

라텍스와 원지의 물성이 내블리스터·적성에 미치는 영향

임원석 · 이용규

강원대학교 제지공학과

1. 서 론

현대사회가 정보의 빠른 유통으로, 다양한 고급문화가 보편화된 사회로 변모하면서 인쇄용지에 대한 요구량이 급증되고 있다. 이에 따라 제지공장들은 높아지는 수요량을 충족시키기 위해 일일 생산량이 점차 증가하게 되고 그에 맞추어 초지속도가 가속화되고 있으며, 소비자의 다양하고 고급화된 요구로 품질 향상과 생산 효율성의 개선 등도 함께 향상되고 있다.

종이 제조에 있어서 건조공정이 중요한 이유는, 백상지 제조공정, 다시 말해 초지기에서부터 코터(Coater)까지의 공정이 오프라인에서 온라인으로 변해가고 있기 때문이다. 고속의 온라인 초지기에서는 원지가 충분히 마르지 않은 상태로 도공을 하게 되기 때문에 충분한 건조시간을 거칠 수 없어 블리스터링이 발생하게 된다.

블리스터링 때문에 생기는 재화의 낭비 즉, 파지로 인한 펄프의 손실이나 건조 시 사용되는 열에너지의 낭비, 원유의 Monomer로 제조하는 고비용의 라텍스의 손실을 우려할 수 있고, 무엇보다 가장 직접적이고 대량 구매하는 소비자인 인쇄업체에서 인쇄시에 일어나는 불량품으로 Claim이 발생하면 같은날 생산되었던 인쇄용지를 모두 수거하여 생기는 막대한 손실을 예방하기 위해 블리스터링의 중요성을 인식하게 되었다.

블리스터링(Blistering)이란 천연두 흔적과 같은 모양의 종이의 결점을 말한다. 블리스터링이 생기는 이유는, 초지기의 드라이어 실린더에서 원지의 섬유와 공극에 함유된 수분이나, 오프셋 윤전 인쇄시의 잉크가 급격하게 증기로 변하면서 발생하고, 온라인 머신에서는 1차 건조 후 도공액을 바르고, 2차 건조 공정 시 탈수될 때 원지내의 채 마르지 않은 수분이 증발할 때 원지위에 도포된 도공층을 파괴하여 표면에 도공층이 부풀어 오르기 때문이다.

본 실험은 블리스터링 발현을 관찰하기 위해 물성을 달리한 라텍스와 원지의 내부 결합력에 중점을 두고 설계하여 원지와 도공층이 블리스터링에 미치는 영향을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 원지

원지의 내부결합강도가 미치는 영향을 검토하기 위해서 사용한 원지는 수초하여 사용하였고, 그 외 원지는 S사에서 제조한 제품(평균 65g, 71g, 103g, 119g)을 사용하였다.

2.1.2 Latex

Table.1 Latex characteristics

Items	Unit	Latex A	Latex B	Latex C
Solid content	%	50	50	50
Particle size	μ	1,100	1,400	1,700
Tg	℃	0	24	20
Gel content	%	80	75	50

라텍스의 주요 물성과 Blistering과의 관계를 규명하기 위하여 Tg, 입자경, Gel content 등이 다른 3종류의 라텍스를 D화학에서 분양받아 실험하였다(Table.1).

원지의 내부결합강도를 다르게 한 실험에는 Latex A만을 사용하였다.

2.1.3 지력증강제

지력증강제로는 C사에서 분양받은 SuperCat #6060 (Cationic starch)를 사용하였고, 전건펄프 중량 대비 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6%의 비율로 첨가하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 원지,도공지의 물성 측정

－ 광학적 성질 측정

백지광택은 광택도 측정기(Glossmeter, T-480)로, 백색도와 불투명도는 Elepho 3300을 이용하여 측정하였다.

- 물리적 성질 측정

거칠음도는 Parker Print Surf., L&W Tester, 내부결합강도(Ft lb/1000)는 Scott Internal Bond Tester, 투기도(sec)는 Gurley's Densometer, Stiffness (gf · cm)는 TOYOSEIKI Taber Stiffness Tester로 측정하였다.

2.2.2 도공지 제조

Clay와 GCC를 분산시킨 후 바인더의 종류만을 달리하여 첨가제를 투입하여 고속 교반기(Kadymill, Kady International, U.S.A)로 30분간 교반시켜 60%의 고형분으로 도공액을 Table2와 같이 제조하였다.

Table.2 Coating color formulation.

Components	Ingredients	Parts (php)
NaOH		0.2
Dispersant	WY-117 [®]	0.2
No.1 Clay	Ultra Gloss E10 [®] , EngelHard,U.S.A	20
GCC	Setacarb 95K [®] , OMYA	80
Latex	A, B, C	12
Lubricant	Nopcotec-155 [®]	1

2.2.3 Blistering 측정

Paper Test Method PKO-PTM 027-96에 의거하여 도공 후, 건조된 도공지를 23-25℃, Humidity 50%(48hours) 조건으로 함습하였다.

Oil bath에 Silicon Oil을 넣고, 서서히 가열하면서 5cm×5cm로 절단된 도공지를 가열된 oil안에 3-4초간 넣고 꺼낸다. 150℃-280℃사이에서 5℃씩 올리면서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 라텍스의 물성에 따른 블리스터링 평가

3.1.1. 원지의 물성 측정

Table.3 원지의 물성 측정 결과.

Base Paper			65g	71g	103g	119g
광학적 성질	Paper Gloss	°	5.38	5.47	5.68	5.72
	Brightness		90.16	90.47	91.17	92.12
	Opacity	%	81.45	83.20	90.89	92.67
물리적 성질	Roughness		6.72	6.83	7.19	6.66
	Internal Bonding	Ft lb /1000	266	246	132	124
	Stiffness	gf · cm	11.6	13.6	16.0	44.8
	Air permeability	sec	36.23	39.00	80.23	95.87
	Thickness	μm	79.2	83.1	120.2	134.3
	Moisture contents	%	5.7	5.7	4.4	4.5

S사에서 분양을 받은 평량이 다른 4가지 원지의 물성은 Table.3에 나타내었다.

도공지에는 다양한 광학적 특성이 요구되지만, 그중에서도 가장 중요한 것은 백색도, 불투명도 및 백지광택이다. 표에서 보면 평량이 증가함에 따라 상승하는 경향을 보여주고 있다. 이것은 이 3가지 광학적 특성은 원지의 기본물성 중 두께에 많은 영향을 받는 물성들이기 때문이다. 두께의 증가에 따라 층간박리강도는 떨어졌고, 스티프니스는 상승하는 것을 볼 수 있다. 함수율은 달리 나왔지만 함수량은 크게 차이가 없이 비슷하게 나타났다.

내부결합강도와 두께의 상관관계를 볼 수 있는데, 두께가 두꺼울수록 Z축 방향으로의 층간박리강도가 낮아서 수치가 낮게 측정이 되었다. 이것으로 보아 두께가 두꺼우면서 내부결합강도가 낮은 시편은 블리스터의 경향이 높을 것이라는 추측을 할 수 있다.

제조시의 조건이 다르기 때문에 일정하게 증가하거나 하는 경향은 없으나, 두 가지 물성의 역상관계를 확인할 수 있다.

두 가지 물성 모두 블리스터링과는 밀접한 관계를 가지고 있으며, 내부결합강도가 높을수록, 투기도 수치가 낮을수록 블리스터링의 발생빈도수는 낮아지게 된다.

3.1.2 도공지의 물성 측정 및 블리스터링 측정

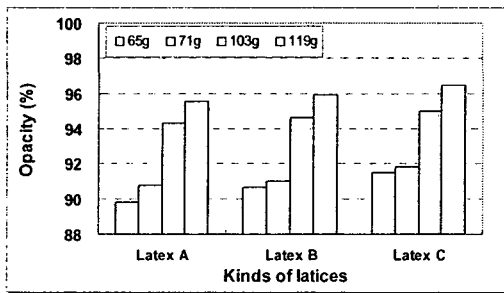


Fig.1 Opacity of coated paper

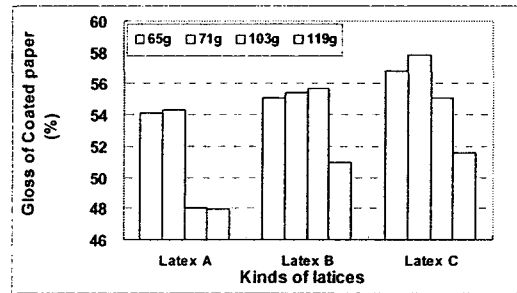


Fig.2 Gloss of coated paper.

Fig.[3]에서 보면 Latex C가 동일 평량에서 가장 높은 값을 나타내었다. A나 B보다는 C가 Gel contents가 낮아서 필름성막성의 증가로 인해 백지광택이 향상되었고, A보다는 B가 Tg가 높아서 Glossy한 표면특성을 가지게 되어 백지광택이 높게 측정되었다고 생각한다.

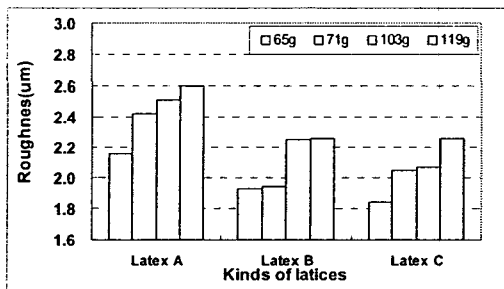


Fig.3 Roughness of coated paper

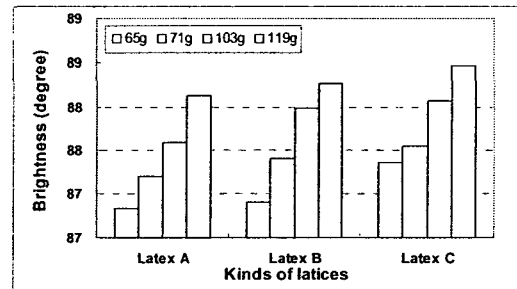


Fig.4 Brightness of coated paper.

Fig.3에서 Latex A가 거칠음도가 높게 나온 것은 입자경 때문이라고 생각하였다. 입자경이 작을수록 접촉비표면적이 커져서 접착력이 상승하는데, 건조시 수축이 많이 일어나 라텍스가 안료입자를 끌어당기기 때문이다.

Fig.4는 도공지의 백색도를 측정한 것이다. 도공층 백색도에 영향을 주는 것으로는 도공층의 두께와 다층도를 들 수 있는데, 원지의 두께가 두꺼워 질수록 증가하는 경향을 보여주었다. 부 영향인자로는 불투명화력이 높은 재료의 종류나 배합비에 영향을 많이 받는 것으로 주로 안료의 영향을 많이 받으며 라텍스의 종류를 달리 한 것만으로는 커다란 차이를 보이지는 않았다.

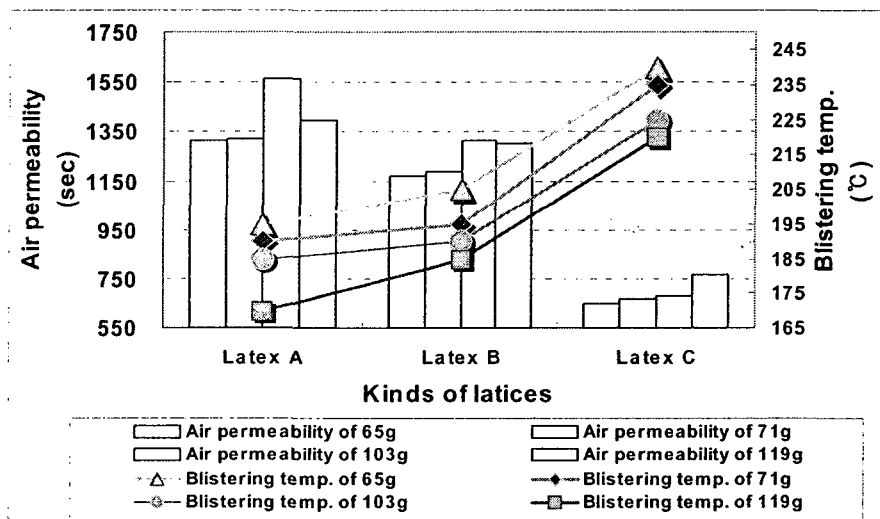


Fig.5 Compare air permeability with blistering temperature.

Fig.5는 도공지의 투기도와 블리스터링 현상이 일어난 온도를 표기해놓은 것이다. Latex A와 C를 보면 블리스터링 온도가 50도가량 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 내블리스터 적성은 라텍스의 물성 중 Gel함량에 지배적인 영향을 받는데, Latex B와 C를 보면, Gel 함량이 낮을 때 투기도와 내블리스터성이 향상되었다. 이것은 Gel함량이 수분의 투과성과 밀접한 관련이 있다는 것을 확인할 수 있었다. Tg가 높으면 도공층은 치밀하게 구성되어 작은 pore가 많이 존재하게 되는데, Latex A와 B를 비교해 보면, Tg가 높은 B가 양호한 블리스터 적성을 보여준다. 대체적으로 입자경이 클수록 접착강도가 저하되어 porosity가 증가하게 되고, 블리스터링은 향상된다는 것을 알 수 있다.

3.2 내부결합강도의 변화에 따른 블리스터링 측정

3.2.1. 원지의 물성 측정

Table.4 원지의 물성 측정 결과.

Same Factor			GCC 20%/pulp, AKD 0.1%/pulp PAM 0.04%/pulp, Bentonite 0.2%/pulp			
양성전분 첨가량			0.4%	0.8%	1.2%	1.6%
사이즈도		°	50.3	53.4	67.1	71.2
보류도		%	88	92	90	92
광학적 성질	Paper Gloss	°	6.01	5.81	5.84	6.09
	Brightness	°	80.6	79.8	79.2	80.2
	Opacity	%	90.7	91.4	91.3	90.2
Roughness			10.38	10.19	9.98	8.4
물리적 성질	Internal Bonding	Ft lb /1000	179.2	224.8	257.6	326.6
	Stiffness	gf · cm	13.82	15.67	16.43	16.48
	Tensile strength	Nm/g	44.975	47.613	48.950	51.11
	Air permeability	sec	31.4	21.2	17.7	17.0
	Thickness	μm	131	137	139	136
	Moisture contents	%	5.53	5.30	5.49	5.89

Table.4는 제작한 원지의 물성 결과 값이다. 사이즈도를 보면 전분의 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보여주고 있다. 사이즈제로 AKD를 사용하였는데, 중성의 AKD를 음이온인 섬유사이에서 양이온성 전분이 잡아주는 역할을 하기 때문이라고 판단하였다.

원지의 내부결합강도를 변화시키기 위해 양성전분을 첨가하였는데, 첨가함에 따라서 광학적 성질에는 큰 변화가 없었으며 물리적 성질 중에서 스티프티스가 다소 증가하는 경향을 보여주었다. 이것은 전분 고유의 강도상승 효과 때문이라고 사료된다.

양성전분의 첨가량을 0.4%씩 증가시켰는데, 증가시킬 때마다 내부결합강도가 비례적으로 증가한 것을 확인할 수 있다. 이것은 양성전분이 stock내부에서 섬유간의 접촉면적을 증가시켜 접착력을 향상시키는 역할을 했다고 생각한다. 그리고, 투기도가 개선된 것으로 볼 때 원지층 내부에 전분호액이 물을 포함하고 있다가 건조시 공기와 치환하기 때문에 공극의 증가로 Bulky 해졌다고 생각한다.

3.2.2. 도공지의 물성측정 및 블리스터링 측정

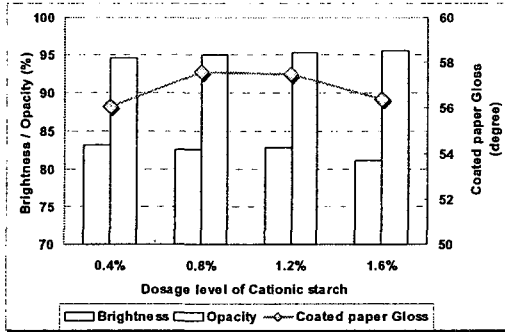


Fig.6 Optical properties of coated paper

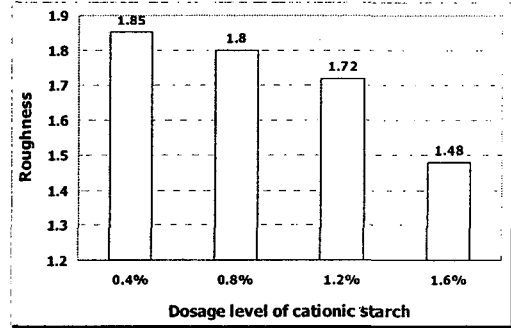


Fig.7 Roughness of coated paper

Fig.7은 도공지의 거칠음도를 측정한 것이다. 도공조건이 같기 때문에 도공지 표면특성은 원지층의 영향을 받았다고 사료되며, 섬유사이의 공극을 양성전분이 매워 주어 좀 더 평활해지기 때문에 거칠음도가 첨가량에 비례적으로 떨어졌다고 생각한다.

Fig.8은 양성전분 첨가량에 따른 투기도와 블리스터링 온도에 대한 그래프 이다. 투기도는 원지층에 비례하여 나타난 것을 볼 수 있다. 첨가량이 높아질수록 투기도가 개선되었으며, 그에 비례하여 내블리스터성의 증가를 보여주고 있다.

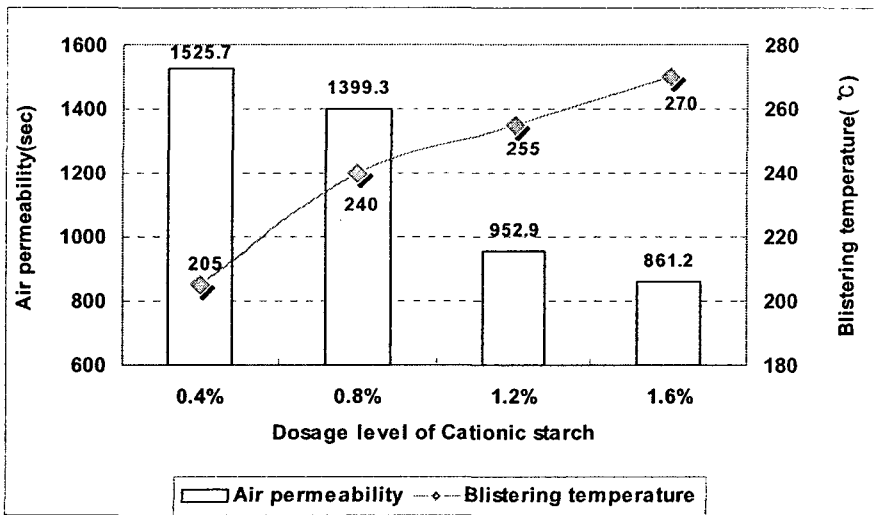


Fig.8 Compare air permeability with blistering temperature.

4. 결 론

1. 현재 라텍스 개발의 요점은 아트지용 라텍스와 같은 잉크보유성과 pick강도를 가지며, 웹용 라텍스 같은 내블리스터적성을 갖게 하는 것이다. 하지만 보수성이나 투기도, 인쇄적성과 같은 물성들은 Tg, Gel 함량, 입자경의 조절에 따라 상호보완적인 성질을 가지기 때문에 이들의 조합만으로 개량하는 것 보다는 새로운 치환기를 도입시키는 연구를 하는 것이 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라고 생각한다.
2. 양성전분을 사용하여 내부결합강도를 증가시킨 뒤 블리스터링을 측정한 결과 첨가량에 따라 개선되는 것을 확인할 수 있었고, 일반적으로 사용하는 양보다 많이 첨가하였을 때 도 별달리 나빠지는 물성은 없었으며 오히려 Stiffness나 인장강도는 좋아졌다. 그리고 양성전분은 가격적인 부분은 다른 약품에 비해서 저렴한 편이라서 첨가량을 늘리는 것을 고려해보아도 될 것으로 생각한다.
3. 라텍스의 개량화를 통하여 블리스터링을 개선하는 것도 좋은 방법이지만, 원유값의 상승으로 라텍스 제작단가가 비싸지는 시점에서, 저렴한 전분을 사용하여 원지층의 강도적인 측면을 강화시켜 내블리스터적성을 개선하여, 비용절감의 효과를 기대하는 것도 좋을 것이라고 사료된다.

5. 참고문헌

1. Ron L Van Gilder and Roger D Purfeerst., Latex binder modification to reduce coating pick on six color offset presses., May 1994 Tappi Journal p. 230
2. Lois A. Settlemyer., A new laboratory method of testing paper blister in wet-offset lithography., Vol. 78. No. 2 Tappi Journal p.187
3. J. M. Schwob C. Guyot, and J. Richard., The effect of latex/polymer properties on blister resistance of coated paper., May 1991 Tappi journal p. 65.
4. Nobuhiro Matsuda, Yasuharu Kobayashi., A study on blistering resistance of coated papers with a new air permeability tester , 1996 Coating Conference. p. 1
5. R. E. Hendershot and R. T Klun., Fundamentals of Emulsion Polymer Technology, 1990 Coating Binder Course, Tappi Press. Atlant, p.81
6. Y. K. Lee., and C. K. Kim.. Studies on the Pore of Coating Layer and Printability (III), Effect of Properties of Latices on Pore of Coating Layer, J.Korea Tappi, 33 (2), 90 (2001).
7. A. R. Procter., and J. F. Hoover., Styrene-Butadiene Latex in Paper and Paperboard Coating Application, 1990 Coating Binder Short Course., Tappi Press, Atlanta, p.15