



Title	レーザ硬化処理における硬化層生成過程の解析
Author(s)	大村, 悦二
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33890
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	おおむらえつじ 大村悦二
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 4 7 1 号
学位授与の日付	昭 和 59 年 3 月 24 日
学位授与の要件	工学研究科 精密工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	レーザー硬化処理における硬化層生成過程の解析
論文審査委員	(主査) 教授 牧之内三郎 教授 山田 朝治 教授 川辺 秀昭 教授 森 勇蔵 教授 井川 直哉 教授 岸田 敬三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、レーザー硬化処理において硬化層の生成する過程を熱伝導論と金属学的立場から詳細に解析して、硬化層生成理論を提案するとともに、レーザー照射条件の最適化を図ったもので、次の7章から成っている。

第1章では、レーザー硬化処理の概要と特徴、さらに研究上の問題点を示し、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、本研究で鋼材の温度履歴を検討する上で基礎となる温度分布の理論式を中心に、レーザービームの強度分布と、温度分布解析におけるモデル化の問題点について述べている。

第3章では、強度分布がガウス形分布をしたレーザービームを一定速度で移動させながら照射するレーザー硬化処理について述べている。まず、S45Cへのレーザー照射実験と硬化層の組織観察を行い、具体的に数値計算して、熱源近傍の温度分布と加熱速度・冷却速度を求めている。そして、変態温度の加熱速度依存性、臨界冷却速度、Ms点を考慮することにより、硬化層生成過程を系統的に解析し、硬化層生成理論を提案している。

第4章では、連続発振の炭酸ガスレーザーを持続熱源としてステップ関数状に照射する、ステップ熱入力によるレーザー硬化処理方法を新しく提案している。そして、レーザー照射実験と温度分布解析を行い、前章の硬化層生成理論を本方法にも適用して、硬化層の生成過程を詳細に解析している。

第5章では、炭酸ガスレーザーに対する熱吸収率を高めるために必要なコーティングに関して、熱伝導論の立場から理論的に考察している。すなわち、コーティング膜と金属材料からなる二層円板に強度分布が軸対称なレーザービームを照射したとき、コーティング膜内部で熱吸収される場合の二層円板の温度分

布の理論式を積分変換を用いて導き、モデル実験と数値計算を行っている。そして、コーティング膜厚に最適値の存在することと、それに関与するコーティング膜の主な熱物性値を明らかにしている。

第6章では、第3章で提案している硬化層生成理論を適用することによって、硬化層が生成する照射条件の範囲を予測できること、また、この制約条件の下で、適当な目的関数を最大にする照射条件の最適値をあらかじめ求めることが可能であることを明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた結果を総括し、結論をまとめている。

論文の審査結果の要旨

近年高出力炭酸ガスレーザーが開発されるに伴って、レーザー硬化処理の実用化が強く望まれている。レーザー硬化処理では、得られる硬化層の断面形状や大きさがレーザー照射条件に大きく依存するため、要求される硬化層に応じて最適な照射条件を決定し、ビーム径やビーム移動速度などを制御できることが重要である。本論文は、そのための基礎的研究として、硬化層生成過程の解析を行って硬化層生成理論を提案し、それを基に照射条件の最適化を試みたものである。得られた主な成果を要約するとつぎのとおりである。

- (1) 鋼材の温度履歴と硬化層の断面形状や大きさの関係を明らかにする際に重要な事項は、レーザーパワー、ビームの強度分布、ビーム径、移動速度などのレーザー照射条件、工作物の形状や大きさと材質、コーティング膜の材質や膜厚などで決まる熱吸収率、熱物性値の温度依存性、変態温度の加熱速度依存性、臨界冷却速度、 M_s 点などであることを示し、これらを総合的に考慮することによって硬化層の生成過程を詳細に解析し、硬化層生成理論を提案している。
- (2) この理論を適用することによって、硬化層が生成する照射条件の範囲を予測することができ、その範囲内で適当な目的関数を最大にする照射条件の最適値をあらかじめ求めることが可能であることを明らかにしている。
- (3) また、照射条件や位置決めなどの制御を精密に行うことができるレーザー硬化処理方法として、連続発振の炭酸ガスレーザーを持続熱源としてステップ関数状に照射する、ステップ熱入力によるレーザー硬化処理方法を新しく提案している。
- (4) 炭酸ガスレーザーに対する熱吸収率を高めるために鋼材表面に施すコーティングに関して、コーティング膜厚に最適値の存在することを理論的に説明し、その存在範囲を明らかにしている。さらに、コーティング材としては、単位体積あたりの熱容量が小さく、熱拡散率の大きいものほど適当であることを示している。

以上のように、本論文は、レーザー硬化処理技術の実用化に大きな指針を与えており、その成果は学術的にも工業的にも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。