

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	各務 周 (かがみ しゅう)	
○学位の種類	博士 (工学)	
○授与番号	甲 第 1236 号	
○授与年月日	2018 年 3 月 31 日	
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項	
○学位論文の題名	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	
○審査委員	(主査) 上野 明	(立命館大学理工学部教授)
	鳥山 寿之	(立命館大学理工学部教授)
	伊藤 隆基	(立命館大学理工学部教授)
	江原 隆一郎	(福岡大学材料技術研究所客員教授)

<論文の内容の要旨>

本論文は、ディーゼルエンジン部品用材料 (クロムモリブデン鋼 SCM415) の実際のディーゼルエンジン用燃料中での各種強度特性を研究したものであり、緒論 (第 1 章)、燃料中での静的強度特性を調べた第 2 章、燃料中での疲労特性を調べた第 3 章～第 7 章および結論 (第 8 章) の 8 つの章で構成されている。

ディーゼルエンジンの排ガス清浄化や燃費向上のためにコモンレールシステムが開発されて用いられているが、コモンレールシステム用金属材料 (SCM415) が、ディーゼルエンジン用燃料中でのどのような強度特性を示すかを調べた研究であり、実際の部品が燃料中に浸漬されて使用されるのを正確に模擬した環境中で実験すべく、燃料中実験装置を提案し確立している。この装置を用いて、実際の部品に作用する応力を勘案し、一定応力下での SCM415 の応力腐食割れ特性と、応力比 > 0 の繰返し応力下での疲労特性を調べた。また、疲労試験においては、今後利用の拡大が予想される各種燃料中 (バイオ燃料、粗悪燃料) でも実験を行い、これらの燃料が SCM415 の疲労強度に及ぼす影響も調べている。一連の実験を通じて、燃料が分解される過程あるいは燃料中に混入した微量の水や酸が疲労強度を低下させることを詳細な破面観察も併用することで見出し、疲労破壊メカニズムにも言及している。さらに、破面観察を通じて、破壊の起点に微量添加元素である Bi が偏析することを見出し、Bi を添加しない材料を調整して実験を行うことにより、Bi を含まない材料の疲労特性は大幅に改善されることも見出している。

<論文審査の結果の要旨>

本論文の特徴は、ディーゼルエンジンに搭載されているコモンレール用の材料（クロムモリブデン鋼 SCM415）を実部品が曝される環境にできる限り近い条件：①燃料浸漬、②一定応力及び応力比 >0 、③各種燃料性状（バイオ燃料、含水燃料、劣化燃料）の下で強度評価試験を行っているのが特徴であり、特に燃料中での一定応力負荷試験と疲労試験方法を確立した点が優れている。

一定応力負荷試験(第2章)では、SCM415が燃料中で応力腐食割れを起こすことを明らかにし、その原因が燃料から材料へ侵入した水素によることを、水素チャージした試験片を用いた検証実験や昇温脱離法を用いた拡散性水素を分析することで明らかにしている。

疲労試験(第3章～第7章)では、燃料が分解することで生じる微量な酸によって腐食疲労の様相を呈することを明らかにし、腐食疲労の特徴である破面の粒界割れ領域の面積を用いて破壊力学的な考察を行うことにより、燃料中における SCM415 の疲労破壊メカニズムを提案している。また、材料の切削性向上のために添加した微量の Bi が SCM415 の疲労強度を低下させることを明らかにし、Bi を添加しない材料を用いて疲労試験を行い、疲労強度が向上することを実証している。腐食によって発生した水素が材料へ侵入することで疲労強度が低下するというモデルを提案しているが、疲労試験後の試験片からは拡散性水素が検出できなかった点や、実際のコモンレール用部品は数百 MPa という超高圧の燃料中で使用されるのに対して本論文における実験は全て常圧の燃料中で行われている点が今後の検討課題であるが、系統的な実験による豊富な実験データと、精緻な破面解析及び元素分析を通じて多くの知見が得られている。

学術的観点からだけでなく、実用的観点からも実際の部品の強度信頼性向上に大きく貢献できる知見が得られているので、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、学位審議委員会は、一致して、本論文は博士学位を授与するに相応しいものと判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者が本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在学期間中に、研究指導を通じて日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文の公聴会は、2018年2月6日(火)15時00分～16時05分イーストウイング4階機械システム系第1演習室において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者・各務 周に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、実際の部品の負荷応力・設計寿命と実験での値は合致しているのか、切欠き(応力集中)の影響はどのようになるのか、寸法効果はあるのかなどの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、学位審議委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。