

기계공학 (Mechanical Engineering)

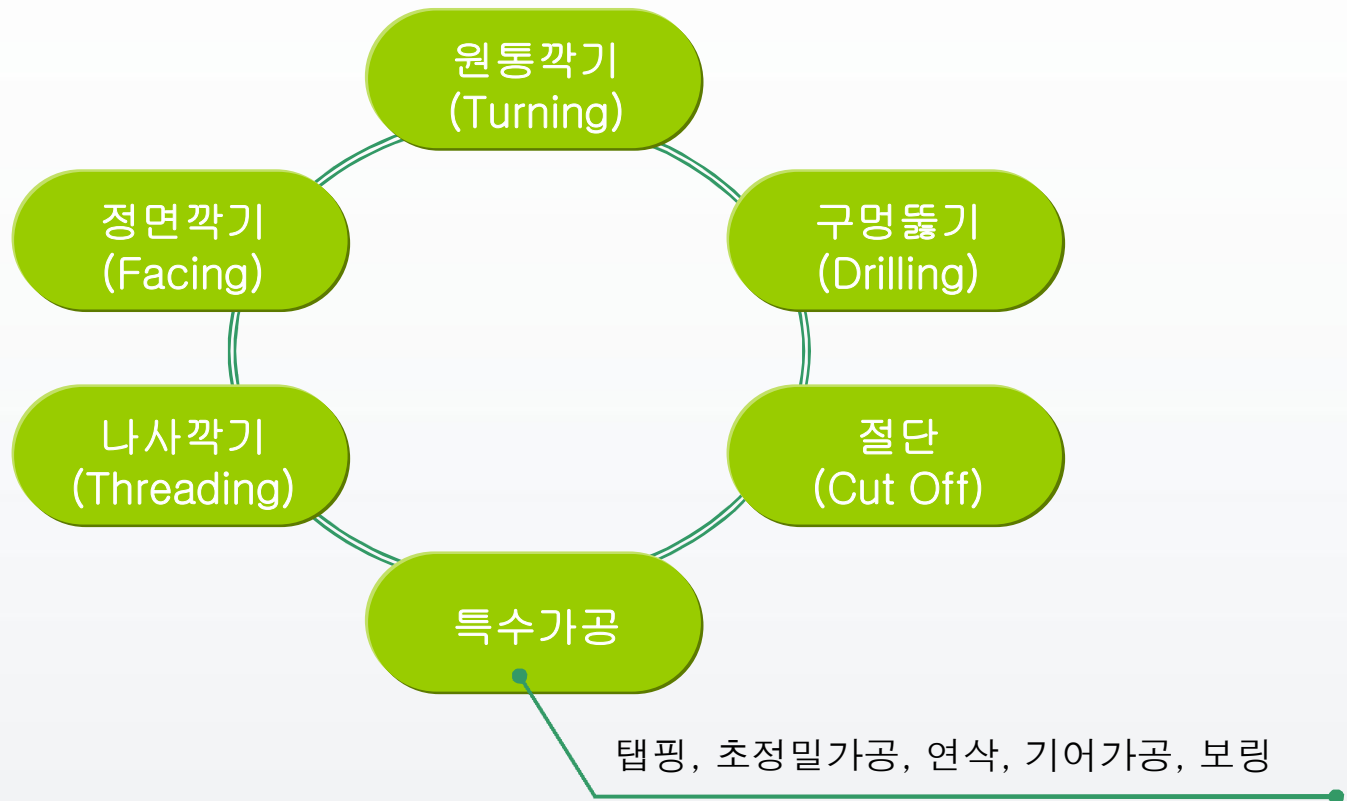
# 선반 작업

서울산업대학교 / 기계공학부  
이철구 교수

# 1. 선삭가공



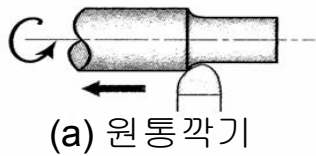
- ▶ 선삭가공 : 선반(Lathe)에서 이루어지는 절삭가공
- ▶ 선삭가공의 종류



# 1. 선삭가공



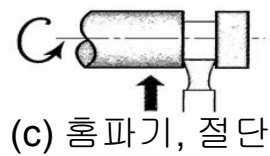
## ▶ 선반에 의한 가공



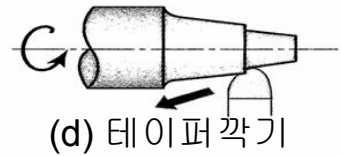
(a) 원통깎기



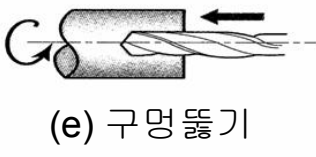
(b) 단면, 측면깎기



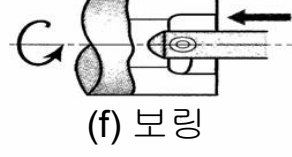
(c) 홈파기, 절단



(d) 테이퍼깎기



(e) 구멍뚫기



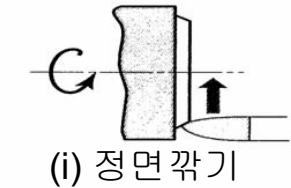
(f) 보링



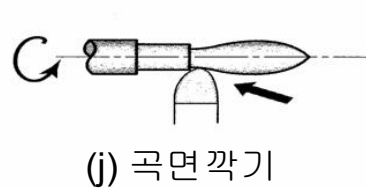
(g) 수나사깎기



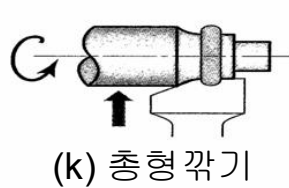
(h) 암나사깎기



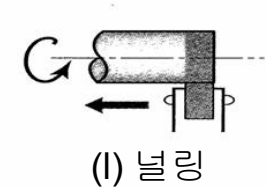
(i) 정면깎기



(j) 곡면깎기

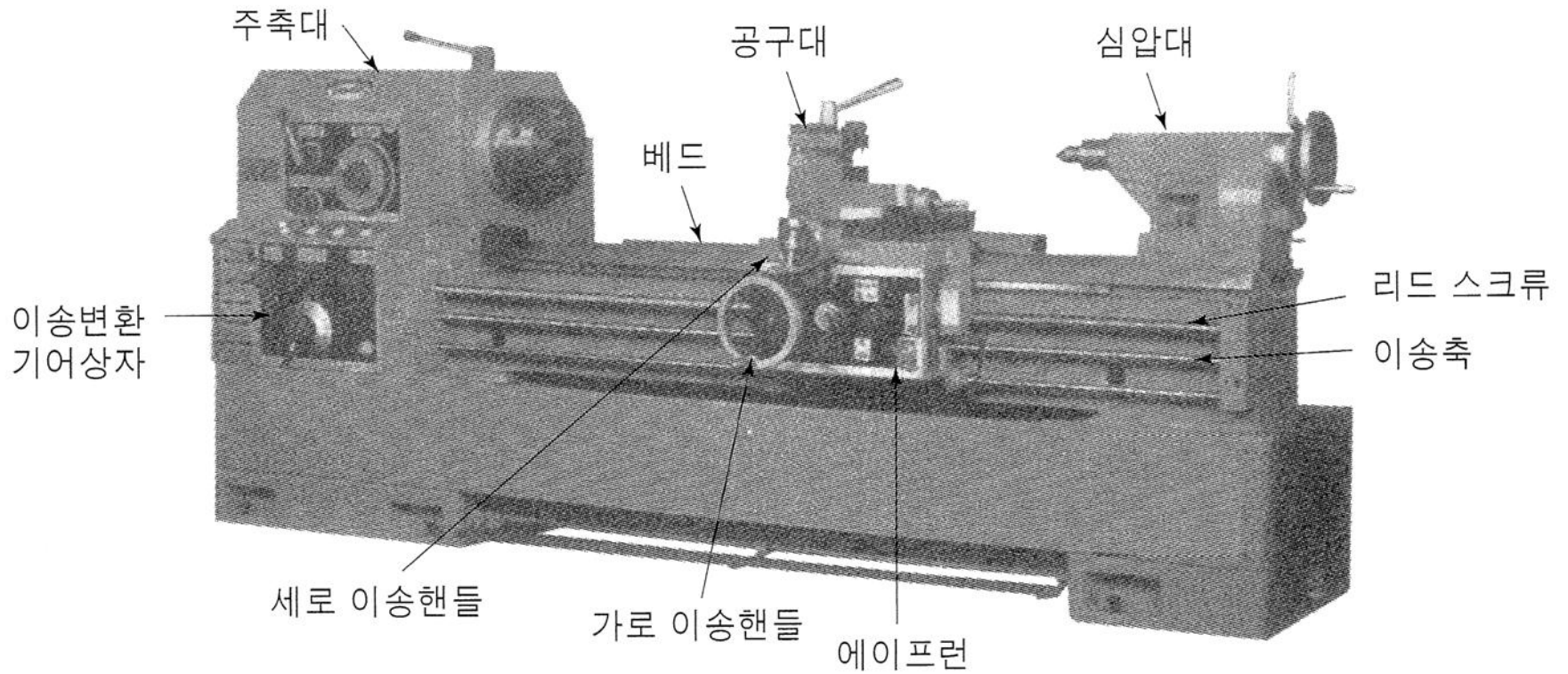


(k) 총형깎기



(l) 널링

## 2. 선반의 구조



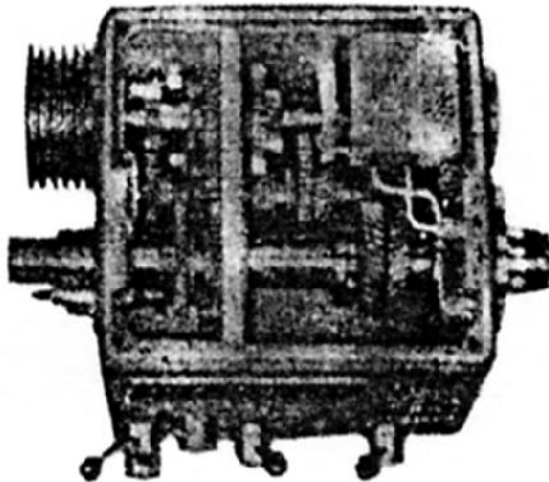
## 2. 선반의 구조

### 주축대 (Head Stock)

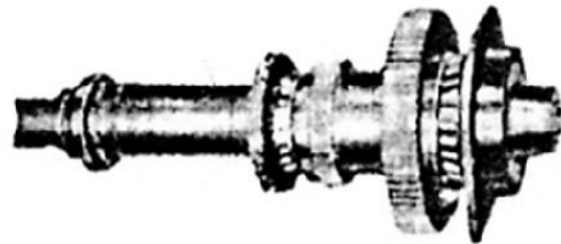
- 전동기의 동력을 전달하는 작용을 말하며 가공물을 고정하여 절삭 회전 운동을 하는 주축(Main Spindle)
- 종류 : 단차식과 기어식이 있음.

### 단차식 주축대

- 벨트식, 백 기어(Back Gear)사용
- 회전수를 1/2 ~ 1/3 감소



<주축대의 내부>

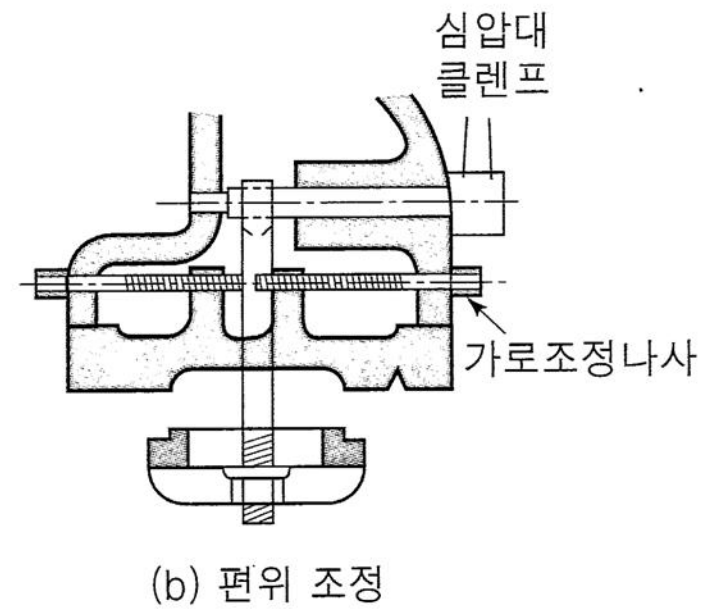
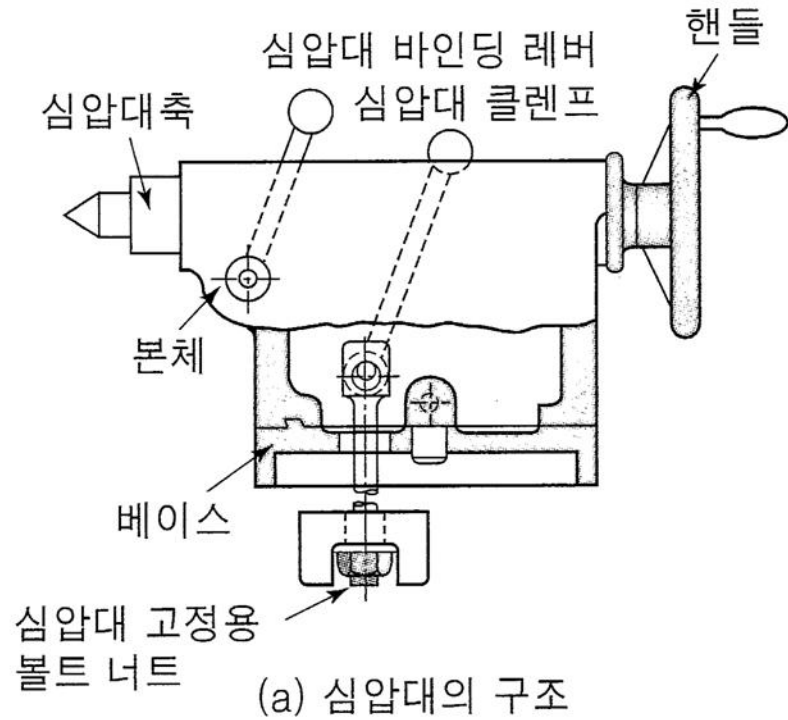


<주축>

### 3. 심압대(Tail Stock)



▶ 비교적 긴 공작물을 고정

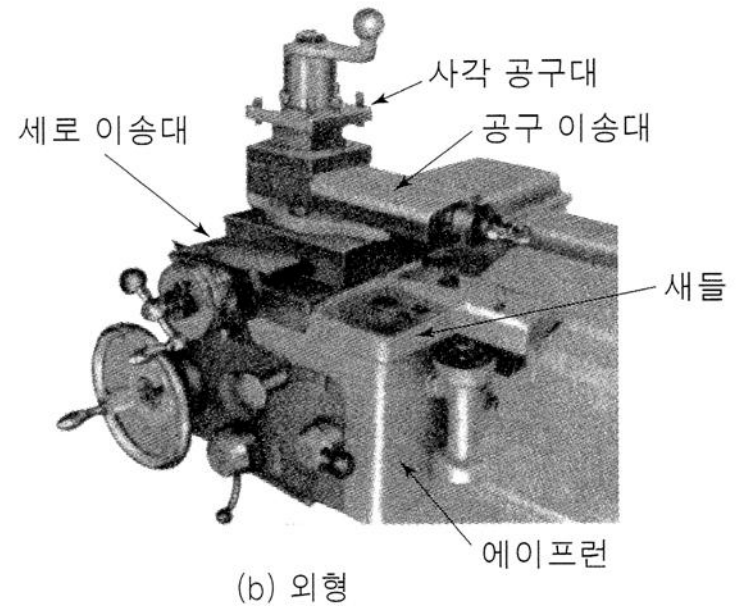
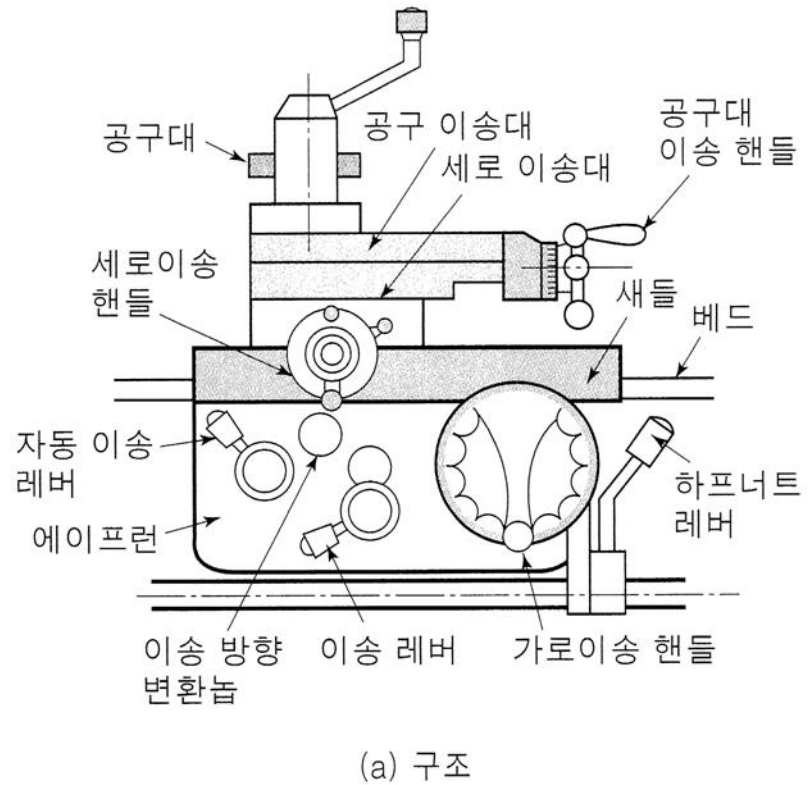


<심압대>

# 4. 왕복대(Carriage)



▶ 바이트의 이송과 절입을 위한 이송 장치

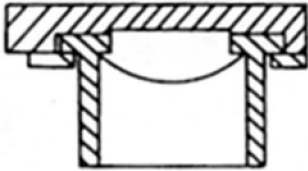
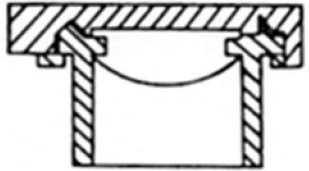


<왕복대와 에이프런>

# 5. 베드(Bed)



- ▶ 베드 : 심압대, 왕복대, 주축대를 지지하는 부분
- ▶ 베드 재질 : 고급주철로 만든 후 표면 경화하여 사용함.
- ▶ 베드 종류 : 영국식과 미식의 베드가 있음.

항목	영식	미식
수압 면적	크다	작다
단면 모양	평면	산형
용도	강력 절삭용	정밀 절삭용
사용 범위	대형 선반	중소형 선반
베드의 단면		

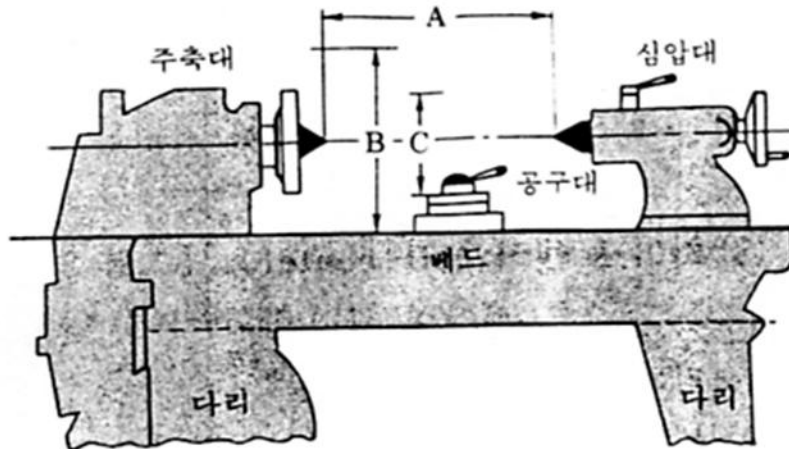
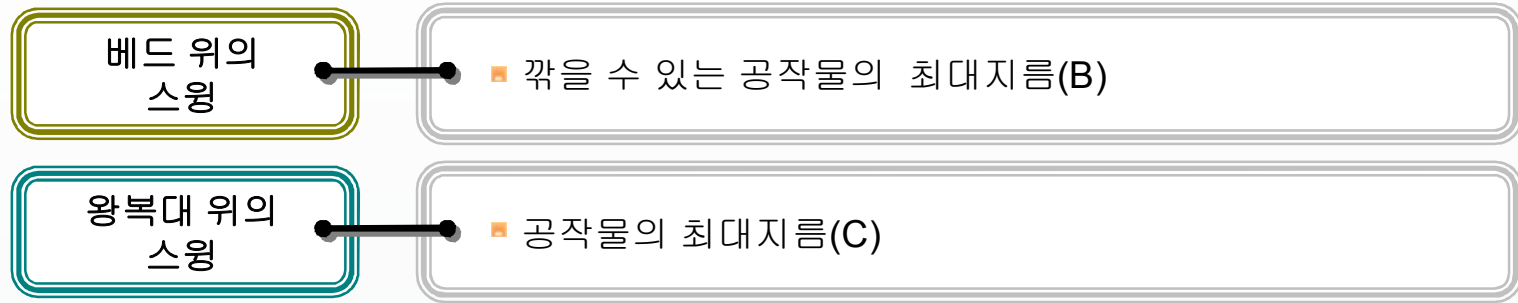
<영국식 · 미국식 베드의 특징>



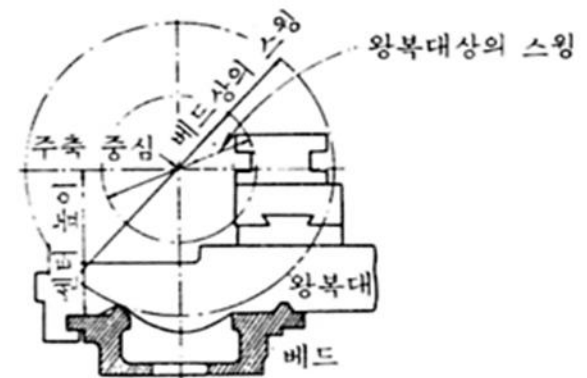
# 6. 선반규격 표시



- ▶ 양 센터 간의 거리 : 깎을 수 있는 공작물의 최대 길이(A)
- ▶ 스윙(Swing)



<선반의 크기>



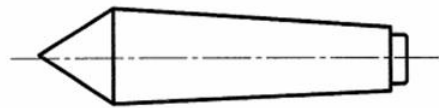
<선반의 스윙>

# 7. 선반의 부속장치



## ▶ 센터(Center)

- 공작물의 중심을 잡아줌.



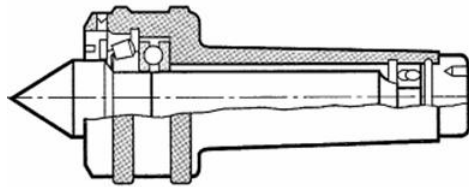
(a) 표준 센터



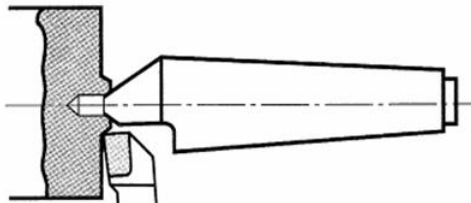
(b) 네가티브 센터



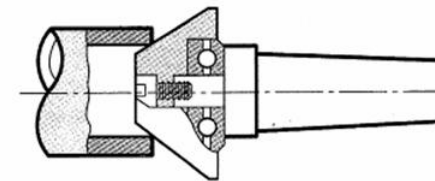
(c) 초경 센터



(d) 베어링 센터



(e) 하프 센터



(f) 파이프용 센터

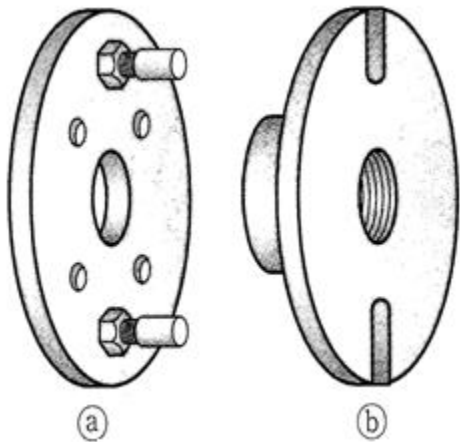
<센터의 종류>

# 7. 선반의 부속장치

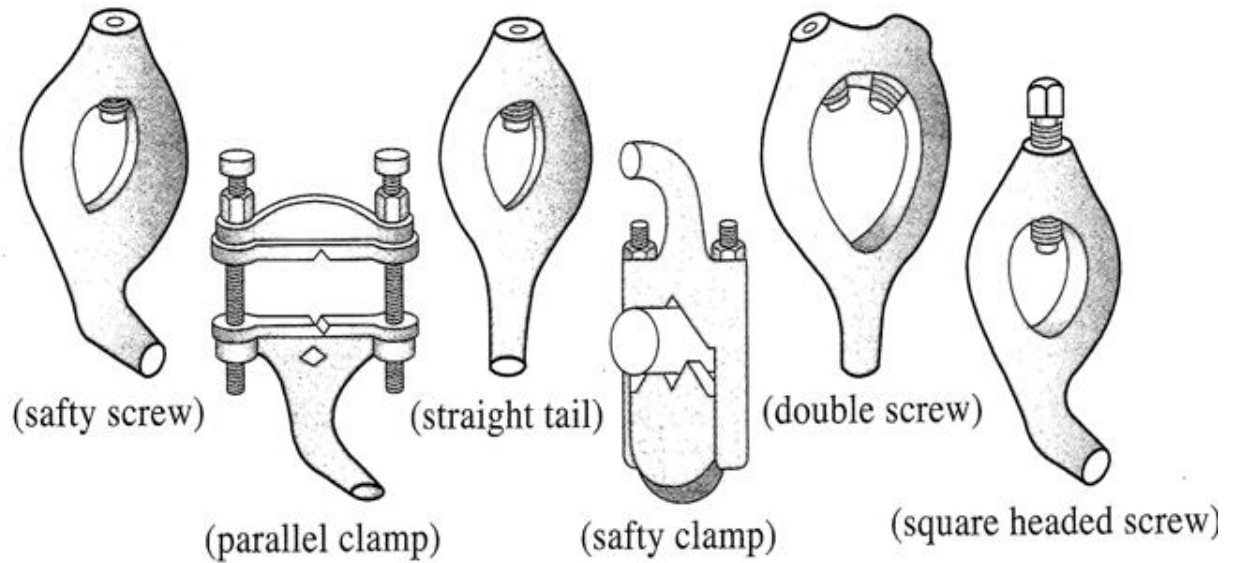


## ▶ 돌림판(Driving Plate), 돌리개(Lathe Dog)

- 주축의 회전을 공작물에 전달



<돌림판>



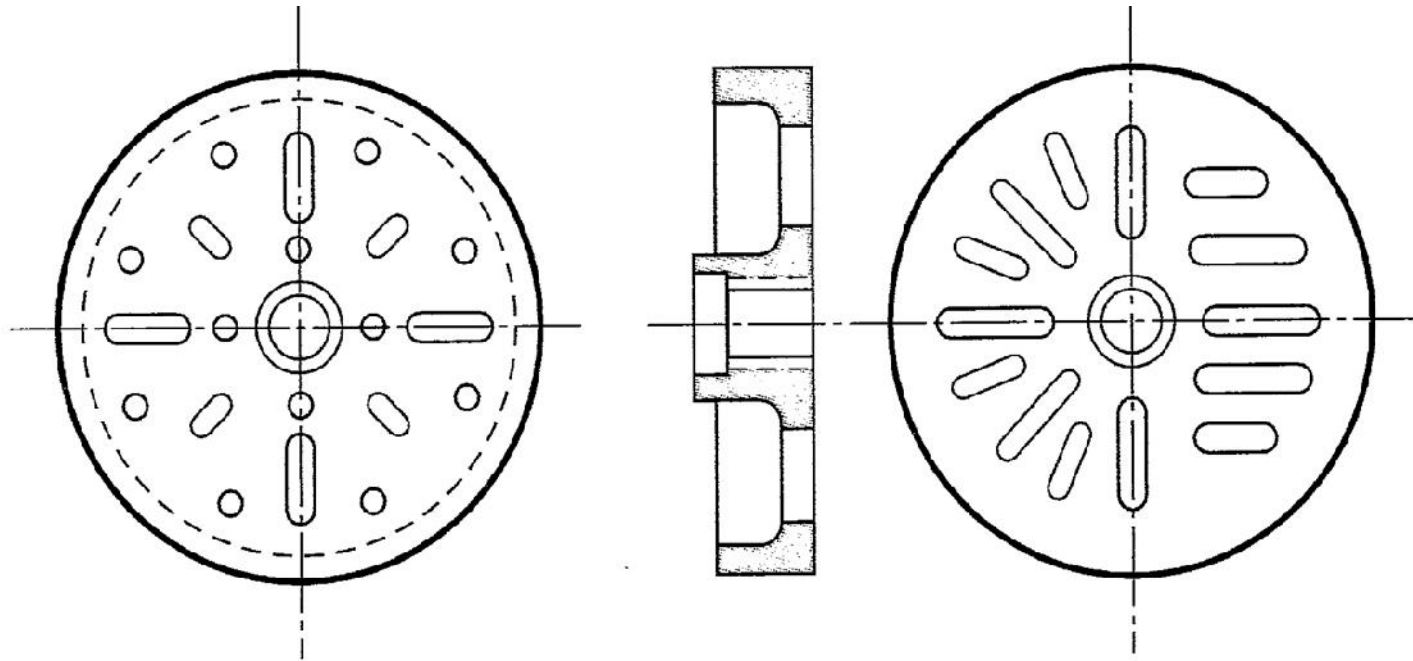
<돌리개>

## 7. 선반의 부속장치



### ▶ 면판(Face Plate)

- 돌림판과 유사, 주축 끝에 고정

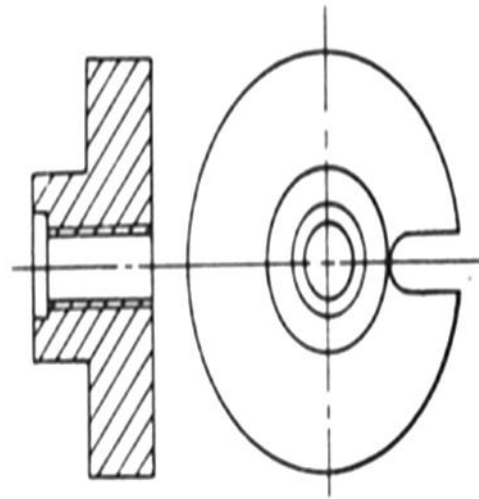


# 7. 선반의 부속장치

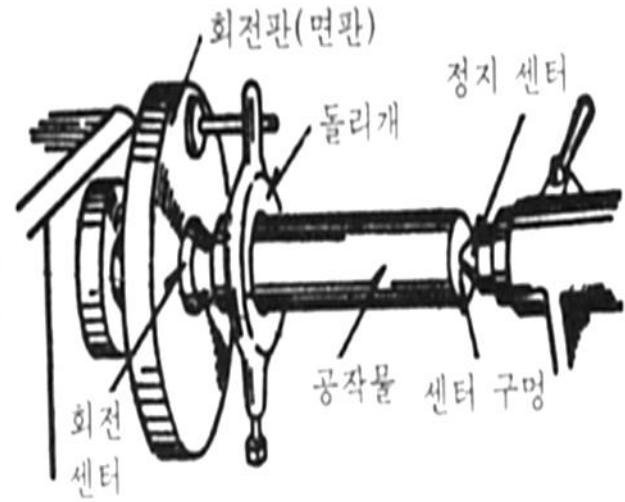


## ▶ 면판(Face Plate)

- 공작물의 형상이 불규칙하여 척사용이 곤란할 때 사용



(a) 면판(돌림판)



(b) 돌림판에 의한 공작물 고정법

# 7. 선반의 부속장치

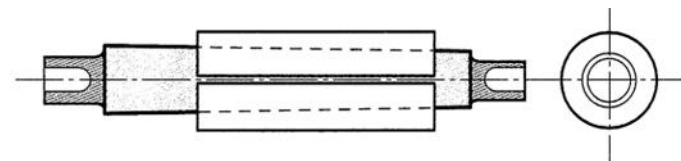


## ▶ 맨드릴 (Mandrel)

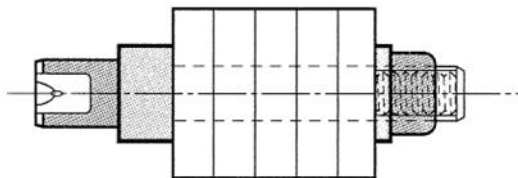
- 구멍이 뚫린 공작물의 외면가공



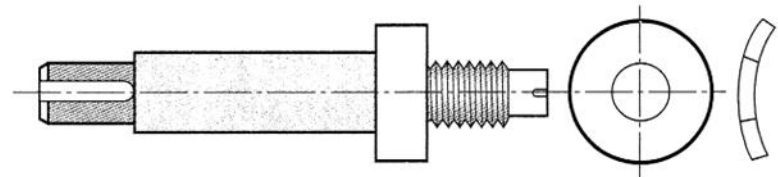
(a) 표준 맨드릴



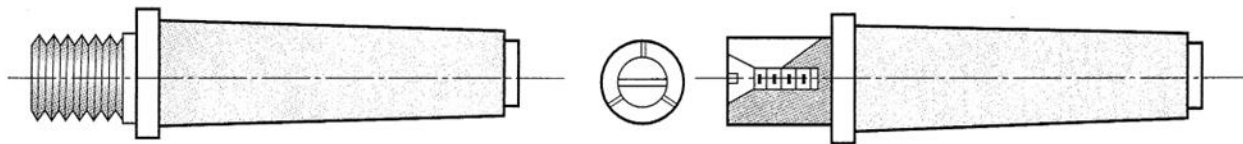
(b) 팽창 맨드릴



(c) 너트 맨드릴



(d) 나사 맨드릴



(f) 테이퍼 자루 맨드릴

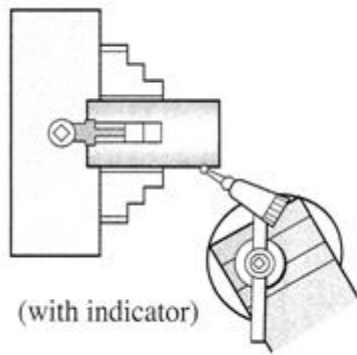
<맨드릴의 종류>

# 7. 선반의 부속장치

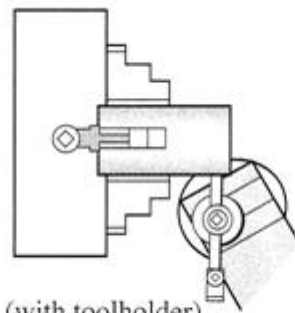


## ▶ 선반척(Chuck)

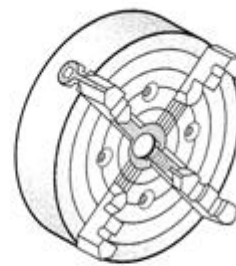
- 3 ~ 4개의 조(Jaw)로 공작물을 체결



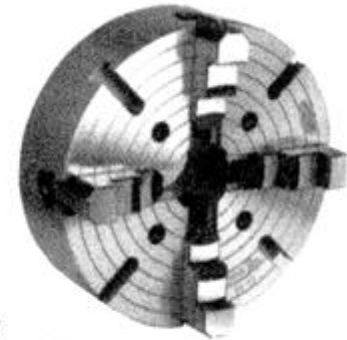
(with indicator)



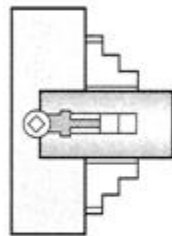
(with toolholder)



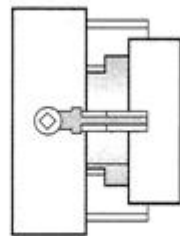
(4-jaw independent chuck)



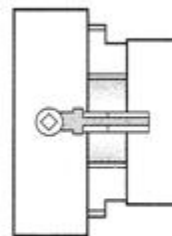
<단동척>



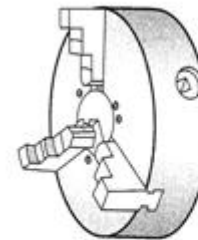
(normal)



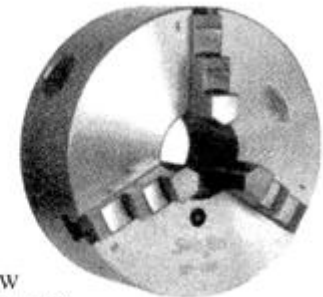
(reversed work held in chuck)



(internal)



(3-jaw universal chuck)



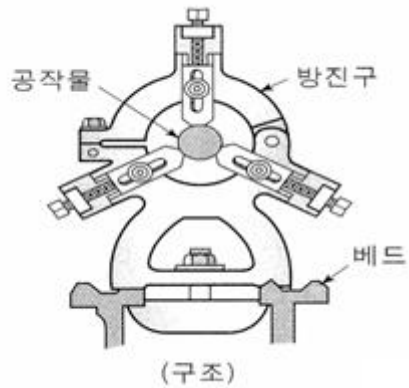
<연동척>

# 7. 선반의 부속장치

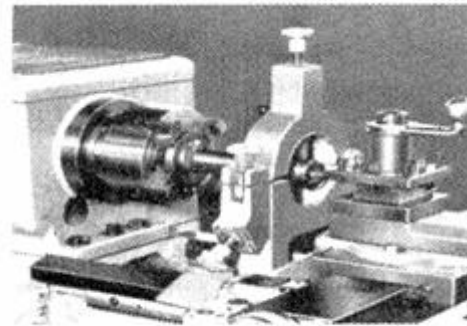


## ▶ 방진구(Work Rest)

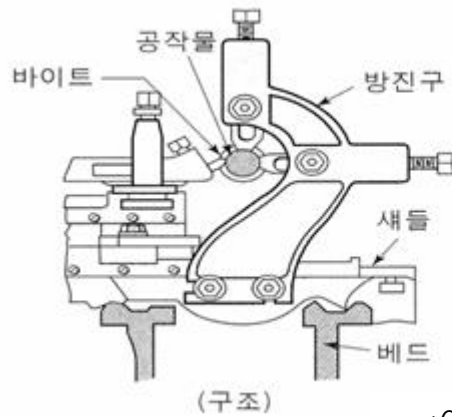
- 공작물의 처짐이나 힘을 방지



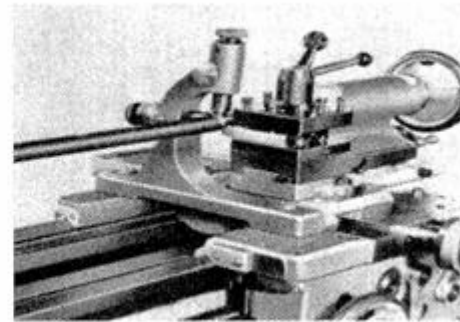
<고정식>



(작업의 보기)



<이동식>



(작업의 보기)



## 7. 선반의 부속장치



### 테이퍼절삭장치(Taper Attachment)

- 테이퍼 안내판, 지지대, 각도판 등으로 구성되어 있음.
- 테이퍼 전문절삭장치

### 모방절삭장치(Copying Attachment)

- 공작물을 대량 절삭시 능률적임.
- 정밀도가 높은 제품을 얻을 수 있음.

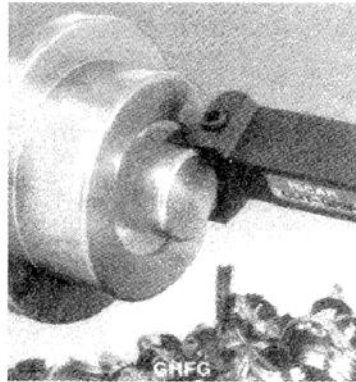
# 8. 선삭가공의 예



## ▶ 선삭의 보기



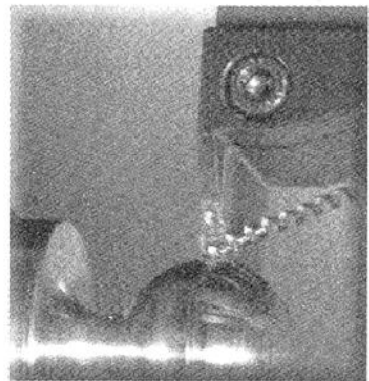
(a) 외경 가공



(b) 홈 가공



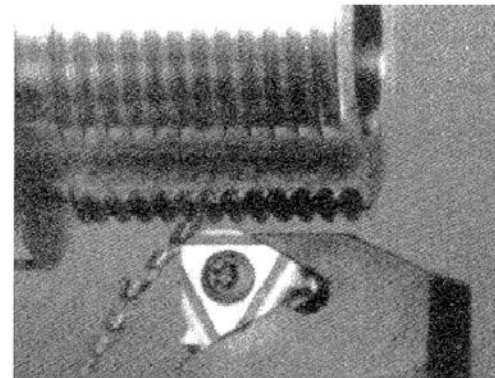
(c) 내경 가공



(d) 총형 가공



(e) 절단 가공



(f) 나사 가공

# 9. 선삭의 절삭조건



## ▶ 절삭 조건

- 절삭 깊이, 이송량, 절삭속도, 절삭유

1

절삭 속도

$$v = \frac{\pi d n}{1000} [m / \min] \quad \text{or} \quad n = \frac{1000 v}{\pi d} [rpm]$$

- d = 공작물의 직경 (mm)

2

절삭속도 증가

- 장점 : 표면거치기 향상, 절삭 시간 단축
- 단점 : 절삭 온도 상승, 바이트 수명의 급격한 저하

3

적정(경제)절삭 속도

- 바이트의 수명이 60 ~ 120분

# 9. 선삭의 절삭조건



▶ 절삭 속도

● 고속도강

공작물의 재료	인장강도 [kgf/mm <sup>2</sup> ] 또는 경도 [HB]	거친절삭	절삭길이
		절삭깊이 : 1~3 mm 이송 : 0.2~0.4 mm/rev	절삭깊이 : 1.0 mm이하 이송 : 0.05~0.2 mm/rev
탄소강	50 이하 (연)	35~43	45~55
	50~70 (경)	30~38	35~45
주철	HB 200이하 (연)	25~33	35~45
	HB 200~240 (경)	20~28	30~40
동합금	HB 100이하 (연)	70~90	90~120
알루미늄합금	30 이하	80~120	120~160

# 9. 선삭의 절삭조건



▶ 절삭 속도

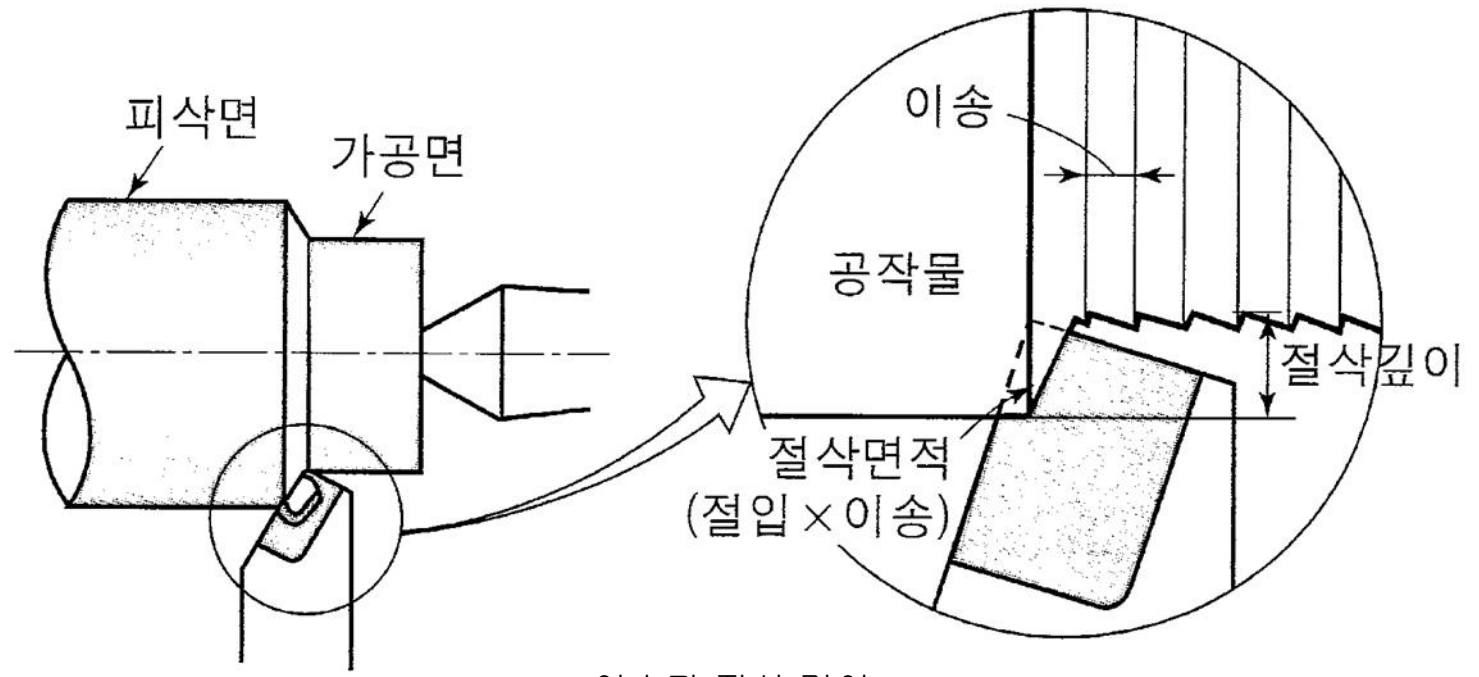
● 초경합금

공작물의 재료	인장강도 [kgf/mm <sup>2</sup> ] 또는 경도 [HB]	거친절삭		다듬절삭	
		사용 분류	절삭깊이 : 1~3 mm 이송 : 0.2~0.4 mm/rev	사용 분류	절삭깊이 : 1.0 mm이하 이송 : 0.2~0.4 mm/rev
탄소강	50 이하 (연)	P10	100~160	P10	140~220
	50~70 (경)	P10	80~130	P10	100~160
주철	HB 200이하 (연)	K20	50~80	K20	70~100
	HB 200~240 (경)	K20	40~60	K20	50~70
동합금	HB 100이하 (연)	K10	250~300	K10	300~400
알루미늄합금	30 이하	K10	200~400	K10	300~600

# 9. 선삭의 절삭조건



- ▶ 절삭 깊이와 이송량
  - 이송량(Feed) : mm/rev
  - 절삭면적 = 절삭 깊이 x 이송량



<이송과 절삭 깊이>

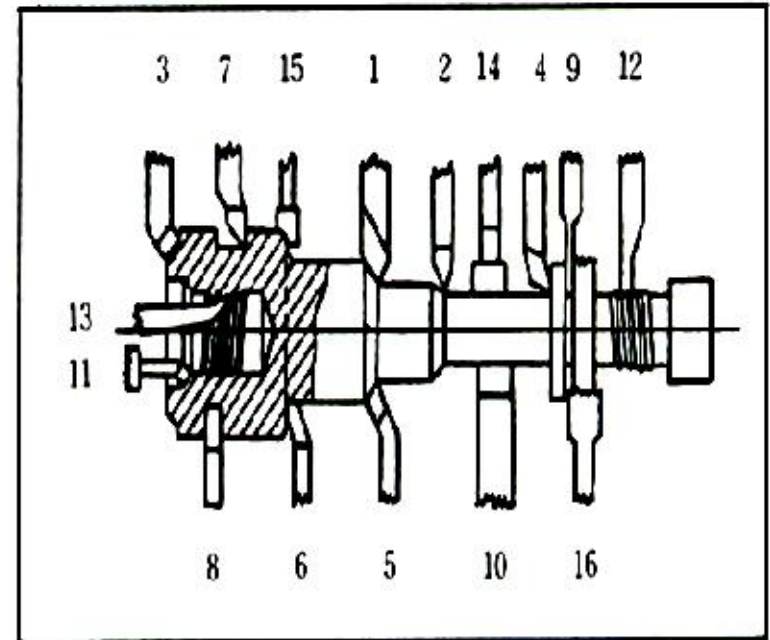
# 10. 절삭공구



## ▶ 용도에 따른 분류

- 검 바이트
- 굽은 바이트
- 사이드 바이트
- 절단 바이트
- 보링 바이트
- 총형 바이트

- 1: 좌측 황삭 바이트
- 2: 스트레이트 바이트
- 3: 우측 황삭 바이트
- 4: 우각(右角) 황삭 바이트
- 5: 굽힌 우측 바이트
- 6: 굽힌 환선(丸先) 바이트
- 7: 우측 바이트
- 8: 홈짜기 바이트
- 9: 절단 바이트
- 10: 원형 다듬질 바이트
- 11: 보링 바이트
- 12: 수나사 바이트
- 13: 암나사 바이트



- 14: 스프링 바이트
- 15, 16: 총형 바이트



## ▶ 단인공구의 각부명칭

### ● 자루(Shank)

- 공구의 몸체로서 주로 공구대에 부착하여 사용함.

### ● 힐(Heel)

- 공구의 밑면과 여유면이 교차하는 곳을 말함.

### ● 절삭각(Lip Angle)

- 절삭력이 나타나는 각으로 주 절삭면과 측면 사이의 각을 말함.
- 절삭에 직접 접촉되는 쐐기각이라고도 함.

### ● 경사면(Rake Face)

- 절삭 칩이 접하는 면을 가리킴.

### ● 여유면(Clearance or Flank face)

- 절삭날에 대한 옆과 아래의 면을 가리킴.

### ● 노즈(Nose)

- 앞날과 옆날이 교차되는 곳을 말함.





## ▶ 단인공구의 각부명칭

### ● 절삭날(Cutting Edge)

- 경사면 끝 부분의 옆날과 노즈의 앞날을 가리킴.

### ● 앞날각(End Cutting Edge Angle)

- 앞날과 자루에 수직방향의 선과의 각을 가리킴.

### ● 옆날각(Side Cutting Edge Angle)

- 자루의 면과 옆날과의 각도를 가리킴.

### ● 앞면 여유각(End Relief Angle)

- 앞날 밑의 앞 여유면과 공구 아래면에 수직인 선과 각도를 가리킴.

### ● 측면 여유각(Side Relief Angle)

- 옆날 밑의 옆 여유면과 공구 아래면에 수직인 선과의 각도를 가리킴.

### ● 측면 경사각(Side Rake Angle)

- 옆날과 아래면에 수직인 평면에 경사면과 공구 밑면에 평행한 선과의 각도를 말함.

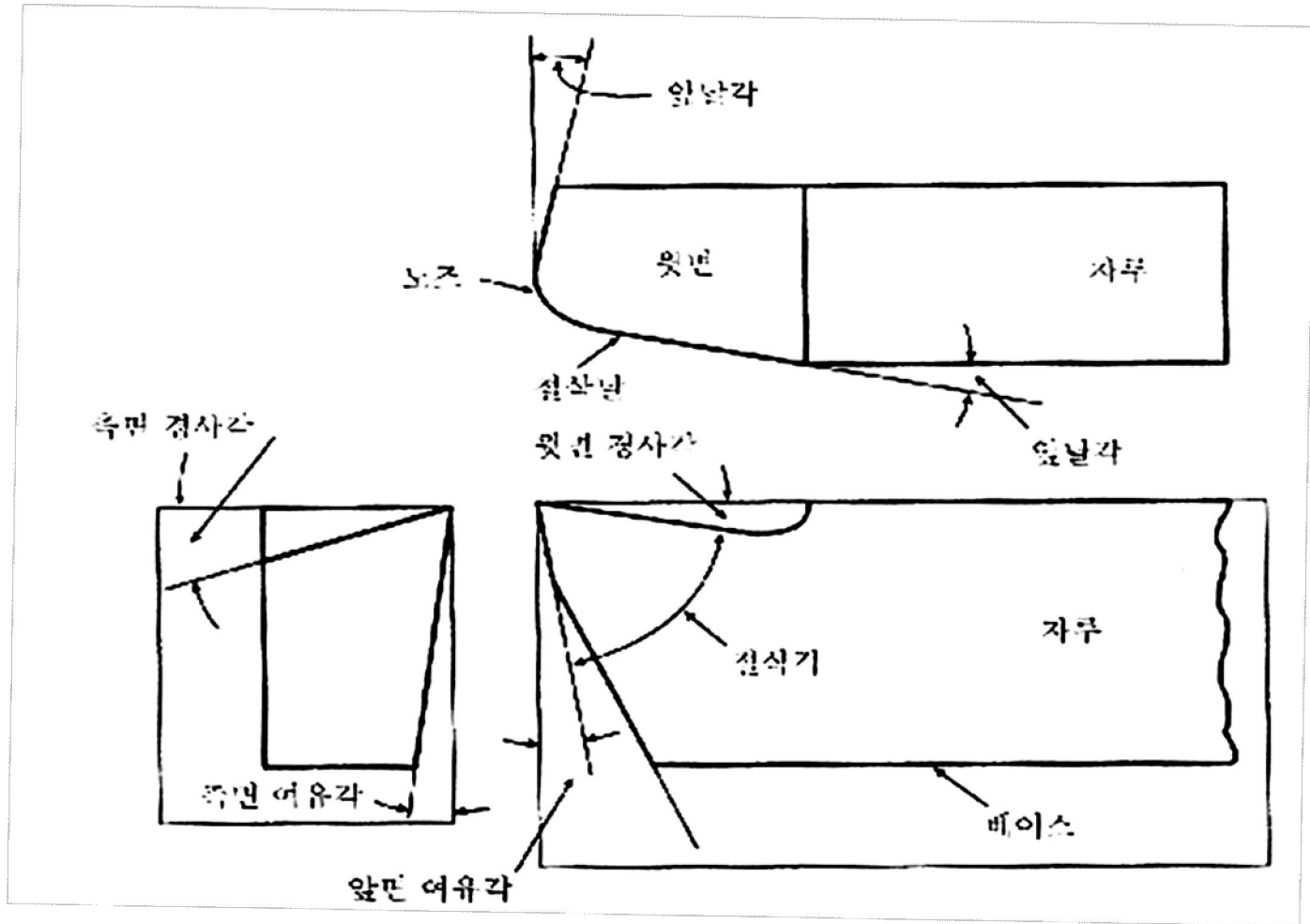
### ● 뒷면 경사각(Back Rake Angle)

- 옆날을 지나가는 수직평면상에는 경사면과 공구의 아래면에 평행한 선과의 각도를 가리킴.

# 10. 절삭공구



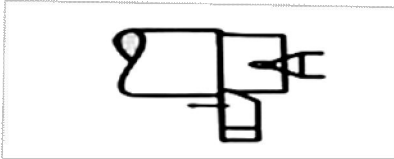
## ▶ 단인공구의 각부명칭



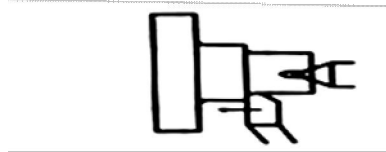
# 10. 절삭공구



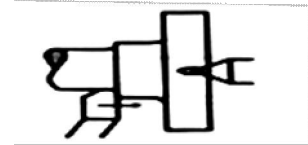
## ▶ 단인공구(Bite)의 종류



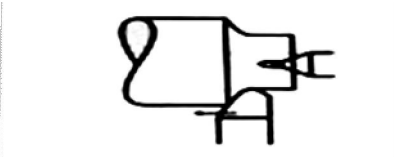
(a) 동근날직선형



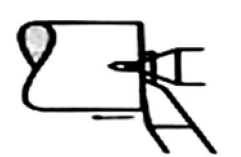
(b) 동근날좌측급힘형



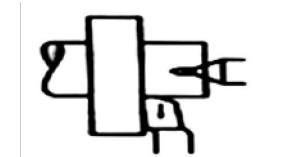
(c) 동근날우측급힘형



(d) 좌측경사직선형



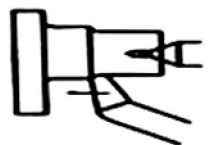
(e) 정면경절삭나이프형



(f) 면중절삭형



(g) 동근날양면경사형



(h) 좌측급힘형



(i) 우측급힘형

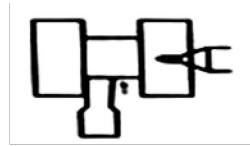
# 10. 절삭공구



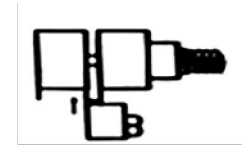
## ▶ 단인공구(Bite)의 종류



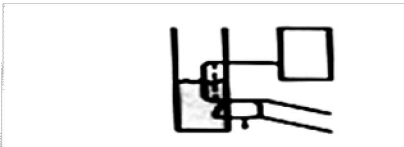
(j) 보링형



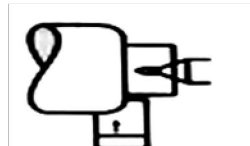
(k) 홈가공형



(l) 절단형



(m) 내측면가공형



(n) 모서리반경형



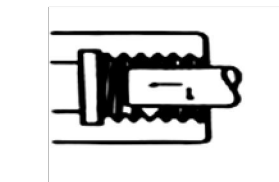
(o) 모서리양면형



(p) 스톤사절삭형



(q) 스톤자절삭형



(r) 암나사절삭형

# 11. 재질에 따른 바이트



- ▶ 고속도강 바이트 : 주로 완성 바이트-Tool Holder Type
- ▶ 팁 바이트 : Tip Brazing
- ▶ Clamping Tool : 초경공구, 다이아몬드공구

피삭재 종류	여유각	경사각	절삭 속도(m/min)	
			거친 절삭	다듬질 절삭
연 강	9~11°	15~25°	22~38	70~90
경 강	7~9°	10~25°	19~30	50~75
주 철(중)	7~9°	10~15°	18~27	35~45
Al	12~14°	20~30°	30~35	70~100
황 동	10~12°	15~20°	45~70	80~100

<고속도강 바이트의 절삭 조건>



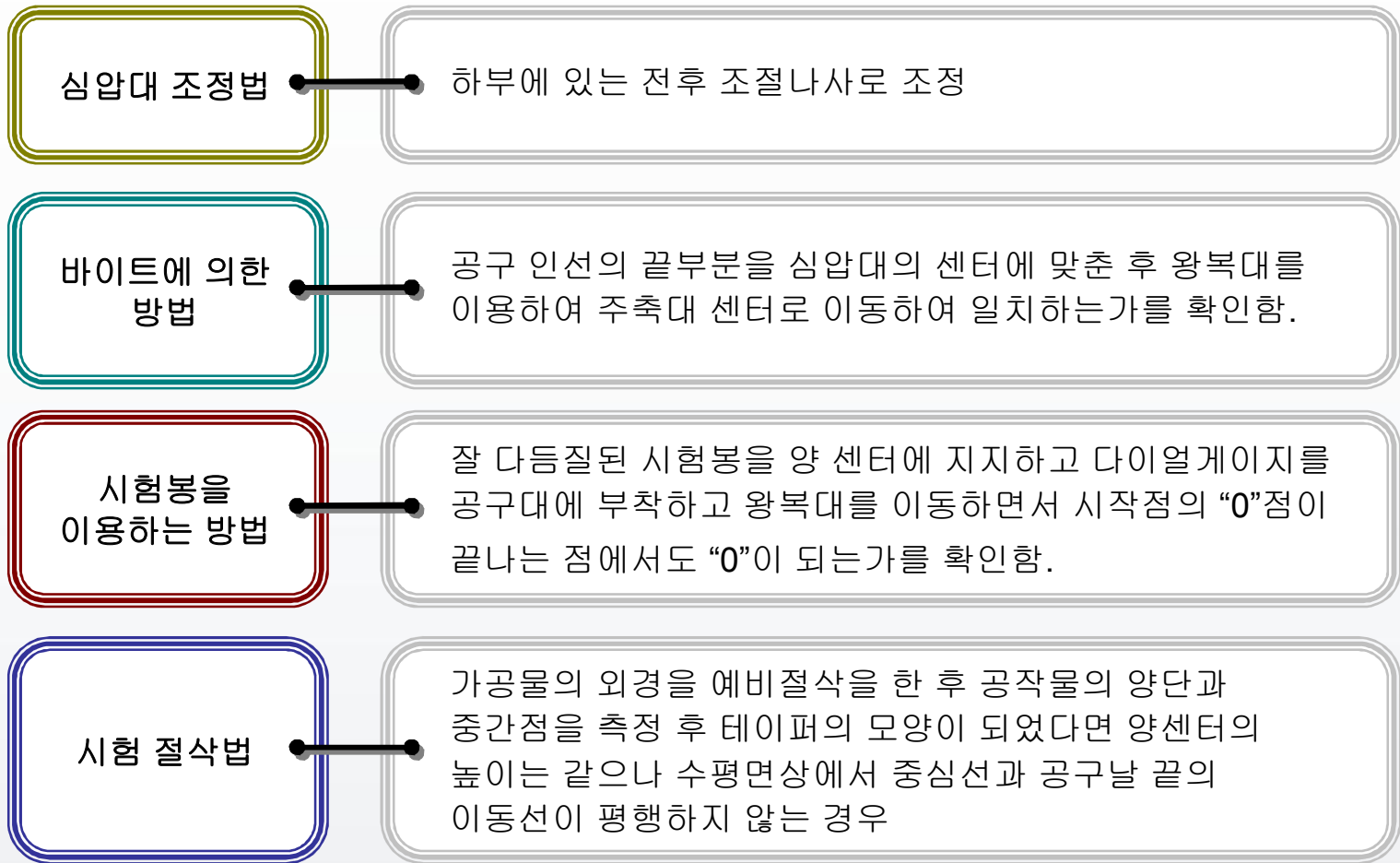
## ▶ 센터작업

공작물의 길이가 길고 직경이 작은 것은 접시형 구멍내기 드릴을 이용하여 센터작업을 거친 후에 공작물을 회전 센터와 정지 센터 사이에 지지시키고 돌리개(Dog)또는 면판(Face) 등의 부속장치를 이용하여 회전시켜 절삭작업

# 12. 선반작업



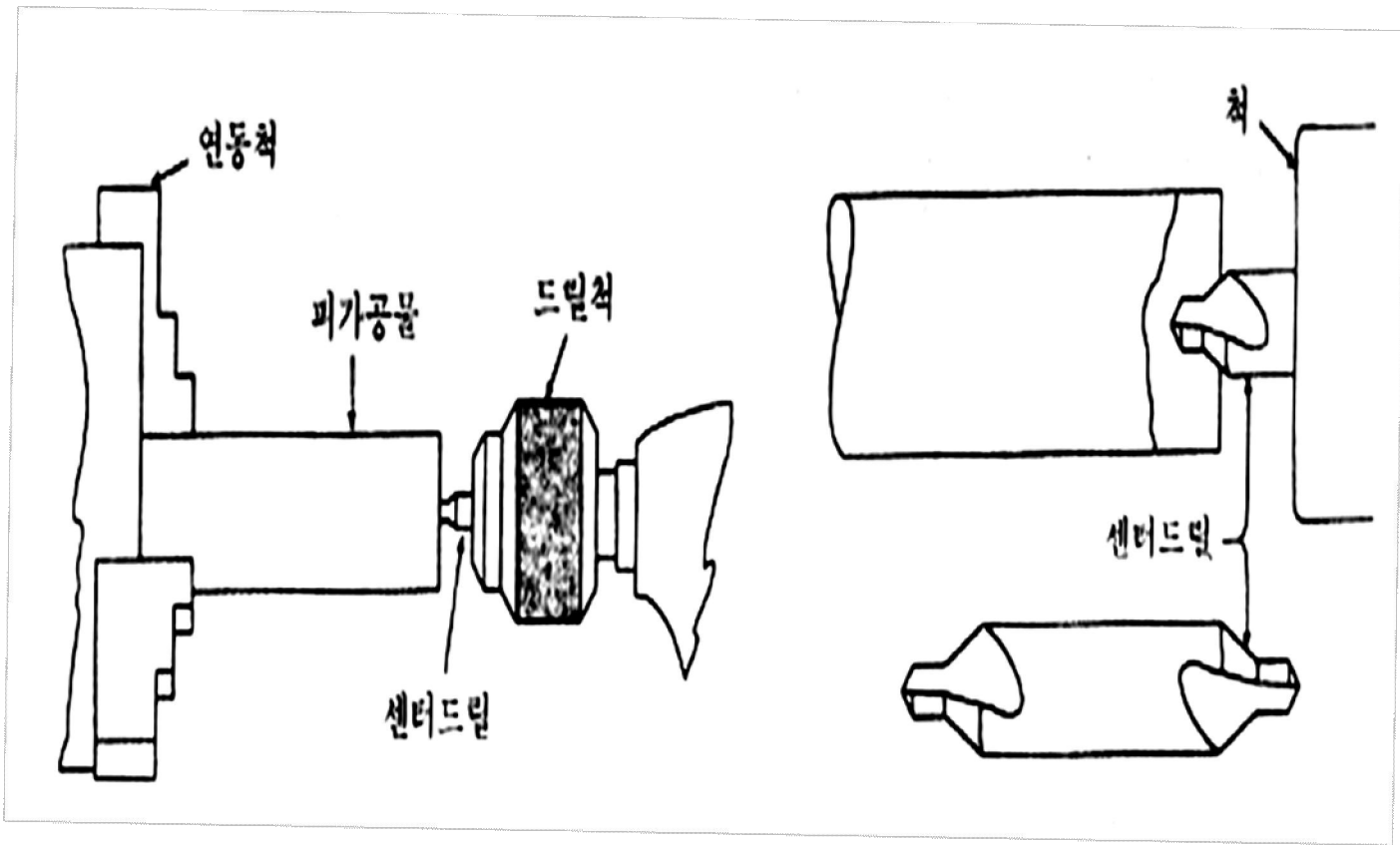
## ▶ 센터작업



# 12. 선반작업



## ▶ 센터작업



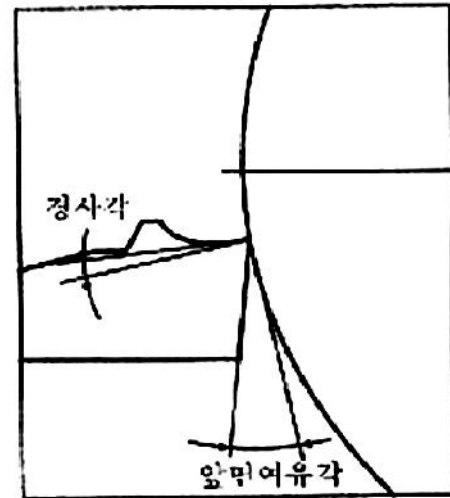
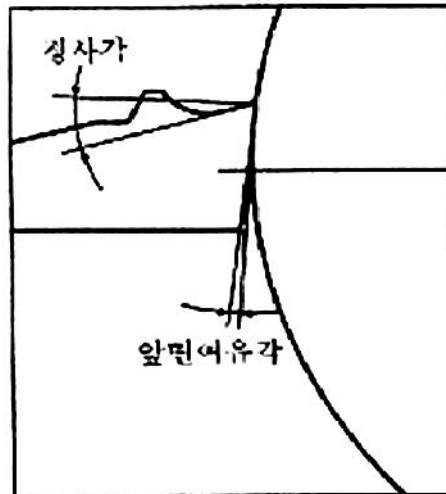
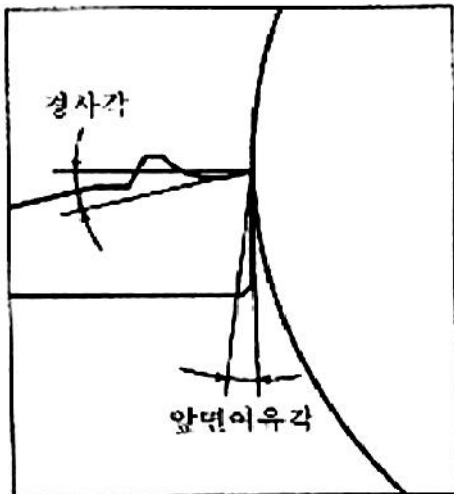


# 12. 선반작업



## ▶ 바이트 고정법

- 1 단인 공구의 날 끝은 공작물의 센터 중심선에 오도록 하는 것이 가장 이상적임.
- 2 작업의 조건에 따라서 중심선보다 높게 하는 경우에는 비교적 공작물의 직경이 크고 황삭의 경우에는 유리함.
- 3 중심선보다 너무 높은 경우에는 공구의 앞면 여유각이 작아져 공구의 선단에 마찰열이 크게 발생할 수 있으며 진동음도 크게 나타남.



# 12. 선반작업



## ▶ 바이트 고정법

- 척의 선택은 작업조건이나 가공물의 크기와 형상에 따라서 연동척(Universal Chuck), 단동척(Independent Chuck), 콜릿척(Collet Chuck)을 사용함.
- 척에 고정한 공작물의 중심선에 따른 편심검사를 함.

초크(Chalk)에 의한 방법

척에 고정된 공작물을 회전시켜 초크를 일정 위치에서 공작물에 접촉-척조(Chuck's Jaw)를 조정

서페이스 게이지 (Surface Gauge)에 의한 방법

서페이스 게이지를 공작물 에 접촉하기 좋은 위치에 두고 공작물을 회전시켜 편심 부문을 확인 후 척의 조를 조정

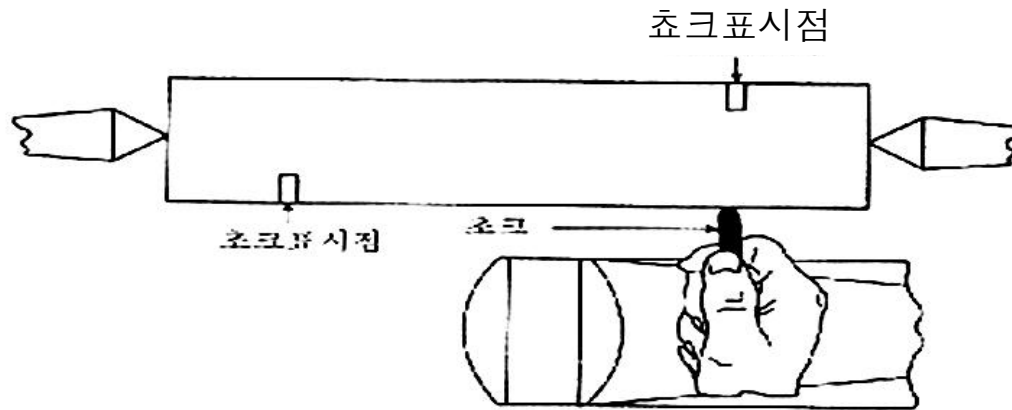
다이얼 게이지에 의한 방법

공작물에 다이얼 게이지의 측정자를 접촉시키고 회전하여서 편심량을 측정하고, 편심량의 1/2로 조정하여 검사함.

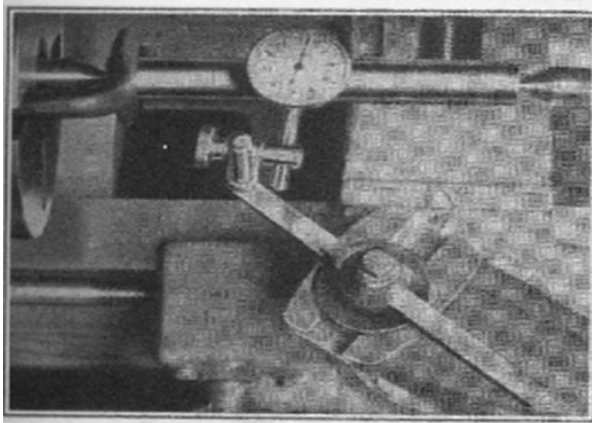
# 12. 선반작업



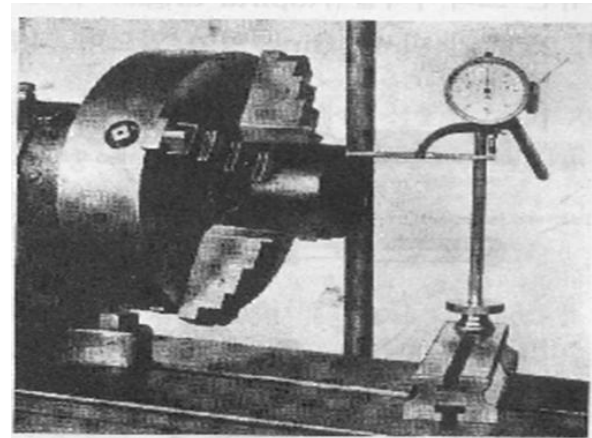
## ▶ 편심검사 방법



<초크에 의한 검사>



<외경검사>



<내경검사>

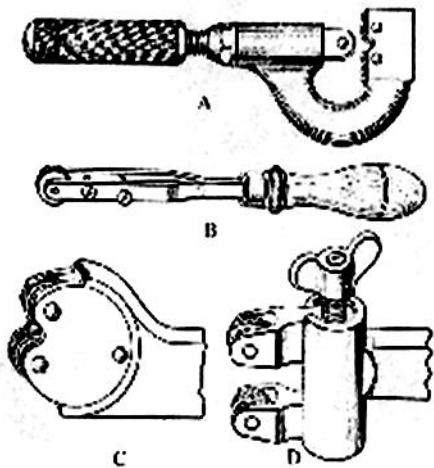
# 12. 선반작업



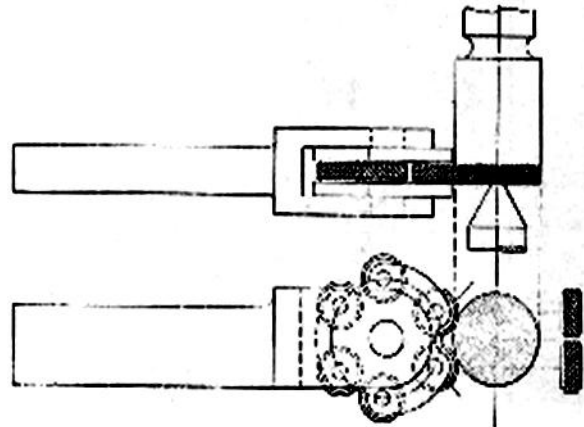
## ▶ 널링(Knuring or Roulette)

### ● 널링을 필요로 하는 목적

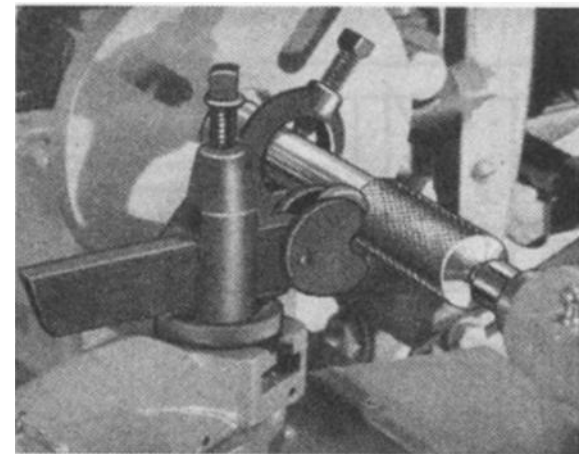
- 대부분 손잡이 부분으로서 측정계기, 공구, 조정나사의 손잡이 부분이 미끄러지지 않도록 하기 위하여 널링공구(Knuring Tool)을 이용하여 가로 또는 경사로 가공부분을 직선형이나 다이아몬드형으로 요철을 인각시키는 작업



<복합형>



<고정형 및 조절형>



<널링 작업>



## ▶ 모방가공(Copying)

- 모형판(Templet)의 윤곽과 동일하게 움직이게 하여 원형과 같은 모양으로 자동적으로 가공을 하는 방법

### 기계적 방법

- 복식공구대 이용-Taper Attachment

### 전기적 방법

- 전기적인 제어 신호를 전기 자기장의 출력을 변화시킬 수 있는 전동기를 공구대 이송에 접목시켜 속도를 제어

# 12. 선반작업

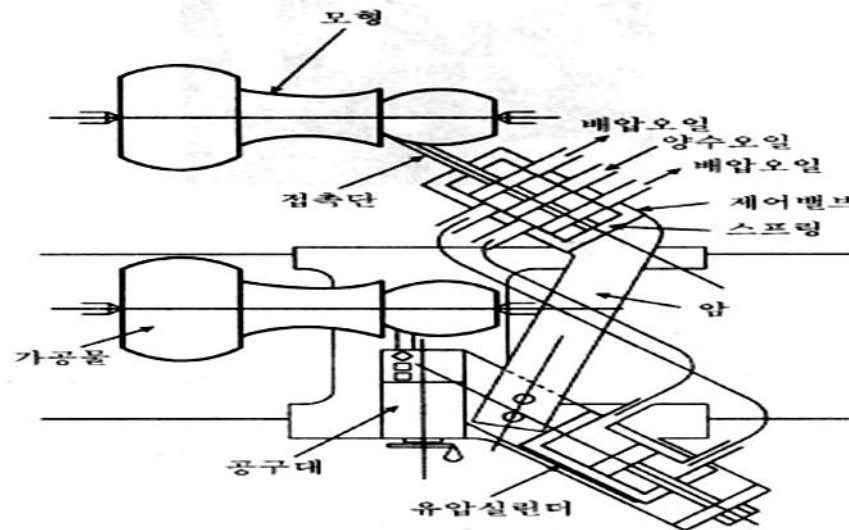


## ▶ 모방가공(Copying)

- 모형판(Templet)의 윤곽과 동일하게 움직이게 하여 원형과 같은 모양으로 자동적으로 가공을 하는 방법

### 유압식 방법

- 제어 밸브(Pilot Valve)에 의하여 접촉자(Tracer)가 모형에 접촉하고, 모형의 형상에 따라 실린더 유압의 제어를 하게 하여 거리를 조정하면서 가공



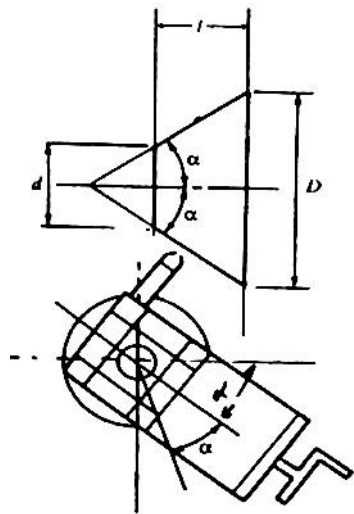
# 12. 선반작업



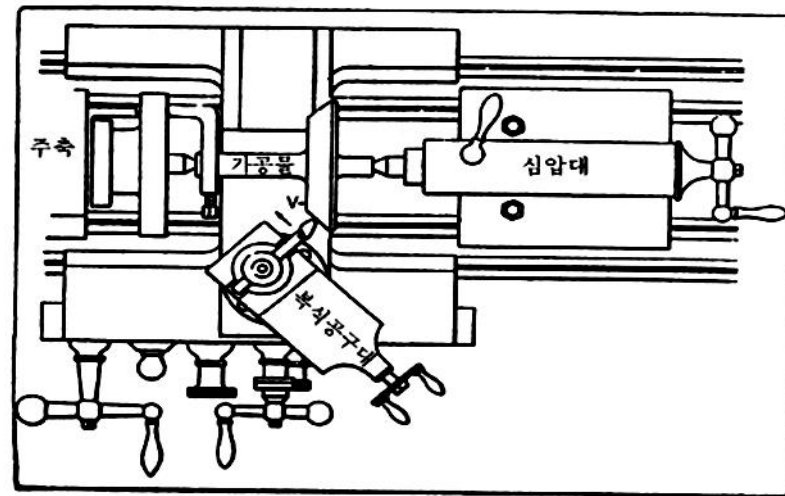
## ▶ 테이퍼 가공(Taper Cutting)

### ● 복식 공구대를 선회하는 방법

- 가공물의 테이퍼 각이 비교적 크고, 테이퍼의 길이가 짧은 경우에 복식 공구대를 테이퍼각의  $\frac{1}{2}$  만큼만 회전하고 고정시킨 후에 공구대의 공구를 평행하게 경사각으로 이동시켜가면서 가공



(a) 원리



(b) 장치구조

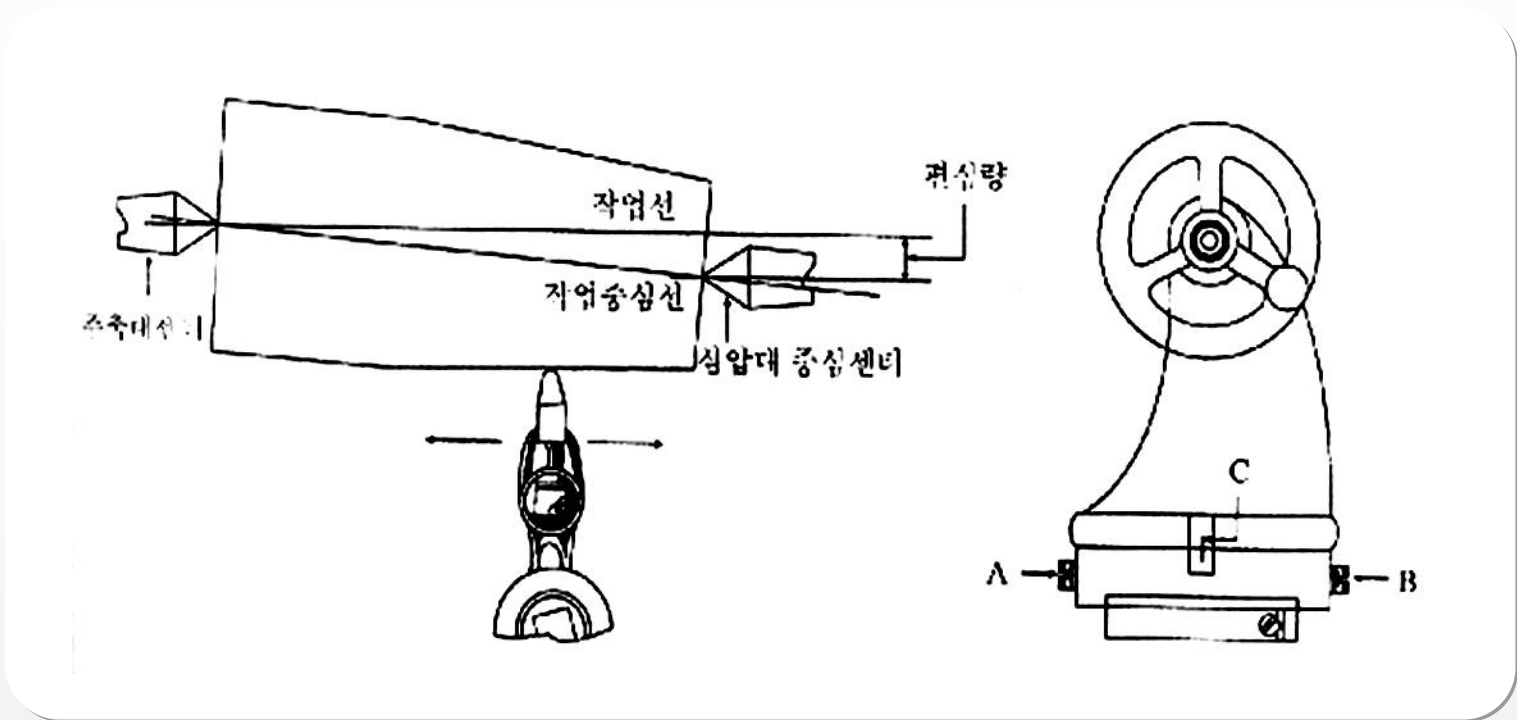
# 12. 선반작업



## ▶ 테이퍼 가공(Taper Cutting)

### ● 심압대의 센터를 편위시키는 방법

- 공작물을 양센터에 끼우고, 편위량을 계산하여 심압대의 위치에 편위량 만큼 조정 후에 가공





# 12. 선반작업



## ▶ 테이퍼 가공(Taper Cutting)

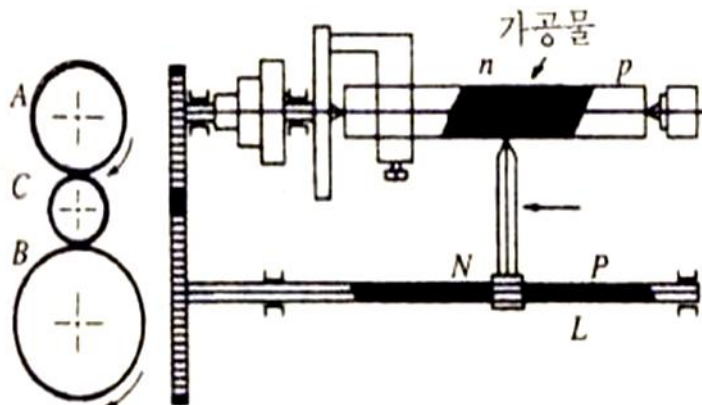
### ● 테이퍼 안내장치에 의한 방법

- 선반의 왕복대 후방에 위치한 테이퍼 장치를 왕복대와 연결하여 안내판의 미끄럼판을 테이퍼 각도로 기울이고 고정한 후에 왕복대의 공구를 이동시키면서 가공

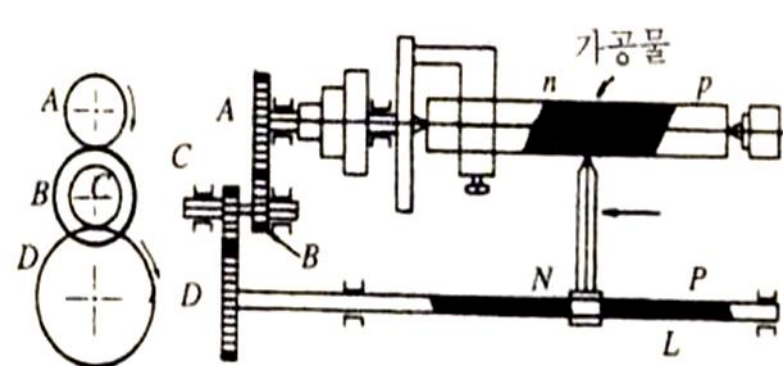
## ▶ 선반 가공(나사가공)

### ● 테이퍼 안내장치에 의한 방법

- 주축(Spindle)과 리드스크루(Leadscrew)를 치차로 연결
- 에이프런(Apron) 내부에 있는 분할 너트를 리드스크루에 결합시키면 왕복대의 공구대에 부착된 바이트가 원하는 피치로 나사 절삭



(a) 단식 변환 치차열



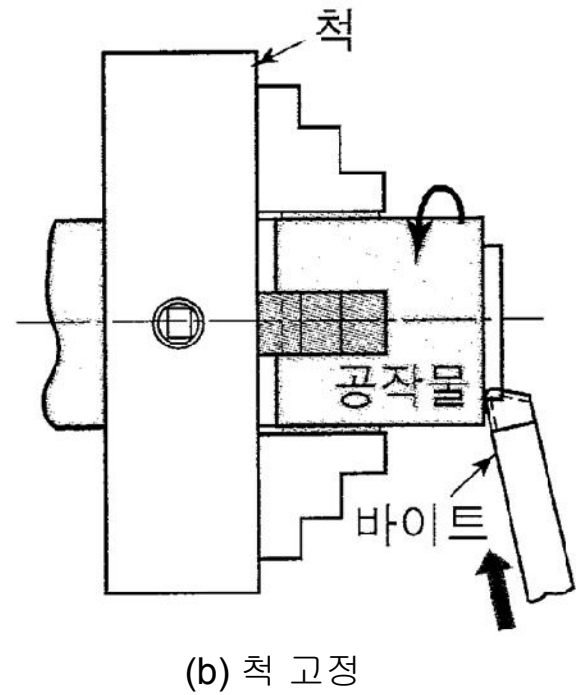
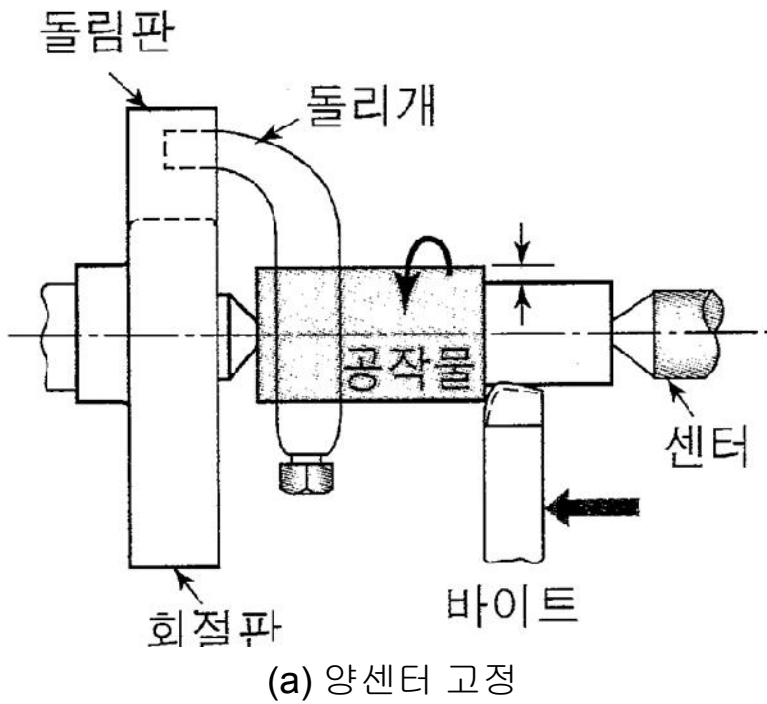
(b) 복식 변환 치차열

# 12. 선반작업



## ▶ 공작물의 고정

### ● 공작물의 고정 방법



# 13. 터릿선반(turret lathe)



- ▶ 6각 터릿 헤드에 가공 순서로 공구 조립
- ▶ 원통깎기, 면깎기, 구멍뚫기, 나사내기, 절단 등

