

# 알루미늄 중공재 친환경 압출공정에 관한 연구

## A Green Extrusion Process for Aluminum Hollow Tube

\*#이상곤<sup>1</sup>, 이성윤<sup>1</sup>, 정명식<sup>1</sup>, 김다혜<sup>1</sup>, 조용재<sup>1</sup>, 성지현<sup>1</sup>, 김강은<sup>1</sup>, 김현우<sup>2</sup>, 최비공<sup>2</sup>

\*#S. K. Lee(sklee@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, S. Y. Lee<sup>1</sup>, M. S. Jeong<sup>1</sup>, D. H. Kim<sup>1</sup>, Y. J. Cho<sup>1</sup>, J. H. Sung<sup>1</sup>,  
K. E. Kim<sup>1</sup>, H. W. Kim<sup>2</sup>, B. K. Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 녹색전환기술센터, <sup>2</sup>㈜대영금속 기술연구소

Key words : Aluminum extrusion, Green extrusion, Hollow tube, FE analysis

### 1. 서론

일반적인 알루미늄 압출공정의 경우 주조를 통해 제조된 빌렛의 압출성 향상을 위해 압출전 소재에 균질화 열처리가 적용 된다.<sup>1</sup> 500°C 이상으로 약 9 시간 가량 진행 되는 균질화 열처리는 대표적인 에너지 다소비 공정일 뿐만 아니라 이로 인해 온실가스 배출량도 상당히 많다. 따라서 압출공정 시 균질화 열처리 공정을 생략하게 되면 에너지 소비 및 온실 가스 배출 측면에서 매우 우수한 친환경 제조공정이 될 것이다. 본 연구에서는 성형해석을 이용하여 균질화 열처리가 적용된 빌렛과 적용되지 않은 무균질화 빌렛에 대한 압출공정해석을 수행 하여 무균질화 빌렛의 적용 가능성을 평가하였다. 그 결과 무균질화 빌렛을 적용하여도 균질화 빌렛을 적용한 경우와 유사한 품질의 알루미늄 튜브 제조가 가능함을 알 수 있었다.

### 2. 성형해석 및 압출 실험

성형해석을 통해 균질화 빌렛 및 무균질화 빌렛을 적용한 압출공정에 대한 해석을 수행한 후 각 공정을 비교/분석 하였다. 적용된 소재인 Al6063 의 초기 온도 및 변형률 속도에 따른 고온물성은 Gleeble system 으로 확보하였다. Fig. 1 과 Fig. 2 에 유동응력곡선을 나타내었다. 시험결과 무균질화 빌렛이 미소하게 낮게 나타나지만 큰 차이는 없음을 알 수 있다.

Fig. 3 은 적용된 알루미늄 튜브 단면과 성형해석 모델을 나타낸 것이다. 제품 및 포트홀 금형의 대칭성을 고려하여 1/8 단면에 대한

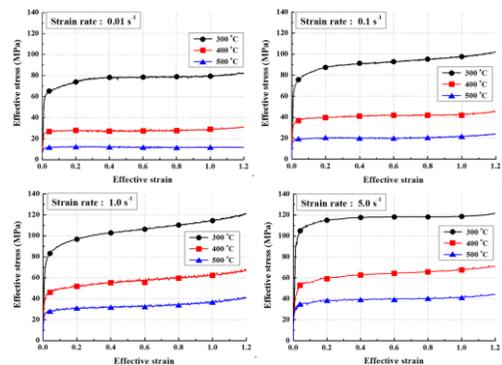


Fig. 1 Flow stress curves of homogenized billet

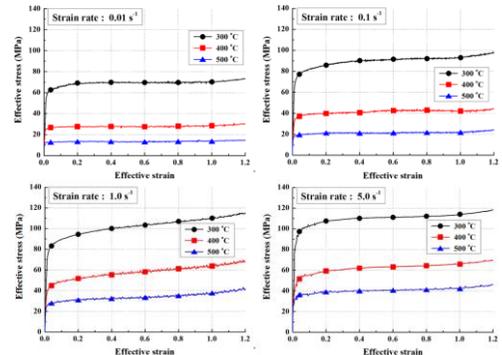


Fig. 2 Flow stress curves of non-homogenized billet

해석을 수행하였다.

Fig. 4 와 Fig. 5 는 해석결과 금형 내 소재 유동양상과 압출하중을 나타낸 것이다. 포트홀에서 나누어진 소재는 웰딩챔버 내에서 다시 접합이 되어 최종 중공형 제품으로 성형됨을 알 수 있다. 각 단계별로 압출하중은 증가하게 되며 소재가 웰딩챔버를 모두 채운 후 금형 출구부를 빠져나올 때 압출하중이 가장 높음을

알 수 있다. 해석결과 두 빌렛의 유동응력에 큰 차이가 없기 때문에 압출하중도 유사함을 알 수 있다.

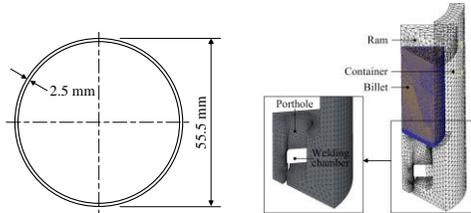


Fig. 3 Cross section of tube and initial analysis model

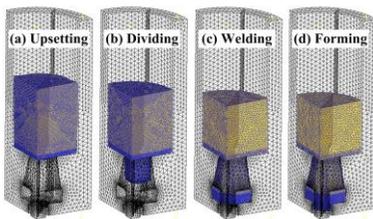


Fig. 4 Deformation of billet

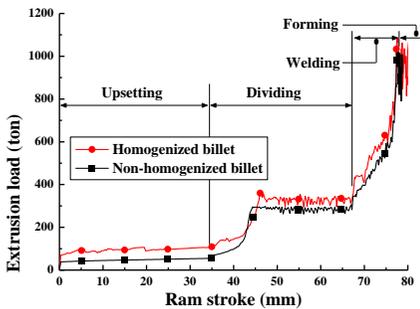


Fig. 5 Extrusion load curve

해석결과 금형 출구부에서 빌렛의 최대 온도는 두 경우 모두 Al6063의 용융온도인 650°C 보다 낮았기 때문에 국부 용융에 의한 표면결함은 발생하지 않을 것으로 판단되었다.

포트홀 압출공정에서 웰딩챔버 내에 존재하는 소재 접합면의 접합압력은 최종제품의 품질에 큰 영향을 미친다. Fig. 6은 접합면에서의 접합압력을 나타낸 것이다. 결과에서 알 수 있듯이 두 경우 모두 접합압력은 소재 유동응력의 3.4 배 이상임을 알 수 있다. 이전 연구결과에서 유동응력의 3.4 배 이상인 경우 튜브 확관시험 시 용접부에서 파단이 발생하지 않는 것으로 알려져 있다. 따라서 두 경우

모두 접합품질 불량 없이 중공재 압출이 가능할 것으로 판단된다.

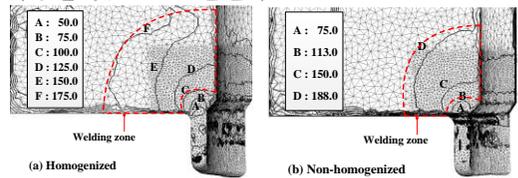


Fig. 6 Distribution of welding press(MPa)

Fig. 7은 무균질화 빌렛을 적용하여 제조한 중공 압출재를 나타낸 것이다. 압출된 제품에 대한 확관 테스트 결과 접합부에서 파단이 발생하지 않았으며, 확관률 또한 요구 확관률인 10% 이상을 만족하였다. 따라서 무균질화 빌렛을 적용하여도 결함이 없는 압출재의 제조가 가능함을 알 수 있었다.



Fig. 6 Extruded hollow tube(non-homogenized billet)

#### 4. 결론

본 연구에서는 성형해석과 압출 실험을 통해 기존 압출공정에서 빌렛의 균질화 열처리가 생략된 친환경 압출공정의 적용이 가능함을 확인하였다. 균질화 열처리 생략 시 기존 공정 대비 약 25%의 에너지 저감효과가 있기 때문에 다양한 알루미늄 압출공정에 확대 적용 시 에너지 저감을 통한 생산비용 및 환경오염 저감에 큰 효과가 있을 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

- Jo, H. H., Lee, S. K., Lee, S. B., Kim, B. M., "Prediction of Welding Pressure in The Non-steady State Porthole Die Extrusion," J. Mach. Tools Manuf., **22**, 753-759, 2002.
- Jo, H. H., Jeong, C. S., Lee, Kim, B. M., "Determination of Welding Pressure in The Non-steady State Porthole Die Extrusion of Improved Al7003 Hollow Section Tubes," J. Mater. Process. Technol., **139**, 428-433, 2003.