

동일 입경 조건에서의 금속분진의 화재·폭발위험성

한우섭, 이근원

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터
위험성연구팀

(e-mail : hanpaule@kosha.net)

Fire and explosion risk of metal particles with the same mean diameter

Han OuSup, Lee KeunWon

Occupational Safety & Health Research Institute (KOSHA)

(e-mail : hanpaule@kosha.net)

초 록

최근 Mg, Mg-Al합금, Al은 전자제품의 케이스, 차량의 휠 등의 신소재로서 활용성이 높아 사회적 수요가 급격히 늘고 있다. 이러한 수요 증가와 함께 관련 사업장에서는 취급 과정에서 폭발사고 위험성이 높아지고 있는데, 2010년도에는 국내 사업장에서 금속 분진에 의한 폭발사고가 4건이 발생하여 인명 및 재산피해가 발생하였다. Mg-Al합금의 폭발사고로 사망 1명과 부상 2명이 발생하였으며, Al분진의 폭발사고는 3건이 발생하여 사망 2명과 부상 3명의 인명피해로 이어졌다. 사고조사를 통하여 사업장에서의 금속분진에 대한 위험인식이 매우 낮은 것이 유사 사고가 반복되고 있는 가장 큰 이유로 알려지고 있는데, 이는 금속분진에 대한 부족한 안전기술정보와 밀접한 관련이 있다.

본 연구에서는 Mg, Mg-Al합금, Al등을 취급하는 관련 사업장에서 폭발사고 예방대책을 위하여 활용할 수 있는 폭발특성에 관한 안전기술정보 제공을 목적으로 하고 있다. 보다 구체적으로는 사고 다발 금속분진에 대한 위험성 이해에 도움을 될 수 있도록 동일 입경분포 조건에서의 위험성을 정량적으로 평가하였으며, 이를 위하여 각 금속분진의 동일 입경 조건에서 최대폭발압력, 폭발하한계 등의 폭발위험성 데이터를 실험적으로 조사하였다.

조사한 시료는 평균입경 200 mesh의 Al, Mg, Mg-Al(60:40 wt%)로서 입도분석기(Beckman Coulter LSI 3320)를 사용하여 측정한 결과 평균입경은 약 155 μm 로 나타났다. Al분진의 농도변화에 따른 폭발압력을 조사한 결과, 최대폭발압력(Pmax)은 7.9 bar였으며 최대폭발압력상승속도(dt/dP)max는 농도 1500 [g/m^3]에서 322 [bar/s]로 최대가 되었으며 폭발하한계(LEL)는 70 [g/m^3]가 얻어졌다. 반면에 순수한 Mg의 LEL은 30 g/m^3 였으며 Pmax는 6.4 bar, (dP/dt)max는 100 [bar/s]가 얻어졌다. 이러한 결과로부터 LEL이 낮은 Mg는 Al보다 연소성이 큰 것으로 나타났으며, Al은 화염을 유지하는데 필요한 최저 열분해 가스농도를 확보하는데 Mg보다도 고농도의 분진이 필요함을 알 수 있었다. 또한 Mg-Al(60:40 wt%)의

LEL은 50 g/m^3 이었으며 P_{\max} 는 9.4 bar, $(dP/dt)_{\max}$ 는 472 [bar/s]가 얻어졌다. 이러한 결과로부터 Mg-Al(60:40 wt%)합금의 연소성을 살펴보면 착화하기 쉬운 정도는 Mg와 Al의 성분비에 의해 변화하지만 Mg와 Al의 중간 정도로 나타나는 반면, P_{\max} 는 Mg 또는 Al의 단독 물질 성분보다도 매우 큰 것을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 단일 성분의 Mg와 Al보다도 Mg와 Al이 일정 비율로 구성된 Mg-Al합금의 경우가 화재폭발 위험성이 증가한다는 사실을 알 수 있었으며, 이와 같은 폭발위험특성 자료를 활용하여 분진의 보관, 취급, 폐기 등의 지속적 관리가 필요하며 사업장 특성에 적합한 안전대책을 통한 사고예방대책이 요구된다.

중심어 : 알루미늄, 마그네슘, 마그네슘합금, 폭발한계, 폭발압력, 최대폭발압력상승속도