

MCT(Machining Center)

PROGRAM MANUAL

(CNC: FANUC Series)

대우종합기계(주)

1. 목차

1.머시닝센터의 정의

1-1. 머니싱센터의 구조

2.프로그램의 구성

2-1. 어드레스의 의미

3.좌표계

4.준비기능(G코드)

4-1.G코드 일람표

5.프로그램명

6.절대지령(G90),증분지령(G91)

7.G CODE 기능

7-1.위치결정(G00)

7-1-1.수치입력방식

7-2.직선보간(G01)

7-3.원호보간(G02,G03)

7-4.임의각도 면취,코너 R기능

7-5.휴지(G04)

7-6.자동원점복귀(G28)

7-7.제2,제3,제4원점 복귀(G30)

7-8.WORK 좌표계(G54~G59)

7-9.공구경보정(G40,G41,G42)

7-10.공구길이보정(G43,G44,G49)

1. 목차

7-11. 고정사이클

7-11-1. G73(고속 펙드릴링 사이클)

7-11-2. G74(역탭핑 사이클)

7-11-3. G76(정밀보링 사이클:FINE BORING)

7-11-3-1. 정밀보링 작업순서

7-11-4. G81(드릴링 사이클),G82(카운터보링)

7-11-5. G83(펙드릴링 사이클)

7-11-6. G84(탭 사이클)

7-11-6-1. G84(리지드탭:RIGID TAP)

7-11-7. G85(보링 사이클/리머),G86(보링 사이클)

7-11-8. G87(백보링 사이클)

7-11-9. G88(보링 사이클)/G89(보링 사이클)

7-11-10.G80(고정사이클 취소)

7-12. 서브 프로그램 호출(M98,M99)

7-13. 도형 COPY 기능

7-13-1. G72.1-회전복사

7-13-2. G72.2-평행복사

7-13-3. 회전복사기능을 이용한 예제

7-13-4. 평행복사기능을 이용한 예제

8. 보조기능(M코드)

8-1. M코드 일람표

1. 머시닝센터(Machining Center)의 정의

범용 밀링기계에 CNC장치(주1)를 장착한 기계를 CNC밀링이라 하고 CNC밀링기계에 공구 자동 교환장치(ATC:Automatic Tool Changer)를 부착하여 여러 공정의 연속적인 작업이 필요한 공작물을 자동으로 공구교환해 가면서 가공하는 공작기계를 머시닝센터라고 한다.

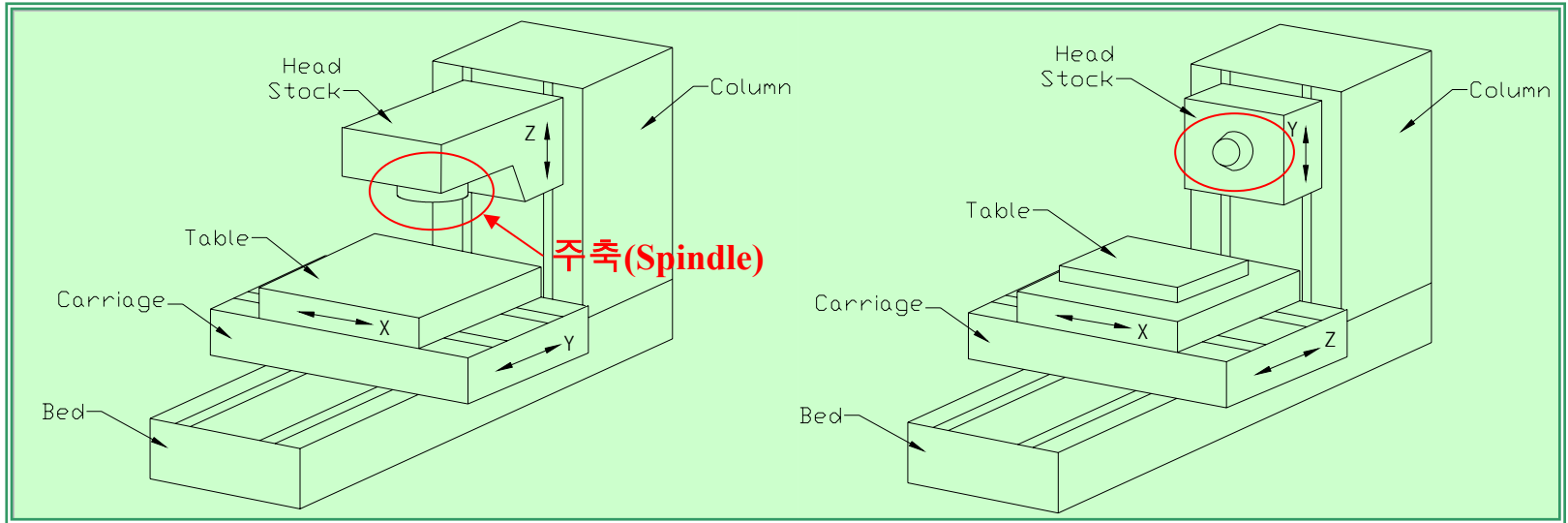
(주1) CNC란?

Computerized Numerical Control의 약자로 컴퓨터화된 수치제어장치라는 의미로 소형컴퓨터를 내장한 NC기계에 가공현상,가공조건,가공동작등의 데이터를 컴퓨터에 의해 프로그래밍하여 NC데이터를 펄스신호화된 상태로 보유하고 기계를 가동하는 장치를 말한다.

1-1.머시닝센터의 구조

머시닝센터는 주축의 방향에 따라 크게 두가지 종류로 구분한다.

- 수직형(VERTICAL) 머시닝센터 : 주축(Spindle)이 수직방향으로 이동
- 수평형(HORIZONTAL) 머시닝센터 : 주축(Spindle)이 수평방향으로 이동



수직형 머시닝센터

수평형 머시닝센터

2. 프로그램의 구성

프로그램의 구성은 다음과 같이 되어 있다.



O0001

G90G00 G40 G49G80 ↓

Address ← Data

T01M06 ↓

Word

G54G90G00 X100. Y100. S500 M03 ↓ → Block

G43 Z50.H01M08 ↓ → Block

.

.

(이하생략)

.

.

M30 ↓

- ◎ Address : 프로그램상에 사용하는 한자리의 영문자 (A~ Z)
- ◎ Data: 프로그램상에 사용하는 숫자 (0~9)
- ◎ Word: Address + Data
- ◎ Block: 하나 또는 여러 개의 워드(Word)를 묶어 블록이라고 하며 블록의 끝에는 E.O.B(End Of Block : ↓)가 붙는다

2-1. 어드레스(Address)의 의미

영문자 한자리수로 지령되며 뒤에 오는 **Data**(프로그램상의 숫자)의 의미를 규정하는 역할을 한다.

FANUC Series에서는 어드레스의 의미가 다음과 같다.

기 능	주 소	의 미
Program 번호	O	Program Number
Block 전개번호	N	Sequence Number
준비기능	G	NC동작모드 지시
좌 표 치	X,Y,Z A,B,C U,V,W	NC 제어축의 이동지령
	I, J, K	원호중심 지령
	R	원호반경
이송기능	F	분당이송,회전당이송 속도
보조기능	M	기계축 ON/OFF제어
	B	테이블 분할 (제2보조기능)
주축기능	S	주축회전수
공구기능	T	공구 번호
오프셋번호	H,D	길이 보정, 공구경 보정
휴 지	X,P	휴지시간(Dwell) 지정
Program 번호지정	P	서브 프로그램 번호
반복회수	P	서브 프로그램 반복횟수
파라메타	P,Q	고정사이클의 파라메타

3. 좌표계

3-1. 기계좌표계(Machine Coordinate System)

기계 메이커에서 정한 기계상에 기준이 되는 점을 기계원점이라고 하며 이점을 기준으로 하는 좌표계를 기계좌표계라 한다.

(전원 투입후 수동 기계원점복귀후 NC에 미리 설정되어진 위치정보를 알려줌으로써 기계좌표계가 결정된다)

3-2. 공작물 좌표계(Work Coordinate System)

작업자가 가공할 소재를 기준으로 설정한 점을 공작물원점 또는 프로그램원점이라고 하며 이점을 기준으로 하는 좌표계를 공작물(Work) 좌표계 또는 프로그램 좌표계라 한다.

(공작물(Work)좌표계를 사용하기 위해서는 작업자가 그 위치를 미리 NC에 설정해 두워야 한다)

※이하 프로그램원점으로 표기함

3-3. 로컬 좌표계(Local Coordinate System)

프로그램 좌표계를 기준으로 프로그램 안에서 새로 만든 좌표계를 로컬좌표계라 한다.

(G52지령에 의해 로컬좌표계가 설정된다)

4. 준비기능(G코드)

준비기능은 G다음에 3자리 수치로 표현되며 크게 다음의 2종류로 구분할 수 있다.

1)원샷 G코드(One Shot G Code)

:지령된 블록(Block)에서만 유효한 G코드 (일회성 유효 G코드)

2) 모달 G코드(Modal G Code)

:동일그룹의 다른 G코드가 지령될 때까지 유효한 G코드 (연속성 유효 G코드)

예를 들면 ,그룹번호가 같은 G00,G01의 경우

G01 X100.

Y100.

X0.

Y0.

G00 X-15. Y-15.

G코드가 지령되지 않은 3블록에서
는 G01기능이 유효

4-1.G코드 일람표

G코드	그룹	기능	구분	G코드	그룹	기능	구분	
★G00	01	위치결정		G27	00	Reference점 복귀 Check		
G01		직선보간		G28		Reference점 자동 복귀		
G02		원호보간 CW/헬리컬 보간 CW		G29	00	Reference점으로부터의 자동복귀		
G03		원호보간 CCW/헬리컬 보간 CCW		G30		제2,제3,제4 Reference점 복귀		
G04	휴지, Exact Stop		G30.1	Floating Reference점 복귀				
G05	00	고속사이클 가공	○	G31		Skip 기능		
G07.1(G107)		원통보간	○	G33	01	나사절삭	○	
G08		선행제어	○	G37	00	공구길이 자동 측정	○	
G09		Exact Stop		G39		Corner Offset 원호보간	○	
G10		Programmable Data 입력	△	★G40	07	공구경 보정 Cancel		
G10.6		공구 도피 & 복귀	○	G41		공구경 보정 좌		
G11		Programmable입력 Mode Cancel	△	G42		공구경 보정 우		
G12.1		25	극좌표 보간 Mode	○	★G40.1(G150)	19	법선방향제어 Cancel Mode	○
★G13.1			극좌표 보간 Cancel Mode	○	G41.1(G151)		법선방향제어 좌측 On	○
★G15		17	극좌표 지령 Cancel	○	G42.1(G152)		법선방향제어 우측 On	○
G16	극좌표 지령		○	G43	08	공구길이보정 +		
★G17	02	XY 평면선택		G44		공구길이보정 -		
G18		XZ 평면선택		G45	00	공구위치 Offset 신장	○	
G19		YZ 평면선택		G46		공구위치 Offset 축소	○	
G20	06	Inch 입력		G47		공구위치 Offset 2배 신장	○	
G21		Metric 입력		G48		공구위치 Offset 2배 축소	○	
★G22	04	Stored Stroke Check 기능 On		★G49	08	공구길이보정 Cancel		
G23		Stored Stroke Check 기능 Off		★G50	11	Scaling Cancel	○	

4-2.G코드 일람표

G코드	그룹	기능	구분	G코드	그룹	기능	구분	
G51	11	Scaling	○	G73	09	Perk Drilling Cycle		
★G50.1	22	Programmable Mirror Image Cancel	○	G74		역 Tapping Cycle		
G51.1		Programmable Mirror Image	○	G76		Fine Boring Cycle		
G52	00	Local 좌표계 설정		★G80		고정 Cycle Cancel		
G53		기계좌표계 선택		G81		Drill Cycle,Spot Boring Cycle		
★G54	14	Work 좌표계 1선택		G82		Drill Cycle,Counter Boring Cycle		
G54.1		추가 Work 좌표계 선택		G83		Perk Drilling Cycle		
G55		Work 좌표계 2선택		G84		Tapping Cycle		
G56		Work 좌표계 3선택		G85		Boring Cycle		
G57		Work 좌표계 4선택		G86		Boring Cycle		
G58		Work 좌표계 5선택		G87		Back Boring Cycle		
G59		Work 좌표계 6선택		G88		Boring Cycle		
G60		한방향 위치결정		G89		Boring Cycle		
G61		Exact stop		G90		Asolute 지령		
G62		자동 Corner Override	○	G91	Incremental 지령			
G63		Tapping Mode		G92	00	Work 좌표계의 설정		
★G64		절삭 Mode		G92.1		Work 좌표계 Preset		
G65		00	Macro 호출	△	★G94	05	분당 이송	
G65		12	Macro Modal 호출	△	G95		회전당 이송	○
★G67	Macro Modal 호출 Cancel		△	G96	13	주축 일정 제어	○	
G68	16	좌표회전	○	★G97		주축 일정 제어 Cancel	○	
★G69		좌표회전 Cancel	○	★G98	10	고정 Cycle Initial Level 복귀		
G72.1	00	회전 Copy	○	G99		고정 Cycle R점 Level 복귀		
G72.2		평행 Copy	○					

5. 프로그램명

프로그램명은 O 뒤에 최대 4자리수의 숫자를 사용하여 지정한다.

ex) O0001~O9999

(주의사항)

1. 프로그램번호 O8000~O9999는 기계메이커에서 작성하기 때문에 인터록이 걸려있어 일반사용자가 사용할 수 없는 경우가 있다.

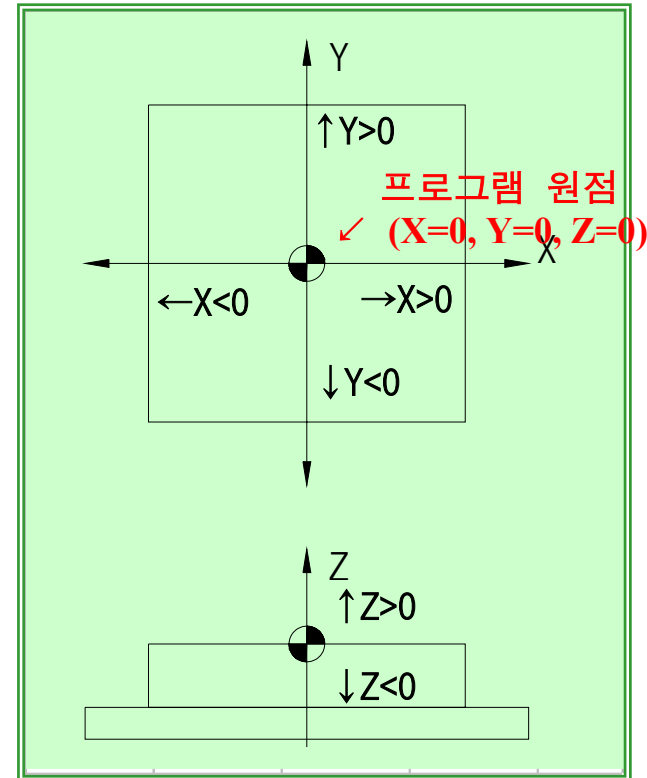
6. 절대(Absolute)지령, 증분(Incrementer)지령

6-1. 절대지령 (G90)

:프로그램 원점을 기준으로 이동할점의 X,Y,Z축 좌표치 지령

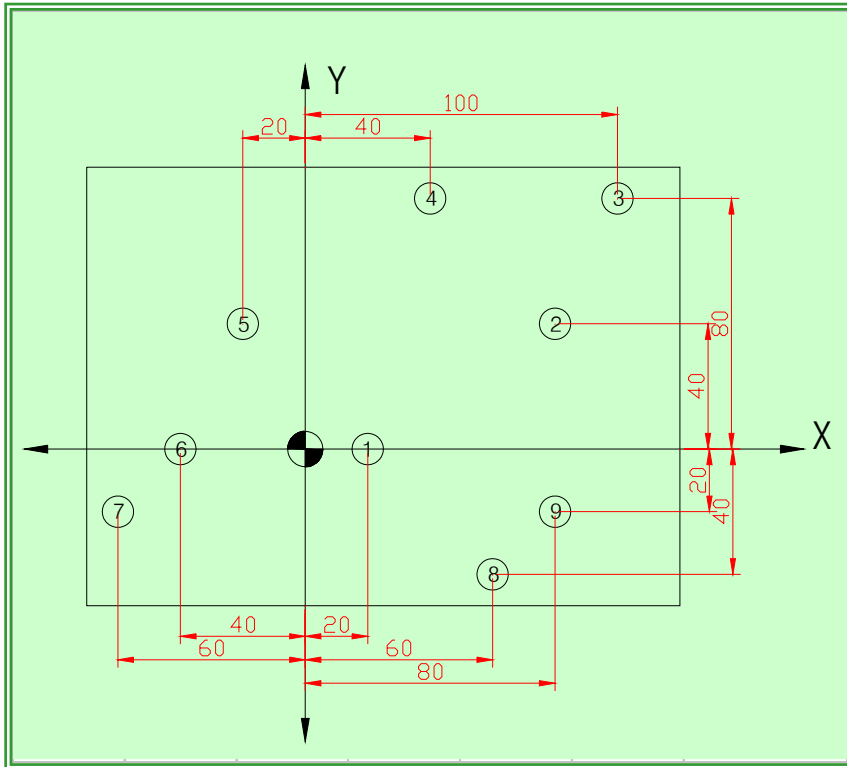
6-2. 증분지령 (G91)

:현재 공구위치를 기준으로 이동할점의 X,Y,Z축 이동량과 방향 지령
(현재공구위치가 항상 X0,Y0,Z0이 된다)



6-3. 절대지령, 증분지령 예제

예제1) 절대,증분지령을 이용하여 아래의 도면을 프로그램하면 다음과 같다.



방법 위치	절대지령	증분지령
● → 1	G90G00 X20. Y0 ↓	G91G00 X20. Y0 ↓
1 → 2	G90G00 X80. Y40.↓	G91G00 X60. Y40. ↓
2 → 3	G90G00 X100.Y80.↓	G91G00 X20. Y40. ↓
3 → 4	G90G00 X40. Y80.↓	G91G00 X-40. Y0. ↓
4 → 5	G90G00 X-20. Y40.↓	G91G00 X-60. Y-40.↓
5 → 6	G90G00 X-40. Y0 ↓	G91G00 X-20. Y-40.↓
6 → 7	G90G00 X-60.Y-20.↓	G91G00 X-20. Y-20.↓
7 → 8	G90G00 X60. Y-40.↓	G91G00 X120.Y-20.↓
8 → 9	G90G00 X80. Y-20.↓	G91G00 X20. Y20. ↓

7.G-CODE 기능: 위치결정(G00)

7-1. 위치결정(G00)

공구가 현재위치에서 지령한 좌표로 급속이송 속도로 이동한다.

급속이송속도(주2)로 이동하므로 절삭시 사용하면 충돌할 위험이 있어 절삭하지 않는 부위에서 공구를 이동할때 주로 사용한다.(G00=G0 모두 사용 가능)

FORMAT:

$\left. \begin{matrix} \text{G90} \\ \text{G91} \end{matrix} \right\} \text{G00 X_ Y_ Z_} \downarrow$

X: 이동할점의 X좌표

Y: 이동할점의 Y좌표

Z: 이동할점의 Z좌표

(주2) 급속이송속도란?

기계상의 이송할 수 있는 최고속도라 할 수 있으며 기계메이커측에서 기종별도 설정함으로 사용자가 따로 설정할 필요는 없음.(급속이송 속도 단위: m/min)

7-1-1. 수치(DATA) 입력방식

프로그램상의 DATA(수치)는 다음의 2가지 방법에 의하여 지령할 수 있다.

1)전탁형 기본단위: 1

X1 → 1mm (1inch)

X10 → 10mm (10inch)

2)최소설정단위형 기본단위: 1/1000

X1 → 0.001mm (0.001inch)

X10 → 0.01mm (0.01inch)

X1000 → 1mm (1inch)

X1. → 1mm (1inch)

X10. → 10mm (10 inch)

※ 참고

1)파라메타 NO.3401<0>으로 설정가능.

NO.3401<0>= 0 일때: 최소설정단위형

NO.3401<0>= 1 일때: 전탁형

2)소수점 입력이 가능한 어드레스에서만 위의 사항이 해당됨.

※본 메뉴얼에 표기된 파라메타는 F-16/18/21 또는 F-16i/18i/21i/0i Series에 해당하는 번호이며, 다른 Series에 대해서는 해당 시리즈에 맞는 파라메타 설명서 참조.

7-2. 직선보간(G01)

공구가 지령한 좌표까지 지령된 이송속도로 직선가공한다.

FORMAT:

$\left(\begin{array}{l} G90 \\ G91 \end{array} \right) G01 X_ Y_ Z_ F_ \downarrow$

X: 직선종점의 X좌표

Y: 직선종점의 Y좌표

Z: 직선종점의 Z좌표

F: 이송속도 (Feed : mm/min)

※ 이송속도(F) 구하는 방법

Φ20 HSS ENDMILL을 사용하여 황삭작업시
회전수(N),이송속도(F)는 ?

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 25}{\pi \times 20} \\ = 400$$

V : 절삭속도
π : 원주율(3.14)
D : 공구의 직경
(Diameter)

$$F = N \times Z \times S$$

N : 회전수
Z : 공구날수
S : 이송량(mm/rev)

$$F = 400 \times 2 \times 0.1 = 80(\text{mm/min})$$

* 위 식의 V(절삭속도)와 S(이송량)은
공구메이커에서 제시한 값을 참조로 한다.

7-3. 원호보간(G02/G03)

공구가 지령한 좌표까지 지령된 이송속도로 원호가공한다.

7-3-1. R값 지령

FORMAT:

G17 (XY평면일 경우)

$$\begin{pmatrix} \text{G90} \\ \text{G91} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{G02} \\ \text{G03} \end{pmatrix} \quad \text{X_ Y_ R_ F_} \downarrow$$

G18 (XZ평면일 경우)

$$\begin{pmatrix} \text{G90} \\ \text{G91} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{G02} \\ \text{G03} \end{pmatrix} \quad \text{X_ Z_ R_ F_} \downarrow$$

G19 (YZ평면일 경우)

$$\begin{pmatrix} \text{G90} \\ \text{G91} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{G02} \\ \text{G03} \end{pmatrix} \quad \text{Y_ Z_ R_ F_} \downarrow$$

G02: 시계방향(CW)의 원호보간

G03: 반시계방향(CCW)의 원호보간

X: 원호종점의 X좌표

Y: 원호종점의 Y좌표

Z: 원호종점의 Z좌표

R: 원호반경

F: 이송속도 (Feed)

7-3. 원호보간(G02/G03)

7-3-2. I, J, K값 지령

FORMAT:

G17 (XY평면일 경우)

$\begin{pmatrix} G90 \\ G91 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G02 \\ G03 \end{pmatrix} \quad X_ Y_ I_ J_ F_ \downarrow$

G18 (XZ평면일 경우)

$\begin{pmatrix} G90 \\ G91 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G02 \\ G03 \end{pmatrix} \quad X_ Z_ I_ K_ F_ \downarrow$

G19 (YZ평면일 경우)

$\begin{pmatrix} G90 \\ G91 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G02 \\ G03 \end{pmatrix} \quad Y_ Z_ J_ K_ F_ \downarrow$

I : 원호시작점에서 원호중심점까지의
X축 거리와 방향

J : 원호시작점에서 원호중심점까지의
Y축 거리와 방향

K : 원호시작점에서 원호중심점까지의
Z축 거리와 방향

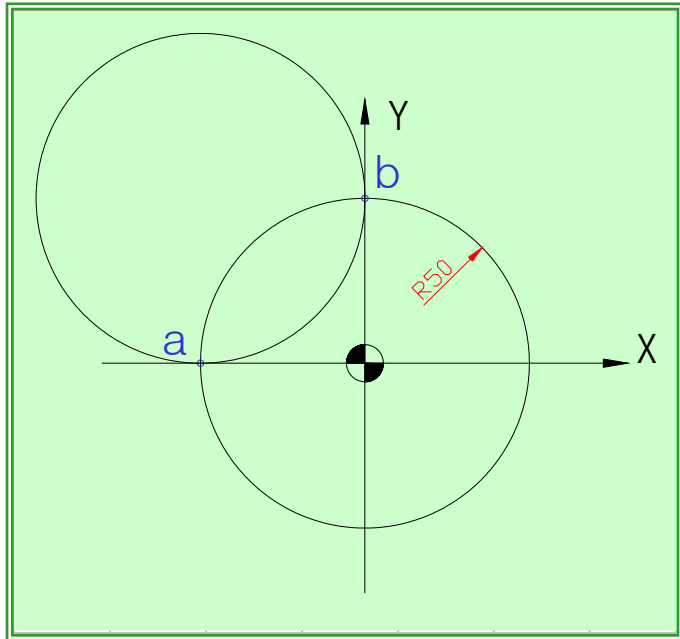
7-3. 원호보간(G02/G03)

7-3-3. R과 I,J,K와의 상관관계

- 1) 0° 이상 180° 이하의 원호가공時 : R+ 지령
- 2) 180° 이상 360° 미만의 원호가공時 : R-지령
- 3) 360° 일주원호가공時 : I,J,K 지령

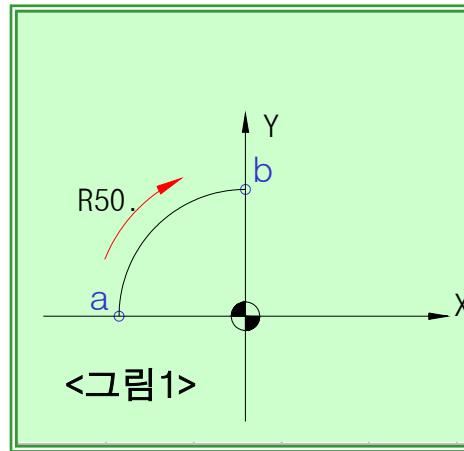
(360° 일주원호일 경우 R값은 지령불가 / I,J,K는 0° 에서 360° 까지 모두 사용가능)

※ 점a와 점b를 지나는 반경 50을 만족하는 원호는
아래와 같이 2개가 발생된다.



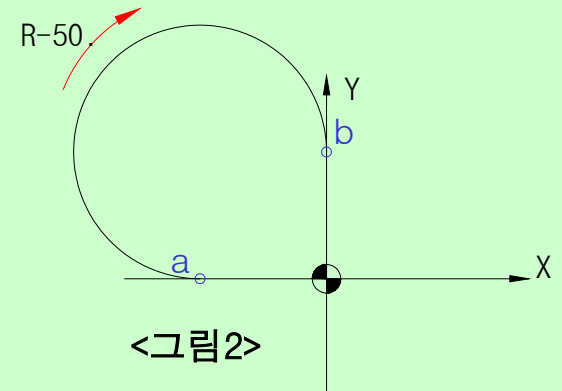
<그림1>의 경우

G90G02 X0 Y50.R50.F300



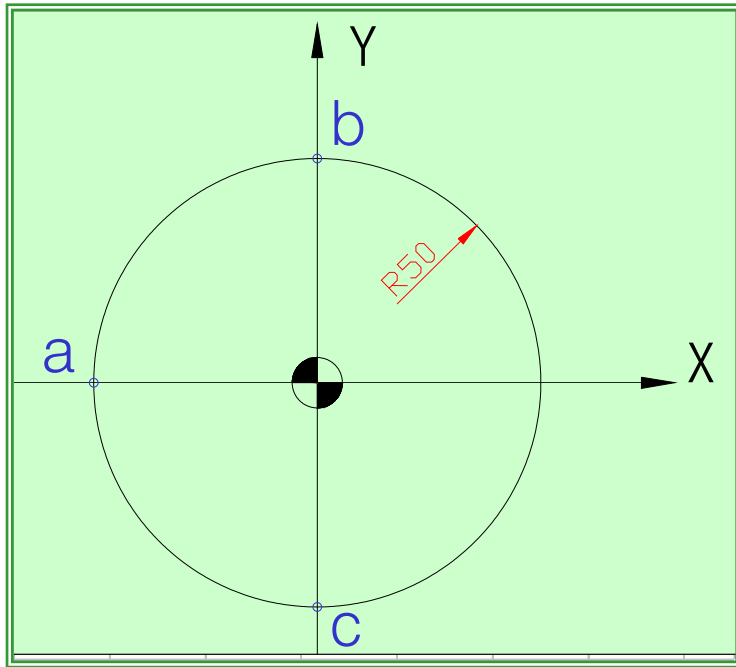
<그림2>의 경우

G90G02 X0 Y50.R-50.F300



7-3-4. G02, G03 활용 예제 프로그램 예제

7-3-4. G02, G03 활용 프로그램 예제



a → b(cw) 절대지령
G90G02 X0 Y50. R50. F100 ↓
=G90G02 X0 Y50. **I50. J0** F100 ↓

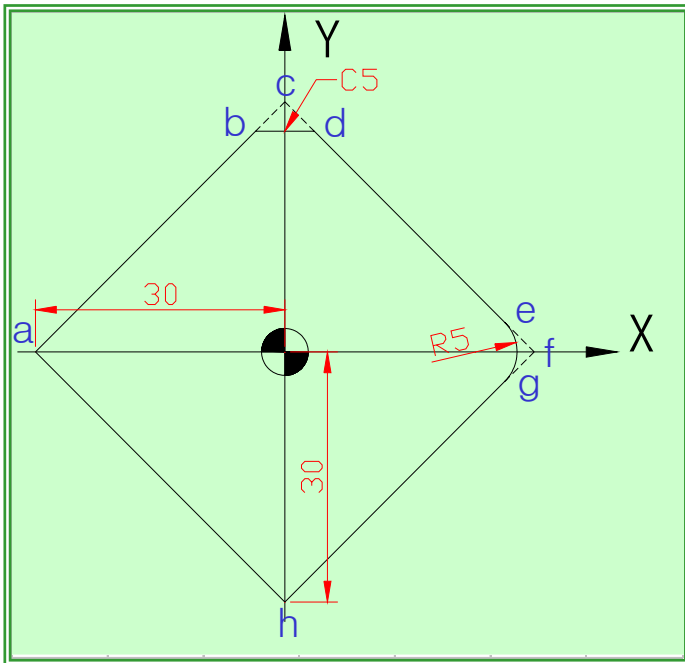
b → c(cw) 절대지령
G90G02 X0 Y-50. R50. F100 ↓
=G90G02 X0 Y-50. **I0 J-50.** F100 ↓

a → a(cw) 절대지령
G90G02 X-50.Y0 **I50.J0** F100 ↓

7-4. 임의각도 면취, 코너R 기능

임의의 두개의 직선 또는 원호의 연결부위에 면취 또는 코너R을 자동으로 수행하는 기능

※ 아래의 도면과 같이 두개의 직선이 만나는 교점에 C 또는 R이 있는 경우 두직선이 만나는 가상의 교점(점C,점F)을 가공중점의 좌표로 지령하고 그 BLOCK에 C 또는 R의 크기를 입력하면 자동으로 면취와 코너R의 형상을 인식하여 가공된다.



※ a를 시작점으로 시계방향 절삭시 프로그램

G90G01 X0 Y30.F100 ,C5.

X30.Y0 , R5.

X0 Y-30.

X-30.Y0

7-5. 휴지(G04: Dwell)

휴지 지령절에 지령된 시간만큼 일시 정지하는 기능

FORMAT:

G04 X__ ↓
G04 P__ ↓ **X, P: 휴지시간(SEC)**

예를 들어, 10초간 휴지할 경우

G04 X10. 또는,

G04 P10000

(P는 소수점 사용이 불가능하므로 반드시 1/1000로 지령하여야 한다.)

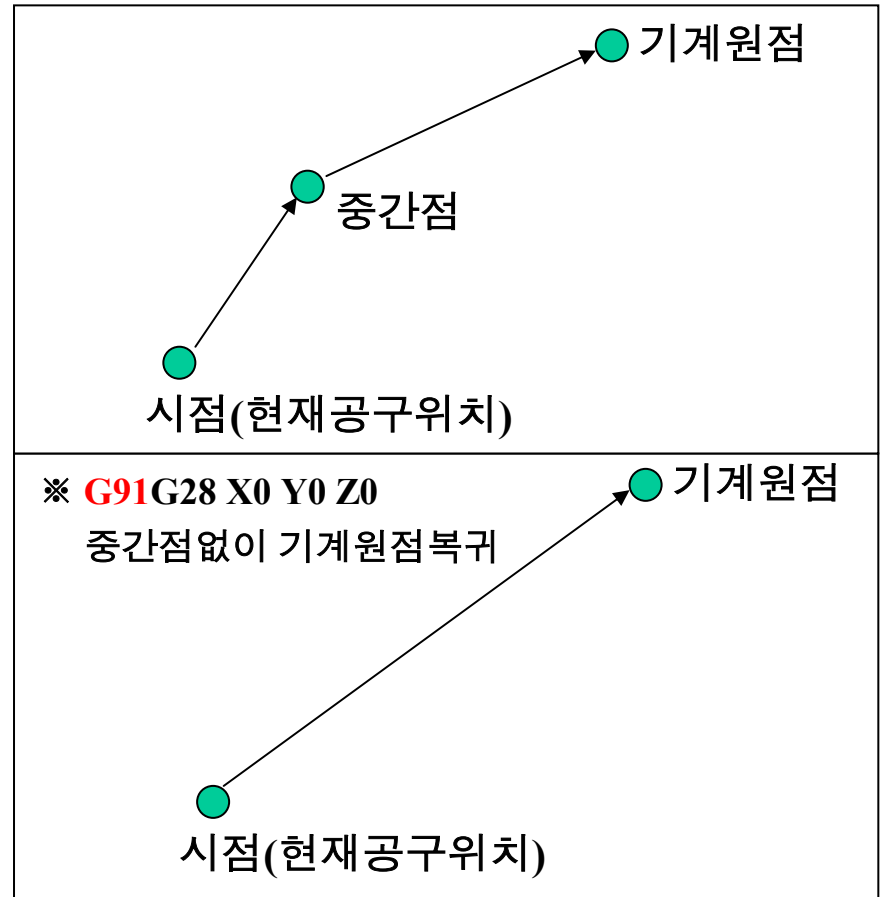
7-6. 자동원점복귀(G28)

기계메이커에서 정한 기계상의 고유의 원점인 기계원점으로 지령한 축을 자동으로 복귀시키는 기능으로 주로 사용용도는 공구교환이나 파레트교환을 할때 이용한다.

FORMAT:

$\left[\begin{matrix} G90 \\ G91 \end{matrix} \right] G28 X_ Y_ Z_ \downarrow$

X:중간점(경유점)의 X좌표
Y:중간점(경유점)의 Y좌표
Z:중간점(경유점)의 Z좌표



7-7. 제2, 제3, 제4원점 복귀(G30)

G30 지령에 의해 지령된 축이 제2, 제3, 제4원점으로 자동복귀되는 기능이다.
 단, 제2, 제3, 제4원점은 작업자에 의해 정해지므로 반드시 사용전 제2,3,4원점의 위치를 해당 파라메타에 미리 설정시켜 놓아야 한다.

FORMAT:

$$\begin{matrix} \text{P2} \\ \text{G90} \\ \text{G91} \end{matrix} \text{G30 X_ Y_ Z_} \begin{matrix} \text{P3} \\ \downarrow \\ \text{P4} \end{matrix}$$

X: 중간점(경유점)의 X좌표

Y: 중간점(경유점)의 Y좌표

Z: 중간점(경유점)의 Z좌표

P2: 제2원점

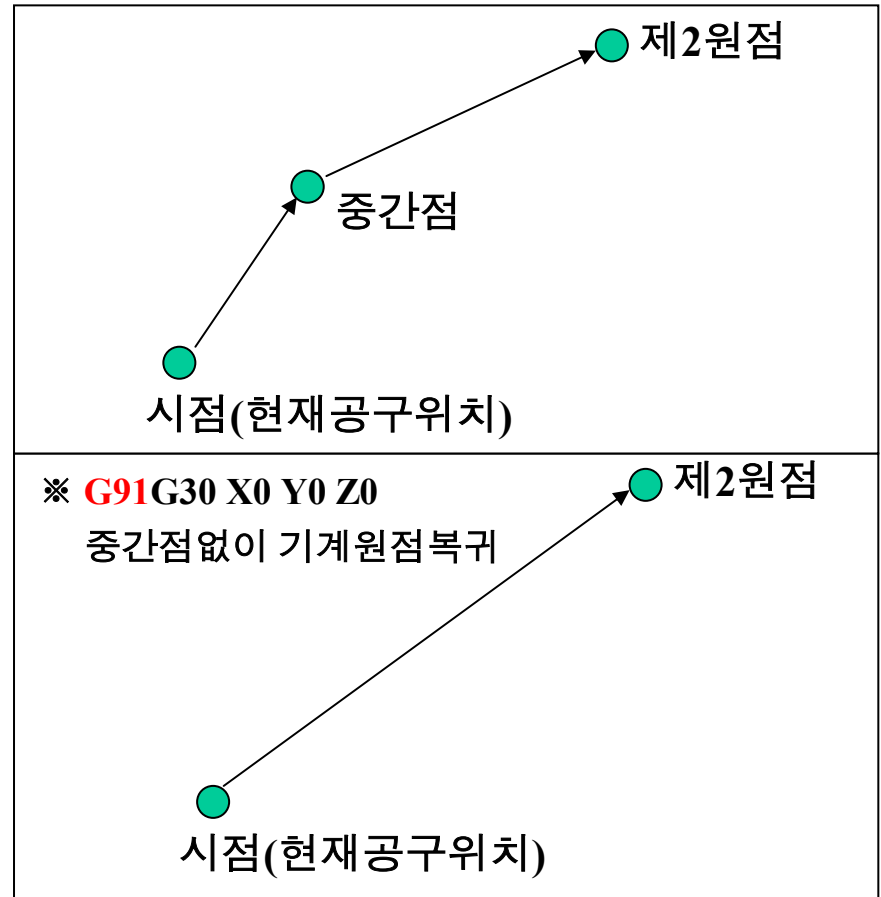
(FANUC 0M:파라메타 N735~737)

(FANUC 16/18/21M:파라메타 N1241)

※ 제3, 제4원점은 파라메타 설명서 참조

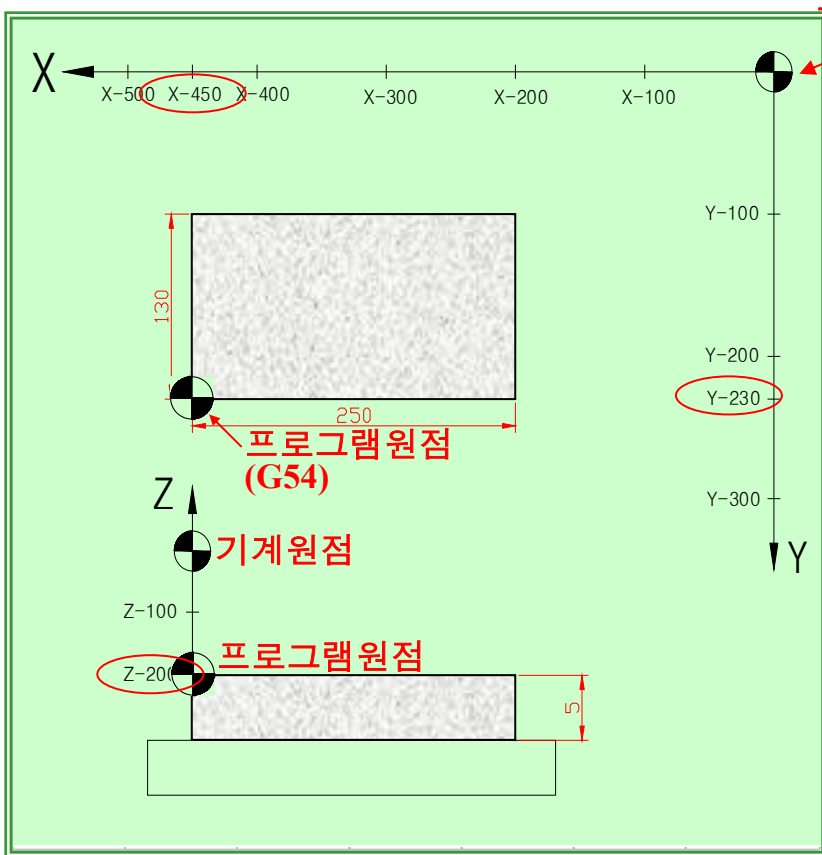
※ 파라메타는 FANUC Series에 따라 참조

※ P2, P3, P4 모두 생략시 제2원점으로 선택됨



7-8.WORK 좌표계 (G54~G59)

가공을 하기 위해 작업자가 공작물(소재)의 원점을 정할 수 있으며 이때 원점을 프로그램 원점이라 한다. 프로그램 원점(work 좌표계)은 미리 NC에 설정하여야 하며 이 설정된 프로그램 원점을 프로그램상에서 호출하는 기능이다.



<WORK 좌표계 설정 화면>

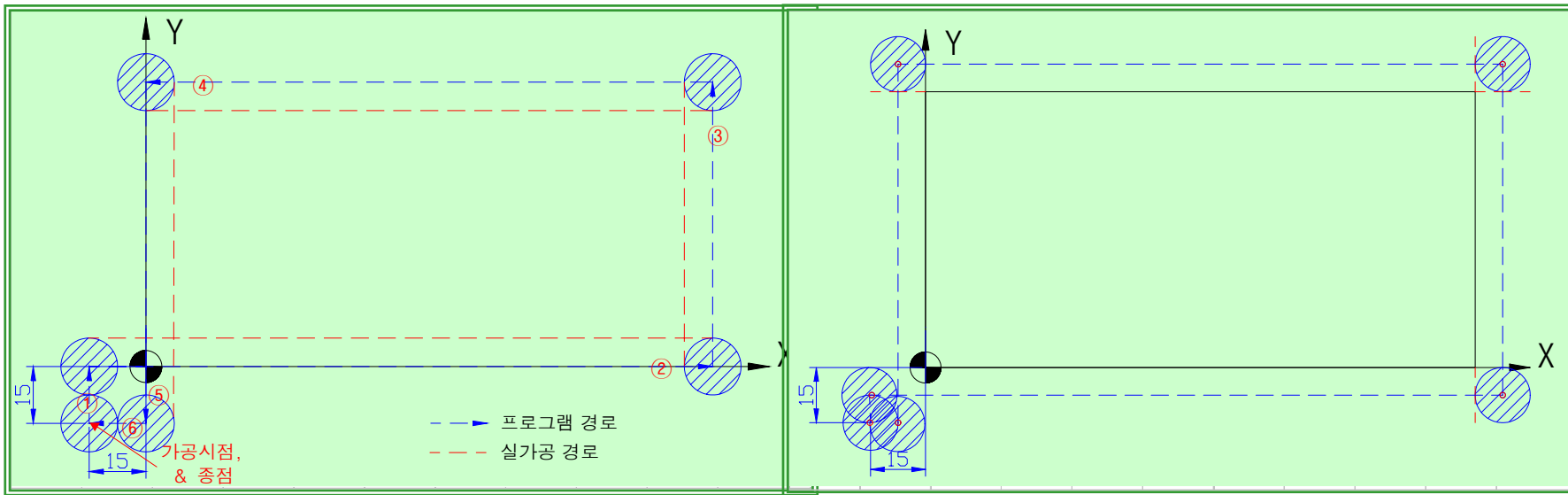
WORK COORDINATES						
(G54)	DATA			DATA		
NO.	X	0.0000	NO.	X	0.0000	
00	Y	0.0000	02	Y	0.0000	
(EXT)	Z	0.0000	(G55)	Z	0.0000	
01	X	-450.0000	03	X	0.0000	
(G54)	Y	-230.0000	(G56)	Y	0.0000	
	Z	-200.0000		Z	0.0000	

OFFSET
SETTING
WORK
OPRT

7-9. 공구경 보정(G40,G41,G42) 기능

프로그램 작성시 도면상의 치수를 공구이동할 좌표로 사용할 경우 공구는 공구 중심을 기준으로 이동하기 때문에 그림<1>과 같은 경우 과절삭이 발생되므로 그림<2>와 같이 공구 반경만큼 이동시켜 공구경로를 만들어야 한다.

공구반경만큼 이동된 경로를 기준으로 프로그램을 작성시 형상이 복잡한 경우 좌표를 구하기가 어려우므로 프로그램상에 G41,G42지령에 의해 자동으로 공구경을 보정해 주는 기능을 이용하여 프로그램을 작성할 수 있다.



그림<1>공구경보정 전

그림<1>공구경보정 후

7-9. 공구경 보정(G40,G41,G42)

FORMAT:

$\begin{pmatrix} G41 \\ G42 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G00 \\ G01 \end{pmatrix} X_ Y_ D_ \downarrow$

G40: 공구경보정 취소

G41: 왼쪽 공구경보정

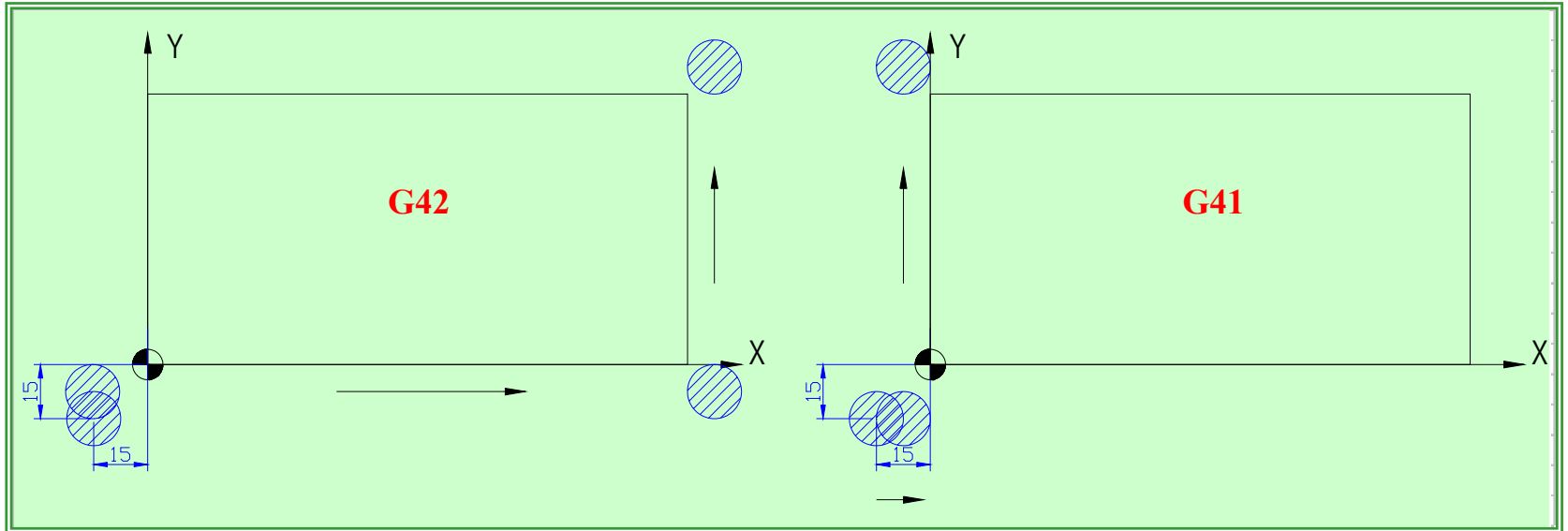
G42: 오른쪽 공구경보정

D_ 공구경 보정번호

보정번호는 최대 32/64/99/200/400/499/999중의 하나임.(기종에 따라 다름)

G42: 공구진행방향에서 봤을때 공구가 소재의 **오른쪽**에 있을때

G41: 공구진행방향에서 봤을때 공구가 소재의 **왼쪽**에 있을때



7-9.공구경 보정 예제 프로그램

O0001 (프로그램명)

G90G00G40G49G80

(현재 모달중인 G코드)

T01M06

(1번 공구를 호출하여 공구교환)

G54G90G00X-15.Y-15.S400 M03

(G54에 들어있는 기계좌표를 프로그램 원점으로 설정,
공구를 가공시작점 X-15,Y-15로 급속이송하면서 회전수
400으로 주축정회전)

G43 Z10. H01 M08

(공구길이 보정후 Z축 소재근처로 접근하기 위해 10mm로
급속이송하며 절삭유 ON)

G01 Z-10.F80

(가공할 깊이 Z-10.으로 이송속도 80mm/min으로 접근)

G42(X-15.) Y0 D01

X200.(Y0)

(X200.)Y100.

X0 (Y100.)

(X0) Y-15.

(공구경 보정번호 01번에 들어있는 공구 반경만큼 오른쪽
공구경보정후 지령한 가공경로를 따라 직선으로 절삭)

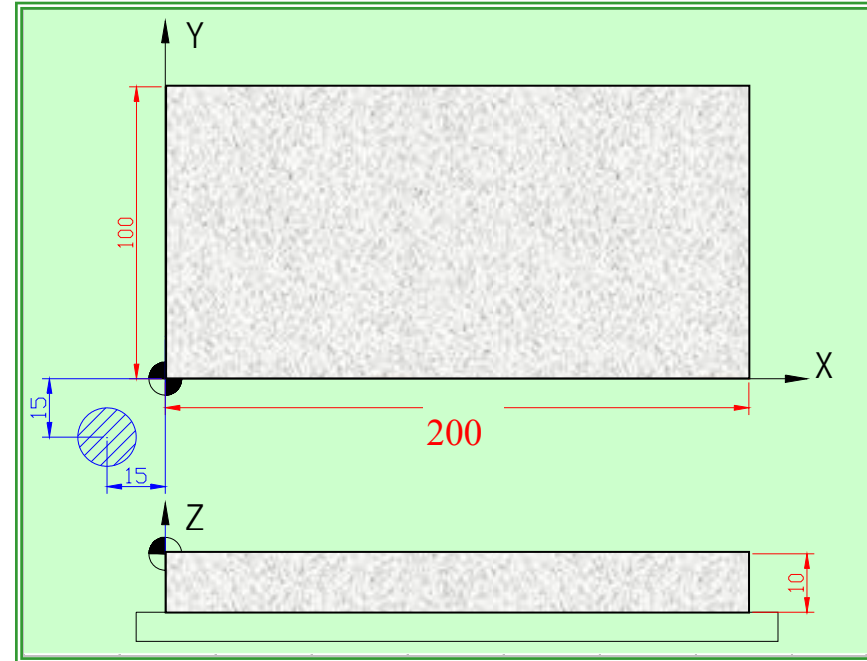
G40G00 X-15.(Y-15.)

(공구경 보정 취소 후 X,Y축가공중점으로 급속이송)

G00 Z200.

(Z축 방향으로 200mm 안전한 위치로 급속이송)

M30 (프로그램 종료)



사용공구 T01: $\Phi 20$ 엔드밀

7-9.공구경 보정 사용시 주의사항

- 1)G40/G41/G42코드는 G00/G01블럭에서만 지령가능 (G02/G03블럭에서는 지령불가)
- 2)공구경 보정 코드(G41,G42)를 사용시 같은블럭에 지령한 공구경보정번호(D_)에 사용중인 공구의 반경 또는 직경을 반드시 입력시켜 두어야 한다.
- 3)공구경 보정치 반경/직경 설정 가능
 파라메타 NO.5004 <2>= 0의 경우: 반경
 파라메타 NO.5004 <2>= 1의 경우: 직경
 (단,F-16/18/21M,F-0i/16i/18i/21iM 시리즈일 경우)
- 4)반경/직경 설정가능하나 일반적으로 반경으로 사용함

<공구OFFSET 화면>

OFFSET			
NO.	DATA	NO.	DATA
001	10.0000	009	0.0000
002	0.0000	010	0.0000
003	0.0000	011	0.0000
004	0.0000	012	0.0000
005	0.0000	013	0.0000
006	0.0000	014	0.0000
007	0.0000	015	0.0000
008	0.0000	016	0.0000

OFFSET
SETTING
WORK

OPRT

7-10. 공구길이 보정(G43,G44,G49)

공구길이 보정이란?

한 프로그램안에 여러 개의 공구를 사용할 경우, 각 공구는 서로 다른 길이를 가지고 있어 공구길이에 맞추어 프로그램을 작성하는 것은 어려우므로 각 공구 길이를 측정하여 <OFFSET>화면에 입력한 후 프로그램상에서 공구길이보정 기능을 이용하여 프로그램 원점을 기준으로 프로그램을 작성하는 기능이다.

FORMAT:

G43 Z__ H__

G44 Z__ H__

G49

G43: +축 공구길이보정

G44: -축 공구길이보정

G49: 공구길이보정취소

Z: 길이보정 후 이동할 Z좌표

H: 공구길이보정번호

보정번호는 최대 32/64/99/200/400/499/999중의 하나임.(기종에 따라 다름)

7-10. 공구길이 보정(G43,G44,G49)

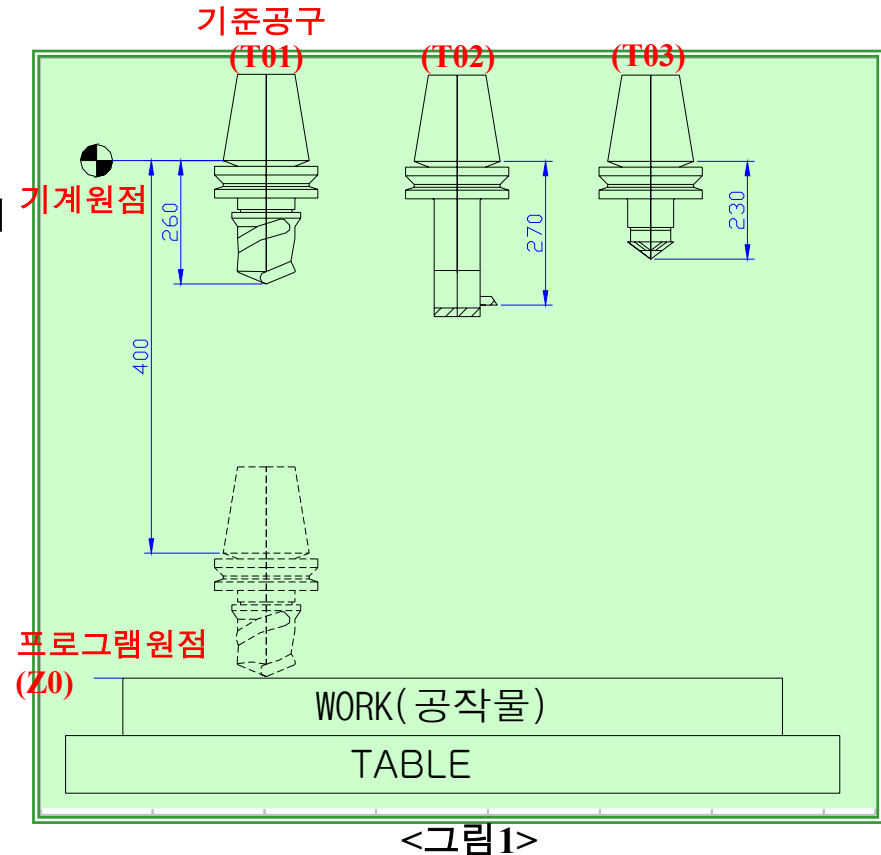
공구길이 보정은 주로 3가지 방법이 사용된다.

- 1) 기준공구길이와의 차이를 입력하는 방법
- 2) 기계좌표치 직접 입력방법
- 3) 각공구의 길이를 직접 입력하는 방법

위의 3가지 방법 중 1번째 방법을 이용할 경우 다음과 같다.

- 1) <그림1>과 같이 공구중 기준공구를 선택하여 주축에 장착한 후 기계원점에서 수동으로 공구날끝이 프로그램원점에 닿을때 까지 이동한다
- 2) 이때 기계좌표Z값을 확인한 후 이 값을 WORK 좌표계(G54~G59)의 Z값에 입력한다.
예를 들어, WORK 좌표계를 G54로 설정할 경우 <그림1>의 경우 기계좌표Z가 -400이므로 G54의 Z에 -400입력.

```
X  
G54 Y  
Z -400.000
```

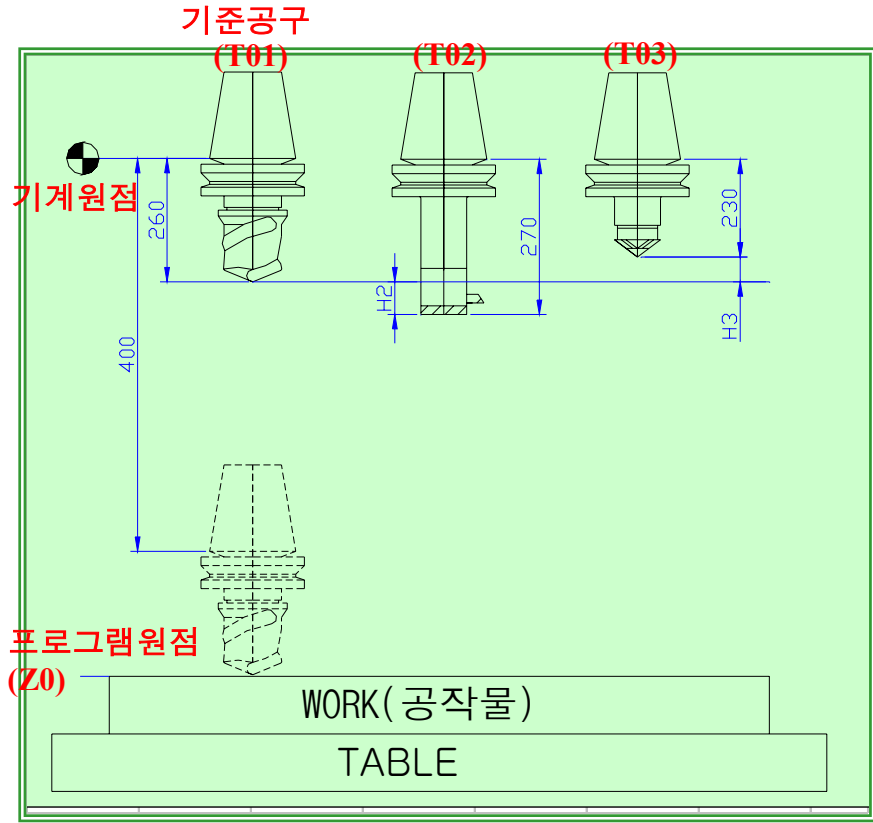


7-10. 공구길이 보정(G43,G44,G49)

- 3)이 상태에서 기계를 움직이지 않고 상태좌표 Z를 “0”으로 설정한 후 OFFSET화면에 결정한 공구OFFSET번호(H01)에 길이보정량도 “0”으로 입력
- 4)다음 공구(T02)를 교환 후 같은 방법으로 공구날끝을 프로그램원점으로 이동하여 상대좌표 Z에 나타난 수치를 OFFSET번호 H02에 입력한다.
- 5)나머지 공구도 4)와 같은 방법으로 입력한다.

DATA	
01	0.0000
02	10.0000
03	-30.0000
04	
.	
.	

※편의상 공구번호와 공구길이보정번호를 같은번호로 가정함



7-10. 공구길이 보정(G43,G44,G49)

공구길이 보정이 완료된 후 T02공구를 사용할 경우 프로그램은 다음과 같다.

T02M06

G54 ----- Z-400.

G90G43 Z0 H02- ---- Z=-400+10= -390.

(T02 프로그램 원점 위치)

Z축 기계좌표 -390으로 이동한다.

공구길이 보정이 완료된 후 T03공구를 사용할 경우 프로그램은 다음과 같다.

T03M06

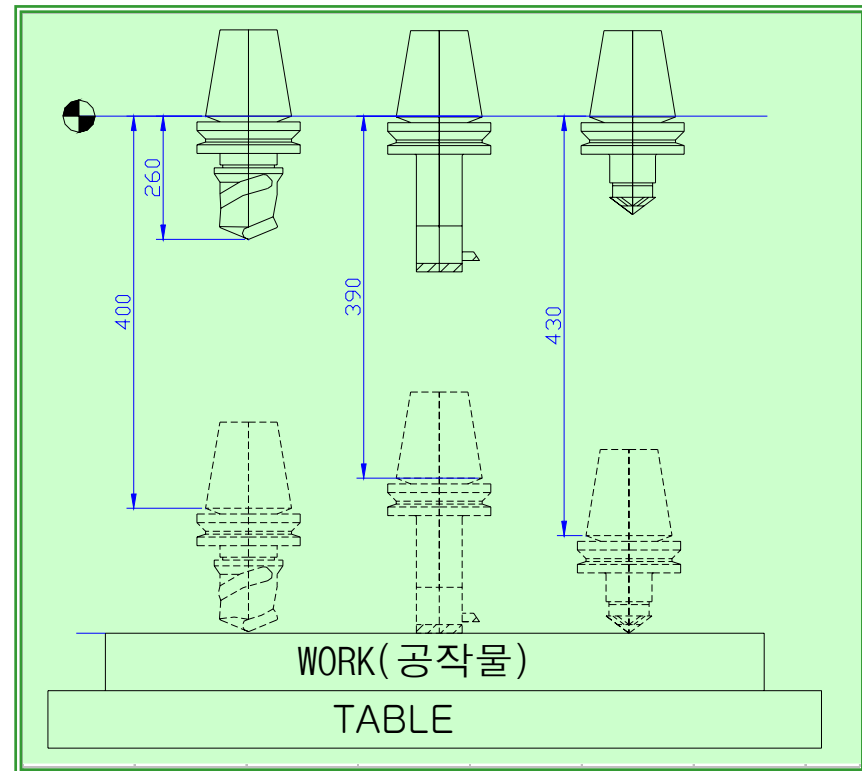
G54 ----- Z-400.

G90G43 Z50. H03 ---- Z=-400+(-30)= -430.

(T03 프로그램 원점 위치)

Z= -430+50=-380

Z축기계좌표 -380으로 이동한다.



7-10.공구길이보정 화면

※ FANUC Series의 공구OFFSET화면은 다음과 같다.

OFFSET				
NO.	DATA	NO.	DATA	
001	0.0000	009	0.0000	
002	10.0000	010	0.0000	
003	-30.0000	011	0.0000	
004	0.0000	012	0.0000	
005	0.0000	013	0.0000	
006	0.0000	014	0.0000	
007	0.0000	015	0.0000	
008	0.0000	016	0.0000	
OFFSET	SETTING	WORK		OPRT

7-11. 고정사이클

1) 고정사이클이란?

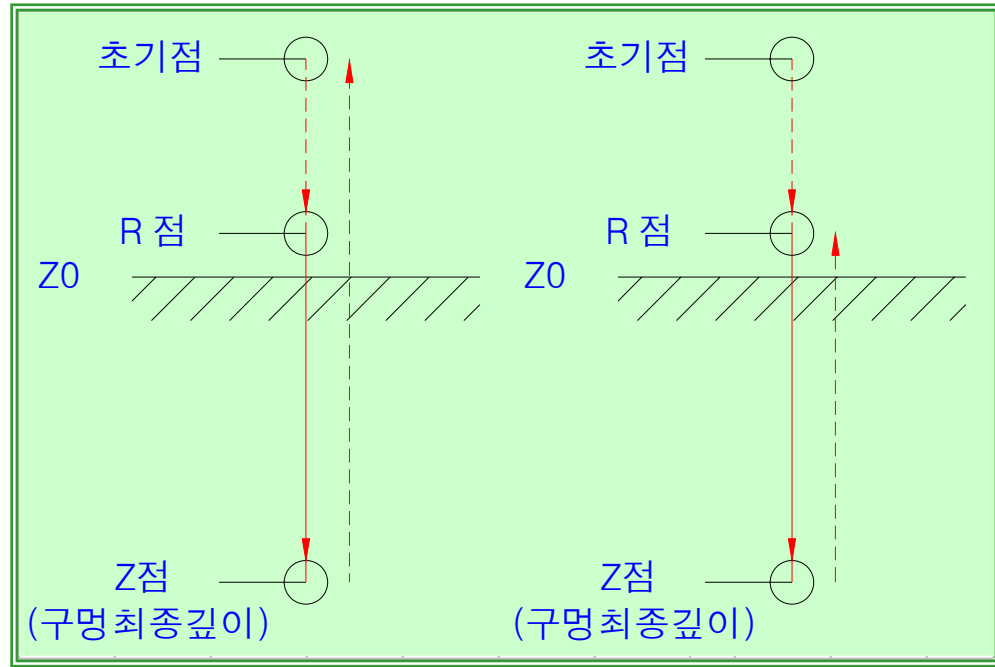
사이클이란 1블럭 지령으로 복수의 이동을 자동적으로 실행하는 기능이며 그 중 고정사이클은 구멍가공에 관련된 기능을 간단하게 지령하는 기능이다.

2) 고정사이클 동작은 다음과 같다.

- ① 지령된 XY좌표점에 급속이송
- ② Z축으로 R점까지 급속이송
- ③ R점에서 지령된 Z점까지 절삭이송
- ④ 초기점 또는 R점까지 복귀

3) 고정사이클 동작과 관련된 다음의 G코드가 있다

- ① G98 초기점 복귀
- ② G99 R점 복귀



G98 초기점 복귀

G99 R점 복귀

7-11. 고정사이클의 종류

4) 고정사이클의 종류

G73 고속 Peck Drilling Cycle

G74 역 Tapping Cycle

G76 Fine Boring Cycle

G80 고정사이클 취소

G81 Drilling Cycle (Spot Drill)

G82 Drilling Cycle (Counter Boring)

G83 Peck Drilling Cycle

G84 Tapping Cycle

G85 Boring Cycle

G86 Boring Cycle

G87 Back Boring Cycle

G88 Boring Cycle

G89 Boring Cycle

7-11-1.G73(고속 펙드릴링 사이클)

FORMAT

$\left[\begin{matrix} G98 \\ G99 \end{matrix} \right] G73 (X_)(Y_)(Z_R_Q_F_)(K_)$

X: 가공구멍의 X좌표

Y: 가공구멍의 Y좌표

Z: 최종구멍깊이 Z좌표

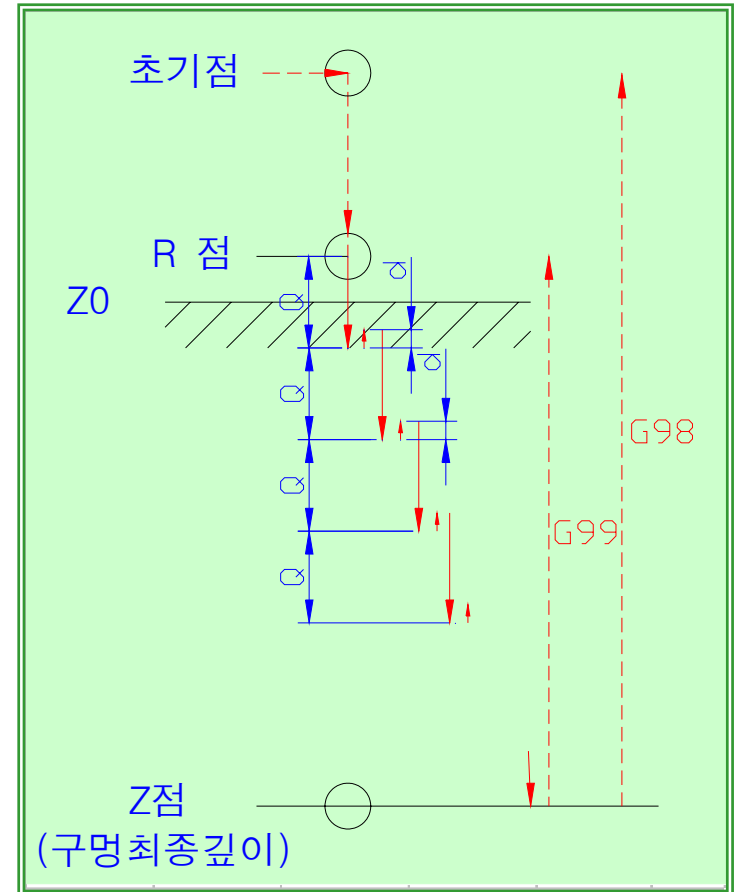
R: R점(Clearance점)

Q: 1회 절입량

F: 이송속도

K: 반복횟수(생략시 1회)

※도피량 d는 Parameter(NO.5114)로 설정



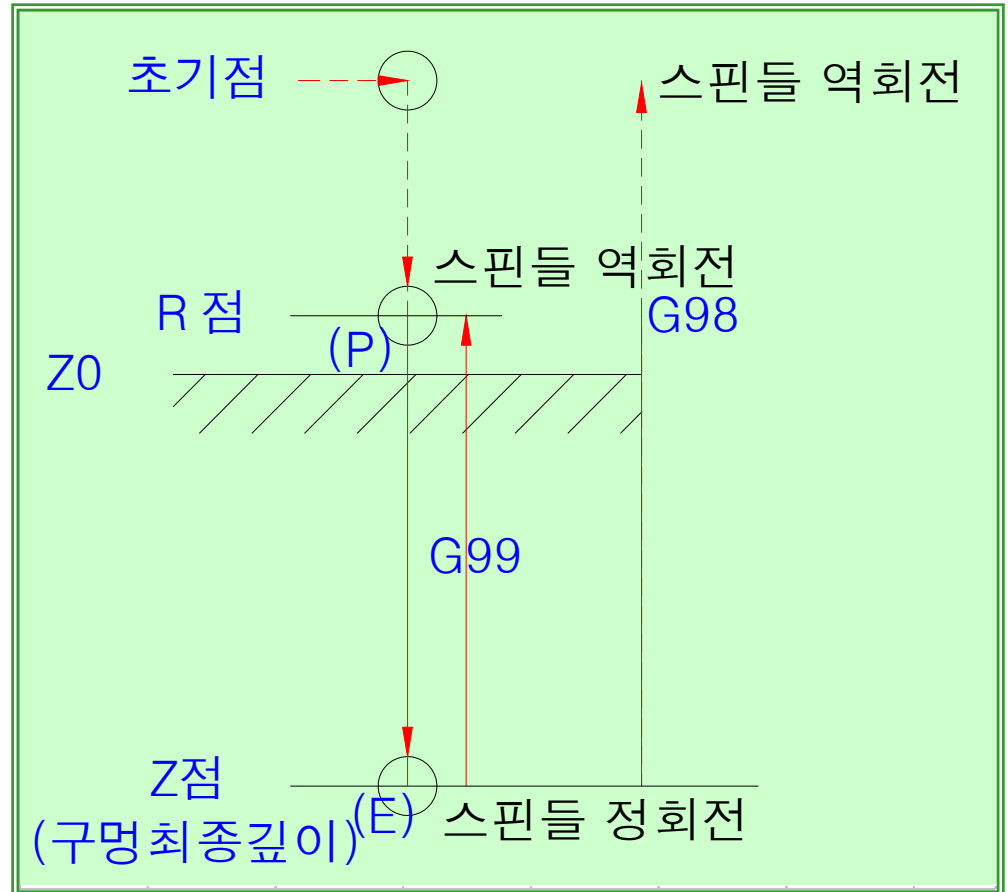
7-11-2.G74(역 탭핑 사이클)

FORMAT

[G98]G74 (X_) (Y_) Z_ R_(P_) F_ (K_)

[G99]

- X:** 가공구멍의 X좌표
- Y:** 가공구멍의 Y좌표
- Z:** 최종구멍깊이 Z좌표
- R:** R점(Clearance점)
- F:** 회전수 × 피치
- P:** 휴지시간(Dwell)
(단위:SEC)
- K:** 반복횟수



7-11-3.G76(정밀보링:FINE BORING)

정밀보링이란?

G85,G86을 이용하여 보링작업을 할 경우, G85는 절삭이송속도로 절삭하며 R점 혹은 초기점 복귀, G76은 구멍바닥에서 주축정지 후 급속이송속도로 R점, 초기점 복귀 되므로 가공후엔 날이 멈춘 위치에

줄이 발생되므로 정도가 좋은 보링가공시 부적절하므로 G76 정밀보링기능을 이용하면 구멍바닥에서

주축이 정지하여 공구가 소재에 닿지않게 이동 후 Z축으로 빠져나오므로 가공면이 좋은 보링작업 가능

FORMAT

$\left(\begin{array}{l} G98 \\ G99 \end{array} \right) G76 (X_) (Y_) Z_ R_ Q_ P_ F_ (K_)$

X: 가공구멍의 X좌표

Y: 가공구멍의 Y좌표

Z: 최종구멍깊이 Z좌표

R: R점(Clearance점)

Q: 공구 이동량(SHIFT량)

P: 휴지시간(Dwell)

F: 이송속도

K: 반복횟수(생략시 1회)

7-11-3-1. 정밀보링 작업순서

※ 정밀보링 작업순서

- ① 지령된 XY좌표점에 급속이송
- ② 초기점에서 R점까지 급속이송
- ③ R점에서 구멍최종점(Z점)까지 절삭이송
- ④ 주축 오리엔테이션 후 Q만큼 도피
- ⑤ R점, 초기점 복귀 후 Q만큼 복귀 후 주축 정회전

※ Q의 값은 반드시 양의 값으로 지정합니다.

음의 값으로 지정하여도 부호는 무시됩니다.

SHIFT의 방향은 Parameter(NO.5101 #4,#5)로 설정
(G17: XY평면일 경우)

NO.5101

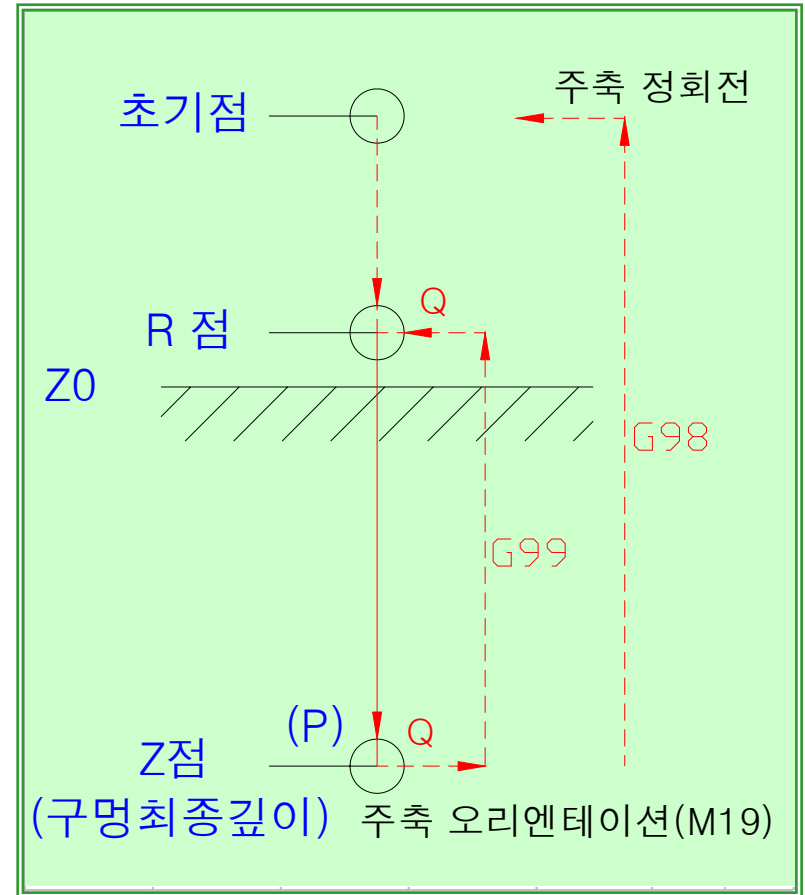
#5 #4

0 0 : X+

0 1 : X-

1 0 : Y+

1 1 : Y-

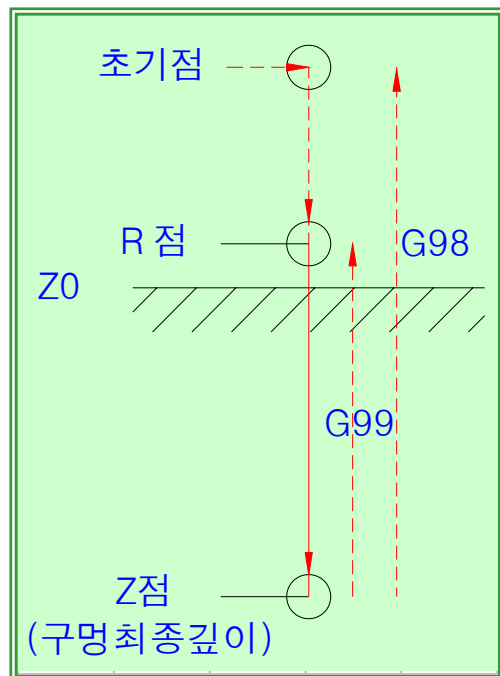


7-11-4.G81(드릴링 사이클)/G82(카운타 보링)

FORMAT

$\left[\begin{matrix} G98 \\ G99 \end{matrix} \right] G81 (X_)(Y_)(Z_)(R_)(F_)(K_)$

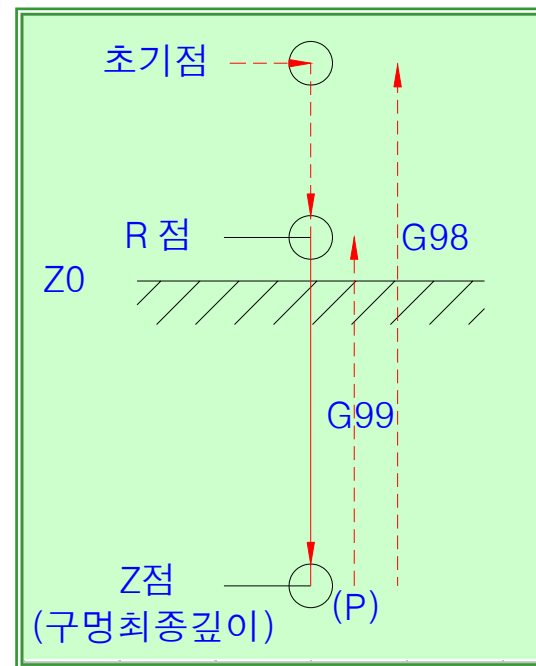
- X: 가공구멍의 X좌표
- Y: 가공구멍의 Y좌표
- Z: 최종구멍깊이 Z좌표
- R: R점(Clearance점)
- F: 이송속도
- K: 반복횟수
(생략시 1회)



FORMAT

$\left[\begin{matrix} G98 \\ G99 \end{matrix} \right] G82 (X_)(Y_)(Z_)(R_)(P_)(F_)(K_)$

- X: 가공구멍의 X좌표
- Y: 가공구멍의 Y좌표
- Z: 최종구멍깊이 Z좌표
- R: R점(Clearance점)
- F: 이송속도
- P: 휴지시간
(단위:1/1000 SEC)
- K: 반복횟수
(생략시 1회)

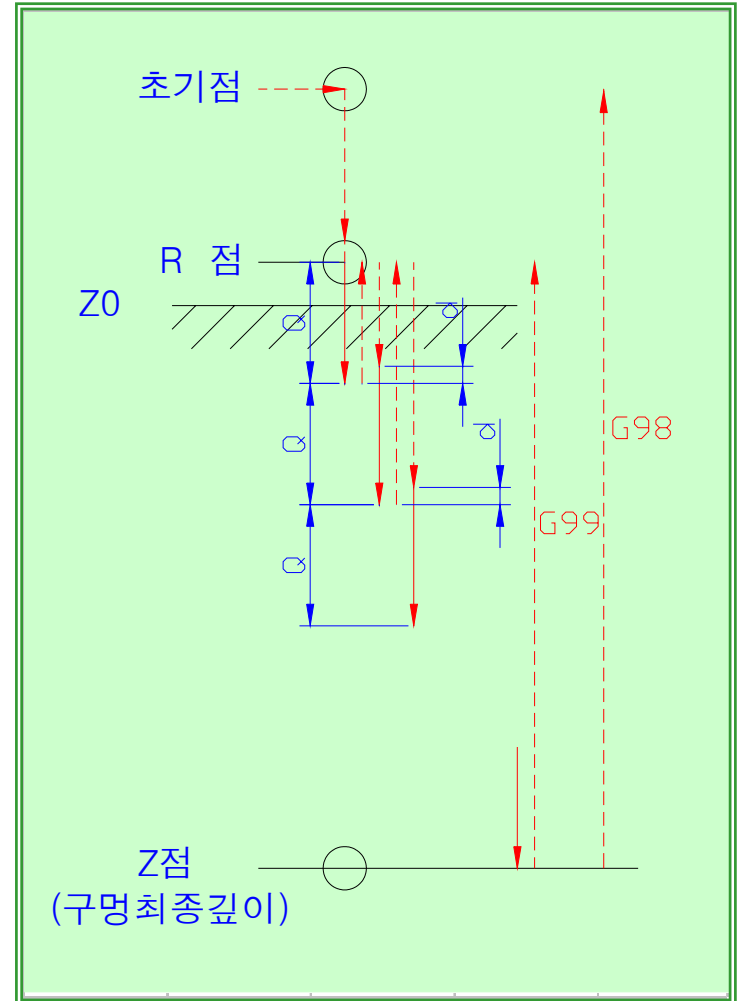


FORMAT

(G98) G83 (X_) (Y_) Z_ R_ Q_ F_ (K_)
(G99)

- X:** 가공구멍의 X좌표
- Y:** 가공구멍의 Y좌표
- Z:** 최종구멍깊이 Z좌표
- R:** R점(Clearance점)
- Q:** 1회 절입량
- F:** 이송속도
- K:** 반복횟수

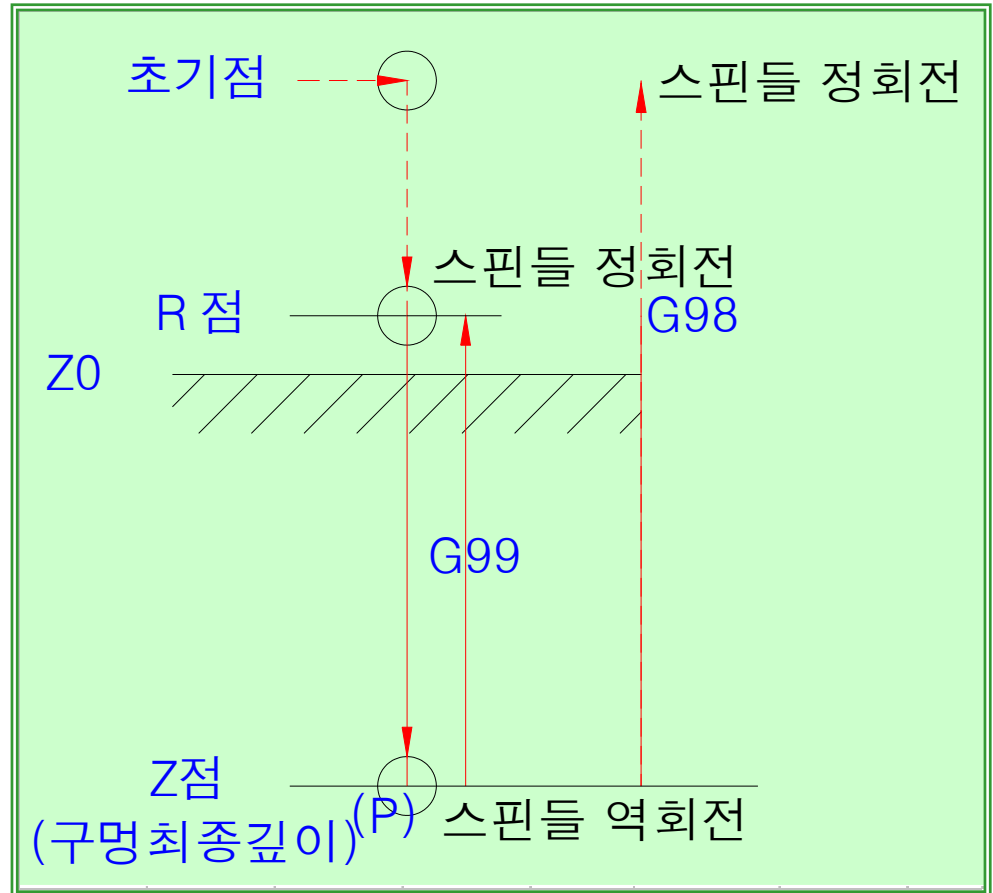
※그림상의 d는 Parameter(NO.5115)로 설정



FORMAT

[G98] G84 (X_) (Y_) Z_ R_(P_) F_ (K_)
[G99]

- X:** 가공구멍의 X좌표
- Y:** 가공구멍의 Y좌표
- Z:** 최종구멍깊이 Z좌표
- R:** R점(Clearance점)
- F:** 회전수 ×피치
- P:** 휴지시간(Dwell)
(단위:SEC)
- K:** 반복횟수



RIGID TAP이란?

G84 탭사이클의 경우 일반탭과 리지드 모드의 탭을 사용할 수 있다. 일반모드에서 탭을 사용할 경우,

주축의 회전방향만 바꿔주는 형태로 작업을 수행하나, 정확한 탭을 내기 위해서는 주축의 회전에 동기하는 Z축 이송이 있어야 하며 이러한 작업의 수행은 리지드모드에서 가능하다.

리지드 모드에 의한 탭핑에서는 탭핑축의 일정이송(나사리드)마다 주축이 1회전한다.

그러므로 리지드모드를 이용한 탭은 Float Tap을 별도로 사용할 필요가 없고, 고속 고정도의 탭핑을 행할 수 있다.

FORMAT

. (생략)

G90G00 X__ Y__

G43 Z50. H01 M08

M29 S__ ----- **RIGID TAP MODE**

G99G84 X__ Y__ Z__ R__ F__

X__ Y__

X__ Y__

G80G00 Z__

. (이하생략)

※ 주의사항

- 1) 리지드 탭의 경우 F는 나사리드x 회전수를 지령
- 2) 리지드 탭의 경우 M03(주축정회전) 지령 불가
- 3) 역 탭핑의(역회전 절삭후 정회전 도피)

경우 G84 대신 G74로 지령

7-11-7.G85(보링사이클:리이머)/G86(보링사이클)

FORMAT

$\begin{pmatrix} G98 \\ G99 \end{pmatrix} G85 (X_)(Y_)(Z_R_F_)(K_)$

X: 가공구멍의 X좌표

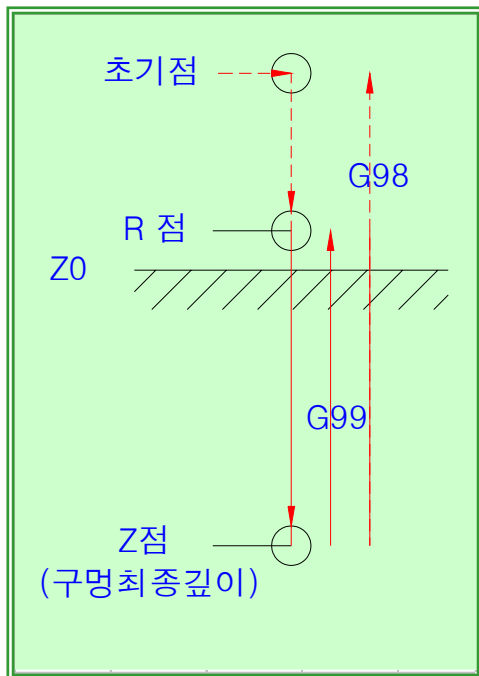
Y: 가공구멍의 Y좌표

Z: 최종구멍깊이 Z좌표

R: R점(Clearance점)

F: 이송속도

K: 반복횟수



FORMAT

$\begin{pmatrix} G98 \\ G99 \end{pmatrix} G86 (X_)(Y_)(Z_R_F_)(K_)$

X: 가공구멍의 X좌표

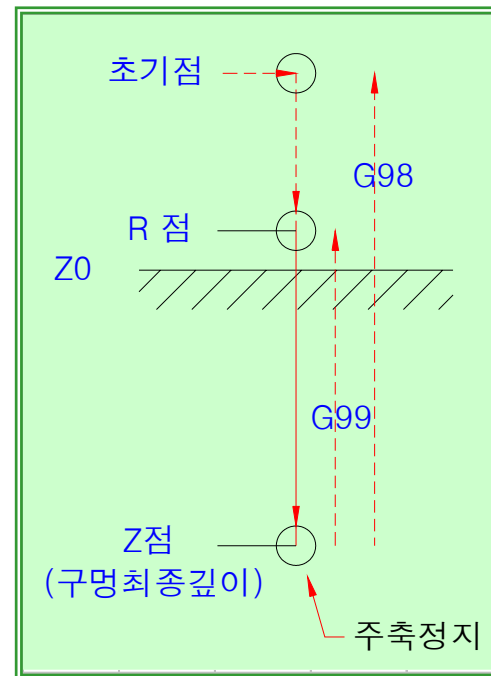
Y: 가공구멍의 Y좌표

Z: 최종구멍깊이 Z좌표

R: R점(Clearance점)

F: 이송속도

K: 반복횟수



7-11-8.G87(백보링 사이클)

FORMAT

G87 (X_) (Y_) Z_ R_ Q_ F_ (K_)

X: 가공구멍의 X좌표, **Y:** 가공구멍의 Y좌표

Z: 최종구멍깊이 Z좌표

R: R점(Clearance점)

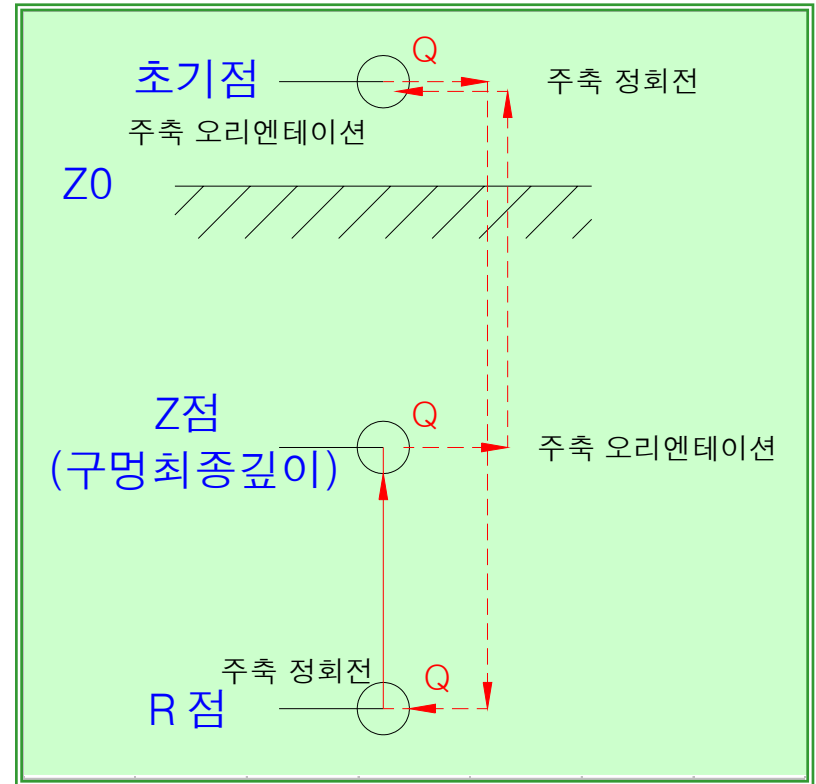
Q: 공구 이동량(SHIFT량)

K: 반복횟수(생략시 1회)

※백보링 작업순서

- ① 지령된 XY좌표점에 급속이송
- ② 초기점에서 주축 오리엔테이션 후 Q만큼 도피
- ③ R점까지 급속이송
- ④ Q만큼 복귀 후 주축 정회전
- ⑤ R점에서 구멍최종점(Z점)까지 절삭이송
- ⑥ 주축 오리엔테이션 후 Q만큼 도피
- ⑦ 초기점 복귀 후 Q만큼 복귀 후 주축 정회전

※공구 이동량 Q의 SHIFT방향은 G76(정밀보링)과 동일한 방법으로 설정

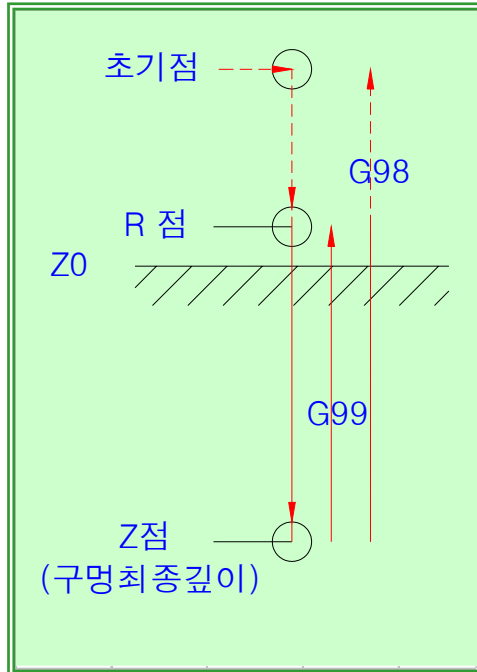


7-11-9.G88(보링사이클)/G89(보링사이클)

FORMAT

$\left[\begin{matrix} G98 \\ G99 \end{matrix} \right] G88 (X_) (Y_) Z_R_P_F_ (K_)$

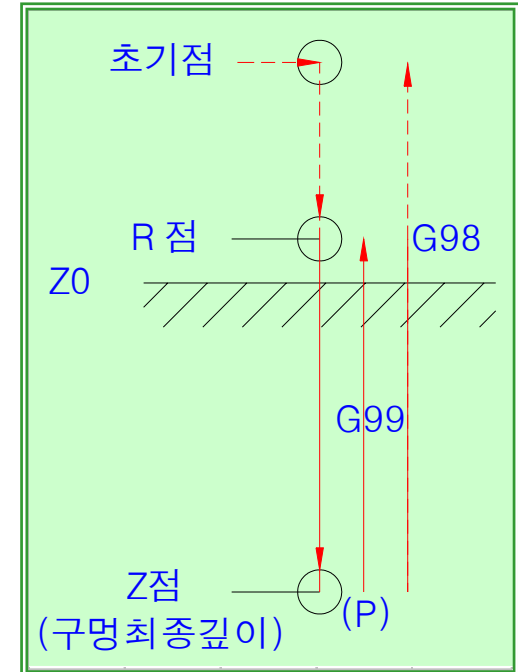
- X: 가공구멍의 X좌표
- Y: 가공구멍의 Y좌표
- Z: 최종구멍깊이 Z좌표
- R: R점(Clearance점)
- P: 휴지시간(Dwell)
- F: 이송속도
- K: 반복횟수



FORMAT

$\left[\begin{matrix} G98 \\ G99 \end{matrix} \right] G89 (X_) (Y_) Z_R_P_F_ (K_)$

- X: 가공구멍의 X좌표
- Y: 가공구멍의 Y좌표
- Z: 최종구멍깊이 Z좌표
- R: R점(Clearance점)
- P: 휴지시간(Dwell)
- F: 이송속도
- K: 반복횟수



7-11-10.G80(고정사이클 취소)

고정사이클 모드의 취소는 G80(고정사이클 취소)을 사용한다.

※ 고정사이클 사용시 주의사항

- 1) 고정사이클 실행블럭에 M,S,T,B기능은 지령불가(다른블럭에 지령)
- 2) 고정사이클 FORMAT중 소괄호“()” 안의 어드레스는 생략가능
- 3) 반복횟수(K)을 생략시 1번 실행하며 절대지령(G90)모드에서 반복횟수를 K2이상 지령시 동일구멍을 지령회수만큼 반복하므로 주의
반복회수 K을 지령할 경우, 증분(G91)모드라야 한다.

7-12. 서브 프로그램 호출(M98, M99)

하나의 프로그램 안에 동일한 내용이 여러블럭 반복지령될 경우 이것을 서브(SUB)프로그램으로 사전에 메모리에 등록하여 놓으면 프로그램을 간단하게 할 수 있다.

서브 프로그램은 메인(MAIN) 프로그램으로부터 호출할 수 있으며 이것을 서브 프로그램 호출이라 한다.

FORMAT

M98 PXXXXOOOO

반복횟수

서브프로그램 번호

M98: 서브 프로그램 호출

(주의사항)

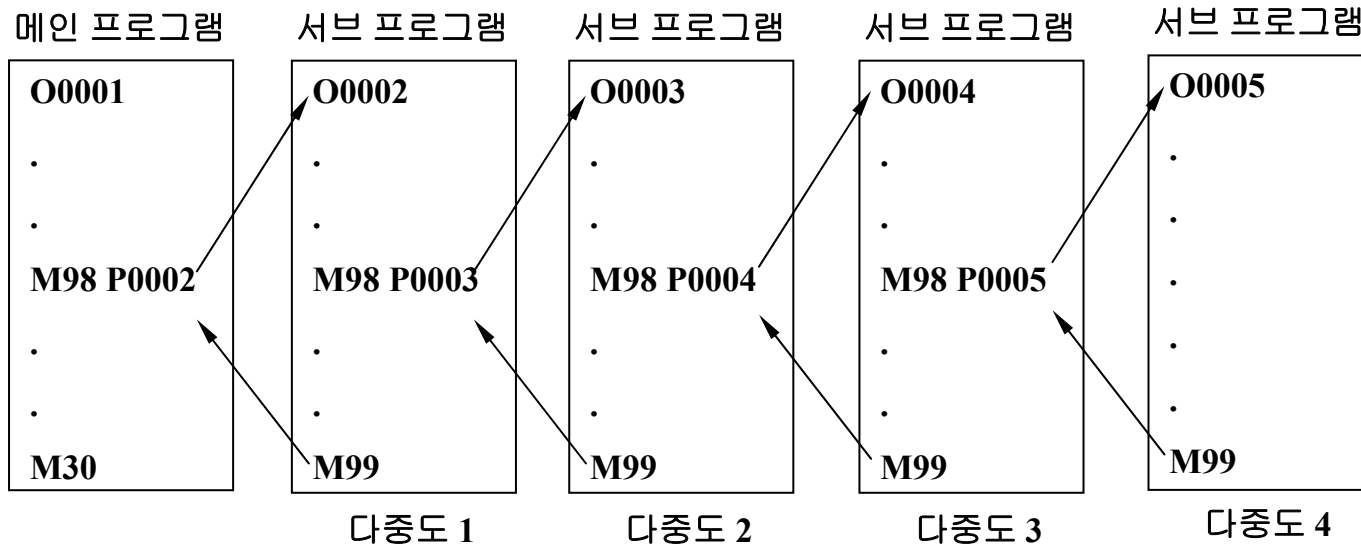
※ 반복횟수 생략시 1회 실행

※ FANUC Series에 따라 반복횟수는 4자리까지 지령할 수 있는 것도 있다.

※ M99: 서브 프로그램 종료(메인 프로그램으로 자동복귀)

7-12. 서브 프로그램 호출(M98,M99)

※ 호출된 서브프로그램이 또다른 서브프로그램 호출이 가능하며 이것을 다중호출이라 하며, 4중 호출까지 가능하다.



7-13-1.도형 COPY 기능(G72.1:회전복사)- OPTION

서브프로그램으로 지령된 형상을 G72.1,G72.2을 이용하여 회전 또는 평행이동시켜 반복실행을 시킬 수 있다.

1)회전복사(G72.1)

FORMAT

G17 G72.1 P__ L__ X__ Y__ R__

G18 G72.1 P__ L__ X__ Z__ R__

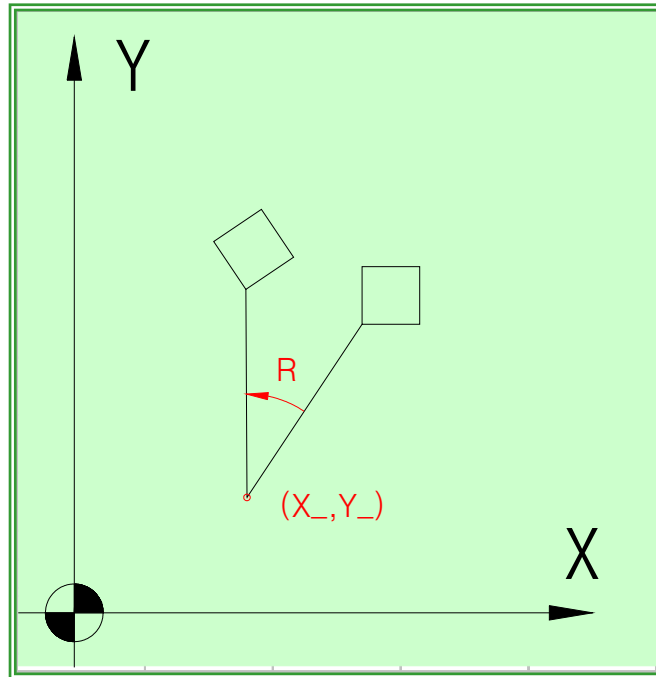
G19 G72.1 P__ L__ Y__ Z__ R__

P: 서브 프로그램 번호

L: 반복횟수

X,Y,Z: 회전중심좌표

R: 회전각도(CCW: +, CW: -)



7-13-2. 도형 COPY 기능(G72.2:평행복사)- OPTION

2)평행복사(G72.2)

FORMAT

G17 G72.2 P__ L__ I__ J__

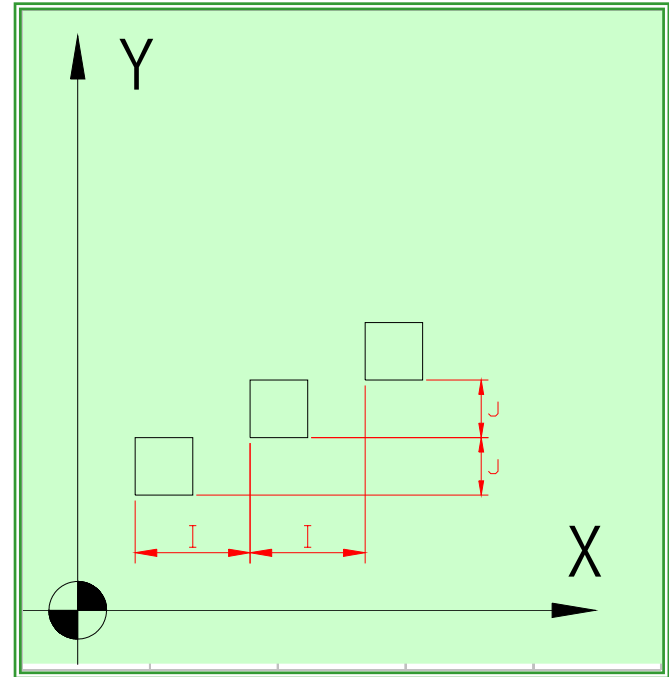
G18 G72.2 P__ L__ I__ K__

G19 G72.2 P__ L__ J__ K__

P: 서브 프로그램 번호

L: 반복횟수

I,J,K: X,Y,Z축 방향 이동량



※ 주의사항

1)서브프로그램 가공경로는 절대지령 가능

2)공구경보정 사용 가능

7-13-3. 회전복사기능을 이용한 예제

메인 프로그램

O0001

·
·

G90G00 X_ Y_ (점0)

G01G17G42 X_ Y_ D01 F50 (점1)

G72.1 P0002 L3 X0 Y0 R120.

G40G01 X_ Y_ (점0)

·
·

M30

서브 프로그램

O0002

G03 X_ Y_ R30. (점2)

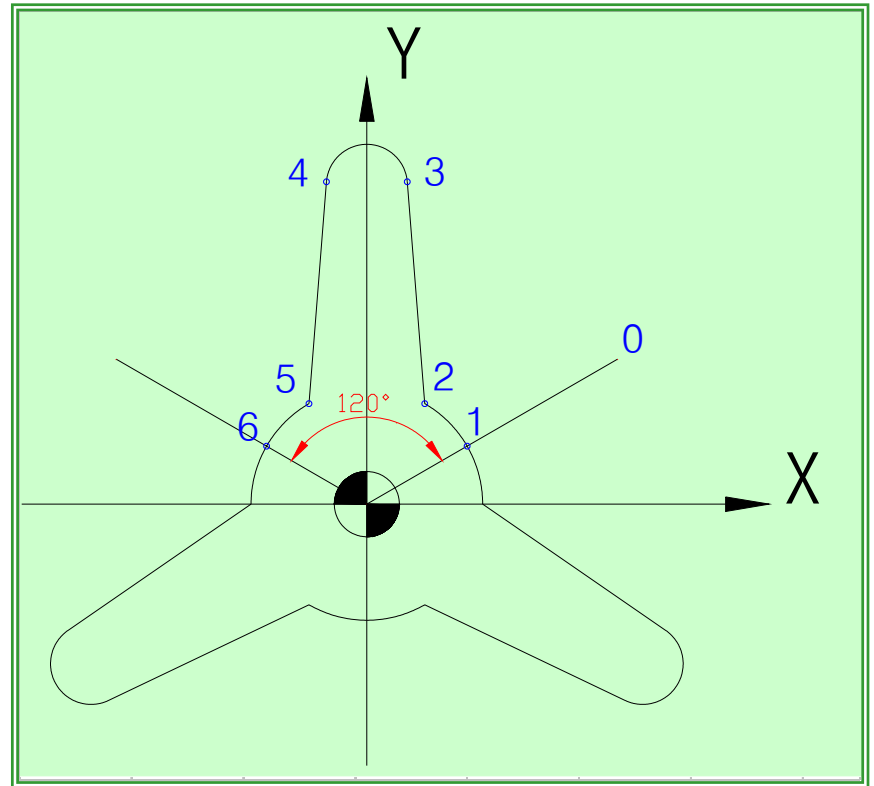
G01 X_ Y_ (점3)

G03 X_ Y_ R10. (점4)

G01 X_ Y_ (점5)

G03 X_ Y_ R30. (점6)

M99



7-13-4. 평행복사기능을 이용한 예제

메인 프로그램

O0001

```
·  
·  
G90G00 X0 Y0  
G01G17G41 X_ Y_ D01 F50  
Y_  
X_  
G72.2 P0002 L3 I50.J0  
X_ Y_  
X_ Y_  
G40G00 Y-20.  
·  
·  
M30
```

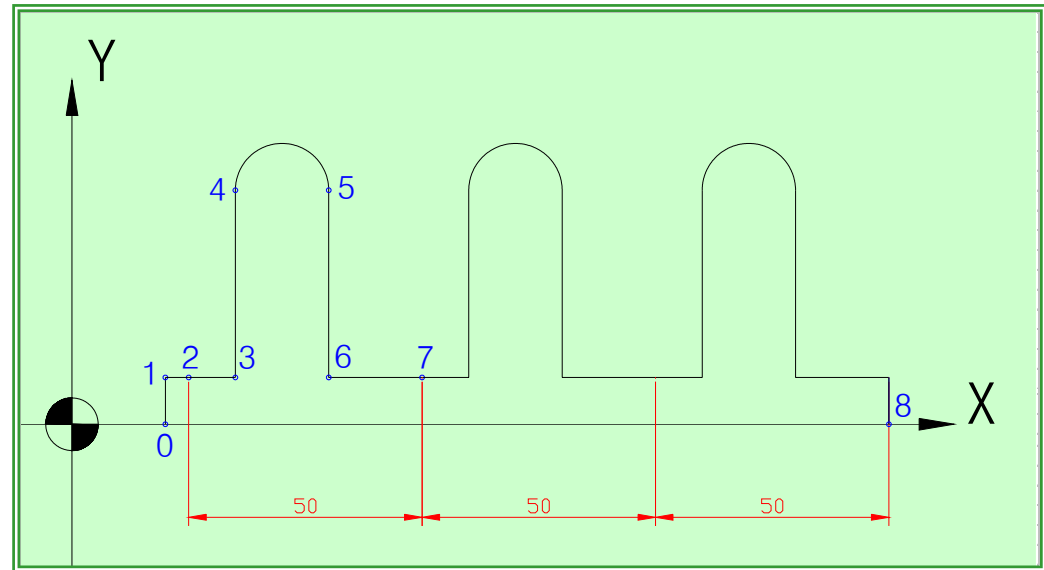
서브 프로그램

O0002

```
G90G01 X_  
Y_  
G02 X_ R_  
G01 Y_  
X_  
M99
```

(점0)
(점1)
(점2)

(점8)
(점0)



(점3)
(점4)
(점5)
(점6)
(점7)

8. 보조기능(M코드)

M코드란?

Address M(주2)에 이은 수치로 지령되며, 기계측에서의 ON/OFF제어에 사용된다.

M코드는 1 BLOCK에 통상 하나만 유효하며 (단, 기계에 따라 여러 개를 지령할 수 있는 경우도 있다)

기계 메이커에 의해 정해지므로, 기계 메이커의 사용설명서를 참조해서 사용하여야 한다.

(주2) M은 Miscellaneous(보조적인)의 약어로 기계상의 보조적인 역할을 한다는 의미로 사용된다.

8-1. M코드 일람표

M코드	기능	비고	M코드	기능	비고
M00	프로그램 정지		M34	공구 그리퍼 OPEN	
M01	선택정지(OPTIONAL STOP)		M35	공구 그리퍼 CLOSE	
M02	프로그램 종료/서브 프로그램 종료		M48	OVERRIDE 취소	
M03	주축 정회전(CW:시계방향)		M49	OVERRIDE 취소 해제	
M04	주축 역회전(CCW:반시계방향)		M60	테이블 1회 교환	
M05	주축 정지		M61	#1 테이블로 교환	
M06	자동 공구 탐색		M62	#2 테이블로 교환	
M07	공구 관통 절삭유 ON	OPTION	M68	주축 공구 클램프	
M08	표준 절삭유 ON		M69	주축 공구 언클램프	
M09	절삭유 OFF		M80	MIRROR IMAGE OFF	
M10	테이블 클램프		M81	X축 MIRROR IMAGE ON	
M11	테이블 언클램프		M82	Y축 MIRROR IMAGE ON	
M13	간헐 절삭유 ON	OPTION	M84	주축 정지시 축이송 ON	
M19	주축 오리엔테이션(ORIENTATION)		M85	주축 정지시 축이송 OFF	
M30	프로그램 종료 & 프로그램 선두복귀		M98	서브 프로그램 호출	
M33	공구교환 준비지령		M99	서브 프로그램 종료(주프로그램으로 복귀)	

※기종에 따라 추가 M-CODE가 사용되므로 기계사용설명서 참조