

論文の内容の要旨

論文題目	管材の曲げ加工における断面形状の寸法精度向上に関する研究
学 申 請 者	高橋 和仁

本論文は、断面形状の寸法精度向上のための管の曲げ加工法の開発を目的とし、実用技術として従来は肉厚制御に用いられていた（1）「軸押力曲げ法」と、新たに提案する（2）「側面圧縮曲げ法」を用いて寸法精度向上を試み、それら加工の有効性を示し、適正条件を明らかにするとともに、寸法精度向上メカニズムを考察し、従来加工に比べて断面真円度に関する誤差を著しく低減することができる事を示すものである。

回転引曲げ加工は、一定の曲げ半径に管を成形することができるため、産業界で広く用いられている。回転引曲げ加工では、管の曲げ外側が平坦化し、断面寸法精度が悪化するへん平と呼ばれる現象が生じる。このへん平を抑制する方法として、管内部曲げ部にマンドレルを挿入する方法が一般的である。しかしながら、建築機械に用いられている長尺管の曲げ成形に対しては、マンドレルの位置決めが困難であるため、断面精度向上のための有効な方法がなかった。

そこで、本論文では、従来は肉厚制御に用いられていた（1）「軸押力曲げ法」と、新たに提案する（2）「側面圧縮曲げ法」を用いて寸法精度向上を試み、数値解析によって実現可能性を検討するとともに加工メカニズムを明かにし、実際の回転引曲げ装置を用いた実験によって寸法精度向上が可能であることを実証するとともに、適正加工条件を定量的に示した。

本論文は以下に示す全5章で構成され、各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、従来の円管の曲げ加工における研究を展望し、曲げ加工の技術課題と本研究の目的を示した。

第2章では、円管に軸方向に均等なモーメントが与えられる理想曲げである均等曲げにおいて、管の曲げ試験を行い、円管断面の変形状態の考察を行った。さらに弾塑性有限要素法により、管の均等曲げにおいて、軸押力の付加および側面の拘束が、曲り管の断面変形に与える影響を明らかにした。

第3章では、実機を想定した回転引曲げ加工において、「軸押力曲げ法」が可能な回転引曲げ加工機を開発し、曲げ半径や管の初期肉厚など仕様条件に応じた適正な軸押力条件の明らかにし、「軸押力曲げ法」の有意性を示した。さらに軸押力によるへん平抑制のメカニズムを明らかにした。

第4章では、新しい曲げ加工法である「側面圧縮曲げ法」を提案し、ダイスにより側面圧縮を可能とする機能を追加した回転引曲げ加工機を開発し、曲げ半径や管の初期肉厚など曲げの仕様条件に応じた側面圧縮量の適正範囲を明らかにした。さらに管断面寸法の定量的評価を行い、「側面圧縮曲げ法」の有意性を示した。また曲げの諸条件に応じた「軸押力曲げ法」と「側面圧縮曲げ法」の加工特性を比較し、使い分けの指針を示した。

第5章は、管の断面形状の寸法精度向上に関する加工法の総括である。

論文審査の結果の要旨

学位申請者氏名 高橋 和仁
 審査委員主査 久保木 孝
 委員 村田 真
 委員 青山 尚之
 委員 三浦 博己
 委員 森重 功一

本論文は、断面形状の寸法精度向上のための管の曲げ加工法の開発を目的とし、実用技術として従来は肉厚制御に用いられていた（1）「軸押力曲げ法」と、新たに提案する（2）「側面圧縮曲げ法」を用いて寸法精度向上を試み、それら加工の有効性を示し、適正条件を明らかにするとともに、寸法精度向上メカニズムを考察し、従来加工に比べて断面真円度に関する誤差を著しく低減することができるることを示すものである。

回転引曲げ加工は、一定の曲げ半径に管を成形することができるため、産業界で広く用いられている。回転引曲げ加工では、管の曲げ外側が平坦化し、断面寸法精度が悪化するへん平と呼ばれる現象が生じる。このへん平を抑制する方法として、管内部曲げ部にマンドレルを挿入する方法が一般的である。しかしながら、建築機械に用いられている長尺管の曲げ成形に対しては、マンドレルの位置決めが困難であるため、断面精度向上のための有効な方法がなかった。

そこで、本論文では、従来は肉厚制御に用いられていた（1）「軸押力曲げ法」と、新たに提案する（2）「側面圧縮曲げ法」を用いて寸法精度向上を試み、数値解析によって実現可能性を検討するとともに加工メカニズムを明かにし、実際の回転引曲げ装置を用いた実験によって寸法精度向上が可能であることを実証するとともに、適正加工条件を定量的に示した。

本論文は以下に示す全 5 章で構成され、各章の概要は以下である。

第1章では、従来の円管の曲げ加工における研究を展望し、曲げ加工の技術課題と本研究の目的を示した。

第2章では、円管に軸方向に均等なモーメントが与えられる理想曲げである均等曲げにおいて、管の曲げ試験を行い、円管断面の変形状態の考察を行った。さらに弾塑性有限要素法により、管の均等曲げにおいて、軸押力の付加および側面の拘束が、曲り管の断面変形に与える影響を明らかにした。

第3章では、実機を想定した回転引曲げ加工において、「軸押力曲げ法」が可能な回転引曲げ加工機を開発し、曲げ半径や管の初期肉厚など仕様条件に応じた適正な軸押力条件の明らかにし、「軸押力曲げ法」の有意性を示した。さらに軸押力によるへん平抑制のメカニズムを明らかにした。

第4章では、新しい曲げ加工法である「側面圧縮曲げ法」を提案し、ダイスにより側面圧縮を可能とする機能を追加した回転引曲げ加工機を開発し、曲げ半径や管の初期肉厚など曲げの仕様条件に応じた側面圧縮量の適正範囲を明らかにした。さらに管断面寸法の定量的評価を行い、「側面圧縮曲げ法」の有意性を示した。また曲げの諸条件に応じた「軸押力曲げ法」と「側面圧縮曲げ法」の加工特性を比較し、使い分けの指針を示した。

第5章は、管の断面形状の寸法精度向上に関する加工法の適用の総括である。

以上を要するに、本論文は回転引曲げ加工における断面形状の寸法精度向上するため、従来は肉厚制御に用いられていた(1)「軸押力曲げ法」と、新たに提案する(2)「側面圧縮曲げ法」を適用し、実験と数値解析によって、それら加工法の有効性を実証し、適正加工条件を定量的に示したもので、十分高い工業的価値を有すると言える。以上のことから、本論文は博士（工学）の学位請求論文として十分な価値を有するものと認める。