

내부 결합 강도 개선을 위한 인쇄용지 제조 최적화 연구

김 병 현

중부대학교 인쇄미디어학과

(2012년 10월 20일 접수, 2012년 11월 3일 최종 수정본 접수, 2012년 11월 19일 게재 확정)

Optimization of the Paper Making Raw Materials for Improvement of the Internal Bonding Strength of Printing Paper

Byung-Hun Kim

Dept. of Printing Media, Joongbu University

(Accepted on October 20, 2012, Requisitioned last revision on November 3, 2012,
Publication decision on November 19, 2012)

Abstract

Internal bonding strength of printing paper was increased with sea-algae pulp treatment. Spacially, 9% contents sea-algae pulp treatment in the hardwood pulp are more effective than in the softwood pulp.

Most effective mixture ratio of the raw materials for improvement of the internal bonding strength are softwood pulp 30%, hardwood pulp 70%, sea-algae pulp 9%.

Internal bonding strength is effective in more sea-algae pulp contents and softwood pulp contents and wetness.

Keyword: internal bonding strength, printing paper, sea algae pulp, softwood pulp, hardwood pulp.

1. 서 론

녹조류는 얇은 물에만 자라고 홍조류는 얇은 물과 깊은 물에서 다 잘 자란다. 홍조류는 거대분자 조류의 2/3을 차지하며 500속 5500여종으로 분류된다. 조류는 바이오 에너지 생성과 오염 물질 정화 능력을 보유하고 있고 소수는 화석 에너지를 대신할 대체 에너지이자 환경 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 청정에너지로 조류의 형질을 전환하여 양질의 추출물의 생산을 가속화 하고자하는 연구가 많이 추진되고 있다.

조류는 잠재적인 이용가능성이 높아 조류의 형질을 전환하여 양질의 추출물의 생산을 가속화 하고자 하는 연구가 많이 추진되고 있으며, 특히 근간에 홍조류의 세포벽을 구성하는 섬유소를 이용하여 펄프제지산업에 응용하려는 노력을 쏟고 있다.^{1~5)}

종이의 내부 결합 강도는 오프셋 인쇄 시 블랑켓과 블랑켓 사이를 종이가 웹 상태로 통과하면서 발생하는 Z-방향의 강도에 버틸 수 있는 강도적 특성으로 종이제조 공정 중 내부 처리제의 첨가여부 및 표면 처리여부, 고해의 정도에 따라 물성이 변화하는 특성을 가지며 종이의 평활도, 치수 등 여러 물성에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다.^{6~7)}

따라서 본 실험에서는 펄프의 수종 별 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도 변화를 관찰한 후 각각의 수종별 고해도 (300ml CSF,400ml CSF,500ml CSF)에 따른 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도 변화와 이를 수종별 혼합 초지에 의한 해조류 펄프 첨가 효과를 검토하기 위해 실시하였다.

2. 실험

2-1. 공시 재료

2-1-1. 목재 펄프의 물성

본 연구에 사용된 목재 펄프의 기본 물성은 Table 1에 수록하였다.

Table 1. Characteristics of Pulp Samples

Characteristics \ Pulp Samples	Soft Wood Pulp (Sw-BKP)	Hard Wood Pulp (Hw-BKP)
Initial Freeness(ml, CSF)	710	700
Weighted Average Fiber Length(mm)	2.85	1.22
Brightness(% , ISO)	87.2	87.0
Dirt(ppm, TAPPI)	1.24	2.7
Ash Contents	0.40	0.25

2-1-2. 해조류 펄프의 물성

해양 식물(홍조류)로부터 추출된 섬유를 '(주)폐가서스 리서치'로부터 분양 받아 사용하였으며 특성은 Table 2에 나타낸 자료와 같다.

Table 2. Characteristics of Red Algae pulp

Fiber Length(mm)	0.375
Fiber Width(μm)	14.9
Fiber Fine Area(%)	23.1
Curl(%)	15.1

2-2. 시험 및 방법

2-2-1. 고해

침엽수 표백 크라프트 펄프와 활엽수 표백 아황산 펄프를 Valley beater 를 이용하여 고해 농도, 하중을 동일한 조건으로 하여 별도 고해를 실시하여 각각 500ml CSF, 400ml CSF, 300ml CSF 의 여수도 값을 갖는 시료를 제조하였다.

2-2-2. 수초지의 제조

원형 수초지기(The british sheet former)를 사용했으며, 원료 배합 및 해조류 펄프의 첨가 조건을 용이하게 하기위해 $60\text{g}/\text{m}^2$ 평량의 종이를 제조하였으며 수초지 조건은 다음과 같이 실시하였다.

2-2-2-1. 원료 배합

별도 고해된 침엽수 및 활엽수 펄프 시료를 혼합비를 달리하여 배합하였으며, 해조류 펄프의 경우는 별도의 고해 공정 없이 미지근한 물에 해리시킨 후, 첨가 비에 따라 혼합하였다.

2-2-2-2. 수초지 조건

수초지가 갖는 특성 평가 시 불균일성을 극복하기 위해 수압, 교반 방법 등 수초지 공정 중 작업 조건을 최대한 균일화하여 실시하였다.

2-2-2-3. 압착 조건

345Kpa에서 5분간 1-step pressing을 실시한 후, 여지를 교체하고 345Kpa에서 2분간 2-step pressing을 실시하였다.

2-2-2-4. 건조 방법

수초지를 원형 링에 고착 시킨 후 열풍 건조기를 이용하여 $105^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 건조하였다.

2-2-3. 평활도 측정

TAPPI T-479에 준하여 Gurley Type Smoothness Tester를 이용하여 측정하였다.

2-2-4. Procity 측정

TAPPI T-460에 준하여 Gurley densometer를 이용하여 측정하였다.

2-2-5. Internal bonding strength 측정

TAPPI T-541에 준하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도의 변화

3-1-1. Pulp 수중에 따른 효과

침엽수 펄프와 활엽수 펄프에 각각 해조류 펄프를 농도별(1~9%)로 첨가하여 초지한 종이의 내부 결합 강도 변화를 관찰한 결과를 Figure 1에 도식화하여 나타내었다.

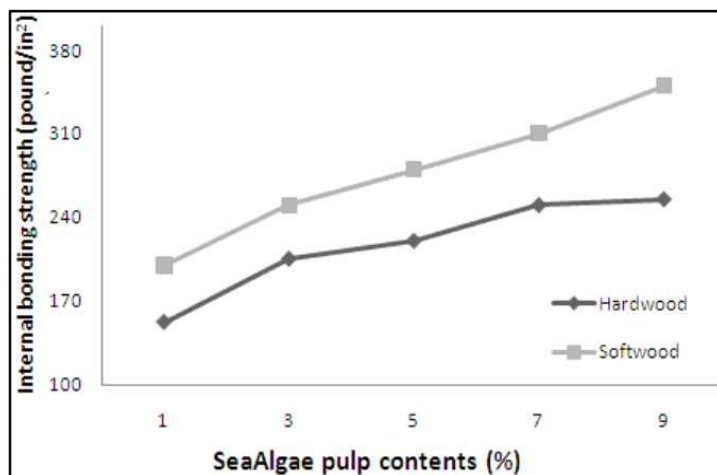


Figure 1. Softwood and Hardwood pulp charge of the internal bonding strength according to the sea-algae pulp contents.

이 자료에 의하면 침엽수 펄프와 활엽수 펄프 모두 해조류 펄프 첨가 농도에 비례해서 내부 결합 강도가 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며 증가폭은 침엽수 펄프로 초지한 시료에서 크게 나타나는 경향을 보이는데 이는 침엽수 펄프의 특성(가도관, 장섬유장)으로 미루어 짐작할 때, 해조류 펄프가 섬유 간 바인더 역할을 수행한 결과로 사료된다.

특히 침엽수 펄프의 경우는 해조류 펄프 1%첨가 시 내부 결합 강도 값이 201lb/in²에서 해조류 펄프 9% 첨가 시에는 350lb/in²으로 75%를 상회하는 내부 결합 강도 상승 효과를 확인할 수 있었으며, 이와 같은 결과는 활엽수 펄프에 처리한 결과 값에서도 유사한 경향을 확인할 수 있었는데 해조류 펄프 1%첨가 시 내부 결합 강도 150lb/in²에서 해조류 펄프 9% 처리 시에는 내부 결합 강도 230lb/in²으로 활엽수 펄프의 경우에도 50%를 상회하는 내부 결합 강도 상승 효과를 확인할 수 있었다.

3-1-2. 고해도별 효과

고해도 별 침엽수 펄프와 활엽수 펄프의 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도의 변화를 Table 3에 수록하였다. 이 자료에 의한 결과에서도 해조류 펄프의 첨가 농도에 비례해서 내부 결합 강도가 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며, 활엽수 펄프의 경우에는 고해도가 낮은 500ml CSF에서 해조류 펄프의 첨가 농도에 따른 내부 결합 강도 증가폭이 크게 증가하여 해조류 펄프 1% 첨가 시 51lb/in²의 내부 결합 강도 값이 9% 해조류 펄프 첨가 시는 165lb/in²으로 300%이상 증가하는 경향을 확인할 수 있었다.

Table 3. Change of Internal Bond Strength of Soft and Hard Wood Pulp according to the Freeness and the Sea-algae Pulp Contents

Species of Pulp	Internal Bonding Strength(lb/in ²)					
	Sea algae pulpcontents(%)	1	3	5	7	9
	Freeness(ml, CSF)					
Hard Wood Pulp	300	132	190	205	220	230
	400	84	105	140	160	170
	500	51	70	129	135	165
Soft Wood Pulp	300	190	230	260	290	360
	400	150	200	230	250	290
	500	140	190	200	220	220

반면에 300ml CSF에서는 1% 해조류 펄프 첨가 시 132 lb/in²의 내부 결합 강도 값에서 9% 해조류 펄프 첨가 시 230lb/in²의 값으로 70%를 상회하는 내부 결합 강도 증가 효과에 그치는 결과를 확인할 수 있었다.

반면에 침엽수 펄프의 경우는 고해도에 상관없이 유사한 증가폭을 나타내어 500ml CSF에서는 1% 처리 시 140 lb/in²에서 9% 처리 시 220lb/in²로 60%를 상회하는 내부 결합 강도 증가폭을 확인할 수 있었으며 300ml CSF에서도 1% 첨가 시 190lb/in²에서 9% 첨가 시 360lb/in²으로 80%를 상회하는 내부 결합 강도 증가 효과를 확인할 수 있었다.

3-1-3. 펄프 배합 비율에 따른 변화

펄프 배합 비율에 따른 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도 변화를 관찰하기 위해 먼저 고해도 500ml CSF에서 침엽수와 활엽수를 농도별로 혼합 조치한 시료에 해조류 펄프 9% 처리 시료와 무처리 시료의 내부 결합 강도 변화를 관찰한 다음 그 결과를 Figure 2에서 그래프의 변화로 표현하였다. 무처리 시료의 경우 침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 혼합 조치 시 침엽수 펄프의 혼합 농도가 증가할수록 내부 결합 강도가 증가하는 추세를 확인할 수 있었으나 증가폭은 미미한 수준이었다.

반면에 해조류 펄프 9% 처리 시료의 경우에는 침엽수 펄프 50%이상 혼합 조치 농도에서 내부 결합 강도 값이 급격하게 증가하여 침엽수 펄프 50% 혼합이상 혼합 조치 농도에서 내부 결합 강도 값이 급격하게 증가하여 침엽수 펄프 50% 혼합 시료의 경우 내부 결합 강도 100lb/in²에서 침엽수 펄프 90% 혼합 시에는 230lb/in²으로 200%이상 값이 증가하는 결과를 확인할 수 있었다.

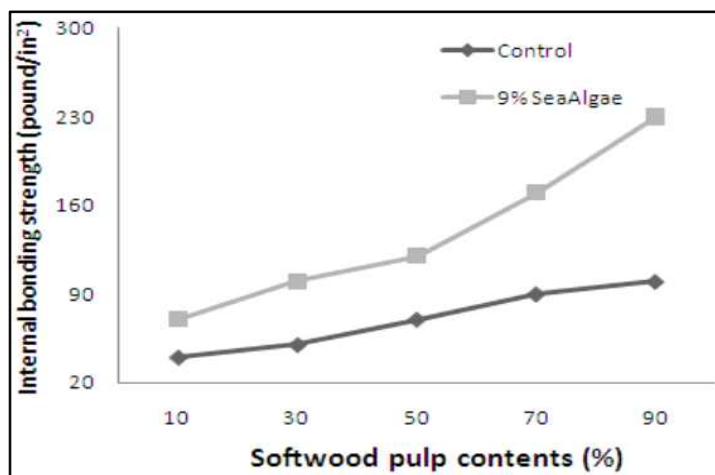


Figure 2. Change of internal bond strength of a paper according to the soft wood contents and the sea-algae pulp additions at 500ml CSF.

고해도 400ml CSF 및 300ml CSF에서는 무처리 시료와 해조류 펄프 9% 처리한 시료에 자료를 Figure 3, 4에 수록하였다.

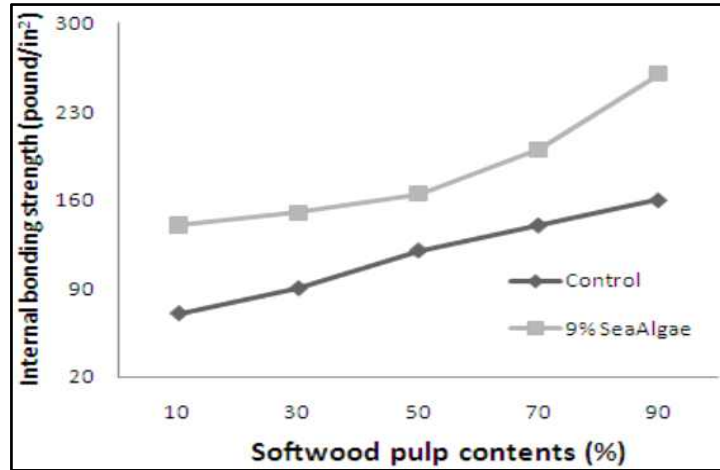


Figure 3. Change of internal bond strength of a paper according to the soft wood contents and the sea-algae pulp additions at 400ml CSF.

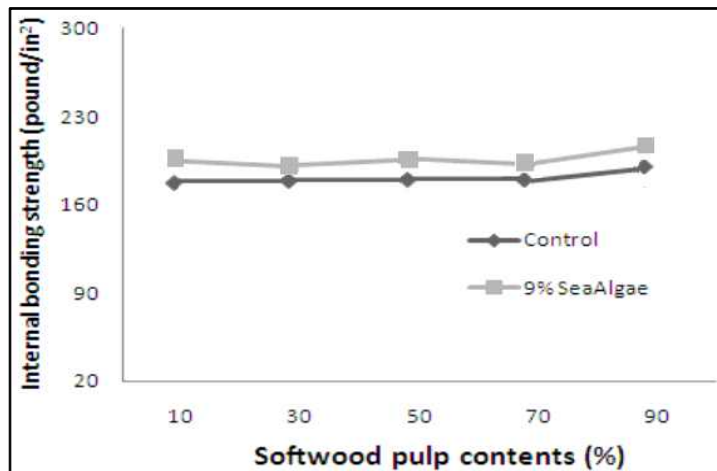


Figure 4. Change of internal bond strength of a paper according to the soft wood contents and the sea-algae pulp additions at 300ml CSF.

이들 자료에서 내부 결합 강도 증가폭이 500ml CSF에 비해서 상당히 감소하는 경향을 확인할 수 있었는데 이는 고해가 진행됨에 따라 해조류 펄프의 첨가 효과가 감소하는 결과로 예측되어진다. 즉, 무처리 시료의 경우에는 침엽수 펄프의 혼합 강도가 증가할수록 내부 결합 강도의 증가 폭이 증가하는 반면에 해조류 펄프 9% 처리 시료의 경우에는 500ml CSF에서와 비교할 때, 내부 결합 강도 증가폭에 큰 변화를 확인할 수 없

었다.

고해도별 침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 혼합 초지한 지료에 해조류 펄프를 9% 처리 후, 무처리 시료와 내부 결합 강도 값을 비교한 결과 고해도가 낮은 상태(500ml CSF)에서는 해조류 펄프 첨가 시 침엽수 펄프 배합 비율이 50%이상에서 내부 결합 강도가 큰 폭으로 증가하나 이와 같은 증가폭은 고해도가 증가할수록 점차 둔화되어, Figure 4의 자료에서와 같이 고해도가 높은 상태에서는 침엽수 펄프 혼합 비율에 따른 내부 결합 강도의 증가폭이 크게 감소하여 유사한 값을 갖는 결과를 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과를 미루어 판단할 때, 고해도가 낮은 경우 즉 종이의 bulkness가 높은 경우에 해조류 펄프의 첨가 효과가 극대화되는 결과로서, 해조류 펄프가 섬유와 섬유 간 binder로서 작용된 결과로 판단되어진다.

4. 결 론

본 연구에서 펄프의 수종 별 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도 변화를 관찰한 후, 각각의 수종별 고해도 (300ml CSF, 400ml CSF, 500ml CSF)에 따른 해조류 펄프 첨가에 의한 내부 결합 강도 변화와 이를 수종별 혼합 초지에 의한 해조류 펄프 첨가 효과를 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 해조류 펄프 첨가에 의해 종이의 내부강도 증가 효과를 확인하였으며, 특히 침엽수 펄프보다 활엽수 펄프에 해조류 펄프 9% 처리 시 최대의 상승폭을 확인하였다.
2. 침엽수와 활엽수 펄프를 농도별로 혼합 초지 시 해조류 펄프 처리 효과는 침엽수 펄프 30%와 활엽수 펄프 70%를 혼합한 지료에 해조류 펄프 9% 처리 시 가장 높은 내부강도 값을 확인할 수 있었다.
3. 해조류 펄프 첨가 농도에 따라 침엽수 펄프의 내부 결합 강도 증가 현상이 크게 나타났으며 이와 같은 내부 결합 강도의 증가 현상은 고해도가 높을수록 침엽수 펄프의 혼합 농도가 높을수록 증가폭이 크게 나타나는 결과를 확인하였다.

참고 문헌

- 1) Hamiltom, F. and B. Leopold, "Papel and paper manufacture", 3rd Ed. Vol. 3, Secondary Fibers and non-wood pulping, Joint Textbook Committee of the Paper Industry, Atlanta, pp.1~121(1987).
- 2) Wilson. W. K., J. L. harvey, J. Mandel and T. Worksmen. "Accelerated aging of

- record papers somposed with normal aging”, TAPPI, **39**(9), 543(1955).
- 3) Kim, D. S, D. S. Lee, D. M. Cho, H. R. Kim and J. H. Pyeun, “Trace components and functional asccharides in marine algae 2. Dietary fiber content and distribution of the algal polysaccharides”. *J. Korean Fish. Soc.* **28**(3), pp. 270~278(in Korean)(1995).
 - 4) Stein J. R. & Borden C. A., Causative & beneficial algae in huma disease sonditions : a review. *Phycologia* 23: 485~501(1984).
 - 5) Davies J. P an Grossman A. R. “The use of Chlamydomnas as a model algal system for genome studome studies and elucadation of photosynthetic processes”. *J. Phycol.* **34**, pp. 907~917(1998).
 - 6) 유희태 외, 인쇄 전자 용지의 특성 구현을 위한 치수 안정성 향상에 대한 연구”, *한국인쇄학회지*, Vol. **29**, No. 1, pp. 35(2011).
 - 7) 유희태 외, 인쇄 전자 용지의 특성 구현을 위한 종이의 평활도 증가상에 대한 연구”, *한국인쇄학회지*, Vol. **29**, No. 1, pp. 89(2011).