

전자파차폐용 한지벽지 개발

조현진¹⁾ · 김윤근²⁾ · 박성배³⁾

- 1) 임업연구원 남부임업시험장 · 2) 진주산업대학교 식품과학연구소
· 3) 경북대학교 임산공학과

1. 서론

현대인의 생활환경에 있어 전자파에 관련된 부분은 날로 증가하고 있는 추세이다. 특히 최근의 휴대용 전화기가 일반화되면서 전자파로 인한 피해에 대한 우려가 증가하고 있는 실정이며, 실제 병원에서 사용하는 장치들의 전자파로 인한 오작동의 피해사례가 이미 보고 되어 있을 뿐 아니라, 전자파로 인한 자동차의 오작동으로 추정되는 사례도 이미 매스컴을 통해 보도된 실례가 있다. 이러한 환경 때문에 전자파 차폐용지의 개발은 기계의 오작동 및 인체에 미치는 영향을 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 지금까지 비닐계통에 기초를 둔 전자파 차폐용 제품들과는 달리 전자파 차폐용 지류는 환경 친화적이며 일반 가정의 벽지 또는 차광지로 사용이 가능하리라 생각된다.

본 연구에서는 탄소 소재를 사용하여 초지 후 기본물성, 원적외선 방산효과 및 전자파 차폐효과를 시험하여 벽지에 새로운 기능을 부여함으로써 부가가치 증대 및 쾌적한 주거문화 창출을 위한 기능성 한지벽지 원지를 개발하는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

닥나무 섬유는 충북 제천시 닥나무(*Broussonetia kazinoki* Sie)에서 채취한 인피섬유를 사용하였다.

기능성 소재로는 탄소가 주성분인 섬유상 물질로 길이 3~5 cm, 폭 0.06 μm 의 섬유

상 물질을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 한지제조

닥나무 백피를 증해 후 표백하여 한지의 원료로 사용하였으며 각각의 조건은 Table 1과 2에 나타내었다.

본 실험에서 사용된 한지는 TAPPI의 펄프 시험용 수초지 제조방법에 준하여 초지하였다.

탄소소재는 인피섬유중량에 대하여 10, 20, 40% 첨가하여 1층지와 2층지로 구분하여 초지 하였으며, 분산제로는 0.05% PAM수용액을 사용하였다. 2층지 초지의 경우 먼저 전건시료 0.6 g으로 한 장을 초지하여 카우치롤로 압착 탈수시킨 것을 준비하고, 다른 한 장은 초지기에서 탈수만 시킨 후 그 위에 앞의 시트를 놓고 카우치롤로 압착 탈수하여 2층지를 초지 하였다. 초지 한 각각의 sheet는 송풍건조기를 사용하여 건조하여 시험편을 제조하였다.

Table 1. Cooking conditions of bast fiber of paper mulberry

Alkali conc.(%)	Temp.(°C)	Time(hr)	Liquor ratio
5	90	3	4 : 1

Table 2. Bleaching conditions of bast fiber

NaOCl addition (%)	Conc.(%)	Temp.(°C)	Time(hr)
8	20	20±3	7

2.2.2 물성 및 기능성 검토

평량은 TAPPI Test Methods T 220 sp-96 및 T 410 om-98에 준하여 측정하였으며, 인장강도, 인열강도, 파열강도 및 흡수도는 T 494 om-96, T 414 om-98, T 403 om-97, T 441 om-98에 준하여 측정하였다. 백색도, 불투명도는 T 519 om-96, T 525 om-92에 준하여 측정하였다.

원적외선 발산효과는 한국전자재시험연구원 원적외선 응용평가센터의 FT-IR

Spectrometer (Bio-Rad FTS-40, Digilab社)를 사용하고, 표준흑체로는 WS143을 사용하여 40℃에서 원적외선 방사율과 방사에너지를 5~20 μm 에서 측정하였다.

전자파 차폐효과는 ASTM D 4935-89 전자파 차폐효과에 대한 표준시험방법에 의거하여 한국표준과학연구원 전자기 연구부의 전자파 차폐효과 측정기(USA)로 10~1,000MHz의 파장범위에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 물리적 성질

전자파 차폐용 한지의 평량, 두께, 밀도는 Table 3에 나타난 바와 같이 탄소소재 첨가량이 증가 할수록 평량과 두께는 증가하는 반면 밀도는 낮지는 경향을 보였으며, 2층 지가 1층 지 보다 평량은 낮고 밀도가 낮게 나타났다.

Table 3. Physical of electromagnetic-waves-shielding Hanji

Parts	Addition amounts(%)	Basis weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Density (g/cm ³)
1 layer	10	76.4	0.20	0.38
	20	78.2	0.30	0.26
	40	92.7	0.53	0.17
2 layers	10	68.5	0.24	0.29
	20	76.7	0.36	0.21
	40	87.8	0.54	0.16

3.2 강도적 성질

전자파차폐용 한지의 강도적 성질은 Table 4에 나타내었다. 1층 지, 2층 지 모두에서 전자파 차폐 소재 첨가량이 증가할수록 강도적 성질은 낮아지는 경향을 나타내었다. 탄소소재의 첨가량이 증가함에 따라 강도의 감소하는 경향을 나타내었는데, 첨가한 탄소소재는 건조과정에서 닥나무 인피섬유와 수소결합을 형성하지 못하기 때문인 것으로

생각된다. 동일 양의 탄소소재를 첨가하였을 경우 2층 지의 열단장이 1층 지 보다 높게 나타난 것은 2층 지의 두 층 중 한 층이 인피섬유로 이루어져 있어 탄소 소재재로 인한 강도의 저하를 방지하였기 때문인 것으로 생각된다.

열단장과 파열강도에 있어, 탄소소재 첨가량이 낮을 경우에는 2층 지가 높았으나 첨가량이 증가함에 따라 2 층 지가 낮아지는 경향을 보였다. 2층 지의 경우 탄소소재 첨가량이 증가함에 따라 두 지층간의 결합력은 급격하게 감소되고, 탄소소재를 첨가한 층의 섬유 간 결합력 또한 급격히 감소되는데 반하여 1층 지의 경우는 지층의 전면에 골고루 탄소소재가 분포하기 때문에 섬유 간 결합력이 2층 지 보다 높았기 때문으로 생각된다.

탄소소재의 첨가량이 증가함에 따라 흡수도 역시 증가하는 경향을 나타내었는데 이러한 결과는 탄소소재의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 한지의 밀도와 관계가 있는 것으로 생각된다.

Table 4. Strength of electromagnetic-waves-shielding Hanji

Parts	Addition amounts(%)	Breaking length(km)	Internal tearing strength(times)	Bursting strength	Absorptivity (%)
1 layer	10	1.7	649	4.4	181
	20	1.5	543	3.7	268
	40	1.0	409	3.5	324
2 layers	10	1.9	621	4.6	182
	20	1.4	527	3.5	222
	40	0.7	443	3.0	344

Table 5. Brightness of electromagnetic-waves-shielding Hanji

Parts	Addition material	Addition amounts(%)	Brightness(%)
1 layer	Carbon material	10	41.0
	"	20	32.1
	"	40	23.9
2 layers	"	10	32.8
	"	20	21.6
	"	40	16.0

3.3 광학적 성질

전자파차폐용 한지의 백색도는 Table 5에서 나타낸 바와 같이 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 흑색의 탄소소재 첨가량의 증가에 따라 백색도 저하된 것으로 생각된다. 2층 지가 1층 지 보다 낮은 백색도를 나타내었는데 이는 한지의 낮은 불투명도 때문에 탄소소재의 함유량이 높아 짙은 검은 색을 띄는 배층의 색상이 백색도를 측정하는 표층에 영향을 주었기 때문인 것으로 생각된다.

3.4 원적외선 방사효과

전자파차폐용 한지의 원적외선 방사효과는 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Effect of distant-infrared ray emission on electromagnetic-waves-shielding Hanji

Parts	Control	10%	20%	40%
Emission rate of distant-infrared ray (%)	88	90	91	91
Emission energy of distant-infrared ray (w/m ² · μm, °C)	3.54×10 ²	3.62×10 ²	3.67×10 ²	3.67×10 ²

카본소재를 닥나무 펄프에 대하여 10% 첨가하였을 경우 대조구에 비하여 원적외선 방사율은 2% point가 증가하고 20% 이상 첨가하였을 경우는 3% point 이상 증가하나 더 이상의 원적외선 방사율 증가를 나타내지 않았다. 원적외선 방사에너지는 각각 2와 4% point의 증가를 나타내었다.

이상의 결과에서 원적외선 방사율과 방사에너지는 소재를 20% 이상 첨가 시 동일한 효과를 발현하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 7. Shielding effect of electromagnetic-waves-shielding Hanji on addition amount

Parts	Control	10%	20%	40%
Shielding effect(dB)	-	20	27	35
Shielding rate(%)*	-	99	99.7	99.95

* Shielding rate(%)=(1-10^{-A/10})×100 (A : dB)

3.5 전자파 차폐효과

전자파차폐용 한지의 첨가량별 차폐효과는 Table 7과 같이 소재의 첨가량이 증가할수록 차폐효과 및 차폐율이 증가하는 경향을 나타내었다. 전자파차폐 효과에 있어 산업에 적용이 가능한 dB는 25 dB 이상으로, 탄소소재를 20% 이상 첨가할 경우 산업 적용이 가능한 것으로 판단된다. 또한 전자파 차폐율 기준은 99.7%로 되어있어 산업적용 가능성을 강력히 시사하고 있다.

이상의 결과를 종합하면 전자파차폐 소재 첨가에 의한 제품 개발에 응용이 가능 할 것으로 판단되며, 인피섬유의 새로운 용도를 발굴하고 제조공정을 과학적으로 분석하여 그 기술을 발전시킴과 동시에 생산성 향상과 고품질의 한지 생산이 기대된다.

4. 결 론

전자파 차폐용 한지 벽지개발에 관한 연구를 통하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 전자파 차폐용 한지는 탄소소재의 첨가량이 증가 할수록 1층 지, 2층 지 모두 평량, 두께는 증가하였으나 밀도는 낮아지는 경향을 보였다. 흡수도는 소재의 첨가량이 증가 하면 흡수량이 높아지는 경향을 나타내었으며, 특히, 소재를 40% 첨가 시 300%이상의 높은 흡수율을 보였다.
2. 1층지, 2층지 모두 소재 첨가량이 증가할수록 강도적 성질은 저하되었으며, 층 지 간 차이는 미미하였다. 소재 첨가량이 증가할수록 백색도는 낮아졌으며, 1층 지가 2층 지 보다 백색도가 높았다.
3. 원적외선 방사효과는 90~91% 범위로 20%이상 첨가에서는 원적외선 방사율 및 방사에너지의 변화는 없었다.
4. 전자파 차폐효과는 소재첨가량이 증가할수록 차폐효과 및 차폐율은 증가하였다. 20% 이상 소재를 첨가할 경우, 전자파차폐 효과가 27 dB로 산업적용이 가능한 것으로 판단되었으며, 첨가제와 초지 방법을 개선한다면 기계한지 초지 작업에 적용 가능할 것이라고 사료되며 이는 한지벽지 원지로써 사용될 수 있다고 생각된다.