

회전용적형펌프의 소방장비 적용에 관한 연구

김유식* · 노성왕 · 박종원 · 주종길 †

*한국국제대학교, 진명21(주)

A study on the applications of firefighting equipment in use of Rotary Positive Displacement Pump

Yoo-Shik Kim* · Sung-Wang Kno · Jong-Won Park · Jong-Kil Joo†

요 약

현재 소방장비에 적용되어지는 소방펌프를 살펴보면 원심펌프가 주류를 이루고 있으며 폼 약제 이송 장치와 같은 특수한 장비에 용적형펌프가 일부 사용되고 있다. 또한 국내 소방펌프의 형식승인 및 검정기술기준 또한 원심펌프 위주로 되어 있어 원심펌프 이외의 펌프를 소방장비에 적용하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 고압으로 대유량 방수가 가능하도록 개발된 회전용적형펌프의 방수성능을 기존의 원심펌프와 비교 테스트하고 그 결과를 분석하여 회전용적형펌프의 소방장비에 적용 가능성을 제시하고자 한다.

1. 서 론

역사적으로 소방펌프에 적용되었던 펌프의 종류를 살펴보면 초기의 소방펌프는 피스톤 펌프와 같은 왕복식 용적형펌프가 주류를 이루고 있었다. 이러한 왕복식펌프는 이후 기어 펌프와 로브 펌프와 같은 회전식 용적형 펌프로 발전하였으며 17C에서 19C에 이르기까지 가장 대표적인 소방펌프로 사용되어졌다. 용적형펌프가 고양정과 우수한 흡상(吸上) 성능을 가지고 있으므로 화재 진압에 있어 유리한 점이 많았기 때문이었다. 하지만 2차 세계대전을 거치면서 화재의 규모가 대형화됨에 따라 화재 진압을 위해서는 많은 방수량이 필요하게 되었다. 따라서 물을 사용하는 화재 진압용 소방펌프의 관점이 고압의 방수에서 대유량 방수로 바뀌게 되었고 이러한 결과로 비교적 간단한 구조로 대유량 방수가 가능한 원심펌프가 소방펌프의 주류를 이루게 되어 현재에 이르고 있다. 상대적으로 용적형펌프의 경우는 유체를 고압으로 미분무 형태로 방사하여 화재를 진압하는 미분무소화설비용 등과 같은 특수한 목적의 일부 소방분야에 적용되고 있다. 또한 국내 소방펌프의 형식승인 및 검정기술기준 또한 원심펌프 위주로 되어 있어 원심펌프 이외의 펌프를 소방장비에 적용하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 고압으로 대유량 방수가 가능하도록 개발된 회전용적형펌프의 방수성능을 기존의 원심펌프와 비교 테스트하고 그 결과를 분석하여 회전용적형펌프의 소방장비에 적용 가능성을 제시하고자 한다.

2. 펌프 종류별 특성 및 소방펌프 요구조건

2.1 원심펌프와 회전용적형펌프의 특성

원심펌프의 구동원리는 회전차(Impeller)를 빠르게 회전시킬 때 일어나는 원심력을 유체에 인가하여 유체에 압력을 발생시키는 원리를 이용한 펌프로 회전차와 펌프 케이싱 사이가 밀폐구조를 형성하고 있지 않다. 회전용적형펌프의 경우 서로 맞물려 연동하여 회전하는 2개 이상의 치차의 회전에 의해 발생하는 펌프케이스와 회전체간의 용적의 변화만큼 물을 유입하고 유출하는 구조로 되어있으며 로터와 펌프 케이스 사이가 밀폐 구조를 형성한다. 이러한 구조적 특성과 원리 차이로 원심펌프의 경우 많은 유량을 방수할 수 있는 장점을 가지고 있으나 방수 압력이 증가하면 급격하게 유량이 감소하는 특성을 가지고 있다. 회전용적형 펌프는 유체를 높은 압력으로 이송할 수 있으며 압력의 변동에 따라 유량이 변동이 적은 정량 토출이 가능하다. 또한 진공펌프 등 부수적 흡상장비가 필요한 원심펌프와는 달리 자체적으로 유체의 흡상이 가능하다.

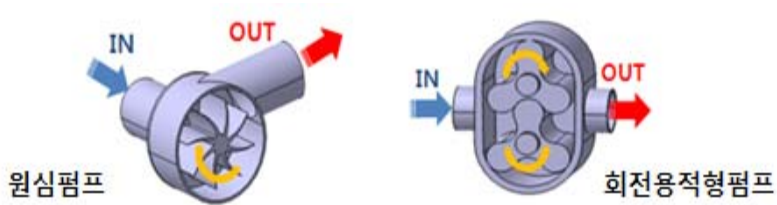


그림 1. 원심펌프와 회전용적형펌프의 구조

2.2 소방펌프의 요구조건

소방펌프는 고지대 주택가 및 고층빌딩 등 다양한 화재 발생지점 까지 화재를 진압하기에 충분한 물을 공급할 수 있는 송수능력이 있어야 하며 원거리에서 화재 심부까지 물을 도달 시킬 수 있는 방수능력을 필요로 한다. 아울러 물탱크 이외에 다양한 수원을 활용하기 위하여 유체를 흡입하여 끌어 올릴 수 있는 흡상 성능도 주요 요구 조건이라 하겠다.

3. 비교시험방법

본 연구에서는 현재 국내에서 이동용 소방펌프로 운용하고 있는 제품으로 가솔린 엔진에 의해 구동되는 일본 T社의 원심펌프와 진명21(주)에서 개발한 회전용적형펌프를 대상으로 비교시험 하였으며 시험항목으로는 소방펌프가 갖추어야 할 주요 요구성능인 방수압력과 방수량 그리고 펌프의 흡상 성능을 선정하였다. 아울러 관 마찰손실을 고려하여 펌프의 실제 송수능력을 확인하기 위하여 상용 40A 소방호스(1롤당 15m)를 이용한 송수 성능도 시험하였다.



그림2. 일본 T社 원심펌프



그림3. 진명2(주) 회전용적형펌프

3.1 원심펌프와 회전용적형펌프의 방수성능 비교

시험에 사용한 내부 작동유체는 상온의 물로 하였고, 흡수고는 원심펌프의 흡상성능을 고려하여 안정적으로 운전이 가능한 3 m로 하였다. 시험방법은 시험용 펌프를 압력조절 밸브와 유량계가 설치되어 있는 방수용 배관에 연결하고 엔진을 최대 출력을 가동시켜 펌프 rpm을 최대로 고정시키고 압력조절 밸브를 조작하여 펌프의 방수 압력을 무부하(無負荷) 상태에서 2 kg/cm^2 단위로 단계적으로 상승 시키며 최고 20 kg/cm^2 까지 시험을 수행하였다. 방수량의 측정은 방수 배관에 설치된 전자식 유량계를 이용 0.1L 단위까지 측정하였다.

3.2 원심펌프와 회전용적형펌프의 송수성능 비교

송수거리 비교시험의 경우 방수성능시험 과 동일한 운전조건으로 펌프를 구동시키고 펌프의 토출측에 상용 40A 소방호스를 연결하여 60 m 구간마다 방수량을 측정하였으며 최대 송수거리는 1,065 m 까지 수행하였다.

3.3 원심펌프와 회전용적형펌프의 흡상성능 비교

펌프의 흡상능력을 비교하기 위하여 펌프 흡입 배관측에 압력조절밸브를 설치하고 펌프를 최대 출력으로 가동시킨 상태에서 압력조절밸브를 조작하여 펌프 흡입측에 음압(陰壓) 즉 진공압을 증가시키며 25 mmHg 마다 방수량을 측정하였다.

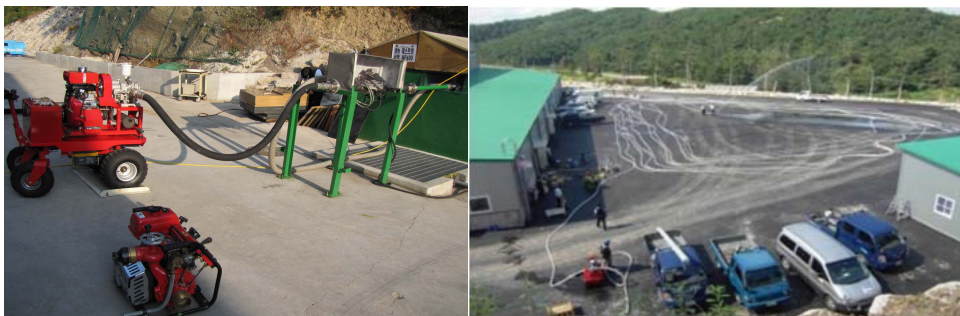


그림4. 방수압력 및 송수거리에 따른 방수량 비교

4. 비교시험결과

4.1 방수압력에 따른 방수량

비교 시험에 사용된 펌프의 무부하 방수시 방수용량의 차이가 있어 단순 방수유량을 비교하는 것은 의미가 없으므로 두 펌프의 방수량 감소율(%)을 확인하였다. 원심펌프의 경우 무부하 상태에서 방수압력을 증가시키에 따라 방수량이 감소하기 시작하였으며 압력이 4 kg/cm² 이후 급격한 방수량 감소를 보이기 시작하였다. 8.5 kg/cm² 이상 압력을 증가 시킬 수 없었으며 펌프 압력이 8 kg/cm² 때 방수량 감소율은 73%이었다. 회전용적형 펌프의 경우 방수압력이 증가함에 따라 상대적으로 소량의 방수량 감소를 보였으며 최종 20 kg/cm² 까지 압력을 증가시켰을 경우에도 10% 전후의 유량감소율을 확인할 수 있었다.

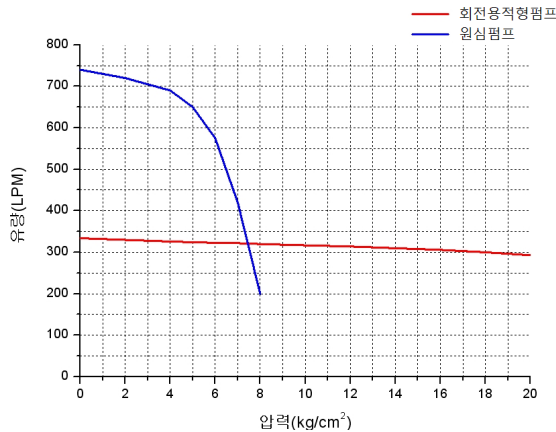


그림5. 압력변화에 따른 방수량

4.2 송수거리에 따른 방수량

펌프에 의해 이송되어지는 유체는 호스내부 마찰에 의한 압력손실이 발생하게 된다. 이는 펌프를 구동하는 엔진에 부하로 작용하게 되어 호스길이가 길어질수록 펌프의 방수량은 감소하게 된다. 원심펌프의 경우 40A소방호스로 1km를 송수하였을 경우 550 L/min의 유량감소가 발생하여 최대 방수량 대비 84 %의 유량감소율을 보이고 있다. 반면 회전용적형펌프의 경우 135 L/min 유량감소를 확인할 수 있었으며 유량감소율은 40%임을 확인할 수 있었다.

4.3 흡상성능 비교

펌프의 흡상성능은 펌프가 물을 끌어올릴 수 있는 능력을 말하며 펌프 흡입측에 진공을 형성함으로써 가능하다. 원심펌프의 경우 자흡(自吸)성능이 없으므로 진공펌프를 가동시켜 펌프 흡입구 위치까지 물을 끌어올려야만 한다. 진공압(mmHg)을 흡상고(m)로 환산하였을 경우 원심펌프는 흡상고 8 m에서 유량이 50% 가까이 감소하였고 회전용적형펌프의 경우 흡상고 9m 까지 유량감소율이 10% 미만이었다.

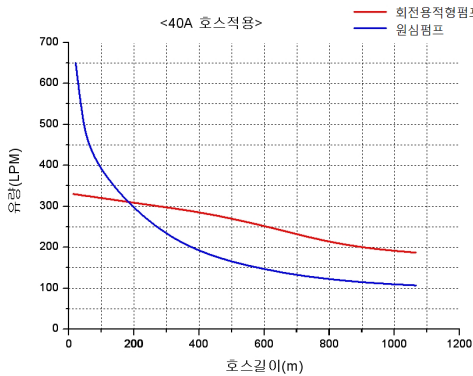


그림6. 송수거리에 따른 방수량

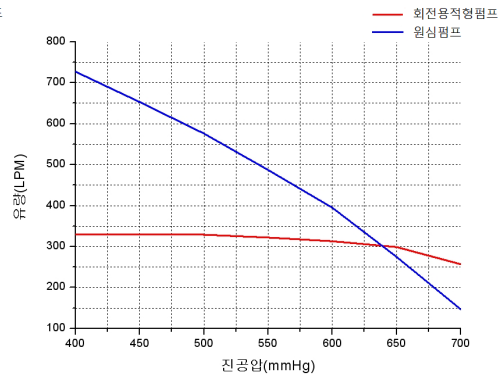


그림7. 흡상고에 따른 방수량

5. 결론

본 연구에서 국내 독자기술로 개발한 회전용적형펌프의 소방장비 적용 가능성을 확인하기 위하여 수행한 원심펌프와 성능 비교 시험 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 회전용적형펌프는 방수 압력 증가 시 원심펌프 경우와 같은 급격한 방수량 감소가 없다.
- 2) 회전용적형펌프의 송수 성능은 1km 이상 송수 시 원심펌프 대비 1/2의 방수량 감소율을 보인다.
- 3) 회전용적형펌프는 8 m 흡상고에서 원심펌프 대비 1/5의 방수량 감소율을 보인다.

현재 소방펌프로 운용중인 원심펌프와의 성능비교 시험 결과 소방펌프의 주요 요구 성능에서 우위를 나타내고 있으므로 당사에서 개발한 회전용적형펌프는 소방펌프로써 각종 소방장비에 적용이 가능하리라 판단된다. 아울러 회전용적형펌프의 성능을 효과적으로 검증하고 도입하여 실제 소방분야에서 운용하기 위한 시험기준과 시험세척 등의 마련이 시급하다 하겠다.

참고문헌

1. 김유식, (2005). “ 회전용적형 소방펌프 개발에 관한 연구 ” 한국화재소방학회 논문.
2. James F. Casey, (1974) “ Fire service hydraulics second edition ” Fire Engineering,
3. 미국EPA보고서“Carbon dioxide as a Fire suppressant:Examining the Risk”, 2000.
4. WMA(International Water Mist Association) E-mail/Oct 2004
5. 허만성, (2011). “ 소방유체역학 ” 통일출판사.