

PBS 용융방사공정에서 gear pump의 회전비 증가에 따른 monofilament 직경 변화 및 물리적 특성

박성욱, 김성훈, 임지현, 최혜선
국립수산과학원 시스템공학과

서 론

연신비와 용융온도는 일정하게 하고 gear pump의 회전수를 조절하여 monofilament의 직경을 결정하고 있다. 지금까지는 비중이 1.14인 나일론 monofilament를 주로 방사하여 왔으나 근래에 들어 비중이 1.26인 PBS monofilament를 방사함에 있어 방사업체별로 그 굵기가 일정하지 않은 실정이다.

이 연구에서는 강도가 우수하나 신장률이 낮은 PBS 수지에 구조적인 강도는 낮지만 신장률이 우수한 Polybutylene adipate-co-terephthalate(PBAT)를 5% 중합하여 나일론 3호, 3.5호, 4호에 해당하는 monofilament를 방사함에 있어 gear pump의 회전수에 따른 monofilament의 직경변화와 방사시 각각의 monofilament의 균질도, 강도, 신장률 및 유연도 등 물리적 특성의 변화를 고찰하였다.

재료 및 방법

시료 및 중합 실험에 사용된 PBS와 PBAT는 (주)이래화학에서 제조된 수지를 사용하였다. PBS는 지방족 글리콜로서의 1,4-butanediol과 지방족 디카르복실산으로서의 succinic acid을 원료로 하여 에스테르반응과 축중합반응을 거쳐 얻어진 중합물로서 비중 1.26, 용점 115℃, 수평균분자량 46,530, 중량평균분자량 113,650이다. PBAT는 지방족 글리콜로서의 1,4-butanediol과 방향족 성분인 dimethyl terephthalate을 원료로 하여 에스테르반응과 축중합반응을 거쳐 얻어진 중합물로서 비중 1.25, 용점 125℃, 수평균분자량 45,480, 중량평균분자량 129,720이다.

PBS/PBAT의 중합체는 95/5이며, 중합체는 130-150℃로 가열하여 펠렛 형태로 제작한 후 80-90℃ 조건하에서 수분함량이 200ppm 이하가 되도록 하였다.

monofilament 방사 및 시료 방사조건은 Table 1과 같으며, 방사된 monofilament의 크기는 나일론 3호, 3.5호, 4호에 해당하는 3종이다. 시료는 각각 10개의 보빈에 감겨진 실

을 임의 채취하였다.

Table 1. Spinning conditions of samples

Cylinder temp.(°C)			Head (°C)	Dies (°C)		Godet roller (rpm)				Heat treatment temp.(°C)			
C1	C2	C3		1st	2nd	1st	2nd	3th	4th	1st	2nd	3th	4th
192	195	198	200	201	203	12	41	81.6	76	2	78	79	85

※ Gear pum rpm: A(4.5), B(5.14), C(5.8)

monofilament의 물성 분석 그물실의 강도, 신장률 및 탄성 신장도 실험은 정속 인장식 장력계(Instron 4204, American)를 사용하였다. 유연도 측정 장치는 직물의 강연도 시험방법(KSK 0538, 1996)에 준하여 제작하였다. 레일의 이동 속도는 0-10mm/sec, 측정값은 0.1sec마다 1/1,000g 까지 측정하였다. 건시 및 습시 상태에서 그물실의 직선 강도 및 신장률은 KSK 0409(2006), 매듭강도 및 신장률은 KSK 0412(2005) 시험법을 이용하였다. 시험시의 실내온도는 20±2°C, 상대습도는 65±2%였으며, 습시 상태에서의 시험은 시료를 실온에서 24시간 동안 증류수에 침지한 후 측정하였다. 시료의 인장시험을 클램프 간격 40mm, 인장 속도 400mm/min로 하였다. 그물실의 직선과 매듭강도는 상, 하 클램프 부근과 매듭이 없는 곳에서 절단된 불량 시료 자료는 기각하였으며, 그물실의 중앙과 매듭에서 절단되는 시료만 20회씩 측정하여 평균하였다. 유연도 실험은 지름 4cm의 원통에 시료를 20회 감아 테이프를 양 끝단을 고정시킨 다음 원통에서 벗긴 후 측정하였다. 시험은 시료마다 건, 습시에서 각각 20개씩 측정하여 평균하였으며, 압축속도는 2mm/sec로 하였다.

결과 및 고찰

monofilament는 40개의 방사노즐을 통해 압출된 후 6.8:1로 연신과정을 거치면서 1.3m/sec의 속도로 보빈에 권취되었으며, 2시간 연신과정에서 절단되는 사례는 거의 없었으며, 각각의 보빈에 권취된 monofilament의 직경오차는 gear pump rpm이 4.5, 5.14, 5.18일 때 연신된 monofilament의 직경은 각각 0.291, 0.3111, 0.332mm였으며, 그 오차는 0.001mm내외로 정밀하게 방사되었다.

방사된 monofilament 원사의 직경 0.291, 0.311, 0.332mm의 건시 파단강도는 각각 49.3, 46.6, 49.0kg/mm²였으며, 습시 파단강도는 각각 46.6, 45.6, 48.7kg/mm²으로 건시에 비해 약 5% 감소하는 것으로 나타났다. 직경 0.291, 0.311, 0.332mm의 monofilament의 건시 매듭강도는 각각 34.2, 33.0, 31.6kg/mm²으로 직선 건시에 비해 약 30%정도 감소하였다.

Table 1. weight, diameter, denier and tex for three kinds of monofilaments

Sample No.	A				B				C			
	g/m	Dia. (mm)	Td	Tex	g/m	Dia. (mm)	Td	Tex	g/m	Dia. (mm)	Td	Tex
1	0.083	0.290	750.0	83.3	0.096	0.312	866.4	96.3	0.108	0.331	972.9	108.1
2	0.084	0.291	756.2	84.0	0.096	0.312	865.1	96.1	0.112	0.336	1005.3	111.7
3	0.085	0.293	762.5	84.7	0.095	0.310	856.7	95.2	0.108	0.330	967.8	107.5
4	0.085	0.294	767.3	85.3	0.095	0.310	855.8	95.1	0.111	0.335	998.4	110.9
5	0.084	0.291	753.6	83.7	0.095	0.310	854.1	94.9	0.107	0.330	967.3	107.5
6	0.084	0.291	752.3	83.6	0.096	0.312	864.9	96.1	0.107	0.329	962.9	107.0
7	0.084	0.292	757.0	84.1	0.095	0.310	855.0	95.0	0.109	0.332	979.4	108.8
8	0.084	0.291	752.9	83.7	0.096	0.311	862.1	95.8	0.109	0.333	985.2	109.5
9	0.084	0.291	752.6	83.6	0.096	0.311	862.7	95.9	0.109	0.332	979.5	108.8
10	0.084	0.291	752.1	83.6	0.095	0.310	855.1	95.0	0.110	0.333	990.2	110.0
Mean	0.084	0.291	755.6	84.0	0.096	0.311	859.8	95.5	0.109	0.332	980.9	109.0
S.D.	0.001	0.001	5.4	0.6	0.001	0.001	4.9	0.5	0.002	0.002	14.0	1.6

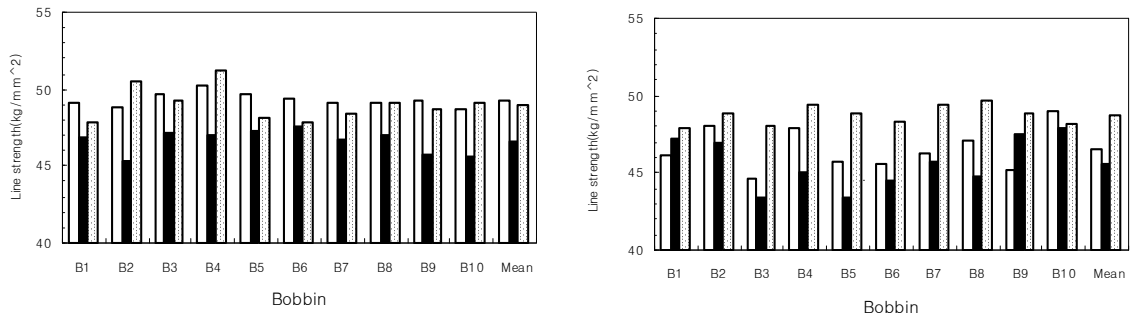


Fig. 1. Unknotted breaking strength of PBS monofilament in dry and wet condition.

Left : dry condition, Right : wet condition, A: □, B: ■, C: ▨

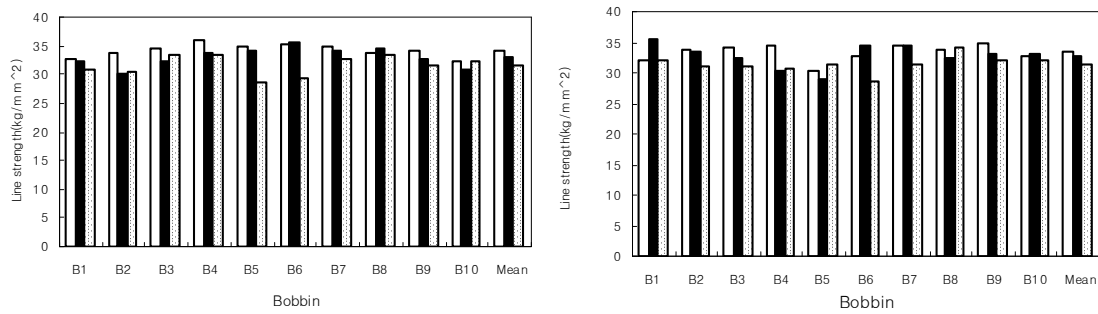


Fig. 2. Knotted breaking strength of PBS monofilament in dry and wet condition.

Left : dry condition, Right : wet condition, A: □, B: ■, C: ▨

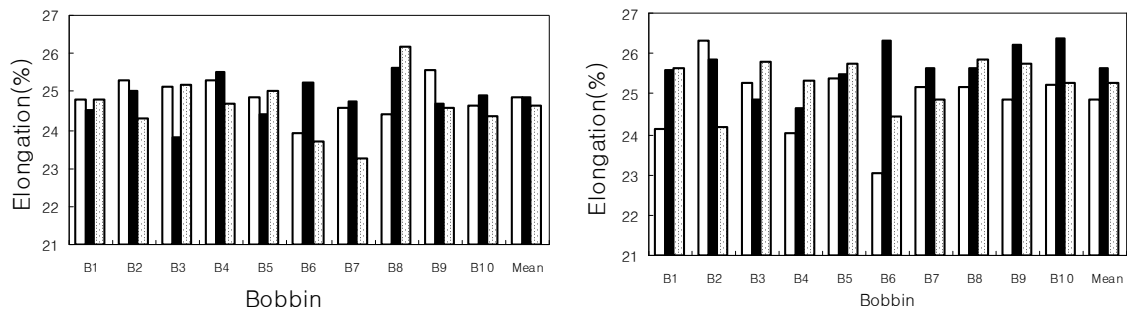


Fig. 3. unknotted elongation of PBS monofilament in dry and wet condition.

Left : dry condition, Right : wet condition, A: □, B: ■, C: ▨

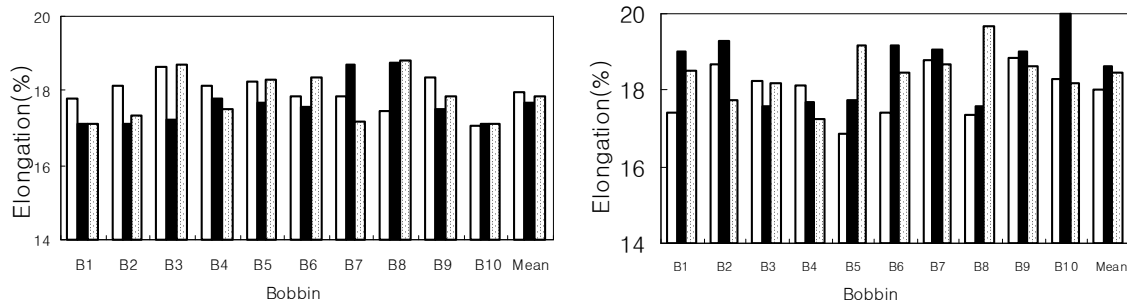


Fig. 4. Knotted elongation of PBS monofilament in dry and wet condition.

Left : dry condition, Right : wet condition, A: □, B: ■, C: ▨

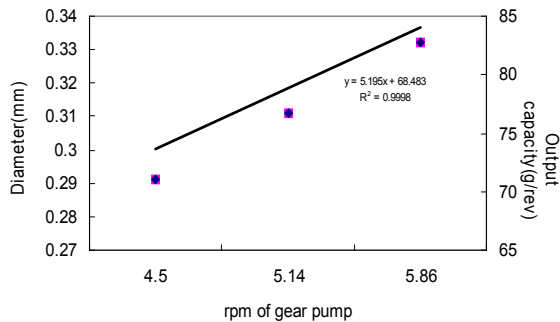


Fig. 5. The relationship between rpm of gear pump and diameter of monofilament spun.

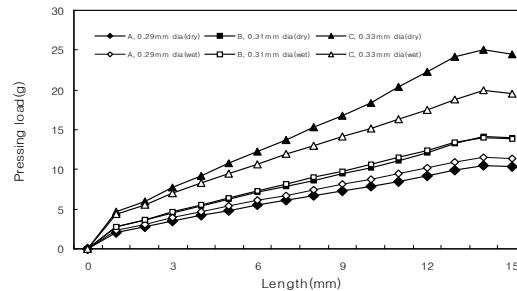


Fig. 6. Softness curve of specimens in the dry and wet condition.

참고문헌

Park, S.W., J.H. Bae, J.H. Lim, B.J. Cha, C.D. Park, Y.S. Yang and H.C. Ahn, 2007. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin, J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43(4), 281-290.