

# 三次元CNCパイプベンダ

3-D CNC Tube Bender

## 執筆者プロフィール



加藤 忠郎  
Tadao KATO

1943年12月生まれ

1966年東京大学工学部計数工学科卒業

■所属学会および主な活動

日本塑性加工学会より「技術開発賞」受賞

■勤務先

日進精機(株) 取締役 副会長

(〒146-0095 東京都大田区多摩川2-29-21/

E-mail: kato@nissin-precision.com)

## 1. はじめに

世の中にはパイプを用いた製品が沢山ある。パイプは重量に対して剛性が高いため、軽量化やコスト軽減に適しているためである。パイプはそのまま使用されているわけではなく、多くは塑性加工である曲げ加工などの二次加工がなされて部品や製品となる。パイプの曲げ加工においてはプレス曲げ、引張曲げ、押付け曲げなどの多くの加工法が開発され実際の工業生産において用いられている。

現在生産現場で多用されているCNC曲げ加工機は、1種または数種の曲げ半径を有する曲げ型を用意し、曲げ角と曲げ方向を制御することによって設定した形状に曲げ加工するものである。

当社では国立大学法人電気通信大学との産学連携で曲げ半径に対応した曲

げ型を一切使わずに、任意の曲げ半径の設定が可能で、任意の三次元形状のパイプ曲げ加工が可能な画期的なCNCパイプベンダを開発し実用に供してきた(図1)。

## 2. 開発したCNCパイプベンダ

加工原理は図2に示すように、可動ダイス②が $u$ だけ変位している状態でパイプ①を $Z$ 軸方向から押すと固定スリーブ③から押出されるパイプ①に $Pu$ の力が働き半径 $R$ で曲る。 $u$ を変えることにより $R$ を制御することができる。可動ダイス②はサーボモータにより $X$ 軸、 $Y$ 軸両方向に動かすことができ、 $XYZ$ の同時3軸制御で加工が行われる。

直線距離、曲げ半径、曲げ方向と曲げ角度などをプログラムとして入力すると、その曲げ加工を実現するような機械指令がコンピュータより出力され

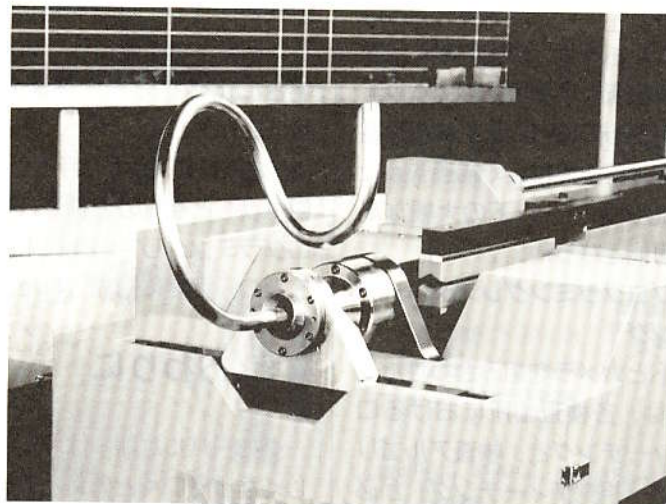


図1 CNCパイプベンダ

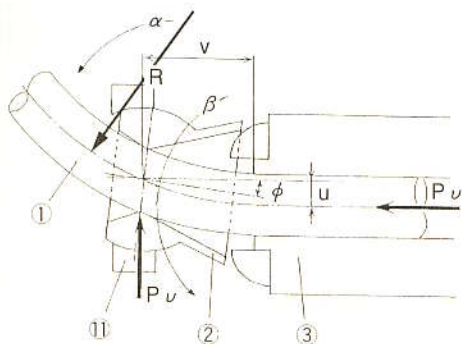


図2 加工原理

①パイプ ②可動ダイス ③固定スリーブ



図3 いす



図4 モニュメント



図5 新モデル

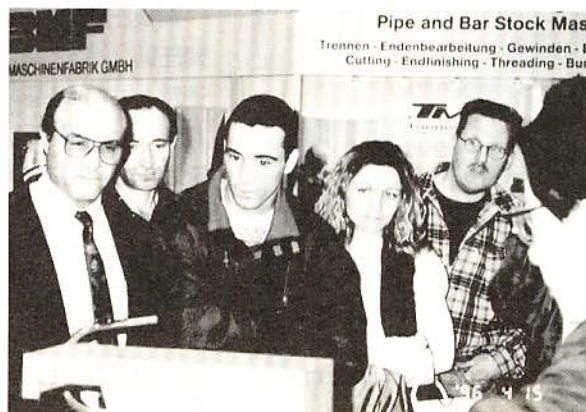


図6 ヨーロッパ展示会

加工が行われる。

従来からあるCNCパイプベンダに勝る特長としては次のようなことが挙げられる。①曲げ半径に応じた金型は不要で、パイプ外形に応じた1組の可動ダイスと固定スリーブだけあればよい。②パイプがダイスでガイドされているため曲げた後の真円度が保たれ、曲げた仕上がりもクッションラインがでかく奇麗である。③曲げ半径が連続的に変化する蚊取り線香のような曲げ加工ができ、またスパイラル状の加工も可能である。

パイプの材質、外径、肉厚などが変わると当然曲り方が変わってくる。しかし商品化する上でいちばん重要なことは、パイプの材質や外径が変わっても同一の曲げたい形状のプログラムを入力さえすれば、望みどおりの形状が加工できるようにすることである。これを実現するために、材料パラメーターという概念を導入しコンピュータ内で計算して、望みどおりの機械指令

が出力されることを可能にした。

### 3. 応用例が豊富で世界にも輸出

従来の機械に勝る特長によりいす(図3)などの家具・インテリア、モニュメント(図4)、その他のエクステリア、自転車のフレームなどの外観が重要なものに多く使用されている。

海外の特許も取得し、日本だけではなく欧米にも輸出させている。特に家具のデザイン性が重視されるヨーロッパにはかなりの台数が輸出されている。

### 4. 新しいモデルの開発

お客様の要望を満足させ、新しい応用分野にも対応すべく、可動ダイスの回転方向(図2の $\beta$ )と傾斜方向(図2の $\alpha$ )にも制御軸を増やして、5軸制御の機械も国の助成金をいただいて開発した(図5)。

これにより従来よりも小さい曲げ半径の曲げや肉厚の薄いパイプも曲げられるようになった。従来は応用例の少なかった自動車にも多く活用されていくことが期待される。

現在この関係の応用開発を当社のディーラーでもあるドイツの企業と行っている。

### 5. おわりに

初めてわれわれの機械をヨーロッパの展示会で発表したときは会場内に戦慄が走った。従来のパイプ曲げ機とは全く異なった発想の機構、曲げ形状の自由度が大幅にアップした機能にびっくりしたのである。このため実演の時間は常に黒山の人だかりとなった(図6)。

以後、方式は異なるが真似をするメーカーも現れ、さらに改良を重ね新しいモデルを開発し、彼らを引き放し世界に羽ばたくべく頑張っている。