

Mechanical Design I

5. Screw (Chap. 5.1-5)

Bong-Kee Lee
School of Mechanical Engineering
Chonnam National University

Note

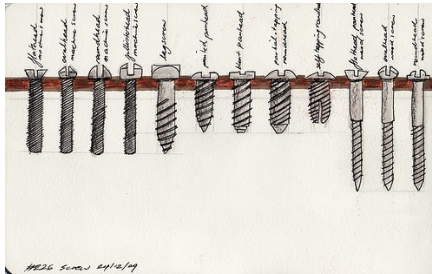
기계 요소군	기계 요소	기능
축계 요소	축 축이음(커플링, 클러치) 베어링 키, 핀, 코터	회전 및 동력전달 축과 축을 연결 축 지지 축과 보스(회전체) 연결
운동조정용 요소	제동 요소 완충 요소	속도 조절 충격 완화



Screw

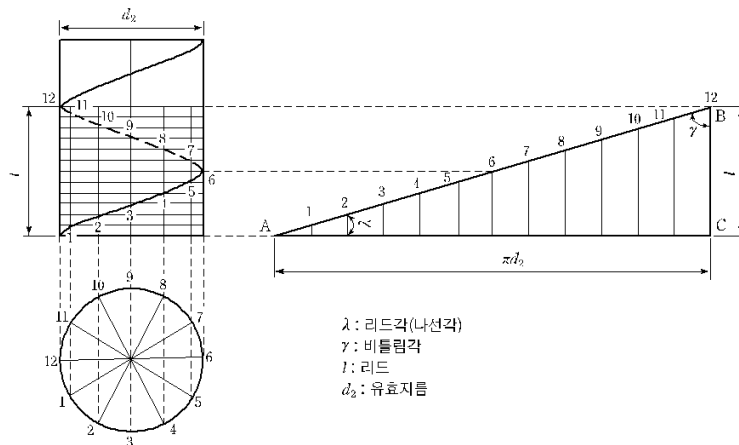
▪ 나사(screw)

- 결합용(체결용) 요소: 삼각 나사
 - 결합과 분해가 용이
- 운동용 요소: 사각 나사 또는 사다리꼴 나사
 - 회전운동 → 직선운동



Screw

▪ 나선 곡선(helix)

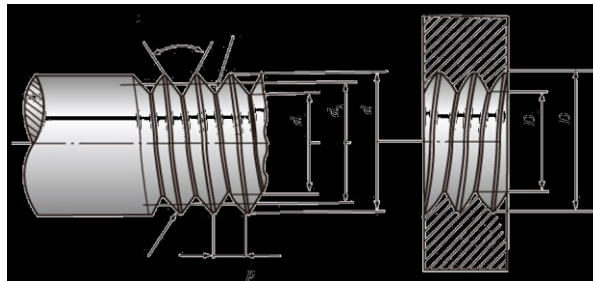


Screw

■ 나사의 구분(I)

- 나사산의 위치에 따라

- 수나사: 원통의 외면에 나사산이 위치 → 볼트
- 암나사: 원통의 내면에 나사산이 위치 → 너트

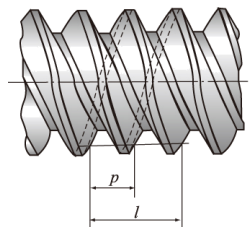


Screw

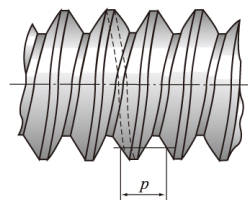
■ 나사의 구분(II)

- 나사산의 회전 방향에 따라(나선이 감긴 방향)

- 오른나사
- 왼나사



(a) 오른나사(두줄나사의 수나사)

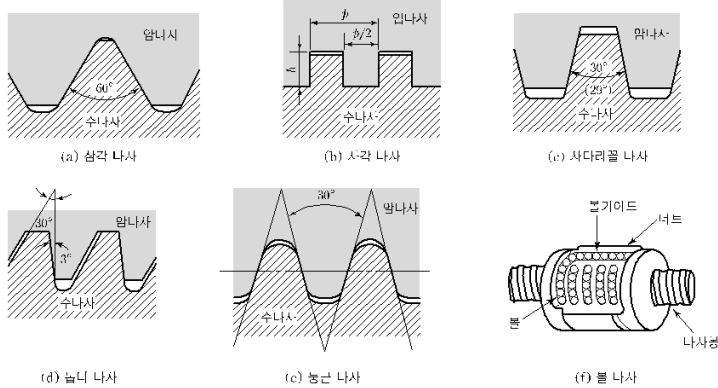


(b) 왼나사(한줄나사의 수나사)



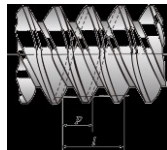
Screw

- 나사의 구분(III)
 - 나사산의 모양에 따라



Screw

- 나사의 구조와 명칭
 - 나사산(crest): 수나사에서 지름이 가장 큰 부분
 - 골(root): 지름이 가장 작은 부분
 - 피치(pitch): 서로 인접한 나사산과 나사산 사이의 축 방향 거리
 - 리드(lead): 나사가 1회전할 때 이동한 거리



$$l = np$$

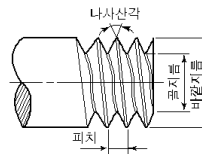


Screw

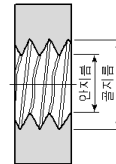
■ 나사의 구조와 명칭

- 바깥지름(d): 수나사의 바깥지름
 - 같은 크기의 암나사 지름 → 안나사의 끝지름(D)
- 안지름(D₁): 암나사의 안지름
 - 같은 크기의 수나사 지름 → 수나사의 끝지름(d₁)

	최대	최소
수나사(볼트)	바깥지름(d)	끝지름(d ₁)
암나사(너트)	끝지름(D)	안지름(D ₁)



(a) 수나사



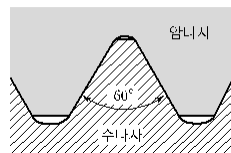
(b) 암나사



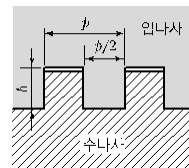
Screw

■ 나사의 구조와 명칭

- 유효지름(d₂ or d_e): 평균지름
 - 축에 평행한 방향으로 나사산의 길이와 나사홈의 길이가 같아지는 지점의 지름



$$d_2 \approx \frac{d + d_1}{2}$$



$$d_2 = \frac{d + d_1}{2}$$



Screw

■ 나사의 구조와 명칭

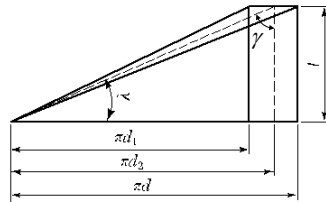
– 리드각(lead angle) 또는 나선각(helix angle)

- 유효지름을 기준

$$\tan \lambda = \frac{l}{\pi d_2}$$

한줄나사의 경우, $l = p = \pi d_2 \tan \lambda$

– 비틀림각



d_1 : 수나사의 끝지름

d_2 : 유효지름

d : 수나사의 바깥지름(호칭지름)

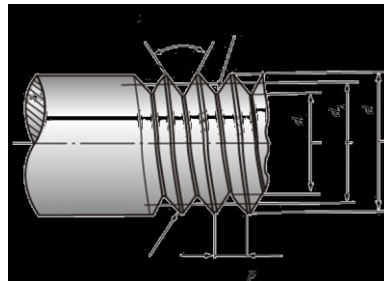


Screw

■ 나사의 구조와 명칭

– 나선산각(2β): 수나사의 나선산이 이루는 각도

– 플랭크각(flank angle, β): 일반적으로 나선산각의 1/2



Screw

▪ 나사의 구조와 명칭

- 나사산의 높이(h): 나사산을 반경 방향으로 측정
한 높이

$$h = \frac{d - d_1}{2}$$

- 사각나사의 경우,

$$d = d_2 + h$$

$$d_2 = d_1 + h$$

- 사각나사의 높이가 주어지지 않는 경우,

$$h \approx \frac{P}{2}$$



Screw

▪ 표기법

- 나사선의 감김 방향: 원나사의 경우, '좌' 또는 'L'
- 나사산의 줄 수: '(줄 수)줄' 또는 '(줄 수)N'
- 나사의 호칭: 나사의 종류에 따른 호칭법
- 나사의 등급: 공차역 및 IT 등급



Screw

- 호칭법
 - 피치를 [mm]로 표시하는 나사
 - (나사의 종류) (호칭지름) (피치)
 - 피치를 나사산 수로 표시하는 나사(유니파이 제외)
 - (나사의 종류) (호칭지름) 산 (나사산의 수/inch)
 - (나사의 종류) (호칭지름) - (나사산의 수/inch)
 - 유니파이 나사
 - (호칭지름을 표시하는 숫자 또는 번호) - (나사산의 수 /inch) (나사의 종류)



Screw

호칭법

구분	나사의 종류	나사의 종류를 표시하는 기호	나사호칭의 예	관련규격	비고	
ISO 규격에 있는 것	미터 보통 나사	M	M 8	KS B 0201	가장 많이 사용	
	미터 가는 나사	M	M 8×1	KS B 0204	볼트 풀림방지에 유리, 보통 나사보다 피치가 작음	
	미니류어 나사	S	S 0.5	KS B 0228	지름 1[mm] 이하의 나사에 이용	
	유니파이 보통 나사	UNC	3/8-16 UNC	KS B 0203	인치계열의 삼각나사이다.	
	유니파이 가는 나사	UNF	No.8-36 UNF	KS B 0206		
	미터 사다리꼴 나사	Tr	Tr 10×2	KS B 0229	운동용 나사	
	관용 테이퍼 나사	테이퍼 수나사	R	R 3/4	KS B 0222	수도, 가스 등 기밀을 요하는 부분에 쓰임, 완전한 기밀을 위하여 실링테이프가 쓰임.
		테이퍼 암나사	Rc	Rc 3/4	KS B 0222	
		평행 암나사(1)	Rp	Rp 3/4	KS B 0222	
	관용 평행 나사	G	G 1/2	KS B 0221	기계적 결합에 이용됨.	
ISO 규격에 없는 것	30도 사다리꼴나사	TM	TM 18	KS B 0227 (92.12.31 폐지)	운동용 나사	
	29도 사다리꼴나사	TW	TW 20	KS B 0226	운동용 나사	
	관용 테이퍼 나사	테이퍼 나사	PT	PT 8	KS B 0222 부속서	ISO와 같이 사용
		평행 암나사(2)	PS	PS 7	KS B 0222 부속서	ISO와 같이 사용
	관용 평행 나사	PF	PF 7	KS B 0221 부속서	ISO와 같이 사용	



Screw

- 나사의 종류 – 결합용 나사
 - 미터 나사(metric thread) & 유니파이 나사(unified screw thread)
 - 나사산각이 60°인 삼각나사
 - 미터계 단위 및 인치계 단위의 사용
 - 가는 나사의 경우, 보통 나사보다 지름에 비해 피치와 나사산의 높이가 작음
 - 관용 나사(pipe thread)



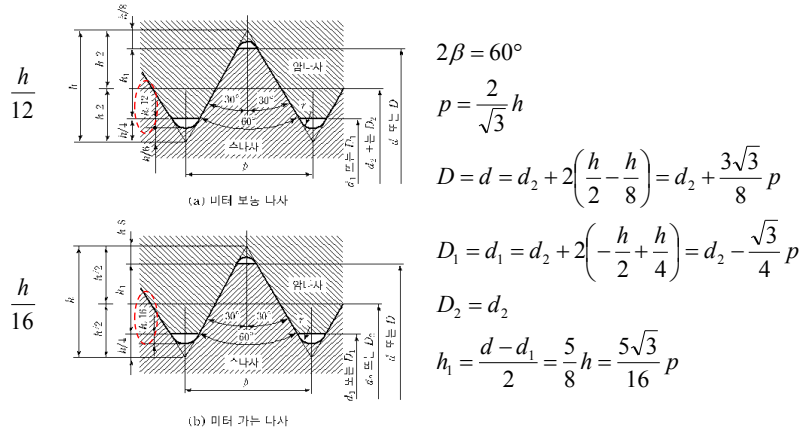
Screw

- 나사의 종류 – 결합용 나사
 - 미터 나사(metric thread)
 - 나사산각이 60°인 미터계 삼각나사로 표준적으로 가장 많이 사용
 - [M 호칭지름]: 미터 보통 나사
 - [M 호칭지름 x 피치]: 미터 가는 나사 – 자립성이 우수하여 이완방지용으로 이용



Screw

- 나사의 종류 - 결합용 나사
 - 미터 나사(metric thread)



Screw

- 나사의 종류 - 결합용 나사
 - 유니파이 나사(unified screw thread)

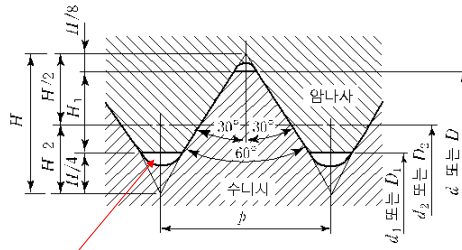
- 나사산각이 60°인 인치계 삼각나사
- (나사호칭에 관한 숫자) (나사산 수(n)/inch) (나사종류)
- [UNC]: 유니파이 보통 나사
- [UNF]: 유니파이 가는 나사
- 미터 나사와의 관계

$$p[\text{mm}] = \frac{25.4}{n(\text{in inch})}$$



Screw

- 나사의 종류 - 결합용 나사
 - 유니파이 나사(unified screw thread)



$\frac{H}{12}$ for UNC
 $\frac{H}{16}$ for UNF

$$p = \frac{25.4}{n}, 2\beta = 60^\circ, p = \frac{2}{\sqrt{3}} h$$

$$D = d = d_2 + 2\left(\frac{H}{2} - \frac{H}{8}\right) = d_2 + \frac{3\sqrt{3}}{8} p$$

$$D_1 = d_1 = d_2 + 2\left(-\frac{H}{2} + \frac{H}{4}\right) = d_2 - \frac{\sqrt{3}}{4} p$$

$$D_2 = d_2, H_1 = \frac{d - d_1}{2} = \frac{5}{8} H = \frac{5\sqrt{3}}{16} p$$



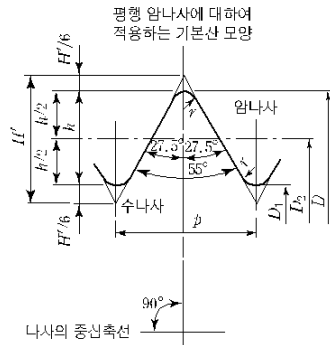
Screw

- 나사의 종류 - 결합용 나사
 - 관용 나사(pipe thread)
 - 절단된 파이프와 원통 이음쇠관의 연결에 이용
 - 나사산의 높이가 낮음 → 파이프의 강도저하 감소
 - 나사산각 55° & 표준치수: (나사산 수(n))/inch
 - 관용 테이퍼 나사(P_T)
 - 관용 평행 나사(P_F)

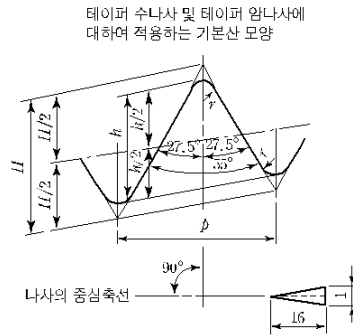


Screw

■ 나사의 종류 - 결합용 나사 - 관용 나사(pipe thread)



(a) 관용 평행나사(KS B 0221)



(b) 관용 테이퍼나사(KS B 0222)



Screw

■ 나사의 종류 - 운동용 나사 - 사각 나사(square thread)

- 나사잭(screw jack), 나사 프레스(screw press), 이송 나사(feed screw) 등에 이용
- 높은 나사의 효율, 어려운 가공

$$d_2 = \frac{d + d_1}{2}$$

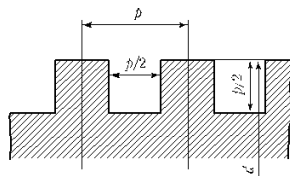
$$h = \frac{d - d_1}{2}$$



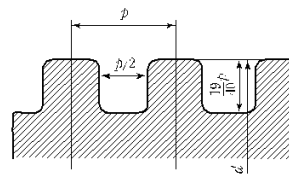
Screw

- 나사의 종류 - 운동용 나사
 - 사각 나사(square thread)

사각 나사의 종류	나사높이(h)	특징
아르멘고드(Armengaud) 나사	$(1/2)p$	사각단면, $p[\text{mm}]=0.09d+2$
언윈(Unwin) 나사	$(19/40)p$	모서리를 동글게 개선
셀러(Seller) 나사	$(7/16)p$	



(a) 아르멘고드 4각 나사



(b) 언윈 4각 나사



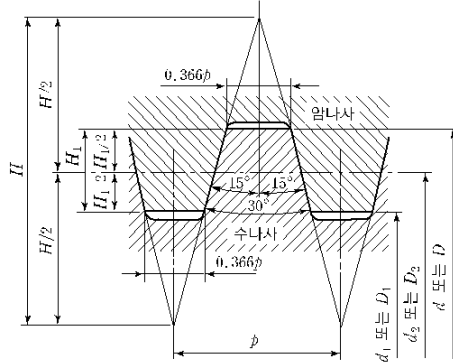
Screw

- 나사의 종류 - 운동용 나사
 - 사다리꼴 나사(trapezoidal screw thread)
 - 애크미(acme) 나사
 - 효율은 사각 나사보다 떨어지나, 가공이 용이함
 - 자동조심(self-aligning) 작용, 높은 강도, 큰 힘에 견딤
 - 공작기계의 이송 나사로 이용
 - [TW]: $2\beta=29^\circ$, 인치계, 수나사의 바깥지름
 - [Tr]: $2\beta=29^\circ$, 미터계, 바깥지름 \times 피치



Screw

- 나사의 종류 - 운동용 나사
 - 사다리꼴 나사(trapezoidal screw thread)
 - Tr (KS B 0229)



$$2\beta = 30^\circ$$

$$H = \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)p$$

$$H_1 = 0.5p$$

$$d_2 = d - 0.5p$$

$$d_1 = d - p$$

$$D_2 = d_2$$

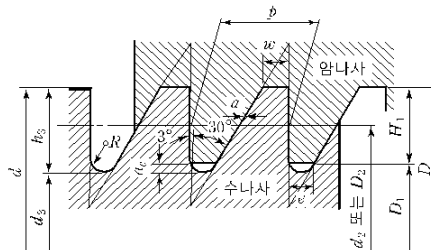
$$D_1 = d_1$$

$$D = d$$



Screw

- 나사의 종류 - 운동용 나사
 - 톱니 나사(buttless screw thread)
 - 하중의 작용방향이 항상 같은 경우: 압착기(presser), 바이스(vise) 등
 - 사각 나사(하중을 받는 쪽) + 삼각 나사



Screw

▪ 나사의 종류 - 운동용 나사

- 둥근 나사(round thread)

- 먼지, 모래, 녹가루 등이 나사산을 통하여 들어갈 염려가 있을 때 사용

