



Title	COMPUTER AIDED PLANNING SYSTEM FOR PLATE BENDING BY LINE-HEATING
Author(s)	Ahmed, Mohamed Rashwan
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38805
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

氏 名	ア-メッド モハメッド ラシュワン Ahmed Mohamed Rashwan
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 3 5 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科造船学専攻
学 位 論 文 名	COMPUTER AIDED PLANNING SYSTEM FOR PLATE BENDING BY LINE-HEATING (線状加熱による板曲げ方案作成のための計算機支援システムに関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 上田 幸雄 教 授 船木 俊彦 教 授 富田 康光

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、線状加熱による板曲げ加工の作業要領を自動的に作成する計算機支援板曲げ方案作成システムを開発するための指針を理論的立場から検討したものである。対象となるシステムは、目的とする曲面形状を入力すると、加熱場所、入熱量、熱源の移動速度等の線状加熱条件が計算機の支援の下で自動的に決定されるシステムである。これを実現するには、曲面を形成するために必要な固有ひずみの種類と分布を把握することおよび、その固有ひずみを得るために適切な加熱条件を選定するという二つの問題を解決する必要がある。

第 1 章では、造船所で行われている板曲げ加工が熟練工の技能に依存している現状を分析し、理論に基づく問題の把握、さらには線状加熱作業の機械化、自動化の必要性を示すとともに、本研究の位置付けを行っている。

第 2 章では、曲面形状と固有ひずみの関係について FEM 解析に基づく検討を行っている。鋼板をガス炎などで加熱冷却すると、熱膨脹のために加熱部近傍に塑性ひずみ(固有ひずみ)が生じ、これにより板は曲げられると同時に板の内部に残留応力が作られる。板曲げ問題の場合は、固有ひずみが面内固有ひずみと曲げ固有ひずみの二つに分類でき、任意な 3 次元曲面を平板から作成するためにはこの両者を有効に活用する必要がある。そこで、これら面内および曲げ固有ひずみのそれぞれが曲げ変形に及ぼす影響を浅い球殻を成形する場合を例に、FEM を用いて定量的に明らかにしている。さらに、実船に見られる典型的な曲り外板を対象に、固有ひずみの観点から、熟練工が現場で行っている作業手順を分析し面内と曲げ固有ひずみが意識的に使い分けられていることを明らかにしている。

第 3 章では、線状加熱を支配するパラメータを導出している。線状加熱の結果得られる固有ひずみは、板厚、入熱量、熱源の移動速度等の加熱条件に依存する。そこで、線状加熱において成立する相似則に基づき、加熱条件を特徴付ける二つのパラメータを導出し、さらに、定量的検討のために 3 次元 FEM を新たに開発し、その有効性を誘導加熱装置を用いた実験との比較を通して確認している。

第 4 章では、線状加熱現象を FEM を用いて解析し、加熱条件と固有ひずみの関係を、提案したパラメータに基づき分析している。また、二つの主要パラメータの外に、鋼板に存在する残留応力や初期曲率が固有ひずみに及ぼす影響も併せて検討している。

第 5 章では、線状加熱条件と固有ひずみの関係、および曲面を成形するために必要な固有ひずみ分布に基づき、板のどの部分をどのような加熱条件で加熱すれば良いかという作業手順作成法を検討している。特に、線状加熱により作り出すことができる固有ひずみは圧縮のひずみのみであるので、このような制約を考慮して、線状加熱により板に

与えるべき固有ひずみの分布を、格子状あるては平行線状の加熱線に対して求める方法を示している。

第6章では、以上のような、FEM解析と固有ひずみの考え方に基づいた問題の理解を総合し、造船所における板曲加工を対象に、作業要領を自動的に作成する計算機支援板曲げ方案作成システム構築のための指針を示している。

第7章では、本論文で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、線状加熱による板曲げ加工の作業要領を自動的に作成する計算機支援板曲げ方案作成システムを開発するための指針を、理論的立場から検討したものである。

船体の外板は複雑な3次元曲面から構成されており、船舶の建造は多様な形状を有する曲面板をつなぎ合わせる形で行われる。個々の曲面板は、平面状の圧延鋼板をベンディングローラー等による機械曲げとガスバーナーを用いた線状加熱を併用することにより所定の形状に曲げられる。しかし、この板曲げ作業は現在でも、熟練工の技能に全く依存しており、機械化・自動化に殆ど手が付けられていない製造技術の一つである。その理由は、線状加熱の理論的分析を試みた体系的な研究が過去になされていないことにある。そこで、固有ひずみという概念を中心にして、問題の理論的体系化が行われた。すなわち、板曲げの問題は、

- (1) 曲面の幾何学的形状とこれを作成するために必要な固有ひずみの種類、大きさおよび分布の間の関係
- (2) 入熱量、熱源の移動速度等の加熱条件と加熱により作られる固有ひずみの関係

の二つの問題に分けられ、それぞれについて、非線形有限要素法解析および現象の相似性に基づいて定量的検討が行われた。

本研究は、線状加熱による板曲げ加工を、理論的に分析することにより、線状加熱に含まれる本質的要素を抽出し、これに基づき、板曲げ工程の機械化・自動化を実現するための指針を示したものである。この種の研究は、熟練技能者の減少あるいは高齢化に伴う技術的問題を解決するという、より一般的な問題に対しても極めて貴重な示唆を与えるものである。

よつて、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。