

Title	多層溶接における固有ひずみの推定と固有ひずみに基づく溶接変形・残留応力の予測に関する研究
Author(s)	羅, 宇
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40561
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	羅 宇
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13811 号
学位授与年月日	平成10年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科船舶海洋工学専攻
学位論文名	多層溶接における固有ひずみの推定と固有ひずみに基づく溶接変形・ 残留応力の予測に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 富田 康光 (副査) 教授 堀川 浩甫 教授 豊田 政男 教授 船木 俊彦

論文内容の要旨

厚板の多層溶接に対してナロウギャップ溶接が、高品質な継手が得られる溶接法のひとつとして、種々の大型構造物に広く適用されている。しかし、このような多層溶接においても、残留応力と変形は必ず生じ、種々の障害の原因となる場合があるので、これらを精度良く推定することは極めて重要である。これまでにFEMによる非線形解析などが試みられているが、海洋構造物や船舶のように大型で複雑な構造物の建造過程を、非線形問題として忠実にFEM解析することは、まだ現実的には不可能に近く、より簡便な方法の開発が望まれている。そこで本研究では、残留応力および変形の発生源である固有ひずみの生成機構を解明するとともに、残留応力および溶接変形を固有ひずみに基づいた弾性解析により統一的に推定する方法の開発を試みた。

第1章では、まず、多層溶接における溶接変形が原因となる施工上の問題および溶接変形予測法の現状を調査し、理論に基づいた実用的な予測法開発の必要性を指摘している。さらに、溶接変形に関する既往の研究を固有ひずみと多層溶接の観点から考察し、本研究の方向付けを行っている。最後に、本論文の全体構成について述べている。

第2章では、熱履歴を受けるバネで拘束された棒と3次元拘束モデルを対象として、固有ひずみの生成において最高到達温度と拘束の強さが主要支配因子であることに注目し、溶接における固有ひずみの生成機構および影響因子を検討している。

第3章では、溶接における固有ひずみの特徴を把握するために、ビード溶接の問題を、平面ひずみ問題および3次元問題として熱弾塑性FEM解析し、さらに、棒および3次元拘束モデルについて得られた固有ひずみの生成に関する特徴との対応関係を参考にして、固有ひずみの計算式を提案している。次に、提案された固有ひずみを用いて弾性FEM解析により残留応力および変形を推定し、その結果と3次元熱弾塑性解析の結果および実験結果との比較を通して提案した固有ひずみの妥当性を検証している。

第4章では、多層溶接における力学的現象を明らかにするため、既溶接部が熱履歴を繰り返し受けることによる効果に注目し、多重熱履歴の下での変形と残留応力について検討を行っている。具体的には、鋼板にTIGによるビード溶接を繰り返し実施した時の変形および残留応力を、実験とFEM解析により分析し、固有ひずみの生成機構を明らかにしている。さらに、これに基づき多重熱履歴の下での固有ひずみの算定式を提案し、その妥当性を検討している。

第5章では、多層溶接の問題を、平面ひずみ問題および3次元問題として熱弾塑性FEM解析するとともに、ビー

ド溶接および多重熱履歴の下での固有ひずみを参考にして、多層溶接における溶接変形および残留応力を固有ひずみに基づき推定する方法を提案している。さらに、提案された推定法の工学的問題への適用例のひとつとして、狭開先多層溶接を取り上げ、多層溶接における開先部の変形および残留応力の予測に対する提案法の有効性を検証している。

第6章では、第2章から第5章までに得られた主な結果に対して総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、溶接変形および残留応力は固有ひずみが原因となり生成するものであり、固有ひずみは主として最高到達温度と拘束に支配されるという原点に立ち返り、多層溶接における固有ひずみの生成機構を熱弾塑性有限要素法および実験により明らかにし、固有ひずみを用いた弾性有限要素法解析による溶接変形・残留応力の推定法を多層溶接に対して提案したものである。

固有ひずみは古くから存在する概念であり、弾性拘束された棒という単純な力学モデルを通して、溶接にともなう種々の現象の説明がなされてきた。しかし、現実の溶接継手においては、最高到達温度と拘束は場所毎に異なるため、従来の考え方をそのまま適用することはできない。そこで、多軸拘束モデル、単純ビード溶接モデル、多重ビード溶接モデルを対象に、詳細な熱弾塑性有限要素法解析を実施し、溶接継手における固有ひずみ生成機構を単純および多重熱履歴を受ける場合について、拘束の異方性の観点から解明し、多層溶接における固有ひずみの算定式を提案している。

本研究は、溶接にともなう力学的現象を系統的に分析することにより、固有ひずみの生成機構に含まれる本質的要素を抽出し、これに基づき、多層溶接における変形および残留応力の推定法を提案したものであるが、単なる推定に止まらず、物理現象を包括的に理解し説明するための基本的概念としての固有ひずみの意味を具体的な工学的問題を通して示したものである。この種の研究は、高度な数値計算あるいは実験により得られたデータを、如何に解釈し整理・活用すれば良いのかという、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。よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。