細管内を伝播するボルテックスバースティングに関する数値解析

Numerical Simulation on Vortex Bursting with Propagation in a Small Diameter Tube

○正 林 直樹 (神奈工大)

青柳 大和 (神奈工大)

正 下栗 大右 (広大院)

正 山下 博史 (名産研, 愛工大)

Naoki Hayashi¹, Yamato Aoyagi¹, Daisuke Shimokuri² and Hiroshi Yamashita^{3, 4}¹Kanagawa Institute of Technology, 1030 Shimo-ogino, Atsugi, Kanagawa 243-0292, Japan²Hiroshima University, 1-4-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8527, Japan³Nagoya Industrial Science Research Institute, 2-10-19 Sakae, Naka-ku, Nagoya, Aichi 460-0080, Japan⁴Aichi Institute of Technology, 1247 Yachigusa, Yakusa-cho, Toyota, Aichi 470-0392, Japan*Key Words:* Vortex bursting, Numerical simulation, Small diameter tube

1. はじめに

燃焼器を小型化し、災害時の発電用等に用いることが試みられている[1]. その小型燃焼器に用いる燃焼形態として、ボルテックスバースティングを用いることがある. そこで、超小型燃焼器に用いられるような細管内を伝播するボルテックスバースティング現象を明らかにすることを目的とする.

本研究では、混合気のレイス数が火炎挙動に与える影響について検討を行うために、希釈ガスに、窒素に加えてヘリウム、二酸化炭素、およびアルゴンを用いた数値解析を行った. 流入混合気の回転方向速度の大きさを変えた場合の火炎の伝播範囲およびそのときの火炎挙動について検討を行った.

2. 数値計算手法

主な計算手法、解析モデルは既報と同様である[2]. 直径 10.0 mm の細管下部から当量比 1.0 のメタン-酸素-希釈ガス(N_2 , CO_2 , Ar, He)の混合気を流入させた. まず、軸方向速度を 0.5 m/s で一定とし、ランキン渦を仮定した回転方向速度(最大値 $V_{\theta max}$)の混合気を流入させた非燃焼の流れ場を一定時間計算した. それにより発達した流れ場を流入条件として用いた燃焼場の数値解析を行った. また、計算の安定化のために、細管出口の周囲から酸素と希釈ガスの混合気(N_2 , CO_2 , Ar の場合)または、混合気(He の場合)を噴出させた.

3. 結果および考察

図 1 に一例として、希釈ガスに N_2 , CO_2 および He を用いた場合の発熱速度分布を示す. $V_{\theta max}$ はそれぞれ、5.0 m/s, 3.0 m/s および 3.0 m/s である. 回転方向速度の大きさを変えたときの細管への伝播範囲を調べたところ、可燃範囲は He, CO_2 の場合には比較的狭く、Ar, N_2 の場合には広い結果となった. 燃焼速度の大きい He で可燃範囲が狭くなった要因は火炎先端の曲率が小さく平坦な火炎が形成され、ボルテックスバースティングの効果が現れていないと考えられる.

参考文献

- (1) Shimokuri, D. et al., Proc. Combust. Inst., 34 (2013), 3403.
- (2) 林ら, 第 56 回燃焼シンポジウム講演論文集 (2018).

Fig. 1 Distributions of heat release rate