

전통한지의 종이 방향성

윤승락[†] · 나종범

접수일(2013년 5월 28일), 수정일(2013년 6월 14일), 채택일(2013년 6월 20일)

Orientation properties of Korean traditional paper-Hanji

Seung-Lak Yoon[†] and Jong-Bum Ra

Received May 28, 2013; Received in revised form June 14, 2013; Accepted June 20, 2013

ABSTRACT

To evaluate the anisotropic characteristics of Korean traditional paper-Hanji, the physical and mechanical characteristics of hand-made hanji, and machine-made hanji were investigated in this research. The densities of copying paper and newsprint paper appeared to be two times higher than the densities of hand-made hanji using Ssangbal sheet forming and hanji made of paper mulberry fiber. The breaking length, and tear index of both Hanji using Owangbal sheet forming, and hand-made Hanji using Ssangbal sheet forming appeared to be different according to the directions in paper. The breaking lengths of Hanji using Owangbal sheet forming showed little differences according to the directions. Breaking length of Hanji using Ssangbal sheet were slightly higher than those of Hanji using Owangbla sheet forming. The breaking lengths of machine-made hanji, copying paper, and newsprint paper were two to four times higher than those of hand-made Hanji. The breaking length showed higher differences according to the direction than the tear index. The tensile strength according to the directions in paper showed significant differences ($\alpha = 0.05$) in all papers used in this research.

Keywords : Hanji, Korean traditional paper, Orientation properties, Physical properties, Strength properties

1. 서론

종이는 식물성 섬유를 물에 현탁시켜 발로 떠 올려 건조시킨 판상의 제품이다. 이것은 수록지이며 기계를

사용하여 제조되는 종이는 수록지와 여러 특성이 상당히 다른 종이(기계지)가 생산된다. 여기에 사용되는 식물성 섬유는 다양하게 사용되지만 주 섬유는 목재섬유, 인피섬유, 초본류의 일부 섬유가 사용되고 있다.

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

† 주저자(Corresponding author): slyoon@gntech.ac.kr

한편, 종이의 제조 공정 중 물에 현탁되어 있는 섬유를 발로 떠올리는 과정 즉 초지 공정이 여러 가지 방법이 있다. 수록한지의 제조방법 중 초지법에 대하여 Jeon¹⁾은 완전홀림뜨기(외발뜨기), 반홀림뜨기(쌍발뜨기), 반자동화뜨기, 가듭뜨기로 구분하였다. Lee²⁾는 전통 초지법으로 외발뜨기, 장판지뜨기가 있고, 개량 초지법으로는 쌍발뜨기가 있는데 이 쌍발뜨기는 가듭뜨기와 홀림뜨기를 병행하는 초지법이라 하였다. 이 초지법에 따라 발틀, 발 등의 기구가 다르다. 완전 홀림뜨기(외발뜨기)¹⁾는 발틀의 좁은 폭을 잡고 앞물을 떠서 뒤로 버린 다음 옆 물을 떠서 둥글게 대각선 방향으로 버리는 동작을 좌우로 두 세 번 반복하면서 초지하는 것이다. 반홀림뜨기(쌍발뜨기)¹⁾는 지료를 발틀로 퍼 올려 전후좌우로 흔들면 발의 축 사이로 물을 여과되어 초지발 위에 섬유가 엉켜 얇은 층을 형성시켜 일정한 두께가 되면 나머지 지료는 반대편으로 버리는 방법으로 초지하는 것이다.

초지기에 의해 제조되는 종이는 장망 및 환망의 주행 속도에 의해 섬유가 망의 주행방향으로 배열되면서 Machine direction(MD), Cross-machine direction(CD) 별로 강도적 특성은 다르다. 기계지의 경우는 시트에 섬유 퇴적 방법에 따라 과도한 섬유 배향으로 강한 방향성³⁾을 나타낸다. 종이의 방향성은 기계방향과 횡 방향의 시료에서 구한 인장강도의 비로 측정한다. 홀림뜨기(외발뜨기), 반홀림뜨기(쌍발뜨기)에 의해 제조되는 종이는 종, 횡 방향으로 섬유가 교차되도록 배열되어 기계지와 같은 종이의 방향성이 나타나지 않는다.

본 연구는 전통한지의 종, 횡의 방향성을 구명하기 위하여 제조 방법별 수록지에 대한 물리, 강도적 성질을 검토하였다. 한편 수록지와 비교하기 위해 기계지에 대한 물리적, 강도적 성질에 대해서도 검토되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

공시재료는 Table 1의 전통한지(외발뜨기) 6종, 수록한지(쌍발뜨기) 4종, 기계한지 2종, 복사용지, 신문용지를 사용하였다. 외발뜨기로 제조된 한지는 재료(닥섬유, 황촉규) 및 모든 제조과정(외발뜨기, 목판건조, 합지 등)이 전통적인 방법에 의해 제조된 전통한지

Table 1. Basis weight according to the types of paper

Paper	Samples No.	Basis weight(g/m ²)
Korean traditional paper-Hanji (Owngbal sheet forming)	O-H-26	26.8
	O-H-34	34.5
	O-H-40	40.6
	O-H-47	47.0
	O-H-55	55.8
	O-H-63	63.9
Hand made Hanji (Ssangbal sheet forming)	S-H-19	19.0
	S-H-30	30.0
	S-H-41	41.1
	S-H-49	49.6
Machine made Hanji	M-H-21	21.5
	M-H-39	39.7
Copying paper	C-P	75.0
News print	N-P	47.5

이다. 쌍발뜨기에 의해 제조된 수록한지는 닥섬유, 황촉규, 목판건조 등의 제조공정으로 만들어졌다.

기계한지의 M-H-21은 환망에 의해 초지되었고, M-H-39는 단망에 의해 제조되었다.

2.2 실험 방법

2.2.1 방향별 물리 및 강도적 성질

전통 한지(외발뜨기) 및 쌍발뜨기 수록한지는 Fig. 1에서와 같이 종이의 긴 길이 방향을 종(세로방향, Vertical direction, VD), 길이가 짧은 방향을 횡(가로방향, Horizontal direction, HD)으로 구분하여 인장강도, 인열강도를 측정하였다. 그 외의 물리 및 강도적 성질은 방향을 구분하지 않고 시험편을 제조하여 측정하였다. 기계한지, 복사용지 및 신문용지는 인장강도, 인열강도를 기계방향(MD), 횡방향(CD)으로 구분하여 측정하고 그 외의 물리 및 강도적 성질은 구분하지 않고 측정하였다.

물리적 성질(평균: KS M 7013, 두께와 밀도: KS M 7021), 광학적 성질(백색도: KS M 7026), 강도적 성질(인장강도: KS M 7014, 인열강도: KS M 7016, 파열강도: KS M 7017)에 대하여 분석하였다.

2.2.2 방향별 강도적 성질의 차이

전통한지, 수록한지는 VD, HD 방향별 열단장과 인

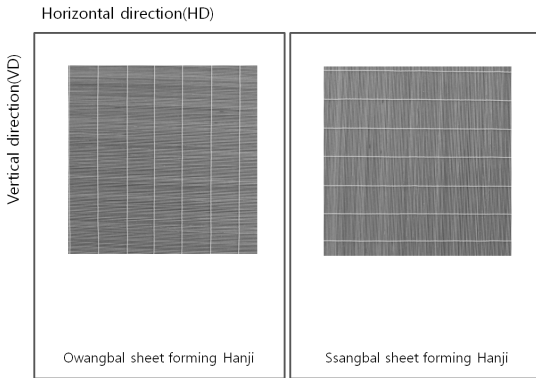


Fig. 1. Vertical and horizontal directions of Owangbal sheet forming Hanji and Ssangbal sheet forming Hanji.

열지수의 차를 계산하였고, 기계한지 및 복사용지, 신문용지는 MD, CD별 강도의 차를 계산하였다.

2.2.3 방향별 인장강도의 통계처리

전통한지, 수록한지, 기계한지, 복사용지, 신문용지의 VD, HD 및 MD, CD의 인장강도 간에 차이가 있는지를 검토하기 위하여 Duncan test ($\alpha=0.05$)를 실시하였다. 본 연구의 자료 분석에 사용된 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 패키지를 사용

하여 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 물리적 성질

전통적인 방법에 의해 제조된 외발뜨기의 전통한지 6종, 쌍발뜨기 4종, 기계한지 2종, 복사용지, 신문용지에 대한 3리적 성질은 Table 2와 같다. 이 물리적 성질은 종이의 방향별과는 관계가 없다.

외발뜨기의 전통한지는 평량별로 6종이 본 연구에서 사용되었는데 평량이 증가되면 두께는 두꺼워졌지만 밀도는 평량과 두께에 관계없이 0.27-0.32였다. 쌍발뜨기의 수록한지도 외발뜨기의 한지와 비슷한 경향을 나타내고 있다.

기계한지 중 M-H-21은 환망에 의해 초지된 것이고, M-H-39는 단망에 의해 초지된 것이다. 기계한지는 외발, 쌍발의 수록한지에 비해 동일 평량에서 비교하면 두께가 얇고 밀도가 높은 경향을 보이고 있다. 그것은 제조과정에서 탈수공정 건조공정의 다른 것이 크게 영향한다고 생각된다.

목재섬유를 사용하는 복사용지와 신문용지의 밀도는 닥섬유를 사용하는 수록한지, 기계한지의 밀도에

Table 2. Physical properties of owangbal and ssangbal sheet forming Hanji, and machine paper

Paper	Basis weight(g/m ²)	Thickness(mm)	Density(g/cm ³)
O-H-26*	26.8	0.09	0.30
O-H-34*	34.5	0.12	0.29
O-H-40*	40.6	0.15	0.27
O-H-47*	47.0	0.16	0.29
O-H-55*	55.8	0.18	0.31
O-H-63*	63.9	0.20	0.32
S-H-19*	19.0	0.07	0.27
S-H-30*	30.0	0.09	0.33
S-H-41*	41.1	0.15	0.27
S-H-49*	49.6	0.16	0.31
M-H-21*	21.5	0.06	0.36
M-H-39*	39.7	0.12	0.33
C-P*	75.0	0.11	0.68
N-P*	47.5	0.07	0.68

O-H-26* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 26,8 g/m² O-H-34* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 34,5 g/m²
 O-H-40* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 40,6 g/m² O-H-47* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 47,0 g/m²
 O-H-55* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 55,8 g/m² O-H-63* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 63,9 g/m²
 S-H-19* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 19,0 g/m² S-H-30* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 30,0 g/m²
 S-H-41* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 41,1 g/m² S-H-49* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 49,6 g/m²
 M-H-21* : Machine made Hanji, M-H-39* : Machine made Hanji C-P* : Copying paper, N-P* : News print

비해 약 2배 정도 높았다.

3.2 강도적 성질

수록한지는 지료를 발 위에서 전·후, 좌·우로 섬유를 배향시켜 슈트를 형성시키기 때문에 세로방향과 가로방향의 강도적 성질이 크게 다르지 않다. Table 3은 외발과 쌍발뜨기로 제조된 한지의 방향별 열단장과 인열지수를 나타낸 것이다. 파열지수는 방향성과 관계가 없이 측정된 결과이다.

외발뜨기 전통한지의 열단장은 평량과 관계없이 세로방향은 약 5-9 km이고, 가로방향은 약 7-10 km로 가로방향의 열단장이 약간 높은 경향을 보이고 있다. 인열지수는 가로방향보다 세로방향이 높게 나타났다. 파열지수는 5-8 kPa·m²/g이다.

쌍발뜨기도 평량과 관계없이 세로방향의 열단장은 약 7-9 km이고 가로방향은 약 4-7 km로 가로방향의 열단장이 세로방향의 열단장보다 높은 경향을 보이고 있다. 인열지수는 세로방향보다 가로방향이 높게 나타났다. 파열지수는 약 5-8 kPa·m²/g이다.

수록한지의 방향별 강도의 차이가 약간 나타났다. 이것은 발의 축 자극에 의해 일어날 수도 있고, 지료를 발 위에서 전·후, 좌·우로 흘러보낸 섬유의 배향이 다르기 때문으로 생각된다.

한편, 외발뜨기의 전통한지는 세로방향보다 가로방향의 인열지수가 높는데 반하여 쌍발뜨기의 수록지는 반대로 가로방향보다 세로방향의 높은 경향을 보이고 있다. 이와 같이 방향별 강도적 성질이 다른 것은 Fig. 1에서와 같이 발의 축이 설치된 방향이 다르기 때문이다. 즉 세로, 가로의 방향성은 발의 축이 배열된 상태가 가장 크게 영향한다고 생각된다. 이와 같이 방향별 강도적 성질이 다른 것은 Fig. 1에서와 같이 발의 축이 설치된 방향이 다르기 때문이다. 즉 세로, 가로의 방향성은 발의 축이 배열된 상태가 가장 크게 영향한다고 생각된다.

기계지의 경우는 기계방향(MD), 횡방향(CD)별 강도 차이는 확실히 나타나고 있다. Table 4의 기계지의 강도적 성질은 수록한지의 방향별 강도적 성질과 비교하기 위해 측정된 것이다.

기계한지, 복사용지, 신문용지는 망의 주행방향과 횡방향의 열단장과 인열지수가 상당한 큰 차이를 보이고 있다. 한편, 환망에서 제조된 기계한지의 M-H-21은 단망에서 제조된 M-H-39에 비해 열단장, 인열지수 모두 방향성의 차이가 크게 나타났다.

방향성과 관계없는 파열지수는 목재섬유로 제조된 복사용지, 신문용지보다 기계한지가 높은 경향을 보이고 있다.

Table 3. Strength properties of owangbal and ssangbal sheet forming Hanji

Paper	Breaking length (km)		Tear index (mN·m ² /g)		Burst index (kPa·m ² /g)
	VD*	HD*	VD*	HD*	
O-H-26*	6.39	8.05	58.6	48.3	5.68
O-H-34*	5.89	7.79	40.9	36.4	6.70
O-H-40*	7.82	10.15	77.3	69.6	7.24
O-H-47*	7.36	9.18	54.8	49.7	7.63
O-H-55*	8.90	9.62	73.6	68.8	8.00
O-H-63*	8.07	9.01	50.6	42.9	7.89
S-H-19*	8.07	4.35	35.1	57.8	5.58
S-H-30*	7.56	4.56	57.6	78.4	7.94
S-H-41*	9.34	7.23	45.8	68.7	7.08
S-H-49*	8.90	7.14	47.5	72.8	7.79

VD* : Vertical direction, HD* : Horizontal direction

O-H-26* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 26.8 g/m²
 O-H-40* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 40.6 g/m²
 O-H-55* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 55.8 g/m²
 S-H-19* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 19.0 g/m²
 S-H-41* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 41.1 g/m²

O-H-34* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 34.5 g/m²
 O-H-47* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 47.0 g/m²
 O-H-63* : Owangbal sheet forming Hanji, Basis weight 63.9 g/m²
 S-H-30* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 30.0 g/m²
 S-H-49* : Ssangbal sheet forming Hanji, Basis weight 49.6 g/m²

Table 4. Strength properties of copying paper and news print

Paper	Breaking length (km)		Tear index (mN·m ² /g)		Burst index (kPa·m ² /g)
	MD*	CD*	MD	CD	
M-H-21*	5.83	2.91	29.2	51.1	4.55
M-H-39*	4.95	2.84	31.6	47.4	4.27
C-P*	7.03	2.70	6.3	10.5	2.31
N-P*	4.90	1.10	5.0	9.9	1.63

MD* : Machine direction, CD* : Cross-machine direction
 M-H-21* : Machine made Hanji, M-H-39* : Machine made Hanji
 C-P* : Copying paper, N-P* : News print

이상의 결과에서 외발뜨기의 전통한지, 쌍발뜨기의 수록한지의 강도적 성질은 방향별로 다르다.

3.3 방향별 강도적 특성의 차이

전향에서 지료를 받 위에서 전·후, 좌·우로 흘려보내며 섬유를 다르게 배열시켜 초지하는 전통한지 및 수록한지의 방향별 강도의 차이가 약간 나타났다. 방향별 그 차이가 얼마나 되는지 검토한 결과는 Fig. 2의 열단장, Fig. 3의 인열지수와 같다.

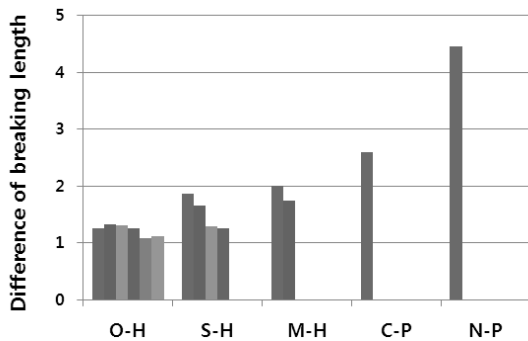
Fig. 2에서 나타나는 것과 같이 전통한지의 열단장 차이는 약 1.1-1.3로서 미약하다. 쌍발뜨기의 수록한지의 열단장 차이는 1.3-1.9로서 전통한지보다 높았다. 초지기를 사용하는 기계한지는 1.7-2.0이고, 복사용지는 2.6, 신문용지는 4.5로서 수록한지에 비해 2-4배 높

았다. 일반적으로 장망식 초지기에서 제조된 종이의 인장강도는 방향별 차이가 약 2.0배, 환망 초지의 경우는 보통 5.0배 이상³⁾이다.

Fig. 3은 전통한지, 쌍발뜨기의 수록한지, 복사용지, 신문용지의 방향별 인열지수의 차이를 나타낸 것이다. 전통한지의 방향별 차이는 1.1-1.3정도로 수록한지, 복사용지, 신문용지에 비해 낮았다. 쌍발뜨기의 수록한지는 1.3-1.6으로서 1.5-1.8의 기계한지와 큰 차이는 없었다. 복사용지는 1.7, 신문용지는 2로서 기계한지와 큰 차이는 없었다.

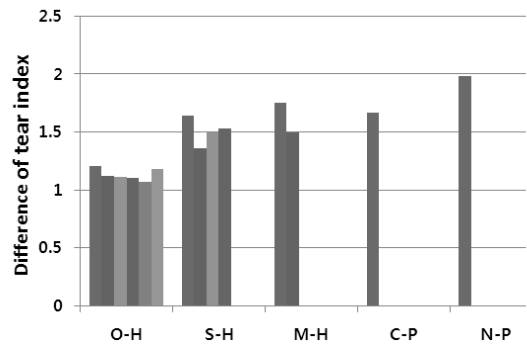
방향별 열단장의 차이는 수록지와 기계지는 매우 큰 차이를 나타내고 있지만, 인열지수에서는 열단장보다 큰 차이가 없었다.

이상의 결과에서 수록지, 기계지의 방향별 강도적



O-H : Owangbal sheet forming Hanji,
 S-H : Ssangbal sheet forming Hanji,
 M-H : Machine made Hanji, C-P : Copying paper,
 N-P : News print

Fig. 2. Comparison of breaking length of owangbal and ssangbal sheet forming Hanji, and machine paper.



O-H : Owangbal sheet forming Hanji,
 S-H : Ssangbal sheet forming Hanji,
 M-H : Machine made Hanji,
 C-P : Copying paper, N-P : News print

Fig. 3. Comparison of tear index of owangbal and ssangbal sheet forming Hanji, and machine paper.

성질의 차이는 모두 나타나고 있다. 전통한지가 가장 미약하고, 쌍발뜨기의 수록한지는 전통한지보다 약간 커졌다. 이것은 전통한지는 같은 방향으로 합지하여 제조하였지만 홀지의 쌍발뜨기의 수록지보다 방향성이 적은 것으로 생각된다. 기계지는 수록지보다 2-4배 높은 차이를 보이고 있다. 한편, 외발뜨기의 홀지와 합지의 강도적 특성도 다르게 보고⁴⁾되었다.

Han 등⁵⁾은 우리의 전통한지와 와시(和紙)의 섬유 배양에 대하여 이미지 분석으로 검토한 결과 와시는 섬유의 배향성이 높고 우리의 전통한지는 섬유 배향이 낮은 무배향성이라 보고하였다.

Fig. 4는 각 종이의 열단장과 인열지수의 방향별 차이를 비교한 것이다. 전통한지는 6종의 차이를 평균, 쌍발뜨기의 수록한지는 4종의 평균, 기계한지는 2종을 평균하였다. Fig. 4에서 나타난 것과 같이 열단장은 수록지와 기계지의 방향별 차이가 크게 나타나는데 비해 인열지수의 방향별 차이는 열단장에 비해 적게 나타났다. 특히, 인열지수는 수록지와 기계지의 차이가 적었다. 강도적 성질 중 인장강도는 수록지와 기계지의 차이가 크데 비해 인열강도는 차이가 적었다.

벽지용으로 사용하기 위해 제조된 기계한지의 열단장은 방향별로 3.6배, 비인열도는 1.2배의 차이가 있었다고 Yoon 등⁶⁾이 발표하였다. 한편, Yoon 등⁷⁾은 적색 염색 닥섬유와 황색 염색 닥섬유를 혼합하여 제조된 기

계 색한지의 방향별 열단장의 차이는 3.2배, 비인열도는 1.8배로 보고하였고, 적색 염색 닥섬유와 황색 염료 닥섬유로 각각 습지를 제조한 후 합지시켜 제조된 기계 색한지의 방향별 열단장의 차이는 2.8배, 비인열도는 4.4배라 보고하였다.

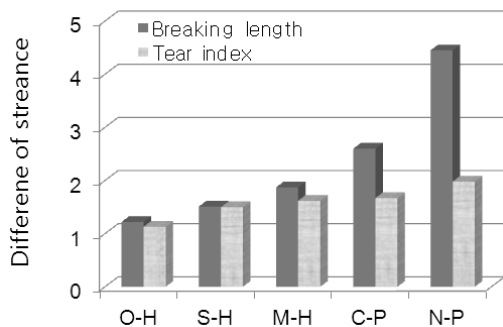
3.4 방향별 인장강도의 통계

전통한지, 수록한지, 기계한지, 복사용지, 신문용지의 VD, HD 및 MD, CD의 인장강도 간에 차이가 있는지를 검토하기 위하여 Duncan test를 실시한 결과 종이의 본 연구에 사용된 종이의 종류에 상관없이 95% 유의수준에서 인장강도는 방향별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

4. 결론

전통한지의 종, 횡의 방향성을 구명하기 위하여 제조 방법별 수록지, 기계지 등과 같이 물리적, 강도적 성질에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 물리적 성질 중 종이의 밀도는 닥섬유를 사용한 전통한지, 쌍발뜨기의 수록지에 비해 목재섬유를 사용하는 복사용지와 신문용지가 약 2배 정도 높았다.
2. 외발뜨기의 전통한지, 쌍발뜨기의 수록한지의 가로, 세로 방향별 열단장, 인열지수의 강도적 성질은 다르게 나타났다.
3. 전통한지의 방향별 열단장의 차이는 미약하고, 쌍발뜨기의 수록한지의 열단장 차이는 전통한지보다 약간 높았다. 초지기를 사용하는 기계한지, 복사용지, 신문용지는 수록한지에 비해 2-4배 높았다.
4. 수록지, 기계지의 방향별 강도적 성질의 차이는 인장강도는 크고, 인열강도는 작았다.
5. 방향별 강도적 성질에 대한 통계처리에서 전통한지, 쌍발뜨기의 수록한지, 기계한지, 복사용지, 신문용지 모두 95% 유의수준에서 방향별 인장강도는 차이가 있는 것으로 나타났다.



O-H : Owangbal sheet forming Hanji,
 S-H : Ssangbal sheet forming Hanji
 M-H : Machine made Hanji,
 C-P : Copying paper, N-P : News print

Fig. 4. Comparison of breaking length and tear index of owangbal and ssangbal sheet forming Hanji, and machine paper.

사 사

이 논문은 2012학년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의해 연구되었음.

Literature Cited

1. Jeon Cheol, Understanding of Hanji, A Publishing Hangeul, 273-288 (2012).
2. Lee Seung-Cheol, Uri Hanji, Hyeonamsa, 151-157 (2002).
3. Smook G. A. and Byoung-Muk Jo, HANDBOOK FOR PULP AND PAPER TECHNOLOGISTS, Korea Textbook Co., Ltd., 335-336 (1992).
4. Yoon Seung-Lak, Studies on the Paper Interior Materials of Tradition(Part 1) -Physical and Strength Properties of Changhoji-, J. Korea TAPPI 43(3): 80-87 (2011).
5. Han Yoon-Hee, Toshiharu Enomae and Akira Isogai, The Study of Hanji and Washi Fiber Orientation using Image analysis, Proceeding of Fall Conference of the Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry:89-96 (2006).
6. Yoon Seung-Lak, Hyun-Jin Jo, Sang-Bum Park, Hyo-Joo Kim, Jae-Kyeong Kim, Sa-Ick Kim, Studies on Wallpaper Making Using Hanji(I) -Making and Properties of Hanji for Wallpaper-, Mokchae Konghak 24(4):15-21 (1996).
7. Yoon Seung-Lak, Manufacturing of Color hanji Using Basf Fibers Stained Dyed by Two Reactive Dyes, J. Korea TAPPI 34(4):44-50 (2002).