

# 통계 분석을 통한 금속화재의 문제점 및 해결방안

신하림\*, 이준식\*\*, 박지현\*, 박혜정\*\*\*

\*창신대학교 소방방재공학과

\*\*창신대학교 항공기계공학과

\*\*\*창신대학교 소방방재공학과 연구원

shr0659@gmail.com

## Challenges and solution for combustible metal fire using statistice analysis

Ha-Rim Shin\*, Jun-Sik Lee\*\*, Ji-Hyeon Park\*, Hye-Jeong Park\*\*\*

\*Dept. of Fire&Disaster Prevention Engineering, Changshin University

\*\*Dept. of Aeronautical & Mechanical Engineering, Changshin University

\*\*\*Dept. of Fire&Disaster Prevention Engineering Researcher, Changshin University

### 요약

금속화재는 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg) 등과 같은 가연성 금속이 연소하는 화재이다. 금속화재 발생 시 수계 및 가스계 소화약제는 적용성이 없다. 금속화재를 진화하는 방법은 금속화재용 소화약제 또는 건조사로 화재를 진화하고 있다. 현재 국내에는 금속화재와 관련된 연구가 진행되고 있지 않아 법적 기준이 마련되어 있지 않다. 이러한 문제로 금속화재용 소화약제 및 소화기 개발은 물론 화재 예방 및 대응 시스템 구축이 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 금속화재의 문제점에 대해 파악하고 대응 및 예방에 필요한 방안을 제시하였다.

## 1. 서론

금속화재(combustible metal fire)는 가연성 금속이 연소하는 화재로 정의되고 있다. 금속화재는 화재 발생 초기에 화재 진화가 이루어지지 않을 경우 높은 온도와 강한 빛 그리고 가스를 생성한다. 이러한 문제점으로 인해 금속화재 발생 시 화재 진화가 매우 어렵다[1]. 또한 표면에는 화재가 진압된 것처럼 보이지만 내부에는 높은 온도의 열이 유지되고 있어 재발화의 위험성이 매우 높다. 현재 금속화재를 진압하는 방법은 주변의 가연물을 격리시켜 가연성 금속이 자연적으로 진화되는 방법 또는 마른모래를 사용하여 질식소화하는 방법으로 진화하고 있다. 금속화재는 일반적인 수계 및 가스계 소화약제에는 적용성이 없으며 금속화재용 소화약제 또는 건조사로 화재를 진화하여야 한다.

이러한 위험에도 불구하고 국내에서는 금속화재와 관련된 법적 기준이 마련되어 있지 않아 금속화재용 소화약제 및 소화기 개발은 물론 화재 예방 및 대응 시스템 구축이 이루어지지 않고 있다[1].

이에 본 연구에서는 금속화재의 특성, 국내외 기준 및 법령, 화재 통계 분석을 통하여 금속화재에 대한 문제점을 도출하고 대응방안을 제시하였다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 금속화재의 분류 및 특성

현재 국내 소방 관련법에 의하면 금속화재는 분류되어 있지 않다. 국내 소방 관련법에서 화재를 일반화재(A급), 유류화재(B급), 전기화재(C급), 주방화재(K급)으로 분류하고 있다. 그러나 국외의 NFPA 10과 ISO 7165에서는 금속화재를 화재분류에 포함하고 있다[표 1].

[표 1] 국내외 화재분류

구분	한국	NFPA 10	ISO 7165
일반화재	Class A	Class A	Class A
유류화재	Class B	Class B	Class B
전기화재	Class C		Class C
금속화재		Class D	Class C
가스화재		Class C	
주방화재	Class K	Class F	Class K

금속화재는 약 2,760~4,700°C 범위의 화염온도를 나타낸다 [2]. 이 온도는 물을 수소와 산소로 분해할 수 있으며 이산화탄소의 경우 탄소와 산소로 분해할 수 있다. 따라서 수계 소화약제 및 이산화탄소 소화약제를 사용할 경우 화재가 확산

될 수 있으며 폭발까지 이어지 수 있다. 이러한 이유로 금속 화재 발생 시 수계 및 가스계 소화약제의 사용을 금지하고 있으며 건조사 또는 금속화재용 소화약제를 사용하도록 하고 있다[3,4].

### 3. 국내외 관련 기준 및 법규

국내 화재와 관련된 주요 법령인 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률과 위험물안전관리법에서는 금속화재에 대한 정의 및 기준은 물론 소방시설 등 관련 기준을 제시하고 있지 않다. 위험물안전관리법 상 금속화재와 관련된 물질은 1류 위험물 중 무기과산화물, 2류 위험물 중 철분, 마그네슘, 금속분, 3류 위험물 중 칼륨, 나트륨 등과 같은 금속성 물질이다[표 2]. 이러한 물질은 관리상의 주의사항으로 수분 및 화기의 접촉을 금지하고 있다. 또한 화재가 발생할 경우 수계 소화약제 및 이산화탄소 소화약제의 사용을 금지하고 있다.

[표 2] 위험물안전관리법의 가연성 금속 분류

분류	위험물 분류	가연성 금속 종류
1류	산화성 고체	과산화나트륨, 과산화칼륨, 과산화바륨
2류	가연성 고체	알루미늄, 아연, 티타늄, 마그네슘
3류	자연발화성 및 금속성 물질	칼륨, 나트륨, 알킬알루미늄

금속화재와 관련된 기술 지침 및 기준은 표 3에서 나타내는 바와 같이 한국산업안전보건공단 및 한국화재보험협회의 기술지침 및 기준이 마련되어 있다.

[표 3] 국내 금속화재 관련 기술 지침 및 기준

No.	분류	기관	명칭
1	기술지침	한국산업안전 보건공단	마그네슘 분진폭발 예방에 관한 기술지침 (KOSHA Guide P-112-2014)
2	기술지침	한국산업안전 보건공단	금속분진 취급 공정의 화재폭발예방에 관한 기술지침 (KOSHA Guide P-128-2012)
3	기술지침	한국산업안전 보건공단	물반응성 물질의 취급 저장에 관한 기술지침 (KOSHA Guide P-77-2013)
4	기준	한국화재보험 협회	마그네슘 저장 방화기준 (KFS 552-1999)

해외의 주요 법과 기준으로는 ISO 7165, NFPA 10, NFPA 484가 있다. NFPA 484는 가연성 금속의 화재예방, 대응, 소화약제 등에 관한 기준을 제시하고 있다[5]. NFPA 10은 금속 화재의 기준, 휴대용 소화기에 관한 기준 등을 제시하고 있으며 ISO 7165에서는 금속화재용 소화기의 성능테스트, 설치, 검사 등을 제시하고 있다[표 4][6-7].

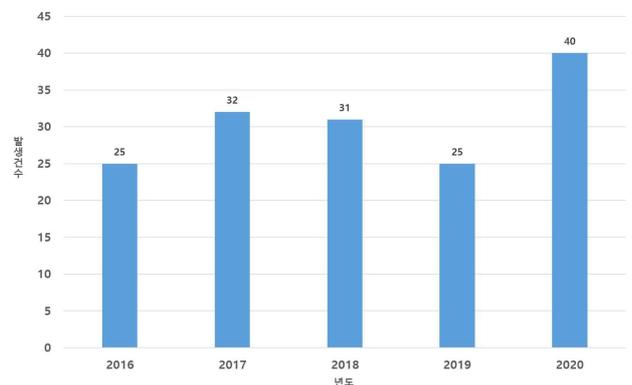
[표 4] 국내 금속화재 관련 기술 지침 및 기준

법/기준	주요내용
NFPA 10	·설치 ·검사 ·유지보수 ·충전
ISO 7165	·설치 ·검사 ·유지보수 ·충전 ·성능 테스트
NFPA 484	·소화약제 ·위험성 ·훈련 ·정비 ·검사 ·휴대용 소화기

### 4. 금속화재 통계 분석

#### 4.1 금속성물질 화재 통계

소방청 국가화재정보시스템의 통계를 통하여 2016년부터 2020년까지의 금속성물질의 물과 접촉으로 인한 화재 발생 건수를 조사하였다[그림 1]. 2016년부터 2020년까지 발생한 금속성물질의 물과 접촉으로 인한 화재는 총 153건으로 나타났다. 2016년에는 25건, 2017년은 32건, 2018년은 31건으로 나타났다. 2019년에는 25건으로 줄어드는 것처럼 보였으나 2020년에 40건으로 증가하였다.

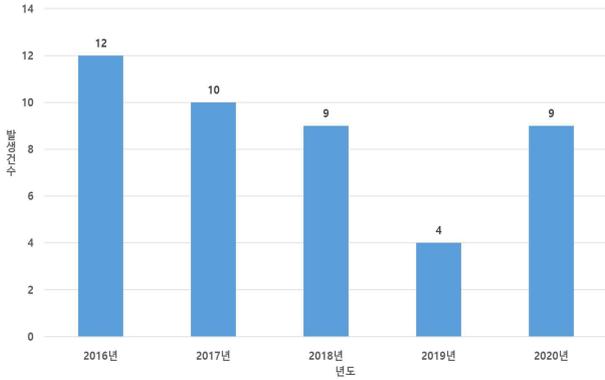


[그림 1] 금속성 물질 화재 통계 (2016-2020년)

#### 4.2 금속화재 통계 분석

금속성물질의 물과 접촉으로 인해 발생한 화재 통계가 있

으나 금속화재 발생현황에 대해서는 정확하게 파악하기 어렵다. 따라서 금속화재 발생현황을 정확하게 알아보기 위해 최근 5년간 발생한 금속화재 발생 건수를 논문, 화재보고서, 기사 등을 통하여 수집하였다[그림 2].



[그림 2] 금속화재 발생 현황 (2016-2020년)

조사 결과 2016년부터 2020년까지 발생한 금속화재는 총 44건으로 금속성물질의 물과 접촉에 의한 화재 발생 현황과 차이를 보였다. 금속화재 발생 건수는 2019년에 크게 줄어드는 것으로 보였으나 2020년에 9건으로 다시 증가하는 추세를 보였다.

#### 4.2.1 금속화재 원인별 발생 현황 통계 분석

표 5는 금속화재 원인별 발생 현황을 나타낸 표이다. 2016년부터 2020년까지의 금속화재 발화원인을 살펴보면 원인미상인 화재를 제외하고 화학적 요인에 의한 화재가 가장 많이 발생한다는 것으로 나타났다. 인적 부주의에 의한 화재도 매년 발생하는 것으로 나타났다.

[표 5] 금속화재 원인별 발생 현황

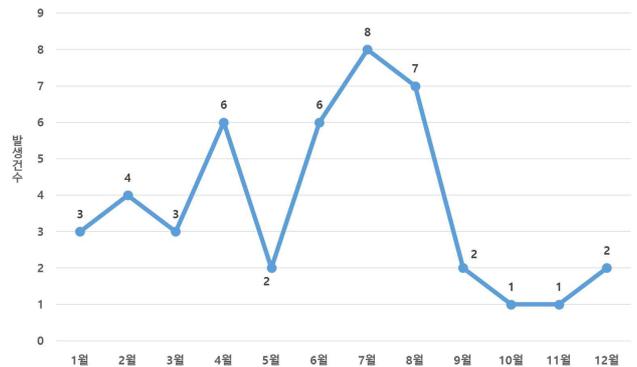
연도	원인						미상
	기계적 요인	화학적 요인	자연적 요인	전기적 요인	복합적 요인	인적 부주의	
2016	2	2	3	-	-	2	3
2017	-	4	-	-	-	2	4
2018	-	-	2	1	1	1	5
2019	-	1	1	-	-	1	1
2020	1	4	-	1	-	1	2

이와 같은 원인별 분포가 나타나는 이유는 주로 화재가 발생하는 금속폐기물 재활용 공장이 “위험물안전관리법”을 적용받지 않고 있으며 관련 법규와 기준이 없기 때문이다. 이로 인해 금속폐기물에 대한 관리가 어려워 금속폐기물이 물과 접촉하여 화재가 발생하게 된다. 현재 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에서는 금속화재에 대한 정의 및 기준

은 물론 소방시설 등의 관련 기준, 관리 시스템을 제시하고 있지 않다. 이러한 문제로 관리가 소홀하여 인적 부주의로 인한 화재가 발생하게 된다.

#### 4.2.2 금속화재 월별 발생 현황 통계 분석

월별 금속화재 발생 추이를 알아보기 위해 2016년부터 2020년도까지의 월별 금속화재 발생현황을 조사하였다. 조사 결과 월별 금속화재 발생현황은 그림 3과 같이 나타났다.



[그림 3] 금속화재 월별 발생 현황 (2016-2020년)

월별로 살펴본 금속화재 발생 건수는 6월부터 8월까지 주로 여름철에 발생한다는 것을 알 수 있었다. 금속화재 원인별 발생 현황에 따르면 화학적 요인의 화재가 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 점을 미루어볼 때 여름철 장마와 태풍으로 인한 습기가 발생하여 금속 분진과 폐기물이 물과 접촉하는 빈도가 높아 6월에서 8월까지의 화재 발생 건수가 많은 것으로 추정된다. 여름철 발생하는 금속화재를 예방하기 위해서는 금속 분진과 금속폐기물을 저장·취급하는 장소에 관한 법령 마련이 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 고찰 및 결론

금속화재가 발생할 경우 물계 소화약제 및 이산화탄소, 할론 등의 소화약제로 진화할 수 없어 진화에 어려움을 겪는다. 최근 마그네슘, 알루미늄과 같은 금속으로 만들어진 합금 사용량이 증가하고 있다. 이로 인한 금속화재의 발생 건수가 증가하고 있음에도 불구하고 금속화재에 관한 법제화는 물론 관련 기준 마련에 논의조차 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구는 금속화재의 특성, 관련 국내외 기준 및 법령을 분석하였으며 금속화재 통계 분석을 통해 금속화재의 문제점에 대해 알아보았다. 이를 통해 금속화재의 예방 및 대응에 필요한 방안을 제시하고자 한다.

금속화재의 기준, 예방 및 대응을 위한 법령 마련이 필요하며 NFPA, ISO 등과 같이 금속화재 분류와 소화기 및 소화약제 기준 마련 등에 관한 법제화가 필요하다. 위험물안전관리법상 가연성 금속의 일부를 위험물로 관리하고 있으나 화재 예방 및 대응, 소화약제, 소화기, 소화시스템에 대한 부분들은 다루어지지 않고 있다. 이로 인해 현재 금속화재 발생 시 대응 방안은 건조사에 의존할 수밖에 없다. KOSHA Guide P-128-2012를 통해 금속분진의 위험성 및 분진 관리에 대한 기준을 마련하고 있으나 소방 분야에서는 마련되어 있지 않다. 이로 인해 관련 기준이 마련되어 있더라도 소화약제 및 시스템에 대한 법적 기준이 마련되어 있지 않아 활용할 수 없는 것이 현실이다.

[7] National Fire Protection Association, “NFPA 10 Standard for portable fire extinguishers”, National Fire Protection Association, pp.4-24, 2018.

#### 참고문헌

- [1] Ki-Hun Nam1, Jun-Sik Lee, “Study on the effective response method to reduce combustible metal fire” Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 12 pp. 600-606, 2018.
- [2] Eugene Meyer, “Chemistry of hazardous materials”, Pearson Education Inc, USA, pp.308-343, 2013.
- [3] Deukkwang An, Peter B. Sunderland, Daniel P. Lathrop, “Suppression of sodium fires with liquid nitrogen”, Journal of Fire Safety, Vol. 58, pp.204-207, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.02.001>
- [4] Fluegeman, C., Hilton, T., Moder, K., and Stankovich, R., “Development of detailed action plans in the event of a sodium hydride spill/fire”, Journal of Process Safety Progress, Vol. 24, No. 2, pp.86-90, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/prs.10064>
- [5] National Fire Protection Association, “NFPA 484 Standard for combustible metals”, pp.7-91, National Fire Protection Association, 2019.
- [6] International Organization for Standardization, “ISO 7165:2017 Fire fighting-Portable fire extinguishers-Performance and construction”, International Organization for Standardization, pp.2-65, 2017.