

가변 사판식 액셀 피스톤펌프의 사판각 변화에 따른 효율 연구 A study of efficiency for Variable Swash Plate Type Axial Piston Pump

*장준호¹, #정원지², 정승원²

*J. H. Jang¹, #W. J. Jung(wjchung@changwon.ac.kr)², S.W.Jung²

¹창원대학교 기계설계공학과,

Key words : Swash plate type axial piston pump, Variable axial piston pump, efficiency

1. 서론

유압장치는 작동유를 사용하며 다른 동력전달 매체에 비해 현저히 높은 동력밀도 때문에 오랜 기간 건설기계에 두루 사용되어 왔다. 또한 대부분의 유압품들은 강한 내구성을 가지고 있으며 이는 거친 작업환경을 누비는 건설기계의 특성에 잘 일치한다고 볼 수가 있다.

본 논문은 가변 사판식 액셀 피스톤펌프의 사판을 수학적 이론을 통하여 좀더 접근 하기 쉬운 방법으로 접근을 실시하였으며, 또한 그 모델을 기반으로 하여서 사판각을 통하여 유량을 통한 맥동현상, 서어지압력, 효율등을 연구를 실시하였으며, 앞으로의 민감도해석 방향에 관하여 연구를 실시 하고자 한다.

2. 수학적 배경

가변 사판식 액셀 피스톤 펌프의 기본적인 구조는 Fig. 1 과 같다. 사판에 의한 피스톤 운동으로 인해 펌핑(Pumping)하는 구조이며, 사판의 각도를 제어하는 제어 부품은 요크(yoke)와 스프링, 제어 밸브로 구성되어 있다.

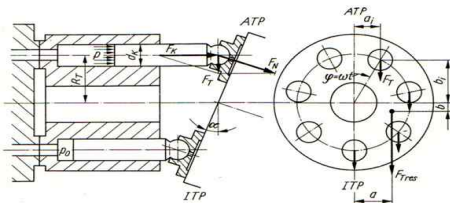


Fig. 1 Variable at the axial piston pump

Fig. 1 에서와 같이 피스톤의 변위는 구동축의 회전수(φ)와 사판각도(α) 의해 식(1)과 같이 표현 된다.

$$X_{O_{P1}} = -R_r \cdot \tan(\alpha) \cdot \cos(\varphi) \quad (1)$$

아래의 Fig. 2은 이론적 검토를 위해 1개의 피스톤과 사판각에 대한 개념도로 2 자유도를 가지고 있다. 실린더 블록과 피스톤은 X_0 축을 중심으로 회전하는 운동(φ)과 Z_0 축을 중심으로 회전하는 사판각의 회전운동(α)으로 구성된다.

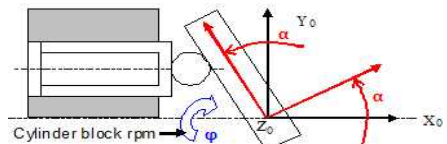
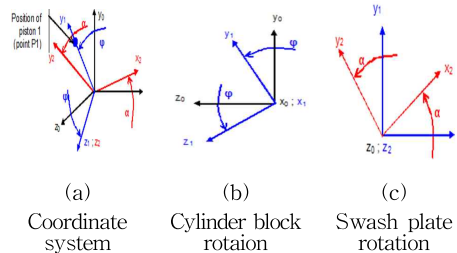


Fig. 2 Coordinate system in piston and swash plate



1번 피스톤과 사판각의 접촉(contact)은 x_2, y_2, z_2 축으로 정의할 수 있다. x_0, y_0, z_0 축의 P1은 식(1)로 표현할 수 있다.

$${}^iR = \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha\cos\varphi & \sin\alpha\sin\varphi \\ \sin\alpha & \cos\alpha\cos\varphi & -\cos\alpha\sin\varphi \\ 0 & \sin\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix} \quad (1)$$

$${}^2P_{P1} = \begin{pmatrix} 0 \\ R \\ 0 \end{pmatrix}, \quad {}^0P_{P1} = {}^0_2 P_{P1} = \begin{pmatrix} -R\sin\alpha\cos\varphi \\ R\cos\alpha\cos\varphi \\ R\sin\varphi \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$XP_{P1} = -R\sin\alpha\cos\varphi \quad (3)$$

4. 결론

본 논문은 가변 사판식 피스톤 펌프의 사판각에 따른 수학적 배경을 기구학적으로 설명을 하여 정리를 하였다.

(1) 1개의 피스톤 사판각에 대한 개념도를 기준으로 하여서 기구학적인 해석을 실시하여 정리를 하였다.

(2) 해석 모델을 기점으로 하여 피스톤 회전각과 사판각에 따른 유량의 유입 토출을 통하여 압력의 맥동값과, 서어지압력 값의 민감도 해석을 실시할 것이다.

후기

본 논문은 중소기업기술개발 사업 “대형트럭 TGS용 케이블 TYPE POWER SHIFT 국산화개발” 과제 수행연구에 의한 것입니다.

참고문헌

1. 윤영환, 장주섭 “가변사판식 액셀 피스톤 펌프의 동역학적인 해석”, 유공압건설기계학회 2012 춘계학술대회논문집
2. 노대경, 장주섭 “사판식 구동모터에 장착된 밸브의 설계민감도 해석”, 유공압건설기계학회 2012 추계학술대회 논문집
3. 김지홍, 조인성 “사판식 유압 피스톤 펌프의 실린더블록과 밸브 플레이트의 응력해석”
4. 장동혁, 이상규 “사판식 피스톤형 유압펌프에서의 실린더내 압력, 맥동, 소음에 관한 실험적 연구”, 유공압시스템학회지 제 6권 제3호 pp. 1~9, 2009년 9월

$$[\hat{X}_0 \hat{Y}_0 \hat{Z}_0] \xrightarrow{R_X(\varphi)} [\hat{X}_1 \hat{Y}_1 \hat{Z}_1] \xrightarrow{R_Z(\alpha)} [\hat{X}_2 \hat{Y}_2 \hat{Z}_2] \quad (4)$$

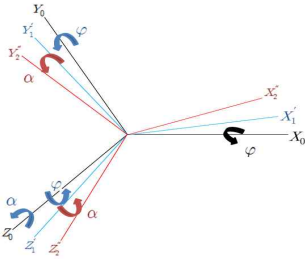
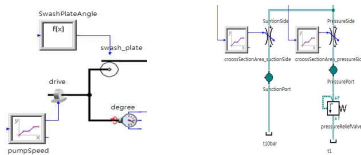


Fig. 3 Swash plate kinematics analysis

위의 계산과정들을 거쳐서 위의 그림 Fig. 3에서 보는바와 같이 사판식유압펌프의 수학적 이론을 기구학적으로 사판각의 각변화를 좀더 쉽게 접근을 해 보도록 하였다.

3. 피스톤 펌프 연구 방향

아래의 Fig. 4 는 위의 사판적 연구를 기반으로 하여 연구를 실시를 할 모델이다.



(a) Piston rotation (b) Inlet and outlet

Fig. 4 Single Piston for swash plate piston pump

위의 Fig. 4을 통하여서 민감도 해석을 실시할 예정이다. Fig 4 의 사판각을 가변적으로 지정후 피스톤의 회전각에 따라 흡입 및 토출의 개도조건을 설정이 가능하다.

유량의 급격한 흡입 및 토출은 압력의 맥동 현상 등 여러 가지 효율 측면에서 좋지 않은 결과를 나타낼 수 있다. 따라서 압력 맥동이나, 서어지 압력 등 효율등에 있어서 큰 영향을 나타내는 인자를 선택을 하여서 민감도 해석을 실시하여 맥동을 줄이는 연구를 실시할 예정이다.