

보수용 한지의 물리적 특성 평가

최유리*, 김형진, 강광호

국민대학교 임산공학과

1. 서론

우리 민족의 전통 문화산업의 한 축을 담당하는 한지는 물질과 정신을 아우르는 유·무형 자산으로 가치를 측정할 수 없는 소중한 문화유산이다. 그러나 우리 민족의 일상 생활과 정신문화에 있어서 중요한 역할을 담당해 왔던 한지는 생활양식의 급속한 변화 및 목재펠트를 기반으로 하는 기계화, 대량생산 등의 환경변화로 인해 소규모 가내 수공업에 의해 생산되는 산업구조로 전락했다. 이에 따라 노동집약적인 한지산업의 인력 확보가 어려워지고 원료의 공급도 쉽지 않아 원료를 국외에서 수입하거나 화학약품을 사용함으로써 한지의 품질이 저하되어 소비자에게 불신을 초래하고 있다. 위축된 전통 한지 산업을 부흥시키기 위해 전통 방식으로 제조된 한지의 우수성을 학문적으로 입증하는 것이 무엇보다 중요하다.

본 연구에서는 보수용 한지의 우수성을 입증하기 위해 증해, 초지, 건조 방법 및 도침 처리 유·무에 따른 특성 및 열화에 대한 안정성을 평가하여 한지의 물리적 특성을 비교·분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에 사용한 한지는 제조 인자에 따른 물리적 특성의 변화를 비교·분석하기 위하여 증해, 초지, 건조 방법 및 도침 처리(유·무)가 상이하게 제조한 것을 국내 S사로부터 분양받아 사용하였으며, 한지의 제조 인자에 따른 평가 항목과 기본적인 물성을 Table 1에 나타냈다.

2.2 실험방법

제조 인자가 상이한 한지는 비교 대상 인자별로 인장강도, zero-span 인장강도, 내절도, 인열강도, 파열강도를 KS M ISO 표준 시험방법에 의거하여 측정하여 분석하였다. 또한 KS M ISO 5630-3에 의거하여 80 °C, 65 %의 조건의 항온·항습기에서 288 시간 동안 습열노화 시킨 후 열화 된 한지 sample을 23±1 °C, 50±2 %의 항온·항습실에서 24 시간 이상 조습 처리하여 한지의 제조 인자에 따른 열화 특성을 분석하였다.

Table 1. Fundamental properties of Hanji according to different manufacturing factors

Manufacturing factors		Basis weight, g/m ²	Thickness, μm	Density, g/cm ³	Bluk, cm ³ /g
Sheet formation	Ssang-bal	52.43	131.53	0.40	2.51
	We-bal	56.25	144.77	0.39	2.58
Digesting agents	Lye	17.46	55.33	0.32	3.18
	Na ₂ CO ₃	32.73	108.17	0.30	3.31
	NaOH	50.98	175.17	0.29	3.44
Drying	Steel plate	56.52	145.43	0.39	2.58
	Wood board	45.67	133.87	0.34	2.93
Dochim	Non-treat	62.35	162.83	0.38	2.61
	Treatment	64.27	149.80	0.43	2.33

3. 결과 및 고찰

3.1 증해 인자에 따른 한지의 물리적 특성

Table 2는 잿물, Na₂CO₃, NaOH로 증해하여 제조한 한지의 인장강도, zero-span 인장강도, 내절도, 인열강도 및 파열강도의 측정 결과이며, **Fig. 1**은 잿물, Na₂CO₃, NaOH로 증해하여 제조한 한지의 습열노화에 따른 인장강도 및 내절도 변화의 분석 결과이다. Zero-span 인장강도는 단섬유 자체의 물리화학적 특성과 깊은 관련이 있으며, 측정 결과 잿물을 사용하여 증해한 것이 가장 우수한 결과를 보였다. 이는 잿물을 이용하여 증해할 경우 증해 방법에 비해 섬유의 손상 정도가 다른 낮아 zero-span 인

장강도가 높게 측정된 결과로 판단된다. 또한 습열노화를 실시한 후에도 잿물을 사용하여 증해한 것은 오히려 인장강도가 증가한 것으로 나타났다. 이는 닥 섬유를 잿물로 증해 시 약한 증해력으로 인해 잔존해 있던 리그닌과 같은 물질이 습열노화에 의해 경화되어 강도를 증가 시킨 것으로 사료된다.

Table 2. Strength properties of Hanji digested by different digesting agents

Properties	Lye		Na ₂ CO ₃		NaOH	
	Bal direction	Bal cross direction	Bal direction	Bal cross direction	Bal direction	Bal cross direction
Tensile index, N·m/g	82.98	74.01	102.93	76.52	94.44	58.08
Zero-span tensile index, kN·m/g	9.24	8.72	8.52	8.14	9.05	7.57
Folding endurance, times	694	815	1044	1043	997	2446
Tear index, mN·m ² /g	46.12	41.83	54.19	47.84	56.41	67.85
Burst index, kPa·m ² /g	7.76		8.16		5.47	

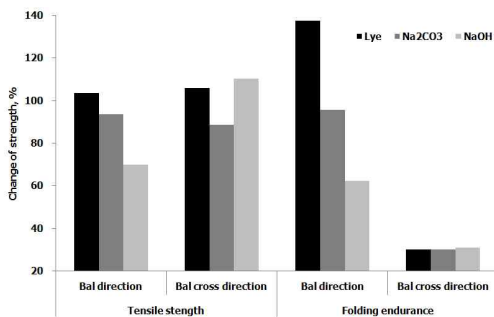


Fig. 1. Strength change of Hanji made by different digesting agents, after aging treatment.

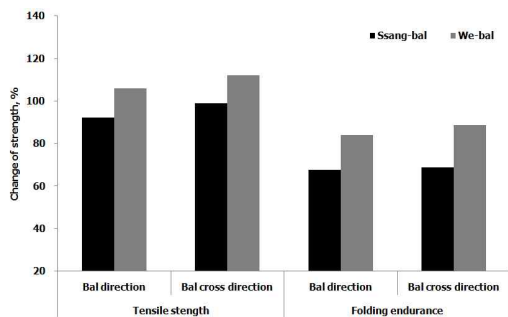


Fig. 2. Strength change of Hanji made by different sheet formation, after aging treatment.

3.2 초지법에 따른 한지의 물리적 특성

Table 3은 가둠뜨기(쌍발) 및 흘림뜨기(외발)의 초지법으로 제조한 한지의 인장강도, zero-span 인장강도, 내절도, 인열강도 및 파열강도의 측정 결과이며, Fig. 2는 가둠뜨기 및 흘림뜨기 초지법으로 제조한 한지의 습열노화에 따른 인장강도 및 내절도의 측정 결과이다. 가둠뜨기는 흘림뜨기에 비해 발 방향에 따른 강도의 차이가 크게 나타났다. 이와 같은 결과는 가둠뜨기 및 흘림뜨기 초지법의 물질 방법이 서로 달라 섬유 배향성이 다르게 형성되어 나타난 결과로 판단된다. 또한 습열노화 시 흘림뜨기 초지법이 가둠뜨기 초지법에 비해 열화에 대한 우수한 안정성을 갖는 것으로 나타났다.

Table 3. Strength properties of Hanji digested by different sheet formation

Properties	Ssang-bal		We-bal	
	Bal direction	Bal cross direction	Bal direction	Bal cross direction
Tensile index, N·m/g	101.79	87.57	70.14	106.98
Zero-span tensile index, kN·m/g	8.02	5.85	7.10	8.10
Folding endurance, times	1565	1171	1237	1243
Tear index, mN·m ² /g	52.33	46.25	36.89	50.68
Burst index, kPa·m ² /g	9.24		9.08	

3.3 건조 방법에 따른 한지의 물리적 특성

Table 4는 철판 및 목판으로 건조하여 제조한 한지의 인장강도, zero-span 인장강도, 내절도, 인열강도 및 파열강도의 측정 결과이며, Fig. 3은 철판 및 목판으로 건조하여 제조한 한지의 습열노화에 따른 인장강도 및 내절도의 측정 결과이다. 목판으로 건조된 한지의 경우 철판으로 건조된 한지에 비해 발직각 방향에서의 강도 값이 높게 나타났으며, 발평행 방향에서의 강도 값은 유사하게 나타났다. 또한 습열노화 시 목판 건조 방법이 철판 건조 방법에 비해 열화에 대한 우수한 안정성을 갖는 것으로 나타났으며, 이는 철판 건조 시 열을 가하는 특성으로 인해 섬유의 손상을 야기해 습열노화에 더욱 민감하게 반응한 것으로 사료된다.

Table 4. Strength properties of Hanji digested by different drying

Properties	Steel plate		Wood board	
	Bal direction	Bal cross direction	Bal direction	Bal cross direction
Tensile index, N·m/g	114.77	69.97	101.55	77.68
Zero-span tensile index, kN·m/g	7.73	5.24	10.21	6.42
Folding endurance, times	1332	688	1124	1108
Tear index, mN·m ² /g	52.22	38.95	49.42	45.46
Burst index, kPa·m ² /g	7.36		8.41	

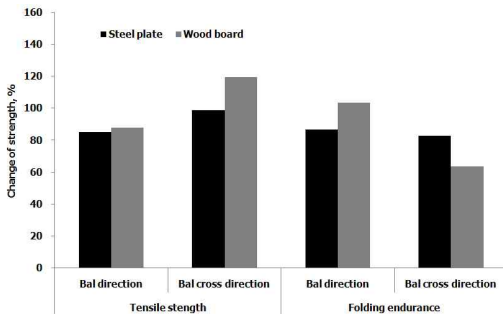


Fig. 3. Strength change of Hanji made by different drying, after aging treatment.

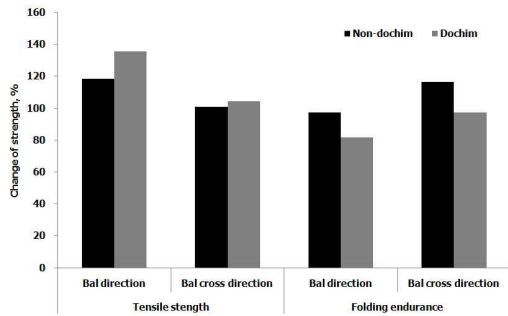


Fig. 4. Strength change of Hanji made by different Dochim, after aging treatment.

3.4 도침처리 유·무에 따른 한지의 물리적 특성

Table 5는 도침처리의 유·무에 따라 제조한 한지의 인장강도, zero-span 인장강도, 내절도, 인열강도 및 파열강도의 측정 결과이며, Fig. 4는 도침처리의 유·무에 따라 제조한 한지의 습열노화에 따른 인장강도 및 내절도의 측정 결과이다. 도침 처리하여 제조한 한지는 밀도가 높아지기 때문에 섬유가 치밀해져 내절도와 인열강도의 증가한 것으로 판단되며 도침처리 시 물리적인 힘이 한지에 가해져 인장강도는 감소한 것으로 판단된다. 또한 습열노화 시 인장강도와 내절도의 결과 값은 도침에 의한 경향성이 나타나지 않았고, 도침 처리방법 이외의 표백방법이나 건조방법에 의한 차이를 나타낸 것으로 사료된다.

Table 5. Strength properties of Hanji digested by different burnishing

Properties	Non-dochim		Dochim	
	Bal direction	Bal cross direction	Bal direction	Bal cross direction
Tensile index, N·m/g	81.87	107.03	79.40	100.46
Zero-span tensile index, kN·m/g	7.58	7.65	6.96	7.41
Folding endurance, times	1473	1245	1553	1605
Tear index, mN·m ² /g	57.79	63.09	60.32	64.75
Burst index, kPa·m ² /g	10.59		10.16	

4. 결 론

전통한지 제조 방법의 우수성을 입증하고 이를 통해 한지 산업 진흥을 도모하고자 다양한 제조 인자로 제조된 보수용 한지의 물리적 특성을 비교·분석하였고, 습열노화에 대한 안정성을 평가하였다. 그 결과 닥 섬유를 잣물로 증해하고 흘림뜨기 방법으로 초지하여 목판에서 일광건조 시킨 한지가 그 외의 방법으로 제조한 한지에 비해 강도가 높고 열화에 대한 안정성도 우수한 것으로 나타났다. 따라서 전통기법으로 제조한 보존용 한지는 고부가가치를 창출 할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 사 사

본 연구는 문화체육관광부에서 지원한 한지산업 진흥을 위한 기술지원 사업의 일환으로 진행되었습니다.

6. 인용문헌

1. Song, M., and Munn, J., Permanence, durability and unique properties of Hanji, Book and Paper Group Annual 23:127-136 (2004).
2. 국산한지 인증제 및 기능성 한지 개발 방안 연구, 문화체육관광부 (2008).