

유한요소해석을 이용한 마그네슘 환봉 압출한계도 도출 FE-analysis of Magnesium Round bar Extrusion for Extrusion Limit

*이성윤¹³, #이상곤¹, 정명식¹, 김다혜¹, 박상우², 민유식², 김성현², 김영석³

*S. Y. Lee¹³, #S. K. Lee(sklee@kitech.re.kr)¹, M. S. Jeong¹, D. H. Kim¹, S. W. Park², Y. S. Min²,
S. H. Kim², Y. S. Kim³

¹ 한국생산기술연구원 녹색전환기술센터, ² 주식회사 동양강철, ³ 경북대학교 기계공학과

Key words : Extrusion, Magnesium, Process analysis

1. 서론

산업 고도화에 따른 환경오염과 자원고갈 문제로 수송기계의 경량화가 시급한 시점이다. 최근 경량화를 위한 대안으로 알루미늄, 마그네슘 등 경량화 소재의 차량용 부품 개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 하지만 마그네슘의 경우 난성형성 소재로 상온에서 소성가공이 힘들고 고온에서는 표면산화의 문제점이 있어 가공에 어려움이 따른다. 따라서 보다 효과적인 압출 및 최적 압출조건 설정을 위해서 압출한계도의 도출이 반드시 선행되어야 한다.

본 연구에서는 고온 압축 시험을 통하여 마그네슘의 물성을 구하였고, 유한요소해석을 이용하여 직경 50mm의 마그네슘 환봉의 압출한계도 선도를 도출하였다. 도출된 한계도 선도는 향후 마그네슘 압출공정 설계 및 최적화에 활용 가능할 것으로 사료된다.

2. 압출공정 성형해석 및 결과

해석에 적용된 마그네슘의 고온동적 재료 물성치를 Grebble system을 이용하여 확보하였다. 시험은 압출 시 소재의 온도 변화를 고려하여 초기 온도 300, 400, 500°C, 변형률 속도 0.01s⁻¹, 0.1s⁻¹, 1s⁻¹, 5s⁻¹ 조건으로 수행하였다. Fig. 1은 고온압축시험을 통해 마그네슘의 유동응력 곡선을 나타낸 것이다. 확보된 결과에서 알 수 있듯이 동일한 변형률 속도에서 초기 소재 온도가 높아질수록 유동응력은 낮아진다. 또한 동일한 초기 소재 온도에서 변형률 속도가

증가할수록 유동응력은 증가하게 된다.

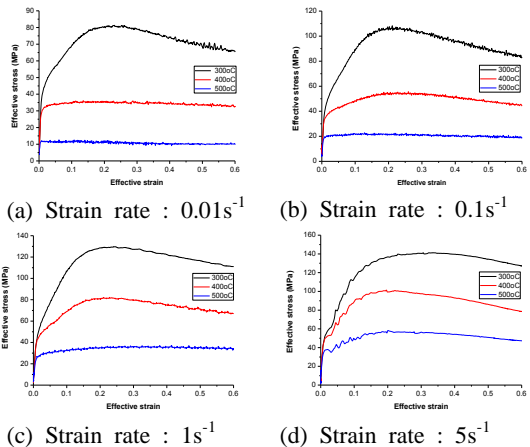


Fig. 1 Flow stress of Magnesium alloy

본 연구에서는 유한요소해석을 이용하여 압출한계도 선도를 도출하였다. 해석은 DEFORM 2D를 이용하였다. Fig. 2에 해석모델을 나타내었다. 소재는 강소성체이며, 램과 금형은 강체로 설정하여 열전달만 고려하였다. 기타 성형해석을 위한 공정조건은 Table 1에 나타내었다.



Fig. 2 FE analysis model and porthole die

Table 1 FE analysis condition

Analysis conditions	Value
Initial billet diameter (mm)	152.4
Initial billet temperature (°C)	Various
Initial tool temperature (°C)	380
Ram speed (mm/s)	Various
Friction factor(m)	0.6
Heat transfer coefficient (0 N/s/mm/°C)	11.0

선형연구 및 현장 테스트 결과 마그네슘의 압출표면 온도가 410°C 를 초과할 경우 표면 산화가 발생하였다.[1] 따라서 본연구 에서는 이를 고려하여 성형해석 시 표면 최대온도 400°C 를 기준으로 압출한계도 선도를 도출 하였다. Fig. 3 초기 빌렛의 온도와 램속도에 따른 소재 최대 온도를 나타내었다.

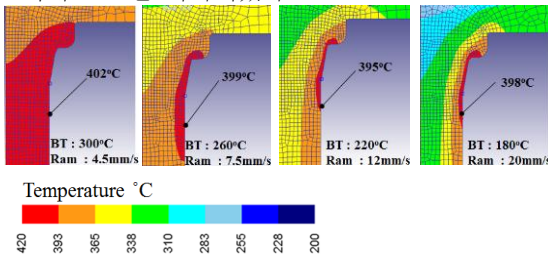


Fig. 3 Distribution of Maximum temperature

해석 결과에서 알수 있듯이 초기 빌렛의 온도가 높거나 초기 램속도가 높을수록 빌렛의 온도가 높게 나타남을 알 수 있다. Fig. 4 는 초기 빌렛온도 및 램속도에 따른 하중선도를 나타낸 것이다.

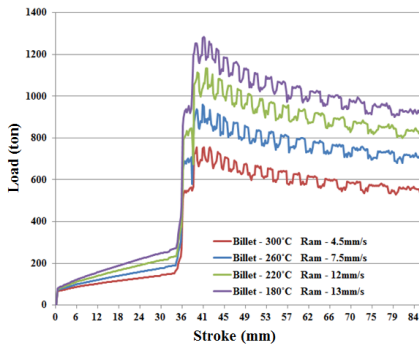


Fig. 4 Extrusion load

이상의 결과를 토대로 Fig. 5 의 압출한계도선을 도출하였다. 램의 허용 속도(20mm/s), 압출기 허용하중(1800ton) 및 압출표면 온도(400 °C) 를 기준으로 압출 한계도 선도를 작성하였다.

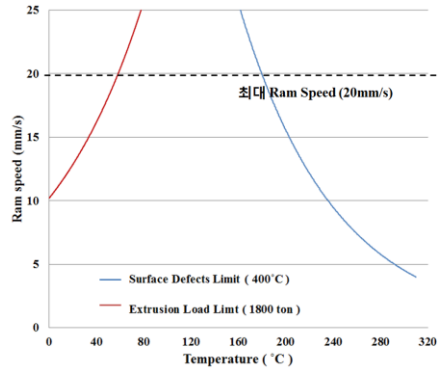


Fig. 5 Surface Defects Limit and Extrusion Load Limit

2. 결론

본 연구에서는 유한요소해석을 이용하여 마그네슘 환봉 압출 시 한계도 선도를 도출하였다. 고온 압축시험을 통해 소재 물성치를 확보 하였으며 이를 적용하여 해석을 수행하였다. 초기 빌렛 및 램속도의 증가에 따라 압출표면 온도가 상승함을 알수 있다. 압출하중의 경우 초기 소재의 온도가 낮을 수록, 램속도가 상승할 수록 하중이 증가한다. 본 연구에서 도출된 압출한계도 선도는 향후 압출 공정설계 및 최적화를 위한 기초 설계 데이터로 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. R. Ye. Lapovok, M. R. Barnett, and C. H. J. Davies “Construction of extrusion limit diagram for az31 magnesium alloy by Fe simulation” J Mater Process Technology, 146, 408-414, 2004.
2. 조영준, 이상곤, 김병민, 오개희, 박상우, 이우식, 장계원, “자동차용 컨트롤 암 알루미늄 열간 압출을 위한 포트홀 금형개발” 24, 102-108,2007.