

유향수지 처리지의 물리 및 강도적 특성

김종민 · 윤승락^{†1} · 조종수¹

접수일(2014년 11월 25일), 수정일(2014년 12월 17일), 채택일(2014년 12월 19일)

Physical and Strength Properties of Frankincense Resin Treatment Paper

Jong-Min Kim, Seung-Lak Yoon^{†1} and Jong-Soo Jo¹

Received November 25, 2014; Received in revised form December 17, 2014; Accepted December 19, 2014

ABSTRACT

Frankincense resin was applied to Hanji to improve its physical properties. The resin-treated paper showed the increasement of physical properties such as weight, thickness, and density. The highest increasement in weight and density of resin-treated paper were found at 30% treatment concentrations and the largest values of density were 41 g/m² Hanji. With the increasement of concentration, the brightness was decreased and transparency was improved. Of the mechanical properties of the paper, the tensile index and burst index showed the improved values. The tear index, however, was decreased. The frankincense resin showed the highest result in the tensile index of resin-treated paper and the basis weight of 41 g/m² Hanji. The air resistance of the resin-treated paper got improved with the increase of the concentration and 105 g/m² Hanji showed the highest values. The highest improvement in air resistance may make the resin-treated Hanji possible to use for semipermeable materials.

Keywords: Frankincense resin, Hanji, frankincense resin treatment paper, physical properties, strength properties

1. 서론

우리 조상들은 한지를 서화용지 이외의 벽지, 창호

지, 장판지 등의 인테리어 소재로 사용하였다. 우리의 전통한지는 닥섬유를 사용하여 흘림뜨기 방법으로 제조된 습지 2장을 합지하여 제조되는 것으로서 매우 질긴 종이를 생산하였다. 강도가 강한 종이이기 때문에

• 이진 하우징 (Egun Housing, Changwon, 631-852, Korea)

¹ 경남과학기술대학교 인테리어재료공학과 (Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, 660-758, Korea)

[†] 교신저자 (Corresponding Author): E-mail: slyoon@gntech.ac.kr

벽, 문, 바닥 등 각 부분의 마감재로 사용 되어져왔다. 한편, 한지에 기능성을 부여시켜 사용 용도들의 다양화, 고급화하기 위하여 기능성 소재의 처리공정이 요구되었다. 강도적 향상을 위해 전분처리,^{1,2)} 무기물 첨가로 인한 기능성 한지³⁾와 황토를 첨가한 벽지,^{4,5)} 천연 색소를 이용한 건축내장용 색한지^{6,7)} 등 한지의 기능성 향상에 대한 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 유향을 처리하여 기능성을 부여시킨 한지를 개발하고자 한다. 유향은 유향나무의 줄기에서 추출되는 젓빛의 수액이 굳어져 고체로 된 것이다. 유향나무는 소말리아 북부, 예멘, 인도의 사막지역이 원산지이며, 감람과의 상록 관목으로서 프랑킨센스(Frankincense), 올리바눔(Olibanum)이라 불린다. 유향은 성경 마태복음 2장 11절에 동방박사 3 사람이 별을 따라 아기 예수가 태어난 곳에 이르러 드렸던 3종의 예물 중 유향이 포함되어 있듯이 오래 전부터 매우 귀한 물건으로 선물이나 진상품으로 사용되었다. 고대에는 각종 종교의식의 분향제의 향료로 사용되었다.

한편, 유향은 강력한 방부작용, 박테리아 성장억제와 진통억제 효과를 갖고 있으며, 독성은 없다. 스트레스, 정신적 치료 효과도 있어 우울증 치료제로도 사용되었다. 아라비아에서는 유향이 신체의 질병치료에 광범위하게 사용될 수 있다고 권장하였다. 우리나라와 중국에서는 어혈, 혈액순환장애, 근육경련 외상의 피부감염 치료에 사용해 왔다.

현대적 이용으로 유향은 고분자 물질로서 물에 녹지 않아 분말 정도로 가공하여 치약, 화장품, 식품 첨가물, 한방 외용제로 사용이 제한적이다. 그러나 최근 천연 상태로 액상화에 성공하여 용도가 다양화 될 것으로 예상된다. 최근 유향의 생리활성에 대한 연구에서 유향 오일은 피부노화 지표인 주름의 피부노화 억제 효과,⁸⁾ 피부의 유해산소 해독제 효소 증가로 피부조직의 손상을 억제⁹⁾한다고 하였다. 한편, 유향은 골세포의 활성화와 분화에 영향을 미치며, 치주조직 재생제¹⁰⁾로 이용 가능성이 높다. 유향 추출성분은 혈액암 세포를 죽이는 유도 단백질의 활성화,¹¹⁾ 염증 반응에 주요한 역할을 하는 MMP-9(Matrix metalloproteinase-9)의 생성 및 활성, 조절에 관여¹²⁾하고, 항염증반응의 조절제로서 염증반응에 관련된 면역 치료제로 활용¹³⁾ 될 수 있다.

본 연구에서는 앞서 설명한 유향을 전통한지에 처리하여 인테리어 소재로 개발하기 위해 유향의 처리 조

건, 처리방법, 유향 처리지의 물리적, 광학적, 강도적 성질에 대하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 유향

본 실험에서 사용된 유향은 고체 상태인 중국산 제품을 구입하여 사용하였다.

2.1.2 유향처리 종이

본 연구에 유향처리를 위해 사용된 종이는 전통한지로서 외발뜨기의 합지에 의해 전통적으로 제조된 한지 2종 [HH-41(41 g/m²)], [HH-105(105 g/m²)], 반응성 염료로 염색된 순닥섬유를 사용하여 한지 전용 단방식 초지기에 의해 제조된 황청색의 기계한지 [MH(45 g/m²)], 복사용지 [CP(80 g/m²)] 총 4 종이다.

2.2 실험방법

2.2.1 유향수지 정제

중국산 유향수지는 고체로서 그 상태는 유향과 불순물이 혼합되어 있다. 유향을 분쇄하여, 분말 상태로 제조하였다. 분말상의 유향 수지는 에틸알코올을 넣고 24 시간 방치하여 용해된 액상만 채취하여 진공 농축기로 에틸알코올을 회수하여 잔존하는 유향 수지의 농축물을 공시재료로 사용하였다.

2.2.2 유향수지 처리

유향수지 농축물은 일정한 농도(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50%)로 에틸알코올에 용해시켜 유향 처리액 조제하였다. 각 농도별 유향 처리액에 종이가 완전히 잠기도록 하고 3초 후 꺼내 실내에서 건조하였다. 유향수지 미처리 종이는 OR(Original)로 나타냈고, 유향 처리액은 에틸알코올+유향 처리로 되어 있기 때문에 알코올만 처리한 것을 0으로 나타냈다.

2.3 유향수지 처리지의 특성

2.3.1 물리적 성질

수록 한지 2종, 기계한지, 복사용지와 각 종이에 유향 처리지의 두께 및 밀도는 KS M ISO 534에 의해 측

정되었다.

2.3.2 광학적 성질

수록 한지 2종, 기계한지, 복사용지와 각 종이에 유향 처리지의 백색도는 KS M 7026에 의해 측정되었고, 불투명도는 JIS P 8138에 의해 측정되었다.

2.3.3 강도적 성질

수록한지 2종, 기계한지, 복사용지와 각 종이에 유향 처리지의 강도적 성질 중 인장지수는 TAPPI T 494 om-88, 인열지수는 TAPPI T 414 om-88, 파열지수는 TAPPI T 403 om-91, 투기도는 TAPPI T 460 om-11에 의해 측정하였다.

기계한지 및 복사용지는 초지기에 의해 제조된 종이이기 때문에 기계방향(MD, machine direction), 폭방향(CD, cross direction)의 방향성을 갖고 있기 때문에 인장지수, 인열지수는 MD, CD별로 측정되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 유향 처리지의 물리적 성질

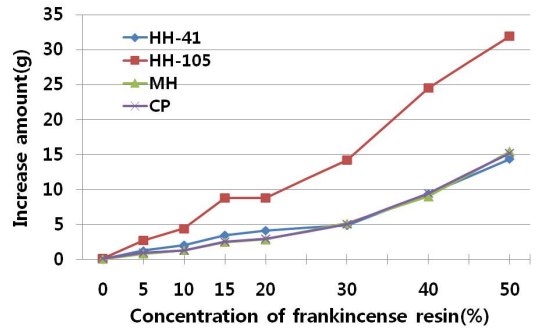
3.1.1 중량 증가

HH-41, HH-105의 수록한지와 기계 한지(MH), 복사용지(CP)와 각 종이의 유향 처리지의 중량 증가량, 중량 증가율에 대하여 분석하였다.

Fig. 1은 유향 농도별 처리에 의한 중량 변화를 나타낸 것이다. HH-41 수록한지와 기계한지, 복사용지는 농도 30분 처리까지 서서히 중량이 증가되다가 30% 이상에서 증가되는 양이 커지는 경향을 보이며 약 15g 까지 증가되었다. 한편 두께가 두꺼운 HH-105 수록한지는 다른 3종의 종이보다 중량 증가율이 크며, 처리 농도 20%부터 증가량이 커지는 경향을 보이고 있으며, 농도 30% 이상부터 증가되었다.

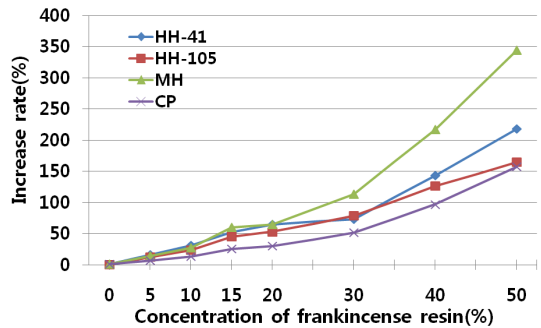
Fig. 2는 유향의 처리 농도에 따른 중량 증가율을 나타낸 것이다. 중량 증가량에서는 HH-105 수록한지가 높았지만, 중량 증가율은 기계한지가 350%까지 증가되었다. 기계한지 이외의 3종은 복사용지 < HH-105 < HH-41 순으로 복사용지와 HH-105는 약 150%까지, HH-41은 약 220%까지 증가되었다.

본 실험은 한지 및 복사용지에 유향수지액을 한번



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper

Fig. 1. The amount of weight increasement according to concentration of frankincense resin solution.



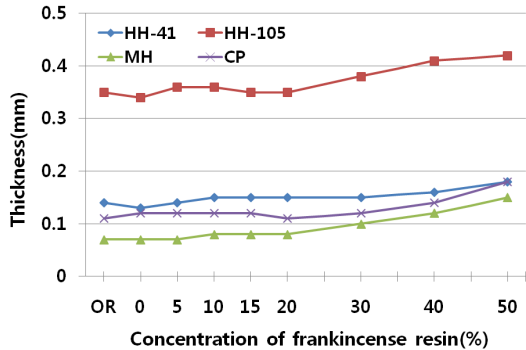
HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper

Fig. 2. The weight increasement rate according to concentration of frankincense resin solution.

처리한 것이다. 반복하여 처리한다면 중량이 증가될 수 있기 때문에 사용하는 목적에 따라 유향수지 처리를 반복하여 제조할 수 있을 것이다.

3.1.2 두께

Fig. 3은 유향수지 처리에 의한 종이 두께의 변화를 나타낸 것이다. 종이 내부의 공간에 유향수지가 완전히 침투되고 난 후에 종이 표면에 부착될 것으로 추정된다. 한편으로는 종이 내부에 침투되기도 하지만 표면에 부착되기도 할 것으로 추정된다. 각각의 종이 모두 유향수지의 농도가 높을수록 두께는 증가되었다.



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treated paper

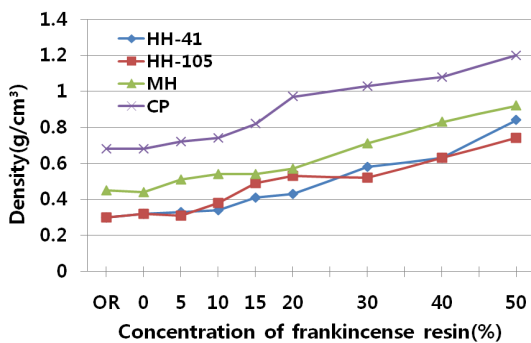
Fig. 3. Thickness changes of paper according to concentration of frankincense resin solution.

각 종이 모두 증가된 두께는 0.1 mm 이하이다. 유향수지 처리에 의한 두께는 크게 높아지지 않았다.

종이의 두께를 높게 하려면 반복하여 유향수지를 처리하면 종이 표면에 유향수지가 피복되어 두께가 향상될 것으로 추정된다.

3.1.3 밀도

Fig. 4는 유향수지 처리에 의한 종이의 밀도 변화를 나타낸 것이다. 처리된 유향이 종이 내부 및 표면에 부착되어 종이의 무게가 높아지기 때문에 유향 처리지의 밀도는 증가되었다. 4종의 종이 모두 처리 농도에 따라



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treatment paper

Fig. 4. Density changes of paper according to concentration of frankincense resin solution.

직선적으로 밀도가 증가되었다. 복사용지는 처리 농도 20%부터 밀도가 1 이상으로서 매우 높았다. 그 외의 종이는 약 0.7-0.9까지 증가되었다. 밀도의 증가가 가장 높은 복사용지는 두께가 일정하기 때문으로 추정된다.

유향 처리지에 대한 물리적 성질의 변화는 유향수지의 처리 농도가 증가되면 중량 증가율, 두께, 밀도는 증가되었다. 처리 농도가 30%에서 각 종이 모두 중량 증가율이 높아지는 경향을 보이고 있다.

3.2 유향 처리지의 광학적 성질

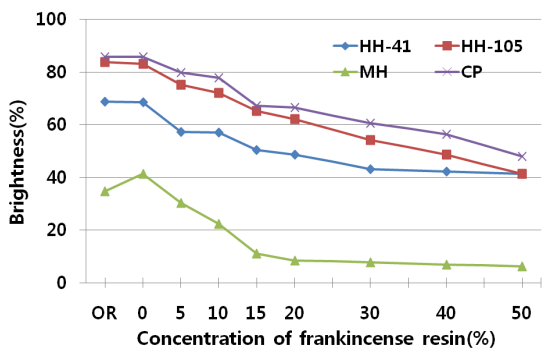
3.2.1 백색도

HH-41, HH-105 수록한지와 기계한지, 복사용지에 유향수지를 처리하여 측정한 백색도는 Fig. 5와 같다.

4종의 종이 모두 유향수지의 농도가 높을수록 백색도는 저하되었다. HH-41, HH-105, 복사용지는 유향수지의 농도에 따라 직선적으로 저하되어 백색도가 약 60-65%까지 저하되었다. 기계한지는 색한지이기 때문에 백색도 34.8%에서 약 6%까지 감소되었다. 처리 농도 15%까지 급속히 저하되다가 그 후는 완만하게 저하되는 경향을 보이고 있다.

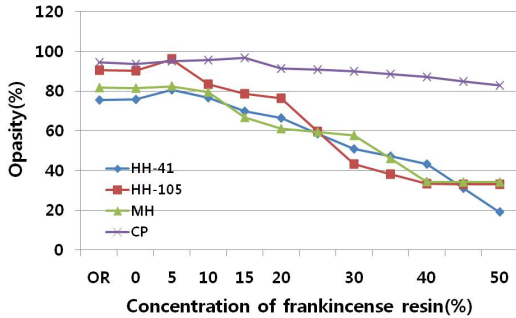
3.2.2 불투명도

불투명도는 종이의 뒤에서 비치는 정도를 나타내는 것이다. Fig. 6은 4종의 종이에 유향수지를 농도별로 처리한 유향 처리지의 불투명도를 나타낸 것이다. HH-41, HH-105의 수록지와 기계한지는 농도 5%까지



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treatment paper

Fig. 5. Brightness changes of paper according to concentration of frankincense resin solution.



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treatment paper

Fig. 6. Opacity changes of paper according to concentration of frankincense resin solution.

증가되다가 그 이후는 급격히 저하되어 HH-41은 20%까지 저하되었고, HH-105와 기계한지는 약 30%까지 저하되었다. 그러나 복사용지는 서서히 저하되어 약 80%까지 약간 저하되었다. 불투명도가 저하되는 것은 투명도가 향상된다는 것을 의미한다.

복사용지의 불투명도가 높은 것은 종이 제조공정에서 탄산칼슘 등의 무기충진제를 투입하였기 때문에 유향수지 처리에 따른 영향을 받지 않은 것이다.

3.3 유향수지 처리지의 강도적 성질

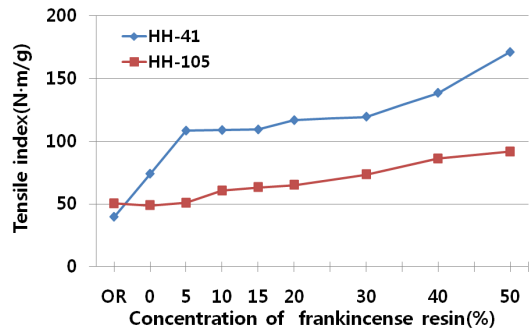
3.3.1 인장강도

HH-41(41 g/m²), HH-105(105 g/m²)의 수록한지와 기계 한지(MH), 복사용지(CP)에 대하여 유향수지액(유향수지 + 에틸알코올)을 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50%로 제조하여 함침 처리하였다.

Fig. 7은 수록한지 HH-41, HH-105의 유향수지의 처리 농도별 인장지수를 나타낸 것이다. HH-41, HH-105의 수록한지는 유향 처리 농도가 증가됨에 따라 인장지수도 증가되었다. 유향 처리에 의해 HH-105은 직선적으로 증가되었지만, HH-41은 처리 농도 5%까지 급격히 증가되다 직선적으로 증가되는 경향을 보이고 있다. 유향 처리 효과는 HH-105보다 HH-41이 높은 경향을 보이고 있다. 유향 처리에 의한 인장지수는 HH-41가 약 430%, HH-105는 약 180%가 증가되었다.

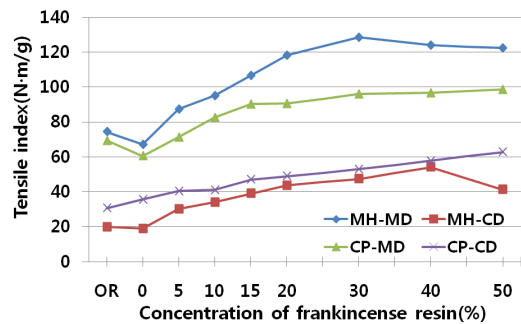
Fig. 8은 유향 처리 농도에 의한 기계한지, 복사용지의 인장지수를 나타낸 것이다. 기계한지와 복사용지는

초치기에 의해 제조되기 때문에 종의 방향성을 갖고 있다. 그러므로 기계방향(MD), 폭방향(CD)별로 인장지수를 측정하였다. 기계한지의 MD는 처리 농도 30%까지 증가되다가 그 후 서서히 감소되는 경향을 보이고 있다. 기계한지 CD는 40%까지 증가되다가 감소하는 경향을 보이고 있다. 이에 반하여 복사용지는 MD, CD 모두 처리 농도 50%까지 증가되는 경향을 보이고 있다. 유향처리에 의한 인장지수는 MD, CD 방향별 모두 증가되는 경향을 나타내고 있으며, 유향 수지 미처리 종이보다 인장지수가 향상되기 때문에 유향 처리 효과가 크다고 생각된다. Jo 등¹⁴⁾이 한지에 기능성을 부여하



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²)

Fig. 7. Tensile index changes of HH-41 and HH-105 according to concentration of frankincense resin solution.



HH-MD: Machine direction of Machine-made Hanji, HH-CD: Cross direction of Machine-made Hanji, CP-MD: Machine direction of Copying paper, CP-CD: Cross direction of Copying paper

Fig. 8. Tensile index changes of MH and CP according to concentration of frankincense resin solution.

기 위해 옷칠 처리 한 한지의 인장강도는 감소되었다.

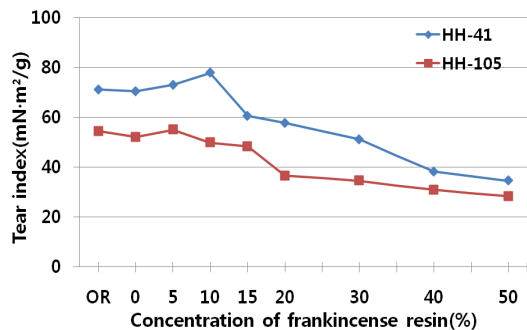
3.3.2 인열강도

Fig. 9는 유향 처리 농도에 의한 HH-41, HH-105 수록지의 인열지수를 나타낸 것이다. 유향 처리 농도에 따라 서서히 감소하는 경향을 보이고 있다. HH-41은 10%까지 증가되다가 저하되었다. 낮은 농도에서 처리 하면 인열지수가 증가되는 것은 유향수지가 섬유와 섬유간의 결합력을 증가시키기 때문으로 추정된다. 한편, 처리 농도가 10% 이상 되면 종이 내부의 공극에 유향수지가 충전 되면서 섬유가 경화되어 섬유간의 결합력을 저하시키는 원인이라 생각된다.

Fig. 10은 기계한지, 복사용지의 MD, CD별로 인열 지수를 측정하였다. 유향처리에 의해 농도 5-10% 사이에 약간 증가되는 경향을 보이고 있다. 그 후 2종 모두 인열지수는 감소되었다. 이 원인은 수록지에서 나타난 것과 동일하다고 생각된다.

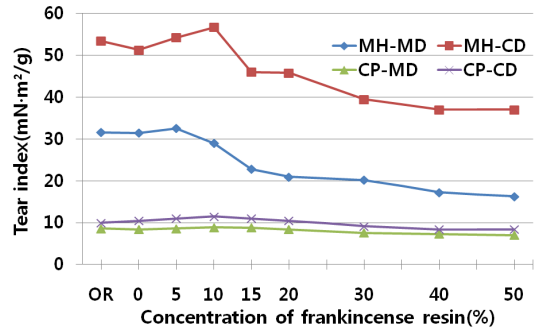
기계한지의 MD, CD의 인열지수의 차가 큰데 비하여 복사용지는 차가 적은 경향을 보이고 있다. 기계한지는 한지 전용초지기인 단망 초지기에서 제조된 것으로 방향성이 크게 차이가 나기 때문으로 추정된다. 한편 그렇게 방향성이 큰 원인은 장섬유이기 때문으로 생각된다.

이상의 결과에서 유향수지 처리에 의한 인열지수의 향상 효과는 없었다. 따라서 인열지수가 높은 종이를 요구하는 곳에 사용하는 것은 곤란하다고 생각된다.



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²)

Fig. 9. Tear index changes according to concentration of frankincense resin solution.



HH-MD: Machine direction of Machine-made Hanji, HH-CD: Cross direction of Machine-made Hanji, CP-MD: Machine direction of Copying paper, CP-CD: Cross direction of Copying paper

Fig. 10. Tear index changes of MH and CP according to concentration of frankincense resin solution.

3.3.3 파열강도

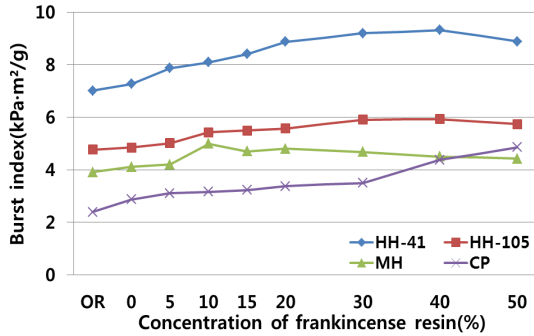
Fig. 11은 유향 처리 농도에 의한 수록한지(HH-41, HH-105), 기계한지, 복사용지의 파열지수를 나타낸 것이다.

유향의 처리 농도가 증가되면 파열지수는 서서히 증가되는 경향을 보이고 있다. 그러나 수록한지는 처리 농도 40% 이상에서 서서히 감소되고, 기계한지는 처리 농도 20% 이상에서 감소되는데 반하여 복사용지는 50%까지 증가되었다.

유향 처리에 의한 파열지수의 처리 효과는 수록 한지, 기계한지보다 복사용지가 우수했다. HH-41의 증가율은 약 130% 정도 증가되었는데 비해 복사용지는 약 200% 정도 증가 되었다. 그래도 복사용지의 파열지수는 HH-41, HH-105의 수록지 보다 낮았다.

이상의 결과에서 유향수지 처리에 의한 강도적 성질의 변화는 유향 처리에 의해 인장지수, 파열지수는 증가되는 경향을 보이는 반면 인열지수는 감소되는 경향을 보이고 있다. 강도적 성질 향상을 위한 유향 처리 효과는 처리 농도 30-40% 처리가 우수하였으며, 지종으로는 HH-41과 기계한지의 처리 효과가 우수하였다.

조선왕조실록의 경우 생지본과 밀납본이 있는데, 한지에 밀납을 처리한 밀납본은 시간이 지남에 따라 경화, 응고에 의해 종이 균열, 파괴되는 현상¹⁵⁾이 일어났다. 유향은 밀납과 다르지만 유향 처리지도 열화가



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treatment paper

Fig. 11. Burst index changes according to concentration of frankincense resin solution.

일어날 것으로 예측되고 있다. 즉, 유황 처리지의 내구성에 대한 연구는 추후 수행되어야 될 것으로 생각되어진다.

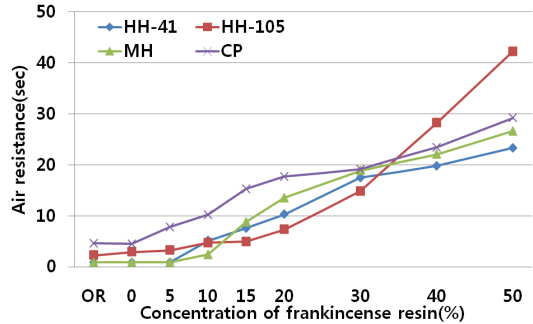
3.4 투기도

유황 처리지의 투기도는 Fig. 12와 같다. 투기도는 종이의 일정 면적에 일정 공기량이 통과되는 시간을 측정하는 것으로 종이 내부의 조직이 치밀하면 공기가 통과하는 시간이 길어지기 때문에 투기도는 높다. 종이 내부의 조직이 공극이 많으면 공기가 쉽게 통과되어 투기도는 낮다.

유황수지의 처리 농도가 증가되면 4 종의 종이 모두 투기도는 높아지는 경향을 보이고 있다. 투기도는 처리 농도 10% 이상에서 급속히 증가되는 경향을 보이고 있다. 두께가 두꺼운 HH-105의 수목지가 가장 높고, 그 다음 복사용지가 높았다.

유황수지의 처리에 의한 투기도의 상승은 종이 내부에 존재하는 공간을 유황수지가 매워주기 때문으로 추정된다. 그러므로 두께가 두꺼운 종이의 투기도가 높고, 복사용지와 같이 활석 등의 첨가물이 함유되어 있는 종이는 조직이 치밀하기 때문 투기도가 높다고 추정된다.

유황수지 처리지는 투기도가 매우 높은 기능을 가지고 있다. 이것은 기존 반투막성 플라스틱 소재를 대체할 수 있으며, 조명 갓 등에 사용할 수 있다고 생각된다.



HH-41: Hand forming Hanji (41 g/m²), HH-105: Hand forming Hanji (105 g/m²), MH: Machine-made Hanji, CP: Copying paper, OR: Un-treatment paper

Fig. 12. Air resistance changes according to concentration of frankincense resin solution.

4. 결론

본 연구에서는 한지의 기능성 향상을 위해 유황을 처리하여 유황 처리지의 물리적, 광학적, 강도적 성질에 대하여 검토하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 유황 처리지의 물리적 성질은 유황수지의 처리 농도가 증가되면 종이의 중량 증가율, 평량, 두께, 밀도가 증가되었다. 처리 농도가 30%에서 중량 증가율이 가장 높게 나타났다. 유황 처리에 의해 밀도 증가율이 가장 큰 종이는 평량 41 g/m²의 한지(창호지)였다.
2. 유황 처리지의 광학적 성질 중 백색도는 유황수지 농도가 높아질수록 저하되었고, 불투명도는 유황 처리 농도가 높아질수록 급격히 저하되었는데 이것은 투명도가 향상되는 것을 의미한다.
3. 유황 처리지의 강도적 성질 중 인장지수와 파열지수는 유황 처리 농도가 증가되는데 반해 인열지수는 감소되었다. 유황 처리 효과는 인장지수가 가장 높았고 지중으로는 평량 41 g/m²의 한지(창호지)였다.
4. 유황 처리지의 투기도는 유황 처리 농도가 높을수록 향상되었고, 투기도가 가장 높은 종이는 평량 105 g/m²의 한지(장판지)였다.
5. 유황 처리에 의해 한지는 투기도가 매우 향상되어, 반투막성 소재로 활용이 가능할 것으로 생각된다.

Literature Cited

1. Yoon, S. L. and Beak, O. R., Starch treatment for the improvement of physical properties of Hanji (I) -Effect of starch types-, Journal of Korea TAPPI 35(3):59-65 (2003).
2. Beak, S. H., Yoon, S. L., and Jo, J. S., Starch treatment for the improvement of physical properties of Hanji (II) -Relationships between the physical properties and the surface characteristics of Hanji treated with various starches-, Journal of Korea TAPPI 35(3): 59-65 (2003).
3. Jo, H. J., Yoon, S. L., Park, S. B., and Kim, Y. G., Physical properties of functional Hanji added inorganic materials, Journal of Korea TAPPI 40(1): 23-28 (2008).
4. Yoon, S. L., Jo, H. J., Park, S. B., Kim, H. J., Kim, J. K., and Kim, S. I., Studies on wallpaper marking using Hanji (I) -Making and properties of Hanji for wallpaper-, Journal of the Korean Wood Science and Technology 24(4):15-21 (1996).
5. Yoon, S. L., Jo, H. J., Park, S. B., Kim, J. K., Kim, S. I., Kim, H. J., and Lee, M. H., Studies on wallpaper marking using Hanji (II) -Making and properties of Hanji wallpaper-, Journal of the Korean Wood Science and Technology 25(4):17-21 (1997).
6. Jang, H. M., Nam, H. J., Go, I. H., and Choi, T. H., Manufacture of colored Hanji for interior materials from natural pigments (Part 1) -Manufacture of super eight colors Changhoji-, Journal of Korea TAPPI 43(1):36-46 (2011).
7. Lee, S. H., Shin, Y. S., and Choi, T. H., Manufacture of colored Hanji for interior materials from natural pigments (Part 2) -Study on functional properties of super eight colors Changhoji-, Journal of Korea TAPPI 44(5):46-53 (2012).
8. Choi, W. S., Kwon, M. H., and Kim, Y. C., Inhibition effects of frankincense oil on skin aging (I): Focussed on gross examination, Journal ENVIRON. TOXCOL. 23(2):119-127 (2008).
9. Choi, W. S., Kwon, M. H., Kong, M. K., Lee, S. H., Gang, S. R., Kim, P. S., and Kim, Y. C., Inhibition effects of frankincense oil on skin aging (II): Focussed on histological observation, Journal ENVIRON. TOXCOL. 23(2):129-138 (2008).
10. Han, S. H., Kim, M. D., You, S. H., You, Y. O., You, H. K., and Shin, H. S., Effects of olibanum extracts on the activity and differentiation of MC3T-E1 cells, Journal of Periodontal and Implant Science 31(2): 287-297 (2001).
11. Park, R. K., OH, K. R., Lee, K. G., Mun, Y. J., Kim, Y. H., and Woo, W. H., The water extract of boswellia carterii induces apoptosis in human leukemia HL-60 cell, Yakhak Hoeji 45(2):161-168 (2001).
12. Lee, T. J., Kim, Y. H. Shu, S. I., Shin, S. W., Kim, S. C., Kwon, Y. K., Park, J. W., and Kwon, T. K., Effects of water extract from chaenomeles sinensis, polygonum cuspidatum and boswellia carterii on LPS-induced MMP-9 activation in raw 264.7 cell, Korea Journal of Oriental Physiology and Pathology 20(1): 37-42 (2006).
13. Lee, T. J., Woo, K. J., Shu, S. I., Shin, S. W., Kim, S. C., Kwon, Y. K., Park, J. W., and Kwon, T. K., Effects of water extract from chaenomeles sinensis, polygonum cuspidatum and boswellia carterii on LPS-induced nitric oxide production in raw 264.7 cell, Korea Journal of Oriental Physiology and Pathology 20(3): 603-608 (2006).
14. Jo, H. J., Lee, S. K., and Roh, J. K., The characteristics of Hanji prepared with lacquer, Journal of Korea TAPPI 39(3):70-76 (2007).
15. Kim, K. J., Lee, M. H., and Eom, T. J., Aging behavior of beeswaxed Hanji (III) -Aging of beeswaxed Hanji with CO₂, O₃, SO₂ and NO₂ Gas-, Journal of Korea TAPPI 43(3):73-79 (2011).