

Title	鋼構造物溶接部における靱性の改善に関する研究
Author(s)	大北, 茂
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41067
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	おお きた 大 北 茂
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 4 8 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 12 月 16 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	鋼構造物溶接部における靱性の改善に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小林 紘二郎 (副査) 教 授 牛尾 誠夫 教 授 西本 和俊

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、船舶、海洋構造物貯槽などの低温靱性が必要とされる大型構造物の信頼性向上を目的に、その溶接部の靱性支配要因の解明と、高靱性溶接材料および溶接用高靱性鋼の開発を行ったものである。本論文は、5章および総括から構成されている。

第1章では、鋼構造物溶接部の靱性改善に関する研究をするに至った鋼構造物溶接の技術的背景と現状の課題とについて述べている。

第2章においては、低合金鋼の溶接に広く適用されている Ti-B 系溶接金属の高靱化機構を溶接金属中の酸素、窒素などの挙動に着目して解析を行い、Ti 酸化物による微細フェライトの生成と固溶ボロンの存在による粗大フェライト低減による組織微細化効果と Ti と B による窒素固定効果が靱性改善に効果を持つことを明らかにしている。また、再熱を受ける領域の靱性支配要因の検討を行い、低酸素化の点からその靱性改善策を提案している。

第3章では、溶接金属で得られた酸化物による組織微細化機構を、鋼材の粗粒熱影響部 (HAZ) に適用するため、Ti による脱酸法を考案し検討している。Ti 系の酸化物を鋼中に生成させた結果、その組織微細化と高 HAZ 靱性とを達成し、実用化に成功している。

第4章では、オーステナイト域熱処理を受ける溶接金属の高靱性化を検討している。第2章、第3章で得られた結果を参考に、溶接金属酸素量を低減することにより高靱性化を行った結果、粒状フェライトおよび焼き戻しマルテンサイト組織を示す広範な強度範囲の溶接金属において低酸素化により高靱化が達成できており、また、熱処理条件および成分が溶接金属の靱性におよぼす影響を把握して、その高靱性化の指針を提示している。

第5章では、フェライト系鋼における靱性支配要因の普遍性を確認するためにマルテンサイト系の鋼における靱性支配要因について検討を行っている。その結果、6フェライトの量の低減、硬さ低減および酸化物の低減が、靱性改善に重要な要因である点で、両成分系において靱性支配因子は共通であることを確認している。

第6章では、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

低温靱性に対する要求は、鋼構造物の使用環境の多様化を反映して厳しくなる一方であり、それに応えられる溶接部靱性の確保が課題である。すなわち、鋼溶接部は溶融凝固して鋼を接続する溶接金属部と溶接の熱を受けて特性が変化する溶接熱影響部 (HAZ) からなるが、これらの部位では母材原質部に比べて靱性が低くなることが問題である。また、溶接後に、高温で加工・熱処理して、成形される構造物も溶接金属の靱性が低いことが課題とある。さらに、低温で使用される構造物ではないが、高 Cr 系の耐熱鋼溶接部の靱性が低いことも課題とされている。

本論文では、これらの課題にたいし、高靱性を示す Ti-B 系溶接金属の靱性向上機構を解析し、溶接ままの溶接金属のさらなる高靱性を達成する指針を提示するとともに、その結果を鋼材に応用することにより HAZ 高靱性鋼の開発をしている。また、熱処理溶接金属およびマルテンサイト系高 Cr 鋼溶接部の高靱性化指針を提示している。得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 低合金鋼の高靱性溶接材料である Ti-B 系溶接金属の高靱性機構を、とくに、酸化物系介在物形成元素である酸素と他の元素との反応および窒化物形成元素に着目し、①粒内微細フェライトの生成、②粒界フェライトの低減、③固溶窒素の低減、④酸素量の低減、および⑤合金成分の適正化が重要な高靱性化要因となることを明らかとし、適正成分設計が可能となる指針を提示している。さらに、後続パスによる再熱を受ける領域についても、同様の検討を行い、その高靱性溶接成分を決定している。
- (2) 鋼材 HAZ において、溶接金属のオーステナイト粒内組織の微細化機構 (オキサイドメトラジー) を、活用することを試み、鋼材粗粒域 HAZ の組織微細化、高靱性化に成功している。すなわち、未脱酸鋼を Ti により脱酸することにより、溶鋼内部で Ti 酸化物を生成させる方法により、鋼中に Ti_2O_3 を形成させ、微細フェライトを生成させた結果、その大入熱溶接部の粗粒 HAZ では良好な靱性を得ている。
- (3) 溶接後熱処理鋼管の靱性改善策を検討した結果、低酸素化、低窒素およびマイクロ組織の微細化により高靱性が得られ、それを実現できる溶接材料を開発している。
- (4) マルテンサイト系の鋼溶接金属における靱性支配要因について検討を行い、デルタフェライトの生成を抑える成分設計指針を提示しており、また、酸素量が靱性に対しておよぼす影響を低合金鋼と高合金鋼とにおいて対比し、基本的には靱性を支配する要因が両者においてほぼ同様であるとの結論を得ている。

以上のように、本論文は、Ti-B 系溶接金属の靱性向上機構を解明し、溶接のままの部分、溶接金属再熱部および熱処理溶接金属の成分設計指針を提示している。また、従来は、介在物としてしか扱われなかった酸化物が鋼のマイクロ組織の微細化に有効であることを見いだしている。この鋼中での酸化物の生成状況、生成機構とを取扱うオキサイドメトラジーの導入により、大入熱溶接 HAZ 高靱性鋼の開発に成功しており、その成果は生産科学工学、材料科学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。