

역공학기반의 프레스 부품 변형 보정에 관한 연구

김광희^{1*}, 이윤영¹
¹(재)인천테크노파크

A Study on deformation compensation of press part based on reverse engineering

Kwang-hee Kim^{1*} and Yun-young Lee¹

¹Incheon Technopark

요 약 본 연구에서는 프레스 부품의 스프링 백을 보정하기 위한 새로운 방법론을 제안하였다. 먼저, CAD 데이터와 측정데이터 사이의 오차를 비교하였다. 새로운 방법은 스프링 백을 보정하기 위한 수동적인 모델링 공정 대체가 가능한 3차원 측정데이터 기반의 자동 모델링을 제안하였다. 본 연구를 통해 프레스 부품의 스프링 백 보정을 위한 새로운 방법론을 적용하면 실제 공정에 소요되는 시간 및 비용 절감이 가능할 것으로 기대된다.

Abstract In this study, we suggested new method for compensation on spring back of press part. At first, we compared between error on CAD data and scanning data. The new method can be substituted for manual modeling process in compensation on spring back. The new method is available for automatic modeling based on 3D scanning data. From the study, the results expect that time and cost reduction for process applying new method for compensation on spring back of press part.

Key Words : Reverse Engineering, Press part, 3D Scanning, Spring Back

1. 서론

자동차 및 산업기계분야의 프레스 굽힘공정은 가공 후에 제품을 die에서 추출을 하게 되면 형상이 일치하지 않는 스프링 백(Spring back)이 발생하여 공정효율 향상에 저해요인으로 작용하고 있다.

프레스공정에서 역공학은 도면이 없는 금형의 CAD 데이터화, 품질검증을 위한 금형의 3차원 측정 데이터 활용 등 공정효율 향상에 적용되고 있다. 역공학을 활용한 프레스 공정의 적용은 접촉식 측정방법과 비접촉식으로 분류된다. 초기 역공학 공정에서는 주로 3차원 CMM (Coordinate Measurement Machine)을 이용한 접촉식 측정방법이 사용되었다. 그러나 접촉식 측정방법은 측정 대상과 프로브와의 접촉으로 인한 표면 손상의 우려가 있고, 탄성 변형을 일으키기 쉬운 물체는 측정이 어려운 단

점이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 광삼각법 (Optical Triangulation), 모아레법(Moire method), 광간섭법(Interferometry) 등 다양한 비접촉식 방법이 연구되었다[1-4]. 또한 역공학을 이용한 자동차부품 프레스공정과 관련하여 품질검사를 통해 공정시간 단축을 위한 연구 [5-7]가 수행되었다. 그러나, 3차원측정 데이터를 기반으로 한 프레스공정 스프링백 보정을 위한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 프레스 제품을 역공학을 이용하여 CAD데이터와 측정데이터간의 오차 요인을 분석하였으며, 주요 오차 요인인 스프링백을 해결하기 위해 측정데이터를 기반으로 하여 CAD 데이터를 변경하는 새로운 모델 수정방안을 제시하고자 한다.

*Corresponding Author : Kwang-hee Kim (Incheon Technopark)

Tel: +82-10-2825-4052 email: kkhkbs@hanmail.net

Received September 20, 2012 Revised (1st November 8, 2012, 2nd November 14, 2012) Accepted January 10, 2013

2. 3차원측정을 이용한 프레스부품 검증

2.1 프레스공정의 스프링 백

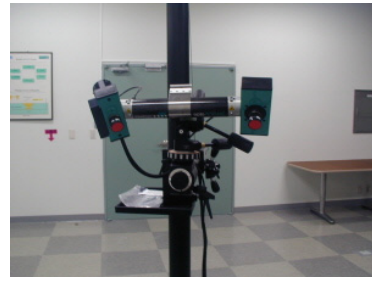
프레스 굽힘공정은 탄소성 변형으로 스프링 백 현상을 고려하여 제품이 정확한 형상을 가지고 굽힘에서 성형이 되도록 굽힘의 펀치와 다이의 모양과 치수를 적절하게 선정하여야 한다. 프레스 가공에서 스프링 백의 값은 다음과 같은 표 1의 요인에 의해 결정된다. 산업 현장에서는 숙련자의 경험 또는 시험성형 과정에서 성형을 위한 가공조건을 선정하거나 굽힘을 수정하는 시행착오를 겪고 있다. 굽힘을 수정하고 보완하여 스프링 백에 대한 오차범위를 줄여가며 요하는 제품양산을 하고 있다. 따라서, 강판의 스프링 백을 보다 정확하게 예측하거나, 스프링 백을 효율적으로 보정하는 방안에 대한 연구가 필요하다.

[Table 1] Main cause of spring back[7]

| No | 주요 인자 |
|----|------------------------|
| 1 | 소재의 기계적인 성질 |
| 2 | 소재의 두께 |
| 3 | 굽힘 반경으로 표현되는 소재의 변형 정도 |
| 4 | 제품의 모양 |
| 5 | 벤딩 다이의 구조 |

2.2 3차원측정을 이용한 프레스부품 검증

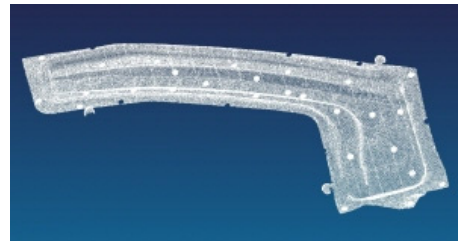
본 연구에서는 Fig. 1의 비접촉식 3차원 스캐너 (Breumann사의 OptoTop-He)를 이용한 3차원측정을 기반으로 하여 프레스 부품의 스프링 백 에러를 검증하였다. 그림2(a)는 자동차 샤시부품의 CAD 데이터이며, 그림 2(b)는 프레스 가공 후 제품을 측정된 데이터이다. Fig. 3은 설계데이터와 측정데이터의 정합(registration)을 위한 주요 특징점(붉은색)을 선택한 화면이다. Fig. 4는 Fig. 3에서 선택된 포인트를 기반으로 하여 정합이 완료된 결과이며, 표2는 주요 15개의 위치에서 측정데이터와 CAD 데이터 사이의 오차값을 확인하였다. Fig. 5는 프레스부품의 CAD 데이터와 측정데이터 사이의 오차값으로, +방향의 평균오차는 4.79mm, -방향의 평균오차는 -1.06mm로 분석되었다. 위의 오차 원인은 프레스부품의 스프링 백에 의한 현상으로 분석되었다.



[Fig. 1] 3D scanner(OptoTop-He)

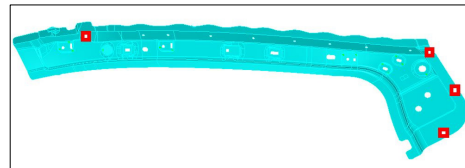


(a) CAD 데이터

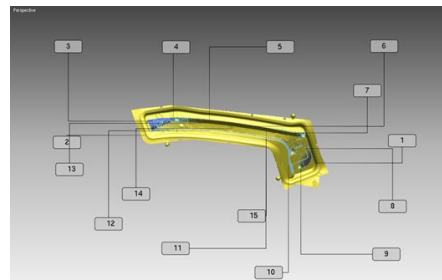


(b) 측정 데이터

[Fig. 2] CAD and scanning data



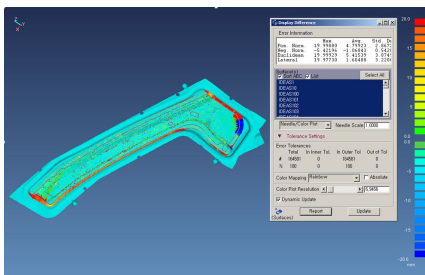
[Fig. 3] Selection of scanning data for registration



[Fig. 4] Registration of CAD and scanning data

[Table 2] Comparison of error on scan and CAD data (단위:mm)

| | 측정점 | | | CAD 모델 | | | 오차 |
|----|---------|--------|---------|---------|--------|---------|-------|
| | x | y | z | x | y | z | |
| 1 | 485.63 | 712.50 | 521.82 | 485.63 | 721.50 | 521.82 | 10.00 |
| 2 | 1314.26 | 596.49 | 1024.69 | 1313.23 | 599.38 | 1030.78 | 6.81 |
| 3 | 1134.03 | 562.36 | 1075.09 | 1248.47 | 565.23 | 1074.70 | 2.90 |
| 4 | 1134.03 | 581.32 | 1053.48 | 1133.73 | 581.59 | 1054.54 | 1.12 |
| 5 | 950.61 | 634.06 | 973.01 | 949.23 | 630.28 | 974.10 | 4.17 |
| 6 | 727.28 | 685.78 | 856.06 | 725.31 | 680.98 | 857.73 | 5.45 |
| 7 | 550.06 | 712.79 | 747.02 | 548.99 | 709.91 | 748.29 | 3.32 |
| 8 | 513.70 | 703.52 | 627.18 | 513.70 | 702.50 | 627.18 | 1.02 |
| 9 | 566.12 | 703.27 | 552.91 | 566.12 | 702.50 | 552.91 | 0.77 |
| 10 | 638.28 | 723.66 | 583.41 | 638.28 | 720.50 | 583.31 | 3.16 |
| 11 | 701.93 | 709.94 | 776.03 | 702.00 | 705.59 | 774.55 | 4.60 |
| 12 | 967.64 | 649.68 | 920.89 | 968.20 | 646.15 | 918.02 | 4.58 |
| 13 | 1005.26 | 614.10 | 972.30 | 1004.97 | 610.77 | 971.27 | 3.49 |
| 14 | 850.83 | 654.01 | 884.49 | 849.31 | 649.58 | 882.27 | 5.18 |
| 15 | 684.71 | 684.45 | 804.38 | 684.81 | 680.28 | 802.93 | 4.41 |

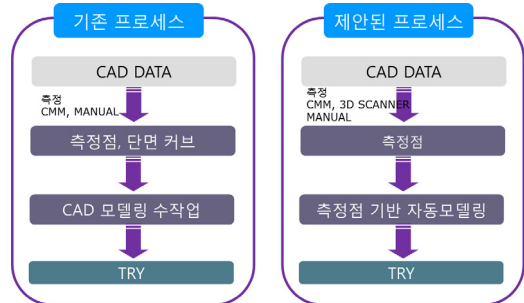


[Fig. 5] Error analysis on CAD and scanning data

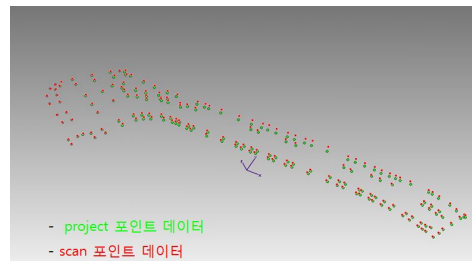
3. 3차원측정기반 CAD데이터 보정

본 연구에서는 BKPress 소프트웨어를 활용하여 측정 데이터를 기반으로 원본 CAD데이터 보정을 수행하였다. 데이터 보정은 모델링이 완성된 후, 모델링 변형이 가능한 Global Shape Modeling[8]을 사용하였다. Global Shape Modeling은 전체적인 모델링의 조건들을 유지하면서 부분 또는 전체를 변형하고 구속 조건이나 위치 조건을 유지하면서 설계변경이 가능한 방법이다. Fig. 6은 기존의 방법은 프레스부품을 측정데이터를 기준으로 수동으로 곡면모델링을 수행하여 많은 시간이 소요되었으나, 제안된 방법은 기준이 되는 측정데이터를 기준으로 자동으로 모델링이 가능하여 공정시간을 획기적으로 단축이 가능하다. 스프링 백 데이터와 곡면(surface)에 프로젝션 된 포인트 측정 데이터를 Fig. 7에 나타낸다. Fig. 8은 곡면에 프로젝션 된 포인트 데이터와 측정 데이터를 선택을 위한 공정이다. Fig. 9는 CAD데이터와 측정데이

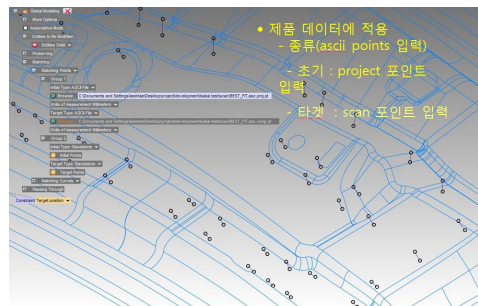
터 오차를 최소화하기 위한 옵션을 조정하는 공정이다. Fig. 10은 측정데이터를 기반으로 동일한 곡면 데이터를 생성한 결과이다. Fig. 11은 변형된 CAD 데이터와 측정 데이터 오차를 검증한 결과로서, 기준점에서 두 개의 데이터가 거의 일치하는 것을 확인하였다. 이러한 방법을 응용하면 스프링 백을 고려하여 CAD데이터를 역방향으로 이동하여 스프링 백 보정이 가능하다. Fig. 12는 변형된 CAD 데이터와 측정데이터의 에러분포를 나타내었다. 이러한 측정데이터 기반의 CAD데이터 보정은 프레스부품의 스프링 백 보정시 활용도가 높을 것으로 예상된다. 또한, 측정데이터를 가지고 새로운 곡면을 생성하는 방식이 아니기 때문에, 기존 면의 위상정보(topology)를 유지하므로 기존 설계의도를 최대한 반영하기 위한 방법으로 유용할 것으로 사료된다.



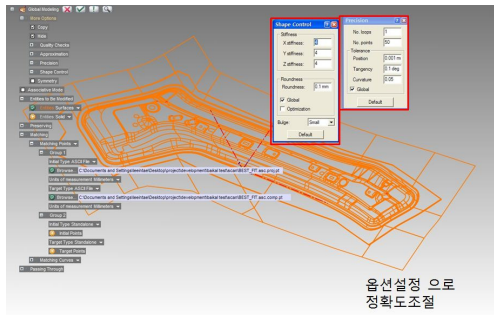
[Fig. 6] Surface projection and scanning data



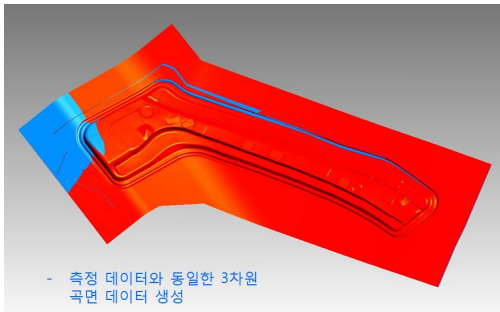
[Fig. 7] Surface projection and scanning data



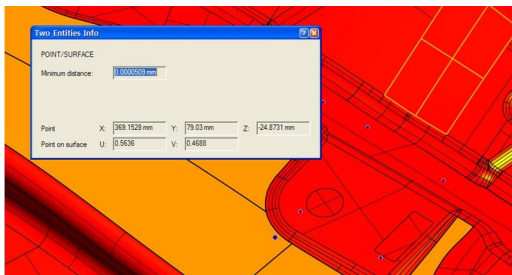
[Fig. 8] Process for error compensation



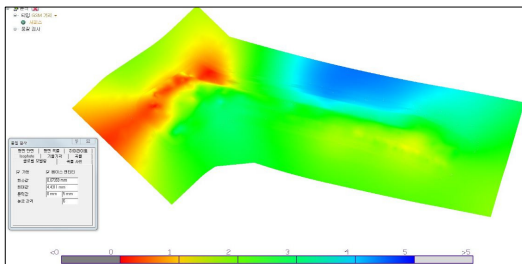
[Fig. 9] Process for error compensation



[Fig. 10] Comparison of Inspection result for scanning data and surface data



[Fig. 11] Comparison of Inspection result for scanning data and surface data



[Fig. 12] Error dispersion for scanning data and surface data

4. 결론

본 연구에서는 프레스 성형된 제품을 3차원 비접촉식 스캐너를 측정하여 오차를 분석하였고, 3차원측정을 기반으로 하여 스프링 백 현상을 보정하기 위한 연구를 수행하여 다음의 결론을 얻었다.

- 1) 3차원측정을 기반으로 하여 프레스 부품의 측정 데이터와 설계데이터의 비교를 통해 오차를 분석하였다.
- 2) 3차원측정 데이터 기반으로 하여 스프링 백 현상을 보정하기 위한 설계데이터 수정 방안을 제시하였다.
- 3) 제안된 방법은 기존방법과 달리 수동적인 모델링 과정을 대신하여 측정데이터 기반으로 자동 모델링이 가능하여 획기적으로 공정시간 단축이 가능하다.
- 4) 향후 본 연구에 적용된 3차원측정 데이터 기반의 스프링 백 현상을 보정하기 위한 설계데이터 수정 방안을 프레스 공정 실험을 통해 검증이 가능할 것으로 판단된다.

References

- [1] K.S. Jeong and Y.S. Jung, "Application of DMD for phase shifting in more topology", Journal of the Korea Academia-Industrial, Vol. 12, No 6, pp2457-2462, 2011.
- [2] S.Y. Lee and S.G. Lim, "Three dimensional measurements using machine vision", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No3, pp18-22, 2001.
- [3] M. Ishihara and H. Sasaki, "High-speed surface measurement using a non-scanning multiple-beam confocal microscope", Society of photo-optical instrumentation engineers, 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1117/1.602155>
- [4] M.H. Chang, "A method for projecting multiple stripe patterns for high precision 3d measurements", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 24, No2, 2007.
- [5] S.Y. Kim and T.H. Kim, "Application of reverse engineering system for improvement of press forming process", Korean Society for Machine Tools Autumn Conference paper, pp.412-419, 2003.
- [6] M.S. Han and J.D. Park, "The inspection of press

forming of backward lamp parts at automobile through application of reverse engineering system", Korean Society for Precision Engineering Autumn Conference paper, pp.428-431, 2005.

- [7] M.S Han and S.R. You, "Application of reverse engineering for analysis of press process", Korean Society of Manufacturing Process Engineers Spring Conference paper, pp.302-306, 2006.
- [8] M.C Wu, J.R. Chen and J.H. Chuang, "An A-trimmed skeleton for modeling the golbal shape of polygons", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 27, No11, pp.1140-1147, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-004-2308-z>

김 광 희(Kwang-hee Kim)

[정회원]



- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계공학과 (공학박사)
- 2012년 8월 현재 : (재)인천테크노파크 기술혁신본부 본부장

<관심분야>

CAD/CAM/CAE, 정밀가공, 최적설계

이 윤 영(Yun-Yeong Lee)

[정회원]



- 2003년 8월 : 고려대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2012년 8월 ~ 현재 : (재)인천테크노파크 융복합산업지원센터 선임연구원

<관심분야>

역공학, 공구 설계 및 해석, 정밀 제조시스템