

N-chlorocarbamoylethyl화에 의한 sheet의 습윤강도 향상효과^{*1}

정명준^{*2} · 조병묵^{*3} · 오정수^{*2}

The Improvement of Wet Strength Properties of Sheet by N-Chlorocarbamoylethylation^{*1}

Myung-Joon Jeong^{*2} · Byoung-Muk Jo^{*3} · Jung-Soo Oh^{*2}

ABSTRACT

For the purpose of improving the wet strength properties of paper, cellulosic fibers were modified by the processes of carbamoylethylation and N-chlorocarbamoylethylation.

Carbamoylethylated cellulose was prepared by the reaction of acrylamide with cellulosic fibers under the alkali catalyst, and N-chlorocarbamoylethylated cellulose was prepared by the addition of sodium hypochlorite into the carbamoylethylated cellulose.

In carbamoylethylation reaction, the conditions of NaOH concentration, temperature and acrylamide addition rate were considered to be important factors. An initial reactivity and degree of substitution(DS) in carbamoylethylation of cellulosic fibers were effective according to increasing the addition rates of alkali, acrylamide and the temperature condition of 40°C.

The effective wet strength properties by N-chlorocarbamoylethylation of cellulosic fibers were indicated under the conditions of DS 0.06. The wet strength of sheet was improved to 85% at the 100% basis of dry strength.

From the photograph of scanning electron microscopy, fiber cuttings on the edge of sheet sample used in tensile strength testing were found in the N-chlorocarbamoylethylated sheet, due to the improvement of fiber bonding strength.

The hypochlorite treatment was effective in the recycling of N-chlorocarbamoylethylated sheet, and was reduced the wet strength of sheet to be able to reslush.

Keywords : wet strength, carbamoylethylation, N-chlorocarbamoylethylation, acrylamide, hypochlorite

*1 접수 1999년 4월 19일, Received April, 19, 1999

본 연구는 동국대학교 전문학술지 논문게재 연구비 지원으로 이루어졌음.

*2 동국대학교 생명자원과학대학 College of Life Resources Science, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

*3 강원대학교 산림과학대학 College of Forestry Science, Kwang-Weon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

- 요약 -

종이에 습윤강도를 부여하기 위하여 셀룰로오스 섬유를 carbamoylethyl화 한 후 이를 다시 N-chlorocarbamoylethyl화했다. Carbamoylethyl화는 알칼리 촉매하에서 아크릴아마이드와의 반응에 의해서 제조되었으며, N-chlorocarbamoylethyl화는 차아염소산나트륨 첨가에 의해서 제조되었다. carbamoylethyl화에서는 NaOH의 농도와 온도 그리고 아크릴아마이드의 첨가량이 중요한 인자로 작용했으며, carbamoylethyl화의 초기반응에서는 40℃온도에서 그리고 알칼리와 아크릴아마이드의 첨가량이 증가할수록 더 높은 치환도가 나타났다. N-chlorocarbamoylethyl에 의한 가장 높은 습윤강도는 치환도 0.06에서 sheet의 건조강도에 85%에 해당하는 강도를 나타냈으며, 이를 주사전자현미경을 이용하여 N-chlorocarbamoylethyl sheet의 파단면에서 섬유간 결합력의 증가로 인한 섬유의 절단을 관찰 할 수 있었다. 그리고, N-chlorocarbamoylethyl sheet의 재활용을 위하여 습윤강도를 저하시키는데는 차아염소산나트륨이 효과적인 것으로 나타났다.

1. 서 론

종이의 구조 및 형성은 주로 섬유와 섬유간의 수소결합과 반데르 발스 힘에 의한 결합력에 기인한다. 단순 펄프 섬유만으로 형성된 종이는 수분이나 물 접촉에 의해 쉽게 그 결합력이 파괴되는 경향이 있다. 그러므로 수분이나 물에 의한 섬유간 결합을 보호하기 위하여 종이에 사이징이나 습강처리를 필요로 한다. 사이징 처리는 물의 침투를 억제할 뿐이며 일단 물이 침투되면 종이의 강도적 성질이 급격히 저하되는 특징이 있다. 반면 습강처리는 물을 흡수해도 그 강도를 유지할 수 있는 것이 특징으로서 위생용지나 산업용 포장지 뿐 아니라 각종 습강이 요구되는 지중에 다양하게 이용되고 있다(이 등, 1996).

이러한 습강지에는 주로 요소-포름알데히드 수지, 멜라민-포름알데히드 수지, 에폭시화 폴리 아미드 수지, 글리옥실화 폴리 아크릴아미드 수지, 폴리에틸렌 이민 등의 습윤지력 증강 레진 등을 이용하고 있다. 습윤지력 증강제의 첨가로는 보통 건조강도의 20~40%의 습윤지력만을 얻을 수 있으며 또한 각종 폐수 부하로 인하여 투입량에 제한을 받고 있는 실정이다(원, 1996; Scott, 1989).

따라서 본 연구에서는 습윤지력 증강제를 첨가하여 습윤강도를 부여하는 방식과는 달리 친수성의 셀룰로오스로 구성된 제지용 섬유를 화학적으로 개질시키는 방법을 채택하였다. 이러한 처리는 섬유간에 새로운 결합을 형성시킴으로서 섬유 고유의 성질을 유지시키면서 습윤강도를 향상시킴과 동시에 건조강도도 함께 향상시키는데 그 목적이 있다. 셀룰로오스섬유의 개질은 여러 연구자들에 의해 보고

된 바 있으며 이중 Suzuki(1994)는 제지용 섬유를 알칼리 촉매하에서 acrylonitrile로 cyanoethyl화하고 이를 다시 알칼리 촉매하에서 과산화수소를 이용하여 carbamoylethyl화 한 후 알칼리 조건하에서 차아염소산나트륨 처리를 하는 3단계 공정을 거쳐 N-chlorinated pulp를 제조하여 내수성을 개선시켰다. 그러나 본 연구에서는 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet를 제조하기 위하여 제지용 섬유를 일종의 Michael 반응(윤, 1996; Wurzburg, 1987)으로 수산화나트륨의 알칼리 촉매하에서 acrylamide를 이용하여 cellulose를 carbamoylethyl화 한 후 이를 다시 중성 조건에서 차아염소산나트륨 처리를 하는 2단계 공정을 거쳐 N-chlorocarbamoylethyl화 섬유를 제조하고자 했다. 이러한 carbamoylethyl화에서 수산화나트륨의 농도, 반응 온도, acrylamide의 첨가량, 반응 시간에 따른 반응 효과를 검토하였으며, N-chlorocarbamoylethyl화를 위한 carbamoylethyl화 섬유와 차아염소산나트륨과의 반응성을 검토하였다. 그리고, 기기분석을 통한 화학적 분석과 각각의 치환도에 따른 건·습윤 강도특성과 형태적 특성, 재활용을 위한 강도 저하 처리 효과 등에 대하여 구명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 Pulp

공시재료로서는 미국산 침엽수 BKP로서 (주)삼화 제지로부터 분양받았으며, 실험에 사용된 모든 펄프의 고해는 여수도 40 °SR로 조절하여 사용하였다.

2. 2 Carbamoylethyl cellulose의 제조

Cellulose를 NaOH 촉매하에서 acrylamide (CH₂CHCONH₂)를 첨가하여 20℃(상온조건)와 40℃에서 각각 carbamoylethyl cellulose를 제조하였다.

Cellulose의 carbamoylethyl화 반응의 예를 그림 1에 나타내었다.

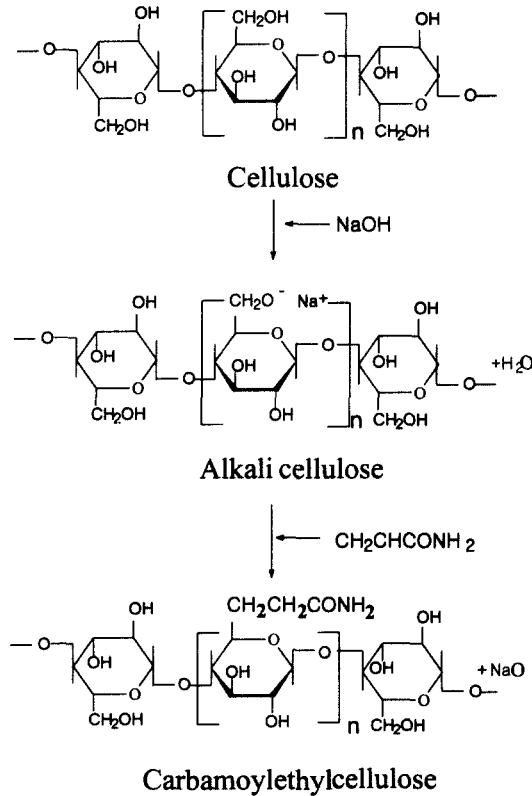


Fig. 1. The mechanism for the reaction of cellulose with acrylamide in alkali catalyst.

2.3 Carbamoylethyl cellulose의 N-Chlorocarbamoylethyl화

Carbamoylethyl화 섬유에 차아염소산 나트륨 용액을 0.05mol/l 첨가하여 반응온도 20℃에서 5분간 반응시켜 그림 2와 같이 N-Chlorocarbamoylethyl화 하였다.

2.4 FT-IR 분석

평량 30g/m²의 무처리 sheet와 carbamoylethyl화

sheet 그리고 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet를 적외선 분광분석기를 이용하여 섬유에 도입된 관능기를 분석하였다.

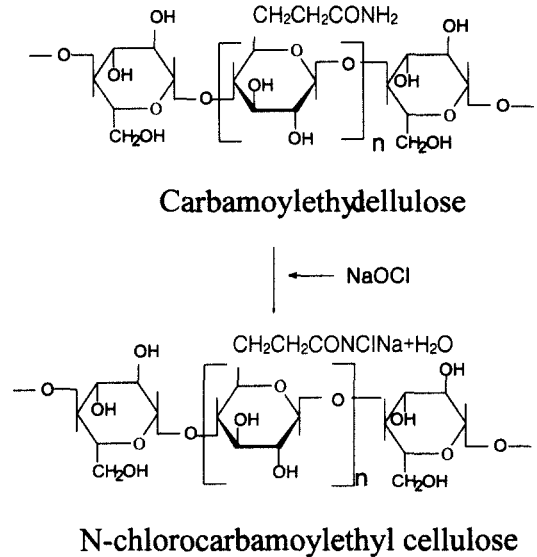


Fig. 2. The mechanism for the reaction of carbamoylethyl cellulose with sodium hypochlorite.

2.5 치환도 분석

2.5.1 Carbamoylethyl cellulose의 치환도 분석

셀룰로오스에 acrylamide가 도입되어 cellulose-O-CH₂CH₂CONH₂로 치환되는 acrylamide의 양을 정량하기 위해 micro-kjeldahl법으로 치환도를 계산하였다. 치환도 분석은 Tecator사 Kjeltec Auto1030 Analyzer를 사용하였으며, 아래의 식과 같이 소비된 황산의 양으로 질소소의 함량을 계산하였다.

$$\text{Total Nitrogen(\%)} = \frac{0.1N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times f \times \text{소비량} \times 14}{\text{시료량} \times \text{희석배수}} \times 100$$

얻어진 Total Nitrogen(%)를 이용하여 다음 식으로 부터 치환도를 산출하였다.

$$\text{Degree of Substitution (DS)} = \frac{162 \times N}{14 - (71 \times N)}$$

여기서, N : 시료의 질소함량 (mg)

f : 0.1N H₂SO₄의 factor

2.5.2 N-chlorocarbamoyethyl화 cellulose의 치환도 분석

제조된 carbamoylethy화 cellulose의 N-chlorocarbamoylethy화로의 반응성을 분석하기 위하여 carbamoylethy화 cellulose(DS : 0.12) 1.62g(O.D)을 20°C에서 0.05M의 NaOCl 수용액 100ml에 1, 5, 10, 20, 30분간 반응을 시킨후, 미반응된 차아염소산나트륨 수용액 25ml를 취해 1N의 KI 10ml를 가하고 6N의 HCl 5ml를 가한 후 0.1N Na₂S₂O₃표준액 소비량을 이용하여 다음 식에 의하여 치환도를 계산하였다.

$$\text{Degree of Substitution (DS)} = \frac{4(B-S) \times f \times N}{1000 \times M}$$

여기서, B : 0.1 N NaOCl 25ml 적정에 소요된 0.05N Na₂S₂O₃의 소비량(ml)

S : 미 반응 차아염소산나트륨 수용액 적정에 소요된 0.05N Na₂S₂O₃의 소비량(ml)

f : 0.05N Na₂S₂O₃의 factor

N : Na₂S₂O₃ 용액의 규정도

M : Carbamoylethy sheet의 mol수

2.6 수초지의 물성 평가

0.4%로 조절된 지료를 KS M 7030에 따라 수초지를 각 조건에 대하여 평량 60g/m²으로 제조하였다. 단, 수초지의 1차, 2차 pressing은 각각 2분 동안만 행하였다.

제조된 수초지로 인장강도(KS M 7014), 인열강도(KS M 7016), 파열강도(KS M 7017), 내절도(KS M 7065), 습윤인장강도(KS M 7014)를 측정하였다.

2.7 주사전자현미경(SEM)의 관찰

무처리 sheet와 N-chlorocarbamoethyl화 sheet를 gold 코팅한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope: Hitachi S-2400)에 의한 섬유 특성을 관찰하였다.

2.8 N-Chlorocarbamoyethyl화 sheet의 습윤 인장강도 저하 처리효과 분석

치환도 0.04의 N-chlorocarbamoyethyl sheet를 20°C와 40°C에서 NaOCl 0.025mol/l 과 0.050mol/l 로 각각 3시간동안 침지하여 습윤강도 저하 효과를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 FT-IR 분석

FT-IR로 반응기의 도입을 분석한 결과를 그림 3에 나타내었다.

그림 3에 나타낸 FT-IR 스펙트럼은 각각 무처리 BKP sheet, carbamoylethy화 sheet, N-chlorocarbamoyethyl화 sheet를 사용하여 얻었다. 스펙트럼 A는 무처리 BKP sheet로부터 얻었으며 흡수밴드 1641cm⁻¹은 free water에 의한 peak이며, 스펙트럼 B는 치환도 0.04의 carbamoyethyl화 시킨 sheet로부터 얻었으며 흡수밴드 1662cm⁻¹은 carbamoylethy화에 의한 고체 상태 amide I의 신축진동에 의해 나타난 것으로 생각된다. 그리고 스펙트럼 C는 N-chlorocarbamoyethyl화 시킨 sheet로부터 얻은 스펙트럼의 흡수밴드 1664cm⁻¹는 미치환 amide I에 의한 것으로 추정된다(박, 1983).

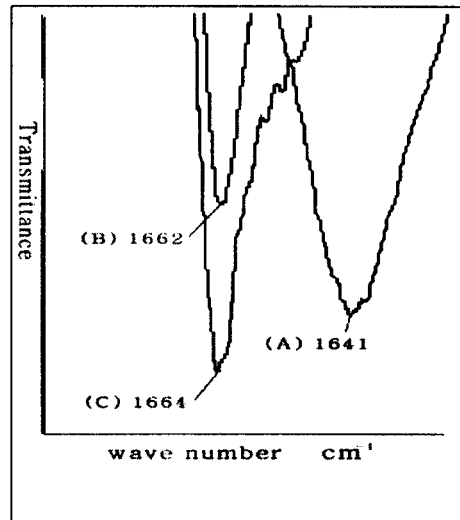


Fig. 3. FT-IR spectra of untreated(A), carbamoylethylated(B) and N-chlorocarbamoyethylated(C) sheet.

3.2 Carbamoylethy화 sheet의 제조 특성

3.2.1 알칼리 농도와 반응 시간에 의한 영향

Carbamoylethy화는 알칼리 촉매하에서 반응되기 때문에 알칼리 농도를 조절하여 반응 특성을 검토하였으며 그 결과를 그림 4에 나타냈다.

N-chlorocarbamoyl에 의한 sheet의 습윤강도 향상효과

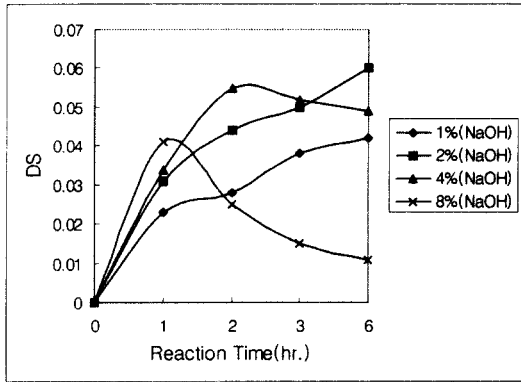
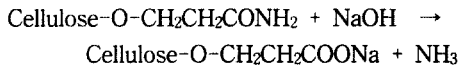


Fig. 4. Degree of substitution versus reaction time according to the addition ratio of alkali.

알칼리 농도가 1%와 2%에서는 초기 1시간에 2급 속히 치환되었으며 반응 시간이 경과함에 따라 치환도는 점진적으로 증가되는 경향을 보였다. 특히 NaOH 농도 1%보다 2%에서 더 높은 치환도를 나타낼 수 있었다.

그러나 NaOH 4% 농도에서는 초기에는 치환도가 높아지다가 2시간 이후부터는 점진적으로 치환도가 떨어지는 특성을 나타냈으며, 8%에서는 초기에 급속히 치환도가 증가하다가 시간의 경과와 함께 급격히 감소하는 특성을 나타냈다. 이러한 현상은 알칼리 조건이 고농도일수록 더 쉽게 팽윤되기 때문에 초기 반응은 알칼리 농도에 따라 증가를 하는 것으로 사료된다. 또한 carbamoyl에틸화 반응은 carbamoyl에틸기가 알칼리 촉매의 작용을 받아 카르복시에틸기로 되는 부반응을 수반하며, 그 반응식은 다음과 같다(조 등, 1992; Savage *et al.*, 1954; Ragheb *et al.*, 1997).



즉, 고농도의 알칼리 조건일수록 반응시간이 경과함에 따라 carbamoyl에틸기가 카르복시에틸기로 치환되어 실제 carbamoyl에틸화의 치환도가 감소되는 것으로 생각된다.

그러므로 초기 반응에서는 알칼리 농도가 높을수록 치환도가 증가되었으며, 반응 시간이 길수록 저농도의 알칼리 조건에서 치환도가 우수할 것으로 생각된다.

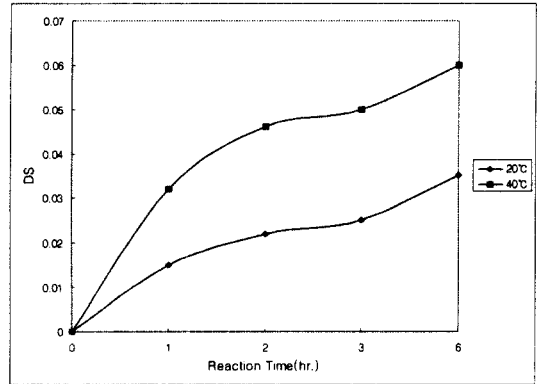


Fig. 5. Degree of substitution versus reaction time according to the temperature condition during carbamoyl에틸화 reaction.

3.2.2 반응 온도와 반응 시간의 영향

온도에 따른 치환도를 평가하기 위하여 NaOH 2%, acrylamide 0.5M를 투입하여 반응 온도 20°C와 40°C에서의 치환도를 비교 평가하였다.

그림 5에 나타낸 바와 같이 carbamoyl에틸화에 따른 치환도는 20°C보다 40°C에서 약 2배 정도 높은 것으로 나타났다.

3.2.3 아크릴 아마이드의 첨가량과 반응 시간에 따른 변화

그림 6은 carbamoyl에틸화에 있어 acrylamide의 첨가량과 반응 시간과의 관계를 검토하기 위하여 펄프 슬러리에 acrylamide 0.10, 0.25, 0.50, 1.00M을 NaOH 농도 2%, 반응 온도 40°C조건에서 첨가했을 때의 치환도 변화를 나타낸 것이다.

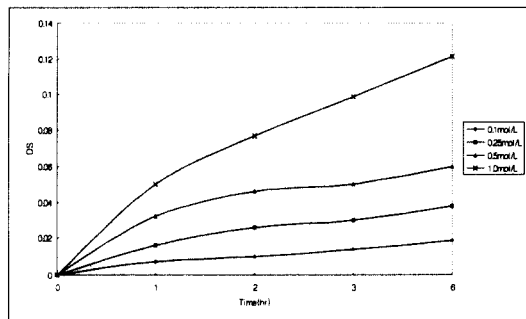


Fig. 6. Degree of substitution versus reaction time according to the concentration of acrylamide.

Carbamoylethyl화에 따른 cellulose의 치환도는 반응시간의 경과에 따라 acrylamide의 첨가량이 증가 할수록 치환도가 비례적으로 증가함을 알 수 있었다.

3.3 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet의 제조 특성

그림 7은 carbamoyethyl화 섬유와 N-chlorocarbamoyethyl화 반응 결과를 나타낸 것이다. N-chlorocarbamoyethyl화는 반응 초기 5분 정도에 급속히 이루어졌으며, 10~20분 사이에 반응이 거의 완료되었다. 이러한 결과는 15~20분에서 거의 완료된다고 보고한 Suzuki(1994)의 연구와 일치하였다.

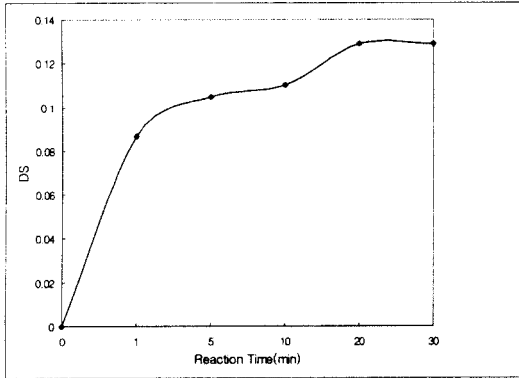


Fig. 7. Degree of substitution versus reaction time according to the addition to sodium hypochlorite.

그림 9에서 보는 바와 같이 30분 정도 경과 후 N-chlorocarbamoyethyl화에 따른 치환도는 0.129로서 사용한 carbamoylethyl화 섬유의 치환도 0.121보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 차아염소산나트륨의 일부가 N-chlorocarbamoyethyl화 반응 이외에 carbamoylethyl화 섬유의 구성요소인 cellulose와 다른 구성 요소와도 반응함으로써 치환도가 높게 나타난 것으로 생각된다.

3.4 치환도에 따른 carbamoylethyl화 sheet와 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet의 강도 특성 비교

3.4.1 건조강도 특성

표백크라프트 펄프를 40 °SR로 고해한 후 car-

bamoylethyl화하여 치환도 DS 0.03, 0.04, 0.05, 0.06의 수초지를 조제하였으며, 이를 다시 0.05mol/l의 차아염소산나트륨(NaOCl)에 5분간 반응시켜 얻은 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet를 제조하여 강도적 특성을 비교 하였다.

그림 8은 carbamoylethyl화 sheet와 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet의 인장강도 특성을 나타낸 것으로서 무처리 sheet보다 carbamoylethyl화 sheet 경우 치환도가 증가함에 따라서 15~21% 정도의 인

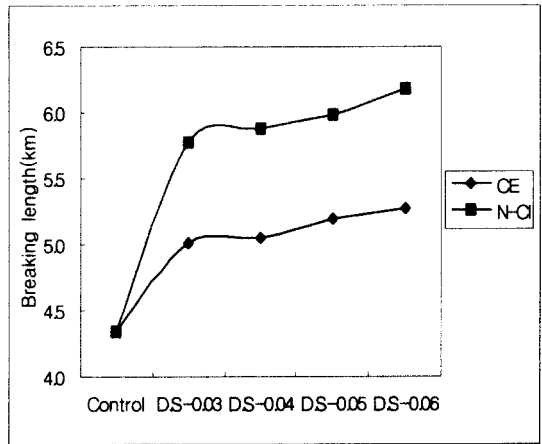


Fig. 8. The relationship between breaking length and DS by the carbamoylethylation and N-chlorocarbamoylethylation.

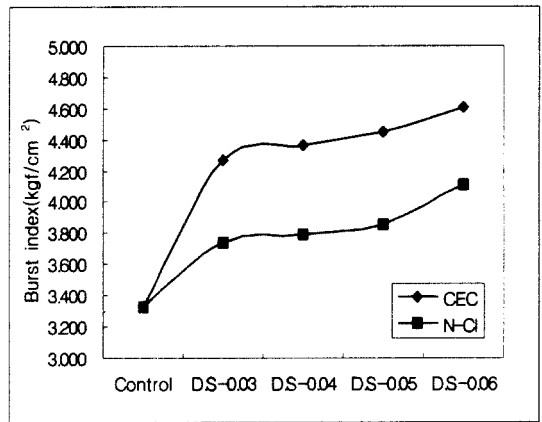


Fig. 9. The relationship between burst index and DS by the carbamoylethylation and N-chlorocarbamoylethylation.

N-chlorocarbamoylethyl화에 의한 sheet의 습윤강도 향상효과

장강도 향상효과를 나타내었다. N-chlorocarbamoylethyl화 sheet는 치환도의 증가에 따라서 인장강도는 무처리보다 33~42% 정도 강도가 증가되었으며, carbamoylethyl화 sheet 보다는 17~21% 정도 증가되었다.

그림 9는 carbamoylethyl화 sheet와 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 파열강도 특성을 나타낸 것이다. 파열강도는 carbamoylethyl화 sheet의 경우 치환도가 증가함에 따라서 무처리 보다 28~39% 향상되었으며, N-chlorocarbamoylethyl화 sheet는 무처리 보다 13~24% 정도 증가되었다. 파열강도는 인장강도와 달리 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet보다 carbamoylethyl화 sheet가 더 우수한 것으로 나타났다.

그림 10은 carbamoylethyl화 sheet와 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 내절도 특성을 나타낸 것이다. Carbamoylethyl화 sheet 경우 치환도가 증가함에 따라서 무처리 sheet보다 82~152% 정도로 두드러진 강도 향상 효과를 나타냈으며, N-chlorocarbamoylethyl화 sheet는 무처리 sheet 보다 저치환도에서는 103%정도 강도 향상 효과를 나타냈고 고치환도에서는 10% 정도의 강도 향상효과를 보였다. 따라서 고치환도에서는 저치환도에서 보다 그 효과가 감소되는 특성을 보였다. 이와같은 결과는 sheet의 유연성이 내절도에 중요한 인자로 작용하기 때문에 고치환도의 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 치환도가 증가함에 따라 내절도가 감소하는 경향은 섬유 유연성과 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다(이 등, 1996).

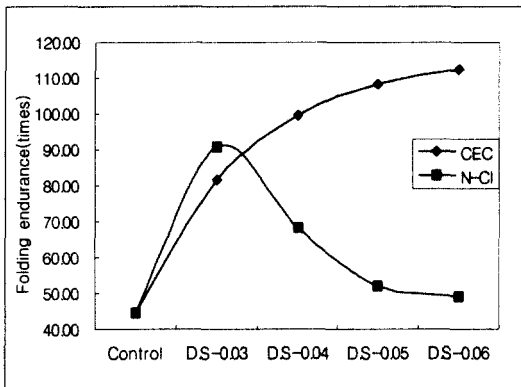


Fig. 10. The relationship between folding endurance and DS by the carbamoylethylation and N-chlorocarbamoylethylation.

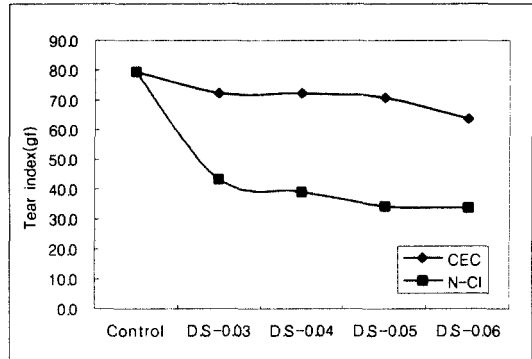


Fig. 11. The relationship between tear index and DS by the carbamoylethylation and N-chlorocarbamoylethylation.

그림 11은 carbamoylethyl화 sheet와 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 인열강도 특성을 나타낸 것으로 carbamoylethyl화 sheet의 경우 치환도의 증가에 따라 9~20%정도 강도가 감소하였으며, N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 경우 치환도가 증가함에 따라 46~57% 정도로 급격한 강도 감소 효과를 나타내었다.

3.4.2 습윤인장강도 특성

그림 12는 무처리 sheet, carbamoylethyl화 sheet, 그리고 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 습윤 인장강도 특성을 치환도 별로 나타낸 것이다.

무처리 sheet와 carbamoylethyl화 sheet는 비슷한 습윤인장강도 특성을 나타냈으나, N-chlorocarbamoylethyl화 sheet는 무처리 sheet에 비하여 치환도가 증가함에 따라 26배에서 치환도가 0.06의 경우 최고 36배까지 습윤강도가 향상되는 효과를 나타내었다.

일반적으로 제지공정 중에 사용되는 습윤 지력 증강제에 의해서 발현되는 습윤강도가 약 20~40%인 것과 비교하면 DS 0.06에서는 무처리 건조강도의 약 85%로 기존에 약품을 통한 습윤강도 발현 보다 훨씬 우수한 강도 향상 효과를 나타내었다.

본 연구에서 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 경우 그림 14에 나타난 바와 같이 습윤인장강도와 건조인장 강도가 함께 증가되었다. 이러한 결과는 단순히 섬유간의 팽윤을 억제한 것이 아니라 N-chlorocarbamoylethyl화에 의해 섬유간의 새로운 결합을 형성함으로써 습윤 강도가 발현되는 것으로 사료된다.

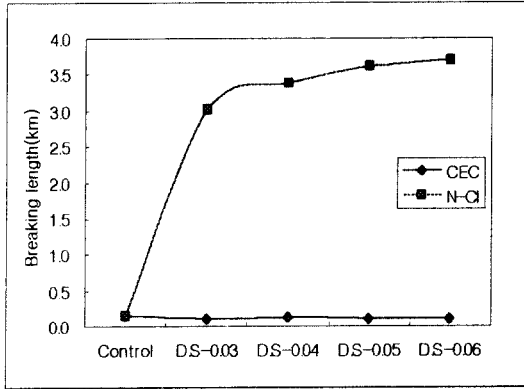


Fig. 12. The relation between wet breaking length and DS by the reaction of carbamoylethylated sheet and N-chlorocarbamoylethylated sheet.

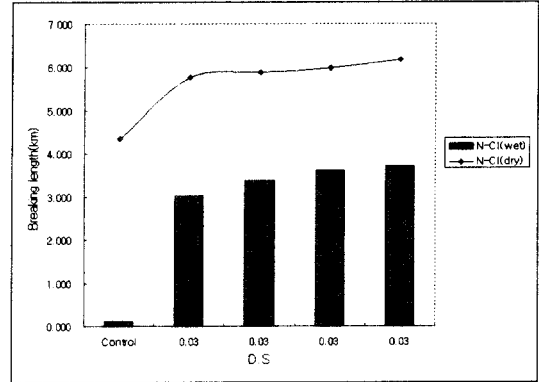


Fig. 14. The relation between wet and dry strength and degree of substitution by the reaction of N-chlorocarbamoylethylation.

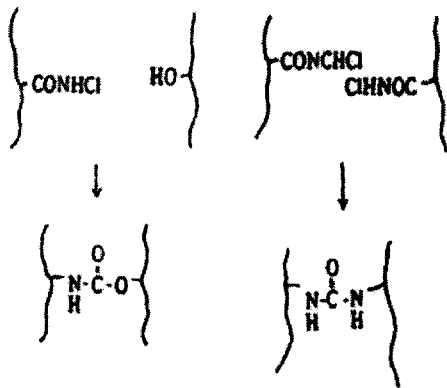


Fig. 13. The reaction scheme of N-chlorocarbamoylethylated cellulose during sheet forming.

Suzuki(1994)는 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 내수화 기구로 N-Cl기와 섬유 표면의 수산기에 의한 우레탄결합 또는 N-Cl기 간에 요소결합이 고려된다고 보고한 바 있으며, 또한 내수화 시트는 이온성기의 생성도 발견되고 있기 때문에 보다 복잡한 결합형태가 예측된다고 했으며 Suzuki가 제안한 N-chlorocarbamoylethyl화에 의한 섬유간 결합의 예를 그림 13에 나타냈다.

3.5 주사전자현미경(SEM)의 관찰

무처리 sheet와 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet의 구조적 특성을 분석하기 위하여 인장강도 실험 후의 sheet 파단면을 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다.

사진 1은 무처리 sheet의 파단면을 나타낸 것으로서 파단 시 섬유의 절단이 관찰되지 않았다.

사진 2는 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet로서 파단 시 섬유의 절단이 관찰되었으며 이것은 섬유가 화학적 개질을 통해 새로운 결합이 섬유간에 형성되어 결합력이 증대됨으로서 인장 파단시 섬유가 절단

Photo 1. Scanning electron microscopy of the untreated sheet.

N-chlorocarbamoylethyl화에 의한 sheet의 습윤강도 향상효과

특히 40℃, NaOCl 0.050mol/l 처리에서는 습윤강도가 1.4%로 저하되어 무처리 sheet와 비슷한 습윤강도를 나타내었다.

따라서 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet는 NaOCl 처리에 의하여 무처리 sheet에 근접한 습윤강도까지 습윤강도를 저하시킬 수 있을 것으로 생각된다.

또한 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet는 20℃ NaOCl 0.025 mol/l의 경우에도 15일간 방치 후에는 습윤인장강도를 측정할 수 없을 정도로 그 강도가 현격히 감소되었다.

이상의 결과에서와 같이 소량의 NaOCl 첨가로도 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet의 습윤인장강도는 recycle이 가능할 정도로 그 강도를 충분히 저하시킬 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

Photo 2. Scanning electron microscopy of N-chlorocarbamoylethyl sheet (DS 0.06).

V. 결 론

제지용 섬유를 acrylamide를 이용하여 carbamoyethyl화 한 후 이를 다시 차염소산나트륨을 이용하여 N-chlorocarbamoylethyl화한 결과는 다음과 같다.

1. Carbamoyethyl화에서 초기 반응은 고농도의 알칼리 농도가 우수했으나, 반응시간이 경과함에 따라 저농도의 알칼리 조건이 바람직하였으며, 반응 온도는 40℃에서 효과가 보다 우수했으며, acrylamide의 첨가량에 비례해서 치환도가 증가했다.

2. N-chlorocarbamoylethyl화는 반응 초기 5분 정도에 급속히 이루어졌으며, 10~20분 사이에 반응이 거의 완료되었다.

3. 건조 강도 특성에서 인장강도는 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet가 DS 0.06에서 42%가 증가하여 가장 우수한 특성을 나타냈으며, 파열강도와 내절도는 carbamoyethyl화 sheet가 각각 최고 39%와 152% 증가하였다.

4. 습윤 인장강도는 N-chlorocarbamoylethyl화 sheet(DS 0.06)가 무처리 sheet에 비하여 최고 36배까지 습윤강도가 향상되었으며, 이것은 무처리 건조강도에 약 85%로 우수한 습윤강도 향상효과를 나타냈다.

5. SEM을 통하여 N-chlorocarbamoylethyl sheet의 파단면에서 섬유간 결합력의 증가로 인한 섬유의 절단을 관찰할 수 있었다.

6. N-chlorocarbamoylethyl sheet는 40℃에서,

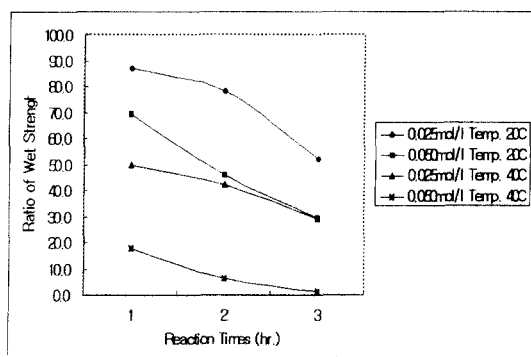


Fig. 15. Effect of reslush property of N-chlorocarbamoylethylated sheet.

7되는 경향을 나타내는 것으로 생각된다. 이러한 특성은 초지시 장섬유를 혼합함으로써 강도를 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

3.6 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet의 습윤 인장강도 저하 처리 효과 분석

그림 15은 N-chlorocarbamoyethyl화 sheet를 NaOCl 0.025, 0.050mol/l인 용액에 20℃와 40℃에서 3시간 동안 침지 처리함으로써 습윤 인장강도를 100으로 기준했을 때 시간 경과에 따른 습윤강도를 백분율로 나타낸 것이다.

습윤강도 저하는 상온(20℃)에서보다 40℃에서 훨씬 높게 나타났으며, NaOCl의 투입량과 처리시간이 증가할 수록 강도저하 효과가 높은 것으로 나타났다.

NaOCl 0.050mol/l 에 침지하여 1.4%까지 습윤강도가 저하되어 NaOCl처리에 의하여 충분히 습윤강도를 저하시킬 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 박기채. 1983. 기본분석화학. 탐구당 : 180~201
2. 원종명. 1996. 지력 증강제의 기능 발현. 제지기술. 5: 42~53
3. 윤세영. 1996. 제지용 섬유의 Cyanethyl화에 의한 화학적 개질효과에 관한 연구. 동국대학교 석사학위논문
4. 이학래, 이복진, 신동소, 임기표, 서영범, 원종명, 손창만. 1996. 제지과학. 광일문화사: 313~333
5. 조남석, 이종윤, 윤병호, 황병호. 1992. 목재화학. 영남대학교출판사: 79~81
6. Ragheb A. A., Rahman A. A. A, Hebeish A. 1997. Carbamoyletylation of moghat mucilage. Huthig & Wepf Verlag, Zug(gw): 23~35
7. Savage A. B., A. E. Young, A. T. Maasberg. 1954. Cellulose & Cellulose Derivatives. Inter- science Publishers Inc.: 937~945
8. Scott, W. E. 1989. Properties of Paper: An Introduction. TAPPI Press: 1~4
9. Suzuki, K., Y. Terashima. 1994. Strength properties of water-resistant paper derived from N-chlorinated pulp and the water-resistance improving mechanism. Proceeding of Japan Tappi : 64~67
10. Wurzburg, O. B. 1987. Modified Starches: Properties and Uses. CRC Press, Inc: 185~186