

HwBKP 및 HwBCTMP가 印刷用紙의 특성에 미치는 영향

元鍾鳴*·南基榮**

Effect of HwBKP and HwBCTMP on the Characteristics of Printing Paper

Jong Myoung Won* · Ki Young Nam**

Abstract

The effects of HwBCTMP on the characteristics of paper were compared with those of HwBKP. The fiber fraction below 0.1 mm of HwBCTMP was higher than those of HwBKP. HwBCTMP was superior to the HwBKP in the improvement of opacity, apparent density and smoothness, and in the decrease of air permeability. The strength properties and stiffness obtained with the addition of HwBCTMP were better than those of HwBKP. Therefore, HwBCTMP might not only be well substituted for HwBKP but also decrease production cost and improve paper properties.

1. 緒 論

인쇄용지에 있어서 가장 중요한 것은 印刷適性이다. 양호한 인쇄품질을 얻기위해서 종이는 균일한 平量과 密度의 분포를 지녀야하며, 紙匹度, 平滑度 및 不透明度가 높아야하고, 적절한 투기도를 지녀야 한다.

두번째로 중요한 성질은 인쇄공정에서 걸리는 힘에 대하여 견딜수 있는 적절한 強度이다. 그러나 침엽수 표백 크라프트펄프만 사용하여 종이를 제조할 경우 비록 우수한 強度的性質을 얻을 수 있지만 가장 큰 문제는 平滑度 및 紙匹度가 불량하여 양호한 인쇄품질을 얻을 수 없다는 것이다. 제지업계에서는 이러한 단점을 보완

* 江原大學校 林科大學 製紙工學科 助教授 : Dept. of Paper Science and Engineering, Kangweon Nat'l. Univ.

** 江原大學校 大學院 製紙工學科 : Dept. of Paper Science and Engineering, Graduate School, Kangweon Nat'l. Univ.

하기 위하여 일반적으로 활엽수 표백 크라프트 펄프를 混用하고 있다. 최근 인쇄기술의 꾸준한 발전과 더불어 더 우수한 품질의 종이 요구되고 있을 뿐만 아니라 임금, 에너지 및 원자재 값의 상승 때문에 생산 비용도 급격하게 증가되고 있다. 이러한 중요한 두가지 문제를 동시에 해결할 수 있는 가장 경제적인 방법은 종이의 품질을 改善할 수 있을 뿐만 아니라 활엽수 표백 크라프트펄프를 대체할 수 있는 보다 값싼 原料를 찾는 것이다.

종이의 강도와 밀접한 관계가 있는 纖維間 結合強度 뿐만 아니라 平滑度 및 紙匹度を 개선하기 위해서는 장섬유 사이의 공극을 채울 수 있는 短纖維 또는 微細분이 필요하다.

Scott¹⁾, Lindström等²⁾, Bambacht等³⁾은 미세분의 물리적 화학적 특성에 대하여 조사하였으며, Marton은 미세분이 지료의 wet-end chemistry에 미치는 영향⁴⁾, 미세분의 比表面積 및 양이온성 전분과의 반응성⁵⁾에 대한 연구를 실시함으로써 제지 공정 및 종이 품질에 미칠 영향에 대한 잠재성을 조사하였다. 또한 지료내의 미세분은 장섬유 사이의 공극을 채워줌으로써 종이의 平滑度を 개선⁶⁾시킬 뿐만 아니라 纖維間結合 및 表面引張力(Campbell's force)을 증대시켜주며⁷⁾, 不透明度⁸⁾, 密度^{9, 10)}, 引張強度^{8, 9, 11)} 및 光散亂係數¹²⁾를 개선시켜주며, 透氣度は 감소된다고 보고된바 있다.

이상의 연구 현황을 고려할때 微細分 함량이 많은 펄프를 적절히 사용함으로써 종이의 강도적 성질에 악영향을 미치지 않고 불투명도 뿐만 아니라 紙匹度 및 平滑度を 개선시킬 수 있음을 알 수 있는데, 이에 해당하는 펄프로 활엽수 표백 크라프트

트펄프보다 값싼 것은 기계펄프 밖에 없다. 그러나 기계펄프 특유의 단점 때문에 백상지급 인쇄용지의 제조에는 사용되지 못하고 있다. 최근 기계펄프 및 열기계펄프의 단점을 개선한 고수율 화학열기계펄프가 개발되었음에도 불구하고 이에 대한 기초 자료가 부족하여 단지 신문용지의 제조에만 이용되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 활엽수 표백 크라프트펄프의 대체 원료로서 화학열기계펄프의 실용화를 위한 기초자료를 얻기 위하여 활엽수 표백 화학열기계펄프가 종이의 특성에 미치는 영향을 활엽수 표백 크라프트펄프와 비교하였다.

2. 材料 및 方法

공시펄프로는 시판중인 침엽수 표백 크라프트 펄프, 활엽수 표백 크라프트펄프 및 활엽수 표백 화학열기계펄프를 사용하였다. 침엽수 및 활엽수 표백 크라프트펄프는 고해농도 1%에서 450ml CSF가 되도록 고해를 실시하였으며, 활엽수 표백 화학열기계펄프(271ml CSF)는 고해를 실시하지 않았다.

抄紙는 Table 1 및 2와 같은 조건으로 펄프를 혼합하여 평량이 80g/m²가 되도록 하였으며, 配合條件 별로 纖維長 分布를 조사하기 위하여 Kajaani FS-200 섬유분석장치(Kajaani Testing Machine Co.)를 이용하여 纖維分析을 실시하였다. 이와같이 초지된 종이에 대하여 TAPPI Standard에 의거 不透明度(T4250m-86), 平滑度(T4790m-86), 透氣度(T4600m-88), 겉보기 密度(T2200m-88), 剛度(T4890m-86), 引張強度(T4140m-88), 破裂強度(T4030m-85) 및 耐折度(T5110m-88)를 측정하였다.

Table 1. The blending condition of SwBKP and HwBKP

Sample No.	1	2	3	4	5	6
SwBKP	100	90	80	70	60	50
HwBKP	0	10	20	30	40	50

Table 2. The blending condition of SwBKP and HwBCTMP

Sample No.	1	7	8	9	10	11
SwBKP	100	90	80	70	60	50
HwBCTMP	0	10	20	30	40	50

3. 結果 및 考察

3. 1 섬유장의 분포

대부분의 종이의 성질은 抄紙에 사용된 펄프의 섬유장 분포, 특히 短纖維 및 微細分의 함량에 의하여 크게 좌우된다. 즉 미세분은 장섬유에 비하여 比表面積(*specific surface area*)이 현저히 크기 때문에 동일 중량에 해당되는 두 성분의 光散亂係數에 현저한 차이가 있다. 결국 미세분의 존재는 광산란계수를 증가시켜주기 때문에 不透明度를 개선시켜주는 역할을 한다. 또한 단섬유 및 미세분은 장섬유 사이의 공간을 채워주어 밀도를 증가시켜 줄 뿐만 아니라 平滑度를 개선시켜주며, 透氣度가 감소된다. 한편 紙料내 단섬유 및 미세분

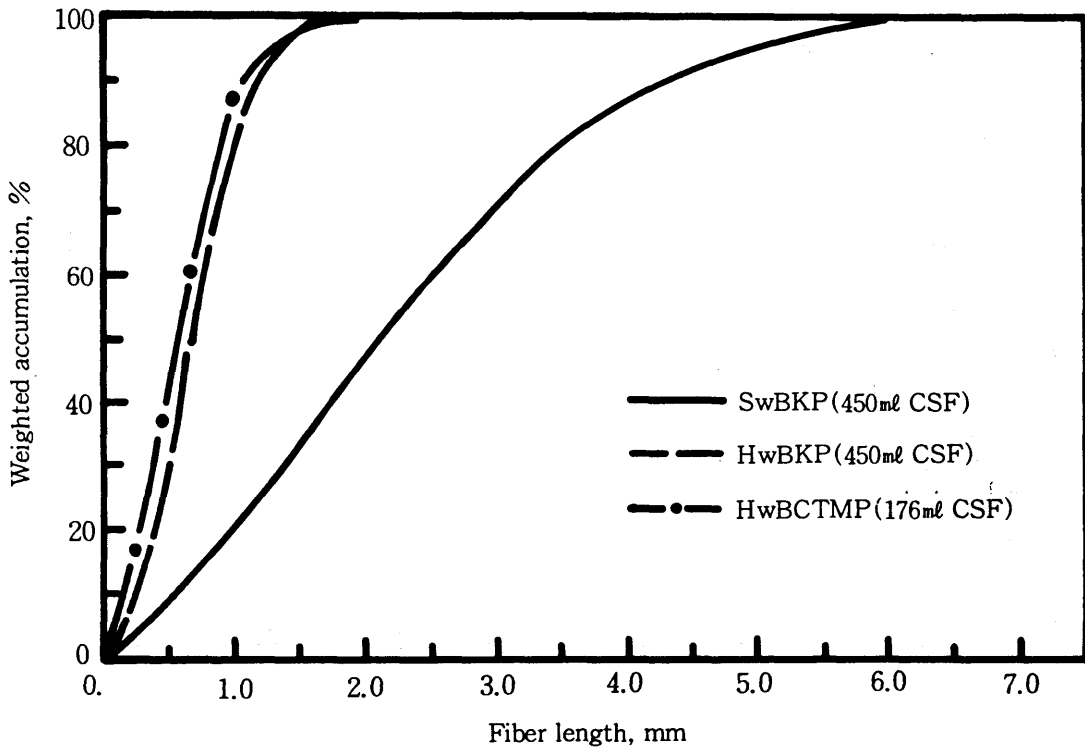


Fig. 1. Fiber length distribution of SwBKP, HwBKP and HwBCTMP.

의 증가는 곧 장섬유의 감소를 意味하므로 이는 곧 強度的性質의 감소를 가져온다.

따라서 활엽수 표백 크라프트펄프 및 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가에 따른 종이성질의 변화에 대한 이해를 돕기 위하여 纖維長 分布를 조사한 바 Fig. 1에서 보는 바와 같이 침엽수 표백 크라프트펄프에 비하여 활엽수 표백 크라프트펄프 및 활엽수 표백 화학열기계펄프의 섬유장은 대부분이 약 1.5mm이하에 분포되어 있으며, 특히 활엽수 표백 화학열기계펄프의 微細分 含量이 활엽수 표백 크라프트펄프보다 더 높았다.

침엽수 표백 크라프트펄프에 활엽수 표백 크라프트펄프의 첨가량을 증가시킴에 따른 섬유장 분포의 변화는 Fig. 2와 같이 침엽수 표백 크라프트펄프의 경우 약 90%의 纖維가 섬유장 0.1-4.1mm 사이에 비교적 고르게 分布되어있는 반면에 활엽수 표백 크라프트펄프의 첨가량이 증가됨에 따라 장섬유분이 감소됨과 동시에 섬유장 0.5-0.9 mm 사이에서의 含量이 현저히 증가되었다. 활엽수 표백 크라프트펄프 대신 활엽수 표백 화학열기계펄프를 添加할 경우 섬유장의 분포는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 활엽

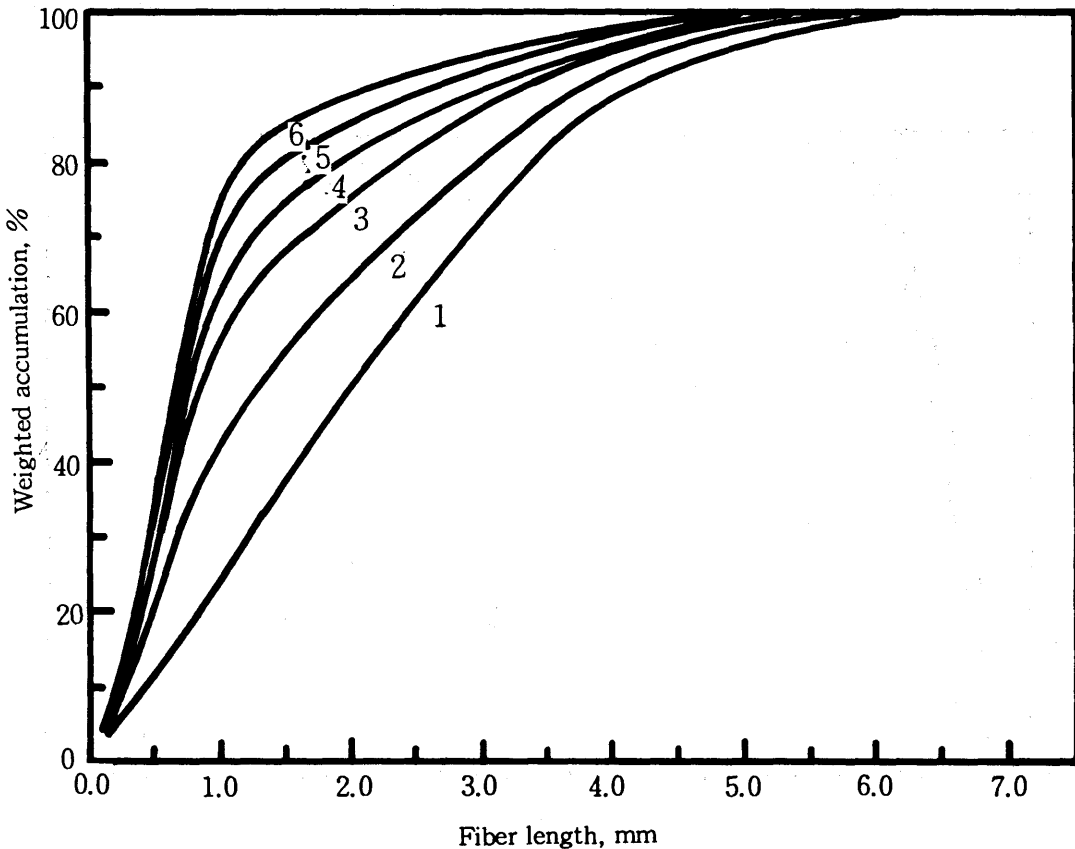


Fig. 2. The fiber length distribution of the mixture of SwBKP and HwBKP (1:0%, 2:10%, 3:20%, 4:30%, 5:40%, 6:50%).

수 표백 크라프트펄프의 경우와 類似한 傾向을 보여주고 있으나, 섬유장 0.1 mm이하의 함량이 활엽

수 표백 크라프트펄프보다 더 많은 것으로 밝혀졌다.

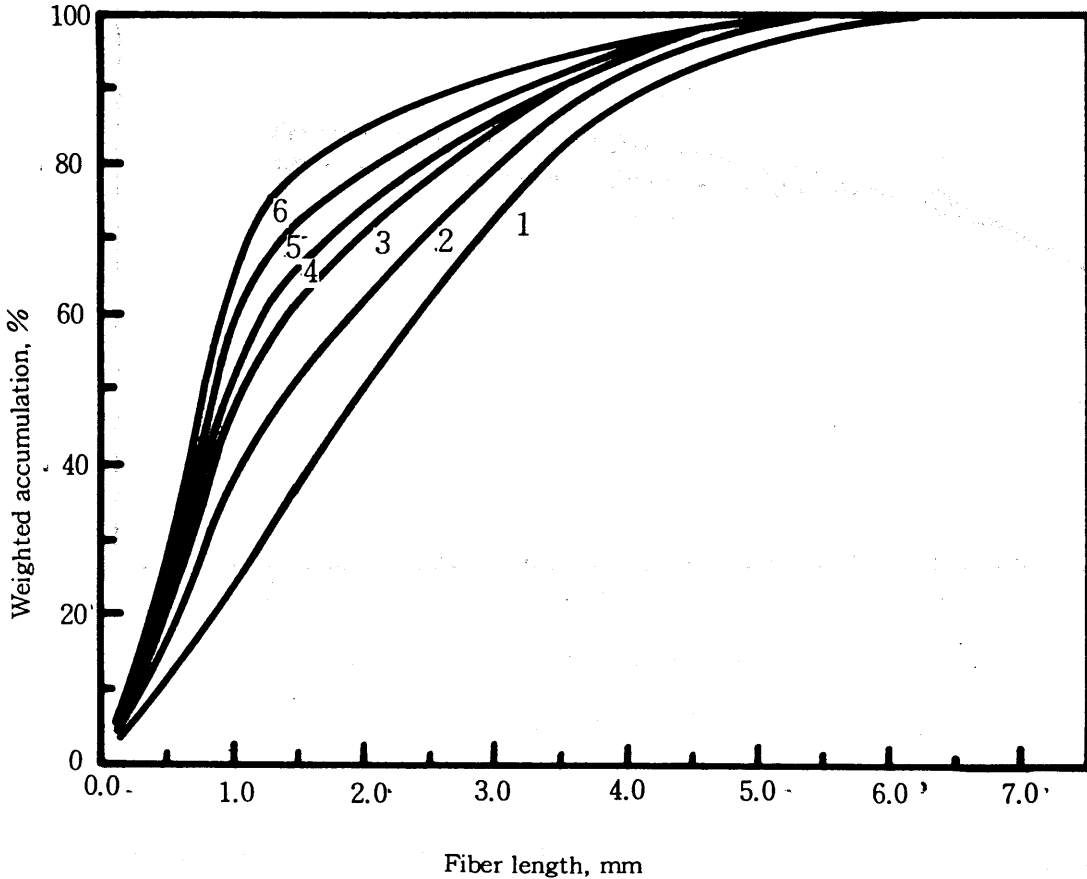


Fig. 3. The fiber length distribution of the mixture of SwBKP and HwBCTMP (1:0%, 2:10%, 3:20%, 4:30%, 5:40%, 6:50%).

3. 2 不透明度

활엽수 표백 크라프트펄프 및 활엽수 표백 화학 열기계펄프의 첨가는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 모두 不透明度를 개선시켜 주었다. 이와 같은 현상은 Fig. 2 및 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 상기 두 종의 펄프 함량이 증가됨에 따라 長纖維보다 比表面積이 현저히 큰⁵⁾ 短纖維 및 微細分의 함량이 증가되어 빛을 더 많이 散亂시켜주기 때문이며^{6, 8}

기대한 것 보다 不透明度의 개선이 적게된 것은 빛이 散亂될 수 있는 섬유간의 공간이 상대적으로 많이 채워진 때문으로 생각된다. 또한 본 연구에 사용된 두종의 펄프중 활엽수 표백 화학열기계 펄프의 不透明度 改善 效果가 활엽수 표백 크라프트펄프보다 다소 높은 것은 섬유장 0.1mm이하의 함량이 더 많고, 섬유의 柔軟성이 적은데서 비롯된 것으로 思料된다.

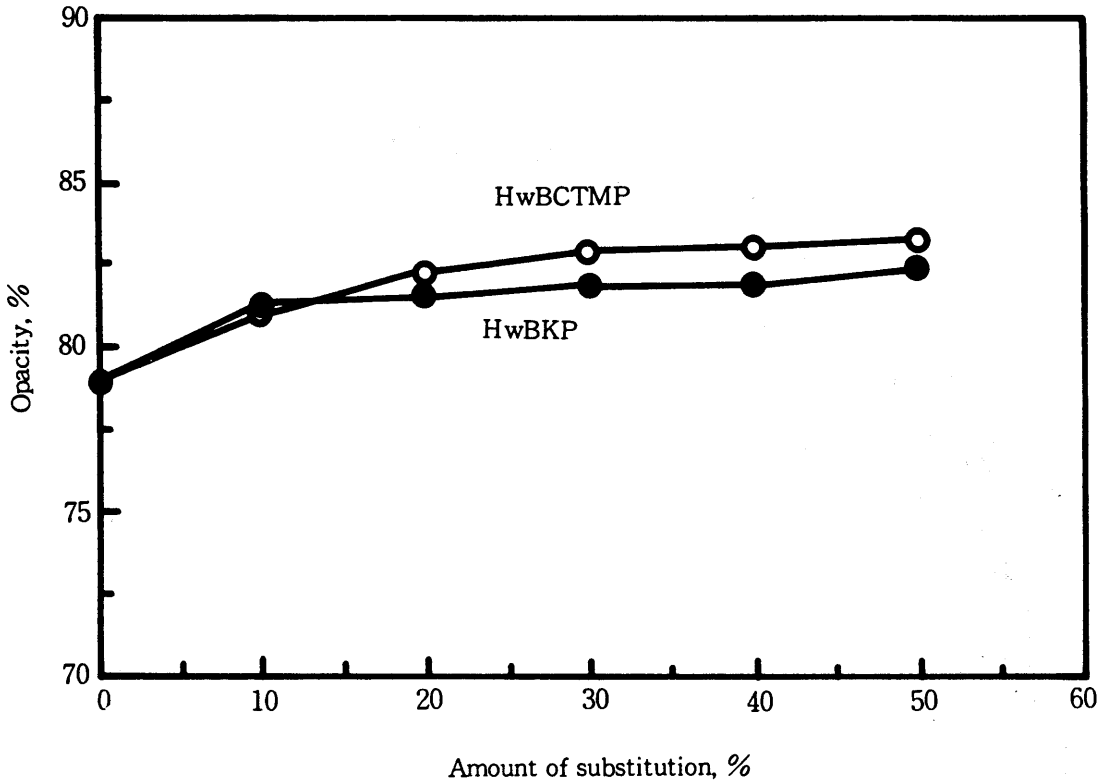


Fig. 4. Effect of HwBKP and HwBCTMP on the opacity.

3. 3 平滑度

종이의 平滑度는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 활엽수 표백 크라프트펄프와 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가에 의하여 모두 증가되었으며, 미세분 함량의 증가에 의하여 平滑度の 개선된다는 기존 보고⁶⁾와 일치하였다. 平滑度の 改善效果면에서는 상기 두종의 펄프 사이에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았으나, 20%가 첨가되었을 경우 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 우수한 것으로 밝혀졌다.

3. 4 密度와 透氣度

종이의 密度는 纖維의 fineness, 柔軟性, 叩解水準등과 같이 펄프 자체의 특성 뿐만 아니라 濕

部 壓搾 및 칼렌더링에 의해서도 변화될 수 있다. 그러나 본 연구에서는 모든 조건을 동일하게 하고 단지 단섬유 펄프의 첨가량만 조절한 결과 Fig. 6과 같이 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가량이 증가됨에 따라 걸보기 密度가 증가되는 결과가 얻어져 미세분의 함량이 증가됨에 따라 밀도가 증가된다는 Voelker⁶⁾ 및 Sandgren⁹⁾의 보고와 일치하였으며, 특히 활엽수 표백 화학열기계펄프가 다소 효과가 큰 것으로 밝혀졌다.

종이의 透氣度は 밀도와 마찬가지로 短纖維 및 微細分の 함량과 밀접한 관계가 있는데, 본 연구 결과 Fig. 7에서 보는 바와 같이 활엽수 표백 크라프트펄프와 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가

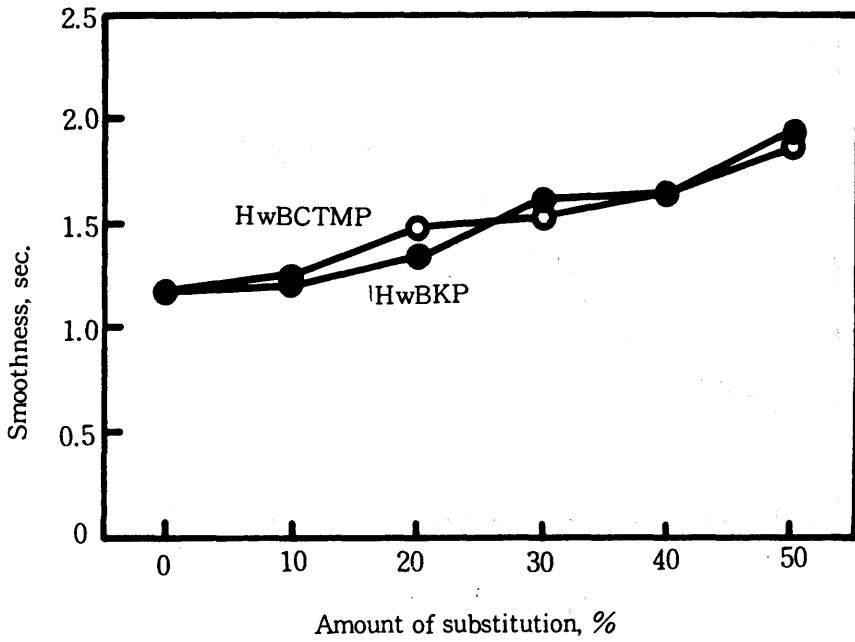


Fig. 5. Effect of HwBKP and HwBCTMP on the smoothness.

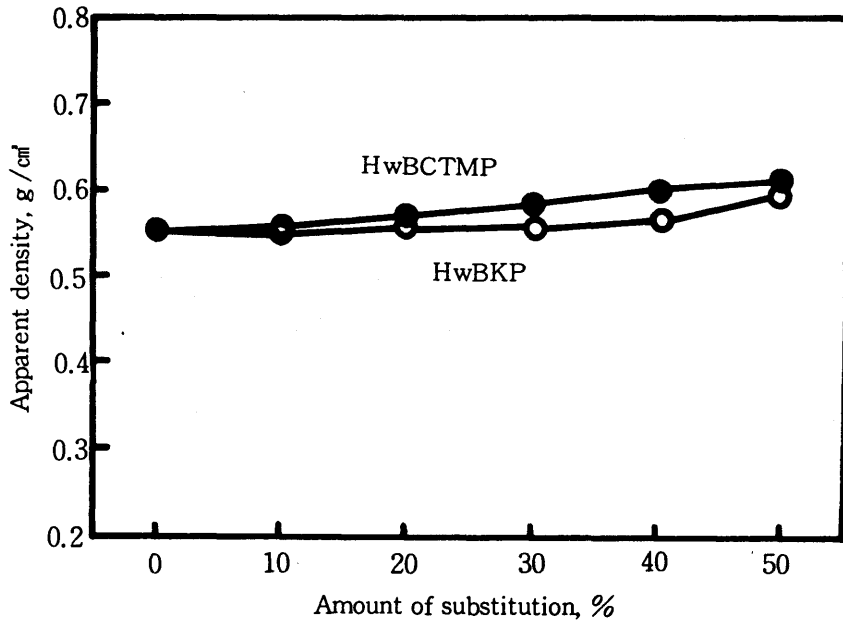


Fig. 6. Effect of HwBKP and HwBCTMP on the apparent density.

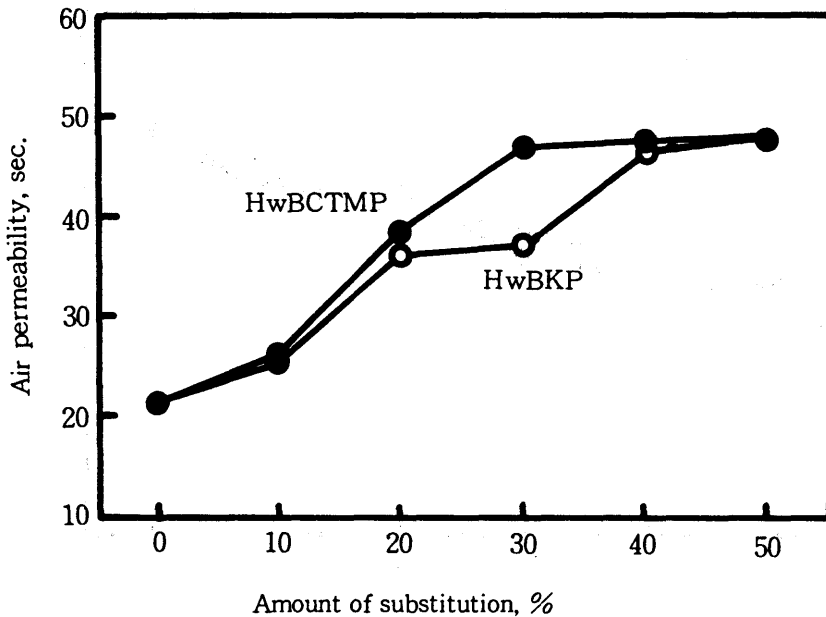


Fig. 7. Effect of HwBKP and HwBCTMP on the air permeability.

량이 증가됨에 따라 현저한 감소 효과를 나타내었고, 첨가량 10-40% 사이에서 활엽수 표백 화학열기계펄프가 透氣度를 더 많이 감소시켰다. 따라서 종이의 透氣度를 감소시키는데는 활엽수 표백 화학열기계펄프의 混用이 활엽수 표백 크라프트 펄프보다 효과적임을 알 수 있다.

3.5 強度的性質

활엽수 표백 크라프트펄프와 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가에 의한 종이의 強度的性質의 변화는 Table 3과 같이 펄프의 종류에 따라 다소 다른 결과를 보여주고 있다. 引張強度의 경우 초기 10%의 활엽수 표백 크라프트펄프 添加시 급격히 감소되었고 그후 緩慢한 감소 현상을 나타내고 있는 반면에, 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가 시에는 비교적 감소 정도가 적어 활엽수 표백 크라프트펄프의 사용시 보다 優秀한 결과를 나타내

었다. 引張強度는 상기 두종의 펄프가 20% 첨가 될때까지는 비교적 완만한 감소 효과를 나타내었으며, 첨가량이 40%에 달할때까지는 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 우수하였다. 破裂強度는 활엽수 표백 크라프트펄프의 첨가에 의하여 모두 감소되었으나, 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가 시에는 첨가량이 30%에 달할때까지는 오히려 改善되거나 類似한 水準을 나타내었으며, 그 이후 감소되는 경향을 보여주어 역시 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 우수함을 알 수 있다. 耐折度는 상기 두종의 펄프의 첨가에 의하여 모두 감소되었으나, 활엽수 표백 크라프트펄프보다 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 우수하였다. 剛度의 경우 활엽수 표백 크라프트펄프 첨가 시에는 뚜렷한 경향을 나타내지 않고 있으나, 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가에 의하여 개선 효과를 나타내었는데, 특히 첨가량 10-30% 사이에서 현저하였다.

Table 3. Strength properties of paper

Sample No.	Tensile index (N·m/g)	Tear index (mN·m ² /g)	Burst index (kPa·m ² /g)	Fold* (mN·m)	Stiffness (mN·m)
1	67.1	17.2	4.40	3.54	60.7
2	57.6	16.9	4.43	3.43	49.5
3	55.2	16.2	3.92	3.32	86.3
4	53.5	12.7	3.72	2.88	65.2
5	50.9	12.4	3.57	2.47	61.0
6	48.2	10.0	3.22	2.27	53.2
7	65.3	16.9	4.60	3.49	69.0
8	64.5	16.3	4.59	3.49	78.2
9	60.6	14.0	4.35	3.07	71.8
10	59.0	13.3	4.32	2.72	64.5
11	54.0	11.6	4.07	2.61	62.0

* In(double fold)

이상과 같이 引張強度, 破裂強度 및 耐折도가 감소된 현상은 비록 단섬유 및 미세분 함량의 증가에 의하여 섬유간결합이 증가된다 할지라도 纖維長에 의하여 비교적 큰 영향을 받기 때문에 Fig. 2 및 Fig. 3에서 본 바와 같이 短纖維 펄프의 첨가에 따른 長纖維分의 감소에서 비롯된 것임을 알 수 있으며, 破裂強度와 剛도가 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가에 의하여 개선된 것은 펄프 자체의 화학성분 뿐만 아니라 미세분의 함량이 더 많은 때문인 것으로 사료된다. 이러한 결과는 입자의 크기가 작을수록 시이트의 구조를 보다 치밀하게 해주는 表面引張力이 증가되어^{9, 13)} 纖維間結合을 증가시켜줌으로써 결국 종이의 강도적성질의 개선 효과를 가져온다는 理論을 잘 입증해준다.

4. 結 論

인쇄용지 제조시 紙匹度 및 印刷適性を 개선하기 위하여 사용되는 활엽수 표백 크라프트펄프를

보다 값싼 활엽수 표백 화학열기계펄프로 代替하여 생산 원가의 節減 뿐만 아니라 종이의 품질을 개선할 수 있는지의 可能性을 打診하기 위하여 比較 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 纖維 分析 結果 활엽수 표백 화학열기계펄프의 경우 纖維長 0.1 mm 이하의 함량이 활엽수 표백 크라프트펄프보다 높았다.
2. 활엽수 표백 화학열기계펄프가 활엽수 표백 크라프트펄프보다 우수한 不透明度의 改善 效果를 나타내었다.
3. 종이 平滑度의 개선 효과는 두종의 펄프가 비슷하였으나, 20% 첨가시 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 優秀하였다.
4. 길보기 密度의 개선 효과는 활엽수 표백 화학열기계펄프가 더 우수하였다.
5. 활엽수 표백 화학열기계펄프에 의한 透氣度의 감소가 활엽수 표백 크라프트펄프보다 顯著하였으며, 그 정도는 첨가량이 20-30%일 때 더욱 컸다.
6. 短纖維 펄프의 첨가시 引張強度, 引裂強度 및 耐折度의 감소는 활엽수 표백 화학열기계펄프의 첨가시 더 적었으며, 剛度は 오히려 개선되었다. 또한 활엽수 표백 화학열기계펄프의 함량이 10-30%일 때 破裂強度가 침엽수 표백 크라프트펄프만을 사용하였을 때 보다 改善되거나 유사한 수준을 나타내었을 뿐만 아니라 활엽수 표백 크라프트펄프의 첨가시 보다 우수 하였다.
7. 이상의 결과를 考察할 때 활엽수 표백 크라프트 펄프 대신 비교적 값이 싼 활엽수 표백 화학열기계펄프를 사용함으로써 생산 원가의 節減

효과 뿐만 아니라 종이의 品質 改善 結果도 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

參考文獻

1. Scott, W.E. Fines management and control in wet-end chemistry. Tappi Journal 69 (11): 30(1986).
2. Lindström, T. and Glad-Nordmark, G. Chemical characterization of the fines fraction from unbleached kraft pulps. Svensk Papperstidning 81(15): 498(1978).
3. Bambacht, J.P. and Unbehend, J.E. Physical and chemical analysis of classified pulp fines. ESPRI Research Report No. 72. pp. 111-118(1980).
4. Marton, J. Fines and wet end chemistry. Tappi 57(12): 90(1974).
5. Marton, J. The role of surface chemistry in fines-cationic starch interactions. Tappi 63(4): 87(1980).
6. Voelker, M.H. Effect of fines density on sheet properties. Unpublished report (1984).
7. Giertz, H.W. Understanding the role of fines. IPC International Symposium. Fundamental Concepts of Refining. pp. 324-330(1980).
8. Britt, K.W. and Unbehend, J.E. The significance of fines balance for paper properties. ESPRI Research Report No. 78. pp. 1-8(1983).
9. Sandgren, B. and Wahren D. Studies on pulp crill. Part 3. Influence of crill on some properties of pulp and paper. Svensk Papperstidning 63(24): 879 (1960).
10. Htun, M. and de Ruvo, A. The implication of the fines fraction for the properties of bleached kraft sheet. Svensk Papperstidning 81(16): 507(1978).
11. Jayme, G. Einfluß der mikrokristallinen Cellulose auf einige Papier eigenschaften. Das Papier 28(3): 97(1974).
12. Fredriksson, B. and Hoglund, H. Chemithermomechanical pulps in different paper grades. Appita 31(5): 365(1978).
13. Wahren, D. Paper Technology. Part 1. Fundamentals. The Institute of Paper Chemistry. pp. 71-75(1980).

謝 辭

本 研究의 수행을 위한 펄프를 분양해주신 한국 제지주식회사의 이복진 과장, 온양관프주식회사의 손상돈 주임, 纖維의 分析 및 종이의 物性 測定을 도와주신 한국제지주식회사의 정순기 대리에게 深甚한 謝意를 표합니다.