

다지형 압출편치의 상대이동 속도 차이에 의한 금속 곡관의 열간금속 압출굽힘가공에 관한 연구

박대윤* · 진인태**

A Study on the Bending Process for the Curved Tube by Hot Metal Extrusion Machine with the Multiple Punches Moving in the Different Velocity

D. Y. Park and I. T. Jin

Abstract

The bending process for the curved tube can be developed by the hot metal extrusion machine with the multiple punches moving in the different velocity. The bending phenomenon has been studied to be occurred by the different of velocity at the die extrusion. The difference of velocity at the die exit section can be obtained by the different velocity of billets through the multi-hole container and by the welding of billets inside the porthole die chamber. The multiple billets are moving differently by the multiple extrusion punches controlled by PLC with the servo mechanism units. The results of the experiments show that the curved tube can be bended by the extrusion process and that the defects such as the distortion of section and the thickness change of thick tube, the folding and wrinkling of thin tube can not be shown after the bending processing by the extrusion bending machine.

Key Words : Bending Process, Extrusion Process, Curved Tube, P.L.C(Programmable Logic Circuit), Multi-hole container, Multiple punches, Conical die and plug.

1. 서론

종래의 굽힘기계는 압출된 금속관을 회전 벤드머시인으로 적당한 곡률로 가공한다. 이런 회전 벤드머시인으로는 임의의 단면을 가진 금속관을 가공하기 어렵고 가공한다 하더라도 그 단면 또는 두께의 변화와 표면상의 좌굴로 인하여 주름이 발생하는 결점등이 나타난다. 이런 결점을 제거하기위하여 경사형다이와 경사형 프러

그의 입출구 단면의 편심의 차이를 조절함으로써 다이출구상에서 속도차이에 의한 굽힘의 방향과 크기를 조절할 수 있는 굽힘가공의 가능성에 대해서 연구한바 있다^(1~5).

그러나 편심에 의한 굽힘가공방법은 굽힘방향과 굽힘곡률을 압출제품의 길이에 따라 곡률이 변하는 굽힘을 제어할 수 없어 Fig. 4의 그림과 같은 제품을 가공하기 위해서는 압출가공중에 굽힘방향과 굽힘곡률을 임의로 조절이 가능한 구조와 기능이 필요하게 되었다.

* 부경대학교 대학원 기계공학과

** 부경대학교 기계공학부

조절이 가능한 구조와 기능이 필요하게 되었다. 따라서 본 연구는 금속압출가공중 유입되는 빌렛의 이동속도 차이에 의한 다이출구상에서 속도차이에 의한 굽힘원리를 이용하여 굽힘가공이 가능한 금속압출굽힘장치에 관한 것으로서 가공소재가 되는 가열된 네 개의 금속환빌렛을 다른 속도로 밀 수 있는 다지형압출펀치와 다구멍 콘테이너로 구성된 압출굽힘장치의 개발에 관한것이다.

본 연구에서의 금속압출굽힘장치는 압출가공과 굽힘가공을 동시에 가공하게 하여 일반적인 회전굽힘가공기로서 가공할 때 발생하는 제품상의 결점을 개선할 수 있는 굽힘가공기계로서 종래의 압출기의 기능과 굽힘기계의 기능을 동시에 수행할 수 있는 새로운 복합소성가공기계이며 또한 실험을 통하여 그 이용가능성에 대해서 논하고자한다.

2. 실험장치

2.1 열간금속압출굽힘기의 구조

일반적인 금속압출기의 기본원리는 압출펀치에 의해 단면적이 큰 금속빌렛을 다양한 다이를 통과시켜 단면적이 작은 임의의 형상으로 밀면서 다양한 단면을 가진 금속봉이나 금속관을 만드는 공정이다. 그러나 일반적인 압출기로서는 단면적이 큰 한 덩어리의 빌렛을 콘테이너 내부의 한 개의 구멍에서 한 개의 펀치로 밀게 되므로 제품 단면의 형상이 상하 또는 좌우 대칭형인 경우 다이출구상에서의 굽힘이 발생하지 않는 것으로 알려져 있다. 그러나 네 구멍을 가진 콘테이너에 네 개의 금속빌렛을 삽입하여 각각의 압출펀치로 따로 밀면 각각의 빌렛의 밀려들어가는 속도를 다르게 할 수 있으므로 각각의 빌렛이 경사형 다이를 통과 할 때 각각 다른 속도로 들어온 열간상태의 빌렛이 곧 바로 금속융합과정을 거쳐 합쳐져 바로 다이출구로 빠져나갈 때 속도차이가 나면서 굽힘이 발생한다. 이 때 출구속도차이로 말미암아 다이출구면상에서의 굽힘현상은 속도가 빠른 부분은 볼록한 형태의 굽힘면을, 속도가 느린부분은 오목한 굽힘면을 만들면서 굽어져 압출됨을 알 수 있다. 즉, 각각의 콘테이너 구멍속에서 빠져나온 각각 다른 속도의 빌렛이 경사형다이내부에서 열간상태로 곧 바로 금속융합과정과 함께 속도차이가 나면서 바로 다이출구로 빠져나갈 때 굽힘이 발생하도록 되어 있다.

이러한 금속압출굽힘을 가능하기 위한 구조로서는 네 개의 구멍을 가진 콘테이너와 각각의 구멍에 끼워질 속도가 다른 압출펀치와 이 압출펀치를 각각 다른 속도로 밀수 있는 유압실린더로 구성되어 있다. 이와 같은 압출

굽힘가공을 위해서 펀치의 이송속도를 각각 다르게 할 수 있는 유압실린더의 배치와 속도조절, 압출펀치의 갯수, 램크로스헤드의 구조, 콘테이너구조등을 종래의 열간금속압출기와는 다르게 구성한 점이 본 연구의 실험장치인 열간금속압출굽힘기의 특징이다.

Fig. 1의 열간금속압출굽힘기의 구성은 동기형유압실린더(가), 동기형램크로스헤드(나), 가변속도유압실린더(다), 가변속도램크로스헤드(라), 다구멍가열콘테이너홀더(마), 다이홀더(바), 지지대(사), 펀치상대속도조절장치(아), 유압장치(자), 다지형펀치(1), 가변속도펀치(2), 다구멍콘테이너(3), 경사형다이(4), 경사형프러그(5)로 구성되어 있다.

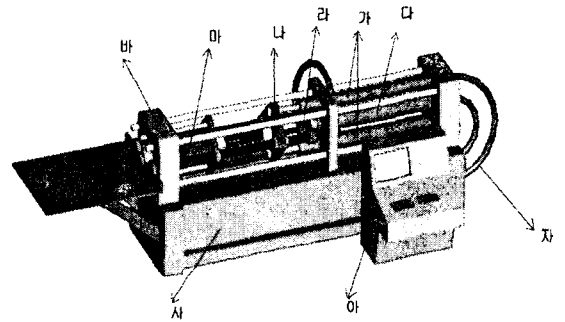


Fig. 1 The figure of hot metal extrusion bending machine

2.2 경사형 압출 다이의 구조

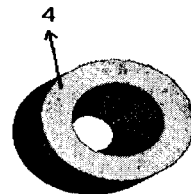


Fig. 2 The figure of conical die

2.3 경사형 프러그가 부착된 콘테이너의 구조



Fig. 3 The figure of conical plug and multihole container

3. 실험방법

3.1 압출제품의 굽힘 모양과 실험재료

실험에 사용된 재료는 1000 °C 열간 가공에서 연강과 유동특성이 유사한 플라스틱을 이용하였으며 제품의 기본형상은 “U”, “S”, “ㄱ”형으로 단면은 임의로 하되 본 실험에서는 원형관으로 하였다.

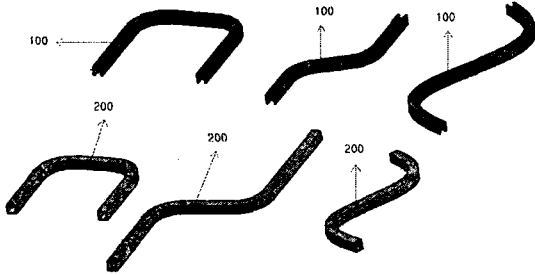


Fig. 4 The figure of sample products

3.2 열간고속압출굽힘기

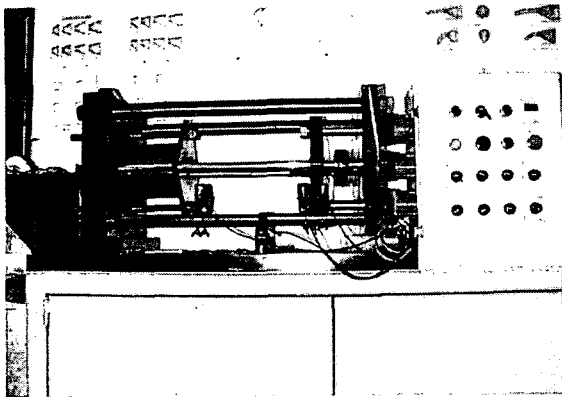


Fig. 5 The photo of hot metal extrusion bending machine

3.3 실험방법 및 압출굽힘원리

Fig. 6의 그림에서 금속곡관의 압출굽힘과정을 보면 가변속도편치(2)의 속도를 느리게 할 경우 가변속도편치가 부착된 좌측방향의 가열된 빌렛(7)의 속도가 우측방향의 가열된 빌렛(6)보다 콘테이너내부에서 느리게 이동하게 되어 경사형다이(4)와 경사형 프러그(5)의 사이를 통과할 때 금속적으로 융합되어 합쳐지게 되면서 좌측방향으로 굽어져 압출되게 된다. 이 때 상하편치는 상대속도의 차이가 없으므로 상하방향으로는 굽어지지 않고 단지 우측방향으로 굽어지면서 압출된다.

이와 반대로 가변속도편치(2)의 속도를 빠르게 할 경우 좌측방향의 가열된 빌렛이 빠르게 이동하면서 상기의 압

출굽힘과정의 굽힘방향이 반대인 오른쪽으로 굽어지면서 압출되게 된다. 만약 가변속도편치(2)의 속도를 다지형편치(1)의 속도와 일치시킬 때는 굽힘이 발생하지 않으면서 직선형으로 압출되어 종래의 압출가공과 같은 공정으로 일반적인 직선관을 가공하게 된다.

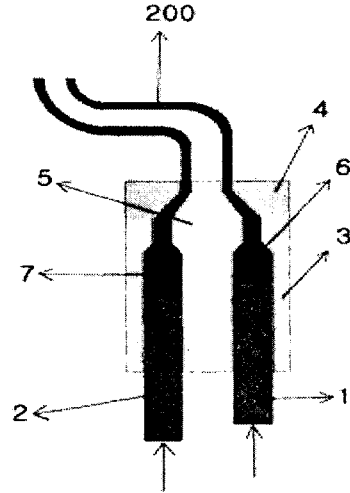


Fig. 6 The figure of curved tube extrusion and bending process

이와같이 직선형으로 압출하다가 일시적으로 가변속도편치(2)의 속도를 느리게 하든지 빠르게 하면 굽어졌다가 다시 가변속도편치의 속도를 다지형편치의 속도와 같이 압출하게 되면 다시 직선형으로 압출되면서 Fig. 4와 같은 일반적인 굽힘기에 의한 굽힘가공의 효과를 가져오게 된다. 이와같이 가변속도편치(2)를 다지형편치(1)속도보다 느리게 또는 빠르게 또는 같게 함으로써 Fig. 4와 같은 다양한 곡률을 가진 굽어진 압출제품을 만들 수 있으며 다양한 단면형상을 가진 압출제품의 곡선화가 가능하다.

굽힘방향과 굽힘곡률의 조절을 위한 가변속도편치(2)의 속도조절은 가변속도 유압실린더(다)에 연결된 가변속도조절장치(아)와 유량조절밸브를 포함하고 있는 유압장치(자)에 PLC를 사용하여 압출길이에 따른 제품의 곡률을 계획된 프로그램에 의해 자동적으로 조절하여 제품의 굽어진 형상을 얻을 수 있다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 금속곡관의 압출굽힘가공의 실험결과

4.1.1 가변속도 편치의 속도 조절에 따른 굽힘현상

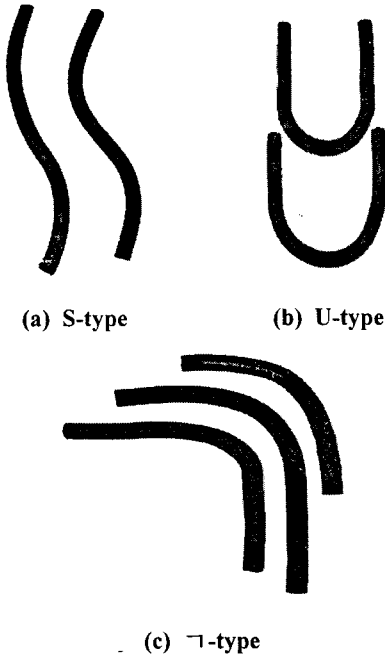


Fig. 7 The photo of curved tube product

Fig. 7은 가변속도 편치의 조절에 의한 압출제품을 보여주는 것으로 a)는 S-type의 제품으로 굽힘 방향을 바꿀 수 있음을 보여주고 있고, b)는 U-type의 제품으로 편치속도 변화에 의해서 2단굽힘이 가능함을 보여주고 있으며, c)는 7-type의 제품으로 편치의 속도차이가 없이 직선으로 나오다가 속도차이로 인한 곡률의 변화로 회전 굽힘기에 의한 직각 굽힘가공이 압출기에서도 가능함을 알 수 있다.

4.1.2 굽힘 부분에서의 표면 및 단면의 형상

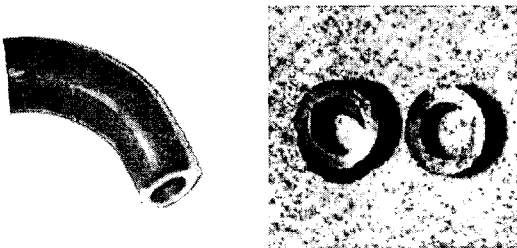


Fig. 8 The photo of curved tube product

Fig. 8은 가변속도 편치의 속도 조절에 의해서 얻은 곡률을 가지는 제품의 굽힘이 발생한 부분의 모습과 그때의 단면을 보여주는 사진으로 곡면부분이 주름이 없이 매끈한 것을 볼 수 있고, 단면에서도 타원형으로 일그러지지 않은 정원의 단면과 두께가 일정하게 유지되고 있음을 확인 할 수 있었다.

5. 결 론

(1) 이형재 단면형상을 굽힐 때 발생하는 단면형상의 변화 및 얇은 곡관의 굽힘가공시에 발생하는 주름발생 및 접힘발생, 두께변화 등의 단점을 제거하기 위하여 임의의 단면을 가진 금속관을 압출가공과 동시에 굽힘이 발생하도록 하는 새로운 열간압출굽힘장치를 구성 할 수 있었다.

(2) 압출가공으로써 단면의 변화와 표면의 주름이 없는 금속곡관을 가공할 수 있는 방법을 플라스틱을 사용한 모의 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

(3) 압출굽힘기에서 각각의 압출편치의 상대 속도를 제어함으로써 압출제품의 곡률 및 굽힘방향의 조절을 가능하게 하여 다양한 단면을 가진 압출제품의 곡선화가 가능함을 실험을 통하여 확인 할 수 있었다.

(4) 압출가공과 굽힘가공을 동시에 수행함으로써 두 공정을 한 공정으로 줄일 수 있는 새로운 복합소성가공 방법의 도입으로 생산성 향상에 기여할 수 있는 가능성이 있음을 확인 할 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) 진인태, 1995, "원형제품의 압출가공시 제품의 굽힘 현상에 관한 연구", 부산공업대학교 논문집, 제37집, pp.371~380,
- (2) 木内 學, 陳 仁泰, 新谷 賢, 1996, "壓出しT形の曲がり 豫測", 塑性と加工, vol.37, No.426, pp.711~716.
- (3) 진인태, 최재찬, 1997, "사각형 단면의 편심압출시 제품의 굽힘현상에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol.6, No.1, pp.46~52.
- (4) 김진훈, 진인태, 1998, "평다이를 이용한 편심 압출가공에서의 비유동 영역의 형성과 굽힘 속도 분포에 관한 상계해석", 한국소성학회지, Vol7. No2, pp.177~185.
- (5) 김진훈, 진인태, 1998, "편심압출굽힘가공법에 의한 사각형 단면을 가진 중공 튜브제품의 U형굽힘가공에 관한 연구", 한국소성가공학회지, Vol7, No5, 496~504.
- (6) 김진훈, 김한봉, 진인태, 1997, "곡봉의 편심압출가공에 대하여 상계굽힘해석과 DEFORMTH-3D에 의한 굽힘해석비교", 한국소성가공학회 '97추계학술대회는 문집, pp.45~48.