

Practical Study of Free Jet and Roll Application in Paper Coating Properties

안 성남¹⁾ · 황 명동¹⁾ · 심 규섭¹⁾ · 김 상용²⁾ · 지 원일²⁾

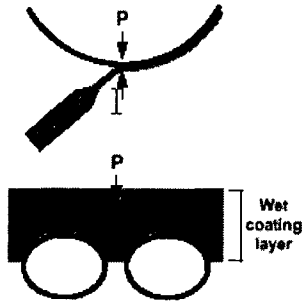
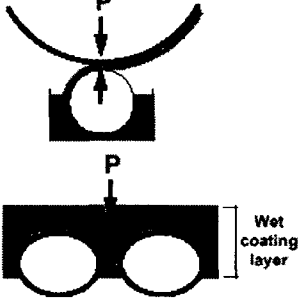
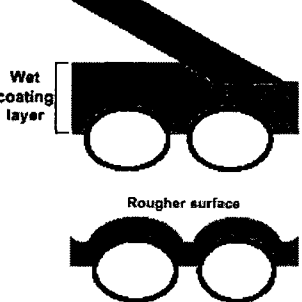
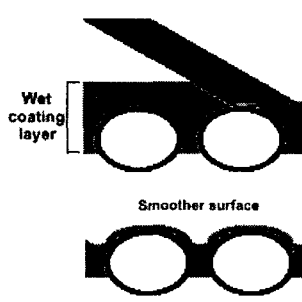
¹⁾ 한솔기술원 제지연구소 · ²⁾ 한솔제지 장항공장

1. 서 론

아트지 코팅용 코터의 경우 시장수요증가 및 생산성제고를 위해 설비의 광폭 고속화가 이루어짐에 따라 나타난 변화중 대표적인 것이 코터 어플리케이션 방식의 변화라 할수 있다. 오랜동안 아트지 코팅용 고속코터의 어플리케이션 방식은 회전롤을 이용한 플러디드 nip 타잎 어플리케이션이 주로 이용되어 왔으나 1400mpm 이상의 고속에서 나타나는 칼라팁, 링패턴등 작업성 및 품질적인 한계성로 인해 90년대들어 Free Jet을 이용한 신 개념 어플리케이션이 등장, 현재 우수제지사들에 의해 설치 운용되고 있으며 설비제조사들에 의한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 최근 발표되고 있는 문헌이나 현장 운용의 경험들을 살펴보면 각 어플리케이션이 Wet Coating Structure 형성과정에서의 상이한 기작으로 인해 일련의 품질차가 발생하고 있으며, 현재 보편화되어가고 있는 Free Jet 어플리케이션에서 나타나는 품질문제점을 개선하기위한 일련의 연구가 수행되고 있다.¹⁻⁴⁾ 이에 본 연구에서는 각 어플리케이션의 특징 및 작용원리를 고찰하고 선행 발표문헌 및 우수 선진제지사와의 기술미팅을 통해 얻은 결과를 토대로 파일렛 코터를 이용하여 동등조건에서 나타나는 품질 및 실험인쇄특성을 관측, Free Jet 코터의 품질특성을 롤 어플리케이션 방식과 비교함과 동시에 품질개선의 방향을 찾아보고자 한다.

2. 어플리케이션 원리 및 특징⁴⁾

항 목	Jet Fountain	Flooded Nip
개략도		
원 리	코팅칼라를 가압하여 파운틴의 좁은슬릿에서 분출, 과량의 칼라를 종이에 전이후 미터링	폰드내의 코팅칼라를 전이롤에 묻혀 백킹롤과 전이롤 사이에 형성되는 Nip에서 가압 상태로 과량의 칼라를 종이에 전이후 미터링

항 목	Jet Fountain	Flooded Nip
장 점	<ul style="list-style-type: none"> · 고속 코팅 유리(1400m/m이상) · 코팅층의 벌크화 · 코팅커버리지 유리 · 운전 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · Roll Nip압에 의해 안정된 코팅층 형성 (Fast Immobilization) · 평활도, 거칠음도 유리 · 기포, 미도공방지 유리
단 점	<ul style="list-style-type: none"> · 기포, 미도공 발생 · Wet coating층 불안정 	<ul style="list-style-type: none"> · 고속 코팅시 폰드내 칼라불안정 요인내재 · 롤 패턴, 미스팅 발생
코팅층 형성	 <p>Flooded Nip에 비해 Fountain에서 분출된 칼라의 압력이 낮아 원지내 침투량이 적고 칼라 Hold out이 우수(Bulk화 유리)</p>	 <p>Roll Nip에 의해 형성된 압력에 의한 칼라 침투로 안정되나 Dense한 코팅층 형성</p>
미터링 / 품질 특성	 <p>Bulk 한 Wet Coating 층을 미터링하므로 Fiber Coverage 우수</p>	 <p>안정한 Wet Coating 층을 미터링하므로 미터링후 우수한 표면 형성 유리</p>

3. 실 험

각 어플리케이션 방식에 따른 차이 및 Free Jet 방식의 품질개선 방향을 알아보기위하여 칼라의 농도조절 및 원지조건 변화(표면 무사이징, 프리칼렌더링)에 따른 실험방법을 채택하였다.

3.1 사용 원지

Wood Free Paper 95 gsm

3.2 적용 칼라

Fine Clay	40 pt
GCC	60 pt
S/B Latex	12 pt
TSC	65.3 & 63.3%

3.3 실험 조건

적용 설비	Pilot Coater & Supercalender(KCL, Finland)
코팅 량	33 gsm
코팅 속도	1310 mpm
칼렌더링	800 mpm, 90 °C, 150/300 kN/m, 11nip
최종 수분	5 %

3.4 실험 내용

항 목	콜 어플리케이션	Free Jet 어플리케이션		
내 용	기준칼라사용 (R / L)	기준칼라사용 (J / F)	기준칼라 농도조절 (TSC Dn, 63.3%)	원조건 변경 (표면 무사이징- No Size, 프리칼렌더링 - Precal)

3.5 결과 분석

1) 백지 기본물성

평량, 두께, 벌크, 지합(β -ray Formation), 광택, 거칠음도, 불투명도, 코팅커버리지 (Burn-out Test), 투기도(수은관입법)

2) 실험 인쇄물성

Dry Pick, Wet Pick, 잉크건조성, 모틀링, 인쇄광택 및 실인쇄테스트

4. 결 과

위에 제시된 실험조건상에서의 코팅 작업성은 모두 양호하게 유지되었으며 기계적요소를 일정하게 유지한채 칼라 및 원지의 조건변화를 통해 얻은 일련의 주요결과는 다음과 같다

4.1 백지 물성

파일럿 코팅의 특성상 균일한 코팅작업이 이루어져 코팅량은 34.1 - 35.7 gsm 의 범위로 유지되었으며, 동일조건으로 연속하여 수퍼칼렌더링을 실시하여 0.81 - 0.83 의 벌크를 형성하였다.

1) 어플리케이션 방식에 따른 품질특성

백지광택 및 거칠음도등의 겉보기물성은 롤 어플리케이터가 다소 양호하고 각 방식에 의해 이루어지는 코팅에 의한 지합개선효과는 차이가 없는 것으로 나타나는 것에 비해 Free Jet 어플리케이터를 이용해 원지 및 칼라조건의 변화를 가져간 것이 보다 효과적인 물성차이를 발현하는 것으로 나타났다. 또한 본실험에서 획득된샘플의 경우 Burn-out 방식에 따라 측정된 코팅 커버리지는 유사하게 나타났다.

반면 수은 투기도계를 이용한 구조분석 및 흡수도 측정(Bristow) 결과 서론에서 제시한 코팅층형성의 특징을 나타내는 효과로 롤 어플리케이션에 의해 형성된 코팅층이 공극부피는 유사하나 보다 작은 공극지름을 형성하여 물과 오일의 흡수특성차이가 발현되는 결과 및 Free Jet 방식에 비해 치밀한 코팅층이 형성되었음을 확인하는 결과를 획득하였다

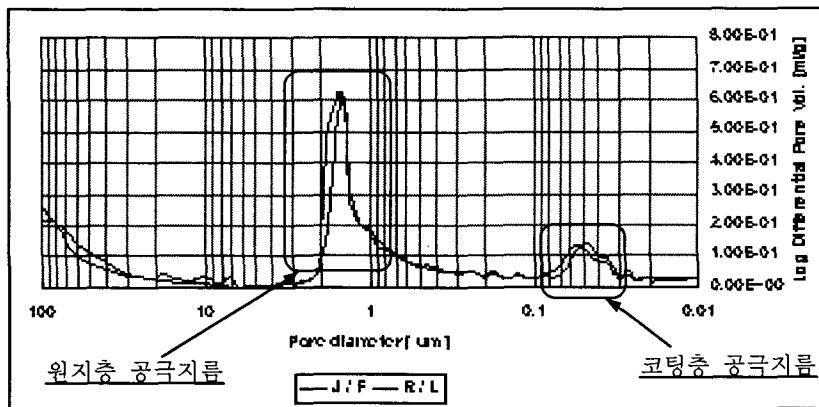


그림1. 수은투기도 측정 결과

2) 칼라 및 원지물성 변화에 따른 품질특성

겉보기 물성 및 인쇄적성에 있어 칼라의 농도를 하향조절한 경우 우수한 특성을 발현하고 있었으며 특히 다소열세인 커버리지상태에서 광산관계수와 백색도가 상대적으로 낮은 값을 보여 코팅층내 피그먼트 입자배열상태가 고르게 형성, 매우 높은 백지 광택값으로 표현되고 있었다. 그러나 상대적으로 많은 원지내 수분침투로 인해 Fiber Roughening 이 발생, 거칠음도가 저하되는 특성을 나타내고 있다.

	원지시험	코트지 시험	커버리지	백지광택	거칠음도
J/F	4.37	2.14	유사	71.1	0.97
R/L	4.41	2.23		77.3	0.92
No size	4.83	2.34	열세	70.5	0.94
Precal.	4.42	2.22	열세	74.4	1.07
TSC Dn	4.42	2.16	열세	81.7	1.05

4.2 인쇄 물성

1) 표면강도 및 모틀링 특성

IGT 및 Prufbau 실험인쇄기를 이용하여 실시한 결과 표면강도(Dry & Wet Pick)면에서는 표면 사이징이 얇된 원지를 이용한 경우를 제외하고 미미한 차이를 나타냈다. 앞장에서 살펴본 백지구조와 관련을 지어 생각해보면 롤 어플리케이션 방식에 의해 형성된 코팅층의 경우 형성된 코팅층의 공극지름이 작아 모세관압이 상대적으로 크게 발생하고 이에 따라 물의 흡수가 빨라져 동일 배합비를 갖는 코팅층의 수화속도에 영향을 미치게 되고 결국은 Wet Pick 강도가 미미하나마 저하되는 결과를 나타내었으며 반면 Free Jet방식에 의해 형성된 코팅층은 Dry Pick 강도에 다소 차이를 나타냈다. 한편 모틀링테스트 결과, 롤 어플리케이션 방식이 보다 균일한 특성을 나타내고 있어 코팅층 형성구조에 매우 민감하게 반응하는 것으로 나타났다

2) 인쇄광택 및 잉크건조성관련

잉크를 각각의 시편에 1gsm 씩 전이한후 인쇄광택, 농도, 잉크 건조성을 측정하였다. 잉크의 표면 잔존율과 관계되는 본 특성은 코팅층 구조와 관련하여 매우 뚜렷한 결과치를 보여 치밀한 구조가 형성되어 있는 롤 어플리케이션의 경우 잉크건조성은 저하되나 잉크잔존율이 높아 인쇄광택이 우수한 특성을 보이고 있으며 칼라의 농도를 하향조절한 경우도 이와 유사한 특성 발현이 나타났다.

3) 실인쇄 특성

4도 인쇄기를 이용한 실인쇄의 경우 위의 실험인쇄시 발생했던 품질차는 뚜렷하게 나타나지 않았다

5. 결 론

본 고에서 실험, 분석한 내용을 통해 살펴본 Free Jet 어플리케이션의 특성은

- 1) 겉보기 물성(백지광택, 거칠음도)의 경우 롤 방식에 비해 열세하며
- 2) 코팅층의 구조가 상대적으로 Bulky하여
- 3) 인쇄시 인쇄광택, 모틀링 및 Dry Pick 이 다소 불량한 것

으로 나타나 전체적으로 비교할 때 롤 어플리케이션 방식이 다소 우위의 품질을 갖는 것으로 판단되지만 그 차이의 절대적 범위가 크지 않았으며 이는 원지 및 코팅칼라조건 변경에 의해 개선방향을 찾을수 있었다.

본 실험내용중 칼라농도를 하향하여 코팅한 경우 코팅층 구조형성이 광택 및 인쇄적성 발현에 유리하여 롤 어플리케이션 방식에서 발현되는 물성에 접근하고 있으나 상대적으로 높은 원지내 수분침투로 인한 Fiber Roughening 효과의 제어에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Trefz, M., Hess, H., *1997 Tappi Coating Conference Proceedings*, Mill Experience with Advanced Type of Free-Jet Coating Applicator.
2. Pesenti, F., *1998 Tappi Coating Conference Proceedings*, Free Jet Applicator : Advantages and Future
3. Urscheler, R., *1999 Tappi Coating Conference Proceedings*, Practical Study of Free Jet Application in Paper Coating
4. Hirons, A.G., *1999 Tappi Coating Conference Proceedings*, Evaluation of The Jet Fountain Applicator in Blade Coating Systems for Rotogravure