

1. はじめに

エマルジョン燃料とは燃料油に水を乳化したものであり、燃焼するとマイクロ爆発と呼ばれる現象によって、燃料油滴中の水分が急激に蒸発し、二次微粒化が起こる。それにより燃焼性が向上するが、問題点として、エマルジョン燃料中の水の蒸発潜熱による火炎温度の低下が挙げられる。

そこで本研究では、A 重油にエタノール水溶液を乳化したエマルジョン燃料(以下、エタノール水溶液エマルジョン燃料)の燃焼特性を明らかにすることを目的として噴霧燃焼実験を行い、水を用いたエマルジョン燃料(水エマルジョン)と A 重油のみを噴霧燃焼させた時の火炎温度および排ガス濃度を比較・検討した。

2. 実験方法

本研究ではホモジナイザー(回転数 5000rpm, 攪拌時間 5min)を用いてエマルジョン燃料を生成した。燃料油には A 重油, 乳化剤には非界面活性剤(ソルゲン 40, 第一工業製薬)を用い, 分散相には水またはエタノール水溶液を使用した。分散相の質量分率は 20wt%, 乳化剤の質量分率は 1wt% とし, エタノール水溶液の濃度は 20wt% とした。

図 1 に示すバーナを用いて燃焼させた時の噴霧火炎中の火炎温度および排ガス濃度を測定した。燃料および空気流量はそれぞれ 6ml/min および 6.5l/min とした。また, 保炎用にノズル周りのパイロットバーナによりプロパン火炎(流量 1l/min)を形成させた。火炎温度の測定には R 熱電対(素線径 100 μ m)を使用し, バーナの中心から鉛直方向にバーナの先端部から 2cm 毎に測定した。排ガス濃度の測定にはステンレス製プローブ(内径 2mm)を使用し, バーナの先端から鉛直方向に高さ 6cm の位置から 2cm 毎に測定した。

3. 実験結果および考察

図 2 に各燃料を燃焼した時の火炎温度の分布を示す。エタノール水溶液エマルジョン燃料は水エマルジョンに比べ, 最高温度の位置がエタノール水溶液エマルジョン燃料では 10cm であり, 水エマルジョンの場合の 8cm より高くなり, 全体の火炎温度も高くなった。エタノール水溶液エマルジョンの場合, 燃料油中の分散滴の表面エネルギーが小さく, 液滴径が小さいため, 燃料油中に含まれる滴同士の凝集・合一が起きにくくなり, その結果, ミクロ爆発の発生が遅くなると思われる。また, 火炎温度が高くなったのは, アルコールの燃焼熱で水の蒸発潜熱による火炎温度低下を補うことが出来ているためである。

図 3 に各燃料を燃焼した時の NOx 濃度の分布を示す。A 重油の場合, 6cm から 10cm において NOx 濃度が減少している。この原因は, 火炎中の酸素濃度が減少し, NO の還元反応が生じているためであると考えられる。また, 12cm の位置で急激に増加するのは, 火炎温度が高く酸素濃度も高いため, Thermal NO が生成しているためである。水エマルジョンの場合, A 重油に比べて全体的に NOx が減少している。理由は, A 重油に比べて火炎温度が低いので, Thermal NO の生成が抑えられるからである。エタノール水溶液エマルジョンの場合, 水エマルジョンに比べて 12cm から 16cm の間では低く, その他の箇所では常に高くなった。この原因は, 6cm から 10cm ではパフィンング現象によりエタノール蒸気が燃料滴から噴出し, これにより Prompt NO が生成しているためであると推察される。

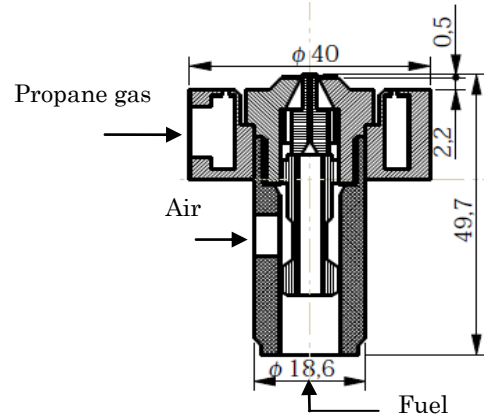


図 1 バーナの断面図

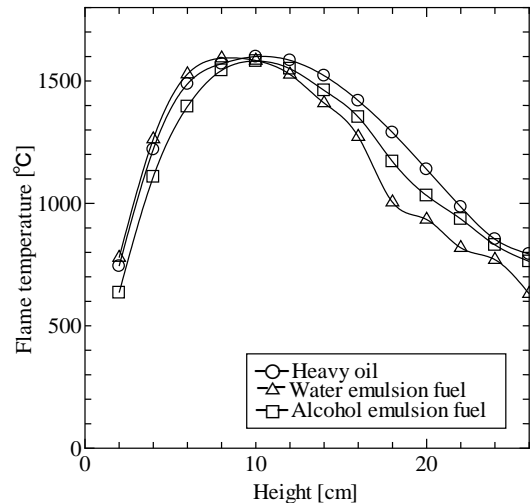


図 2 火炎温度分布

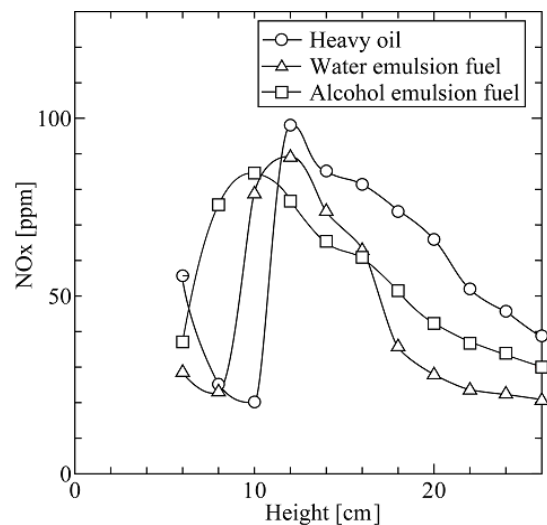


図 3 NOx 濃度分布