

대형 프레스 제품의 검사방법에 대한 연구

*유상열¹, 김태호¹, 박재덕¹, 김순경², 전언찬³(돋움체 10pt)

¹ 동아대학교 기계공학과, ²동의과학대학교 자동차과, ³동아대학교 기계공학부

A Study on the Method of Inspection for Heavy Press Product

*S. R. You¹, T. H. Kim¹, J. D. Park¹, S. K. Kim², E. C. Jeon³

¹Dept. of Mech. Eng., Dong-a Univ., ²Dept. of Automobile Dong-eui Institute of technology, ³Div. of Mech. Eng. Dong-a Univ.

Key words : Press mold, Error measurement, Reverse Engineering.

1. 서론

지난 몇 년간 세계에서는 가상공간에서의 삼차원 형상을 구현하는 것과 관련된 많은 분야가 급속히 발전되었다. 이는 광고나 영화계뿐만 아니라 산업계의 개발 및 생산에 관련된 분야에서 컴퓨터를 이용하여 자료를 형상화한 후 분석하고 제조하는 관리 시스템을 운영하는 것으로 잘 알 수 있다. 이러한 움직임 속에 개발기간을 단축하고 삼차원 CAD자료를 이용하여 빠른 시간에 시제품을 만들 수 있는 RP(reverse prototyping) 분야가 생겼으며, 이와 유사한 시기에 자유곡면의 형상을 가진 제품들을 CAD자료로 만들어 가공, 분석, 영상자료 등으로 이용할 수 있는 역설계(RE: reverse engineering) 분야도 발전하였다. 자유곡면을 가지는 대부분의 제품들은 점토나 석고, 수지, 나무 등으로 만든 실물 모형에서 3차원 데이터를 획득하여 이를 3차원 형상으로 재구성하는 역설계를 이용하고 있다.¹⁾ 이와 같은 방법으로 개발기간을 단축할 수 있으며, 곡면 설계에 대한 문제점을 해결할 수 있다.²⁻³⁾ 역설계를 위한 측정방법은 1980년대에 후반에 이르러 3차원 형상측정기술은 고정밀화, 고속화 그리고 비접촉화의 방향으로 발전하게 되었다. 3차원 형상측정기술은 접촉식 3차원 좌표측정기에 전적으로 의존하다가, 광전자복합기술의 현격한 발달로 인하여 물리학에서의 광학이론들이 실제 측정시스템에서 손쉽게 구현되어지면서부터 급속하게 발전하게 되었다.⁴⁾

비접촉식 측정방법은 측정원리 및 구현 방법에 따라 광 측정법, 슬릿빔 주사법, 영사식 모아레법, 공간부호화 측정법, 디지털 카메라 측정, 백색광 주사 간섭법 등 다양한 형태의 측정 방법이 존재한다.⁵⁾ 이러한 역설계 방법을 프레스 금형 제품의 검사에 활용할 수 있다.

현재 비접촉식 측정장치를 활용한 프레스 제품 및 금형 검사는 최종 제품에 대한 검사가 일반적이다.⁶⁾ 이는 최종 제품에 나타난 오차를 설명할 수는 있지만 근본적인 오차원인분석, 금형 보수 및 교체시기에 대한 분석을 정량적으로 할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 프레스 제품 및 금형의 검사에 3차원 비접촉식 측정장치를 활용하여 드로잉, 트리밍, 리스트라이킹, 펀칭&피어싱 공정의 5만번째 제품의 동일 부위에 검사를 수행하여 정확한 오차원인을 분석하고자 한다.

2. 실험장치

Table 1 Specifications of EXYMA-E300

Scanning Area(mm)	300×225×200
Scanning	Fast (0.7sec)/Precision(1.8sec)/ High Precision(3.5sec)
Optimal Scanning Distance	800mm
Maximum Number of Data Point (per Scan)	300,000 points
Operating Temperature	15~30℃
Scanning Method	Moire & PMP Method
Product Size(mm)	295×210×78
Product Weight	2.6kg
Camera Resolution	640×480 pixels
Power	AC110~240V, 50Hz/60Hz
Light Source	Laser Class II Type

본 연구에서는 3차원 측정을 위하여 측정영역에 비하여 높은 측정 분해능을 가지는 모아레 방식과 간결한 시스템 구성이 용이한 위상천이 방식의 장점을 결합시킨 EXYMA-E300을 사용하였다. 스캐닝 모드를 3단계(fast, precision, high precision mode)로 선택함으로써 작업 효율성을 향상시킨 제품이며 본 제품의 사양을 Table 1에 나타내었다

3. 실험방법

본 실험에서 사용된 측정물은 실제 현장에서 생산중인 Brace Center Pillar이다. 이 제품은 Hitachi Zosen사의 1200t 프레스를 이용하여 순차금형(progressive mold)으로 성형되었다.

작업공정은 드로잉, 트리밍, 리스트라이킹, 펀칭&피어싱의 과정으로 구분할 수 있다. 각 공정별 50,000번째 제품의 동일부위에 검사를 수행하였다. Fig. 1은 본 실험에 사용된 프레스를, Fig. 2는 각 공정별 제품을 나타내고 있다. Table 2는 소재에 대한 특성을 나타내고 있다.



Fig. 1 1200 ton-hydraulic press

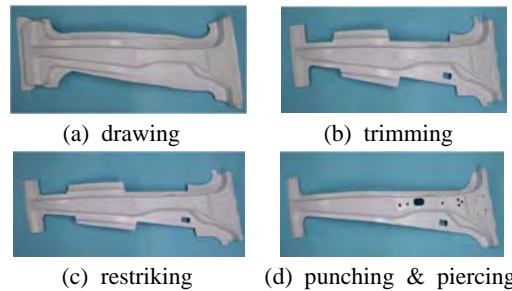


Fig. 2 Shape of products

Table 2 Material property

Material grade	APFC440(3.2mm)
Young's Module	210GPa
Poisson's Ratio	0.3
Material Hardening Model	$\sigma = k(\epsilon_0 + \epsilon)^n$ $k = 0.7604\text{GPa}$ $\epsilon_0 = 0.0139$ $n = 0.18$
Rankford Coefficient Normal	1.17

획득된 데이터를 역설계프로그램을 사용하여 서피스 형상으로 변환한 후 특정점을 이용하여 각 부분을 병합(merging)하여 완성된 하나의 형상을 만들었다. 이 완성된 3차원 측정데이터를 CAD데이터와 금형데이터와 검사하여 전체 일치도를 구한후 세부오차분석을 위해 X축 방향으로 20mm, Y축 방향으로 30mm 간격으로 섹션을 나누어 각각을 비교 분석하였다.

4. 실험결과 및 고찰

각 공정별 제품을 금형데이터 및 제품 CAD 데이터와 비교한 결과 초기 공정에서는 스프링 백 현상에 의한 양쪽 끝단의 들림 현상이 발생하였으나 각각의 공정을 거치면서 제품 CAD 데이터와 일치하는 것을 알 수 있었다.

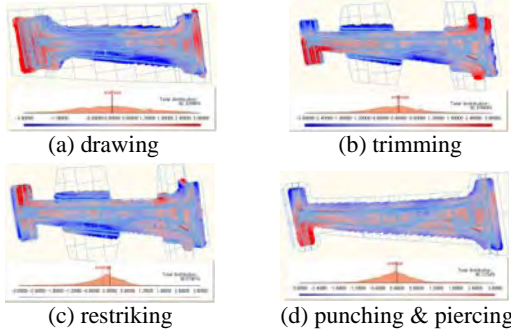


Fig. 3 Comparison between mold and measured data

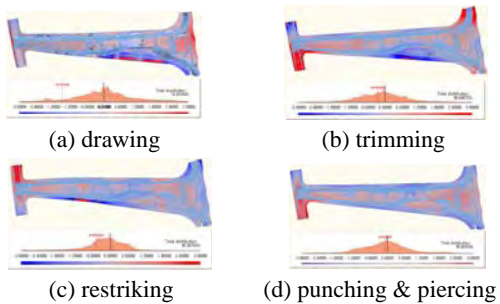


Fig. 4 Comparison between CAD and measured data

금형데이터와 제품 CAD 데이터의 비교 결과 오차 분포가 거의 동일하게 나타나고 있으며, 이를 통해 각 공정별 제품 측정에는 큰 문제점이 없는 것으로 파악되었다.

트리밍 공정에서 나타나는 비틀림은 금형상의 문제로 분석된다. 금형 전체의 가공 오차로 인해 비틀림이 발생하는 것으로 파악되며 이는 금형 수정 및 프레스 조건의 수정으로 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

펀칭 이후 나타나는 좌측 하단부의 최종 오차는 초기 스프링 백 현상이 남아 있는 것으로 생각되며, 이 역시 프레스 조건 및 방법을 달리하여 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

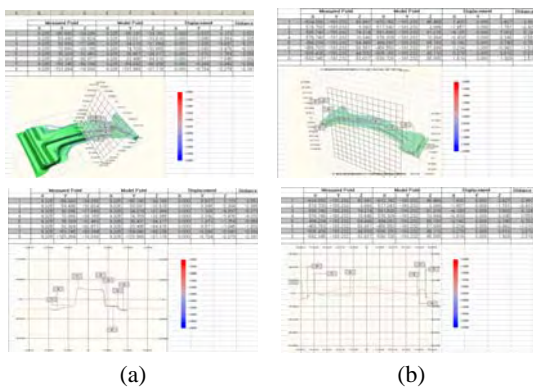


Fig. 5 Example of comparison between mold profile and measured profile through yz-plane and zx-plane

보다 정확한 분석을 위하여 Fig. 5에 나타낸 것처럼 각 공정제품을 yz와 zx평면을 이용하여 데이터를 생성한 후, 각 공정 제품들의 공통 특징점을 이용하여 동일 부위를 분석하였다. 이를 Fig. 6에 나타내었다.

라운드부 반경이 크게 나타나는 원인은 스프링 백 현상, 금형의 마모, 광학식 측정장비가 가지는 난반사 등이 있다.

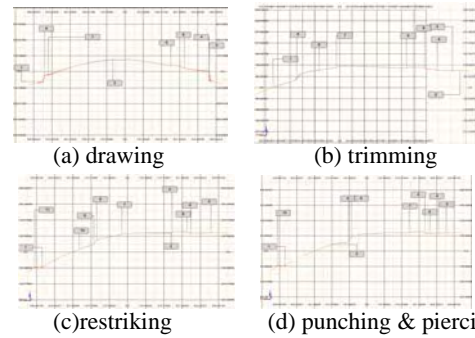


Fig. 6 Comparison of measured data and mold data on all press process

스프링 백은 U형 굽힘의 경우에는 뒷받침판 붙임 다이틀을 사용해서 적당한 크기의 배압을 펀치(punch) 아래면 부분의 재료에 가하면서 굽히기를 하면 스프링백 현상을 줄일 수 있다. 금형의 마모에 의한 오차를 확인하기 위하여 사용된 금형에 대해 역설계 방법을 이용하여 검사하여 보았으나 마모는 거의 일어나지 않았음을 확인할 수 있었다. 또한 제품 형상에 있어 균열 및 주름은 발견되지 않았으므로 금형 설계에 있어서 최소 굽힘 반경의 값들은 문제가 없는 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 드로잉(drawing), 트리밍(trimming), 리스트라이킹(restriking), 펀칭&피어싱(punching&piercing) 공정 50,000타짜 제품의 검사를 수행하였다. 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 역설계를 통해 얻어진 데이터들과 설계 데이터의 비교를 통하여 얻어진 검사 결과를 바탕으로 보다 정확한 오차 원인을 분석할 수 있었다.
2. 각 공정별 측정 결과를 데이터베이스화함으로써 금형의 보수 및 교환 시기, 개선된 성형조건의 적용 시기를 예측할 수 있는 방법을 제시하였다.

후기

본 연구는 산업자원부 지정 지역혁신센터사업 신소형재가공정정공정개발연구센터 지원으로 수행 되었음.

참고문헌

- 1) H. Z. Lee., T. J. Ko. and H. S. Kim., "Rational B-spline Approximation of Point Data For Reverse Engineering", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 5, pp. 160-168, 1999.
- 2) H. J. Woo. and K. H. Lee., "Rapid Prototyping from Reverse Engineered Geometric Data", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 1, 95-107, 1999.
- 3) Y. Choi. and J. P. Park., "Reverse Engineering System Based on 3D Digitizer", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 16, No. 4, 102-109, 1999.
- 4) S. Y. Lee. and S. G. Lim., "Three Dimensional Measurements Using Machine Vision", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 3, 18-22, 2001.
- 5) Y. C. Park., K. M. Jeong., S. J. Jang. and K. K. Park, "A Study on the Grating Projection method using Polygon Mirror", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 6, 159-165, 2001.
- 6) M. J. Kim., S. Y. Kim., S. S. Lee. and E. C. J., "The Inspection of Press Forming Product Through Application of Reverse Engineering System", Transactions of the KSME(A), Vol. 28, No. 9, 1276~1283, 2004.