

정련 방법에 의한 리오셀 섬유의 역학적 변화와 3D CAD SYSTEM에 의한 외관분석 -NaOH와 효소처리 중심으로-

박지양[†] · 김주혜* · 전동원 · 박영환*

이화여자대학교 의류직물학과, *한국생산기술연구원 섬유소재본부

The Effects of Scouring on Mechanical Properties and Appearance of lyocell - NaOH Scouring vs. Enzymatic Scouring -

Ji Yang Park[†] · Juhea Kim* · Dong Won Jeon · Young Hwan Park*

Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

*Textile Materials Division, Korea Institute of Industrial Technology

(2006. 5. 12. 접수)

Abstract

This study was to investigate the effect of different scouring methods on mechanical properties and appearance of lyocell. Two different scouring methods were adopted for the study; one was the traditional scouring with alkali and the other was enzymatic scouring. Enzymatic scouring was carried with four different enzymes; C1 : Cellusoft L, C2 : Cellusoft UL, D1 : Denimax 992L, D2 : Denimax Acid XCL. The mechanical properties of scoured lyocell were measured using KES-FB. The appearance of scoured samples was analyzed by 3D CAD SYSTEM of i-Designer. While the untreated fabric showed the best linearity because it is stiff, alkali treated samples showed the worst dimensional stability and distorted easily. Enzyme treated samples, especially C1 treated samples showed the best dimensional stability. In addition, enzyme treated samples showed low bending rigidity compared to the alkali treated samples. It means that the enzyme treated samples are more flexible than alkali treated samples. However, the smoothness of the sample's surface treated by either of methods did not show much difference. From the study, it was suggested that the enzymatic scouring for lyocell could help to gain natural silhouette.

Key words: Lyocell, Enzyme, NaOH, KES-FB, 3D CAD image; 리오셀, 효소, 알칼리, 역학적 평가, 가상 봉제 이미지

I. 서 론

최근 섬유 시장에서 소비자들은 고급화, 다양화, 차별화 욕구에 따라 의복을 구매하는 성향이 있다. 그리고, 심미성, 감성, 착용감, 헬스케어 및 고감성,

고기능성 부여의 요구하는 소비자들의 욕구를 충족 시키고자 다양한 섬유와 가공들이 개발 중에 있다(육은영, 배현숙, 2002).

새집 증후군이나, 새차 증후군, 아토피와 같이 최근 들어 심각성을 인식시키는 신종 질환들은 오염과 공해로 인한 피해가 심각해짐을 알 수 있다. 이와 비슷하게 새 옷을 입으면 알려지 반응을 일으키는 경우도 증가하여, 새 옷을 착용하기 전에 반드시 세탁을

[†]Corresponding author

E-mail: jeeyang@kitech.re.kr

한 후에 입어야 하는 번거로움이 있다. 섬유 공정 중 화학약품의 사용은 필수불가결하기 때문에 알려지 반응을 일으키지 않으려면, 섬유 가공 공정에 친환경적인 방법을 모색해야 한다. 그 중 하나가 수질 오염을 유발하는 전처리 과정 중 알칼리 정련 대신에 효소 정련으로 대체하는 것이다(이미식, 2003). 효소는 자연 산물이기 때문에 생분해되며, 중성에 가까운 pH에서 반응하므로 화학약품과는 달리 그 처리액이 환경 문제를 유발하지 않는다. 그리고, 효소는 기질 특이성을 가지고 있어서 매우 선택적으로 반응하므로 부반응으로 인한 섬유 손상이 적다. 또, 효소는 촉매물질로 반응에 참가하기 때문에 소량으로도 그 효과를 볼 수 있으며, 반응 속도가 빨라서 처리 시간이 단축될 뿐만 아니라, 화학 반응보다 저온에서 반응하므로 에너지 절약 측면에도 기여한다고 할 수 있다(최은경, 김주혜, 2003).

일반적으로 레이온을 생산할 때 발생하는 공해 유발 물질인 이황화탄소(CS₂)나 수산화나트륨(NaOH) 등을 다량으로 사용하기 때문에, 이때의 부산물이나 폐액, 폐증기가 작업 및 생활 환경에 극심한 피해를 일으킨다. 이런 이유로 레이온 섬유 산업이 확대되지 못하였다. 영국의 Courtaulds사는 무공해 생산 방식에 대한 연구를 시작하여, 아민 옥사이드계 용제에 용해하여 용제방사하는 실용적인 방법을 개발하게 되었고(김정규, 박정희, 2001), 친환경 재생 셀룰로스 섬유인 리오셀이 탄생되었다.

여러 가지 가공 공정에 따라서 태에 직접적인 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 이것은 최종 제품의 품질과 소비자 만족도를 높일 수 있다. 특히 인체에 무해한 공정으로 생산되고, 고부가가치 섬유로의 가능성이 있는 리오셀 섬유의 친환경 정련 방법에 따른 태의 변화와 봉제에 관한 연구는 거의 수행되지 않고 있는 실정이다. 따라서 친환경 정련 방법과 기존의 정련 방법을 처리한 후, 직물의 태에 관련된 역학적 특성과 가상 봉제 시스템을 사용하여 의복으로 형상화한 시뮬레이션을 제시하여(김성아, Gotoh, 2005; Sohn & Yoneda, 2004) 정련 방법의 변화에 따른 외관의 변화를 살펴보고자 한다.

본 연구에서는 친환경 섬유인 리오셀의 NaOH 정

련과 효소 정련 공정 후에 감량률을 측정하고, KES-FB를 이용하여 정련 방법에 따른 역학적 특성치를 측정하여 평가하였고, 가상봉제 시스템인 3D CAD SYSTEM에 의해 생성된 의복의 3차원적인 외관 시뮬레이션을 제시하여 실제 의복으로 만들었을 때의 외관 특성을 살펴보았다. 이것은 감성, 인간, 환경을 중요시 하는 최근 패션 트렌드에 맞춰 소재를 선택할 때 도움이 될 것으로 판단된다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

경·위사 모두 30번수인 정련 표백되지 않은 리오셀 1/2능직물을 시료로 하였고, 셀룰로오스계 섬유의 분해 효소인 셀룰라제는 노보자임(Novozyme)에서 제공받은 Cellusoft L(C1), Cellusoft UL(C2), Denimax 992L(D1), Denimax Acid XCL(D2)의 4가지를 사용하였다. 그리고, 셀룰라제 용액의 pH를 조절하기 위해 사용된 Citric acid, Sodium phosphate dibasic(SIGMA-ALDRICH)와 알칼리 처리를 위해 사용된 NaOH(DAEJUNG) 모두 1급 시약을 사용하였다.

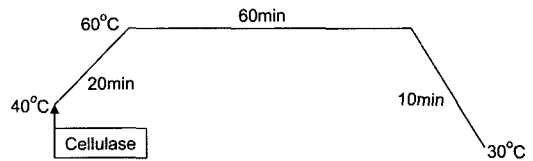


Fig. 1. Process of pre-treatment with cellulase

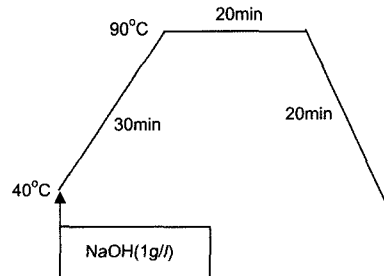


Fig. 2. Process of scouring with NaOH

Table 1. Recipe of pH 5 buffer solution

pH	m/ of citric acid	m/ of sodium phosphate	Deionized water
5.0	24.3	25.7	50.0

2. 실험방법

1) 정련방법

<Table 1>에서 보면 0.1M Citric acid(19.21g/l)와 0.2 M Sodium phosphate dibasic(53.6/l)을 사용하여 pH 5 의 버퍼 용액을 제조한 뒤, 셀룰라아제의 농도를 1% owf로 하여 60°C에서 60분간 처리하였다. 그리고, NaOH 1g/l를 제조하여 90°C에서 20분간 정련 처리 하였다. 이 때 액비는 1:20으로 하였으며, IR염색기 (DL6000, DaeLim Starlet CO., LTD, Korea)를 사용하였다. <Fig. 1-2>에 간략한 공정도식화를 나타내었다.

2) 중량 감소를

처리 전의 건조한 무게와 NaOH와 효소 4종으로 정련 처리한 후의 무게를 측정하여, 다음의 식에 의해서 중량 감소를 구하였다.

$$\text{Weight Loss(\%)} = \frac{(\text{Before treatment}) - (\text{After treatment})}{(\text{Before treatment})} \times 100$$

3) 역학적 특성의 측정

시료의 역학적 특성치는 KES-FB를 사용하여 측정하였으며, 특성치와 측정 조건을 <Table 2>에 나타내

었다. 시료의 크기는 20×20cm로 샘플링하여 측정하였고, 6가지 특성을 모두 경사 방향과 위사 방향별로 측정하여 평균을 구하였다. 모든 측정은 3번 반복 실험하여 평균치를 구하였다.

4) 3D CAD SYSTEM에 의한 외관 특성

3D CAD SYSTEM에 의한 시뮬레이션 데이터는 i-Designer(씨테크노아, Korea) 프로그램을 사용하여 KES-FB에서 측정된 역학적 특성치 중 EMT, B, 2HB, 2HG, T 및 W 값을 기초로 의복의 3차원 형상을 계산하여, 가상 봉제 이미지를 살펴보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 중량 감소

효소 4종과 NaOH 처리에 따른 감량률을 <Fig. 1>에 나타내었다. NaOH 처리와 C1이 6%에 가까운 가장 높은 중량감소를 나타내고, 그 다음은 D2가 5.5% 정도의 중량 감소를 보이며, C2와 D1이 4%정도의 중량이 감소됨을 알 수 있었다. 셀룰로오스 섬유에 정련 처리를 하면 제조 공정 시의 천연 불순물, 유지, 호제 등을 제거하게 된다. 불순물들이 제거되면서 감량의 효과를 가져온다. 또한 촉감과 감성적인 측면도

Table 2. Characteristic values of basic 16 mechanical properties of fabrics

Parameters		Description	Unit
Tensile	EMT	Extension at maximum load	%
	LT	Linearity of load-extension curve	-
	WT	Tensile energy	gf · cm/cm ²
	RT	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	gf · cm ² /cm
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf · cm/cm
Shearing	G	Shear stiffness	gf · cm · deg
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5 deg. of shear angle	gf/cm
Compression	LC	Linearity of compression thickness curve	-
	WC	Compressional energy	gf · cm/cm ²
	RC	Compressional resilience	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	-
	MMD	Mean deviation of MIU	-
	SMD	Geometrical roughness	μm
Thickness	T	Fabric thickness	mm
Weight	M	Fabric weight	mg/cm ²

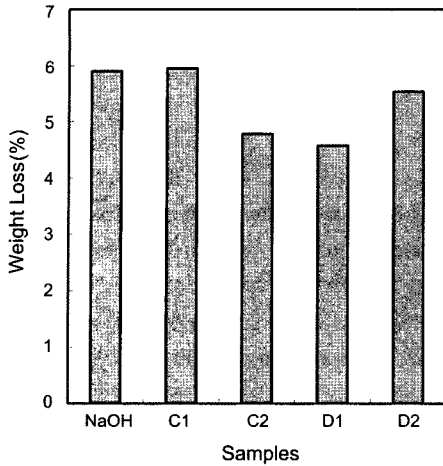


Fig. 1. Weight loss of fabrics treated with various scouring

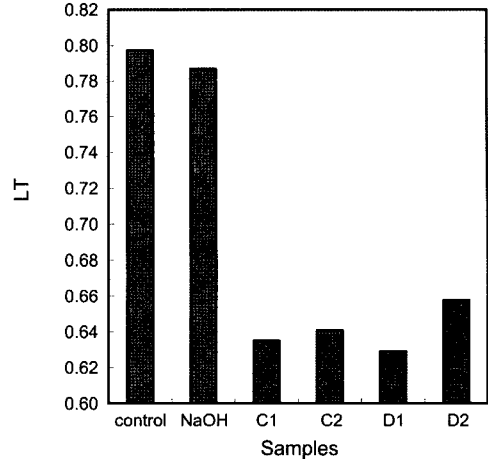


Fig. 2. LT of fabrics treated with various scouring method

더 향상되고, 드레이프성도 좋아진다. 6%정도의 감량이 된 C1, 4% 감량을 보이는 D1 경우 인장 특성(LT, RT, EMT)에 있어서 적은 힘으로 늘어지기 쉬워지고, 치수안정성도 향상된다. 굽힘 특성(B, 2HB)을 살펴보면 감량률이 큰 C1이 탄력성이 우수하면서 실루엣 형성에도 좋다.

2. 역학적 특성

처리 조건에 따른 각 시료의 역학적 특성을 KES-FB SYSTEM을 사용하여 측정하고, 얻어진 특성치로부터 태값을 산출하였다. 또한 처리 조건에 따라 3회 측정된 각 시료의 특성치의 값을 평균내었다.

1) 인장(Tensile) 특성

인장 특성은 편성포의 늘어지기 쉬움 및 회복성에 관계하는 특성이다. 측정된 특성치는 인장특성의 선형성(LT) 및 인장 레질리언스(RT)가 적은 값을 가지면 적은 힘으로 늘어지기 쉬움을 의미한다. 인장특성 중에서 LT 값을 <Fig. 2>에서 나타내고 있다. 아무런 처리 하지 않은 control 가장 큰 LT 값을 보여주며, 일반적인 NaOH 정련 처리한 시료, D2, C2, C1, D1 순으로 LT 값이 낮아지고 있다. Control 시료는 정련을 하기 전이고, 불순물들이 빠지기 전이기 때문에 밀도가 높아서 LT 값이 나머지 시료들보다 크다. NaOH처리 한 시료는 control보다는 약간 낮은 수치를 보이는 반면, 4종의 효소 처리한 시료는 control보

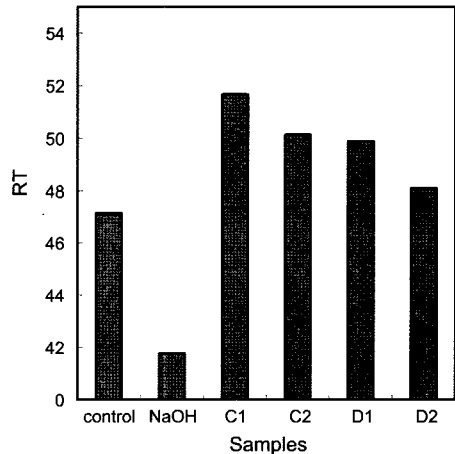


Fig. 3. RT of fabrics treated with various scouring method

다 LT 값이 많은 차이를 보이며 낮은 것으로 나타나고 있는데, 이것은 알칼리 정련보다 효소 정련이 더욱 효과적이어서 호제와 불순물이 제거되어 밀도가 낮아진 것으로 판단 되어진다.

RT의 특성치를 <Fig. 3>에서 볼 수 있다. RT 값을 살펴보면, C1>C2>D1>D2D>control>NaOH 처리 순으로 작아지고 있다. RT 값이 크면 치수 안정성이 있음을 뜻하므로, C1를 비롯한 효소 정련한 경우가 NaOH나 control보다 치수 안정성이 우수한 것을 의미한다. 알칼리 정련의 경우가 효소 정련보다 섬유 손상이 커서 치수 안정성에 좋지 않다고 사료된다.

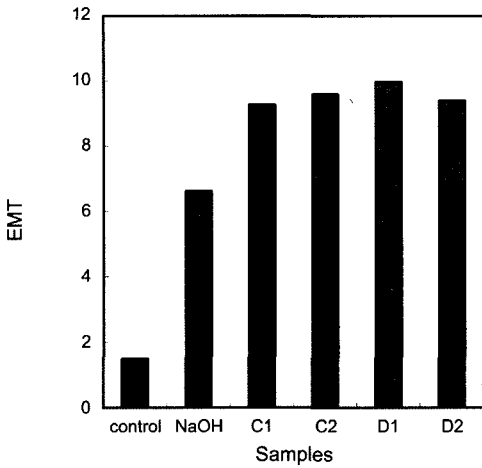


Fig. 4. EMT of fabrics treated with various scouring method

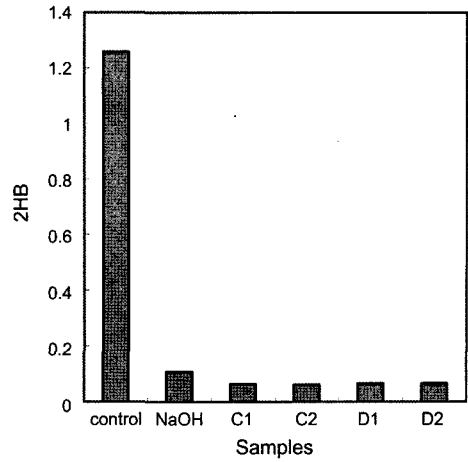


Fig. 6. 2HB of fabrics treated with various scouring method

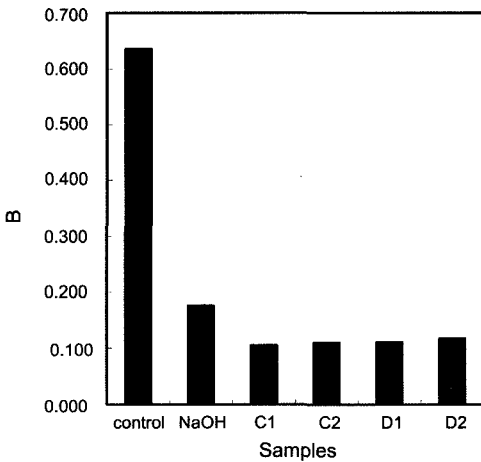


Fig. 5. B of fabrics treated with various scouring method

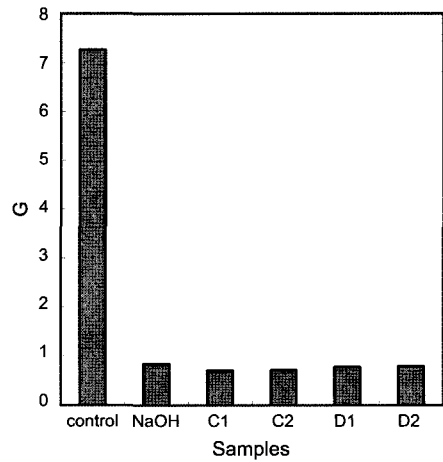


Fig. 7. G of fabrics treated with various scouring method

500gf/cm의 최대 하중을 가했을 때의 신장변형 EMT 값을 <Fig. 4>에 나타내었다. Control은 가장 낮고, NaOH 정련한 경우, 4종의 효소 정련한 경우 EMT 값이 크게 높아지고 있다. 뻣뻣하고, 딱딱한 미 정련 시료이기 때문에 신장변형이 어렵고, 효소 정련 후 유연성이 가미되어 신장변형이 자유롭게 된 것으로 예측된다.

2) 굽힘(Bending) 특성

굽힘 특성은 굽힘 강성 B 값과 굽힘 히스테리시스 2HB의 값으로 평가한다. 이 두 특성치가 적으면 탄

력이 풍부하다는 것을 의미한다. <Fig. 5>에서 B값을 살펴보면, control값이 1.26으로 최고치를 보이고, NaOH와 4종의 효소 정련 처리한 시료들은 0.2미만의 작은 값을 갖는다. 그리고, 2HB 특성치도 control 가장 높은 값이 측정되었고, 나머지 시료들은 B 값의 경향과 마찬가지로 0.2보다 작은 결과를 보여주고 있음을 <Fig. 6>에서 확인할 수 있다. 이 결과는 정련처리의 방법에 관계없이 정련처리 과정을 거침으로서 유연성이 증가하고, 탄력성이 우수하다는 것을 알 수 있다. 그러므로, 정련 공정은 직물 생산에 있어서 꼭 필요하다.

3) 전단(Shear) 특성

전단 특성은 신체 곡면과의 융합, 드레이프성 등에 영향을 미치는 요소를 판단한다. 탄성 성분에 해당하는 전단 강성(G)을 <Fig. 7>에서 살펴보면, NaOH와 효소 정련 처리한 시료 모두보다 미처리 포의 전단 강성이 특히 컸다. 이는 미처리포가 피브릴도 제거되지 않은 상태이고, 정련한 시료보다 섬유들간의 마찰력과 밀집력이 커서 전단 변형에 대한 큰 저항성을 보이는 현상으로 판단된다.

4) 표면(Surface) 특성

표면 특성 중 SMD는 기하학적 요철에서 기인되는 거칠기를 나타내는 특성치이다.

정련 처리를 하면 표면의 거칠기가 낮아짐을 <Fig. 8>에서 확인할 수 있다. NaOH 정련 경우에 피브릴레이션 정도가 더 높아지는데, SMD값이 C1, C2, D1 효소 정련보다 작은 것을 볼 수 있다. NaOH 정련으로 인하여 피브릴레이션이 요철로 작용하기보다는 피치스킨 느낌을 주어 부드럽게 느껴질 수도 있다고 사료된다. D2 정련이 가장 매끄럽고, 요철이 작게 느껴지는 것으로 나타났다.

5) 두께(Thickness) 및 중량(Weight)

<Fig. 9>은 시료의 두께를 나타낸 것이다. 효소 정련 시료들은 control과 비슷하면서, NaOH 정련보다 두께가 두껍게 나타났다. NaOH 정련은 미처리 상태일 때보다 섬유에 많은 손상을 주어 두께의 감소가

확연히 일어난다고 사료된다. 반면 효소 정련일 경우에는 미처리포와 비슷한 정도이고, 심지어는 두께가 약간 증가한 것도 있는데 이것은 정련이 되면서 밀착되어 있던 섬유들이 재배열하면서 측정된 현상일 것으로 사료된다. <Fig. 10>는 시료의 중량을 나타낸 것인데, C1은 2mg 정도 증가하고, C2, D1, D2는 효소정련 시료들은 control에 비하여 2~4mg 정도 늘어났음을 볼 수 있다. 이것은 정련이 되면서 섬유 사이의 공간도 생기고, 공기와 수분을 보유할 능력이 커짐을 간접적으로 예측할 수 있다.

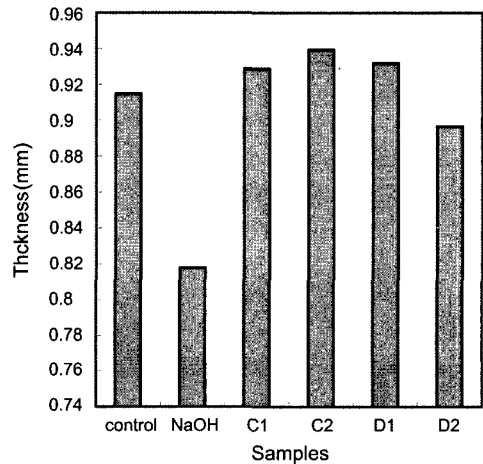


Fig. 9. Thickness of fabrics treated with various scouring method

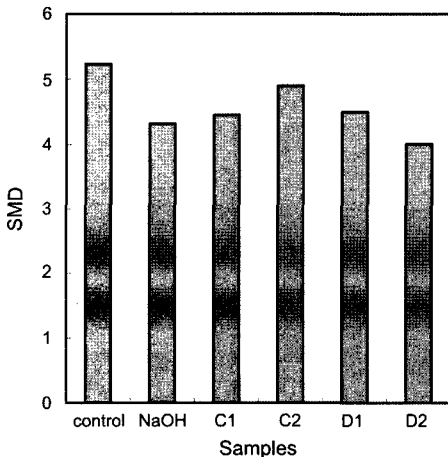


Fig. 8. SMD of fabrics treated with various scouring method

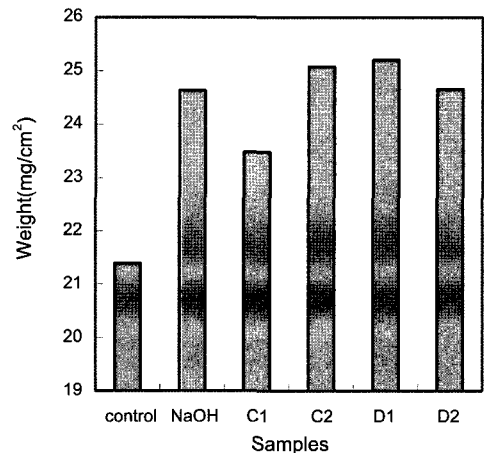


Fig. 10. Weight of fabrics treated with various scouring method

3. 3D CAD SYSTEM의 외관 분석

i-Designer의 가상 봉제 시스템 프로그램을 이용하

여 시뮬레이션 하여 3차원으로 얻어진 의복 형상을 <Fig. 11>에 나타내었다. 3D CAD SYSTEM은 역학적 특성치 중에서 EMT, B, 2HB, G, 2HG, T 그리고

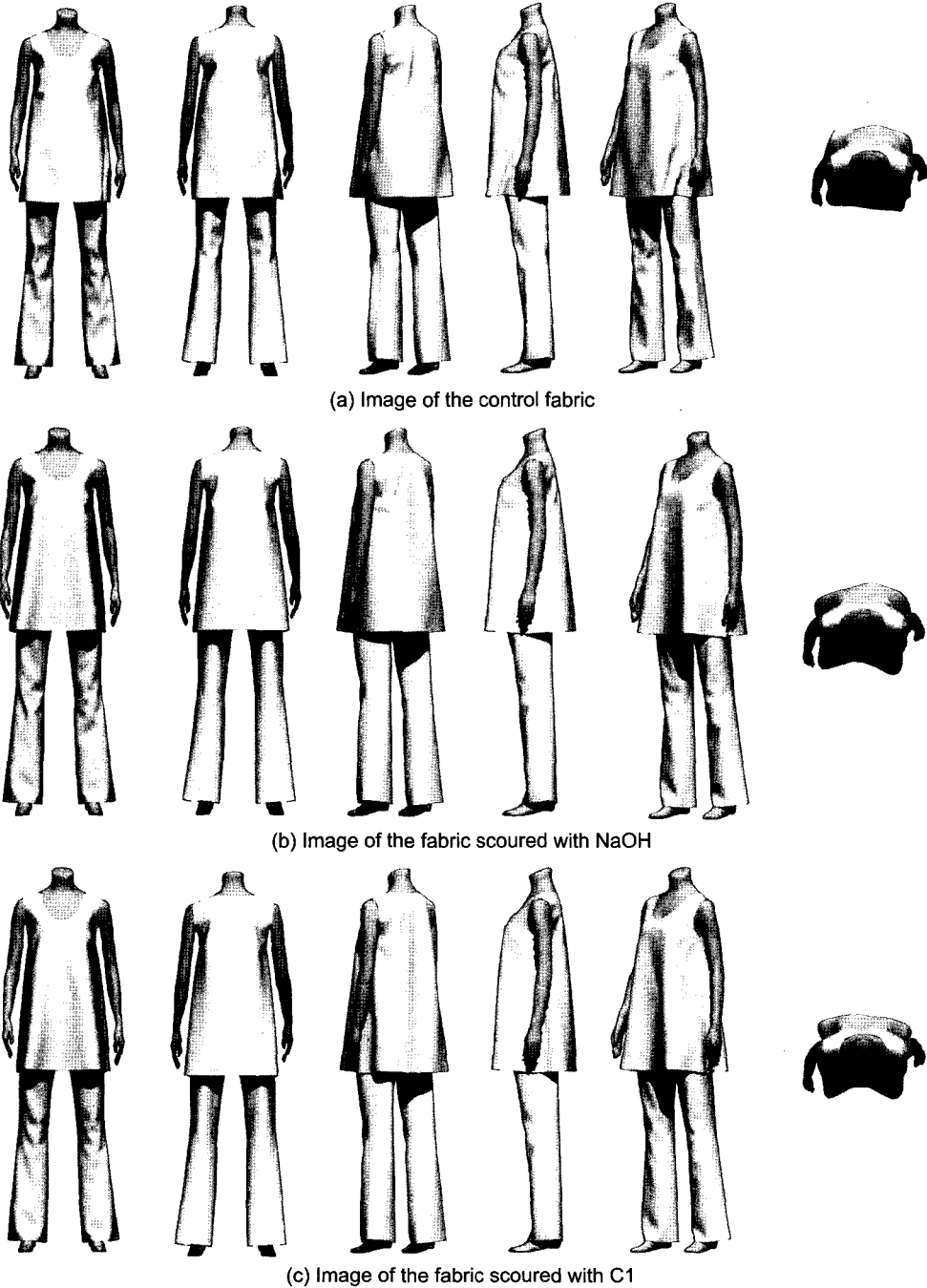
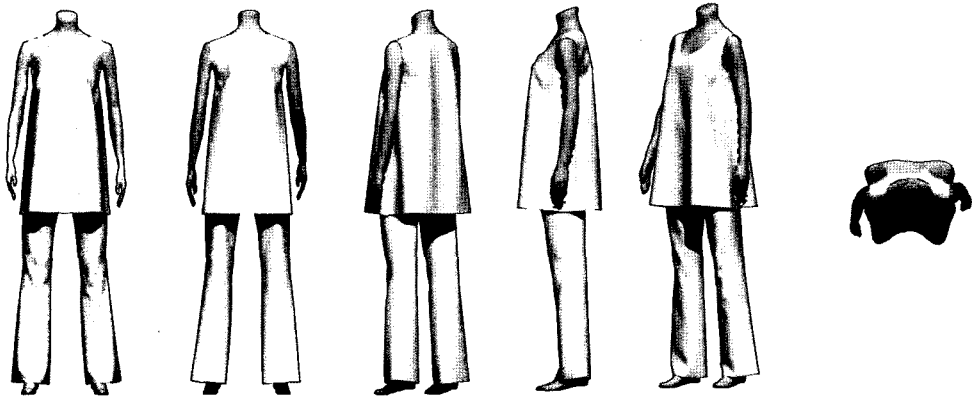
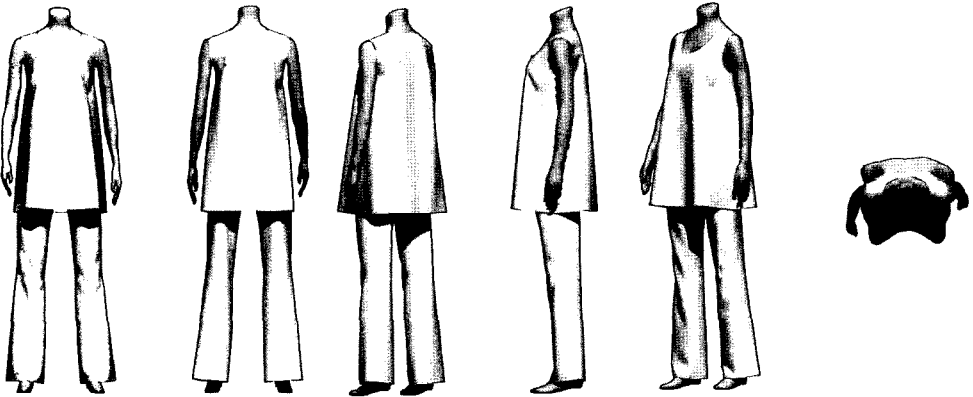


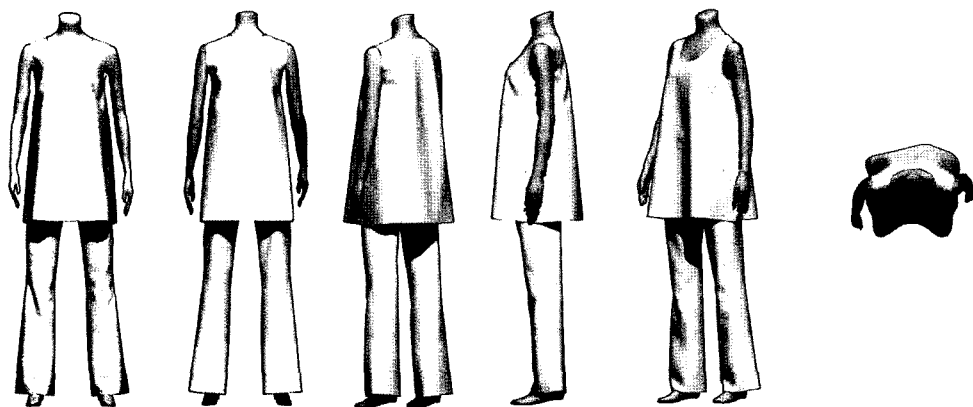
Fig. 11. 3D CAD SYSTEM simulated images of the scoured fabrics with different methods



(d) Image of the fabric scoured with C2



(e) Image of the fabric scoured with D1



(f) Image of the fabric scoured with D2

Fig. 11. Continued

W 값을 데이터로 가상의 이미지를 구축 하였다.
본 실험에서는 정면, 사면, 옆면, 위에서 본 모습을

다양하게 형상화하였다. 또한 하의와 상의 모두에 적용하였다. 정련 처리 하지 않은 control은 굽힘 특성

치(B, 2HB)와 전단 특성치(G)가 컸으므로, 뻣뻣하여 봉제 후, 정면 모습의 상이나 위에서 본 모습을 보면, 커다란 주름이 크게 생기고, 타원형에 가까운 원형을 나타내며(위에서 본 모습), 인체를 따라 직물이 흘러 가지 않음을 확인할 수 있다(Fig. 11a). 정련한 시료들(NaOH, 효소 4종)은 대체로 자연스러운 주름을 보이면서, 신체 곡선을 따라 드레이프성도 좋아지는 것을 볼 수 있다. 특히, C1과 D1 정련 경우 역학적 특성치에서도 EMT 값이 가장 높아서 신장 변형이 용이했었다. B값도 작아서 탄력성이 우수해져 인체의 곡선이 잘 나타나는 실루엣 형성에 우수하다는 역학적 특성치 고찰에서 나온 결과와 비슷하게 바다에 따라 흐르는 작은 주름이 자연스럽고, 가상 봉제 이미지에서도 유사한 경향으로 나타났다(Fig. 11d, e). 또한 3D CAD 이미지도 6% 중량 감소를 보인 C1 드레이프성도 우수하면서 봉제 후 외관이 가장 자연스러웠다.

IV. 결 론

본 연구에서는 리오셀 섬유에 NaOH와 4종의 셀룰라제 정련 처리를 함으로써 태에 미치는 영향을 조사하였다. 중량 감소와 역학적 특성, 3D CAD SYSTEM 통해서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인장 레질리언스가 가장 우수하고, 작은 힘으로 변형이 쉬운 것은 NaOH 정련한 시료이고, C1으로 정련했을 경우 RT값이 가장 크므로, 치수 안정성에 가장 우수한 성향이 있다.

2. 500gf/cm의 최대 하중을 가했을 때 D1정련 시료가 EMT값이 가장 커서 신장 변형이 자유롭다는 것을 알 수 있다.

3. 굽힘강성의 B, 2HB값 그리고 전단강성의 G값은 효소처리 4종이 다른 시료들과 확연히 다른 경향을

보인다. 효소정련을 했을 경우가 탄력성이 우수해져 자연스러운 실루엣을 형성할 가능성이 크며, 인체 곡면과도 융합하기에 좋다.

4. 표면의 거칠기는 비슷하나, C2가 가장 작은 값을 나타내어 가장 매끄러운 표면을 만들기에는 적당하다.

5. KES 두께 측정치는 NaOH가 작게 나왔다. 이것은 효소 정련 경우가 공기 함유율이 증가하여 두께가 증가함을 간접적으로 알려준다.

6. 가상 봉제 이미지를 살펴보면 역학적 특성치와 일치하는 경향을 보여주어 control의 경우 봉제 시 가장 어색한 형상을 하고, C1과 D1이 의류 제품이 되었을 때, 자연스럽게 인체에 어울리는 의복 형상을 갖출 것이다.

7. 감량률이 6%인 C1과 4% 정도인 D1이 역학적 특성치와 가상봉제 이미지에도 유연함을 보여주고 있다.

참고문헌

- 김성아, Gotoh, D. (2005). 가상봉제 3D CAD의 특징과 활용법. *한국의류산업학회*, 7(2), 131-134.
- 김정규, 박정희. (2001). *패션소재기획*. 서울: (株) 敎文社.
- 육은영, 배현숙. (2002). 키토산 처리에 의한 텐셀 직물의 개질기능화(I). *한국염색가공학회지*, 14(1), 18-26.
- 육은영, 배현숙. (2002). 키토산 처리에 의한 텐셀 직물의 개질기능화(II). *한국염색가공학회지*, 14(3), 137-146.
- 이미식. (2003). 셀룰라제 처리에 의한 면, 레이온, CMC 직물의 성질 변화에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, 40(1), 70-75.
- 최은경, 김주혜. (2003). 효소를 이용한 전처리 및 가공기술. *섬유기술과 산업*, 7(3), 292-302.
- Shon, J. & Yoneda, M. (2005). Visual evaluation of apparel silhouette using virtual sewing system. *J. Text. Mach. Soc. Japan*, 58, 51-58.