

U-channel Draw 성형 및 스프링백 해석

최의근¹·박근수²·오학겸¹·유동현³·이상욱[#]

A Forming and Springback Analysis for the U-channel Draw

E.K.Choi, K.S.Park, H.K.Oh, D.H.Yu, S.W.Lee

Abstract

In this paper, ABAQUS, one of the implicit finite element codes, is used to analyze the U-channel Draw benchmark problem of NUMISHEET 2005. Forming and springback stages have been done consecutively to compare their results with the experimental ones. The main measures for comparing are the side wall curl and angle. The result by numerical analysis are shown generally to be correspondent with the experimental results that the max. error is confined under about 10%.

Key Words : U-channel Draw, Sheet Metal Forming, Springback, ABAQUS

1. 서 론

스프링백은 성형 동안 다이와 펀치로 인해 내부에 축적된 에너지가 다이와 펀치가 제거 되면서 내부에너지 발산 형태로 나타나는 현상이다. 본 논문에서는 NUMISHEET 2005 벤치마크 세 번째 문제인 U-channel Draw 에 대한 성형 및 스프링백 해석을 ABAQUS S/W를 이용하여 수행하고자 한다. 예측되는 해석결과는 Fig. 1 과 같다. 해석결과를 실험결과와 비교한다.

2. U-channel Draw 의 문제정의

2.1 개요

U 자 형상의 Channel Draw 는 스탬핑 틀구조 설계로 Fig. 2 와 같이 펀치, 다이, 블랭크, 지지대로 구성되었으며, 하부 펀치는 고정되어 있고, 상부 다이와 블랭크는 -z 방향으로 이동을 할 수가 있

다. 키스 블록은 성형과정시 펀치와 다이 사이에 일정한 공간을 유지하기 위해 사용되고, 드로우 비드는 유입되는 판재의 양을 조절한다.

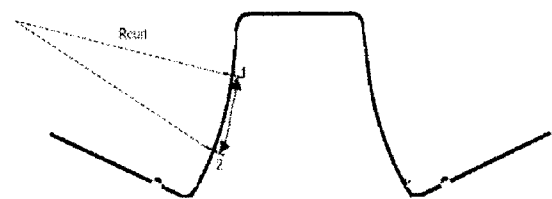


Fig.1 Illustration of the metal shape after springback

2.2 해석에 사용된 물성치

해석에 사용된 재질은 DP600, HSLA50 으로, 물성치를 Table 1 과 Table 2 에 나타내었다[1]. DP600과 HSLA50 은 등방성탄성과 함께 소성금속으로 구성되어 있어 있으며, 소성은 Hill 이방성 항복 조건 (anisotropic yield criterion)을 따른다.

1. 순천향대학교 기계공학과

2. 삼호조선

3. 성균관대학교 기계공학과

교신저자: 순천향대학교 기계공학과

E-mail: swlee@sch.ac.kr

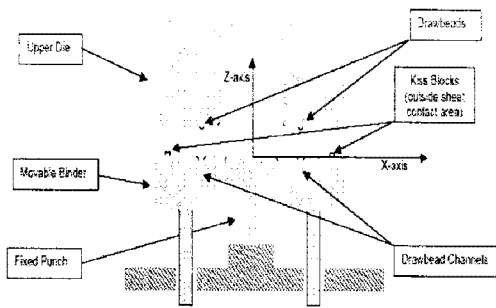


Fig.2 Tooling components and coordinate system[2]

Table 1 DP600 material properties[1]

밀도(ρ)	7870 kg/m ³
탄성계수(E)	210 GPa
항복응력(σ_y)	426 MPa
응력-소성변형을 곡선	$\bar{\sigma} = K(\epsilon_0 + \epsilon_p)^n$: $\epsilon_0 = 0.00228$ $K = 1080.4 \text{ MPa}$ $n = 0.153$
프와송 비(ν)	0.30
랭크포드 비(R)	$R_0 = 0.821$ $R_{45} = 0.915$ $R_{90} = 0.969$

Table 2 HSLA50 material properties[1]

밀도(ρ)	7870 kg/m ³
탄성계수(E)	210 GPa
항복응력(σ_y)	429.9 MPa
응력-소성변형을 곡선	$\bar{\sigma} = K(\epsilon_0 + \epsilon_p)^n$: $\epsilon_0 = 0.0141$ $K = 753.9 \text{ MPa}$ $n = 0.132$
프와송 비(ν)	0.30
랭크포드 비(R)	$R_0 = 0.581$ $R_{45} = 1.166$ $R_{90} = 1.013$

2.3 유한요소 모델링

U-channel Draw 는 유한요소 상용 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 해석 하였다. Fig. 3 에 있는 치수를 이용하여 축대칭 조건으로 각각 펀치, 다이, 블랭크 홀더, 블랭크를 Fig. 4 와 같이 유한요소 모델링을 하였다. 요소 생성을 250 개, 블랭크 두께방향으로 5개 적분점, -z 방향으로 드로우 비드

5.43 mm, 블랭크 홀더 행정 깊이 245 mm로 성형을 하였다. 펀치, 다이, 블랭크 사이에 마찰계수는 0.12이며, 블랭크의 두께는 1 mm이다. 1차적으로 다이가 블랭크 홀더까지 5.42 mm 성형, 2차적으로 다이와 블랭크 홀더가 동시에 245 mm 까지 성형을 하였다. 마지막으로 다이와 펀치로 인해 내부에 축적된 에너지가 다이와 펀치가 제거 되면서 내부에너지 발산 형태로 스프링백 현상이 발생한다.

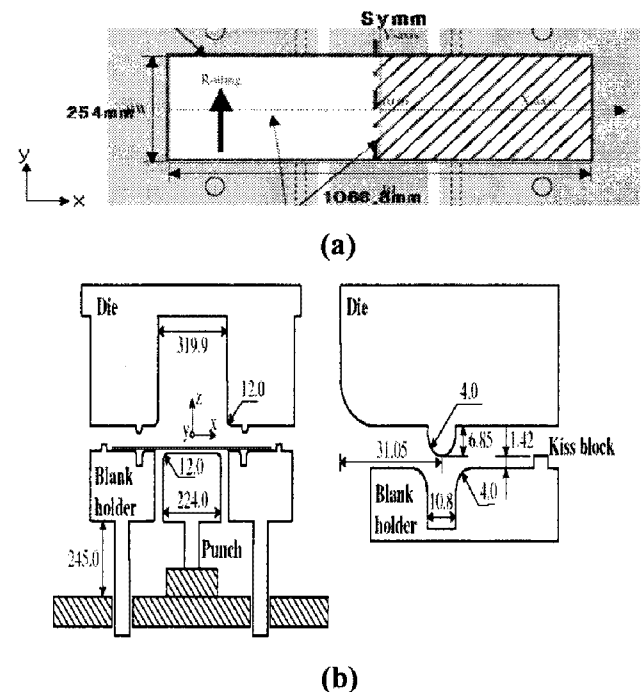


Fig. 3 Blank and tool dimensions : (a) Initial blank size 254mm×1066.8mm (b) Major Tooling Dimensions

2.4 해석 및 실험 결과 비교

Fig. 5 과 Fig. 6 은 각각 DP600과 HSLA50 의 스프링백 전과 후의 형상변화와 등가소성변형률(equivalent plastic strain)을 보여준다.

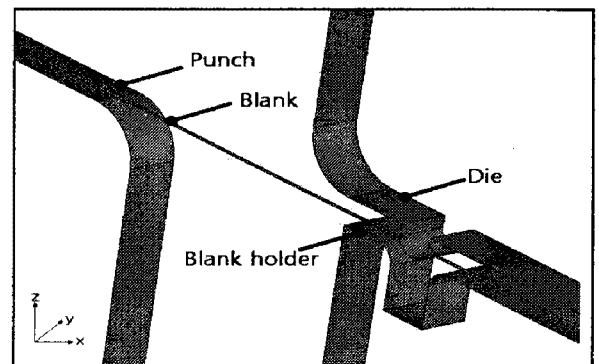


Fig. 4 Finite element model for the U-channel Draw[3]

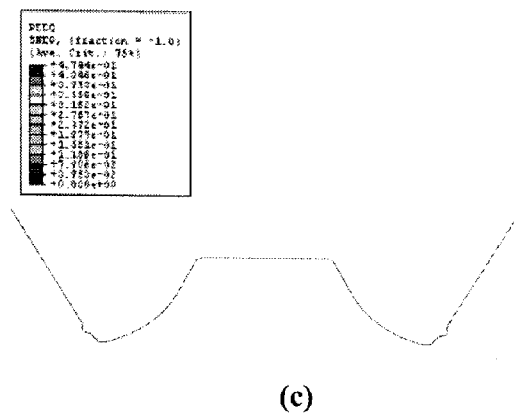
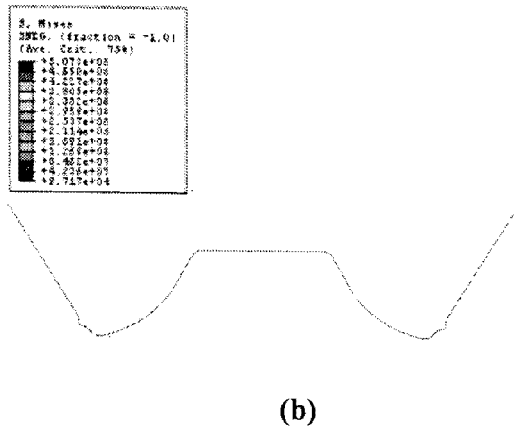
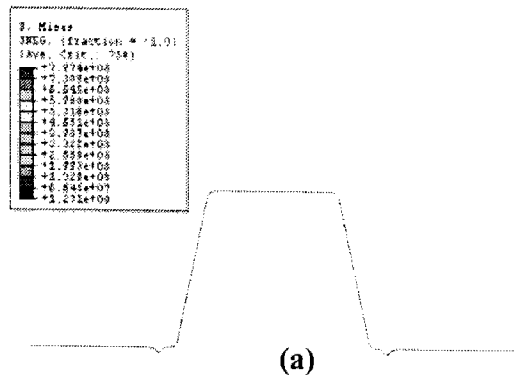


Fig. 5 Deformed shapes of DP600 blank: (a) after forming (b) after springback (c) equivalent plastic strain

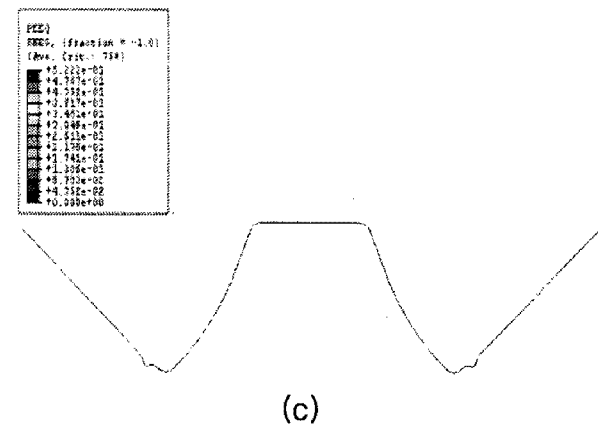
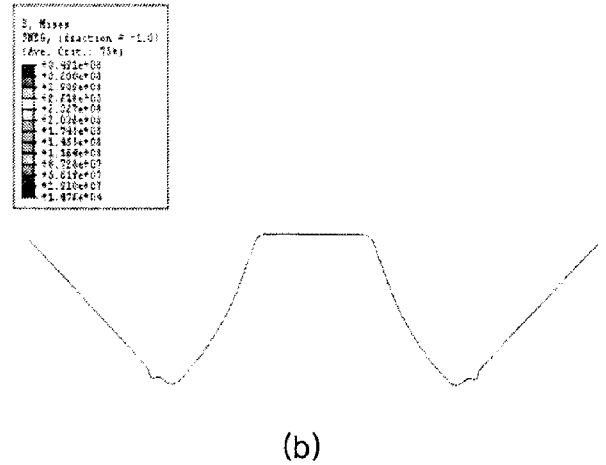
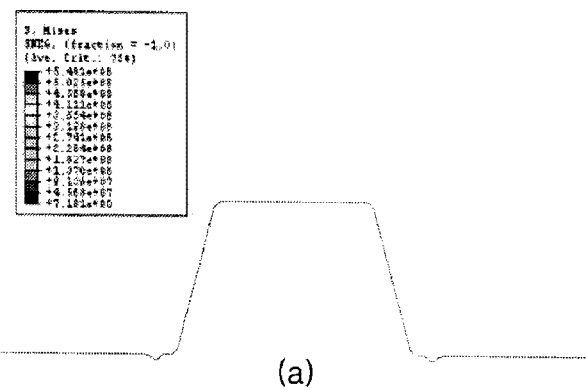


Fig. 6 Deformed shapes of HSLA50 blank: (a) after forming (b) after springback (c) equivalent plastic strain

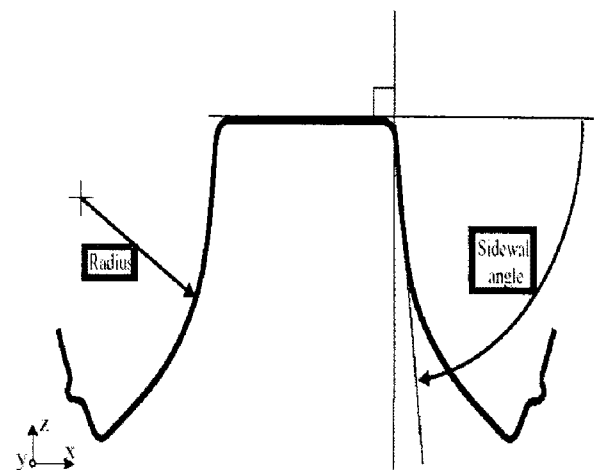


Fig. 7 Two variables and for measuring springback

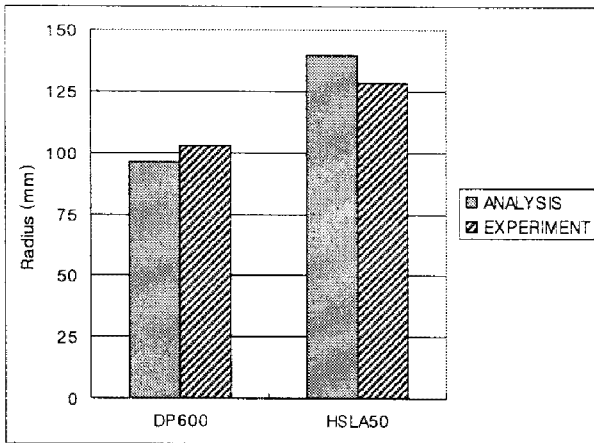


Fig. 8 Results of radius by analysis and experiment[2]

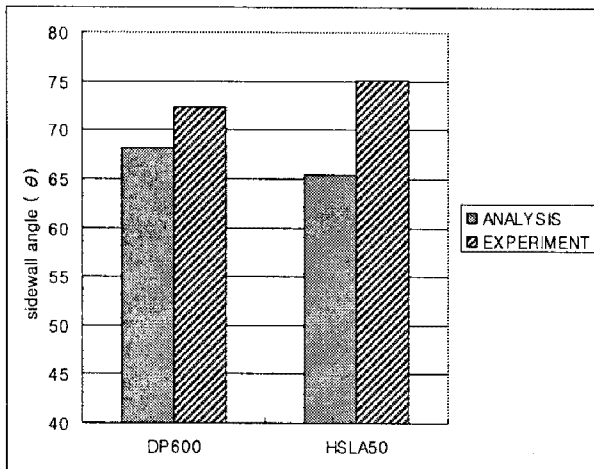


Fig. 9 Results of sidewall angle by analysis and experiment[2]

DP600 블랭크가 HSLA50 블랭크보다 옆면 Curl 스프링백 양이 매우 큼을 알 수 있다. 이는 DP600 재질이 HSLA50 재질보다 강성이 높기 때문에 발생한다(Table 1, 2 참조). 등가소성 변형율은 DP600과 HSLA50에서 각각 최대

0.47, 0.52로 나타났으며 파단은 발생하지 않았다. 실제 실험을 통한 측정 결과와 ABAQUS를 사용하여 해석한 결과를 비교해 보았다. Fig. 7에 표시된 곳에서, DP600과 HSLA50의 Radius, Sidewall angle 값을 측정하여 Fig. 8과 Fig. 9에 나타냈다. 해석 결과와 실험 결과를 비교 분석한 결과 DP600의 해석과 실험 결과의 오차는 약 5.5%, HSLA50의 해석과 실험 결과의 오차는 약 10.5% 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

3. 결 론

Numisheet 2005 Benchmark #3 인 U-channel Draw 성형 및 스프링백 해석의 결과와 실험결과를 비교해 보면 DP600의 해석과 실험 결과의 오차는 약 5.5%, HSLA50의 해석과 실험 결과의 오차는 약 10.5% 정도 되었다. 이로부터 해석결과와 실험 결과가 어느 정도 잘 일치함을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 포항산업과학연구원의 지원으로 수행 되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Daniel E. Green, 2005, Description of Numisheet 2005 Benchmark #3 Stage-1 : Channel Draw with 75% drawbead penetration, NUMISHEET 2005 conference, PART B, pp894-904
- [2] Thomas B Stoughton, Daniel Green, Mark Iadicola, 2005, Specification For BM3: Two-stage Channel/Cup Draw, NUMISHEET 2005 conference, PART B, pp1157-1172
- [3] ABAQUS, ABAQUS ver. 6.5 User's Manual 2004.