

마이크로미터(micrometer)

마이크로미터는 나사를 이용하여 물체의 길이를 재는 측정기로 1819 년경James Watt에 의해 발명되어 그 후 1848년 프랑스 사람 Palmer에 의해 현재와 가까운 모습으로 개량되었다. 그러나 실제로 제작 판매된 것은 약 20년 후 미국의 브라운과 샤프에 의하여 발전되어 왔다.

2.4.1 종류



외경 마이크로미터



지시 마이크로미터



디스크 마이크로미터



포인트 마이크로미터



마이크로미터



내측 마이크로미터



V-앤빌 마이크로미터



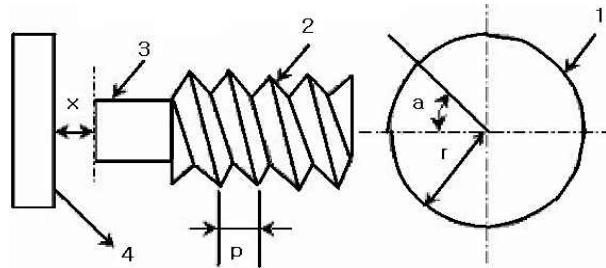
디지털 마이크로미터

그림 2.21 각종 마이크로미터(micrometer)

2.4.2 구조 및 원리

(1) 원리

마이크로미터의 원리는 길이의 변화를 나사의 회전각과 외경에 의해 확대하여 그 확대된 길이에 눈금을 붙여 미소의 길이변화를 읽도록 한 측정기이다. 보통의 표준 마이크로미터는 나사의 피치를 0.5mm로 하고, 덤불(Thimble)의 원주 눈금이 50등분 되어 있어 덤불 1눈금의 회전에 의한 스펀들의 이동량(M)은 $M = 0.5 \times 1/50 = 1/100\text{mm}$ 로 되어 1/100mm의 최소눈금으로 되어 있다(그림 2.22).



1. 눈금면 2. 나사 3. 스펀들 4. 측정면
 x : 축 방향이동량 p : 나사피치 a : 나사의회전각 r : 눈금면의반지름

그림 2.22 마이크로미터의 측정 원리

1회전하여 1피치만큼 전진 하므로 n 회전(또는 $1/n$ 회전)하면 n 피치(또는 $1/n$ 피치) 전진한다. 예로써 마이크로미터의 피치를 0.5mm라 하고 이 나사의 동심으로 눈금원판 C를 붙여 원주를 50등분 한다면 눈금원판이 1눈금, 즉 $1/50$ 회전하면 나사의 전진은 $0.5\text{mm} \times 0.01\text{mm}$ 로 된다.

따라서 원판 C가 몇 바퀴와 몇 눈금 회전 하였는가를 알 수 있다면 최소단위 0.01mm까지 측정할 수 있게 되는데 이것이 마이크로미터의 기본적인 원리인 것이다.

(2) 구조 및 명칭

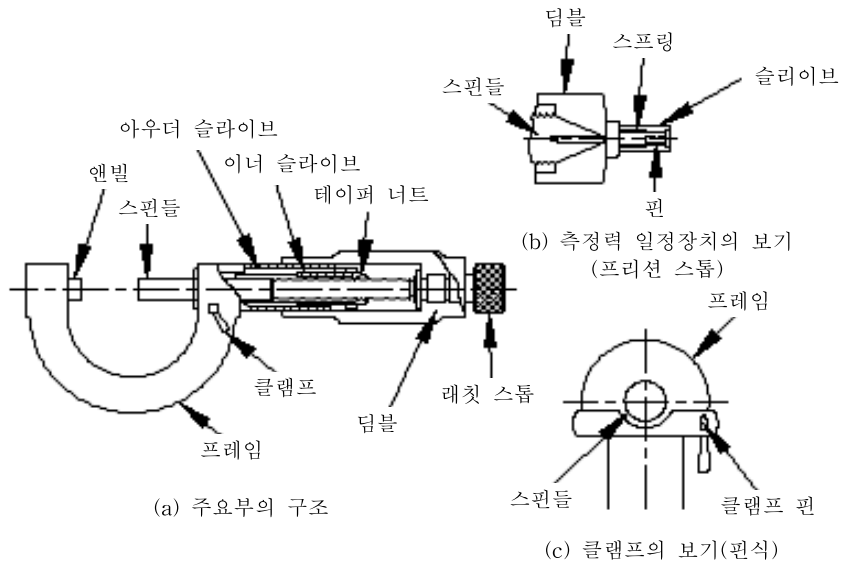


그림 2.23 마이크로미터의 구조

(3) 교정 방법 및 순서

- ① 스핀들과 앤빌의 측정 면을 깨끗이 닦고 광선정반(Optical plate)으로 돌기 부분이 있는지 검사한다. 돌기부분이 있으면 오일스톤으로 문질러 제거한다.
 - ② 라쳇트 덤블을 잡고 천천히 오른쪽으로 돌려 두 측정 면을 접촉시킨 후 측정 압을 가한다.
 - ③ 접촉된 상태에서 슬라이브기선과 덤블 눈금의 0이 맞는가를 확인한다.
 - ④ 만일 틀려진 상태가 1/100mm라 한다면 클램프로 스핀들을 고정시키고, 슬라이브 눈금 뒤쪽에 있는 작은 구멍에 스페너를 끼우고 슬라이브를 돌려 덤블 영점과 일치시킨다.
 - ⑤ 틀려진 상태가 1/100mm 이상이면 스핀들을 스톱장치로 고정시키고 라쳇트 스톱 덤블을 스페너로 돌려 풀은 뒤 가볍게 돌려 슬라이브의 0점을 맞추고 라쳇트를 잠근다.
 - ⑥ 블록 게이지의 1, 1.25, 1.5, 2, 3, 5, 10, 25mm를 측정하여 그 오차를 구한다.
 - ⑦ 평면도 검사는 측정면을 수평으로 하여 광선정반을 올려놓고, 자중상태에서 간섭무늬를 읽는다.
 - ⑧ 평면도 검사는 평행광선정반(Optical parallel)을 앤빌에 밀착시키고 스핀들을 접촉시켜 스핀들에 나타난 무늬수를 읽는다. 또는 평행광선정반을 그대로 측정면 사이에 넣고, 측정 압을 가한 후 앤빌, 스핀들면의 간섭무늬수를 더한다.
- 이와 같이 4개의 옵티칼 파라렐을 차례로 측정하여 최대간섭무늬수를 구한다.

2.4.3 안전 및 유의 사항

- ① 블록 게이지나 옵티컬 파라렐, 옵티컬 플랫을 떨어 뜨려 상처가 나지 않도록 주의해야 한다.
- ② 마이크로미터의 눈금을 읽을 때는 시차가 발생하지 않도록 기선의 수직인 위치에서 읽어야 한다.
- ③ 마이크로미터의 라쳇 스톱을 3~4회 돌린다.
- ④ 마이크로미터의 분해 시 분해도를 그리고 부품을 잃어버리는 일이 없어야 한다.
- ⑤ 평면도의 측정 시 옵티컬 파라렐은 자중에 의해 간섭무늬가 나타나도록 측정면 중앙에 살며시 올려놓아야 한다.
- ⑥ 먼지나 유막에 의한 오차가 크므로 불순물을 완전히 제거해야 한다.
- ⑦ 마이크로미터는 사용 후 깨끗이 닦아서 진동이 적고 직사일광이 닿지 않고 온도 및 습도의 변화가 심하지 않은 곳에 보관한다.
- ⑧ 보관 시에는 앤빌과 스핀들의 측정면이 닿지 않게 조금 벌려서 보관한다.

2.4.4 특 성

(1) 분해 및 조립

- ① 댄블을 왼쪽으로 돌려 본체에서 스핀들부분을 분리시킨다.
- ② 본체부분은 다시 테이퍼 너트와 슬리브를 분해할 수 있으며 테이퍼 너트는 왼쪽으로 돌려 빼고, 슬리브는 이너 슬리브와 꼭 끼워 맞춤 시켰기 때문에 힘을 가해야 한다.
- ③ 본체에서 스핀들 스톱 장치를 분해한다.
- ④ 스핀들 부분은 라쳇트 스톱 부분과 스핀들 댄블로 되어 있으며, 우선 스페너로 라쳇트 댄블을 돌려 분리한다.
- ⑤ 라쳇트 스톱이 분리되면 스핀들과 댄블은 보통 테이퍼로 맞추어져 있으므로 조금 흔들면 쉽게 빠진다.
- ⑥ 라쳇트 스톱은 다시 분해되어 스프링, 라쳇트 기어, 나사로 분해되어야 분해가 완료된다.
- ⑦ 분해되는 순서로 나열하고, 조립은 분해의 역순으로 한다.
- ⑧ 조립 전에 휘발유로 모든 부품을 깨끗이 닦고, 건조시킨 후 스핀들 나사 부분에는 양질의 스핀들유를 조금 주유한 다음 조립한다. 이때 나사부분에는 먼지가 끼지 않도록 조심한다.

(2) 측정 순서

- ① 측정하기 전에 측정기 및 피 측정물 등을 청결히 한다.
- ② 마이크로미터를 스탠드에 고정시키고 0점 조정을 한다.
- ③ 덤블을 돌려서 일감보다 조금 크게 벌린 후 왼손으로 몸체를 잡고 오른손의 엄지와 인지로 라쳇트 스톱을 돌려 일감을 끼운 후 2~3회 정도 공전을 시켜 눈금을 읽는다.
- ④ 진원도가 양호하지 못한 경우에는 치수 편차가 나쁘므로 90도 회전시켜 여러 번 측정해야 한다.

2.4.5 눈금읽는 방법

눈금 읽는 법 (최소 읽음치 0.01mm 표준 마이크로 미터)은 덤블의 끝선을 기준으로 슬리브의 기선 눈금을 읽은 다음 슬리브의 눈금선을 기준으로 덤블의 눈금을 읽은 후 위 두 값을 더한다.

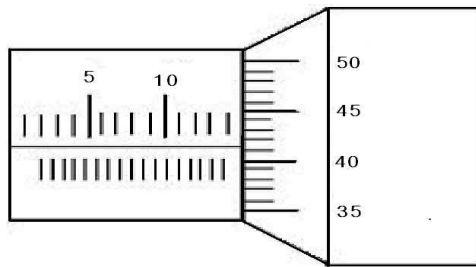
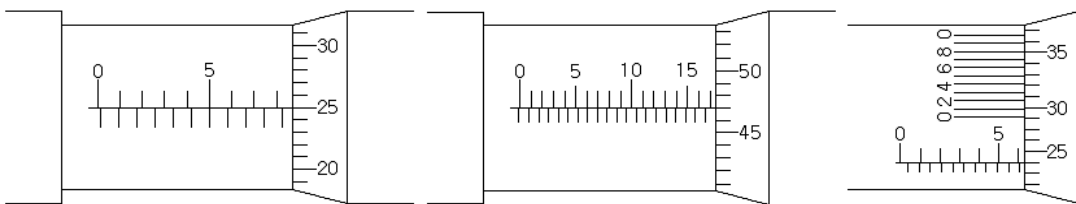


그림 2.24 마이크로미터의 눈금 구성



(a)	(b)	(c)
① 1mm 눈금 8	① 1mm 눈금 17	슬리브에 부착눈금이 새겨짐
② 0.5mm 눈금 유무 0.5	② 0.5mm 눈금 유무 0	최소읽음값 0.001 mm
③ 0.01mm 눈금 0.25	③ 0.01mm 눈금 0.47	
(a) 읽음 값 8.75 mm	(b) 읽음 값 17.47 mm	(c) 읽음 값 6.738 mm

그림 2.25 마이크로미터의 눈금 읽기

마이크로미터의 측정값을 정확하게 판독하기 위해서는 슬리브의 기선 눈금과 덤블의 눈금이 어느 위치에서 합치 되었는가를 관찰해야 한다. 또한 시차의 방향에 따라 정확한 눈금의 판독이 좌우되므로 슬리브의 기선과 덤블의 눈금이 합치되는 수직상에서 읽어야 한다.

최소 눈금 0.01mm 마이크로미터의 눈금 읽는 법 및 최소 눈금 0.001mm 마이크로미터의 눈금 읽는 법은 측정범위 0~25mm의 것은 앤빌과 스펀들을 일정한 측정력으로 접촉시켰을 때 눈금이 0을 가리키도록 되어 있다. 또 스펀들의 1회전은 0.5mm, 덤블 원둘레는 50등분이므로 덤블의 한 눈금은 스펀들 0.01mm의 이동 량을 나타내는 것으로 된다.

예1) 표준형 마이크로미터에서 눈금의 읽음 값은 슬리브 기선 상단 눈금 5.00mm, 슬리브 기선 하단 눈금 0.50mm, 덤블의 눈금 31개가 슬리브 기선과 일치되므로 $31 \times 0.01 = 0.31\text{mm}$, 마이크로미터의 읽음 값은 5.81mm이다.

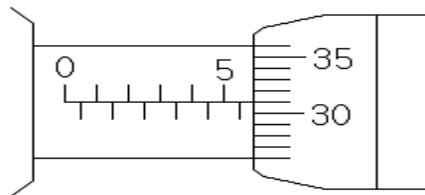


그림 2.26 0.01mm 마이크로미터의 눈금 읽음

예2) 마이크로미터의 슬리브 눈금은 7.00mm, 슬리브 기선 하단 눈금 0mm, 덤블의 눈금 32개가 슬리브 기선과 일치되므로 $32 \times 0.01 = 0.32\text{mm}$, 마이크로미터의 읽음 값은 7.32mm이다.

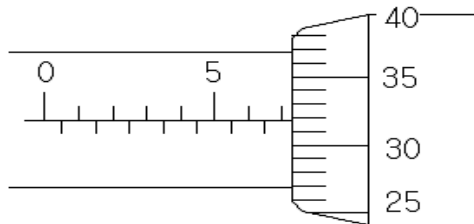


그림 2.27 0.01mm 마이크로미터의 눈금 읽음

예3) 마이크로미터의 슬리브 눈금은 7.000mm, 슬리브 기선 하단 눈금 0mm, 덤블의 0.01mm 눈금 42로 $42 \times 0.01 = 0.42\text{mm}$, 덤블의 0.001mm 눈금 6에서 덤블의 0.01mm

눈금과 일치되므로 $6 \times 0.001 = 0.006\text{mm}$ 가 된다. 따라서 마이크로미터의 읽음 값은 7.426mm 이다.

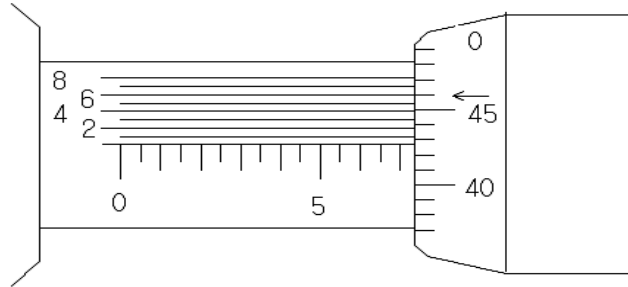


그림 2.28 0.001mm 마이크로미터의 눈금 읽음

예4) 내측 마이크로미터의 슬리브 눈금은 16.00mm , 슬리브 기선 하단 눈금 0.5mm , 텀블의 눈금 47개가 슬리브 기선과 일치되므로 $47 \times 0.01 = 0.47\text{mm}$, 마이크로미터의 읽음 값은 16.97mm 이다.

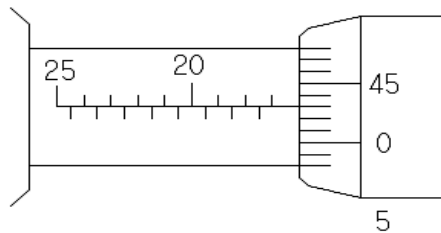


그림 2.29 0.01mm 내측 마이크로미터의 눈금 읽음

2.4.6 내측 마이크로미터

(1) 캘리퍼형 내경 마이크로미터(caliper type inside micrometer)

측정 범위는 $5 \sim 25\text{mm}$, $25 \sim 50\text{mm}$ 등으로 25mm 씩 단계별로 되어 있다. 외측 마이크로미터와 달리 구조상 아베(Abbe)의 원리에 준하지 않으므로 정밀도는 외측 마이크로미터보다 훨씬 떨어져 종합 오차 값이 약 2 배 정도가 된다. 따라서 눈금을 읽을 때에는 외측 마이크로미터와 반대방향이므로 틀리지 않도록 주의하여야 한다(그림 2.30).



그림 2.30 캘리퍼형 내경 마이크로미터

(2) 봉형 내측 마이크로미터(tubular inside micrometer)

50mm 이상의 큰 내경을 측정할 때 쓰이며 단체형과 연결식형이 있다. 몸체의 한 쪽에 구형(球形) 측정면을 조정할 수 있는 앤빌을 갖고 있으며, 다른 쪽에는 나사의 회전에 따라 축 방향으로 이동할 수 있고, 양 측정면 사이에 구멍 또는 내측에 넣고 내경을 읽을 수 있도록 되어 있는 측정기로 정밀도에 있어 종합오차는 외경마이크로미터와 거의 같지만 연결했을 때의 접합나사부분, 또는 파이프 끝면의 직각도에서 더욱 정밀도가 떨어진다(그림 2.31).



그림 2.31 봉형 내측 마이크로미터

2.4.7 지시 마이크로미터(Indicating micrometer)

지시 마이크로미터는 측정 압을 사용자의 느낌이나 숙련에 의하지 않고 일정하게 하여 정밀도를 높이고자 한 것으로 인디케이트가 마이크로미터 프레임의 중간에 내장되어 있어 마이크로미터 헤드 0.01mm 이하의 값은 인디케이트 부분의 0.001mm 단위로 읽을 수 있다. 또 인디케이트부분의 지시범위 안에서 한계게이지로도 사용할 수 있다(그림 2.32).



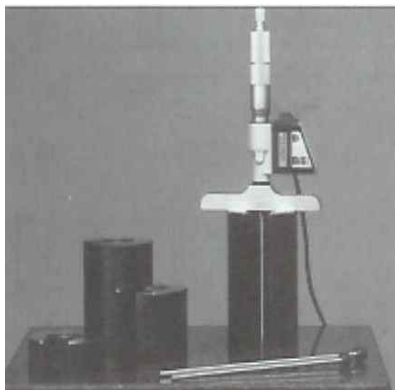
그림 2.32 지시 마이크로미터

2.4.8 깊이 마이크로미터(depth micrometer)

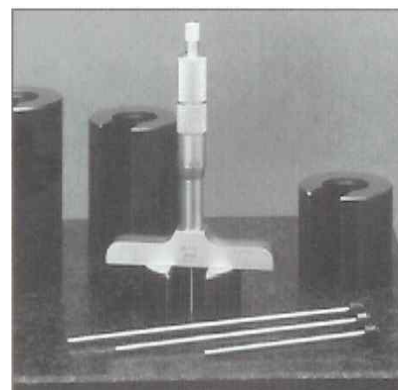
깊이 마이크로미터는 관통되지 않은 구멍, 슬롯의 깊이, 단 붙은 면의 간격 등의 측정에 사용되는 측정기이다. 측정의 기준이 되는 평탄한 면을 갖는 베이스와 그 기준면과 직교하는 축선 방향으로 나사의 회전에 의해 이용하는 스핀들 및 스핀들의 움직임 을 나타내는 눈금을 갖는 슬리브 및 손잡이 등을 갖추어서, 피 측정물을 측정할 수 있는 측정기를 말한다(그림 2.33), (그림 2.34).



그림 2.33 깊이 마이크로미터



(a)



(b)

그림 2.34 깊이 마이크로미터 측정 방법

2.4.9 외측 리미트 마이크로미터(outside limit micrometer)

하나의 몸체에 두 개의 마이크로미터를 평행으로 두어 외측 마이크로미터는 위의 리미트, 내측의 마이크로미터는 아래의 리미트를 주어 측정 한계를 조정할 수 있으므로 한계 게이지(limit gauge)로서 사용할 수 있다.

2.4.10 나사 마이크로미터(screw thread micrometer)

나사의 유효지름을 측정하는 것으로 앤빌의 중심위치가 V형으로 되어 있고 스펀들의 선단은 원뿔형으로 되어 있다. 60° 또는 55°의 V 앤빌과 원뿔형 스펀들을 교체하여 나사를 측정할 수 있으며, 측정방법은 나사산을 앤빌의 골에 올려놓고 스펀들로 나사의 골을 측정한다. 즉, 나사의 골에서 나사산의 높이까지의 길이를 측정하는 것이다(그림 2.35), (그림 2.36).



그림 2.35 나사 마이크로미터

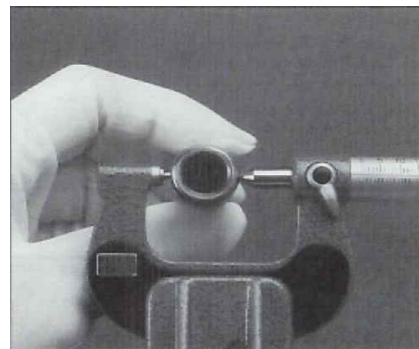
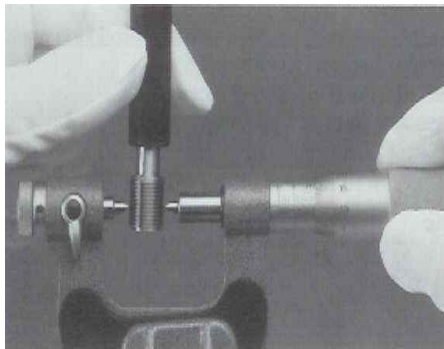


그림 2.36 나사 마이크로미터 측정방법

2.4.11 V-앤빌 마이크로미터

V-앤빌 마이크로미터는 탭이나 리이머의 외경을 직접 측정할 수 있으며 3개의 홈용과 5개의 홈용이 있다. 3개의 홈을 가진 것의 측정 영역은 1mm~100mm까지의 7종이 있으며, 5개의 홈을 가진 것의 측정 영역은 5mm~105mm까지의 5종이 있으며, 7개의

홈을 가진 것은 5mm~45mm까지의 2종이 있다(그림 2.37).



그림 2.37 V- 앤빌 마이크로미터

2.4.12 다이얼 게이지 부착 마이크로미터

마이크로미터 앤빌측에 다이얼 게이지를 부착한 것으로, 대량 생산에서 합격 불합격 판정을 신속히 결정할 수 있다. 그러나 다이얼 게이지 자체로는 광범위한 측정이 불가능하므로 마이크로미터 헤드(micrometer head)를 병용하여 다이얼 게이지의 치수차를 읽게 한다(그림 2.38).



그림 2.38 다이얼 게이지 부착 마이크로미터

2.4.13 튜브 마이크로미터(tube micrometer)

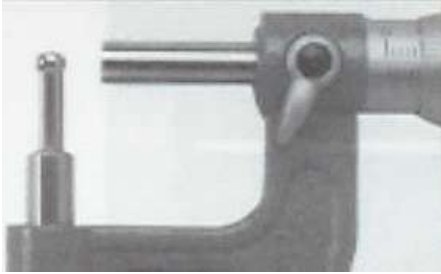
튜브 마이크로미터는 그림과 같이 봉상(棒狀) 형태의 앤빌을 가진 마이크로미터로 측정 방법은 관의 내측에 앤빌을 넣고 살 두께를 측정할 수 있도록 제작되어 있다(그림 2.39).



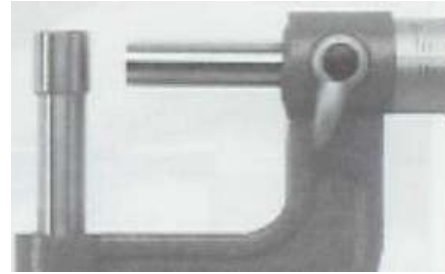
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 2.39 봉상 앤빌 형 튜브 마이크로미터

2.4.14 포인트 마이크로미터(Point type micrometer)

스핀들과 앤빌의 선단이 원뿔형으로 되어있는 마이크로미터로서 드릴의 홈, 수나사의 골 지름 등과 같은 측정에 사용된다. 측정자 선단의 각도는 15°, 30°, 45°, 60°가 있으며 측정범위는 0~25mm, 75~100mm가 있고 최소눈금은 0.01mm로 되어있다(그림 2.40).

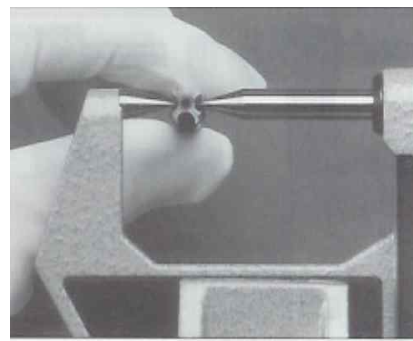


그림 2.40 포인트 마이크로미터

2.4.15 디스크 마이크로미터(disk micrometer)

기어 이두께 마이크로미터라고도 하며 앤빌과 스펀들의 선단에 접시형의 원판이 붙어 있다. 측정 범위는 기어의 2매 이상 몇 개의 기어를 물려서 측정한다(그림 2.41).



그림 2.41 디스크 마이크로미터