

HFC-125 소화약제의 금속 및 비철금속 부식성 평가에 관한 연구

A Study on Corrosion of the HFC-125 fire extinguishing agent for Metal and Non-Ferrous Metal

이 창 우* · 함 은 구** · 유 주 열*** · 서 상 훈**** · 김 진 성***** · 조 용 선*****

Lee, Chang-Woo · Ham, Eun-Gu · Yoo, Ju-Yeol · Seo, Sang-Hun · Kim, Gin-Sung · Cho, Yong-Sun

요 약

본 논문에서는 오존층 파괴 및 지구 온난화에 악영향을 미치는 할로겐화합물 소화약제를 대체하여 개발된 청정소화약제인 할로겐화합물 청정소화약제(Halocarbon clean agent)의 열분해 생성물(thermal decomposition products)의 영향에 평가하고자 한다. 이를 위해 할로겐화합물 청정소화약제인 HFC-125가 화원 크기의 변화에 따른 열분해 생성물의 미치는 영향을 측정하기 위해 소화시험을 실시하였고 금속(철), 비철금속(구리), 유리 시편의 부식성과 전자부품(SD-Card) 작동여부를 평가 하였다. 금속 및 비철금속 시편의 부식성을 측정하기 위해 디지털 카메라를 통해 이미지를 촬영하고 그래픽 편집 소프트웨어를 이용하여 채도(saturation)를 측정하여 부식성의 정도를 분석하였다. 금속, 비철금속, 유리 시편의 부식성 분석 결과, 화원의 크기가 증가할수록 금속 및 비철금속의 부식성이 증가하였다. 즉, 화원의 크기(fire size)에 따라 열분해 생성물질도 증가하여 금속 및 비철금속의 부식을 증가시키는 것으로 사료된다.

keywords : 할로겐화합물 청정소화약제, 열분해 생성물, 화원 크기, 표면 부식성 분석

1. 서 론

할로겐화합물 소화약제(일명 Halon 소화약제)는 소화효과가 우수하고 소화약제의 독성 및 유해성이 낮으며 화재 소화 이후에 오염도가 적어 널리 사용되어 왔다. 그러나 할로겐화합물이 지구대기권 오존층을 파괴하고 지구 온난화에 기여하는 온실효과(green house effect) 물질로 알려지면서 지구 환경을 보호하고자 국제 협약에 의해 국제 규제를 받게 되었고, 몬트리올의정서(1989년 1월 발효)를 통해 오존층을 파괴하는 할로겐화합물에 속하는 Halon 소화약제에 대한 생산량을 규제하고 있다. 이로 인하여 지구의 오존층에 영향을 미치는 할로겐화합물 소화약제를 대체할 수 있는 청정소화약제가 개발되었다. 청정소화약제(Clean agent)는 할로겐화합물 청정소화약제(Halocarbon clean agent, 할론 1301, 할론 2402, 할론 1211 제외) 및 불활성가스 청정소화약제(Inert gas clean agent)로 분류되며, 전기적으로 비전도성이며 휘발성이 없고 증발 후 잔여물이

* 정회원 · 숭실사이버대학교 소방방재학과 교수 lcw119@mail.kcu.ac

** 정회원 · 광운대학교 건축학화 겸임교수 hameg@hanmail.net

*** 정회원 · 숭실사이버대학교 재난관리연구원 책임연구원 juyal@hanmail.net

**** 숭실사이버대학교 재난관리연구원 선임연구원 mccrux@naver.com

***** 한빛안전기술단 기술연구소 선임연구원 dr1315@hanmail.net

***** 한빛안전기술단 대표이사 c019204@hanmail.net

남지 않는 안전한 소화약제로 정의된다(이창우, 2015). 그러나 청정소화약제 자체의 독성은 아주 미미한 것으로 알려져 있지만, 할로겐화합물 청정소화약제가 고온에서 화염과 접촉하면 독성을 가진 열분해 생성물(TDP, thermal decomposition products)이 발생이 되며 화원의 크기가 증가할수록 열분해 생성물도 증가되는 것으로 알려져 있다(Hughes Associates, 2010). 열분해 생성물질은 주로 불화수소(HF)와 염화수소(HCL) 같은 유해 가스를 발생시키고, 이러한 유해 가스는 정밀한 장비 및 기기 등에 부식을 일으켜 장비의 고장 또는 미작동을 초래할 수 있다(Hanauska, 1993). 그러므로 본 연구에서는 청정소화약제인 할로겐화합물 청정소화약제 중에 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 소화약제(HFC-125)의 화원크기 변화에 따른 열분해 생성물에 의한 금속(철), 비철금속(구리), 유리의 부식성 및 전자부품(SD-Card)에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 본론

2.1 소화시험 방법

소화약제(HFC-125)의 소화 후에 열분해 생성물에 의한 금속 및 비철금속 등의 부식성 영향을 평가하기 위하여 소화등급 시험을 실시하였다. 소화시험모형은 ‘가스·분말자동소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준’의 B급 소화시험(연료 n-헵탄 사용)과 소화시험등급 2등급(가로 900mm×세로 900mm× 높이 1500mm, 체적 1.2m³)을 적용하였다. 화원크기의 변화에 따른 열분해 생성물의 생성에 의한 부식 정도를 측정하기 위하여 화재모형의 점화용 연소대의 크기를 변화시켜 화원의 크기를 3종류(5cm x 5cm, 5cm x 7cm, 10cm x 10cm)를 제작하여 적용하였으며 그림 1과 같다. 그리고 콘칼로리미터(Con Calorimeter)를 이용하여 각각의 화원 크기의 발열량(Heat Release Rate)과 총 발열량(Total Heat Release Rate)를 측정하였으며, 그 결과는 표 1과 같다. 가장 큰 화원의 크기(10cm x 10cm)의 발열량(HRR)이 475 kW/m²이고 총 발열량(THR)은 522.3 MJ/m²이다.

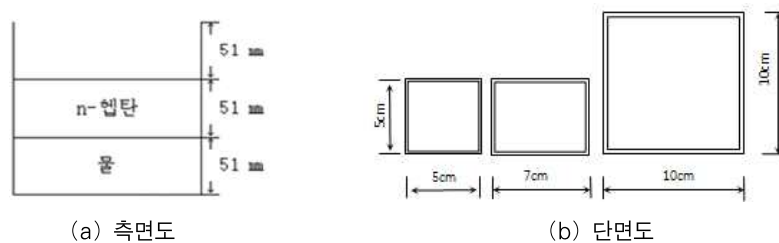


그림 1 점화용 연소대

표 1 점화용 연소대의 화원 크기

	Fire Size (5cm x 5cm)	Fire Size (5cm x 7cm)	Fire Size (10cm x 10cm)
발열량 (kW/m²)	46	75	475
총 발열량 (MJ/m²)	46	72.7	522.3

소화시험에 사용한 소화약제량은 소화시험모형(체적 1.2m³)에 대하여 필요 소화약제량을 계산하여 적용하였으며, 별도의 밸브와 노즐을 설치하여 수동으로 약제를 방출하도록 하였다. 이때 예비연소는 점화용 연소

대에 점화 후 30초 이내에 소화를 시켰고, 예비연소는 소화시험모형 밖에서 실시하고 예비연소 종료 15초전부터 소화설비 작동 전까지의 사이에 소화시험모형 중앙에 위치하도록 넣고 시험하였다.

열분해 생성물에 의한 부식성 및 전자부품의 영향을 평가하기 위하여 그림 2와 같이 소화시험모형 내부의 하단에서 2/3 위치에 선반을 설치하여 각각의 금속 및 유리 시편(가로 50mm×세로 100mm×두께 3mm)을 거치시키고, 밀폐된 소화시험모형 내부에서 소화되고 약 20분이 경과한 후 개방하여 시편의 부식성을 측정하였다.



(a) 시험 전경 (b) 금속 및 비철금속 등의 시편
그림 2 시험 전경 및 부식성 측정용 시편

2.2 표면 부식성 평가 방법

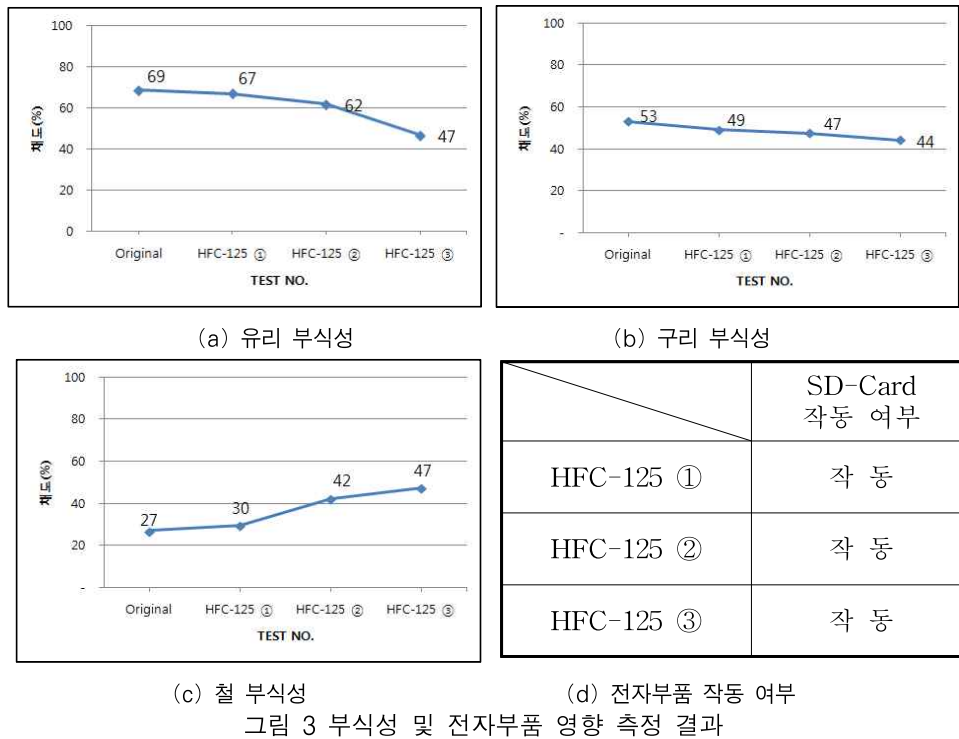
소화시험모형의 소화 시험 완료 후, 부식성 측정용 시편에 대해 동일한 Manual mode의 촬영조건(노출시간 1/100sec, 조리개 F/4, ISO 감도 800)에서 일정한 거리(50cm)에 부식성 측정 시편을 거치시키고 디지털 카메라(모델명 : PENTAX K20D, 해상도 : 1400만 화소)로 촬영하였다. 이렇게 촬영된 이미지에 대해 미국의 컴퓨터 소프트웨어 제작업체인 어도비시스템(Adobe Systems Corp.)이 개발한 전문 그래픽 편집 소프트웨어인 포토샵CS를 이용하여 각각 시편 표면 이미지를 Crop 및 Re-sizing 처리를 하였다. 이러한 처리과정을 거친 이미지의 채도(saturation, %)를 측정하여 부식성을 표 2와 같이 정량적으로 평가하였다. 공인된 금속의 부식을 측정하는 여러가지 시험방법들이 있지만, 대부분이 금속의 부식 저항성(내구성)을 측정하는 시험방법이기 때문에 본 연구의 성격과 맞지 않아 시편 표면의 이미지에 대한 채도를 평가하였다.

표 2 유리시편 표면 부식성 이미지 분석(예시)

구분 \ 화원크기	Original	HFC-125 ① (5cm x 5cm)	HFC-125 ② (5cm x 7cm)	HFC-125 ③ (10cm x 10cm)
실물 이미지 (1856×872 pixel)				
Crop 이미지 (512×256 pixel)				
Re-sizing 이미지 (4×2 pixel)				
채 도(%)	69	67	62	47

3. 결론

HFC-125 소화약제의 열분해 생성물에 의한 금속(철), 비철금속(구리), 유리, 전자부품에 대한 부식성 및 작동에 미치는 영향을 평가하기 위해 화원크기를 변화시켜 소화시험을 실시하였고, 시험결과는 그림 3과 같다. 시험결과에 의하면 화원의 크기가 증가할수록 철, 구리, 유리 시편 표면의 부식성이 증가하는 것으로 나타났다. 즉 열분해 생성물은 화원의 크기에 영향을 받으며 일정한 경향성을 보였다. 특히 유리와 철이 화원 크기에 따른 열분해 생성물에 의한 부식의 영향이 큰 것으로 나타났다. 그러나 전자부품(SD-Card)은 큰 이상 없이 작동되어 전자부품에 대한 영향을 작은 것으로 판단된다. 향후에는 여러 종류의 가스계 소화약제에 대해 다양한 환경 조건을 적용하여 열분해 생성물 발생 영향 인자들에 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.



감사의 글

본 연구는 2015년 국민안전처 재난안전기술개발 기반구축사업 “국가안전기준개발 및 실증연구” 지원사업으로 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

이창우 외 7명 (2015) 소화약제화학, 도서출판 화수목.

Hanauska, C.P., Forssell, E.W., and DiNenno, P.j. (1993) Hazard Assessment of Thermal Decomposition Products of Halon Alternative, Processings of Halon Alternatives Technical Working Conference-Poster Session, Albuquerque, NM, May 11-13, pp.

Hughes Associates, Inc.(2010) Measuring the impact of Fire Extinguisher Agents On Cultural Resource Material. pp.519~581