

NC 선반의 정의

NC = **N**umerical **C**ontrol 의 약어로 수치로 제어한다는 의미 “공작물에 대한 공구의 위치를 그에 대응하는 수치정보로 지령하는 제어”를 말한다

CNC 선반의 구성

제어장치
강전 제어반

공유압 유닛

서보기구

주축대 및
기계본체

공정계획 (가공계획)

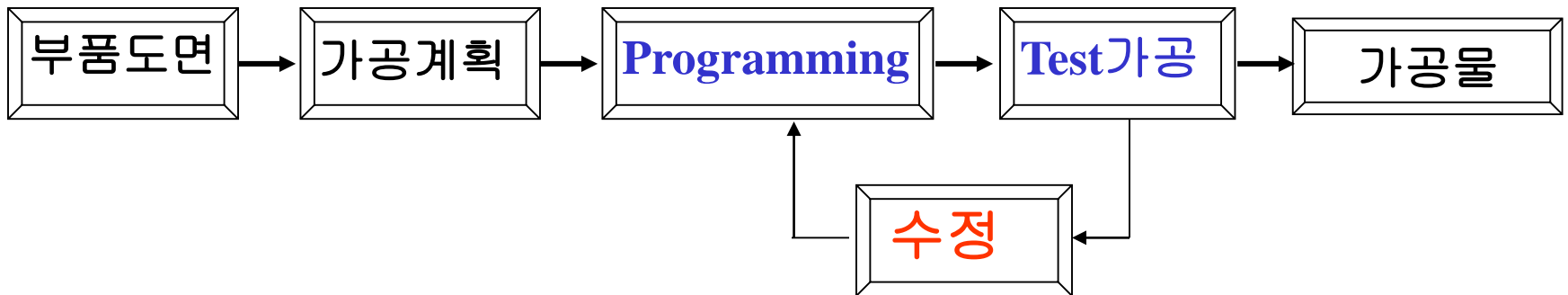
- ❖ NC 기계로 가공하는 범위와 **공작기계 선정**
- ❖ 소재의 **고정방법 및 지그(Jig) 선정**
- ❖ 절삭순서 결정(**공정의 분할, 공구의 출발점, 황삭, 정삭 절입량과 공구경로 등**)
- ❖ 절삭공구 선택 (**Tool Holder 선정, Chucking방법 결정, Tooling Sheet의 작성 등**)
- ❖ 절삭조건 결정(**주축속도, 이송속도, 절삭유의 사용유무**)
- ❖ 프로그램 작성

프로그래밍의 순서

NC Programming이란?

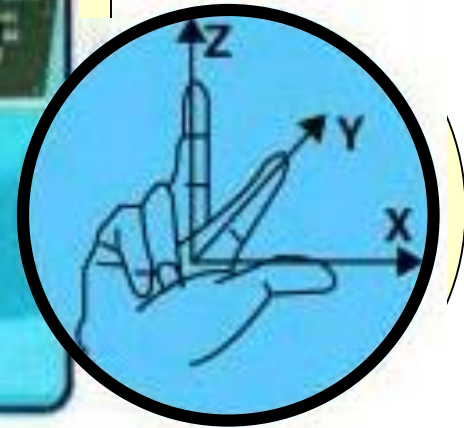
사람이 이해하기 쉽도록 되어 있는 도면을 NC 장치가 이해 할 수 있도록 NC언어 (G00, G01, M02, T0101 등)로 표현방식을 바꾸어 주는 작업

Programming 순서



☀ 프로그램에 이상이
있는 경우 수정 한다.

좌 표 계

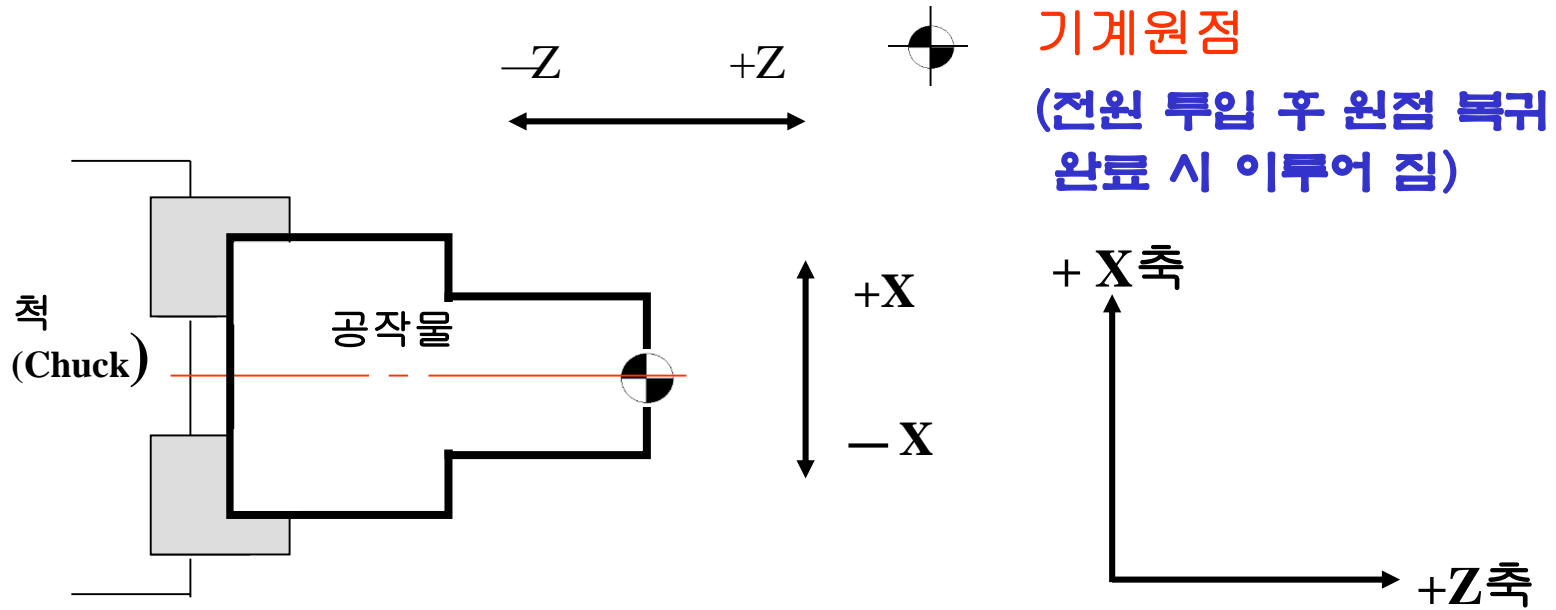


NC 공작 기계는 통상 오른손 좌표계 사용하고 있음

좌표계의 종류

1. 기계 좌표계 (**Machine Position**)
2. 절대 좌표계 (공작물 좌표계)
Absolute Position (Work Position)
3. 상대 좌표계 (**Relative Position**)

기계 좌표계 (Machine Position)



기계원점
 (전원 투입 후 원점 복귀 완료 시 이루어 짐)

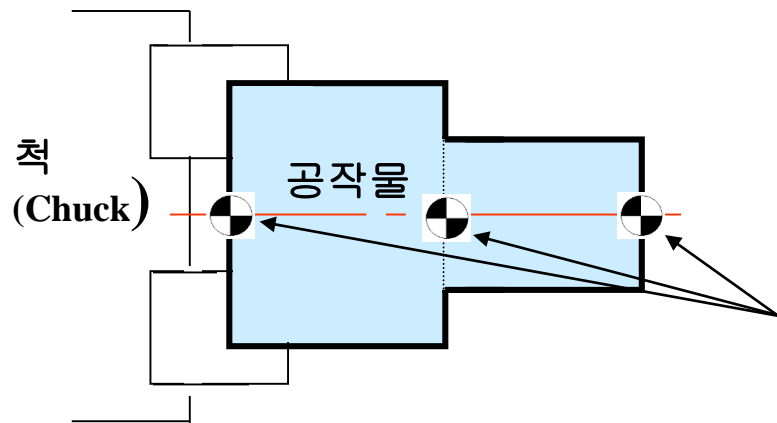
CNC 선반의 기계 좌표계

우수 직교 좌표계의 축 방향

기계 좌표계 (Machine Positon)

- * 기계의 원점을 기준으로 정한 좌표계
- * 기계좌표의 설정은 전원 투입 후 원점 복귀 완료 시 이루어 진다.
(최근 생산되는 기계는 원점복귀에 관계없이 기계원점을 기억하고 있는 기계도 있다.)
- * 기계에 고정되어 있는 좌표계이고 금지영역(Stored Stroke Limit, Over Travel, 제 2원점)등의 설정 기준이 되며 기계원점에서 기계 좌표치는 X0. Z0. 이다.
- * 공구의 현재 위치와 기계원점과의 거리를 알려고 할 때 사용할 수 있다.

절대 좌표계 (공작물 좌표계) ABSolute Positon (Work Positon)



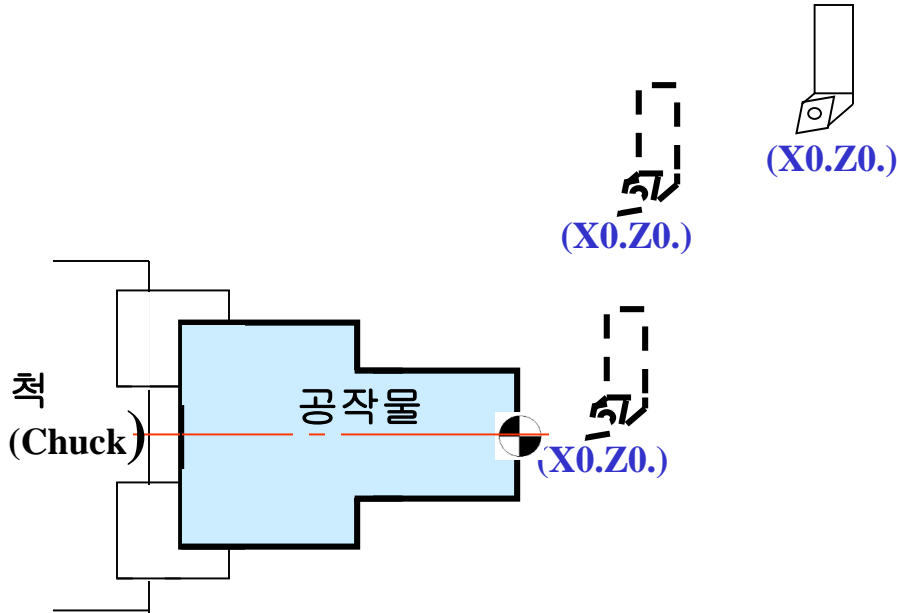
절대 좌표계 원점 (X0, Z0.)

(프로그램을 작성하기 쉬운
임의의 지점에 설정)

절대 좌표계 (공작물 좌표계) Absolute Position (Work Position)

- * 가공프로그램을 쉽게 작성하기 위하여 공작물 센터(중심) 임의의 점을 원점으로 정한 좌표계
- * 좌표어는 **X, Z** 를 표시한다.
- * **G50**을 이용하여 각 공작물 마다 설정.
- * 소재의 좌측 끝 단 또는 우측 끝 단에 설정하지만 통상 우측 끝 단을 **X0. Z0.**로 설정 한다.

상대좌표계(Relative Positon)



- ❖ 일시적으로 좌표를 0(Zero)로 설정할 때
- ❖ 좌표어는 U, W를 사용
- ❖ 공구Setting, 간단한 핸들이송, 좌표계 설정 등에 이용

좌표계 화면

ACTUAL POSITION

O1000 N1000

(RELATIVE)

(ABSOLUTE)

U -253.677

X 43.759

W 31.800

Z 50.674

(MACHINE)

X -87.244

Z -152.365

S O T
MPG

ABS

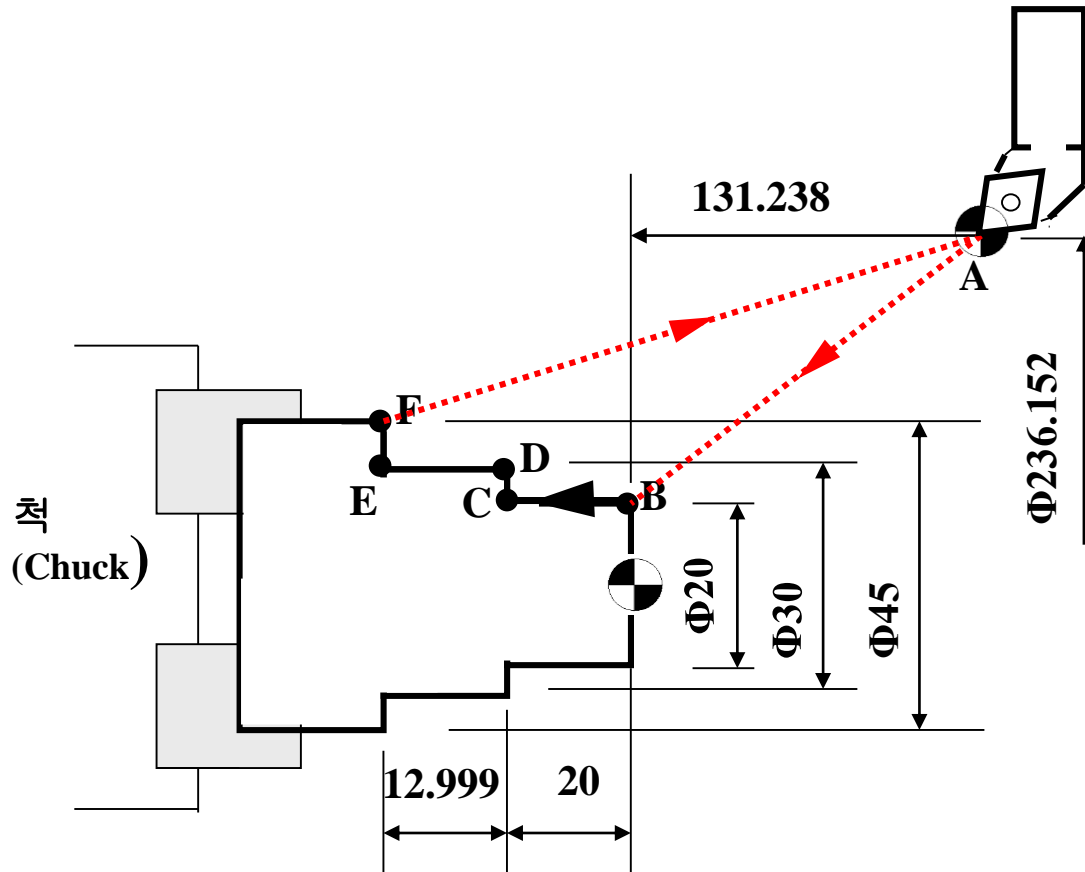
REL

ALL

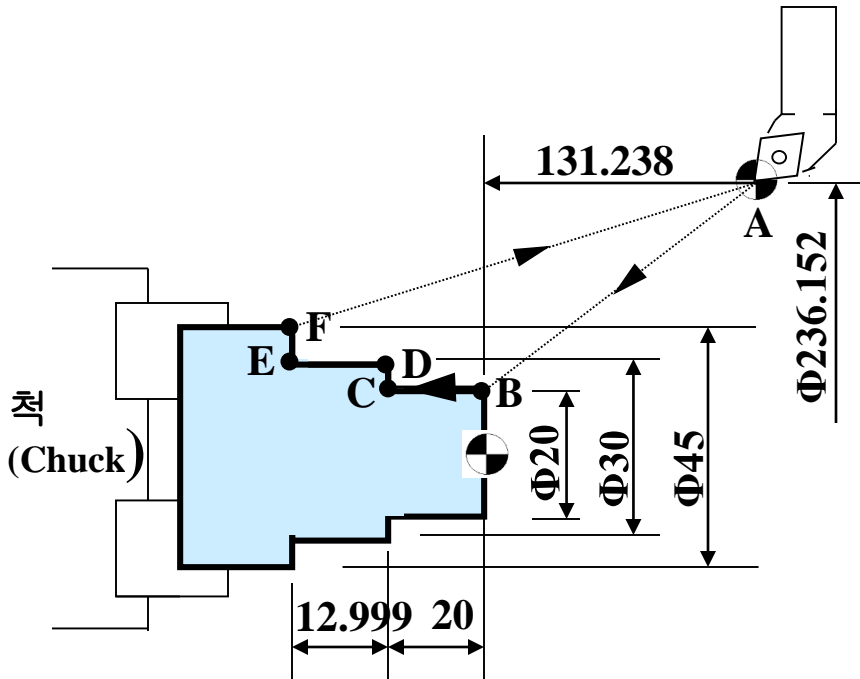
* **RELATIVE**
(상대좌표)* **ABSOLUTE**
(절대좌표)* **MACHINE**
(기계좌표)

• ABS, REL의
좌표는 Soft
Key를 누르면
좌표가 크게
표시된다.

기계 좌표계와 절대 좌표계를 이용한 프로그램 비교



**기계 좌표계와 절대 좌표계를
이용한 프로그램 비교**



기계 좌표계를 이용한 프로그램

```
A ⇒ B G00 X-216.152 Z-131.238;
B ⇒ C G01 Z-151.238 F0.15 M08;
C ⇒ D X-206.152;
D ⇒ E Z-164.237;
E ⇒ F X-191.152;
F ⇒ A G00 X0. Z0.;
```

절대 좌표계를 이용한 프로그램

```
A ⇒ B G00 X20. Z0.;
B ⇒ C G01 Z-20. F0.15 M08;
C ⇒ D X30.
D ⇒ E Z-32.999;
E ⇒ F X45.
F ⇒ A G00 X236.152 Z131.238
```

지령 방법의 종류

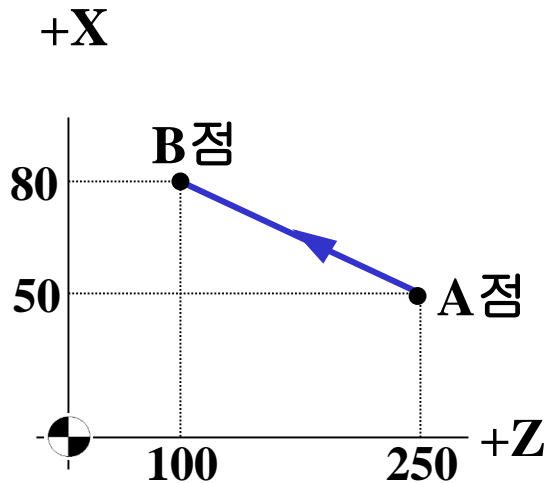
1. 절대 지령 방식과 증분 지령 방식

- 1) 절대 지령 방식 (Absolute)
- 2) 증분 지령 방식 (Incremental)
- 3) 혼합 지령 방식

2. 직경지령방식과 반경지령방식

- 1) 직경 지령 방식
- 2) 반경 지령 방식

절대 지령 방식(Absolute) 증분 지령 방식 (Incremental)



혼합 지령 방식

G00 U30. Z100. ;
G00 X80. W-150. ;

절대 지령 방식(Absolute)

이동 종점의 위치를 절대좌표계의 위치로 지령하는 방식

지령하는 좌표어 **X, Z**

G00 X 80. Z100.;

증분 지령 방식 (Incremental)

이동시점부터 종점까지의 거리를 지령하는 방식

지령하는 좌표어 **U, W**

G00 U30. W-150.;

선반, 밀링계의 절대, 증분 지령

* 선반계의 Program은 절대, 증분, 혼합방식 (한 블록에 절대지령과 증분지령을 동시에 지령할 수 있다.)으로 지령한다.

예) G00 X100. Z100. ; ---- 절대지령

G00 U100. W100. ; ---- 증분지령(상대지령)

G00 X100. W100. ; ---- 절대 증분 혼합지령

• 밀링계의 Program은 절대(G90), 증분(G91)을 G-Code로 선택하는 방식으로 선반계의 프로그램방식과의 차이가 있다.

예) G90 G00 X100. Y100. Z100. ; ---- 절대지령

G91 G00 X100. Y100. Z100. ; ---- 증분지령(상대지령)

직경지령방식과 반경지령방식

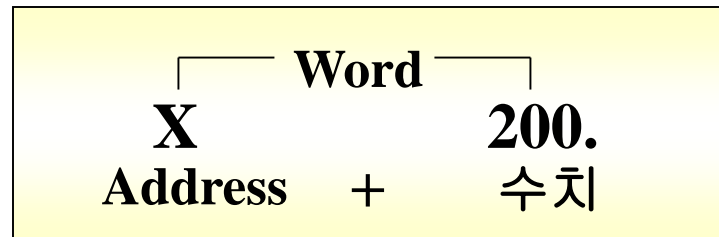
직경과 반경지령의 선택은 파라메타로 선택하며 NC 선반은 기본적으로 직경지령이 선택되어 있다.

좌표어 (Address)	내 용	지 령 구 분
X, U	X 축	직경지령(반경지령)
Z, W	Z 축	—
I, K, R	원호보간의 반경지령	반경지령
X, U	공구보정	직경지령(반경지령)

프로그램의 구성

* Word의 구성

NC Program의 기본 단위이며 어드레스(Address)와 수치(data)로 구성되며, 어드레스(Address)는 Alphabet(A ~ Z)중 1개로 하고 다음에 수치를 지령한다.

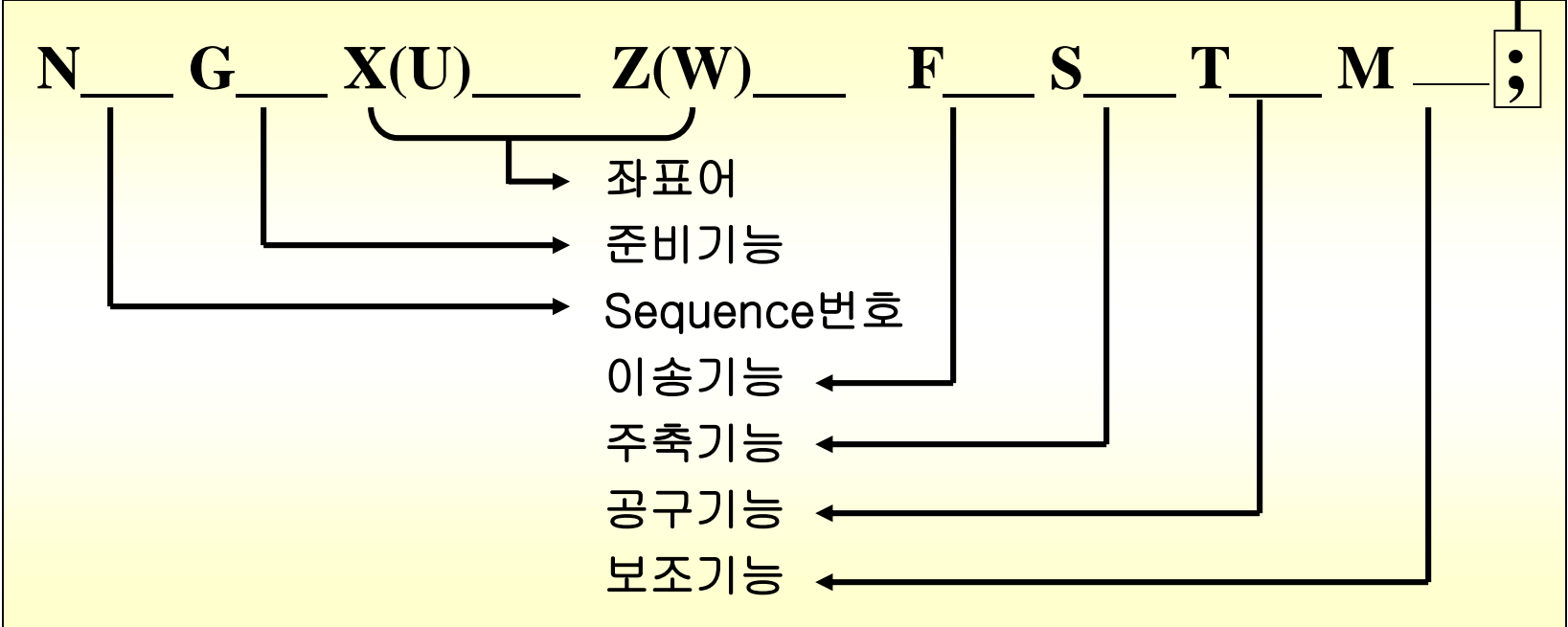


주) Word의 선두에는 **대문자 Alphabet**을 **하나만 사용할 수 있다.**
Alphabet 소문자나 Alphabet 2개 이상을 지령하면 알람 발생
단, 특수문자는 하나의 Word로 인식한다

프로그램의 구성

EOB(end of block) 프로그램 끝
CR, NI, LF...

Block 의 구성



프로그램의 구성

Block 구성의 주의사항

- ① 한 Block에서 Word의 개수는 제한이 없다. (가변 Word방식)
- ② Sequence 번호는 생략 가능하며 순서에 제한이 없다.
- ③ 한 Block내에서 같은 내용의 Word를 2개 이상 지령하면 앞의 Word는 무시되고 뒤에 지령된 Word가 실행된다.
(예 N01 G00 X10. M08 M09 ; 가 실행되면 M08은 무시되고 M09가 실행된다.)
- ④ 프로그램을 작성할 때 “Block의 구성”에 나열한 Word순으로 프로그램을 작성하므로써 도중에 Word를 빼먹는 경우가 없고 다음에 수정할 때 정확하게 수정할 수 있다.
- ⑤ 기타 사용하는 R, I, K, C, Q 등의 Word는 적당한 위치 (Z와 F사이)에 입력할 수 있다.

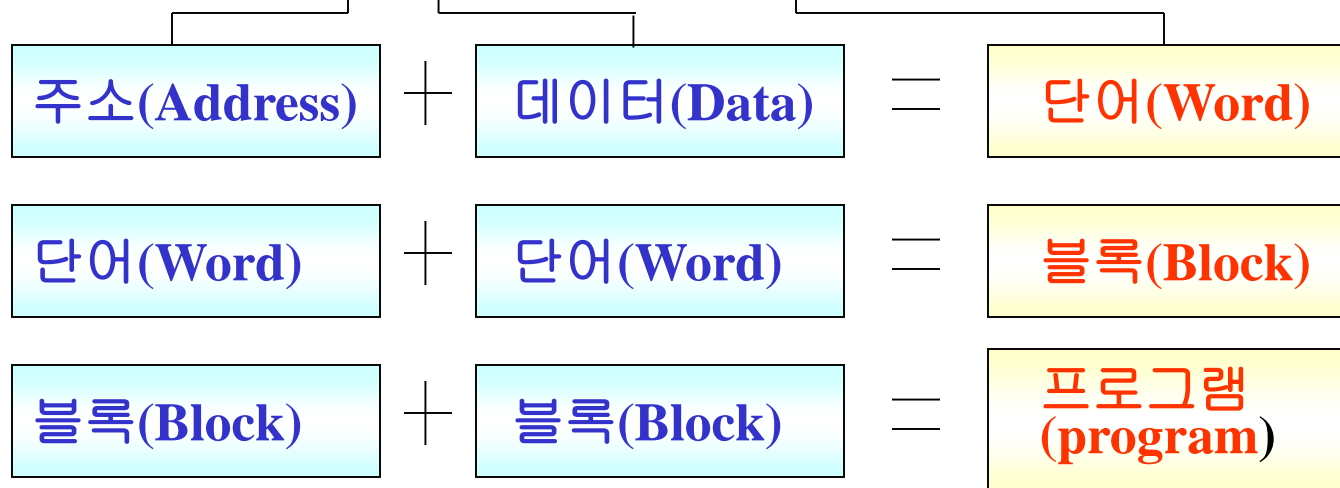
주소와 데이터

N01 G28 U0. W0. ;

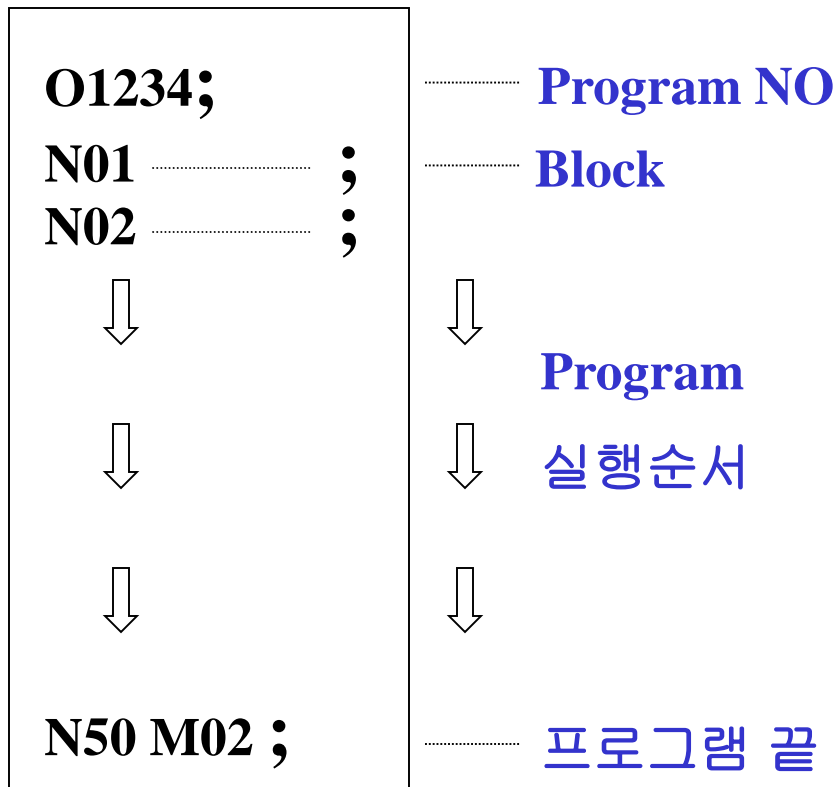
N02 G50 X150. Z200. S2000 T0100 ;

N03 G96 S180 M03

N04 G00 X 60. Z2. T0101 M08



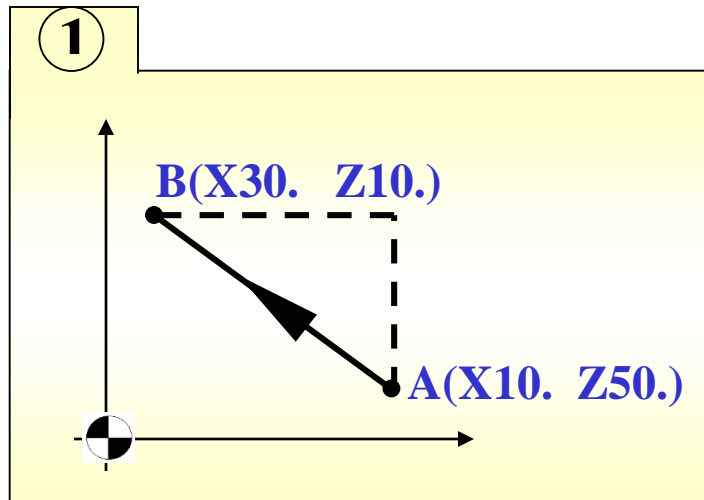
Program 의 구성



주의

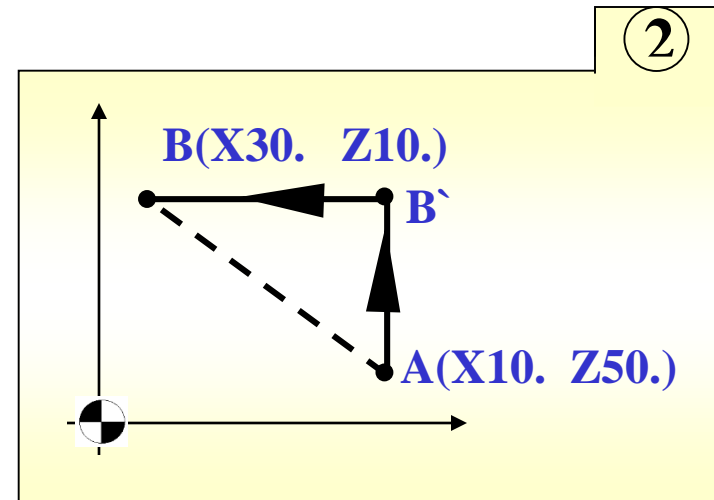
- Program은 Block 단위의 순차적인 실행 순으로 작성
- 하나의 Program은 Address “O__” 부터 “M02” 까지이며 Block의 갯 수는 제한이 없다
- Program 마지막에는 M02를 사용하지만 M30이나 M99를 사용할 수 있다 (단 Sub Program의 마지막에는 M99 이위는 사용불가)

Block을 나누는 조건



$A \Rightarrow B$ N01 G01 X30. Z10. F0.15 ;

①의 경우 A 점에서 B 점을 최단거리로 이동시키고자 할 때
(EX: 테이퍼 작업)



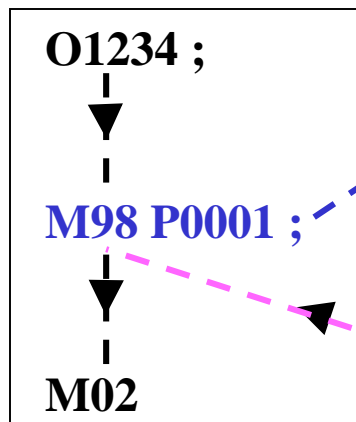
$A \Rightarrow B'$ N01 G01 X30. F0.15 ;
 $B' \Rightarrow B$ N02 Z10. ;

②의 경우 A 지점에서 B' 지점으로 이동 후 다시 B 지점으로 이동한다

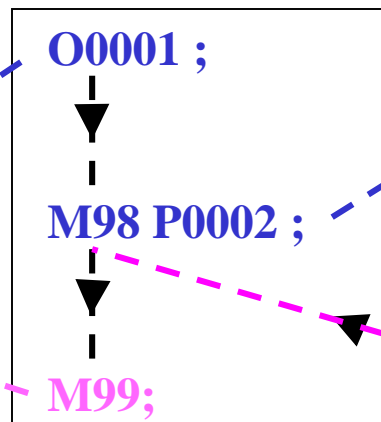
절삭가공의 Block을 나누는 조건은 공구경로에 따라서 결정된다

Sub Program 의 구성

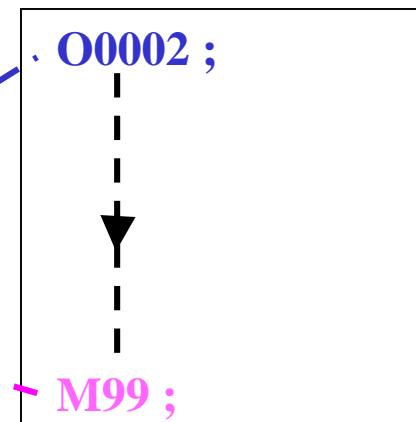
Main Program



Sub Program



Sub Program



1. Sub Program의 끝엔 **M99**가 필요 (**M99**가 없으면 Alarm 발생)
2. Main, Sub Program 작성방법에는 제한이 없음
(보조프로그램에서도 공작물 좌표계,공구교환 가능)
3. Sub Program에서 Sub Program을 호출 할 수 있고 역순으로 주 프로그램으로 귀환

Address와 지령치 범위

기 능	Address	mm입력단위(G21)	inch입력단위(G20)
프로그램 번호	O	0001 ~ 9999	0001 ~ 9999
Sequence번호	N	1 ~ 9999	1 ~ 9999
준비기능	G	00 ~ 99	00 ~ 99
좌표어	X,Z,U,W, R,I,K,C	99999.99 mm	9999.9999 inch
분당이송	F	1~100000 mm/min	0.01~400.00 inch/min
회전당 이송	F	0.01~500.000 mm/rev	0.0001~9.9999 inch/rev
주축기능	S	0~9999	0~9999
공구기능	T	0~99	0~99
보조기능	M	0~99	0~99
Dwell	X,U,P	0~99999.999 sec	0~99999.999 sec
고정 Cycle Sequence번호	P,Q	1~9999	1~9999

준비기능 (G 기능) KSB4206 (CNC선반)

준비기능의 개요

G 기능 이라고 하며 Address “G”이하 2단의 수치로서 구성 되어 그 **Block**의 명령이나 어떤 의미를 **지시**한다.

G - 코드의 종류

기 능	의 미	구 별
One Shot G - 코드	지령 된 Block 에 한해서만 유효한 기능	“00” Group
Modal G - 코드	동일 Group 의 다른 G - 코드 가 나올 때 까지 유효한 기능	“00” 이외의 Group

준비기능 (G 기능)

One Shot G – 코드와 Modal G – 코드의 사용 방법

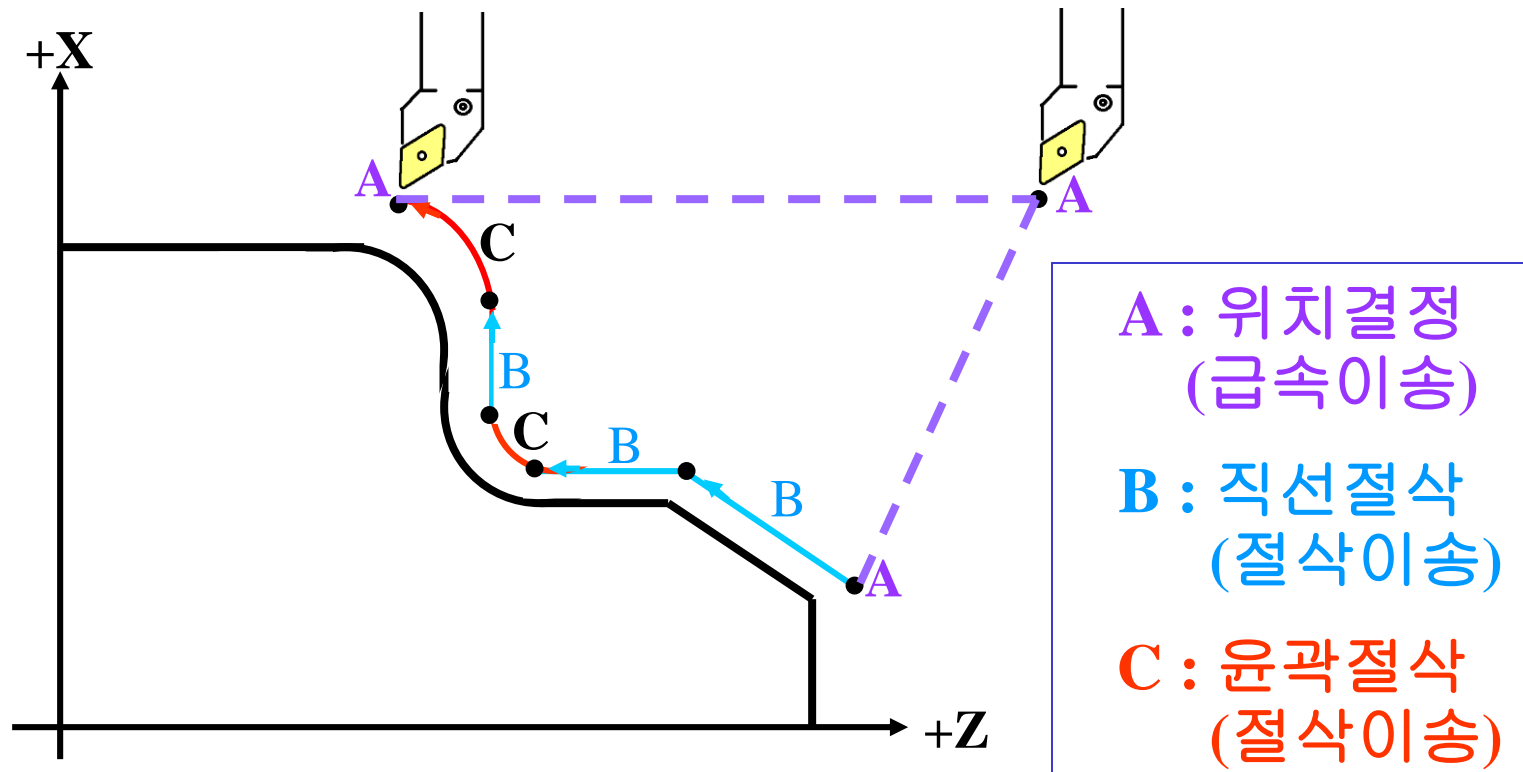
<p>G01 X100. F0.20 ;</p> <p>Z50. ;</p> <p>X150. Z100. ;</p>		<p>이 범위에서는 G01 유효</p>
<p>G00 X200. ;</p>	<p>.....</p>	<p>G00 유효</p>
<p>G04 P1000 ;</p>	<p>.....</p>	<p>이 Block 에서만 G04 유효 (One Shot G – 코드)</p>
<p>X100. Z0. ;</p>	<p>.....</p>	<p>G00을 지령하지 않아도 G00상태이다.</p>

보조기능 (M 기능)

KS B 4206(CNC 선반)

보조 기능	기 능	보조 기능	기 능
M00	Program Stop	M03	Spindle Rotation (C,W)
M01	Optional Program Stop	M04	Spindle Rotation (C,C,W)
M02	Program End	M05	Spindle Stop
M30	Program Rewind & Restart	M98	Sub Program 호출
		M99	Main Program 호출
M08	Coolant ON	M14	Tail Stock Extend
M09	Coolant OFF	M15	Tail Stock Retract

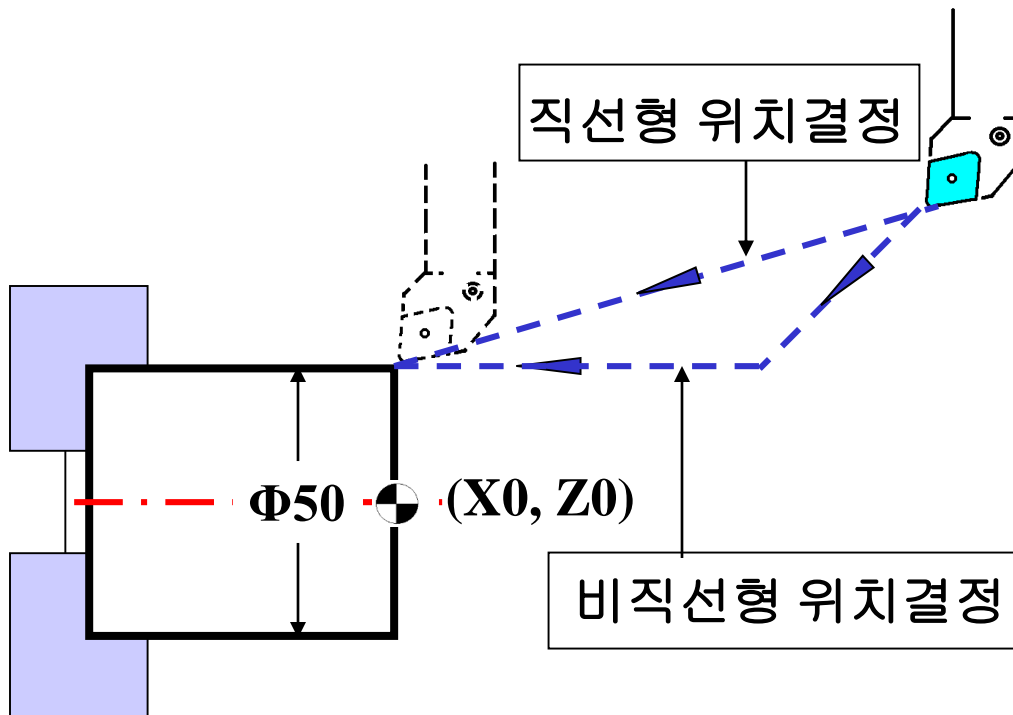
NC 제어 방식



급속 위치결정(G00)

의미: X(U), Z(W)에 지령 된 종점을 향해 급속으로 이동

지령방법 : **G00 X(U) _____ Z(W) _____ ;**



지령WORD의 의미

X(U) :

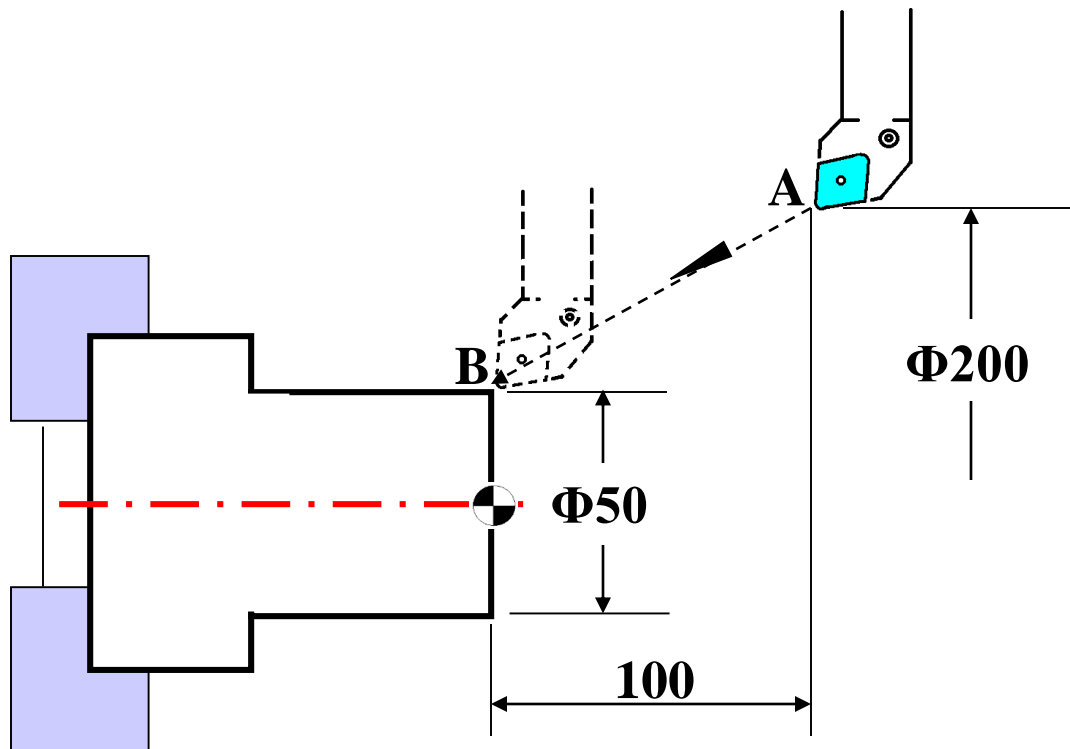
X축 급속 이동 종점

Z(W) :

Z축 급속 이동 종점

급속 위치 결정의 예

A 점에서 B점까지의 위치 결정 프로그램



절대지령(ABS)

G00 X50. Z0. ;

상대지령(INC)

G00U-150. W-100. ;

혼합지령

G00 X50. W-100. ;

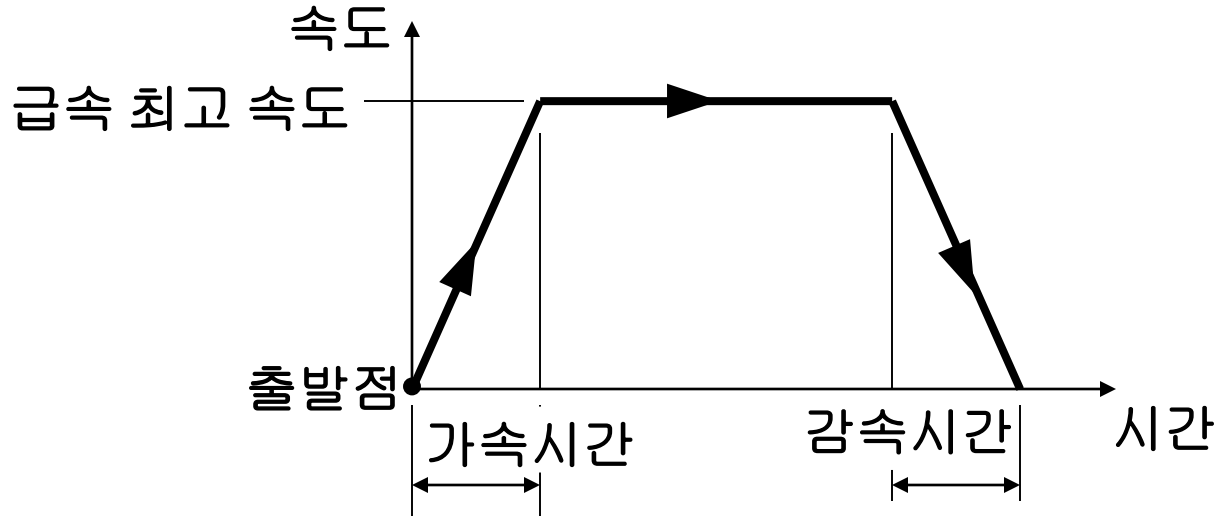
Or

G00 U-150. Z0. ;

자동 가감속

급속으로 테이블을 가공하고자 하는 위치까지 이동하면 정밀한 위치에 정지 했다고 볼 수 없으므로 이동할 때 가속하고 정지할 때 감속하는 기능

공작기계마다 다르며 파라메타에 의하여 결정된다.



Inposition Check 란

Inposition Check 란

NC공작기계는 자동운전을 시작하면 다음 한 Block 이상을 먼저 읽어 들인 상태에서 현재 Block 이 정확하게 종점에 도달 하기 전에 다음 Block으로 이동하려는 기능을 갖고 있다

이때 다음 Block으로 이동하려는 기능 때문에 발생하는 편차의 폭을 줄이기 위하여 다음 Block으로 이동하기 전에 위치 편차의 폭 내에 있는지를 확인하고 다음 Block으로 진행하는 기능

Inposition Check의 량은

파라메타에 입력되어 있고 보통 0.2mm를 설정한다.

이 기능은 직선 보간에는 적용되지 않고 급속 이송에서 급속 이송이 있는 Block에서만 적용된다.

소수점 사용의 예

CNC 선반 프로그램에서 소수점을 사용할 수 있는 어드레스 (Address)는 다음과 같다

X, Z, U, W, I, K, R, C, F 이다

(이들 이외에는 소수점을 사용하면 **알람이 발생**한다.)

소수점 사용 예)

X10. --- 10mm

Z100 --- 0.1mm (최소 지령단위가 0.001mm이므로 소수점이 없으면 뒤쪽에서 3번째 앞에 소수점이 있는 것으로 간주)

S2000. ----- 알람 발생 (소수점 입력 에러)

직선보간(G01)

의미 : 지령 된 종점으로 **F**의 속도에 따라 직선으로 가공
(테이퍼, 면취도 직선에 포함된다)

지령 방법 : **G01 X(U)___ Z(W)___ F___ ;**

지령 WORD의 의미

X(U) : X축 가공 종점의 좌표

Z(W) : Z축 가공 종점의 좌표

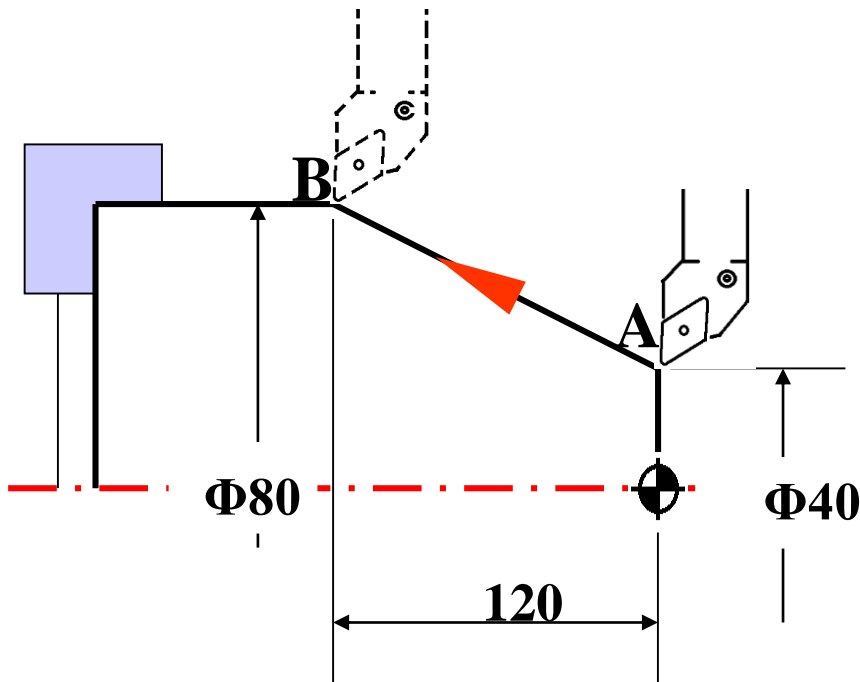
F : 이송속도 (Ex : F0.2, F0.25)

G98 : 분당 이송 (mm/min)

G99 : 회전 당 이송 (rev/min)

공구 이동 경로

A점에서 B점까지의 직선보간(직선가공) 프로그램



절대지령(ABS)

G01 X80. Z-120. F0.2 ;

증분지령(INC)

G01 U40. W-120. F0.2 ;

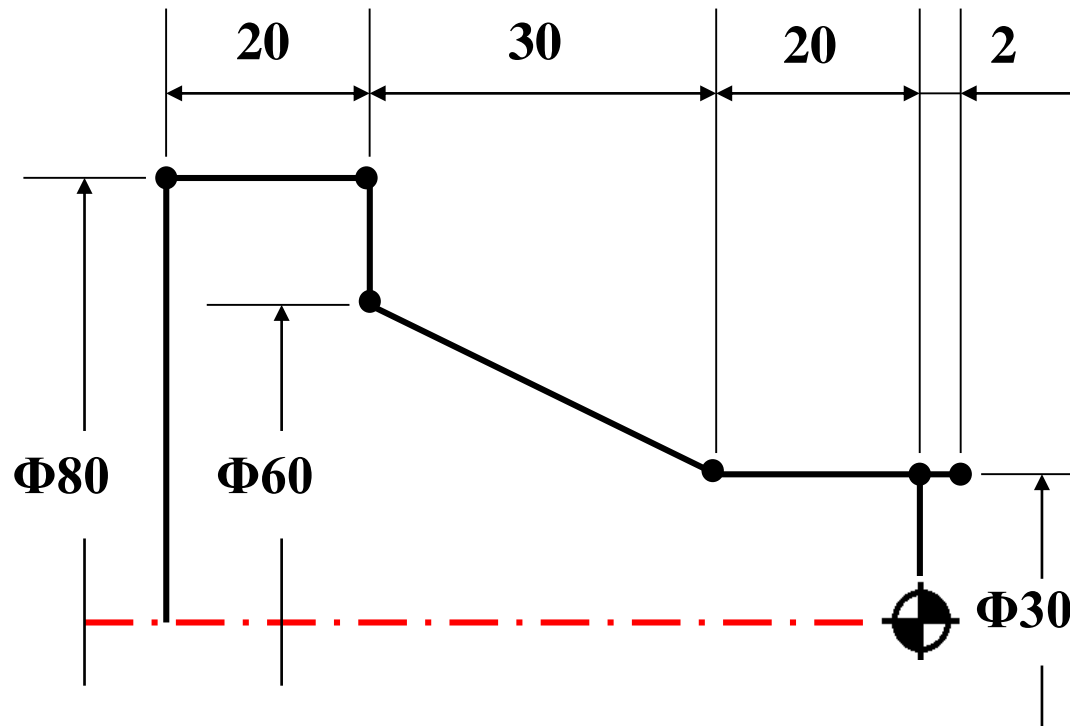
혼합방식

G01 U40. Z-120. F0.2 ;

G01 X80. W-120. F0.2 ;

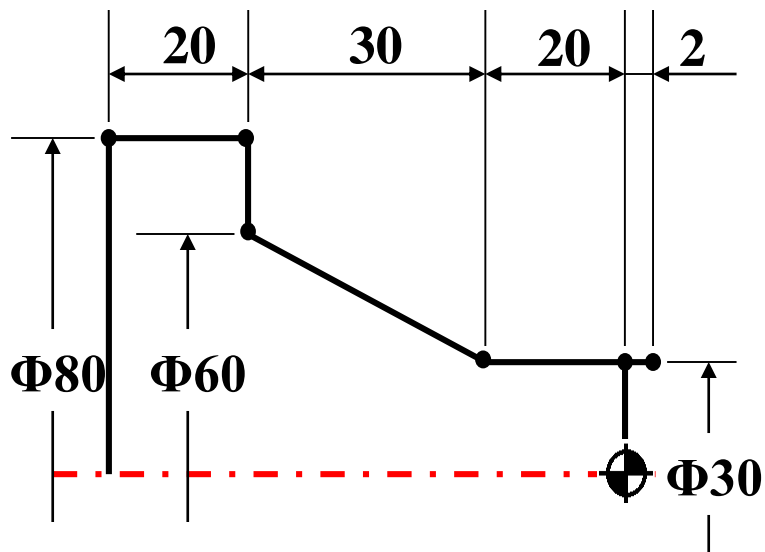
Program 작성

아래 그림을 보고 Program을 작성 하시오?



Program 작성

아래 그림을 보고 Program을 작성 하시오?



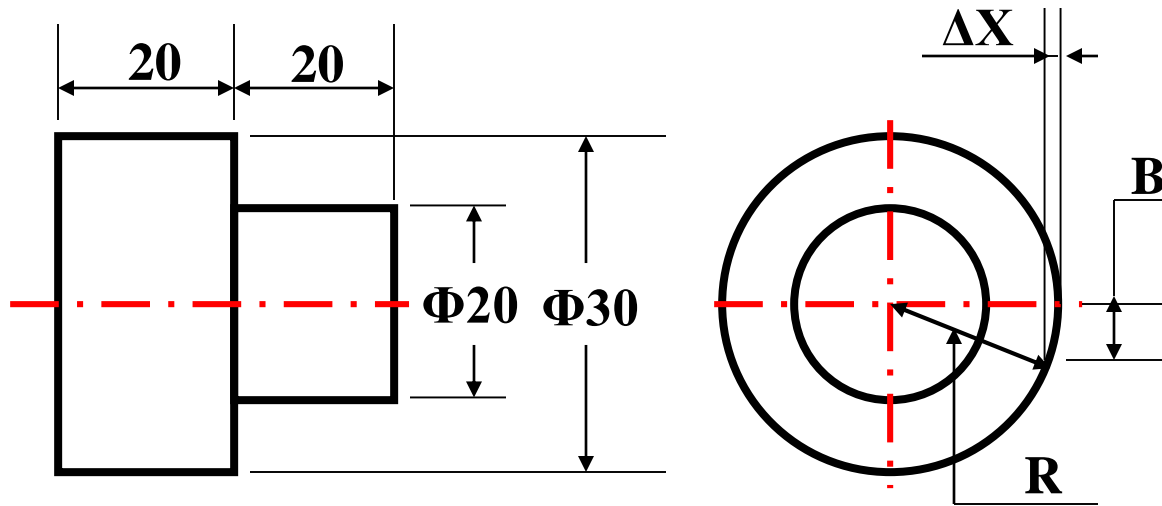
```

N01 G00 X30. Z2. ;
N02 G01 (X30.) Z-20. F0.2 ;
N03 (G01) X60. Z-50. (F0.2) ;
N04 (G01) X80. (Z-50.)(F0.2) ;
N05 (G01) (X80.) Z-70.(F0.2) ;

```

Modal 지령이나 동일한 좌표를 다시 지령해도 되지만 기본적으로 생략한다.

바이트 중심 높이



①
직경 $\Phi 20$
높이 1.5mm

②
직경 $\Phi 30$
높이 1.5mm

위 그림의 가공오차 계산방법

$$\textcircled{1} \delta X = R - (\sqrt{R^2 - B^2}) = 10 - (\sqrt{10^2 - 1.5^2}) = 0.113\text{mm}$$

직경으로는 **0.226mm** 의 가공 오차 발생

$$\textcircled{2} \delta X = R - (\sqrt{R^2 - B^2}) = 15 - (\sqrt{15^2 - 1.5^2}) = 0.075\text{mm}$$

직경으로는 **0.15mm** 의 가공 오차 발생

원호보간(G02, G03)

의 미 : 지령된 시점에서 종점까지의 반경 R 크기로 원호 가공

지령방법 : $G02 \left. \begin{array}{l} \\ G03 \end{array} \right\} X(U)_ \quad Z(W)_ \quad \left\{ \begin{array}{l} R__ \\ I__ K__ F__ \end{array} \right. ;$

가공방향 : **G02** (C.W) 시계 방향 원호 가공 (Clock Wise)
 : **G03** (C.C.W) 반 시계 방향 (Counter Clock Wise)

지령 WORD의 의미

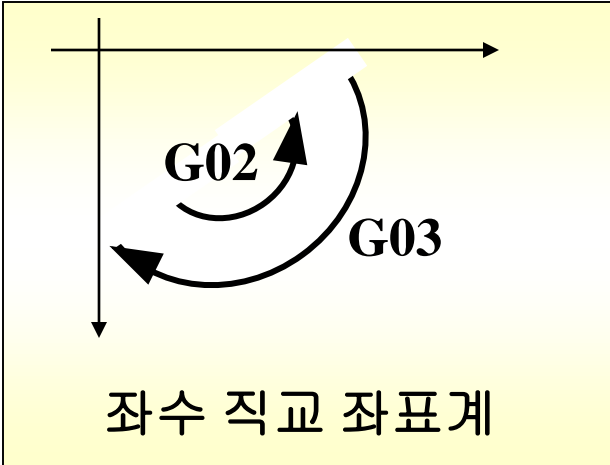
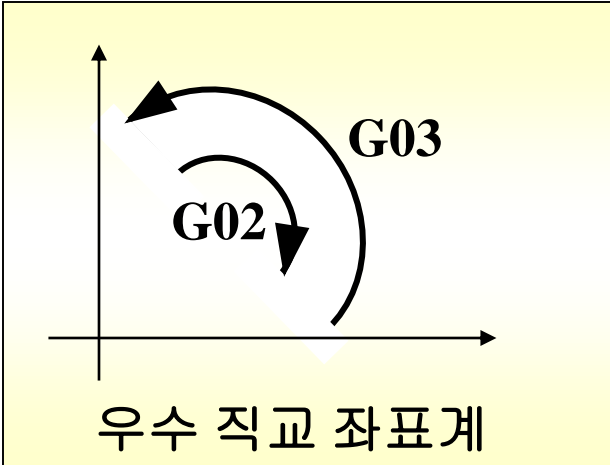
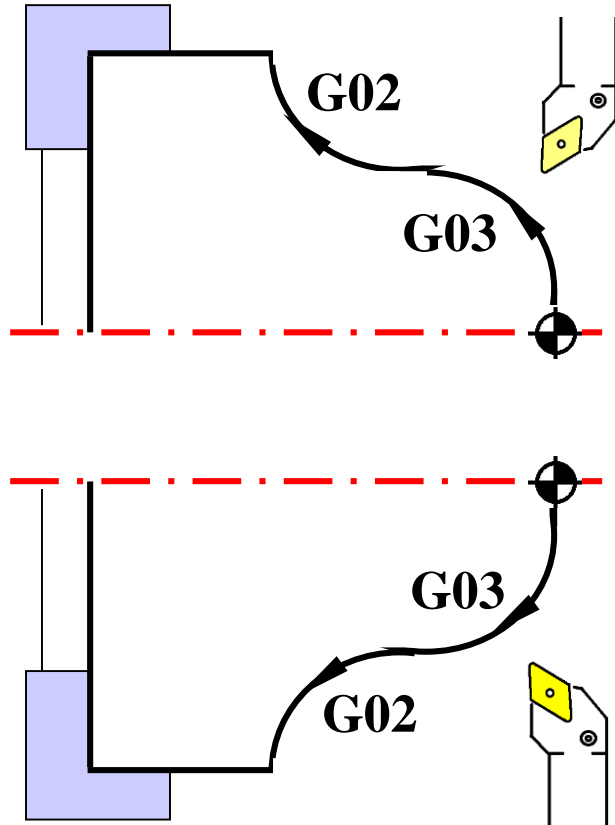
X(U), Z(W) : 원호가공 종점의 좌표

F : 이송속도 (mm/rev)

R : 원호 반경 (mm)

I, K : R 지령 대신 사용하며 원호 시점에서 중심점까지의 거리
 (반경 지령)

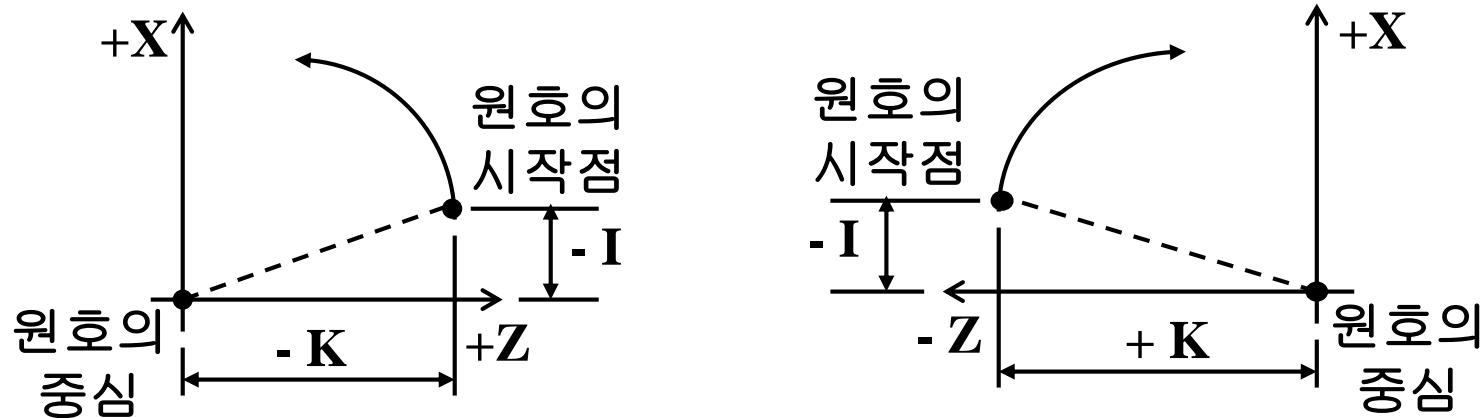
회전 방향 구분



R지령과 I,K지령의 차이

R지령은 시점에서 종점까지를 반경 R량 만큼 연결시켜 주는 가공이며 I, K지령은 시점과 종점 및 원호의 중심점을 서로 연결하여 원호가 성립하는지를 판별하여 가공하는 방법

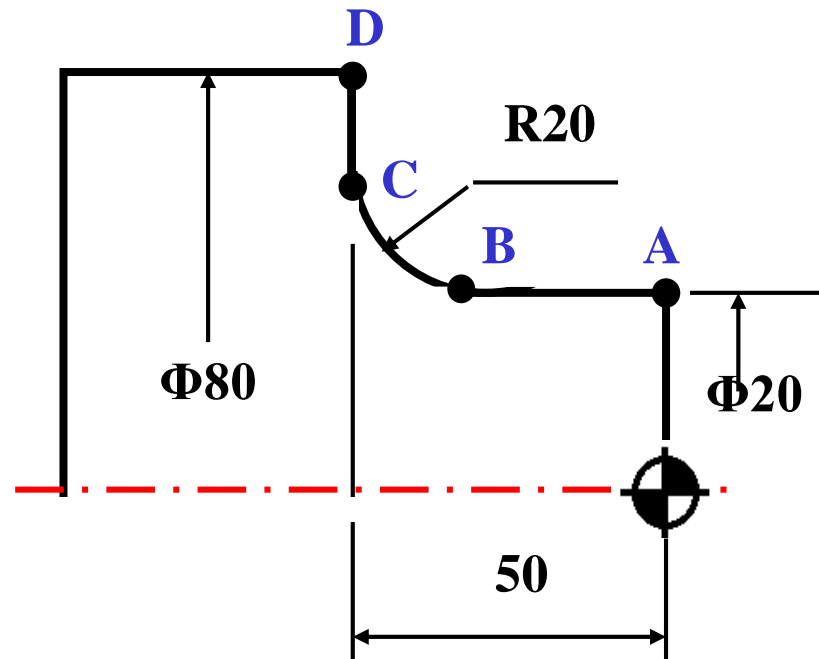
* I, K의 값을 정하는 방법 : 시작점에서 원호의 중심까지 거리의 값



부호의 결정은 시점에서 원호의 중심점의 방향에 따라 결정된다.

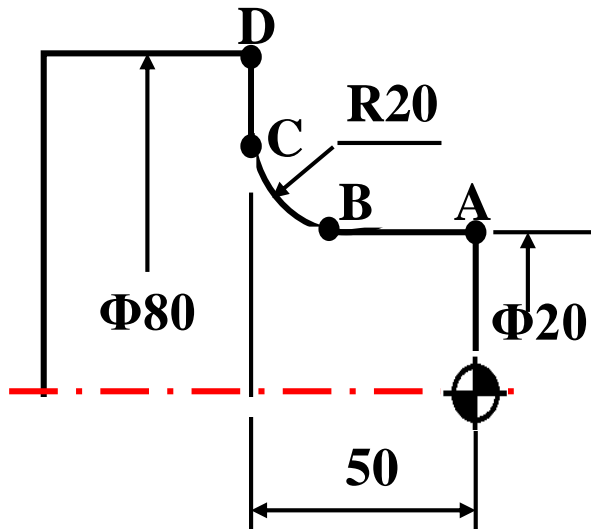
원호보간 Program

A지점에서 B,C,D지점으로 가공하는 절대,증분,I,K지령
원호보간 Program을 작성하시오?



원호보간 Program

A지점에서 B,C,D지점으로 가공하는 절대,증분,I,K지령 원호보간 Program을 작성하시오



① R지령 (절대지령)

```
A ⇨ B N01 G01 Z-30. F0.3 ;
B ⇨ C N02 G02 X60.Z-50. R20. ;
C ⇨ D N03 G01 X80. ;
```

② R 지령 (증분지령)

```
A ⇨ B N01 G01 W-30. F0.3 ;
B ⇨ C N02 G02 U40. W-20. R20. ;
C ⇨ D N03 G01 U20. ;
```

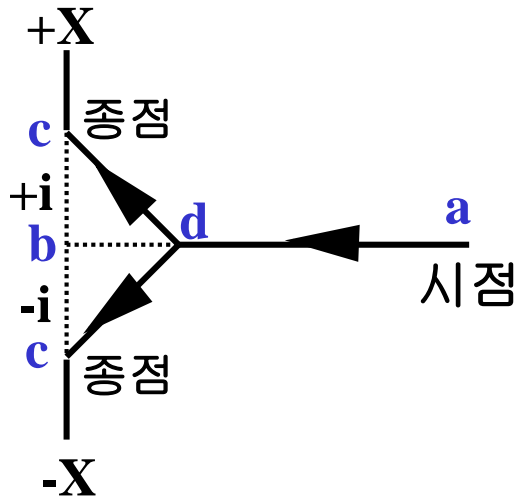
③ I,K지령 원호보간

```
A ⇨ B N01 G01 Z-30. F0.3 ;
B ⇨ C N02 G02 X60.Z-50. I20. ;
C ⇨ D N03 G01 X80. ;
```

자동 면취 가공(Chamfering)

지령방법 : $G01 Z(W) \underline{b} \left\{ \begin{array}{l} C \pm i \\ I \pm i \end{array} \right. F \text{ — } ;$

공구경로 : Z축이 이동하면서 종점에서 면취 가공



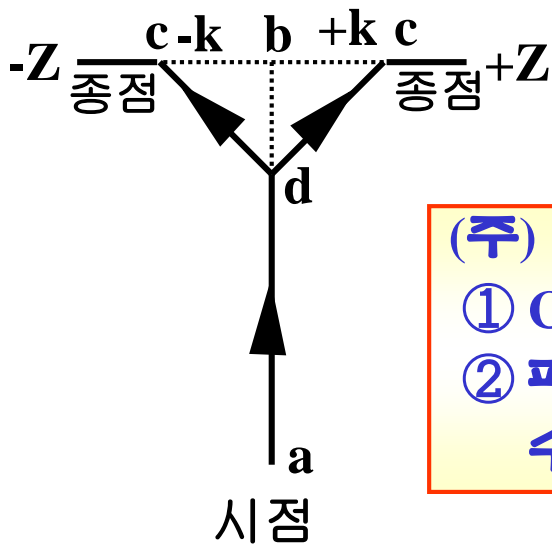
가공방향

$a \longrightarrow d \longrightarrow c$

자동 면취 가공(Chamfering)

지령방법 : $G01 X(U) \underline{b} \left\{ \begin{array}{l} C \pm k \\ K \pm k \end{array} \right. F \text{ — } ;$

공구경로 : X축이 이동하면서 종점에서 면취 가공



가공방향

$a \longrightarrow d \longrightarrow c$

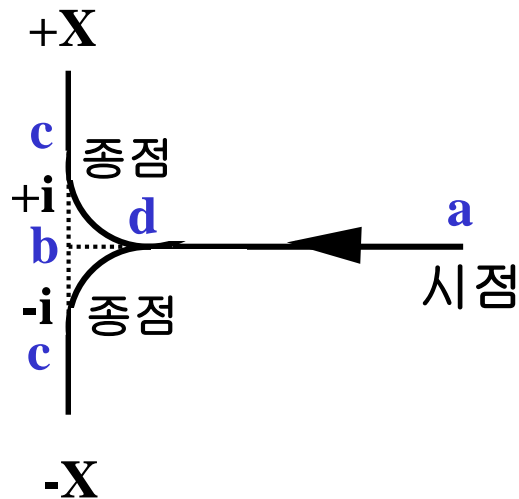
(주)

- ① C와 I,K지령은 같은Block에서는 사용할 수 없다
- ② 파라메타를 수정하여 C지령과 I,K지령을 변경할 수 있다

자동 코너 R 가공

지령방법 : $G01 Z(W) \underline{b} \quad R \pm r F \underline{\quad} ;$

공구경로 : Z축이 이동하면서 종점에서 코너 R 가공



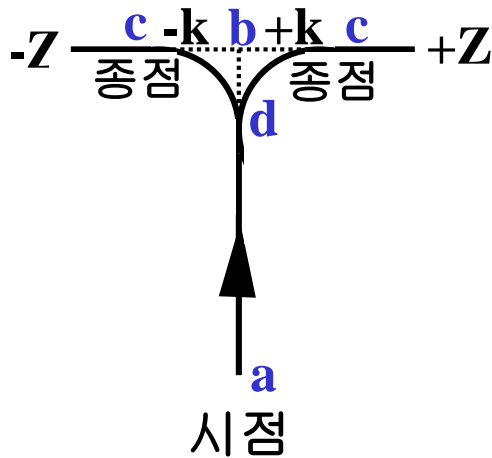
가공방향 :

$a \rightarrow d \rightarrow c$

자동 코너 R 가공

지령방법 : $G01 X(U) \underline{b} \quad R \pm r F \underline{\quad} ;$

공구경로 : X축이 이동하면서 종점에서 코너 R 가공

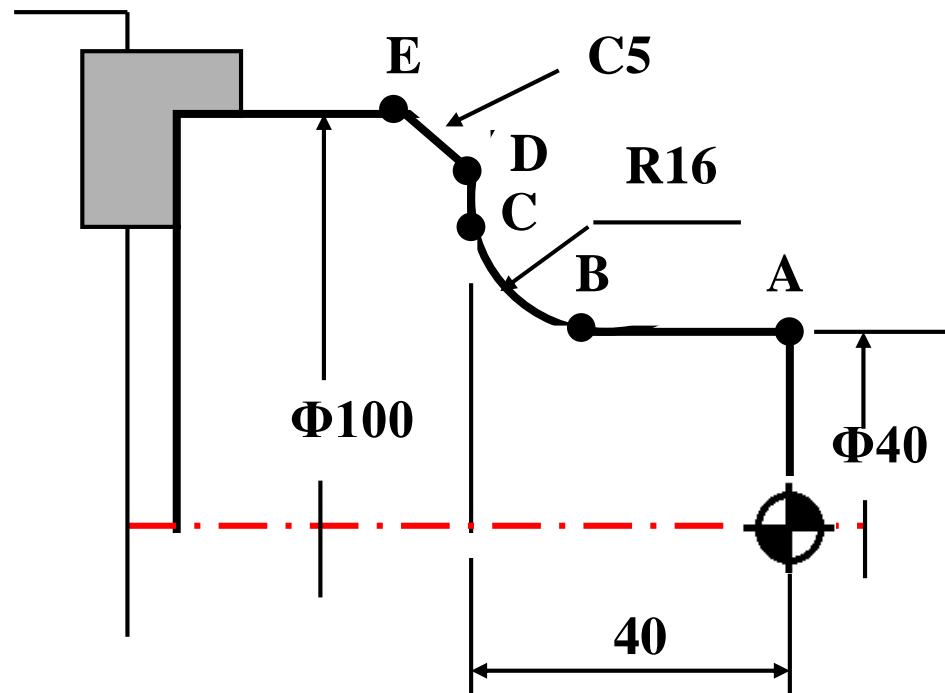


가공방향 :

$a \rightarrow d \rightarrow c$

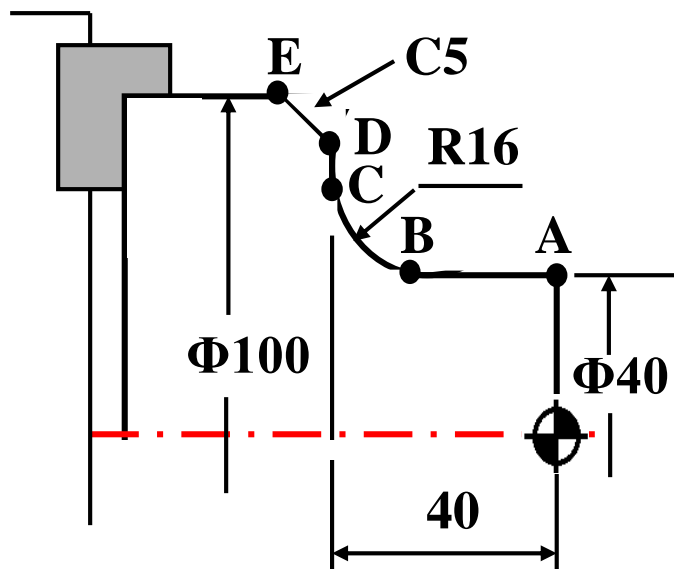
직선 및 원호보간 Program

A점에서 B,C,D,E지점으로 가공하는 원호 보간 자동 면취 코너 R기능을 사용한 프로그램을 작성하시오?



직선 및 원호보간 Program

A점에서 B,C,D,E지점으로 가공하는 원호 보간 자동 면취 코너 R기능을 사용한 프로그램을 작성하시오



해답

① 직선 및 원호보간 지령

```
A ⇒ B N10 G01 Z-24. F0.25 ;
B ⇒ C N20 G02 X72. Z-40. R16. ;
C ⇒ D N30 G01 X90. ;
D ⇒ E N40 X100.Z-45. ;
```

② 자동면취 코너 R 지령

```
A ⇒ C N10 G01 Z-40. R16. F0.25 ;
C ⇒ E N20 X100.C-5. ;
```

N20 Block의 C지령대신 I,K지령
N20 X100. K-5. ;

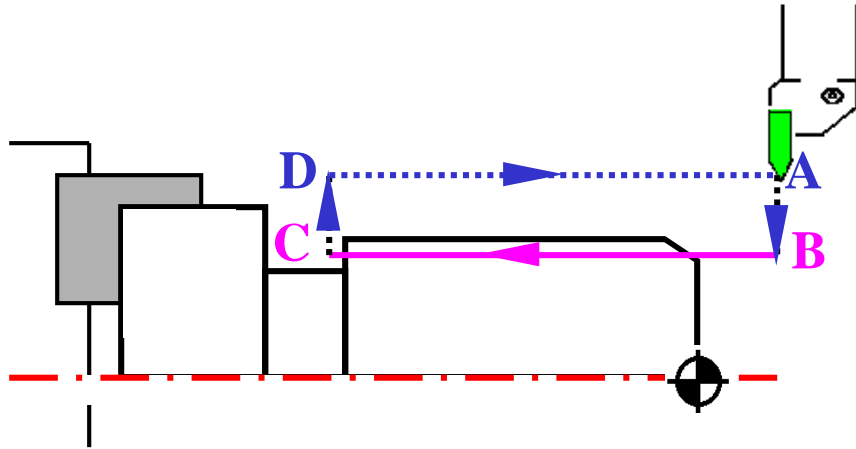
나사절삭 (G32)

의미 : 일정Lead의 직선, 테이퍼 및 정면나사 가공

지령방법 : G32 X(U) — Z(W) — F — ;

지령 WORD의 의미 :

X(U), Z(W) : 나사 가공의 종점 좌표
F : 나사의 피치



① 직선나사

A ⇒ B : G00 지령
(나사 가공 절입)

B ⇒ C : G32 나사절삭지령
(Z축 방향나사)

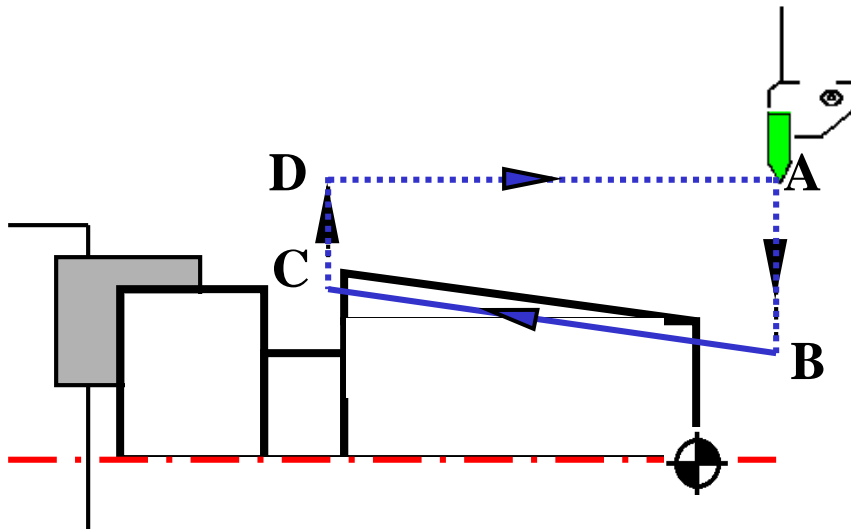
C ⇒ D : G00 지령
(X축 후퇴)

D ⇒ E : G00 지령
(Z축 초기점 복귀)

나사절삭 (G32)

의미 : 일정Lead의 직선, 테이퍼 및 정면나사 가공

지령방법 : G32 X(U)___ Z(W)___ F___ ;



① 테이퍼나사

A ⇒ B : G00 지령
(나사 가공 절입)

B ⇒ C : G32 나사절삭지령
(X,Z축 동시 이동)

C ⇒ D : G00 지령
(X축 후퇴)

D ⇒ E : G00 지령
(Z축 초기점 복귀)

나사절삭 (G32)

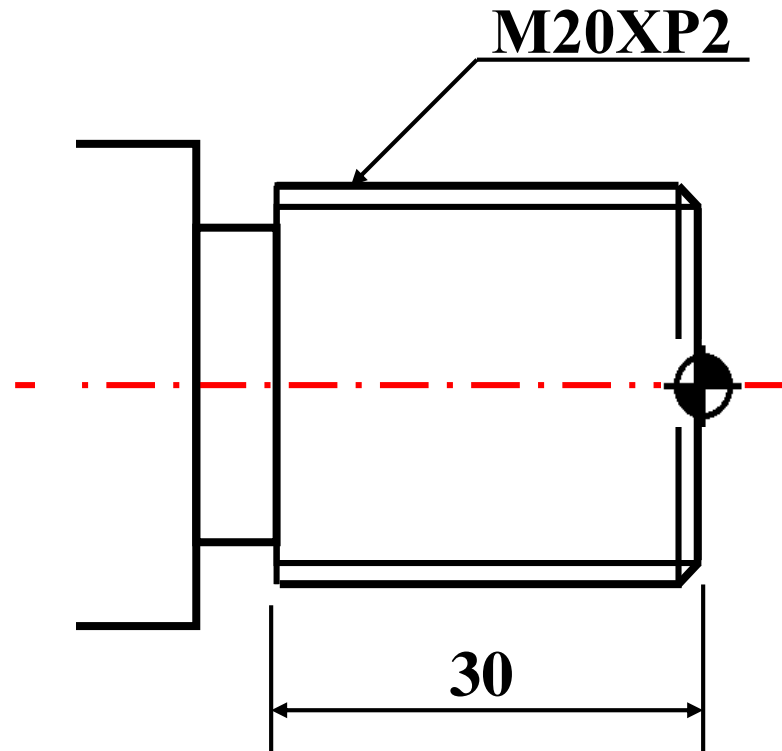
나사절삭의 시작은 **Position Coder**로부터 시작점을 검출 하기 때문에 몇 번의 나사 절삭을 해도 나사의 시작점은 변하지 않는다.

나사 가공 시 주의 사항

- ① 나사 가공 시 이송속도 **Override**는 **100%**로 고정 하여야 함
- ② 자동정지(Feed Hold)는 나사가공 도중에는 무효이다.
(나사불량방지)
- ③ 나사가공시 Single Block 스위치를 ON하면 나사절삭이 없는 첫 Block 실행 후 정지한다

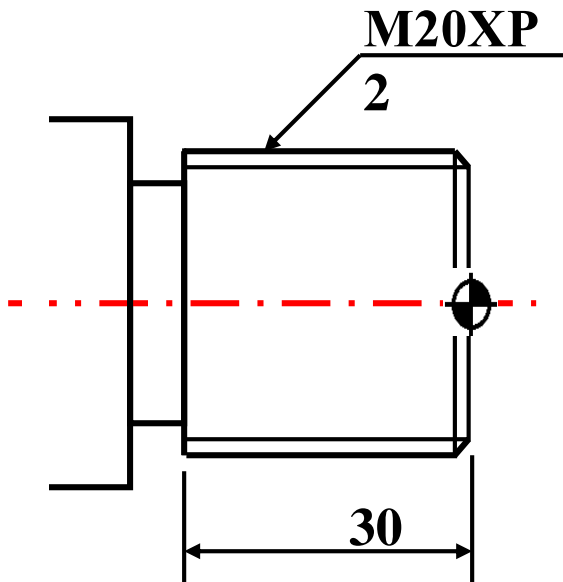
나사절삭 (G32)

아래 그림을 보고 나사 가공 Program을 작성하시오?



나사절삭 (G32)

아래 그림을 보고
나사 가공 Program을
작성하시오.



```

G00 X22. ; 나사가공시작점
      X19.3 ; 나사시작점절입
G32 Z-31.F2.; 최초나사가공
G00 X22. ; X축 후퇴
      Z2. ; Z축 초기점 복귀
      X18.8 ; 나사시작점절입
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X18.42 ;
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X18.18 ;
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X17.98 ;
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X17.82 ;
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X17.72 ;
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ;
      X17.62 ;
      (나사의 골경)
G32 Z-31. ;
G00 X22. ;
      Z2. ; (끝)
  
```

Position Coder 란

의미 : 나사의 시작점(원주상의 한 지점)을 결정하는 것

기능 : 주축의 실제 회전수를 검출하는 기능

나사 가공 시 나사의 시작점을 결정하는 기능

위치 : 보통 주축대 안쪽에 부착되어 있고 외형이 소형 모터와 비슷하다.

Position Coder의 구조는 서보 모터의 Encoder와 같다

**Position Coder 가 없거나 Position Coder 가 고장 일 때는
나사 가공을 할 수 없다.**

Dwell Time 지령 G04

의미 : 지령된 시간동안 Program을 정지 시키는 기능

지령방법 : G04 { X ___ ;
U ___ ;
P ___ ; } 3 개중 선택

•지령 WORD의 의미

X,U, : 정지 시간을 지정 소수점 사용 가능

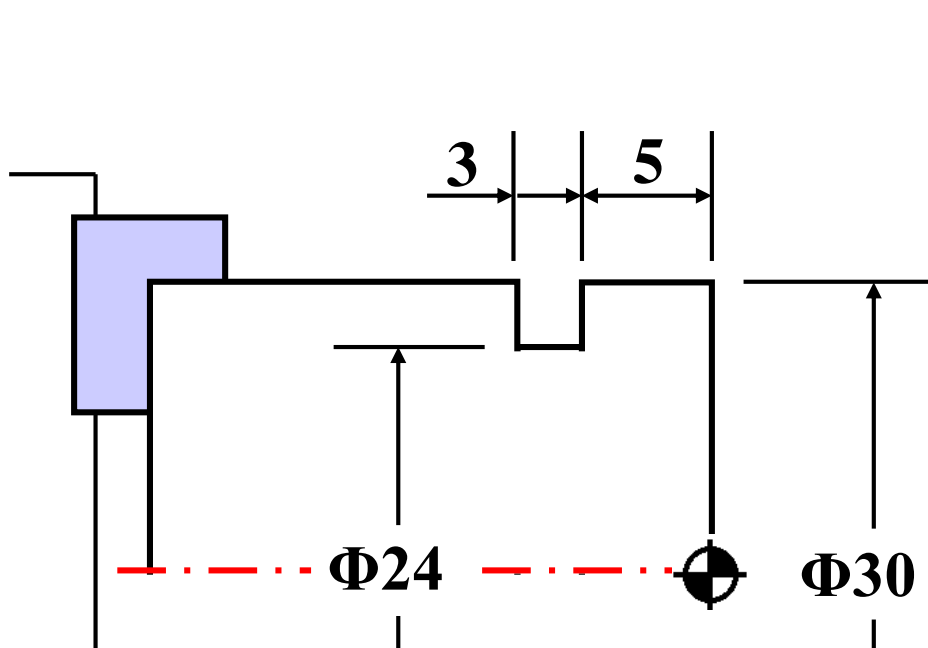
P : 정지 시간을 지정 소수점 사용을 할 수 없다.

(ex : 2초간 Program을 정지 시킬 경우 X2. = U2. = P2000)

최대지령시간 : 9999.999 초

G04 Program의 예

홈 부분에서 2초간 정지하는 Dwell 지령 홈 가공 Program을 작성 하시오 ?

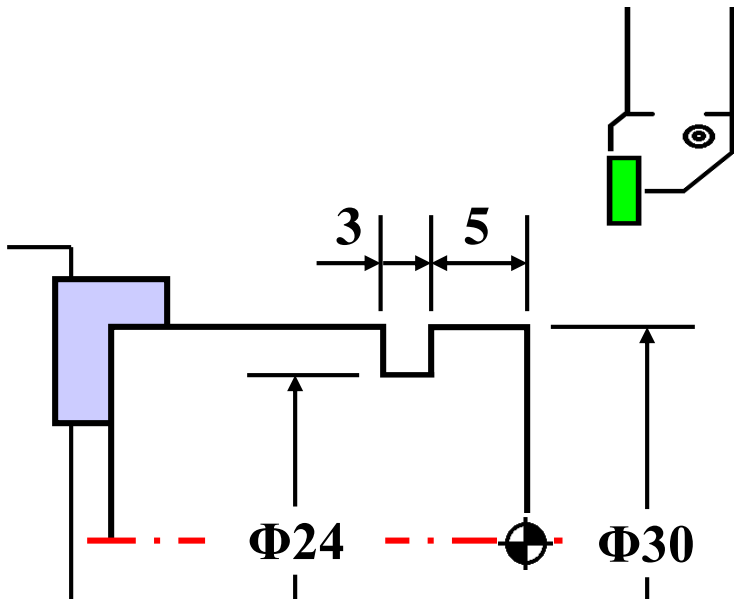


정지시간(초)구하는 식은?

$$= \frac{60}{rpm} \times N$$

G04 Program의 예

홈 부분에서 2초간 정지하는 Dwell 지령 홈 가공 Program을 작성 하시오 ?



Dwell 지령 홈 가공 Program (2초간 정지)

```

N01 G00 X32. Z-8. ;
N02 G01 X24. F0.06 ;
N03 G04 X2. ;
      OR
N03 G04 U2. ;
      OR
N03 G04 P2000 ;
N04 G00 X32. ;
  
```

회전당 이송 (G99)

의 미 : 공구를 주축 1회전 당 얼마 만큼 이동 하는가를 지정

* 지령방법 : **G 99 F _____ ;**

지령 **WORD** 의 의미

F : 1회전에 이동하는 공구의 이동량

* 이송단위 : **mm/rev**

* 지령범위 : **F0.0001~F500. m/rev**

*주축 Position Coder에서 회전수를 검출하여 실제 회전수를 인식함과 동시에 이송속도를 결정

분당 이송 (G98)

의 미 : 공구를 1분당 얼마만큼 이동하는가를 F로 지정
주축의 정지 상태에서 공구를 절삭 이송 시킬 수 있으며
밀링계의 종류에 많이 사용한다.

* 지령방법 : G 98 F _____ ;

지령 WORD의 의미

F : 1분간에 공구가 이동 하는 량

* 이송단위 : mm/min

* 지령범위 : F1 ~ F100000 mm/min

* 전원을 투입하면 선반계는 회전당 이송(G99), 밀링계는 분당이송 (G98) 지령이 자동으로 선택 된다.

자동원점복귀 (G28)

의미 : 급속 이송으로 중간 점을 경유 기계원점까지 복귀한다.
(단, Machine Lock ON 상태는 원점복귀 불가)

* **지령방법** : **G28 X(U) ___ Z(W) ___ ;**

지령 WORD의 의미

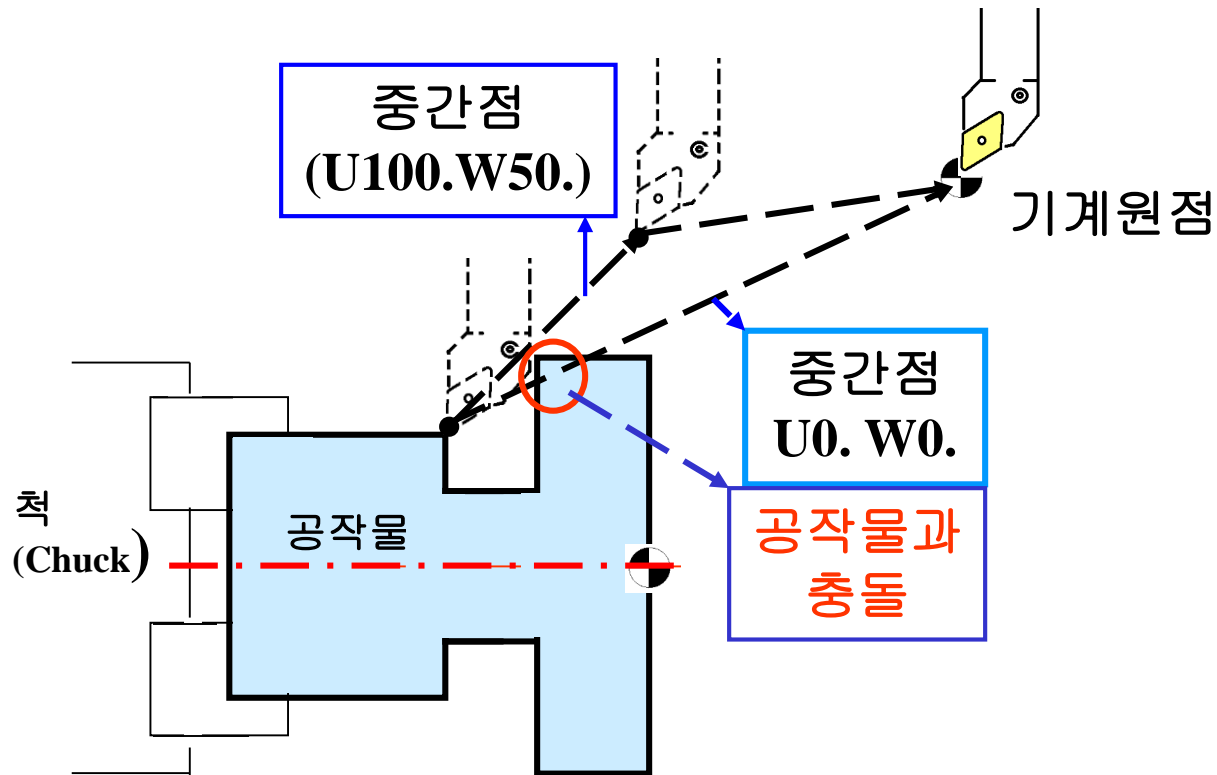
X(U), Z(W) : 기계원점을 복귀 하고자 하는 축을 지령하며 Address 뒤에 오는 Data는 중간 경유 점의 좌표가 된다.

U,W지령(증분지령)은 공구가 현재 위치에서 이동 거리
X,Z 지령(절대지령)은 공작물 좌표계 원점에서의 이동 거리 이므로 주의 하여야 한다.

* 일반적으로 **절대지령** 방식은 **흔동의 우려가 있으므로 증분지령** 방식을 **많이** 사용 한다.

자동원점복귀 (G28)

G28 U0.W0.; 과 G28 U100.W50.; 중간 경유 점의 비교



원점복귀CHECK (G27)

의미: 기계원점에 복귀 하도록 작성된 Program이 정확하게 기계원점에 복귀 했는지 CHECK하는 기능

* 지령 방법 : G27 X(U) ____ Z(W) ____ ;

지령 WORD 의 의미

X(U), Z(W) : 원점 복귀를 하는데 중간 지점을 경유 하고자 하는 좌표점

X,Z 는 중간 경유점이 절대 좌표 기준

U,W는 중간 경유점이 상대 좌표 기준
(즉, 바이트 현재 위치에서 경유 하고자 하는 좌표점을 지정)

제2, 제3, 제4, 원점복귀 (G30)

의미 : 중간 점을 경유 하여 Parameter에 설정된 제 2 원점으로 복귀

* 지령방법 : G 30 P ____ X(U) ____ Z(W) ____ ;

지령 WORD 의 의미

P2, P3, P4 : 제2, 제3, 제4 원점을 선택하고 P를 생략하면 제2원점

X(U), Z(W) : 원점 복귀 하고자 하는 축을 지령하며 Address 뒤에

오는 Data는 중간 경유 점의 좌표다.

•주) ① G30 기능은 기계원점복귀 완료 후 사용 가능

② G27, G28, G30 에서 한 축만 지령하면 지령 된 축만 원점복귀

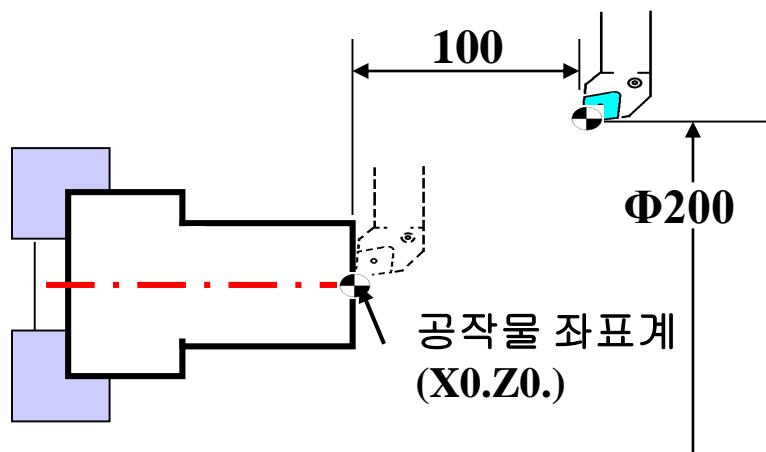
(ex : G28 U0. ; → X축만 원점복귀 한다.

공작물(Work) 좌표계 설정 (G50)

의미 : 제품의 기준을 설정하여 프로그램을 간단하게 작성할 수 있도록
제품의 기준점을 NC 기계에 알려 주는 기능

* 지령 방법 : **G50 X ___ Z ___ ;**

•지령WORD의 의미 : 설정 하고자 하는 절대좌표(공작물 좌표)의
현재 위치



① 현재 공구의 위치가 공작물
원점으로부터 X200.Z100.
위치에 있으므로
자동이나 반자동(MDI)에서
G50 X200. Z100. ; 으로 지령

공작물(Work) 좌표계 설정 (G50)

* 지령 방법 : G50 X ___ Z ___ S ___ T ___ ;

• 지령WORD의 의미 :

X,Z : 설정 하고자 하는 절대좌표(공작물 좌표)의
현재위치

S : 주축 최고 회전수 지정 (rpm)

T : 공구선택 및 공구보정(Offset)번호

좌표계 Shift

- 의미 : 이미 설정된 공작물 좌표계의 위치를 이동 시킬 때 사용함

* 지령 방법 : G50 U ____ W ;

•지령WORD의 의미 :

U,W : 공작물 좌표계를 이동(Shift) 하고자 하는 량

Inch, Metric 변환 (G20, G21)

- 의미 : 도면 전체의 치수가 Inch 또는 Metric로 되어 있을 때 기계의 이동단위를 **Inch, Metric**으로 변환하여 Programming 할 수 있다.

*지령방법 { G20 ; --- Inch 입력
G21 ; --- Metric 입력

*최소설정단위

G - Code	단 위 계	최소설정단위
G 20	Inch	0.0001 inch
G 21	Metric	0.001 mm

주속 일정 제어 ON (G96)

*의미 : X축의 위치에 따라 주축속도(회전수)를 변화 시켜, 절삭속도를 일정하게 유지 하는 것
주축의 회전수는 소재 가공부의 직경에 따라 자동으로 변화시키는 기능

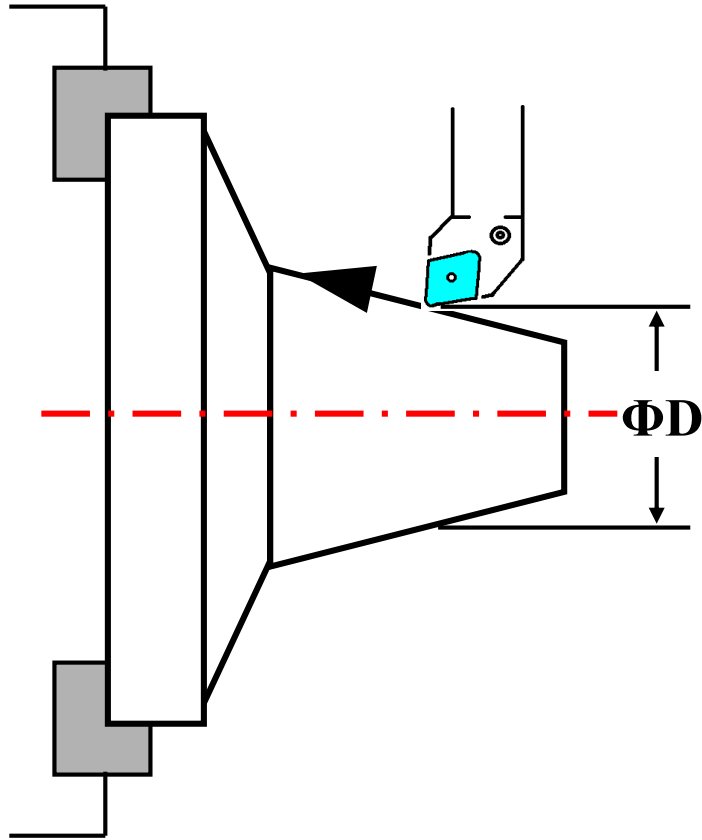
* 지령방법 : G96 S _____ { M03 } ;
{ M04 }

* 지령 Word의 의미

S : 절삭속도(m/min) (S값은 rpm지령이 아니고 절삭속도 값 임)

* 절삭속도 : 공구와 공작물(소재)의 상대속도

주속 일정 제어 ON (G96)



관계식

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$$

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}$$

V : 절삭속도 (m/min)

D : 소재직경 (mm)

N : 주축 회전수 (rpm)

주속 일정 제어 OFF (G97)

- 의미 : 나사가공 등 직경의 차이가 크지않은 Shaft 가공 시 직경에 관계 없이 일정한 회전수로 가공할 때
나사등과 같은 직경에 따라 회전수가 변하지 않는 가공에 사용
일반적인 가공에는 주속 일정 제어 기능 사용

* 지령방법 : G97 S _____ { M03 } ;
 { M04 }

- 지령WORD이 의미 :

S : 주속 최고 회전수 지정 (rpm)

주축 최고 회전수 지정(G50)

- 의미 : 주축 일정제어(G96) 사용시 공작물의 직경이 작아질수록 회전수는 상대적으로 증가한다.

회전수가 증가 하면 공작기계의 진동 및 공작물의 이탈 등의 위험을 방지 하기 위하여 **일정 회전수 이상을 제한** 시키는 기능

*** 지령 방법 : G50 S _____ ;**

- 지령 WORD의 의미

S : 주축 최고 회전수 지정 (rpm)

주축 최고 회전수 지정(G50)

* 주축기능 G50 Block에서 S기능의 G96의 S, G97의 S기능의 사용 예

N10 G28 U0. W0. ;

N20 G50 X100. Z200. S2500 ; --- 주축최고회전수2500rpm지정

N30 G96 S180 M03 ; --- 절삭속도 180m/min지정

N40 ⋮
 ↓

N50 ⋮
 ↓

N60 G97 S1200 M03 ; --- 주축회전수 1200rpm 지정

N70 ⋮
 ↓

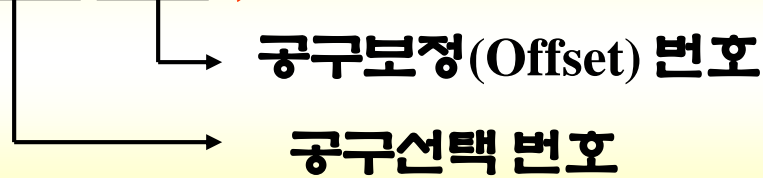
N80 ⋮
 ↓

공구 기능 (T 기능)

•공구기능

NC 공작기계에서 공구대에 장착된 공구를 자동으로
공구를 교환(호출)시키는 기능
공구기능과 공구 보정 기능을 같이 지령하여 사용

***지령 방법 : T□□△△ ;**



•의미 : T 이하 4단 지령(공구선택 번호 2단, 공구보정 번호 2단)으로
공구대에 장착된 공구를 자동으로 교환시키는 공구번호 기능

공구 기능 (T 기능)

•공구기능 사용의 예

T0100 ; ----- 1번 공구선택

T0505 ; ----- 5번 공구선택, 공구 보정(Offset) 번호 5번 선택

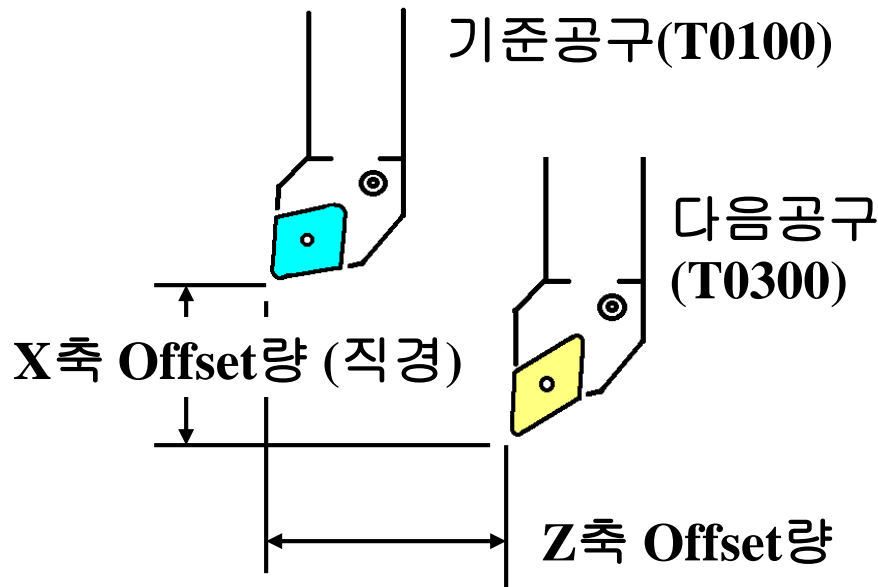
T0702 ; ----- 7번 공구선택, 공구 보정(Offset) 번호 2번 선택

(공구번호와 공구 보정(Offset) 번호는 같지 않아도
되지만 같은 번호를 사용하면 작업 중에 발생하는
보정 실수를 줄일 수가 있다.

•주) 공구대가 없는 기계(Gang Type)에서는 공구 선택 번호를 지령
하지 않고 Offset 번호만 지령하면 된다.

보정 기능 (T 기능)

- 의미 : Program상에서 가정한 공구(통상 기준공구)에 대하여 실제로 사용하는 공구(다음공구)가 다른 경우 그 차이 값을 보정하는 기능



•공구번호와 보정 번호는 같은 번호로 사용하는 것이 좋다.
(Gang Type은 보정 번호만 지정)

* 공구보정 무시는 "00"으로 지정

공구보정의 예

```
N10 G00 X30. Z2. T0101 ;
    ---- 1번 Offset량 보정
```

```
N20 G01 Z-50. F0.2;
```

```
N30 G00 X100.Z100. T0100;
    ---- Offset량 보정 무시
```

인선 R보정(G40, G41, G42) 1

- 의미 : 공구의 인선(Nose) R 때문에 테이퍼 및 원호절삭에서 과대 절삭이나 과소절삭이 되지 않도록 오차를 자동으로 보상하는 기능

* 지령방법 : $\left. \begin{array}{l} G40 \\ G41 \\ G42 \end{array} \right\} X(U)______ Z(W)______ ;$

* 각 Code의 의미

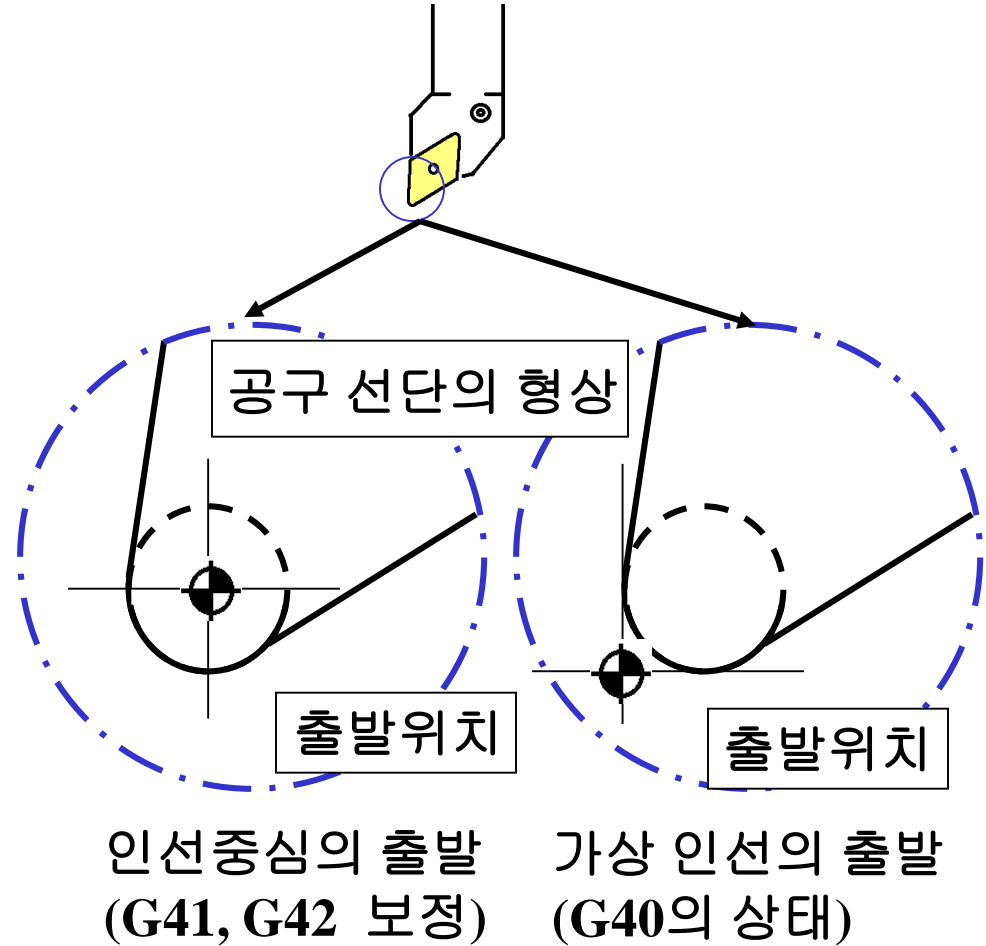
G - Code	의 미	공 구 경 로 설 명
G40	공구인선 R보정 무시	프로그램 경로
G41	공구인선 R보정 좌측	공구 진행 방향으로 보았을 때 공작물의 좌측에서 공구가 절삭이송
G42	공구인선 R보정 우측	공구 진행 방향으로 보았을 때 공작물의 우측에서 공구가 절삭이송

인선 R보정(G40, G41, G42) 2

·가상인선

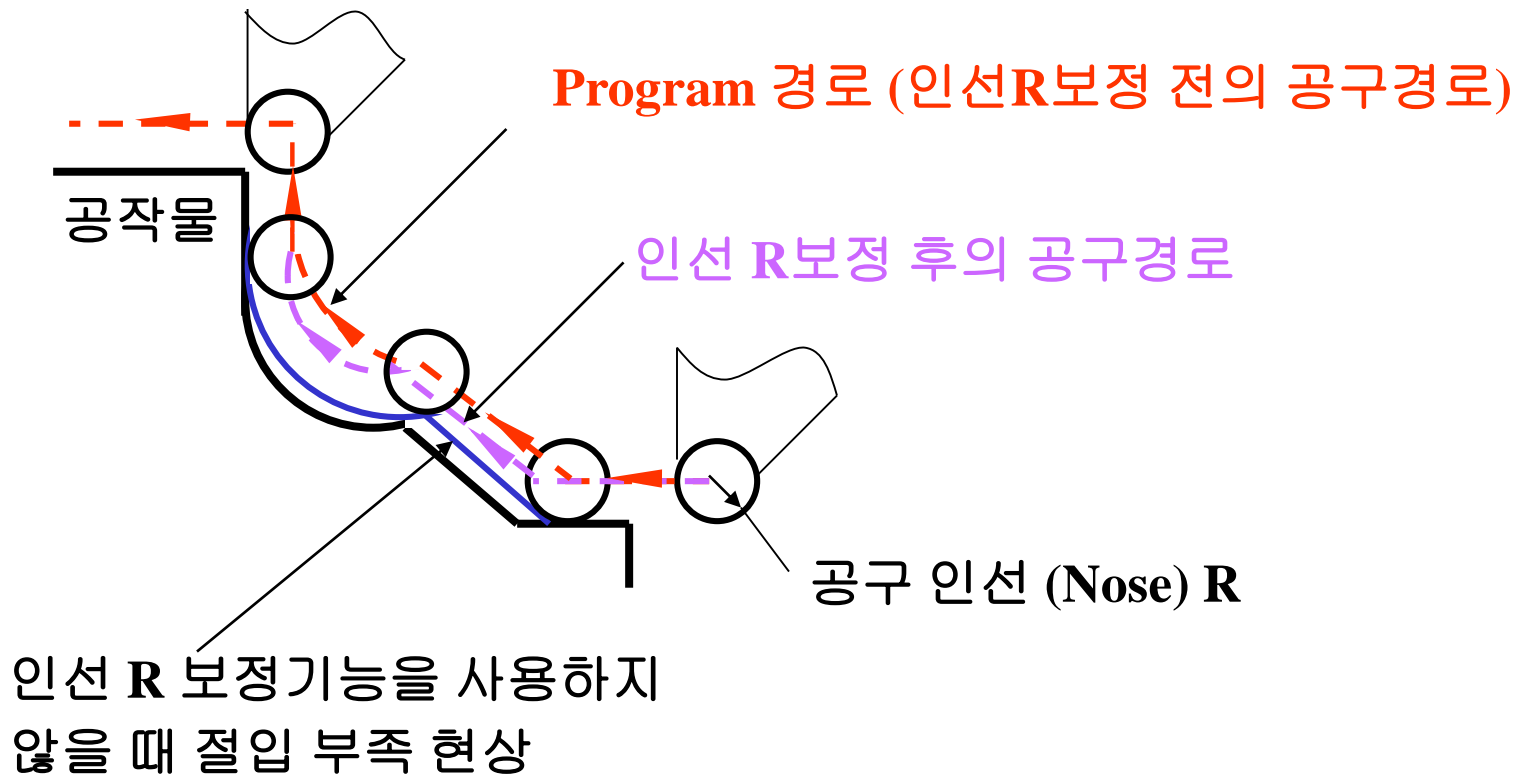
보통 공구 선단에는 인선 (Nose)R이 있는데 이 인선 R이 없다고 생각하고 프로그램을 작성한다.

이때 발생하는 **문제점**은 테이퍼나 원호가공에서 발생하는 **과대 절삭**이나 **과소 절삭** 현상을 막기 위하여 **공구를 보정**한다.



인선 R보정(G40, G41, G42) 3

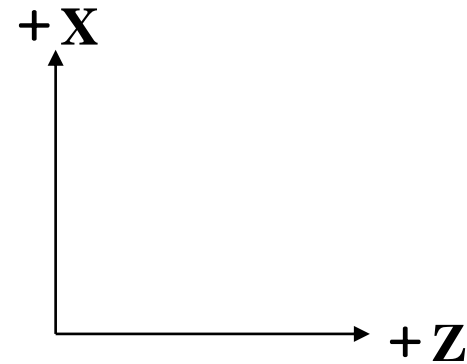
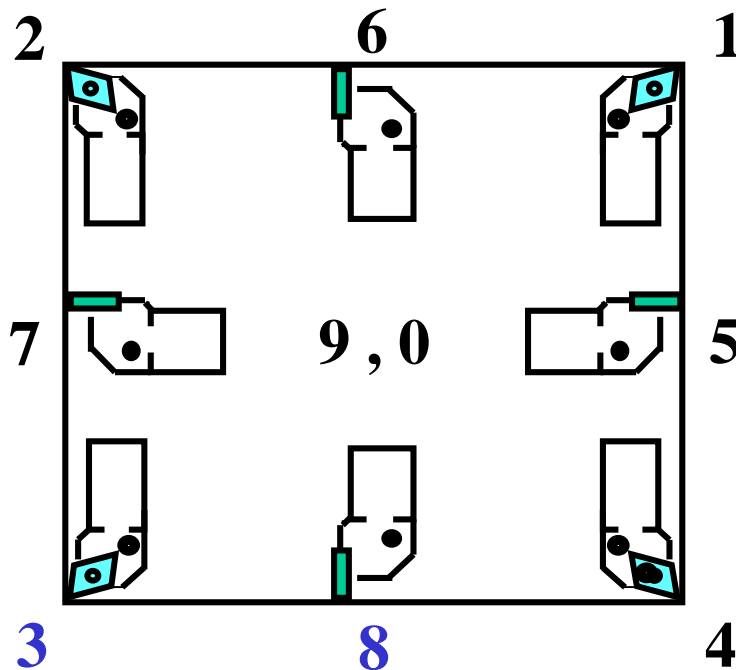
공구의 이동 경로



인선 R보정(G40, G41, G42) 4

* 가상인선 번호 및 방향

공구의 종류(가공하는 방향)에 따라서 인선 R 중심을 기준으로 가상인선의 번호가 결정됨

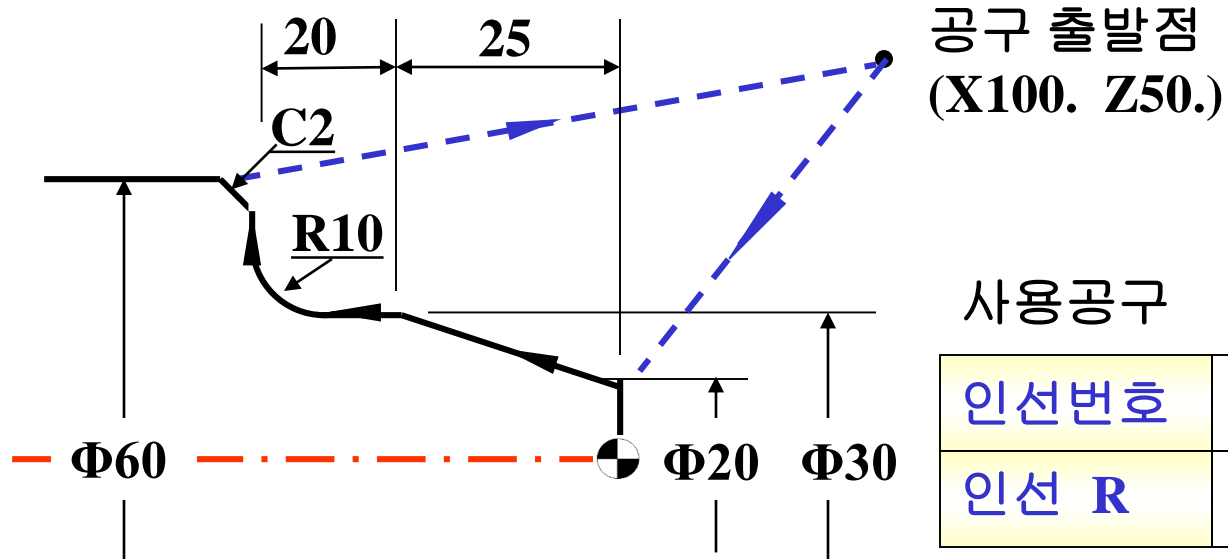


우수 직교 좌표계

9,0 가상 인선 번호 무시

인선 R보정(G40, G41, G42) 5

인선R 보정을 사용한 경우와 사용하지 않은 프로그램을 작성하여 비교 하시오?



해답 (인선 R 보정의 경우)

↓

X100. Z50. ;

N01 G42 G00 X20. Z2. T0202 ;

N02 G01 Z0. F0.2 ;

N03 X30. Z-25. ;

N04 Z-35. ;

N05 G02 X50. Z-45. R10. ;

N06 G01 X56. ;

N07 X60. Z-47. ;

N08 G40 G00 X100. Z50. T0200 ;

↓

--- A점 공구 출발점

--- 인선R우측보정(Start-Up Block)

하면서 가공 개시점으로 이동

--- 가공 시작

--- 인선R 보정 무시하면서 공구

교환점으로 후퇴

해답 (인선 R 보정을 사용하지 않은 경우)

↓

X100. Z50. ;

--- A점 공구 출발점

N01 G00 X19.712 Z2. T0202 ;

--- 가공 개시점으로 이동

N02 G01 Z0. F0.2 ;

--- 가공

N03 X30. Z-25.721 ;

N04 Z-35.8 ;

N05 G02 X48.4 Z-45. R9.2 ;

N06 G01 X55.063 ;

N07 X60. Z-45.469 ;

N08 G00 X100.Z50. T0200 ;

--- 출발 점으로 후퇴

↓

Start – Up Block

•Start – Up Block 이란?

G40 Mode에서 G41이나 42 Mode로 보정하는 Block을 Start-Up Block 이라 한다

(즉 인선 R보정을 시작하는 Block)

Start-Up Block을 실행하면 다음 Block의 이동 방향에 대해서 수직인 위치에 인선R중심이 이동

* 인선 R보정 프로그램

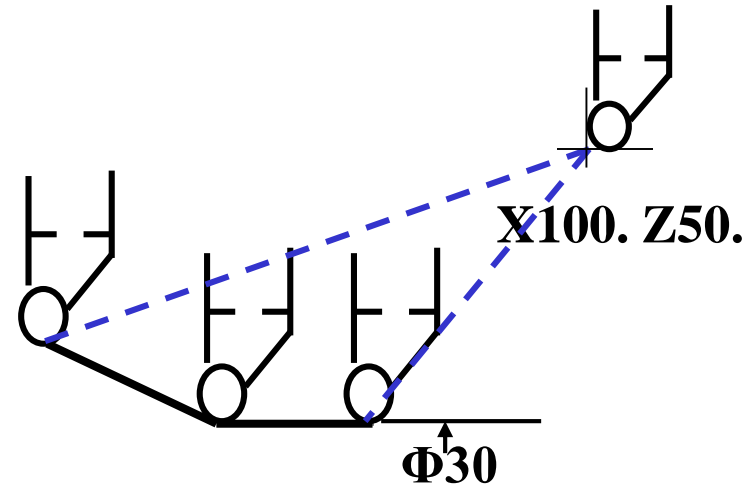
N11 X100. Z50. ;

N12 G42 G00 X30. Z0. ;

N13 G01 Z-40. F0.2 ;

N14 X50. Z-70. ;

N15 G40 G00 X100. Z50. ;



Start – Up Block

- 인선 R 보정 무시
G41, G42 Mode 에서 G40을 지령할 때 그 Block을 무시 Block이라 한다
G40 Block에서는 공구의 가상인선 위치가 종점위치로 된다

주) ① 내측의 면취 및 코너R이 인선R보다 작을 경우 알람 발생

- ② 자동운전 일 때와 Single Block운전 일 때는 다음Block에 수직인 위치에 이동하는 방법의 차이가 있으나 프로그램의 문제는 아님
- ③ 테이퍼나 R형상이 있는 공작물 가공시 인선 R보정 기능을 사용하면 프로그램을 간단하게 하고 정밀한 가공이 가능
- ④ G41, G42 기능을 사용하기 위해서는 Offset화면의 R(Nose R), T(가상인선번호)가 입력되어 있어야 한다.

단일형 고정 Cycle(G90,G92,G94)

•고정 Cycle

CNC선반 프로그램에서는 변경된 치수만 반복 지령 하는 단일 고정 사이클(Canned Cycle)과 한 개의 블록으로 지령 하는 복합사이클(Multiple Cycle)이 있음

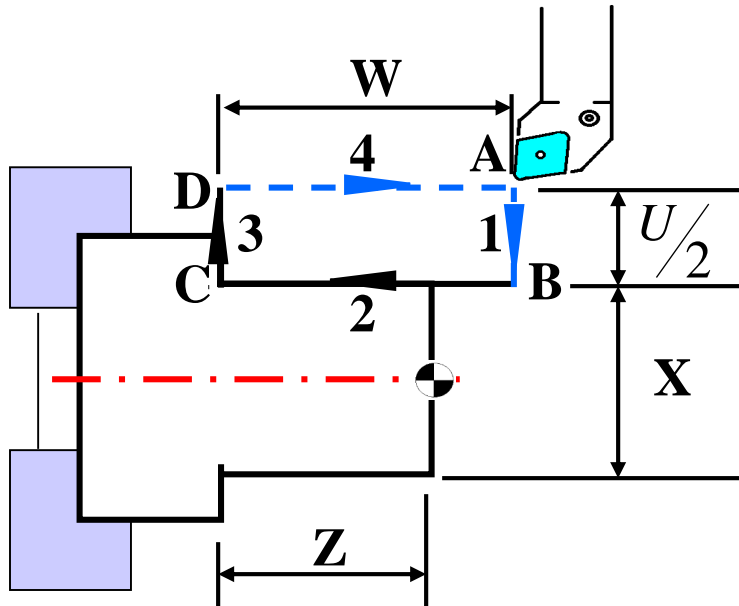
•단일형 고정 Cycle

절삭여유가 많은 공작물을 가공할 때 여러 Block으로 지령 해서 가공하여야 하는 것을 절입량만 반복적으로 지령하여 Program을 간단하게 하는 기능

내,외경 절삭 Cycle (G90)

의미: 아래그림의 1⇒2⇒3⇒4 의 과정을 1Cycle로 가공
초기점 A에서 시작하고 A점으로 자동 복귀 함

* 지령 방법 : G90 X(U) __ Z(W) __ F __ ; (직선절삭)



⇒ 공구경로

급속이송 (A⇒B, D⇒A)

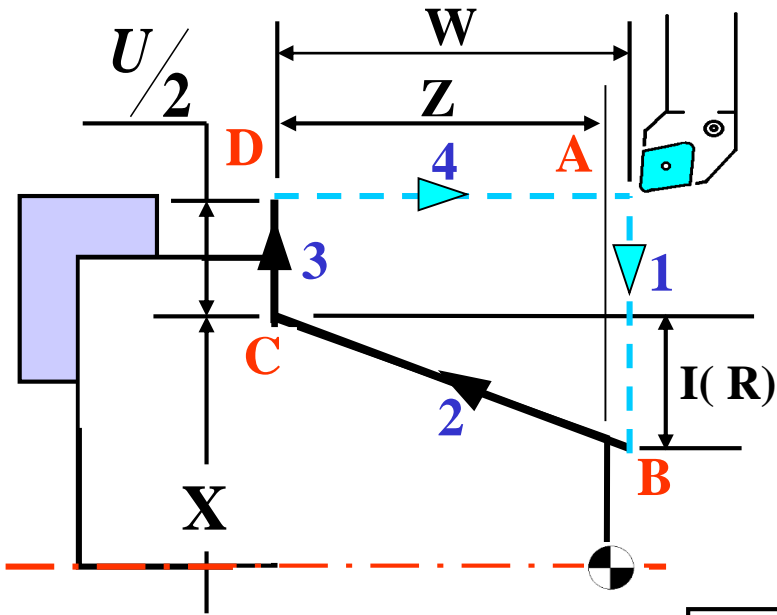
(1 , 4)

절삭이송 (B⇒C, C⇒D)

(2 , 3)

내,외경 절삭 Cycle (G90)

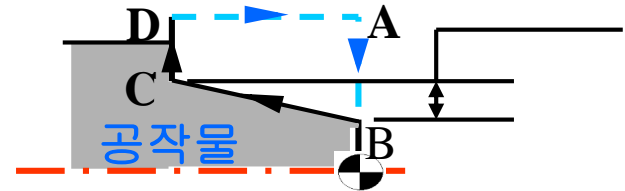
* 지령 방법 : $G90 X(U) _ Z(W) _ I(R) _ F _ ;$ (테이퍼)



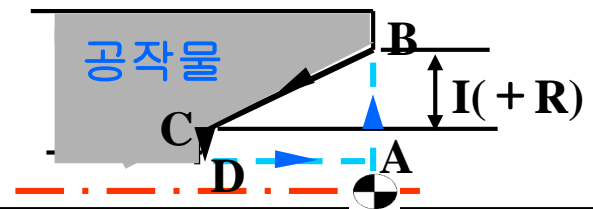
* 테이퍼 절삭의 공구 경로

테이퍼 가공형태에 따른 R값의 부호

① 외경가공(-)



② 내경가공(+)



절삭중점에서 보았을 때 시점의 위치가 +방향인지, -방향인지에 따라 부호 결정

내,외경 절삭 Cycle (G90)

•지령Word의 의미

X(U), Z(W) : 가공종점의 좌표점 (그림의 C 점)

I(R) : 테이퍼 절삭 작업할 때 X축의 기울기량 (반경지령)

(단일형 고정Cycle에서는 R값을 지령하지 않으면 한 Block에 X,Z를 지령 하여도 테이퍼 절삭은 되지 않음)

•EX) G90 X40.Z-50. F0.25 ;

X35. ; → G90, Z-50., F0.25 는 다른 지령이
 X30. ; 나올 때 까지 유효한 모달Code 이다.
 X25. ;

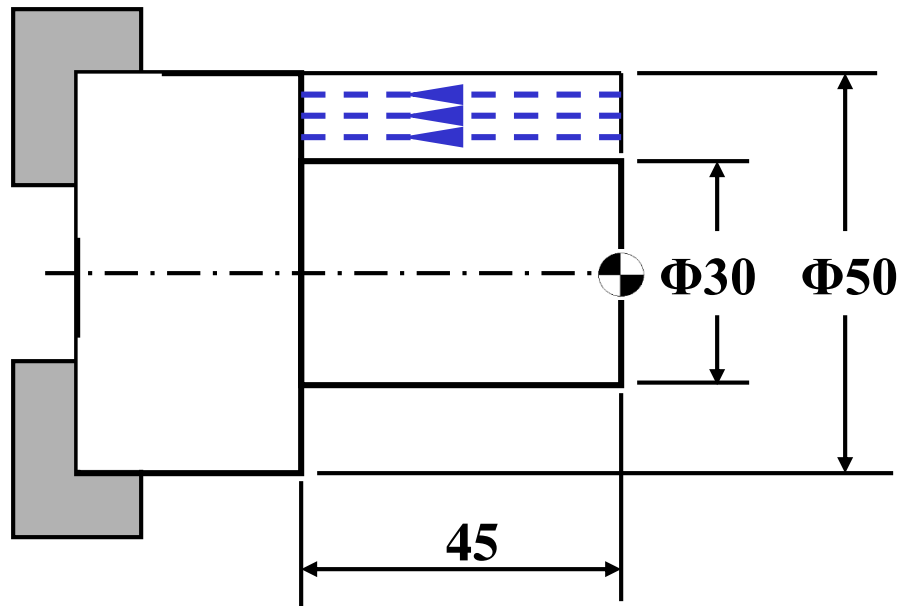
•주) 고정Cycle의 초기점

단일형, 복합형 고정 Cycle의 Program 작성에서 중요한 것은 초기점 임
 고정Cycle은 초기점에서 가공이 시작하고 종료하면 초기점으로 복귀 함

초기점의 의미; 고정 Cycle을 지령하기 직전의 X,Z축 절대 좌표를 말함

내,외경 절삭 Cycle (G90)

그림을 보고 단일형 고정 Cycle와 일반Program을 작성하여 비교 하시오?



해답

단일형 고정 Cycle Program

```

O1234 ;
G28 U0.W0. ;
G50 X200. Z100. S2000 T0100 ;
G96 S180 M03 ;
G00 X52. Z2. T0101 M08 ; 초기점
G90 X45. Z-45. F0.25 ; Cycle 지령
X40. ; X축 절입량지령
X35. ; X축 절입량지령
X30. ; X축 절입량지령
G00 X200. Z100. T0100 M09 ;
M05 ;
M02;

```

일반 Program

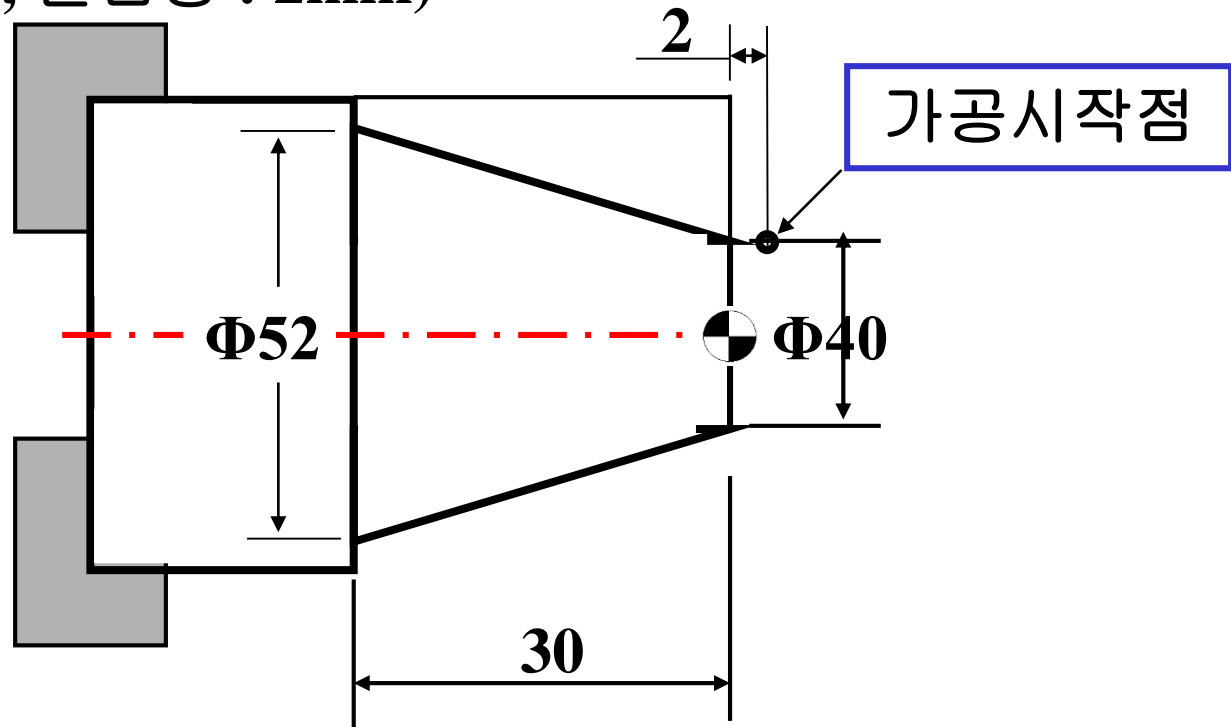
```

O1234 ;
G28 U0. W0. ;
G50 X200. Z100. S2000 T0100 ;
G96 S180 M03 ;
G00 X52. Z2. T0101 M08 ; 가공시점
X45. ; X축 절입 5mm
G01 Z-45. ; Z축 절삭이송
G00 X46. Z2. ; 급승으로 X,Z축 후퇴
X40. ; 반복작업
G01 Z-45. ;
G00 X41. Z2. ;
X35. ;
G01 Z-45. ;
G00 X36. Z2. ;
X30. ;
G01 Z-45. ; 반복작업 종료
G00 X200. Z100. T0100 M09 ;

```

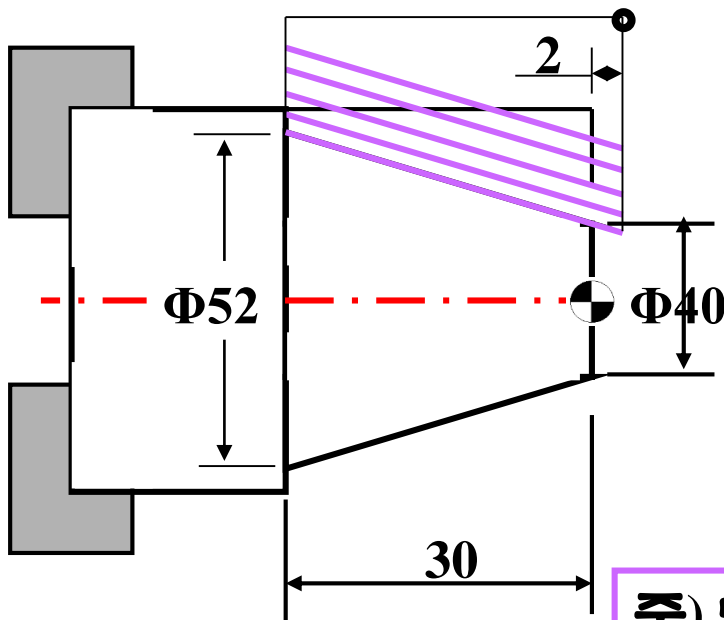
내,외경 절삭 Cycle (G90)

G90 Cycle을 이용하여 Programming 하시오? (I값 일정, I값이 변하는 경우 두 가지 방법을 모두 작성 하시오. 소재직경 : 60mm, 절입량 : 2mm)



내,외경 절삭 Cycle (G90)

G90 Cycle을 이용하여 Programming 하시오? (I값 일정)

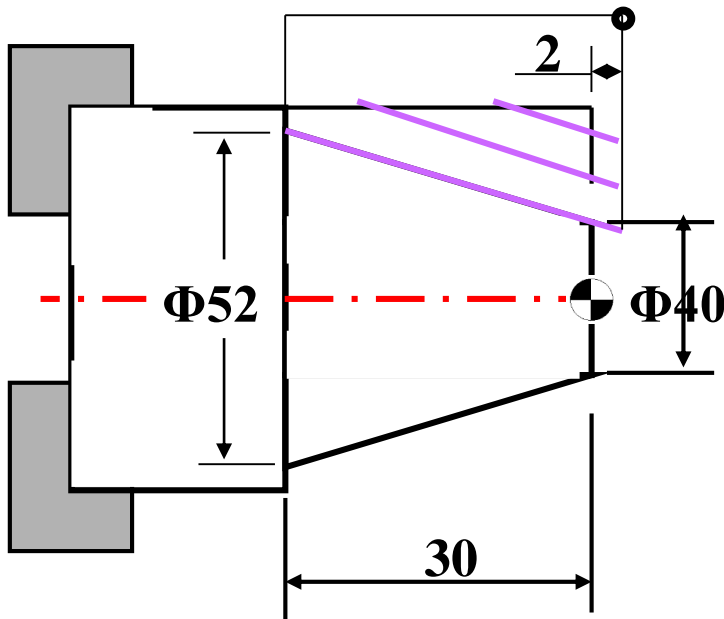


```
G00 X70. Z2. T0101 M08 ;
G90 X68. Z-30. I-6.4 F0.2 ; (1회절삭)
      X64. ; (2회절삭)
      X60. ; (3회절삭)
      X56. ; (4회절삭)
      X52. ; (5회절삭)
G00 X150. Z100. T0100 M09 ;
```

주) 도면의 I 값은 6이다 그러나 공구와 소재의 충돌과 정확한 테이터 절삭을 위하여 I 값이 변한다.
단면에서 2mm떨어진 경우
 $30:6=32:X \quad \therefore X=6.4$

내,외경 절삭 Cycle (G90)

G90 Cycle을 이용하여 Programming 하시오? (I값이 변하는 경우)



해답

G00 X62. Z2. T0101 M08 ;

G90 X52. Z-10. I-6.4 F0.2 ;(1회절삭)

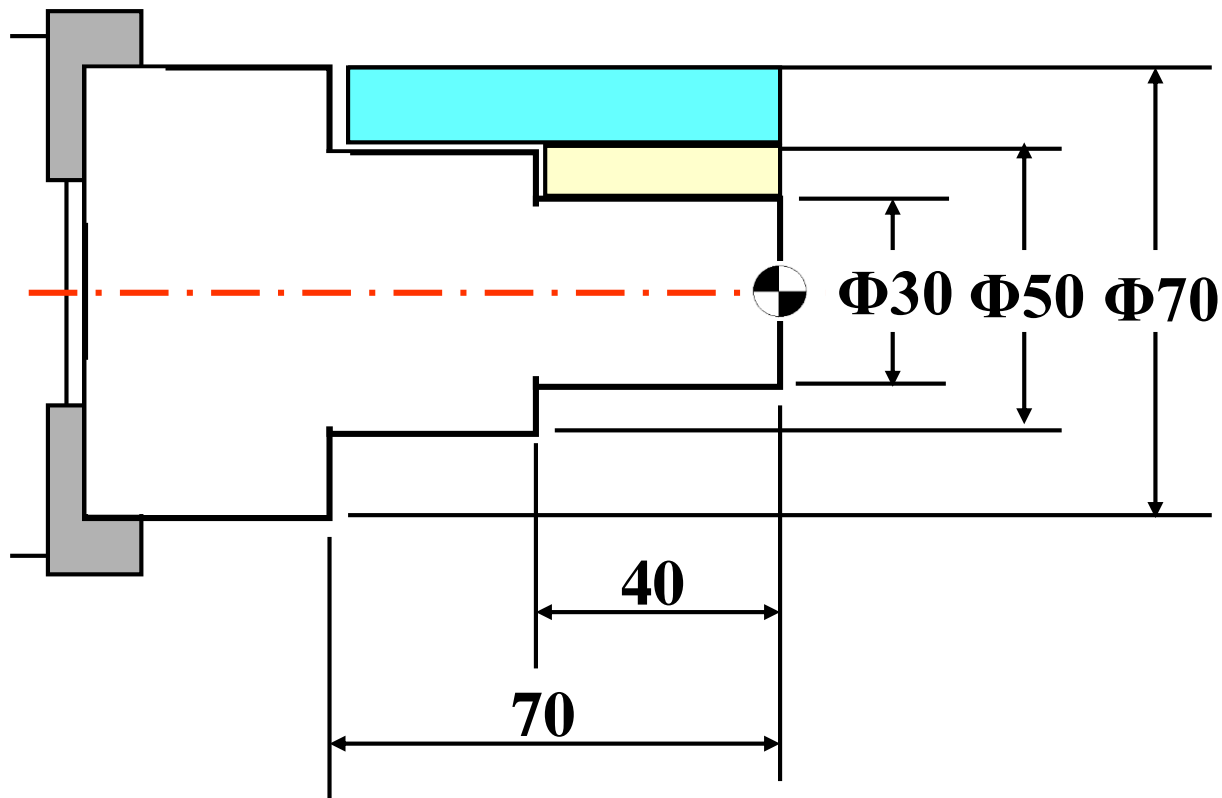
Z-20. ; (2회절삭)

Z-30. ; (3회절삭)

G00 X150. Z100. T0100 M09 ;

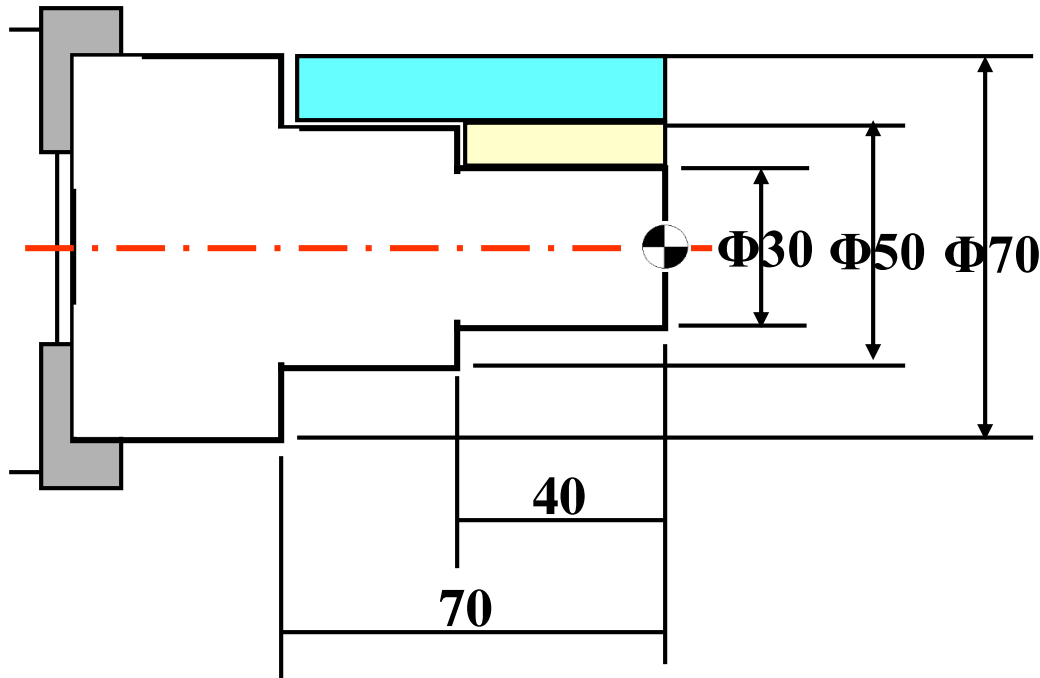
내,외경 절삭 Cycle (G90)

단일고정형 Cycle로 프로그램 작성을 작성 하시오?



내,외경 절삭 Cycle (G90)

딘일 고정형 Cycle로 프로그램 작성



해답

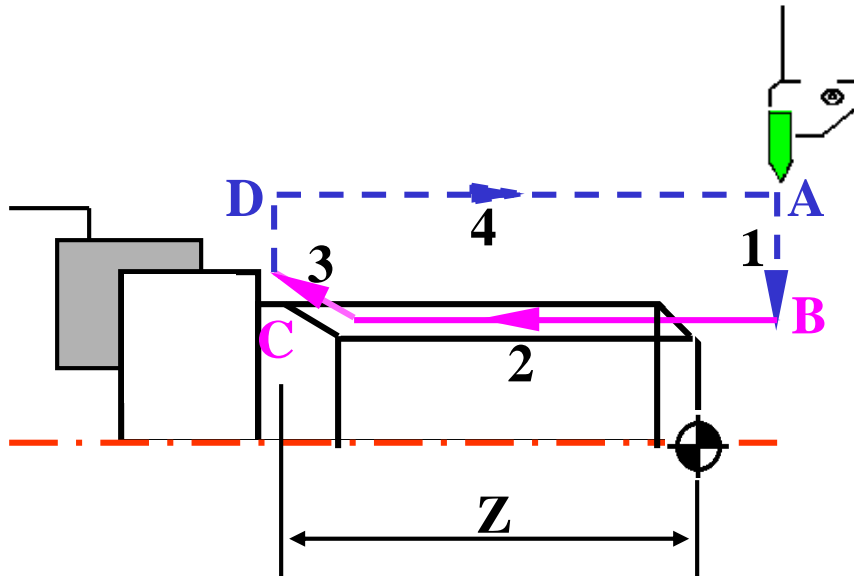
```

O2345
G28 U0. W0. ;
G50 X200. Z100. S2000 T0100 ;
G96 S180 M03 ;
G00 X72. Z2. T0101 M08 ;
G90 X65. Z-70. F0.25 ;
X60. ;
X55. ;
X50. ;
G00 X52. ;
G90 X45. Z-40. ;
X40. ;
X35. ;
X30. ;
G00 X200. Z100. T0100 M09 ;
M05 ;
M02 ;
  
```

나사 절삭 Cycle (G92)

- 의미 : 공구의 경로 1⇒2⇒3⇒4의 과정을 1Cycle로서 1회 나사가공하고 A점으로 자동 복귀 함
(나사가공은 1회로 완성 할 수 없으므로 반복 가공으로 완성함)

* 지령 방법 : G92 X(U) ___ Z(W) ___ R ___ F ___ ;



- 지령Word의 의미
- X(U) : 1회 절입시 나사골경 (직경치)
- Z(W) : 나사가공길이(불완전 나사부 포함, Chamfer 가 끝나는 지점)
- R : 테이퍼 나사시 X축 기울기
- F : 나사의 Lead 지정

나사 절삭 Cycle (G92)

나사 Lead의 관계식 $L = N \times P$

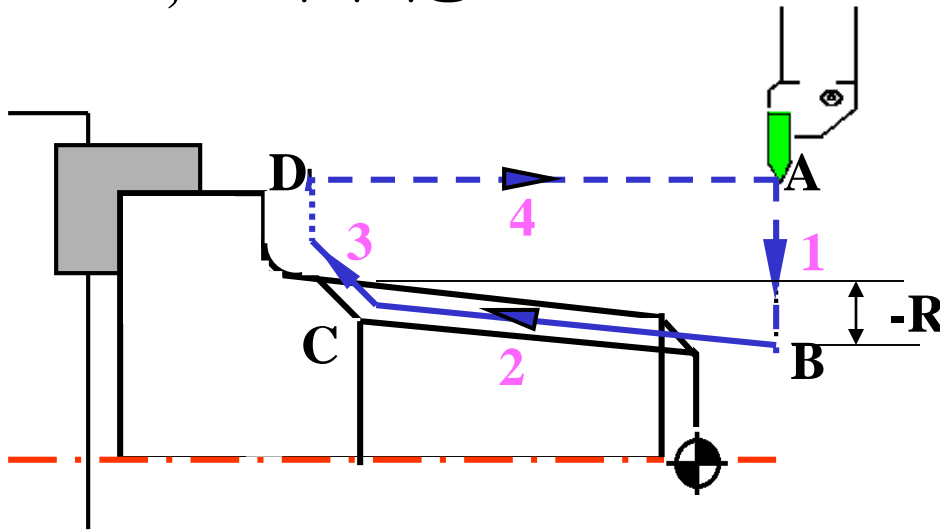
1, 4 : 급속이송

2, 3 : 나사이송

L : 나사의 Lead

N : 나사의 줄 수
(다줄나사의 줄 수)

P : 나사의 Pitch



테이퍼 나사절삭 Cycle의 공구경로

·참고

나사가공의 시작점은

X축은 4mm, Z축은 1Pitch

떨어진 위치가 좋다.

그러나 초 정밀나사가

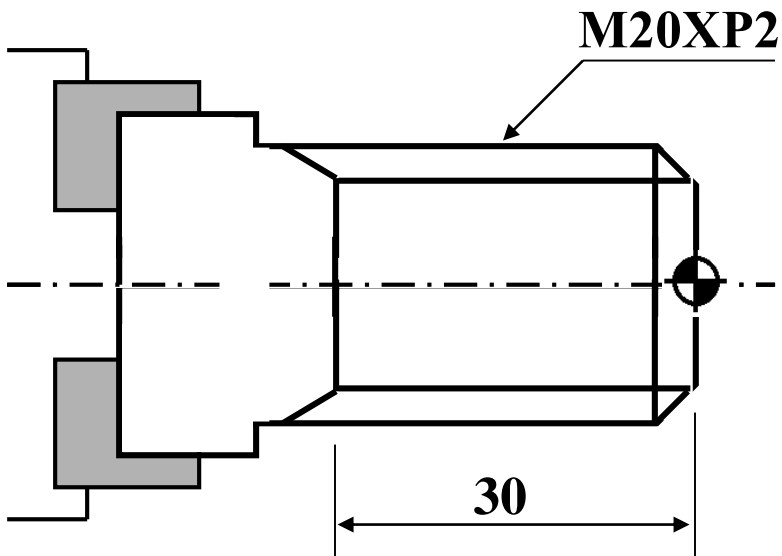
아니면 나사의 피치와

관계없이 Z축은

2mm 앞에서 시작한다.

나사 절삭 Cycle (G92)

나사절삭Cycle (G92)를 이용하여
Programming 하시오?



해답 ↓

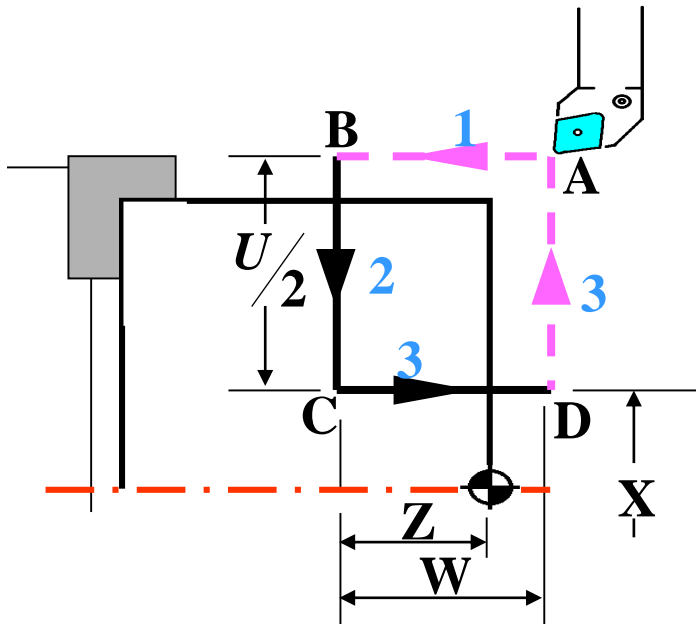
```

N01 G00 X24. Z2. ;
N02 G92 X19.3 Z-32. F2. ;
N03 X18.8 ;
N04 X18.42 ;
N05 X18.18 ;
N06 X17.98 ;
N07 X17.82 ;
N08 X17.72 ;
N09 X17.62 ;
N10 G00 X100. Z50. T0500 M09 ;
  
```

단면 절삭 Cycle (G94)

의미: 아래그림의 1⇒2⇒3⇒4 의 과정을 1Cycle로 가공, 초기 A점에서 시작하고 A점으로 자동 복귀 함

* 지령 방법 : **G94 X(U) ___ Z(W) ___ R ___ F ___ ;**



지령WORD의 의미

X(U), Z(W) : 가공종점 좌표
(C점의 좌표)

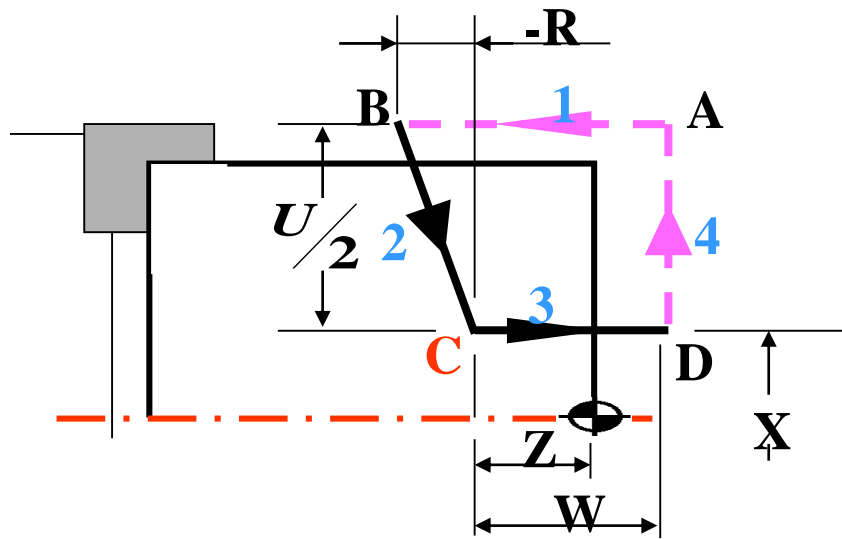
R : Cycle 에서 테이퍼 절삭 시
Z축 기울기 량

급속이송 : (A ⇒ B, D ⇒ A)

절삭이송 : (B ⇒ C, C ⇒ D)

단면 절삭 Cycle (G94)

내,외경 절삭 Cycle (G90)과 단면절삭 Cycle (G94)은 절삭가공 순서로 구분

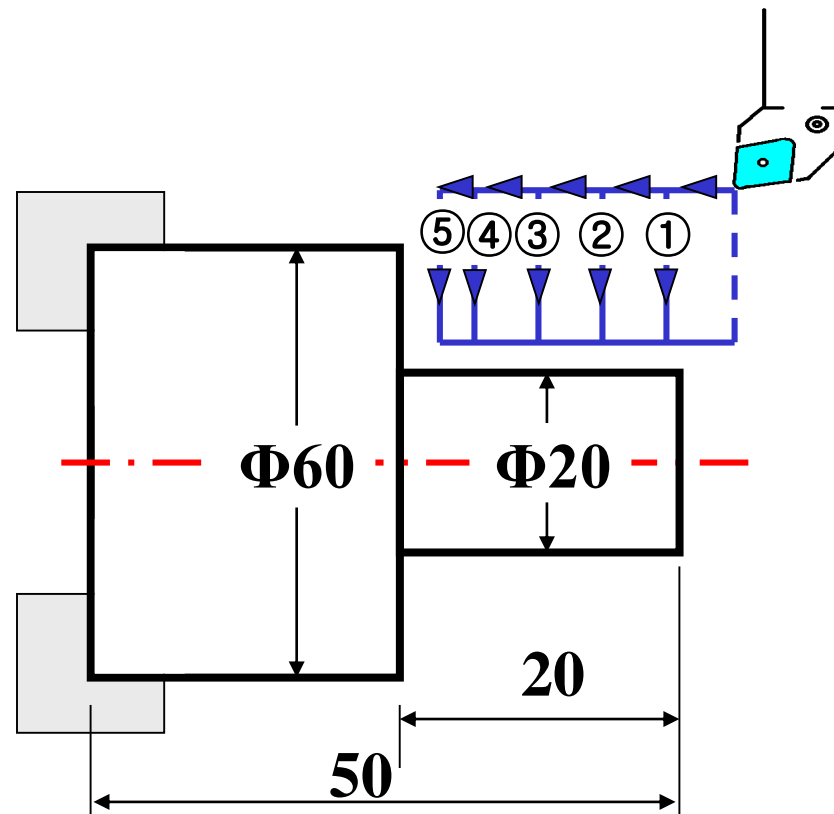


•G94기능에서 테이퍼 절삭 시 R의 부호는 가공의 **종점(C점)**을 **기준**하여 **시작점**이 Z 방향으로 “+”, “-” 방향인지를 결정한다.

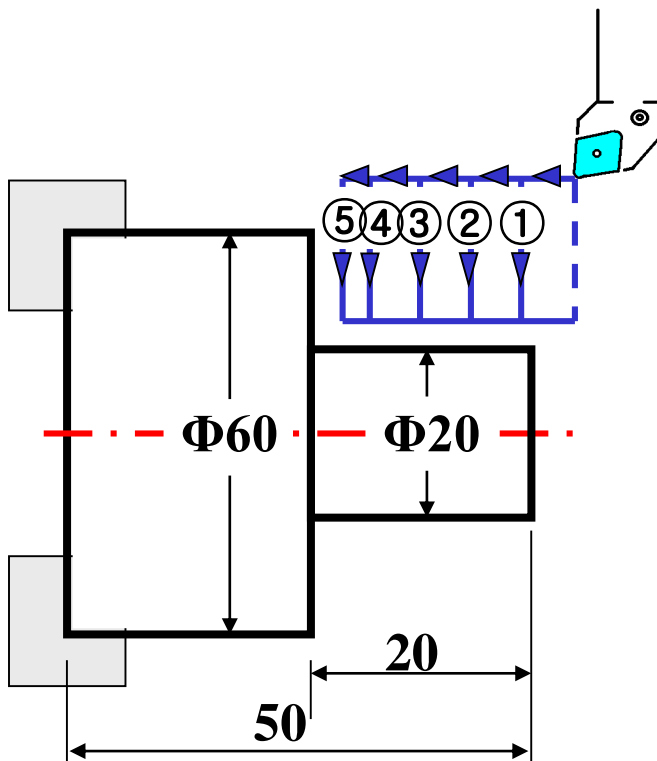
- 주) ① G90,G92,G94 고정 Cycle의 무시 지령은 01Group의 G-코드 지령이나 G04이외의 One Shot G-Code지령하면 자동으로 무시됨
- ② EOB(;)만 있는 Block이나 이동지령이 없는 Block으로 고정 Cycle을 실행 시킬 수 없다.

단면 절삭 Cycle (G94)

단일고정형 Cycle로 프로그램 작성을 작성 하시오?



단면 절삭 Cycle (G94)



해답

G28 U0. W0. ;

G50 X100. Z150. S1800 T0700 ;

G96 S180 N03 ;

G00 X62. Z2. T0707 ;

G94 X20. Z-4. F0.2 MO8 ; --- ①

Z-8. ; --- ②

Z-12. ; --- ③

Z-16. ; --- ④

Z-20. ; --- ⑤

G00 X100. Z150. T0700 M09

M05 ;

M02 ;

복합형 고정 Cycle (G70~G76)

- 의미 : 최종 형상의 도면 치수와 절입량 등을 입력하면 공구 경로가 자동적으로 결정되어 형상가공을 한다

* 복합형 고정 Cycle의 종류와 의미

G70	정삭 가공 Cycle		
G71	내 외경 황삭 Cycle	G70으로 정삭 가공을 할 수 있다 .	“자동” Mode 에서만 실행 가능
G72	단면 황삭 Cycle		
G73	모방절삭 Cycle		
G74	단면 홈 Cycle	G70으로 정삭 가공을 할 수 없다 .	“자동, 반자동” Mode에서 실행 가능
G75	내 외경 홈 가공 Cycle		
G76	자동나사가공 Cycle		

* 복합형 고정 Cycle 지령시 주의사항

- ① 복합형 고정 Cycle은 FANUC 0T System에서 복합형 고정 Cycle 지령 Block을 2 Block으로 지령하고, 6T,10T,11T System은 1 Block으로 지령하는 방식의 차이가 있다.
2 Block지령에서 왼쪽 Block 은 절삭조건외 파라메타를 변경시킴
- ② G71 왼쪽 Block에서의 U 지령과 아래 Block에서의 U 지령의 구분은 P와Q가 지령된 Block을 보고 판단 함.
- ③ G71 Cycle의 구역안에(p에서 q Block까지)지령된 F, S, T는 황삭 Cycle 실행 중에는 무시되고 정삭 Cycle에서만 실행됨.
- ④ G71 Cycle을 시작하는 최초의 Block에서는 Z를 지령 할 수 없다 또한 최초의 Block에 G00 X를 지령하면 X축 이송이 급속이송이 되고 G01 X를 지령하면 절삭이송이 됨

- ⑤ 고정 Cycle지령 직후의 Block에서는 자동면취 및 코너 R지령은 할 수 없다.
- ⑥ 고정 Cycle실행 도중에 보조 프로그램(Sub Program) 지령은 할 수 없다.
- ⑦ G71은 황삭 Cycle 이지만 정삭여유를 지령하지 않으면 완성치수로 가공할 수 있다.

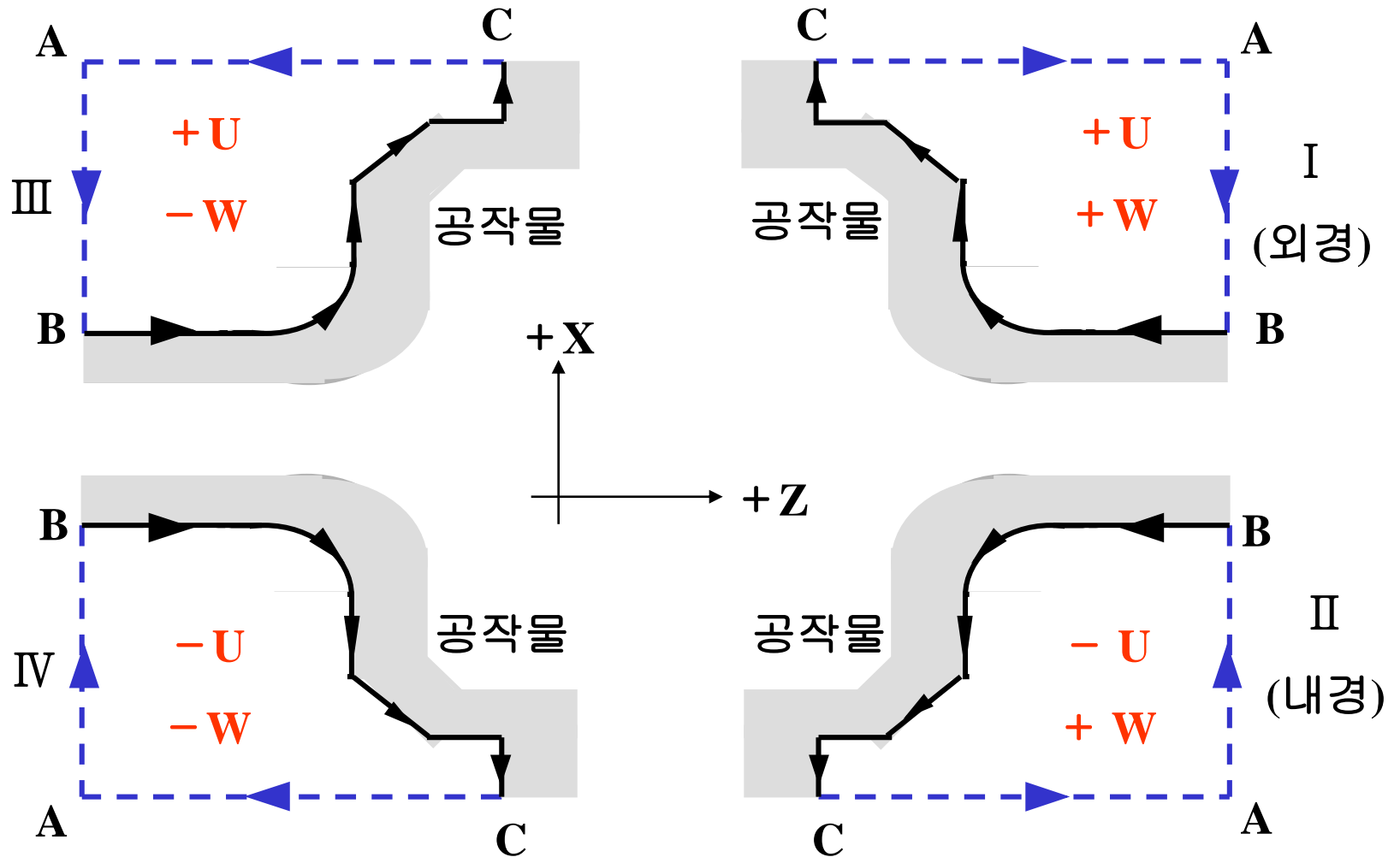
ex) FANUC 0T System 의 경우

G71 U2.5 R0.5 ;

G71 P01 Q100 F0.2 ; --- U, W의 정삭 여유 지령을 생략하면

정삭 여유 없이 황삭 가공에서 정
치수로 가공 한다.

* 정삭여유 U, W의 부호 관계



내, 외경 황삭 Cycle (G71)

- 의미 : 내, 외경 황삭가공 복합형 고정 Cycle로서 최종 형상과 절삭 조건 등을 지정해 주면 공구 경로는 자동적으로 결정되면서 정삭 여유만 남기고 시작점 (고정Cycle의 초기 점)으로 복귀한다.

*FANUC 0T의 경우

```

G71 U d R r ;
G71 P p Q q U u W w F f ;
* 지령 방법 : N p G00 X     ;
               ↓
               N q ----- ;
  
```

*FANUC 6T, 10T, 11T의 경우

G71 P(ns) Q (nf) U (Δu) W(Δw) D (Δw) F (f) ;

N p G00 X ___ ;

* 지령 방법 :



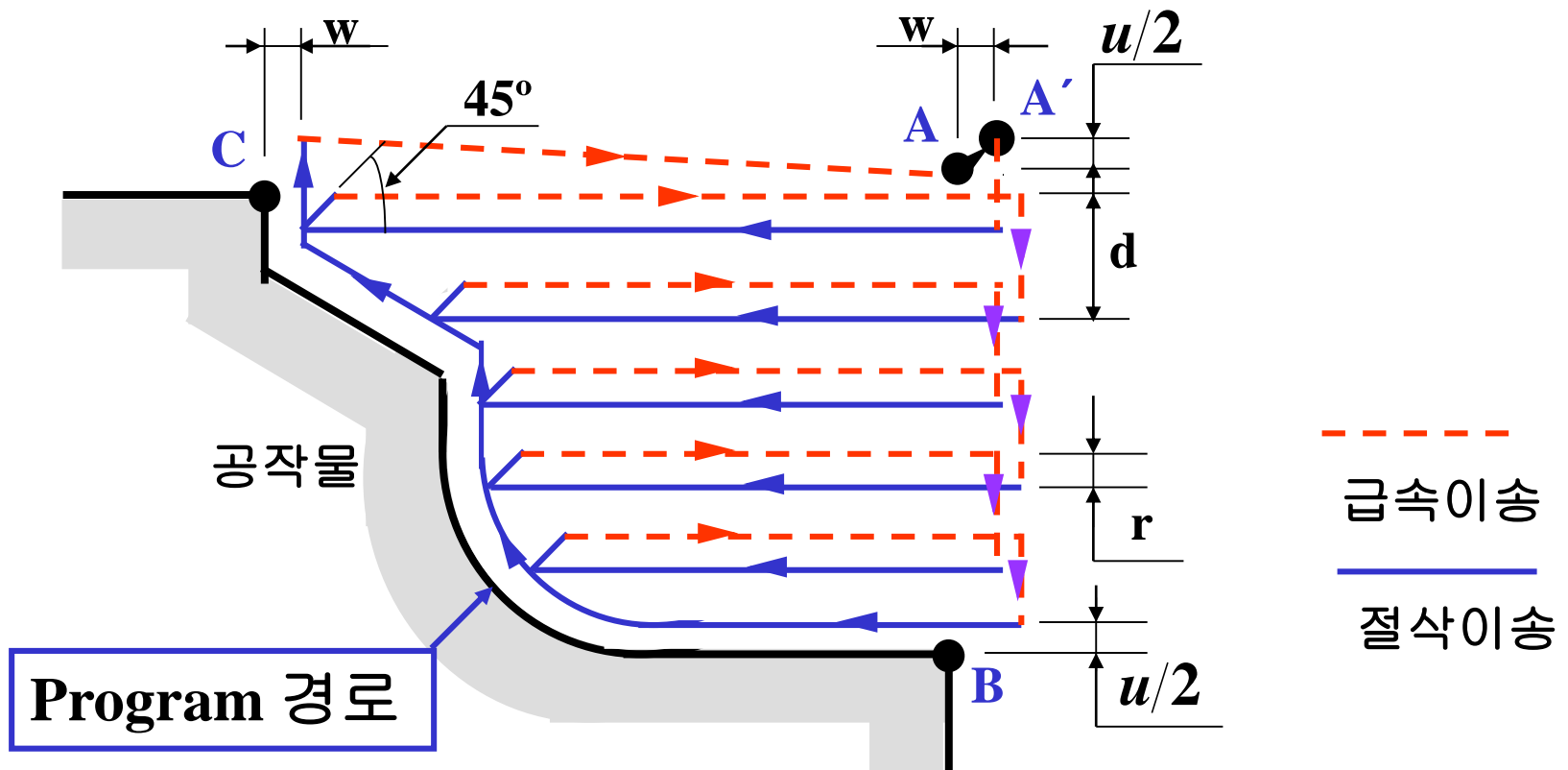
N q ----- ;

G71 P(ns) Q (nf) U (Δu) W(Δw) D (Δd) F(f) S(s) T (t) ;

에서 F, S, T는 황삭 가공 시 이송속도, 주축속도, 공구선택
즉, P와 Q사이의 Data는 무시되고 G71 Block 에서 지령 된
Data 가 유효하다.

*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

* 지령 방법 : $G71 \ U \ \underline{d} \ R \ \underline{r} \ ;$
 $G71 \ P \ \underline{p} \ Q \ \underline{q} \ U \ \underline{u} \ W \ \underline{w} \ F \ \underline{f} \ ;$



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

U(u) : 1회 절입량 (X축을 반경치로 지령하며 부호는 사용하지 않음)
Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

R(r) : 도피량 (X축 후퇴량)

Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

P(p) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최초 Block의 Sequence 번호

Q(q) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최후 Block의 Sequence 번호

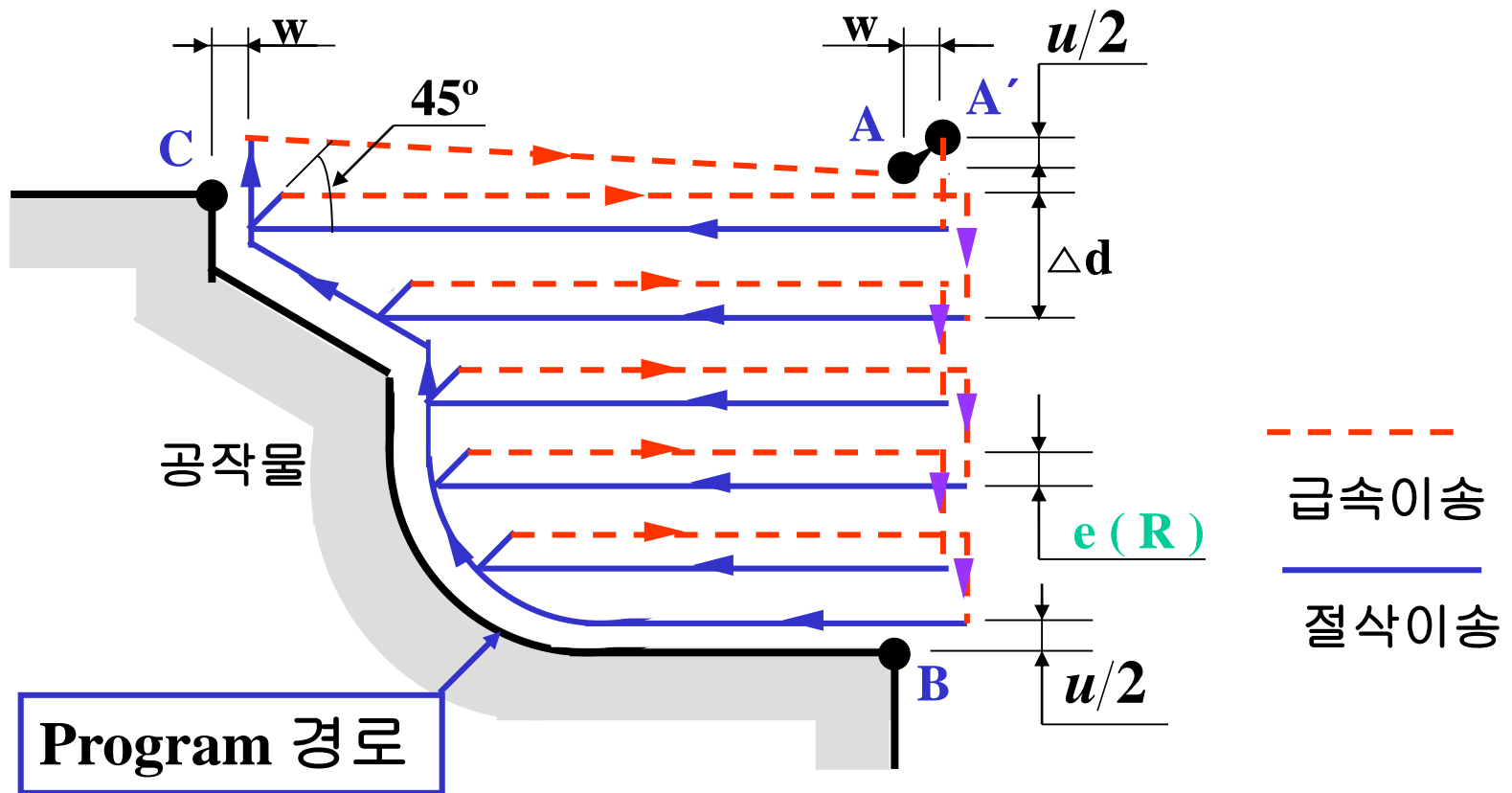
U(u) : X축 방향의 정삭여유를 지정하며 직경치로 지정함

W(w) : Z축 방향의 정삭여유를 지정

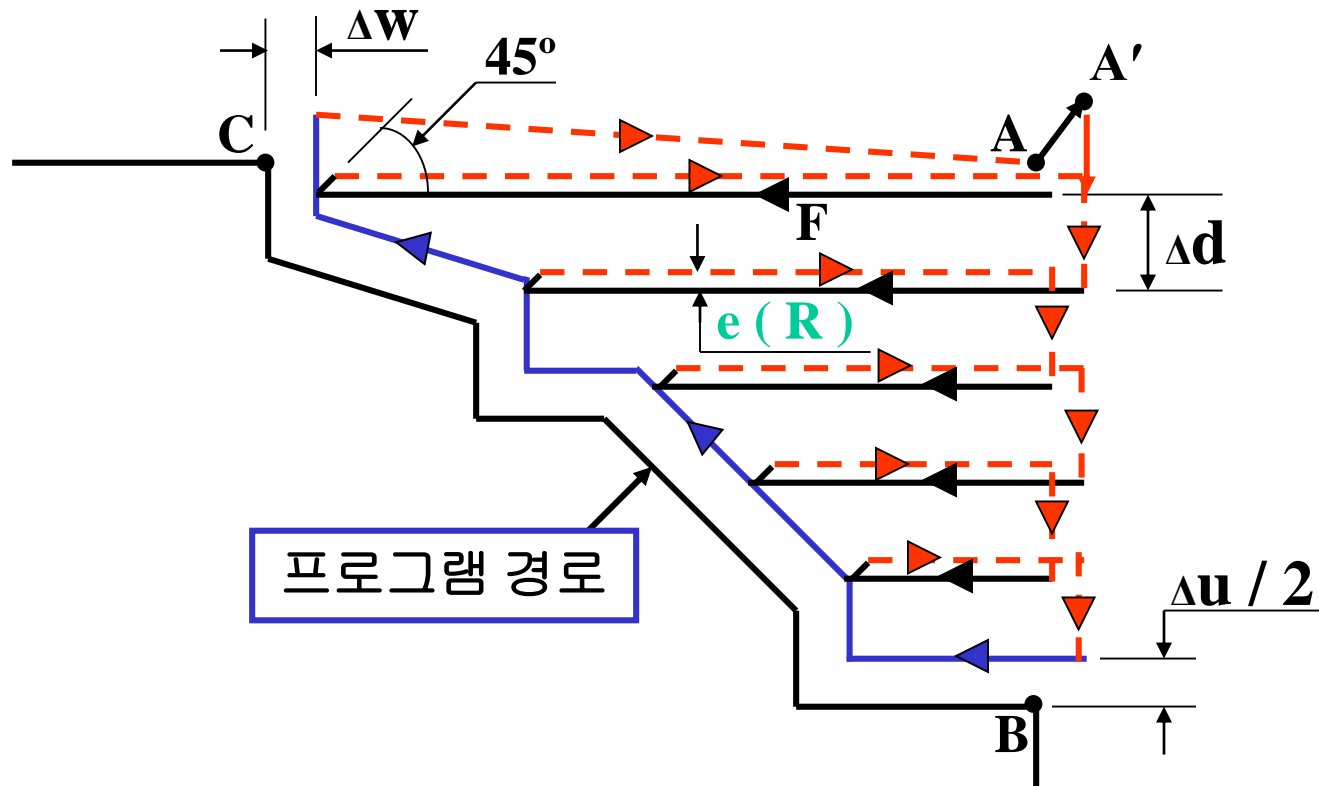
F(f) : 황삭 이송속도(Feed) 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

* 지령방법 : **G71** P(ns) **Q** (nf) **U** (Δu) **W**(Δw) **D** (Δw) **F** (f) **S**(s) **F**(f) ;



*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

* 지령 방법 : **G71** P(ns) **Q** (nf) **U** (Δu) **W**(Δw) **D** (Δw) **F** (f) **S**(s) **F**(f) ;

* 지령 WORD의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

* 지령 방법 : **G71 P(ns) Q (nf) U (Δu) W(Δw) D (Δw) F (f) S(s) F(f) ;**

P(ns) : 고정 Cycle 시작 지령절의 첫번째 전개번호

Q(nf) : 고정 Cycle 종료 지령절의 마지막 전개번호

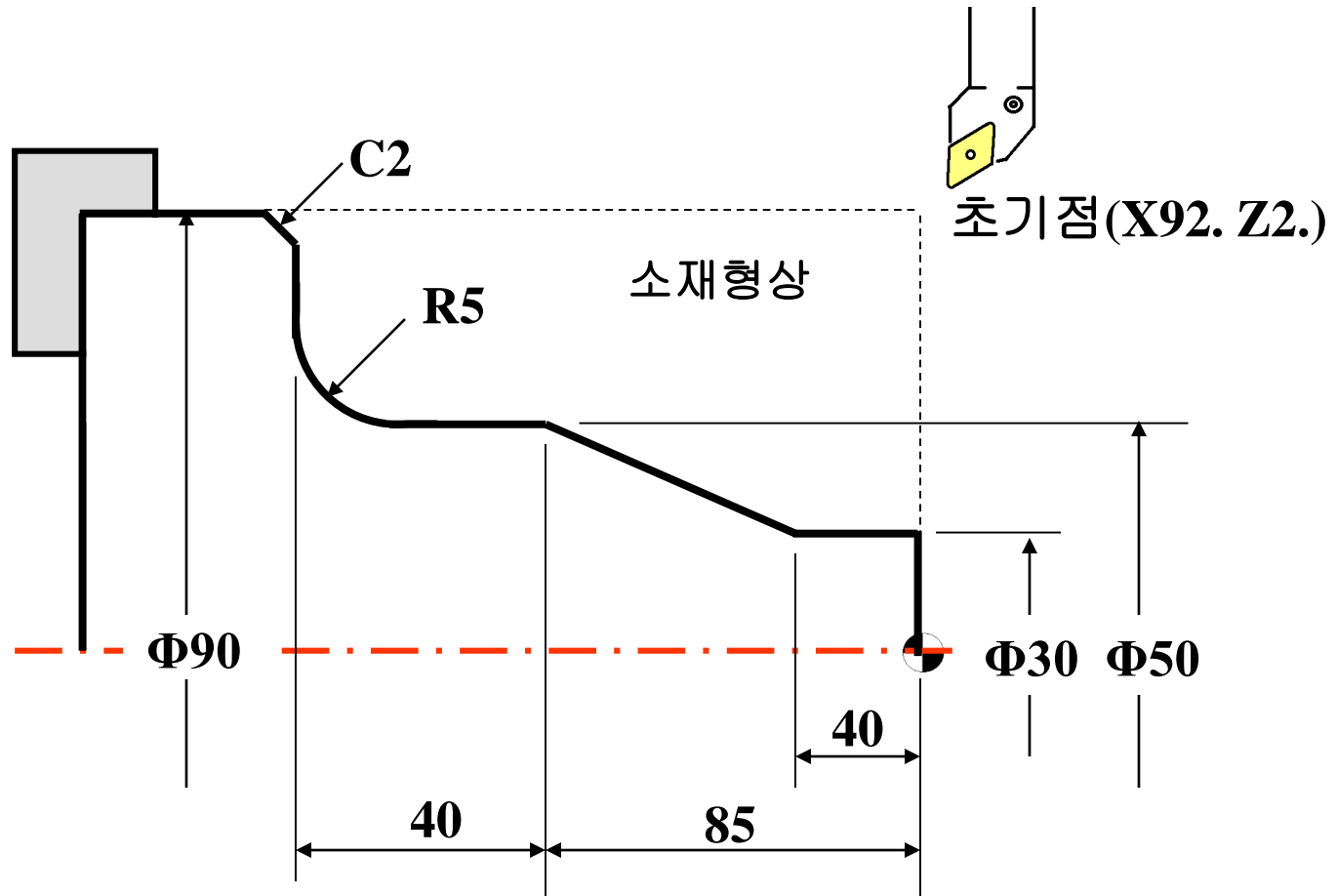
U(u) : X축 방향 다듬질 절삭 여유 (직경지령)

W(w) : Z축 방향 다듬질 절삭 여유

D(Δd) : X축의 1회 가공의 깊이 (절삭깊이)

F, S, T : 황삭 가공 시 이송속도, 주축속도, 공구선택 즉, P와Q사이의 데이터는 무시되고 G71 블록에서 지령 된 데이터가 유효

G71 Cycle을 이용하여 Programming 하시오?



FANUC 0T, Sentrol System의 경우 해답

N10 G28 U0. W0. ;

N20 G50 X100. Z150. S1800 T0100 ;

N30 G96 S180 M03 ;

N40 G00 X92. Z2. T0101 M08 ; --- 고정 Cycle 초기점 (시작점)

N50 G71 U2.5 R0.5 ;

N60 G71 P70 Q130 U0.4 W0.2 F0.25; --- N70e~N130까지 고정

N70 G00 X30. ;

Cycle 지령

N80 G01 Z-40. ;

N90 X50. Z-85. ;

N100 Z-120. ;

N110 G02 X60. Z-125. R5. ;

N120 G01 X86. ;

N130 X90. W-2. ;

--- 고정 Cycle의 마지막 Block
에서는 자동면취 및 자동
코너R 지령은 할 수 없다.

N140 G00 X100. Z150. T0100 M09 ;

N150 M05;

N160 M02 ;

FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우 해답

N10 G28 U0. W0. ;

N20 G50 X100. Z150. S1800 T0100 ;

N30 G96 S180 M03 ;

N40 G00 X92. Z2. T0101 M08 ; --- 고정 Cycle 초기점 (시작점)

N50 G71 P60 Q120 U0.4 W0.2 D2500 F0.25; -N60~N120까지 고정

N60 G00 X30. ;

Cycle 지령

N70 G01 Z-40. ;

N80 X50. Z-85. ;

N90 Z-120. ;

N100 G02 X60. Z-125. R5. ;

N110 G01 X86. ;

N120 X90. W-2. ;

--- 고정 Cycle의 마지막 Block
에서는 자동면취 및 자동
코너R 지령은 할 수 없다.

N130 G00 X100. Z150. T0100 M09 ;

N140 M05;

N150 M02 ;

단면황삭 Cycle (G72)

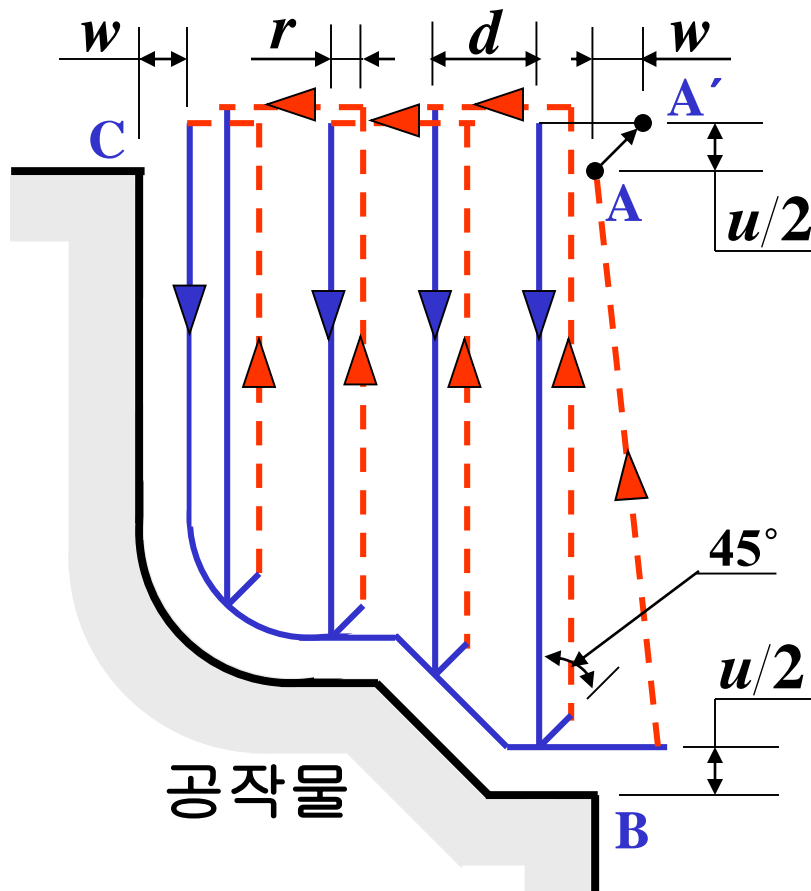
- 의미 : 단면을 가공하는 복합형 고정 Cycle로서 최종 형상과 절삭 조건 등을 지정해 주면 공구 경로는 자동적으로 결정되면서 정삭 여유만 남기고 시작점 (고정Cycle의 초기 점)으로 복귀한다.

*FANUC 0T의 경우

```

G72 W d R r ;
G72 P p Q q U u W w F f ;
* 지령 방법 : N p G00 Z     ;
                ↓
                N q ----- ;
  
```

*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)



지령방법

```
G72 W w R r ;
```

```
G72 P P Q q U u W w F f ;
```

급속이송

—————
절삭이송

* 지령 **WORD**의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

```
G72 W w R r ;
G72 P p Q q U u W w F f ;
```

W(w) : 1회 절입량 (Z축 방향의 1회 절입량, 부호는 사용하지 않음)
Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

R(r) : 도피량 (Z축 후퇴량)
Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

P(p) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최초 Block의 Sequence 번호

Q(q) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최후 Block의 Sequence 번호

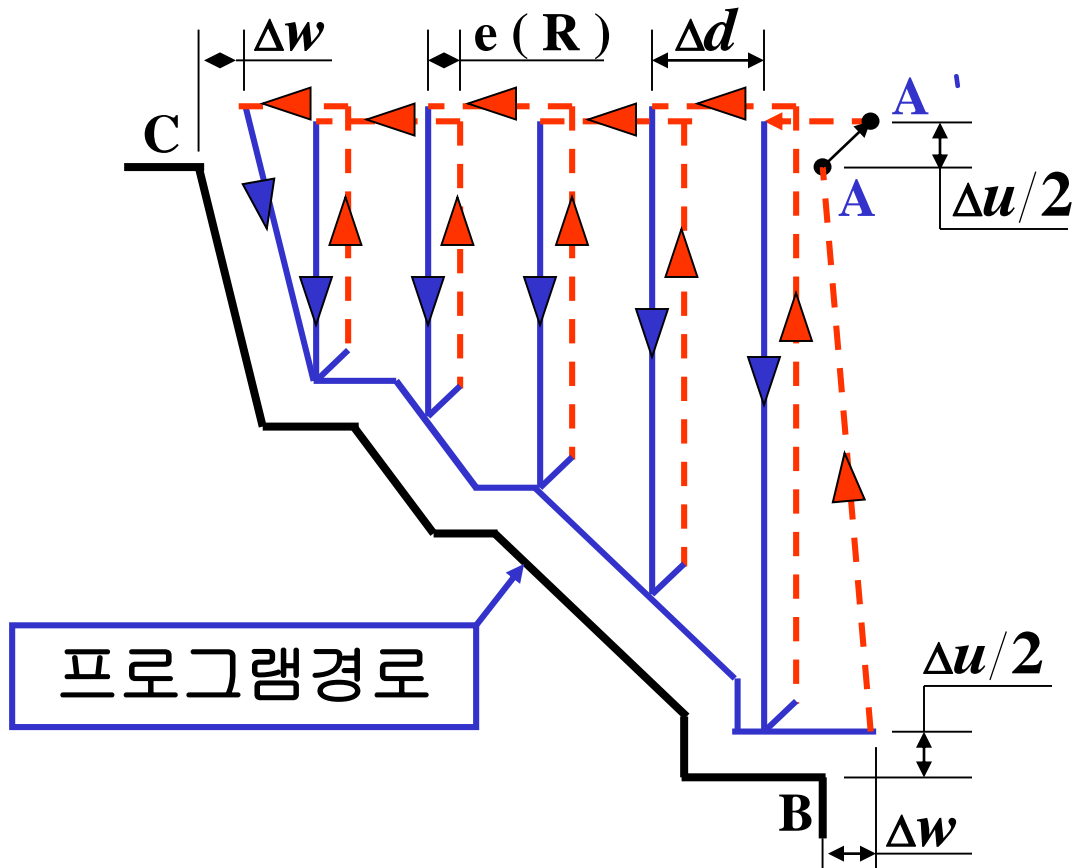
U(u) : X축 방향의 정삭 여유를 지정하며 직경치로 지정함

W(w) : Z축 방향의 정삭 여유를 지정

F(f) : 황삭 이송속도(Feed) 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G72** P(*ns*) Q(*nf*) U(Δu) W(Δw) D(Δd) F(*f*) S(*s*) ;



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) D(Δd) F(f) S(s) ;**

P(ns) : 고정 Cycle 시작 지령절의 첫번째 전개번호

Q(nf) : 고정 Cycle 종료 지령절의 마지막 전개번호

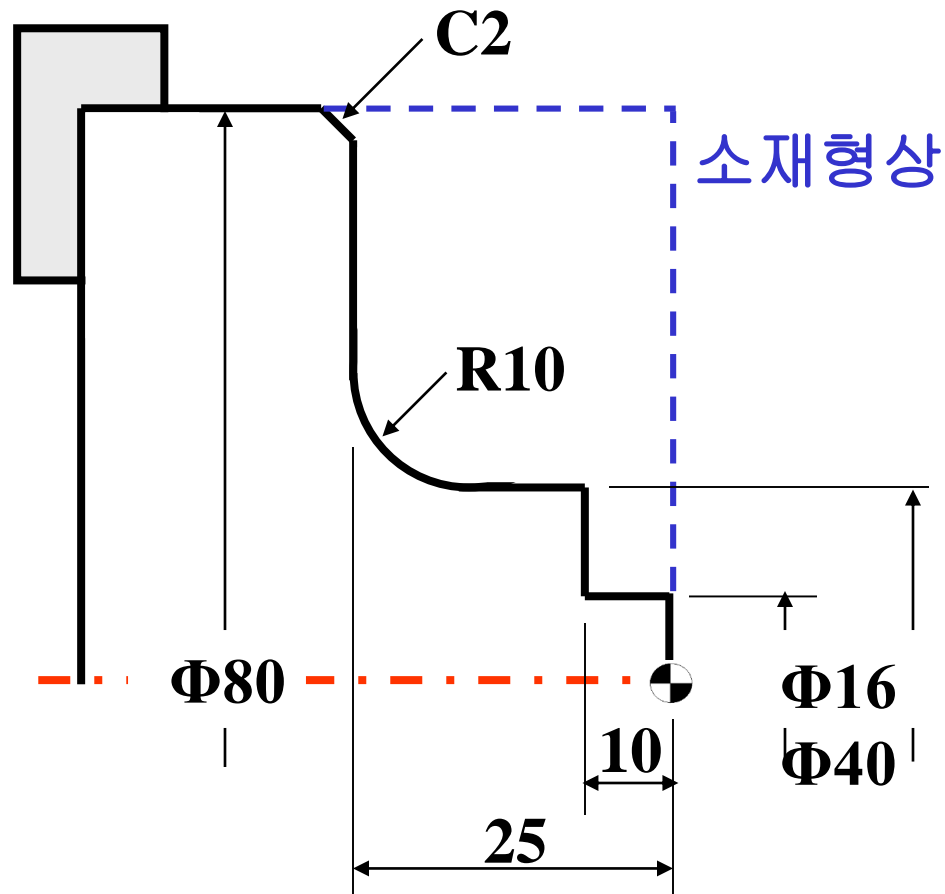
U(u) : X축 방향 다듬질 절삭 여유 (직경지령)

W(w) : Z축 방향 다듬질 절삭 여유

D(Δd) : Z축의 1회 가공의 깊이 (절삭깊이)

F, S, T : 황삭 가공 시 이송속도, 주축속도, 공구선택 즉, P와Q사이의 데이터는 무시되고 G71 블록에서 지령 된 데이터가 유효

* 단면황삭 Cycle(G72)을 이용하여 Programming하시오?



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

```
N10 G28 U0. W0. ;  
N11 G50 100. Z150. S1800 T0100 ;  
N12 G96 S150 M03 ;  
N13 G00 X82. Z2. T0101 M08 ; ---- 고정 Cycle의 초기점(시작점)  
N14 G72 W1.5 R0.5 :  
N15 G72 P16 Q22 U0.2 W0.1 F0.25 ; -- N15~N23 고정 Cycle 지령  
N16 G00 Z-27. ;  
N17 G01 X80. ;  
N18 X76. Z-25. ;  
N19 X60.  
N20 G03 X40. Z-15. R10. ;  
N21 G01 Z-10. ;  
N22 X16. ;  
N23 Z0. ;  
N24 G00 X100. Z150. T0100 M09 ;  
N25 M05;
```

* 해답 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

```

N10 G28 U0. W0. ;
N11 G50 100. Z150. S1800 T0100 ;
N12 G96 S150 M03 ;
N13 G00 X82. Z2. T0101 M08 ;      ---- 고정Cycle의 초기점(시작점)
N15 G72 P16 Q22 U0.2 W0.1 D1500 F0.25 ;      ---- 고정Cycle 지령
N16 G00 Z-27. ;
N17 G01 X80. ;
N18 X76. Z-25. ;
N19 X40. R10.      ---- 자동코너 R 지령
N20 Z-10. ;
N21 X16. ;
N22 Z0. ;
N23 G00 X100. Z150. T0100 M08 ;
N24 M05 ;
N25 M02 ;

```

R지령을 하지 않은 경우

```

N19 X50. ;
N19-1 G02 X40. Z-15. R10. ;
N20 G01 Z-10. ;

```

모방절삭(유형반복) Cycle (G73)

- 의미 : 내, 외경 황삭가공 복합형 고정 Cycle로서 최종 형상과 절삭 조건 등을 지정해 주면 공구 경로는 자동적으로 결정되면서 정삭 여유만 남기고 시작점 (고정Cycle의 초기 점)으로 복귀한다.

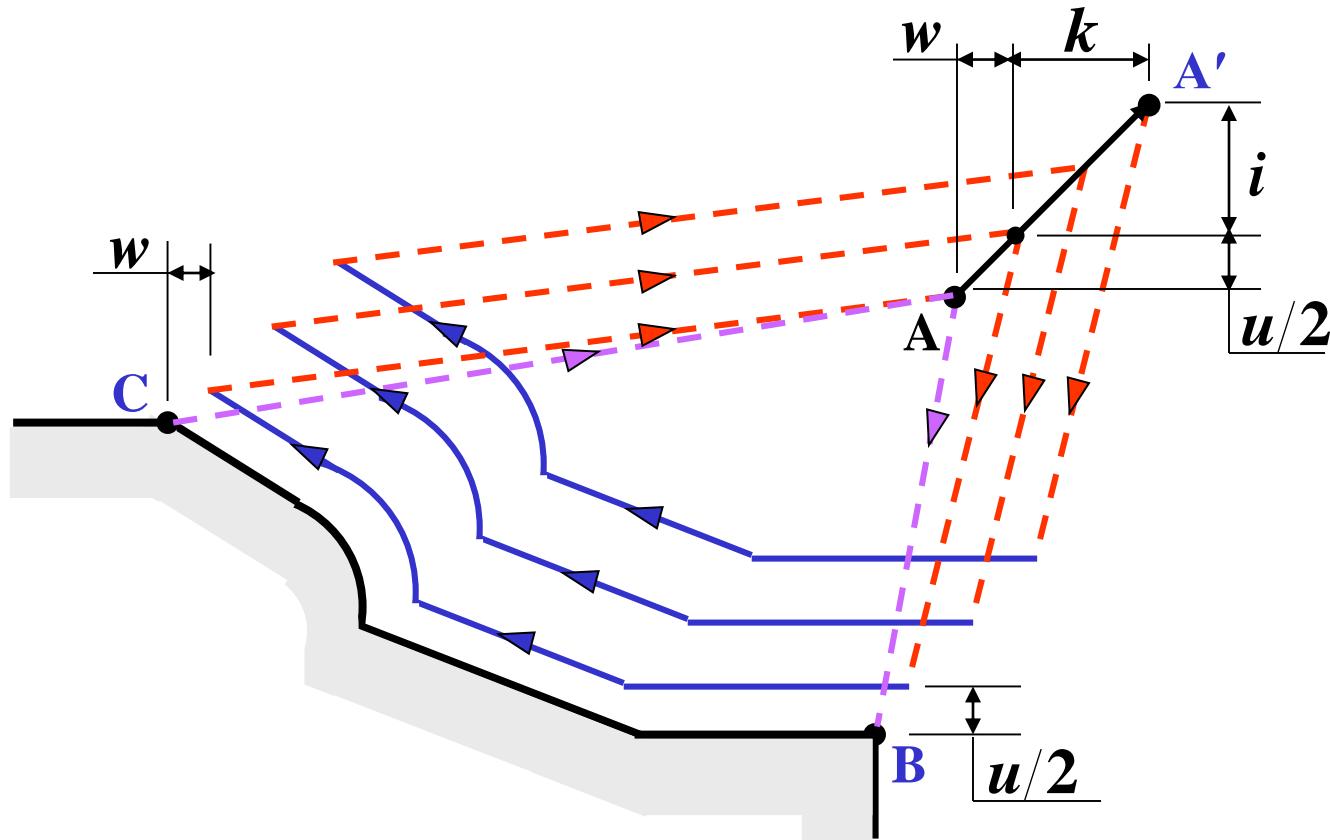
*FANUC 0T의 경우

```

G73 U d W w R r ;
G73 P p Q q U u W w F f ;
* 지령 방법 : N p G00 X ___ ;
               |
               |
               ↓
               N q ----- ;
  
```

*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : $G73 \ U \ \underline{d} \ W \ \underline{w} \ R \ \underline{r} \ ;$
 $G73 \ P \ \underline{p} \ Q \ \underline{q} \ U \ \underline{u} \ W \ \underline{w} \ F \ \underline{f} \ ;$



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : $G73 \ U \ \underline{d} \ W \ \underline{w} \ R \ \underline{r} \ ;$
 $G73 \ P \ \underline{p} \ Q \ \underline{q} \ U \ \underline{u} \ W \ \underline{w} \ F \ \underline{f} \ ;$

U(i) : X축 방향의 황삭여유(도피량)

X축 방향의 황삭여유량을 지정, 부호와 같이 지정하며 반경 지령

W(k) : Z축 방향의 황삭여유(도피량)를 지정, 부호와 같이 지령

I, k의 지령으로 파라메타가 변경되며 파라메타를 직접 입력 할 수 있다

R(r) : 황삭 분할 횟수(황삭 가공 횟수)

I, k의 황삭 여유를 몇 번에 나누어 가공 할 것인지를 지령함

P(p) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최초 Block의 Sequence 번호

Q(q) : 고정 Cycle 구역을 지정하는 최후 Block의 Sequence 번호

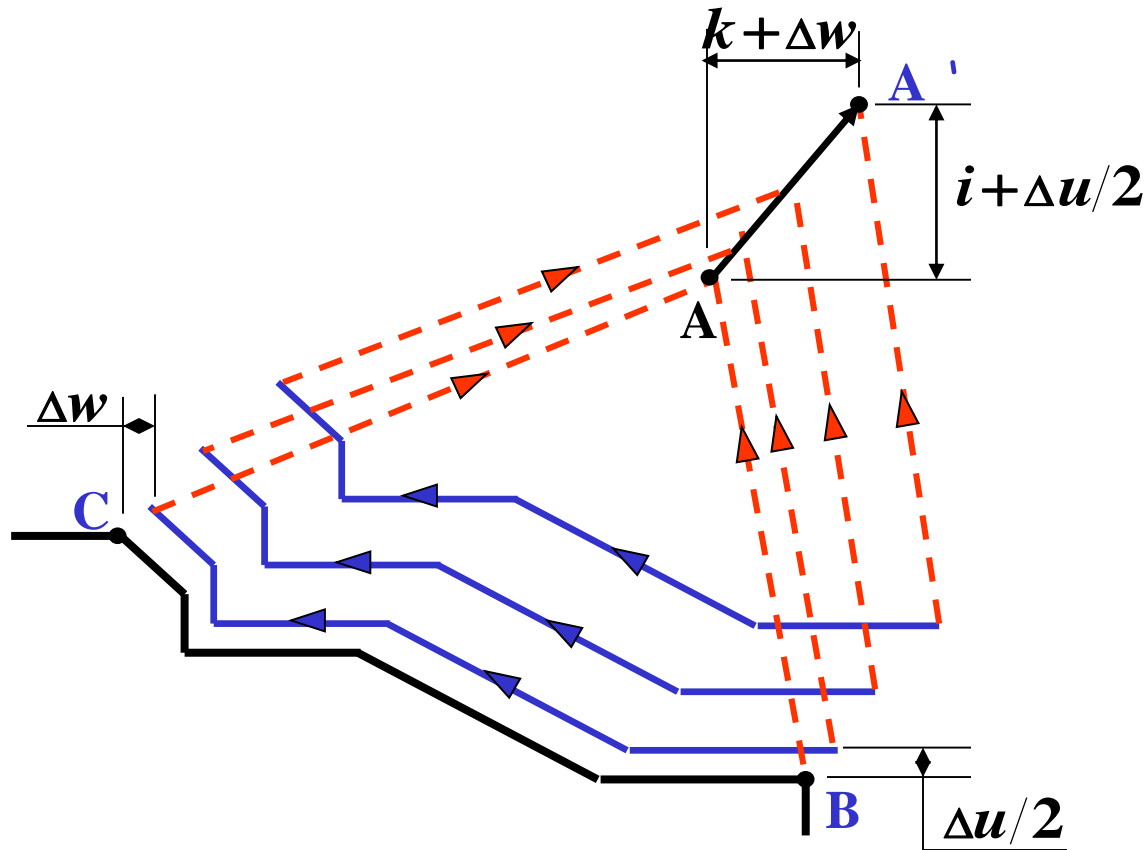
U(u) : X축 방향의 정삭 여유를 지정하며 직경치로 지정함

W(w) : Z축 방향의 정삭 여유를 지정

F(f) : 황삭 이송속도(Feed) 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : $G73 P(ns) Q(nf) I(i) K(k) U(\Delta u) W(\Delta w) D(\Delta d) F(f) S(s) ;$



* 지령 **WORD**의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G73 P(ns) Q(nf) I(i) K(k) U(Δu) W(Δw) D(Δd) F(f) S(s) ;**

P(ns) : 고정 Cycle 시작 지령절의 첫번째 전개번호

Q(nf) : 고정 Cycle 종료 지령절의 마지막 전개번호

I(i) : X축 방향의 도피 거리 및 방향

K(k) : Z축 방향의 도피 거리 및 방향

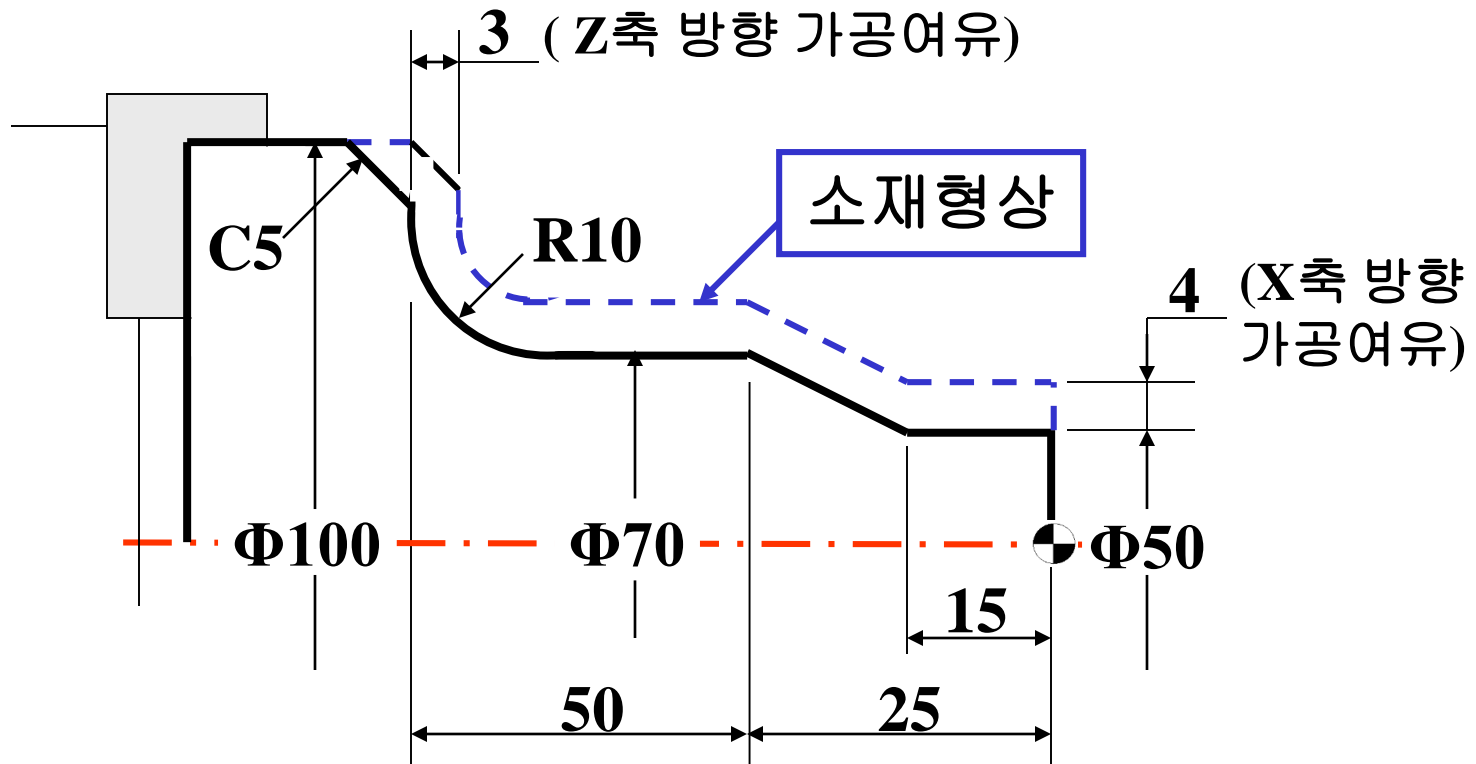
U(u) : X축 방향 다듬질 절삭 여유 (직경지령)

W(w) : Z축 방향 다듬질 절삭 여유

D(Δd) : I, k 를 몇번에 나누어 가공할 것인지 결정 (분할 횟수)

F, S, T : 황삭 가공 시 이송속도, 주축속도, 공구선택 즉, P와Q사이의 데이터는 무시되고 **G71** 블록에서 지령 된 데이터가 유효

* 모방절삭 Cycle(G73)을 이용하여 Programming하시오?



* 해답 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

O1234 ;

N10 G28 U0. W0. ;

N11 G50 X100. Z150. S2000 T0300 ;

N12 G96 S180 M03 ;

N13 G00 X105. Z4. T0303 M08 ; --- 고정Cycle의 초기점

N14 G73 U4. W3. R3. ; --- 가공여유 반경 4mm 단면 3mm

N15 G73 P16 Q20 U0.2 W0.1 F0.25 ;

N16 G00 X50. Z1. ; --- N16 ~ N20 고정 Cycle 지령

N17 G01 Z-15. ;

N18 X70. Z-25. ;

N19 Z-75. R10. ; --- 자동코너 R 지령

N20 X100. W-5. ;

N21 G70 P16 Q20 F0.15 ; --- 공구교환 하지 않고 정삭가공

N22 G00 X100. Z150. T0300 M09 ;

N23 M05 ;

N24 M02;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

O1234 ;

N10 G28 U0. W0. ;

N11 G50 X100. Z150. S2000 T0300 ;

N12 G96 S180 M03 ;

N13 G00 X105. Z4. T0303 M08 ; --- 고정Cycle의 초기점

N15 **G73 P16 Q20 I4. K3. U0.2 W0.1 D3 F0.25** ; --- 가공여유 반경
4mm 단면 3mm

N16 G00 X50. Z1. ;

--- N16 ~ N20 고정 Cycle 지령

N17 G01 Z-15. ;

N18 X70. Z-25. ;

N19 Z-75. R10. ;

--- 자동코너 R 지령

N20 X100. W-5. ;

N21 G70 P16 Q20 F0.15 ;

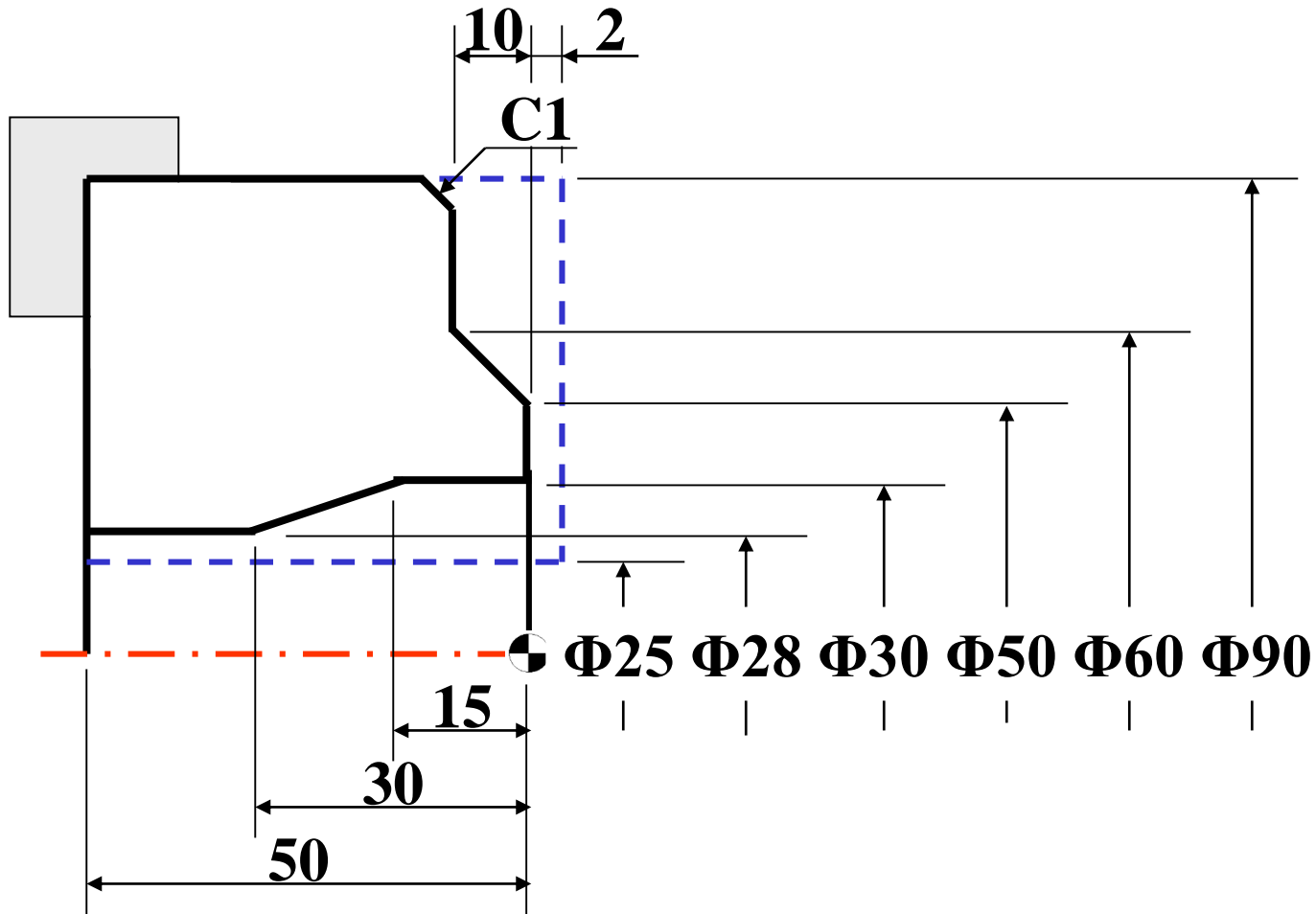
--- 공구교환 하지 않고 정삭가공

N22 G00 X100. Z150. T0300 M09 ;

N23 M05 ;

N24 M02;

* 복합형 고정 Cycle을 이용하여 Programming하시오?



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

O1234;
 G28 U0. W0. ;
 G50 X150. Z200. S2500 T0100;
 G96 S180 M03 ;
 G00 X92. Z2. T0101 M08 ;
 G72 W1.5 R0.5 ;
 G72 P1 Q2 U0.2 W0.1 F0.2 ;
 N1 G41 G00 Z-12. ;
 G01 X88. Z-10. ;
 X60. ;
 X50. Z0. ;
 N2 X23. ;
 G40 G00 X100. Z150. T0100 M09 ;
 T0200 ;
 G00 X23. Z2. S170. T0202 M08 ;
 G71 U2. R0.5 ;
 G71 P3 Q4 U0.4 W0.1 F0.25 ;

N3 G41 G00 X30. ;
 G01 Z-15. ;
 X28. Z-30. ;
 N4 Z-52. ;
 G40 G00 X100. Z150. T0200 M09 ;
 T0300
 G00 X92. Z2. S200 T0303 M09 ;
 G70 P1 Q2 F0.15 ;
 G40 G00 X100. Z150. T0300 M09 ;
 T0400 ;
 G00 X23. Z2. S190 T0404 M08;
 G70 P3 Q4 F0.15 ;
 G40 G00 X100. Z150. T0400 M09 ;
 M05 ;
 M30 ;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

O1234;
 G28 U0. W0. ;
 G50 X150. Z200. S2500 T0100;
 G96 S180 M03 ;
 G00 X92. Z2. T0101 M08 ;
 G72 P1 Q2 U0.2 W0.1 D1500 F0.2 ;
 N1 G41 G00 Z-12. ;
 G01 X88. Z-10. ;
 X60. ;
 X50. Z0. ;
 N2 X23. ;
 G40 G00 X100. Z150. T0100 M09 ;
 T0200 ;
 G00 X23. Z2. S170. T0202 M08 ;
 G71 P3 Q4 U0.4 W0.1 D2000 F0.25 ;
 N3 G41 G00 X30. ;

G01 Z-15. ;
 X28. Z-30. ;
 N4 Z-52. ;
 G40 G00 X100. Z150. T0200 M09 ;
 T0300
 G00 X92. Z2. S200 T0303 M09 ;
 G70 P1 Q2 F0.15 ;
 G40 G00 X100. Z150. T0300 M09 ;
 T0400 ;
 G00 X23. Z2. S190 T0404 M08;
 G70 P3 Q4 F0.15 ;
 G40 G00 X100. Z150. T0400 M09 ;
 M05 ;
 M30 ;

단면 홈(Peck Drilling)가공 Cycle (G74)

- 의미 : ① 내, 외경 및 단면 홈을 가공할 때 발생하는 Long Chip의 발생을 억제하여 효율적인 가공을 할 수 있다.
- ② X축의 지령을 생략하여 단면 Drill작업도 가능하다.

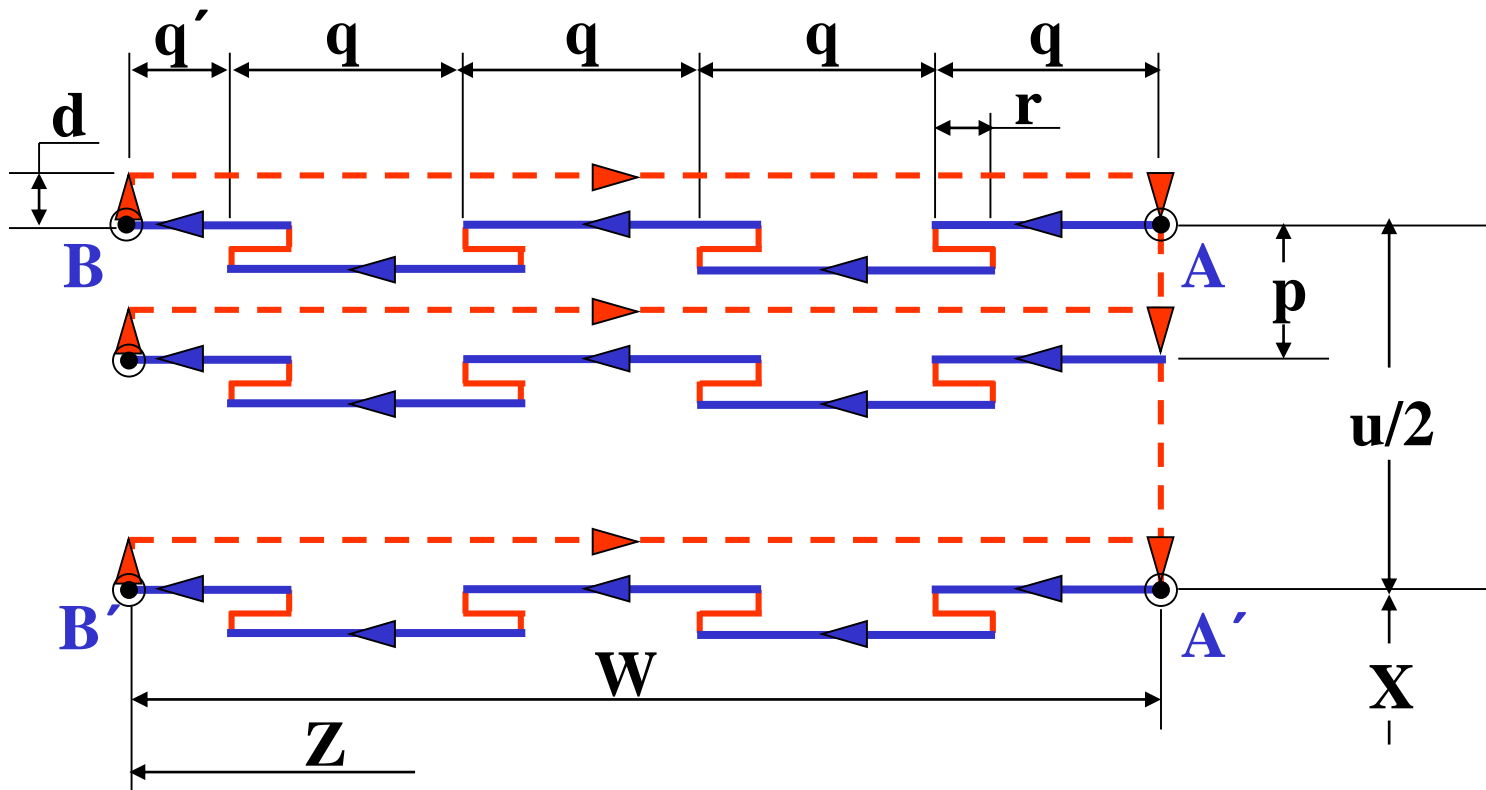
*FANUC 0T, Sentrol Stem 의 경우

* 지령 방법 : **G74 R r ;**
G74 X(U) u Z(W) w P p Q q R d F f ;

- 주) ① G74 윗쪽 Block의 R과 아래쪽의 R지령의 구분은 X(U), Z(W)가 지령된 Block을 보고 판단 할 수 있다.
- ② Cycle 실행은 X(U), Z(W)가 지령된 블록에서 실행

*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : $G74 R \underline{r} ;$
 $G74 X(U) \underline{u} Z(W) \underline{w} P \underline{p} Q \underline{q} R \underline{d} F \underline{f} ;$



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : **G74 R r ;**
G74 X(U) u Z(W) w P p Q q R d F f ;

R(r) : 후퇴량(Z축 방향의 1회 절입 후 뒤쪽으로 이동하는 량)

Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

X(U) : 가공하고자 하는 X축 방향의 최종(B'점의 직경치수)지점

Z(W) : 가공하고자 하는 Z축 방향의 최종 지점

P(p) : X축 방향의 이동량 (절입폭이라고 생각할 수 있으며 홈가공 시 홈Bite의 2/3 정도 절입)

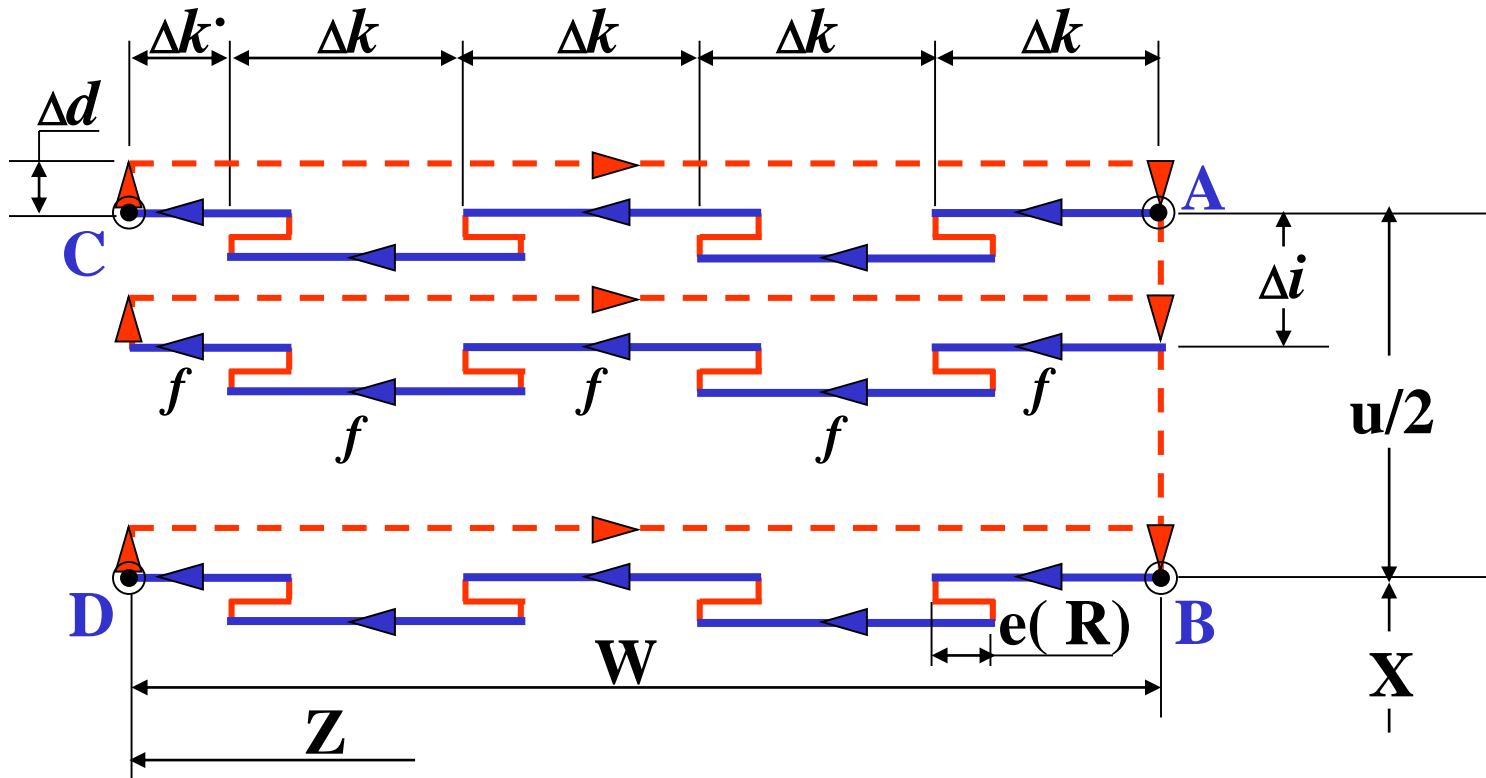
Q(q) : Z축 방향의 1회 절입량 Long Chip의 발생을 줄이기 위해 적절한 깊이를 지령(X축 방향의 이동량)하며 소수점 지령을 할 수 없다.

R(d) : X축 방향의 이동량의 반대 방향으로 후퇴량 지정
 X축 방향의 이동량이 없을 경우 생략, 단면 폭이 홈 Bite와 같은 경우와 단면Drill 작업을 할 경우 생략 하여야 한다.

F(f) : 단면절삭 Feed량 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : $G74 X(U) Z(W) I(\Delta i) K(\Delta k) F(f) D(\Delta d)$;



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G74 X(U) Z(W) I(Δi) K(Δk) F(f) D(Δd) ;**

X(U) : B점의 X좌표값 (U : A에서 B까지 증분량)

Z(W) : C점의 Z좌표값 (W : A에서 C까지 증분량)

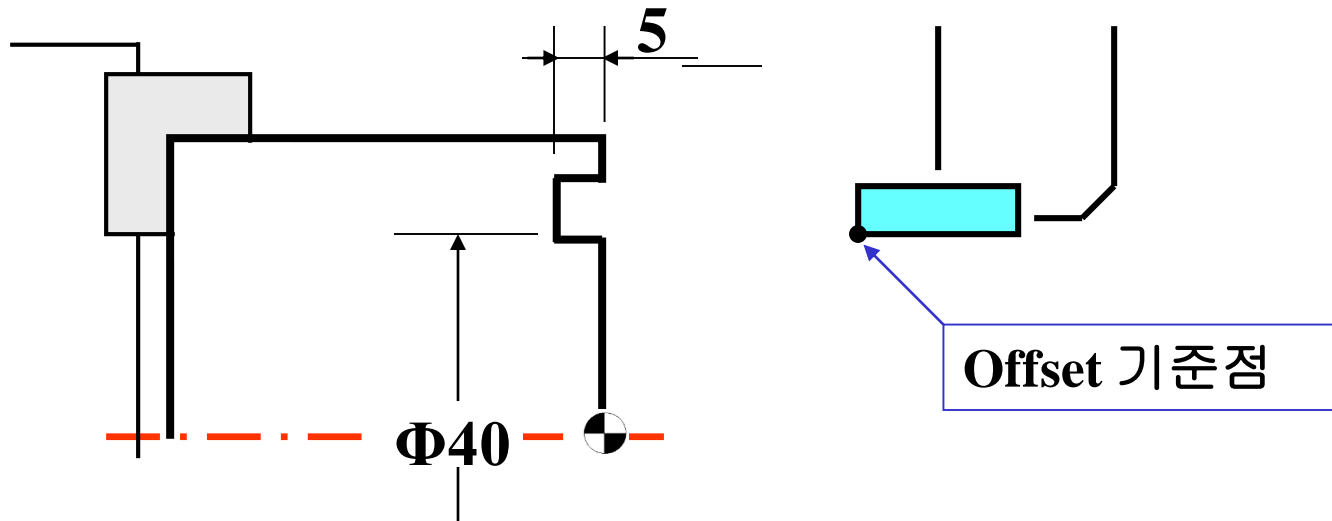
I(Δi) : X방향의 이동량 (부호를 무시하여 지정)

K(Δk) : Z방향의 절입량 (부호를 무시하여 지정)

D(Δd) : 가공끝점에서 공구 후퇴량 (D가 생략되면 0)

F(f) : 이송 속도

- 아래 그림을 보고 단면 홈 Cycle(G74)을 이용하여 Programming을 작성하시오?
(단 공작물의 가공폭이 Bite의 폭과 동일 하다.)



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0300 ;

G97 S550 M03 ;

G00 X40. Z2. T0303 M08 ;

----- 고정 Cycle의 초기점(시작점)

G74 R0.5 ;

----- Z축 0.5mm 후퇴량 지정

G74 Z-5. Q1000 F0.06 ;

----- 1mm 절입하고 0.5mm 후퇴를

G00 X100. Z150. T0300 M09 ;

반복 하면서 Z축 -5mm 까지

M05 ;

가공한다.

M02 ;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0300 ;

G97 S550 M03 ;

G00 X40. Z2. T0303 M08 ;

----- 고정 Cycle의 초기점(시작점)

G74 Z-5. K1. F0.06 ;

----- 1mm 절입하고 파라메타에 의한

G00 X100. Z150. T0300 M09 ;

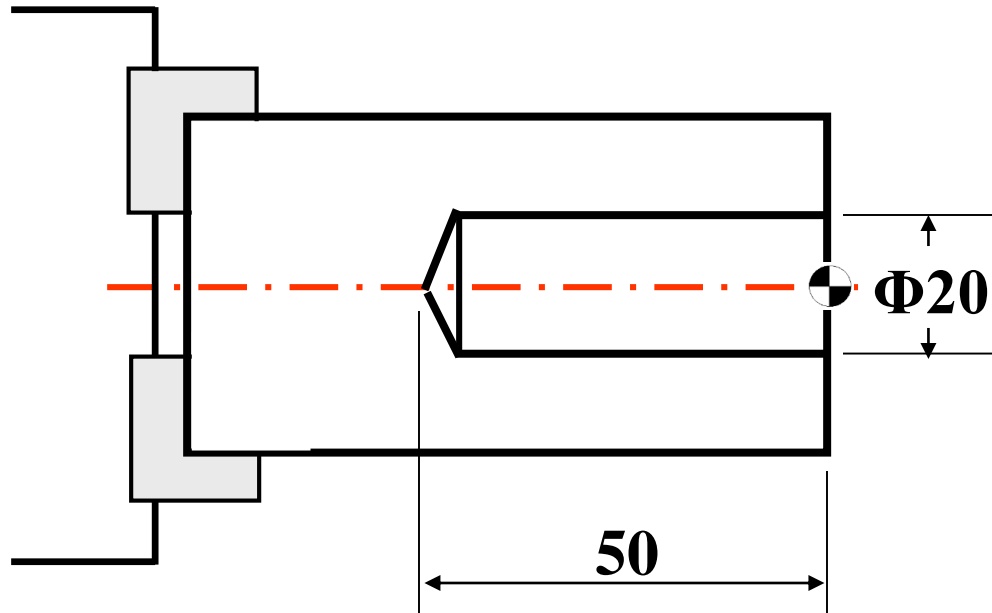
후퇴를 반복 하면서 Z축 -5mm

M05 ;

까지 가공한다.

M02 ;

- 아래 그림을 보고 단면 홈 Cycle(G74)을 이용하여 Programming을 작성하시오?
(Drill가공의 경우)



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0800 ; ----- 좌표계설정

G97 S450 M03 ;

G00 X0. Z4. T00808 M08 ; ----- 고정Cycle의 초기점(시작점)

G74 R0.5 ; ----- Z축 0.5mm 후퇴량 지정

G74 Z-5. Q2000 F0.15 ; ----- 2mm 절입하고 0.5mm 후퇴를

G00 X100. Z150. T0800 M09 ; 반복 하면서 Z축 -5mm 까지

M05 ; 가공한다.

M02 ;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0800 ; ----- 좌표계설정

G97 S450 M03 ;

G00 X0. Z4. T00808 M08 ; ----- 고정Cycle의 초기점(시작점)

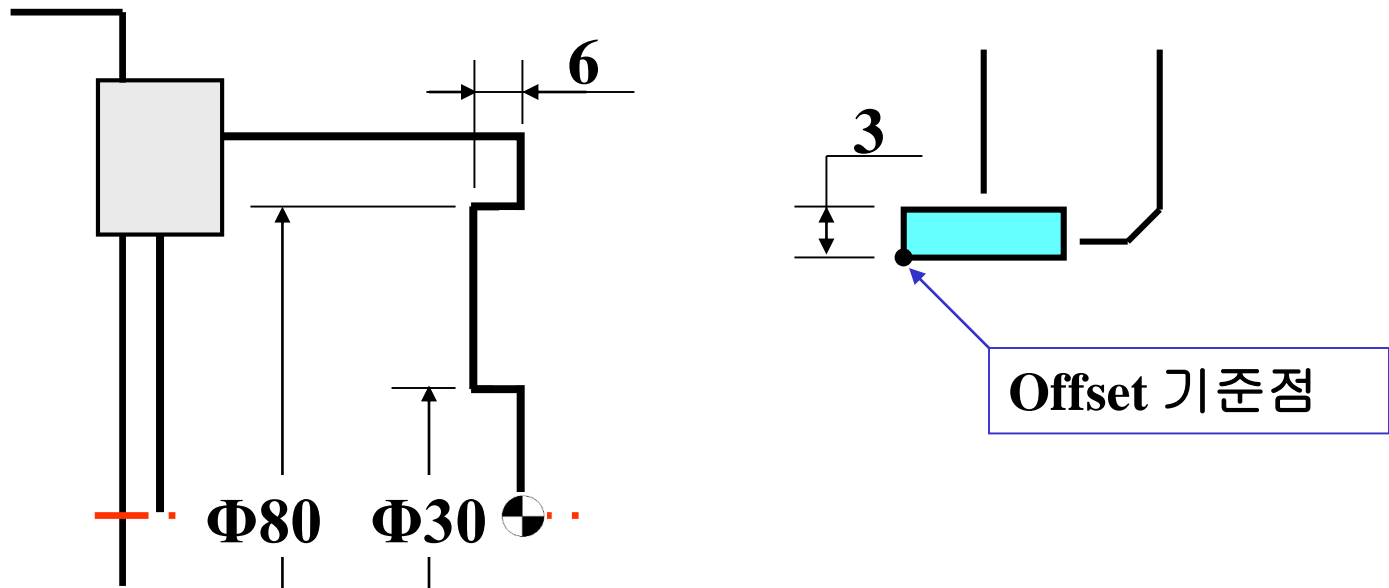
G74 Z-5. K2. F0.15 ; ----- 2mm 절입하고 파라메타량에

G00 X100. Z150. T0800 M09 ; 익개 후퇴를 반복 하면서 Z축

M05 ; -5mm 까지 가공한다.

M02 ;

- 아래 그림을 보고 단면 홈 Cycle(G74)을 이용하여 Programming을 작성하시오 ?



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

G00 X73.9 Z2. ; ----- 고정 Cycle 초기점(시작점)
 G74 R0.5 ; ----- Z 축 0.5mm 후퇴량 지령
 G74 Z-5.95 Q1500 F0.06 ; ----- 첫번째 한번은 X축의 후퇴량 없이 가공
 G00 U-5. ; ----- 두번째부터 가공은 X축의 후퇴량을 사용하고 가공
 하기 위하여 가공 시점을 Bite쪽의 2/3 정도 이동시킨다.
 G74 X30.1 Z-5.95 P2500 Q1500 R0.2 ; ----- G74기능의 위쪽Block은
 생략하고 아래쪽 Block의 조건만 지령한다.
 (P2500은 Bite 쪽이 3mm이기 때문에 2.5mm씩 절입하는
 지령이고 R0.2는 X축이 후퇴하는 지령이다.)
 G00 X77. ; ----- 정삭가공
 G01 Z-6. F0.05 ;
 X30.2 ;
 G00 Z2. ;
 X30. ;
 G01 Z-6. ;
 U1. ;
 G00 Z2. ;

* 해답 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G00 X73.9 Z2. ; ----- 고정 Cycle 초기점(시작점)
G74 Z-5.95 K1.5 F0.06 ; ----- 첫번째 한번은 X축의 후퇴량 없이 가공
G00 U-5. ; ----- 두번째부터 가공은 X축의 후퇴량을 사용하고 가공
 하기 위하여 가공 시점을 Bite쪽의 2/3 정도 이동시킨다.
G74 X30.1 Z-5.95 I2.5 K1.5F0.06 ; ----- (I2.5은 Bite 쪽이 3mm이기
 때문에 2.5mm씩 절입하는 지령이다.)
G00 X77. ; ----- 정삭가공
G01 Z-6. F0.05 ;
X30.2 ;
G00 Z2. ;
X30. ;
G01 Z-6. ;
U1. ;
G00 Z2. ;

내, 외경 홈가공 Cycle (G75)

- 의미 : ① 내경 이나 외경에 홈을 가공 하는 Cycle 이다.
- ② 홈을 가공시 발생하는 Long Chip의 발생을 억제 하면서 효율적인 가공을 할 수 있다.

*FANUC 0T, Sentrol Stem 의 경우

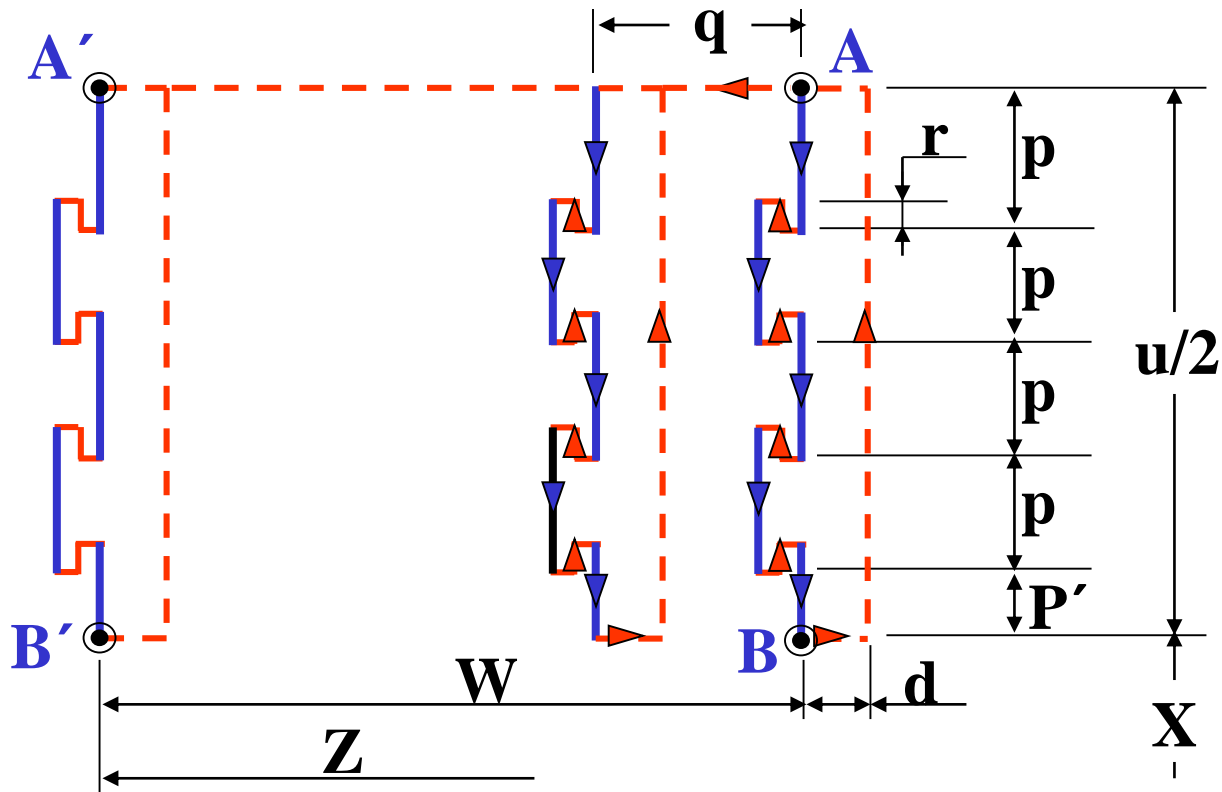
* 지령 방법 : **G75 R r ;**
G75 X(U) u Z(W) w P p Q q R d F f ;

*FANUC 0T, Sentrol Stem 이외의 경우

지령방법 : **G75 X(U) Z(W) I(Δi) K(Δk) F(f) D(Δd) ;**

*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : $G75 R \underline{r} ;$
 $G75 X(U) \underline{u} Z(W) \underline{w} P \underline{p} Q \underline{q} R \underline{d} F \underline{f} ;$



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

R(r) : 후퇴량(Z축 방향의 1회 절입 후 뒤쪽으로 이동하는 량)

Modal지령으로 다음에 지령 될 때까지 유효하며 프로그램에 의해 파라메타가 변경되고 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

X(U) : 가공하고자 하는 X축 방향의 최종(B'점의 직경치수)지점

Z(W) : 가공하고자 하는 Z축 방향의 최종 지점

P(p) : X축 방향의 1회 절입량 Long Chip의 발생을 줄이기 위해 적절한 깊이를 지령, q(Z축 방향의 이동량)과 같이소수점 지령할수 없다.

Q(q) : Z축 방향의 이동량 (절입폭이라고 생각할 수 있으며 흠가공 시 흠Bite의 2/3 정도 절입)

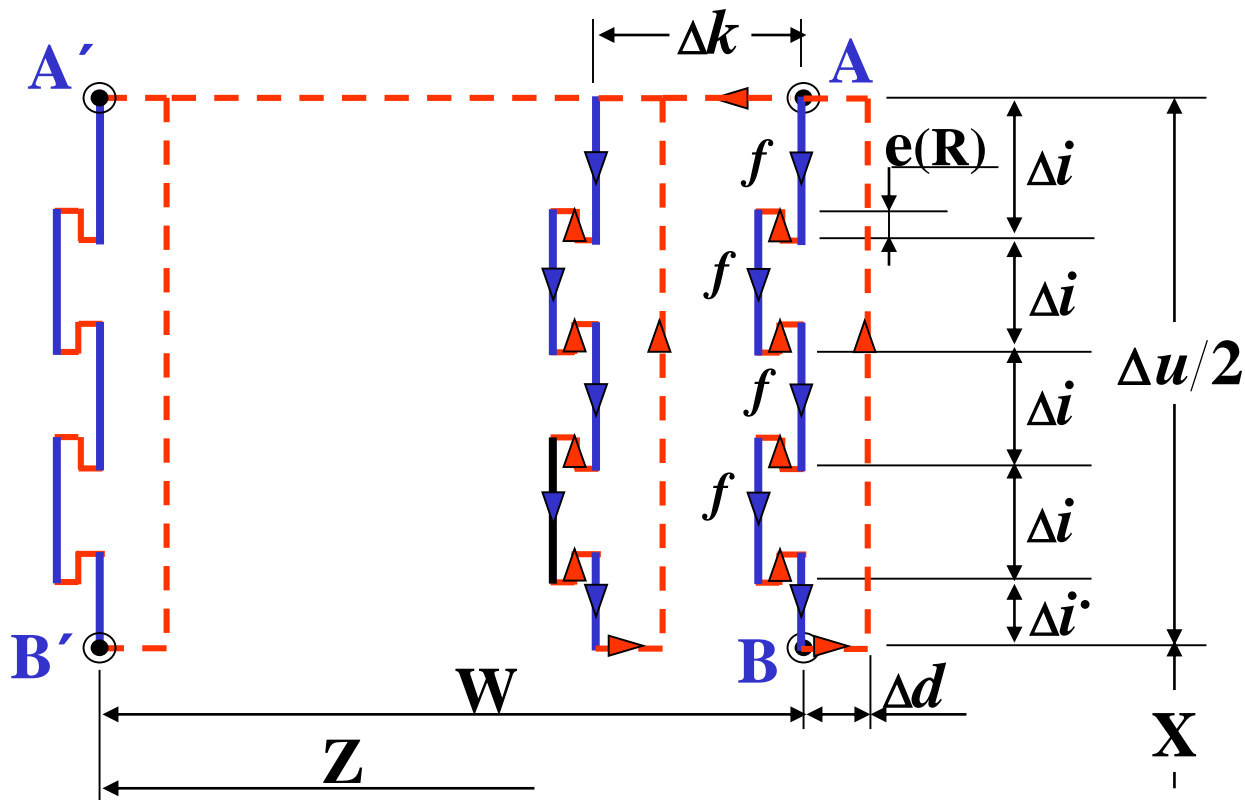
R(d) : Z축 방향의 이동량의 반대 방향으로 후퇴량 지정

Z축 방향의 이동량이 없을 경우 생략, 흠 폭이 흠 Bite와 같은 경우 생략하지 않으면 공구가 파손된다.

F(f) : 흠 절삭 Feed량 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : $G75 X(U) Z(W) I(\Delta i) K(\Delta k) F(f) D(\Delta d)$;



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G75 X(U) Z(W) I(Δi) K(Δk) F(f) D(Δd) ;**

X(U) : 홈의 골지름

Z(W) : 홈의 마지막 위치

I(Δi) : X방향의 절삭량 (부호 없이 지정)

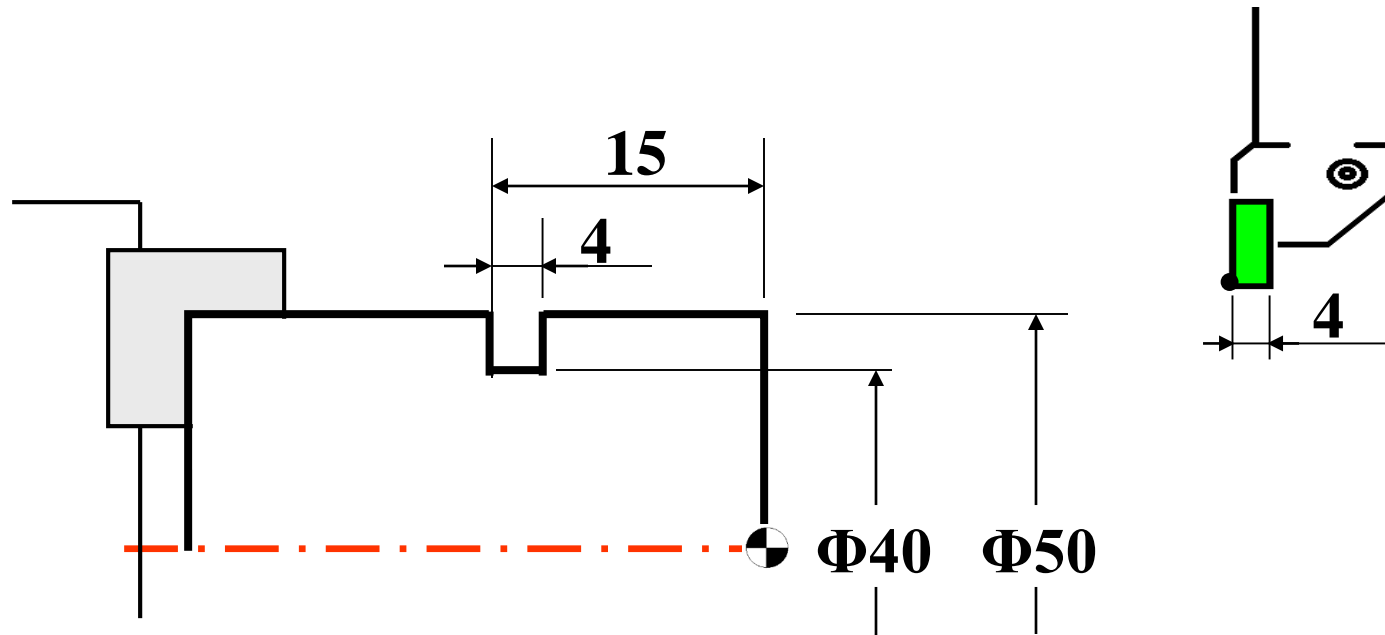
K(Δk) : 홈간 거리 (부호 없이 지정)

D(Δd) : 공구 도피량 (홈 가공의 경우 대개 지령하지 않음)

E : 귀환량 (파라메타로 설정)

F(f) : 이송 속도

- 아래 그림을 보고 내,외경 홈 Cycle(G75)을 이용하여 Programming을 작성하시오?
(단 공작물의 가공폭이 Bite의 폭과 동일 하다.)



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0300 ;

G97 S550 M03 ;

G00 X52. Z-15. T0303 M08 ; --- 고정Cycle의 초기점(시작점)

G75 R0.5 ; --- X축 0.5mm 후퇴량 지정

G75 X40. P1000 F0.08 ; ---- 1mm 절입하고 0.5mm 후퇴를

G00 X100. Z150. T0300 M09 ; 반복 하면서 X축 $\Phi 40\text{mm}$

M05 ; 까지 가공한다.

M02 ;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G28 U0.W0. ;

G50 X150.Z200. T0300 ;

G97 S550 M03 ;

G00 X52. Z-15. T0303 M08 ; --- 고정Cycle의 초기점(시작점)

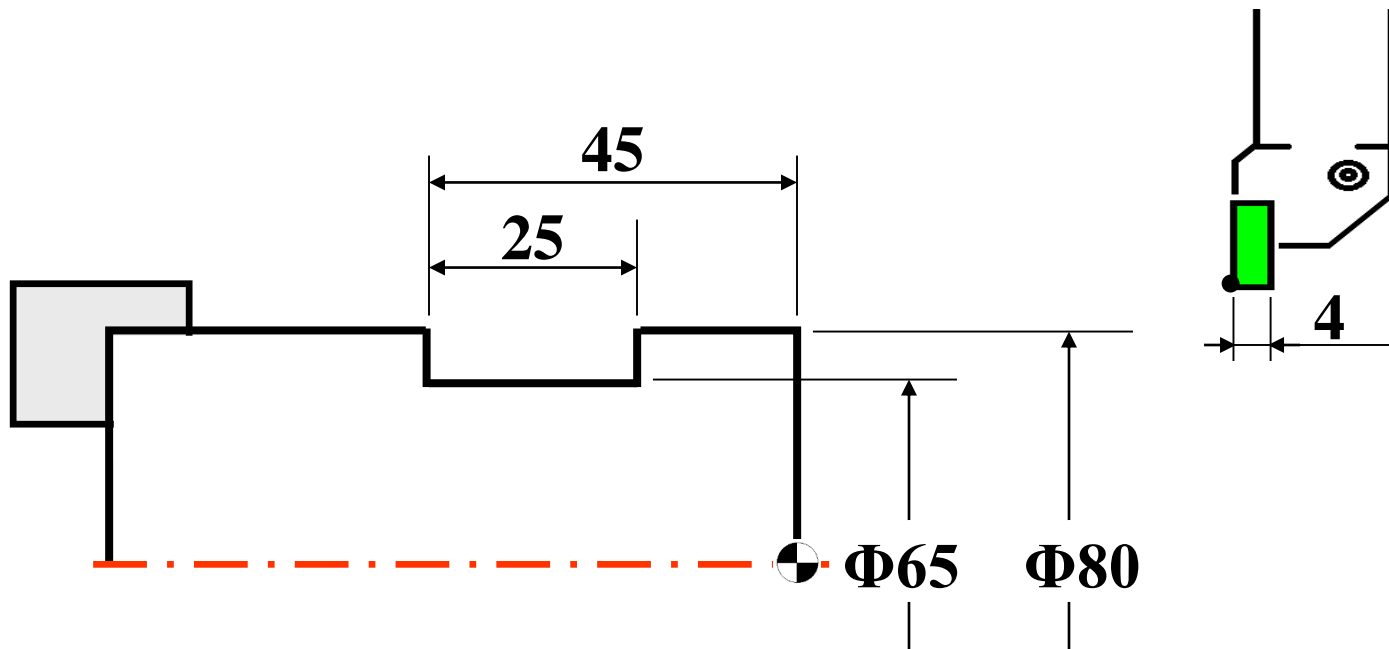
G75 X40. I1. F0.06 ; --- 1mm 절입하고 파라메타에 의한

G00 X100. Z150. T0300 M09 ; 후퇴를 반복 하면서 X축 Φ 40mm

M05 ; 까지 가공한다.

M02 ;

- 아래 그림을 보고 내,외경 홈 Cycle(G75)을 이용하여 Programming을 작성하시오 ?



* 해답 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

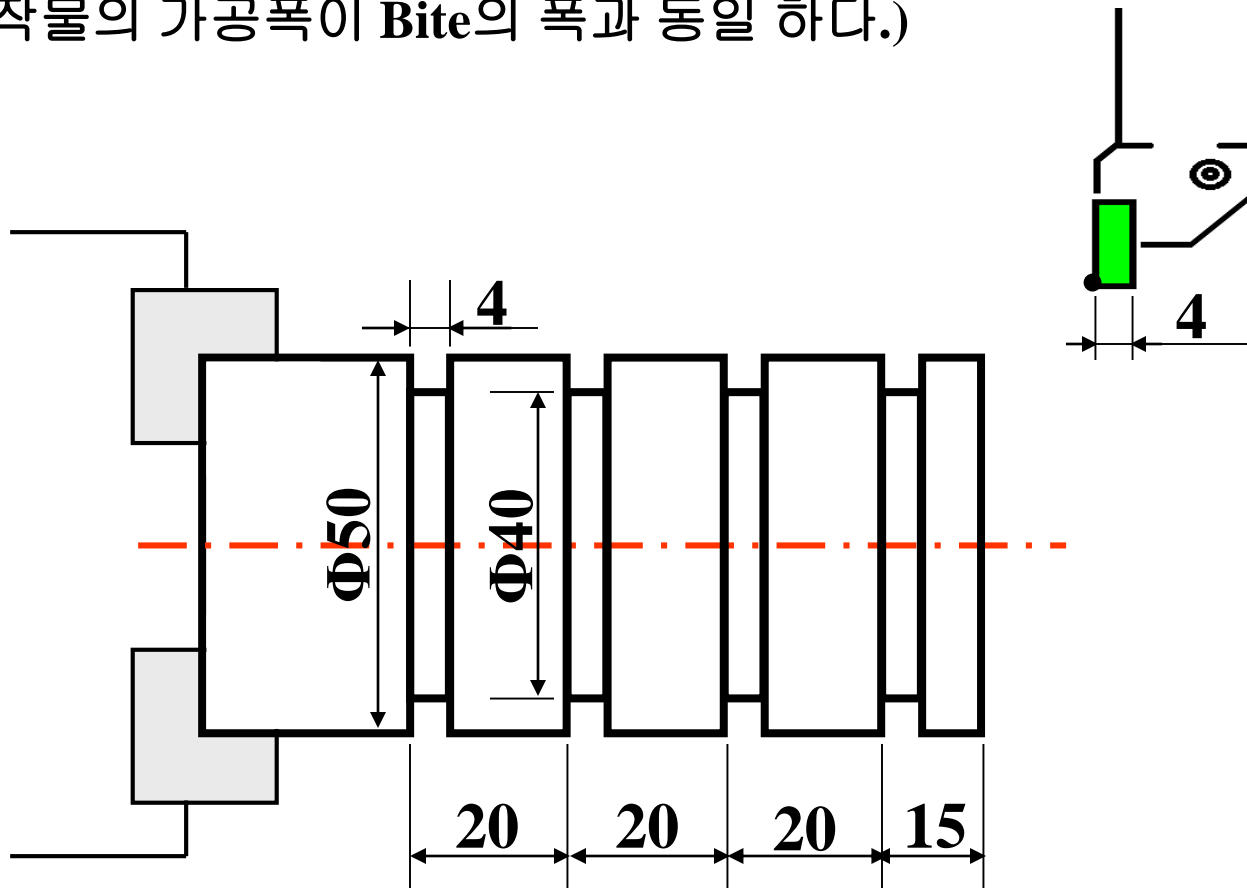
G00 X82. Z24.1 ; ----- 고정 Cycle 초기점(시작점)
 G75 R0.5 ; ----- Z 축 0.5mm 후퇴량 지령
 G75 X65.05 P1000 F0.08 ; ----- 첫번째 한번은 Z축의 후퇴량 없이 가공
 G00 W-3. ; ----- 두번째부터 가공은 Z축의 후퇴량을 사용하고 가공
 하기 위하여 가공 시점을 Bite쪽의 2/3 정도 이동시킨다.
 G75 X65.05 Z-44.9 P1000 Q3000 R0.2 F0.08; ----- G75기능의 위쪽
 Block은 생략하고 아래쪽 Block의 조건만 지령한다.
 (Q3000은 Bite 폭이 4mm이기 때문에 3mm씩 절입하는
 지령이고 R0.2는 X축이 후퇴하는 지령이다.)
 G00 X81. Z-24. ; ----- 정삭가공(흠정삭 Cycle는 없다.)
 G01 X65. F0.1 ;
 Z-44. F0.15 ;
 G00 X81. ;
 Z-45. ;
 G01 X65. F0.1 ;
 W2. ;
 G00 X82. ;

* 해답 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G00 X73.9 Z2. ; ----- 고정 Cycle 초기점(시작점)
 G74 z-5.95 I1. F0.08 ; ----- 첫번째 한번은 Z축의 후퇴량 없이 가공
 G00 U-5. ; ----- 두번째부터 가공은 Z축의 후퇴량을 사용하고 가공
 하기 위하여 가공 시점을 Bite쪽의 2/3 정도 이동시킨다.
 G74 X30.1 Z-5.95 I1. K3. F0.08 ; ----- (K3.은 Bite 쪽이 4mm이기
 때문에 3mm씩 절입하는 지령이다.)
 ----- 정삭가공
 G00 X81. Z-24. ;
 G01 X65.. F0.1 ;
 Z-44. F0.15 ;
 G00 X81. ;
 Z-45. ;
 G01 X65. F0.1 ;
 W2. ;
 G00 X82. ;

- 아래 그림을 보고 내,외경 홈 Cycle(G75)을 이용하여 Programming을 작성하시오 ?

(단 공작물의 가공폭이 Bite의 폭과 동일 하다.)



해답

G28 U0. W0. ;

G50 (X150. Z200.)T0500 ;

G97 S500 M03 ;

G00 X52. Z-15. T0505 M08 ;

FANUC 0T System 의 경우

G75 R0.5 ;

G75 X40. Z-75. P3000 Q20000 F0.07 ;

FANUC 0T System 이외의 경우

G75 X40. Z-75. I3. K20. F0.07 ;

G00 X100. Z150. T0500 M09 ;

M05 ;

M02 ;

**아래의 R(r) 값은 지령하지
않음(지령할 경우 공구파손)**

**아래의 D(Δd)값은 지령하지
않음(지령할 경우 공구파손)**

자동 나사 가공 Cycle (G76)

- 의미 : ① 나사의 최종 골경과 절입 조건등을 2개의 Block으로 지령 하므로서 자동적으로 나사를 완성 가공 할 수 있는 기능

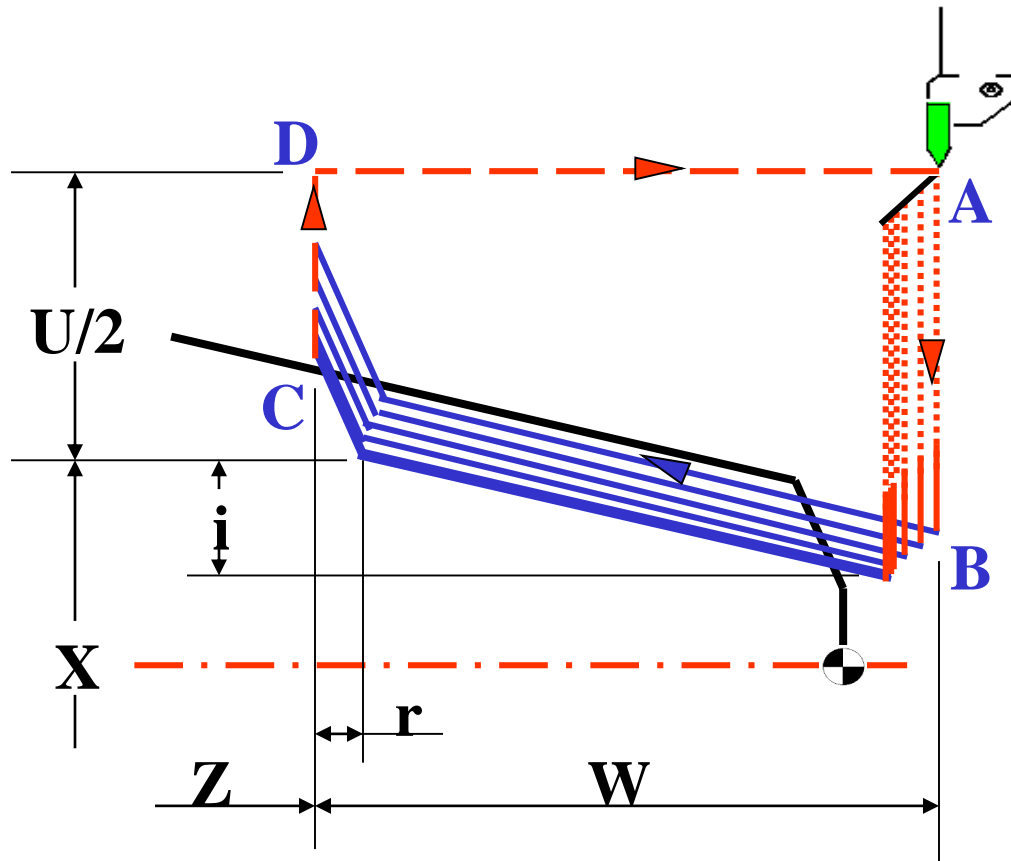
*FANUC 0T, Sentrol System 의 경우

* 지령 방법 : **G76 R r ;**
G76 X(U) u Z(W) w P p Q q R r F f ;

- 주) ① G76 윗쪽 Block의 R과 아래쪽의 R지령의 구분은 X(U), Z(W)가 지령된 Block을 보고 판단 할 수 있다.
- ② Cycle 실행은 X(U), Z(W)가 지령된 블록에서 실행

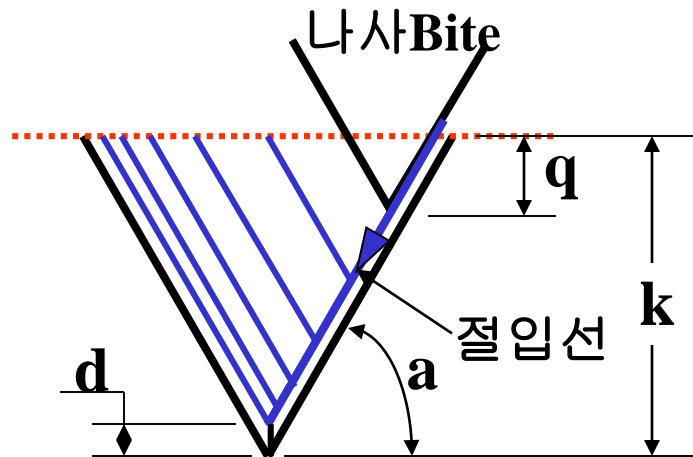
*공구경로(FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

지령방법 : $G76 P \underline{m r a} Q \underline{dmin} R \underline{d} ;$
 $G76 X(U) \underline{u} Z(W) \underline{w} P \underline{k} Q \underline{q} R \underline{i} F \underline{f} ;$

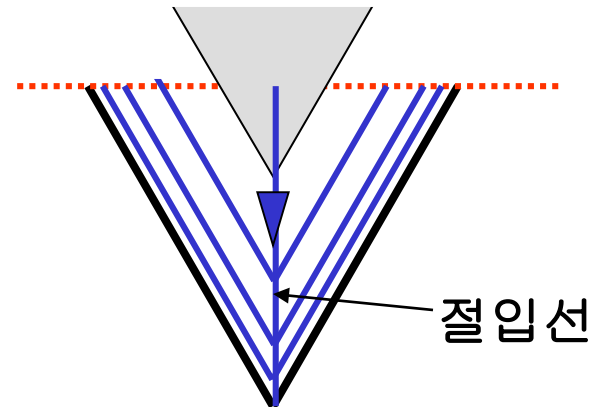


* 자동나사 Cycle의 절입방법

* 60° 절입상세

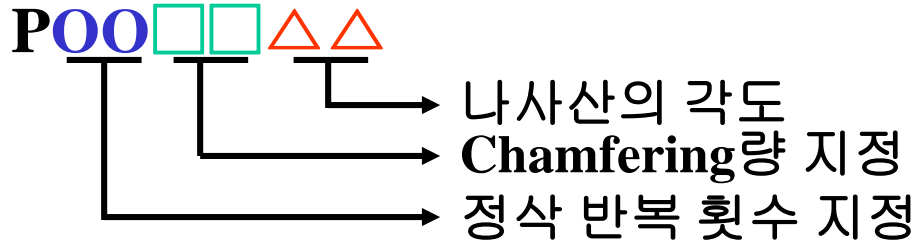


0° 절입상세



* 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

P(mra) : 6단을 동시에 지령해야 하며 의미는 아래와 같다.



m : 정상반복 횟수 지정(1~99회 까지 지정 가능)

r : Chamfering량 지정

나사가공의 마지막 부위의 불안전 나사부를 가공하는 량을 지정
 나사의 Lead를 L로 하여 $0.0 \times L \sim 9.9 \times L$ 까지 지령할 수 있다.

소수점은 지령 할 수 없으며 r=10을 지령하면 45도 각도로 후퇴함

a : 나사산의 각도(나사산의 절입 각도)지정

지령할 수 있는 각도는 $80^\circ, 60^\circ, 55^\circ, 30^\circ, 29^\circ, 0^\circ$ 까지 지령 할 수 있다

P(mra)의 지령 예 P011060

m=1회 정상, r=불안전나사부 1 Pitch (45°), a=삼각나사)

*** 지령 WORD의 의미 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)**

Dmin : 최소 절입량 지정

자동나사Cycle에서는 나사의 골경과 최초 절입량을 지정하면 자동으로 절입 횟수에 비례하여 절입량이 작아진다. 작아지는 하한치 값을 지령하면 이 지령 값 보다는 작아지지 않는다.

R(d) : 정삭 여유 지정

나사가공의 완성 가공 시 마지막 의 절입은 경사를 가지지 않고 직각으로 절입 하는데 이 마지막 직각으로 절입하는 양을 지정

G76 P Q R ; 은 모달 지령이며 파라메타를 직접 입력할 수 있다.

X(U) : 나사가공의 최종 골경의 직경 치수

Z(W) : 나사가공의 길이를 지정

(나사부의 길이와 Chamfering량의 합한 값을 지령

ex 완전 나사부 길이 : 20mm이고 Pitch가 2mm일 때 Z-22.을 지령함

P(k) : 나사산의 높이 지정

나사의 골 치수와 나사산의 높이를 지정으로 나사의 외경을 NC 내부에서 알 수 있으며 이 외경을 기준으로 최초 절입량이 결정된다. 지령방식은 반경치로 지령한다

Q(q) : 최초 절입량 지정

나사가공의 절입 횟수는 최초 절입량을 기준 하여 자동으로 결정 됨

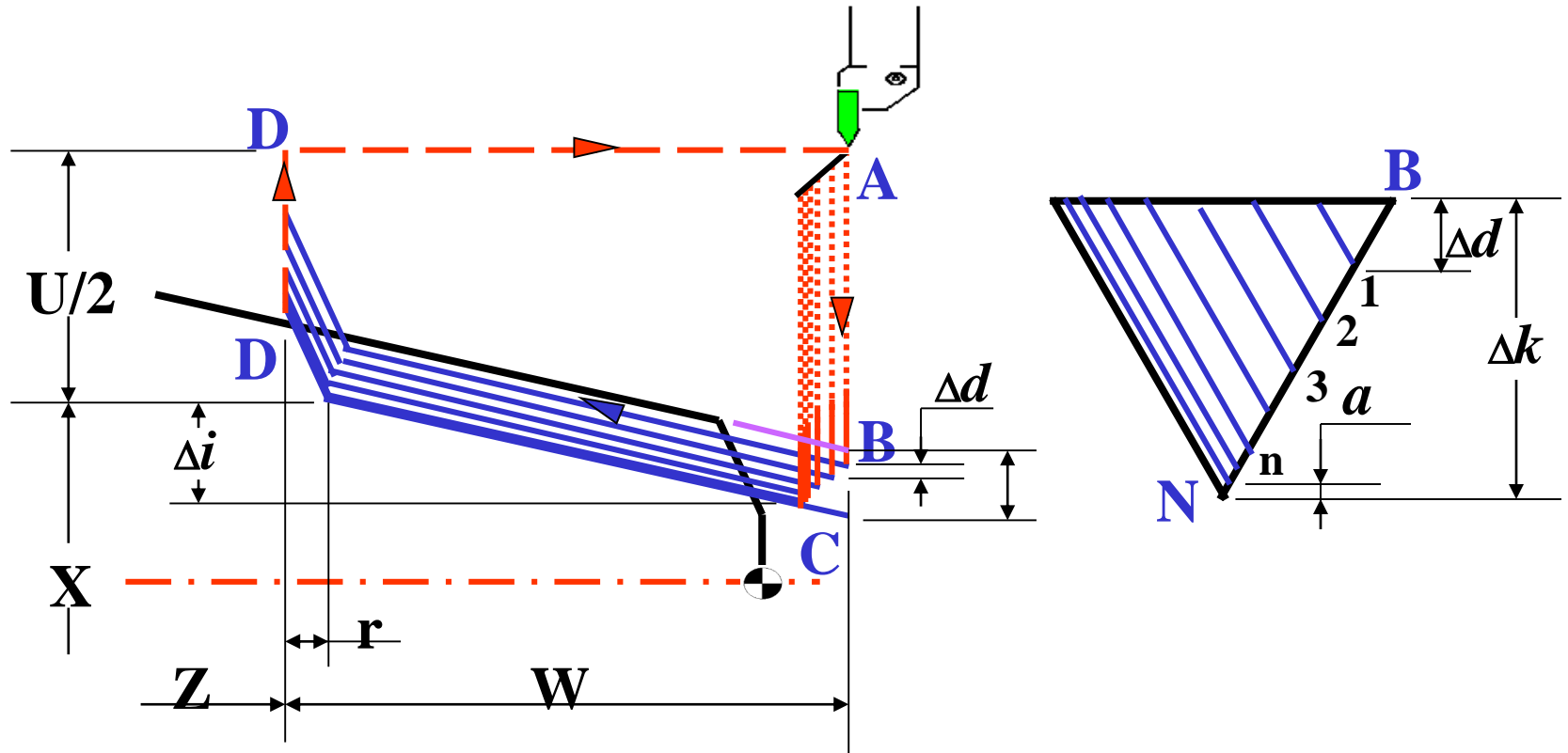
R(i) : 테이퍼 나사 가공 시 기울기량 지정

생략하면 직선 나사가 되고 기울기의 부호는 G92와 같다.

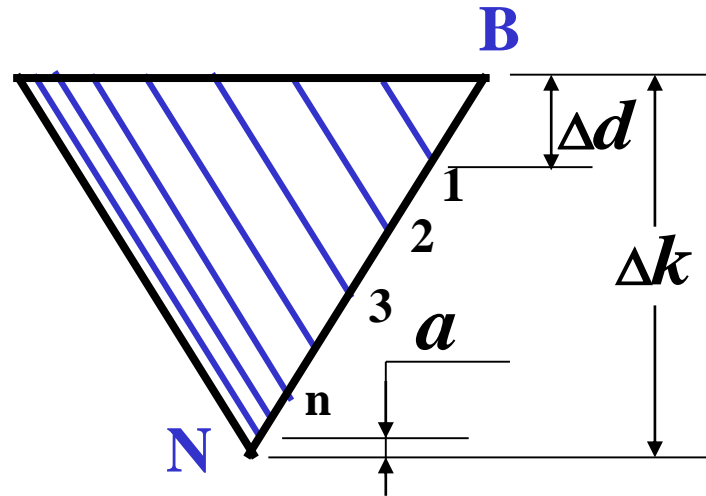
F(f) : 나사의 Lead 지정

*공구경로(FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : **G76 X(U) Z(W) I(Δi) K(Δk) D(Δd) F(E) A(α) P;**



*절삭방법P의 사용방법과 의미



P_1 : 절삭량 일정, 한쪽 날 가공

P_2 : 절삭량 일정, 양쪽 날 가공

P_3 : 절삭깊이 일정, 한쪽 날 가공

P_4 : 절삭깊이 일정, 양쪽 날 가공

* 지령 **WORD**의 의미 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

지령방법 : G76 X(U) Z(W) I(Δi) K(Δk) D(Δd) F(E) A(α) P ;

X(U), Z(W) : 나사 끝 지점의 좌표값

I(Δi) : 나사 시작점과 끝 지점과의 거리(반경지정) **I=0**이면 평행나사

K(Δk) : 나사산의 높이 (반지름 지정)

D(Δd) : 첫 번째 절입 깊이 (반지름 지정)

F(f) : 나사의 Lead

A(a) : 나사의 각도

P : 절삭방법 (생략하면 절삭량 일정, 한쪽날 가공을 수행)

R : 모따기 량 (파라메타로 설정)

주) 복합형 고정 Cycle(G70~G76)의 공통 주의 사항

- ① G70~G73기능은 반자동 (MDI)에서 지령할 수 없다.
- ② G74~G76기능은 반자동 (MDI)에서 지령할 수 있다.
- ③ 복합형 고정 Cycle은 한 Block지령으로 실행할 수 있다.
왜냐하면 왼쪽 Block은 파라메타를 변경시키는 지령이기 때문에 생략하면 이미 설정된 파라메타 내용으로 실행된다
- ④ G70~G73사이의 P~Q Block중에는 다음 내용을 지령할 수 없다
 - * G04를 제외한 One G – Code
 - * G00, G01, G02, G03을 제외한 “01”Group의 G – Code
 - * “06” Group의 G – Code
 - *M98, M99
- ⑤ 복합형 고정 Cycle 실행도중 수동 개입이 가능 하나 재개하려면
필히 개입 전 지점으로 이동 후 재제 하여야 한다.

고정 Cycle와 일반 프로그램의 차이

1) 고정 Cycle Program

- ① Program을 간단히 작성 할 수 있다.
Program작성 시간과 입력 시간, 메모리(Memory)의 용량을 적게 사용한다.
- ② 공구경로는 임의적으로 변경할 수 없다.
가공종료 후 초기 점으로 복귀 하기 때문에 가공 시간이 길어짐

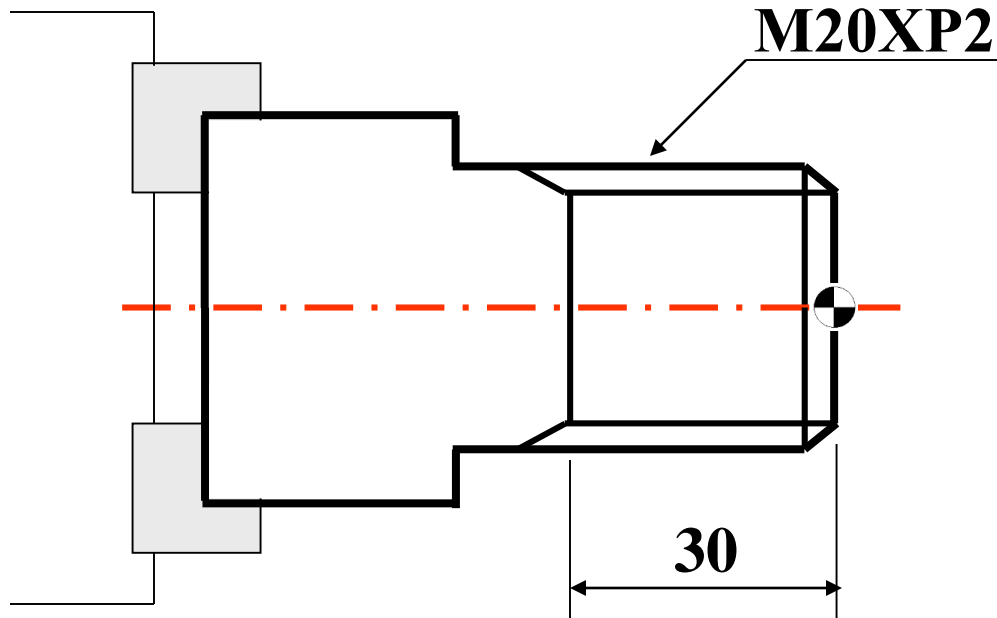
2) 일반 Program

- ① 절입량 계산 등으로 프로그램 작성시간과 입력 시간 등 인내를 요구
- ② 공구경로를 적절히 조정할 수 있어 가공시간을 축소할 수 있다.

결론

다품종 소량 생산일 때는 고정 Cycle를 사용하여 Program작성시간을 절약 할 수 있고 소품종 다량 생산일 때는 일반 Program을 작성하여 개당 시간을 줄여 생산성을 높일 수 있다.

- 아래 그림을 보고 자동나사가공 Cycle(G76)을 이용하여 Programming을 작성하시오 ?



* 해당 (FANUC 0T, Sentrol System의 경우)

G28 U0. W0. ;

G50 X150. Z200. T0700 ;

G97 S500 M03 ;

G00 X24. Z4. T0707 ; ← 나사가공 시작점

G76 P011060 Q50 R20 ; ← G76 자동 나사가공 지령

P : 정삭 1번, 45° Chamfering
절입각도 60°

Q : 최소절입량 0.05mm

R : 정삭여유 0.02mm

X : 나사의 굵경

Z : Chamfering 끝지점의 길이

G76 X17.62 Z-32. P1190

Q350 F2. M08 ;

G00 X100. Z150. T0700 M09 ; P : 나사산의 높이(반경지령)

Q : 최초 절입량 0.35mm

F : 나사의 Lead

M05 ; M02 ;

* 해당 (FANUC 6T, 10T, 11T 의 경우)

G28 U0. W0. ;

G50 X150. Z200. T0700 ;

G97 S500 M03 ;

G00 X24. Z4. T0707 ; ← 나사가공 시작점

G76 X17.62 Z-32. K1.19 ← G76 자동 나사가공 지령

D0.5 F2. A60 ;

G00 X100. Z150. T0700 M09 ;

M05 ;M02 ;

X : 나사의 굵경

Z : Chamfering 끝지점의 길이

K : 나사산의 높이(반경지령)

D : 첫번째 절입 깊이

F : 나사의 Lead