

## 9. 밀링가공

참고도서 : 생산제조공학 SciTech 미디어

## 9.1 개요

- 점진적으로 칩을 제거함으로써 표면을 생성하는 기본적인 기계가공과정
- 공작물은 이송하여 회전하는 절삭공구로 물려 들어감
- 다인 (multiple-tooth) 커터 :
  - 등간격으로 배열된 외주부날 (peripheral tooth)
  - 단속적으로 공작물을 절삭함

## 9.2 종류 및 특성

### 밀링 머신의 종류

- 사용목적에 의한 분류 : 일반형, 생산형, 특수형
- 테이블지지 구조에 의한 분류 : 니형, 베드형, 플레이너형
- 주축방향에 의한 분류 : 수평형, 수직형, 만능형
- 용도별 분류 : 공구 밀링, 형조각 밀링, 나사 밀링
- 기타 : 모방 밀링, NC(수치제어)밀링

## < 밀링 머신의 특성과 용도 >

### ■ 니형 밀링 머신 :

- 칼럼의 앞면에 미끄럼 면이 있으면 칼럼을 따라 상하로 니가 이동하며 니위를 새들과 테이블이 서로 직각 방향으로 이동할 수 있는 구조
- 수평형, 수직형, 만능형 밀링 머신

# 니이(knee)형 밀링 머신의 종류

- 수평형 밀링머신 : 주축이 칼럼에 수평으로 되어 있다. 이는 칼럼의 전면의 안내면을 따라 상하운동한다.
- 수직형 밀링머신 : 주축이 테이블에 대하여 수직이며 기타는 수평형과 거의 같다.
- 만능형 밀링머신 : 수평형과 유사한 테이블 45° 이상 회전하며 주축 헤드가 임의의 각도로 경사가 가능하며 분할대 갖춘 것이다.

# 밀링 머신의 특성과 용도

- 베드형 밀링 머신 : 일명 생산형 밀링 머신, 용도에 따라 수평식, 수직식, 수평 수직 겸용식이 있다. 사용 범위가 제한되지만 대량 생산에 적합.
- 보링형 밀링 머신 : 구멍깎기 작업을 주로 하는 것으로 보링 헤드에 보링 바를 설치하고 여기에 바이트를 끼워 보링 작업
- 평삭형 밀링 머신 : 플라이너의 바이트 대신 밀링 커터를 사용. 테이블은 일정한 속도로 저속이송. 용도는 단순한 평면, 앤드밀에 의한 측면 및 홈 가공 등의 작업

# 니형 밀링머신의 구성

## ■ 칼럼(Column) :

- 밀링 머신의 본체
- 앞면은 미끄럼면, 아래는 베이스(base) 포함
- 미끄럼면은 니를 상하로 이동함
- 베이스와 니사이에 잭 스크루를 지지하고 있어 니의 상하이송 가능

## ■ 오버 암(Over arm) :

- 칼럼의 상부에 설치되어 있는 것
- 플레인 밀링 커터용 아버를 아버 서포터가 지지
- 아버 서포터는 임의의 위치에 체결

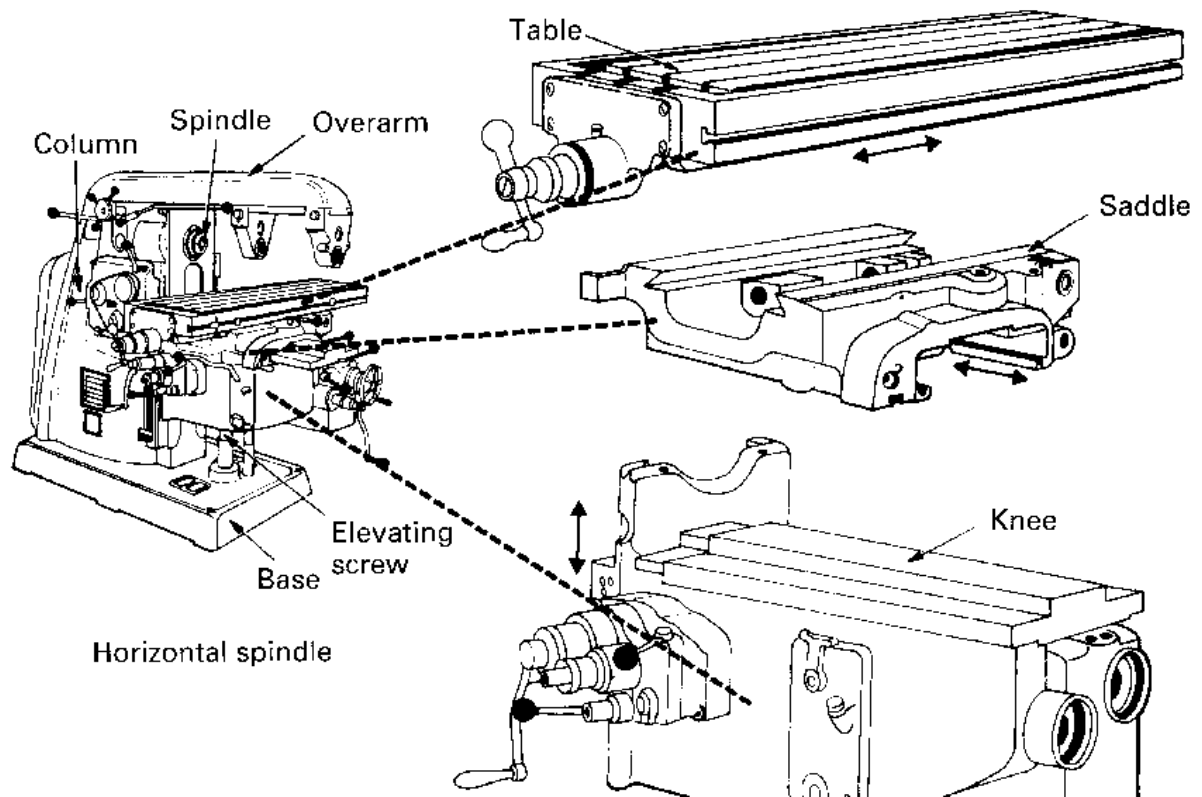
# 니형 밀링머신의 구성(계속)

- 니(Knee):
  - 칼럼에 연결되어 있음
  - 위에는 테이블을 지지
  - 테이블의 좌우, 전후, 상하를 조정 하는 복잡한 기구 포함
- 새들(Saddle) :
  - 테이블을 지지
  - 니의 상부 미끄럼 면위에 얹혀있어 그 위를 앞뒤 방향으로 이동
  - 윤활장치와 테이블의 어미나사 구동기구를 속에 둠
- 테이블(Table)
  - 공작물을 직접 고정하는 부분
  - 새들 상부의 안내면에 장치되어 수 평면을 좌우로 이동



# 칼럼니이형의 작업테이블구동

- 니이
- 새들
- 테이블



# 밀링 머신의 부속장치

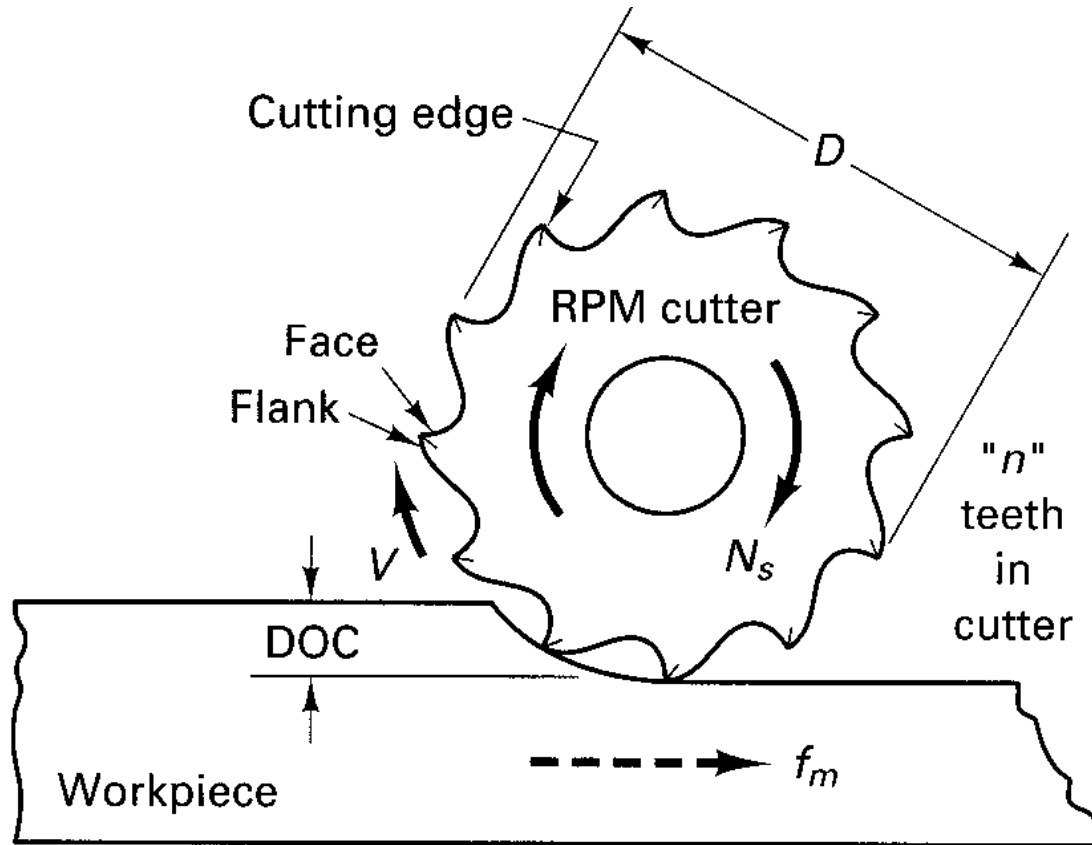
- **아버:** 밀링 커터는 주축단에 직접 압입하거나, 또는 주축단에 고정 되어 있는 아버 어댑터, 콜릿등을 이용하여 설치한다.
- **밀링 바이스:** 밀링 바이스는 테이블 위에 있는 홈을 이용하여 간단한 가공물을 고정할 수 있다.
- **회전테이블 장치:** 가공물에 회전운동이 필요할 때는 회전 테이블장치가 사용된다.
- **분할대:** 분할대는 밀링 머신의 테이블상에 설치하고 공작물의 각도 분할에 주로 사용한다. 가공은 분할대의 주입과 삼압대 사이에 센터로 지지하는 방법과 주축의 축으로 고정하는 방법이 있다.

■수직축 장치: 수직축 장치는 수평식 밀링 머신의 컬럼상의 주축부에 고정하고, 주축에서 기어로 회전이 전달되며, 수직축의 회전수와 밀링 머신의 주축의 회전수와 같다.

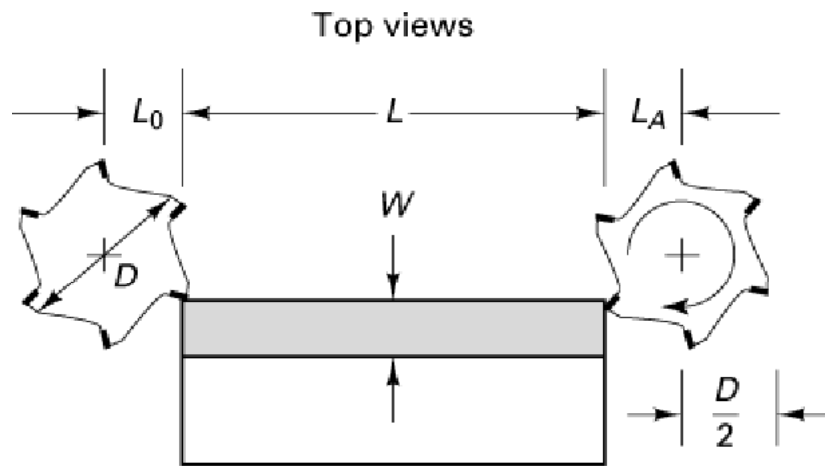
■슬로팅 장치: 슬로팅 절삭 장치는 니이형 머신의 컬럼면에 설치하여 사용한다. 이 장치를 사용하면 밀링 머신의 주축의 회전운동을 공구대의 램의 직선왕복운동으로 변화시켜 바이트로 밀링 머신에서도 직선 운동 절삭가공할 수 있다.

■랙 절삭장치: 만능식 밀링 머신에 사용되며 컬럼면에 고정되고, 주축 뒤에는 밀링 머신의 주축에 의하여 회전이 전달된다.

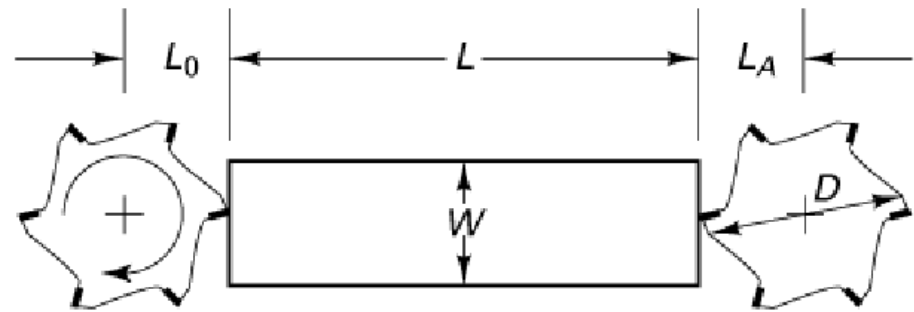
## 9.3 밀링공정의 기초



# 정면밀링

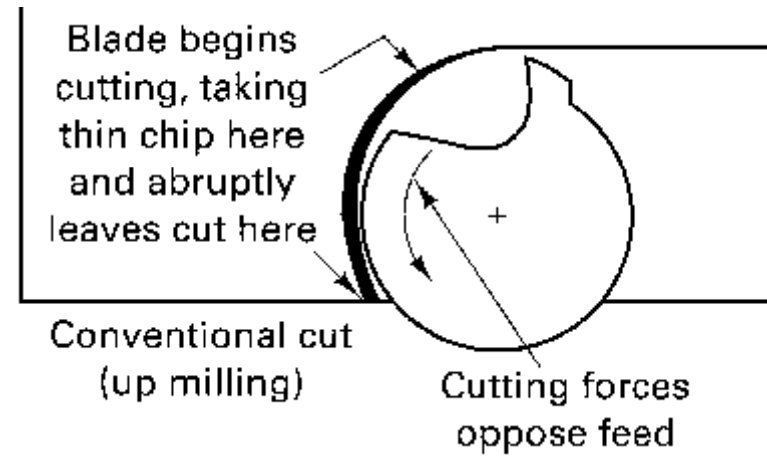
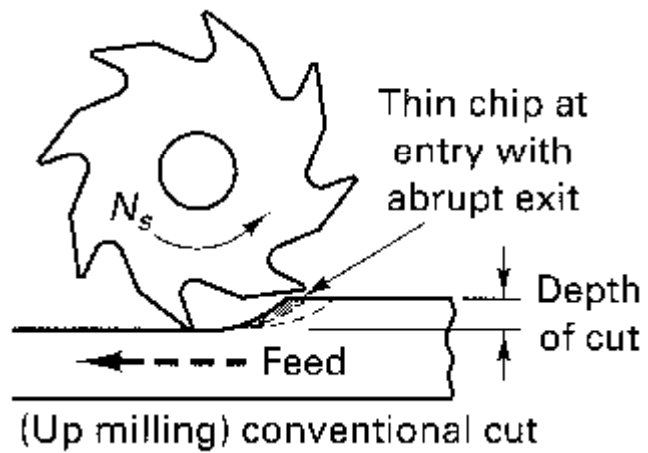


(d) Allowance for partial coverage

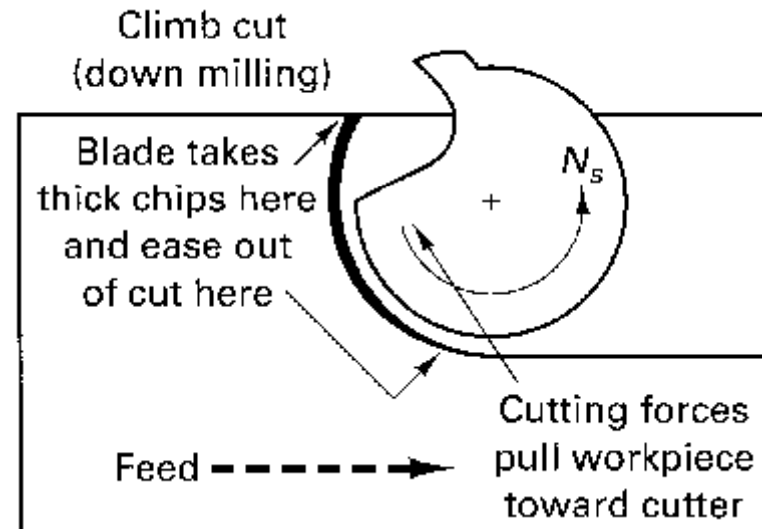
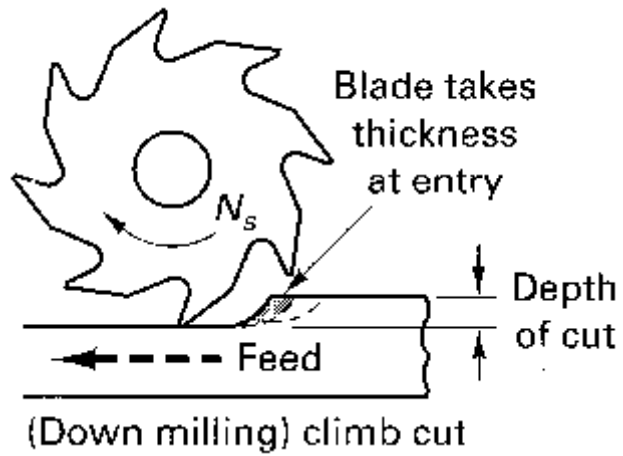


(e) Allowance for full coverage

# 상향밀링



# 하향밀링



# 밀링 절삭 조건

## ■ 상향 절삭

- 공구의 회전 방향과 공작물의 이송이 반대 방향

## ■ 하향 절삭

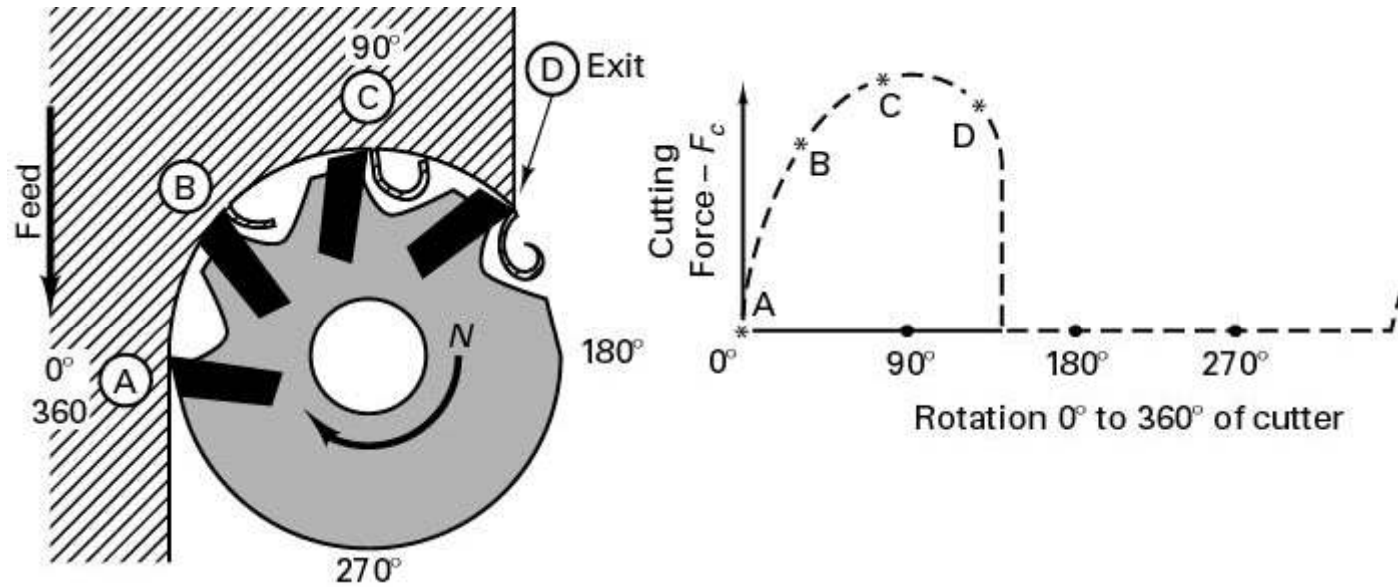
- 공구의 회전 방향과 공작물의 이송이 같은 방향

## ■ 절삭의 합성

- 상향 절삭과 하향 절삭이 합성이 경우



# 단속적절삭과 절삭력선도



## 9.4 밀링공구와 커터

- 엔드밀: 플레인형, 셀형, 중공형
- 정면밀
- 스태거날 커터
- 엇갈린 날흠 커터
- 슬리팅 톱
- 각 밀링커터
- 총형밀링커터
- T흠 커터, 반달키흠 커터
- 기타

# 밀링머신-절삭능력기준

- 램형
- 칼럼니이형
- 고정 베드형
- 플레이너형

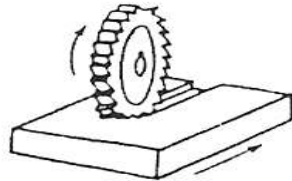
# 커터의 종류

- 플레인 커터
- 측면 커터 또는 사이드밀링 커터.
- 엔드 밀
- 각형 커터 또는 앵글러 커터
- 총형 커터

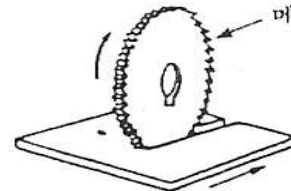
# 커터종류에 따른 밀링가공



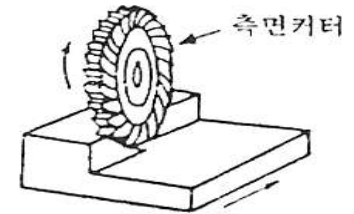
(가) 평면 절삭



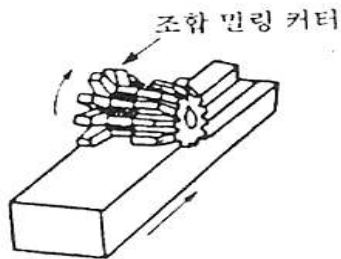
(나) 홈절삭



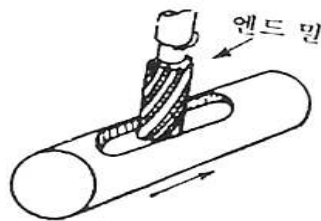
(다) 절단



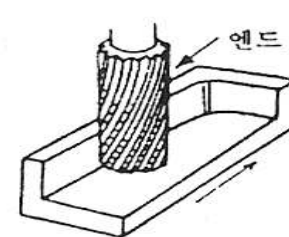
(라) 절삭



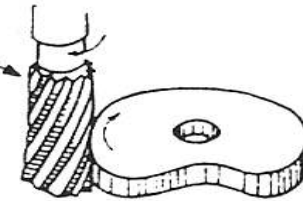
(마) 종형 절삭



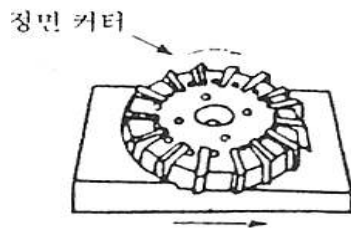
(바) 키홈 절삭



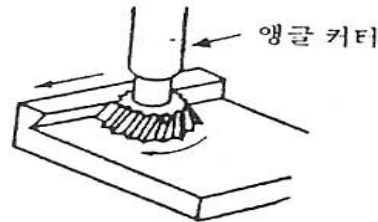
(사) 엔드밀 절삭



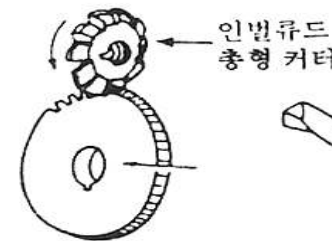
(아) 윤곽절삭



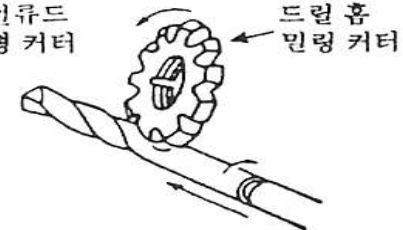
(자) 평면 절삭



(차) 각파기



(카) 기어 절삭



(타) 비틀림 절삭

# 분할대 이용법

- 직접분할법
- 간접분할법

# 절삭방향의 특징

상향 절삭	하향 절삭
<ul style="list-style-type: none"> <li>-칩이 잘 빠져 나와 절삭을 방해하지 않는다.</li> <li>-백래시가 제거된다.</li> <li>-공작물이 날에 의하여 끌려 올라가므로 확실하게 고정해야 한다.</li> <li>-커터의 수명이 짧다.</li> <li>-동력소비가 크다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-가공면이 거칠다. 칩이 잘 빠지지 않아 가공면에 흠집이 생기기 쉽다.</li> <li>-백래시 제거장치가 필요하다.</li> <li>-커터가 공작물을 누르므로 공작물 고정에 신경 쓸 필요가 없다.</li> <li>-커터의 마모가 적다.</li> <li>-동력 소비가 적다.</li> <li>-가공면이 깨끗하다.</li> </ul>

## 절삭 속도

$$V = (\pi DN) / 1000 \text{ (m/min)}$$
$$= \pi DN \text{ (mm/rpm)}$$

여기서,  $V$  : 절삭속도

$D$  : 가공물의 직경(mm)

$N$  : 분당 회전수



## 절삭 속도의 선정

- 공구 수명을 길게 하려면 절삭속도를 낮게.
- 경도가 다른 공작물의 가공에는 브리넬 경도를 기준으로
- 처음 작업에서는 기포 절삭 속도에서 절삭을 시작하여 서서히 공구 수명의 실적에 의해서 절삭 속도를 상승
- 실제로 절삭해 보고 커터가 쉽게 마모되면 즉시 속도를 낮춘다 (커터의 회전을 늦춘다.)
- 좋은 다듬질면이 필요할 때에는 절삭 속도는 빠르게 하고 이송은 늦게 한다(능률은 저하 한다).

## 9.5 밀링 작업

- 평삭 작업 : 아버를 주축공에 압입하고 연해머로 가볍게 두드린다. 플레인 커터를 아버 축에 넣은 다음 컬러를 적당히 끼우고, 최후에 너트로 고정하고, 사이드밀링커터 작업
- 사이드 밀링커터 작업 : 지름100mm의 고속도 강재의 사이드 밀링 커터 2개를 육각 두부의 폭의 거리에 고정하고, 분할대의 주축에 수직으로 놓고 부울트를 척으로 고정 한다.
- 스파이럴 커팅 : 분할대와 테이블의 이송나사와의 사이에 기어열을 사용하면 분할대의 주축이 1회전하는 사이에 테이블을 어느 정도의 거리까지 전진 시킬 수 있다.

# 기본 밀링 작업

## ■ 평면 절삭 작업

- 밀링머신은 평면을 절삭할 때 매우 위력을 발휘하는 기계
- 수평형에서는 플레인 밀링 커터
- 수직형에서는 정면 밀링 커터 (페이스커터)
- 평면을 절삭할 때는 그 폭은 커터 지름의 60-70%로 하는 것이 보통
- 절삭폭을 커터 지름과 같게 하면 커터 밑의 중앙에서 칩의 배출이 안되므로 칩에 의해 흠집이 생기고 커터의 수명도 단축된다.

## ■ 홈파기

- 앤드밀이나 사이드 커터를 사용한다. 환봉에 홈을 팔 때는 먼저 환봉 중심에 앤드밀 커터를 맞춘 다음 홈 폭 보다 약간 작게 상면을 깎아준다.
- 니를 올려서 깊이를 정하고 길이는 테이블의 이동으로 정한다.
- 수평 밀링으로 사이드 커터를 사용할 경우는 주로 긴 홈을 팔 때

- 정면 절삭 및 원통 절삭
- 측면 절삭 작업
- 비틀림 홈 절삭

# T홈 파기

- T형 홈을 팔 때는 T형 커터를 사용한다. T형 밀링 커터는 절삭시 절삭날 주위에 칩이 완전히 쌓여 있으므로 칩의 배출이 나쁘다.
- 먼저 직선 홈을 파고 칩을 제거한다.
- 다음에 T홈 밀링 커터를 윗면에 맞춘다.
- 깊이만큼 니를 올려서 절입  
(약간 절입하여 접촉면을 확인해 본 다음 절입)한다.
- 완성 가공한다.

# 수 가공

- 자동 사이클 장치에 의한 가공
- NC가공

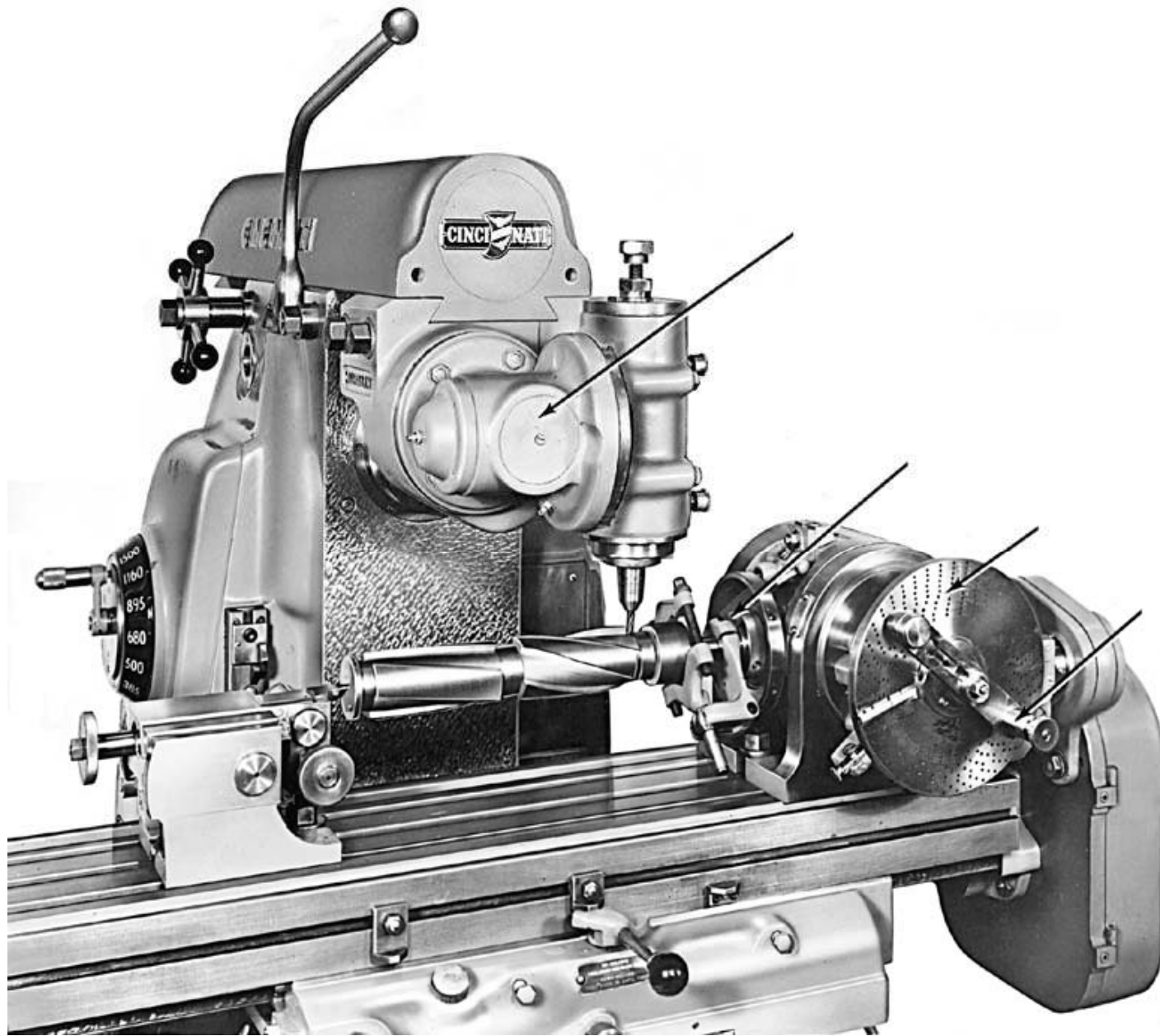
# 수가공의 장점

- 누구든지 동일한 제품을 동일한 속도와 방법으로 만들 수 있다.
- 복잡한 모양이라 해도 한번만 테이프를 만들면 같은 정밀도로 다량생산 할 수 있다.
- 시간과 인건비가 크게 절약된다.
- 생산비가 싸지므로 가격 경쟁에서 이길 수 있다.

## 9.6 밀링머신부속품

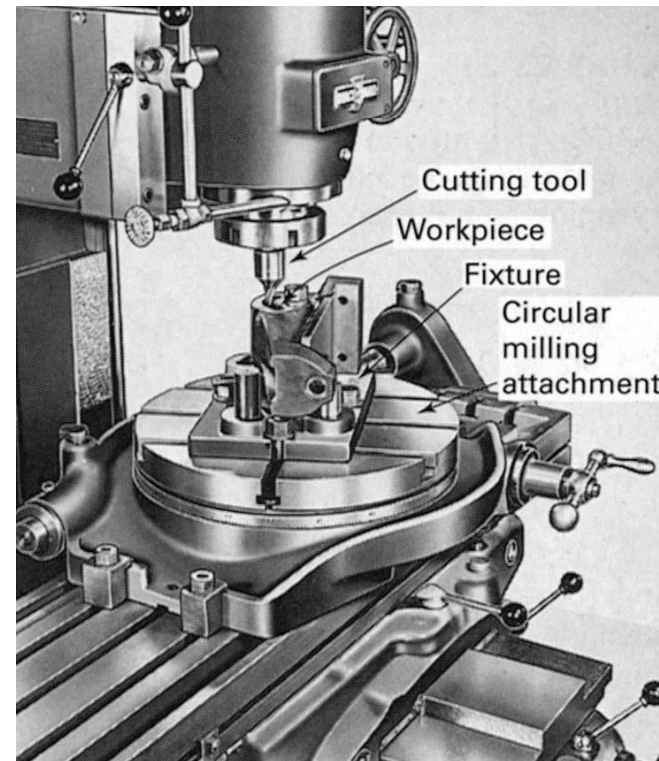
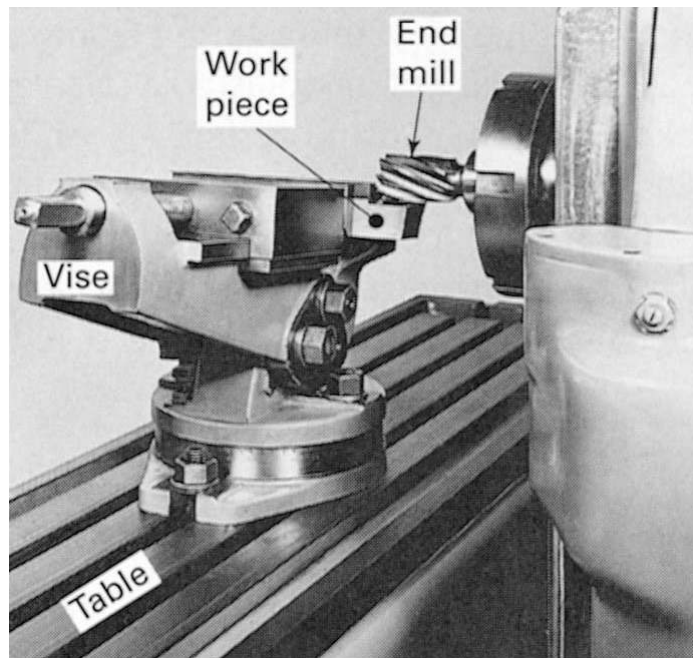
- 만능밀링 부속장치 : 주축과 밀링이 임의의 각도에서 수행되도록 2차축 모두에 대하여 회전시킴
- 만능분할대 : 필요한 임의의 원호로 회전시켜 공작물 회전분할





# 밀링작업용 공작물 고정장치

- T 홈
- 만능바이스



# 모방기/복제기

