

## 알루미늄 호일 스크랩의 건식 볼밀링에 의한 플레이크 분말의 제조 ( Manufacturing of Al Flake Powders from Foil Scrap by Dry Ball Milling Process )

한국기계연구원 홍성현\*, 이동원, 김병기

### 1. 서론

알루미늄 foil 제작사에서 알루미늄의 foil 제작과정중 각 단계별로 압연후 상당량의 foil 스크랩이 발생하고 있으며 이 스크랩은 순도가 높고 두께가 6 ~ 120  $\mu\text{m}$  정도로 얇으므로 기계적 분쇄에 의하여, 보다 부가가치가 높은 알루미늄 판상 분말을 제조할 수 있는 가능성이 크다. 알루미늄 판상분말은 지문채취용, 경량 콘크리트 제조용 발포제, 페인트용, 잉크의 원료용, 플라스틱 가전제품의 코팅용 및 폭팔제용 등으로 광범위하게 응용되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 Al foil을 원료로 사용하여 Al 판상 분말을 제조하기 위하여 볼밀링법으로 분체화 가능성 여부 및 분체화의 거동을 조사하였고 foil의 볼밀링시 관련된 인자들의 영향을 조사하였다.

### 2. 실험 방법

스테인레스 용기(길이 80mm, 내경 70 mm)내에 스테인레스 볼 900 g, 8 x 6 mm로 절단된 foil(두께: 6.5  $\mu\text{m}$ ) 15 g, 밀링조제(Stearic Acid) 1.5 % ~ 5%를 장입하여 Ar+8% O<sub>2</sub> 분위기에서 밀링기 회전 속도는 120 rpm으로 일정히 하여 최대 45 시간까지 볼밀링을 하였다. 알루미늄 foil의 건식 볼밀링시 밀링시간, 볼의 크기 ( $\phi$ 16,  $\phi$ 9.6 mm), 25 시간까지 밀링시 도중에 정지하여 열을 식힌 횟수인 intermediate stop수 (0, 1, 3), 밀링 분위기 (Ar, Ar+8% O<sub>2</sub>), stearic acid의 첨가량(1.5%, 3%, 5%) 등을 주요 변수로 사용하였다. 제조된 분말의 입도 분석 및 비표면적을 측정하였으며, 광학 현미경과 SEM을 이용하여 밀링 분말의 형태를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

5 시간 밀링이 되면 반복적인 볼의 낙하에 의한 충격으로 알루미늄 foil들이 micro-forging이 되어짐과 동시에 연신이 되고 laminating된 상태로 대부분 변하였으며, 더욱 충격을 받은 foil 들은 연신 되면서 국부적 파괴가 일어나서 쪼개지며 작고 길쭉한 foil 모양이 되었다. 10 시간 밀링후 foil들이 분체화가 되었고 길다란 판상의 조대한 분말이 얻어졌다. 밀링시간이 10 시간에서 25 시간까지 증가함에 따라 97  $\mu\text{m}$ 의 조대한 판상분말에서 14  $\mu\text{m}$ 의 미세한 분말로 변하였으며 비표면적은 연속적으로 증가하는 경향을 보였다. 또한, 15 시간 밀링후 16 mm 볼을 사용한 경우의 평균 입도(64  $\mu\text{m}$ )가 9.5 mm 볼을 사용한 경우의 평균 입도 (102  $\mu\text{m}$ )보다 적었으며 이는 큰 볼을 사용한 경우에 분말과의 충돌 횟수는 적으나 볼이 낙하하면서 충격에너지가 높기 때문이다. 25 시간까지 밀링중에 stop 수가 증가할수록 분말의 크기가 작아짐을 알 수 있었고 stop에 따른 밀링용기의 냉각효과 때문에 분쇄가 용이한 것으로 판단되었다. 밀링시 분쇄 효율에 미치는 분위기(Ar 또는 Ar+ 8 % O<sub>2</sub>)의 영향은 크지 않았다. 한편, stearic acid량이 5 %로 많은 경우에는 분말사이의 마찰력 또는 볼과 밀링용기사이의 마찰력이 작아지므로 3 % stearic acid가 첨가된 경우보다 분쇄 효율이 적어 다소 입도가 증가됨을 알 수 있었다.