

무용접 너트 플레이트의 성형을 위한 다단 공정 해석 Multi-stage Process Analysis for Forming of a Weldless Nut Plate

*최현준¹, #김기풍¹, 류신호³

*H. J. Choi¹, #K. P. Kim(keepkim@kitech.re.krcom)², S. H. Ryu³

¹한국생산기술연구원 그린몰드기술센터, ²프로텍코리아(주)

Key words : Weldless Nut Plate, Multi-stage Process

1. 서론

최근 자동차, 전자 제품 등의 산업은 공정 수의 저감을 위해 용접 부품을 일체화하기 위한 연구를 진행하고 있다. 다단 공정은 드로우 성형공정 후 얇아지는 부위를 초기 소재 두께보다 두껍게 만들기 위해 단조와 같은 압출력을 가하여 성형하는 프레스와 단조의 복합공법이다.[1]

본 논문에서는 무용접 너트 플레이트의 성형을 위한 다단 공정 해석을 수행하였다. 3차원 육면체 요소(3D hexagonal element)를 이용한 다단 성형 해석 기법을 제시하였다.

2. 연구 대상 및 성형해석 조건

2.1 연구 대상 및 재료 특성

본 논문의 대상은 차량용 너트 플레이트 부품이다. 제품 형상과 두꺼워지는 부위 및 두께 치수를 Fig. 1에 도시하였다. 프로그래시브(progressive) 금형을 이용한 2개 공정으로 성형된다. 성형 해석은 드로잉(drawing), 피어싱(piercing), 포밍(forming)에 등의 11개 공정을 수행하였다. 소재 물성은 SAPH440으로 두께는 1.7mm이다. 열연강판의 특성을 고려하여 등방성으로 가정하였고, 응력-변형률 선도는 Fig. 2에 도시하였다.

2.2 성형 해석 조건

초기 블랭크 형상과 경계조건은 Fig. 3에 도시하

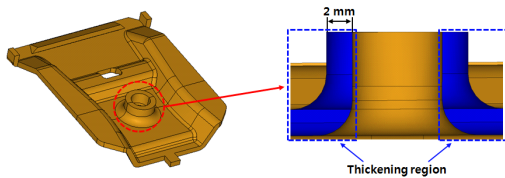


Fig. 1 Product Shape and thickening region

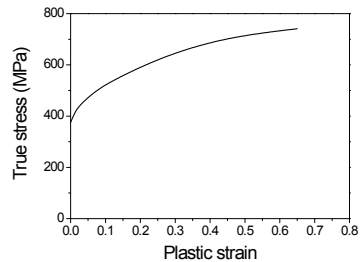


Fig. 2 Stress-strain point data of SAPH440

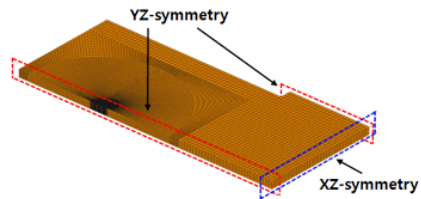


Fig. 3 Initial shape and boundary condition for the blank

였다. 블랭크는 3차원 육면체 요소를 사용하였고 블랭크의 두께방향으로 5개층(5layer)을 적용하였다. 드로잉 성형 부위는 방사형으로 유한요소모델링하였다, 형상이 대칭이므로 1/2 모델을 이용하였다. 블랭크 홀딩력과 컬롱 마찰계수는 각각 10 kN, 0.12로 부과하였고, 성형해석은 LS-DYNA를 사용하였다.

3. 다단 성형 공정 해석 결과

3.1 드로잉 공정 해석 결과

초기 드로잉 공정은 증육할 수 있는 체적을 확보하기 위한 기초적이고 중요한 공정이다. 초기드로잉 공정 해석 결과는 Fig. 4에 도시하였다. 펀치 머리부의 두께는 0.84mm까지 감소하였고, 이때 변형을 최소로 줄이는 것이 체적확보에 유리하다.

3.2 포밍 공정 해석 결과

포밍 공정은 소재가 외부로 나가는 것을 차단하면서 소재를 증육부로 이동시키는 공정이다. 포밍 해석 결과는 Fig. 5에 도시하였다. 펀치부에서 얇아졌던 부분은 다단성형을 통해 소재의 유입으로 두꺼워졌다. 도시되지 않은 OP70 공정은 피어싱 공정이다.

3.3 피어싱 공정 모델링 및 기법

현재 3차원 육면체 요소를 이용하는 경우 피어싱 공정 해석하는 데에는 많은 시간이 소요된다. 본 논문에서 Fig. 6와 같이 드로잉 형상을 이용하여 피어싱 형상을 모델링하고 응력 및 변형율에 대한 정보를 맵핑(mapping)하는 기법을 이용하였다.

3.4 업셋팅과 압출 공정 해석 결과

포밍 공정에서 소재를 증육부로 이동시키고, 최

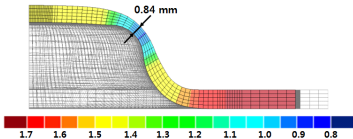


Fig. 4 Thickness distribution for the 1st drawing operation

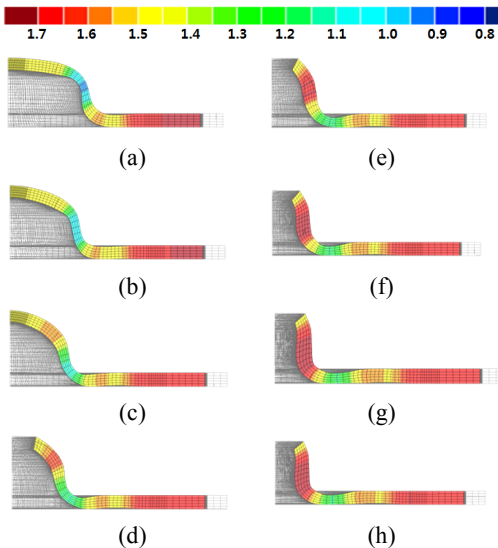


Fig. 5 ZX-section view for the forming operation :
(a)OP40; (b)OP50; (c)OP60; (d)OP80;
(e)OP90; (f)OP100; (g)OP110; (h)OP120

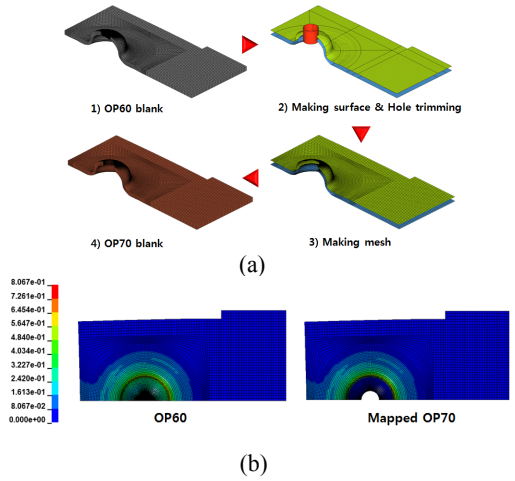


Fig. 6 Piercing modeling procedure and mapping result : (a)modeling procedure; (b) effective strain result

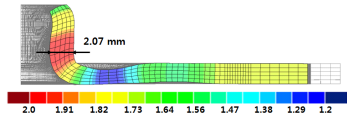


Fig. 7 Thickness result for the upsetting operation

종 업셋팅과 압출 공정에서 압축성형을 진행하여 두께를 증가시켰다. 업셋팅과 압출 공정 해석 결과는 Fig. 7에 도시하였고, 최대 2.07mm 까지 두께가 두꺼워졌다.

4. 결론

본 논문에서는 무용접 너트 플레이트의 성형을 위한 다단 공정 해석을 수행하여 공정수 저감에 대한 가능성을 볼 수 있었다. 또한 일체형화 부품으로 제작되어 기존 제품보다 강도가 높을 것으로 판단하였다. 향후에는 실험을 수행하고 해석과 비교하고, 해석을 통하여 사이징 공정을 저감하는 공정 설계를 진행할 계획이다.

참고문헌

1. Ishihara, S., Mine, K. and Suzumura, T., "Development of Thickening Process by Thick Plate," JSTP, 44, 409-413, 2003.
2. 최홍석, 김병민, 남기주, 고대철, "플라스티신을 이용한 보스 부품의 증육 공정 설계," 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 129-130, 2009.