

Title	レーザースペックル法を用いた溶接部の動的ひずみ測定とその応用に関する研究
Author(s)	村松, 由樹
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40904">https://hdl.handle.net/11094/40904</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	むら 村 まつ 松 よし 由 き 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 4 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 9 月 30 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	レーザースペックル法を用いた溶接部の動的ひずみ測定とその応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 豊 田 政 男 (副査) 教 授 座 古 勝 教 授 宮 本 勇 教 授 西 本 和 俊

## 論 文 内 容 の 要 旨

溶接部のような局部加熱により動的なひずみを受ける箇所のひずみをその場測定することは、高温割れなど材料高温域の欠陥発生メカニズムの解明、相変態検出による溶接残留応力への影響など力学的な情報を得る上で重要である。しかし、溶接部の凝固過程近傍での高温域におけるひずみの実測は、材料が高温であることや、急速冷却過程であることから高応答性が必要などの困難さのためこれまで殆どなされず有効な情報を得るまでに至っていない。一方、数値解析を用いて変形特性を解析することも試みられているが、その結果の精度は溶接部高温域の材料定数のあいまいさなどのため、解析の精度向上のためにも正確な変形挙動の実測がなされる必要があるが、未だ十分な測定法が示されていないのが現状である。

本論文は静的引張試験などに用いられてきたレーザースペックルを利用したひずみ測定法を溶接部の動的ひずみ測定へ適用するために新しい知見を入れて適用可能な手法の開発を行うとともに、それによって得られたひずみ挙動の考察により、溶接における欠陥発生や製品の信頼性評価へ開発した手法の適用性について論じたものである。

本論文は緒論、総括を含めて8章からなる。

第1章は緒論であり、本研究の背景と必要性、従来の溶接部とその近傍のひずみ測定法とその問題点、本論文の研究方針について述べている。

第2章では、レーザースペックル法の概略とスペックルの性質に関する基本的事項について述べ、動的ひずみ測定への課題の整理を行っている。

第3章では、本手法を溶接部の動的ひずみ測定に適用するにあたっての基本的必要事項を明確にするための実験を行い、被測定物の曲げ、剛体的な動き、あるいはレーザーのスポット径などが測定精度に与える影響についての基本的知見を得て、ひずみ測定のための最適条件を求めている。

第4章は、本手法を溶接部の加熱・冷却過程の動的ひずみ測定へ適用することを試みた実験を実施し、矩形薄鋼板状試験片に線状加熱を施した場合の動的ひずみの実測により、1000℃を越す高温でもひずみの測定が可能であることを示し、さらに実験的・解析的検証の結果、本手法により得られたひずみが十分な精度を持つものであることを確認

し、この種の問題へ十分な適用性をもつことを実証している。

第5章では、前章の結果を踏まえて、熱ひずみ特性におよぼす諸因子の影響について本手法を用いて考察し、本手法のより広い範囲で有用に適用できることを明らかにしている。

第6章では、本手法により鋼溶接部の冷却途上に生じる相変態が検出できることを明らかにし、相変態ひずみの測定方向、溶接される試験片の拘束状態、変態の発生温度などにより検出される相変態ひずみ挙動は大きく相違し、無応力下の測定と異なる様相を示すことを明確にし、実溶接施工でひずみ測定を行うことの重要性を提起している。

第7章では、さらにその場観察の適用例として、溶射皮膜の熱による剥離性と溶接熱ひずみの関連を取り上げ、溶射される基板に生じるひずみに対する各種溶射皮膜の追従性を実験的に明らかにし、本手法が熱変形による皮膜の剥離性評価などにも適用できることを明らかにしている。

第8章は総括であり、本研究で得られた結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

溶接などの加工過程における動的ひずみのその場測定が可能となれば、加工の合目的化に有益な手段を与える。例えば、溶接時における高温割れなど材料高温域の欠陥発生メカニズムの解明、相変態の溶接残留応力分布などへの影響など力学的な情報を得る上でその場観察は重要である。しかし、溶接部の凝固過程近傍での高温域におけるひずみの実測は、材料が高温であることや、急速冷却過程であり高応答性が必要などの困難さのためこれまで殆どなされず、未だ十分な測定法が示されていないのが現状である。本論文はレーザースペックルを利用したひずみ測定法を溶接部の動的ひずみ測定へ適用するために新しい知見を入れて適切な測定手法の開発を行うとともに、その工学的適用性について検討を加えている。本論文で明らかにされている主な点は以下のとおりである。

- (1)レーザースペックル法の基本的特性について検討し、それを溶接加工プロセスにおける高温域、および急速加熱冷却される場における動的ひずみ測定に適用するにあたっての必要事項を明確にするための実験を行い、被測定物の曲げ、剛体的な動き、あるいはレーザーのスポット径などが測定精度に与える影響についての基本的知見を得て、ひずみ測定のための最適条件を求めている。
- (2)開発した手法を溶接部の加熱・冷却過程の動的ひずみ測定へ適用し、1000°Cを越す高温でもひずみの測定が可能であることを示し、さらに実験的・解析的検証の結果、本手法により得られたひずみが十分な精度を持つものであることを確認し、この種の問題へ十分な適用性をもつことを明確にしている。更に、溶接熱ひずみ特性におよぼす諸因子の影響について本手法を用いて考察し、本手法が広い適用性を持つことを明らかにしている。
- (3)提案する新しい手法によって鋼溶接部の冷却途上に生じる相変態に伴う変形挙動が十分に検出できることを明確にし、実溶接時における鋼材の相変態ひずみへの各種要因の影響を新しく明らかにするとともに、材料特性把握のために行われる無応力下の変態ひずみ測定はそのままでは実溶接施工途上でひずみ挙動の評価につながらないなどの重要な問題点を指摘している。
- (4)その場観察の適用例として、耐熱皮膜によく用いられる溶射皮膜の加熱時の剥離特性を取り上げ、溶射された基板に生じる熱ひずみに対する各種溶射皮膜の追従性を実験的に明らかにし、本手法が熱変形による皮膜の剥離限界評価などにも適用できることを明確にしている。

以上のように、本論文は、高温加工過程、特に急速加熱・冷却される場合の材料に生じる熱ひずみの測定手法としてレーザースペックル法の適用について基礎的な検討を加えて、工学的実用性をもった新しい手法を開発している。従来困難であった高温域でのその場測定の可能性とその応用性について詳細に検討しており、溶接加工などの加工性の合理的評価など広範な適用性が予想される手法を開発している。その成果は加工評価工学や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。