

서보밸브용 스폴-슬리브의 제어성 향상에 관한 연구

A Study on the Position Control Accuracy Improvement of Spool-Sleeve for Servo Valve

*윤소남¹, 함영복², 박중호², 정황훈²

*S. N. Yun(ysn688@kimm.re.kr)¹, Y. B. Ham², J. H. Park², H. H. Jeong²

¹한국기계연구원 에너지플랜트연구본부, ²한국기계연구원 에너지플랜트연구본부

Key words : Servo valve, Spool, Sleeve, Lap characteristics, Pressure gain, Flow gain

1. 서론

2 위치 혹은 3 위치를 갖는 스폴밸브는 유량계인 및 압력계인 제어를 원활히 하거나 설계자의 의도에 맞도록 하기 위하여, 일반적으로 스폴 및 슬리브를 1 조로 하여 가공한다. 특히 서보밸브인 경우에는 임계랩을 어떻게 설계·제작하느냐에 따라서 시스템 전체 성능을 좌우하기 때문에 매우 중요한 설계인자중의 하나이다. 또한, 스폴과 슬리브를 제작하는 과정에서의 가공 정밀도는 매우 중요하며, 이론 결과와 동등한 값들을 도출하기 위해서는 많은 시행착오들을 필요로 한다.

본 연구에서는 이론과 실험을 통하여, 스폴·슬리브의 랩 조건 및 간극 조건에 따른 압력계인의 특성 변화들을 관찰하고, 실제 가공시에 일어날 수 있는 문제점들을 예측하며, 시스템 위치제어를 위한 랩 조건 결정 문제들에 대해서 논의하기로 한다.

2. 이론해석

Fig. 1 은 일반적인 서보밸브의 적용되는 스폴-슬리브 구조를 보이는 것이고, Fig. 2 는

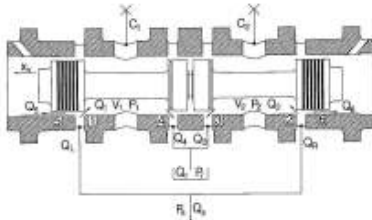


Fig. 1 Spool & sleeve structure for servo valve

Fig. 1 의 해석 모델을 보이는 것이다.

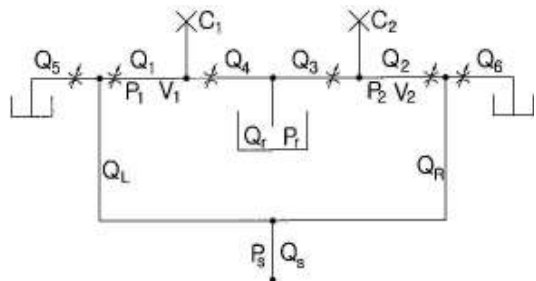


Fig. 2 Analysis model of spool & sleeve part

Fig. 3 은 스폴과 슬리브의 랩 경계조건 설정 및 해석을 위한 모델을 보이는 것이다. 여기에서 중요한 거리는 δ 이다. δ 는 환상 간극과 오리피스 식을 적용시키는 경계점을 나타내는 것으로, 연구자들마다의 규칙이 있으나, 본 연구에서는 변곡점이 일어나는 곳을 경계점으로 하여 해석을 수행하였다. 실험시에는 이론해석의 타당성을 증명하기 위하여 정밀기기를 통하여 랩특성을 계측하였다.

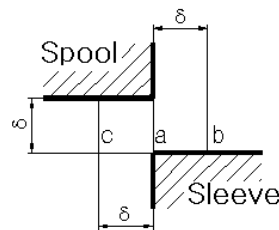


Fig. 3 Boundary condition for flow path calculation

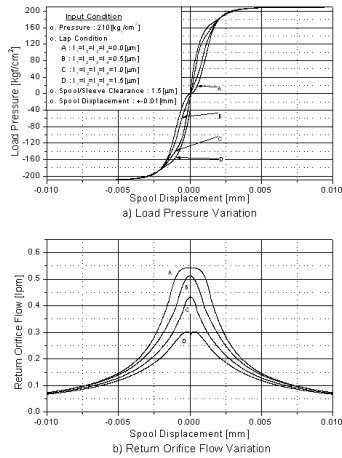


Fig. 4 Steady state characteristics of closed center valve

Fig. 4는 이론해석을 통하여 얻어진 임계랩 조건일 때의 압력게인 특성을 보이는 것으로, 랩 조건이 마이크로 단위로 매우 작음에도 불구하고, 아주 다른 결과들을 가지고 있기 때문에 산업계에 적용되는 밸브들을 가공하는 경우에는 진동, 소음 및 주위온도 등 환경 조건을 주의해야 하고, 반드시 스푼 및 슬리브를 1 조로 하여 가공을 할 필요가 있음을 알 수 있다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 5는 이론해석 결과의 타당성을 증명하고, 개발하려는 스푼 및 슬리브의 성능을 확인하여, 실제 산업계에 사용을 목적으로 설계 및 제작된 실험장비의 사진을 보이는 것이다. 규격에 준하는 압력 및 유량을 충분히 발생시킬 수 있도록 구성하였으며, 데이터 입출력 속도는 1kHz이다. 시험 온도는 35에서 55도 사이이며, 기본적으로 3조의 스푼-슬리브에 대한 시험 및 분석이 이루어졌다. 또한 실험에 사용된 스푼-슬리브 사양은 최고 사용압력이 21MPa, 정격 전류가 ±200mA, 정격 유량이 90lpm, 코일 저항이 20Ω이며, 날카로운 임계랩이다.

Fig. 6은 차압 4MPa과 디터 신호를 입력하여 얻은 압력게인 특성을 보이는 것으로, 압력게인이 23.6MPa로, 종래에 사용하는 밸브의 특성과 거의 유사한 결과를 얻을 수

있었다.



Fig. 5 Experimental setup for spool-sleeve performance testing

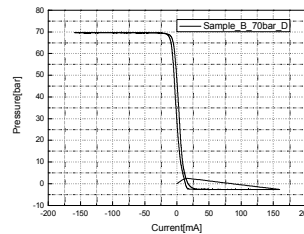


Fig. 6 Experimental result of pressure gain at pressure difference of 7MPa and with dither

4. 결론

본 연구에서는 일반 산업용, 항공 및 군용으로 사용되는 서보밸브의 스푼-슬리브를 대상으로 설계, 제작 및 시험을 통하여 압력 게인과 누설 및 히스테리시스가 논의되었으며, 향후 서보밸브 개발에 중요한 자료로 사용되어 질 것으로 사료된다. 또한, 스푼밸브의 랩 조건에 따라서 부하압력의 기울기가 변화되는 것이 확인되었으며, 이 기울기는 환상 틈새 거리를 경계점으로 하여 변화되는 것을 알 수 있었다. 때문에 이 결과를 이용하면 설계자나 사용자의 요구조건에 적합한 스푼밸브의 설계가 가능함이 확인되었다.

참고문헌

1. Kenji WATANABE, Kazunori TSUSHIMA, "Static Characteristics Analysis of Hybrid-type Servo Valve", Hydraulics & Pneumatics, Vol. 26, No. 7, pp. 888 ~ 895, 1995