

Remote Control Valve 의 Hysteresis 연구 A Study on Hysteresis of Remote Control Valve.

*조민기¹, #신대영², 양해정³, 임동후⁴

*M G Cho¹, #D Y Shin², H J Yang³, D H Lim⁴

¹ 한국생산기술연구원, ² 한국생산기술연구원, ³ 한국산업기술대학교, ⁴ ㈜유압사랑

Key words : Hysteresis, Remote Control Valve, Main Control Valve

1. 서론

기존의 Main Control Valve(MCV)의 레버를 밀고 당기는 동작을 통한 제어는 지속적인 반복동작으로 인한 운전자의 근골격계 질환 등을 유발할 수 있다는 점⁽¹⁾과 좁은 공간으로 인한 배치상의 어려움 등의 문제가 지적되고 있다. 따라서 적은 힘으로 동작할 수 있고 장비 상에서 자유롭게 배치 할 수 있는 Remote Control Valve (RCV)를 이용한 제어가 급격한 증가 추세이다.⁽²⁾

RCV 사용시 관찰되는 히스테리시스(hysteresis; 이력현상)는 모든 밸브에서 나타나는 특성으로, 히스테리시스가 클수록 입력신호에 의한 반응이 늦게 나타나며, 이로 인하여 운전자가 장비를 조작함에 있어서 어려움을 겪을 수 있다. 일반적으로 히스테리시스는 여러 인자에 의해 영향받지만 마찰에 의한 영향을 가장 크게 받는다고 알려져 있으며 오버랩(Overlap)과 언더랩(Underlap), 스프링 장력(Spring force) 과도 상관관계를 갖는다.⁽³⁾

본 논문에서는 RCV의 성능을 좌우하는 밸브의 고유 특성인 히스테리시스를 해석과 실험을 통하여 비교검증을 하였으며 또한 히스테리시스 발생인자를 규명하여 향후 다른 RCV 설계 시 반영하고자 한다.

2. RCV의 구조

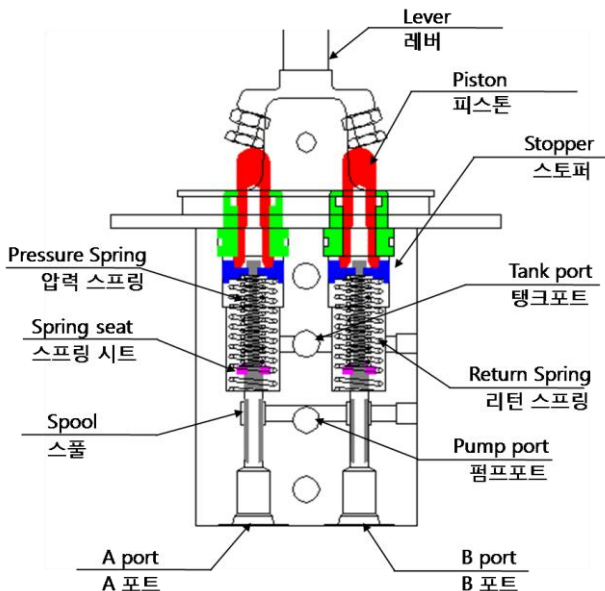


Fig. 1 Remote Control Valve

RCV는 Fig 1.과 같은 구조로써 작업자가 구동을 하기 위한 레버(Lever), 수직 행정을 하는 피스톤(Piston), 스푼(Spool)과 리턴스프링(Return spring), 압력스프링(Pressure spring), 스프링시트(Spring seat) 등을 고정시켜주는 스토퍼(Stopper) 등으로 구성되어 있다.

작업자가 구동을 위해 레버를 당기게 되면, 레버에 의해 피스톤이 하강하고, 피스톤과 연결된 스토퍼와 스푼이 동시에 하강한다.

초기상태에서 스푼의 유로는 언더랩으로 인해 탱크포트

와 연결되어 압력이 형성되지 않지만 레버가 작동을 하게 되면 스푼이 하강 하면서 펌프포트와 스푼 내부 유로가 연결되어 압력을 형성한다. 이 때 형성된 압력은 MCV와 연결되어 MCV 스푼을 작동시키며, 작동압은 압력스프링에 따라 설정된다. 스프링시트는 스토퍼와 스푼 사이에 압력스프링을 고정해주며 리턴스프링은 레버의 원복 시 스토퍼를 상승시키는 역할을 한다.

3. RCV의 Modeling

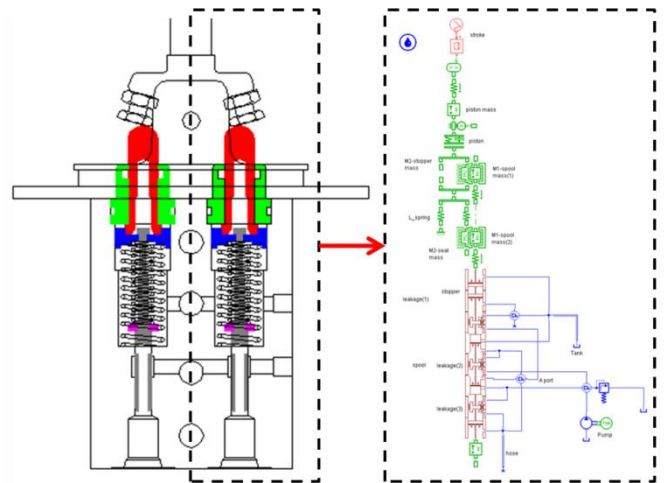


Fig. 2 Remote Control Valve modeling

RCV는 Figure 2와 같이 대칭구조를 가지고 있으며 히스테리시스는 각각의 포트에서 발생한다. 따라서 유압시스템의 모델링은 Half modeling으로 하였다.⁽⁴⁾

4. RCV의 Hysteresis

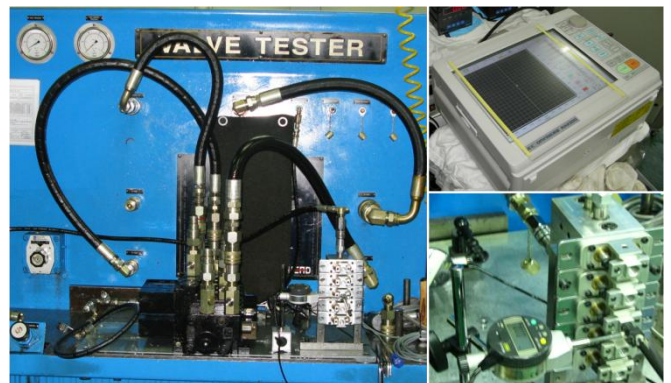


Fig. 3 Valve tester, RA2300, Remote Control Valve

본 연구에서는 지게차에 적용되는 RCV를 대상으로 하였으며, RCV 모델링의 정확성을 규명하기 위해 Fig.3과 같이 VALVE TESTER와 RA2300을 이용하여 측정하였다

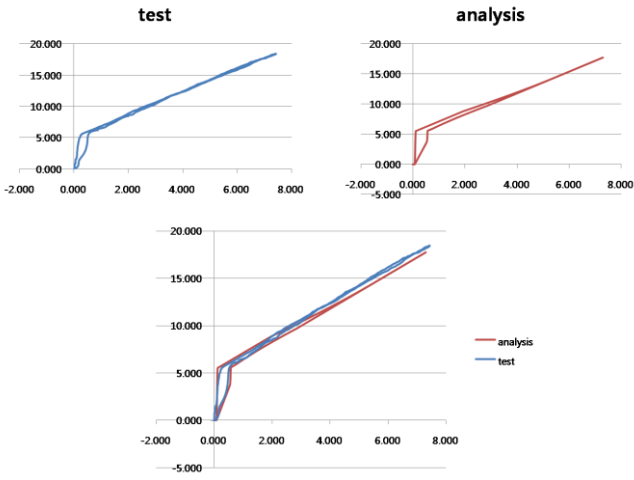


Fig. 4 hysteresis of RCV

Fig.4 는 실제 테스트를 통해 얻은 히스테리시스 그래프와 시뮬레이션을 통해 얻은 히스테리시스 그래프를 나타낸 그림이다. 두 데이터를 비교해 본 결과 실제 제품의 테스트 결과값과 시뮬레이션을 통해 얻은 결과값은 거의 동일한 형상을 나타냈으며, 이는 시뮬레이션을 위한 모델링이 적합하다는 것을 나타내고 있다.

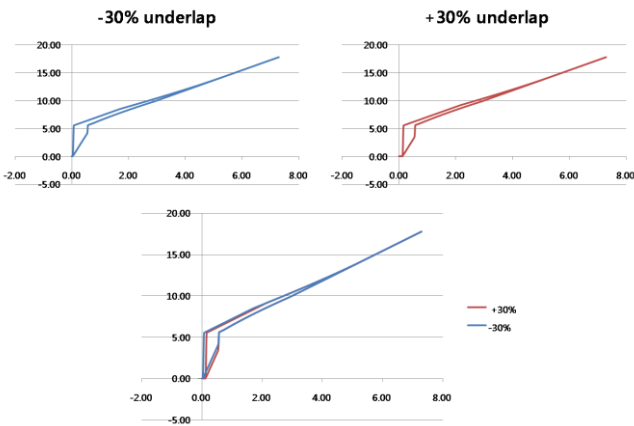


Fig. 5 hysteresis comparison according to underlap on analysis

Fig.5 는 시뮬레이션을 통해 얻은 그래프로써 기존 언더랩 값의 $\pm 30\%$ 값으로 시뮬레이션을 한 결과 히스테리시스의 시작위치가 차이가 있음을 알 수 있고, 이는 언더랩의 값에 따라 히스테리시스의 시작거리가 결정됨을 확인할 수 있다.

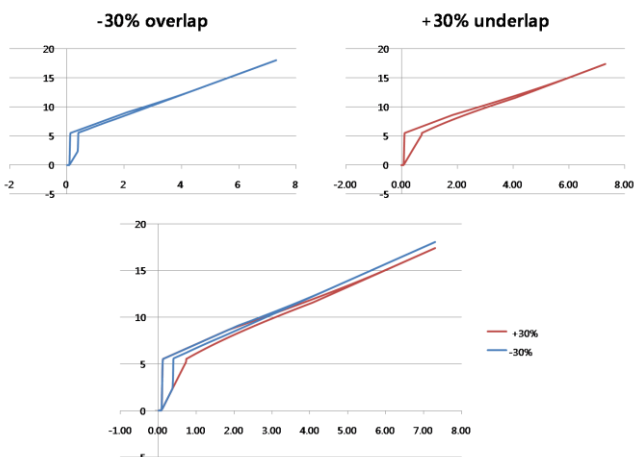


Fig. 6 hysteresis comparison according to overlap on analysis

Fig. 6 는 기존 오버랩 값의 $\pm 30\%$ 값을 비교한 그래프로 오버랩의 값에 따라 히스테리시스의 폭이 결정됨을 확인할 수 있다.

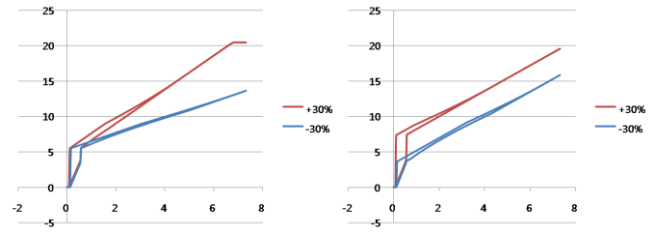


Fig. 7 hysteresis comparison according to spring force

Fig.7 은 기존 스프링 장력과 스프링의 초기 압축력에 대한 $\pm 30\%$ 값을 비교한 그래프로 스프링 장력은 히스테리시스의 기울기를, 초기 압축력은 히스테리시스의 높이를 결정함을 확인할 수 있다.

5. 결론

히스테리시스는 모든 밸브의 고유 특성으로 밸브의 성능에 영향을 미친다. 따라서 밸브를 설계할 때 히스테리시스의 형상도 고려해야 할 중요한 요소이다. 이러한 히스테리시스의 형상에 영향을 미치는 인자를 찾고 각 인자가 미치는 영향을 확인한다면 원하는 히스테리시스 그래프를 고려할 수 있을 것이다.

RCV 의 히스테리시스에 영향을 미치는 인자로 주목되었던 언더랩, 오버랩, 스프링 장력 등의 값에 변화를 주어 시뮬레이션을 해본 결과, 언더랩과 오버랩에 따라 히스테리시스의 시작위치와 폭에 영향을 미치는 것으로 확인되었으며 스프링 장력에 따라 히스테리시스의 크기와 기울기에 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

이번 연구를 통해 각 인자가 히스테리시스의 형상에 어떠한 영향을 미치는지 확인되었고 향후 RCV 설계 시 원하는 히스테리시스 그래프를 고려하여 설계 할 예정이다.

참고문헌

1. Lim, T.H., Choi, J.H., Yang, S.Y., Lee, B.R., and Ahn, K.K., "A Study on Analysis of Main Control Valve for Hydraulic Excavator using AMESim" The Korean Society Of Machine Tool Engineers, pp. 105~110 (6 pages), 2003
2. Lim, T.H., Choi, J.H., Yang, S.Y., "Development and Application of Simulator for Hydraulic Excavator" Korean Society Of Precision Engineering, pp. 142~148 (7 pages), Vol.23 No.9, 2006. 9
3. 梁 協, 유압공학, 태훈 출판사, 2001
4. IMAGINE, Hydraulic fluid power systems: analysis, design & simulation, IMAGINE