

二次燃料噴射による燃焼騒音の抑制

Suppression of Combustion Noise by Secondary Fuel Injection

海上技術安全研究所 井亀 優、春海一佳、平岡克英、岸 武行、岡 秀行

1. はじめに

本研究では、希薄予混合燃焼装置に起こり易い燃焼騒音や振動燃焼を、高速流量制御弁を用いた二次燃料噴射により能動的に抑制することを目的とする。

燃焼騒音抑制の物理的原理として、能動騒音制御と同様、音を音で打ち消すことを想定している。能動騒音制御においては、二次音源（一般にスピーカー）から出る制御された音が騒音を打ち消すが、本研究では二次火炎に発熱変動を与えることで発生する圧力変動により燃焼騒音を抑制する。

実験では、急拡大管型燃焼器について排気管に起因する共鳴モードの一つを対象に、二次火炎用燃料として水素、メタン及びそれらの混合ガスを使用し、制御された脈動火炎の熱音響効果によって共鳴音を低減することを試み、一定の効果を確認した。

2. 実験用燃焼装置及び実験方法

図1に制御装置を組み込んだ燃焼装置の概念図を示す。二次燃料は4つのノズル（孔径1mm）で再循環領域内に噴射される。それぞれのノズルへの二次燃料配管には高速流量制御弁（ピエゾバルブ）が取り付けられている。このバルブにより燃料流量を変動させ、それにより生じる火炎の発熱変動によって音波を発生する。この制御された音波を能動騒音制御と同様に燃焼装置の共鳴音に干渉させてそれを低減する。制御量としての燃焼音を検出するため、マイクロフォンを、導圧管（内径4mm）を介して燃焼室につないだ。導圧管には反射波の影響を低減するため減衰管路（20m）を取付けた。

本実験では、マイクロフォンで燃焼音を検出、その信号を遅延、濾波、増幅して制御信号とし、高速流量制御弁を駆動する。図2に制御の流れを示す。

今回の制御実験は、主燃料を水素として空気流量1500NLM、当量比0.25で燃焼させた時に起きる約64Hzの共鳴状態で行った。

3. 実験結果

制御用燃料として水素、メタン+水素（20%vol.）を使った結果によると、遅延時間により制御が有効な領域と無効な領域がほぼ半周期毎に繰り返される。図2に制御効果が認められた場合の制御信号に対する音圧変化の一例（制御用燃料は水素）を示す。そ

の他、増幅倍率を大きくすると制御効果が増すが、他の共鳴モードを励起する場合があるためバンドパスフィルターが必要であること、共鳴が分散する条件で制御信号の極性を反転すると制御が有効になること等を確認した。

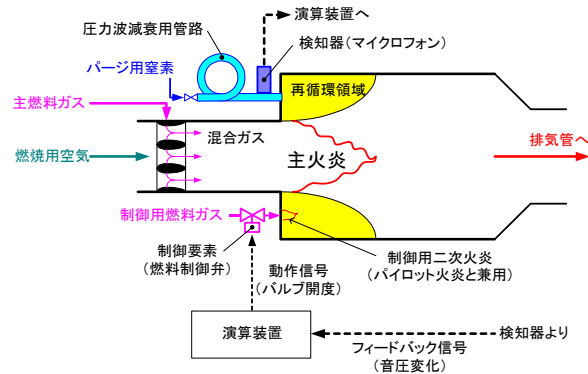


図1 燃焼音制御装置の概念図

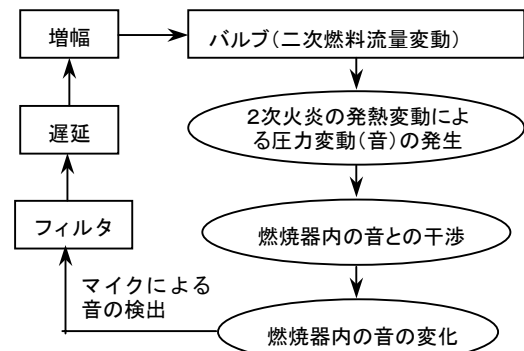


図2 制御の流れ

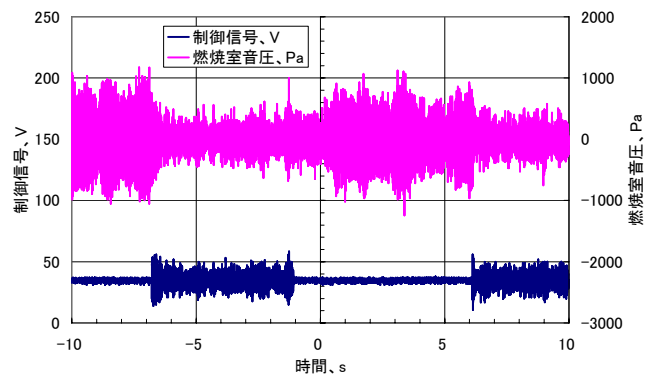


図3 制御信号と燃焼室音圧の関係
共鳴周波数64Hz、遅延時間12ms

4. 今後の課題

今後、制御可能範囲を高周波数側に拡大するとともに、適切なアルゴリズムを導入し制御システムを構築する。