

# 세침의 예리도 시험에서의 정렬 오차 영향 평가

이종길\*

## Evaluation of the Influence of Alignment Error in the Sharpness Test of a Micro-Needle

J. K. Lee\*

### Abstract

Sharpness of the tip of micro needle is very important quality that should be controlled in the manufacturing processes. Acupuncture needle is one of the most widely used micro-needle. And the tip sharpness of acupuncture needle is usually checked by the magnitude of resisting force obtained through sharpness test.

In this study, some sharpness tests of acupuncture needle were done and the relationship between the misalignment of specimen and the magnitude of resisting force. The diameter of the needle used in the test was 250  $\mu\text{m}$  and the length of it was 40 mm.

**Key Words** : Sharpness test, Alignment error, Micro needle, Measurement

### 1. 서 론

마이크로 니들(micro-needle)은 반도체 검사용 핀, 마이크로 펀치, 의료용 세침 등을 통칭하는 개념이며, 이들은 그 사용처가 다를 뿐 제조 방법이나 니들 끝의 형상은 상당히 유사하다. 이들 마이크로 니들은 최근 의료용 침으로 뿐만 아니라, 정보통신 및 바이오 분야에서 검사장비 부품이나 물질 조작용 장비 등으로 활발하게 이용되고 있다.

의료용 침으로 사용되는 마이크로 니들의 제조 공정에서 관리되어야 하는 핵심적 품질은 침 끝의 가공도와 윤활 막의 도포 정도이다. 이들 품질은 침의 시술 시 환자가 느끼는 통증의 정도와 바로 연관되기 때문에 매우 중요한 특성이며, 침의 예리도 시험을 통하여 그 품질이 평가된다.

침의 예리도 시험은 일반적으로 시험하중이 수 g 내외로 매우 민감한 시험이며, 마이크로 부품의

기계적 특성 평가를 위한 인장·압축 시험과 매우 유사한 과정으로 이루어진다. 마이크로 부품의 기계적 특성을 평가하려는 연구는 1980년대 후반에 본격적으로 시작되어 최근까지 다양한 연구가 진행되고 있다.<sup>(1)(2)</sup> 국내에서도 김경섭<sup>(3)</sup>, 이종길<sup>(4)</sup> 등이 관련 연구를 수행한 바 있다. 특히 이종길 등<sup>(4)</sup>은 마이크로 코일 스프링의 스프링 상수를 측정하기 위한 장비를 자체 제작하여 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 자체 제작한 마이크로 인장 시험기를 사용하여 의료용 세침의 예리도 평가 시험을 수행하고, 침의 정렬 오차가 시험 결과에 미치는 영향을 평가하였다. 본 연구에서 제작·사용된 시험기의 측정 가능하중은 최대  $\pm 50\text{N}$  이며, 하중 정밀도는  $5.0\text{E-}4\text{ N}$ , 변위 측정 정밀도는  $0.05\ \mu\text{m}$ 이다.

\* 한국산업기술대학교 기계공학과

## 2. 시험 장치의 개발

본 연구에서는 마이크로 인장시험기를 개발하여 예리도 시험을 수행하였다. 개발된 시험기는 구조부, 정밀구동부, 로드셀, 제어부 그리고 시편 장착용 각종 그림들로 구성된다. 시험 시 하중이 수 g 정도라는 점을 감안하여 분해능이 5E-4 N 인 압전형의 정밀 로드셀을 사용하였고, 변위의 측정 정밀도를 확보하기 위하여 0.05  $\mu\text{m}$ 의 정밀도를 가지는 광학스케일을 적용하였다.

이송계는 LM 가이드와 볼나사로 구성된 구조부를 서보 모터를 이용하여 구동하도록 하였다. 그런데 서보 모터가 안정적으로 구동하는 회전수 영역에서 감속없이 그대로 시험을 수행할 경우, 시험 속도가 너무 빨라질 가능성이 높아 감속기를 채용하여 약 1/100 가량으로 감속한 후 볼나사를 구동하도록 하였다. 개발된 시험기의 개념도를 Fig. 1에 나타내었다.

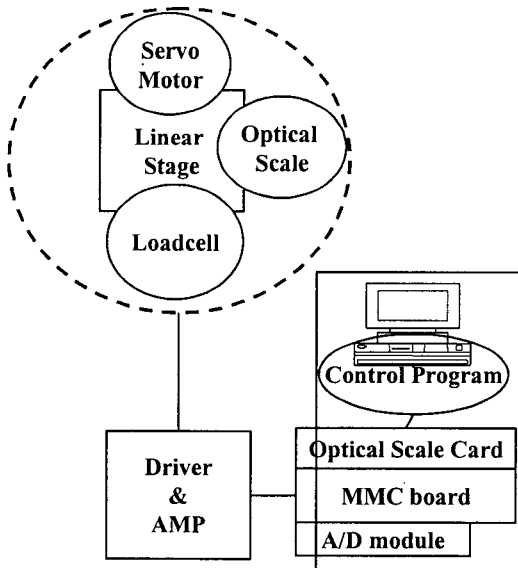


Fig. 1 Concept diagram of developed sharpness test system

## 3. 시험 결과 및 분석

### 3.1 시험 방법

침체의 휨에 의하여 발생하는 정렬오차가 측정되는 예리도 시험에서 측정되는 침의 압입 하중치에 미치는 영향을 평가하는 것이 본 시험의 목표였다. 따라서 동일한 침에 대하여 침의 휨량을 변화시킨 후, 실리콘 막을 관통시키는 시험을 반복하였다. 정렬 오차량을 평가하기 위해서는 Fig. 2에 나타낸 것과 같이 진직성이 보장된 침으로 중심점을 찾고, 매 시험마다 그 중심과 관통된 위치 사이의 거리를 측정해야 한다. 그런데 진직성이 보장된 시편은 존재하지 않으므로 하나의 시편에 대하여 중심을 찾기 위한 예비 시험을 수행한 후, 본 시험을 수행하였다.

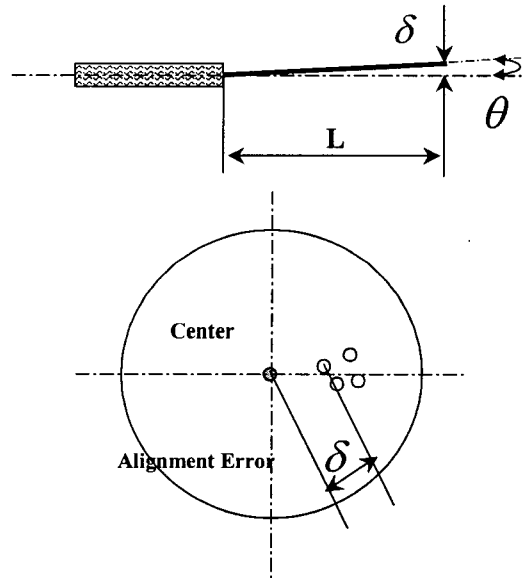


Fig. 2 Schematic diagram of measurement of alignment error

시험 속도는 300  $\mu\text{m/s}$ 로 하였으며, 전체 변위는 4mm로 하였다. 시험에 사용된 침은 Fig.2에서 L로 표시된 침체의 길이가 40mm이며, 침의 직경은 250  $\mu\text{m}$ 인 스테인레스 강 재질의 것이다.

또한 침별 편차에 의한 오차를 최소화하기 위하여 일단 침구 고정 장치에 하나의 침을 고정하고 나면 모든 시험이 끝날 때까지 침을 교체하지 않았다. 그리고 시험 중 침 고정부 조건이 달라짐으로 인해 오차가 발생하는 것을 막기 위하여 여러 번의 반복 시험이 진행되는 동안 침의 고정에 관련된 부분에 다른 조작을 가하지 않았다.

다. 일반적으로 시술 시 통증의 최소화를 위해 칩체의 표면에 윤활막 처리를 한다. 그러나 동일한 칩으로 반복 시험을 할 경우에는 윤활막의 손상 정도가 오차로 작용할 가능성이 높다. 이러한 문제의 발생을 막기 위하여 본 실험에서는 윤활막 처리를 하지 않은 칩을 가지고 시험을 수행하였다.

### 3.2 시험 결과 및 분석

시험 결과 얻어진 하중- 변위 곡선을 Fig. 3 에 나타내었으며, 각 경우에 대한 정렬 오차 값을 Table 1 에 요약하였다.

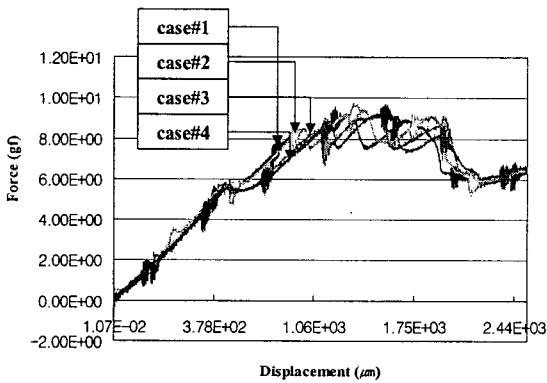


Fig. 3 Displacement-force curve obtained from sharpness tests. (no coating)

Table 1 Amount of misalignment for each case

Case	Misalignment $\delta$ (mm)	Misalignment Angle $\Theta$ (°)
#1	0.3340	0.4784
#2	0.9055	1.2968
#3	2.1701	3.1054
#4	4.6360	6.6111

상기의 시험 결과에서 보면 칩의 최대 압입 하중 값은 칩체의 정렬 오차에 그리 큰 영향을 받지 않는다. 칩 끝은 약 1.5mm 정도의 부분이 연마되어 있다는 점을 고려하면 실제로 의미 있는 시

험 데이터는 변위 1.5mm 이내의 구간이다. 이 구간의 초기 부분은 각 case 별로 거의 차이를 보이지 않고 있으나, 변위가 0.5mm 를 넘어서는 구간에서는 각 case 별로 기울기의 차이를 보이고 있다. 그러나 기울기의 차이 자체도 중요한 의미를 가지지는 않는 것으로 판단된다. 실제 판매되고 있는 칩구의 칩체 부분의 기울기가 대략 1° 이내로 관리되기 때문이다.

윤활제가 코팅되어 있는 칩구에 대한 시험 결과를 Fig.4 에 나타내었다. 전체적인 양상은 코팅이 없었던 경우와 거의 비슷함을 알 수 있으며, 코팅이 없는 경우보다 전체적으로 하중의 최대값이 약 40%가량 감소한 것을 확인할 수 있다. 윤활막 코팅이 환자의 통증을 감소시키는 효과를 낼 것이라는 것을 예측할 수 있고, 칩의 정렬오차에 의한 시험 오차는 매우 작음을 알 수 있다.

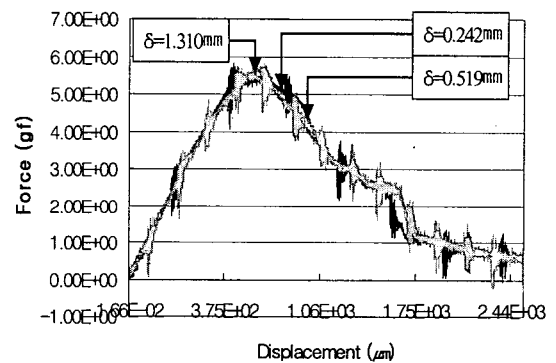


Fig. 4 Displacement-force curve obtained from sharpness tests. (coating)

## 4. 결론

본 연구에서는 직경 250  $\mu$ m인 세침의 예리도 시험을 수행하고, 칩체의 힘에 의한 정렬오차로 발생하는 압입 저항치 측정상의 오차를 실험을 통하여 분석하였으며, 결론은 다음과 같다.

(1) 세침의 예리도 평가를 위한 시험 장치를 개발하였다. 개발된 시험장치의 측정 가능하중은 최대  $\pm 50$ N 이며, 하중 정밀도는 5.0E-4 N, 변위 측정 정밀도는 0.05  $\mu$ m이다.

(2) 윤활 코팅막이 없는 칩의 예리도 시험에서 칩체의 힘에 의해 발생하는 정렬 오차가 측정되

는 압입 하중 값의 크기에 미치는 영향이 매우 작은 것으로 평가되었다. 일부 구간에서 하중-변위 곡선의 기울기에는 다소 영향을 미치는 것으로 나타났으나 그 편차가 크기 않았으며, 특히 세침의 정렬 오차 각이  $3^\circ$  이내인 경우에는 거의 차이를 발견할 수 없을 정도로 작은 차이만을 보였다.

(3) 윤활막이 있는 침의 예리도 시험에서도 윤활 코팅막이 없는 경우와 마찬가지로 침체의 정렬 오차로 인해 발생하는 압입 하중 측정치의 오차가 매우 작은 것으로 평가되었다. 최대 압입 하중의 절대값은 윤활 코팅막이 없는 경우에 비하여 약 40% 가량 감소하는 추세를 보였다.

(4) 예리도 시험 시, 윤활 코팅 막의 존재 여부와 상관 없이, 침체의 정렬 오차에 의한 압입 하중 측정 오차는 매우 작다. 더구나 실제 양산되는 침의 경우 침체의 휨 각이 최대  $1^\circ$  안팎인 점을 감안하면, 이로 인한 시험 오차는 고려하지 않아도 침체의 가공정도를 평가하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부가 지원하는 신기술 실용화 사업의 일환으로 이루어졌음을 밝히며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- (1) E. Mazza, G. Danuser, J. Dual, 1996, "Light optical deformation measurements in microbars with nanometer resolution", *Microsystem Technologies*, Vol. 2, pp.83~91
- (2) Taechung Yi, Lu Li, Chang-Jin Kim, 2000, "Microscale material testing of single crystalline silicon: process effects on surface morphology and tensile strength", *Sensors and Actuators*, Vol. 83, pp.172~178
- (3) 김경섭, 홍순형, 2001, "반도체 패키징용 Gold Bonding Wire의 변형특성 및 해석", 한국소성가공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 250~253.
- (4) 이종길, 전병희, 2001, "마이크로 코일 스프링의 스프링 상수 평가", 한국소성가공학회 추계학술대회 논문집, pp. 255~259