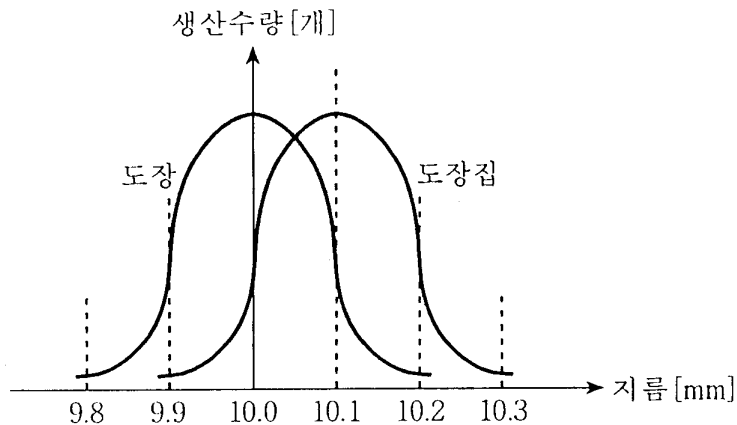
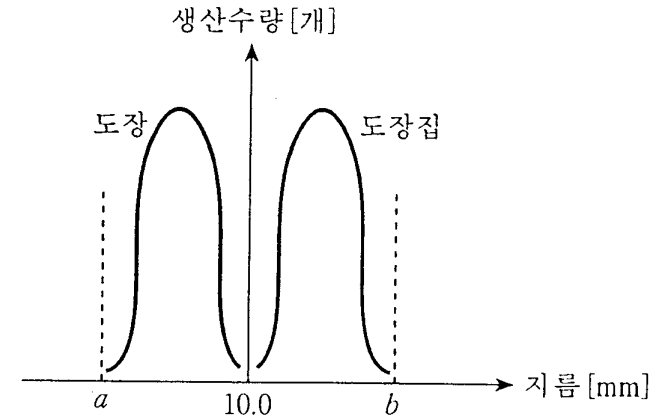

제 10 장 치수공차 및 끼워맞춤 표시법

호환성과 치수공차의 중요성

- 다음과 같은 조합의 호환성은 ?
 - 바깥지름 10.0인 도장 1,000개와 안지름 10.1인 도장집 1,000개를 무작위로 조립하는 경우
 - 파일로트 사의 0.5mm 샤프연필 50,000개와 문화연필사의 0.5mm 샤프심 50,000개를 무작위로 조립하는 경우

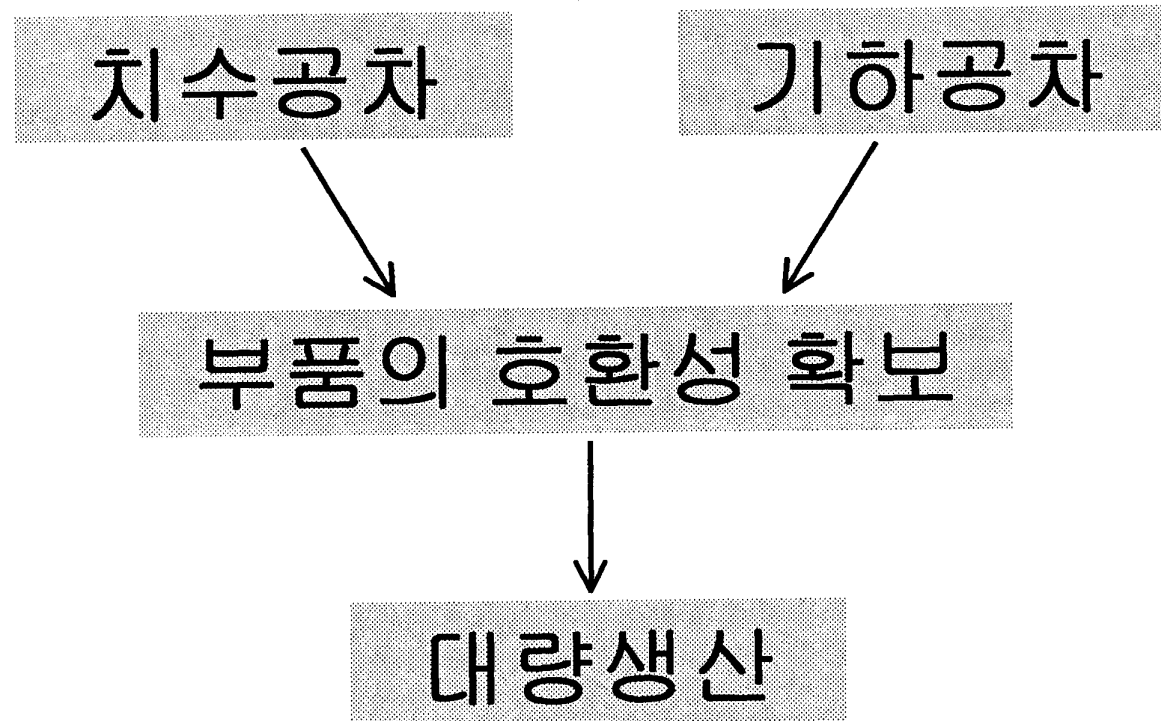


도장집과 도장의 안지름과 바깥지름 분포



호환성이 보장되는 도장집과 도장의 안지름과 바깥지름 분포

대량생산방식의 핵심은 호환성 확보



치수 허용차

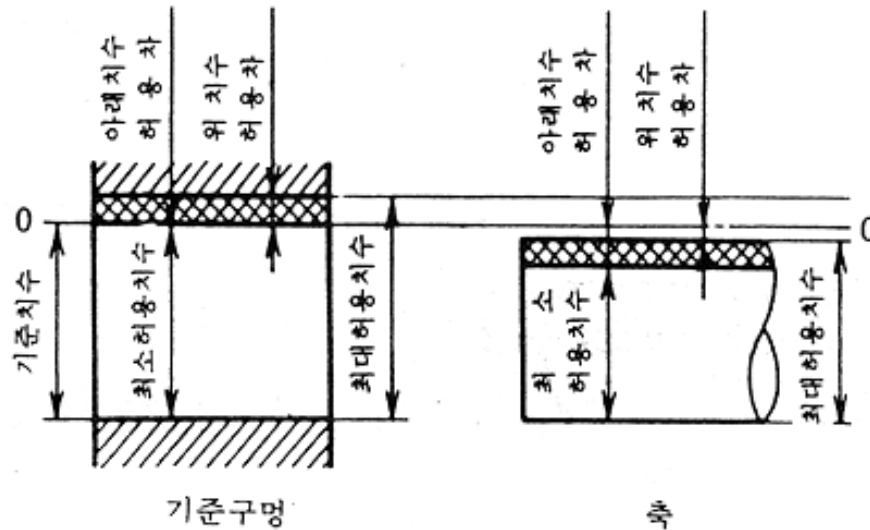


그림 10.1 치수 허용차

$$40 \begin{matrix} \delta_{\max} \\ \delta_{\min} \end{matrix} \quad 40 \begin{matrix} +0.016 \\ 0 \end{matrix} \quad 40 \begin{matrix} +0.033 \\ +0.017 \end{matrix}$$

40 : 기준치수

$\delta_{\max}$: 위 치수허용차

$\delta_{\min}$: 아래 치수허용차

$40 + \delta_{\max}$, 40.016, 40.033: 최대 허용치수

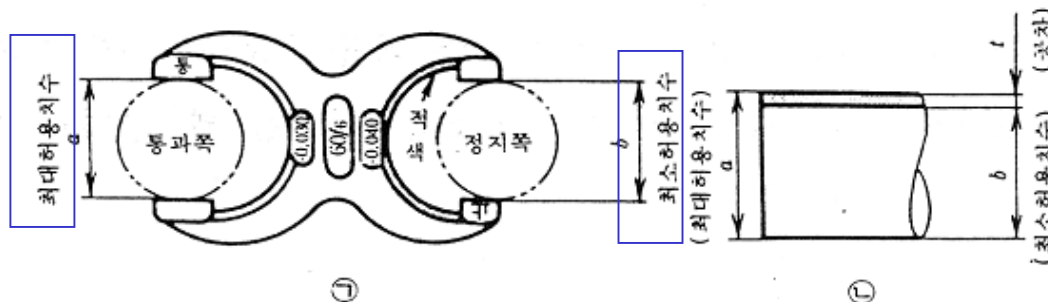
$40 + \delta_{\min}$, 40.000, 40.017: 최소 허용치수

$\Delta = \delta_{\max} - \delta_{\min}$: 치수공차 혹은 공차

(여기서는 0.016)

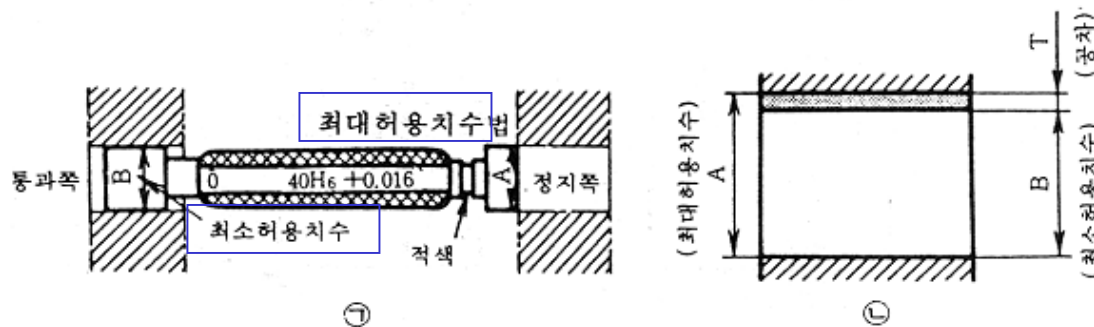
끼워맞춤 방식

- 끼워맞춤(fit): 둥근구멍과 축을 끼워서 서로 맞는 관계
- 한계 게이지: 끼워맞춤 치수 검사



(a) 축 게이지

축이 통과쪽에 들어가고, 정지쪽에 들어가지 않으면 합격



(b) 구멍 게이지

구멍이 통과쪽에 들어가고, 정지쪽에 들어가지 않으면 합격

그림 10.2 한계 게이지

끼워맞춤(Fit)의 종류

- 틈새 (clearance)

: 구멍의 지름이 축의 지름보다 클 때 구멍과 축의 지름의 차

- 짝새 (interference)

: 구멍의 지름이 축의 지름보다 작을 때 구멍과 축의 지름의 차

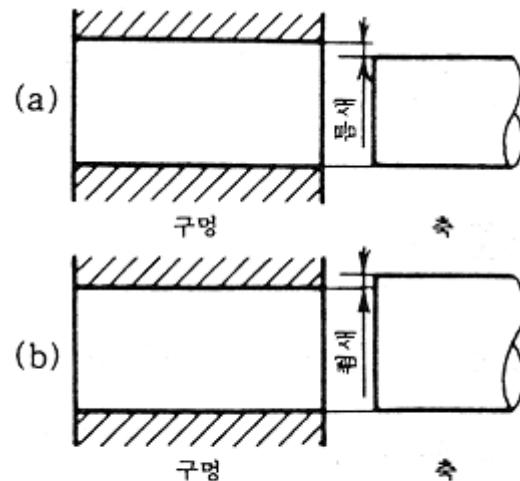


그림 10.3 틈새와 짝새

끼워맞춤(Fit)의 종류

(1) 헐거운 끼워맞춤

구멍과 축 사이에 반드시 틈새가 있는 경우
(크랭크축의 미끄럼 베어링이나 키, 키홈 등)

(2) 중간 끼워맞춤

구멍과 축의 실치수에 의해 틈새가 생기거나 짐새가 생기는 경우
(공차영역이 서로 겹치는 경우)

(3) 억지 끼워맞춤

구멍과 축 사이에 반드시 짐새가 있는 경우
(축과 축이음, 차량의 축과 차륜, 차륜과 외륜 등)

끼워맞춤(Fit)의 종류

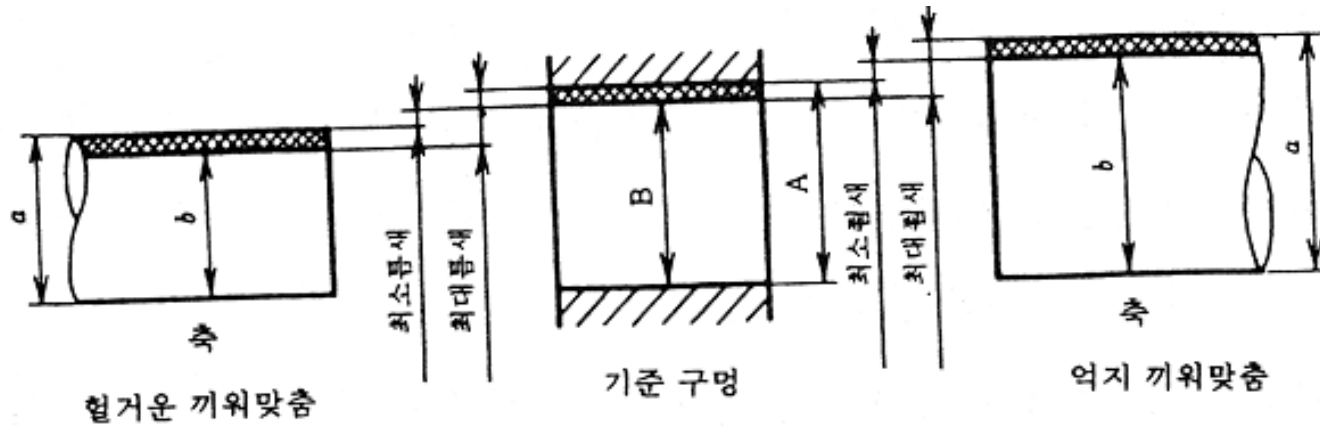


그림 10.4 헐거운 끼워맞춤과 억지 끼워맞춤

끼워맞춤 방식의 기준

- 구멍 또는 축 중에서 하나를 기준으로 하여 끼워맞춤
 - 구멍 기준식 : 구멍을 일정한 공차, 이것에 적당한 크기의 축을 선택
(공작기계에서 축이 다듬질이 쉽다.)
 - 축 기준식 : 축을 기준으로 하여 적정 구멍을 선택
(하나의 전동축에 아이들 풀리, 벨트 풀리 및 베어링 등 많은 구멍부품을 조립하는 경우)

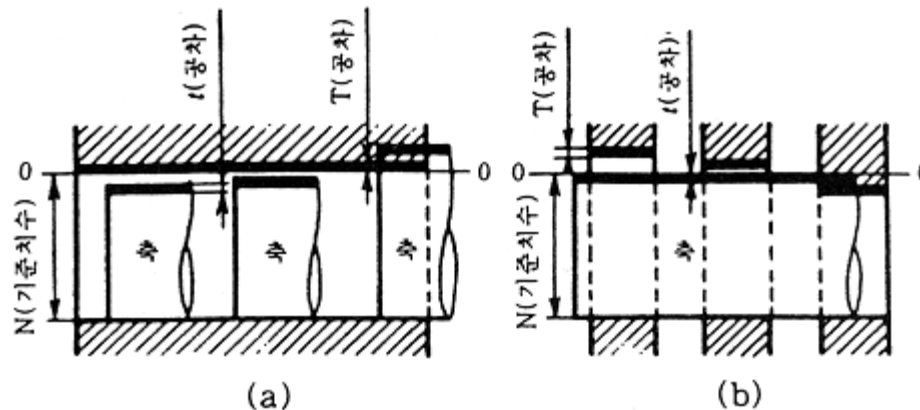


그림 10.5 끼워맞춤 방식

공차등급

표 10.2 IT 기본공차의 수치

- IT
= ISO Tolerance
(ISO 공차)

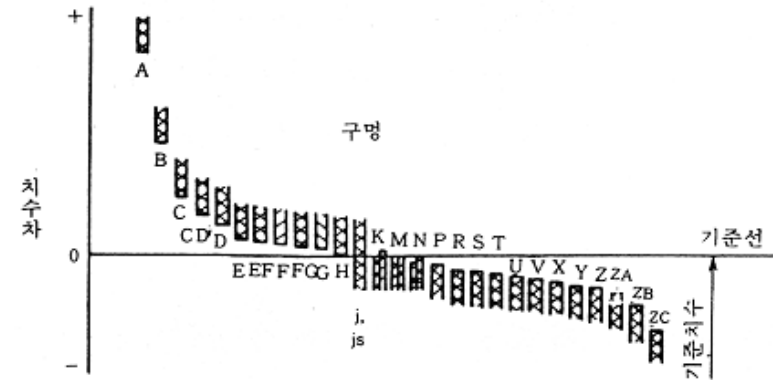
기 본 치 수 의 구 분 (mm)		공 차 등 급					
		IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10
초 과	이 하	기 본 공 차 의 수 치 (μm)					
—	3	4	6	10	14	25	40
3	6	5	8	12	18	30	48
6	10	6	9	15	22	36	58
10	18	8	11	18	27	43	70
18	30	9	13	21	33	52	84
30	50	11	16	25	39	62	100
50	80	13	19	30	46	74	120
80	120	15	22	35	54	87	140
120	180	18	25	40	63	100	160
180	250	20	29	46	72	115	185
250	315	23	32	52	81	130	210
315	400	25	36	57	89	140	230
400	500	27	40	63	97	155	250

공차역 클래스

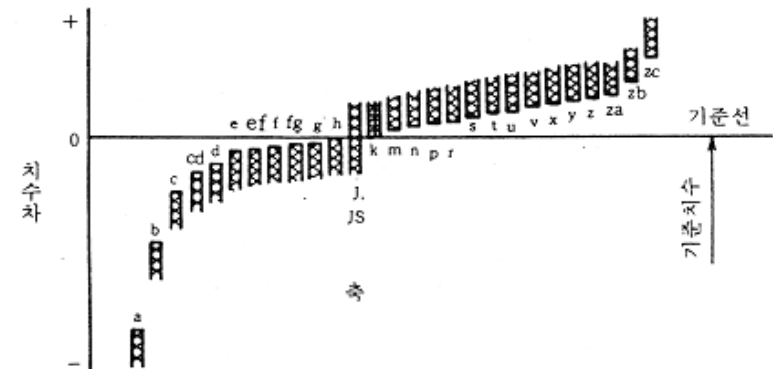
- 공차역 : 최대허용치수와 최소허용치수를 나타내는 2개의 직선 사이 영역
- 공차역의 위치

기준치수로부터의 거리에 따라 구분

- 구멍 : JS를 중심으로 A에서 ZC까지의
대문자 기호
- 축 : js를 중심으로 a에서 zc까지의
소문자 기호



(a) 구멍 기준식



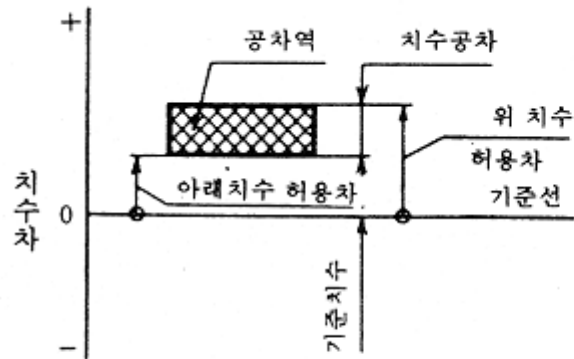
(b) 축 기준식

그림 10.6 구멍 기준식과 축 기준식

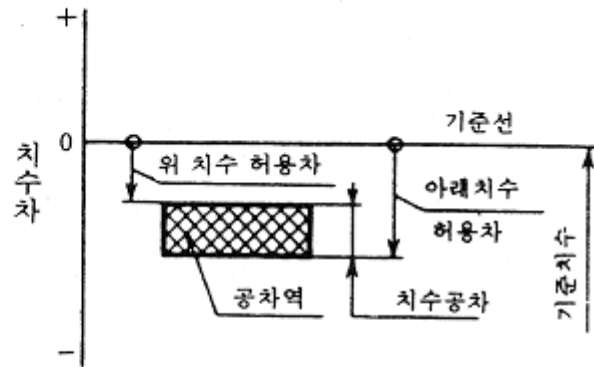
공차역 표시방법

• 공차역 표시

기준치수(기준선)위에 있는 경우에는 아래치수 허용차에서부터
기준치수(기준선)아래에 있는 경우에는 위치수 허용차에서부터



(a) 공차역이 기준선의 위에 있을 때



(b) 공차역이 기준선의 아래에 있을 때

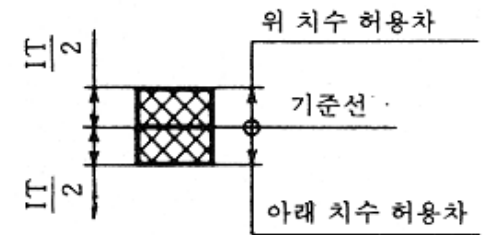


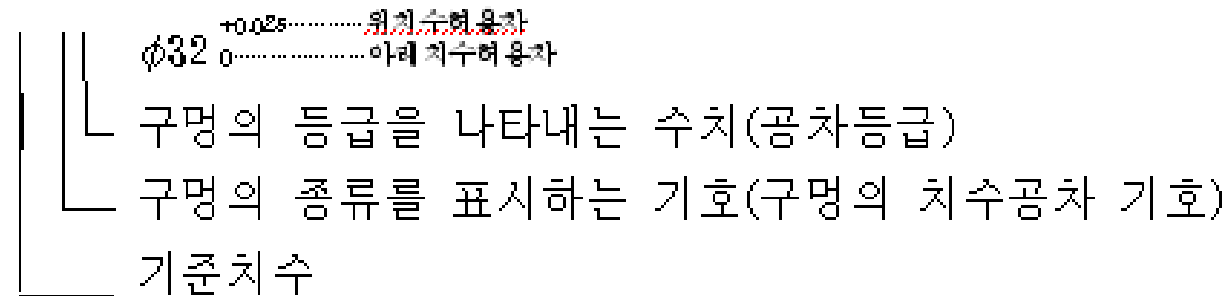
그림 10.8 JS 구멍 및 js 축의 경우

그림 10.7 위 치수허용차, 아래 치수허용차

치수공차의 표시법

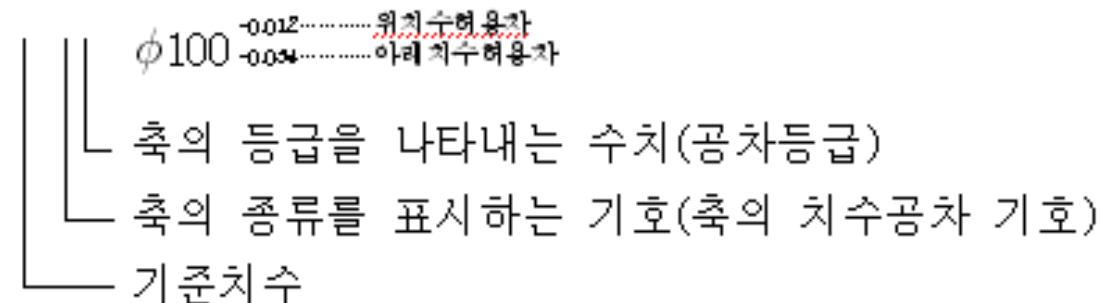
① 구멍: 기준치수 다음에 구멍의 치수공차 기호 또는 치수허용차의 값을 붙여서 표시

$\phi 32H7$



② 축: 기준치수 다음에 축의 치수공차 기호 또는 치수허용차의 값을 붙여서 표시

$| 100g6$



상용하는 끼워맞춤

표 10.3 상용하는 구멍기준 끼워맞춤

기준구멍	축 의 공 차 역 클 래 스																
	헐 거 운 끼 워 맞 춤							중 간 끼 워 맞 춤			억 지 끼 워 맞 춤						
H 6						g5	h5	js5	k5	m5							
					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6*	p6*					
H 7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6*	r6*	s6	t6	u6	x6
				e7	f7		h7	js7									
H 8					f7		h7										
				e8	f8		h8										
			d9	e9													
H 9			d8	e8			h8										
		c9	d9	e9			h9										
H 10	b9	c9	d9														

(주) * 이들의 끼워맞춤은 치수의 구분에 따라 예외가 생긴다.

상용하는 끼워맞춤

표 10.4 상용하는 축기준 끼워맞춤

기 준 축	구 명 의 공 차 역 클 래 스																	
	헐 거 운 끼 워 맞 춤						중 간 끼 워 맞 춤				억 지 끼 워 맞 춤							
h 5							H6	JS6	K6	M6	N6*	P6						
h 6					F6	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6*						
					F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7*	R7	S7	T7	U7	X7	
h 7				E7	F7		H7											
					F8		H8											
h 8			D 8	E8	F8		H8											
			D 9	E9			H9											
h 9			D 8	E8			H8											
		C 9	D 9	E9			H9											
	B10	C10	D10															

(주) * 이들의 끼워맞춤은 치수의 구분에 따라 예외가 생긴다.

표 10.5 상용하는 끼워맞춤에서 사용하는 구멍의 치수 허용차

(단위 μm)[illegible]

표 10.6 상용하는 끼워맞춤의 축에서 사용하는 치수 허용차

(단위 μm)

기준치수의 구분(mm)		축 의 공 차 액 할 래 스																												기준치수의 구분(mm)				
초과	이하	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	j7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6	초과	이하
-	3	-140 -165	-60 -85	-20 -34	-20 -45	-14 -24	-14 -28	-14 -29	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-2 -6	-2 -8	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	±2	±3	±5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-	+24 +18	+26 +20	-	3
3	6	-140 -170	-70 -100	-30 -48	-30 -60	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-	+31 +23	+36 +28	3	6
6	10	-150 -186	-80 -116	-40 -62	-40 -76	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-	+37 +28	+43 +34	6	10
10	14	-150 -193	-96 -138	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+38 +28	-	+44 +33	+51 +40	10	14
14	18	-150 -193	-96 -138	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+38 +28	-	+44 +33	+56 +45	14	18
18	24	-160 -212	-110 -162	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+26 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-	+54 +41	+67 +54	18	24
24	30	-160 -212	-110 -162	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+26 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-	+54 +41	+67 +54	24	30
30	40	-170 -232	-120 -182	-80 -119	-80 -142	-50 -72	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+61 +41	+76 +61	-	30	40
40	50	-180 -242	-130 -192	-110 -150	-110 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±5.5	±8	±12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+61 +41	+76 +61	-	40	50
50	65	-190 -264	-140 -214	-100 -145	-100 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +43	+72 +59	+85 +75	+106 +102	-	50	65
65	80	-200 -274	-150 -224	-110 -150	-110 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +43	+72 +59	+85 +75	+106 +102	-	65	80
80	100	-220 -307	-170 -257	-120 -160	-120 -185	-72 -85	-72 -85	-72 -85	-36 -43	-36 -43	-36 -43	-12 -14	-12 -14	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	±7.5	±11	±17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +54	+93 +79	+113 +104	+146 +144	-	80	100
100	120	-240 -327	-180 -267	-140 -180	-140 -207	-85 -107	-85 -125	-85 -150	-43 -58	-43 -71	-43 -90	-14 -27	-14 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +54	+93 +79	+113 +104	+146 +144	-	100	120
120	140	-260 -360	-200 -300	-160 -210	-160 -230	-95 -115	-95 -135	-95 -160	-43 -58	-43 -71	-43 -90	-14 -27	-14 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +65	+117 +100	+147 +134	-	120	140	
140	160	-280 -380	-210 -310	-170 -220	-170 -240	-100 -120	-100 -140	-100 -165	-43 -58	-43 -71	-43 -90	-14 -27	-14 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134	-	140	160	
160	180	-310 -410	-230 -330	-180 -230	-180 -250	-110 -130	-110 -150	-110 -175	-43 -58	-43 -71	-43 -90	-14 -27	-14 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+93 +68	+133 +108	+171 +145	-	160	180	

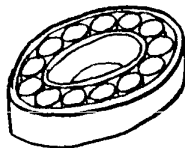
치수공차의 치수허용차의 선정

- 제조업 현장에서의 한 장면

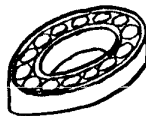
한국베어링의 설계부

베어링 외륜 직경의
치수공차는 7급 공차에
치수허용차 h 이다.
(치수공차 $h7$ 이다)

?



외륜직경 $\phi 160$



외륜직경 $\phi 100$

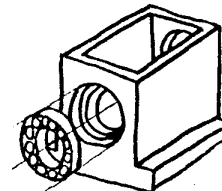


외륜직경 $\phi 50$

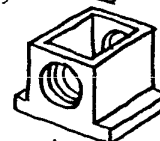
현대자동차의 설계부

트랜스미션 베어링
하우징 내경의 치수공차는,
중간끼워맞춤 $H8$ 으로
하기 위하여, 8급공차에
치수허용차 H 이다.
(치수공차 $H8$ 이다)

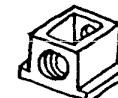
?



베어링
하우징
내경
 $\phi 160$



$\phi 100$



$\phi 50$



위/아래 치수허용차 선정 예

- 한국베어링의 설계부
 - 베어링 외륵의 치수허용차

축

- 치수공차의 선정
- h : 위 치수허용차가 0

$$\phi 160h7 = \phi 160 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.040 \end{smallmatrix}$$

$$\phi 100h7 = \phi 160 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.035 \end{smallmatrix}$$

$$\phi 50h7 = \phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$$

- 현대자동차의 설계부
 - 베어링 하우징의 치수허용차

구멍

- 치수공차의 선정
- H : 아래 치수허용차가 0

$$\phi 160H8 = \phi 160 \begin{smallmatrix} +0.063 \\ 0 \end{smallmatrix}$$

$$\phi 100H8 = \phi 160 \begin{smallmatrix} +0.054 \\ 0 \end{smallmatrix}$$

$$\phi 50H8 = \phi 50 \begin{smallmatrix} +0.039 \\ 0 \end{smallmatrix}$$

치수공차와 끼워맞춤의 표시

- 끼워맞춤 방법에 의한 치수공차의 표시방법

공차역 클래스로 표시하는 것이 일반적

이를 따르지 않는 경우에는 수치로 표시하면 된다.

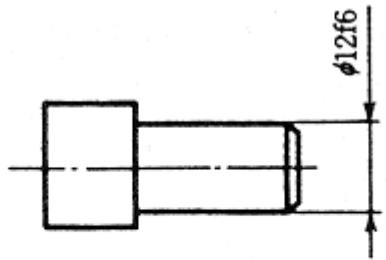


그림 10.9 끼워맞춤 기호에 의한 공차 보는 방법

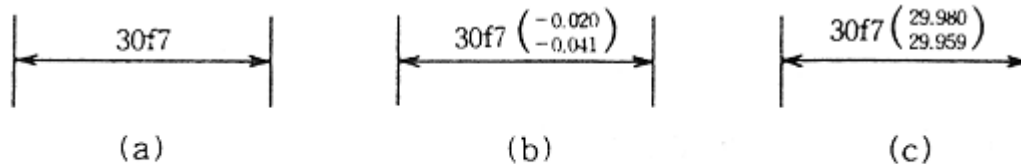


그림 10.10 공차역 클래스에 의한 치수허용차의 기입법

치수공차와 끼워맞춤의 표시

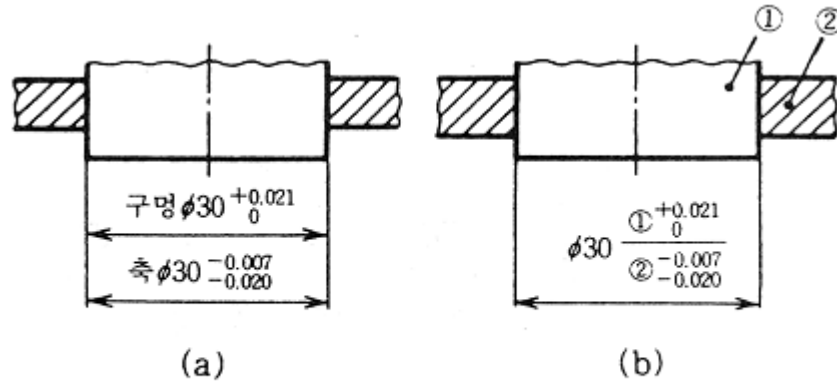


그림 10.11 조립한 상태에서 치수허용차의 기입법

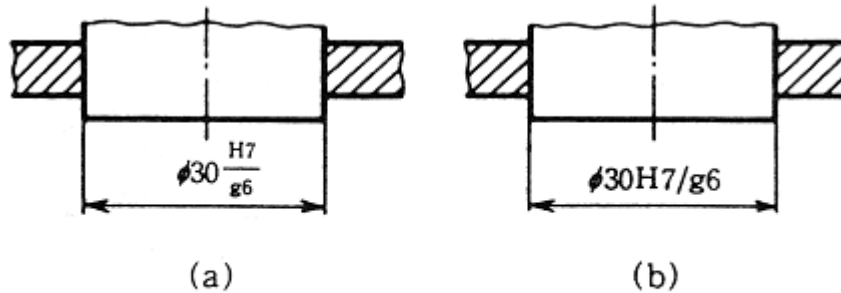


그림 10.12 조립도의 공차역 클래스에 의한 치수 기입법

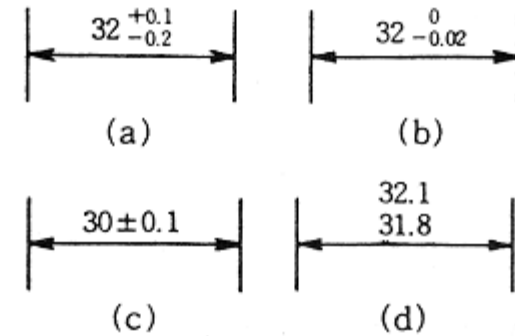


그림 10.13 수치에 의한 치수 허용차의 기입법

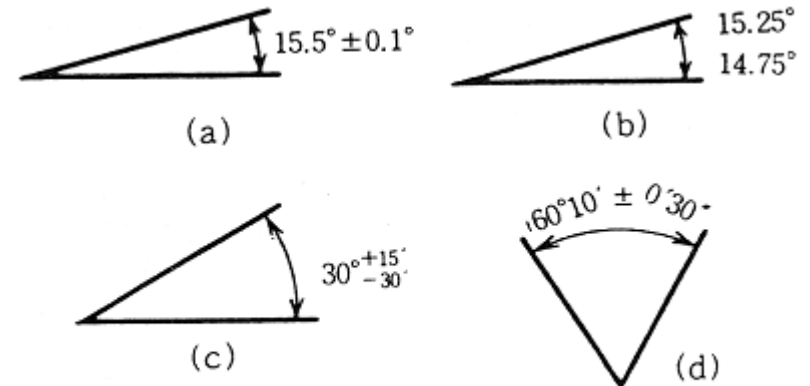


그림 10.14 각도 치수허용차의 기입법

치수 허용차의 기입상 주의

- 중요하지 않는 부분의 치수는 기입하지 않거나[(a), (b)]
- 치수를 괄호 표시[(c)]

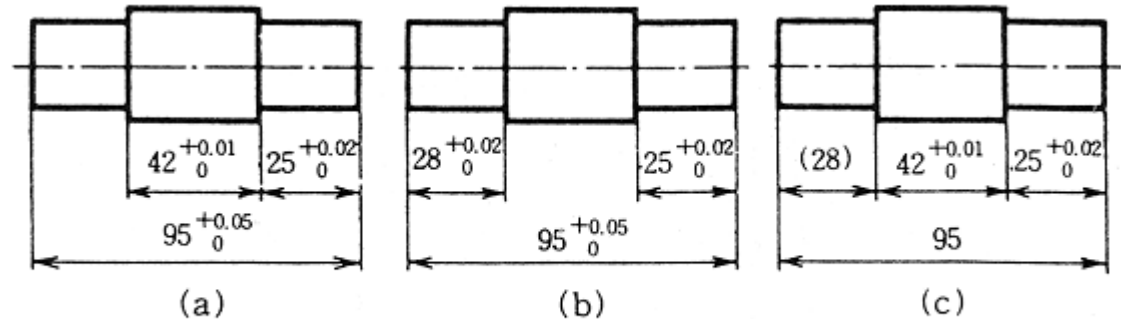


그림 10.15 치수허용차의 중복을 피한 예

- 기점으로부터 각 치수 서로 독립
⇒ 치수공차가 다른 치수에 영향을 주지 않음.

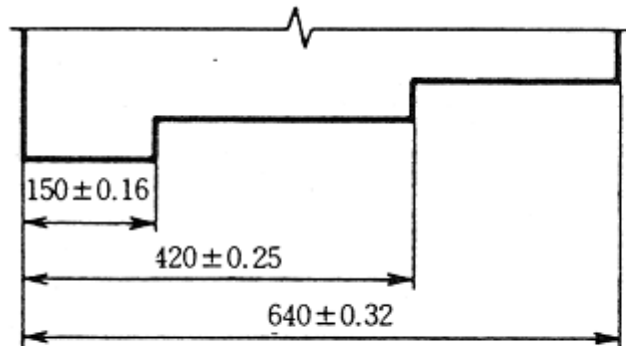


그림 10.16 병렬치수 기입법

or

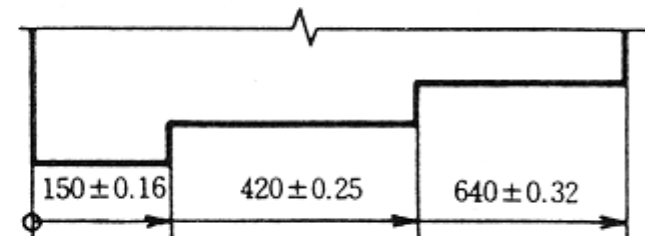


그림 10.17 누진치수 기입법

보통공차

- 호환성에 지장을 주지 않는 부분의 치수는 치수만 기입(공차를 표기하지 않음)하고, 이 치수에 대해서는 **보통 허용공차**가 적용.
- 어느 수준의 **보통 허용공차**가 적용되는지를 도면의 표제란에 반드시 기입.

표 10.7 보통 공차(KS B 0412) (a) 모따기 부분을 제외한 길이치수에 대한 허용차 (단위mm)

공 차 등 급		기 준 치 수 의 구 분							
기 호	설 명	0.5*이상 3 이하	3초과 6이하	6초과 30이하	30초과 120이하	120초과 400이하	400초과 1000이하	1000초과 2000이하	2000초과 4000이하
		허 용 차							
f	정 밀 급	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	중 급	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	거 친 급	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	아주거친급	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

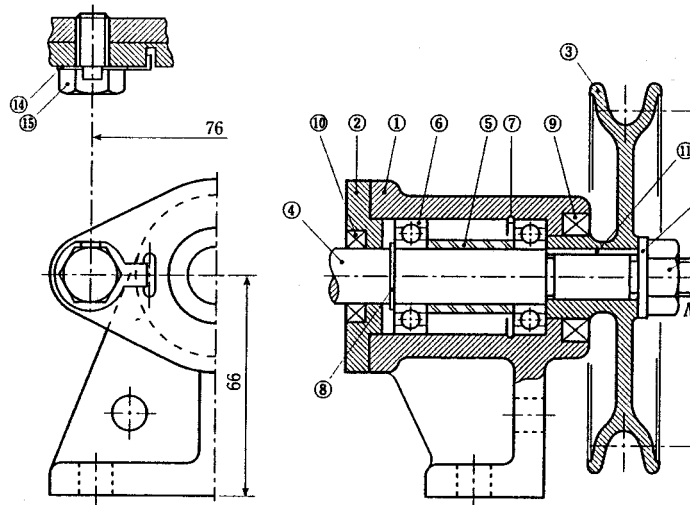
(주) * 0.5mm 미만의 기준치수에 대하여서는 그 기준치수에 속한 허용차를 각각에 지시한다.

치수공차의 용어 정의

보통 허용공차

단위	표면 거칠기	~	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽
----	--------	---	---	----	-----	------

순번	품번	품명	재질	개수	비고
1	BU 101	몸체	GC20	1	
2	BU 102	커버	GC20	1	
3	BU 103	폴리	GC20	1	
4	BU 104	회전축	SM45C	1	
5	BU 105	칼라	SM30C	1	
6	BRG 6003	베어링	#6003	2	한국 베어링
7	RR 0037	스냅링(안지름)	기준치수 37	1	
8	RR 0017	스냅링(바깥지름)	기준치수 17	1	



보통공차(기계가공)		열
~6	±0.1	
6~30	±0.2	
30~120	±0.3	
120~315	±0.5	
315~1000	±0.8	
1000~2000	±1.2	

변경품번	번호	변경이유	설번No.	일자	담당	확인	승인	조선휘 98. 9. 1.	명칭 ASS' Y, 전동폴리 유닛	개수 1
	△						검도	이건우 98. 8. 23.	분류 ASS' Y, 감속기 X	단 중
	△						검도	김종원 98. 8. 23.	기계 감속기 X	척도 1/1
	△						설계	배욱관 98. 8. 20.	도면번호 BU 100	
							제도	배욱관 98. 8. 20.	관계도면 A3	
									서울산업 서울시 관악구 신림동 산56-1 전화:02)880-5514	