

발수가공된 나일론 모노필라멘트의 물성에 관한 연구

박준호*전병대

한국생산기술연구원 디지털섬유공정팀

1. 서론

현재 어업용의 낚시줄로 사용되고 있는 소재로는 나일론, 플로로카본, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 에스테르혼방 폴리에틸렌 등이 있는데 이러한 소재들은 균일성, 신장력, 인장강도, 투명도, 유연성 등은 좋아야하고 흡수성과 광택은 낮아야 하는 낚시줄의 기본요건을 만족하고 있는 것이다. 이중 나일론은 우수한 물성과 더불어 경제성을 함께 겸비하고 있어 가장 널리 쓰이고 있는 소재이다. 대부분의 낚시줄 소재가 흡수성이 없거나 아주 낮지만 나일론의 흡수성은 상대적으로 상당히 높은 편이어서 나일론 6 모노필라멘트의 흡수율은 최초 1시간 수중에 두었을 때 78%에 달하고 있다. 흡수성은 나일론의 아미드기가 극성결합을 이루고 있어 수분과 쉽게 수소결합을 하는, 이른바 가수분해현상을 일으키게 되고 결과적으로 분자결합을 약하게 만들어 인장강도를 감소시키게 된다.

이러한 인장강도감소를 방지 혹은 최소화하는 가공법이 등장하였고 또 새로운 소재들이 도입되어온 결과 낚시줄의 시장은 나일론 모노필라멘트 위주의 일반제품과 모노필라멘트 후가공 또는 새로운 소재의 모노필라멘트 위주의 고급제품으로 극명하게 나뉘어져 있다. 특히 고급제품 중 100% 플로로카본으로 제조된 낚시줄은 흡수율이 0에 가까우면서도 나일론과 가장 유사한 물성을 지니고 있어 최고급제품으로 인정받고 있으나 가격이 일반제품의 20~30배에 달한다는 단점이 있다. 일반제품의 고급제품화 기술로 나일론 가수분해의 원인이 되는 메틸렌기의 수를 줄인 원료를 적절히 배합하여 흡수성을 낮추거나 나일론 심지에 불소수지, PE수지, 불소-PE수지 등을 전체적으로 코팅하여 수분을 차단하는 기술 등이 도입되고 있다. 그러나 이러한 기술은 고가의 레저용 낚시줄에 한정된 기술로 상업용 낚시줄에는 아직 도입되고 있지 않고 있는데 그 이유로는 낚시줄의 경제성을 고려하지 않을 수 없기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 섬유용 불소계 발수제를 나일론 모노필라멘트에 분산 코팅한 후, 발수가공이 나일론 모노필라멘트의 물성에 미치는 영향을 연구함으로써 기존 수지계열의 코팅가공에 비해 저렴한 가공제품을 생산 가능성을 확인하고 최적조건을 도출하고자 한다.

2. 실험

2. 1. 시료 및 시약

본 실험에 사용된 낚싯줄은 국내 H사에 제조된 것으로 직경이 0.285mm인 3호줄을 사용하였으며 불소계 발수제는 C사, D사, N사, K사에서 판매되고 있는 불소계 발수제를 사용하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 코팅실험

각각의 불소계 발수제는 추천농도의 다양한 농도로 준비하였으며 균일한 코팅실험을 위하여 별도의 장치를 제작하여 사용하였다. 낚싯줄은 Dipping-Drying-Curing의 순서로 코팅되었다. Dipping은 실온에서 5분간 실시하였으며 Drying 120℃에서 3분간 실시하였다. 이후 180℃에서 1분간 Curing하여 시료를 준비하였다. 또 유연제가 매듭강도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 유연제 코팅실험도 병행하였다.

2.2.2. 흡수실험

본 시료의 최종농도는 해양어업용 낚싯줄이므로 동일한 조건 하에 노출시키기위해, 해수의 평균 염분농도인 36% 천일염수용액을 준비하여 코팅 처리된 낚싯줄을 침전시켜 6시간동안 방치시켰다.

2.2.3 인장강도 실험

이상과 같이 준비된 낚싯줄은 UTM(Instron 4400 series)을 이용하여 KS K 0412규격에 따라 각각 10개의 시료로 인장강도와 매듭강도, 및 신도를 측정하여 서로 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 현재 낚싯줄의 소재로 쓰이고 있는 소재별 물성치를 정리한 것이다.

Table 1에서 보는 소재들은 해당성분 조성이 100%인 모노필라멘트와 나일론 6의 단점을 보완한 모노필라멘트의 물성을 비교한 것으로 낚싯줄로서 요구되는 물리적 성질에 가장 적합한 것이 나일론임을 알 수 있다. 플로로카본은 유연성이 부족하며 인장강도와 매듭강도가 나일론에 비하여 약하다. 폴리에스테르는 유연성을 제외하면 나일론과 거의 유사한 물성을

Table 1. The physical properties of materials for fishing line

	나일론	플로로카본	폴리에스테르	폴리에틸렌
비중	1.14	1.78	1.38	0.97
신도	15~30%	15~20%	15~25%	5~6%
흡수성	10%미만	거의없음	거의없음	거의없음
유연성	유연함	뻣뻣함	매우뻣뻣함	뻣뻣함이 없음
내마모성	표준	높음	-	낮음
자외선노화	있음	거의없음	거의없음	거의없음
인장강도	표준	90%	100%	200~250%
매듭강도	85%	70%	90%	40%

가진다. 그러나 폴리에틸렌의 경우 전반적인 물성은 우수하나 매듭강도가 현저히 낮다. 그러나 위의 소재들로 이루어진 모노필라멘트가 수분과 접촉했을 때는 물성의 변화가 생기게 되어 낚시줄 소재로는 플로로카본이 가장 적합한 소재로 나타나며 중요 기준이 되는 물성으로는 인장강도와 매듭강도가 있다.

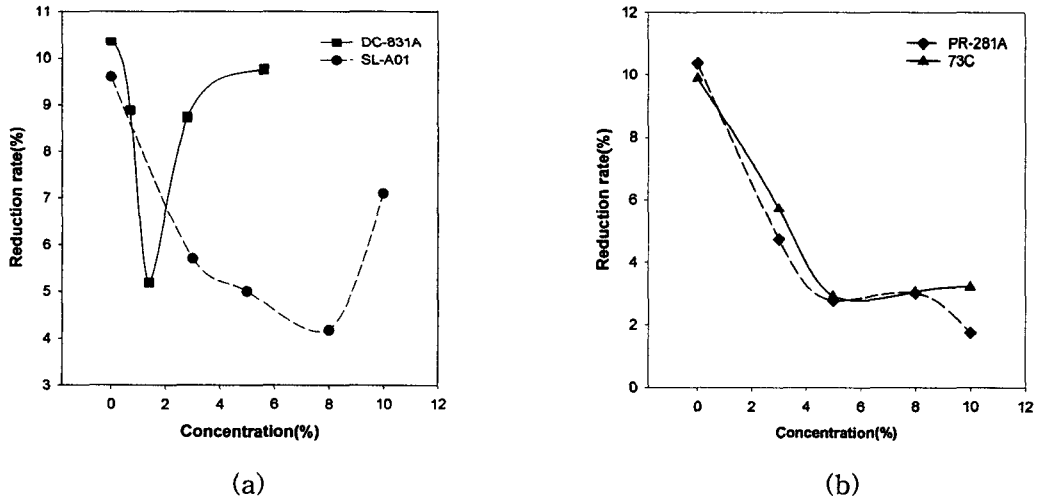


Fig. 1. Reduction rate of nylon monofilament treated with salt-water: (a) DC-831A, SL-A01, (b) PR-281A, 73C.

앞서 설명한 바와 같이 나일론 모노필라멘트는 수분을 흡수하면 가수분해를 일으켜 인장강도가 크게 떨어진다. Fig. 1은 불소계 발수제에 농도에 따른 해수처리 전후의 인장강도 감소율을 나타낸 것으로 PR-281A를 처리한 시료의 경우 인장강도 감소율이 1.75%로 가장 낮았으며 N사의 제품이 전반적으로 우수한 발수성능을 가지는 것을 볼 수 있다. DC-831A의

경우 최적농도는 1~3% 사이에 있는 것으로 나타났으나 PR-281A에 비하여 인장강도 감소율이 3배이상의 차이를 보였다.

나일론 모노필라멘트의 매듭강도를 보완할 목적으로 실리콘계 유연제를 코팅하였다. 실험 결과 유연제를 처리한 시료의 인장강도감소율이 처리하지 않은 시료의 인장강도감소율보다 낮았으나 매듭강도는 뚜렷한 차이점을 보이지 않고 유사한 결과를 나타내었다.

최고의 발수성능을 가지는 조건에 최소의 유연제를 혼합하여 만든 용액에 나일론 모노필라멘트를 처리하는 실험을 한 결과, 상용성에서는 아무런 문제가 없었으나 코팅실험 결과 시료가 가지는 물성은 유연제를 코팅한 실험 결과와 유사한 경향을 나타내고 있었는데 이는 나일론에 대한 발수제와 유연제의 친화성 중 유연제의 친화성이 더욱 우수하여 나일론 표면의 넓은 부분에 더 많은 유연제 성분이 결합하였기 때문이라 생각된다. 따라서 유연제의 미미한 매듭강도 보강효과로 볼 때 발수제 단독처리가 권장된다.

4. 결론

나일론 6가 주성분인 모노필라멘트의 가수분해에 의한 인장강도감소를 줄이기 위해 불소계 발수제를 코팅한 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

불소계 발수제의 코팅은 나일론의 흡수성 특성으로 인해 가수분해가 일어나는 것을 방지함으로써 인장강도가 감소하는 것을 줄이는 효과를 가진다. 선정된 발수제중 10%의 PR-281A로 처리한 시료의 인장강도감소율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 유연제에 의한 인장강도 감소의 효과는 미미하며 매듭강도는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다.

참고문헌

1. Phyllis G. Tortora and Billie J. Collier, "Understanding Textiles", Prentice-Hall, new Jersey, USA, pp. 153-164 (1997)

포스터발표(PA)

■ Standing Time :17:00~17:40

- PA-1 **Printing properties of novel regenerated cellulosic fibers**
Joonseok Koh, Ik Soo Kim, Nam Keun Han* and Jae Pil Kim**
Hyosung Corporation, *SK Chemicals, **School of Materials Science & Engineering, Seoul National University
- PA-2 **자외선 조사에 의한 나일론 직물의 염색성 변화에 관한 연구**
김인희, 전영실, 남성우
성균관대학교 텍스타일시스템공학과
- PA-3 **Surface Modification of PET Fiber with Surfactant-type Anthraquinones**
박현민, 최영주, 윤남식, 권선영, 조광호*
경북대학교 염색공학과, *삼일염직(주)
- PA-4 **초극세 편직물의 염색성 및 견뢰도**
박재민, 정동석, 이문철, 노환권*, 류현재**
부산대학교 섬유공학과, *(주)코오롱섬유연구소, **(주)대우인터내셔널
- PA-5 **UV/O₃ 조사에 의해 개질된 PTT필름의 염색성**
장진호, 정용균
금오공대 섬유패션공학전공
- PA-6 **염색폐수 재활용을 통한 폴리에스테르 및 면섬유의 염색**
남영림, 정재윤
한양대학교 섬유고분자공학과
- PA-7 **분산염료의 화학적 milling process와 그 염색성에 관한 연구**
김정호, 박종호, 정재윤
한양대학교 섬유고분자공학과
- PA-8 **분산염료를 이용한 면직물의 반응염색**
김태경, 윤석한, 김미경, 손영아*
한국염색기술연구소, *충남대학교 섬유공학과
- PA-9 **섬유날염용 신규 아조 적색안료 연구**
오세화, 신승림, 김영석, 허선희, 김순일, 신종일
한국화학연구원 염료염색가공연구센터
- PA-10 **Polyamide용 신규 적색 반응성염료**
김진수, 김순일, 신종일, 김태경, 송미경, 허선희, 오세화
한국화학연구원 염료염색가공연구센터
- PA-11 **합성섬유 복합소재의 CPB 전처리**
김성동, 김규식
건국대학교 섬유공학과

- PA-12 **바이오 정련 시 효소의 안정성**
김수연, 김주혜, 최은경
 한국생산기술연구원 환경염색가공팀
- PA-13 **태세사 제조조건에 따른 구조와 물성변화(II)**
 박명수
 경일대학교 섬유패션학부
- PA-14 **경사가호 공정조건에 따른 경사줄 발생 현상 연구(V)**
 - 직물의 염색성과 물성에 대하여 -
 박명수
 경일대학교 섬유패션학부
- PA-15 **텐더가공시 발생하는 분진, 유해가스 제거 및 배가스 Cooling & Recycling
 시스템 개발**
 차희철, 박영환, 방보현, 최년묵*
 한국생산기술연구원, *유오 ENG.