

[Research Paper]

# 소방차량용 고압, 대유량 소방펌프 성능시험시스템 구축 필요성 검토를 위한 국내·외 기술기준 비교에 대한 연구

장동하<sup>†</sup> · 구재현<sup>\*</sup> · 정재한<sup>\*\*</sup> · 임우섭<sup>\*\*\*</sup>

한국소방산업기술원 기술연구소 선임연구원, \*목원대학교 소방안전관리학과 교수,  
<sup>\*\*</sup>한국소방산업기술원 기술연구소 수석연구원, <sup>\*\*\*</sup>한국소방산업기술원 기술연구소 책임연구원

## Comparison between Domestic and Foreign Technical Standards to Review the Necessity of Establishing a Performance test System for High-pressure and High-flow Fire Pumps in Fire Trucks

Dong-Ha Jang<sup>†</sup> · Jae-Hyun Ku<sup>\*</sup> · Jae-Han Jeong<sup>\*\*</sup> · Woo-Sub Lim<sup>\*\*\*</sup>

Senior Researcher, R&D Laboratory, Korea Fire Institute,  
<sup>\*</sup>Professor, Dept. of Fire Safety Management, Mokwon Univ.,  
<sup>\*\*</sup>Head of Fire R&D Laboratory, R&D Laboratory, Korea Fire Institute,  
<sup>\*\*\*</sup>Researcher Director, R&D Laboratory, Korea Fire Institute

(Received April 22, 2021; Revised July 22, 2021; Accepted July 23, 2021)

### 요 약

최근에 계속적인 고층건물 증축과 다양한 화재 대응을 위해서 고압, 대유량 소방펌프 도입 요구가 증대되고 있으며 이와 맞물려 2018년 1월 처음 고시된 소방청의 소방펌프 표준규격에서는 고압, 대유량 소방펌프 성능시험을 규정하고 있다. 이에 본 논문에서는 현행 소방차량용 소방펌프 성능시험 관련 국내 KFI인정 기준 및 미국 NFPA1901, 유럽 EN1028 의 성능시험 기술기준을 비교·검토해보고 소방펌프 표준규격과의 연관성을 판단해보았다. 더불어 향후 고압, 대유량 소방펌프 도입을 위한 성능시험 검토를 위해 소방청의 소방펌프 표준규격과 현행 기술원 소방펌프 KFI 인정 기술기준과의 비교로 그 차이점을 설명하고 정확하고 안전한 소방펌프 성능시험을 수행하기 위한 근거 제시로 소방펌프 성능시험시스템 구축 필요성에 대하여 논의하였다.

### ABSTRACT

Recently, the demand for high-pressure and high-flow truck-mounted pumps has been increasing due to the frequent occurrence of fires in high-rise buildings. The Korean Fire Equipment Standards, which were specified by the National Fire Agency in January 2018, stipulate the performance test of high-pressure and high-flow fire pumps. In this paper, the relevance of the fire pump standard in Korean Fire Equipment Standards was evaluated by comparison and review the technical standards of domestic KFI certification, NFPA1901 in the United States and EN1028 in Europe based on the performance test of currently used truck-mounted fire pumps. Furthermore, the necessity of establishing performance test facilities for fire pumps was discussed based on the difference between the technical fire pump standards of National Fire Agency and current KFI certification to introduce accurate and safe high-pressure, high-flow fire pumps in the future.

**Keywords :** Fire pump, Fire truck pump, Pump test

<sup>†</sup> Corresponding Author, TEL: +82-31-289-2962, FAX: +82-31-287-1067, E-Mail: [jdh@kfi.or.kr](mailto:jdh@kfi.or.kr)

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

## 1. 서 론

최근에는 (초)고층 건축물, 대량위험물시설, 선박, 장대 터널(철도·도로), 유해화학물질 취급시설 등이 다수 존재하여 특수한 환경에서의 화재가 발생 시 이에 대한 대비가 필요한 사항이다. 주수소화는 이러한 화재시 가장 신속하고 유용한 화재 진압 방법은 소방차량을 이용한 주수소화로 볼 수 있으며 이때 소방차량용 소방펌프가 소화성능에 가장 큰 역할을 하고 있다.

국내 소방펌프는 소방펌프를 직접 제작할 수 있는 제작업체의 한계로 해외제품 대비 그 수량과 성능에 한계를 지니고 있다. 이러한 소방펌프는 한국소방산업기술원(이하 기술원)에서 KFI인정을 받아 각종 소방서로 제공되고 있다. KFI인정 기준인 ‘소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 KFI인정기준’<sup>(1)</sup>에 따르면 최고 사양을 가지는 A-1급 펌프의 경우, 규격방수압력 0.85 MPa, 규격방수량 2800 L/min 이상을 기준으로 하고 있으며 고압방수압력, 고압방수량은 각 1.4 MPa, 2000 L/min 이상으로 하고 있다. 이는 유럽 EN1028<sup>(2,3)</sup>, 미국 NFPA1901<sup>(4)</sup> 기준과 비교해보았을 때 허용유량과 압력 측면에서 낮은 수준으로 인정을 해주고 있어 유럽 내 출시되고 있는 소방차량용 소방펌프가 고압 4 MPa, 대유량 10,000 L/min까지 가지며 EN기준에 따라 성능인증을 받아 출시되는 현실을 보았을 때 국내의 소방차량용 소방펌프에 대해서도 고압, 대유량 성능을 확인할 방안을 마련할 필요성이 있다.

그와 관련하여 소방펌프 관련 소방장비 표준규격<sup>(5)</sup>이 2018년 1월 소방청에서 고시되어 고압, 대유량의 소방차량용 소방펌프 시험규정이었으나 국내에서는 아직 고압, 대유량의 소방차량용 소방펌프 성능시험장이 없을뿐 아니라 고압, 대유량에 따라 인정받은 소방펌프는 전후한 실정이다. 기술원에서는 고압, 대유량의 소방차량용 소방펌프 성능 검증을 위한 성능시험장 구축을 추진하고자 하며 본 연구에서는 현행 기술기준 검토를 통해 기존 방식에서의 한계점과 향후 고압, 대유량의 소방펌프 성능시험을 위해 성능시험장 구축 필요성에 관해 논의해보기로 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 현행 국내·외 기술기준 비교 및 향후 국내 기술기준 동향

소방차량용 소방펌프 기술기준은 위에서 언급한 바와 같이 국내는 KFI인정기준, 국외로는 유럽에 EN1028, 미국에 NFPA1901 기술기준으로 나누어 볼 수 있다.

현재 국내 모든 소방펌프 성능시험은 「소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 KFI인정기준(기준 제202호, 2015.12.29.)」에 따라 기술원이 단독으로 수행하고 있으며 성능시험은 기술원에 인증 담당자가 소방펌프를 인증받고자 하는 업체를 직접 방문하여 미리 설치되어 있는 장치를 통하

여 성능시험을 진행한다.

우리나라와 반대로 영국, 프랑스, 독일 등 유럽 선진국은 국가 표준기구인 영국표준(British Standard Institution, BSI), 프랑스표준협회(Association of FranCaise de Normalisation, ANFOR), 독일산업표준(Deutsche Industrie Normen, DIN) 등에서 관장하고 있으며 EN1028에 따라 소방차량용 소방펌프 인증을 내주고 있다. 미국은 민간 화재기관인 미국방화협회(National Fire Protection Association, NFPA)에서 화재안전기준을 제정하여 미국의 표준협회인(American National Association, ANSL)에 제출하여 승인을 얻어 미국의 국가표준을 제정하며 소방차량용 소방펌프는 NFPA1901에 따라 성능시험을 수행한다.

소방펌프 성능시험을 위한 분류는 크게 성능시험, 작동시험, 효율시험, 압력시험, 진공성능시험으로 분류할 수 있으며 다음 Table 1에 국내·외 기술기준에 따른 성능시험을 비교하여 정리하였다.

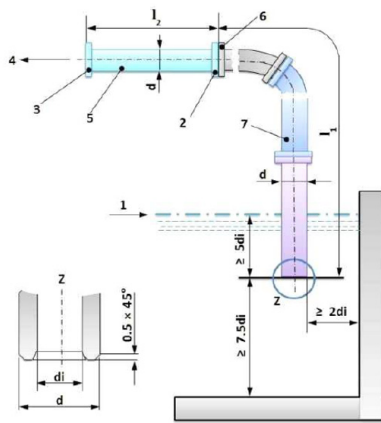
성능시험의 유량 용량은 KFI인정에서는 3500 L/min까지, NFPA1901에서는 12000 L/min까지, EN1028에서는 6000 L/min까지 제시하고 있다. 또한, 저수조 흡입높이는 KFI인정에서는 3 m, NFPA1901에서는 최대 3 m, EN1028에서는 최대 7.5 m 인 것을 확인할 수 있는데 기존 국내 소방펌프 제조업체에서는 KFI인정 기준에 따른 설비만 갖추고 있으며 KFI인정기준 별표1 시험기준 및 방법의 1.2항 시험방법에서 흡수고 3 m에서 시험을 수행하는 것으로 정의하고 있다. 그 외에 효율에서는 KFI인정, EN1028에서 효율 65% 기준을 제시하고 있으며 상세하게는 KFI인정에서는 등급별로 그 이상을 넘도록 규정하며, EN1028에서는 효율 65% 이상 이외에 제조사가 제시한 효율곡선과 비교시 ±5% 이내를 만족하는 조건을 규정하고 있다. 압력시험은 KFI인정에서는 펌프최고압력의 1.5배로 3 min, NFPA1901에서는 3400 kPa에서 10 min, EN1028에서는 총 6 min (정적시험압력 5 min + 동력시험압력 1 min) 시험을 작동시켜 이상 유무를 판단하도록 한다. 마지막으로 진공성능은 KFI인정에서는 정격회전속도(진공펌프 약 1,200 rpm)로 30 min 간하도록 되어있고, NFPA1901에서는 5 min 동안 진공압 34 kPa 이하로 감소, EN1028에서는 프라이머 속도로 4 min 간 시험하여 누기 압력을 확인하도록 한다.

소방펌프 관련 국내 기술기준 동향을 분석해보면 최근에 고시된 소방장비 표준규격 내 소방펌프 규격을 들 수 있으며 소방펌프 표준규격은 2018년 1월 소방청에서 고시된 후 2020년 12월말 개정된 소방펌프 표준규격(KFS-1-0001-2020-02)<sup>(6)</sup>이 고시되었다.

2018년 1월 처음 제정되어 고시된 소방펌프 표준규격을 분석해보면 성능시험, 작동시험, 효율시험, 압력시험, 진공성능시험에 있어 대부분 유럽의 EN1028 기술기준을 따르고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 현재 소방펌프 성능시험을 하던 방식보다 소방펌프 단독으로 자체 성능에 대한 검증을 더 강화시킨 기술기준이라 할 수 있다.

**Table 1.** Comparison of Domestic and Foreign Technical Standards for Vehicle Mounted Fire Pumps

Comparison of domestic and foreign technical standards for vehicle mounted fire pumps			
Test Contents	Domestic (KFI)	NFPA (1901)	EN (1028-1/2)
Performance test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rated capacity ≤ 3500 L/min</li> <li>- Discharge performance test according to the specified classification grade</li> <li>- In the case of a pump without a vacuum pump, it is checked whether or not a stable standard water discharge within 30 seconds after the start of pump operation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rated capacity ≤ 12000 L/min</li> <li>- Suction with a lift maximum 3 m, Durability conformity test by net pump pressure and rated capacity</li> <li>*Case of rated capacity ≤ 12000 L/min (3 hr)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Rated capacity of 100% @1000k Pa (2 hr)</li> <li>· Rated capacity of 70% @1400 kPa (0.5 hr)</li> <li>· Rated capacity of 50% @1700 kPa (0.5 hr)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rated capacity ≤ 6000 L/min</li> <li>- Water discharge under conditions of maximum speed and 4 nominal suction height (3 m)</li> <li>- The deviation of the nominal speed shall within ±5%</li> <li>- Under the conditions of a nominal suction height of 7.5 m and a nominal delivery pressure of 1.2 times, the delivery rate must be at least 0.5 times the nominal delivery rate (Q<sub>N</sub>) specified in Annex B.</li> </ul>
Operation test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suction with a lift 3 m, after continuing to discharge for 6 hours at the discharge performance test procedure according to the specified classification grade, check the function abnormality continuing to discharge for 2 hours at the high pressure discharge performance test procedure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Case of rated capacity &gt; 12000 L/min (3 hr)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Rated capacity of 100% @700 kPa (2 hr)</li> <li>· Rated capacity of 70% @1000 kPa (0.5 hr)</li> <li>· Rated capacity of 50% @1400 kPa (0.5 hr)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Checking for operational abnormalities under the conditions presented in Annex B</li> </ul>
Efficiency test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Checking for conformity of pump efficiency ≥ 65% at discharge performance test procedure according to the specified classification grade</li> </ul>	Not applicable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plotted the pump characteristic curve and calculated the pump efficiency at each measurement point</li> <li>- The pump efficiency should not exceed ±5% of the value suggested by manufacturer, and the pump efficiency should be 65% or higher</li> </ul>
Pressure test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check pressure resistance performance of water discharge side (1.5 times the maximum pump pressure) and water absorption side (pressure 1.5 MPa authorization) during 3 minutes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durability test of piping and connections through the pressure resistance performance test of the pump body (applied pressure 3400 kPa) for 10 minutes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintain the specified static test pressure for 5 minutes and maintain for 1 minute after increase the pump rotation speed to the specified dynamic test pressure</li> </ul>
Vacuum performance test	<ul style="list-style-type: none"> <li>- When rotating at the rated rotation speed, the maximum degree of vacuum within 30 seconds is more than 84% of atmospheric pressure, and the leakage is less than 100 Pa for 30 seconds</li> <li>- Rated rotation speed, durability test when rotating at maximum load conditions for 30 minutes (but only for vane pumps)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulation of vacuum arrival time by amount of rated water discharge                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· ≤ 30 s @5000 L/min</li> <li>· ≤ 45 s @6000 L/min</li> </ul> </li> <li>- Maintenance performance test under vacuum pressure of 75 kPa (measure every 300 m height at an altitude of 600 m or higher) and vacuum pressure should not decrease by more than 34 kPa for 5 minutes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durability test: After closing all suction line and discharge line, operate for 4 minutes at the primer speed of fire pumps</li> <li>- Vacuum performance test: After closing all suction line and discharge line, operate the vacuum pump until the suction line pressure reaches (-)80 kPa, stop the pump and maintain 60 seconds</li> <li>- Priming water test: Measures the delivery pressure (Pa) when the vacuum pump automatically stops after pumping</li> </ul>



1. Water level, 2. Flange conforming to KS B 1506, 3. Connecting flange to pump, 4. To pump, 5. Flexible hose, 6. Flange conforming to KS B 1506, 7. Pipe with detail Z

Figure 1. Shape and dimensions of suction pipe.

참고로 국내 KFI인정, 미국의 NFPA1901 기술기준의 경우, 소방차량에 소방펌프를 장착된 상태로 시험을 수행하고 있으며 동력으로는 소방차의 엔진을 사용하고 있다. 이와 반대로 유럽의 EN1028 기술기준에서는 동력으로 모터나 엔진을 제시하고 있으며 현실적으로 모터를 사용하여 성능시험이 이뤄지는 경우가 많다. 더불어 유럽의 EN1028에서 제시하는 시험은 소방펌프 단독으로 동력계와 직접 연결하여 성능시험이 이루어진다.

다시 국내 소방펌프 표준규격에 대하여 논의해보면, 현행 국내 KFI인정 기준과 비교하여 압력과 유량에 있어 가장 큰 특이점을 찾을 수 있다.

고압방수에서 국내 KFI인정 기준의 최대 압력조건은 2.5 MPa 이나 소방펌프 표준규격 내 최대 압력조건은 한계시험압력 5.45 MPa까지 제시되고 있다. 이는 기존 산업용 원심펌프의 성능시험이 2.0 MPa 안에서 이루어지는 것과 비교하면 굉장한 고압 조건이라 할 수 있다.

다음으로 유량조건을 비교해보면 국내 KFI인정 기준에서는 2800 L/min 이상이 최대 규격방수량 조건이나 소방펌프 표준규격 내 최대 유량조건은 처음 6000 L/min까지 제시하였고 최근 개정된 표준규격에서는 8000 L/min까지 유량조건을 고시하고 있다.

추가적으로 소방펌프 표준규격<sup>(6)</sup>의 부속서A에서는 Figure 1에서와 같이 시험용 흡입배관의 형상 및 치수에 대하여 정확한 시험규정을 제시하고 있다.

흡입배관에 대한 상세한 기준 제시는 현행 소방펌프 성능시험에서 제시하는 흡수관의 스트레이터 및 오물막기 바구니를 부착한 것을 사용하고 3 m 이상의 흡수고에 방수성을 만족해야 한다는 기준과 크게 달라진 점을 보여주며 향후 소방펌프의 성능시험이 더 구체적이며 표준화된 기술기준에 의해 이뤄질 것으로 예상된다.

위에 제시된 사례와 같이 최근 국내에서도 고압, 대유량의 소방펌프 도입·확대를 위한 기술기준 마련 노력이 계



Figure 2. Current fire pump performance test on site.

속되고 있으며, 소방청에서는 2021년 3월 3일부터 ‘소방장비 표준규격 관리 규정’<sup>(7)</sup>을 시행함으로써 향후 소방장비에 대한 관리체계를 강화할 것으로 보이며 또한 소방펌프 성능시험에 있어 표준화된 방식으로 지속적으로 나아갈 것으로 보인다.

## 2.2 소방펌프 성능시험장 구축 필요성

앞서 언급한 바와 같이 현행 기술원에서 시행하는 소방펌프 성능시험은 Figure 2에 보이는 바와 같이 업체 현장에서 소방자동차와 체결 또는 단독으로 방수성능 및 동력측정 등을 실시하고 있다.

KFI인정 기술기준에 따른 소방펌프 성능시험은 펌프의 급별 노즐구경을 변경하며 실제 소방펌프 규격방수성능 및 고압방수성능을 측정하며 측정항목으로는 대기압, 대기온도, 수온, 습도, 노즐구경, 노즐압력, 펌프압력, 회전속도, 축출력 등이 있다. 이를 통해 방수량, 수마력, 펌프효율은 계산하여 나온다.

특히 방수시 펌프 최고효율의 적합여부를 검사할 때 흡수고 3 m에서 실시하고 흡수관은 스트레이나 오물방지 바구니를 부착한 길이 5 m 이상의 것을 사용한다.

반면에 소방펌프 표준규격<sup>(6)</sup>에서는 Figure 3에 보여지는 바와 같이 공칭흡입양정 3 m, 4.5 m, 6 m, 7.5 m까지로 분류하여 실시하고 흡수관에 대해서는 Figure 1에 보여진 바와 같이 상세한 형상 및 치수를 제시하여 성능시험을 실시하도록 하고 있다.

또한 펌프 효율시험을 위한 특성곡선을 Figure 4와 같이 실시하도록 하고 있다.

효율시험 성능기준으로는 펌프의 효율이 제조사에서 제시한 등효율 특성곡선의 값에서 ± 5%를 초과하지 않아야 할 것으로 제시하고 있으며 이는 현행 KFI인정 기준에서는 기술원이 기술기준에 따라 성능 적합성 여부를 판단했다면 표준규격에서는 제조사가 직접 개발한 펌프에 대하여 성능 정보를 제공하고 이에 대한 성능을 보장하는 차이점을 가진다. 그리하여 유럽의 소방펌프 제조사에서는 직접 구축

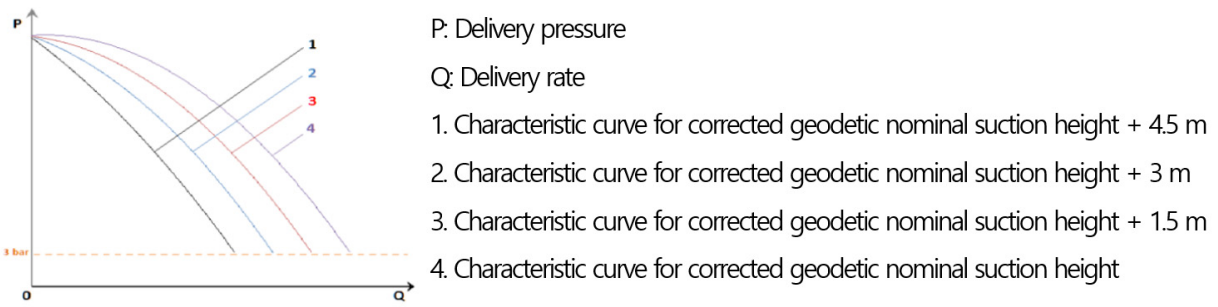


Figure 3. Pump characteristic curve according to the head.

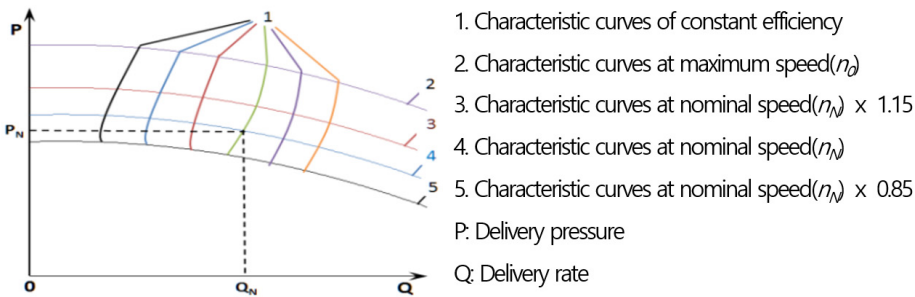


Figure 4. Pump characteristic curve for pump efficiency test.

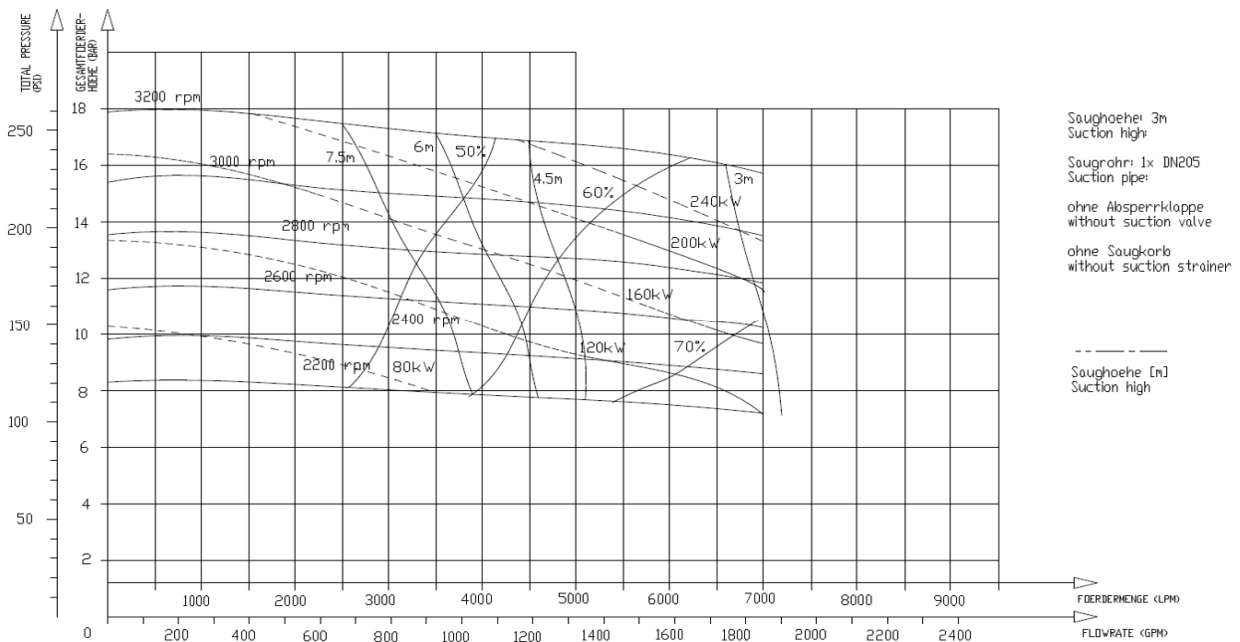


Figure 5. Example of pump characteristic curve for pump efficiency test.

된 펌프 성능시험시스템을 통하여 개발된 소방펌프 성능을 시험하여 데이터를 구축하고 이를 바탕으로 EN1028에 따라 성능인증을 받고자 하면 직접 구축된 동일한 펌프 성능 시험시스템에서 성능시험을 수행한다.

Figure 5는 EN1028 인증을 받은 독일 A사 특정 모델의

특성곡선 예시이며, 그래프 안에는 유량, 압력에 따른 공칭 흡입양정, 등효율 곡선, 회전속도의 특성곡선 등의 정보를 확인해 볼 수 있다.

위에 언급된 현행 소방펌프 성능시험 기술기준과 소방 펌프 표준규격 성능시험과의 여러 가지 차이점을 비취볼

때 다음과 같이 소방펌프 성능시험시스템 구축 필요성을 제시할 수 있다.

1) 공칭흡입양정 최고 7.5 m로 시험이 가능해야 하며 기존 생산된 소방펌프 성능시험은 기술원 심사관 참관 하에 제조업체 자체 시험설비를 통해 흡수고 3 m로의 시험만 진행하였음

2) 제시된 특성곡선과 비교가 가능한 그래프를 그려 반복재현성을 가져야 하며 소방펌프 성능시험시스템도 KS B 6301<sup>(8)</sup> 4항 시험조건에서 제시한 바와 같이 시험 액체, 시험 회전 속도, 측정점, 시험장치 등 동일한 조건으로 시험이 수행되어야 하나 현행 소방펌프 성능시험은 제조사에서 제공한 설비로 시험을 수행하며 현장 상황이 각자 다른 차이점이 발생

3) 소방펌프 표준규격에서는 별도의 토출량 측정 조건을 제시하지 않고 있는데 효율은 토출량에 따라 달라지며 동일한 펌프 성능시험시스템에 동일한 조건으로 시험을 수행해야 비교 가능한 효율 데이터를 취득할 수 있음

4) 시험용 흡입배관의 형상 및 치수, 배관 두께에 대한 정확한 시험규정을 제공하고 있어 이를 정확히 구현하기 위해서는 펌프 성능시험시스템 구축이 필요함

이외에도 고압용 배관 설치에 따른 하중 문제 및 고압, 대유량 시험이라는 안전상 문제와 같은 다양한 근거들도 향후 고압, 대유량 소방펌프 성능시험을 위한 성능시험 시스템 구축에 필요한 요소들이라 할 수 있다.

### 3. 결 론

계속적인 고층건물 증축과 다양한 화재 대응을 위해서 고압, 대유량을 가지는 고성능의 소방펌프 도입을 필수불가결한 상황이라 판단되며 최근 고시된 소방펌프 표준규격에서는 유량조건 최대 8000 L/min까지 제시하고 있는데 이는 현행 KFI인정 기술기준에서의 최대 2800 L/min 이상 조건과는 큰 차이를 두고 있다. 압력조건 또한 표준규격에서

는 최대 5.45 MPa로 현행 기준인 2.5 MPa와 큰 차이를 두고 있다. 이는 앞으로 국내에도 고성능의 소방펌프 도입이 급박하였음을 시사한다고 본다.

본문에 언급한 바와 같이 현행 KFI인정 기술기준에 다른 성능시험 방법과 소방펌프 표준규격에서 제시하는 성능시험은 여러 가지 측면에서 큰 차이점을 가지고 있으며 그 검증 방법에서도 상이하기 때문에 보다 강화된 소방펌프 성능시험을 수행하기 위해서는 소방펌프 성능시험시스템 구축 필요성에 대해 반드시 고려해볼 사항으로 판단된다.

### 후 기

본 연구는 2019년도 소방청 연구비 지원에 의한 연구임 ('20007978').

### References

1. No. 202 of The KFI, "The Approval Standard of Fire Pump Performance for Fire Truck" (2015).
2. EN 1028-1, "Fire-fighting pumps - Fire-fighting centrifugal pumps with primer - Part 1: Classification - General and safety requirements" (2002).
3. EN 1028-2, "Fire-fighting pumps - Fire-fighting centrifugal pumps with primer - Part 2: Verification of general and safety requirements" (2002).
4. NFPA1901, "Standard for Automotive Fire Apparatus" (2016).
5. KFS 0001-2018-01, "Fire Pumps" (2018).
6. KFS-1-0001-2020-02, "Fire Pumps" (2020).
7. National Fire Agency, "Management Regulations of Korean Fire Equipment Standards" (2021).
8. KS B 6301, "Testing methods for centrifugal pumps, mixed flow pumps and axial flow pumps" (2015).