

## 도공액의 보수성에 관한 연구(제5보)\*1

-알칼리 반응형 보수·유동성 개량제의 적용-

이 용 규\*2 · 엄 기 용\*2

## A study on the Water Retention of Coating Colors (V)\*1

-Application of Alkali Sensitive Water Retention and Rheology Modifiers-

Yong-Kyu Lee\*2 · Ki-Yong Eum\*2

Sole-binder formulation has been recently introduced to solve the problems of coating process and printability caused by use of natural polymer. However, the decrease of natural polymer application causes another problem in paper coating. Therefore, synthetic thickener is used to get similar effect to natural polymer usage.

In this study, low shear viscosity, dewatering of coating colors were measured to evaluate the performance of the alkali sensitive water retention and rheology modifiers. The effects of alkali sensitive thickener on the physical properties of coated paper and printability were also investigated. The gloss and printability of coated paper containing the synthetic flow modifier were similar or superior to those of CMC containing coated paper. This modifier was also effective to improve the problems caused by the use of starch.

The results indicated that the flow modifier synthesized with alkali sensitive thickener can reduce the problems of natural polymer and could be a good substitute for a natural polymer.

---

\*1. 본 논문은 1996년도 산학협동재단 연구비에 의해 수행되었음.

\*2. 강원대학교 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forestry, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701. KOREA)

## 1. 서 론

최근 생산성 향상을 위하여 도공속도가 고속화되고 있으며, 도공후 건조에너지의 절감과 도공액의 초기 부동화에 의해 표면 평활성이 우수한 도공지를 얻기 위해 도공액의 고농도화가 진행되고 있다. 그리고 도공량이 20g/m<sup>2</sup> 이상인 아트지와 판지 도공의 경우 더블 도공방식을 채택하여 품질 및 경제적인 면에서 여러 가지 이점을 얻고 있으며, 마무리공정의 개선방향으로 soft nip calender의 사용이 늘고 있다. 또한 잡지류의 칼라화, 경량화 및 낮은 생산 원가의 추구 등에 따라 경량도공지(LWC)의 수요가 급속하게 늘어나고 있으며, 생활문화의 고도화 다양화에 따라 고급 도공지에 대한 수요도 꾸준히 증가하고 있다. 더욱이 도공 작업성 및 도공지 품질의 개선을 위하여 올 라텍스(All-latex) 도공액 배합방법이 증가되고 있으며, 이로 인하여 천연계 수용성 바인더의 사용량이 감소하고 있다<sup>1, 9, 10</sup>. 즉, 그라비아 인쇄의 경우 용지에 평활성과 유연성을 부여하기 위하여 전분이나 카제인 대신에 솔 바인더(sole binder) 라텍스를 배합하는 솔 바인더 도공액 배합으로 이행되는 경향이 있다. 오프셋 인쇄의 경우도 전분을 사용할 때 나타나는 여러 가지 문제점 때문에 전분의 사용량을 줄이고 있다.

전분을 사용하면 오프셋 인쇄시 축임물의 사용으로 인하여 인쇄적성이 저하되고, 도공층의 강도가 저하된다. 또한 그라비아 인쇄시에는 도공지 표면이 뾰뚱해지면서 잉크의 전이 능력이 저하되며, 도공지의 광택이 저하된다. 특히, SBR 라텍스보다 마이그레이션 문제가 크게 나타나며, 고속도공시 다일레이턴시 유동 거동을 나타내므로써 도공작업에 문제점을 유발시키고 있다. 또한 도공액의 유동성이 저하되며, 별도의 호화공정을 필요로 하는 등의 문제점을 가지고 있다<sup>1-5, 16</sup>. 그러나 도공지의 물성 및 도공공정을 개선시킬 목적으로 전분 등의 천연계 수용성 고분자의 첨가량을 대폭으로 감소하게 되면 도공액의 보수성이 부족하게 되고, 경우에 따라서는 유동성에 문제가 발생하여 오히려 도공적성이나 도공지의 물성에 트러블이 발생하는 경우가

있다.

따라서 천연계 수용성 바인더가 갖고 있는 특성 즉, 보수성을 부여하고 고속도공시 양호한 유동특성을 부여하기 위하여 새로운 보수·유동성 개량제가 필요함과 동시에 천연계 바인더의 문제점을 보완할 수 있는 합성계 바인더인 알칼리 반응형 에멀전 폴리머에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>11-15</sup>.

따라서 본 연구에서는 실험실에서 합성한 알칼리 반응형 증점제인 보수·유동성 개량제를 사용하여<sup>11</sup> 이것을 배합한 도공액의 점성거동, 탈수량 등과 같은 도공액의 물성과 도공지의 품질에 미치는 영향에 대하여 검토하고자 하였다. 또한 전분을 배합하여 제조한 도공지의 경우 축임물의 사용에 의해 도공지의 내수강도, 습윤 잉크 수리성 및 광택 저하 등의 문제점이 발생하는데, 보수·유동성 개량제를 배합하여 이러한 문제점을 개선하는데 필요한 기초 지식을 축적하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

본 실험에 사용된 재료는 Table 1에 나타나 있는 바와 같이 도공 안료로는 카울린 클레이를 사용하였으며, 보수·유동성 개량제로는 실험실에서 합성한 FM1, FM2, FM3, FM4의 4종류를 사용하였다. 비교용으로는 현재 도공 업계에서 광범위하게 사용되고 있는 CMC(carboxy methyl cellulose)를 사용하였다. 분산제로는 폴리아크릴산 나트륨을 사용하였으며, 바인더로는 음이온성 S/B 라텍스와 인산에스테르화 전분을 사용하였다.

Table 1. Raw materials for coating color.

Pigment	Clay(UW-90)
Dispersant	Sodium polyacrylate (Aron T-40)
Flow modifier	FM1, FM2, FM3, FM4, CMC(M.W : 4.7×10 <sup>4</sup> ~ 5.4×10 <sup>4</sup> )
Binder	Latex (KSL 202) Starch (MS-4600)

## 2.2 도공액의 제조

도공액은 케디밀을 사용하여 클레이 슬러리를 고속 분산시킨 다음, Table 2의 조건과 같이 안료 100part를 기준으로 보수·유동성 개량제를 0.4part 첨가하였으며, 바인더의 첨가량은 라텍스와 전분을 조합하여 15part로 고정시켜 최종 고형분 농도는 50%가 되도록 제조하였다.

Table 2. Coating color formulation.

Clay		100 part
Dispersant		0.3 part
Flow modifier		0.4 part
Binder	Latex	12 part
	Starch	3 part
Solid content(%)		50 %

## 2.3 도공액의 물성 측정

도공액의 저전단 점도는 Brookfield형 점도계를 사용하였으며, 보수성은 중량 측정법을 사용하여 측정하였다<sup>20)</sup>.

## 2.4 도공지의 제조

도공지는 도공용 바(No.8)를 사용하여 평량 80g/m<sup>2</sup>의 원지에 도공량 15g/m<sup>2</sup>을 목표로 제조하였으며, 105℃에서 30초간 열풍 건조하였다. 제조된 도공지는 Tappi standard T 402 om-88에 의거하여 온도 23±1℃, 상대습도 50±2%의 항온항습 조건에서 24시간동안 조습처리한 후 실험실용 수퍼칼렌더(60℃, 120kg/cm<sup>2</sup>, 2-nip) 처리를 하였다.

## 2.5 인쇄적성

도공지의 인쇄적성은 RI-II 인쇄적성시험기(모터속도 10~120rpm, 전이속도 9.4~113m/min, 잉크량 0.5cc)를 사용하여 잉크 수리성(ink receptivity), 잉크 세트성(ink set off), 표면 강도(dry pick, wet pick strength), 흡수 착색성(wet ink receptivity) 등을 시험하여 잉크 농도계와 5

점법(1:불량, 5:양호)을 이용하여 각각 평가하였다. 그리고 본 실험에서 사용한 잉크는 (주)대한잉크에서 제조한 것으로서, 잉크 수리성, 잉크 세트성의 경우 TV(tack value) 10, 표면강도는 TV 16인 것을 각각 사용하였다. 또한, Glossmeter를 사용하여 도공지의 백지광택 및 인쇄광택을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 도공액의 물성

보수·유동성 개량제가 도공액의 물성 및 도공지의 인쇄적성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 바인더(전분, 라텍스)의 양을 고정시키고 보수·유동성 개량제만을 각각 0.4part씩 첨가하여 도공액을 제조하였다. 도공액의 물성은 Fig. 1 및 Fig. 2에 나타내는 바와 같이 보수·유동성 개량제(FM 시리즈)를 첨가한 도공액이 CMC를 첨가한 도공액보다 점도가 크게 낮는데 비해 탈수량은 CMC를 첨가한 것이 조금 낮게 나타나 점도의 차이가 큰 것에 비하면 보수·유동성 개량제의 탈수량과 거의 비슷한 것을 알 수 있다. 이로서 FM 시리즈가 보수성 및 유동성의 개선에 효과적임을 알 수 있다.

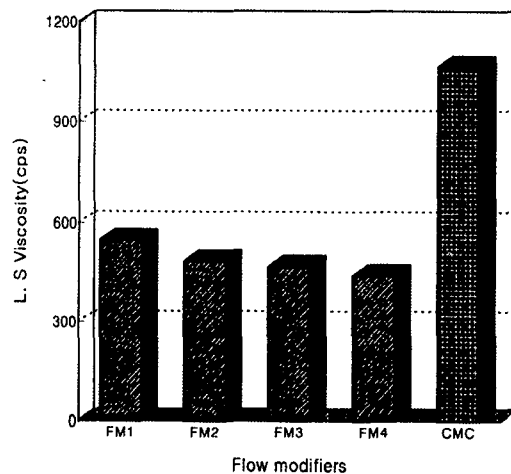


Fig. 1. Effect of flow modifiers on low shear viscosity (at 30rpm).

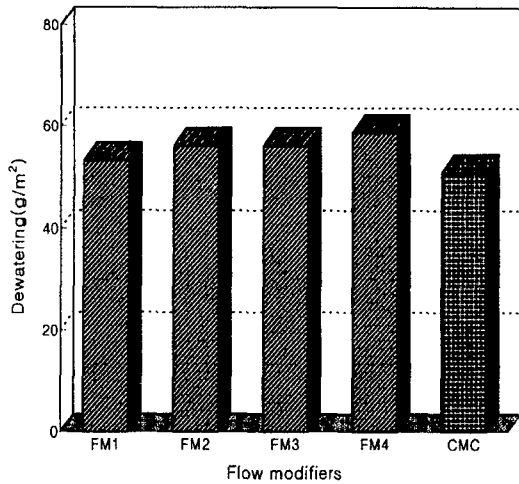


Fig. 2. Effect of flow modifiers on dewatering.

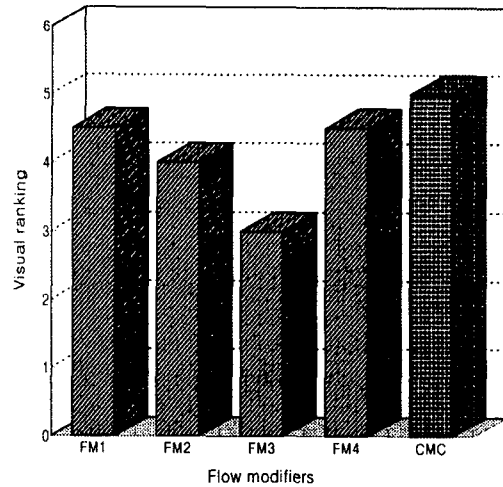


Fig. 3. Effect of flow modifiers on dry pick strength.

### 3.2 도공지의 인쇄적성

#### 3.2.1. 표면강도

인쇄할 때 도공면이 벗겨진다면 지분이 떨어지지 않는 것이 중요하기 때문에 충분한 표면강도가 요구된다. 특히, 오프셋 인쇄는 tack value가 높은 잉크를 사용하기 때문에 강한 표면강도가 요구됨과 동시에 축임물을 사용하기 때문에 내수강도도 필요하다. Fig. 3은 드라이 피크 강도를 나타내고 있는데, 전반적으로 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조한 도공지가 CMC를 첨가한 것보다 약하게 나타났다. 그러나 FM1과 FM4를 첨가한 것은 CMC를 첨가하여 제조한 도공지의 표면강도와 비슷한 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 내수강도는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 전반적으로 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조한 도공지가 CMC를 첨가하여 제조한 도공지와 내수강도가 유사하게 나타났으며, 특히 FM1을 첨가한 것은 CMC를 첨가한 것보다 우수하게 나타났다. 여기에서 FM1을 첨가하여 제조한 도공지의 내수강도가 비교적 높은 것은 FM1의 분자량이 다른 유동성 개량제(FM2~FM4)에 비하여 높기 때문에 도공액의 다른 구성성분과 보다 강한 가교결합을 형성하기 때문인 것으로 사료된다.

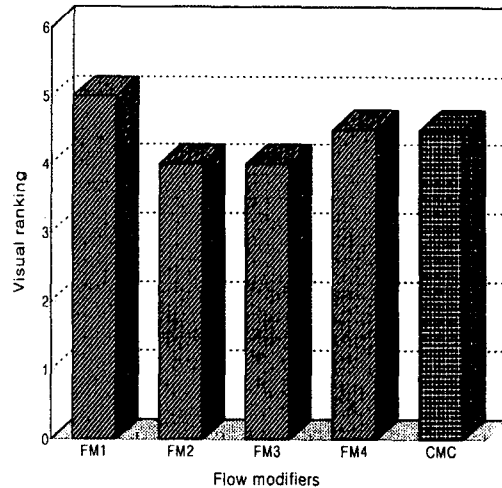


Fig. 4. Effect of flow modifiers on wet pick strength.

#### 3.2.2 잉크 수리성(Ink receptivity)

인쇄물의 미적 상품 가치로는 화상 재현성 즉, 잉크가 이동하기 쉬운 잉크 수리성이 양호한 것이 중요한데, Fig. 5에서 보는 바와 같이 모든 종류가 거의 유사한 잉크농도를 나타내었으며, 그중 FM1과 CMC를 첨가하여 제조한 도공지가 가장 높게 나타났다. 이것은 FM1과 CMC를 배합한 경우 도공액

의 보수성이 비교적 높기 때문에 FM2~FM4를 첨가하여 제조한 도공지에 비해 보다 별키한 도공층을 형성함으로써 잉크 및 잉크의 비히클이 보다 빠르게 도공지로 전이되었기 때문에 사료된다.

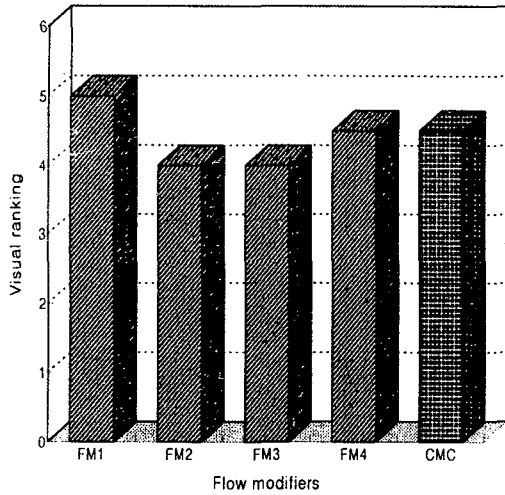


Fig. 5. Effect of flow modifiers on ink receptivity.

3.2.3. 잉크 세트성(Ink set off)

오프셋 인쇄의 경우 잉크의 건조가 공기와의 산화반응에 의한 것이기 때문에 잉크가 바로 건조되지 않는다. 이러한 특성 때문에 도공지에 인쇄된 잉크가 그 위에 포개진 다른 도공지에 묻어나는(뒷물음) 일이 발생하기도 한다. 이러한 뒷물음이 발생하지 않게하기 위해서는 잉크 또는 oil 및 solvent를 빨리 침투시킬 필요가 있다. Fig. 6에 나타나는 바와 같이 잉크 세트성은 전체적으로 유사한 결과를 나타냈으나, 그중에서도 FM1과 CMC를 첨가하여 제조한 도공지의 잉크농도가 낮게 나타남으로서 잉크 세트가 빠름을 알 수 있다. 이것은 FM1과 CMC를 첨가하여 제조한 도공액의 보수성이 다른 유동성 개량제에 비하여 비교적 높기 때문에 도공층 내부에 미세한 공극을 많이 함유함으로써 잉크의 비히클이 공극을 통하여 보다 빠르게 이동하여 고착되었기 때문에 잉크의 뒷물음 현상이 적게 일어난 것으로 사료된다.

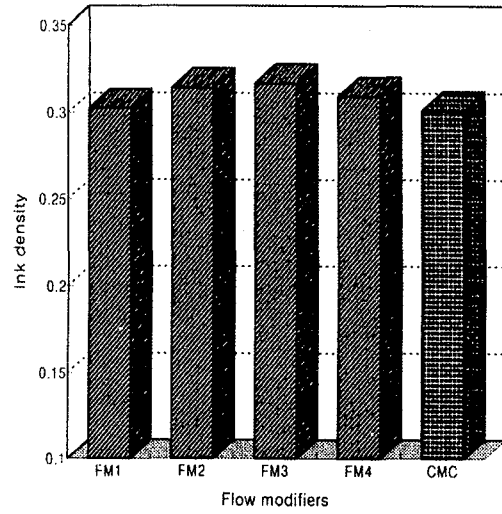


Fig. 6. Effect of flow modifiers on ink set off.

3.2.4. 흡수 착육성(Wet ink receptivity)

도공층 표면에 존재하는 축입물의 양에 따라 흡수 착육성이 다르기 때문에 도공지가 축입물과 접한 후의 시간 변화에 따른 인쇄 잉크의 수리 능력을 알아보기 위하여 축입물의 적용 직후(1단계)와 약간의 시간 경과 후(2단계), 그리고 시간을 좀더 경

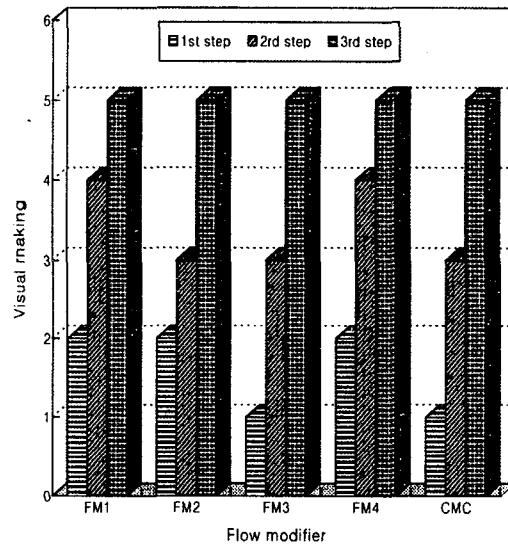


Fig. 7. Effect of flow modifiers on wet ink receptivity.

과시커 축입물이 도공층 내부로 완전히 흡수된 후(3단계)의 총 3 단계로 나누어 인쇄적성을 측정하였다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 전반적으로 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조된 도공지가 CMC를 첨가한 것에 비해 우수하게 나타났으며, 특히 FM1과 FM4는 성능이 상당히 우수한 것으로 나타났다. 이상과 같이 천연계 폴리머인 CMC에 비하여 합성계의 보수·유동성 개량제가 축입물을 사용하는 오프셋 인쇄의 경우 보다 효과적일 것으로 사료된다.

### 3.2.5 광택(Gloss)

Fig. 8에서 보는 바와 같이 백지광택은 보수·유동성 개량제와 CMC를 첨가하여 제조한 도공지 모두 균일하게 나타났다. 그러나 인쇄광택은 FM1을 첨가하여 제조한 도공지가 CMC를 첨가하여 제조한 도공지에 비해 다소 높게 나타났으며, 나머지는 비슷하게 나타났다. 이것으로서 보수·유동성 개량제가 도공지의 인쇄광택에 효과적이며, 특히 분자량이 높은 것이 보다 효과적인 것을 알 수 있다.

### 3.3 전분의 사용에 따른 문제점 개선

도공지의 내수강도와 광택을 저하시키는 전분의 문제점을 개선시킬 수 있는 방안을 검토하기 위하여 Table 3과 같이 도공액 중의 바인더를 라텍스만을 사용한 것과 그중 일부를 전분으로 대체하여 보수·유동성 개량제를 0.4 part씩 첨가하여 도공액 및 도공지를 제조하여 물성을 측정하였다. 보수·

유동성 개량제로는 FM 시리즈중 효과가 비교적 우수한 것으로 나타난 FM1과 FM4를 사용하였으며, 비교용으로는 현재 업계에서 가장 많이 사용되고 있는 CMC를 사용하였다.

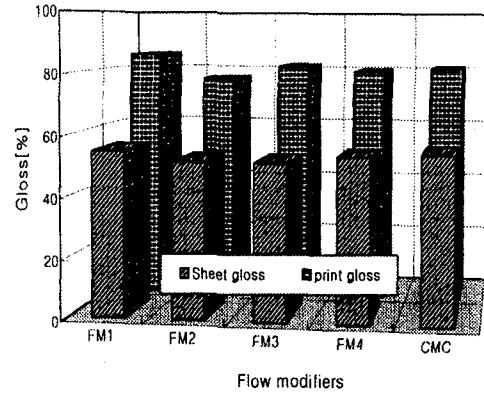


Fig. 8. Effect of flow modifiers on gloss.

#### 3.3.1 도공액의 물성

도공액의 물성은 Table 3에서 보는 바와 같이 전분을 첨가한 도공액이 첨가하지 않은 것에 비하여 점도는 높고, 탈수량이 적은 것 즉, 보수성이 높은 것을 알 수 있다. 그러나 유동성 개량제의 종류에 따른 결과는 앞의 결과와 마찬가지로 보수성은 세 종류가 거의 유사한 반면, 점도는 보수·유동성 개량제인 FM1과 FM4를 첨가한 도공액이 크게 낮음으로서 CMC

Table 3. Coating color formulation and physical properties.

Coating color		1	2	3	4	5	6
Latex		18	18	18	12	12	12
Starch		-	-	-	6	6	6
Flow modifiers	FM 1	0.4	-	-	0.4	-	-
	FM 4	-	0.4	-	-	0.4	-
	CMC	-	-	0.4	-	-	0.4
L.S Viscosity(cps)		400	226	884	936	918	1608
Dewatering(g/m <sup>2</sup> )		115.5	122.6	97.8	61.6	63.3	53.8

에 비해 도공액의 보수성과 유동성을 개선시키며, 또한 전분의 사용에 따른 도공액의 유동성 저하를 개선시키는데 효과적임을 알 수 있다.

### 3.3.2 도공지의 인쇄적성

Fig. 9는 바인더 및 유동성 개량제의 종류에 따른 도공지의 내수강도를 측정된 것으로서, 라텍스만을 첨가한 것보다 전분을 혼합한 도공지의 내수강도가 저하됨을 알 수 있다. 그러나 유동성 개량제인 FM1과 FM4를 첨가하여 제조한 도공지는 모두

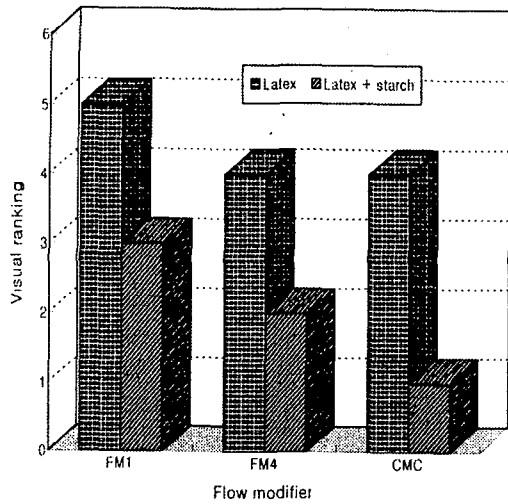


Fig. 9. Effect of flow modifiers on wet pick strength.

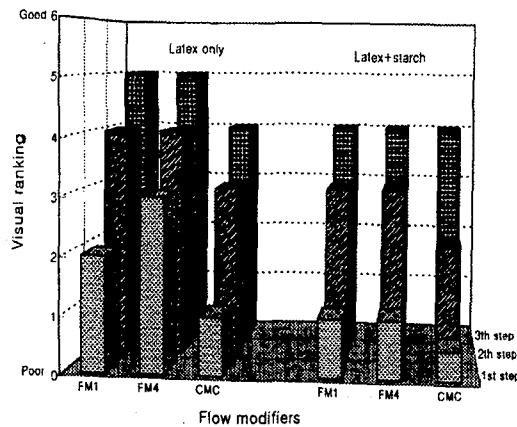


Fig. 10. Effect of flow modifiers on wet ink receptivity.

CMC를 첨가한 도공지보다 내수강도가 우수함을 알 수 있다. Fig. 10은 도공지의 흡수 착색성을 측정된 것으로서, 전분을 첨가하여 제조한 도공지의 잉크수리성이 전체적으로 저하되었다. 그렇지만 각각의 경우 유동성 개량제 FM1과 FM4를 첨가한 도공지가 보다 우수하였다. 이것으로서 보수·유동성 개량제가 CMC에 비하여 전분의 사용에 따른 도공지의 흡수 착색성의 개선에 보다 효과적임을 알 수 있다.

Fig. 11은 도공지의 광택을 측정된 것으로서 전분 혼합시 광택이 저하됨을 알 수 있다. 그리고 보수·유동성 개량제의 종류에 따른 도공지의 광택을 측정된 결과 백지광택은 CMC를 첨가한 것이 다소

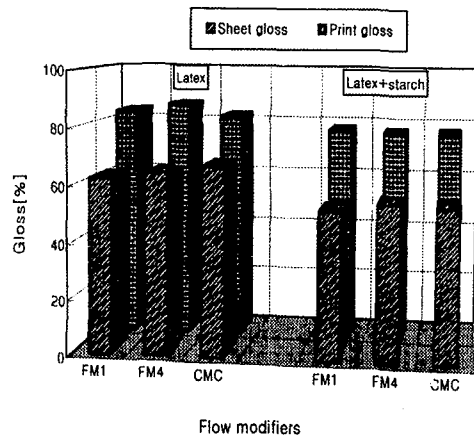


Fig. 11. Effect of flow modifiers on gloss.

우수하였으나, 인쇄광택은 FM1과 FM4를 첨가한 것이 CMC를 첨가한 도공지와 비슷하거나 우수하게 나타남으로서 인쇄광택의 개선에 보다 효과적임을 알 수 있다. 이것은 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조한 도공지에 도포된 잉크의 비히클이 도공층 내부로 이동하는 정도가 CMC를 첨가하여 제조한 도공지와 거의 유사하기 때문으로 생각된다. 일반적으로 백지광택이 높으면 인쇄광택도 높은 것으로 알려져 있으나, 항상 비례하는 것은 아니며, 인쇄광택은 잉크의 비히클이 도공층의 내부로 이동하는 데에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

## 4. 결 론

합성한 알칼리 반응형 증점제와 현재 업계에서 가장 많이 사용되는 증점제인 CMC를 이용하여 도공액 및 도공지를 제조하고 그 물성을 측정함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조한 도공액은 CMC를 사용한 도공액에 비해 탈수량(보수성)은 큰 차이가 없었으나 점도는 매우 낮음으로서, 도공액의 보수성과 유동성을 개선시키는데 매우 효과적임을 알 수 있었다.
2. 보수·유동성 개량제를 첨가하여 제조한 도공지의 경우 인쇄적성은 CMC와 거의 유사하게 나타났다. 특히 FM1은 도공지의 작업적성 및 품질향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.
3. 전분과 보수·유동성 개량제를 사용한 경우, 전분과 CMC를 사용한 도공지보다 내수 강도와 광택이 우수하게 나타났다. 따라서 보수·유동성 개량제는 도공지의 품질상 전분을 사용함으로써 나타나는 결점을 보완할 수 있을 것으로 사료된다.
4. 알칼리 반응형 증점제인 보수·유동성 개량제를 배합한 도공액의 경우 보수성과 유동성이 개량되고, 도공지의 품질이 양호한 것으로 나타나, 금후 천연계 폴리머가 갖고있는 문제점을 보완할 수 있고 더욱 이들을 대체 할 수 있는 가능성을 시사하고 있다.

## 참고문헌

1. Hisao Maruyama, 일본 기능지연구회지 No. 34:19(1995)
2. Gerard Fadat, Rohm and Haas, Nordic Pulp and Paper Reseach J. No.1:191(1993)
3. McGenity, D.M., J.C.Husband, D.A.C.Gane, and M.S.Engley, Tappi Coating Conferance, Tappi Press:133-145(1992)
4. Sandas, S.E. and Pekka J. Salminen,

- Nordic Pulp and Paper Reseach. J., No.1:184(1993)
5. Malcolm, H., Nordic Pulp and Paper Reseach J. No.1:188(1993)
6. Lee, Y.K., S.Kuga, F.Onabe and M.Usuda, J.Japan Tappi, 46(3):77(1992)
7. 室井宗一, 紙塗工, 高分子刊行會(1986)
8. 이용규, 김영환, 한국펄프·종이공학회지, Vol. 27(3):63-75(1995)
9. 이용규, 김영환, 한국펄프·종이공학회지, Vol. 28(1):5-13(1996)
10. 이용규, 조성동, 한국펄프·종이공학회지, Vol. 28(3):37-44(1996)
11. 이용규, 엄기용, 한국펄프·종이공학회지, Vol. 29(3):인쇄중 (1997)
12. Sandas, S.E., P.J.Salminen, and D.E.Eklund, Tappi 72(12):207(1989)
13. Sakano M., K. Shigetomi, J.Japan Tappi, Vol.44(11):62-72(1991)
14. Okomori K., C.Wakai, H.Fujiwara, J.Japan Tappi, Vol.51(5):88-95(1997)
15. Edward Lee, Coating Binder Short Course, TAPPI Press:1-20(1996)16. Roger L. Williams. Paper & Ink Relationships. Mennonite Press, Inc. 113-135(1988)