

리드프레임 블랭킹 공정설계를 위한 전단영향인자의 실험적 평가

임상현*(영남이공대), 서의권(영남대 공업기술연구소), 심현보(영남대 기계공학부)

An Experimental Evaluation of the Influences of Shearing Factors for the Process Design of Lead Frame Blanking

S. H. Lim*(Yeungnam collage), E. K. Suh(Inst. of Ind. Tech.), H. B. Shim(Mech. Eng. Dept., YNU)

ABSTRACT

An experiment is carried out to investigate the influences of shearing characteristic factors for the process design of lead frame blanking in copper alloy C194($t=0.205\text{mm}$). 3 process parameters, e.g., clearance between die and punch, strip holding pressure, and bridge allowance are selected for this study. From the basis condition 6% clearance, 20N/mm², and 1.5t bridge allowance the seven times of experiment are done by varying the each factor.

The square shape specimen is used to study the characteristics of shearing factors. The ratios of roll over, burnish, fracture zone are measured after blanking. The experimental analysis shows that the burnish ratio is decreased as the clearance increases. And the larger strip holding pressure is shown that the roll over and burnish ratio are both decreased. It is found that an optimal strip holding pressure is need for large burnish zone. Finally it is shown that the bridge allowance is less affected than clearance and strip holding pressure.

Key Words : Lead frame(리드 프레임), Blanking(블랭킹), Bridge width(잔폭), Holding Pressure(누름력), Clearance(틈새), Copper alloy (구리합금)

1. 서론

리드 프레임(Lead frame)은 반도체(IC)의 칩(chip)을 지탱하는 골격으로 블랭킹, 노칭, 피어싱, 트리밍 등의 여러 공정이 복합된 프로그래시브 금형에서 제작된다 또한 리드(lead) 간격은 편 수에 따라 다르지만 최소 간격이 0.102mm로 일반적으로 0.203mm에서 0.254mm인 리드 프레임 소재의 두께에 비해 작으므로 이를 블랭킹 가공 시에 리드의 뒤틀림, 편심, 프레임의 뒤틀림, 휨 등으로 치수정밀도에 많은 불량을 동반할 수 있기 때문에 이에 대한 대책이 초정밀 프레스 가공품이다. 따라서 리드 프레임의 생산을 위해서는 금형의 초정밀 가공뿐만 아니라 금형설계 단계에서도 경험뿐만 아니라 리드 프레임 소재의 블랭킹 특성과 공정변수의 영향에 대한 바른 이해가 필요하다.

전단에 관한 연구들로는 前田禎三⁽¹⁾이 편치의 시어각과 틈새의 영향, 편치 속도에 따른 제품의 정밀

도 등에 대해 기초실험을 수행하였다. 또한 Maeda 등⁽²⁾은 블랭크의 지지력, 누름판의 돌기부 형상 등에 대한 영향을 평가하였다. Breiting 등⁽³⁾은 전단에서 틈새, 소재의 물성치, 편치의 전단속도 등의 공정변수에 대한 영향을 평가하였다. 김윤주 등⁽⁴⁾은 파인 블랭킹 공정의 실험과 요소제거기법을 통한 유한요소해석을 통해 전단면에서 다이 틈새의 영향을 연구한 바 있다. 또한 강대철 등⁽⁵⁾은 유한요소해석을 통해 다이 틈새와 누름판의 위치 및 압력에 따른 전단면의 형상을 예측하였다.

본 연구에서는 리드 프레임의 블랭킹 공정설계를 위한 전단특성을 알아보기 위하여 공정영향인자로서 잔폭(bridge width), 누름력(holding pressure), 틈새(clearance)를 선정하여 각 인자의 영향을 실험을 통하여 평가하고자 한다. 지금까지의 연구들이 대체로 소재의 두께가 0.7mm 이상의 비교적 두꺼운 판재의 전단 공정들에 국한되어왔으며, 제철도 일반냉연강판과 같이 일반적인 소재에 한정되고 있다. 따라서

리드 프레임 블랭킹 공정과 같이 두께가 0.254mm 이하이고, 재질도 구리합금인 C194를 사용한 경우에 대한 전단 특성 및 공정영향인자에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 뿐만 아니라 실험적인 방법으로 리드 프레임의 블랭킹 특성을 규명하기 위해서는 장비 및 측정의 정밀도가 요구되기 때문에 실험이 매우 까다로운 형편이다. 그러므로 본 연구를 통하여 구리 합금 C194 재질의 미소 박판 전단시 잔폭, 누름력, 틱새의 공정인자의 영향을 타발면의 형상을 통해 분석하여 리드 프레임 블랭킹 공정설계를 위한 기초자료로 사용하고, 금형설계에 유용한 정보를 제공하기 위한 목적에 본 연구의 의의가 있다.

2. 실험 조건 및 공정 인자

2.1 실험 조건

구리 합금 C194 재질의 전단 및 공정영향인자의 특성을 알아보기 위하여 10mm×10mm 두께 0.205mm의 정사각형의 시편을 타발하였다. Table 1은 이러한 C194의 성분 및 기계적 성질을 나타낸다. 타발 금형은 DR형 다이세트로 인너 및 아웃터 가이드 병용방식으로, 80 Ton의 프레스로 70 SPM의 속도로 타발하였으며 스톱핀(stop pin)을 이용하여 잔폭을 일정하게 유지하였다. 실험후 각 시편의 단면을 에폭시로 몰딩(moulding) 한 후 연마를 거쳐 비접촉식 3차원측정기(Optical Gauging Product Co.; F10V 250, ×200)를 통해 측정하였다.

Table 1. Material composition(%) and mechanical properties of copper alloy C194

Fe	Zn	P	Cu	Pb
2.1-2.6	0.05-0.20	0.015-0.15	97.2-97.8	≤ 0.03
Tensile strength (kgf/mm ²)	0.2% Yield strength (kgf/mm ²)	Elongation (%)	Hardness (Hv)	
47.8	46.4	3.4	140-155	

2.2 공정 인자

본 연구에서 전단 공정 인자는 틱새, 누름력, 잔폭의 3가지로 선정하였는데, 먼저 틱새는 실제 현장에서 리드프레임의 블랭킹 공정에 사용되는 6%를 기준 틱새로 4%, 8%의 3 단계로 다이의 치수를 10mm×10mm로 인서트 타입으로 제작하고, 펀치는 틱새를 적용하여 3개의 펀치를 각각 제작하여 실험하였다.

다음으로 누름력은 실제 실험에서 소성변형이 발생되지 않는 영역으로 설정하였는데 각각 5 N/mm², 20N/mm², 40N/mm²의 3 단계로 단위면적당의 압축력을 설정하였다. 단위면적당의 압축력을 증대시키기 위해서 타발형상의 10mm×10mm 외곽 치수에서 압축

력이 작용하는 부위를 누름판의 13mm×13mm로 설정하여 기타 누름판 부위보다 0.03mm 돌출되도록 제작하였다. 따라서 압축력이 작용하는 면적은 69mm²로 결정하였다. 실제 설정된 압축력을 실험에 적용할 때에는 스프링의 수량(n) 및 취부시 스프링의 초기압축길이(l)로 압축력을 조절한다. 즉 단위면적당의 압축력은 식 (1)과 같이 스프링의 개수, 스프링 초기압축길이, 그리고 접촉면적과 관계하기 때문에 스프링의 개수 또는 초기압축길이를 조절할 수 있다.

$$P = \frac{9.8 n \cdot k \cdot l}{A} \quad (1)$$

본 실험에서는 스프링 상수가 $k = 7.0 \text{ kgf/mm}$ 인 MISUMI 제(SWH 14(외경)×35(길이))의 스프링을 사용하였고, 앞에서 구한 접촉력이 작용하는 면적 $A = 69 \text{ mm}^2$ 을 이용하면 적절한 압축길이가 스프링 개수를 구할 수 있다. 따라서 5N/mm²의 경우 4개의 스프링을 사용하여 초기 압축장을 1.2mm로 세트 스크류(set screw)를 이용하여 체결하였다. 20N/mm²의 경우 4개의 스프링으로 5.0mm, 40N/mm²일 때 6개, 6.7mm로 고정하였다.

마지막으로 잔폭의 영향을 알아보기 위해 소재 두께의 0.8배 즉, 0.8t와 1.0t, 1.5t의 3 단계 잔폭으로 실험하였다. Fig 1은 타발 후의 스트립 형상을 나타낸다. 이송은 스톱핀에 의한 수동이송으로 각 잔폭에 맞는 스톱핀을 제작하여 교환하면서 실험하였다. 스트립의 이송방향에 의해 타발후 시편은 A 단면부와 B 단면부로 나뉘는데 B 단면은 잔폭이 무한대로 가정할 수 있으므로 본 연구에서는 앞선 타발 후 남아있는 잔폭 상태에서 타발되는 A 단면부의 형상을 기준으로 타발면을 측정하였다.

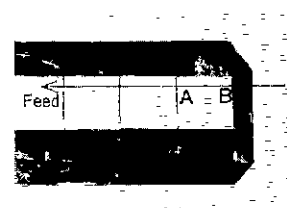


Fig. 1 Strip layout of square specimen

3. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서는 먼저 기준 조건을 틱새 6%, 누름력 20N/mm², 잔폭 1.5t로 선정하여 우선 실험하고, 다음으로 기준 조건에서 각 공정인자들의 영향을 각각 2회씩 실험하여 전체 7회의 실험을 통해 타발면의 형상을 알아보았다. Fig. 2는 타발 시편의 단면을 측

정하기 위해서 폴딩 후 연마한 상태를 보여준다.

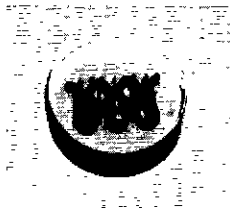


Fig. 2 Molding state of blanking specimen

3.1 틈새의 영향

틈새의 영향을 알아보기 위해 누름력 20N/mm², 잔폭 1.5t의 기준조건에서 틈새만을 4%, 6%, 8%로 변화하여 실험하였다. 각 틈새에서 타발 후의 측면 및 정면 형상을 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 4은 소재 두께에서 처짐, 전단면 및 파단면이 차지하는 비율을 나타내었다. 틈새가 커짐에 따라 전단면의 비율은 감소하고, 파단면과 처짐은 약간의 오차를 동반하나 증가하는 경향을 보인다. 본 실험에서는 Fig. 1에서와 같이 잔폭이 남아있는 A 단면부를 측정하는 것으로 틈새의 영향만을 보기 위해서는 잔폭이 무한대인 B 단면부를 관찰하는 것이 타당하므로 잔폭의 영향으로 실험결과와 오차를 수반한 것으로 사료된다. 앞선 리드프레임용 구리합금 C194의 블랭킹 특성의 기초연구⁽⁶⁾에 따르면 잔폭의 영향이 배제된 상태이므로 틈새가 커짐에 따라 처짐과 파단면이 증가함을 보여주었다. 특히 파단면의 경우 Fig. 3의 측면 형상에서 틈새가 커짐에 따라 각도가 기울어지는 것을 볼 수 있다.

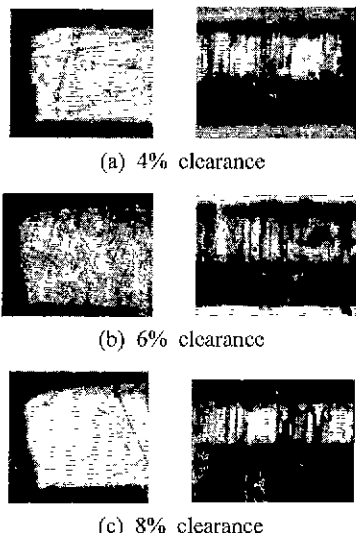


Fig. 3 Final side and front views of experiments according to each clearance

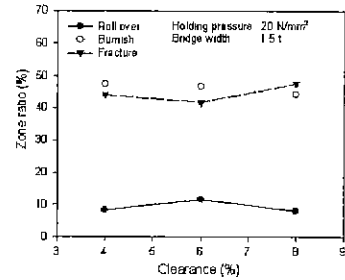


Fig. 4 Variation of roll over, burnish, and fracture zone ratios according to each clearance

3.2 누름력의 영향

누름력의 영향을 알아보기 위해 틈새 6%, 잔폭 1.5t의 기준조건에서 누름력을 5N/mm², 20N/mm², 40N/mm²으로 변화시키며 실험하였다. 실험 후 시편의 측면 및 정면 형상을 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 6은 처짐, 전단면, 파단면이 차지하는 비율을 나타낸다. 처짐의 경우 누름력이 커지면 잔폭 쪽의 스트립이 다이 쪽으로 쏠리는 현상을 줄여주므로 작아지는 것을 알 수 있다. 그렇지만 전단면의 경우 누름력이 커짐에 따라 소재의 유입이 억제됨으로 감소하는 것을 볼 수 있다. 즉, 처짐의 관점에서는 누름력이 증가되는 것이 타당하나 과도한 누름력은 전단면의 감소를 초래하므로 두 상태를 만족하는 적정의 누름력을 선정할 필요성이 있다. 이처럼 누름력의 증가에 의한 전단면의 감소는 앞선 연구지⁽⁵⁾의 수치해석 결과와 유사한 경향을 보이고 있다.

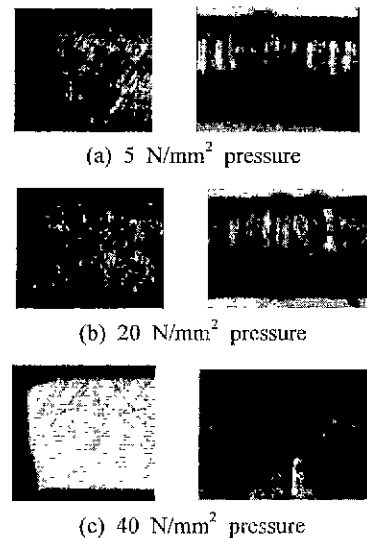


Fig. 5 Final side and front views of experiments according to each holding pressure

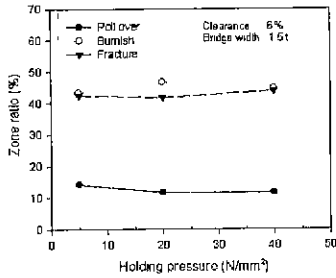


Fig. 6 Variation of roll over, burnish, and fracture zone ratios according to each holding pressure

3.3 잔폭의 영향

잔폭의 영향을 알아보기 위해 틱새 6%, 누름력 20N/mm²의 기준조건에서 잔폭 만을 0.8t, 1.0t, 1.5t로 변화시키며 실험하였다. 실험 후 타발면의 측면 및 정면 형상을 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 8은 처짐, 전단면, 파단면이 차지하는 비율을 나타낸다. 잔폭이 커짐에 따라 누름판에 의해 눌러지는 면적이 커지므로 소재 유입이 억제되어 처짐은 약간 감소하는 현상을 보이고 이에 따라서 전단면은 증가, 타단면은 감소하는 경향을 보였다. 그렇지만 앞서의 두 공정인자인 틱새와 누름력에 비해 전단면의 그 영향이 상대적으로 작은 것으로 나타났다.

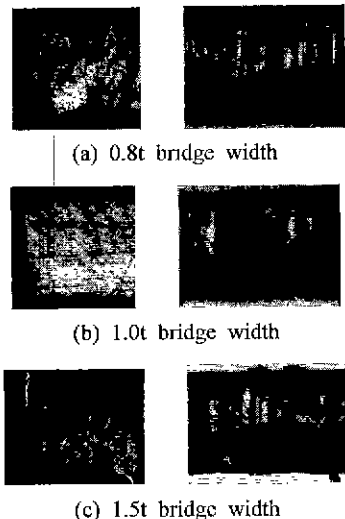


Fig. 7 Final side and front views of experiments according to each bridge width

4. 결론

본 연구에서는 반도체 리드 프레임 블랭킹 공정 설계를 위하여 두께 0.205mm, 구리 합금 C194 재질의

전단 특성을 공정 영향인자인 틱새, 누름력, 잔폭의 변화시켜 실험을 통하여 조사하였다. 틱새의 증가에 따라 전단면은 감소하였으며, 처짐과 파단면은 증가하는 경향을 보였다. 누름력의 증가는 처짐의 감소를 가져오나 과도한 누름력은 전단면의 감소를 야기시키는 것을 알 수 있어 적정 누름력의 선정이 필요함을 파악하였다. 잔폭의 변화는 틱새 및 누름력에 비해 전단에 미치는 영향이 상대적으로 작았으며, 잔폭이 커짐에 따라 전단면이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이처럼 본 연구의 실험결과로부터 각 공정인자의 전단에 미치는 영향을 파악할 수 있어 앞으로의 리드프레임 블랭킹 공정설계를 위한 기초 실험자료 및 리드프레임 금형 설계시에 유용한 기초자료를 제공할 것으로 사료된다

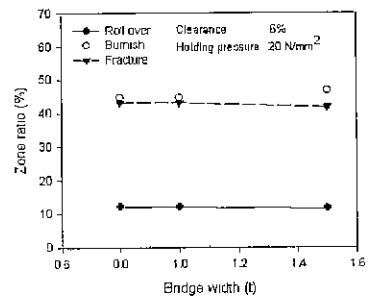


Fig. 8 Variation of roll over, burnish, and fracture zone ratios according to each bridge width

참고문헌

1. 前田禎三, “鋸板の剪斷加工の研究(1)”, 精密機械, Vol. 16, No. 3, pp. 70-77, 1950.
2. Maeda T. and Nakagawa T., “Experimental Investigation on Fine Blanking”, Sci. Papers I.P.C.R., Vol. 62, No. 2, pp. 65-80, 1968.
3. Breiting J., Pfeiffer B., Altan T., and Siegert K., “Process control in blanking”, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 71, pp. 187-192, 1997.
4. 김윤주, 박태수, 배원명, “파인 블랭킹에서 전단면에 미치는 다이 틱새의 영향에 관한 유한 요소 해석”, 한국소성가공학회지, 제9권, 제2호, pp. 152-158, 2000.
5. 강대철, 전병희, 이원평, 성부용, “정밀전단면의 유한요소 해석을 위한 파단기준 연구”, 한국공작기계학회지, 제9권, 제5호, pp. 80-86, 2000
6. 임상현, 서의권, 심현보, “사각형 블랭킹을 통한 리드프레임의 블랭킹 특성에 관한 기초연구”, 한국정밀공학회, 제18권, 제3호, pp. 182-188, 2001