

Title	溶接熱履歴にともなう相変態を考慮した数値解析手法とその溶接変形低減への展開
Author(s)	三上, 欣希
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46927
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 三 上 欣 希

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20332 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科生産科学専攻

学 位 論 文 名 溶接熱履歴にともなう相変態を考慮した数値解析手法とその溶接変形低減への展開

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 豊田 政男

(副査)

九州工業大学工学部教授 寺崎 俊夫 教 授 南 二三吉

教 授 村川 英一 助教授 望月 正人

論 文 内 容 の 要 旨

溶接構造物の製作において、溶接施工にともなって発生する溶接変形は構造性能や施工効率の観点から解決が求められており、溶接変形をインプロセスで制御できる手法の確立が追求されてきた。本研究では、溶接金属の冷却過程における変態膨張を利用してインプロセスで溶接変形を低減する手法に注目した。まず、相変態を考慮できる溶接変形数値解析手法を開発し、その有効性を示したうえで、開発手法を適用して、溶接変形の低減に有効な溶接材料特性のあり方や適用可能範囲を明確化することを目的とした考察を行った。

本論文は、緒論、総括を含めて全 7 章からなる。

第 1 章では、溶接変形対策の重要性を指摘して、従来の対策手法のレビューを行うとともに、溶接金属の変態膨張を利用した溶接変形低減手法に注目し、実施工への適用における課題を考察して、本研究の目的と重点を明らかにした。

第 2 章では、本研究で用いる相変態を考慮した数値解析手法が、溶接熱履歴を受ける場合の組織分布の推定に十分な精度を持つものであることを、溶接部の硬さ分布の実験結果等との比較考察から明らかにした。

第 3 章では、冷却過程で変態膨張が生じる低変態温度溶接材料の試作と、それをを用いた T 型すみ肉溶接継手の角変形挙動の計測実験を行って、溶接金属の変態膨張が継手の角変形低減に有効であることを確認した。さらに、溶込み形状や、母材の希釈を考慮した溶接金属の化学組成および変態温度の測定等を行い、溶接変形の評価や数値解析において考慮すべき主要な事項を明らかにした。

第 4 章では、T 型すみ肉溶接継手に対して相変態を考慮した溶接変形の数値解析を適用するために、数値解析に用いる連続冷却変態図や熱膨張曲線等の材料特性の測定および決定の方法等について考察し、溶接変形を十分な精度で算定可能な数値解析手法を確立した。

第 5 章では、溶接継手の角変形低減に対する溶接金属の変態膨張の有効性を明確にするため、変態開始温度や変態膨張量といった変態膨張特性を広範囲に変化させた数値解析を行い、角変形を低減するために必要な溶接金属の変態膨張特性のあり方を明確にした。

第 6 章では、溶接金属の変態膨張による溶接変形低減手法の実施工における適用可能範囲を明確にする上で考慮す

べき代表的因子として、溶接入熱条件や外的拘束条件等を取り上げ、溶接継手の角変形や変態膨張による角変形低減効果に及ぼす各因子の定量的影響を明らかにし、変態膨張を効果的に角変形低減に利用するための基本的な考え方を示した。

第7章では、本研究で得られた主な結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本研究は、溶接構造物の製作における効率的な製品精度管理の新しい手法の提案と、その効果について論じたものである。溶接施工に伴う溶接変形は構造性能や施工工程の効率化の二つの観点から解決が求められ、特に、インプロセスで制御できる手法の確立は大きな課題となっている。本研究では、溶接金属の冷却過程における変態膨張を利用するという巧みな方法に注目し、溶接中の相変態が考慮できる数値解析手法の開発と、溶接変形の低減に有効な溶接材料特性のあり方や適用可能範囲を明確化することを目的とした検討を行っている。本論文の主な新しい着目点とその結論は以下の通りである。

- (1) 溶接変形のインプロセス制御法として、溶接金属の冷却中における変態膨張を利用することが有効であることに着目し、冷却過程の比較的低温で変態膨張が生じる低変態温度溶接材料を幾つか試作し、それを用いたT型すみ肉溶接継手を製作して角変形挙動の計測実験を行い、溶接金属の変態膨張が継手の角変形低減に十分な効果のあることを確認すると共に、変態膨張効果を溶接変形制御に応用するときの主要支配因子の整理を行っている。
- (2) 相変態を考慮した溶接熱弾塑性数値解析手法を開発し、その手法が、解析に必要な連続冷却変態図や熱膨張曲線などの材料特性を十分な精度で求めておけば、溶接熱履歴を受ける場合の相変態に伴う組織分布を推定するのに十分な精度を持つものであることを実験結果との比較考察から検証している。
- (3) 開発した数値解析法を用いて、代表的な溶接変形である角変形を取り上げ、溶接金属の変態開始温度や変態膨張量といった変態膨張特性を広範囲に変化させた数値解析を行い、角変形を低減するために必要な溶接金属の変態膨張特性のあり方について明確にしている。更に、実施工に適用するときの適用可能範囲を明確にして、変態膨張を効果的に角変形低減に利用するための基本的な考え方を提示している。

以上のように、本論文で提案する低変態温度溶接材料を用いることが溶接変形のインプロセス制御に有効であることを明らかにすると共に、その実用性と適用範囲をも明確にしており、溶接構造物の製作における製品精度管理にとって有用な知見を得ている。その成果は、社会基盤構造として広く用いられている溶接鋼構造物の効率的な製造へつながる新たな知見を与えており、溶接構造工学・生産科学の発展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。