

<연구논문(학술)>

Nylon 6-Polyester 조성비에 따른 분할사의 알칼리 분해거동과 물성 변화

박명수[†]

경일대학교 패션디자인전공

The Mechanical Properties and Alkali Hydrolysis on Composition Ratio of Nylon 6-Polyester Split-type Yam

Myung Soo Park[†]

School of Design, Kyungil University, Gyeongsan, Korea

(Received: October 27, 2014 / Revised: November 20, 2014 / Accepted: December 1, 2014)

Abstract: In this research, split-type complex yarn of 20:80, 40:60, 50:50 nylon6/polyester composition ratio was used in order to impose unique sense on split-type complex woven. After treating both split-type complex yarn of each ratio and its produced woven in alkali solution, we got the following results by checking physical properties based on alkali proportion and treatment time. Under the condition of NaOH 20% in this experiment, it took approximately double time 20% loss of weight. The loss of weight became high when polyester proportion of N/P(nylon6/polyester) composition ratio was low, in the same fineness yarn. Even though polyester proportion was low, the loss of weight was low when the fineness was high. N/P division was well processed at about 25% loss of weight under the condition of NaOH 20%, treatment temperature 50°C, and treatment time 60 minutes. The research provides that the loss of weight should be processed around treatment time 24 hours in the case of NaOH concentration 15%, and treatment time 15 hours in the case of NaOH concentration 18%, respectively, in order to achieve N/P woven division ratio of about 70%-80% in industrial fields.

Keywords: split-type yarn, weight loss, elongation, tenacity, disorder chain, micro fiber

1. 서 론

섬유산업은 소비자의 요구가 다양화, 고급화에 대응하여 착용감, 고감성, 고기능성을 부여하기 위하여 고도의 복합화, 다양화한 직물의 제조가 필요로 하는 시대로 접어들고 있다. 90년대 이후 국제 시장 개방과 국제화의 물결, 비슷한 기술을 가진 제품들의 가격경쟁 그리고 다양한 소비자의 욕구 등에 의하여 새로운 변신을 한꺼번에 강요받게 되어 모든 섬유제품의 성능과 기술력뿐만 아니라 소비자의 감성과 라이프 스타일에 적절한 조화성이 부여된 독창적인 제품을 개발하여야 한다. 즉 기술의 혁신과 새로운 감각성 소재 그리고 소비자의 만족이 섬유제품 경쟁력의 필수 조건임은 누구도 부

인할 수 없다.

나일론/폴리에스테르 분할사(N/P)는 인조 스웨이드, wiping cloth, peach-skin, silk-like 직물 등에 널리 사용되어지고 있으며 일반 폴리에스테르에 비하여 볼륨감, 유연하고 부드러움, 쾌적성, 유체흡수와 보유능력 등 기능성 향상에 많은 효율성을 갖고 있다¹⁾. 또한 나일론/폴리에스테르 분할사(N/P)는 극세화로 섬유의 상호간 고밀도에 의한 미세공극과 넓은 표면적으로 인하여 신속한 흡습능력을 보유하고 있어 앞으로 고 기능성 소재 즉 섬유의 질감이 부드러움, 특유의 광택과 외관이 고급스러움, 표면적 증가에 따라 흡수성과 닦음성이 우수, 내구성과 형태안정성 등 다양한 기능성을 보유, 그리고 표면적이 넓고 경량성과 보온성 등을 갖는 섬유소재로의 사용범위가 확대 되고 있다²⁻⁴⁾. 분할 형태의 극세사는 다성분으로 방사하여 일부 성분을 용해시키는 해도형 극세사와는 달리 서로 상용성이 없는 2종의

[†]Corresponding author: Myung Soo Park (mspark@kiu.ac.kr)
Tel.: +82-53-600-5843 Fax: +82-53-600-5859
©2014 KSDF 1229-0033/2014-12/331-338

고분자를 복합방사 한 후 화학적 또는 물리적 방법으로 각 성분을 분리하여 얻어진다. 대표적인 분할형 극세사는 나일론과 폴리에스테르의 2종을 주로 사용하여 알칼리 가수분해를 통하여 제조하고 있다^{5,6)}. 이는 나일론과 폴리에스테르의 접합 부분에 침투한 NaOH의 수산화 이온은 폴리에스테르 표면을 가수분해하여 나일론과 분할이 된다^{7,8)}.

지금까지의 국내 분할형 복합사 소재 제품현황으로는 나일론과 폴리에스테르 조성비가 20/80 또는 30/70에 국한된 가연사 또는 필라멘트 원사를 적용하여 제직, 염색후 기모, peach 가공 등 단순한 공정에 의해 제조된 교직물 제품 위주로 전개되었으나 이러한 제품으로는 더 이상 고부가가치의 창출이 어렵고 시장에서의 지속적인 매출기여를 기대하기 어려우며 중국 등 후발국가의 추격을 피하기 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 분할형 복합사직물에 차별화 감성을 부여하기 위하여 기존의 나일론/폴리에스테르 조성비가 20:80에 국한된 소재가 아닌 20:80, 40:60, 50:50인 분할형 복합사와 이를 이용하여 제직된 직물의 알칼리 처리 시 알칼리 농도와 처리시간에 따른 물성을 비교 검토하여 N/P직물의 분할 조건을 확립하고 이를 실제 현장에 자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다.

2. 실험

2.1 시료

시료는 (주)효성에서 공급된 50d/36(N/P 20:80), 50d/36(N/P 40:60), 60d/36(N/P 50:50)인 3종의 N/P 분할사(9분할)를 사용하였다.

Figure 1은 50d/36(N/P 20:80), 60d/36(N/P 50:50)의 단면을 나타낸 것이다.

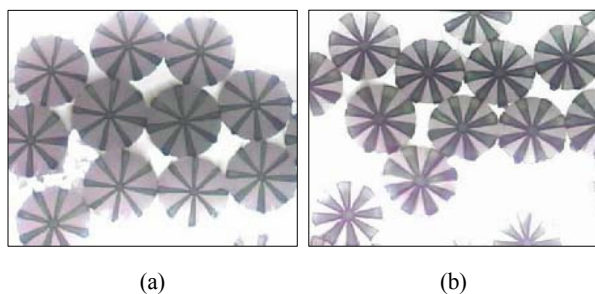


Figure 1. Photograph cross section area of nylon-polyester split-type yarn. (a) 50d/36(N/P 20:80), (b) 60d/36(N/P 50:50).

2.2 알칼리 처리조건과 감량을 측정

N/P 분할사의 경우 처리 온도 50℃에서 NaOH (1시약)농도 15%, 20%에서, 처리온도 40℃경우는 NaOH 농도를 20%에서 처리시간을 각각 10, 30, 60, 90, 120, 150min으로 하였다. N/P 분할사를 사용한 직물의 경우는 처리온도를 35℃로 하였고 알칼리 농도는 6, 9, 15, 18%, 처리시간을 15, 18, 21, 24hour로 하였다. 알칼리처리 한 후의 시료를 증류수에 1차 세정하고 1% 아세트산(CH₃COOH) 수용액으로 중화시킨 다음 증류수로 수차례 세척하여 건조 후 시료로 사용하였다. 처리된 시료의 감량율은 아래 식(1)에 따라 계산하였다.

$$\text{Weight loss(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

W₁ : Weight of untreated sample

W₂ : Weight of treated sample

2.3 직물제조

직물제조는 (주)서진텍스타일에서 60d/36(N/P 50:50)사 경우는 경위사 밀도를 196/in×120/in로 하였으며 50d/36(N/P 40:60)과 50d/36(N/P 20:80)사는 204/in×124/in로 하여 water-jet loom으로 평직을 제직하였다.

2.4 시료의 물성분석

물성변화는 UTM(Hounsfield Co., UK)을 사용하여 얻어진 S-S curve에서 Elongation과 Tenacity를 구하였다. 측정조건은 아래와 같다.

Full scale: 10kgf, Load cell: 50kgf
Sample length: 10cm, Extension speed: 3cm/sec

3. 결과 및 고찰

3.1 N/P 분할사의 감량을 조사

Figure 2는 NaOH 15% 처리온도 50℃에서 알칼리 처리시간에 따른 감량율의 변화를 N/P 조성비별로 나타낸 것인데 처리시간이 증가함에 따라 감량율은 일반적인 알칼리 가수분해와 마찬가지로 거의 1차 함수적인 선형거동의 경향을 나타내고 있다. 감량율을 보면 NaOH 15%에서는 처리시간 120min에서도 약 10-12% 정도로 낮게 나타났음을 알 수 있다.

Figure 3은 NaOH 20% 처리온도 50°C에서 알칼리 처리시간에 따른 감량율의 변화를 나타낸 것인데 여기에서 보면 알칼리 처리시간 60min 부근에서 감량율이 약 25% 내외로 나타났다. 이는 실제 산업현장에서 N/P 직물의 분할률이 약 70-80%로 하기 위하여 감량율은 약 23-25% 정도로 처리하고 있는 것을 감안할 때 이번 실험 조건에서는 N/P 분할사의 조성비에 관계없이 NaOH 20%, 처리온도 50°C, 처리시간 60min에서 감량율이 약 25% 정도로 N/P 분할이 잘 진행되었음을 있다. 또한 같은 감량조건에서는 N/P 조성비가 40:60의 경우가 20:80의 경우보다 감량율이 높게 나타났으며 이러한 경향은 처리시간이 길수록 더욱 큰 값을 나타내고 있다. 그러나 같은 섬도에서는 N/P 조성비 중 폴리에스테르 비가 적을수록 감량율이 높게 나타나나, 폴리에스테르의 비가 적더라도 섬도가 높으면 감량율이 낮게 나타나고 있다. 이는 분할이 이루어지면서 폴리에스테르 모노필라멘트의 노출로 인하여 폴리에스테르의 섬도가 작을수록 섬유 표면적이 증가한 결과⁹⁾라 생각된다.

Figure 4는 NaOH 20%, 처리온도 40°C에서 알칼리 처리시간에 따른 감량율의 변화를 나타낸 것인데, Figure 3의 경우와 비슷한 거동을 하고 있음을 알 수 있다. N/P 조성비가 20:80, 40:60의 경우는 알칼리처리 시간 120min 부근에서 감량율이 약 20% 정도로 나타나나 N/P 조성비가 50:50의 경우는 알칼리처리 시간 150min이 되어야 감량율이 약 20%이상됨을 알 수 있다.

Figure 3과 Figure 4를 비교하여 보면 이번 실험 조건 내에서는 NaOH 20%인 경우 처리 온도가 40°C 경우가 처리온도 50°C 경우보다 감량율이 약 20% 정도에 걸리는 시간이 약 2배 이상이 걸린다는 것을 알 수 있었다.

3.2 N/P 분할사의 표면 조사

Figure 5는 50d/36(N/P 40:60), Figure 6은 60d/36(N/P 50:50)의 NaOH 20%, 처리온도 40°C에서 알칼리 처리시간에 따른 N/P 분할사의 표면 사진을 나타낸 것이다.

Figure 5의 50d/36(N/P 40:60)경우는 처리시간 90min(감량율 약 13%)에서 N/P 분할이 서서히 진행되고 있으며 처리시간 150min(감량율 약 22%)에서 N/P 분할이 거의 이루어지고 있음을 알 수 있다.

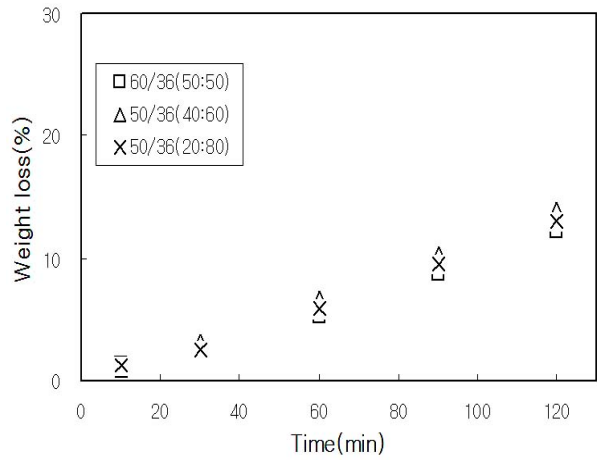


Figure 2. Weight loss of yarns against treated time at NaOH 15%, 50°C.

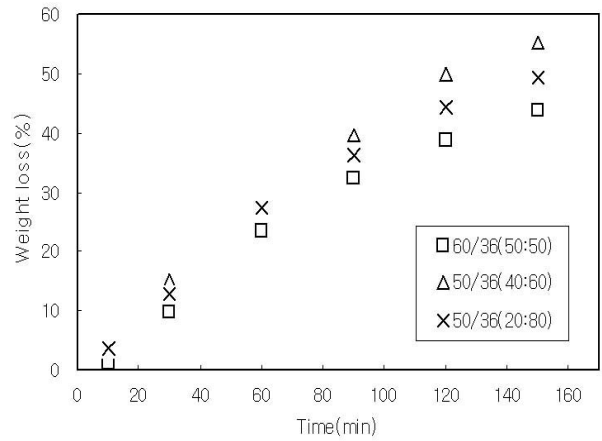


Figure 3. Weight loss of yarns against treated time at NaOH 20%, 50°C.

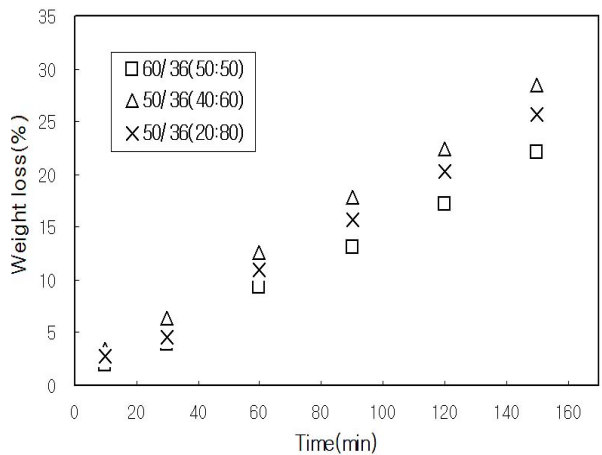


Figure 4. Weight loss of yarns against treated time at NaOH 20%, 40°C.

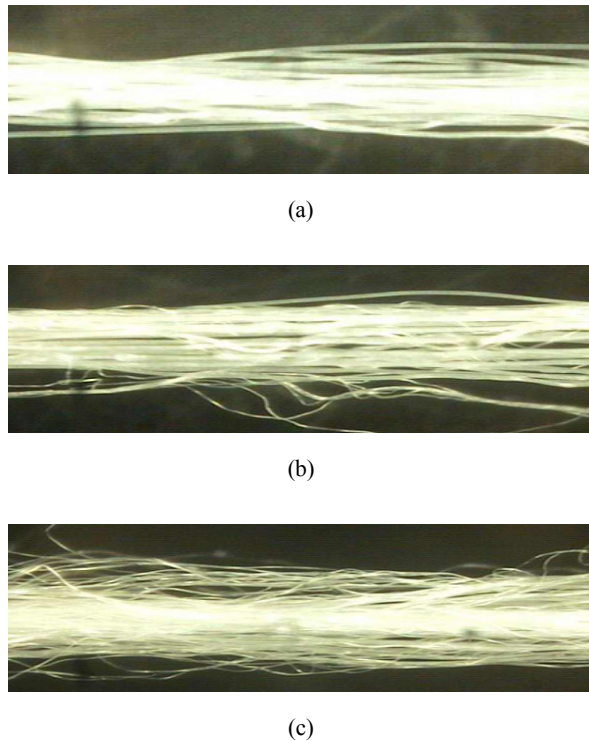


Figure 5. Photograph of 50d/36(N/P 40:60) surface yarn. (a) Untreated, (b) Treated time 90min, (c) Treated time 150min.

Figure 6의 60d/36(N/P 50:50)경우는 처리시간 90min(감량율 약 18%)에서 N/P 분할이 어느 정도 일어나고 있으며, 처리시간 150min(감량율 약 27%)에서 감량이 과다하게 일어나서 필라멘트가 가늘어져 있음을 알 수 있다.

3.3 N/P 분할사의 물성 조사

3.3.1 분할사의 절단 신도

Figure 7은 NaOH 20%, 처리온도 50°C에서 알칼리 처리시간에 따른 절단신도를 나타낸 것이다. 여기서 보면 Figure 3의 결과와 같이 감량율이 높을수록 절단 신도가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 감량율이 증가함에 따라 결정영역 내의 분자 말단기가 분해되어 lamella 표면에 무질서한 분자 쇄들이 증가되어 절단신도가 증가한 결과¹⁰⁾라 생각된다.

처리시간에 의한 영향을 살펴보면 처리시간 90min 이상에서는 처리시간에 의한 영향이 적게 나타나고 있어, 처리시간 90min에서 N/P 조성비 40:60의 경우는 신도 차이가 50% 이상에 달하나 처리시간 10min에서는 약 38%로 적게 나타났다. 그리고 Figure 4와 Figure 7에서 보면 감량율에 관계없이 절단신도가 약 10% 차이가 나타나는데 이는 감량율이

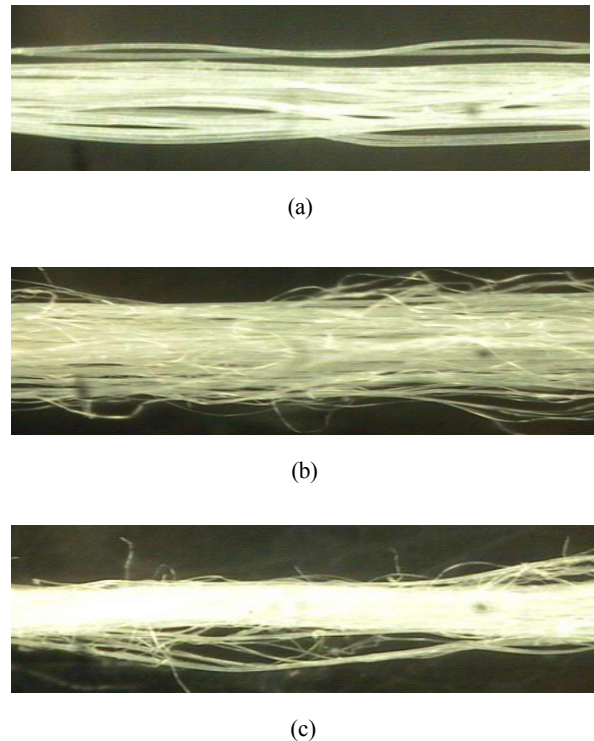


Figure 6. Photograph of 60d/36(N/P 50:50) surface yarn. (a) Untreated, (b) Treated time 90min, (c) Treated time 150min.

적은 20% 이하의 경우에는 구성 원사의 물성에 영향을 많이 받고 그이상의 감량이 진행됨에 따라 감량율에 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다.

3.3.2 분할사의 비강도

Figure 8은 NaOH 20%, 처리온도 50°C에서 알칼리 처리시간에 따른 비강도를 나타낸 것이다. 여기서 보면 비강도는 처리시간이 길수록 감소하고 있으며 처리시간 90min 이상에서는 거의 평형을 이

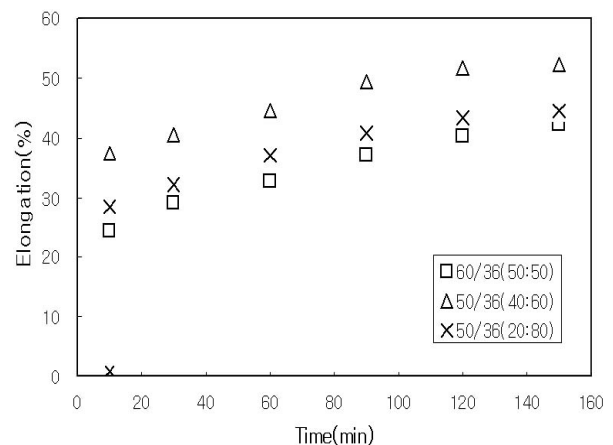


Figure 7. Elongation of yarns against treated time at NaOH 20%, 50°C.

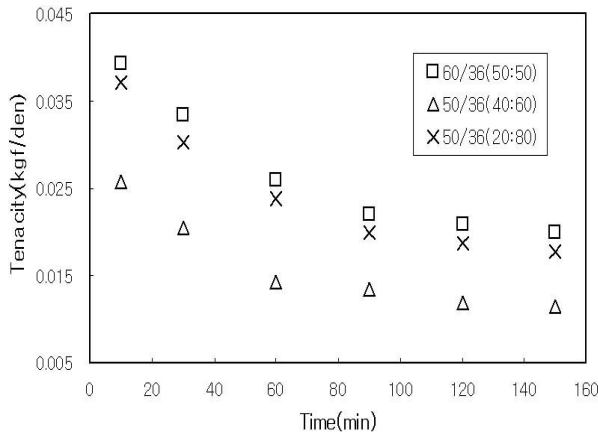


Figure 8. Tenacity of yarns against treated time at NaOH 20%, 50°C.

루고 있음을 알 수 있어 Figure 5의 절단신도 변화와 정 반대되는 경향을 나타내고 있다. 이는 비강도는 분자를 구성하는 결정영역 chain의 order 정도에 따라 달라지는데¹⁰⁾ 감량이 진행될수록 결정영역의 분자 말단기가 분해되어 폴리에스테르 점도가 감소하여진 결과와, 폴리에스테르 표면에 NaOH의 하여 ester결합을 끊어 불안정한 dis-order가 증가하여¹¹⁾ 신도는 증가하고 비강도는 감소한 결과라 생각된다. 처리시간 90min에서 50d/36(N/P 40:60)의 경우는 비강도가 약 0.013kg/d로 낮게 나타났으나, 60d/36(N/P 50:50)의 경우는 약 0.023kg/d로 높게 나타났다.

3.4 직물의 감량을 조사

Figures 9-11는 현장에서 사용되어지는 조건인 감량온도 35°C에서 처리시간에 따른 감량율의 변화를 NaOH 농도별로 나타낸 것인데, Figure 9는 50d/36(N/P 40:60), Figure 10은 50d/36(N/P 20:80), Figure 11은 60d/36(N/P 50:50)을 경·위사로 제작된 직물의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 NaOH 농도가 12%이하의 경우는 감량율이 약 10% 미만으로 나타났다.

Figure 9의 경우 NaOH 농도가 15%에서는 처리시간 25hr에서는 감량율이 약 22% 정도로 나타났으나, NaOH 농도 18%경우에는 처리시간 15hr에서 감량율이 약 23% 정도로 나타났음을 알 수 있다. 따라서 실제 산업현장에서 N/P 직물의 분할률이 약 70-80%로 하기 위해서는 50d/36(N/P 40:60)의 경우 NaOH 농도가 15%경우는 처리시간 약 24hr, NaOH 농도가 18%경우는 처리시간 15hr 내외에서 감량을 행하는 것이 적당하리라 생각된다.

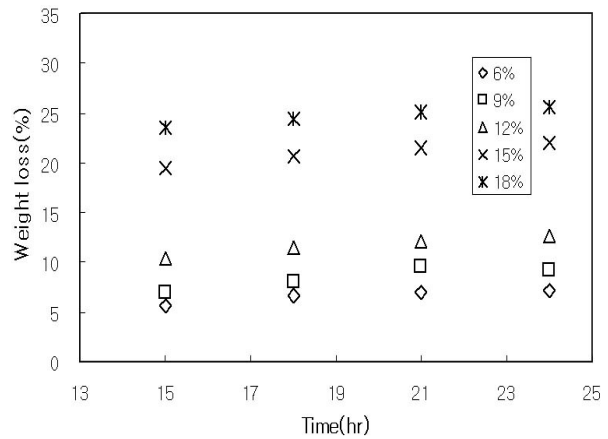


Figure 9. Weight loss of woven against treated time at various NaOH solution at 35°C, 50d/36(N/P 40:60).

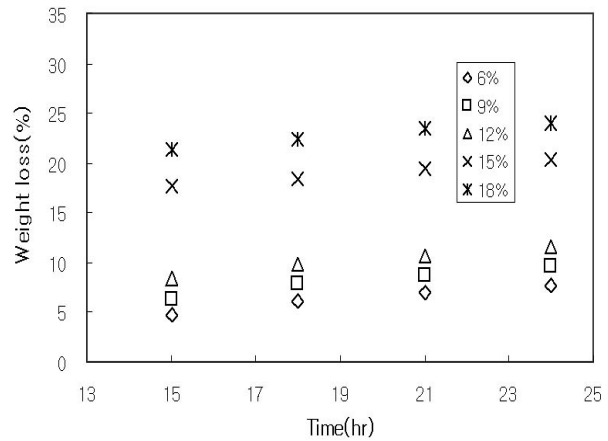


Figure 10. Weight loss of woven against treated time at various NaOH solution at 35°C, 50d/36(N/P 20:80).

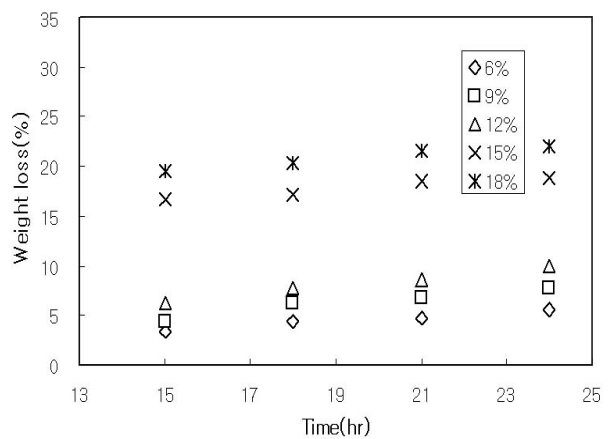


Figure 11. Weight loss of woven against treated time at various NaOH solution at 35°C, 60d/36(N/P 50:50).

Figure 10의 50d/25(N/P 20:80) 경우는 NaOH 농도가 15%에서는 처리시간 25hr에서도 감량율이 약 20% 정도로 낮게 나타났으나 NaOH 농도가 18%에서는 처리시간 21hr에서 약 23% 정도로 나타남을 보아 50d/25(N/P 20:80) 경우는 NaOH 농도가 18%에서 처리시간 21hr 정도가 실제 산업현장에서 적용이 가능할 것으로 생각된다.

Figure 11의 60d/36(N/P 50:50) 경우는 NaOH 농도가 15%에서는 처리시간 25hr에서도 50d/25(N/P 20:80) 경우와 같이 감량율이 약 20% 정도로 낮게 나타났으나, NaOH 농도가 18%에서는 처리시간 24hr에서도 약 21% 정도로 나타남을 보아 실제 산업현장에서 적용하기에는 너무 많은 시간이 필요로 하는 것으로 생각된다.

3.5 직물의 물성 조사

Figure 12는 50d/36(N/P 40:60)을 사용하여 제조된 직물의 감량처리를 한 후 경사를 이용한 절단 신도 변형률을, Figure 13은 경사의 비강도를 처리시간에 따른 변화를 NaOH 농도별로 나타낸 것이다.

Figure 12에서 보면 NaOH 농도가 12% 이하에서는 처리시간이 15hr에서 24hr이 경과하여도 신도는 약 10% 정도로 높게 나타나고 있으나 그 이상의 농도에서는 처리시간이 길어질수록 절단 신도는 약 30% 증가하고 있다. 처리시간 21hr의 경우는 NaOH 농도가 18%에서는 신도는 약 70%, NaOH 농도가 15%에서는 약 65%의 신도를 나타나고 있다.

Figure 13의 비강도의 변화를 보면 Figure 12의 결과와 반대되는 경향을 나타내고 있다. NaOH 농도가 15%에서 처리시간이 15hr에서는 비강도가 약 0.023kgf/d이나 처리시간 21hr에서는 비강도가 약 0.0155kgf/d로 낮게 나타나고 있으며, 처리시간 21hr 이상에서는 비강도의 감소 경향이 낮아지고 있음을 알 수 있다.

Figure 14는 50d/36(N/P 20:80)를 사용하여 제조된 직물의 감량처리를 한 후 경사를 이용한 절단신도를, Figure 15는 경사의 비강도를 처리시간에 따른 변화를 NaOH 농도별로 나타낸 것이다.

Figure 14의 신도는 Figure 12의 경우와 비슷한 거동을 나타내나, NaOH 농도가 15%, 처리시간 21hr에서 보면 약 58%로 Figure 10의 경우보다 낮게 나타남을 알 수 있다.

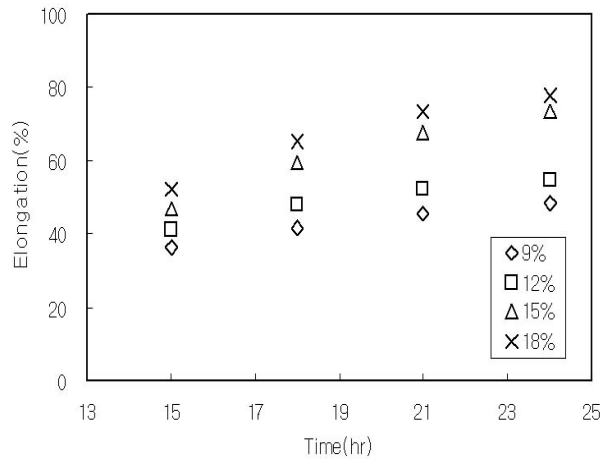


Figure 12. Elongation of warp against treated time used 50d/36(N/P 40:60) at 35°C.

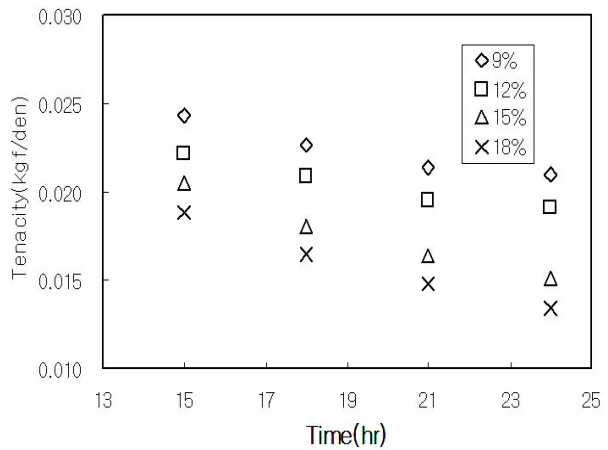


Figure 13. Tenacity of warp against treated time used 50d/36(N/P 40:60) at 35°C.

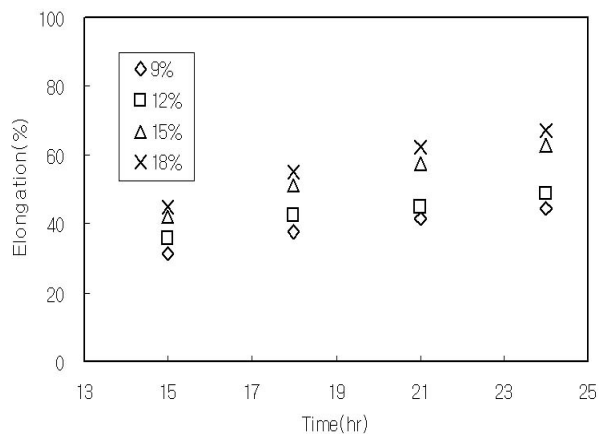


Figure 14. Elongation of warp against treated time used 50d/36(N/P 20:80) at 35°C.

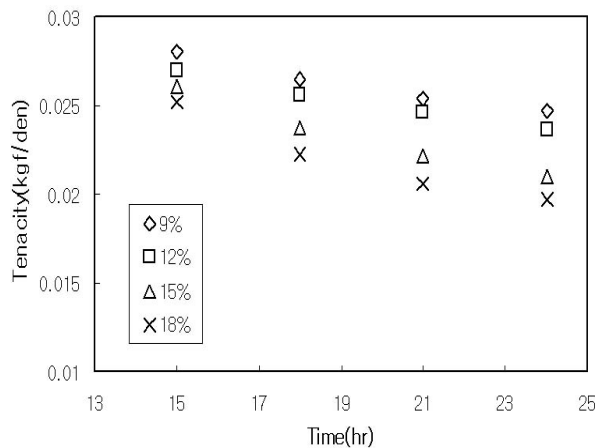


Figure 15. Tenacity of warp against treated time used 50d/36(N/P 20:80) at 35°C.

Figure 15의 비강도의 변화 역시 Figure 13의 경우와 비슷한 거동을 나타내나, NaOH 농도가 15%, 처리시간 21hr에서 보면 약 0.03kgf/d로 Figure 11의 경우보다 높게 나타났음을 알 수 있다.

이들의 결과를 종합하여 보면 N/P 분할사의 경우 폴리에스테르의 조성비가 적을수록 감량율과 신도는 높아지나, 비강도는 낮아짐을 알 수 있다.

4. 결 론

분할형 복합사직물에 차별화 감성을 부여하기 위하여 기존의 나일론/폴리에스테르 조성비가 20:80에 국한된 소재가 아닌 20:80, 40:60, 50:50인 분할형 복합사와 이를 이용하여 제직된 직물의 알칼리 처리 시 알칼리 농도와 처리시간에 따른 물성을 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 이번 실험 조건 내에서 NaOH 20%에서 보면 처리 온도가 40°C경우가 처리온도 50°C경우보다 감량율이 약 20% 정도에 달하는 시간이 약 2배 이상이 걸린다는 것을 알았다.
2. 감량율의 변화는 같은 섬도에서는 N/P 조성비 중 폴리에스테르 비가 적을수록 높게 나타나나, 폴리에스테르의 비가 적더라도 섬도가 높으면 낮게 나타났다.
3. NaOH 20%, 처리온도 50°C, 처리시간 60min에서 감량율이 약 25% 정도로 N/P 분할이 잘 진행되었음을 알았다.
4. 실제 산업현장에서 N/P 직물의 분할률이 약 70-80%로 하기 위해서는 50d/36(N/P 40:60)의 경우 NaOH

농도가 15%경우는 처리시간 약 24hr, NaOH 농도가 18%경우는 처리시간 15hr 내외에서 감량을 행하는 것이 적당하리라 생각된다.

5. 직물 경사의 절단신도는 N/P 조성비 40:60경우 NaOH 농도가 15%, 처리시간 21hr에서 약 65%의 신도를 나타냈으나, N/P 조성비 20:80경우는 약 58%로 낮게 나타났다.

감사의 글

본 논문은 경일대학교 교내학술연구비 지원으로 수행된 기초연구임을 알려 드립니다.

References

1. V. L. Gibson and R. Postle, An Analysis of the Bending and Shear Properties of Woven, Double-Knitted, and Warp-Knitted Outerwear Fabrics, *Textile Res. J.*, **48**(1), 14(1978).
2. T. Hongu and G. O. Philips, "New Fibers", Woodhead, Cambridge, 1997.
3. E. J. Lee, J. S. Bok, C. J. Hong, and C. W. Joo, Texturing Studies on Split-type Microfine Polyester Filament Yarns, *J. of Korean Fiber Society*, **37**(1), 25(2000).
4. Y. Washino, "Functional Fibers", Today Research Center, Shiga, Japan, 1933.
5. K. J. LEE, S. H. Kim, and K. W. Oh, Organic Solvent Absorption Characteristics of Split-Type Microfiber Fabrics, *Fiber Polym*, **5**(4), 280(2004).
6. S. J. Kim, S. H. Kim, and K. W. Oh, Effect of Chemical Split on Water Absorption of Split-type Polyester Microfiber Knit, Proceedings of the Korean Textile Conference, Vol.33, No.1, pp.209-212, 2000.
7. M. Y. Seo, H. H. Cho, S. S. Kim, J. W. Jeon, and S. G. Lee, A Study on the Alkali Hydrolysis of PET Fabrics with Ultrasonic Application(I) -Decomposition Rate Constant and Activation Energy-, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **14**(4), 18(2002).
8. S. H. Seong, C. N. Choi, H. Choi, S. Y. Lee, M. K. Song, and P. Kim, Alkaline Hydrolysis Behavior of Poly(trimethylene terephthalate) Fibers Annealed by Passing on the Plate Heater, *Textile*

- Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **15**(3), 6(2003).
9. M. Y. Seo, J. H. Lee, C. M. Ok, S. H. Cho, J. W. Lee, and H. H. Cho, A Study on the Alkali Hydrolysis of Sea-island PET Ultra-microfiber, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **25**(4), 303(2013).
10. M. S. Park, The Mechanical Properties of Fluffy Spun-like Yarn by ATY Textured(1), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **25**(3), 223(2013).
11. M. S. Park and M. W. Huh, A Study on the Crystal Structure of PET Films of by the Alkali Treatment, *Textile Coloration and Finishing (J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **8**(3), 206(1996).