

고지섬유의 효율적 이용을 위한 Multifractor의 활용분석 (II)

– Hole screen을 사용하는 경우 –

서영범[†] · 윤혜정¹ · 이영준² · 주용훈²

(2010년 2월 12일 접수: 2010년 3월 11일 채택)

Use of Multifractor in the Paper Mills for Recycled Fibers (II)

– Hole screen cases –

Yung Bum Seo[†], Hye Jung Yoon¹, Young Joon Lee², Yong Hoon Joo²

(Received February 12, 2010; Accepted March 11, 2010)

ABSTRACT

Fractionation effects of the slot-type and the hole-type screens of multifractors were studied using a pilot multifractor. We used a slot screen of 0.15 mm, and two hole screens of 1.0 and 2.0 mm, respectively, in the study. We found hole-type screens were more effective for fractionation of fiber furnishes according to their fiber lengths. Slot-type screen was more effective to remove the shives from the accepted fiber furnishes. There existed a high regression coefficient between the fiber length differences and the freeness differences of the accepted and the rejected fiber furnishes.

1. 서론

본 연구 앞서 발표된 논문인 '고지섬유의 효율적 이용을 위한 Multifractor의 활용분석 (I) - slot screen을 사용하는 경우'에서¹⁾, slot screen을 실제 사용하는 국내공장들은 multifractor를 섬유장에 따른 분급처리를

실시하는데 목적이 있기보다는 분급처리 이전공정에서 지료들을 충분히 수화시켜 유연하게 만들고, 이렇게 수화되고 유연한 섬유들을 선별하는 공정으로서 multifractor 분급을 실시하고 있는 것으로 확인되었다. 국내공장들은 모두 slot screen을 쓰고 있는데 hole screen은 섬유장에 따른 분급이 매우 우수한 것으로 알

• Dept. of Bio-materials, College of Life Science and Agriculture, Chungnam National University, Daejeon, Yuseong-Gu, Gung-Dong, Republic of Korea

1 Seoul National University, Republic of Korea

2 Hansol Paper Co., Daejun, Republic of Korea

† Corresponding author. ybseo@cnu.kr, T)82-42-821-5759

려져 있으므로 국내 지료를 사용하여 시험하고자 하였다.

섬유장에 따른 등급이 매우 유용한 경우들이 있는데 이러한 경우의 예로는 다음과 같다. 먼저 탈수가 빠르고 인열강도가 높은 크라프트지를 골판지고지(OCC)로부터 생산하는 경우가 있는데, 장섬유분을 등급하여 크라프트지 용도로 사용하고 단섬유분은 다른 용도로 사용하기 도 한다²⁾. 또 OCC의 강도를 높이고 고해에너지를 줄이기 위해 고해를 실시하기 전에 multifractor를 사용하여 장섬유분과 단섬유분을 섬유장차이가 크도록 등급하고, 장섬유분만 고해하는 경우를 들 수 있다³⁻⁵⁾. 이러한 경우 탈수성이 불량한 미세섬유분에 더 이상 고해를 실시하지 않음으로서 탈수성의 개선이 기대되었다. 또 고지의 탈수성과 품질개선을 위해 장섬유분과 섬유장 차이가 크게 등급된 단섬유분만을 고분자를 이용하여 floc을 형성시켜, 장섬유분과 함께 초치하는 연구도 진행이 된 바 있다⁶⁾.

본 연구에서는 현재 국내에 multifractor들이 모두 slot screen을 사용하고 있으므로, 실제 작은 공장에서 사용할 수 있는 크기의 pilot multifractor가 설치되어있는 P 공장을 이용하여 hole screen을 장착하고 slot screen과 그 등급효과를 비교하고자 하였다⁷⁾. 또 현재 국내공장에서 사용하는 multifractor들이 섬유장에 따른 등급보다는 다른 목적을 가지고 사용중인 것으로 판단하며, multifractor에 slot screen 보다 hole screen을 장착하는 경우 어떠한 결과들을 예상할 수 있는지 보여줌으로서 앞으로 보유하고 있는 multifractor들의 다양한 사용가능성을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 사용된 펄프는 P사의 국내 골판지고지를 사용하였으며 그 특징은 Table 1에서 나타난 바와 같다. Pilot multifractor의 제원은 Table 2에 나타내었다. 또한 등급지료들의 분석을 위해 분석방법들을 Table 3에 제시하였다.

Hole screen의 경우 구멍의 지름이 1mm 와 2mm 인 것을 사용하였으며 slot screen의 경우 slot의 크기가 0.15mm인 것을 사용하였다. 등급비는 유량으로 조절하였으며, 유량을 accept:reject의 비율을 각각 8:2, 6:4,

Table 1. Characteristics of OCC used.

Pulp	Note
P paper mill AOCC	Freeness - 430 ml CSF,
	Length weighted fiber length - 0.810 mm,
	Fine contents - 9.1%
	WRV - 1.55 g/g
	Ash content - 14.3%
	Flake, Fiber, Fine (3F) - 1.13%, 69.2%, 29.7%

Table 2. Specifications of the pilot multifractor

Pilot Multifractor Specification (Poong Nam (AFT) Ltd.)

1. 8PS SCREEN MACHINE

- 1) ACCEPT CONSISTENCY : 0.8 - 1%
- 2) DRIVING POWER : 30KW X 4P X 220V/440V X ϕ 3 X 60Hz
- 3) INLET PRESSURE : 0.15 ~ 1.5 KG/CM²

2. SCREEN BASKET

- 1) 8PS SCREEN BASKET
- TYPE : MEGAFLOW(조립식)
- 2) 8PH SCREEN BASKET
- TYPE : CONICAL TYPE
- BASKET SIZE : ϕ 406 X H258 (M/M)

3. SCREEN ROTOR

- 1) MODEL : EP ROTOR
- 2) ROTOR SIZE : ϕ 403 X H258 (M/M)
- 3) MATERIAL : STS316

4. DRIVING MOTOR

- 1) POWER : 30KW X 4P X 220V/440V X ϕ 3 X 60Hz

2:8 로 실시하였다. 섬유의 농도는 1%로 고정하였으며 accept와 reject의 지료를 받아서 섬유분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

섬유샘플들은 각각 공장의 multifractor 입구 (inlet), multifractor 들의 출구 (outlet) 즉, 스크린을 통과한 accept와 스크린을 통과하지 못한 reject를 직접 채취하

Table 3. Analyzing methods of fractionated fiber furnishes.

Properties		Methods
Fiber length		Morfi fiber analyzer
Ash	ISO 1762:2001(Ed.2)	Paper, board and pulps -- Determination of residue (ash) on ignition at 525 degrees C
Freeness	ISO 5267-2:2001(Ed.2)	Pulps -- Determination of drainability -- Part 2: "Canadian Standard" freeness method
WRV	ISO 23714:2007 (Ed.1)	Pulps -- Determination of water retention value (WRV)
Breaking Length	ISO 1924-2:2008 (Ed.3)	Paper and board -- Determination of tensile properties -- Part 2: Constant rate of elongation method (20 mm/min)
Drainage	T221 cm - 99	Drainage time of pulp
3F Analysis	T275sp-02	Screening of pulp (Somerville-type equipment)

였다. Table 4와 Table 5에서는 공장에서 채취한 샘플들

Table 4. Fiber analysis results of fractionated fiber furnishes.

	Fractionation Ratio	Fiber L. (mm)	Fines (%)	Shive (%)		
Slot 0.15mm	Inlet	0.764	11.87	1.699		
	8:2	Reject	0.869	7.32	3.915	
		Accept	0.785	10.83	1.268	
	6:4	Reject	0.843	9.29	2.118	
		Accept	0.755	11.71	0.945	
	2:8	Reject	0.819	9.38	1.964	
		Accept	0.709	13.74	1.216	
	Hole 1.0mm	Inlet	0.808	10.57	2.071	
		8:2	Reject	1.059	4.88	2.046
			Accept	0.735	11.09	1.353
6:4		Reject	1.014	6.15	1.973	
		Accept	0.692	12.35	1.357	
2:8		Reject	0.865	8.18	1.681	
		Accept	0.638	13.02	1.428	
Hole 2.0mm		Inlet	0.810	9.09	1.875	
		8:2	Reject	0.946	8.41	1.923
			Accept	0.757	11.46	1.707
	6:4	Reject	0.819	10.19	1.807	
		Accept	0.731	12.57	1.441	
	2:8	Reject	0.826	10.37	1.555	
		Accept	0.758	10.97	1.475	

의 섬유장 측정결과와 물리적 특성을 각각 보이고 있다. 표에서와 같이 먼저 각 지료들은 길이가중 평균섬유장, 미세섬유분 (fines), Shive를 측정하여 Table 4에 나타내었고, Table 5에서 지료의 분급비율 (Fractionation ratio)과 실제 섬유들의 분급비율 (Mass rate)을 따로 나타내었다. Flake는 덩어리가 되어서 잘 풀리지 않는 섬유분을 말하며, reject에 주로 포함되어있다. 미세분인 fine은 주로 0.2 mm 이하의 섬유분들의 양을 말한다. 또 각각의 농도와 여수도, 탈수도, WRV(Water Retention Value), 및 회분양을 Table 5에 나타내었다.

Table 4에서 분급된 섬유들의 섬유장을 Fig. 1에서 나타내었다. 그림에서와 같이 hole screen들은 slot screen 보다 분급에 의해 큰 섬유장의 차이를 나타내었고, 1.0 mm hole screen이 2.0 mm보다 섬유장의 길이의 차이를 더 크게 나타내었다. 미세분의 분급은 Table 4에서와 같이 1.0 mm 의 hole screen이 accept 와 reject 에서 현저한 차이를 나타낸 반면, 2.0 mm hole screen은 경우에 따라 slot screen보다 그 차이가 크지 아니하였다. Accept 와 reject 지료에서의 shive 함량의 차이를 살펴보면 slot screen 의 경우 hole screen의 1mm 경우보다도 차이가 큰 것을 알 수 있었다. 즉 slot screen은 섬유장차이에 의한 분급보다는 shive 와 같은 큰 섬유덩어리의 제거에 큰 역할을 하는 것을 알 수 있었다. 실제로 accept 지료들의 shive 함량은 slot screen 지료들의 shive 함량이 가장 적었다.

Table 5에서 회분의 경우 섬유장과 비슷한 경향을 보이고 있었다. 즉 hole screen 1.0 mm 에서 함량차이가

Table 5. Physical properties of fractionated fibers furnishes.

	Fractionation Ratio	Freeness (CSF)	WRV (g/g)	Ash (%)	3F Analysis			Consistency (%)	Mass rate (%)	
					Flake(%)	Fiber(%)	Fine(%)			
Slot 0.15 mm	Inlet	390	1.653	14.25	1.20	68.7	30.2	0.98	100.0	
	8:2	Reject	511	1.595	13.95	3.00	70.0	27.0	1.22	26.4
		Accept	352	1.678	14.64	0.50	71.3	28.2	0.85	73.6
	6:4	Reject	489	1.600	13.16	1.75	69.8	28.5	1.20	48.6
		Accept	326	1.651	14.60	0.20	68.0	31.8	0.85	51.4
	2:8	Reject	410	1.476	12.52	1.40	75.5	23.2	0.99	84.8
Accept		217	1.523	18.05	0.15	64.1	35.8	0.71	15.2	
Hole 1.0 mm	Inlet	441	1.455	15.38	1.21	64.5	34.3	1.13	100.0	
	8:2	Reject	627	1.361	9.68	3.11	82.8	14.1	2.18	37.2
		Accept	333	1.487	16.84	0.53	66.8	32.7	0.92	62.8
	6:4	Reject	607	1.367	10.85	1.93	74.3	23.8	1.72	55.2
		Accept	279	1.504	17.47	0.38	61.4	38.2	0.93	44.8
	2:8	Reject	494	1.449	13.27	1.18	65.5	33.3	1.27	85.0
Accept		221	1.514	18.05	0.36	59.6	40.0	0.90	15.1	
Hole 2.0 mm	Inlet	438	1.553	14.31	1.13	69.2	29.7	1.05	100.0	
	8:2	Reject	553	1.536	13.14	1.8	65.8	32.5	1.40	27.4
		Accept	347	1.529	15.69	0.98	67.4	31.6	0.92	72.6
	6:4	Reject	487	1.522	13.90	1.42	72.0	26.6	1.14	45.5
		Accept	322	1.540	16.12	0.81	67.4	31.8	0.91	54.5
	2:8	Reject	416	1.526	13.29	1.12	73.6	25.3	0.97	81.9
Accept		301	1.591	18.05	0.84	70.1	29.1	0.86	18.1	

가장 컸고, slot screen 0.15 mm에서 함량차이가 가장 작았다(Fig. 2). 함량차이의 경향은 비슷하였지만 섬유장이 작은 accept 쪽에 회분이 더 많이 분포하였고, 섬유장이 긴 reject 분에는 적게 분포하였다.

참고문헌 1에 분급된 섬유들을 분석한 자료에 따르면, multifractor에 의해 분급된 섬유들의 accept와 reject의 섬유장 차이는 여수도의 차이에 비례한다는 결과를 얻었다. 본 연구에서도 그와 같은 결과를 Fig. 3에서 보이고 있다. 따라서 분급된 섬유들의 여수도차이를 알거나 평균 섬유장을 알게 되면 다른 측정값을 쉽게 짐작할 수 있으며, 특히 한 가지 종류의 지료를 사용한 경우에는 더욱 비례관계가 우수하였다.

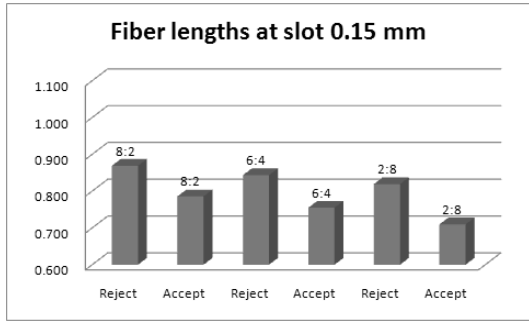
섬유장과 여수도의 관계(Fig. 4)와 미세분과 여수도의 관계는 높은 상관관계를 나타내었는데, 이것은 본 연구가 한 가지 OCC 지료를 사용하여 분석하였기 때

문인 것으로 판단된다. 참고문헌 1에 사용된 지료들은 모두 OCC 이기는 하지만 각 공장마다 전혀 다른 곳에서 얻어진 지료들이기 때문에 높은 상관관계를 만들기 어려웠을 것으로 판단된다.

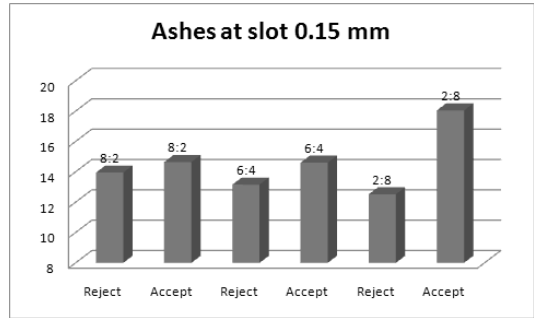
4. 결론

국내 OCC 공장에서 운영되는 multifractor들을 연구한 결과 slot screen 을 사용하는 multifractor의 경우 수화가 잘 이루어지고, 유연한 섬유들을 선별하는 공정인 것이 확인된 바 있다. 따라서 multifractor에 의해 섬유장의 차이는 나지 않지만 accept 와 reject 지료간에 열단장이 큰 차이를 보이는 것을 보인 바 있다¹⁾.

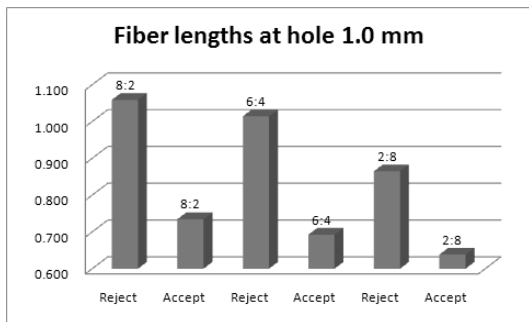
본 연구는 섬유장의 크기에 따른 분급을 높이기 위해 hole screen을 pilot multifractor를 이용하여 시험을 실



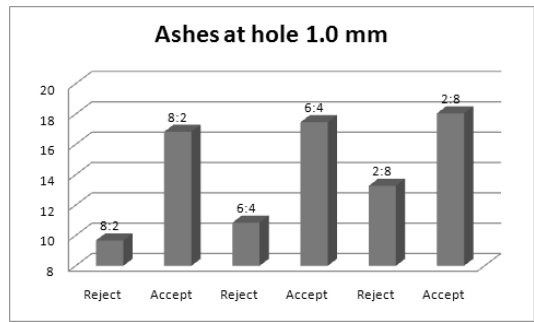
(a) Slot screen 0.15 mm



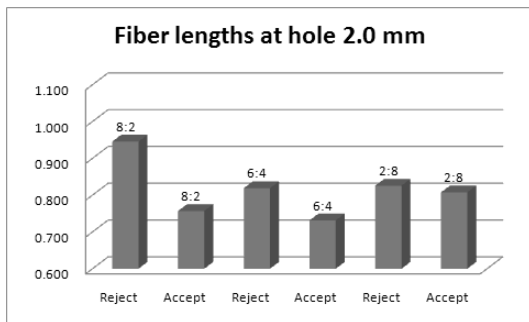
(a) Slot screen 0.15 mm.



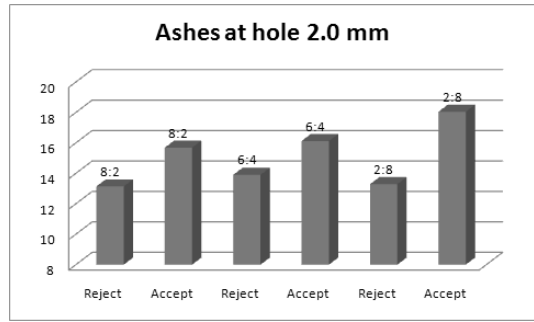
(b) Hole screen 1.0 mm.



(b) Hole screen 1.0 mm.



(c) Hole screen 2.0 mm.



(c) Hole screen 2.0 mm

Fig. 1. Comparison of fiber lengths fractionated by different screens.

Fig. 2. Comparison of ashes fractionated by different screens.

시하였다. 섬유장의 크기가 크게 차이나는 분급결과는 새로운 제품개발이나 공정개발에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 hole screen의 경우 지름이 1.0과 2.0 mm인 것들을 사용하였고, slot screen의 경우 0.15 mm의 스크린을 사용하였다.

Pilot multifractor를 사용하여 시험을 실시하고 그 자료들을 분석한 결과들을 요약하면 다음과 같다.

- hole screen은 slot screen에 비해 섬유장의 크기에 따라 효과적으로 분급이 이루어졌다. 따라서 섬유장의 크기에 따른 분급은 hole screen이 유리한 것을 알 수 있었다.

- slot screen은 섬유장에 의한 분급보다는 shive 제거에 특별히 우수한 경향을 보였다.

- 회분은 섬유장이 작은 분급된 지료 쪽으로 더 많이

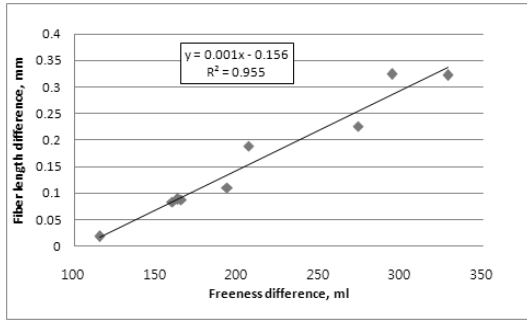


Fig. 3. Relationship between fiber length and freeness differences for the fractionated furnishes.

분포하는 경향이 있었다.

- hole screen이나 slot screen, 또는 multifactor의 유량이 변화하여도, accept와 reject의 분

급된 자료들의 섬유장 차이는 여수도 차이와 높은 상관관계를 맺고 있었다.

특히 서 등¹⁾의 결과를 토대로 본 연구결과를 연결시키면, 다양한 종류의 OCC와 다양한 multifactor, 다양한 screen을 사용하여도 분급된 자료들의 섬유장 차이는 여수도차이와 여전히 높은 상관관계를 맺게 될 것으로 판단된다.

인용문헌

1. Seo, Y.B., Lee, M.W., Kim, Y.W., Use of Multifactor in the Paper Mills for Recycled Fibers (I) - slot screen cases, submitted to J. Korea Tappi (2010).
2. Olson, J., Allison, B., Friesen, T., and Peters, C., Fiber fraction for high porosity sack kraft paper, Tappi J.

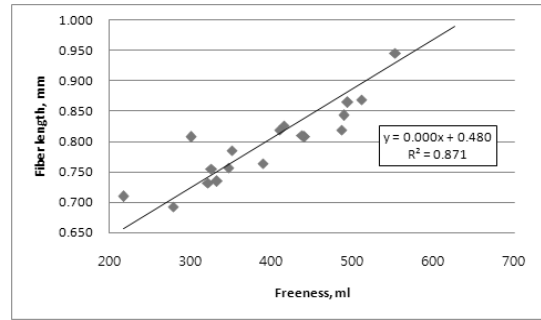


Fig. 4. Relationship between freeness and fiber length for the fractionated furnishes

84(6):10 (2001).

3. HaggblomAhnger, U., and Hautala, J., New stock fractionation concept in recycled fiber based multi-ply board making, Paperi Ja Puu-Paper and Timber, Vol. 78 (6-7):386-391 (1996).
4. Wandelt, P., Tarnawski W.Z., Perlinska, K., Possibility for upgrading OCC pulp by its refining and fines management, Paperi Ja Puu-Paper and Timber, Vol. 87(4):265-269 (2005).
5. Defoe, R.J., Optimal refining conditions for development of OCC pulp properties, Tappi J., 76(2):157-161(1993).
6. Lee, J.H., Seo, Y.B., Choi, C.H., Jeon, Y., Lee, H.L., and Shin, J.H., Influence of chemical and mechanical treatments of screened short fibers from OCC on paper forming and strength properties, J. Korea Tappi, 33(4): 7-14 (2001).
7. Bliss T., A study of fiber fractionation using centrifugal cleaners, Pulp and Paper, 88 (1987).