The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非線形計画法による最適溶接条件の自動設定・制御に関する研究
Author(s)	近藤, 勝義
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3144288
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 31 】

氏　　名	近藤勝義（こんどう かつよし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　14062　号
学位授与年月日	平成10年5月29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	**非線形計画法による最適溶接条件の自動設定・制御に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　黄地　尚義 （副査） 教　授　豊田　政男　　教　授　小林紘二郎　　教　授　荒井　栄司

論文内容の要旨

溶接施工上の重要な課題の一つは，与えられた溶接対象物に対し，最適な溶接施工条件を合理的に設定・制御することである。本研究では，溶接施工条件の設定問題を，溶接に必要な温度場を確保する最適入熱問題とみなし，検討している。具体的には，GTA（ガス・タングステン・アーク）溶接を対象に，計算モデルと非線形計画法とを用いて，溶接部の温度場を最適化することにより，溶接施工条件（溶接施工パラメータ）を自動設定・制御する手法について検討している。

本論文は，7つの章から構成されている。

第1章は緒論であり，本研究の背景と目的ならびに本研究の方針を述べている。

第2章では，溶接温度場に関する最適入熱制御問題として，溶接線近傍に複数個の評価点を想定し，『評価点毎に指定されたある時刻における各評価点の温度を制御する問題』について検討している。その結果，熱伝導方程式の解析解を用いれば，この問題が凸計画として定式化できること，また，定式化された問題に対して，凸計画法を適用し，最適入熱条件が簡単に推定できることを明らかにしている。

第3章では，溶接線の近傍に設定した複数個の評価点に対し，『各評価点の最高到達温度を制御する問題』を取り上げている。この問題に対しては，最急降下法に基づく最適アルゴリズムを適用し，最適入熱条件の近似解が的確に推定できることを示している。

第4章では，第2・第3章で求めた最適入熱条件に対する実験的検討を行ない，提案した手法が，溶接施工時の最適入熱パターンの推定に有効であることを示している。また，推定手法の信頼性を高めるには，モデルパラメータ(熱効率)の同定が不可欠であることを指摘し，GTA溶接実験の結果として，溶接部近傍の熱応答特性がモデルパラメータの同定に有効であることを示している。

第5章では，提案した入熱条件推定手法の応用例として，パイプの円周溶接における入熱条件の最適化について検討し，凸計画法により推定した入熱条件が，パイプの円周溶接における温度場の最適化に対して十分有効であることを示している。

第6章では，第4章で検討した温度センサーによる熱効率の推定手法と凸計画法による入熱条件の推定手法とを組合せることにより，溶接条件の自動設定・制御システムを試作し，計算モデルによる最適溶接条件のインプロセス自動設定・制御の可能性を示している。

第7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

溶接施工上の重要な課題の一つは，与えられた溶接対象物に対し，最適な溶接施工条件を合理的に設定する手法を開発することである。本論文は，このような観点から，計算モデルと非線形最適化の手法を組合せることにより，溶接施工条件（溶接施工パラメータ）を自動設定・制御する手法を提案・検討したものである。具体的には，溶接施工条件の設定問題を，溶接に必要な温度場を確保する最適入熱制御問題とみなし，溶接線近傍に設定した複数個の評価点の温度を最適化することにより，必要な溶接施工条件を推定している。

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)溶接温度場に関する最適入熱制御問題として，まず『評価点毎に指定されたある時刻における各評価点の温度を制御する問題』について検討し，熱伝導方程式の解析解を利用すれば，この問題が標準的な凸計画問題となり，大域的な最適入熱条件が簡単に推定できることを明らかにしている。

(2)より具体的な最適入熱制御問題として，『各評価点の最高到達温度を制御する問題』について検討し，最急降下法に基づく最適アルゴリズムを適用すれば，最適入熱条件の近似解が的確に推定できることを示している。

(3)それぞれの手法で求めた入熱条件に対して実験的な検討を行ない，提案した手法がGTA溶接における最適入熱条件，すなわち溶接施工パラメータの推定に有効であることを示している。

(4)GTA溶接における実験の結果として，推定手法の信頼性を高めるには，溶接部近傍の熱応答特性によるモデルパラメータ（熱効率）の同定が有効であることを明らかにしている。

(5)複雑な溶接施工条件の制御が必要とされる小径管の円周溶接を対象に検討し，提案した手法が，GTAによるパイプの円周溶接における温度場の最適化，溶接施工条件の設定・制御に十分有効であることを示している。

(6)計算モデルによる入熱条件の推定と熱応答特性によるモデルパラメータ（熱効率）の同定とを組合せた，溶接条件の自動設定・制御システムを試作し，GTAによる溶接実験を試み，最適な溶接施工パラメータをインプロセスで自動設定・制御できることを示している。

以上のように，本論文は，これまで経験的，実験的に処理されて来た溶接施工条件の設定問題に注目し，計算モデルと非線形計画法とを用いて，溶接施工条件を機械的に設定する手法を提案したものである。その結果として，本研究で提案した手法を用いれば，溶接施工条件の機械的な設定が可能となることを示すとともに，提案した手法と適切なセンサーとを組合せれば，計算モデル規範型の自動溶接システムが構築できることを示唆したものである。その成果は，アークやレーザーによる溶接・接合あるいは熱処理など，熱加工プロセスの条件設定・制御に応用され，生産加工工学および知能・機能創成工学の発展に寄与するところが大である。

よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。