

UV 표면개질 처리한 고분자를 이용한 종이의 습윤 특성 개선

오동근, 김형진

국민대학교 임산공학과

1. 서론

현대의 종이는 과거 기록용도로만 사용하던 한계를 넘어 포장, 위생, 건축재료 등과 같이 다양한 산업 분야에서 기능성 제품 개발이 이루어지고 있다. 최근 동종 지종 생산 기업 간의 경쟁이 심화되고 있는 상황에서 기술력 선점 및 경쟁력 확보를 위한 기능성 종이의 개발이 확대되고 있다. 그러나 펄프 섬유 원료만으로는 소비자가 요구하는 특수한 기능성을 내포한 제품을 제조하기 극히 어려우며, 따라서 현대의 제지공정에서는 종이의 기능성을 부여하기 위해 비섬유상 첨가제들을 투입하고 있다. 따라서 본 연구에서는 종이의 습윤 특성 개선을 위해 고분자 표면을 소수성에서 친수성으로 개질 시킨 후 제지공정에 도입하여 섬유와 고분자간의 결합을 유도하고 고분자가 가지는 기능성을 부여하여 종이의 물리적 강도 특성 및 습윤강도 개선 효과를 유도하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

표면 개질에 사용한 고분자로는 생분해성을 가지는 PE(poly ethylene)를 Y사로부터 분양 받아 사용하였으며, 섬유상 원료로는 표백 활엽수 펄프와 표백 침엽수 펄프를 여수도 650ml까지 고해하여 1 : 1의 비율로 혼합 후 초지에 사용하였다. 또한 고분자의 보류도 향상을 위해 H사의 양이온성 PAM을 분양받아 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 고분자의 표면개질

고분자의 표면을 소수성 상태에서 친수성 상태로 개질하기 위해 UV Lamp (Sankyo denki社, G10T5L)를 이용하여 24시간 동안 고분자의 표면에 UV를 조사하여 표면 개질을 시도 하였다. UV 처리 시 개질 효율을 증가시키기 위하여 PE를 파우더 형태로 제

조하여 실험에 사용하였다.

2.2.2 PE 보류도 개선을 위한 PAM의 적용

PE의 보류도 향상을 위하여 C-PAM 을 0.01% 농도 조건으로 교반기를 이용하여 1시간 동안 용해시켜 사용하였으며, 전건 섬유 1g당 PAM 고형분 0.8mg의 비율로 펄프 슬러리에 첨가 하였다. PE 고분자와 PAM 용액은 펄프 슬러리에 첨가전 고속 교반기를 이용하여 11,000rpm으로 30초간 교반하여 혼합하였다.

2.2.3 최적 고분자 투입량 및 최적 경화 시간 탐색

수초지 제조 시 최적 고분자 투입량을 탐색하기 위해 전건 섬유 대비 5, 10, 20%로 투입하고 125~135℃의 온도로 5분과 10분 동안 경화 시간을 다르게 하여 경화 시킨 후 고분자 투입량에 따른 수초지의 강도를 평가하여 최적 고분자 투입량을 선정하였다.

2.2.4 물리적 특성 평가

Table 1에 나타낸 바와 같이 개질된 고분자 처리한 수초지에 대한 강도 개선효과를 평가하기 위해 시트의 물리적 특성을 평가 하였다.

Table 1. Physical properties test methods

Test items	Test methods
Tensile index	ISO 1924-2 : 1994 Determination of tensile properties Part2 : Constant rate of elongation method
Wet tensile index	ISO 3689 - 1983 Paper and board - Determination of tensile strength after immersion in water
Burst index	ISO 2758 : 2001 Paper-Determination of bursting strength
Wet burst index	ISO3781 - 1983 Paper and board - Determination of bursting strength after immersion in water

3. 결과 및 고찰

3.1 보류향상제 첨가에 따른 시트의 물리적 특성 변화

Fig. 1은 고분자와 보류향상제 첨가에 따른 인장강도 변화를 나타낸 결과이다. 초지시 고분자만을 첨가한 경우에는 인장강도가 소폭 감소하는 경향을 나타냈으며, 보류향상제만 첨가한 경우에는 강도가 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 고분자와 보류향상제를 함께 첨가한 경우 고분자만 첨가하였을 때보다 강도 특성은 더욱 개선되었다. 이는 보류향상제로 사용된 양이온성 PAM이 미세분의 보류를 증가시키고 첨가한 개질 고분자가 섬유와 강한 수소 결합을 이루어 강도를 개선시킨 결과라고 사료된다.

Fig. 2는 고분자와 보류향상제 첨가에 따른 습윤 인장강도 변화를 나타낸 결과이다. 습윤 인장강도 특성은 고분자 첨가에 의해 증가하는 경향을 보였으며 이는 섬유와 결합된 고분자가 수분에 대한 섬유간 결합을 보호하여 습윤강도 개선효과를 유도한 것으로 사료된다. 또한 보류향상제를 첨가한 경우 보다 높은 습윤 강도 향상 효과를 보였다. 이는 보류향상제가 고분자의 보류를 향상시켜 섬유와 고분자간의 결합을 증가시켜 나타난 결과로 사료된다.

Fig. 3 및 4는 파열강도와 습윤 파열강도를 나타낸 결과로서 보류향상제만 첨가한 종이의 강도가 측정이 안된 것을 제외하고 습윤 인장강도와 유사한 경향을 보였다.

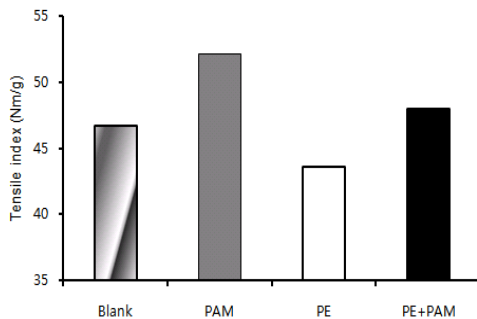


Fig. 1. Change of tensile index depending on dosage of PE and PAM.

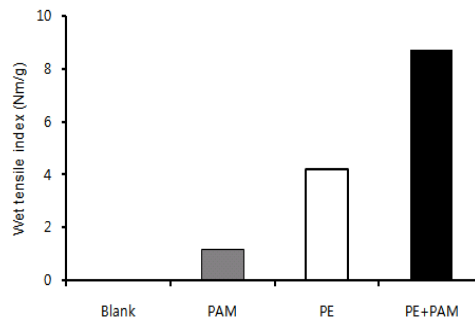


Fig. 2. Change of wet tensile index depending on dosage of PE and PAM.

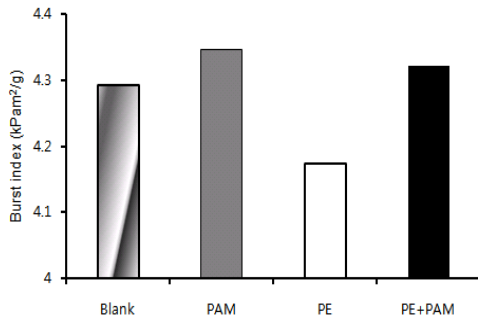


Fig. 3. Change of burst index depending on dosage of PE and PAM.

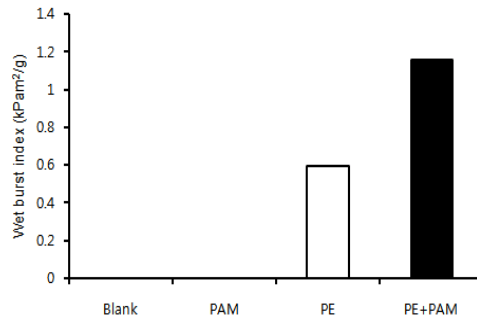


Fig. 4. Change of wet burst index depending on dosage of PE and PAM.

3.2 PE 첨가량 및 경화 시간에 따른 시트의 물리적 성질 변화

Fig. 5 및 6은 PE 첨가량 및 경화 시간에 따른 인장강도 및 과열강도 특성 변화를 나타낸 것이다. 초지 시 고분자의 투입량을 증가했을 경우 소폭의 강도 감소를 나타냈으며 이는 고분자 첨가량을 증가시킬수록 지필에 보류되는 고분자의 양이 증가되고 이로 인해 고분자가 섬유간 결합을 저해하여 나타난 결과로 사료된다. 또한 경화시간에 따른 인장강도 및 과열강도의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

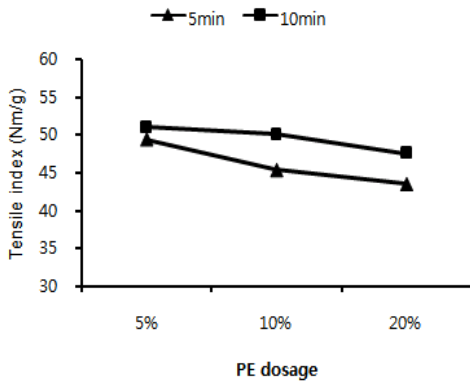


Fig. 5. Change of tensile index depending on dosage of PE and curing time.

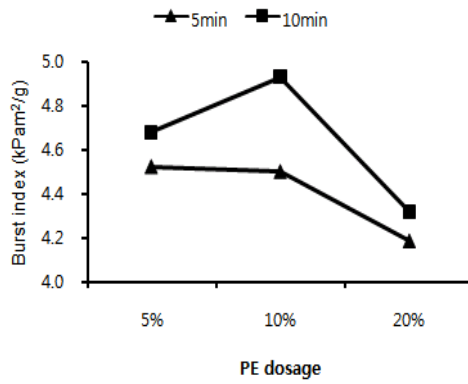


Fig. 6. Change of wet tensile index depending on dosage of PE and curing time.

Fig. 7과 8은 고분자 첨가량과 경화 시간에 따른 습윤 인장강도와 습윤 파열강도 결과이다. 습윤 인장강도와 습윤 파열강도는 모두 고분자 첨가량 5%, 10%에서는 유사한 경향을 나타냈으나 20% 첨가조건에서는 크게 증가하는 경향을 보였다. 이는 고분자의 투입량 증가에 따라 고분자의 보류도 증가되어 고분자에 의한 수분 저항성이 증가한 것으로 사료된다.

경화 시간에 따른 습윤강도 변화는 경화 시간이 경과될수록 증가하는 경향을 보였다. PE는 열가소성 수지로 일정온도 이상에서는 소성변형을 일으키는 고분자로서 경화 시간이 증가 하면서 고분자의 유동 시간이 증가하고 보다 넓은 면적으로 고분자가 결합하여 고분자와 섬유간 결합 면적이 증가되어 이로 인해 수분으로부터 보호되는 섬유간 결합 면적이 증가하여 나타난 결과로 사료된다.

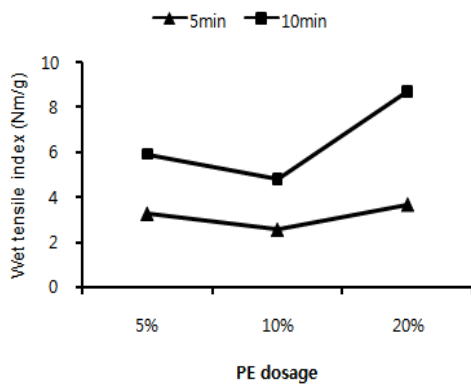


Fig. 7. Change of burst index depending on dosage of PE and curing time.

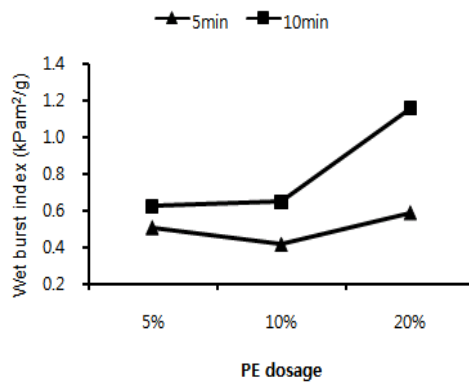


Fig. 8. Change of wet burst index depending on dosage of PE and curing time.

4. 결론

보류항상제에 의한 인장강도 및 파열강도의 변화는 고분자만을 투입하였을 때보다 보류항상제와 함께 투입하였을 때 비교적 높은 강도를 나타냈다. 습윤강도의 경우 PE 첨가에 의해 습윤강도가 증가하는 경향을 보였고 보류항상제를 함께 사용할 경우 더욱 증가하는 경향을 보였다.

고분자 첨가량을 증가시킬수록 인장강도 및 파열강도는 소폭 감소하는 경향을 나타냈

다. 고분자 첨가량에 따른 습윤강도 특성 변화는 고분자 첨가량을 5%에서 10%로 증가시킨 경우 유사한 경향을 보였으며 첨가량을 20%로 증가시킨 경우 비교적 높은 강도 개선 효과를 나타냈다. 경화시간에 따른 강도의 변화는 인장강도와 파열강도 모두 시간 증가에 따라 강도 특성 변화는 크지 않았으며 경화 시간에 따른 습윤강도의 변화는 경화 시간을 5분에서 10분으로 증가시킨 경우 습윤 강도 특성이 개선되는 효과를 나타냈다.

5. 참고문헌

1. 양대혁, 윤관희, 김순희, 이종문, 강길선, 표면개질된 초고분자량 폴리에틸렌 분말의 표면과 화학적 특성 및 이를 함유하는 상온 경화형 폴리(메틸 메타크릴레이트) 뼈시멘트의 기계적 특성, Polymer(Korea), Vol. 28, No. 1, pp-77-8 (2004)
2. 조정, 최성창, 윤기현, 고석근, 이온빔 보조 반응법을 이용한 고분자 표면의 친수성처리와 그 응용, Journal of the Korea Vacuum Society, Vol. 8, No. 3(2), August 1999
3. 이두현, 김현일, 김성수, UV-grafting 및 plasma 공정에 의한 고분자 분리막의 표면개질, The Membrane Soc. of Korea(99 Fall Meeting)
4. 이지영, 이학래, 윤혜정, 백수의 수질이 양이온성 PAM의 흡착에 미치는 영향, Journal of Korea TAPPI Vol. 37 No. 1, 2005
5. 장진호, 자외선 경화를 이용한 섬유가공기술, Fiber Technology and Industry, Vol. 7, No. 3, 2003