

氏名	西 脇 一 宇 にし わき かず いえ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 162 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 機 械 工 学 専 攻
学位論文題目	THE IMPROVEMENTS IN CHARGING IN THE LOW SPEED RANGE OF HIGH SPEED INTERNAL COM- BUSTION ENGINES (高速内燃機内の低速域における充填作用の改善)

論文調査委員 (主査) 教授 長尾不二夫 教授 大東俊一 教授 佐藤 俊

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は高速内燃機関の低速域における空気充填作用の改善に関し、理論的、ならびに実験的に研究したもので、緒論、5章、結論からなっている。

緒論においては、本研究の目的とその概要を述べている。

第1章では、逃し穴つきオイルタペットによる弁開閉時期の制御について述べている。弁開閉時期は機関性能に大きな影響をおよぼすが、現在用いられている弁機構では、広い回転範囲にわたって常に最適の弁開閉時期を与えることはできない。これを解決する一方法として、著者は逃し穴つきオイルタペットを提案し、その構造を詳細に述べ、種々の大きさの逃し穴径について、回転速度に対する弁揚程の変化、および弁開閉時期を測定し、その結果プランジャに設けた逃し穴では、回転速度の低下に伴ない、主として弁閉時期が進み、シリンダに設けた穴では弁閉時期が遅れることを見出し、両者を適当に組合わすときは、各回転速度に適合する弁開閉時期が得られることを推論している。

さらに逃し穴つきオイルタペットを含む動弁系の作動について、理論的解析を行ない、弁揚程および弁速度の実測結果と比較検討し、その解析方法の正しいことを確認している。

第2章は、ユニフロー二サイクル機関について、各回転速度に対する排気弁の最適角度面積を求め、逃し穴つきオイルタペットの適用を試みたものである。

まず排気弁の弁間隙を変えることにより、角度面積を変え、各回転速度において性能試験を行ない、角度面積が小さくなるに従い、低速高負荷における図示燃料消費率が著しく減少することを見出した。この原因を解明するため、妥当な仮定のもとに掃・排気中のシリンダ内圧力、および温度の変化を計算し、その結果に基き、充填比、および排気吹き出し損失を求め、回転速度の増加、あるいは角度面積の減少に伴ない、充填比は増加し、排気吹き出し損失は減少することを理論的に明らかにし、吹き出し損失の減少の方が図示平均有効圧増加に大きな影響をおよぼすことを示している。

つぎに掃気過程を完全混合掃気と仮名し、シリンダ内圧力、および温度の変化を考慮して、掃気効率を

求める式を誘導し、シリンダ内の圧力、温度に関する給気比を用いれば、掃気効率 η は圧力、温度に関係なく一つの曲線で表わされるという新しい事実を見出した。この掃気効率の計算法を用いて、各角度面積に対する掃気中の圧力、温度の変化を考慮して、掃気効率を算出し、各角度面積に対する充填比から充填効率を求め、低速においては角度面積を小さくする方が有利なことを示している。

また同一機関において回転速度、空気比一定のもとでは図示燃料消費率もほぼ一定であるという事実に基き、図示平均有効圧と充填効率とは比例関係にあることに着目し、各角度面積に対する図示平均有効圧に排気吹き出し損失の修正を加え、図示平均有効圧と角度面積との関係を求め、回転速度の低下に伴ない最適角度面積が小さくなることを示している。

さらに衝突式試料ガス採取弁を用い、排気吹き出し期間中に採取した燃焼ガスと、排気ガス中の炭酸ガス濃度から充填効率を各角度面積に対して算出し、前記図示平均有効圧と同様の傾向を示すことを確認している。

以上の研究結果に基き、第1章に述べた逃し穴つきオイルタペットを用い、各回転速度において最適角度面積が得られるように、逃し穴径を決定し、性能試験を行なった結果、図示燃料消費率曲線は弁開閉を種々変えた場合の図示燃料消費率曲線の包絡線となり、各回転速度において最低値を得ることに成功している。

第3章は、著者の発想になるシリンダ内温度測定法により、圧縮始めの温度を測定し、充填比を実験的に求めたものである。すなわち、細い白金線の電気抵抗によりシリンダ内温度変化を記録し、その最高および最低点においては白金線の温度はガス温度に等しいことに着目し、同時に記録した圧力曲線から圧縮、および膨張行程におけるガス温度が算出できることを見出し、その誤差を詳細に吟味したのち、圧縮始めの温度、圧力から充填比を求め、第2章に求めた理論的計算と比較し、絶対値はかなり相異なるが、角度面積に対してはほぼ同様の傾向を示すことを確かめている。

第4章では、四サイクル機関における吸気弁の最適弁開閉時期を吸入マッハ指数との関連において論じ、逃し穴つきオイルタペットの適用を試みている。

まずガス交換過程中のシリンダ内圧力、および温度変化を理論的に求め、吸気量を算出する式を誘導し、これを無次元化して、従来体積効率を評価するのに用いられていた吸入マッハ指数に理論的根拠を与えている。

ついで弁揚程を一定とし弁閉時期が変化する場合、および弁揚程曲線が弁閉時期の変化に対して相似的に変化する場合について、体積効率を理論的に求め、これを吸入マッハ指数を用いて整理し吸入マッハ指数が大きくなるに従い、体積効率最大の点は弁閉時期の遅い方へ移り、その時期では必ず吸気逆流を伴っていることを明らかにし、また吸入マッハ指数が一定であれば、弁揚程曲線のいかんにかかわらず、体積効率はほぼ一定になることを確かめている。

さらに第1章に述べた逃し穴つきオイルタペットを用い、孔径を変え、各回転速度において、種々の弁揚程曲線、および弁閉時期に対する体積効率を求め、これを吸入マッハ指数により整理し、理論的計算と定性的に一致することを確認している。

最後に以上の結果に基き、逃し穴つきオイルタペットを用い、各回転速度に対する最適弁閉時期を与

え、かつ弁着座速度を許容値以内に納めるようなカム形状、および逃し穴径を決定する方法を実例により示している。

第5章は、ピストン制御吸気孔式クランク室掃気二サイクル機関の低速における給気逆流を流体ダイオードにより防止する方法を扱ったものである。

まず吸・排気管のない場合について、吸気孔の開口期間を変え、各回転速度に対して、クランク室内圧力、および温度を計算し、給気比の変化を求め、回転速度が低くなるほど、また吸気孔開口期間が大きくなるほど、逆流量は増加し、給気比の最大点は吸気孔開口期間が大きくなるに従い、回転速度の高い方へ移行することを明らかにしている。この結果から吸気孔開口期間を大きくし、低速における逆流を防止する方法をこうすれば、全回転範囲にわたって高い吸気比が得られることを推測している。

著者は逆流防止の一方法として流体ダイオードの利用を提案し、定常流における各種ダイオードの特性を明らかにしたのち、これを機関に取付け、モータリングにより吸気比の測定を行なった結果、低速域において著しく改善され、とくにスクロールダイオードがすぐれていることを見出した。ダイオードの流動抵抗、あるいは素子の数についても実験を行ない、数が増すほど吸気比の最大点は低速側へ移り、最大値が減少することを見出している。

流体ダイオードは逆流防止と同時に動的効果をも有するため、音響学的に等価な体積と直管からなる吸気系に置き換え、同一条件のもとに吸気比を測定し、真の逆流防止効果を確認、さらに吸気管入口、およびクランク室内の圧力変化を測定した結果から、流体ダイオードが低速において逆流防止に役立っている状態を説明している。

最後に吸気系を流体ダイオードと同一周波数を有する直管で置き換え、流体ダイオードと同一の流入、および逆流抵抗を与えて吸気比を理論的に求め、実験結果と比較し、回転速度に対する傾向はよく一致することを示している。

結論は、以上の研究成果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

弁開閉時期は内燃機関の空気充填量に大きな影響を及ぼすが、現在用いられている弁機構では、広い回転範囲にわたって常に最適弁開閉時期を与えることはできない。したがって内燃機関の高速化に伴ない、高速性能の向上をはかるためには、低速性能を犠牲にせねばならない現状である。

著者は、弁開閉時期、あるいは弁の角度面積を回転速度に応じて、自動的に変化せしめる一方法として、逃し穴つきオイルタペットを提案し、種々の逃し穴径に対して回転速度と弁開閉時期、および弁揚程との関係を実験的に求め、プランジャに設けた逃し穴では回転速度の低下に伴ない、主として弁開時期が進み、シリンダに設けた穴では弁開時期が遅れることを見出し、両者を適当に組み合わせることにより、各回転速度に適合する弁開閉時期が得られることを推論し、ついで逃し穴つきオイルタペットを含む動弁系の理論的解析を行ない、カム形状と弁運動との関係を求め、実測値と比較、検討し、その解析方法の妥当性を確かめ、カム設計の基礎式を確立した。これにより可変時期弁機構の可能性が見出されたことは注目すべき成果である。

つぎに、このオイルタペットをユニフロー二サイクルディーゼル機関の排気弁に適用することを目的とし、まず掃・排気中のシリンダ内圧力、および温度を算出し、各回転速度における弁角度面積と充填比、掃気効率、および充填効率との関係を求め、ついで修正図示平均有効圧、あるいは試料ガス分析、ならびに圧縮始めの温度、圧力の測定などの各種の方法により、理論的計算の裏付けを行なっている。このようにして確認された回転速度と最適弁角度面積との関係を満足するようにオイルタペットの逃し穴径を決定し、性能試験を行なった結果、図示燃料消費率は各回転速度で最低値を示し、とくに低速高負荷における改善が著しく、逃し穴つきオイルタペットの効果を実証したものと思われる。

この間著者は完全混合掃気においてシリンダ内圧力、温度が変化する場合の掃気効率を理論的に求める方法を案出しており、また従来困難とされていたシリンダ内温度測定に関しても、簡単かつ合理的な方法を考案し、満足すべき結果を得ている。いずれもこの方面の研究に寄与するところが大きいものと考えられる。

さらに、逃し穴つきオイルタペットを四サイクル機関の吸気弁に適用する目的で、著者はまず吸気量の計算式を誘導し、これを無次元化して、従来体積効率を評価するのに経験的に用いられていた吸入マッハ指数に理論的根拠を与えている。ついで種々の弁揚程、および弁閉時期に対して、体積効率を理論的に求め、これを吸入マッハ指数を用いて整理し、吸入マッハ指数と最適弁閉時期との関係を求め、実験によりこれを確認したのち、逃し穴つきオイルタペットを用いた動弁系の運動方程式を用い、各回転速度において最適弁閉時期を与え、かつ弁着座速度が許容範囲になるようなカムの形状を決定し、その実用化を可能にしている。

最後に、無弁式クランク室掃気二サイクル機関に関し、種々の吸気孔開口期間について、回転速度と給気比との関係を理論的に求め、回転速度が低くなるほど、また吸気孔開口期間が大きくなるほど逆流量が増加し、給気比の最高点は、吸気孔開口期間が大きくなるに従い、回転速度の高い方へ移ることを見出し、逆流防止の一方法として流体ダイオードを用い、低速における吸気比を著しく増加せしめることに成功している。流体ダイオードは動的効果をも有するため、音響学的に等価な吸気系を用いた実験結果と比較し、真の逆流防止効果を確認し、また、等価吸気系について理論的計算により給気比を求め、定性的には実験結果と一致することを示している。

これを要するに、本論文は高速内燃機関の空気充填作用に関し、回転速度と最適弁（あるいはポート）開閉時期との関係を理論的、ならびに実験的に見出し、可変時期弁機構、あるいは逆流防止により、低速域における充填作用の改善を可能にしたもので、いくつかの創意を含んでおり、学術上、ならびに工業上寄与するところが少なくない。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。