

Involute 기어형식의 외접기어펌프 치형 설계

심보미, 최민한, 안진우, 제우성
경성대학교 메카트로닉스 공학과

Tooth Form Design of Involute Gear Type External Gear Pump

Bo Mi Shim, Min Han Choi, Jin Woo Ahn, Woo Sung Che
Dept. of Mechatronics Kyungsung Univ.

ABSTRACT

본 논문에서는 건설기계 및 운반기계, 차량의 유압장치(브레이크, 클러치 및 파워 스티어링 시스템)로 널리 사용되어지고 있는 외접기어펌프의 치형을 Involute 기어형식으로 설계하였다. 상용프로그램인 Pumplinx 프로그램을 통해 이 기어를 해석하여 효율 및 성능을 알아보았다.

1. 서론

현대 산업에서 외접기어 펌프(External gear pump)는 구조가 간단하고 값이 저렴하며, 고속운동이 가능하고 높은 효율을 얻을 수 있어 차량산업의 유압브레이크 클러치, 파워 스티어링 시스템 등 다른 산업 공정에서 광범위하게 사용 되어 지고 있다.

외접기어 펌프는 구동기어와 종동기어의 이가 맞물리는 압축공간에서 유체의 압력이 급격한 변화를 일으킨다. 이로 인해 토출포트에서 흡입포트로 토출유량 손실이 발생하게 되고 압축공간의 압력이 급격히 증가 하여 기구가 파손되거나 펌프의 운전이 방해하게 된다.

본 논문에서는 기어의 치형을 Involut 기어형식으로 하여 경제적이고 조립이 쉬운 펌프를 설계하고, 그 펌프에 대한 효율을 알아보고자 하였다.

II. 치형 설계

1.1 외접기어펌프의 구조

외접기어 펌프의 구성은 일반적으로 흡입구와 토출구, 2개의 기어가 위치할 수 있는 케이싱과 2개의 기어로 구성되어있다. 기어는 동력원으로부터 회전동력을 받는 구동기어와 구동기어에 맞물려 회전하는 종동기어로 구성된다. 구동기어는 구동축에 키로 체결되어 있다.

1.2 인벌류트 치형(The Involute Tooth Form)

원통면(기초원)에 실을 감아서 팽팽하게 잡아 당기면서 풀어 나갈 때 실의 한 점이 그리는 궤적을 인벌류트 곡선이라고 한다. 원통면을 기초원이라고하고 인벌류트 곡선을 따라 형성된 이가 인벌류트 치형(involute tooth)이다. 인벌류트 치형을 갖는 기어는 압력각 및 이의 크기(모듈)가 같아야 호환된다. 인벌류트 치형은 제작이 쉽고 조립이 쉬워 일반적으로 널리 쓰인다.

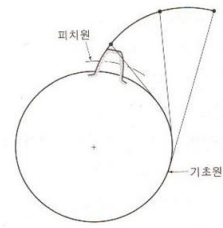


그림 1. 인벌류트 형곡선

Fig. 1 The Involute Tooth Form

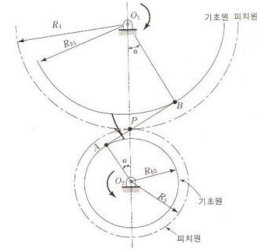


그림 2. 인벌류트형 외접기어 펌프의 동작원리

Fig. 2 The working principle of Involute Tooth Form

2.1 외접기어펌프의 구동원리

그림 3에서 보여지는 바와 같이 입구 포트에서 기어가 회전함에 따라 입구포트에는 구동기어와 종동기어 사이에서 체적이 급격히 증가함을 알 수 있다. 체적 증가는 진공 압력을 발생시키고 이로 인해 탱크에 작용하는 대기압은 기름을 펌프로 밀어 올리게 된다. 그러면 작동유체는 기어의 이와 하우징 사이의 공간에 실려 출구로 운반되고, 중심 접촉점 이전에서 기어의 이는 다시 맞물리면서 유체는 밀려 나가게 된다.

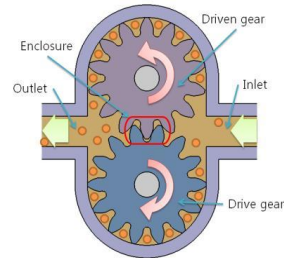


그림 3. 외접기어 펌프의 구조

Fig. 3 Driving principle of external gear pump

III. 특성 시뮬레이션

1.1 시뮬레이션 조건

구동 기어와 종속 기어는 인볼류트 곡선으로 이루어지며, 1 : 1 의 잇수비로 사용하였다. 외접기어펌프의 구동축에 연결된 구동기어와 종동축에 연결된 종동기어의 형상은 표 1과 같으며 운전조건은 표 2와 같다. 그림 12는 초기 흡입구와 토출구의 압력조건을 나타 내었다.

초기 흡입구 압력조건은 1kgf/cm²이고, 토출구 압력조건은 1001kgf/cm²이다.

표 1. 인볼류트 기어 수

table. 1 Dimensions of involute gear

parameter	value
module	6
number of teeth	14
pressure angle	25°
addendum coefficient	5.5885
dedendum coefficient	8.275
face width	40mm

표 2. 운전조건

table. 2 Operating condition

rotate speed	1200rpm
inlet hole size	7mm
outlet hole size	6mm

1.2 내부압력 시뮬레이션 결과

시뮬레이션에서의 기어펌프에서 구동 기어가 1회전할 때, 펌프 내부의 압력변화를 측정하기 위해 구동기어의 기어이 내부에 측정 포인트를 생성하였다. 측정은 기어 회전으로 인해 작동유체가 흡입구로부터 기어에 실려 다시 흡입구로 돌아오기 까지 변화하는 공간에 따른 압력 변화를 파악할 수 있도록 하였다. 즉, 압력의 측정 경로는 흡입구에서의 측정에 이어 기어와 케이싱사이의 압력 변화, 토출부의 압력, 폐입공간의 압력 순으로 측정 될 수 있도록 하였다

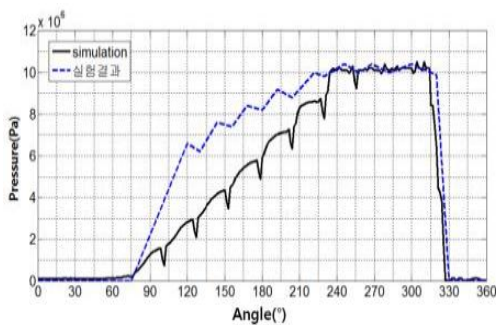


그림5. 실험결과와 시뮬레이션 내부 압력 비교

Fig 5. External pressure comparison

1.3 토출유량 시뮬레이션 결과

그림 6은 외접기어 펌프에서 기어가 회전할 때 발생하는 체적을 3D 모델링 툴을 이용하여 측정된 값을 유량으로 나타내었고, 동일한 조건의 외접기어 펌프의 시뮬레이션 유량 결과 값을 비교해 나타 내었다. 계산결과 기하학적 계산값의 평균유량은 2.0×10³ m³/s로 나타났으며, 시뮬레이션을 이용해 구한 평균유량은 2.4×10³ m³/s로 나타나 83%의 일률 을 보였다. 맥동의 변화의 위도 거의 일함을 보였다.

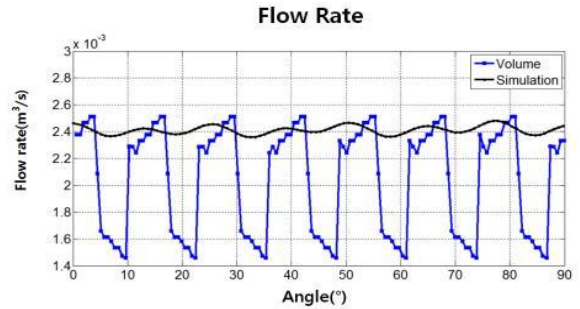


그림 6. 측정값과 시뮬레이션 유량 비교

Fig 6. Flow rate comparison

III. 결론

외접기어 펌프는 구동기어와 종동기어의 이가 맞물리는 압축공간에서 유체의 급격한 압력변화를 일으켜 캐비테이션 문제를 발생시켜 효율을 떨어뜨리고 기구를 파손시킨다.

본 논문에서는 인볼류트 기어형식의 외접기어 펌프를 설계 해보고, 시뮬레이션 결과 값을 보며 효율을 측정함에 의미를 두었다. 인볼류트 기어형식의 외접기어 펌프 설계 시, 설계가 쉽고 용이함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 타 연구에서 수행된 실제실험의 내부 압력값과 동일한 조건에서 이루어진 시뮬레이션 값과 비교하였고, 이론유량을 계산하여 시뮬레이션에서의 유량을 각각 비교하였다. 비교결과 실제 실험에서 발생되어진 내부압력 값과 이론 유량의 결과가 시뮬레이션과 거의 일치함을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] Shu Wang, Hisatoshi Sakurai, Aditya Kasarekar, "The optimal design in external gear pumps and motors", IEEE, pp. 1083 4435, 2010
- [2] PumpLinx, "AModelling Tool for Pump Designers", international Journal of Fluid Power 8, pp65 68, 2007
- [3] 홍장표, "기계설계 이론과 실제", 북스힐, 2007
- [4] Anthony Esposito , 유공압공학 , 사이텍미디어, 2009
- [5] 이동수 제우성 '릴리프 그루브 형상설계에 관한 연구', 2010