

Title	スターリングエンジンの開発研究
Author(s)	寺田, 房夫
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37617
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	てら 寺	だ 田	ふさ 房	お 夫
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 3 2 7		号
学位授与の日付	平成 2 年 9 月 26 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	スターリングエンジンの開発研究			
論文審査委員	(主査) 教授 世古口言彦			
	教授 水谷 幸夫	教授 高城 敏美		

論文内容の要旨

本論文は、スターリングエンジンの各種諸元がその性能に及ぼす影響を明らかにするとともに、同エンジンの最適設計手法をまとめることを目的としたもので次の 5 章より構成されている。

第 1 章では、本論文の位置付け、および研究の目的と内容について述べている。

第 2 章では、基本構造に関する主要諸元の決定方法につき基本的方針を示し、併せて簡易型ならびに多分割型シミュレーションが、有効な設計手法となることを示している。両者は、性能予測に相互補完的に役立ち、特に後者の多分割型は実測値と十分に良好な一致を示し、精度の高い性能解析を可能としている。

この数値解析を用いて、比出力向上のために最も適したエンジン形式、構造主要寸法等の決定、および主要性能を推定し、以降の詳細設計および試験評価の指針を得ている。

第 3 章では、本エンジンの主要な構成要素である加熱器、再生器、冷却器等の熱交換器、およびシール装置につき、それぞれの諸元と性能の相互関係を明らかにしている。さらに、前章のシミュレーション解析による性能と基礎実験結果をもとに要素供試品を製作し、試験を実施して分析評価を行っている。

高温(約 700℃)、高圧(約 15MPa)の作動ガス(ヘリウム)を内封して 1000℃以上の火炎にさらされる加熱器については、温度分布が均一で吸熱特性のよい形状諸元を見いだしている。エンジンの熱効率を左右する再生器は、特殊なメッシュを開発することにより最小の損失で最大の熱交換性能を得ている。また冷却器作動ガスの熱通過率が液体相当の高い値となるシェル・アンド・チューブ型を用いることによって高性能化を実現している。シール装置の内、ピストンシールに対しては無潤滑下で洩れ量および摩擦力が小さい多段のエンドレスリング方式を開発している。また、ロッドシールに対しては特殊形状のシール材と装置を用いて、潤滑油上がりと作動ガス洩れの防止をそれぞれ可能にしている。さらに、シール装

置にシリンダ間の圧力調整回路を設けることによって円滑な運転ができ、出力の向上がはかれることを明らかにしている。

第4章では、評価試験用試作機を用いてエンジン全体の性能試験を行うことによって、その性能が十分に高い水準を有することを示し、本論文で述べた設計手法の妥当性を実証している。併せて、熱勘定および各種エネルギー損失について分析検討を行い、評価方法を確立している。

第5章では、本論文で得られた成果を総括し、併せて今後の展望を示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、4シリンダ方式のスターリングエンジンの最適設計を目的として、新しい設計手法の開発を行うとともに、エンジンの主要構成要素について多数の試作研究を行い、各種設計諸元が性能に及ぼす影響を明らかにしたもので、主な成果をあげると次のとおりである。

- (1) スターリングエンジンを構成する五つの作動空間である膨脹室、加熱器、再生器、冷却器、および圧縮室のそれぞれを集中系とした簡易型シミュレーションを第一段階、これらの作動空間を分割して解析する多分割シミュレーションを第二段階とする二段階解析方式を案出し、これによって性能予測を迅速に行いうるようにするほか、精度の高い解析を可能としている。
- (2) 種々の加熱器構造のうち、密接ヘアピン型は温度分布特性が良好で、燃焼器との適合性にも優れていることを明らかにしている。
- (3) 再生器の伝熱マトリックスの形状、寸法、枚数等について詳細に試験し、エンジンの高速化と高効率化をもたらす最適諸元の選定指針を与えている。
- (4) ピストンシールは新しく開発したクワドリリングとエンドレスリングの組合せによる多段方式を採用しこれが優れた無潤滑特性を有していることを明らかにしている。
- (5) ロッドシールはピストンロッドを二重円筒構造とし、シール部を冷却することによって耐久性を向上させることができるほか、シール装置にシリンダ間の圧力調整機能を付与することが出力の増加に有効であることを見いだしている。
- (6) 設計諸元の最適化を行ったエンジンを試作し、総合的に性能を評価した結果、作動ガスとしてヘリウム使用時に得られる熱効率は37.2%、水素換算推定値は42%以上に達し、国際水準値を5%程度上回ることを明らかにしている。

以上のように、本論文はスターリングエンジンの設計に関する多くの有用な知見を与えており、熱エネルギー利用技術ならびに原動機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論文として価値あるものと認める。