

3-point method 평면도 측정법에서 측정위치의 영향

*임광배¹, 이용신¹, 김강¹, 김응주², 최태훈², 김승수², 박훈재²

¹국민대학교 기계자동차공학부, ²한국생산기술연구원

Effect of the Measuring Locations in 3-point Flatness Measurement

*K. B. Lim¹, Y. S. Lee¹, K. Kim¹, E. Z. Kim², T. H. Choi², S. S. Kim², H. J. Park²

¹ Dept. of Mech. Eng., Kookmin Univ., ² Korea Institute of Industrial Technology.

Key words : Fine Blanking, Flatness, Leveling, 3 point method

1. 서론

프레스 가공법의 하나인 파인 블랭킹(Fine Blanking)법은 1행 정으로 깨끗한 단면과 피치 정밀도 및 윤곽형상 정밀도에서 우수한 제품이 가공된다. 즉, 한번의 블랭킹 공정에서 제품 전체 두께에 걸쳐 필요로 하는 고온 전단면과 양호한 제품 정밀도를 얻는 프레스 가공 기술로 Blanking 공정은 제품을 얻기 위한 전단 공정이므로 전단면은 더 이상의 기계 가공이 필요없다. 파인 블랭킹 기술은 사용 목적상 일반 프레스 공정으로 블랭킹 가공할 경우 후속 공정이 많아 경제성이 없는 후판(두께 0.5 ~ 15mm)에 사용되며, 정밀도와 전단면 품질이 동시에 요구되는 제품에 주로 적용된다. 평판 제품의 Blanking 뿐만 아니라, 굽힘(bending), offset bending, 제품 표면에 무늬나 형상을 압인하는 coining, 재료를 눌러 반대쪽으로 돌출시켜 성형하는 extrusion 가공 등과 복합 성형 가공이 가능하다. 한편 이 가공에는 금형 기술에 대한 고도의 지식과 파인 블랭킹 프레스 또는 다이 프레스의 기계를 필요로 한다.

파인블랭킹 가공은 원래 후물에서 절삭가공의 분야에 속해있던 부품을 절삭면이 깨끗한 전단면을 얻을 수 있는 프레스 가공에 의해 가능해졌기 때문에 그 도입이 추진되어 왔다. Fig. 1에서 전단면을 보여주고 있다. 또한 가공법도 콤팩트(compact)에서 프로그래시브(progressive)로 전개되는 가운데 자동차를 비롯하여 정밀전기분야로 그 활용이 확대되어 가고 있다.

선진국의 관련 기업에서는 파인 블랭킹 후 제품 형상 정밀도가 높아져서 연삭 공정이 불필요한 상황이며 우리 나라의 경쟁력 강화를 위해서는 최종적으로 연삭 공정이 없는 제품 생산이 필수적이다.

현재까지 대상 기업에서는 생산품의 형상 오류가 press 공정에 기인한다고 판단하고 있으나 정확한 분석이 뒷받침되어야 하며 이를 위하여 생산 공정 단계마다 정밀한 형상 분석이 필요하다고 판단된다.

본 연구는 press 공정 전체를 분석하게 되었고 최종 생산품 형상 오류에 관한 원인 분석을 통하여 주요 원인이 되는 공정을 파악하는데 평면도(Flatness)에 영향을 주는 공정 인자를 찾고자 한다.

2. 공정 분석

Press 공정은 기존 자동 및 수동 라인의 언코일링, 레벨링, Press 공정, 연삭, 세정, 검사의 단계로 이루어 진다.

Roll 장착 후 Uncoiling은 코일상으로 말아 놓은 강재(주로 강재, 스트립, 선재)를 푸는 장치인 Uncoiler에 의한 작업을 말한다. 이 설비는 비교적 간단해서 회전할 수 있는 심봉 등에 코일을 걸고 외주의 한 끝을 꺼내어 코일 몸체를 회전시키면서 끝을 펴서 풀어낸다.

레벨링은 코일링 된 강판이 Uncoiling 후 강판의 평탄도를 높이기 위한 공정이다. 이러한 레벨링 공정은 Roll Straightening(롤교정)과 Stretcher Leveling 또는 Tension Leveling(인장 교정)으로 이뤄진 공정이다. Roll Straightening(롤교정)은 재료를 여러번 반대로 굽히는데 봉, 박판, 와이어가 점차 직선에서의 편차가 줄어드는 여러개의 롤을 통과하여 금속이 앞뒤로 굽혀지면서 탄성한계를 약간 초과하는 응력을 받아 영구 변형된 형상을 편평하게 하거나 직선으로 바꾸는 것이다. Tension Leveling(인장 교정)은 박판을 탄성한계를 약간 넘을 만큼 인장해서 원하는 편평도를 얻기 위한 공정이다.

파인블랭킹(fine blanking)기술은 가공소재를 한 번의 블랭킹으로 소재두께 전체에 걸쳐 더 이상의 기계가공이 필요없는 완성된 깨끗한 전단면을 얻을 수 있는 공정이다.

연삭은 마무리작업이나 대량 소재제거작업에 모두 사용될 수 있다. 성형이나 기계가공공정만으로는 부품을 원하는 치수정확도와 표면정도로 만들 수 없는 경우가 많으므로 마무리작업에 연삭을 흔히 사용한다. 그러나 연삭은 추가공정이므로 생산비용에 큰 영향을 준다.

연마 작업 후 세정공정을 거치는데 이 작업은 표면의 중요성 및 표면 위에 피복되거나 흡착된 여러 가지 요소들과 오염물질들의 영향들을 받는다.

생산된 부품이나 제품은 여러 가지 특성을 확인하기 위한 검사과정을 거친 후에 출하된다. 이러한 검사과정은 이들 제품의 파손이나 이상 작동이 신체에 치명상을 입힐 우려가 있을 경우에는 특히 중요하다.

제품품질은(product quality)은 제조공정에 있어서 가장 중요한 요소들 중의 하나로 항상 인식되고 있으며, 국내 및 국제 경쟁이 치열해짐에 따라 이의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

현재, 대상 기업의 생산 과정에서 가장 문제가 되고 있는 것은 주로 판형인 생산품에서 요구되는 평면도(±20µm)를 얻지 못하는 것이다. 이 측정은 최종 품질 검사 때 이루어지고 있다.

평면도(flatness)의 측정에는 정반과 다이얼인디케이터를 사용하는 기계적 방법이 주로 이용되고 있다. 평면도 측정에 이용되는 다른 방법으로는 빛의 간섭현상을 응용한 간섭법(interferometry)이 있으며, 광학정반(optical flat)이 이러한 목적으로 사용되고 있다.

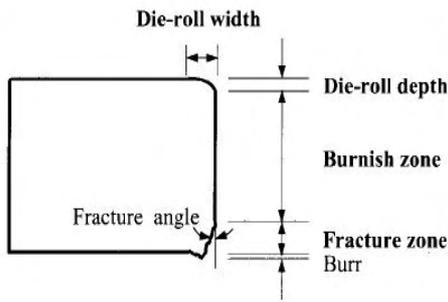


Fig. 1 Shear plane in fine blanking

3. 측정 실험

파인 블랭킹 공정에 영향을 주는 변수는 금형, 재료, 기계, 윤활 방법에 따라 달라지고 그 인자수가 무수히 많다. 본 연구는 이러한 변수에 모두다 초점을 맞추는 것이 아니라 파인 블랭킹 공정시 제품 형상 오류의 주요 원인이 되는 공정을 규명함에 있다.

3-point법은 측정 편리성과 합리성으로 인해 평면도 측정시 정반과 다이얼인디케이터를 사용하는 기계적 방법을 말한다. Fig. 3은 3-point법을 보여주고 있다.



Fig. 2 Three-point Method

3-point법은 측정 편리성과 합리성 때문에 대상 기업에서 사용하지 않지만 그 측정 결과가 여러 가지 인자에 영향을 많이 받아 달라진다. 그 영향을 줄이고 객관성을 가지기 위해 다음과 같은 주의사항을 가지고 실험 진행을 하였다.

- 세 핀의 위치를 측정 대상물에서 홀 주위를 피해야 한다.
- 측정 대상물을 새로 올려 놓을 때마다 핀의 높이를 조절하여 핀에서의 제로(영점)세팅하여야 한다.
- 첫 번째 핀의 제로(영점) 세팅시에 게이지가 너무 측정 대상물을 누르지 않도록 해야 한다.
- 첫 번째 핀 위치에서 게이지가 힘을 약간 받아서 초기치보다 10 ~ 15 정도 게이지 눈금이 이동한 위치가 되도록 게이지의 높이를 조절한다.
- 이 상태에서 게이지의 표시판을 돌려서 제로(영점)를 맞춘다.
- 이렇게 하면 차후에 다른 핀의 제로(영점) 세팅을 하거나 측정을 위해 게이지를 움직일 때 측정 대상물이 많이 눌러서 게이지의 움직임에 의해 측정 대상물이 움직이는 것을 방지할 수 있다.
- 세 핀의 위치는 가능한 멀리 떨어져 있는 것이 좋다.
- 세 핀의 위치는 측정 대상물의 돌출부나 함몰부를 피해서 잡는 것이 좋다.

4. 실험 결과 및 고찰

위와 같은 주의 사항을 따라 측정시 그 값은 조금씩 다른 값을 나타냈지만 특히, 세핀의 위치를 이동시 측정은 평탄도가 천차만별로 전혀 다른 결과를 나타내었다.

본 연구는 이 점에 입각하여 3-point Method를 쓰면서 최대한 객관적으로 평면도의 측정 방법을 제시하기 위함이다. 3-point Method를 쓰지만 세 핀의 위치에 평면도 측정값이 달랐기 때문에 세 핀의 위치를 잘 설정 할 필요가 있다. 이것은 최종 검사시 어떻게 평면도 값을 측정했느냐에 따라 불량이 제품으로 판명되기도 하고 합격인 제품이 되기도 한다. X절편은 평면도를 측정하기 위해 템플릿을 만들어 항상 고정된 점의 위치 번호를 말한다.

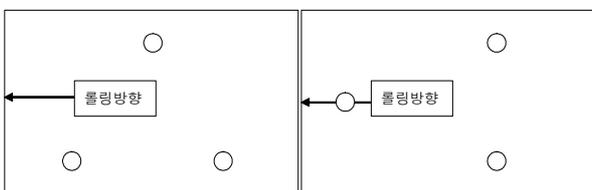


Fig. 3 세핀의 위치 시키는 방법

Fig. 3은 원소재의 롤링 방향을 기준으로 세 핀을 위치시켜 평면도를 측정하는데 실제 기업에서 적용하기에 적합한 측정 방법을 제시하기 위해 시도한 방법이다.

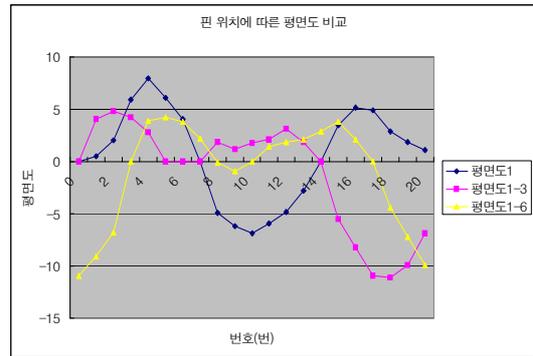


Fig. 4 세 핀 위치를 다르게 했을때의 평면도 값 비교

세 핀 위치의 간격은 120도를 이루며 그 위치를 이동시켜 측정한 결과값은 Fig 4에서 보여준다. 평면도 1은 첫 번째 측정방법에 의해 측정된 결과이고 평면도 1-3은 두 번째 측정방법에 의한 결과이다. 평면도 1-6은 임의 적으로 세 핀 위치를 임의의 위치에 두었을때 측정 결과 값으로 그래프 형상과 그 값을 비교할 때는 평면도 1을 측정한 방법이 적절하다고 얻을 수 있었다.

여기서 얻을 수 있는 것은 첫 번째에 의한 세 핀 위치법이 평면도 측정 방법으로 적합하다는 것을 알 수 있었다.

본 연구의 목표는 레벨링이 최종 형상에 미치는 영향을 알아보는 것이었다. 레벨링 전의 시편 평면도를 측정해 보고 레벨링이 거치고 난 후의 평면도를 측정해 봐야 그 경향을 정확히 알 수 있으나 석정반위에서 기계식 다이얼 게이지로의 측정은 레벨링 전 시편의 곡률이 너무 커서 측정을 하지 못했다. 이는 추후 3D 측정기를 이용해 분석해 봄으로써 실제 레벨링이 평면도에 미치는 영향이 얼마나 큰 것인가를 증명하겠다.

5. Summary

3-point법은 측정 편리성과 합리성 때문에 대상 기업에서 사용하지 않지만 그 측정 결과가 여러 가지 인자에 영향을 많이 받아 달라지지만 위에서 제시한 측정법에 의하면 일관성 있는 측정값을 얻을 수 있어 일반 기업에서 사용할 수 있을 것이다.

이것에 관한 정확한 측정 방법에 대해 좀 더 신뢰성 있는 측정법을 제시하기 위해 아직 연구 수행 중에 있으며 그에 대한 결과는 다음 번 논문에 제시하도록 하겠다.

후기

본 연구는 산업자원부가 지원하는 부품·소재 종합기술지원 사업 중 한국생산기술연구원이 주관하는 “자동차 부품 생산용 Fine Blanking 공정 기술 지원 사업”의 세부 과제로서 수행중이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. G. M. Park, "An Analysis of fine Blanking Deformation Behavior for Dual Type Seat Recliner Holder Using FEM," J.Industrial Technology, Vol. 5, No. 1, 81-92, 2000
2. 한규택, "파인블랭킹 공정을 이용한 자동차용 부품의 가공에 관한 연구," 한국 공작기계학회지, 제8권, 제2호, 56-61, 1999.
3. Serope Kalpakjian, "Manufacturing Process for Engineering Materials, p172,175,184,261,534, 1996.
4. Y. J. Kim, "Finite Element Analysis on Effect of die Clearance on Shear Plane in Fine Blanking," Transactions of materials processing, Vol. 9, No. 2, 152-158, 2000