

(財)室蘭テクニカ 伊庭野 洋 (株)永澤機械 倉地 清美
(有)三國設計事務所 三國 秀三郎 日鋼デザイン(株) 山田 富士夫

要 旨

塔槽プラント等で使用されている座付き一体形軸非対称形状の配管用部材の加工を行うためには、効率、精度の面から、5軸マシニングセンタによる加工が適当であるが、室蘭地域の中小企業が保有している3軸マシニングセンタによる効率的な加工方法として、3軸マシニングセンタにNC円テーブルを付加し、同時4軸機能とすることによる高効率加工技術を開発した。

1. 目 的

原子力関連、塔槽プラント等で用いられる座付き一体形軸非対称の配管用管台は、難削材でありアンダーカット部分がある加工しにくく、又、応力集中を避けるためフランジの径寸法が大きいという特徴がある。

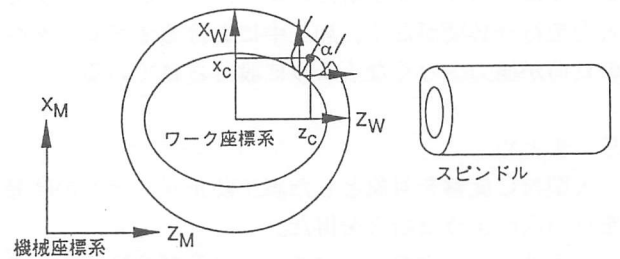
このため、地域の中小企業者が保有する3軸NC加工機による加工では、切削工具の突き出し長さが長くならざるを得ず、精度も悪く段取り替えや手仕上げが多くなり、品質、コスト等の面で5軸加工機を保有する企業と比べ競争力がないのが現状である。

そこで、被切削物を同期連続回転させ切削するNC加工技術を開発し、既存の3軸NC加工機、CAD/CAMシステムで、5軸NC加工機と同等以上の製造能力を発揮させる技術を開発することとした。

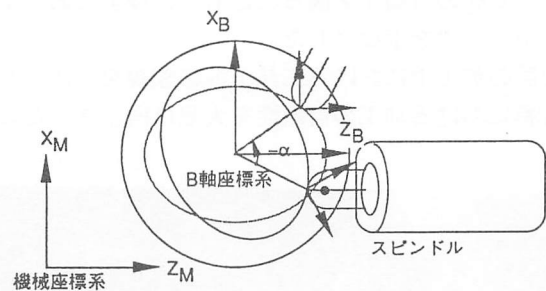
2. 開発内容

同時3軸NC加工機にNC円テーブルを付加し、同時4軸機能とし、被切削物を同期連続回転させ加工することを可能とする。このため、EWS上で稼働する3次元CAD/CAMシステムを用いて、軸非対称座付き配管用部材を対象形状としCLデータ作成を行い、このデータを使用しNC円テーブルを同期連続回転可能とするNC加工データを作成するインターフェイスを開発した。同時5軸CLデータを使用し、X、Y、Z軸及びB軸回転NCデータを作成する手順は以下の通りである。

ワーク座標系における工具中心座標：(Xc, Yc, Zc)
ワーク座標系における工具軸の姿勢：(i, j, k)
ワーク座標系における工具軸の姿勢角： $\alpha = \tan^{-1}(k/i)$



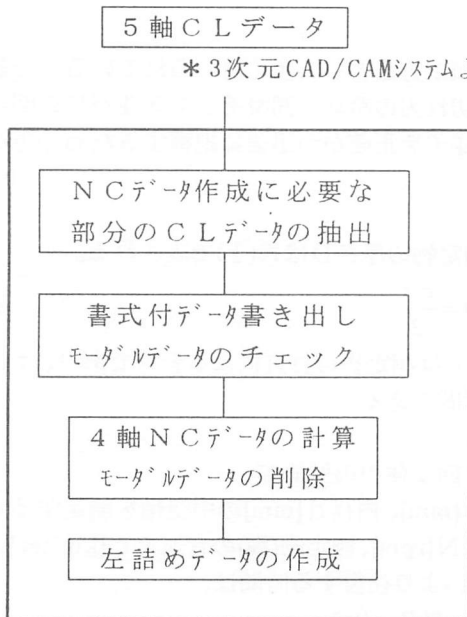
工作機械へ与える位置情報は次の通り。回転角は、 $\alpha = \tan^{-1}(k/i)$
工具位置は、 $-\alpha$ だけ物体回転変換後、機械座標系に座標変換することで得られる。



同次座標変換を使用し、変換前座標 (Xc, Yc, Zc) と変換後の座標 (X'c, Y'c, Z'c) をマトリックスを使い整理すると以下の通りとなる。

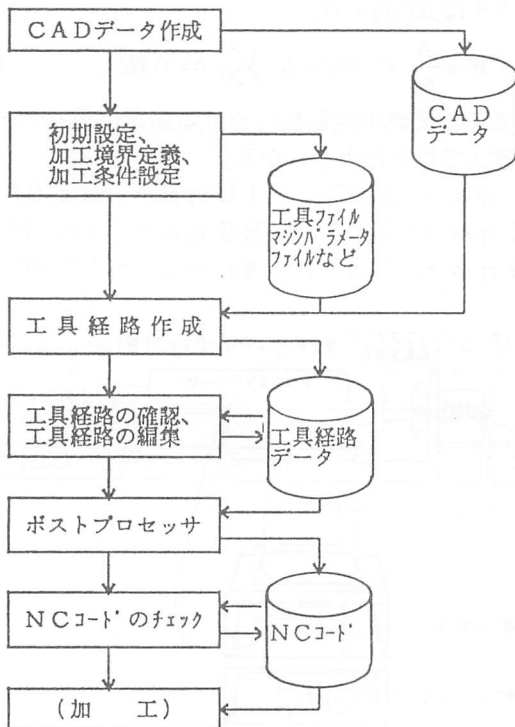
$$\begin{pmatrix} X'c \\ Y'c \\ Z'c \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(-\alpha) & 0 & \sin(-\alpha) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(-\alpha) & 0 & \cos(-\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Xc \\ Yc \\ Zc \\ 1 \end{pmatrix}$$

以下に、5軸C Lデータより同期連続回転変換データ作成の流れ図を示す。



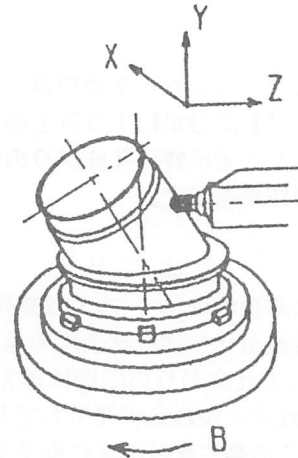
□ : 開発部分

下図にN Cデータ作成手順を示す。



3. 切削加工試験

本加工技術により、下図に示す様に座付き一体形軸非対称形状の配管用部材の試作加工を行った。



- ・被切削物を同期連続回転させる。
- ・工具の動きはX, Y, Z軸制御、回転テーブルの動きはB軸制御とする。
- ・加工機は、B, X, Y, Z同時4軸制御とする。

4. 試験結果

従来の、3軸加工機の場合と比較し、以下の結果を得た。

- ①本技術開発により、大幅なNCプログラム作成時間の短縮が図られた。
- ②短い工具突き出し長さでの加工が可能となり、加工負荷を大きくとることが出来、加工時間の短縮が図られた。
- ③切削時のびれの発生が少なく、良好な仕上げ面となった。
- ④段取り替えが無くなり、加工精度の向上、準備時間の短縮が図られた。

5. まとめ

本技術開発により、少ない投資（NC円テーブル付加）で、従来の3軸マシニングセンタの活用により、軸非対称形状配管部材の効率的な切削加工が可能となった。また、5軸加工機による加工と比較しても、充分実用的であることを確認した。

今後は、更に複雑な形状の加工を行い、加工データの蓄積及び技術の向上を図ることが必要である。