

TRB 비드의 핫에어 포밍 클램프 시뮬레이션 Hot-Air-Forming Clamp Simulation of TRB Bead

*#신동우¹, 김동욱², 류용문², 배원락¹, 윤영식¹

*#D. W. Shin¹(sdw@ghi.re.kr), D. O. Kim², Y. M. Ru², W. R. Bae¹, Y. S. Sic¹
¹경북하이브리드부품연구원, ²자동차부품연구원

Key words : TRB(Tailor Roller Blank), Hot-Air-Forming

1. 서론

최근 환경 및 자원고갈로 등으로 인하여 자동차의 연비에 대해 많은 관심이 기울여지고 있다. 이러한 추세에 맞추어 자동차 샤시, 관널 부분에서는 기존의 스틸 계열의 부품을 알루미늄이나 마그네슘 판재와 같은 경량합금을 사용한 부품으로 대체하고 있다. 하지만 이러한 경량합금들은 기존의 소성가공에 의한 가공이 어렵다는 단점이 있다. 때문에 소재를 고온으로 가열하여 금속의 가공경화지수를 낮추는 방식과 수압 또는 공압과 같은 유체의 압력을 이용하는 특정부분에 응력집중을 막는 방식을 이용하고 있다.

본 연구에서는 상기에 기술한 두가지 공법을 동시에 적용한 것으로 고온에서 공압을 사용하여 판재를 가공하는 방식을 적용 하였다. 하지만 이러한 공법은 크게 두가지의 문제점을 가지고 있다. 하나는 가스가 누출되어 가공에 필요한 압력이 형성되기 어려운 점과 두께가 변화하는 비드(Bead) 부분의 거동이 어떻게 되는지 예측되지 않는다는 것이다. 따라서 이러한 문제점을 예측하기 위해 위와 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 다음과 같이 분석하였다.

2. 기밀도 시험 (Leakage Test)

핫에어 시트포밍에서는 TRB 판재를 적용하여 성형하였을때 두께가 변화 하는 곳에서 기밀성이 급격히 떨어지는 것으로 예상 되었다. 따라서 TRB 판재와 Clamp과 Seal을 위한 Punch(이하 'Punch')와 Die를 모델링 하여 기밀성 여부에 대해 판단하였다. Fig.1과 같이 Punch는 Die와 같은 형태를 Type1과 Type2로 구분하여 Punch의 형태에 따른 기밀성의 차이를 확인하고자 하였다.

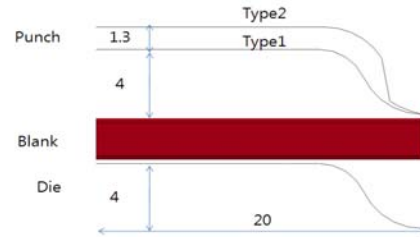


Fig. 1 금형의 모델 정면

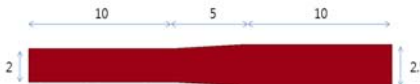


Fig. 2 Blank 측면

Blank는 Fig. 2과 같이 두께를 달리하는 롤러 압연 판재이며 판재의 두께 변화 부는 약 5 mm로 설정하였다.

3. 해석을 위한 경계조건

해석을 위한 모델은 대칭을 고려하여 1/2 모델을 생성하였고 판재의 두께변화와 두께부분에 적용되는 응력을 확인하기 위해 Solid 모델을 사용하였다. 이때 격자의 크기는 두께 방향으로 10개의 격자를 생성하여 총 74,000개를 생성하였다. Blank의 재질은 아래의 표와 같이 적용하였다.

Table 1 Material of Blank

EX	71 000	Mpa
NUXY	0.36	No Units
DENS	2.77E-9	Tonne mm ⁻³
Yield Stress	280	Mpa
Tangent Modulus	500	Mpa

Punch의 외력은 0.1초 동안 0N에서 500N으로 다시 40,000 N으로 두단계로 나누어 적용하였다.

4. 결과

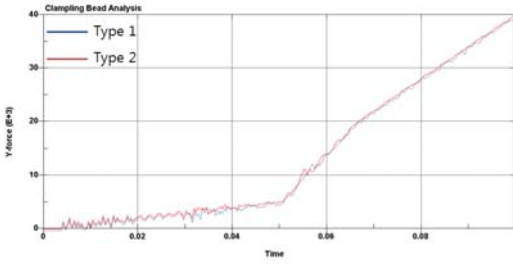


Fig. 3 Reaction Force of Die

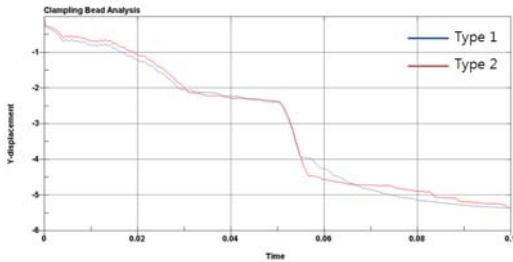


Fig. 4 Displacement of Punch

Fig. 3에서 보는바와 두가지 Punch의 형태가 다름에도 적용한 Force가 같기 때문에 Die에서 추출된 반력도 거의 같다는 것을 볼 수 있다. 하지만 Punch는 두 가지 형태 모두 최종적으로 약 -5.5 mm의 변위를 나타내지만 변위는 0.05 ~ 0.1 초 구간에서 다른 경향성을 나타내는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 원인은 아래의 Fig. 5를 통해서 설명할 수 있다.

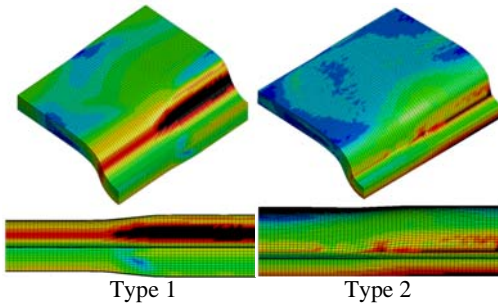


Fig. 5 Stress and Shape

Fig. 5에서는 최종적으로 성형된 판재의 형상과 응력을 보여주고 있다. 위의 결과에서 Type 1은 두꺼운 부분의 측면에서 응력이 집중되었고 바닥의 두께가 차이가 있으며, Type 2에서는 비교적 바닥면에 고르게 응력이 분포 하였고 바닥면에 단차가 발생하기 않은 것을 확인 할 수 있었다. 이처럼 Fig. 4와 Fig. 5에서 Type 1과 Type 2의 차이가

발생하는 것을 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- 1) Punch의 형상이 상대적으로 넓은 Type 1은 Type 2에 비해 판재의 압축에 사용하는 에너지가 많다.
- 2) Type 1은 두께가 두꺼운 부분에 응력이 집중되는 것을 확인 할 수 있다.
- 3) Type 2는 Type 1에 비해 상대적으로 많은 에너지를 판재를 V형태로 변형하는데 사용한 것을 확인 할 수 있으며 응력과 변형이 판재의 두께에 상관없이 고르다는 것을 확인 할 수 있다.
- 4) 따라서 Hot-Air-Forming을 위한 Seal 부분의 Clamp쪽의 Punch 형상은 가능한 좁고 높아야 효과적임을 확인 할 수 있다.

참고문헌

1. Kim Dongok, Ryu Yongmun, HanBoemsuck, Shin Dongwoo, Toon Youngsik, Kim Minseok, Lee Eungki, "Experimental and numerical analysys on sheet hydroforming process of aluminum alloys", FISITA, 2008
2. 신동우, 윤영식, 김동욱, 한범석, 류용문, 박준영, "열간가스를 이용한 자동차 센터필러의 성형해석", 2009 KSAE 부문종합 학술대회, 1408~1411, 2009