노비드스탬핑 공법을 이용한 공정최적화에 관한 연구

김승현¹ · 심현보[#]

A Study on the Process Optimization by a Beadless Stamping

S. H. Kim, H. B. Shim

(Received September 17, 2012 / Revised October 31, 2012 / Accepted November 7, 2012)

Abstract

As the shape of stamped part is complicated and as the trend toward light weight continues, the higher level of difficulty is required in making stamping die because of inevitably poor formability. The poor formability can be improved if the material flow during the stamping is carefully controlled. Application of drawbead became commonsense used to retard metal flow of blank into the die cavity at the region where wrinkle is expected. In the study, the concept of beadless stamping process is proposed and the method how to realize the beadless stamping process is presented. The validity of the proposed method is confirmed by the application of the real auto part.

Key Words : TRIZ, Beadless Stamping, Optimal Blank, Radius Vector Method, Digital Tryout

1. 서 론

박판성형에서는 소재 유동은 블랭크 형상에도 크게 영향을 받는다. 제품형상에 비해 과도하게 큰 블랭크를 사용하면 금형의 캐비티(Cavity)로 소재가 적절히 유입되지 못해 파단의 가능성이 높아진다. 반면에, 적절한 크기보다 작은 블랭크를 사용할 경우 펀치진행속도에 비해 소재유입속도가 빨라져 주름가능성이 높아진다. 제품의 전 부위에 걸쳐서 블랭크가 적절한 크기로, 즉 적절한 형상의 블랭크가 선정되었다면, 성공적으로 제품을 성형할 가능성이 높아진다.

따라서 성공적인 스탬핑 공정조건은 금형형상, 드로비드 형상과 위치, 뿐만 아니라 블랭크 형상도 매우 중요한 영향을 미친다. 일반적으로 블랭크 형상은 트라이아웃 단계에서 시행착오 과정을 통해 금형의 수정과 더불어 결정되는데 인건비가 비교적 높은 숙련된 기술자의 경험을 바탕으로

이루어지는 경우가 대부분이며 이 때문에 원가절감과 개발기간 단축에 어려움을 주고 있다.

스탬핑금형을 개발하는 업체에서는 주로 드로비드를 사용하여 유동을 조절하고 있다. 드로비드 인출력은 비드의 형상이나 크기 등에 따라 달라지기 때문에 제품의 형상이나 유동특성 등을 감안하여 부위별로 적절하게 선정할 필요가 있다. 하지만 금형설계 단계에서는 드로비드를 포함한 공정변수들의 영향을 모두 감안하기에는 아직 결정되지 않는 공정변수들이 많기 때문에 대부분 금형수정 가능성을 고려하여 설계를 하고, 트라이아웃 단계에서 소재유동에 민감하게 영향을 미치는 드로비드 조절과 블랭크 형상 결정이 동시에 이루어진다. 이 때문에 트라이아웃 단계에서 조절하는 변수가 많아져서 최적 공정조건을 찾는 데 어려움을 가중시키고 있다. 뿐만 아니라 비드위치가 성형후 형상의 기준이 되기 때문에 블랭크 크기도 증가시키는 문제점이 있다.

1. Yeungnam University
Corresponding Author : Yeungnam University, E-mail: hbshim@yu.ac.kr

최적블랭크란 성형후 목표형상으로 성형이 되는 블랭크의 형상을 의미한다. 최적블랭크를 사용하면 소재사용량이 절감될 뿐만 아니라 소재 유동이 개선되어 성형성의 향상, 트라이아웃 과정에서 시행착오 횟수 단축 등의 효과가 있기 때문에 소재비용의 절감뿐만 아니라 제품개발 기간의 단축 효과가 있다[1]. 박판성형은 자동차산업과 매우 밀접한 관련이 있으며, 자동차 산업과 관련한 박판성형분야의 당면과제는 경량화, 원가절감, 치열한 시장경쟁에 따른 개발기간단축과 소비자 취향의 다양화에 따른 복잡한 형상의 성형요구 등으로 요약될 수 있다. 제품개발기간 단축은 주로 트라이아웃 기간의 단축요구와 관련이 있으며, 복잡한 형상의 제품은 단순한 형상에 비해 국부적으로 변형이 집중되기 쉽고, 또 고강도강판의 사용확대 추세와 더불어 공정개발의 어려움을 가중시키고 있다.

이러한 관점에서 최적블랭크는 소재비용절감을 통한 원가절감의 주요 수단이 될 수 있을 뿐만 아니라, 성형성의 개선효과에 따른 블랭크 형상결정에 소요되는 노력을 절감시켜 개발기간 단축효과, 그리고 성형성이 좋지 않은 고강도 강판의 성형이나 변형이 집중되기 쉬운 복잡한 형상의 성형에서 봉착되는 어려움을 해결하는 수단으로도 사용될 수 있다.

2. 드로비드의 문제점

드로비드는 다이 부위에 설치한 유동방해 장치로 판재성형 동안 특정한 부위의 소재의 유동속도가 편치진행속도나 인근부위에 비해 과도하게 빠를 경우, 이 부위의 흐름속도를 늦추어 줌으로써 유동속도의 불균형을 조절하고 이를 통해 주름을 방지하는 용도로 사용되고 있다.

그런데 드로비드는 유입속도를 늦출 필요가 있는 부분에만 국부적으로 설치하여야 하지만, 형상이 복잡한 제품은 소재유동을 예측하기 어려워 적절한 위치를 선정하기가 어려운 문제점이 있다.

금형가공 절차상의 편의성도 금형에서 드로비드를 배제하기 어렵게 한다. 만약 금형을 가공할 때 미리 비드를 설치하지 않았던 부위에 비드를 설치할 필요가 발생했다고 가정하자. 이를 위해서는 드로비드의 오목부위는 홈 가공을, 대응되는 반대쪽 면에는 돌출부위를 가공해야 하는데 이를 위해 육성용접을 한 뒤 비드 형상을 가공하는 작

업이 필요하다. 이 방법은 당초 금형가공 단계에서 미리 드로비드를 가공한 후 불필요한 부분을 제거하는 것에 비해 작업의 번거로움, 가공비 상승, 트라이아웃 기간 연장 등의 문제점이 발생할 수 있다. 이 때문에 형상이 복잡한 자동차 부품을 생산하는 드로잉금형을 개발할 때 드로비드가 필요하지 않은 위치까지 포함하여 적정크기보다 높게 비드를 미리 가공한 뒤 트라이아웃 동안 블랭크 형상의 결정과 더불어 제품둘레 전체에 설치되어 있는 비드를 위치별로 제거하거나 높이를 조절하는 과정을 택하는 경우가 많다.

뿐만 아니라 현장에서는 드로비드 형상이나 설치위치 등을 성형해석 결과를 바탕으로 하여 합리적으로 설치하는 것보다 트라이아웃 과정의 편의를 위해 설치하는 경향도 많은 편이다.

트라이아웃 직전의 금형은 제품 전둘레에 드로비드가 설치되어 있는 경우가 많은데, 이는 앞서 언급한 트라이아웃의 편의성과 깊은 관련이 있는 것으로 판단된다.

판재성형공정에서는 일반적으로 동일한 금형에 대하여 블랭크 크기가 커질수록 소재유입이 어려워진다. 공정설계시 성형후 제품의 윤곽선은 드로비드 위치를 기준으로 공정조건을 결정 하기 때문에 드로비드가 있는 경우는 드로비드가 없는 경우에 비해 큰 블랭크를 요구한다. 따라서 드로비드를 사용하는 금형은 비드가 없는 금형에 비해 제품의 파단가능성이 증가하고, 아울러 소재사용량도 많아지는 문제점이 있다.

3. 드로비드 문제의 창의적 해결

드로비드를 트리즈[2]의 관점에서 생각한다면 드로비드는 주름을 방지하는 작용을 하면서 동시에 파단을 촉진하는 기술적인 모순상황을 유발한다. 트리즈의 문제해결방식은 Fig. 1 과 같이 문제상황을 표준문제로 전환한 뒤 이에 관한 표준해결책을 선정한 뒤 문제상황에 적용하는 순으로 이루어진다. 트리즈의 창의적문제 해결 방법으로 드로비드의 모순상황을 해결코자 한다면 39 가지 표준특징 중 모양에 관한 문제로 표준화하고 표준해결책으로 40 가지 발명원리 중 대체(substitution)의 적용이 가능하다.

즉 드로비드를 성형동안 유동의 조절을 통해 제품을 원하는 모양으로 만드는데 필요한 도구로 인식하고, 이를 드로비드의 역할은 블랭크 형상으

Fig. 1 TRIZ process for creative problem solving

로 대체한다. 즉 블랭크 형상의 조절을 통해 소재의 유동조절이 가능해진다. 따라서 적절한 형상의 블랭크를 선정하면 드로비드에서 문제가 되는 파단과 주름이라는 모순상황의 해결이 가능해진다.

본 논문에서는 트리즈의 문제해결 방식에 따라 드로비드를 이용해서 소재의 유동을 조절하는 대신 유동조절목적인 드로비드를 제거하고 블랭크 형상으로 조절하는 새로운 성형공법을 제시하고자 한다.

노비드스탬핑공법(Beadless Stamping)은 판재성형 금형에서 유동조절목적으로 설치한 드로비드를 제거하고 블랭크 형상만으로 유동을 조절하는 금형기술로 정의하고자 한다.

노비드스탬핑공법은 성형후 형상을 조절하면서 주름이나 파단등과 같은 성형불량이 발생되지 않는 조건을 찾는 방법으로 실현이 가능하다. 이때 성형전의 블랭크 형상이 아닌 성형후 형상을 기준으로 최적조건을 찾는데, 그 이유는 성형후 형상을 기준으로 하는 것이 각 부위의 성형특성을 고려하기가 쉽기 때문이다. 원하는 성형후 형상, 즉 목표형상으로 성형이 되는 블랭크는 최적 블랭크 설계방법을 적용하면 된다.

4. 노비드스탬핑 공법

노비드스탬핑공법은 드로비드로 소재유동을 조절하는 대신 Fig.2 와 같이 성형후 형상, 즉 목표형상을 조절하면서 성공적으로 성형이 되는 블랭크형상을 찾는 방법이다. 목표형상으로 성형이 되는 블랭크 형상은 최적블랭크 설계법을 이용해서 찾고, 성형해석을 통해 성공적으로 성형이 되는지를 확인하는 방법으로 진행된다.

금형에서 비드를 제거하는 것이 장점이 많음에도 불구하고 아직 널리 적용되지 못하는 이유는 성형후 형상, 다시말하면 성형후 윤곽선의 형상을

Fig. 2 Flow chart of beadless stamping

정밀하게 조절하는데 어려움이 있기 때문에 판단된다. 일반적으로 블랭크의 형상이 주어지면 성형해석을 통해 성형후 형상은 비교적 높은 정확도로 예측이 가능하지만 이와 반대 방향의 과정인, 성형후 원하는 윤곽선의 형상, 즉 목표형상으로 성형이 되는 블랭크의 형상을 높은 정확도로 얻기는 그리 쉬운 편은 아니다.

노비드공법을 성공적으로 도입하기 위해서는 다음에서 열거하는 사항을 해결할 필요가 있다.

첫째, 최적블랭크 형상의 예측 정확도 향상

성형이 어려운 제품일수록 블랭크의 형상이 공정의 성패에 민감하게 영향을 미치는 경우가 많은데, 특히 성형후 윤곽선의 위치를 정밀하게 제어할 필요가 있다. 성형후 윤곽선은 블랭크 형상으로 조절이 가능하지만, 성형의 난이도가 높아질수록 성형후 윤곽선의 정밀제어가 필요하며 이를 위해서는 블랭크형상을 높은 정확도로 설계할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 목표형상으로부터 블랭크 형상을 구하는 방법, 즉 최적블랭크 설계법은 Shim 등에 의해 제안된 반경벡터법[1]을 사용하였다. 반경벡터법은 최종형상과 목표형상의 차이를 측정하고, 이 형상오차가 일정값 이내로 될 때까지 반복적으로 블랭크 형상을 수정하기 때문에 다른 최적블랭크 설계방법에 비해 정확도가 매우 높을 뿐만 아니라 수렴성도 매우 높은 방법으로 알려져 있다.

둘째, 성형후 트리밍부위의 최소화 및 강제운동 방지

판재성형 최종제품은 성형후 형상에서 제품을 제외한 나머지 부분을 트리밍을 통해 제거하여 얻는다. 트리밍으로 제거되는 부분이 커질수록 소재사용량이 증가하고 또 블랭크크기가 커짐에 따라 소재유동이 어렵게 된다.

따라서 성형후 형상, 즉 목표형상을 제품형상에, 즉 편치라인에 최대한 근접하게 설정하는 것이 소재유동이 양호해진다. 그렇지만 성형후 형상을 편치라인에 가깝게 설정하면 성형의 진행에 따라 바인더가 파지하는 블랭크 면적이 좁아진다. 그런데 정상적인 성형공정에서는 성형동안 블랭크에는 바인더에 의해 파지되는 부위에 작용하는 마찰력이 균형을 이루면서 성형이 이루어진다. 이때 블랭크의 위치를 약간 이동시키면 마찰력의 균형이 깨지면서 블랭크의 강제운동이 발생되면서 정상적인 성형공정보다 성형후 형상, 즉 성형후 윤곽선이 크게 달라지는 현상이 발생한다. 이 현상은 바인더가 파지하는 블랭크 면적이 좁아질수록, 즉 목표형상이 제품형상과 근접할수록 더욱 민감해진다.

Fig. 3 은 블랭크의 위치변화가 성형후 형상에 미치는 영향을 나타내는 그림이다. 목표형상을 성형후 제품의 전체둘레에 동일한 폭의 트리밍 여유를 가지도록 설정하였으며 반경벡터법을 적용하여 목표형상으로 성형이 되는 블랭크형상, 즉 최적블랭크 형상을 결정하였다. Fig. 3(a)는 최적블랭크의 형상을 금형의 정위치에 있는 모습을 보여주고 있으며, Fig. 3(b)는 Fig. 3(a)에서 블랭크만 상방향으로 2mm 움직여서 성형해석한 결과를 보여주고 있는데 성형후 하변쪽이 들리는 현상을, Fig.3(c)는 블랭크를 반대방향으로 2mm 움직여서 해석한 결과로, 상변쪽이 들리는 현상을 나타내고 있다. 블랭크의 크기가 1,306×903mm 임에 비해 블랭크를 움직인 거리가 미미함에도 불구하고 성형후 형상이 크게 달라짐을 알 수 있다. 이러한 현상은 최종단계에서 블랭크가 바인더에 의해 파지되는 면적이 작을수록 블랭크의 위치가 성형후 윤곽선에 민감하게 영향을 미치게 된다.

성형후 형상이 블랭크 위치에 지나치게 민감하게 영향을 받는다면 블랭크 형상이 약간만 달라져도 성형후 형상이 크게 달라질 수 있기 때문에 트라이아웃이 크게 어려워진다. 따라서 트라이아웃을 용이하게 하기 위해서는 성형후 형상이 블

Fig. 3 Effect of blank movement on the final shape

랭크 형상에 지나치게 민감하게 영향을 받지 않도록 하는 방안이 필요하다.

제품의 형상에 따라 민감도가 달라질 수 있는데 민감한 형상의 경우에는 블랭크의 강제운동을 적절하게 제한할 필요가 있는데 드로비드는 이 목적에 적합한 것으로 판단된다. 이 드로비드는 유동조절 목적이 아니라 강제운동 방지목적으로 적당한 위치에 설치하면 된다.

셋째, 현장작업자의 경험 활용

결국 노비드 공법은 드로비드의 수정과 블랭크 형상변경 대신 목표형상의 조절을 통해 최적성형조건을 찾는 방법이다. 즉 목표형상이 주어지면 목표형상으로 성형이 되는 블랭크 형상을 구하고, 이 블랭크로 성형해석을 수행하여 만족할 만한 해석결과가 나올 때까지 목표형상을 반복해서 수정하기 때문에 기본적으로 시행착오 과정이다. 즉 트라이아웃 과정은 실제 금형을 대상으로 시행착오를 통한 비드수정과 블랭크 형상을 수정하는 과정이며 노비드공법은 컴퓨터상에서의 시행착오, 즉 디지털트라이아웃(digital tryout) 과정이다. 또 노비드공법의 드로비드는 유동조절 목적이 아니라 강제운동 방지목적이기 때문에 일반적인 트라이아웃과는 달리 비드수정 작업이 대폭 줄어든다. 그렇지만 목표형상의 설정이나 비드 위치선정 등에 현장작업자의 경험을 잘 활용하면 시행착오가 훨씬 줄어들 수 있다.

5. 결과 및 고찰

실제 생산중인 자동차 부품을 대상으로 설계된

(a) iso view (b) draw bead line
Fig. 4 Original stamping die

Fig. 5 FLD(original design)

안으로부터 노비드공법을 적용하고 그 결과를 비교하고자 한다. 성형해석에 사용한 S/W 는 Dynaform 5.7.3[3]이며 최적블랭크 설계를 위한 블랭크 초기 형상은 목표형상으로부터 Dynaform 의 BSE 기능을 이용하여 추출하였다. 주어진 블랭크 형상으로 성형해석을 수행한 뒤 성형후 형상과 목표형상과의 형상오차를 측정하고 이 형상오차값이 일정한 값 이내로 수렴할 때까지 블랭크 형상을 수정한다[4].

5.1 Radiator support lower member

Fig. 4(a)는 금형의 형상을 나타낸 것으로 금형의 특징을 살펴보면 바인더 면이 2 단으로 되어 있으며, 직변부위에는 직각에 가까운 수직벽면이 2 단 굴곡으로 되어 있어 성형해석시 파단과 주름이 많이 발생할 것으로 예상된다.

설계원안의 블랭크 형상은 1030mm×230mm 의 직사각형 형태이며 펀치의 외각형상에서 약 10mm 간격의 거리를 두고 전 둘레에 드로비드가 설치되어 있다. Fig. 4(b)는 이 금형에 드로비드가 설치된 모습을 보여주고 있다.

Fig. 5 는 설계원안, 즉 제품의 전둘레에 드로 비드가 설치된 금형으로 1030mm x 230mm 의 직사각형 블랭크로 성형해석한 결과이며 금형의 수직벽면 양측에 심각한 파단현상이 나타나는 것으로 나타났다.

(a) draw bead line

(b) product shape and target shape
Fig. 6 Modified design

이 문제를 본 연구에서 제안하는 노비드 공법으로 해결하고자 한다. 제품의 길이에 비해 폭이 좁은 대신, 성형깊이는 매우 깊기 때문에 드로비드를 완전히 제거할 경우 Fig. 3 의 검토와 같이 성형후 윤곽선이 블랭크 형상의 변화에, 특히 폭방향으로 매우 민감하기 때문에 최적 블랭크 설계가 힘들어진다. 따라서 드로비드를 완전히 제거하는 대신, Fig. 6(a)와 같이 폭방향으로의 강제운동을 방지할 목적으로 직변부의 한쪽에만 드로비드를 설치하였고, 반대쪽변의 소재는 쉽게 유입되도록 계획하였다.

Fig. 6(b)는 최종제품의 형상과 이 공정에서 성형하고자 하는 목표형상을 비교한 것으로 목표형상은 Fig. 6(a)의 드로비드와 함께 여러 번의 시행착오 과정을 거쳐 결정하였다.

목표형상으로 성형되는 블랭크 형상을 도출하기 위해 성형후 형상의 윤곽선에 위치한 절점에서 목표형상까지 거리, 즉 형상오차가 10.0mm 이내가 될 때까지 반경벡터법을 적용하였다. Fig. 7 은 설계 단계별로 블랭크 형상, 목표형상, 성형후 형상을 비교하고 있다. Fig. 7(a)는 Dynaform[3]의 BSE 기능을 이용해서 생성한 블랭크로 해석한 결과이며 형상오차가 최대 42mm 이며 Fig. 7(b)는 1 차 수정 블랭크로 해석한 결과로 형상오차가 최대 12.0mm 로, Fig. 7(c)는 2 차 수정된 블랭크로 해석한 결과로 형상오차가 최대 9.3mm 로 나타나 최적블랭크 설계절차를 종료하였다.

Fig. 8 은 블랭킹 공정으로 최적블랭크를 가공하는데 필요한 소재사용량을 알기 위해 최적 블랭크로 최적배치를 한 모습을 보여주고 있다. 블랭크 1 장당 소요량은 1042.0mm×195.0mm 로 나타났다.

Fig. 9는 최적블랭크로 성형해석한 결과이며 Fig. 5의 설계원안의 해석결과와 비교하면, 대부분 성

Fig. 7 Development of optimal blank design stage

Fig. 8 Optimal Blank Shape and Nesting

Fig. 9 FLD (beadless stamping)

형한계 곡선 이하에 위치하고 있어 성공적으로 공정이 이루어질 수 있음을 알 수 있다.

Table 1 Comparison of process improvement(radiator support upper member)

	Blank Size	Bead	Result
Original Design	1030×230 (236,900 mm ²)	<ul style="list-style-type: none"> Surrounding Bead Flow Control 	<ul style="list-style-type: none"> Lots of Cracks
Beadless Stamping	1042×195 (203,190 mm ²)	<ul style="list-style-type: none"> Blank Stabilization 	<ul style="list-style-type: none"> Free of Crack 14.2% less blank

Table 1 은 설계원안과 노비드공법을 비교한 것이다. 즉 설계원안은 둘레전체에 비드가 설치된 금형으로 1030mm×230mm 의 직사각형 블랭크로 성형하는데 해석결과 크랙이 극심하게 발생하고 있으나 노비드공법을 적용한 결과 크랙 가능성이 완전히 제거되었고, 소재사용량도 14.2%가 감소하였다.

노비드공법을 적용한 결과 소재사용량이 대폭적으로 절감되고 있을 뿐만 아니라 적용된 드로비드도 유동조절용이 아닌 블랭크 위치 안정화를 위한 강제운동 방지목적이기 때문에 트라이아웃 동안 드로비드의 수정작업이 필요 없어지고 또 블랭크 형상도 미리 결정되어 있기 때문에 약간의 수정만으로도 작업이 완료될 수 있어 공정개발기간도 획기적으로 단축이 가능할 것으로 판단된다.

5.2 Radiator support side member

Fig. 10 에 설계원안을 보여주고 있다. Fig.10(a)는 금형형상을, Fig. 10(b)는 제품의 전둘레에 드로비드가 설치되어 있는 것을 보여주고 있다.

Fig. 11 은 설계원안으로 성형해석한 결과로 직변모서리부 근처에는 심각한 파단이 예상된다.

이 문제를 노비드성형공법으로 해결하기 위해 수차례의 시행착오를 거쳐 비드 설치위치와 목표형상을 결정하였으며 그 결과를 Fig.12 에 나타내었다. 즉 강제운동 방지목적으로 제품의 양 측면에 비드를 설치하였고 목표형상은 드로비드를 포함하면서 제품형상에 최대한 근접하게 설정하였다.

Fig. 13 은 최적블랭크 설계과정을 나타낸 것으로 형상오차가 10.0mm 이내가 될 때까지 반경벡터법으로 최적블랭크 설계를 진행하였으며 블랭크의 형상, 목표형상, 성형후 형상을 비교하고 있다. Fig. 13(b)는 4 번째 설계단계에서 형상오차가 10.0mm 이내로 줄어들어 최적블랭크 설계절차를 종료하였다.

Fig. 14 는 블랭킹 공정으로 최적 블랭크를 가공

(a) iso view (b) draw bead line
Fig.10 Original stamping die

Fig.11 FLD (original design)

(a) modified draw bead line

(b) target shape

Fig.12 Modified design for beadless stamping

(a) initial design (BSE)

(a) 4th design (optimal blank)

Fig.13 Determination of optimal blank shape

Fig.14 Optimal blank shape and nesting

Fig.15 FLD (beadless stamping)

Table 2 Comparison of process improvement(radiator support side member)

	Blank Size	Bead	Result
Original Design	1130×385 (435,050 mm ²)	<ul style="list-style-type: none"> Surrounding Bead Flow Control 	<ul style="list-style-type: none"> Lots of Cracks
Beadless Stamping	1,095×302 (330,690 mm ²)	<ul style="list-style-type: none"> Blank Stabilization 	<ul style="list-style-type: none"> Free of Crack 24.0% less blank

하는데 필요한 소재사용량을 알기 위해 최적배치를 한 모습을 보여주고 있다. 블랭크 1 장당 소요량은 1,095mm×302mm로 나타났다.

Fig. 15는 최적블랭크로 성형해석한 결과이며 Fig. 12의 설계원안과 비교하면, 대부분 성형한계곡선 이하에 위치하고 있어 안정적으로 성형이 이루어지는 것으로 나타났다.

Table 2는 설계원안과 노비드공법을 적용하여 개선한 결과를 비교한 것이다. 즉 설계원안은 둘레전체에 비드가 설치된 금형으로 1130mm×385mm의 직사각형 블랭크로 성형하는데 해석결과 크랙이 극심하게 발생하고 있으나 노비드공법을 적용한 결과 크랙 가능성이 완전히 제거되었고, 소재사용량도 24.0%가 감소하였다

6. 결 론

드로비드는 스탬핑금형에서 주름을 방지하는 수단으로 적용되고 있지만 동시에 파단을 유발할 수 있는 기술적인 모순상황을 초래한다. 이 문제를 해결하기 위해 창의적 문제해결기법인 트리즈를 적용하여 트리즈의 발명원리 중 하나인 대체로 해결하였다. 드로비드를 이용하여 유동을 조절하는 대신 블랭크형상으로 조절하는 노비드공법을 제안하였다. 노비드공법은 현장에서 사용하는 비드형상과 블랭크 형상을 시행착오 과정을 통해 조금씩 조절하는 방법 대신 성형후 형상의 조절을 통해 성공적으로 성형이 되는 블랭크 형상을 찾는 방법이기 때문에 종래의 트라이아웃 과정에 비해 조절해야 하는 변수가 대폭 감소하고 또 컴퓨터상에서 가능하기 때문에 금형개발 기간이 대폭 단축될 수 있다.

목표형상으로 성형이 되는 최적블랭크 형상은 반경벡터법을 적용하여 구하였으며, 실제 자동차부품을 대상으로 노비드공법을 적용한 결과 설계원안에 비해 소재사용량이 대폭적으로 감소할 뿐만 아니라 파단가능성도 현저하게 개선되는 것이

확인되었다.

본 연구는 창의적 문제해결절차에 따라 스탬핑 공정에서 드로비드의 모순상황을 해결하기 위해 드로비드의 역할을 블랭크 형상으로 대체하여 트리즈의 문제해결방법에 따라 노비드공법을 제안하고, 실제 제품에 적용하여 노비드 공법의 적용가능성과 효과를 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] H. B. Shim, 2004, Determination of Optimal Blank Shape by the Radius Vector of Boundary Nodes, Proc. Inst. Mech. Eng. Part B: J. Eng. Manuf, Vol. 218, No. 9, pp. 1099~1111.
- [2] TRIZ, 11 Aug. 2012, www.wikipedia.org.
- [3] Dynaform 5.7.1 User's Manual, Engineering Technology Associates, Troy, MI, USA.
- [4] H. B. Shim, J. K. Park, 2003, Development of Stamping Process Optimization System through the Integration of Blank Design and Nesting, Trans. Mater. Process, Vol. 12, No.7, pp. 615~622.