

공기압 Servo Valve 설계 및 해석

김동수*(한국기계연구원), 김광영(한국기계연구원), 이원희(한국기계연구원),
박상운(한국기계연구원), 김현섭(한국기계연구원), 유재섭(한국기계연구원)

주제어 : 공기압서보밸브(Pneumatic Servo Valve), 서보 솔레노이드(Servo Solenoid), 스펴절환 메카니즘, 스펴(Spool), 슬리브(Sleeve)

공기압서보밸브는 동력을 제어하는 매우 중요한 요소로서 가격면에서 경쟁력이 있고, 유지 보수가 간편하며, 작업환경이 깨끗하고, 신뢰성이 높아 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있으며, 특히 자동차부품의 가공기계, 용접기, 내구피로시험기, 자동차 조립라인, 각종 공급장치 및 이송라인 등에 많이 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 공기압 서보밸브에 사용되는 서보 솔레노이드 와 스펴절환 메카니즘을 설계 및 제작하였다. 서보 솔레노이드의 흡인력과 솔레노이드에 흐르는 전류, 역기전력, 누설자속, 전력손실, 속도 등에 대해 시뮬레이션을 수행하여, 서보 솔레노이드의 과도 응답을 해석하였다. 서보 솔레노이드는 플라스틱 보빈(Bobbin)에 코일을 감은 솔레노이드와 누설자속을 방지하기 위한 요크(Yoke)와 영구자석을 이용한 가동자로 구성된다. 가동자에 사용된 영구자석으로는 최근에 여러 분야에 많이 응용되고 있는 네오디움계열 자석인 NdFe35를 사용하였으며 알루미늄 스펴과 일체형으로 설계하였다. 코일 설계를 위해 자기회로 개념을 이용하여 모델링하였으며, 상용 자기장 해석프로그램을 이용하여 모델링의 타당성을 검증 하였다. 또한 개발된 서보 솔레노이드의 실험 결과와 이론적 해석결과를 비교하였다. 그리고 스펴절환 메카니즘 개발을 위해 스펴과 슬리브의 유동장을 상용프로그램을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 구체적인 수치적 접근방법은 Navier-Stokes 방정식을 유한체적법으로 이산화하여 공간항 차분에는 upwind scheme을, 시간항 차분에는 4단계 Runge-Kutta 방법을 적용하였다. 난류의 영향을 모사하기 위하여 대표적인 2 equation 난류모델인 standard k-ε 난류모델을 적용하였으며, 스펴밸브의 오픈 비와 상하류의 압력비에 따른 유량의 변화를 수치계산하여 이론해석 결과와 비교하였다. 또한 스펴밸브의 경미한 크기로 인하여 실험적으로 가시화가 힘든 유동장을 수치적으로 가시화하였다.

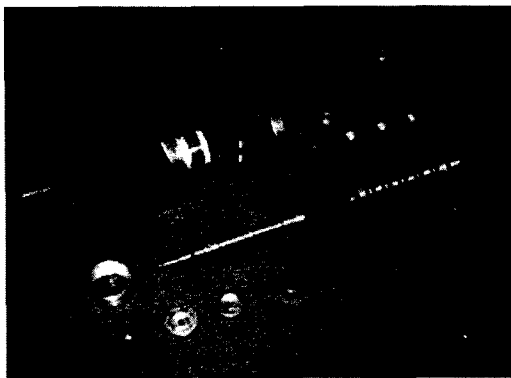


Fig. 1 Developed Pneumatic Servo Valve

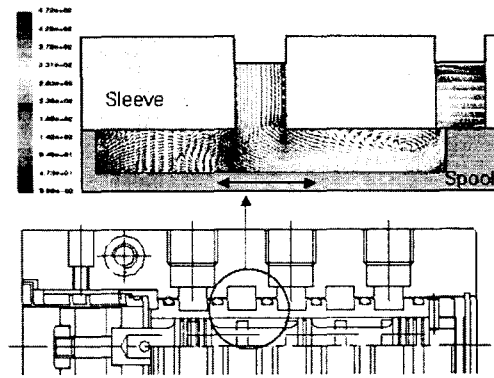


Fig. 2 Flow field analysis of Spool & Sleeve