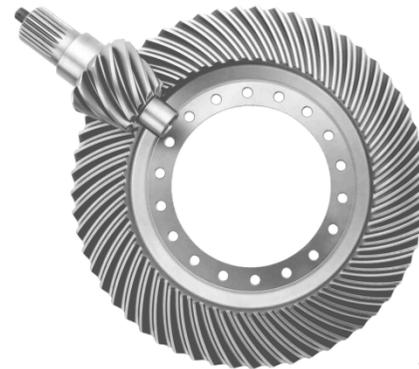


13장 기어의 제도

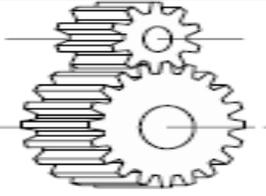
13.1 기어의 종류와 명칭



13.1 기어의 종류와 명칭

1) 기어의 종류

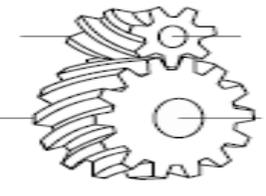
(1) 두 축이 평행한 경우



평 기어

평기어(spur gear)

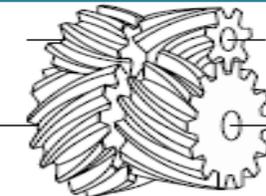
- 잇줄이 축선과 평행한 기어로 제작이 용이하여 가장 많이 사용된다.



헬리컬 기어

헬리컬 기어(helical gear)

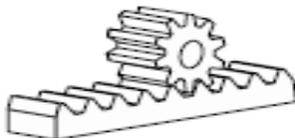
- 잇줄이 축선과 평행하지 않고 비틀려 있는 기어로 이의 물림이 좋아 조용하게 운전하지만 스러스트(Trust)가 발행한다.



더블 헬리컬 기어

더블 헬리컬 기어(double helical gear)

- 비틀림각이 서로 반대인 헬리컬기어를 조합한 기어로 스러스트가 발생하지 않는다.



랙과 피니언

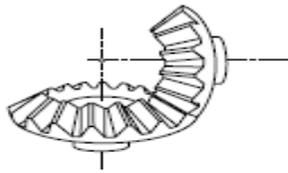
랙(rack)

- 기어에서 피치원의 지름이 무한대인 기어로 치형이 직선이 되며 회전운동을 직선운동으로 바꾸는 데 사용 된다.

13.1 기어의 종류와 명칭

1) 기어의 종류

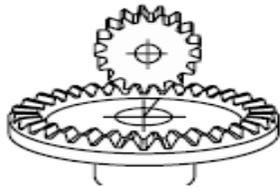
(2) 두 축이 교차하는 경우



(a) 직선 베벨 기어

직선 베벨 기어(straight bevel gear)

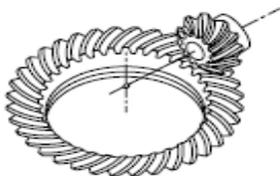
- 잇줄이 피추원추의 모선과 평행한 기어이다.



크라운 기어

크라운기어(crown gear)

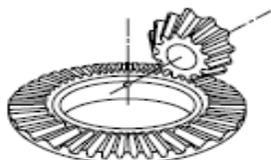
- 피치면이 평면인 기어로 평기어에서 랙에 해당한다.



스파이럴 베벨 기어

스파이럴 베벨 기어(spiral bevel gear)

- 잇줄이 피추원추의 모선에 대하여 비틀려 있는 기어이다.



(d) 제롤 베벨 기어

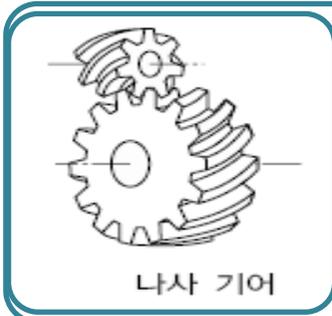
제롤 베벨기어(zerol bevel gear)

- 스파이럴 베벨기어의 이 쪽의 중앙에서 비틀림각이 0° 인 기어이다.

13.1 기어의 종류와 명칭

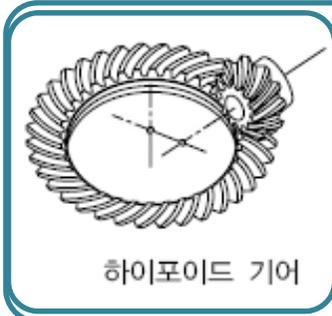
1) 기어의 종류

(3) 두 축이 공간에서 엇갈리는 경우



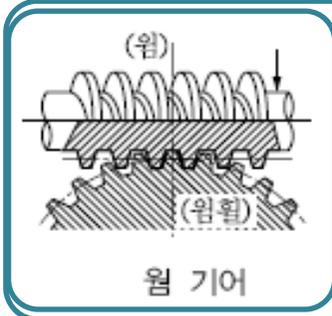
나사기어(screw gear)

- 헬리컬 기어를 서로 어긋난 축에 끼워서 이가 물리도록 한 기어이다.



하이포이드 기어(hypoid gear)

- 스파이럴 베벨기어를 서로 어긋난 축에 끼워서 이가 물리게 한 기어이다.



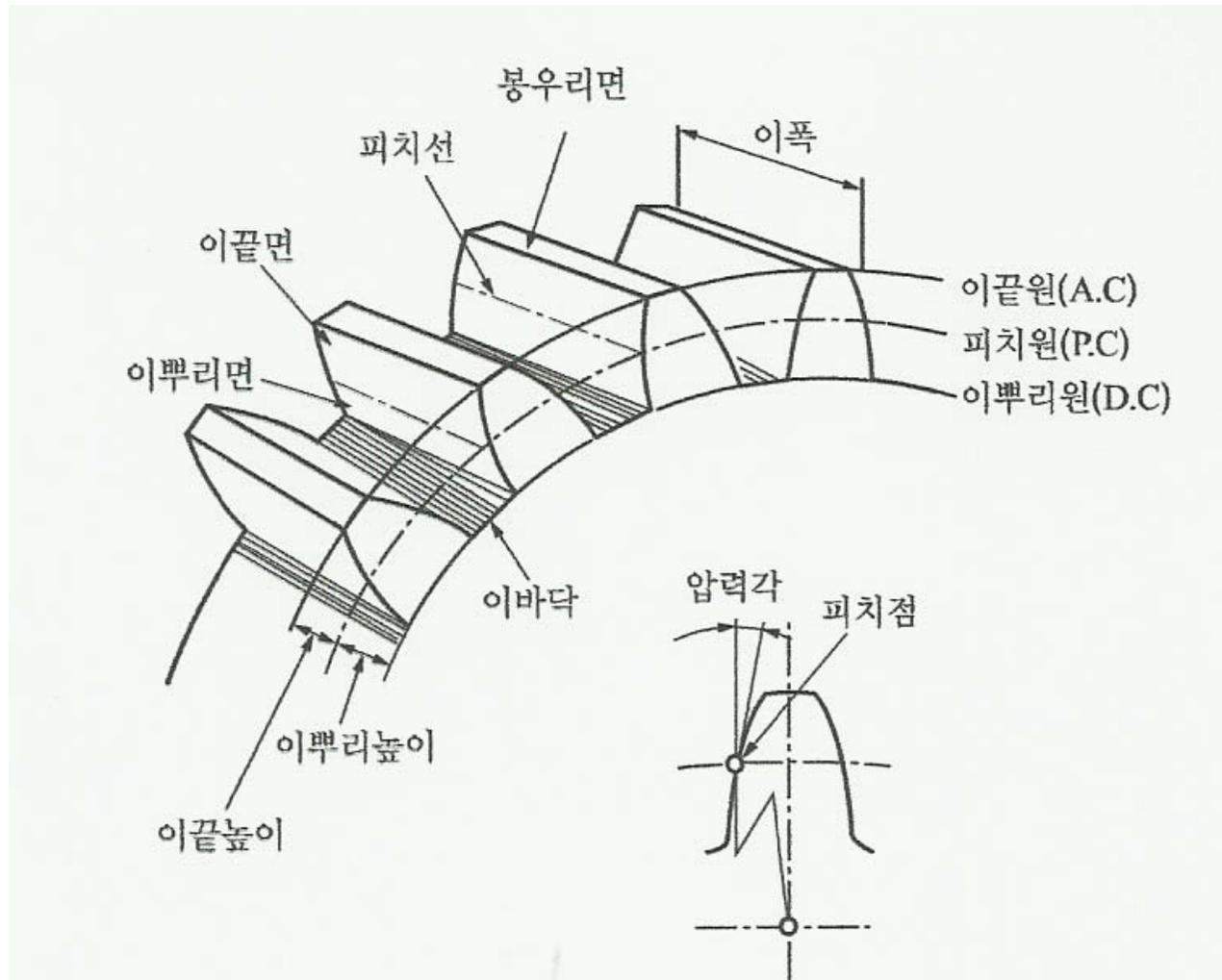
웜기어(worm gear)

- 두 축이 만나지 않으면서 직각을 이루는 경우에 사용되는 나사기어로 수 나사와 같은 형태를 웜, 웜과 물리는 기어를 웜휠이라 한다.

13.1 기어의 종류와 명칭

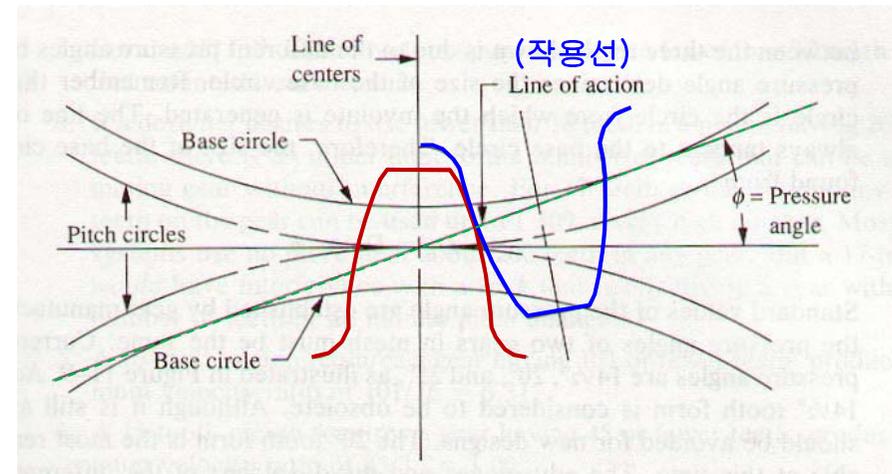
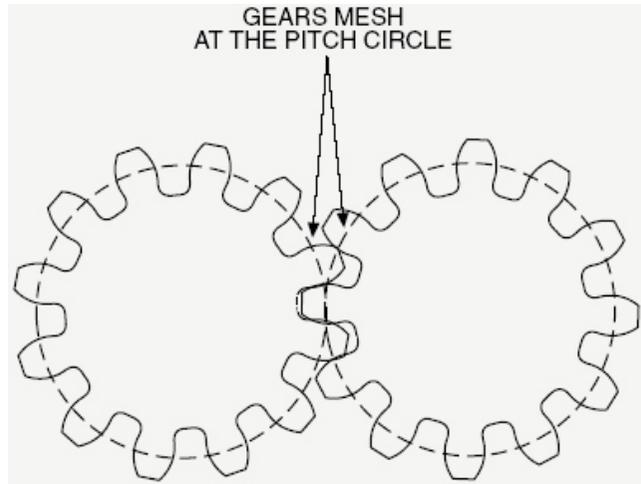
2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기

▷ 기어 각부의 명칭



13.1 기어의 종류와 명칭

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기



작용선 - 접촉점에서 힘이 전달되는 방향으로 양 기초원의 공통법선과 일치

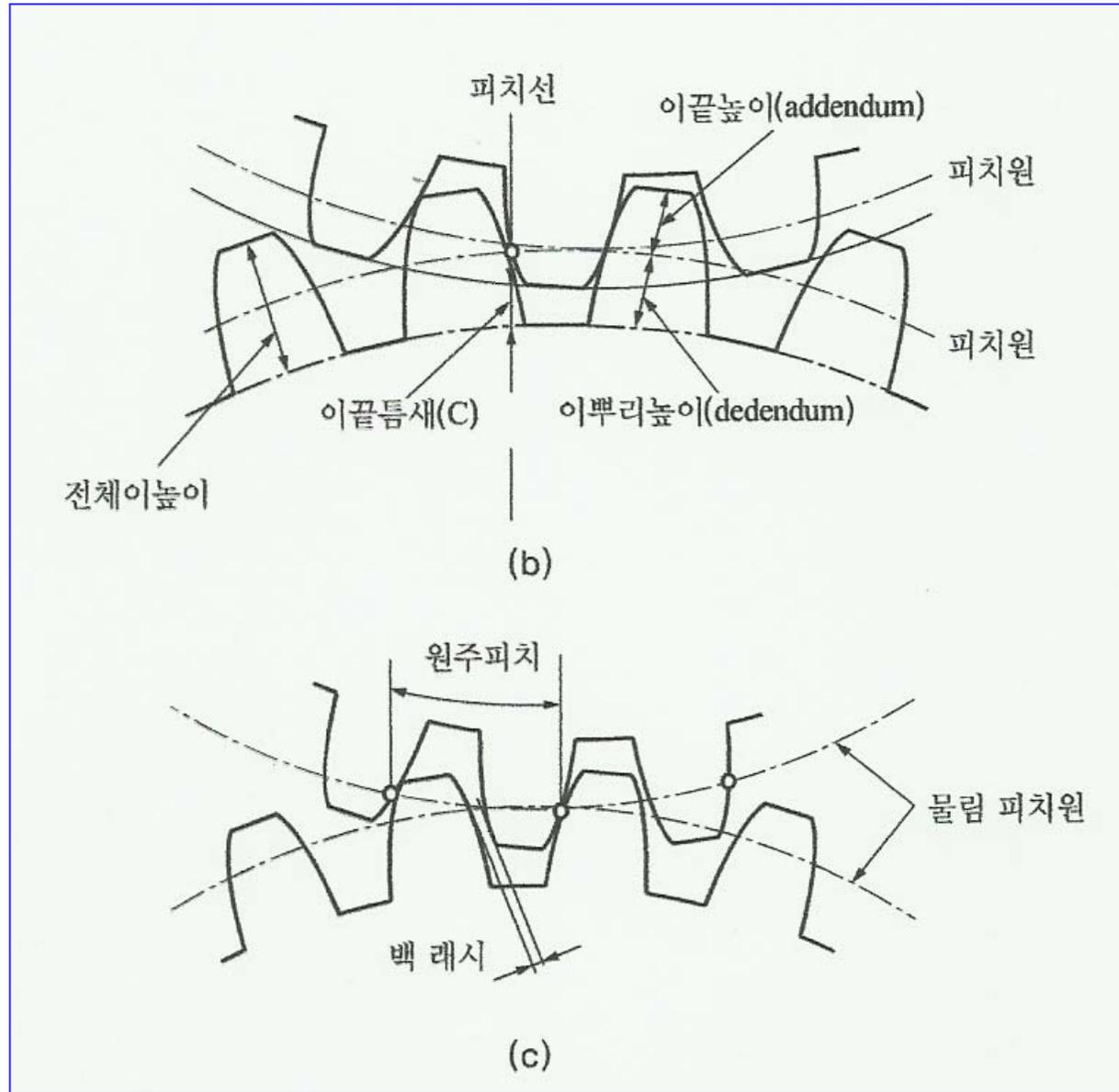
피치점 - 작용선과 두 기어의 중심을 잇는 선이 만나는 점

피치원 (pitch circle) - 두 개의 기어가 맞물릴 때 서로 접하는 점을 이어 만든 원
기어의 중심과 피치점과의 거리를 반지름으로 그린 원

압력각 - 맞물린 한 쌍의 기어에서 두 기어의 피치원의 공통접선과 작용선이 이루는 각
맞물려 돌아가려면 두 기어의 압력각이 같아야 함
(표준 압력각: 14.5°, 20°, 27°)

13.1 기어의 종류와 명칭

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기



13.1 기어의 종류와 명칭

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기

원주피치(circular pitch), 모듈(module), 지름피치(diametral pitch)

- * **원주피치** p - 피치원 둘레에서 이와 이 사이의 대응거리로
피치원둘레를 잇수로 나눈 값

$$p = \frac{\pi D}{Z} \text{ (mm, inch)}$$

여기서, D 는 피치원의 지름, Z 는 잇수

- * **모듈** m - 피치원 지름 D 를 잇수 Z 로 나눈 값
[원주피치는 무리수, 모듈은 유리수로 표현]

$$m = \frac{D}{Z} = \frac{p}{\pi} \text{ (mm)}$$

- * **지름피치** - 잇수 Z 를 피치원 지름 D (inch)로 나눈 값
 p_d [크기를 inch로 나타내는 기어에 사용]

$$p_d = \frac{Z}{D} \text{ (1/inch)} \quad \left[p_d = \frac{25.4}{m} \right]$$

13.1 기어의 종류와 명칭

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기

[표 13.1] 모듈의 표준값

제1계열	제2계열	제3계열	제1계열	제2계열	제3계열
0.1	0.15			3.5	3.75
0.2	0.25		4	4.5	
0.3	0.35		5	5.5	
0.4	0.45		6		6.5
0.5	0.55			7	
0.6		0.65	8	9	
	0.7		10	11	
	0.75		12	14	
0.8	0.9		16	18	
1			20	22	
1.25			25	28	
1.5	1.75		32	28	
2	2.25		40	36	
2.5	2.75		50	45	
3		3.25			

* 제 1계열을 우선적으로 사용하고, 필요에 따라 제2계열, 제3계열의 순으로 선택한다.

13.1 기어의 종류와 명칭

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기

[표 13.2] 평기어에서 표준이의 크기

항 목	크 기(mm)
피치원지름(D)	$D = mZ$
이끝원지름(D_k)	$D_k = (Z+2)m = D + 2m$
이뿌리원지름(D_r)	$D_r = D - 2h_f$
이끝높이(h_k)	$h_k = m$
이끝틈새(c_k)	$c_k = 0.25 m$ (절삭치), $c_k = 0.35 m$ (연삭 및 세이빙치)
이뿌리높이(h_f)	$h_f = h_k + c_k$
총이높이(h)	$h = h_k + h_f$
이두께(t)	$t = \frac{\pi m}{2} = \frac{p}{2} = 1.57 m$
중심거리(C)	$C = \frac{(D_1 + D_2)}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$

13.2 기어의 제도

2) 기어 각부의 명칭과 이의 크기

* 기어 제도할 때, 그림과 요목표에 기입할 사항

- 그림에 기어소재(이를 절삭하기 전 기계가공을 끝낸 상태)를 제작하는 데 필요한 치수를 기입
- 요목표에 이의 절삭, 조립, 검사 등에 필요한 사항을 기입

[기어의 제도]

- 기어를 그릴 때는 이의 모양은 나타내지 않는다.
- 이끝원은 굵은 실선으로, 이뿌리원은 가는 실선으로 표시한다.
[기어를 단면으로 표시할 때는 이뿌리선은 굵은 실선으로 표시]
- 피치원은 가는 1점 쇄선으로 표시한다.
- 헬리컬 기어, 스파이럴 베벨기어, 웜의 비틀림 방향은 30° 로 경사진 세 개의 가는 실선으로 표시

13.2 기어의 제도

▷ 평기어 요목표

[표 13.3] 평기어 요목표

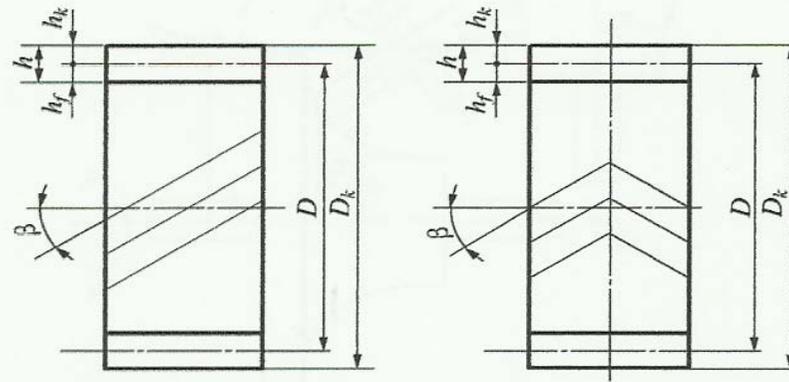
(단위 : mm)

평 기 어					
기어 치형		전위	다듬질방법	호브 절삭	
기준랙	치 형	보통이			
	모 둘	6			
	압력각	20°	정밀도	KS B 1405 5급	
잇 수		18	비 고	상대 기어 전위량	0
기준 피치 원지름		108		상대 기어 잇수	50
전위량		+3.16		중심 거리	207
전체 이높이		13.34		백래시	0.20~0.89
이두께	결치기	$47.96_{-0.38}^{-0.08}$		• 재 료	
	이두께	(결치기 잇수=3)	• 열처리		
			• 경 도		

13.2 기어의 제도

2) 헬리컬 기어의 제도

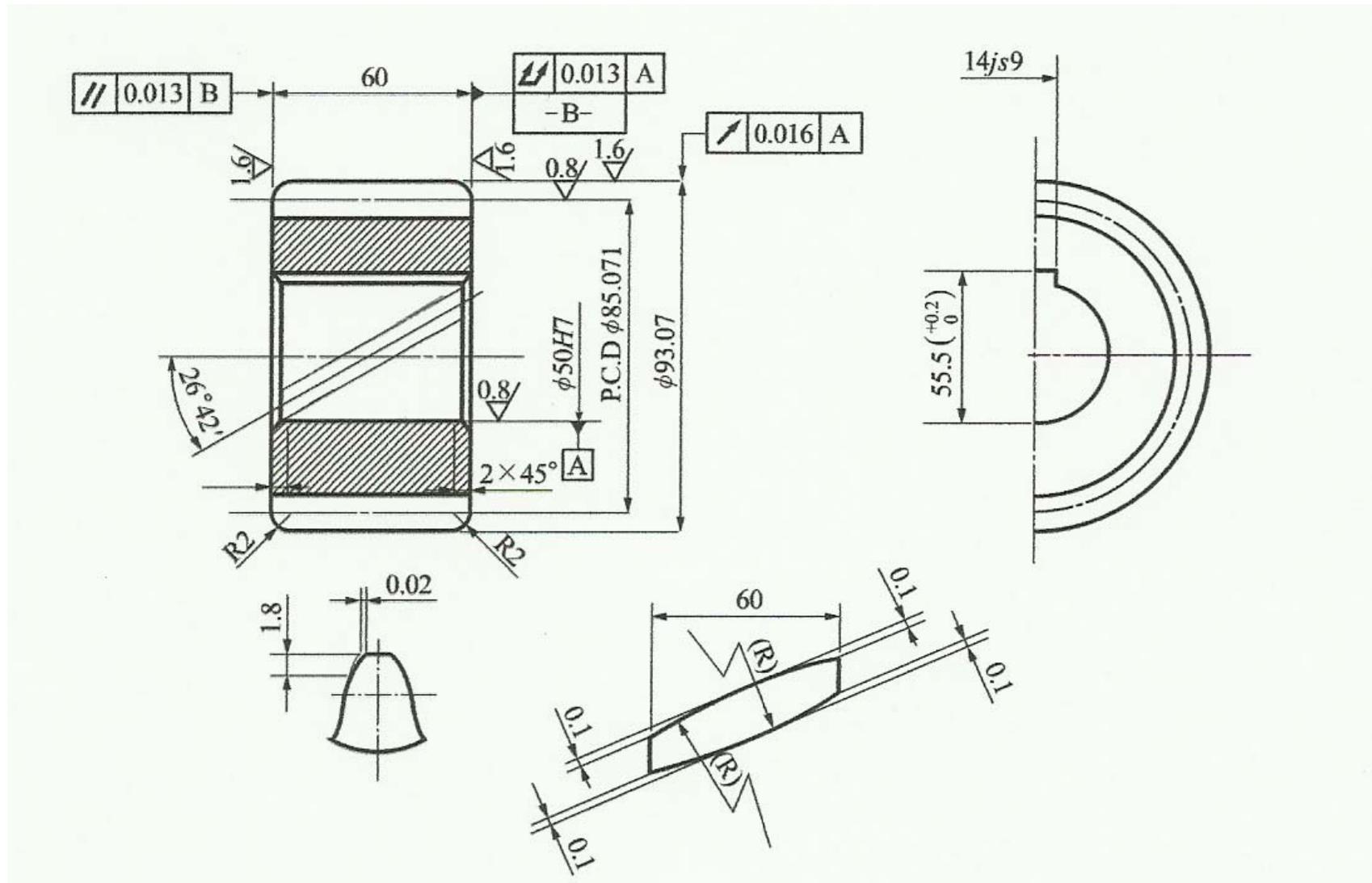
▷ 헬리컬 기어와 각부 치수 계산식



명칭과 기호	헬리컬 기어 (치직각방식 m)	더블 헬리컬기어(축직각방식)	
		사이크스식 ($\beta = 23^\circ$ 또는 30°)	산더랜드식 ($\beta = 22.5^\circ$ 또는 30°)
이끝 높이(h_k)	$1m$	$0.89 m_s$	$0.8796 m_s$
이뿌리 높이(h_f)	$1.157m$	$1.10 m_s$	$1.0053 m_s$
이높이(h)	$2.157m$	$1.99 m_s$	$1.8849 m_s$
치직각 원주피치(p)	πm	$\pi m_s \cos \beta$	$\pi m_s \cos \beta$
축직각 원주피치(p_s)	$p / \cos \beta$	πm_s	πm_s
치직각 모듈(m)	p / π	$m_s \cos \beta$	$m_s \cos \beta$
축직각 모듈(m_s)	$m / \cos \beta$	p / π	p / π
피치 원지름(D)	$Zm / \cos \beta$	Zm_s	Zm_s
바깥 지름(D_k)	$D + 2h_k$	$D + 2h_k$	$D + 2h_k$
잇수(Z)	$D \cos \beta / m$	D / m_s	D / m_s
상당 잇수(Z_e)	$Z / \cos^3 \beta$	$Z / \cos^3 \beta$	$Z / \cos^3 \beta$
리드(l)	$\pi D / \tan \beta$	$\pi D / \tan \beta$	$\pi D / \tan \beta$

13.2 기어의 제도

▷ 헬리컬 기어 도면



13.2 기어의 제도

▷ 헬리컬 기어 요목표

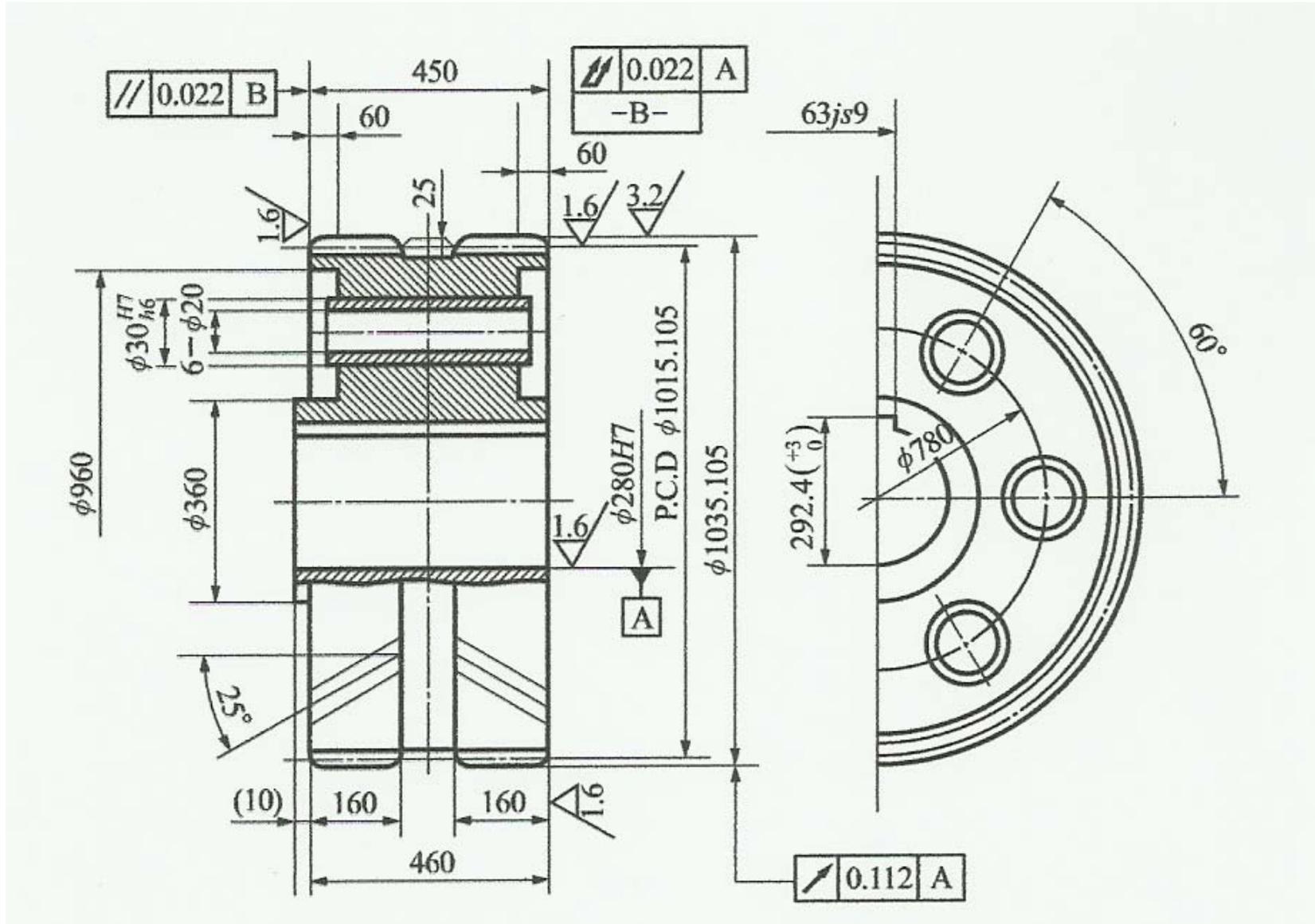
[표 13.5] 헬리컬 기어 요목표

(단위 : mm)

헬리컬 기어				
기어 치형	표준	전체 이높이		9.40
치형기준평면	치직각	이두께	오버핀(볼)치수	95.19 ^{-0.17} _{-0.29} (볼지름=7.144)
기준랙	보통이			
	모듈	다듬질 방법		연삭 다듬질
	압력각	정밀도		KS B 1405 1급
잇수	19	비 고	상대기어잇수	24
비틀림 각	26.7° (26°42')		중심거리	96.265
비틀림 방향	왼쪽		기초원 지름	78.783
*리드	531.385		• 재료	SNCM 415
기준피치원지름	85.071		• 열처리	침탄 퀴칭
			• 경도(표면)	HRC 55~61
			유효경화층 깊이	0.8~1.2
			백래시	0.15~0.31
			치형수정 및 크라운을 할 것	

13.2 기어의 제도

▷ 더블 헬리컬 기어 도면



13.2 기어의 제도

▷더블 헬리컬 기어 요목표

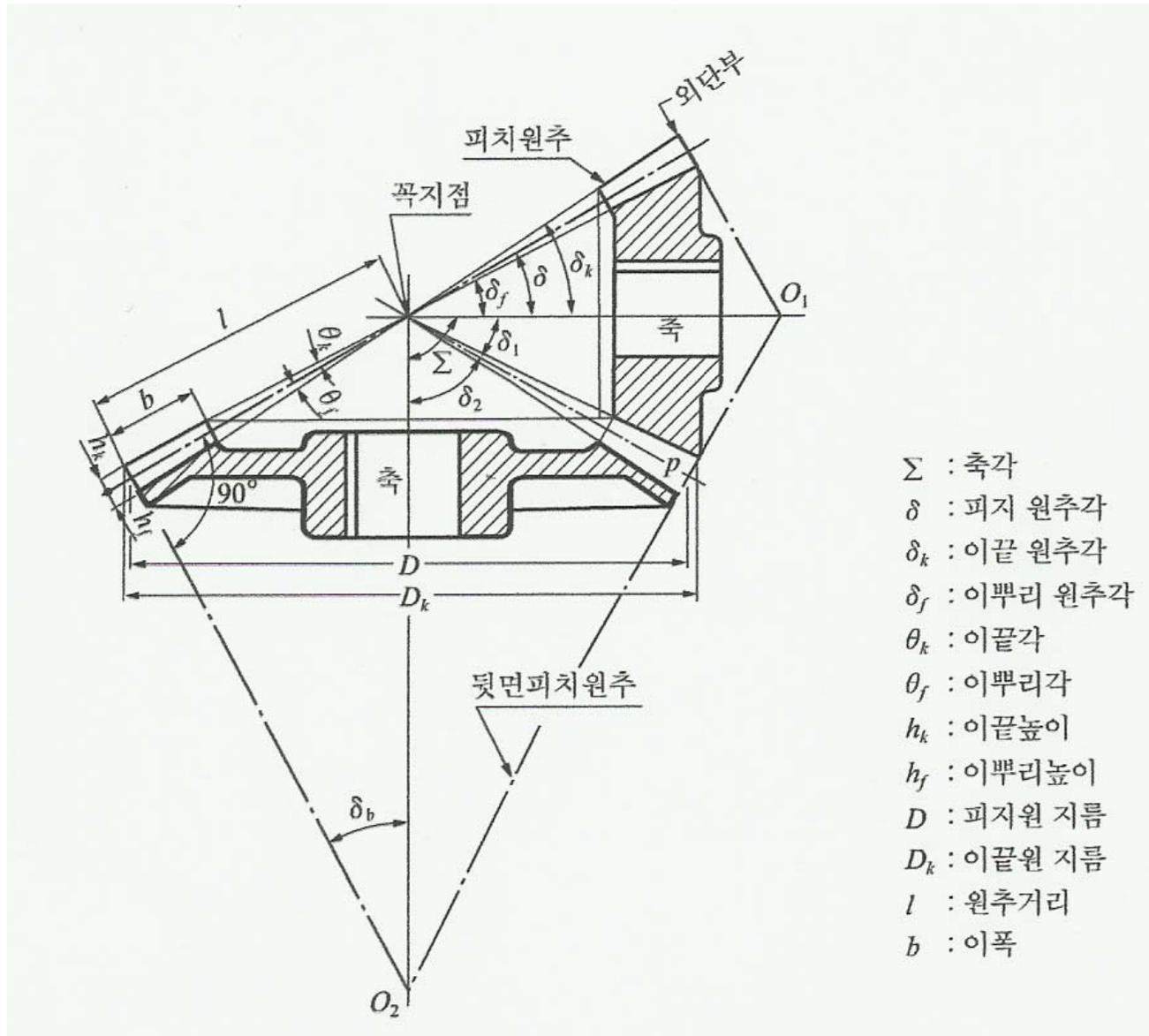
[표 13.6] 더블 헬리컬 기어 요목표

(단위 : mm)

더블 헬리컬 기어				
기어치형	표준	이두께	활줄 이두께 (치직각)	15.71 ^{+0.15} _{+0.50} (캘리퍼 이높이=10.05)
치형기준평면	치직각			
치형	보통이			
기준랙	모듈	다듬질방법		호브 절삭
	압력각	20°	정밀도	KS B 1405 4급
잇수	92	비 고	상대 기어 잇수 중심 거리 백래시 • 재료 • 열처리 • 경도	20 617.89 0.3~0.85
비틀림 각	25°			
비틀림 방향	도 시			
*리드				
기준피치원지름	1015.105			
전체 이높이	22.5			

13.2 기어의 제도

3) 베벨기어의 제도 ▷ 베벨기어의 각부 명칭



13.2 기어의 제도

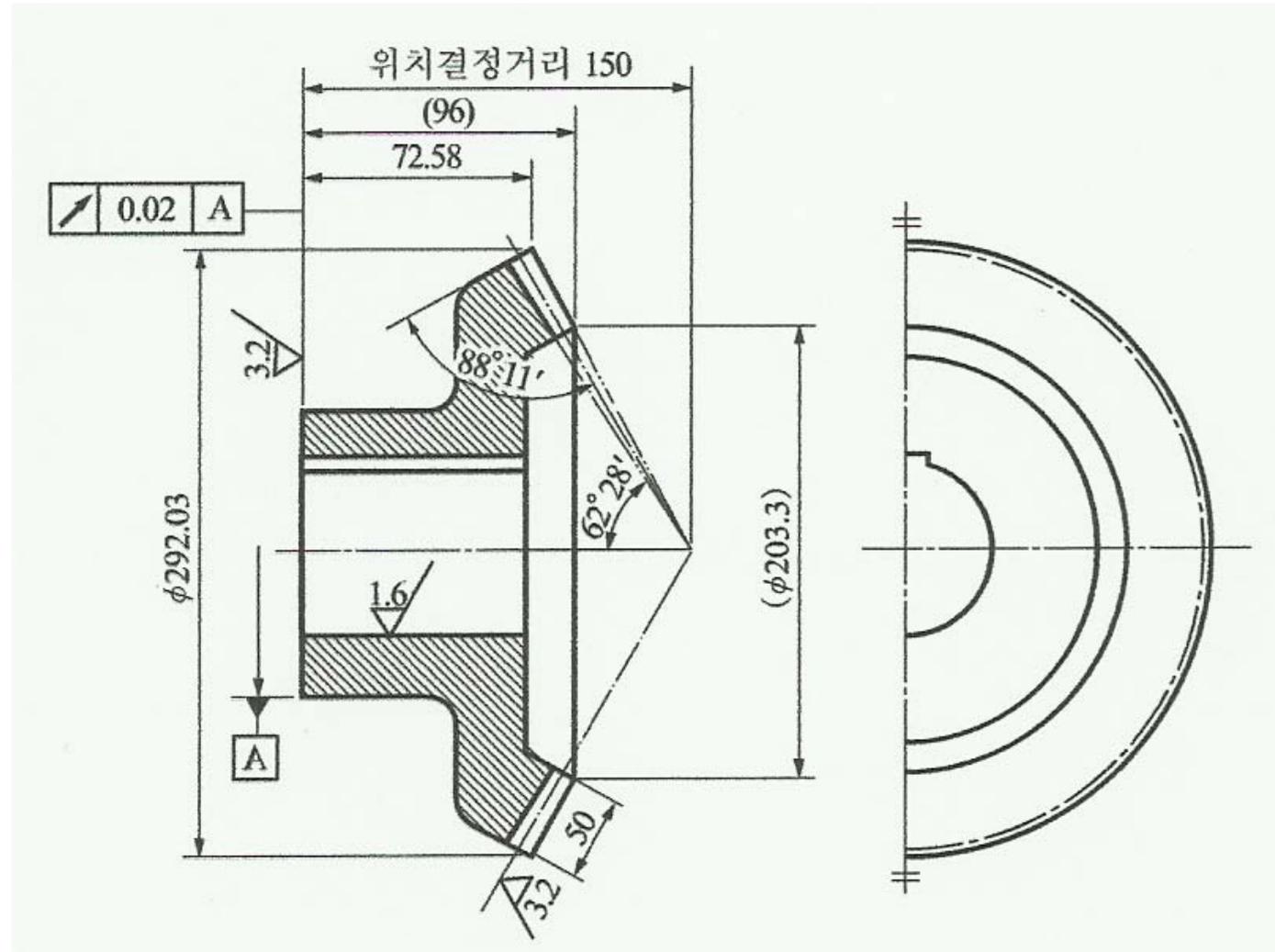
▷ 베벨기어의 치수 계산식

[표 13.7] 베벨 기어의 치수 계산식

명 칭	기호	계 산 식
축각(shaft angle)	Σ	$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$
피치원추각(pitch cone angle)	δ	$\tan \delta_1 = \sin \Sigma / \left(\frac{Z_2}{Z_1} + \cos \Sigma \right)$
		$\tan \delta_2 = \sin \Sigma / \left(\frac{Z_1}{Z_2} + \cos \Sigma \right)$
피치원 지름(pitch circle dia)	D	$D_1 = Z_1 m, D_2 = Z_2 m$
바깥지름	D_k	$D_k = D + 2h_k \cos \delta$
이끝높이(addendum)	h_k	$h_k = m$
이뿌리높이(dedendum)	h_f	$h_f = m + c_k$
원추거리(cone distance)	l	$l = D/2 \sin \delta$
이폭(face width)	b	$b = (1/3 \sim 1/4) l$
이끝각(addendum angle)	θ_k	$\tan \theta_k = \frac{2h_k \sin \delta}{D} = \frac{h_k}{l}$
이뿌리각(dedendum angle)	θ_f	$\tan \theta_f = h_f / l$
이두께(tooth thickness)	t	$t = \pi m / 2$
뒷면 원추각(back cone angle)	δ_b	$\delta_b = 90^\circ - \delta$

13.2 기어의 제도

▷ 직선 베벨기어의 도면



13.2 기어의 제도

▷ 직선 베벨기어의 요목표

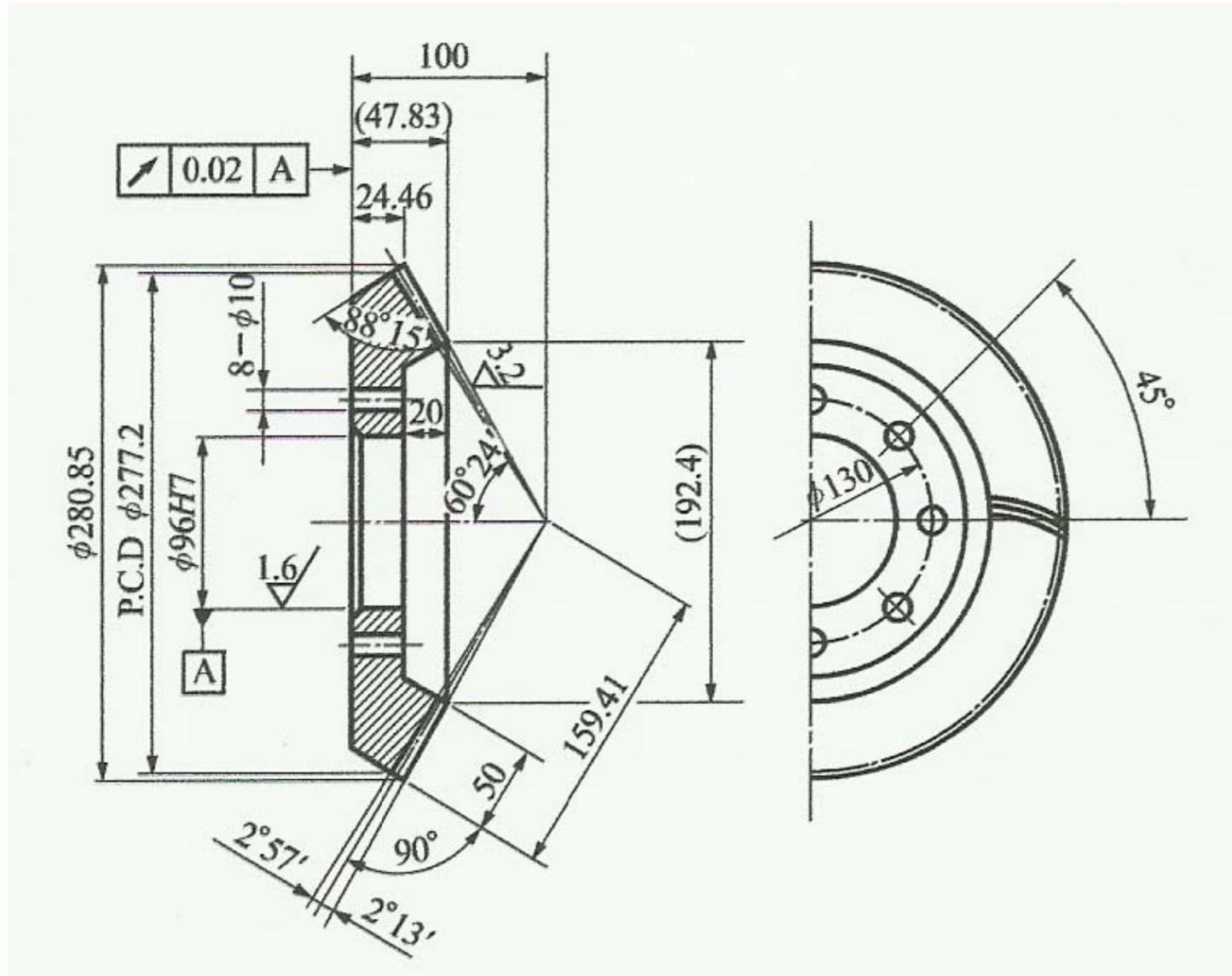
[표 13.8] 직선 베벨기어 요목표

(단위 : mm)

직선 베벨기어					
구 분	기어	(피니언)	구 분	기어	(피니언)
치형	글리손식		기준피치원추각	60° 39'	(29°21')
모듈	6		이뿌리원추각	57° 32'	
압력각	20°		이끝원추각	62° 28'	
잇수	48	(27)	이두께	측정위치	외단부 이끝원
축각	90°			원호이두께 (치직각)	8.08 ^{-0.10} _{-0.15} 캘리퍼 4.14
기준피치원지름	288	(162)	다듬질 방법		절삭
이높이	13.13		정밀도		KS B 1412 4급
이끝높이	4.11		비고	백래시	0.2~0.5
이뿌리높이	9.02			이접촉	KS B 1417 구분 B
원추거리	165.22			• 재료	SCM 420 H
				• 열처리	
				• 유효 경화층 깊이	0.9~1.4
				• 경도(표면)	HRC 60±3

13.2 기어의 제도

▷ 스파이럴 베벨기어 도면



13.2 기어의 제도

▷스파이럴 베벨기어 요목표

[표 13.9] 스파이럴 베벨기어 요목표

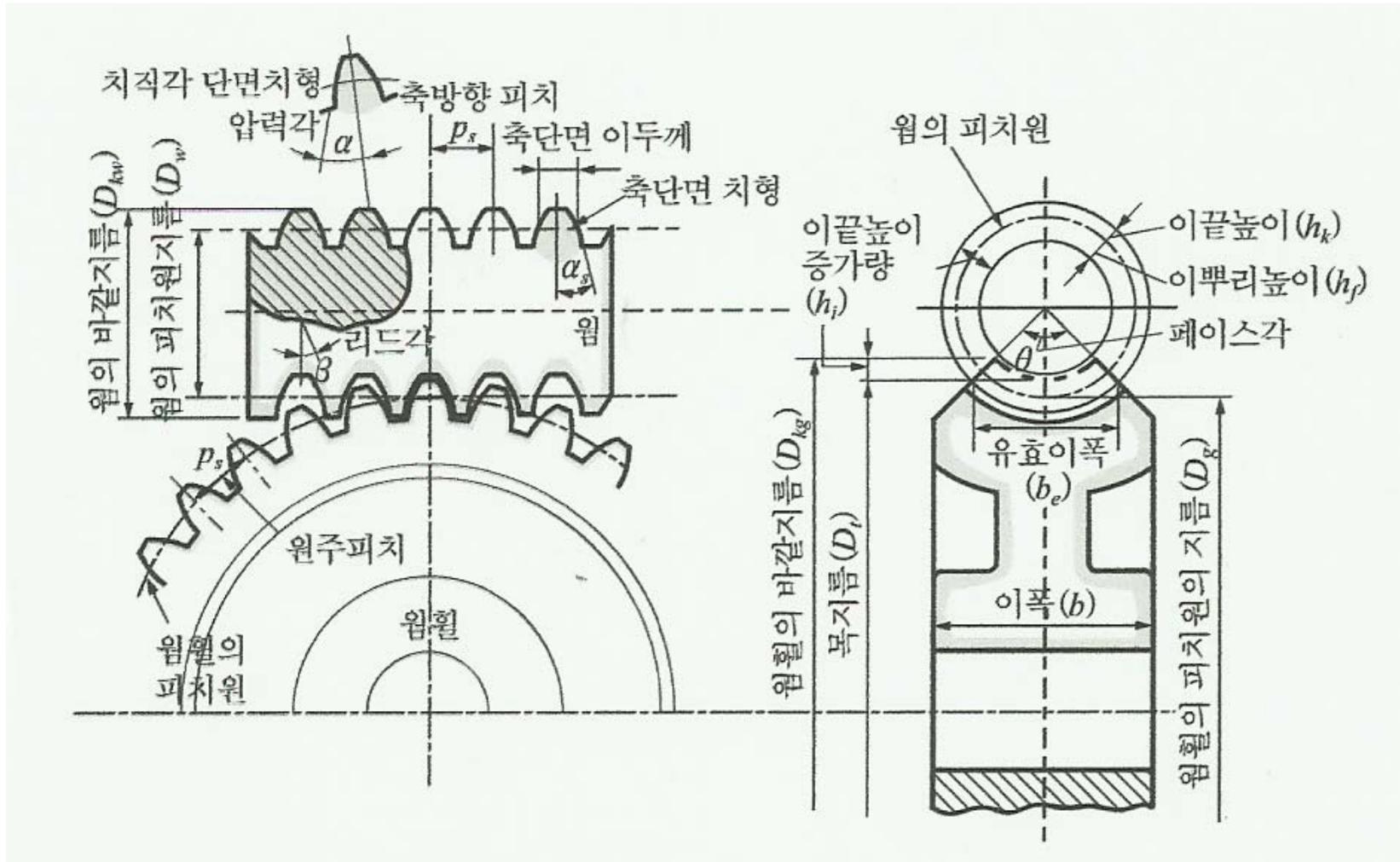
(단위 : mm)

스 파 이 럴 베 벨 기 어					
구 분	기 어	(피니언)	구 분	기 어	(피니언)
치 형	글리손식		원추거리	159.41	
이절삭 방법	스프레이드 블레이드법		기준피치원추각	60° 24'	(29° 36')
커터지름	304.8		이뿌리원추각	57° 27'	
모듈	6.3		이끝원추각	62° 09'	
압력각	20°		이두께	측정위치	외단부 이끝원
잇수	44	(25)		원호이두께	8.06
축각	90°		다듬질 방법	연 삭	
비틀림 각	35°		정밀도	KS B 1412 4급	
비틀림 방향	오른쪽		비 고	백래시	0.18~0.23
기준피치 원지름	277.2			• 재료	SCM 420 H
이높이	11.89			• 열처리	침탄 퀘칭 템퍼링
이끝높이	3.69			• 유효 경화층 깊이	1.0~1.5
이뿌리높이	8.20			• 정도(표면)	HRC 60±3

13.2 기어의 제도

4) 월기어의 제도

▷ 월기어의 각부 명칭



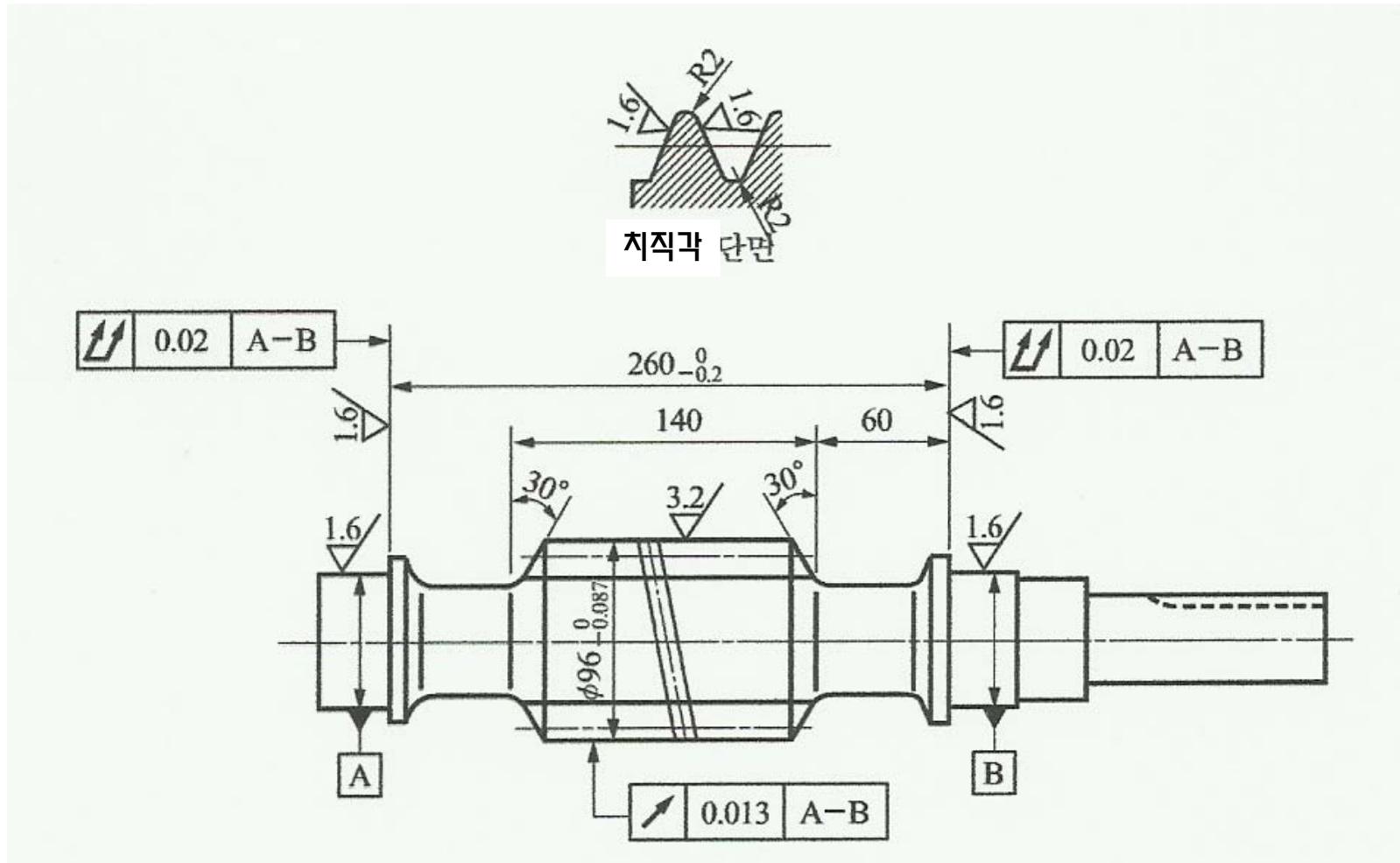
13.2 기어의 제도

▷ 워مل기어의 치수 계산식

명 칭	기호	워مل(첨자 w)	워مل(첨자 g)
모듈	m	$m = \frac{p}{\pi} = m_s \cos \beta$ - 워مل의 치직각 모듈 $m_s = \frac{p_s}{\pi} = \frac{D_g}{Z_g} = m / \cos \beta$ - 워مل의 축직각 모듈	
리드각(비틀림각)	β	$\tan \beta = \frac{l}{\pi D_w}$	비틀림각(β)
리드	l	$l = p_s Z_w$	$l = \pi D_g i$ (i 는 속도비)
이끝높이	h_k	$h_k = m_s$ ($Z_w = 1, 2$)	$h_k = 0.9m_s$ ($Z_w = 3, 4$)
총이높이	h	이끝틈새 $C_k \geq 0.25m_s$ 일 때 $h = 2.25m_s$ ($Z_w = 1, 2$)	$h = 2.05m_s$ ($Z_w = 3, 4$)
피치원지름	D	$D_w = \frac{l}{\pi \tan \beta}$ $D_w = 2p_s + 12.7(\text{mm})$ - 축과 일체 $D_w = 2.4p_s + 28(\text{mm})$ - 축과 분리	$D_g = m_s Z_g$
이끝원지름	D_k	$D_{kw} = D_w + 2h_k$	(목지름 $D_t = D_g + 2h_k$) $D_{kg} = D_t + 2h_i$
이뿌리원지름	D_f	$D_{fw} = D_w - 2h_f$	$D_{fg} = D_g - 2h_f$
워مل의 길이	L	$L = (4.5 + 0.02Z_g)p_s$	
이폭	b		$b = 2.4p_s + 6(\text{mm})$ ($Z_w = 1, 2$) $b = 2.15p_s + 5(\text{mm})$ ($Z_w = 3, 4$)
워مل의 페이스각	θ		$\theta = 2 \cos^{-1} \left(\frac{D_w}{D_{kw}} \right)$

13.2 기어의 제도

▷ 웜의 도면



13.2 기어의 제도

▷ 워ムの 요목표

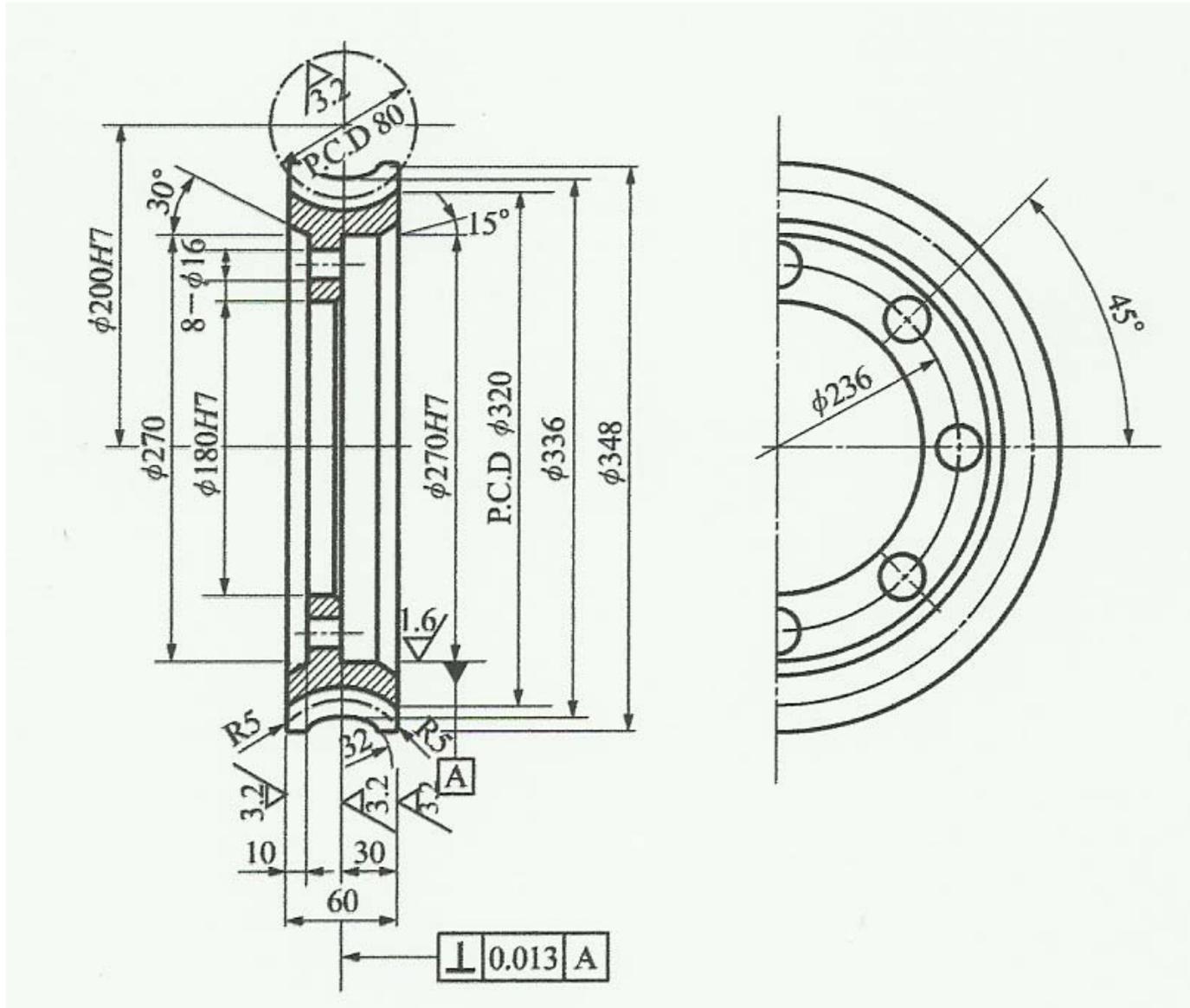
[표 13.11] 워ムの 요목표

(단위 : mm)

워ム				
치형	KS B 1416 3형	이 두 개	원호이두께 (치직각)	$12.32_{-0.15}^0$ 캘리퍼 이높이 = 8
축방향 모듈	8		오버핀치수 핀지름	
줄수	2			
비틀림 방향	오른쪽			
기준피치원지름	80	비 고	백래시	0.21~0.35
지름계수	10.00		중심거리	200
리드각	11° 18' 36"		이접촉 • 재료	KS B 1417 구분 B SM 45 C
다듬질 방법	연삭		• 열처리	치면 고주파 켈칭
*정밀도			• 경도 (표면)	HRC 50~55

13.2 기어의 제도

▷ **웜의 도면**



13.2 기어의 제도

▷ 워홀의 요목표

[표 13.12] 워홀의 요목표

(단위 : mm)

워 홀				
상대치형	KS B 1416 3형	다듬질 방법	호브 절삭	
축방향 모듈	8	*정밀도		
잇수	40	백래시(피치 원둘레 방향) 참고이두께 원호이두께(치직각) 12.32 캘리퍼이높이 8. 12	0.21 ~ 0.35	
기준피치원지름	320			
상대원	줄수			2
	비틀림 방향			오른쪽
기준피치원지름	80	전위량	0	
리드각	11° 18' 36"	이접촉	KS B 1417 구분 B	
		*재료	PBC 2 B	