

# 55kWスターリングエンジンの実証運転

排熱利用発電システムの開発に向けた基本特性評価

## Field Tests of 55kW Stirling Engine

Estimation of Basic Character Toward Development of Generation Systems Used Waste Heats

(電力技術研究所 エネルギーエンジニアリングG エネルギーT)

米国のSTM - Power社(以下STM社)は、分散型電源として55kWのスターリングエンジン(以下STE)を開発しており、海外では既に稼働実績が多数ある。当社も17年9月からこのSTEの実証運転を開始し、廃熱やバイオマスを熱源として利用するなど省エネルギー性・環境性に優れた発電システムの構築を目指して研究を進めている。ここでは、このSTEの技術および実証運転の概要報告をすると共にバイオマス等の燃焼排熱利用発電システムに対する我々の取り組みについて紹介する。

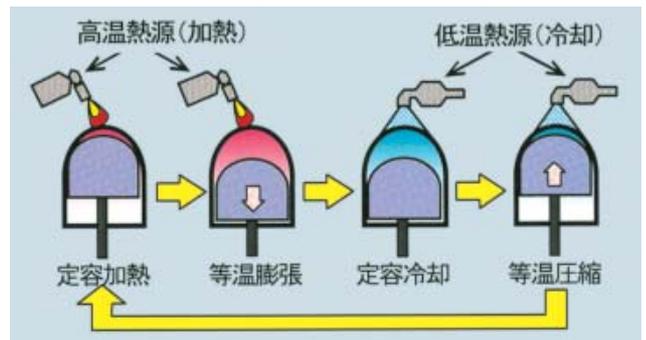
(Energy Team, Energy Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

STM Power Inc., U.S., developed 55kW stirling engine (STE) as a distributed power and already there are lots actual results of operation in overseas. Similarly, we have begun field tests of the STE from September, '05. We will study the STE systems with a view to establishing technology that will be excellent in energy-saving performance and environmental performance, e.g. waste heat use and biomass use. In this paper, we report as to our field tests of the STE. Moreover, we describe about our struggle against generation systems using waste heats from burning biomass and so on.

### 1 背景・目的

1816年に考案されたSTEは、外燃機関であり、その理論熱効率の高さから夢のエンジンとされてきた。これまでに日本を含め世界中で開発が進められてきたが、高効率化や高出力化といった課題が実用化の足かせになっていた。こういった状況の中、STM社は、これらの課題を克服したSTEを開発し、55kW機の販売を開始している。このSTEは、太陽熱、バイオマス燃焼熱、廃棄物焼却熱などを熱源にでき、燃料電池とのコンバインドシステムの構築など、環境性・省エネルギー性に優れた発電技術として期待されている。当社は、この点に着目し、丸紅(株)と共同で天然ガス焼きSTEの実証試験を開始しており、更に、NEDO共同研究として木質バイオマス利用発電システムの検証も進めている。

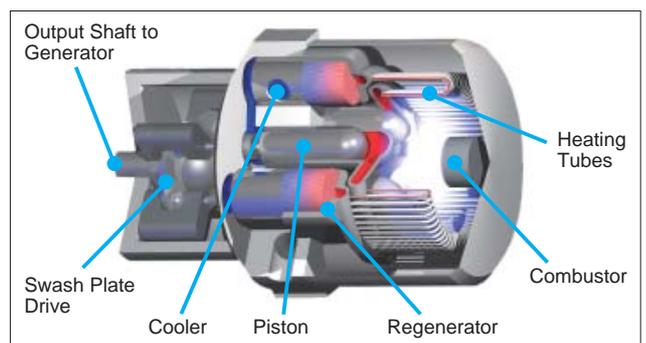
ため、その対策には万全を期す必要がある。同社のSTEは基本的にバーナーによる燃料焼きタイプが標準であるが、バーナーのない多種熱源利用対応タイプもある。



第1図 スターリングエンジン動作概念図

### 2 技術の説明

STEは外燃機関と呼ばれ、駆動部はディーゼルエンジンなどのような往復式の内燃機関と同様にピストンとシリンダとで構成されるが、内燃機関がシリンダ内の燃焼による膨張力を利用しピストン運動するのに対し、STEは、第1図の動作概念図に示す通り、外部からの加熱・冷却により、シリンダ内に封入された作動ガスを膨張・収縮させ、ピストン運動するものである。



第2図 STM社STE断面図

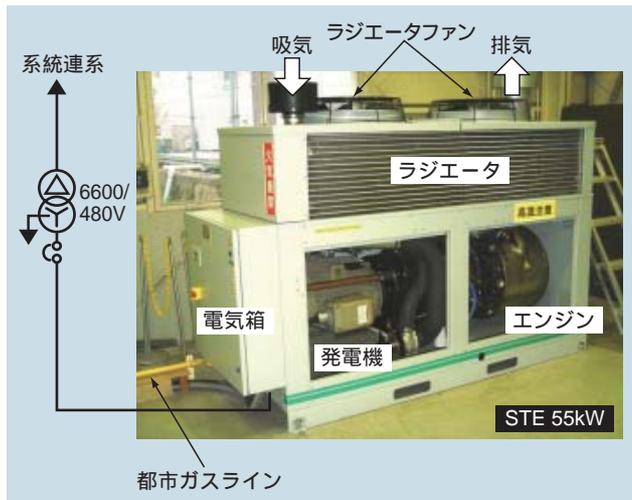
第1表 STM社燃料焼きSTE性能

項目	仕様
定格出力	55kW
発電効率(LHV)	30%
作動媒体	水素
燃料	天然ガス
エンジン回転数	1,800rpm
騒音 @ 7m	58dB
寸法	L2.6・H1.8・W0.9m
重量	1,760kg

STM社のSTEは、第2図のエンジン断面図にあるように4気筒で構成されており、作動ガスに高圧水素を用いることで、高効率で高出力を達成している。第1表にエンジンの仕様を表す。水素の使用に関してはシール性能が課題であったが、シール技術の高度化により、問題を解決している。水素の補充は水の電気分解により自動的に行われる。しかし、水素を使用するにあたっては、漏洩や水素脆化など、安全性や耐久性が問題となってくる

### 3 実証運転の概要

STEの大きな特徴の一つとして、熱源の種類を問わないという特徴があげられる。我々は、STEのこのような特徴に注目し、分散型電源として差別化が可能な技術として実用化を目指している。現在は、技術開発本部構内にSTEを設置し、先ず、基本性能および耐久性、信頼性を評価することを主目的として、都市ガスを燃料とした実証運転を進めている。第3図にSTEの実証運転設備を示す。



第3図 実証運転設備

第4図に運転の状況を表示する運転監視用モニタの画面を示す。ここでは定格運転時の運転状況を示している。表示される項目は、4つのシリンダ毎の水素温度および圧力、潤滑油温度、冷却水入口および出口温度、回転数、発電出力、累積発電電力量、累積運転時間などとなっている。水素温度・圧力は、各シリンダ毎で若干のばらつきがあるが、ほぼ定格値を示しており、発電出力55kWを達成している。

起動時には誘導発電機のモータ駆動により、エンジンを定格回転数まで上昇させ、燃焼を開始し、自立運転を確保できたところで発電へ移行する。



第4図 運転監視用モニタ(定格運転時)

### 4 バイオマス利用発電システムの概要

バイオマスは生物資源とも呼ばれ、再生可能エネルギーとしてCO<sub>2</sub>削減対策として期待されている。特に木質バイオマス資源は性状が安定しており、有害物質もほとんど含まれないため、近年良好なエネルギー資源としてその利用技術が注目されている。木質バイオマスは発生地域が分散し、発生量も化石燃料に比べ乏しいことから、小規模発電が適しているといえる。現在、バイオマスガス化による小規模高効率発電システムの開発が数多く実施されているが、いずれもシステム全体が複雑で高コストであるため市場導入が思うように進んでいない。そのような状況の中、小規模でも比較的熱効率が高く、簡素なシステムが求められている。当社は、平成16年度からNEDO共同研究として進めている「バイオマス直噴燃焼式小型発電システムの研究開発(NEDO、(株)シーテック、当社の共同研究)」の中で、バイオマス(木粉)直噴燃焼バーナーとスターリングエンジンを組合せた高性能で低コストな小規模発電システムの開発を進めており、既に要素試験を開始している。このシステムはガス化装置を必要としないため、システムが簡素化でき、コストの低減や省スペースが可能になると期待している。

### 5 今後の展開

平成18年度上期(予定)までに、都市ガスを燃料とした実証運転を継続し、基本性能の確認および耐久性、信頼性を評価する予定である。また同時に、NEDO共同研究として進めているバイオマスを用いたSTE発電システムの開発についても、現在実施している要素試験および詳細設計を受けて、平成17度中に装置の据付調整を終了し、来年度に総合的な実証試験をスタートさせる予定である。



執筆者 / 大岩徳雄  
Ooiwa.Norio@chuden.co.jp