



심화학습

1. 절삭공구 구비조건

절삭가공에서 가공 효율성을 결정하는 중요한 요인 중에 하나가 절삭공구의 재질이다. 절삭을 할 때, 공구에 높은 압력과 마찰에 의한 절삭열로 공구의 인선에 마모가 발생한다.

절삭가공을 능률적으로 향상시키기 위해서는 공구의 수명을 길게 하고, 절삭속도와 이송속도의 향상이 요구된다. 따라서 일반적으로 요구되는 절삭공구의 조건은 다음과 같다.

① 고온경도(hot hardness)

절삭의 효율성을 높이기 위해서는 빠른 절삭속도와 이송이 요구된다. 절삭속도가 높아지면 마찰열이 커지므로 고온에서 경도가 저하되지 않는 고온경도가 필요하다.

② 내마모성(resistance wear)

절삭할 때 절삭공구와 가공재료의 마찰에 의하여 절삭공구의 표면에 미세한 마모가 발생한다. 마모에 대한 강도를 내마모성이라 하며, 절삭공구는 내마모성이 필요하다.

③ 강인성(toughness)

절삭할 때 충격 등의 큰 외력에 대한 재료의 저항을 강인성이라 하며, 절삭공구는 외력에 의해 파손되지 않고 잘 견딜 수 있는 강인성이 필요하다.

④ 저마찰(low friction)

절삭할 때 칩이 절삭공구와 마찰을 하게 되는데, 마찰계수가 적을수록 경제적이고 효율성이 높은 절삭을 할 수 있다. 따라서 절삭공구는 저마찰성이 필요하다.

⑤ 성형성이 좋고, 가격이 저렴해야 하는 구비조건을 갖추어야 한다.

2. 절삭공구 재료의 종류

(1) 탄소 공구강

탄소량이 0.6~1.5%를 함유한 고품질의 탄소강이며, STC 1종~STC 7종으로

분류하며, 절삭공구로는 1종~3종이 주로 사용된다.

고온경도가 낮고 공구의 인선이 300℃가 되면 경도가 저하되고 사용이 곤란하게 된다.

(2) 합금 공구강(alloy tool steel)

탄소량이 0.8~1.5% 정도를 함유한 탄소 공구강에 소량의 크롬(Cr), 텅스텐(W), 니켈(Ni), 바나듐(V) 등의 원소를 첨가한 강이다. 탄소 공구강보다는 절삭성이 우수하고, 내마멸성과 고온경도가 높다. 저속 절삭용, 중형 절삭용 정도로만 쓰인다.

절삭공구 인선의 온도는 450℃ 정도까지 사용할 수 있으며, W강, W-Cr강, Cr강 등이 쓰인다. 탄소 공구강에 비하여 절삭성이 좋고, 내마모성과 고온경도가 높다.

(3) 고속도강(high speed steel)

고속도강은 W, Cr, V, Co 등의 원소를 함유하는 합금강을 뜻하며, 담금질 및 뜨임을 하여 사용하면 600℃ 정도까지는 고온경도를 유지한다.

고속도강의 특징은 고온경도가 높고, 내마모성이 우수하여 밀링커터, 드릴, 탭, 리머, 바이트 등으로 사용된다.

① 표준 고속도강

W(18%)-Cr(4%)-V(1%)를 함유하는 고속도강을 18-4-1 표준 고속도강이라 한다.

② 특수 고속도강

표준고속도강보다 우수한 성능을 얻기 위하여 Co를 4~20% 첨가한 고속도강과 탄소함유량에 따라 V 함유량을 증가시킨 고속도강이 있다. W의 일부를 Mo으로 대체한 Mo계 고속도강은 W계 고속도강보다 가격이 싸고, 인성이 높으며, 열처리가 잘된다.

(4) 소결 초경합금(sintered hard metal)

소결 초경합금은 W, Ti, Ta, Mo, Zr 등의 경질합금 탄화물 분말을 Co, Ni을 결합제로 하여, 1400℃ 이상의 고온으로 가열하면서 프레스로 소결 성형한 절삭공구이다.

선반(기본작업)

1932년 독일의 크루프(Krupp)사가 “다이아몬드 만큼 강하다”라는 의미에서 비디아(Widia)로 명명하여 판매를 시작했다. 미국에서는 카볼로이(Carboly), 영국에서는 미디아(Midia), 일본에서는 당가로이(Tungaloy), 우리나라에서는 초경합금이라는 상품명으로 생산 판매를 하였다.

초경합금은 고온이나 고속절삭에서도 경도를 유지하여 절삭공구로서 우수한 성능을 나타내는 특징이 있다. 그러나 취성이 커서 진동이나 충격에 약하다.

현재는 WC-Co계, WC-TiC-Co계, WC-TaC-Co계가 주로 사용된다.

(5) 주조 경질합금(cast alloyed hard metal)

주조 경질합금의 대표적인 것으로는 스텔라이트(stellite)가 있다. 주성분은 W, Cr, Co, Fe이며 주조합금이다. 스텔라이트는 상온에서 고속도강보다 경도가 낮으나, 고온에서는 오히려 경도가 높아지기 때문에 고속도강보다 고속절삭용으로 사용된다.

850℃까지 경도와 인성이 유지되며, 단조나 열처리가 되지 않는 특징이 있다. 절삭공구 재료의 발달로 인하여 최근에는 사용하지 않는다.

(6) 세라믹(ceramic)

산화알루미늄(Al_2O_3 : 순도 99.5% 이상) 분말을 주성분으로 마그네슘(Mg), 규소(Si) 등의 산화물과 소량의 다른 원소를 첨가하여 소결한 절삭공구이다.

세라믹 공구는 고온경도가 높고, 내마모성이 좋아 초경합금보다 빠른 절삭속도로 절삭이 가능하나 초경합금보다 인성이 적고, 취성이 커서 충격이나 진동에 매우 약하다.

세라믹은 용접이 곤란하며, 중 절삭에는 적합하지 않다.

(7) 서멧(cermet)

서멧은 세라믹(ceramic)과 메탈(metal)의 복합어로 세라믹의 취성을 보완하기 위하여 개발된 내화물과 금속 복합체의 총칭이다. Al_2O_3 분말 약 70% 에 TiC 또는 TiN 분말을 30% 정도 혼합하여 수소 분위기 속에서 소결하여 제작한다.

고속절삭에서 저속절삭까지 사용범위가 넓고, 크레이터 마모 및 플랭크 마모 등이 적고, 구성인선이 거의 발생하지 않아 공구 수명이 길다. 그러나 중 절삭에서는 적합하지 않다.

(8) 다이아몬드(diamond)

다이아몬드는 현재 알려져 있는 절삭공구 중에서 가장 경도가 크고, 내마모성이 크며, 절삭속도가 빠르고, 절삭가공이 능률적인 우수한 공구재료이다.

다이아몬드로는 경질고무, 베크라이트(bakelite), Al, Al합금, 황동 등의 절삭에 대단히 능률이 좋다. 특히 초정밀 완성가공 및 연삭숫돌의 보정, 유리가공에도 사용된다. 그러나 취성이 커서 잘 깨지고, 값이 고가이며, 가공이 어려운 결점도 있다.

(9) 입방정 질화붕소(CBN : cubic boron nitride)

CBN은 자연계에는 존재하지 않는 인공합성 재료로서 다이아몬드의 2/3 배의 경도를 가지며, CBN 미소분말을 초고온(2000 ℃), 초고압(5만 기압 이상)의 상태로 소결한 것으로 현재 많이 사용되는 절삭공구 재료이다.

공기 중에서도 안정되어 절삭열이 많이 발생하는 철 금속 가공에도 이상적인 조건을 갖추고 있다. CBN은 난삭재료, 고속도강, 담금질 강, 내열강 등의 절삭에 많이 사용한다.

(10) 피복 초경합금(coated tungsten carbide material)

피복 초경합금 공구는 TiC, TiCN, TiN, Al₂O₃ 등을 2~15 μm 의 두께로 피복하여 사용하는 절삭공구로 인성이 우수한 초경합금에 내마모성과 내열성을 향상시킨다.

절삭공구 피복방법으로는 화학적 증착법(CVD)과 물리적 증착법(PVC)을 이용한다.

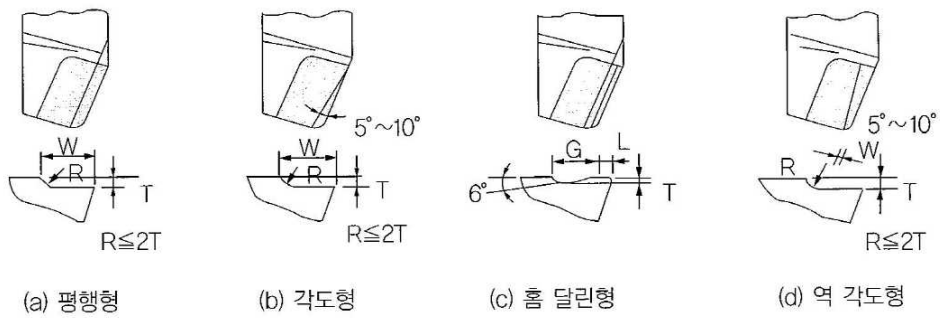
피복 초경공구는 적은 비용으로 큰 효과를 얻을 수 있는 공구이다.

3. 칩 브레이커(chip breaker)

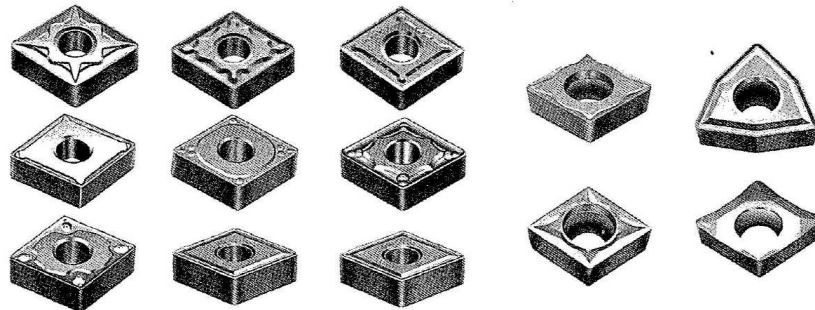
가장 바람직한 칩의 형태는 유동형 칩이지만 가공물에 휘말려 가공된 표면과 바이트를 상하게 하거나, 작업자의 안전을 위협하는 등 절삭을 방해한다. 이러한 비능률적인 절삭을 해소하기 위하여 칩을 인위적으로 짧게 끊어지도록 칩 브레이커를 이용한다.

선반(기본작업)

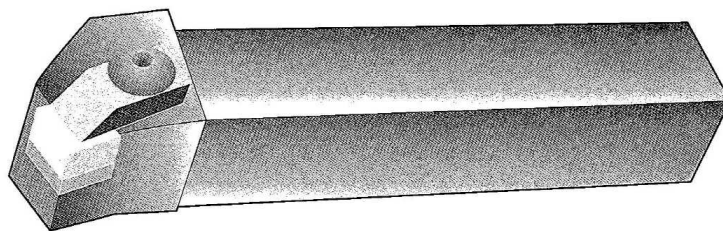
[그림 1-24]는 연삭형 칩 브레이커의 종류를 나타내고, [그림 1-25]은 인서트 팁의 칩 브레이커를, 그리고 [그림 1-26]은 클램프형 칩 브레이커를 나타낸다.



[그림 1-24] 연삭형 칩 브레이커의 종류



[그림 1-25] 인서트 팁의 칩 브레이커



[그림 1-26] 클램프형 칩 브레이커

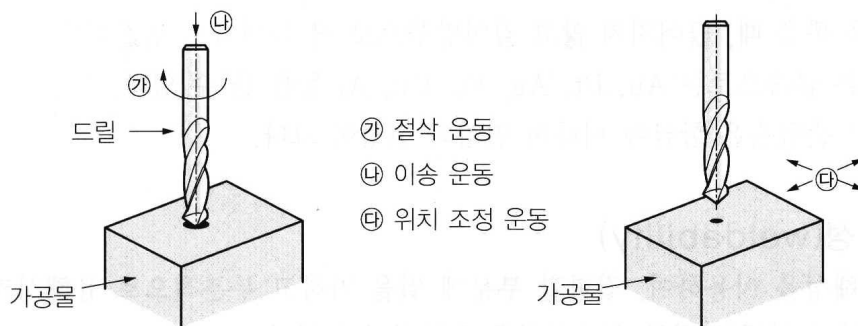


보충학습

1. 공작기계의 기본운동

[그림 1-27]과 같이 공작기계에서 가공물보다 경도가 높은 절삭공구를 가공물과 접촉시켜 칩을 발생시키면서, 필요한 형상과 치수로 제품을 가공한다.

절삭을 위해서는 절삭 운동(cutting motion), 이송 운동(feed motion), 위치 조정 운동(positioning motion)의 세 가지 기본운동을 한다.



[그림 1-27] 공작기계의 기본운동

(1) 절삭운동(cutting motion)

절삭작용은 회전운동과 직선운동에 의하여 이루어지며, 칩이 흘러 나가는 반대방향으로 작용하는데, 이것을 주 운동(principal motion)이라 한다.

공작기계에서 운전동력은 대부분 절삭운동에 사용된다. 절삭운동은

- ① 절삭공구를 일정한 위치에 고정하고 가공물을 운동시키는 절삭운동으로 밀링, 플레이너 등이 있다.
- ② 가공물을 일정위치에 고정하고 공구를 운동시키는 절삭운동으로 세이퍼, 드릴링, 선반, 브로우칭 등이 있다.

(2) 이송운동(feed motion)

선반에서 절삭작용을 살펴보면, 가공물의 회전할 때 왕복대(carriage) 윗부분에 설치된 바이트(bite)가 가공물의 길이방향 또는 가공물의 지름방향으로 조금씩 이동된다.

이렇게 절삭운동과 함께 절삭위치를 바꾸는 운동이며, 절삭공구나 가공물을 이송시키는데 이것을 이송운동이라 한다.

선반(기본작업)

단위는 회전운동을 하며 절삭할 때는 mm/rev, 직선운동을 하며 절삭할 때는 mm/min, 왕복운동을 하며 절삭할 때는 mm/stroke로 하며, 단순히 이송(feed)으로 표시한다.

일반적으로 이송운동은 다음과 같은 원칙이 있다.

- ① 1회 이송량은 절삭공구의 폭보다 작게 한다.
- ② 이송운동 방향은 절삭운동 방향과 직각으로 이루어지며, 가공면과 평행이나 직각으로 이루어진다.
- ③ 이송운동은 절삭운동과 일정한 관계가 있고 규칙적으로 진행한다.

(3) 위치조정운동(positioning notion)

가공물과 절삭공구를 선정한 절삭조건으로 가공할 위치(가로방향, 세로방향, 절삭 깊이 등)의 조정을 의미한다.

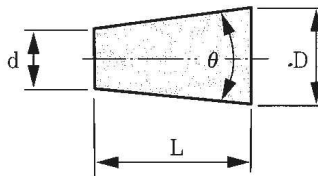
- ① 기계의 운동중심과 가공물의 중심 또는 가공면의 상대 위치 거리를 조정한다.
- ② 이송을 시작하는 위치와 이송이 끝나는 위치를 조정한다.
- ③ 절삭 깊이와 이송위치를 조정하여 필요한 부품으로 가공한다.

일반적으로 이송장치와 보완장치를 겸하여 사용하며, 절삭작용이 진행될 때는 위치조정운동을 하지 않는 것이 일반적이다.

2. 모스 테이퍼(morse taper)

선반의 심압대, 드릴의 생크, 탁상 및 레이디얼 드릴의 주축 등에 사용되는 테이퍼 값. <표 1-1>은 모스 테이퍼 값을 나타낸다.

<표 1-1> 모스 테이퍼 값



번호	테이퍼	θ	D(mm)	d(mm)	L(mm)
2	1/20,020=0,04995	2°51'18"	17,781	14,534	66
3	1/19,922=0,05020	2°52'34"	23,826	19,760	81
4	1/19,254=0,05194	2°56'34"	31,269	25,909	103,2
5	1/19,002=0,05263	3°0'6"	44,401	37,470	131,7



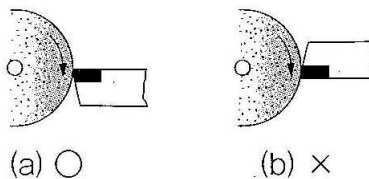
학습정리

1. 절삭공구 중 다이아몬드의 일반적인 성질

- ① 경도가 크다.(HB 7000)
- ② 열팽창이 적다.(강의 12% 정도)
- ③ 열전도율이 크다.(강의 12배 정도)
- ④ 공기 중에서 815℃로 가열하면 CO₂가 된다.
- ⑤ 금속에 대한 마찰계수 및 마모율이 적다.
- ⑥ 장시간 고속으로 절삭이 가능하다.
- ⑦ 정밀하고, 표면 거칠기가 우수한 면을 얻을 수 있다.(무지개면 가공)
- ⑧ 날 끝이 손상되면 재가공이 어렵다.

2. 초경 바이트의 연삭방법 및 순서

- ① 초경 바이트 연삭 시 연삭 균열을 방지해야 하므로 급랭시켜서는 안 된다.
- ② 슷돌차 회전 방향은 [그림 1-28]과 같이 하고, 날부를 윗 방향으로 해야 한다.
- ③ 바이트의 연삭 순서는 윗면(경사면), 옆면(여유면), 앞면(여유면) 순으로 거친 연삭 및 다듬질 연삭을 한다.
- ④ 바이트를 연삭할 경우에 손으로 바이트를 잡고 공구 받침대에 밀착시켜 연삭하며, 연삭 중 바이트에 진동이 없어야 한다.



[그림 1-28] 초경 바이트의 연삭 방법

3. 나사 바이트의 각도

나사 바이트의 날 끝 각도는 나사의 종류별 각도로 하고, 앞면 여유각은 10~15°, 측면 여유각은 5~8°로 한다. 윗면 경사각은 거친 나사 절삭에는 2~3° 주어도 되지만, 다듬질 나사 절삭은 바이트 날의 각도에 의해 나사산의 각도가 달라지므로 경사각을 0°로 한다.



종합평가

1. 공작기계의 기본운동 3가지를 설명하시오.
2. 용도에 따른 바이트의 종류를 설명하시오.
3. 면판을 이용한 가공물의 고정방법을 설명하시오.
4. 양 센터에 의한 가공물의 고정방법에 사용되는 선반 부속품은?
5. 나사 바이트 설치에 사용되는 게이지는?
6. 계단 측정 방법을 설명하시오.
7. 표준 고속도강에서 18-4-1 이란?
8. 칩 브레이커에 대하여 설명하시오.
9. 스텔라이트의 주성분은?
10. 절삭공구 구비조건을 설명하시오.

**참고문헌**

1. 이수용, 기계공작법, 한국산업인력공단, 2005.
2. 조정희, 공작기계실기, 한국산업인력공단, 2010.
3. 한동룡, 선반, 한국직업훈련관리공단, 1985.
4. 황순원, CNC선반기초실기, 한국산업인력공단, 2005.
5. 함승덕, 이재우, 조선행, 기계공작법, 한국폴리텍대학, 2001.
6. 윤종학, 이명하, 권점현, 기계공작, 교육부, 1996.
7. 김기수, 우연재, 권윤원, 권주웅, 도철진, 기계공작법, 교육과학기술부, 2002.

A-2

본가공 수행하기

학습 모듈 개요

선반작업에서 작업표준서에 의하여 장비를 설정하고, 작업지시서에 따른 가공조건 결정 및 수정, 공작물 설치, 절삭조건 산출 및 적용, 작업안전을 고려한 선반가공 방법에 관한 능력을 배양한다.

학습 목표

일반목표

선반작업을 위한 장비의 선정, 가공조건 선정 및 수정, 공작물 설치, 절삭조건 산출 및 적용, 선반가공 방법, 절삭조건 조절 및 안전사항에 대한 능력을 향상시킬 수 있다.

세부목표

- 작업요구사항과 작업표준서에 의거하여 장비를 설정할 수 있다.
- 작업절차서, 작업지시서, 감독자의 지시로부터 가공조건을 결정할 수 있다.
- 가공조건이 부적합할 경우 수정할 수 있다.
- 작업안전에 유의하여 작업절차서, 작업지시서, 감독자의 지시에 따라 공작물을 설치할 수 있다.
- 기준면가공에 적합한 절삭조건을 산출하고 적용할 수 있다.
- 작업절차서, 작업지시서, 감독자의 지시에 따라 공작물을 가공할 수 있다.
- 수동 작업 시 절삭조건을 충족할 수 있도록 이송속도, 이송범위, 절삭 깊이를 조절할 수 있다.
- 가공 중 이상발생 시 작업표준서에 의거하여 조치를 취하거나 상급자에게 보고할 수 있다.

주요 용어

- 릴리빙(relieving) 가공, 구성인선(built-up edge), 널링(knurling) 가공

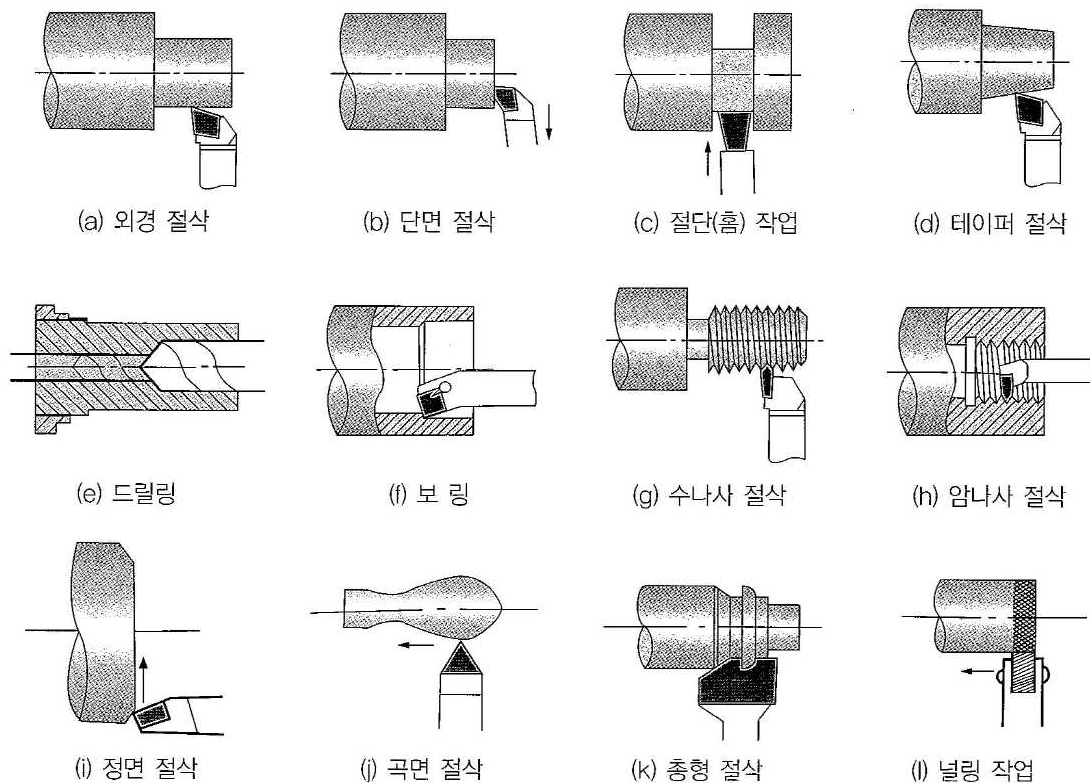
기본 학습 1

1. 작업요구사항과 작업표준서에 의한 장비 설정

1.1 선반 가공의 종류

선반(lathe)은 주축(spindle) 끝단에 부착된 척(chuck)에 가공물을 고정하여 회전시키고, 공구대(tool post)에 설치된 바이트로 절삭 깊이(depth of cut)와 이송(feed)을 주어 주로 원통형의 가공물을 절삭하는 공작기계이다.

[그림 2-1]은 선반의 기본적인 가공방법을 나타낸다.



[그림 2-1] 선반 가공의 종류

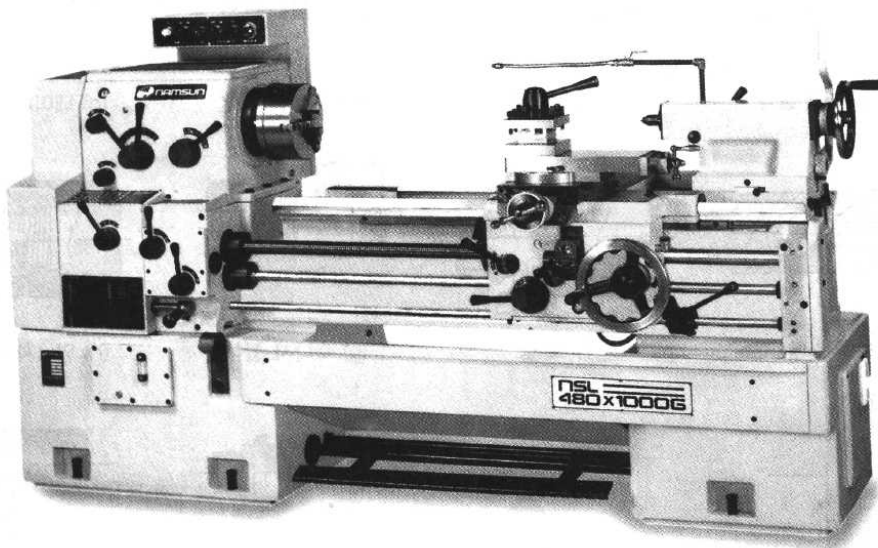
선반에서는 외경 및 단면가공, 흠가공, 테이퍼(taper)가공, 드릴링, 내경가공, 나사가공, 곡면가공 등의 기본 가공과 특수 장치나 공구 등을 사용해서 총형가공, 릴리빙 가공, 모방가공, 널링 등을 할 수 있다.

1.2 선반의 분류와 크기 표시 방법

(1) 선반의 종류

① 보통선반(engine lathe, [그림 2-2] 참조)

보통선반은 각종 선반 중에서 기본이 되고, 가장 많이 사용하는 선반이다. 증기기관을 이용한 엔진에서 동력을 이용하면서 engine lathe라는 이름으로 불리어 졌다. 현재는 주로 전동기를 이용하며, 절삭공구 재료와 가공물의 재질, 생산성의 끊임없는 발전으로 고속화 되고 중절삭에도 충분히 견딜 수 있는 구조로 발전하고 있다. 가공 범위가 넓은 공작기계의 기본적인 구조와 기능을 보유한 대표적인 공작기계이다.



[그림 2-2] 보통선반(engine lathe)

② 탁상선반(bench lathe)

작업대 위에 설치해야 할 만큼의 소형선반으로 베드 길이 900 mm 이하 스윙(swing) 200 mm 이하로서 시계부품, 재봉틀 부품 등의 소형 부품을 주로 가공하는 선반이다.

③ 정면선반(face lathe)

기차바퀴처럼 지름이 크고 길이가 짧은 가공물을 절삭하기에 편리한 선반이며, 베드의 길이가 짧고 심압대가 없는 경우도 많다. 가공물 지름의 차이가 크기 때문에 절삭속도를 어느 정도 일정하도록 하기 위한 무단 변

속식 정면선반도 있다.

④ 수직선반(vertical lathe)

대형의 공작물이나 불규칙한 가공물을 가공하기 편리하도록 척을 지면 위에 수직으로 설치하여 가공물의 장착이나 탈착을 편리하게 하였다. 주축은 수직으로 설치되어 있으며 공구 이송방향이 보통선반과 다르다.

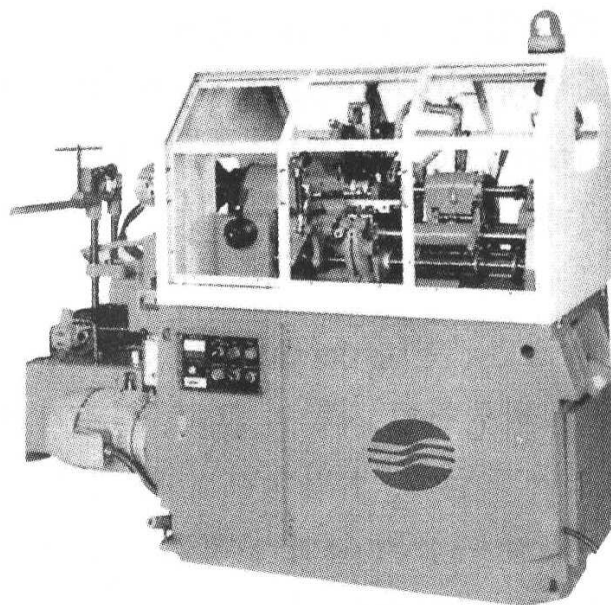
⑤ 터릿선반(turret lathe, [그림 2-3] 참조)

터릿선반은 보통선반의 심압대 대신에 터릿으로 불리는 회전공구대를 설치하여 여러 가지 절삭공구를 공정에 맞게 장착하여 간단한 부품을 대량 생산하는 선반이다.

터릿선반은 공정에 맞추어 공구를 세팅할 때 시간이 많이 걸리지만 세팅이 끝나면 측정이 필요 없어 숙련공이 아니라도 쉽게 가공할 수 있다.

터릿의 모양은 육각형, 드럼(drum)형 등으로 분류한다. 램형(ram type)과 새들형(saddle type)이 있으며, 램형은 소형에 새들형은 대형에 주로 사용한다.

터릿선반에는 콜릿척(collet chuck)을 사용하며, 긴 가공물을 고정하여 마지막 공정은 절단하여 부품을 완성하는 것이 일반적인 방법이다.



[그림 2-3] 자동형 터릿선반

선반(기본작업)

⑥ 공구선반

공구선반은 보통선반과 같은 구조이나 정밀한 형식으로 되어있다. 주축은 기어변속 장치를 이용하여 여러 가지의 회전수로 변환을 할 수 있으며, 릴리빙(relieving)장치와 테이퍼 절삭장치, 모방 절삭장치 등이 부착되어 있다.

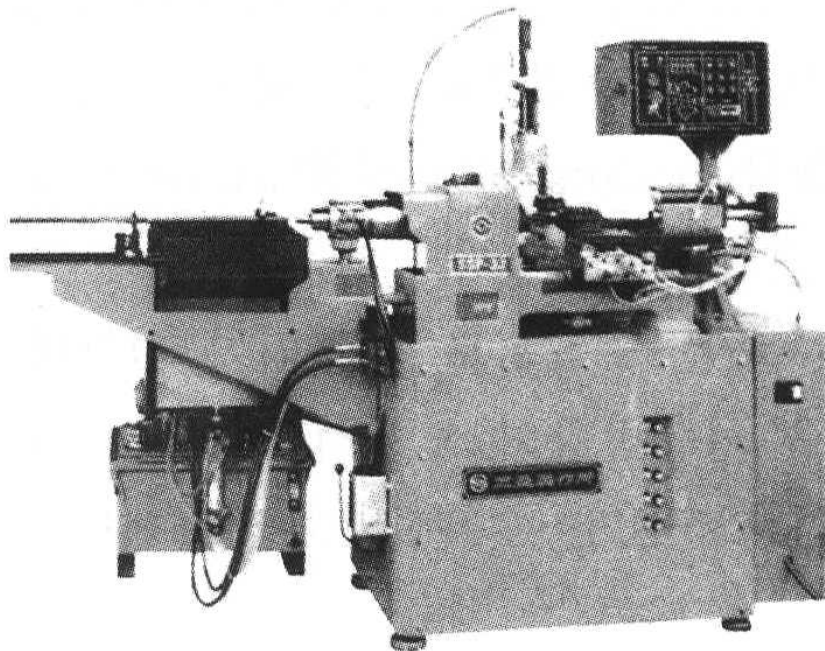
주로 밀링커터, 탭, 드릴 등의 공구를 가공한다.

⑦ 자동선반([그림 2-4] 참조)

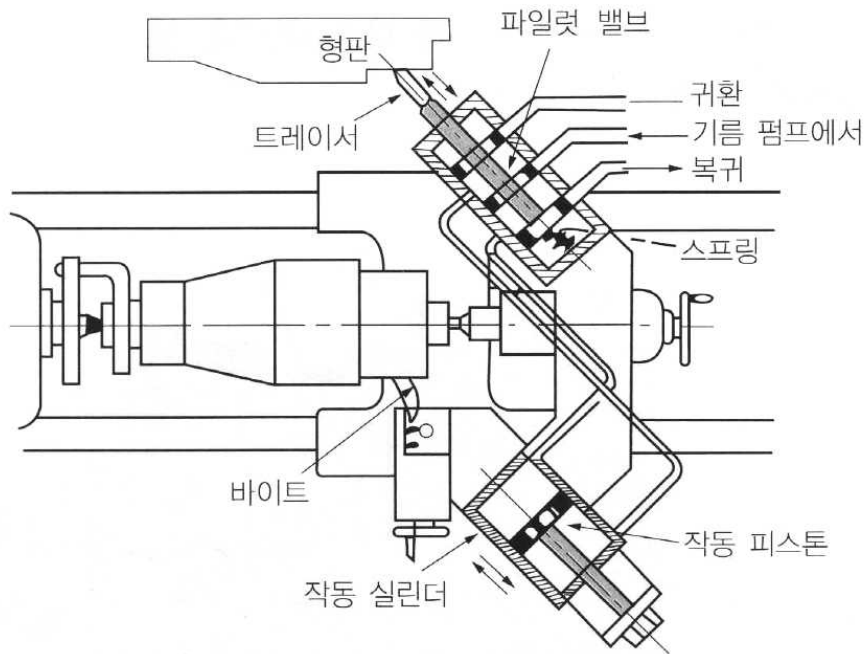
자동선반은 캠이나 유압 기구 등을 이용하여 부품가공을 자동화한 대량 생산용 선반이다. 선반의 조작을 한번 조정해 놓으면 부품이 자동으로 가공되는 형식으로 CNC선반의 전 단계로 볼 수 있다.

자동선반은 부품이 자동으로 가공되기 때문에 한사람이 여러 대의 선반을 조작할 수 있어서 능률적이고, 인건비를 절감할 수 있는 장점이 있다.

자동선반에서는 주로 핀, 볼트, 시계부품 또는 자동차 부품 등을 대량으로 생산할 수 있다. CNC선반이 상용화 된 후에는 많이 사용되지 않는 선반이다.



[그림 2-4] 자동선반



[그림 2-5] 유압식 모방장치의 원리

⑧ 모방선반(copy lathe, [그림 2-5] 참조)

자동모방장치를 이용하여 모형이나 형판(template) 외형에 트레이서(tracer)가 설치되고 트레이서가 움직이면 바이트가 함께 움직여 모형이나 형판의 외형과 동일한 형상(계단모양, 테이퍼, 곡면)의 부품을 자동으로 가공하는 선반이다.

자동모방장치로는 유압식, 전기식, 전기 유압식, 기계식 등이 있다.

⑨ 차축선반(axle lathe)

기차의 차축을 주로 가공하는 선반으로 주축대를 마주 세워 놓은 구조이다.

⑩ 차륜선반(wheel lathe)

기차의 바퀴를 주로 가공하는 선반으로 주축대 2개를 마주 세운 구조이다.

⑪ 크랭크축 선반(crank shaft lathe)

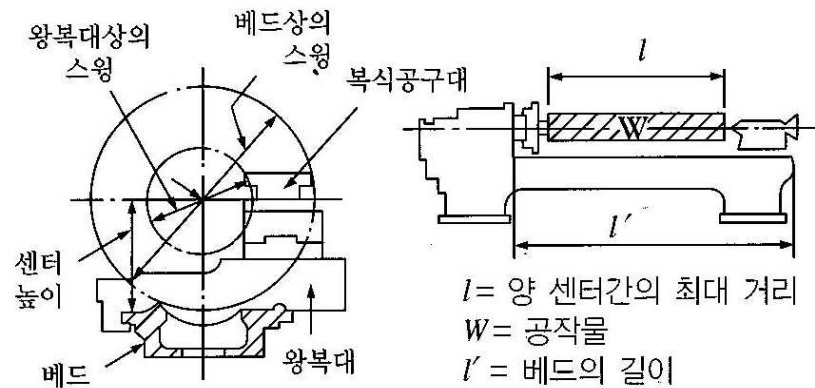
크랭크축 선반은 크랭크축의 저널과 크랭크 핀을 가공하는 선반으로 베드의 양쪽에 크랭크 핀을 편심시켜 고정하는 주축대가 있다.

선반(기본작업)

(2) 선반의 크기 표시방법([그림 2-6] 참조)

선반의 크기를 나타내는 방법은 선반의 종류에 따라서 다소 다르나 보통 선반에서는

- ① 베드상의 스윙(swing : 가공할 수 있는 공작물의 최대지름)
- ② 왕복대상의 스윙
- ③ 양 센터 간에 최대거리(가공할 수 있는 공작물의 최대길이)



[그림 2-6] 선반의 규격표시