

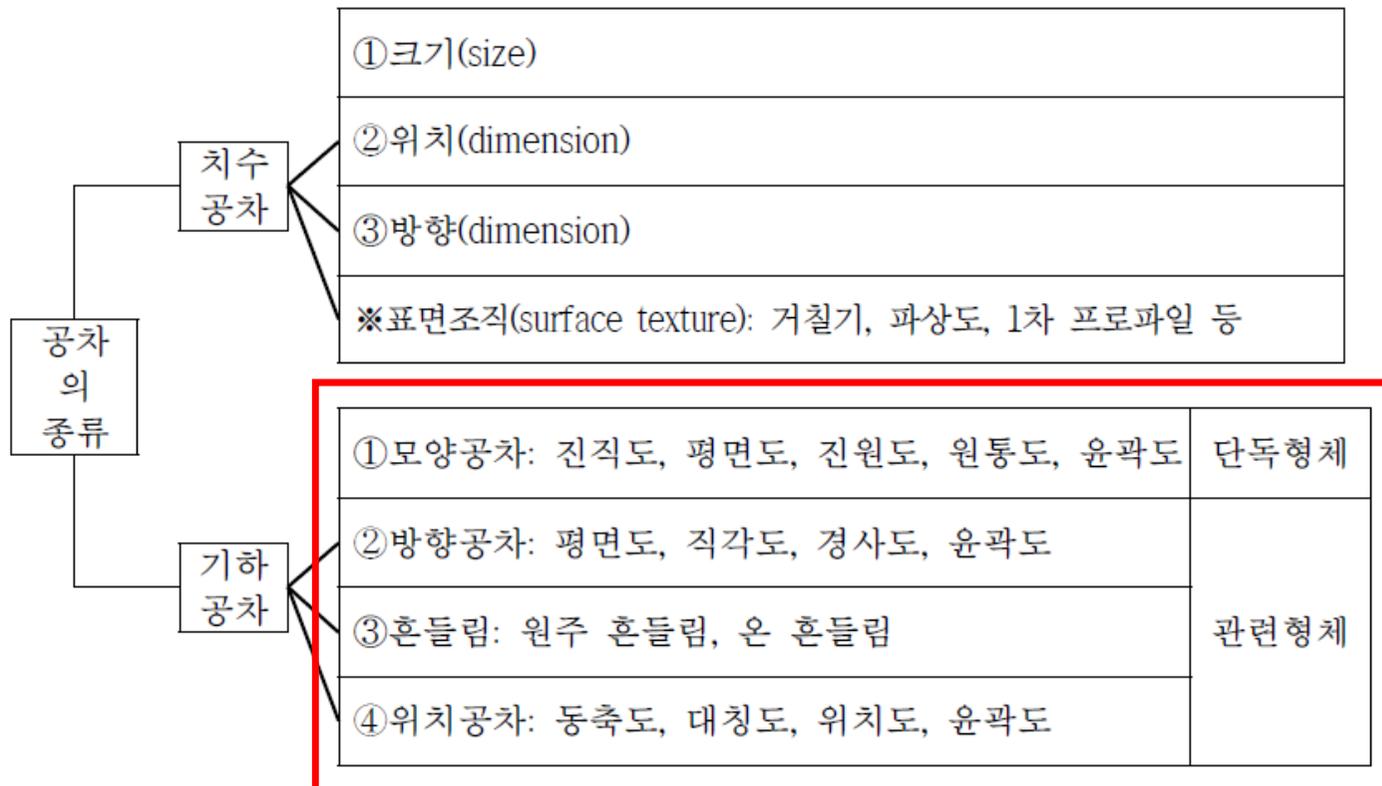
Lecture 09. 기아공차

2018
노명재

본 강의 목표

1. 기하공차의 필요성 및 필요지식(기하공차의 종류, 치수 표시방법, 기계요소 지식 등)을 배운다.
- *2. **조립도**에서 각 부품의 기능과 작동을 파악하고, 도면의 기하공차를 해독하는 능력을 기른다.
- *3. 기하공차를 적용할 시 공차영역의 적용원리(독립의 원리), 포락조건 등을 이해한다.

공차의 종류



기하공차의 필요성

- 치수공차만으로 나타낸 도면은 형상 및 위치에 대한 기하학적 특성을 규제할 수 없기 때문에 보다 정확한 제품을 제작하기 어렵고, 특히 **다른 부품과의 조립에서** 기능상이나 호환성에서 문제가 있어 조립불능의 부품이 될 수 있고, 혹 조립이 된다 하여도 원 설계자가 의도한 충분한 기능을 발휘하지 못할 수 있다. 이 점을 개선하기 위해 국제적으로 통용되는 **모양, 자세, 위치, 흔들림**에 대한 규격을 제정하여 KS 혹은 ISO 규격으로 기준을 정하였다.

기아공차가 필요한 경우

- 부품과 부품간의 기능 및 호환성이 중요할 때
- 기능적인 검사 방법이 바람직할 때(검사기준이 확실할 때)
- 제조와 검사의 일관성을 위해 참조기준이 필요할 때
- 표준적인 해석 또는 공차가 미리 암시되어 있지 않은 경우

기하공차의 종류와 기호

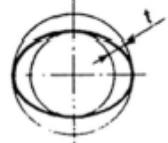
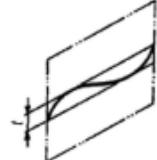
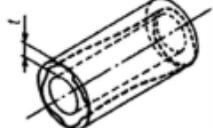
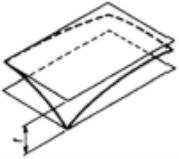
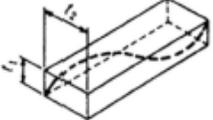
기하공차 기호의 종류 (14종)

적용하는 모양	공차의 종류		기 호
단독 모양	모양 공차	진직도 공차	—
		평면도 공차	▭
		진원도 공차	○
		원통도 공차	∕
단독 모양 또는, 관련 모양		선의 윤곽도 공차	∩
		면의 윤곽도 공차	∪
관련 모양	자세 공차	평행도 공차	//
		직각도 공차	⊥
		경사도 공차	∠
	위치 공차	위치도 공차	⊕
		동축도 공차 또는 동심도 공차	⊙
		대칭도 공차	≡
	흔들림 공차	원주 흔들림 공차	↗
온 흔들림 공차		↗↘	

기하공차의 종류와 그 기호

공차의 종류	특성종류	기 호	적용형태
모양공차 (form)	진직도(straightness)	—	단독형체 (데이터가 불필요함)
	평면도(flatness)	▭	
	진원도(roundness)	○	
	원통도(cylindricity)	∕	
	선의 윤곽도(profile of a line)	∩	
	면의 윤곽도(profile of a surface)	∪	
자세공차 (orientation)	평행도(parallelism)	//	관련형체 (데이터가 필요함)
	직각도(squareness)	⊥	
	경사도(angularity)	∠	
	선의 윤곽도(profile of a line)	∩	
	면의 윤곽도(profile of a surface)	∪	
위치공차 (location)	위치도(position)	⊕	단독 및 관련형체
	동심도(concentricity) 또는 동축도(coaxiality)	⊙	
	대칭도(symmetry)	≡	관련형체 (데이터가 필요함)
	선의 윤곽도(profile of a line)	∩	
	면의 윤곽도(profile of a surface)	∪	
흔들림공차 (run-out)	원주 흔들림(circular runout)	↗	관련형체 (데이터가 필요함)
	온 흔들림(total runout)	↗↘	

기아공차역

공차영역		공차 값	비 고
(a)	원안의 영역	원의 지름	 진위치
(b)	두 개의 동심원 사이의 영역	동심원의 반지름 차	
(c)	두 개의 등 간격의 선 또는 두 개의 평행한 직선사이에 끼인 영역	무선 또는 두 직선의 간격	
(d)	구안의 영역	구의 지름	 진위치
(e)	원통안의 영역	원통의 지름	
(f)	두 개의 동축의 원통 사이에 끼인 영역	동축 원통의 반지름 차	
(g)	두 개의 등거리의 면 또는 두 개의 평평한 평면사이에 끼인 영역	두 면 또는 두 평면의 간격	
(h)	직육면체 안의 영역	직육면체의 각 변의 길이	

기하공차 데이텀(기준)-1

● 데이텀(datum)

: 데이텀은 형체의 자세, 위치 및 흔들림 공차와 같이 관련 형체로 규제되는 기하 공차를 규제하기 위해 설정한 이론적으로 정확한 기하학적 기준을 말하며, 정삼각형 기호를 사용하여 지시한다.

● 데이텀 형체

: 데이텀에 사용하는 대상물의 실제 형체

● 실용 데이텀 형체 (가상 데이텀 형체)

: 데이텀 형체에 접하는(닿는 부분) 충분히 정밀한 실제 형체(기준 표면 : 정반, 엔드밀 등)

● 공통 데이텀

: 두가지의 데이텀 형체를 따라 설정되는 단일 데이텀 (중심축 : 데이텀 A-B)

● 데이텀계(datum system)

: 두 가지 이상의 데이텀을 조합시켜 사용하는 데이텀의 그룹

예) 서로 직교하는 3평면(A,B,C)을 기준으로 하는 위치공차 → 3평면 데이텀계

기하공차 데이텀(기준)-2

● 데이텀 표적(datum target)

: 주조 제품과 같이 표면이 거칠고 평평하지 않은 경우, 형체의 표면 전체를 데이텀으로 사용하면 흔들림이 발생하여 정확한 데이텀 설정이 어렵게 된다. 이럴 경우 부품과 접촉하는 점, 선이나 한정된 영역으로 데이텀을 규정하는 방법을 데이텀 표적이라 한다. 데이텀 표적 틀은 원형의 테두리를 가로선으로 구분하여 화살표로 나타낸다. 데이텀 표적은 데이텀 대상이라는 용어로도 사용된다.

● 이론적으로 정확한 치수(TED, Theoretically Exact Dimension)

: 치수의 기준을 나타내는 것으로 형체나 데이텀 표적의 크기, 윤곽, 방향 및 위치 등을 이론적으로 정확하게 나타내는데 사용하며, 치수 주위에 직사각형으로 표시한다.

● 최대 실체 공차방식

: 치수공차와 기하공차 사이의 상호 의존 관계를 최대 실체 상태를 기준으로 공차역을 설정하는 것으로 기하공차 기입틀에 기호 \textcircled{M} 를 표시한다.

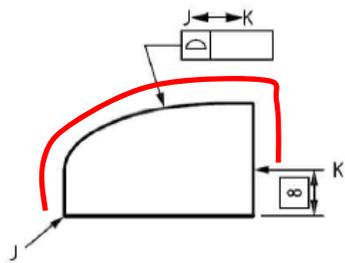
● 최소 실체 공차방식

: 치수공차와 기하공차 사이의 상호 의존 관계를 최소 실체 상태를 기준으로 공차역 설정하는 것으로 기하공차 기입틀에 기호 \textcircled{L} 를 표시한다.

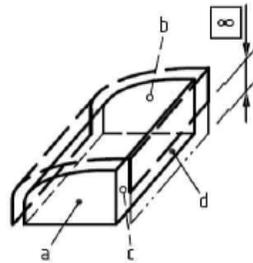
● 포락 조건(envelope condition)

: 기하공차와 크기에 의하여 형성된 완전한 형상의 경계조건이다.

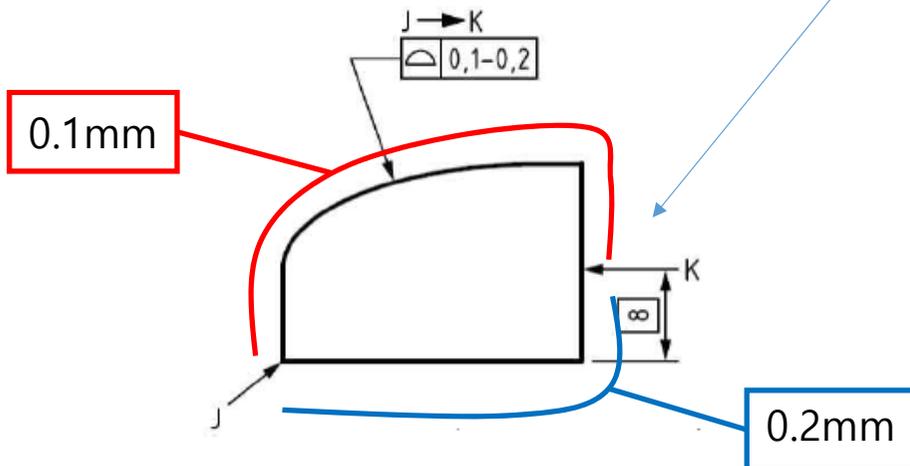
기아공차 규제조건 기호



(a) 제한된 공차형태



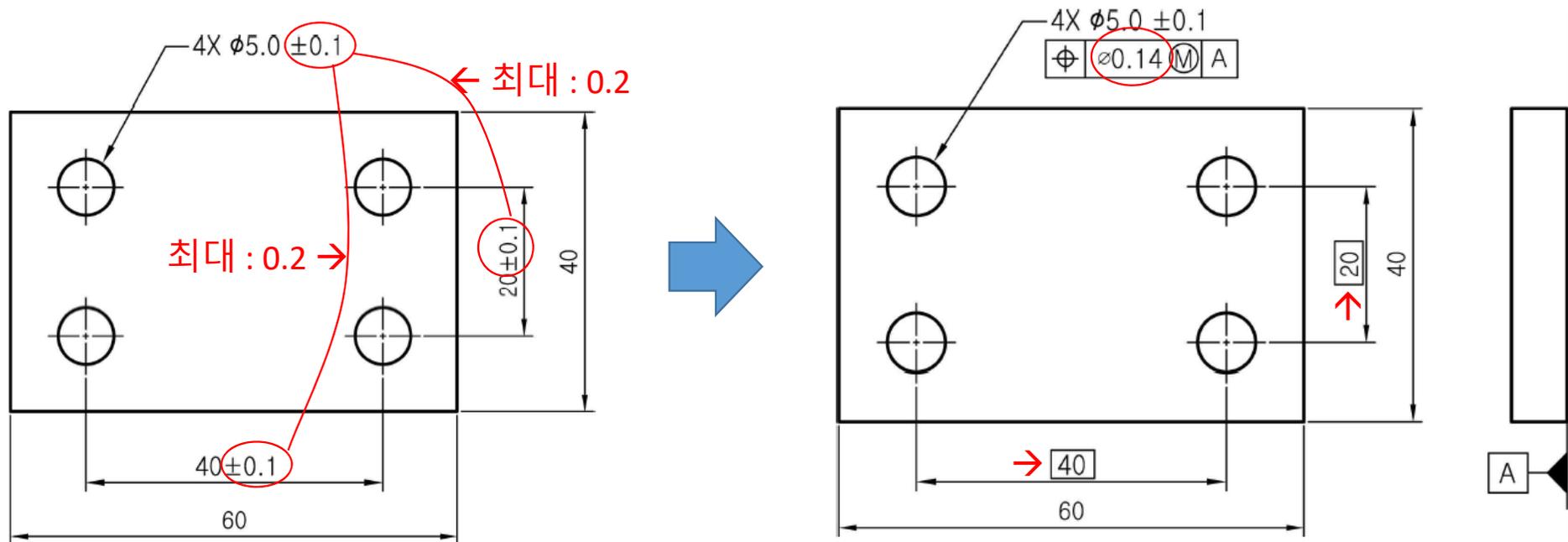
(b) 공차영역



설명	기호
데이텀 형체 지시	
데이텀 표적 틀	
이론적으로 정확한 치수	
어떤 특정 구간을 지시하는 사이 기호	\leftrightarrow
부터...까지 특정 구간 기호	\rightarrow
돌출 공차 영역	\textcircled{P}
최대 실제 공차방식	\textcircled{M}
최소 실제 공차방식	\textcircled{L}
온 돌레(윤곽)	
포락 조건	\textcircled{E}
공통 공차 영역	CZ
곧지름	LD
바깥지름	MD
피치원 지름	PD
불록하지 않음	\textcircled{NC}
동심도	\textcircled{ACS}

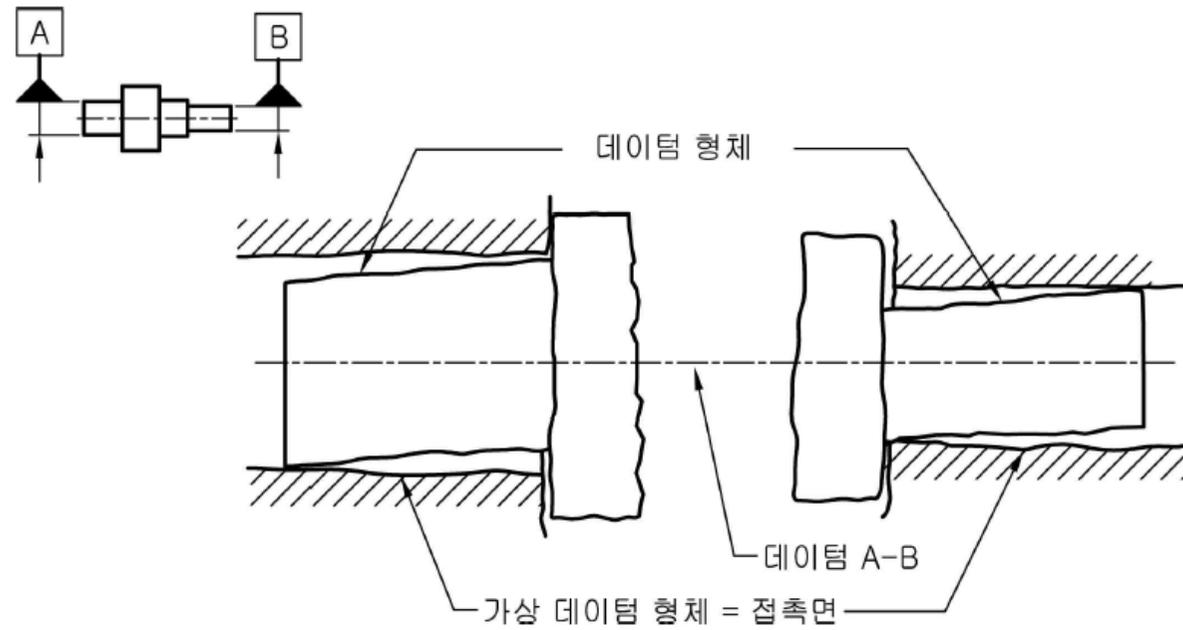
이론적으로 정확한 치수

- 치수공차 방식 → 기하공차 방식 적용 시
 : 공차범위를 넘어 설정하기가 곤란할 경우 적용 (기준으로만 사용하고 실제크기와는 상관 없음)



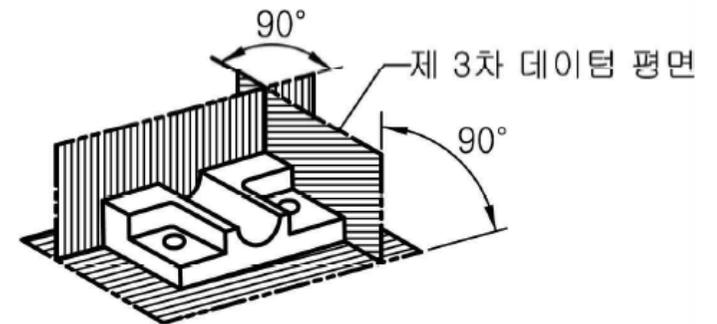
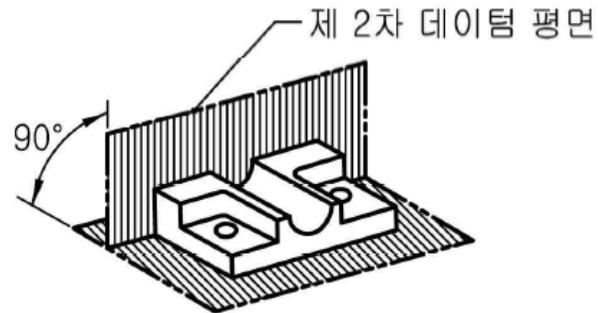
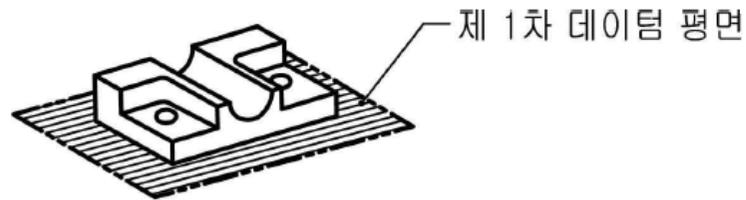
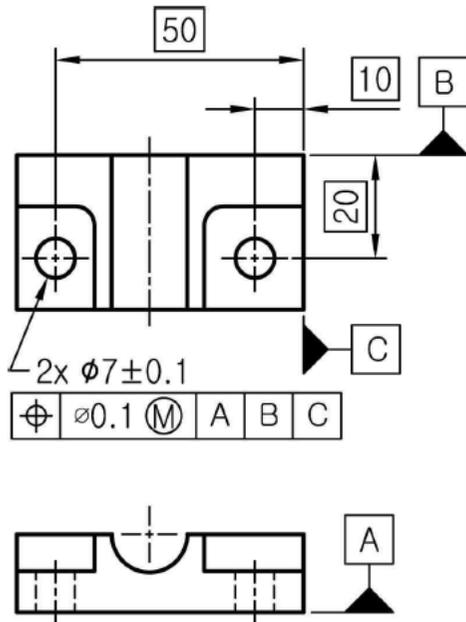
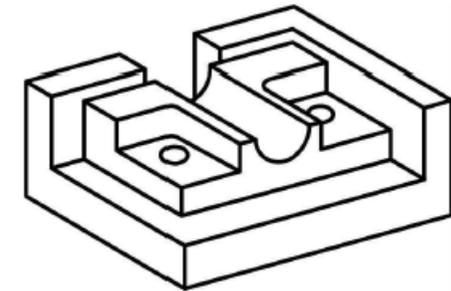
공통 데이텀

● 데이텀 A-B

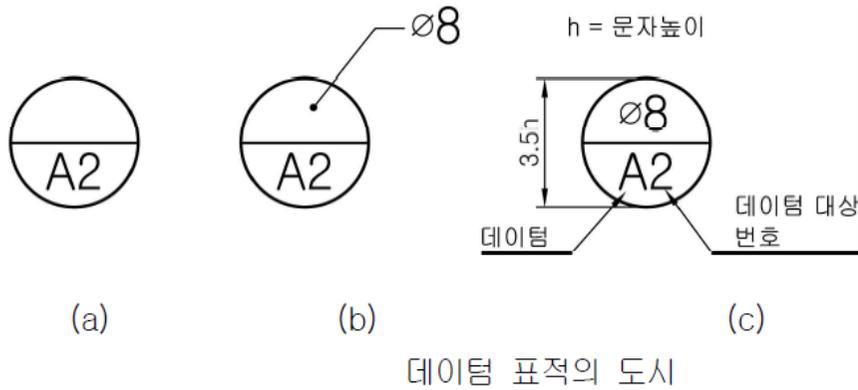


데이텀계에 의한 지시

● 3평면 데이텀계

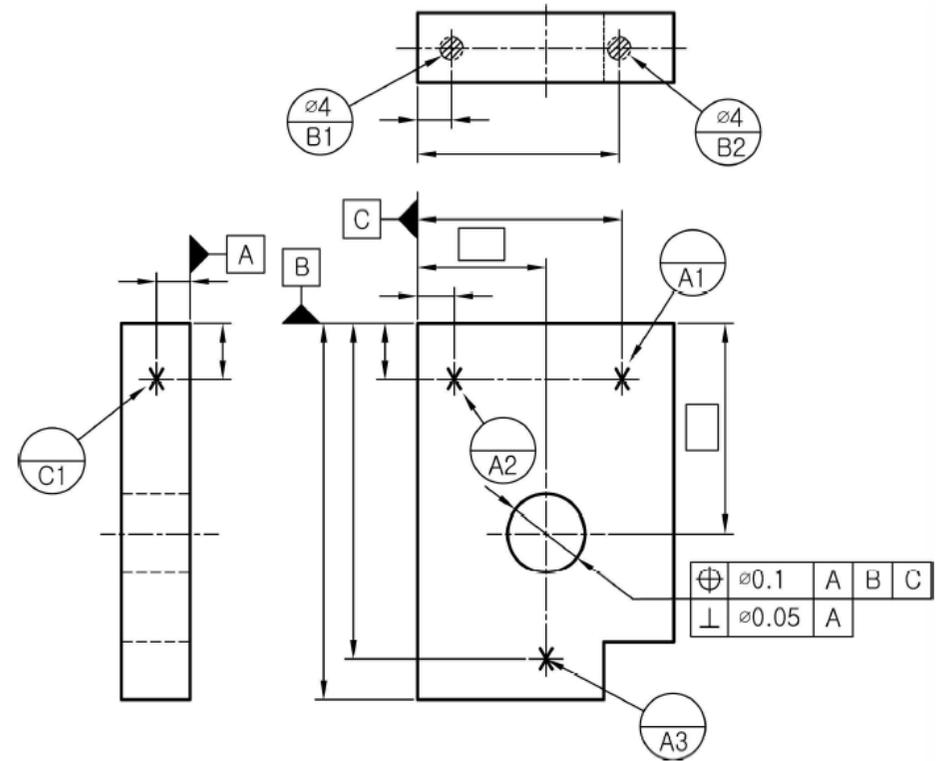


데이텀 표적에 의한 지시



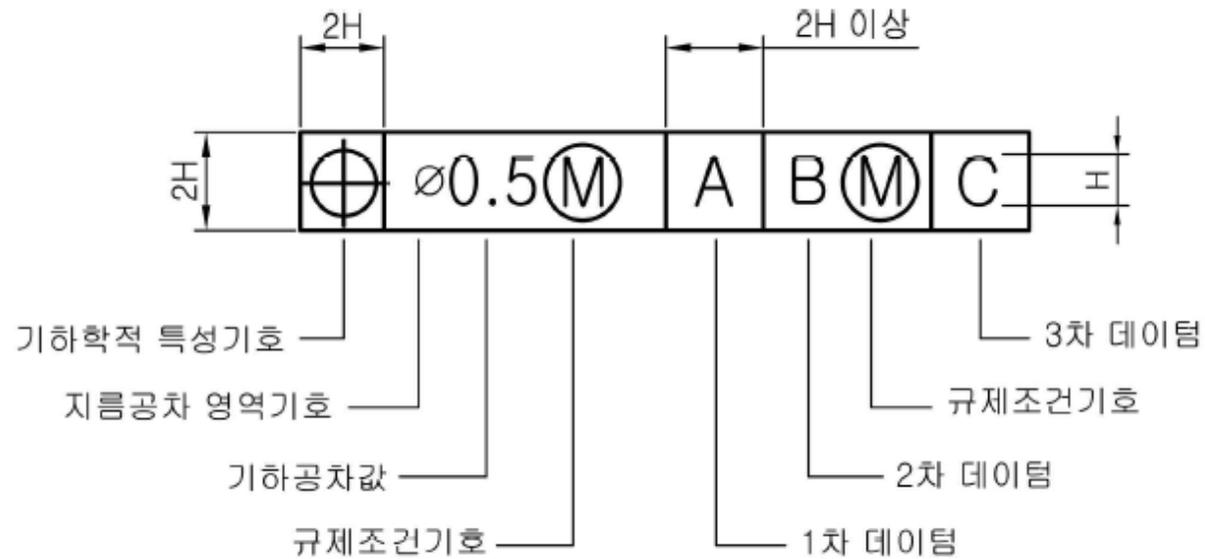
데이텀 표적 기호와 용도

용도	기호	비고
데이텀 표적이 점일 때	X	굵은 실선인 X표를 한다.
데이텀 표적이 선일 때	X—X	2개의 X 표시를 가는 실선으로 연결한다.
데이텀 표적이 한정된 영역일 때	원인 경우	원칙적으로 가는 2점쇄선으로 둘러싸고 해칭한다. 다만, 도시하기 곤란한 경우에는 2점쇄선 대신 가는 실선을 사용해도 좋다.
	직사각형인 경우	



기하공차 도시방법(1)

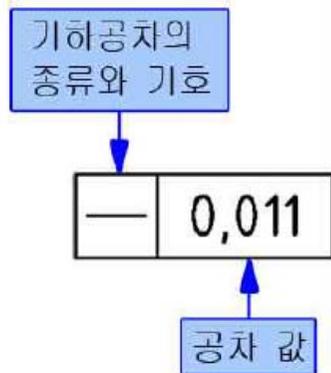
● 공차 기입틀 구성 및 순서



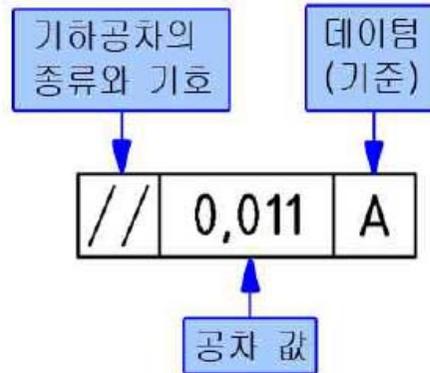
[그림4-2-3] 공차 틀 내에서 각 요소들의 구성과 순서

기하공차 도시방법(2)

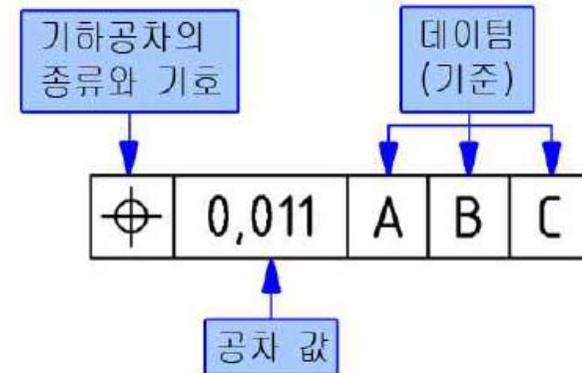
- (a) 단독형체 기하공차 지시 형태
- (b) 단일 데이텀 기하공차 지시 형태
- (c) 3평면 데이텀 기하공차 지시 형태



(a)



(b)

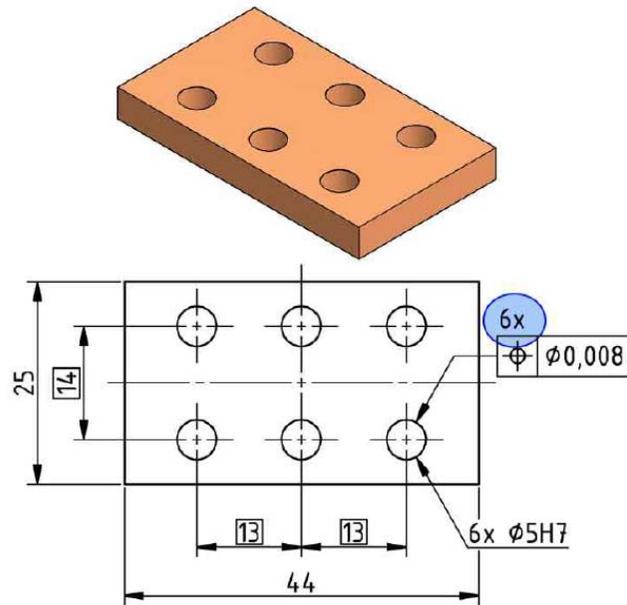


(c)

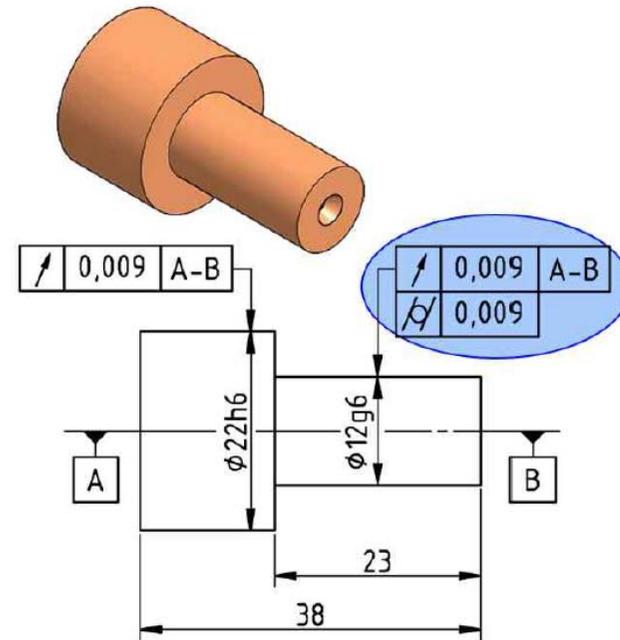
기하공차 도시방법(3)

(d) 반복 형상에 대한 지시 형태

(e) 두 개 이상의 공차를 지시하는 형태



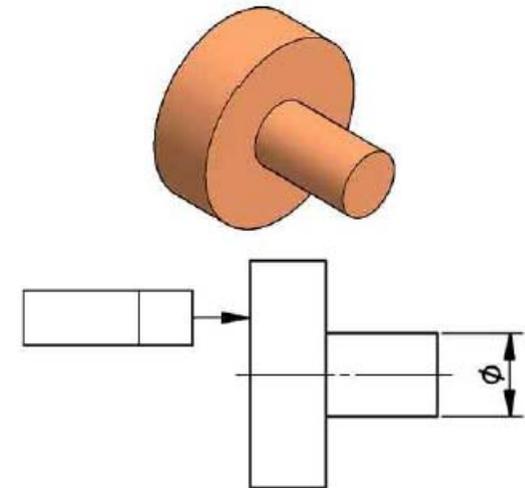
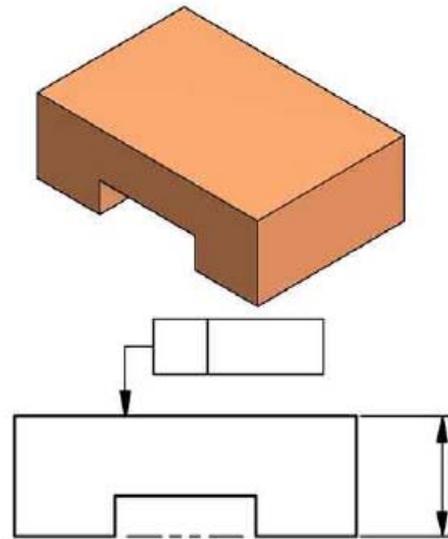
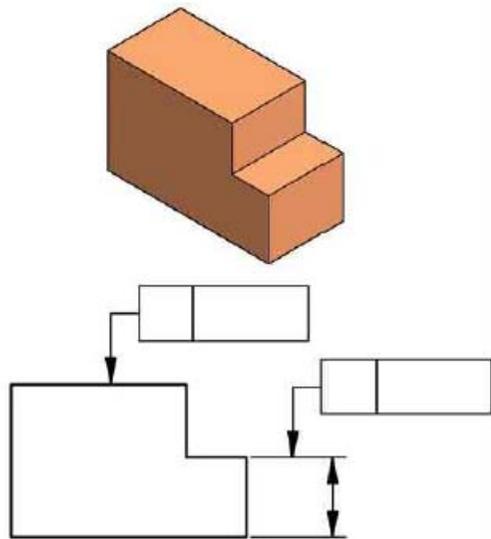
(d)



(e)

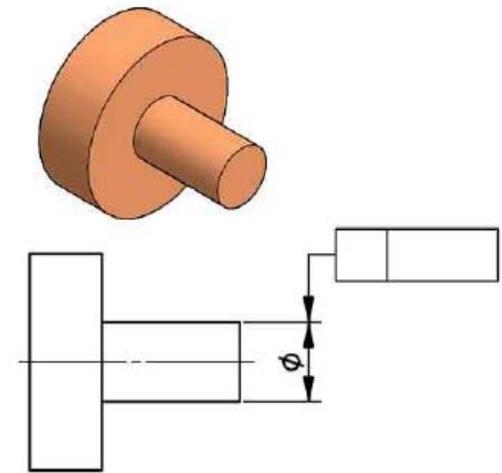
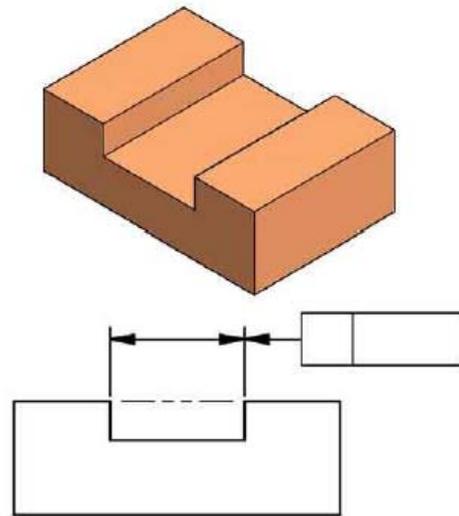
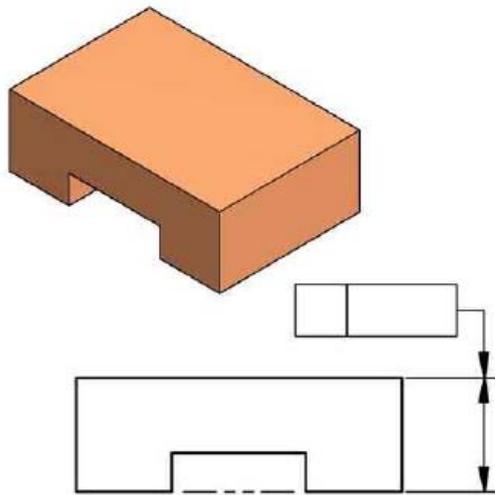
기하공차 도시방법(4)

(f) 면이나 선을 지시 (직접지시 혹은 치수보조선에 치수선과 어긋나게 지시)



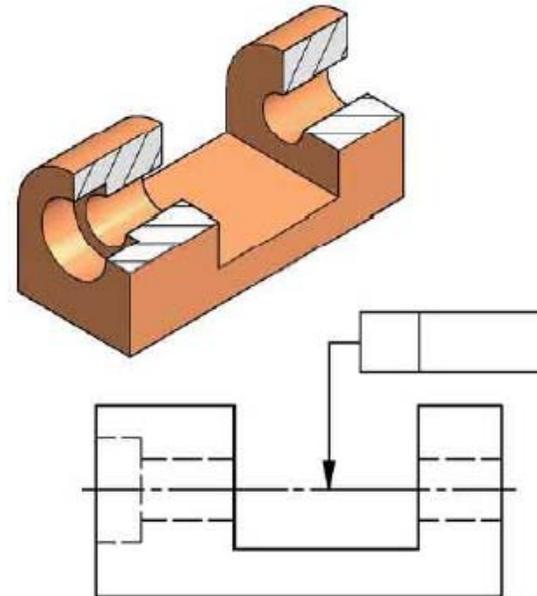
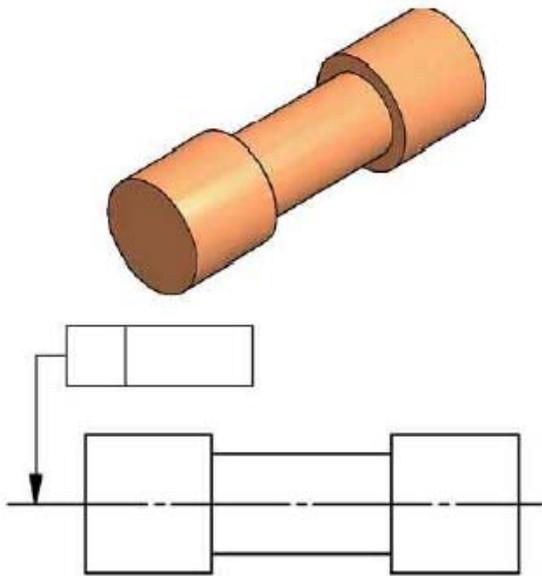
기하공차 도시방법(5)

(g) 형체의 축선 또는 중심면에 공차를 지정하는 경우 (치수보조선에 치수선과 맞추어 지시)



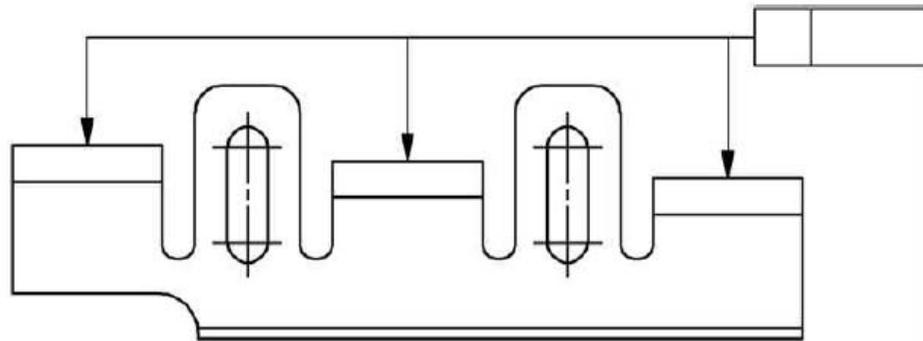
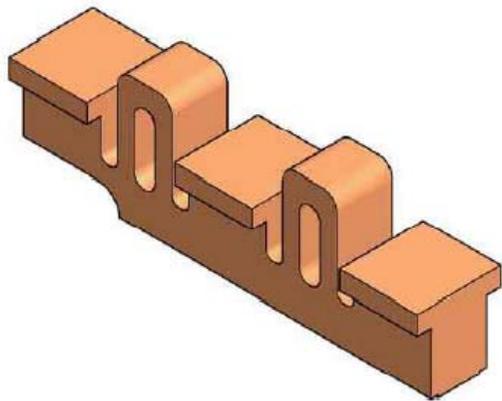
기하공차 도시방법(6)

(h) 축선 또는 중심면이 **공통**인 경우 (축선 또는 중심면에 직접 지시)



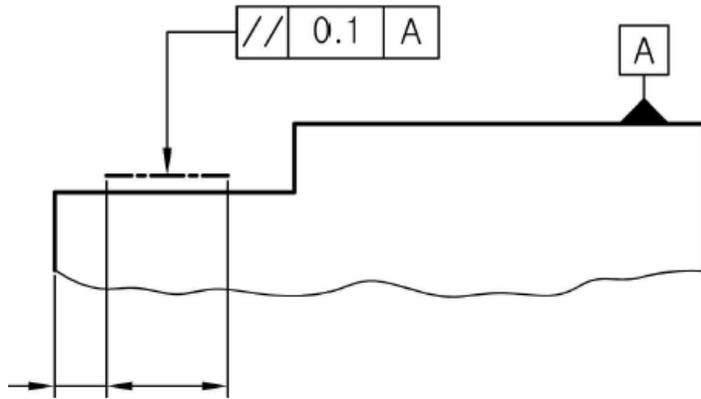
기하공차 도시방법(7)

(i) 여러 형체에 공통으로 지시

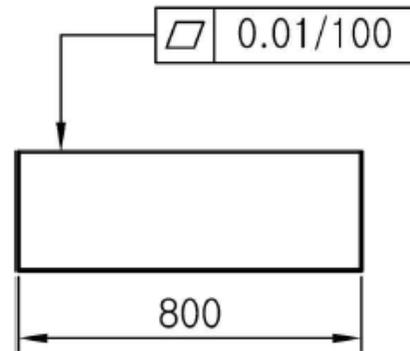


공차 적용의 한정

(a) 범위

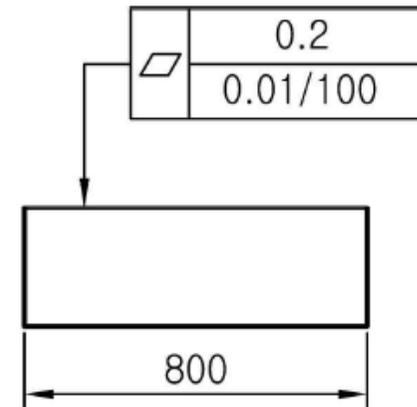


(b) 단위 길이당 한정 공차값



(b)

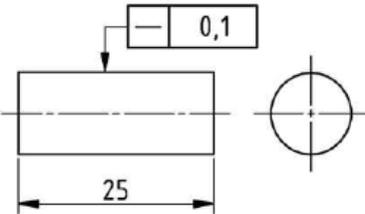
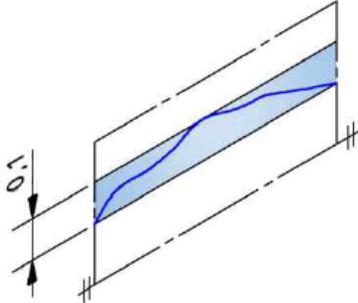
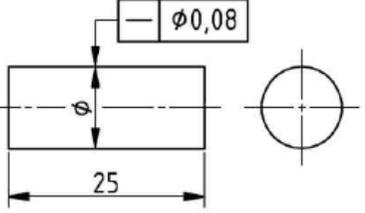
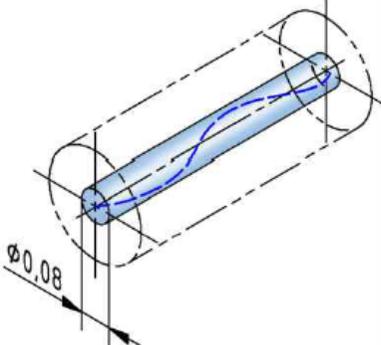
(c) 전체 공차값, 단위길이당 한정 공차값을 같은 기하공차틀에 구분하여 표기



(c)

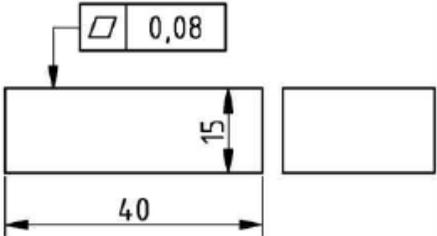
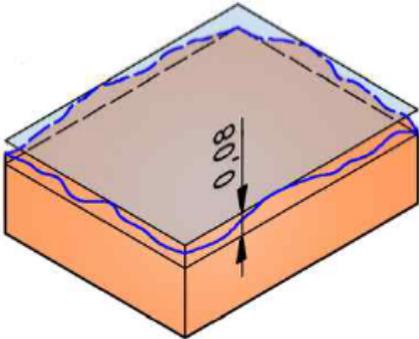
기아공차 해독 방법(1)

(a) 진직도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타낸 길이 25mm의 원기둥면 위에 임의의 능선 바르기는 중심에서 한쪽의 바깥 방향으로 0.1mm만큼 떨어진 두 개의 평행한 직선 사이 안에 있어야 한다.</p> <p>[보기] 평행 편 등</p>
		<p>■ 길이 25mm의 원기둥에 지름을 나타내는 치수에 지시 틀이 연결되어 있는 경우에는 원기둥의 축선 바르기는 지름 0.08mm의 원통 내에 있어야 한다.</p> <p>[보기] 평행 편 등</p>

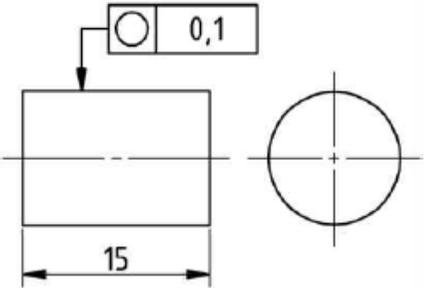
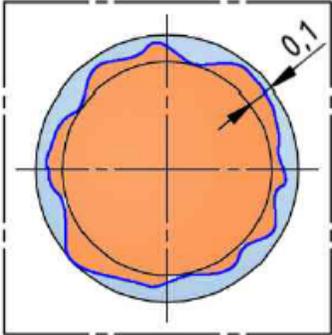
기아공차 해독 방법(2)

(b) 평면도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 화살표로 지시한 길이 40mm, 두께 15mm의 표면은 0.08mm만큼 떨어진 두 개의 평행한 평면 사이의 이내에 평탄 고르기로 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 측정용 정반의 표면, 면 접촉의 미끄럼 운동을 하는 부품 등</p>

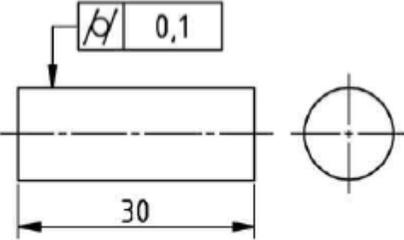
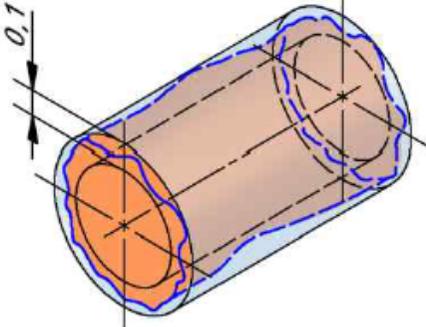
기아공차 예독 방법(3)

(c) 진원도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 길이 15mm의 축이나 구멍을 임의의 위치에서 축 직각으로 단면을 한 원형 단면 모양의 바깥둘레 바르기는 0.1mm만큼 떨어진 두 개의 동심원 사이의 찌그러짐 안에 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 진원이 필요로 하는 원형 단면의 부품</p>

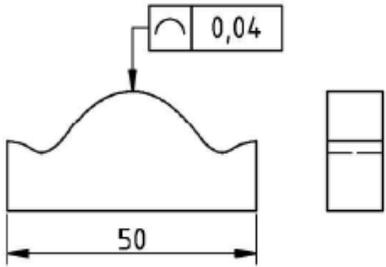
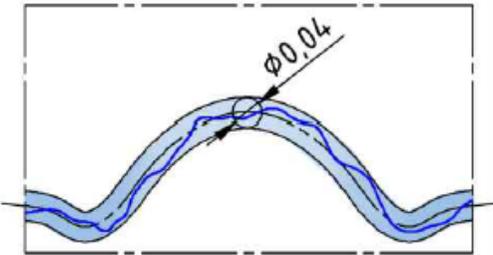
기아공차 해독 방법(4)

(d) 원기둥도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 길이 30mm 원기둥의 표면 찌그러짐은 같은 중심에서 0.1mm만큼 떨어진 두 개의 원통 면 사이 이내의 찌그러짐이어야 한다.</p> <p>[보 기] 직선, 미끄럼 운동을 하는 부품으로서 미끄럼 베어링과 축 등</p>

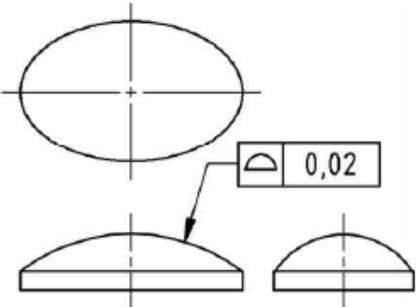
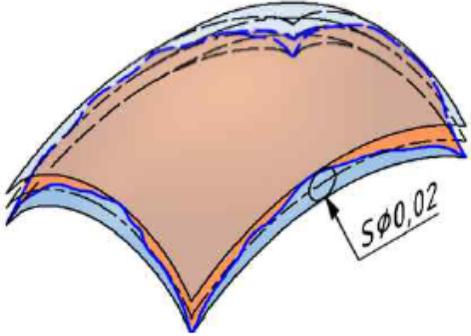
기아공차 예독 방법(5)

(e) 선의 윤곽도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p> ■ 길이 50mm에 생긴 임의의 단면 곡선 윤곽은 이론적으로 정확한 윤곽을 갖는 선 위에 중심을 두는 지름 0.04mm의 원이 만드는 두 개의 포락선 사이의 고르기 이내에 있어야 한다. </p> <p> [보 기] 주로 캠의 곡선 등 </p>

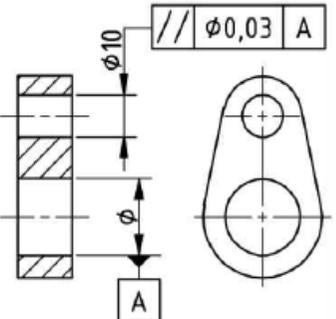
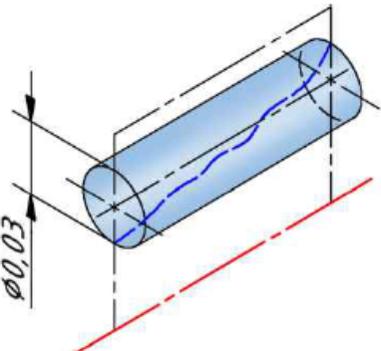
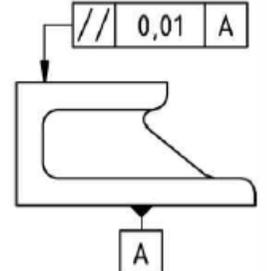
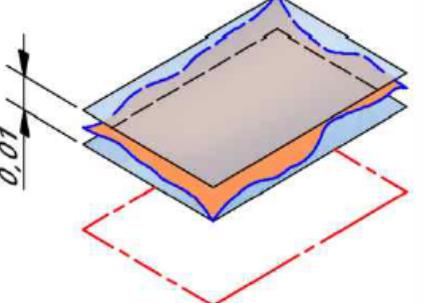
기아공차 예독 방법(6)

(f) 면의 윤곽도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 구의 면 고르기는 이론적으로 정확한 윤곽을 갖는 구의 면 위에 중심을 두는 면 사이에서 구가 굴러서 만드는 두 개의 면 사이의 지름 0.02mm의 이내에 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 주로 캠의 곡면 등</p>

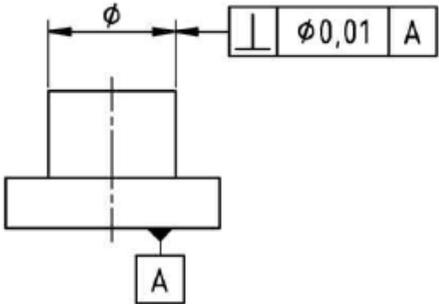
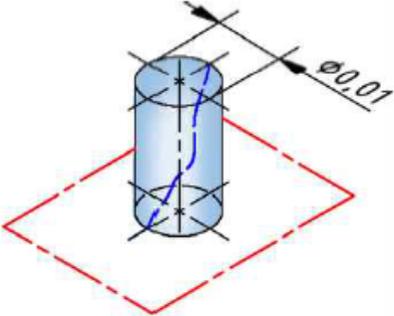
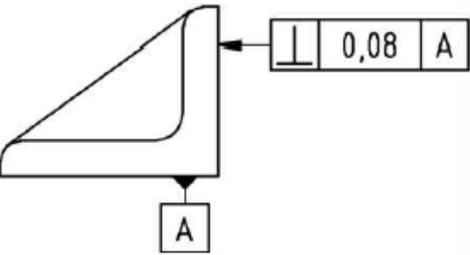
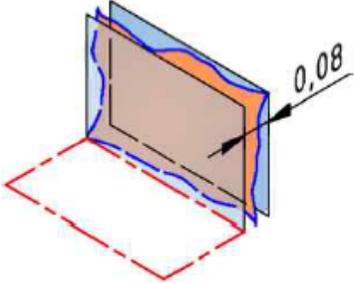
기아공차 예독 방법(7)

(g) 평행도 공차

공차 지시	적용 범위	해독
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타내는 지름 10mm의 축 선은 데이텀 축 직선 A에 평행한 지름 0.03mm의 원통 내에 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 구름 베어링이나 미끄럼 베어링이 설치된 하우징 등</p>
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타내는 면은 데이텀 평면 A에 평행하고 또한 지시선의 화살표 방향으로 0.01mm 만큼 떨어진 두 개의 평면 사이에 있어야 한다.</p>

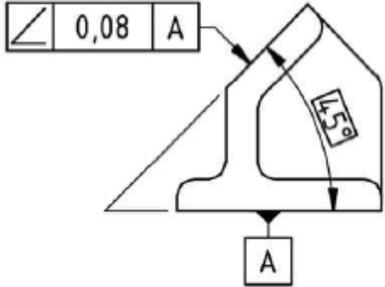
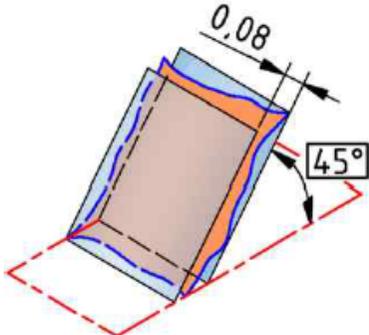
기아공차 예독 방법(8)

(h) 직각도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타내는 원통의 축 선은 데이텀 평면 A에 수직한 지름 0.01mm의 원통 내에 있어야 한다.</p>
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타내는 면은 데이텀 평면 A에 수직하고 또한 지시선의 화살표 방향으로 0.08mm만큼 떨어진 두 개의 평행한 평면 사이에 있어야 한다.</p>

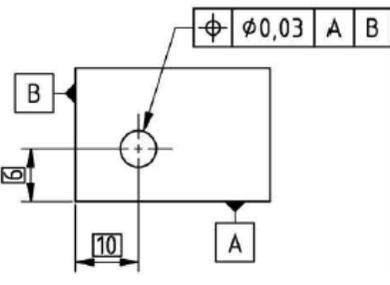
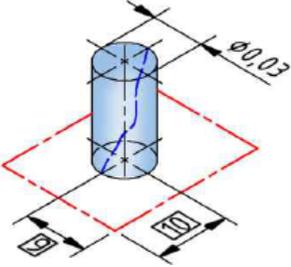
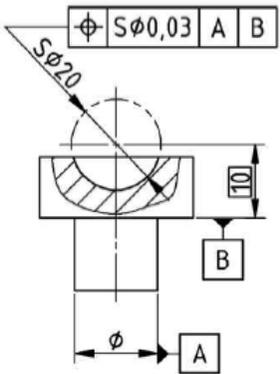
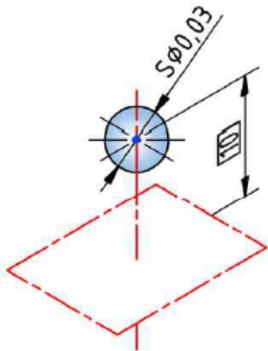
기아공차 예독 방법(9)

(i) 경사도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p> ■ 지시선의 화살표로 나타내는 면은 데이텀 평면 A에 대하여 이론적으로 정확하게 45° 기울고, 지시선의 화살표 방향으로 0.08mm만큼 떨어진 두 개의 평행한 평면 사이에 있어야 한다. [보 기] 경사면, 더브테일 홈 등 </p>

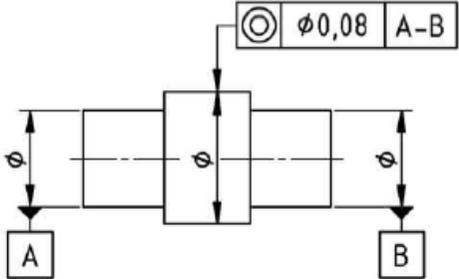
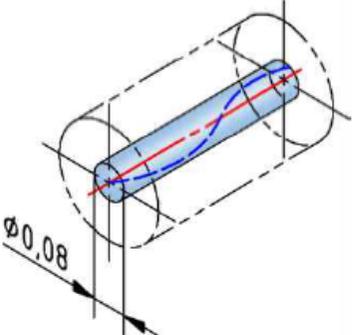
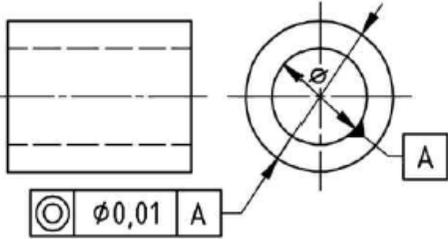
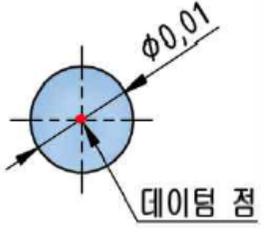
기아공차 해독 방법(10)

(j) 위치도 공차

공차 지시	적용 범위	해독
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타낸 점은 데이텀 직선 A로부터 6mm, 데이텀 직선 B로부터 10mm 떨어진 진위치를 중심으로 하는 지름 0.03mm의 원 안에 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 금형과 슬라이더 부품 등</p>
		<p>■ 그림에 나타나 있는 면에 수직 방향의 두께를 고려할 때에는 여기에서 설명한 원은 원통이 되고 점은 선이 된다. 지시선의 화살표로 나타낸 구의 중심은 데이텀 축 직선 A의 선 위에서 데이텀 평면 B로부터 10mm 떨어진 진 위치에 중심을 갖는 지름 0.3mm의 구 안에 있어야 한다.</p> <p>[보 기] 미끄럼 피벗(pivot) 베어링</p>

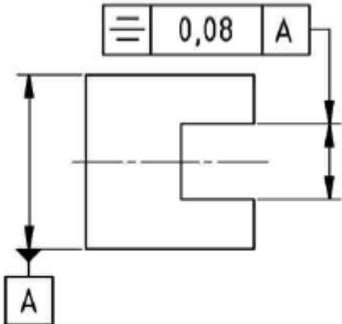
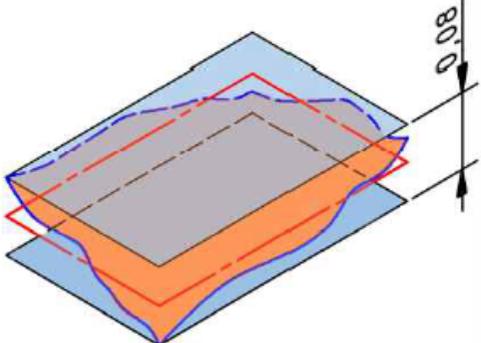
기아공차 해독 방법(11)

(k) 동축도, 동심도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타낸 축 선은 데이텀 축 직선 A-B를 축 선으로 하는 지름 0.08mm인 원통 안에 있어야 한다.</p>
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타낸 원의 중심은 데이텀 점 A를 중심으로 하는 지름 0.01mm인 원통 안에 있어야 한다.</p>

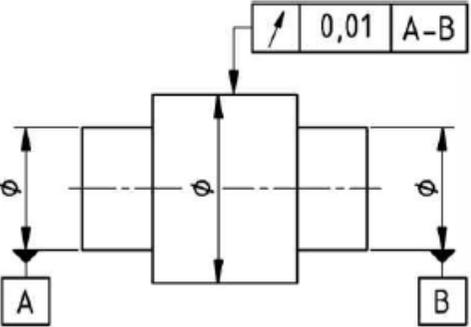
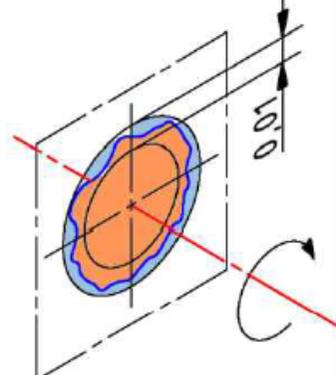
기아공차 해독 방법(12)

(I) 대칭도 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p> ■ 지시선의 화살표로 나타낸 중심 면은 데이텀 중심 평면 A에 대칭으로 0.08mm의 간격을 갖는 평행한 두 개의 평면 사이에 있어야 한다. </p>

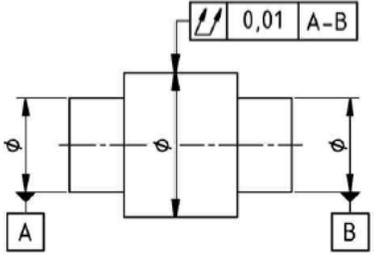
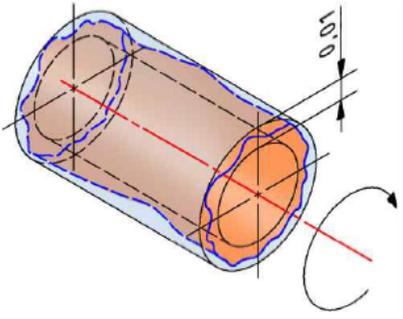
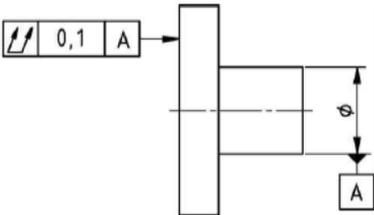
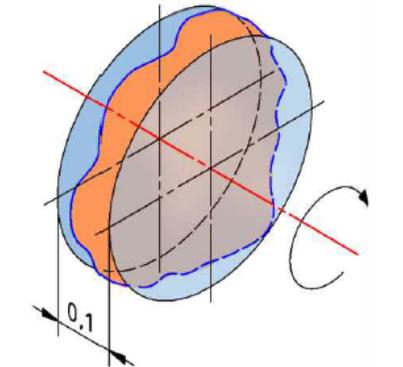
기아공차 해독 방법(13)

(m) 원기둥 흔들림 공차 (원주 흔들림 공차)

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p> ■ 지시선의 화살표로 나타내는 원통 면의 반지름 방향의 흔들림은 데이텀 축 직선A-B에 관하여 1회전 시켰을 때 데이텀 축 직선에 수직인 임의의 측정 평면 위에서 0.01mm를 초과하지 않아야 한다. </p>

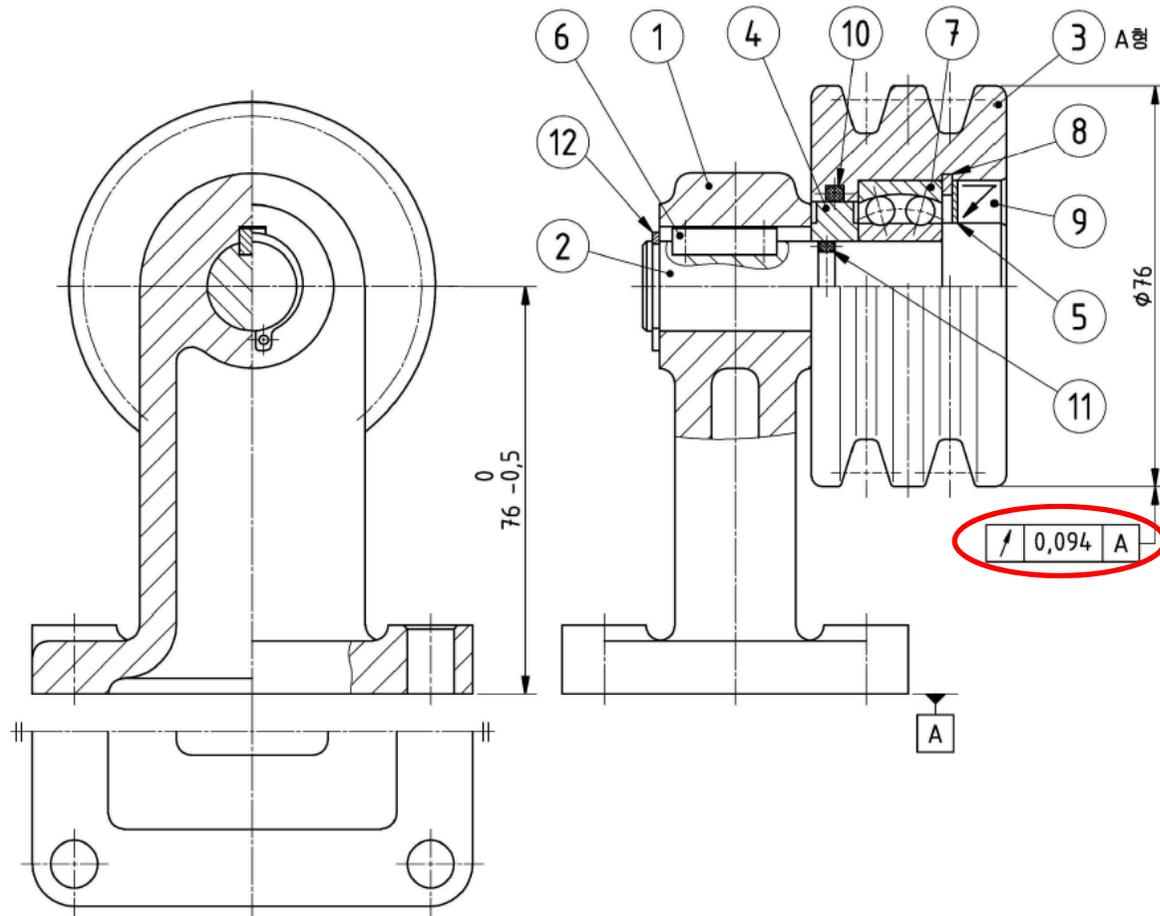
기아공차 해독 방법(14)

(n) 온 흔들림 공차

공차 지시	공차 적용 범위	해독
		<p>■ 지시선과 화살표로 나타난 원통 면의 온 흔들림은 측정 기구를 외형선 방향으로 상대 이동시키면서 데이텀 A-B로 원통 부분을 회전시켰을 때 원통 표면 위의 임의의 점에서 0.01mm 이내이다.</p> <p>측정기구 또는 대상물의 이동은 이론적으로 정확한 윤곽선에 따른다.</p>
		<p>■ 지시선의 화살표로 나타난 원통 측면의 축 방향의 온 흔들림은 이 측면과 측정 기구 사이에서 반지름 방향으로 상대 이동시키면서 데이텀 축 직선 A에 관하여 원통 측면을 회전시켰을 때, 원통 측면 위의 임의의 점에서 0.1mm를 초과하지 않아야 한다.</p> <p>측정기구 또는 대상물의 상대 이동은 이론적으로 정확한 윤곽선에 따른다.</p>

조립도 및 부품도에서 기아공차 예독(1)

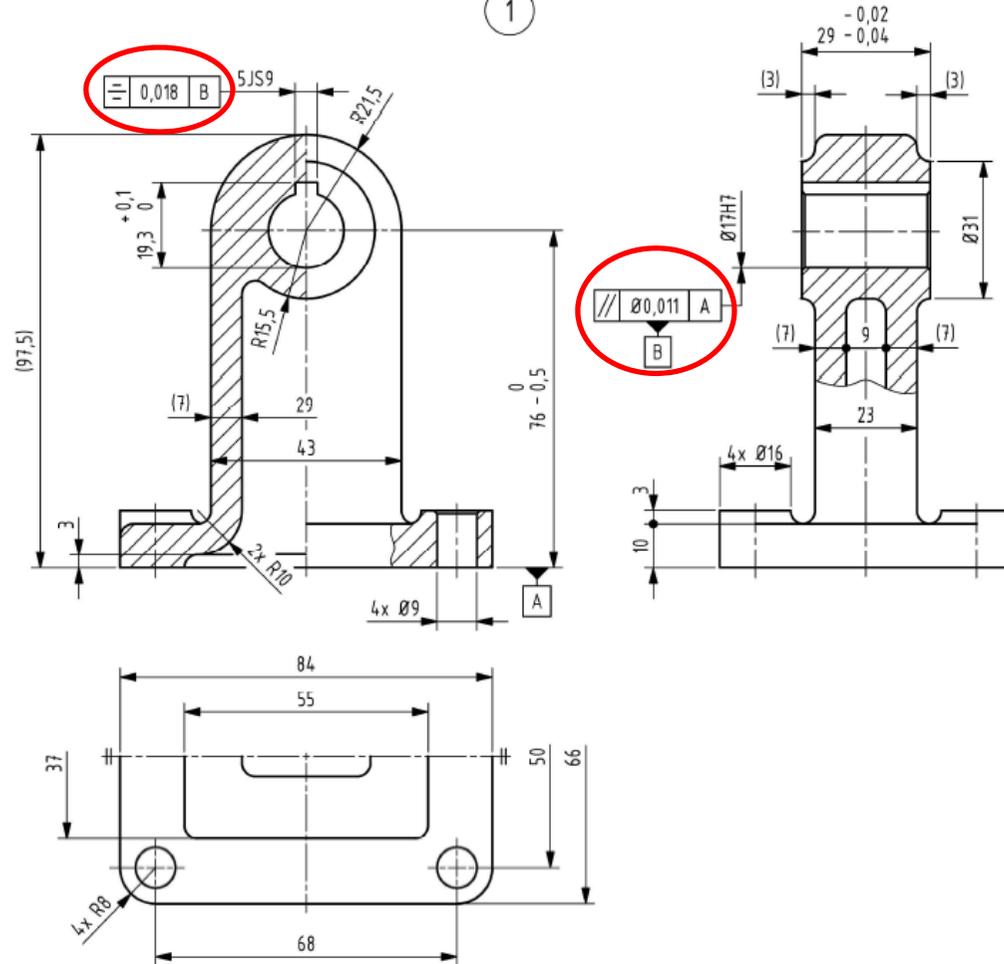
(a) V벨트 풀리 아이들러 조립도



조립도 및 부품도에서 기아공차 예독(2)

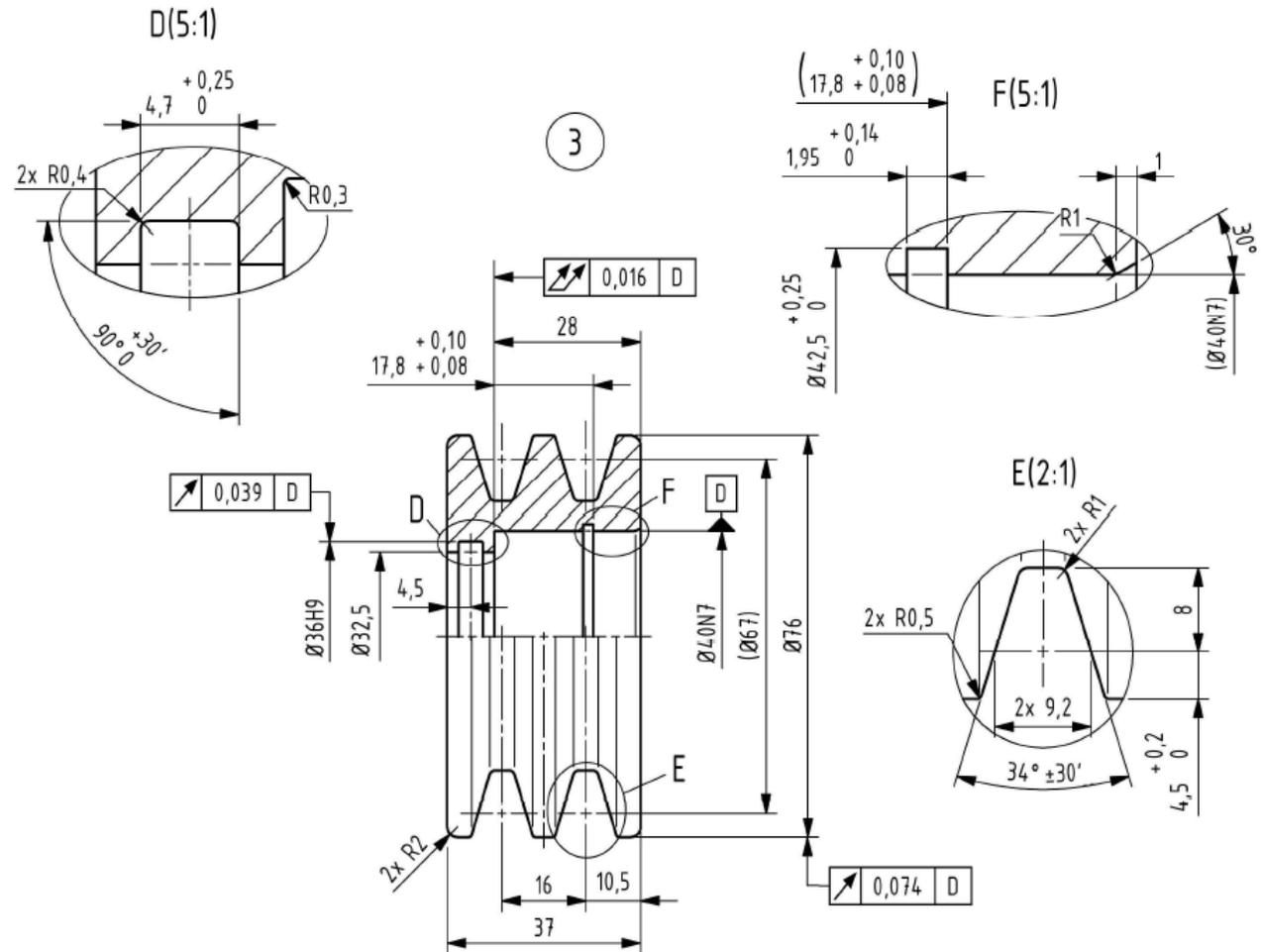
1

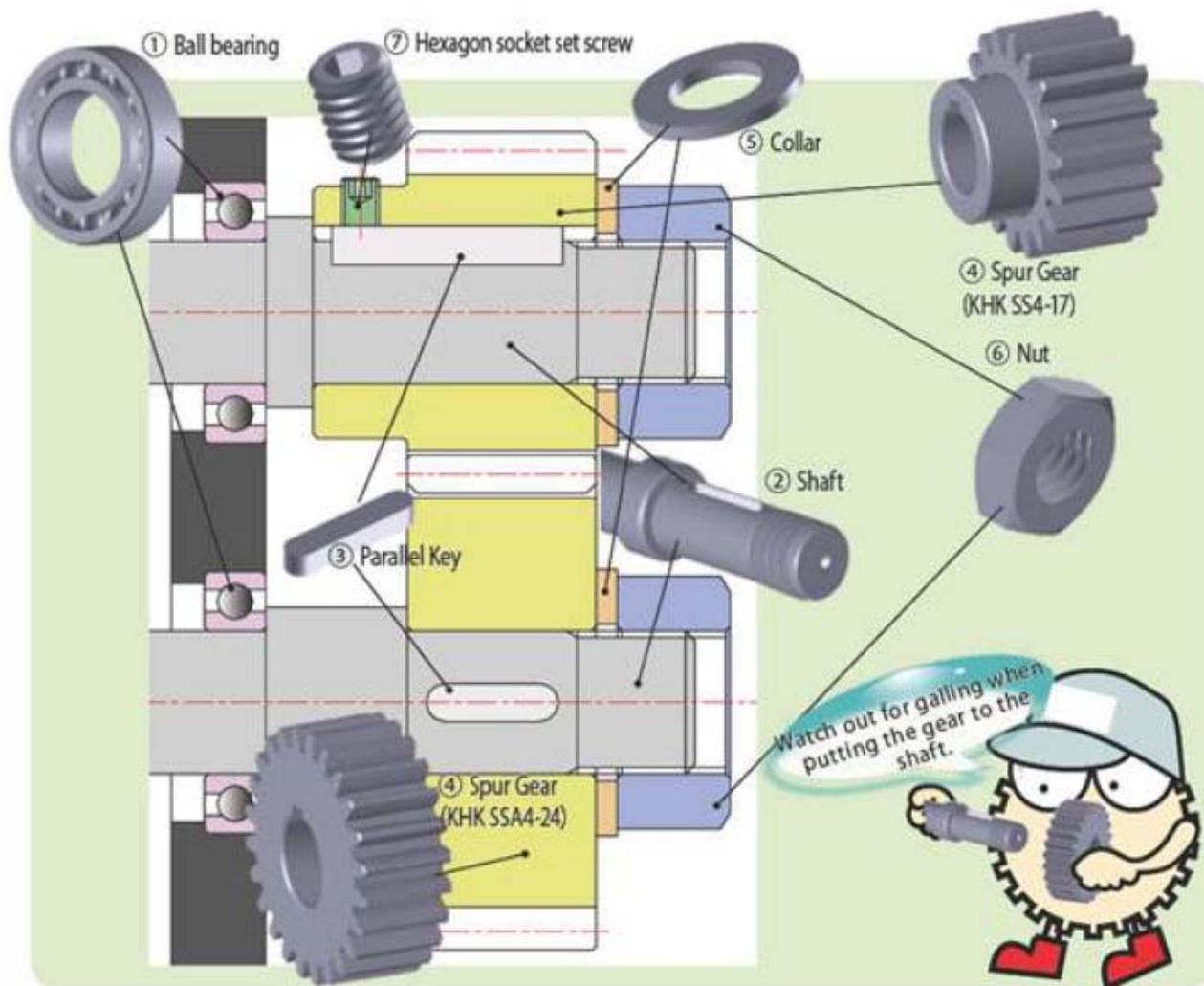
(b) 본체 부품도



조립도 및 부품도에서 기아공차 예독(4)

(d) 이중 V벨트 풀리 부품도





Report

▣ 볼트와 너트 종류에 대하여 조사해 오시오.

*** Remark : 반드시 Report는 손으로 직접 써서 제출할 것**

참조출처

- ▣내용출처 1 : 기계설계제도, 최갑송, 원창출판사
- ▣삽화출처 1 : 기계 제도, 한국산업인력공단
- ▣삽화출처 2 : NCS 학습모듈 도면해독, 1501020103_14v2
- ▣삽화출처 2 : NCS 학습모듈 요소공차검토, 1501020104_14v2
- ▣삽화출처 4 : NCS 학습모듈 도면검토, LM1501020116_16v3
- ▣삽화출처 기타 : 다음 검색