HX Series

Programming Manual

Second Edition

for Turning Center (TC)

Serial No. : PG-20011119

목차 Contents

1 일반 ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

1.1 좌표계 (Coordinate) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.1 기계 좌표계 (Machine Coordinate) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.2 작업물 좌표계 (Work-piece Coordinate) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.3 로컬 좌표계 (Local Coordinate) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.4 상대 좌표계 (Relative Coordinate) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.5 남은 거리 (Distant To Go) ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.1.6 좌표계에 따른 옵셋 (Offset) 및 위치 ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2 CNC 가공의 조건 설정 ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2.1 절삭속도 V [m/min] ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2.2 회전속도(Rough Cutting) N [rpm] ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2.3 이송속도 F [mm/min, mm/rev] ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2.4 절삭률 Q [cm^3 / min] ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
1.2.5 실 가공 시간 T [sec] ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

2 프로그램 (Program) 19

2.1 프로그램 파일 20
2.2 프로그램 요소 21
2.2.1 어드레스 (Address) 21
2.2.2 데이터 (Data) 22
2.2.3 워드 (Word) 22
2.2.4 블록 (Block) 23
2.3 프로그램 진행 24
2.3.1 주석문 24
2.3.2 문번호 25
2.3.3 옵셔널 블록 스킵 (Optional Block Skip) 25
2.3.4 프로그램 재개시 (Program Restart) 26
2.4 주 프로그램과 보조 프로그램 28
2.4.1 보조 프로그램 28
2.4.2 보조 프로그램 호출 다중도 29

2.4.3 보조 프로그램 호출과 복귀 30
2.4.4 주 프로그램 반복 32

3 준비 기능 (G 코드) 33

3.1 G코드 일람 34
3.2 G코드 모달 초기화 36

4 보간 기능 (Interpolation Functions) 37

4.1 급속 위치 결정 (G00, Rapid Traverse Positioning) 38
4.2 직선 보간 (G01, Linear interpolation) 41
4.2.1 모따기(Chamfering)와 라운딩(코너 R) 43
4.2.2 임의 각도 모따기 (면취, 챔퍼링, Chamfering) 46
4.2.3 임의 각도 라운딩 (코너 R, Rounding) 48
4.3 원호 보간 (G02/G03, Circular interpolation) 49
4.4 헬리컬 보간 (G02/G03, Helical Interpolation) 54
4.5 나사 절삭 56
4.5.1 나사 절삭 (G32) 56
4.5.2 가변 Lead 나사 절삭 (G34) 61
4.5.3 연속 나사 가공 62
4.5.4 다줄 나사 가공 (G32) 63
4.6 극좌표 보간 (G112/G113, Polar Coordinate Interpolation) 66
4.7 원통 보간 (G107, Cylindrical Interpolation) 70
4.8 스킵 기능 (G31/G31.1/G31.2/G31.3/G31.4, Skip Function) 72

5 이송 기능 (Feed Function) 73

5.1 급속 이동 (Rapid Traverse) 74
5.2 분당 이송과 회전당 이송 (Feed per Minute &Feed per Revolution) 75
5.2.1 분당 이송 (G98, Feed per Minute) 75
5.2.2 회전당 이송 (G99, Feed per Rotate) 76
5.3 자동 가감속 (Automatic Acceleration / Deceleration) 78
5.4 휴지 (G04, Dwell) 80
5.5 정밀 정지 (G09, Exact Stop) 82

6 원점 (Reference Position) 83

6.1 원점 복귀 (G28, Reference Position Return) 85
6.2 2,3,4 원점 복귀 (G30, 2nd, 3rd, 4th Reference Position Return) 86
6.3 원점에서 복귀 (G29, Return from Reference Position) 87
6.4 원점 복귀 확인 (G27, Reference Position Return Check) 88

7 좌표계 (Coordinate System) 89

7.1 좌표계 설정 및 변경 (G50, Coordinate Set / Coordinate Shift) 91
7.2 작업물 좌표계 이동(Shift) (Work-piece Coordinate Shift) 93
7.3 작업물 좌표계 1~6 선택(G54~G59,Work-piece Coordinate System) 94
7.4 평면 선택 (G17, G18, G19, Plane Selection) 97

8 좌표치와 치수 98

8.1 절대 지령과 증분 지령 (Absolute /Incremental Command) 99
8.1.1 절대치 지령방식 99
8.1.2 증분치 지령방식 100
8.2 직경지령과 반경지령 101
8.3 Inch/Metric 입력 (G20/G21) 101
8.3 Inch/Metric 입력 (G20/G21) 102

9 주축 기능 (Spindle Function) 104

9.1 주속 일정 제어 (G96, Constant Surface Speed Control) 105
9.2 주속 일정 제어 해제 (G97) 106
9.3 주속 일정 제어 시 주속 최고 속도 설정 (G50) 107

10 공구 기능 (Tool Function) 108

10.1 공구 선택 지령 109
10.2 공구 기능 [T 기능] (T Function) 110
10.2.1 공구 기능 [T 기능] (T Function) 110
10.2.2 공구 보정 (Tool Offset) 112
10.3 공구 위치 보정 115

11 보조 기능 (M Code) 118

11.1 일반적인 M 코드 119
11.2 M 코드에 의한 부프로그램 호출 121

11.3 EOM 체크 M 코드 123
11.4 미리 보기 중단 M 코드 123

12 고정 사이클 (Canned Cycle) 124

12.1 고정 사이클 일반 125
12.1.1 고정 사이클의 동작 125
12.1.2 고정 사이클의 지령 형식 (G83 ~ G89) 126
12.1.3 고정 사이클의 절대 지령과 증분 지령 128
12.1.4 초기 점 복귀(G98)와 R 점 복귀(G99) 129
12.1.5 고정사이클의 해제 (G80, Canned Cycle Cancel) 130
12.1.6 고정사이클의 지령 시의 주의사항 131
12.1.7 고정사이클의 사용자가 주의할 사항 133
12.2 단순 고정 사이클 (G90, G92, G94) 134
12.2.1 내경/외경 가공 사이클(G90, Outer/Internal Diameter Cutting Cycle) 134
12.2.2 나사 절삭 사이클(G92, Thread Cutting Cycle) 137
12.2.3 단면 고정 사이클 (G94, End-Face Turning Cycle) 140
12.3 복합형 고정 사이클 (G70, G71, G72, G73, G74, G75, G76) 143
12.3.1 내경/외경 황삭 가공 (G71, Stock Removal In Turing) 145
12.3.2 단면 황삭 가공 (G72, Stock Removal In Facing) 153
12.3.3 유형 반복 가공 (G73, Pattern Repeating) 158
12.3.4 정삭 가공 사이클 (G70, Finishing Cycle) 162
12.3.5 단면 펙 드릴 가공 (G74, End Face Peck Drilling) 164
12.3.6 내경/외경 드릴 가공 (G75, Outer/Internal Diameter Drilling) 166
12.3.7 복합 나사 절삭 사이클 (G76, Multiple Threading Cycle) 168
12.4 드릴 고정 사이클 172
12.4.1 펙 드릴 사이클 (G83 /G87, Peck Drilling Cycle) 174
12.4.2 탭핑 사이클 및 RIGID TAP 사이클 (G84 /G88) 175
12.4.3 보링 사이클 (G86 /G89, Boring Cycle) 176

13 공구 보정 177

13.1 공구 인선 R 보정 178
13.1.1 공구 인선 R 보정 178
13.1.2 가상 인선 (Imaginary Tool Nose) 178
13.1.2 가상 인선 (Imaginary Tool Nose) 179

13.1.3 소재측의 지정과 이동지령 180
13.1.4 공구 날 끝의 중심과 가상 날 끝의 방향 181
13.1.5 공구 인선 보정에 따른 보정 방향 183
13.2 가상 날 끝을 중심으로 하는 프로그램 185
13.2.1 테이퍼 및 면취 가공 (Tapering & Chamfering) 186
13.2.2 원호 가공 (Circular Cutting) 188
13.3 공구 인선 R 보정 (G40, G41, G42, Tool Nose R Compensation) 190
13.3.1 Start - Up 모드 191
13.3.2 Offset 모드 195
13.3.4 Offset Cancel 모드 204
13.3.5 I _ J _ K _ 를 포함한 G40 블록의 처리 208
13.4 자동 공구 보정 (G36,G37) 211
13.5 프로그램에 의한 공구 보정량 입력 (G10) 212

14 커스텀 매크로 (CUSTOM MACRO) 213

14.1 매크로 호출 명령어 (Custom Macro Command) 215
14.1.1 단순 호출 (G65) 215
14.1.2 매크로 모달 호출 (G66 /G67) 219
14.1.3 G 코드에 의한 매크로 호출 220
14.1.4 M 코드에 의한 매크로 호출 221
14.1.5 M 코드에 의한 부프로그램 호출 222
14.1.6 T 코드에 의한 부프로그램 호출 222
14.1.7 M98 과 G65 의 차이점 222
14.1.8 다중 호출 (G66) 223
14.2 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 작성 226
14.2.1 매크로 프로그램 본체의 형식 226
14.2.2 변수의 사용 방법 226
14.2.3 변수의 종류 228
14.2.4 연산 지령 238
14.2.5 제어 지령 240
14.2.6 매크로 문과 CNC 문 244
14.3 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 등록 245
14.4 제한 사항 245
14.5 프로그램 예제 247

14.5.1 매크로 프로그램 PLANE DRILL 247
14.5.2 원호 가공 (1 도씩 분할) 249
14.5.3 WHILE - ENDm 예제 250

15 특수 기능 (Special Functions) 251

15.1 미러 이미지 설정/해제 (G68/G69, Mirror Image ON/OFF) 252
15.2 금지 영역 설정 및 해제 254
15.2.1 H/W(하드웨어) Limit (Hardware Limit) 254
15.2.2 S/W(소프트웨어) Limit (Software Limit) 254
15.2.3 프로그램에 의한 S/W Limit 설정 및 해제 (G22, G23) 255

TURBO HX 의 어드레스 문자

문자	의 미	문자	의 미
A	X 축과 평행한 회전축	N	문 번호
B	Y 축과 평행한 회전축	O	프로그램 번호
C	Z 축과 평행한 회전축	P	선두 문 번호 등
D	공구 직경 옵셋 번호	Q	드릴 절삭 깊이 등
E	USER MACRO 문자	R	R 점 표시, 원호 반지름 등
F	정속 이송	S	회전 속도 지정
G	준비 기능	T	공구 기능
H	공구 길이 옵셋 번호	U	X 축 평행 부가 축
I	X 축 회전 중심 좌표 값	V	Y 축 평행 부가 축
J	Y 축 회전 중심 좌표 값	W	Z 축 평행 부가 축
K	Z 축 회전 중심 좌표 값	X	X 축 좌표
L	반복 횟수	Y	Y 축 좌표
M	보조 기능	Z	Z 축 좌표

TURBO HX 의 기능 문자

문자	의 미	문자	의 미
(	주석 시작	.	온 점 (소수점)
)	주석 종료	= [EQ]	같음
[	왼편 블랙 킷	+	덧셈
]	오른편 블랙 킷	-	뺄셈
*	곱셈	0 ~ 9	데이터
#	변수	;	블록 종료
/	Optional block skip	A ~ Z	어드레스 문자

표 기

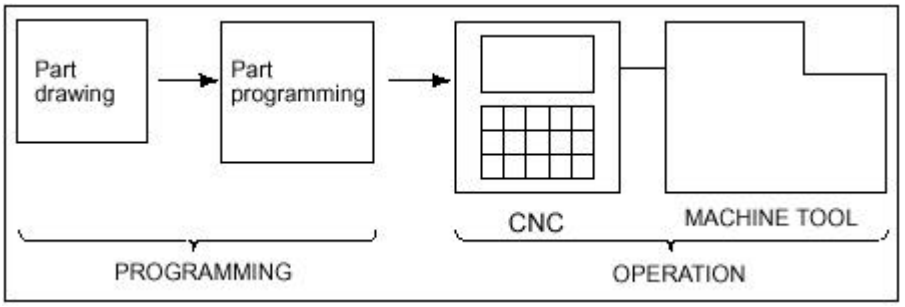
표기	내용	예
G n	G 코드 n 번 지령	G00, G01
Alphabet _	어드레스 Alphabet 지령 및 _ 수치 값	X_ A_ I_ J_ F_ S_
{ }	{ } 안에 내용이 각각 선택적으로 적용 가능	{ X_ Z_ / U_ W_ }
[ ]	생략 가능한 지령	[G00 / G01]
/	선택적으로 적용하는 경우 각 내용의 구분	위 내용 참조

1 일반

일반적으로 CNC 공작기계는 CNC 제어장치와 액츄에이터(모터) 그리고 공작기계의 몸체로 구성되어 있습니다. CNC 공작기계는 전기, 전자, 전산, 기계 등의 많은 하드웨어와 소프트웨어를 포함하고 있으며 일반적으로 서보 모터 축 제어는 G 코드로 PLC 에 의한 ON/OFF 제어는 M 코드로 기능을 수행합니다.

CNC 선반에 자동 공구 교환 장치(ATC : Auto Tool Changer)를 부착하여 여러 공정의 연속적인 작업을 자동으로 공구의 교환을 수행하면서 작업물을 가공하는 공작기계를 터닝센터(TC) 라고 합니다.

일반적으로 CNC 공작기계에서 가공을 수행하는 작업 순서는 도면을 작성하고 프로그램을 작성한 다음 기계에서 가공을 수행하게 됩니다.



1.1 좌표계 (Coordinate)

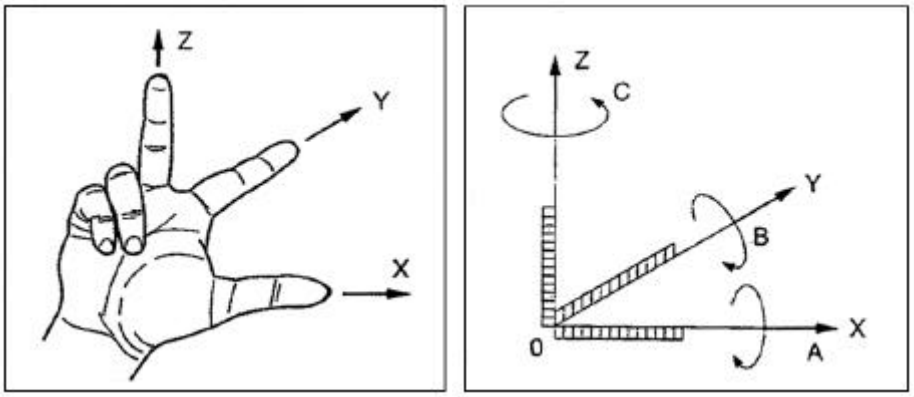
1.1.1 기계 좌표계 (Machine Coordinate)
1.1.2 작업물 좌표계 (Work-piece Coordinate)
1.1.3 로컬 좌표계 (Local Coordinate)
1.1.4 상대 좌표계 (Relative Coordinate)
1.1.5 남은 거리 (Distant To Go)
1.1.6 좌표계에 따른 옵셋 (Offset) 및 위치
1.1.7 옵셋 설정

1.2 CNC 가공의 조건 설정

1.2.1 절삭속도 V [m/min]
1.2.2 회전속도(Rough Cutting) N [rpm]
1.2.3 이송속도 F [mm/min, mm/rev]
1.2.4 절삭률 Q [Cm3 / min]
1.2.5 실 가공 시간 T [sec]

1.1 좌표계 (Coordinate)

좌표계는 기계원점을 기준으로 하는 기계 좌표계와 프로그램의 원점을 기준으로 하는 작업물 좌표계가 있습니다. 좌표계는 주로 오른손 직교 좌표계를 사용하고 있습니다. 직선 이송 축을 X, Y, Z 으로 사용하고 각 직선 이송 축의 부가축으로 회전축을 A, B, C로 사용합니다(A축은 X축을, B 축은 Y 축을, C축은 Z 축을 중심으로 회전하는 축을 의미합니다).



1.1.1 기계 좌표계 (Machine Coordinate)

각각의 CNC 공작기계는 고유의 기계 원점(Reference Point)을 가지고 있으며, 이 기계 원점을 기준으로 공작기계의 기계 좌표계를 정의합니다. 기계 원점은 원칙적으로는 주축의 중심점(Machine Origin)을 기준으로 하지만, 공구가 장착된 경우 원점 복귀의 어려움 등의 이유로 인하여 특별한 위치(Reference Point, 기계원점, 제 1 원점)를 기계 기준점으로 설정하여 사용합니다.
기계 좌표의 설정은 전원투입 후 수동 원점복귀를 실행하여 완료하면 됩니다.
기계 좌표계는 G22/G23 의 보호 범위 설정(Stored Stroke Limit), Over Travel, 제 2,3,4 원점 설정 등의 기준이 되며 기계 원점에서 기계 좌표 값은 X0, Z0 입니다.

1.1.2 작업물 좌표계 (Work-piece Coordinate)

작업물 좌표계는 작업물의 가공 기준점이 원점으로 설정되는 좌표계입니다. 이 가공 기준점은 NC 프로그램 작성에서 사용되는 프로그램 도면의 원점에 해당됩니다. 도면을 기준으로 작업자가 프로그램을 편리하게 작성하고 이렇게 작성된 NC 프로그램을 그대로 가공에 적용할 수 있도록 원점을 설정하면 됩니다.
일반적으로 작업물 좌표계 원점은 작업물 좌표계 설정방법을 사용하여 Setting 하며, G54 ~ G59 를 이용하여 작업물 좌표계를 선택하여 가공을 수행합니다.
작업물 좌표계 유지 파라미터(좌표계 화면 좌측 상단에 있음)가 설정된 경우에는 초기 전원을 ON 하더라도 마지막 좌표계 설정값이 그대로 적용됩니다.

작업물 좌표계 원점은 절대지령의 기준점이 되고, 프로그램상의 원점을 기준으로 절대 좌표 값으로 X0 Z0 입니다.

1.1.3 로컬 좌표계 (Local Coordinate)

작업물 좌표계로 프로그램을 작성하는 경우에 설정된 작업물 좌표계를 기준으로 임의의 점에 기준점을 설정하여 활용하는 좌표계를 지역 좌표계 또는 로컬 좌표계라고 합니다.
로컬 좌표계는 모든 작업물 좌표계 G54~G59 를 기준으로 새로운 좌표계를 만들 수 있으며, 각각의 로컬 좌표계의 원점은 각각의 작업물 좌표계로 지정한 X_ Z_ 위치입니다.
로컬 좌표계는 새로운 작업물 좌표계가 설정되면 0 으로 clear 됩니다.

1.1.4 상대 좌표계 (Relative Coordinate)

일시적으로 임의의 위치를 원점으로 설정할 때 사용하며 주로 작업물 좌표계 설정, 간단한 핸들 이동 그리고 좌표계 설정 등을 위해 사용됩니다.

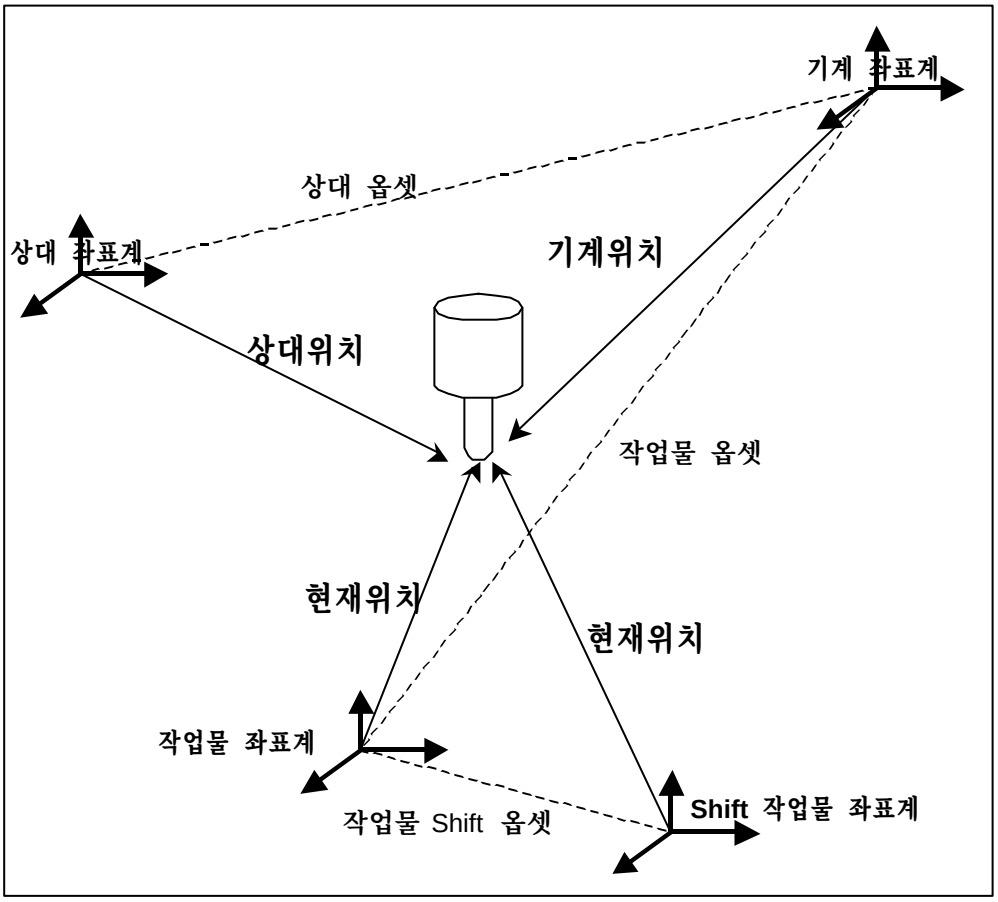
1.1.5 남은 거리 (Distant To Go)

자동모드 [AUTO, MDI 모드]에서 프로그램을 실행하여 축 이송을 지령하면 잔여 좌표계에 나타나는 수치는 현재 실행중인 불록의 나머지 이동 거리를 표시합니다.
공작물 Setting 후 시제품을 가공할 경우에 프로그램 경로의 이상 유무를 확인하는 방법으로 활용합니다.

1.1.6 좌표계에 따른 옵셋 (Offset) 및 위치

기계 좌표계, 작업물 좌표계, 상대 좌표계는 서로 옵셋의 편차량을 가지고 연관되어 있습니다. 상대 좌표계는 기계 좌표계와 상대 옵셋 만큼의 편차량을 가지고 있고, 작업물 좌표계는 기계 좌표계와 작업물 옵셋 만큼의 편차량을 가지고 있습니다. 작업물 좌표계는 이동이 가능한데 이 때 작업물 Shift 옵셋 만큼씩 편차를 가지고 이동하게 됩니다.

각 좌표계에서 공구의 좌표를 위치로 표시하는데 기계 좌표계 상에서는 기계위치, 상대 좌표계 상에서는 상대위치, 작업물 좌표계 상에서는 현재위치라고 합니다.



1.1.7 옵셋 설정

기계 좌표계 원점과 작업물 좌표계 원점사이의 위치 편차량을 작업물 옵셋이라고 하며, 이 옵셋량을 CNC 에 알려주어야 합니다. 작업물 옵셋량은 공구옵셋 화면(초기화면->F2 설정->F1 공구옵셋)의 GX, GW, WX, WZ 항목에 입력됩니다. 이 기능은 공구 선택 (TOOXX) 기능을 이용하여 사용할 수 있습니다.

1.2 CNC 가공의 조건 설정

1.2.1 절삭속도 V [m/min]

절삭속도 V 는 공구와 공작물 사이의 최대 상대속도를 말합니다. 절삭속도는 공구수명에 중대한 영향을 끼치며, 가공면의 거칠기, 절삭률 등에도 밀접한 관계가 있습니다. 절삭현상에서 기본적인 변수로 단위는 m/min 를 사용합니다

$$V = \frac{p\ DN}{1000}$$

D : 공구의 직경 [mm]
N : 주축의 회전속도 [rpm]

1.2.2 회전속도(Rough Cutting) N [rpm]

$$N = \frac{1000\quad V}{p\,D}$$

V : 절삭속도 [m/min]
D : 공구의 직경 [mm]

1.2.3 이송속도 F [mm/min, mm/rev]

이송속도 F 는 절삭 중 공구와 공작물 사이의 상대운동 크기를 말하며, 분당 이송속도(G98)나 회전당 이송속도(G99)로 표시합니다. 분당 이송속도(F)는 1 분당 축 이송속도를 의미하며 단위는 [mm/min]이고, G98 F200 과 같은 형태로 이송속도를 지령합니다. 회전당 이송속도(f)는 잇날 한 개당 이송량에 의해 결정되며 스핀들 1 회전당의 축 이송속도를 의미합니다. 회전당 이송속도의 단위는 [mm/rev]이고, G99 F0.2 와 같은 형태로 이송속도를 지령합니다.

테이블 이송속도(F) = 회전당 이송속도 × 회전속도(N)
= 날당 이송(f) × 날수(Z) × 회전속도(N)

F : 테이블 이송속도 [mm/min]
f : 날당 이송 [mm/tooth]
Z : 날수 [teeth/rev]
N : 회전속도 [rpm]

만약 절삭 조건 표에서 이송속도가 매회전당 이송거리 [mm/rev] 로 주어질 경우에는 이를 다음과 같이 분당 이송거리 [mm/min]로 환산 하여야 합니다.

- 드릴, 리머 카운터싱크의 경우

F [mm/min] = N [rpm] × f [mm/rev]

- 밀링 커터의 경우

F [mm/min] = N [rpm] × 커터의 날수[teeth/rev] × f [mm/teeth]

- 탭핑 및 나사절삭의 경우

F [mm/min] = N [rpm] × 나사의 피치

1.2.4 절삭률 Q [cm^3 / min]

- 드릴의 경우

Q = 드릴의 면적 × 회전수 × 이송속도

직경이 d 인 드릴의 면적은 $\pi d^2/4$ [mm^2] 이므로

$$Q(Cm^3) = (\frac{\text{드릴면적}}{100}) \times (Nrpm) \times (\frac{Fmm/rev}{10}) = \frac{\text{드릴면적} \times F(mm/\min)}{1000}$$

- 밀링 커터의 경우

Q = 커터의 너비 × 절삭깊이 × 커터날 당 이송속도 × 커터날의 수

1.2.5 실 가공 시간 T [sec]

길이 계산에서 주의할 내용은 가공시작 할 때와 끝부분의 여유를 가공길이에 포함하고 계산합니다

$$T = \frac{L}{F} \times 60$$

L : 절삭 가공길이 [mm]

F : 분당 이송속도 [mm/min]

2 프로그램 (Program)

프로그램은 공작기계로 가공을 수행 할 때 공구의 이송 경로에 대한 위치 지령과 기계의 각종 동작 지령을 할 수 있는 방법입니다. 본 시스템에서는 AUTO 모드일 경우 텍스트 파일 형태로 작성되며 MDI 운전 모드일 경우 편집 창에서 직접 작성하게 됩니다.

2.1 프로그램 파일

2.2 프로그램 요소

2.2.1 어드레스 (Address)
2.2.2 데이터 (Data)
2.2.3 워드 (Word)
2.2.4 블록 (Block)

2.3 프로그램 진행

2.3.1 주석문
2.3.2 문번호
2.3.3 옵셔널 블록 스킵 (Optional Block Skip)
2.3.4 프로그램 재개시 (Program Restart)

2.4 주 프로그램과 보조 프로그램

2.4.1 보조 프로그램
2.4.2 보조 프로그램 호출 다중도
2.4.3 보조 프로그램 호출과 복귀
2.4.4 주 프로그램 반복

2.1 프로그램 파일

프로그램 내용을 가진 파일을 프로그램 파일이라고 하고 “프로그램이름.확장자”의 형태로 저장됩니다. 프로그램이름은 숫자나 문자의 조합으로 작성할 수 있으며 보조 프로그램의 경우에는 4 자리 숫자로만 작성해야 합니다. 9000 에서 9029 까지의 보조 프로그램이름은 시스템에서 매크로 프로그램으로 사용되므로 사용자는 일반 보조 프로그램으로 사용할 수 없습니다. 확장자는 “NC” 입니다.

기본적으로 프로그램 파일은 시스템 실행파일이 존재하는 폴더 아래에 있는 NC 폴더에서 읽어 오고 저장 되며 임의의 폴더나 네트워크 상의 다른 PC 상의 폴더에서도 읽거나 저장할 수 있습니다. 프로그램의 용량은 기본적으로 제한이 없으나 사용하는 CNC 장치의 저장매체 용량에 제한을 받습니다.

주의 :

9000 ~ 9029 번의 매크로 프로그램은 반드시 /Nc/Macro 폴더에 존재해야 합니다.

2.2 프로그램 요소

프로그램은 CNC 가 인식할 수 있는 언어로 작성되며 일련의 동작지령을 나타내는 블록들이 모여서 구성됩니다. 블록(Block)은 워드(Word)의 모임으로 구성되고 워드는 어드레스(Address)와 데이터(Data)로 구성됩니다.

작성은 ASCII 코드에 의한 문자들로 하게 되며 ~, !, $, ^, & 등과 같이 CNC 시스템에 정의되지 않은 문자를 지령한 경우에는 알람 F_82001(정의 되지 않은 문자가 존재합니다.)이 발생합니다.

2.2.1 어드레스 (Address)

어드레스는 기본 어드레스와 특수 어드레스가 있습니다. 기본 어드레스는 알파벳 A ~ Z 중에 1 개로 정의되고 지령에 대한 의미를 알려주는 기능을 수행 합니다.

어드레스	내용	예
D	공구경 보정값	G41 D1
H	공구길이 보정값	G43 H1
F	속도 지령	F100.
G	준비 지령	G00
I, J, K	원호 보간 시 중심 위치 지령	G02 X10. I20.
M	보조 지령	M00
N	문 번호	N10
O	프로그램 이름	O1234
S	스핀들 지령	S1000
T	공구 지령	T1010
X, Y, Z	위치 지령	G00 X10.

특수 어드레스는 주석 문인 %, ;, (,)와 옵셔널 블록 스킵 문인 /가 있습니다.

2.2.2 데이터 (Data)

데이터는 어드레스 지령 수행 시에 필요한 값을 알려주는 기능을 수행합니다. 모든 데이터 지령은 부호를 제외하고 12 자 이내로 제한됩니다. 만약, 이 제한을 넘는 지령을 하게 되면 알람 F_82002(숫자가 최대 버퍼를 넘었습니다.)이 발생합니다. 실수 형태로 지령 되는 데이터에서 소수점을 한 개 이상 지령하게 되면 알람 F_82004(소수점이 한 개 이상입니다.)이 발생합니다.

2.2.3 워드 (Word)

프로그램의 기능 명령의 기본 단위이며 어드레스(Address)와 데이터 (Data)로 구성됩니다. 데이터는 어드레스 다음에 바로 이어서 위치합니다.

▯II 적용 예제

N100
G00
X100.

한 블록에서 같은 내용의 워드를 두개 이상 지령하면 앞에 지령 한 것은 무시되고 뒤에 지령 된 워드가 수행됩니다.

▯II 적용 예제

G00 X100. X200. (X100.은 무시되고 X200.이 실행됨)

2.2.4 블록 (Block)

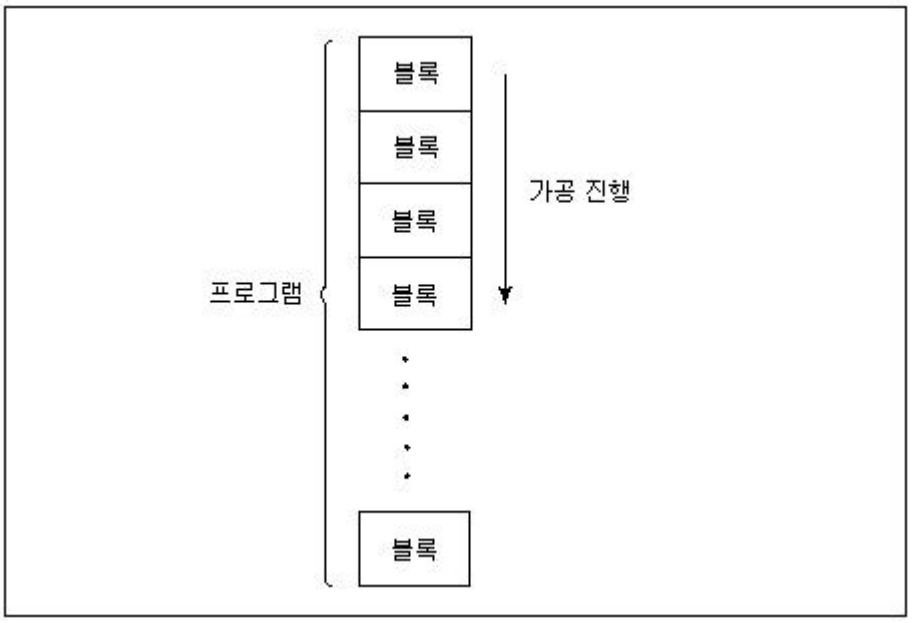
기계를 구동하기 위한 기본 지령 단위로서 1 개의 워드 또는 여러 개 워드들의 조합으로 구성됩니다. 한 블록은 프로그램의 한 줄에 해당됩니다. 한 블록에 올 수 있는 문자의 최대 개수는 300 개 입니다. 만약, 이 제한을 넘게 지령하면 알람 F_82111(한 블록 문자수는 300 개로 제한 됩니다.)이 발생합니다.

N ○○	G ○○	X ○.○	Y ○.○	Z ○.○	M ○○	S ○○○	T ○○	F ○○
문 번호 지령	준비 지령	좌표 지령			보조 지령	스핀들 지령	공구 지령	속도 지령

프로그램 실행 시에 같은 블록에서는 각 워드의 순서는 상관 없습니다. 통상적으로 위와 같은 순서로 입력하면 됩니다.
한 블록의 실행이 완료되면 다음 블록으로 진행하게 됩니다.

2.3 프로그램 진행

프로그램은 블록들의 조합으로 구성되며 블록의 내용에 따라서 해당되는 기능이 수행됩니다. 주로 첫 블록에는 O 1234 와 같이 프로그램 파일명을 표기하고 주석 기능을 사용하여 프로그램 설명을 작성합니다. O와 함께 표기되는 프로그램 파일명은 O 다음에 한 칸 띄고 입력하는 것이 좋습니다. 만약, O 와 R 을 붙여서 입력하게 되면 OR 연산자로 오인되어 알람이 발생합니다. O 로 시작하는 블록에 다른 지령을 하게 되면 무시됩니다. 블록의 맨 마지막에는 프로그램 종료 보조 지령인 M02 또는 M30 이 있어야 합니다. 만약 M02 또는 M30 지령을 하지 않게 되면 알람 F_82016(M02 또는 M30 이 없이 종료하였습니다.)이 발생합니다.



2.3.1 주석문

주석으로 처리되는 명령에는 %, O, ;, ( )가 있습니다. %, O, ; 명령은 지령이 된 곳 부터 뒤의 모든 블록 내용이 주석 처리됩니다. ( ) 명령은 블록 중간에 일부 내용을 주석으로 처리하는 기능입니다.

2.3.2 문번호

블록의 선두에 N 어드레스와 수치로 지령하는 명령입니다. 문 번호는 고정 사이클의 블록 범위를 지정하거나, 특정 블록으로 프로그램의 수행을 옮기기 위해 사용됩니다. 번호는 순서에 관계없이 지정할 수 있으나 프로그램 해석을 용이하게 하기 위해서는 상위 블록에서 하위 블록으로 순차적으로 지정하는 것이 좋습니다.

여러 블록에 동일한 문 번호를 지령하게 되면 알람 F_82018(동일한 진행블록이 존재합니다.)이 발생합니다.

한 프로그램에서 지령 된 문 번호의 전체 개수가 1000 개를 넘게 되면 F_82019(문번호 개수가 최대 버퍼를 넘었습니다.)이 발생합니다. 제한된 문번호 개수에 영향을 받지 않고 프로그램을 수행하기 위해서는 문번호 검색 유무 파라미터 PI 134(#3124)를 사용합니다. 파라미터에 값이 0 이면 문번호를 검색하고 문번호 지령이 제한된 개수(1000 개)를 넘을 수 없지만 1 로 설정하면 문번호를 검색하지 않으면서 문번호 지령 개수는 제한이 없습니다.

2.3.3 옵셔널 블록 스킵 (Optional Block Skip)

블록의 선두에 / 지령으로 사용되는 기능으로 현재 블록을 수행할 것인지 수행하지 않을 것인지를 외부 신호에 의해서 선택하는 기능입니다. / 지령은 블록의 맨 앞에 위치해야 되고 만약 그렇지 않을 시에는 알람 F_82017 (블록 선두에만 지령 가능합니다.)이 발생합니다. 블록의 선두에 / 지령이 있고 선택 스위치가 ON 으로 되어 있으면 이 블록을 건너뛰고 다음 블록으로 진행합니다.

옵셔널 블록 스킵은 / 지령으로 한 개의 신호에 대해서 처리가 가능하지만 여러 개의 신호에 대해서 다단으로 기능을 수행할 수도 있습니다. 본 시스템에서는 10 개의 외부 신호에 대해서 처리가 가능하며 지령은 /0 ~ /10 와 같이 표기합니다. 여기서, /0 은 /와 동일한 신호에 대해서 처리합니다.

2.3.4 프로그램 재개시 (Program Restart)

AUTO 모드 운전 중에 RESET 또는 정전이 되던가, 공구가 부러진 경우 등 어떠한 이유에 의해서 가공이 중단된 경우, 이전의 마지막 가공에서부터 이어서 가공을 수행해야 되는 경우가 발생합니다. 자동 운전 재개는 이러한 경우에 사용되는 기능입니다.

(1) 조작방법

가공이 중단된 블록에서 시작하고자 하는 경우에는 MDI 모드에서 각종 옵셋 설정, 스핀들, Feed 지령 후 Cycle Start를 누릅니다.
시작 블록을 임의로 설정하기 위해서는 EDIT 모드로 변경 하여 편집 창에서 원하는 블록을 찾아갑니다. 편집 메뉴 중 ' F7 UTILITY ' 메뉴에서 찾기 기능 또는 바로가기 기능을 이용하여 원하는 블록을 쉽게 찾아갈 수 있습니다.
작업물 좌표계와 가공 조건 등을 맞추기 위하여 MDI 모드를 선택하여 작업물 좌표계 선택(G54 ~ G59), Feed, 스핀들 지령 및 G code 모달 지령을 수행합니다.
AUTO 모드를 선택하고 시작 하고자 하는 블록에 커서가 존재하는 가를 확인한 후, Cycle Start 버튼을 누릅니다.
프로그램의 선두에서 시작하고자 하는 경우에는 EDIT 모드에서 RESET 을 누릅니다.

(2) 프로그램 가공 중 RESET시 블록 위치 선택 파라미터

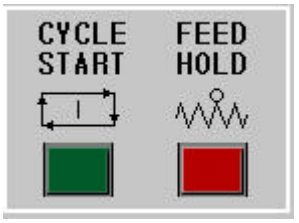
AUTO 모드 운전 실행 중에 RESET 또는 비상 정지에 의해 가공 을 중단한 경우, 프로그램의 위치를 표시하는 커서의 위치를 결정하는 파라미터입니다.(파라미터 화면의 프로그램 항목 중 ' PI[133] 리셋시 진행 블록 선택 ' 파라미터)
현재 블록 유지(0), 메인 프로그램의 처음 블록으로 가기(1), 그리고 메인 프로그램의 호출 블록으로 가기(2) 3 가지 선택이 가능합니다.

PI [133]	설명
0 : 유지	가공 중 RESET 되는 경우 커서가 현재 블록에 위치 합니다. 단, ‘작업물 좌표계 유지/취소’ 파라미터가 ‘유지’ 상태로 설정되어 있는 경우에 한합니다. 작업물 좌표계 (0/1) : 0: 유지 MDI 모드에서 스핀들 및 가공 Feed 등을 입력하고 Cycle Start 를 수행한 후, AUTO 모드로 바꾸어 바로 Cycle Start 에 의해 가공 시작을 하면 됩니다. 이 경우 시작 위치를 따로 찾아가지 않아도 됩니다.
1 : 메인 프로그램의 초기 블록	가공 중 RESET 되는 경우 무조건 메인 프로그램의 시작 블록으로 커서가 위치하게 됩니다. 처음부터 다시 가공이 진행됩니다. 이 경우에 중간 시작을 하기 위해서는 EDIT 모드로 바꾸고 원하는 블록이나 Word 를 찾아 커서를 위치시킨 후 다시 AUTO 모드로 변환하여 Cycle Start 하면 됩니다.
2 : 메인 프로그램의 호출 블록	서브 프로그램이 호출되어 가공 되는 동안 RESET 되는 경우 메인 프로그램의 호출 블록에 커서가 위치하게 됩니다. 여기서 다시 Cycle Start 를 하면 서브프로그램 호출부터 다시 시작될 수 있습니다.

주의 :

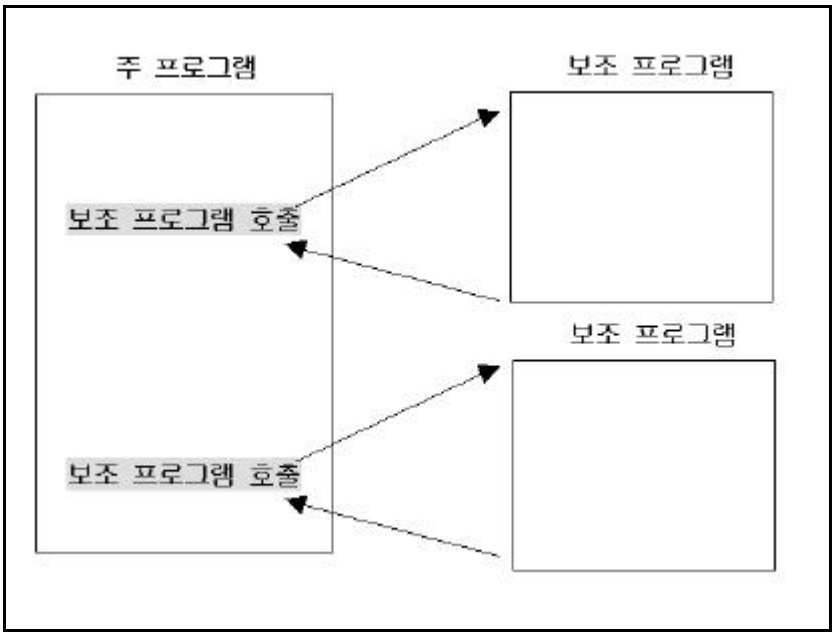
RESET 후 임의의 블록에서 시작하는 경우에는 작업물 좌표계의 설정 상태와 스핀들의 동작 상태, Feed 지령 등의 가공 조건을 반드시 확인하기 바랍니다.

AUTO 모드 관련 조작반



2.4 주 프로그램과 보조 프로그램

프로그램은 주 프로그램과 보조 프로그램으로 나누어 집니다. 주 프로그램은 정지 상태로부터 가공을 최초로 시작하는 프로그램입니다. 보조 프로그램은 주 프로그램의 호출에 의해 실행되고 실행이 종료되면 주 프로그램으로 복귀합니다. 실행 프로그램은 주 프로그램 단독으로 구성될 수 있고 또한 주 프로그램과 여러 보조 프로그램으로 구성됩니다.



2.4.1 보조 프로그램

가공할 형상이 반복되거나 패턴이 일정한 동작을 반복하는 경우와 같이 프로그램 중에 자주 쓰이는 형상을 프로그램 해놓고 다른 프로그램에서 불러 쓰도록 구성할 수 있습니다. 이렇게 프로그램을 활용하기 위해서 반복되는 가공 부분을 하나의 프로그램으로 미리 작성하여 놓고 필요 시 호출하여 사용하는 기능을 보조 프로그램 호출이라 하고 이 때 호출되는 프로그램을 보조 프로그램이라 합니다. 보조 프로그램은 4자리 숫자로만 이름을 만들 수 있습니다.

주의 :

보조 프로그램 이름은 4 자리 숫자로만 가능하며, 9000 에서 9029 까지는 시스템에서 사용하는 이름이기 때문에 사용자는 사용할 수 없습니다.

2.4.2 보조 프로그램 호출 다중도

주 프로그램이 보조 프로그램을 호출할 수 있고 보조 프로그램은 또 다른 보조 프로그램을 호출할 수 있습니다. 한 번 보조 프로그램을 호출하는 것을 1 중이라고 할 때 최고 9 중까지 호출 가능합니다. 만약, 부 프로그램 호출 횟수가 9 중이 넘게 되면 알람 F_82022(최대 부프로그램 호출을 초과하였습니다.)이 발생합니다.

2.4.3 보조 프로그램 호출과 복귀

```
M98  P_ Q_ R_ L_
M99  P_
```

M98	보조 프로그램 호출
M99	보조 프로그램 종료
P_	M98 인 경우 보조 프로그램 이름 (_는 4 자리 숫자)
	M99 인 경우 복귀 해야 할 블록의 문번호
Q_	보조 프로그램의 시작 블록 문 번호 (생략하면 첫 블록 부터 수행)
R_	보조 프로그램의 끝 블록 문 번호
	(생략하면 M99 가 나올 때까지 진행)
L_	보조 프로그램 호출 반복 횟수

보조 프로그램은 주 프로그램이 있는 같은 디렉터리(저장 공간)에 있어야 합니다. 만약 같은 디렉터리 내에 호출 보조 프로그램이 없으면 알람 F_82109(선택된 프로그램 파일이 없습니다.)이 발생합니다. 단, 9000~9029 번 프로그램은 반드시 /Nc/ Macro 폴더에 있어야 합니다.

보조 프로그램 호출 시에 문법이 맞지 않으면 알람 F_82021(부프로그램 호출 문법이 맞지 않습니다.)이 발생합니다. 호출된 보조 프로그램의 마지막 블록은 M99 를 단독으로 사용해야 합니다. 만약, 호출 시 R_ 지령을 사용하지 않은 상황에서 보조 프로그램에서 M99 를 지령하지 않으면 알람 F_82024(부프로그램에 M99 가 없습니다.)이 발생하고 M99 지령 시 문법이 맞지 않으면 알람 F_82025 (M99 문법이 맞지 않습니다.)이 발생합니다. 1 중 이상으로 연속해서 보조 프로그램을 호출 시에 이미 앞에서 호출된 프로그램을 다시 호출하게 되면 보조 프로그램 호출이 무한 루프에 빠지게 됩니다. 이와 같이 이미 호출한 보조 프로그램을 다시 호출하게 되면, 알람 F_82023(이미 호출된 프로그램입니다.)이 발생합니다.

MDI 운전 모드 상태에서는 보조 프로그램을 호출 할 수 없습니다. 만약, 호출할 시에는 알람 F_82113(MDI 모드에서 부프로그램 호출을 할 수 없습니다.)이 발생합니다.

II 적용 예제

(주 프로그램 입니다)

```
O 보조 프로그램 호출
G54 G00 X0. Z0.
X20.
M98 P10 Q1 R2 L2
X70. Z20.
M98 P10
G28 U0. W0. M05
M30
```

(보조 프로그램 입니다)

```
O 0010
N1 G00 Z5.
G01 Z-10. F20.
Z-25. F100
N2 G00 Z50.
M99
```

2.4.4 주 프로그램 반복

M99 P _ L _

M99 주 프로그램 반복
P _ 반복 시 시작 블록 문 번호
L _ 반복 횟수

주 프로그램에서 M99 를 지령하면 반복 기능으로 수행됩니다. P_를 지령하지 않으면 주 프로그램의 첫 블록부터 반복 수행되며 L _를 지령하지 않으면 무한하게 반복 수행됩니다.

■ 적용 예제

O 주 프로그램 반복
G54 G00 X0. Z0.
N1 G01 W5. F500.
X100.
Z100.
X-100.
Z-100.
M99 P1 L3
M30

3 준비 기능 (G 코드)

준비 기능은 가공 시 공구의 이송 및 가공 방법에 대한 형태를 정의하며 기계 구동 및 프로그램 운영 등을 수행하는 명령입니다. G 코드에 따라 원샷(One Shot) 지령과 모달(Modal) 지령이 있습니다. 원샷 지령은 G 코드가 지령 된 블록에서만 기능이 유효하고 모달 지령은 같은 그룹의 G 코드가 지령 될 때까지 지령한 G 코드가 다음 블록에서도 계속 유효합니다. 0번, 23번 그룹은 원샷 지령이고 그 외의 모든 그룹은 모달 지령입니다.

구분	내용
원샷 지령	G 코드가 지령 된 블록에서만 유효
모달 지령	같은 그룹의 G 코드가 지령 될 때까지 유효

준비 기능인 G 코드는 아래 G 코드 일람과 같이 정의되어 있고 여기에 정의되지 않은 G 코드가 지령 되면 알람 82030 (사용하지 않는 G 코드 입니다.)이 발생합니다.
동일 그룹의 G 코드가 같은 블록에 지령 될 때에는 나중에 지령 된 G 코드가 유효하고 서로 다른 그룹의 G 코드는 같은 블록에 여러 개 지령할 수 있습니다.
고정 사이클 모드 중에 1 번 그룹 G 코드가 지령 되면 자동으로 사이클 모드가 취소(G80)됩니다.

3.1 G 코드 일람

3.2 G 코드 모달 초기화

3.1 G코드 일람

: 초기화 될 때 디폴트가 되는 G코드를 파라미터에서 설정하는 G코드

: 초기화 될 때 디폴트가 되는 G코드

G코드	그룹	내용	설명 단원
G00	1	위치 결정	4.1
G01		직선 보간	4.2
G02		원호 보간 CW	4.3 / 4.4
G03		원호 보간 CCW	
G04	0	휴지(Dwell)	5.4
G09		정밀 정지(Exact Stop)	5.5
G10		데이터 설정	
G17	16	XY 평면 선택	7.4
G18		ZX 평면 선택	
G19		YZ 평면 선택	
G20	6	인치 단위 입력(Inch)	8.3
G21		미터 단위 입력(Metric)	
G22	9	스트로크 검사 기능 ON	15.2.3
G23		스트로크 검사 기능 OFF	
G27	0	원점 복귀 확인	6.4
G28		원점 복귀	6.1
G29		원점에서의 복귀	6.3
G30		2,3,4 원점 복귀	6.2
G31	23	스킵 기능 1	4.8
G31.1		스킵 기능 1	
G31.2		스킵 기능 2	
G31.3		스킵 기능 3	
G31.4		스킵 기능 4	
G32	1	나사 절삭(연속 나사)	4.5.1 / 4.5.4
G34		나사 절삭(가변 리드 나사)	4.5.2
G36	0	자동 공구 보정 X	13.4
G37		자동 공구 보정 Z	13.4
G40	7	공구 nose R 보정 취소	13.3
G41		인선 R 보정 좌	
G42		인선 R 보정 우	
G50	0	좌표계 설정, 주축 최고속도 설정	7.1 / 9.3
G54	14	작업물 좌표계 1 선택	7.3
G55		작업물 좌표계 2 선택	
G56		작업물 좌표계 3 선택	
G57		작업물 좌표계 4 선택	

G58		작업물 좌표계 5 선택	
G59		작업물 좌표계 6 선택	
G65	0	매크로 호출	14.1.1
G66	12	매크로 모달 호출	14.1.2/14.1.8
G67		매크로 모달 호출 취소	14.1.2
G68	4	미러(Mirror) 이미지 ON	15.1
G69		미러(Mirror) 이미지 OFF	
G70	10	사상 사이클	12.3.4
G71		외/내경 황삭 사이클	12.3.1
G72		단면 황삭 사이클	12.3.2
G73		패턴 사이클	12.3.3
G74		외/내경 Pecking 사이클	12.3.5
G75		단면 Pecking 사이클	12.3.6
G76		복합 나사 절삭 사이클	12.3.7
G80	10	고정(Canned) 사이클 취소	12.1.5
G83		정면 드릴(Drill) 사이클 (Z 축 드릴)	12.4.1
G84		정면 태핑(Tapping) 사이클	12.4.2
G86		정면 보링(Boring) 사이클	12.4.3
G87		측면 드릴(Drill) 사이클 (X 축 드릴)	12.4.1
G88		측면 태핑(Tapping) 사이클	12.4.2
G89		측면 보링(Boring) 사이클	12.4.3
G90	1	외경/내경 선삭 사이클	12.2.1
G92		나사 사이클	12.2.2
G94		단면 선삭 사이클	12.2.3
G96	2	주속 일정 제어 모드 ON	9.1
G97		주속 일정 제어 모드 OFF	9.2
G98	5	분당 이송 지령	5.2.1 /12.1.4
G99		회전당 이송 지령	5.2.2 /12.1.4
G107	22	원통 보간 모드 설정	4.7
G112	20	극좌표 보간 모드 ON	4.6
G113		극좌표 보간 모드 OFF	4.6

3.2 G코드 모달 초기화

원샷 지령 그룹(0 번 그룹, 23 번 그룹)과 22 번 그룹(원통 보간 모드 설정)을 제외한 모든 그룹은 초기 모달 G 코드를 가지고 있으며 그룹 내의 G 코드를 지령하지 않아도 초기 모달 G 코드가 유효하게 됩니다.

6 번(G20 / G21), 9 번(G22 / G23), 16 번(G17 / G18 / G19) 그룹은 파워를 켤 때만 모달 G 코드가 초기화 되며 나머지 모달 G 코드는 파워를 켤 때와 리셋 시에 모두 초기화 됩니다. 초기화 되는 G 코드는 회색으로 칠해져 있으며 (G00, G01), (G17, G18, G19), (G20, G21), (G22, G23)은 파라미터에서 초기화되는 G 코드를 변경할 수 있습니다.

< 관련 파라미터 >

번호	내용
PI 144 (#3144)	모달 이송 (0 : G00, 1 : G01)
PI 145 (#3145)	모달 평면 (0 : G17, 1 : G18, 2 : G19)
PI 146 (#3146)	모달 절대/증분 (0 : G90, 1 : G91) [MC에서 사용]
PI 147 (#3147)	모달 Inch / Metric (0 : G20, 1 : G21)
PI 148 (#3148)	모달 금지영역 검사 (0 : G22, 1 : G23)
PI 149 (#3149)	모달 스케일 (0 : G50, 1 : G51) [MC에서 사용]
PI 150 (#3150)	모달 좌표계 회전 (0 : G69, 1 : G68) [MC에서 사용]

< 파라미터 ▸ 프로그램 ▸ 디폴트 설정 >

PI 144	0		모달 이송 (0:급속(G00) 1:절삭(G01))
PI 145	0		모달 평면 (0:XY(G17) 1:ZX(G18) 2:YZ(G19))
PI 146	0		모달 절대/증분 (0:절대(G90) 1:증분(G91))
PI 147	0		모달 지령단위 (0:Metric(G21) 1:Inch(G20))
PI 148	0		모달 금지영역 검사 (0:수행(G22) 1:취소(G23))
PI 150	0		모달 좌표계 회전 (0:취소(G69) 1:적용(G68))

4 보간 기능 (Interpolation Functions)

보간 기능은 시작 위치에서 종료 위치까지의 이송 구간을 공구가 이송하는 방법에 따라 지령하게 되는 가공의 가장 기본이 되는 기능입니다.

4.1 급속 위치 결정 (G00, Rapid Traverse Positioning)

4.2 직선 보간 (G01, Linear interpolation)

4.2.1 모따기(Chamfering)와 라운딩(코너 R)
4.2.2 임의 각도 모따기 (면취, 챔퍼링, Chamfering)
4.2.3 임의 각도 라운딩 (코너 R, Rounding)

4.3 원호 보간 (G02/G03, Circular interpolation)

4.4 헬리컬 보간 (G02/G03, Helical Interpolation)

4.5 나사 절삭

4.5.1 나사 절삭 (G32)
4.5.2 가변 Lead 나사 절삭 (G34)
4.5.3 연속 나사 가공
4.5.4 다줄 나사 가공 (G32)

4.6 극좌표 보간 (G112/G113, Polar Coordinate Interpolation)

4.7 원통 보간 (G107, Cylindrical Interpolation)

4.8 스킵 기능 (G31/G31.1/G31.2/G31.3/G31.4, Skip Function)

4.1 급속 위치 결정 (G00, Rapid Traverse Positioning)

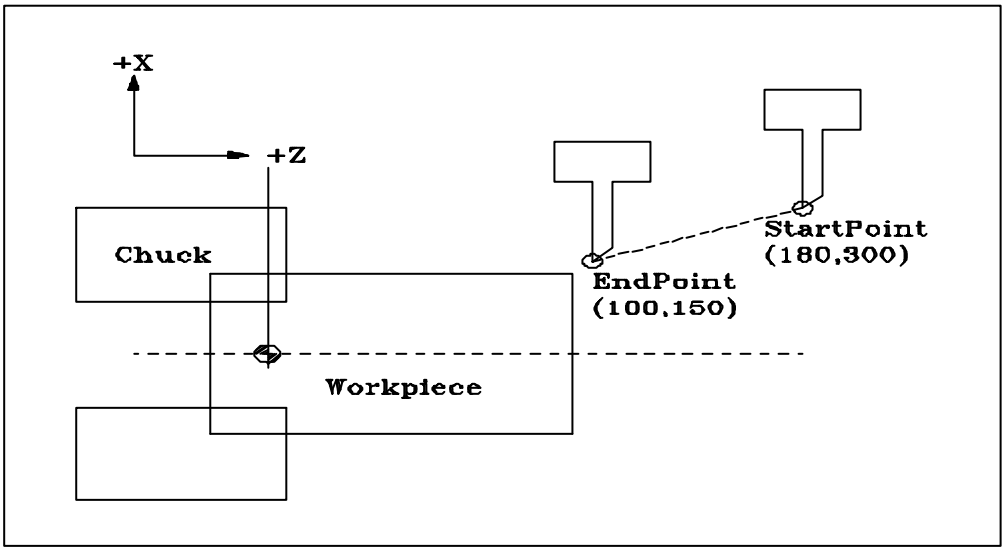
G00 X_(U_) Z _(W_)

G00	위치 결정 지령
X_(U_) Z_(W_)	이송 위치

지령된 이송위치까지(부가축이 있는 경우에는 A, B, C 축 지령도 가능) 파라미터 PM 2759-2790(#22759-22790)에 각 축별로 설정된 급속 이송 속도로 이송하는 기능입니다. 이송 시 인포지션(In-Position) 검사가 완료된 후 다음 블록으로 진행합니다. 이송속도는 급속이송 오버라이드 스위치로 변경 가능합니다.

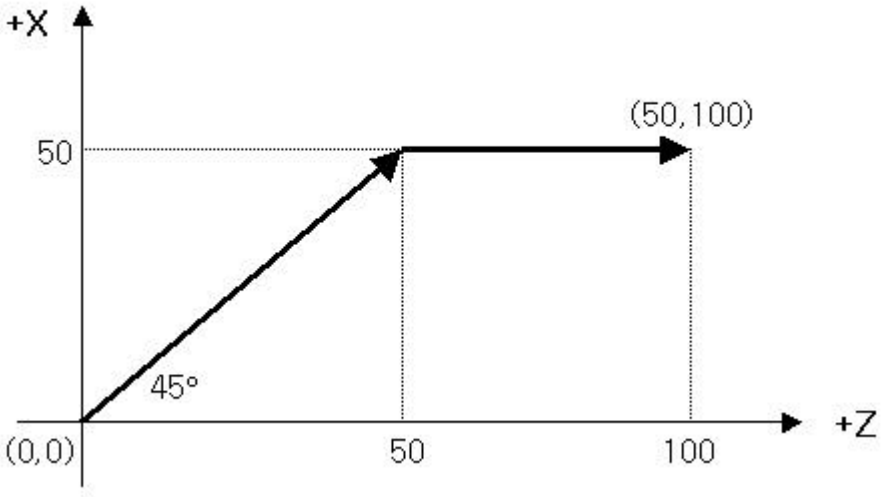
절대 지령시에는 작업물 좌표계의 절대 위치로, 증분 지령시에는 현재 위치에서 지령치만큼 떨어진 점으로 공구가 급속 이송속도로 이동하며 절대치와 증분치 지령을 혼용하여 사용 가능합니다.

G00 지령의 급속이동 속도는 각축 독립으로 기계의 제작사에서 설정합니다.



⏭ 설 명

① 비직선형 위치결정 [비동기 이송 : Scalar 또는 Asynchronous Move]
: 짧은 축의 이송 거리만큼 동기이송 후, 나머지 거리를 가진 축의 이송이 되는 방식입니다.
만일 현재좌표 값이 X00 Z00 상태에서 G00 X50 Z100 이라는 2 축 이송 명령을 실행하면 N1 G00 X50 Z50 동일 거리 만큼 만 2 축이 벡터이송 실행하고, N2 G00 Z100 의 나머지 거리를 가진 1 축 급속 위치 결정을 실행합니다.



② G00 은 01 그룹의 모달 G 코드입니다. 한번 G00 이 실행되면 01 그룹내의 다른 G 코드 G01 G02, G03, G32 등의 코드로 변경할 때 까지 기능이 유효합니다.

③ 급속 이송 속도는 각 축이 독립적으로 파라미터 PM 2759-2790(#22759~22790)에 설정되어 있습니다. G00 에 의한 위치결정에서는 공구의 위치를 계속 체크하면서 지령 위치와 실제 위치가 파라미터 PM 2928-2959(#22928~22959)에 설정된 In-Position 범위 내에 위치한 후에야 다음 블록이 수행됩니다.

④ G00 모드에서는 시작점(현재 위치)에서 급속이송 가감속 시정수에 맞는 가속을 행하고 블록의 끝점에 도달하기 전에는 감속을 하여 위치 결정을 합니다. 블록의 끝점에서는 지령 펄스와 현재 위치사이의 tracking 에러가 파라미터에 설정된 범위(in-position width)내에 있는 지를 확인한 후 다음 블록이 진행됩니다.

⑤ G00 이 지령되면 이미 지령 되어 있던 드릴 사이클 코드그룹의 G command(G83-G89)는 취소(G80)됩니다.

주의 :

한 블록에 같은 축의 어드레스가 여러 번 지령된 경우에는 가장 나중에 지령한 값이 적용됩니다. X__또는 U__ 지령이 같은 블록에 지령된 경우에도 나중에 지령된 address 가 적용됩니다

4.2 직선 보간 (G01, Linear interpolation)

G01 X_(U_) Z_(W_) F _

G01	직선 보간
X_ Z_	이송 위치 (절대 지령)
U_ W_	이송 위치 (증분 지령)
F _	이송 속도

직선 보간은 각 축의 서보 모터의 지령펄스를 제어하여, 모터의 회전을 직선운동으로 변환하고 원하는 윤곽의 절삭을 실행하기 위하여, 지령위치까지 최단거리로 이송되도록 기계의 이송을 실행하는 기능이며 자동모드에서 아래와 같은 형식으로 1 축 또는 2 축 이상을 이송속도 F 속도로 지령위치로 이송합니다.
이송속도 F 는 절삭공구와 공작물 사이에 상대적 이송속도를 지령하는 기능으로 분당 이송 G98 [mm/min], G99 회전당 이송 [mm/rev] 의 2 가지 지령형식이 있으며, 절삭 이송속도 F 는 공구와 가공물과의 상대속도로서, 반드시 직선보간, 원호 보간 등과 함께 지령되어야 합니다.
선반 공작기계에서는 기본적으로 회전당 이송을 사용합니다.

X_ Z_의 어드레스를 사용하면 선택된 좌표계의 점까지, U_ W_의 어드레스를 사용하면 현재위치에서 지령한 값만큼 떨어진 점까지 F_의 지정된 속도로 직선으로 이동합니다. 이러한 좌표치 지령으로 직선 및 테이퍼의 절삭이 가능합니다.
F 로 지정된 이송 속도는 직선으로 공구를 움직이는 속도이며, 이는 새로운 지령을 할 때까지 유효하므로 일일이 지정할 필요는 없습니다.
G01 블록이나 이전 블록에서 F 코드에 의한 속도지정이 되어 있지 않으면 파라미터 PM 2871 에 설정된 절삭 이송 하한속도로 움직입니다.

설 명

① 01 그룹의 모달(modal) G code 이며, 01 그룹내의 G00, G02, G03 또는 G32 가 지령 되기 전까지 유효합니다.
② 절삭 이송 속도는 G01, G02, G03 지령에 대하여 유효하며, 다른 F__지령이 있을 때까지 모달을 유지합니다.
③ G01 모드에서는 시작점(현재 위치)에서 절삭 이송 가감속 시정수 및 절삭

이송 가감속 패턴에 따른 가속을 행하고 블록의 끝점에 도달하기 전에는 감속을 합니다. (자동 가감속 기능)

④ 회전당 이송 모드에서 F__값이 없는 경우 또는 스핀들 회전 지령이 없는 경우에는 절삭이송이 되지 않습니다.

⑤ G01 이 지령되면 이미 지령 되어 있던 09 그룹의 G command(G83 - G89)는 취소(G80)됩니다.

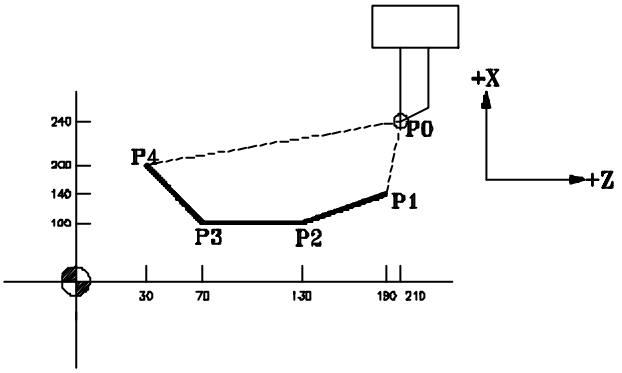
⑥ 특수하게 블록의 끝 부분에서 정밀 위치점검(in - position check)을 하고자 하는 경우는 G09 또는 G61 코드를 이용할 수 있습니다.

⑦ 회전축(rotary axis)에 대한 절삭 이송 속도는 °/min 단위로 지령됩니다.(F300 = 300.000 °/min)

⑧ 임의 각도의 직선과 직선사이에 모따기[,C_] 및 라운딩[,R_] 지령이 가능합니다.(부호 없음)

⑨ 직각인 경우에는 모따기 기능을 위해 I±__ 또는 K±__ 의 사용이 가능합니다. (파라미터 Pl 82 가 0 으로 설정된 경우)

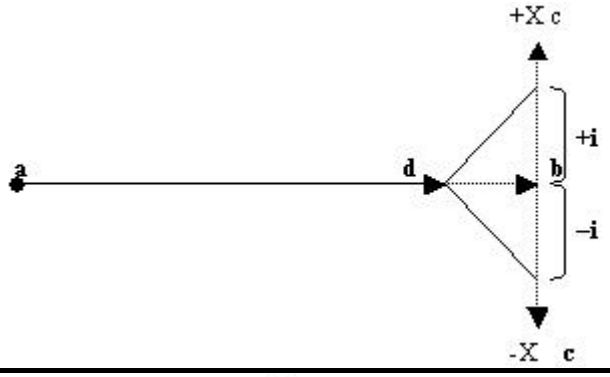
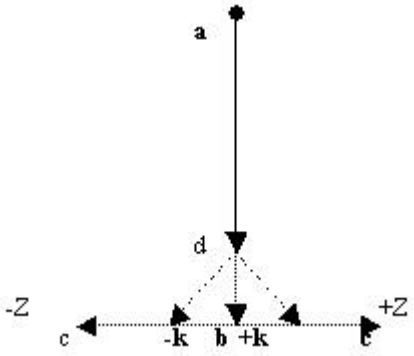
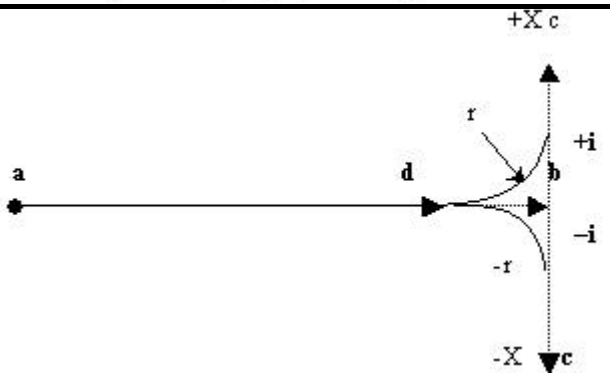
■ II 직선 보간 예제)

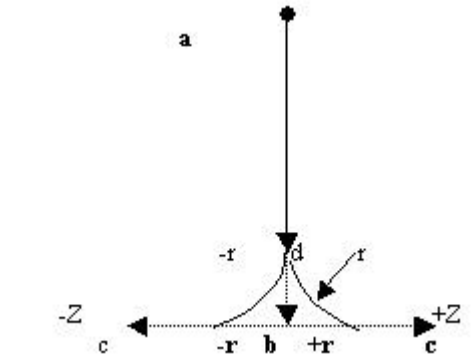



```
G00 X200 Z230 ;              [ P0 ]
G01 X140 Z220 F300 ;         [ P0 ▸ P1 ]
    X100  Z160 ;             [ P1 ▸ P2 ]
    Z90 ;                    [ P2 ▸ P3 ]
    X200 Z40 ;               [ P3 ▸ P4 ]
G00 X200 Z230 ;              [ P4 ▸ P0 ]
```

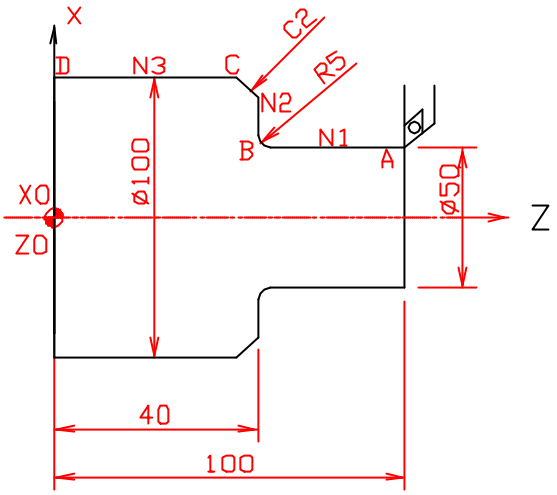
4.2.1 모따기(Chamfering)와 라운딩(코너 R)

직각으로 꺽이는 2 개의 블록 사이에 다음과 같이 간단히 모따기나 코너 R 을 지령할 수 있습니다.

Item	지령	공구의 이동
모따기 Z → X	G01 Z(W)b C(I)±i a 점에서 b 점 지령 다음 블록에서 c 점 지령 파라미터 PI 82 에 의해 C 또는 I 지령 [a → d → c 로 진행] [-X 방향으로 향할 때 i]	
모따기 X → Z	G01 X(U)b C(K)±k a 점에서 b 점 지령 다음 블록에서 c 점 지령 파라미터 PI 82 에 의해 C 또는 I 지령 [a → d → c 로 진행] [-Z 방향으로 향할 때 k]	
코너 R Z → X	G01 Z(W)b R±r a 점에서 b 점 지령 다음 블록에서 c 점 지령 [a → d → c 로 진행] [-X 방향으로 향할 때 i]	

코너 R X → Z	G01 X(U)b R±r a 점에서 b점 지령 다음 블록에서 c점 지령 [a → d → c 로 진행] [-Z 방향으로 향할 때 k]	

II 모따기와 코너 R 지령 예제



N01 G01 Z40.0 R5.0 ; (A→B)
N02 X110.0, C2.0 ; (B→C)
[또는 N02 X110.0 K-2.0 ; (B→C)]

N03 G01 Z0 ; (C→D)

주의사항

① 위 기능을 사상 가공 시에 사용하면 매우 편리합니다.
② 위 기능은 직각부분에서만 사용 가능하며, 1 축 지령블록에서만 사용하여야 하며, 반드시 다음 블록에 축이송 지령이 있어야 합니다.
③ Z 축 지령 블록에서 X 축 방향으로 90 도인 모따기 지령에는 파라미터 PI 82 의 설정에 따라서 I 또는 C 를 사용합니다.
코너 R 을 지령하는 경우에는 R 을 사용합니다.
④ X 축 지령 블록에서 Z 축 방향으로 90 도인 모따기 지령에는 파라미터 PI 82 의 설정에 따라서 K 또는 C 를 사용합니다.
코너 R 을 지령하는 경우에는 R 을 사용합니다.

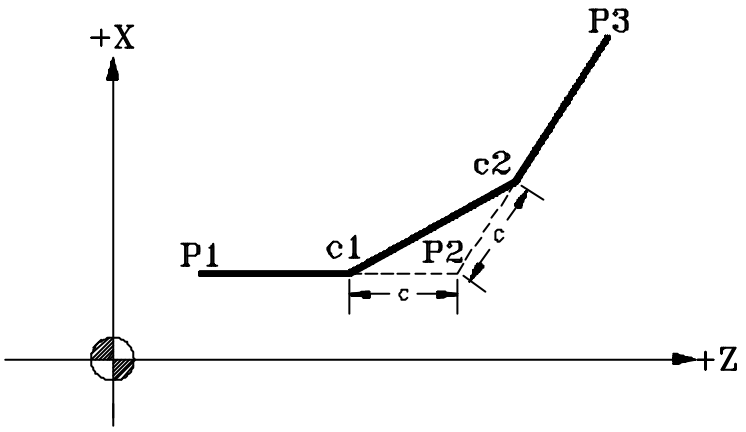
4.2.2 임의 각도 모따기 (면취, 챔퍼링, Chamfering)

직각이 아닌 임의의 각도를 갖는 두 블록 사이에 [,C] 지령을 사용하여 간단하게 모따기를 지령할 수 있습니다. [,C] 지령은 모따기가 시작되는 블록의 끝에 사용합니다.

G01 X _ Z _ ,C _ F _

G01	직선 보간 지령
X _ Z _	이송 위치
,C _	모따기

< 임의의 각도에서 면취(모따기)에 의한 공구 경로 >



▯ II 적용 예제

G00 X20 Z10 ;	(P1 으로 이동)
G01 Z30, C5 F300 ;	(P1 ▸ P2(c1) ▸ P2(c2) 로 이동)
X80 Z50 ;	(P2(c2) ▸ P3 로 이동)

주의 :

① 임의 각도 모따기(챔퍼링)및 라운딩은 지령된 블록과 다음 블록의 축 이송 지령에 의해 계산되므로 모따기 및 라운딩을 지령한 블록 다음에 [4 블록 이내, T 코드 지령 이전] 축 이송과 관련된 블록이 존재해야 합니다.

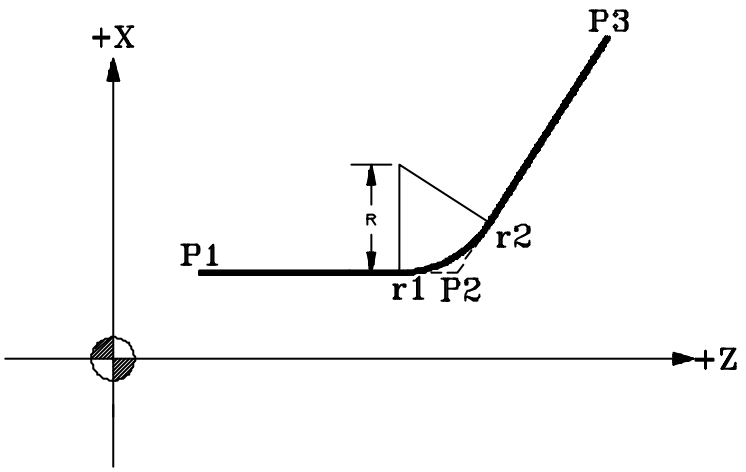
② 모따기 및 라운딩 길이는 [C, R]는 반경치 지령이며, 반드시 선분 P1-P2, 선분 P2-P3 의 길이보다 작아야 합니다.

4.2.3 임의 각도 라운딩 (코너 R, Rounding)

직각이 아닌 임의의 각도를 갖는 두 블록 사이에 [,R] 지령을 사용하여 간단하게 라운딩을 지령할 수 있습니다. [,R] 지령은 라운딩이 시작되는 블록의 끝에 사용합니다.

G01 X _ Z _ ,R _ F_

< 라운딩에 의한 공구 경로 >



▯II 적용 예제

G00 X30 Z10 ;	(P1 으로 이동)
G01 Z20, R5 F300 ;	(P1 ▸ P2(r1) ▸P2(r2) 로 이동)
X80 Z60	(P2(r2) ▸ P3 로 이동)

주의 :

임의 각도 모따기(챔퍼링)및 라운딩은 지령된 블록과 다음 블록의 축 이송 지령에 의해 계산되므로 모따기 및 라운딩을 지령한 블록 다음에 [4 블록 이내, T 코드 지령 이전] 축 이송과 관련된 블록이 존재해야 합니다.
모따기 및 라운딩 길이는 [C, R]는 반경치 지령이며, 반드시 선분 P1-P2, 선분 P2-P3 의 길이보다 작아야 합니다.

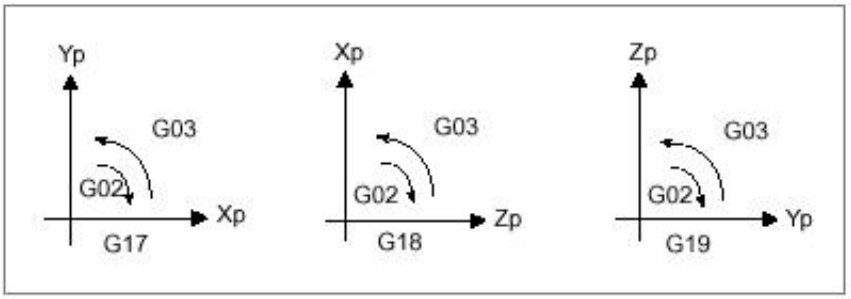
4.3 원호 보간 (G02/G03, Circular interpolation)

```
[G17] {G02 / G03} X _ Y _ {I _ J _ / R _} F _
[G18] {G02 / G03} X _ Z _ {I _ K _ / R _} F _
[G19] {G02 / G03} Y _ Z _ {J _ K _ / R _} F _
```

G17 / G18 / G19	평면 지령
G02 / G03	CW 방향 / CCW 방향 원호 보간 지령
X _ Y _ Z _	이송 위치
I _ J _ K _	원호의 시점에서 중심까지의 벡터(방향 및 거리) R 지령 대신에 사용
R _	원호 반경
F _	이송 속도

원호보간은 각축 Servo -Motor 의 지령펄스를 제어하여, 모터의 회전을 직선운동으로 변환하고, 원하는 윤 곽의 절삭을 실행하기 위하여, 원호의 시작점에서 원호의 중심까지의 벡터량을 I_ , J _ , K_로 또는 원호의 반경을 R 값으로 지령하면, 기계의 직선운동의 조합으로 지령한 원호의 이송을 최단거리의 이송으로 보간되도록 이송 축을 제어하는 기능입니다.
이송속도 지정 F_ 는 원호의 접선 방향에 속도 값을 의미하며, 자동모드에서 아래와 같은 형식으로 1 축 또는 2 축 이상을 이송속도 F 로 이송합니다.

▯ 평면선택 기능과 원호방향



원호 보간에서의 평면 선택	
G17 평면	X-Y 축 평면
G18 평면	Z-X 축 평면
G19 평면	Y-Z 축 평면

[지령 내용]

항 목		지 정	의 미
평면 지정		G17	X-Y 평면의 원호 지정
		G18	Z-X 평면의 원호 지정
		G19	Y-Z 평면의 원호 지정
회전 방향		G02	시계 방향 (CW)
		G03	반시계 방향(CCW)
종점 위치	절대	X,Y,Z 내 2 축	공작물 좌표계의 종점 위치
	증분	U,V,W 내 2 축	시점부터 종점까지의 증분 거리
시점에서 중심까지의 거리		I, J, K 내 2 축	시점부터 원호의 중심까지의 벡터량
원호의 반경		R	원호의 반경
이송 속도		F	원호 접선 방향에 따른 속도

▯⏭ 설 명

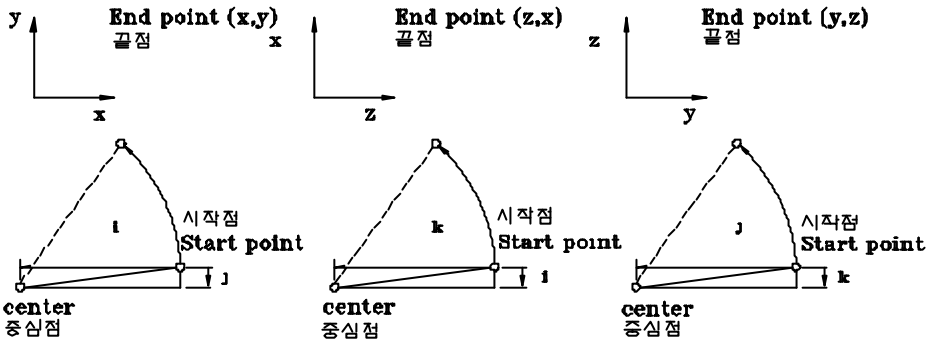
① 원호 방향을 지령할 때는 이송 보간 방향이 시계방향 [CW : Clock-Wise G2] 인지 반 시계방향 [CCW :Counter Clock-Wise G3] 인지 NC 에 알려 주어야 하며, 시계 및 반 시계방향이라는 것은 오른손 좌표계의 직교 좌표계에 있어서 X Y 평면, Z X 평면 , Y Z 평면에 대하여 Z 축, Y 축, X 축의 정 방향 에서 부 방향을 볼 때를 말합니다.

② F 는 절삭공구와 공작물 사이에 상대적 이송속도를 지령하는 기능으로 분

당이송 [G98 mm/min], 회전당 이송 [G99 : mm/rev] 등의 지령형식이 있으나, 일반적으로 선반에서는 회전당 이송, 밀링 등의 공작기계에서는 분당이송을 선택하여 사용하고 있습니다.

③ 원호의 중심을 R 대신 I _ , J _ , K _ 를 사용하는 경우에는 X 축 방향의 값은 I _ , Y 축 방향의 값은 J _, Z 축 방향의 값은 K _형태로 지령하고, 부호 및 값은 원호시점에서 원호의 중심을 본 벡터량이 [+] 방향인가 [-] 방향인가에 따라 결정되며, 항상 증감 좌표 값으로 지령 합니다.

⏭ 원호보간 G02 / G03



원호 보간의 지령방법

① 초기 전원을 투입하면 초기 선택평면은 Z - X [G18]입니다.

② R 지령은 시점에서 종점까지를 반경 R 양 만큼 연결시켜 주는 원호 보간이 되고 I _ , J _ , K _ 지령은 시점과 종점좌표 및 원호의 중심점을 서로 연결하여 내부적으로 원호가 되는지 판별하여 실행하고, 만일 원호가 성립되지 않으면 알람을 발생하며 관련 메시지를 보여 줍니다.

⏭ 참 고

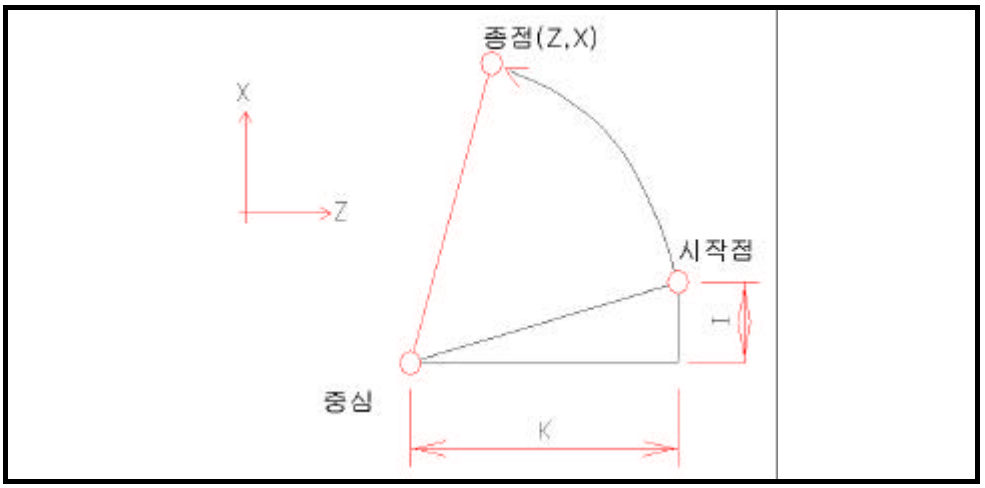
① G02/G03 을 구별하는 방법은 오른손 좌표계를 기준으로 G02 가 시계방향의 원호, G03 이 반시계 방향의 원호 지령이며, 왼손 좌표계를 사용하는 경우에는 이와 반대로 G02/G03 이 규정됩니다.

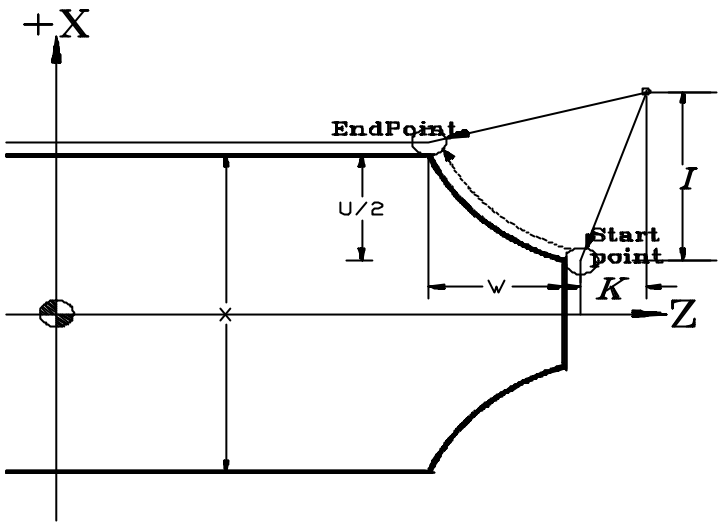
[시계방향/반 시계방향이란 오른손계 직각 좌표계에서 Z-X 평면에 대하여 Z 축 / X 축의 정 방향에서 부 방향을 보는 것을 의미합니다.]

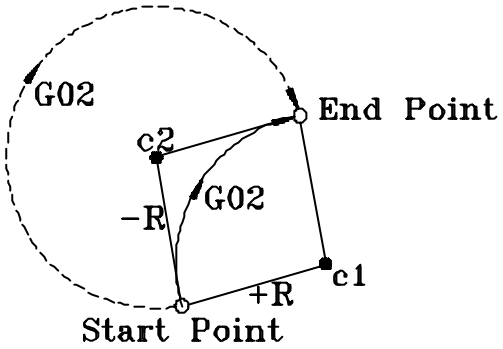
② 원호보간의 이송속도는 F 코드에 의해 지정된 절삭이송 속도로 되며, 원호에 따른 속도가 [원호의 접선방향 속도] 지정된 이송속도가 되도록 제어됩니다.

③ 원호의 종점은 어드레스 X,Z 또는 U,W 로 지정하며, 절대치 또는 증분치로 나타냅니다.

증분치의 경우 원호의 시점에서 본 종점의 좌표를 지령하며, 원호의 중심은 X , Z 에 대응하여 각각 어드레스 I_, K_로 지령합니다. 그리고 I_, K_에 이어진 수치는 원호의 시작점에서 원호의 중심점까지의 벡터 성분으로 항상 증분치로 아래와 같이 지정합니다.







주의 :

① I_,K_는 방향에 따라 부호를 붙여 주십시오.

② 반경을 R 로 지정할 경우 위의 그림과 같이 2 개의 원호가 생길 수 있습니다 즉, 180 도 이상의 원호와 [원호의 중심 c2] 180 도 이하의 원호 [원호의 중심 c1] 가 있는데 180 도 이상의 원호는 R 값을 음수(-)로 지령하면 됩니다.

③ I0, K0 는 각각 생략할 수 있으며, X (U), Z (W)를 생략하면 시점과 종점이 같은 위치인 경우로, I, K 를 사용하여 중심을 지령하면, 360 의 원호를 [전원] 지령한 것으로 간주합니다.

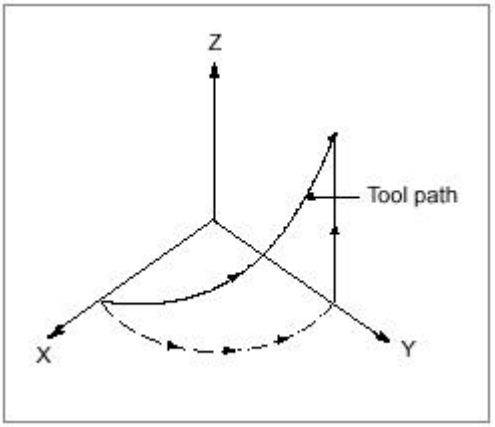
4.4 헬리컬 보간 (G02/G03, Helical Interpolation)

```
[G17] {G02 / G03} X _ Y _ {I _ J _ / R _} Z _ F _
[G18] {G02 / G03} X _ Z _ {I _ K _ / R _} Y _ F _
[G19] {G02 / G03} Y _ Z _ {J _ K _ / R _} X _ F _
```

G17/G18/G19	평면 지령
G02 / G03	CW 방향 / CCW 방향 원호 보간 지령
X _ Y _ Z _	이송 위치
I _ J _ K _	중심 위치
R _	반경
F _	이송 속도

헬리컬 보간은 원호 보간 중에 원호 보간 평면상에 있지 않는 다른 한 축을 지령하여 원호 보간과 동기시켜 직선보간을 수행하는 기능으로 주로 원통 캠 가공 및 나사가공에서 사용됩니다.

헬리컬 보간의 평면 선택	
G17 평면	X, Y 축 원호보간. Z 축 직선보간
G18 평면	Z, X 축 원호보간. Y 축 직선보간
G19 평면	Y, Z 축 원호보간. X 축 직선보간



이송속도는 F _로 지령하고 이송속도 오버라이드 스위치를 이용하여 바꿀 수 있습니다. 한번 지령 된 F 값은 모달로 다음 블록에서도 계속 유효합니다. (5.2 참조)

헬리컬 보간에서 공구경 보정은 원호 보간에만 적용되고 옵셋지령이나 공구길이 보정이 지령된 블록에서 사용될 수 없습니다.

4.5 나사 절삭

4.5.1 나사 절삭 (G32)

G32 X_(U_) Z_(W_) F _

G32	나사 절삭
X_(U_) Z_(W_)	나사의 끝점의 위치
F _	나사의 Lead

G32 을 이용하여 직선나사 [Straight 나사], 테이퍼 나사 [Taper 나사], 정면나사 [Scroll 나사]의 절삭이 가능합니다. 이는 절대 좌표 X, Z 또는 증분 좌표 U, W 까지 F 로 지정되는 Lead 값으로 나사 절삭이 실행됩니다. 여기서 F 값은 장축 방향의 리드 [Lead = 나사산의 Pitch]입니다.
보통 하나의 나사를 가공하는 경우에는 황삭에서 사상까지 여러번 같은 통로로 나사절삭을 합니다. 나사절삭의 시작은 주축에 붙어있는 엔코더로부터 1 회전 신호를 [C 상 : 1 회전 당 1 펄스발생] 검출하여 이송을 개시하므로 몇 번의 나사절삭을 하더라도 가공물 상의 시작점은 항상 동일하며 나사 통로도 항상 같습니다. 그래서 황삭부터 사상까지 주축의 회전수는 항상 동일해야 하며 주축의 회전수가 변하면 나사 리드(Lead)가 다소 틀리는 경우가 있습니다.
테이퍼 나사의 리드는 지령치가 큰 쪽 축에 지령된 것으로 간주합니다.

설 명

3. 나사의 lead 의 지령범위는 다음과 같습니다.

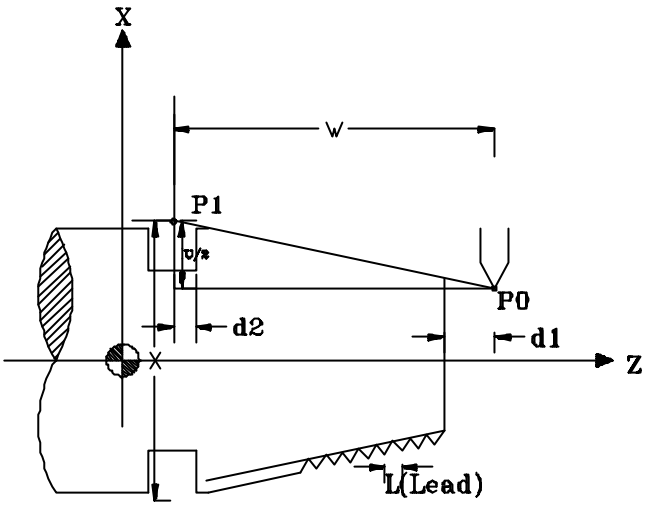
Metric 입력	Inch 입력
0.001 ~ 500.000/rev	0.000001 ~ 9.999999/rev

4. 스핀들 회전수(rpm)의 제약

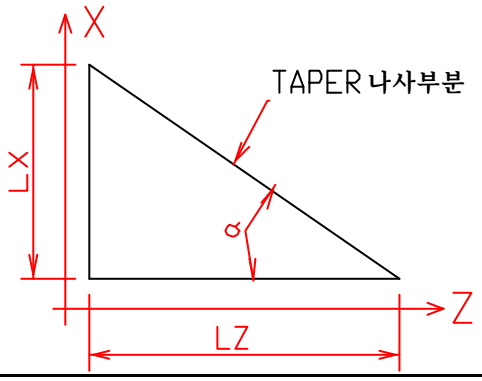
   1 ≤R(rpm) ≤Maximum feed rate / Lead

5. 나사 가공 블록에서는 반드시 회전당 이송(G99) 모드로 설정하여야 합니다.
6. 나사 가공 중에는 공구 인선 보정을 취소하여야 합니다.(자동 최소 모드로 변경됩니다.)

7. 나사의 lead 의 방향 설정.



a ≤ 45。 : Z 축 방향의 lead 를 지정
a ≥ 45。 : X 축 방향의 lead 를 지정



α ≤ 45 ° 일때 리드는 LZ
α ≥ 45 ° 일때 리드는 LX

8. 나사의 절삭시작과 끝부분에는 서보계의 응답시간 지연으로 인하여 Lead 가 부정확한 부분이 생기므로 이 양을 고려하여 필요한 나사의 길이보다 약간 길게 지령할 필요가 있습니다

[불완전 나사 부분 = 위 그림의 d1 부분]

9. 리드는 반경 지정이며, 불완전나사부의 여유량을 계산하는 근사식은 다음과 같습니다.

$$d1 = \frac{L \times S}{60 \times K} \times (\ln \frac{1}{a} - 1)$$

$$d2 = \frac{L \times S}{60 \times K}$$

L(mm) : 나사의 Lead

S(rpm) : 주축 회전수

K : 상수 (약 30)

a : 나사의 정도(= Lead 오차, △L/L)

ln : 자연대수

a (=△L/L)	1/50	1/100	1/150	1/200	1/250	1/300
ln(1/a) - 1	2.91	3.61	4.01	4.29	4.52	4.70

II 외줄 나사 가공의 예제

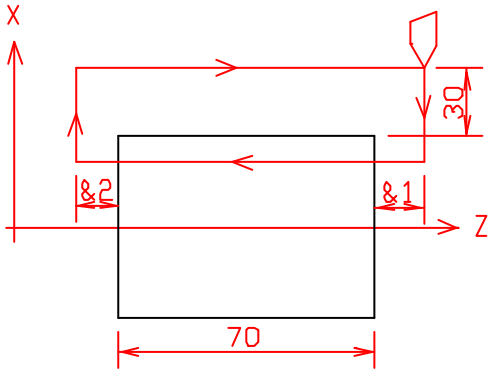
(1) 직선 나사 절삭

나사의 리드 : 4㎜

δ1 = 3㎜

δ2 = 1.5㎜

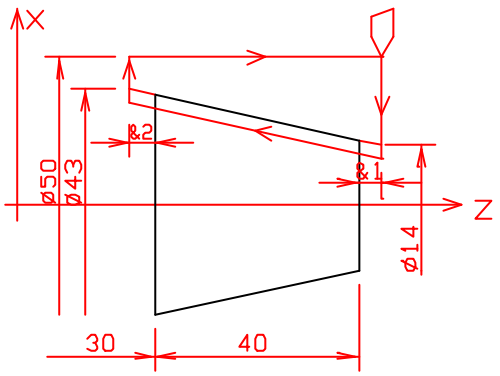
절삭 깊이 : 1㎜에 [2회 절입] 대한 프로그램(㎜입력, 직경지정)



G00 X40.0 Z73.0 ;
X29.3 ;
G32 W-74.5 F4. ; ▸ 첫번째 절입
G00 X40.0 ;
Z73.0 ;
X28.9 ;
G32 W-74.5 ; ▸ 두번째 절입
G00 X40.0 ;
Z73.0 ;

(2) 테이퍼 나사 절삭

나사의 리드 : Z 방향으로 3.5 ㎜
δ1 = 2 ㎜, δ2 = 1 ㎜
절삭깊이 X 방향으로 : 1 ㎜에 [2 회 절입] 대한 프로그램 (㎜입력, 직경지정)



G00 X50.0 Z72.0 ;
G00 X12.0;
G32 X41.0 W-43.0 F3.5 ; ▸ 1 회째 절입
G00 X50.0 ;
Z72.0 ;
X10.0 ;
G32 X39.0 W-43.0 ; ▸ 2 회째는 1 ㎜절입
G00 X50.0 ;
Z72.0 ;

주의 :

① 나사 절삭시는 이송속도 오버라이드는 무효이며 100%로 고정됩니다.

② 나사 절삭시는 주축을 정지시키지 않고, 이송을 정지시키면 절입량이 급증하여 위험합니다. 따라서 피드 홀드는 나사절삭 중에는 무효이며, 나사 절삭 모드의 가공시작점에서 나사가공 블록을 실행하기 전에 싱글블록 정지와 같이 정지합니다.

③ 싱글블록 상태로 나사절삭을 하면, 나사절삭이 없는 첫번째 블록을 실행한 후에 정지합니다.

④ 나사절삭 블록 도중에 모드를 자동운전 모드에서 수동운전 모드로 변경한 경우에는 피드 홀드 버튼을 누른 경우와 같이 나사가공이 없는 블록에서 정지합니다.

⑤ G32 에서는 나사절삭 사이클 Retract 기능은 무효입니다.

⑥ 나사 절삭 앞에 있는 이동지령 블록 또는 나사 절삭의 블록 중에 모따기, 코너 R 지정이 있으면 않됩니다.

⑦ 나사 가공 중에도 주축 오버라이드는 유효합니다. 그러나 나사 절삭 중에 주축 오버라이드를 바꾸면 서보계의 가속/감속 특성등에 의해 정확한 나사절삭이 되지 않습니다.

⑧ 정면 나사 및 Taper 나사 가공 시에도 주속 일정제어(G96)가 유효하므로 회전수가 변하여 정확한 나사의 lead 를 보장할 수 없습니다. 그러므로 나사 가공 시에는 G97 을 지령하여 주속 일정제어를 사용하지 않도록 하십시오.

4.5.2 가변 Lead 나사 절삭 (G34)

G34 X_(U_) Z_(W_) F _ K _

G32	나사 절삭
X_(U_) Z_(W_)	나사의 끝점의 위치
F _	시점에서의 장축 방향의 Lead
K _	주축 1 회전당의 Lead 증감량

나사의 1 회전당 lead 의 증가 또는 감소량을 지령하여, 가변 lead 나사 절삭을 할 수 있습니다.

⏭ 설 명

K 이외는 G32 의 straight, taper 나사 절삭의 경우와 같습니다.

K 의 지령 범위는 다음과 같습니다.

Metric 입력	Inch 입력
±0.001 ~ ±500.000/rev	±0.000001 ~ ±9.999999/rev

이 값을 넘는 K 를 지령하거나, K 에 의한 증감 결과 lead 의 최대치를 넘거나 부(負)의 lead 가 될 경우에는 알람으로 됩니다.

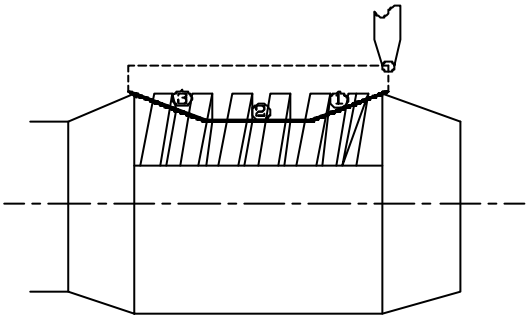
주의:

G34 에서는 나사절삭 사이클 retract 의 기능은 무효입니다

4.5.3 연속 나사 가공

연속 나사 절삭은 이동 블록과 이동 블록 사이에 출력되는 분산 pulse 를 다음 번의 이동과 overlap 시켜 pulse 연산을 하여 출력합니다. 이것에 의해 연속되는 블록의 가공에서 이동의 중단에 의한 가공의 불연속부위가 없어지고 나사절삭 지령의 블록을 연속적으로 지령하는 것이 가능합니다. 블록과 블록의 연결에서 주축과의 동기가 가능한 한 어긋나지 않도록 제어되므로 도중에서 lead, 형상 등이 변화하는 특수한 나사의 가공이 가능합니다.

▯II 연속 나사 절삭의 예제



다음과 같은 지령에 의해 연속 나사 가공이 가능합니다.

① G32 X(U)___ Z(W)____ F___;

② G32 X(U)___ Z(W)____;

③ G32 X(U)___ Z(W)____;

주의 :

① 나사의 LEAD 지정 F 를 도중에 변경하면 블록의 이은 부분이 부정나사가 되므로 변경해서는 안됩니다.

② 나사 가공 중에는 공구 인선 보정을 취소하여야 합니다.

③ 나사 절삭 시 Feed Override 는 100% 자동 취소됩니다.

④ 정확한 나사절삭이 되도록 나사 작업 시에는 주속 일정제어를 취소하여야 합니다.

⑤ 나사절삭 블록 앞이나 중간에 면취나 라운딩작업 지정이 있으면 안됩니다.

4.5.4 다줄 나사 가공 (G32)

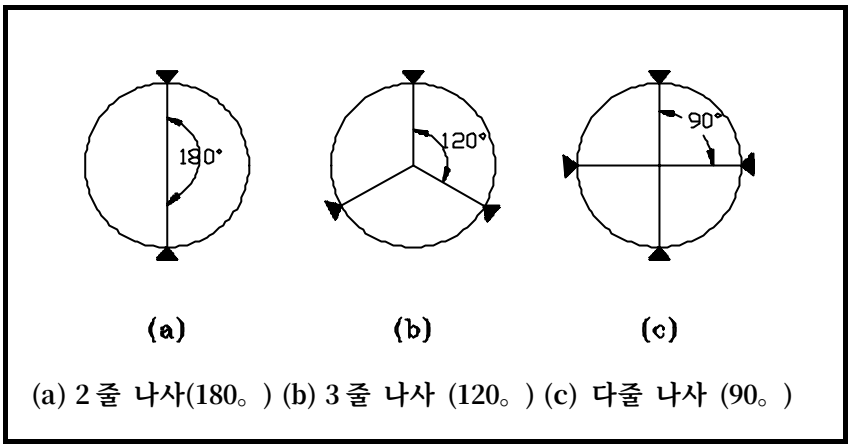
G32 X_(U_) Z_(W_) A _ F _

G32	나사 절삭
X_(U_) Z_(W_)	나사의 끝점의 위치
A _	주축 Sync signal 과 이루는 각도(degree 단위)
F _	시점에서의 장축 방향의 Lead

나사절삭은 주축에 설치된 엔코더에서 오는 펄스에 동기되어 나사작업이 이루어지고 1 회전 펄스에 의하여 나사 작업의 시작점이 정해지므로 항상 같은 위치가 되어 나사를 절삭할 수 있습니다. 다줄 나사는 주축 엔코터로부터 1 회전 펄스 점(sync signal = C phase)에 동기하여 이송을 개시하여 1 줄 나사절삭을 실행한 후 다시 1 회전 펄스 점을 기준으로 하여 일정한 각도만큼 주축이 회전하여 나사절삭 개시점을 1 회전 펄스 점과 일정한 각도를 갖게 한 후 2 줄 나사절삭을 행합니다. 주축펄스 발생기의 1 회전 펄스 후 지령된 A 각도 만큼 회전한 후 X(U)/ Z(W) 점으로 F 값의 리드만큼 회전합니다. 다줄 나사 각도 어드레스 A 의 범위는 0.000 ~ 360.000 이며 [최소설정단위 : 0.001] 소수점 입력을 사용할 경우에는 A1.=1 ° 가 됩니다. 또한 A 지령은 One Shot 이며 지령 블록에서만 유효합니다. 이 기능을 이용하는 경우에는 여러 나사산이 있는 다줄 나사를 절삭개시 Z 축 위치를 변경시키지 않고도 A(각도) 지령에 의해 절삭이 가능합니다.

가공물의 원주상의 절삭 시작점은 원주를 (360。) 줄 수로 등분한 점이 되는 것이 원칙입니다.

II 2줄 나사의 프로그램 예제



(a) 2줄 나사(180。) (b) 3줄 나사 (120。) (c) 다줄 나사 (90。)

```
G00  U_  ;
G32  W_ F_  ;
G00  U_  ;
             W_  ;
             U_  ;
G32  W_  ;
      ▼
G00  U_  ;
G32  W _  A180. ;
G00  U_  ;
             W_  ;
             U_  ;
G32  W_  A180. ;
…
```

주의 :

① 다줄 나사절삭을 위한 어드레스 A를 지령하면 연속나사가공을 행할 수 없습니다.

② A지령에 의한 1회전펄스로부터 주축 회전 각도는 주축펄스 발생기의 엔코더 회전 검출 펄스에 의해 계산되므로 최소검출단위는 360。/4096 Pulse 약 0.0879。/Pulse입니다. 이에 따라 A지령에 대해서는 회전검출 펄스의 ±1 pulse가 오차로서 발생되는 경우가 있습니다.

③ 주축 회전 각도는 주축 정회전, 역회전 모두 0。 360。 로 지령합니다.

④ 다줄 나사 절삭의 A지령을 한 경우, 연속 나사 절삭은 할 수 없습니다.

G32 W__ A__;

G32 W__ ;(허용되지 않음)

4.6 극좌표 보간 (G112/G113, Polar Coordinate Interpolation)

```
G112
G01, G02, G03 ...
G113
```

G112	극좌표 보간 모드 시작
G01, G02, G03 ...	가공 보간 지령
G113	극좌표 보간 모드 취소(종료)

직교좌표계에서 프로그램된 지령을 직선축의 이동(공구의 이동)과 회전축의 이동(가공물의 회전)으로 변환하여 지령제어를 하는 기능이 극좌표 보간입니다.
선반에서의 Face milling 또는 Cam Shaft 의 연삭 등에 유효합니다.
극좌표 보간을 가능하도록 하는 G code 는 단독 블록으로 지령하여야 하며, 다음과 같습니다.

항상 전원 투입시 및 RESET 시에는 극좌표 보간 취소 모드(G113)로 됩니다.
G112 를 지령함으로서 극좌표 보간 모드로 되고, 작업물 좌표계의 원점을 좌표계의 원점으로 하고 직선축을 평면 제 1 축, 직선축에 직교하는 가상축을 평면 제 2축으로 하는 극좌표 보간평면이 선택됩니다.

극좌표 보간 모드중의 프로그램 지령은 극좌표 보간 평면에서의 직교좌표계로 지령됩니다. 평면 제 2 축의 축 어드레스는 회전축 지정 파라미터 PM 4624 를 참조합니다. (예, X-C 혹은 U-H 사용)
극좌표 보간 모드중의 지령의 단위는 deg (도) 로 하지 않고 평면 제 1축과 같은 단위(mm 혹은 inch)로 지령합니다. 직경 지령 및 반경 지령은 직선축에 대해서만 적용됩니다. 회전축은 항상 반경치 지령입니다.
극좌표 보간 모드중일때는 직선보간(G01)과 원호보간(G02/G03) 지령이 가능합니다. 또 증분, 절대 지령이 가능합니다. 그리고 프로그램 지령에서 인선 R 보정을 지령하는 것도 가능합니다. 단, 인선 R 보정모드(G41,G42) 중에 극좌표 보간 모드의 변환(G112,G113)은 불가능합니다. 즉, G112, G113 은 G40 모드에서 지령하여야 합니다.

극좌표 보간 모드중의 이송 속도는 극좌표 보간 평면에서의 접선 속도(= 작업물과 공구의 상대속도)를 F 로 지령합니다. (F 의 단위는 분당이송 mm.min 또는 inch/min 입니다.) 이 모드에서는 분당이송 모드(G98)로 변경하여야 합니다. 극좌표 보간 모드 시작인 G112 가 지령된 시점에서의 가상축의 좌표치는 '0' 으로 됩니다. 즉, G112 가 지령된 위치를 각도 0 으로 보고 극좌표 보간을 개시합니다.

주의 :

(1) G112 가 지령되기전에 회전축의 중심이 좌표계의 원점으로 되는 작업물 좌표계가 설정되어 있어야 됩니다. 그리고, G112 모드 중에 좌표계의 변경(G50) 등을 해서는 안됩니다.

(2) G112 가 지령되기 이전의 평면(G17, G18, G19)은 일단 cancel 되고, G113(극좌표 보간 취소)이 지령되었을 때 혹은 RESET 시에 복귀됩니다.

(3) 극좌표 보간 평면에서 원호보간(G02/G03)을 행하는 경우의 원호반경 지령방법은 극좌표 보간 평면의 제 1 축이 어떤 축인 가에 따라 다릅니다.

기본 직선축이 X 축인 경우 X-Y 평면으로 간주하여 I-J 로 지령합니다.

기본 직선축이 Y 축인 경우 Y-Z 평면으로 간주하여 J-K 로 지령합니다.

기본 직선축이 Z 축인 경우 Z-X 평면으로 간주하여 K-I 로 지령합니다.

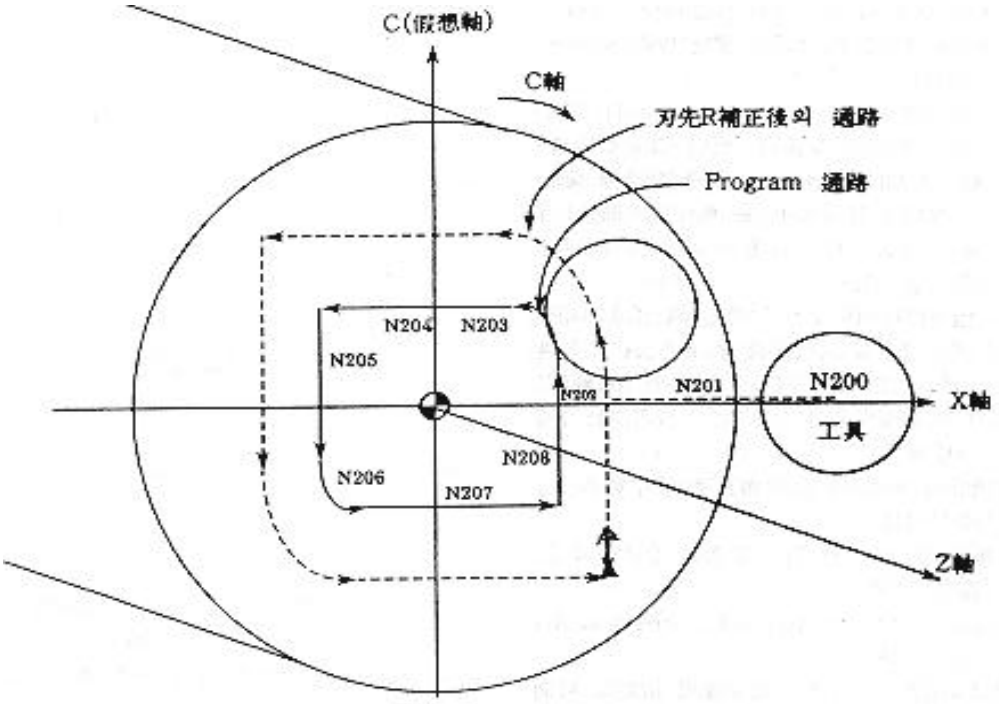
(4) G112 모드 중에 지령 가능한 G code 는 G04, G65, G66, G67, G01, G02, G03, G98, G99, G40, G41, G42 뿐입니다.

(5) G112 모드 중에 평면이외의 축 이송 지령에 대해서는 극좌표보간과 무관하게 이송합니다.

(6) 극좌표 보간 모드중에 옵셋량을 변경해서는 않됩니다.

G112 모드중의 블록에서 프로그램 재개는 하지 않습니다.

⏭ 극좌표 보간 프로그램 예



(극좌표 보간 프로그램)

(직선축 : X 축, 회전축 : C 축)

N010 G28 U0 W0 H0

N020 T0101

…

N090 G98 G97 S1000 M03

N100 G00 X120. C0. Z__

N200 G112

N201 G42 G01 X40. F__

N202 C10.0

N203 G03 X20.0 C20.0 R10.0

N204 G01 X-40.0

N205 C-10.0

N206 G03 X-20.0 C-20.0 I10.0 K0.

N207 G01 X40.0

N208 C0.

N209 G40 X120.

N210 G113

N300 Z__

N400 X__ C__(deg, 절대위치 각도지령)

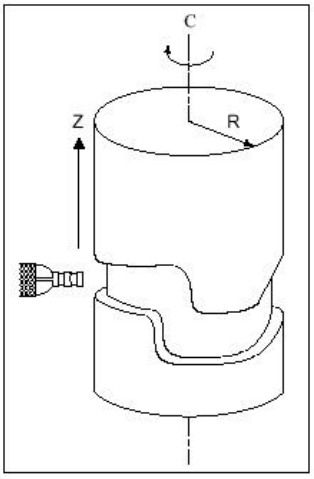
M30

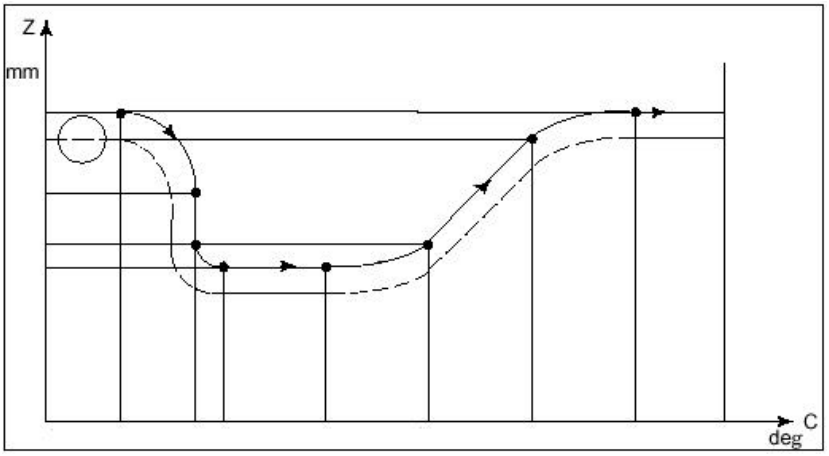
4.7 원통 보간 (G107, Cylindrical Interpolation)

```
G107 {A _ / B _ / C _}
G01, G02, G03 ...
G107 {A 0 / B 0 / C 0}
```

G107	원통 보간 지령
G01, G02, G03 ...	가공 보간 지령
A _ / B _ / C _	원통보간 시작 및 회전축 과 반경 설정
A 0 / B 0 / C 0	원통보간 취소

원통 보간은 회전축이 있고 이 회전축의 반경 만큼의 원통 주위를 손쉽게 가공하기 위한 기능으로 주로 원통 캠 가공 등에 많이 사용됩니다. 회전축의 지령된 각도는 내부적으로 거리로 환산하여 직선 및 원호 보간을 계산하고 다시 각도로 변환됩니다. G107 과 함께 지령 된 축이 회전축이 되고 회전축과 함께 지령 된 값은 원통의 반경으로 적용되며 반경이 0 으로 지령 될 경우 원통보간이 취소 됩니다.





원통보간 지령으로 모드가 설정되면 취소가 지령 될 때까지 모달로 적용되며 원통보간 모드 적용 중에는 직선 및 원호 보간만 지령 될 수 있습니다. 직선 및 원호 보간 외의 지령이 있게 되면 알람 82208(원통보간시에 지령 될 수 없습니다.)이 발생합니다.

```
G107 C30.0  <반경 30 인 원통보간 시작>
G18 G01 Z10.0 C20.  <직선 보간>
G02 C40. R20.  <원호 보간>
G00 Z20.  <알람 발생>
G107 C0  <원통보간 취소>
```

공구경로검사 시에 원통보간 중에 원호보간 지령이 있을 때 회전축이 평면상의 어떤 축으로 사용되어야 할지를 선택할 수 있습니다. 회전축의 선택 축은 파라미터 PI 155 에서 설정되어 사용되며 지령 된 평면(G17, G18, G19)에 따라서 적용됩니다. 실제 가공에서는 평면과는 무관하게 회전축은 가로축으로 적용되고, 직선축은 세로축으로 적용됩니다. 직선축은 회전축에 따라 결정되며 A 는 X, B 는 Y, C 는 Z 로 대응됩니다.

```
        <회전축을 X 축으로 선택>
G17 C_ Y_
G02(G03) C_ Y_ R_
G18 Z_ C_
G02(G03) Z_ C_ R_
```

원호보간 지령 시에 I, J, K 지령은 사용할 수 없으며 R 지령으로만 가능합니다.
원통보간을 지령하기 이전에 진행된 공구경 보정은 원통보간 지령 시에 취소되고 원통보간 모드상태에서 다시 보정이 진행됩니다. 원통보간이 취소될 때도 다시 보정이 취소되고 이전 상태 보정이 진행하게 됩니다.

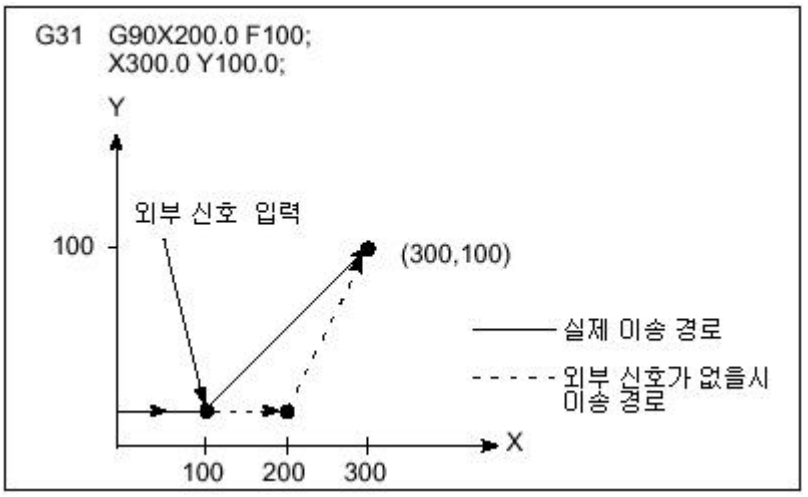
원통보간 모드의 블록 내에서는 프로그램 재개를 사용할 수 없습니다.

4.8 스킵 기능 (G31/G31.1/G31.2/G31.3/G31.4, Skip Function)

{G31 / G31.1 / G31.2 / G31.3 / G31.4} X _ Z _ F _

G31 / G31.1 / G31.2 / G31.3 / G31.4	외부 신호별 지령 G 코드
X _ Z _	이송 위치
F _	이송 속도

지령 방법 및 축 이송 형태는 직선 보간(G01)과 동일하게 적용 되면서 정의된 외부 신호가 입력되면 이송이 중단되고 다음 블록으로 진행하게 되는 기능입니다. 이 때, 중단된 지점의 기계위치가 축 별로 파라미터 SN 319 350(#6319-6350)에 입력됩니다. 이 기능은 작업물의 크기를 측정 하거나 어떤 특정 위치를 가공 중에 알고자 할 때 사용됩니다.



이송속도는 이송속도 오버라이드 스위치에 영향을 받지 않습니다.

II 적용 예제

```
O 스킵
G00 X0. Z0.
G31 X100. F500.          (외부 신호 1 입력 시 중단)
G31.2 Z100.              (외부 신호 2 입력 시 중단)
G31.3 X0.                (외부 신호 3 입력 시 중단)
G31.4 Z0.                (외부 신호 4 입력 시 중단)
M30
```

5 이송 기능 (Feed Function)

가공 상황에서 공구가 이송 중에 수행되는 기능들을 이송 기능이라고 하고 이송속도, 절삭 속도 제어(정밀 정지 모드, 절삭 모드, 태핑 모드, 자동 코너 오버라이드 모드), 가감속, 휴지(Dwell) 등이 있습니다.

5.1 급속 이동 (Rapid Traverse)

5.2 분당 이송과 회전당 이송 (Feed per Minute & Feed per Revolution)

5.2.1 분당 이송 (G98, Feed per Minute)
5.2.2 회전당 이송 (G99, Feed per Rotate)

5.3 자동 가감속 (Automatic Acceleration / Deceleration)

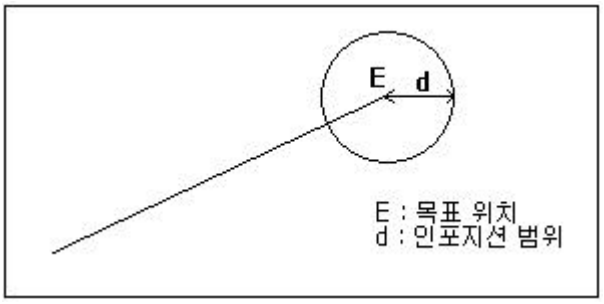
5.4 휴지 (G04, Dwell)

5.5 정밀 정지 (G09, Exact Stop)

5.1 급속 이동 (Rapid Traverse)

급속 이동은 위치 결정(G00) 지령 시 공구가 움직이는 형태입니다. 급속이동은 지령 블록의 위치 이동이 완료되고 인포지션 검사를 수행하고 나서 다음 블록으로 진행합니다. 급속 이송 속도는 파라미터 PM 2759-2790(#22759-22790)에 축별로 정의되어 있습니다.

인포지션이란 도달한 위치가 목표위치로 부터 허용범위 이내에 위치해 있는 것을 말하며 범위는 파라미터 PM 2928-2959(#22928-22959)에서 축 별로 정의되어집니다.



급속 이동 속도는 오버라이드 스위치에 의해서 조정이 가능하며 각 오버라이드 스위치의 위치별 속도 퍼센트 값은 파라미터 PM 2791-2822(#22791-22822)에 각각 설정할 수 있습니다. 오버라이드 파라미터 테이블에 0 으로 설정되어 있으면 이동은 수행되지 않습니다.

드라이런 모드에서의 급속 이동 속도는 파라미터 PM 2828(#22828)에 설정된 값에 따라서 다릅니다. 0 이 설정되어 있으면 스위치로 선택된 수동 이송속도로 이송하고, 1 로 설정되어 있으면 급속이송 속도 파라미터의 속도로 이송합니다.

5.2 분당 이송과 회전당 이송 (Feed per Minute &Feed per Revolution)

절삭이송 속도는 G01, G02, G03, G32 명령에 유효하며, 실수값으로 지령합니다. 프로그램을 작성할 때 최초 절삭지령 실행 전에 초기치 조건에 G98 또는 G99 을 선택하는 것이 좋습니다. 일반적으로 작업현장에서 만들어 사용하는 프로그램을 보면 생략된 상태로 사용하는 프로그램이 많으나, 이는 같은 그룹에 속한 G 코드가 전원을 투입하면 자동적으로 G99 기능이 실행되기 때문입니다.
경우에 따라 MDI 모드에서 G 98 기능을 실행한 후 G 99 로 전환하지 않은 상태에서 프로그램을 실행하면 알람을 발생하는 경우도 있으므로 프로그램을 작성할 때는 반드시 초기조건에 선택하여 삽입하십시오.

단위 입력 형식	0.001 mm / 0.0001 inch	
명령 형식	분당 이송 feed	회전 당 이송 feed
어드레스	F (mm/min)	F (mm/rev)
명령 범위	0.001 - 36000.000	0.001 - 999.999

5.2.1 분당 이송 (G98, Feed per Minute)

공구의 1 분 동안에 이동량을 어드레스 F 로서 지령하는 기능으로 절삭공구와 공작물 사이에 상대적 이송속도로 표현합니다

```
G98
F _
```

G98 분당 이송 모드 지령

F _ 이송 속도(1 분간에 해당하는 이동량) 지령

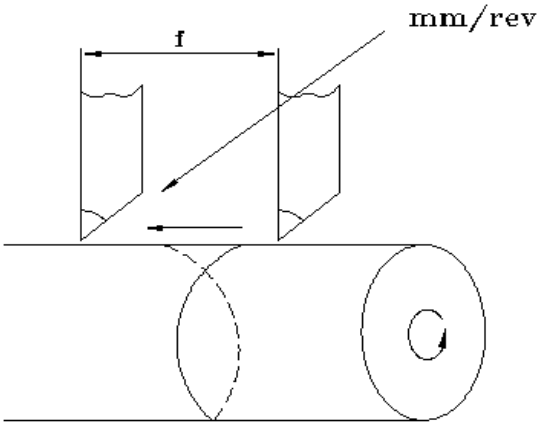
이송 속도 단위 : mm/min , inch/min

5.2.2 회전당 이송 (G99, Feed per Rotate)

주축 1 회전당 공구의 이동량을 어드레스 F 로서 지령하는 기능으로 주축이 회전하지 않으면 이송 축은 이동하지 않습니다.

G99 F _

G99	회전당 이송 모드 지령
F _	이송 속도(1 회전에 해당하는 이동량) 지령 이송 속도 단위 : mm/rev , inch/rev



① 회전당 이송 속도 지령 시 실제 기계의 이송 속도는 다음과 같습니다.

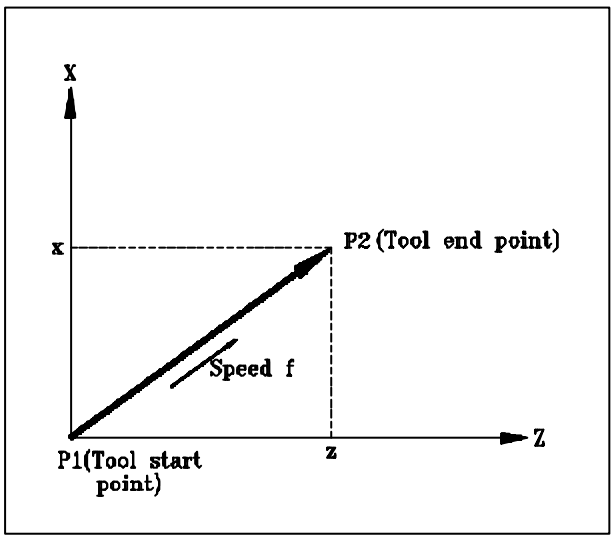
이송속도(FC) = 지령속도(F)×주축 회전 수(N)×오버라이드(Override)

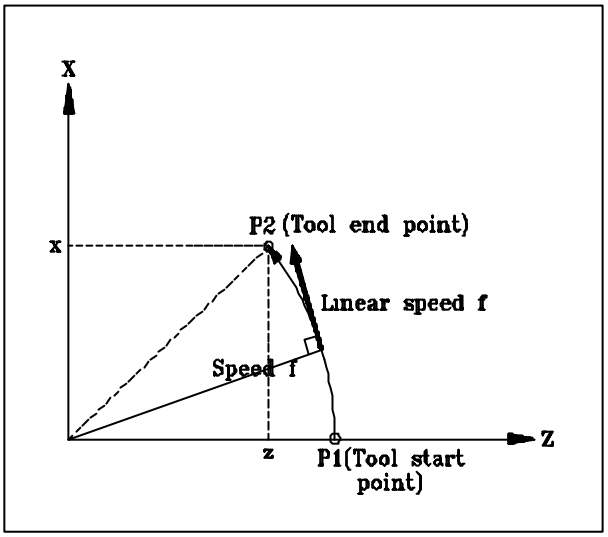
FC	:	실제 기계의 이송 속도 [mm/min]
F	:	지령 값 [mm/rev]
N	:	주축 속도 [RPM]
Override	:	절삭 속도 오버라이드

② 각 축의 실제 이송 속도 (f : 이송 지령 속도)

X 축 실제 이송속도	$: f \times \frac{X}{\sqrt{X^2 \times Z^2}}$
Z 축 실제 이송속도	$: f \times \frac{Z}{\sqrt{X^2 \times Z^2}}$

③ 원호 절삭 시에는 접점에서의 f의 속도로 이송합니다.





주의 :

① F0 지령 또는 음수의 F 지령은 정상적인 동작을 보장할 수 없습니다.
② 본 장치에서는 최초 전원이 공급 될 때 회전당 이송 지령 방식이 설정됩니다.
③ "드라이 런(DRY RUN)" 상태에서는 절삭 속도 지령 방법에 상관 없이 항상 분당 이송 속도 지령으로 설정됩니다.

예제

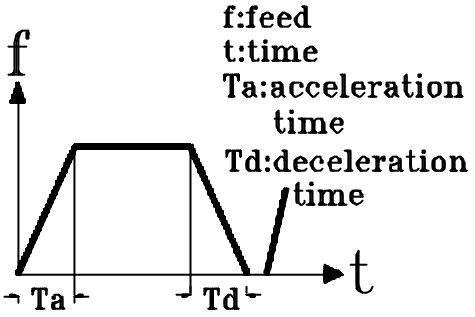
G98 G01 X100. Z100. F200 (분당 이송: 200.0 mm/min)
G99 X100. Z100. F0.3 S1000 (회전당 이송: 0.3 mm/rev)

5.3 자동 가감속 (Automatic Acceleration / Deceleration)

어떤 물체를 정지 상태에서 순간적으로 이동시키거나 이동하는 물체를 순간적으로 정지시키려면, 그 물체는 많은 하중과 관성을 받으므로 정지 하고자 하는 위치에 정확히 멈추게 하는 것이 쉽지 않습니다.
일반적으로 급속이송 속도로 테이블을 가공하고자 하는 위치까지 이동하는 경우에도 정확한 위치에 정지하는 것은 어렵습니다.
이와 같은 문제점을 보완하기 위해서 이동할 때는 가속하고, 정지할 때는 정지점 앞에서 감속을 하여 보다 높은 정밀도의 위치결정을 할 수 있게 하는 기능을 자동 가속/감속 기능이라 하며, 급속이송 / 조그이송 / 절삭 이송 등에서 축 이송의 시작 및 정지를 부드럽게 실행하여 줍니다.

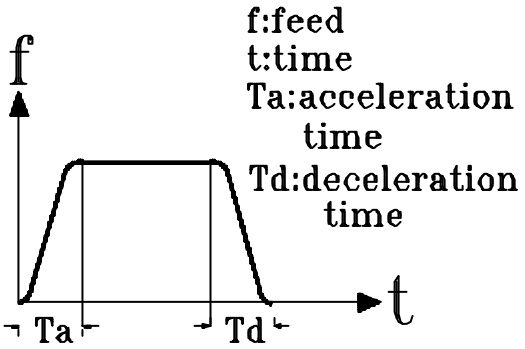
(1) 급속 이송 속도에 대한 가속/감속

- ◆ 위치 결정 G00
- ◆ 급속 이송 Rapid Traverse
- ◆ 수동 이송 JOG
- ◆ 수동 핸들 이송
- ◆ 급속 이송 가속/감속 시간은 파라미터 PM 561~592(#20561 ~ 20592)에서 설정 합니다.



(2) 절삭 이송 속도에 대한 가속/감속

- ◆ 절삭 이송 G01, G02, G03
- ◆ 나사 가공 G32
- ◆ 절삭 이송 중 자동 가감속 형태는 파라미터 PM 598(#20598)에서 설정합니다.
- ◆ 절삭 이송 중 가감속 시간은 파라미터 PM 599(#20599)에서 설정합니다.



이 값을 크게 설정하면 기계는 부드럽게 이송되지만, 가공오차가 증가하는 현상이 발생됨으로 주의하여야 합니다.

주의:

자동 가속/감속 시간은 특별한 필요가 없는 한 변경하지 않는 것이 좋습니다.

5.4 휴지 (G04, Dwell)

G04 {X _ / P _}

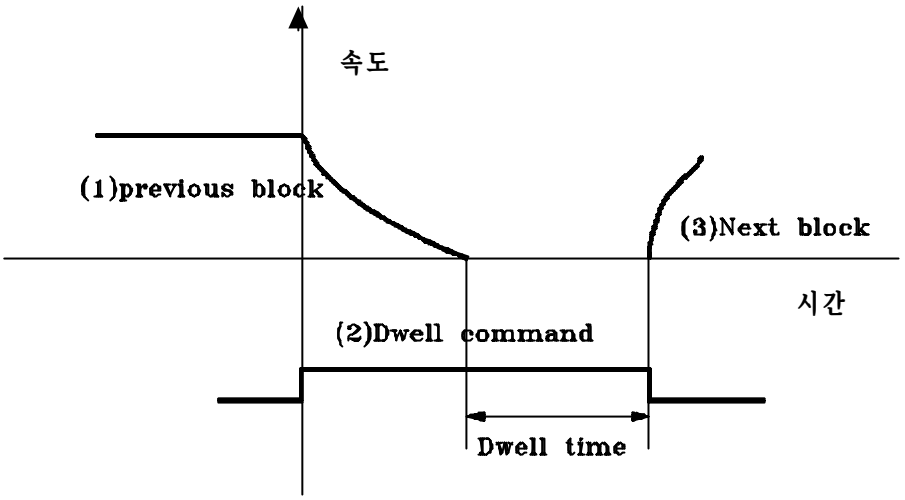
G04	휴지 지령
X _	sec 단위 시간 지령 / 회전수
P _	mili-sec 단위 시간 지령 (1/1000 sec) / 회전수

지령한 시간 동안 프로그램의 축 이송 동작을 정지시키는 기능입니다. 이 기능이 지령 되어도 주축회전, 절삭유 공급 등의 동작은 유지 됩니다.

절삭 이송 속도가 회전당 이송(G99) 이고 파라미터 PI 120(#3120)이 1 이면 지령한 X_ 또는 P _는 회전수가 됩니다. 즉, 스핀들이 지령한 회전수 만큼 회전한 이 후에 다음 블록으로 진행하게 됩니다. 그 이외의 경우에 지령한 X_ 또는 P _는 정지 시간이 됩니다.

설 명

① Dwell 은 앞의 블록지령속도가 0mm/min 이 된 후에 개시합니다.



② 홈 가공이나 간헐이송에 의해 칩을 절단하거나, 홈 가공에서 회전 당 이송에 의해 생기는 단차량 없는 진원가공을 할 때 사용합니다.

③ X_ / U_ 의 사용단위는 1 초(sec)이며, 소수점을 이용하여 G04 X1. 의 형식으로 휴지시간을 지정할 수 있으며, 지정할 수 있는 시간범위는 0 ~ 9999 초입니다.

④ P_ 의 경우 G04 P10000 [1/1000 초 당 입력] 형식으로 정수를 이용하여 휴지 시간을 지정하며 소수점을 붙일 수 없습니다.

⑤ 드웰 지령은 단독 블록으로 지정되는 One Shot G 코드입니다.

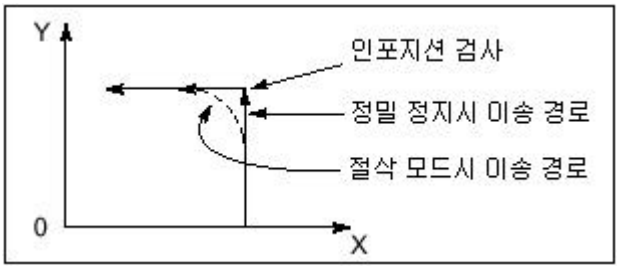
⑥ 프로그램 내에서 한번 지정된 드웰 시간은 다음 시간 지령이 있을 때까지 유효합니다.

5.5 정밀 정지 (G09, Exact Stop)

G09

G09 정밀 정지 지령

일반적인 절삭모드에서는 축의 이송을 가속하거나 감속할 때 물리적인 관성에 영향을 받기 때문에 코너 부분에서 현재 블록을 감속하고 다음 블록을 가속하므로 인해서 라운드 현상이 발생합니다. 이 기능은 지령한 블록의 절삭 이송을 지령 한 위치에 정확히 도달시키기 위해서 인포지션 검사를 수행하고 다음 블록으로 진행하게 됩니다. (5.1 참조)



주의 :

① 이 기능은 원샷 지령으로 지령 된 블록에서만 기능이 유효합니다.

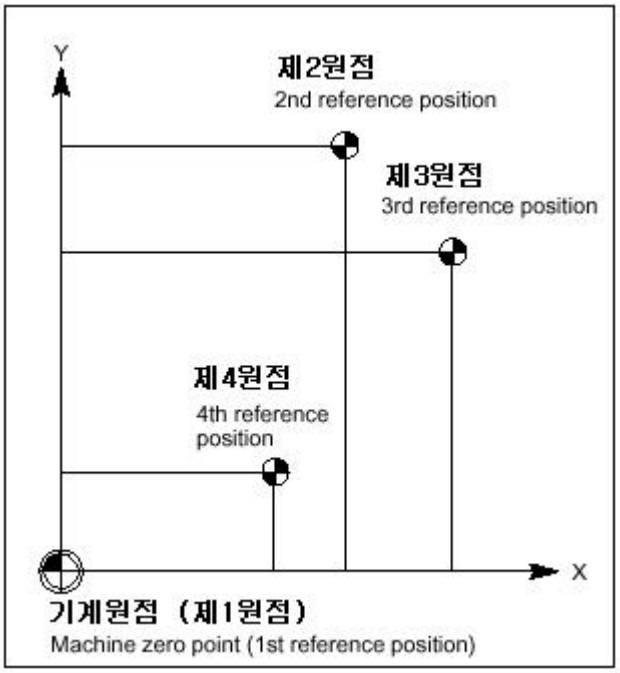
② 이 기능을 사용하면 곡면의 연결 교점 부위에 미세한 정지 현상이 발생하여 가공면의 상태가 좋지 못하고 공구의 마모가 심해지며 가공 시간이 길어지는 단점이 있습니다.

II 적용 예제

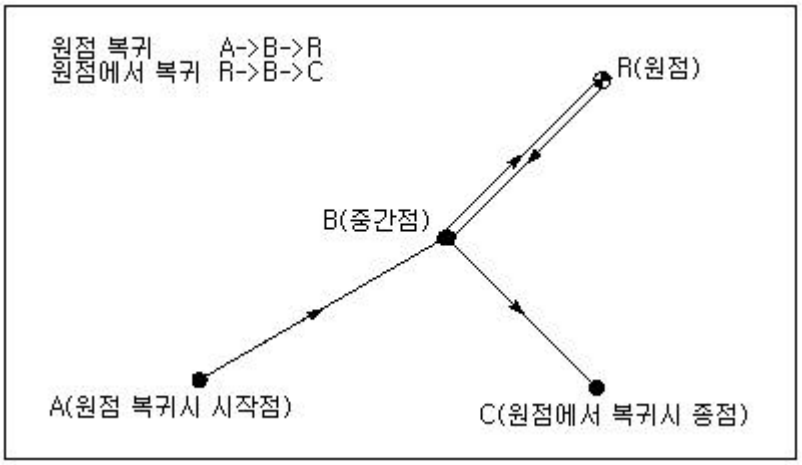
```
G00 X0. Z0.
G09 G01 X100. F500.
Z100.
X0.
M30
```

6 원점 (Reference Position)

원점은 공작기계에서 고정된 기준 위치를 말합니다. 이러한 원점에는 다음과 같은 종류가 있습니다.



원점에 관련된 이송의 형태는 다음 그림과 같이 원점 복귀(Reference Position Return)와 원점에서 복귀(Return from the Reference Position)가 있습니다.



기계 원점(제 1 원점)이란?

: 기계상에 고정된 임의의 지점이고 공구를 용이하게 그 위치에 이동시킬 수 있는 점으로 간단한 조작으로 쉽게 이 지점에 복귀시킬 수 있으며 기계의 제조회사에서 위치를 설정합니다.

프로그램 및 기계조작 시 기준이 되는 위치이므로 전원을 투입하고 최초 한번은 기계 원점 복귀를 해야만 자동적으로 기계 좌표계와 작업물 좌표계가 성립됩니다.

제조회사의 관련자 이외는 위치를 변경하지 마십시오.

6.1 원점 복귀 (G28, Reference Position Return)

6.2 2,3,4 원점 복귀 (G30, 2nd, 3rd, 4th Reference Position Return)

6.3 원점에서 복귀 (G29, Return from Reference Position)

6.4 원점 복귀 확인 (G27, Reference Position Return Check)

6.1 원점 복귀 (G28, Reference Position Return)

G28 X_(U_) Z_(W_)

G28	기계 원점 복귀 [Return to 1st Reference Position]
X_(U_) Z_(W_)	원점 복귀 해야 할 축에 대한 중간점 위치

작업물 좌표계상의 중간 점인 X_(U_) Z_(W_)위치를 경유하여 지령한 축에 대하여 급속 이송 속도로 제 1 원점인 기계원점으로 자동 복귀하는 기능입니다.

▯ ⏭

① 안전을 위하여 경 보정 및 길이 보정은 미리 취소됩니다.
② 지령하지 않은 축은 원점으로 복귀하지 않습니다.
③ 지령 된 중간점은 G29(원점에서 복귀)시에 중간점으로 사용됩니다.

▯ ⏸ 적용 예제 1

O 원점 복귀
G28 U0. W0. (현재 점을 중간 점으로 사용하며 원점복귀)
G54 X10. Z30. (G54 작업물 좌표계에서의 X10. Z30. 위치로 이송)

6.2 2,3,4원점 복귀 (G30, 2nd, 3rd, 4th Reference Position Return)

G30 {P2 / P3 / P4} X_(U_) Z_(W_)

G30	2,3,4 원점 복귀 지령
P2 / P3 / P4	2,3,4 원점 종류 선택
X_(U_) Z_(W_)	원점 복귀 해야 할 축에 대한 중간점 위치

작업물 좌표계상의 중간 점인 X_ Y_ Z_ 위치를 경유하여 지령한 축에 대하여 급속 이송 속도로 파라미터에서 정의한 2,3,4 원점으로 자동 복귀하는 기능입니다. 2원점은 P2 로 지령하고 P2 를 생략할 수도 있습니다. 3 원점은 P3, 4원점은 P4 로 지령합니다.

< 관련 파라미터 >

번호	내용
PM 2097-2128(#22097-22128)	각 축별 2 원점 위치 (기계 좌표계)
PM 2129-2160(#22129-22160)	각 축별 3 원점 위치 (기계 좌표계)
PM 2161-2192(#22161-22192)	각 축별 4 원점 위치 (기계 좌표계)

⏭

① 안전을 위하여 경 보정 및 길이 보정은 미리 취소됩니다.

② 지령하지 않은 축은 원점으로 복귀하지 않습니다.

③ 지령 된 중간점은 G29(원점에서 복귀)시에 중간점으로 사용됩니다.

II 적용 예제 (2,3,4 원점 복귀)

```
G54 X0. Z0.                (G54 좌표계 설정. X0. Z0.으로 이동)
G30 P2 X30. Z10.           (G54 좌표계의 X30. Z10.을 중간점으로 하며
                            제 2 원점으로 복귀)
G30 P3 X0.                 (G54 좌표계의 X0.을 중간점으로하며, X 축만
                            제 3 원점으로 복귀)
G30 P4 Z0.                 (G54 좌표계의 Z0.을 중간점으로 하며, Z 축
                            만 제 4 원점으로 복귀)
M30
```

6.3 원점에서 복귀 (G29, Return from Reference Position)

G29 X_(U_) Z_(W_)

G90 / G91	절대 / 증분 지령
G29	원점에서 복귀 지령
X_(U_) Z_(W_)	이송 위치

원점 복귀 또는 2,3,4 원점 복귀 후에 주로 사용되는 기능으로 이전에 지령 된 중간점을 경유하여 작업물 좌표계 상의 지령 이송 위치까지 급속 이송시키는 기능입니다. 이 기능을 지령하기 이전에 G28(원점 복귀) 또는 G30(2,3,4 원점 복귀) 지령을 하지 않아 중간점이 없는 경우의 중간점은 기계원점이 됩니다.

▯ ⏭

① 중간점까지의 이송은 이전에 지령 된 모든 축에 대해서 수행되며 G29 지령 위치까지의 이송은 해당 지령 축에 대해서만 수행됩니다.
② 안전을 위하여 경 보정 및 길이 보정은 미리 취소됩니다.

▯ II 적용 예제

O 원점에서 복귀

G54 X0. Z0.	(G54 좌표계 설정. X0. Z0.으로 이동)
G28 X30. Z10.	(G54 좌표계의 X30. Z10. 을 경유하여 기계원점으로 복귀)
G29 X0. Z0.	(이전에 지령 되었던 중간점(G54 좌표계의 X30. Z10.)을 경유하여 지령 이송 위치(G54 좌표계의 X0. Z0.)까지 급속 이송)

M30

6.4 원점 복귀 확인 (G27, Reference Position Return Check)

G27 X_(U_) Z_(W_)

G90 / G91	절대 / 증분 지령
G27	원점 복귀 검사 지령
X_(U_) Z_(W_)	이송 위치

작업물 좌표계상에 지령 된 X_(U_) Z_(W_) 위치로 급속 이송하여 도달된 위치가 원점이면 원점복귀완료 램프가 점등 되고 원점이 아니면 알람 82209(원점이 아닙니다.)이 발생하는 기능입니다.

▯ ⏭

① 안전을 위하여 경 보정 및 길이 보정은 미리 취소됩니다.

② G27 로 도달하는 위치는 보정중일 경우에도 일시적으로 옵셋을 해제한 후 기계 원점으로 급속 이송합니다.

③ Machine Lock On 상태에서 G27 이 지령된 경우에는 원점에 도달했는가 여부를 Check 할 수 없습니다.

④ 인치(inch) 좌표계를 사용할 경우에는 mm 좌표계의 원점보다 프로그램상 1μ 만 벗어나 있어도 최소 이동단위보다 입력단위편이 작기 때문에 원점 복귀 Lamp 가 켜지는 경우가 있습니다.

▯ II 적용 예제

```
O 원점 복귀 확인          (X 옵셋   100, Z 옵셋   100 인 경우)
G54 X0. Z0.
G27 X100. Z100.           (기계원점 복귀 완료 램프 점등)
G27 X10.                  (알람 82209(원점이 아닙니다.)이 발생)
M30
```

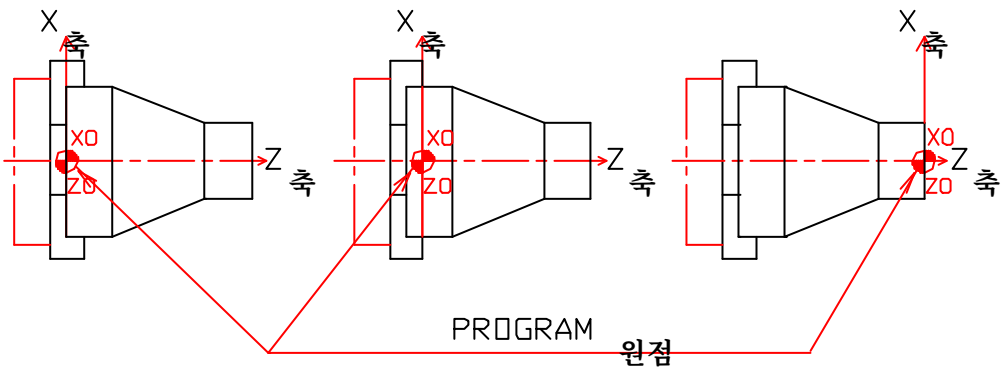
7 좌표계 (Coordinate System)

공구를 원하는 위치로 이동시키기 위해서는 CNC 에 공구의 위치를 설정해 주어야 합니다. 공구의 위치는 좌표계에서의 좌표치로 나타내어 CNC 에 설정합니다. 좌표치는 다음 3 종류의 좌표계를 사용하여 지정할 수 있습니다.

(1) 기계 좌표계 (Machine Coordinate System)
(2) 작업물 좌표계 (Work-piece Coordinate System)
(3) 로컬 좌표계 (Local Coordinate System, 지역 좌표계)

CNC 선반은 주축방향을 Z 축으로 하고 이것을 기준으로 하여 직경 방향을 X 축으로 잡는 X, Z 두개의 기본축으로 구성되며, 동시 제어축 수는 2 축이며 프로그램은 오른손 직교 좌표계를 사용합니다. 프로그래밍은 공작물을 척킹하고 주축이 회전할 때, 공구가 X, Z 축을 따라 움직이면서 공작물을 가공하는 것으로 생각해도 무방합니다.

프로그램에서 좌표를 지령 할 경우에 도면의 치수를 입력하기 때문에 CNC 공작 기계의 좌표와 가공 도면상의 좌표가 서로 일치 하여야 하며, 사용자는 좌표계의 원점을 척 면, 가공물의 단면, 척 중심의 임의의 위치에 설정하는 등 여러가지 방법으로 좌표원점을 설정할 수 있습니다.



7.1 좌표계 설정 및 변경 (G50, Coordinate Set / Coordinate Shift)

7.2 작업물 좌표계 이동(Shift) (Work-piece Coordinate Shift)

7.3 작업물 좌표계 1~6 선택
(G54~G59, Work-piece Coordinate System)

7.4 평면 선택 (G17, G18, G19, Plane Selection)

7.1 좌표계 설정 및 변경 (G50, Coordinate Set / Coordinate Shift)

G50 X_(U_) Z_(W_)

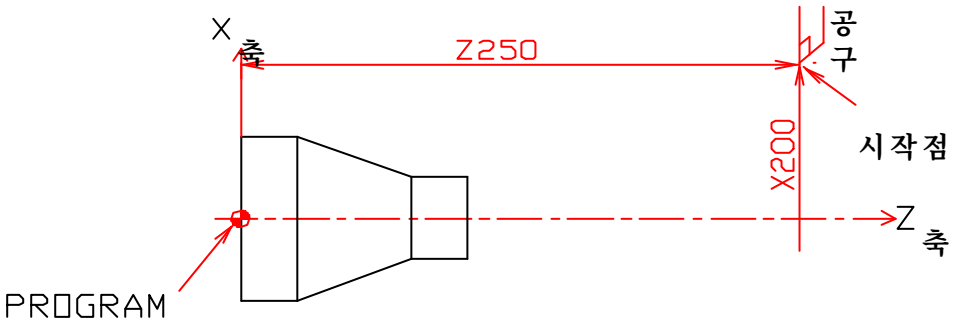
G50	좌표계 설정 및 변경
X_(U_) Z_(W_)	설정할 좌표 값

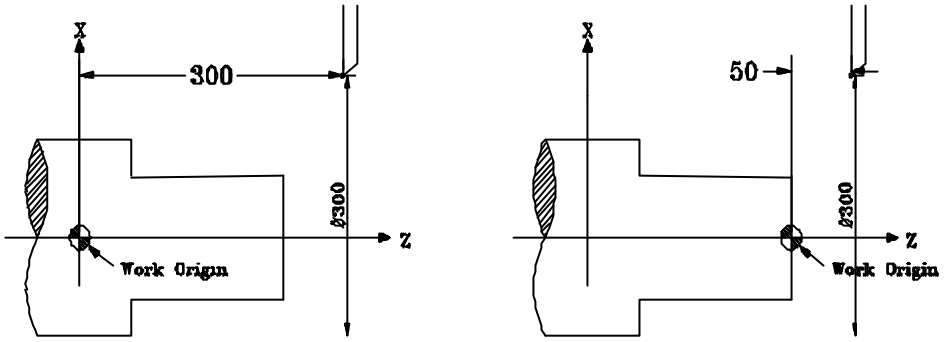
프로그램을 작성시 도면이나 공작물의 기준점을 설정하여 그 기준점으로부터 가공위치를 지령하면 프로그램을 간단하고 정확하게 작성할 수 있습니다.
프로그램 원점을 기점으로 한 좌표계를 "공작물 좌표계(Work-Piece Coordinate System)"라고 하며, 일단 좌표계가 설정되면 이후에 지령 되는 절대 지령은 이 공작물 좌표계에서의 위치로 됩니다. G50(공작물 좌표계 변경)을 사용할 경우에는 항상 원점복귀 또는 제 2 원점복귀를 먼저 실행한 후에 좌표계 설정을 하기 때문에 불 필요한 축 이송을 실행해야 하는 번거로움이 있습니다.

■ 적용 예제

아래 그림과 같이 현재 공구의 날 끝위치가 가공물의 원점에서 X 축으로 200.0, Z 축으로 250.0 위치에 존재하는 작업물 좌표계로 설정됩니다.

G50 X200. Z250.

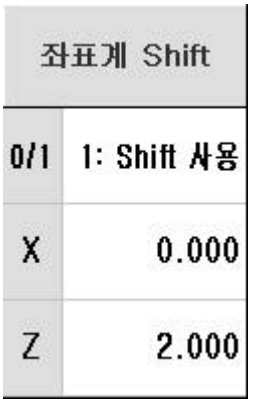


좌표계 설정 [Setting for Work-Piece Coordinate System]
G50 X _ Z _ ;
이 지령으로 현재의 공구 날 끝 위치가 G50 에서 지령된 절대 좌표값 X _ Z _ 인 좌표계로 설정됩니다. 즉 지령치 X _ Z _ 값은 프로그램상에서 좌표의 원점으로 하고 싶은 위치에서부터 공구 날 끝의 현재 위치까지의 거리입니다. 결론적으로 G50 지령은 '절대 좌표 원점 위치'를 원하는 장소에 지정하게 됩니다.
 (a) G50 X300 Z300; (b) G50 X300 Z50;
좌표계 변경 [Shift of Work-Piece Coordinate System]
G50 U _ W _ ;
현재 설정된 절대좌표에서 G50 에서 지령된 증분 좌표 값 U _ W _ 만큼 Shift 된 좌표계가 새 좌표계로 설정됩니다. 즉 현재 좌표계 X, Z 가 X+u, Z+w 로 되는 새로운 좌표계로 설정됩니다. 예를 들면 2 개 이상의 공구 군으로 나눈 후 기준공구 위치에 대한 제 2 공구 위치와의 차이를 G50 U, W 를 사용하여 설정하면 제 2 의 좌표계를 설정하여 보정할 수 있습니다
▯▸▸ 공작물 좌표계를 설정하는 방법 ① G50 X_ Z_ ; ② G10 P_ R_ ; ③ G10 X_(U_)Z_(W_) ; ④ 공구 형상 옵셋 번호 지정 (T○○□□)

7.2 작업물 좌표계 이동(Shift) (Work-piece Coordinate Shift)

프로그램 작성시 생각한 작업물 좌표계와 실제로 설정한 좌표계가 다를 경우 설정되어 있는 좌표계를 Shift 할 필요가 있습니다. 이 때, 프로그램에서 G50 U_ W_ 을 사용하는 대신, Shift 하는 양을 좌표계 화면의 "좌표계 Shift" 파라미터에 설정하는 방법을 사용할 수 있습니다.(Z offset기능과 같음)

< 초기화면 F2 설정 화면 F3 좌표계 화면 >



간단한 예로 작업물의 길이가 다른 경우 이 양을 Z 축 shift 항목에 설정한 후 전체적인 옵셋값은 유지한 채 설정 화면의 Shift 기능을 이용하여 가공이 가능합니다.

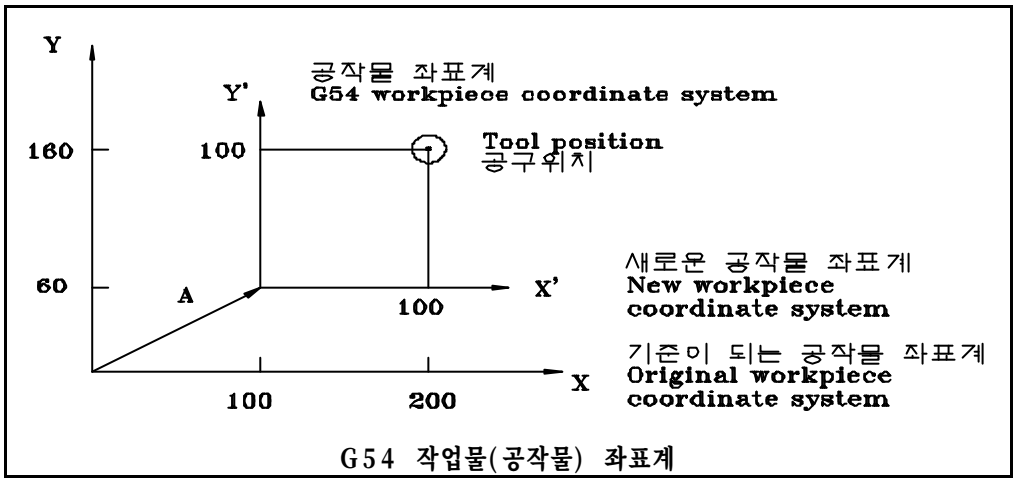
주의 : Shift 량 설정과 관련된 주의사항

① 작업물 좌표계 Shift 는 Shift 량을 설정하면 바로 유효합니다.
② Shif 량이 설정된 상태에서 작업물 좌표계가 변경되면 Shif 량이 적용됩니다. 작업물 좌표계는 G50 좌표계 설정, T 코드에 의한 좌표계 설정, G54~G59 좌표계 설정에 의해서 변경됩니다.
예를 들어 G50 X100.0 Z80.0;을 수행하면 Shif량이 적용되어 현재의 공구 위치가 X = 100. Z = 80.으로 좌표계가 설정됩니다.
③ 작업물 좌표계 Shift 는 "좌표계 Shift 0/1" 파라미터가 1 일 때 유효합니다. 이 파라미터는 공구 옵셋 화면이나 좌표계 화면에서 설정을 합니다.
(초기화면 -> F2 설정화면 -> F1 공구 옵셋 화면(or F3 좌표계 화면)

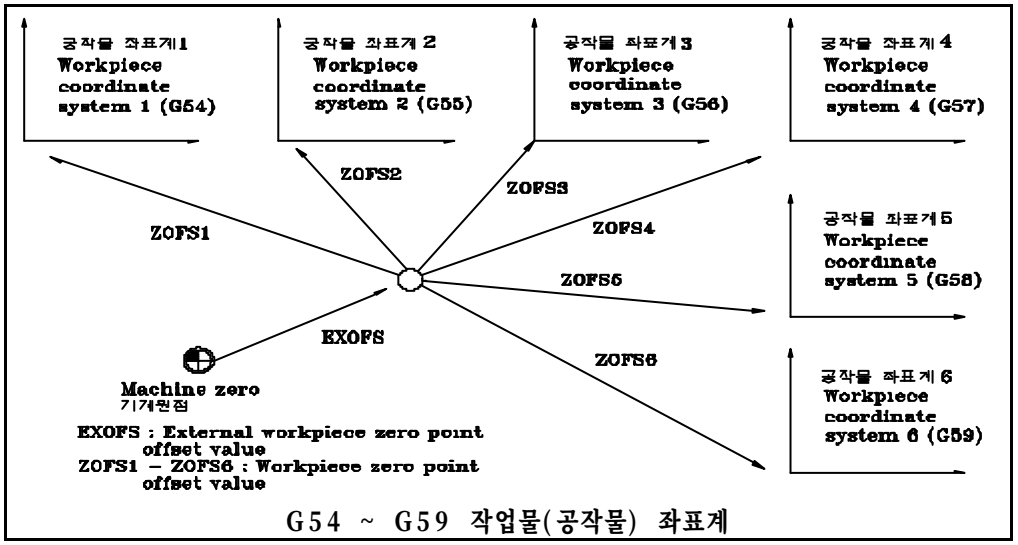
7.3 작업물 좌표계1~6 선택(G54~G59,Work-piece Coordinate System)

작업물 좌표계 1~6 선택 기능은 사용하고자 하는 기계 원점에서 작업물 좌표계 원점까지의 각 축의 거리를 작업물 좌표계에 커서를 위치 시킨 후 MDI 판넬의 숫자키 등을 이용하여 입력란에 설정 값을 입력하여, 프로그램에서 호출하여 활용하는 좌표계입니다.

작업물 좌표계 선택기능을 정상적으로 사용하기 위해서는 가공을 실행하기 전에 좌표계 설정화면에 기계원점에서 각 작업물 좌표계 원점까지의 거리를 입력해야 합니다.



G54 작업물(공작물) 좌표계



G54 ~ G59 작업물(공작물) 좌표계

```
G54  X _  Z _
G55  X _  Z _
G56  X _  Z _
G57  X _  Z _
G58  X _  Z _
G59  X _  Z _
```

G54 작업물 좌표계 1 선택 (Work-piece Coordinate System 1Selection)
G55 작업물 좌표계 2 선택 (Work-piece Coordinate System 2 Selection)
G56 작업물 좌표계 3 선택 (Work-piece Coordinate System 3 Selection)
G57 작업물 좌표계 4 선택 (Work-piece Coordinate System 4 Selection)
G58 작업물 좌표계 5 선택 (Work-piece Coordinate System 5 Selection)
G59 작업물 좌표계 6 선택 (Work-piece Coordinate System 6 Selection)

X_ Z_ 절대 좌표계(작업물 좌표계)의 위치

⏭

① 도면을 기준으로 작업자가 프로그램을 편리하게 작성하고, 이렇게 작성한 NC 프로그램을 그대로 적용하여 가공을 실행하기 위한 작업물의 임의의 어떤 점도 원점으로 정할 수 있는 좌표계이며 전원 투입 후 반드시 원점복귀를 실행하여야 올바르게 적용됩니다.

① G54 ~G59 를 사용하는 경우 G50 으로 좌표계 설정을 할 필요가 없으며, 만일 G50 으로 좌표계 설정을 하면 G54 ~ G59 의 좌표계가 달라져 버립니다.
② 좌표계 화면(초기화면->설정->좌표계) 좌측 상단의 “작업물 좌표계 (0/1)” 값을 “0:유지”로 설정하면, Power 를 On 했을 때 이전에 사용했던 좌표계로 설정됩니다. 이전에 G54~G59 또는 G50 로 설정한 좌표계가 그대로 유지되는 것입니다.

작업물 좌표계 (0/1)	0: 유지

“작업물 좌표계(0/1)”값을 “1:취소”로 설정하면, Power 를 On 했을 때 이전에 사용했던 작업물 좌표계가 유지되지 않고 사라집니다.

■ II 작업물 좌표계 예제 1

G54 G00 X30 Z15 ; (G54 작업물 좌표계를 사용한 A 점 지령)
G55 X-30 Z-15 ; (G55 작업물 좌표계를 사용한 B 점 지령)

■ II 작업물 좌표계 예제 2

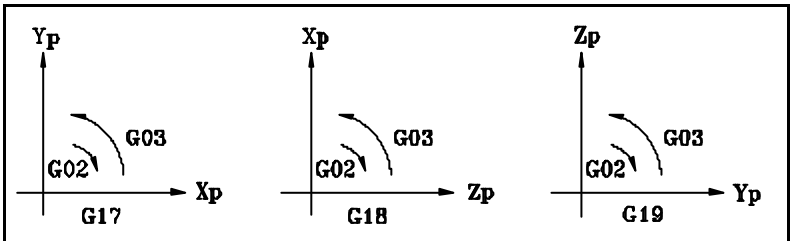
G40;
G28 U0 W0 ; (경유점이 현재 위치 값인 기계원점 복귀 [G91 모드])
G54 G00 X100 Z50 ; (G54 좌표계의 입력된 값의 위치를 X100 Z50 작업물
⬇ 좌표계의 원점으로 사용하여 프로그램)
M30 ;

7.4 평면 선택 (G17, G18, G19, Plane Selection)

```
G17 [G02 / G03]  X _ Y _ [I _ J _ / R _ ] F _
G18 [G02 / G03]  X _ Z _ [I _ K _ / R _ ] F _
G19 [G02 / G03]  Y _ Z _ [J _ K _ / R _ ] F _
```

G17	X-Y 평면 선택
G18	Z-X 평면 선택
G19	Y-Z 평면 선택
G02 / G03	원호 보간 CW / 원호 보간 CCW
X _ Y _ Z _	이송 위치
I _ J _ K _	원호의 중심 위치(벡터로 표시)
R _	반경
F _	이송 속도

원호 보간(G02/G03)이나 인선 R 보정(G41/G42)은 한 평면내에서만 가능하기 때문에 G-code를 이용한 평면 선택을 하여야 합니다.



G17 평면 G18 평면 G19 평면

주의 :

① 전원 투입시 선택되는 평면은 파라미터 PI 145(#3145)에서 설정합니다.
② 인선 R 보정은 ZX 평면 내에서만 사용할 수 있습니다. 그 외의 평면을 선택하고 있는 경우에는 공구경 보정으로 됩니다.
③ 도면 칫수 직접 입력은 ZX 평면에서만 가능합니다. 그 밖의 평면에서 지령하면 알람 발생

8 좌표치와 치수 (Coordinate Value and Dimension)

좌표를 지령하는 방법에는 절대 지령(Absolute Command), 증분 지령(Incremental Command), 직경/반경 지령이 있습니다. 이 단원에서는 각 지령 방법에 대해서 알아보고, Inch/Metric 변환에 대해서 설명합니다.

8.1 절대 지령과 증분 지령 (Absolute /Incremental Command)

8.1.1 절대치 지령방식
8.1.2 증분치 지령방식

8.2 직경지령과 반경지령

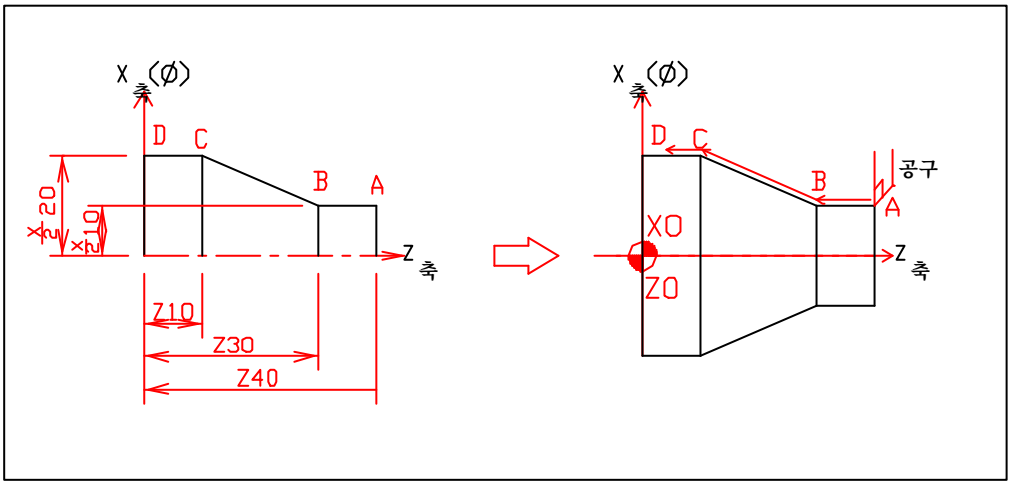
8.3 Inch/Metric 입력 (G20/G21)

8.1 절대 지령과 증분 지령 (Absolute /Incremental Command)

각 축의 이동량을 지령하는 방법으로 절대(Absolute) 지령과 증분(Incremental) 지령의 2 가지 방법이 있습니다. 증분(Absolute) 지령은 각 축 이동 종점위치의 좌표치를 프로그램하는 방법입니다. 증분(Incremental) 지령은 각 축 이동량을 직접 프로그램하는 방법입니다.

8.1.1 절대치 지령방식

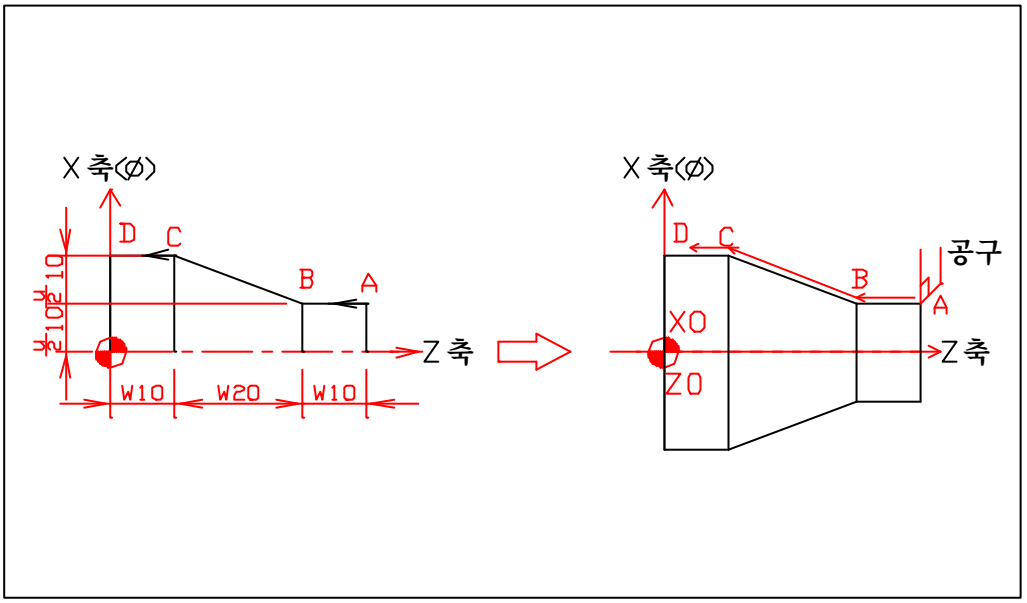
프로그램 원점을 기준으로 현재 위치에 대한 좌표 값을 절대량으로 나타내는 것으로 보정 값의 유무에 상관없이 MDI / AUTO 모드에서 각 축의 이동 종점의 위치좌표 값을 좌표계 원점을 기준으로 표현하며, X_ Z_와 같이 어드레스 X, Z 를 사용합니다.
실제 공구 이동을 NC 동작 모드로 A 점에서 B 점으로 이동 지령 할 때는 A 위치에 관계없이 B 점 위치만을 위치 좌표치로써 지령하면 되는 방식으로 선반의 프로그램은 주로 이 방식을 많이 사용합니다.



A 점 : X20.0 Z40.0　　A 점에서→B 점으로 진행 G01 X20.0 Z30.0 F0.2 ;
B 점 : X20.0 Z30.0　　B 점에서→C 점으로 진행 (G01) X40.0 Z10.0 (F0.2) ;
C 점 : X40.0 Z10.0　　C 점에서→D 점으로 진행 (G01) (X40.0) Z0 (F0.2) ;
D 점 : X40.0 Z0
( ) 안의 문자는 프로그램 작성에서 생략할 수 있습니다.

8.1.2 증분치 지령방식

현재 위치를 기준으로 다음 위치까지의 거리를 지령하는 방식으로, 바로 전위치를 기준으로 하여 현재의 위치에 대한 좌표값을 증분량으로 표시하며, 부호의 결정은 시점을 기준으로 종점이 어느 방향인가에 따라 결정됩니다.
보정 값의 유무에 상관없이 MDI / AUTO 모드에서 각 축의 위치 좌표 값을 상대 점을 기준으로 표현하며, U_ W_와 같이 어드레스 U(X 축 증분 지령 어드레스), W(Z 축 증분 지령 어드레스)를 사용하여 지령합니다.

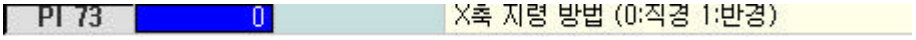


A 점 : X20.0 Z40.0　　A 점에서→B 점으로 진행 G01 (U0) W -10.0 F0.2 ;
B 점 : X20.0 Z30.0　　B 점에서→C 점으로 진행 (G01) U20.0 W -20.0 (F0.2);
C 점 : X40.0 Z10.0　　C 점에서→D 점으로 진행 (G01) (U0) W -10.0 (F0.2) ;
D 점 : X40.0 Z0
(　)안의 문자는 프로그램 작성에서 생략할 수 있습니다.

주의:
① 절대(Absloute) 지령과 증분(Incremental) 지령을 같은 블록내에 쓰는 것도 가능합니다.
② X 와 U 혹은 Z 와 W 를 같은 블록에 혼용하면 뒤에 지령된 것이 유효합니다.

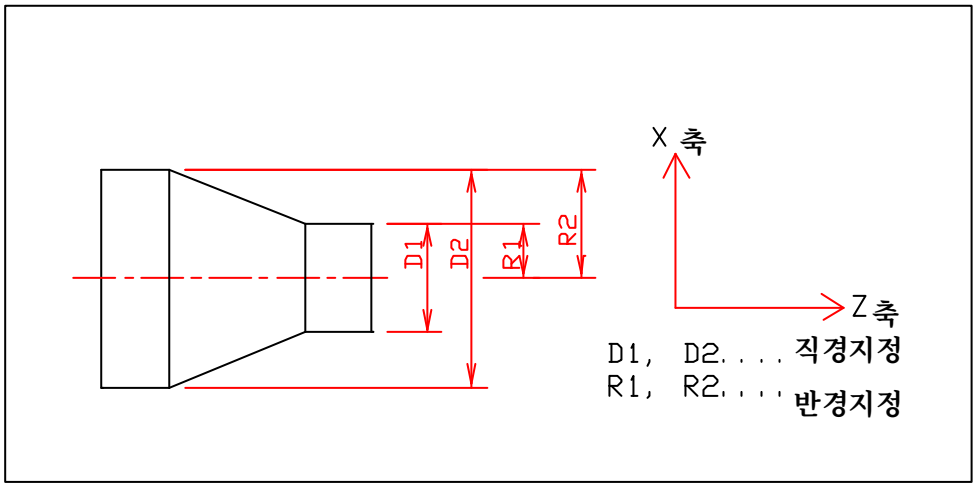
8.2 직경지령과 반경지령

공작물 단면은 일반적으로 원이므로 X 축 좌표치를 직경 (Ø) 또는 반경치로 (R) 지령하는 두 가지의 경우를 생각할 수 있습니다. 선반가공은 회전체에 적용되므로, 직경지령의 경우 직경치수 입력이 편리하며 선반은 주로 이 방식을 사용합니다. 본 시스템에서는 이 지령 방법을 파라미터 PI 73(#3073)에서 설정합니다.



□ 직경치와 반경치의 구분

항 목	PI 73 = 0	PI 73 = 1
어드레스 X 지령	직경 치	반경 치
어드레스 U 지령	직경의 증분 치	반경의 증분 치
X 축의 위치 표시	파라미터 PA 329, PA 331 ~ 362 에서 설정	
공구의 옵셋량	직경 치	
작업물 좌표계를 위한 공구 옵셋 데이터 (GX, WX)	초기화면 ->F2 설정화면 ->F2 총공구 옵셋 화면에서 설정	
공구 인선 반경(nose R)량	반경 치	
X 축 방향의 Feed 속도 F	반경 치/rev, 반경 치/min	
원호 보간의 반경 데이터 I, K	반경 치	
G90 G94, G70 G76 에 사용되는 D, I, K, P, Q, R	반경 치	



8.3 Inch/Metric 입력 (G20/G21)

G20 G21

G20 inch 단위계 입력 모드
G21 mm 단위계 입력 모드

입력된 좌표값을 mm / inch 값으로 설정하게 하는 G 코드로 도면 전체의 치수가 인치 또는 미리 좌표계로 표기되어 있을 때 기계의 이동단위를 Inch 나 Metric 시스템으로 변환하여 간단하게 프로그램을 작성할 수 있으며, G20 / G21 가 입력된 블록을 포함한 하위 블록에 좌표값을 지배하는 모달 명령입니다.

< 최소 설정단위 >

G 코드	단 위 계	최소 설정단위
G20	Inch	0.0001 inch
G21	Metric	0.001 mm

이 G 코드는 모달 명령으로 이 G 코드가 실행되면 그 이후의 파트프로그램의 입력단위는 지정한 입력 단위를 따르며, G20/G21 의 입력단위계 전환이 이루어지더라도 CNC 내부의 공구 옵셋 값, 그리고 기계 위치 표시는 mm 단위계를 그대로 유지합니다. 그러므로 파트 프로그램의 입력단위 이외에 달라지는 것은 없습니다.

시스템의 전원을 투입할 때 설정되는 입력단위계는 파라미터 PI 147 (#3147)에서 설정합니다.

단위계의 변환은 프로그램의 선두에 좌표계를 설정하기 전에 단독 블록으로 지령해야 하며, 한 프로그램 안에서 Inch 또는 Metric 을 변환하는 것은 좋지 않으므로 도면의 일부가 Inch 또는 Metric 으로 되어 있는 경우는 환산하여 지령합니다.

주의 :

① G20/G21 에 의한 단위계 변환은 입력 단위계의 변환입니다. 화면에 표시되는 단위계는 G20/G21 의 영향을 받지 않습니다.
② 화면에 표시되는 단위계는 파라미터 PA 0 에서 설정합니다.
(Metric/ Inch 설정)
③ 화면에 표시되는 축 데이터(현재위치, 기계위치 등)들의 단위계는 파라미터 PA 374~405 에서 축별로 Inch/Metric 을 지정합니다. 이 파라미터가 1 로 설정된 축은 파라미터 PA 0 에서 설정한 단위계의 적용을 받습니다. 이 파라미터가 0 으로 설정된 축은 파라미터 PA 0 에서 설정한 단위계와 상관없이 Metric 단위계를 사용하게 됩니다.

9 주축 기능 (Spindle Function)

주속 일정 제어(G96, Constant Surface Speed Control)와 주속 최고 속도 설정 (G92, Clamp at Maximum Spindle Speed)에 대해서 설명합니다.

9.1 주속 일정 제어 (G96, Constant Surface Speed Control)

9.2 주속 일정 제어 해제 (G97) (Constant Surface Speed Control Cancel)

9.3 주속 일정 제어 시 주속 최고 속도 설정 (G50) (Clamp at Maximum Spindle Speed)

9.1 주속 일정 제어 (G96, Constant Surface Speed Control)

G96 S _

G96	주속 일정제어 [Constant Surface Speed Control]
S_	절삭속도 [m / min]
	S 값은 rpm 지령이 아니고 절삭속도의 값입니다.
	M03 또는 M04 로 지령하기 전에는 S = 0 입니다.

주속 일정제어는 절삭속도를 일정하게 유지하여 공구수명 연장과 절삭시간 단축을 도모하는 기능으로 G97 지령으로 해제합니다. 공구와 공작물의 상대속도 주속을 어드레스 S 를 사용하여 지령하면 공구의 위치변화에 따라서 지정한 주속이 되도록 주축 회전수를 계산하여 그것에 대응한 전압을 주축의 제어부로 보내 올바른 속도가 되도록 주축을 회전시키는 기능입니다.

일반적으로는 CNC 선반에서 가공 면의 조도를 일정하게 유지하기 위하여 사용됩니다.

관계식

❶ 절삭속도 V [m/min]

$$V = \frac{\pi DN}{1000}$$

(D : 공구의 직경 [mm], N : 주축의 회전속도 [rpm])

❷ 회전속도 [Rough Cutting : N rpm]

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

(D : 공구의 직경 [mm], V : 절삭속도 [m/min])

9.2 주속 일정 제어 해제 (G97)

(Constant Surface Speed Control Cancel)

G97 S _

S _ 주축의 회전속도 지정 [rpm]

초기전원을 투입하면 자동적으로 설정되는 기능으로 공구와 공작물의 상대속도 주속을 어드레스 S 를 사용하여 지령하면 공구의 위치 변화의 관계없이 고정된 속도로 주축이 회전하는 기능이며 대분분의 나사 가공에서는 G97 기능을 사용하여 가공을 행합니다.

9.3 주속 일정 제어 시 주속 최고 속도 설정 (G50)

(Clamp at Maximum Spindle Speed)

G50 S _

G50 주속 일정 제어 시 주축 최고 속도 설정
(Clamp at Maximum Spindle Speed) [rpm]

주축의 최대 회전 속도를 rpm 단위로 직접 지정하는 기능입니다. 설정된 주축 최고속도 값으로 G96(주속 일정제어)에서 지령한 회전 속도를 제한하며, 설정된 주축 최고 속도보다 큰 주축 회전지령은 G50 으로 설정된 회전속도로 회전을 합니다.(G97 모드는 무관)

▯ ⏭

① 주축의 최고속도 지정은 G50 기능과 같은 블록에 지령해야 합니다.

② 주속 일정 제어시 주축 최고속도와 최저속도는 파라미터 PM 3360(#23360)과 PM 3361(#23361)으로도 설정 할 수 있습니다.
G50 로 주축 최고 속도를 지령하면 그 값은 자동으로 해당 파라미터에 입력됩니다.

▯ II 예제

G50 S500 (주속 일정 제어 시 주축의 최고 회전속도를 500rpm 으로 지정)
G96 S2000 (2000 mm/min 의 속도로 주속 일정 제어 지령)
M03 (500 rpm 으로 주축 회전 속도 제한됨)

10 공구 기능 (Tool Function)

공구 교환은 T□□△△(□□: 공구 번호, △△: Offset 번호)으로 지령합니다. 예를 들어서 T0305 라 지령하면, 공구 번호는 3 번이고 Offset 번호는 5 번이란 뜻입니다.

10.1 공구 선택 지령

10.2 공구 기능 [T 기능] (T Function)

10.2.1 공구 기능 [T 기능] (T Function)
10.2.2 공구 보정 (Tool Offset)

10.3 공구 위치 보정

10.1 공구 선택 지령

T _

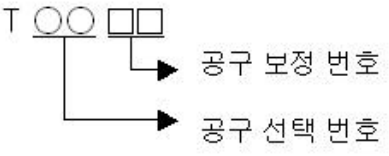
T _ 공구 선택 지령

T 코드에 따르는 2 자리 정수의 지령으로 원하는 공구의 선택이 가능합니다. 한 블록 내에서는 T 코드를 한번 지령하여야 합니다. 만약 한 블록에서 2 번 이상 지령된 경우 맨 마지막에 지령된 T 코드가 유효합니다.
T 코드에 따르는 정수의 자리수는 파라미터 PI 80(#3080)에 따라 2 자리 지령 또는 4 자리 지령이 가능합니다. 2 자리 지령인 경우 공구 번호와 옵셋번호를 같은 번호로 사용할 수 있으며, 4 자리 지령인 경우 앞의 2 자리는 공구 선택번호로 뒤 2 자리는 공구 옵셋 번호로 지령됩니다.
한 블록에서 이송 지령과 공구 지령이 같이 지령된 경우, (1) 축 이송과 공구 선택 동작이 동시에 이루어지거나 (2) 축 이송이 끝난 후 공구 선택 동작이 이루어 질것인가는 MTB(Machine Tool Builder)의 사양에 따라 달라질 수 있습니다.

10.2 공구 기능 [T 기능] (T Function)

10.2.1 공구 기능 [T 기능] (T Function)

자동공구 교환과 공구보정을 행하는 기능으로, 어드레스 T 에 이어 4 자리의 수치를 지령함에 따라 4 자리의 코드 신호와 Strobe 신호가 기계측에 송출되어 기계측에서의 공구선택에 사용되며, 1 블록 중에 T 코드를 1 개만 지령할 수 있습니다.



1. 공구 선택번호 : 터렛에[A.T.C] 설치된 공구에 각각 번호를 지령하여, 가공부분에 따라 알맞은 공구를 선택합니다.
2. 공구 보정번호 :

① 선택된 번호에 대응하여 보정량을 MDI 장치로서 오프셋 메모리에 입력시키면 공구 보정 기능이 개시됩니다.

② 보정량 취소는 각각의 공구마다 작업이 끝나면 해주어야 하며, 보정번호가 00 이면 보정량을 영으로 [0] 간주하여 이미 보정된 양을 취소 시킵니다.
ex) T0100 (1 번 공구의 공구 보정을 취소)

▯ 보정 값으로 지정되는 범위

	미터계 입력	인치계 입력
보정 값	0 ±999.999㎜	0 ±99.999inch

③ 공구 보정에는 T 코드로 지령하는 공구마모 보정과 공구형상 보정이 있으며 G 코드로 지령하는 인선 R 보정이 있습니다.

▯ ll 예제 : T0204 의 의미

① 02 는 공구 번호 2 번인 공구가 선택됨을 의미합니다.

② 04 는 보정 기억장치의 4 번에 기억된 양만큼 보정됨을 의미합니다.

⏭ 공구 보정의 취소

① 보정 번호가 00 인 T 코드가 선택되었을 때 공구 보정은 취소되며, 블록의 종점에서 보정값이 영으로 됩니다.

② 전원을 처음 공급할때나 리셋키를 눌렀을 때, 보정이 취소되어 보정번호가 00 인 상태가 됩니다. 단 리셋시 공구 보정이 취소되지 않게 파라미터로 설정이 가능합니다.

③ G28, G30 등 자동 원점 복귀시에는 일시적으로 공구 보정이 취소되고, 파라미터에 따라 다음 블록에서부터 또는 다음 T 코드에서부터 보정이 복귀됩니다.

10.2.2 공구 보정 (Tool Offset)

공구보정은 공구마모 보정과 공구형상 보정의 둘로 나누어서 별도 설정하는 방법과 공구마모보정 하나로 설정하는 방법이 있으며, 공구 마모보정 하나로 공구 보정을 행할 때는 공구 날 끝을 시작점으로 하는 좌표계 설정이 유리하며, 마모 보정량은 적게 사용하는 것이 일반적입니다.
본 장치는 공구옵셋번호, 인선 형상, X, Z 축의 위치 보정량, 인선 R 보정량, X, Z 축의 마모 보정량등의 데이터를 기본적으로 22 조 기억하고 있으며, 옵션으로 메모리의 추가가 가능합니다.

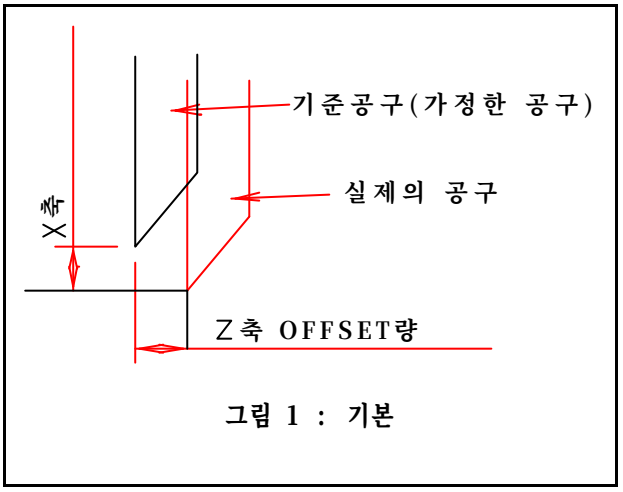


그림 1 : 기본

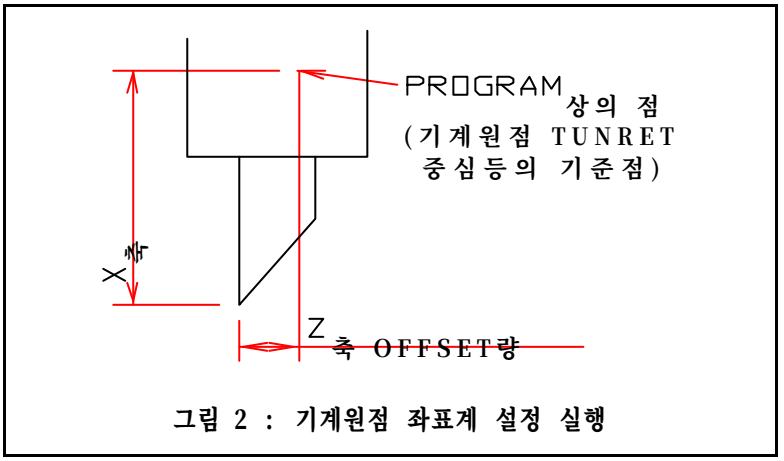


그림 2 : 기계원점 좌표계 설정 실행

그림 1 에서 외경 가공치가 50.02 이고 [측정결과] 단면 가공치가 70.05 라면 [측정결과] 프로그램 된 도면치수보다 X 는 0.02 가 크고 Z 는 0.05 가 크므로 X-0.02, Z-0.05 인 보정량을 아래 표와 같이 입력합니다.

보정량 = 프로그램 지령치수 – 실제 가공치수

옵셋 번호	인선 형상	GX	GZ	WX	WZ	RAD	LIFE
01	3	–0.02	–0.05	0.000	0.000	0.8	0(0)
02	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)
03	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)
04	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)
▼	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)
▼	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)
22	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0(0)

⏭ 참 고

① 공구마모 보정 [Wear Offset]

: 공구 날 끝의 마모를 보정하는 것으로, 보정량이 적은 것이 일반적입니다.

② 공구형상 보정 [Geometry Offset]

: 프로그램상에서 가정한 공구에 [G50 좌표값] 대하여 실제 사용하는 공구가 다른 경우, 그 차를 보정하는 기능입니다.

③ 공구 선택지정부를 변경하는 지령을 [T○○□□] 내리면, 일반적으로 터렛형 선반에서는 공구 위치의 계산 동작이 이루어지므로 공구가 간섭하지 않는 위치까지 이동시켜 놓고 지령해야 합니다.

갱타입 선반에서는 공구 지령이 일어나면 공작물 좌표계가 지령된 공구옵셋에 따른 공구 좌표계로 바뀔뿐 공구의 움직임은 없습니다.

주의 :

① 축 이송 지령과 공구 기능이 함께 있는 블록에서 공구옵셋 취소 [T0100] 지령인 경우에는 축 이송이 끝난 후 공구 기능과 옵셋 취소기능이 수행되며, 공구옵셋 지령인 경우에는 공구 교환 기능과 옵셋 설정 기능이 축 이송보다 먼저 수행되므로 항상 주의 하십시오,.

② RESET 조작에 의해 공구 옵셋은 취소됩니다.

③ M02, M30 에 의해 프로그램이 끝나는 경우 자동으로 공구 옵셋은 취소됩니다.

④ 자동 안내 점 [Reference Point] 복귀를 지령하는 경우에 공구 옵셋은 자동으로 취소된 후 안내 점 복귀가 완료된 후 다시 공구 옵셋이 설정됩니다.

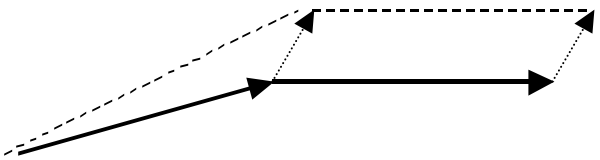
10.3 공구 위치 보정

(1) 이동 지령과 T 코드가 동일 블록에 지령된 경우(Offset의 동작)

① T code 옵셋 번호가 있는 경우(G00 X_ Z_ T__01)
: 공구 교환과 옵셋값 처리가 수행된 후 축 이송이 수행됨.
② T code 옵셋 취소인 경우(G00 X_ Z_ T__00)
: 축 이송이 수행 완료된 후 공구 교환과 옵셋값 취소 처리가 수행됨.

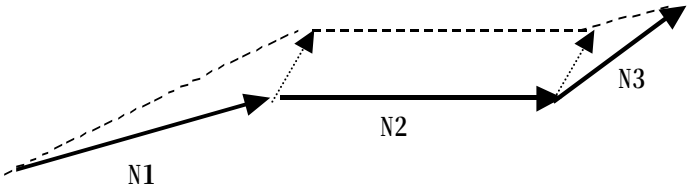
(2) 마모 보정 적용 방법

a) Offset Vector



X50. Z100. T0101
Z200.

b) Offset Cancel



N1 X50. Z100. T0101
N2 Z200.
N3 X100. Z250. T0200

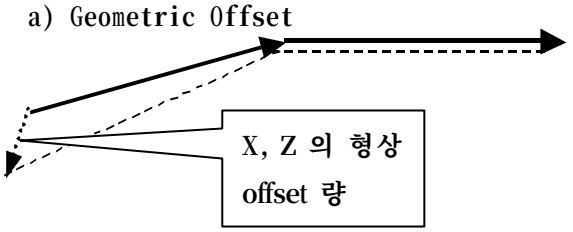
c) T code 단독 지령

한 블록에 T code 만 단독으로 지령되면, 이동 지령이 없어도 마모 offset 만큼 이동을 한다. 속도는 G00 모드이면 급속 이송, 다른 모드이면 절삭이송으로 이동한다.

Offset 번호가 0(00) 인 T code 가 단독으로 지령되어도, offset 을 Cancel 라는 이동을 한다.

(3) 형상 보정 (Geometric Offset)

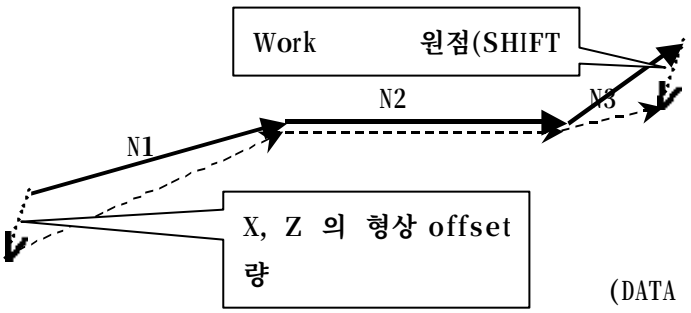
a) Geometric Offset



X50. Z100. T0101
Z200.

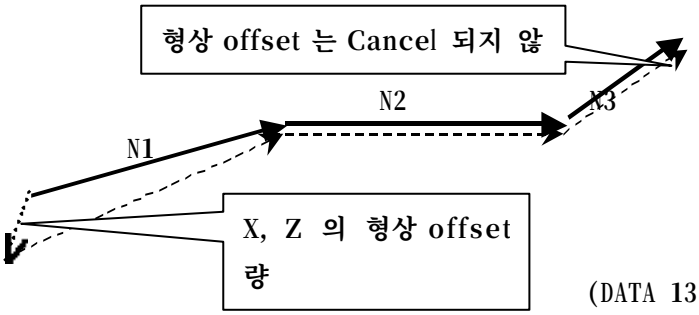
형상 옵셋량 만큼 작업물 좌표계가 Shift 됩니다.(옵셋량 만큼 현재 위치에 가감산 됩니다.)

b) Offset Cancel



N1 X50. Z100. T0101
N2 Z200.
N3 X100 Z250. T0100

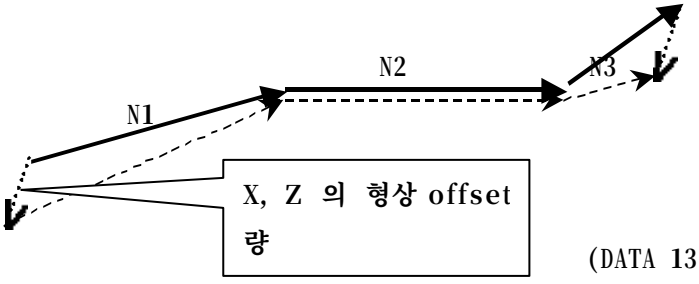
(DATA 13, parameter G0FC = 1)



N1 X50. Z100. T0101
N2 Z200.
N3 X100 Z250. T0100

(DATA 13, parameter G0FC = 0)

c) 공구 선택 번호(앞의 2 자리)로 형상 offset 번호를 지정하는 경우



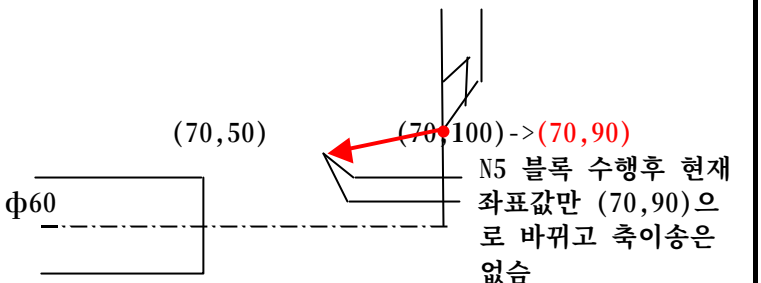
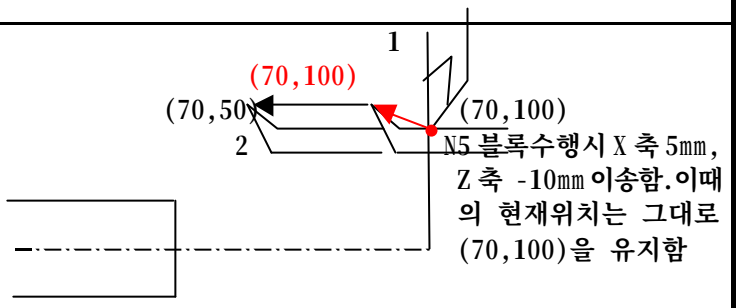
N1 X50. Z100. T0101
N2 Z200.
N3 X100 Z250. T0000

(DATA 13, parameter G0FU2 = 1)

(4) 공구 옵셋량 적용의 구분(파라미터로 구분함)

<table>
<tr>
<td rowspan="2">옵셋 적용 방법에 따른 구분

예)
N1 T0101
N2 G0 X60.Z0.
N3 G1 Z-10. F0.1
N4 G0 X70. Z100.
N5 T0202
N6 G0 X70. Z50.

단, 1번 옵셋은 GX : 0., GZ : 0.
2번 옵셋은 GX:5.0, GZ:-10.0</td>
<td>공구 옵셋이 shift 기능으로 수행</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>공구 옵셋이 이송 동작으로 수행</td>
<td> 
</td>
</tr>
</table>

11 보조 기능 (M Code)

공작기계를 운전할 때는 주축 모터의 회전, 절삭유 주입, 공구 교환 등 여러 가지의 기계동작을 제어 하여야 합니다. 이렇게 기계의 동작을 제어하는 것을 보조 기능이라 하며, 어드레스 M 에 연속되는 2 자리 숫자로 지령합니다.
어드레스 M 에 연속되는 두 자리의 숫자[M00 M99]를 NC 공작기계에 신호를 송출하면 이 신호는 기계측에서의 On/Off 제어에 사용됩니다.

11.1 일반적인 M 코드

11.2 M 코드에 의한 부프로그램 호출

11.3 EOM 체크 M 코드

11.4 미리 보기 중단 M 코드

11.1 일반적인 M 코드

어떤 M 코드를 어떤 기능에 사용하는 지는 기계 제작사에서 결정합니다. 그리고, 이동지령과 M 코드를 동일 블록내에 지령하는 경우에 ① 이동지령과 보조지령을 동시에 개시할 것인지, ② 이동지령이 종료된 후 M 기능 지령을 개시할 것인지는 기계 제작사에서 결정합니다. 일반적으로 하나의 블록에는 M 코드를 최대 10 개까지 사용 가능합니다.

< 일반적인 M 코드 >

M 코드	기 능	의 미
M00	프로그램 정지 Program Stop	자동 운전 중 M00 이 지령 되면 자동운전을 정지합니다. 싱글 블록 정지와 같이 현재까지의 모달 정보는 유효하며, 사이클 스타트 버튼을 누르면 자동운전이 계속 실행됩니다.
M01	선택적 정지 Optional Stop	이 기능은 Optional Stop Switch 를 On 으로 했을 때 유효한 지령으로 M00 기능과 동일하며, 스위치를 On 하지 않을 경우 이 지령은 무시 됩니다.
M02	프로그램 종료 End of Program	프로그램의 종료를 나타내는 지령으로, 그 블록의 동작이 완료된 후 주축 및 절삭유는 정지합니다. 커서는 프로그램 선두로 돌아옵니다. M30 과 동일한 동작으로 모든 지령이 RESET 처리됩니다.
M03	주축 정 회전 [CW]	주축 정 회전 이 지령 전에 기어변속, 주축 회전수를 미리 조정해야 합니다.
M04	주축 역 회전 [CCW]	주축 역 회전. 이 지령 전에 기어변속, 주축 회전수를 미리 조정해야 합니다.
M05	주축정지	주축 정지. 회전방향을 바꿀 때나 기어 변속시에 사용합니다.
M06	공구 교환	공구 교환 공구 교환 장치(ATC)의 종류에 따라 특정 마크로 프로그램 호출 기능으로 이용하기도 합니다.

M08	절삭유 On	절삭유 모터 가동. 이 지령 전에 기계측 조작반의 절삭유의 Auto 스위치가 반드시 On 으로 설정되어야 하며, 스위치가 Off 되어 있으면 프로그램이 진행되지 않습니다.
M09	절삭유 Off	절삭유 모터 정지.
M30	프로그램 종료 End of Tape	프로그램 종료됨과 동시에 프로그램은 다시 첫머리로 복귀합니다. [커서가 프로그램의 선두로 복귀] 모든 지령이 RESET 처리됩니다.
M98	보조 프로그램 호출	자동프로그램을 진행 중에 보조 프로그램 호출하는 기능.
M99	보조 프로그램 종료	보조 프로그램을 종료하는 기능. [하나의 프로그램을 계속 반복 진행할 경우에도 사용.]

11.2 M 코드에 의한 부프로그램 호출

본 시스템에서는 매크로 프로그램 호출을 위해 사용자가 원하는 M Code 를 지정할 수 있습니다. 매크로 프로그램을 호출하는 M Code 는 파라미터 PI 95 ~ 104 (#3095~3104)에서 설정합니다. M code 에 의해 실행될 수 있는 매크로 프로그램은 9020.nc ~ 9029.nc 입니다. 매크로 프로그램에 사용중인 local 인수(#1 ~ #33)의 지령도 가능하며, 내부에서 새로운 변수의 사용도 가능합니다.

- 파라미터 PI 95~104 (#3095~3104)에 설정된 M code 에 의한 매크로 프로그램 호출

```
G65  P _ < 인수 지정>
```

위의 지령 대신에 아래와 같이 지령할 수 있습니다.

```
M __ < 인수 지정 >
```

G65	매크로 호출
P _	호출할 프로그램 이름(번호)
M __	파라미터(PI 95~104)에 설정된 매크로 프로그램 호출 M 코드

- M FIN, M code 지령 신호는 나가지 않음.(M98, M99 와 동일)
- M01 ~ M97 중에서 10 개까지 사용 가능. (9020 ~ 9029 번)
- G code 또는 M, T code 에 의한 부프로그램 호출 중에 이 MXX 가 지령된 경우에는 일반적인 M code 로 취급합니다.
- 파라미터에 설정된 M code 에 의해 부프로그램 호출 가능

```
M98  P__
```

위의 지령을 아래와 같이 지령할 수 있습니다.

M__

M98 부프로그램 호출 M 코드

P__ 호출할 부프로그램 이름(번호)

M__ 파라미터에 설정된 부프로그램 호출 M 코드

● G code 또는 M, T code 에 의한 부프로그램 호출 중에 이 M__ 가 지령된 경우에는 일반적인 M code 로 취급합니다.

11.3 EOM 체크 M 코드

EOM 체크 M 코드가 지령 되면 M 코드 수행 이후에 EOM 검사를 실시하게 됩니다. EOM 검사는 Z gap trace 또는 수동 개입이 있은 후, 기계 위치값 update 를 위하여 사용됩니다.
EOM 체크 M 코드는 파라미터 PI 165~169 (#3165~3169)에서 설정합니다.

11.4 미리 보기 중단 M 코드

Real TPG 의 공구경로 미리보기 상태(PA409 가 1)에서 메인 프로그램에 M99 또는 GOTO 를 지령하여 무한루프가 되었을 경우에 미리보기가 무한하게 진행하게 되므로 문제가 발생합니다. 이런 경우 무한루프 마지막에 미리보기 중단 M 코드를 넣어 주어 경로검사 미리보기가 한번만 이루어질 수 있도록 하게 됩니다. 미리보기 중단 M 코드는 파라미터 PA 416(#1416)에서 설정합니다.

▯ II 적용 예
: 자수기와 같이 메인 프로그램이 무한루프 형태인 경우에 사용됩니다. 선반과 같이 무한루프가 아닌 형태는 0 으로 설정합니다.

12 고정 사이클 (Canned Cycle)

황삭 가공에는 통상 3 4 블록으로 지령하는 일련의 통로를 1 블록으로 지령할 수 있으며, 반복의 경우에 변경치수만 지령하여 프로그램을 간략화 하여 사용할 수 있는 고정 사이클입니다.

12.1 고정 사이클 일반

12.1.1 고정 사이클의 동작
12.1.2 고정 사이클의 지령 형식 (G83 ~ G89)
12.1.3 고정 사이클의 절대 지령과 증분 지령
12.1.4 초기 점 복귀(G98)와 R 점 복귀(G99)
12.1.5 고정사이클의 해제 (G80, Canned Cycle Cancel)
12.1.6 고정사이클의 지령 시의 주의사항
12.1.7 고정사이클의 사용자가 주의할 사항

12.2 단순 고정 사이클 (G90, G92, G94)

12.2.1 내경/외경 가공사이클(G90, Outer/Internal Diameter Cutting Cycle)
12.2.2 나사 절삭 사이클(G92, Thread Cutting Cycle)
12.2.3 단면 고정 사이클 (G94, End-Face Turning Cycle)

12.3 복합형 고정 사이클 (G70,G71,G72,G73,G74,G75,G76)

12.3.1 내경/외경 황삭 가공 (G71, Stock Removal In Turing)
12.3.2 단면 황삭 가공 (G72, Stock Removal In Facing)
12.3.3 유형 반복 가공 (G73, Pattern Repeating)
12.3.4 정삭 가공 사이클 (G70, Finishing Cycle)
12.3.5 단면 펙 드릴 가공 (G74, End Face Peck Drilling)
12.3.6 내경/외경 드릴 가공 (G75, Outer/Internal Diameter Drilling)
12.3.7 복합 나사 절삭 사이클 (G76, Multiple Threading Cycle)

12.4 드릴 고정 사이클

12.4.1 펙 드릴 사이클 (G83 /G87, Peck Drilling Cycle)
12.4.2 탭핑 사이클 및 RIGID TAP 사이클 (G84 /G88)
12.4.3 보링 사이클 (G86 /G89, Boring Cycle)

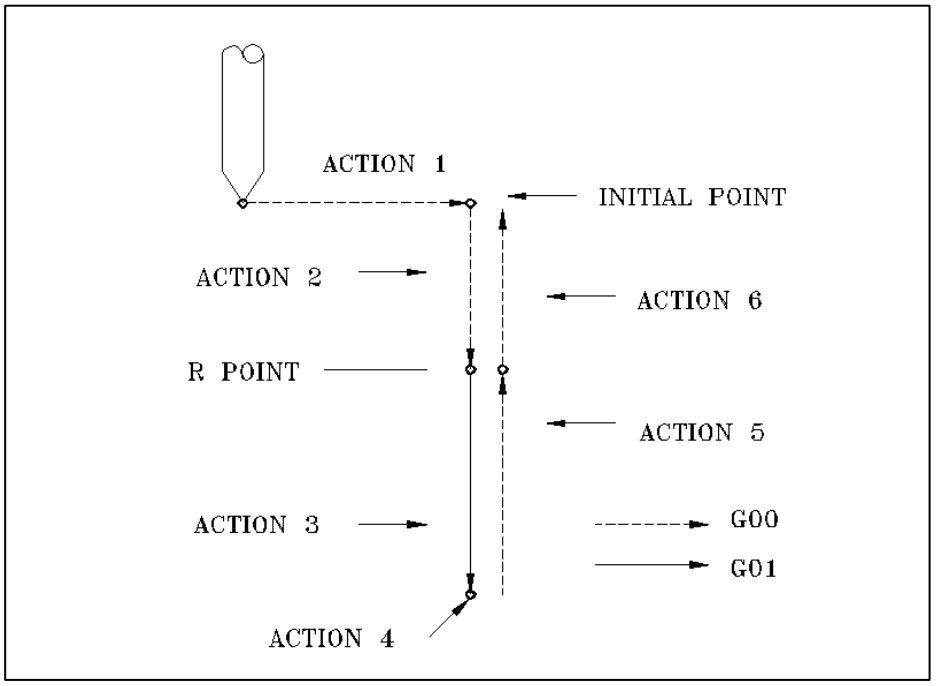
12.1 고정 사이클 일반

선반에서 사용하는 드릴용 고정 사이클은 드릴, 탭, 보링 등의 작업에 사용하는 동작을 정형화하여 G83 ~ G89 까지의 6 종류의 모달 G 코드로 정해놓은 것으로 G80 으로 해제할 수 있으며, 보링 사이클로 드릴작업을 행하는 것처럼 응용하여 다른 기능으로 활용할 수 있습니다.
선반에서 드릴링 사이클을 사용하는 경우에는 회전축 clamp 기능 및 주축의 index 기능과 관련된 보조기능에 대한 설명을 참조하시기 바랍니다.

12.1.1 고정 사이클의 동작

일반적으로 고정사이클은 아래와 같이 6 가지의 동작으로 구분하며 동작하는 방법에 따라서 여러 종류의 고정 사이클 기능으로 결정됩니다.

동작 1 [Action 1] : 구멍 가공의 위치 결정(평면에 따라 선택됨)
동작 2 [Action 1] : R 점까지의 급속 이송
동작 3 [Action 1] : 구멍 가공
동작 4 [Action 1] : 구멍 최저 위치에서의 동작
동작 5 [Action 1] : 초기 점까지의 나오는 동작
동작 6 [Action 1] : 초기 점까지의 급속 이송



——▶ : 절삭 이송 --------▶ 급송 이송

12.1.2 고정 사이클의 지령 형식 (G83 ~ G89)

```
{G83~G89} X_(U_) Z_(W_) R_ Q_ P_ F_ K_
```

G83 ~ G89	고정 사이클
X_(U_) Z_(W_)	구멍 위치 데이터
R_ Q_ P_ F_	드릴링(고정 사이클) 데이터
K _	반복회수

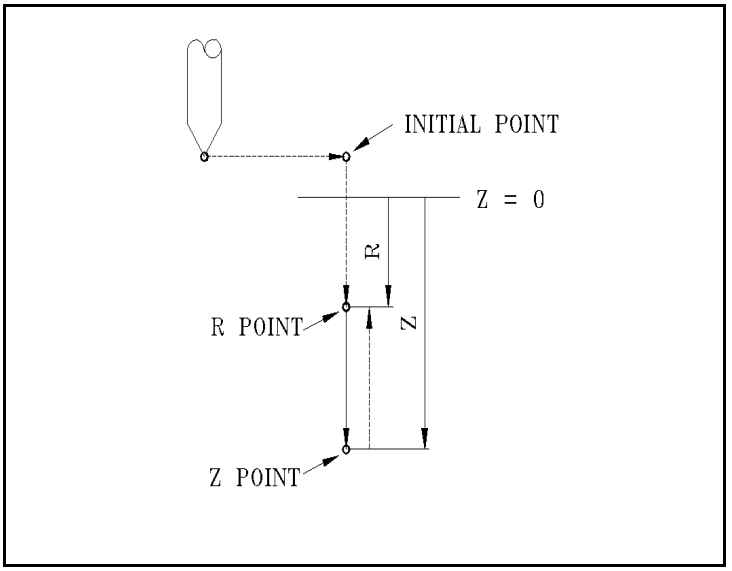
□ G17 기준의 고정사이클 데이터

지령내용	어드레스	어드레스의 내용 설명
G17 ~ G19 선택	G	평면선택 기능, 구멍 가공 축 결정
고정사이클 종류	G	고정사이클의 동작 모음 참조
G90 ~ G91 선택	G	절대 또는 상대지령을 선택하며, 이미 지령한 경우에는 생략 함
G98 ~ G99 선택	G	초기 점 복귀와 R 점 복귀 중 하나를 선택 선반 A type G code 체계에서는 드릴링 사이클 중의 G98/G99 지령이 무시되고 항상 초기점 복귀 모드로 됩니다.
구멍 위치	X(U)/ Z(W)	구멍가공위치를 절대 또는 증분지령으로 지령하며 공구 이송은 G00 급속 이송입니다.
	X(U)/Z(W)	구멍가공의 최종 깊이를 지령하며 R 점에서 Z 위치까지 G01 절삭 이송 합니다. 절대지령은 작업물좌표계 Z 축 원점에서 절삭깊이가 되고, 증분 지령인 경우 R 점에서 절삭깊이를 지령 함
드릴링 데이터	R	선반 A type G code 체계에서는 드릴링 사이클 중의 G98/G99 지령이 무시되고 항상 초기점 복귀 모드로 됩니다. 구멍가공 후 구멍가공의 시작점인 R 점을 지령하며, 최종 구멍가공을 종료한 후 공구를 R 점까지 복귀합니다. 또 초기점에서 R 점까지 G00 으로 이동하는 지령입니다. 절대지령은 작업물 좌표계 Z 축 원점에서의 위치가 되고 증분지령인 경우 초기점에서 이동거리를 지령합니다.

	Q	G73, G83 기능에서 매회 절입량 또는 G76, G87 기능에서 Shift 량을 항상 증분지령으로 지정합니다.
	P	구멍바닥에서의 휴지시간을 지령합니다.
	F	구멍가공의 이송속도를 지령합니다.
반복횟수	K	고정사이클의 반복횟수를 지령하며 K 지령을 생략하면 K1 을 지령한 것으로 간주하고 K0 을 지령하면 현재 블록에서 고정사이클의 데이터만 기억 하며, 구멍 작업은 다음에 구멍 위치 지령이 되면 사이클의 기능을 실행합니다. K 지령이 있는 블록에서만 반복 기능이 수행됩니다.

12.1.3 고정 사이클의 절대 지령과 증분 지령

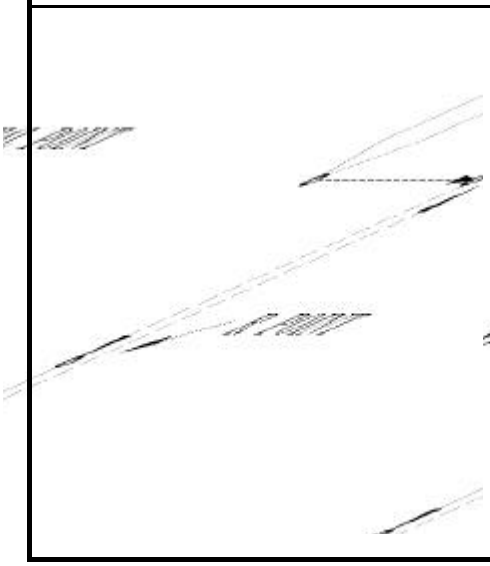
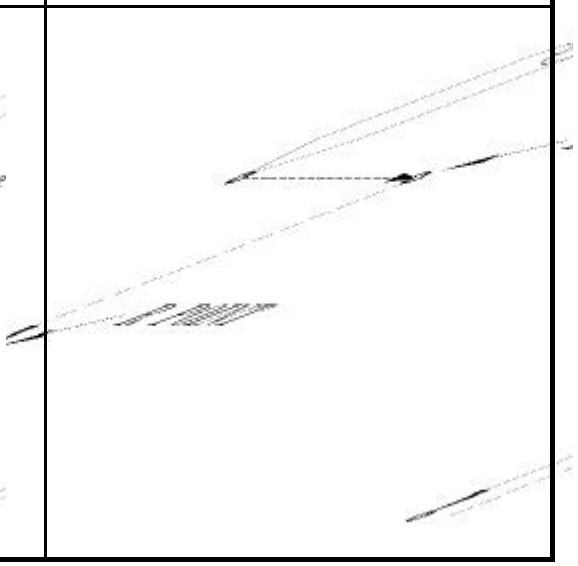
고정사이클에서의 R 점의 기준위치와 Z 종점의 기준위치는 절대지령 또는 증분지령에 따라서 다릅니다. 절대지령의 경우에는 R 점과 Z 종점의 기준점은 작업물 좌표계 Z0 지점이 되고, 증분지령의 경우에는 초기점의 위치가 R 점, Z 종점의 기준은 R 점이 됩니다.



12.1.4 초기 점 복귀(G98)와 R점 복귀(G99)

고정 사이클에서 구멍가공이 완료된 후에 공구의 Z 축 위치를 어느 점까지 복귀할 것인지를 결정하는 G 코드로써, 고정 사이클의 G 코드와 함께 사용합니다. 공구의 Z 축 위치는 G98 을 지령하면 초기 점으로 복귀되고, G99 를 지령하면 R 점으로 복귀됩니다.
G99 모드로 구멍가공 동작을 행하여도 초기 점은 변하지 않으며, 출발위치는 이전 회의 복귀 위치가 초기 점이면 초기 점, R 점이면 R 점입니다.
선반에서는 항상 초기점 위치결정 기능만을 사용합니다. 분당 이송과 회전당 이송 모드와 겹치기 때문입니다.

< 초기 점 복귀 지령(G98)과 R 점 복귀 지령(G99) >

G98 [초기 점 복귀]	G99 [R 점 복귀]
사이클종료 후 초기 점까지 복귀하는 것을 지령하며 R 점에서 초기 점까지의 이동은 항상 급속이송 입니다.	사이클의 동작이 종료될 때 R 점까지 복귀하는 것을 지령합니다.
	

참 고

① G98 (초기 점 복귀)
: 구멍가공이 완료되면 공구는 R 점까지 복귀한 후에 급속이송으로 초기 점까지 복귀 합니다
② G99 (R 점 복귀)
: 구멍가공이 완료되면 공구는 R 점으로 복귀 하며, R 점은 다음 가공의 시작점이 됩니다.

12.1.5 고정사이클의 해제 (G80, Canned Cycle Cancel)

G80

G80 고정사이클의 기능해제 [Canned Cycle Cancel]

G80은 고정사이클의 모달 기능을 R점, Z점을 포함한 현재 기억된 고정사이클의 데이터를 해제한 이후 통상의 동작을 행하게 합니다. 증분 지령에서 R = 0 , Z = 0로 되고 그 밖의 구멍 가공 데이터 모두가 해제됩니다.
고정사이클의 기능해제는 G01 그룹의 해당되는 G00, G01, G02, G03, G33을 지령할 수도 있습니다.

12.1.6 고정사이클의 지령 시의 주의사항

① 고정사이클을 지령하는 경우에는 그 이전에 보조기능 M 모드에 의해 주축을 회전시켜 놓을 필요가 있습니다.

② 고정사이클 모드 중에 G00 그룹의 G 코드를 포함한 블록은 고정사이클을 실행하지 않고, 그 G 코드 지령만을 실행합니다. 단 구멍 가공모드 및 데이터는 그 블록에서 지령한 것으로 변경됩니다.

③ 고정사이클에서 영문자 I_, J_의 지령은 모달로 한 번 지령하면 그 후 지령이 변경될 때까지 계속 유효하며 I_, J_만을 지령하면 데이터만 변경되고 구멍가공은 실행하지 않습니다.

④ 고정사이클 모드 중에는 X_, Z_, R_등의 데이터 어느것이라도 그 블록에 지령하면 그 블록의 구멍 가공동작이 실행됩니다.
또한 X_, Z_, R_등의 어느것이라도 포함되지 않은 블록에서는 가공 데이터만 변경되고 구멍 가공동작이 실행되지 않으며, 또한 X_가 지령 되어 있어도 G04 X_ ; 의 경우 구멍가공은 실행하지 않습니다.

⑤ 구멍 가공데이터 Q_, P_는 구멍 가공동작이 실행되는 블록에서 지령하여 주십시오.즉, X_, Z_가 측 R 의 데이터 어느 것이라도 지령되어 있는 블록에서 지령하여 주십시오. 구멍 가공동작이 실행되지 않는 블록에서 이들 데이터를 지령하여도 모달의 데이터로서 기억되지 않습니다.

⑥ G74, G84, G86 모드

ⓐ 주축의 회전제어를 행하는 고정사이클 G74, G84, G86 을 사용하는 경우에서 구멍위치 X_, Z_ 및 초기레벨부터 R 점 레벨까지의 거리가 짧은 구멍가공이 연속하는 경우에 구멍의 절삭동작에 들어가기 전까지 주축이 정상회전에 도달하지 않는 경우가 있습니다. 이와 같은 경우에 G04 에 의한 휴지를 각 구멍가공 동작 사이에 삽입하여 시간을 얻을 필요가 있습니다.

ⓑ G74, G84 모드는 다른 고정사이클이 일시멈춤이 즉시 실행되는 것과는 달리 절삭이송 중에 일시 멈춤 조작을 하면 일시멈춤 램프가 점등하지만 기계는 R 점 또는 초기점에서 동작이 종료할때 까지 계속 실행합니다.

ⓒ G74, G84 의 가공동작 중에는 자동적으로 절삭 속도조절 취소상태가 됩니다.

⑦ 고정사이클 지령과 동일 블록에 보조기능을 지령하면 최초의 위치결정 동작 1 에 M 코드가 송출 됩니다. 횟수지령 L(K)을 행하고 있는 경우는 최초 1 회만 M 코드가 송출되고 그 이후 회에서는 출력 되지 않습니다.

⑧ 고정사이클 모드 중에 있어서 공구위치 옵셋지령 G45 ~ G48 은 무시됩니다.

⑨ 고정사이클 모드 중에 공구길이 옵셋 G43, G44, G49 을 지정한 때는 R 점으로 위치 결정 동작 2 에 옵셋이 작용됩니다.

⑩ 고정사이클에 영문자 G04P_의 형태로 휴지지령을 해도 구멍가공 데이터용으로 쓰인 P 에는 영향이 없습니다.

12.1.7 고정사이클의 사용자가 주의할 사항

① 리셋

ⓐ 고정사이클을 행하고 있는 도중에 리셋 또는 비상정지에 의해 제어장치를 정지시킨 경우에도 통상은 구멍 가공모드, 구멍 가공데이터는 기억되어 있습니다.

ⓑ 고정사이클 모드의 취소는 G80 을 지령하는 것 외에 G 코드의 01 그룹 G00, G01, G02, G03 등에서 하나를 지령해도 가능합니다.

② 싱글 블록

고정 사이클을 싱글 블록으로 행한 경우에 제어장치는 동작 1 , 2 , 6 의 종료점에서 멈춥니다. 따라서 1 개의 구멍을 가공하기 위해 3 회 기동을 작용하는 일이 됩니다.
동작 6 의 정지에서는 반복횟수가 남아 있는 경우는 일시정지, 기타의 경우에는 정지상태로 멈춥니다.

ⓐ X, Y 축 방향으로 구멍위치에 위치 결정

ⓑ R 점까지 위치 결정

ⓒ 사이클이 종료하고 R 점이나 G99, 초기 점 G98 에 위치 결정

ⓐ과 ⓑ의 경우는 각각의 종료점에서 일시멈춤 램프 [적색 LED]가 점등하지만, ⓒ의 경우는 반복 횟수가 남아있을 경우에만 점등하고 나머지 횟수가 없으면 보통의 싱글 블록 정지와 같이 점등 하지 않습니다.

③ 일시 정지

G74, G84 에서의 동작 3~5 사이에 일시정지를 작용시킨 경우에 제어장치는 동작 6 까지 계속 실행한 후 정지합니다. 동작 6 의 사이에 일시정지를 작용시키면 즉시 정지 합니다.

④ 오버라이드

G74, G84 로 동작 중에는 이송 속도 오버라이드는 100%로 됩니다.

12.2 단순 고정 사이클 (G90, G92, G94)

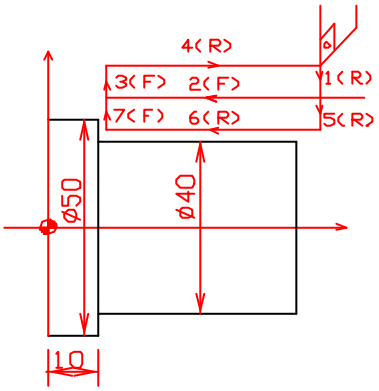
12.2.1 내경/외경 가공 사이클(G90, Outer/Internal Diameter Cutting Cycle)

G90 X_(U_) Z_(W_) R_ F_

G90	내경/외경 가공 사이클
X_(U_)	사이클 종료점의 X 축 방향 절대(증분) 좌표 값
Z_(W_)	사이클 종료점의 Z 축 방향 절대(증분) 좌표 값
R_	테이퍼 절삭시의 X 축 차이 값 (부호 있음)

직선, 테이퍼 절삭 사이클이 가능하며, 어드레스 R 를 지정하지 않거나 `0'으로 지정하면 직선 절삭이 됩니다.

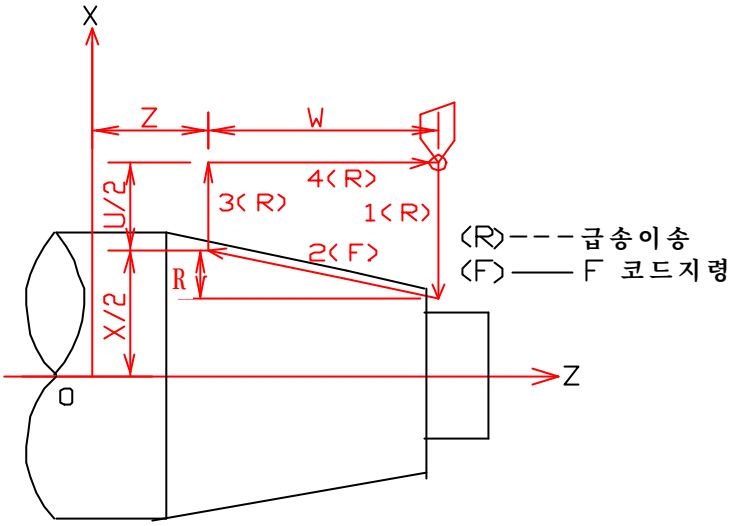
(1) Straight 절삭 사이클



G90 X45.0 Z10.0 F0.3 ; 공구진행순서 [1.→ 2.→ 3.→ 4.]
X40.0 ; [절입량 Ø 5㎜]
공구진행순서 [5.→ 6.→ 7.→ 8.]

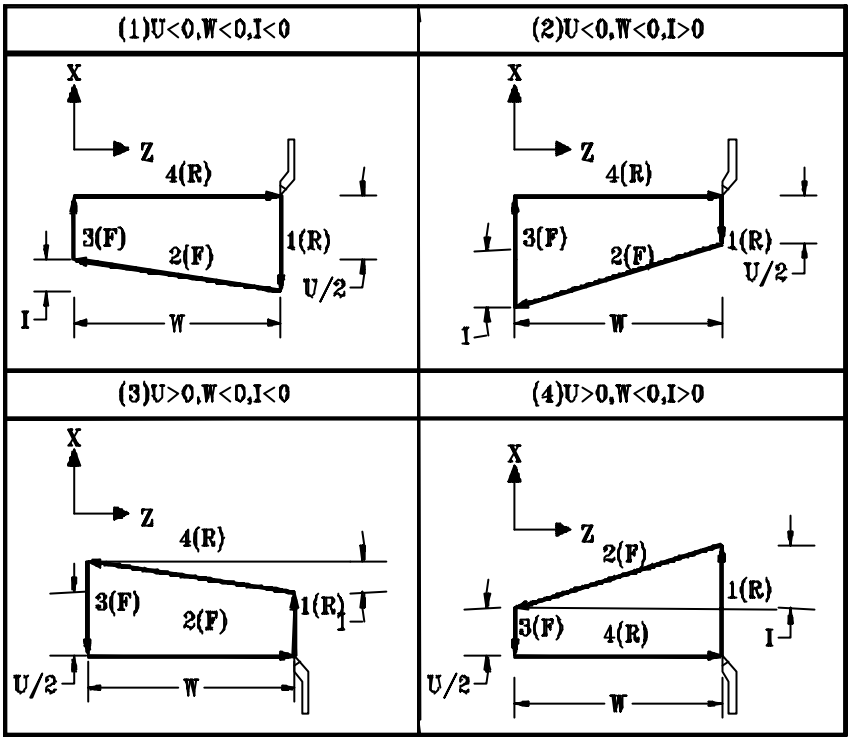
① 증분치 지령의 경우 어드레스 U, W 에 붙는 수치의 부호는 1 및 2 의 방향에 따라 결정되며, 좌측의 사이클에서 U 는 (–), W 도 (–)가 됩니다.
② 싱글 블록의 경우 1, 2, 3, 4 의 동작을 한번에 실행 합니다.

(2) Taper 절삭 사이클 [I값 지령]



G90 X120.0 Z30.0 R-6.5 F0.3 ;
X110.0 ;
X100.0 ;

① R 값은 구배값을 말하며 부호의 선택은 테이퍼의 종점에서 시점까지의 X축 좌표치로 합니다.
② R 지령은 사이클 모달 지령 중에는 모달 기능으로 남아있다.



① 싱글 블록의 모드에서는 4 개의 블록이 독립적으로 수행됩니다.

② G90 기능은 1 번 그룹의 모달 G 코드이므로 그밖의 G 코드가 지정된 직전까지는 G90 기능이 유효합니다. 따라서 Z 축의 이송량이 같은 경우 X 축의 이송지령만 지령하면 고정 사이클이 가능합니다.

③ G90 에 M, S, T 코드를 함께 지령하면 G90 기능 수행전에 M, S, T 가 수행됩니다.

④ 테이퍼 량의 R 값은 사이클이 연속진행되는 동안만 유효합니다.

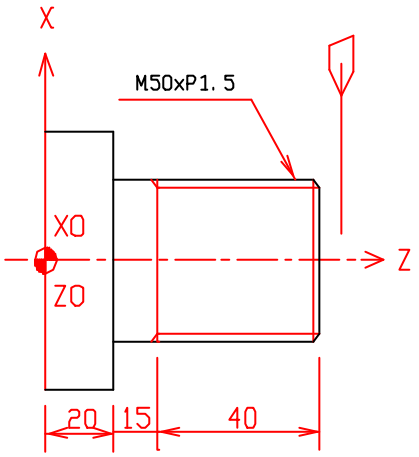
12.2.2 나사 절삭 사이클(G92, Thread Cutting Cycle)

G92 X_(U_) Z_(W_) R_ F_

G92	나사 절삭 사이클
X_(U_)	나사 절삭 최종점의 X 축 절대(증분) 좌표 값
Z_(W_)	나사 절삭 최종점의 Z 축 절대(증분) 좌표 값
R_	테이퍼 나사 절삭시의 X 축 차이 값
F_	나사의 리드 값(L)을 지정

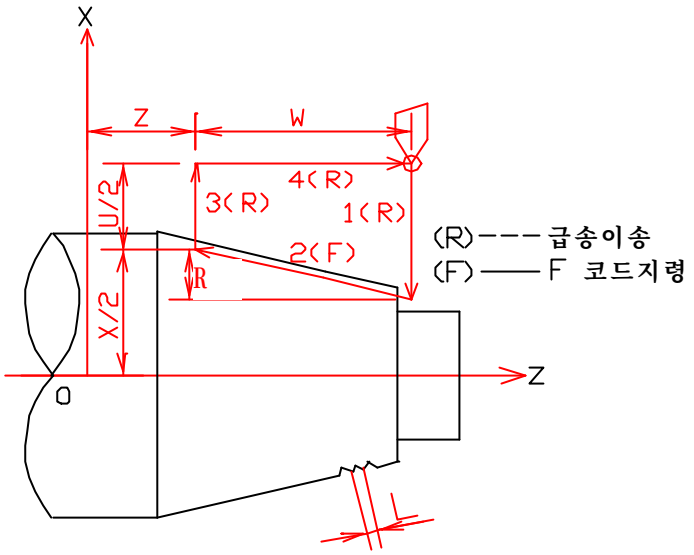
직선, 테이퍼 절삭 사이클이 가능하며, 어드레스 I 를 지정하지 않거나 `0'으로 지정하면 직선 절삭이 실행됩니다.

(1) 직선 나사 사이클



G92 X49.3 Z35 F0.3 ;
X48.9 ;
X48.5 ;
X48.3 ;
X48.16 ;
X48.06 ;
① 싱글 블록의 경우 1, 2, 3, 4 의 동작을 한번의 사이클로 실행합니다
② 나사절삭 중 피드 홀드 키를 누르면 사이클 중 3 의 동작 종료 후 정지합니다.

(2) 테이퍼 나사 절삭 사이클 [I값 지령]



G92 X24.42 Z–42. F2. R 0.5 ;

X24.92 ;

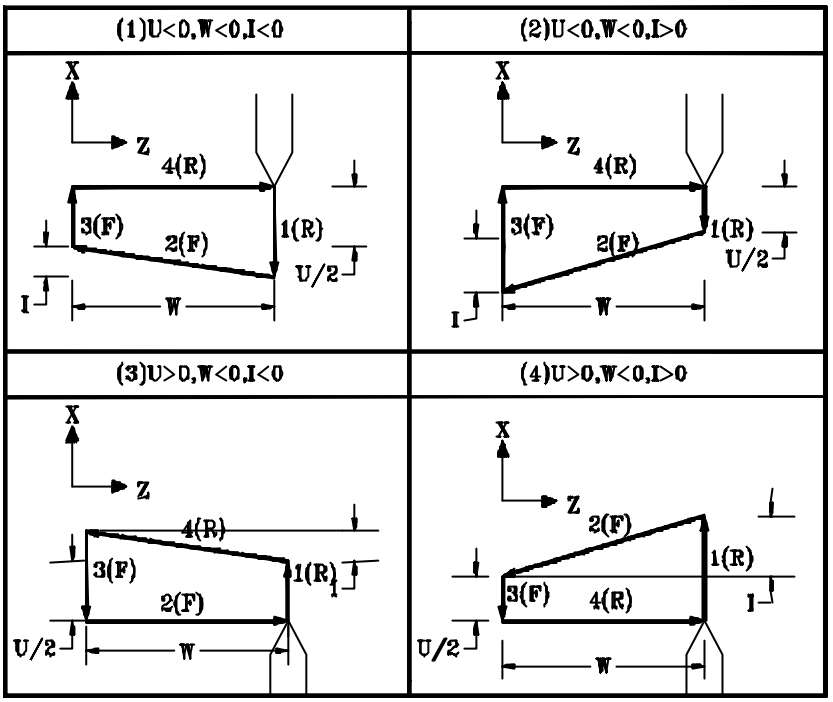
X25.3 ;

X25.54 ;

① R 값은 구배값을 말하며 부호의 선택은 테이퍼의 종점에서 시점까지의 X 축 좌표치로 합니다.

② R 지령은 사이클 모달 지령중에는 모달기능으로 남아있다.

③ 테이퍼 량의 R 값은 사이클이 연속진행되는 동안만 유효합니다.



① 싱글 블록의 모드에서는 4 개의 블록이 독립적으로 수행됩니다.

② G92 기능은 1 번 그룹의 모오달 G 코드이므로 그 밖의 G 코드가 지정된 직전 까지는 G92 기능이 유효합니다. 따라서 Z 축의 이송량이 같은 경우 X 축의 이송지령만 지령하면 고정 사이클이 가능합니다.

③ G92 에 M, S, T 코드를 함께 지령하면 G90 기능 수행 전에 M, S, T 가 수행됩니다.

불완전 나사부분의 길이와 절삭 각도, 후퇴각도는 파라미터 PM 4539 와 PM 4540 에서 설정 합니다.

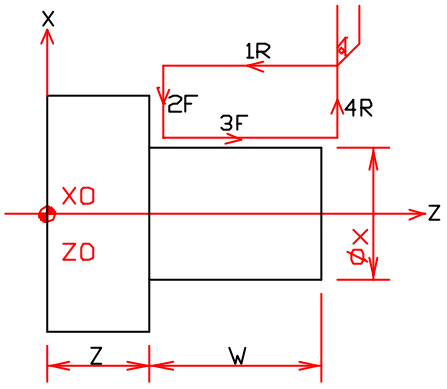
12.2.3 단면 고정 사이클 (G94, End-Face Turning Cycle)

G94 X_(U_) Z_(W_) R_ F_

G94	단면 고정 사이클
X_(U_)	나사 절삭 최종점의 X 축 절대(증분) 좌표 값
Z-(W_)	나사 절삭 최종점의 Z 축 절대(증분) 좌표 값
R_	테이퍼 나사 절삭 시의 Z 축 차이 값
F_	절삭 이송 속도

직선, 테이퍼 절삭 사이클이 가능하며, 어드레스 I 를 지정하지 않거나 `0'으로 지정하면 직선 절삭이 실행됩니다.

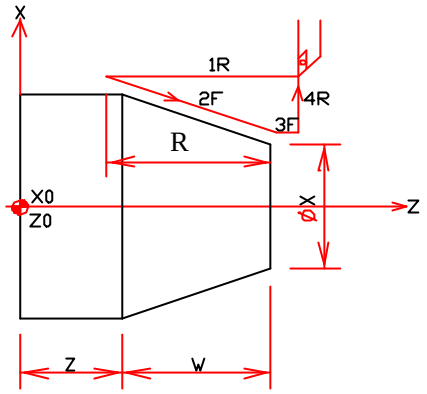
(1) 단면 절삭 사이클



G94 X30. Z–1.5 F0.25 ;
Z–3 ;
Z–4.5 ;
Z–6 ;
Z–75 ;
Z–9 ;

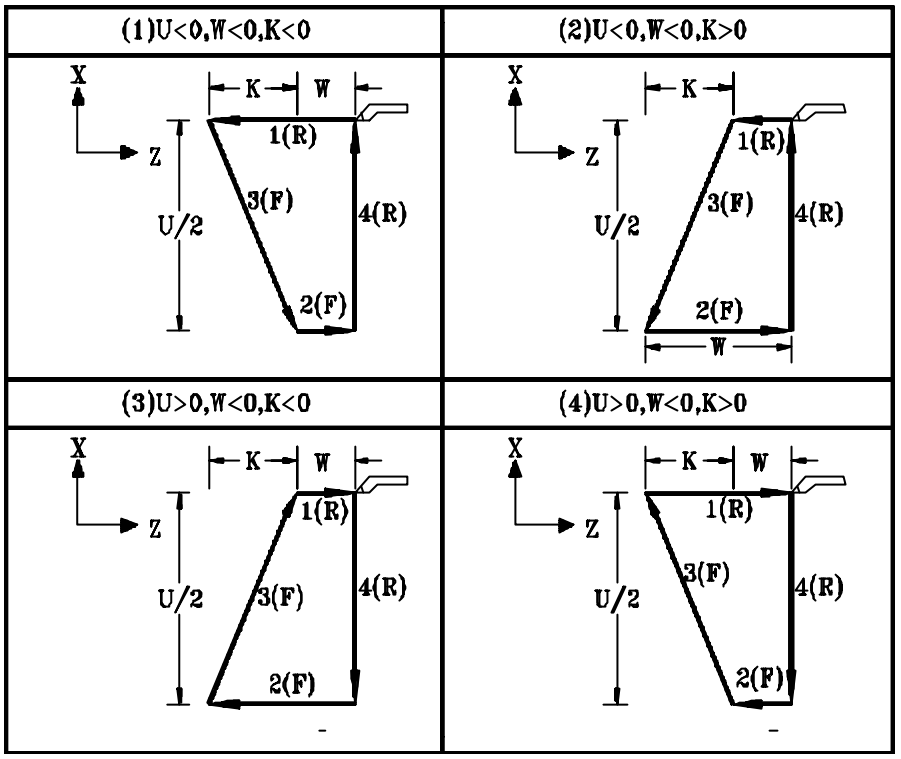
① 단면가공은 내경/외경 가공보다 가공부하가 많이 발생.

(2) 테이퍼 단면 절삭 사이클 [K값 지령]



G94 X30. Z–1.5 F0.25 R 0.5 ;
Z–3 ;
Z–4.5 ;
Z–6 ;
Z–75 ;

① R 값은 구배값을 말하며 부호의 선택은 테이퍼의 종점에서 시점까지의 Z 축 좌표치로 합니다.
② R 지령은 사이클 모달 지령중에는 모달기능으로 남아있습니다.



① 싱글 블록의 모드에서는 4 개의 블록이 독립적으로 수행됩니다.

② 고정사이클중의 데이터 X(U), Z(W), R 는 G90, G92, G94 에 공통된 모달값으로 X(U), Z(W), R 를 새로 지령하지 않은 경우, 전에 지령한 데이터가 유효합니다. 따라서 Z 축 이동량이 같은 경우에는, X 축의 이동지령만 지령하면 고정사이클을 반복하는 것이 가능합니다. 여기서, X(U), Z(W), R 의 데이터는 G04 이외의 One Short G 코드 혹은 G90, G92, G94 이외의 01 그룹의 G 코드를 지령하면 고정 사이클이 취소됩니다.

12.3 복합형 고정 사이클 (G70, G71, G72, G73, G74, G75, G76)

이 기능은 프로그램을 보다 쉽게 하기위한 고정 사이클로, 사상형상의 정보에 의해 도중의 황삭 공구통로는 자동적으로 결정하게 됩니다.
복합형 고정 사이클에서는 가공물의 최종형상만을 지정하면 황삭작업과 선삭작업의 프로그램을 간단하게 프로그램 할 수 있으며, 일반적으로 아래와 같이 7 종류를 사용합니다.

G 코드	기 능	지 정 형 식
G70	정삭 가공 사이클 (Finishing Cycle)	G70 P_ Q_
G71	내,외경 황삭 가공 (Stock Removal In Turing)	G71 P_ Q_ U_ W_ D _ F_
		G71 U _ R _; G71 P _ Q _ U _ W _ F_ S _ T _ ;
G72	단면 황삭 가공 (Stock Removal In Facing)	G72 P_ Q_ U_ W_ D_ F_
		G72 W _ R _; G72 P _ Q _ U _ W _ F_ S _ T _ ;
G73	유형 반복 가공 (Pattern Repeating)	G73 P_ Q_ U_ W_ I _ K _ F _ D _
		G73 U _ W _ R _; G73 P _ Q _ U _ W _ F_ S _ T _ ;
G74	단면 펙 드릴가공 (End Face Peck Drilling)	G74 X(U)_ Z(W)_ I _ K _ F _ D _
		G74 R _; G74 X(U)_ Z(W)_ P _ Q _ R _ F_;
G75	내경/외경 드릴가공 (Outer/Internal Diameter Drilling)	G75 X(U)_ Z(W)_ I _ K _ F _ D _
		G75 R _; G75 X(U)_ Z(W)_ P _ Q _ R _ F_;
G76	복합형 나사절삭 사이클 (Multiple Threading Cycle)	G76 X(U)_ Z(W)_ I _ K_ D _ A _ F_
		G76 P_ Q _ R _; G76 X(U)_ Z(W)_ P _ Q _ R _ F_;

주의 :

① 복합형 고정사이클을 수행하면 G 코드가 변하는 경우가 있기 때문에 1 번 그룹의 G 코드를 다시 지정하여야 합니다.

② 복합형 고정사이클을 지령하는 블록에서는 P, Q, X, Z, U, W, I, K, D, A 등 필요한 파라미터를 각 블록에 올바르게 지령하여야 합니다.

③ G70, G71, G72, G73 을 지령한 블록과 P 와 Q 간의 블록에서는 M98, M99 를 지정할 수 없습니다. 특히 P 와 Q 간에는 G00, G01, G02, G03 이외의 G 코드는 사용할 수 없습니다.

④ G70, G71, G72, G73 에서 지령한 P 와 Q 로 지정된 최후 이동지령이 면취 작업이나 라운딩 작업으로 끝나면 안됩니다.

⑤ P, Q 에 해당하는 문 번호는 P 보다 Q 가 커야 합니다.

⑥ G71, G72, G73 에서 P 로 지정한 문 번호의 블록은 [사이클 중 첫번째 블록] G00, G01 로 지령합니다.

12.3.1 내경/외경 황삭 가공 (G71, Stock Removal In Turing)

12.3.1.1 Type I

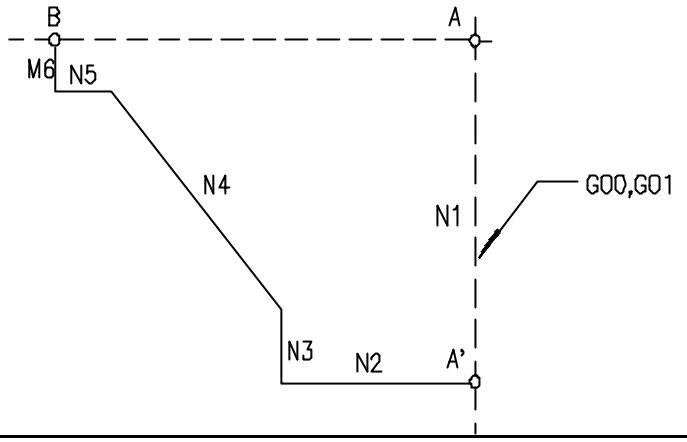
```
G71  P _ Q _ U _ W _ D _ F _
```

G71	내경/외경 황삭 가공
P _	최종 형상의 시작 블록의 문 번호.
Q _	최종 형상의 종료 블록의 문 번호.
U _	X 축 방향의 선삭 여유 및 방향.
W _	Z 축 방향의 선삭 여유 및 방향.
D _	1 회 절입량. 부호없이 반경 지정.
M/F/ S _	M/F/S 기능 코드를 지정.

```
G71  U _ R _
G71  P _ Q _ U _ W _  F _ S _ T _
```

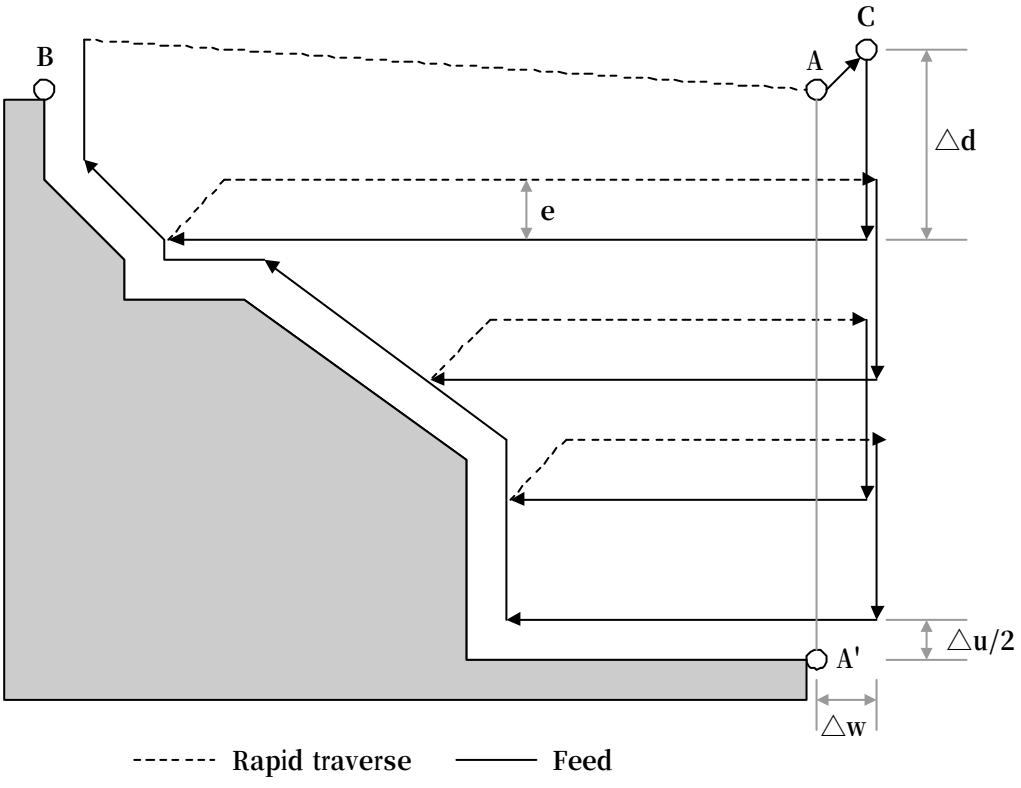
G71	내경/외경 황삭 가공
U _	절입량(△d)을 부호 없이 반경으로 지정.
R _	도피량(e), 황삭 사이클 후퇴량
P _	사상형상 블록의 최초 블록 문 번호 (ns)
Q _	사상형상 블록의 최후 블록의 문 번호 (nf)
U _	X 방향 사상여유 거리 및 방향 [직경/반경 지정] (△u)
W _	Z 방향 사상여유 거리 및 방향 (△w)
F_ S_ T_	M/F/S 기능 코드를 지정.

G71 은 외경 또는 내경작업에 있어서 지정된 만큼의 선삭 여유분을 남겨둔 채로 연속적으로 황삭 가공을 수행하는 복합 사이클입니다.



N(ns) F/S/T N(nf)

① A→A'→B 간의 사상형상의 이동지령이 블록의 문 번호 ns 에서 nf까지의 블록으로 지령 됩니다.
② 사이클중의 문 번호 ns 에서 nf까지의 블록에 있는 F/S/T 기능이 들어오면 무시되며, G71 블록에 지정된 F 기능, S 기능, T 기능이 유효합니다

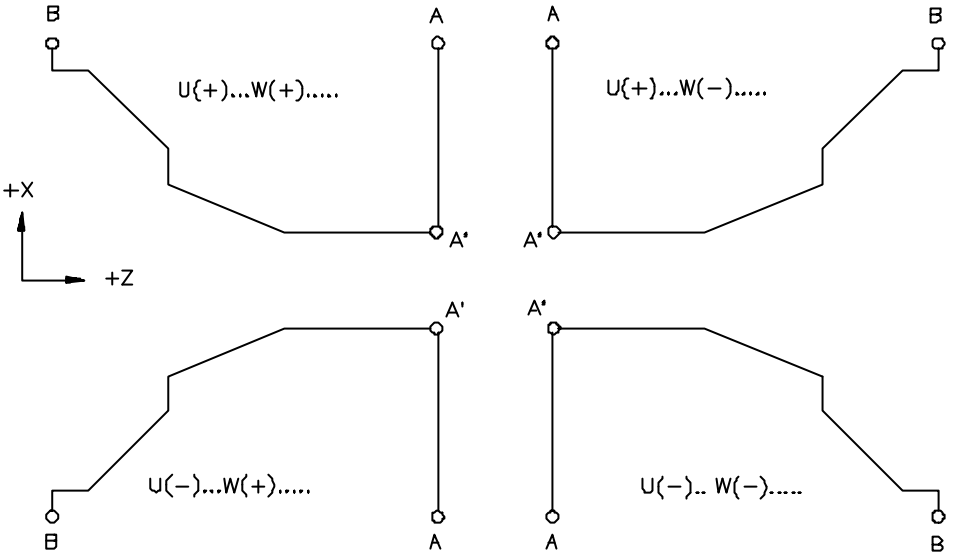


프로그램에서 A→A'→B 간의 사상형상을 주면, △u/2, △w 의 사상여유를 남기고, 절입량 △d 로 지령한 구역을 절삭합니다.

주의 :

① G71 U_ 또는 G72 U_을 지령하지 않을 때 디폴트로 사용되는 절입량(△d)은 파라미터 Pl 51(#3051)에서 설정합니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다.
② G71 R_ 또는 G72 R_을 지령하지 않을 때 디폴트로 사용되는 도피량(e)는 파라미터 Pl 52(#3052)에서 설정합니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다.
③ △d 와 △u 는 같은 어드레스 U 로 지정하므로, 이 구별은 P, Q 지정의 유무에 따릅니다.
④ 사이클 동작은 P, Q 로 지정된 G71 지령으로 행해집니다.
⑤ A-B 간의 이동지령 중 F, S, T 는 무시되며, G71 블록이나 그 이전에 지정한 것은 유효합니다.
또 주속 일정제어 옵션이 있는 경우, A - B 간의 이동지령중의 G96 이나 G97 은 무시되고, G71 블록이나 그 이전에 지정된 것이 유효합니다.
⑥ 문 번호 ns 에서 nf 까지의 블록 중에 보조 프로그램의 호출은 되지 않습니다.
⑦ G71 기능의 Type 1 방식은 가공형상이 단순가감형 이어야 합니다. 단순가감형이란 가공물의 형상이 중간에 움푹 패인 곳이 없어서 가공경로가 증가 혹은 감소 방향으로만 진행되는 가공형상을 말합니다.
⑧ △u, △w 의 부호는 NC 내부에서 자동으로 결정 됩니다.
⑨ B - A 구간의 지령은 하지 않아도 됩니다. nf 지령은 B 점으로 끝납니다.
단, 지령하는 경우에는 A 의 Z 성분을 넘지않는 수치로 지령해야 합니다.

▶▶ G71 사이클 가공 정의 인자의 부호에 따른 가공 영역



① 사이클의 실행은 아래의 그림에서 A→ A' → B 가 마무리 형상일 경우 A 점에서 출발하여 황삭 사이클과 황삭 마무리 사이클을 실행하고, A 점으로 되돌아 와서 종료합니다.

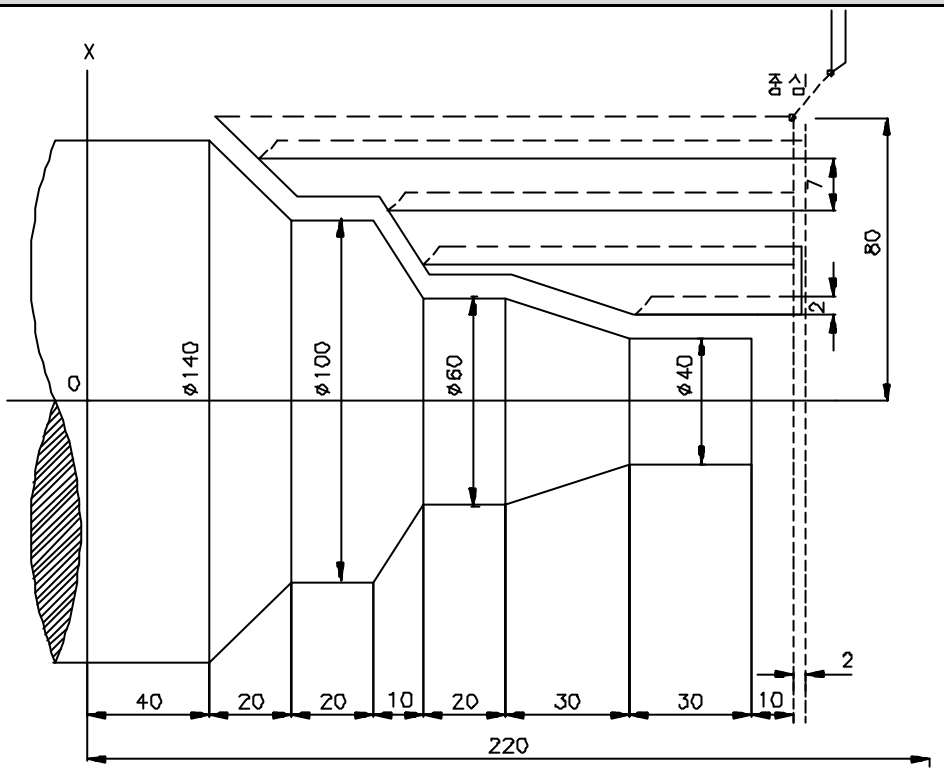
② 되돌아오는 움직임과 절입 시의 이송속도는 급속이송속도로 움직입니다.

③ 어드레스 P 에서 지정되는 블록은 G00 혹은 G01 이 지정 되어야 합니다.
(X 축 지령만 가능합니다. Z 축 지령이 있는 경우는 Type Ⅱ로 적용됩니다.)

④ 마무리 형상 정의 문에서 시작 부분 A 와 끝 부분 B 의 X 축의 위치는 같아야 합니다.

■ II G70, G71 을 이용한 복합 고정형 사이클 예제 1

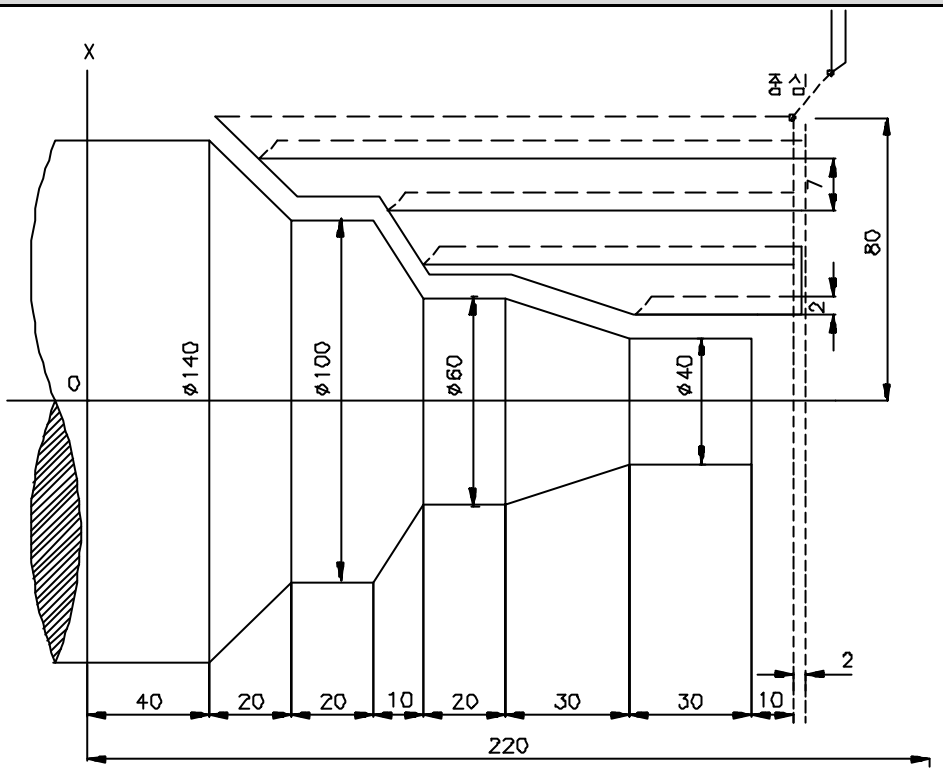
프로그램 예제 1 (한 줄 지령)




```
N010  G50   X200 Z220 ;
N011  G00   X160 Z180 S1000 ;
N012  G71   P13   Q19   U4   W2   D1   F0.3 ;
N013  G00   X40 ;
N014  G01   W–40   F0.15 ;
N015  X60   W–30.;
N016  W–20 ;
N017  X100 W–10 ;
N018  W–20 ;
N019  X140   W–20 ;
N020  G70   P13   Q19 ;
N030  M30 ;
```

II G70, G71 을 이용한 복합 고정형 사이클 예제 2

프로그램 예제 2 (두 줄 지령)




```
N10 G50 X200.0 Z220.0 T0100 ;
N20 G96 G00 X160.0 Z180.0 T0101 M03 ;
N30 G71 U7.0 R1.0 ;
N40 G71 P50 Q110 U4.0 W2.0 F0.3 ;
N50 G00 X40.0 F0.15 ;
N60 G01 W -40.0 ;
N70 X60.0 W -30.0 ;
N80 W -20.0 ;
N90 X100.0 W -10.0 ;
N100 W -20.0 ;
N110 X140.0 W -20.0 ;
N120 G70 P50 Q110 ;
```

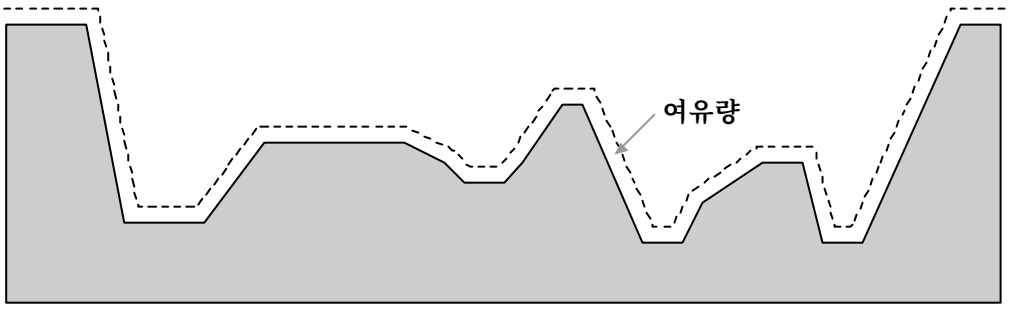
12.3.1.2 Type Ⅱ

(1) Type Ⅰ과 Type Ⅱ의 구분 방법

◆ 형상 정의문 첫번째 블록에 Z 축 지령이 있는 경우 Type Ⅱ로 판단합니다.
◆ Z 축 변위가 없는 경우에도 형상 정의문 첫번째 블록에 W0 을 지령하는 경우 Type Ⅱ 로 판단합니다.

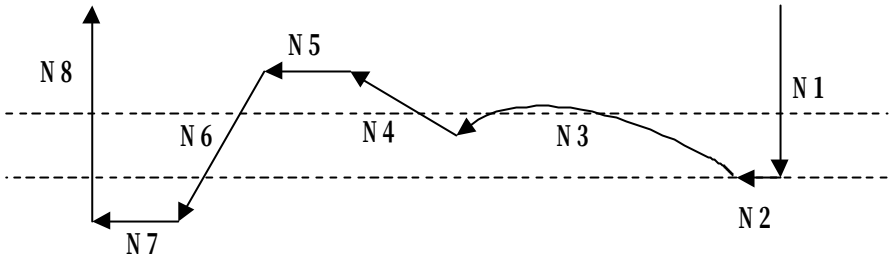
(2) Type Ⅱ의 특징

① Type Ⅰ은 가공 형상이 단순가감형 이어야 합니다. 이와는 달리, Type Ⅱ는 가공 형상이 X 방향으로 단조증가 또는 단조감소하지 않아도 됩니다.



② 형상의 여유량은 Type Ⅰ 과 다르게 적용 됩니다. Type Ⅰ 에서 처럼 U/2, W 량을 각각 한쪽 방향으로 더하면 문제가 발생하므로, U/2, W 중 큰 값이 전체적인 형상에 여유량으로 적용됩니다. U, W 의 부호는 자동 결정 됩니다.
③ 형상을 따라 가공하므로 계단 현상이 생기지 않습니다. (황삭 마무리 사이클 가공이 필요 없고 공구 부하가 없습니다.)

주의 :



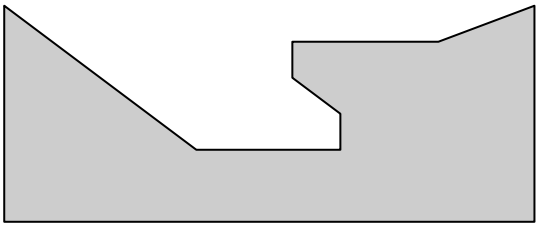
① G71 에서 형상 정의의 마지막 블록의 Z 값이 사이클 시작위치의 Z 값보다 큰 경우 여유량의 방향이 잘못 계산되므로 주의 해야 합니다.

② 사이클 형상에서 한 블록형상에서 Z 축 line 상에 만나는 점이 2 개인 원호는 잘못 가공됩니다. 이러한 원호의 경우 정점을 기준으로 두개 블록으로 나누어서 지령하여야 가능합니다.(단, 수평한 직선은 가능합니다)

위 그림의 N3 블록은 2 개의 블록으로 나누어 지령해야 합니다.

③ 형상정의 블록 중에서 시작블록의 X 축 지령값 보다 아래인 부분은 황삭 가공이 안되므로 주의 해야 합니다. (위 그림의 N7 번 블록부분은 점선부분까지만 황삭 가공됩니다)

④ TypeⅡ에서도 Z 방향으로는 단순가감형 이어야 합니다. 아래 그림처럼 Z 방향으로 단순가감형이 아닌 형태이면 가공할 수 없습니다.



12.3.2 단면 황삭 가공 (G72, Stock Removal In Facing)

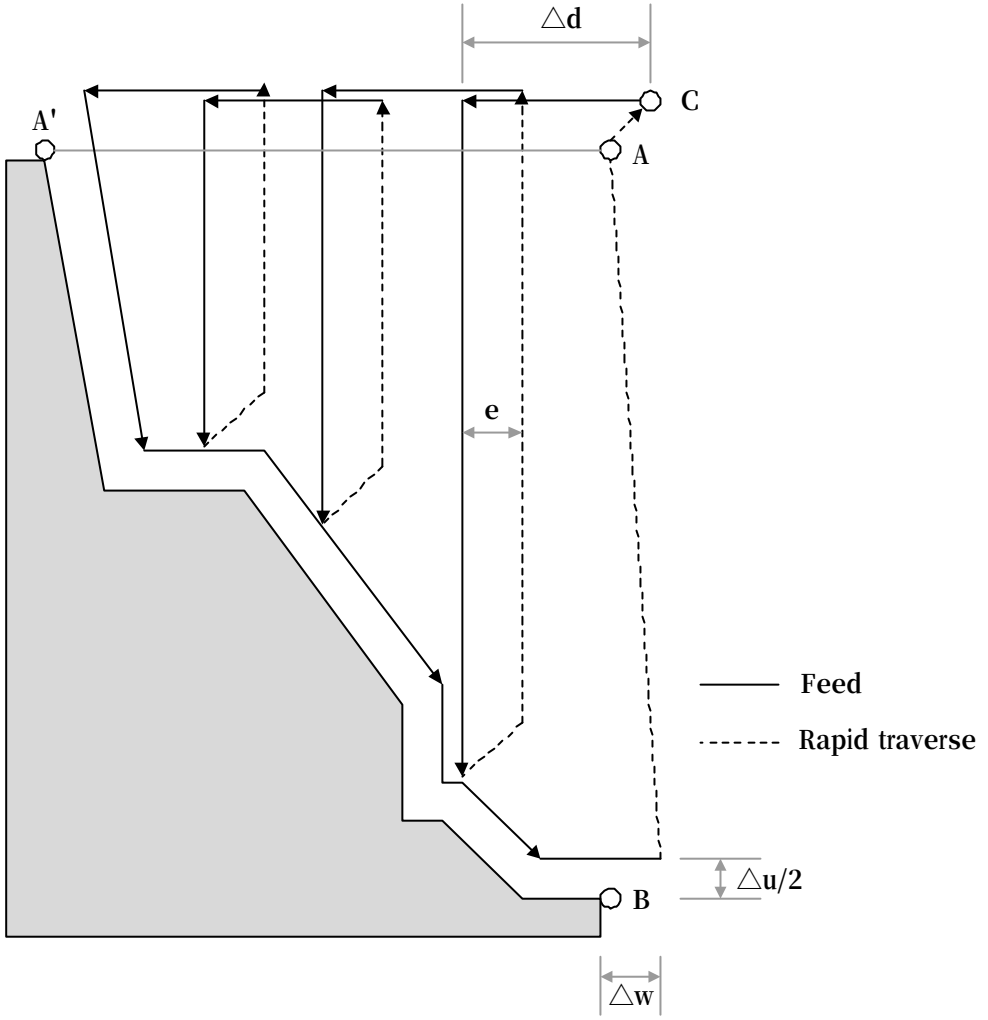
```
G72  P _ Q _ U _ W _ D _ F _
```

G72	내경/외경 황삭 가공
P _	최종 형상의 시작 블록의 문 번호.
Q _	최종 형상의 종료 블록의 문 번호.
U _	X 축 방향의 선삭 여유 및 방향.
W _	Z 축 방향의 선삭 여유 및 방향.
D _	1 회 절입량. 부호없이 반경 지정.
M/F/ S _	M/F/S 기능 코드를 지정.

```
G72  U _ R _
G72  P _ Q _ U _ W _ F _ S _ T _
```

G72	내경/외경 황삭 가공
U _	절입량(△d)은 부호 없이 반경으로 지정
R _	도피량(e), 황삭 사이클 후퇴량
P _	사상형상 블록의 최초 블록 문 번호 (ns)
Q _	사상형상 블록의 최후 블록의 문 번호 (nf)
U _	X 방향 사상여유 거리 및 방향 [직경/반경 지정] (△u)
W _	Z 방향 사상여유 거리 및 방향 (△w)
F_ S_ T_	M/F/S 기능 코드를 지정.

G72 는 외경 또는 내경작업에 있어서 지정된 만큼의 선삭 여유분을 남겨둔 연속적으로 단면 황삭가공을 수행하는 복합 사이클로 G71 과 그 기능이 비슷하며 진행방향이 다릅니다.



N(ns)　F/S/T　N(nf)

A→A'→B 간의 사상형상의 이동지령이 블록의 문 번호 ns 에서 nf 까지의 블록으로 지령 됩니다.
사이클중의 문번호 ns 에서 nf 까지의 블록에 있는 F/S/T 기능이 들어오면 무시되며, G72 블록에 지정된 F 기능, S 기능, T 기능이 유효합니다

프로그램에서 A→A'→B 간의 사상형상을 주면, △u/2, △w 의 사상여유를 남기고, 절입량 △d 로 지령한 구역을 절삭합니다.
가공 후 도피량 e 는 없는 경우 파라미터로 설정하며, 공구가 X 축에 평행하게 동작하여 반복절삭이 됩니다.

주의 :

① 사상프로그램의 순서는 반드시 외경이 큰 A'에서 외경이 작은 B 방향으로 프로그램을 작성해야합니다.

② G71 U_ 또는 G72 U_을 지령하지 않을 때 디폴트로 사용되는 절입량 (△d)은 파라미터 PI 51(#3051)에서 설정합니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다.

③ G71 R_ 또는 G72 R_을 지령하지 않을 때 디폴트로 사용되는 도피량 (e)는 파라미터 PI 52(#3052)에서 설정합니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다.

④ △u, △w 의 부호는 NC 내부에서 자동으로 결정됩니다.

⑤ A-A' 간의 문번호 ns 의 블록으로 G00 또는 G01 지정이며, X 축의 지령은 되지 않습니다.

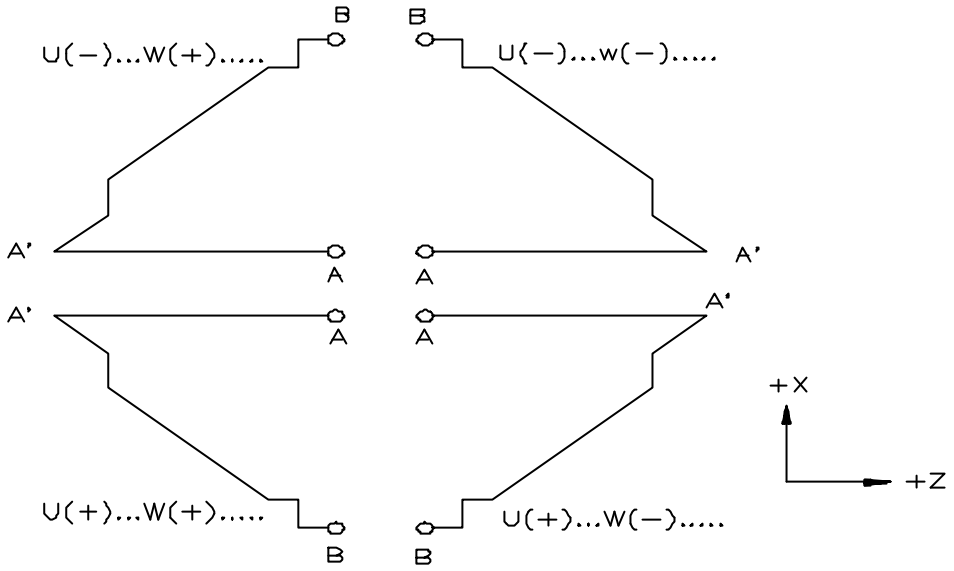
⑥ A'-B 간은 X, Z 축 방향 공통으로 단순가감형 이어야 합니다.

⑦ A-A' 간에 따르는 절입 모드가 G00 인가 G01 인가는 G71 과 마찬가지로 A-A' 간의 지령이 따릅니다.

⑧ B - A 구간의 지령은 하지 않아도 됩니다. 단, 지령하는 경우에는 A 의 X 성분을 넘지 않는 수치로 지령해야 합니다.

⑨ TypeⅡ는 지원되지 않습니다.

▯▸▸ G72 사이클 가공 정의 인자의 부호에 따른 가공 영역



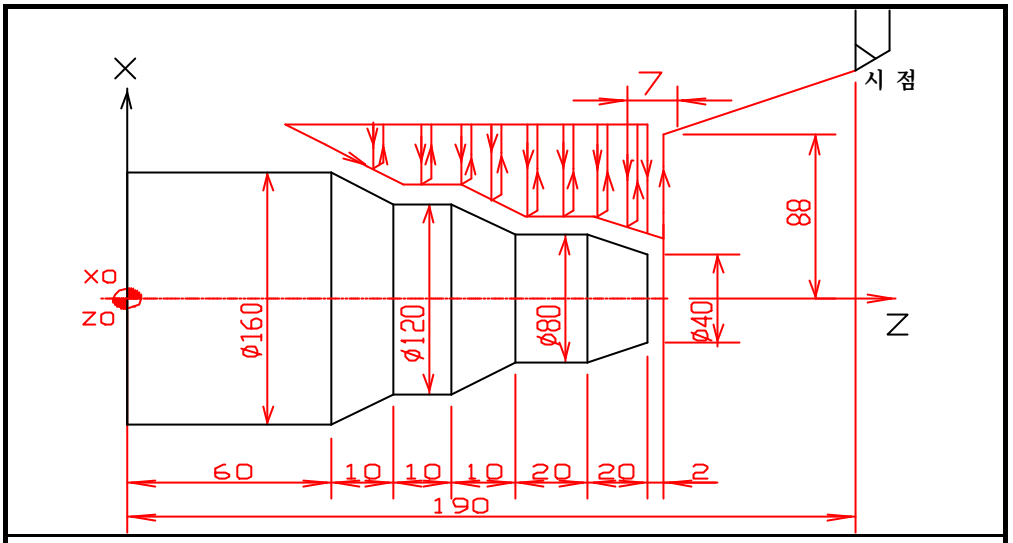
① 사이클의 실행은 아래의 그림에서 A → A` → B 가 마무리 형상일 경우 A 점에서 출발하여 황삭 사이클과 황삭 마무리 사이클을 실행하고, A 점으로 되돌아 와서 종료합니다.

② 되돌아 오는 움직임과 절입 시의 이송속도는 급속 이송속도로 움직입니다.

③ G72 기능은 가공형상이 단순가감형 이어야 합니다. 단순가감형이란 가공물의 형상이 중간에 움푹 패인 곳이 없어서 가공경로가 증가 혹은 감소 방향으로만 진행되는 가공형상을 말합니다.

④ 어드레스 P 에서 지정되는 블록은 G00 혹은 G01 이 지정 되어야 합니다.

II G70, G72 을 이용한 복합 고정형 사이클 예제




```
N0010  G50  X260 Z60 ;
N0020  G00  X170 Z5 ;
N0025  G72  U1.2 R0.5
N0030  G72  P40 Q120 U0.6 W0.5 F0.3 M03 S200 ;
N0040  G01  Z60  F0.15 ;
N0050  X120 ;
N0060  Z–50 ;
N0070  X80  Z–40 ;
N0080  Z–20 ;
N0090  X40. Z0 ;
N0100  Z5 ;
N0110  G00  X260  Z60 ;
N0120  X170 Z5 ;
N0130  G70 P40 Q120 ;
N0140  M30 ;
```

12.3.3 유형 반복 가공 (G73, Pattern Repeating)

```
G73  P _ Q _ U _ W _ I _ K _ D _ F _
```

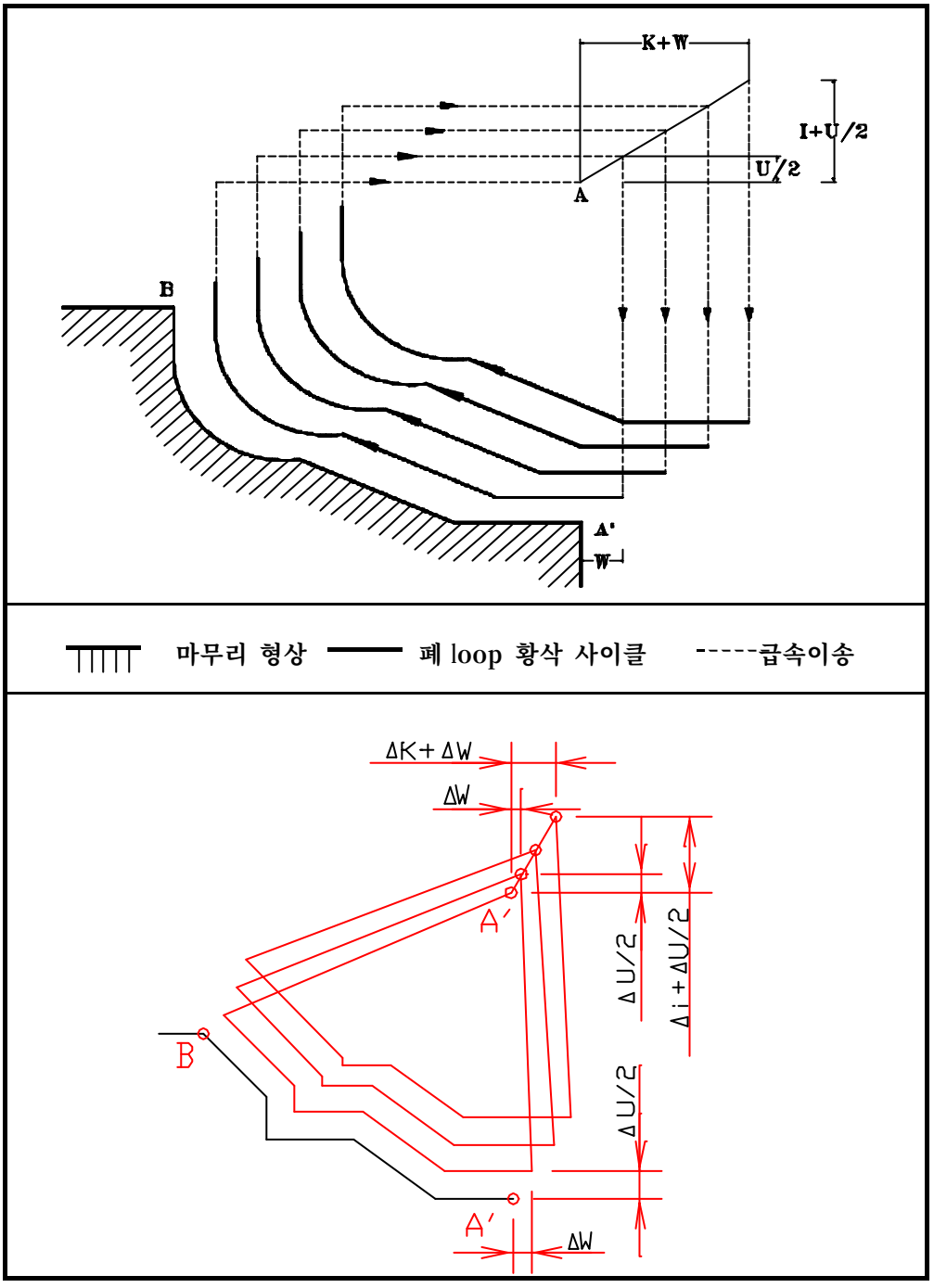
G73	유형 반복 가공
P _	최종 형상의 지령블록의 시작 블록의 문 번호
Q _	최종 형상의 지령블록의 종료 블록의 문 번호
U _	X 축 방향의 선삭 여유 및 방향
W _	Z 축 방향의 선삭 여유 및 방향
I _	X 축 방향의 도피거리 및 방향 [반경지정]
K _	Z 축 방향의 도피거리 및 방향
D _	분할 횟수이며 황삭 작업의 횟수를 지정
M/F/ S _	M/F/S 기능 코드를 지정

```
G73  U _ W _ R _
G73  P _ Q _ U _ W _ F _ S _ T _
```

G73	유형 반복 가공
U _	X 축 방향 도피거리 및 방향 [반경지정] (△i)
W _	Z 축방향 도피거리 및 방향 (△k)
R _	주기 반복회수로 황삭의 절입 횟수와 동일 (d)
P_	사상형상 블록의 최초 블록의 문 번호(ns)
Q_	사상형상 블록의 최후 블록의 문 번호(nf)
U_	X 방향 사상여유 거리 및 방향 [직경/반경지정] (△u)
W_	Z 방향 사상여유 거리 및 방향 (△w)
F_ S_ T_	M/F/S 기능 코드를 지정

G73 은 외경 또는 내경작업에 있어서 일정한 패턴을 조금씩 옮기면서 반복하여 동작하는 고정 사이클로, 단조품이나 주물과 같이 원재료의 형상이 가공물의 최종형상과 비슷한 경우에 이용하는 기능으로서 지정된 만큼의 선삭 여유분을 남겨

두고 최종형상과 비슷한 작업을 능률적으로 반복 작업하여 절삭가공을 수행하는 복합 사이클입니다.



프로그램으로 지령하는 패턴은 A→A'→B 점으로 사이클이 종료되면, 공구는 A 점으로 돌아옵니다.

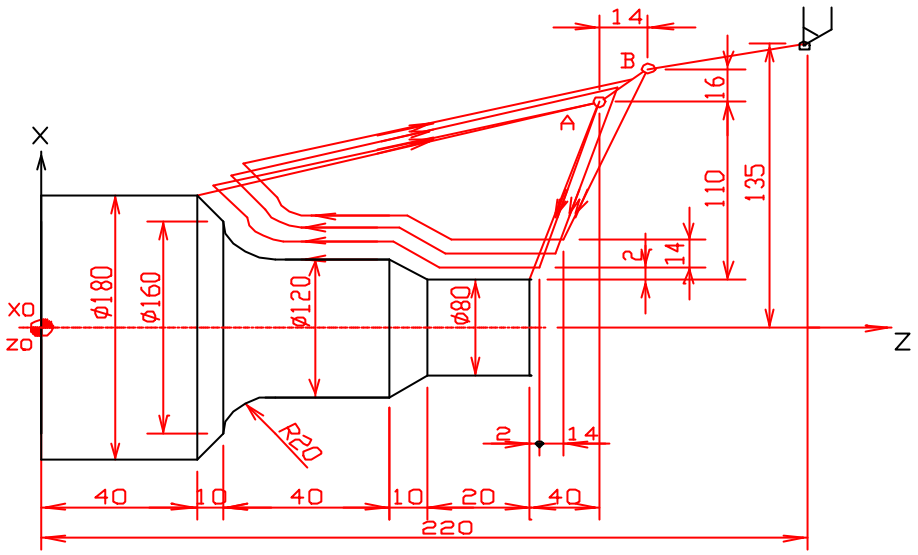
주의 :

① 사이클의 실행은 아래의 그림에서 A→A`→B 가 마무리 형상일 경우 문번호 P 에서 Q 까지가 마무리 형상 프로그램이 되고 A 점에서 출발하여 황삭 가공 사이클과 황삭 마무리 사이클을 실행하고, A 점으로 되돌아 와서 종료합니다.

② 되돌아 오는 움직임과 절입 시의 이송속도는 급속 이송 속도로 움직입니다.

③ 어드레스 P 에서 지정되는 블록은 G00 혹은 G01 이 지정되어야 합니다.

II G70, G73 을 이용한 복합 고정형 사이클 예제




```
N010   G50      X270      Z220 ;
N011   G00      X220      Z160 ;
N012   G73      P013      Q018  U2.  W1. I8.  K8.  D3  F0.3 S1800 ;
N013   G00      X80       W-40 ;
N014   G01      W-20      F0.15 S600 ;
N015            X120      W-10 ;
N016            W-20      S400 ;
N017   G02      X160 W-20 R20;
N018   G01      X180 W-10 S280 ;
N019   G70      P013 Q018 ;
```

```
N10   G50      X270.0   Z220.0 T1000 ;
N20   G00      X220.0   Z160.0 T0101 ;
N30   G73      U14.0    W14.0 R3.0 ;
N40   G73      P50 Q100 U4.0 W2.0 F0.3 ;
N50   G00      X80.0    W-40.0 ;
N60   G01      W-20.0 F15.0 ;
N70            X120.0   W-10.0 ;
N80            W-20.0 ;
N90   G02      X160.0   W-20.0 R20.0 ;
N100 G01       X180.0   W-10.0 ;
N110 G70       P50 Q100 ;
```

12.3.4 정삭 가공 사이클 (G70, Finishing Cycle)

G70 P _ Q _ F _

G70	정삭 가공 사이클
P_	최종 형상의 지령블록의 시작 블록의 문 번호
Q_	최종 형상의 지령블록의 종료 블록의 문 번호

G70 P _ Q _ F _

G70	정삭 가공 사이클
P_	사상형상 블록의 최초 블록의 문 번호 (ns)
Q_	사상형상 블록의 최후 블록의 문 번호 (nf)

G71, G72, G73 에 의해 황삭을 행한 후, G70 지령으로 마무리 작업인 정삭작업을 실행하는 코드로 G71, G72, G73 에서 지정된 선삭 여유를 [U, W] 절삭하는 기능이며 보통 복합 사이클 프로그램의 마무리 작업이 됩니다.

주의 :

① G70 사이클이 종료되면, 공구는 급속이송으로 시점으로 돌아오고, CNC 지령데이터는 G70 사이를 다음 블록이 읽혀집니다.

② G70 G73 에 사용된 문 번호 ns 와 nf 간의 블록에서 보조 프로그램의 호출은 되지 않습니다.

③ G70 지령의 실행은 이전 블록 G71, G72, G73 에서 어드레스 P, Q 에 의해 지정된 최종 형상 프로그램을 실행 합니다. 이때의 이송속도는 P – Q 에서 지정된 최종 형상 프로그램에서 지정된 F 코드에 의해 정해지며 G71, G72, G73 에서 지정된 F 코드는 무시됩니다.

④ 정삭 사이클 수행중에는 nose r 보정이 적용됩니다.

⑤ G70 사이클이 완료되면 공구는 급속 이송속도로 사이클 시점으로 되돌아 갑니다.

12.3.5 단면 펙 드릴 가공 (G74, End Face Peck Drilling)

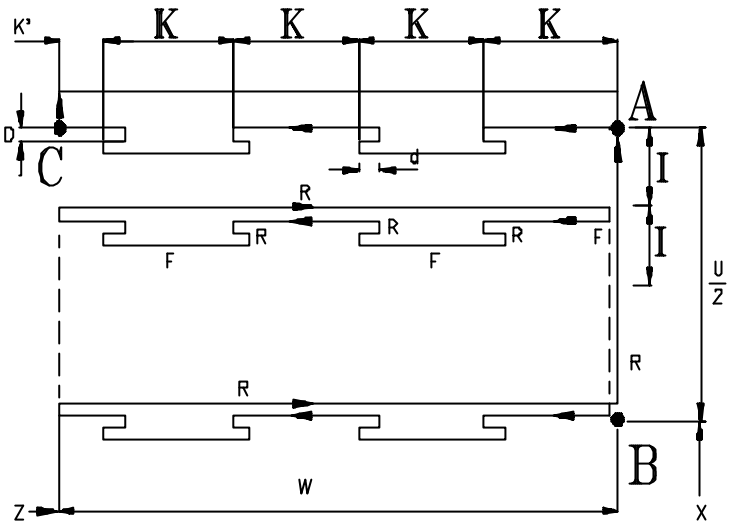
```
G74  X_(U_) Z_(W_) I _ K _ D _ F _
```

G74	단면 펙 드릴 가공
X_(U_)	사이클 종료점의 X 축 방향 절대 / 증분 좌표 값
Z_(W_)	사이클 종료점의 Z 축 방향 절대 / 증분 좌표 값
I _	X 축 방향의 이동량 [부호 없이 지정]
K _	Z 축 방향의 절입량 [부호 없이 지정]
D _	가공끝점에서 공구의 도피량
F _	이송 속도

```
G74  R _
G74  X_(U_) Z_(W_) P_ Q_ R_ F_
```

G74	단면 펙 드릴 가공
R _	후퇴량(e), 이 지정은 모달 지령으로 새로 지정될 때까지 유효
X _	B 점의 X 성분
U _	A→B 의 증분량.
Z _	C 점의 Z 성분
W _	A→C 의 증분량
P _	X 방향의 이동량(△i) [부호없이 지정함]
Q _	Z 방향의 절입량(△k) [부호없이 지정함]
R _	가공 끝점에서의 공구 도피량(△d) 통상 (+) 값으로 지정되나, X_(U_)와 P_를 생략한 경우에는 도피 방향의 부호를 지정합니다.
F_	이송속도

G74 는 Z 축에 평행한 펙킹 동작을 하는 단면 펙 드릴링 사이클로, 가공 시의 칩 처리가 용이 하도록 프로그램이 구성되어 있습니다.



주의 :

① Pecking 동작(G74, G75 사이클) 중 후퇴량 d 는 파라미터 Pl 129 에서 설정 할 수도 있습니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다.
② e 와 △d 는 같은 Address R 로 지정되나 구별은 X(U) 지정의 유무에 의해서 합니다.
③ 후퇴량 d 는 급속 이송으로 움직입니다.
④ 사이클 동작은 X(U)가 지정된 G74 로 행합니다. 즉 X(U)가 지령 되면 △d 의 지정으로 됩니다.

II 프로그램의 예제

```
G00 X70. Z2.;
G74 R0.5;
G74 X40 Z–50 P2 Q15 R1.0 F0.25;
```

12.3.6 내경/외경 드릴 가공 (G75, Outer/Internal Diameter Drilling)

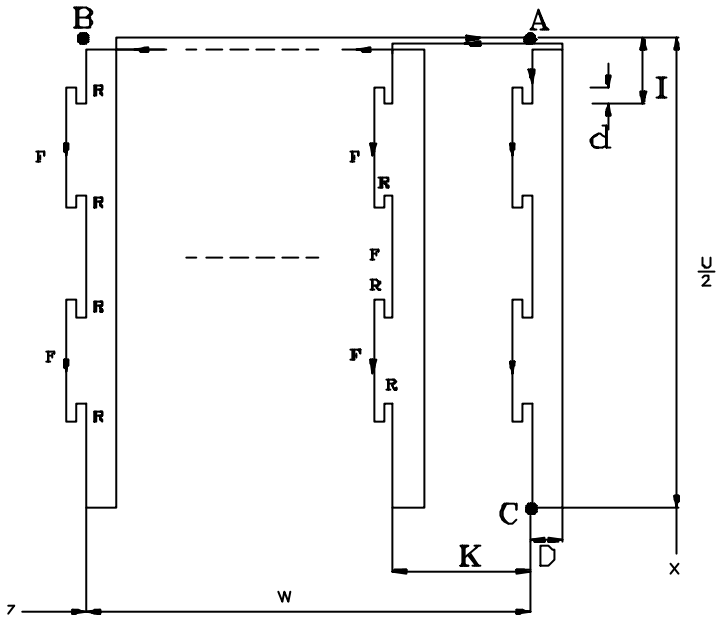
```
G75  X_(U_) Z_(W_) I _ K _ D _ F _
```

G75	내경/외경 드릴 가공
X(U) _	싸이클 종료점의 X 축 방향 절대 / 증분 좌표 값
Z(W) _	싸이클 종료점의 Z 축 방향 절대 / 증분 좌표 값
I _	X 축 방향의 이동량 [부호 없이 지정]
K _	Z 축 방향의 절입량 [부호 없이 지정]
D _	가공끝점에서 공구의 도피량
F _	이송속도

```
G75  R _
G75  X_(U_) Z_(W_) P_ Q_ R_ F_
```

G75	내경/외경 드릴 가공
R_	후퇴량(e) 이 지정은 모달 지령으로 새로 지정될 때까지 유효
X_	B 점의 X 성분
U_	A→B 의 증분량.
Z_	C 점의 Z 성분
W_	A→C 의 증분량
P_	X 방향의 이동량(△i) [부호없이 지정함]
Q_	Z 방향의 절입량(△k) [부호없이 지정함]
R_	가공 끝점에서의 공구 도피량(△d) 통상+ 값으로 지정되나, X_(U_)와 P_를 생략한 경우에는 도피 방향의 부호를 지정합니다.
F_	이송속도

G75 는 X 축에 평행한 펙킹 동작을 하는 단면 펙 드릴링 사이클로, 가공시의 칩 처리가 용이 하도록 프로그램이 구성되어 있으며, 외경 홈 가공이나 펙 드릴링 가공을 [Z, W, Q 를 생략] 할 수 있습니다.
G74 가 Z 축에 평행 동작으로 절삭을 행하는 반면, G75 는 X 축에 평행 동작으로 절삭을 실행 하므로, 모든 기능은 G74 와 같고 절삭 방향만 다릅니다.



주의 :

① Pecking 동작(G74, G75 사이클) 중 후퇴량 d 는 파라미터 PI 129 에서 설정 할 수도 있습니다. NC 프로그램에서 지령을 하게 되면 파라미터의 값도 바뀌게 됩니다..

② 후퇴량 d 는 급속 이송으로 움직입니다.

③ G74 나 G75 은 펙 드릴링, 홈 가공이나 구멍가공에 사용되며, 공구의 도피를 자동적 실행하는 코드입니다.

▯II 프로그램의 예제

```
G00 X100 Z–30 ;
G75 R0.5;
G75 X40 Z–50 P2 Q15 R1.0 F0.25;
```

12.3.7 복합 나사 절삭 사이클 (G76, Multiple Threading Cycle)

```
G76  X_(U_) Z_(W_) I _ K _ D _ R _ A _ F_
```

G76 복합 나사 절삭 사이클

X_(U_) 종료 점의 X 축 절대/증분 좌표.
Z_(W_) 종료 점의 Z 축 절대/증분 좌표
I _ 테이퍼형 나사절삭시의 반경 차이 지령
[I=0 이면 straight 나사]
K _ 나사산 높이 [반경지정, 부호 없음]
D _ 첫번째 절입량 [반경지령, 부호 없음]
F _ 나사리드 [G32 지령의 나사절삭과 의미가 동일함]
R _ 여유량지정, X 축 방향으로 여유량 만큼 남기고 작업종료. [반경지령]
A _ 나사 각

```
G76  P_ Q _ R_
G75  X_(U_) Z_(W_) R_ P_ Q_ F_
```

G76 복합 나사 절삭 사이클

P _ P(m)(r)(a) 형식으로 지령 합니다.
m ▸최종사상까지의 반복회수 1 99
이 지정은 모달로 새로 지정될 때까지 유효합니다.
r ▸모따기량
나사의 피치를 기준으로한 불완전 나사부의 길이입니다.
(= Pitch X r/10)
이 지정에 의한 불완전 나사부의 길이는 모달로 새로 지정될 때까지 유효하며 파라미터를 변경합니다.
a ▸공구 Tip 의 각도 [나사산의 각도]
80°,60°,55°,30°,29°,0° 6 종류를 선택할 수 있으며, 각도의 수치자체를 2 자리로 지정합니다.
이 지정은 모달로 새로 지정될 때까지 유효. m, r, a 는 같은 어드레스 P 로 함께 지정합니다.
■ m=2, r=1.2, a=60 ° 일 때,
P021260 으로 입력합니다.

Q _ 최소 절입량 (△d min)
1 회 절입량이[△d, n -△d, n -1] △d min 보다 작을 때는△d min 으로 고정됩니다.
이 지정은 모달로 새로 지정될때까지 유효합니다.

R _ 사상여유

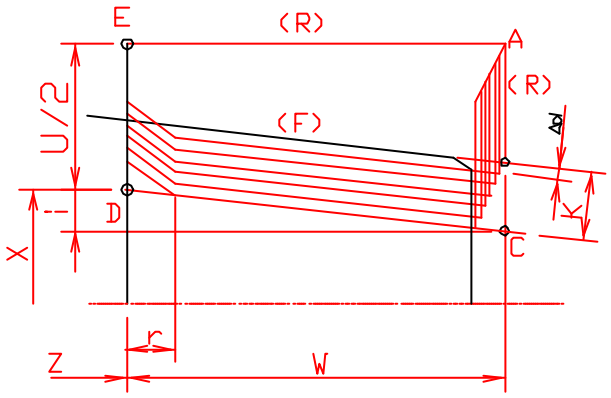
R _ 나사부의 반경차 (테이퍼 량). i=0 이면 직선 나사가 됩니다.

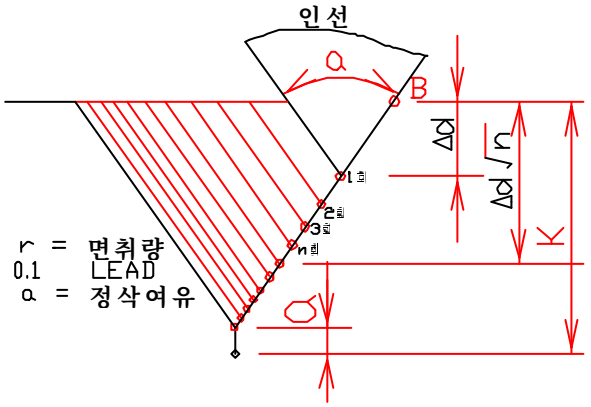
P _ 나사산 높이 [X 축 방향의 거리를 반경치지령]

Q _ 첫 번째 절입량 (△d) [반경치로 지정]

F_ 나사의 리드 [G32 나사절삭과 같음]

이 지령은 나사산의 각도에 따라 절입을 행하여 직선나사, 또는 테이퍼나사 작업을 자동으로 수행하는 사이클로 다음과 같은 프로그램지령에 의하여 아래 그림과 같이 나사절삭 사이클이 실행됩니다.





주의 1 : 한 줄 지령 방식

① 사이클 프로그램은 점 A 에서 시작하여 점 A 에서 끝나며, 나사절삭의 1 회 절입량은 나사산의 높이와 1 회째의 절삭깊이에 의해서 자동적으로 지정됩니다.

② 나사산의 각도 A 의 범위는 0 ° < A < 360 ° 이며 (A 값은 정수임) 위 그림에서 최종 회 (n 회) 나사 작업 시는 어드레스 R 에 의해 지정되는 양 만큼 여유 분을 (d)을 둡니다. 이때 R 값이 0 또는 지정되지 않은 경우는 여유량이 없습니다. 그리고 n+1 번째에 지정한 나사 절삭 깊이 K 에 따른 나사 가공이 이루어집니다.

③ 어드레스 I 가 0 ° 또는 지정되지 않은 경우 straight 나사 작업이 행해집니다.

④ 나사산의 높이 K 와 1 회째의 절입량 D 와의 사이에 K/6 <= D < K 와 같은 제한이 있습니다.
이 제한을 넘으면 에러가 발생합니다.

⑤ A 가 0 이 아닌 나사를 지령하는 경우, 나사 시작 위치의 X 축 좌표는 절입 깊이 Dn 과 같지 않습니다.

⑥ 나사산의 각도는 다음의 6 가지를 지정할 수 있습니다.

A = 0。, 29。, 30。, 55。, 60。, 80。

주의 2 : 두 줄 지령 방식

① P, Q, R 로 지정된 데이터는 어드레스 X(U), Z(W) 의 유무에 의해 구별됩니다.

② 사이클 동작은 어드레스 X(U), Z(W)이 지정된 G76 지령으로 행해집니다.

③ 이 사이클을 이용하면, 편인 가공을 하므로, 공구가 받는 부하가 경감되며, 절입량은 첫 번째를 △d, n 번째는 △dn 로 하므로, 1 회당 절입량은 일정하게 됩니다.

④ 위의 그림에서 나사절삭 사이클에서 C, D 간은 F 코드로 지령된 이송이 되고, 다른 곳은 급속이송이 됩니다.

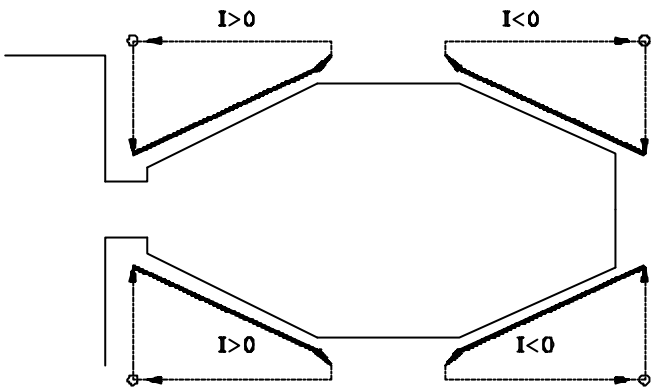
⑤ 증분량의 부호는 위 그림의 경우 다음과 같습니다.
U, W ▸ (–) (통로 A→C,C→D 의 방향에 따라 결정)
R ▸ (–) (통로 A→C 의 방향에 따라 결정됨)
P ▸ (+) (항상 +)
Q ▸ (+) (항상 +)

⑥ 나사절삭코드는 한쪽 날 끝이 닿은 상태로 절입합니다.

⑦ G76 코드는 nose R 보정은 무효입니다.

⑧ 각 어드레스 의 부호에 따라, 4 가지 패턴이 있으며, 암나사 가공도 할 수 있습니다.

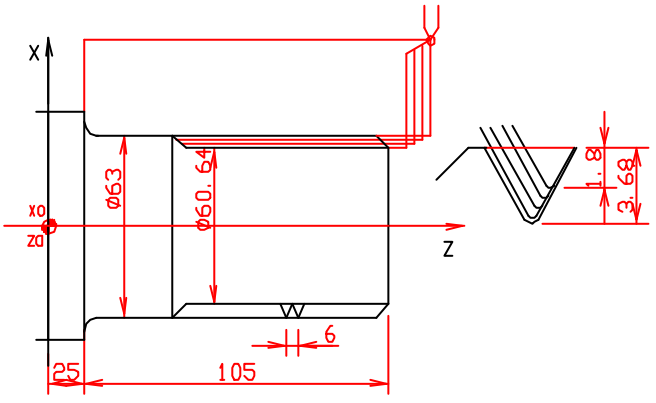
■ 인자의 부호에 따른 4 가지 패턴



▯II 프로그램의 예제 1

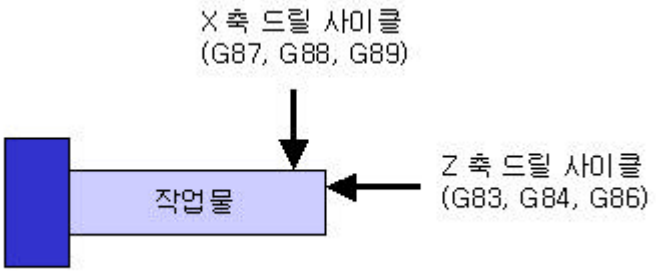
N0010 G00 X66 Z5.;
N0020 G76 X56.2 Z–30. K9.8 D5.0 F6. R0.02 A60 ;
N0030 G00

▯II 프로그램의 예제 2



G76 P011060 Q100 R200 ;
G76 X60640 Z25000 P3680 Q1800 F6.0 ;

12.4 드릴 고정 사이클



Lathe G code	용 도	구멍 가공동작	구멍 최저 위치에서의 동작	귀환 동작
G80	고정 사이클 해제 [Canned Cycle Cancel]			
G83	Z 축(정면) 가공 펙 드릴 사이클 [Peck Drilling Cycle]	간헐 절삭 이송		급속이송
G87	X 축(측면) 가공 펙 드릴 사이클 [Peck Drilling Cycle]			
G84	Z 축(정면) 가공 탭핑 사이클 [Tapping Cycle]	절삭 이송	주축 역회전	절삭이송
G88	X 축(측면) 가공 탭핑 사이클 [Tapping Cycle]			
G86	Z 축(정면) 가공 보링 정지 사이클 [Boring Cycle]	절삭 이송	주축 정지	급속이송
G89	X 축(측면) 가공 보링 정지 사이클 [Boring Cycle]			

참 고

① 구멍가공 모드

구멍 가공모드 G 코드는 한번 지령 되면 다른 구멍 가공모드가 지령되던지 G80 실행될 때까지 변화 하지 않으므로, 동일한 구멍가공모드를 연속하여 행하는 경우에는 1 블록마다 지정할 필요가 없습니다.

② 구멍 위치데이터

구멍 위치를 증분지령 값 또는 절대지령 값으로 지정합니다.

③ 구멍 가공데이터

Z 는 R 점부터 구멍 바닥까지의 거리를 증분지령 값, 또는 구멍 바닥의 위치를 절대지령 값으로 지정합니다.

④ R 은 초기레벨부터 R 점까지의 거리를 증분지령 값, 또는 R 점의 위치를 절대지령 값으로 지정합니다.

⑤ Q 는 G73, G83 에 대한 매회의 절입량을 항상 증분지령 값으로 지정합니다.

⑥ P 는 구멍 바닥에서의 휴지시간을 지정합니다. 소수점을 체크하여 시간을 계산합니다.
P1000 = 1 초, P10 = 1 초

⑦ F 는 절삭 이송속도를 지정하며 구멍 가공데이터는 고정사이클 중에 한번 지정되면 그 데이터의 지정이 변경되거나 고정사이클이 해제될 때까지 유효합니다.
따라서 고정사이클의 개시에서는 필요한 구멍 가공데이터를 지정하고 사이클 중에는 변경되는 데이터만을 지정 합니다.

K 지정이 없는 경우는 K = 1 로 간주합니다.
K = 0 을 지정하면 구멍 가공데이터를 기억하는 것 뿐으로 구멍 가공은 하지 않습니다.

12.4.1 펙 드릴 사이클 (G83 /G87, Peck Drilling Cycle)

{G83/ G87} [G98 / G99] X_ (U_) Z_(W_) R _ Q _ F _ K _

G83	X 축 방향 펙 드릴 사이클 [Peck Drilling Cycle]
G87	Z 축 방향 펙 드릴 사이클 [Peck Drilling Cycle]
X_ Z_	구멍가공의 깊이(G83) 또는 구멍 가공 위치(G87)
R _	R 점의 좌표를 지령
Q _	매회 절입량으로+증분지령을 사용하며 Q 를 생략하면 R 점에서 Z 점까지 연속 가공합니다.

Pecking Drilling 사이클로 직경이 작고 깊은 구멍은 칩의 배출이 용이하지 않고 절삭 공구의 선단까지 절삭유의 유입이 용이하지 않으므로 칩의 배출이 용이하게 “Q” 량만큼 1 회 절입 후 “R”점까지 복귀하여 복귀직전의 위치 “d” 값 만큼 위쪽으로 급속 이동하고 다시 “Q” 량만큼 절삭하는 동작을 Z 점까지 반복하고 도피하는 가공이다. 작고 깊은 구멍가공 또는 난삭재 가공에 좋은 기능으로 황동 등의 소재를 사용할 경우에 적합합니다.

해 설

```
( G92  X0  Y0  Z100 ; )
N1 S500 M03 ;
N2 G90 G83 X65. Z-40 R5 Q6 F100  ;
N6 G80 G00 X100. M05 ;
N7 M30 ;
```

귀환량 d 는 Setting 에 의해 설정 및 변경이 가능합니다.

12.4.2 탭핑 사이클 및 RIGID TAP 사이클 (G84 /G88) (Tapping Cycle & Rigid Tapping Cycle)

{G84/ G88} [G98 / G99] X_ (U_) Z_(W_) R _ Q _ F _ K _

G84	X 축 방향 탭핑 사이클 [Tapping Cycle]
G88	Z 축 방향 탭핑 사이클 [Tapping Cycle]
G84.2 G84.3	RIGID 탭핑 사이클 [RIGID Tapping Cycle]

X_(U_) Z_(W_) 탭 가공의 위치데이터 또는 탭 가공의 깊이

R _	R 점의 좌표를 지령
F _	탭 가공의 이송속도
P _	위치에서의 dwell 시간
K _	반복횟수 지령

Tapping 사이클로 오른나사 탭 공구를 이용하여 탭 가공을 실행하며 주축이 정회전 M3 하여 Z 점까지 탭 가공을 하며 역 회전 M4 하면서 R 점까지 복귀한 후 다시 정 회전을 하는 사이클입니다.

RIGID Tap 사이클은 주축의 위치제어 지령이 가능한 장비에서만 가능합니다. RIGID TAP 은 주축과 Z 축(TAP 가공 축)이 동기제어를 통해 TAP 가공이 가능합니다. RIGID TAP 가공을 하는 경우 TAP 가공 시간이 절약되고 단동척 사용이 필요하지 않습니다. 또한 항상 나사의 시작 위치가 같아집니다.

참 고

① 탭 가공 시에 Feed-Hold 버튼을 누르면 Z 축의 이송이 정지되면 탭이 파손될 가능성이 있으므로 현재 실행중인 탭 가공을 종료하고 정지합니다.

② 탭(×) 가공의 [illegible]

$F = n X f$

F	탭 가공 이송속도 [mm/min]
n	주축 회전 수 [rpm]
f	탭 피치 [mm]

📖 계산식 예제

M10 × P1.5 을 사용하는 탭 가공시 회전속도가 300 rpm 일 때의 이송속도는?

해 설 F = n × f 이므로 F = 300 × 1.5 = 450 mm 입니다.

12.4.3 보링 사이클 (G86 /G89, Boring Cycle)

```
{G86/ G89} [G98 / G99] X_ (U_) Z_(W_) R _ F _ K _
```

G86 X 축 방향 보링 사이클 [Boring Cycle]
G89 Z 축 방향 보링 사이클 [Boring Cycle]

X_(U_) Z_(W_) 구멍가공의 위치데이터, 또는 보링가공의 깊이
R _ R 점의 좌표를 지령
F _ 이송속도
K _ 반복횟수 지령

가장 일반적인 보링 사이클로 Z 축 종점에 도달 후 주축정지 M05 를 실행하고 급속으로 복귀하는 사이클로 황삭 보링에 많이 사용합니다.

13 공구 보정

13.1 공구 인선 R 보정

13.1.1 공구 인선 R 보정
13.1.2 가상 인선 (Imaginary Tool Nose)
13.1.3 소재측의 지정과 이동지령
13.1.4 공구 날 끝의 중심과 가상 날 끝의 방향
13.1.5 공구 인선 보정에 따른 보정 방향

13.2 가상 날 끝을 중심으로 하는 프로그램

13.2.1 테이퍼 및 면취 가공 (Tapering & Chamfering)
13.2.2 원호 가공 (Circular Cutting)

13.3 공구 인선 R 보정
(G40, G41, G42, Tool Nose R Compensation)

13.3.1 Start - Up 모드
13.3.2 Offset 모드
13.3.3 Offset 모드 중 G41/G42 가 변경되는 구간의 공구 경로
13.3.4 Offset Cancel 모드
13.3.5 I _ J _ K _ 를 포함한 G40 블록의 처리

13.4 자동 공구 보정 (G36,G37)

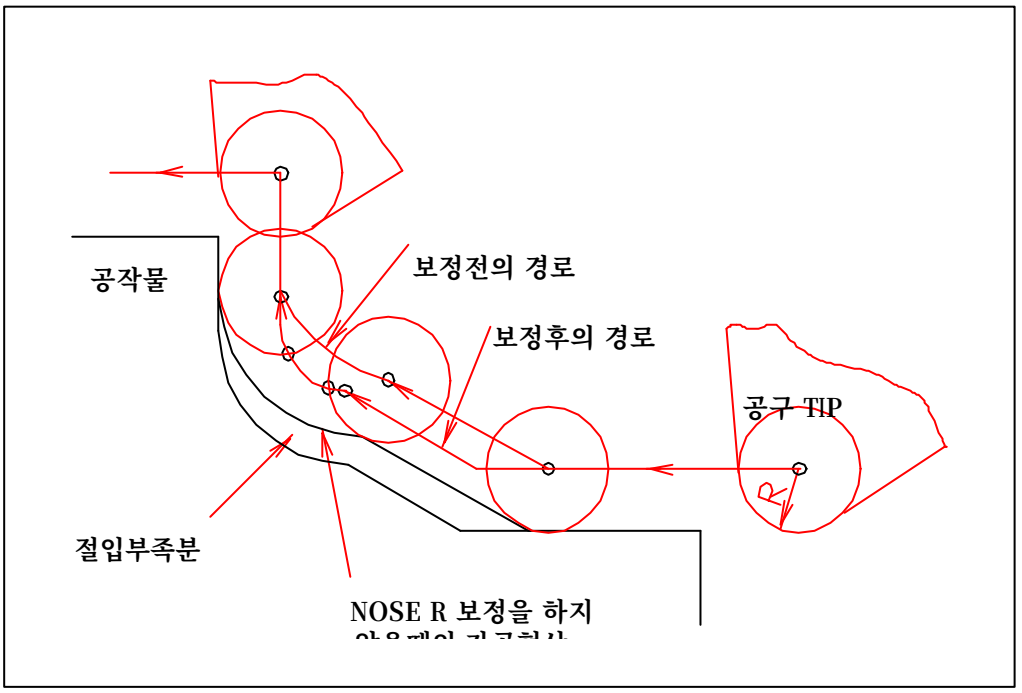
13.5 프로그램에 의한 공구 보정량 입력 (G10)

13.1 공구 인선 R 보정

공구의 날 끝이 일반적으로 둥근 부분을 가지고 있으므로 테이퍼 절삭이나 원호 절삭시에는 공구 위치 보정만으로는 절입 부족이나 과잉 절삭이 생깁니다.
이러한 오차부분을 보정하기 위하여 공구 인선반경을 이용한 보정이 G41, G42 지령에 의하여 자동으로 이루어지며, 이때 공구 인선형상과 [Tool type] 공구 인선반경에 [Tool Radius R] 관한 정보가 필요합니다.

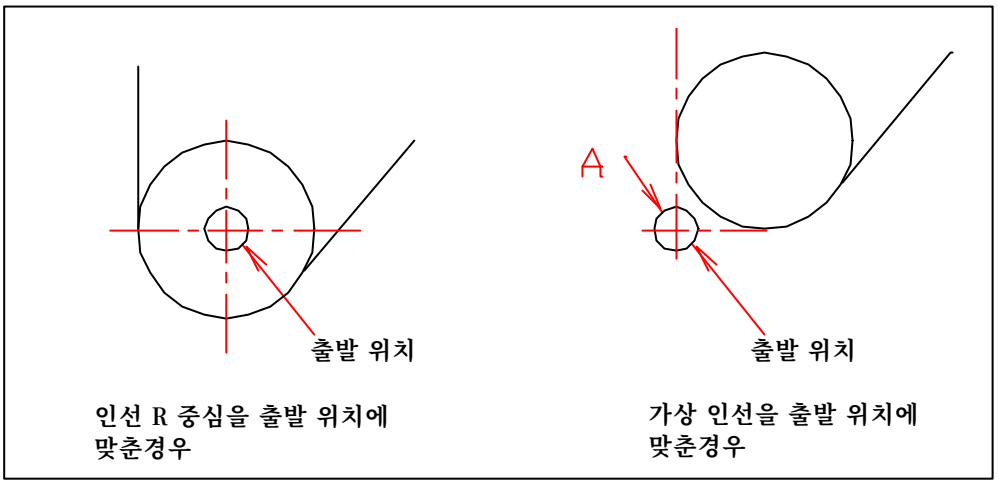
13.1.1 공구 인선 R 보정

공구 날 끝에 R 이 있으면 테이퍼 절삭이나 원호 절삭 시에 공구위치 옵셋만으로는 보정되지 않는 부분이 생기며, 이 오차분을 자동적으로 보정하는 것이 인선 R 보정입니다. 아래의 그림은 인선 공구의 통로입니다.



13.1.2 가상 인선 (Imaginary Tool Nose)

가상인선이란 실제로는 존재하지 않는 점으로 아래 그림의 A 점을 말하며, 날 끝 중심은 공구 날 끝이 이루는 라운딩의 중심점입니다. 가상인선을 가정하는 것은 출발위치나 어떤 기준위치에 인선 R 중심을 맞추는 것이 어려울 때가 많으므로, 위치측정에 편리한 가상인선으로 출발위치나 어떤 기준위치에 맞추는 것 입니다. 즉 인선 R 이 없는 경우와 동일하게 생략할 수 있기 때문입니다.



원점을 가진 기계에서는 터렛 중심 등의 기준점을 출발위치에 맞추는 것이 가능하며, 이 기준점에서 인선 R 중심, 혹은 가상 날 끝까지의 거리를 공구위치 오프셋량으로 설정합니다.

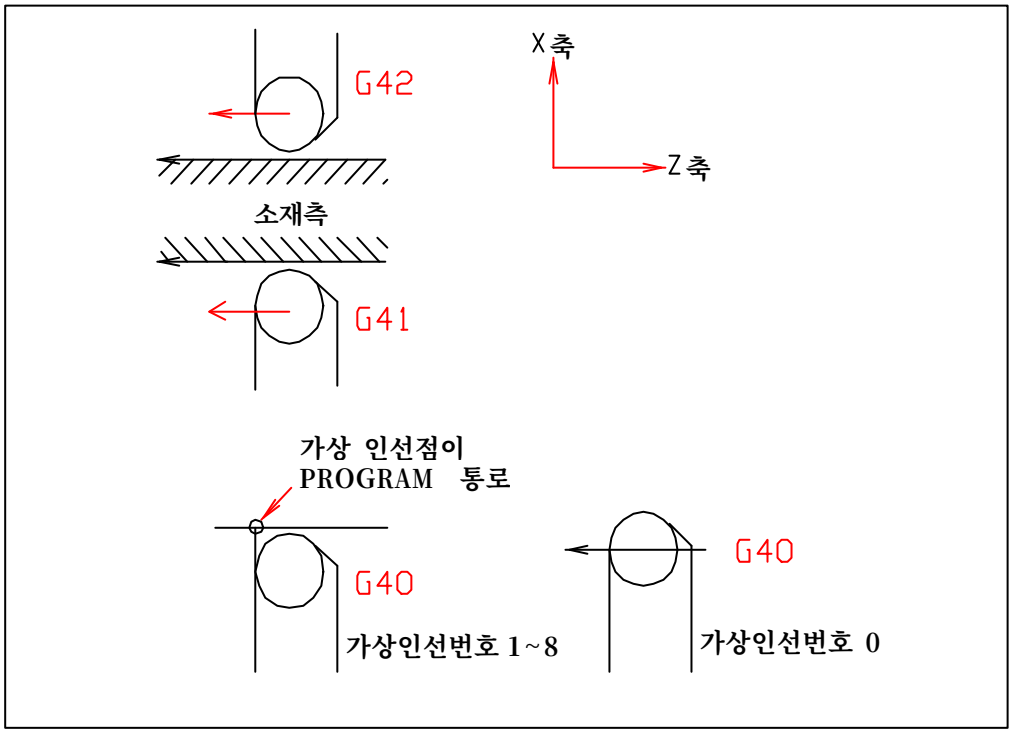
기준점에서 인선 R 중심까지를 오프셋량 설정한 경우, 출발점에서 인선 R 중심을 맞추는 것과 마찬가지이며, 기준점에서 가상인선까지를 오프셋량으로 설정한 경우는, 출발점에 가상인선을 맞추는 것과 같습니다.

이 오프셋량 설정에서 기준점에서 가상인선까지를 계측하는 것이 인선 R 중심까지 계측하는 것보다 쉬운 것이 보통입니다.

13.1.3 소재측의 지정과 이동지령

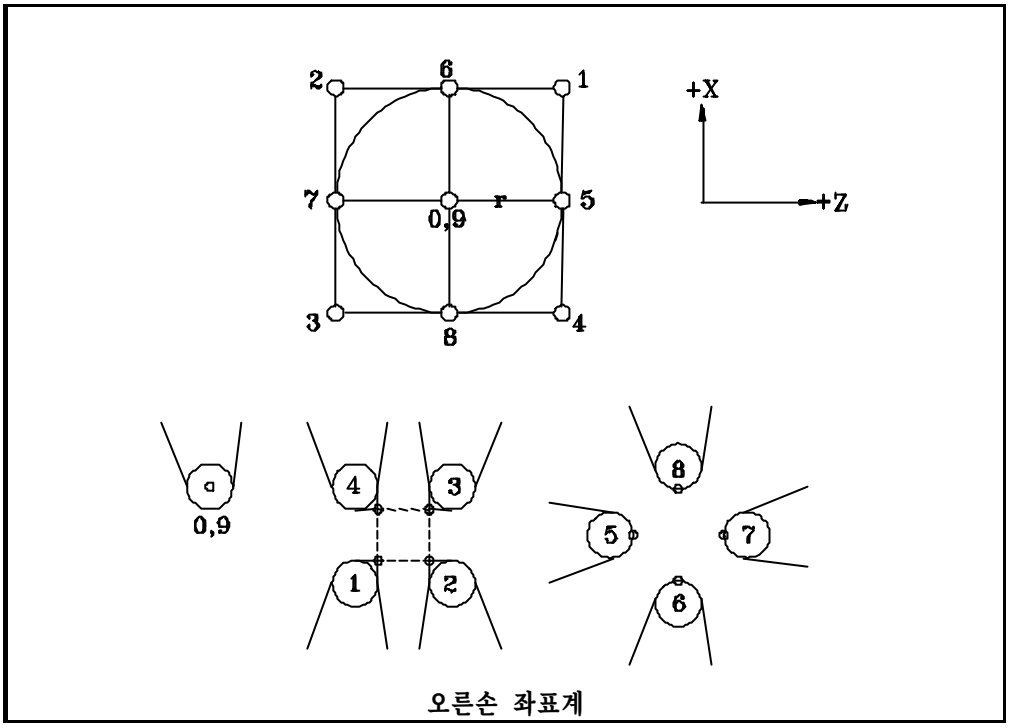
인선 R 보정을 하기 위해서는 프로그램 통로의 어느쪽이 소재측인가를 지정해야만 합니다. 공구는 소재의 반대측으로 보정됩니다.

G 코드	소 재 측	공 구 통 로
G 40	어느쪽도 아님	프로그램 통로상으로 움직임
G 41	진행방향의 우측	공구를 기준으로 프로그램 통로의 진행방향에 대하여, 공구가 좌측으로 움직임
G 42	진행방향의 좌측	공구를 기준으로 프로그램 통로의 진행방향에 대하여, 공구가 우측으로 움직임

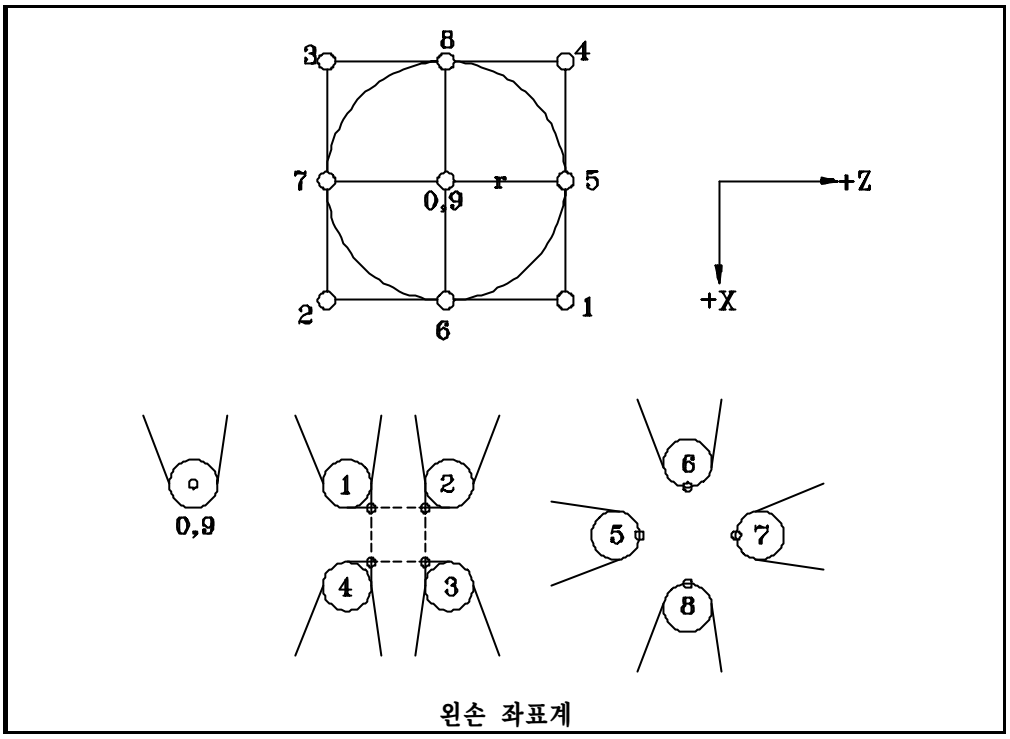


13.1.4 공구 날 끝의 중심과 가상 날 끝의 방향

일반적으로 공구의 날 끝이 둥글기 때문에 프로그램의 궤적을 따라 움직이는 공구의 기준점은 다음과 같은 9가지 점이 있을 수 있습니다.
날끝 중심에서 보아 가상 날끝의 방향은 절삭시 공구의 방향에 의해 결정되며 보정량과 함께 설정합니다.



오른손 좌표계



왼손 좌표계

주의:

① 주공구 인선 보정을 위해서는 공구의 셋팅을 할 경우에 9가지 중 하나를 선택된 공구의 인선 형상으로 정의하여야 하며, 공구 보정량 설정화면 중 T 항목에 해당되는 형상 번호를 기입합니다.

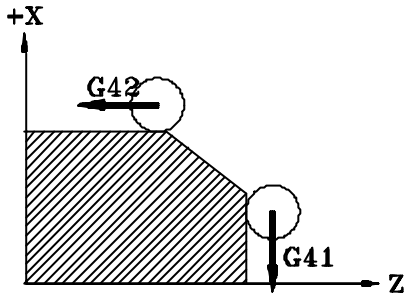
② 방향코드 0 과 9 는 그림과 같이 가상 날 끝이 아닌 날 끝 중심을 기준으로 공구 보정량이 지정되고 날 끝 중심이 공구 궤적의 중심이 됩니다.

13.1.5 공구 인선 보정에 따른 보정 방향

공구 인선 R 보정을 지령할 때는 공구가 이송하는 방향에 따른 공구의 보정 방향을 지령 하여야 합니다.

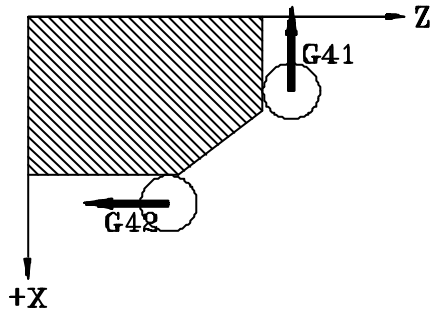
X 축의 ± 방향에 따라 G41, G42 의 설정 방향이 반대가 됩니다.

(1) 오른손 좌표계 사용



G 코드	공구 궤적
G41	공구의 진행 방향을 기준으로 공구가 공작물의 왼쪽 방향으로 진행하면서 가공됩니다. [공구 인선 보정이 공작물의 왼쪽으로 이루어짐]
G42	공구의 진행 방향을 기준으로 공구가 공작물의 오른쪽방향으로 진행하면서 가공됩니다.[공구 인선 보정이 공작물의 오른쪽으로 이루어짐]

(2) 왼손 좌표계 사용



G 코드	공구 궤적
G41	공구의 진행 방향을 기준으로 공구가 공작물의 오른쪽방향으로 진행하면서 가공됩니다.[공구 인선 보정이 공작물의 오른쪽으로 이루어짐]
G42	공구의 진행 방향을 기준으로_공구가 공작물의 왼쪽 방향으로 진행하면서 가공됩니다. [공구 인선 보정이 공작물의 왼쪽으로 이루어짐]

주의 :

① G41/ G42 의 자동 공구 인선 보정이 지령 되고 있는 동안 5 개의 연속 블록 안에 축 이송과 관련된 블록이 없으면 과 절삭이나 미 절삭 등 예기치 못한 일이 발생할 수 있습니다.

② 사이클 코드를 수행 중일 경우 공구 인선 보정이 적용되지 않으므로 사이클 코드를 수행하기 전에 공구 인선보정을 취소하여야 합니다.

③ 나사 가공시에 공구 인선 보정을 취소하여야 합니다.

④ 자동 공구 인선 보정을 하기 위해서는 공구 데이터 중 공구 인선 형상 번호 항목과 공구 인선 반경 항목을 정확하게 입력하여야 합니다.

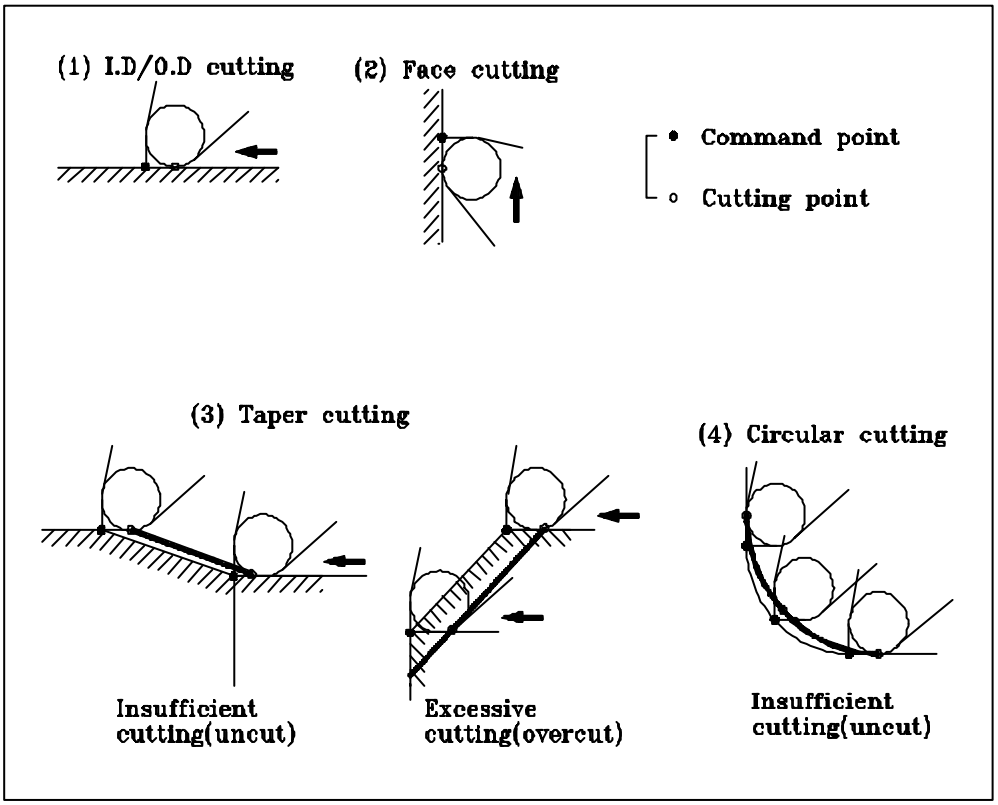
13.2 가상 날 끝을 중심으로 하는 프로그램

우리가 작성하는 NC 파트 프로그램은 대부분 가상인선을 중심으로 가공 프로그램이 작성되며, 이에 따른 공구와 소재간의 절삭 부분은 다음과 같은 특성을 갖습니다.

내/외경 가공에서는 가공 공구가 스핀들 중심 선과 평행하게 움직이고, 단면 가공에서는 가공 공구가 스핀들 중심선과 수직으로 움직입니다. 이러한 경우에는 가공물은 프로그램된 지령 치수와 같은 형태로 가공이 됩니다.

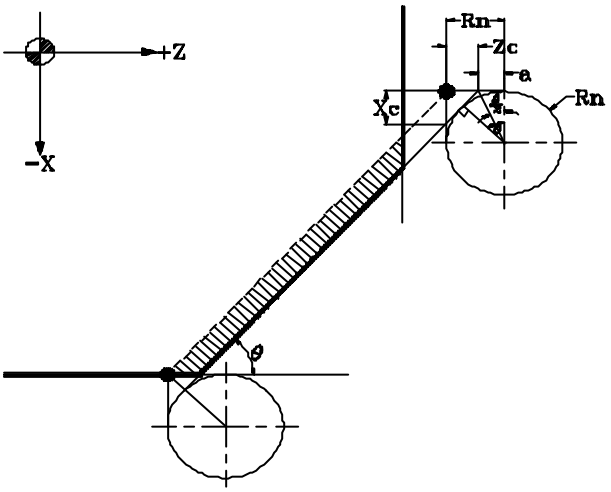
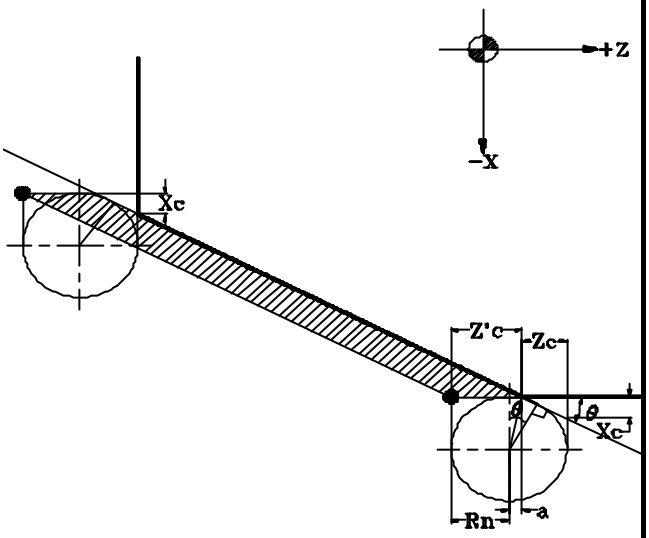
테이퍼 가공, 면취 가공, 원호부분가공의 경우에는 공구의 날끝 중심이 둥근 형태이기 때문에 가상 인선을 중심으로 작성한 프로그램의 공구 경로와 실제 절삭 되는 절삭 부분은 다음 그림에서와 같이 다르게 절삭 되므로 프로그램을 작성하는 시점에서 이러한 미절삭 및 과절삭이 발생될 수 있는 부분을 충분히 고려하여 공구 인선의 중심 위치를 기준으로 프로그램 하여야 합니다.

G41/G42 를 사용하지 않는 경우 다음 예제에서와 같이 프로그램에서 보정된 경로를 계산하여 프로그램 하여야 합니다. 이러한 불편을 해소하기 위하여 본 시스템에서 준비된 자동 공구인선 보정기능 G41, G42을 다음 장에서 설명하고 있습니다.



13.2.1 테이퍼 및 면취 가공 (Tapering & Chamfering)

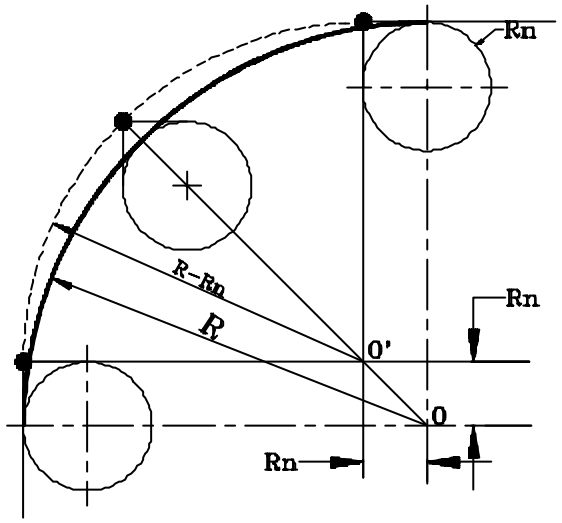
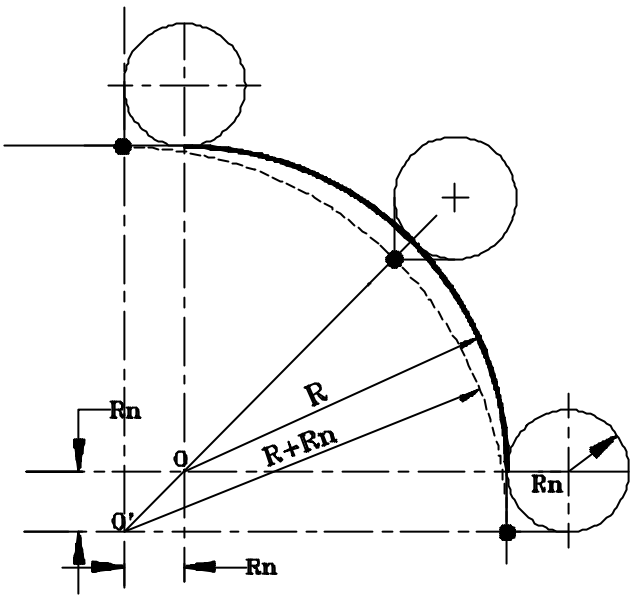
⏭ 미 절삭량의 보정과 과 절삭량의 보정

미 절삭량의 [Insufficient Cutting] 보정	과 절삭량의 [Excessive Cutting] 보정
 ● : Command Point	 ● : Command Point
위의 그림에서 굵게 표시되는 부분이 실제 가공하고자 하는 형상입니다. 위와 같은 테이퍼 형상을 가공하면 미절삭 부분이 발생되므로 이를 보정하기 위해서는 아래와 같은 보정량이 고려된 점선부분의 형상으로 프로그램 경로를 지령하면 됩니다.	위의 그림에서 굵게 표시되는 부분이 실제 가공하고자 하는 형상입니다. 위와 같은 테이퍼 형상을 가공하는 경우에는 공구 진행 방향에 따라 과절삭 부분이 발생되므로, 이를 보정하기 위해서는 아래와 같은 보정량이 고려된 점선부분의 형상으로 프로그램경로를 지령하면 됩니다.
① X 축 방향의 보정량 계산식 $Xc = Zc \times \tan q = Rn \times (1 - \tan \frac{q}{2}) \times \tan q$ ② Z 축 방향의 보정량 계산식 $Zc = Rn \times (1 - \tan \frac{q}{2})$	① X 축 방향의 보정량 계산식 $Xc = Zc \times \tan q = Rn \times (1 - \tan \frac{q}{2}) \times \tan q$ ② Z 축 방향의 보정량 계산식 $Zc = 2 \times Rn - Zc$ 또는 $Zc = Zc + a = Rn \times (1 + \tan \frac{q}{2})$

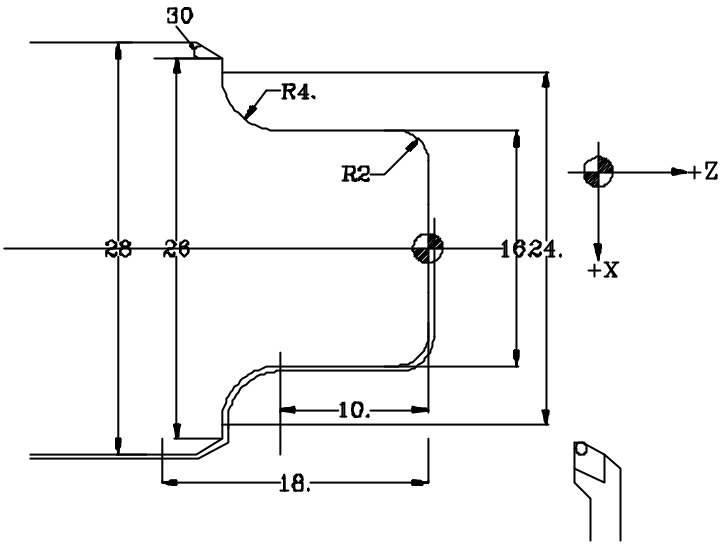
⏭ 테이퍼 각도에 따른 X, Z 보정량

θ		R = 0.4	R = 0.5	R = 0.8	R = 1.0	R = 1.2	θ	
10 °	X	0.064360	0.080450	0.128720	0.160900	0.193080	Z	80 °
	Z	0.365005	0.456256	0.730009	0.912511	1.095014	X	
15 °	X	0.093069	0.116337	0.186138	0.232673	0.279208	Z	75 °
	Z	0.347339	0.434174	0.694678	0.868348	1.042017	X	
30 °	X	0.169060	0.211325	0.338120	0.422650	0.507180	Z	60 °
	Z	0.292820	0.366025	0.585641	0.732051	0.878461	X	
40 °	X	0.213477	0.266846	0.426954	0.533692	0.640431	Z	50 °
	Z	0.254412	0.318015	0.508824	0.636030	0.763236	X	
45 °	X	0.234315	0.292893	0.468629	0.585786	0.702944	Z	45 °
	Z	0.234315	0.292893	0.468629	0.585786	0.702944	X	

13.2.2 원호 가공 (Circular Cutting)

오목형 [Concave] 원호의 반지름 보정	볼록형 [Convex] 원호의 반지름 보정
 ● : Command Point	 ● : Command Point
굵은 선으로 표현된 원호의 정확한 가공을 위하여, 프로그램 경로는 점선으로 표시된 반지름이 공구 인선 반경 만큼 작은 원호의 형상으로 [원호의 시작점과 끝점 좌표는 ● 표시가 있는 점으로 달라질 수 있음] 프로그램 합니다. 이렇게 프로그램 하는 경우 실제 가공은 굵은 실 선을 따라 가공이 수행됩니다.	굵은 선으로 표현된 원호의 정확한 가공을 위하여 프로그램 경로는 점선으로 표시된 반지름이 공구 인선 반경 만큼 큰 원호의 형상으로 [원호의 시작점과 끝점 좌표는 ● 표시가 있는 점으로 달라질 수 있음] 프로그램 합니다. 이렇게 프로그램 하는 경우 실제 가공은 굵은 실선을 따라 가공이 수행됩니다.
인선 보정을 위한 원호의 반지름 (R') = R – Rn	인선 보정을 위한 원호의 반지름(R') = R + Rn
R : 가공하고자 하는 원호의 반지름 [굵은 실전 원호] Rn : 공구 인선 반경 R' = R -Rn : 공구 인선 보정을 위한 프로그램에서의 반지름 O :가공 하고자 하는 원호의 중심 O' :공구인선 보정을 위한 새로운 원호의 중심	R : 가공 하고자 하는 원호의 반지름 [굵은 실전 원호] Rn : 공구 인선 반경 R' = R -Rn : 공구 인선 보정을 위한 프로그램에서의 반지름 O :가공 하고자 하는 원호의 중심 O' :공구 인선 보정을 위한 새로운 원호의 중심

▯II G41/G42를 이용하지 않은 인선 보정 프로그램 예제



공구 인선 반경(Rn) = 0	공구 인선 반경(Rn) = 0.4 mm
T0101	T0101
G50 S3000	G50 S3000
G96 S150 M03	G96 S150 M03
G00 X20.0 Z1.0	G00 X20.0 Z1.0
G01 Z0. F0.5	G01 Z0. F0.5
X4. F0.15	X4. F0.15
X–2. F0.08	X-2. F0.08
Z1. F0.5	Z1. F0.5
X14. Z0. F0.15	X13.2 Z0. F0.15
G03 X16. Z–2. R2. F0.125	G03 X16. Z–2.4 R2.4 F0.125
	(볼록형 원호 : 반지름이 커짐)
G01 Z–10.	G01 Z-10.4
G02 X24. Z–14 R4.	G02 X24.8 Z–14. R3.6.
	(오목형 원호 : 반지름이 작아짐)
G01 X26. F0.15	G01 X25.662 F0.15
	[Xc = 0.4 × [1–tan[15]] × tan[30] =0.169]
	[Zc = 0.4 × [1–tan[15]] = 0.2928]
X28. Z–15.732	X28. Z–16.025
Z–18.	Z–18.4
G00 U0.5 W0.5	G00 U0.5 W0.5
X70 Z30.	X70 Z30.
T0100	T0100

13.3 공구 인선 R 보정 (G40, G41, G42, Tool Nose R Compensation)

```
G40 [G00/G01] X _ Z _
G41 [G00/G01] X _ Z _
G42 [G00/G01] X _ Z _
```

G40 공구인선 보정 해제 [Cutter Compensation Cancel]
G41 공구인선 좌측 보정 [Cutter Compensation Left]
G42 공구인선 우측 보정 [Cutter Compensation Right]

총공구 옵셋 화면을 호출하여 사용하고자 하는 공구의 공구 인선 반경을 해당하는 번호에 커서를 이동한 후 입력란에 MDI 판넬의 숫자 키 등을 이용하여 직접 입력합니다.(반경치 만큼 보정됨)

< 초기 화면(주 메뉴) ▸▸ F2 설정 화면 ▸▸ F2 총공구 옵셋 화면 >

옵셋	인선	GX	GZ	WX	WZ	RAD
01	1	-100.000	-180.000	0.000	0.000	1.00
02	2	-100.000	-180.000	0.000	0.000	0.00
03	3	-100.000	-180.000	0.000	0.000	0.00
04	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
05	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
06	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
07	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
08	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
09	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
10	0	0.000	0.000	0.000	0.000	20.00
11	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
12	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

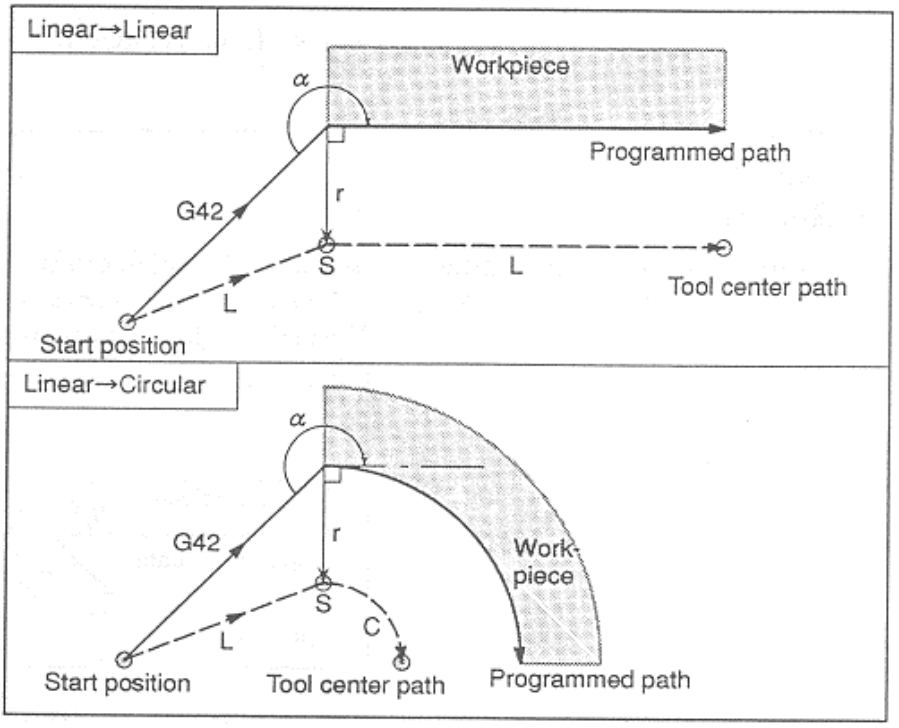
G41/G42 를 사용하여 프로그램을 작성하는 경우 CNC 내부에서 자동으로 프로그램된 형상에 따라 인선 중심의 이동 경로가 생성됩니다.

13.3.1 Start - Up 모드

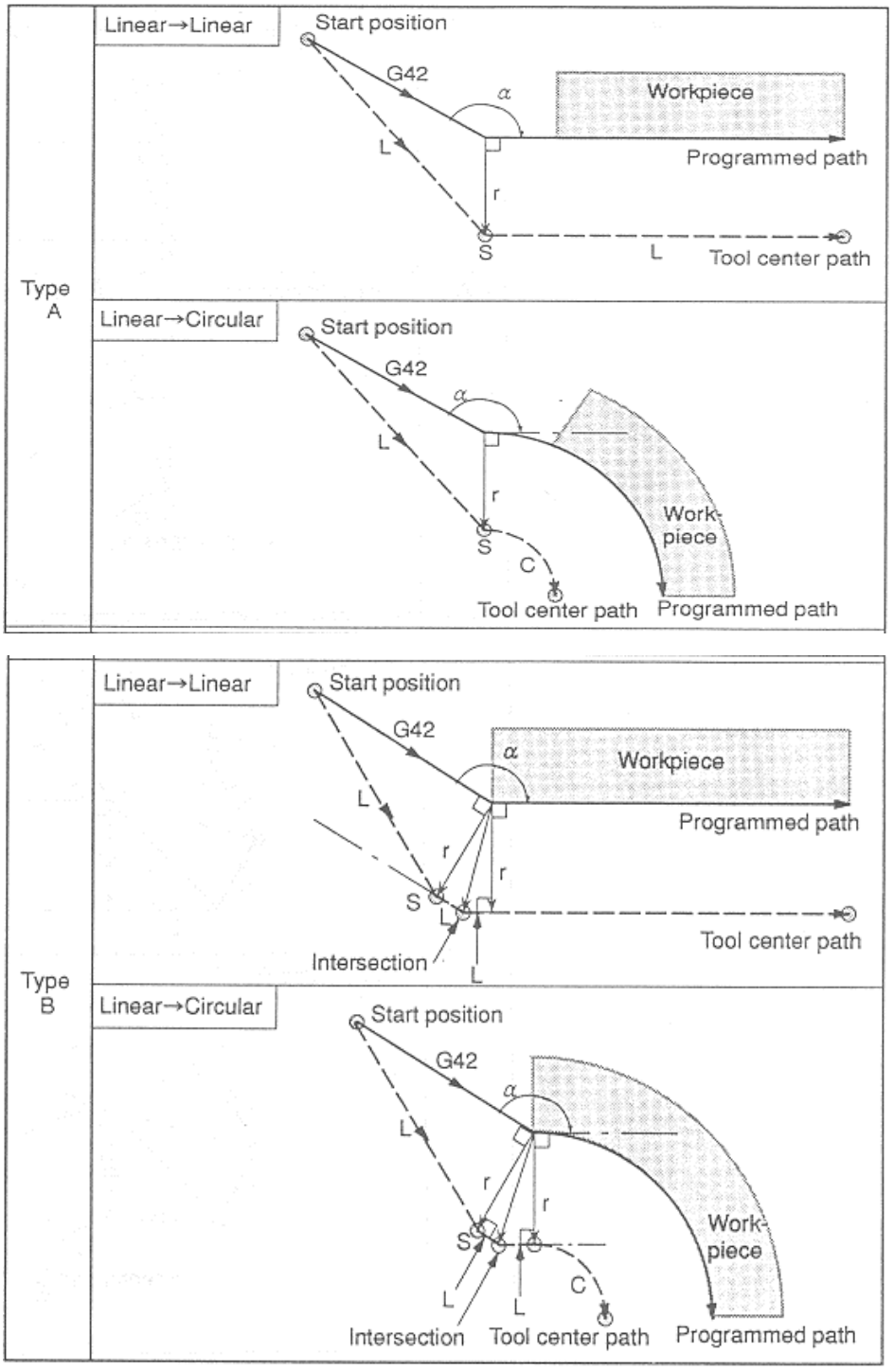
- 공구 인선 보정 해제모드에서 다음 조건을 모두 만족하는 블록이 실행되었을 때 공구인선 보정이 시작되며, 이 때의 움직임을 Start - Up 모드 라고 합니다.
- G41 또는 G42 가 지령되어 있거나, 지령된 후 처음으로 축이송 블록이 지령된 경우
- 이동량이 0 mm 이상에 축 이송지령이 되어 있음.
- Start-Up 또는 해제모드 실행시에는 원호지령 [G02/G03]은 실행되지 않으며 지령하면 알람이 발생.

그림에 나오는 문자의 의미	
S	Single Block 신호에 의해 멈추는 위치 (현재 블록의 수직인 위치에 해당함.)
SS	Single Block 신호에 의해 멈추는 위치
L	공구 Nose 의 중심이 straight line 을 따라 움직임
C	공구 Nose 의 중심이 arc 를 따라 움직임
r	공구 인선 반경
○	공구 Nose 의 중심 위치

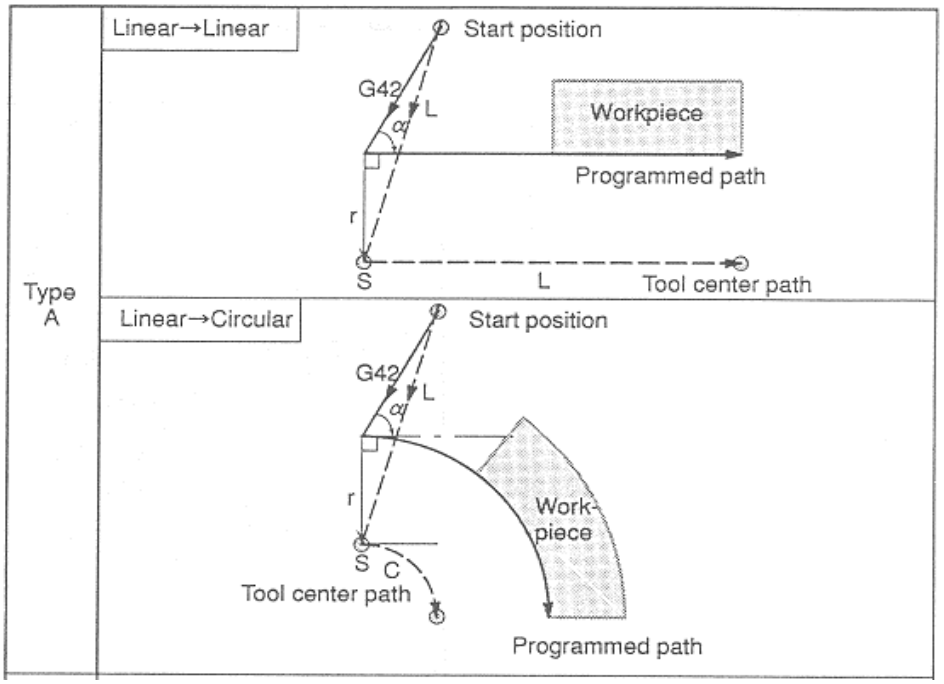
● α >= 180° 이상인 코너 부분의 오른쪽 보정(G42) 시작 공구 경로

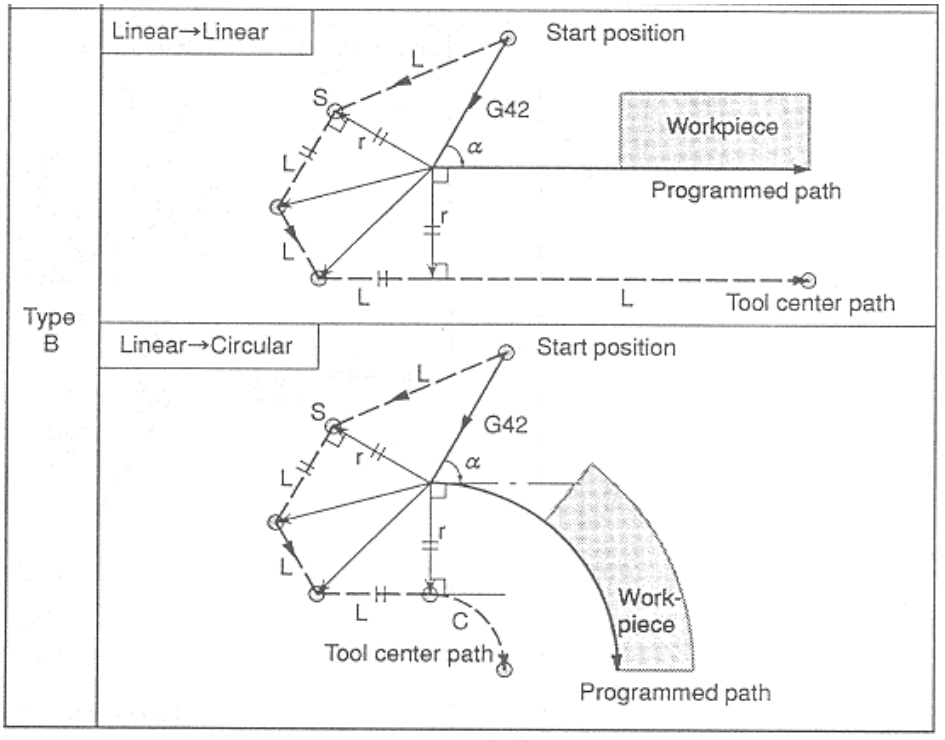


90° <= α <= 180° 인 둔각 코너 부분의 오른쪽 보정(G42) 시작 공구 경로 파라미터에 따라 A 타입(직접)과 B 타입(우회)을 변경할 수 있습니다.

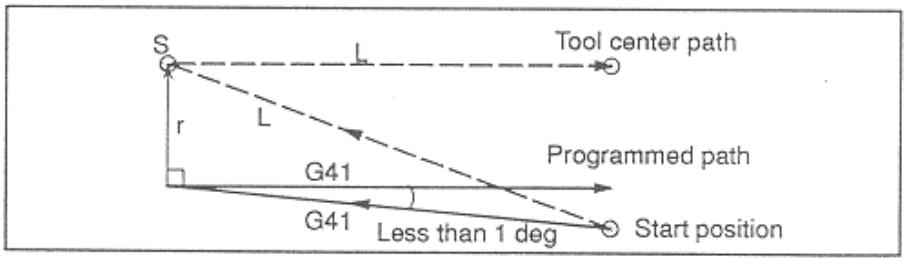


● α < 90° 인 예각 코너 부분의 오른쪽 보정(G42) 시작 공구 경로 파라미터에 따라 A 타입(직접)과 B 타입(우회)을 변경할 수 있습니다.

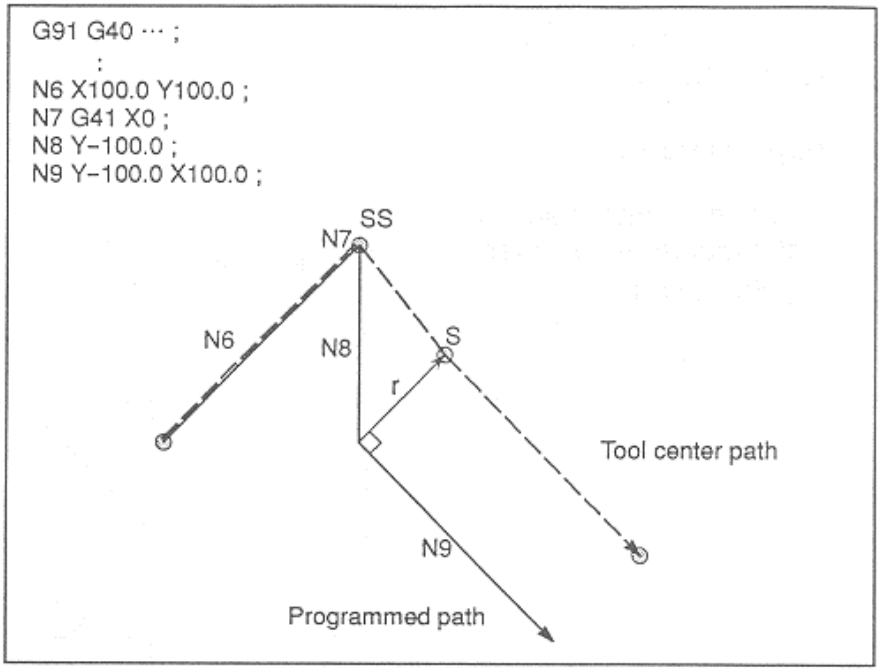




- **1° > α 인 코너 부분의 왼쪽 보정(G41) 시작 공구 경로**



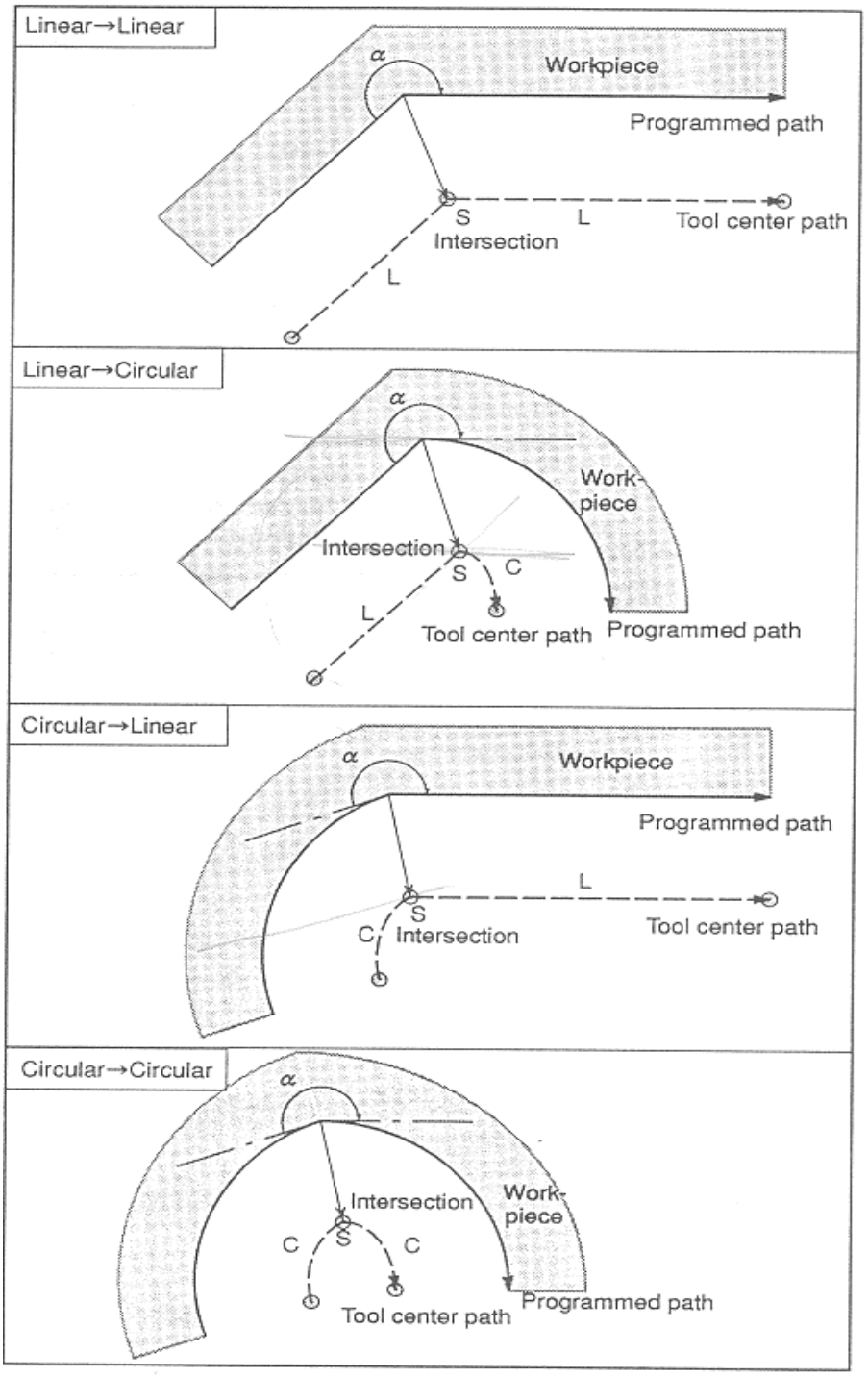
- **경보정 시작 블록(Start-Up)에서 축이송 량이 없는 경우의 공구 움직임**



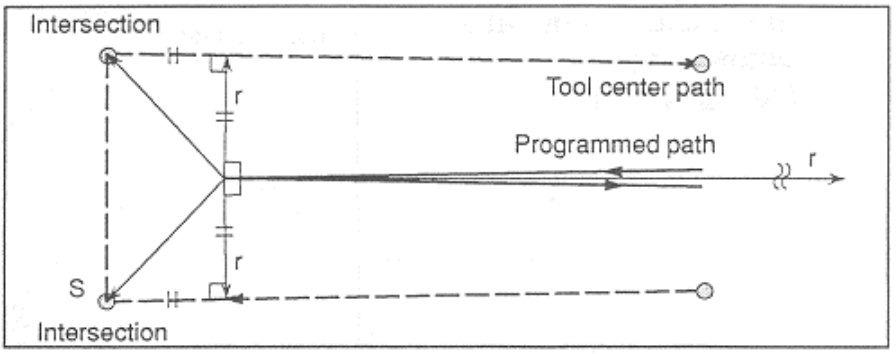
13.3.2 Offset 모드

- Start-Up 모드 이후 G40 이 나오기 전까지의 공구 중심의 움직임 모드

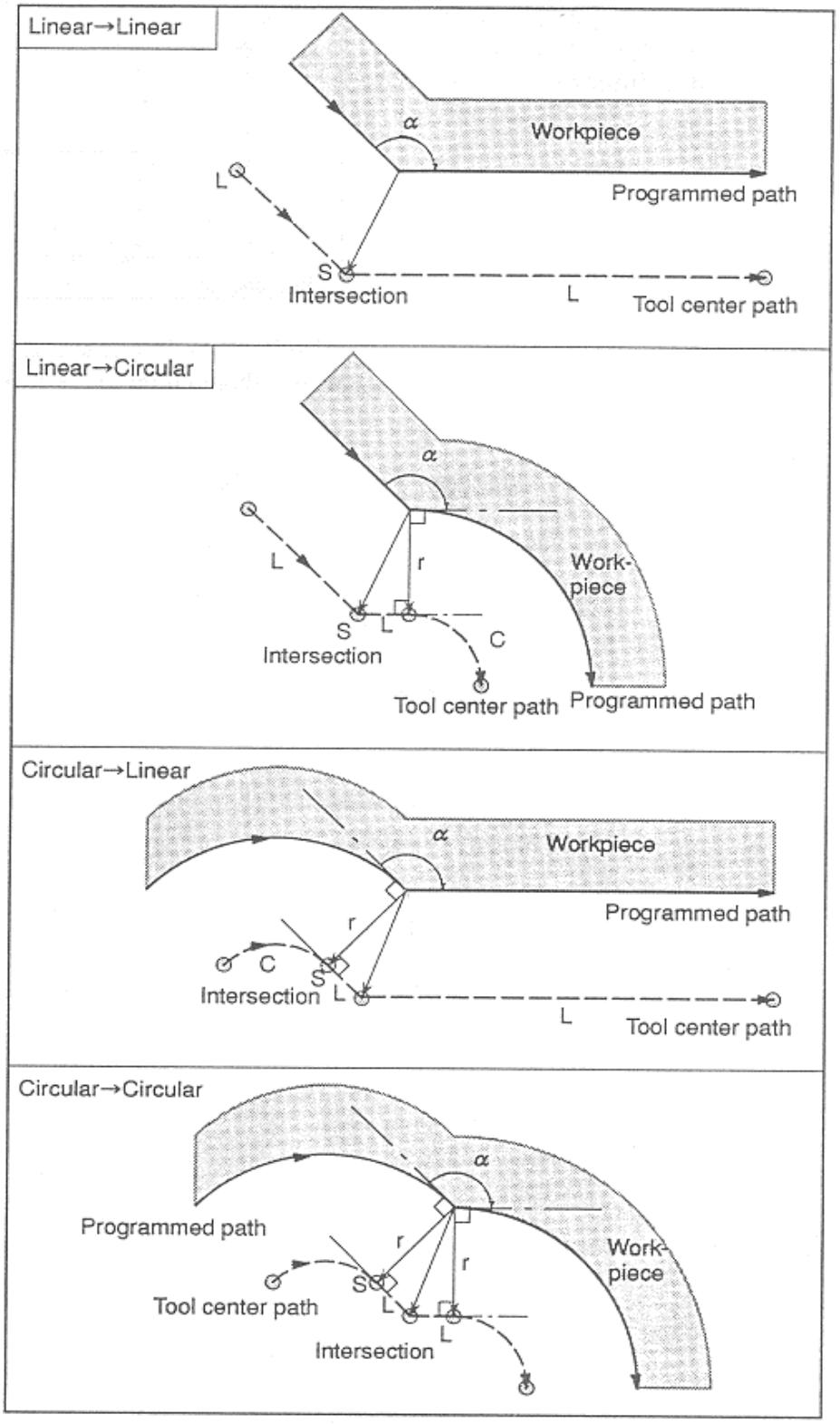
- 180° <= α 인 코너 부분의 내측 공구 경로



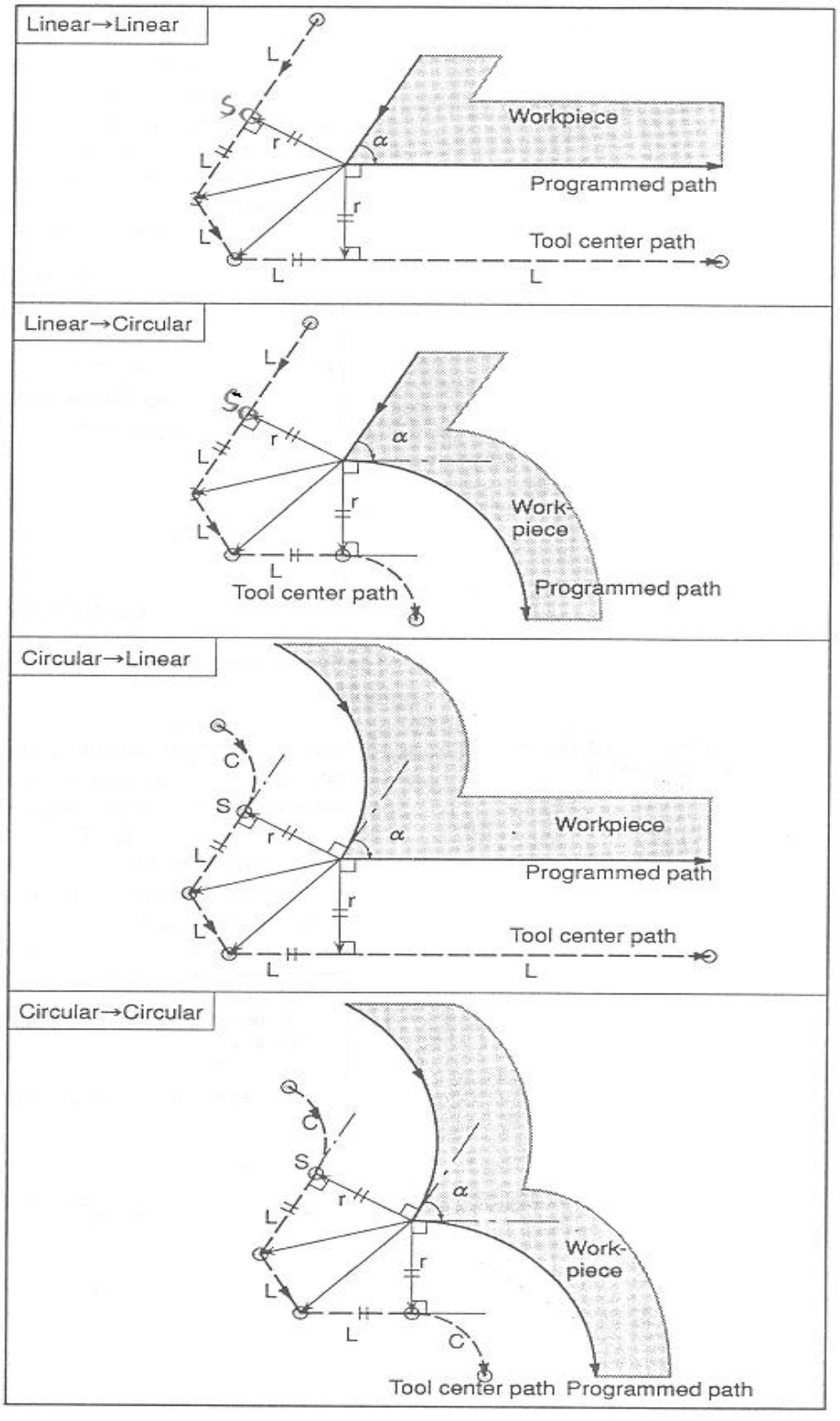
- **두 직선의 사이각이 1 도 미만인 부분의 공구 경로**



● 90° <= α < 180° 인 둔각 코너 부분의 외측 공구 경로

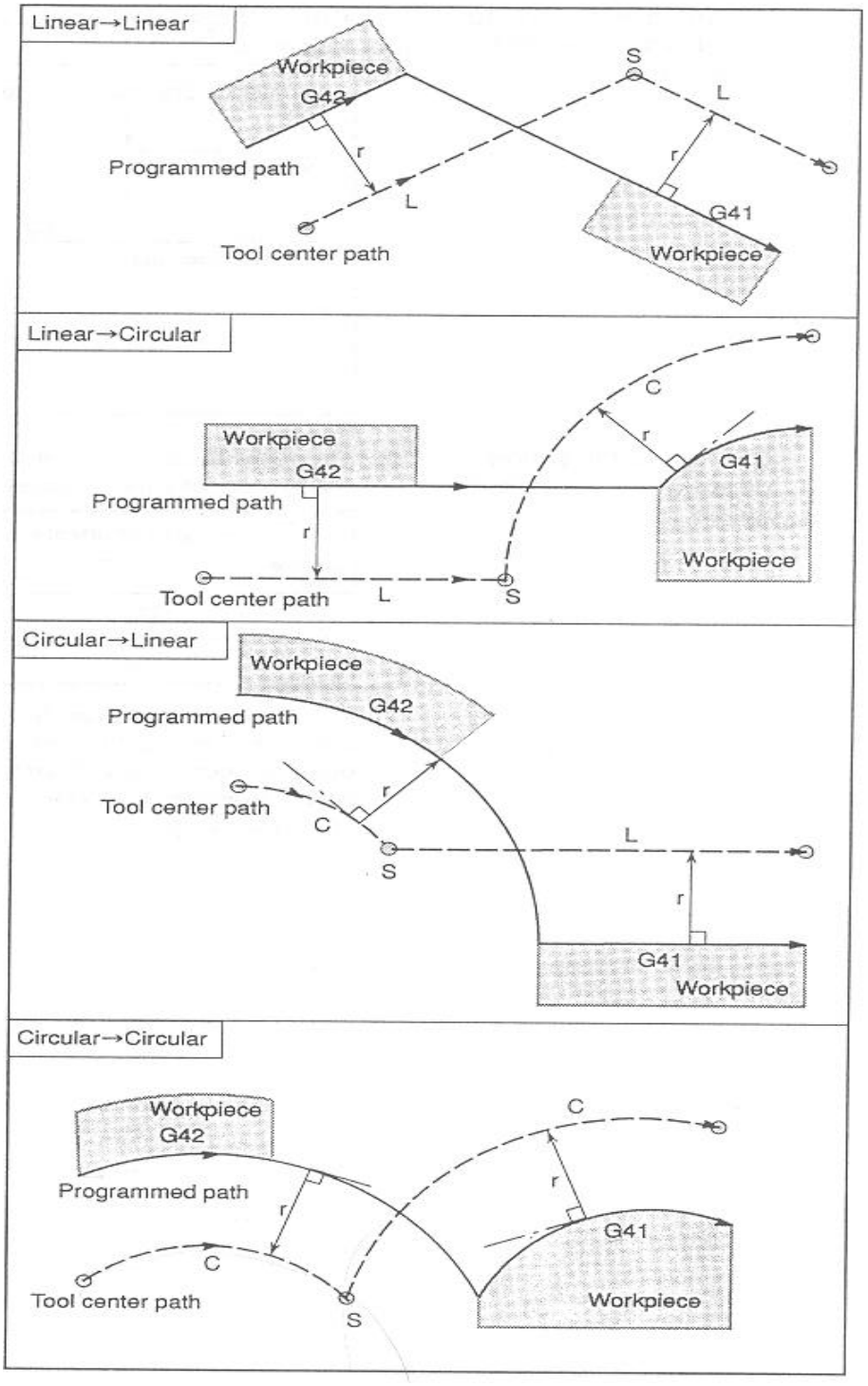


- α < 90°인 예각 코너 부분의 외측 공구 경로

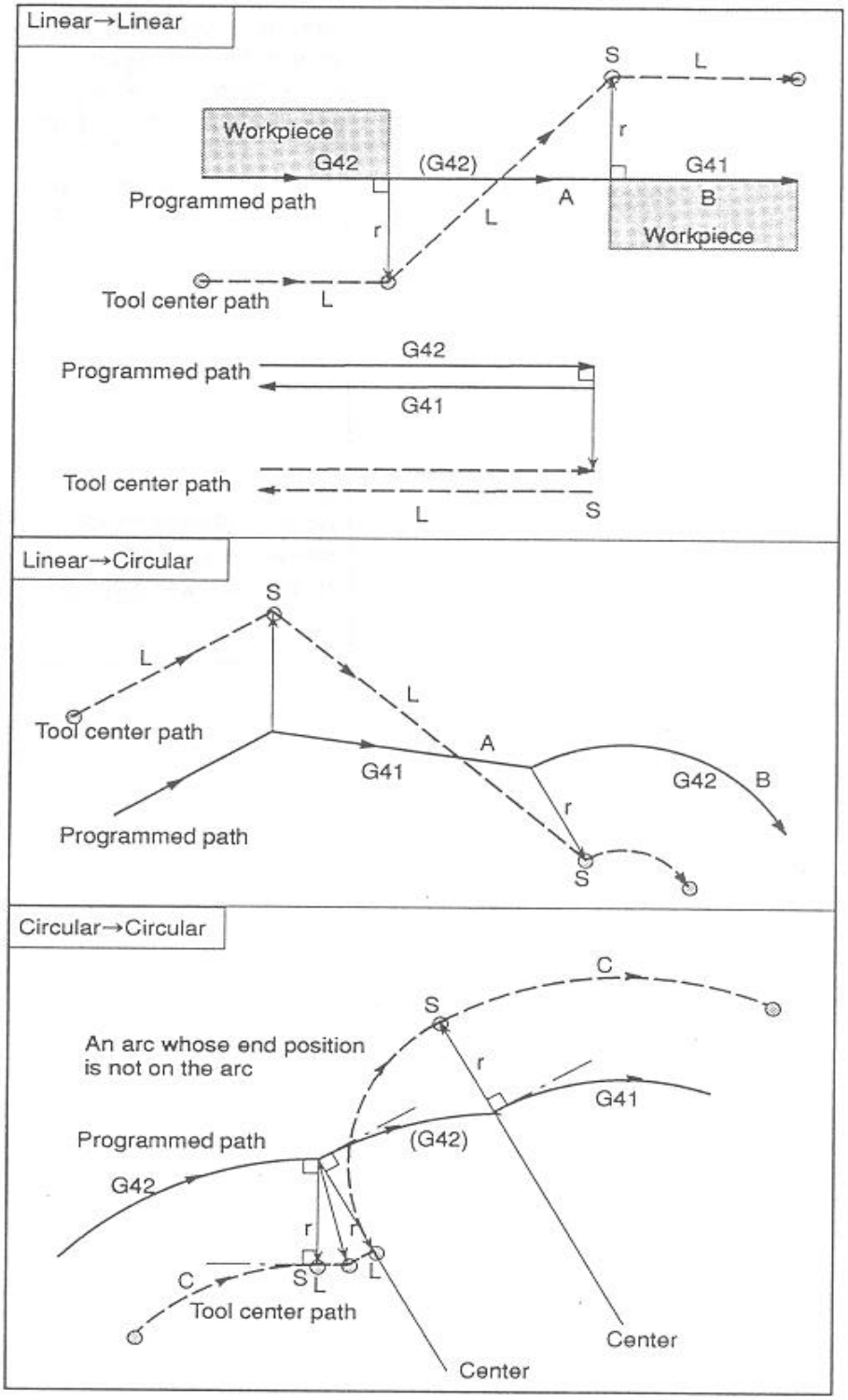


13.3.3 Offset 모드 중 G41/G42 가 변경되는 구간의 공구 경로

- 교점이 있는 경우의 공구 중심경로



- 공구 중심경로의 교점이 없는 경우

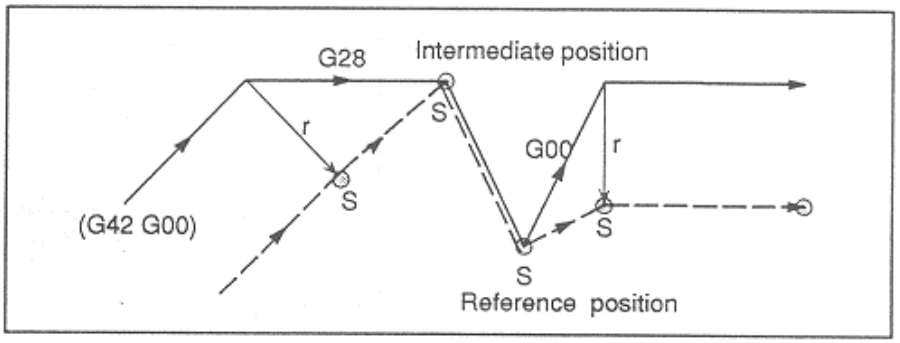


● 임시로 공구 경보정이 취소되는 경우

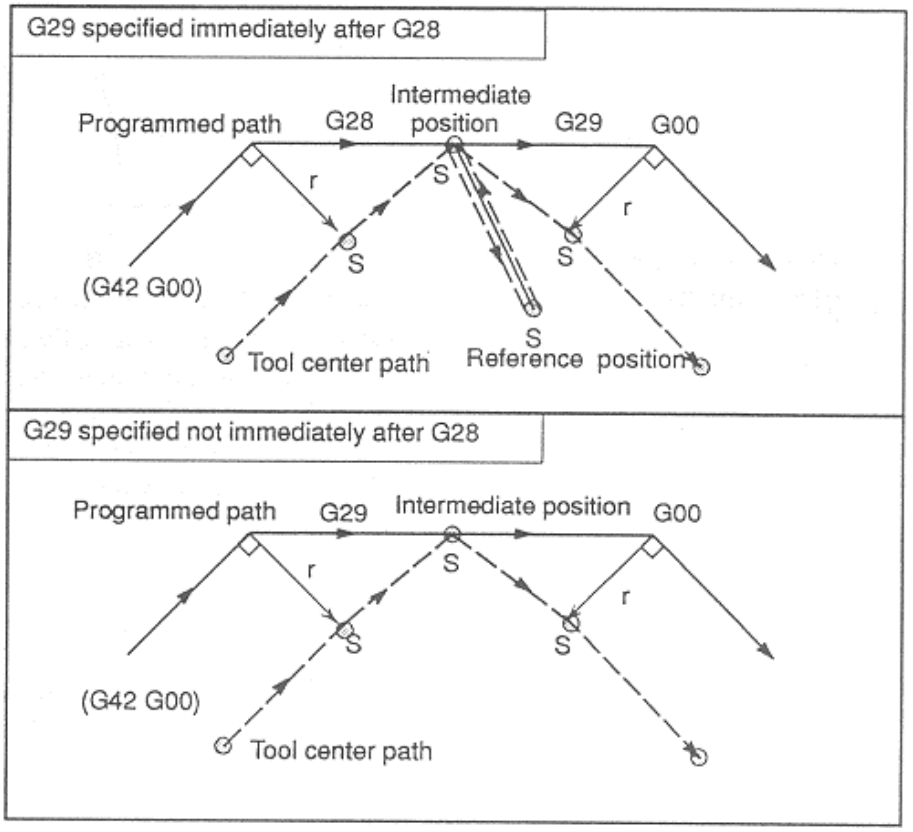
경보정 중 G28, G29, G53 등 기계 좌표계와 관련된 지령이 있는 경우

경보정 중 G50, G54~G59, G52 등 좌표계 설정과 관련된 지령이 있는 경우

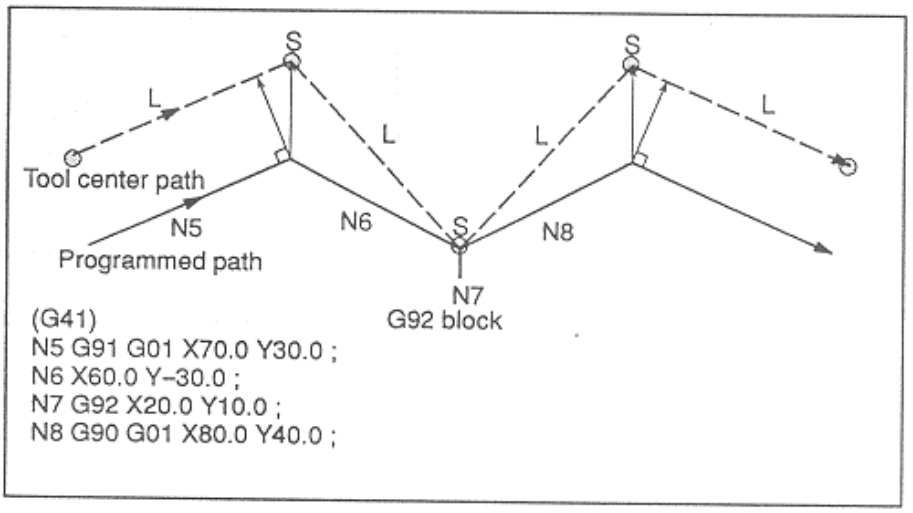
① 경보정 중 G28 지령이 있는 경우



② 경보정 중 G29, G28 지령이 있는 경우

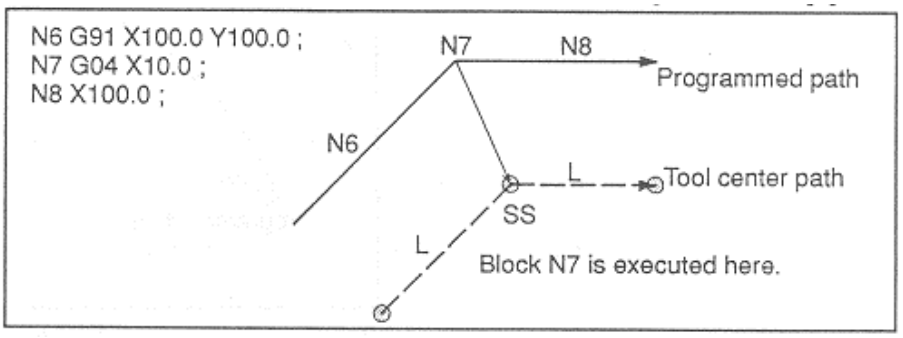


③ 경보정 중 G92 지령이 있는 경우



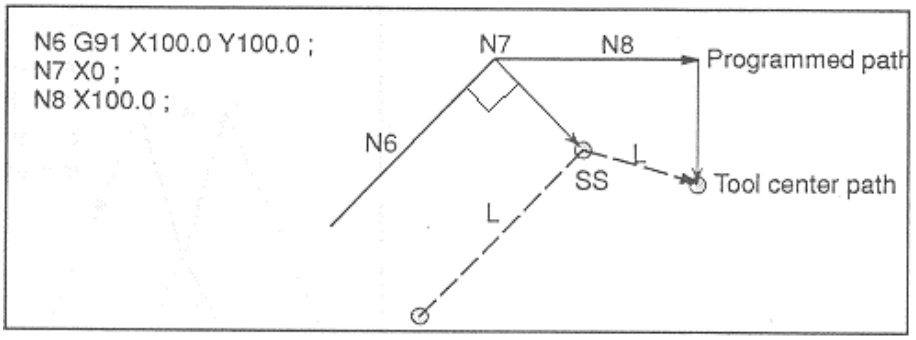
● 경보정 중 축이송 블록이 없는 경우의 공구 중심 경로

① 경보정 중 축이송과 관련이 없는 블록이 있는 경우



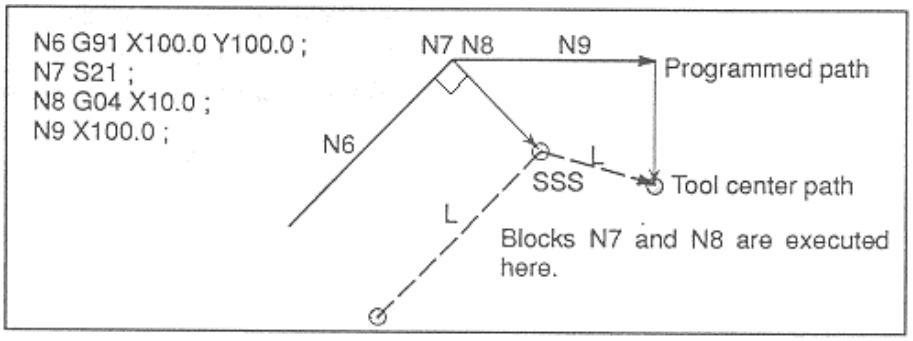
② 경보정 중 축이송 블록이 있으나 이송량이 0 인 경우

(N6 블록에 수직인 위치에 위치함, Single block 정지)



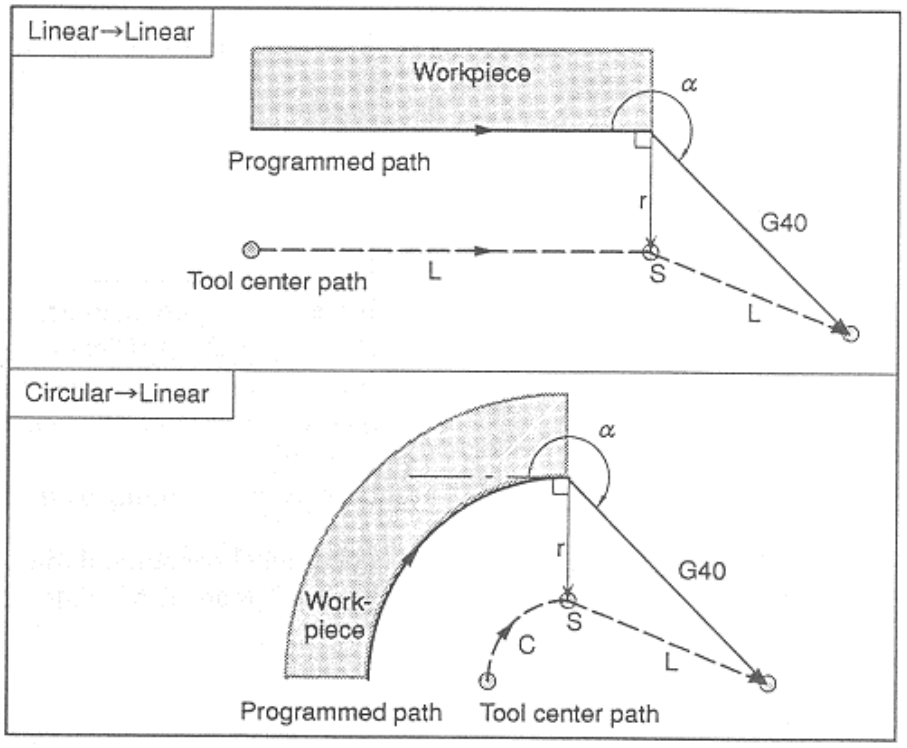
③ 경보정 중 축이송 블록과 관련 없는 블록이 2 개인 경우

(N6 블록에 수직인 위치에 위치함, Single block 정지)

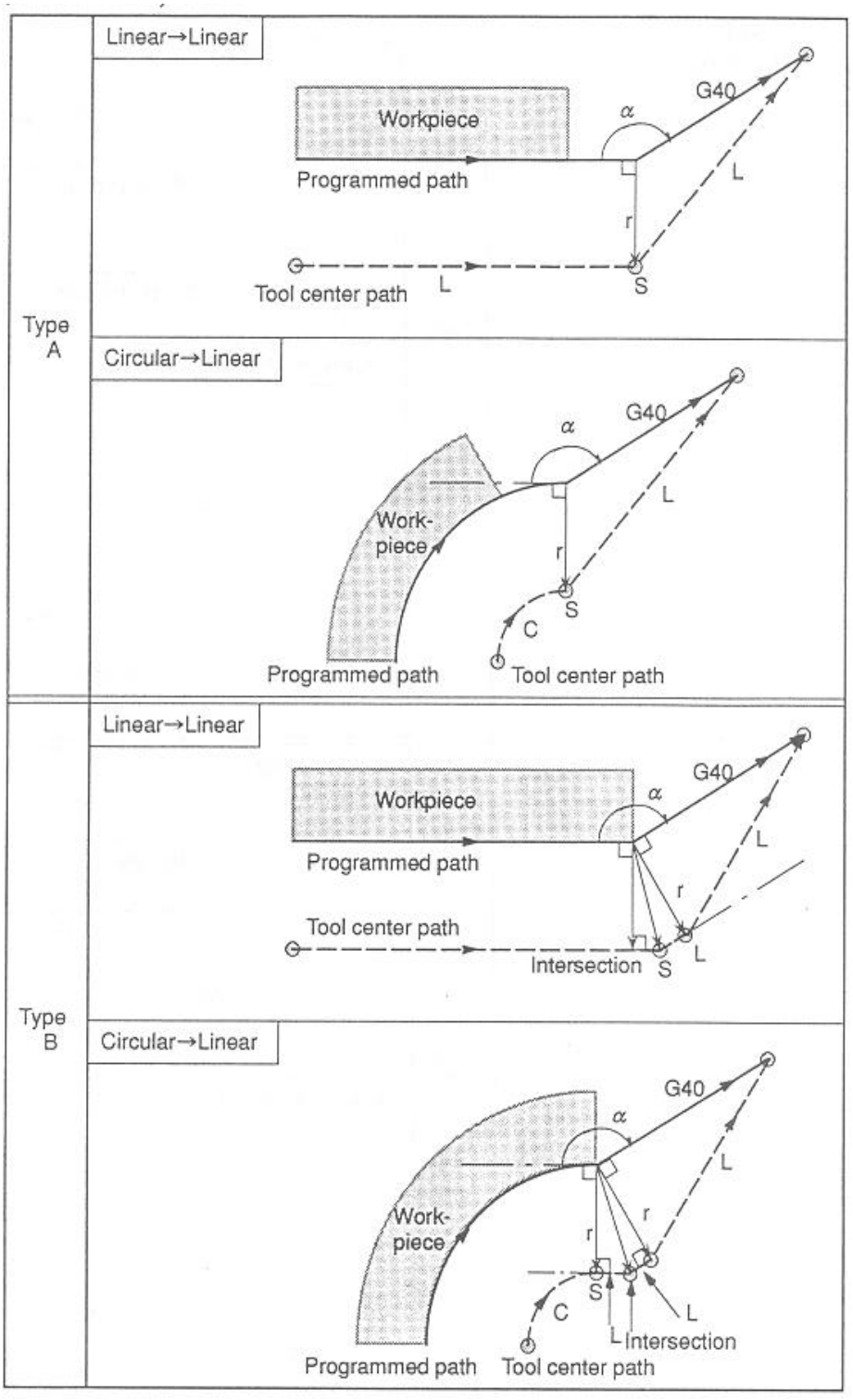


13.3.4 Offset Cancel 모드

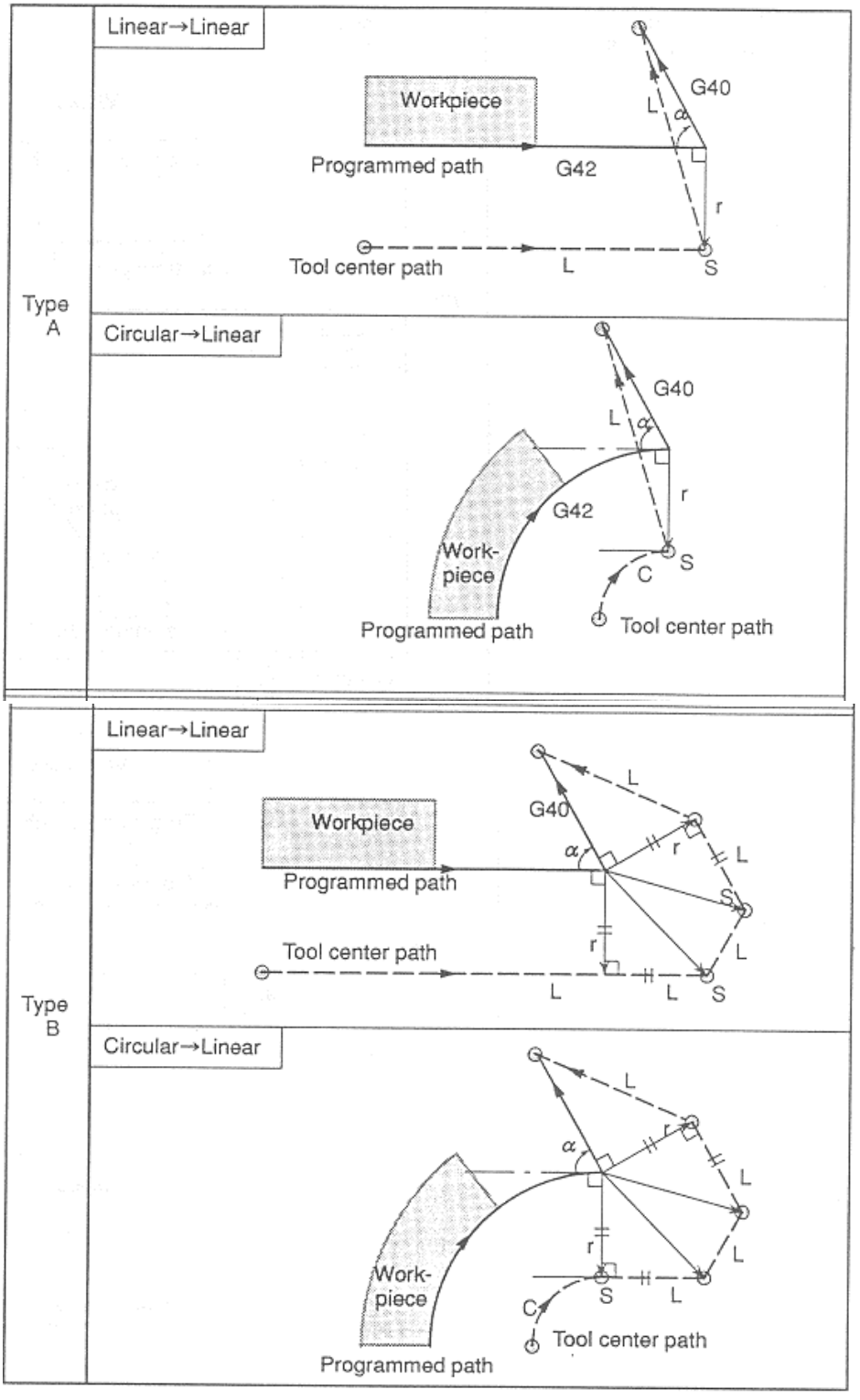
- 180° <= α 인 코너 부분의 내측 공구 경로 (G40)



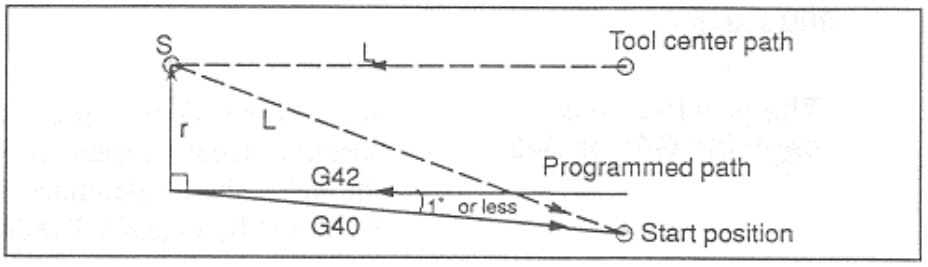
- 90° <= α < 180° 인 둔각 코너 부분의 외측 공구 경로(G40)



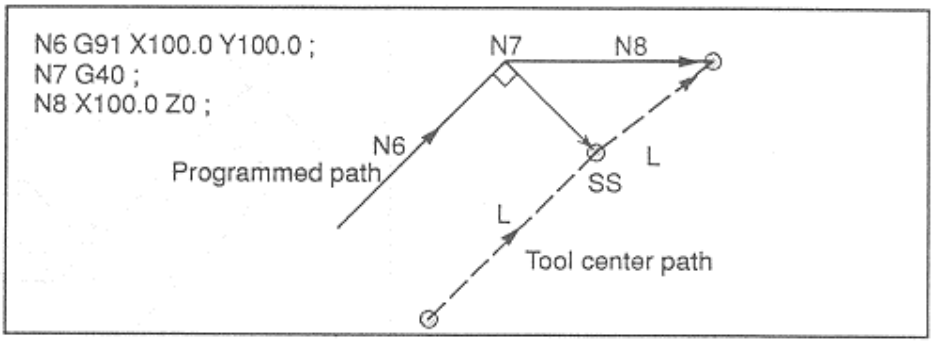
● α < 90° 인 예각 코너 부분의 외측 공구 경로(G40)



- 두 직선의 사이각이 1 도 미만인 부분의 공구 경로(G40)



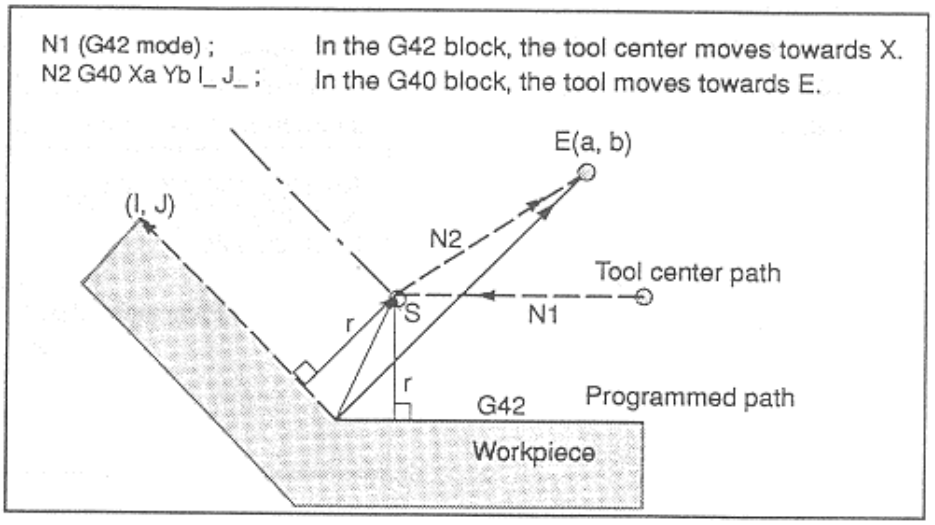
- 축 이송 블록 지령이 없는 경우(G40)



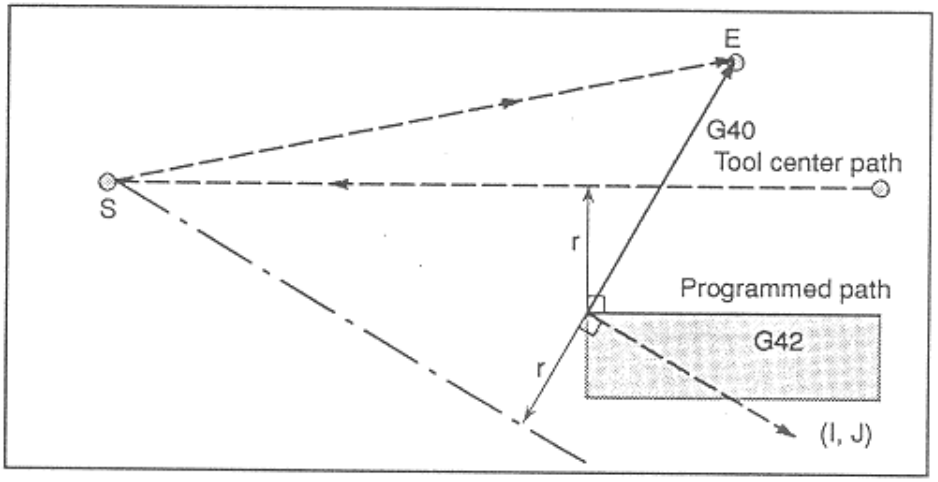
13.3.5 I _ J _ K _ 를 포함한 G40 블록의 처리

G41/G42 offset mode 중에 I_,J_,K_를 포함한 G40 지령 블록이 있는 경우 시스템에서는 G40 블록에서 가상의 축이송이 있는 것처럼 생각하고 현재 블록의 이송 끝점을 계산할 수 있습니다. (I,J), (I,K) 또는 (J,K) 에 의한 벡터 방향을 고려합니다.

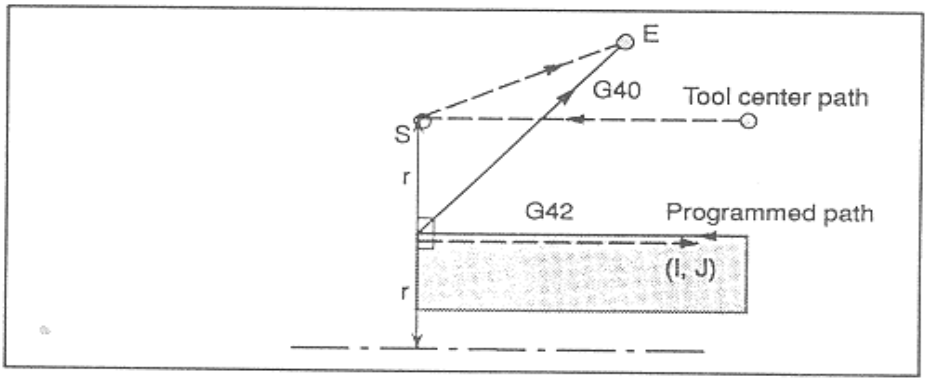
- (I,J)를 이용한 공구 경로의 생성



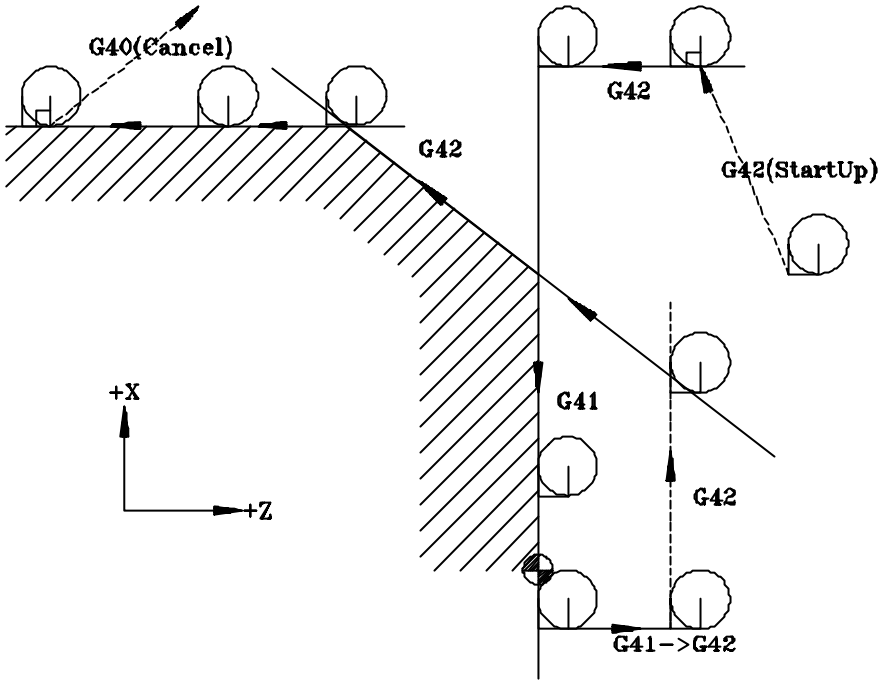
- 교점이 있는 경우



- 교점이 없는 경우



■ 예제



X + 방향	X - 방향
N01 G50 S4000 N02 T0101 N03 G00 X50 Z30 N04 G96 S150 M03 N05 G42 X100 Z20 N06 G01 Z0 F0.3 N07 G41 X–10 N08 G42 Z10 N09 X60 N10 X70 Z–30 N11 Z–60 N12 G40 X100 Z20 M05 N13 T0100 N14 M30	N01 G50 S4000 N02 T0202 N03 G00 X–50 Z30 N04 G96 S150 M03 N05 G41 X–100 Z20 N06 G01 Z0 F0.3 N07 G42 X10 N08 G41 Z10 N09 X–60 N10 X–70 Z–30 N11 Z–60 N12 G40 X–100 Z20 M05 N13 T0200 N14 M30

13.4 자동 공구 보정 (G36,G37)

```
G36 X _
G37 Z_
```

G36 자동 공구 보정 X
G37 자동 공구 보정 Y

자동 공구 보정 기능은 CNC 가 자동으로 공구의 보정량을 계측, 측정하는 기능이며, G36, G37 으로 지령합니다.
측정을 위한 지령을 주면 공구가 측정 위치로 이동합니다. 측정점의 좌표치와 지령된 측정 위치의 좌표치와의 차이를 CNC 가 자동으로 계산하고 이 값을 그 공구의 보정량으로 합니다.
이미 공구에 보정이 걸려 있는 경우에는 보정이 걸린 상태에서 측정위치로 이동하고, 측정점의 좌표치와 지령된 측정 위치의 좌표치와의 차이를 계산하여, 현재 설정되어 있는 보정량에 더하여 보정을 합니다.

G36 X_ 지령에서 X_는 공구가 위치해야 하는 바른 위치 입니다. 이 지령에 의해 공구는 급속이송으로 측정위치로 이동하다가 속도를 줄이며 측정기에서 도달 신호가 올 때까지 이동합니다. 측정기에 도달신호가 오면 공구의 이동은 정지되고, 공구의 위치를 측정합니다.
지령된 위치가 (x,z)이고 측정위치에 도달 했을 때의 좌표치가 (a,b)이면, 보정량은 다음과 같습니다.

보정량 X = 이전의 보정량 X + (a -x)
보정량 Z = 이전의 보정량 Z + (b -z)

자동 공구 보정에 관련된 설정 값들은 파라미터 PI 135 ~ 143 에서 설정합니다.

13.5 프로그램에 의한 공구 보정량 입력 (G10)

G10 P _ X _ Y _ Z _ R _ Q _

G10	프로그램에 의한 공구 보정량 입력
P _	옵셋(Offset) 번호
	0 : 작업물 좌표계 Shift 량을 지령
	1~64 : 공구마모 옵셋(Offset)량을 지령
	10001 ~ 10064 : 공구형상 옵셋(Offset)량을 지령
	(1~64 가 옵셋 번호)
X _	X 축 옵셋량 (절대치)
	X 축 옵셋량을 증분치로 입력하려면 X 대신에 U 를 사용
Y _	Y 축 옵셋량 (절대치)
	Y 축 옵셋량을 증분치로 입력하려면 Y 대신에 V 를 사용
Z _	Z 축 옵셋량 (절대치)
	Z 축 옵셋량을 증분치로 입력하려면 Z 대신에 W 를 사용
R _	인선 R 옵셋량 (절대치)
	인선 R 옵셋량을 증분치로 입력하려면 R 대신에 C 를 사용
Q _	가상 인선 번호

G10 을 사용하면 프로그램에서 옵셋량을 입력할 수 있습니다.

▯ ⏭

① X, Y, Z, R 로 옵셋량을 지령한 경우

: P 로 지령한 옵셋 번호에 해당하는 옵셋량이 지령한 값으로 됩니다.

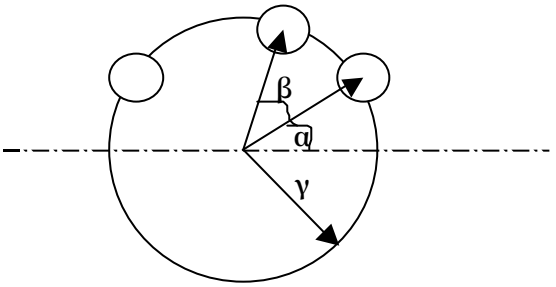
② U, V, W, C 로 옵셋량을 지령한 경우

: P 로 지령한 옵셋 번호에 해당하는 옵셋량에 지령한 값이 가산됩니다.

14 커스텀 매크로 (CUSTOM MACRO)

매크로 프로그램을 사용하면, 아래의 예제와 같이 몇 가지 수치만을 변경함으로써 모양이 비슷한 가공을 여러 가지로 할 수 있습니다. 같은 동작을 반복할 경우에는 부 프로그램(Sub-program)이 효과적이지만, 매크로 프로그램은 변수, 연산 지령, 조건 분기 등을 사용할 수 있으므로 활용범위가 더욱 넓습니다.
매크로 프로그램은 부 프로그램처럼 간단한 명령으로 호출 될 수 있습니다.

예) 원주상의 구멍 가공 매크로 프로그램



필요한 데이터들 : - 구멍이 위치하는 원주의 반지름(γ)
- 구멍이 시작되는 각도(α)
- 구멍이 배치될 원호의 각도(β)
- 구멍 개수

G65 P_p R_γ_A_α_B_β K_k;
p : Macro program number
γ : radius
α : Start angle
β : Angle between circle
k : Number of circle

14. 커스텀 매크로

14.1 매크로 호출 명령어 (Custom Macro Command)

14.1.1 단순 호출 (G65)
14.1.2 매크로 모달 호출 (G66 /G67)
14.1.3 G 코드에 의한 매크로 호출
14.1.4 M 코드에 의한 매크로 호출
14.1.5 M 코드에 의한 부프로그램 호출
14.1.6 T 코드에 의한 부프로그램 호출
14.1.7 M98 과 G65 의 차이점
14.1.8 다중 호출 (G66)

14.2 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 작성

14.2.1 매크로 프로그램 본체의 Format
14.2.2 변수의 사용 방법
14.2.3 변수의 종류
14.2.4 연산 지령
14.2.5 제어 지령
14.2.6 매크로 문과 CNC 문

14.3 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 등록

14.4 제한 사항

14.5 프로그램 예제

14.5.1 매크로 프로그램 PLANE DRILL
14.5.2 원호 가공 (1 도씩 분할)
14.5.3 WHILE - ENDm 예제

14.1 매크로 호출 명령어 (Custom Macro Command)

14.1.1 단순 호출 (G65)

G65 P _ L _ <인수 지정>

G65	매크로 호출
P _	프로그램 번호 (Program Number)
L _	반복 회수

커스텀 매크로(Custom Macro)의 최대 특징은

- 변수가 사용될 수 있습니다.
- 변수들 간의 연산이 가능합니다.
- 매크로 수행에 의해 변수에 실제 값을 설정 할 수 있습니다.
- 변수는 변수 번호에 따라 local 변수, common 변수와 system 변수로 분류됩니다.
- 변수는 항상 실수형태의 값을 갖습니다.
- 프로그램 번호는 4자리 수만 가능합니다.

(1) 인수 지정 방법 I

- 어드레스 G, L, N, P, O 를 제외한 모든 어드레스에 할당 가능합니다.(A_ B_ C_ … Z_)
- 일반적으로 알파벳 지령 순서는 상관없지만, I, J, K 만은 예외로 알파벳 순서에 맞게 지령해야 합니다.

B___ A___ D___ I___ K___ : 정상

B___ A___ D___J___ I___ : 비정상

● 인자 할당 방법 I에 따른 어드레스(G, L, N, P, O 제외)

어드레스	커스텀 매크로 본체의 변수
A	#1
B	#2
C	#3
D	#7
E	#8
F	#9
H	#11
I	#4
J	#5
K	#6
M	#13
Q	#17
R	#18
S	#19
T	#20
U	#21
V	#22
W	#23
X	#24
Y	#25
Z	#26

(2) 인수 지정 방법 II

A_ B_ C_ I_ J_ K_ I_ J_ K_ …

● 어드레스 A, B, C로 인수를 지정할 수 있고, 어드레스 I, J, K로 1조가 되는 인수를 최대 10조까지 지정할 수 있습니다.

● 같은 어드레스로 여러 개의 변수가 지정될 때는 결정된 순으로 지정해야 합니다.

● 지정할 필요가 없는 어드레스는 생략할 수 있습니다.

● 인수 지정 II 로 지정하는 어드레스와 매크로 내에서 사용하는 변수의 변수 번호는 다음과 같이 대응됩니다.

어드레스	커스텀 매크로 본체의 변수
A	#1
B	#2
C	#3
I1	#4
J1	#5
K1	#6
I2	#7
J2	#8
K2	#9
I3	#10
J3	#11
K3	#12
I4	#13
J4	#14
K4	#15
I5	#16
J5	#17
K5	#18
I6	#19
J6	#20
K6	#21
I7	#22
J7	#23
K7	#24
I8	#25
J8	#26
K8	#27
I9	#28
J9	#29
K9	#30
I10	#31
J10	#32
K10	#33

I,J,K 뒤의 숫자 1~10 은 지령된 조의 순서를 나타내는 것으로 실제로는 지령하지 않습니다.

(3) 인수 지정 I, II의 혼재

G65 의 블록 인수에 인수 지정 I, II 타입의 인수가 있어도 알람이 발생하지 않습니다. 같은 인수에 대응하는 I 의 인수와 II 의 인수가 두 가지 방법에 의해 모두 지정되어 있으면 type I 에 따른 지령이 유효합니다.

```
예)
   G65  A1.0  B2.0  I3.0  I 4.0  D5.0  P1000;

변수 :    #1  =  1.0 (A)
          #2  =  2.0(B)
          #3
          #4  =  3.0(I1)
          #5
          #6
          #7  =  5.0(D)  [ #7 에는 4.0(I2) 보다 type I 에 따르는 D5.0(D =
                         #7)이 유효]
```

14.1.2 매크로 모달 호출 (G66 /G67)

G66 P _ L _ <인수 지정>

G67

G66	매크로 모달 호출
G67	매크로 모달 호출 취소
P _	프로그램 번호 (Program Number)
L _	반복 회수

인수 지정은 단순 호출(G65)의 경우와 같다.

주의 :

① G66 블록에서 G66 은 모든 인수보다 앞서 지령해야 합니다.
② G66 블록에서는 매크로 프로그램 호출은 하지 않습니다.
③ 매크로 모달 호출(G66)은 Main 프로그램에서만 가능합니다.
④ G66 과 G67 은 항상 같은 프로그램 내에 존재하여야 합니다.
⑤ 매크로 호출 중에는 이동지령이 있는 블록을 실행한 후 지정된 매크로가 호출됩니다.

예제

Drill Cycle : 위치 결정 되는 각 점에서 drill cycle 을 행합니다.

```
G66 P9082 R(R 점) Z(Z 점) X(dwell);
X __ ;
… ;
G67;

O9082(매크로 프로그램)
G00 Z#18;
G01 Z#26;
G04 X#24;
G00 Z-[ROUND[#18] + ROUND[#26]];
M99;
```

14.1.3 G 코드에 의한 매크로 호출

(1) 매크로 프로그램 9010.nc ~ 9019.nc 을 호출하는 G 코드를 파라미터 PI 85 ~ PI 94 (#3085~3094)에서 설정 할 수 있습니다.

PI 85	5.3		9010.nc 호출 G Code
PI 86	0.0		9011.nc 호출 G Code
PI 87	0.0		9012.nc 호출 G Code
PI 88	0.0		9013.nc 호출 G Code
PI 89	0.0		9014.nc 호출 G Code
PI 90	0.0		9015.nc 호출 G Code
PI 91	0.0		9016.nc 호출 G Code
PI 92	0.0		9017.nc 호출 G Code
PI 93	0.0		9018.nc 호출 G Code
PI 94	0.0		9019.nc 호출 G Code

N__ G65 P____ < 인수지정 >; 방법을 대신하여 간단하게
N__ GXX < 인수지정 >; 으로 지령할 수 있습니다. (G 코드 XX 와 해당되는 매크로 프로그램은 파라미터 PI 85 ~ PI 94 (#3085 ~ 3094)에서 설정 합니다.)

(2) G00 을 제외한 G01 ~ G255 중 최대 10 개의 G 코드를 매크로 프로그램 (9010 ~ 9019 번) 호출에 사용가능 합니다. G코드는 소숫점 1자리 까지 사용할 수 있습니다.

주의 :
① G65, G66, G67 은 사용 불가능 합니다.
② 호출된 매크로 프로그램 내에서는 사용할 수 없습니다.

14.1.4 M 코드에 의한 매크로 호출

(1) 매크로 프로그램 9020.nc ~ 9029.nc 을 호출하는 M 코드를 파라미터 PI 95 ~ PI 104 (#3095~3104)에서 설정 할 수 있습니다.

PI 95	21	9020.nc 호출 M Code
PI 96	0	9021.nc 호출 M Code
PI 97	0	9022.nc 호출 M Code
PI 98	0	9023.nc 호출 M Code
PI 99	0	9024.nc 호출 M Code
PI 100	0	9025.nc 호출 M Code
PI 101	0	9026.nc 호출 M Code
PI 102	0	9027.nc 호출 M Code
PI 103	0	9028.nc 호출 M Code
PI 104	0	9029.nc 호출 M Code

N__ G65 P____ < 인수지정 >; 방법을 대신하여 간단하게
N__ Mxx < 인수지정 >; 으로 지령할 수 있습니다. (M 코드 xx 와 해당되는 매크로 프로그램은 파라미터 PI 95 ~ PI 104(#3095~3104)에서 설정 합니다.)

(2) M FIN, M 코드 지령 신호는 나가지 않습니다.(M98, M99 와 동일)

(3) M01 ~ M97 중에서 10 개까지의 M 코드를 사용 가능 합니다.
(M02, M30 은 사용불가)

- G 코드 또는 M 코드 , T 코드에 의한 부프로그램 호출 중에 이 Mxx 가 지령된 경우에는 일반적인 M 코드로 취급합니다.
- 이들 M 코드는 일반적인 M 코드와 다르고 블록의 선두(또는 N_ 뒤)에 지령해야 합니다.

14.1.5 M 코드에 의한 부프로그램 호출

(1) 파라미터(Pl 95~104)에 설정된 M 코드에 의해 부프로그램 호출 가능

N__ G__ X__ Y__ M98 P____; 대신

N__ G__ X__ Y__ Mxx;

> **주의 :**
> G 코드 또는 M 코드, T 코드에 의한 부프로그램 호출 중에 이 Mxx 가 지령된 경우에는 일반적인 M 코드로 취급합니다.

14.1.6 T 코드에 의한 부프로그램 호출

(1) 파라미터 Pl 105(#3105)에 의해 T 코드에 의한 부프로그램 호출 가능

N__ G__ X__ Y__ M98 P9000; 대신

N__ G__ X__ Y__ Txx;

14.1.7 M98 과 G65의 차이점

(1) G65 는 인수 지정이 가능합니다.

(2) M98 은 같은 블록내의 다른 M 코드, P 또는 L 을 수행하고 부프로그램으로 branch 됩니다.
G65 는 branch 기능으로만 쓰입니다.

(3) M98 은 블록 내에 O, N, P, L 이 있는 경우 single stop 에 의해 정지됩니다.
G65 는 정지하지 않습니다.

(4) G65 는 local 변수의 level 을 변화시킬 수 있지만, M98 은 그렇지 않습니다.
즉, G65 지령 이전에 #i 가 정의되어 있었더라도 G65 에 의해 호출된 프로그램 내의 #i 는 이전의 #i 와 전혀 다른 변수입니다.
M98 이전에 #i 가 정의되어 있는 경우에는 M98 에 의해 부프로그램을 호출하더라도 #i 는 같은 변수입니다.

(5) G66 을 포함해서 G65 를 4 번 호출 가능합니다. M98 은 G65, G66 을 포함해서 8 단계까지 호출 가능합니다.

14.1.8 다중 호출 (G66)

G66 P _ L _ <인수 지정>

(1) 다중 호출도

- 부프로그램 마찬가지로 매크로 프로그램 중에 매크로 프로그램을 호출할 수 있습니다. (모달 호출은 메인에서만 호출 가능)
- 최대 4 단계까지 호출 가능

(2) 다중 모달 호출

- 다중 모달 호출에서는 이동 지령(motion)을 실행할 때마다 지정된 매크로가 호출됩니다. 모달인 매크로가 다중으로 지정되어 있는 경우에는 처음 매크로의 이동 지령(motion)을 실행될 때마다 다음 매크로를 호출합니다. 매크로는 지정된 것부터 차례로 호출됩니다.
- 매크로 모달에 의해 호출된 프로그램에서 또다시 매크로 매크로 모달 호출(G66)은 지원하지 않습니다

예) (메인 프로그램)

....

G66 P9100; (매크로 모달 호출 설정, 호출은 다음 축 이송 블록이후에 호출됨)

Z1000; (1-1)

G66 P9200

Z15000; (1-2)

G67; P9200 cancelled

G67; P9100 cancelled

Z-25000; (1-3)

O9100;

X5000; (2-1)

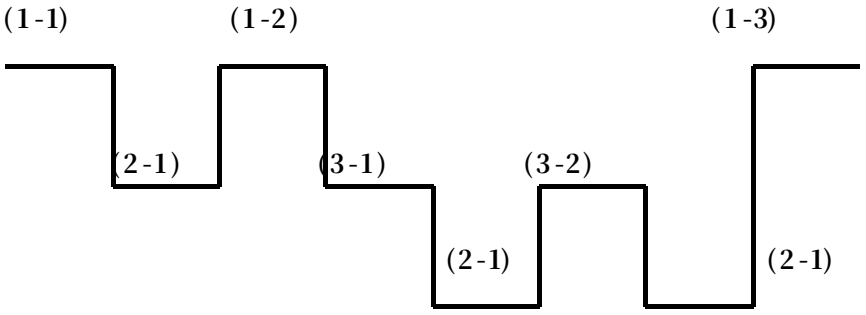
M99;

O9200;

Z6000; (3-1)

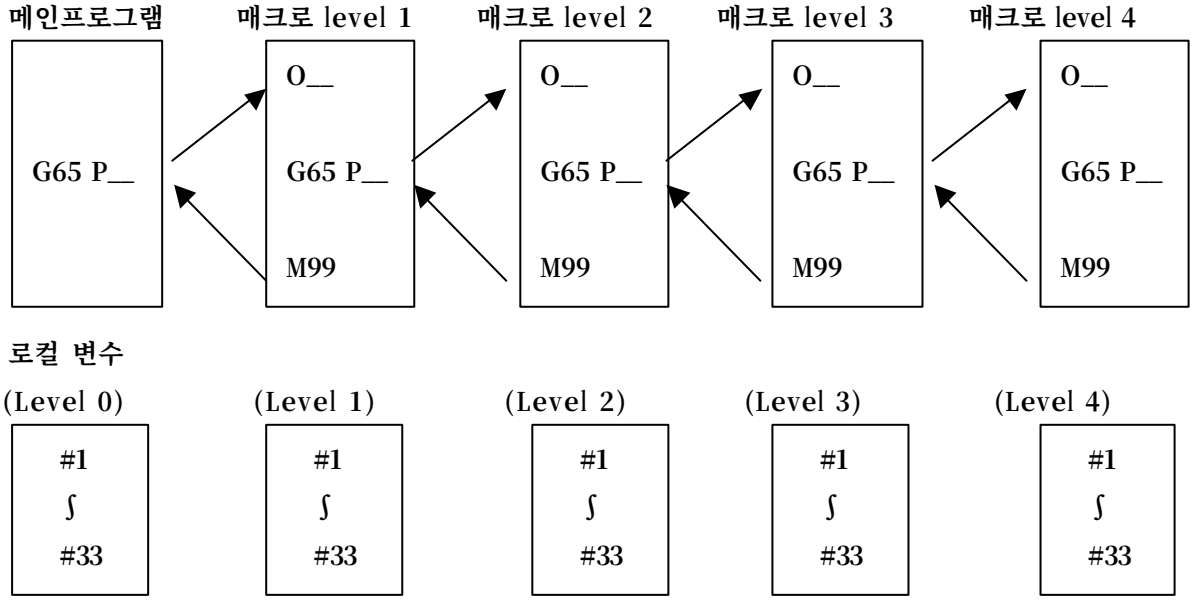
Z7000; (3-2)

M99;



(3) 커스텀 매크로 Level과 Local 변수

G65, G66 또는 매크로 프로그램 호출하는 G 코드에 의해 매크로가 호출될 때, 매크로의 level이 한단계씩 증가됩니다(level 0 ~ level 4). 결과적으로 local variable 의 level도 1 단계씩 증가합니다.



- 메인 프로그램(Level 0)에 #1 ~ #33 의 로컬 변수가 있습니다.
- G65 등에 따라 매크로(level 1)가 호출되면 메인 프로그램의 로컬 변수는 저장(store)되고 level 1 의 매크로 프로그램을 위한 새로운 로컬 변수 #1 ~

#33(level 1)이 준비(prepare)됩니다.

- 매크로가 호출(level 2, 3, 4)될 때마다 로컬 변수(level 1, 2, 3)가 저장되고 다음 level의 새로운 로컬 변수가 준비됩니다.
- M99 로 각 매크로에서 복귀하면 level 2, 3 에서 저장된 로컬 변수(level 0, 1, 2, 3)가 값이 보존된 채로 준비(restore) 됩니다.

14.2 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 작성

14.2.1 매크로 프로그램 본체의 형식

- 부프로그램과 같은 형식입니다.
- O0001 - O8999 까지는 자유롭게 편집이 가능한 프로그램입니다.
- O9000 - O9999 까지는 파라미터(PA 2) 설정에 따라 삭제, 편집이 가능합니다.
- Custom Macro 프로그램 내에서는 변수 사용 및 연산 지령, 제어 지령이 가능합니다.
- 변수에 대응하는 실제 수치의 지정은 매크로 호출지령으로 합니다. (G65 A_ B_)

14.2.2 변수의 사용 방법

- 변수란 매크로 중에서 직접 수치를 주는 대신 변수로 지정해두고 매크로를 호출하는 그때 그때에 따라 변수의 값을 주어서 매크로 프로그램에 융통성, 범용성을 주는 것입니다.
- 변수는 여러 개 사용될 수 잇고, 변수 번호로 식별합니다.

(1) 변수의 표현

#i (i= 1, 2, 3, …)

#[식]

(2) 변수의 활용

- 어드레스에 이어지는 수치를 변수로 대신 할 수 있습니다.

= 어드레스#1, 어드레스-#1 로 프로그램이 가능.

예) F#103 ----- #103= 100 일 때 F15 지령과 같음

Z-#110 ------ #110 = 250 일 때 Z-250 과 같음.

- 변수번호를 변수로 치환하는 방법

만약 #100 = 105 이고 #105=-500 인 경우, "##100"이란 표현은 사용하지 않고 대신 "#[#100]"이라고 합니다.

- 어드레스/, :, O, N 은 변수 활용이 되지 않습니다.

Optional Block Skip /n 의 n(n= 1, 2, .. 9)을 변수로 할 수는 없습니다.

- 어드레스마다 지정된 최대 지령치를 넘는 값은 지령할 수 없습니다.

#140 = 1000 일때 G#140 은 최대 지령치 OVER.

- [식]에서는 모든 변수가 실수(double)형으로 연산됩니다.

(3) 미정의 변수

- 아직 정의 되지 않은 변수의 값은 0 입니다.

#1 = 0 일때
G90 X100.Z#1; ↓ G90 X100.Z0.;

#1 = 0 일때
#2 = #1; ↓ #2 = 0;
#2 = #1 * 5; ↓ #2 =0;

- 변수식의 표시와 설정

MDI 모드에서 변수 값을 설정 가능합니다.

14.2.3 변수의 종류

변수는 변수 번호에 따라 local 변수, common 변수 그리고 system 변수로 분류됩니다.

구분	번 호	의 미	성 질
Local 변수	#1 ~ #33	매크로에서 local로 사용되는 변수 어떤 시점에서 호출된 매크로에서 사용하는 local 변수 #i 와 그밖의 시점에서 호출한 매크로에서 사용하는 #i 와는 다릅니다.	Local 변수는 인수의 교환에 사용합니다.(/, O, N 불가) Local 변수는 초기상태에서는 0 입니다.
	#34 ~#99	local 변수	"
Common 변수	#100 ~ #199 #200 ~ #699	Common 변수는 Main 프로그램에서의 #i 와 호출된 부(매크로)프로그램에서의 #i 는 서로 공통입니다. 연산 결과의 common 변수 #i 의 값을 다른 매크로에서 사용할 수 있습니다.(#[#i]) 유저가 자유로이 사용 가능한 변수	#100 ~ #199 : 전원 OFF/ ON 시 0 으로 clear #200 ~ #699: 전원 OFF 에도 clear 되지 않음.

System 변수	#1600~#1663 : 선반공구인선 type #1664~#1727 : 선반공구인선 R #1728~#1791 : 선반공구 X 축 옵셋 #1792~#1855 : 선반공구 Y 축 옵셋 #1856~#1919 : 선반공구 Z 축 옵셋 #2112~#2239 : 공구직경보정옵셋 #2240~#2367 : 공구직경보정옵셋 #2377~#2385 : G54 옵셋(X, Y, Z...) #2386~#2394 : G55 옵셋(X, Y, Z...) #2395~#2403 : G56 옵셋(X, Y, Z...) #2404~#2412 : G57 옵셋(X, Y, Z...) #2413~#2421 : G58 옵셋(X, Y, Z...) #2422~#2430 : G59 옵셋(X, Y, Z...) #6718 ~ : G 코드 modal 32 개 #4379 ~ #4382 :Servo 추종오차 #7000 ~#7034: UI (G115~G118) #7500 ~#7534: UO (F105~F108) #8000 ~#8031 : 축별 제 2 원점 좌표 #8032 ~#8063 : 축별 제 3 원점 좌표 #8064 ~#8095 : 축별 제 4 원점 좌표 #4018 : TPG 관련 매크로 (뒷장에 설명 있음)	System 에서 용도가 고정되어 있는 변수 파라미터와 연결된 매크로 변수	

#4018 : TPG 모드 관련 매크로 변수	TPG 를 수행하는 경우에 매크로 프로그램 처리를 하지 않을 수 있도록 TPG 중인가를 알려주는 매크로 변수 추가함 (#4018 이 1 이면 TPG, 0 이면 가공 모드) 사용예) QT 에서 바늘 선택을 위해 PLC 와 F map 인터페이스 하는 경우 TPG 모드이면 생략하기 위해 사용됨 (9010.nc)

● System 변수 구분

(1) 인터페이스 신호의 입력용 system 변수(32bit) : #7000 ~ #7031 , #7032 ~#7035

● Input Signal

System Variable	Point	Interface input signal	G map
#7000	1	2^0 UI 0 00	G115.0
#7001	1	2^1 UI 0 01	G115.1
#7002	1	2^2 UI 0 02	G115.2
#7003	1	2^3 UI 0 03	G115.3
#7004	1	2^4 UI 0 04	G115.4
#7005	1	2^5 UI 0 05	G115.5
#7006	1	2^6 UI 0 06	G115.6
#7007	1	2^7 UI 0 07	G115.7
#7008	1	2^8 UI 0 08	G115.8
#7009	1	2^9 UI 0 09	G115.9
#7010	1	2^{10} UI0 10	G115.10
#7011	1	2^{11} UI 0 11	G115.11
#7012	1	2^{12} UI 0 12	G115.12
#7013	1	2^{13} UI 0 13	G115.13
#7014	1	2^{14} UI 0 14	G115.14
#7015	1	2^{15} UI 0 15	G115.15
#7016	1	2^{16} UI 0 16	G115.16
#7017	1	2^{17} UI 0 17	G115.17
#7018	1	2^{18} UI 0 18	G115.18
#7019	1	2^{19} UI 0 19	G115.19
#7020	1	2^{20} UI 0 20	G115.20
#7021	1	2^{21} UI 0 21	G115.21
#7022	1	2^{22} UI 0 22	G115.22
#7023	1	2^{23} UI 0 23	G115.23
#7024	1	2^{24} UI 0 24	G115.24
#7025	1	2^{25} UI 0 25	G115.25
#7026	1	2^{26} UI 0 26	G115.26
#7027	1	2^{27} UI 0 27	G115.27
#7028	1	2^{28} UI 0 28	G115.28
#7029	1	2^{29} UI 0 29	G115.29
#7030	1	2^{30} UI 0 30	G115.30
#7031	1	2^{31} UI 0 31	G115.31
#7032	32	UI0 0 UI0 31	G115
#7033	32	UI1 0 UI1 31	G116
#7034	32	UI2 0 UI2 31	G117
#7035	32	UI3 0 UI3 31	G118

$$\#7032 = \sum_{i=0}^{31} \#[7000 + i] * 2^i$$

Value of variable	Input Signal
1	Contact closed(HIGH)
0	Contact open(LOW)

(2) 인터페이스 신호의 출력용 system 변수(32bit) : #7500 #7531, #7532 ~ #7535

- Output Signal

System Variable	Point	Interface input signal	F map
#7500	1	2^0 UO 000	F105.0
#7501	1	2^1 UO 001	F105.1
#7502	1	2^2 UO 002	F105.2
#7503	1	2^3 UO 003	F105.3
#7504	1	2^4 UO 004	F105.4
#7505	1	2^5 UO 005	F105.5
#7506	1	2^6 UO 006	F105.6
#7507	1	2^7 UO 007	F105.7
#7508	1	2^8 UO 008	F105.8
#7509	1	2^9 UO 009	F105.9
#7510	1	2^{10} UO 010	F105.10
#7511	1	2^{11} UO 011	F105.11
#7512	1	2^{12} UO 012	F105.12
#7513	1	2^{13} UO 013	F105.13
#7514	1	2^{14} UO 014	F105.14
#7515	1	2^{15} UO 015	F105.15
#7516	1	2^{16} UO 016	F105.16
#7517	1	2^{17} UO 017	F105.17
#7518	1	2^{18} UO 018	F105.18
#7519	1	2^{19} UO 019	F105.19
#7520	1	2^{20} UO 020	F105.20
#7521	1	2^{21} UO 021	F105.21
#7522	1	2^{22} UO 022	F105.22
#7523	1	2^{23} UO 023	F105.23
#7524	1	2^{24} UO 024	F105.24
#7525	1	2^{25} UO 025	F105.25
#7526	1	2^{26} UO 026	F105.26
#7527	1	2^{27} UO 027	F105.27
#7528	1	2^{28} UO 028	F105.28
#7529	1	2^{29} UO 029	F105.29
#7530	1	2^{30} UO 030	F105.30
#7531	1	2^{31} UO 031	F105.31
#7532	32	UO0 0 UO0 31	F105
#7533	32	UO1 0 UO1 31	F106
#7534	32	UO2 0 UO2 31	F107
#7535	32	UO3 0 UO3 31	F108

$$\#8032 = \sum_{i=0}^{31} \#[8000+i] * 2^i$$

단, uo[100+I] 가 LOW 일 때 Vi = 0,
uo[100+I] 가 HIGH 일 때 Vi = 1,

(3) 공구 옵셋량 : #2001~ #2901

- 작업물 좌표계 Shift 량

제어축	작업물 좌표계 Shift 량
X 축	#2368
Y 축	#2369
Z 축	#2370

- 제 2,3,4 원점 좌표

제어축	제 2 원점 좌표	제 3 원점 좌표	제 4 원점 좌표
X 축	#8000	#8032	#8064
Y 축	#8001	#8033	#8065
Z 축	#8002	#8034	#8066

- 선반인 경우

- 공구 옵셋량

구분	공구옵셋번호	공구 offset량 (Geometric offset량)	Wear offset량
X	1 ~ 64	#1728 ~ #1791	#1920 ~ #1983
Z	1 ~ 64	#1856 ~ #1919	#2048 ~ #2111
R(Nose 반경)	1 ~ 64	#1664 ~ #1727	
T(인선타입)	1 ~ 64	#1600 ~ #1663	
Y	1 ~ 64	#1792 ~ #1855	#1984 ~ #2047

- 밀링인 경우

- 공구 직경 보정 옵셋량 : #2112~#2239

D 옵셋 번호	Variables
1	#2112
2	#2113
..	..
127	#2238

1	#2112
2	#2113
..	..
127	#2238
128	#2239

- 공구 길이 보정 옵셋량 : #2240~#2367

H 옵셋 번호	Variables
1	#2240
2	#2241
..	..
127	#2366
128	#2367

- 작업물 좌표계 옵셋

축	작업물 좌표계 옵셋 값	변수 번호
X	G54(작업물 좌표계 1 선택)	#2377
	G55(작업물 좌표계 2 선택)	#2386
	G56(작업물 좌표계 3 선택)	#2395
	G57(작업물 좌표계 4 선택)	#2404
	G58(작업물 좌표계 5 선택)	#2413
	G59(작업물 좌표계 6 선택)	#2422
Y	G54(작업물 좌표계 1 선택)	#2378
	G55(작업물 좌표계 2 선택)	#2387
	G56(작업물 좌표계 3 선택)	#2396
	G57(작업물 좌표계 4 선택)	#2405
	G58(작업물 좌표계 5 선택)	#2414
	G59(작업물 좌표계 6 선택)	#2423
Z	G54(작업물 좌표계 1 선택)	#2379
	G55(작업물 좌표계 2 선택)	#2388
	G56(작업물 좌표계 3 선택)	#2397
	G57(작업물 좌표계 4 선택)	#2406
	G58(작업물 좌표계 5 선택)	#2415
	G59(작업물 좌표계 6 선택)	#2424
4^{th} ~ 9^{th}	G54(작업물 좌표계 1 선택)	#2380 ~
	G55(작업물 좌표계 2 선택)	#2389~
	G56(작업물 좌표계 3 선택)	#2398~
	G57(작업물 좌표계 4 선택)	#2407~
	G58(작업물 좌표계 5 선택)	#2416~
	G59(작업물 좌표계 6 선택)	#2425~

(4) Single Block 정지 : #3083

System 변수 #3083 에 다음 표의 값을 입력하면 이후의 block 에서 single block 정지를 하지 않게 됩니다.

#3083	Single Block 정지
1	제어하지 않음
0	제어함

(5) 가공 목표 수량 및 가공 수량 (- 값 입력 금지)

#6101 : 가공 수량(0 으로 초기화만 가능)
#2431 : 가공 목표량

(6) 사용중인 모달 정보

시스템 변수	Modal information
#6718	G 코드 group 1
#6719	G 코드 group 2
#6720	G 코드 group 3
..	..
#6749	G 코드 group 32
#4882	지령 D 코드
#4883	지령 H 코드
#4721	지령 F 코드
#6716	블록 No
#4792	지령 S 코드

(7) 좌표 정보

System 변수	좌표 정보	비고
#6205 #6206 #6207 #6208	블록의 이송이 끝난 후의 X 축 기계좌표 블록의 이송이 끝난 후의 Y 축 기계좌표 블록의 이송이 끝난 후의 Z 축 기계좌표 블록의 이송이 끝난 후의 4 축 기계좌표	공구경보정 및 길이보정량 고려됨 기계좌표계(Machine coordinate)
#4083 #4084 #4085 #4086	현재 작업물 좌표계 상의 X 축 절대좌표 현재 작업물 좌표계 상의 Y 축 절대좌표 현재 작업물 좌표계 상의 Z 축 절대좌표 현재 작업물 좌표계 상의 4 축 절대좌표	공구경보정 및 길이보정량 고려 작업물 좌표계상의 절대좌표
#6319 #6320 #6321 #6322	Skip 신호가 발생된 기계좌표상의 X 축좌표 Skip 신호가 발생된 기계좌표상의 Y 축좌표 Skip 신호가 발생된 기계좌표상의 Z 축좌표 Skip 신호가 발생된 기계좌표상의 4 축좌표	G31 블록에서 skip 신호가 ON 으로된 위치 기계 좌표계
#4379 #4380 #4381 #4382	X 축 서보 위치 편차량 Y 축 서보 위치 편차량 Z 축 서보 위치 편차량 4 축 서보 위치 편차량	

주의 :

① G31 수행 중 skip signal 이 발생되지 않으면 그 블록의 끝점의 좌표가 signal position 이 됩니다.

② 시스템 변수에 임의값을 대입하지 마십시오.

II 매크로 호출 예

G65 P9300 X(중간점) Y(중간점) Z(중간점)

매크로 프로그램 본체

```
O9300
#1 = #5001;
#2 = #5002;
#3 = #5003;
G00 X#24 Y#25;
G04; (#5201 을 읽기 위해 dwell)
G91 X[Xp - #5021] Y[Yp - #5022] Z[Zp - #5023];
..
X#24 Y#25 Z#26;
X#1 Y#2;
Z#3;
M99
```

14.2.4 연산 지령

(1) 변수의 정수, 치환

#i = #j

(2) 가법형 연산

#i =#j + #k

#i =#j - #k

#i =#j OR #k

#i =#j XOR #k

(3) 승법형 연산

#i =#j * #k

#i =#j / #k

#i =#j AND #k

(4) 함수

#i = SIN[#j]

#i = COS[#j]

#i = TAN[#j]

#i = ATAN[#j]

#i = SQRT[#j]

#i = ABS[#j]

#i = ROUND[#j]

#i = AND[#j]

#i = OR[#j]

#i = FIX[#j]

#i = FUP[#j]

- ROUND 의 사용법

① 연산 지령 혹은 IF, WHILE 의 조건식에 사용될 때는 통상의 소수점에 대해 반올림을 합니다.

#1 = ROUND[1.2345]; → #1 = 1.0 이 됩니다.

IF [#1 LE ROUND[#2]] GOTO 10; → #2 가 3.567 일때 ROUND[#2] 는

4.0 이됩니다.

② 어드레스에 대한 지령 중에서 사용될 때는 그 어드레스의 최소설정단위로 반올림 됩니다.

G01 X[ROUND[#1]]; → #1 이 1.4567 에서 X 의 최소 설정단위가 0.001 일 때 이 블록은 G01 X1.456;로 됩니다.

예) N1 #1 = 1.2345;
N2 #2 = 2.3456;
N3 G91 G01 X#1 F100; (X1.235 로 동작)
N4 X#2; (X2.346 으로 동작)
N5 X-[#1 + #2]; (1.2345 + 2.3456 = 3.5801 이므로 X3.580 로 동작)
N5 X-[ROUND[#1]+ROUND[#2]]; (1 + 2 = 3 이므로 X3.으로 동작)

(5) 연산의 조합

연산의 우선순은 변수, 승법형연산, 가감형연산 순으로 됩니다.

#i=#j + #k*SIN[#1];

(6) [ ]에 의한 연산 순서의 변경

연산 순서를 우선하고 싶은 부분을 [ ] 로 묶을 수 있습니다.

[ ]는 변수의 [ ]를 포함하여 10 중까지 가능합니다.

#i = SIN[[[#j + #k] * #l + #m] * #n];

14.2.5 제어 지령

(1) 분기

```
IF [ <조건식> ] GOTO n
```

<조건식> : EQ, NE, GT, LT, GE, LE

n : 조건식이 TRUE 인 경우 찾아갈 Sequence 번호 n

n 대신에 변수 또는 [<식>]을 사용하여 다음에 실행할 블록을 가변으로 할 수 없습니다.

(2) 반복

```
WHILE [<조건식>] DOm
(m = 1, 2, 3…)
 ∫

END m
```

<조건식>이 성립하고 있을 때 DOm 다음의 블록에서 END m 블록까지를 반복합니다.

<조건식>이 성립하지 않을 때는 END m 다음 블록을 실행합니다.

WHILE [<조건식>]은 IF 의 경우와 같으므로 생략이 가능합니다. 생략했을때는 DOm 에서 ENDm 까지 무한으로 반복합니다.

WHILE [<조건식>] DOm 과 ENDm 은 pair 로 사용하고, 식별 번호 m 에 의해, 서로 상대를 식별합니다.

예)

```
#120 = 1;
        N1 WHILE [ #120 LE 10] DO 1;
        N2 WHILE [#30 EQ 1 ] DO 2;
        .
.                                          10 회 반복
N3 END 2;
        .
        #120 = #120 +1;
N33 END 1;
```

(주의) 반복 프로그램을 작성할 때 주의사항

① DO m 을 앞에 END m 을 뒤에 지령하여야 합니다.

```
END 1
.
DO 1          (불가)
```

② DO m 과 END m 과는 동일 프로그램내에서 1 대 1 로 대응해야 합니다.

```
DO 1
.
DO 1
.
END 1                    (불가)
DO 1
.
END 1
.
END 1                    (불가)
```

③ 같은 식별 번호를 몇번이라도 사용할 수 있습니다.

```
DO 1
.
END 1
.
DO 1
.
END 1                    (가능)
```

④ DO 의 다중도는 3 중까지입니다.

```
DO 1
.
DO 2
.
DO 3
.
END 3
.
END 2
```

.
END 1
⑤ DO 의 범위는 교대로 됩니다.
DO 1
.
DO 2
.
END 1
.
END 2 (불가)
⑥ DO 의 범위에서 밖으로 분기할 수 있습니다.
DO 1
.
GOTO 9000
.
END 1
.
N9000 (가능)
⑦ DO 의 범위 밖에서 안으로 분기할 수는 없습니다.
GOTO 9000
.
DO 1
.
N9000
.
END 1 (불가)

DO 1
.
N9000
.
END 1
.
GOTO 9000 (불가)

⑧ DO 의 범위에서 커스텀 매크로 본체 또는 부프로그램을 호출 할 수 있습니다. DO 의 다중도는 커스텀 매크로 본체 또는 부프로그램 내에서도 3 중까지 가능합니다.

```
DO 1
.
G65 …          (가능)
.
G66 …          (가능)
.
G67            (가능)
.
END 1
.
DO 1
.
M98 …          (가능)
.
END 1
```

14.2.6 매크로 문과 CNC문

구분	설명
매크로 문	연산지령 제어지령(GOTO, DO, END 를 포함하는 블록) 매크로 호출지령(G65, G66, G67, G 코드에 의한 매크로 호출을 포함하는 블록)
매크로 문과 CNC 문의 같은 점	부 프로그램 호출 블록(M98, M, T 코드 포함) O, N, P, L 이외의 다른 명령 어드레스를 포함하지 않는 M99 블록
매크로 문과 CNC 문의 다른 점	매크로 프로그램에서는 통상의 single block 정지가 발생하지 않습니다. Nose R 보정중에 Macro 문은 축이송이 없는 블록으로 간주되지 않습니다. 실행되는 때가 다릅니다. - M 코드, G31 블록처럼 버퍼링이 되지 않는 블록 다음에 매크로 문이 있는 경우 이전 블록이 끝난 후 수행됩니다. - 버퍼링 하는 블록의 다음에 매크로 문이 있는 경우 1) 인선 R 보정 모드 중이 아닐 때 현재 블록이 수행을 시작되면 다음 매크로 문이 즉시 수행됩니다. 다음에 CNC 문이 올 때까지 매크로 문이 실행됩니다. 2) 인선 R 보정 모드 중일 때

14.3 커스텀 매크로 (Custom Macro) 본체의 등록

부프로그램의 등록과 같은 방법으로 등록합니다. (9000.NC ~ 9999.NC)
일반 프로그램에서도 매크로 변수를 이용한 프로그램 작성이 가능합니다.

14.4 제한 사항

(1) MDI 모드 운전

매크로 호출 지령은 가능
부프로그램 호출 지령은 불가능.

(2) Single Block

매크로 호출 지령, 연산 지령, 제어지령 이외의 블록은 매크로 수행 중에도 single 블록 정지가 가능합니다.
단, 매크로 호출 지령(G65, G66, G67), 연산 지령, 제어지령 블록은 파라미터 설정에 의해 single block 정지가 가능합니다.

(3) Optional Block Skip

연산식 안에 /가 존재하는 경우에는 optional block skip 으로 간주하지 않습니다.

(4) EDIT Mode에서의 조작

파라미터(PA 2)에 의해 9000 ~ 9999 의 매크로 본체 또는 부프로그램의 삭제 및 편집을 할 수 없게 보호할 수 있습니다.

(5) RESET

RESET 에 의해 clear 상태로 되는 경우는 local 변수(#1~#33)와 common 변수(#100~#199)가 0 으로 clear 됩니다. 단, 파라미터(PI 74)에 의해 clear 하지 않을 수도 있습니다.
시스템 변수는 clear 되지 않습니다.
커스텀 매크로 본체, 부프로그램의 호출 상태, DO 의 상태는 모두 clear 되고 main 프로그램으로 돌아갑니다.

(6) 프로그램 restart page의 표시

M 코드, T 코드에 의한 부프로그램 호출에 사용하고 있는 M 코드, T 코드는 M98 과 같은 모양으로 표시되지 않습니다.

(7) Feed Hold

Macro 문의 실행 중에 feed hold 를 걸면, 그 Macro 문 실행 후 정지합니다.

(8) 그밖의 사항

- 사용할 수 있는 변수

#0, #1 ~ #33 (인수 전달도 가능), #34 ~ #99,
#100~#149, #150~#199,
#500~#699,
System 변수

- 사용할 수 있는 변수값

최대치 : $\pm 10^{47}$
최소치 : $\pm 10^{29}$

- <식>중에서 사용할 수 있는 정수치

최대치 : ±99999999.999
최소치 : ±0.0000000001
소수점 가능

- 매크로 호출 다중도

최대 4 단

- [ ] 의 다중도

최대 10 중

- 부프로그램 호출 다중도

매크로 호출과 합해서 8 단

14.5 프로그램 예제

14.5.1 매크로 프로그램 PLANE DRILL

```
G40 G49 G80 ;
G28 G91 Z0. ;
G28 X0.Y0. ;
G90 G92 X150. Y150. Z200.;
Z50.
G0 X0 Y0

#100 = 15.   ; X DRILL NUMBER
#102 = 10.   ; X DISTANCE
#103 = 0;    ; X COUNT

#111 = 5.    ;Y LINE COUNT
#112 = 10.   ; Y DISTANCE
#113 = 0;    ; Y COUNT

#200 = 0.    ; START X POS
#201 = 0.;    START Y POS

G90 X[#200] Y[#201]

N10
G90 X[#200] Y[#201 + #112 * #113]
N20
;G81  X_Y_  Z-15. R2. F200.
G90 X[#200 + #102 * #103] Y[#201 + #112 * #113]
G1 Z-10. F100.
G0 Z5.
#103 = #103 + 1;
IF [#103 LT #100-1] GOTO 20
```

```
#103 = 0;
#113 = #113 + 1;
IF [#113 LT #111-1] GOTO N10

G91 G0 Y50.
X50.

#102 = #102 + 1;
G49 G00 Z200. M05;
M02;
```

14.5.2 원호 가공 (1도씩 분할)

```
(Macro Program)
G40 G49 G80 ;
G28 G91 Z0. ;
G28 X0.Y0. ;
G90 G92 X150. Y150. Z200. ;
Z50.
G0 X0 Y0

#100 = 0. ; 시작 ANGLE
#101 = 50.; 원호 RADIUS

N20
G1 X[SIN[#100] * #101] Y[COS[#100] * #101]
#100 = #100 + 1;
IF [#100 LE 360.0 ] GOTO 20

G91 G0 Y50.
X50.

#102 = 1;  count

#102 = #102 + 1;
G49 G00 Z200. M05;
M02;
```

14.5.3 WHILE - ENDm 예제

```
(Macro Program CIRCLE DRILL)
G40 G49 G80 ;
G28 G91 Z0. ;
G28 X0.Y0. ;
G90 G92 X150. Y150. Z200.;
G0 Z10.
G0 X0 Y0
G0 X0 Y0

#100 = 0.   ; START ANGLE
#101 = 50  ; RADIUS
#102 = 45.  ; BETWEEN ANGLE

N150 WHILE [#100 LE [360.-#102]] DO 210

N200 WHILE [#101 GE 10.] DO 220
;G98 G81 X[SIN[#100] * #101] Y[COS[#100] * #101] Z-15. R2. F200.
G0 X[SIN[#100] * #101] Y[COS[#100] * #101]
G1 Z-20. F100.
G0 Z10.
#101 = #101 - 10.; (INCREASE)
END 220

#100 = #100 + #102    ; (RADIUS DECREASE)
#101 = 50.            ;RADIUS

END 210

G91 G0 Y50.
X50.
G90 G49 G00 Z200. M05;
M02;
```

15 특수 기능 (Special Functions)

15.1 미러 이미지 설정/해제 (G68/G69, Mirror Image ON/OFF)

15.2 금지 영역 설정 및 해제

15.2.1 H/W(하드웨어) Limit (Hardware Limit)
15.2.2 S/W(소프트웨어) Limit (Software Limit)
15.2.3 프로그램에 의한 S/W Limit 설정 및 해제 (G22, G23)

15.1 미러 이미지 설정/해제 (G68/G69, Mirror Image ON/OFF)

프로그램 미러 이미지란 G68 의 지령으로 NC 프로그램의 동작을 기준 좌표계의 X 축을 기준으로 하여 공작물 중심에 반전시키는 기능으로, Z 축 값은 변하지 않고 X 축의 부호를 프로그램 지령과 반대로 하여 대칭 절삭을 합니다.

```
G68
G69
```

G68 미러 이미지 설정(ON)
G69 미러 이미지 해제(OFF)

▶▶ 프로그램 미러 이미지 동작 설명

① X 축 좌표치 X 지령의 반전.
② X 축 증분 좌표치 U 지령의 반전.
③ 원호중심의 X 좌표 I 지령의 반전.
④ 원호 회전 방향의 반전.
⑤ X 의 면취(모따기) 작업 및 라운딩 작업의 반전.
⑥ X 축 공구위치 보정 방향의 반전.
⑦ 고정 사이클 지령의 마무리 사이클 지령.
⑧ 공구 인선 반경 보정의 날 끝 중심과 가상 날 끝의 지령부호 반전.

주의 :

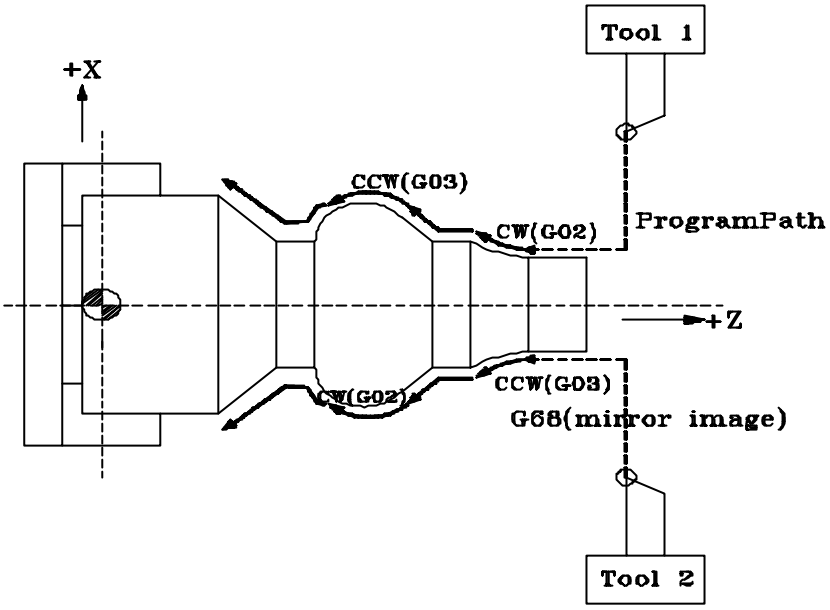
① G68/G69 는 동일 그룹의 모달 G 코드로, 원칙적으로 단독 블록으로 지령해야 합니다.

② 전원 투입 시, Reset 조작 시, 프로그램 운전이 끝나는 경우에는 미러 이미지 해제가 지정 됩니다.

③ 공구 인선 보정 취소상태에서 지정하여야 합니다.

④ 자동 원점 복귀 G28 을 지령한 경우, 중간 점은 미러 이미지의 영향을 받은 점으로 이송되지만 기계원점은 절대적 위치이므로 영향을 받지 않습니다.

■ 예제



공구 1 을 사용한 프로그램	공구 2 를 사용한 미러 이미지 활용 프로그램
T0101 G00 X50 Z10 G96 S243 M03 G01 W–20 F0.15 G02 X70 Z–30 R10 G01 W–5 U5 W–5 G03 U–10 W–16 R10 G01 Z–8 U10 Z–8 G00 X120 Z10 M05 T0100 M30	T0101 G68 G00 X50 Z10 G96 S243 M03 G01 W–20 F0.15 G02 X70 Z–30 R10 G01 W–5 U5 W–5 G03 U–10 W–16 R10 G01 Z–8 U10 Z–8 G00 X120 Z10 M05 T0100 M30

15.2 금지 영역 설정 및 해제

안전한 기계운전을 위한 일정한 가공 영역을 설정하여 공구의 돌발적인 이탈을 방지하고, 안전한 가공 이 이루어지도록 공구의 이동영역을 설정하여 제한하는 기능입니다.

15.2.1 H/W(하드웨어) Limit (Hardware Limit)

장비의 최대 행정거리를 H/W Limit Switch 를 사용하여 설정한 것으로 이 설정 영역의 외측이 금지 영역으로 설정되며 이 영역을 침범하면 Over Travel 알람이 발생하며 서보모터의 전원이 차단됩니다.
이를 해제하는 방법은 OP Panel 상의 Mode Select 스위치를 JOG 모드로 설정한 후 Axis Select 키를 해당 축에 맞춘 후 O.T Release 키를 누른 상태에서 축 이송 키를 눌러 안전한 위치로 이동하면 됩니다.

15.2.2 S/W(소프트웨어) Limit (Software Limit)

시스템 화면을 호출하여 각 축의 Soft Limit에 해당하는 항목에 커서를 이 동한 후 입력란에 MDI 판넬의 숫자 키 등을 이용하여 직접 입력합니다. 설정한 구역의 외측을 금지 영역으로 설정할 수 있으며 이 영역을 침범하면 S/W Limit 알람이 발생하며 서보 모터의 전원은 차단되지 않습니다.

⏭

① Soft Limit 체크는 원점복귀가 완료된 후부터 가능하며 Soft Limit 체크 파라미터는 X 축:1, Y 축:2, Z 축:4 의 조합으로 입력합니다.
② Soft Limit 기능 사용 여부는 파라미터 PM 3378~3409 (#23378~23409)에서 축별로 설정합니다.
③ Soft Limit 구역은 파라미터 PM 3410~3473 (#23410~#23473)에서 축별로 설정 합니다. 입력 순서는 축별로 최소값/최대값 입니다.

15.2.3 프로그램에 의한 S/W Limit 설정 및 해제 (G22, G23)

```
G22 X _ Z _ I _ K _
G23
```

G22	행정구역 점검 실행 [Stored Stroke Check Function On]
G23	행정구역 점검 해제 [Stored Stroke Check Function Off]
X_ Z_	다음의 그림에서와 같이 기계 원점부터 A 점까지의 거리로 기계 좌표계 값을 입력하며 A 점은 기계원점에서 가까운 꼭지점의 좌표를 지령합니다.
I_ K_	다음의 그림에서와 같이 기계 원점부터 B 점까지의 거리로 기계 좌표계 값을 입력하며 B 점은 A 점의 대각선 방향의 꼭지점의 좌표를 지령합니다.
지령 범위	I값 > X값, K값 > Z값 과 같이 I_ K_의 값이 항상 X_ Z _의 값보다 커야 합니다.

G22 가 지정된 상태에서 공구가 이송 중에 이 영역을 침범하면 " G22 관련 Limit Over" 라는 에러표시가 화면에 나타나고 이송을 중지합니다. 이 경우 G23 으로 모드를 해제하거나 수동모드로 들어가서 공구를 반대 방향으로 움직여 이송 금지 구역에서 빠져 나옵니다.

⏭

① G22 와 G23 은 모달 G 코드이기 때문에 한번 지정하면 다음 블록에서도 계속 유효하며 G23 을 지령하면 지정되어 있던 이송 금지구역에 상관없이 운전하게 됩니다.

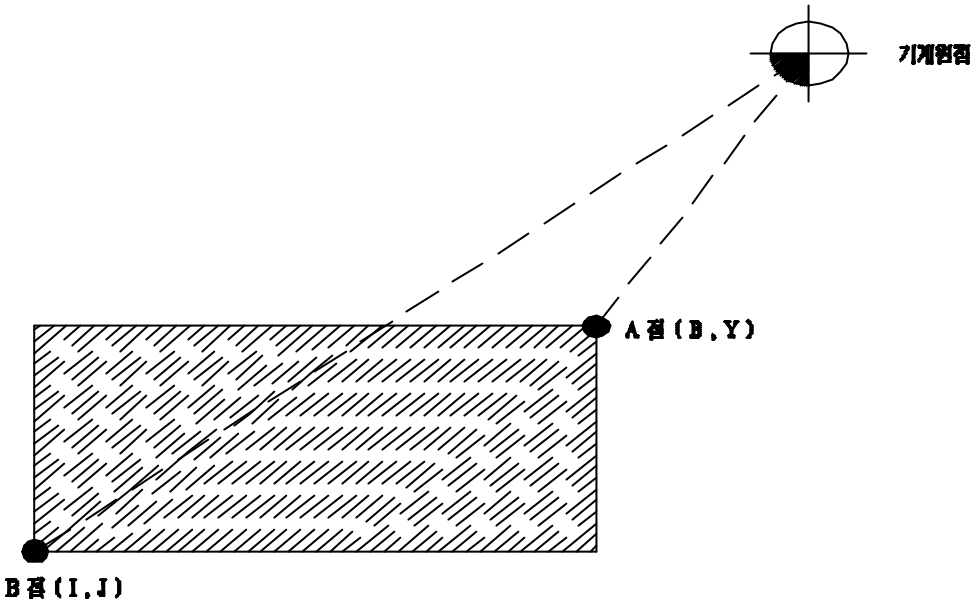
② G22 이송 금지 구역을 사용하려면 파라미터 PM 3474 (#23474)이 0 으로 설정되어 있어야 합니다. 1 로 설정되어 있으면, G22 이송 금지 구역은 무시됩니다.

③ G22 에 설정된 구역에서 금지구역은 파라미터 PM 3475 (#23475)에 의해 내측 또는 외측으로 설정 됩니다.

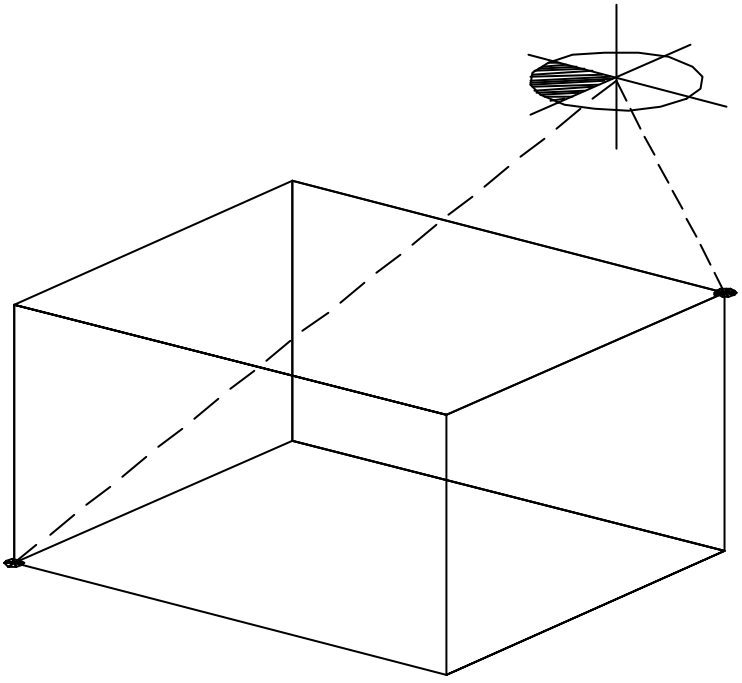
④ G94 F500 G01 IP 형식으로 이송지령 합니다.

⑤ 초기 전원을 투입하면 일반적으로 선반계열은 회전당 이송지령인 G99 지령을, 밀링 계열에서는 분당 이송인 G94 를 사용합니다.

제2금지 구역 설정 1



제2금지 구역 설정2



▯ ⏭

① 원점복귀가 되지 않은 상태에서는 기계좌표를 알 수 없기 때문에 금지영역의 설정은 단독블록으로 설정 하며 실행은 원점복귀 후부터 가능합니다.
② 내측이 금지구역일 때 공구가 영역을 침범하면 다음 이송시 알람이 발생하고, 외측이 금지구역일 때는 즉시 알람이 발생합니다. 금지 구역의 알람이 발생할 경우에는 반대방향으로 축 이송을 하면 됩니다.
③ 여러 개의 공구를 사용할 때는 각각의 보정량이 다르기 때문에 침입하는 기계좌표의 위치가 다르므로 필요한 공구에 각각 설정합니다.