

# 롤 코터와 블레이드 코터 도공지의 품질비교

박용철\*, 김창근†, 이용규

강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과, 창강제지기술연구소†

## 1. 서 론

종이의 시장수요증가 및 생산성 향상을 위해 제지공정상의 고속·광폭화가 추진되었고, 이러한 노력의 일환으로 다양한 코터 적용방식이 등장하게 되었다.

오늘날 코터의 종류는 대략 50종 이상이 넘지만 크게 온머신 코터(On-machine coater)와 오프머신 코터(Off-machine coater)로 구분된다. 온머신 코터의 경우 초지공정에 연결해서 설치되어, 도공은 초지와 일관되게 행하기 때문에 품종을 바꿔서 생산하는데 적당하지 않다. 이것에 비해서 초지공정과 분리되어 있는 오프머신 코터의 도공은 교체가 용이하기 때문에 소량 다품종 생산에 적당하다. 온머신 코터로서 사이즈 프레스나 게이트 롤 코터 등의 롤 코터, 빌 블레이드 코터 및 트윈 블레이드 코터 등 양면 동시 도공형 코터가 일반적이다.<sup>1)</sup>

지금까지 코터의 개발은 인쇄용지 도공을 중심으로 기계의 대형화, 고속화에 적합한 대량 생산형 코터의 중점을 두어 왔다. 인쇄용지용 코터의 경우, 현재에는 스트리크 문제나 원지의 품질에 대한 불만 등이 있지만 블레이드 도공이 세계적으로 많이 사용되고 있다. 하지만 낮은 등급의 인쇄용도공지는 초지기에 직접 연결된 온머신 코팅용에 게이트 롤을 비롯하여 롤 코터나 로드 코터 등 병용하여 사용되고 있다.<sup>2)</sup>

이에 본 연구에서는 다양한 도공액을 제조하여 롤 코터와 블레이드 코터의 특징과 품질 및 인쇄특성을 비교하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 도공원지, 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 H사의 75 g/m<sup>2</sup>의 원지를 사용하였다. 물성은 Table 1과 같다.

**Table 1. Properties of base paper**

	Base weight(g/m <sup>2</sup> )	Thickness(μm)
Base paper	75	140

#### 2.1.2. 바인더와 기타 첨가

바인더는 라텍스(Lutex 701, LG-chemical, KOREA)를 사용하였고, 물성은 Table 2와 같으며 기타 첨가제인 분산제(Dispersant), 윤활제(Lubricant), 내수화제(Insolubilizer), 증점제(Thickener)를 사용하였다.

**Table 2. Properties of latex**

Viscosity (cPs)	Tg (°C)	Gel content (%)	Solid content (%)	Particle Size (Å)
300	3	80	50.0	1100

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 도공액의 제조

도공액의 투입비는 Table 3과 같이 배합하여 제조하였다. 물에 NaOH를 넣어 pH를 조절한 후에 분산제와 안료를 첨가하여 슬러리 형태로 약 15분간 교반 후 각각의 첨가제를 유동제, 바인더, 윤활제, 내수화제 순으로 도공액에 첨가하여 제조하였다.

Table 3. Formulations of coating color

(unit : %)

	B1	R1	B2	R2	B3	R3
<b>GCC95</b>	100		70		50	
<b>Clay</b>	0		30		50	
Latax	10		10		10	
<b>NaOH</b>	0.12		0.12		0.12	
<b>Dispersant</b>	0.20		0.20		0.20	
<b>Lubricant</b>	0.50		0.50		0.50	
<b>Insolubilizer</b>	0.30		0.30		0.30	
<b>Thickener</b>	0.10		0.10		0.10	
Solid content(%)	62					

### 2.2.2 도공액의 물성 측정

도공액의 점도는 60RPM에서 No. 4 spindle로 저점단 점도계(DV-II Viscometer, Brookfield, U.S.A)를 사용하여 측정하였고, pH는 pH측정기 (PB-11, Sartorius Korea. Ltd)를 사용하였으며, 보수성은 보수성 측정기(Water retention meter, AA-GWR, Kltec scientific inc, U.S.A)를 사용하여 30초 동안 탈수한 양으로 물성을 측정하였다.

### 2.2.3 도공지 제조

롤 코터 도공지의 제조는 Toyoseiki D-type 롤 코터 시험기를 사용하여 원지에 도공량  $10 \pm 1 \text{ g/m}^2$ 으로 편면 도포한 후, 105°C의 열풍 건조기 (YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 60초간 건조하였다. 슈퍼 캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A)를 사용하여 온도 70°C, 압력 300 psi에서 도공면이 Cotton filled roll쪽으로 향하게 하여 2회 캘린더 공정을 통하여 도공지를 제조하였다.

블레이드 코터 도공지의 제조는 Mayer 블레이드 코터 시험기를 사용하여 원지에 도공량  $10 \pm 1 \text{ g/m}^2$ 으로 편면 도포한 후, 105°C의 열풍 건조기에서 60초간 건조하였다. 슈

퍼 캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A)를 사용하여 온도 70℃, 압력 300 psi에서 도공면이 Cotton filled roll쪽으로 향하게 하여 2회 캘린더 공정을 통하여 도공지를 제조하였다.

### 2.2.4 도공지의 물성측정

도공지 물성은 거칠음도, 백지광택, 백색도, 불투명과 색상을 측정하였다.

### 2.2.5 도공지의 인쇄적성 측정

인쇄적성측정은 각각의 도공지를 Table 4와 같은 방법에 의해 시편을 만들어 RI-II 인쇄적성 시험기(KRK, Japan)에 의해 인쇄 실험을 실시하였다.

**Table 4. Standard sample for printing**

Analysis items	Standard of cutting sample
Dry-pick, Wet-pick, Ink trapping	width 10 mm X length 100mm
Ink set-off	width 10 mm X length 150mm
Ink gloss	width 30 mm X length 50mm

위의 규격으로 재단된 각각의 시편을 표면 평활성이 좋은 합성지의 중앙 부분에 순차적으로 붙여 인쇄를 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

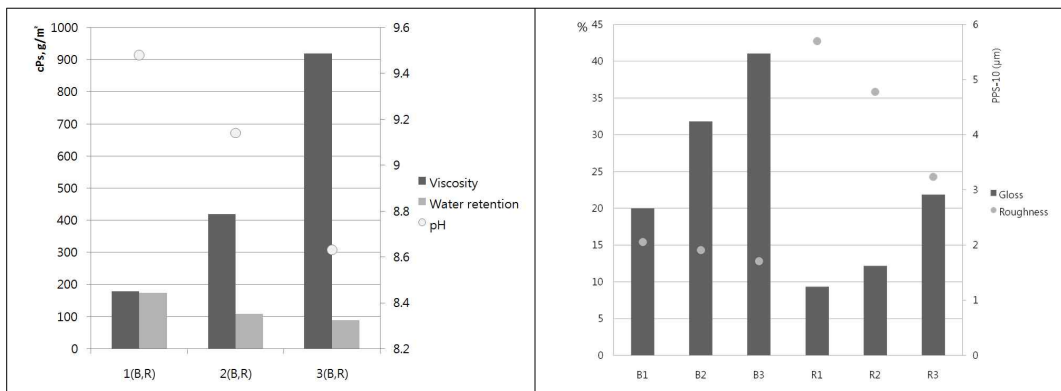
### 3.1 도공액 물성 평가

Fig. 1은 안료의 배합비가 도공액의 점도와 보수성, pH에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 도공액의 클레이 혼합량이 많을수록 저점단 점도가 증가하고 보수도는 향상되었다. 이것은 클레이와 다른 안료를 혼합 시 클레이 분산의 점도는 비표면적이 증가에 따라 낮은 전단속도에서 증가한다<sup>4)</sup>는 결과와 일치한다. 보수도의 경우 클레이 혼합량이 많을수록 조밀한 팩킹구조를 형성하여 보수성이 향상<sup>5)</sup>되는 사료된다.

### 3.2 도공지 물성 및 인쇄적성

#### 3.2.1 백지광택과 거칠음도

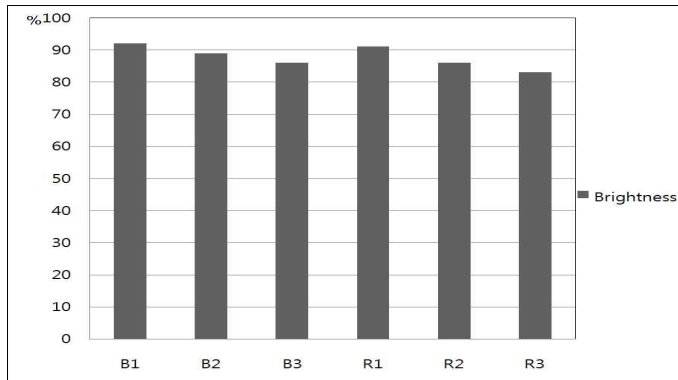
Fig. 2는 도공지의 물성 중 백지광택과 거칠음도를 나타낸 결과이다. 평활도가 증가할수록 백지광택은 향상되었다. 롤 코터의 경우 원지를 따라 도공층이 균일하게 형성된다. 이러한 이유로 도공층이 원지의 요철에 따라 형성되기 때문에 도공층을 끊어내서 형성시키는 블레이드 코터방식보다 평활도가 떨어지고 백지광택 또한 낮게 측정되었다. 이는 블레이드 코터, 롤 코터, 에어나이프 코터 및 로드 코터를 적용한 도공면을 비교한 결과 블레이드 코터의 방식이 평활하다<sup>5)</sup>는 것과 일치하는 결과를 나타내었다.



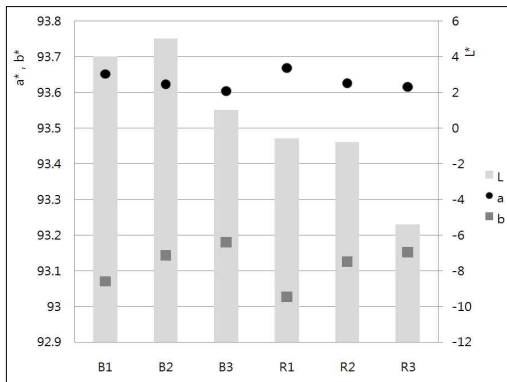
**Fig. 1. Properties of coating color. Fig. 2. Gloss and Roughness.**

#### 3.2.2 백색도, 색상, 불투명도

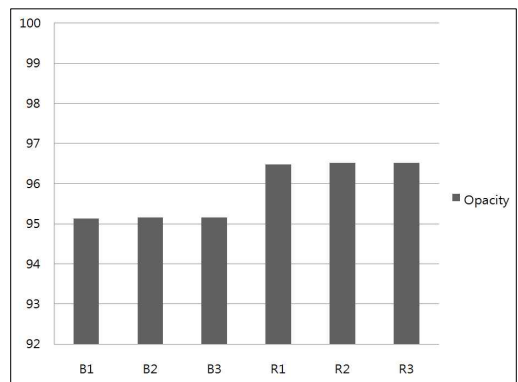
Fig. 3~5는 도공지의 백색도, 색상, 불투명도를 측정된 결과이다. 코터의 방식에 따라 미세하게 차이는 있었지만 큰 변화는 볼 수 없었다. 도공액 제조시 클레이 혼합량이 많을수록 백색도는 저하 되었다.



**Fig. 3. Brightness.**



**Fig. 4. CIE \*L\* a\* b\*.**



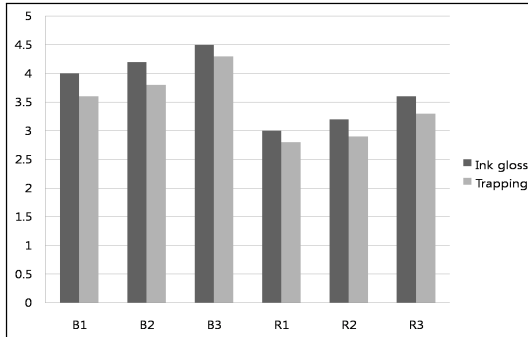
**Fig. 5. Opacity**

### 3.2.3 도공지의 인쇄적성 측정

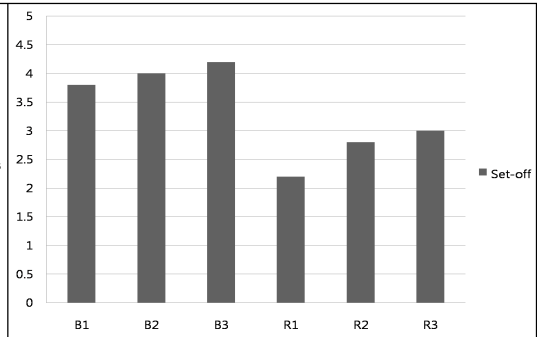
Fig 6과 7은 인쇄광택(Ink gloss), 다색잉크수리성(Ink trapping)과 뒷묻음(Ink Set-off)을 RI-II 인쇄시험기로 측정된 결과이다. 블레이드 코터 방식을 적용한 도공지가 인쇄광택, 다색잉크수리성과 뒷묻음에서 우수했다. 잉크의 흡수성에 관련 있는 중요한 인자는 도공층의 표면과 내부 공극 구조이다.<sup>1)</sup> 본 연구에서는 내부의 공극 구조보다 표면에 더 영향을 받아 잉크 흡수성에 관련된 인쇄적성이 우수한 것으로 사료된다.

Fig 8, 9는 도공지의 표면강도(wet pick, dry pick)를 나타낸 결과이다. 롤 코터 도공지의 경우 블레이드 코터로 제작된 도공지보다 표면강도(wet pick, dry pick)가 우수했다. 롤 코터는 원지를 따라 도공층이 균일하게 형성되면서 피복성이 우수하기 때문에

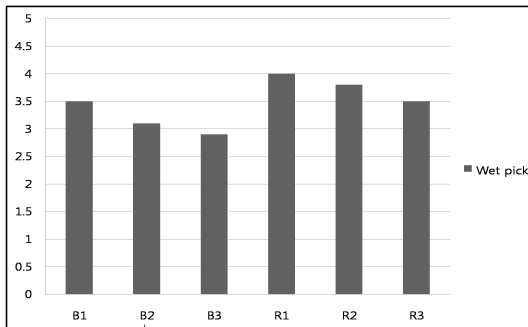
블레이드 코터 방식보다 높은 표면강도를 나타내었다.



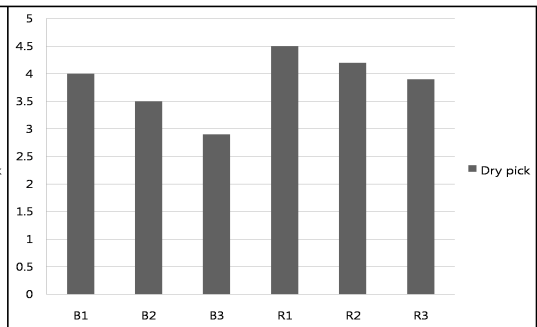
**Fig. 6. Ink gloss and Trapping.**



**Fig. 7. Set-off.**



**Fig. 8. Wet pick.**



**Fig. 9. Dry pick.**

#### 4. 결론

롤 코터와 블레이드 코터를 적용한 도공지의 광학적 특성과 인쇄적성을 통해 코터 방식에 따른 특성을 비교하였다.

1. 백지광택과 평활도의 경우 블레이드 코터로 제작한 도공지가 높았다.
2. 백색도, 색상과 불투명도는 코터의 방식에 따라 미세하게 차이는 있었지만 큰 변화는 볼 수 없었다.

3. 인쇄광택(Ink gloss), 다색잉크수리성(Ink trapping)과 뒷물음(Ink Set-off) 블레이드 코터 방식을 적용한 도공지가 우수하였다.

4. 표면강도(wet pick, dry pick)는 롤 코터 방식을 적용한 도공지가 우수하였다.

도공지는 고급 상업 출판물, 포장용지, 일반 인쇄용지, 광고지, 일반 출판물(잡지)등에 다양한 용도로 사용되고 있다. 따라서 본 연구 결과를 통해 오늘날 도공공정에 사용되는 블레이드 방식과 롤 코터 방식의 도공지 특성을 이해함으로써 제품의 용도에 맞는 도공지를 제작할 수 있을 거라 생각된다.

## 5. 참고문헌

1. 이용규, “종이 도공학 및 실험”, 강원대학교 제지공학과 (2002) p. 30~50, 125~140
2. 이용규, “도공 기계학”, 강원대학교 제지공학과 (2009) p.72~124
3. 이용규, “종이 도공학 및 실험”, 강원대학교 제지공학과 (2002) p.62~95
4. Hiroji shibazaki, Torao Fujita, Kazuhiko Ishimoto. “Evaluation of the Surface Smoothness of Coated Papers Blended with Calcium Carbonate and Kaolin Clay”, Journal of the TAPPI vol20. No.1(1988)
5. 박종열, 이학래, 김병수, 정현채, “Effects of Pigment Blending and Thickener Characteristics on Calendering Response and Structure of Coated Paper”, KTAPPI. (1998)
6. Papermaking Science and Technology Series “Pigment Coating and Surface Sizing of Paper” 5. Kaolin
7. Papermaking Science and Technology Series “Pigment Coating and Surface Sizing of Paper” 5. Kaolin
8. 김세환, 송영석, 김송주, 허용성저, “도공층 구조가 도공지 품질에 미치는 영향” KTAPPI (2002)
9. M. Yamamoto, H. Miura, K. Hirota, K. Makino, H. Suzumura저 “고속도공용 블레이드 코터의 개발“ (1993)
10. 박상효, 전성재, 최창학, “Pilot Coater를 활용한 Coater Runnability에 대한 연구” KTAPPI (2004)
11. Strengell and Tapio Anttila, “Latest Trends in Blade coating” KTAPPI, (1997)