

## 아크릴 에멀전이 도공지 물성에 미치는 영향

김선경<sup>2</sup> · 박용철<sup>2</sup> · 정해성<sup>1</sup> · 이용규<sup>2\*</sup>

접수일(2012년 2월 2일), 수정일(2012년 2월 16일), 채택일(2012년 2월 21일)

## The Effect of Acrylic Emulsion on Coated Paper Properties

Sun-Kyung Kim<sup>2</sup>, Yong Chul Park<sup>2</sup>, Hae-Sung Jung<sup>1</sup> and Yong-Kyu Lee<sup>2\*</sup>

(Received February 2, 2012, Received February 16, 2012, Accepted February 21, 2012)

### ABSTRACT

This study was carried in order to manufacture the high quality coated paper. High quality includes not only physical and optical properties of coated paper but also final print quality. In this study, new acrylic-styrene emulsion was polymerized in laboratory and compared with conventional styrene-butadiene latex. Low-shear viscosity of coating color was decreased with increasing acrylic-emulsion dosage. Small amount of acrylic emulsion addition increased water retention, but further addition decreased it. Acrylic-emulsion addition improved paper gloss, brightness and whiteness, but decreased PPS and opacity slightly. Ink gloss was increased with using No. 3 acrylic-emulsion due to lower ink setting properties. However No. 1 and 2 emulsion showed the opposite result. Surface strength of coated paper was increased with using No. 3 acrylic-emulsion. These results indicate that high quality coated paper can be manufactured with using No. 3 acrylic-emulsion.

**Keywords** : *Acrylic emulsion, coated paper, polymerization, printability, water retention*

### 1. 서론

도공지 시장의 최근 동향을 살펴보면 소비자들은 인

쇄 시 화상재현이 우수한 고품질 및 작업성이 뛰어난 도공지에 대한 수요가 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 이러한 소비자들의 경향에 의하여 종이는 고품질화 되고 있다. 고품질

1 C&I Chemicals(144-3, Woesammi-dong, Osan-city Kyunggi-do, 447-230 Korea)

2 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea).

\* 주저자(Corresponding author): e-mail: yklee@kangwon.ac.kr

**Table 1. Properties of base paper**

	Basis weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness ( $\mu$ m)	Brightness (%)	Whiteness (%)	Opacity (%)
Base paper	60	70.24	103.47	119.20	81.90

의 종이는 종이자체의 품질도 중요하지만 인쇄 후의 최종 품질까지 포함된다.<sup>2)</sup>

도공지는 다공성의 원지 위에 주성분인 안료와 바인더 그리고 부성분인 기타 첨가제들로 구성된 도공액을 도포한 종이다. 도공지의 품질은 도공층을 구성하는 인자들에 의해 영향을 받는다. 그 중 주성분인 바인더는 천연 및 합성 고분자 물질로서 안료와 안료 및 안료와 원지와와의 접착 역할을 하고 있다. 그 중 아크릴계 바인더는 광택이 우수하지만 도공지의 표면강도가 SB(스틸렌-부타디엔)계열의 라텍스 보다 낮은 단점을 가지고 있다. 이러한 이유로 인하여 아크릴계 바인더는 높은 백지광택으로 인한 높은 인쇄광택을 얻을 수 있지만 표면강도의 저하로 인쇄 시 픽킹(picking) 등의 문제를 일으킬 수 있다.<sup>3,4)</sup> 이러한 문제들로 인하여 표면강도를 개선할 수 있는 새로운 아크릴 바인더 중합에 관한 많은 연구가 진행되었다.<sup>5,6)</sup>

본 연구에서는 아크릴-스틸렌을 주 모노머로 하는 새로운 에멀전을 실험실에서 제작하여 바인더로 사용하고자 하였다. 이 에멀전을 기존의 SB 라텍스로 구성된 도공액에 추가적으로 첨가 및 대체하여 도공액 및 도공지의 품질 그리고 오프셋 인쇄적성에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2. 1 공시재료

#### 2. 1. 1 원지

도공원지로서 M사에서 분양받은 평량 60±2 g/m<sup>2</sup>의 백상지를 사용하였으며 그 물성은 Table 1에 나타내었다.

#### 2. 1. 2 안료 및 기타첨가제

본 연구에 사용된 도공용 안료는 GCC(Setacarb-K)와 clay( $\alpha$ -gloss)를 사용하였으며 그 물성은 Table 2에 나타내었다. 기타 첨가제로는 분산제(WY-117), 윤활

제(LUB-REX-55), 내수화제(PRO-WET-400G), 증점제(WR-330N)를 사용하였다.

#### 2. 1. 3 바인더

도공용 바인더로 SB계열의 라텍스(Lutex 701, LG-chemical, Korea)와 실험실에서 중합시킨 3가지 종류의 아크릴계 에멀전을 사용하였으며 그 물성은 Table 3과 같다.

#### 2. 1. 3 아크릴계 에멀전의 중합

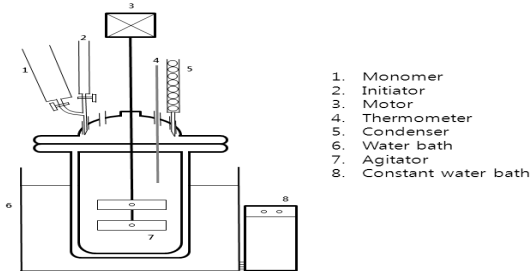
Fig. 1과 같은 반응기를 사용하여 아크릴계 에멀전을 중합하였다. 82℃에서 40분 동안 ethylmethacrylate, methylmethacrylate, methacrylic acid를 1차 dropping 시켰다. 10분간 숙성 시킨 후 NH<sub>4</sub>OH로 1차 검화를 실시한다. 그다음 styrene monomer 및 2-hydroxyethylacrylate 등을 120분 동안 2차 dropping을 실시하였다. Dropping이 끝난 후, 동일 온도에서 60분간 숙성하여 45℃ 이하로 냉각시킨 후, ADH 및 방부제 등의 기타 첨가제를 투입하여 아크릴계 에멀전을 제작하였다. Dropping 시킨 모노머의 비율과 검화 시 사용되어진 NH<sub>4</sub>OH의 양을 조절하여 서로 다른 물성을 갖는 아크릴계 에멀전을 제조하였다.

**Table 2. Properties of pigments**

	GCC	Clay
Type	slurry	powder
Particle size ( $\mu$ m)	1.1	3.8
Viscosity (cPs)	280	-
Solid content (%)	75.0	99.9

**Table 3. Properties of latices**

Type	Solids content (%)	Particle Size ( $\text{\AA}$ )	Viscosity (cPs)
SB latex	50.00	1100	300
Emulsion 1	49.76	1750	3590
Emulsion 2	45.00	2150	3300
Emulsion 3	49.96	1100	620



**Fig 1. Schematic diagram of experimental apparatus semi-batch polymerization.**

## 2. 2 실험방법

### 2. 2. 1 도공액의 제조

도공액의 고형분 농도를 65 %로 조절하여 도공액을 제조하였고, 도공액의 배합비는 Table 4와 같다. B에는 SB 라텍스를 단독으로 10 part 적용하였고, C와 D는 SB 라텍스를 아크릴 에멀전으로 각각 2, 4 part 대체하였다. A에는 SB라텍스 10 part에 아크릴 에멀전을 2 part 첨가하여 바인더 레벨을 12 part로 적용하였다. Table 3에서 언급한 세 가지 종류의 아크릴 에멀전을 사용하여 Table 4와 같은 배합으로 도공액을 제조, 사용하였다.

### 2. 2. 2 도공지 제조

도공지는 실험실용 반자동 코터(K-control coater, RK print Coat Instrument Ltd, U.K)를 사용하여 제작하였으며 도공량을 편면  $18 \pm 2 \text{ g/m}^2$ 로 조정하였다. 도공 후, 105°C의 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 30 초간 건조하였다. 제조

**Table 4. Coating color formulations (pph: %)**

	A	B	C	D
GCC			70	
Clay			30	
SB-Latex		10	8	6
Acrylic emulsion	2	0	2	4
NaOH			0.12	
Dispersant			0.02	
Thickener			0.10	
Lubricant			0.50	
Insolubilizer			0.30	

된 도공지는 조습처리( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 1\%$ )를 한 후, 슈퍼캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A.)를 사용하여 온도 70°C, 압력 400 psi에서 steel면을 향하게 하여 1회 통과시켰다.

### 2. 2. 4 도공액 물성 측정

점도는 60 rpm에서 no. 4 spindle로 저전단 점도계(DV-11 Viscometer, Brookfield, U.S.A.)를 사용하여 측정하였고, 보수성은 보수성 측정기(Water retention meter, AA-GWR, Kaltec scientific inc, U.S.A.)를 사용하여 측정하였다.

### 2. 2. 5 도공지 물성 측정

거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 백지광택(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, U.S.A.)과 백색도, 백감도 및 불투명도(Elrepho 3300, Datacolor, International, U.S.A.)를 측정하였다.

### 2. 2. 6 도공지 인쇄적성 측정

오프셋 인쇄적성시험기(RI- II, KRK, Japan)를 사용하여 잉크세트성, 인쇄광택, dry-pick, wet-pick 강도를 측정하여 도공지의 인쇄적성을 평가 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3. 1 도공액 물성 평가

Fig. 2는 도공액의 저전단 점도를 보여주고 있다. 아크릴계 에멀전의 첨가에 따라 점도는 향상되었다. SB 라텍스를 아크릴 에멀전으로 대체하였을 때 대체량의 증가에 따라 점도가 상승하는 것을 확인하였다. 1번 아크릴 에멀전이 가장 작고 2번 아크릴 에멀전이 가장 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 3은 도공액의 보수성을 나타내고 있다. 아크릴계 에멀전의 첨가에 따라 보수성은 낮아지는 경향을 확인할 수 있었다. 보수성은 점도 상승에 반비례하였다. 1번 아크릴 에멀전은 낮은 점도에 의하여 가장 높은 보수성 값을 나타냈으며 2번 아크릴 에멀전은 고점도와 함께 가장 낮은 보수성을 나타내었다. 아크릴 에멀전의 대체량 증가에 따라 점도가 증가하였으며 이와 같은 현상은 CPVC 이론에 의하여 도공액에서 바인더 증가에 따라 공극이 작아지

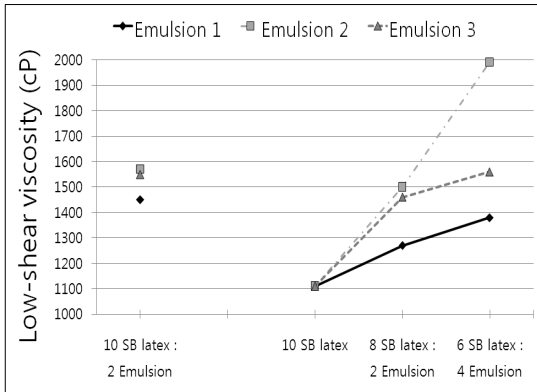


Fig. 2. Low-shear viscosity of coating color.

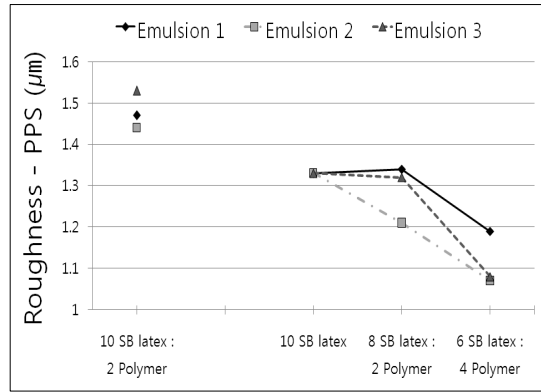


Fig. 4. Roughness of coated paper.

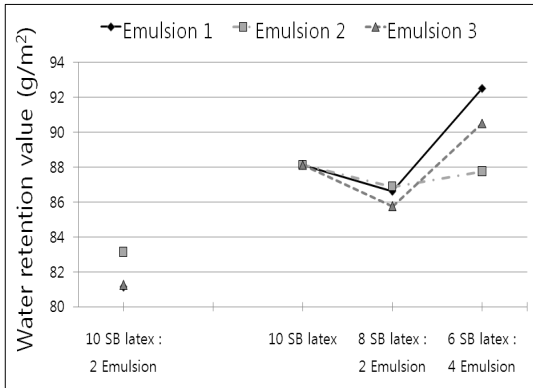


Fig. 3. Water retention of coating color.

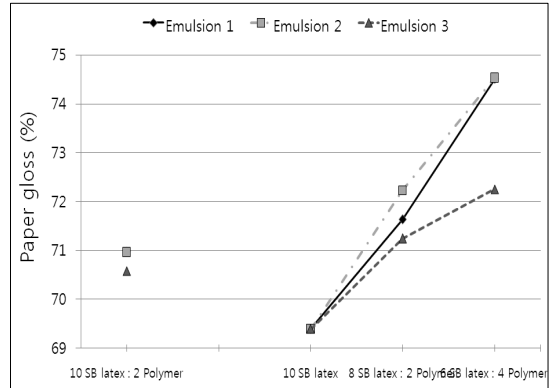


Fig. 5. Paper gloss of coated paper.

고 밀집화 됨에 따라 나타나는 현상이라 사료된다.<sup>7)</sup>

### 3. 2 도공지 물성 평가

Fig. 4는 도공지의 거칠음을, Fig. 5는 도공지의 광택을 나타내고 있다. 아크릴 에멀전의 추가에 따라 광택이 증가하였으며 거칠음을 저하시키는 것을 확인할 수 있었다. 아크릴 에멀전을 SB 라텍스와 대체 시, 대체량이 증가함에 따라 거칠음도는 낮아지며 광택은 증가하는 경향을 확인하였다.

Fig. 6은 도공지의 백색도 값을, Fig. 7은 백색도 값을 보여주고 있다. 추가적인 아크릴 에멀전의 첨가에 따라 도공지의 백색도가 약간 상승함을 알 수 있었다. SB 라텍스를 아크릴 에멀전으로 대체하였을 때 아크릴 에멀전의 양이 증가할수록 백색도가 높아지는 것을 확인하였다. 이는 열을 받으면 백색도를 지니는 아크릴 에멀전의 특성 때문에 백색도와 백색도가 약간 증가하였

다고 사료된다.

Fig. 8은 도공지의 불투명도 결과를 보여주고 있다. 대체적으로 아크릴 에멀전은 도공지의 불투명도를 약

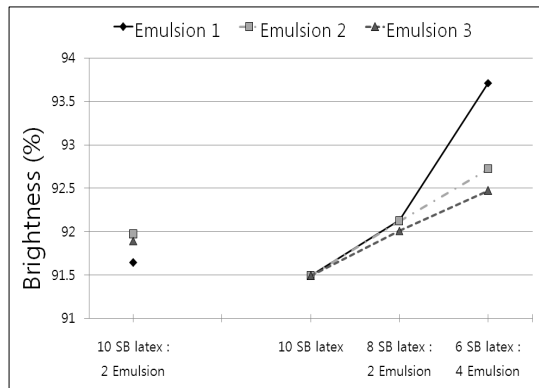


Fig. 6. Brightness of coated paper.

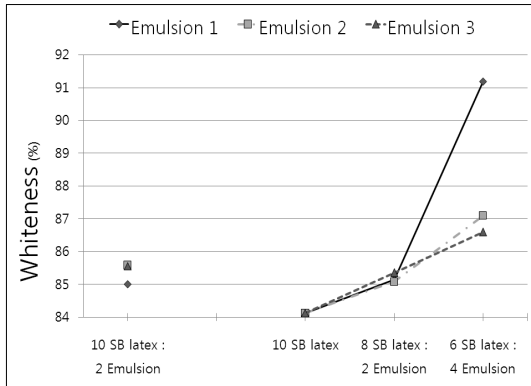


Fig. 7. Whiteness of coated paper.

간 감소시키는 것을 알 수 있다.

### 3. 3 도공지 인쇄적성 평가

Fig. 9는 도공지의 잉크세트성 결과를 보여주고 있다. 2 part의 아크릴 에멀전을 10 part의 SB 라텍스로 이루어진 도공액에 추가로 첨가하였을 때, 1, 2번 아크릴 에멀전은 잉크세트성이 높아졌으며 3번은 잉크세트성이 저하되었음을 확인하였다. 그리고 SB 라텍스를 아크릴 에멀전으로 대체 시, 에멀전의 양이 증가할수록 대체적으로 잉크세트성이 저하되는 것을 확인할 수 있었다. 아크릴 에멀전 간 비교하였을 때는 1번이 우수한 잉크세트성을 가진다는 것을 보여주었으며 3번이 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

Fig. 10은 도공지의 인쇄광택 결과를 보여주고 있다. 1, 2 번 아크릴 에멀전을 첨가한 도공지는 백지광택이 높음에도 불구하고 인쇄광택은 현저하게 낮아지는 것

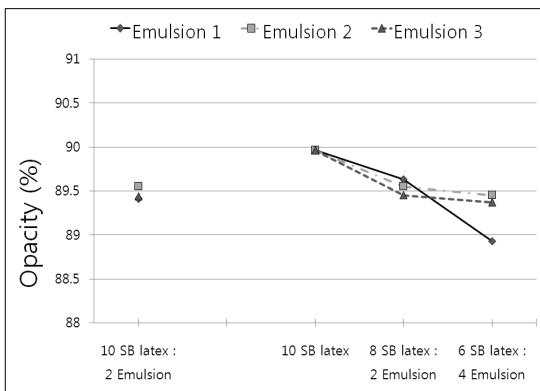


Fig. 8. Opacity of coated paper.

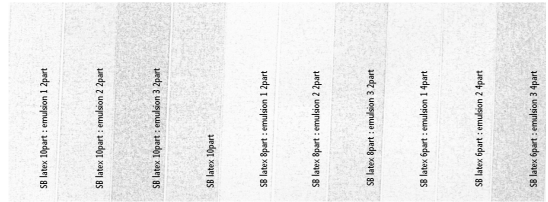


Fig. 9. Ink set-off of coated paper(TV:5, Cyan 0.3cc).

을 확인하였다. 이는 잉크 세트성이 높음에 따라 잉크 표면에 요철이 일어나면서 인쇄광택이 저하되었다고 사료되어진다.<sup>8)</sup> 반면에 백지광택이 높고 잉크 세트성이 느린 아크릴 에멀전 3번은 높은 인쇄광택 값을 가짐을 확인하였다.

Fig. 11은 도공지의 dry-pick 강도를 측정결과를 나타내고 있다. 10 part의 SB latex에 2 part의 아크릴 에멀전을 추가로 첨가하였을 때, 도공층 내 바인더 총량의 증가로 인하여 3가지 아크릴 에멀전의 dry-pick 강도가 증가하였다. SB 라텍스를 아크릴 에멀전으로 대체 시, 1, 2번 에멀전은 대체량의 증가와 함께 dry-pick이 감소하였으며, 에멀전 3은 2 part 대체 시 약간 감소하였지만 대체량의 증가에 따라 SB 라텍스가 첨가된 도공지와 유사한 dry-pick 능력을 보여주었다. 아크릴 에멀전간 비교하였을 때는 3번 에멀전이 우수한 dry-pick 강도를 가진다는 것을 보여주었다.

Fig. 12는 도공지의 wet-pick 강도의 결과를 보여주고 있다. Wet-pick 결과는 대체적으로 dry-pick과 유사한 결과를 나타내었다. 아크릴 에멀전을 추가하였을 때에는 wet-pick이 증가하였다. 또한 SB 라텍스를 아크

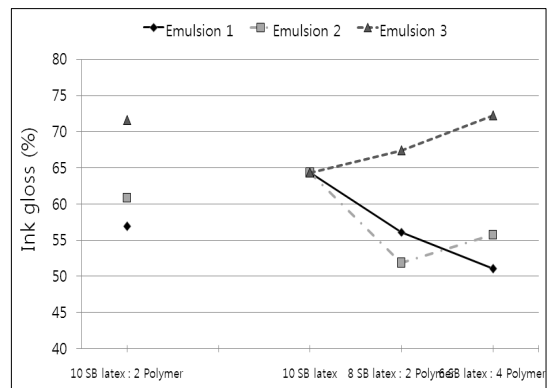


Fig. 10. Ink gloss of coated paper.

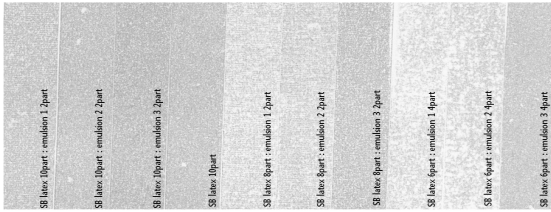


Fig. 11. Dry-pick of coated paper.(TV:12, Magenta 0.5cc).

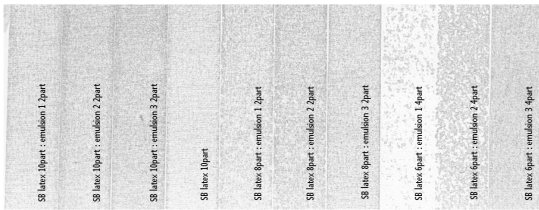


Fig. 12. Wet-pick of coated paper. (TV:12, Magenta 0.5cc).

릴 에멀전으로 대체하였을 때, 1번, 2번 아크릴 에멀전은 대체량의 증가와 함께 wet-pick이 낮아졌으며 3번 에멀전은 대체량의 증가에 따라 SB 라텍스 보다 높은 wet-pick 능력을 보여주었다. 아크릴 에멀전 중에서 wet-pick 능력을 비교하였을 때, 3번 아크릴 에멀전이 높은 내수성을 가지며 그에 따라 우수한 wet-pick 강도를 가진다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구는 실험실에서 공중합 시킨 새로운 아크릴 에멀전을 사용하여 도공액의 물성, 도공지의 물성 및 인쇄적성에 미치는 영향을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아크릴 에멀전이 첨가됨에 따라 도공액의 저전단 점도가 상승하였으며 도공지의 거칠음도가 약간 감소하였고 그 결과 백지광택이 증가하였다.
2. 아크릴 에멀전의 첨가에 따라 백색도 및 백감도가 증가하였으며 불투명도는 약간 감소하였다.
3. 1, 2번 아크릴 에멀전의 첨가는 빠른 잉크세트성, 낮은 인쇄광택과 표면강도를 보여주었으나, 3번 아크릴 에멀전의 첨가는 잉크세트성의 저하와 높은 인쇄광택을 나타냈으며 도공지의 표면강도는 증가하였

다.

연구 결과에 따르면 3번 아크릴 에멀전 첨가 시, 거칠음도 개선 및 광택의 상승과 같이 표면특성이 향상되었으며 백색도, 백감도 및 도공지의 표면강도가 증가하였다.

본 실험에서 새롭게 공중합한 아크릴 에멀전이 도공용 바인더로 적용 가능하다는 점을 시사하고 있으나 기작 원리 및 현장 조업에 대한 연구가 추가로 필요하다고 사료된다. 특히, 고전단하에서의 유동특성에 대한 연구가 진행된다면 고점착의 특성을 살려 다층도공시, 탑코팅층(top coating)의 바인더 절감 효과와 프리코팅층(pre coating)의 흡수성 개선에 의한 바인더 마이그레이션의 조절이 가능할 것으로 사료된다.

#### 인용문헌

1. 이용규, 도공개론 및 도공지 시장의 최근 동향, J. Korea TAPPI, 34.(3):.59 (2002)
2. Evans, M.A., White, D.E. and Peter, G.F., Trends in digital printing paper, May 2007, Paper360° pp. 10-12
3. Lee, D. I., Development of high-gloss paper coating latexes", TAPPI 1982 Coating Conference Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta, p.125
4. Lee, D. I., Latex, Chapter 14. Pigment Coating and Surface Sizing of Paper, Book 11, Papermaking Science and Technology, p.211 (1999)
5. Laurich, J., Triantafillopoulos, N., McBain, C. and Holmes, R., High-Strength Coating Binders Based on Molecular Design of Styrene-Butadiene-Acrylonitrile Latices, 2005 TAPPI Coating Conference
6. Forbes, M. F. and Lallemand, T. R. A., Modeling the Effects of Styrene Butadiene Acrylonitrile Copolymer Latex on Printing Properties of Coated Woodfree Papers, 1998 Coating Conference Proceedings
7. Do Ik Lee, Critical Pigment Volume Concentration Concept for Paper Coatings: I. Model Coating Systems Using Plastic Pigments and Latex Binders for Paper Coating, 1998 Coating Conference Proceedings
8. Resch, P., Bauer, W. and Hirn, U., Pore Structure Change due to Calendaring and its Effect on Ink Setting Behaviour Review and Novel Findings, 2008 Advanced Coating Fundamentals Symposium