

자동차 자동변속기용 피스톤씰 형상의 해석적 연구

Numerical analysis of piston seal shape for automobile's automatic transmission

*최현진¹, 박철우¹, 강익수¹, 이승용¹, 김종갑², 최성대³

*H.J. Choi¹(knut21c@dmi.re.kr), C.W. Park¹, I.S. Kang¹, S.Y. Lee¹, J.G. Kim², S.D. Choi³
¹ 대구기계부품연구원, ²(주)진양오일씰, ³금오공과대학교 기계공학부

Key words : Automatic transmission, Oil Seal, Piston seal, Automobile

1. 서론

현 자동차 자동변속기는 미션 피스톤과 씰링 부품의 개별화로 조립공정이 아주 복잡하고 용접 공정으로 인해 불량 및 원가절감의 문제점이 있으며 미션 피스톤 부품의 사이즈 및 알루미늄, 철 소재 사양에 따른 중량화로 지연비의 원인이 되고 있다. Fig 1은 기존의 개별화된 알루미늄 피스톤과 오링부품(내외 2개)이 조립된 형상 및 실제 부품을 보여준다.

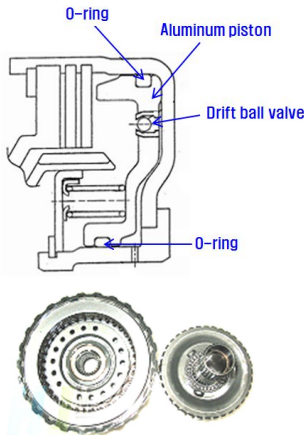


Fig. 1 Structure of piston seal assembly

이러한 기존 미션의 문제점을 개선하고자 개별 조립과 피스톤을 씰링제와 일체화 시킨 피스톤씰을 적용하여 공간축소 및 미션 경량화를 통한 연비 향상 및 일체화 컨셉으로 왜곡감소와 응답성을 보장으로 미션 주행의 성능을 향상시키고자 하였다. 이러한 미션 경량화 피스톤씰링 시스템을 BPS(Bonded Piston Seal)과 BCS(Bonded Cancellor Seal)이라 하며 차종에 따라 BPS/BCS가 2조에서

6조의 세트로 구성되어 있다. 일체화 된 피스톤 씰은 씰링의 복합소재 개발이 선행되어야 하며 무엇보다도 BPS/BCS 시스템의 내압성, 저마찰 작동성능, 내구성 및 씰링성 확보를 위한 구조 최적화 설계가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 자동차 자동변속기의 피스톤과 씰링제를 일체화 시킨 피스톤씰의 구조 설계를 진행하였으며 유한요소해석을 통하여 조립 후 내압작용시 필요한 적정 강도 확보를 위한 응력해석으로 씰 형상의 최적설계를 수행하였다.

2. BPS/BCS 시스템 구조 및 사양

피스톤 및 씰링제 일체화 BPS/BCS시스템의 구조는 Fig 2와 같으며 2조 3세트로 구성된 구조이다. 스트로크는 Max 2mm, 최고압력은 2Mpa이다. 또한 응력집중 및 습동저항 최소화를 위한 조도를 확보하기 위하여 피스톤 강판의 항복강도를 500MPa, 표면조도 RZ 4.0이하로 설정하였다.

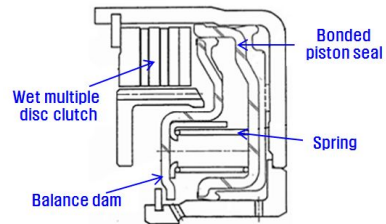


Fig. 2 Structure of BPS/BCS system

3. 유한요소해석

유한요소해석은 BPS/BCS 씰링시스템의 강판 조립 후 내압작용시 최대주응력 및 피로응력값이 재료의 항복강도 이하로 나타나면서 가질 수 있는

최적의 형상 설계를 위하여 2조 3세트로 구성된 BPS/BCS를 Case별로 진행하였으며 해석은 유한요소법을 기반으로 하는 상용프로그램인 MSC. Marc를 사용하였다.

3-1. 재료물성 및 경계조건

피스톤강판의 재료는 SPFH590이며 인장강도, 항복점, 피로한도는 각각 617, 504, 470Mpa이며 경계조건은 Fig. 3과 같다.

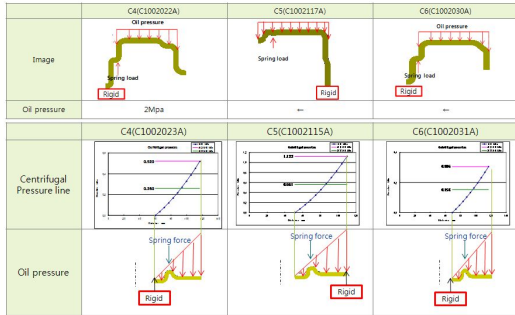


Fig. 3 Boundary condition

3-2. 해석결과

Fig. 4, 5에 나타나는것 처럼 해석결과 BCS는 최대 응력이 원심압작용시 재료의 항복강도내에 위치하여 내구성에 문제가 없음이 판단되었다.

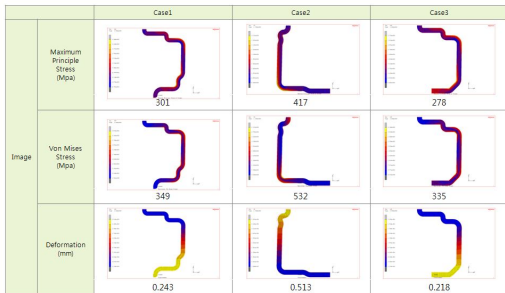


Fig. 4 Analysis results of the BPS

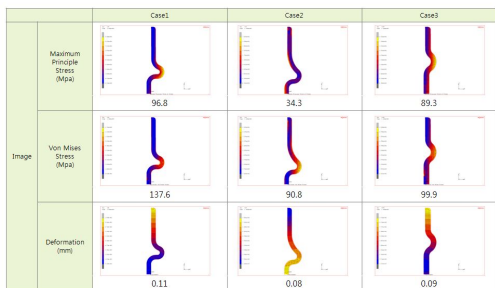


Fig. 5 Analysis results of the BCS

또한 BPS 경우 Case 1, 3은 피로 및 내압작용시 문제가 없으나 Case 2의 경우는 재료의 항복강도를 초과하여 구조의 수정 설계가 필요하다는 결론을 도출하였다. Case 2의 수정설계는 최대한 응력집중을 완화하고 분산하기 위하여 3개소 이상의 벤딩구조로 Fig. 6과 같이 설계하였다.

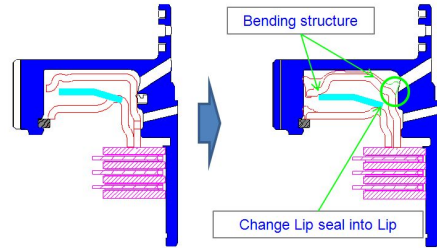


Fig. 6 Bending modify the design of the structure

Case 2의 수정설계도면을 바탕으로 유한요소해석을 수행한 결과 Fig. 7과 같이 응력이 분산되어 재료의 항복강도에 미치지 않아 내구성에 문제가 없을것으로 판단되었다.

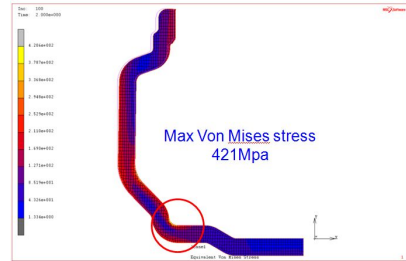


Fig. 7 Analysis results of case 2

4. 결론

본 논문에서는 자동차 자동변속기의 피스톤과 씰링제를 일체화 시킨 피스톤씰 BPS/BCS의 구조 설계를 진행하였으며 유한요소해석을 통하여 조립 후 내압작용시 필요한 적정 강도 확보를 위한 응력해석으로 씰 형상의 최적설계를 수행하였다. 그 결과 BPS의 피스톤씰의 응력분산을 위하여 통상적으로 3개소 이상의 벤딩구조가 필요함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. MSC. MARC User's Guide, 2005
2. Y. M. Huh, K. O. Lee, T. Y. Sim and S. S. Kang, "Study on Geometry Design of Lip-Seal for Automobile Wheel Bearing Considering Drag Torque and SealingPerformanec" Transactions of KSAE, Vol. 15, No. 4, pp.10-16, 2007.