

15 테크니컬 데이터

15.1 베어링의 축방향변위	A128~A129
(1) 깊은홈 볼 베어링·앵귤러 볼 베어링의 접촉각과 축방향변위	A128~A129
(2) 테이퍼 로울러 베어링의 액셀하중과 축방향변위	A128~A129
15.2 끼워맞춤	A130~A133
(1) 끼워맞춤면과 면압, 최대응력 및 궤도경의 팽창·수축량	A130~A131
(2) 축과 내륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스	A130~A131
(3) 하우징구멍과 외륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스	A130~A133
15.3 레이디얼내부 클리어런스와 액셀내부 클리어런스	A132~A133
(1) 단일깊은홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스와 액셀 클리어런스	A132~A133
(2) 복열 앵귤러 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스와 액셀 클리어런스	A132~A133
15.3 예압과 기동토크	A134~A135
(1) 테이퍼 로울러 베어링의 액셀하중과 기동 토크	A134
(2) 앵귤러 베어링·복식스러스트 앵귤러 볼 베어링의 예압하중과 기동 토크	A134~A135
15.4 베어링의 마찰계수·기타	A136~A137
(1) 베어링형식과 마찰계수	A136
(2) 전동체의 자전주속도 및 공전주속도	A136
(3) 레이디얼 내부 클리어런스와 피로수명	A136~A137
15.5 윤활그리스의 상품명과 성능	A138~A141

양 기 호 의 내 용 과 단 위

양기호	내 용	단 위
a	접촉타원장반경	(mm)
b	접촉타원단반경	(mm)
C_r	레이디얼 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
C_{or}	레이디얼 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
C_a	스러스트 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
C_{oa}	스러스트 베어링의 기본동정격하중	(N) {kgf}
d	축경, 베어링내경	(mm)
D	하우징내경, 베어링외경	(mm)
D_e	외륜궤도경	(mm)
D_i	내륜궤도경	(mm)
D_o	하우징외경	(mm)
D_{pw}	전동체피치(원)경	(mm)
D_w	전동체의 직경	(mm)
e	테이퍼 로울러의 단면과 턱과의 접촉위치	(mm)
E	종탄성계수(베어링강) 208 000MPa{21 200kgf/mm ² }	(mm)
$E(k)$	$k = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2}$ 을 母數로 한다. 제2종완전원점원분	
f_0	베어링 각 부분의 형상 및 적용하는 응력수준에 따라 정하는 계수	
$f(\varepsilon)$	ε 의 관수	
F_a	액셀하중, 예압하중	(N) {kgf}
F_r	레이디얼하중	(N) {kgf}
h	D_e/D	
h_o	D/D_o	
k	d/D_i	
K	베어링의 내부설계에 의해 결정된 정수	
L	유효클리어런스 0에 있어서의 피로수명	
L_{we}	로울러의 유효길이	(mm)
$L\varepsilon$	유효클리어런스 Δ 에 있어서의 피로수명	
m_o	내륜 · 외륜의 궤도곡률중심간거리 $r_i + r_e - D_w$	(mm)
M	마찰 토크	(N · mm){kgf · mm}
M_s	스핀 마찰	(N · mm){kgf · mm}

양기호	내 용	단 위
n_a	전동체의 자전수	(rpm)
n_c	전동체의 공전수, 리테이너의 회전수	(rpm)
n_e	외륜의 회전수	(rpm)
n_i	내륜의 회전수	(rpm)
P_m	끼워맞춤면의 면압	(MPa) {kgf/mm ² }
P	베어링하중	(N) {kgf}
Q	전동체하중	(N) {kgf}
r_e	외륜의 궤도반경	(mm)
r_i	내륜의 궤도반경	(mm)
v_a	전동체의 자전주속도	(m/s)
v_c	전동체의 공전주속도	(m/s)
Z	1열당 전동체의 수	
α	접촉각(레이디얼 볼베어링에 액셀하중이 걸렸을때)	(°)
α_o	초기의 접촉각(기하)(앵글러 볼 베어링의 내륜 · 외륜을 축방향으로 밀었을 때)	(°)
α_R	초기의 접촉각(기하)(앵글러 볼 베어링의 내륜 · 외륜을 경방향으로 밀었을 때)	(°)
β	로울러 테이퍼각의 1/2	(°)
δ_a	내륜 · 외륜의 축방향의 상대변위량	(mm)
Δ_a	액셀내부 클리어런스	(mm)
Δ_d	내륜과 축과의 유효간섭량	(mm)
Δ_r	레이디얼내부 클리어런스	(mm)
ΔD	외륜과 하우징과의 유효간섭량	(mm)
ΔD_e	끼워맞춤에 의한 외륜궤도경의 수축량	(mm)
ΔD_i	끼워맞춤에 의한 내륜궤도경의 팽창량	(mm)
ε	부하율	
μ	구름베어링의 동마찰계수	
μ_e	로울러단면과 턱과의 마찰계수	
μ_s	접촉각의 미끄럼 마찰계수	
α_{\max}	끼워맞춤면의 최대응력	(MPa) {kgf/mm ² }

15.1 베어링의 축방향변위

- (1) 깊은홈 볼 베어링 · 앵글러 볼 베어링의 접촉각 α 와 축방향변위 δ_a
(그림15.1~그림15.3)

$$\delta_a = \frac{0.00044 \left(\frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha} \dots (N) \left. \vphantom{\frac{0.00044 \left(\frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha}} \right\} (\text{mm})$$

$$\delta_a = \frac{0.002 \left(\frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha} \dots (\text{kgf}) \left. \vphantom{\frac{0.002 \left(\frac{Q^2}{D_w} \right)^{1/3}}{\sin \alpha}} \right\} (\text{mm})$$

$$Q = \frac{F_a}{Z \sin \alpha} \quad (N), (\text{kgf})$$

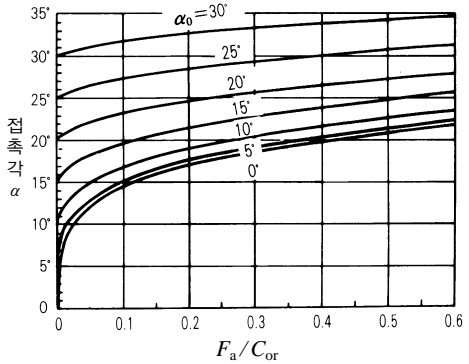


그림 15.1 깊은홈 볼 베어링, 앵글러 볼 베어링의 F_a/C_{or} 과 접촉각

- (2) 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중 F_a 와 축방향변위 δ_a (그림15.4)

$$\delta_a = \frac{0.000077 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}} 0.8 \dots (N) \left. \vphantom{\frac{0.000077 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}}} \right\} (\text{mm})$$

$$\delta_a = \frac{0.0006 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}} 0.8 \dots (\text{kgf}) \left. \vphantom{\frac{0.0006 F_a^{0.9}}{(\sin \alpha)^{1.9} Z^{0.9} L_{we}}} \right\} (\text{mm})$$

비 고 실제의 액설변위는 축 · 하우징의 두께 및 재질과 베어링과의 끼워맞춤에 따라 다르다. 따라서 이러한 조립조건에 의한 액설변위에 대해서는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

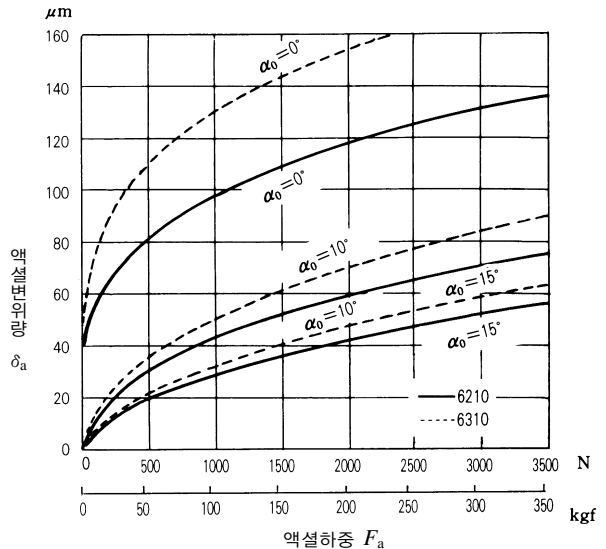


그림 15.2 깊은홈 볼 베어링의 액설하중과 축방향변위

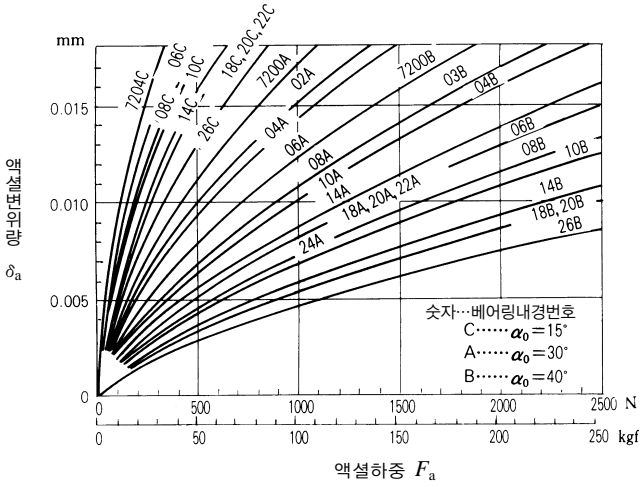


그림 15.3 앵글러 볼 베어링의 액설하중과 축방향변위

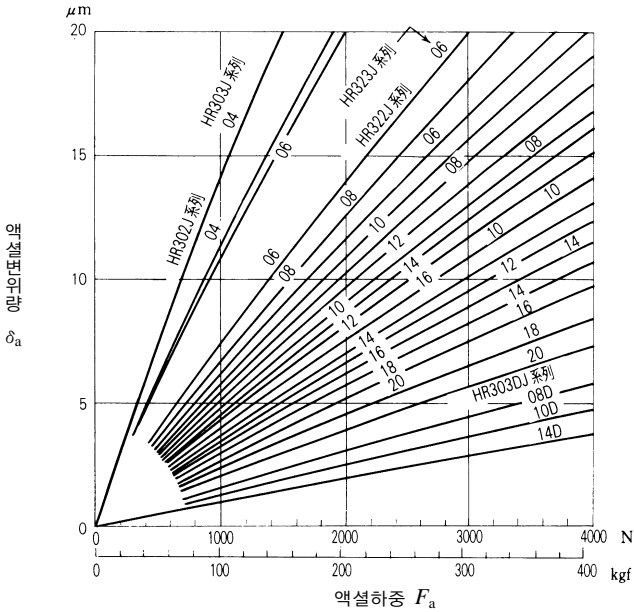


그림 15.4 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중과 축방향변위

15.2 끼워맞춤

표 15.1 끼워맞춤면의 면압, 최대응력 및 팽창·수축량

- (1) 끼워맞춤면의 면압 P_m , 최대응력 σ_{max} , 내륜궤도경팽창량 ΔD_i 및 외륜궤도경수축량 ΔD_e . (표 15.1, 그림 15.5, 그림 15.6)
- (2) 축과 내륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 (표15.2)
- (3) 하우징구멍과 외륜과의 끼워맞춤에 있어서의 간섭량과 클리어런스 (표15.3)

구 분	축과 내륜	하우징구멍과 외륜
면압 P_m (MPa) {kgf/mm ² }	중실축의 경우	하우징외경 $D_o \neq \infty$ 인 경우 $P_m = \frac{E \Delta D}{2 D} \frac{(1-h^2)(1-h_0^2)}{1-h^2 h_0^2}$
	$P_m = \frac{E \Delta d}{2 d} (1-k^2)$	$D_o = \infty$ 인 경우 $P_m = \frac{E \Delta D}{2 D} (1-h^2)$
최대응력 σ_{max} (MPa) {kgf/mm ² }	내륜내경끼워맞춤면의 원주방향응력이 최대 $\sigma_{max} = P_m \frac{1+k^2}{1-k^2}$	외륜내경면이 원주방향응력이 최대 $\sigma_{max} = P_m \frac{2}{1-h^2}$
내륜궤도경 팽창량 ΔD_i (mm) 외륜궤도경 수축량 ΔD_e (mm)	중실축의 경우 $D_i = \Delta d \cdot k$	$\Delta D_o \neq \infty$ 인 경우 $\Delta D_e = \Delta D \cdot h \frac{1-h_0^2}{1-h^2 h_0^2}$ $D_o = \infty$ 인 경우 $\Delta D_o = \Delta D \cdot h$

비 고 축 및 하우징재의 종탄성계수와 포와슨비는, 내륜, 외륜의 값과 같은 것으로 한다.

참 고 1MPa=1N/mm²=0.102kgf/mm²

표 15.2 축과 내륜과의 끼워맞춤

호칭치수의 구 분 (mm)	베어링(0급)의 평면내평균 내경의 치수차 Δd_{mp}	축 의 허 용 역 클 라 스															
		f6		g5		g6		h5		h6		js5		j5			
		틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량	틈 새	간섭량		
조과 이하	상 하	최대	최소	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	
3 6	0 -8	18 2	9 4	12 4	5 8	8 8	3 11	3 13									
6 10	0 -8	22 5	11 3	14 3	6 8	8 8	4 12	4 13									
10 18	0 -8	27 8	14 2	17 2	8 8	11 8	4 12	4 13									
18 30	0 -10	33 10	16 3	20 3	9 10	13 10	4.5 14.5	4 15									
30 50	0 -12	41 13	20 3	25 3	11 12	16 12	5.5 17.5	5 18									
50 65	0 -15	49 15	23 5	29 5	13 15	19 15	6.5 21.5	7 21									
65 80	0 -15	49 15	23 5	29 5	13 15	19 15	6.5 21.5	7 21									
80 100	0 -20	58 16	27 8	34 8	15 20	22 20	7.5 27.5	9 26									
100 120	0 -20	58 16	27 8	34 8	15 20	22 20	7.5 27.5	9 26									
120 140	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
140 160	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
160 180	0 -25	68 18	32 11	39 11	18 25	25 25	9 34	11 32									
180 200	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
200 225	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
225 250	0 -30	79 20	35 15	44 15	20 30	29 30	10 40	13 37									
250 280	0 -35	88 21	40 18	49 18	23 35	32 35	11.5 46.5	16 42									
280 315	0 -35	88 21	40 18	49 18	23 35	32 35	11.5 46.5	16 42									
315 355	0 -40	98 22	43 22	54 22	25 40	36 40	12.5 52.5	18 47									
355 400	0 -40	98 22	43 22	54 22	25 40	36 40	12.5 52.5	18 47									
400 450	0 -45	108 23	47 25	60 25	27 45	40 45	13.5 58.5	20 52									
450 500	0 -45	108 23	47 25	60 25	27 45	40 45	13.5 58.5	20 52									

비 고 1. 축과 내륜과의 끼워맞춤에 따른 응력이 과대하게 되는 허용범위부분 수치에 대하여는 생략한다.
2. 금후, j5공차역에 대신하여, js공차역이 추천된다.

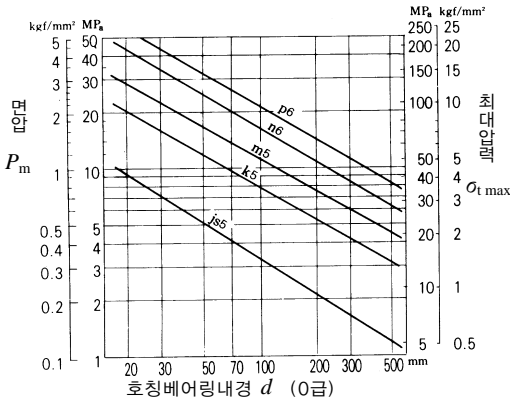


그림 15.5 각 끼워맞춤에 있어서 평균간섭량에 따른 면압 P_m 과 최대응력 $\delta_{t \max}$

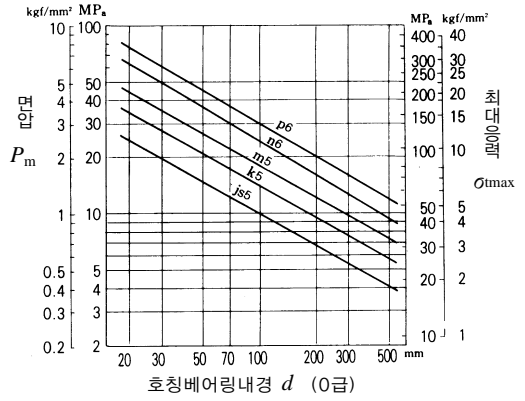


그림 15.6 각 끼워맞춤에 있어서 평균간섭량에 따른 면압 P_m 과 최대응력 $\delta_{t \max}$

에 있어서 간섭량과 틈새

단위 : μm

별 간 섭 량 과 틈 새												호칭치수의 구분 (mm)							
js6		j6		k5		k6		m5		m6		n6		p6		r6		초과	이하
틈새 최대	간섭량 최대	틈새 최대	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대	간섭량 최소	간섭량 최대		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6
4.5	12.5	2	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	10
5.5	13.5	3	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	18
6.5	16.5	4	19	2	21	2	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	30
8	20	5	23	2	25	2	30	9	32	9	37	-	-	-	-	-	-	30	50
9.5	24.5	7	27	2	30	2	36	11	39	11	45	-	-	-	-	-	-	50	65
9.5	24.5	7	27	2	30	2	36	11	39	11	45	20	54	-	-	-	-	65	80
11	31	9	33	3	38	3	45	13	48	13	55	23	65	37	79	-	-	80	100
11	31	9	33	3	38	3	45	13	48	13	55	23	65	37	79	-	-	100	120
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	63	113	120	140
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	65	115	140	160
12.5	37.5	11	39	3	46	3	53	15	58	15	65	27	77	43	93	68	118	160	180
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	77	136	180	200
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	80	139	200	225
14.5	44.5	13	46	4	54	4	63	17	67	17	76	31	90	50	109	84	143	225	250
16	51	16	51	4	62	4	71	20	78	20	87	34	101	56	123	94	161	250	280
16	51	16	51	4	62	4	71	20	78	20	87	34	101	56	123	98	165	280	315
18	58	18	58	4	69	4	80	21	86	21	97	37	113	62	138	108	184	315	355
18	58	18	58	4	69	4	80	21	86	21	97	37	113	62	138	114	190	355	400
20	65	20	65	5	77	5	90	23	95	23	108	40	125	68	153	126	211	400	450
20	65	20	65	5	77	5	90	23	95	23	108	40	125	68	153	132	217	450	500

표 15.3 하우징과 외륜과의 끼워맞춤

호칭치수의 구분 (mm)		베어링(0급)의 평면내평균 내경의 치수차 ΔD_{mp}		하우징구멍의 허용역													
				G7		H6		H7		H8		J6		JS6		J7	
초과	이하	상	하	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소
6	10	0	- 8	28	5	17	0	23	0	30	0	13	4	12.5	4.5	16	7
10	18	0	- 8	32	6	19	0	26	0	35	0	14	5	13.5	5.5	18	8
18	30	0	- 8	37	7	22	0	30	0	42	0	17	5	15.5	6.5	21	9
30	50	0	- 11	45	9	27	0	36	0	50	0	21	6	19	8	25	11
50	80	0	- 13	53	10	32	0	43	0	59	0	26	6	22.5	9.5	31	12
80	120	0	- 15	62	12	37	0	50	0	69	0	31	6	26	11	37	13
120	150	0	- 18	72	14	43	0	58	0	81	0	36	7	30.5	12.5	44	14
150	180	0	- 25	79	14	50	0	65	0	88	0	43	7	37.5	12.5	51	14
180	250	0	- 30	91	15	59	0	76	0	102	0	52	7	44.5	14.5	60	16
250	315	0	- 35	104	17	67	0	87	0	116	0	60	7	51	16	71	16
315	400	0	- 40	115	18	76	0	97	0	129	0	69	7	58	18	79	18
400	500	0	- 45	128	20	85	0	108	0	142	0	78	7	65	20	88	20
500	630	0	- 50	142	22	94	0	120	0	160	0	-	-	72	22	-	-
630	800	0	- 75	179	24	125	0	155	0	200	0	-	-	100	25	-	-
800	1000	0	-100	216	26	156	0	190	0	240	0	-	-	128	28	-	-

주 (*) 간섭량의 최소치를 나타낸다.
비 고 급후, J의 공차역에 대신하여 JS의 공차역이 추천된다.

표 15.4 정수 K의 값

15.3 레이디얼클리어런스와 액셀클리어런스

내경번호	K의 값			
	160XX	60XX	62XX	63XX
00	-	-	0.93	1.14
01	0.80	0.80	0.93	1.06
02	0.80	0.93	0.93	1.06
03	0.80	0.93	0.99	1.11
04	0.90	0.96	1.06	1.07
05	0.90	0.96	1.6	1.20
06	0.96	1.01	1.07	1.19
07	0.96	1.06	1.25	1.37
08	0.96	1.06	1.29	1.45
09	1.01	1.11	1.29	1.57
10	1.01	1.11	1.33	1.64
11	1.06	1.20	1.40	1.70
12	1.06	1.20	1.50	1.76
13	1.06	1.20	1.54	1.82
14	1.16	1.29	1.57	1.88
15	1.16	1.29	1.57	1.95
16	1.20	1.37	1.64	2.01
17	1.20	1.37	1.70	2.06
18	1.29	1.44	1.76	2.11
19	1.29	1.44	1.82	2.16
20	1.29	1.44	1.88	2.25
21	1.37	1.54	1.95	2.32
22	1.40	1.64	2.01	2.40
24	1.40	1.64	2.06	2.40
26	1.54	1.70	2.11	2.49
28	1.54	1.70	2.11	2.59
30	1.57	1.76	2.11	2.59

(1) 단열깊은홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스 Δ_r 액셀클리어런스 Δ_a (그림15.7)

$$\Delta_a \approx K \Delta_r^{1/2} \quad (\text{mm})$$

여기서

$$K = 2(r_e + r_i - D_w)^{1/2} \quad (\text{표15.4})$$

(2) 복열앵글러 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스 Δ_r 액셀클리어런스 Δ_a (그림15.8)

$$\Delta_a = 2 \sqrt{m_0^2 - (m_0 \cos \alpha_R - \frac{\Delta_r}{2})^2} - 2m_0 \sin \alpha_R \quad (\text{mm})$$

에 있어서 간섭량과 틈새

단위 : μm

클래스별 간섭량과 틈새														호칭치수의 구분 (mm)					
JS7		K6		K7		M6		M7		N6		N7		P6		P7		최고	이하
틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량	틈새	간섭량		
최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최대	최소	최대	최소	최대		
15	7	10	7	13	10	5	12	8	15	1	16	4	19	4	21	1	24	6	10
17	9	10	9	14	12	4	15	8	18	1*	20	3	23	7	26	3	29	10	18
19	10	11	11	15	15	5	17	9	21	2*	24	2	28	9	31	5	35	18	30
23	12	14	13	18	18	7	20	11	25	1*	28	3	33	10	37	6	42	30	50
28	15	17	15	22	21	8	24	13	30	1*	33	4	39	13	45	8	51	50	80
32	17	19	18	25	25	9	28	15	35	1*	38	5	45	15	52	9	59	80	120
38	20	22	21	30	28	10	33	18	40	2*	45	6	52	18	61	10	68	120	150
45	20	22	21	37	28	17	33	25	40	5	45	13	52	11	61	3	68	150	180
53	23	35	24	43	33	22	37	30	46	8	51	16	60	11	70	3	79	180	250
61	26	40	27	51	36	26	41	35	52	10	57	21	66	12	79	1	88	250	315
68	28	47	29	57	40	30	46	40	57	14	62	24	73	11	87	1	98	315	400
76	31	53	32	63	45	35	50	45	63	18	67	28	80	10	95	0	108	400	500
85	35	50	44	50	70	24	70	24	96	6	88	6	114	28	122	28	148	500	630
115	40	75	50	75	80	45	80	45	110	25	100	25	130	13	138	13	168	630	800
145	45	100	56	100	90	66	90	66	124	44	112	44	146	0	156	0	190	800	1000

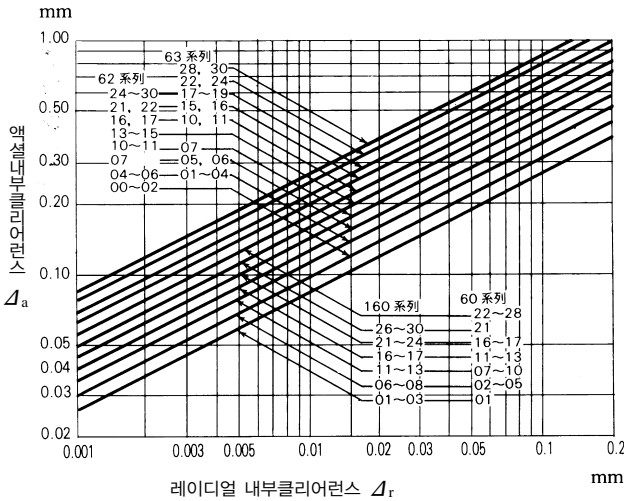


그림 15.7 단열깊은 홈 볼 베어링의 Δ_r 과 Δ_a

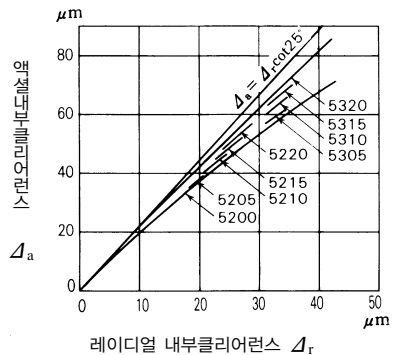


그림 15.8 복열양굴러 볼 베어링(52·53계열)의 Δ_r 과 Δ_a

15.4 예압과 기동마찰토크

(1) 테이퍼롤러베어링의 액설하중 F_a 와 기동토크 M (그림15.9, 그림15.10)

$$M = e \mu_e F_a \cos \beta \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서 $\mu_e : 0.20$

호칭번호가 같은 베어링을 마주 보게하여 사용했을 경우, 예압하중에 의한 M 은 $2M$ 이 된다.

(2) 앵글러 볼 베어링 · 복식스러스트 앵글러 볼베어링의 F_a 와 기동토크 M

(그림15.11, 그림15.12)

$$M = M_s Z \sin \alpha \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서 M_s : 스피ن 마찰

$$M_s = \frac{3}{8} \mu_s Q a E(k) \quad (\text{N} \cdot \text{mm}) \{ \text{kgf} \cdot \text{mm} \}$$

여기에서 $\mu_s : 0.15$

호칭번호가 같은 베어링을 2개 조합하여 사용했을 경우, 예압하중에 의한 M 은 $2M$ 이 된다.

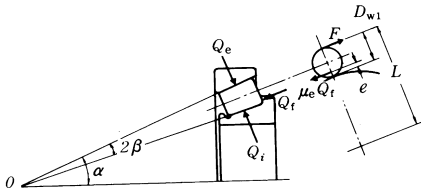


그림 15.9 e, β 의 관계그림

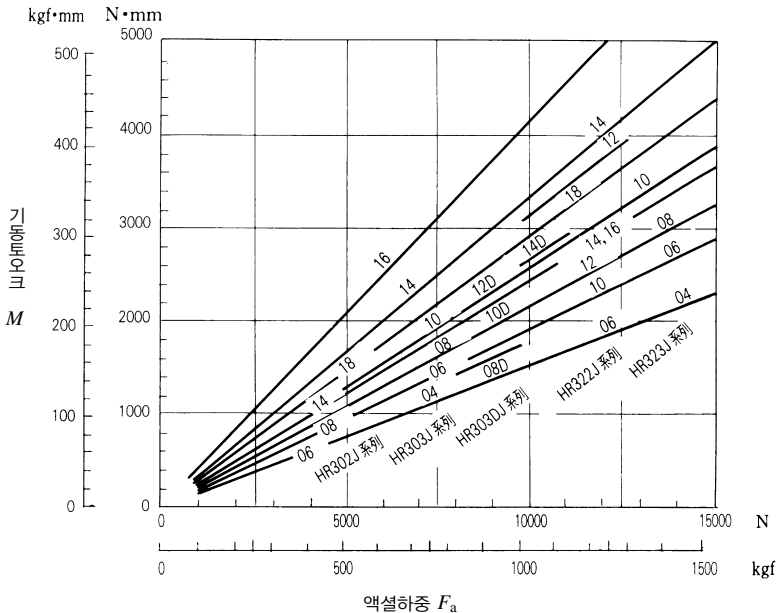


그림 15.10 테이퍼 로울러 베어링의 액설하중과 기동토크

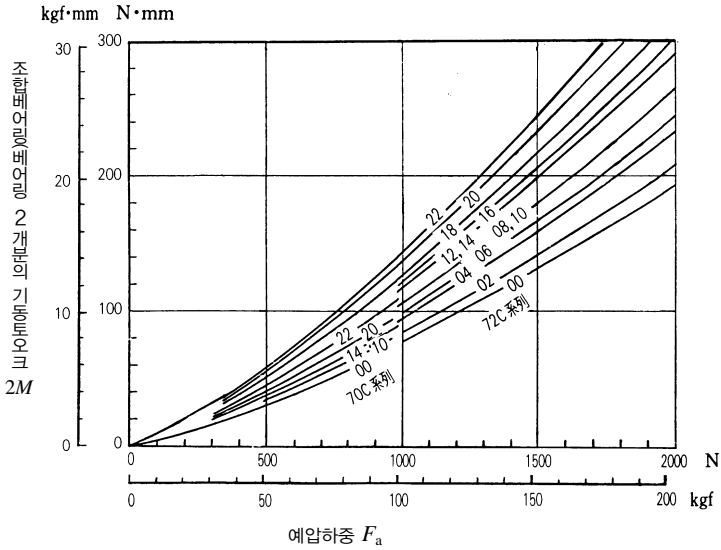


그림 15.11 앵글러 볼 베어링($\alpha=15^\circ$)의 배면 또는 정면조합에 있어서의 예압하중과 기동토크

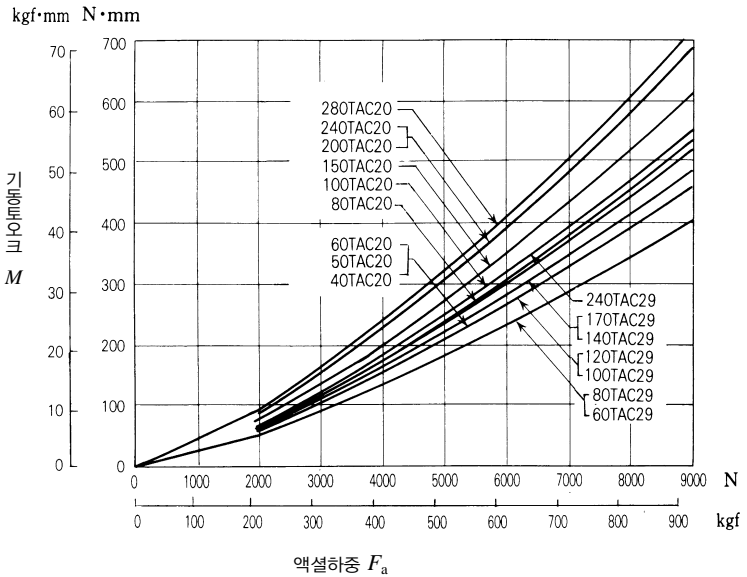


그림 15.12 복식스러스트 앵글러 볼 베어링의 예압하중과 기동토크

15.5 베어링의 마찰계수 · 기타

(1) 베어링형식과 마찰계수 μ

$$\mu = \frac{M}{P \cdot \frac{d}{2}}$$

베어링 형식	μ 의 개략치
깊은홈 볼 베어링	0.0013
앵귤러 볼 베어링	0.0015
자동조심 볼 베어링	0.0010
스러스트 볼 베어링	0.0011
원통 로울러 베어링	0.0010
테이퍼 로울러 베어링	0.0022
자동조심 로울러 베어링	0.0028
리테이너부 니이들 로울러 베어링	0.0015
총로울러형 니이들 로울러 베어링	0.0025
스러스트 자동조심 로울러 베어링	0.0028

(3) 레이디얼클리어런스(Δ_r)과 피로수명(L)

(그림15.3)

레이디얼클리어런스 Δ_r 과 부하율 ε 의 관수 $f(\varepsilon)$ 와 의 사이에는 차식이 성립한다.

깊은홈 볼 베어링의 경우

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_w^{1/3}}{0.00044 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{2/3}} \dots \dots \dots (N)$$

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_w^{1/3}}{0.002 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{2/3}} \dots \dots \dots (\text{kgf})$$

원통로울러베어링의 경우

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_{we}^{0.8}}{0.000077 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{0.9}} \dots \dots \dots (N)$$

$$f(\varepsilon) = \frac{\Delta_r \cdot D_{we}^{0.8}}{0.0006 \left(\frac{F_r}{Z}\right)^{0.9}} \dots \dots \dots (\text{kgf})$$

레이디얼클리어런스 Δ_r 일때의 부하율 ε 와 $f(\varepsilon)$ 및 L_c/L 의 관계는 표 15.7에 표시한대로이다.

상식으로부터 $f(\varepsilon)$ 를 구하고 ε 및 L_c/L 을 알 수 있다.

(2) 전동체의 자전주속도 v_a 및 공전주속도 v_c

표 15.6 전동체의 자전주속도 및 공전주속도

구 분	내륜회전 · 외륜정지	외륜회전 · 내륜정지
자 전 수 $n_a(\text{rpm})$	$-\left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
자 전 주 속 도 $v_a(\text{m/sec})$	$-\frac{\pi \cdot D_w}{60 \times 10^3} \left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\frac{\pi \cdot D_w}{60 \times 10^3} \left(\frac{D_{pw}}{D_w} - \frac{\cos^2 \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
공 전 수 $n_c(\text{rpm})$	$+\left(1 - \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\left(1 + \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$
자 전 주 속 도 $v_c(\text{m/sec})$	$+\frac{\pi \cdot D_{pw}}{60 \times 10^3} \left(1 - \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_i}{2}$	$+\frac{\pi \cdot D_{pw}}{60 \times 10^3} \left(1 + \frac{\cos \alpha}{D_{pw}/D_w}\right) \frac{n_c}{2}$

비 고 1. ±부호는 시계방향회전일때 +, 반시계방향회전일때 -로 한다.
2. 전도체의 공전수 및 공전주속도는, 각각 리테이너의 회전수 및 회전주속도와 같아진다.

표 15.7 ϵ 와 $f(\epsilon)$, L_ϵ/L

ϵ	깊은홀 볼 베어링		원통 로울러 베어링	
	$f(\epsilon)$	$\frac{L_\epsilon}{L}$	$f(\epsilon)$	$\frac{L_\epsilon}{L}$
0.1	33.713	0.294	51.315	0.220
0.2	10.221	0.546	14.500	0.469
0.3	4.045	0.737	5.539	0.691
0.4	1.408	0.889	1.887	0.870
0.5	0	1.0	0	1.0
0.6	-0.859	1.069	-1.133	1.075
0.7	-1.438	1.098	-1.897	1.096
0.8	-1.862	1.094	-2.455	1.065
0.9	-2.195	1.041	-2.929	0.968
1.0	-2.489	0.948	-3.453	0.805
1.25	-3.207	0.605	-4.934	0.378
1.5	-3.877	0.371	-6.387	0.196
1.67	-4.283	0.276	-7.335	0.133
1.8	-4.596	0.221	-8.082	0.100
2.0	-5.052	0.159	-9.187	0.067
2.5	-6.114	0.078	-11.904	0.029
3	-7.092	0.043	-14.570	0.015
4	-8.874	0.017	-19.721	0.005
5	-10.489	0.008	-24.903	0.002
10	-17.148	0.001	-48.395	0.0002

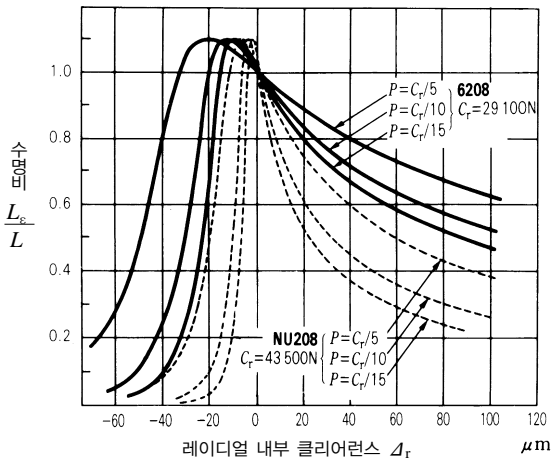


그림 15.13 레이디얼 내부클리어런스와 수명비

15.6 윤활그리스의 명칭과 성능

표 15.8 윤 활 그 리 스 의 명 칭 과

명 명	메이커명	증 조 제	기 유	적점(°C)		
대프니크로넥스 2 대프니크로넥스 EP2 아플로일오투렉스 A	출 광 흥 산	리 리 리 리 리 리	통 통 통 통 통 통 광 광 광	유 유 유 유 유 유 유 유 유	198 171 192	
비콘 325 앤독크 260 앤독크 B	옛 소 석 유	리 나 나 나 트 트 나 트 트	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	191 210 245
앤독크 C 아라펜 RB300		나 나 나 트 트 트 트 트 트	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	260이상 175
이소·플렉스슈퍼 LDS18 이소·플렉스 NBU15 이소·플렉스토파즈 NB52	NOK크류버	리 리 리 바 바 바 바 바 바	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	190 250 258
스타플렉스 NBU12 바리엘타 L55/2 바리엘타 IMI		바 바 바 불 불 불 불 불 불	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	250 - -
NS하이루브 말텐프 PS2 말텐프 SC-A		리 리 리 리 리 리 우 레 아	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	190 189 260이상
말텐프 ET150 원루버 MP2 어드렉스	협 동 유 지	우 리 리 리 리 리	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	260이상 198 198
말막스 에마루브 8030 유니루브 DL1 알믹스 HDI		칼 칼 칼 우 리 알 리 리 리	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	180 260이상 185 247
다이너막스 2 다이너막스 EP2 모투로그리스 29	코스모석유	리 리 리 리 리 리	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	201 185 188
내열그리스 B2 와이드그리스 WR3		비 비 비 나 나 나 트 트 트	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	- 247
알바니아 2 알바니아 3 알바니아 RA		리 리 리 리 리 리	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	182 183 183
알바니아 EP2 션라이트 2 토롬 R	소 석 셸 유	리 리 리 플 플 플 리 리 리	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	185 196 238
에어로셀 5 에어로셀 7 에어로셀 15A		마 마 마 마 마 마 불 불 불	통 통 통 통 통 통 통 통 통	디 디 디 에 에 에 스 스 스 텔 텔 텔	유 유 유 유 유 유 유 유 유	260이상 260이상 234

주 (1) 온도범위의 상한 또는 하한에 근접한 곳 또는 진공상태등의 특수환경에서 사용할 경우에는 **NSK**에 상담하여 주십시오.
 (2) 단시간운전인 경우, 냉각조건이 양호한 경우에는 그리스의 보급이 적절하다면 이 한계를 넘어 사용할 수 있다.

성능 참고 표

점 도	사용온도범위 ⁽¹⁾ (°C)	내압성	내수성	허용회전수 ⁽²⁾ 에대한사용한계 (%)
280	-20~+110	중	강	60
280	0~+ 80	강	강	60
288	-10~+110	중	강	60
290	-55~+100	약	강	100
250	0~+130	중	약	70
280	-10~+100	중	약	70
205	0~+100	중	약	70
300	-10~+ 80	중	강	70
280	-50~+110	약	강	100
280	-30~+120	약	강	100
280	-40~+130	약	강	90
270	0~+130	중	강	70
280	0~+200	중	강	60
280	0~+200	중	강	70
255	-40~+130	약	강	100
280	-50~+110	약	강	100
280	0~+160	중	강	60
280	-10~+160	중	강	70
270	-10~+110	중	강	70
300	0~+110	강	강	70
300	0~+110	강	강	70
275	0~+110	강	강	60
322	-10~+110	강	강	70
335	0~+120	강	강	60
270	-10~+110	중	강	70
273	0~+ 80	강	강	60
240	-10~+110	중	강	70
280	0~+120	중	강	50
238	-40~+130	약	약	100
277	-10~+110	중	강	70
240	-10~+110	중	강	70
252	-20~+110	약	강	70
276	0~+ 80	강	강	60
273	-10~+110	중	강	70
281	-10~+130	중	강	80
282	0~+120	중	강	70
288	-55~+100	약	강	100
294	-50~+160	약	강	60

다음페이지 계속

명 병	메이커명	증 조 제	기 유	적점(°C)	
G 40M G 30L FG 721	신 월 화 학	리 리 통 불 소 화 합 통 물	실 리 콘 유 실 리 콘 유 플 로 르 실 리 콘 유	210 210 254	
몰리코드 FS 3451	다 우 코 닝	불 소 화 합 물	플 로 르 실 리 콘 유	260이상	
클라이덱스 240AC 클라이덱스 283AC	듀 흥	불 소 화 합 물 불 소 화 합 물	퍼·플로르폴리에틸유(불소유) 퍼·플로르폴리에틸유(불소유)	- -	
SH 44M SH 33L SH 41	토 오 레 닝 다 우 코 닝 실 리 콘	리 리 통 리 리 통 carbonblack	실 리 콘 유 실 리 콘 유 실 리 콘 유	210 210 -	
니퀘스 SL	일본그리이스	리	통	테트라에스테르유+디에스틸유	194
닛페코 MP2 닛페코 LLP	일 본 광 유	리 리	통 통	광 에 스 텔 유 유	195 198
ENS 멀티녹크와이드 2 멀티녹크디럭스 2	일 본 석 유	우 레 아 리튬+나트륨텔레프타라메이트 리튬+나트륨텔레프타라메이트	데 트 라 에 스 테 르 유 + 디 에 스 텔 유 + 광 유	260 215 200	
멀티녹크그리스 2 멀티녹크우레아		리 우 레 아	광 유 유	200 260이상	
파이로녹크 2 파이로녹크유니버설 N-6B 에피녹크 그리스 NO.2 다이아몬드멀티퍼파스 2		우 레 아 리 리	아 아 통 통 광 광 유 유 광 광 유 유	260이상 260이상 180 192	
모빌릭스 2 모빌그리스 22 모빌플렉스 47 모빌그리스 28		리 리 칼 숨 컴 플렉스 벤 트 나 이 트	통 통 스톤 스	광 에 스 텔 유 + 광 유 유 광 유 유 합 성 탄 화 수 소 유	190 192 260이상 260이상

주 (1) 온도범위의 상한 또는 하한에 근접한 곳 또는 진공상태등의 특수환경에서 사용할 경우에는 **NSK** 에 상담하여 주십시오.
 (2) 단시간운전의 경우 냉각조건이 양호한 경우에는, 그리스보급이 적절하다면 이 한계를 넘어 사용할 수 있다.

점 도	사용온도범위 ⁽¹⁾ (°C)	내압성	내수성	허용회전수 ⁽²⁾ 에대한사용한계 (%)
260	-30~+160	약	강	60
300	-60~+120	약	강	60
293	0~+180	중	강	70
285	0~+180	중	강	70
282	0~+200	중	강	70
229	0~+200	중	강	70
260	-30~+160	약	강	60
300	-60~+120	약	강	60
280	0~+180	약	강	40
245	-40~+130	약	강	100
275	0~+110	중	강	60
231	-40~+130	약	강	100
276	-40~+160	약	강	100
280	-40~+120	약	강	100
280	0~+120	중	강	70
280	-10~+110	중	강	70
290	-10~+130	중	강	80
280	0~+130	중	강	70
280	0~+130	중	강	70
288	0~+ 80	중	강	70
278	-10~+110	중	강	70
280	-10~+110	중	강	70
274	-40~+120	약	강	100
280	-10~+100	중	강	60
280	-40~+140	중	강	70