

ガソリンエンジン部品の樹脂化による熱効率改善に関する研究

[研究代表者] 西島義明（工学部機械学科）
[共同研究者] 岡坂 周（住友ベークライト株式会社）

研究成果の概要

自動車の電動化が進む中においても、エンジンの効率向上が必須課題の一つである。本共同研究ではハイブリッド車におけるエンジンの使われ方を考慮したエンジン内の熱流れのコントロールに着目し、熱効率向上と排ガス改善の両立に貢献する実用化可能な革新的樹脂材料を開発することに着目している。従来の共同研究の中で、樹脂の仕様に関して切削ではなく型で成形できる形状にすることと燃焼室周囲へ挿入できる形状にすることに着目して検討してきた。改良型の樹脂形状を用いた場合にも熱効率の向上効果が認められ自動車技術会への共同発表も行ってきた。

本研究では、冷却損失比較の精度向上を目的とした。特に水温測定範囲に関してヘッドとクランクを除いた樹脂搭載部に限定し、ライナーのみの冷却損失を導出した。手法としては、水温の測定位置をライナー水路入口とライナー水路出口に設定した。

本結果から測定精度の向上ができており、研究の目的が達成されたと考えられる。

研究分野： 内燃機関、自動車用エンジン、エネルギー変換
キーワード： 燃費、熱効率、熱損失、測定精度

1. 研究開始当初の背景

自動車は発明から 100 年の時を経て人々に移動の自由や物流の高度化による生活水準の向上をもたらしている。その反面、地球温暖化などの様々な環境問題を招いており昨今のカーボンニュートラルに関する議論に至っている。こうした課題に対応すべく車両の電動化に関する技術開発が急ピッチで進められており、IEA の統計では 2050 年に車両の 90% が電動化されると予測されている。

しかし、2050 年時点でもエンジンとモータを搭載する HEV（Hybrid Electric Vehicle）や PHEV（Plug-in Hybrid Electric Vehicle）が電動化車両の 70% を占めている。また標準的な燃料と比較して CO₂ 排出量を最大 90% 削減できるカーボンニュートラル燃料も提唱されている。よって、電動化が進む中においてもエネルギー変換機関としてのエンジンに対する需要は根強く CO₂ 削減や排ガス規制対応に向けた継続的开发が必要であると考えられる。

2. 研究の目的

従来から進めている既存エンジンの枠から一歩踏み出

し、上記のニーズに応えるべく革新的エンジン材料に関して実用化を見据えた研究に取り組む。これまでの研究では HEV や PHEV におけるエンジンの使われ方を考慮し、エンジン内の熱の流れをコントロールすることで熱効率の向上と排ガスの改善の両立に貢献する実用化可能な革新的樹脂材料を開発すること進めてきた。

本研究ではエンジンのライナー外周部にエンジン部材よりも熱伝導率の小さい樹脂材料を用いることで冷却損失を低減させ、熱効率を向上させることを目的とする。中でも昨今の自動車業界の主流である HEV のエンジンを想定した条件にて測定を行う。また測定精度を向上させるための測定装置の新規導入とライナー冷却損失の導出方法の改善を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

当研究室では住友ベークライト株式会社との従来の共同研究の中で、実機エンジンへの樹脂適用に関する研究を進めている。本研究ではエンジンの熱効率を解析するにあたり、HEV の水温条件を再現するための冷却水温調節装

置の製作を行った。各条件水温におけるベースエンジンと樹脂搭載エンジンの試験を行い、熱効率解析のための発熱量、図示仕事、冷却損失、排気損失の測定を行った。解析結果より樹脂搭載エンジンはベースエンジンに比べ図示効率が增加していることを確認した。また冷却水温による効果の度合いに変化が認められた。HEV を想定したエンジンの低温状態においても図示効率が高くなる可能性を見出した。

さらに、測定精度向上のために燃料流量計、冷却水流量計、吸気流量計の導入を行った。ライナーに焦点を合わせて冷却損失を導出するための熱電対搭載エンジンを製作した。これによりライナー部のみの影響比較をすることが可能となった。

4. 主要な設備備品

図 1 に本研究に導入した単気筒エンジンの外観と仕様を示す。



エンジン型式	YAMAHA J339E
原動機種類	単気筒、4ストローク自然吸気ガソリンエンジン
ボア×ストローク[mm]	97.0×60.8
排気量[cc]	449
圧縮比[-]	12.5

Fig.1 Single Cylinder Engine

図 2 に評価用ベンチに搭載されているエンジンの外観を示す。エンジンには筒内圧力を測定するための圧力セン

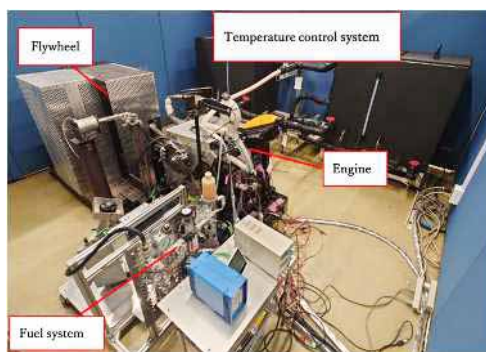


Fig.2 Engine on Evaluation Apparatus

サーが搭載されている。圧力センサーの出力は回転角センサーの出力とともに燃焼解析装置に取り込まれ、熱発生率を算出することが可能になっている。

5. 研究成果

図 3 に熱電対を搭載したシリンダーブロックを示す。左図(a)がライナー水路入口側、右図(b)がライナー水路出口側を示す。



Fig.3 Cylinder Block with thermocouple

図 4 に温度測定結果をもとに算出した水の受熱量の比較を示す。排気側⑤における樹脂エンジンの受熱量がベースエンジンに対して低い値を示している。本結果から、吸気側に比べて排気側において樹脂搭載による熱損失の抑制効果が大きいと考えられる。

単位: J/サイクル

水の受熱量	ベース	樹脂
①	-0.2962	0.6390
②	-0.0630	-0.0671
③	0.0519	-0.0054
④	0.8946	0.4686
⑤	2.5475	1.4564
⑥	11.1289	13.4709
⑦	8.5349	13.9204
⑧	1.9573	3.9424
ライナー全体	24.7558	33.8253

Fig.4 analysis result of thermal energy

6. 本研究に関する発表

山賀隆矢、エンジンブロック材への樹脂適用による熱効率に関する研究、自動車技術会 2023 年春季大会 第 6 回学生ポスターセッション 横浜、2023