

## 연신에 의한 고밀도폴리에틸렌의 력학적특성개선

백철혁, 림용선

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《첨단체육기재들을 창안리용하며 종목별에 따르는 경기복을 비롯한 체육기자재들을 현대화, 국산화하기 위한 연구사업에 힘을 넣어야 합니다.》

경기용립총탄의 탄피재질로는 일반적으로 고밀도폴리에틸렌을 리용하고있지만 고밀도 폴리에틸렌을 가지고 일반적인 가공방법으로 생산한 탄피는 사격때 탄피가 받는 높은 열 충격과 압력에 견딜수 없다.[1]

우리는 연신의 방법으로 고밀도폴리에틸렌의 력학적세기를 높여 경기용립총탄피로 쓸 수 있는 재질을 얻기 위한 기초연구를 하였다.

고밀도폴리에틸렌(5000S)을 관압출기에서 성형하여 관모양의 시편을 제조하였다. 이것을 세로방향(관생산방향)으로 연신하여 연신시편을 만들었다.

장치로는 X선회절분석기(《Smart Lab》)와 만능전자력학시험기(《HY-0230》)를 리용하였다.

고밀도폴리에틸렌의 력학적특성 만능전자력학시험기로 측정 한 고밀도폴리에틸렌시편의 력학적특성은 표 1과 같다.

표 1. 고밀도폴리에틸렌시편의 력학적특성

시편종류	세로방향		가로방향	
	당김세기/MPa	연신률/%	당김세기/MPa	연신률/%
연신전	27.5	21.1	27.6	17.8
연신후	88.7	66.6	23.9	11.4

표 1에서 보는바와 같이 연신하지 않은 고밀도폴리에틸렌관은 세로방향과 가로방향에서 거의 같은 크기의 당김세기를 나타내었다. 연신한 다음 세로방향에서의 당김세

기는 연신하기 전에 비해 3배이상 증가하지만 가로방향에서는 오히려 약간 감소하였다. 이것은 세로방향으로 연신하는 과정에 폴리에틸렌고분자사슬들이 그 방향으로 배향된 결과라고 볼수 있다.

고밀도폴리에틸렌의 결정화도결정 물과 에틸알콜의 조성비를 변화시키면서 시편의 밀도를 측정하고 이로부터 다음의 식에 따라 결정화도  $C$ 를 계산하였다.

$$C = \frac{\rho_c \cdot (\rho - \rho_a)}{\rho \cdot (\rho_c - \rho_a)} \times 100$$

여기서  $\rho$ 는 측정 한 시편의 밀도,  $\rho_c$ ,  $\rho_a$ 는 각각 결정형부분과 무정형부분의 리론밀도로써 물질종류에 따라 다르며 폴리에틸렌의 경우 그 값은 각각 1.014, 0.854이다.

고밀도폴리에틸렌의 밀도와 결정화도는 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 고밀도폴리에틸렌을 연신한 다음 결정화도가 현저히 증가한다는 것을 알 수 있다.

연신전과 연신후 고밀도폴리에틸렌 시편의 X선 회절 분석 결과는 그림과 같다.

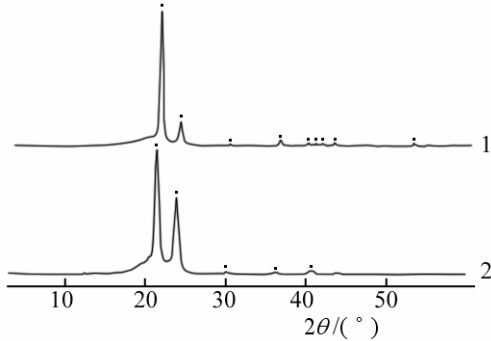


그림. 연신전(1)과 연신후(2) 고밀도폴리에틸렌 시편의 X선 회절도형

이로부터 고밀도폴리에틸렌판을 연신하면 고분자사슬이 배향되고 재결정화를 일으켜 결정화도와 당김세기가 현저히 높아진다는 것을 알 수 있다.

표 2. 고밀도폴리에틸렌의 밀도와 결정화도

시편종류	밀도/(g · cm <sup>-3</sup> )	결정화도/%
연신전	0.955	67.0
연신후	0.960	70.3

그림에서 보는바와 같이 연신후 고밀도폴리에틸렌 시편의 X선 회절도형에서 (200)에 해당하는 봉우리가 연신전에 비하여 현저히 높아졌다. 이것은 연신 과정에 고분자사슬의 재결정화가 진행된 결과라고 볼 수 있다.

X선 회절도형으로부터 시편의 결정화도를 계산[2, 3]한 결과 연신전 시편의 결정화도는 65.4%이고 연신후 시편의 결정화도는 68.3%로서 연신전에 비하여 현저히 높아졌다. 이것은 밀도법에 의한 측정결과와 거의 일치한다.

## 참 고 문 헌

- [1] P. F. Grelle; EP0188859A1, 1985.
- [2] 邓聪 等; 塑料工业, 6, 54, 2008.
- [3] 朱爱荣 等; 绝缘材料, 4, 27, 2005.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

## Improvement of HDPE's Mechanical Characteristics by Drawing

*Paek Chol Hyok, Rim Yong Son*

After drawing, the crystallinity of HDPE was increased remarkably and its tensile strength was increased by 3 times.

Key words: HDPE, drawing