한국소성가공학회 2008년도 추계학술대회 논문집 pp. 230~233

자동차 머플러의 스테인리스 강판 성형기술에 관한 연구

박동환[1]· 소범식[1]· 배원락[1]· 조용[1]· 김태준[1]· 고태조#

Forming Technology of Stainless Steel Sheet for Automotive Muffler Part

D. H. Park, B. S. So, W. R. Bae, Y. Cho, T. J. Kim, T. J. Ko

Abstract

Stainless steels are alloy steels with iron as the primary constituent and chromium, nickel, and manganese as principal alloying elements. In addition to automotive, construction, and transportation industries, stainless steels have a variety of applications in the food, chemical, and pharmaceutical industries. Some common products made from stainless steel are sinks, wash basins, kitchen vessels, and cutlery. Among ferritic stainless steels, type 409 can be cold-formed easily and are used for deep-drawn parts such as vessels for the chemical and food industries. In this study, forming analyses and experiments to prevent the occurrence of inferiority such as wrinkles, crack, and neck for automotive muffler part are carried out to save the optimal conditions during forming by modifying the blank size and shape, blank holding force etc.

Key Words: Forming Technology, Stainless Steels, Muffler, Blank Size and Shape, Blank Holding Force

1. 서 론

스테인리스 강은 철(Fe)을 주성분으로 하면서도 보통강이 가지고 있지 않은 표면이 미려하여 의장성이 뛰어나고, 내식성이 월등하여 사용환경의 제약이 적고 위생적이며, 강도도 높아 외부 충격에 강한 특성을 가지고 있다. 이러한 특성으로 스테인리스 강은 페인팅이나 도금을 하지 않고도 내식성이 우수하여 표면 사상을 다양하게 개발하여 우리 생활 주변에서 쉽게 접하는 주방용 기구에서부터 전자제품, 화학 및 중공업 등 전 산업분야에서 그 사용환경에 따라 매우 다양하게 사용되고 있다. 또한 스테인리스 소재는 우수한 물리, 화학적 특성에도 불구하고 프레스를 통한 제품의 성형이 기존 철강소재에 비해 어렵다는 단점을 지니고 있다. 성형이 비축대칭일 때는 축대칭 경우와 달리 성형윤곽의 위치에 따라 변형상태가 다르고 재료의 유동이 복잡해진다. 그로 인해 펀치 어깨부에 하중을 지지하는 부분에서 파단균열이 발생하게 될 때에 인접부분으로부터 억제작용 효과가 나타나고, 플랜지에서는 둘레방향으로 재료의 이동이 발생하여 변형률 완화가 일어난다. 프레스 성형에서 큰 영향을 주는 공정변수로는 박판의 주름과 파단을 제어하는 드로우비드, 블랭크 형상과 크기, 블랭크 홀더력 등이다. 이러한 공정 변수를 제어함으로써 최적의 성형 조건을 얻는다. 자동차용 머플러 부품의 경우에 비축대칭 형상의 2개 돌기가 있고 드로잉 성형 깊이가 깊으므로 주름 발생과 더불어 Crack, Neck 등의 제품 결함이 도출되는 빈도가 많아 성형 개선이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 자동차 머플러 성형에 있어서 발생하는 주름, Crack, Neck 등의 발생을 방지하여 최적의 성형기술을 얻기 위한 연구를 진행하였다. 다이에 드로비드를 주어 소재의 균일한 흐름을 유지하도록 하였고, 블랭크 사이즈를 수정하여 최적 성형 조건을 구하였다.

1. 경북하이브리드부품연구원
교신저자: 영남대학교 기계공학부, E-mail: tjko@yu.ac.kr

2. 실험 장치 및 방법

본 연구에 사용한 실험장치는 1400톤 프레스로서 블랭크 홀더 압력을 임의로 조절할 수 있는 다이쿠션(die cushion)과 제품 추출을 위한 녹아웃(knock out) 장치가 갖추어져 있다. 실험에 사용한 판재의 재질은 스테인레스 강판(STS409)이고, 두께는 0.6mm 2장을 포개어 프레스 작업을 하였으며, 블랭크 시험편의 크기는 630mm×517mm이다. 실험에 적용된 제품은 디프 드로잉 공정이 1공정, 후공정이 2공정으로 이루어져 총 3공정이다. Fig. 1은 자동차용 머플러 제품에 대한 디프 드로잉 공정을 나타낸다. 이러한 자동차용 머플러 금형은 비축대칭 형상의 2개 돌기가 있고 드로잉 성형 깊이가 깊다. Fig. 2는 크랙, 네크 등이 발생된 드로잉 부품을 나타낸다. 여기서 돌기 부분에는 크랙, 코너부에는 네크가 발생되어 있음을 보여준다. 블랭크 홀더력은 디프 드로잉 공정에서 최적의 제품을 성형하기 위해 조정이 가능하며, 윤활제는 수용성 소성가공유로서 일반적인 드로잉유를 사용하였고, 소재를 드로잉 다이에 삽입할 때는 블랭크 중심을 다이 중심에 정확히 일치시킨 후 드로잉 하였다.

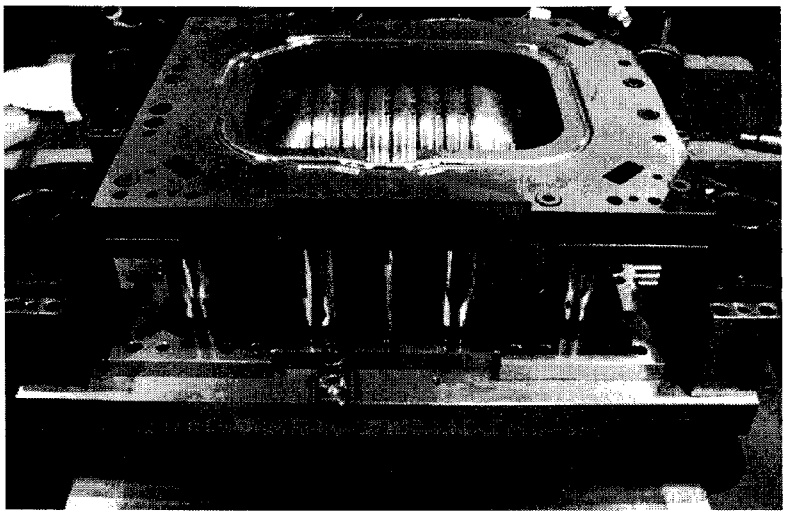

Fig. 1 Muffler die

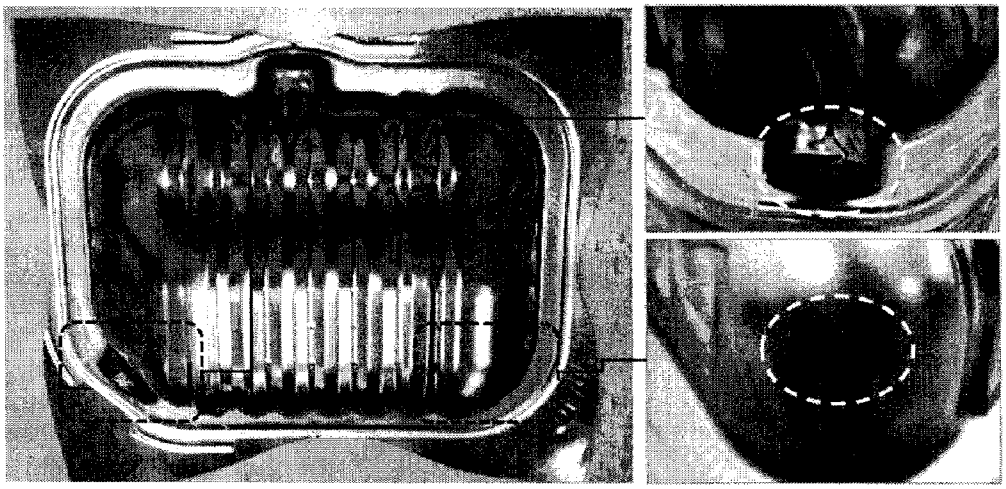

Fig. 2 Muffler shape of a deep-drawn cup

3. 성형 해석 결과 및 고찰

해석은 FEM해석과 실험을 병행하여 시행하였으며, FEM해석은 박판성형해석 전용 프로그램인PAM-STAMP을 이용하였다. 물성치는 단순인장 실험을 통해 구한 값들을 사용하였다. Fig. 3은 블랭크 홀더력(BHF)이 750kN일 때 성형해석 결과를 나타낸다. 해석에 사용된 머플러 제품은 자동차 내연기관이나 환기장치에서 나오는 배기가스의 폭음을 줄이는 장치로서 복잡한 형상의 디프 드로잉 제품이다. 이 제품은 박판 성형 과정 중에 복잡한 기하학적 형상과 드로잉 깊이가 깊기 때문에 재료의 미끄러짐과 재분포가 일어나서 성형하기가 매우 어려운 매우 중요한 부품이다. 소재 물성은 인장시험으로 구한 응력-변형률 선도를 이용하였으며, 이방성은 고려하지 않았다. 블랭크 크기 및 형상, 블랭크 홀더력을 제외한 공정인자들은 동일한 조건으로 해석하였다. 디프 드로잉 공정은 펀치 어깨부에 가해지는 펀치력에 의해 간접적으로 전달되는 하중으로 성형이 이루어진다. 그러므로, 펀치 어깨부는 하중의 지지부가 되어서 심한 변형이 유발된다. 그 결과 두께 감소가 최대로 일어나게 된다.

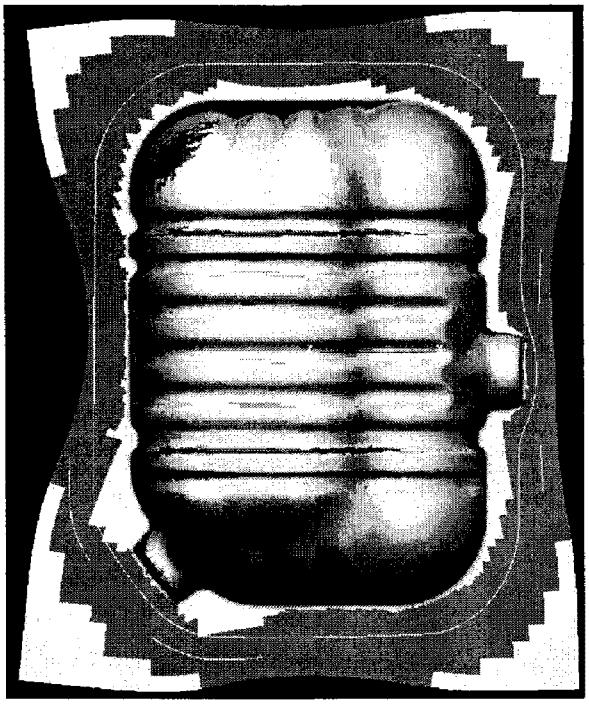

Fig. 3 Analysis result of muffler (BHF=750kN)

4. 결 론

본 연구는 디프 드로잉 제품에서 최적의 두께분포를 가지는 조건을 찾음으로써 공정변수가 성형성에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 이상의 해석 결과에서 보면 디프 드로잉 금형에서 블랭크 홀더력 조정, 드로우비드, 블랭크 형상 및 크기 조정 등으로 최적의 성형성 향상을 얻을 수 있었고, 또한, 실험과 해석을 통하여 디프 드로잉 공정의 다이 형상반경이 펀치 어깨부의 파단 발생에 영향이 있음을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 2007년 지역산업 기술개발 사업의 일환으로 수행중인 『스테인리스 강판의 무윤활 냉열간 하이브리드 딥드로잉 기술 개발』의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

[1] 호광수, 2007, 304 스테인리스강의 점소성 특성에 관한 연구, 한국소성가공학회지, 제16권, 제2호, pp. 101~106.

[2] 김진무, 유호영, 1999, 정사각용기 성형에서 변형률 완화에 관한 연구, 한국정밀공학회지, 제16권, 제2호, pp. 31~38.

[3] 문성준, 금영탁, R. H. Wagoner, 2007, 자동차 스템핑 금형의 드로우비드력 특성에 관한 연구, 한국소성가공학회지, 제16권, 제6호, pp. 457~462.