



NC 加工技術과 프로그래밍

NC processing technique and programming

金 政 斗*

目 次

- 1. 序 言
- 2. NC의 標準規格
- 3. NC工作機械의 活用과 留意點
 - 3-1. NC선반의 기본적인 PROGRAM과 유의점
 - 3-2. MACHINING CENTER 加工의 PROGRAM과 유의점
- 4. 切削 條件과 다듬질면 거칠기
- 5. 結 言
 - (附錄) 各國의 NC規格 參考文獻

1. 序 言

近來의 加工은 多品種小量生産과 아울러 3次元加工등 복잡하고 精密加工을 요하는 제품이 점점 증가하고 있다. 이를 뒷받침하기 위한 NC工作機械의 開發역시 활발하게 進行되고 있다. NC工作機械로는 NC旋盤, NC밀링, NC와이어컷트, NC연삭기 및 머시닝센터 등이 있다.

특히 現代工業과 같이 技術革新의 進行속도가 심한 時代에 있어서는 特殊한 業種을 제외하고, 大量의 受注는 바랄 수 없다. 따라서 企業이 發展하기 위하여는 이러한 NC工作機械를 活用하여 다른 會社보다 좋은 제품을 보다 더 쉽고 빨리 製作할 수 있는가를 생각함으로써 다른 경쟁 회사에서는 할 수 없는 特殊한 技術力을 유지할 필요가 있다. NC工作機械를 作用함에 있어서 혹자는 NC工作機械와 그의 주변기기로써 여하한 加工도 가능한 것으로 잘못 인식하고 있는 것도 사실이다. 그러나 NC工作機械를 사용하

는 것은 技術者이므로 使用하는 사람의 能力에 따라서 機械역시 그의 能力을 충분히 발휘된다고 본다.

따라서 本 내용에서는 NC에 관한 표준규격을 이해하고 NC工作機械 등을 도입하였을 경우의 프로그램 作成要領을 NC선반과 머시닝센터 中心으로 說明하고자 한다.

2. NC의 標準規格

NC의 標準規格은 國際規格의 ISO, 獨逸의 DIN, 美國의 EIA, 日本의 JIS로 分類되며 國內에는 KS規格으로 各各 制定되어 있다. 各國의 規格은 EIA規格을 포함 ISO規格에 集約되어 있으나 그의 應用에 있어서 차이가 있고, 어떠한 기능이 내장되어 있는지에 대하여 現場에서는 도입계획단계에서부터 검토할 필요가 있다.

또한 既 도입된 NC工作機械의 各 기능에 대하여 충분히 活用토록 할 必要가 있다. 附錄은 KS規格과 ISO/DIN, EIA, JIS의 規格을 比較

* 機械技術士(機械工作 및 工作機械), 工學博士. 韓國科學技術大學 技術工學部 助教授

한 것이다.

3. NC 工作機械의 活用과 留意點

NC 工作機械의 도입계획이 있을 경우 우선 도입되는 機械로서 무엇을 加工할 것인가를 詳細히 檢討하고 그에 適合한 G기능 및 M기능이 內장되어 있는가를 확인하여야 한다. 製作會社에 따라서 특수사양의 software 를 별도로 공급하는 경우도 있으므로 사전검토만 되면 좋은 結果를 얻을 수 있다.

도입된 機械는 製作會社로부터 프로그램의 作成要領, 機械의 取扱 및 保守整備에 대하여 說明과 敎育이 있다. 그러나 이것은 一般의인 사항의 全般에 대하여 說明되는 것이고 익숙지 못한 用語가 많고 理解되기도 어렵다. 따라서 全般的인 說明을 들은 다음 우리會社에서 무엇을 加工하고, 최소한 무엇을 알 必要가 있는가를 고려하여 重點의으로 정리 실제로 加工하여 본다. 이렇게 함으로서 注意事項, 問題點도 분명하여지며 다른 부류의 加工에도 應用할 수 있게 된다.

3-1. NC 旋盤의 基本的인 Program 과 유의점

① NC 旋盤의 기능

NC 旋盤은 基本的으로 X, Z 軸의 2軸이 應用되나 設置되는 制御裝置의 種類 및 製作會社에 따라 3軸, 4軸으로 그의 기능폭이 多樣化되고 있다. 각 기능을 項目別로 살펴보면 다음과 같다.

② 프로그램의 기본사양

NC 工作機械 製作上的 필수적인 사양이 되는 기능 즉 G00, G01, G02, G03, G04, G33, G50, ...등

③ 치수의 지령방식

치수의 지령방식에는 절대(Absolute) 방식과 증분(Incremental) 방식이 있다. 절대방식은 G90으로 지령되며 증분방식은 G91로 지령된다. G92는 좌표치 설정이며 절대방식의 기준이 된다.

④ Center, 홈, 直線補間, 円弧補間, Dwell 등

⑤ 工具刃先 R의 補正

⑥ 直線나사 切削에서 홈가공의 필요성

⑦ Taper 加工과 Taper 나사加工

⑧ 工具刃先 R의 自動補正機能(G40, G41, G42)

⑨ 準備機能(G), 移送機能(F), 主軸機能(S), 工具機能(T) 補助機能(M)의 主要部分

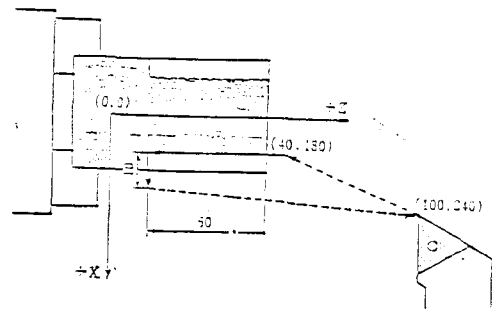
⑩ 座標系의 設定

증분방식(Incremental system)으로 모든 것을 프로그램 하는 경우에는 도면이 數學上의 座標어디에 있고, 工具가 어디에 있는가를 생각할 必要는 없다. 왜냐하면 工具를 시작점 위치에 手動으로 set 하고, 거기에서부터 시작되면 좋기 때문이다. 절대방식(Absolute system)에서는 다르다. 座標의 原點이 어디에 있는 것인가를 機械에 指示할 必要가 있다. 이것을 위한 기능이 G92이다.

예로서 Nφφ1 G92 X28φφ Z2φφ 은, 工具의 現在位置가(28φφ, 2φφ)의 位置에 있다고 하는 것을 指示하고 있는 것이다.

증분방식에서도 座標系를 設定하는 것이 無難하며, 증분—절대방식을 병행하는 것이 프로그램상 편리하다. 機種에 따라서는 절대방식은 X, Z 로, 증분방식은 U, W 로 행하는 것도 있다.

이 예를 Fig. 1에 說明하였다. 그림에서 S500은 直接回轉數指分으로 500r.p.m.의 回轉數를 選擇, T0101은 工具 1번을 選擇, offset 1번을 選擇, T0100은 工具 1번을 選擇, offset 를 삭제



```
N100 G50X100000Z240000
N101 G00S500T0101M03
N102 X40000Z150000
N103 G01W-70000F20
N104 U20000
N105 G00X100000Z240000T0100M05
```

Fig. 1. Example of program (X, Z, U, W)

③ 小數點入力과 整數入力

移動命令을 부여할 때의 치수의 單位는 設定單位가 基準으로 되어있다. X軸方向에 70mm 移動하라는 命令은 設定單位가 0.01mm 이라면 X는 7000 이고 設定單位가 0.001mm 이면 X는 70000 이 된다. 以上の 基準은 servo 기구의 pulse 에 따른 것으로서 1pulse 의 값이 0.01mm, 또는 0.001mm 이 된다. 경우에 따라서는 小數點 수치를 入力할 수 있거나 병행하여 사용할 수 있다.

예를 들어 設定單位 0.001mm 의 경우에서

Z30.0 은 Z軸+方向 30mm 移動

Z30 은 Z軸+方向 0.03mm 移動

F2.5 는 移送 2.5mm/rev 또는 2.5mm/min

G0.4×2.0 2 秒間 Dwell

의 의미를 갖는다.

④ Nose R 의 補正

Fig. 2 에서 보는바와 같이 (a)와 같이 Nose 반경이 없는 예리한 工具로서 切削하면 프로그램 形狀으로 加工되어지지만 이와 같은 工具는

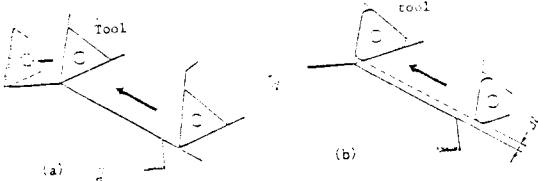


Fig. 2. Error on Nose R

實際로 使用하지 않고 (b)와 같이 Nose R 을 갖는 工具가 使用되고 프로그램 形狀보다 ΔI 만큼 떨어진 位置의 점선형상으로 加工된다. 프로그램시에는 Fig. 3 과 같이 工具運動 시작점에서는 그 位置를 ΔX 만큼 X軸으로, ΔZ 만큼 Z軸으로 移動하여 프로그램하여야 한다. ΔX는 半徑 값의 增分이기 때문에, 直徑으로 프로그램 할 때에는 2 倍로하여야 한다.

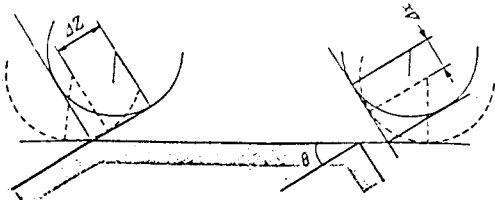


Fig. 3. Tool compensation of error Nose R

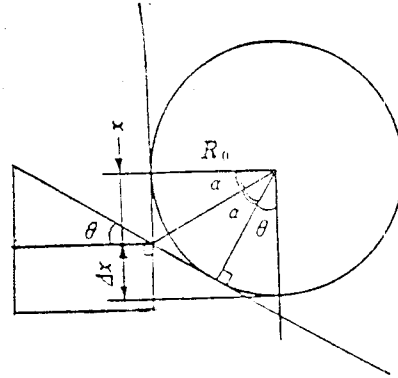


Fig. 4. Calculation of compensation

Fig. 4 의 Nose R 半徑에 대한 補正量 값은 다음과 같다.

Taper 角度를 θ라 하면 $\alpha = \frac{90^\circ - \theta}{2}$ 이 된다.

Nose R 을 R_0 라 하면 $X' = R_0 \tan \alpha$ 이 되므로

$$\begin{aligned} \Delta X &= R_0 - X' \\ &= R_0 - R_0 \tan \alpha \\ &= R_0 \left(1 - \tan \frac{90 - \theta}{2} \right) \end{aligned}$$

이 誤差는 円弧補間에서도 생각할 수 있다. NC 장치에는 이와 같은 Nose R 의 補正機能을 갖는 것이 대부분이나 NC 프로그램으로서는 Nose R 의 補正計算은 알고 있어야 한다.

⑤ 円弧補間

円弧補間の 目的位置는 X, Y 또는 U, W 로 指示한다. R 指定을 하지않는 경우는 I, K 를 使用하여 回轉의 中心座標를 指示하게 된다. R 指定에 있어서의 特別히 問題되는 것은 없으나 I, K 를 使用하는 경우에는 X, U 가 直徑으로 指示한 경우가 많으나 I 는 座標에서 증분 값으로 指示하는 것을 주의하여야 한다. 円弧補間은 G02 와 G03 으로 나타내고 있으나 Fig. 5 에서 보는바와 같이 G02 의 시계회轉방향(CW)은 座

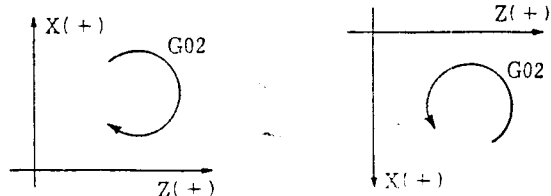


Fig. 5. Interpolation

록 함과 동시에 同一의 位置에 設置할 必要가 있다. 計劃生産의 경우는 專用設置 Jig 를 製作하여 능률적인 加工이 바람직하다. 프로그램의 形式도 절대방식과 증분방식을 병용하여 사용하고 sub program 을 作成하여 動作反復方式을 이용하여는 프로그램도 간단히 해결된다.

④ 工具徑補正 機能

이 機能을 잘 活用하면 프로그램의 作成을 簡便하게 하는 동시에 機械加工의 精度 및 能率을 向上시킬 수 있다. Fig. 8과 같은 形狀의 工作物을 Endmill로 切削하려고 할 때 工具의 中心이 移動되는 工作物로부터 R 만큼 떨어진 點線에 位置한다. 工具徑補正機能이란 offset 한 通路에 工具를 動作시키는 것을 말하고 프로그램을 工作物의 形狀에 따라서 工具의 直徑을 고려하여 프로그램이 實行된다.

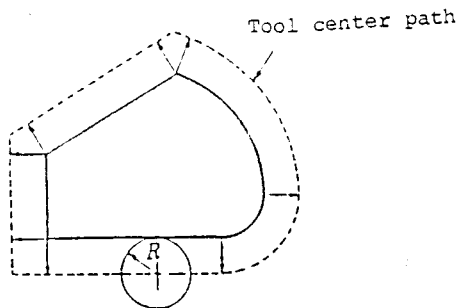


Fig. 8. Tool path

예를 들어 $\phi 20\text{mm}$ 의 Endmill을 使用하면 offset 量은 10mm에 set하여 가공하나, 재연삭하여 工具直徑이 $\phi 19.8\text{mm}$ 가 되면 offset 量은 9.9mm로 되어 所要의 形狀으로 加工된다.

⑤ 구멍加工과 드릴보호

Drill로서 깊은 구멍을 뚫을 경우나 Endmill, Boring 工具로서 구멍 加工을 할 경우 chip의 배출에 留意하여야 한다. chip의 배출이 원만하지 않을 경우 加工精度에 影響이 있음은 물론 工具가 破損, 損傷의 原因이 된다.

위 條件을 滿足시키기 위하여서는 G01과 G00 機能 또는 G81(固定 cycle) 機能을 反復하여야 하나 프로그램의 길이가 길어지게 되므로 G83 機能(withdrawal cycle)을 이용하므로써 능률적인 加工이 가능하다. G83 機能은 Fig. 9에서 보는 바와 같이 구멍加工中 일정한 길이에 대하여

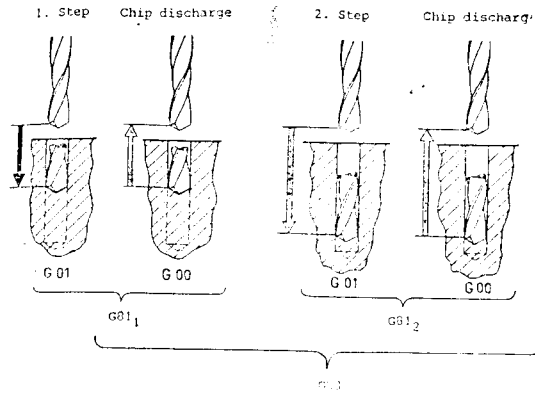


Fig. 9. Function of withdrawal

急速移送으로 withdrawal 運動이 反復的으로 行하여진다.

⑥ Cam의 프로그램

Cam 加工은 Cam의 回轉에 의하여 等速運動을 얻기 때문에 Cam의 形狀은 Archimedes 曲線으로 되어있다.

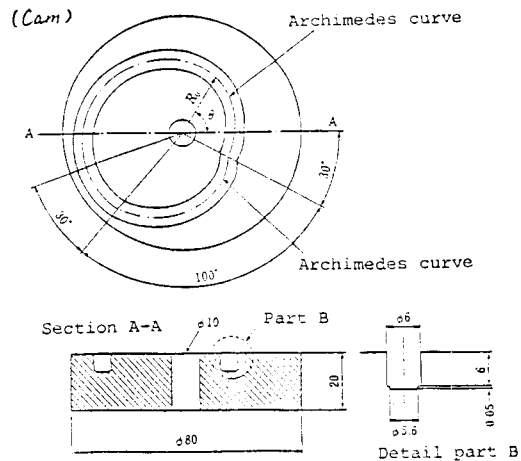


Fig. 10. Example of cutting

Fig. 10의 構成은 2個의 Archimedes 曲線과 半徑 15mm와 30mm의 圓弧이다. 加工은 $\phi 5.6$ 로 荒削加工하고, $\phi 6$ 의 Endmill에 의하여 다듬질 切削을 행한다. 프로그램에서는 荒削加工을 1회로 행하지만 實加工에서는 負荷의 程度에 의하여 2~3회 加工한다. Archimedes 曲線을 直接補間하는 命分은 없으므로 圓弧群에 의하여 近似시켜 프로그램 한다.

Table 1은 Archimedes 曲線上的의 點 P0~P20,

Table. 1. Archimedes curve

$\theta=0-200^\circ$

point	θ	R_0	X	Y	R
P 0	0°	15.000	15.000	0.000	15.270
P 1	10°	15.750	15.511	2.735	
P 2	20°	16.500	15.505	5.643	16.797
P 3	30°	17.250	14.939	8.625	
P 4	40°	18.000	13.789	11.570	18.324
P 5	50°	18.750	12.052	14.363	
P 6	60°	19.500	9.750	16.888	19.849
P 7	70°	20.250	6.926	19.029	
P 8	80°	21.000	3.647	20.681	21.369
P 9	90°	21.750	0.000	21.750	
P 10	100°	22.500	-3.907	22.158	22.890
P 11	110°	21.250	-7.952	21.848	
P 12	120°	24.000	-12.000	20.785	24.408
P 13	130°	24.750	-15.909	18.959	
P 14	140°	25.500	-19.534	16.391	25.924
P 15	150°	26.250	-22.733	13.125	
P 16	160°	27.000	-25.372	9.235	27.440
P 17	170°	27.750	-27.328	4.819	
P 18	180°	28.500	-28.500	0.000	28.954
P 19	190°	29.250	-28.806	-5.079	
P 20	200°	30.000	-28.191	-10.261	

$\theta=230-330^\circ$

p	θ	R_0	X	Y	R
P 23	230°	30.000	-19.284	-22.981	27.481
P 24	240°	28.500	-14.250	-24.682	
P 25	250°	27.000	-9.235	-25.372	24.423
P 26	260°	25.500	-4.428	-25.113	
P 27	270°	24.000	0.000	-24.000	21.370
P 28	280°	22.500	3.907	-22.158	
P 29	290°	21.000	7.182	-19.734	18.229
P 30	300°	19.500	9.750	-16.888	
P 31	310°	18.000	11.570	-13.789	15.336
P 32	320°	16.500	12.640	-10.606	
P 33	330°	15.000	12.990	-7.500	

P23~P33의 X座標, Y座標과 3點을 지나는 近似圓의 半徑을 計算한 것이다.

4. 切削條件과 다듬질면 거칠기

切削速度, 移送速度, 切削깊이, 工具 Nose半

徑 등은 서로 相關關係가 있음과 동시에 工作物 다듬질 精度에 영향을 미친다. Fig. 11은 切削速度와 다듬질면 거칠기를 나타낸 것으로서 피삭재는 SM45C 바이트는 P10이다. 이것에 의하면 切削速度 120m/min 以上으로 되면 다듬질면 거칠기가 상당히 좋게되는 것을 알 수 있다. 낮

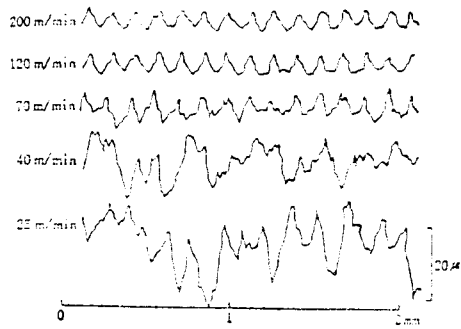


Fig. 11. Relation of cutting speed and Roughness

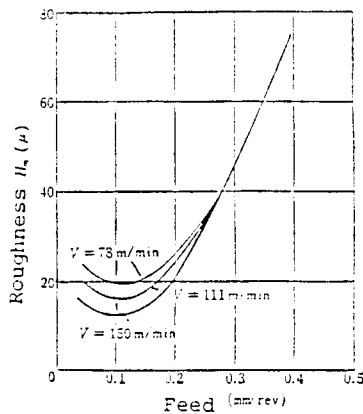


Fig. 12. Relation of Feed and Roughness

은 切削速度 영역에서 다듬질면이 나쁜 것은 구성인선의 발생, 탈락에 의한 것으로 높은 切削速度 영역에서 구성인선이 없으면 이 영역은 없다.

Fig. 12는 移送速度和 다듬질면 거칠기 관계를 나타낸 것이다. 기하학적으로 당연히 移送이 적으면 거칠기가 적다고 생각되나 너무 移送이 적으면 移送이외의 영향에 따라 다듬질면 거칠기가 크게 된다. 自動프로그래밍 裝置 또는 對話式制御裝置 등에서는 이상과 같은 所要의 切削 data를 入力하는 것에 따라 切削速度, 移送 등이 自動적으로 決定하는 경우가 많고 自由로 이 變更하는 것도 可能하다. 따라서 工作機械 使用者는 切削加工 data를 基本으로 하되 會社의 실정에 맞는 切削速度 移送速度를 決定하여 結果를 檢討하고 所要의 修正을 行하여 圓滑한 運營을 계획하여야 한다.

5. 結 言

NC工作機械를 導入한다는 것은 큰 投資이기 때문에 資金이 回收되지 않으면 안되는 것은 當然한 것이다 보겠다. 이를 위하여서는 事前計劃과 機械의 運營을 여하히 하느냐가 重要하다.

既 導入된 NC工作機械에 대하여 충분히 가동되도록 再檢討하고, 導入예정인 NC工作機械에 대하여서는 生産의 量과 質을 分析하고 그에 따른 採算性을 檢討하여야 한다.

무엇보다 重要한 것은 NC加工의 技術者確保로서 加工工程, 冶工具製作, 切削理論, 프로그램밍에 관한 專門의인 知識이 要求된다고 보겠다.

附錄：各國의 NC 規格

G 기능

코오드 (KS)	기 능	ISO/DIN	EIA	JIS
G00	위치결정	0	0	0
G01	직선보간	0	0	0
G02	시계방향의 원호보간	0	0	0
G03	반시계방향의 원호보간	0	0	0
G04	드 웰	0	0	0
G05	(미지정)	정 지	0	0
G06	포물선보간	0	0	0
G07	(미지정)	0	0	0
G08	가 속	0	0	0
G09	감 속	0	0	0
G10-G16	(미지정)	0	G10-G12: 미지정 G13-G16: 축선택	0
G17	XY 면의 선택	0	0	0
G18	ZX 면의 선택	0	0	0
G-19	YZ 면의 선택	0	0	0
G20-G24	(미지정)	0	0	0
G25-G29	(이후에도 지정하지 않음)	0	0	0
G30-G32	(미지정)	0	0	0
G33	일정리이드의 나사결삭	0	0	0

G34	점종리이드의 나사절삭	0	0	0
G35	점감리이드의 나사절삭	0	0	0
G36-G39	(이후에도 지정 하지 않음)	0	0	0
G40	공구지름 보정 및 공구위치 오프셋②의 취소	0	0	0
G41	공구지름 보정 - 좌	공구지름 보정 - 우	0	0
G42	공구지름 보정 - 우	공구지름 보정 - 좌	0	0
G43	공구위치 오프셋 ①	공구위치 오프셋, +	0	0
G44	공구위치 오프셋 ①의 취소	공구위치 오프셋, -	0	0
G45	공구위치 오프셋 ②+/+	0	미지정	0
G46	공구위치 오프셋 ②+/-	0	"	0
G47	공구위치 오프셋 ②-/-	0	미지정	0
G48	공구위치 오프셋 ②-/+	0	"	0
G49	공구위치 오프셋 ②0/+	0	"	0
G50	공구위치 오프셋 ②0/-	0	"	0
G51	공구위치 오프셋 ②+/0	0	"	0
G52	공구위치 오프셋 ②-/0	0	"	0
G53	직선시프트의 취 소	0	"	0
G54	X축의 직선시프 트	0	"	0
G55	Y축의 직선시프 트	0	"	0
G56	Z축의 직선시프 트	0	"	0
G57	XY면의 직선시 프트	0	"	0
G58	XZ면의 직선시 프트	0	"	0
G59	YZ면의 직선시 프트	0	"	0
G60	정확한 위치결정 1(정밀)	0	"	0
G61	정확한 위치결정 2(보통)	0	"	0
G62	신속위치결정(거 칠음)	0	" G69까지 미지정	신속 위치결 정
G63-G79	(미지정)	G63 : 탭핑 및 회전 변속 G66 : G60-G63 취소	G70 : 인치 프로그래밍 G71 : 메트 릭프로그래 밍 G79까 지 미지정	0
G80	고정사이클의 취 소	0	0	0
G81-G89	고정사이클 No. 1-No. 9	0	0	0
G90	애플류우트디멘션	0	0	0

G91	인크리멘탈디멘 션	0	0	0
G92	좌표계설정	0	0	0
G93	시간의 역수로 표시된 이송	0	0	0
G94	배분당 이송	0	0	0
G95	주축 1회 전당 이송	0	0	0
G96	정절삭속도	0	0	0
G97	정절삭속도의 취 소	분당회전수	분당회전수	0
G98	(미지정)	0	0	0
G99	(미지정)	0	0	0

M기능

코오드 (KS)	기 능	ISO/DIN	EIA	JIS
M00	프로그램스톱	0	0	0
M01	읍서널스톱	0	0	0
M02	엔드오프프로그램	0	0	0
M03	주축시계방향회 전	0	0	0
M04	주축 반시계방 향회전	0	0	0
M05	주축정지	0	0	0
M06	공구교환	0	0	0
M07	쿠울런트 2	0	0	0
M08	쿠울런트 1	0	0	0
M09	쿠울런트 정지	0	0	0
M10	크램프 1	0	0	0
M11	언크램프 1 (unclamp)	0	0	0
M12	(미지정)	0	0	0
M13	주축 시계방향 회전 및 쿠울런 트	0	0	0
M14	주축 반시계방 향 회전 및 쿠 울런트	0	0	0
M15	정 방향회전	0	0	0
M16	부 방향회전	0	0	0
M17	(미지정)	0	0	0
M18	(미지정)	0	0	0
M19	정회전 위치에 주축정지	0	0	0
M20- M29	(이후에도 지정 하지 않음)	0	0	0

M30	엔드오브 테이블	0	0	0
M31	인터록 바이패스	0	0	0
M32-M35	(미지정)	0	0	0
M36	이송범위 1	0	(이후에도 지정하지 않음)	0
M37	이송범위 2	0	"	0
M38	주축속도 범위1	0	"	0
M39	주축속도 범위2	0	"	0
M40-M45	기어교환	0	0	0
M46	(미지정)	0	0	0
M47	(미지정)	0	0	0
M48	오우버라이드 무시의	(미지정)	0	0
M49	오우버라이드 무시의	(미지정)	0	0
M50	쿠울런트 3	0	(미지정)	0
M51	쿠울런트 4	0	"	0
M52-M54	(미지정)	0	"	0
M55	위치 1로 공구의 직선 시프트	0	"	0
M56	위치 2로 공구의 직선 시프트	0	"	0
M57-M59	(미지정)	0	"	0
M60	공작물 교환	0	(미지정)	0
M61	위치 1로 공작물의 직선 시프트	0	"	0
M62	위치 2로 공작물의 직선 시프트	0	"	0
M63-M67	(미지정)	0	"	0
M68	크램프 2	0	"	0
M69	언크램프 2	0	"	0

M70	(미지정)	0	"	0
M71	위치 1로 공작물의 직선 시프트	0	"	0
M72	위치 2로 공작물의 직선 시프트	0	"	0
M73-M77	(미지정)	0	"	0
M78	크램프 3	0	"	0
M79	언크램프 3	0	"	0
M80-M89	(미지정)	0	"	0
M90-M99	이후에도 지정하지 않음	0	Reserved for user	0

※ KS(한국공업규격) : Korean Industrial Standard
 ISO(국제표준규격) : International Organization for Standardization
 DIN(독일공업규격) : Deutsches Institut für Normung
 EIA(미국전자공업협회) : Electronic Industries Association
 JIS(일본공업규격) : Japanese Industrial Standard

參 考 文 獻

1. Wellers, Einführung in die programming von CNC-Werkzeugmaschinen, Giradet, 1984.
2. 永田健, NC 機의 效率의 稼動, 機械技術 Vol. 31, No. 12, 1984.
3. 横山哲男, NC 加工, 啓學出版, 1983.
4. KSB 0125-81 NC 의 用語
5. KSB 4206-81 準備機能과 補助機能
6. DIN 66024 NC Tape code
7. ISO 1056 準備機能과 補助機能
8. EIA RS-244-A NC Tape Code
9. JIS B0181 NC 의 用語
10. JIS B 6314 準備機能과 補助機能