



| | |
|--------------|---|
| Title | 4サイクルディーゼル機関の高出力・低燃費化と信頼性向上に関する研究 |
| Author(s) | 岩澤, 勝三 |
| Citation | 大阪大学, 2002, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/44425 |
| 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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 いわ 岩 さわ 澤 かつ 勝 ゑう 三

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 7 2 5 7 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 14 年 7 月 22 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 4 サイクルディーゼル機関の高出力・低燃費化と信頼性向上に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 香 月 正 司

(副査)

教 授 辻 本 良 信 教 授 片 岡 勲

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、30 余年間の研究開発の過程で明らかになり、かつ今後の高性能ディーゼル機関の発展に有効活用できる技術をまとめたもので、前半は、高出力・低燃費化に関する研究成果、後半は、信頼性向上のためのトライボロジおよび材料に関連する研究成果について述べた。

第1章では、1970 年以降のディーゼル機関に関する 30 余年間の研究動向とその実用技術の変遷と課題を概説し、本研究の背景を明確にした。

第2章では、シミュレーションによる燃料噴射系の最適化、特に噴射管の短縮化技術を取り上げ、噴射系における圧力損失の解析精度向上と機関性能に及ぼす噴射管短縮の効果について述べた。

第3章では、燃料噴射ノズル噴口穴部形状の経時変化は機関性能を悪化させるため問題となり、その主原因は噴口穴入口角部が摩耗により丸味形状を帯びることにあることを明らかにした。この穴部の変形防止と流量増加のため、穴入口角部の R 取り量と噴射特性の関係を示すデータベースを構築すると同時に、R 取り量の適正化を行なった。その結果を適用した実機について、燃焼解析による機関性能評価、その経時変化と耐久性について検証した。

第4章では、吸排気行程においては、過給空氣の充填効率向上と、バルブオーバーラップ時の燃焼室の冷却効果向上が重要である。吸排気ポートの適正個所に絞りを導入すると、全リフト領域で流量係数が上昇し、吸気ポート絞り形状はスワールの調整に有効であることを見出した。また、ロングポート直前部の端部形状やバルブ逃げ溝加工の影響について、空氣流動試験と実機関性能試験を実施し、これらが吸排気系の流量係数上昇とロングポート/ショートポートの流量バランス調整に有効であることを見出した。

第5章では、クランク軸材と軸受材の表面条件や材質を変えて、摩耗基礎試験を実施し、摩耗性にかかわる各種要因に関する評価を行った。特に、クランク軸カムウエアと呼ばれる局部摩耗の発生原因を明らかにし、実機関における対策技術の耐久性評価について述べた。

第6章では、潤滑油成分の違いにより、機関摺動部の摩耗や潤滑油消費量に大きな差が現れるため、往復動摩耗試験機を用いてライナ/リング材摩耗特性の加速評価試験を行なった。特に高温、重荷重、急速荷重の過酷条件下での摩耗試験、その改善策としての複合分散メッキリング材の評価を行い、これらの基礎試験と実機試験結果について述べた。

第7章では、連接棒の強度向上と軽量化を目指して、調質材へのショットピーニング処理を取り上げた。この処理

法の温度、表面粗さ、切欠きに対する依存性に関する回転曲げ疲労とフレッチング疲労の評価について述べ、最適条件を明らかにした。

第8章では、本研究で得られた結果について総括した。

論文審査の結果の要旨

近年、ディーゼル機関の熱効率の高さは CO₂ 低減と同義であり、地球温暖化抑制に寄与できる可能性をもつ熱機関であることから注目されている。本論文は、4 サイクルディーゼル機関において、より一層の高出力、低燃費化、信頼性向上を実現する技術についてまとめたものである。

本論文で得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 噴射管の短縮は高圧短期噴射の実現に寄与し、実用上、噴射管内圧力をこれまでより 50% 上昇させることが可能であり、大きく高出力、低燃費化に寄与することを示している。
- (2) 噴射ノズルの噴口穴入口角部の R 取り加工に関し、無次元数 $R \geq 0.3$ で流量係数が一定に安定し、R 取り加工のないものに比べて約 20% 流量が増加し、安定した噴霧パターンが得られることを示している。また、従来の噴射圧力レベルを保つために、噴口穴を絞った R 取りノズルは、全負荷領域で性能改善効果があり、燃焼期間の短縮、特に後燃えの短縮効果により改善されることを示している。
- (3) 吸排気ポートの適正箇所の絞り形状は、全リフト領域で流量係数を上昇させる。また、吸気ポートの絞り形状は、スワール調整に効果がある。これらの効果は、吸排気行程で過給空気の充填効率を上昇させることになり、結果的に正の仕事を増加させることを示している。
- (4) クランク軸材と軸受材の硬さの増加、表面仕上げ精度の向上、さらに清浄な潤滑油の組み合わせが、クランク軸カムウェアと呼ばれる局部摩耗の発生を防ぎ、耐久性向上に効果的であることを示している。
- (5) 往復動摩耗試験機によるライナ/リング材摩耗特性の加速評価試験によると、高温、重荷重、急速荷重の過酷条件下における潤滑油種間の摩耗量差の発生は凝着摩耗に原因があり、その改善策としての複合分散メッキリング材は、潤滑油特性の影響を受けず、運転初期の初期なじみ性に優れていることを示している。
- (6) 調質材にショットピーニング処理を施すと、温度、表面粗さ、切欠きの有無などの条件が変化しても、回転曲げ疲労特性や圧縮残留応力の解放に関して性能が向上することから、この処理は、軽量化連接棒の実用化に不可欠な技術であると同時に、フレッチング疲労の抑制にも効果があることを示している。

以上のように、本論文は 4 サイクルディーゼル機関における高出力、低燃費化、信頼性向上に寄与する技術とその実用化について明らかにしたものであり、熱工学およびトライボロジと材料工学の分野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。