

마그네슘과 알루미늄의 혼합비에 따른 연소의 특성

신하림*, 박지현*, 남기훈*

*창신대학교 소방방재공학과

shr0659@gmail.com

Properties of Combustion according to the Mixing Ratio of Magnesium and Aluminum

Ha-Rim Shin*, Ji-Hyeon Park**, Ki-Hun Nam*

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

요약

현재 금속화재는 주변의 가연물을 격리시키고 연소하고 있는 가연성 금속이 자연적으로 소화되는 방법을 택하고 있다. 금속화재는 발생 초기에 화재 진화가 이루어지지 않을 경우 진압이 매우 어렵다. 이에 본 연구에서는 마그네슘과 알루미늄의 혼합 비율에 따른 연소 실험을 통하여 연소의 특성에 대해 알아보려고 한다.

2. 연소 실험

1. 서론

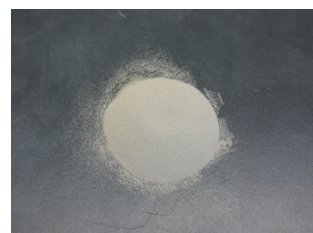
금속화재(combustible metal fire)는 가연성 금속(Al, Mg, K, Li 등)이 연소하는 화재로 정의되고 있다. 미국의 경우 금속화재를 화재 분류에 포함하고 있으나, 국내에서는 일반화재(A급), 유류화재(B급), 전기화재(C), 주방화재(K급)로 분류하고 있어 금속화재가 화재 분류에 포함되어 있지 않다 [1].

금속화재는 발생 초기에 화재 진화가 이루어지지 않을 경우 높은 화염 온도로 인해 접근이 어려워 화재 진화가 매우 어렵다[2]. 현재 금속화재를 진압하는 방법은 금속화재 주변의 가연물을 격리시키고 연소하고 있는 가연성 금속이 자연적으로 소화되는 방법을 택하고 있다.

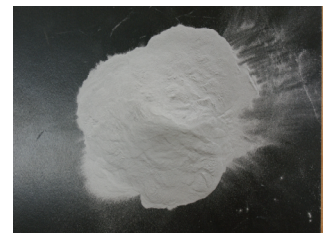
이러한 금속화재의 위험성에도 불구하고 관련 법령 및 기준이 마련되어 있지 않다. 더욱이 금속화재에 대한 연구 및 실험은 많이 이루어지지 않아 금속화재에 관한 정보가 없는 것이 현재 실정이다. 이에 본 연구에서는 연소 실험을 통하여 마그네슘과 알루미늄 혼합비에 따른 연소의 특성에 대해 알아보려고 한다.

2.1 실험 물질

밀양 폐기물 공장 화재의 경우 마그네슘의 화재가 알루미늄으로 확산되며 화재가 확대 되었다. 밀양 폐기물 공장 화재와 같이 확대 및 폭발 우려가 있는 가연성 금속 마그네슘과 알루미늄으로 실험을 진행 하였다. 실험에 사용된 마그네슘은 99%이상의 마그네슘을 함유한 분말을 사용하였으며, 150 μ m 크기의 표준망체 (Standard sieve)에 걸러낸 분말을 사용하였다[그림1]. 알루미늄은 45 μ m 크기의 분말을 사용하였다 [그림2]. 총 30g과 40g을 기준으로 10%,20%,30% 비율의 알루미늄 분말과 마그네슘 실험을 진행하였다. 정확한 실험을 위하여 마그네슘 분말과 알루미늄 분말을 데시케이터에서 24시간 건조시켜 실험을 진행하였다.



[그림1] 마그네슘 분말 (150 μ m)

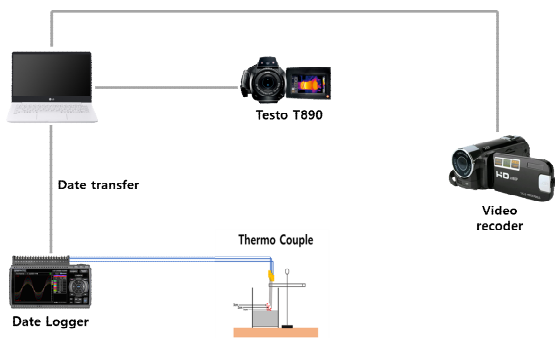


[그림2] 알루미늄 분말 (45 μ m)

2.2. 실험 방법

실험은 적외선열화상카메라(Testo T890), 데이터 로거(GL840), 열전대(K-type), 비디오 레코더를 이용하여 실험을 진행하였다. 비디오 레코더를 이용하여 연소 과정을 촬영하였으며, 적외선열화상카메라를 활용하여 연소 온도를 측정하였다. 데이터 로거에 열전대를 연결하여 방사열을 측정하였다[그림3].

본 실험에서 사용된 적외선열화상카메라의 측정 범위는 $-30^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 이며 총 900초 동안 측정하였다. 실험은 마그네슘과 알루미늄을 시료용기에 담아 점화장치를 사용하여 착화를 진행하였다. 연소 확대 방지를 위하여 석고보드와 연소 확대 방지 장치를 설치하였으며, 석고보드 위에 시료용기를 두어 실험을 진행하였으며, 열전대를 이용하여 열방출량을 측정하였다[그림4].



[그림3] 실험장치 구성도



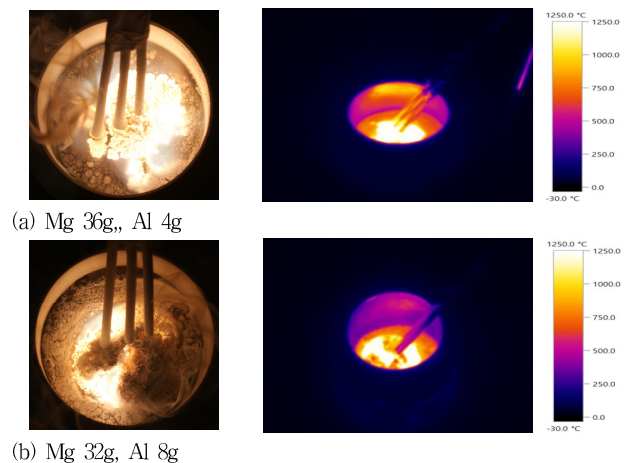
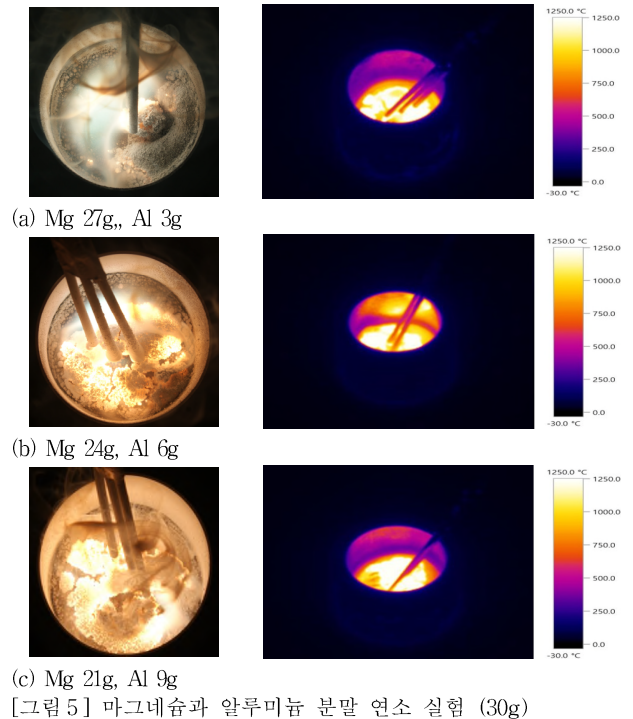
[그림4] 실험장치 구성

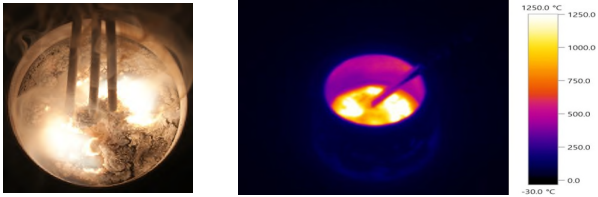
3. 실험 결과

그림5와 그림6은 마그네슘과 알루미늄의 혼합비에 따른 연소 실험 사진과 적외선열화상 이미지이다. 5-(a)는 약 5분 후에 최고 온도 1223.8°C 에 도달하였으며, 최고 온도 이후 온도가 서서히 하강하면서 15분에

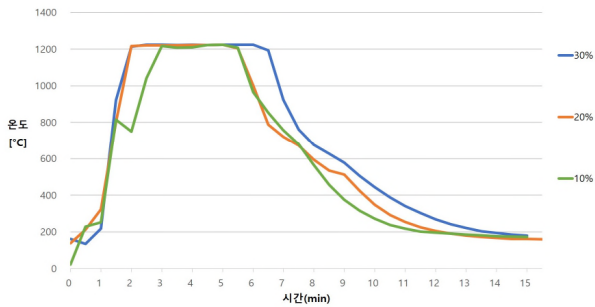
는 172.2 로 측정되었다. 그림5-(b)의 최고 온도는 1223.8°C 로 5-(a)와 같은 양상을 보였으나 5-(a)보다 빠른 속도로 1200°C 에 도달하였다. 그림5-(c)는 점화 후 약 5분 후에 최고 온도 1224°C 에 도달하였으며, 5-(a)와 5-(b)보다 더 오랜 시간 동안 1200°C 대를 유지하였다.

6-(a)는 약 5분 50초 후에 최고 온도에 도달하였으며, 15분에 도달한 이후에도 200°C 가 넘는 온도가 지속되었다. 6-(b)는 최고온도까지의 시간은 6-(a)보다 느렸으나, 1200°C 를 유지하는 시간이 길었으며 15분에 도달한 이후에도 300°C 가 넘는 온도가 유지되었다. 6-(c)의 경우 6-(a)와 6-(b)보다 빠른 속도로 1200°C 에 도달하였으며, 15분 후에도 200°C 가 넘는 온도를 유지하는 경향을 볼 수 있었다[그림5-6].

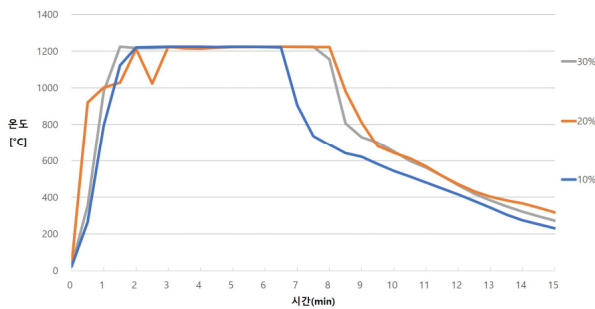




(c) Mg 28g, Al 12g
[그림 6] 마그네슘과 알루미늄 분말 연소 실험 (40g)



[그림 7] 온도 변화 그래프 (30g)



[그림 8] 온도 변화 그래프 (40g)

4. 결론

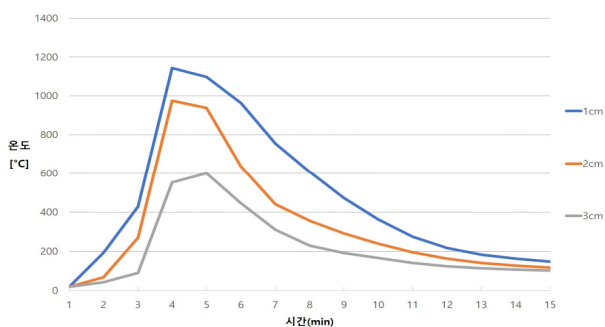
본 연구에서는 마그네슘과 알루미늄 혼합비에 따른 연소의 특성을 분석하기 위해 실험을 진행하였다. 실험 결과 혼합비율이 증가할수록 1200°C가 유지되는 시간이 늘어났으며, Mg32g, Al18g의 경우 15분에 도달한 이후에도 300°C가 넘는 온도를 유지하였다. 본 연구를 통해 혼합 비율이 증가할수록 온도가 상승한다는 것과 혼합 금속의 방출열은 높지 않다는 사실을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Eugene Meyer, "Chemistry of hazardous materials", Pearson Education Inc, USA, pp.308-343, 2013.
- [2] Ki-Hun Nam, 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.

그림9는 Mg24g, Al6g의 열방출량을 열전대와 데이터 로거로 측정한 값이다. 1cm의 경우 1143°C로 열화상 최고 온도 1223.8°C에 비해 약 100°C 가량의 차이를 보였으며, 2cm는 975.1°C, 3cm는 552.8로 많은 차이를 볼 수 있었다.

본 연구를 통해 마그네슘과 알루미늄 혼합 금속 연소시 방사열이 높지 않다는 것을 알 수 있었다.



[그림 9] Mg24g, Al6g의 열방출량 (20%)