

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 機械的特性の不均質を利用した溶接継手疲労強度向上方法に関する研究  |
| Author(s)    | 瀬戸, 厚司  |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/41055">https://hdl.handle.net/11094/41055</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         | 瀬戸 厚 司  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士 (工 学)  |
| 学位記番号      | 第 13561 号   |
| 学位授与年月日    | 平成10年2月25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      | 機械的特性の不均質を利用した溶接継手疲労強度向上方法に関する研究                      |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 豊田 政男<br>(副査)<br>教授 富田 康光 教授 塚古 勝 教授 西本 和俊 |

## 論文内容の要旨

船舶・橋梁などの溶接鋼構造物に生じる損傷の大部分は疲労破壊であり、疲労破壊の制御は構造保全上重要な課題である。特に、溶接継手部の余盛り止端部などの形状的な不連続部には応力集中が生じ、溶接止端部が疲労亀裂発生源となり易く、更に溶接によって生じる残留応力の効果が重畳して疲労強度の著しい低下を招くため、溶接ままで疲労強度の向上を図る手法の探求が求められている。溶接継手部の疲労強度に関する研究は多くあるものの、必ずしも明確な疲労強度向上方法の確立までには至っていない。本論文では、船舶・橋梁などの部材で疲労破壊が特に問題となっている隅肉溶接継手を対象として取り上げ、まず、継手疲労強度の支配因子を、溶接止端部の応力集中と残留応力の二つに注目して明らかにし、溶接ままで形状的要因によって生じる応力集中の大きさ及び溶接残留応力の大きさを低減させる方法について検討を加えた結果、溶接疲労強度の向上対策として、溶接部に積極的に機械的性質の不均質を導入するという新しい考え方を取り入れ、その有効性について、数値解析によって有効となる範囲を明確化し、実験によりその効果を実証をしている。

本論文は緒論、総括を含めて7章からなっている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と必要性、特に、溶接継手疲労強度の支配因子である応力集中と溶接残留応力について従来の研究の問題点を調査し、本研究の目的と研究方針について述べている。

第2章では、溶接止端の応力集中と溶接残留応力の疲労強度への影響に関する従来知見を整理し、継手疲労強度の改善のためには、応力集中の観点からは止端形状、特に止端半径の改善が、溶接残留応力の観点からは止端の残留応力を負にすることが有効であることを明らかにしている。

第3章では、溶接止端の応力集中が疲労強度に及ぼす影響を把握するため、止端の応力集中を溶接後に意図的に変化させる幾つかの手法を適用した継手に対する疲労強度を検討し、継手疲労強度は応力集中の低減に伴い大きく増加することを明らかにしている。また溶接残留応力の疲労強度への影響を把握するため、ショットピーニングにより止端に圧縮残留応力を付与する方法を適用して疲労強度を調査し、表層の圧縮残留応力は疲労強度向上にはほとんど寄与しないことを明らかにしている。

第4章では、第3章の結果を踏まえて、溶接ままで止端の応力集中を低減させる方法について検討を加え、止端形状を改善できる溶接棒を用いて、その手法の疲労強度改善への有効性を検討しており、その結果、疲労強度の向上効果は認められるものの、止端形状のばらつきは大きく、安定した疲労強度向上方法にはなり難いことを明らかにしている。

第5章では、第4章での始端形状の制御の難しさに鑑みて、溶接部の機械的特性の不均質に注目し、それが疲労強度に及ぼす影響について解析検討を行っている。溶接金属および溶接熱影響部の機械的特性、特に縦弾性係数および降伏強度が溶接止端の繰り返し変形状態に及ぼす影響を弾塑性有限要素解析により検討し、溶接止端の繰り返し変形の緩和には、溶接金属の縦弾性係数の低下が有効であることを明らかにしている。

第6章では、第5章での結果を実証するために、縦弾性係数の異なる溶接材料を用いた回し溶接継手を製作して疲労試験を行い、溶接材料の縦弾性係数が継手疲労強度に及ぼす影響を実験的に検討している。その結果、溶接金属の縦弾性係数の低下は、高応力範囲における疲労強度向上に特に有効であることを明らかにし、継手の疲労強度向上手法としての実用性を明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた主な結論を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

疲労破壊は溶接鋼構造物に生じる損傷でも特に問題なることが多く、疲労破壊の制御は構造保全上重要な課題であるとの観点から、特に溶接継手に生じる疲労破壊の制御方法について機械的性質の不均質を積極的に利用して、溶接のままで疲労強度の向上を図るという新しい制御方法に関する検討を行っている。特に、本論文では、船舶・橋梁などの部材で疲労破壊が特に問題となっている隅肉溶接継手を対象として取り上げ、まず、継手疲労強度の支配因子を、溶接止端部の応力集中と残留応力の二つに注目して明らかにしている。その考察の上で、溶接疲労強度の向上対策として、溶接部に機械的性質の不均質を導入するという考え方を提案し、数値解析によりその対策が有効となる範囲の明確化を行うとともに、実溶接継手の実験により向上効果を実証するなど、提案する制御手法の工学的適用性について検討を加えている。本論文で明らかにされている主な点は以下のとおりである。

- (1) 隅肉溶接継手の疲労強度に及ぼす溶接止端の応力集中と溶接残留応力の影響を把握するため、溶接後に意図的にそれらを変化させる幾つかの手法を適用した継手を用いた詳細な実験を行い、継手疲労強度は応力集中の低減に伴い大きく増加するものの、止端の表層に導入された圧縮残留応力は疲労強度向上にはほとんど寄与しないことを明らかにし、止端部の応力集中の低減の必要性を明確にしている。
- (2) 溶接止端部の応力集中の低減の必要性から、特に溶接ままで止端の応力集中を低減させる方法として、止端形状を改善できる溶融金属の流動性の良い溶接棒を用いて疲労強度改善への有効性を検討した結果、疲労強度の向上効果は認められるものの、止端形状のばらつきは大きく、安定した疲労強度向上方法とはなりにくいことを明らかにしている。
- (3) 溶接ままで始端形状を制御することの難しさから、機械的特性の不均質による応力分布特性の変化に注目して、溶接部の機械的特性の不均質が疲労強度に及ぼす影響について弾塑性有限要素解析による検討を加え、溶接金属および溶接熱影響部の機械的特性、特に縦弾性係数および降伏強度が溶接止端の繰り返し変形状態に影響を及ぼすこと、特に、溶接止端の繰り返し歪の大きさの緩和には、溶接金属の縦弾性係数の低下が有効であることを明らかにしている。
- (4) 解析から得られた疲労強度改善手法の工学的適用性を明らかにするために、縦弾性係数の異なる溶接材料を用いた回し溶接継手を製作して疲労試験を行い、溶接金属の縦弾性係数の低下は、特に高応力範囲において疲労強度向上に有効であることを明らかにし、継手の疲労強度向上手法としての実用性を明らかにしている。

以上のように、本論文は、溶接継手の疲労強度の制御に機械的性質を意図的に変化させる不均質性の導入という新

しい見地からの手法を開発し、その制御手法の実用的可能性と適用範囲などについて解析的な検討をも加えており、基本的な概念は疲労強度のみならず溶接構造物などの破壊強度の制御などへの応用も期待され、その成果は溶接構造強度学や生産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。