

PCB 장착을 위한 원형 포밍형상의 재료 두께 변형에 관한 연구

이춘규^{1*}

¹유한 대학교 금형설계과

A Study on Material thickness variation of the circle forming shape for installing PCB

Chun-Kyu Lee^{1*}

¹Department of Tool & Mold Design, Yuhan University

요약 PCB(Printed circuit board) 장착을 주목적으로 하는 포밍공정에서 주름을 발생시키지 않으면서, 실험을 통하여 재료의 두께 변화를 고찰하였다. 실험결과 제 1공정의 포밍 높이는 제 2공정에서의 재료두께 변화에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 제 1공정에서 다이의 입구 모서리는 제품높이 50%정도의 라운드를 가져야 하며, 포밍의 높이는 원래의 제품보다 재료의 두께만큼 높게 하여야 한다. 또한 제 1공정에서 포밍형상을 구현하면 재료의 두께가 85%로 얇아지고 제 2공정에서 리스트라이킹시 재료의 두께가 80%로 얇아진다. 그러므로 정확한 형상을 구현하기 위해서는 재료가 얇아지는 것을 고려하여 다이는 원제품의 형상을 유지하고 펀치는 원제품의 깊이에 재료 두께의 20%이상 더한 값만큼 길이를 길게 하여야 압축의 효과를 얻을 수 있다

Abstract Through experiment that does not cause wrinkles in the forming process for the primary purpose for install PCB(Printed circuit board) the thickness variation of the material was investigated. Experimental results was showed that the forming height of the first process had Influence Material thickness variation in the second process, in the first process, the Entrance corner of the die must have round of the product height of 50%, and The height of forming should be as high as the thickness of the material than the original forming. Also as do implement the forming shape in the first process, the thickness of the material is thinned to 85%, Restriking in the second process was that The thickness of the material is thinned to 80%. Therefore, In order to implement a precise shape, Thinking that the material thinning, The die was maintain the shape of the original product, and It was obtain the effect of the compression that the punch is to be longer, as the sum of more than 20% of the material thickness in the depth of the original product.

Key Words : Forming, Forming height, Forming shape, Material thickness, PCB(Printed circuit board)

1. 서론

프레스 금형에서 포밍(Forming)은 재료의 두께를 유지하면서 굴곡이 있는 형상을 구현하는 공법으로, 재료의 두께가 줄어들고 정밀한 공차를 요구하는 드로잉(Drawing)과는 차별 될 수 있다. 이러한 포밍은 사용 목적이나 용도에 따라서 다양한 형태로 구현 할 수 있다.

PCB(Printed circuit board) 장착을 주목적으로 하는

포밍은 PCB와 프레스 제품 사이에는 각종 저항(Resistors)들이 부착되기 때문에 포밍의 형상이나 높이에 제약을 많이 받게 된다. 또한 높이에 비해 포밍 형상이 작기 때문에 제품의 크랙(Crack) 및 파단이 발생하고 스프링 백(Spring back)으로 인하여 정확한 포밍 높이는 구현되지 않는다.[1] 이러한 문제들은 완성된 금형에서 한 번의 트라이아웃(Try out)으로 완성된 제품을 얻을 수 없고 수작업으로 수리하는 반복 작업을 통하여 다이의 모서리

*Corresponding Author : Chun-Kyu Lee(Yuhan Univ.)

Tel: +82-10-4725-5214 email: ckt1230@naver.com

Received May 4, 2015

Revised (1st June 8, 2015, 2nd June 10, 2015)

Accepted June 11, 2015

Published June 30, 2015

라운드(Round)와 펀치(Punch)의 길이 및 라운드의 크기를 결정하고 있다. 이로 인하여 금형의 제작비용이 증가할 뿐만 아니라 제작기간도 지연시키고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 예비 포밍(1공정)과 본 포밍(2공정)으로 분리하여 실험을 진행하고, 각각의 공정에 대하여 포밍 형상을 구현하는 공법을 적립하고, 재료 두께의 변화를 관찰하여 보다 트라이아웃을 최소화 할 수 있는 효율적인 금형 제작이 될 수 있도록 하고자 한다.

2. 본론

2.1 제1공정 포밍 펀치 및 다이 설계

Fig - 1에 나타난 것과 같은 원형 포밍의 형상을 얻고자 한다. 포밍 높이가 5mm 미만과 5mm 이상으로 나누어 실험을 진행하며, 실험에 사용된 재료는 EGI(Electro Galvanized Coil : 전기 아연 강판)를 사용하였으며, 재료의 두께는 1.0mm이다.

제1공정의 포밍 높이가 5mm 미만일 경우에는 제품의 원형 크기(D)와 펀치의 원형크기를 동일하게 적용하고 펀치의 형상은 펀치의 크기와 포밍의 높이에 맞게 연결되는 구(Round)형상이며, 다이는 아무런 간섭이 발생하지 않도록 관통가공 하였다.

펀치의 깊이는 제품의 깊이에서 재료 두께 만큼 더한 값만큼 길이를 정했으며, 외경은 제품의 다이(Die)측 외곽라인을 기준으로 설계 하였다.

재료가 유입되는 다이 입구 모서리 라운드는 2mm(R2)를 적용하였다.

포밍 형상 주변에 재료의 유입을 방지하는 비드는 적용하지 않았다. 이는 재료의 유입을 방지하면 제품의 전체적인 형상은 주름발생 없이 성형될 것으로 사료되나, 재료의 유입을 억제하게 되고 재료의 두께가 얇아지거나 크랙이 발생할 우려가 있다.[2]

제품의 높이가 5mm 이상일 경우에는 펀치의 원형 크기를 제품의 원형 크기와 동일하게 하고 다이는 관통하지 않는다.

Fig - 2에서 평면 구간(B)을 확보하고 깊이는 제품의 깊이(H)보다 재료 두께의 30~50% 더 깊게 성형되도록 설계하고 평면구간(B)의 다이는 제품의 높이 보다 0.5mm 더 깊게 설계를 하여 압축이 되지 않도록 하였다.

직선구간(A)은 직선으로 하지 않고 제2공정에서 리스트라이킹 할 때 필요한 체적을 확보하기 위해 라운드 형상으로 구현하였으며, 구간(B)과 자연스럽게 만나도록 설계를 하였다. 이때 직선구간(A)의 라운드 깊이(펀치에 의한 형상부 늘림 양)는 제품 두께의 30%정도 압축이 되도록 설계를 하였다.

펀치의 코너(C) 라운드 값은 제품의 높이의 값과 동일하게 적용하였다. 예를 들어 제품의 높이(H)가 8mm 이면 펀치의 코너(C)의 라운드 값도 8mm로 한다.[3]

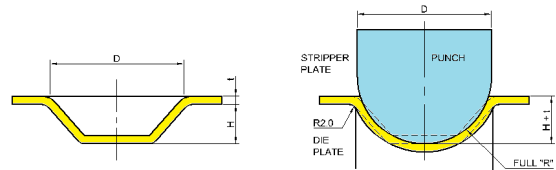


Fig. 1. The first step of forming a height is less than 5mm

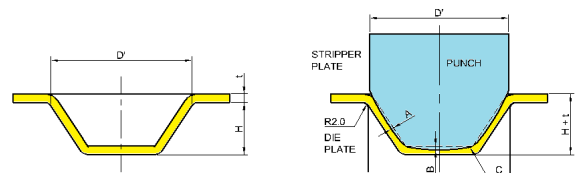


Fig. 2. The height of 5mm or more of the first forming process

2.2 제2공정 포밍 펀치 및 다이 설계

제2공정에서는 제품의 깊이와 관계없이 제품의 형상과 동일한 형상으로 금형을 설계하였고 다이의 형상과 깊이는 제품과 동일하게 설계를 하였다.

펀치와 다이의 편측간격(Clearance)은 참고문헌을 확인한 결과 일반적으로 1.1~1.5t가 적당하기 때문에 펀치원형의 크기(D)는 펀치와 마주하는 제품원형의 크기와 동일하게 하고 제1공정의 펀치원형의 크기와 동일하게 적용하였다.[4]

Fig - 3의 A, B구간은 재료 두께의 10~20%만큼 더 깊이 설계를 하였다. 펀치 길이를 제품과 동일하게 하였을 경우 스프링 백으로 원제품의 치수(H)보다 높이가 작게 될 수 있으며, 재료 두께의 20%를 초과 하면 재료의 단면적이 작아져 코너(C)부분에 크랙이 발생 할 우려가 있다.

다이 입구의 모서리 라운드 값은 제품 높이(H)의 50%의 값으로 하였다. 예로 제품의 높이가 8mm인 경우에 코너 라운드 값을 4mm로 한다. 제품 높이의 50%이

하일 경우 리스트라이킹공정에서 크랙이 발생하고 50% 이상 과도하게 코너(C) 라운드 값을 줄 경우 평면구간(B)을 확보하기 어렵게 된다. 또한 다이 중앙에 에어 빼기 홀을 추가 하였으며, 에어빼기 홀이 없을 경우에 재료와 다이 사이에 공기가 압축이 되어 공기에 의한 스프링백이 발생하기도 한다.[5]

다이 코너에 재료의 유입을 억제시키기 위해 비드를 적용시키기도 하지만, 비드를 넣을 경우에는 제품의 전체적인 평탄이 잘 나오는 측면에서는 유리하나 재료 유입이 차단되기 때문에 재료의 두께가 얇아지고 심하면 크랙이 발생한다.

비드가 있고 크랙을 해결하기 위해서는 다이 코너 라운드 값을 크게 설정하여야 하는데 코너 라운드를 크게 할 경우에는 재료의 체적이 증가하여 제2공정에서 리스트라이킹시 주름이 발생하거나 제품의 전체적인 평면에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 연구에는 비드를 미적용하여 재료의 유입이 용이하도록 하였다.

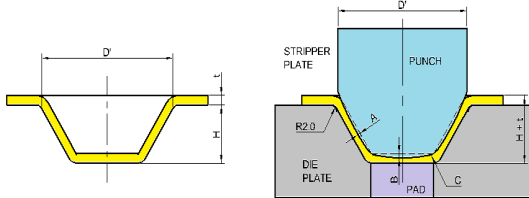
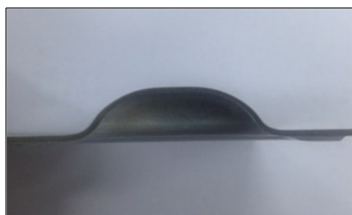


Fig. 3. The second shape-forming process

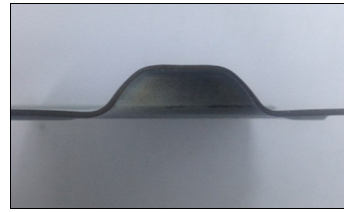
3. 실험 결과 및 고찰

3.1 제품 단면

Fig - 4에서 (a)는 제1공정에서 실험한 제품의 단면을 나타내고, (b)는 제2공정에서 실험한 제품의 단면을 나타내었다.



(a) First step



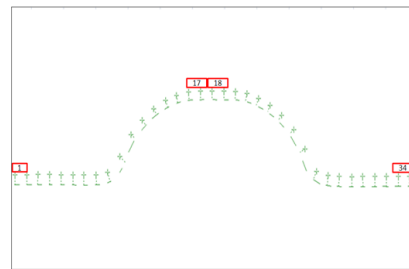
(b) Second step

Fig. 4. Sectional shape of the product after forming

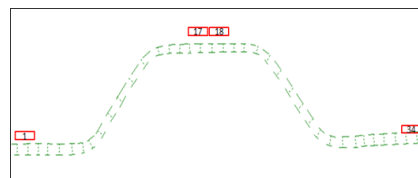
성형 후 포밍 형상의 높이를 측정한 결과 원제품의 깊이가 보다 재료두께의 50%만큼 더 깊게 적용하여 그 깊이를 5.5mm를 설정하였으나, 실재료는 스프링 백으로 인해 적용한 값 보다 약간 작게 5.3mm로 성형이 이루어지는 것으로 나타났다.

3.2 실험결과 및 고찰

Fig - 5에 나타낸 것과 같이 (a)는 1공정예비성형에서 성형된 제품을, (b)에는 제2공정 완성성형에서 성형된 제품을 와이어 컷 머신(wire cutting EDM)을 이용하여 제품의 중심을 절단하고, 비접촉식 3차원 측정기로 가로 방향으로 1mm 간격으로 두께를 측정하였다.



(a) First step



(b) Second step

Fig. 5. After forming the measurement position

Table 1과 Fig - 6에 제 1공정 성형 후 제품의 두께 변화를 측정한 결과를 나타내었다.

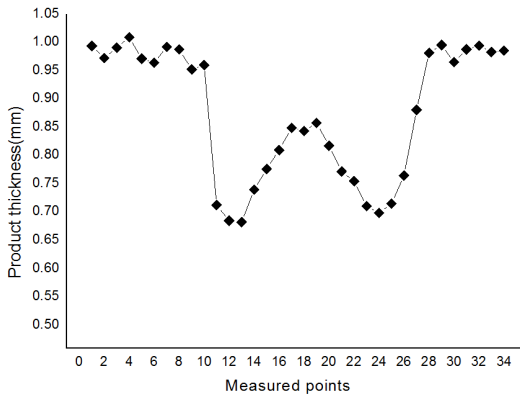


Fig. 6. The first step after the forming product thickness

Table 1. The first step after the forming product thickness

Measure position	Measured value	Measure position	Measured value	Measure position	Measured value
1	0.9940	13	0.6823	25	0.7151
2	0.9727	14	0.7396	26	0.7649
3	0.9907	15	0.7763	27	0.8807
4	1.0093	16	0.8101	28	0.9817
5	0.9713	17	0.8491	29	0.9955
6	0.9642	18	0.8435	30	0.9651
7	0.9924	19	0.8578	31	0.9880
8	0.9878	20	0.8174	32	0.9944
9	0.9524	21	0.7719	33	0.9832
10	0.9605	22	0.7549	34	0.9856
11	0.7127	23	0.7110		
12	0.6850	24	0.6985		

재료가 유입되는 다이 모서리 9의 위치보다 11~14의 위치가 재료의 두께가 얇아지는 것을 볼 수 있다. 이는 다이의 모서리와 접촉되면서 코너가 형성되는 9의 위치에서 인장과 압축이 동시에 발생하였으며, 크랙이 발생하는 것이 아니라 재료가 늘어나면서 두께가 약간 얇아지는 것으로 나타났다.

편치의 중앙을 기준으로 좌우가 대칭으로 두께가 변하는 것을 알 수 있다. 11~14의 위치와 23~25의 위치가 급격하게 두께가 얇아지는 것으로 관찰되었으며, 이는 편치의 모서리 라운드 부분으로 재료가 성형되면서 가장 많이 늘어나는 구역임을 알 수 있다.

포밍 형상의 중앙부분인 17의 위치에서는 재료두께의 85%의 두께를 유지하는 것으로 관찰되었으며, 이는 편치의 하면이 평면으로 되어있어 재료의 늘어남을 억제시키기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2 와 Fig.7에 제 2공정 성형 후 제품의 두께 변

화를 측정된 결과를 나타내었다.

제품의 두께가 얇아진 11~14의 위치와 23~25의 위치는 제1공정과 비교하였을 때, 두께의 변화는 거의 발생하지 않았으며, 편치의 중앙부분인 17의 위치가 조금 더 얇아진 것으로 관찰되었다.

편치의 중앙부분이 재료의 80%정도가 되었으며, 전체적으로 제 2공정의 리스트라이킹에서는 재료의 두께 변화는 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다. 이는 제1공정에서 얼마만큼 체적을 정확하게 확보 했느냐에 따라서 2공정에서 두께의 변화 없이 원하는 형상을 성형할 수 있다는 것을 의미한다.

Table 2. The second step after the forming product thickness

Measure position	Measured value	Measure position	Measured value	Measure position	Measured value
1	1.0017	13	0.6898	25	0.7139
2	1.0039	14	0.7445	26	0.7954
3	0.9993	15	0.7139	27	0.7799
4	0.9967	16	0.7632	28	0.8156
5	0.9980	17	0.7868	29	0.8686
6	0.9962	18	0.8027	30	0.9596
7	0.9924	19	0.7875	31	1.0357
8	0.9824	20	0.7526	32	0.9847
9	0.8798	21	0.7367	33	1.0021
10	0.8474	22	0.6787	34	1.0104
11	0.7423	23	0.7200		
12	0.7393	24	0.7083		

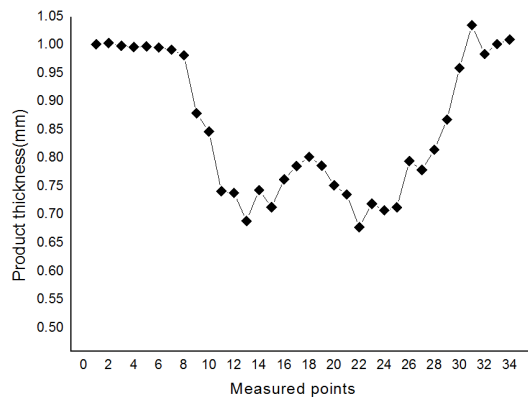


Fig. 7. The second step after the forming product thickness

4. 결론

본 연구에서는 제1공정 예비 포밍과 제2공정 포밍에

서의 제품 형상을 구현하는 방식을 적립하여 재료의 두께 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 제 1공정 성형시 다이 입구의 모서리는 라운드형상을 가져야 하며 라운드 값은 제품의 높이에 대하여 50%가 적당한 것으로 고찰되었다.
- 2) 제 1공정에서 펀치의 길이에 따라 제 2 공정에서 크랙이 발생하거나, 주름이 발생한다. 그러므로 제 1공정 펀치의 길이는 제품높이에 재료 두께만큼 더 길게 설정하여야 한다.
- 3) 제1공정에서는 재료의 두께가 85%로 얇아지고 제 2공정에서는 재료의 두께가 80%로 얇아지는 것으로 고찰되었다.
- 4) 포밍공정에서는 재료가 얇아지는 것을 고려하여 다이는 제품의 높이와 형상을 유지하고, 펀치는 제품의 높이에 재료 두께의 20%(0.2mm) 만큼 길이를 길게 하여야 압축의 효과를 얻을 수 있었다.

References

- [1] Kim Sei-Hwan, "Defective and Countermeasure of the press die", p143~228, Daekwang seorim, 2013.
- [2] Kim Sei-Hwan, "Press die Design Engineering", p192~281, Daekwang seorim, 2012
- [3] Chun kyu Lee Three other than, "Press Die Design Manual that is easy to know", p165, Kijeon Media, 2012
- [4] Mould Technology Test Study Group, "Press injection mold design", Iljinsa p118 2013.
- [5] Kim Sei-Hwan, "A Study of punch and die plate for restriking mold of structure engineering design", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, v.8 no.4, pp.708 - 712, 2007, 1975-4701

이 춘 규(Chun-Kyu Lee)

[정회원]



- 2008년 2월 : 서울과학기술대학교 정밀기계공학과 (기계공학석사)
- 2011년 3월 ~ 2014년 8월 : 공주대학교 대학원 기계공학부 (공학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 유한대학교 금형설계과 (산학협력교수)
- 금형기술사, 금형제작기능장

<관심분야>

프레스 금형 및 판재 성형 기술, 사출금형