소방펌프차의 고압방수를 위한 중계방수방식에 관한 실증적 연구

민세홍 · 권용준* · 박종덕*†

가천대학교 공과대학 소방방재공학과, *가천대학교 환경 · 디자인대학원 소방방재공학과

An Empirical Study on the Relay Pumping Method for the High Pressure of Fire Engine Pump

Se-Hong Min · Yong-Joon Kwon* · Jong-Deok Park*†

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

*Dept. of Fire & Disaster Protection Engineering, Graduate School Environment & Design, Gachon Univ.

(Received January 8, 2013; Revised February 1, 2013; Accepted February 1, 2013)

요 약

본 연구에서는 초고층 건물 화재 등 고압방수가 필요한 상황에서 방수압력을 유지하기 위하여 소방펌프차의 중계방수 방법과 활용방안을 정립하고자 시험을 실시하였다. 중계 방수압력의 변화에 대하여 시험결과 소방펌프차의 방수구를 개방하고 측정하였을 경우 방수구를 폐쇄한 상태에서 측정한 결과보다 약 20 %가 감소한 것으로 나타났다. 소방활동 현장에서 보다 더 효율적으로 활용하기 위하여 소방펌프차 2대의 압력을 각각 변화시키면서 시험한 결과에서도 비슷한 효율이 나타나는 것으로 확인되었다. 현재 고압 방수능력이 있는 소방펌프차가 소방서에 배치되어 있지 않고 소방펌프의 형식승인 및 검정기술기준에서도 고압 소방펌프에 대한 규정이 없기 때문에 현재 보유하고 있는 소방차를 활용하여 초고층 화재 등 고압방수의 필요성이 있는 화재현장에 효과적으로 대응하고자 본 연구 결과를 토대로 소방차량 운영 및 활용방안을 제안한다.

ABSTRACT

In this study, tests were conducted to establish a fire engine of relay waterproof and utilization in order to maintain the pressure in a situation that require high-pressure water-resistant such as a high-rise building fire, etc. As a result of test on the change of a relay waterproof pressure, the measurement result with the hydrant intake of a fire engine opened has reduced approximately 20 % compared to the measurement result with the hydrant intake closed. Similar efficiency showed in the test result that change the pressure of 2 fire engines respectively to use them more efficiently at a fire fighting activity site. A fire engine operation and utilization is proposed based on this study result in order to cope effectively with a fire site requiring high-pressure stream in a high-rise building fire, etc. by using a fire engine held at present because there is no fire pump with high-pressure stream ability arranged at the fire station and there is no regulation on high-pressure fire-fighting pumps in a type approval and verification technology criterion for a fire engine.

Keywords : Fire engine, Multistage, Relay stream, Fire-fighting

1. 서 론

동시다발적인 부산 우신골든스위트 화재성상⁽¹⁾ 등 초고층 건축물 화재가 연이어 발생함으로 인하여 소방차의 방수성능 개선에 대한 필요성이 제기되었다⁽²⁾. 성능설계를 요구⁽³⁾하는 현시점에서 각 시도 소방본부를 비롯한 연구기관에서는 이러한 문제점을 인지하고 초고층 건축물의 화재진압을 위한 다양한 소방전술 및 설비를 연구개발하고 있다⁽⁴⁻⁶⁾.

이와 관련하여 기존의 소방차로는 성능에 한계가 있어 고압방수가 가능한 새로운 소방차의 확보가 필수적이지만 현재까지 현장에 실전 배치된 소방차로는 부산 소방본부에 배치된 70 m 굴절사다리차와 80 m 고압소방펌프차가 유일하다⁽⁶⁾.

소방펌프차의 고압방수 능력의 필요성은 초고층건물의 등장으로 새로이 요구된 사항은 아니다. 과거에도 도심지역 협소한 골목길이나 고지대 주거밀집지역 또는 산불화재 진압 시 호스를 다량 연장하여 사용할 경우 적정 선단

† Corresponding Author, E-Mail: je3211@daum.net
TEL: +82-10-5229-7929, FAX: +82-2-324-0119

ISSN: 1738-7167
DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.1.052>

방수압력을 유지하기 위하여 고압의 방수성능이 요구되었다⁽⁴⁾.

「소방차 펌프의 방수성능 기준 재정립을 위한 실증적 연구」⁽²⁾의 소방펌프차 성능시험에서 소방호스 10분을 연결하여 방수성능 시험을 실시한 결과, 방수압력의 차이가 41 %까지 낮아진 것을 확인하였다.

고가의 고압소방펌프차가 각 소방서마다 배치될 수 없는 현실에서는 현재 사용하고 있는 기존의 소방펌프차를 활용하여 대응할 수 있는 효과적인 화재진압방법을 개발하여야 한다. 그 중 1가지 방법이 중계방수 방식의 화재진압 방법이다. 중계방수 방식의 화재진압 방법은 소방펌프차 2대 이상을 직렬로 연결하여 압력을 가함으로써 소방차에 무리를 주지 않고 고압의 방수가 가능한 방법이다.

2012년 소방방재청 자료중 각 시·도 소방본부에서 연구한 자료⁽⁴⁾에도 역시 이러한 중계방수 방식의 화재진압 방법이 언급되어 있다. 이 자료들에 따르면 소방차 2대 이상을 이용한 중계방수 측정결과 손실률이 전혀 없는 것으로 나타나 있다. 이는 펌프의 직렬·병렬 연결 시 양정과 방수량의 변화를 반영하지 않고 방수구를 폐쇄한 상태에서 측정한 결과이며, 실제 현장에서는 여러가지 상황이 다양하게 나타나기 때문에 상당히 많은 손실률을 감안하여 적용하여야 한다.

이에 본 연구에서는 소방펌프차 2대를 이용한 중계방수의 시험을 방수구를 개방한 상태와 폐쇄한 상태로 구분하여 시험을 실시하고, 소방펌프차 각각의 압력을 서로 다르게 변화를 주면서 최종 방수압력에 따른 압력변화를 비교하고 중계방수 방식을 화재 진압 시 현장에서 효과적으로 대응할 수 있는 활용방안에 관하여 연구하고자 한다.

2. 소방펌프차의 구조 및 기능

2.1 소방자동차용 소방펌프의 구분

소방차에 장착하는 소방펌프의 제원 및 성능은 한국소방산업기술원 자체 인증기준인 「소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 인정기준」(이하 ‘인정기준’이라 한다.)⁽⁷⁾

Table 1. Pump Stream Performance Standards

Pump series	Rate of application rating (MPa, m ³ /min)			
	Standard		High pressure	
	Pressure	Rate	Pressure	Rate
A-1	0.85	2.8above	1.4	2.0above
A-2	0.85	2.0above	1.4	1.4above
B-1	0.85	1.5above	1.4	0.9above
B-2	0.7	1.0above	1.0	0.6above
B-3	0.55	0.5above	0.8	0.25above
C-1	0.5	0.35above	0.7	0.18above
C-2	0.4	0.2above	0.55	0.1above

Figure 1. Fire engine pump around pipelines.

에서 규정하고 있으며 방수성능과 효율에 따라 A-1급에서 C-2급까지 구분하고 있다. 펌프의 방수성능 기준에 따라 규격방수성능과 고압방수성능의 기준은 Table 1과 같이 규정하고 있다. Table 1에 나타난 여러 종류의 펌프 중 소방펌프차에는 특별한 규정은 없으나 A1급이나 A2급 펌프를 주로 장착하여 사용하고 있다.

2.2 소방펌프차의 구성 및 작동원리

소방차에 장착된 펌프는 소방차의 엔진으로부터 전달되는 동력으로 임펠러를 회전시켜 유체에 압력을 가해 송출을 하도록 되어 있다^(8,9).

Figure 1은 펌프를 중심으로 배관 및 연결구를 나타낸 것이다. 펌프를 중심으로 양 측면과 후면에 방수구가, 후면에는 흡수구 및 중계구가, 상부에는 방수포가 설치되어 있다.

소방펌프차의 후면에 흡수구와 중계구 및 보수구가 설치되어 있는데 보수구에 연결하여 급수하면 유체는 직접 물탱크로 유입되어 압력은 펌프로 전달되지 않는다. 그러나 중계구 또는 흡수구에 연결하여 급수하게 되면 펌프 흡입측을 통하여 유체와 압력이 동시에 전달되어 펌프의 방수압력을 향상시킬 수 있다.

3. 방수구 폐쇄 상태의 중계방수 시험에 따른 압력변화

3.1 중계방수 시험 조건

소방펌프차의 중계방수 효율(식 1참조)을 측정하기 위하여 경기도소방학교의 협조를 얻어 소방펌프차 2대를 연결하여 시험을 실시하였다.

$$\text{중계효율}(\eta) = \frac{\text{방수압력}}{\text{중계펌프 설정압력} + \text{방수펌프 설정압력}} \times 100 \quad (1)$$

시험에 사용한 차량은 경기도소방학교에서 교육용으로 사용하는 H자동차 차량이며, 연식은 각각 2008년식과 2010년식을 사용하였다. 소방펌프차의 구분⁽⁷⁾에서 물을 직접 방수하는 펌프차는 방수펌프라고 하고 방수펌프차의 뒤에서 가압된 물을 공급하여 주는 펌프차는 중계펌프로 구분하였다.

시험의 조건은 중계펌프 차량에서 65 mm 소방호스 1본

Figure 2. Connecting method of the relay pumping.

을 중계구에 연결하여 방수펌프 차량으로 송수를 하고 방수펌프의 방수구는 폐쇄를 한 상태에서 압력을 측정하였다.

중계펌프의 압력을 고정하고 방수펌프의 압력을 변화시키는 방법과 중계펌프와 방수펌프의 압력을 변화시키는 방법 2가지로 측정하였으며, 소방차에 장착된 압력계를 확인하고 방수펌프의 최종 압력변화를 측정하였다.

3.2 방수펌프 압력변화에 따른 시험

중계펌프의 방수압력은 소방펌프차에 설치된 압력계를 기준으로 0.7 MPa로 고정하고, 방수펌프의 방수압력을 0.3~1 MPa까지 0.1 MPa 단위로 변화를 주면서 중계방수압력 효율을 측정하였다.

측정결과, 방수펌프의 압력이 상승한 만큼 최종 방수압력도 일정하게 상승한 것으로 측정되었다. Table 2와 Figure 3에 나타난 바와 같이 중계펌프의 압력을 0.7 MPa로 고정하고 방수펌프의 압력을 0.3 MPa로 하였을 경우, 방수구 압력은 1 MPa로 손실이 전혀 없는 상태를 나타내

Figure 3. The test pressure of steam pump.

Figure 4. The test pressure of Steam Pump.

고 있으며 방수펌프의 압력을 변화시켜도 동일한 결과가 나타나는 것을 알 수 있었다.

3.3 방수펌프 및 중계펌프 압력변화에 따른 시험

중계펌프 및 방수펌프 2대 모두 압력변화를 주면서 중계방수압력 효율을 측정하였다. 방수펌프차의 토출압력이 1.5 MPa이 되도록 중계펌프와 방수펌프의 압력을 0.3~1.2 MPa까지 0.1 MPa 단위로 변화를 주면서 측정한 결과를

Table 2. Relay Pumping Test Results as a Function of Pressure

Division	Set pressure (MPa)									
Relay Pump	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Steam Pump	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Steam Pressure	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
Efficiency (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 3. Relay Pumping Test Results as a Function of Pressure

Division	Set pressure (MPa)									
Relay Pump	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
Steam Pump	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Steam Pressure	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Efficiency (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 3에 나타내었다.

또한 Figure 4에 나타난 바와 같이 중계펌프의 압력과 방수펌프의 압력을 각각 서로 다르게 변화시키며 측정된 결과에서도 최종압력은 두 펌프의 압력을 합산하여 100 %의 효율을 나타내는 것으로 측정되었다.

4. 방수구 개방 상태의 중계방수 시험에 따른 압력변화

4.1 중계방수 시험 조건

방수구를 개방하고 소방펌프차의 중계방수 효율을 측정하기 위하여 방수구 폐쇄상태의 조건과 같은 상황에서 소방펌프차 2대를 연결하여 물을 방수하면서 시험을 실시하였다.

시험의 조건은 중계펌프 차량에서 65 mm 소방호스 1본으로 중계구로 연결하여 방수펌프 차량으로 송수를 하고 방수펌프의 방수구에 관창을 연결하여 방수되는 압력을 측정하였다.

또한 중계펌프와 방수펌프의 압력을 다르게 설정하여 변화시키면서 측정하였으며, 방수구 말단에 방수구 전압(Total Pressure)을 측정하기 위해 피토게이지를 소방호스 연결금속구(커플링)에 장착되도록 본 연구를 위해 제작한 지그로 전압(Total Pressure)을 측정하였다.

4.2 방수펌프 압력변화에 따른 시험

중계펌프의 방수압력은 소방펌프차에 설치된 압력계를

Figure 5. The test pressure gauge and jig set.

기준으로 0.7 MPa로 고정하고 방수펌프의 압력을 0.3~1.2 MPa까지 0.1 MPa 단위로 변화를 주면서 측정된 결과는 Figure 6과 같이 나타났다.

Figure 6의 그래프는 중계펌프와 방수펌프의 압력을 나타낸다. 막대그래프의 합은 방수구를 개방하지 않은 상태(정압)의 압력이고, 선형그래프는 방수구를 개방하여 방수압력(전압)을 측정된 것이다. 이 그래프를 통해서 중계펌프와 방수펌프의 정압과 전압의 압력 차이를 알 수 있으며 중계방수 압력 효율은 78.9~81.7 % 이내로 나타났다.

Table 4의 데이터를 분석한 결과, 방수펌프의 압력이 중계펌프의 압력보다 아주 낮거나 높을 경우 중계방수 효율이 78.9~80.0 %로 낮은 것으로 나타났으며, 방수펌프의 압력이 중계펌프의 고정압력과 동일하거나 차이가 적을 경우에 중계방수 효율이 80.7~81.7 %로 높게 나타났다.

4.3 방수펌프 및 중계펌프 압력변화에 따른 시험

중계펌프 및 방수펌프 2대 모두 압력변화를 주면서 중계방수 압력 효율을 측정하였다. 방수펌프차에 설치된 압력계를 기준으로 표시압력이 1.5 MPa이 되도록 설정하고 중계펌프와 방수펌프의 압력을 0.3~1.2 MPa까지 0.1 MPa 단위로 변화를 주면서 측정된 결과 Table 5 및 Figure 7과 같이 나타났다. 두 펌프의 압력을 상호 변화시키면서 측정된 경우에도 중계방수압력 효율은 80 % 이내로 나타났고 중계펌프의 중계압력을 고정하고 측정된 결과와 크게 다르지 않았다.

Figure 7의 그래프는 중계펌프와 방수펌프의 압력을 나타낸 것이다. 중계펌프와 방수펌프의 압력이 서로 변화되면서 최종 압력의 합은 일정하게 나타나고 있다. 선형그래프

Figure 6. The test pressure of steam pump.

Table 4. Relay Pumping Test Results as a Function of Pressure

Division	Set pressure (MPa)									
Relay Pump	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Steam Pump	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Steam Pressure	0.8	0.89	0.98	1.06	1.14	1.21	1.29	1.36	1.43	1.5
Efficiency (%)	80.0	80.9	81.7	81.5	81.4	80.7	80.6	80.0	79.4	78.9

Table 5. Relay Pumping Test Results as a Function of Pressure

Division	Set pressure (MPa)									
Relay Pump	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
Steam Pump	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
Steam Pressure	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Efficiency (%)	80.7	80.0	80.0	81.3	81.3	81.3	81.3	81.3	80.7	80.0

Figure 7. The test pressure of steam pump.

프는 방수펌프의 방수구에서 측정된 압력을 나타낸 것이며 2대의 소방차에서 입력된 압력의 합보다 낮게 나타나 는 것을 알 수 있다.

Table 5의 중계펌프와 방수펌프의 중계방수 효율을 보면 중계펌프의 압력을 고정하고 측정한 결과와 동일하게 중 계펌프와 방수펌프의 압력차이가 클수록 중계방수 효율이 낮은 것으로 나타났으며 방수펌프의 압력이 중계펌프의 고정압력과 동일하거나 차이가 적을 경우 중계방수 효율이 81.3 %로 가장 높게 나타났다.

5. 방수압력 측정방법에 따른 시험결과 비교

5.1 소방펌프차 중계방수 압력시험 방법의 구분

소방펌프차 중계방수 방식에 관한 압력시험을 함에 있어 2가지의 기준을 적용하여 측정을 실시하였다.

첫 번째는 방수펌프의 방수구를 개방한 상태와 폐쇄한 상태의 압력발생 차이를 구분하여 측정하였다. 압력측정 위치는 방수구에 설치한 압력이나 소방차에 장착된 압력 이 모두 같게 나타났기 때문에 방수구를 폐쇄한 상태에서 측정할 때에는 소방차에 장착된 압력계를 기준으로 측정 하였다. 다만, 방수구 개방 시 압력측정은 소방차에 장착 된 압력계와 경미하지만 오차가 있어서 보다 정확한 압력 치를 확보하기 위하여 방수구에 별도의 압력계를 설치하 여 측정하였다.

두 번째는 소방펌프차 2대의 압력을 서로 변화시키면서 중계펌프의 압력을 고정하고 방수펌프의 압력을 변화시키거 나 두 펌프 모두 압력을 변화시키면서 압력을 측정하였다.

Figure 8. Fire pumps & serial operation performance test curve.

5.2 펌프의 직렬운전 시 성능곡선

펌프 운전 시 일반적인 사양범위를 초과하여 사용하기 위하여 직렬 또는 병렬운전의 방법을 사용하는 경우가 있다.

Figure 8은 일반적인 펌프의 직렬연결 시 시험 방법과 곡선을 나타낸 것이다^(10,11). 펌프를 직렬로 연결하여 운전 시 토출량은 변하지 않고 압력만 2배로 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 성능곡선은 학문적으로 연구 시 이론 상으로 이해하기 위하여 적용하는 시스템이며 실제에서는 여러가지 조건과 상황에 따라 다른 모양의 곡선형태가 나타나게 된다.

5.3 정압과 전압의 시험 결과 비교

중계방식의 압력 측정 시 조건을 중계펌프의 압력을 0.7 MPa 로 고정하고 방수펌프의 압력을 0.3~1.2 MPa의 범위 로 변화시켰을 때 최종 압력의 효율을 확인한 결과 방수구

Figure 9. Efficiency of static pressure and total pressure.

를 폐쇄한 경우와 개방한 경우의 차이는 Figure 9와 같이 나타났다.

방수구를 폐쇄하고 압력을 측정한 경우에는 손실이 작용하지 않기 때문에 최종 압력의 효율이 100 %로 나타났지만 방수구를 개방하고 측정한 경우에는 마찰손실과 기계손실 등이 작용하여 80 % 내외의 효율이 발생한 것으로 측정되었다.

방수구를 폐쇄하고 측정한 결과는 앞의 Figure 8에서 나타난 곡선과 같은 것을 확인할 수 있었다. 대전 동부소방서의 「단전 및 소화용수 고갈시를 대비한 초고층 건축물 화재진압 전술」 개발 시 소방펌프차 2대를 직렬로 연결하고 송수능력시험 측정결과⁽⁴⁾ 펌프차에서 각각 1.2 MPa로 송수할 경우 지상 송수구 접결구에서 2.2~2.3 MPa의 범위에서 측정된 것으로 나타났다. 이것은 Figure 8과 Figure 9에서 방수구를 폐쇄하고 측정한 정압의 성능곡선과 유사한 것임을 알 수 있다.

중계펌프와 방수펌프의 압력을 모두 변화시키면서 성능을 측정한 결과도 Figure 9와 다르지 않다는 것을 확인하였다. 방수구를 폐쇄하였을 경우에는 압력을 변화시켜도 동일하게 최종압력의 효율은 100 %로 나타났지만 방수구를 개방하였을 경우에는 어느 한쪽이나 양쪽 모두 압력변화를 주어도 80 % 내외의 효율이 나타나는 것으로 확인되었다.

5.4 중계방수 시험의 한계 및 의의

본 연구에서는 실제화재를 대비한 비상대기하는 제한된 현장상황을 고려하여 소방차량 2대만으로 시험을 진행하였다. 이로 인해 차량에 무리가 가지 않는 상태에서 사용해야 하는 시험의 한계로 최고 사용압력을 초과할 수도 없었고, 장시간 운전도 어려운 상황이었기에 가용 가능한 범위 내에서 최대한의 조건을 부여하여 중계방수압력 효율 값을 측정하였다.

이 시험을 통하여 방수구를 폐쇄할 경우 발생하는 정압과 개방 시 발생하는 전압은 분명한 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 중계 방수 시 마찰손실 외에도 펌프 상호간 기계효율도 작용하여 방수압력이 저하된다는 것을 확인하였다.

동일한 형태와 성능의 소방펌프로 시험을 해도 위와 같은 손실이 발생하는데 각기 형식과 성능이 다른 펌프를 연결하여 운전하였을 경우 효율이 다르게 나타나므로 반드시 2대의 펌프성능 특성곡선을 보면서 운전점을 결정해야 한다.

6. 소방펌프차 중계방수의 활용

6.1 중계방수 방식의 활용을 위한 환경조건

중계방수의 소방차량 활용방법은 모든 소방활동 현장에서 적용할 수 있는 것은 아니고 효율적으로 대응하기 위하

여 우선 몇 가지 조건을 만족하여야 한다.

첫째는 고압으로 방수압력을 유지하여야 할 필요성이 있는 현장에서만 효과를 기대할 수 있다. 저압으로도 충분히 대응할 수 있는데도 불구하고 중계방수를 적용할 경우에는 소방차량을 조작하는 대원간의 소통이 원활하지 못할 경우 자칫 사고로 이어질 수 있기 때문에 주의하여야 한다.

둘째는 최종 방수압력이 가급적 1.4 MPa를 넘지 않도록 주의하여야 한다. 현재 ‘소방펌프 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0801)’에서 A1, A2펌프의 고압방수압력이 1.4 MPa로 규정되어 있고 소방펌프차의 대부분이 A1펌프 또는 A2펌프를 장착하고 있기 때문이다. 그리고 소방관서에서 사용하고 있는 소방호스의 최고 내압시험압력도 2 MPa 이므로 그 이상의 압력 발생 시 파열되어 사고로 이어질 수 있기 때문에 소방차간의 압력을 조정하여야 한다.

셋째는 중계방수의 현장활동을 수행하기 위하여 사전에 충분한 연습이 요구된다. 최종 방수를 담당하는 소방차량에서는 고압이 발생하므로 소방차량의 고장원인이 될 수도 있고 작은 실수가 자칫 큰 사고로 이어질 수 있으므로 대원간 호흡이 잘 맞도록 충분한 연습이 필요하다.

6.2 현장활동 시 고압방수가 필요할 경우

선착대가 현장에서 화재진압활동을 하고 있는 경우 후착대는 선착대의 현장활동을 지원하게 된다. 물론 진압활동을 하고 있는 선착대의 펌프차나 탱크차에 물을 공급하는 역할도 하게 된다⁽¹²⁾.

후착대가 별도의 소방활동을 하지 않고 단순히 선착대의 소방펌프차에 물만 공급하고자 할 경우에는 보수구에 연결할지 중계구에 연결할지를 신중히 판단하여야 한다⁽¹⁰⁾.

선착대의 소방펌프 1대로 방수압력에 무리가 가지 않는다면 후착대의 소방펌프는 보수구에 호스를 연결하여 물을 보수하여야 하며, 고압방수가 필요한 경우에는 중계구에 연결하여 선착대의 소방차량에 무리가 가지 않도록 조치하여야 한다.

고가차량이나 굴절차량에 연결하여 방수포로 물을 방수하게 할 경우에도 마찬가지이다. 방수포를 사용할 경우에는 대부분 고압을 사용하게 되므로 소방차량 1대로는 무리가 따르게 마련이다. 소방차량 1대로 무리하게 압력을 올리는 것보다는 2대 이상을 직렬로 연결하여 중계방수함으로써 필요한 압력을 확보하는 것이 중요하다.

건축물의 외벽화재나 공사장 부직포 화재⁽¹⁾처럼 외부에서 화염이 노출되는 경우가 해당되는데 소방펌프차에 장착된 방수포를 사용할 경우에도 자체 압력만 가지고 활용하기보다는 후착대의 소방차와 직렬로 연결하여 전압을 높여 사용하는 것이 바람직하다.

화재현장과 소방차의 부서 거리가 멀어 다량의 수관 연장으로 인하여 마찰손실이 커질 경우에도 최종 방수압력을 유지하기 위해서는 소방펌프차에서 고압방수를 필요로 하

게 된다. 이 경우에도 소방펌프차 1대로 방수하기 보다는 2대 이상의 펌프차를 직렬로 연결하여 중계방수를 활용할 경우 효율적인 현장활동 수행이 가능하다고 판단된다.

6.3 초고층 건축물에 중간가압송수장치가 있는 경우

초고층건물에 화재가 발생하였을 경우 출동한 소방대는 우선 연결송수관설비를 점유하고 활용하여야 한다. 이 경우 지표면에서 최상층 방수구의 높이가 70 m 이상의 특정 소방대상물에는 연결송수관설비의 가압송수장치가 설치되어 있으므로⁽¹³⁾ 연결송수관설비를 활용하고자 할 경우에는 중계방수를 생각하고 방수하여야 한다.

송수구에는 그 가까운 곳의 보기 쉬운 곳에 송수압력범위를 표시한 표지가 부착되어 있다. 소방펌프차의 운전원은 송수압력범위를 확인하고 연결하여 운전하되 수시로 내부에서 진압활동을 하는 대원과 무선통신을 하여 과압으로 방수되지 않도록 주의하여야 한다.

6.4 장시간 화재진압활동을 하는 경우

장시간 화재진압활동을 하다보면 저압으로 운전하더라도 소방차에 무리가 따르기 마련이다. 이 경우 활동하는 소방차를 교체할 수 있으면 좋겠지만 현장활동의 특성상 가장 먼저 도착한 소방차가 마지막까지 활동을 하게 되므로 고장의 원인이 될 수 있다.

이 경우 먼저 도착하여 활동하는 소방펌프차를 최대한 저압으로 운전하고 후착대의 소방차량을 직렬 또는 직·병렬로 연결하여 운전하면 훨씬 더 효율적으로 활동할 수 있다. 그리고 후착대의 소방차량은 운전시간에 따라 주기적으로 교체하여 줌으로써 안전하고 효율적으로 현장활동을 할 수 있도록 소방전술 방법을 개발하여 활용하여야 한다.

7. 결 론

본 연구에서는 초고층 건축물 화재 등 고압방수가 필요한 상황에서 적절한 방수압력을 유지하기 위하여 소방펌프차의 중계방수 방법과 활용방안을 정립하고자 시험을 실시하였다. 현재 사용하고 있는 소방차의 방수압력이 한계가 있기 때문에 초고층화재를 진압하기 위한 압력을 발생시키기 위해서는 소방차 2대 이상을 직렬 또는 병렬로 연결하여 사용하여야 한다. 소방펌프차 2대를 직렬로 연결하여 운전하였을 경우 발생하는 특성을 이해하기 위하여 시험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 지금까지 운용되던 화재현장에서 소방대원의 경험에 전적으로 의존하던 방수방법을 신뢰할 수 있는 데이터의 제공으로 일관성 있게 운용되어야 한다는 필요성을 인지하였다.

(2) 소방펌프차 2대를 직렬로 연결하고 방수펌프의 방수구를 폐쇄한 상태에서 최종 압력을 측정한 결과 압력손실이 없는 것으로 나타났다. 화재현장에서는 호스 및 부속품

의 마찰손실과 굴곡, 장애물 등 다양한 상황이 압력손실로 작용하기 때문에 전압(Total Pressure)측정의 필요성을 파악하였다.

(3) 동일 조건으로 방수펌프의 방수구를 개방한 상태에서 최종 압력을 측정한 결과 압력손실이 약 20 %가 발생한 것을 확인하였다. 소방펌프차 2대의 압력을 상호 변화시키면서 시험을 실시한 결과에서는 중계펌프와 방수펌프의 압력이 같거나 비슷한 경우에 효율이 가장 높은 것으로 나타났다.

(4) 가장 이상적인 조건에서 직렬로 연결하여 시험을 실시하였음에도 방수압력의 20 %가 손실되었음을 감안하여 소방펌프차를 운전하도록 지휘하여야 한다. 이에 중계방수의 소방전술 운용방법을 충분히 숙지하고 필요한 압력을 계상할 수 있어야 한다.

(5) 현행 연결송수관설비의 국가화재안전기준 제8조(가압송수장치)에서 지표면에서 최상층 방수구의 높이가 70 m 이상의 소방대상물에는 가압송수장치를 설치하도록 규정하고 있다. 본 설비를 이용할 경우 연결송수구에 소방차를 연결하여 운전하면 펌프를 직렬로 연결하여 운전하는 형태가 되기 때문에 이런 상황도 고려하여 충분한 시험과 훈련이 병행되어야 한다.

(6) 「소방자동차용 소방펌프의 성능에 관한 인정기준」에서 A1, A2급 소방펌프차의 고압방수성능의 압력이 1.2 MPa 이어서 현재는 그 이상의 압력을 가할 경우 배관 등 파손의 우려가 있으므로 다단중계 방수 시 발생하는 그 이상의 고압에도 운용이 가능한 소방펌프차의 개발이 시급하게 이루어져야 한다.

(7) 각 시·도에서 초고층건축물 화재진압 전술 개발 시에는 반드시 건축물에 설치된 소화활동설비를 활용하도록 하여야 한다. 대부분의 소방관서에 고압소방차가 실전 배치되지 않고, 소방호스의 사용압력에도 한계가 있으므로 건물에 설치된 소방시설을 적절하게 활용하여 소방전술을 운용하는 방법을 개발하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 가천대학교 학술연구지원(GCU-2012-R283)에 의해 연구되었음.

참고문헌

1. S. H. Min and J. M. Lee, "A Study on the Evacuation Risk of Simultaneous Fires from Exterior", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 2, pp. 90-96 (2012).
2. S. H. Min and Y. J. Kwon, "An Empirical Study on Standard Re-establishment of Water Discharge Performance for the Fire Engine Pump", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 5,

- pp. 85-91 (2012).
3. Notification No. 2011-68 of the NEMA, "Performance-based Methods and Standards of Fire Safety Design", NEMA (2011).
 4. NEMA, "2012 Tactical Fire Suppression Operations Research and Development Proceedings Studies (High-rise Sector)" (2012).
 5. S. H. Min, J. E. Yun, J. S. Sun, S. H. Jeong, C. H. Chea and S. J. Kim, "Research for the Configuration of the Outside Sprinkler System", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 1, pp. 102-112 (2012).
 6. S. H. Min, Y. J. Bae and Y. H. Nam, "A Proposal about the Vertical Fire Suppression Methods of High-rise Buildings", Proceedings of 2012 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 163-166 (2012).
 7. No. 105 of The KFI, "The Approval Standard of Fire Pump Performance for Fire Truck" (2012).
 8. S. H. Min, "NFSC Design of Fire Protection Engineering", Munundang (2008).
 9. Korea Fire Protection Association (KFPA), "The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering", SFPE (2005).
 10. NEMA, "The Data and Statistics of Fire Administration" (2011).
 11. NEMA, "The Fire a Statistics Yearbook for the 2011" (2012).
 12. NEMA, "The Primary a Statistics of Fire Prevention" (2011).
 13. S. H. Min and S. H. Jeong, "A Study on Improvement of Discharge Pressure Measurement of Indoor Fire Hydrant System", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 3, pp. 67-72 (2012).