

補助事業番号 2022M-205
補助事業名 2022年度 圧力ゲイン燃焼を実現するディスク型回転デトネーションエンジン 補助事業
補助事業者名 横浜国立大学 理工学部 機械・材料・海洋系学科 石井研究室 石井一洋

1 研究の概要

本研究は、燃焼器内でデトネーションが定在する回転デトネーションエンジンを用いて、流路形状を変化させることで圧力ゲイン燃焼の実現を図るものである。従来型の回転デトネーションエンジンに比べて、燃焼器の小型化が可能なディスク型回転デトネーションエンジンを採用することに本研究の特徴があり、燃焼室流路を滑らかな形状とすることで圧力損失を低減するとともに、燃焼器出口を絞ることで燃焼室圧力を増加させる。具体的には、従来よりも小型のディスク型回転デトネーションエンジンを構築し、供給空気圧力、供給燃料圧力、燃焼器出口面積を変化させて燃焼室圧力および推力を計測し、圧力ゲインを評価する。以上より、各種運転条件が回転デトネーションエンジンの性能に及ぼす影響を調べる。

2 研究の目的と背景

現在のガスタービンエンジンは定圧燃焼サイクルに基づいているが、デトネーション燃焼を利用すれば燃焼室圧力が増加し、エンジンサイクルが定容燃焼サイクルに近づいて熱効率が向上することが知られている。このような燃焼コンセプトを圧力ゲイン燃焼といい、ガスタービンエンジンにおけるブレークスルー技術として世界各国で研究開発が行われているが、未だ圧力ゲインを得られる燃焼器は開発されていない。

本研究では、水素を燃料とする次世代高効率ガスタービン開発のために、ディスク型回転デトネーションエンジンの空気流路における圧力損失の低減、燃焼ガス出口における流路形状の最適化により、圧力ゲイン燃焼と回転デトネーションの安定伝播を両立可能な燃焼器開発を目的としている。

3 研究内容

圧力ゲイン燃焼を実現するディスク型回転デトネーションエンジンの開発

(<http://www.ishii-lab.ynu.ac.jp/>)

- 燃焼器出口面積比 $A_8/A_{3.2}$ によらず、混合気質量流量 \dot{m} の増加とともにEAP（有効仕事を取り出すことのできる圧力）は単調に増加し、 $A_8/A_{3.2} = 0.2$ のEAPは $A_8/A_{3.2} = 0.6$ 、 0.8 の場合の約3倍となる。
- 同じ混合気質量流量に対して $A_8/A_{3.2}$ が小さくなるほど圧力ゲインは上昇し、 $A_8/A_{3.2} = 0.2$ 、 $\dot{m} = 278 \text{ g/s}$ のときに本研究の圧力ゲインの最大値-19%を得た。

- $A_8/A_{3.2} = 0.6, 0.8$ の条件では、混合気質量流量の増加とともに圧カゲインは減少する傾向にあるが、 $A_8/A_{3.2} = 0.2$ の条件では、混合気質量流量と圧カゲインは正の相関がある。

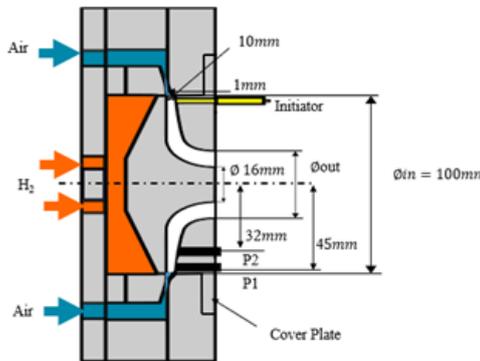


図 1 ディスク型回転デトネーションエンジン燃焼器

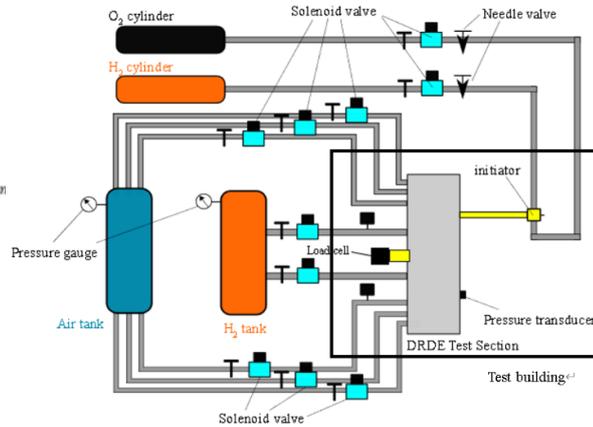


図 2 混合気供給系

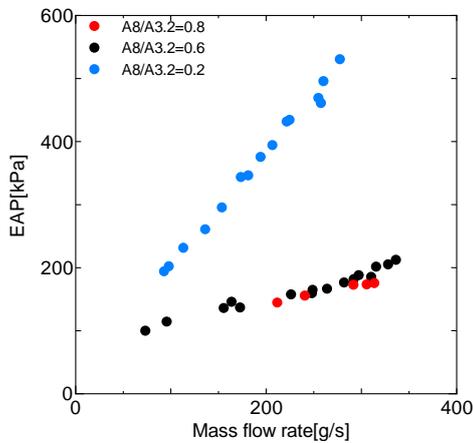


図 3 質量流量と EAP の関係

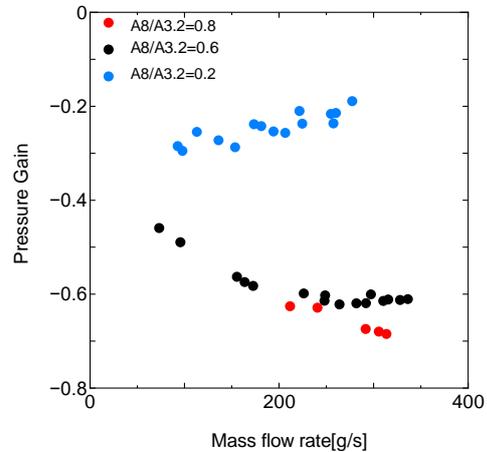


図 4 燃焼器出口断面積比と圧カゲインの関係

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

現在、各重工業メーカーは定圧燃焼サイクルをベースに水素ガスタービンエンジンの開発に取り組んでいるが、現状では大幅な熱効率向上は困難である。さらに、水素は短時間で燃焼するため燃焼器内で点熱源となって燃焼振動を引き起こしやすい。回転デトネーションエンジンは、高い理論熱効率に加えて、燃焼器内で水素と空気を混合させるため逆火は起きず、また燃焼器の固有振動数よりも高い周波数で伝播するために燃焼振動の問題も回避可能と

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの
該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 横浜国立大学（ヨコハマコクリツダイガク）

住 所： 〒240-8501

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5

担 当 者： 石井一洋（イシイカズヒロ）

担 当 部 署： 理工学部 機械・材料・海洋系学科 石井研究室
（リコウガクブ キカイ・ザイリョウ・カイヨウケイガツカ
イシイケンキュウシツ）

E - m a i l : ishii-kazuhiro-rh@ynu.ac.jp

U R L : <http://www.ishii-lab.ynu.ac.jp/>