

6장 치수공차와 끼워 맞춤

1. 치수공차

치수 공차는 **최대 허용 치수**와 **최소 허용 치수**의 차, 설계 의도에 대한 부품 기능상 허용되는 치수의 오차 범위를 말한다.

예) 40 ± 0.008

- 기준 치수 : 40
- 최대 허용 치수 : 40.008 , • 최소 허용 치수 : 39.992
- 위 치수 허용 차 : +0.008 , • 아래 치수 허용 차 : -0.008
- 치수공차 : $40.008 - 39.992 = 0.016$

1 치수 공차의 용어

(1) 기준 치수

위 치수 허용차 및 아래 치수 허용차를 적용하는 데 있어서 허용 한계 치수가 주어지는 기준이 되는 치수이다. 기준 치수는 정수 또는 소수이다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 $\phi 20$

(2) 실 치수

가공이 완료되어 제품을 실제로 측정한 치수이며 mm를 단위로 한다.

(3) 허용 한계 치수

허용할 수 있는 실 치수의 범위를 말하며, 허용 한계 치수에는 최대 허용 치수와 최소 허용 치수가 있다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 $0.05 + 0.05 = 0.1$

(4) 최대 허용 치수

허용할 수 있는 가장 큰 실 치수이다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 $20 + 0.05 = 20.05$

(5) 최소 허용 치수

허용할 수 있는 가장 작은 실 치수이다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 $20 - 0.05 = 19.95$

(6) 위 치수 허용차

최대 허용 치수와 기준 치수의 차를 말한다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 +0.05

(7) 아래 치수 허용차

최소 허용 치수와 기준 치수의 차를 말한다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 -0.05

(8) 치수 공차

최대 허용 치수와 최소 허용 치수의 차, 즉 위 치수 허용차와 아래 치수 허용차의 차를 말한다.

예) $\phi 20 \pm 0.05$ 에서 $20.05 - 19.95 = 0.1$ 또는 $+0.05 - (-0.05) = 0.1$

(9) 치수 차

어떤 치수(실 치수, 허용 한계 치수 등)와 그에 대응하는 기준 치수의 차를 말한다.

(10) 기준선

허용 한계 치수 또는 끼워맞춤을 지시할 때의 기준을 말하며, 치수 허용차의 기준이 된다.

(11) 구멍

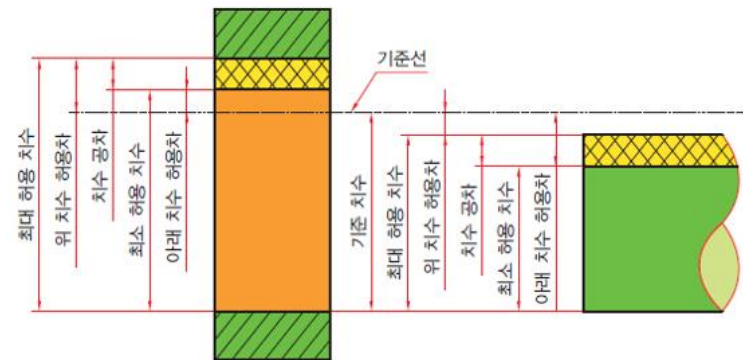
주로 원통형의 내측 형체를 말하며 원형 단면이 아닌 내측 형체도 포함한다.

(12) 축

주로 원통형의 외측 형체를 말하며 원형 단면이 아닌 외측 형체도 포함한다.

예) 40 ± 0.008

- 기준 치수 : 40
- 최대 허용 치수 : 40.008 , • 최소 허용 치수 : 39.992
- 위 치수 허용 차 : +0.008 , • 아래 치수 허용 차 : -0.008
- 치수공차 : $40.008 - 39.992 = 0.016$



구멍과 축의 기준 치수와 치수 공차

참고

- 형체 : 치수 공차 및 끼워맞춤 방식의 대상이 되는 기계 부품의 부분
- 내측 형체 : 대상물의 내측을 형성하는 형체
- 외측 형체 : 대상물의 외측을 형성하는 형체

2 기본 공차

(1) 공차 계열

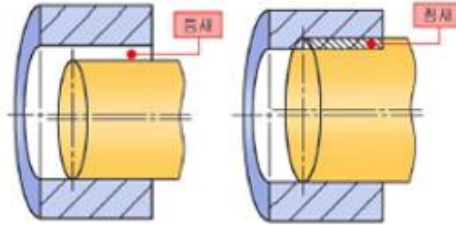
기본 공차는 치수를 구분하여 공차를 적용하는 것으로, 각 구분에 대한 공차의 무리를 **공차 계열**이라고 한다.

(2) IT (ISO Tolerance) : ISO 공차

- ① IT 기본 공차는 치수 공차와 끼워맞춤에 있어서 정해진 모든 치수 공차를 의미한다.
- ② 국제표준화기구(ISO) 공차 방식에 따라 IT 01, IT 0, IT 1, IT 2, ..., IT 18의 20등급으로 나누는데 IT 01, IT 0은 사용 빈도가 적으며, 다음 표와 같이 적용한다.
- ③ **기준 치수가 클수록, IT 등급의 숫자가 높을수록** 공차가 커진다.

IT 기본 공차의 적용

용도	게이지 제작 공차	끼워맞춤 공차	끼워맞춤 이외의 공차
구멍	IT 01~IT 5	IT 6~IT 10	IT 11~IT 18
축	IT 01~IT 4	IT 5~IT 9	IT 10~IT 18
가공 방법	래핑, 호닝, 초정밀 연삭	연삭, 리밍, 밀링, 정밀 선삭	압연, 압출, 프레스, 단조



④ IT공차 등급표

IT01부터 ~ IT18까지 20등급으로 구분합니다. (KS B 0401)

단위 μm : 0.001mm



기준 치수 (mm)		IT 공차등급																			
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
초과	이하	기본 공차의 수치(μm)										기본 공차의 수치(mm)									
-	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.26	0.40	0.60	1.00	1.40
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70
18	30	0.6	1.0	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30
30	50	0.6	1.0	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60
80	120	1.0	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40
120	180	1.2	2.0	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30
180	250	2.0	3.0	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.60
250	315	2.5	4.0	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10
315	400	3.0	5.0	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90

용도	게이지 제작	끼워맞춤	끼워맞춤 외
구멍	IT 01 ~ IT 5	IT 6 ~ IT 10	IT 11 ~ IT 18
축	IT 01 ~ IT 4	IT 5 ~ IT 9	IT 10 ~ IT 18

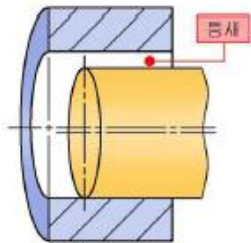
(3) 구멍 및 축의 기초가 되는 치수 공차역의 위치

구멍의 기초가 되는 치수 허용차는 A부터 ZC까지 **영문 대문자**로 나타내고 축의 기초가 되는 치수 허용차는 a부터 zc까지 **영문 소문자**로 나타낸다.
이들 구멍과 축의 위치는 기준선을 중심으로 대칭이다.

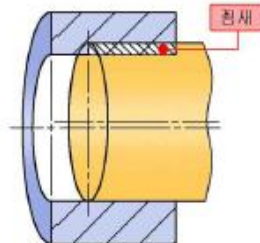
(4) 공차역 클래스

공차역 위치의 기호에 따라 공차 등급을 나타내는 숫자를 계속하여 표시한다.

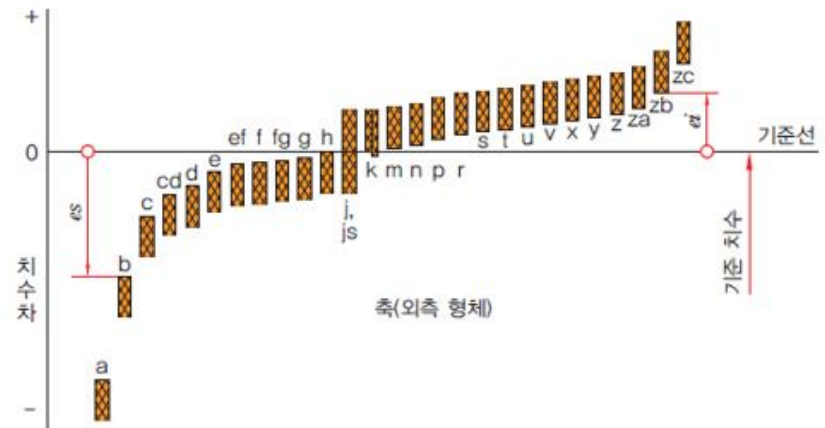
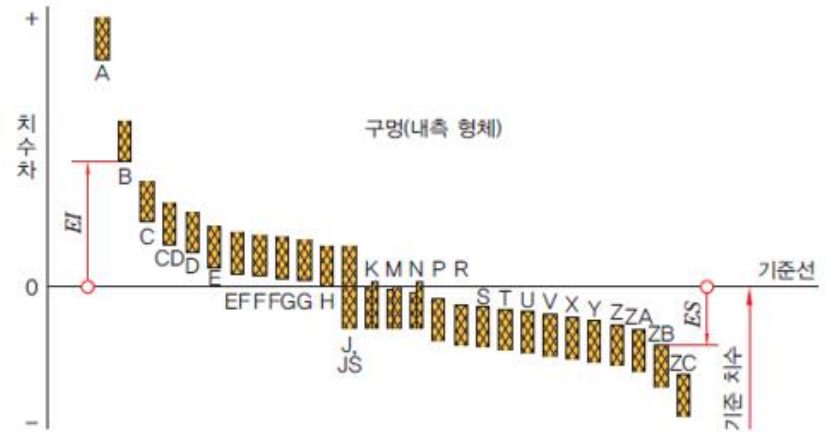
예 구멍의 경우 H7, 축의 경우 h7



(a) 통새



(b) 침새



구멍 및 축의 기초가 되는 기호의 종류

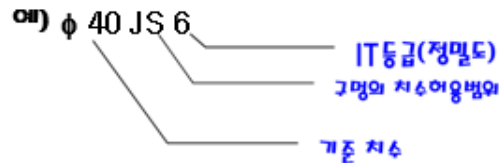
(6) 치수의 허용한계 표시 : 허용차의 값을 기준 치수에 표시한다

1) 구멍의 경우

① 치수허용차를 숫자(단위 mm)로 표시 예) 40 ± 0.008

② 치수허용차와 공차를 문자와 IT등급으로 표시

구멍의 치수허용차는 A ~ ZC 까지 대문자로 표시하고 공차의 정밀도는 IT등급으로 표시한다.

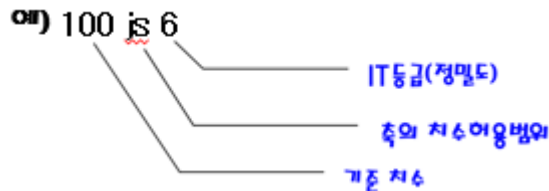


2) 축의 경우

① 치수허용차를 숫자(단위 mm)로 표시 예) 100 ± 0.011

② 치수허용차와 정밀도를 문자와 IT등급으로 표시

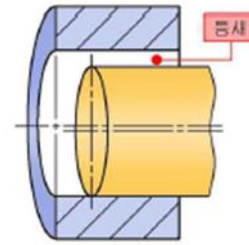
축의 치수허용차는 a ~ zc 까지 소문자로 표시하고 공차 정밀도는 IT등급으로 표시한다.



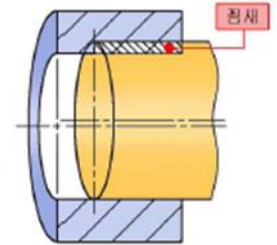
(7) 끼워맞춤의 표시

끼워맞춤은 구멍과 축의 공통 기준 치수에 구멍과 축의 치수 공차 기호를 표시한다.

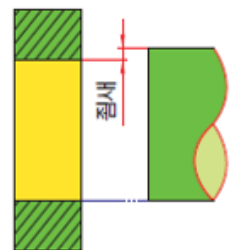
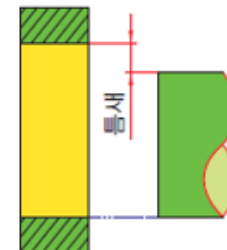
예) $52\text{H}7/\text{g}6$, $52\text{H}7-\text{g}6$ 또는 $52 \frac{\text{H}7}{\text{g}6}$



(a) 틈새



(b) 찰새



2. 끼워 맞춤

끼워 맞춤은 구멍과 축의 조립 전 치수의 차에 의하여 발생되는데, 사용목적과 기능에 따라 헐겁게 끼워지는 경우, 중간으로 끼워지는 경우, 억지로 끼워지는 경우가 있다.

1 끼워맞춤의 틈새와 짐새

(1) 틈새

구멍의 치수가 축의 치수보다 클 때 구멍과 축과의 치수의 차를 **틈새**라 한다.

① **최소 틈새** : 헐거운 끼워맞춤에서 구멍의 최소 허용 치수와 축의 최대 허용 치수의 차를 (2) **짐새**
최소 틈새라 한다.

② **최대 틈새** : 헐거운 끼워맞춤 또는 중간 끼워맞춤에서 구멍의 최대 허용 치수와 축의 최소 허용 치수의 차를 최대 틈새라 한다.



끼워맞춤의 틈새

구멍의 치수가 축의 치수보다 작을 때 조립 전의 구멍과 축과의 치수의 차를 **짐새**라 한다.

① **최소 짐새** : 억지 끼워맞춤에서 조립 전의 구멍의 허용 치수와 축의 최소 허용 치수의 차를 최소 짐새라 한다.

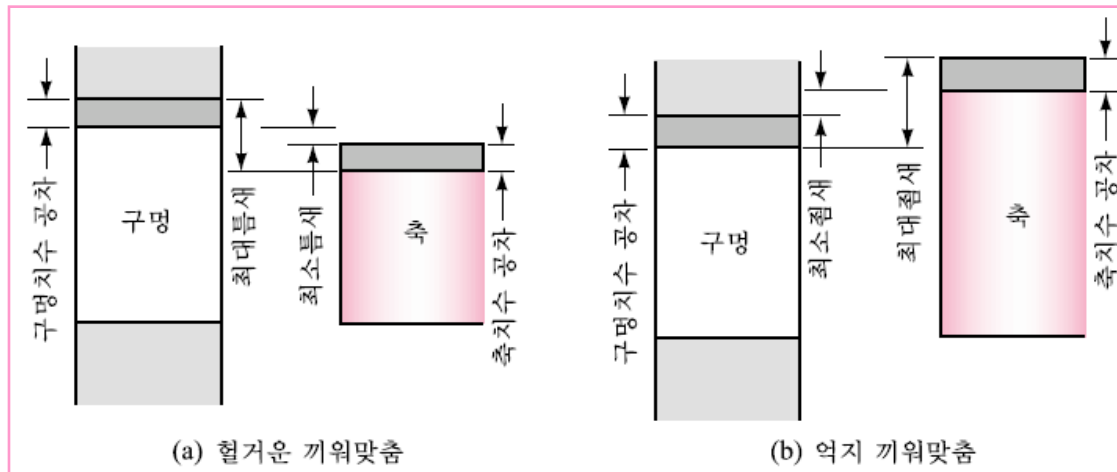
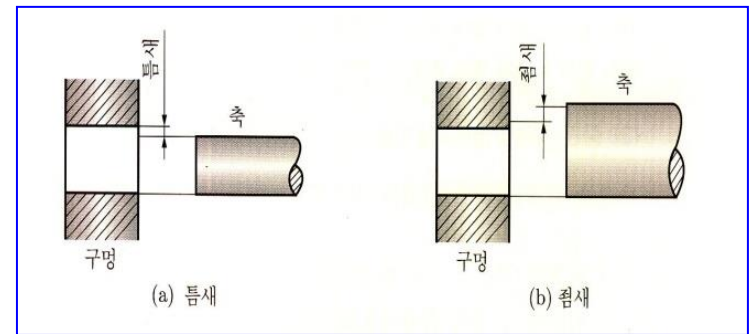
② **최대 짐새** : 억지 끼워맞춤 또는 중간 끼워맞춤에서 조립 전의 구멍의 최소 허용 치수와 축의 최대 허용 치수의 차를 최대 짐새라 한다.



끼워맞춤의 짐새

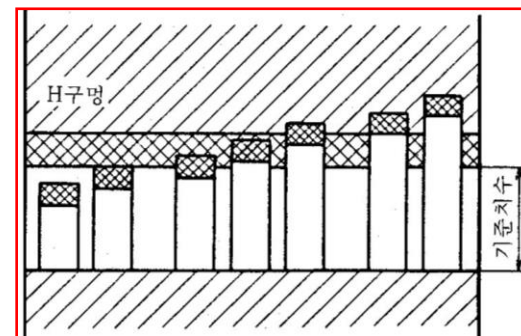
2 끼워맞춤 상태에 따른 분류

- ① 헐거운 끼워맞춤 : [예) 피스톤과 피스톤링]
구멍의 최소 허용 치수가 축의 최대 허용 치수보다 큰 경우
(구멍이 축보다 큰 경우로 항상 틈새가 생긴다)
- ② 억지 끼워맞춤 : [예) 자동차엔진 실린더]
구멍의 최대 허용 치수가 축의 최소 허용 치수보다 작은 경우
(구멍이 축보다 작은 경우로 항상 점새가 생긴다)
- ③ 중간 끼워맞춤 : [예) 베어링이나 키를 축에 끼움]
축, 구멍의 치수에 따라 틈새 또는 점새가 생기는 경우



3 상용하는 끼워맞춤

끼워맞춤은 구멍을 기준으로 할 것인지 축을 기준으로 할 것인지에 따라 구멍 기준식과 축 기준식으로 구분한다. 기준 치수는 500mm 이하에 적용한다.



(1) 구멍 기준 끼워맞춤

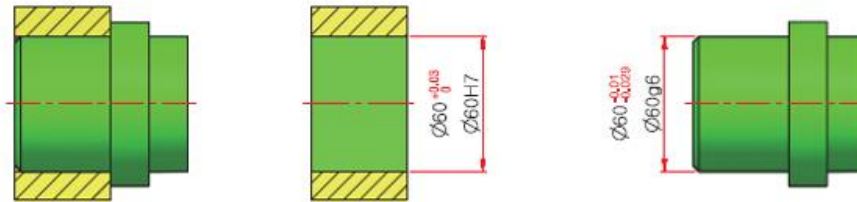
아래 치수 허용차가 0인 H등급의 구멍을 기준 구멍으로 하고, 이에 적합한 축을 선택하여 필요한 점새나 틈새를 주는 끼워맞춤 방식이다. H6~H10의 5가지 구멍을 기준으로 한다.

상용하는 구멍 기준 끼워맞춤 (KS B 0401)

[illegible]

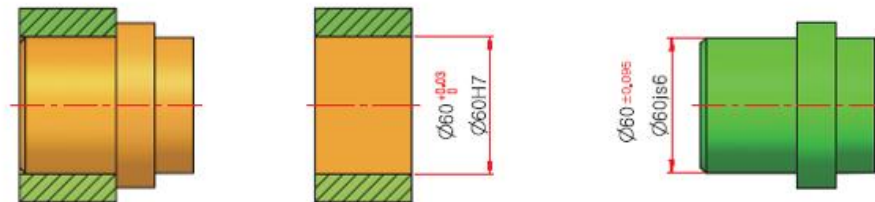
(1) 헐거운 끼워맞춤

구멍 기준 $\phi 60H7$ 을 기준으로 할 때 헐거운 끼워맞춤에서 축 $\phi 60g6$ 의 치수 허용차(공차 치수)는 $-0.01 \sim -0.029$ 이며, 구멍 $\phi 60H7$ 의 치수 허용차는 $0 \sim +0.03$ 이다.



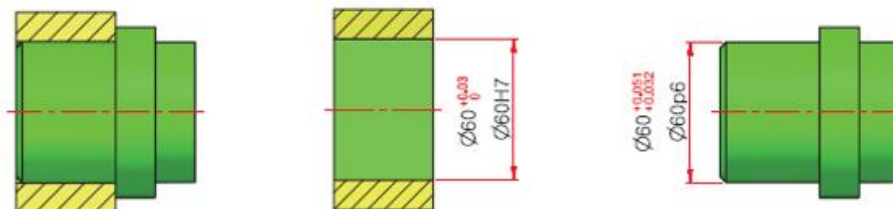
(2) 중간 끼워맞춤

구멍 기준 $\phi 60H7$ 을 기준으로 할 때 중간 끼워맞춤에서 축 $\phi 60js6$ 의 치수 허용차(공차 치수)는 ± 0.0095 이며, 구멍 $\phi 60H7$ 의 치수 허용차는 $0 \sim +0.03$ 이다.



(3) 억지 끼워맞춤

구멍 기준 중 $\phi 60H7$ 을 기준으로 할 때 억지 끼워맞춤에서 축 $\phi 60p6$ 의 치수 허용차(공차 치수)는 $+0.032 \sim +0.051$ 이며, 구멍 $\phi 60H7$ 의 치수 허용차는 $0 \sim +0.03$ 이다.

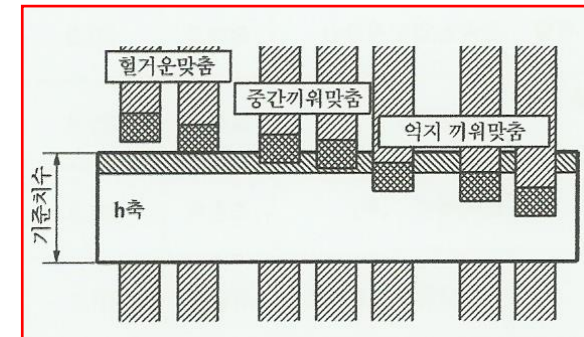


(2) 축 기준 끼워맞춤

위 치수 허용차가 0인 h등급의 축을 기준으로 하고, 이에 적합한 구멍을 선택하여 쥘새나 틈새를 주는 끼워맞춤 방식이다. h5~h9의 5가지 축을 기준으로 한다.

상용하는 축 기준 끼워맞춤 (KS B 0401)

기준 축	구멍의 공차역 클래스															
	헐거운 끼워맞춤						중간 끼워맞춤					억지 끼워 맞춤				
h5							H6	JS6	K6	M6	N6 ⁽¹⁾	P6				
h6					F6	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6 ⁽¹⁾				
					F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7 ⁽¹⁾	R7	S7	T7	Y7
h7				E7	F7		H7									
							H8									
h8			D8	E8			H8									
			D9	E9			H9									
h9			D8	E8			H8									
		C9	D9	E9			H9									
	B10	C10	D10													



상용하는 끼워맞춤 구멍 치수 허용차(KS B 0401)

(단위 : μm)

치수 구분		JS		K		M		N		P		R	S	T	U	X
초과	이하	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
-	3	±3	±5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-	-18 -28	-20 -30
3	6	±4	±6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-	-19 -31	-24 -36
6	10	±4.5	±7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-	-22 -37	-28 -43
10	14	±5.5	±9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-	-26 -44	-33 -51
14	18															-38 -56
18	24	±6.5	±10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	-	-33 -54	-46 -67
24	30														-33 -54	-40 -61
30	40	±8	±12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64	-51 -76	-
40	50														-45 -70	
50	65	±9.5	±15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85	-76 -106	-
65	80													-32 -62	-48 -78	
80	100	±11	±17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113	-111 -146	-
100	120													-41 -76	-66 -101	

상용하는 끼워맞춤 축 치수 허용차(KS B 0401)

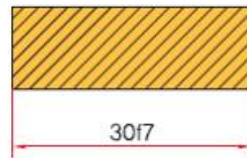
(단위 : μm)

치수 구분		js			k		m		n	p	r	s	t	u	x
초과	이하	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
-	3	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-	+24 +18	+26 +20
3	6	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-	+31 +23	+36 +28
6	10	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-	+37 +28	+43 +34
10	14	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	-	+44 +33	+51 +40
14	18														+56 +45
18	24	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-	+54 +41	+67 +54
24	30												+54 +41	+61 +48	+77 +64
30	40	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48	+76 +60	-
40	50												+70 +54	+86 +70	
50	65	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66	+106 +87	-
65	80										+62 +43	+78 +59	+94 +75	+121 +102	
80	100	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	+113 +91	+146 +124	-
100	120										+76 +54	+101 +79	+126 +104	+166 +144	

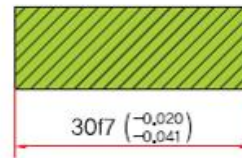
3. 공차의 표시방법

(1) 기호에 의한 방법

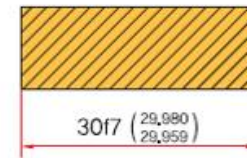
- ① 기준 치수 뒤에 치수 허용차의 기호를 기입하여 그림 (a)와 같이 나타낸다.
- ② 기준 치수 뒤에 기호와 공차값을 동시에 기입하여 그림 (b)와 같이 나타낸다.
- ③ 기준 치수 뒤에 기호와 허용 한계 치수를 동시에 기입하여 그림 (c)와 같이 나타낸다.



(a) 기호만 기입하는 경우

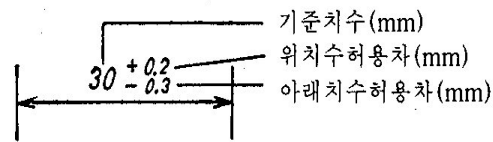


(b) 기호와 공차값을 동시에 기입하는 경우

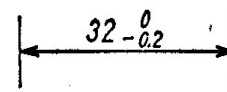


(c) 기호와 허용 한계 치수를 동시에 기입하는 경우

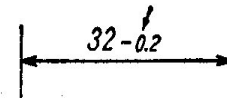
(2) 치수 허용차에 의한 방법



(1)

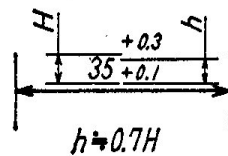


(a) ○



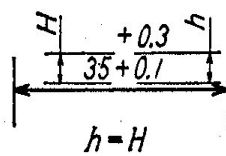
(b) ×

(2)

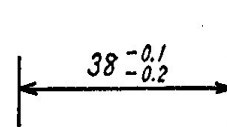


(a) ○

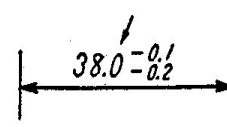
(3)



(b) ○

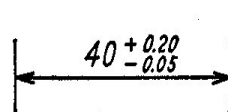


(a) ○



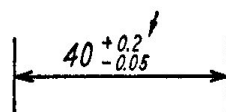
(b) ×

(4)

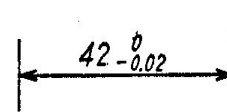


(a) ○

(5)

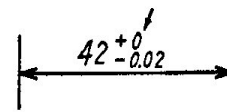


(b) ×



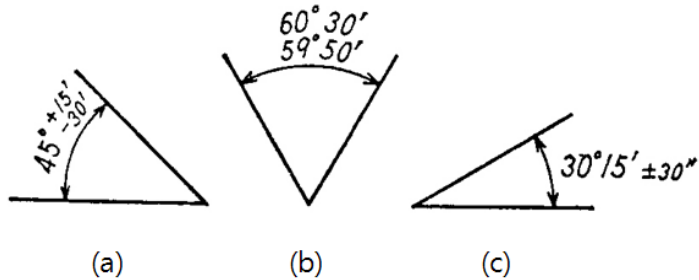
(a) ○

(6)



(b) ×

(3) 각도 치수의 공차기입 : 길이 치수의 기입 방법을 사용한다. (단위기호를 반드시 병기)



(4) 조립한 상태의 공차기입

- ① 수치에 의하여 지시 : 구멍의 치수는 치수선 위에, 축의 치수는 아래에 기입한다.
- ② 기호에 의한 지시 : 기준 치수 뒤에 구멍과 축의 공차를 IT등급으로 기입한다.

