

B-19

실내화재진압로봇의 현장운동 및 소화성능평가

Field working and Fire extinguishing performance of an Indoor Fire-fighting Robot

곽지현* · 김종권**

Kwark, Ji Hyun* · Kim, Jong Kwon**

Abstract

Fire-fighters are struggling against heat and dense smoke by fire when it occurs at the basement or the inner place of a building. An indoor fire-fighting robot with well heat-resistance, great searching cameras and good extinguishing ability has been developed. It never suffocate, coming into the fire district and extinguishes fire directly. In this study, several experiment was conducted to evaluate field working ability of the fire-fighting robot. As a result, a series of passing obstacles, finding fire place and fire suppression by the remote controlling with image information appeared satisfactory.

key words : Fire-fighting robot, Field working

1. 서론

지하공간 또는 건물 내부에서 화재발생 시 다량의 연기 속에서의 시야확보가 가능하고 화염으로 인한 고열을 극복하여 인명구조 및 소화작업을 수행할 수 있으며, 특히 계단이나 문턱 등 다양한 장애물들을 통과하여 소화활동을 수행할 수 있는 실내화재진압로봇을 개발하였다. 본 연구에서는 이러한 로봇에 대하여 현장운동성 및 화재진압성능을 검증하기 위해 건물 내부와 유사한 화재현장을 구성하고 화재모형 및 성능시험장치를 제작하여 로봇의 종합적인 운동성능을 평가하고자 한다.

2. 실험장치 및 평가방법

2.1 화재진압로봇

본 연구를 위해 개발된 화재진압로봇은 아래 그림 1과 같다. 로봇은 고성능 카메라가 장착된 몸체부와 캐터필러(무한궤도)가 장착된 구동부, 그리고 소화수를 방출하는 방수총으로 구성되어 있다.

고성능 카메라가 실시간으로 전송해주는 영상정보를 이용해 원격으로 로봇을 조종할 수 있는 무선조종장치에는 모니터가 장착되어 있는데, 로봇에 장착된 카메라는 일반 폐쇄회로 카메라 2대 외에도 열화상카메라가 있어 짙은 연기 속에서도 우수한 화질 및 인명탐색 성능을 가지고 있다. 또한 로봇은 자체방수 보호기능이 있어 500℃의 주위환경 속에서 1시간 이상의 내열성을 가지므로 고열의 화재상황에서 원활한 작업을 수행할 수 있다. 표 1은 본 화재진압로봇 FIRO-F의 주요제원을 나타낸다.

* 정회원 · 방재시험연구원 선임연구원 · 공학박사 kwark@kfpa.or.kr
** 정회원 · DRB Fatec 필드로봇연구소 책임연구원 · 공학박사



그림 1 실내화재진압로봇 및 원격조종장치

표 1 FIRO-F의 주요제원

항 목	제 원
무게	500kg
치수	1435(L)×830(W)×1050(H) (mm)
허용부하	200kg
주행속도	최고 20km/h
등판각도	35°(계단)
동력원	Li-ion Polymer Battery
구동시간(1회충전)	2h
냉각방식	자유분사(수냉)
방수(water proof)	생활방수
통신(유선)	200mm 내열피복
통신(무선)	9km
방수총(관창)	40mm, 2자유도 전동식

2.2 화재시험장 및 화재모형

건물 내부에서 화재가 발생한 상황을 유사하게 구현하기 위하여 그림 2와 같은 화재시험장 및 화재모형을 구성하였다. 그리고 시험장 밖에서 화재진압로봇을 내부로 투입한 뒤 원격으로 조종하여 장애물을 통과하고 화점을 탐색한 뒤 화재를 진압하는 현장 운용 성능을 평가하였다.

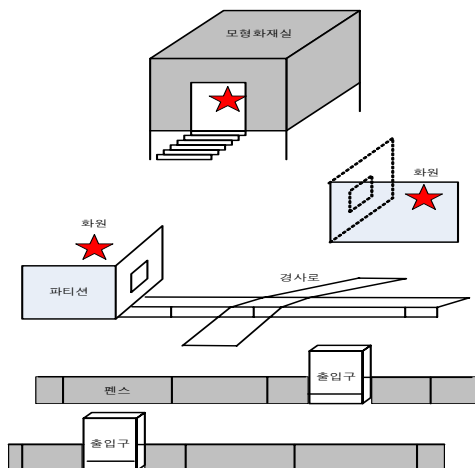


그림 2 현장운동을 위한 화재시험장 및 화재모형

2.3 현장운용 및 화재진압성능 평가방법

2.3.1 화재시나리오 1

건물 내의 복수의 사무실에서 화재가 발생. 각 화재실 문턱을 통과하고 집기류 등의 장애물을 통과한 뒤 화점을 탐색하여 이를 소화함.

화재실 : 시험장 좌측구획 및 우측구획의 두 곳

2.3.2 화재시나리오 2

건물 내부의 2층 주거실에서 화재 발생하여 다량의 연기 발생함. 로봇을 투입 후 각 출입문을 통과한 뒤 경사로를 올라가 2층 화재실로 진입하고 화재를 진압한 뒤 계단을 통해 빠져나옴.

화재실 : 건물 내부 중앙 2층.

2.3.3 측정 항목

출입문 통과 시간, 장애물 통과 시간, 화점발견 및 방수시작 시간, 소화시간

3. 실험결과 및 고찰

3.1 현장운용성 평가

3.1.1 장애물 극복 성능

복잡한 건물 내부 투입시 층간을 오가는 기동성을 확보하기 위해 그림과 같이 경사로와 계단을 설치하여 등판능력을 평가한 결과 경사로와 계단에서 최대경사각도 35°C의 등판능력이 있음이 확인되었다. 이는 건물의 피난계단에 사용되는 계단의 각도와 같으므로 실제 건물에서 실용성이 확보될 것이다.

또한 화재진압을 위해 건물 내에 투입되면 수많은 출입문을 통과하여야 하고 대부분의 출입문은 문턱을 가지고 있으므로 그림과 같이 출입문과 문턱을 만들어 시험한 결과 최고 20cm의 통과 능력이 있음이 확인되어 적절한 현장 운용성이 있음이 확인되었다.



그림 3 장애물 통과 실험장면

3.1.2 원격조종 및 화점탐색성능

건물 외부에서 모니터를 통해 전송되는 화재실 내 정보를 이용해 원격조종에 의한 기동성 및 화점탐색 능력을 평가하였다. 제1시나리오에 따른 실험에서 건물 내 로봇 진입 후 제1화재실 내의 화점탐색까지 40초가 소요되었으며, 2층 거주실에서 화재가 발생한 제2시나리오의 경우 로봇 진입 후 2분 15초가 경과하여 화점을 발견, 방수를 시작하였다.

3.2 실내화재 진압성능 평가

두 개의 화재시나리오에 따른 현장모사실험을 통해 화재진압성능을 평가해 보았다. 각 화원 발견 즉시 방수를 시작하였으며 모든 화원이 완전히 진화되었다. 선행 연구에서 화재크기에 따른 소화능력과 차량화재, 협소공간에서의 화재에 대한 소화능력이 입증된 만큼 화재현장 운용에 있어서의 소화성능도 우수한 것으로 판단된다.

각 화재시나리오에 따른 실험결과를 정리하여 나타내면 아래 표와 같다.

3.2.1 시나리오 1

점화시간	로봇진입	출입문 통과	제1화점 발견 및 방수시작	제1화재 소화시간	제2화점 발견 및 방수시작	제2화재 소화시간
0:00	2:00	2:15	2:40	3:30	4:50	5:30

3.2.2 시나리오 2

점화시간	로봇진입	출입문 통과	경사로 진입	화점발견 및 방수시작	소화시간	계단하강 완료
0:00	2:00	2:15	3:20	4:15	4:40	5:20

3.3 주요 시험장면



그림 4 현장운동 및 소화성능 평가 주요장면

4. 결 론

본 연구에서 건물 내부나 밀폐된 곳의 화재발생 시 생존자 여부를 신속히 조사하고 화원의 위치를 탐색하여 소방관에게 유용한 정보를 전달해 주며, 또한 화재를 직접 진압하기 위해 개발된 실내화재 진압로봇의 현장운용성능을 실험을 통해 평가해 보았다.

문턱과 출입문, 경사로 등의 통과는 큰 어려움이 없는 것으로 보이나, 계단의 원활하고 신속한 통과를 위해 좀 더 낮은 무게중심을 가져야 기동성이 확보가 될 것이다. 또한 건물 내부로 로봇을 투입하여 건물 밖에서 원격으로 조종하는 본 장치의 특성상 장애물로 가득 찬 화재실 내를 원활히 탐색하고, 화재를 효과적으로 진압하기 위해서는 조종자의 숙련된 기술 확보도 중요한 것으로 판단된다.

본 연구결과와 같이 이 화재진압로봇을 적절히 활용하면 효과적으로 신속하게 실내화재를 진압할 수 있을 것으로 평가된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 서비스로봇시장검증사업의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. D. Drysdale, *An Introduction to Fire Dynamics* (New York: Wiley, 1985), p.36
2. 실내화재진압로봇의 화재진압성능평가 연구보고서, 방재시험연구원, 2007.