

응력과 변형을 최소화하기 위한 단엽식 고분자 판막의 지지대 위치에 관한 연구

이성욱*, 심재준, 한동섭(동아대원), 한근조(동아대), 김태형(경남정보대)

주제어 : 단엽식, 인공판막, 지지대, 수직변위, 수평변위, 접촉해석

단엽식 고분자 인공판막은 다른 종류의 인공판막에 비하여 제조가 쉽고 대량생산이 가능하며, 가격이 저렴하고 항혈전성이 우수한 장점으로 인하여 심실보조장치용 판막으로 가장 적합하다는 평가를 받고 있다. 그리하여 이에 관한 연구도 활발히 이루어져 오고 있는데 대표적인 연구결과로써 Kim¹ 등은 단엽식 고분자 인공판막에 지지대를 설치하고 판막을 얇게함으로써 고분자 인공판막의 문제점으로 지적되던 압력강하를 줄일 수 있다는 점을 보고하였으며, Han² 등은 단엽식 고분자 판막에서 지지대의 형상을 변화시킴으로써 판막의 탈구를 방지시킬 수 있는 모델을 유한요소해석을 통하여 제안하였다.

따라서 본 연구에서는 심실보조장치용 인공판막으로 널리 사용되고 있는 단엽식 폴리우레탄 판막에서 판막과 프레임의 접촉이론을 고려한 비선형 유한요소해석을 이용하여 판막의 수직 및 수평 변위를 최소화하는 동시에 판막의 굽힘응력도 최소화할 수 있는 지지대의 위치를 결정함으로써 폴리우레탄으로 제작된 단엽식 고분자 판막의 내구성 연구에 도움이 되고자 하였다.

이러한 연구를 수행하기 위해 본 연구에서는 연결 폴리우레탄인 Pellethane 2355(Dow Chem. USA)으로 제작된 판막과 경질 폴리우레탄인 Isoplast 301(Dow Chem. USA)으로 제작된 프레임이 혈압을 받을 때 서로 접촉하며 변형된다는 점에 착안하여 비선형 유한요소해석 기법중의 하나인 접촉해석을 수행함으로써 보다 실제적인 결과를 도출할 수 있도록 하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 두 지지대 사이의 영역인 B의 값이 클수록 중앙에서의 수직변위는 크게 발생하며, 접합부 측면의 C영역을 변형이 자유로운 A영역보다 25~70% 가량 최대 수직변위가 크게 발생하였다.
2. 판막의 두께가 0.35mm일 때, 수직 변위와 굽힘응력이 최소화되는 A, B, C 영역의 폭은 5.61mm, 5.35mm, 5.04mm이며, 이때 최대 수직방향 변위는 0.015mm이다.
3. 판막 중앙부에서의 수평 변위를 고려하면 B영역의 폭이 작아질수록 수평 변위는 증가하였다.

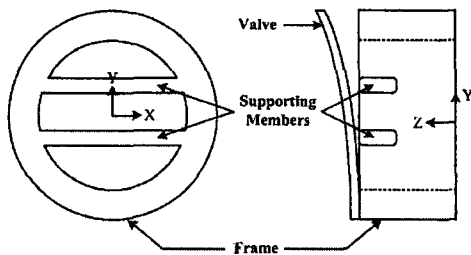


Fig. 1 Shape of monoleaflet polyurethane heart valve with two supporting members

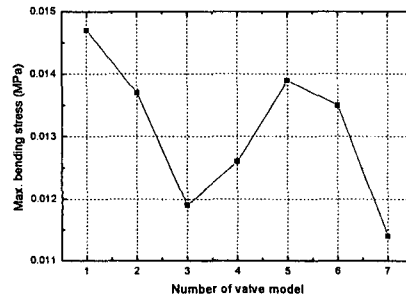


Fig. 2 The maximum bending stress comparison of each model

1. Kim, S. H., Kim, W. K., Jang, B. C., and Cho., B. K., "A Simulative Circulation Test of Monoleaflet Polymer Valve," J. KOSOMBE, Vol. 15, pp. 51-53, 1993.
2. Han, G. J., Ahn, S. C., Shim, J. J., and Kim, S. Y., "Nonlinear Analysis of the Monoleaflet Polymer Valve according to Shape of Supporting Members," J. KSPE, Vol. 20, pp. 120-124, 2003.