

철도차량용 화재감지시스템에 관한 연구

이인섭, 박수현, 김현우*
코디텍엔지니어링(주), *경민대학

A study on the fire alarm system for rolling stock

Korditec Eng. co.,Ltd, * Kyungmin college

1. 서론

최근 급변하는 사회 속에서 첨단·대형화되는 건물 및 대형 운송수단 내에 다수의 인원이 모인 곳에서의 화재 사고가 빈번히 발생하고 있는 추세이다. 이러한 경우 대규모의 경제적 피해는 물론 대량의 인명 피해가 발생하고 있으며 이에 대한 철저한 대비책이 마련되어야 하는 시점에 놓여있다. 이러한 대형의 화재사고 예상지점 중 하나로 최근 지하철 및 철도차량 등에서의 고의에 의한 방화 및 사고에 의한 화재 등을 예로 들 수 있다. 특히 지하철인 경우 대구지하철 참사에서 알려진 바와 같이 화재 자체 보다는 자동화된 화재경보 및 소화 시스템의 부재 그리고 기관사 및 직원들의 화재 대비 훈련 부족에서 오는 원인도 크다는 분석이 나왔다. 따라서 본 연구에서는 이러한 분석 결과를 반영하여 기존 건물에 적용하는 자동화재 탐지설비의 화재경보시스템을 철도차량에 적용시키고자 차량과의 연계 방법을 제시하였다.

지하철 및 철도차량을 위한 화재감지시스템은 건물에 적용하는 자동화재 탐지설비와 구조는 유사하나 철도차량이 가지고 있는 여러 가지 특수성을 고려해야 하는 문제점이 있다. 현재 도심에서 운행되고 있는 지하철은 각 차량마다 열차제어감시시스템(TCMS)이 설치되어 있다. 운전실에 설치되어 있는 주 TCMS는 각 차량의 서브 TCMS와 여러 가지 운행에 관한 정보를 통신을 통하여 공유하고 있다. 따라서 화재감지시스템도 각 열차에 설치된 TCMS에 화재에 관한 데이터를 보내고 이와 관련된 기능을 수행하도록 되어있다. 또한 철도차량용 화재감지시스템에 적용되는 화재감지기는 대다수의 인원이 이동되고 화재사고가 불특정 다수를 겨냥한 방화에 의한 사고 및 기계적 결함에 의한 사고 등등 예측하기 어려운 여러 가지 상황을 고려하여 화재시 발생하는 연기는 물론 열에 의해서도 동작될 수 있는 복합형(Combination type)의 화재감지기를 적용함으로써 화재에 관한 어떠한 정보도 정확히 인식할 수 있도록 하였다. 또한 지하철 등과 같은 공간에서 많이 발생될 수 있는 먼지 등에 의한 오작동 문제를 고려하여 이에 대한 감지기 자체의 신호발생

및 수신기로의 신호전송 시스템을 제안하고 설계하였다.

이밖에 지하철과 같은 열차에서의 진동 문제, 온도 변화 등등 여러 가지 문제를 해결하는데 주안점을 두고 본 시스템 개발에 관한 연구를 진행하였다.

2. 본 문

1) 시스템 개요

철도차량에 적용하는 화재감지시스템은 차량내부에서 발생하는 화재를 감지하여 차량 운전자 및 승객에게 화재경보를 전달함으로써 신속하게 대처할 수 있도록 시스템을 구성한다.

따라서 차량 객실 내부에는 화재를 정확하게 인지하여 감지할 수 있는 복합형 감지기를 설치하고, 화재시 발생하는 열과 연기를 검출하여 수신기로 전송한다.

수신기에서는 감지된 신호가 정확한 화재신호인지의 여부를 최종 판단하여 운전실의 방송장치와 열차제어감시시스템(TCMS)으로 화재신호를 출력함으로써 승객에게 음성으로 화재경보를 알리게 되고, TCMS 모니터를 통하여 운전자에게 화재 차량 위치를 현시하게 된다.

본 연구에 의해 제안된 화재감지시스템의 구성 및 설치 위치는 다음 그림 1과 같다.

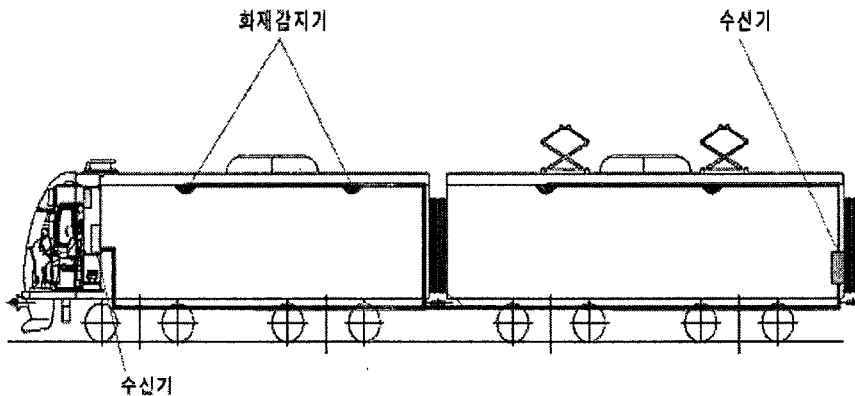


그림 1. 철도차량 화재감지시스템의 기본구성

2) 시스템 구성 및 동작원리

화재감지시스템은 차량마다 객실내에서 발생하는 열과 연기를 동시에 감지할 수 있는 복합형 감지기 2개와 감지된 신호를 상황에 따라 축적 및 비축적으로 동작시킬 수 있으며, 오보를 제외한 정확한 화재신호를 판단할 수 있는 마이크로컴퓨터가 내장된 화재신호 수신기로 구성된다.

본 시스템에 사용된 감지기는 복합형으로서 열과 연기를 동시에 검출할 수 있으며, 열 감지의 경우 차동식과 정온식이 동시에 동작하게 되는 특징을 가지고 있다. 이러한 열 감지의 기능은 열에 의한 온도 상승이 매우 완만하게 진행된다 하더라도 일정온도가 지나면 화재로 인식할 수 있으며, 반대로 현재 상승된 온도가 일정온도 이하라 하더라도 일정온도 이하에서의 온도 상승률이 큰 경우 감지기가 동작할 수 있게 되어 열에 의한 모든 경우의 수를 고려할 수 있도록 하였다. 또한 복합형의 특징상 열 또는 연기 어느 것에 의해서도 동작이 가능하도록 되어있다. 또한 감지기의 표면에는 감지기 및 시스템의 동작상태와 감지기의 고장여부를 표시할 수 있는 감지기를 채택하여 시스템 전체의 신뢰도를 향상시켰으며 감지기가 고장 또는 오작동(먼지에 의한) 가능성이 있는 경우 표시할 수 있는 기능을 가지고 있다.

본 연구에서 주요 연구과제로 된 수신기는 차량의 제어 컴퓨터와 연계가 가능하도록 설계가 되었다. 간략화된 시스템의 블록도를 그림 2에 제시하였다.

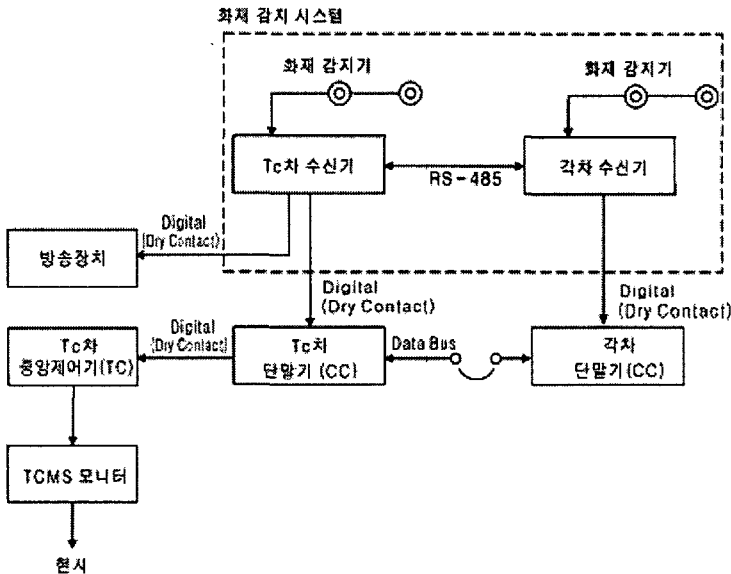


그림 2. 전동차 화재감지시스템의 블록도

수신장치는 감지기로부터의 화재신호를 최초로 인식하여 수십 초 안에 몇 번의 판단 절차를 반복하는 방법(Multi-Estimation Method)으로 감지기 오작동에 의한 대비를 하게 하였다. 또한 이 시스템은 지하철 운행시간 종료 후 노상에 차량이 주차될 경우 차량 내부의 온도가 겨울철에는 영하 20 ~ 30°의 변화를 가지며 여름철에는 영상 60 ~ 70°까지 상승하는 등 실내 온도 편차가 매우 심하다. 이러한 경우 열차의 전원이 공급되어 시스템이 동작하면 바로 화재신호로 이어지고 이로 인한 기관사의 혼란이 야기되므로 이에 의한 대책도 고려되어야 한다. 이러한 수신기의 모든 기능은 one-chip microprocessor에 의해 제어되며, 각 기능을 정상적으로 실행할 수 있도록 프로그램 되었다.

3. 시스템 개발 결과

1) 수신기의 외형 및 주요기능

수신기의 외형은 아래 그림 3.과 같다.

이 그림에서 (a)는 Tc Car에 적용되는 수신기이며, (b)는 M,T Car에 적용되는 수신기이다. 여기서 Tc Car는 차량 앞, 뒤의 운전실 있는 차량을 말하는 것으로 운전실에 있는 수신기와 TCMS 모니터를 통하여 기관사가 화재감지시스템 정보를 확인할 수 있도록 하였으며, M,T Car는 차량 편성 중간에 위치한 차량으로서 최소한의 시스템 상태를 표시하도록 하였다.

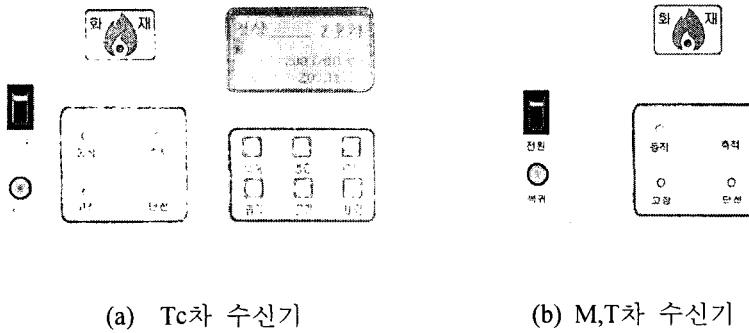


그림 3. 수신기 외형

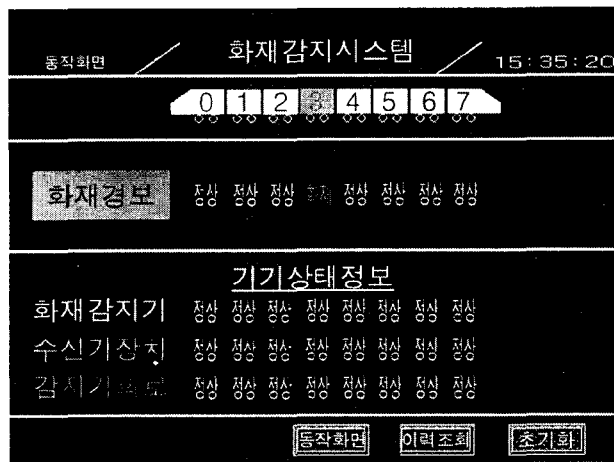


그림 4. 열차제어감시시스템(TCMS) 모니터 현시 예

2) 주요기능 및 표시

그림 3의 수신기에 대한 주요기능을 설명하면 다음 표1.과 같이 요약될 수 있다.

표 1. 수신기 주요기능

구분	Tc Car	M,T Car
전면판넬	<ul style="list-style-type: none"> - 화재표시 : LCD - 경고음 발령 : 부저 - 수신기동작설정 : (복귀, 입력, 멈춤, 모드) - 상태표시등 (정상, 단선, 고장, 축적) - 전원표시 	<ul style="list-style-type: none"> - 정보음 발령 : 부저 - 수신기동작설정 : (복귀, 입력, 멈춤, 모드) - 상태표시등 : (정상, 단선, 고장, 축적) - 전원표시
화재감지 제어부	시간구동부제어, 감시정보저장부제어, 화재, 고장, 입출력제어, 자기진단	시간구동부제어, 감시정보저장부제어, 입출력부진단, 감시제어부진단
입출력 제어부	스위치, LED제어, 정보음 발령부제어, 계전기 구동부제어(방송장치용)	스위치, LED제어, 정보음 발령부제어, 계전기 구동부제어(방송장치용)
통신제어부	RS-485 구동부	RS-485 구동부
전원공급부	<ul style="list-style-type: none"> - 입력전압 : DC100V - 제어전압 : DC5V, DC24V 	<ul style="list-style-type: none"> - 입력전압 : DC100V - 제어전압 : DC5V, DC24V
측면판넬	단자대(전원입력, 초기화 신호입력, 고장신호출력, 화재신호출력, RS-485 입출력)	단자대(전원입력, 초기화 신호입력, 고장신호출력, 화재신호출력, RS-485 입출력)

4. 결 론

이상과 같이 철도차량(현재 지하철용)용 화재감지시스템을 개발하기 위한 연구를 실시한 결과 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 철도차량(지하철)용 화재감지 설비를 개발하여 각 차량의 화재정보가 신속히 수신기에 전달되고, 이 신호는 운전실에 설치되어 있는 열차제어감시시스템(TCMS) 모니터에 동시에 현시되고, 경보를 울리도록 하여 화재에 의한 사고에 신속히 대처할 수 있도록 하였다.
- 2) 수신기는 기관사가 탑승하는 운전실이 있는 차량에 설치하는 수신기와 승객만이 탑승한 차량의 수신기의 기능을 달리하여 효율성을 더욱 높였다.
- 3) 지하철용 화재감지 설비를 위한 감지기의 선택은 대다수가 이용하는 장소이며, 최근의 사고 경향을 고려할 때 단순 화재의 경우 및 고의에 의한 방화를 모두 고려하여, 모든 화재에 대한 대비책 및 현실적 경제성을 고려하여 기존 R형 수신기와 연동되는 아날로그식이 아닌 일반 접점 형태의 복합형 감지기를 채택하였다.
- 4) 감지기는 움직이는 철도차량의 특성상 진동에 견딜 수 있는 구조이어야 하며, 먼지 등에 의한 오작동에 대비할 수 있어야 하므로 그 대책을 강구하였다.

- 5) 현재 이 시스템은 대구지하철 2호선에 설치되고 있으며 서울시 5, 6, 7, 8호선 (SMRT)에 유사한 시스템이 설치되고 있다. 향후, 부산지하철 3호선, 인천공항지하철 등에 설치할 수 있도록 설계하고 있으며, 이로 인하여 국내 지하철의 화재에 대한 대비 및 경고수단으로 활용할 수 있도록 하였다. 또한 차량운행을 총괄 통제 관리 하는 중앙통제실에서 신호통신과 연계하여 화재 및 비상시 운행 차량들을 통제 및 대피할 수 있는 시스템의 구현도 가능할 수 있다.
- 6) 향후, 이러한 화재감지시스템은 열차 운행간격이 지하철 보다 더 큰 장거리 승객 수 송용 열차(무궁화, 새마을 등)에 적용하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Stephanie H.markos, Volpe National Transportation Systems Cente, Research and Special Programs Administration, U.S. DOT, Cambridge, MA "Development of U.S. passenger train fire safety standards" Paper presented at 28th International Conference on fire Safety Columbus, Ohio July28, 1999.
2. John A.Edgar Bell Canada, Ottawa,Canada "The Effectiveness of fire detection and fire sprinkler systems in the central office environment" Jun 2001.
3. Edgar J.A., "A Review of automatic fire detection systems in the central office environment, Bell-Northern Research, march 1986.