

Title	電子ビーム溶接による厚板低合金鋼大型圧力容器製作のための溶接金属高靱性化に関する研究
Author(s)	高野, 元太
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39391">https://hdl.handle.net/11094/39391</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	高 野 元 太
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 6 9 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 2 月 2 1 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	電子ビーム溶接による厚板低合金鋼大型圧力容器製作のための 溶接金属高靱性化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松 田 福 久  教 授 向 井 喜 彦    教 授 中 尾 嘉 邦    教 授 豊 田 政 男  教 授 牛 尾 誠 夫    教 授 塚 古 勝

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電子ビーム溶接を厚板の低合金鋼に適用することを目的として、溶接金属の靱性低下の問題について、溶接金属組織、溶接冷却時間、PWHT 条件および化学組成の観点から検討を行い、これらの因子が靱性に及ぼす影響を明らかにすると共に、その検討を基に SQV 2B 鋼を試作して、これを用いた大型圧力容器実構造物モデルにより最適 PWHT を施行した電子ビーム溶接継手性能を検討した。そして得られた知見を基に、PWR 型原子力プラントの蒸気発生器の製作に電子ビーム溶接の適用を図ったもので、本論文は緒論、本文5章および総括より成っている。

第1章は緒論であり、電子ビーム溶接の大型構造物への適用の必要性和適用上の問題点、厚板炭素鋼への適用化経緯を述べると共に、本研究の必要性和目的を述べている。

第2章では、SQV 2B 鋼を用いて、電子ビーム溶接金属の靱性に及ぼす冷却速度の影響を、再現熱サイクル試験と電子ビーム溶接継手により検討している。そして溶接ままでは溶接冷却時間 $\Delta t_{e,s}$ の違いによるマイクロ組織の差が靱性に大きく影響することを明らかにしている。また適切な PWHT を施行すれば熱影響部の靱性は十分改善されることを明らかにしている。

第3章では、SQV 2B 鋼を用いて、溶接金属の靱性に及ぼす PWHT 条件の影響を金属組織学的に検討している。PWHT の施行により溶接ままに比較して回復段階となるために靱性が向上すること、しかし過度の PWHT は炭化物の析出とラスの成長が生じるため靱性が逆に低下すること等を明らかにしている。

第4章では厚板の電子ビーム溶接において、高温割れ防止のための P および S 量、ポロシティ防止のための O および N 量を明らかにしている。そして最近の鋼材では S 量が十分低減されていることから SQV 2B 鋼において、O、N および P 量を変化させ、これらの化学組成がマイクロ組織と靱性に及ぼす影響を明らかにしている。

第5章では靱性改善策の一つとして溶接金属組成を検討している。ここでは Ni を含まない SQV 1A 鋼を用いて、板厚20と120mm の開先内に Ni 箔をインサートして電子ビーム溶接した場合の Ni 量の板厚内分布および Ni 量の靱性に及ぼす影響を明らかにしている。

第6章では第2から第5章までの検討を基に試作した SQV 2B 鋼を用いて、板厚120mm、直径2m の大型圧力容器

実構造物モデルを局所真空方式電子ビーム溶接により製作し、PWR 型原子力プラントの蒸気発生器に要求されている性能を十分満足することを明らかにしている。さらに実際の蒸気発生器の製作に電子ビーム溶接を適用した結果について述べている。

第7章は総括であり、本研究で得られた諸結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

電子ビーム溶接は信頼性が高く、かつ高能率で経済性にも優れた溶接方法としてチタンやジルコニウム等の活性金属の溶接に広く適用されてきたが、その適用対象を低合金鋼に拡大しようとするると溶接金属の靱性が低いという問題があり、これを改善することが電子ビーム溶接適用拡大の観点から極めて重要な課題となっている。

本論文は厚板低合金鋼大型圧力容器への電子ビーム溶接の適用にあたり、溶接金属の靱性低下について溶接部の冷却特性、PWHT 条件および化学組成等の観点から検討を行い、新しい電子ビーム溶接用 SQV 2B 鋼の適用と最適 PWHT 条件の組合せにより電子ビーム溶接の実用化を図った研究をまとめたものであり、得られた主な成果を要約すると次のようである。

- (1) 電子ビーム溶接における冷却速度と溶接金属および溶接熱影響部のマイクロ組織との関係について検討を行い、溶接ままの状態では靱性を改善するための基本的な指針を明らかにしている。
- (2) 電子ビーム溶接金属の靱性に及ぼす PWHT の影響を基礎的に検討し、靱性改善とその変化過程の原因を金属組織学的に究明すると共に、最適 PWHT 条件を明らかにしている。
- (3) 溶接欠陥防止ならびに靱性改善の観点から、溶接金属化学組成 (O, N, P および Ni 量) が靱性に及ぼす影響を基礎的に検討し、靱性改善のためには P 量を 0.001% レベルにまで低くすること、また厚板で溶接冷却速度で遅くなり、靱性向上がさらに必要な場合には Ni を 2% 程度にまで添加する必要があること等を明らかにしている。
- (4) 以上の結果に基づいて、電子ビーム溶接用 SQV 2B 鋼を試作し、大型圧力容器実構造物モデルの電子ビーム溶接継手に最適 PWHT を施行して、本研究の成果が電子ビーム溶接金属の靱性改善に極めて有効であることを実証している。そして実際の PWR 型原子力プラントの蒸気発生器の製作に電子ビーム溶接を実用化している。

以上のように本論文は、厚板低合金鋼の電子ビーム溶接金属の靱性低下に影響する因子を基礎的に解明し、溶接金属組成の適正制御と最適 PWHT 条件の組合せによる溶接金属の靱性改善方法を確立しており、その成果は溶接工学ならびに生産加工技術の発展に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。