

고농도 도공과 원지의 흡수특성이 인쇄모틀에 미치는 영향 (PEA Module를 이용한 인쇄모틀 평가)

유성중¹⁾²⁾, 이용규¹⁾, 김용석²⁾, 이세현²⁾

1) 강원대학교 제지공학과, 2) 신호제지(주) 중앙연구소

1. 서론

최근 국내/외적으로 도공지의 고백색화 추세에 대한 관심이 높아지면서 Clay의 사용량을 줄이고 백색도가 높은 GCC나 PCC 그 밖의 고백색 안료의 사용량을 늘이면서 OBA의 사용량을 최소화 하려는 연구검토가 가속화 되고 있다. 그리고 Clay이 투입량이 줄어들면 필연적으로 나타나는 백지광택의 저하 문제와 표면 roughness 저하문제를 도공액의 solid를 높여서 보완하려는 시도가 이루어지고 있다. 또한 이렇게 함으로서 드라이어 건조 효율 개선과 가격이 비교적 저렴한 GCC의 사용량 증대를 통한 원가절감의 효과도 더불어 창출하려는 연구가 이루어지고 있다. 따라서 고농도 도공시 안료의 배합비율 변화는 도공층의 구조 변화 및 건조조건의 변화를 필연적으로 야기 시키게 된다. 이러한 도공지 제조 조건의 필연적인 변화 요인과 인쇄모틀과의 영향성에 대한 검토가 요구되며, 더 나아가 원지의 흡수특성을 적절히 조정하여 도공시 인쇄 모틀에 유리한 원지 조건에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. 통계적으로 인쇄모틀의 발생 원인은 ink나 습수에 기인한 것이 약 9%, 인쇄공정의 오류에 의해 발생하는 것이 약 16% 그리고 피 인쇄체인 종이에 의해 기인하는 것이 약 75%정도 인 것으로 알려져 있다. 또한, 비도공지가 아니라 도공지에서 거의 98% 인쇄모틀이 발생하는 것으로 나타난다. 인쇄모틀의 원인을 도공층에서 살펴보면 첫째, 원지의 불균일성으로 인한 부위별 도공량의 차이와 둘째, 도공층의 두께 방향으로 바인더의 불균일한 분포에 기인한다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 고농도 도공과 원지의 흡수특성이 인쇄모틀에 미치는 영향성에 대한 평가를 PEA(Print Evenness Analyzer)초음파 Module을 이용하여 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

2.1.1 안료

본 연구에서는 도공 안료로 국내에서 주로 사용하는 오미야 코리아의 도공용 GCC 제품을 사용 하였으며, Clay는 국내에 공급되고 있는 앵겔하드 제품을 사용하였다.

Table 1. Pigments quality

Pigments	%, <0.23 μ m	%, <0.55 μ m	%, <1.09 μ m	%, <2.15 μ m	Surface Area m ² /cm ³	Mean Particles diameter (d50%)
GCC	0.00	5.94	56.29	97.58	7.471	1.021
Clay	23.60	65.18	68.31	79.65	19.051	0.366

2.1.2 바인더

바인더는 금호석유화학(주) 제품을 사용하였다.

Table 2. Latex quality

Binder	Surface Tention (dyne/cm)	Viscosity (cps)	Tg (°C)	Gel Contents (%)	Particle Size (Å)
Latex	55.0	200	2	83	1600

2.1.3 유동성 개량제

도공액의 유동성 향상제(rheology modifier)로 국내생산업체 제품을 사용 하였다.

Table 3. Thickner and rheology modifier specification

Binder	Chemical composition	Ionic Charge	Type
Synthetic Thickner	Acrylate copolymer	Anion	Alkali Swellable
Rheology modifier	Acrylate copolymer	weak cation/ Amphoteric	Absorbed on pigment surface

2.2 실험방법

2.2.1 원지 흡수 거동 평가

먼저 원지의 흡수 특성을 평가하기 위해 Table 4에 나타나 있는 것과 같이 사이징 조건을 다르게 한 원지 3종(mill 제조 샘플)을 사용하였다.

Table 4. Treatment of base paper for sizing

BP Components	Unit	BP-A	BP-B	BP-C
Internal Sizing (AKD)	%/pulp	0.4	0.1	0.2
Surface Sizing (SMA)	%/starch silod	0.0	2.0	0.0

2.2.2 도공액의 농도 변화별 흡수 거동 평가

low solid 도공액의 농도는 67%로 제조하였으며, high solid 도공액의 농도는 70%로 제조하였다. 그리고 각각의 농도에 대해 F1배합과 F2배합은 알카리 팽윤형의 synthetic thickner를 사용하였으며, F3와 F4 배합은 rheology modifier를 적용하였다. (Table 5. 참조)

Table 5. Formulation of two solid contents

(unit = part)

Series Components	Low Solid Coating Form.		High Solid Coating Form.	
	F1	F2	F3	F4
GCC	65	65	80	80
Clay	35	35	20	20
Rheology modifier	-	0.4	-	0.4
Synthetic thickner	0.15	-	0.05	-
Latex	11.5	11.5	11.5	11.5
Solid content (%)	67	67	70	70

2.3 평가방법

원지 및 도공지의 흡수거동은 PEA(Print Evenness Analyzer) Module을 이용하여 1sec 이하의 짧은 시간 영역에서 흡수거동을 측정/평가 하였으며, 불균일한 흡수거동으로 인한 초음파 강도의 부위별 표준편차를 mottle index로 나타냈다. 각각의 조제된 도공액의 유동특성은 허큘리스 고전단점도계 DV-10을 이용하여 측정 하였다. SMT사 매엽 코터를 이용하여 도공지를 제조하여, smoothness는 왕연식 측정기를 사용하였으며, roughness는 L&W PPS 측정기를 이용하였다. 도공액 보수도는 AA-GWR을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 원지 흡수 거동 평가

Table 4와 같이 mill에서 사이징 처리된 3종의 원지에 대해 흡수거동에 영향을 미칠 수 있는 물성 위주로 Table 6에 주요 물성을 측정하여 나타냈다.

Table 6. Properties of base paper

Series	Unit	BP-A	BP-B	BP-C
BP Grammage	g/m ²	154.3	154.1	154.6
Thickness	μm	204.7	203.8	200.1
Bulk	cm ³ /g	1.33	1.32	1.29
Density	g/cm ³	0.75	0.76	0.77
Stöckigt Size degree	sec	9.45	2.17	2.40
Cobb Size degree	g/m ²	184.2	215.3	202.6
HST	sec	32.0	1.1	1.1
Smoothness	sec	22.3	17.3	27.3
Roughness	μm	6.39	7.37	5.90

원지 A의 경우는 사이즈도가 가장 높았으며, 표면 roughness가 원지 B보다는 낮았으나 원지 C보다는 다소 높게 나타났다. 원지 B의 경우는 사이즈도 가장 낮고 roughness가 가장 높은 형태로 가장 인쇄모틀에 불리한 특성을 보일 것으로 추정 되었다. 그리고 원지 C의 경우는 사이즈도는 낮으나 roughness가 가장 우수하게 나타났다. 각각의 원지 샘플에 대해 부위별 흡수거동을 평가하기 위해 PEA Module을 이용

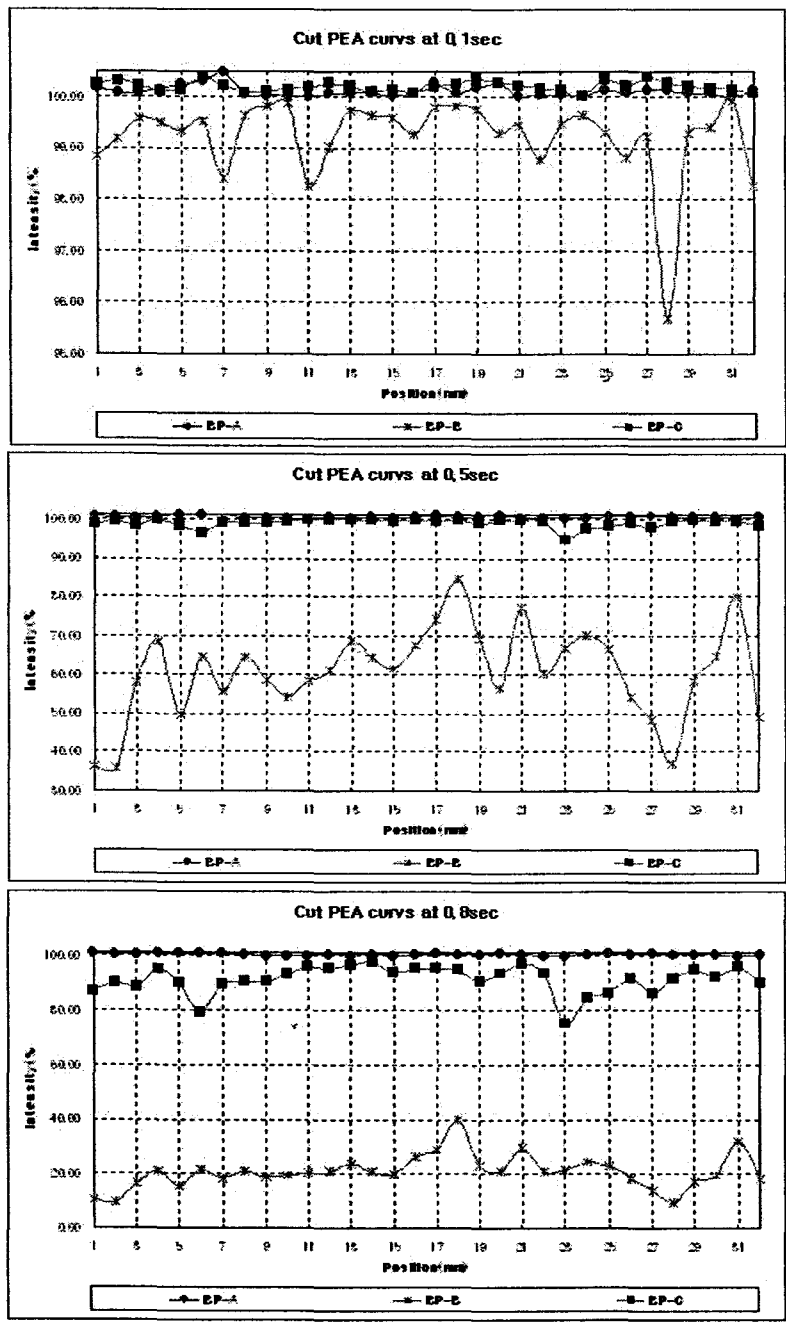


Fig. 1. PEA curves on base paper samples(A,B and C).

하여 시간에 따른 흡수거동을 측정하였다. Fig.1은 각 원지에 대한 PEA 흡수거동을 보여준다. 0.1 sec 영역에서는 부위별 흡수거동은 사이즈도가 낮고 표면 roughness 특성이 떨어지는 원지 B의 경우가 부위별 흡수거동이 불균일하게 나타났지만 0.5sec 와 0.8sec에서는 원지 C의 경우도 불균일한 거동으로 변하는 것을 알 수 있었다. 그리고 사이즈도가 상대적으로 높고 roughness 특성이 다소 유리한 원지 A의 흡수거동 곡선이 상대적으로 가장 균일한 유형의 곡선으로 나타났다.

3.2 도공액의 농도 변화별 흡수 거동 평가

도공액의 농도 변화에 따른 인쇄모틀의 영향성을 평가하기 위해 Table 5와 같은 조건으로 도공액을 제조하여 우선 도공액의 물성을 평가하여 Table 7에 나타냈다.

Table 7. Properties of coating formulation

Series	Low Solid Coating		High Solid Coating	
	F1	F2	F3	F4
Low Shear Viscosity(cPs) (Brookfield viscometer-60rpm)	2909	2809	3300	3200
High Shear Viscosity(cPs) (Hercules viscometer-6600rpm)	39.6	29.0	41.1	46.9
Water Retention : g/m ² (2atm, 1min)	145.0	145.0	198.8	111.3
Solid (%)	67.0		70.0	

도공액의 조제기준은 각 농도별 low shear viscosity를 유사하게 나타나도록 조제하였다. 그 결과 저농도 도공액의 경우 rheology modifier를 적용한 F2의 경우 유사 water retention영역에서 high shear viscosity가 우수한 특성이 나타났고, 고농도 도공액에서 F3의 경우 high shear viscosity는 다소 우수하나 water retention 값이 지나치게 떨어지는 결과를 보였다.

위의 도공액을 앞서 언급한 Table 6의 3종의 원지위에 편면 약 20g/m² 도공하여 도공지 및 원지 종류별 흡수거동을 PEA module을 이용하여 0.1sec, 0.3sec 그리고 0.5sec 영역에서 측정하여 Fig.2에 나타냈다.

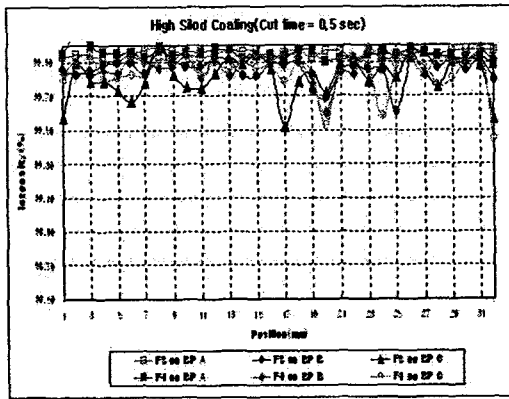
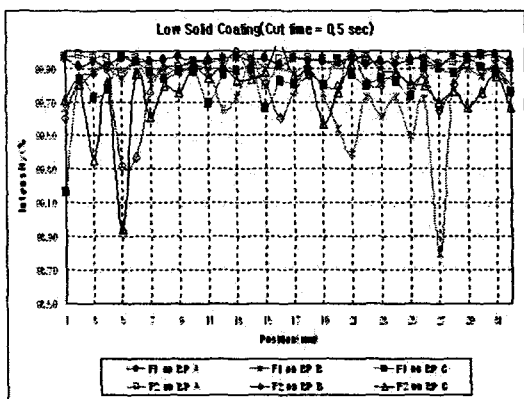
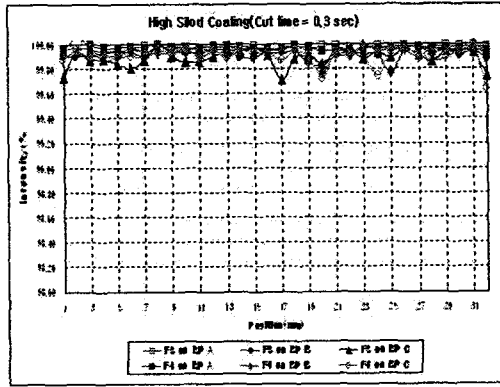
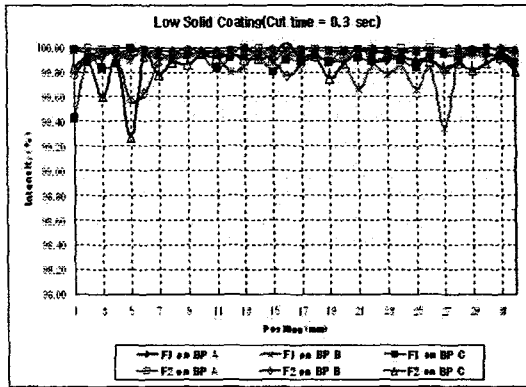
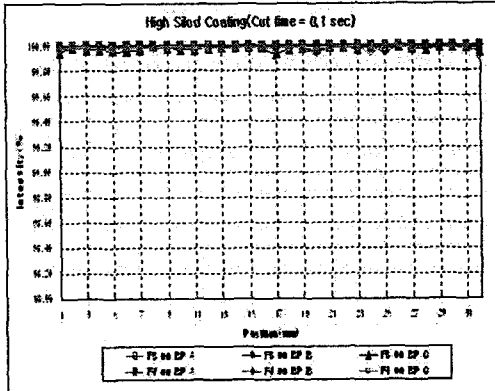
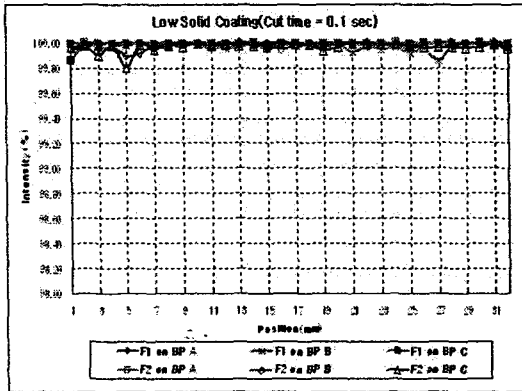
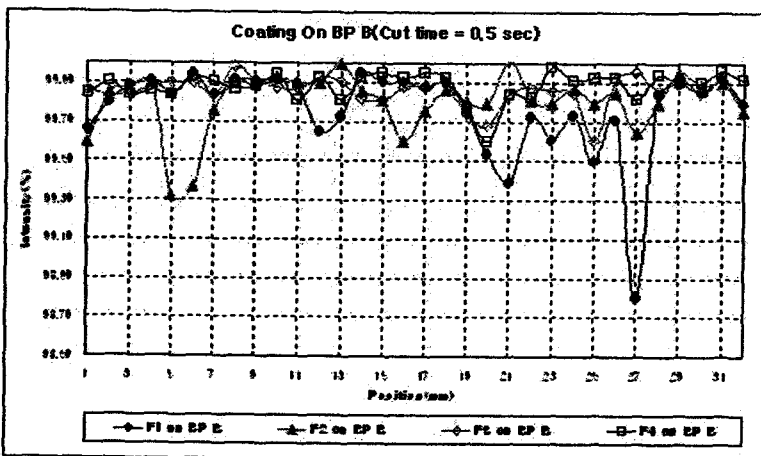
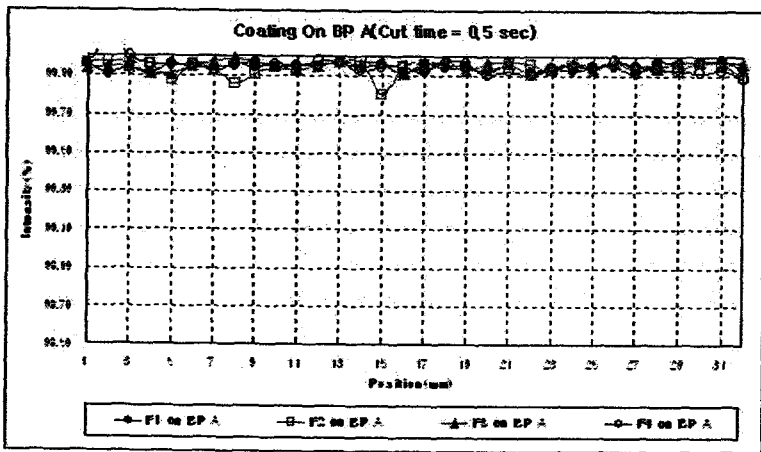


Fig. 2. PEA curves of coated paper samples.

고농도 도공액으로 도공한 도공지의 경우가 저농도 도공액으로 도공한 도공지보다 균일한 PEA 흡수거동을 보이는 것을 시각적으로 나타낼 수 있었다.

3.3 도공 후 원지 종류별의 흡수 거동 평가

Fig.1에서 원지 B의 경우가 인쇄모틀을 발생시킬 수 있는 가능성이 높을 것으로 예견했으며, 원지 A의 경우가 가장 우수한 특성을 나타낼 것으로 판단했었다. 따라서 각각의 원지에 동일 조건의 도공액을 도공한 후 도공지의 흡수거동의 균일성에 대한 평가를 0.3sec의 PEA 흡수영역에서 Fig.3에 나타냈다.



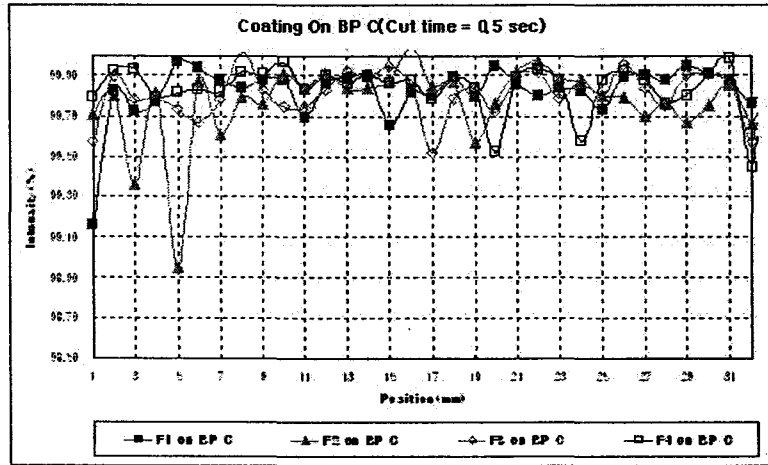
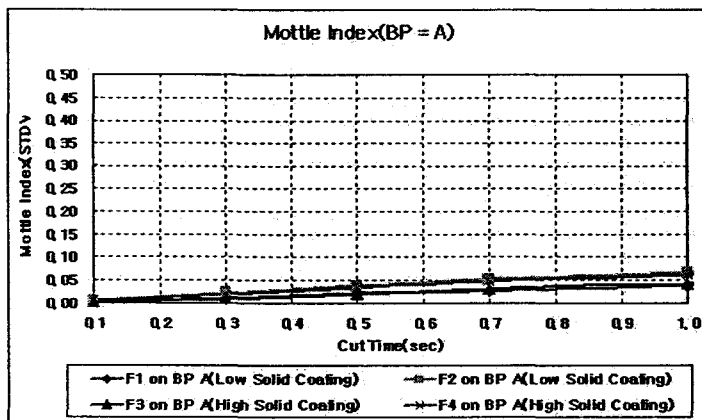


Fig. 3. PEA curves of variations on base papers with coating colors(F1 ~ F4).

원지 A의 경우는 도공액의 농도에 따른 흡수거동의 불균일성의 영향성이 적은 것으로 나타났으며, 원지 B와 C의 경우가 도공액의 농도에 따른 흡수 거동의 불균일성이 불량하게 나타났다.

3.4 최종 PEA mottle index 평가

최종적으로 도공농도에 따른 흡수거동과 원지의 흡수거동의 불균일성에 관한 평가하기 위해 흡수시간영역에 따른 각 부위별 PEA 초음파 강도의 표준편차를 구하여 mottle index 값을 평가하였다,



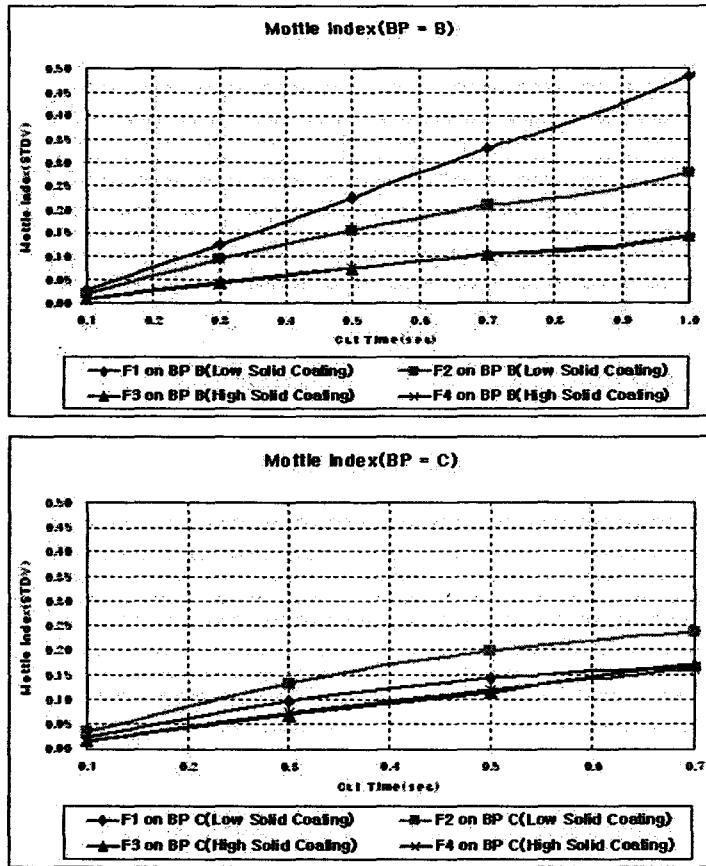


Fig. 4. Mottle index curves of sample coated on base papers with coating conditions

Fig. 4는 조건에 대한 모틀 발생 가능성에 대해 최종평가 항목인 PEA mottle index를 시간 영역대별로 보여준다. 원지 조건에서는 사이즈도 높고 roughness는 다소 우수한 원지 A의 경우가 각 도공액 조건변화에도 가장 우수한 mottle index 값을 보여주고 있다. 그리고 도공 조건에서도 고농도 도공의 경우가 각 원지조건 변화도 우수한 mottle index 값을 보여준다는 것을 알 수 있었다. 원지 조건 B에서는 저농도 도공의 경우는 각 도공 조건별 mottle index값의 변화의 폭이 큰 것을 알 수 있었다.

이는 원지의 조건 중 사이즈도가 지나치게 낮고 표면 roughness특성이 떨어질수록 그리고 도공액의 농도가 낮을수록 바인더의 분포가 불균일해지고 그로 인한 인쇄모틀 발생의 가능성이 높아지는 것을 재차 확인 할 수 있었다.

4. 결론

인쇄모틀 현상에 대해 예측하고 제어할 수 있는 방법은 많은 연구검토가 이루어져 왔다. 그러나 아직까지도 개념적인 면이 강하고 명확한 제어 방법을 적용하는 것은 어려운 것으로 알려져 있다. 또한 인쇄모틀에 대한 영향 인자도 무수히 많은 것으로 알려지고 있으며 그에 대한 수많은 보고들이 있었다.

본 연구에서는 PEA 분석 장비를 이용하여 인쇄모틀에 대해 도공액의 농도와 원지의 조건이 인쇄모틀에 미치는 영향성에 대해 검토 하였다. 그 결과 이미 알려진 바와 같이 도공액의 고농도화, 원지의 적정 사이즈도 발현 및 표면 roughness가 도공 후 인쇄모틀 발생 가능성을 줄일 수 있다는 사실을 시각적인 그림과 수치로 표현 할 수 있었다.

5. 참고문헌

1. *Ultrasonic Systems for Liquid Absorption Measurements - Part.1. New Tester and Methodology for Mottle Problems, 2004 Coating and Graphic Arts Conference.*
2. *Ultrasonic Systems for Liquid Absorption Measurement: Ultrasonic Systems for Liquid Absorption Measurement, 2005 Papermakers Conference.*
3. *Ultrasonic Systems for Liquid Absorption Measurement: Part. 2. Validation of Ultrasonic Testing for Liquid Absorption Uniformity, 2005 Papermaking Conference.*
4. *Relationships between the coating surface structural variation and print quality, Journal of Pulp and Paper Science, June 2003, Vol. 29(6).*
5. *Size press programs for print quality improvement, Solutions!, Online Exclusives, June 2005, Vol. 88(6)*
6. *Reducing Mottle Through Coating Structure Design, 1993 Coating Conference Proceedings.*
7. *Predicting print mottle: a method of differentiating between three types of mottle, TAPPI JOURNAL, July 1994, Vol. 77(7).*
8. *Precalendering and its effect on paper-coating interaction, TAPPI JOURNAL, August 1992, Vol. 75(8)*