

고압 피스톤 펌프의 성능 향상에 관한 연구

박동식*

Analysis and Improvement of High Pressure Piston Pump

Park Dong Sik +

Abstract : The following instructions give you basic guidelines for preparing camera-ready papers for the Journal of the KOSME. We recommend you to use the HWP word processor.

Key words : Piston Pump(피스톤펌프)

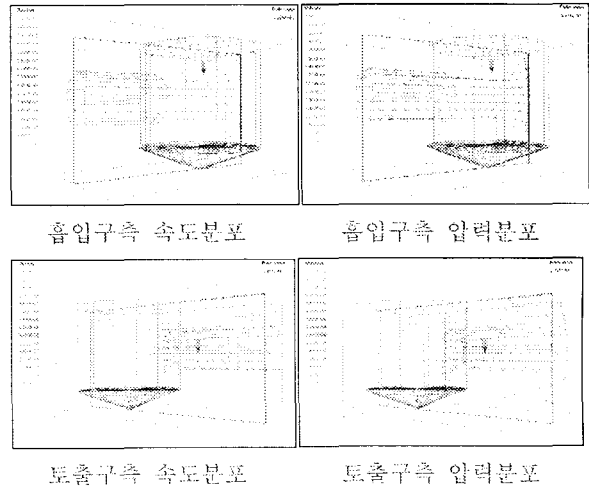
1. 서론

저압소량의 물을 고압의 물로 변환하는 장치로써 앞으로 그 수요가 계속 늘어날 것으로 전망되는 피스톤(플런저) 펌프는 일반 가정에서부터 산업 전체에서 널리 사용되고 많은 양의 고압 피스톤 펌프가 수입되고 있으나 국내에서의 고압 피스톤 펌프의 개발은 미비한 수준이다. 현재 당사에서 100 ~ 500bar 고압과 8 ~ 300l/min 의 다양한 펌프를 국산화 개발하여 국내 시장에 수입대체 효과를 높이기 위해 많은 노력을 하고 있습니다. 피스톤 및 플런저 펌프는 진동기, 내연기관과 같은 원동기와 직접 또는 감속크랭크를 이용하고 크랭크축의 동력이 충분할 경우 압력 변화가 크더라도 피스톤의 속도가 불변하면 일정량의 물의 수송이 가능하다. 이러한 펌프의 기계적인 부분에 관련된 기술은 이미 축적된 상태이며, 제품 설계 시 중요부위에 대하여 시뮬레이션(CFD)를 실시하여 문제점을 분석하였고 지금까지 연구해 온 내용을 기본으로 성능시험을 실시 피스톤 펌프의 문제점 및 개선점을 찾아내기 위한이다. 또한 동력을 발생시키는 모터도 피스톤 펌프에 최적화시키기 위해서 여러 항목을 측정하였다.

시뮬레이션(CFD)

피스톤 펌프의 설계에서 이론적으로 계산된 내용을 실제 제품으로 만들기 위해서 물이 들어오는 통로와 압축된 물이 지나가는 통로에 대한 계산을 수행하였다.

실린더 내에서 피스톤 (플런저)의 왕복 운동으로 압축이 이루어지는데 실린더 내에 물이 들어가는 것과 압축된 물이 나가는 것을 계산 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 하였다.



초기에 설정된 모델은 실린더 내의 2개의 포트 중 1개의 흡입구에서 물이 들어가고, 나머지 1개의 토출구에서 압축된 물이 분출되도록 하였다. 흡입구와 토출구에는 실제로 체크 밸브가 설치되어 유동의 순차적으로 개폐되도록 되어 있으나 계산에서는 일정하게 유동이 있는 것으로 가정하여 계산하였다.

2. 시험장치 및 방법

2.1 시험장치는 펌프의 특성과 성능 평가를 수행할 수 있도록 생산되는 모든 펌프를 시험할 수 있도록 시스템이 구성 되어 있다.

Fig.1과 Fig.2 및 Fig.3은 시험장치의 실제 사진과 개략도이다. 성능 시험은 KS B 6302 및 KS B 6308에 준하여 시험을 시행하였고, 그 시험장치도 규격에 맞게 제작 시험하였다.

* 박동식(디에이치엠(주)), E-mail: master@dh-m.co.kr, Tel: 032)527-5782

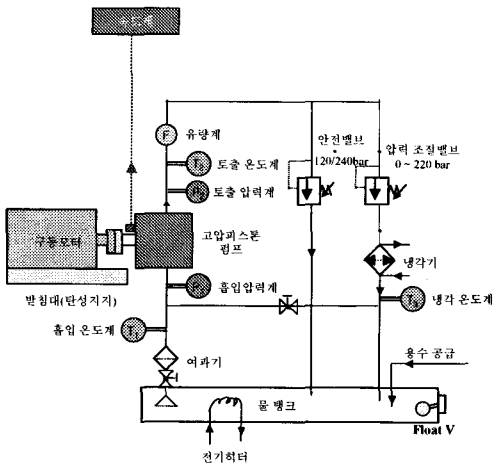


Fig. 1 Composition diagram of test apparatus

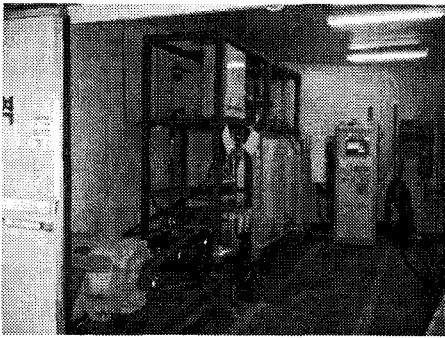


Fig. 2 Pump test room

펌프가 기동하게 되면 물탱크 → 피스톤펌프 → 토출 → 어큐뮬레이터 → 바이패스 → 물탱크 순으로 순환된다. 토출과 흡입관 및 물탱크 측에 압력계, 온도계 등 아날로그 방식과 디지털 방식의 계측기와 유량체크는 터보 유량계와 무게법을 이용한 방식으로 오차범위를 줄였으며 데이터는 PC로 전송일정 온도에서의 시험과 온도 변화를 주어 펌프의 성능 변화를 측정과 컨트롤 할 수 있도록 하였다.

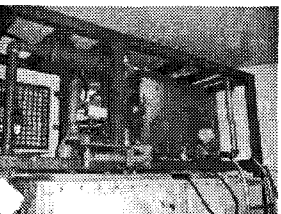
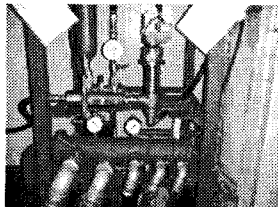
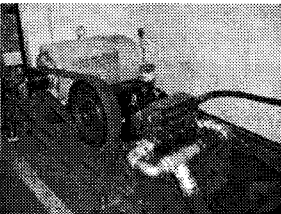


Fig. 3 The photographs of test apparatus

2.2 시험방법

시험 항목 : 전압력, 토출량, 회전수, 축동력

시험 액체 : 시험 원칙은 시방액체로 하지만 실험에서는 수돗물을 사용

시험회전수: 4극모터를 사용 V BELT로 동력전달을 하여 구동

측 정 점 : KS B 6308

회전수 또는 복행정수를 변화시킬 필요가 없을 경우에는 규정 회전수 또는 복행정수로 가능한 낮은 토출 압력에서 높은 압력까지 5종류 이상 각기 다른 토출 압력에 대하여 측정하고, 적어도 1종류는 규정 토출압력 보다 높은 압력으로 시험한다.

시험조건 :

- 가. 항온수조(유수 수조설치) - 유입수의 온도를 일정하게 유지할 것
- 나. 유입수조로부터 Pump 유입구 사이에 Filter장치를 할 것
- 다. 토출구로부터 배출된 물이 토출 수조와 유입수조를 지나는 동안 1, 2차 정화 장치(Filter)를 설치한다.
- 라. 유입, 유출 수조의 재질상의 문제점이 없을 것

3. 시험결과 및 고찰

시험장치의 신뢰성을 확인하기 위해 공인기관에 검교정 받은 아날로그방식과 디지털방식의 측정 장비로 비교 하였다. 예로 H series 중 성능 및 온도변화측정

Table 1 Experimental conditions

REGULATION ITEM	LIQUID : WATER	TEMPERATURE: 20 (°C)	SPEC. GRAVITY: 1.0	KINEMATIC VISCOSITY : 10-4 (cSt)	
	FLOW RATE	DIS. PRESSURE	SPEED	OUTPUT	FEED. PRESSURE
	171 l/min	190 bar	750rpm	65.0 kW	0.0 bar

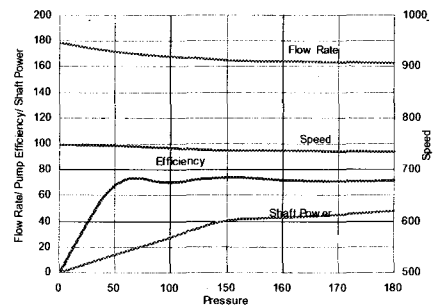


Fig. 5 Measured value

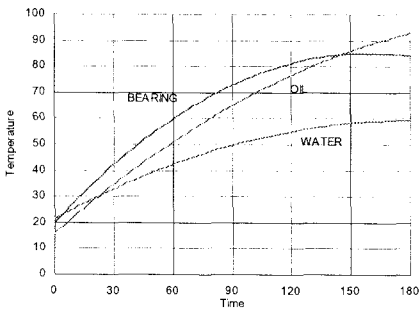


Fig. 6 Pump operation hour change of temperature

● 근본적으로 발생하는 현상

가. 도출유량의 부족요인

- 출입유량이 원활하지 않을때.
- 이물질이 체크밸브의 성능 저하

나. 케이스내부의 OIL 온도 상승요인

- 내부의 마찰열
- 30분간 공회전시 Head 내부의 온도상승
- Head 내부의 온도가 상승할경우 V-packing, Oil Seal 및 O-ring에 손상을 입힘

다. Pump Oil의 냉각요인

- 대기온도에 의한 펌프케이스 냉각
- 펌프헤드로 유입되는 냉수로 인한 냉각

● V-Packing

기술개발 피스톤 펌프에는 직압, 고압의 왕복운동에 적합한 V-packing을 사용하였다.

V-packing의 특징은 마찰저항이 크지만 내구성이 양호. 압력에 따라 여러장 겹치 사용가능하다는 것이다.

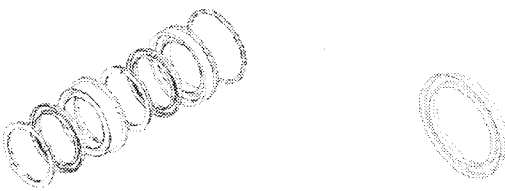


Fig.7 V-packing조립도

V-packing

4. 결 론

● 다양한 사양의 펌프를 개발하면서 여러부분의 기술을 축적하게 되었다.

1. 피스톤 펌프의 효율향상에 따른 부품연구 및 설계
2. Ceramic Piston 재질 개발
3. 고속, 고압에 따른 부품 내구성 연구 및 설계
4. 펌프 시험에 따른 이론 정립화
5. 펌프 실용화에 따른 정밀 제조 및 원가절감 기술
6. 성능 시험평가 기술 개발

또한 자체 개발로 EM, KR 등의 인증을 받은 제품들로 수입품과 비교할 때 성능에 대한 신뢰도를 높일 수 있었다.