

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名

王 威

本論文は「車両用エンジンの体積効率改善に関する研究」と題し、6章より成っている。

車両用エンジンの性能向上は、エネルギー問題、環境問題の解決のため、重要な課題である。このエンジン性能の向上のため、体積効率の改善はなくてはならない技術である。このため、従来から多くのエンジン技術者が体積効率改善の努力をしている。実機関での体積効率改善法は、ある程度実施されているが、吸気管内の流れの面から吸気弁の弁開時期と管内圧力脈動の関係について明確になっていない。

以上を背景に、本論文は4ストロークサイクルエンジンの吸気管内脈動流を数値的に求め、体積効率が最大となる条件・理由を明らかにし、エンジンの広範囲の作動回転数域で高体積効率を維持するための動弁機構を提示して、その有効性を確認している。

第1章「序論」では、従来行われている車両用エンジンの吸気特性の研究や吸気改善のための動弁機構について概観し、本研究の目的及び本論文の概要について述べている。

第2章「単気筒エンジンによる吸気特性の解析」では、エンジンシリンダーを含む吸排気管内の非定常流れをMacCormack法により数値計算をして、吸気管内の圧力脈動及び吸気弁の弁開時期と体積効率との関係を明らかにしている。まず、吸気管内の基本的流動状況を把握するため単気筒エンジンについて検討し、従来用いられている音響法から求まる吸気管長さでは、エンジン回転数に対し最適とはならず、吸気弁の開いている時のヘルムホルツ共鳴より求まる長さや吸気弁の閉じている時の気柱振動より求まる長さとの平均値が最適長さを与えることを明らかにしている。また、吸気管内の気柱の振動を吸気弁の開閉とピストンの運動による強制振動とみなし、吸気系の固有振動数がピストン速度の3次成分に等しくなる時、体積効率が最大になることを示している。さらに、吸気管内の気柱を単一質点とする機械振動モデルの解析を行い、吸気の $m$ 次同調圧力波の位相とピストン速度変動の $m$ 次成分の位相が一致すること、同調した吸気圧力波に関しては、吸気管長さと同調回転数が違っても、同調次数 $m$ が同じなら、吸気圧力波の振幅と位相は同じであること、同調次数 $m$ が高いほど、吸気圧力波の振幅は小さくなり、圧力のピーク位置が吸気弁閉止時期より前にくること、 $m$ が3より小さいと圧力振幅は大きいとピーク位置は吸気弁閉止時期より遅くなること等を示している。以上の解析結果より、エンジン回転数と体積効率の関係について、次のことを明らかにしている。低速回転数域

では次数 $m$ が大きくなるので、通常の開弁時期では弁閉止時に吸気圧力が低くシリンダーから逆流が生じ、体積効率が悪化する。これを防止するために弁閉止時期を早める必要がある。高速域では逆に $m$ が小さくなり、圧力のピークが遅くなるので、弁閉止時期を遅らせ高い吸気圧力を有効利用する必要がある。

第3章「多気筒エンジンの吸気過程について」では、単気筒エンジンで明らかとなった体積効率を向上させる条件について、吸気干渉が生じない3気筒エンジン、吸気干渉が生じる6気筒エンジンを、吸気非干渉型と吸気干渉型エンジンの例として、数値解析を行うことにより解明している。すなわち、3気筒エンジンでは単気筒エンジンとほぼ同様の結果が得られるが、6気筒エンジンでは吸気干渉のため吸気管内の圧力脈動は発達せず、吸気の圧力脈動を利用できない。しかし、低速回転数域で吸気弁閉止時期を早め、逆流を防止する効果は3気筒エンジンの場合と同様にあることを明らかにしている。

第4章「本研究用吸気バルブ可変機構の原理」では、ロッカーアームの支点支持力を油圧により制御して、バルブリフトと弁閉期間を連続的に可変とする機構を提示し、その作動原理を説明している。さらに、その作動を確認するため、油圧の代わりにバネ力を用いた制御機構を試作して、実験と計算により作動原理の有効性を確認している。

第5章「吸気バルブ可変機構によるエンジン特性の改善」では、計算モデルのエンジンに本来具備していた吸気弁の代わりに、前章の可変バルブ機構を組み入れたエンジンモデルについて数値解析をし、単気筒、3気筒、6気筒エンジンともに、体積効率の改善に効果のあることを示している。また、弁の開閉を行わせない休筒状態を容易に実現できるので、低出力時に一部のシリンダーを休筒させ、作動シリンダーを高出力化することにより、エンジンの損失を減少させる効果があることも示している。

第6章「結論」では、本研究で得られた結果をまとめて述べている。

以上のように、本論文は、エンジンの体積効率を改善させるためのエンジン吸気システムの設計における有用な指針を提供している点から、機械工学、特にエンジン工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。