본 실험에서 제조한 방습지는 그러한 문제가 발생하지 않았기 때문에 재활용에 문제가 없음을 확인할 수 있었다. 이것은 SB latex와 왁스 에멀전으로 구성된 방습층이 방습 도공용 원지 위에 강한 필름을 형성하지 않았고, SB latex와 왁스 에멀전이 열에 의해 서로 용착되어 도공층은 형성하였지만 필름상으로 형성되지 않았기 때문에 기계적인 힘에 의해 해리되고 작은 입자로 분산되어 부유 과정에서 대부분 제거되었기 때문으로 생각된다.

3.2 수초지의 기계적 성질

방습지를 해리하여 제조한 수초지의 인장강도와 인열강도는 방습층에 사용된 라텍스 입자와 왁스 에멀전이 수초지에 잔존하여 섬유의 결합강도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 측정하였다.

Figs. 5와 6은 도공용 원지와 white liner를 사용하여 제조한 방습지를 해리하여 제조한 수초지의 인장강도를 나타낸 것이고, Figs. 7과 8은 인열강도를 나타낸 것이다. 도공용 원지와 방습지를 해리하여 제조한 수초지를 비교하면 인장강도가 왁스 에멀전의 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 왁스 에멀

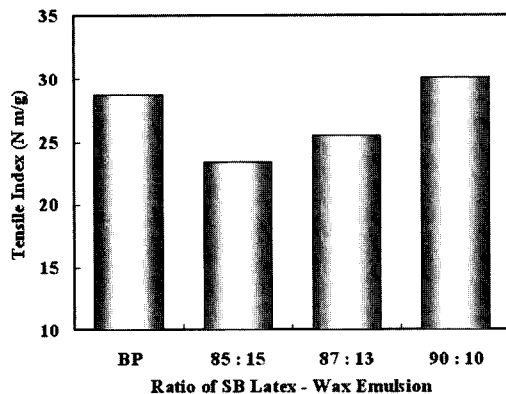


Fig. 5. Tensile index after recycling of moisture-proof paper(grammage 75 g/m²)

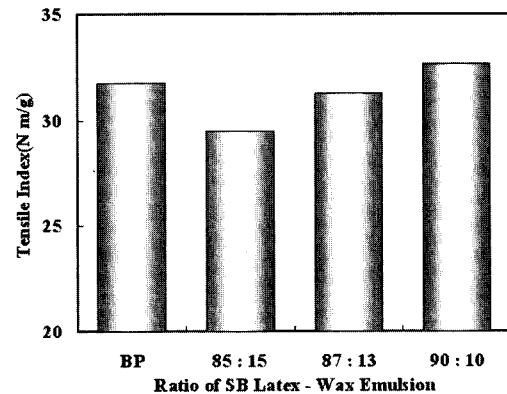


Fig. 6. Tensile index after recycling of moisture-proof paper(white liner, grammage 180 g/m²)

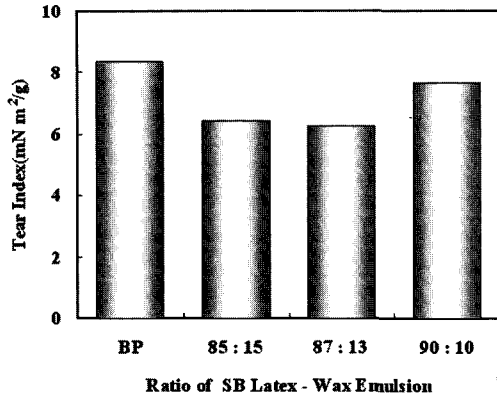


Fig. 7. Tear index after recycling of moisture-proof paper(grammage 75 g/m²)

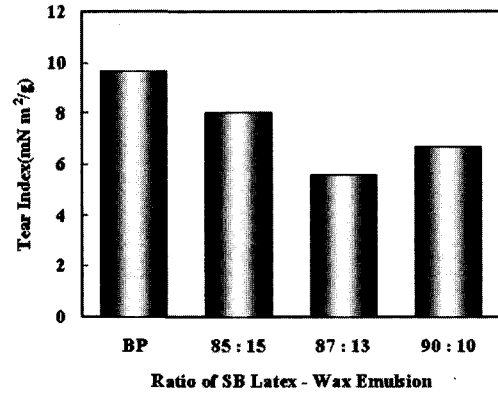


Fig. 8. Tear index after recycling of moisture-proof paper(white liner, grammage 180 g/m²)

전 비율이 13% 이상인 경우는 부유 과정에서 왁스입자를 완전하게 제거할 수 없기 때문에 지료내에 잔존하여 섬유간 결합을 방해하기 때문에 강도가 감소하는 것으로 생각되고, 왁스 에멀전 함량이 10%인 경우는 왁스 입자가 대부분 제거되어 섬유 결합이 증가하고 잔존하는 라텍스가 지력 증강제 역할을 하기 때문에 강도가 향상된 것으로 생각된다.⁹⁾

인열 강도는 도공용 원지와 방습지를 해리하여 제조한 수초지를 비교하면 인열강도가 왁스 에멀전의 함량이 13% 일 때 최저 값을 나타냈다. 이것은 부유 과정을 거치면서 잔존하는 왁스 에멀전과 라텍스의 영향으로 왁스 에멀전 함량이 15%일 때는 왁스 입자가 점착 효과를 일으키고, 10%일 때는 왁스 입자의 제거에 따른 섬유간 결합의 증가와 라텍스 입자의 점착 효과에 따른 저항이 발생하여 왁스 에멀전 함량이 15%와 10%일 때 13%보다 높은 인열강도를 나타낸 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서 제조한 SB latex와 왁스 에멀전을 혼합한 방습 도공액을 사용하여 제조한 방습지의 재활용 가능성을 확인한 결과 섬유의 해리 상태는 양호했으며, 방습층에 의한 섬유 응집체나 필름상의 이물질이 발생하지 않았기 때문에 재활용이 가능한 것으로 확인되었다.

왁스 에멀전이 포함된 방습 도공액을 사용하여 제조된 방습 가공지를 해리할 경우 왁스입자가 잔존하여

건조과정에서 문제가 발생하지만, 부유 과정을 통하여 문제를 해결할 수 있었다.

재생하여 제조한 수초지의 인장강도와 인열강도는 원지와 white liner보다 방습 도공액을 도포한 방습지에서 감소하는 것으로 나타났다. 인장강도는 왁스 함량을 13% 이하로 첨가할 경우 강도가 감소하지 않아 재생지 제조에 문제가 없음을 알 수 있었고, 인열강도는 왁스 에멀전 함량이 13%일 경우 최저값을 나타냈다. 재활용이 가능한 방습지를 제조하기 위해서는 왁스 에멀전 함량을 10% 이하로 사용하는 것이 효과적이라고 생각한다.

인용문헌

1. 河向 隆, JP 特開平 9-21094, 防濕性紙(1997)
2. 柿沼 親雄, JP 2000 - 87012, 防濕加工用樹脂組成物及び防濕材(2000)
3. 川内 正明, JP 特開平 7 - 279093, 防濕紙(1995)
4. 清水 快明, JP 特開平 8 - 176992, 紙の防濕防水用被覆組成物(1996)
5. 清水 快明, JP 特開平 2000-95995, 防濕 被覆用水性樹脂組成物(2000)
6. 淺野 正文, JP 2000 - 119528, 防濕加工用樹脂組成物及びそれを用いた防濕材(2000)
7. Takahashi K., Etsuko I., Hisanori Y., Moisture permeation mechanism of latex films filled with plate-like fillers., Tappi J., Vol 84, No. 3 (2001)
8. 이명구, 조육기, 유재국, "방습효과가 우수한

- 환경친화적 방습지(제1보)-방습제의 특성-", 펄프종이기술, 33(4):15-20(2001)
9. 원종명, 강효필, "Amphoteric latex가 종이 물성에 미치는 영향", 97년 학술발표논문집(한국목재공학회), p.267~273