

역해석을 이용한 프론트필러 블랭크 형상의 최적화에 관한 연구

Optimization Design of Front Pillar Blank Shape by Inverse Analysis

*김지태¹, 문정환², 서판기³, 강충길⁴

*J.T.Kim¹, J.H.Moon², P.K.Seo³, #C.G.Kang⁴(cgkang@pusan.ac.kr)

¹ 현대하이스코 기술연구소 경량화연구팀, ² 부산대학교 기계공학부 일반대학원

³ (주) 신영 기술연구소 금형기술부, ⁴ 부산대학교 정밀정형 및 금형가공연구소(ERC/NSDM)

Key words : Hot stamping, 22MnB5, Boron steel, Die quenching

1. 서론

최근 한정적인 화석연료와 환경오염의 문제가 대두되면서 자동차 산업에서는 에너지 절감의 필요성과 세계적으로 강화되고 있는 배기가스 규제 등에 대응하기 위한 기술개발이 요구되고 있다. 또한 승객의 안전을 위한 자동차의 충돌성능향상도 요구되고 있으므로 자동차 제조사들은 차체의 경량화를 통하여 연비를 개선함과 동시에 고강도화를 통한 안정성도 함께 확보할 수 있는 기술개발에 관심이 집중되고 있다. 충돌 안정성 확보와 경량화라는 상반되는 요구를 만족시키기 위해서, 초고강도 강판을 차체에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나, 초고장력 강판을 차체에 적용하기 위해서는 스프링백과 낮은 연신률 때문에 어려움이 있다. 특히, 강판의 강도가 높아 집에 따라 가공성이 저하되어 적용에 많은 제약이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서, 최근 다이퀀칭(Die quenching)을 적용한 핫스탬핑 성형공법을 자동차 차체에 적용하고 있다.

판재성형 공정에 적용하기 위한 블랭크 형상 최적화 방법이 여러 연구자들에 의해 소개되었다. 대표적인 방법으로는 역 추적기, 이상공정, 기하학적 함수법, 유한요소해석을 통한 시행착오법에 의한 블랭크 설계법이 있다.

하지만, 핫스탬핑 금형 구조와 공정변수가 성형성에 미치는 영향에 관한 연구와 최적화 블랭크 설계에 관한 연구는 상대적으로 부족하다. 프레스 금형의 구조와 공정변수는 핫스탬핑을 포함한 모든 박판 성형 공정에서 제품의 품질과 직결되는 부분이며,

또한 프레스금형은 가공중 문제가 발생하더라

도 수정이 어렵고, 또한 수정은 시간과 비용이 많이 소모 되므로 금형의 공법설계 단계 에서부터 철저한 분석과 해법모색으로 제작중의 문제를 극소화 하여야 한다.

2. 성형해석을 통한 블랭크 형상 설계

판재성형에서는 블랭크의 최적화 설계로 가능하다. 최적화 블랭크형상을 얻기 위해, Fig. 1의 알고리즘과 같은 설계방식으로 최적화 블랭크를 도출하였다. 최적화 형상 설계는 다음과 같이 크게 6단계로 나뉘어 진다. 1)제품 형상을 바탕으로

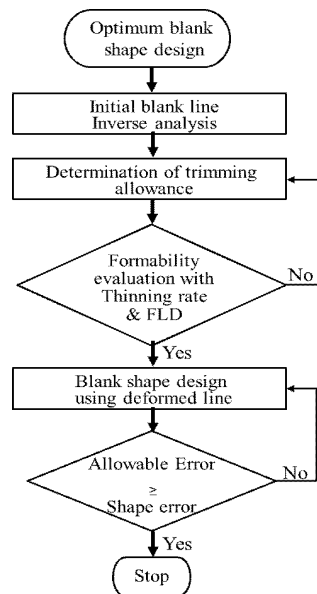


Fig. 1 Schematic algorithm for optimum blank shape

초기블랭크 형상을 도출하여, 2) 초기형상을 바탕으로 트리밍여유를 결정한다. 3) 트리밍여유를 적용하여 목표형상을 결정한 후 성형해석을 통하여 변형경로를 분석한다. 4) 변형경로를 이용하여 체적가감법으로 블랭크의 형상을 수정한다. 5) 목표형상과 소성변형후의 형상을 분석하여, 오차를 계산한다. 6) 오차가 50mm를 넘지 않으면 최종형상으로 적용하고 초과시에는 4단계부터 다시 시작한다.

기존의 데이터를 바탕으로 추측 값을 적용하게 되는데 이 방법이 외삽법이다. 외삽법은 Excel의 Math card의 predict함수를 사용하여 구하였고, 기존 노드의 변형이력을 바탕으로 외삽한 노드의 이력을 2D CAD상으로 옮겨 각 노드점에 대입시켰다. 2D CAD상의 확장된 외삽 곡선을 바탕으로 목표형상보다 미달한 부분은 증가(Volume addition), 목표형상을 넘는 부분은 가감(Volume subtraction)하여 블랭크 형상을 수정한다.

Fig. 2(a)는 최적화 설계된 블랭크와 스템핑후의 외곽선을 목표형상과 2D상으로 투영한 것이다. 목표형상과 스템핑후의 외곽선을 비교하여 보았을 때, 오차범위 내에서 수렴하였다.

Fig. 2(b)에 나타난 최종 블랭크형상을 적용한 성형해석 결과이며, 17%이상의 두께감소가 나타나지 않아 양호한 품질의 제품을 도출할 수 있었다.

4. 결론

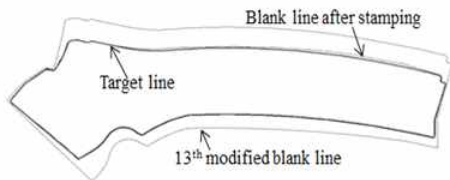
J-STAMP를 이용한 시뮬레이션 결과를 바탕으로 자동차 부품인 프론트필러의 블랭크 설계에 관한 연구를 수행하여 최적의 블랭크 형상을 도출하였다. 핫스탬핑공법에 적용하기 위한 금형형상은 폼 타입금형이 적합하다. 핫스탬핑 공정에 적용하기 위해 제시한 블랭크 형상설계 방법으로 설계된 블랭크를 적용하여 성형해석과 시제품에서 두께 감소에 의한 파단과 주름이 없고 목표형상과 오차범위 내에서 수렴하는 제품을 얻을 수 있었다. 블랭크 수정 횟수가 총 13회로 예상보다 증가한 이유는 형상이 복잡하고 성형면적이 커 변형경로 파악의 어려움과 외삽법에 의한 확장곡선이 휘어지는 경우가 발생하여, 체계계산시 발생한 오차에 의해 수정횟수가 증가하였다.

후기

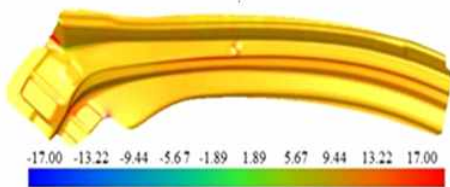
본 과제(연구)는 지식경제부와 한국산업진흥원의 전략기술인력양성사업의 지원과 지식경제부의 동남광역경제권 선도사업 육성사업(기술개발)으로 수행된 연구 결과입니다.

참고문헌

- 1 G. H. Bae, H. Huh, J. H. Song, S.H. Kim, 2006, Light-weight Design with a Simplified Center-pillar Model for Improved Crashworthiness, Trans. Kor. Soc. Auto. Eng., Vol. 14, No. 6, pp. 112~119.
- 2 Y. S. Suh, M. W. Ji, K. H. Lee-Y. S. Kim, 2010, Application and Verification of Virtual Manufacturing to Hot Press Forming Process with Boron Steel, Trans. Kor. Soc. Auto. Eng., Vol. 18, No. 2, pp. 61~66.
- 3 R. Kolleck, R. Veit, M. Merklein, J. Lechler, M. Geiger, 2009, Investigation on induction heating for hot stamping of boron alloyed steels, CIRP J. Manuf. Sci. Technol., Vol. 58, No. 1, pp. 275~278.
- 4 R. Sowerby, J. L. Duncan, E. Chu, 1986, The modeling of sheet metal stampings, Int. J. Mech. Sci., Vol. 28, pp. 415~30.



(a) 13th modified blank line



(b) Thickness reduction map in the 13th blank line design

Fig. 2 Final blank shape and tickness reduction map