

자동차 Panel의 Spring back에 대한 연구

최영환* · 유종근 **

The spring back of Automobile body panel

Y.H.CHOI* · C.K.YOO **

Spring back is the typical deformation of pressing process. This phenomenon much affects productivity and especially incurs the unexpected result of assembling process. We have been searching for the various of the spring back to minimize spring back effect, because it is inevitable.

Key Words : Now, let me present the analyzed result of minimizing spring back effect of automobile panel.

1. 서 론

Spring back은 Press 가공의 대표적인 변형이다. 이것은 생산성에 많은 영향을 끼치게 되고, 특히 조립에서 뜻하지 않은 결과를 초래하게 된다. 가공 후 반드시 나타나는 현상이기 때문에 영향을 최소화하기 위하여 다양한 방법이 모색되어 왔다. 예를 들어, 제품설계에서 공차범위를 가능한 넓게 하는 방법, 굽힘부에 Bead를 추가하여 억제 시키는 방법⁽¹⁾, 굽힘각을 작게 하는 방법, 굽힘 R을 작게 하는 방법, 굽힘부에 단차를 주는 방법 등 여러 가지가 있다.⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

다음은 자동차 Panel을 예로 해서 Spring back의 영향을 작게 하기위한 연구 결과를 관찰하도록 한다.

2. 자동차 Panel 의 Spring back

Spring back은 두께방향 응력차에 의하여 생기는 것이지만, 원하는 굽힘각을 얻기 위한 방법으로 Ironing 하면서 Bending 하는 경우도 많이 있다.

따라서 Bending후의 결과를 보면 Spring back에는 Warping⁽⁵⁾⁽⁶⁾과 Ironing의 밀링에 의한 완곡 변형 등이 겹쳐져 형상에 따라 Spring back량은 불규칙하게 나타난다. Ironing 하면서 Bending을 하면 더 완성도 높은 굽힘 각을 얻을 수 있지만 Flange 쪽이 불규칙하게 넓어지기 때문에 Trim line을 수정해야 하는 문제점도 있다.

자동차 Panel의 Spring back은 크게 두가지로 분류할 수 있다. (Drawing에 의한 형상부의 Spring back은 별도로 가정했을 경우.) Panel rear floor와 같이 비교적 단순한 Bending의 두께 방향 응력차에 의한 Spring back과 Cross member 등과 같이 강한 인장을 하며 Bending 성형하여 Trimming하면 면내응력(面內應力)⁽⁷⁾과 복합하여 생기는 Spring back으로 분류할 수 있다.

3. Checker

자동차 Panel은 press가공 후 checker에 올려 놓고 각 부분을 면밀히 측정하게 된다. Fig.1은 Checker에 Panel을 올려 놓은 상태와 측정에 사용하는 각 부분의 주요 명칭을 나타낸다.

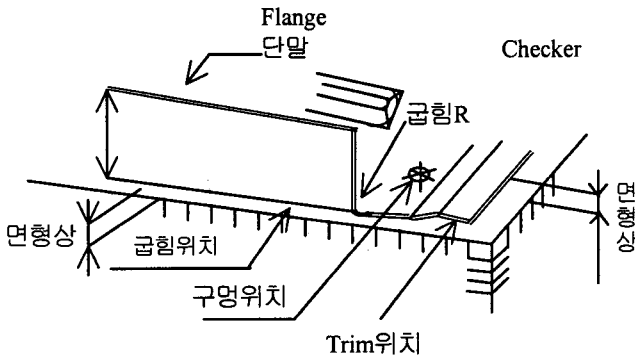
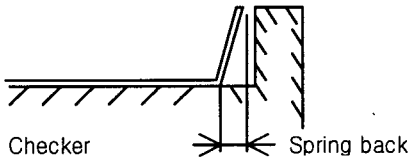


Fig.1 Checker

Panel의 주요부분은 Checker에 있는 제품기준선이나 기준면을 기준으로 외곽의 틈새와 위치 등을 측정하여 평가하게 된다. Fig.1에서 Flange 단말 (또는 끝단)의 위치가 Spring back 량을 나타낸다. (참고 Fig.2)



Checker Spring back

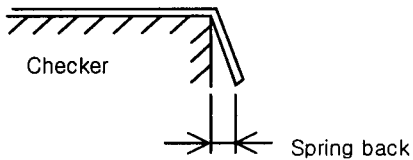


Fig. 2 Spring back

4. Panel rear floor에 대한 평가

Fig.3 은 Panel rear floor의 형상을 나타낸다.

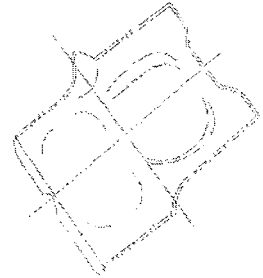


Fig.3 Panel rear floor

표1과 표2는 Panel rear floor A와 B를 Checker에 올려 놓고 지정된 측정 포인트를 측정하여 각 부분의 전체 측정점수와 불량 점수를 산출하여 불량율을 계산한 결과이다.

	측정점	불량점	불량율
면 형 상	47	16	(%) 33
Flange 단말	21	14	29
Flange 폭	21	13	26
굽힘위치	21	4	8
Trim 위치	26	2	4
구멍위치	33	0	0
합 계	169	49	100

표 1 Panel rear floor A의 평가결과

	측정점	불량점	불량율
면 형 상	31	19	(%) 40
Flange 단말	28	10	21
Flange 폭	67	7	15
굽힘위치	31	6	13
Trim 위치	27	5	11
구멍위치	45	0	0
합 계	229	47	100

표 2 Panel rear floor B의 평가결과

표1과 표2 에서 알 수 있듯이 Spring back은 Panel의 합격율에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 자동차 Panel은 조립 등을 고려하여 Spring back 량을 1.0 또는 0.5 이하로 제한하고 있다. 이 범위를 넘었을 경우 금형을 수정하여 Spring back 량을 조정하지 않으면 안된다. 금형을 수정한다는 것은 시간적, 경제적 손실은 물론 금형의 수명을 단축시키는 요인을 가중시키는 결과를 가져오게 된다.

5. Spring back 개선을 위한 방법

1) 굽힘 R (펀치R)을 작게 한다.

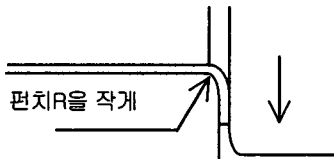


Fig. 4

Spring back은 굽힘R이 큰 것보다 작은 것이 적게 생기기 때문에 선택하는 방법이다. 그러나 제품R이 작아지는 것을 허용 하지 않는 경우 이 방법은 선택할 수 없다. Spring back 수정의 방법으로는 비용이 적게 든다.

2) 굽힘선을 공차 범위 내로 이동 시킨다.

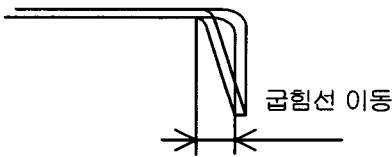


Fig. 5

Spring back 량은 변함없이 Spring back 량 만큼 굽힘선을 이동 시켜서 조립등에 문제가 없도록 하는 방법이지만 허용하는 경우가 드물어 제한적으로 적용한다. Spring back 수정의 방법으로는 시간과 비용이 많이 든다.

3) 굽힘부에 단차 또는 세게 힘을 가한다.

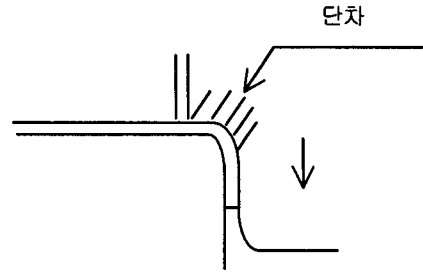


Fig. 6

굽힘부에 단차를 주거나 국부적으로 세게 힘을 가해 어느 정도의 억제효과를 거둘 수 있다. 수정의 경우 단순굽힘에서 이 방법을 적용하면 구조적으로 수정 비용이 많이 든다.

4) Ironing

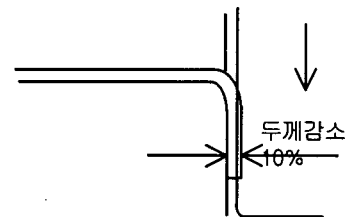


Fig. 7

Ironing은 판 두께를 감소시키며 강하게 밀착 굽힘을 하기 때문에 가장 근사치의 굽힘각을 얻을 수 있다. 그러나 Flange 폭이 넓어지고 Flange 단말이 불규칙 해지고 굽힘이 발생하여 양산성에 문제가 있다. 수정의 경우 이 방법은 비용이 비교적 적게 든다.

5) 굽힘각을 작게 한다.

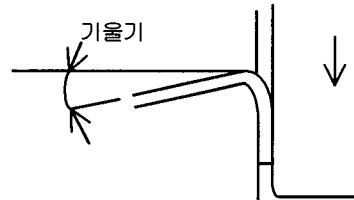
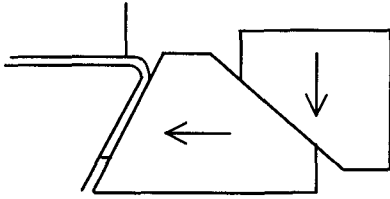


Fig. 8

이것은 Spring back이 어느 각도만큼 생긴다는 것을 감안하여 기울여 놓고 Bending하여 개선하는 방법이다. 이 방법은 편측 Bending에서만 가능하고 양측 또는 3면, 4면 Bending에는 적용 할 수 없다. 수정의 방법으로는 선택 할 수 없다.

6) Cam을 이용한 굽힘

Fig.9



Under cut 부분 또는 Flange부에 형상면이 있는 경우에 적용한다. 이 구조에서 Spring back의 개선으로는 굽힘각을 조정하는 방법이 있다.

7. 본 연구에 적용할 새로운 Spring back 개선법

본 연구에서는 이미 잘 알려진 Fig.4 ~ Fig9를 종합적으로 평가하여 보았다.

Spring back에는 Warping과 완곡변형이 병행해서 나타나는 경우가 많이 있다는 것을 주시하였다.

그리고 자동차 Panel의 Flange는 Spring back에 대한 공차범위가 0.5 ~ 1.0 라는 것에 주목하고 개선 가능성이 있다는 판단을 했다.

특히 Panel rear floor 등은 공차범위가 1.0 이하이기 때문에 개선했을 경우 Spring back 수정에 따른 시간적, 경제적 손실을 많이 줄일 수 있다는 평가를 하고, 다음의 두 가지를 집약할 수 있는 방법을 찾아 보았다.

1) 굽힘부의 소성변형()을 극대화하여 (탄성 회복력을 약화시킴) Spring back을 줄일 수 있는 방법은 없는가?

2) 완곡변형에 대한 역작용을 줄 수 있는 방법은 없는가?

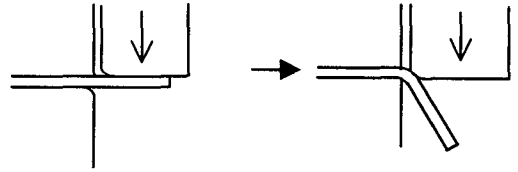


Fig.10 A Type (기존의 방법)

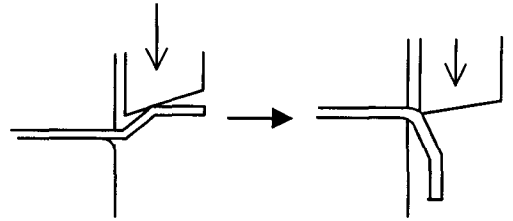


Fig.11 B Type (새로운 방법)

Fig.10은 기존의 Bending 방법을 나타낸다. 이 방법을 개선하여 전술한 1), 2)를 만족시킬 수 있는 방법을 고안한 것이 Fig.11의 B type 이다. 이것은 굽힘부를 일정한 각도로 역굽힘을 하고 완곡변형에 대비하여 Flange 의 중간에도 굽힘각을 준다.

B type을 적용하기 위해서는 Bending 전의 예비 변형이 필요한데, 이것은 Drawing 공정 또 Restrike 공정에서 만들어 주는 것이 바람직하다.

8. B type에 대한 1차 확인

B type의 효과를 확인하기 위하여 Panel dash upper 를 가지고 1차 확인을 실시하였다.

1) B type의 치수관계 (1차 확인용)

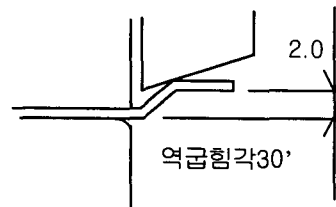


Fig.12 B type (1차)

2) Panel dash upper의 형상

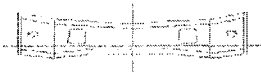
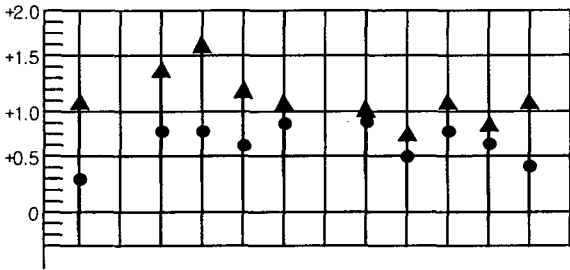


Fig. 13 Panel dash upper

3) 1차 확인용 측정결과



: 개선 전 :

Fig. 14 1차 확인 측정결과

Fig. 12와 같은 조건을 만들고 Bending 하여 개선 전과 개선 후를 비교한 결과 Fig. 14과 같은 결과를 얻었다. 이 결과에서 알 수 있듯이 B type (1차)의 개선 후 결과는 100% 공차범위 (1.0 이하)에 있으므로 Spring back과 완곡변형에 대한 억제 효과가 충분히 있다는 것을 확인할 수 있다.

9. B type에 대한 2차 확인

Fig. 3의 Panel rear floor를 가지고 2차 확인을 실시 하였다.

1) B type의 치수관계 (2차 확인용)

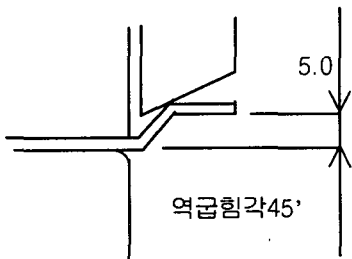
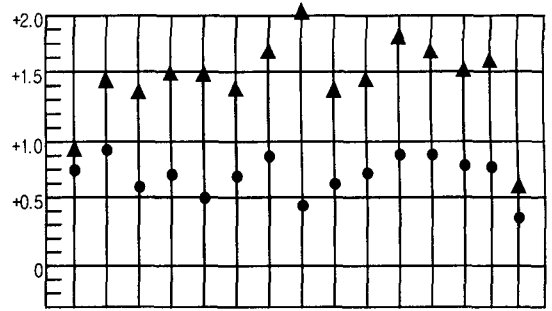
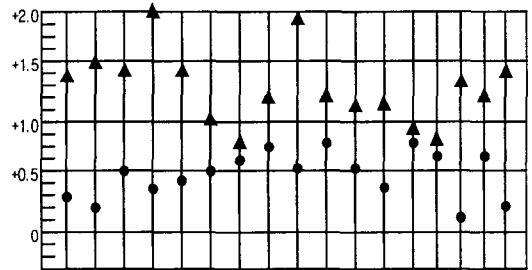


Fig. 15 B type (2차)



: 개선 전 :

Fig. 16 2차 확인 측정결과 (Panel rear floor A)



: 개선 전 :

Fig. 17 2차 확인 측정결과 (Panel rear floor B)

Fig. 15와 같은 조건을 만들고 2차 확인한 결과 Fig. 14 1차 확인보다 Spring back의 억제 효과가 더 좋다는 것을 알 수 있다. Spring back량의 평균치가 개선 전에는 1.35 인 것이 개선 후에는 평균치가 0.5 이하의 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

10. Panel rear floor A와 B의 재료 특성치

Table 1은 본 연구에서 사용한 냉각압연강판 JSC 270D (SPC 270D)의 재료 특성치를 나타낸다. (판 두께는 1.0)

Material	Yield stress MPa	Tensile Strength MPa	N-value
JSC270D	139	292	0.247

Table. 1 Mechanical properties applied specimen

11. 결론

Spring back이 부품의 기능과 조립에 문제가 되면 수정은 불가피하게 된다. 수정은 Bending 공정의 수정 또는 전공정()의 수정을 해야하는 경우가 있게 된다. Spring back은 현상의 특성상 완전히 없애는 것은 거의 불가능하기 때문에 영향을 최소화 하기 위한 많은 방법들이 소개되어 왔다.

본 연구는 Spring back을 공차범위 내에서 유효하게 억제시킬 수 있는 방법을 과제로 했다. 그리고 탄성 회복을 약화시키고 완곡변형에 대한 역작용을 주는 것에 착안하여 Fig.12와 Fig.15의 연구모델을 결정하고, 실물의 1차 확인과 2차 확인을 통하여 유효성을 입증 하였다. Flange 폭이 아주 좁은 것은 어렵겠지만 Fig.15의 치수범위를 조정하면 적용범위를 더욱 넓힐 수 있으리라 기대된다.

참고문헌

- (1) 中村 外3人 : Press加工 data book
(1980),150 日刊工業新聞社
- (2) TOJAWA : 千葉大學工學部研究報告,
14-26 (1963),1.
- (3) 益田 , TOJAWA : 精密機械
27-7 (1961),473.
- (4) 永井 : 塑性と加工 ,29-324(1988),69.
- (5) 中川外 3 人 :第26回塑性聯合論文集
(1975),189
- (6) 永井 : Press技術 ,25-11 (1987),20.
- (7) 薄鋼板成形研究會 : 寸法精度事例集,(1984),65