

# 나일론66에서 유리섬유의 종류 및 배향에 따른 기계적 물성 연구

유종범<sup>1</sup>, 류민영<sup>2</sup>

## A study on the mechanical properties of reinforced Nylon66 for glass fiber type and its orientation

J. B. Ryu<sup>1</sup>, M.-Y. Lyu<sup>2</sup>

### Abstract

Glass fiber reinforced nylon has been used in many plastic industries. Mechanical properties of reinforced plastics depend upon types of glass fiber as well as loading of glass fiber. Tensile properties of glass fiber reinforced nylon66 have been studied for different glass fiber types and sizes. Types of glass fibers were circular and flat, and diameters were 7, 10, and 13 micrometers. Orientations of glass fibers in the matrix of nylon66 have been analyzed through X-ray CT. Tensile specimens were prepared by cutting out of square plates of 100 x 100 x 3mm with different angles such as 0, 45, and 90° to the flow direction. As the loading of glass fiber increases to 45 wt% tensile strength increases up 2.5 times compare with neat nylon66. Anisotropic tensile strength has been observed and minimum tensile strength was measured in the specimen cut from perpendicular to the flow direction.

**Key Words** : Nylon66, mechanical properties, glass fiber orientation, glass fiber type

### 1. 서론

다양한 고분자 복합재료는 강성 및 내열성 등의 기계적 성질이 수지 단일체에 비하여 우수하므로 고강도와 고내열 및 경량화가 요구되는 각종 자동차 제품, 공업제품에 다양하게 이용되고 있다. 이러한 고분자 자체의 물성 향상을 위해 유리섬유나 탄소섬유, 금속편 등을 충전시켜 보다 나은 기계적 강도, 탄성, 내약품성, 가공성 등을 얻으려는 고분자 복합재료에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1]

복합재료의 기본 물성은 base polymer 자체의 성질에 의존하지만, 강화제의 종류와 특성에 따라서도 변화가 크게 나타나며, 특히 유리섬유의

경우 사출 공정에 의해 제작된 제품 내에서의 배향 상태에 따라 사출 제품의 기계적 성질이 크게 변화한다. 따라서 다양한 분야에 적용되는 유리섬유 강화 복합재의 유리섬유 배향 및 type에 따른 기계적 물성변화와 수지 내에서의 분포에 대한 자세한 연구는 필수적이다.

### 2. 실험

#### 2.1 재료

연구에 사용될 고분자 소재로서 로디아 폴리아마이드(주)의 Nylon 66(Relative viscosity : 2.6)을 사용하였다. 강화재로 사용된 유리섬유는 circular type으로 일본 NEG사의 직경이 7, 10, 13  $\mu\text{m}$  제품을 사용하였으며, flat type으로는 일본 Nittobo

1. 서울산업대학교 대학원 정밀기계공학과 석사과정  
로디아 폴리아마이드 주식회사  
2. 서울산업대학교 금형설계학과  
# 교신저자: jong-bum.ryu@ap.rhodia.com

사의 flat ratio가 4인(너비 : 28 $\mu$ m, 높이 : 7 $\mu$ m) 제품을 사용하였다.

### 2.2 시험편의 제작

물성측정을 위한 인장시험편은 100 x 100 x 3mm 사각 시험편에서 수지의 흐름방향 기준으로 서로 다른 각도(0, 45, 90°)를 갖도록 laser cutter 기를 이용하여 제작하였다.

### 2.3 물성시험

만능시험기(UTM, Instron 4462 Universal testing)를 사용하여, 실온에서 시험편의 인장강도, 신율 및 인장탄성률을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 유리섬유 함량에 따른 물성 변화

Fig. 1에서와 같이, 유리섬유 함량이 증가할수록, 비강화 Nylon66에 비해 인장강도의 경우 2.5배까지, 인장탄성율의 경우, 2.2배까지 전 구간에서 증가하는 결과를 보였다. 이는 강화제 보강에 의해 기계적 강성이 급격히 좋아지는 전형적인 Nylon 수지의 특성을 보여주고 있다. 반면 신율의 경우 유리섬유가 보강되어 짐에 따라 급격한 감소를 보여주고 있으며, 그 함량에 따라서는 큰 변화 없이 일정한 값을 유지하는 결과를 보였다.

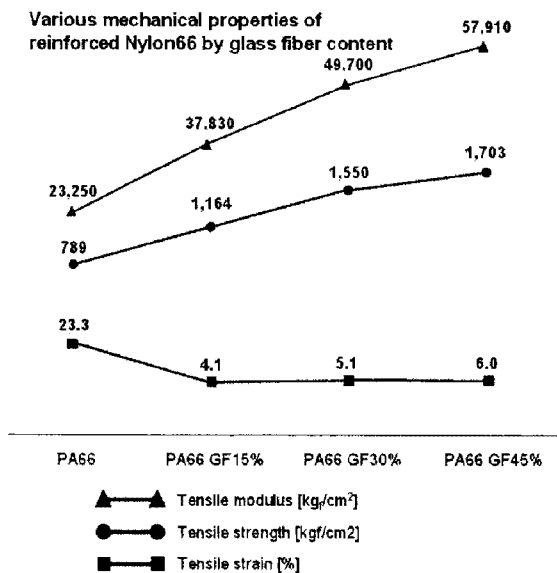


Fig. 1 Various mechanical properties of reinforced nylon66 by glass fiber content.

### 3.2 유리섬유 배향 각도에 따른 물성 변화

Fig.2와 Fig.3에서의 결과와 같이 유리섬유 배향 방향이 인장 하중 방향과 동일 할 때 가장 좋은 기계적 물성을 나타내고 있으며, 배향 방향이 수지 흐름방향과 90° 를 이룰 때 가장 낮은 값을 보였다.

일반적으로 강화제로 사용되는 유리섬유의 기계적 강성이 Nylon66 보다 좋기 때문에, 유리섬유의 배열 방향이 가해지는 인장 하중의 방향과 일치할 경우(0 degree), 2배 가까운 강화효과를 볼 수 있다. 그러나 유리섬유의 배향 방향이 인장 하중 방향과 어긋날 경우, 이러한 강화 효과는 현저히 저하되고 있다.[2-3]

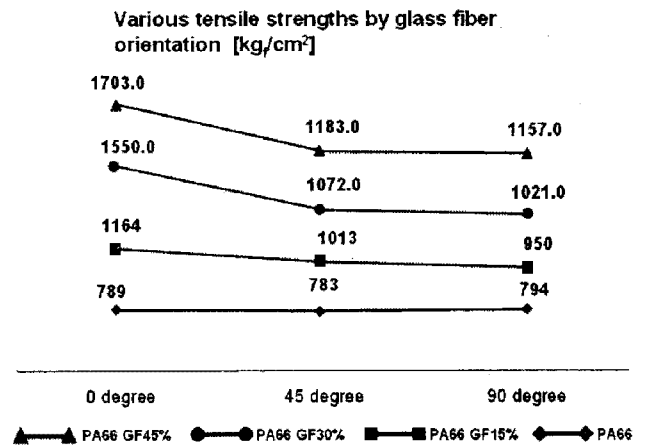


Fig. 2 Various tensile strengths by glass fiber orientation.

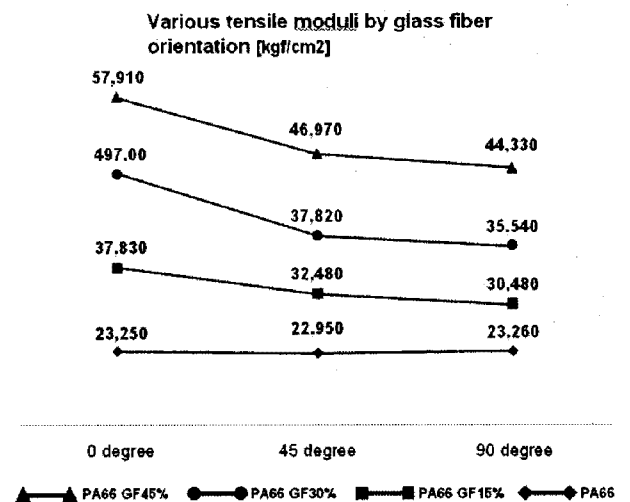


Fig. 3 Various tensile moduli by glass fiber orientation.

### 3.3 유리섬유 직경에 따른 물성변화

일반적으로 Nylon66 강화제로 사용되는 유리섬유는 직경 10micrometer의 제품이 사용 되어지고 있다. Fig. 4에서의 결과와 같이 유리섬유의 직경이 7micrometer에서 13micrometer까지 굵어짐에 따라 인장강도가 -11%까지 감소함을 알 수 있는데, 이는 전체 Nylon66 수지 내에서 유리섬유가 차지하는 volume %가 작아짐에 따라 나타나는 것으로 판단된다. [3]

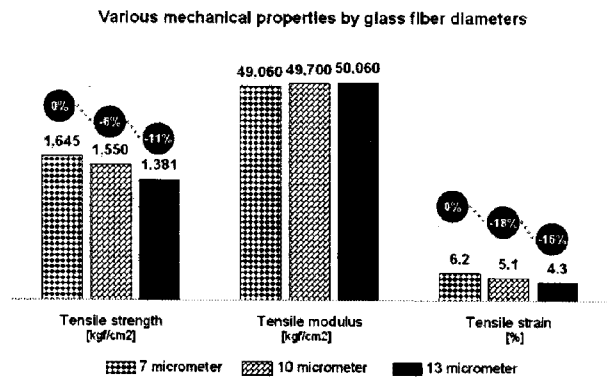


Fig. 4 Various mechanical properties by glass fiber diameter.

### 3.4 유리섬유 형상에 따른 물성변화

Fig. 5에서 보여준 유리섬유 모양과 같이 일반적으로 사용되는 원통형 유리섬유와, 평판형 유리섬유를 사용하여, 그 차이를 확인해 보았다

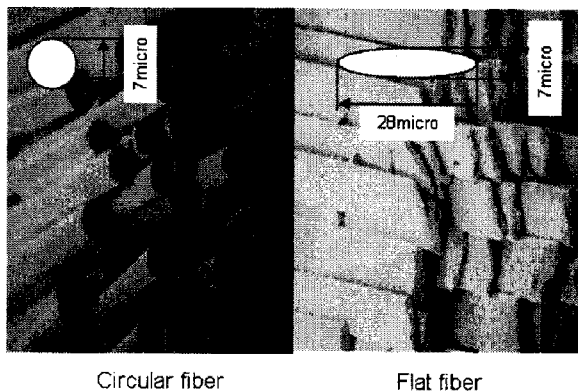
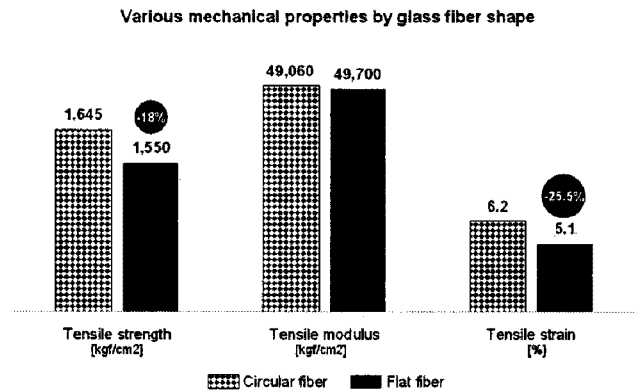


Fig. 5 Shapes and sizes of glass fibers

Fig. 6에서와 같이 인장탄성율에서는 큰 변화가 관측되지 않았으나, 인장강도에서는 -18%, 신율에서 -25.5%의 감소를 보였다. 인장강도에서의

감소는 유리섬유 직경이 커짐에 따라 인장강도가 감소한 경우와 같이 전체 Nylon66 수지 내에서 차지하는 유리섬유의 volume %가 작아짐에 따라 감소한 것으로 판단된다. 일반적으로 flat fiber의 장점은 기계적 강성의 강화보다는, 성형 후 수축 시에 나타나는 유리섬유 배향에 의한 이방



성을 줄여 보다 월등한 치수 안정성에 있다고 보고되어 있어, 이에 대해 보다 자세한 연구와 검증이 요구된다.

Fig. 6 Various mechanical properties by glass fiber shape.

## 4. 결론

- (1) Nylon66 수지에 함유된 유리섬유의 함량이 0%에서 45%까지 증가함에 따라 인장강도 및 인장탄성율이, 각각 2.5배, 2.1배까지 증가하였다.
- (2) 유리섬유 배향 방향이 인장하중 방향과 90°를 이룰 때 가장 낮은 인장강도가 관찰되었다.
- (3) 유리섬유의 직경이 7micrometer에서 13micrometer까지 증가함에 따라 인장강도가 -11%까지 감소하였다.
- (4) 기존의 원통형 유리섬유와 평판형 유리섬유의 물성 비교결과, 원통형에 비해 평판형 유리섬유의 강화효과가 미비하였으나, 원통형 유리섬유의 치수안정성 및 충격 강도 등에 미치는 영향에 대해서는 연구와 검증이 요구된다.

## 후 기

이 논문은 환경부의 환경기술 인력양성 지원사업으로 지원되었습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 최상구, 이화우, 홍석표, 1993, 보강섬유의 배향이 고분자 복합재료의 물성에 미치는 효과, 전북대학교 논문집, 제35권, pp. 1~6.
- [2] A. Godara, D. Raabe, 2007, Influence of fiber orientation on global mechanical behavior and

mesoscale strain localization in a short glass-fiber-reinforced epoxy polymer composite during tensile deformation investigated using digital image correlation, *Composites Science and Technology*, 67, pp. 2417~2427.

- [3] A. Bernasconi, P. Davoli, A. Basile, A. Filippi, 2007, Effect of fibre orientation on the fatigue behaviour of a short glass fibre reinforced polyamide-6, *Int. J. Fatigue* 29, pp. 199~208.
- [4] J.L. Thomason, 2008, The influence of fibre length, diameter and concentration on the strength and strain to failure of glass fibre-reinforced polyamide 6,6, *Composites, Part A* 39, pp. 1618~1624.