

백판지의 패션/구부림 가공 시 터짐 현상에 관한 연구

Studies on Cracking of Crease/Fold of Coated Paperboards

임원석 · 김창근 · 이용규

강원대학교 제지공학과

1. 서 론

패션/구부림 가공은 판지 인쇄 후 가공에서 가장 중요하게 생각되고 있는 공정이다. 일반적으로 고품량 백판지를 소비자에게 맞는 형태로 가공하는 공정인 접지 공정은 종이 표면에 패션을 넣어 구부리기 쉽게 처리하여 접는 공정으로서 이 때 구부리는 면의 표면적 증가와 내부에서 외부로 향하는 Stress에 의하여 종이의 도공층이 터지는 현상이 발생하기도 한다.¹⁾ 이러한 현상이 발생하면 인쇄물 외관의 미적인 손실과 포장 재료로서의 강도적 손실에 의해서 포장 재료로서의 기능을 상실하게 되는 등 제품으로서 모든 것에 악 영향을 주게 된다.²⁾

터짐 현상(Cracking)은 도공된 종이 가공을 지날 때 발생하는 미적 결함으로 잡지, 책, 종이가방이나 박스류를 구부렸을 때 주로 발생하며, 외관상 구부린 부분에서 코팅층의 소규모 분열로 특징지어 진다. 분열이 일어나는 요인을 분석해보면 원지, 도공층, 안료, 첨가제, 바인더, 최종인쇄물의 함수율, 인쇄공정 등으로 나눌 수 있다.³⁾ 이러한 백판지의 패션 터짐을 방지하면서 구부림 가공을 우수하게 하기 위해서 백판지에 요구되는 특성은 여러 가지가 있다. 특히 고품량인 경우에는 종이가 구부러지면서 변형이 크게 되는 만큼 외부로 밀리는 힘이 더욱 크게 작용하게 되고 그 힘을 충분히 수용하기 위해서는 종이 자체의 파괴 강도가 필요하게 되며, 표면층에 작용하는 신장력의 영향이 상당부분 차지하기 때문에 도공층이 관여하는 부분이 크다.

따라서, 본 연구에서는 도공층 특성이 패션/구부림 가공적성에 미치는 영향을 밝혀 내어 향후 연구방향의 기초로 삼고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

본 연구에서 사용된 백판지 원지는 H사에서 분양받아 사용하였다. 도공 안료는 GCC(Setacarb 60, 95K[®], OMYA KOREA), 클레이(Ultra Gloss E10[®], EngelHard), Plastic Pigment(Roparque KP-60K[®], ROHM & HAAS)를 사용하였다. 바인더는 4종의 제품을 분양받아 사용하였다. 바인더의 물성을 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. Properties of latices

Latex	Tg	Particle size	Gel content
1	-5	1150	80
2	0	1200	80
3	+6	1700	80
4	+25	1400	80

2.2 실험 방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액 배합은 고형분 농도를 Pre color 60%, Top color 68%로 하였으며, 배합비는 Table 2.에 나타내었다.

Table 2. Formulation of coating color.

	(unit : pph)	
	Pre color	Top color
GCC 60	100	-
GCC 95	-	70
Clay	-	25
Plastic Pigment	-	5
Latex	10	14
Starch	7	-
Dispersant	-	0.05
NaOH	0.05	0.12
Lubricant	-	0.5
Insolubilizer	-	0.5
Thickener	-	0.2

2.2.2 도공지의 제조와 물성측정

Pre, Top 각각 15g/m²의 도공량으로 맞추어 반자동 K-control coater를 사용하여 더블 도공지를 제조하였다. 건조는 열풍 건조기에서 30초간 건조시켰다. 캘린더링은 실험실용 슈퍼 캘린더(Beloit사, USA)를 사용하여 온도 70℃, 압력 250psi에서 4회 통과시켰다.

도공지의 물성은 Roughness(PPS, L&W, Sweden), Gloss와 Ink Gloss (Technidyne, U.S.A), Brightness(Elepho 3300)를 측정하였다.

2.2.3 인쇄실험

인쇄는 실험실 인쇄기인 RI-2형(AKIRA, 일본)을 사용하여 100% solid 인쇄를 하여 Dry Pick, Wet Pick, Ink Repellence, Ink Set-Off, Ink Gloss를 오염법으로 평가하였다. 여기서 5가 가장 양호한 것이고 1이 가장 떨어지는 것이다.

2.2.4 패션/구부림 실험

인쇄된, 비인쇄된 도공판을 실제 인쇄공장에서 사용하는 톱슨기(YT-104ONCS, YOUJING SHIN Machinery)로 압력은 최고압력 80%, 속도 1800 sheet/hr로 패션작업을 하였다. 구부림 실험은 실험실용 캘린더를 사용하였다. 패션/터짐의 사진촬영은 ICAMSCOPE (베스테크(주))를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공지의 물성 변화

(가) Roughness와 Paper gloss

Fig. 1의 거칠음도는 Latex 3이 가장 높은 값을 나타내었는데, 이 같은 경향은 Table 1에서 라텍스의 물성을 확인해 보면 입자경이 원인이 되어 도공층의 bulky도가 증가한 것을 알 수 있다. 백지광택은 표면의 평활도에 가장 큰 영향을 받는다³⁾⁴⁾는 내용과 일치한다. 또한, 백지광택은 Tg가 높을수록 좋은 결과를 보였다³⁾⁴⁾.

(다) Brightness

도공지의 백색도는 원지와 안료의 백색도에 가장 큰 영향을 받는데, 원지와 안료를 같은 것을 사용하였기 때문에, 원지 자체의 얼룩에 의한 차이를 보였다.

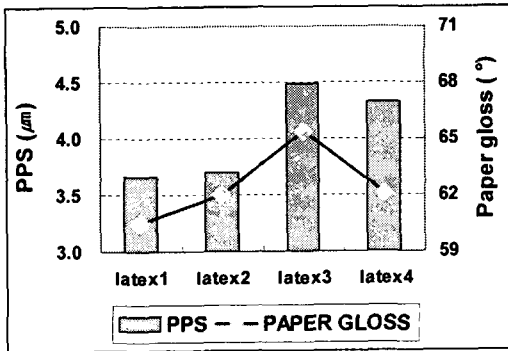


Fig. 1. Roughness and Paper gloss

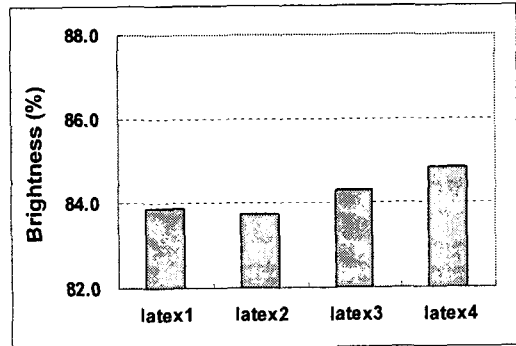


Fig. 2. Brightness

3.2 인쇄 적성 평가

(가) Dry pick , Wet pick , Ink repellence

Dry pick은 라텍스 4의 경우 가장 낮은 결과를 보였다. 이는 Tg가 25°C로 최대치 범위를 벗어나 성막성이 저하되고, 안료와의 접촉 면적이 감소하게 되었기 때문이다.⁵⁾ Wet pick강도는 대개 Tg가 낮을수록 양호한 경향을 보였다³⁾. Ink Repellence는 Wet pick과 유사한 경향을 보였다.

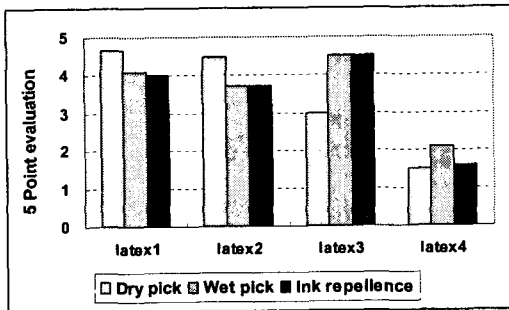


Fig. 3. Dry pick, Wet pick and Ink repellence

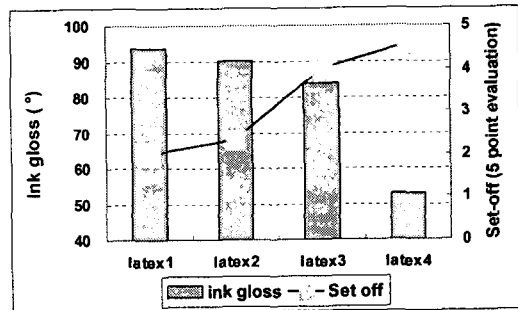


Fig. 4. Ink gloss and Set-off

(나) Ink set-off, Ink gloss

Tg가 낮을수록 Ink hold-out이 좋기 때문에 인쇄광택은 증가하는 경향을 보였다. Tg가 높으면 필름성막성이 감소하고 다공질의 표면을 가지게 되어 Ink solvent의 흡수가 빨라져 잉크의 재 분리현상을 초래한다.⁶⁾ 이로 인해 set-off되는 잉크량은 줄어들게 된다.

3.3 패션/구부림 평가

(가) 패션작업

작업성에 무리가 없을 정도의 일정한 압력으로 패션을 넣은 도공판지의 표면은 압축과 신장에 의한 변형은 발견하지 못했다.

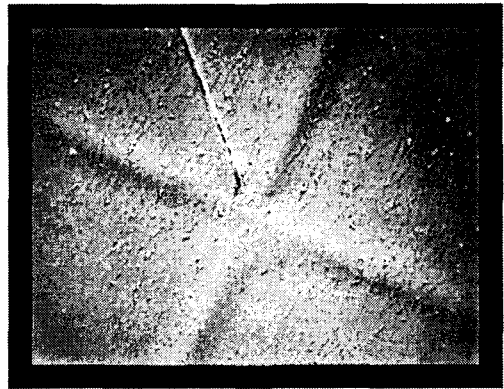


Photo 1. Creasing on unprinted paper Photo 2. Creasing on printed paper

(나) 도공된 백판지의 터짐 현상

사진 3, 4에서 보면 MD를 축으로 접은 sample 4가지 모두 길이방향으로 길게 갈라진 것을 확인할 수 있었고, CD를 축으로 접은 sample들은 MD를 축으로 접은 sample들에 비해 갈라진 부분의 길이가 비교적 짧고, 축에 대해서 상당히 벌어진 것을 확인할 수 있었다. 그리고 CD를 축으로 접은 sample보다 MD를 축으로 접은 sample에서 더 많은 갈라짐(Cracking)이 발생한 것을 확인할 수 있었다.

또한, latex 1의 경우에는 잘게 금이 가는 것에 비해서 latex 4는 갈라짐의 길이와 양이 증가하였다. latex 1이 접은 부분의 10%정도이고, latex 4는 30%이상으로 (latex 1 < 2 < 3 < 4) 단계적으로 상승하는 경향을 보여주었다.

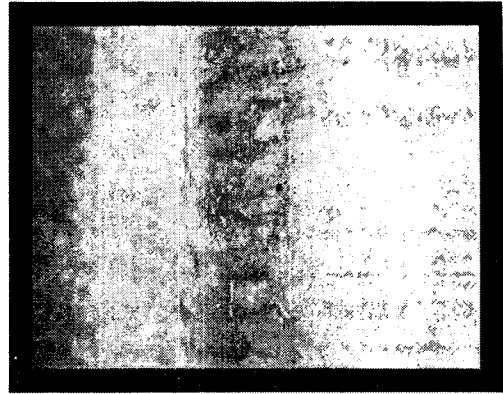
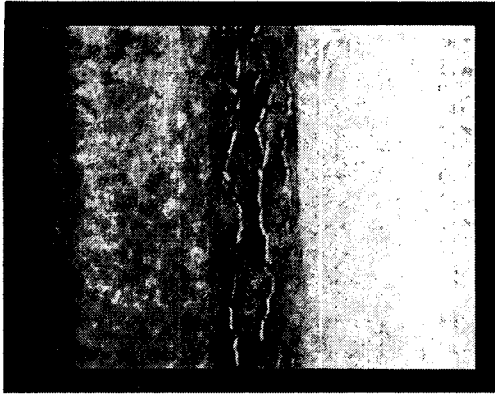


Photo 3. Cracking of unprinted paper at MD Photo 4. Cracking of unprinted paper at CD

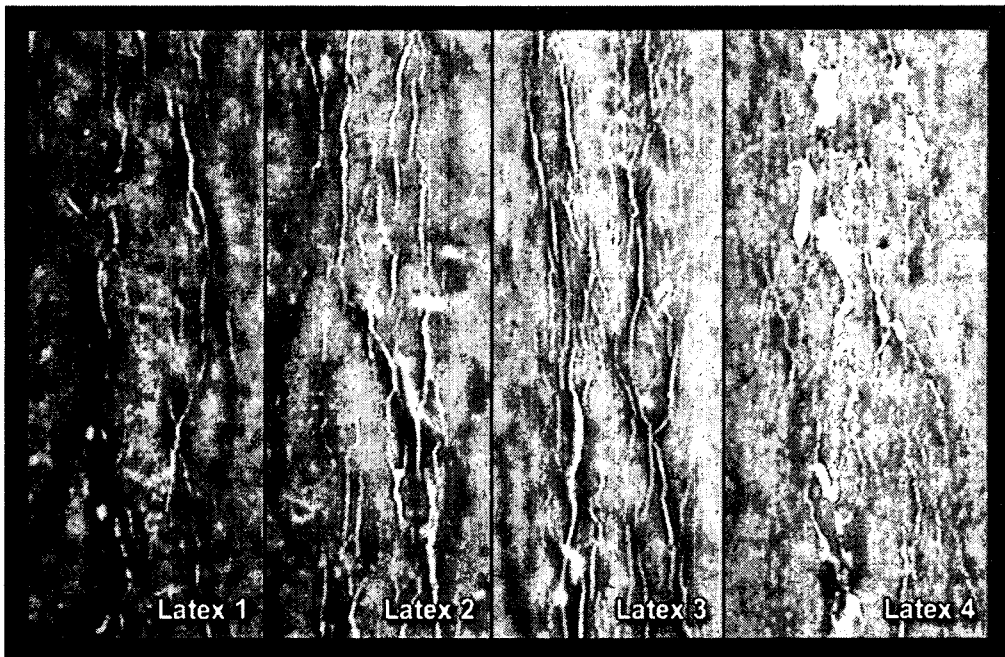


Photo 5. Fold cracking of samples at MD

(다) 인쇄한 도공된 백판지의 터짐 현상

사진 5에서 보는 바와 같이 인쇄하지 않은 sample에 비해서 갈라짐 현상 현저히 증가하였다. 이것은 잉크에 포함되어 있는 바인더가 setting되면서 필름을 형성하였다가 패션/구부림 가공을 하면서 압축과 신장을 견디지 못하고 필름이 깨지기 때문이라

판단된다. Latex 1을 사용한 sample이 가장 양호하였고, latex 2, 3을 사용한 sample은 흡사한 경향을 보여주었다. latex 4를 사용한 sample은 4가지 중에 가장 좋지 않은 결과를 보여주었다.

4. 결 론

본 연구에서는 Tg가 다른 4종의 라텍스를 사용하여 패션/구부림 가공으로 인한 Cracking 발생에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Dry pick은 Tg가 25℃로 높은 경우 인쇄적성은 많이 떨어지는 결과를 확인할 수 있었다.
2. 터짐 현상을 보기위해 MD/CD를 축으로 접었는데, MD를 축으로 접었을 경우에는 길이방향으로 길게, CD를 축으로 접었을 경우에는 짧고 축 방향에 직각으로 터지는 차이를 보였다.
3. 인쇄되지 않은 샘플보다는 인쇄된 샘플에서의 터짐현상이 더욱 심한 것을 확인할 수 있었다.
4. 패션 작업시에 가하여지는 압력만으로는 표면층에 커다란 변화를 줄 수 없었다. 추후 연구에서는 표면층에 가해지는 압력을 달리 조정하여 살펴볼 것이다.

참고 문헌

- 1) 조신환 외4인, “패션/구부림 가공과 종이물성과의 상관관계에 관한 연구, 2000년 펄프종이공학회 추계학술발표집
- 2) R N Jopson and K Towers, “Improving fold quality in coated papers and boards - The relationship between basestock and coating”, 1995 Coating Conference, p 459-477

- 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., "Pigment Coating and Surface Sizing of Paper", Papermaking Science and Technology, p.211
- 5) Klun, R. T., Fundamentals of Latex Technology Tappi Binders Short Course(1998)
- 6) Van Gilder, R.L. and Purfeerst, R.D., "Commercial Six-color Press Runnability and the Rate of Ink-tack Build as Related to the Latex Polymer Solubility Parameter," TAPPI 1994 Coating Conference Proceedings, TAPPI PRESS, Atlanta; Tappi J. 77(5):230 (1994).