

## 장섬유강화 열가소성 고분자 복합재료의 제조에 관한 연구

박 호 용, 윤 병 선, 서 문 호, 이 석 현\*, 이 명 웅\*\*  
아주대학교 화학공학과, 아주대학교 공업화학과\*, 국립공업기술원\*\*

### A study on the Manufacturing of Long Fiber Reinforced Thermoplastic Polymer Composites

Ho Yong Park, Byung Seon Yoon, Moon Ho Suh,  
Suck Hyun Lee\*, Myoung Woong Lee\*\*  
Department of Chemical Engineering, Ajou University  
\*Department of Applied Chemistry, Ajou University  
\*\*National Industrial Technology Institute

#### 서 론

열가소성 수지를 기지재로 하는 복합재료는 열경화성 수지계 복합재료에 비하여 충격 및 피로강도가 우수할 뿐만 아니라 성형용 기지재로서의 보존 수명이 길고, 가공성이 우수하며 재성형이 가능하다[1-2].

섬유강화 열가소성 고분자 복합재료의 기계적 물성에 영향을 미치는 인자는 복합재료 각 성분의 고유한 성질뿐만 아니라 강화섬유와 수지의 배향, 강화섬유의 길이[3-5] 그리고 섬유-수지 계면에서의 접착력[6-7]등이 있다. 강화섬유와 수지의 배향분포는 가공시 복합재료의 점도와 유동특성에 의해 결정되어 지고, 강화섬유의 길이가 길어질수록 일정 응력하에서 응력 전달이 효과적으로 이루어져 보강효과가 상승하는 것으로 알려져 있다[8-10].

강화재와 기지재를 혼합하는 가장 일반적인 방법은 혼련압출인데 열가소성 수지는 용융시 고점성이므로 섬유-수지간의 접착성이나 수지함침성 등이 좋지 않으며, 혼련과정 중 섬유가 파괴되어 단섬유로 되어 버리는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 고점성 수지의 보강섬유에의 함침성과 분산성을 향상시키고 보강섬유의 파손을 방지하기 위하여 섬유상의 수지와 보강섬유를 직접 혼방시키는 분섬비동 공정을 도입 복합재료를 제조하는 연구를 수행하였다. 이와 아울러 PPS를 첨가하여 복합재료의 난연성과 내약품성 향상을 시도하였다.

## 실험

본 연구에서는 섬유상태의 나일론6 수지(1150 TEX, 일본 판초자)를 기지재로 사용하였으며, 강화용 섬유는 실란 0.6wt%로 표면처리한 유리섬유 (492, 럭키오웬즈 코닝)를 사용하였고, 분말 상태의 PPS(P4, Philips Co.)를 난연성 및 내약품성 첨가제로 이용하였다.

나일론6 섬유와 유리섬유의 복합재료 제조를 위하여 사용한 분섬비동장치의 개략도는 Fig. 1과 같다. 먼저 분섬비동장치에서 유리섬유를 절단 및 분섬시킨 다음 나일론6 섬유와 혼방하고, 분말 상태의 PPS를 일정량 첨가하여 복합매트를 제조하였다. 이 복합매트를 일정 크기로 절단하고 적층하여 90℃로 유지된 진공건조기에서 24시간 이상 건조시킨 다음 단면이 150mm×150mm인 금형에 넣고, 온도 260℃ 와 298℃(PPS첨가시), 초기압력 100kg/m<sup>2</sup>, 성형시간 3~6min, 냉각시간 20min으로 압축성형하여 두께 3mm의 복합재료를 제조하였으며 복합재료의 유연화 및 형태학적특성, 인장 및 충격특성, 열적특성, 난연성, 내약품성 등을 측정하였다.

## 결과 및 토론

분섬비동과 압축성형을 통하여 제작된 나일론6/유리섬유/PPS (PA6/GF/PPS) 복합재료의 모폴로지를 미분주사현미경으로 관찰한 결과 Fig. 2 (a)에서와 같이 PPS 분말이 기지재인 나일론6 수지에 잘 분산됨을 알 수 있었고, Fig. 2 (b)와 (c)에서 보는 바와 같이 보강섬유는 손상없이 각 방향으로 고르게 잘 분포되어 있으며 수지와의 함침성이 매우 우수함을 관찰하였다. 따라서 고점도의 열가소성 수지를 장섬유로 강화시킨 복합재료의 제조와 용융온도가 서로 크게 달라 압출성형 공정으로는 혼합이 어려운 고분자 alloy의 제조 등에 분섬비동 공정이 매우 유용함을 확인할 수 있었다. 또한 복합재료의 제반 기계적 및 열적특성, 난연성 및 내약품성 연구결과들을 종합적으로 분석한 결과 PPS의 함량이 증가함에 따라 난연성은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 현저하게 향상 되었으나, 내충격성이 약한 PPS로 인하여 기계적 특성은 전반적으로 떨어짐을 알 수 있었다. 그러나 PPS의 함량이 5~10wt% 범위에서는 오히려 Fig. 4에서 보는 바와 같이 인장강도가 증가되었다. 따라서 PPS를 5~10wt% 범위로 첨가하면 복합재료의 기계적 특성을 약화시키지 않으면서도 난연성과 내약품성을 현저히 향상시킬수 있는 FRTP의 제조가 가능함을 알 수 있었다.

**참고문헌**

1. Bigg, D. M. and Preston, J. R. : Polym. Compos., 10, 261 (1989).
2. Yang, H. and Colton, J. S. : Polym. Compos., 15, 34 (1994).
3. Yu, Z., Brisson, J. and Ait-kadi, A. : Polym. Compos., 15, 64 (1994).
4. Vaxman, A. and Narkis, M. : Polym. Compos., 10, 78 (1989).
5. Ulnych, F., Sova, M., Vokronhecky, J., and Turcic, B. : Polym. Compos., 14, 229 (1993)
6. Thomason, J. L. : Polym. Compos., 11, 105 (1990).
7. James, D. M., and Hatsuo, I. : Polym. Compos., 9, 209, (1988).
8. Travis, J. E., Cianelli, D. A. and Gore, C. R. : Appl. Tech., 12, 193 (1987).
9. Sternfield, A., Mod. Plast. : Inter., January, 36(1987).
10. Cianelli, D. A., Travis, J. E. and Bailey, R. S., : Plast. Tech., April, 83(1988).

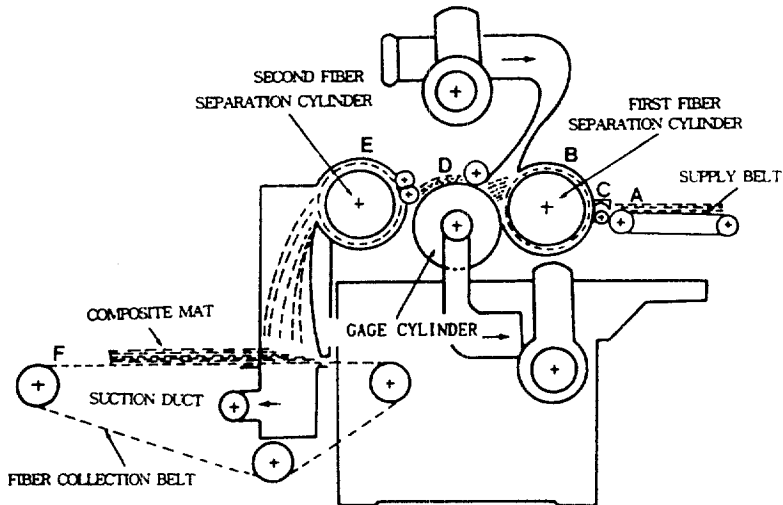


Fig. 1. Preparation process of composite fiber mat.

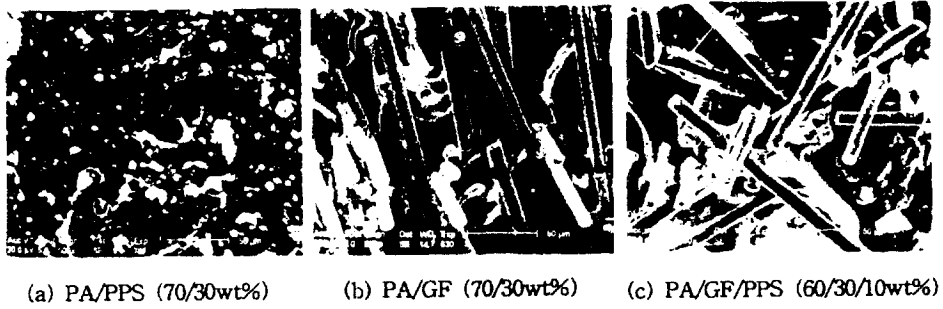


Fig. 2. Scanning electron micrographs for the fractured surface of (a) PA6/PPS blend, (b) PA6/GF composite and (c) PA6/GF/PPS composite.

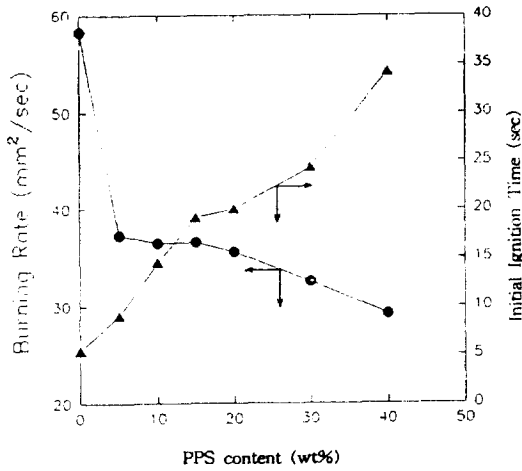


Fig. 3. Burning Rate and Initial Ignition Time of PA/PPS blends as a function of PPS content.

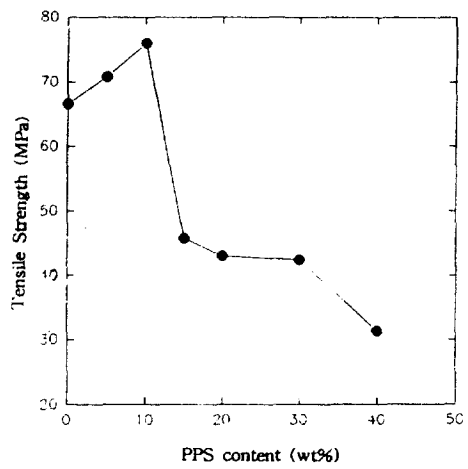


Fig. 4. Tensile Strength of PA/GF/PPS composite as a function of PPS content. The GF content is fixed at 25wt%.