

유압유의 동점도와 부하변화에 따른 압력의 영향

The Effects of Dynamic Viscosity and Load of Hydraulic Oil on Pressures

박주석(이리직업전문학교), 김일수(목포대학교), 정영재(목포대학교 대학원),
손준식(목포대학교 대학원), 안영호(목포기능대학)

Park Ju-Seog(I-ri Vocational Training School), Kim Ill-Soo(Mokpo National Univ.),
Jeong Young-Jae(Graduate School, Mokpo National Univ.), Son Joon-Sik(Graduate School, Mokpo National Univ.),
An Young-Ho(Mokpo Polytechnic College)

ABSTRACT

The realization by many industrial countries that manufacturing is a critical ingredient for attaining economic strength and stability has led to the development of automated systems which were previously considered as gimmicks. The adaptive skill of the human operator is now being simulated and reproduced by computer that have become more powerful and less expensive. The work presented in this paper forms an investigation of the effects of dynamic viscosity and 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 viscosity and load in bleed off circuit, but there is no variation of pressure in meter-in and meter-out circuit.

Key Words : Hydraulic mechanism(유압기구), Bleed off circuit(블리드 오프 회로) Meter-out circuit(미터아웃 회로), Meter-in circuit(미터인 회로), Dynamic viscosity(동점도)

1. 서 론

유압동력 이용은 자동화 및 자동제어와 함께 기계 공업을 중심으로 최근 들어 급격한 발전을 하고 있는 분야이며, 이러한 유압장치에 있어서의 동력전달의 매체로 이용되고 있는 것은 유압유이다. 유압장치에서의 유압유의 역할은 동력전달 뿐만 아니라 기계 내에서 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 사용 동점도 및 부하에 따른 적절한 유압유를 선택하여 사용하는 것이 가장 중요한 일이다¹⁾.

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

의 점도결정은 사용되는 펌프형식에 따라 37.8℃(100°F)의 온도를 기준으로 한 점도를 선택하나, 유압유의 점도는 온도에 따라 크게 변하므로 유압기기의 유량, 즉 속도제어에 있어서 무엇보다 중요하다²⁻⁵⁾. 그러나 이러한 구체적인 적용사례는 전무하고, 현재까지 유압유 제작사, 또는 유압기기 제작사에서 제공한 점도의 유압유를 사용하고 있는 것이 전부이다. 또한, 최근 유압장치의 진보와 함께 사용 작동압력은 점차 높아지고 있고, 동일 용량의 장치로 큰 일을 얻고자 하는 경향이 있다. 압력이 높아짐에 따라 점도도 변하므로 압력과 점도 사이의 상관관계가 무엇보다 중요하다⁶⁻¹²⁾. 그러나 이들의 특성만 비교하였을 뿐 구체적 적용에 대한 자료나 이에 관한 연구가 전무한 실정이며, 이에 관한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 영향과 특성을 분석하기 위해 일반적으로 가장 많이 쓰이는 석유계 유압유 동점도 48 cst, 100 cst, 150 cst, 220 cst, 320 cst의 점도가 다른 5종류의 유압유를 미터인 회로(meter-in

circuit), 미터아웃 회로(meter-out circuit), 블리드오프 회로(bleed off circuit)의 유량제어 회로방식을 구성하고, 무부하, 10 kg, 20 kg, 30 kg의 부하압력을 각각의 유압유와 유량제어회로에 주어, 한쪽로드형 복동 실린더를 사용하고 인장형(로드측에서 헤드측)으로 작동하여 실험을 실시하였다. 여기서 각 동점도 및 부하변화에 따른 특성을 파악하고, 압력변화를 비교, 평가하여 유압유 선택에 필요한 데이터 베이스를 구현하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

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

Table 1 Characteristics of hydraulic oil employed

| 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 기계에너지로 바꾸어 직선왕복운동을 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 광주직업전문학교 자동차설비학과에 있는 한국 웨스트(주)에서 생산한 교육용 유압장비를 이용하여 기기의 실험회로를 구성한 다음 점도가 다른 2종류의 실험 유압유를 3개의 제어회로에 부하를 달리하여 압력을 구하였다. 탱크로부터 유압펌프를 이용하여 유압유를 토출하고 회로내에 최고압력을 제어하고 일정압력을 유지하기 위하여 압력제어 밸브인 릴리프 밸브(relief valve)를 사용하여 실험회로 내의 설정압력(실험압력)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, 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 압력을 측정하였다. 마지막으로 블리드오프 회로(bleed off circuit)를 구성한 후 미터인 회로 동점도 48 cst의 실험과 같이 각각의 부하에 따른 압력을 측정하였다. 동점도 100, 150, 220, 320 cst의 유압유의 실험을 같은 방법으로 탱크에 유압유를 각각 교환하면서 미터인, 미터아웃, 블리드 오프 회로와 무부하, 10, 20, 30 Kg의 부하에 따른 각각의 압력을 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

동점도 변화에 따른 압력영향은 Fig. 1에 나타나고 있다. 평균압력은 유압유의 부하영향을 고려하지 않고, 같은 동점도를 가진 압력을 평균으로 하여 계산하였다. 미터인 회로와 미터아웃 회로에서는 동점도가 상승하여도 압력의 변화가 거의 없으며, 반면에 블리드오프 회로에서 동점도가 상승하면 평균압력이 상승함을 Fig. 1으로부터 알 수 있다. 부하변화에 압력의 영향은 Figs. 2~4에 나타낸다. 미터인 회로의 경우 부하와 동점도 상승은 평균압력에 크게 영향을 미치지 않는 것을 Fig. 2로 알 수 있다. Fig. 3에 표시된 바와 같이 미터아웃 회로에서 부하가 상승하면 압력이 상승한다. 하지만 동점도 상승에 평균압력은 일정한 것을 알 수 있다. 또한 블리드오프 회로의 경우 부하변화에 압력은 거의 일정하며, 동점도 상승에 평균압력이 상승하는 것을 Fig. 4로부터 알 수 있다.

이상과 같이 각 회로별 실험결과 미터인 회로는 부하와 동점도 변화에도 압력은 변화하지 않고, 반면에 압력은 설정압에 가까운 필요 이상의 고압이 소요되고 미터아웃 회로는 동점도 변화에 압력변화도 없고 압력 소요도 가장 작으나, 부하변화에 따라서 압력이 급격히 변하며, 블리드 오프 회로는 부하변화와는 관계없이 압력이 일정한 반면 동점도변화에 따라서 압력변화가 있을 수 있음을 알 수 있다. 이와 같은 압력의 변화는 부하 및 동점도 변화와는 관계없이 회로구성의 특성에서 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 결론적으로 미터인 회로는 피스톤 로드

동작에 대해서 반대방향의 부하가 걸리는 경우에 적합하고, 미터아웃 회로는 피스톤 로드 동작에 대해서 동일방향으로 부하가 걸리는 경우의 유압기에 적합하다.

4. 결 론

본 논문에서는 동점도가 다른 5종류의 유압류를 이용하여 미터인 회로, 미터아웃 회로, 블리이드오프 회로를 구성하고 부하를 변화시켜, 유압기를 작동할 때 동점도와 부하 변화에 따른 압력을 측정하여 그 결과를 분석 고찰하여 얻어진 결론은 다음과 같이 요약되어 진다.

1. 동점도 변화에 따른 회로별 압력변화에 있어서 미터인 회로는 설정압에 가까운 고압이지만 동점도 변화에 따른 압력의 변화는 없으며, 미터아웃 회로도 저압이지만 동점도 변화와는 관계없이 압력변화는 없으나, 블리이드오프 회로는 동점도가 높을수록 압력이 조금씩 상승하였다.
2. 부하변화에 따른 회로별 압력변화에 있어서는 미터인 회로와 블리이드오프 회로는 압력의 차이는 있으나 부하변화에도 압력변화는 없으며 미터아웃 회로는 부하력이 클수록 압력이 조금씩 상승함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 黃泰成 외 2인, 油壓工學, 文運堂, pp. 27~335, (1996).
2. 徐晋作, 油壓機械, 螢雪出版社, pp. 151~159, (1988).
3. 金炯培, 유압기술, 중소기업연수원, pp. 181~285, (1993).
4. 박성태, "작동유의 압축성이 유압 시스템의 응답에 미치는 영향", 울산대 연구논문집 제 14권 제 1호, pp. 7~13, (1983).
5. 정동주, "유압작동유의 적유선정과 윤활관리", 기계와 윤활, 제 20권 제 1호, pp. 20~30, (1993).
6. 김형진, "유압 작동유 내의 기포 형상에 관한 연구", 부산수산대학교 석사학위논문, (1987).
7. 정영록, "고함수 윤활유의 캐비테이션 특성", 부산대학교 석사학위논문, (1984).
8. 신병학, "유압유의 온도와 점도가 유압기에 미치는 영향", 인하대학교 석사학위논문, (1990).
9. 韓國하우튼, "유압유의 실제와 관리", 기술자료

HY-E-02

10. H. E. Merrit, "Hydraulic control system", John Wiley & Sons, New York, (1967).
11. 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).
12. U. Kin, "Variable structure systems with sliding models", IEEE Trans. Automatic Control, Vol. AC-22, No. 2, (1977).

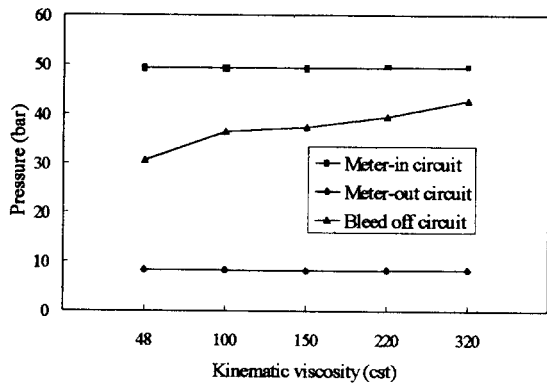


Fig. 1 The effect of kinematic viscosity on average pressure

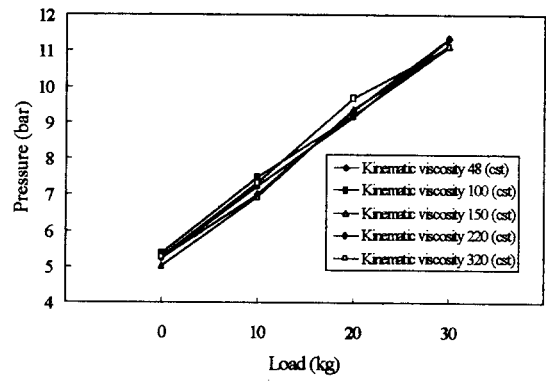


Fig. 3 The effect of load on average pressure for meter out circuit

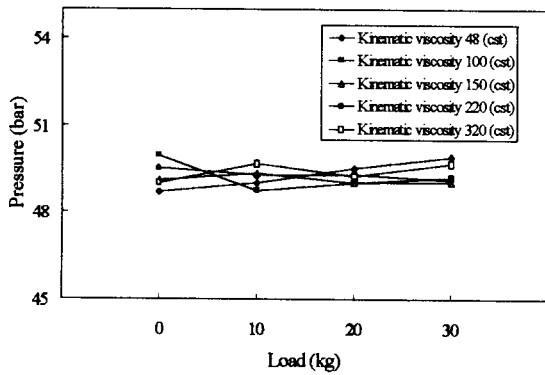


Fig. 2 The effect of load on average pressure for meter in circuit

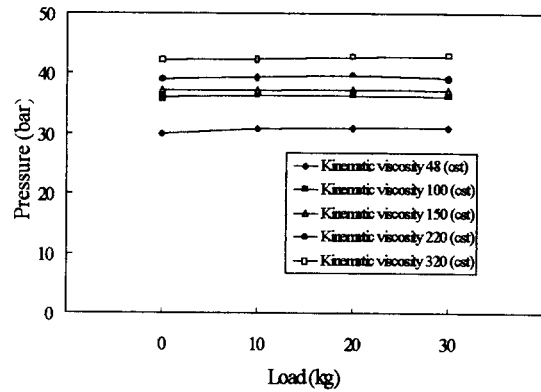


Fig. 4 The effect of load on average pressure for bleed off circuit