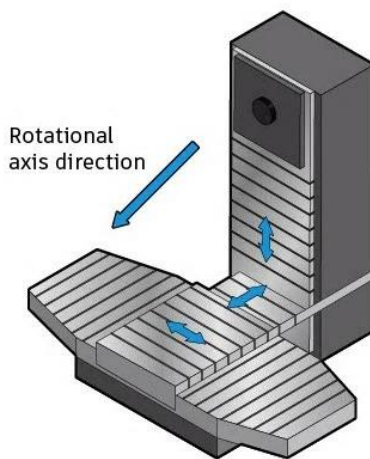


1. 서론

1.1 NC(Numerical Control) 공작기계란?

입력된 숫자, 문자 또는 부호화된 명령(NC code)을 수치화하여 원하는 동작을 자동으로 실행하는 공작기계

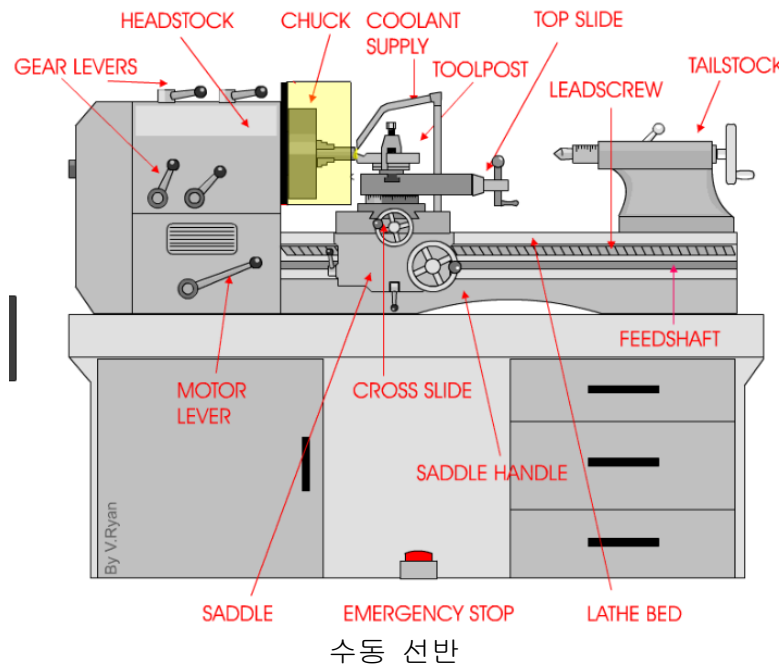
기존 공작기계의 예



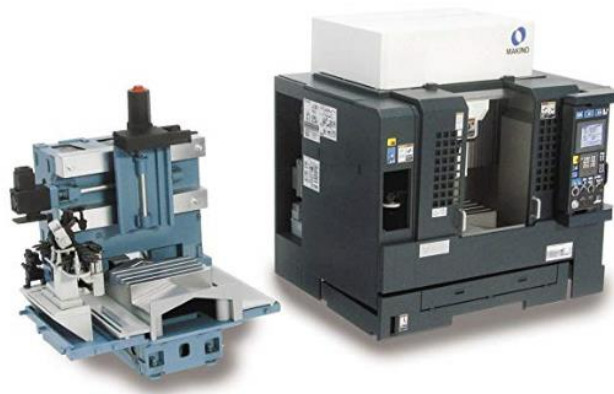
밀링머신

knee : 상하운동
saddle : 전후운동
table : 좌우운동





CNC 공작기계



CNC 머시닝센터



CNC선반

절삭을 위한 공구의 이송 방법

- 범용 선반 : 사용자가 이송용 핸들의 눈금을 보며 조정
- CN C선반 : 프로그램에 의해 모터가 회전하고 이로 인한 이송 나사의 회전을 통해 자동으로 조정

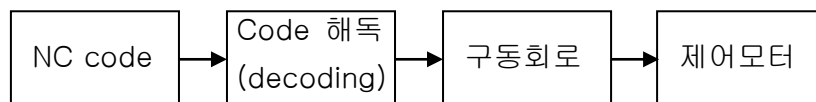
절삭가공과 동작 제어 : 원하는 형상을 얻기 위해 공구와 공작물 사이의 상대 운동을 정밀하게 제어해야 함

절삭을 위한 동작 제어의 종류

- ① 2차원 위치제어(Point to Point Control)
drilling과 같이 원하는 위치에 공구가 위치할 수 있도록 제어
- ② 2차원 윤곽제어(2D Contouring)
일정 윤곽의 가공을 위해 평면에서 동시에 2방향 운동을 제어
수동 운전으로는 정밀한 윤곽 가공이 곤란
- ③ 3차원 곡면제어(3D Sculpturing)
공간상에서 3방향 운동을 동시에 제어
복잡한 곡면의 경우 수동으로 동시에 3방향 운동은 불가능
→ NC 공작기계로 가능

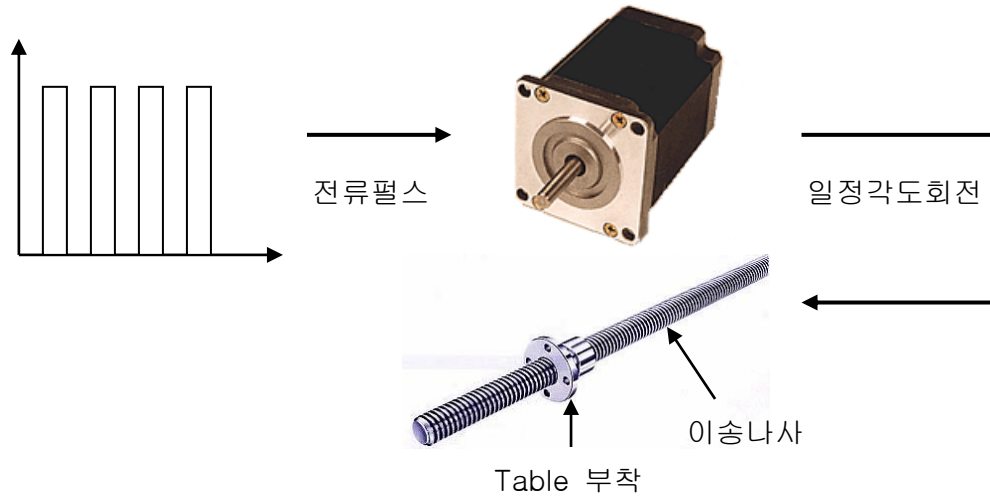
1.2 수치제어(NC)의 기본 원리

제어모터와 수치정보를 이용하여 공구와 공작물 사이의 상대 운동을 제어
제품의 가공치수, 형상, 가공조건(공구형상, 이송속도, 회전수 등등) 등을 포함하는 프로그램을 수치정보화 하여 절삭공구를 자동으로 위치시키고 제어



NC 공작기계에서의 정보 신호 흐름 선도

구동 원리의 예) Stepping motor를 이용한 table 이송



NC 공작기계의 테이블 구동 원리

이송나사의 리드가 10mm 이고 펄스당 모터 회전각도가 2° 라 하면 결국 펄스당 이송나사에 의한 테이블의 이동 거리는 10/180 mm. → BLU

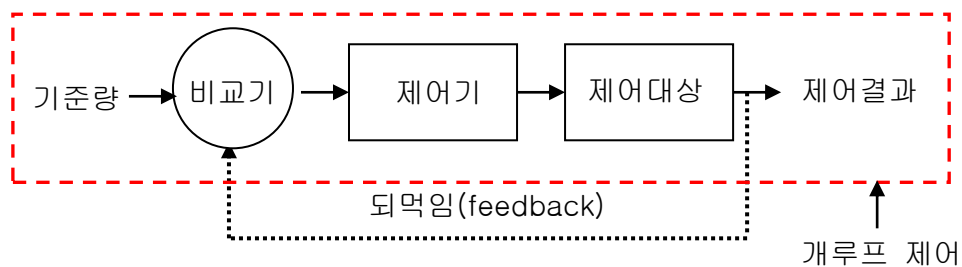
BLU(Basic Length Unit) : 공작기계 최소이송단위. 즉 모터에 공급되는 펄스 당 테이블 이송 거리

1.3 수치제어 공작기계의 제어 방식

제어란? 대상물을 원하는 상태 유지 또는 동작을 하도록 조절하는 것.

개루프 제어(Open loop control) : 제어 결과 정보가 되먹임(feedback)되지 않음

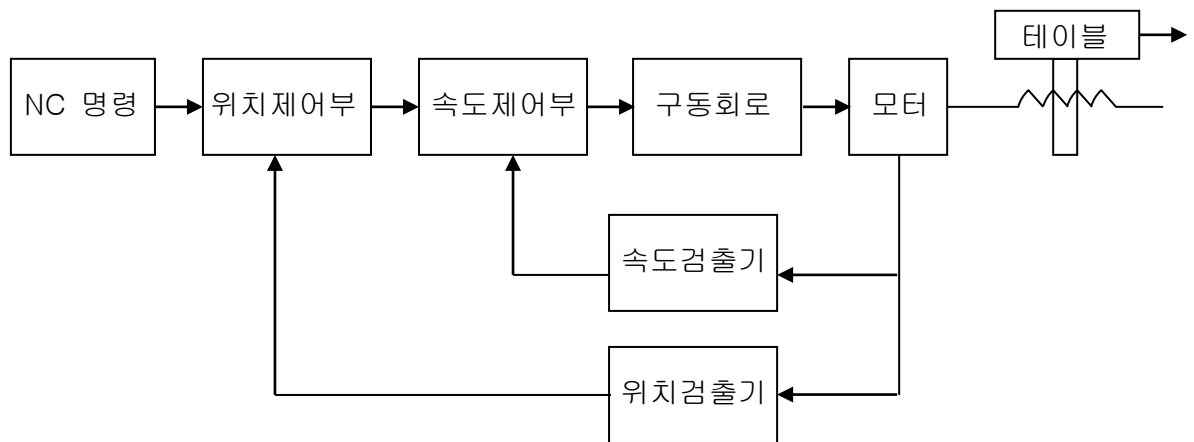
폐루프 제어(Closed loop control) : 제어 결과 정보가 되먹임(feedback) 됨



개루프 제어와 폐루프 제어의 개념도

대부분의 NC 공작기계는 폐루프 제어 시스템을 채택. 위치 검출 방식에 따라 3 종류로 분류

① 반폐회로 제어방식(semi-closed loop control)

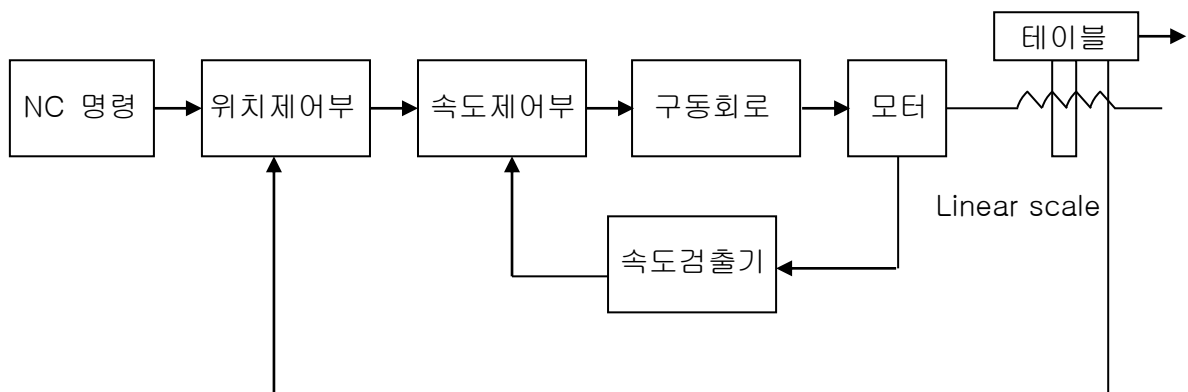


반폐회로 제어 방식의 블록 선도(block diagram)

- 모터 회전 각도를 검출하기 위한 위치검출기(encoder) 설치
- NC 명령값과 검출기에서 검출된 제어 결과값을 비교하고 차이만큼 모터를 구동하여 테이블 위치를 조절
- 이송나사의 오차나 마찰등에 의해 실제 테이블 이송량은 목표량과 다를 수 있음 (모터 회전량으로부터 테이블의 이송량을 간접 검출)
- 가장 널리 사용되는 제어 방식

② 폐회로 제어 방식(closed loop control)

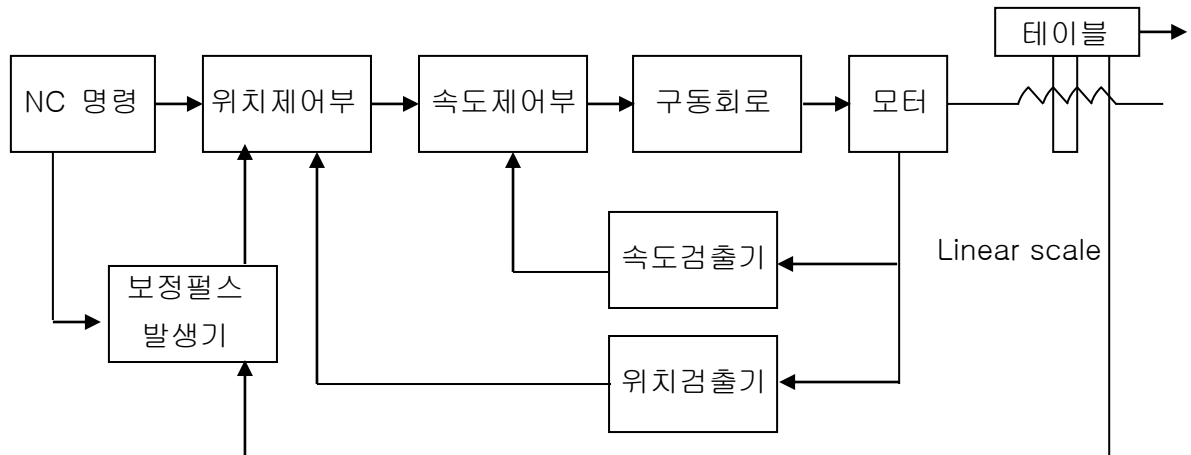
- 위치 검출기를 테이블에 직접 설치하여 위치를 검출 (linear scale)
- 고정밀 공작기계, 대형 공작기계 등에 채택
- 테이블의 위치를 직접 검출하므로 반 폐회로형에 비해 더욱 정확



폐회로 제어 방식의 블록 선도(block diagram)

③ 하이브리드 방식

- 반폐회로 방식과 폐회로 방식을 혼합한 제어 방식
- 반폐회로 제어 방식으로 움직인 결과 오차가 있을 경우 폐회로 방식으로 검출하여 위치를 보정
- 보정 펄스 발생기가 필요



하이브리드 제어 방식의 블록 선도(block diagram)

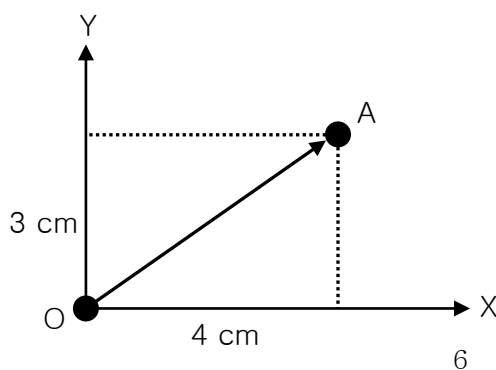
1.4 보간(interpolation)

윤곽 및 곡면 절삭을 위해서는 2축 또는 3축을 동시에 제어해야 함. 이를 위해서는 각축의 움직임을 동조(synchronizing)해야 함.

→ 보간회로(interpolator)가 필요.

- NC 공작기계에서의 보간 종류
 - 직선보간
 - 원호보간

직선보간 예 1)

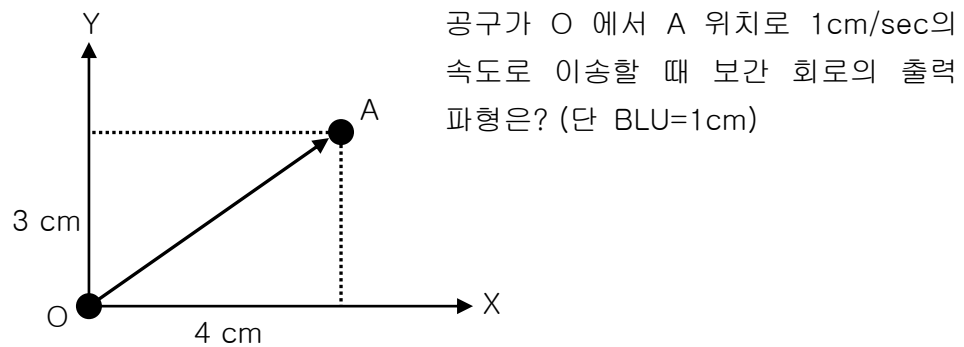


공구가 O 에서 A 위치로 1cm/sec의 속도로 이송하기 위한 보간 회로의 출력은? (단 BLU=0.001mm)

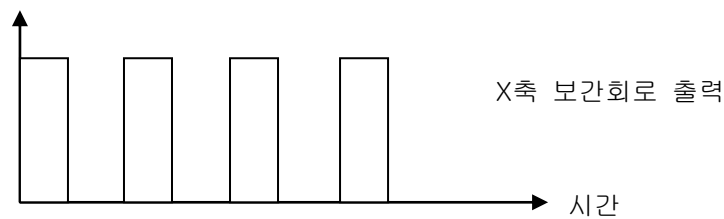
O에서 A까지 거리는 5cm 이므로 공구가 이동하는데 걸리는 시간 $t=5\text{sec}$.
 BLU가 0.001mm 이므로 한 펄스 당 0.001mm 이송. X방향으로의 이송
 거리가 4cm(40mm)이므로 X축 모터에는 40000개의 펄스가 공급되어야
 하며, Y방향으로의 이송 거리가 3cm(30mm)이므로 Y축 모터에는 30000
 개의 펄스가 공급되어야 함. 또한 5초 동안 펄스가 균일간격으로 공급되
 어야 하므로 X축 모터의 펄스 주파수는 $40000/5=8000\text{Hz}$, Y축 모터의
 펄스 주파수는 $30000/5=6000\text{Hz}$.

즉, NC 공작기계에서 직선 운동의 구현을 위해 목표점과 이송속도에 대
 한 지령이 필요.

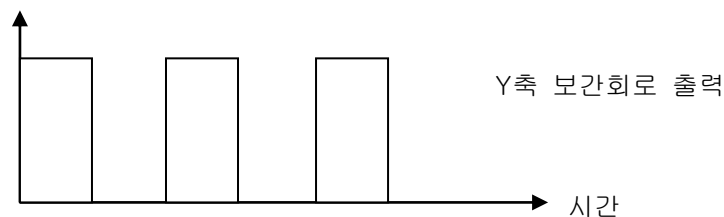
직선보간 예 2)



전류

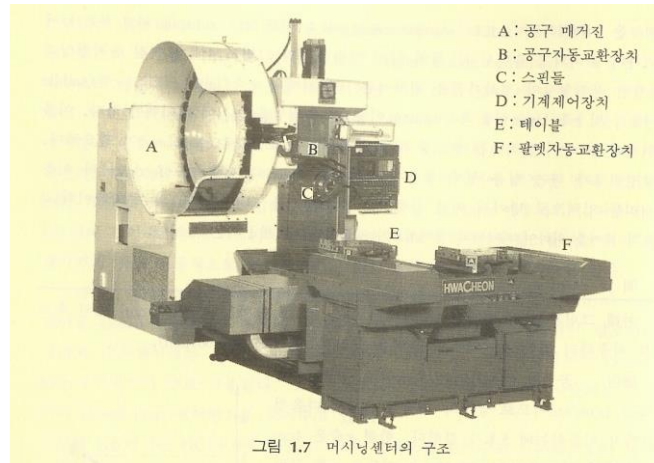


전류



1.5 수치제어 공작기계의 구성 요소

수치제어 공작기계의 예 - CNC 머시닝센터(machining center)



공구 메거진(tool magazine) : 여러 종류의 공구를 장착하고 있는 장소

공구 자동 교환장치(ATC, Automatic tool changer) : 공구 메거진에 장착된 공구를 자동으로 주축에 장착하는 장치

팔렛(pallet) : 가공의 효율을 위해 테이블 위에 고정되는 공작물 장착장치
자동 팔렛 교환장치(APC, Automatic pallet changer)

기계제어장치(MCU, Machine Control Unit) : 주변기기, 주축 및 이송축 등 가공에 필요한 정보 처리 및 제어

👉 볼스크류(ball screw) : 이송 나사의 일종으로 정밀한 이송을 위해 NC공작 기계에 주로 장착. 수나사와 암나사 사이에 볼이 구르므로 마찰계수가 작고 높은 정밀도를 유지. 리드 스크류에 비해 백래쉬(back-lash)가 적음.



1.6 수치제어 공작기계의 장·단점

- 완전한 유연성 : 가공 제품 형상의 변화에 신속히 적응
- 복잡한 윤곽의 제품 가공 가능
- 고정밀도
- 생산 시간의 단축
- 상대적 고비용
- 유지보수 비용의 증대
- 숙달된 프로그래머가 필요

2. NC 프로그래밍의 준비

2.1 NC 프로그래밍의 개요

- ① NC code - 작업자의 구동 명령을 수행하기 위해 공작기계가 이해할 수 있는 일정 양식의 언어. 수치 data로 공작기계를 제어하기 위해 제어 장치가 판독할 수 있는 표준화 된 data 양식
- ② 파트 프로그램(part program) - 특정 절삭 가공을 수행하기 위해 필요한 일련의 NC code
- ③ 수동 NC programming - 가공을 위한 part program을 사람이 작성
- ④ 자동 NC programming - 사람이 이해하기 쉬운 언어(APT, Automatically Programmed Tool)를 이용하여 작업 사양을 결정하고 이를 컴퓨터 소프트웨어를 이용하여 NC code를 자동 생성. 3차원 자유 곡면을 수동 프로그래밍 할 경우 많은 시간의 소요와 오류 발생의 위험이 높다.

☞ 최근에는 컴퓨터 상에서 그려진 도면으로부터 필요한 가공 정보만 입력하면 NC code를 자동 생성하는 소프트웨어를 이용 → CAM Software

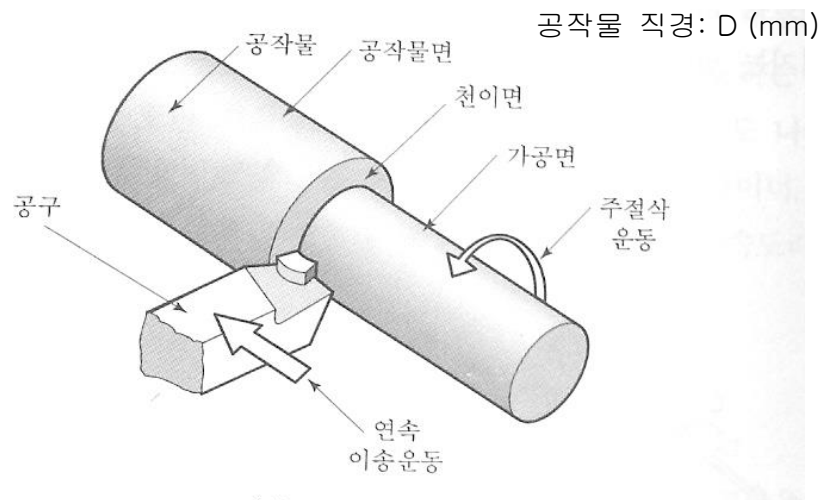
2.2 파트 프로그래밍을 위한 고려 사항 및 내용

- 필요 절삭 공정의 종류 파악
- 가공 조건 (가공 부위, 가공 순서, 사용 공구, 주축 회전 속도, 이송 속도, 절삭유 유무 등등)
- 도형 형상에 기초한 공구의 경로 (공구의 출발점, 공구의 이동방향, 절입량 등등)

2.3 절삭 조건의 결정

특정 공작물을 특정 공구로 가공할 경우 적정 절삭 조건 하에서 가공. 절삭 조건은 절삭 handbook의 추천 절삭 조건 사용. 주어진 절삭속도 (m/min)와 회전 당 이송(mm/rev)으로부터 주축회전속도(rpm)와 이송속도 (mm/min) 계산이 필요.

절삭 조건의 결정 예) 선반에서의 절삭 조건 결정



회전 당 이송 f_r (mm/rev): 공작물 또는 공구 1회전 당 공작물과 공구의 상대 진행거리,

절삭 속도 V_c (m/min): 공작물과 공구 사이의 상대 속도

회전 당 이송과 절삭 속도를 handbook에서 찾았을 때 주축회전수 N (rpm)과 이송속도 f (mm/min)를 구하면

$$V_c(\text{m/min}) = r\omega = \frac{D}{2} 2\pi N \frac{1}{1000} = \frac{\pi DN}{1000}$$

$$\therefore N(\text{rpm}) = \frac{1000V_c}{\pi D}$$

$$f = f_r \times N$$

2.4 공작기계 좌표계

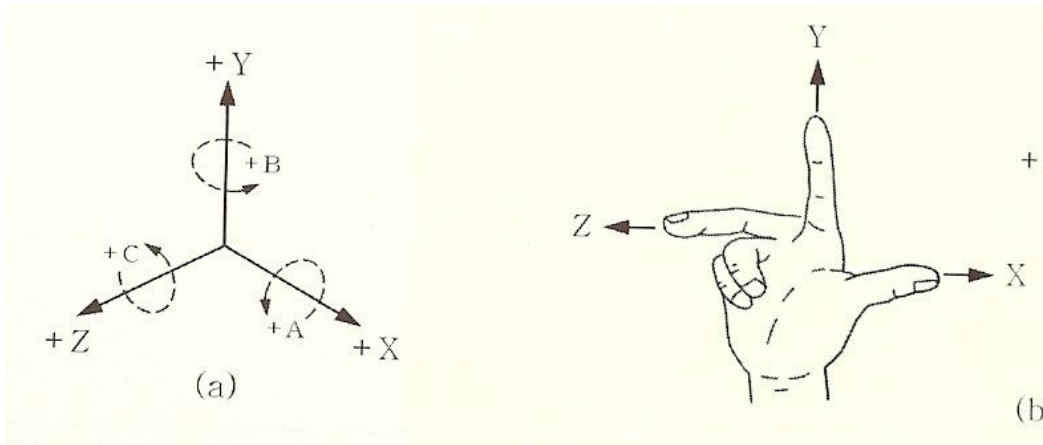
공작기계에서 좌표계가 필요한 이유 : 원하는 방향으로 원하는 치수만큼 가공하기 위해서는 공작기계가 인식할 수 있는 기준점 및 방향이 필요

공작기계에서는 직교 좌표계를 사용. 각 공작기계마다 기계 제작 시 X, Y, Z 축이 설정됨

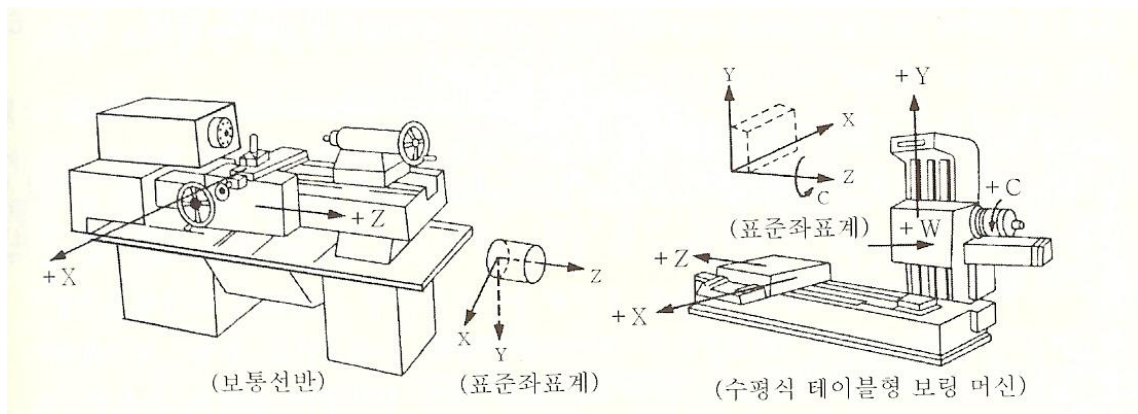
X 축 : 머시닝센터에서는 테이블 이송 방향, 선반에서는 지면과 수평을 이루면서 공작물 반지름 방향

Y 축 : 머시닝센터에서는 전후 이송 방향, 선반에서는 지면과 수직을 이루면서 공작물 반지름 방향

Z 축 : 주축방향, 머시닝센터에서는 공구 절입 방향, 선반에서는 주축 방향



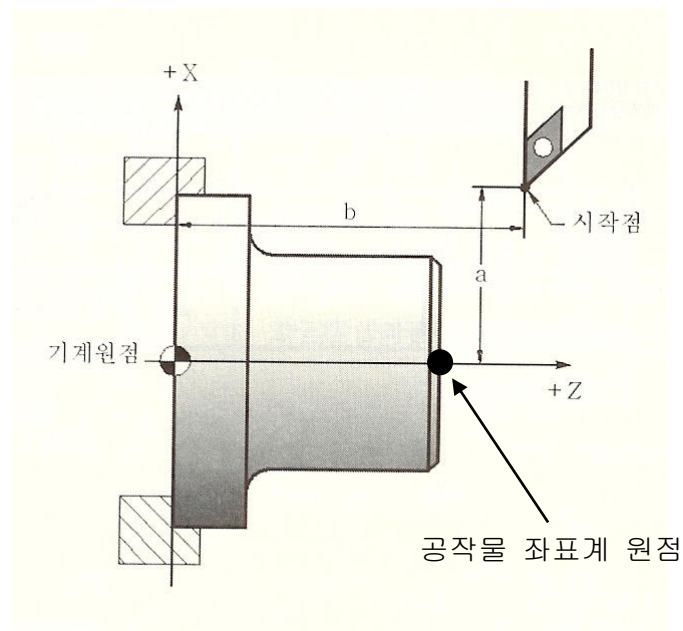
직교 좌표계



공작기계의 좌표계

2.5 기계 좌표계와 공작물 좌표계

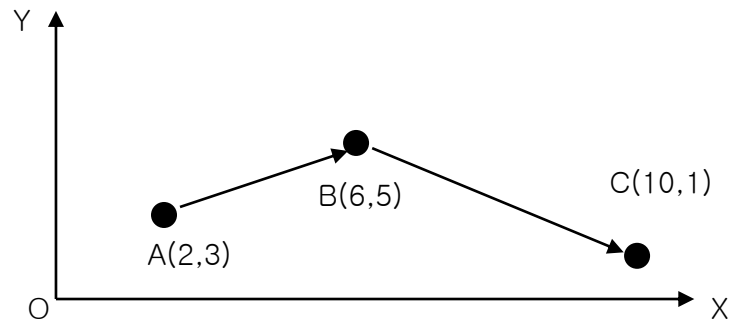
- ① 기계 좌표계 : NC 공작기계는 제작 시 고유의 원점을 가지고 있으며 이 원점을 기준으로 방향이 설정된 좌표계. 일반적으로 기계의 초기화 때 테이블이나 주축이 항상 위치하는 특정 지점이 기계 좌표계의 원점
- ② 공작물 좌표계 : 사용자가 편의상 공작물의 임의의 점을 원점으로 설정하고 이 점을 기준으로 X, Y, Z의 방향 및 좌표값을 설정. 일반적으로 가공 기준점을 공작물 좌표계의 원점으로 설정



2.6 좌표 입력 방식

- ① 절대값 입력 방식 : 좌표 입력 시 좌표계의 원점을 기준으로 한 좌표값 입력
- ② 증분값 입력 방식 : 좌표 입력 시 현재점을 기준으로 증가 또는 감소분을 입력

절대값 입력 방식과 증분값 입력 방식의 예)



공구가 현재 A점에 있다고 가정하자. 만약 화살표와 같이 공구가 B으로 이동한다고 하고 그 목표점의 좌표를 공작기계에 입력한다고 하자. 절대값 입력 방식의 경우에는 원점을 기준으로 좌표값을 입력하므로 목표점인 B점의 좌표값은 (,)가 되지만 증분값 입력 방식의 경우에는 A 점을 기준으로 목표점까지의 증분값을 입력해야 하므로 목표점인 B점의 좌표값은 (,)가 되어야 한다. 또한 B점에서 C점 점의 이동할 때, 절대값 입력 방식의 경우 목표점인 C점의 좌표값은 (,)가 되고 증분값 입력 방식의 경우 목표점인 C점의 좌표값은 (,)가 된다.

3. NC 프로그래밍

3.1 NC 프로그래밍의 절차

① 도면 판독 → ② 공정계획 → ③ NC code 작성 → ④ 저장

NC 가공을 위한 공정 계획

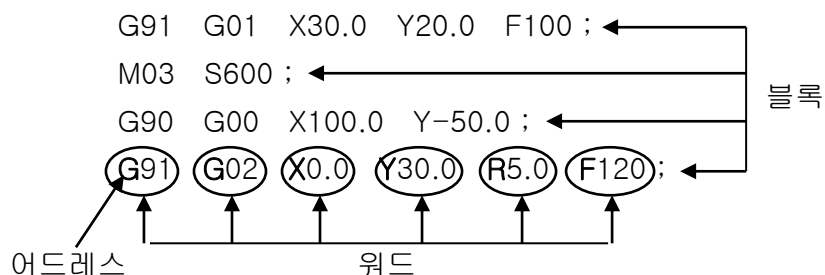
- ① 가공 부위의 선정
- ② 가공 방법의 결정
- ③ 가공 순서의 결정
- ④ 공구의 선정
- ⑤ 절삭 조건의 결정

3.2 NC code의 정의 및 구성

NC code - 작업자의 구동 명령을 수행하기 위해 공작기계가 이해할 수 있는 일정 양식의 언어. 수치 data로 공작기계를 제어하기 위해 제어 장치가 판독할 수 있는 표준화 된 data 양식

NC code는 블록(block)으로 구성. 블록은 워드(word)로 구성. 워드는 어드레스(address)와 부호를 포함한 숫자(data)로 구성

NC code의 예)



블록 : 지령절이라고도 하며 NC 공작기계의 동작을 명령하는 기본 단위. 1개의 지령절은 ; (EOB, End Of Block)으로 구분

워드 : 블록 내에서 공작기계가 수행해야 할 동작 정보를 제공

어드레스 : 영문자 A~Z 중 1개로 표시되며 각 어드레스에는 공작기계가 인식할 수 있는 동작 의미가 담겨져 있음

어드레스의 의미와 지령범위

기 능	주 소	의 미	지령 범위
프로그램 번호	O (EIA) : (ISO)	Program number	1 ~ 9999
전개 번호	N	Sequence number	1 ~ 9999
준비 기능	G	이동 형태(직선, 원호보간 등)	0 ~ 99
좌표값	X Y Z	절대방식의 이동위치	$\pm 0.001 \sim \pm 99999.99$
	U W	증분방식의 이동위치	
	A B C	회전축의 이동위치	
	I J K	원호중심의 각축성분, 면취량	
	R	원호반지름, 구석 R, 모서리 R 등	
이송 기능	F	회전당 이송속도	0.01 ~ 500000mm/rev
		분당 이송속도	1 ~ 1500 mm/min
		나사의 리드	0.001 ~ 500 mm
	E	나사의 리드	0.0001 ~ 500000
주축 기능	S	주축 속도	0 ~ 9999
공구 기능	T	공구번호 및 공구 보정번호	0 ~ 9999
보조 기능	M	기계작동부위의 ON/OFF 지령	0 ~ 99
휴지	P, U, X	휴지시간(dwell)	0 ~ 99999.999 sec
공구 보정 번호	H, D	공구반지름 보정 및 공구보정번호지령	0 ~ 64
프로그램번호지정	P	보조 프로그램 번호의 지정	1 ~ 9999
전개 번호 지정	P, Q	복합반복주기의 호출, 종료전개번호	1 ~ 9999
반복 횟수	L	보조 프로그램의 반복횟수	1 ~ 9999
매개 변수	A, D, I, K	가공주기에서의 파라미터	

자주 이용되는 어드레스의 의미 파악

- ① G : 준비기능. NC 지령절의 제어기능을 준비하기 위한 기능으로 G 어드레스 다음의 두 자리 숫자가 부여되며 이 지령에 의해 제어 장치가 그 기능을 발휘하기 위한 동작을 준비. 1회 유효지령(one-shot G code)과 연속지령(modal G code)로 구별됨.
예) G01 : 직선으로 이동하도록 공작기계 준비.

- 1회 유효지령 : 지령절 내에서만 유효한 지령
- 연속지령 : 다른 지령이 나타날때까지 계속 유효

② F : 이송기능. 공작물 혹은 공구의 이송속도를 설정. F 어드레스 다음의 숫자가 이송 속도를 나타내며 단위는 mm/min 혹은 mm/rev 의 두 가지를 지정할 수 있음(단위 구분은 G code 이용).

예) (G94) F120 : 120 mm/min의 속도로 이송

③ S : 주축기능. 주축의 회전수를 설정. 2행 지령과 4행 지령의 두가지가 있으나 일반적으로 4행 지령을 사용함.

예) S1200 : 주축 회전수는 1200 rpm.

④ T : 공구기능. 사용 공구 번호 및 공구 보정량 지정

예) T0402 : 4번 공구를 사용하며 2번 공구 보정량을 선택.

⑤ M : 보조기능. 공작기계의 동작을 위한 각종 모터의 제어(on/off) 기능.

예) M03 : 주축 모터 시계 방향 회전

M05 : 주축 모터 정지

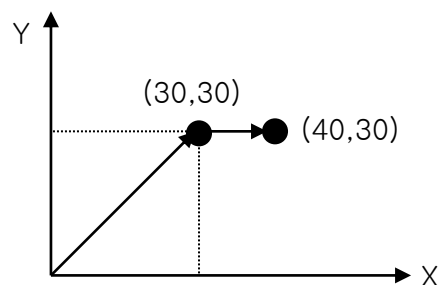
⑥ X, Y, Z : 위치기능. 공작기계가 움직이고자 하는 목표점의 좌표를 지정.

예) (G90) X300.0 Y200.0 : 공작기계 좌표계의 (300,200)

3.3 NC 공작기계의 주요 기본 동작을 위한 code

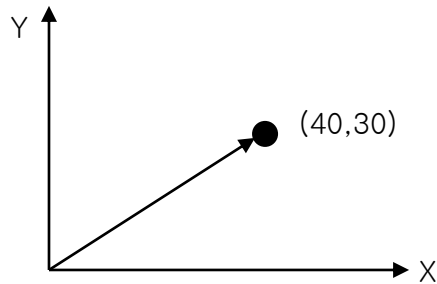
(1) 급속이송(G00) : 지정된 목표점 좌표까지 기계의 최고 이송속도로 이동하는 기능. 경로에 주의.

예) G00 X40.0 Y30.0

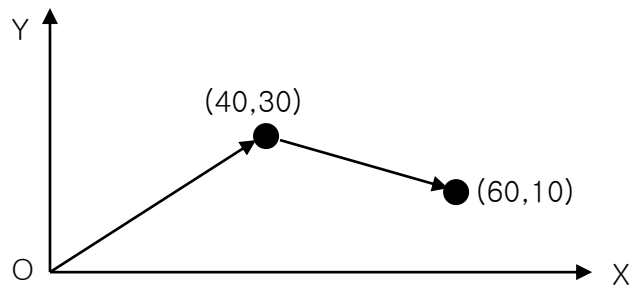


(2) 직선보간(G01) : 공구 또는 공작물이 직선 경로를 따라 이동하도록 함. 반드시 이송속도를 명기해야 함.

예) G01 X40.0 Y30.0 F120;



★ G90(절대좌표 입력방식)과 G91(증분값 입력방식)
예)



O점에서 출발하여 (40,30)까지 직선보간, (60,10)까지 직선보간으로 이송, 이송속도는 100mm/min

절대값 입력 방식

G90 G01 X40.0 Y30.0 F100;

G90 G01 () () F100;

증분값 입력 방식

G91 G01 X40.0 Y30.0 F100;

G91 G01 () () F100;

절대값 입력 방식과 증분값 입력 방식의 혼합

G90 G01 X40.0 Y30.0 F100;

G91 G01 X20.0 Y-20.0 F100;

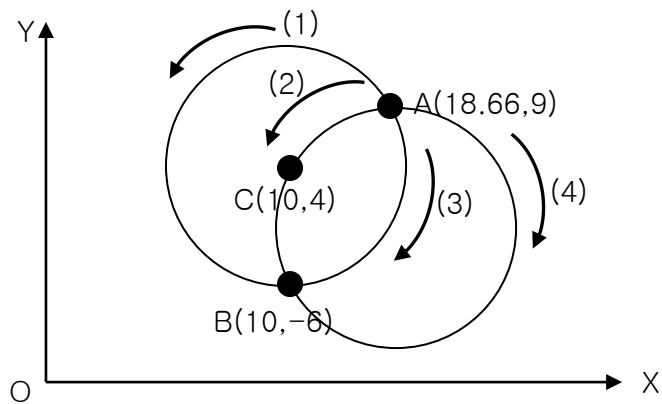
G90, G91은 연속 지령이므로 한 번 선언되면 상호 교체되기 전까지는 계속 유효

- (3) 원호보간(G02, G03): 공구 또는 공작물이 지정된 원호 경로를 따라가도록 제어. 시계방향 원호보간(G02)과 반시계방향 원호보간(G03)으로 구분. NC 코드의 형식은 아래와 같다.

G02(G03) Xx Yy Rr Ff ;

r : 원호 반지름, 원호각이 180도 이하이면 +, 180도 이상이면 -

원호 반지름을 이용한 예)



A점에서 B점까지 반지름이 10인 원호를 따라 이동할 수 있는 경로는 4가지가 존재.

(1)

(2) ;

(3)

(4) ;

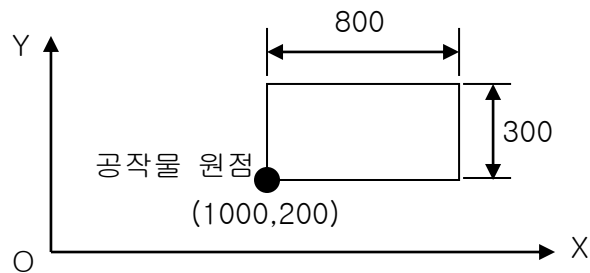
- (4) 원점복귀(G28) : 지정된 중간 경유점을 거쳐 원점으로 복귀. 직선으로 원점 복귀 시 공작물과의 충돌을 피하기 위하여 중간 경유점 설정

G28 X_ Y_ Z_ (중간 경유점 좌표);

- (5) 공작물 좌표계 설정(G92, G50) : 사용자의 편의를 위하여 공작물의 임의의 지점에 원점을 설정. 머시닝센터는 G92, 선반에서는 G50 사용

공작물 좌표계 설정의 예)

아래의 그림에서 공구는 현재 O점(기계원점)에 위치하고 있다. 아래의 그림과 같이 공작물 원점을 설정한 후 사각형 모서리 지점으로 공구를 직선으로 이송하려 한다. 이 때 공작물 좌표계를 이용하여 공구를 이송하는 프로그램을 간단하게 작성하라



```
G90 G92 X-1000.0 Y-200.0;
G00 X0.0 Y0.0;
G91 G01 X800.0 Y300.0 F100;
```

공작물 좌표계의 원점을 설정할 경우 설정하고자 하는 점에서 기계 원점을 바라보았을 때 기계 원점이 어느 방향으로 얼마만큼 떨어져 있는지를 파악하면 됨.

공작물 좌표계의 원점이 기계 좌표계 상에서 (a, b, c)이면 공작물 좌표계의 설정은

```
G90 G92 X-a Y-b Z-c;
```

★ 그 외 자주 사용되는 NC 명령어

G20 : inch 단위 입력

G21 : mm 단위 입력

G94 : 분당 이송(mm/min) 지정 - 머시닝센터 default

G95 : 회전당 이송(mm/rev) 지정 - 선반 default

M02, M30 : 프로그램 종료 및 재실행 준비

M03 : 주축 시계 방향 회전 (공작기계에서 바라보았을 경우)

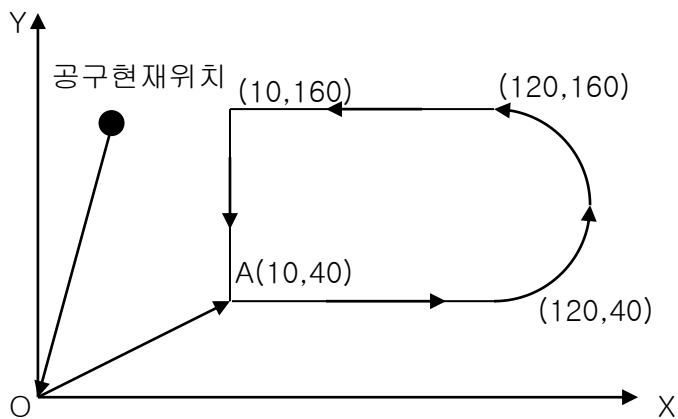
M04 : 주축 반시계 방향 회전(“ ”)

M05 : 주축 정지

M08 : Coolant On
M09 : Coolant Off
G40 : 공구 반경 보정 취소
G41 : 공구 반경 왼쪽 보정
G42 : 공구 반경 오른쪽 보정

NC 프로그램 예제 1)

아래의 그림과 같은 형상의 공작물을 가공하기 위한 NC 프로그램을 작성하여 보자. 프로그램 번호는 1234번, 절삭 시 주축은 시계 방향으로 600 rpm의 속도로 회전하며 이송 속도는 50mm/min이다. 현재 공구 위치에서 원점으로 복귀할 경우에는 급속이송하며 공작물에 접근할 때는 주어진 이송속도로 이동한다. 원점 복귀 후 주축을 회전시킨다. 화살표로 표시된 경로를 따라 가공하기 위한 NC 프로그램을 작성하자.



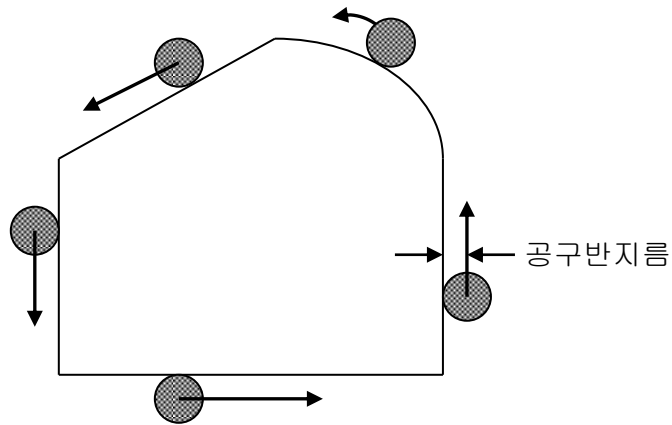
NC 프로그램 예제 2)

예제 1에서 원점 복귀 후 A점에 공작물 좌표계를 설정한 후 화살표의 경로를 따라 절삭하기 위한 프로그램을 작성해 보자. 프로그램 번호는 1235번으로 한다. 기타 절삭 조건은 예제 1과 동일하다고 가정한다.

위의 두 예제 프로그램에서 상대값 입력방식을 채택하느냐, 절대값 입력 방식을 채택하느냐는 프로그램의 편의성에 따라 결정하면 됨. 또한 기계 좌표계와 공작물 좌표계 역시 프로그램의 편의에 따라 결정.

● 공구 반지름 보정 기능

NC 프로그램에서 공구의 경로는 공구 중심의 경로를 의미. 즉 예제 1,2의 NC 프로그램에 있는 좌표는 공구 중심이 거쳐가는 좌표. 이럴 경우 실제 공구 반지름이 있으므로 가공물은 공구 반지름만큼 오버 컷(over cut) 되므로 공구 반지름 보정을 함으로써 프로그램에서의 공구 경로는 도면상의 위치를 그대로 사용하지만 실제 공구 경로는 공구 반지름만큼 offset 됨. .



공작물 각 지점의 좌표값을 NC 프로그램에 사용하더라도 실제 공구는 반지름 만큼 공작물로부터 떨어져 이송되도록 하는 기능. 공구 반지름 보정 기능을 사용함으로써 사용자는 공구의 반경에 신경 쓰지 않고 도면 치수를 그대로 NC 프로그램에 이용할 수 있음.

형식 : $\begin{pmatrix} G41 \\ G42 \end{pmatrix} D_ X_ Y_ ;$

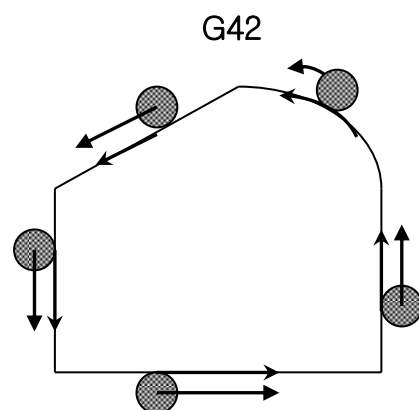
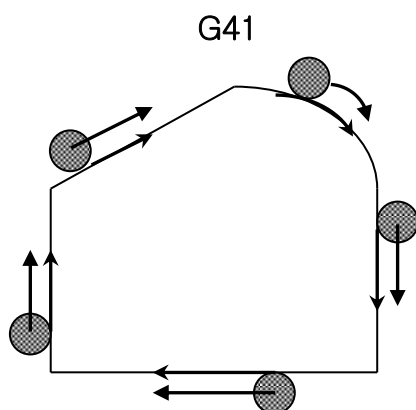
G41 : 공구 반지름 왼쪽 보정. 공구 진행 방향으로 보았을 때 공구가 공작물의 왼쪽에서 진행

G42 : 공구 반지름 오른쪽 보정. 공구 진행 방향으로 보았을 때 공구가 공작물의 오른쪽에서 진행

D: 공구 반지름값이 기억되어 있는 공작기계의 기억번지.

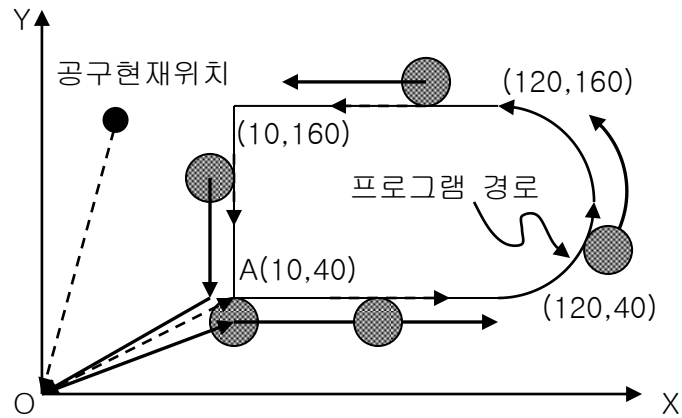
G40 : 공구 반경 보정 기능 해제

→ 프로그램 경로
→ 실제 공구 경로



NC 프로그램 예제 3)

예제 1에 그려진 공작물을 대상으로 공구 반지름 오른쪽 기능을 이용하여 가공할 수 있는 NC 프로그램을 작성하라. 모든 조건은 예제 1과 동일하다. 단 공구 반지름은 D03에 기억되어 있다.

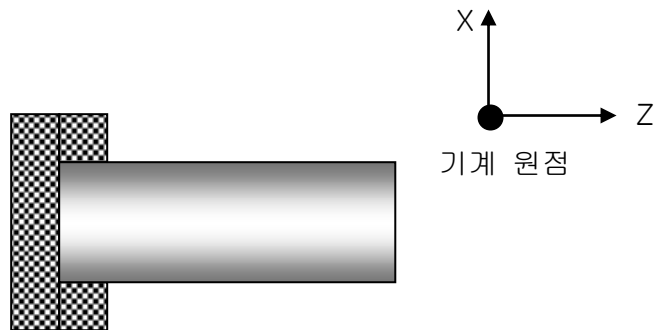


제4장. CNC 선반의 프로그램 및 운전법

- 선반에서의 word는 머시닝센터와 다소 다름.
- 각 공작기계 메이커마다 G code가 조금씩 다르므로 메이커에서 제공하는 매뉴얼을 반드시 참조할 것.

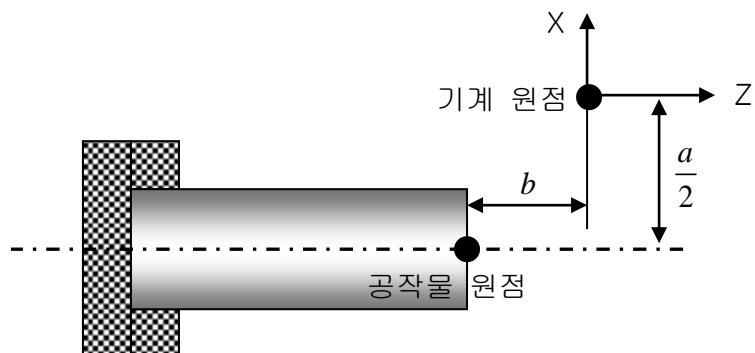
.1 좌표계 설정 및 지령

① 기계 원점



기계의 특정 위치를 기준으로 좌표계를 설정
메이커에 따라 기준점 및 좌표계가 다를 수 있음.
Z축 및 X축 방향에 주의할 것.

② 공작물 원점(G50)



사용자가 원하는 공작물 상의 임의의 점에 원점을 설정. 일반적으로 선반
에서는 공작물 중심선을 따라 끝단에 원점을 설정

G50 X_ Z_:

③ 절대값 지령과 증분값 지령

Address X, Z, U, W를 사용하여 절대값 지령과 증분값 지령을 구분(머시닝센
터에서는 G90과 G91을 이용하여 절대값 지령과 증분값 지령을 구분하였으
나 선반에서는 별도의 G code를 사용하지 않고 address로서 구분함)

- ▶ 절대값 지령 : X_ Z_ 원점 기준으로 목표점 좌표값 입력
- ▶ 증분값 지령 : U_ W_ 현재 위치를 기준으로 목표지까지의 증분값입력

절대값 입력과 증분값 입력의 혼용 가능

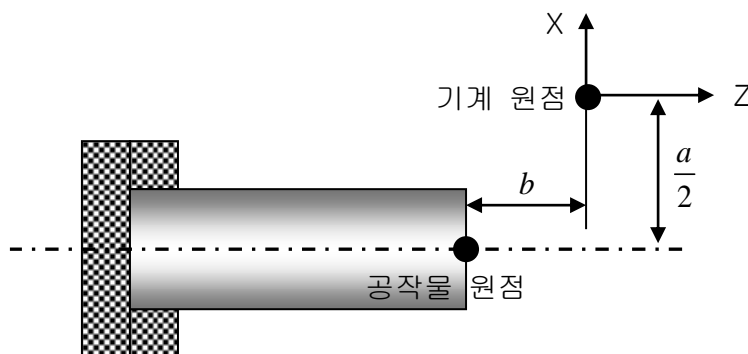
G01 X100.0 W-10.0 F0.2;

G01 U20.0 Z-100.0 F0.1;

⑤ 직경 지정과 반경 지정

X 또는 U address를 이용하여 반지름 방향의 좌표를 입력할 경우 통상적으로 직경값을 입력함. 이를 직경 지정 방식이라고 하며 반경값을 입력하는 경우를 반경 지정 방식이라고 함. 사용할 CNC 선반은 직경 지정 방식이 default. 만약 반경값을 입력하고 싶을 경우에는 공작기계의 parameter(P0)를 변경하여야 함.

직경 지정 방식과 반경 지정 방식의 예)

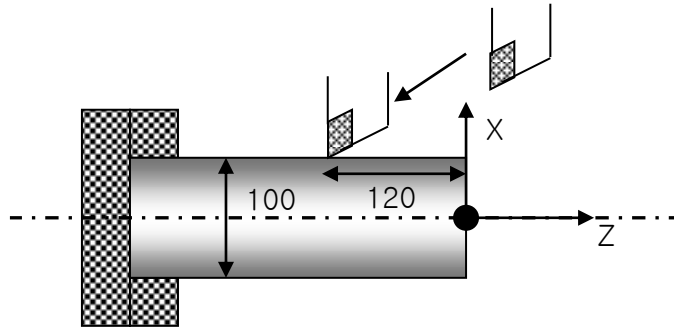


위 그림에서 직경 지정 입력 방식으로 공작물 원점을 설정할 경우

G50 Xa Zb;

반경 지정 입력 방식으로 공작물 원점을 설정할 경우

G50 X $\frac{a}{2}$ Zb;



직경 지정 방식 G01 X100.0 Z-120.0 F₁₀;
반경 지정 방식 G01 X50.0 Z-120.0 F₁₀;

⑤ 이송량 지정

분당 이송(G98, mm/min)과 회전당 이송(G99, mm/rev)을 지정. 사용할 CNC 선반에서는 회전당 이송이 default. 따라서 사용자가 분당 이송을 지령하고 싶다면 반드시 G98을 선언할 것.

G01 X100.0 Z-120.0 F10;

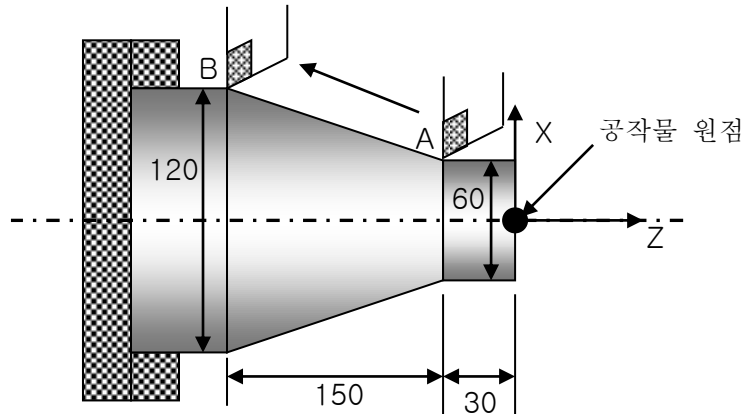
위의 NC 블록 이전 블록에 G98이 선언되어 있지 않았다면 위 블록에서 지령된 이송 속도는 10mm/rev로써 매우 빠른 이송이다. 만약 사용자가 10mm/min의 이송속도를 부여하려는 의도로 위 블록을 작성하였다면 아래와 같이 G98을 반드시 선언해야 한다.

G01 G98 X100.0 Z-120.0 F10;

선반에서의 NC 블록 작성 예제)

아래의 그림과 같이 A 지점에서 B 지점으로 공구를 이송하려 한다. 이에 적합

한 NC 블록을 작성하라. 단 이송속도는 0.1mm/rev 혹은 100mm/min로 하라.



```
G01 X120.0 Z-180.0 F0.1; 또는
G01 U60.0 Z-180.0 F0.1; 또는
G01 U60.0 W-150.0 F0.1; 또는
G01 G98 X120.0 W-150.0 F100;
```

등등 사용자는 여러 방법으로 동일 동작을 하는 NC 블록을 작성할 수 있다.

⑥ 주속 일정 제어

주속 일정 제어의 목적 - 공작물의 직경이 변하더라도 절삭 속도를 일정하게 하기 위해서는 rpm이 공작물 직경에 연동하여 변화하여야 함. 따라서 주속 일정 제어 기능은 가공 중 공작물 직경이 변하면 주축 회전수를 자동으로 변화시키는 기능

G96 Ss; 주속 일정 제어 On, s=절삭속도(m/min)

G97 Ss; 주속 일정 제어 Off, s=회전수(rpm)

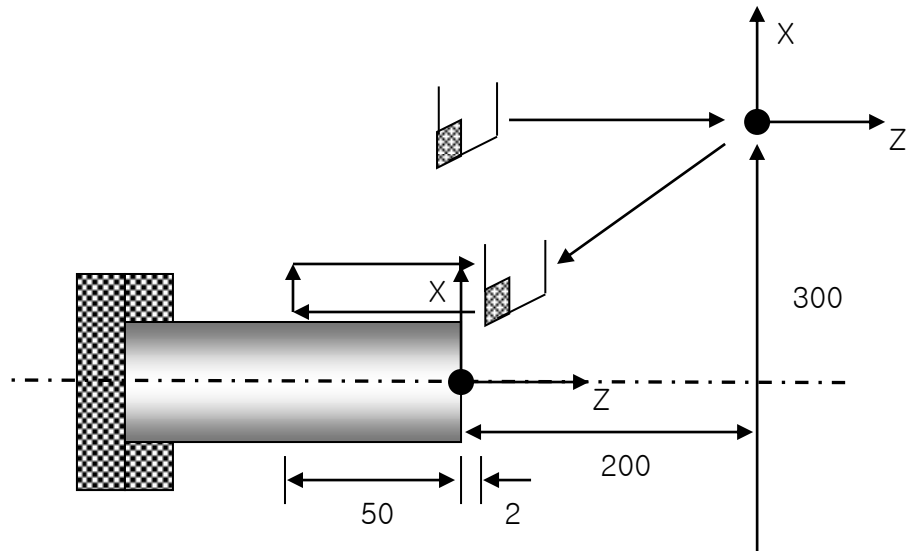
위의 예제에서

```
G96 M03 G01 X120.0 Z-180.0 F0.1 S30;
```

으로 블록을 작성하면 테이퍼 부분을 절삭해 가면서 시계방향으로 주축 회전수가 자동적으로 변화되면서 절삭 속도가 30m/min으로 일정하게 유지됨.

외경 가공용 프로그램 작성예)

그림과 같이 직경 100mm인 환봉을 직경 96mm로 가공하기 위한 프로그램을 작성하라. 절삭 시 주축 회전 속도는 600rpm, 이송 속도는 100mm/min이다. 절삭 길이는 50mm이다. 직경은 2mm씩 감소시키기로 한다. 공구 이송 경로는 화살표를 따라 이루어지도록 한다. 그림에 지정된 공작물 원점을 사용하도록 한다.



⑥ 공구 기능

사용하고자 하는 공구의 종류와 공구 오프셋을 설정하는 기능

T○○△△;

○○ : 사용하고자 하는 공구의 번호

△△ : 공구 오프셋이 기억되어 있는 기억번지 번호

예를 사용하고자 하는 공구를 이용하여 공작물 원점을 설정할 경우 공작물 원점과 기계 원점사이의 방향과 거리를 특정 기억번지에 저장한 다음, 그 공구를 사용할 경우 해당 기억번지 번호를 기술.

4.2 단일형 고정 사이클

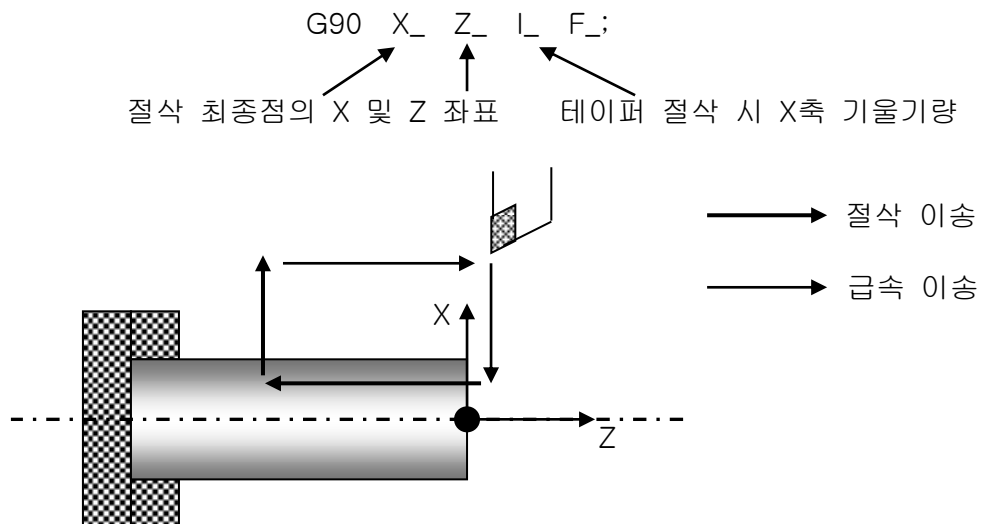
공구 절삭날보다 절삭 깊이가 깊은 가공을 할 경우 작은 절입량으로 반복해서 가공해야 하므로 일반적 방법으로 프로그램 할 경우 블록수와 워드수가 증가하게 됨. 따라서 절입량만을 지정하여 절삭이 자동으로 이루어지도록 하는 고정 사이클을 이용하여 프로그램 할 경우 매우 편리함.

G90 : 내/외경 절삭 사이클

G92 : 나사 절삭 사이클

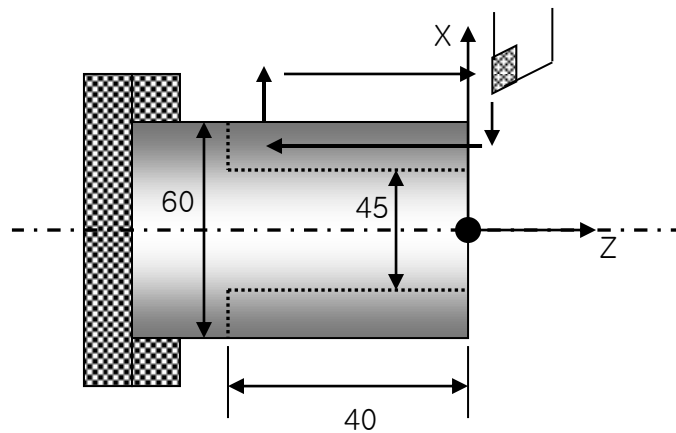
G94 : 단면 절삭 사이클

① 내/외경 절삭 사이클(G90)



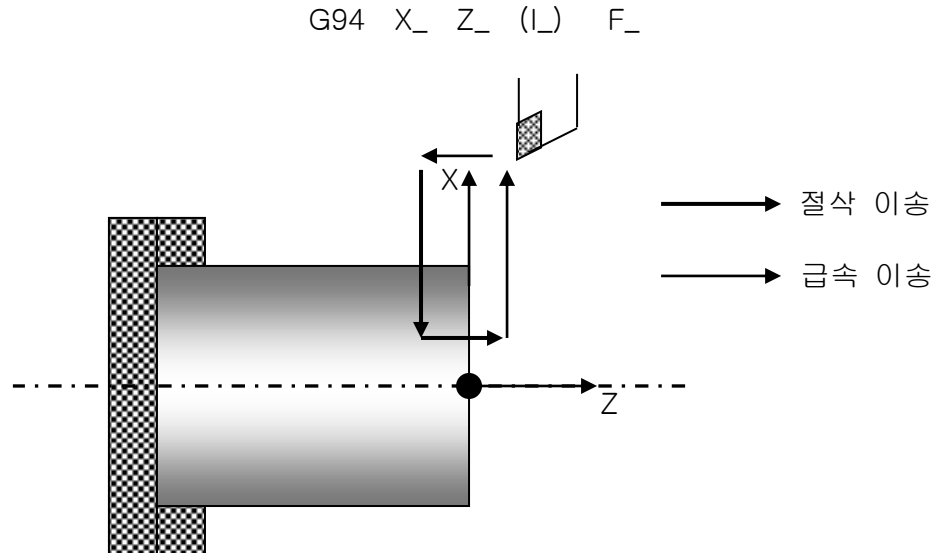
내/외경 절삭 사이클 예제)

아래의 그림과 같이 직경이 60mm인 환봉을 내/외경 절삭 사이클을 이용하여 직경이 45mm가 되도록 가공하는 NC 프로그램을 작성하고자 한다. 주축 회전 속도는 500rpm이며 절삭 시 이송 속도는 120mm/min이다. 직경은 매 절삭 사이클마다 3mm씩 감소하도록 한다. 절삭 길이는 40mm이다. 공작물 원점은 기계 원점으로부터 X 방향으로 -300, Z 방향으로 -200만큼 떨어져 있다. 5번 공구를 사용한다.



③ 단면절삭 사이클(G94)

형식은 G90과 동일, 공구의 경로의 차이만 있음



4.3 복합형 고정 사이클

내외경 황삭 사이클(G71)

- 공작물의 정삭 형상을 따라 정삭 여유를 남기고 황삭하는 사이클
- 정삭 형상을 지령하면 황삭의 공구 경로가 자동 설정

G71 Uu1 Rr

G71 Pp Qq Uu2 Ww Ff;

u1: 1회 절입량(반지름값)

r; 후퇴량

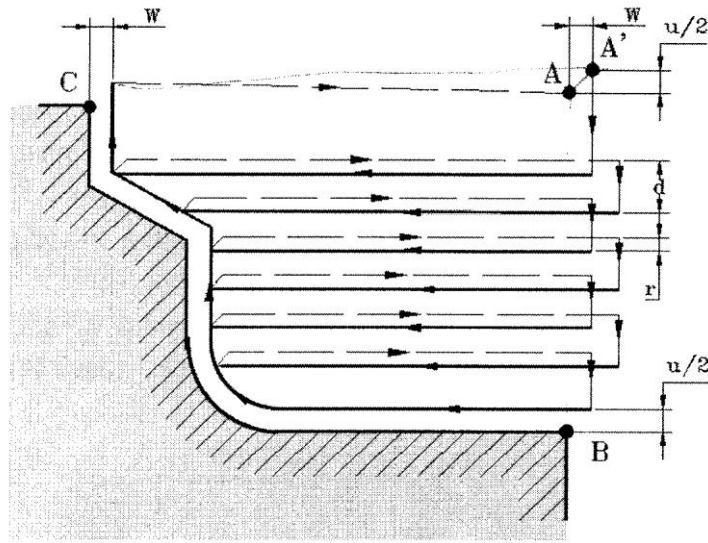
p: 정삭 형상 프로그램의 최초 블록번호

q: 정삭 형상 프로그램의 최종 블록번호

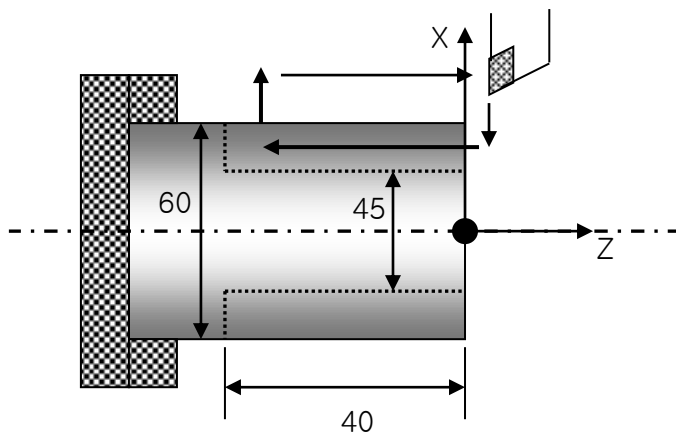
u2 : X축 방향의 정삭 여유

w: Z축 방향의 정삭 여유

f: 이송속도



G71을 이용한 가공 예제 1)



G71을 이용한 가공예제 2)

