



Title	固有変形の逆解析を用いた大型構造物の溶接変形予測法に関する研究
Author(s)	梁, 偉
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46843
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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	梁 偉
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 19814 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 9 月 30 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	固有変形の逆解析を用いた大型構造物の溶接変形予測法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 村 川 英 一 (副査) 教 授 長谷川和彦 教 授 矢尾 哲也 教 授 大沢 直樹 教 授 内藤 林 教 授 加藤 直三 助教授 中長 啓治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、大型で複雑な溶接構造物の溶接変形を推定するために、溶接部に生じる固有変形を同定する方法および同定した固有変形を用いて構造物全体の溶接変形予測に関する研究を行った。これらの内容の要約は以下の通りである。

- (1) 薄板構造物に多く用いられる溶接長さが短い部分ビード溶接を対象に、熱弾塑性解析を用いて固有変形の分布特性について検討するとともに、平板に施された溶接長さが短い溶接に対する固有変形法の適用性について検討した。得られた知見に基づき、簡便に固有変形を同定する方法として、少数の計測点で溶接前後において計測した三次元座標を用いた逆解析法を提案した。さらに、熱弾塑性解析の結果得られた溶接変形を実験データと見なした逆解析によって、固有変形が正しく同定できることを示すことにより、逆解析の考え方の有効性を力学的な観点から確認した。
- (2) 基本的な溶接継手、すなわち、ビード溶接、重ね隅肉溶接、T型隅肉溶接における固有変形の逆解析法および溶接変形の推定法を提案した。さらに、開発した逆解析法の任意形状を有する溶接継手およびアルミニウム合金の多層溶接への適用性を示した。
- (3) 提案した逆解析手法を用いて、溶接長さが短い部分溶接を対象に、溶接固有変形データベースを構築した。さらに、従来の実験データや推定式との比較検討を行い、得られた固有変形データベースの信頼性を示した。
- (4) 計測誤差が不可避免的に発生するため、統計学的手法を導入して固有変形の推定精度と三次元座標の計測精度の関係を明らかにするとともに、限られた計測数でより精度の高い同定を実現するための方法を提案した。
- (5) 固有変形法を用いた溶接変形予測法を適用する大型溶接構造物の例として、板骨構造の溶接組立および肉盛による水壁パネル製作を取り上げ、固有変形の逆解析を含めて固有変形法を用いた溶接変形の予測を試みた。推定された変形は実験計測された変形を十分な精度で再現していることから、提案手法が大型の溶接構造物における溶接変形推定法として有効であることが確かめられた。

以上のように、本研究では溶接変形推定法として、固有変形の逆解析法および固有変形を用いた弾性解析により構成される推定法を提案し、その有効性を示すことができた。

論文審査の結果の要旨

溶接によって発生する残留応力と変形は溶接構造物の製造に際して様々な障害を誘起するばかりでなく、その構造物の品質に対して直接あるいは間接の影響を及ぼす。特に、溶接変形は、製品の寸法精度や外観を損ねるのみならず、部材の疲労強度や座屈強度を低下させる原因となる場合が多い。そのため、溶接変形が許容値を超える場合には、これを矯正する必要がある。この作業には熟練を要するが、熟練技能者が減少しつつある近年では、矯正作業に要する工数も増加の傾向にあり、製造コストの面で無視できない問題となっている。

このような問題を解決するためには、溶接変形や残留応力を予測し、これを防止、あるいは制御する技術が必要であり、中でも溶接変形を精度良く予測するためのシミュレーション技術の開発が望まれている。溶接変形を予測する方法として、熱弾塑性解析法と固有ひずみ法が代表的な手法として挙げられる。熱弾塑性解析法を用いた場合には、現象を詳細に追跡することができるが、計算に要する時間が長いため、解析対象は単純な構造に限られる。それに対して、変形および残留応力の原因である固有ひずみを初期ひずみとして、弾性解析により溶接変形や残留応力を予測する方法が固有ひずみ法である。この方法では、溶接線近傍に与える固有ひずみが既知であれば、大型で複雑な溶接構造物の変形を予測することができる。

一方、実構造物で採用される溶接継手は、その形式、溶接法、溶接条件がそれぞれ異なるため、それらの組み合わせは実に多様である。このように多様な溶接継手における固有ひずみあるいはこれを積分した固有変形を予めデータベース化しておくためには、簡便かつ精度の良い同定法の開発が必要となる。従来から用いられている方法は、角変形や横収縮などを見かけの変形として直接計測するもので、溶接が継手の全長にわたる場合には有効であるが、船舶の上部構造や自動車の車体などの薄板構造物で多く採用されている部分溶接には適用できない。また、固有変形のほとんどが変形ではなく残留応力として現れる縦収縮を計測する場合には、ひずみゲージを添付し、切断時の解放ひずみから縦収縮が同定される。この場合には、切断およびひずみ計測に多大な労力が必要とされる。

これに対して、本論文で提案された方法は、予め位置が定められた少数の計測点における3次元座標を溶接前後で計測し、これをデーターとして弾性有限要素法を用いた逆解析により、横収縮、縦収縮、横曲り、縦曲りの4成分の固有変形を同時に同定する方法である。したがって、十分な精度で3次元座標の計測が行われれば、非常に簡単にしかもシステマティックに固有変形が同定できる。また、逆解析には有限要素法による弾性解を用いるので、継手を構成する部材がパイプのように曲面であっても適用可能である。これらの特長は、船舶や自動車など曲面を含む複雑な形状を有する溶接構造物における固有変形を同定する際に有効となる。

本論文では、提案した逆解析法を、大型の溶接構造物を模擬した板骨構造モデルの溶接変形予測に適用し、固有変形を同定するとともに、その固有変形の値を用いて構造モデル全体の溶接変形の予測を試みている。局部的には小さな差異が認められるが、予測値は計測値とほぼ一致しており、このことは、固有変形の逆解析を用いた溶接変形予測法の有効性を示すものである。

以上のように、本論文において提案された固有変形の逆解析法および固有変形を用いた変形予測法は大型構造物の溶接変形を、現実的な計算時間で簡便に推定することを可能にするものであり、工学的意義は大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。