

## 4.2.1 外徑粗削迴圈 (G71)

外徑粗削迴圈有兩類：類型 I 和類型 II。

### 格式

#### ZpXp 平面

G71 U( $\Delta d$ ) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) U( $\Delta u$ ) W( $\Delta w$ ) F(f) S(s) T(t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

} 用從順序號 ns 到 nf 的程式區塊指定 A→A'→B 的精削形狀的移動指令。

#### YpZp 平面

G71 W( $\Delta d$ ) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) V( $\Delta w$ ) W( $\Delta u$ ) F(f) S(s) T(t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

#### XpYp 平面

G71 V( $\Delta d$ ) R(e) ;

G71 P(ns) Q(nf) U( $\Delta w$ ) V( $\Delta u$ ) F(f) S(s) T(t) ;

N (ns) ;

...

N (nf) ;

$\Delta d$  : 進刀量

切削方向由 A A' 的方向而定。該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5132) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

e : 退刀量

該指定屬於模態，在指定別的值之前一直有效。此外，也可以藉由參數 (No.5133) 進行設定，參數值隨程式指令而改變。

ns : 精削形狀的程式區塊組的最初一程式區塊的順序號

nf : 精削形狀的程式區塊組的最後一程式區塊的順序號

$\Delta u$  : 平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的精削餘量的距離

$\Delta w$  : 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 方向的精削餘量的距離

f,s,t : 迴圈中，在 ns~nf 間的程式區塊中指定的 F 功能、S 功能或者 T 功能將被忽略。並且，G71 程式區塊中指定的 F 功能、S 功能或 T 功能的資料有效。

	單位	直徑/半徑程式設計	符號	小數點輸入
$\Delta d$	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
e	取決於參考軸的設定單位	半徑程式設計	無	可
$\Delta u$	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 2 軸的直徑/半徑程式設計	有	可
$\Delta w$	取決於參考軸的設定單位	取決於平面第 1 軸的直徑/半徑程式設計	有	可

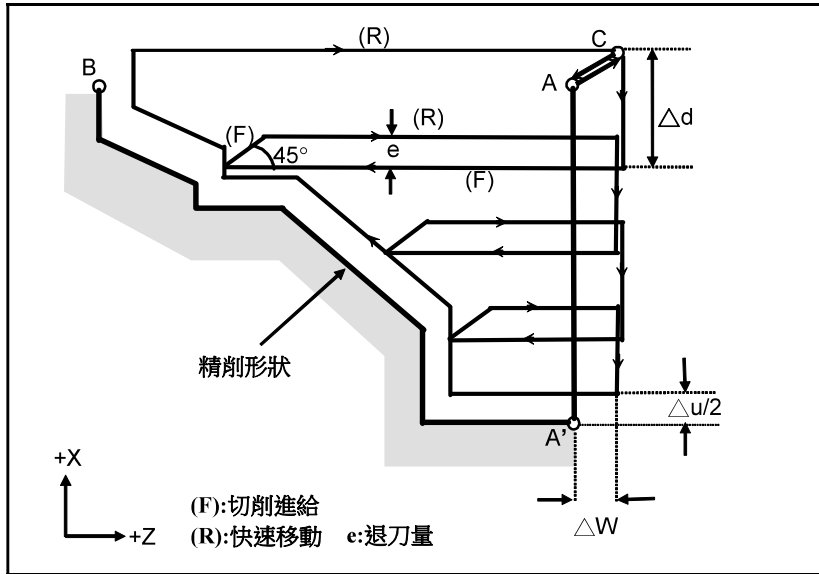


圖4.2.1 (a) 外徑粗削迴圈的切削路徑 (類型 I)

解釋

動作

當由程式給定 A→A'→B 間的精削形狀時，留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  (切削餘量)，每次的切削  $\Delta d$  (進刀量)。在執行完沿著平面第 2 軸 (ZX 平面時為 X 軸) 方向的最後切削後，沿著精削形狀進行粗精加工切削。等粗精加工切削結束後，執行由 Q 指定的順序程式區塊的下一個程式區塊。

注釋

- 1  $\Delta d$  和  $\Delta u$  均由相同的位址指定，其區別根據有無 P、Q 的指定進行判斷。
- 2 迴圈動作藉由 P、Q 所指定的 G71 指令進行。
- 3 系統忽略 A-B 間的移動指令中所指定的 F、S 以及 T 功能，G71 指令的程式區塊或之前指定的值有效。此外，M 功能、第 2 協助功能，也與 F、S、T 功能一樣處理。
- 4 周速恒定控制功能有效時 (參數 SSC(No.8133#0) = "1")，A-B 間的移動指令中所指令的 G96 或 G97 將被忽略。要使 G96 或 G97 在 A-B 間的移動中有效時，請在 G71 的程式區塊或之前的程式區塊中指定 G96 或 G97。

精削形狀

模式

用 G71 來切削的形狀有下列 4 種模式。藉由全都平行於平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 的移動切削工件，此時的  $\Delta u$ 、 $\Delta w$  的精削餘量的符號如下所示。

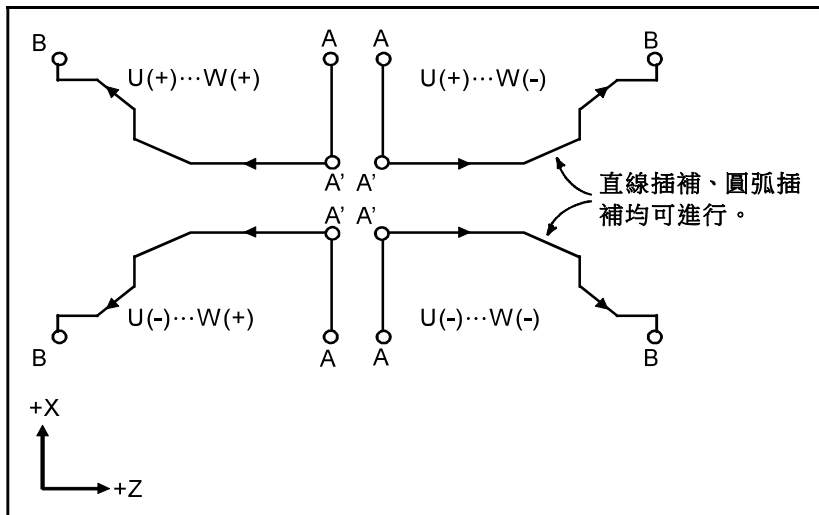


圖4.2.1 (b) 4 種模式的精削形狀

**限制**

- (1) 在 U(+)的情況下，不可加工具有比迴圈起點更高位置的形狀。  
在 U(-)的情況下，不可加工具有比迴圈起點更低位置的形狀。
- (2) 在類型 I 的情況下，平面第 1 軸、平面第 2 軸均須為單調增加或者單調減少的形狀。
- (3) 在類型 II 的情況下，平面第 1 軸必須是單調增加或單調減少的形狀。

**開頭程式區塊**

需要在精削形狀程式的開頭程式區塊（順序號 ns 的程式區塊中 A-A'間的指令）中指定包含 G00 或 G01 的指令。如果沒有指定上述指令，則會有警報(PS0065)，“形狀程式的第 1 段不是 G00/G01”發出。

G00 指令的情況下，沿著 A-A'進行定位。G01 指令的情況下，沿著 A-A'切削進給並進行直線插補。

此外，要在該開頭程式區塊選擇類型 I 或者類型 II。

開頭程式區塊中沒有 X 軸方向的移動時，發生警報(PS0325)“不能用於形狀程式的指令”。

**檢查功能**

檢查精削形狀是否在迴圈動作中始終為單調增加或單調減少。

**注釋**

在應用刀尖半徑補償時，利用應用了補償的精削形狀進行檢查。

另外，還可以進行下列檢查。

檢查內容	相關參數
在迴圈動作前檢查程式中是否存在具有位址 Q 所指定順序號的程式區塊。	QSR(No.5102#2)=1 時有效。
在迴圈動作前檢查精削形狀。 (同時還對位址 Q 中所指定的順序號是否存在進行檢查。)	FCK(No.5104#2)=1 時有效。

**類型 I 和類型 II 的區分使用**

G71 具有類型 I 和類型 II。

精削形狀中有槽孔時，務須使用類型 II。

此外，在類型 I 和 II 中，朝平面第 1 軸（ZX 平面的場合 Z 軸）方向進行粗削後的退刀操作不同。類型 I 朝向 45°方向退刀，而類型 II 則沿著精削形狀切削。精削形狀中沒有槽孔時，請根據退刀方法靈活選用。

**選擇方法**

在精削形狀的開頭程式區塊（順序號 ns）選擇類型 I 或者類型 II。

- (1) 選擇類型 I 時  
僅指定平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）的指令。不得有平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的指令。
- (2) 選擇類型 II 時  
執行平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）和平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的指令。  
沒有平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的移動而要使用類型 II 時，要指定移動量 0 的增量指令（ZX 平面時為 W0）。

**類型 I**

- (1) 在順序號 ns 的程式區塊中，僅需要指定平面第 2 軸（ZX 平面時為 X(U)軸）的指令。

**例**

```
ZX 平面
G71 U10.0 R5.0;
G71 P100 Q200.....;
N100 X(U)_;      (僅指定平面第 2 軸的指令。)
      : ;
      : ;
      : ;
N200.....;
```

- (2) A'-B 間的形狀在平面構成軸（ZX 平面時為 Z 軸、X 軸）方向上必須都是單調增加或單調減少。不得存在圖4.2.1 (c) 所示的槽孔。

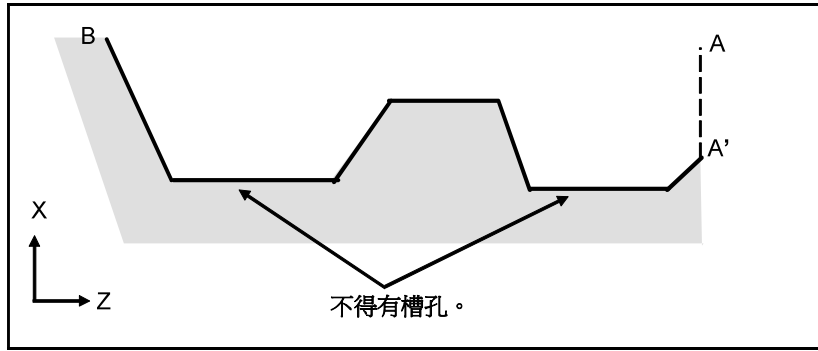


圖4.2.1 (c) 非單調增加或單調減少的形狀 (類型 I)

**⚠ 注意**

平面第 1 軸或第 2 軸不是單調變化時，會有警報(PS0064)，“精車形狀不是單調變化的”或警報(PS0329)，“精車形狀不是單調變化的”發出。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數 (No.5145、No.5146)中設定容許量，使其不發出警報。

(3) 粗削後，刀具在切削進給下朝著 45°方向退刀。

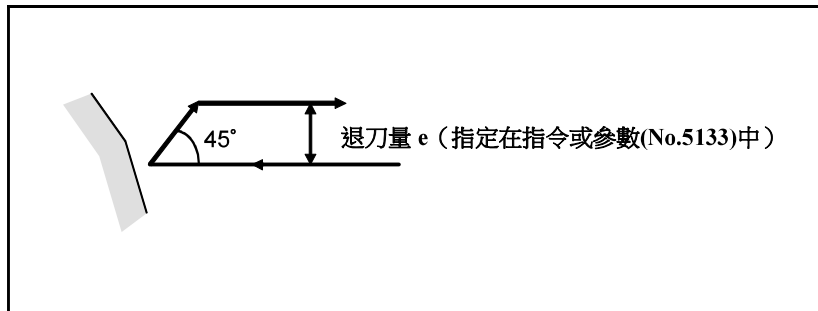


圖4.2.1 (d) 沿著 45°方向切削 (類型 I)

(4) 在最後的切削完成後，刀具馬上沿著精削形狀程式執行最後的粗精加工切削。此外，藉由將參數 RF1 (No.5105#1) 設定為 1，還可以使系統不執行粗精加工切削。

**類型 II**

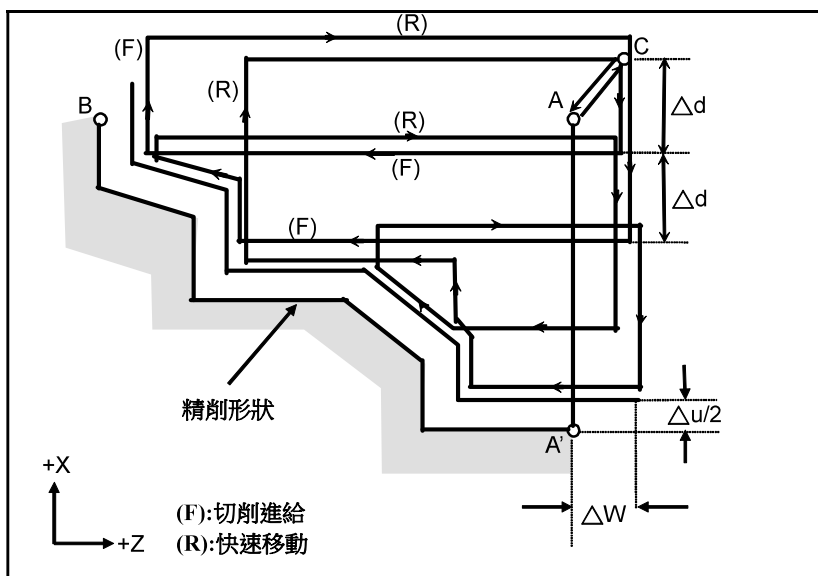


圖4.2.1 (e) 外形粗削迴圈的切削路徑 (類型 II)

如圖4.2.1 (e)所示，當由精削形狀程式給定  $A \rightarrow A' \rightarrow B$  間的形狀時，留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$ （精削餘量），每次切削  $\Delta d$ （進刀量）。對於在平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向的粗削後沿著形狀切削這一點而言，類型 II 與類型 I 不同。在執行完最後的切削後，刀具暫時返回到 G71 的起點，並沿著精削形狀程式留下  $\Delta u/2$ 、 $\Delta w$  的精削餘量後執行粗精加工切削。

類型 II 與類型 I 相比存在下列不同之處。

- (1) 需要在順序號 ns 的程式區塊中指定構成平面的 2 個軸（ZX 平面時為 X(U)軸、Z(W)軸）的指令。如果您想在 ZX 平面中不使刀具在第一程式區塊沿著 Z 軸移動而使用類型 II，則指定 W0。

例	
ZX 平面	
G71 U10.0 R5.0;	
G71 P100 Q200.....;	
N100 X(U)_ Z(W)_ ;	(指定構成平面的 2 個軸。)
::	
::	
N200.....;	

- (2) 形狀在平面第 2 軸（ZX 平面時為 X 軸）方向不必是單調增加或單調減少，可以設置凹陷部分（槽孔）。

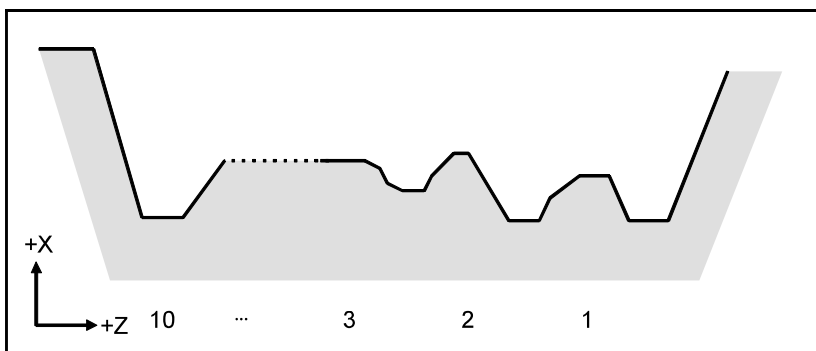


圖4.2.1 (f) 槽孔形狀 (類型 II)

但是，平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向，必須是單調變化。若是圖4.2.1 (g)所示的形狀，就不能進行加工。

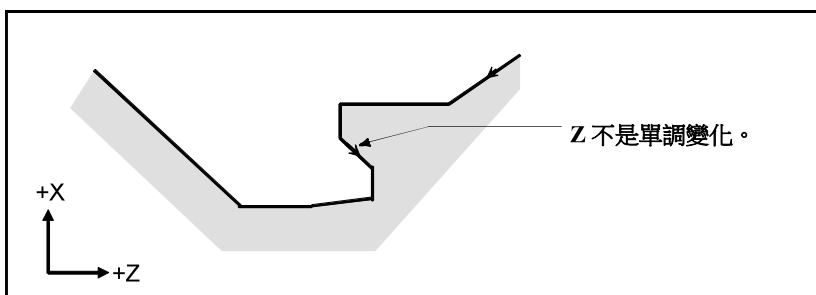


圖4.2.1 (g) 不能加工的形狀 (類型 II)

**⚠ 注意**

若是在平面第 1 軸切削過程中會朝著相反方向移動的形狀（也包含基於圓弧指令的頂點），車刀可能會碰到工件，遇到如此的非單調變化的形狀時，會顯示出警報(PS0064)“精車形狀不是單調變化的”。但是，當可以判斷出屬於少量的非單調變化移動而沒有危險時，則可以在參數(No.5145)中設定容許量，使其不發出警報。

最初的切削部分也可以不是垂直形狀，只要平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）方向屬於單調變化，不管什麼樣的形狀都可以。

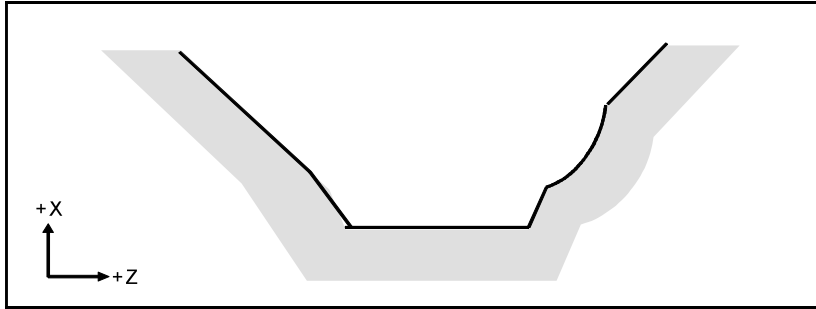


圖4.2.1 (h) 可以加工的形狀 (類型 II)

- (3) 車削後，刀具沿著工件的形狀切削，並在切削進給下退刀。

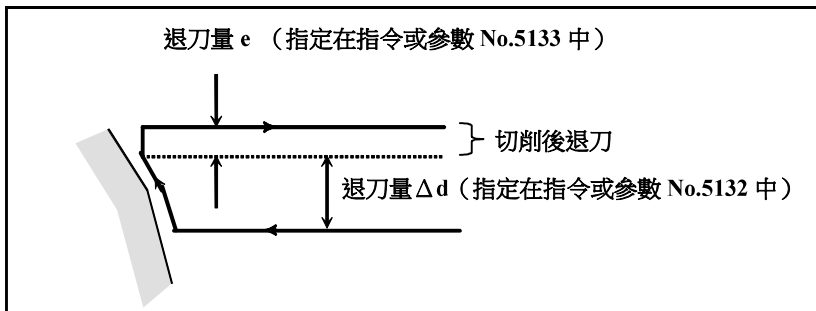
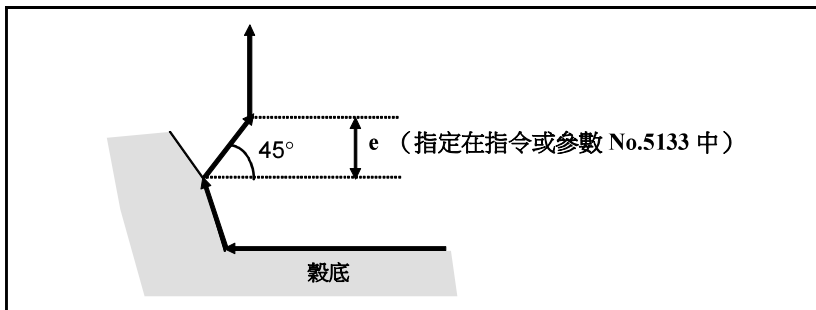


圖4.2.1 (i) 沿著工件切削 (類型 II)

切削後的退刀量  $e$ ，可以藉由指令（由 R 指定）或參數(No.5133)進行設定。但是，刀具從谷底朝著  $45^\circ$  方向在切削進給下退刀。

圖4.2.1 (j) 從谷底朝著  $45^\circ$  方向退刀

- (4) 精削形狀中與平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）平行的程式區塊，視為槽孔的谷底。
- (5) 在平面第 1 軸（ZX 平面時為 Z 軸）的所有粗精加工切削都結束後，刀具暫時返回到起點。此時，如果存在與迴圈起點高度相等的形狀，刀具從該較高的形狀通過增加了進刀量  $\Delta d$  後退刀的位置，然後返回到起點。

接著，刀具沿著精削形狀執行粗精加工切削。在這種情況下返回到起點，也會通過增加進刀量  $\Delta d$  後退刀的位置。藉由將參數 RF2(No.5105#2)設定為 1 可以不執行粗精加工切削。

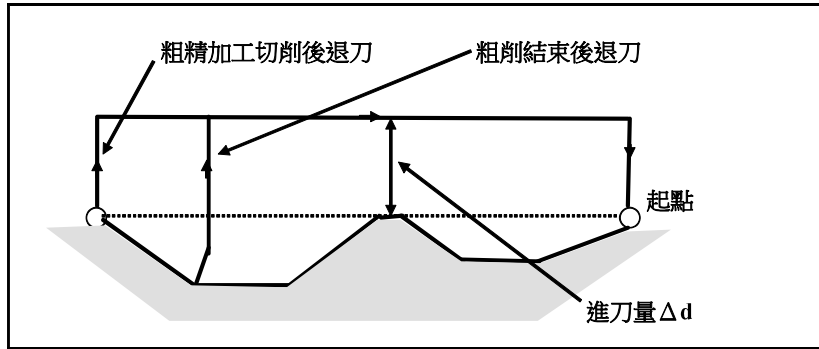


圖4.2.1 (k) 返回到起點時的退刀 (類型 II)

(6) 槽孔的粗削順序和路徑  
粗削順序如下例所示。

(a) 平面第 1 軸 (ZX 平面時為 Z 軸) 為單調減少的情形

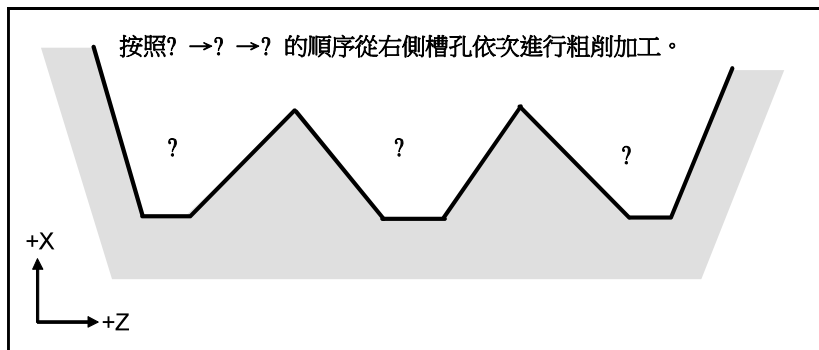


圖4.2.1 (l) 單調減少的粗削順序 (類型 II)

(b) 平面第 1 軸 (ZX 平面的場合 Z 軸) 為單調增加的情形

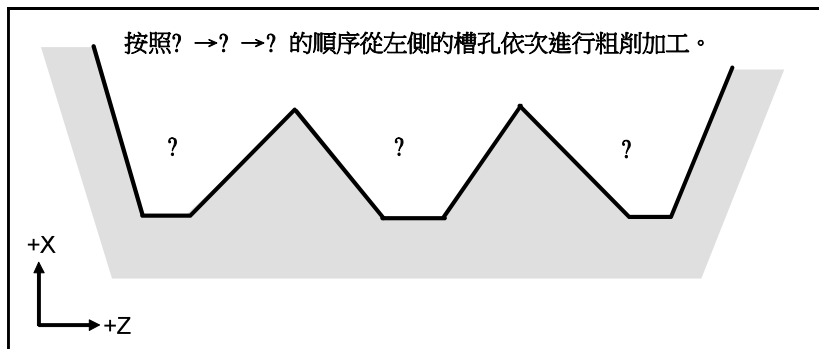


圖4.2.1 (m) 單調增加的粗削順序 (類型 II)

粗削路徑如圖4.2.1 (n)所示。

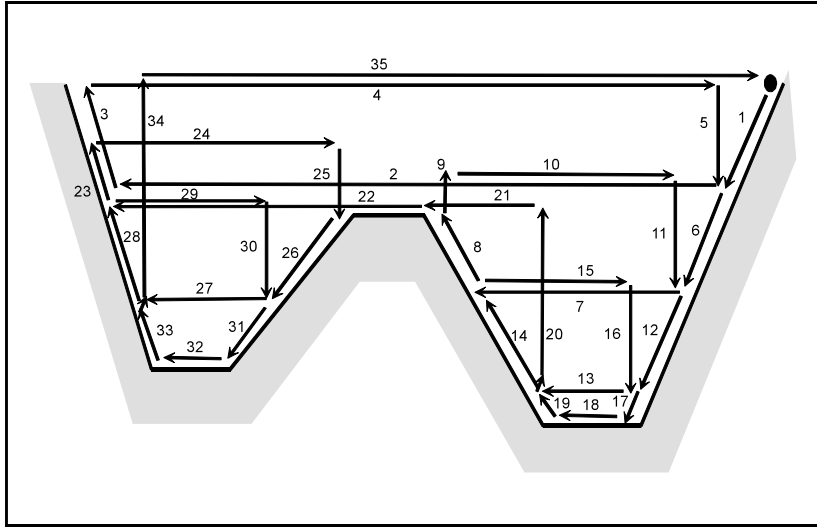


圖4.2.1 (n) 多個槽孔的切削路徑 (類型 II)

槽孔的粗削結束後的詳細動作，如圖4.2.1 (o)所示。

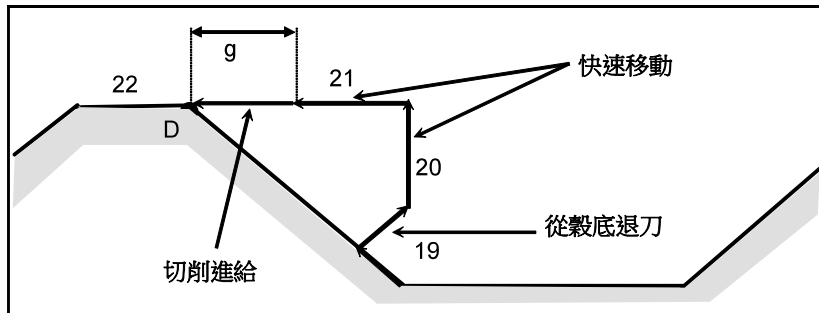


圖4.2.1 (o) 槽孔切削後的細節 (類型 II)

在切削速度下切削後，刀具朝著 45° 方向執行退刀操作。(動作 19)

接著以快速移動方式移動到 D 點高度。(動作 20)

然後以快速移動方式從 D 點移動到 g 值跟前的位置。(動作 21)

接著，以切削進給方式移動到 D 點。

移動到 g 的切削進給開始位置的餘隙量由參數(No.5134)進行設定。

但是，若是最後的槽孔，在切削完谷底後，刀具朝著 45° 方向執行退刀操作，以快速移動方式返回到起點。(動作 34、35)

#### ⚠ 注意

1 槽孔的切削方法與 FANUC Series 0i-C 不同。

在從跟前的槽孔開始切削，並在槽孔的切削結束後，刀具移動到裡側槽孔進行切削。

2 存在槽孔時，通常將精削餘量指定為 $\Delta w=0$ 。否則，刀具可能會切入其中一側壁面。

車削後的倒角路徑，根據工件形狀，與 FANUC Series 0i-C 不同。倒角中，工件形狀為僅平面第 1 軸(ZX 平面時為 Z 軸)的移動時，將轉入平面第 2 軸(ZX 平面時為 X 軸)的退刀動作。

藉由設定參數 R16(No.5108#0)=1，也可以只沿著平面第 1 軸的指令部分繼續切削。

藉由參數 R16(No.5108#0=1)的設定執行圖4.2.1(n)的形狀程式時，切削路徑如圖4.2.1(p)所示。



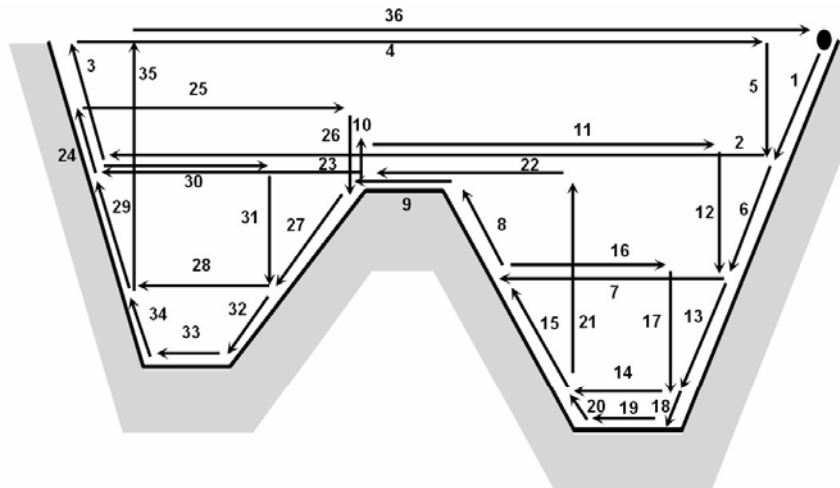


圖4.2.1 (p) 切割經路 (No.5108#0=1 設定時)

### ·刀尖半徑補償

使用刀尖半徑補償時，在複合型固定迴圈指令(G70,G71,G72,G73)前的程式區塊，執行刀尖半徑補償指令(G41,G42)，取消指令(G40)在精削形狀程式（從由 P 指定的程式區塊到由 Q 指定的程式區塊）之外指令。在精削形狀程式內指令刀尖半徑補償時，則會發出警報(PS0325) “不能用於形狀程式的指令”。

程式例

```
G42; ----- 在複合型固定迴圈指令前指令。
G71U1.0R0.5;
G71P10Q20;
N10G00X0;
:
N20X50.;
G40; ----- 在精削形狀程式之後指令。
```

在刀尖半徑補償方式下指定本迴圈時，在刀具移動到開始位置的過程中會暫時取消偏置，並在最初的程式區塊起刀。此外，在迴圈動作結束返回到迴圈起點時，也會暫時取消偏置，並在下一個移動指令發出時起刀。詳如圖4.2.1 (q)所示。

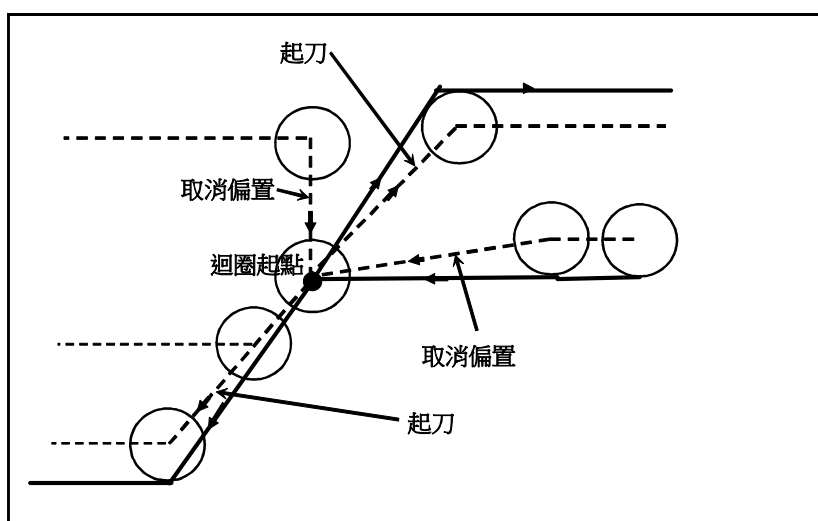


圖4.2.1 (q)

當起點 A 的偏置向量為 0 時，本迴圈對於 A-A' 程式區塊起刀時的刀尖半徑補償路徑的形狀，執行迴圈動作。

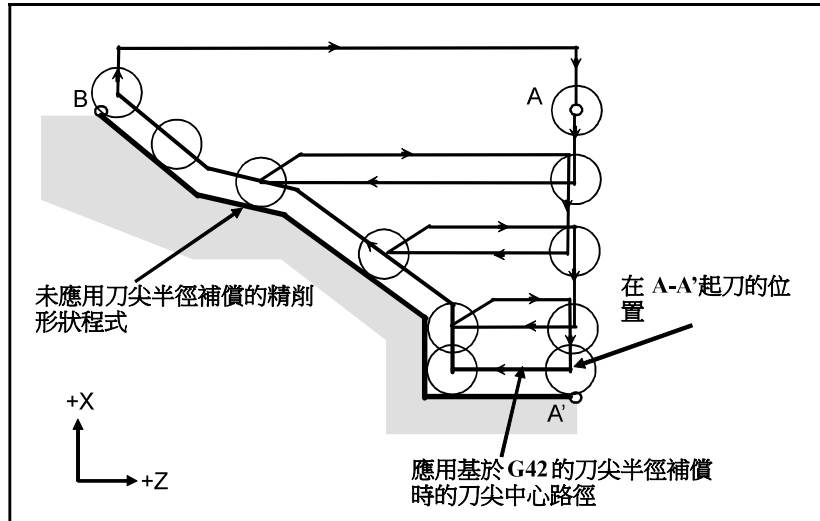


圖4.2.1 (r) 刀尖半徑補償中的路徑

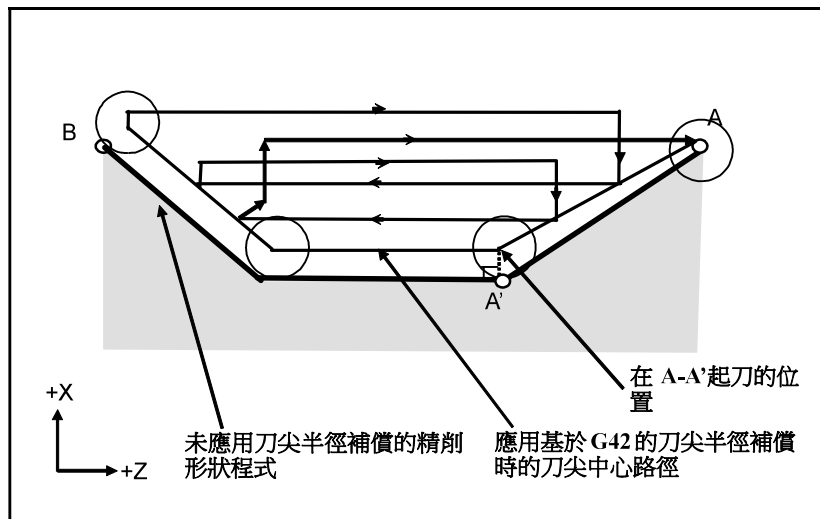


圖4.2.1 (s)

**注釋**

在刀尖半徑補償方式下進行槽孔加工時，是工件外指定 A-A' 的直線程式區塊，而後再指定實際的槽孔形狀。由此，便可以避免槽孔的切入。

參數 NT1(No.5106#2)為 1 時，G71/G72/G73 的精削形狀內的刀尖半徑補償指令 G40/G41/G42 會被忽略，不會發生警報。

參數 NT2(No.5106#3)為 1 時，G70 的精削形狀內的刀尖半徑補償指令有效。但是，受到如下限制。

- ① G70 指令時的模態必須是 G40（刀尖半徑補償取消）。  
G70 指令時的模態為 G41/G42 時，在精削形狀程式內指令刀尖半徑補償時，會發生警報(PS0325)“不能用於形狀程式的指令”。
- ② 在精削形狀結束程式區塊（位址 Q 中指定的程式區塊）以外處指令 G41/G42。  
若在精削形狀程式的結束程式區塊指令 G41、G42，則會發生警報 PS0325(不能用於形狀程式的指令)。
- ③ 在精削形狀結束程式區塊（位址 Q 中指令的程式區塊）中指令 G40。  
結束程式區塊中沒有 G40 時，發生警報(PS0538)“刀尖 R 補償尚未取消”。

G70 精削形狀內的刀尖半徑補償指令程式例)

```
G40 ;
G70 P10 Q20 ... ;
N10 G41 ... ;
:
N20 G40 ... ;
```

迴圈時間縮短

在類型 I 指令的 G71/G72 中將參數 DTP(No.5108#1)設定為 1 時，粗精加工切削結束後，從精削形狀程式的終點直接向迴圈開始點返回。

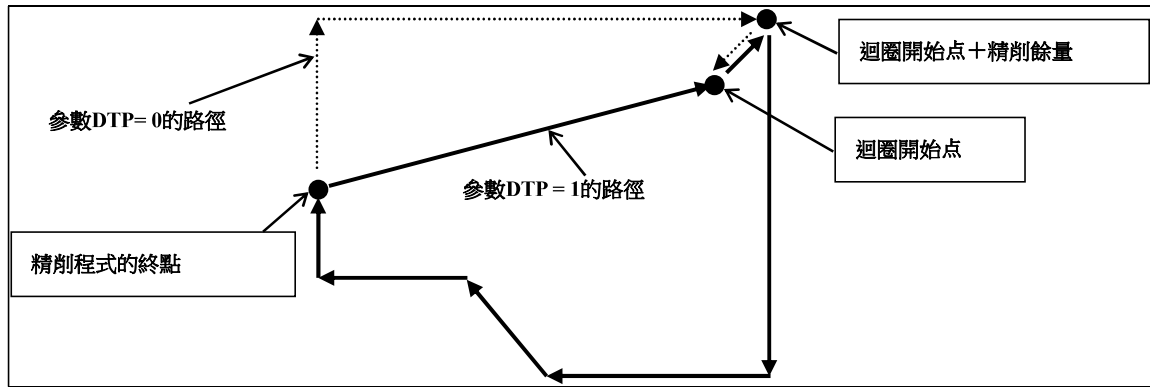


圖4.2.1 (t) 向迴圈開始點返回

在類型 II 指令的 G71/G72 中將參數 NSP(No.5108#3)設定為 1 時，以路徑不重複的方式進行切削。(將參數 NSP(No.5108#3)設定為 1 時，參數 R16(No.5108#0)=1 的動作始終有效。)

- 無槽孔的形狀之情形  
以往的方式下，如圖4.2.1 (u)所示在 AB 之間路徑重複。  
設定參數 NSP(No.5108#3)=1 時，將如圖4.2.1 (v)所示避免路徑的重複。

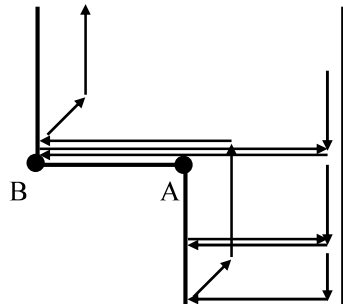


圖4.2.1 (u) 無槽孔的形狀(No.5108#3=0)

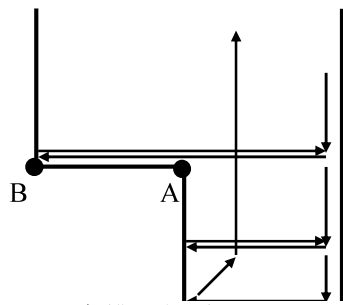


圖4.2.1 (v) 無槽孔的形狀(No.5108#3=1)

- 有槽孔的形狀之情形  
以往方式下，如圖4.2.1(w)所示在 AB 之間和 CD 之間路徑重複。  
設定參數 NSP(No.5108#3)=1 時，成為圖4.2.1(x)所示的路徑。在 AB 之間與圖4.2.1(y)所示相同，路徑重複，但第二次執行 AB 之間的路徑時，將以快速移動方式執行。避免 CD 之間的路徑的重複。

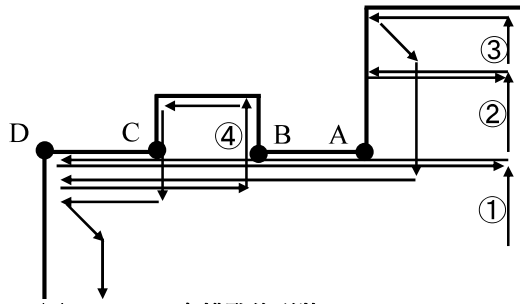


圖4.2.1 (w) 有槽孔的形狀(No.5108#3=0)

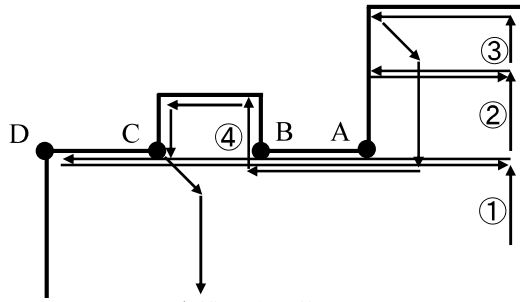


圖4.2.1 (x) 有槽孔的形狀(No.5108#3=1)

- 槽孔連續的情形

以往方式下，如圖4.2.1(y)所示每次完成切削一個槽孔就要移動到 I 點，然後在後續槽孔的開始點定位。此時，在 BI, DI, FI, HI 之間路徑重複。

設定參數 NSP(No.5108#3)=1 時，成為圖4.2.1(z)所示的路徑。移動到 I 點的只限於最初的一次，之後一個接一個地進行槽孔的切削。

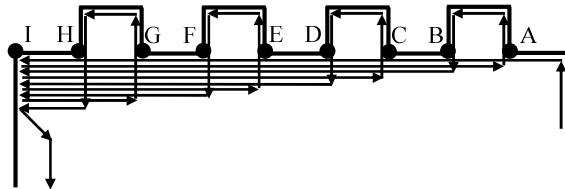


圖4.2.1 (y) 連續槽孔形狀(No.5108#3=0)

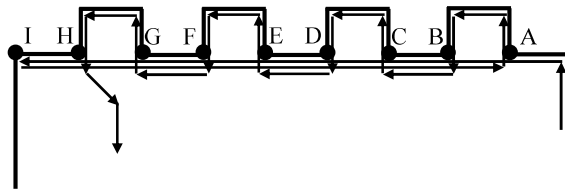


圖4.2.1 (z) 連續槽孔形狀(No.5108#3=1)