



Title	超微細粒高強度鋼の急熱急冷溶接プロセスにおける溶接熱影響部組織特性に関する研究
Author(s)	大谷, 忠幸
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44624">https://hdl.handle.net/11094/44624</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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	おお 谷 ただ ゆき 大 谷 忠 幸
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 18011 号
学位授与年月日	平成 15 年 4 月 24 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	<b>超微細粒高強度鋼の急熱急冷溶接プロセスにおける溶接熱影響部組織特性に関する研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 豊田 政男 (副査) 教授 小林紘二郎 教授 西本 和俊 教授 南 二三吉

#### 論 文 内 容 の 要 旨

鋼構造物の施工性やリサイクル性などの観点からは、高強度鋼であっても軟鋼のような単純な成分系である鋼材の開発が望ましく、軟鋼の成分系で強度を軟鋼の 2 倍にする 800 MPa 級超微細粒高強度鋼の開発が国家プロジェクトでも試みられている。この鋼は、サブミクロンサイズまでフェライト結晶粒径を小さくすることで高強度化を達成するものであるが、構造化の加工過程で、この鋼を溶接すると溶接熱影響部 (HAZ) で軟化するなどの問題が生じる。本研究では、その軟化現象を考えた場合に、継手性能を確保するためにどのような溶接条件範囲で施工すべきか、また、鋼材としてどのような成分設計が必要かを明らかにすることを目的として、急熱急冷溶接プロセスに注目して、溶接条件の影響の詳細な冶金学的考察に加え、継手性能を確保できる鋼材成分系のあり方の検討を行ったものである。

本論文は 7 章から構成されている。

第 1 章は、緒論であり、本論文の背景、目的を明確にしている。また、第 2 章では、超微細粒高強度鋼板のアーキ溶接について概説し、その問題点を明らかにし、本研究で取り上げるべき課題の絞り込みしている。

第 3 章では、超微細粒高強度鋼の溶接で軟化を防止するために急速加熱・急速冷却プロセスが不可欠であるが、急熱急冷熱影響部の機械的特性を解明するための基礎的考察を行うことを目的として、現存する溶接プロセスで冷却速度が最も速いスポット加熱を採用し、基本的特性試験のため作製した顕著な超微細粒高強度鋼にスポット加熱を適用して熱影響部組織特性を明らかにしている。

第 4 章では、実製造可能レベルでの超微細粒高強度鋼にスポット溶接したときの溶接特性を明らかにすることを目的として、溶接電流範囲と継手特性を明らかにし、前章での推察結果を検証している。

第 5 章では、構造用鋼板として超微細粒高強度鋼の中厚板を対象とした場合の実接合プロセスを想定し、スポット溶接と同程度の加熱・冷却特性が期待されるレーザ溶接法を取り上げ、超微細粒高強度鋼のレーザ溶接熱影響部の基本的特性を明らかにしている。

第 6 章では、実製造可能レベルでの超微細粒高強度鋼厚板を対象としたレーザ溶接継手の機械的特性を明らかにすることを目的として、継手引張特性や HAZ 靱性と HAZ 組織の関係を明確にし、HAZ 軟化と HAZ 靱性を確保するための超微細粒高強度鋼の成分系、及び溶接接合条件のあり方などについて考察して、目標性能を満足する鋼材と溶接条件の関係を明らかにしている。

第 7 章では、本研究で得られた結果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

鋼材の高強度化を、成分系は軟鋼のように単純でありながら結晶粒を微細化することで実現できる製造プロセスの開発が実製造レベルで試みられているが、その鋼材を用いた構造化には溶接工程が不可欠であり、継手性能の確保が重要である。現在、軟鋼の成分系でありながらサブミクロンサイズまでフェライト結晶粒径を小さくしてその強度を軟鋼の2倍にする800 MPa級超微細粒高強度鋼の開発が国家プロジェクトでも試みられているものの、この鋼を溶接すると溶接熱影響部が軟化するなどの問題が生じる。本研究では、その軟化を低減するためには急熱急冷溶接プロセスが必要であり、超微細粒高強度鋼の急熱急冷熱影響部における冶金現象の詳細な解明とその制御についての知見を得て、超微細粒高強度鋼の実用化のために必要な成分系や施工条件のあり方に新しい知見を得ている。

本論文での主たる着目点と得られた結論をまとめると、

- (1) 温間多方向強加工によって作成される超細粒高強度鋼は長時間高温に保持されるとフェライト結晶粒径が増大し強度が低下するため、急速加熱急速冷却の熱履歴をもつ溶接によって超細粒高強度鋼の特性を損なうことなく、良好な溶接継手特性が得られことに注目し、まず、超細粒高強度鋼板に急速加熱急速冷却の熱履歴を付与したときの材料特性を基本的に把握するために、スポット溶接によって急熱急冷熱履歴を与える試験法によって、結晶粒の変化特性と急冷による熱影響部での島状マルテンサイトの生成特性について明らかにしている。
- (2) 超細粒高強度鋼のスポット加熱による基本特性をもとに、比較的厚い鋼板について急速加熱・急速冷却特性を有する大出力CO<sub>2</sub>レーザー溶接を施工し、急熱・急冷熱履歴による熱影響部の詳細な組織観察により、熱影響部のフェライト結晶粒界とフェライト結晶粒内に島状マルテンサイトが生成され、フェライト結晶粒径が増大するものの軟化が抑制される条件を明らかにした。
- (3) 急熱急冷によって生成されるフェライト結晶粒内島状マルテンサイトが靱性の低下をもたらす懸念から、その形態についての観察により、島状マルテンサイトは小さな球状をしており、熱影響部の硬度を上げる一方で、熱影響部の靱性に与える影響は軽微であることを、実継手のレーザー溶接継手に対する試験から明らかにしている。
- (4) 主に炭素量の異なる超細粒高強度鋼板のレーザー溶接継手の熱影響部の軟化特性と破壊靱性試験を実施し、熱影響部の軟化を抑えつつ良好な継手特性を有する溶接継手が得られる鋼材のあり方と溶接条件範囲を明確にし、その実用性を明らかにしている。

以上のように、本論文では、超細粒高強度鋼板を実適用するための限界条件である溶接部の軟化を抑制しつつ十分な溶接継手性能を確保するための基本的な考え方についての知見を得ており、今後の超細粒高強度鋼材開発とその溶接加工技術に対しての指針を与えるとともに、急熱急冷かでの溶接冶金学の重要性を指摘している。その成果は、材料生産工学、あるいは溶接工学など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。