

친환경 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료의 수분흡수에 따른 기계적 물성 변화에 관한 연구

A study on variation of mechanical properties of an eco-friendly glass/polypropylene composite according to the water absorption

박석원¹, 유성환¹, 김현준¹, 손대성¹, *#장승환¹

S. W. Park¹, S. H. Yoo¹, H. J. Kim¹, D. S. Son¹, *#S. H. Chang(phigs4@cau.ac.kr)¹

¹중앙대학교 기계공학부

Key words : Bone plate, water absorption, 4-point bending test

1. 서론

고정판은 골절 부위를 치료할 때 효과적인 면서도 보편적으로 사용하는 수술용품이다. 기존의 고정판은 스테인리스 강과 같은 금속재료로 제작되었다. 그러나 금속으로 제작된 고정판은 뼈와 강성차이가 크기 때문에 응력방패현상을 야기시켜 골절치료에 부정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다 [1]. 이와 같은 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 방안으로 제안된 유연한 고정판을 이용한 생물학적 고정술은 골절 치료 회복에 더 좋은 이점을 가지고 있다 [2].

본 논문에서는 뼈와 강성이 유사한 복합재료를 이용하여 고정판을 제작하고 인체 내의 환경을 모사한 실험을 통하여 인체 내 적용에 대한 기계적 물성의 타당성을 실험적으로 검증하였다. 생체적합성이 검증된 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료 (Twintex)를 이용하여 Fig. 1과 같이 고정판을 제작하였다[3, 4]. 그리고, 선행연구 [5, 6]를 통해 기계적 물성의 타당성을 검증한 탄소섬유/에폭시 복합재료 (WSN3k)를 이용한 고정판을 제작하여 유리섬유/폴리프로필렌 고정판의 성능과 비교하였다.

열가소성 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료는 성형온도와 압력과 같은 성형 조건이 재료의 기계적 물성에 영향을 크게 미친다고 알려져 있다[7, 8]. 따라서 고정판 제작에 적합한 성형조건 (성형온도, 성형압력)을 찾기 위해 성형조건을 달리하여 영계수와 인장강도 및 섬유 부피분율을 측정하였고, 실험적으로 가장 적절한 성형조건을 찾았다[9]. 이렇게 결정된 성형조건으로 고정판을 성형하여 굽힘거동을 파악

하고 생체환경을 모사한 환경실험을 통해 고정판의 물성 저하 정도를 파악하였다.



Fig.1 Fabricated composite bone plate

2. 고정판의 4 점 굽힘실험

선행연구를 참고하여 두 복합재료를 적절한 성형과정을 통해 성형하여 시편을 준비하였다. 복합재료 고정판의 굽힘거동을 파악하기 위해 4 점 굽힘실험을 수행하여 시편의 굽힘강성 및 굽힘강도를 계산하였다. 실험결과 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료와 탄소섬유/에폭시 복합재료의 굽힘강성은 각각 1Nm/degree, 0.8Nm/degree 인 것을 확인하였다.

인체 내에 삽입된 고정판은 환경적인 요인으로 인해 굽힘강성이 저하될 것으로 판단된다. 따라서 시간의 변화에 따른 수분흡수율을 측정하고 굽힘강성의 변화를 파악하기 위해 환경노출 실험을 수행하였다. 상온 30°C 실험에서 36 주간 수분에 노출을 시켰으며 굽힘실험을 수행하였다. 또한 실험 시간을 단축하기 위하여 80°C에서 가속화 실험도 수행하였다. 시간에 따른 수분흡수율과 굽힘강성의 변화는 Fig. 2와 Fig. 3과 같다.

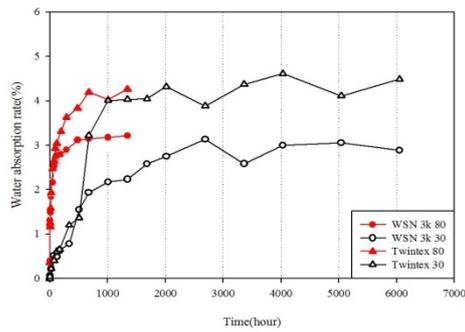


Fig. 2 Water absorption rate of the composite bone Plates

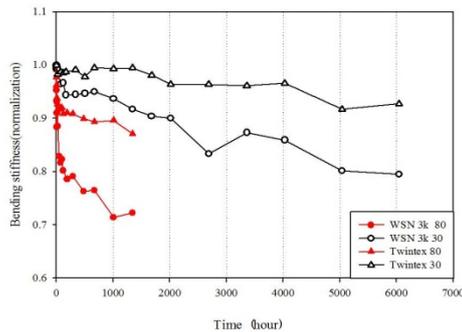


Fig. 3 The degradation of bending stiffness according to the exposure time in distilled water

3. 결론

실험 결과, 수분흡수율은 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료가 탄소섬유/에폭시 복합재료보다 1% 포인트 높았다. 그러나 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료 고정판의 굽힘강성은 약 8% 저하된 반면에 탄소섬유/에폭시 복합재료는 약 20% 저하되었다. 따라서 환경적인 요소에 영향을 덜 받는 유리섬유/폴리프로필렌 복합재료를 이용하여 고정판을 제작할 때 더 좋은 이점을 가진다고 판단한다.

후기

본 논문은 한국연구재단(NRF)을 통해 교육과학기술부의 중견연구자지원사업(핵심연구지원) (2010-0009372)의 재정지원으로 수행되었습

니다.

참고문헌

1. Ganesh, V. K., Ramakrishna, K., Ghista, D. N., "Biomechanics of bone-fracture fixation by stiffness graded plates in comparison with stainless steel plates," *Biomedical Engineering Online*, 4, 46, 2005.
2. Fujihara, K., Huang, Z. M., Ramakrishna, S., Satknanantham, K., "Performance study of braided carbon/PEEK composite compression bone plates," *Biomaterials*, 24, 2661-2667, 2003.
3. Ramakrishna, S., Mayer, J., Wintermantel, E., Leong, K. J., "Biomedical applications of polymer composite materials: a review", *Composite Science and Technology*, 61, 1189-1224, 2001.
4. Silva, E. P. E., Rosa, E. L. S., Barbosa, S. V., "Tissue reactions to polypropylene mesh used in maxillofacial trauma," *Brazilian Dental Journal*, 12, 121-125, 2001.
5. 김주호, 장승환, "골절 치료를 위한 복합재료 고정판 기초 설계 및 특성 평가," *한국복합재료학회지*, 20, 709-726, 2007.
6. Kim, S. H., Chang, S. H., Jung, H. J., "The finite element analysis of a fractured tibia applied by composite bone plates considering contact conditions and time-varying properties of curing tissues," *Composite Structures*, 92, 2109-2118, 2010.
7. Wadman, M. D., Cain, T. A., Rudd, C. D., Brooks, R., Long, A. C., "Compression moulding of glass and polypropylene composites for optimized macro- and micro- mechanical properties II. Glass-mat-reinforced thermoplastics," *Composites Science and Technology*, 59, 709-726, 1999.
8. Long, A. C., Wilks, C. E., Rudd, C. D., "Experimental characterization of the consolidation of a commingled glass/polypropylene composite," *Composites Science and Technology*, 61, 1591-1603, 2001.
9. 박석원, 유성환, 이재응, 장승환, "유리섬유/폴리프로필렌 복합재료 (Twintex)를 이용한 고정판 성형조건에 관한 연구," *한국복합재료학회지*, 23, 55-60, 2010.