

氏 名	上 月 正 こう づき ただし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 274 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 2 項 該 当
学位論文題目	ロータリエンジンの研究

論文調査委員 (主 査)
教授 長尾不二夫 教授 会田俊夫 教授 大東俊一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文はバンケル形ロータリエンジンの機構学的な解析を行ない、基本設計に必要な計算式を誘導し、これに基づいて設計、試作した機関により種々の実験を行ない、この機関に固有な問題点の解明を行なったもので、10章からなっている。

第1章は緒論で、本研究の概要、試作機製作の経過、ならびにバンケル形ロータリエンジンの概要と現状を述べ、その長所、短所、および将来性について論じている。

第2章では、機構学的な解析を行ない、設計に必要な諸式を誘導している。まず2節エピトロコイド曲線からなるセンタハウジングと、その内包絡線からなるロータにより形成された作動室の最大、最小体積の差から行程体積の計算式を導き、ついで2節エピトロコイドを小歯車に固定し、内歯歯車に内接せしめながら回転するときの内包絡線から、ロータの形状を決定する式を誘導し、また気密に重要な関係を有するロータ先端とハウジングの法線とのなす角、すなわち揺動角の変化を求め、これがトロコイド定数に関係することを明らかにしている。つぎに内包絡線の1/3面積を求め、理論圧縮比の計算式を導き、実際上アベックスシールのためエピトロコイドの拡大を必要とすることを考慮して、拡大寸法に対する圧縮比計算式をも求め、トロコイド定数と圧縮比、および揺動角との関係を論じ、現在ガソリン機関に普通採用されている圧縮比9にするには、トロコイド定数を8とし、適当な拡大寸法を与えるとともに、ロータの各辺に凹みを設け、圧縮比の調節を行ない、同時に燃焼室の改善に役立てるべきであると結論している。

さらに、2節エピトロコイドの内包絡線からなるロータを円弧で近似した場合の圧縮比、および拡大圧縮比を求める式を導き、包絡線ロータの場合と比較検討し、実用上満足し得ることを確かめている。

最後にロータの辺に作用する爆発力からトルク、および出力を計算する式を誘導している。

第3章においては、アベックスシールの運動を解析して法線加速度、切線加速度、中心線方向、およびそれに直角方向の加速度を求め、アベックスシールの接触力、ならびに気密を保つに必要なばねの強さを決定する式を導いている。

第4章では、以上の計算式を用いて試作機を設計した過程を述べている。すなわち行程体積、揺動角、トロコイド定数、拡大寸法など基本的数値を求め、ロータの各辺は円弧とし、その中央部に溝状の凹みを設け、圧縮比を9.13としている。排気孔は円周上に、吸気孔は円周上のものと、側面のものと2種類を採用しているが、構造上前者は吸・排気孔のオーバーラップが大きく、後者は小さく設計されている。その他気化器の選定、気密機構、および冷却方法などにつき詳述している。

第5章では、試作機について摩擦損失を測定した結果、およびその軽減方法について述べている。まず摩擦の主要部を占める気密機構に関し、シール線長、および摺動速度をピストンリングの場合と比較、検討し、往復式機関より摩擦損失が大きくなる原因を明らかにし、またアベックスシールに作用する力を求め、摩擦損失を減ずるには遠心力を小さくすべきことを強調している。つぎにモータリング法により、気密要素全装備の状態から、逐次その一部を除いて、各要素の摩擦平均有効圧を求め、鋳鉄製アベックスシールの摩擦平均有効圧は高速回転において急激に増加するが、炭素材の場合にはその約1/5に低下することを見出し、この理由を炭素材の比重が小さいこと、および自己潤滑性に基くものと説明している。また著者はアベックスシールの釣合い装置を考案し、遠心力を減ずるとともに、全周にわたり一様な接触力を与え、さらに摩擦損失を減少せしめることに成功した。最後に自動車用ガソリン機関のピストンリングの摩擦損失との比較を行ない、鋳鉄製アベックスシールでは、はるかに大きいことが、釣合い装置により、同程度まで下げられることを確かめている。

第6章では、試作機により体積効率を測定し、その結果に考察を加えている。この機関は同一回転速度の往復式機関に比べて、吸入期間が1.5倍になり、かつ弁抵抗がなく、また各室の吸入が連続的に行なわれるため、体積効率の点では有利であり、慣性効果を有効に利用し得ることを述べ、ついで実験装置、および測定方法を詳述し、サイドポート、ペリフェラルポート両者について体積効率を測定した結果、低速域では前者が、高速域では後者がすぐれていることを見出し、その理由をオーバーラップと吸入期間の点から説明し、低速域ではサイドポートを用い、高速域ではペリフェラルポートに切換えることが望ましいと結論している。

第7章では、ロータリエンジンにおいて、最も困難とする気密機構について研究した経過を述べ、各種気密機構の長所、短所を明らかにし、気密の評価に圧縮指数を用いると、著者が考案した最良のものにおいては、往復式機関に匹敵する値1.35に達するが、潤滑油量が少ない場合にはガス洩れが多く、毎分2000回転以上でないと、往復式機関程度に達しないことを述べている。

第8章では、ペリフェラルポート方式の試作機について制動試験を行ない、同時にインジケータ線図をとり、問題点を指摘している。まずこの機関に適合する気化器ののど部、およびメーンジェットの直径を選定し、ついで最適点火時期を求め、往復式機関に比べて点火進角がやや小さいことを見出している。また圧力-時間インジケータ線図を、圧力-体積線図に変換して検討し、圧力曲線の形状、およびポリトロップ指数から、高圧部においてガス洩れが多く、またアベックスシールの振動を生じていることを推論し、これが性能低下、あるいはセンタハウジング内面の波状痕発生の原因であると説明し、その対策を検討している。

第9章では、工作を容易にするため、センタハウジングを形成するエピトロコイド曲線を二つの半円と

直線で近似し、エピトロコイド内包絡線ロータの各辺を円弧で近似した著者のいわゆる小判形ロータリエンジンについて、圧縮比、行程体積など設計に必要な諸式を誘導し、さらにこの場合問題となるアベックスシールの変動長を求め、トロコイド定数との関係を論じ、トロコイド定数8付近において最大変動長は実用上差支ない程度となり、小判形ロータリエンジンが実用可能なことを述べている。

第10章では、以上各章の研究成果を要約して結論としている。

論文審査の結果の要旨

バンケル形ロータリエンジンは2節エピトロコイド曲線からなるセンタハウジング内を、その内包絡線あるいはこれに近い曲線からなるロータが遊星歯車機構により偏心的に回転し、両者の間に形成される作動室により四サイクル式作動を行なうもので、1959年末に発表されて以来、世界各国の有力会社で開発研究が進められ、最近ようやく実用の域に達したが、基本的な設計に関する研究報告はきわめて少ない現状である。

著者は本機関発表の頭初より、設計方法の確立という観点から研究を進め、まず本機関の機構学的解析を行ない、行程体積、圧縮比、トロコイドの法線とロータ先端のなす角、すなわち揺動角など、この機関に特有な設計要目の基本計算式を導き、なお実際上アベックスシールのためエピトロコイドの拡大を要することを考慮して拡大寸法に対する圧縮比計算式をも誘導し、トロコイド定数と圧縮比、および揺動角との相互関係を論じ、現在ガソリン機関に普通用いられている圧縮比9にするには、トロコイド定数を8とし、拡大寸法を適当に選ぶとともにロータの各辺に凹みを設け、圧縮比の調節を行ない、同時に燃焼室の改善をはかるべきであると結論している。さらに2節エピトロコイドの内包絡線ロータを円弧で近似した場合の円縮比、拡大圧縮比を求め、包絡線ロータの場合と比較、検討し、実用上満足し得ることを確かめている。

またこの機関において最も重要なアベックスシールの運動を解析し、接触力を求め、気密保持に必要なばねの強さを決定する式を導いている。

つぎに以上の基本計算式を用いて試作機の設計、製作を行ない、これにより種々の実験を重ね、本機関の特性を把握するとともに、問題点の解明を試みている。すなわち、

1. ロータの気密部分の長さ、および摺動速度が往復式機関のピストンリングに比べて大きいため、摩擦損失が大きく、とくにアベックスシールの摩擦は高速回転において、急激に増加する。著者はアベックスシールの釣合い装置を考案し、遠心力を減ずるとともに全周にわたり一様な接触力を与え、摩擦損失を往復式機関程度に減少せしめることに成功した。

2. 体積効率はやの抵抗がないこと、吸入期間が往復式機関の1.5倍であること、および吸入が連続的に行なわれることなどのため、往復式機関に比べて高く、サイドポート、ペリフェラルポート両者について測定した結果、低速域では前者が、高速域では後者がすぐれていることを見出し、その理由をオーバーラップと吸入期間の点から説明し、低速域ではサイドポートを用い、高速域ではペリフェラルポートに切換えることを推奨している。

3. ロータリエンジンにおいて、最も困難とする気密機構について種々の研究を行ない、モータリング

試験において、潤滑油を十分供給した場合、往復式機関程度の圧縮指数が得られるまでに到達した。

4. ペリフェラルポート方式の試作機により、性能試験を行なった結果、最適点火時期は往復式機関に比べてやや遅く、高速においてよい性能を示している。またインジェクタ線図を解析し、高圧部においてガス洩れの多い原因を追究し、工作精度の不良に基くほか、アベックスシールの振動によるものと推論し、その対策および性能向上について総合的な検討を加えた。

最後に工作の簡易化をはかるため、センタハウジングを形成する2節エピトロコイド曲線を二つの半円と直線で近似し、包絡線ロータの各辺を円弧で近似せしめた著者のいわゆる小判形ロータリエンジンにつき、設計に必要な諸式を誘導し、この際問題となるアベックスシールの変動長を検討し、トロコイド定数8付近においては実用可能なことを示している。

これを要するに、本論文はバンケル形ロータリエンジンの機構学的な解析を行ない、基本設計に必要な計算式を誘導し、これに基き試作機の設計、製作を行ない、工作精度不良などの点から性能的には十分とはいえないが、運転試験により設計方法の妥当性を実証するとともに、この機関に特有な問題点について、若干の解決を与え、さらに小判形ロータリエンジンを提案し、工作の簡易化をはかったもので、著者の独創による具体的な開発はとくに見られないが、設計資料として役立ち、また学術的にも参考になる有益な資料を提供したものと考えられる。

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。