



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 高強度鋼のフラッシュ溶接部品質の向上に関する研究                                                                                                                        |
| Author(s)    | 一山, 靖友                                                                                                                                          |
| Citation     | 大阪大学, 2004, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/46070">https://hdl.handle.net/11094/46070</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">大阪大学の博士論文について</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           | い ち や ま や す と も<br>一 山 靖 友                              |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                               |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 9 0 7 0 号                                           |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 16 年 12 月 6 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     | 高強度鋼のフラッシュ溶接部品質の向上に関する研究                                |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 小林紘二郎<br><br>(副査)<br>教 授 藤本 公三    教 授 廣瀬 明夫 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

フラッシュ溶接法は高能率な溶接方法として鉄鋼分野を中心に広く利用されている。しかし近年の鋼材の高強度化に伴い、溶接部の品質確保が困難となっており、その解決が強く望まれている。本論文では、フラッシュ溶接部品質を向上させる開発指針を見出すことを目的とし、高強度ラインパイプ、係留チェーン用高強度棒鋼等の高強度鋼の溶接部品質に影響する因子の解明と品質向上に関する検討を行った結果について述べた。

第 1 章では、フラッシュ溶接適用分野における現状と課題を整理し、本研究の目的を述べた。

第 2 章では、溶接部品質への影響因子の解明を目的として行った成果を述べた。溶接欠陥の発生要因、鋼材成分および溶接プロセスの影響を検討し、アプセット代の増大と予熱工程の付加による欠陥低減効果を見出した。さらに、溶接部靱性に対するマイクロ組織、結晶粒径の影響を明らかとし、通常のアーク溶接熱影響部の特性との違いについて論じた。

第 3 章では、フラッシュ溶接の特徴であるアプセット加圧・塑性流動の影響について検討した。開発した通電・加圧シミュレーションにより、接合部の塑性流動は鋼中介在物に起因する脆化を招くことを示した。また、アプセット歪み量の増大によって接合部の組織微細化を図ることができるが、集合組織の発達等により靱性は必ずしも向上しないことを述べた。以上を整理し、靱性に影響する因子は介在物要因（大気酸化物、鋼中介在物）と組織要因（マイクロ組織、結晶粒粗大化、集合組織）との二つに大別され、靱性向上にはこれらを同時に解決することが必要であるとした。

第 4 章では、溶接する部材の形状によって溶接部品質が影響される例を、係留用チェーンを例にとりて述べ、環状部材の溶接の場合には端面の接触部に電磁力が発生し、溶接欠陥の発生を促進させることを明らかにした。

第 5 章では、前章までに明らかとした靱性支配因子に関する知見に基づき、品質の向上化について検討した。第 2 章で得られた熔融層形成促進による品質向上効果をさらに進めて検討し、アプセット工程で所定値以上の電流を通電した場合、接合面全面が熔融し、この熔融金属が酸化物とともに速やかに排出される現象が生じることを発見した。そして、この現象の生じた継手の靱性は極めて良好であることを確認し、その靱性向上機構について考察した。

第 6 章では、第 5 章で得られた熔融・排出アプセット法の実用化を図るため、溶接制御の最適化を行い、高強度チェーン用棒鋼でその優れた品質を確認した。

これらをまとめた結論を第 7 章で述べた。

以上のように、これまで困難とされてきたフラッシュ溶接部の高品質化について検討し、溶接部品質への影響因子に関する基礎的知見を明らかにするとともに、その結果からアプセット現象の制御という新しい方法によって高品質化が達成できることを示した。今後益々この手法の適用拡大が期待される。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、鋼材の高強度化に伴って品質確保が困難となってきたフラッシュ溶接部の品質向上について研究したものであり、高強度ラインパイプ、係留チェーン用高強度鋼等を対象とし、溶接部品質に影響する因子を解明するとともに、品質向上化の指針を見出した結果について述べている。本論文で得られた成果は以下に要約される。

- (1)溶接欠陥に及ぼす鋼材成分と溶接プロセスの影響を明らかにし、端面への熔融層形成促進による高品質化という知見を見出している。溶接部靱性に対しては、大気酸化物などの介在物要因とともに結晶粒の粗大化、局所軟化層等の組織要因とが相乗して作用することを示し、通常のアーク溶接熱影響部との違いを明確にしている。
- (2)開発した通電・加圧シミュレーション試験法を鋼中介在物の解析に適用し、アプセット加圧・塑性流動と関係づけて介在物の影響を説明している。また、アプセットで接合部に導入される歪み量の影響を解析し、歪み量の増大は結晶粒の微細化には有効である反面、集合組織の発達などの新たな脆化要因を生むことを明らかにしている。
- (3)部材の形状によって溶接部品質が影響される現象を係留用チェーンの溶接を例にとりて解析し、環状部材の溶接ではリンク分電流によって接合部に電磁力が働き、これに起因して品質劣化が生じることを明らかにし、その対策を提示している。
- (4)本研究の知見である、熔融層形成促進による品質向上効果を発展させ、アプセット電流制御に基づく新しい高品質化溶接技術指針を見出している。これは、アプセット電流によって接合面全面を熔融させ、生じた熔融金属を供雑物とともに速やかに排出させる手法であり、対象とする各種高強度鋼において優れた溶接部品質を得ることに成功している。さらに、この手法による靱性向上メカニズムを体系的に論じている。
- (5)この熔融・排出アプセット法の実用化を推進するため、最適溶接制御、大電流通電技術を確立し、実用サイズの高強度チェーンにて優れた品質を確証している。

以上のように、本論文は、フラッシュ溶接の主要な課題である溶接欠陥と溶接部靱性に影響する諸因子を明らかにし、これらの知見を基に、アプセット現象制御による新しい高品質溶接技術の開発指針を見出したものである。これらの成果は、パイプラインの溶接や係留用チェーンの溶接などの分野に広く応用でき、高強度鋼におけるフラッシュ溶接部の品質向上に対して有益な指針を提供するものであり、溶接技術、生産科学工学の発展に資すること大であると評価できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。