

환경친화적인 수용성 섬유에 관한 연구

박종진, 앙골가르, 송호준, 유승관, 박진원*

연세대학교 화학공학과
120-749 서울시 서대문구 신촌동 134

(2007년 5월 18일 접수; 2007년 9월 10일 채택)

A Study on the Environmentally Friendly Water-Soluble Fiber

Jong-Jin Park, Ankur Gaur, Seung-kwan Yoo, Ho-Jun Song, Jin-Won Park*

Department of Chemical Engineering, Yonsei University
134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea

(Received for review May 18, 2007; Revision accepted September 10, 2007)

요 약

본 연구에서는 셀룰로오스계 부직포를 이용하여 상온에서 물에 녹는 카르복시메틸셀룰로오스(carboxymethylcellulose; CMC)를 합성하였다. 실험변수는 반응온도, 시간, 수산화나트륨(NaOH) 및 모노클로로아세트산(monochloroacetic acid; MCA)이다. 머셔화(mercerization) 및 에테르화(etherification)할 때, 용해도와 치환도(degree of substitution ; DS)는 NaOH(또는, MCA)농도를 증가시키면서 최대 용해도와 치환도를 관찰하였다. 이때의 최대용해도와 치환도는 NaOH(또는, MCA)농도가 30%일 때 얻어졌다. 치환도를 볼 때, MCA농도의 영향은 NaOH농도에 비해 더 크게 나타났다. CMC섬유의 인장강도(Tensile strength; TS)에서는 효과적인 결과를 보였고, 반응시간, 시약농도와 반응온도에 따라 인장강도는 감소하였다. 그러나 인장강도의 큰 변화가 중성영역 부근에서 관찰되었다.

주제어 : 카르복시메틸셀룰로오스, 셀룰로오스, 비스코스레이온, 수용성섬유, 머셔화, 에테르화

Abstract – Carboxymethylcellulose (CMC), which is water-soluble at room temperature, was synthesized from cellulose in this study. Experimental parameters included reaction temperature, time, concentration of NaOH, and monochloroacetic acid (MCA). In mercerization and etherification, solubility and degree of substitution (DS) increased when NaOH (or MCA) concentration increased and maximum solubility and DS were achieved when NaOH or MCA was 30%. The effect of MCA concentrations on the DS was larger than that of the NaOH concentration. Tensile strength of the CMC was decreased by the increases of reaction time, reagent concentration and reaction temperature. Tensile strength also decreased by NaOH and MCA. However, low decrease of tensile strength was observed in near neutral region.

Key words : Carboxymethylcellulose, Cellulose, Viscose rayon, Water-soluble fiber, Mercerization, Etherification.

1. 서 론

현재의 상황은 자원고갈과 더불어 기후 변화의 영향 하에 놓여있다. 자원고갈은 새로운 에너지원 또는 재생에너지의 발굴

을 통해서 해결할 수 있다. 재생/바이오에너지로서, 목재, 곡물, 식물성기름 등의 재생 가능한 천연자원들이 부가가치화 되어 화석연료를 대체할 수 있는 에너지와 전 과정평가 개념에서의 환경에 미치는 영향에 대한 관심이 높아지고 있다는 것이다

* To whom correspondence should be addressed.

E-mail : jwpark@yonsei.ac.kr

[1-2]. 그 중 세계적인 목재 생산현황은 2000~2002년 동안 약 3,400 million m³/year으로 보고되었다. 목재 생산은 아시아(30.3%), 북미와 중앙아메리카(23%), 그리고 그 뒤를 아프리카(18%)와 유럽(17%)이 따른다[2]. 별목되는 목재 총량 중 5%가 아황산염이나 황산염 펄핑에 의해 셀룰로오스로 생산되며 이중 약 500만 톤이 정제된 셀룰로오스로 가공된다.

정제된 셀룰로오스는 분자구조적 소수성에 의하여 물에 용해되지 않는 특성을 나타낸다. 정제된 셀룰로오스의 35%는 일련의 합성과정을 거쳐 셀룰로오스 에스테르(25%)와 셀룰로오스 에테르(10%)로 전환되는데[3] 이러한 셀룰로오스 유도체들 중 일부는 수용성을 나타내며 여러 기술로의 응용이 가능하다. 특히 Carboxymethylcellulose(CMC)는 구조 변화를 통해 합성능력, 의가소성, 막이나 착물 형성, 표면 활성 등의 물성 변화를 유도할 수 있고 의약, 미용, 식품산업과 같은 광범위한 응용이 가능하다[4-9].

셀룰로오스의 주요 특성 중 하나는 간단한 화학적 수정(modification)을 통해 유도체로 전환될 수 있다는 점이다. 셀룰로오스의 용해도는 치환도(degree of substitution, DS) 뿐만 아니라 글루코오스 단위 내의 성분 분포와 셀룰로오스 사슬(chain)에 의존한다는 사실은 잘 알려져 있다. Kötz 등[10]은 거대분자와 전기화학적 측면에서 새롭게 합성된 CMC의 특성을 연구하였고, 독특한 CMC형태에 대해 새로운 응용분야가 될 수 있는 몇 가지의 특별한 콜로이드 특성을 밝혔다. 폐목면으로부터 직접 고치환도 CMC를 제조하는 반응조건에 대한 연구[11]도 있었는데, 이들이 폐목면으로부터 합성한 CMC의 점도가 목재 펄프로 만든 CMC의 것보다 높음을 입증하였다. 최근 Heinze, Liebert, Pfeiffer, Hussain와 Racz[12-14]는 새롭고 유망한 합성방법에 대해 큰 관심을 보이고 있다. 그것은 다음과 같은 불균일상 경로에 비해 여러 장점을 가지고 있는 균일상에서의 셀룰로오스 유도체화반응이다: 1)셀룰로오스유도체의 치환도는 반응시간, 온도와 셀룰로오스에 대한 유도화 개시제의 몰비와 같은 반응조건을 적용함으로써 효과적으로 조절될 수 있다; 2)치환기는 셀룰로오스 주체를 따라 규칙적으로 도입된다; 3)그래서 얻어진 생성물의 물리화학적 특성은 불균일상 조건에서 생성된 것들에 비해 훨씬 조절이 효과적이라는 내용의 연구에 관한 것이다.

본 연구는 CMC 제조공정을 이용한 상온에서의 수용성 섬유제조에 관한 연구로서 비스코스레이온을 원재료로 사용하였다. 부직포는 합성섬유 또는 천연섬유로 제조되고 있으나 여러 가지 환경오염에 의한 수요의 증가에 따라 수용성 부직포가 개발되었다. 그러나 현재 상품화된 수용성부직포는 95℃ 이상의

고온욕 처리에 의해 물에 녹을 수 있는 단섬유(PVA)로 구성된 것으로서, 일부 산업에서만 이용이 가능하며 자수용 기포로 부직포를 이용 시 제품의 원가가 높아지며, 고온욕 처리 과정 중 제품에 손상이 일어나는 단점이 있다.

이전의 연구[15]에서는 이러한 부직포의 단점을 보완하기 위해 셀룰로오스 재생 섬유인 비스코스 레이온으로 상온에서 수용성인 CMC 성분의 부직포를 개발하였다. 즉, 비스코스 레이온은 머서화 반응과 에테르화 반응을 거쳐 시간, 온도, 농도를 변수로 하여 CMC를 제조하였고, 제조된 CMC는 상온에서 물에 대한 용해 특성과 카르복시기 치환도가 계산되었다. 또한 섬유 제조 시 인장강도가 약해지는 결점을 보완하기 위하여 첨가제 투입에 의한 인장강도 강화효과를 알아보았다.

본 연구에서는 셀룰로오스계 부직포를 처리하여 수용성 부직포의 최적 조건을 근거로 bench 규모 반응기를 제작하여 용해도, 머서화에 따른 용해도 및 치환도, NaOH농도 및 반응온도의 영향과 에테르화에 따른 반응시간, 모노클로로아세트산(MCA)의 농도 및 반응온도의 영향에 대한 운전조건을 도출하고자 한다.

2. 실험재료 및 실험방법

2.1. 재료

비스코스레이온 섬유(MW=12,000~14,000; degree of polymerization(DP)=300; 결정성=30~40%; 치수=25 cm×25 cm, 밀도=1.5; 신장률=20~25%)에 의해서 제조된 부직포가 텍스테크(주)에 의해 제공되었고, 수산화나트륨, 모노클로로아세트산, 염산과 에탄올은 덕산이화학(주) 제품을 사용하였다.

2.2. CMC계 부직포 처리 및 실험방법

본 연구에서 사용된 부직포의 물성은 범용 공정으로부터 제조된 것과 크게 다르지 않고, 본 연구에서 사용된 부직포는 습식방사(spun bond) 공정을 통해서 제조되었다. 본 연구에서는 단지 수용가능한 부직포에만 초점을 맞추었다. 셀룰로오스에서 카르복시메틸화의 반응 경로는 Figure 1에 나타난 바와 같고, 실험방법 및 순서는 Figure 2에 나타내었다. 수용성 부직포 CMC 제조에 대한 대략적인 방법은 먼저 NaOH 수용액과 에탄올 30 ml를 첨가한 100 ml 플라스크에 넣고 셀룰로오스 성분의 비스코스레이온 시편 약 2 g을 침지시킨 후 45~50℃의 항온조에서 머서화 반응을 시켰다. 여기서 최초 실험의 원

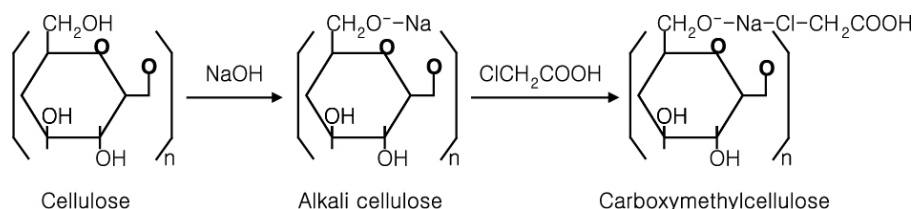


Figure 1. Reaction path from cellulose to CMC.

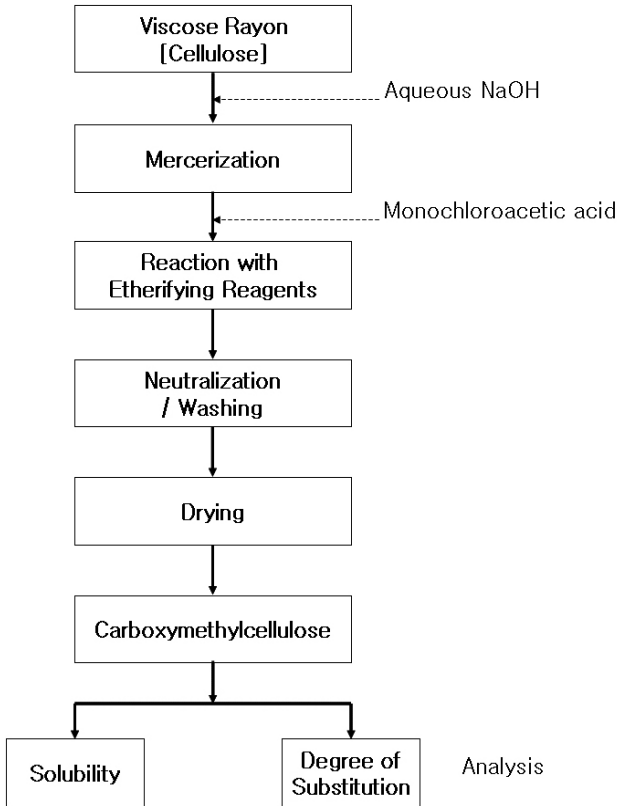


Figure 2. Sequence of experiments for preparation and analysis of CMC.

료물질은 비스코스레이온계 셀룰로스에서의 부직포이다. 머서화 반응이 끝난 후 삼각플라스크에 용매를 에탄올로 하여 제조한 모노클로로아세트산(MCA) 용액을 첨가하였고 다시 항온조에서 에테르화 반응을 시켰다. 이 때 항온조의 온도는 머서화와 같은 45~50℃ 정도로 유지되면서 교반(60 rpm)되었고, 에테르화 반응이 끝난 시편을 에탄올에 의해 희석된 염산용액에 세척/중화시켰다. 세척/중화 후 70℃의 건조기에서 15분~30분 건조시켜 최종생성물을 제조하였다.

2.3. 용해도 시험

건조 후 생성물인 부직포 0.5 g(5 cm×5 cm)을 물에 넣고, 30분 동안 상온에서 완만하게 교반하였다. 생성물의 용해도는 방정식 (1)과 같이 정의한다.

$$Solubility(\%) = \left(\frac{M-R}{M} \right) \times 100 \quad (1)$$

여기서 M은 제조된 CMC 시료의 질량(g)이고 R은 녹지 않은 CMC의 질량(g)이다. 반응, 세척, 건조가 일정하게 유지되는 동안, 시약농도, 반응시간과 반응온도와 같은 3가지 변수를 변화시켰다. 수산화나트륨용액의 농도는 5~50%까지 변화를 주었다. 수산화나트륨과 MCA의 최대 용해도는 0.3~2.0 범위 내에 분포하였다. 반응시간은 5~90분동안 부여하고 머서화와

에테르화에 대한 변화를 관찰하였다.

2.4. 치환도 측정

치환도 측정법은 Green[16]의 방법을 선택하였다. 그 방법에 따라서 2.0 g의 시료를 삼각플라스크에 넣고 100℃, 1시간 동안 건조하였다. 다음으로, 건조 전후의 질량을 측정하고, 시료의 수분함량을 측정하였다. 그 다음에, 삼각플라스크에서 70% 메탄올 15 ml를 채취하여 혼합하였다. 혼합물은 잠시 방치한 후, 마지막으로 200 ml의 물과 50 ml의 0.5 N수산화나트륨을 더했다. 혼합용액은 시료가 용해될 때까지 3~5시간동안 교반한 후, 혼합용액을 페놀프탈레인 종말점을 이용하여 0.4 N 염산으로 역 적정하였다. 치환도(DS)는 다음과 같이 계산되었다.

$$DS = \frac{162 \times f \times (10.0 - C \times N)}{1000 \times S - (58 \times f \times (10.0 - C \times N))} \quad (2)$$

여기서 S는 CMC의 건조질량 (g), C는 HCl 표준용액의 부피(ml), N은 HCl용액의 노르말농도, f는 HCl 표준용액의 보정계수이다.

2.5. 인장강도 측정

인장강도는 일정속도에서 측정되고, 한국규격(KS K 0520)에 제시되어있는 시험방법에 따라 grab method를 이용하여 인장강도를 측정하였다. grab method는 주로 직물의 인장강도를 측정하는 데 이용된다. 시편은 처리된 것과 처리되지 않은 비스코스레이온 원료를 준비하고, MD (Machine Direction)와 CD (Cross Direction)방향의 각각 3개씩 시편 (2.5 cm × 10 cm 크기)을 준비하였다. 시편은 직물의 양면과 중심에서 채취한 다음 인장강도를 분석하였다.

2.6. 제조된 CMC섬유의 FT-IR 분석

시료는 분석을 목적으로 분말로 만들어 KBr과 함께 분석용 펠렛으로 제조한 후 FT-IR (Bruker, Tensor 27)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 검토

3.1. 머서화 시간이 용해도 및 치환도에 미치는 영향

머서화 동안 반응시간의 영향은 Figure 3에 나타나있다. Figure 3은 머서화 시간 및 에테르화 시간의 영향을 보여준다. 반응시간에 대한 결과는 모든 농도에서 수산화나트륨용액이 침투되고 1시간이 되는 시점에서 용해도가 최적점으로 나타남을 알 수 있었다. 수산화나트륨의 반응온도와 농도는 실험동안 45℃, 40%(w/v)에서 일정하게 유지되었다. 반응시간에 따라 물에 대한 생성물의 용해도는 증가하였다. 그러나 반응시간 30분 이후부터는 용해도의 변화량이 작았다. 치환도(DS)는 0.62에서 0.65의 범위를 보였고, 반응시간에 대한 의존성을 보이지 않았다.

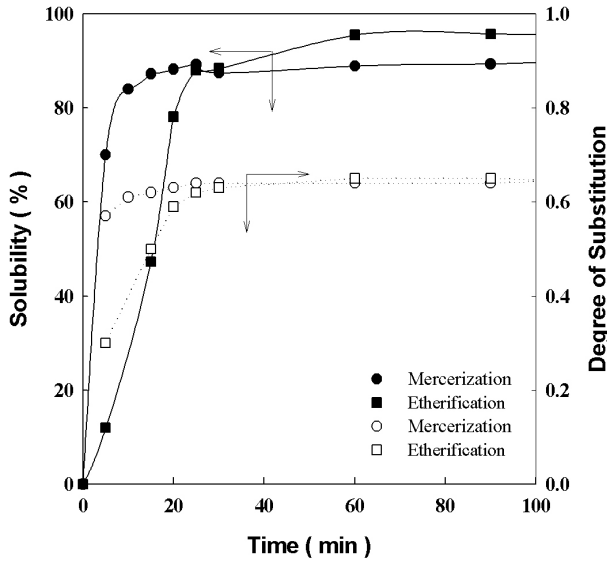


Figure 3. Effects of mercerization and etherification times on solubility and degree of substitution. Reaction temperature = 45°C; NaOH conc. = 40% (w/v); MCA conc. = 30% (w/v).

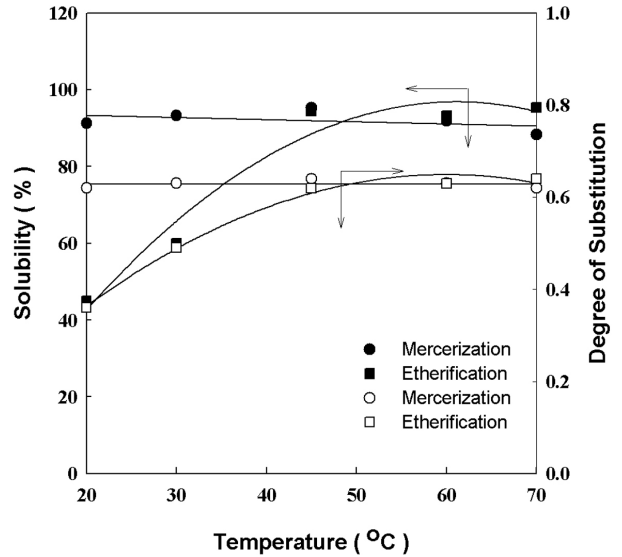


Figure 5. Effects of mercerization and etherification temperatures on solubility and degree of substitution. Reaction time = 30 min; NaOH conc. = 40% (w/v); MCA conc. = 30% (w/v).

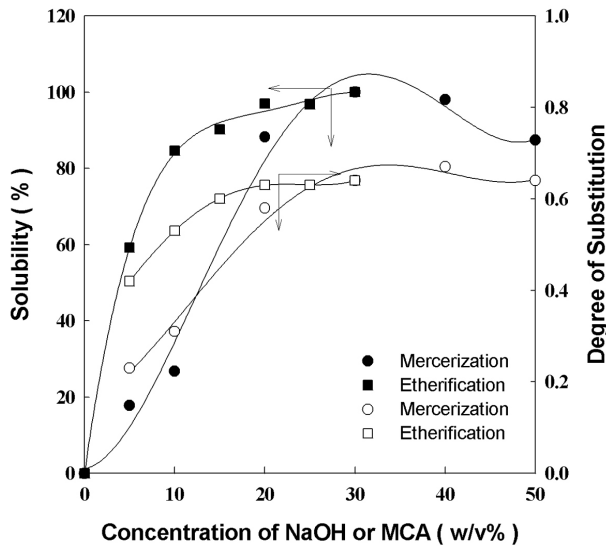


Figure 4. Effects of NaOH or MCA concentrations in the mercerization and etherification on solubility and degree of substitution. Reaction temperature = 45°C; reaction time = 30 min.

3.2. 머셔화에 따른 수산화나트륨 농도의 영향

셀룰로오스가 수산화나트륨에 침지될 때 팽윤을 일으킨다. 머셔화가 진행되는 동안에 수산화나트륨은 헤미셀룰로오스를 녹이고 용액의 색깔은 밝은 갈색으로 변화하였다. 본 공정은 셀룰로오스 펄프로부터 제조된 비스코스레이온이 사용되었다. Figure 4에서는 반응시간 30분 이후에 대해, 45°C에서 치환도 및 용해도에 대한 수산화나트륨 농도의 영향을 나타낸 것이다.

용해도와 치환도는 수산화나트륨(또는, MCA)농도가 40%까지 증가하는 동안 증가함을 보였다. 그러나 용해도와 치환도는 수산화나트륨이 그 이상(40%)의 농도에 대해서는 감소경향을 보였다. 이것은 수산화나트륨이 순수한 물에서 완전히 녹지 않음을 의미한다. 그래서 시료는 수산화나트륨과 완전히 반응이 이루어지지 않았고, 머셔화는 수산화나트륨과의 침지영역에서만 일어남을 알 수 있었다. 이러한 요인은 용해도와 치환도를 감소시키는 결과를 야기했다.

3.3. 머셔화에 따른 반응온도의 영향

머셔화 동안의 온도는 실온에서 70°C까지로 변화되었고, 온도에 따른 용해도와 치환도의 변화경향을 Figure 5에 나타내었다. 반응시간과 농도는 실험동안 30분, 40%로 일정하게 유지시켰다. 일반적인 머셔화의 최적농도는 0~5°C로 알려져 있으나, 본 실험에서 제조된 수용성 섬유에 대한 머셔화 온도는 45~50°C로 나타났다. 이온도에서 섬유는 물에 매우 잘 녹았다. 그러나 용해도에서의 변화는 매우 작음이 관찰되었다. 또한, 치환도는 반응온도변화에 따라 변화를 보이지 않았다. 최종적으로, 머셔화 동안에는 반응온도가 중요 인자가 아님을 결론지을 수 있었다.

3.4. 에테르화에 대한 반응시간의 영향

45°C, 30%(w/v)상태의 MCA용액에서, 에테르화동안 반응시간에 대해 용해도와 치환도의 변화를 관찰 및 분석하였고, Figure 3에 나타내었다. 용해도는 에테르화 반응 1시간 동안에만 증가했고, 그 이후부터는 Figure 3에서와 같이 일정함을 보였다. 유사하게 치환도는 초기에 0.65까지 크게 상승함을 보였고, 이후에는 일정하게 그 값을 유지하였다. 0.5~1시간 동

안의 반응시간에서 가장 높은 치환도는 0.65를 나타내었다. 용해도는 분말 셀룰로오스가 사용되었을 때, 약간 증가하였고, 머서화에 따라 유사한 경향이 관찰되었다. 치환도는 0.52에서 0.77까지의 범위를 나타냈고, 1.5 hr 시점에서 가장 높게 나타났다. 치환도는 반응정도 또는 전화정도를 의미한다. 산업공정에서 CMC의 치환도는 0.5에서 1.0의 범위를 보이지만, 수용성 CMC의 물성은 하이드록실기의 총수량에서 보다는, 화학적인 수식에 의해서 결정적인 변화를 일으킨다고 보고되었다 [16].

3.5. 에테르화에 대한 모노클로로아세트산의 농도영향

모노클로로아세트산(MCA)은 에탄올에 녹았고, CMC는 MCA(Figure 4)의 여러 농도에 따라 제조되었다. 반응온도와 시간은 45℃, 30분으로 각각 일정하게 유지되었다. 수산화나트륨 대 MCA의 비율은 3:4로 고정되었다. MCA의 농도가 증가함에 따라 용해도와 치환도는 증가하였다. 부직포형의 비스코스레이온이 MCA 30%에서 완전히 녹았다. 이 경우에 치환도의 값은 0.6에서 0.7의 범위를 가졌다.

3.6. 에테르화에 대한 반응온도의 영향

에테르화동안 반응온도의 영향은 Figure 5에서 고찰되었다. MCA의 반응시간과 농도는 30%, 30분으로 각각 일정하게 유지되었다. 에테르화는 실온(약 20℃)에서 70℃ 범위 내에서 수행되었다. 용해도는 50℃까지 온도상승에 따라 증가하였다. 이는 에탄올 사용 시, 매우 중요한 결과로 고려될 수 있다. 앞서서, 에테르화는 70℃에서 수행되었고, 많은 양의 에탄올이 그 자체의 휘발특성상 에테르화 동안에 손실되었다. 그러나 에테르화가 단지 50℃에서 수행된다면 에탄올 손실저감에 매우 좋은 조건이다. 결국, 에탄올의 손실량은 크게 감소될 수 있다.

3.7. 인장강도 분석

본 연구에서 CMC는 수용성의 기능을 가진 부직포로 제조되었다. 제조된 직물은 기존의 부직포와 비교할 때 비슷한 인장강도를 보여야한다. CMC 부직포의 인장강도가 측정되었다. 인장강도의 단위는 N (KS K 0520)으로 표현할 수 있다. 일반적으로 대부분의 직물은 그 무게에 따라, 여러 다른 인장강도를 보였다. 본 연구에서는 비스코스레이온 기기 직경방향(MD)의 비스코스레이온과 횡방향(CD)길이에 10 cm, 15 cm의 크기의 시료가 각각 적용되었다. MD와 CD의 인장강도의 비는 약 7:3이었고, 비스코스레이온의 무게는 3.5g을 취하여 사용되었다. 온도와 무관한 머서화와 에테르화 동안 용해도의 온도에 대한 영향을 제외했을 때, 부직포 CMC의 치환도 및 용해도는 반응시간, 시약농도와 반응온도에 영향을 받았다. 인장강도는 이와 같은 변수들에 따라 영향을 받았다. 인장강도에 대한 머서화 및 에테르화 동안, 반응시간, 수산화나트륨의 농도 및 사용량과 반응온도에 대한 결과는 Table 1 ~ Table 4에 나타났다. 시편의 용해도가 증가함에 따라 인장강도는 감소한다. Table 1에서처럼, 인장강도는 반응시간이 증가함에 따라 감소하였다. 이것은 인장강도가 머서화동안의 반응시간과 비교될

Table 1. Effects of mercerization and etherification times on tensile strength and solubility of fiber

Reaction time (min)	Mercerization			Etherification		
	Tensile strength (N)		Solubility (%)	Tensile strength (N)		Solubility (%)
	MD	CD		MD	CD	
5	64.69	13.72	70.0	69.59	20.56	12
10	63.71	13.72	84.0	69.58	19.59	30
15	62.72	12.74	87.2	68.62	19.55	47.3
20	62.72	12.74	88.2	68.61	20.57	78.1
25	61.74	12.73	89.2	66.57	19.56	88
30	62.67	12.73	87.4	64.66	17.68	88.4
60	53.90	12.70	88.9	58.82	17.67	95.5
90	53.90	12.70	89.3	40.29	10.63	95.7
120	54.88	12.68	90.4	47.16	12.64	95.8
150	39.20	9.80	91.1	43.23	10.66	95.8

Table 2. Effects of NaOH concentration (in mercerization) and MCA concentration (in etherification) on tensile strength and solubility of fiber

NaOH (%)	Tensile strength (N)			MCA (%)	Tensile strength (N)		
	Solubility (%)		Solubility (%)		Solubility (%)		Solubility (%)
	MD	CD			MD	CD	
Mercerization				Etherification			
5	42.16	11.78	17	5	54.90	16.64	59.2
10	61.75	13.74	40	10	56.82	17.61	84.6
20	54.74	13.74	88	15	57.80	15.64	90.2
30	56.84	12.76	100	20	60.78	12.64	97.0
40	43.12	10.78	99	25	59.82	12.64	96.8
50	22.54	10.78	87.4	30	57.84	12.59	100

Table 3. Effect of NaOH:MCA solution ratio on tensile strength and solubility of fiber

NaOH:MCA (ml)	Tensile strength (N)		Solubility (%)
	MD	CD	
6 : 2	32.34	11.66	60
6 : 4	35.38	15.10	82.1
6 : 6	50.92	20.96	88.7
6 : 8	40.18	11.08	92.8
6 : 10	28.42	9.78	93.5
6 : 12	26.46	12.69	94.4

때, 어떤 시간동안에는 일정한 값을 유지한다는 것을 알 수 있다. 따라서 직물은 산과 염기에 손상을 입을 수 있다. 그러나 수산화나트륨과 MCA의 농도를 비교할 때, 수산화나트륨농도

Table 4. Effects of mercerization and etherification temperatures on tensile strength and solubility of fiber

Temp. (°C)	Tensile strength (N)		Solubility (%)	Temp. (°C)	Tensile strength (N)		Solubility (%)
	MD	CD			MD	CD	
	Mercerization			Etherification			
25	49.89	12.72	91.2	25	64.86	16.56	45
30	49.00	12.72	93.2	30	64.86	12.69	60
45	40.18	10.77	95.3	45	63.70	12.69	94.5
60	19.60	3.09	91.8	60	51.94	10.68	93.2
70	14.70	0.96	88.3	70	40.18	10.68	95.3

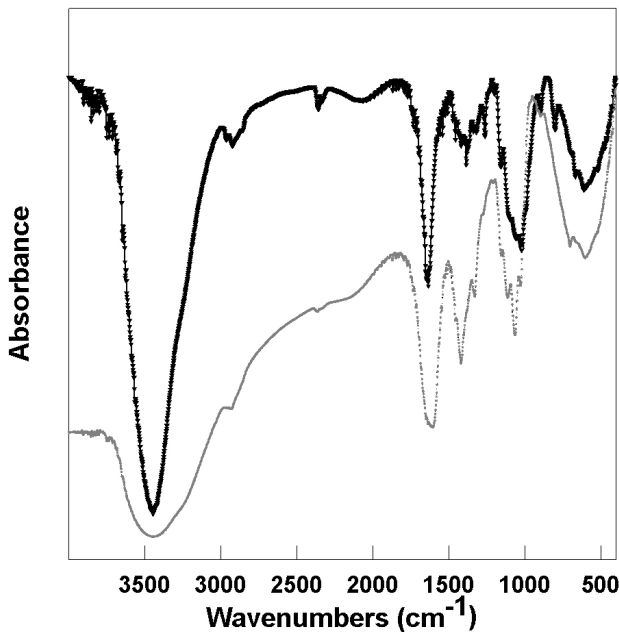


Figure 6. FT-IR spectrums of the original viscous rayon (—) and synthesized water-soluble CMC fiber (---).

의 영향이 MCA에 비해서 더 크다는 것을 알 수 있었다. 그러나 인장강도의 저하에서는 염기농도가 산농도에 의한 영향보다 더 큼을 알 수 있었다. 결국 Table 3에 나타난 바와 같이 인장강도의 저하는 산과 염기의 중화치리로 조절할 수 있다. 인장강도에 대한 머서화와 에테르화 반응온도의 영향은 Table 4에 나타나 있다. 모든 경우에 있어서, 더 높은 반응온도 조건일 때 더 낮은 인장강도가 관찰됨을 알았다.

3.8. FT-IR에서의 형태구조 분석

형태구조 분석에서는 제조된 CMC섬유에서 하이드록실기의 유무를 파악하기 위해, FT-IR (BRUKER, TENSOR 27)이 사용되었고, Figure 6에 CMC시편에 대한 FT-IR 스펙트럼 결과를 나타내었다. FT-IR분석에서 하이드록실기의 피크는

3,500cm⁻¹에서 나타났다. 그것은 부직포 시편이 물에 녹을 수 있게 하는 주요한 기능기로 판단할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서의 수용성 부직포는 셀룰로오스로부터 머서화와 에테르화를 통해 제조되었다. 본 연구에서는 반응온도, 시간과 농도와 같은 조건을 변화시킴으로써, 합성된 CMC의 용해도, 치환도와 인장강도를 측정하였다. CMC의 80% 이상이 상온에서 물에 녹았고 치환도는 0.6에서 0.7을 나타내었다. 수산화나트륨과 MCA농도가 CMC 제조시 가장 중요한 인자로 밝혀졌다. 머서화 동안에, 수산화나트륨 용액의 농도가 40%까지 상승함에 따라, 용해도와 치환도는 증가하였다. 최대 용해도와 치환도는 30%농도의 MCA가 에테르화 과정에서 더해졌을 때 얻어졌다. 수산화나트륨과 MCA농도는 용해도에 크게 영향을 주었다. 치환도에 대해서, MCA의 농도는 수산화나트륨의 농도보다 더 큰 영향을 나타내었다. 머서화와 에테르화 과정에서 최적반응온도는 45~50°C로 떨어뜨릴 수 있었다. 머서화와 에테르화과정에서 최적반응시간은 1.0 hr으로 나타났고, CMC 부직포의 인장강도는 반응시간, 시약의 농도와 반응온도가 증가하는 모든 조건에서 영향을 받고 감소하였다. 인장강도는 수산화나트륨과 MCA에 의해서 감소하였다. 그러나 중성 영역에서의 인장강도는 감소경향이 다소 약화되었다.

참고문헌

1. Humphery, A. E., Wilkman, C. R., Cellulose as a Chemical and Energy Resource, Wiley, 1975, pp.49-65.
2. Bengt Hillring, "World Trade in Forest Production and Wood Fuel," *Biomass. Bioenerg.*, **30**, 815-825 (2006).
3. Krässig, H., Schurz, J., Steadman, R. G., Schliefer, and K., Albrecht, W., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, 1992, pp.375-418.
4. Whistler, R. L. and BeMiller, J. N., Industrial Gums-Polysaccharides and Their Derivatives, 2nd ed., Academic Press, New York, 1973.
5. Kennedy, J. F., Phillips, G. O., Wedlock, D. J., and Williams, P. A., Cellulose and Its Derivatives-Chemistry, Biochemistry and Applications, Ellis Horwood, 1985.
6. Shelanski, S. H., and Clark, A. M., "Physiological Action of Sodium Carboxymethyl-Cellulose on Laboratory Animals and Human Subjects," *Food Res. Int.*, **13**, 29-35 (1948).
7. Kern, W., "Methyl- and Carboxymethyl-Cellulose in The Gastrointestinal Tact" *Pharm. Ind.*, **21**, 45-50 (1959).
8. Pomeranz, Y., Functional Properties of Food Components, 2nd Ed., Academic Press, San Diego, 1991.
9. Belitz, H.-D., and Grosch, W., *Behrbuch der Lebensmittelchemie*, Springer, 1992.
10. Kötzt, J., Bogen, I., Heinze, T., Lange, S., and Kulicke, W.-M.,

- "Peculiarities in the Physical-Chemical Behaviour of Non-Statistically Substituted Carboxymethylcellulose," *Colloid. Surface. A.*, **183**, 621-633 (2001).
11. Kim, B. S., Mun, S. P., Na, K. K., Rhee, J. M., and Cho, S. C., "Preparation of Carboxymethylcellulose from Cotton-Knit-Waste," *J. Korean Fiber Soc.*, **31**(2), 96-101 (1994).
 12. Heinze, T., and Liebert, T., "Unconventional Methods in Cellulose Functionalization," *Polymer Sci.*, **26**, 1689-1762 (2001).
 13. Heinze, T., Liebert, T. F., Pfeiffer, K. S., and Hussain, M. A., "Unconventional Cellulose Esters: Synthesis, Characterization and Structure-Property Relations," *Cellulose*, **10**, 283-296 (2003).
 14. Racz, I., Borsa, and Cellulose, J., "Swelling of Carboxymethylated Cellulose Fibers," *J. Cellulose*, **4**, 293 (1997).
 15. Song, H.-J., Lee S., Choi, Y., Chung, E-H., Maken, S., and Park, J.-W., "Synthesis of Water-soluble Fiber using Carboxymethylcellulose(CMC) and Development of Pilot Plant," *Clean Tech.*, **11**(4) (2005).
 16. Green, J. W., Cellulose Ether, In *Method in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L., ed., Vol. 3, Academic Press, New York, 1963, pp.322.