

알루미늄 압출 단면 변화와 그에 따른 압출공정 변수 연구

Analysis of the Extrusion Variables during Varied Section Extrusion process for Aluminums

*최호준¹, 임성주¹, 최선목², 신희택³, #최석우¹

*H. J. Choi¹, S. J. Lim¹, S. M. Choi², H. T. Shin³, #S. Choi(hjoon@kitech.re.kr)¹

¹ 한국생산기술연구원, ² ㈜선우엔지니어링, ³ 보원경금속㈜

Key words : Aluminum extrusion, Varied Section, Extruder, Automotive parts, process variables

1. 서론

최근의 자동차 산업은 기술집약적 산업특성과 대·중소 기업 상생 협력적 산업특성으로 산업적 비중이 더욱 증대되어, 국가의 중요 기간산업으로서의 인식이 더욱 심화되고 있으며 브랜드(Brand)가치 고도화를 통한 시장지배를 위하여 기술적으로 극심한 무한 경쟁 시대를 맞이하고 있다. 세계 메이저 자동차들(GM, Toyota)의 비교평가에서 판단할 수 있듯이, 기술의 고도화와 원가의 합리화가 글로벌 경쟁에서 매우 중요한 요소이다. 국내 자동차 산업의 질 좋은 성장을 위하여 노력을 경주함에 있어서 이 부분이 시사하는 점이 있으며, 글로벌 환경에서 브랜드 가치가 제일 중요하며, 이 브랜드 가치는 고도의 경영기술 및 생산 기술에서 창출됨을 알 수 있다.

특히 기술고도화의 중심에는 신 엔진개발, 신 파워트레인, IT 결합, 신소재 응용 등이 있으나, 단기적으로 가장 효과적이고 확실한 투자는 IT 결합과 신소재 응용기술의 개발이라고 판단된다. 또한 자동차의 무게를 감소키는 경량화 기술은 배기가스의 규제, 연비 향상 등을 경제적이고 효과적으로 달성할 수 있으며, 상대적으로 파워가 부족한 신엔진 및 대체 연료 자동차와 같은 차세대자동차의 실용화를 앞당기기 위한 핵심기반 기술이라고 하겠다.

알루미늄(Aluminum)^{1, 2}을 중심으로 한 경량소재는 상대적으로 비용이 비싸고(Al 소재원가 철계 대비 4-5 배), 제조 기술에 대한 노하우(Know-how)가 부족하여 소재부터 제조, 조립에 이르는 제조공정 전반에 대한 획기적인 기술도약(Quantum Jump)이 필요하다. 이와 같은 기술 극복을 위한 한가지 대안으로서 압출재의 단면을 압출과 동시에 변화시키는 가변단면 압출기술이 개발되고 있다. 기존의 공정에서는 자동차 프레임재를 생산함에 있어서, 프레임 압출 후에 단면의 형상을 변화시키는 공정을 이용하였으나, 신 가변단면 압출기술^{2,4)}은 압출기 내에서 압출과 동시에 단면을 변화시키는 공정 기술을 개발함으로써, 경량소재의 약점 중에 하나 인 고단가를 낮추려는 의도이다. 따라서 국내에서 최초로 본 연구팀이 가변단면 압출기술을 개발하고자 연구를 수행하고 있으며, 우선 가변단면 압출을 실현하기 위한 CNC 압출기를 개발하고 주요한 가변단면 압출공정 변수 및 가변단면 압출공정을 이용한 자동차 부품 적용과 이에 따른 제품 상용화를 추진하고 있다.

차세대 자동차에 있어서 핵심개발 기술로 대체연료의 개발, 엔진효율의 향상 기술 및 연비향상을 위한 차량 경량화 기술이 대표적으로 손꼽힌다. 이중에서도 자동차의 무게를 감소시키는 경량화 기술은 배기 가스의 규제, 연비 향상 등을 경제적이고 효과적으로 달성할 수 있으며, 경량소재로의 자동차 부품 대체화 및 경량소재 성형기술의 개발이 뒷받침되면서 아주 실용적이고 빠른 시간 내에 현실화 할 수 있는 대안으로써 실용화에 많은 기업들이 투자를 집중하고 있는 실정이다. 또한 이러한 흐름에 발맞추어 자동차 부품들의 알루미늄 압출재에로의 대체가 지속적으로 이루어지고 있다. 차종에 따라 다소의 차이는 존재하지만 약 25 종의 압출재가 자동차 경량화에 발맞추어 사용되고 있으며, 차세대 자동차 개발 및 미래 자동차 수요증가에

발맞춰 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 특히 알루미늄 부품의 대체를 통한 차량 경량화에 있어서 고강도 고성형성 알루미늄 부품 제조기술 개발이 필요하며 높은 신뢰성과 낮은 생산단가의 알루미늄 압출재 부품의 성형공정을 필요로 하게 되었다. 이에 따라 압출재의 단면을 필요에 따라 변형시켜 바꾸는 가변단면 압출기술이 고생산성 차체 부품 제조를 위해 채용되게 되었다.^{3,4}

통상적으로 가변단면 압출은 봉이나 튜브를 압출하는 일반적 압출공정 중에 압출방향과 수직된 방향으로 움직이는 금형을 이용하여 압출재의 단면을 변화시키는 신 공정이며 Fig. 1 에 가변단면 압출의 원리를 설명하는 개념도를 나타내었다. 압출공정 중에 단면을 변화시키기 때문에 적절히 사용할 경우 후속 공정(하이드로 포밍, 절곡 등)을 삭감하여 알루미늄 등과 같이 소재비가 철계에 비하여 상대적으로 높은 신소재의 상용화 및 원가 절감에 효과적인 공정이라고 할 수 있다.

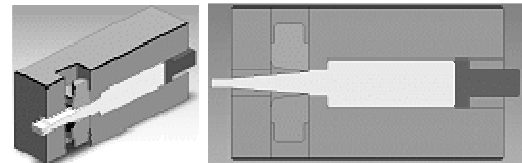


Fig. 1 Concept of variable section extrusion

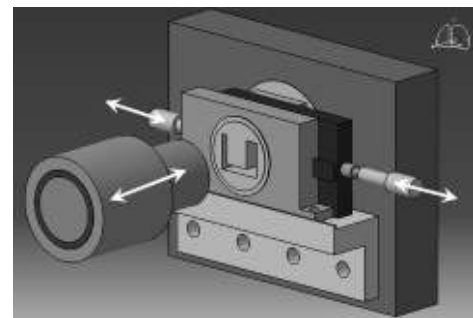


Fig. 2 Die-set for varied-section extrusion

Fig. 2 에서는 가변단면 압출금형의 원리를 설명하고 있다. 가변단면 압출공정은 가변단면 압출금형을 새롭게 설계하여 제작해야 하는데 기존 금형과는 확연히 다른 구조를 지니고 있다. Table 1 에서는 가변단면 압출공정을 이용하여 생산 가능한 제품들을 목록을 정리하여 나타내고 있다. 자동차를 포함한 수송기계와 레이저용 부품 및 산업계 구조용/보강용 부재들로서 사용이 가능하리라 예측된다.

Table 1 Applications for varied section extrusion

Scope	Usage	Products
Cars & Transportations	Structural & stiffening frames	Bumper, crush box, side & cross member, frames, side rail/arms
Leisure	Structural parts	Bicycle arms, parts & members for in-line skate
Industrials	Valves, preforms	Spool valves, extruder & die-sets

따라서 본 논문에서는 가변단면 압출용으로 개발된 압출기를 활용하여 가변단면 압출공정 실험과 그 분석내용을 설명할 할 것이며, 가변단면 압출공정 변수에 대하여 언급하고 주요 인자들과 그에 따른 영향을 분석하고자 한다.

2. 가변단면 압출기와 그에 따른 압출 공정변수

Table 2 에서는 가변단면용 압출시스템의 주요 제원을 나타내었다. Fig. 3 에서는 기본압출시스템을 개조하여 가변단면 압출공정을 용이하게 수행할 수 있도록 제조한 가변단면 압출기의 조감도이다.

Table 2 Specification of CNC extruder for varied section extrusion

Item	Description
Capacity	Max. 600 Tonf
M/C size (L × W × H)	7,700 mm × 2,500 mm × 3,100 mm
Billet size	80 mm Dia. × 250 mm Leng.
Die-set (L × W × H)	500 mm × 500 mm × 250 mm



Fig. 3 Apparatus of CNC extruder with varied section

Table 3 All process variables used in experiment and analysis of varied section extrusion process

Category	Related Variables
Billet	Extrusion temperature, extrusion ratio, friction factor between material and container, heat treatment after the extrusion process, extrusion speed
Die-set	Die temperature, extrusion angle, length and shape of bearing land, speed and controlled length of a moving part in the die-set, friction coefficient between fixed part and moving part, change in the shape of variable cross-section during the process
Control	Ram speed, ratio of ram speed to moving speed of the part, controlled resolution for ram speed

Table 3 에서는 가변단면 압출공정을 소재(billet), 금형(die-set) 및 제어(control)로 나누고 각각 이것들과 연관되어지는 공정변수들을 모두 열거하여 나타내고 있다.

3. 가변단면 압출 실험

Fig. 4 에서는 channel type (‘ㄷ’자)의 압출단면형상을 갖는 모델재를 이용한 가변단면 압출공정 실험을 진행한 결과의 제품사진이다. 가변단면은 존재하지 않고 시압출 개념으로 압출재를 생산한 결과이며, 제품의 앞부분 형상은 유한요소 해석결과와 일치하는 것으로 분석되었다.

Fig. 5 에서는 ‘ㄷ’자 (channel type)형태에서 단면변화를 피하여 가변단면 압출재를 제조한 결과를 나타내고 있다. 폭은 60 mm 이며 높이는 40mm, 가변단면을 부여하는 가변량은 10.0 mm 정하여 실험한 결과로써 재료의 열간 물성치를 갖는 모델재(plasticine)를 활용한 결과이다.

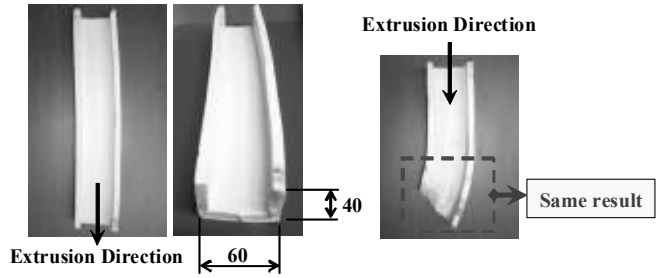


Fig. 4 Initial extruded product during the extrusion process

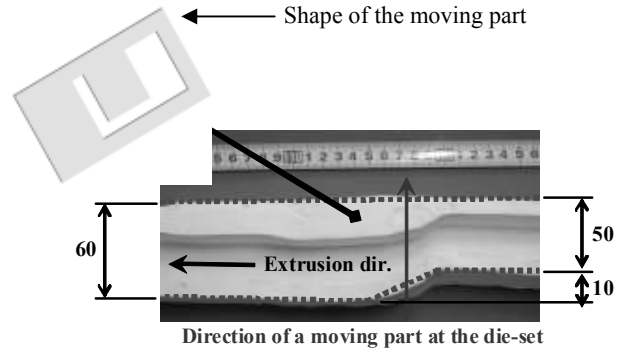


Fig. 5 Extruded product with plasticines having a ‘channel type’ cross-section shape during the extrusion process

가변단면 압출공정에 있어서 상당히 많은 공정 변수들이 실제 압출공정에 영향을 미치지만 소재와 금형의 관점에서는 온도가, 제어의 측면에서는 램 속도가 가장 중요한 압출공정 변수라고 하겠다.

4. 결론

자동차 경량화를 위한 압출재 적용에 따라 적용된 신공정 기술인 가변단면 압출공정에 대하여 알아보았다. 가변단면 압출은 기존의 압출공정 중에 단면 변화를 피하여 필요로 하는 부분의 강도 및 기계적 속성을 강화시키거나 혹은 약화시킬 특수 목적으로 개발된 알루미늄 압출공정이다. 따라서 가변단면 압출공정을 용이하게 하기 위한 가변단면 압출기 개발을 소개하였고 압출공정 변수에 따라 가변단면 압출 실험과 이에 제조된 가변단면 압출 부품을 분석하고 요약·정리하였다.

후기

본 연구는 지식경제부 차세대 신기술 개발사업 “양산용 가변단면 알루미늄 압출재 제조기술 개발” 사업의 지원에 의해 가능하였으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Jung, Y. H., “Aluminum alloy material for cars,” Transactions of the Korea Society of Automotive Engineers, **18**, 38~52, 1996.
- Koewius, A., “Aluminium-Spaceframe-Technologie: Der Leichtbau des Serienautomobils erreicht eine neue Dimension, Teil I und Teil 2. Aluminium **70** (1/2, 3/4), 38~48, 144~156, 1934.
- Makiyama, T., Murata, M., “A technical note on the development of prototype CNC variable vertical section extrusion machine,” JMTP, **159**, 139~144, 2005.
- Choi, H. J., Lim, S. J., Shin, H. T., Choi, S., “Development of CNC Extruder for Variable Cross-section Extrusion Process and its Applied Research,” Transactions of the KSTP, **17** (2), 130~134, 2008.