

# 자동차 시트 사이드 쿠션 패널의 비대칭 프로그레시브 스탬핑 성형을 위한 스트립 브릿지 설계

홍일성<sup>1</sup> · 정창식<sup>1</sup> · 최보성<sup>2</sup> · 이덕영<sup>#</sup>

## Design of Strip Bridge for Unsymmetrical Progressive Stamping for an Automotive Seat Side Cushion Pane

S. Hong, C. S. Joung, B. S. Choi, D. Y. Lee

(Received July 24, 2015 / Revised September 9, 2015 / Accepted November 2, 2015)

### Abstract

For mass production of stamped parts, which require complicated in-press operations, it is always advisable to use a progressive die set. It is difficult to choose a progressive die set if the stamped parts need to be deep drawn and especially if they are unsymmetrical. Because unsymmetrical deep drawing parts are very sensitive to the effect of weight during moving to the next step, they are hard to exactly locate on the die face. An automotive seat side cushion panel is about 80mm high, unsymmetrical and its low edge needs hemming, so it is hard to produce even using a progressive die set. In the current paper a progressive stamping for seat side cushion panel was examined. Five strip bridges were considered to be strong enough to move to the next die as predicted by the CAE analysis.

**Key Words** : Deep Drawing, Progressive Stamping, Strip Bridge, Unsymmetrical Seat Side Cushion Panel

## 1. 서 론

최근 차량경량화 및 충돌 안전 성능 향상을 위하여 고장력 강판 채택이 증가하고[1], 차체 부품 또한 부품 단순화 등의 이유로 고난이도의 형상으로 변경되고 있다[2]. 자동차 차체 및 새시 부품은 대부분 박판 프레스 성형으로 제작되는데 드로잉 깊이가 깊고 복합곡면형상을 내포한 부품의 경우 다양한 개별공정이 조합된 복합변형 조건을 내포하고 있어 고난이도의 프레스 성형공법이 요구되고 있다.

프로그레시브(progressive) 공법은 단일 금형 내에서 다양한 공정을 복합화할 수 있는 기술로서, 생산 시간 감소 및 대량 생산으로 효율 증대뿐만 아니라 자동화를 통해 무인화를 구현할 수 있다[3, 4]. 하지만 적용부품이 단순히 대칭 형상이거나 소형 부품

에 한정되어 있고, 복잡한 부품에 대해 안정된 품질 확보를 위해서는 고난이도 공정설계와 금형제작기술이 요구된다.

Fig. 1의 자동차 시트 사이드 쿠션 패널은 시트 프레임의 구조를 지지하는 한편, 탑승자의 승차감 및 비규칙적 거동에 반복적으로 영향을 받는 주요 부품으로 성형 깊이가 깊은 복합곡면형상을 가지고 있는 대표적인 다공정 성형 제품이다.



Fig. 1 3D model of seat side cushion panel

1. 금강

2. 울산테크노파크

# Corresponding Author: Daegu University, E-mail : dylee@daegu.ac.kr

자동차 시트 사이드 쿠션 패널은 0.8t의 박판으로 성형되며, 좌우 비대칭으로 80mm 이상의 드로잉 깊이와 복합곡면 형상을 가지고 있다. 따라서 프로그래시브 공법을 적용하기 위해서는 비대칭 형상 및 높은 높이로 인해 스트립(strip) 이송과정에서 패널의 비틀림, 흔들림, 걸림[5] 등의 문제점을 해결해야 한다.

본 연구에서는 비대칭 딥드로잉 복합곡면 형상을 갖는 차체 부품인 자동차 시트 사이드 쿠션 패널 제품의 프로그래시브 공법적용을 위해, 각 공정간 스트립 이송 과정에서 제품 성형 후 착, 탈시 제품의 상, 하 흔들림을 방지하여 다음 공정의 급형에 정확하게 안착할 수 있도록 보다 나은 강성을 갖는 스트립 브릿지(bridge) 설계 안을 제시하고자 한다.

## 2. 드로잉 공정 성형해석

비대칭 딥드로잉 제품인 시트 사이드 쿠션 패널의 프로그래시브 성형을 위한 브릿지 설계를 위해 드로잉 공정 성형해석 후 자중 처짐 해석을 수행하였고, 공정간 패널 이송을 할 때, 패널의 안정적 급형 안착 및 균형 유지를 위한 강도보강 브릿지 설계안 도출을 위해 성형 및 자중 처짐 해석 후 패널 변형량을 비교하였다.

### 2.1 성형해석 조건 설정

성형해석을 위해 1 공정 블랭킹 후, 2 공정 드로잉 해석을 수행하였다. Fig. 2 에서는 블랭킹 공정 후의 패널과 드로잉 공정의 해석 모델을 나타내었다.

드로잉 공정 급형은 상형이 마스터이며, 패널의 재질은 SPRC440, 패널 두께는 0.8t, 성형 타입은 드로잉이다. 마찰 계수는 패널과 급형간 모두 0.1, 요소(element)는 초기 사이즈 8mm에서 4단계 Adaptive Mesh를 적용하여 최종 1mm로 하였다[6].

성형순서는 상형 다이(die)가 먼저 내려와 홀더를 잡고, 홀딩력 3ton을 유지하면서 펀치 스트로크 70mm만큼 성형이 되어 최종 제품이 만들어 진다.

### 2.2 드로잉 공정의 성형해석 결과

#### 2.2.1 초기 브릿지 성형해석 결과

Fig. 3 에서는 드로잉 공정의 성형과정을 보여주며, 성형해석결과 브릿지 부분이 성형되면서 살이 부족해

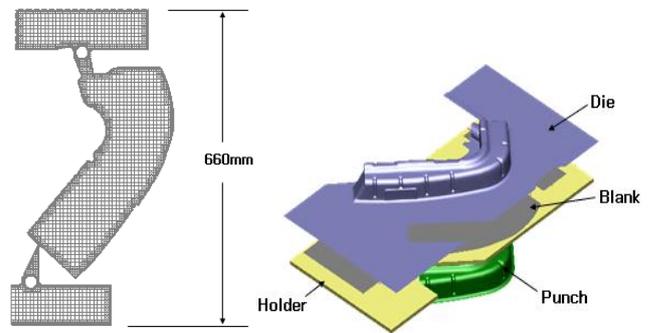


Fig. 2 Blanking shape and tool setting for stamping

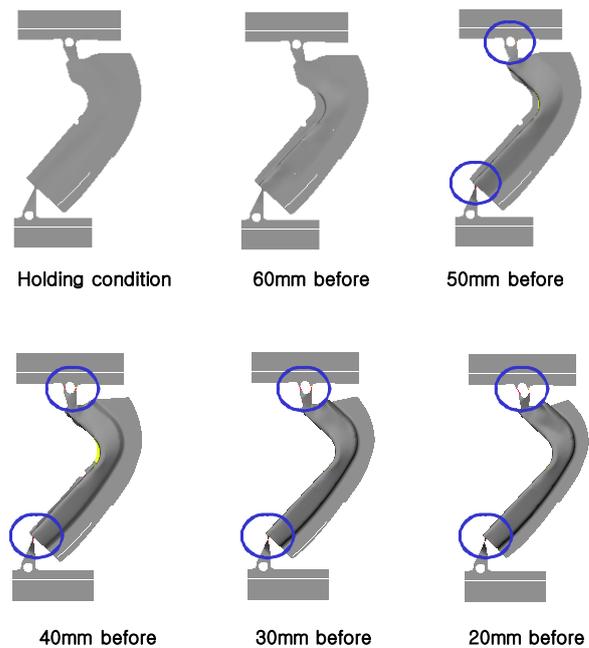


Fig. 3 Drawing processes with initial bridge

짐을 확인할 수 있었고, 성형한계선도 FLD(Forming Limit Diagram)을 통한 성형성 분석 결과 성형완료 50mm전부터 터짐이 시작됨을 예측할 수 있었다. 따라서 초기 살 확보 및 강성 확보를 위해 브릿지를 수정 설계하였다.

#### 2.2.2 살확보와 강도보강 브릿지 형상 설계

브릿지 부분의 살 확보를 위해 Fig. 4의 Case 1과 같이 브릿지 형상을 수정 설계하였다.

변형량 비교를 위해, Case 1의 전, 후 브릿지를 각각 나누어 배치한 Case 2~4 형상에 대한 성형 해석 및 자중 처짐 해석을 수행하였다.

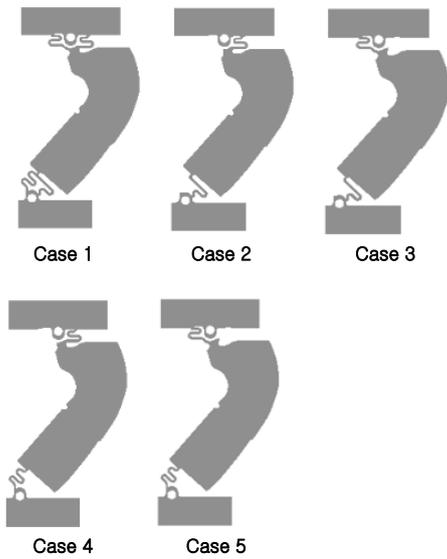


Fig. 4 Five types of bridges for the comparison of panel deformation

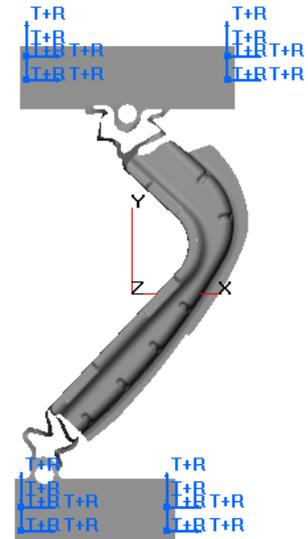


Fig. 6 Boundary conditions for gravity simulation

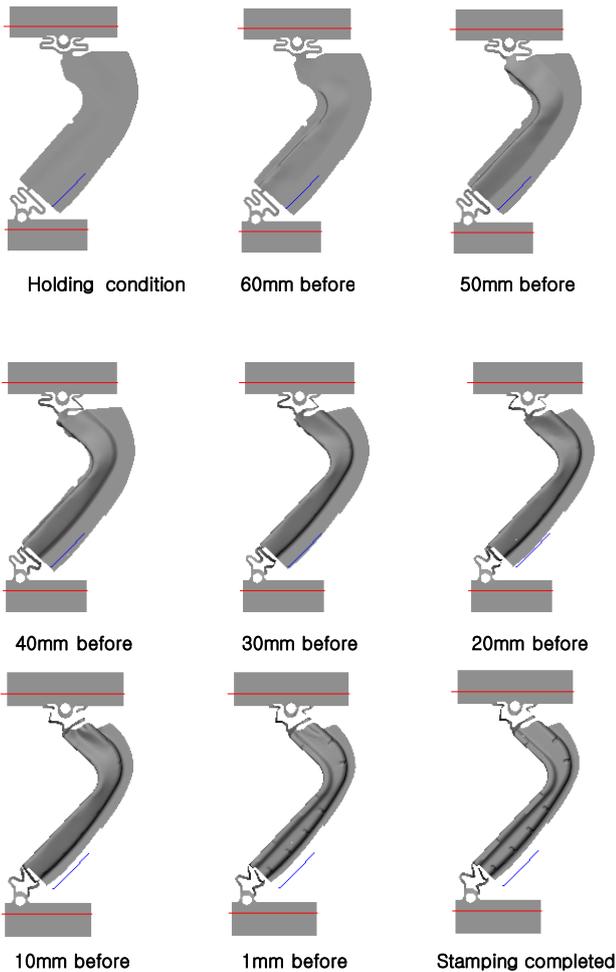


Fig. 5 Drawing processes with the bridge of case 1

### 2.2.3 브릿지 보강 후 드로잉 공정 성형 해석

Case 1 에 대한 드로잉 공정 성형과정을 Fig. 5 에 나타내었다.

브릿지 보강 후 드로잉 공정시 성형한계선도 상에서 패널의 터짐은 없으며 최종성형 40mm전부터 브릿지의 형상이 꼬임을 알 수 있었다.

### 3. 자중처짐 해석을 통한 패널 변형량 분석

드로잉 공정 후, 프로그래시브 금형에서 제품 성형 후 상, 하 흔들림, 패널 이송 및 성형 과정에서 균형유지가 가능한 스트립과 브릿지 형상을 검증하기 위하여 5 가지 브릿지 Case 에 대한 자중 처짐 해석[7]을 수행하였다.

자중 처짐 해석을 위한 경계조건은 Fig. 6과 같이 실제 프로그래시브 공정에서 패널의 구속 조건과 동일하게 회전(R: rotation)과 이송(T: translation) 움직임을 모두 고정하였다.

5가지 브릿지 형상 Case에 대한 자중 처짐 해석 결과는 아래의 Fig. 7과 같으며 비대칭 딥드로잉 복합곡면 형상의 자동차 시트 사이드 쿠션 패널의 프로그래시브 점진 성형 공정에서 공정간 이송 및 탈, 안착시 Case 1에서 -2.93~2.89mm, Case 2에서 -5.06~7.63mm, Case 3에서 7.97~32.60mm, Case 4에서 -9.60~15.30mm, Case 5에서 -12.87~56.30mm의 움직임 발생함을 알 수 있었다.

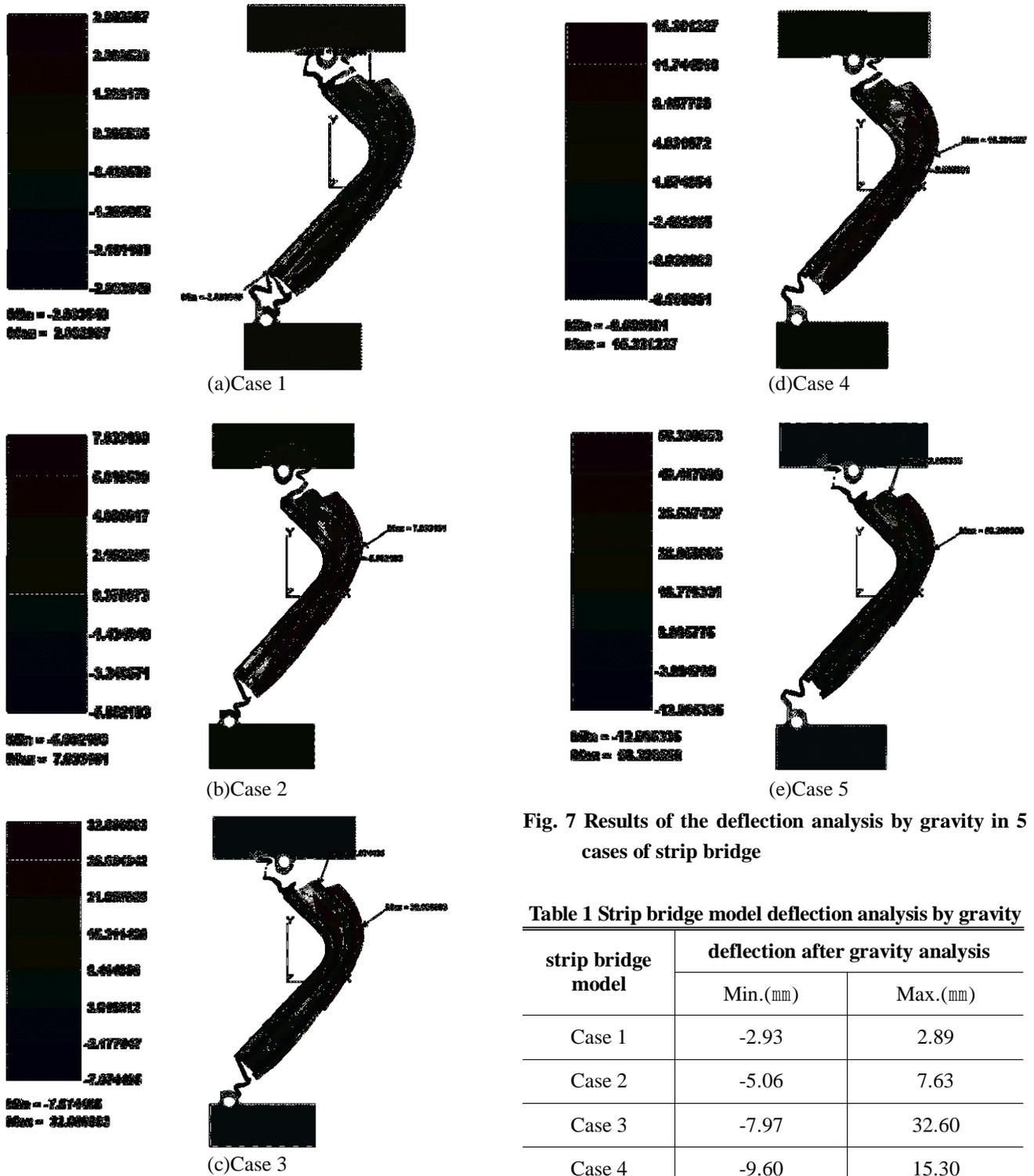


Fig. 7 Results of the deflection analysis by gravity in 5 cases of strip bridge

Table 1 Strip bridge model deflection analysis by gravity

strip bridge model	deflection after gravity analysis	
	Min.(mm)	Max.(mm)
Case 1	-2.93	2.89
Case 2	-5.06	7.63
Case 3	-7.97	32.60
Case 4	-9.60	15.30
Case 5	-12.87	56.30

따라서 Case 1의 스트립 브릿지 형상이 비대칭 딥드로잉 형상인 자동차 시트 사이드 쿠션 패널 제품을 프로그레시브 금형내에서 안정적인 이송과 제품의 탈, 안착에 가장 적합한 형상임을 확인 하였다.

Table 1은 5가지 브릿지 형상 Case에 대한 자중 처짐 해석 결과 분석표이다.

#### 4. 결 론

자동차 시트 쿠션 사이드 패널과 같은 비대칭 딥드로잉 제품을 프로그래시브 공법으로 프레스 성형할 때, 딥드로잉으로 인한 패널의 과도한 유입과 비대칭 무게 중심으로 인해 일반적인 스트립 브릿지로는 금형에서의 제품 상, 하 탈착 및 안정적인 이송이 어렵다. 본 연구는 드로잉 공정 해석을 통해 기존의 브릿지에 살 보강 및 강도를 보강한 브릿지를 설계하였고, 이를 검증하기 위하여 5 가지 브릿지 형상에 대해 자중 처짐 해석을 수행하였다.

(1) 드로잉 성형 해석을 수행한 결과, 기존의 스트립 브릿지는 성형완료 50mm전부터 터짐이 시작됨을 알 수 있었다.

(2) 살 보강 및 강도 보강된 수정 스트립 브릿지는 드로잉 공정 해석 과정에서 터짐은 없었고, 성형완료 40mm전부터 꼬임 현상이 일어나는 것을 알 수 있었다.

(3) 실제 패널의 프로그래시브 성형 공정에서의 구속조건과 동일한 경계조건으로 자중 처짐 해석을 수행한 결과, Case 1(좌, 우 모두 잡아주는 브릿지 형상)에서 최대 2.89mm, 최소 -2.93mm로 변형이 가장 적게 발생하였으며, Case 5(평면에서 봤을 때 좌측에서만 잡아주는 형상)에서 최대 56.30mm, 최소 -12.87mm로 변형이 가장 많이 발생함을 알 수 있었다.

(4) 따라서 비대칭 딥드로잉 차체 부품인 시트 사

이드 쿠션 패널의 경우, 프로그래시브 공법으로 프레스 성형할 때 좌, 우 모두 잡아주는 형상의 스트립 브릿지가 가장 적합함을 확인할 수 있었다.

#### REFERENCES

- [1] K. M. Lee, Y. G. Kim, M. B. Moon, 2013, New Technology for Light Weight Car Body, Trans. Mater. Process., Vol. 22, No. 5, pp. 286~290.
- [2] D. H. Park, C. S. Jung, 2014, A Study on the Complex Automation Die Manufacturing Technology for an Automotive Seat Cushion Panel, Trans. Mater. Process., Vol. 23, No. 2, pp. 75~81.
- [3] Y. T. Jun, 2004, Progressive Die Design Software, CAD/CAM Review, Vol. 10, No. 1, pp. 18~21.
- [4] S. B. Sim, S. T. Lee, 2004, A Study on the Progressive Die Development of Sheet Metal Forming Part, J. Kor. Soc. Manu. Technol., Vol. 3, No. 4, pp. 45~50.
- [5] K. K. Choi, D. C. Lee, 2008, Proc. KAIS 2008 Spring Conf., The Korea Academia-Industrial Coop. Soc., Cheonan, Korea, pp. 35~39.
- [6] Pam-Stamp 2G User's Manual, ESI.
- [7] S. W. Lee, U. T. Shim, K. S. Lee, D. W. Woo, J. Y. Kim, J. H. Kim, 2005, Proc. Kor. Soc. Tech. Plast. 2005 Fall Conf., Kor. Soc. Tech. Plast., Seoul, Korea, pp. 472~475.