

부직포용 Nylon/Co-PET 해도사의 Co-PET 추출조건과 물성

박 명 수, 조 대 현*, 김 시 민*

경일대학교 섬유패션학과, * 주) KOLON

I. 서 론

천연가죽은 수백본의 피브릴이 집속된 초극세사 섬유인 클라젠으로 구성되어진 것이며 이 천연피혁이 갖는 독특한 외관 및 촉감은 초극세화된 피브릴에 의해서 발현되는 것이라고 알려져 있다. 천연피혁은 멧크, 양, 말 등과 같은 동물들의 가죽으로부터 수집되기 때문에 생육을 위한 시간 및 환경적인 제약이 있을 뿐만 아니라 의류용으로 가공할 때 많은 화학약품이 사용되고 있기 때문에 이 관련 산업은 환경을 오염시킬 수 있는 3D업종의 하나로 인식되고 있다.

천연피혁을 합성섬유로 대체하려는 연구들은 지금부터 약 20여년 전부터 수행되어온 결과 일본에서는 상업화가 되고 있으며 국내에서도 이와 관련된 연구가 수행되어 PET/Co-PET형 및 Nylon/Co-PET형 추출형 복합섬유는 양산할 수 있는 기술을 가지고 있는 수준이지만 이것을 인공피혁용으로 상품화하는 기술은 부족한 실정이다. 또한 합성섬유의 인공 피혁화 기술은 합성섬유의 상품화 기술 중에서도 최첨단분야에 속하는 관계로 엄격한 관리가 되고 있기 때문에 그 기술은 일반화가 되지 못하고 있는 실증이다.

초극세사섬유의 제조방법에는 직접 방사식(직방식), 추출형 복합섬유 제조방식, 분활형 복합섬유 제조방식 등의 3가지 방식이 있는데 인공피혁용으로는 추출형 복합섬유 제조방식에 의해서 제조된 초극세 섬유를 활용하는 것이 가장 유리한 것으로 알려져 있다. 국내 합성 메이크에서도 이와 관련된 연구를 하여온 결과 위의 3 방식 중 직접 방사식(직방식), 분활형 복합섬유제조 방식에 의한 초극세 섬유의 양산기술도 확립되어 양산중에 있으며 최근 PET/Co-PET형 및 Nylon/Co-PET형 추출형 복합섬유 제조방식에 의한 원사 제조기술도 확립 양산되어 중소기업에서도 구입이 가능하게 되었기 때문에 이 원사를 부직포로 적용하여 인공피혁으로 제조가 가능하게 되었다.

추출형 복합섬유는 2성부의 폴리머로 구성되어 있기 때문에 초극세사 화를 위해서는 1성분의 폴리머를 용출 제거하여야 하므로 본 연구에서는 Nylon/Co-PET형 추출형 복합섬유로 부직포를 제조한 후 연속식 방법(Pad-steam)을 사용하여 Co-PET 성분을 용출 제거를 위한 여러 가지 추출 조건과 이에 따른 제품의 물성을 비교, 검토하여 Co-PET 성분의 용출 제거를 위한 최적의 조건을 조사 연구하는데 목적이 있다.

II. 실험 방법

1) 부직포제조

주)S에서 제공된 Nylon/Co PET 추출형 복합섬유(Co-PET 함유율 35%)를 이용하여 Needle-punching법으로 무게 320g/m², 두께 1.3mm, 폭 152cm로 제조된 부직포를 폭을 30cm로 하여 시험포로 사용 하였다.

2) Co-PET 성분의 용출, 제거

이번 사업에서 Padding시 시험포의 기포제거(4nip)를 위하여 고안된 Padding장치를 이용하여 소정의 NaOH 농도(16%, 20%, 24%, 28%, 32%, 34%)에서 상온으로 시험포를 각 각 Padding시킨후 (이때 padder nip 압력은 상압으로 하였다.)

시험포의 규격을 30×35cm로 하여 Baking tester (Dry-hot air)에서는 온도 140℃, 150℃, 160℃에서, Wet curing machine (Wet-hot air)에서는 온도 120℃, 130℃에서 각각 처리한 다음 약산에서 중화 시킨후 충분히 수세 하였다.

이때 처리 시간은 Dry-hot air(140℃, 150℃, 160℃)에서는 5min, 10min, 15min으로 하였고, Wet-hot air 120℃에서는 2.5min, 5min, 10min로, Wet-hot air 130℃에서는 2min, 3.5min, 5min으로 하였다. 이때의 Wet-hot air의 RH는 70%로 하였다.

세척된 시료를 80℃의 열풍건조기 속에서 1시간 동안 건조 시킨후 silicagel이 들어 있는 desiccator속에서 48시간 방치하여 항량이 되게한 후 칭량하여 다음의 식에 따라서 Co-PET 분해률을 계산하였다.

$$\text{분해률(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

W_1 : 처리하기 전의 시료무게,

W_2 : 처리 후의 시료무게

3) 역학적성질 측정

Co-PET 성분의 용출, 제거방법에 따른 시험 부직포의 역학적 특성치는 시험포의 규격을 20cm×20cm로 하여 KES-FB 측정 방법을 이용하여 인장성질, 굽힘성질, 전단성질, 압축성질 등을 측정 하였으며 이때 역학적성질 측정은 Wet-hot air(120℃, 130℃)에서 Steaming한 시료로 한정하였다

III. 결과 및 고찰

1) Co-PET의 감량률

Fig. 2의 a는 140℃, b는 150℃, c는 160℃에서 건열처리 시간에 따른 감량률의 변화를 알칼리 농도에 따라 나타낸 것이다. 여기서 보면 처리시간이 길수록 처리온

도가 높을수록 감량률은 증가하고 있음을 알 수 있고 처리농도에 따른 변화는 140°C에서는 알칼리 농도가 높을수록 감량률도 높게 나타나고 있으나, 처리온도가 높을수록 처리시간이 길수록 알칼리농도에 대한 영향은 거의 나타나지않고 있음을 알 수 있다.

Fig. 2 a의 140°C건열처리한 경우에서보면 처리시간 10분에서는 감량률이 약 20% 정도로 나타나고 있으나 처리시간 15분에서는 알칼리 농도가 28%에서 31%, 농도 32%, 34%에서 34.5%의 감량률로 나타나고 있으므로 보아 농도 34%, 온도 140°C에서는 15분간 건열처리한 경우에서도 Co-PET가 완전히 분해되지 못하였음을 알 수 있다. 또한 시간에 따른 감량률의 변화는 선형적인 거동을하고 있음을 알 수 있다.

Fig 2 b의 150°C에서 건열처리한 경우는 처리시간이 10분에서는 감량률이 25% 정도로, 15분에서는 34.5%정도로 나타나고있어 150°C에서도 Co-PET가 완전히 분해되지 못하였음을 알 수 있다.

Fig. 2 c의 160°C에서 건열처리한 경우에는 처리시간이 10분에서 32%정도로 높게 나타났으며 처리시간 15분에서는 알칼리 농도에 관계없이 35%의 감량률로 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알 수 있다. 이들의 결과를 종합하여 보면 건열처리의 경우에 Co-PET를 완전분해 하기 위하여서는 이번실험의 알칼리 농도 조건에서는 처리온도를 160°C이상 처리시간은 15분이상이 되어야 한다는 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 습열처리한 시료의 시료변화에 따른 감량률의 변화를 알칼리 농도별로 나타낸것인데 a는 130°C, b는 140°C에서 처리한 경우를 나타낸 것이다. 여기서보면 처리온도가 높을수록, 시간이 길수록, 농도가 높을수록 감량률도 높게 나타나고 있음을 알수있어 Fig. 2의 결과와 비슷한 거동을 하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 3 a의 130°C에서 습열처리한 경우에서 보면 처리 시간이 2분 30초에서는 알칼리농도 16%경우는 12%의 감량률을 나타내고 있으나, 28% 경우는 30%의 감량률이 나타나고 있으며 처리시간 5분에서는 30%, 34%로 나타났고 처리시간 10분에서는 농도에 관계없이 감량률이 35%로 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알 수 있다.

Fig. 3 b의 140°C에서 습열처리한 경우를 보면 처리시간이 2분에서 3분사이에는 알칼리농도 16%경우는 14.5%에서 30%로, 28%경우는 30%에서 35%로 나타났으며 처리시간 5분에서는 농도 16%에서 34%로 나타났으나 그이상의 농도에서는 35%로 나타나고 있음을 일 수 있다.

이들의 결과로부터 습열처리의 경우는 처리온도가 130°C에서는 처리시간이 10분이 되어야만 Co-PET가 완전히 분해되나 140°C에서 습열처리한 경우는 처리시간이 5분에서 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알 수 있고 알칼리농도 28%에서는 처리시간이 3분 30초에서 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알 수 있다.

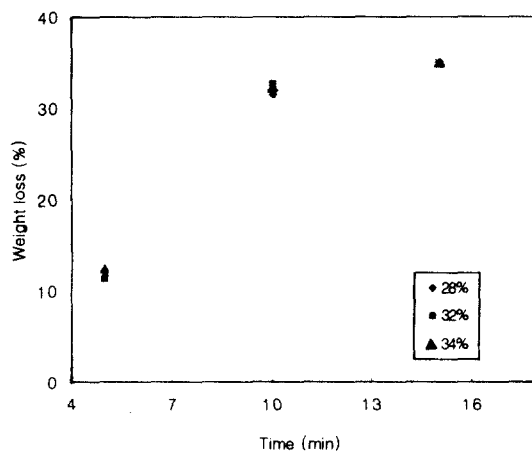
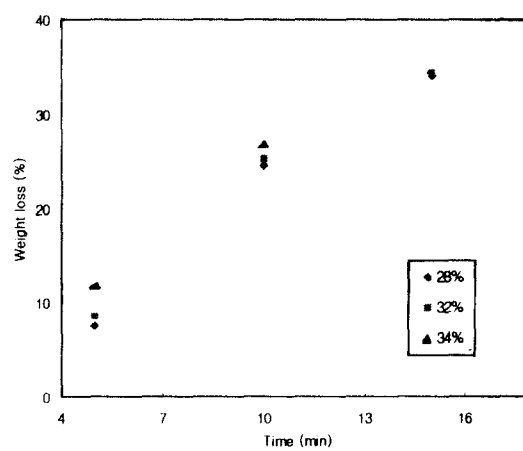
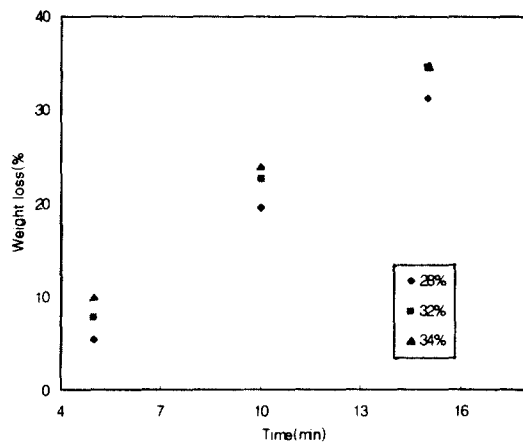


Fig. 2 Weight loss of sample against treated time at various concentration of NaOH in dry-hot air apparatus

a : 140°C

b : 150°C

c : 160°C

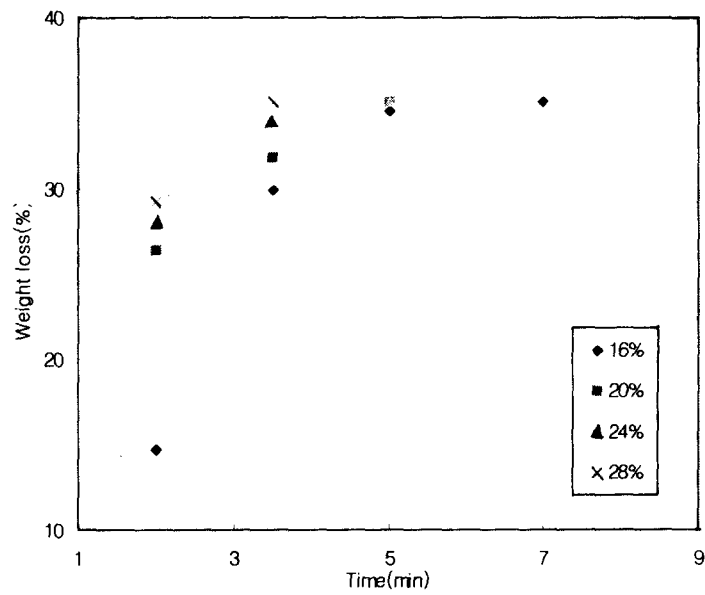
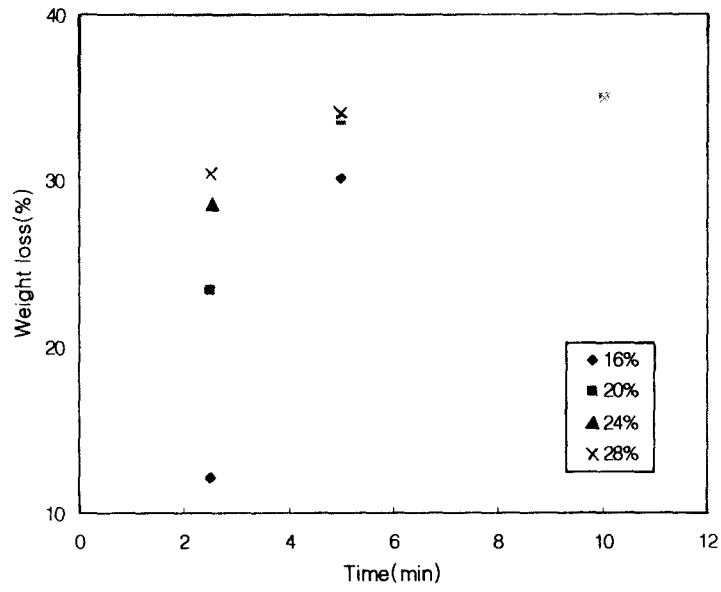


Fig. 3 Weight loss of sample against treated time at various concentration of NaOH in wet-hot air apparatus

a : 130°C

b : 140°C

2) 감량률에 따른 시료의 인장특성

Fig. 7은 감량률에 따른 인장에너지(WT)의 변화를 a는 130℃에서 b는 140℃에서 steaming한 경우를 나타낸 것이다. 여기서 보면 감량률의 증가와 더불어 인장에너지는 증가하고 있음을 알 수 있다. 이는 인장성질은 fiber의 crimp에 의해서 결정되어 지는데 감량률의 증가와 더불어 Sea-Island filament에서 Sea부분인 Co-PET가 용출 제거됨과 동시에 Island인 microfiber가 분리되고 또한 steaming 열에 의해서 crimp가 생성되어진 결과라 생각된다.

같은 감량률에서는 처리농도가 23%, 28%인 경우가 16%, 20%인 경우보다 인장에너지가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 처리온도에 따른 영향을 살펴보면 감량률 증가에 따른 인장에너지는 130℃에서 처리한 경우가 140℃에서 처리한 경우보다 대체적으로 높게 나타나고 있다. 이는 같은 감량률에서라도 130℃에서 처리한 경우가 140℃에서 처리한 경우보다 처리시간이 2배정도 길어서(Fig. 3의 결과) Co-PET가 용출 제거된 후 microfiber가 수축이 보다 많이 일어나 crimp가 많이 형성되어진 결과라 생각된다.

Fig. 7b의 140℃에서 처리한 경우 감량률 30% 이상에서 인장에너지가 급격히 증가하고 있음을 알 수 있다. 이는 Fig. 5, 6의 결과에서 알 수 있듯이 감량률 24%까지는 crimp가 거의 일어나지 않으나 감량률 30% 이상에서는 처리시간이 길어진 결과 microfiber의 crimp가 급격히 증가한 결과라 생각된다.

Fig. 8은 감량률 변화에 따른 인장회복률(RT)을 a는 130℃, b는 140℃에서 steaming한 결과를 나타낸 것이다. 여기서 보면 감량률의 증가와 더불어 인장회복률은 감소하고 있으며 140℃경우보다 130℃의 경우가 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다.

이는 부직포를 구성하고있는 microfiber의 crimp가 증가할수록 시험포의 modulus가 감소하여 인장시 많은 힘이 필요로 하는데 비하여 회복력이 약해진 결과라 생각되며 이번실험 결과로 동일한 감량률에서는 steaming온도 140℃가 130℃에 비해서 처리시간이 짧아 비교적 안정적인 인장성질을 갖고 있음을 알 수 있다.

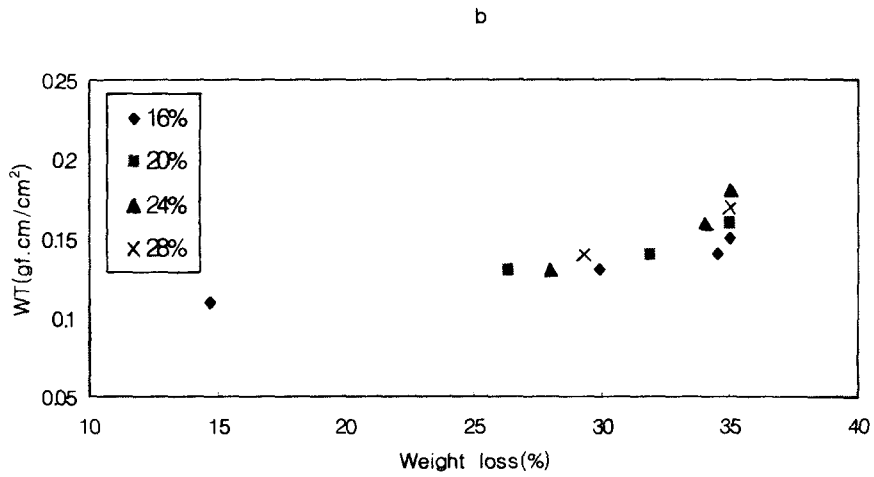
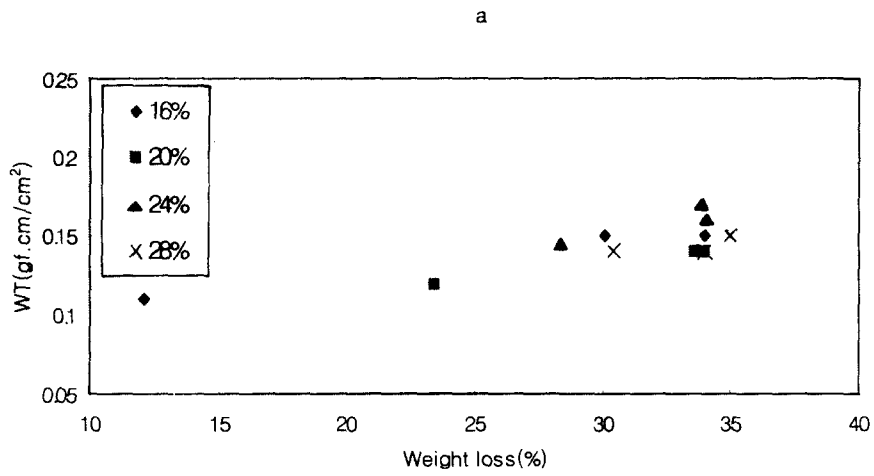


Fig. 7 Tensile energy(WT) of sample against weight loss at various concentration of NaOH in wet-hot air apparatus.

a : 130°C

b : 140°C

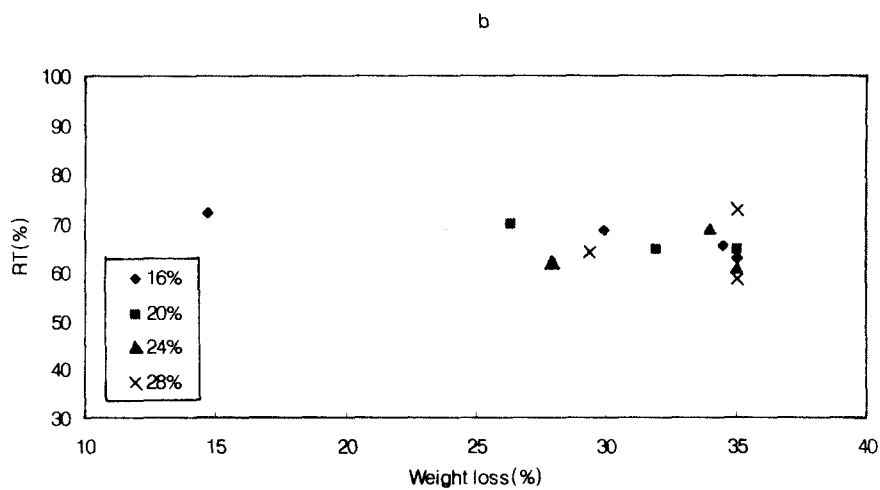
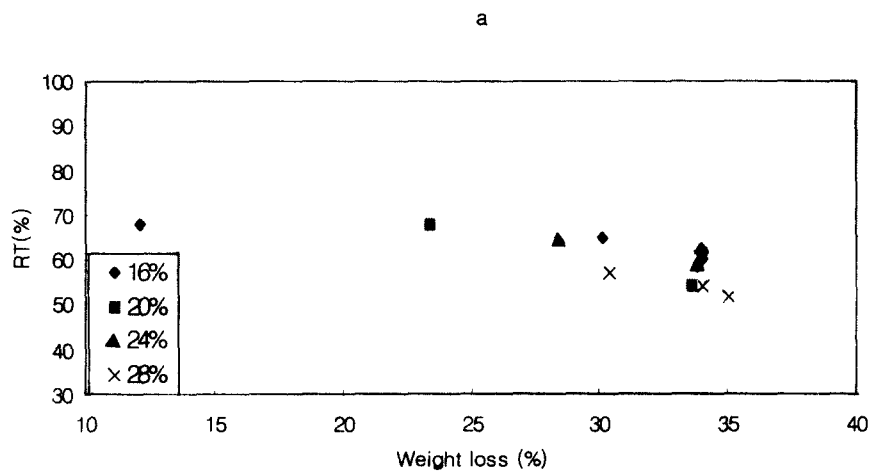


Fig. 8 Tensile resilience(RT) of sample against weight loss at various concentration of NaOH in wet-hot air apparatus.

a : 130°C

b : 140°C

IV. 결 론

현재 국내에서 인공피혁용 부직포의 Co-PET 성분 추출을 위하여 일부사용 하고있는 침지방식(Tank식)을 생산성 향상과 품질의 고급화 그리고 에너지 감소와 폐수 절감의 특징을 갖고있는 연속식방법(Pad-steam)에 의한 Co-PET 성분의 용출, 제거를 위한 최적의 조건을 구하기 위하여 Nylon/Co-PET 추출형 복합섬유(Co-PET 함유율 35%)를 이용하여 Needle-punching법으로 제조된 부직포를 시험포로 사용하였으며, 이들을 소정의 알칼리 농도와 소정의 steaming 온도에서 감량처리한 후 여러가지 감량 조건에 따른 제품의 물리적 특성을 비교, 검토한 결과 다음과 같다.

1. 건열 처리의 경우에 Co-PET를 완전분해 하기 위하여서는 알칼리 농도 34%, 처리온도 160℃, 처리시간 15분 이상이 되어야 하나, 습열 처리의 경우는 steaming 온도 130℃, 처리시간이 10분에서, 140℃에서는 처리시간이 5분에서 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알았다. 또한 습열 처리의 경우 알칼리농도 28%에서는 처리 시간이 3분 30초 부근에서 Co-PET가 완전히 분해되었음을 알 수 있었다.

2. 감량률의 증가에 따라 인장에너지, 굽힘강성, 압축에너지는 증가하였으나, 전단강성은 감소하였다. 특히 굽힘 강성의 변화는 감량률 30%이상에서 급격히 증가 하였다.

3. Steaming을 140℃에서한 경우가 130℃에서 한 경우보다 굽힘 강성은 높게 나타났으나 인장에너지, 전단강성, 압축에너지는 낮게 나타났다.

4. 감량률 변화에 따른 물성의 변화는 140℃에서 Steaming경우가 130℃에서 Steaming 경우보다 변화가 많이 나타나지 않았다.

5. 연속식방법(Pad-steam)에 의한 Co-PET 성분의 용출, 제거를 위한 최적의 조건은 Steaming온도는 140℃, 알칼리농도는 28%이상, Steaming시간은 3-4분이 가장 적합하리라 생각된다.