

# Mg 합금 강판 무윤활 성형에 관한 연구

## Study of Mg alloy forming for automotive parts by non lubricant method

\*#박광수<sup>1</sup>, #이경황<sup>1</sup>, 서판기<sup>2</sup>, 남재두<sup>2</sup>, 최보성<sup>3</sup>, 배충수<sup>3</sup>, 이영민<sup>4</sup>

\*#K. S. Park(winter@rist.re.kr)<sup>1</sup>, K. H. Lee<sup>1</sup>, P. K. Seo<sup>2</sup>, J. D. Nam<sup>2</sup>, B. S. Choi<sup>3</sup>, C. S. Bae<sup>3</sup>, Y. M. Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup>포항산업과학연구원, <sup>2</sup>(주)신영, <sup>3</sup>울산테크노파크, <sup>4</sup>(주)한국몰드

Key words : Non lubricant forming, Mg, Automotive parts, DLC coating, Warm forming

### 1. 서론

마그네슘 소재는 실용금속 중 가장 가벼운 동시에 비강도 및 비강성이 높고 전자과 차폐성이 우수하여 자동차 및 항공 우주산업을 포함하여 다양한 산업군에 널리 사용되고 있다. 하지만 마그네슘 합금이 육방정 구조를 가지면서 냉간 압연이나 성형하는 데 어려움이 있어 소재를 온간에서 압연 및 성형하는 과정이 필요하다. 따라서 마그네슘 합금이 주로 사용되고 있는 분야는 다이캐스팅 등 주조재료써 연구 개발이 진행되고 있다. 또, 마그네슘 합금은 알루미늄 합금에 비해 단위 부피당 열용량이 적기 때문에 응고 속도가 빨라 냉각이 쉽게 되는 장점이 있어 다이캐스팅 시 Cycle Time이 짧아 알루미늄합금에 비해 생산성이 50 ~ 100% 더 높다. 또한 유동성이 우수하여 전자제품의 경우 0.3mm의 두께까지 박육 부품의 제조가 가능하며 복잡한 형상의 제품도 주조가 가능하다. 또한 마그네슘에 대한 철(Fe)의 고용도가 낮아 철과 거의 반응하지 않는 특성을 가지고 있어 다이캐스팅 금형의 경우 알루미늄 합금용 금형에 비해 1.5배 이상 수명이 길다. 이렇게 마그네슘 주조 관련 기술은 자동차 차체 부품에 적용되는 사례가 늘고 있다. 하지만 마그네슘 판재 관련 기술은 상대적으로 기술개발 진척이 늦고 있다. 이는 상온에서 소재 가공이 힘든 특성 때문에 소재 개발 단계부터 늦어지고 있다. 하지만 현재 포스코를 선두로 마그네슘 판재의 대량생산을 위한 설비를 갖추고 성형성을 개선하기 위한 다양한 연구가 이루어지면서 점차 확대 적용하려는 움직임이 일어나고 있다.

마그네슘 판재를 성형하기 위한 대표적인 방법으로 온간(200~300℃)성형, 서보프레스 활용한 판재성형 및 가열 냉각법에 의한 판재 성형 등이 있다.



Fig. 1 Development of Mg automotive parts

특히, 마그네슘 소재는 성형성을 개선하기 위해 온간(200~300℃)에서 성형하는 방법을 주로 사용하고 있다. 고온 성형성에 따라 소재와 금형 사이에 윤활이 잘 이루어지지 않아 판재가 원활히 유입되지 못해 파단이 일어나는 경우가 많이 있다. 따라서 마그네슘 판재 성형 시 윤활유를 투입하게 되는데, 이 때 쓰이는 윤활유는 성형 후 찌꺼기가 금형 및 제품표면에 잔류하여 내식성과 표면처리에 문제를 발생시킨다. 또, 고온에서 성형되는 과정에서 성형 시 윤활유가 타는 문제가 발생하여 작업자의 작업환경을 저해하는 요인이 되기도 한다. 이를 해결하기 위해 일본에서는 최근 복잡한 형상과 곡면을 갖는 대형 금형의 표면 부근 및 대형영역 등 특정부위를 국부적으로 가열하는 필름히터를 개발하고 봉상 카트리지 히터, 단열재와 함께 조립시킨 금형 설계 및 제작을 시도하고 있다. 이를 통해 무윤활 또는 최소 윤활가공이 가능한 금형의 윤활성능과 내구성능이 우수한 박막 코팅기술 등으로 대형 난가공 마그네슘 판재의 고효율 양산 프레스성형 금형을 개발하여 자동차의 차체 부품 생산에 응용되고 있다.

## 2. 대상 부품 선정

마그네슘 판재의 무윤활 금형기술을 개발하기 위해 아래 Fig.2와 같은 자동차 차체부품을 개발 대상 부품으로 선정하였다. P-Panel은 이름에서도 알 수 있듯이 자동차의 트렁크와 승차공간을 구분해주는 역할을 함과 동시에 차량의 좌우 비틀림 방지와 승객의 편의성을 보장하는 중요한 차체 부품이다. 또 차량의 후방에서 발생하는 소음을 차단하는 역할도 수행한다.

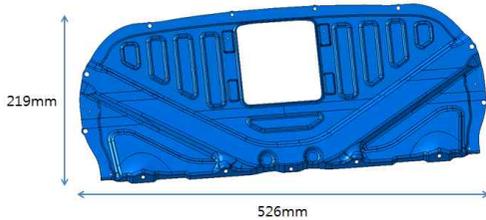


Fig. 2 Target parts of Mg sheet.

## 3. 금형제작 및 코팅

Draw Type으로 설계된 마그네슘 온간 성형용 금형을 아래 Fig.3와 같이 제작하였다. 금형은 열처리 조건별 T/O를 위해 조립이 쉽도록 하였으며 금형의 표면 상태별 T/O 및 표면처리를 위하여 조립 및 해체가 쉽고, 금형의 변형이 생기지 않도록 하였다. 금형의 표면을 세척후 실험에 의해 획득한 최적 코팅 조건인 Fig. 4와 같은조건으로 표면처리를 수행하였다.



Fig. 3 Fabrication of die surface coating by DLC

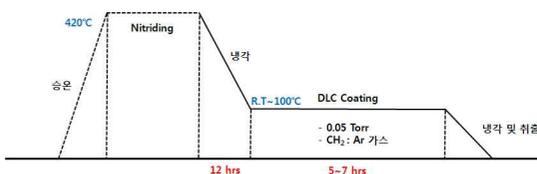


Fig. 4 Actual condition of coating process

## 4. 결론

주요 공정 변수를 토대로 하여 Mg Sheet의 무윤활 성형을 위한 금형표면 DLC 코팅막을 형성하였으며, 실험결과 윤활성형시의 표면 마찰 최소값과 유사한 0.1정도의 마찰값을 얻을 수 있었으며 표면 경도, Scratch Test에서도 만족할만한 표면 값을 얻을 수 있었다. 이를 토대로 Mg Sheet의 무윤활 성형의 가능성을 확인해 볼 수 있었으며, 윤활제에 의한 표면 결함을 예방 할 수 있었다. 추후 연구를 진행해가며 보다 나은 표면처리 공정 및 조건을 도출 해 갈 예정이다.

## 후기

본 연구는 지식경제부 “지역기술개발진흥사업”의 연구지원으로 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Pin-Hou Sun, Horng-Yu Wu, Hsin-Han Tsai, Chih-Chao Huang, Ming-Da Tzou, "Effect of pressurization profile on the deformation characteristics of fine-grained AZ31B Mg alloy sheet during gas blow forming," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 210, Issue 12, 1 September 2010, Pages 1673-1679.
2. Hariharasudhan Palaniswamy, Gracious Ngaile, Taylan Altan., "Finite element simulation of magnesium alloy sheet forming at elevated temperatures," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 146, Issue 1, 15 February 2004, Pages 52-60.
3. Zhenghua Meng, Shangyu Huang, Jianhua Hu, Wei Huang, Zhilin Xia, "Effects of process parameters on warm and electromagnetic hybrid forming of magnesium alloy sheets," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 211, Issue 5, 1 May 2011, Pages 863-867.
4. Y.H. JI, J.J. PARK, "Forming limit of AZ31 alloy sheet and strain rate on warm sheet metal forming," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 201, Issues 1-3, 26 May 2008, Pages 431-435.