

Bridge suspension 용 마이크로 와이어의 정밀 전단 특성 평가

Shearing Characteristics of the Micro-wire for the Bridge Suspension

*김웅겸¹, #표창률¹, 양승진¹, 고귀현¹, 강정진², 홍석관², 전병희³

*W. K. Kim(wkkim@probepin.com)¹, #C. R. Pyo¹, S. J. Yang¹, K. H. Ko¹, J. J. Kang², S. K. Hong², B. H. Jeon³,
¹(주)새한마이크로텍, ²한국생산기술연구원, ³인덕대학 기계설계

Key words : Micro-wire, Shearing, Bridge Suspension

1. 서론

Bridge suspension은 스페이스 트랜스포머와 인터페이스 PCB 사이에서 전기 신호를 전달하는 역할 외에도 프로브 핀과 wafer의 접촉(contact)시에 수직 방향으로 받는 힘을 흡수함으로써 기계적 충격을 최소화하고 MEMS 프로브 카드 내부의 평탄도를 유지시키는 역할을 담당한다. 이러한 Bridge suspension은 길이 정밀도 및 가공 정도가 매우 우수하여야 한다.

Bridge suspension의 제작에 있어 우선 수행해야 할 것은 와이어의 전단이다. 롤 상태의 마이크로 와이어를 일정 길이만큼 정밀하게 전단해야 하며, 전단면의 버가 거의 없어야 한다.

정밀전단에 관한 연구는 독일의 Fritz Schiess에 의해 처음 시작되었으며 현재까지 다양한 형태의 연구결과가 발표되어 왔다.[1] Chang과 Swift는 전단 클리어런스와 전단날의 날카로운 정도가 전단에 미치는 영향을 밝혔다.[2][3]

본 연구에서는 일반적으로 사용되고 있는 전단날과 자체 개발한 전단날을 이용하여 클리어런스, 전단각, 와이어 고정 패드에 대한 실험을 수행하였다.

2. 전단실험 및 유한요소 해석

2.1 전단실험

전단실험을 위한 실험 장치를 Fig 1 과 같이 자체 제작하였다. 전단 클리어런스를 조절 가능하게 제작하였으며, 패드의 유무에 대한 영향을 알아보기 위하여 패드를 탈착식으로 제작하였다.

Fig.2 는 전단날로써, 일반적으로 사용되어지는 전단날(Fig. 2 (a))과 자체적으로 제작한 전단날(Fig. 2 (b))을 이용하여 실험을 수행하였다. Fig. 2 (a)의 전단각은 약 30°이며, Fig. 2 (b)는 방전가공을 이용하여 흠을 가공한 뒤 0°, 30°의 전단각을 이루게 하였다.

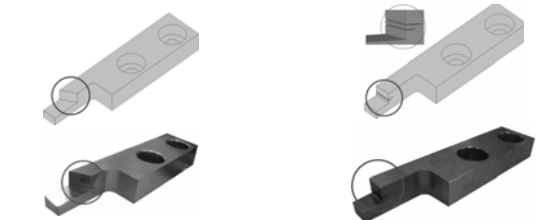
전단 실험조건은 Table 1과 같다. 전단실험은 직경 80μm의 와이어 시편을 이용하여 클리어런스, 와이어 패드의 유·무 및 전단날 각도에 따른 와이어의 전단면 형상과 버의 크기에 대하여 알아보았다. 전단면 형상 및 버의 크기는 전단실험 후 공구현미경을 이용하여 측정하였다.



(a) schematic of shearing (b) shearing system
Fig. 1 Photograph of shearing

Table 1 Shearing condition

specimen	clearance (%=clearance/thickness)	pad (wire holder)	cutting angle
Φ80μm wire	5%	use	0°
	15% 20%	none	30°



(a) conventional cutter (b) grooved cutter
Fig. 2 Photograph of cutter

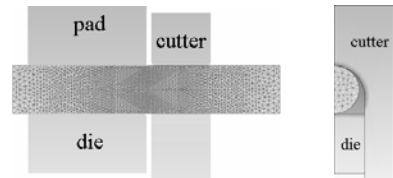


Fig. 3 Schematic illustration of analysis model

Table 2 Material properties of specimen

Wire diameter (μm)	Ultimate Tensile Strength (GPa)	Yield strength (GPa)	Modulus of Elasticity (GPa)	Elongation (%)
80	1.17	0.93	117.7	10

2.2 유한요소 해석

전단공정은 많은 변수에 의해 영향을 받으며 이러한 변수들에 대한 조합을 실험적으로 연구하기는 매우 어렵다. 그러나 유한요소 해석 프로그램을 이용하면 각각의 변수들에 대한 영향을 보다 효과적으로 비교 분석할 수 있으며, 전단공정에서의 문제점을 예측, 보완하는데 있어 시간과 비용을 절약할 수 있다.

본 연구에서는 상용 프로그램인 DEFORM 3D를 이용하여 유한요소 해석을 수행하였다. 시뮬레이션은 Fig. 3과 같이 초기 와이어 고정패드가 와이어와 접촉되어 와이어를 고정하며, 이후 cutter가 와이어를 절단하게 된다. 와이어가 절단될 것이라고 예상되는 부위에는 메쉬의 크기를 작게 나누어 집중적으로 관찰하였다. 전단해석에 사용된 와이어의 물성치는 Table 2 와 같다.

유한요소 해석은 전단실험과 동등한 와이어 고정 패드의 유·무, 전단 클리어런스, 및 전단각에 따른 와이어의 전단면 특성을 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 전단날 형상에 따른 전단면 형상

실험에 사용되어진 일반적인 전단날과 흠가공된 전단날에 대하여 비교실험을 수행하였다. Fig. 4는 두 전단날을 사용하여 전단하였을 경우 그 전단면 형상을 나타내고 있다. Fig. 4 (b)의 흠가공된 전단날을 사용하였을 경우, 그 전단면 및 버의 생성이 감소하였다. 그러나 다이와의 접촉되는 부분에 패인자국(indentation)이 나타났다.

3.2 패드 사용유무에 따른 전단면 형상

Fig. 5는 와이어 전단에 있어 와이어의 고정 역할을 수행하는 패드를 사용하였을 경우와 사용하지 않았을 경우의 전단실험 결과이다. 패드를 사용하였을 경우 Fig. 5 (a)와 같은 전단면을 얻을 수 있었으며, 패드를 사용하지 않았을 경우 Fig. 5 (b)와 같은 전단면을 얻을 수 있었다. 패드를 사용하였을 경우 파단면이 크게 나타나며, 버의 발생은 매우 미비하였다. 그러나 패드를 사용하지 않았을 경우 전단면 형태는 돌출형으로 발생됨을 알 수 있었다. 이와 같이 패드를 사용하지 않았을 경우 생성되는 돌출 버는 Bridge suspension 제작 공정 중 마이크로 와이어의 끝단 가공 및 프레스 가공에 있어 서로 다른 가공형상을 초래할 수 있다.

3.3 클리어런스에 따른 전단면 형상

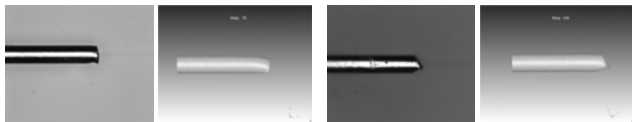
깨끗한 전단면 및 최소 버를 발생시키기 위한 주된 요인은 클리어런스(clearance)이다. Fig. 6은 직경대비 클리어런스 값을 5, 15, 25%일 때, 와이어의 전단면 형상을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 클리어런스가 커질수록 버 생성이 커짐을 알 수 있다. 버 측정 결과는 Fig. 7에 나타내었으며, 홈가공된 전단날을 사용하였을 경우 최소 버의 크기는 약 2 μ m 이다.

클리어런스가 작으면 버의 생성을 줄일 수 있으나, 공구 마모 등의 문제를 발생시킬 수 있으므로 적절한 클리어런스를 가져야 한다.



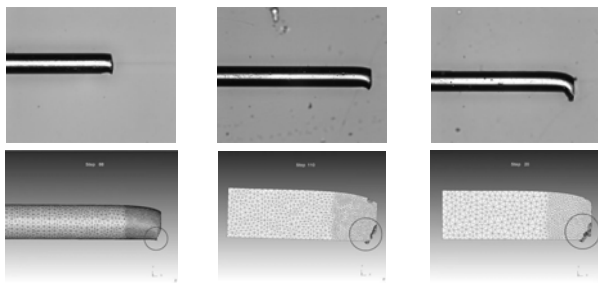
(a) conventional cutter (b) grooved cutter

Fig. 4 Shearing test results using cutter



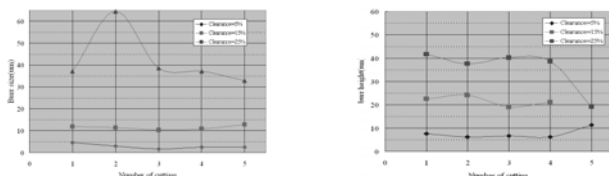
(a) with pad (b) without pad

Fig. 5 Shearing test and simulation results(left : test, right : FEM)



(a) 5% (b) 15% (c) 25%

Fig. 6 Results of shearing test and FEM accordance with the clearance (%=clearance/ wire thickness)



(a) grooved cutter (b) conventional cutter

Fig. 7 Burr measurement result

3.4 전단각에 따른 전단면 형상

Fig. 8은 전단날의 각도에 대한 전단면 형상을 나타내고 있다. 시뮬레이션 결과, 전단각이 커짐에 따라 발생하는 롤오버 구간이 작고 파단면의 크기가 작아지며, 버의 발생도 적다. 그러나 실제 전단 실험 결과, 롤오버 구간은 작게 나타나지만 전단날 각도가 커질수록 파단면이 커지며 버의 크기가 커짐을 알 수 있다.



(a) 0°(left : test, right : FEM)



(b) 30°(left : test, right : FEM)

Fig. 8 Results of shearing test and FEM accordance with the shear angle

4. 결론

본 연구에서는 마이크로와이어를 이용하여 전단 실험을 수행하였으며, 전단가공에 있어 중요한 요소인 클리어런스, 와이어 고정 패드 및 전단각에 대한 영향을 알아보았다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 홈가공한 전단날을 사용하였을 경우 일반적인 전단날을 사용하였을 경우보다 버의 생성을 줄일 수 있었다.
2. 전단 시 와이어의 고정 역할을 수행하는 패드는 와이어 전단에 있어 필수 불가결 요소임을 알 수 있었다.
3. 클리어런스가 작을수록 버의 생성을 줄일 수 있었다.
4. 전단각이 커짐에 따라 파단면의 크기를 줄일 수 있었다.

후기

본 연구는 산업자원부 부품소재기술개발사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 모든 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

참고문헌

1. T. C. Lee, L. C. Chan and P. F. Zheng, "Application of the finite-element deformation method in the fine blanking process", Journal of Materials Processing Technology, 63, 744-749, 1997
2. Ming. Li, " An experimental investigation on cut surface and burr in trimming aluminum automotive sheet", International Journal of Mechanical Science, 42, 889-906, 2000
3. 신용승, 김병희, 김현영, "정밀금형의 설계인자가 박판 전단가공 특성에 미치는 영향", 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 523-526, 2001