자동차 화재 감지시스템 기술개발에 관한 연구

안형일*, 정기창*, 김응식*, 김 홍*
호서대학교 안전공학부*

1. 서론

최근에 이르러 자동차 화재는 일반화재 보다 높은 연평균 16.5%의 증가율을 나타내며, 전체 화재 건수의 17%로 주택 및 아파트 다음으로 화재 발생 건수가 많다.[1] 자동차 화재는 엔진과열, 전기장치의 불량, 전자 제어화에 따른 각종 감지기의 연결상태 및 기능 불량, 교통사고로 인한 엔진의 파괴 및 연료 누출등이 원인이 되고 있으며, 주로 엔진룸에서 화재가 발생하여 차량 내부로 전파되는 특징이 있다. 따라서 화재 발생 초기에 화재를 감지하여 운전자에게 경보를 발하고, 화재를 진압할 수 있는 자동차 화재 감지시스템의 개발이 중요해 지고 있다.

본 연구에서는 자동차 운행 조건에 따른 엔진룸의 온도 데이터를 바탕으로 화재 감지기의 작동 온도와 위치를 결정하고 엔진가동 및 주행에 따른 열적 환경에 안정적인 자동차 화재 감지시스템 기술개발에 관하여 연구하였다.

2. 자동차 화재 감지시스템의 구성

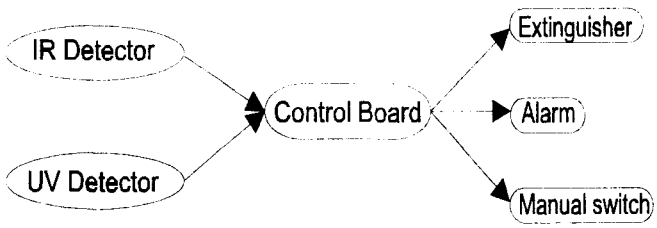

그림 1. 자동차 화재 감지시스템

시스템은 화재를 감지하는 감지부, 비화재보를 판단하는 제어부, 약제기동장치,

경보 및 수동 조작부로 구성하였고, 자동차 엔진룸에 장착하기 위하여 경량재질을 사용하여 소형화하였다.

2.1 화재 감지기

자동차 엔진룸의 온도 분포를 보면 배기 매니폴드 표면과 엔진 헤드의 온도가 주행전 공회전 상태와 주행시에 최고 230℃까지 상승하였고,[2] 연료 누출로 인한 화재 발생시에는 엔진룸의 온도가 약 20분 후 최고 900℃까지 상승하였다.[3] 따라서 화재 발생 초기에 빠른 감지를 통한 진화가 중요함을 알 수 있다.

현재 사용되고 있는 화재 감지기는 검지 방법으로 온도, 연기, 방사(광) 등의 방법을 채용하고 있다. 그러나 온도나 연기를 감지하는 방법은 원리적으로 응답 시간이 느린 단점이 있고, 방사(가시광, 적외광) 에너지를 검지하는 방법은 태양빛이나 작열하는 노벽에서 나는 백 그라운드 광 등과 실재 화재를 구별하지 못하는 문제가 있다.[4] 이러한 이유로 최근에는 불완전 연소시 발생하는 CO_2 가스의 방사 에너지를 감지하는 Dual Infrared Detector가 사용되고 있다. 그러나 이 방식은 배기 가스의 누출로 인한 비화재보의 문제점이 대두되고 있다. 또한 각종 기계 장치의 자동화, 전자화, 고급화로 인하여 복잡해진 전기 배선의 단락 및 합선으로 인한 화재가 증가하고 있다. 이와 같은 전기화재는 짧은 파장의 자외선을 방출하는 스파크가 원인이 되어 Ultraviolet(UV)화재 감지기의 필요성이 커지고 있다.

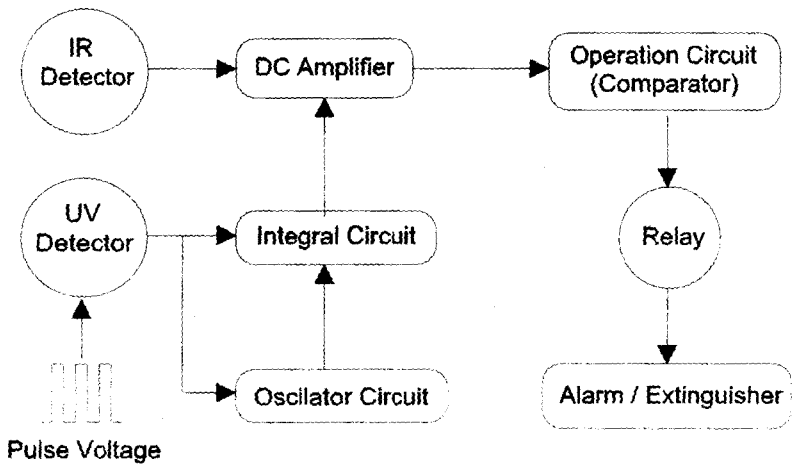

그림 2. UV/IR 화재 감지기의 기본 회로 구성

이에 본 연구에서는 화염, 연소 그리고 전기 스파크 등에서 방사되는 광전자를 검지하는 UV화염 감지기와 비접촉방식으로 정상상태의 자동차 엔진구획의 온도와 화재 발생시의 온도를 구별하는 Infrared(IR) 서모 파일을 결합한 UV/IR 화재 감지기를 개발하였다. 기본 회로 구성은 그림2.와 같이 UV/IR 화재 감지기, 신호처리 회로, 릴레이 회로로 구성되며 자동차 배터리와 내부 백업 배터리를 시스템의 전원으로 사용하였다.

2.2 약제기동장치 및 소화용기

약제기동장치는 사용압력 15kg/㎠, 코일의 정격전압 12V, 소비전력 10W의 솔레노이드 밸브를 사용하였고 소화용기는 내용적 2ℓ의 알루미늄제 소화용기를 제작하여 사용하였으며 약재의 총 사용량은 1.6kg으로 하였다.

3. 화재 감지시스템의 성능시험

본 연구에서 개발한 자동차 화재 감지시스템의 성능시험을 위하여 배기량 2000cc의 자동차 엔진과 온도 조절장치를 장착한 그림3.과 같은 자동차 엔진룸을 제작하였다. 시스템의 성능시험은 UV/IR 화재 감지기의 응답시간(Response Time), 지향각(Field View) 그리고 시스템의 소화시간으로 평가하였다.

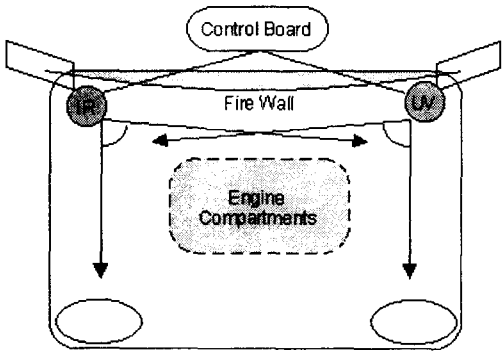

그림 3. 자동차 엔진룸

UV/IR 화재 감지기의 응답시간은 0.1㎡ Petrol Fire로부터의 방사강도와 방출되

는 광자(Photon)를 검지 하는 시간으로 하였고, 엔진룸 안에서의 화재 감지기의 감지 범위를 지향각으로 하였다. 시스템의 소화시간은 화재 감지 후 약제기동장치 동작까지의 시간과 화재진압까지의 시간을 0.1㎳ 단위로 측정하였다. 이때 엔진룸의 온도를 조절하여 엔진 가동 및 주행에 따른 엔진구획의 열적 환경에서의 시스템 안정성을 평가하였다.

4. 결론

본 연구에서 개발한 자동차 화재 감시시스템은 엔진룸에서 발생한 화재를 평균 0.2초 이내에 감지하여 경보를 발하고, 3초안에 비화재보를 판단한 후 약제기동장치로 소화약제를 방출하여 화재를 20초 이내에 진압하였다.

UV/IR 화재 감지기의 지향각은 상하좌우 90° 로 그림3.에서 보는 것처럼 방화벽(Firewall) 좌·우측에 감지기를 각각 설치하여 자동차 엔진룸 전역에서 발생하는 화재를 감지하였다. 방화벽(Firewall)의 온도는 주행시 최고 70℃로 배기 매니폴드 표면과 엔진 헤드의 최고 230℃ 비하여 매우 안정적이어서 방화벽이 감지기의 설치 위치로 적당함을 알 수 있었다.

또한,자동차 화재 감지시스템의 Control Board를 화재감지기와 분리하여 자동차 실내에 장착함으로써 엔진룸 내에 존재하는 고온의 열적 환경에 의한 영향을 배제시켰다.

참고문헌

1. 내무부, 96' 화재통계연보, 1997, pp.54-56
2. Ki-Chang Jung, "The Development of the FM-200^{TM} Gas-Filled AFFF Fire Extinguisher for Automatic Fire Suppression Systems in the Engine Compartment of Automobiles" (M.S., Hoseo University, 1997), 58.
3. Jeong-Hun Kim, "Full-Scale Experiment of Fire Phenomena in Passenger Car Fires" (M.S., Hoseo University, 1998), 23.
4. Middleton, J.F., "Developments in Flame Detector," *Fire Safety Journal*, No.3, June 1983, pp.175-182.