

Title	鋼の高周波電縫溶接現象と溶接部品質の信頼性向上に関する研究
Author(s)	芳賀, 博世
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37768">https://hdl.handle.net/11094/37768</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	芳 賀 博 世
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 9 9 5 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 3 年 11 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	鋼の高周波電縫溶接現象と溶接部品質の信頼性向上に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 仲 田 周 次 (副査) 教 授 西 口 公 之 教 授 丸 尾 大 教 授 豊 田 政 男

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ラインパイプとして使用される高周波電縫溶接鋼管を主な対象とし、高周波電縫溶接部品質の信頼性の向上特に靱性の抜本的改善に要求される実質的な無欠陥溶接を可能にした溶接技術の提案に関するものである。このため、まず溶接部形成現象と溶接機構を解明し、これに基づいて溶接欠陥の発生機構を明らかにした。次に、溶接部形成現象と溶接部の組織・靱性の関係を把握して高靱性溶接部を得るための熱処理条件と母材に要求される清浄度を決定した。更に、溶接欠陥発生をほとんど伴わない溶接部形成現象および、これを実現する溶接条件を明らかにし、次いで、溶接部形成現象のモニターの提案とその自動溶接への実用化に至るまでの成果をまとめたもので、11章より構成されている。

第1章では、本論文の研究目的、背景、動機、および各章の概要を述べた。

第2章では、高周波電縫溶接について概説し、本研究の範囲を示した。

第3章では、溶接現象を研究する基礎として、電流分布と加熱過程を考察した。

第4章では、溶接部形成現象を高速カメラで観察し、現象を3種類に分類すると共に、溶接部形成におけるインピーダンス・溶接電流変化と電磁力の意義を見だし、溶接部形成機構を明らかにした。

第5章では、高速カメラ観察した溶接部の溶接欠陥の種類と分布を調査し、3種類に分類した溶接部形成現象と溶接欠陥の種類の間に対応関係があることを見いだした。更に、詳細な観察によって各溶接欠陥の発生機構を明らかにした。

第6章では、溶接部形成における周期現象が溶接部の組織・靱性に与える影響と後熱処理の効果と限界を示した。

第7章では、アプセット現象を観察し、高周波電縫溶接におけるアプセットの意義と高靱性溶接部を得るために母材に要求される清浄度を把握した。

第8章では、低速溶接・高速溶接を分ける臨界速度の概念と無欠陥溶接条件を提案し、高速域の第2種溶接現象では溶接欠陥がほとんど発生しないことを実証した。

第9章では、第2種溶接現象を的確に判別するために、溶接機の発振周波数変動検出を原理とする溶接現象モニターを提案した。

第10章では、モニターをベースに開発した自動溶接方法をはじめとする研究成果の適用によって、極めて信頼性の高い電縫ラインパイプの製造が可能になったことを示した。

最後に、第11章で本研究で得た主要な結論を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、ラインパイプとして使用される高周波電縫溶接鋼管を主な対象とし、高周波電縫溶接部形成現象および溶接機構を解明し、これに基づいて溶接欠陥の発生機構、溶接部形成現象と溶接部の組織・靱性の関係、極めて信頼性の高い溶接部形成現象および、これを実現する溶接条件を明確にして、極めて信頼性の高い高周波電縫溶接技術を開発している。さらに溶接部形成現象のモニターを提案するとともに、これを応用した自動溶接の実用化を実現している。本論文の成果を要約すると次の通りである。

- (1) 高周波電縫溶接現象の高速度写真観察により、接合開始点がV収束点の前方に分離して、狭間隙域をつくる場合があり、溶接の周期性と挟間隙の形状とによって3種類の溶接部形成現象が出現すること、この出現条件は両突合せ面の幾何学的な接近速度と溶融金属の排出による突合せ面の後退速度との大小関係によること、溶接の周期性は接合開始点の移動に伴うインピーダンス変化による溶接電流変化に起因するものであることを立証している。
- (2) 電縫溶接における代表的な溶接欠陥である冷接、ペネトレータの発生機構を検討し、冷接はアプセット時に接合部に残留した微細球状の酸化物介在物の集合体で、第1種溶接部形成現象で発生する主要欠陥であり、またペネレーターは第2種、第3種溶接現象における周期的溶接過程で生じる溶融金属の還流に伴う一種のスラグの巻き込みによって生じることを明らかにしている。
- (3) 焼準後の溶接部靱性は、アプセットによって接合面に平行に並ぶ非金属介在物によって大きく支配されること、アプセットが溶接の安定と高温割れの防止にとって不可欠であることを明らかにすると共に、高靱性溶接部をうるには、非金属物介在物の少ない高清浄度鋼を用い、アプセットを十分に加えて溶接欠陥の少ない溶接をする必要があることを示している。
- (4) ある臨界速度以上の高速溶接では、高入力条件でも第3種溶接現象が現れず、2段収束型第2種溶接現象が現れ、この高速溶接域における第2種溶接現象を採用することによって極めて高い信頼性の電縫溶接鋼管の製造が可能となること、さらに大V収束角を選定することにより、臨界速

度の低減化が可能となることを見いだしている。

- (5) 高速溶接域で第2種溶接形成現象を安定に得るために、溶接電圧の発振周波数変動を検出する溶接形成現象のモニタリング技術を研究し、さらにこのモニタリング技術を応用した溶接自動入熱制御システムを開発、極寒冷地向け高張力電縫ラインパイプ・油井管など極めて高信頼性の要求される電縫管の製造を実現している。

以上のように本論文は、ラインパイプとして使用される鋼管の高周波電縫溶接において、3種の溶接部形成現象が存在しうることを指摘して、溶接部形成機構に関する新規の概念を構築すると共に、この成果をもとに極めて高い信頼性の溶接鋼管をえる溶接条件を提案、実証し、さらに、インプロセスでの品質保証のための溶接現象モニタリング技術を研究開発して、極めて信頼性の高い電縫管の製造を実現しており、生産加工工学並びに生産技術の発展に貢献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。