

# 자동차 엔진 룸 안에서의 소화약제 분출 nozzle 개발

## Development the fire-extinguisher system's nozzle in automobile engine room

김수영\*, 김용식\*, 김 홍\*, 조기성\*

### 서론

근래에 차량의 증가에 따른 사고 또한 증가함에 따라 사고 시 엔진룸의 화재로 인한 차량 및 운전자의 위험이 높아지게 되었다. 이에 운전자의 피해를 줄이기 위한 안전성을 높이고자 엔진룸에서의 화재를 초기에 진압할 수 있는 소화시스템을 개발하였다. 본 연구는 엔진룸에서의 제한된 공간과 소화 시간의 요구에 부합되는 이 소화 시스템의 노즐을 개발하는 것이다. 노즐의 개발 방법으로 기존의 경험적인 방법이 아닌 유체역학 상용코드를 사용한 개발로서 해석된 노즐 모형의 제안과 실제의 실험적 검증의 방법을 실시하였으며 이는 실험 경비 및 시간 절감 그리고 자동차 모델의 엔진 룸 형태에 부합하는 노즐 개발의 유연성과 편리성을 가능케 하였다.

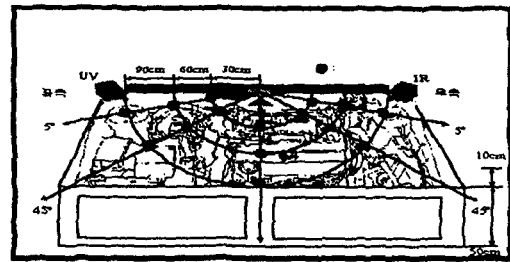


그림 1. 소화시스템 구성도

또한 엔진의 공간의 문제 및 소화 성능을 고려하여 그림. 2와 같이 소화기 시스템이 운전자 방화벽 앞에 설치되었으며 실제의 쏘나타III 승용차 엔진룸 크기를 모델로 하여 유체 역학적 해석 및 실험을 하였다.

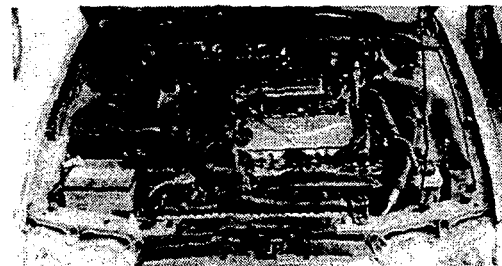


그림 2. 소화시스템의 장착

### 실험적 배경

본 엔진룸의 소화시스템은 그림. 1과 같이 화재 감지 시스템(화재 감지기, 컨트롤러)과 소화 약제 분출 노즐이 포함된 소화 시스템(소화약제 저장 용기, 약제 방출 장치, 방출 노즐)으로 구성되었으며 소화약제로는 엔진화재에 보다 효과적이며 환경 친화적인 하이브리드 포를 개발하여 사용하였다.

### 이론적 배경

본 엔진룸 안에서의 효과적인 노즐 약제 분출 성능을 평가하기 위한 기준으로써 화재빈도가 높은 엔진을 고려한 엔진룸 안의

\* 호서대학교

소화약제의 고른 확산으로 평가하였다. 따라서 고른 확산 분포를 고려하기 위한 방법으로 유동장(엔진룸)내에서 outlet으로 설정된 엔진바닥을 통과하는 체적유량 Q 또는 질량유량 m을 고려하는 방식으로 단위 시간 S당 outlet의 요소면적 dA를 통과하는 체적은 식(1)을 따르며

$$dv = V dt dA \cos \theta = (V \cdot n) dA dt \quad \text{-----(1)}$$

(n: 요소면적에 수직인 단위 vector)

이를 전체에 걸쳐 적분하는 방식으로 dV/dt를 적분하면 표면 S를 통과하는 전체유량 Q가 되며 이는 식 (2)로서 아래와 같다.

$$Q = \oint_S (V \cdot n) dA = \oint_S V_n dA \quad \text{----- (2)}$$

식 (2)에서 표면 S는 엔진룸의 수평 단면으로서이며  $V \cdot n$ 은 dA에 수직인 V의 속도 성분  $V_n$ 으로 대체 될 수 있으며 이는 엔진룸 수평단면의 단위 면적을 통과하는 vector성분으로 표현되어 질 수 있다. 따라서 엔진룸의 수평 단면에 수직으로 아래 방향으로 노즐에서의 고른 확산 분출을 고려하였다. 여기에 이상적인 소화를 위하여 화재 빈도가 높은 엔진을 고려하여 엔진부위에 가중치를 주었으며 엔진을 중심으로 vector의 분포가 이루어지도록 하였다.

### 유동 해석 조건

유체의 유동을 해석하기 위하여 FVM(Finite Volume Method)을 기반으로 한 3차원 유체역학 상용코드인 CFX 4.2를 Sun OS 5.6을 기반으로 하는 workstation에서 사용하였다. flow 특성으로서는 기체와 액체가 혼합된 buoyancy를 포함한 2 phase flow로서 분출시 소화약제인 하이브리드 포를 생성하며

inlet조건으로서 실험을 통하여 구한 유체의 평균 유속인 0.4m/s를 주었으며 viscosity는 456cps를 대입하였다. 계산되어진 유동장은 3차원 비압축성, 난류형태로 계산되어졌으며 난류모델을 적용하기 위하여 표준 k-ε model을 사용하였다.

### 노즐 해석

먼저 노즐에서의 유동을 상세히 해석하기 위하여 고안된 노즐의 형상을 그림. 3과 같이 격자로 나누었으며 여기에 유체의 입력 조건을 주어 고안된 노즐에서의 유동(그림. 4)을 해석하였다.

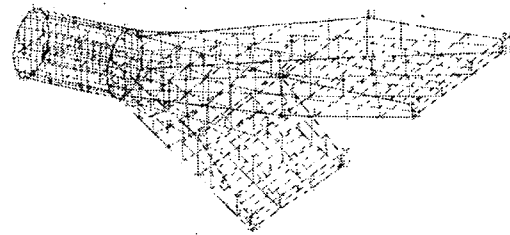


그림 3. 노즐의 모형

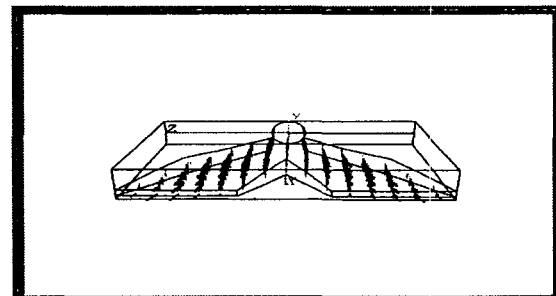


그림 4. 노즐에서의 유동 vector

### 엔진룸 안에서의 유동 해석

이 해석된 노즐을 최종적으로 수천 element로 이루어진 computational domain인 엔진룸에 합하여 노즐에서의 분출(그림.5)을 해석하였다.

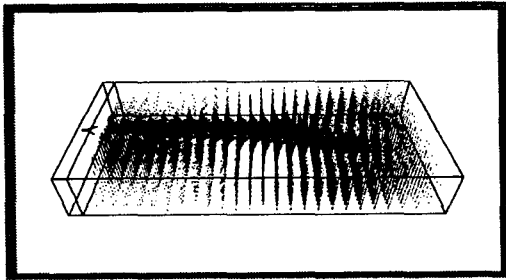


그림 5. 노즐에서의 분출 모습

이 해석되어진 노즐에서의 분출은 그림. 6과 같이 정방형체로 만들어서 격자(7×7)로 나누어진 노즐 분출 성능 평가 실험 장치에서의 실험을 통하여 분출 성능을 확인하였다.



그림 6. 소화분출 성능 실험

### 결론 및 고찰

유체 해석 프로그램을 사용한 본 노즐 개발 방법을 통하여 정성적인 방법인 아닌 정량적인 개발로서 여러 가지 고안된 노즐들을 먼저 해석하고 실험을 통한 검증의 방법을 행함에 따라 소화성능 및 공간 활용 그리고 개발의 편리성, 정확성, 시간과 경비의 절감을 얻었다.

#### ■참고문헌

1. Frank M.White, "Fluid Mechanics" McGraw-Hill, 1995.
- 2.AEA, CFX-4.2: Solver, AEA Technology plc. 1997.
- 3.I.G.CURRIE, "Fundamental mechanics of fluids", Mc Graw Hill, 1993
- 4.백원필외 3명, "이상유동과 열전달", 청문각, 1997.
- 5.이승목외 2명, "유체역학", 동화기술, 1997.
- 6.이재실역, "Numerical Heat Transfer And Fluid Flow", 대한교과서주식회사, 1997.
- 7.이진원, "노즐 유형에 따른 MIST-COOLING 열전달에 관한 실험적 연구" 전북대 논문, 1993.