



Title	大出力CO <sub>2</sub> レーザの長距離伝送とそれを用いたフレキシブルレーザ加工技術の開発
Author(s)	松本, 敏史
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45898">https://hdl.handle.net/11094/45898</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">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	まつもと としふみ 松本 敏史
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19502 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	大出力 CO <sub>2</sub> レーザの長距離伝送とそれを用いたフレキシブルレーザ加工技術の開発
論文審査委員	(主査) 教授 大森 明 (副査) 教授 平田 好則 教授 高橋 康夫 助教授 阿部 信行

### 論文内容の要旨

本論文は、発振出力の大出力化が計られている CO<sub>2</sub> レーザを用いたフレキシブル加工を行うにあたって必要となる伝送光学系の検討を対象とし、ミラー伝送光学系において光路解析とそれに基づくミラー光学系の精度確保手段の構築および、それを用いたフレキシブルレーザ加工について論じており、以下の 7 章構成とした。各章を要約すると以下のようになる。

第 1 章では、研究の背景および現状での問題点を指摘し、本研究の必要性と目的について述べた。

第 2 章では、本研究で用いた CO<sub>2</sub> レーザ加工装置ならびに CO<sub>2</sub> レーザ発振器について述べた。ここでは、CO<sub>2</sub> レーザ加工装置および発振器の構成を述べるとともに、発振されるレーザ光の特徴について詳述した。

第 3 章では、CO<sub>2</sub> レーザ光の伝送方式として中空導波路方式、光ファイバー方式、ミラー伝送方式の三方式をとりあげ、それぞれを詳細に調査することによりそれぞれの長所、短所を明らかにした。また、調査の結果より大出力 CO<sub>2</sub> レーザ光の 10 m を超える長距離伝送方式として、現段階で最良の伝送方式についての検討を行った。

第 4 章では、大出力 CO<sub>2</sub> レーザ光をミラー伝送光学系で伝送する場合に伝送光学系に起因する原因でレーザ加工特性に影響を及ぼす因子について検討を行い、伝送光学系への熱影響対応および伝送光学系の精度確保が重要であることを明らかにした。そして、それらに対する対策として冷却効率を考慮した耐高エネルギー反射光学系の検討、さらには内部導光型レーザロボットを対象とした回転軸を含んだ伝送光学系の光軸アライメントのための光軸調整方法についての検討を行った。光軸調整方法に関しては、光路解析に基づいたミラー軸精度補償システムを提案し、回転軸を含んだ座標系の光軸調整であっても容易に光軸調整を行うことが可能であり、オフラインでの光軸調整が簡単かつ確実に実施することが可能な調整手段を提案した。

第 5 章では、大出力 CO<sub>2</sub> レーザによる表面改質のための集光光学系について、使用する CO<sub>2</sub> レーザ光の特徴を考慮した集光光学系を提案した。また提案した集光光学系の集光特性についても、実際に大出力 CO<sub>2</sub> レーザ光を用いて確認を行った。

第 6 章では、前章で提案されたミラー伝送方式、内部導光型レーザロボットを対象とした回転軸を含んだ伝送光学系の光軸アライメントのためのミラー軸精度補償システムを用いた光軸調整方法、さらには表面改質のための集光光学系の有効性を確認するために、大出力 CO<sub>2</sub> レーザによる加工試験について示した。

第7章は、結論であり、本研究で得られた結果を総括した。

### 論文審査の結果の要旨

$\text{CO}_2$  レーザ加工装置の普及とともに、その利用分野も多様な分野に広がっており、それぞれの適用分野に応じて  $\text{CO}_2$  レーザ発振器の出力向上や加工装置の機能向上が進められている。 $\text{CO}_2$  レーザ発振器は 25~45 kW の大出力  $\text{CO}_2$  レーザ発振器が開発され、実加工に用いられるようになってきているが、 $\text{CO}_2$  レーザによるフレキシブルな加工に関しては研究も低出力域に限られており、未だ産業用に適用するまでにはいたっていない。本論文は、大出力  $\text{CO}_2$  レーザを長距離伝送し、それを用いたフレキシブル加工を行うにあたって検討が必要となる伝送光学系の問題について行った研究成果をまとめたものであり、大出力  $\text{CO}_2$  レーザを用いたフレキシブルレーザ加工の今後の開発に役立つことと期待できる。本論文の主要な成果は以下の通りである。

- 1) 大出力  $\text{CO}_2$  レーザ光の伝送方式として中空導波路方式、光ファイバー方式、ミラー方式の長所、短所を明らかにし、現段階での大出力  $\text{CO}_2$  レーザ光の 10 m を越える長距離フレキシブル伝送方式としてミラー方式が最良であることを示している。
- 2) 大出力  $\text{CO}_2$  レーザ光をミラー伝送する場合に伝送光学系に起因して加工品質に及ぼす原因と対策について検討を行い、伝送光学系への熱影響に対して新しい提案を行っている。すなわち、伝送するレーザ光のエネルギー分布を考慮した耐高エネルギー反射光学系および集光光学系を設計製作し、大出力  $\text{CO}_2$  レーザ光を用いてその有効性を示している。
- 3) さらに、内部導光型レーザロボットを対象とした回転軸を含んだ伝送光学系の光軸アライメントのためのオフラインでの光軸調整方法を提案している。これは光路解析に基づいた補償システムであり、回転軸を含んだ伝送光学系であっても容易に光軸調整を行うことが可能であり、複数のミラーに対しても極めて有効な調整方法である。
- 4) 上記の結果を基に、提案したミラー光学系およびミラー軸精度補償システムを用いた光軸調整方法により調整された内部導光型レーザロボットに、大出力  $\text{CO}_2$  レーザを導光してレーザ加工を行うことにより、提案したミラー光学系および光軸調整方法の有効性を示すとともにそれらの妥当性を示している。

以上のように、本論文は大出力  $\text{CO}_2$  レーザを用いたフレキシブルレーザ加工のみならず、生産工学分野、とりわけ生産工程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。