

선회형 2유체 소방 노즐의 형상에 따른 분무 특성

Effect of nozzle geometry for swirl type twin-fluid fire extinguished nozzle on the spray characteristic

*김도연¹, #김형제²

*D. Y. Kim¹, #H. J. Kim(hyjakim@kitech.re.kr)²

¹부산대학교 기계공학부, ²한국생산기술연구원

Key words : SMD, Twin-fluid nozzle, PIV, PMAS, Water mist

1. 서론

산업사회 발달로 건물의 기능과 용도는 다양화되고 있으며, 또한 전기 설비가 복잡화되고 각종 가전제품의 사용이 많아지는 등 전기에너지 사용의 증가로 인하여 전기로 인한 화재 발생 역시 점차 증가하고 있다. 전기 설비가 있는 곳중에 물공급이 어려운 곳은 CFC 계통의 소화약제를 이용하여 소화를 하지만 약제에 내포된 환경오염물질로 인해 전세계적으로 그 사용을 억제하고 있다. 이러한 이유에서 스프링클러와 같은 수계소화설비에 대한 관심이 늘어나고 있다. 하지만, 스프링클러는 액적의 크기가 크기 때문에 유류화재에 부적합하고, 일반 화재시 다량의 물을 사용하기 때문에 소화 후 물에 의한 2차 재해를 가중시킬 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 이러한 스프링클러의 단점을 보완하기 위하여 현재 미분무수를 이용한 소화 연구가 활발히 진행되고 있다.

미분무수에 관한 최근 연구 결과로 Hua⁽¹⁾는 개방 공간에서의 수치해석을 통하여 Hollow cone 형태의 노즐보다 Solid cone 형태의 노즐이 더욱더 빠른 시간에 소화가 진행되며 소화시간에 따른 미분무수의 유량과의 상관관계를 제시하였고, Bae⁽²⁾는 미분무수 노즐의 구멍 수와 위치변화에 따른 소화 성능을 수치해석을 이용하여 평가한 결과 미분무수 노즐 설계시 노즐의 수보다 주유동을 방해하지 않는 효과적인 노즐의 분포 및 생성각도 등을 고려하여야 효과적인 소화성능을 얻을 수 있을 것으로 판단하였다. Husted⁽³⁾ 등은 PIV를 이용하여 미분무수 노즐에서 분사되는 액적의 속도를 측정하여 노즐 입구 가까운 곳에 측정하였을 때 가장 정확한 결과를 얻는다고 하였고, Kim⁽⁴⁾은 밀폐된 공간에 다중의 미분무수 노즐을 설치하여 분무각이 화재실내부의 온도분포에 미치는 영향에 대해 실험과

수치해석을 비교하였으며, 분무각이 증가함에 따라 화재실내부의 평균온도가 감소함을 보였고, Kim^(5,6)은 실험을 통하여 효율적인 소화를 위해서 미분무수는 일정한 크기를 가지고 있어야 하며, 노즐의 높이와 압력변화에 따른 소화한계를 제시하였다. 그래서 선회형 2유체 소방노즐을 직접 제작하여선회 각도가 분무 특성에 미치는 영향과 공기와 물의 압력 변화에 따른 분무액적의 크기와 속도를 알아보고 동일 선회 각도에서 선회실 입구 직경 변화에 따른 분무액적의 크기와 속도를 알아보고자 한다.

2. 실험장치 및 실험방법

2유체 노즐에서 선회각 변화에 따른 분무 특성을 확인하기 위해 Table 1과 같이 노즐의 선회각을 0°, 90°로 하였고, 직경 변화에 따른 분무 특성을 관찰하기 위해 선회각 90°에서 노즐의 직경을 0.5mm, 1mm, 1.5mm로 설계 제작하였다. Fig. 1은 PMAS 실험장치의 개략도이고, Fig. 2는 PIV 실험장치의 개략도이며 Table 2과 Table 3은 본 연구의 실험조건이다. 실험은 분무 특성을 조사하기 위해 노즐 출구 중심에서 50mm 떨어진 위치에서 액적의 크기와 속도를 측정하였다. 노즐에 공급되는 액체는 물이며, 공급 되는 기체는 공기를 이용하였다.

Table 1. Experimental conditions for PIV






Swirl angle	Type1(0°)	Type2(90°)	Type3(90°)
Swirler type			
Swirl angle	Type4(90°)		Type5(90°)
Swirler type			

Table 2. Experimental conditions for PMAS

Condition	Air(bar)	Water(bar)
Case 1	1	1
Case 2	1	2
Case 3	2	1
Case 4	2	2

Table 3. Experimental conditions for PIV

Condition	Air(bar)	Water(LPM)
Case 5	0.5	0.2

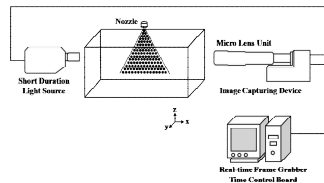


Fig. 1 Schematic diagram of PMAS

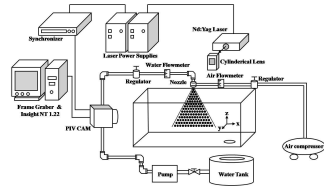


Fig. 2 Schematic diagram of PIV

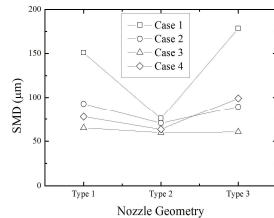


Fig. 3 SMD distribution with Swirl angle

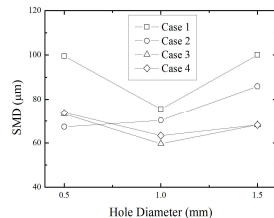


Fig. 4 SMD distribution with Hole Diameter

4. 결론

2유체 선화노즐의 선화 각도와 노즐 hole 직경을

변화시켜 PMAS와 PIV를 이용하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 선화각이 있을 때 SMD는 작게 나타났다. 특히 Type2의 노즐이 가장 작았으며, 공기의 압력이 2bar이고 물의 압력이 1bar일 때 SMD가 작았다.

(2) 모든 노즐의 입경은 1,000 μm 이하로 NFPA750에서 규정하는 미분무수 노즐의 조건에 부합하며, 실험결과 모든 입경이 200 μm 이하이므로 NFPA750 Class 1에 해당된다.

(3) 노즐 출구부분에서 Hollow cone 형태의 유동 형태를 보였으며 하류로 갈수록 Solid cone 형태의 유동 형태를 보였다. 또한 노즐 중심 부분에서 난류 강도에 의한 mixing 효과가 크게 나타났다.

(4) 선화실 위치에 따라서도 SMD가 달라지는 것을 확인 할 수 있었고 실험결과 선화각도가 90°이고 선화실 직경이 1mm인 Type 2 노즐이 가장 작은 SMD를 보였으며 소방 노즐로서 적합하다.

참고문헌

- Hua, J., Kumar, K., Khoo, B. C. and Xue, H., "A Numerical Study of the Interaction of Water spray with a Fire Plume," Fire Safety Journal, 37, 631-657, 2002
- K. Y. Bae, H. T. Chung, H. B. Kim, C. H. Kim, C. H. Lee and C. Kim, "Thermal Numerical Simulation of Fire Suppression Characteristics through Mobile Mist Spray Nozzles," The Korean Society for Power System Engineering, 13, 25-33, 2009
- B. P. Husted, P. Petersson, I. Lund and G. Holmstedt, "comparison of PIV and PDA droplet velocity measurement techniques on two high-pressure water mist nozzles", Fire Safety Journal, 44, 1030-1045, 2009
- S. C. Kim, and H. S. Ryou, "An Experimental and Numerical Study on Fire Suppression using a Water Mist in an Enclosure", Building and Environment, 38, 1309-1316, 2003
- M. B. Kim, Y. J. Jang and J. K. Kim, "Burning Rate of Pool Fire with Downward Directed Spray," Fire Safety Journal, 27, 37-48, 1996
- M. B., Kim, Y. S., Han and H. D., Shin, "Extinguishment by the Colling Effect of the Fuel Surface with Pool Fire," Trans. of Korean Institute of Fire Science & English, 11, 15-23, 1997