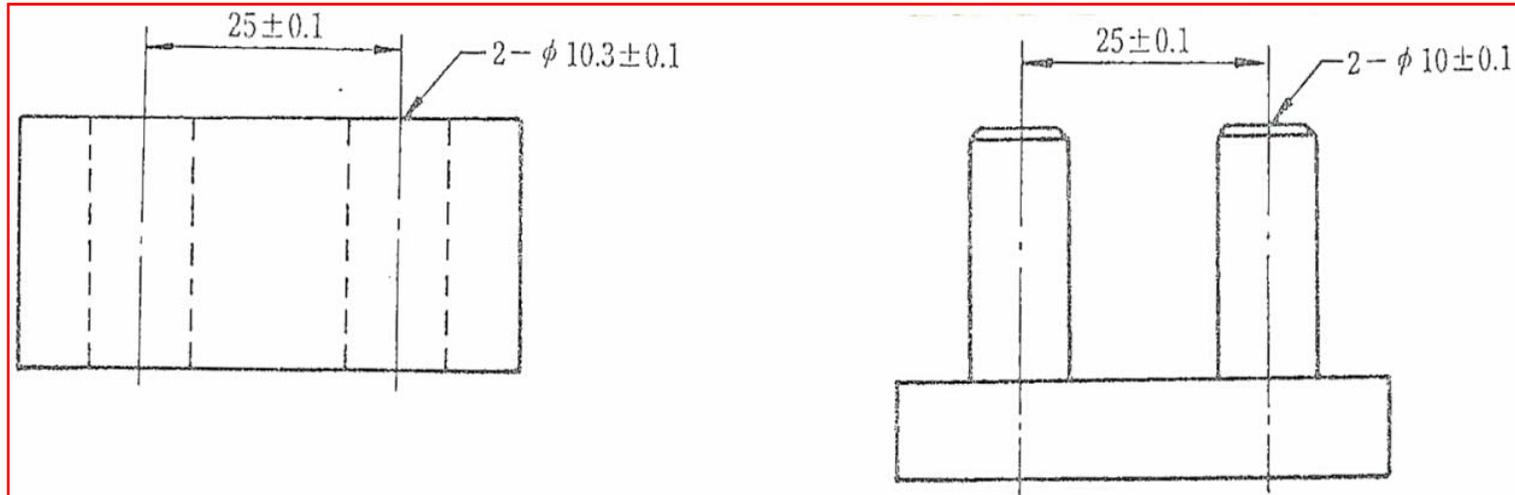


9장 기하공차

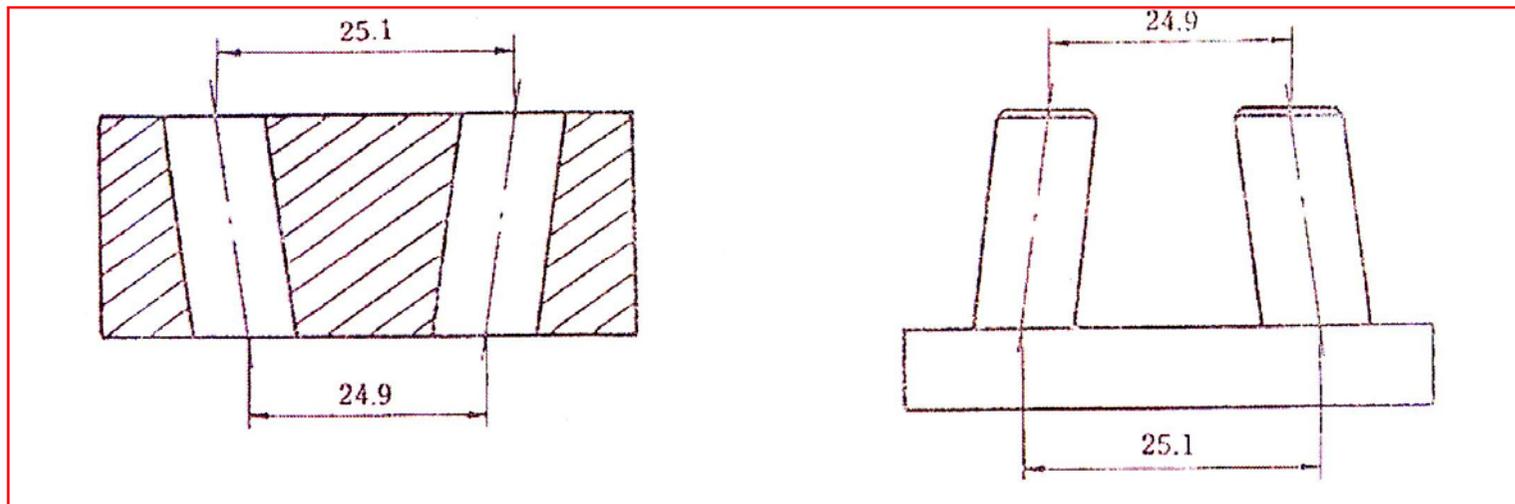
9.1 기하공차의 필요성

➤ 다음의 부품들이 조립이 될까?

도면



제품



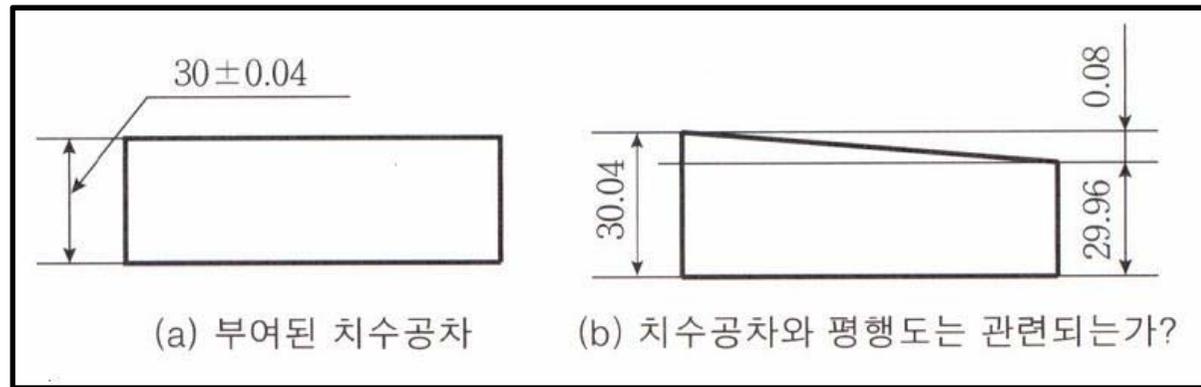
➔ 형상 및 위치에 대한 규제[기하공차] 필요

9.1 기하공차의 필요성

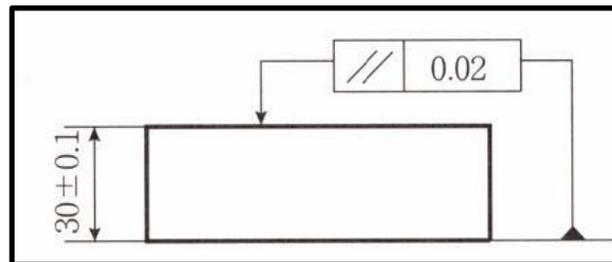
-치수공차는 부품의 정밀도를 표시

→ 형상과 위치에 대한 기하학적 규제는 불가능

→ ISO에서 기하공차[형상과 위치에 대한 오차 허용범위]를 제정



▷ 치수공차와 기하공차는 서로 독립적



※ 1988년 ISO2692 규정에 의해
치수공차와 기하공차는 각각
독립적으로 관리함
→ '독립의 원칙'

9.2 기하공차의 일반사항

1) 기하공차의 기호

사용하는 형체	기하공차의 종류		기호
단독형체	모양공차	진직도(straightness)	—
		평면도(flatness)	
		진원도(roundness)	○
		원통도(cylindricity)	
단독형체 또는 관련형체		선의 윤곽도(line profile)	
		면의 윤곽도(surface profile)	
관련형체	자세공차	평행도(parallelism)	//
		직각도(perpendicularity)	⊥
		경사도(angularity)	
	위치공차	위치도(true position)	
		동축도와 동심도(concentricity)	
		대칭도(symmetry)	
	흔들림공차	원주 흔들림공차(run-out)	
		온 흔들림공차(total run-out)	

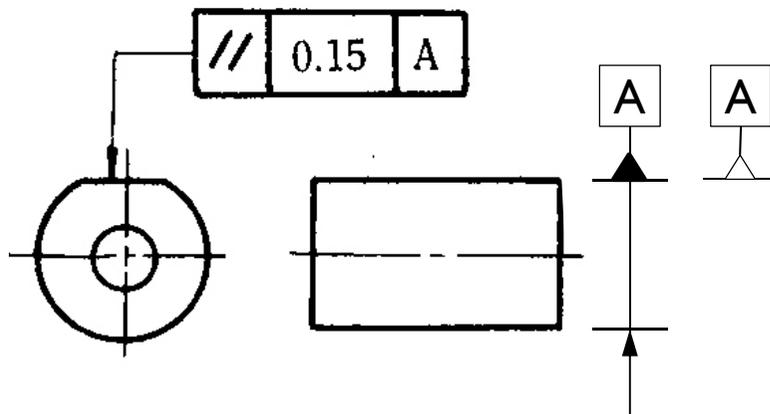
9.2 기하공차의 일반사항

2) 데이텀의 표시 : 기하공차는 데이텀을 기준으로 나타냄

데이텀(datum)

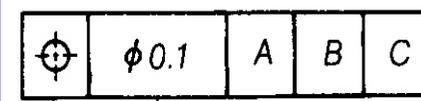
다른 형체의 형상과 위치를 결정하기 위한 기준으로 잡은 점, 선, 평면과 원통

- 정사각형 안에 영어 대문자로 표시하고, 삼각기호를 기준(데이텀)에 붙이고, 지시선으로 삼각기호와 정사각형을 연결



(한 개의 형체에 의해 설정되는 데이텀)
→ 문자기호를 3째 칸에 표시

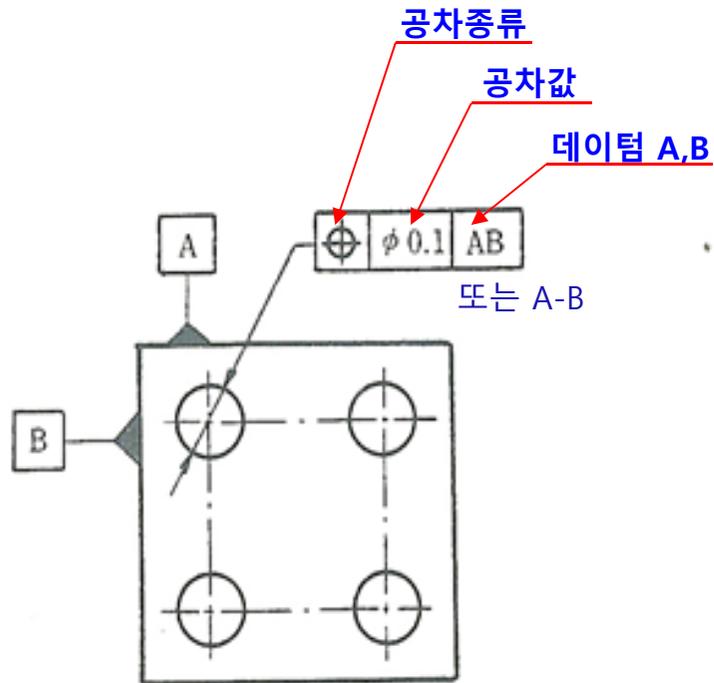
공차기입틀



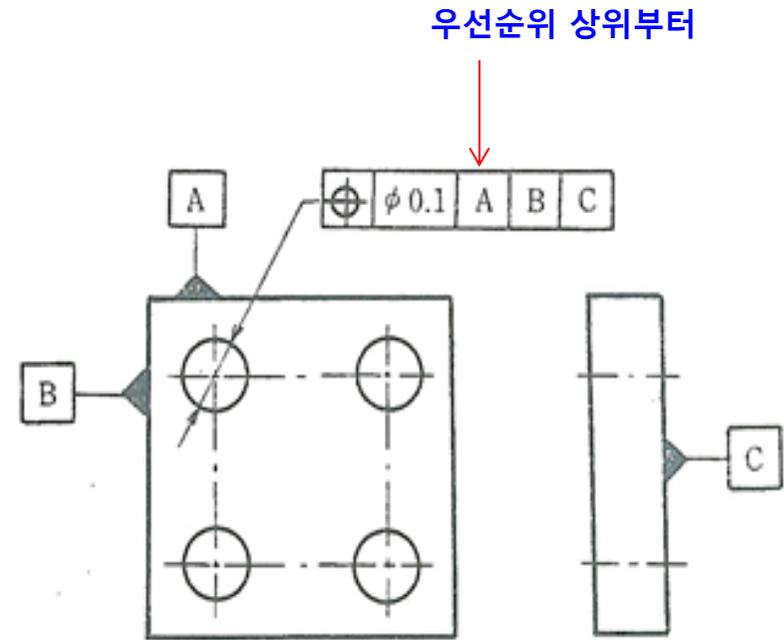
공차값
복수의 데이텀을 표시하는 문자기호
공차의 종류의 기호

9.2 기하공차의 일반사항

2) 데이텀의 표시



[데이텀의 우선순위와 관계 없을 때]

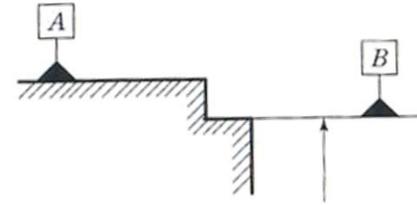


[데이텀의 우선순위를 지정하는 경우]

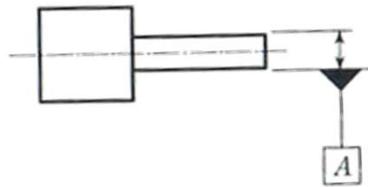
9.2 기하공차의 일반사항

2) 데이텀의 표시

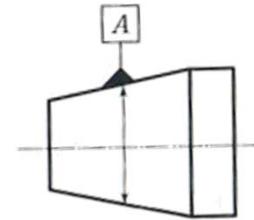
(1) 데이텀 표시-I : 선 또는 면이 데이텀인 경우



(2) 데이텀 표시-II : 치수가 지정되어 있는 형체의 중심선이 데이텀인 경우



(a) 축의 축선(중심선)

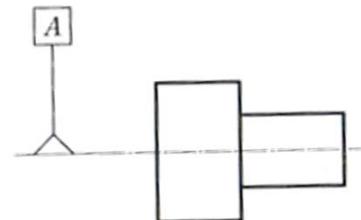


(b) 경사진 축의 중심

(3) 데이텀 표시-III : 공통의 중심이 데이텀인 경우



(a)

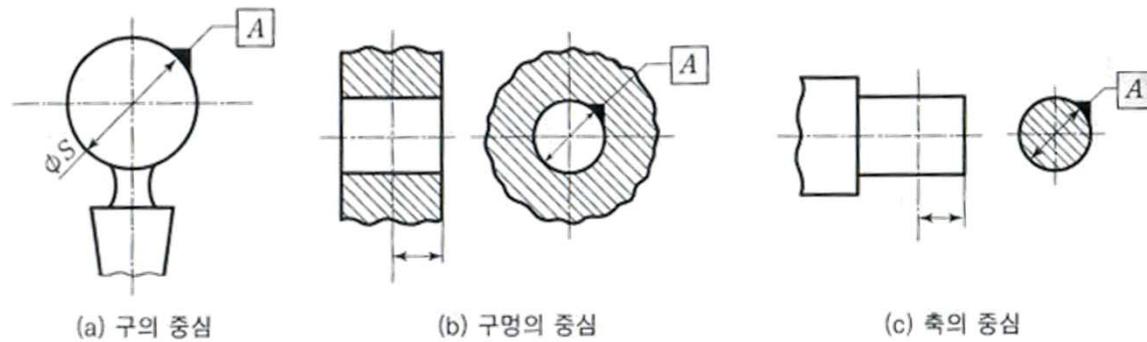


(b)

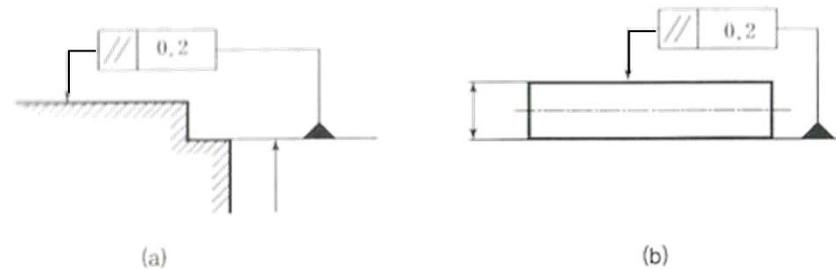
9.2 기하공차의 일반사항

2) 데이텀의 표시

(4) 데이텀 표시-IV : 구의 중심, 원의 중심, 축의 중심이 데이텀인 경우



(5) 데이텀 표시-V : 잘못 볼 염려가 없는 경우 직접 연결하고 데이텀 기호 생략

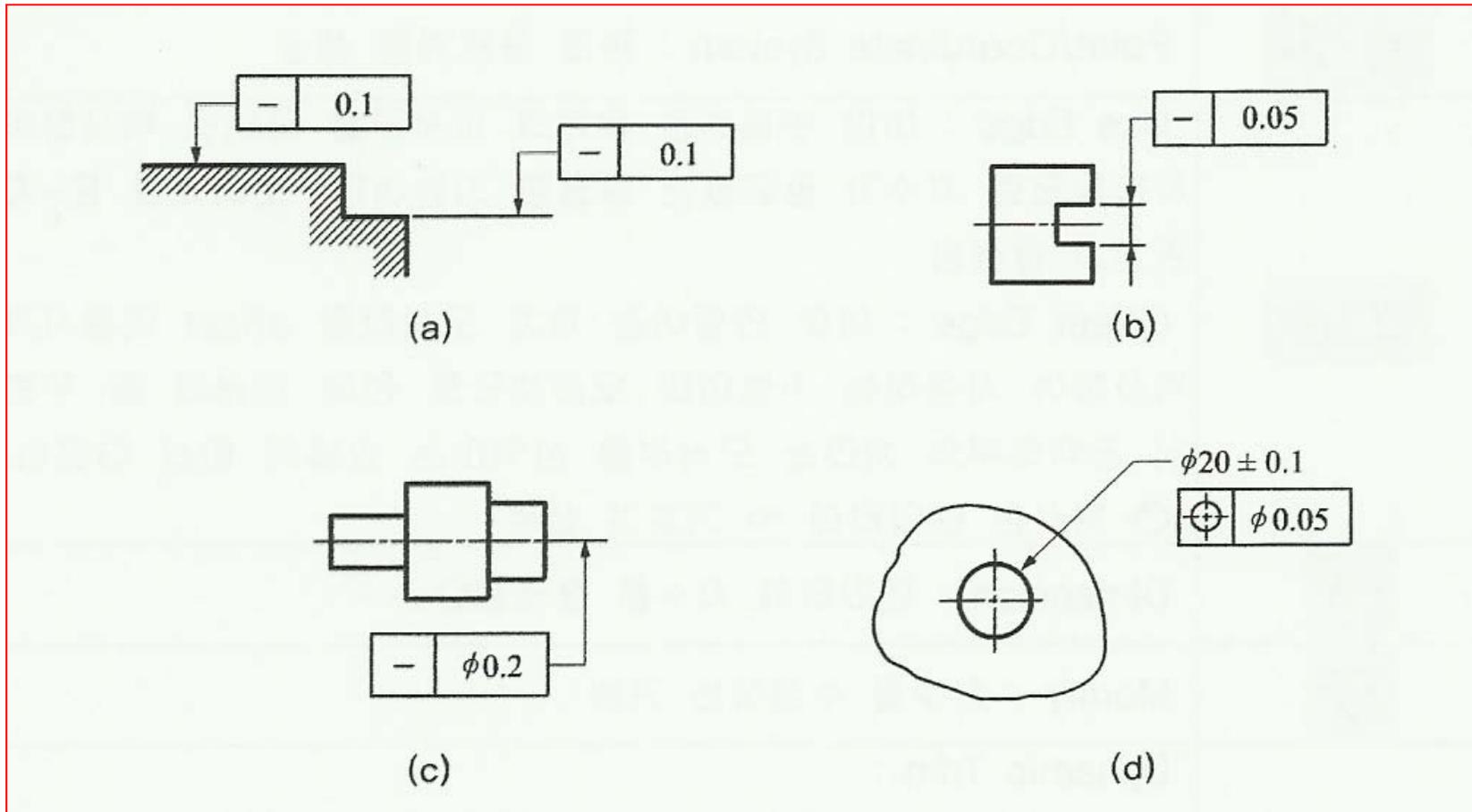


9.2 기하공차의 일반사항

3) 기하공차의 표시

공차의 지정 위치

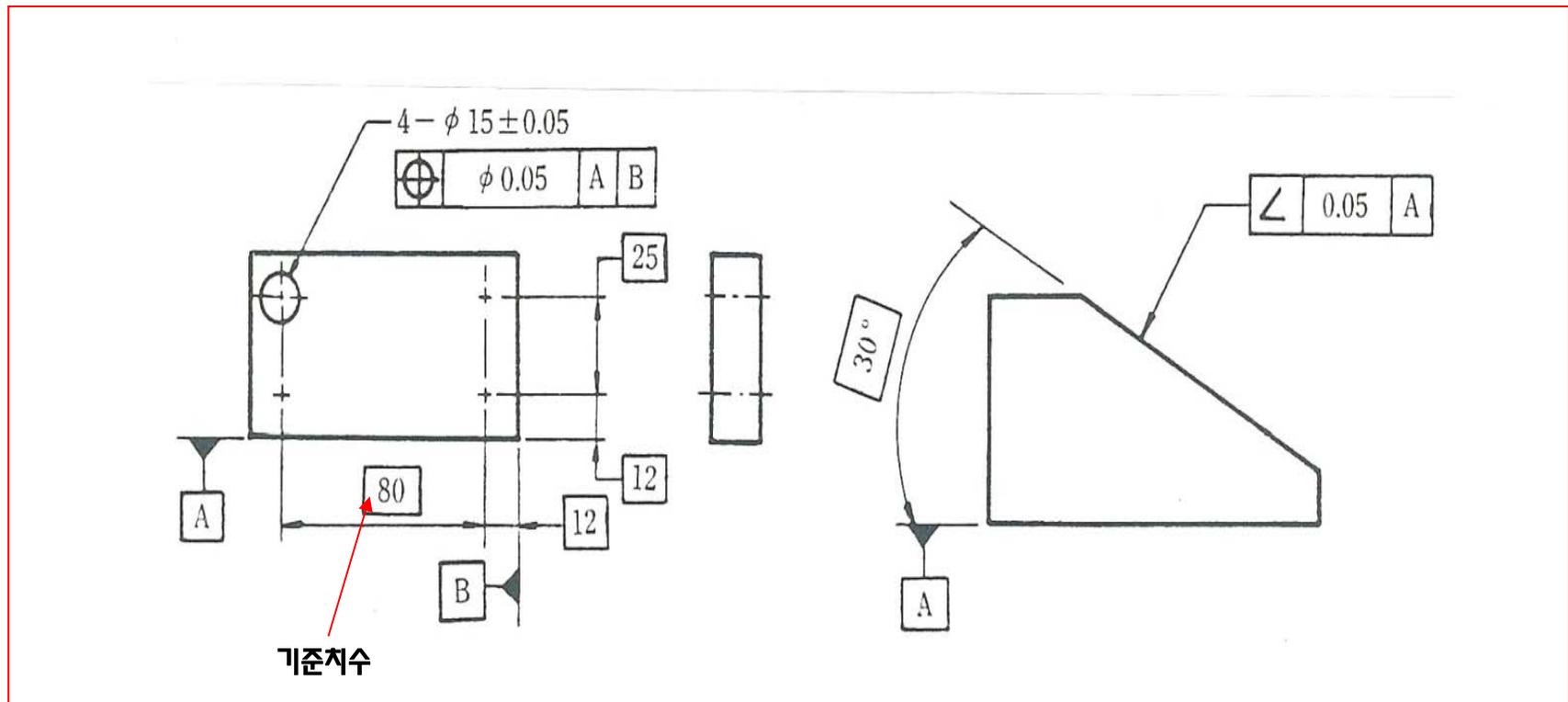
- 도형의 외형선, 치수선의 연장선, 중심선에 수직으로



9.2 기하공차의 일반사항

3) 기하공차의 표시

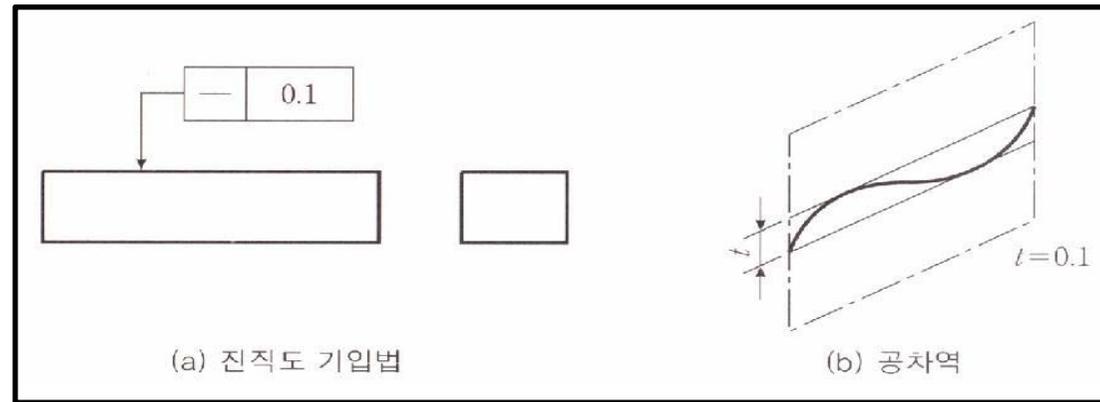
기준치수 : 이론적으로 정확한 위치, 윤곽, 경사 등을 나타내는 치수
→ 4각형 테두리로 묶어서 표시 [치수허용공차가 없음]
[치수공차가 기하공차와 중복되지 않도록 하기 위해]



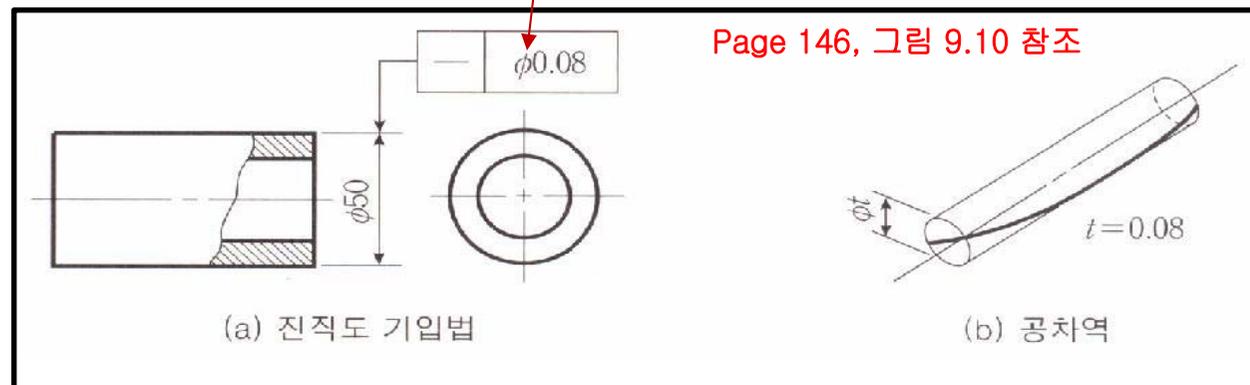
9.3 기하공차의 종류와 해석 [참조 : 김종원 pp. 226~241]

1) 진직도 : 부품의 표면이나 축선이 정확한 직선에서 벗어나 있는 정도

▷ 선의 진직도

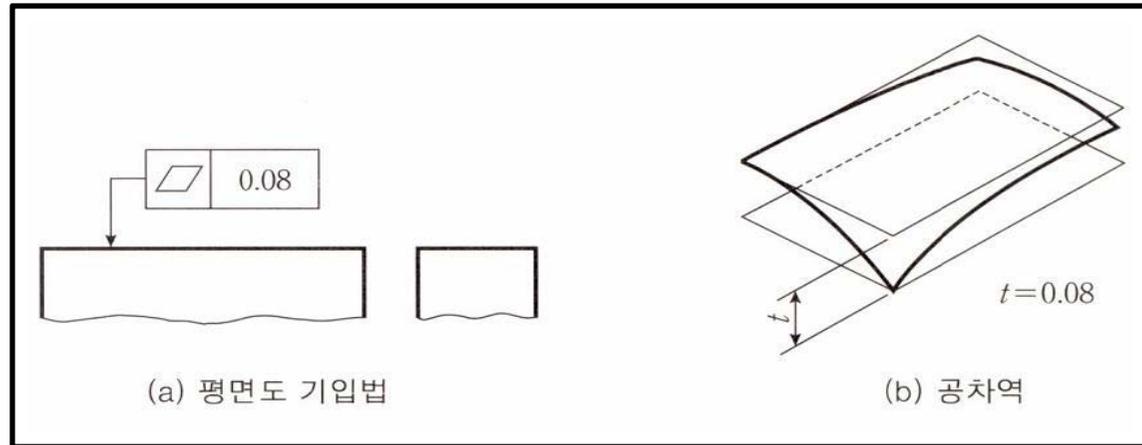


▷ 원통 축선의 진직도



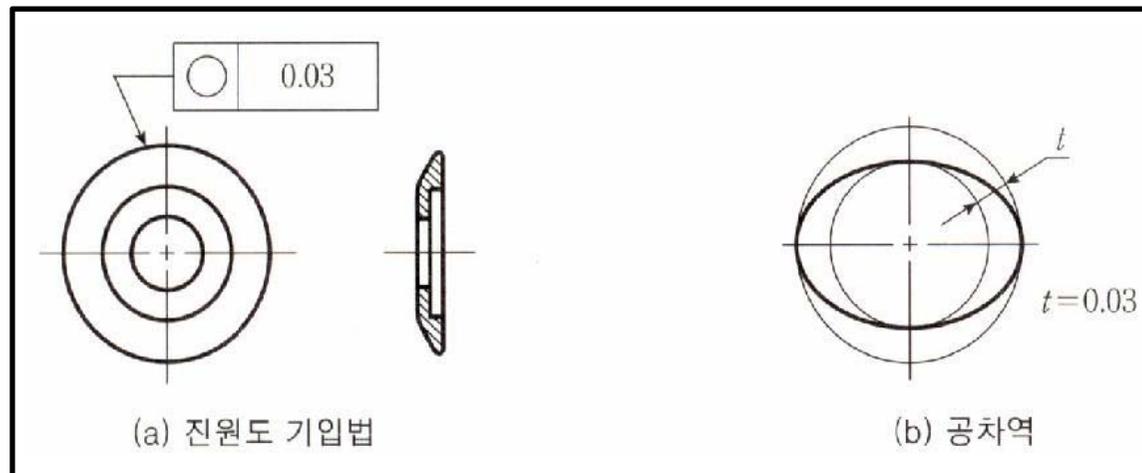
9.3 기하공차의 종류와 해석

2) 평면도



0.08mm 떨어진 2개의 평행한 평면 사이에 있어야 함을 의미

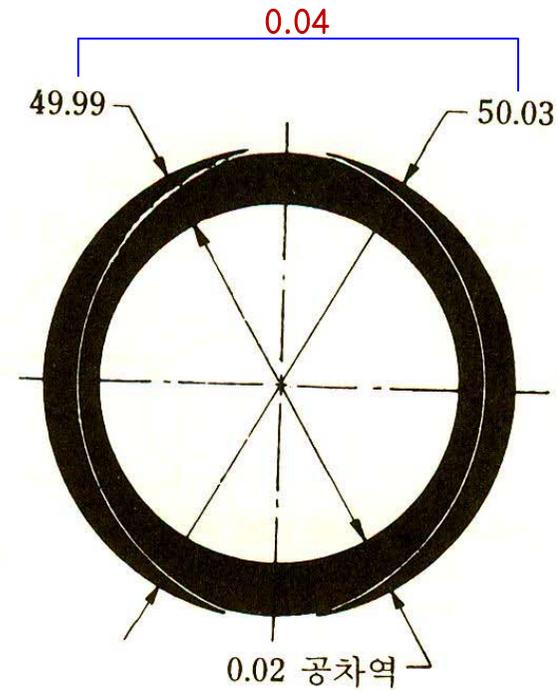
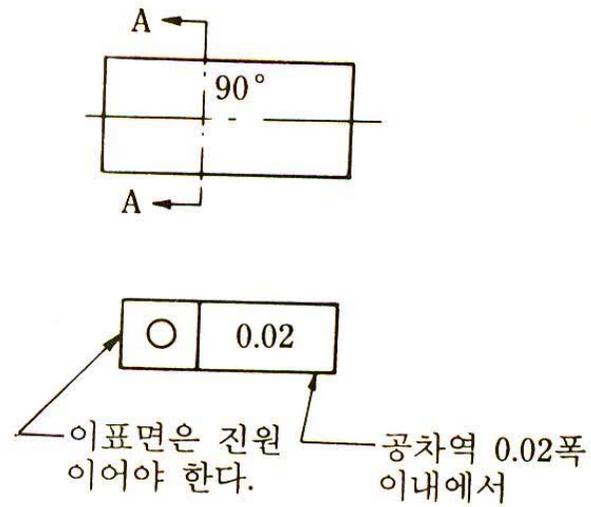
3) 진원도



반지름이 0.03mm 차이나는 2개의 동심원 사이에 있어야 함을 의미

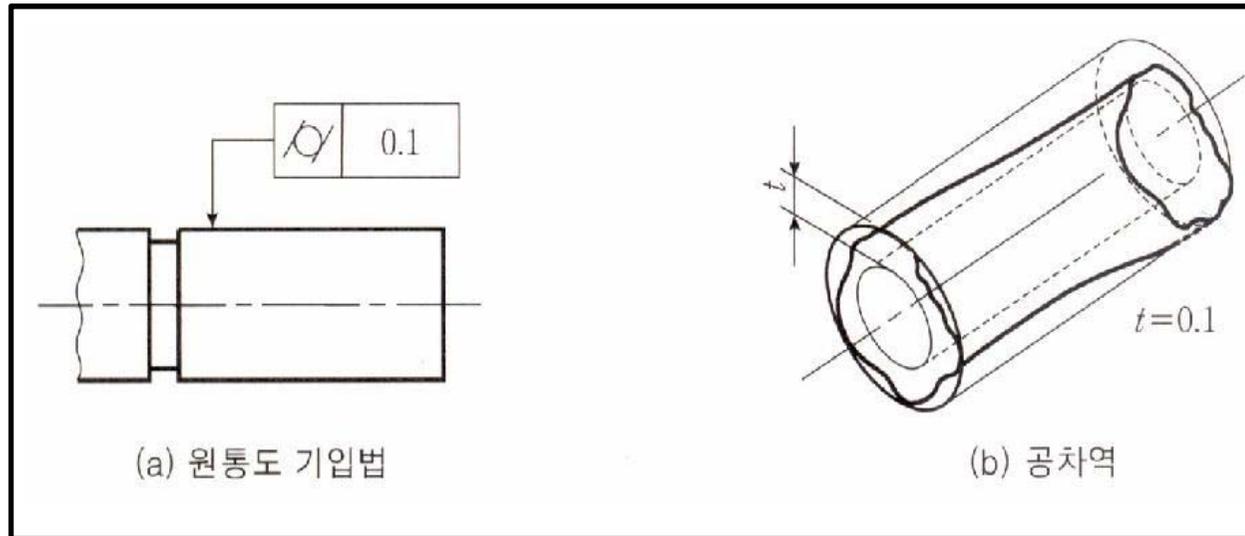
9.3 기하공차의 종류와 해석

3) 진원도 (적용예)



9.3 기하공차의 종류와 해석

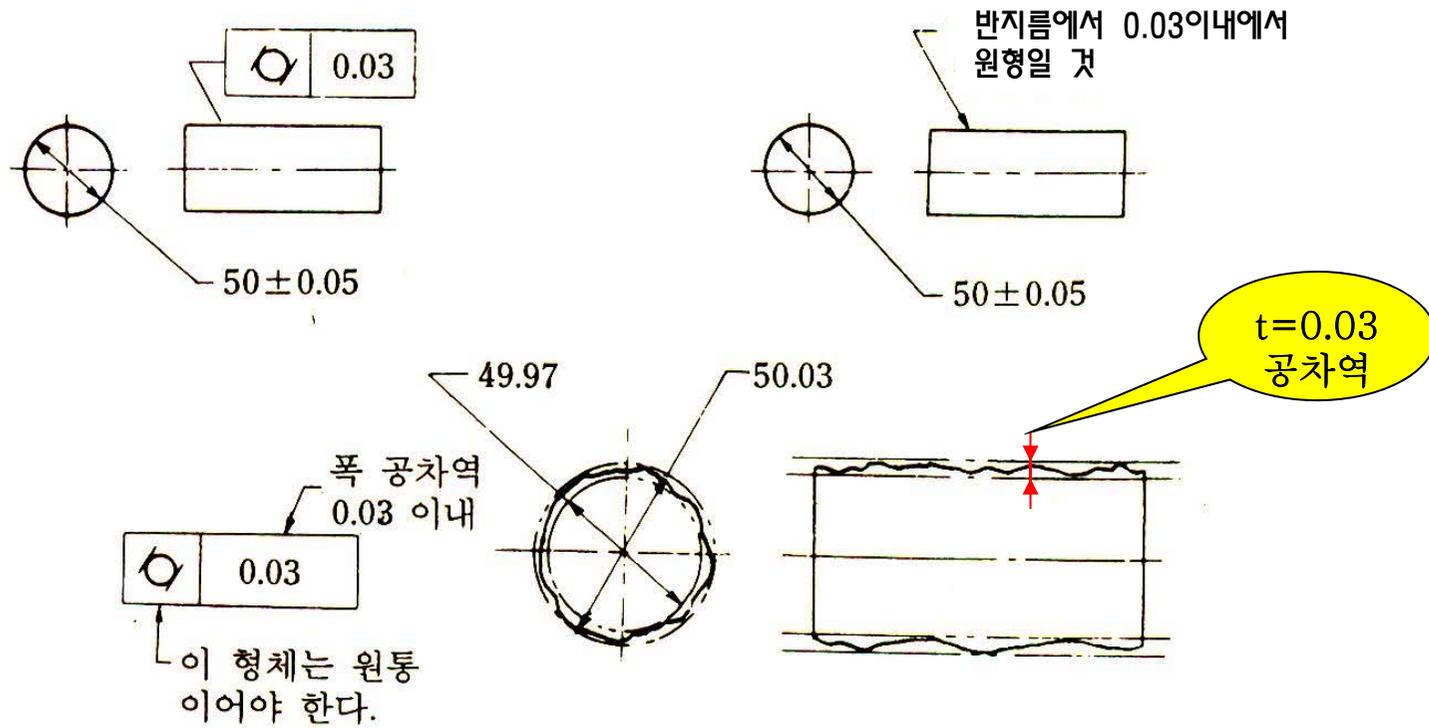
- 4) 원통도 : 부품의 원통면이 완벽한 원통면에서 얼마나 벗어나 있는지를 규정



반지름이 0.1mm 차이나는 2개의 동축인 원통면 사이에 있어야 함을 의미

9.3 기하공차의 종류와 해석

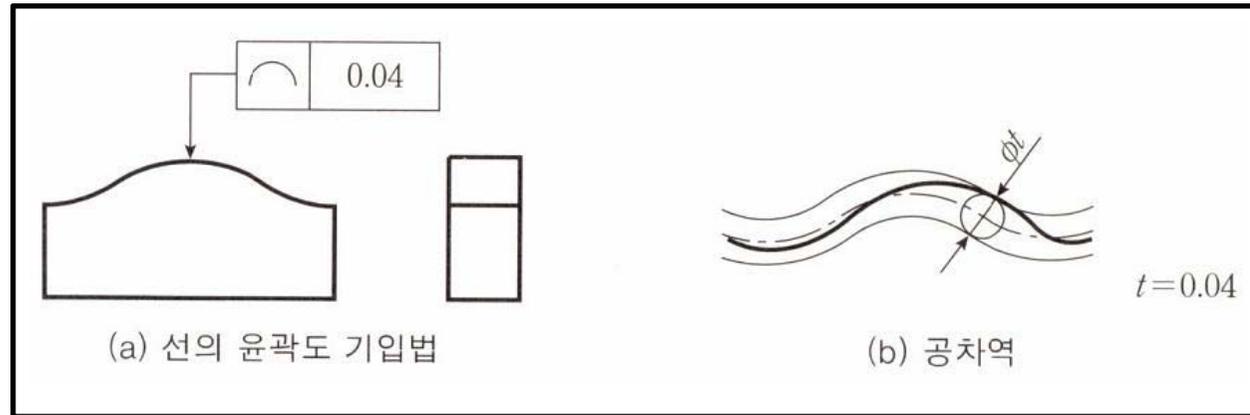
4) 원통도(적용 예)



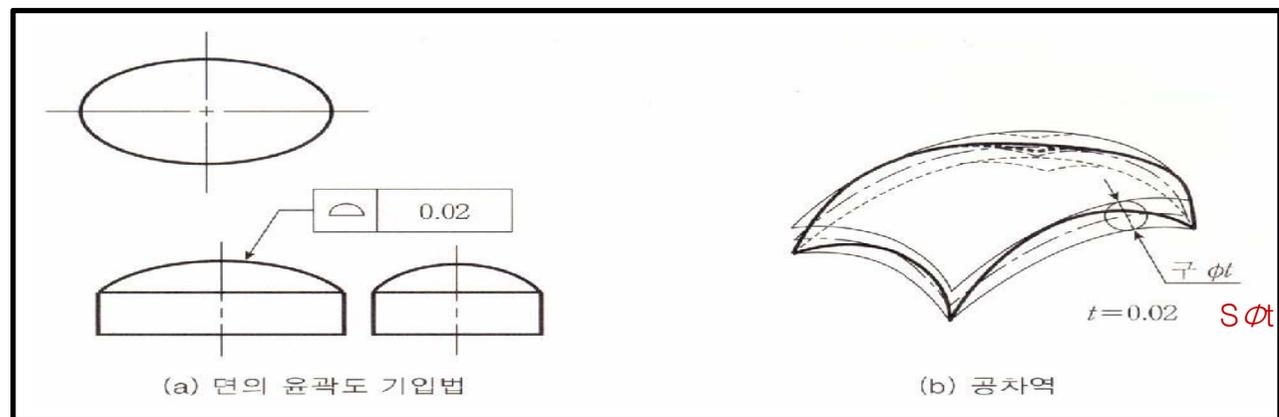
9.3 기하공차의 종류와 해석

- 5) 윤곽도 : 물체의 외부 윤곽이 곡선(면)일 경우에 기준 윤곽에서 벗어난 크기를 '선(면)의 윤곽도'로 규정

▷ 선의 윤곽도



▷ 면의 윤곽도

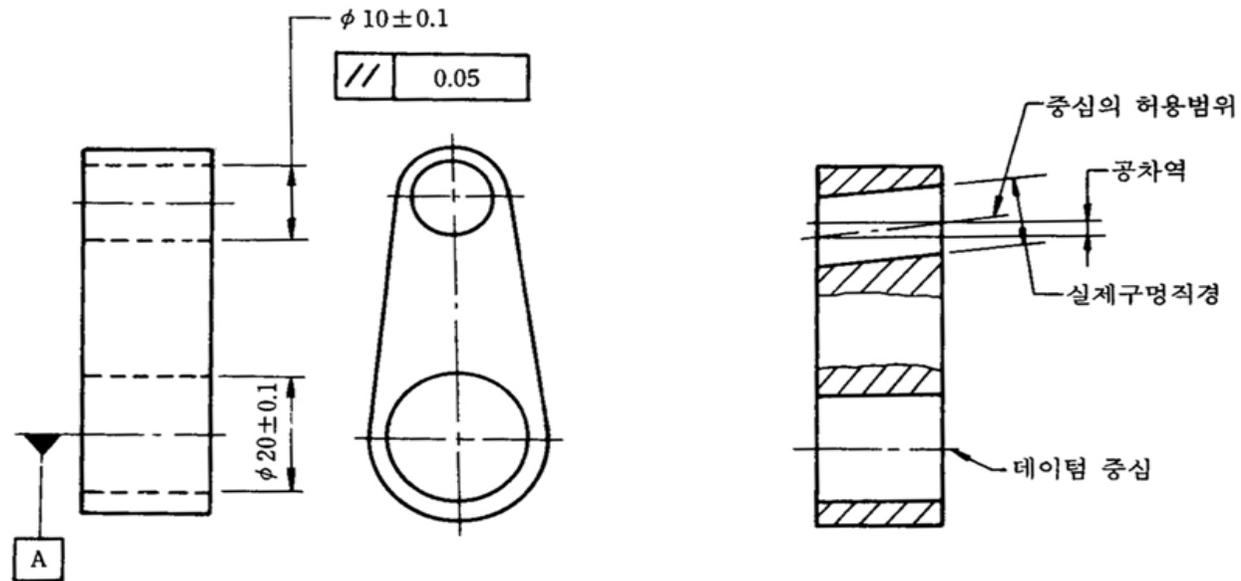
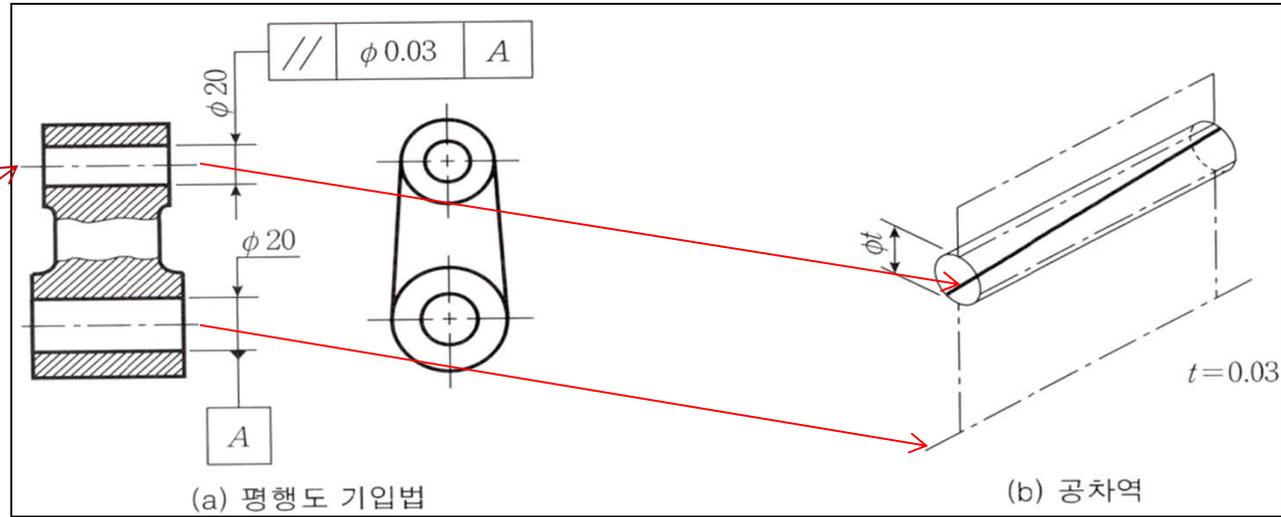


9.3 기하공차의 종류와 해석

6) 평행도

▷ 직선 데이텀에 대한 직선의 평행도

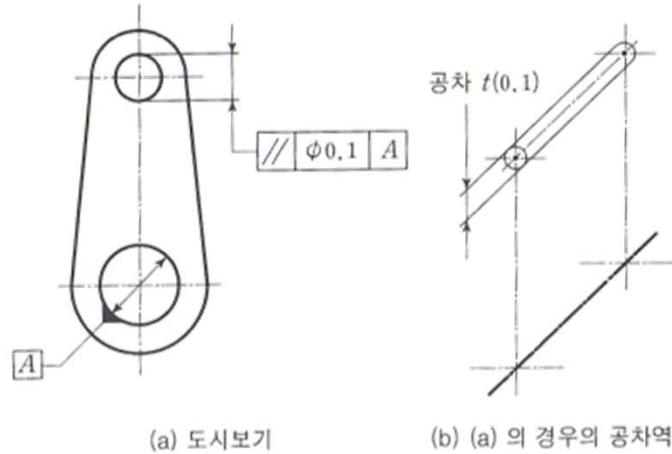
중심선은 데이텀 축선 A와 완전히 평행한 축선을 중심으로 하는 지름 0.03mm인 원 내부에 있어야 함을 의미



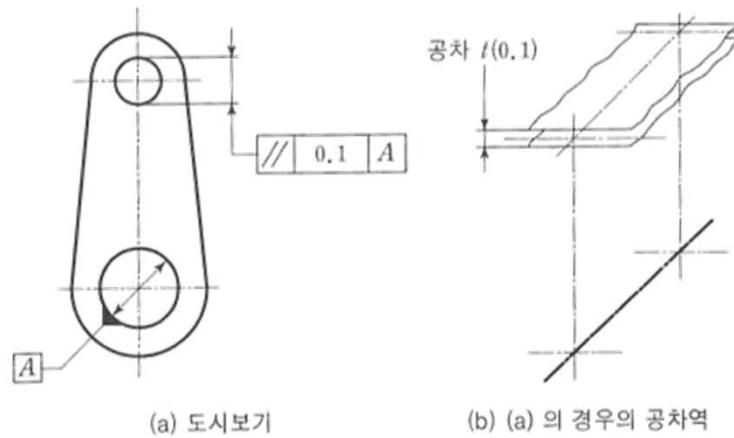
9.3 기하공차의 종류와 해석

6) 평행도

▷ 표기방법이 다른 경우



원 또는 원통의 지름의 공차역 표시

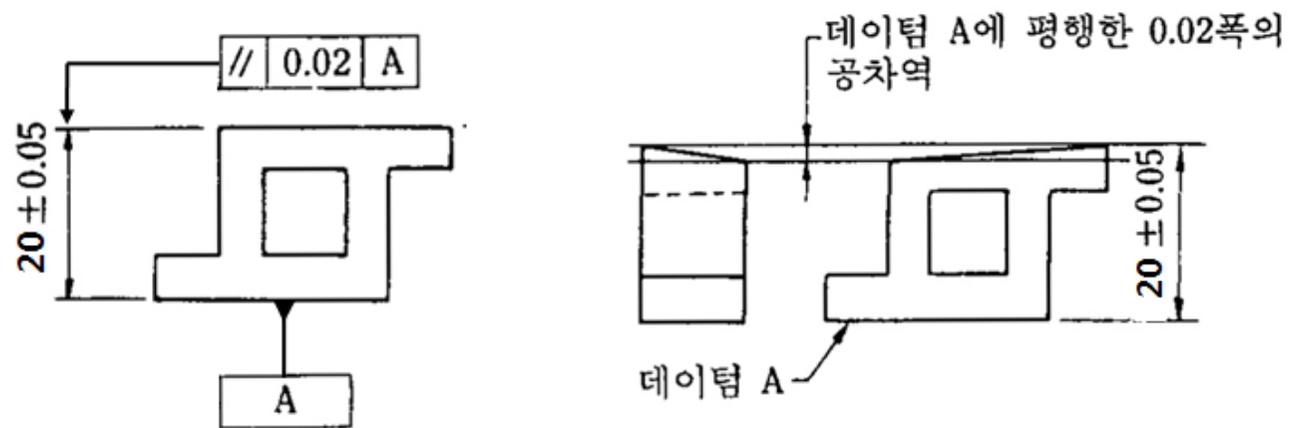
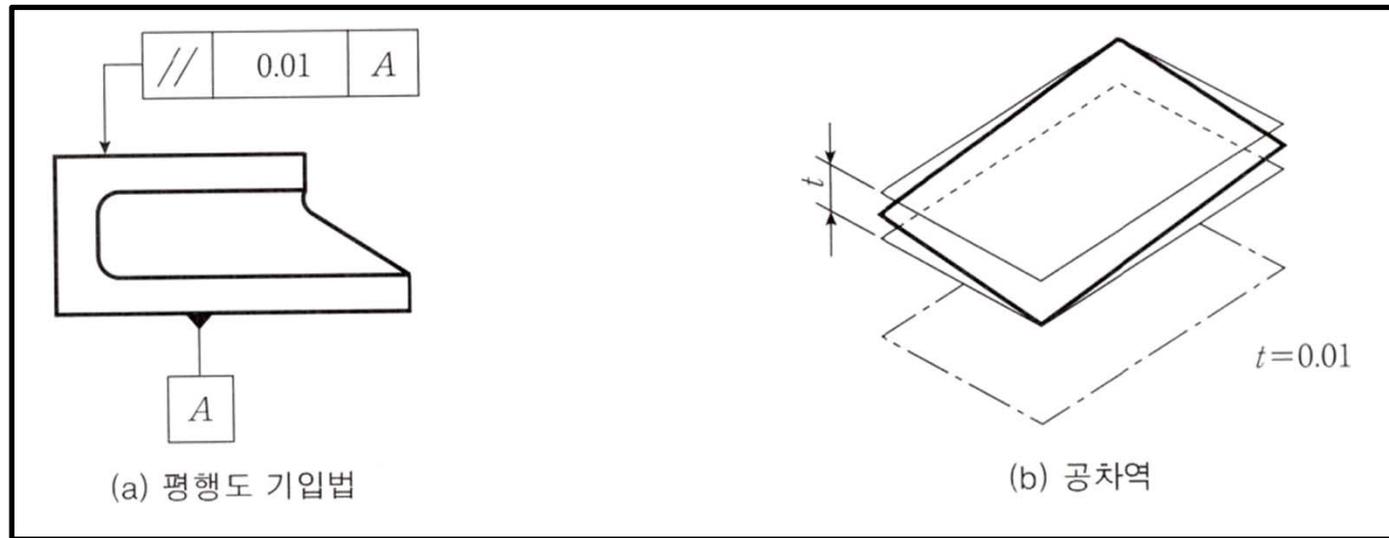


직선 평행도의 공차역 표시

9.3 기하공차의 종류와 해석

6) 평행도

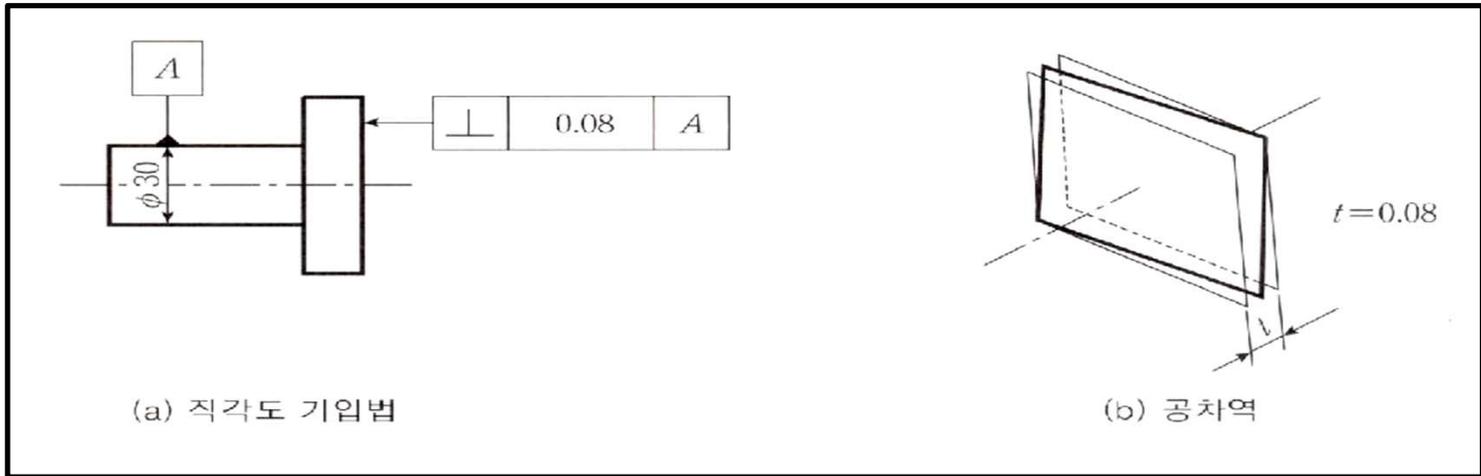
▷ 평면 데이텀에 대한 평면의 평행도



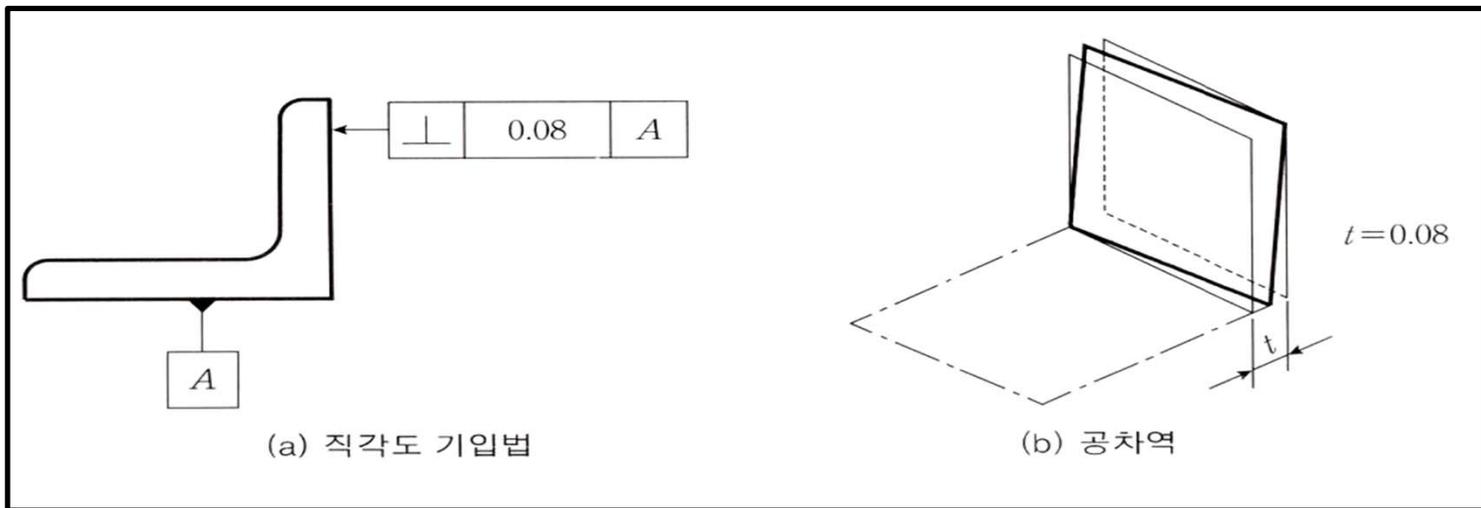
9.3 기하공차의 종류와 해석

7) 직각도

직선 데이텀에 직각인 평면의 직각도



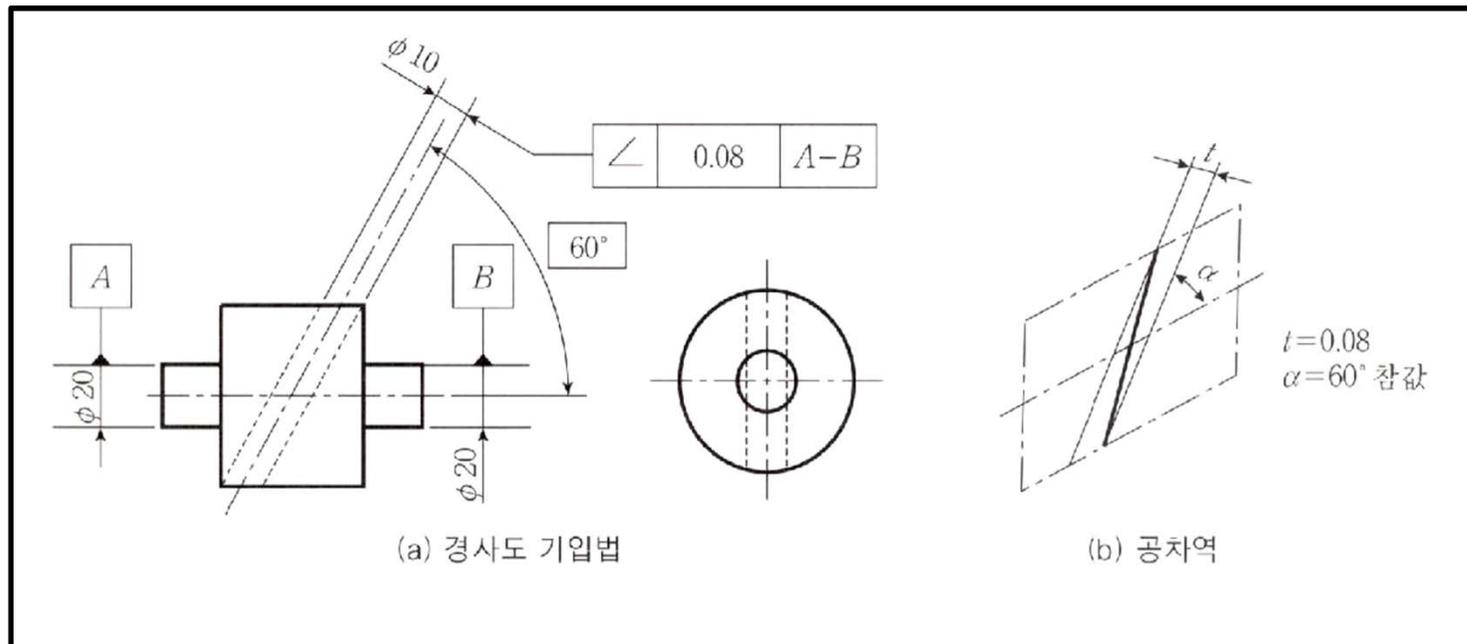
평면 데이텀에 직각인 평면의 직각도



9.3 기하공차의 종류와 해석

8) 경사도

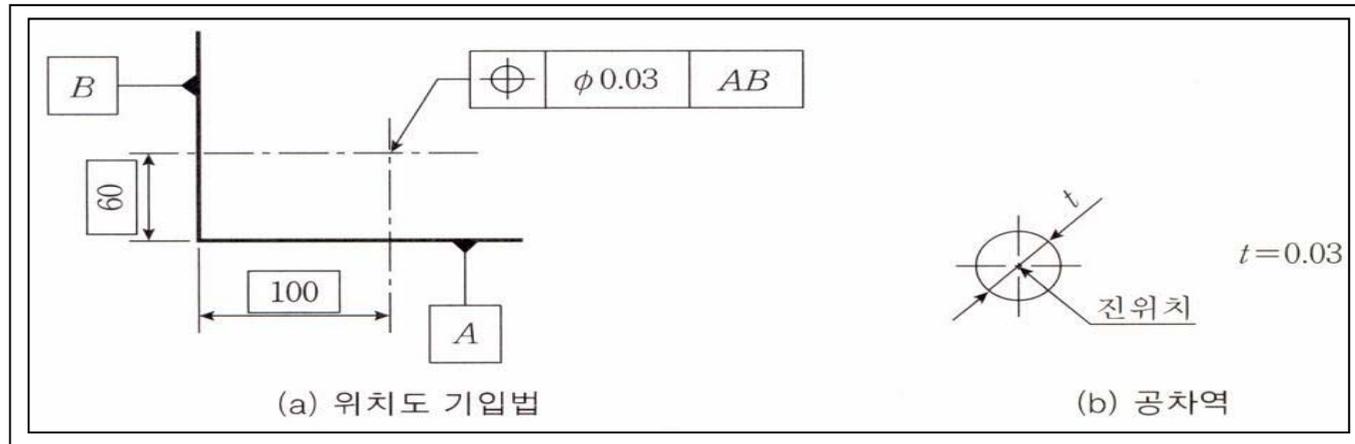
▷ 직선 데이텀에 직각인 직선의 경사도



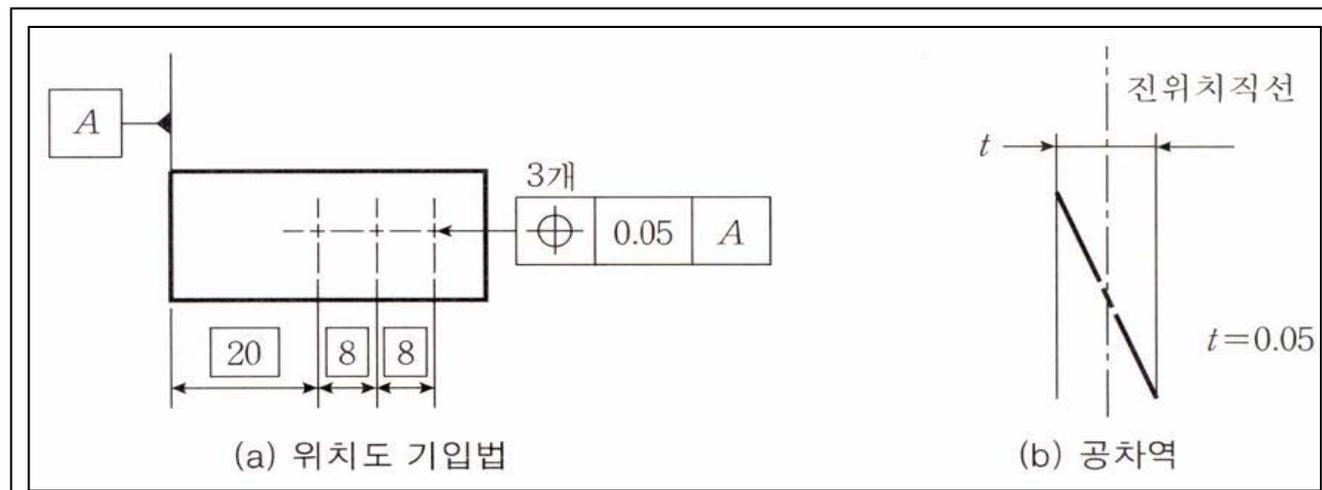
9.3 기하공차의 종류와 해석

9) 위치도 : 부품이 가지고 있는 점, 선 및 면의 위치에 대한 정밀도를 규정

▷ 직선 데이텀에 대한 점의 위치도



▷ 직선 데이텀에 대한 직선의 위치도

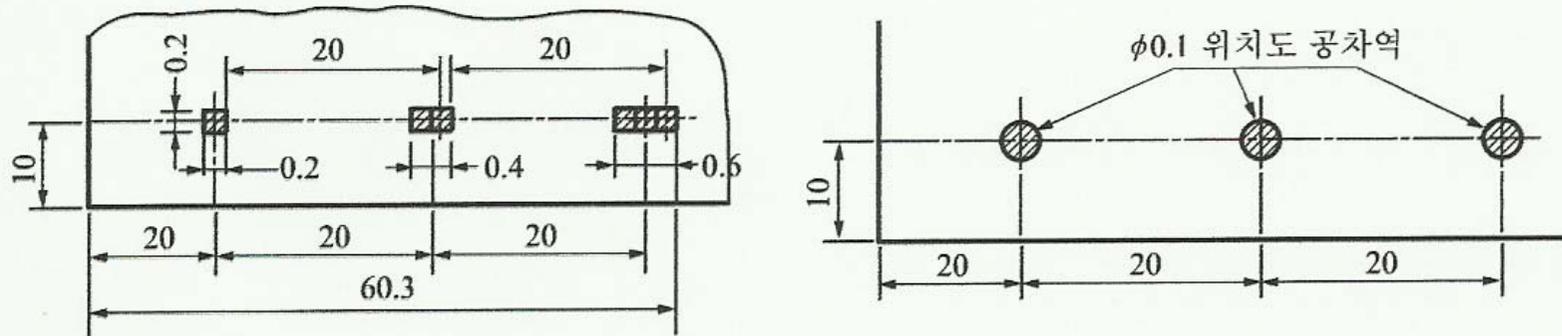
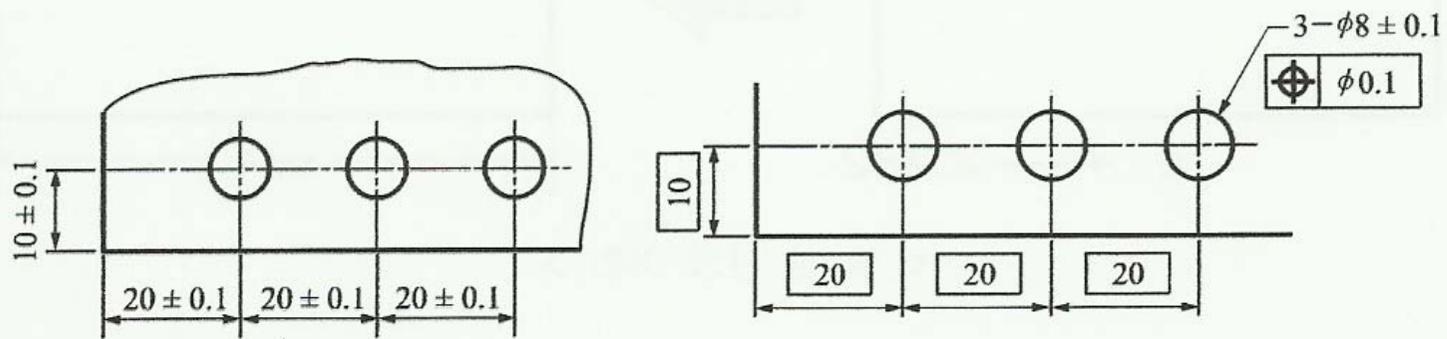


9.3 기하공차의 종류와 해석

9) 위치도

▷ 구멍의 위치도

※ 지름 공차역으로 위치도를 지정, 치수공차로 표시한 것처럼 공차누적이 생기지 않고, 공차영역도 넓어짐



(c) 치수공차에 의한 공차역

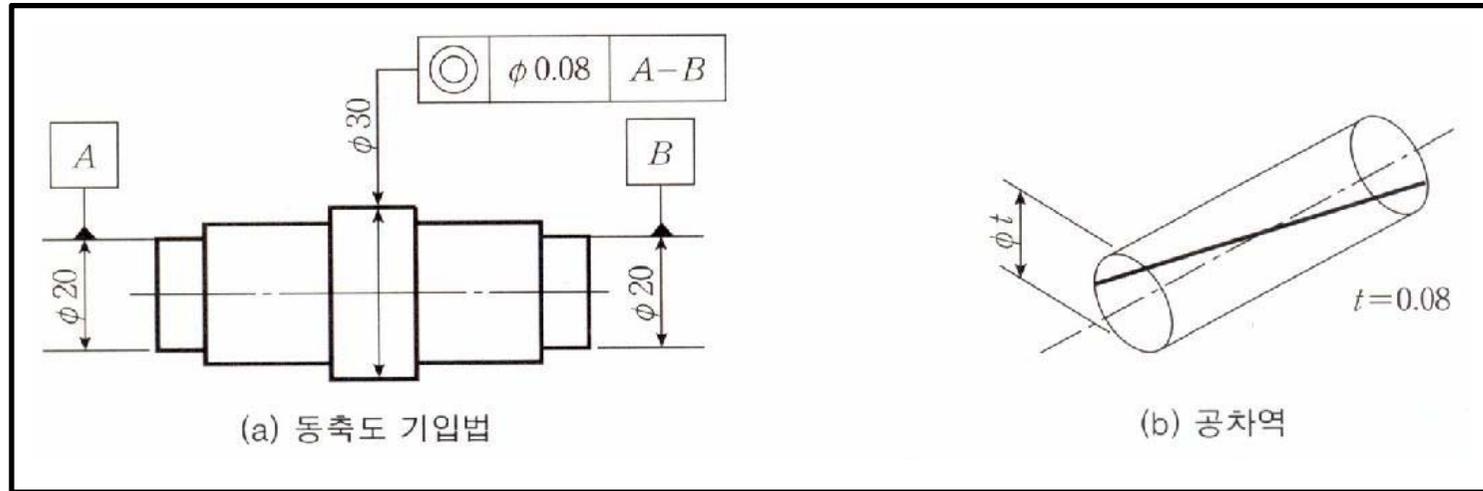
(d) 위치도에 의한 공차역

9.3 기하공차의 종류와 해석

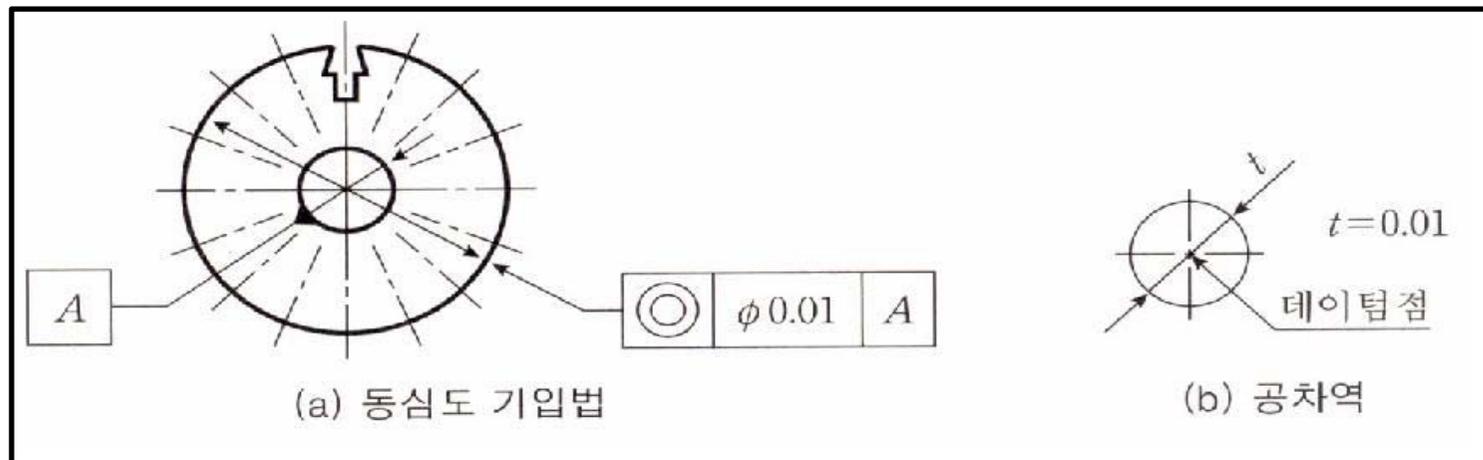
10) 동축도와 동심도

※ 데이텀 축선과 동일 직선 위에 있어야 할 축선이 데이텀 축선에서 어긋남의 크기를 나타냄

▷ 동축도



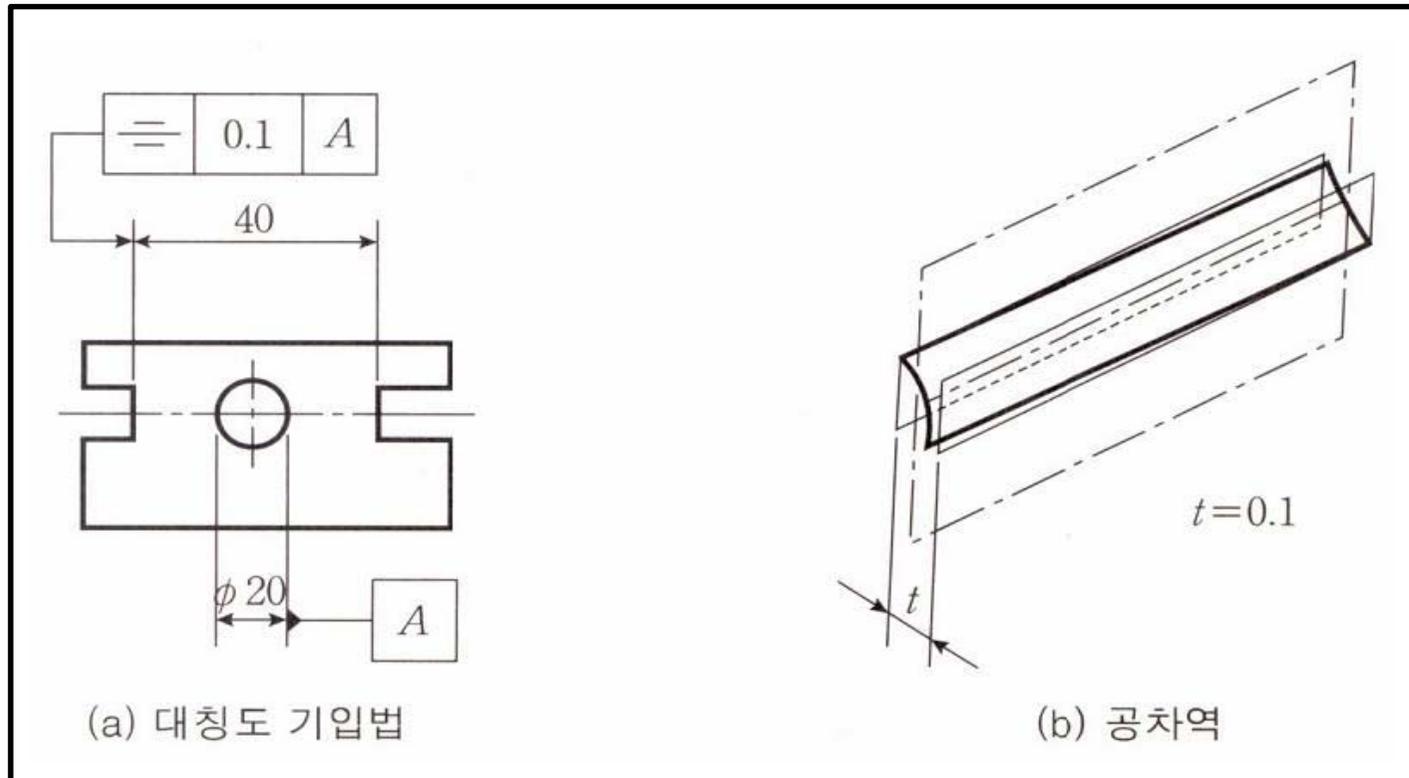
▷ 동심도



9.3 기하공차의 종류와 해석

11) 대칭도

※ 기준인 선이나 면에 대해 서로 대칭이어야 할 형체의 대칭 위치에서 어긋남의 크기를 나타냄



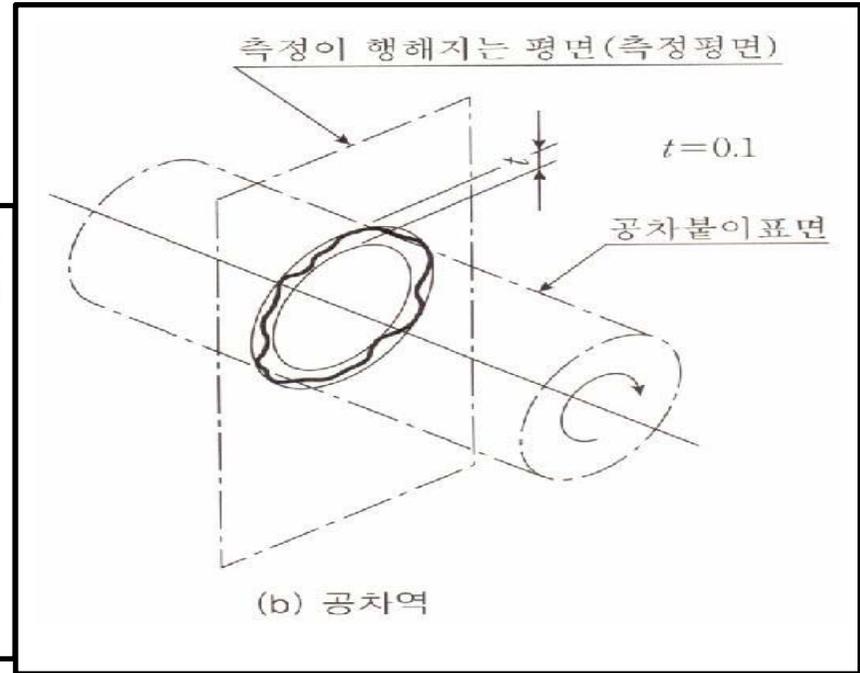
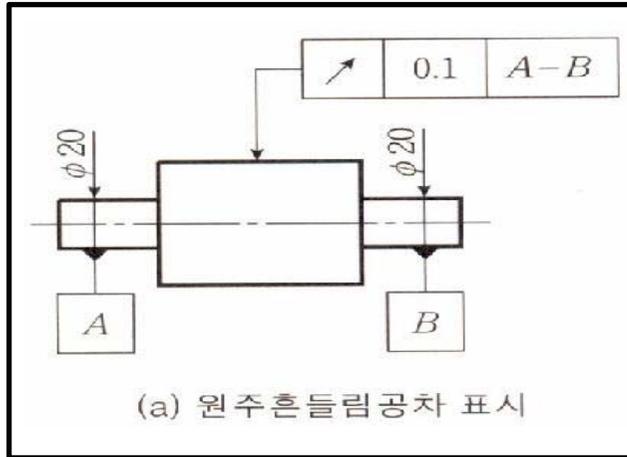
9.3 기하공차의 종류와 해석

12) 흔들림 공차

데이텀을 기준으로
1회전시킬 때
완전히 형상에서
벗어난 크기

진원도, 진직도,
직각도, 원통도 등을
포함한 **복합공차**

▷ 원주 흔들림 공차

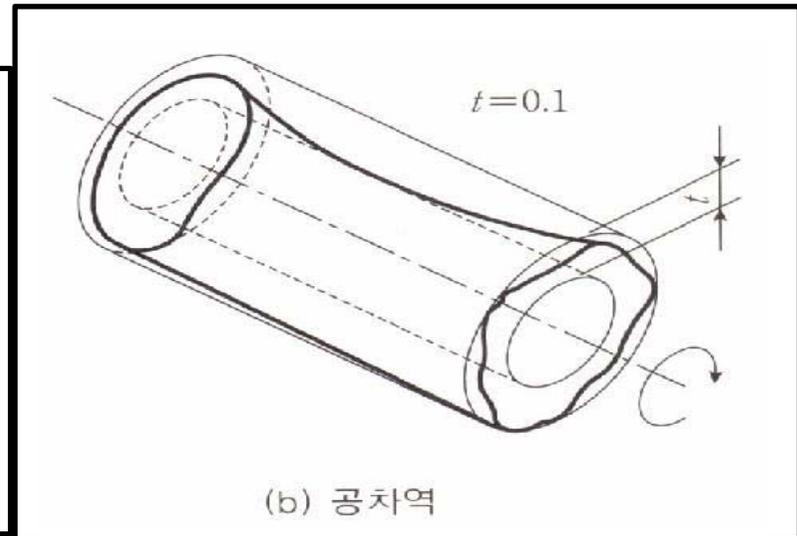
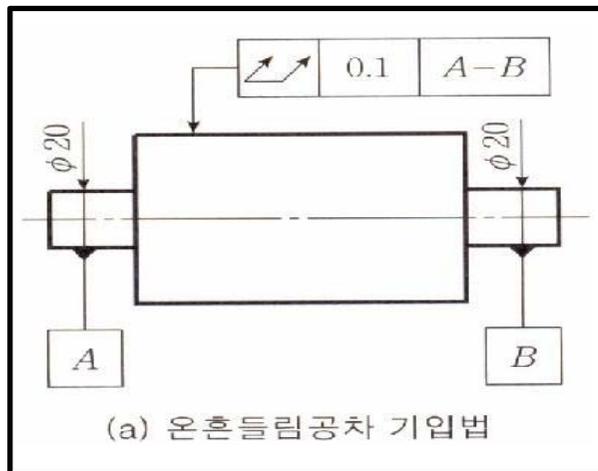


▷ 온 흔들림 공차

원통면을 갖거나
원형면을 갖는 대상물을
데이텀 축선을 기준으로
회전했을 때,

데이텀 축선에
수직(반경방향)과 평행
방향에서의 공차

원통 측면을 따라
이동하면서 측정

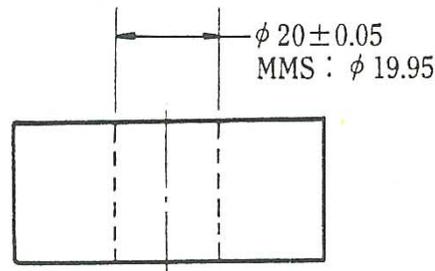


9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

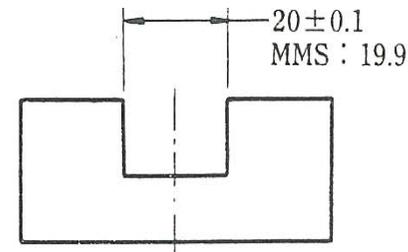
- 1) 최대 실제공차 방식 - 2차 세계대전 후 미국 항공산업에서 적용한 새로운 공차개념
 - 주어진 형체의 재료 부피가 최대가 된 상태(Maximum Material Size; MMS)를 기준으로 기하공차를 적용 (조립이 가장 불리한 조건)

→ 두 개 이상의 형체를 조립할 때, 치수공차와 형상공차의 사이에 상호 의존성을 고려하여 부품의 호환성을 유지하면서 기하공차역을 크게 하는 것이 가능하도록 한 것임.

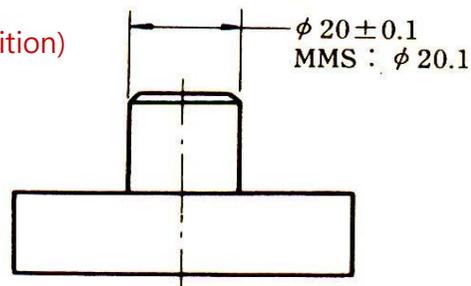
- 축선이나 중심면을 가지는 형체에 적용 [평면상의 선에는 적용 불가]
- 구멍의 MMS는 최소허용치수 [축의 MMS는 최대허용치수]
- 기호는 공차 뒤에 \textcircled{M} 으로 표시



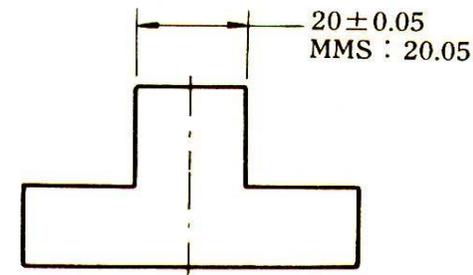
(a) 구멍



(b) 홈



(c) 핀



(d) 돌기

※ MMC
 (maximum material condition)

LMC (least material condition)
 LMS (least material size)

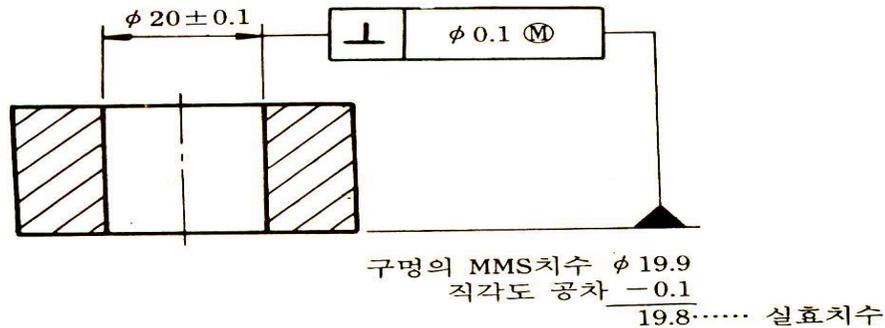
9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

2) 실효치수(Virtual Size): 기하공차와 치수공차를 모두 고려하였을 때, 완전한 형상의 최대부피에서 한계를 의미 → 최대실체상태의 치수에 형상공차의 한계치수를 더한 치수

결합되는 상대 부품과 가장 딱딱하게 결합되는 극한상태의 치수 → 공차 '0'

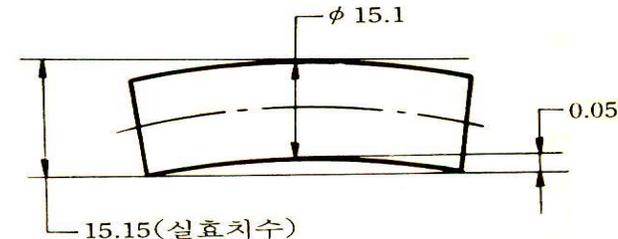
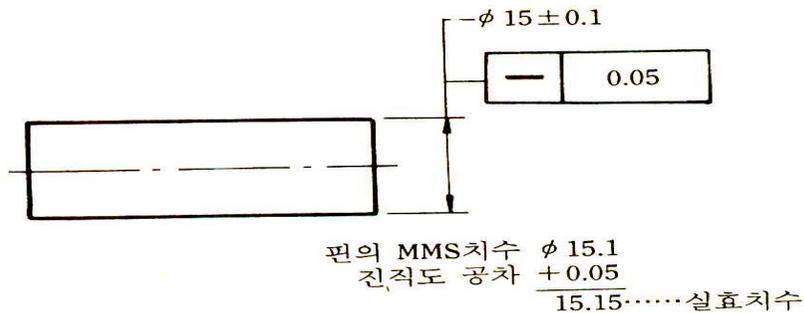
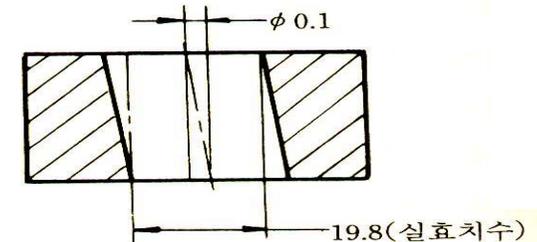
축의 실효치수

- = 축의 MMS치수 + 형상 또는 위치공차
- 축(핀)을 검사하는 게이지의 기본 치수
- 축(핀)에 결합되는 구멍의 MMS치수



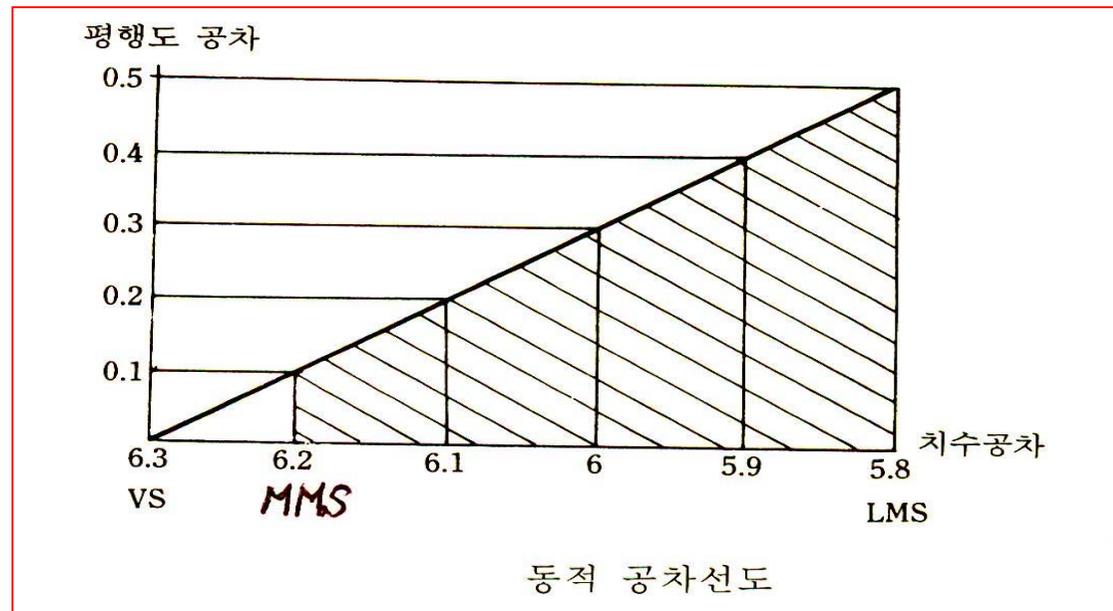
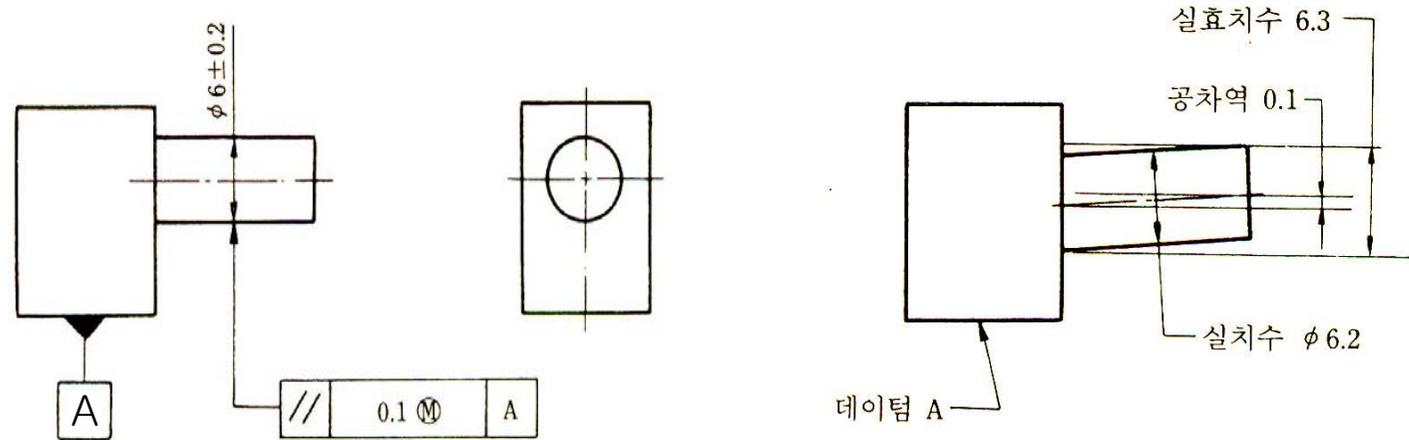
구멍(홈)의 실효치수

- = 구멍의 MMS치수 - 형상(위치)공차
- 구멍(홈)을 검사하는 게이지 기본치수
- 구멍(홈)에 결합되는 축의 MMS치수



9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

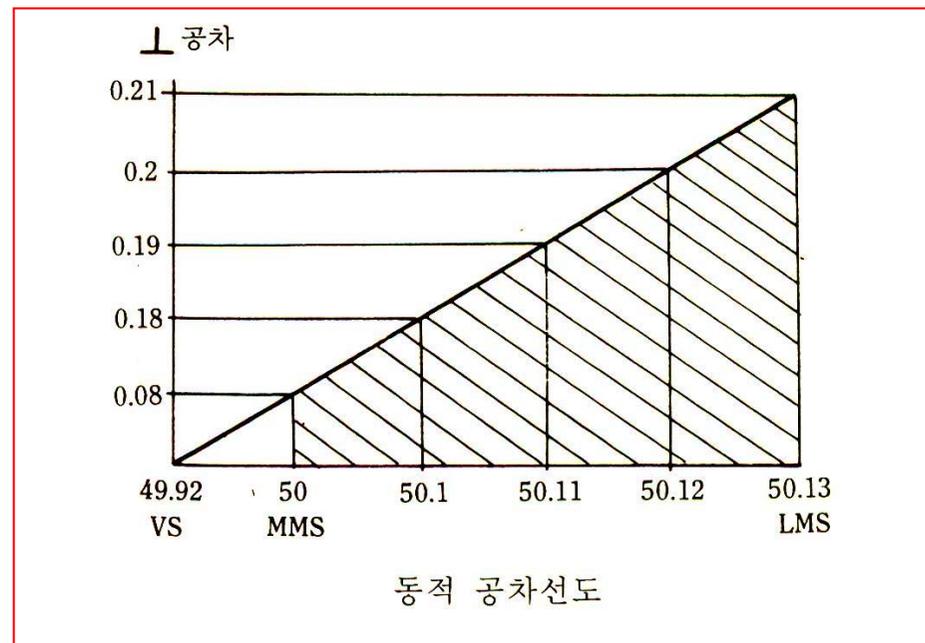
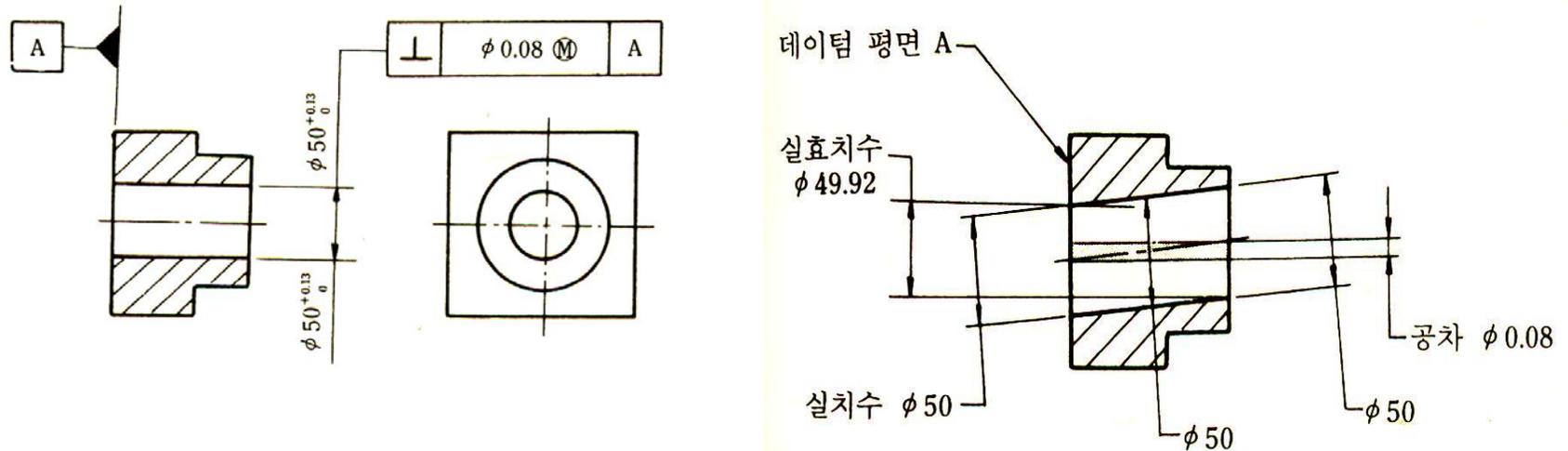
3) 최대 실제공차방식의 적용 예 (평행도의 경우)



(dynamic tolerance diagram)

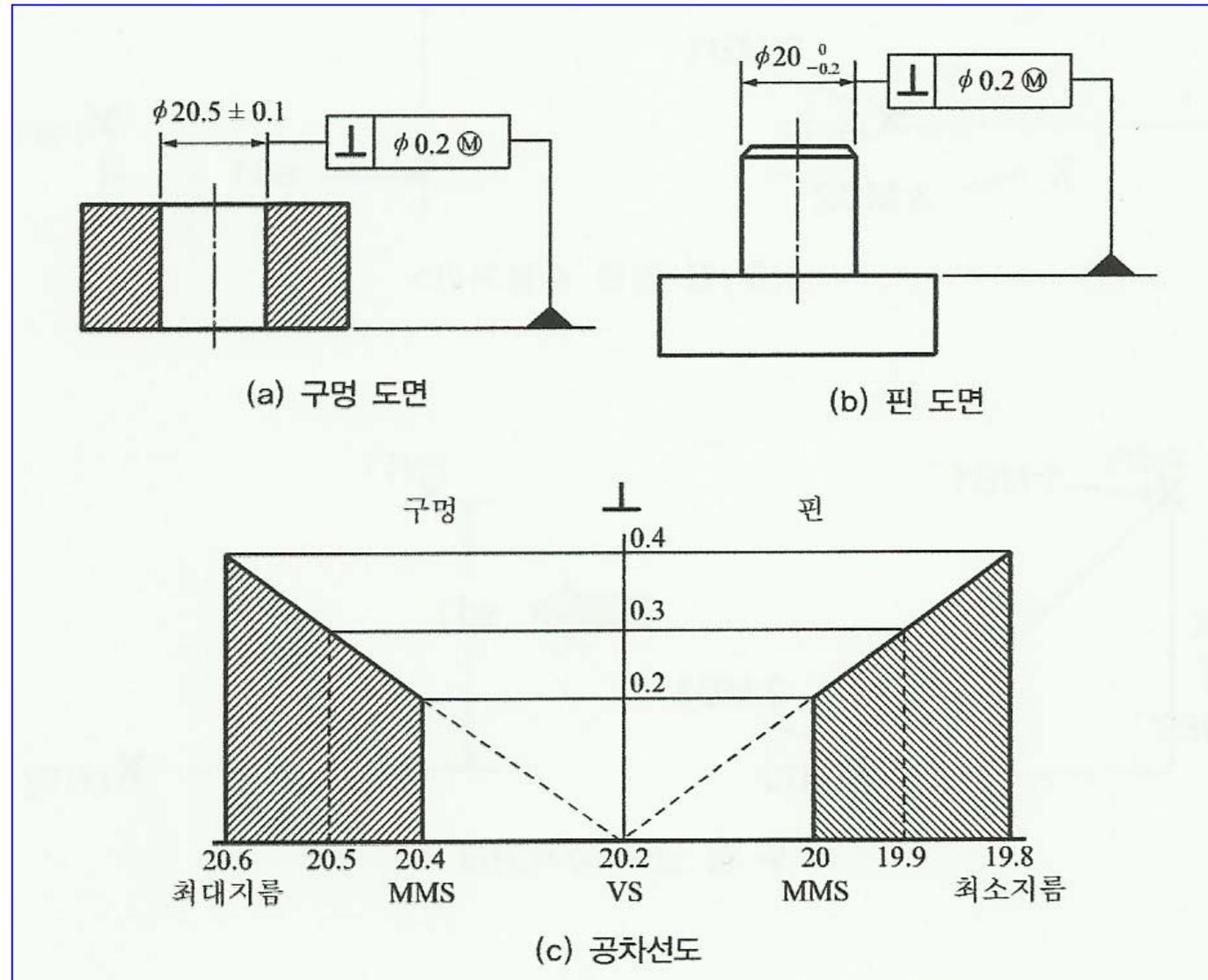
9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

3) 최대 실제공차방식의 적용 예 (직각도의 경우)



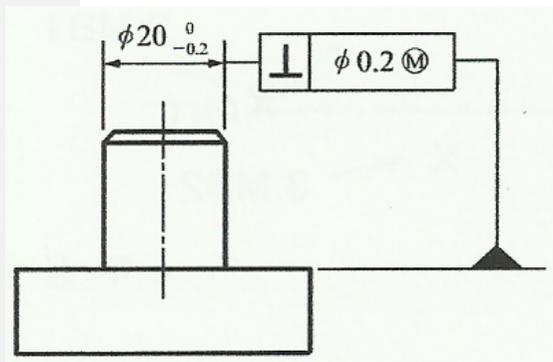
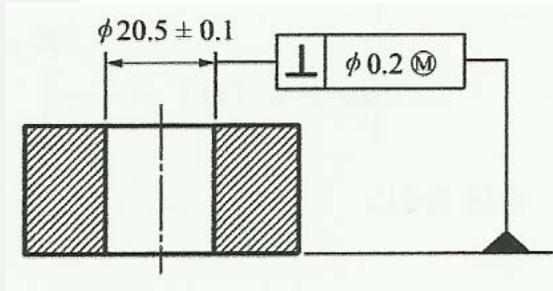
9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

3) 최대 실제공차방식의 적용에 (부품결합)



9.4 최대 실제공차방식과 실효치수

3) MMS의 적용예



핀, 구멍의 최대실체치수

