

EHPS용 외접형 Gear펌프 개발

김지혜*, 이현권**, 김상천**, 김성관***

*공주대학교 기계공학과

**영신정공(주)

***공주대학교 기계자동차공학부

e-mail: kimsg@kongju.ac.kr

Development of the External Gear Pump for EHPS

Ji-Hye Kim*, Hyun-Kwon Lee**, Sang-Cheon Kim**, Sung-Gaun Kim***

***Division of Mechanical Engineering, Kongju National University

**Youngshin Precision Co., LTD

요 약

연비절감 및 조향감 향상을 위한 EHPS 시스템은 엔진 동력 기반의 HPS(Hydraulic Power Steering) 시스템과는 달리 탈 엔진형 조향 기술로써 동력원인 BLDC 모터, 고압펌프 일체형 모듈, 상용 HPS 시스템의 기본 유압회로, 조향계 시스템 및 BLDC 모터를 제어하고 최적 조향력을 생성하기 위한 로직이 포함된 ECU로 구성되며, 주요구성 모듈은 펌프부, 모터부, 제어부로 분류된다. 본 논문에서는 펌프부의 외접형 Gear펌프의 시제품 제작하였고 구동토크 측정실험의 Data를 통해 기존 EHPS용 Gear펌프와 비교평가를 하였다.

1. 서론

최근의 고유가 상황과 경제 위기를 직면하면서, 에너지 절감 및 고효율의 전장 부품산업의 육성에 대한 필요성이 더욱 절실해 지고 있으며, 지능형 차량 부품개발에 대한 필요성이 대두되고 있다. 연비절감과 조향감 향상을 위한 EHPS(Electric Hydraulic Power Steering) 시스템 개발은 하이브리드 차량과 전기자동차에서의 접목이 가능하며, 특히 고출력의 조타력이 필요한 상용차 기반의 기술 구축에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

들, 상용 HPS 시스템의 기본 유압회로, 조향계 시스템 및 BLDC 모터를 제어하고 최적 조향력을 생성하기 위한 로직이 포함된 ECU로 구성된다.

EHPS의 주요구성 모듈은 펌프부, 모터부, 제어부로 분류되며, 이 중 펌프모듈의 시장점유율은 Gear펌프 모듈이 70%이상 차지하고 있으며, Vane펌프는 일부 제품화 하고 있다. Gear형은 구조가 간단하며 특히 온도특성이 Vane형보다 유리하여 제품화에 널리 사용하고 있다.

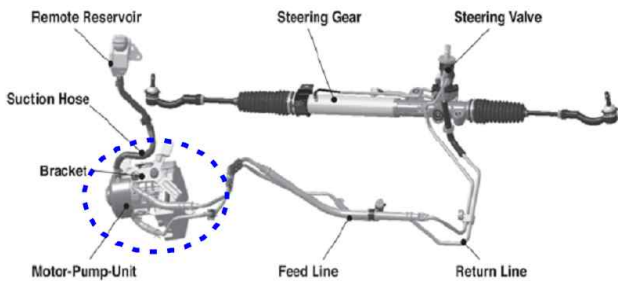
Gear펌프의 주요 장점으로 잔고장이 적고 이물질 및 오염에 강하며, 구조가 비교적 단순하여 가격이 저렴하다. 효율은 일반적으로 Vane펌프 대비 떨어진다고 알려져 있으나 최근 가공기술의 발달과 더불어 유사수준으로 발전되고 있다. 본 논문에서도 이점에 주목하고 Gear펌프를 제작하여 대상부품과의 비교평가를 실시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 기어펌프 구조 및 주요부품 기능

Gear펌프의 주요 부품 기능은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- Resonator Cover : 펌프의 Cover 역할, 펌프의 전달소음 최소화



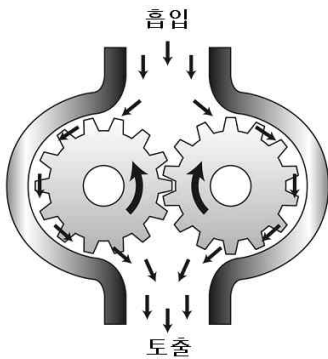
[그림 1] EHPS의 시스템 구조도

EHPS 시스템은 엔진 동력 기반의 HPS(Hydraulic Power Steering) 시스템과는 달리 탈 엔진형 조향 기술로써 동력원인 BLDC 모터, 고압펌프 일체형 모

- Gear Pump Body : Gear Pump본체의 기능, 고/저압 유로형성
- Gear Cover : 오일 유/토출부 가이드 기밀성 유지(오링)
- Gear Shaft Bushing : Gear Shaft 지지, Gear상/하면 흡동부 기밀성유지
- Gear Shaft : 회전에 따른 유압발생, 모터축과 연결 후 회전력전달
- In/out O-ring : 내/외부 공기차단, 유압에 대한 기밀성 유지
- Reservoir Tank Cover : 저압의 유량을 저장, 리턴 유량 저장
- Relief Valve : 펌프의 이상 고압이 발생시 저압으로 압력해소

2.2 기어펌프 구동원리

[그림 1]에서 보여지는바와 같이 입구 포트에서 기어가회전함에 따라 입구포트에는 구동기어이와 종동기어이 사이에서 체적이 급격히 증가함을 알 수 있다. 체적 증가는 진공압력을 발생시키고 이로 인해 탱크에 작용하는 대기압은 기름을 펌프로 밀어 올리게 된다. 그러면 작동유체는 기어의 이와 하우징 사이의 공간에 실려 출구로 운반되고, 중심 접촉점 이전에서 시어의 이는 다시 맞물리면서 유체는 밀려나가게 된다.



[그림 2] 기어펌프 구조

3. EHPS 펌프부 시제품 설계

유압장치는 단위중량당 동력이 크고 대량의 동력 전달이 용이하며, 직선운동과 회전운동을 용이하게 구연 할 수 있기 때문에 다양한 산업에서 사용되고 있다.

유압장치 중 유압동력원을 발생 시키는 유압펌프와 유압에너지를 기계적 동력으로 변화시키는 유압모터가 전체 유압시스템을 결정하는 핵심요소라 할 수 있

다. 현재 유압펌프의 종류는 크게 기어펌프, 베인펌프, 피스톤 펌프로 구분된다. 일반적으로 피스톤 펌프는 대용량 고효율 특성을 지니고, 기어펌프와 베인펌프는 상대적으로 고속회전이며 효율이 낮다고 알려져 있다.

기어펌프는 크기가 작고 제작이 용이하여 승용차의 유압동력원과 같이 소형 유압장치의 구동용으로 많이 사용되는데 대상차량의 기어펌프는 120 kgf/cm²를 상회하는 펌프로 구성되어 있다. 설계 목표인 토출유량과 토출압력으로부터 기어펌프의 체적을 결정하기 위한 설계 인자를 고려해야한다.

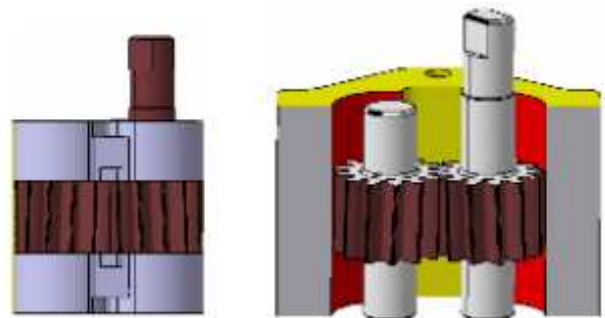
외접형 헬리컬 인볼류트치형 Gear펌프의 기본 이론토출량은 다음과 같다

$$V_{th} = 0.5 \times \pi d \times (d_{N1}^2 - a^2 - (t_0^2/3j) - (b^2 \times \tan^2 \beta_g/3)) \quad (1)$$

[표 1] 변수 및 단위

변수	단위
이끝원지름(d_N)	mm
중심거리(a)	mm
축직각단면 치형의 법선피치(t_0)	mm
잇폭(b)	mm
기초통상의 스파이럴각(β_g)	°

기어펌프 효율은 기어의 이 끝부분과 케이스 사이 그리고 기어 옆면과 케이스 사이에서 발생하는 누설용량과 점성마찰 손실에 의해 크게 좌우된다. 기어펌프의 효율을 향상시키기 위해서, 기어의 이 끝부분과 케이스 사이 간극을 검토하였다.



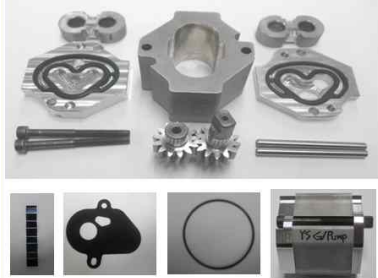
[그림 3] 기어펌프 3차원 구조

이러한 주요인자들을 고려하여 외접 Gear펌프를 [그림 3]과 같이 도식화하여 설계 표준화 작업을 진행하였다. 또한 기본 토출량의 변경 시 주요인자를 변경하여 설계 결과를 도출하게 된다.

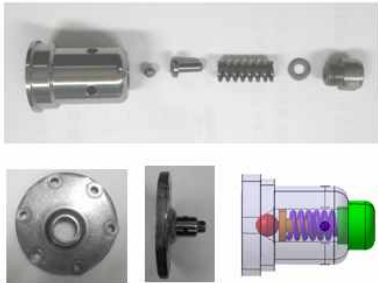
3.1 Gear Pump 시제품

이론 토출량을 기준으로 대상차종의 Gear펌프를

벤치마킹하여 각 잇수, 모듈압력각 등을 역산출해서 시제품을 설계, 제작하였으며, 제작된 시제품은 [그림 3]와 같다. [그림 4]은 Relief Valve는 압력조절밸브의 원리를 이용하여 독자적 모델로 시제작한 것이다.



[그림 4] Gear pump



[그림 5] Relief Valve

Gear펌프와 더불어 모터 시제품과 제어기는 별도의 참여기업에서 역할 분담하여 제작하였으며, 1차년도 EHPS 모듈시험의 기본은 A사의 펌프 Housing을 이용하여 각 핵심 요소 부품을 제작 후 조립하여 시험 평가 진행하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 Gear 펌프구동토크 측정시험기

EHPS Gear 펌프 구동토크 측정시험기는 크게 유압펌프, 모터, 제어부로 구성되어지고 작동원리는 모터가 유압펌프의 샤프트와 연결되어 유압펌프를 회전시켜 압력/유량을 발생, 제어부는 rpm, 압력, 오일 온도, 유량을 표시하고 압력제어는 수동 조절 가능하도록 구성되어져 있다.

Gear펌프의 유량 및 구동토크를 압력별로 측정이 가능하고 시험기의 전체적인 구성은 아래의 [그림 6]과 같다. 시험결과는 [그림 7]와 같이 측정할 수 있다.



[그림 6] 유량 및 구동토크 시험기



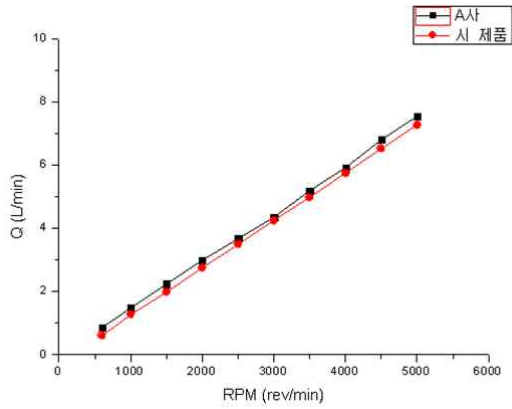
[그림 7] 성능 결과

4.2 Gear Pump 비교 시험 DATA

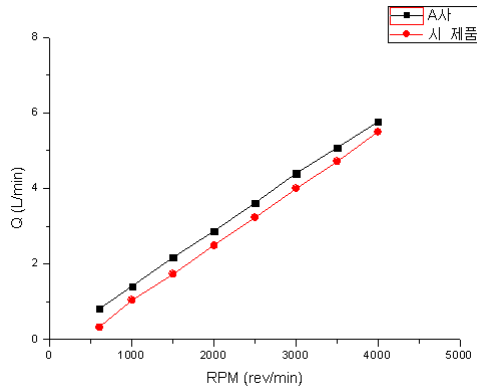
시제품으로 개발된 Gear 펌프의 전체적 성능평가를 위해 펌프 구동토크 측정시험기로 구동토크 및 유량을 측정하였다. 대상차량의 Gear펌프 샘플을 측정 한 결과 기본 토출량이 1.5cc/rev정도 되며 압력이 증가함에 따라 유량변화율이 적고, 압력상승 시 구동토크는 증가하는 특성을 가지고 있다. 시제품도 기본 토출량은 1.5cc/rev로 설계하였으나 압력이 증가 시에 유량의 감소폭이 대상차량 샘플에 비해 크게 나타나고 구동토크도 크게 발생되어지는 것을 볼 수 있다. 시험결과는 [그림8], [그림9]과 같다.

5. 결론 및 고찰

본 논문에서는 기어펌프 시제품을 제작하였고, 제품의 구동토크 측정 및 RPM별 토출유량실험을 통하여 A사의 기어펌프의 Data와의 비교평가를 실시하였다. 그 결과로 RPM별 토출유량이 A사 제품과 유사한 성능이 나타났으나, 향후 최적설계 기법적용을 통하여 우수한 성능의 기어펌프를 개발 할 수 있을 것으로 사료된다.



[그림 8] 압력 $P = 50\text{kgf}/\text{cm}^2$



[그림 9] 압력 $P = 100\text{kgf}/\text{cm}^2$

후기

본 연구과제는 지식경제부의 지능형 자동차 상용화 반 구축 사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 제우성, “CFD를 이용한 기어펌프 설계에 관한 연구”, 한국자동차공학회 2010년 부산울산경남지방 추계학술대회, pp. 9-140, 12월, 2010
- [2] 이중호. “회전용적형 기어펌프 유동의 2차원 수치 해석”, 유체기계공업학회, 제13권, 제5호, pp. 17-21, 10월, 2010
- [3] 송경석, “자동차 엔진용 오일펌프의 유동 시뮬레이션”, 한국자동차공학회 2006년 추계학술대회, pp. 152-158, 11월, 2006