

# 용적형 펌프를 추가한 소방자동차용 소방펌프의 성능 인정기준에 관한 연구

한용택 · 성기찬\* · 민세홍\*\*†

한국소방산업기술원, \*제이엠모터스, \*\*가천대학교 소방방재공학과

## Fire-fighting Pump Approval Standard for Fire-fighting Trucks with an Additional Positive Displacement Pump

Yong-Taek Han · Ki-Chan Sung\* · Se-Hong Min\*\*†

Korea Fire Institute

\*JM Motors

\*\*Dept. of Fire & Disaster Protection Engineering, Gachon Univ.

(Received January 6, 2016; Revised February 17, 2016; Accepted February 18, 2016)

### 요 약

본 연구는 2012년도에 제정된 원심펌프 기준에 바탕을 둔 소방자동차용 소방펌프의 성능 인정 기준에 각종 초고층 건물의 화재 및 대형화재에 대비하기 위한 고압 및 대용량의 방수 능력을 가진 용적형 펌프의 인정기준 추가에 관한 내용이다. 용적형 펌프의 실험을 바탕으로 V-1, 2, 3급의 3가지에 대한 성능에 대하여 인정기준을 제정하였으며 펌프의 효율은 원심펌프형과 동일한 65% 이상의 성능을 요구하는 인정기준이 포함 되었다. 방수압력은 1.5 MPa~2.5 MPa 사이의 값을 유량은 최소 0.31 m<sup>3</sup>/min에서 최대 3.0 m<sup>3</sup>/min의 방수량의 성능을 요구하는 것으로 제정되었다. 또한, 구조적으로 체절압력을 조절해야하는 용적형 펌프 특성상 릴리프 밸브에 대한 부분이 추가되었으며 이물질로 인한 펌프 내부의 파손을 방지하기 위한 스트레이너 설치 및 진공펌프 없이 작동하는 용적형 펌프와 원심펌프와의 차이점을 포함하고 있다. 이와같은 용적형 펌프의 인정기준 부분 추가로 인하여 초고층 빌딩 및 대형화재에서의 화재진압에 있어서 보다 다양한 화재 진압용 소방 장비의 선택과 능동적인 대응을 할 수 있을 것으로 기대되며, 이와같은 인정기준은 2016년 1월 제정되었다.

### ABSTRACT

Positive displacement pumps with high pressure and water capacity are used large fires in various high-rise buildings. This study provides information for a performance approval standard of fire pumps for fire trucks based on centrifugal pump standards enacted in 2012. An experiment was conducted with a positive displacement pump for three levels of performance from the approval standard (V-1, 2, and 3). The efficiency of the pump was included in the reference, which requires the approval of 65% performance, the same as a centrifugal pump. The water pressure is between 1.5 and 2.5 MPa, and the required flow rate was established as at least 0.31 m<sup>3</sup>/min and up to 3.0 m<sup>3</sup>/min. A relief valve was added to adjust the shut-off pressure due to the structural characteristics of the positive displacement pump. A strainer was also installed to prevent damage to the inside of the pump due to foreign matter. However, the strainer includes a difference from the positive displacement pump to operate without a vacuum pump and the centrifugal pump. This is due to the additional approval standard portion of the positive displacement pump, which is expected to be selected for more variety of fire-fighting equipment and proactive responses to fire suppression in a high-rise buildings and large fires. In conclusion, this approval standard was enacted in January 2016.

**Keywords :** Centrifugal pump, Positive displacement pump, Approval standard, Fire truck

## 1. 서 론

소방에서 사용되고 있는 소방용 펌프는 엔진 및 모터와 같은 구동수단의 동력을 이용하여 소방용 유체를 전달하는 기기로, 밀폐되지 않은 조건에서 에너지의 전환이 일어

나는 비용적형 펌프와 밀폐된 조건에서 에너지의 전환이 일어나는 용적형 펌프로 구별된다<sup>(1,2)</sup>. 비용적형 펌프는 토출유량이 증가함에 따라 토출압력은 감소하는 것으로, 구조에 따라 원심펌프, 사류펌프, 축류펌프 등이 있다. 그리고 용적형 펌프는 토출유량이 부하압력에 관계없이 일정

†Corresponding Author, E-Mail: shmin@gachon.ac.kr  
TEL: +82-31-750-5714, FAX: +82-31-750-8749

ISSN: 1738-7167

DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2016.30.1.104>

한 값으로 수렴되는, 피스톤 펌프, 플런저 펌프, 기어펌프, 나사펌프, 베인펌프 등이 있다<sup>(3)</sup>.

현재 소방용에서 사용되는 대표적인 비용적형 펌프인 원심펌프를 가장 널리 사용되고 있다<sup>(4,5)</sup>. 이와 같은 소방 펌프의 특성을 살펴보면 소방펌프는 토출량이 매우 가변적이며 펌프의 토출량이 정격점보다 지나치게 작을 경우 양정이 급상승하며 펌프의 토출량이 정격점을 초과할 경우 양정이 하락하는 특성을 가지고 있으며, 소방펌프의 성능 조건으로서는 체절양정은 정격양정의 140%를 초과하면 안되며, 정격토출량의 150%로 운전 시 토출압력은 65% 이상이어야 하는 조건을 가지고 있다. Figure 1에서는 원심펌프의 내부 모습과 양정과의 관계로 나타낸 곡선을 보여주고 있다<sup>(6)</sup>.

이와 같은 소방펌프의 선정으로서는 크게 양정, 펌프압력, 토출량 및 효율을 고려하여 소방펌프의 용도에 따라서 선정되고 있다. 간략히 살펴보면 양정은 펌프가 중량당 유체에 가해 주어야 하는 에너지 수두를 말하는 것으로서 펌프의 전양정은 실양정에 손실수두와 환산 소요 수두를 합한 값을 말하며, 흡입양정은 이론값은 10.33 m이나 실제로 손실수두를 고려하여 최대 5~6 m 정도의 값을 말하고 있다.

펌프압력은 토출측과 흡입측으로 구분되어서 사용되고 있으며 토출측은 압력계로 측정하고 있으며 양의 값을 사용하고 있고, 흡입측은 연성계로 측정하고 있으며 부의 값을 사용하고 있다. 그리고 토출량은 단위시간에 방사되는 유량의 값을 말하며 펌프의 종류, 형식, 구경에 따라 차이를 보이고 있다. 또한 토출량의 결정은 층별 소화전 기준 수량에 따라 달라지고 있다. 마지막으로 효율은 축동력과 수동력의 비율에 의해 계산되어지며, 통상 소방펌프의 효율을 65% 이상의 효율 값을 요구하고 있는 실정이다<sup>(7)</sup>.

반면에 용적형 펌프를 살펴보면, 흡입밸브와 송출밸브를 장치에 일정한 체적을 갖는 실린더 내부를 피스톤, 플런저 또는 버킷 등의 왕복 운동에 대하여 실린더 내부를 진공으로 만든 후 액체를 흡입하고 이에 용적의 이동 변화를 통하여 소요의 압력을 가함으로서 액체에 정압력에너지를 공급하여 송수하는 펌프이다<sup>(8)</sup>.

이와 같은 용적형 펌프의 장점을 살펴보면, 진공펌프 없이 물을 흡수 할 수 있으므로 소형이면서도 많은 유량과 높은 양정에 적합하며 저속회전 및 고속회전에서도 우수한 성능을 발휘할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한, 용적의 변화를 이용한 펌프이므로 높은 효율로 작동하며 저속회전 또는 고속회전에서도 효율의 저하가 일어나지 않을 뿐만 아니라 완전평형 회전을 형성하고 있기 때문에 고속회전에서도 구성부품의 회전 불평형에 의한 진동 발생이 현저하게 감소시킬 수 있다. 또한 저속회전과 고속회전에서도 형식이 틀린 기존의 원심 펌프에서 발생하는 단점을 보완할 수 있기 때문에 넓은 범위의 용도에 맞는 펌프로서의 고성능을 발휘할 수 있는 장점을 가지고 있다<sup>(9)</sup>.

그러나, 기존의 원심펌프에서의 체절압을 방지하는 기술이 명확히 개발되어지지 않았으며, 이물질이 펌프내에 들어가게 되면 기어의 나사면에 심각한 손실을 가져오는 문제점을 가지고 있고, 현재 2.0 MPa까지 인정기준을 통과한 소방호스의 압력을 초과하게 될 경우 그에 따른 기준부재에 따른 부수적인 문제가 해결되지 않은 점을 가지고 있다<sup>(10)</sup>.

한편, 소방자동차용 소방펌프로 사용되고 있는 원심펌프는 무부하에서는 유량을 만족할지 몰라도 압력이 1.5 MPa 높아질 경우, 유량은 급격하게 감소하여 펌프로서 기능을 다하지 못하는 경우가 많다. 또한 최근 들어서 고층빌딩의 화재 진압, 산불 진화, 대형화재 진화, 각종 실내 화재발생 시 외부에 설치된 유리 등을 파괴하기 위한 힘과 소방대원 및 장애물 극복을 위한 긴 방사거리 등을 확보할 수 있게 고압과 대유량을 요구하는 경우가 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 그리고, 높은 방사압력을 낼 수 없는 경우에 방사거리가 짧아지게 되어 소화장비 및 소방대원들이 화재에 더욱 가까이 다가가 진압에 나서야 함으로 위험에 쉽게 노출되게 되고, 매우 높은 압력에서 화재진압을 할 수 있는 장비의 사용시 소량의 방수가 사용되기 때문에 국부적인 화재 진압에서만 사용할 수밖에 없어 위에 언급된 대형화재는 진압할 수 없는 단점을 가지고 있다. 결국 높은 압력을 낼 수는 있지만 유량이 부족하여 국부적인 곳의 화재만 진압이 가능하다.

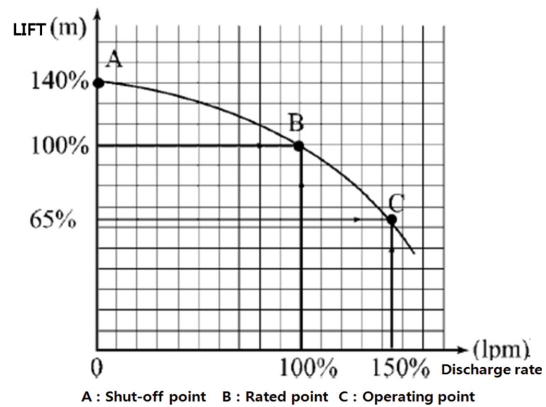
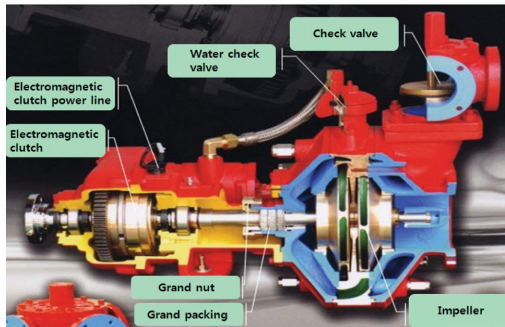


Figure 1. The structure of centrifugal pump and characteristics.

따라서, 원심펌프에 대한 기술개발 수준이 어느 정도 한 계상황에 도달해 있어 획기적인 구조 변경이 없는 한 새로운 적용 범위에 대해서는 다른 형태의 펌프가 요구되고 있는 현실적인 상황이며, 이에 대한 보완책으로 용적형 펌프가 매우 효과적으로 현재의 단점을 보완할 수 있을 것이라 판단된다.

이와 같은 필요성에 따라서 원심펌프로만 구성된 2012년 제정된 소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 인정기준<sup>(11)</sup>에 보완성을 가진 용적형 펌프를 추가한 인정기준을 재정립할 수 있었으며, 본 연구에서는 소방펌프의 성능에 관한 기준의 재정립 과정을 고찰하였다. 향후 소방자동차에 사용되는 국내의 원심펌프와 진공펌프 조합 시스템에 추가적으로 국내 소방자동차용 소방펌프 시장 및 화재진압에 다변화 시킬 수 있는 새로운 전환점이 될 것으로 기대된다<sup>(12)</sup>.

## 2. 용적펌프 특성 및 인정기준 제시

### 2.1 용적펌프 특성

회전식 용적펌프는 로터의 회전에 의한 주기적인 용적의 변화를 이용하는 펌프 방식으로서 고압, 고유량을 동시에 만족하며 로터의 저속 및 고속 회전에 따라 큰 변화 없이 일정하게 상대적으로 높은 펌프 효율을 유지할 수 있는 장점을 가지고 있는 물 공급 장치이다.

펌프의 역학적 성능에 영향을 미치는 중요한 설계 변수로는 로터의 직경 및 폭, 로터 회전수, 로터의 기어 형상, 기어수, 로터의 조합 등이 주요 영향을 미치며, 펌프소음 및 맥동 압력에 가장 큰 영향을 미치는 설계 변수로는 헬리컬 각도, 로터 선형 및 로터와 케이싱 사이의 간극 크기, 유로 형상과 로터 회전과의 상호간섭 등이 있다. 이 중 펌프의 역학적 기능적 설계 변수들은 요구되는 성능 조건에 의해 일차적으로 결정되고 있다. 특히, 일반적인 원심펌프와 달리 진공펌프의 별도 설치 없이 고도의 자흡 성능을 발휘하며, 비교적 단순한 구조로 인하여 경량화 및 소형화

가 가능한 특성을 갖는다. 이러한 회전식 용적형 펌프는 기어 형상의 주축로터와 종축로터로 구성되며, 로터 단면 형상은 일반적으로 사이클로이드 곡선을 적용하여 설계하게 된다. 동일한 크기를 갖는 로터 한 쌍의 치합으로 구동하는 방식으로 비교적 단순한 구조임에도 불구하고 고압의 토출 능력과 높은 자흡 능력을 보유함으로써 고성능의 유체이송능력을 필요로 하는 넓은 범위의 각종 유체 기계에 유용하게 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다<sup>(13)</sup>.

### 2.2 현 소방자동차용 소방펌프의 성능기준

현재 소방자동차에 장치하여 화재를 진압하는데 사용하는 소방펌프의 주요성능에 관한 시험기준과 방법에 관한 기준은 2012년 제정된 제 105호 ‘소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 인정기준’을 사용하고 있으며, 순수히 원심펌프로의 기준으로만 이루어져 있다. 여기에서 말하는 소방자동차용 소방펌프는 자동차의 차대에 고정되어 기관과 연결되어 사용되는 소방펌프를 말하고 있으며, 기존의 소방펌프 인정기준에 대한 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

기존의 원심펌프의 인정기준은 크게 단독성능을 포함한 방수성능, 내구성능, 내압성능 및 진공펌프 성능으로 구성되어 있으며, 기존 기준은 원심형 펌프에 대한 기능위주의 기준으로 구성되어 있으며 용적형 펌프인 경우에는 고압의 특성상 기존의 효율기준을 만족하기 어려운 기준으로 되어있다.

Table 1에서는 원심펌프에 대한 방수성능과 효율에 대한 표를 보여주고 있으며, 효율은 65% 이상의 값을 요구하고 있는 것을 알 수 있다.

### 2.3 용적펌프 실험 및 효율산출

용적펌프의 소방용 소방펌프 인정성능시험을 진행하기 위한 실험을 KS B 6307 한국산업규격의 ‘기어펌프 및 나사펌프의 시험 및 검사방법’에 준하여 실험 및 효율을 산출하였다<sup>(14)</sup>.

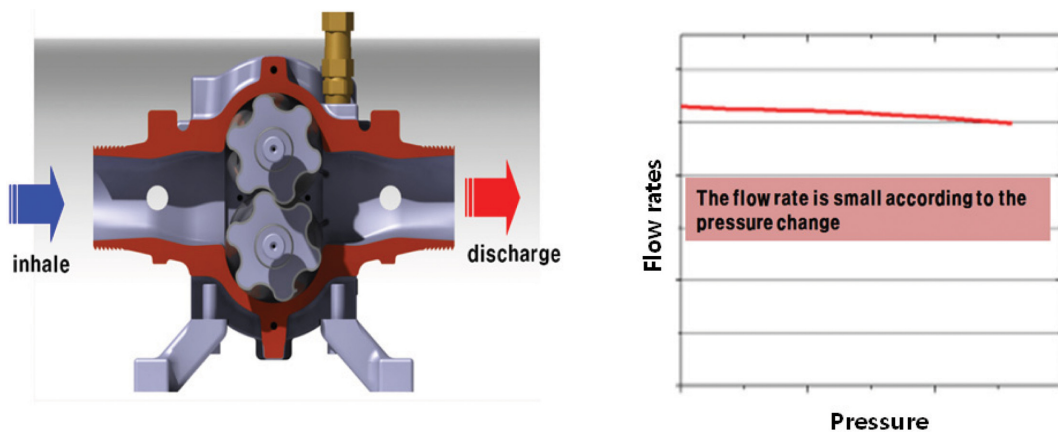
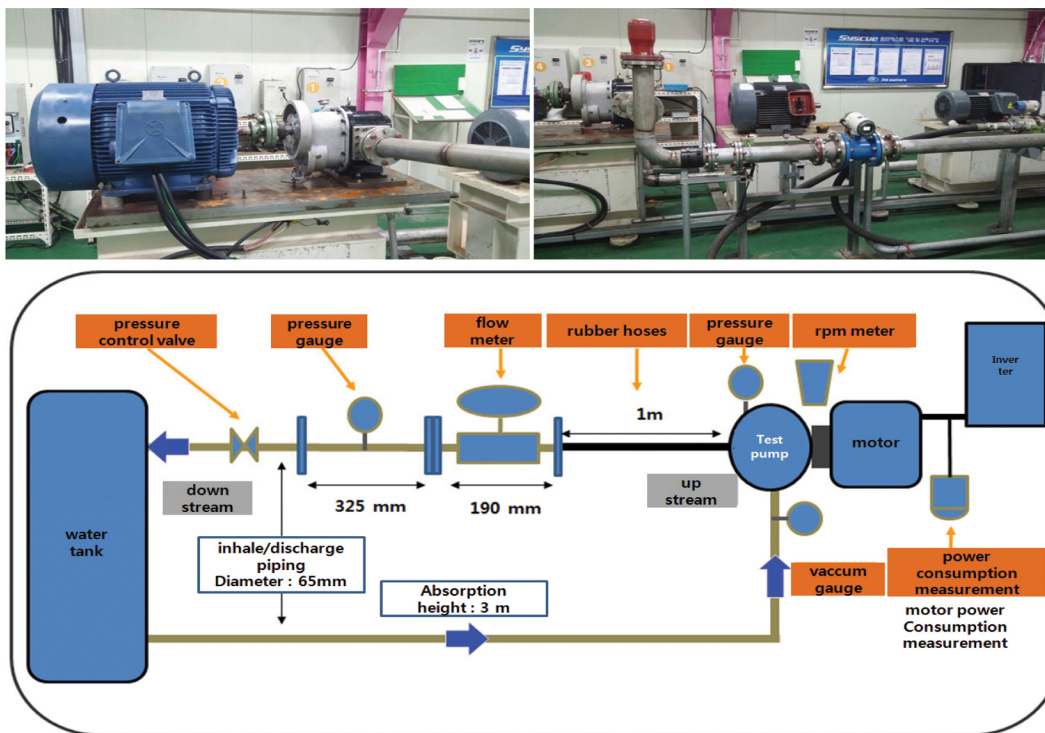


Figure 2. The photo of positive displacement pump and characteristics.

**Table 1.** The Fire-fighting Standard Centrifugal Pump Certification Table of Discharge Performance and Efficiency

Pump class	Discharge performance				Efficiency (%)
	Standard discharge performance		High-pressure discharge performance		
	Standard discharge pressure (MPa)	Standard discharge quantity (m <sup>3</sup> /min)	High-pressure discharge pressure (MPa)	High-pressure discharge quantity (m <sup>3</sup> /min)	
A-1	0.85	2.8 (more than)	1.4	2.0	65 (more than)
A-2	0.85	2.0 (more than)	1.4	1.4	
B-1	0.85	1.5 (more than)	1.4	0.9 (more than)	
B-2	0.7	1.0 (more than)	1.0	0.6 (more than)	
B-3	0.55	0.5 (more than)	0.8	0.25 (more than)	
C-1	0.5	0.35 (more than)	0.7	0.18 (more than)	
C-2	0.4	0.2 (more than)	0.55	0.1 (more than)	



**Figure 3.** The photo of experimental pump test bench and schematic diagram.

용적펌프는 Figure 3과 같이 모터와 커플링에 의해 직결 되었으며, 장착되는 펌프 축과 모터 축은 측정장치를 이용 정렬하였다. 시험 시작전 대기온도, 수온, 습도 등을 확인 기록하고 시험성적서 상에 시험일자, 시험자, 시험펌프 형식 등과 같은 일반 기재 사항을 기록하였으며 압력계, 유량계, 온도계 등 측정장비 및 데이터 처리장치가 정상 작동하는지 확인 점검하였다. Figure 3과 같이 실험장치를 구성하여 실험을 진행하였으며 측정값들은 데이터 처리장치를 통하여 실시간 저장 및 처리하였고, 측정된 압력과 유량, 소비전력을 이용 펌프의 효율을 계산하였다. 그리고, 소방펌프의 운전상태는 펌프를 가동시켜 최대 유량을 토출할 때 유량 및 압력의 변동이 1.5% 이하가 되는 운전상

태를 말하며 통상적으로 펌프 가동 후 3분 이후 시험을 개시하여 정상 운전상태에서 데이터를 확보하였다. 펌프의 단독성능 시험에서의 측정항목으로는 회전속도, 펌프압력, 방수압력, 소비전력, 방수량, 진공압력등의 항목이 있고, 단독성능 시험시 계산항목으로는 전양정, 수동력, 펌프 축동력 및 효율 값 등이 있다. Figure 3은 용적펌프의 성능 시험의 실험 세팅 사진 및 개략도를 보여주고 있다.

한편, 소방펌프의 효율 계산시, 원심펌프의 효율 산출은 현재 65% 이상의 효율을 요구하고 있으며 아래의 Table 2와 같이 KS 산업규격에 따라 다른 계산식에 의하여 산출하였고, 용적펌프에서도 원심펌프와 동일하게 65% 이상의 효율 값을 만족시키는 것을 요구하는 것이 타당하다고

**Table 2.** The Efficient Calculation Method of Centrifugal Pump and Positive Displacement Pump

Centrifugal pump (KS B 6301:Korea standard)	Positive displacement pump (KS B 6307:Korea standard)
- Efficiency: $\eta = \frac{W.P.S}{B.P.S} \times 100$ W.P.S: Water horse power (PS), B.P.S: Driving power (PS) - W.P.S = $\frac{Q \times 10T.H}{0.45}$ Q: Discharge quantity (m <sup>3</sup> /min), T.H: Total head $Q = \frac{0.653D^2 \sqrt{10P}}{1000}$	- Efficiency: $\eta = \frac{L_w}{L} \times 100$ L <sub>w</sub> : Water power (Kw), L: Brake horse power (Kw) $L_w = \frac{1}{60 \times 10^3} \rho g Q H$ Q: Discharge quantity (m <sup>3</sup> /min), H: Total head

판단하여 효율의 기준을 정하는 값으로 참고하였다.

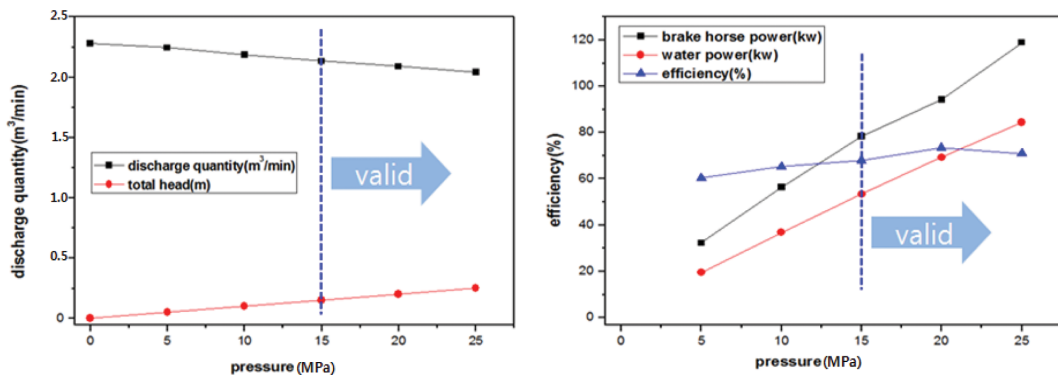
### 3. 실험 결과 및 개정 결과

#### 3.1 용적펌프 실험 및 측정 결과

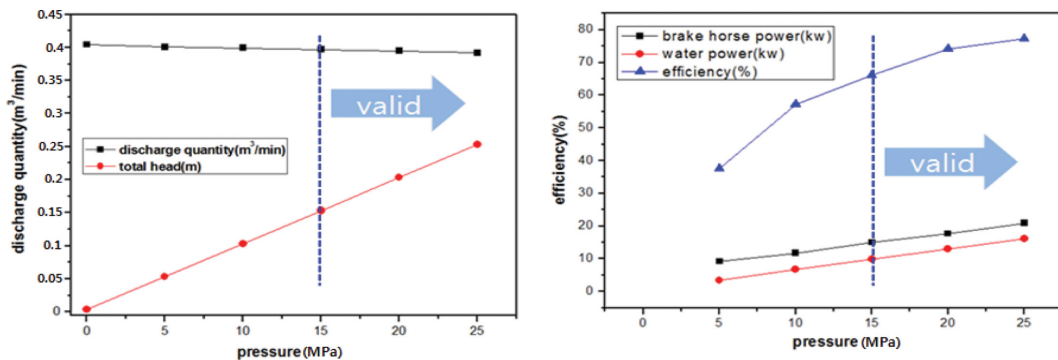
용적형 펌프는 모터의 회전속도를 고정시키고 압력을 변화시키며 그에 따른 토출량과 축동력의 변화를 측정하여 효율을 구하였으며, 성능 곡선상에 변수로 압력을 두고 압력변화에 따른 펌프 회전수, 방수량, 축동력, 효율등의 변화량을 측정하였다<sup>(15)</sup>.

Figure 4의 결과는 Table 3에 설명될 V-2급 용적형 펌프

를 압력에 따른 유량과 전양정, 축동력 및 수동력에 따른 펌프의 효율결과를 보여주고 있다. 유량은 용적펌프의 전형적인 특성곡선 즉, Figure 2와 같이 펌프 가동 초기부터 2.0 이상의 유량이 토출되고 있으며, 그 후 압력에 따라 조금씩 감소하는 경향을 보여주고 있다. 그리고, 전양정의 경우 압력의 증가에 일정하게 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 축동력과 수동력 역시 일정하게 증가하는 것을 확인할 수 있으며 효율의 경우 1.5 MPa 이상부터 65%의 효율을 만족하는 것을 확인할 수 있다. 이와같은 결과는 전형적인 고회전 및 고압의 경우 급격하게 효율이 증가하는 용적형 펌프의 전형적인 특성을 잘 만족하는 결과를 보여주



**Figure 4.** The experimental results of discharge quantity, total head and efficiency according to the pressure.



**Figure 5.** The experimental results of discharge quantity, total head and efficiency according to the pressure.

**Table 3.** The Fire-fighting Standard Positive Displacement Pump Certification Table of Discharge Performance and Efficiency

Pump class	Discharge performance				Efficiency (%)
	Standard discharge performance		High-pressure discharge performance		
	Standard discharge pressure (MPa)	Standard discharge quantity (m <sup>3</sup> /min)	High-pressure discharge pressure (MPa)	High-pressure discharge quantity (m <sup>3</sup> /min)	
V-1	1.5	3.0 (more than)	2.5	2.7 (more than)	65 (more than)
V-2	1.5	2.0 (more than)	2.5	1.8 (more than)	
V-3	1.5	0.35 (more than)	2.5	0.31 (more than)	

고 있는 것을 알 수 있다.

Figure 5의 결과는 Table 3에 설명될 V-3급 용적형 펌프를 압력에 따른 유량과 전양정, 축동력 및 수동력에 따른 펌프의 효율결과를 보여주고 있다. 유량은 용적펌프의 전형적인 특성곡선 즉, Figure 2와 같이 펌프 가동 초기부터 0.4 이상의 유량이 토출되고 있으며, 그 후 압력에 따라 조금씩 감소하는 경향을 잘 보여주고 있다. 그리고, 전양정의 경우 압력의 증가에 일정하게 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 축동력과 수동력 역시 일정하게 증가하는 것을 확인할 수 있으며 효율의 경우, 1.5 MPa 이상부터 65%의 효율을 만족하는 것을 확인할 수 있다.

**3.2 용적펌프 추가 소방펌프 성능 인정기준 개정 결과**

이와 같은 실험방법의 절차 및 결과를 통하여 용적펌프가 추가된 소방자동차용 소방펌프의 성능 인정기준의 개정이 새롭게 제정될 수 있었으며, 변경된 인정기준의 주요내용을 살펴보면 다음과 같다. 기존의 원심펌프의 방수 성능에 용적형 펌프 3가지(V-1, V-2, V-3)급의 3가지 용적형 펌프의 성능이 Table 3과 같이 추가 제정 되었으며, 체절압을 고려한 내압성능에 대한 부분이 추가되었다<sup>(16)</sup>.

V-2급 용적형 펌프의 인정기준은 1.5 MPa의 방수 압력으로 2.0 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 표준 방수규격과 2.5 MPa의 방수 압력으로 용적펌프의 특성을 고려한 1.8 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 고압 방수규격으로 2가지의 기준을 정하였으며, 이와 같은 기준은 Figure 4의 용적펌프 실험을 바탕으로 기준을 정하였다.

한편, V-3의 용적형 펌프의 인정기준은 1.5 MPa의 방수 압력으로 0.35 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 표준 방수규격과 2.5 MPa의 방수 압력으로 용적펌프의 특성을 고려한 0.31 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 고압 방수규격으로 2가지의 기준을 정하였다. V-2급, V-3급의 펌프의 효율은 원심펌프의 효율의 값과 동일한 65% 이상의 값을 요구하는 기준으로 정할 수 있었다.

그리고, 방수압력은 동일하되 대용량의 유량을 방수하는 용적형 펌프가 향후 제작 및 사용될 것을 예상하여 V-1급의 3.0 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 표준 방수규격과 2.7 m<sup>3</sup>/min 이상의 유량을 방수하는 고압 방수규격으로 V-1급의 기준을 제정하였다.

**3.3 그 밖의 인정기준 특성 결과**

변경된 규격, 고압방수 압력 및 효율 이외의 인정기준의 주요내용을 살펴보면 다음과 같다. 용적형 펌프는 특성상 체절압력이 매우 중요하게 고려되는 항목이므로 펌프 및 방수축의 관로 부분에 릴리프 밸브를 설치하는 것을 추가하였으며, 작동압력은 최소 작동압력보다 작거나 5%를 초과하지 않는 것으로 체절압력을 극복하기 위한 장치를 고려하여 인정기준을 제정할 수 있었다. 방수내구 성능으로서는 규격방수는 6시간, 고압방수는 2시간을 연속하여 실시하는 것을 추가하였다. 또한, 용적펌프 내의 기어부분에서의 이물질로 인한 파손을 방지하기 위한 스트레이너 및 오물방지 바구니를 부착하는 부분을 단독성능 내용에 추가하였다.

그리고, 원심펌프의 특성과 가장 차별성이 있는 부분은 용적형 펌프는 원심펌프와 달리 진공펌프가 없이 용적형 펌프 자체내에서의 흡수능력을 이용하여 방출하는 원리이므로 용적형 펌프의 인정기준에서는 진공펌프의 성능 부분은 제외 할 수 있었으나 펌프의 구동이 시작된 시점에서 30초 내에 안정적인 규격방수 이상이 가능하다는 조건을 추가하였다.

**4. 결 론**

현행 사용하고 있는 원심펌프 위주의 소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 인정기준에 소형화, 고압 및 대유량 방수가 가능한 용적형 펌프의 장점을 이용하여 각종 화재 현장에 적용될 수 있는 용적형 펌프의 실제 실험값과 비교 및 검증한 인정기준이 추가로 제정되었으며, 제정되기 까지 내용의 과정과 실제의 실험을 토대로 나온 용적형 펌프의 인정기준 과정에 대하여 고찰하였다. 이와 같은 인정기준에 따라서 초고층 화재의 현장과 소방관에게 원거리의 화재에 고압, 고유량의 방수를 공급할 수 있는 장비를 활용 및 보급할 수 있을 것으로 기대되며, 본 연구 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 소방자동차용으로 사용되는 소방펌프는 현재 원심펌프에서만 사용되고 있으나 향후, 초고층 빌딩이나 대형공장 등 다양한 화재현장에서의 방수를 효과적으로 공급하기 위한 용적형 펌프에 대한 인정기준이 추가로 제정되었

으며 이에 대한 고찰과 기술적인 검증 단계를 확인할 수 있었다.

2. 용적형 펌프의 효율도 원심펌프와 동일한 65% 이상의 효율을 나타내는 것을 기준으로 제정되었으며, V-1, V-2 및 V-3급에 대한 용적형 펌프의 기준을 추가하였고 이에 대한 압력은 1.5 MPa~2.5 MPa 사이의 값을, 유량은 최소 0.31 m<sup>3</sup>/min에서 최대 3.0 m<sup>3</sup>/min의 방수량을 기준으로 추가하였다.

3. 원심펌프와 달리 용적형펌프에서는 구조적으로 체절 압력을 제어하기 위한 릴리프 밸브를 작동하여야 하며, 작동압력은 최소작동압력보다 작거나 5%를 초과하지 않는 범위를 정하여 체절압력에 대한 펌프의 구조적인 부분을 고려하였으며, 그 밖에 이물질로 인한 펌프 내부의 파손을 방지하기 위한 스트레이너 설치 및 진공펌프 없이 방수를 흡수하는 능력에 대한 부분이 추가되었다.

## 후 기

본 연구는 소방방재청 차세대핵심소방안전기술개발사업 “NEMA-차세대-2014-48”의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

## References

1. S. H. Min, “NFSC Design of Fire Protection Engineering”, Munundang (2008).
2. Korea Fire Protection Association (KFPA), “The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering”, SFPE (2005).
3. J. H. Lee, “Numerical Simulation of Cavitation Flow in a Volumetric Gear Pump”, Master degree thesis of Ulsan Univ. (2011).
4. Notification No. 2011-68, “Performance Based Methods and Standards of Fire Safety Design”, NEMA (2011).
5. NEMA, “2012 Tactical Fire Suppression Operations Research and Development Proceedings Studies (High-rise Sector)” (2012).
6. Y. T. Kim, “Pump and Aberration Field Research Trends”, Korean Society of Fluid Machinery, Vol. 11, No. 1, pp. 75-78 (2008).
7. S. H. Min, Y. J. Kwon and J. D. Park, “An Empirical Study on the Relay Pumping Method for the High Pressure of Fire Engine Pump”, J. Kor. Inst. Fire Sci. Eng., Vol. 27, No. 1, pp. 52-59 (2013).
8. S. H. Min and H. C. Kim, “A Study on Fluid Flow Analysis of High Pressure Positive Displacement Pump without Clearance”, J. Kor. Inst. Fire Sci. Eng., Vol. 29, No. 2, pp. 33-38 (2015).
9. J. H. Kim, “Hybrid Control of Variable Displacement Swash Plate-type Piston Pump”, Master Degree Thesis of Korea Aerospace Univ. (2011).
10. I. S. Kim, “Pump Field Research Trends”, Korean Society of Fluid Machinery, Vol. 10, No. 1, pp.79-82 (2007).
11. No. 105 of The KFI, “The Approval Standard of Fire Pump Performance for Fire Truck” (2012).
12. K. J. Yoon, “The Approval Standard of Fire Pump Performance for Fire Truck” (2012).
13. J. H. Lee, J. W. Park, T. K. Kim and S. W. Lee, “Two-dimensional Numerical Simulation of Volumetric Gear Pump Flow”, Journal of ECO, No. 31, pp. 34-37 (2004).
14. S. S. Lee, “Industrial Pumps Efficiency Measurement System Development and Application”, Proceeding of Spring Conference of the Korea Society for Noise and Vibration Engineering, pp. 393-398 (2001).
15. S. H. Min, “NFSC Design of Fire Protection Engineering”, Mundang (2008).
16. No. 105 of The KFI, “The Professional Revision of Approval Standard of Fire Pump Performance for Fire Truck” (2016).