

## 물소화 설비

金 相 旭\*

### 1. 총설

#### 1. 1 물과 소화

물은 자연계에 존재하는 물질중 냉각효과가 가장 크고 가장 쉽게 구할 수 있는 경제적인 물질이다. 냉각효과가 큰 것은 물의 비열과 기화열(또는 증발잠열이라고도 한다)이 크기 때문인데, 그 중에서도 증발잠열이 냉각효과에 주된 요인으로 작용한다.

물의 증발잠열(Latent Heat)은 약 539cal/g이다. 이것은 100℃의 물 1g을 같은 온도의 수증기로 변화시키는 데에는 539cal의 열량이 필요하다. 다시 말하여 이것은 100℃의 물 1g이 같은 온도의 수증기로 변할 때에는 주위로부터 539cal의 열을 빼앗는다는 것을 의미한다. 물이 증발할 때에는 주위로부터 이와 같이 많은 열을 빼앗기 때문에 물은 훌륭한 소화약제가 될 수 있는 것이다. 그러나 물이 반드시 냉각효과만을 보여주는 것은 아니다. 화열과 접촉하여 발생하는 수증기는 불연성 기체의 일종이므로 불 주위의 공기와 혼합하여 상대적으로 산소의 농도를 감소시켜 연소의 배경이 되는 산화반응속도를 저하시킴으로써 연소를 억제하는 데에도 기여할 수 있다. 즉 다소간의 질식효과도 보여줄 수 있다.

냉각효과에 비해 질식효과는 상대적으로 미

미한 편이지만, 물분무 소화방식의 경우에는 물분무의 용이한 증발로 인해 질식효과가 상당히 높아진다. 그렇다고 해서 스프링클러설비 등에 비해 물분무 방식이 소화를 위해 반드시 더 효과적이라는 것은 아니다. 소화의 효과는 가연물의 종류, 구성형태, 그리고 연소의 형태 즉 예컨대 표면화재인가 심부화재인가 등에 따라 달라진다.

#### 1. 2 물소화설비의 구성계획을 위한 기본적 고찰

소화설비란 화점(火點) 또는 그 지역에 대해 적용한 소화약제(물, 포말, 이산화탄소, 할로젠화물, 분말 등)를 효과적으로 살포(撒布)해줄 수 있도록 일련의 소요장비를 적절한 조직화한, 이른바 시스템화한 시설물인 것이다. 조직화된 설비를 만들기 위해서는 사용할 소화약제의 물리적, 화학적 특성에 따라 그 특징에 적합한 구조 및 작동방식의 것이 되어야 함은 자명한 일이다. 물을 소화약제로 사용하는 소화설비는 기본적으로 다음과 같은 필요조건들을 정성적(定性的) 및 정량적(定量的) 측면에서 기술적으로 집합하여 소화목적에 부합되는 조직물로 계획함으로써 이루어지는 것이다.

##### 가. 소화용수의 계획

이 계획은 소화용수의 선택, 확보방식 그리고 소요확보량이 기본이 된다. 그러나 이 계획에는 반드시 일정하게 정해진 패턴만이 있는 것은 아니므로 소방대상물이 가진 대내외적 여건

\*編輯理事, 利光엔지니어링代表, 消防技術士

에 따라 가장 경제적이고 효과적인 방향이 되도록 계획하게 된다.

#### (1) 소화용수의 선택

소화용이 될 수 있는 물로서는 시수(수도물), 지하수 및 지면수(강물 또는 호수) 등 어느 것이든 가능하며, 경우에 따라서는 바다물도 그 원천이 될 수 있다.

#### (2) 소화용수의 확보방식

이 또한 소방대상물의 여건에 따라 신축성 있게 계획되어야 하지만, 본질적으로 다음과 같은 방식중 어느 하나 또는 둘이상을 병용 하게 된다.

- ① 선택한 용수를 별도의 저장조치를 하지 않고 직접 사용하는 것.
- ② 선택한 용수를 건물내외에 별도로 저장하여 사용하는 것.
- ③ 소방대의 장비가 보유하고 있는 물을 사용하는 것.

위의 세가지 방식중 앞의 두가지는 소방대상물 자신의 자급방식, 마지막 것은 타력지원 방식이라 할 수 있을 것이다. 물소화설비들 중에서 자급방식만을 취하는 대표적인 것으로는 옥내소화전설비를, 타력지원 방식을 취하는 것으로는 연결살수설비와 대부분의 연결충수관설비를, 그리고 이 두가지 방식을 겸용하는 것으로는 스프링클러설비를 들 수 있다.

#### (3) 소화확보량의 산정

소화용수의 소요확보량을 계획함에 있어 선택된 물이 상식적으로 볼 때도 아주 충분히 많을 경우에는 그다지 문제될 일이 없겠으나, 제한된 여건일 경우에는 최소확보량을 어느 정도까지 예상해야 적합할 것인가가 관건이 될 것이다. 물론 당해 물소화설비에서 화재시 살수 될 총수량이 곧 확보량이 되어야 할 것이나 이에대한 적절한 판단은 결코 쉬운 일이 아니다. 그것은 화재장소의 화세(火勢)와 그 크기, 그리고 이에 대응하는 살수기구의 살수 특성등에 따라서 주수율(注水率) 및 소요주수시간 등을 판단하여 산정해야 할 성격의 것이다. 그러나 이 중에서도 소요주수시간에 대응하는 용수 확보량은 그 조달방식에 따라, 예컨대 자급방식인 경우와

타력지원 방식이 병용될 때에는 타력지원의 능력(주로 시간적 신속성 여부)에 따라 달라질 수도 있다.

#### 나. 주수계획(注水計劃)

소화를 위해서는 물이 화점 또는 그 지역에 적절히 주수하여야 함은 당연한 일이며, 이를 위해서는 적절한 주수수단 즉 살수기구가 구비되어야 한다.

주수방식으로는 인간의 직접적인 수동조작에 의해 주수하는 수동조작식과 전적으로 주수시설에 의지하는 고정기계식의 두가지 방식을 생각할 수 있다.

전자의 경우 대표적인 것이 노즐이 장착된 호스이며, 후자의 경우가 배관과 연결하여 장착되는 고정식의 노즐로서 스프링클러헤드는 가장 대표적인 예이다. 주수계획은 결과적으로 방화대상 장소에 대해 화세의 상황에 적용한 주수특성을 가진 살수기구의 선정과, 이들의 공간적 분포를 계획하는 일로 귀착된다.

수동조작식의 살수기구 즉 호스와 노즐은 노즐로부터의 살수사정거리와 호스의 길이에 따라 이들을 설치하는 공간적 분포가 주로 좌우된다. 예컨대 옥내소화설비의 경우 소화전의 설치기수를 방호반경 25m를 기준으로 하여 정해두고 있는 것은 호스길이 15m와 노즐로부터의 살수사정거리기준을 10m로 하여 이를 합산한 데어 연유하고 있는 것이다.

그러나 고정기계식의 살수기구, 예컨대 스프링클러헤드의 공간적 분포에는 그 설치장소에서의 소요주수밀도(단위면적당 소요 주수율을 뜻한다. 즉 단위면적당, 분당 주수량으로 나타내어진다.)와 주수면적의 산정이 배경이 된다. 소요주수밀도와 주수면적은 방화대상 장소에서 예상되는 화세의 상황에 따라 달라지며, 화세의 정도는 방화대상 장소의 성격 즉, 용도, 크기 구조, 구조물의 방화특성, 그 장소에 존재하는 가연물의 종류와 양, 그리고 가연물의 분포상태 등에 따라 달라진다. 화세상황의 경중에 대한 판단의 기준은 보통 화재하중(Fire Load)과 화재강도(Fire Intensity)로 요약된다.

따라서 주수밀도의 경중(輕重) 역시 방호

상 장소에서 예견되는 화재하중과 화재강도의 경중에 따라 결정되는 것이다.

#### 다. 배관계획

소화용 수원으로부터 살수장치로 물이 공급되기 위해서는 물이 진행할 수 있는 흐름경로가 반드시 있어야 한다. 자동차도 도로가 있어야 원만히 주행할 수 있듯이 물도 마찬가지인 것이다. 물의 흐름경로는 곧 배관이다. 배관계획, 물소화 시스템의 살수 및 배수기능과 시공 및 유지관리의 용이성과 경제성을 감안하면서, 특히 이물질(異物質) 등에 의한 흐름장애가 가능한한 적고 관내의 통수소재가 운이한 형태의 배열이 고려되어야 하며, 배관의 크기는 주수계획과 연관하여 결정될 것이다.

#### 라. 송수계획

물은 외력의 도움없이 스스로 움직일 수가 없는 물질이므로, 소화용수원으로 부터 배관을 경유하여 살수장치를 통해 적정상태의 물이 살수하기 위해서는 물의 흐름을 일으켜줄 수 있는 적절한 크기의 외력이 존재해야 한다. 이용가능한 외력으로는 지구의 인력, 압축공기의 팽창력 및 동력에 의한 기계적 힘의 세가지를 생각할 수 있다. 중력수조, 이른바 낙차를 이용하는 고가수조는 지구의 만유인력을 외력으로 활용하는 것이며, 압력수조는 압축공기의 팽창력을 이용한 것이고, 동력에 의한 기계적 외력을 제공하는 것이 곧 펌프설비이다. 물소화설비의 송수계획은 이들 세가지의 외력 활용방식중 어느 하나 또는 둘 이상의 복합형태로 이루어진다. 이들 방식을 어떻게 활용할 것인가는 소방대상물의 여건에 따라 판단해야 할 문제이지만, 경제성을 고려하면서 고도의 송수 신뢰성을 보여줄 수 있게 구성할 필요가 있다. 특히 중력수조 이외의 방식이 단독 또는 병용될 경우에는 작동의 자동화에 대한 신뢰성 있는 방법의 계획과 실시는 물소화설비에서 중시되어야 할 가장 중요한 사항의 하나이다.

이상과 같은 기본적인 계획들이 종합적으로 구체화될 때 물소화설비로서의 면모가 이루어질 것이나, 정량적인 면에서 적정한 기술상의 기준치가 뒷받침되어야 할 것이며 그것은 주수

계획의 정량화에서 시작되는 것이다.

### 1. 3 송수설비

물론 외력의 도움없이 스스로 움직이지 못하므로 송수설비에는 동력(외력)의 공급원이 따라야 하며 동력의 공급원으로는 지구의 인력, 압축공기의 팽창력 또는 펌프를 사용할 수 있음을 이미 설명하였다. 현재 국내의 실정으로는 이 중에서 펌프에 의한 송수방식이 가장 보편적으로 이용되고 있다. 지구의 인력을 이용하는 것은 충분한 낙차를 줄 수 있는 위치에 수조를 설치함으로써 가능해진다. 이 경우의 수조는 저수기능과 송수기능을 겸하게 될 것이며 이것을 중력수조(Gravity Tank)라고 한다.

압축공기의 팽창력을 이용하는 것으로는 압력수조라고 부르는 밀폐형의 고압수조 내에 물과 압축공기를 함께 채워둠으로써 이 공기의 팽창력에 의해 송수되도록 하는 것이다. 압력수조 역시 저수와 송수의 기능을 겸하는 방식이 된다.

#### 가. 중력수조

① 중력수조의 설치 높이는 원리상으로 볼때 당해 소화설비에 있어 수조의 송출구로부터 수리적으로 최원거리에 있는 살수장치에 대해 최소한의 소요기준 방수압력을 줄 수 있는 정도의 낙차를 가져야 할 것이다. 여기서 수리적으로 최원거리라 함은 수조의 송출구로부터 최소의 기준반사량이 배관을 통하여 흐를때 마찰손실에 의한 압력손실이 최대가 되는 살수장치까지를 두고 일컫는 의미이다. 지구의 인력은 지구가 존재하는 한 언제나 존재하므로 배관내에 흐름을 저해하는 이물질(異物質)의 축적과 같은 장애요인이 발생하지 않는 한 물흐름은 틀림없이 일어날 것이다. 따라서 중력수조만큼 송수의 신뢰성이 좋은 방식은 없다. 다만, 높은 위치에 수조를 인위적으로 설치해야 하는 경우에는 경제적으로 큰비용이 소요될 수 있다.

② 수조의 송출구측 배관에는 개폐표시 형의 송수제어밸브(OS & Y 형 개폐밸브 또는 버터플라이밸브)와 스트레이너를 설치한다. (그림1 참조) 송수제어밸브는 배관상의 하자발생등 문제점이 있을 경우 이를 보수하고자 관내로의 물흐

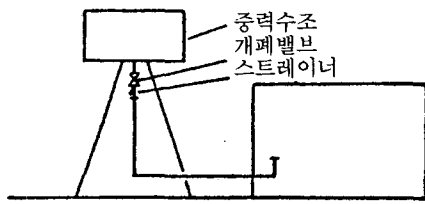


그림 1. 중력수조단독의 송수방식일 경우

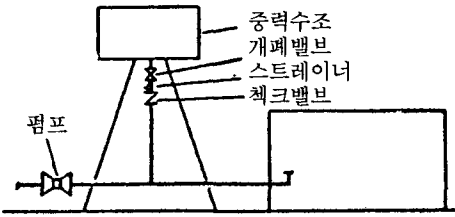


그림 2. 중력수조와 펌프설비를 병용한 송수방식의 경우

를 차단하고자 할때 사용할 수 있으며, 스트레이너는 수조내의 이물질(異物質)이 배관내로 유입되는 것을 막기 위한 걸름장치이다.

그런데 펌프 또는 압력수조에 의한 송수방식이 중력수조의 송수배관과 병용, 연결되는 경우(그림 2 참조)에는 체크밸브도 설치함으로써 펌프(또는 압력수조)의 작동시 물이 역류되어 중력수조내로 유입되지 않도록 해줄 필요가 있다. 이들의 설치순서는 송출구측에서 시작하여 송수제어밸브, 스트레이너, 체크밸브의 순으로 하며, 크기(호칭구경)는 송수배관의 그것과 일치하거나 그 이상이 되어야 한다.

③ 중력수조는 송수를 위한 동력원이 지구의 인력이므로 비상전원과 같은 별도의 동력원은 전혀 필요치 않다.

나. 압력수조

압력수조는 그 자체가 소화용수의 저수기능과 송수기능을 동시에 갖고 있기 때문에 중력수조처럼 반드시 일정높이 이상되는 곳에 설치해야 한다거나 별도로 송수용 펌프와 같은 장치를 수조에 덧붙여 장착할 필요가 없다. 압력수조의 송수동력원은 압축공기의 팽창력이므로 이 수조만을 송수설비(수원을 겸함)로 계획할 때에는 중력수조의 경우와 마찬가지로 별도의 비상전원이 요구되지 아니한다. 그러나 압력수조만을 수원으로 하는 일은 별로 흔치 않으며, 펌프방식의 송수설비와 병용하는 경우가 많다. 이 경우에는 압력수조만을 단독수원으로 하지 않기 때문에 수조의 용량을 대폭 감소시켜 줄 수 있다. 압력수조는 설비의 작동시 살수장치로 부터 즉각적으로 기준량의 정격살수가 가능하기 때문에 펌프방식의 송수설비에 비해 소화에 임하는 신속성에 장점이 있다. 이는 중력수조의 경우에도 마찬가지이다. 압력수조는 밀폐형의

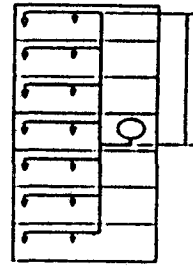
수조내에 물을 일부 넣고(수조 내용적의 3분의 2를 물로 채우는 것이 가장 보편적인 방법이다.) 나머지 공간에는 압축공기로 채워두었다가 화재시 살수장치가 개방될 때 압축공기의 팽창에 의해 물의 송수 및 방사가 일어나게 하는 것이다. 압축공기를 채우는 데에는 주로 에어컴프레서가 사용되며 수조내의 공기누설이 발생할 경우의 공기압 강하에 대비하여 에어컴프레서의 작동은 자동방식이 되도록 조치한다.

이것은 압력스위치를 이용함으로써 용이하게 달성할 수 있다. 또한 수조내에 저장된 물의 누수가 발생할 경우의 수위저하에 대비하여 소형의 충수펌프를 부대설비하여 자동충수되게 함으로써 평상시 항상 소요저수량이 확보되어 있게 조치할 필요가 있다. 충수펌프작동의 자동화는 저수위 감지스위치를 이용함으로써 가능해진다. 에어컴프레서와 충수펌프용의 동력전원은 반드시 비상전원과 결부되어야 할 필요는 없다. 왜냐하면 항상 수조내의 물과 압축공기를 정상 상태로만 유지해 주면 화재시에 상용전원이 차단되어 에어컴프레서와 충수 펌프가 부동작 상태가 되더라도 이들의 소임을 다한 것이 되기 때문이다. 평소에 유지시켜 두어야 할 압축공기의 압력은 소화설비의 종류에 따라 살수장치의 소요방수압력과, 그리고 수조의 설치높이에 따라 달라진다. 그러나 수조내의 물의 저장비율이 일단 정해지고 나면 수조자체의 크기 즉 내용적의 크기와는 무관하다. 하지만 어떠한 경우라도 압력의 산출원리와 방식은 동일하며, 보일(Boyle)의 법칙을 이용하여 산출하는데, 수조내용적의 3분의 2를 물로 채우는 표준방식의 경우 다음과 같은 일반공식이 성립된다.

$$P = 3Pd + 2.07 + 0.3H$$

여기서, P = 압축공기의 소요압력(계기압력) kg/cm<sup>2</sup>, Pd = 살수장

치에 주어져야 할 최소기준방식압력  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , 예) 스프링클러헤드의 경우  $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , 옥내소화전의 경우  $1.7 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ,  $H = \text{압력수조와 최고위 살수장치까지의 수직높이 (m)}$ , 압력수조의 위치가 최고위 살수장치보다 아래쪽에 위치한 경우에는 +의 값을, 그 반대일 경우에는 -의 값을 갖는다. (그림 3 참조)



$H^m$  (이 경우 압력수조가  $H^m$  밑에 있으므로  $H$ 의 값은 +가 된다.)

그림 3.