

[Research Paper]

## 도로터널의 옥내소화전설비 겸용 자동화점추적 방수총설비의 방수실험

김창용 · 공하성<sup>\*†</sup>

현대인프라코어(주) R&D 소장, \*우석대학교 소방방재학과 교수

### Water Jet Experiment of Automatic Fire-tracking Water Cannon Facility combined with Indoor Hydrant Facility in Road Tunnels

Chang-Yong Kim · Ha-Sung Kong<sup>\*†</sup>

Chief Technology Officer, Hyundai Infracore. Ltd. R&D Division,  
<sup>\*</sup>Professor, Department of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ.

(Received October 22, 2018; Revised January 2, 2019; Accepted January 14, 2019)

#### 요 약

이 연구는 옥내소화전설비에 자동화점추적 기능을 부가하여 화재 발생위치에 따라 방수노즐이 이동하여 유효하게 방수하는지를 방수중심 지향여부, 방수범위 유지여부, 방수형태의 일관성 유지여부로 구분하여 실험하고 결과를 고찰하였다. 첫째, 방수중심 실험결과는 최초 화원의 중심을 찾는 정확도는 시스템 설계에 있어서 유효한 결과를 도출하게 됨을 확인하였다. 둘째, 방수범위 실험결과 방수최대반경의 물 분사를 하는 경우 방수범위의 오차는 허용공차 범위 내에 들어가는 것으로 확인되었다. 마지막으로 방수형태 실험결과 형태의 변화 없이 정상동작하여 설정블록에 대하여 설계상태가 이상 없음을 확인하였다.

#### ABSTRACT

To determine if water-jet nozzle moves and water jetting are effective according to the location of the fire, this study examined the automatic fire-tracking water cannon system and an indoor hydrant system, such as water jet centered directivity, water jet range maintainability and water jet shape uniformity. First, an examination to find the center of fire accurately from this system design showed that the water jet centered test was accurate. Second, the water jet range test results showed that when water is jetted at the maximum water jet radius, the water jet shows an inaccurate result but within the allowable tolerance range. Finally, the water-jet shape test result confirmed that there are no problems in setting the block from the algorithm design.

**Keywords :** Water jet experiment, Road tunnel, Nozzle position control, Hydrant system, Fire extinguish method

#### 1. 서 론

화재는 발생하는 위치에 따라서 건물화재, 임야화재, 차량화재, 선박화재, 항공기화재 등으로 구분되므로 소화설비 또한 화재의 특성을 파악하여 적합한 화재대응 기술을 적용해야 할 필요가 있다.

이 중에서 도로터널 내에서의 차량화재는 자동차의 연료인 휘발유, 경유 등의 가연성 액체와 LPG의 위험성에 노출되어 있고, 유독가스의 배출이 용이하지 않아 질식사의 위험성이 높아서 도로터널 화재방호에 대한 연구가 요구되

고 있다.

또한 옥내소화전설비는 건물 내 또는 도로터널에 설치하는 소화설비로서 사용상의 주체는 소방관이 아니고 관계인이다. 옥내소화전설비는 사람의 조작에 의하여 수동으로만 작동되기 때문에 조작할 수 있는 사람이 도로터널 내에 있지 않거나 조작방법을 모르는 경우 사용할 수 없는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 옥내소화전설비에 자동기능을 부가할 필요가 있다. 이에 본 연구는 화원의 특정 과장을 이용한 불꽃감지기의 기능을 활용하여 화재 시 화원의 위치를 감지하여 자동으로 노즐을 화원의 방향으로 조향하

<sup>†</sup> Corresponding Author, E-Mail: 119wsu@naver.com, TEL: +82-63-290-1686, FAX: +82-63-290-1478

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

고 화재가 발생한 장소에만 가압수를 방수하여 화재진압에 따른 수손 피해를 최소화하는 옥내소화전설비 겸용 자동화점추적 방수총설비를 제안하는 데 있다.

기존 도로터널에 설치되어 있는 물분무소화설비는 열감지기를 일반적으로 사용한다. 기존의 일제살수식 스프링클러설비와 같이 방수되는 시스템이므로 열이 감지기까지 도달하는데 상당한 시간이 소요되므로 도로터널의 특성상 초기 화재진압이라는 궁극적인 목적을 달성하기 어려울 수 있다. 이에 따라 도로터널에 있어서는 열감지기에 따른 작동방식이 아닌 불꽃감지기와 같은 화재 초기에 감지가 가능한 작동방식이 필요하다.

이 연구의 옥내소화전설비 겸용 자동화점추적 방수총설비에는 불꽃감지기 중에서 불꽃 자외선·적외선 겸용식 감지기를 도입하였다. 자외선 센서 자체만으로는 아크 용접이나 강한 햇빛에서 나오는 자외선과 구분이 어려워 자외선 센서 단독으로 사용하기에는 한계가 있고, 화원에 따라 세분화된 과장대의 적외선을 방사하기 때문에 적외선 센서는 하나의 적외선 과장만으로 불꽃을 판단하는 것은 도로터널의 다양한 환경에 대응하기 쉽지 않기 때문이다.

이 연구의 방법은 기존의 옥내소화전설비의 구성요소에 자동화점추적기능을 추가하여 화재 발생위치에 따라 방수노즐이 이동하여 유효하게 방수하는지를 방수중심 지향여부, 방수범위 유지여부, 방수형태 전환여부를 실험하여 결과를 고찰하고자 한다.

기존의 옥내소화전설비에 관한 연구를 분석하면 Min et al.<sup>(1)</sup>, Choi et al.<sup>(2)</sup>, Park et al.<sup>(3)</sup>의 방수압에 관한 연구, Nam et al.<sup>(4)</sup>, Baek et al.<sup>(5)</sup>의 호스릴설비에 관한 연구, Lee et al.<sup>(6)</sup>, Moon et al.<sup>(7)</sup>의 사용 및 관리실태에 관한 연구, Ko et al.<sup>(8)</sup>의 설비의 부식에 관한 연구 등이 존재한다.

이와 같이 기존의 연구는 방수압, 호스릴 설비, 사용 및 관리실태, 설비의 부식에 관한 연구로서 옥내소화전설비를 겸용으로 한 자동화점추적 방수총설비에 관한 연구는 존재하지 않는다.

## 2. 실험장치의 구성 및 설계

### 2.1 도로터널용 자동화점추적 방수총설비의 구성

Figure 1은 도로터널용 자동화점추적 방수총설비에 대한 설치개념도이다. 진압장치는 화재를 감지하고 진압하는 본체이고, 물분사 제어반은 이 본체의 회로를 구동하는 전원 소스로 24 VDC를 공급하며, 화재의 위치가 확인되는 경우 화원을 향하여 방수제어를 위한 솔레노이드 밸브에 220 VAC 전원을 공급한다. 소화전함은 방수총설비에 물을 공급하기 위한 설비이며 소화전 호스와 방수총설비의 물공급 파이프는 T자형 공유관을 통하여 연동 설치되어 있다. 수신기는 방수총설비의 본체를 조작하기 위하여 조작반 역할을 하며, 이는 본체의 동작을 자동 또는 수동조작과 본체와 노즐의 세부 동작 파라미터를 설정하는 패널과 함께 각종

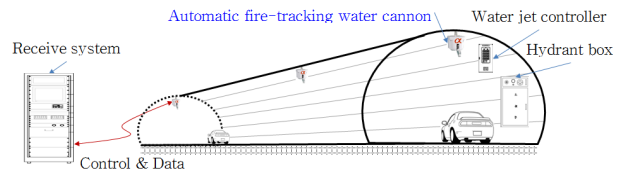


Figure 1. Automatic fire-tracking water cannon facility.

버튼 및 Indicate LED들이 구비되어 있다. 본체로부터 입력되는 화재감지 신호에 따라서 경보신호를 발생시키기도 하며, 영상 데이터를 저장하여 필요 시 현장의 상황을 확인하기 위한 정보를 제공한다.

### 2.2 도로터널용 방수노즐 및 펌프제어의 설계

방수총설비의 구성요소 중 자동화재 진압장치 본체를 움직이는 수평기어부와 방수노즐을 움직이는 수직기어부가 있는데 이러한 기어부는 생산 시 단품편차 또는 조립공차로 인한 전체 시스템 공차가 발생할 수 있다. 이 공차로 인하여 실제 사용상 화원의 위치가 최대 35 m 거리가 되는 경우 이 미세한 공차로 인하여 원거리 화원을 진압하기 위한 중심위치가 과도하게 어긋날 수 있다. 또한 장시간 사용 중 기어의 백래시나 부식으로 인한 경우에도 동일한 문제가 발생할 수 있다. 이에 대한 문제점을 극복하기 위하여 본체의 초기방향, 노즐의 초기방향 또는 노즐의 스윙 각도를 사용자 설정항목으로 정의할 필요가 있다. Table 1은 사용자 설정항목으로서 총 15가지의 ID를 부여하여 설정할 수 있도록 하였다. ID#2는 화원의 수평중심과 본체의 수평각도간 편차가 발생하는 경우 이를 보정해주는 파라미터로 0~250°범위 내에서 설정을 변경할 수 있다. ID#3은 화원의 수직중심과 본체의 수직각도간 편차가 발생하는 경우 이를 보정해주는 파라미터로 0~30°범위 내에서 설정을 변경할 수 있다. ID#4는 방수노즐 조향기어 중심으로부터 동일한 수평면을 0°기준으로 할 때 0~30° 범위에서 초기방향을 설정할 수 있다. 이는 방수총설비 설치높이 기준으로부터 최대 30° 상향으로 가압수를 방사할 수 있음을 의미한다. ID#9는 방수패턴 또는 모양을 선택하는 파라미터로 직사, 분사 및 파도 형태로 화재의 특성에 따라 각각 Stage number1~3로 선택하여 설정할 수 있다. ID#a는 방수범위를 0~10°범위 내로 설정해주는 파라미터로 방수범위 실험 시 필요에 따라 영역을 조절할 수 있다. ID#b는 주어진 방수패턴과 방수범위에서 가압수를 방사하는 횟수를 설정해주는 파라미터이다. 초기 값은 15회로 설정되어 있다. ID#c는 방수총설비의 설치높이를 입력하는 파라미터로 높이에 따라 방수압력과 조합하여 방수거리가 결정되기 때문에 가장 먼저 설정이 필요한 파라미터이다.

Table 1과 같은 설정을 바탕으로 실화재가 감지되면 방수총설비는 방화수를 분사하기 위하여 펌프를 구동한다. 하지만 설치장소에서 방화수를 가압하여 펌프를 구동하면

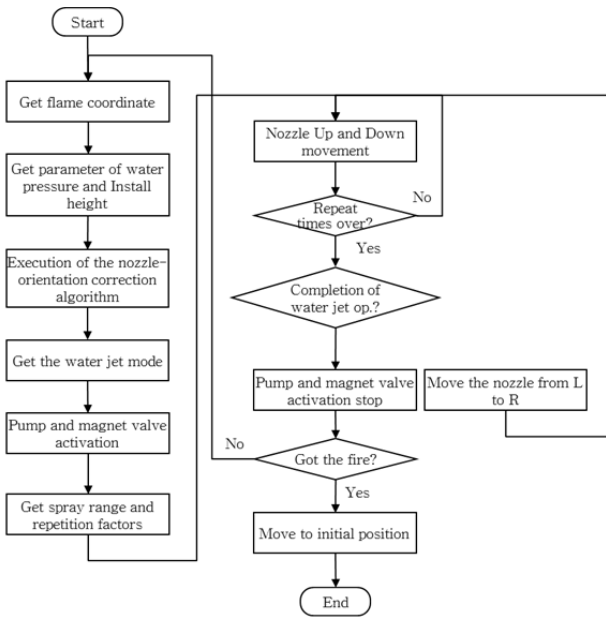


Figure 2. Flow chart of the water jet nozzle and the pump control.

서 노즐의 방향을 보정하는 방법은 효율적이지 못하기 때문에 방수노즐의 중앙부에 레이저를 부착하여 방화수를 분사하지 않아도 분사위치를 미세 조정할 수 있도록 설계 하였다.

Figure 2는 본체, 방수노즐, 마그네틱 밸브 및 펌프제어를 위해 설정 값에 따라 화재를 진압하는 동작 흐름도이다. 먼저 화재감지 프로세스의 감지결과에 따른 화재위치 정보를 취득하면, 방수총설비의 설치높이와 방수압력에 대한 설정 값을 참조한다. 다음으로 노즐 위치보정 프로그램에 의하여 노즐 지향 각이 결정되고 펌프 및 마그네틱 밸브를 기동하여 가압수를 방수한다. 마지막으로 분사범위, 분사 반복횟수 및 분사형태 등의 설정 값에 따라 방수노즐을 전개하여 화재진압 동작을 수행한다. 화재감지 프로세스에서 또 다른 화재감지 결과가 보고되면 앞서 수행한 펌프 및 밸브기동은 그대로 유지하면서 방수노즐의 방향만 수정하여 화재진압을 계속해서 수행하고, 더 이상 화재감지 결과가 보고되지 않으면 펌프 및 밸브의 기동을 중지하고 본체와 방수노즐의 위치를 초기 위치로 되돌린다.

Figure 3은 방수노즐 및 펌프제어용 프로그램이다. Table 1의 설정 파라미터를 제어반에서 입력하여 최종적으로 확인 키를 누르면 해당파라미터는 통신선로를 통하여 방수총설비의 제어보드로 전송되어 플래시 메모리에 저장되며 방수총설비의 전원인가 시 플래시 메모리의 최종 데이터를 참조하여 분사모드, 분사반복횟수, 분사범위 등의 동작을 수행하는데 사용된다.

```

void NozzlePumpControl(unsigned char cmd)
{
  unsigned short i=0;
  if(cmd == ENABLE)
  {
    NozzleShapeControl(ctrlParam.sprayMode);
    ValveOpen(ENABLE);
    PumpStirring(ENABLE);
    switch (nozzleData.state)
    {
      case NOZZLE_CENTER_MODE:
        for(i=0;
          i<ctrlParam.upDownCnt; i++)
        {
          NozzleControl(NOZZLE_UP_DOWN_MODE,
            ctrlParam.verticalAngle);
        }
        nozzleData.state =
        NOZZLE_RIGHT_MODE
        break;
      case NOZZLE_RIGHT_MODE:
        NozzleControl(NOZZLE_RIGHT_MODE,
          ctrlParam.horizontalAngle);
        for(i=0;
          i<ctrlParam.upDownCnt; i++)
        {
          NozzleControl(NOZZLE_UP_DOWN_MODE,
            ctrlParam.verticalAngle);
        }
        nozzleData.state =
        NOZZLE_LEFT_MODE;
        break;
      case NOZZLE_LEFT_MODE:
        NozzleControl(NOZZLE_LEFT_MODE,
          ctrlParam.horizontalAngle);
        for(i=0;
          i<ctrlParam.upDownCnt; i++)
        {
          NozzleControl(NOZZLE_UP_DOWN_MODE,
            ctrlParam.verticalAngle);
        }
        nozzleData.state =
        NOZZLE_CENTER_MODE;
        break;
      default:
        break;
    }
    ValveOpen(DISABLE);
    PumpStirring(DISABLE);
  }
}
  
```

Figure 3. Water jet and pump control program.

### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 실험 조건 및 방법

##### 3.1.1 실험 조건

이 연구에서의 화재실험 시나리오는 Permanent International Association of Road Congress (PIARC) 보고서에서 유럽 8개국에 대한 도로터널 화재 분석을 수행한 결과를 바탕으로 차량 한 대의 화재를 가정하는 화재모델을 채택하였고, 차

**Table 1.** Setting Parameter

# ID	Parameter	Value	Remark
1	Total Quantity of Device	1~4	Number of Networked RS485 Extinguish Fires Device
2	Value of Horizontal Compensation	0~250	Modify the Deviation of Horizontal Position
3	Value of Vertical Compensation	0~30	Modify the Deviation of Vertical Position
4	Angle of Vertical Elevation	0~30	
5	Range of Vertical Scanning	0~90	Default 90°
6	Range of Vertical Rotation	0~120	Default 90°
7	Range of Horizontal Rotation	0~400	Default 30°
8	Horizontal Initial Angle	0~250	Default 3°
9	Water Jet Mode	1~3	1: Straight, 2: Spray 3: Wave
a	Angle of Water Swing Jet	0~30	Default 10°
b	Times of Water Swing Jet	0~100	Default 15 times
c	UV(priming) Sensitivity	1~4	Default Level 2, Level 1 is the most Sensitivity
d	IR(position) Sensitivity	1~4	Default Level 2, Level 1 is the most Sensitivity
e	Installation Height	6~30	Default 10 m

**Table 2.** Fire Robber & Smoke Quantity

Types of Vehicles	Car	Bus	Truck	Tank Truck
Fire Robber (MW)	≤ 5	20	30	100
Smoke Quantity (m <sup>3</sup> /s)	20	60~80	80	200

량의 종류는 주행거리가 가장 많은 승용차 기준 Table 2와 같이 「국토교통부, “도로터널 방재시설 및 관리지침”에 따라 화재설계기준 5~8 MW 범위인 노말 햅탄을 이용하여 5 MW의 열원으로 실험을 진행하였다.

Figure 4는 실제 적용중인 터널의 제원에 따라 방수총설



**Figure 4.** Water jet experiments in road tunnel.

비의 설치높이는 4.8 m로 하고, 기타 기준은 옥내소화전설비와 겸용하는 것을 감안하여 옥내소화전설비 기준에 따라 유효감지거리는 35 m로 하였으며, 방수총설비 설치거리는 일방향 터널기준 50 m 간격이므로 방수반경은 25 m로 하였다<sup>9)</sup>. 또한 실험화재의 크기 기준이 가로, 세로 각각 70 cm, 70 cm이기 때문에 방수타깃은 화재진압 중 화재의 유동을 감안하여 가로, 세로 각각 100 × 100 cm로 정의하였다<sup>10)</sup>.

### 3.1.2 실험 방법

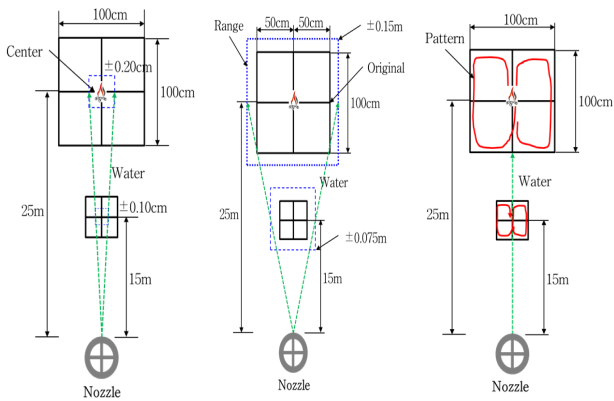
방수총설비가 화재감지결과에 따라 화원의 위치를 인지하여 정확한 위치에 방수를 전개하면서 진압해야 하므로 이에 대한 평가요소인 방수중심 지향성, 방수범위 유지성 및 방수형태의 일관성을 평가항목으로 선정하여 방수실험을 진행하였다.

#### 1) 방수중심 지향성(Directivity)

정확한 위치에 방수를 진행하여 화재를 진압하는 것이 중요한 요소이므로 Figure 5(a)와 같이 방수중심의 편차를 방수반경 최대거리인 25 m에서 최소화함을 목표로 허용공차를 정의하는 것이 필요하다. 풍속이 없고 방수압력이 옥내소화전 기준 0.35~0.70 MPa 내의 가압수를 직사모드로 방수했을 때 옥내소화전설비에서 일반적으로 사용하는 13 mm 구경 방수노즐 초입에서는 약 60 mm의 폭으로 분사하면서 25 m에 도달하는 경우 물분사의 폭은 약 900 mm로 확대 분사된다. 이에 따라 방수중심의 편차는 식 1과 같이 ± 20 cm로 정의 된다.

$$\text{방수중심 공차}(\pm 20 \text{ cm}) = \text{물분사 폭}(90 \text{ cm}/25 \text{ m}) - \text{화원 크기}(70 \text{ cm}) \quad (1)$$

방수중심 실험은 Figure 5(a)와 같은 제원에 따라 최초 조준된 수평/수직 지점을 기준점으로 하여, 5회에 걸쳐 실험을 한 이후에 조준된 점(point)이 허용공차 내에 도달하는지를 평가한다.



(a) Directivity (b) Maintainability (c) Uniformity

Figure 5. Water jet experiment segmentation.

2) 방수범위 유지성

풍속이 없고 방수압력이 옥내소화전 기준 0.35~0.70 MPa 내의 가압수를 13 mm 구경 방수노즐을 이용하여 직사모드로 100 cm × 100 cm 범위를 방수했을 때 벗어나는 공차는 식 2에서 도출된바와 같이 허용공차를 ± 35 cm로 정의하였다. 허용공차 ± 35 cm의 의미는 방수중심 허용공차 ± 20 cm에서 노즐에 대한 스테핑 모터의 분해능 1.8° 및 웜기어의 기어비 등 기구공차에 의하여 추가적으로 발생하는 공차인 ± 15 cm를 합산한 결과이다. 900 mm 폭으로 분사하는 물분사의 유효공차가 450 mm이므로 ± 35 cm의 공차는 화재를 진압하는데 있어서 화원으로 방화수가 지속적으로 도달할 수 있는 허용범위이다.

$$\begin{aligned} \text{방수범위 공차}(\pm 35 \text{ cm}) &= \\ \text{방수중심 공차}(\pm 20 \text{ cm}) &+ \text{기구공차}(\pm 15 \text{ cm}) \end{aligned} \quad (2)$$

방수범위 실험은 Figure 5(b)와 같은 제원에 따라 최초 설정된 범위를 기준범위로 하여, 5회에 걸쳐 실험을 한 이후에 설정된 범위가 허용공차 내에 도달하는지를 평가한다.

3) 방수형태의 일관성

방수형태 실험은 방수중심 및 방수범위가 설정된 이후에 화재를 실질적으로 진압하는 노즐의 동작패턴 실험으로서 설정된 단계에 따라 직사, 분사 및 파도 형태를 일관성 있게 수행하는지를 평가하는 방법이다. 상기의 실험요소는 모두 사용자에 의한 설정항목으로 Figure 5(c)와 같이 특정 모드로 설정하면 방수총설비 본체는 이 설정에 따라 화재를 진압한다<sup>(11)</sup>.

방수형태 실험은 Figure 5(c)와 같은 제원에 따라 설정된 모드로의 방수를 충실히 수행하는지에 대한 여부를 직사, 분사, 파도 순으로 두 번의 사이클을 실행하여 적합성 평가를 한다.

Table 3은 NFSC 603의 기준에 따라 정의된 방수성능기

Table 3. Water Jet Performance Criteria

Item	Water Jet Center	Water Jet Range	Water Jet Shape
Tolerance	-20~20 cm	-35~35 cm	Stage#1~3
Water Jet Radius	25 m/straight		
Rate Flow	260 ℓ/min, 0.70 MPa		
Opening Pressure	0.35~0.70 MPa		
Installation Height	4.8 m		
Water Jet Mode	Straight, Spray, Wave		
Orifice Diameter	13 mm		

준이며, 방수총설비의 방수량은 이론적 식 3에 의하여 계산되고 실측한 결과이다.

$$Q = 0.653D^2 \sqrt{10P} = 0.6597CD^2 \sqrt{10P} \quad (3)$$

여기서, Q : 방수량(ℓ/min)

C : 노즐의 흐름계수(방수총설비의 노즐 0.9)

D : 내경(mm)

P : 방수압력(MPa)

이러한 기준을 기반으로 설계된 시스템의 제원에 따라 지향성, 유지성 및 일관성 세 가지 모드에 대한 실험을 진행하였다.

3.2 실험 결과

3.2.1 방수중심 지향성능

화원의 중심을 어느 정도 정확하게 가격을 하여 화재를 진압할 수 있는지를 파악하기 위한 실험으로서, 총 5번의 실험 결과로서 Table 4와 같이 방수중심의 오차는 이미 정의된 허용공차 범위 내에 들어가는 것으로 확인되어, 최초 화원의 중심을 찾는 정확도는 시스템 설계에 있어서 유효한 결과를 도출하게 됨을 확인하였다. 이 실험을 위하여서는 선행조건으로서 방수중심을 파라미터 설정을 통하여 레이저를 이용하여 최초 다섯 번 정도는 설정에 의하여 중심을 맞춰서 시작해야 신뢰도 높은 결과를 도출할 수 있다.

3.2.2 방수범위 유지성능

앞서서 설정한 방수중심에 대한 편차가 외부적인 변수로 인하여 공차범위를 벗어날 수 있으므로 방수범위 유지성 실험을 위하여 선행조건으로서 방수중심을 레이저를 이용하여 최초 다섯 번 정도는 설정에 의하여 중심을 체크하고 만약 중심이 어긋나면 파라미터 설정을 통하여 맞춰서 시작해야 한다. Table 5는 방수범위 성능실험 결과를 보여준다.

방수의 중심에 비하여 비교적 허용공차의 범위가 크기

**Table 4.** Directivity of the Water Jet Center Test Result

Order	Rate Flow (l/min)	Opening Pressure (MPa)	Water Jet Center (±/cm)	Criteria
1	260	0.70	+ 16	Pass
2	259	0.70	- 18	Pass
3	259	0.70	+ 17	Pass
4	258	0.68	+ 12	Pass
5	260	0.69	+ 15	Pass

**Table 5.** Maintainability of the Water Jet Range Test Result

Order	Rate Flow (l/min)	Opening Pressure (MPa)	Water Jet Center (±/cm)	Criteria
1	260	0.70	+ 18	Pass
2	260	0.69	+ 20	Pass
3	259	0.70	- 12	Pass
4	260	0.70	+ 23	Pass
5	258	0.68	+ 21	Pass

**Table 6.** Uniformity of the Water Jet Shape Test Result

Order	Rate Flow (l/min)	Opening Pressure (MPa)	Water Jet Center (±/cm)	Criteria
1	260	0.70	Straight	Pass
2	259	0.70	Spray	Pass
3	259	0.70	Wave	Pass
4	260	0.69	Straight	Pass
5	260	0.70	Spray	Pass
6	258	0.68	Wave	Pass

때문에 Straight 분사를 하더라도 물 분사의 특성상 물 알갱이들이 넓게 퍼지는 현상으로 인하여 25 m의 물분사를 하는 경우 약 90 cm 정도의 폭으로 분사된다. 따라서 허용공차가 방수중심에서 보여주는 허용공차에 비하여 다소 크더라도 화재를 진압하는 데는 문제가 없음을 실제 화재진압 시험 시 결과로 보여주었다.

**3.2.3 방수형태의 일관성**

앞서서 설정한 방수중심 및 방수범위에 대한 편차가 외부적인 변수로 인하여 공차범위를 벗어날 수 있으므로 방수형태 실험을 위하여 선행조건으로서 방수중심을 레이저를 이용하여 최초 다섯 번 정도는 설정에 의하여 중심을 체크하고, 만약 중심이 어긋나면 파라미터 설정을 통하여 맞춰서 시작해야 한다. Table 6은 방수패턴이 설정에 따라 Stage#1에서부터 #3까지 순차적으로 2 사이클을 연속으로

실험한 결과, Stage에 따른 분사형태를 보여 시스템 설계에 있어서 유효한 결과를 도출하게 됨을 확인하였다.

**4. 결 론**

이 연구는 옥내소화전설비 겸용 자동화점추적 방수총설비의 개발에 관한 연구이다. 옥내소화전설비의 구성요소에 자동화재 진압장치를 부가하여 화재 발생위치에 따라 관창이 이동하여 유효하게 방수하는지를 방수중심 지향여부, 방수범위 유지여부, 방수형태의 일관성 유지여부를 실험하여 결과를 고찰하였다. 방수성능 실험결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 방수중심 실험결과

방수중심의 오차는 이미 정의된 허용공차 범위 내에 들어가는 것으로 확인되어 최초 화원의 중심을 찾는 정확도는 시스템 설계에 있어서 유효한 결과를 도출하게 됨을 확인하였다.

2) 방수범위 실험결과

직사 형태의 물분사 시 물 알갱이들이 넓게 퍼지는 현상으로 인하여 방수최대반경의 물분사를 하는 경우 방수범위의 오차는 이미 정의된 허용공차 범위 내에 들어가는 것으로 확인되어 화재를 진압하는 데 이상이 없음을 확인하였다.

3) 방수형태 실험결과

방수형태가 직사, 분사, 파도 형태로 설정하는 결과에 따라 실질적으로 방수형태를 보이는지를 평가하는 단계로 형태의 변화 없이 정상동작하여 설정블록에 대하여 설계상태가 이상 없음을 확인하였다.

위와 같이 방수실험에 대해서는 방수압력과 방수량의 차이가 미미하여 각종 시험의 결과에는 영향이 없었으며 기구적인 허용공차 설계와 제어설계 부분에 대하여 완성도가 높은 것으로 평가된다.

향후 연구과제로 풍량에 따른 방수성능실험을 추가로 실시하여 보다 능동적인 노즐 구경 및 위치변경이 자동으로 이뤄지는 기능을 부여하는 방안이 필요하다.

**References**

1. 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).
2. K. C. Choi and S. Jeong, "A Study on the Status of Waterproof Pressure of Indoor Hydrant Proportioner by a Survey", Proceedings of 2009 Spring Annual Conference,



- Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 255-263 (2009).
3. B. R. Park, M. R. Lee, K. N. Jang and E. S. Baek, "Performance of Decompression Orifices Attached to Indoor Hydrant Discharge Outlets", *Fire Science & Engineering*, Vol. 29, No. 3, pp. 6-12 (2015).
  4. J. S. Nam, C. S. Baek, J. B. Kim, T. Y. Kang, S. O. Park and J. H. Han, "A Comparative Study of the Performance for Hose Reel Hydrant System and Indoor Hydrant System", *Proceedings of 2008 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering*, pp. 104-107 (2008).
  5. C. S. Baek, K. K. Lim, N. H. Cho and K. L. Choi, "A Experimental Study on the Performance Characteristics of Hose Reel for Indoor Hydrant Proportioner", *Proceedings of 2003 Fall Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering*, pp. 209-216 (2003).
  6. W. J. Lee and C. S. Lee, "A Survey Study on the Usage and Situation of Indoor Fire Hydrants", *Fire Science & Engineering*, Vol. 30, No. 2, pp. 141-146 (2016).
  7. S. J. Mun, K. H. Shim and D. H. Rie, "A Study of on Manaement of Indoor Fire Hydrant", *Proceedings of 2011 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering*, pp. 3-8 (2011).
  8. H. Ko and D. H. Kim, "A Study on Corrosion of Fire Protection Mechanical System for Indoor Fire Hydrant", *Proceedings of 2014 Spring Annual Conference, Korean Society of Mechanical Engineers*, pp. 8-9 (2014).
  9. National Fire Agency Notification, Type Approval of fire Detector and Technical Standards for Product Inspection, Article 5 Item 1 (July. 26, 2017).
  10. National Fire Agency Notification, Type Approval of Fire Detector and Technical Standards for Product Inspection, Article 19 Item 2, (Dec. 6, 2017).
  11. J. H. Park, "A Study on Algorithm of Point Source Where Fire Started to Terminate the Fire at the Early Stage", *Master's Thesis, Kyungil University*, p. 36 (2012).