# 【측정 필기 요약】

## 단원명 1. 작업 계획 파악하기

1-1. 도면의 측정 부분 파악 6 P
1-2. 측정 부분별 측정 방법 파악 14 P

1) 직접 측정

직접 측정은 측정기를 직접 제품에 접촉 또는 비접촉을 하는 방식으로 이루어지며, 바로 눈금을 읽음으로 측정값을 얻는 방법 절대 측정이라고도 말한다. 다음은 직접 측정을 이용한 몇 가지 예이다.

1. 강철자를 이용한 길이 측정

강철자를 제품에 접촉시켜 직접 눈금을 읽어 측정. 접촉 시제품과의 틈새, 기울기가 발생하지 않도록 하며 시차 주의

2. 버니어 캘리퍼스를 이용한 길이 측정

어미자와 아들자의 눈금이 일치되는 하나의 선을 읽음으로 측정

3. 외측 마이크로미터를 이용한 길이 측정

앤빌과 스핀들 면이 제품과 틈새가 없도록 측정기를 좌우로 살짝 흔들며 접촉시킨 후 아래 그림과 같이 래칫 스톱을 돌려 일정한 측정압력을 가하여 측정

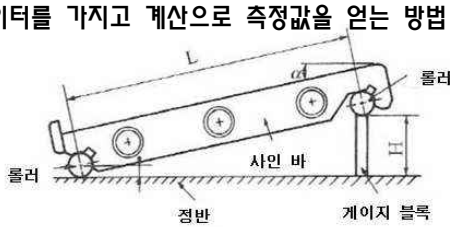
4. 베벨 각도기를 이용한 길이 측정

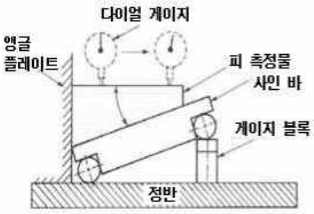
각도기를 아래의 그림과 같이 제품에 직접 접촉하여 베벨 각도기에 있는 버니어 스케일의 일치되는 눈금 한 선의 값을 읽음으로 측정

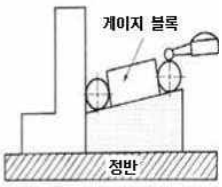
2) 간접 측정

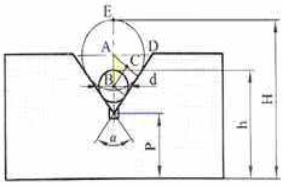
간접 측정은 직접 눈금을 읽음으로 측정값을 얻지 못하며, 측정을 통해 얻어진 데이터를 가지고 계산으로 측정값을 얻는 방법

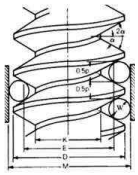
1. 사인 바를 이용한 각도 측정
2. 롤러를 이용한 각도 측정
3. 롤러를 이용한 V-블록 각도 측정
4. 삼침을 이용한 나사의 유효경 측정



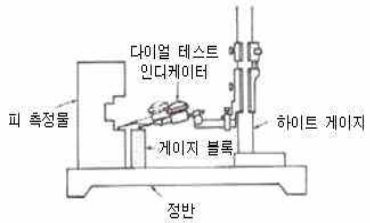
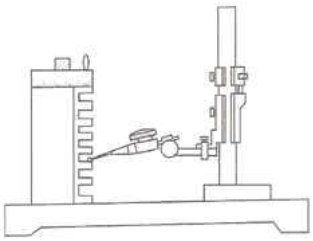



3) 비교 측정

비교 측정 역시 직접 눈금을 읽음으로 측정값을 얻을 수 없다. 기준이 되는 표준을 이용하여 그 차이값을 서로 비교하는 방식으로 측정

| 1. 게이지 블록을 이용한 길이 측정 | 2. 하이트 마이크로미터를 이용한 높이 측정 | 3. 다이얼 게이지를 이용한 높이 측정 |
|---|---|---|
|  |  | |

## 단원명 2. 측정기 선정하기

### 2-1. 제품에 따른 측정기 선정 23 P

>> 제품의 치수 공차 범위에 따른 측정기 선정

1. 측정기의 종류

(1) 도기(standard)

- 선도기(line standard) : 눈금 간격의 길이를 구체화 한 것 예) 강철자, 눈금자
- 단도기(end standard) : 양단면의 간격으로 길이를 구체화 한 것 예) 게이지 블록, 플러그 게이지

(2) 지시 측정기 : 측정 중에 표점이 눈금에 따라 이동하는 측정기 예) 버니어캘리퍼스, 지침측미기, 인디케이터

(3) 시준기 : 기계적인 접촉이 없이 광학적인 방법을 이용하여 길이를 측정 예) 투영기, 오토콜리메이터, 현미경 등

(4) 게이지(gauge) : 측정 중 가동 부분을 갖지 않는 측정기

2. 측정기의 올바른 선정법

(1) 측정 대상의 특성

① 측정 제품의 형상 : 제품의 형상이 적은 경우에는 비 접촉 측정, 수량이 많을 때는 비교 측정이 보다 적합

② 일정 치수의 외경을 측정할 때에는 벤치 마이크로미터와 같은 비교 측정기의 역할을 할 수 있는 측정기를 선택

③ 측정 제품의 수량 : 특히 다량의 측정 제품을 연속적으로 측정할 경우에는 측정의 자동화를 고려해야 하며, 복잡한 형상 제품의 연속적 측정에는 3차원 측정기가 효율적

④ 측정 제품의 성질 : 부드러운 재질인 경우 측정력에 의한 변형이 되므로 비 접촉 측정기의 선정이 적합

(2) 측정 환경

① 측정 장소의 온도, 습도, 진동, 소음 등을 고려한다.

(3) 측정 정도

① 일반적으로 측정기를 선정할 경우에 제품의 편측 허용차의 1/10의 최소 눈금자의 크기를 가진 측정기를 선정

② ±0.02 mm의 허용차를 가진 제품의 측정에는 편측 허용차가 0.02 mm이므로 그 값의 1/10인 0.002 mm의 최소눈금을 가진 측정기가 선정되는 것이 적합

(4) 측정 방법

① 측정 방법은 영위법, 편의법, 치환법, 보상법 등으로 분류되며, 길이 측정에는 일반적으로 영위법과 편위법이 사용, 비교 측정은 영위법, 보상법, 치환법 등이 복합되어 사용된다.

② 일반적으로 영위법이 널리 사용된다.

(5) 측정 능률

① 측정 능률을 높이기 위해 측정의 자동화가 요구된다.

② 개인 오차와 측정 시간을 줄이기 위해 눈금 읽기를 자동화와, 측정값의 자동 통계 처리가 필요하다.

(6) 경제성

① 측정의 경제성과 직접관련이 있는 것은 측정기의 가격, 유지비, 측정에 소요되는 부대 비용이 있다.

② 고가의 측정기는 유지비, 수리비 및 측정에 소요되는 비용 등을 측정 목적에 따라 깊이 고려되어야 한다.

3. 측정기 선정 시 주의사항

① 제품 공차 : 제품 공차의 1/10보다 높은 정도의 측정기를 선택

② 제품의 수량 : 수량이 많은 경우 비교 측정 및 한계 게이지에 의한 측정이 유리함

③ 측정 대상물의 재질 : 측정물이 비금속(고무, 종이, 합성수지 등)과 같이 연질인 경우에는 비접촉식 측정기를 사용

④ 측정기 성능 : 측정 범위, 정밀도, 감도, 내구성 등

⑤ 측정 방법 : 원격 측정, 자동 측정, 지시나 기록 등

4. 치수 정밀도에 따른 길이 측정기의 선정

(1) 제품의 치수 정밀도의 단계

제품의 치수 측정에 있어서 측정 단계는 치수의 크기와 제품의 IT공차 등급에 따라 달라진다. 예를 들어 구멍의 지름이 40 mm인 경우 IT7급의 정도는 다음과 같다.

① 공작물의 제작 공차 : 25 ㎛

② 측정기의 정도 : 2.5 ㎛

③ 측정기 교정용 게이지 블록의 정도 : 0.25 ㎛

④ 게이지 블록의 교정용 광파 간섭계의 정도 : 0.02 ㎛

가공 정도에 따른 측정기의 선정은 일반적으로 피 측정물 정도의 1/10 배이다.

(가) 0.01 mm 범위의 치수 정밀도

이 범위의 치수 정밀도를 측정할 수 있는 측정기는 다음과 같다.

- 마이크로미터(0.01 mm)
- 다이얼 게이지(0.01 mm)
- 다이얼 테스트 인디케이터(0.01 mm)

(나) 0.001 mm 범위의 치수 정밀도

- 마이크로미터(0.002 mm)
- 공기 마이크로미터(0.001 mm)
- 다이얼 게이지(0.001 mm), 다이얼 테스트 인디케이터(0.002 mm)
- 실린더 게이지(0.001 mm)
- 높이 마이크로미터
- 2차원 측정기, 3차원 측정기, 만능 측장기
- 투영기, 공구 현미경
- 다이얼 게이지(0.01 mm용) 검정기 등

(다) 0.0001 mm(0.1 ㎛) 범위의 치수 정밀도

- 전기 마이크로미터
- 광학식 3차원 측정기
- 갤리브레이션 테스터
- 옵티컬 플랫, 옵티컬 파라렐
- 게이지 블록 콤퍼레이터
- 탐촉식 표면 거칠기 측정기
- 레이저 측정기 등

## 2-2. 측정에 필요한 보조기구의 선정 29 P

1) 길이 분야 측정실 환경 조건

기업체에서는 생산 제품의 정밀 정확도와 소요되는 비용의 최적화를 고려하여 정밀 측정실의 등급을 다음과 같이 선정한다.

① A급: 엄격하게 환경 기준을 적용하는 수준

② B급, C급: 완만하게 환경 기준을 적용하는 수준

| 환경기준 항목 | 측정 등급 | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| 온도 | 20 ℃±1 ℃ | 20 ℃±2 ℃ | 20 ℃±5 ℃ |
| 온도 변화율 | 1.5 ℃/h | 정하지 않음 | |
| 습도 | 50 % R.H.,±5 %R.H.<br>(50~60) % R.H. | (45~60) % R.H.<br>±10 % R.H. | (45~60) % R.H.<br>±20 % R.H. |
| 먼지 | 전기 집진기, 필터를 사용 | 필요에 따라 필터를 사용 | |
| 실내 기압 | 틈새로 공기가 실외로 나갈 정도의 압력이 유지될 것 | | |
| 진동 | 필요에 따라 제진대 설치 | 특정하지 않음 | |
| 전자계<br>전도 방해 | 측정에 영향을 미칠 수 있는 외부 전자파, 전원선, 신호선 등에 대해 쉴드, 필터 등을 설비한다 | 특정하지 않음 | |
| 전원 조건 | 전압:(정격전압)±1 % 이내<br>주파수:(정격주파수)±0.5%이내 | 특정하지 않음 | |
| 접지 | 10 Ω이하 | 제3종 접지 | |
| 조명 | 섬세한 눈금 읽기를 포함한 작업 : 1,000 lx 이상<br>일반의 작업 : 500 lx 이상 | | |
| 소음 | 50 dB 이하 | 특정하지 않음 | |

2) 측정 환경에 필요한 보조기구의 선정

1. 측정용 보조기구 : 측정용 보조기구에는 측정기의 고정 장치와 피 측정물의 고정 장치 및 기타 고정 장치가 있다.

측정 보조기구의 선정 방법은 다음과 같다.

① 측정기의 정밀도, 측정 범위, 측정 목적

② 피 측정물의 형상, 치수, 정밀도, 측정 목적

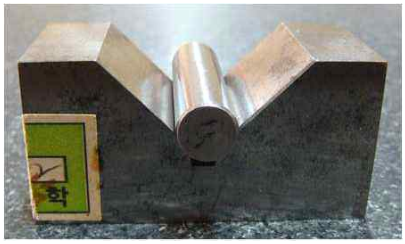
③ 측정 부위의 형상, 치수, 정밀도

2. 측정기 고정장치

측정기 고정용 보조기구를 나타내고 있다. 마이크로미터 스탠드는 마이크로미터 를 고정하여 핀이나 작은 피 측정물을 측정하는데 능률적으로 사용되며, 마이크로미터의 평면도와 평행도 교정 시 널리 사용

다이얼게이지는 단독으로는 사용하지 않으며 고정시킬 수 있는 지그에 부착하여 평행도, 직각도, 진원도, 휨, 두께, 깊이, 내경 등을 측정

3. 피 측정물 고정 장치

| (1) 중심 지지대 | (2) 편심 측정기 | (3) V-블록 |
|---|---|---|
| | |  |

※ (가) 측정 원리

편심 측정기는 다이얼 게이지를 이용하여 편심 측정에 널리 사용된다. 편심 측정시 다이얼 게이지를 편심 측정기에 설치하여 피 측정물을 1회전 시켰을 때 편심량의 2배로 다이얼 게이지에 지시된다. 즉 편심량이 1 mm이면 다이얼 게이지의 지시량의 최대값-최소값은 2 mm로 나타난다.

(나) 편심 측정 방법

① 편심을 측정하기 위해서는 횡 이송대의 좌우 이송 핸들을 돌려서 측정 점에 다이얼 게이지의 측정자가 접촉

② 횡 이송대를 전 후로 움직이면서 다이얼 게이지 눈금이 최대 점을 지시하는 점에서 정지

③ 피 측정물을 회전시키면서 최대로 움직이는 값을 읽는다.

(다) 편심량 계산 : 편심량 = (최대값-최소값)/2

3) 기타 고정 장치 및 석정반

(a) V-블록 클램프

(b) 바(bar) 클램프

## 단원명 3. 기본 측정기 사용하기

### 3-1. 측정기의 0점 설정 38 P

제품을 측정하기에 앞서 항상 사용할 측정기는 0점의 상태를 먼저 주의 깊게 살핀 후 측정을 함에 이상이 없는지 판단하고 진행 눈금이 닳아 읽음값을 판독함에 어려움은 없는지, 특정 부분만 지속적으로 사용하여 마모로 인한 오차가 발생 하지는 않는지, 지나치게 과도한 측정압력을 가하고 있지는 않는지의 여부를 확인

- 버니어 캘리퍼스의 0점 설정

버니어 캘리퍼스는 잦은 사용 및 잘못된 측정 습관으로 인해 측정 오차가 발생하기 쉽다.

(a) 틈새 검사에 의한 0점 확인

(b) 게이지 블록에 의한 정확도 확인

- 마이크로미터의 0점 설정

마이크로미터의 종류에는 여러 가지가 있으며, 종류마다 0점을 설정하는 방법도 다양하다.

그중에 다음과 같은 종류의 마이크로미터의 0점 설정 방법을 알아보도록 한다.

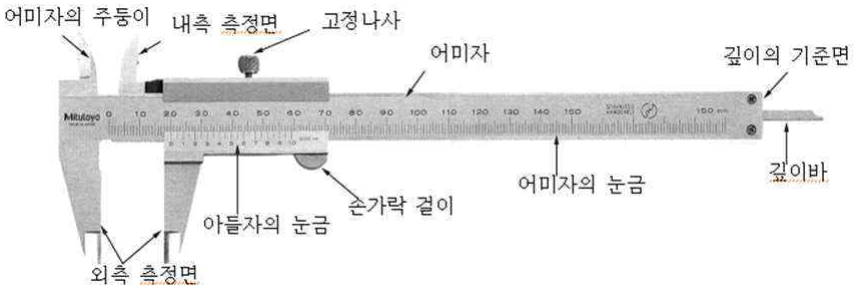
① 외측 마이크로미터(0~25 mm)

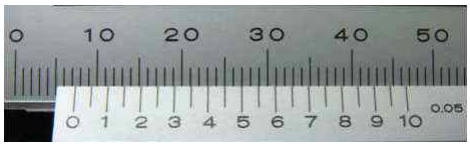
② 외측 마이크로미터(25 mm~50 mm)

③ 내측 마이크로미터(5 mm~25 mm)

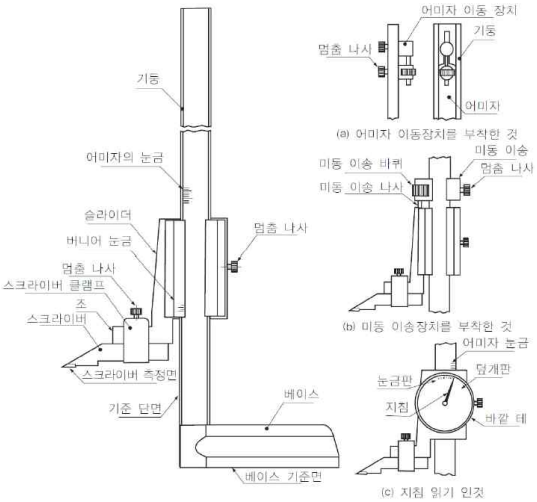
④ 깊이 마이크로미터(25 mm~50 mm)

### 3-2. 버니어 캘리퍼스의 사용 45 P

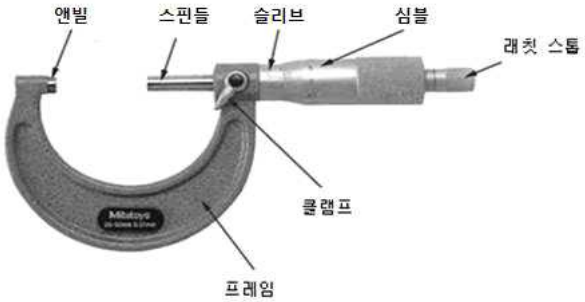


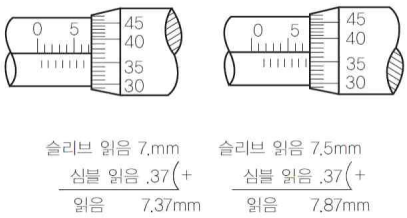



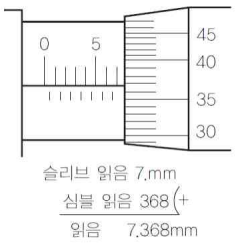

### 3-3. 하이트 게이지 사용 54 P



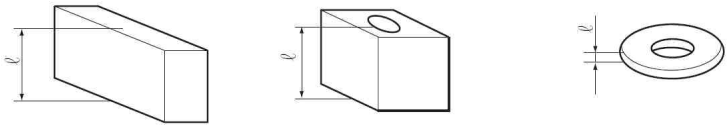
## 3-4. 마이크로미터 사용 61 P



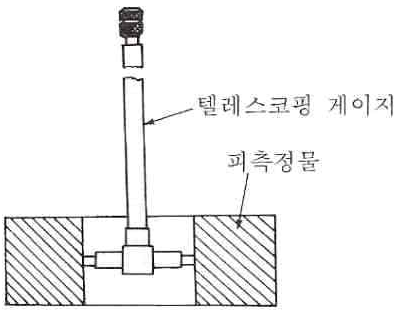




## 3-5. 게이지 블록 사용 71 P

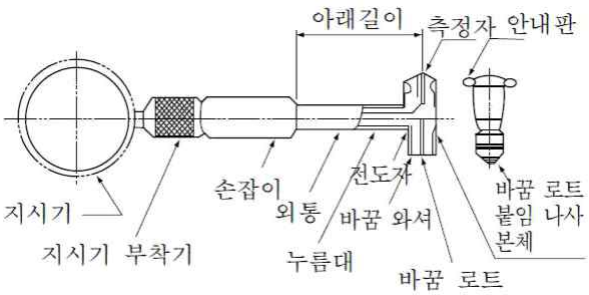


(a) 요한슨(Johanson)형 (b) 호크(Hoke)형 (c) 캐리(Cary)형

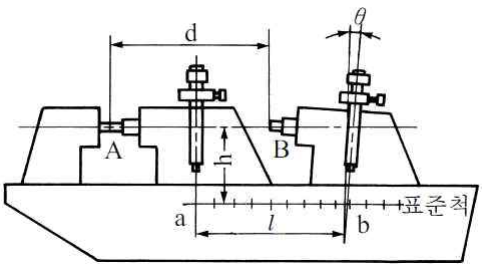
## 3-6. 텔레스코핑 게이지 사용 76 P



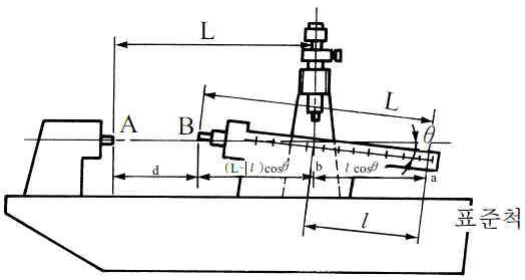

## 3-7. 실린더 게이지 사용 80 P




## 3-8. 측장기 사용 87 P




아베의 원리에 벗어난 측장기

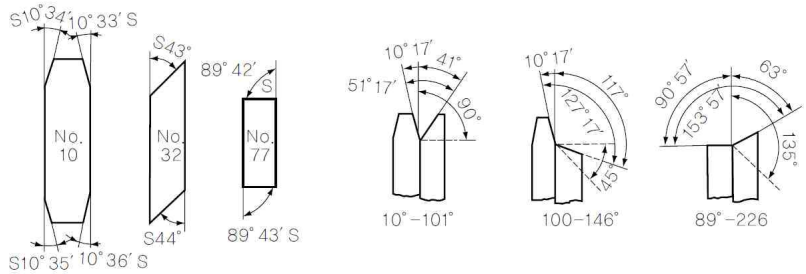



아베의 원리에 만족하는 측장기

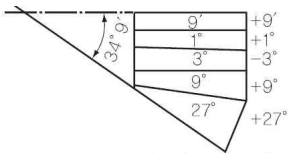
【아베의 원리】길이 측정의 경우 기하학적 위치에 의한 측정오차를 제거하기 위한 원리로서 "피 측정물과 표준편은 동일 축선 상에 위치하여야 한다"

### 3-9. 각도 게이지 측정 91 P

1. 요한슨식 각도 게이지

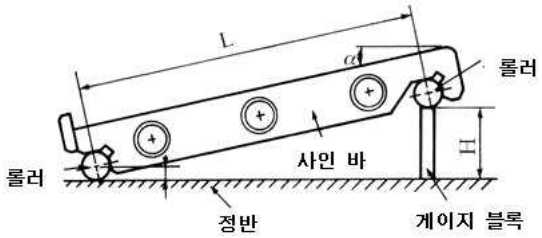


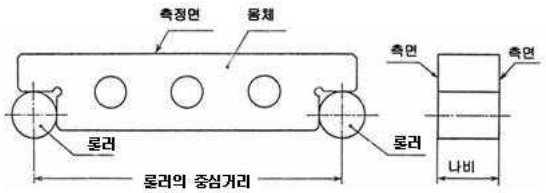

2. NPL식 각도 게이지




### 3-10. 사인 바를 이용한 정밀각도 측정 94 P

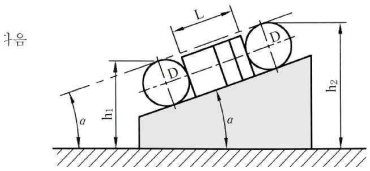
사인 바(sine bar)는 길이를 측정하여 직각삼각형의 삼각함수를 이용한 계산에 의하여 임의각의 측정 또는 임의 각을 만드는 기구



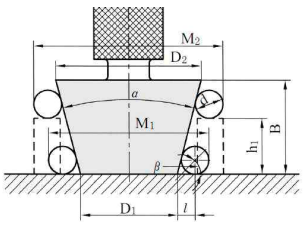




### 3-11. 롤러를 이용한 정밀각도 측정 99 P

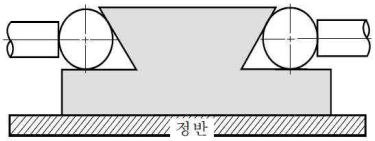
① 롤러를 이용한 경사각 측정




② 롤러를 이용한 테이퍼 측정

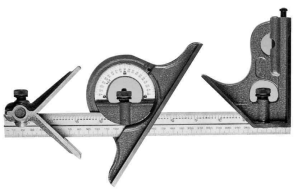



③ 롤러를 이용한 더브테일 측정

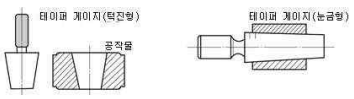



### 3-12. 기타 각도 측정 110 P

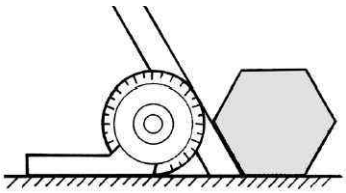
콤비네이션 세트(combination set)



테이퍼 게이지




베벨 각도기



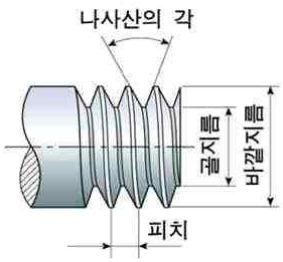
### 3-13. 평행 나사 측정 115 P

1. 나사의 측정 대상

① 수나사의 바깥지름(outside diameter), ② 수나사의 골지름(full diameter),

③ 수나사의 유효지름(effective diameter), ④ 수나사의 피치(pitch), ⑤ 수나사의 산의 각도

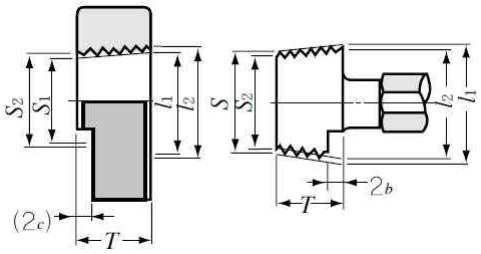
1)측정공구 : ① 나사 마이크로미터, ② 삼침 게이지, ③ 투영기

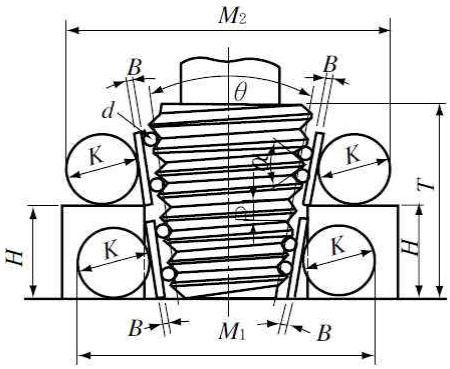


### 3-14. 테이퍼 나사 측정 127 P

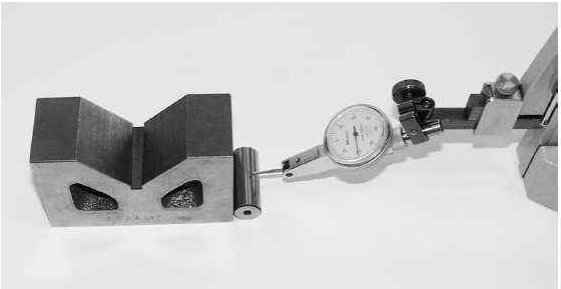
테이퍼 나사 게이지에 의한 측정법

테이퍼 나사 플러그 게이지의 유효지름 측정법

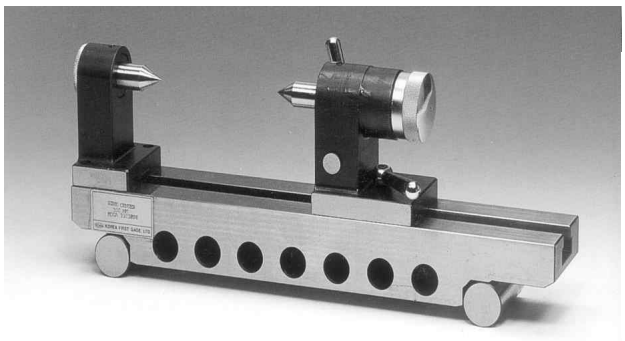


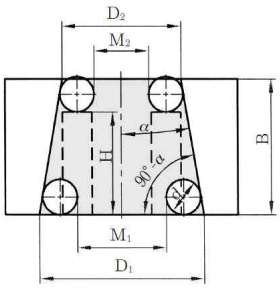




### 3-15. V-블록을 이용한 원통도 측정 131 P



### 3-16. 원뿔형 제품의 테이퍼 각도 측정 135 P






### 3-17. 절삭공구의 측정 143 P

1. 드릴을 측정한다.

① 외관을 확인 > ② 형상(엣지 각도 등) 확인 > ③ 치수(지름) 측정 > ④ 경도 측정 > ⑤ 절삭 능력 시험 > ⑥ 재질 분석

2. 리머를 측정한다.

① 지름을 측정 > ② 진원도를 측정

3. 탭을 측정한다.

① 외관을 측정 > ② 바깥지름을 측정 > ③ 경사를 측정 > ④ 피치를 측정한다.

4. 밀링커터 측정한다.

① 치수를 측정 > ② 떨림을 측정 > ③ 여유각을 측정