

5. 측정기의 선정

- 높은 정밀도로 가공된 부품도 측정기의 선택 및 사용이 부적절하면 가공품은 불합격 될 수 있다.
 - 제품의 요구 정밀도에 따라 측정기의 선택도 달라져야 하며, 너무 높은 정밀도인 측정기는 취급이 복잡하고 시간과 숙련이 요구되어 측정능률을 저하시킨다.
- 그러므로 측정기의 성능 파악과 더불어 요구 정밀도, 형상, 치수에 적절한 측정기를 선택하여 사용해야 한다.

(1) 측정기 선택 시 고려할 사항

1) 측정 대상 및 수량 (다량 / 소량)

- 측정 제품의 종류, 형상, 수량, 성질 등을 고려한다.

2) 측정 환경

- 측정 장소의 온도, 습도, 진동, 소음 등을 고려한다.

3) 측정기 성능

- 측정 정밀도 및 범위, 취급문제, 내구성 등을 고려한다.

4) 측정방법

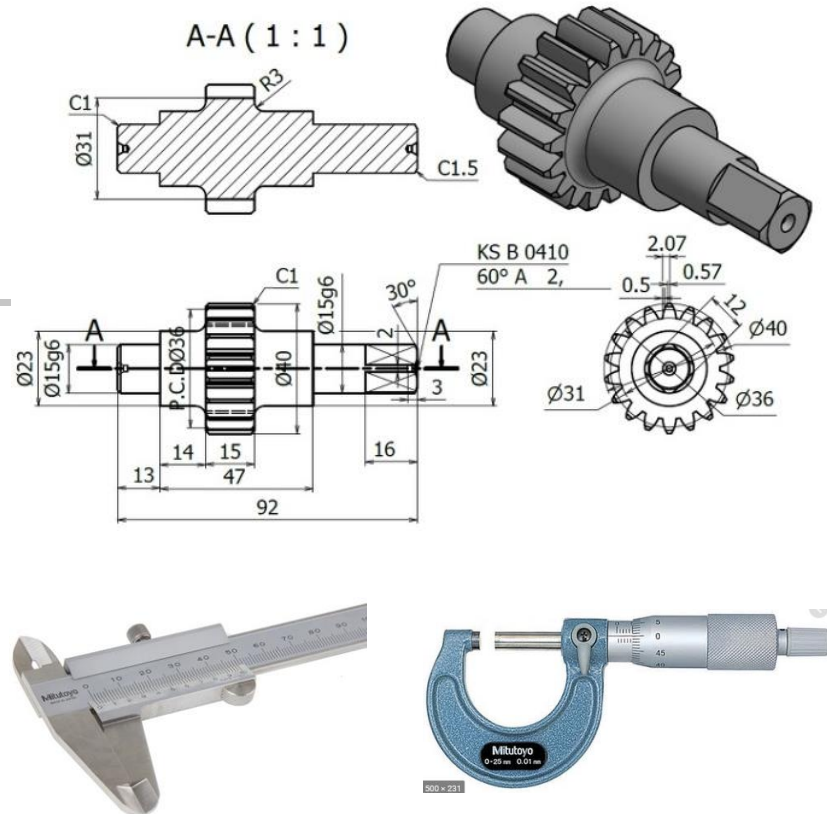
- 직접, 간접, 비교, 한계측정 방법 등을 고려한다.

5) 측정능률

- 개인오차와 측정능률을 높이기 위해 측정의 자동화와, 측정값의 자동 통계처리가 필요하다.

6) 경제성

- 측정의 경제성과 직접관련이 있는 것은 측정기의 가격, 유지비, 측정에 소요되는 부대비용이 있다.
- 고가의 측정기는 유지비, 수리비 및 측정에 소요되는 비용 등을 측정목적에 따라 깊이 고려되어야 한다



[항온 항습실]

- 온도 변화에 따라 측정물과 측정기가 신축하기 때문에 측정 온도를 지정할 필요가 있으며, 지정된 온도가 아닐 때에는 측정 온도를 표시하거나 지정된 온도의 값으로 환산하여야 한다.
- 길이 측정의 정밀한 측정은 온도 20℃, 기압 760mmHg, 상대습도 58%의 표준 조건에서 행한다.
- 일반적으로 기압은 관리하기가 쉽지않아 정밀 측정실은 온도와 습도만 일정 범위내로 관리되는 항온 항습실로 한다.
- 이상적인 항온 항습실은 보통 온도 20±1℃, 상대 습도 60±5%로 유지되는 실내를 말한다.

6. 측정 오차와 공차

(1) 공차 (최대 허용한계 치수 - 최소 허용한계 치수)

기계의 각 부분의 치수를 완벽하게 완성 가공하기는 대단히 어렵고, 더욱이 대량생산에서는 불가능 한 일이다.

따라서, 사용 목적에 의하여 기계 부품의 각 부분에 요구되는 허용 치수가 미리 도면 위에 주어진 편차를 공차라 하고, 기준 치수에 공차가 주어졌을 때의 상한과 하한을 나타내는 2개의 치수를 한계 치수라 한다.

그 큰 것을 최대 허용한계치수, 작은 것을 최소 허용한계치수라 한다.

(2) 측정 오차

피 측정물은 어느 결정 값을 가지고 있는데 이 값을 참값이라고 한다.

측정치는 항상 참값과 일치한다고는 할 수 없다.

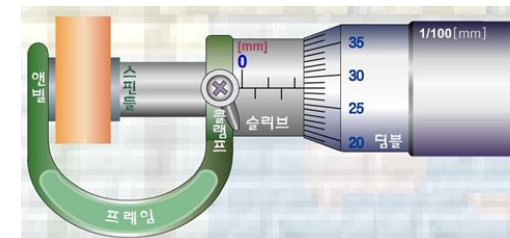
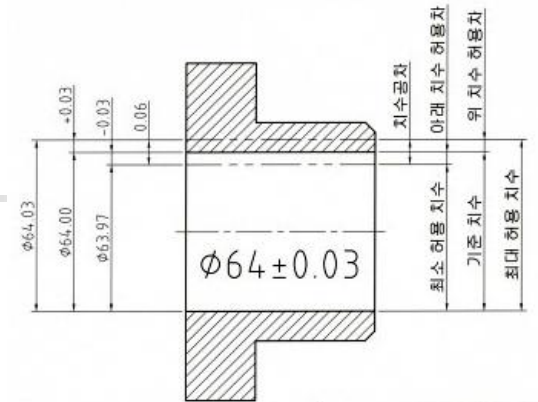
일치한다는 것은 극히 드문 일로 보는 것이 좋으며 이때 일치하지 않는 측정치와 참값과의 차를 '측정오차'라 하며 다음과 같이 나타낸다.

• 측정 오차 :

측정치 - 참값

• 측정 오차율 (측정 오차 백분율 %) :

측정 오차 / 참값 ($\times 100$)



(3) 측정 오차의 종류

1) 계통 오차

동일측정 조건에서 같은 크기와 부호를 추정할 수 있고 오차로서 측정기를 미리 검사, 보정하여 측정값을 수정할 수 있는 오차이다. 즉 원인을 규명할 수 있는 측정 가능 오차이다.

① 개인 오차

측정하는 사람에 따라서 생기는 오차로 숙련됨에 따라서 최소화할 수 있다.

② 계기 오차

측정기의 구조, 마모, 측정 압 등에 의한 눈금선의 간격부정, 0점의 위치 부정 등 계기 자체의 오차는 주기적인 검.교정을 실시하여 최소화 할 수 있다.

③ 환경 오차 : 측정할 때 외부환경 (온도, 습도, 압력 등)의 영향으로 생기는 오차이다. (항온 항습실)

④ 이론 오차 : 복잡한 이론식을 실제로 적용시키기 편리하게 하기위해 사용한 근사식에서 오는 오차이다.

2) 과실 오차

계기의 취급 부주의, 잘못 읽음, 기록실수 등 발생하지 않아야 할 실수에 따른 오차를 말한다.

(예: 척도의 숫자를 잘못 읽었다든지 계산을 틀리게 하여 생기는 오차이며 측정자가 충분히 주의하여 제거하여야 하는 오차이다)

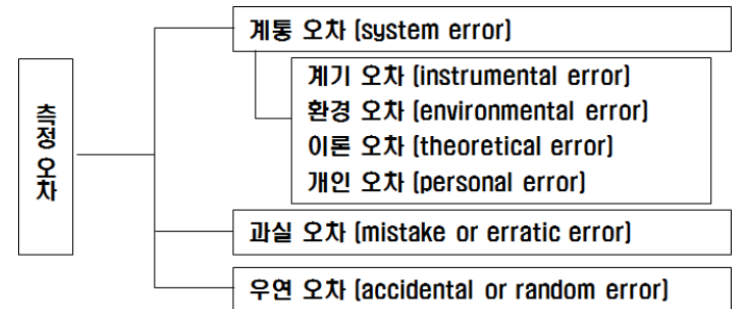
3) 우연 오차

- 주위의 사정 (기계의 소음, 진동, 주위환경)으로 측정자가 주의를 해도 피할 수 없는 불규칙적이고 우발적인 원인에 의해 발생하는 오차를 말하며 오차를 작게 할 수는 있으나 보정할 수는 없는 오차이다.

- 우연 오차에 의해 가중되는 오차를 최소화하기 위해서는 측정의 횟수를 가능한 많이 증가시키는 것이다.

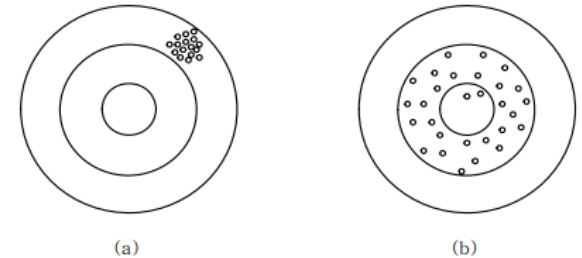
- 이 측정결과 들로 부터 얻은 평균값을 측정값으로 사용함으로 보다 신뢰할 수 있는 실험결과를 얻을 수 있다.

(예 : 측정 시 갑자기 주위환경이 불규칙하게 변하여 측정계기에 영향을 주는 경우)

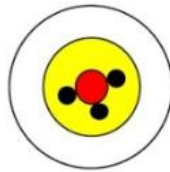


(4) 정확도(Accuracy)와 정밀도(Precision)

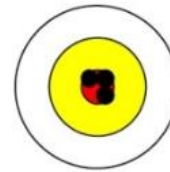
- 1) 정확도(正確度, accuracy) : 참값에 근접한 정도
측정하거나 계산된 양이 실제(참) 값과 얼마나 가까운지를 나타내는 기준이다.
관측의 정교성이나 균질성과는 무관하다.
- 2) 정밀도(精密度, precision) : 측정의 재현성의 정도(측정값들의 분포 정도)
여러 번 측정하거나 계산하여 그 결과가 서로 얼마나 가까운지를 나타내는 기준이다.
관측의 균질성을 나타내며, 관측된 값의 편차가 적을수록 정밀하다.



Precise but Not Accurate



Accurate but Not Precise



Precise and Accurate

산 포: (a)는 (b)보다
정밀도가 높다
편 위: (b)는 (a)보다
정확도가 높다

[사례]

① 정확하고 정밀한 경우

만약 바깥의 온도계가 섭씨 32도를 나타내고 있는데 실제로도 섭씨 32도라면 그 온도계는 정확한 것이다.
만약 그 온도계가 며칠 연속으로 정확한 온도를 말해준다면, 그 온도계는 정밀하다고도 할 수 있다.

② 정밀하지만, 정확하진 않은 경우

냉장고의 온도계를 10번 기록을 남겼을 때 다음과 같았다. (섭씨 39.1, 39.4, 39.1, 39.2, 39.1, 39.1, 39.4, 39.1)
하지만 냉장고 내부의 실제 온도는 섭씨 37 ° 였다.

이 경우 그 온도계는 정확도는 떨어지지만 (참값에서 2 ° 정도 차이) 측정된 값들이 39.2 °와 굉장히 가깝기 때문에 정밀도는 높다.

7. 측정에 미치는 기타 여러가지 영향

(1) 기계적 문제

1) 압축에 의한 변형

피 측정물을 측정력이 작용하는 사이에 넣으면 힘이 가해진 방향으로 압축이 생긴다.
이를 후크의 법칙이라 하며 후크의 법칙에 의한 길이의 변형은 다음과 같다.

- $DL = PL / AE$

[DL: 변형량(mm), L: 길이(mm), A: 단면적(mm²), P: 하중(kg), E: 탄성 계수(kg / mm²)]

- 예제

강의 길이 L=100 mm, A=20 mm² (D 5 mm), E=2x10⁴ kg / mm² 라면 DL=0.25P(μm)로, 측정력 1kgf를 주면 0.25 μm 압축된다.

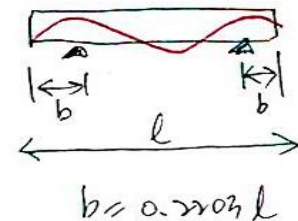
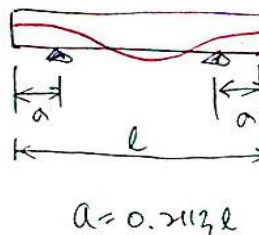
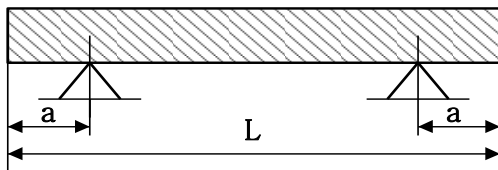
2) 굽힘에 의한 변형

① 에어리점 (Airy Point)

전체적인 자중에 의한 힘의 변형은 커질 수 있으나 양 단면의 평행이 가장 작은 변형을 유지하기 위한 점을 말한다.
(a = 0.2113L 이며 단도기에 사용한다)

② 베셀점 (Bessel Point)

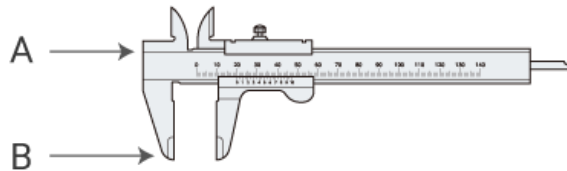
양 끝단의 처짐은 발생하나 중립면 상의 전체적인 전장의 길이 변형을 최소로 유지하기 위한 점을 말한다.
(a = 0.2203L이며 선도기에 사용한다)



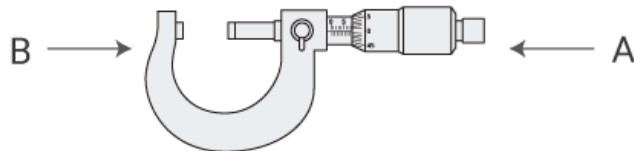
(2) 기하학적 문제 (아베의 원리)

- 아베의 원리는 "측정 정도를 높이기 위해서는 측정 대상 물체와 측정 기구의 눈금을 측정 방향의 동일선상에 배치해야 한다"는 것으로 치수 측정 시 정도와 관련된 원리이며, 측정기기를 설계할 때 중요한 지침이 된다.
- 실제 측정 기구에 적용하면 외측 마이크로미터는 눈금과 측정의 위치가 동일 선상에 있는데 비해 버니어캘리퍼스는 눈금과 측정 위치가 떨어져 있다는 것을 알 수 있다. (외측 마이크로미터는 아베의 원리를 따르지만 버니어캘리퍼스는 이 원리에 벗어난다)
- 측정 정도는 외측 마이크로미터가 버니어캘리퍼스 보다 높다고 볼 수 있다.

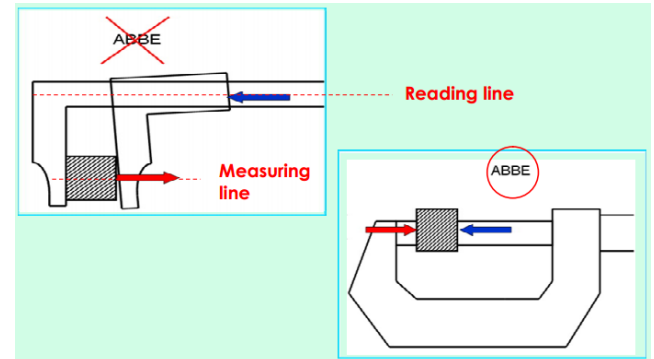
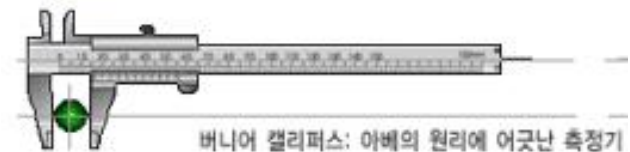
버니어 캘리퍼스는 「아베의 원리」를 따르지 않는다.



마이크로미터는 「아베의 원리」를 따른다.



A: 눈금의 위치 B: 측정의 위치



(3) 물리적 문제

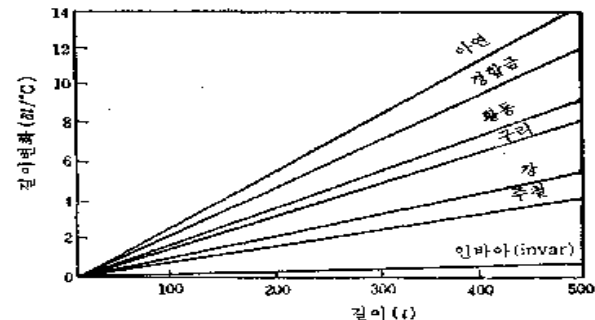
1) 열팽창의 문제

모든 물체는 온도가 변화하면 늘어나거나 줄어든다. 열팽창 계수가 α 인 물체의 길이 L 은 온도가 Δt 만큼 변하면 δL 만큼 늘어난다. ($\delta L = L \times \Delta t \times \alpha$)

예) 열팽창 계수가 11.5×10^{-6} 인 철재 물체가 온도 1°C 올라가면 1 m의 길이에서 다음과 같은 양 만큼 늘어난다.

• 풀이 : $\delta L = L \times \Delta t \times \alpha$
 $= 1\,000 \times 1 \times (11.5 \times 10^{-6}) = 0.011\,5\text{ mm}$

재 질	열 팽 창 계 수
철	$(11.5 \pm 1.0) \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
크롬 카바이드	$8.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
텅스텐 카바이드	$4 \sim 6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
세라믹	$10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$



2) 광학적 문제

자의 눈금선 또는 눈금 위의 지침 위치는 육안으로 읽을 수 있다
 자의 읽기에는 간단한 선 또는 버어니어의 선을 사용하는 데
 이 경우에 주의해야 할 것은 시차(Parallax)를 피해야 한다.

