

CNC 제어 가변단면 압출기 개발

최호준¹·임성주¹·신희택²·최석우[#]

CNC Extruder for Varied Section Products

H. J. Choi, S. J. Lim, H. T. Shin, S. Choi

Abstract

It is very important that there are saving resource and energy in the future as well as in these day. Weight saving of structural parts, which are formed by extrusion, plays a key role in manufacturing field. Extruded aluminum parts' cross sections are constant in the axial direction by conventional extrusion method. Especially these aluminum parts used in the car need other processes to vary the cross section in the axial direction. Thus, applications of these parts are limited by high cost. if the cross section of the parts is variable by only extrusion, application of extruded aluminum parts will more increase. Therefore, a new CNC extruder which can control the section area of a car part was invented the nation's first. Using the extrusion machine, the experiment was performed to validate the workability.

Key Words : Al extrusion, Varied Section, CNC Extruder, Extrusion Die

1. 서 론

국가 산업 기술수준의 척도로서 국가 경쟁력의 상징적 지표가 된 자동차 산업은 기술집약적 산업특성과 대·중소기업 상생 협력적 산업특성으로 산업적 비중이 더욱 증대되어, 국가의 중요 기간산업으로서의 인식이 더욱 심화되고 있다. 따라서 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 요소가 되고 있다. 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 경영 기술 및 생산 기술에서 창출됨을 알 수 있다.

기술고도화의 중심에는 신 엔진개발, 신 파워트레인, IT결합, 신소재 응용 등이 있으나, 단기적으로 가장 효과적이고 확실한 투자는 IT결합과 신소재 응용기술의 개발이라는 것이 정설이라고 할 수 있으며, 자동차의 무게를 감소시키는 경량화 기술은 배기가스의 규제, 연비 향상 등을 경제적이고 효과적으로 달성할 수 있으며, 상대적으로 파워가 부족한 신엔진 및 대체 연료 자동차와 같은 차세대자동차의 실용화를 앞당기는 핵심기반 기술이다.

알루미늄(Aluminum)¹⁾을 중심으로 한 경량소재는 상대적으로 비용이 비싸고(Al소재원가 철계 대비 4-5배), 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

1. 한국생산기술연구원 디지털성형공정팀
2. 보원경금속㈜
교신저자: 한국생산기술연구원, E-mail: schoi@kitech.re.kr

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 하나인 고단가를 낮추려는 의도이다. 따라서 국내에서 최초로 본 연구팀이 가변단면 압출기술을 개발하고자 연구를 수행하고 있으며, 우선 가변단면 압출을 실현하기 위한 CNC 압출기를 개발하였다. 이하에서는 개발된 압출기에 대하여 기술하고자 한다.

2. 가변단면 압출 공정

2.1 가변단면공정

가변단면 압출은 봉이나 튜브를 압출하는 일반적인 압출공정 중에 압출방향과 수직된 방향으로 움직이는 금형을 이용하여 압출재의 단면을 변화시키는 신 공정으로 Fig. 1 에 가변단면 압출의 원리를 위한 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.

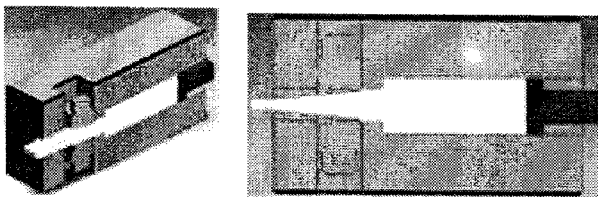


Fig. 1 Concept of varied section extrusion

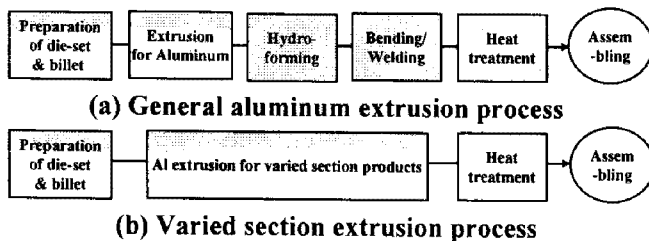


Fig. 2 Comparison of manufacturing process for car sub-frame

Fig. 2에서는 가변단면 압출공정이 기존 서브프레임(Sub-frame) 제작 공정에 비하여 상당히 단순

화되어 있어 원가절감에 유리하는 것을 알 수 있다. 낮은 생산원가와 신뢰성 높은 알루미늄 부품을 생산하기 위한 공정 수 절약과 신공정 복합화를 토대로 가변단면 압출공정은 적용되고 있고 앞으로 응용제품들의 개발이 시급히 이루어져야 할 것이다.

2.2 대상제품군

본 연구에서 대상으로 하고 있는 알루미늄 압출재는 자동차 프레임용으로서, 현재 각 자동차 메이커는 자동차 경량화를 위하여 프레임 등에 알루미늄 압출재를 Fig. 3에 예시된 것처럼 상당부분 채택하고 있다. 이와 같이 압출공정을 통하여 제조되는 자동차 프레임류 중에서 가변단면 압출을 적용할 경우, 효과를 볼 수 있는 제품은 상당한 종류가 있는 것으로 파악되고 있다. Table 1은 본 연구에서 조사하여 그 타당성을 검증한 알루미늄 압출재 중 가변단면 압출공정 적용이 가능한 제품군을 보여주고 있다.

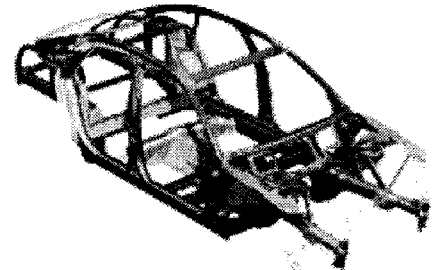


Fig. 3 Aluminum body parts (Audi)

Table 1 Categorized group for car-parts

producible by varied extrusion process	
Group	Parts name
1	Seat Rail, Bus Seat Frame, Seat Frame, Bumper Back Beam
2	Space Frame, Engine Frame, In Panel, Front End Carrier
3	Front Side Member, Under Frame, Sub Frame, Space Frame
4	knuckle, Lower Arm, Upper Arm, Shock absorber, Outer Tube, Cross Member

3. CNC 가변단면 압출기 설계

3.1 CNC 가변단면 압출기 용량

가변단면 압출기의 적정 용량을 결정하기 위하여 Fig. 4와 같이 본 연구 대상으로 선정된 제품군에 대하여 압출하중을 실험식을 통해 예측하여 보았다. 초기 빌렛의 직경을 80.0 mm로 선정된 경

우 나타내어진 것처럼 최대 하중이 460톤 정도로 계산되었다. 따라서 장치는 600톤 급으로 결정하여 설계를 진행하였다. 또한 가변단면 압출기이므로 금형을 움직이는 하중이 필요하다. 매우 중요한 설계 결정사항이므로, Fig. 5와 같이 봉재의 단면을 변화시키는 것으로 모사하여 FEM 해석을 진행하여 본 결과, 압출하중의 약 1/9배로 계산되었다. 따라서 600톤 최대용량에서 금형이동이 가능하도록 가변용량을 100톤으로 설정하여 금형이동을 위한 실린더를 포함한 장치를 설계하였다.

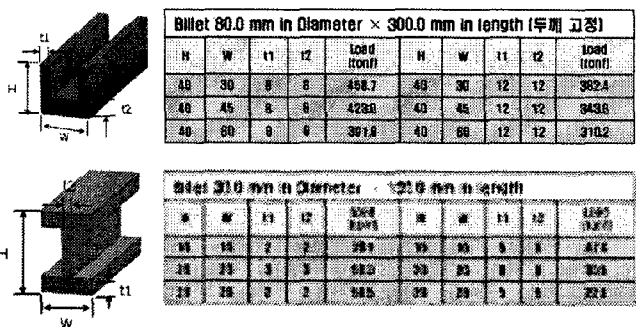


Fig. 4 Prediction of extrusion loads for various section shapes

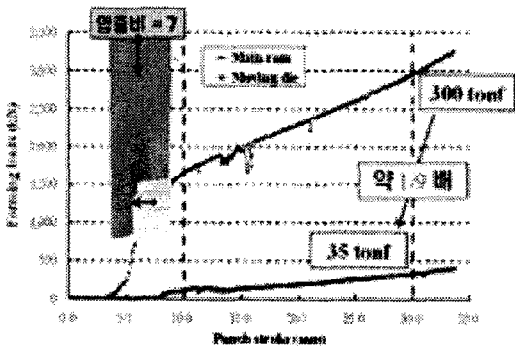


Fig. 5 Analysis of forming loads using FEM simulation

가변단면 압출공정은 일반 압출과 달리 압출 중에 소재의 단면이 변화하므로 변화되는 공정 중에 압출 속도와 압출방향에 수직인 금형 이동 속도가 일정한 범위 내에서 적절하게 조절되고 동조되어야 한다. 특히 본 연구에서 제작하는 장치는 향후 가변단면 압출을 상용화하기 위한 공정/장치의 주요 변수를 파악하기 위하여 제조되는 목적이므로, 다양한 속도와 여러 하중 조건에서 실험이 가능하도록 설계 및 제작되어야 한다. 따라서 메인 스템(Main stem)은 서보 펌프(Servo pump)로 제어하고, 금형이동은 서보밸브(Servo valve)를 사용하여 제어하는 형태로 구성하였다.

3.2 CNC 가변단면 압출기 및 압출금형

CNC 가변단면 압출기 설계 Layout을 Fig. 6에 나타내었다. 금형이송부, CNC 시스템 적용부 및 주요 조립부를 보여주고 있으며, 기존 알루미늄 압출기를 변형시켜 가변단면을 용이하게 하기 위한 금형이송부, 압출 및 금형 이동 속도제어를 위한 CNC 시스템 및 금형 장.탈착이 가능하도록 지그를 붙여 설계를 완성하였다.

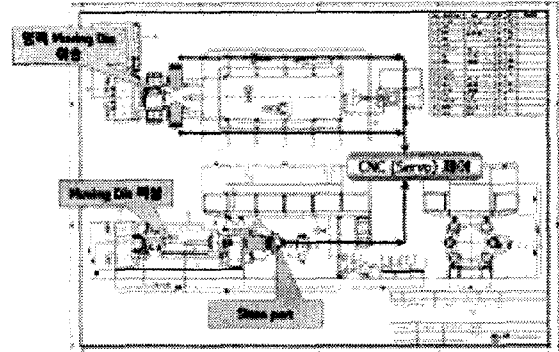


Fig. 6 Layout for CNC extruder with varied section

일반 압출공정에서 제품의 정밀도에 영향을 미치는 주요 변수는 소재의 특성, 소재의 온도, 금형의 온도, 압출 속도, 금형의 형상, 윤활 조건 등이다. 따라서 정밀 제품을 생산하기 위하여서는 적절한 금형 및 공정설계가 필수적이다. 여기에 가변단면 압출은 1개 또는 2개 이상의 금형부품을 이동해야 하기 때문에 추가적인 고려를 해야 한다. 예를 들어 금형간 이동에 따른 습동부 설계, 온도편차에 따른 열팽창 등이다.

이 번 연구에서의 주요 목표가 압출기와 금형 및 공정의 변수 파악과 그에 따른 영향을 파악하는 것이므로, 금형은 가능한 견고한 구조를 갖도록 설계하였다. Fig. 7은 본 연구에서 설계된 금형의 구조 및 전체 조립도를 나타내고 있다.

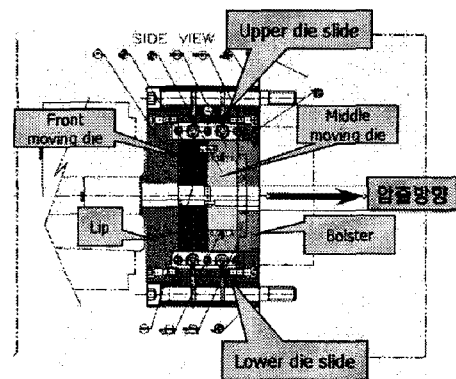


Fig. 7 Design of die set in varied extrusion process

4. CNC 가변단면 압출기 제작

Table 2는 위에서 언급된 압출기 설계에 대한 기술적 내용에 대한 검토 및 수정을 통하여 제작된 CNC가변단면 압출기의 주요 사양을 나타내고 있다. Fig. 8은 이와 같은 설계를 통하여 제작된 국산 1호 가변단면 압출기의 외관을 보여주고 있다.

Table 2 Main specifications of CNC extruder

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



Fig. 8 Apparatus of CNC extruder with varied section

Fig. 9에서는 본 연구에서 개발한 CNC 제어 가변단면 압출기를 통해 알루미늄을 가변단면 압출시킨 성형체를 보여주고 있다. 본 압출 시험을 통하여 ‘ㄷ’자의 단면형상을 갖는 성형체를 압출하였으며, 두께가 동일하나 폭이 60.0 mm 에서 50.0 mm로 가변량을 약 10 mm 로 하였다.



(a) Enlarged width for constant thickness



(b) Reduced width for constant thickness

Fig. 9 Extruded products using A6063

5. 결론

(1) 가변단면 압출을 실현하기 위한 CNC 가변 단면 압출기를 설계 및 제작하였으며, 가변 단면 압출을 실험한 결과 가변단면 압출기 및 공정의 향후 상용화 가능성을 확인할 수 있었다.

(2) 가변단면 압출을 위한 무빙형태의 금형부품을 갖는 구조로 금형을 설계 및 제작하였으며, 시 압출을 통해 가변단면 압출가능성을 파악하였다.

(3) 그러나 산업계에 유용한 정밀 제품을 성형하기 위하여서는 공정변수, 소재 변수 및 금형 변수의 엄격한 검토 및 많은 실험이 선행되어야 함을 분석할 수 있었다.

(4) 특히 무빙 금형의 습동구조/금형 등의 열관리/금형 장수명화가 본 가변단면 공정의 상용화를 좌우하는 주요 변수임을 파악할 수 있었다.

후 기

본 연구는 산업자원부 차세대 신기술 개발사업 “CNC 제어 AI 소재 가변 단면 압출기술 개발” 사업의 지원에 의해 가능하였으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 정영훈, 1996, “자동차용 알루미늄 합금소재,” KSAE, Vol. 18, No. 5, pp. 38-52.
- [2] T. Makiyama, M. Murata, 2005, “A technical note on the development of prototype CNC variable vertical section extrusion machine,” JMTP, Vol. 159, pp. 139-144.
- [3] M. Hoshino, 2000, “可変断面および變曲押し出し加工技術,” JSTP, Vol. 41, No. 472, pp. 453-455.
- [4] S. Murakami, 2000, “新たな技術が用いられた押し出し 加工製品,” JSTP, Vol. 41, No. 472, pp. 460-465.