

유압 굴삭기용 펌프의 개구면적 규명에 관한 연구

임태형*(울산대 대학원 기계자동차공학과), 오병수(현대중공업),
이홍선(현대중공업), 양순용(울산대 기계자동차공학부)

A Study on Identification of Open Area of Pump for Hydraulic Excavator

T. H. Lim(Mech. & Automotive Eng. Dept., UOU), B. S. Oh(HHI),
H. S. Lee(HHI), S. Y. Yang(School of Mech. & Automotive Eng., UOU)

ABSTRACT

The purpose of this paper is pulsation-analysis of the swash plate type axial piston pump for excavator and the method of side branch hose application, which is used normally in construction equipments. In this paper, draw the mathematical modeling for pressure pulsation mechanism of the swash plate type axial piston pump for excavator, expression the flow pulsation in the pipelines by transfer matrix method, programmed simulation for pulsation by AMESim software, and the reliability of that was verified by the comparison with the experimental results.

Key Words : Swash plate type axial piston pump (사판식 피스톤 펌프), Pressure pulsation (압력맥동), Hydraulic excavator (유압굴삭기), Valve plate (밸브플레이트)

1. 서론

시내 작업이 많은 소형 굴삭기의 경우 작업장 주위에 대한 작동소음뿐 아니라 운전자의 작업 편의성 측면에서도 소음·진동은 중요한 요소이다. 굴삭기의 소음·진동의 원인으로는 동력원인 엔진, 붐, 암, 버킷, 스윙 모터, 주행 모터로 이루어진 작업장치, 유압 펌프, 모터, 컨트롤 밸브, 실린더 등으로 구성된 유압 시스템 등 여러 요인이 있다.

굴삭기에 주로 장착되는 사판식 피스톤 펌프는 엔진의 기계적 에너지를 유압 에너지로 변환하며 고효율, 저렴한 운전비용, 고압에서 사용이 가능하므로 널리 사용되지만 고가이고 토출 압력 맥동이 큰 단점을 가진다.

사판식 피스톤 펌프의 기구적 특성에 의해 발생된 유량 맥동은 강관과 고압 호스 등으로 구성된 관로계의 임피던스와 결합하여 압력 맥동으로 나타나며 이 압력 맥동이 관로를 따라 전파되면서 각종 부재의 소음·진동의 원인이 되어 유압 요소의 내구성을 악화시킨다.

따라서 펌프에서 발생된 맥동이 유압 관로를 따라 전파되는 것을 방지하기 위한 유압 맥동 저감이 절실한 실정이다. 맥동 감소를 위해 펌프 토출구에 유압 맥동 감쇠기를 설치하는 방법은 액티브형, 소산형, 리액티브형 등이 있으나 리액티브형의 한 가지인 폐쇄관 사이드 브랜치를 설치하는 방법이 대형 굴삭기를 위주로 적용되고 있으나 소형 굴삭기의 경

우 적용되고 있지 않다.

본 논문에서는 소형 굴삭기에 장착되는 사판식 피스톤 펌프를 모델링하고 맥동을 해석하여 실차 실험 데이터와 비교, 모델의 정확성을 검증하였다.

2. 펌프 모델

펌프 축이 회전함에 따라 피스톤은 직선 왕복 운동하면서 흡입, 토출 면적을 가진 고정된 밸브 플레이트에 의해 상대 회전 운동하므로 흡입, 토출량은 밸브 플레이트의 흡입, 토출 면적에 의해 결정된다. 피스톤의 직선운동과 펌프축 회전 및 사판각과의 관계는 Fig. 1과 같고 피스톤의 위치와 속도는 식 (1), (2)와 같이 표현된다.

$$y_p = R \sin \theta \tan \alpha \quad (1)$$

$$\dot{y}_p = R \omega \cos \theta \tan \alpha \quad (2)$$

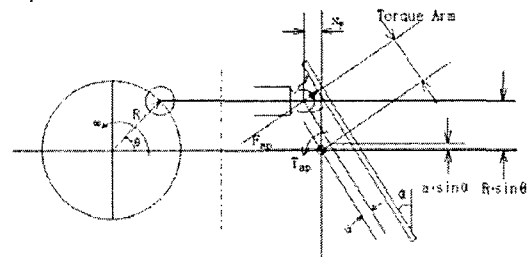


Fig. 1 Piston and swash plate

- 밸브 플레이트

흡입과 토출량을 결정짓는 밸브 플레이트의 형상은 Fig. 2와 같으며 하나의 흡입 면적과 두 개의 토출 면적, 흡입과 토출에 각각 노치를 가진다. 대상 펌프의 토출의 경우 토출홈을 가지는 특이한 형상을 가지므로 일반적으로 피스톤 면적과 밸브 플레이트의 토출 면적이 겹치는 경우를 개구면적으로 가정하는 경우와 토출홈을 따라 작동유가 흘러 들어가 토출구를 따라 토출되므로 토출홈의 단면적을 고려하는 두 가지로 나누어 생각해야 한다.

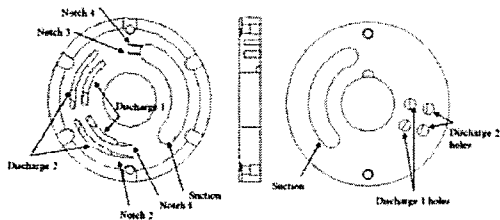
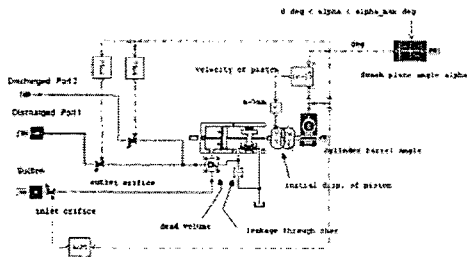


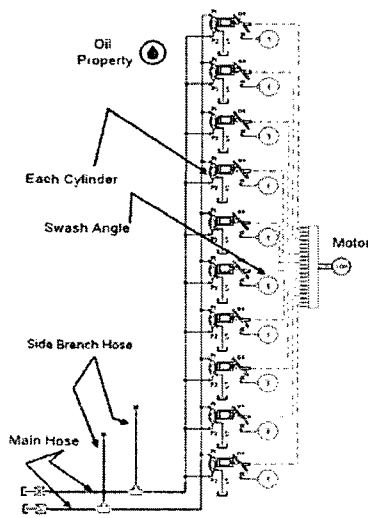
Fig. 2 Valve plate

- 시뮬레이션 모델

상용 S/W인 AMESim을 이용하여 모델링한 피스톤 하나에 대한 모델과 전체 모델을 Fig. 3에 나타내었다.



(a) piston model



(b) pump model

Fig. 3 AMESim model of pump

3. 시뮬레이션 및 시험결과

두 가지로 가정된 개구면적을 펌프 모델에 대한 시뮬레이션과 동일 조건에서의 실차 시험을 수행하여 토출압력을 측정된 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 토출홈의 면적을 개구면적으로 가정하는 것이 타당함을 알 수 있다.

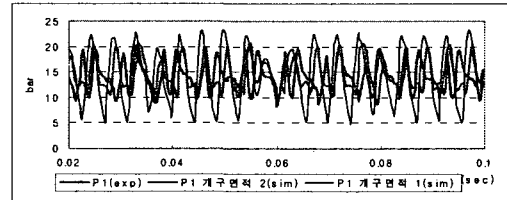


Fig. 4 Pressure with experiment, open area 1 and 2

4. 결론

굴삭기에 적용되는 사판식 액셀피스톤 펌프에서의 유압펌프와 관로계의 유압 맥동 해석을 위하여 유압 펌프의 맥동 발생 메커니즘을 분석하였다. 이를 바탕으로 AMESim을 사용하여 압력 맥동을 확인할 수 있는 시뮬레이션 환경을 만들었고 그 결과를 실차 시험을 통하여 비교 평가하였다.

본 연구에서 사용한 사판식 액셀피스톤 펌프는 10개의 실린더를 가지고 있는 독특한 방식의 피스톤 펌프로써, 1개의 흡입구와 2개의 토출구를 이용하여 10개의 실린더가 이송하는 유체를 전달하는 구조를 가지고 있다. 또한 유체 이동의 경로가 되는 밸브 플레이트의 형상이 홈을 가지는 가지고 있어 개구면적을 구하는데 어려움이 있었으나 실차시험과 시뮬레이션을 통하여 틈새를 통하는 개구면적이 시뮬레이션에 적합함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. G. Zeiger, A. Akers, "Dynamic analysis of an axial piston pump", 1986, Proc. Inst. Mech. engs, Vol. 200, pp. 49-57.
2. G. J. Schoenau, R. T. Burton, G. P. Kavanagh, "Dynamic analysis of a variable displacement pump", 1990, Trans. ASME, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol.112, pp. 122-132.
3. X. Zhang, J. Cho, S. S. Nair, N. D. Manring, "New swash plate damping model for hydraulic axial piston pump", 2001, Trans. ASME, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol.123, pp. 463-470.
4. S. A. Imagine, AMESim(Advanced Modeling Environment for Simulation of Engineering System) User Manual Ver. 4.0, 2002.