

氏 名	水 島 一 祐 みずしま かず ひろ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 936 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ディーゼル機関サイクルのシミュレーションに関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 大 東 俊 一 教 授 明 石 一 教 授 赤 松 映 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はディーゼル機関の新計画，あるいは改善のための設計変更に当り必要な性能予測，作動条件の決定などを目標としたサイクル・シミュレーションについて著者が行った研究の成果をまとめたもので，7章からなっている。

第1章の緒論では，従来から実用されているシミュレーションについて概要を述べるとともに，問題点を指摘し，本研究の目的と意義を明確にしている。

第2章では，大形二サイクル・ディーゼル機関におけるサイクルの諸特性およびその性能について解析し，それらの実態を把握するとともに，機関の燃焼，掃・排気過程におけるガスの流れに影響をおよぼす諸因子を明らかにし，シミュレーションモデルの設定，実験係数の決定を行い，さらにシミュレーション結果の妥当性を検証するために必要な実験の結果をまとめている。

第3章では，大形・中形ディーゼル機関における実測結果をもとに，燃料噴射率と有効燃焼率との関係について解析し，有効燃焼係数を定義することによって，燃焼状態，燃焼過程の熱損失などが評価できることを述べ，この係数を用いて燃焼室壁面における熱伝達係数に対する従来の実験式の修正法を提案している。さらに，上述の解析から近似燃焼遅れ曲線を定義することによって，拡散燃焼特性の適切な表示が可能であり，しかもこの曲線は正味平均有効圧，機関回転速度，掃気圧に関係なく一定であることを指摘している。この近似燃焼遅れ曲線を導入し，燃料噴射率を与えて有効燃焼率を求める著者独特の燃焼シミュレーション手法を示している。

第4章では，大形二サイクル・ディーゼル機関のガス交換過程に対するシミュレーションについて述べている。ガス交換過程における燃焼ガスと新気との混合および熱交換に対する実験係数を導入して，実測とよく合うガス交換過程のシミュレーションが可能であることを示している。ユニフロー掃気機関では混合係数 0.7，熱交換係数 0.02 とすれば実測と一致することを示し，従来用いられている完全混合の仮定は妥当でないことを指摘している。掃気孔，排気弁孔，タービンノズル・ブレード換算孔については，実

測から求めた等価流量係数を用い、さらに実測にもとづく等価タービン効率を用いることにより、正確なシミュレーションが可能であることを示している。また、排気管内圧力伝ば遅れ係数を定義し、これを導入すれば、排気管を単なる容器として排気干渉のシミュレーションが可能であることを実証している。

第5章では、第3、4章でえられた結果をもとに、著者独自のシミュレーション・プログラムを作成し、代表的な実機の運転例についてシミュレーションを試み、著者のシミュレーション手法が妥当であることを検証し、さらに静圧過給系の解析を行い、静圧過給を実現するために必要な排気管体積、適正な排気弁開閉時期を求め、著者のシミュレーションが機関の設計に有効な役割を果たすものであることを実例によって示している。

第6章では、著者のシミュレーション・プログラムを利用して、超高圧二段過給機関の性能予測を試みている。この種機関においては、2台の過給機の仕事の分担率の決定が重要な問題である。著者はシミュレーションにより、低圧段過給機に全圧縮仕事の65%を分担させ、また高圧段タービンノズルの絞りを低圧段のその0.7~0.75に選定するのが最も合理的であることを指摘している。

第7章の結論では、以上各章の結果を総括するとともに、この種のシミュレーション手法は広く活用されるもので、機関の改善、設計には不可欠のものであることを述べ、さらに燃料噴射、燃焼室壁の熱応力のシミュレーションなどをも含めた総合的シミュレーションに拡大発展すべきであると結んでいる。

論文審査の結果の要旨

高過給ディーゼル機関の設計段階において、性能予測、作動条件の決定などに利用できるシミュレーション手法の確立は重要な問題であるが、シリンダ内燃焼過程、ガス交換過程、排気管内ガスの脈動、機関と過給機とのマッチング、シリンダ壁における熱伝達など、複雑な現象が充分明確にされていないため、未だ信頼性の高いシミュレーションは確立されていない。

本研究は上記の諸現象を実験的に解明し、これをもとに著者独自のシミュレーション・プログラムを案出し、現用機関に適用して実測と一致する結果がえられることを実証し、さらに今後実用化される超高過給機関に応用して、機関の性能を予測し、設計に必要な多くの資料をえたものであって、主な成果は次の通りである。

(1) 燃料噴射率と有効燃焼率との関連について解析し、有効燃焼係数を定義し、燃焼状態、シリンダ壁における熱伝達を表わす式を与えた。

(2) 上の解析から近似燃焼遅れ曲線を定義し、これが運転条件に関係なく一定であることを見出した。これを用いることにより、燃料噴射率を与えて拡散燃焼過程をシミュレートする著者独自の手法を案出した。

(3) ニサイクル機関のガス交換過程におけるシリンダ内残留ガスと新気との混合および熱交換について、混合係数 π 、熱交換係数 ω を導入することにより、ガス交換過程の正確なシミュレーションができることを見出した。ユニフロー掃気方式では $\pi=0.7$ 、 $\omega=0.02$ にすれば、実測と一致する結果がえられることを確認し、従来用いられている完全混合の仮定は妥当でないことを指摘した。

(4) 掃気孔、排気弁孔、タービンノズル・ブレード換算孔およびタービンに対して、実測値をもとにし

た等価流量係数，等価タービン効率を用いて，正確なシミュレーションが可能であることを実証した。

(5) 排気管内圧力伝ば遅れ係数を定義することにより，排気管を単なる容器と考えて，多シリンダ機関の排気干渉のシミュレーションが可能であることを見出した。これは著者独自の実用的手法である。

(6) 以上の結果をもとにした著者のシミュレーション・プログラムは実測と一致する結果を与える。

(7) 超高圧二段過給機関の性能予測に著者のシミュレーション・プログラムを応用し，低圧段過給機に全圧縮仕事の65%を分担させ，高圧段タービンノズルの絞りを低圧段タービンの絞りの0.7～0.75に設定するのが最適であるなど，この種機関で最も重要な問題を解決した。

以上を要約するに，本論文はディーゼル機関における各種の複雑な現象に詳細な検討を加え，設計に有用な著者独特のシミュレーション手法を確立し，超高過給機関の開発に有力な指針を与えたもので，学術上，工業上貢献するところが多い。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。