

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 高野 太刀雄

本論文は「構造用金属材料の腐食疲労き裂進展挙動に関する研究(関与因子が進展速度に及ぼす影響)」と題し、本文7章と付録からなる。

近年、各種機械や構造物にはより厳しい条件下での安全・信頼性が求められ、しかもより長期の使用を可能とすることが求められており、実際の使用環境下での疲労き裂の進展特性を知ることは安全・信頼性を確保するための重要な要素である。疲労研究の多くは基本データを得る立場から大気環境で行われている。しかし、実使用環境は腐食環境である場合も多く、各種腐食環境下での疲労き裂の進展特性を知ることは重要である。これまでに、様々な環境下での疲労き裂に関する研究が行われ、その進展挙動の基本的特性は把握されるに至っているが、その特性は強度等の材料因子、荷重の種類やき裂材の形状等の力学因子に加え、環境の因子が大きく影響を与えて複雑であり、まだ十分に解明されたとはいえない点も多い。本研究は、構造用金属材料を対象に、環境、材料、力学の各因子に焦点をあて、従来の研究では不十分と思われる点を中心に提起し、各因子が腐食疲労き裂の進展挙動に及ぼす影響を可能な限り系統的に調べて、今後の各種機械や構造物の設計・保守にあたっての、有用な知見、基本となるデータを得ようとしたものである。

第1章は「緒論」であり、本研究の背景、目的・意義、および本論文の構成について述べている。

第2章「疲労試験システムの開発と試験機の機能・性能評価」では、以下の各章における腐食疲労実験をそれぞれの目的に沿って実施するために開発した4つの疲労試験システムについて紹介し、それらが実験目的を達成するための十分な機能・性能を有するものであることを実証している。

第3章「腐食疲労き裂進展挙動と金属腐食環境との対応」は、金属材料の腐食についてはこれまでに多くの研究の蓄積があり、腐食疲労き裂をこの金属腐食環境と対比させて検討することはき裂進展への環境の影響を把握し、整理する上で有用と思われるが、このような観点からの研究は不十分であるとの認識から行われたものである。主に炭素鋼、ステンレス鋼を対象に、主として水素イオン濃度(pH)を系統的に変えた水溶液中での疲労き裂進展実験を実施し、(1)炭素鋼の場合には、腐食反応における水素発生領域(pH<4)で大気中に比べて進展速度に数倍以上の加速が見られ、腐食反応とよく対応すること、(2)ステンレス鋼の場合には酸性液から中性液までに大きいとはいえないが加速効果が認められ、酸性液にClイオンを含むと加速が大きくなり、局部腐食とよく対応すること、を明らかにし、また大気中き裂と比べての加速率を荷重繰返し速度、応力拡大係数変動幅の関数として整理し、腐食疲労き裂挙動評価に有益なデータを得ている。

第4章「腐食疲労き裂進展に及ぼす材料特性の影響」は、応力腐食割れ(SCC)を生じる環境ではSCC

の機構が腐食疲労き裂進展に関与し、この SCC は材料特性、特に強度に強く依存するが、従来強度特性がどのようにき裂進展に影響するかを系統的に調べた研究は余り多くないことから行われたものである。低強度鋼から高強度鋼まで鋼種を変えて各種中性水溶液中での腐食疲労実験を実施し、(1) 高強度鋼における、SCC の関与による腐食疲労き裂進展の加速が始まる  $K_{FSCC}$  と SCC の下限界  $K_{ISCC}$  との関係、(2) 低強度鋼における高  $\Delta K$  領域での加速等のデータを得、有用な基本的知見を得ている。

第5章は「腐食疲労き裂進展に及ぼす非定常な力学的環境の影響」であり、ここでは、過大荷重後や重畳波荷重下でのき裂の挙動、切欠きからのき裂の発生、進展特性等、非定常的な力学的条件の下での腐食疲労き裂挙動を調べている。過大荷重の効果については、大気環境中における場合と同様な評価法が有効であり、き裂進展速度は有効応力拡大係数範囲で整理できること、重畳波荷重の下での進展速度は等価有効応力拡大係数範囲で整理できること、また切欠きからのき裂については、酸性度が増すほどき裂発生寿命とき裂進展速度に大きな影響が現れること、さらに低  $\Delta K$  域で環境の影響はより大きく、またくさび効果が認められること等を示している。

第6章「構造用鋼の海水環境下三次元き裂の腐食疲労き裂進展特性」は、従来腐食疲労の研究は大部分二次元き裂を対象としたもので、三次元き裂に対するものはほとんど行われていないことから、高張力鋼とその溶接材および耐食鋼を取り上げ、海水環境下における三次元き裂の進展挙動を調べて貴重なデータを得たもので、二次元き裂の場合との比較、溶接による残留応力の影響等を検討している。

第7章は「結論」であり、本論文の成果がまとめられている。

付録「表面欠陥からの三次元疲労き裂進展特性に関与する力学因子の影響」は、第6章での海水環境下三次元き裂研究に先立ち、大気環境下での三次元疲労き裂進展特性への力学因子の影響をまとめたものであり、これを踏まえた上で第6章の研究は行われている。

以上要するに本論文は、構造用金属材料の腐食疲労き裂特性に与える環境、材料、力学の各因子の影響につき、従来の研究では十分に解明されたとはいえない問題点を克服し、より明確に把握することを目標に広範な腐食疲労実験を実施し、結果の解析を通じて、今後のより合理的な設計・保守に資する有用な知見、基本となるデータを得たものであり、各種機械や構造物の安全・信頼性の向上に寄与するところが大きいと考えられる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。