

Title	天然ガス幹線パイプライン用鋼管の全姿勢電子ビーム溶接に関する基礎的研究
Author(s)	古賀, 信次
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42297
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	古 賀 信 次
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 7 1 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 2 年 9 月 2 7 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	天然ガス幹線パイプライン用鋼管の全姿勢電子ビーム溶接に関する基礎的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 牛 尾 誠 夫 (副査) 教 授 豊 田 政 男 教 授 西 本 和 俊 助 教 授 阿 部 信 行

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、天然ガスパイプライン現地継手への電子ビーム溶接法の適用に関して、基本的な適用のコンセプト、溶接施工条件、溶接継手の品質・性能について論じたものであり、以下に示す7章の構成で展開している。

第1章は緒論として、本研究の背景と目的、並びに本研究に関する研究の現状と問題点および課題、研究遂行の方針について述べている。

第2章では、幹線パイプライン現地溶接における継手品質要求や施工制約条件についての現状を整理した後、これに電子ビーム溶接を適用する場合の継手形式、溶接装置・機器レイアウト、溶接作業手順等について論じ、パイプライン電子ビーム溶接施工法の基本的なコンセプトを提案している。

第3章では、厚肉大径管 (API 5L-X65、762mm^φ、19mm^t) の全姿勢電子ビーム溶接施工条件について述べている。ここでは、全姿勢連続溶接の試行に先立って、まず代表的な8溶接姿勢において姿勢を固定して適正溶接条件を選定し、その後各姿勢における適正溶接条件をなめらかに補間する形でつなぎ合わせ、水平固定管の全姿勢溶接条件を確立した過程について論じている。

第4章では、パイプラインの現地溶接において予想される開先合せ精度の不良が溶接品質に与える影響について述べている。ここでは、開先精度不良として開先ギャップ、目違いの2種類をとり上げ、両者がそれぞれ単独、および重畳して溶接ビード形態に与える影響について記述するとともに、良好な溶接ビードを得るための許容値を提示している。

第5章では、API 5L-X65鋼管の電子ビーム溶接時に発生することが報告されている凝固割れの防止に関する検討結果を述べている。ここでは、割れ感受性と鋼管組成、特に不純物元素量との関係について実験計画法を用いた定量的検討を行った結果について述べ、割れ防止のために設定すべき不純物元素量の上限スペック値について提案している。

第6章では、それまでの諸検討に基づいて作製された電子ビーム溶接継手の組織および機械的諸特性に関する調査結果について述べている。ここでは、継手各部のマイクロ組織に加えて、その硬さ分布、静的強度、曲げ延性、衝撃特性等についての試験結果を整理して記述するとともに、シャルピー衝撃試験による溶接継手靱性の評価方法に関する今後の検討課題を述べている。

第7章では、結言として本研究で得られた結果について総括している。

論文審査の結果の要旨

天然ガス搬送用ラインパイプは従来アーク溶接法を用いた多層盛り施工により現地溶接されてきたが、これに1ショットの電子ビーム溶接を用いる構想は、敷設工事の能率を飛躍的に高める意味から極めて魅力的である。しかし溶接施工、溶接継手品質、継手性能その他の面において未知の課題があまりに多く、従来の報告では極めて初歩的な概念の提示が行われているのみで系統的な研究は国内外ともみられない。

本論文ではこの未踏技術に挑戦しパイプラインの電子ビーム溶接技術確立の端緒を拓くべく、工法・機器概念、溶接施工、継手品質・性能の各面から系統的な試験検討を行っている。本論文の成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 水平固定のラインパイプの現地溶接に関し、採るべき溶接継手形式、各種溶接機器構成と配置、溶接作業シーケンス等の工法コンセプトを明確に提示し、電子ビーム溶接の実用化に向けての工法面での指針を明らかにしている。
- (2) ラインパイプ用 API 規格厚板大径鋼管の全姿勢連続電子ビーム溶接に関し、代表的な溶接姿勢における適正溶接条件範囲を系統的な実験結果に基づいて明らかにしている。そしてそれら適正条件を補間・連結することにより、全姿勢連続電子ビーム溶接が可能であることを、実継手の製作によって実証している。
- (3) 現地溶接において問題となる開先精度不良の影響に関し、開先ギャップ、目違いの許容量を定量的に明らかにし、工事における管組合せ基準を提示している。
- (4) 電子ビーム溶接において最も問題となる溶接欠陥である溶接割れに関して、多くの溶接実験データ統計的分析手法を用いて鋼材中の硫黄含有量が割れ感受性に最も大きく影響することを明らかにし、全姿勢溶接において安定して割れ発生を防止できる最大硫黄含有量を明らかにしている。
- (5) ラインパイプ用鋼管の電子ビーム溶接継手について、金属学的な組織および主要な機械的特性を詳細に調査し、電子ビーム溶接継手が基本的に十分な性能を有することを明らかにするとともに、衝撃靱性の評価方法等の技術的課題を示している。

以上のように、本論文は、技術的な未踏領域である電子ビーム溶接法のパイプライン適用に関して、工法面、施工面、継手品質・性能面の各視点から新しい知見を得ている。本論文で得られた成果は、今後わが国において急速に拡大するであろう天然ガスパイプラインの敷設工事に電子ビーム溶接を用いた新工法を実現させるうえで多くの指針を与え、国家的インフラの整備・拡張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。