

CMC의 물성이 도공액의 특성에 미치는 영향*1

박 종 열*2 · 김 병 수*3 · 정 현 채*4

Effect of Properties of CMC on the Chracteristics of Coating Color*1

Chong-Yawl Park*2 · Byeong-Soo Kim*3 · Hyeun-Chae Jung*4

ABSTRACT

This study was performed to elucidate the effect of degree of substitution and degree of polymerization of CMC on the rheological characteristics of coating color which is consisted of calcium carbonate as pigment. The results were as follows:

1. It appeared that DP of CMC rather DS has an effect on the low shear viscosity of coating color.
2. According as shear rate increased, the effect of DP and DS on high shear viscosity of coating color decreased.
3. According to increasing DS and DP, the water retention of coating color increased.

Keywords : Low-shear viscosity, high-shear viscosity, DS, DP, water retention

1. 서 론

도공지의 생산에 있어 도공액의 보수성은 도공 작업성 및 도공지의 품질에 큰 영향을 미친다. 그리고 보수성이 낮은 도공액은 도공 작업 중의 순환 과정에 있어서 도공액의 점도가 서서히 상승하여 유동성의 저하를 가져 올 수 있다. 또한 급격한 원지로의 탈수 또는 도공 후 건조 과정에서 표면으로 수분의 급격한 증발이 일어날 때 수분과 함께 접착제의 이동이나 안료의 응집 등에 의한 도공

층의 불균일화가 일어나 결국 도공 작업성의 저하 및 도공지 품질의 저하를 초래하게 된다(Fujiwara *et al.*, 1989). 예를 들면 블레이드 코팅의 경우 잉여의 회수되는 도공액의 점도 상승으로 인하여 유동성 저하에 의한 스크린의 막힘, 스트리크(Streak)와 블리딩(Bleeding)의 발생, 도공량의 불균일, 지질 등 작업성 뿐만 아니라 도공지의 품질에도 많은 문제를 일으키게 된다. 따라서 도공액의 고농도화 및 고속 도공이 진행되고 있는 과정에 있어서 이상의 항목들에 대한 중요성이 부각되고 있다

*1 접수 1996년 10월 30일 Received October 30, 1996

*2 경상대학교 농과대학 College of Agriculture, Gyeong Sang National University, Chinju 660-701, Korea

*3 신무림제지(주) 연구소 R&D Institute of ShinMooRim Paper MFG.Co.,LTD, Chinju 660-340, Korea

*4 순천대학교 농과대학 College of Agriculture, Sun Chon National University, Sunchon 540-742, Korea

(Van Gilder *et al.*, 1983).

현재 제지 도공용 보수성 개량제 또는 증점제로 널리 사용되고 있는 CMC는 주원료인 셀룰로오스에 가성소다를 가하여 알칼리 셀룰로오스로 만들어 여기에 Monochloroacetic acid(ClCH_2COOH)를 반응시키고, 셀룰로오스의 수산기를 카르복실기로 치환시켜 만들어진 음이온성의 수용성 나트륨 카르복시메틸 셀룰로오스(Sodium Carboxy Methyl Cellulose)이다. 셀룰로오스는 무수 글루코스 단위체(Anhydro glucose unit)가 서로 연결되어 이루어진 긴 사슬형의 고분자 물질로 이 구조에서 무수 글루코스 단위체의 수 혹은 섬유소의 중합도에 따라 그 성질이 달라진다. 각각의 글루코스 단위체는 반응 활성기로서 세 개의 수산기를 가지고 있으며 이 중 일급 알코올기(CH_2OH)의 활성도가 가장 높다. 무수 글루코스 단위체 한 개에 대해 치환된 카르복시 메틸기의 평균수를 치환도라 하고 세 개의 알코올기 전부가 카르복시 메틸로 치환되었을 때 치환도 3의 CMC제조가 가능하다. 이러한 치환도는 중합도와 함께 CMC의 특성을 결정짓는 중요한 지표가 되고 있다. CMC는 일반적으로 치환도 0.4 이상일 경우 수용성을 나타낸다.

따라서 본 실험은 원활한 도공작업의 수행을 위하여 도공액에 첨가되고 있는 증점제인 CMC의 치환도와 중합도를 달리했을 때 탄산칼슘만으로 이루어진 도공액의 유동특성 및 도공층의 구조적 변화에 미치는 영향에 대하여 밝히고자 시도했으며, 그 중 이들의 물성이 도공액의 유동특성에 미치는 영향에 대하여 알아 보고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

2.1.1 안료

본 실험에서 사용한 안료는 Fig. 1과 같은 입도 분포

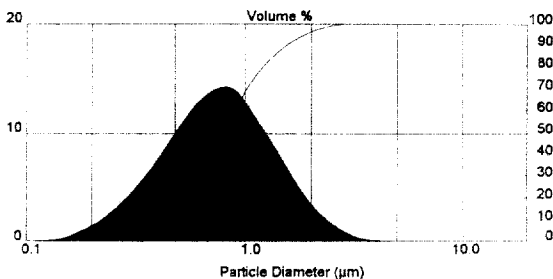


Fig. 1. Particle diameter analysis of calcium-carbonate.

Table 1. Characteristics of latex.

Average Particle size (nm)	Gel Content (%)
159.2	80~88

를 지니고 있는 중질 탄산 칼슘을 사용하였다.

2.1.2 접착제

도공 후 안료간의 접착 및 형성된 도공층과 원지와 결합을 목적으로 사용되는 접착제는 Table 1과 같은 특성을 지니고 있는 상용의 합성 접착제(Latex)를 사용하였다.

2.1.3 CMC

CMC는 실험실적으로 합성한 CMC를 사용하였으며, 이들의 특성은 Table 2에 나타난 바와 같다.

2.2 실험 방법

2.2.1 도공액의 조제

증점제와 탄산칼슘의 반응 및 구조적 특성을 알아보기 위하여 Table 2에 나타난 CMC를 사용하여 Table 3과 같은 조건으로 도공액을 조제하였다.

2.2.2 도공액의 유동성 측정

조제된 도공액의 유동특성을 측정하기 위하여 저전단 영역의 점도는 Brookfield점도계(60rpm)를 사용하였고, 고전단 영역의 유동성은 Hercules 고전단 점도계를 사용하여 4,400 및 8,800rpm으로 각각 전단율을 달리 하면서 측정하였다.

2.2.3 도공액의 보수성 측정

조제된 도공액의 보수성은 가압식 보수성 측정기(AA-GWR)를 사용하여 2bar의 일정한 압력을 가하면서 도공액 중의 수분만 여과지로 탈수되도록 하기 위해 도공액과 여과지 사이에 Membrane filter(0.5 μm)를 두고 1분 동안 여과지로 탈수된 수분의 양을 평량으로 환산한 후 도공액의 보수성으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

도공액의 저전단 점도는 도공 안료의 분산, 도공액의 조제 및 도공부로의 이동 과정에 있어서 발생하는 비교적 낮은 전단력하에서의 원활한 작업성에 대한 지표로 사용되고 있다. 본 실험에서는 도공안료로써 중질탄산칼슘을 사용하여 증점제로 사용되고 있는 CMC의 중합도와 카르복실기의 치환도를 달리했을 때 Brookfield 점도에 미치는 CMC의 치환도에 따른 영향이 Fig. 2에서 보는 바

Table 2. Characteristics of CMC.

Items	D.P. 200			D.P. 400			
	D.S	0.74	0.95	1.10	0.7	0.92	1.07
Viscosity (cps)	10%	1,270	1,580	1,660	-	-	-
	2%	-	-	-	38	32	32

Notes : D.S. : Degree of Substitution, D.P. : Degree of Polymerization.

와 같이 중합도 200으로 조절한 CMC의 경우보다 중합도 400으로 조절한 CMC의 경우가 도공액의 증점 효과가 더 높은 것으로 나타났다. 그리고 동일한 중합 조건에서 치환도를 0.7에서 1.2로 조절한 결과 이들 치환도의 변화는 도공액의 저전단 점도에 유의할 만한 효과를 미치지 않는 것으로 나타나 CMC의 치환도 보다는 중합도의 변화가 도공액의 저전단 점도에 더 큰 영향을 미치는 결과를 보였다.

블레이드를 이용한 도공방식에 있어서는 블레이드하에서 도공액에 가해지는 높은 전단력하에서 도공액의 유동성이 매우 중요하게 고려되고 있으며, 이러한 고전단 하에서 좋지 않은 유동성은 도공작업 뿐만 아니라 도공 표면에 스트리크와 같은 결점을 나타낸다. 그러므로 고전단하에서의 도공액은 이들 전단력에 대해 충분한 유동성을 유지할 수 있도록 설계해야 하며, 이를 위해 CMC와 같은 친수성 고분자 물질을 첨가함으로써 유동성을 개선시킬 수 있다. 따라서 CMC의 치환도 및 중합도의 변화에 따른 유동특성을 알아보기 위해 Hercules 고전단 점

Table 3. Conditions of coating color.

Items	#1	#2	#3	#4	#5	#6
GCC (pph)	100	100	100	100	100	100
Latex (pph)	10	10	10	10	10	10
CMC (pph)	DP200-DS0.7	0.3	-	-	-	-
	DP200-DS0.9	-	0.3	-	-	-
	DP200-DS1.2	-	-	0.3	-	-
	DP400-DS0.7	-	-	-	0.3	-
	DP400-DS0.9	-	-	-	-	0.3
	DP400-DS1.2	-	-	-	-	-
Solids (%)	68					

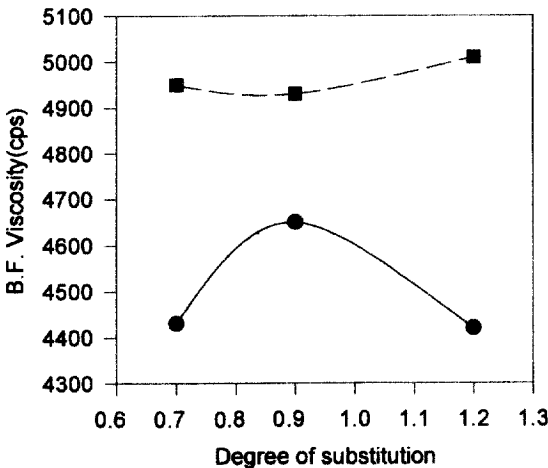


Fig. 2. Relationship B.F. viscosity, DS and DP.

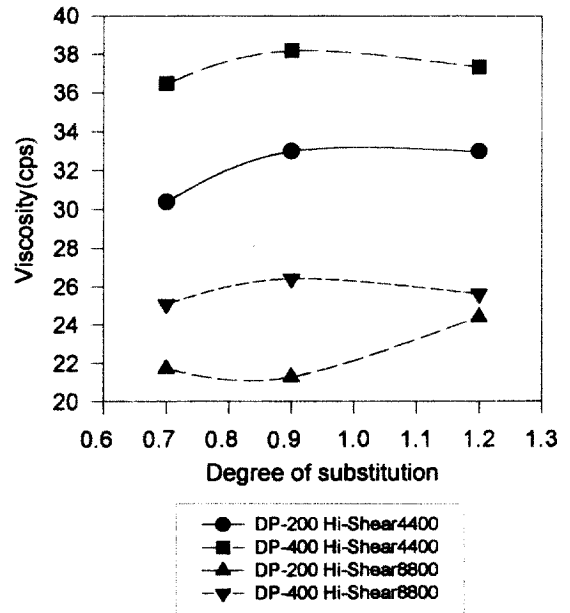


Fig. 3. Relationship high-shear viscosity, DS and DP.

4. 결 론

도공작업의 원활한 수행을 위하여 도공액에 첨가되고 있는 증점제가 탄산칼슘만으로 이루어진 도공액의 유동 특성 및 도공층의 구조적 변화에 미치는 영향에 대하여 밝히고자 시도했다. 본 논문에서는 CMC의 치환도와 중합도를 달리했을 때 이들의 물성이 도공액의 유동특성에 미치는 영향을 고찰한 바 다음과 같다.

1. 도공액의 저전단 점도의 지표로 사용되고 있는 Brookfield 점도에 미치는 CMC의 치환도에 따른 영향은 중합도 200으로 조절한 CMC의 경우보다 중합도 400으로 조절한 CMC의 경우가 도공액에 첨가했을 때 증점 효과가 더 높은 것으로 나타났다.
2. 도공액의 고전단 점도에 미치는 CMC의 치환도 및 중합도의 변화에 의한 효과는 치환도의 증가에 따라 고전단 점도에서 유의성이 인정되지 않았으며, 또한 전단율이 증가할수록 CMC의 특성에 따른 효과는 감소되었다.
3. 도공액의 보수성에 대한 CMC의 치환도에 의한 영향은 치환도가 증가할수록 도공액의 보수 능력은 급속히 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 친수성인 카르복실기의 효과에 의한 결과로 사료된다. 그리고 중합도가 높은 CMC가 도공액의 망상 구조 형성에 유리하게 작용한 결과로 인하여 보수성을 향상시키는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Eklund, D. 1979. High solids coatings -Rheology and water retention-. *TAPPI* 62(5) : 43~48
2. Fujiwara, H., N. Fujisaki, I. Shimizu and I. Kano. 1989. The effect of water penetration on offset mottling. *TAPPI* 72(5) : 91~97
3. Hunggenberger, L., W. Kogler and M. Arnold. 1971. The future role of ground calcium-carbonate in paper coating. *TAPPI* 62(5) : 37~41
4. Isord, J. C. 1983. Ink transfer and retransfer -mottling and offset picking of coated papers-. TAPPI coating conference. TAPPI Press : 143~152

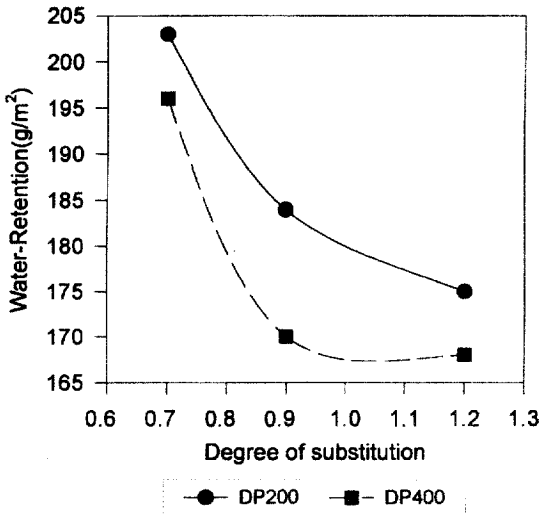


Fig. 4. Relationship water retention, DS and DP.

도계를 사용하여 4,400 및 8,800rpm으로 전단율을 달리하여 나타낸 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 4,400rpm에서는 중합도를 400으로 조절한 CMC가 높은 점도를 나타내고 있으나 8,800rpm의 경우에 있어서는 중합도의 변화가 고전단 점도에 대해 유의할 만한 수준의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 저전단 점도와 같이 치환도는 고전단 점도에도 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

CMC와 같은 친수성의 고분자 물질의 사용 목적은 도공액의 보수능력을 향상시키는 동시에 저전단 하에서의 적절한 증점과 고전단 하에서의 유동성을 개량시키는데 있다. 먼저 작업성 향상 측면에서 CMC의 역할을 살펴보면 고농도 및 고속 도공을 용이하게 하고, 블레이드 도공에 있어서 스트리크의 방지와 블레이드 도공압력의 안정화 등에 있고, 품질 향상 측면에서 보면 접착제의 원지 및 도공층 상부로의 과도한 이동 방지와 모틸링(Mottling)의 개선과 도공층의 평활성 향상 및 인쇄적성의 향상을 들 수 있다. 따라서 도공액의 보수성에 대한 CMC의 중합도 및 치환도에 의한 영향은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 치환도가 증가할수록 도공액의 보수 능력은 급속히 증가하는 것으로 나타났으며, 이 결과는 친수성인 카르복실기가 도공액의 보수 능력을 개선 시킨 결과로 사료된다. 그리고 중합도의 변화에 있어서는 중합도가 높은 CMC가 도공액의 망상 구조 형성에 유리하게 작용함으로써 보수성 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

5. Oakleaf, S. L. and R. L. Jaynes. 1977. Effects of rheology on pigmented size press coating pattern. *TAPPI* 60(11) : 95~99
6. Pan, Y.L. and J. Borovosky. 1993. Effect of papermaking and coating variables on offset print quality. Part2-coating and calendering variables-. *TAPPI* 76(12) : 105~109
7. Van Gilder, R.L., D.I. Lee, R.D. Purfeerst and J. Allswede. 1983. High solids latexes for paper coatings. Tappi Coating Conference. TAPPI Press : 123~134