

기본 학습 6

6. 작업지시서에 따른 공작물 가공

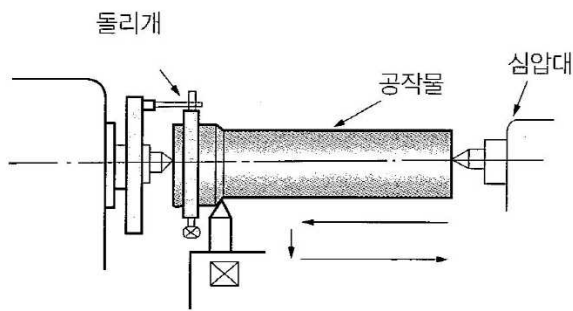
6.1 외경절삭

가공물을 척이나 양 센터로 고정하고, 외경 바이트를 공구대에 설치한다.

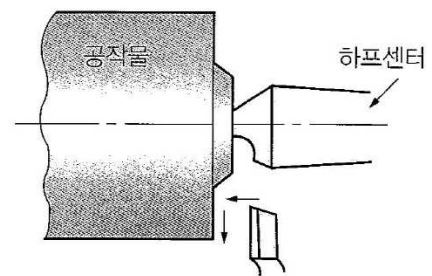
가공물의 재질 및 절삭조건으로 절삭속도, 회전수, 이송, 절삭 깊이를 선정하고, 도면에 의해 황삭 가공을 한 후에 다듬질하여 완성한다.

한쪽의 가공이 끝나면 가공물을 돌려서 고정하여 가공하며, 돌려서 고정할 때는 가공된 면에 상처가 나지 않도록 보호판(동판, 알루미늄판 등)을 사용하여 고정하고, 서피스 게이지와 다이얼 게이지 등을 이용하여 중심을 도면에서 지시하는 정밀도로 맞추어 고정한다.

[그림 2-20]은 외경절삭을 나타낸다.



[그림 2-20] 외경절삭



[그림 2-21] 단면절삭

6.2 단면절삭

가공물의 끝 단면을 가공하는 방법이며, 절삭할 때 첫째 공정으로 가공하는 것이 좋다.

바이트를 단면에 대하여 약 2~5° 정도 기울어지게 설치한 후에 바이트 중심과 가공물의 중심이 일치하는가를 확인한다. 가공물 바깥지름에서 중심방

향으로 진행하거나 중심에서 바깥지름 방향으로 가공한다.

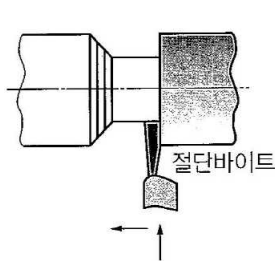
[그림 2-21]은 단면절삭을 나타낸다.

6.3 절단(cutting off)

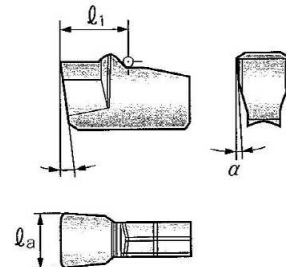
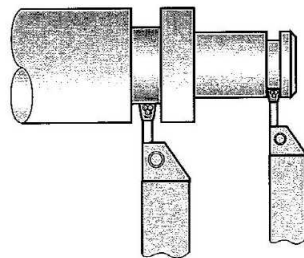
절단 바이트를 이용하여 가공물의 일부를 절단하는 가공이다.

외경절삭에 비하여 절삭속도, 이송, 절삭 깊이 등을 적게 하여 가공하며, 이송을 가끔씩 멈추어 칩이 끊어지도록 한다. 절단되는 깊이가 깊을 때에는 바이트를 좌우로 옮기면서 절단하여 바이트에 가해지는 절삭저항을 줄여 주는 방법이 바이트의 파손을 방지하고 능률적으로 가공하는 유용한 방법이다.

[그림 2-22]는 절단을 나타낸다.



[그림 2-22] 절단



[그림 2-23] 홈절삭

6.4 홈 절삭(grooving)

홈 절삭은 절단의 일부만 가공하는 방식이므로 절단가공에 준하여 가공한다.

[그림 2-23]은 홈 절삭을 나타낸다.

6.5 내경절삭(boring)

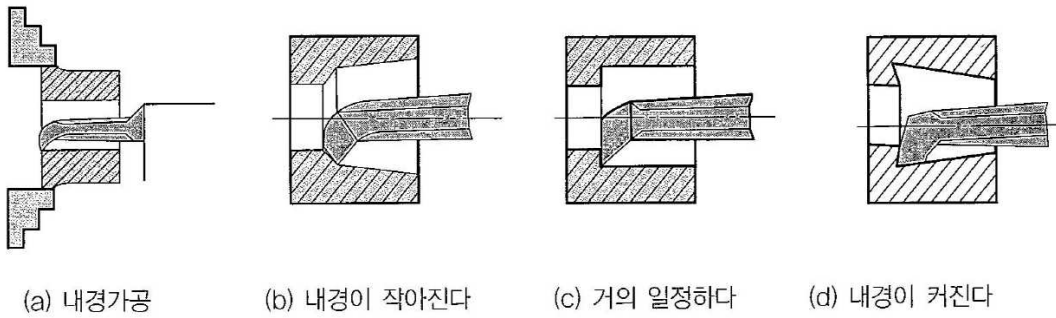
(1) 구멍이 뚫린 가공물

내경절삭은 외경절삭에 비하여 바이트의 지지력이 약하므로 바이트 생크는 가공물의 안지름에 가능한 굵은 것을 사용하고, 길이는 가공물에 적합하게 짧게 하며, 절삭속도, 이송, 절삭 깊이 등을 외경절삭 할 때 보다 적

선반(기본작업)

게 하여 가공한다.

[그림 2-24]는 내경 바이트의 날 끝 형상과 영향을 표시한다.



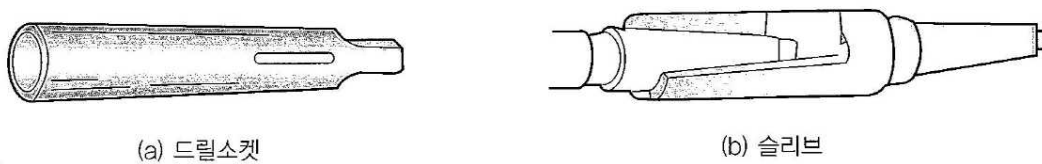
[그림 2-24] 내경 바이트의 날 끝 형상과 영향

(2) 구멍이 없는 가공물의 내경 가공

구멍이 없는 가공물은 심압축에 드릴척(drill chuck)을 부착하여 드릴가공(drilling)으로 먼저 구멍 가공을 한 후 내경을 가공한다.

드릴의 지름에 따라 차례대로 여러 번 드릴링하며, $\varnothing 13$ mm 이상의 드릴을 사용할 경우에는 드릴에 소켓(socket)과 슬리브(sleeve) 등을 이용하여 드릴링 한다.

[그림 2-25]는 드릴의 소켓과 슬리브를 나타낸다.



[그림 2-25] 드릴 소켓과 슬리브

6.6 널링가공(knurling)

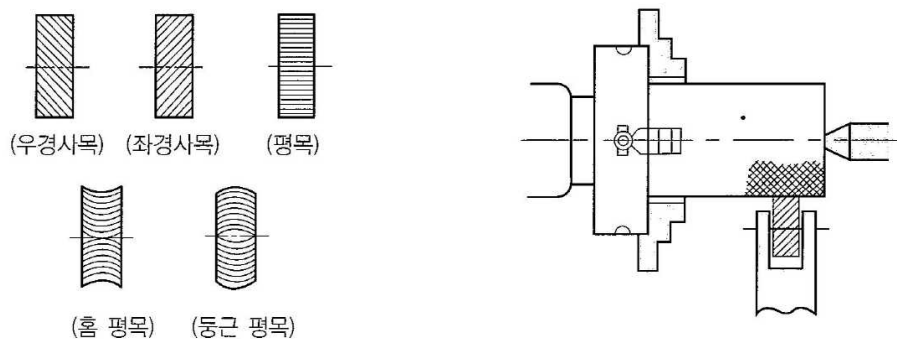
가공물의 표면에 널(knurl)을 압입하여 가공물 원주면에 사각형, 다이아몬드형, 평형 등의 요철 형태로 가공하는 방법으로 미끄러짐을 방지하기 위한 손

잡이(마이크로미터 덤블, 버니어의 고정나사 등)나 외관을 좋게 하기 위하여 주로 사용한다.

널링가공은 소성가공법으로 널링 가공을 하면 가공물의 외경이 커진다. 따라서 커지는 만큼 외경을 미리 적게 가공한 후 널링가공을 하여 요구하는 치수가 되도록 가공한다.

[그림 2-26]은 널링을 나타내며, 널이 1개인 경우에는 널과 가공물의 중심이 일치하고, 널이 2개일 경우에는 가공물 중심선에 대칭으로 위치시켜 가공한다.

널링가공은 높은 압력이 작용하므로 반드시 센터로 지지하고, 널을 공구대에 단단히 고정한다. 다음, 절삭유를 충분히 공급하면서 가공한다.



[그림 2-26] 널링 공구 및 널의 설치

6.7 테이퍼(taper) 절삭

테이퍼는 한쪽 지름이 크고, 한쪽 지름은 작은 원뿔형의 형상으로 절삭하는 방법이며, 선반에서 테이퍼를 가공하는 방법은 다음과 같다.

- ① 복식 공구대(compound tool post)를 경사시키는 방법
- ② 심압대를 편위시키는 방법
- ③ 테이퍼 절삭장치(taper attachment)를 이용하는 방법
- ④ 총형 바이트를 이용하는 방법
- ⑤ 테이퍼 드릴 또는 테이퍼 리머(taper reamer)를 이용하는 방법 등이 있다.

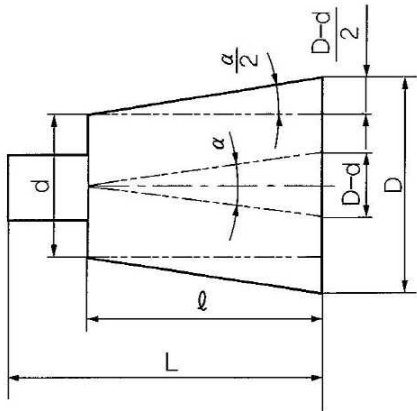
선반(기본작업)

(1) 복식 공구대를 경사 시키는 방법

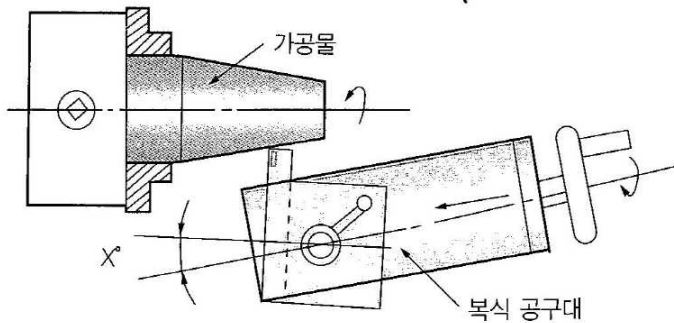
테이퍼의 각이 크고, 길이가 짧은 가공물을 복식 공구대를 선회시켜 가공하는 방법이다.

베벨기어의 소재, 센터의 소재, 내경 테이퍼 등을 가공한다.

[그림 2-27]은 가공물의 테이퍼를 [그림 2-28]은 복식 공구대의 회전방법을 나타내며, 이때는 세로 이송대로 테이퍼를 가공한다.



[그림 2-27] 테이퍼



[그림 2-28] 복식공구대의 회전

복식 공구대를 경사시키기 위한 각 $\tan\theta$ 는 다음 식에 의한다.

[그림 2-27]에서 테이퍼량은 $= \frac{D-d}{2}$

따라서 복식공구대를 경사시키기 위한 각 $\tan\theta$ 는

$$\tan\theta = \frac{D-d}{2\ell} \text{ 식으로 계산한다.}$$

이 때, D : 테이퍼의 큰 지름, d : 테이퍼의 작은 지름, ℓ : 테이퍼의 길이로 한다.

(2) 심압대를 편위시키는 방법

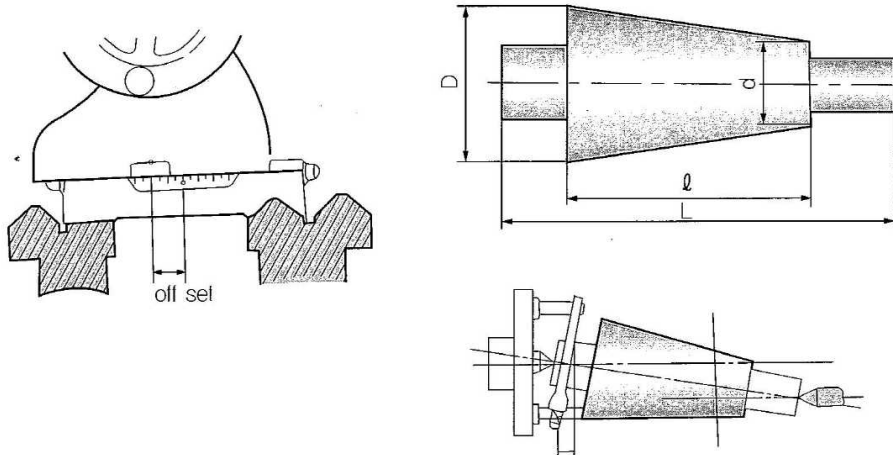
[그림 2-29]는 심압대를 편위시켜서 가공물을 양 센터로 지지한 형태를 나타낸다. 테이퍼가 작고 길이가 길 경우에 사용하는 방법으로 편위 거리가 같아도 가공물의 길이에 따라 테이퍼는 변한다. 즉, 가공물의 전체길이에

영향을 받는다.

심압대의 편위량을 구하는 계산식은 다음과 같다.

L : 가공물의 전체길이 x : 심압대의 편위량 D : 테이퍼의 큰 지름
d : 테이퍼의 작은지름 ℓ : 테이퍼의 길이라고 하면

$$X = \frac{(D-d)L}{2\ell}$$



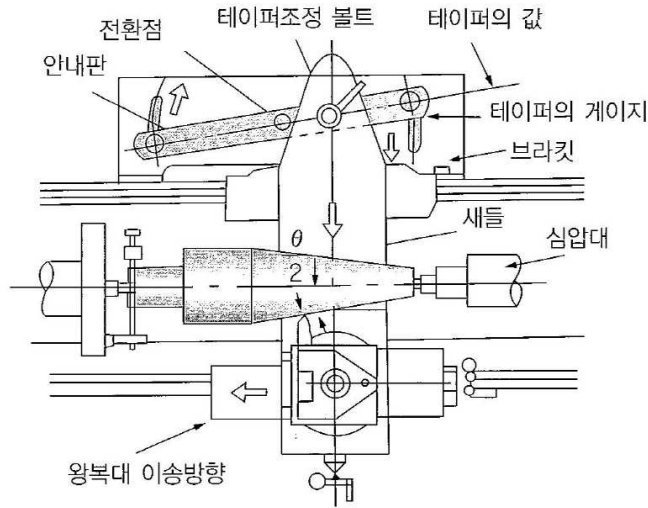
[그림 2-29] 심압대 편위방법 및 편위량

(3) 테이퍼 절삭장치를 이용하는 방법

[그림 2-30]은 테이퍼 절삭장치를 나타내며 가로 이송대의 나사축과 너트를 분리하여 가로 이송대를 자유롭게 한 다음, 안내판의 각도를 조정하고 안내 블록(slide block)을 가로 이송대에 고정하면 정밀도 높은 테이퍼를 쉽게 가공할 수 있다.

안내판의 각도는 테이퍼량의 반으로 조정해야 한다. 테이퍼 절삭장치를 이용할 때의 장점은 다음과 같다.

- ① 가공물 테이퍼 길이에 관계없이 동일한 테이퍼로 가공할 수 있다.
- ② 넓은 범위의 테이퍼를 가공할 수 있다.



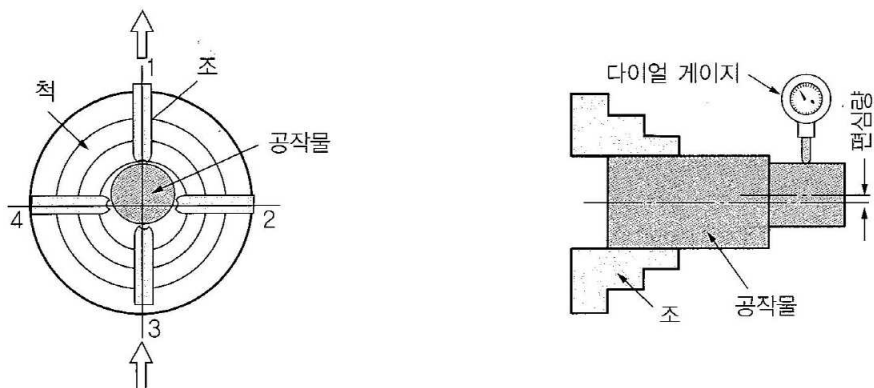
[그림 2-30] 테이퍼 절삭장치

6.8 편심(eccentricity)

편심이란 중심이 2개 이상이 되는 가공물의 형태이며, 회전운동을 직선운동으로 바꾸기 위한 기계요소로서 사용한다.

가공방법은 단동척에서 한 개의 조를 풀고, 반대쪽 조를 조이면서 지정된 편심만큼 중심을 이동시켜 편심량을 맞춘다. 다이얼 게이지의 이동량을 편심량 $\times 2$ 로 맞추고 가공하며, 편심을 가공할 때 바이트의 파손이나 진동을 유발할 수 있으므로 이송을 천천히 하고 절삭속도를 느리게 하여 가공한다.

[그림 2-31]은 편심가공을 나타낸다.



[그림 2-31 편심가공]

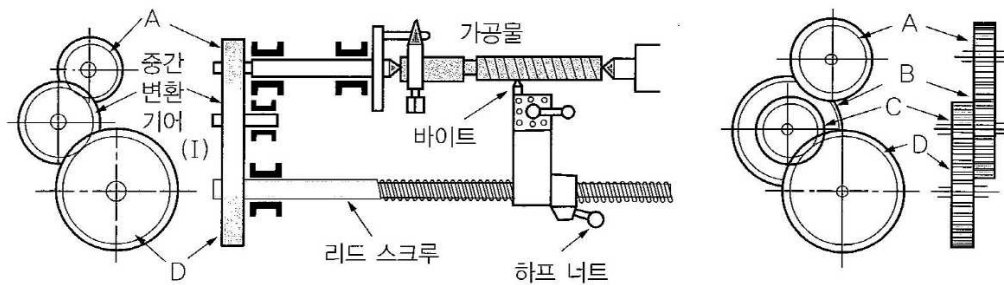
6.9 나사절삭(threading) 가공

(1) 나사절삭 원리

선반에서 나사를 절삭할 때 주축과 어미나사(lead screw)의 축을 변환기어에 연결하여 어미나사의 축과 주축의 회전비를 맞추면 필요한 나사의 피치(pitch)로 가공할 수 있다.

즉 어미나사가 1회전할 때, 가공물이 몇 회전을 하는가를 변환기어로서 조정하는 원리가 나사를 절삭하는 원리이다. 에이프런의 하프너트(half nut)를 어미나사에 물리면 왕복대의 공구대에 설치된 나사 바이트가 이송하여 원하는 나사를 가공할 수 있다.

[그림 2-32]는 나사절삭의 원리를 나타낸다.



[그림 2-32] 나사절삭 원리

(2) 변환기어 계산법

선반에서 나사를 가공하기 위해서는 먼저 어미나사가 미터(m)식 선반인지, 인치(inch)식 선반인지를 확인한다. 변환기어의 조합은 2단 걸이(단식) 또는 4단 걸이(복식)가 있으며, 기어의 맞물림 비율이 1:6 미만이면 4단 걸이를 이용한다.

기어의 이(tooth)는 소수점으로 존재할 수 없으므로 1인치 = 25.4 mm 에서 소수를 갖지 않도록 25.4×5 즉, 5인치는 127 mm 가 되기 때문에 어미나사가 미터식 선반에서 인치 나사가공 또는 인치식 선반에서 미터나사를 가공할 때 127 기어가 필요하다.

<표 2-2>는 변환기어의 잇수를 나타낸다.

선반(기본작업)

<표 2-2> 변환기어 잇수

형 식	변환기어 잇수	참 고
영 식	20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 115, 120, 127	이 수 5개 간격 20~120, 127 1개
미 식	20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60 64, 72, 80, 127	20~64 이 수 4개 간격 72, 80, 127 1개

나사를 절삭할 때 변환 기어를 계산하기 위하여 수식으로 나타내면

- A : 주축에 연결된 기어 B : 중간축에 연결된 기어
 C : 중간축에 연결된 기어 D : 어미나사(lead screw)에 연결된 기어
 P : 어미나사의 피치 p : 가공물의 피치
 T : 어미나사 1인치 당 산수 t : 가공물의 1인치 당 산수라고 하면

① 어미나사가 미터식 선반에서 미터나사를 가공할 때

$$\frac{p}{P} = \frac{A}{D} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

② 어미나사가 인치식 선반에서 인치나사를 가공할 때

$$\frac{T}{t} = \frac{A}{D} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

③ 어미나사가 미터식 선반에서 인치나사를 가공할 때

$$\frac{127}{5 \times P \times t} = \frac{A}{D} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$$

④ 어미나사가 인치식 선반에서 미터나사를 가공할 때

$$\frac{5 \times P \times t}{127} = \frac{A}{D} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \text{로 계산한다.}$$

(3) 나사가공 및 자동 이송표에 의하여 가공하는 방법

선반의 발달로 범용선반에서 나사를 가공하기 위하여 변환기어를 계산하지 않는다. 제작회사마다 다소 차이는 있으나 나사를 가공하기 위한 나사가공표에 의하여 필요한 위치로 레버를 조정하고 가공하면, 필요한 피치의 나사를 가공할 수 있다.

6.10 기타 가공

(1) 총형 가공

R 이나 V홈, 기타 특정한 모양을 대량으로 가공할 때, 바이트의 형상을 제품과 동일한 치수와 대칭형상으로 연삭한다.

제품의 형상과 대칭 형상으로 연삭된 바이트로서 제품을 가공하면 제품을 편리하게 가공할 수 있다. 이러한 가공을 총형가공이라 한다.

R 가공처럼 간단한 때는 문제가 되지 않지만, 특수한 형상의 바이트는 주문제작하여 사용한다. 주문제작하면 바이트 가격이 비싸게 되므로 경제적인 측면을 고려하여 결정해야 한다.

(2) 릴리빙 가공

탭이나 커터 등의 절삭공구 여유각을 절삭하는 장치로서 유니버설 조인트에 의하여 주축에서 공구대로 회전을 전달하면 공구대는 캠 장치로 가공물 1회전에 대하여 규칙적으로 전후로 이송하며 가공한다.

릴리빙 가공을 하면 가공물의 단면형상을 원통이 아닌 다양한 형태로 가공할 수 있다.

(3) 모방절삭

보통선반에서 동일한 제품을 대량생산하기 위해서는 모든 공정을 반복하여 가공해야 한다. 이러한 공정을 보다 효율적으로 진행하기 위하여 사용하는 방법 중에 하나가 모방절삭이다.

유압식 모방절삭에서 실물 또는 모형을 따라 축침(tracer)에 반응시켜 이것이 파일럿 밸브(안내 밸브) 작용으로 공구대 구동용 실린더에 유입, 유출하는 유량을 제어함으로써 모형 또는 실물의 모양과 같이 자동으로 쉽게 가공한다.

(4) 터릿선반 가공

터릿(turret)선반 작업은 일반적으로 원통절삭, 단면절삭, 구멍 뚫기, 리머작업, 나사가공, 절단 등의 기본 작업 및 이들 중의 몇 가지가 혼합된 가공 등을 할 수 있다.

터릿 공구대에는 각종 가공에 사용할 절삭공구들을 각종 고정 장치와 병행하여 8공정 내에서 사용한다.

기본 학습 7

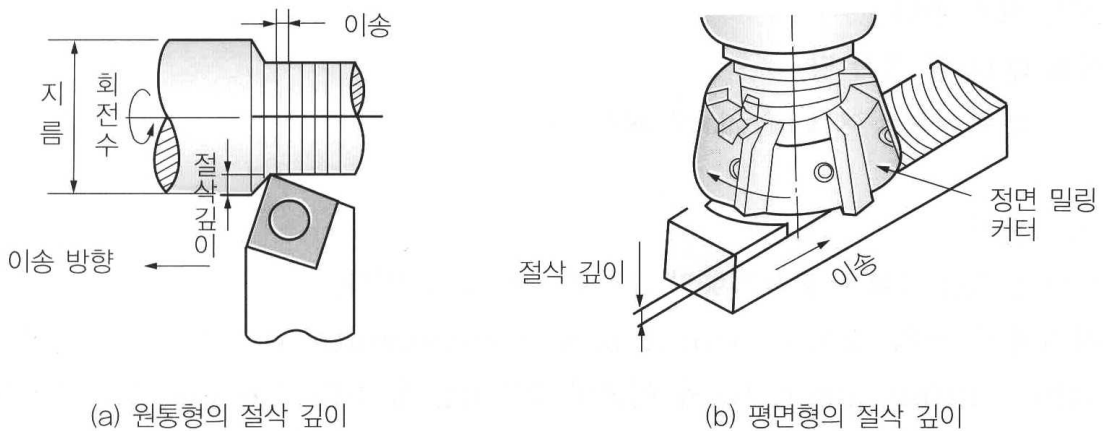
7. 이송속도, 이송범위 및 절삭 깊이 조절

7.1 절삭 깊이(depth of cut)

절삭 깊이는 절삭공구로 가공물을 절삭하는 깊이이며, 절삭공구의 형상에 관계없이 가공하는 방향에 수직으로 측정한다.

[그림 2-33]은 절삭 깊이를 나타낸다.

단위는 mm로 표시하며, 선반 가공에는 절삭 깊이의 2배가 절삭된다.



[그림 2-33] 절삭깊이

일반적으로 절삭 깊이가 커지면 절삭온도와 절삭저항의 상승으로 인해 절삭공구의 수명이 감소한다.

절삭 깊이가 매우 작을 경우(0.2 mm 이하)에는 비 절삭저항이 증가하는 치수효과(size effect) 현상 때문에 절삭저항이 증가하는 현상이 발생한다.

7.2 절삭 면적(cutting area)

절삭면적은 절삭 깊이와 이송의 곱으로 표시하며, 절삭면적이 동일하여도 이송과 절삭 깊이의 변화에 따라 절삭저항은 변한다.

절삭면적을 식으로 나타내면

$$F = s \times t \text{ (mm}^2\text{)}$$

F : 절삭면적(mm²)
 s : 이송(mm)
 t : 절삭깊이(mm)

이송(feed)에 따라 칩의 두께가 변하고, 절삭 깊이(depth of cut)에 칩의 폭이 변한다.

7.3 이송속도(feed speed)

이송운동(feed motion)의 속도를 이송속도라 한다.

절삭공구와 가공물 사이에서 가로방향(절삭방향에 대하여)의 상대운동 크기를 의미하며, 선반이나 드릴가공에서는 주축(spindle) 1회전당의 이송 mm/rev으로 표시하며, 평삭에서는 절삭공구 또는 가공물 1회 왕복마다의 이송 mm/stroke로 한다.

밀링에서는 주로 mm/min를 적용하며, 경우에 따라서 mm/rev(커터 1회전에 대한 이송)으로도 표시한다.

절삭율 Q (분당 절삭량)

$$Q = V \times s \times t \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

V : 절삭속도(m/min)
 s : 이송(mm)
 t : 절삭깊이(mm)

기본 학습 8

8. 이상발생에 따른 조치

8.1 기계점검 및 급유

(1) 기계의 점검

기계의 수명을 길게 하고 성능을 오래 유지하기 위해서는 사용 전과 사용 후에 충분히 점검을 실시하여야 하며, 운전 전에 반드시 조작 방법을 정확하게 익혀서 정밀도 유지 및 작업 안전에 이상이 없도록 한다.

- ① 기계의 설치가 정상적이며, 진동은 없는가를 확인한다.
- ② 각 부분의 미끄럼 면은 정상적인가를 확인한다.
- ③ 기어의 물린 상태는 양호한가를 확인한다.
- ④ 각 레버는 정 위치에 놓여 있고 이상이 없는가를 확인한다.
- ⑤ 이송 기구가 제대로 동작되고 있는가를 확인한다.
- ⑥ 공작물 고정구(척)가 확실하게 고정되어 있는가를 확인한다.
- ⑦ 전원 스위치 및 전동기 동작이 원활한가를 확인한다.

(2) 급유 방법의 종류

① 적하 급유법(drop feed oiling)

마찰면의 넓은 부분 또는 시동 빈도가 많을 때 사용하고, 저속 및 중속축의 급유에 사용한다.

② 오일링 급유법(oiling lubrication)

고속축의 급유를 균등히 할 목적으로 사용되며, 사용 회전축보다 큰 링을 걸쳐 기름통을 통하여 축 위에서 급유된다.

③ 순환 급유법(circulating oiling)

고속 회전에 베어링의 냉각 효과를 필요로 할 때 경제적인 방법으로

대형 기계에 자동 급유되도록 순환펌프를 이용하여 급유된다.

④ 튀김 급유법(splash oiling)

커넥팅 로드 끝에 달린 기름 국자로부터 기름을 퍼 올려 비산시키는 방법이다.

⑤ 패드 급유법(pad oiling)

무명과 털을 섞어서 만든 패드 일부를 기름통에 담가 저널의 아랫면에 모세관 현상으로 급유하는 방식이다.

⑥ 담금 급유법(oil bath oiling)

마찰부 전체를 기름 속에 담가서 급유하는 방식으로 피벗 베어링에 사용된다.

8.2 작업안전

선반은 각종 공작기계 중에서 가장 많이 사용되는 기계이다. 제작회사에서 여러 가지로 안전을 고려하여 제작하였으나 완벽할 수는 없고, 작업자의 부주의로 인한 안전사고가 발생하면 인적, 경제적인 막대한 손실을 가져오게 되므로 최대한 안전에 유의하여야 한다.

(1) 작업 전에 지켜야할 안전사항

- ① 선반은 가공 전에 반드시 점검을 한다.(각종 레버, 하프너트, 자동장치 등)
- ② 가공 전에 주유 부분에는 반드시 주유한다.
- ③ 전기배선의 절연상태를 점검하고, 누전 여부를 확인한다.
- ④ 반드시 보안경을 착용한다.
- ⑤ 장갑, 반지 등을 착용하지 않도록 한다.
- ⑥ 복장은 간편하고, 활동이 편하며, 청결하게 착용한다.
- ⑦ 머리가 길 경우에는 모자를 착용하며, 모발이 기계에 감기지 않도록 주의한다.

선반(기본작업)

(2) 작업 중에 지켜야할 안전사항

- ① 선반이 가동될 때는 자리를 이탈하지 않는다.
- ② 선반 주위에서는 뛰거나 장난을 하지 않는다.
- ③ 척의 회전을 손이나 공구로 정지시키지 않는다.
- ④ 긴 가공물을 주축대 스피들 구멍에 끼워 가공할 때는 반드시 안전장치를 설치 후에 가공한다.
- ⑤ 드릴 작업을 시작할 때, 드릴 작업이 거의 끝날 때는 이송을 천천히 한다.
- ⑥ 편심작업은 진동을 고려하여 가공물을 단단히 고정한다.
- ⑦ 가공물이 길 때에는 심압대로 지지하고 가공한다.
- ⑧ 항상 공구의 정리정돈, 주변정리를 깨끗이 한다.
- ⑨ 칩은 손으로 제거하지 않는다.
- ⑩ 주축속도의 변환은 반드시 기계를 정지시키고 한다.
- ⑪ 나사를 절삭할 때는 회전수를 저속으로 하여, 바이트가 공작물과 충돌하거나 왕복대가 주축대나 심압대와 충돌하지 않도록 한다.
- ⑫ 나사가공이 끝나면 반드시 하프너트를 풀어 놓아야 한다.
- ⑬ 나사를 절삭할 때 역회전을 시킬 경우에는 바이트를 공작물에서 충분히 후퇴시켜 바이트의 파손 및 안전에 유의한다.
- ⑭ 편심을 가공할 때는 충격적인 절삭(단속절삭)이 이루어지므로 가공물을 척에 단단하게 고정하고 가공한다.

(3) 바이트를 사용할 때 주의할 안전사항

- ① 바이트를 교환할 때는 기계를 정지시키고 한다.
- ② 바이트는 가능한 짧고 단단하게 고정한다.
- ③ 공구대를 회전시킬 때는 바이트에 유의한다.

(4) 측정 및 공구 사용할 때 안전사항

- ① 측정을 할 때는 반드시 기계를 정지한다.

- ② 회전하는 가공물을 손으로 만져서는 안 된다.
- ③ 척 핸들은 사용 후에 반드시 제거한다.
- ④ 공구는 항상 정리 정돈하며 사용한다.

(5) 작업 후에 안전사항

- ① 절삭 칩은 예리하므로 주의해서 청소한다.
- ② 선반 각 부분에 청소를 깨끗이 하고 정해진 위치에 고정한다.
- ③ 습동면(베드, 가로이송대, 세로이송대 등)에는 반드시 기름칠을 한다.

(6) 기타 안전사항

- ① 왕복대를 베드 우측으로 보낼때는 심압대에 충격을 주지 않도록 한다.
- ② 심압대의 고정 볼트를 조여 고정을 확실히 한다.