

卓上ガスタービンの開発

筒井研究室

前田莉絵子

1. 緒言

ガスタービンとは、高温のガスでタービンを回し回転運動エネルギーを得る内燃機関の一種である。出力に対し小型であることから、航空機エンジンや非常用発電機に用いられている。

しかし、かように重要な原動機であるにも関わらずその原理や構造は理解し難い。なぜなら圧縮・膨張といったガスの変化は目視できないからである。現在ガスタービン教育用に電動式模型が製品化されているが、本物のガスタービンと同じ原理で動作する模型があれば、その性質を感覚的に理解しやすくなるはずである。

本研究では、教材として用いることを目的とした小型低温ガスタービンの開発を行う。本論では特に燃焼器について述べる。

2. 実験装置および方法

本装置の設計諸元を以下に示す。

設計諸元	
直径	150 mm
高さ	600 mm
最大風速	3.0 m/s
回転数	3000 rpm
最高温度	100°C

直径 D [m]円筒内を流れる風速 V [m/s]の空気を ΔT [K]温めるのに必要な熱量 Q は式(1)で与えられる。 [1]

$$\dot{Q} = \dot{m}c_p\Delta T = \rho(D/2)^2\pi Vc_p\Delta T \quad \dots (1)$$

定圧比熱 $c_p = 1.006$ [kJ/kgK]、密度 $\rho = 1.293$ [kg/m³]と上の数値を代入すると

$$\dot{Q} \cong 5.17$$
[kJ/s]

ブタンの低位発熱量は 45700[kJ/kg]^[2]であるから、必要なブタンガスの量は 1 秒あたり

$$\begin{aligned} 5.17/45700 &= 0.00012071$$
[kg/s]
 $\cong 0.121$ [g/s]

図 1 に燃焼器の概略を示す。

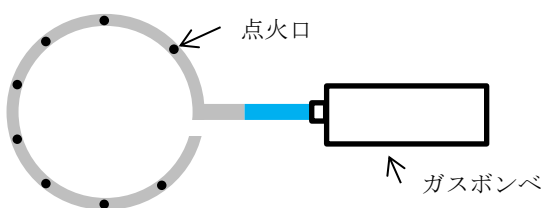


図 1 燃焼器概略図

燃料は市販のカセットボンベ(LPG, NET250g)を用いる。金属パイプに穴を開けたものを点火口とし、ボンベと接続する。

3. 実験結果および考察

図 2 に製作した燃焼器を示す。

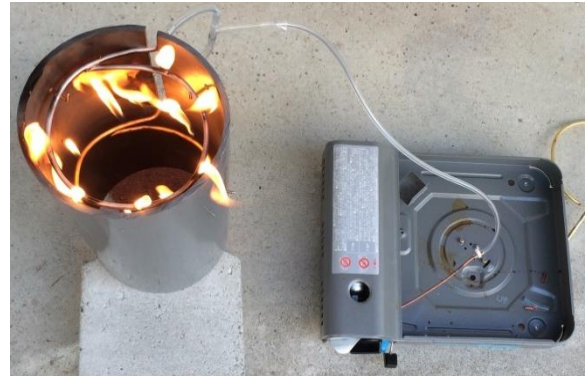


図 2 燃焼器

下部にファンを取り付け、風速 3.0m/s で燃焼させた。

実験から、失火を防ぐためには燃焼部まわりの風速を一定の範囲内に収める必要があると分かった。粘性による壁近傍の速度低下を算出すると、壁面から 5mm 以内では風速がブタンの火炎伝播速度 0.38m/s 以下に落ちる。

より真円に近い形状に燃焼部を作り直し、他の部品と結合して試運転を行った (図 3)。



図 3 運転中の卓上ガスタービン

点火するとタービンが回転し風が起こった。煙突効果があるので純粋な自立運転ではないが、運転には成功した。

今後は計測を続け、より安定した運転ができるようにする。将来的には横置き型にしたい。

文献

[1] 森川敬信・鮎川恭三・辻裕「新版 流れ学」p.157

[2] 日本 LP ガス協会：LP ガスの概要：LP ガスの性質

<http://www.j-lpgas.gr.jp/intr/seishitsu.html>