

사각통 드로잉시 테일러드 블랭크의 용접선이동 및 성형성에 관한 연구

박석완
기아자동차

Hisashi Hayashi
이화학연구소

Matsuo Usuda
신일본제철

A Study on the Weldline Movement and Formability of Tailored Blanks in Square Cup Drawing

Suk-Wan Pak
Kia Motors Corp.

Hisashi Hayashi
RIKEN

Matsuo Usuda
Nippon Steel Corp.

Abstract

Weldline movement of tailored blanks originates from two sources, primary and secondary. Primary movement occurs by geometrical reason, that is, just scratched lines on the no-weld blanks move during drawing to be fitted to geometrical change. Secondary movement is induced by the characteristics of tailored blanks itself. The primary movement was mainly dependent on the weldline location and not affected by the type of material. The secondary movement caused by laser welding and/or small strength difference in this study was not dominant compared with primary movement.

The formability of tailored blanks always inferior to those of original blanks. This is due to the existence of hardened weld bead. The closer a weldline is to punch corner where drawing is most active, the worse its formability becomes. This is because the weldline prohibits the drawing process. It was confirmed by measuring diagonal length at the blank corner. The mode of fracture was changed from wall break to draw break when the weldline was close to the punch corner.

Key Words : Tailored Blank, Square Cup Drawing, Formability, Weldline

1. 서론

테일러드 블랭크 기술은 차체부품의 성능향상, 경량화, 코스트다운을 동시에 달성할 수 있는 생산기술로, 서로 다른 성질을 가진 판을 레이저 또는 매쉬심 용접하고 그후에 프레스 성형하는 기술이다. 이미 일본, 유럽, 미국을 중심으로 활발히 적용되고 있고, 국내에서도 시제품을 발표할 정도로 친숙해진 이 기술은 제품기술이 우선하여 진행되었기 때문에 실제로는 기초실험 데이터가 그다지 풍부하지 못한 형편이다. 특히 사각통 드로잉의 경우 용접선의 위치에 따른 이동거동 및 성형성의 변화는 제품 적용시에도 관심의 대상이 되는 주제이다. 따라서 본 연구는 용접선의 위치

가 사각통 드로잉시 어떻게 기동하며 또한 성형성에 어떤 영향을 미치는 가를 살펴본 것이다. 여기서는 같은 두께의 저탄소강판과 고장력강판으로 테일러드 블랭크한 것을 조사하였고, 다른 두께의 테일러드 블랭크에 대하여는 향후에 언급하도록 한다.

2. 실험방법

한쪽은 저탄소강판이고, 다른 한쪽은 고장력강판으로 레이저 용접하여 테일러드 블랭크를 제작하였고 용접조건은 다음과 같다.

- 파워: 2.5kW (10 kW CO₂ 레이저)
- 속도: 3 m/min
- 초점: - 1 mm
- 가스: 아르곤 가스, 30 l/min
- 빔: 링 모드

9가지의 용접선 위치를 이용하여 용접선의 이동과 성형성의 변화를 조사하였다. 이 용접선의 위치는 각각 평행그룹(parallel, #1-#4), 대각선그룹(diagonal, #5-#7)), 경사그룹(slant, #8-#9)의 3가지로 나눌 수 있다 (그림 1).

사각통 드로잉의 실험조건은 다음과 같다.

- 펀치: 70 x 70 mm, $r_p = 8$ mm, $r_c = 8$ mm
- 블랭크: 145 x 145 mm
- 다이: 74 x 74 mm, $r_p = 5$ mm, $r_c = 5$ mm
- 블랭크홀더힘: 5 톤

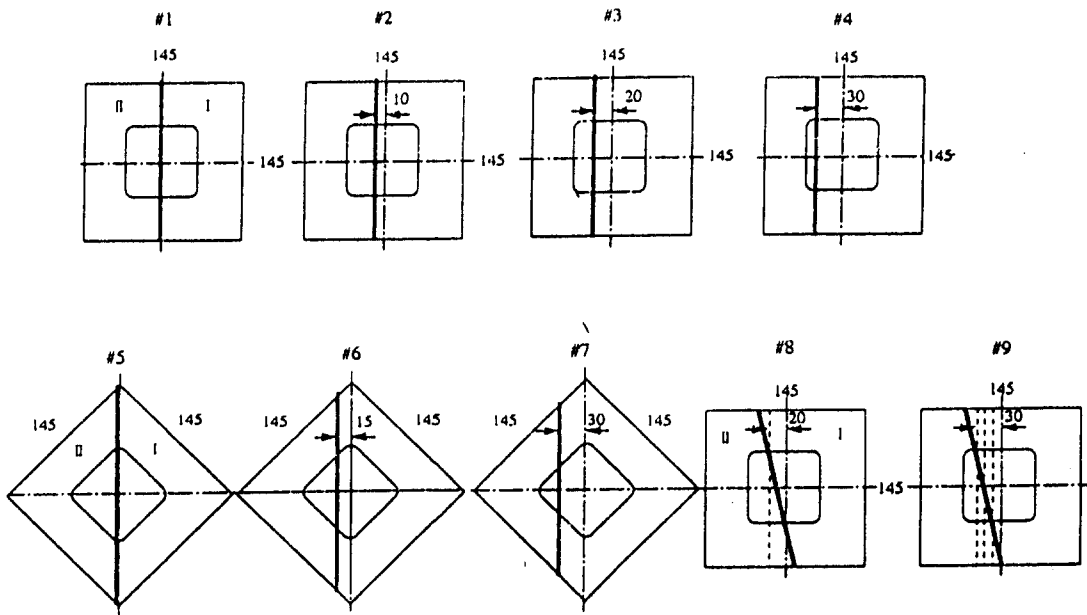


그림 1. 테일러드 블랭크의 9가지 용접선 위치

3. 결과 및 고찰

- 1) 용접선 이동 - 사각통 드로잉에 있어서 용접선의 이동은 2가지의 요소로

나눌 수 있다. 첫째는 드로잉의 기하학적인 형상에 기인하는 이동(1차이동)이 있고, 둘째는 경화된 용접선이나 재료강도의 차이에 기인하는 이동(2차이동)이다. 1차이동은 용접선이 없는 블랭크에 스크래치를 낸 후 그 이동을 조사함으로써 알 수 있다. 그림 2는 1차이동의 양상을 보여주는데, 평행그룹은 다이 R보다는 블랭크 끝쪽이 용접선 이동이 크고, 대각선 그룹은 그 반대이고, 사선그룹은 한쪽은 평행그룹과 유사하고 다른 한 쪽은 대각선 그룹과 유사하게 이동한다. 그 이동거리를 측정하면 평행그룹의 경우 스크래치 선이 중앙에서 멀어질수록, 드로잉깊이가 깊을수록 그 이동거리가 커지는데 거의 직선적으로 증가한다. 대각선그룹은 다른 두 그룹의 이동거리보다 큰 것을 알 수 있다.

테일러드 블랭크의 경우 용접선의 이동을 그림 3에 보인다. 기본적인 양상은 용접선이 없는 경우와 유사하나 1차이동외에 2차이동의 영향이 존재한다. 2차이동만을 뽑아낸 것이 그림 4인데 평행그룹은 마이너스적인 경향이 대각선과 사선그룹은 플러스적인 경향을 보인다.

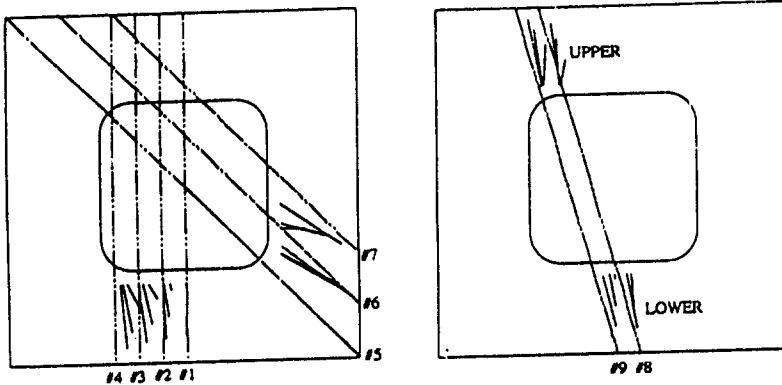


그림 2. 용접선 없는 블랭크에 그린 스크래치선의 이동(1차이동)

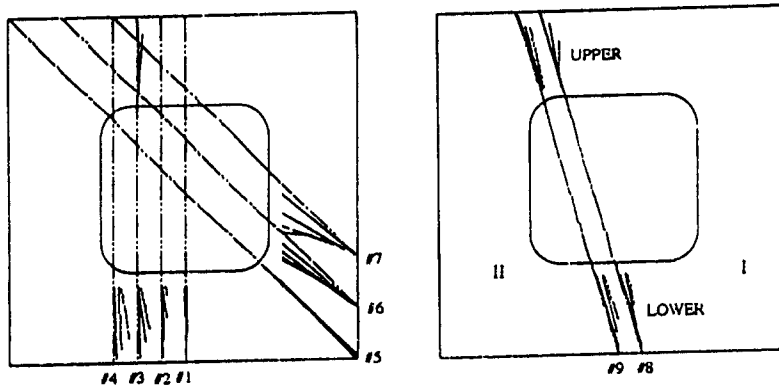


그림 3. 테일러드 블랭크의 용접선 이동

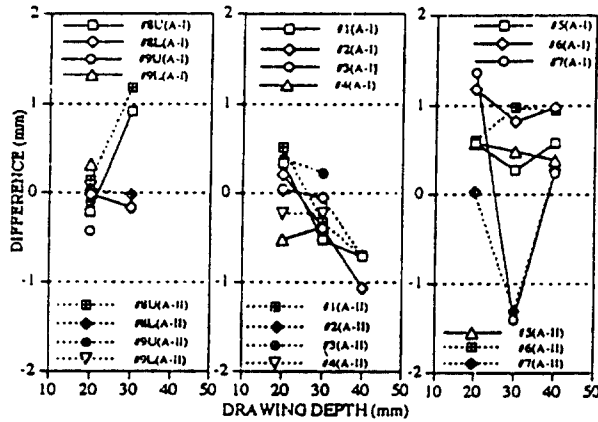


그림 4. 테일러드 블랭크에 있어서 용접선의 2차이동

표 1. 용접선 없는 블랭크와 9가지 테일러드 블랭크의 성형성(0는 양호, Δ는 넥킹, X는 터짐)

드로잉 깊이	용접선없음		테일러드 블랭크								
	저탄소강판	고장력강판	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
10mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20mm	0	0	0	0	0	Δ	0	0	0	0	0
30mm	0	0	Δ	Δ	X	X	0	0	0	X	X
40mm	0	0	X	Δ	X	X	X	Δ	Δ	X	X

성형성 - 용접선이 없는 블랭크의 경우 컵높이가 40mm에 이를때까지 불량 발생하지 않으나 용접선이 있는 경우에는 성형성이 저하된다(표 1). 주로 용접선이 펀치 코너에 걸쳐있는 경우 불량이 발생하므로 평행그룹에서는 #4가, 대각선 그룹에서는 #5가, 사선그룹에서는 #9의 성형성이 열세이다. 그리고 성형성의 저하와 더불어 터짐모드도 월 브레이크에서 드로오 브레이크로 바뀌어 간다. 이렇게 성형성이 저하하는 것은 레이저 용접선이 모재보다 경화되어 드로잉을 방해하기 때문이다.

4. 맺음말

테일러드 블랭크의 용접선 이동은 1차이동과 2차이동으로 이루어져 있고, 1차이동은 기하학적인 요인에 기인하고, 2차이동은 테일러드 블랭크의 특성에 기인한다. 용접선은 중앙에서 멀어질수록, 드로잉깊이가 깊을수록 그 이동거리가 커진다. 레이저 테일러드 블랭크의 성형성은 언제나 용접선없는 원판의 성형성보다 열세이다. 이것은 경화된 용접선의 존재와 각 원판의 성형성 차이 때문이다. 또한 용접선이 펀치 코너에 위치할수록 성형성은 더욱 악화된다.