

마그네슘의 연소 특성에 관한 실험적 연구

신하림*, 채진주*, 남기훈*

*창신대학교 소방방재공학과

e-mail:shr9897@gmail.com

Experimental Study on the Combustion Characteristics of Combustible Magnesium

Ha-Rim Shin*, Jin-Ju Chae*, Ki-Hun Nam*

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

요약

현재 금속화재는 자연 연소하여 진압하고 있다. 마그네슘은 높은 온도와 강한 빛 그리고 가스를 생성하기 때문에 화재 발생 시 진압이 매우 어렵다. 본 연구에서는 마그네슘 양의 변화에 따른 연소 실험을 통하여 마그네슘 화재의 특성과 경향성을 알아보려고 한다.

1. 서론

마그네슘 화재는 화재 발생 초기에 화재 진화가 이루어지지 않을 경우 높은 온도와 강한 빛 그리고 가스를 생성하기 때문에 화재 진화가 매우 어렵다[2]. 또한 표면에는 화재가 진압된 것처럼 보이지만 내부에는 높은 온도의 열이 유지되고 있어 재발화의 위험이 매우 높다. 현재 화재를 진압하는 방법으로는 주변의 가연물을 격리시켜 가연성 금속이 자연적으로 진화되는 방법 또는 마른모래를 사용하고 진화하고 있다. 또한 마그네슘은 금속성 물질로 물계 소화약제 및 이산화탄소 소화약제의 사용을 금지하고 있으며 분말, 할론과 같은 소화약제는 적용성이 거의 없다[1].

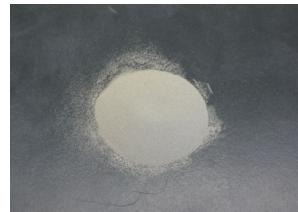
이러한 위험에도 불구하고 국내에서는 금속화재에 대한 제도 및 법규뿐만 아니라 금속화재용 소화약제 개발에 필요한 기술 수준, 지침 또한 마련되어 있지 않다. 더욱이 마그네슘 연소에 관한 연구가 이루어지고 있지 않다는 것이 현재 실정이다. 이에 본 연구에서는 마그네슘의 연소 실험을 통하여 마그네슘의 양에 따라 온도 상승의 경향성 및 마그네슘 화재의 특성에 대해 알아보려고 한다.

2. 화재 실험

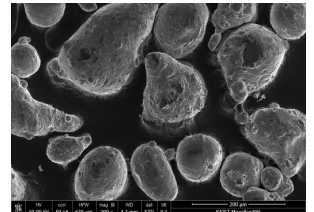
2.1 실험 물질

마그네슘 분말은 순도 99%이며 150 μ m 크기의 표준

망체에 거른 후 24시간 동안 데시케이터에 건조시켜 실험을 수행하였다[그림 1]. 그림 2는 FE-SEM(Field-emission scanning electron microscope)를 사용하여 실험에 사용한 마그네슘 분말을 200배 확대한 입자 이미지이다 [그림 2].



[그림 1] 마그네슘 분말(150 μ m)



[그림 2] 200배 확대 SEM 이미지

2.2 실험 방법

마그네슘 실험은 데이터 로거(GL840), 열전대(K-type), 적외선열화상카메라(Testo T890), 비디오 레코더를 이용하여 실험을 진행하였다. 비디오 레코더를 이용하여 연소 과정을 촬영하였으며, 적외선열화상카메라를 활용하여 연소 온도를 측정하였다(그림 3).

본 실험에서 사용된 적외선열화상카메라의 측정 범위는 -30 $^{\circ}$ C~1250 $^{\circ}$ C이며 총 900초 동안 측정하였다. 실험은 마그네슘을 시료용기에 담아 점화장치를 사용하여 착화를 진행하였다. 연소 확대 방지를 위하여 석고 보드와 연소 확대 방지 장치를 설치하였으며, 석고 보드 위에 시료용기를 두어 실험을 진행하였다 [그림 4].

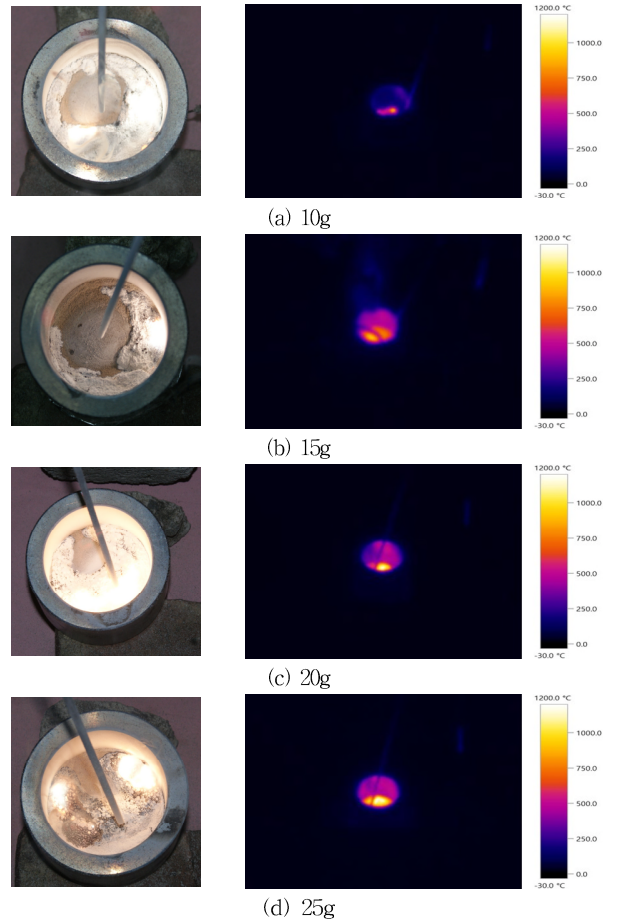
열전대를 이용하여 복사열을 측정하려하였으나 측정이 제대로 이루어지지 않았다.



[그림 3] 실험장치 구성도



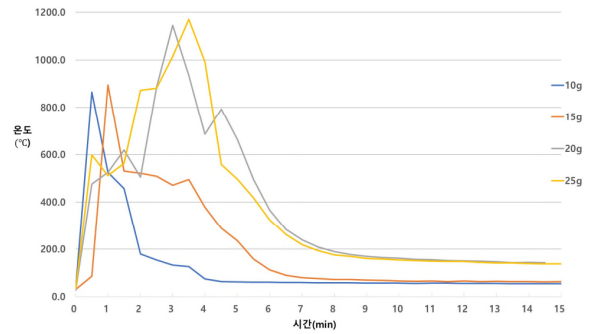
[그림 4] 실험장치 구성



[그림 5] 마그네슘 분말 연소 실험

3. 결과

그림 5는 마그네슘 분말 양의 증가에 따른 연소 실험 사진과 적외선열화상 이미지로 (a)는 10g, (b)는 15g, (c) 20g, (d) 25g 이다. 그림 5-(a)는 10g 은 약 1분 후 최고온도 864.7°C에 도달하였으나 최고 온도 이후에는 온도가 빠른 속도로 하강하면서 15분에는 54.4°C로 측정되었다. 그림 5-(b) 15g의 최고 온도는 895.3°C까지 도달하였으며, 10g보다 더 오랜 시간동안 높은 온도를 유지하였다. 그림 5-(c)20g의 경우 점화 시작 3분 후 최고온도 1145°C에 도달하였다. 그림 5-(a)10g, 그림 5-(b)15g 과 같이 최고온도 이후 빠른 속도로 온도가 하강하였으나 15분에 도달한 이후에도 100°C가 넘는 온도가 지속되었다. 그림 5-(d)25g 은 점화 후 약 3분 35초에 최고온도 1170.2°C에 도달하였으며 최고 온도 이후 온도가 하강하였으나 그림 5-(c)20g 과 마찬가지로 100°C가 넘는 온도가 지속되는 경향을 볼 수 있었다.



[그림 6] 온도 변화 그래프

본 연구를 통해서 마그네슘 분말의 양의 증가에 따른 최고온도와 온도상승 경향을 확인하였다. 양이 증감함에 따라 최고온도가 상승하는 경향을 보였으며 최고 온도점까지 시간은 늘어가는 것으로 나타났다. 또한, 연소과정에서 불꽃이 사라진 이후에도 100°C 이상의 온도가 장시간 유지되었다.

4. 결론

본 연구에서는 마그네슘 분말의 연소 경향성과 특성을 확인하기 위해 마그네슘 분말의 양에 따른 연소 실험을 진행하였다. 실험 결과 마그네슘 분말의 양이 증가함에 따라 최고온

도가 상승하는 경향을 보였으며, 최고 온도에 도달한 이후 온도가 빠른 속도로 하강하였으나 20g, 25g 의 경우 15분에 도달한 이후에도 100°C가 넘는 온도를 유지하였다. 본 연구를 통해 화재 발생 초기에 화재 진화가 이루어지지 않을 경우 화재 진화가 매우 어려우며, 표면에 불씨가 보이지 않더라도 내부에는 열이 남아있어 재발화의 위험성이 높다는 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 소방청, “위험물안전관리법”, 국가법령정보센터, 2020년 6월 17일, <http://www.law.go.kr/>
- [2] 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.