

CAD에 의한 치수정밀 보정값 적용에 관한 연구

이시현[†] · 원시태

국립서울산업대학교

(2007. 10. 5. 접수 / 2007. 12. 20. 채택)

A study on application of dimension accuracy compensation by CAD

Si-heon Lee[†] · Si-tae Won

Seoul National University of Technology

(Received October 5, 2007 / Accepted December 20, 2007)

Abstract : we can save a development cost and time as computer was used in tool and die design of car fields in die manufacture process. Dimension accuracy errors such as springback, springgo, overcrown and twist were reduced product accuracy and caused trouble to assembly each parts of car.

In this paper, CADCEUS was used to modify and optimize results of deflection for a tail gate panel of car parts in order to reduce dimension accuracy errors by springback in sheet metal forming. As CADCEUS was used to apply for a tail gate panel, the time for quality to improve was reduced to 30%.

Key Words : Springback, Dimension accuracy, Sheet metal forming, Drawing, Clearance

1. 서 론

컴퓨터를 활용한 자동차 분야의 금형 설계 전, 후 과정에서부터 최종 트라이아웃 전에 먼 굴곡, 스프링 백 등의 성형작업 시 발생하는 문제점을 미리 예측하고, 이를 설계에 반영하여 최적의 드로잉 공정 조건을 제시하면, 금형제작 완료시까지의 개발비용과 시간을 절약할 수 있다.

특히 프레스 가공에서 빈번히 발생하는 성형 불구합 현상들 중에 치수 정밀도 불량은 각도 변화, 편치 측벽부로의 찌힘, 비틀림, 편치 위로의 찌힘, 편치 상단부에서의 형상불량 등으로 나타나는데, 이들 중 스프링 백 현상은 금형제작에 있어 가장 큰 불량 원인으로 알려져 있다.¹⁾ 스프링 백 현상은 박판소재가 금형에 의하여 항복점 이상의 대변형으로 발생된 후 금형으로부터 이젝팅 되었을 때, 박판소재 내부의 항복점까지 도달하지 못한 응력이 정적 평형 상태를 유지하기 위해 탄성적으로 재편되면서 발생하는 현상이다.

치수 정밀도 불량에 있어서 스프링 백, 스프링 고, 오버크라운, 트위스트 등은 제품의 정밀도를 떨어뜨

려 자동차 각 부품과 부품 사이의 조립 불량의 주요 원인이 되고 있으며 특히, 외판(outer panel)에 이러한 불량이 발생하면 치명적이다. 최근 자동차산업에서 고장력 강판의 사용 증가와 함께 이들 부품에 대한 치수 정밀도 문제가 최대의 현안 문제로 대두되고 있다.

특히 자동차 부품 중 스프링 백 현상이 빈번히 발생하는 부품으로는 pillar panel 즉, A-pillar, C-pillar, D-pillar등이 있으며, over draw 현상이 빈번히 발생하는 부품으로는 fender, roof, door, trunk lid out등을 들 수 있다.

따라서 본 연구에서는 박판 성형시 스프링 백 등에 의한 치수 정밀도 불량을 줄이기 위하여 불량이 발생한 복합 면들을 횡단면의 접선 방향으로 연장하거나 일부를 지시한 각도로 회전시켜 새로운 복합 면을 만들어서 스프링 백 보정 값을 적용하는 CAD 상용 프로그램인 CADCEUS를 사용하여, 자동차 부품중 Tail Gate Panel에 대해 변형된 결과치를 수정하여 최적화를 한 다음 금형가공을 진행하여 금형 제작 공정에 본 연구 방법을 적용하고 검토하였다.

2. CAD 보정방법

2.1. 스프링 백 발생 메카니즘

자동차의 차체는 수백 점의 박판 프레스 성형품으로 조립되어 있다. 따라서 차체 조립에 있어 각 부품들 간의 치수 정밀도 확보는 무엇보다 중요하며, 특히 프레스 성형품에 대한 치수 정밀도 확보에 많은 어려움을 겪고 있다. 치수 정밀도 불량에 대표적인 예로 스프링 백을 들 수 있다.¹⁾ 스프링 백은 일반적으로 Fig. 1과 같은 응력 분포의 영향으로, Fig. 2와 같이 나타나며, 형상 스프링 백, 각도 스프링 백, 뒤틀림 등이 복합적으로 작용하기 때문에 그 특성을 파악하기가 어렵다.

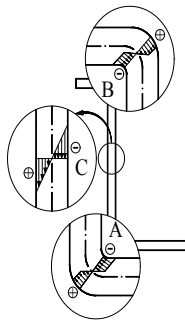


Fig. 1 Distribution of stress according section

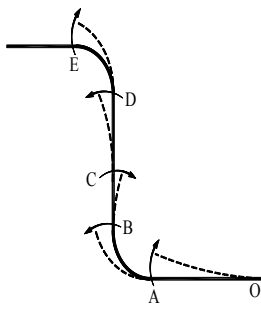


Fig. 2 Shape of general spring back

스프링 백은 드로잉 된 벽면부에서 주로 발생한다. 스프링 백은 전형적으로 바깥 쪽 함 형태로 발생하고, 조건에 따라서는 안쪽 함도 발생한다.

스프링 백이 발생하는 인자로는 다이 어깨 반지

름, 펀치와 다이 클리어런스, 판재의 인장강도, 성형 방법 등이 있다. 특히 다이 어깨 반지름은 재료가 펀치 어깨부에서 굽힘을 받을 때의 굽힘 지점으로서 작용한다. 따라서 다이 어깨 반지름이 커지면 굽힘 지점 거리가 넓어지고 굽힘 과정에서 펀치 어깨부의 굽힘 변형 영역이 넓어지므로 스프링 백에 주는 영향이 현저하기 때문에 다이 어깨 반지름을 충분히 작게 함으로서 스프링 백을 줄일 수 있다. 펀치와 다이 클리어런스의 영향은 복잡하게 나타나기 때문에 클리어런스(c)와 판두께(t)의 비점 잘 조절 함으로써 스프링 백을 개선할 수 있다. 블랭크 홀딩력 증가 역시 스프링 백을 감소시킬 수 있다. 그러나 과도한 홀딩력은 판재의 성형성을 저하시키므로 홀딩력 증가는 한계가 있다. 고 조건에 의한 스프링 백 영향으로는 굽힘 반지름을 들 수 있다. 굽힘 반지름을 증가시키면 각도 변화가 커지므로 굽힘 반지름은 최소 굽힘 반지름보다 적어질 수는 없지만, 가능한 작은 굽힘 반지름을 채용하는 것이 정밀도가 높은 굽힘 성형에 바람직하다. 재료 두께의 영향은 펀치 어깨 반지름의 크기에 따라서 그 경향이 크게 달라지지만, 어떤 경우라도 판 두께가 두꺼울수록 스프링 백은 작아진다. 항복점의 영향은 항복점이 높은 재료일수록 스프링 백이 증가한다. 스프링 백을 줄이기 위한 방법으로 성형 공정에서 리스트라이크 공정을 추가하는 경우가 있다. 리스트라이크 공정에서는 굽힘 반지름을 성형 공정의 굽힘 반지름보다 작게 함으로서 바깥 쪽 함의 각도 변화에 대한 역 굽힘을 발생시켜 스프링 백을 감소시킨다.

2.2 스프링 백 보정 방법²⁾

Fig. 3~Fig. 5는 스프링 백을 보정하는 방법에 대한 Fig.을 나타낸 것이다. 여기서 Fig. 3은 CAD에서 스프링 백을 보정하고자 하는 기준 라인을 설정한 것이고, Fig. 4는 기준 라인에 대하여 임의 각도를 입력하면, Fig. 5에서와 같이 3°의 보정치가 적용된다.

Fig. 5를 살펴보면 원래의 데이터가 아랫방향으로 스프링 백을 줄이기 위하여 3°가 보정된 결과를 나타낸다.

Fig. 6은 Tail Gate Panel이 설계 해석에 의해서 예상되는 스프링 백이 발생된 모양을 나타내고 있고, Fig. 7은 스프링 백이 발생된 단면으로 나타낸 것이다.

자동차 차체 개발이 대부분 고 장력 강판으로 변

하고 있는 시점에서 스프링백이 가장 급변하게 나타나는 판넬 중의 하나가 center pillar panel이다.

Fig. 8과 Fig. 9는 스프링 백이 발생한 center pillar panel의 단면X에서 우측 A의 단면과 좌측B의 단면을 나타내고 있다. Fig. 9를 살펴보면 가장 아랫부분 라인을 원래의 제품 데이터라고 할 때 중간 라인은 스프링 백이 발생하여 원래의 제품에 보정치를 적용한 라인이고, 윗라인은 보정치를 적용한 모델을 스프링 백 해석 한 결과이다. Fig.에서 보면 스프링 백 값은 아주 미세하게 나타나는 결과 값이기 때문에 초기 성형해석후 스프링 해석에서 나온 결과를 원래 CAD 제품에 보정치를 적용할 때 한번의 해석으로 바로 적용하는 데에는 다소 무리가 있을 것으로 본다. 따라서 드로우 성형 해석에서 보다 정확한 응력의 변화를 관찰해야 할 것이고 크랙이나 주름 발생 등이 없는 상태에서 스프링 백 해석이 진행되어야 할 것으로 본다.³⁾

이와 같이 프레스 스탬핑 판넬에서 가장 큰 불량으로 평가되는 스프링 백에 대한 보정 방법을 적용하게 되면, 금형 제작비용이 낮아지는데 비해서 납기는 짧아지는 장점을 고려하면, 성형성 평가와 스프링 백 평가 후 원래의 제품에 대한 CAD보정은 개발 기간을 상당히 단축할 수 있는 프로세스라 확신한다.

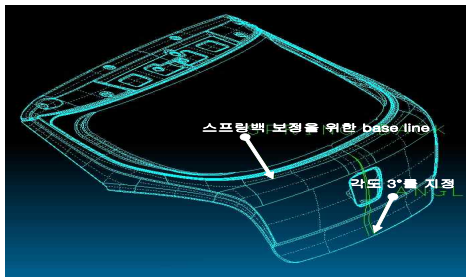


Fig. 3 Verify of base line



Fig. 4 Angle input according to base line

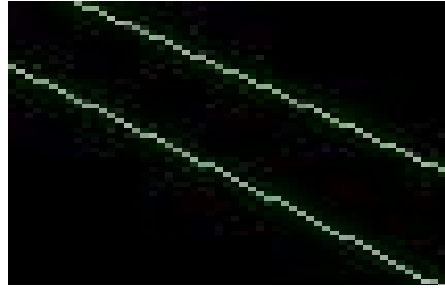


Fig. 5 Shape for compensated angle of spring back

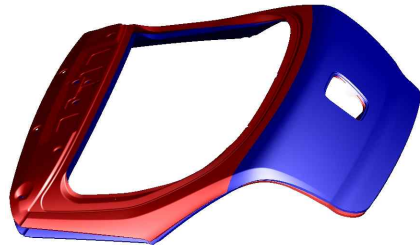


Fig. 6 Shape of occurred spring back

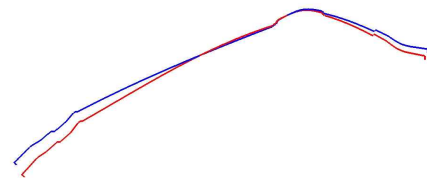


Fig. 7 Section shape of occurred spring back

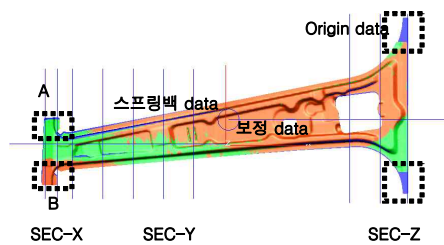


Fig. 8 Section for measuring the spring back



Fig. 9 Compensated data of spring back in X section

3. 결 론

스탬핑 공정에 있어서 성형 공정뿐만 아니라 성형 후 스프링 백이나 트림 후 스프링 백 등이 이 매우 중요하며, 보다 정밀한 보정 작업으로 패널의 형상을 가장 잘 나타낼 수 있는 조건을 찾아 이를 바탕으로 설계와 가공이 되어야 한다. 본 연구는 설계 및 보정 전용 프로그램에 의한 스프링 백과 같은 보정 값을 수 시간 내에 CAD 보정이 가능한 전용 프로그램을 이용하여 실지 산업현장에서 적용하는 방법을 제시하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 전용 프로그램인 CADCEUS를 이용하여 자동차 부품중 Tail Gate Panel에 대해 적용한 결과 선행기술(SE) 및 TRY-OUT후 품질 향상에 소요되는 시간을 약 30%이상 단축하는 효과를 얻을 수 있었다.
- (2) 자동차 부품 중 스프링 백이 많이 발생하는 pillar panel 즉, A-pillar, C-pillar, D-pillar등과, over draw현상이 빈번히 발생하는 fender, roof, door, trunk lid out 및 비틀림 현상이 빈번히 발생하는 각종 프레임 부품 등에 본 연구에서 제시하는 방법을 활용하면 금형개발 기간과 비용을 획기적으로 개선 할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- (1) 김현영, 신용승, 이종문, 이용익, 1998, “자동차 리어사이드 프레임에 대한 스프링백 특성연구” 한국소성가공학회 춘계학술대회, pp57~61
- (2) CADCEUS manual
- (3) 이종문, 2004, “설계해석에 의한 SPRINGBACK 보정값 CAD 적용에 관한 연구“ 한국소성가공학회 추계학술대회,pp312~317