

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 北田 泰造 印

題 目 コンピュータによる仮想エンジンの実用化研究

エンジン性能の更なる向上を目指すためには、コンピュータを使ってエンジン全要素のシミュレーションが行える仮想エンジンを開発する必要がある。本論文では、エンジン性能を計算で評価するための実用的な計算手法の研究を行い、エンジン性能シミュレータとディーゼル燃焼計算コードを開発した内容を示す。このエンジン性能シミュレータを使えば、吸排気管のレイアウトや吸排気バルブの開閉タイミングを適切に設計できようになり、試作と試験を繰り返さずに、エンジンの高出力化を実現できる。また、ディーゼル燃焼計算コードを使うことにより、最適な燃焼室形状と燃料噴射を設定できるようになり、高出力で低排出ガスのエンジンを合理的に開発できるようになった。

エンジン性能シミュレータは、吸気から排気までの管路内の作動ガスの圧力脈動を計算して、エンジンに取り込まれる空気と燃料量を精度良く予測する計算モデルと、取り込んだ空気と燃料からエンジンが取り出す仕事を計算する燃焼モデルを組み合わせたものである。圧力脈動の計算スキームには、安定して精度良く計算できる有限体積法をベースにした半陰解法を開発して使用している。また、燃焼モデルには、未燃部と既燃部を取り扱う二領域モデルを取り入れて、高精度でエンジンの仕事量を計算するとともに、NO(一酸化窒素)の排出量を予測するモデルを加えた。さらに、ガソリンエンジンの出力を制限するノッキングを精度良く予測するために、化学反応計算で簡略化素反応モデルを解く計算法を取り入れた。また、エンジンの吸排気騒音を予測する研究も実施した。

ディーゼル燃焼計算コードの実用化研究では、①独自に考案した当量比と温度に対する平衡計算状態の化学種のモル分率を纏めたマップを使って燃焼計算を行う方法と、この方法により大幅な高速化を実現した内容、②エンジン性能シミュレータとリンクして、ディーゼル燃焼計算で計算しない部分をエンジン性能シミュレータで補うことにより、図示平均有効圧を算出できるように改良した内容、③化学反応計算が行なえるように計算コードを整備し、従来の化学平衡計算で計算できる運転領域とできない運転領域を明確化した内容、④化学反応計算のアルゴリズムを見直して計算速度の高速化を実現したことと、化学反応計算の一部を化学平衡計算で補って高速化する手法の開発、⑤NOとSoot(煤)の排出量予測精度向上に取り組んだ内容を記載した。

また、エンジン開発のフロントローディングに欠かせない最適化計算システムの開発と、エンジン性能シミュレータで設定した吸排気バルブの開閉タイミングが実用的かを見極めるために必要な、動弁系の振動計算システムの開発内容も加えた。