The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	鋼板の自動熱曲げ加工システムの開発と実用化に関する研究
Author(s)	石山, 隆庸
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42959
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【 51 】

氏　　名	石山隆庸（いしやまもりのぶ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　14900　号
学位授与年月日	平成11年7月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**鋼板の自動熱曲げ加工システムの開発と実用化に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授　冨田　康光 （副査） 教授　堀川　浩甫　　教授　野本　敏治　　教授　豊田　政男 助教授　金　裕哲　　助教授　村川　英一

論文内容の要旨

本論文は、鋼板の自動熱曲げ加工システムの構築のために、固有ひずみを基にした理論と有限要素法を用いた加熱方案の算出法を提案するとともに、実証試験装置を製作し、ソフトウェアーとハードウェアーから構成された総合システムによる高精度曲げ加工の可能性を検証したものであり、7章で構成されている。

第1章では、船舶の建造における板曲げ加工の位置づけ、および、曲げ加工自動化に関する従来の研究状況とともに、本論文の目的と、これを達成するために基本となる概念について述べられている。

第2章では、目的曲面を作り出すために必要な固有ひずみ分布と、その曲面に加工するための初期平面形状をFEM弾性解析により求める過程について述べている。

第3章では、1本の加熱線、すなわち要素加熱によって得られる固有変形の定量的把握法について述べている。特に、固有変形に影響を与えると予想される、端部影響、初期曲率、自重、拘束力、加熱線の干渉など変動因子について、実験と弾性および熱弾塑性解析を用いて検討した結果が示されている。

第4章では、目的曲面から直接計算された固有ひずみ分布と等価な加熱線配置を算出するための方法について述べている。加熱法には、静止加熱法と一定速度で移動する熱源による連続加熱法があり、本論文では、連続加熱法を対象に、曲げおよび面内固有ひずみに対して、それぞれひずみ等高線加熱法と面内主ひずみ流線加熱法を提案している。

第5章では、開発されたシステムを用いた加熱加工過程で発生する変形の目標値からのズレに対して、目的の形状に向けて形状を収れんさせるための制御法について述べている。すなわち、まず、データーベースとして与えられている1本の加熱線に対する固有変形の標準値を用いて算定された加熱線配置に従い曲げ加工を実施する。次に、その結果実際に得られた獲得形状から、個々の加熱線における固有変形を逆解析し、その値をフィードバックすることにより、次回以降の加熱方案算出精度が向上することが示されている。

第6章では、4章までにおいて述べられた自動熱曲げ加工システムの実用化を目指して開発された、6軸制御ロボットを用いた実験機および、大型実証試験機として開発されたNC加熱装置の構戒について述べている。さらに、これらの装置を使用して、本研究において開発された自動熱曲げ加工システムの有用性、実用性を検証した結果が示さ

れている。

第7章は総括であり、本論文により得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

船体形状、特に没水部分の形状は、航行時における摩擦抵抗および造波抵抗の低減という立場から設計されている。近年では、数値流体力学等の高度化、精密化にともない、船体形状として複雑な3次元曲面を自由に造り出すことができる建造技術の開発が強く望まれている。そのような建造技術の基本となる部分が、多様な3次元形状を有する曲り外板の曲げ加工である。従来、曲げ加工のほとんどはガス炎を用いた線状加熱により実施されてきたが、線状加熱には高度な熟練技能が要求されるにもかかわらず、熟練技能者の高齢化や減少が進んでおり、技能の継承のみならず加工能力の維持の面で、深刻な問題となりつつある。

これに対して、本論文は、従来、熟練技能として継承されていた線状加熱による曲げ加工を、工学の立場から固有ひずみの形で定量的に整理し、これに基づき、加熱線配置を熟練技能者の手を借りずに理論的に決定する算定法を提案し、さらに自動熱曲げ加工システムの実用化を目指したものである。本論文で得られた成果を要約すると次のとおりである。

(1) 目的曲面を平面に強制的に変形させる問題を弾性FEMにより解析し、曲面形成に必要な固有ひずみと同時に、曲面板の初期平面形状を求める方法を提案している。これにより、従来、別々に扱われてきた曲面の展開と曲げ加工を、一つのシステムとして統合することが可能となる。

(2) 実施工では、端部影響、初期曲率、自重、拘束力、加熱線の干渉などの不確定要素が存在するため、データーベースから得た固有変形を標準値として用いて算定した加熱線配置に従って曲げ加工を行っても、正確に目的形状を実現することは不可能であり、わずかではあるが、獲得形状と目的形状の間に誤差が生じる。誤差の原因は、加熱により実際に得られる固有変形の値と標準値との差であり、この差を逆解析により推定し、固有変形の修正を逐次実行することで、効率的に目的形状を得る方法を提案している。

(3) 高速な加工を実現するために、従来のガスバーナーによる加熱に対して数倍の処理速度を有する高周波誘導加熱を熱源として採用し、加熱法としては、静止加熱より作業効率が優れている連続加熱を用いた実証試験装置を製作し、提案された自動熱曲げ加工システムの有効性、実用性を検証している。

以上のように、本論文は、高度な熟練技能が不可欠とされていた鋼板の熱曲げ加工を、固有ひずみの概念に基づき定量的に分析し、熟練技能者が行っていた加熱線配置の決定を、ひずみ等高線加熱法および面内主ひずみ流線加熱法を用いて理論的に実行できるようにしたものであり、さらに、大型実証試験装置を製作し、その実用性を検証している。これらの成果は、船舶海洋工学、とりわけ船舶建造の更なる自動化、省力化に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。