

博士論文要旨

論文題名：ディーゼル燃料中における真空浸炭焼入れした SCM415 の強度特性に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科
機械システム専攻博士課程後期課程

カガミ シュウ
各務 周

多様化・粗悪化した燃料中で使用されるディーゼルコモンレールシステムの部品の強度保証を行うことを目的とし、使用環境である燃料中における強度評価手法を確立し、部品に使用されている浸炭焼入れ鋼 SCM415 に対して、燃料中の静的強度と疲労強度の明確化、および強度低下メカニズムの検討を行った。すなわち、まず密閉空間の燃料中で一定荷重を負荷できる静的強度評価設備と、応力比 $R > 0$ の繰返し荷重を負荷できる 4 点曲げ疲労強度評価設備を新規に開発した。そして、確立した評価手法を用いて、バイオディーゼル燃料に蒸留水を加えた燃料（以下、含水バイオ燃料と称す）中で強度を取得し、強度低下の原因について論じている。

本論文は、全 8 章で構成されており、第 1 章ではディーゼル車を取り巻く環境変化と、そこから生じる部品設計の強度課題に触れ、本研究の目的と論文構成について記している。第 2 章では、静的強度の評価設備の開発および評価手法の妥当性について記している。確立した評価手法で含水バイオ燃料中における SCM415 の静的強度を取得し、大気中の引張強度から低下した原因を、試験後の破壊起点に見られた粒界割れと腐食痕から論じている。そして、強度低下原因は含水バイオ燃料の腐食に起因した水素による粒界脆化であることを示している。続いて第 3 章では、疲労強度に関して前章と同様に、評価設備の開発と評価手法の妥当性について記しており、含水バイオ燃料中における SCM415 の疲労強度を取得し、強度低下原因を起点の破壊形態に着目し論じている。そして、起点部に見られた粒界割れの面積が増加することが強度低下原因であることを示している。第 4 章から第 6 章では、試験片の表面性状、添加元素、そして燃料の劣化度合いの各評価パラメータが燃料中の疲労強度に及ぼす影響について論じている。また、各条件下における燃料中の強度低下原因は、評価条件に関係なく共通して起点部の粒界割れの面積の増加であることを示している。第 7 章では、含水バイオ燃料が試験片に及ぼす影響などを総合的に勘案し、SCM415 の含水バイオ燃料中における疲労強度低下のメカニズムを推定している。さらに、疲労強度低下原因である粒界割れを引き起こす要因分析の結果から、含水バイオ燃料の腐食に起因した水素による脆化が、起点部の粒界割れに寄与している可能性を記している。終章である第 8 章では、本研究で得られた結果をまとめている。

Abstract of Doctoral Thesis

Title: Study on Strength Properties of Vacuum Carburized SCM415 in Diesel Fuel

Doctoral Program in Advanced Mechanical Engineering and Robotics
Graduate School of Science and Engineering
Ritsumeikan University

カガミ シュウ

KAGAMI Shu

The diesel car has been advanced high pressure of fuel for the purpose of exhaust gas reduction. On the other hand, the shift from fossil fuel to environment friendly source of energy, related to the usage of biofuel, has been widely expanded. Also, the use of fuel mixed with water or acid to diesel car has been confirmed in emerging countries. Fuel is progressing diversification and adulteration. In such fuel, there is concern that the strength of the parts for diesel common-rail system decreases because of the materials deterioration.

For product assurance of diesel common-rail system in fuel, this thesis studied the establishment of new strength evaluation method in fuel which simulates parts environment, and the mechanism of the static and fatigue strength reduction of vacuum carburized steel JIS SCM415 in biodiesel fuel with water (hereinafter called biodiesel fuel). Static strength testing system which can apply a constant load and fatigue strength testing system which can apply cyclic load of stress ratio $R > 0$ in fuel were newly established. Furthermore, strength in biodiesel fuel was clarified using the established evaluation method, and the cause of the strength reduction was discussed from fracture surface and surface observation results. The fatigue tests were also conducted under the condition that only the evaluation parameters, i.e. the surface condition of the specimen, the added element, and the degree of the fuel degradation, were changed. Based on the influence of the biodiesel fuel on the specimen surface and the cause of the strength reduction of SCM415 in biodiesel fuel, the mechanism of the strength reduction was estimated. From the analysis results of the specimens after the tests, there is a possibility that hydrogen embrittlement caused by corrosion may contribute to intergranular fracture which is the cause of strength reduction of SCM415 in biodiesel fuel.