

유압유 부하가 유압기계에 미치는 영향

The effects of Load of Hydraulic Oil on Hydraulic Mechanism

박주석*, 김일수**, 박창언**, 송창재**, 안영호*

* 목포기능대학교, ** 목포대학교 기계공학과

Abstract

The adaptive skill of the human operator is now being simulated and reproduced by computer that have become more powerful and less expensive. This paper is concerned with an investigation of the effects of dynamic load of hydraulic oil on pressures with three different circuit(meter-in, meter-out and bleed-off). The experimental results showed that pressures increase with an increase in dynamic load in bleed-off circuit, but there is no variation of pressure in meter-in and meter-out circuits.

1. 서 론

유압동력의 이용은 자동화 및 자동제어와 함께 기계공업의 중심으로 최근들어 급격한 발전을 하고 있는 분야이며, 이러한 유압장치에 있어서의 동력전달의 매체로 이용되고 있는 것이 유압유이다. 유압장치에서의 유압유의 역할은 동력전달 뿐만 아니라 기기내에서 윤활성, 소포성, 방청성, 유동성 등 중요한 구성요소이며, 유압기계의 전체적인 작동과 효율 및 수명에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소이다. 따라서 유압장치를 가장 유효하고 경제적인 운전을 유지하기 위해서는 동점도 및 부하에 따른 적절한 유압류를 선택하여 사용하는 것이 가장 중요한 일이다.

유압장치에 있어서 우수한 성능의 유압유를 선택하기 위해서는 비중(specific gravity), 압축성(compressibility), 점도(viscosity) 등 여러가지 요인을 고려하여야 하며, 특히 유압유의 점도는 온도와 압력의 변화에 따라 매우 민감하다. 보통 유압유의 점도결정은 사용되는 펌프 형식에 따라

37.8 °C(100 °F)의 온도를 기준하에서 점도를 선택하나 유압유의 점도는 온도에 따라 크게 변하므로 유압기기의 유량, 즉 속도제어에 있어서 무엇보다 중요하다¹⁻⁵⁾. 그러나 이러한 구체적인 적용 data는 전무하고, 현재까지 유압유 혹은 유압기기 제작사에서 제공한 유압유의 점도를 사용하고 있는 실정이다. 또한, 최근 유압장치의 진보와 함께 작동압력은 점차 높아지고 있고, 동일용량의 장치로 큰 일(work)을 얻고자 하는 경향이 있으며, 압력이 높아짐에 따라 점도도 변하므로 압력과 점도 사이의 상관관계도 무엇보다 중요하다. 그러나 이들의 특성만 비교하였을 뿐 구체적 연구 및 응용에 대한 자료가 전무한 실정이며, 이에 대한 연구 필요성의 공감대가 최근에 형성되고 있다.

따라서 본 연구에서는 3종류의 속도제어 회로 방식(미터인, 미터아웃, 블리드오프 회로) 유압유의 부하를 변화시켜서, 유압 실린더내의 압력 및 유량의 변화의 특성을 연구하고, 비교·평가하여, 자동화 및 제어에 필요한 알로리즘으로 이용하고 유압유 선택에 필요한 데이터베이스(database)를 구현하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 실험에 사용된 유압유는 일반적으로 가장 많이 쓰이는 석유계 유압유로서 내마모성, 소포성, 방청성, 산화안정성이 우수한 한국하우톤에서 생산되고 있는 Hydro-Drive MIH의 유압유를 동점도에 따라 48, 100, 150, 220, 320 cst 5종류로 선정하였으며, 실험 유압유의 점도지수, 비중, 인화점, 유동점은 Table 1과 같다.

Table 1 Characteristics of hydraulic oil employed

3. 실험 결과 및 고찰

Kinematic viscosity (40°C, cst)	Viscosity coefficient	Specific gravity (15/4°C)	Flashing temperature (°C)	Pour point (°C)
48	108	0.8721	228	-35
100	104	0.8827	246	-32
150	104	0.8885	252	-30
220	103	0.8931	268	-27
320	103	0.9008	270	-25

유압실린더는 유압장치의 구동부(working part)로써, 유압유의 압력에너지를 기계적에너지로 바꾸어 직선 왕복운동을 하는 기기이며, 그 형식은 한쪽 로드형 복동 실린더이고, 실린더 직경은 32 mm, 행정은 200 mm, 로드직경은 16 mm, 면적비는 1.33 : 1을 실험을 위하여 선정하였다. 본 실험에 사용된 장비는 목포대학교 자동화 실험실에 있는 한국웨스트(주)에서 생산한 유압장비를 이용하여 기기의 실험회로를 구성한 다음 점도가 다른 2종류의 실험 유압유를 3개의 제어 회로에 부하를 달리하여 압력을 구하였다. 탱크로부터 유압펌프를 이용하여 유압유를 토출하고 회로내에 최고압력을 제어하고 일정압력을 유지하기 위하여 압력 제어밸브인 릴리프 밸브(relief valve)를 사용하여 실험회로 내의 설정압력(실험 압력)을 50 bar로 설정하였다. 가변형 유량제어밸브를 이용하여 유압실린더가 일정속도로 전·후진할 수 있도록 유량을 고정하였다. 미터인 회로(meter-in circuit)를 구성한 후 실험기기 탱크에 동점도 48 cst의 실험유압유로 교환하고, 실린더 로드에 무부하, 10, 20, 30 Kg의 부하(추)를 각각 주면서 방향전환밸브로 실린더를 헤드측으로 작동하면서 압력계와 유량계로 부하에 따른 각각의 압력을 측정하였다. 미터아웃 회로(meter-out circuit)를 구성한 후 미터인 회로에 동점도 48 cst의 실험과 같이 각각의 부하에 따른 압력과 유량을 측정하였다. 마지막으로 블리드오프 회로(bleed-off circuit)를 구성한 후 미터인 회로 동점도 48 cst의 실험과 같이 각각의 부하에 따른 압력을 측정하였다. Fig. 1은 본 연구를 위하여 구성된 시스템의 구성도를 나타낸다.

유압기기에서 회로내의 압력은 회로효율과 밀접한 관계가 있어 매우 중요하며, 이에 관한 많은 연구가 수행되고 있다. Fig. 2는 미터인 회로상에 부하변화에 따른 압력변화를 도시한 것이다. Fig. 2에서 나타난 바와 같이, 부하 및 동점도 변화에도 압력은 릴리프밸브의 설정압에 가까운 49.5 bar의 고압으로 거의 변함없이 일정함을 알 수 있었다.

Fig. 3은 미터아웃 회로상에 부하변화에 따른 압력의 변화를 도시한 것이다. Fig. 3에 따르면 부하력이 클수록 5.58 ~ 11.76 bar까지 상승하고 있음을 알 수 있다. 또한 미터아웃 회로는 타회로와 비교하면 압력이 가장 낮게 나타나고 있다. Fig. 4는 블리드오프 회로에서 부하변화에 따른 압력의 변화를 도시한 것이다. Fig. 4에 의하면 동점도 변화에는 압력이 30.22 bar에서 42.36 bar까지 지속적으로 상승하지만 부하변화에는 압력이 거의 변함없이 일정함을 알 수 있다.

이상과 같이 부하변화에 따른 각회로별 압력의 변화에 관한 실험결과, 미터인 회로는 부하변화에도 압력은 변하지 않으며, 반면에 압력은 설정압에 가까운 필요이상의 고압이 소요되고, 미터아웃 회로는 압력소요는 가장 작으나, 부하변화에 따라서 압력이 극격히 변화하며, 블리드오프 회로는 부하변화와는 관계없이 압력이 일정한 반면 동점도 변화에 따라서 압력의 변화가 있음을 알 수 있다. 이와 같은 압력의 변화는 부하변화와는 관계없이 회로구성의 특성에서 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 미터인 회로는 실린더로드의 동작에 대해서 반대방향의 부하가 걸리는 경우에 적합하고, 미터아웃 회로는 실린더 로드 동작에 대해서 동일방향으로 부하가 걸리는 경우의 유압기기에 적합하다 할 수 있다.

유량은 실린더로드의 속도를 좌우하기 때문에 자동화 라인이나, 유압기기에 있어서 무엇보다 중요하다⁴⁾. 미터인 회로에 의한 실험으로 0 ~ 30 kg부하력을 동점도에 따라 각각 주어 유압실린더의 동작중 실린더 출구측의 유량을 측정하

여 얻은 데이터 값이며, Fig. 5는 미터인 회로에서 부하변화에 따른 유량의 변화를 도시한 것이다. Fig. 5에서 나타내고 있는바와 같이 동점도 변화에는 유량의 변화가 있지만, 부하 변화와는 관계없이 유량은 거의 변함이 없음을 나타내고 있으며 미터인 회로에서의 유량은 동점도에 따라, 0.84 ~ 1.34 ℓ/min로 타회로에 비해서 비교적 작게 나타났다.

미터아웃 회로에서 부하변화에 따른 유량의 변화는 미터인 회로에서와 동일하게 Fig. 6과 같이 동점도 변화에는 유량의 변화가 있지만 부하 변화와는 관계없이 유량은 거의 변화가 없이 일정하였다. 그러나 유량은 동점도에 따라 1.26 ~ 2.26 ℓ/min로 미터인 회로보다 많게 나타났다. Fig. 7은 블리드오프 회로에서 부하변화에 따른 유량의 변화를 얻은 데이터 값을 나타낸 것이다. 블리드오프 회로는 부하변화에 따라 부하력이 클수록 유량이 아주 미세하지만 조금씩 작아졌으며 동점도 변화에 따라서도 유량은 변하였다. 타회로와 비교하면 유량이 2.90 ~ 5.88 ℓ/min로 가장 많아 실린더로드의 속도가 아주 빠르게 작동하였다.

이상과 같이 부하변화에 따른 유량의 변화에 관한 실험결과 미터인 회로와 미터아웃 회로는 부하변화에는 유량에 아무런 영향을 받지 않고 유량의 변화가 없는 반면 블리드오프 회로는 부하력이 클수록 유량이 미세량만큼 작아짐을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 동점도가 다른 5종류의 유압 유를 이용하여 미터인 회로, 미터아웃 회로, 블리드오프 회로를 구성하고 부하를 변화시켜, 유압 기기를 작동할 때 부하 변화에 따른 압력을 측정하여 그 결과를 분석 고찰하였다. 부하변화에 따른 회로별 압력의 변화에 있어서는 미터인 회로와 블리드오프 회로는 압력의 차이는 있으나 부하변화에도 압력변화는 없으며, 미터아웃 회로는 부하력이 클수록 압력이 조금씩 상승함을 알 수 있다. 부하변화에 따른 회로별 유량의 변화에 있어서 미터인 회로와 미터아웃 회로는 부하 변화

시 유량의 변화는 없으며, 블리드오프 회로는 부하변화에 따라 부하력이 클수록 유량이 감소함을 알 수 있다.

결론적으로, 유압유의 가장 크게 영향을 미치는 요소는 실험의 중요 요소 가운데 회로구성이며 이들 관계는 자동화 및 제어에 필수적인 알고리즘 개발 및 유압유 선정에 필요한 database 구축에 사용될 수 있을 것이다. 또한, 온도변화의 영향을 포함한 많은 추가적인 실험 수행은 다양한 여건변화에 사용자가 보다 쉽게 최적의 유압 유를 선택할 수 있는 방법을 제공할 수 있을 것으로 보아, 이에 관한 지속적인 연구가 필요하다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. H. E. Merritt, "Hydraulic control system", John Wiley & Sons, New York, (1967)
2. K. K. D. Young, "Controller design for a manipulator using theory of variable structure system", IEEE Trans. Syst., Man, Cybernetics, Vol. SMC-8, No. 2, pp. 101-109, (1978)
3. U. Kin, "Variable structure systems with sliding models", IEEE Trans. Automatic Control, Vol. AC-22, No. 2, pp. 35 ~ 42, (1977)
4. 金炯培, "유압기술", 중소기업연수원, pp. 181 ~ 285, (1993)
5. 박성태, "작동유의 압축성이 유압 시스템의 응답에 미치는 영향", 울산대 연구논문집 제 14권 제 1호, pp. 7~13, (1983)

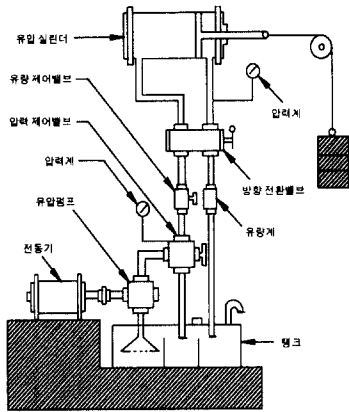


Fig. 1 Schematic diagram of experimental equipment

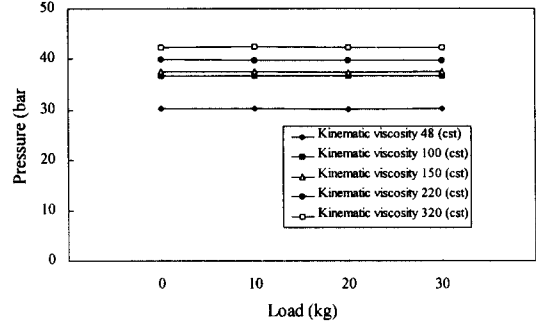


Fig. 4 The effect of load on average pressure for bleed-off circuit

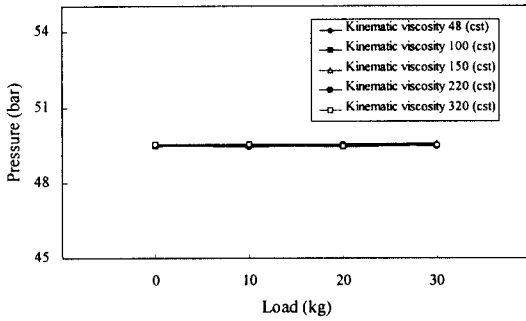


Fig. 2 The effect of load on average pressure for meter-in circuit

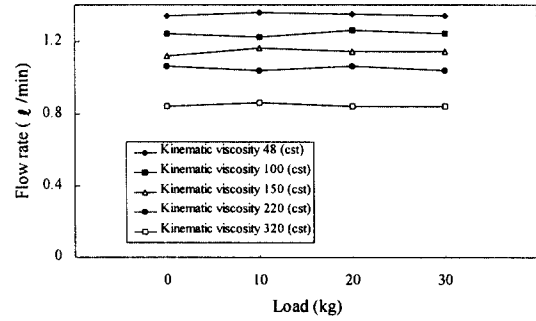


Fig. 5 The effect of load on average flow rate for meter-in circuit

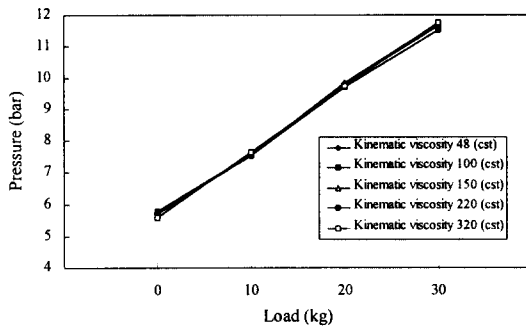


Fig. 3 The effect of load on average pressure for meter-out circuit

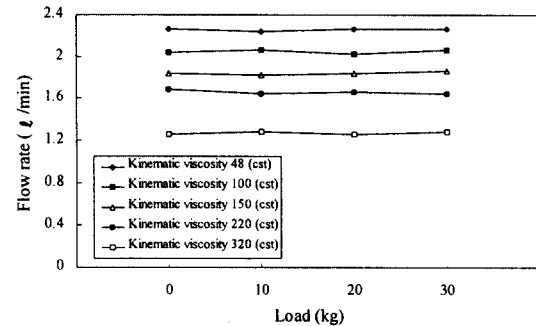


Fig. 6 The effect of load on average flow rate for meter-out circuit

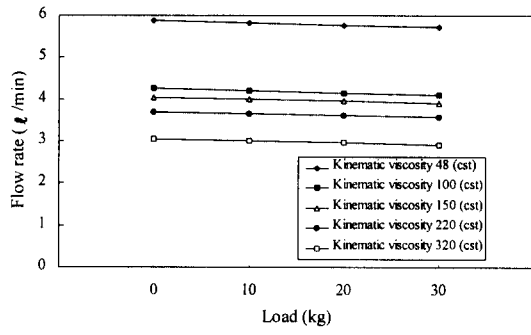


Fig. 7 The effect of load on average flow rate for bleed-off circuit