

1. 緒言

燃料油に水を乳化させた乳化燃料を加熱すると、燃料滴中の水分が急激に沸騰することにより、マイクロ爆発と呼ばれる燃料滴の二次微粒化が発生する。マイクロ爆発により燃焼性の向上と NOx 排出量の低減効果が期待されている。しかし、燃焼油の燃焼熱が乳化燃料に含まれる水分の蒸発潜熱に転換され、熱効率の低下が懸念される。そこで、水分の蒸発潜熱による熱効率低下を防ぐ方法として、乳化燃料における水の代わりにアルコール水溶液を用い、アルコールの燃焼熱により熱損失を補う方法が考えられる。しかし、アルコール水溶液を用いた乳化燃料のマイクロ爆発発生特性は十分に検討されていない。そこで本研究では、エタノール水溶液を用いた乳化燃料の単一液滴加熱時のマイクロ爆発発生挙動を観察し、マイクロ爆発発生に対するエタノール添加率の影響を検討した。

2. 実験装置および方法

燃料油には n-ヘキサデカン、乳化剤にはソルゲン 40 を用いた。本研究では乳化燃料の水相としてエタノール水溶液を用い、ホモジナイザー(回転数 5,000rpm, 攪拌時間 5min)を用いて乳化燃料を生成した。生成した乳化燃料は、減圧したデシケータで 20min 静置することにより脱気した。エタノール水溶液中の水とエタノールの質量比率を 10:0-8:2、乳化燃料に対する水あるいはエタノール水溶液の質量分率を 20wt%、乳化剤添加率を 0.5wt%-2wt% とした。

図 1 に示す乳化燃料滴の加熱実験装置を用いて乳化燃料滴のマイクロ爆発発生挙動を観察した。先端を球状にした石英線(φ 70 μm)に初期直径 1.6-1.7mm の乳化燃料滴を懸垂し、800℃に設定した電気炉内に挿入した。加熱中の乳化燃料滴を高速度ビデオカメラにより撮影するとともに、乳化燃料滴の中に設置した R 熱電対(φ 100 μm)により乳化燃料滴温度の経時変化を測定した。撮影した画像および温度測定値よりマイクロ爆発発生時の温度およびマイクロ爆発発生までの待ち時間を求めた。

3. 実験結果および考察

乳化燃料滴温度の経時変化の一例を図 2 に示す。加熱開始から液滴温度が上昇し、約 1.6s で温度が急上昇していることが分かる。この温度の急上昇の時にマイクロ爆発が発生しており、この時の温度をマイクロ爆発温度とした。

図 3 に水/エタノール比率および乳化剤添加率とマイクロ爆発温度の関係を示す。なお、乳化剤添加率 2wt%、水/エタノール比率 9:1 と 8:2 においてはマイクロ爆発は起こらなかった。各乳化剤添加率においてエタノール比率が増加すると温度は上昇している。マイクロ爆発は、過熱された水滴同士が凝集・合一した後に発生すると報告されている。エタノール水溶液を用いた場合、高い温度まで水滴同士の凝縮・合一が抑制されたため、マイクロ爆発温度が上昇したと考えられる。

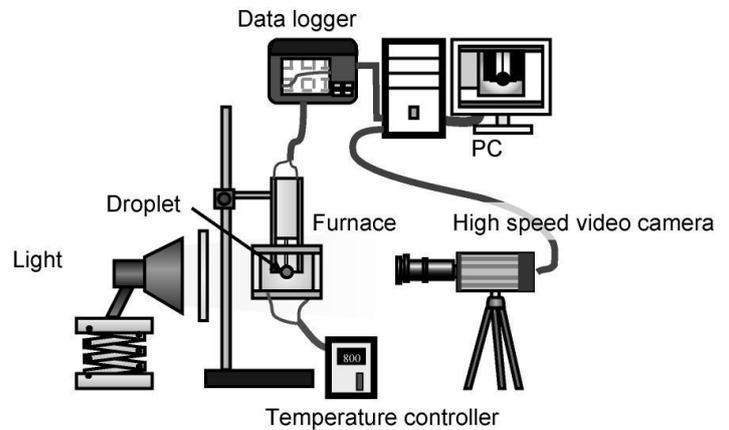


図 1 実験装置の概略図

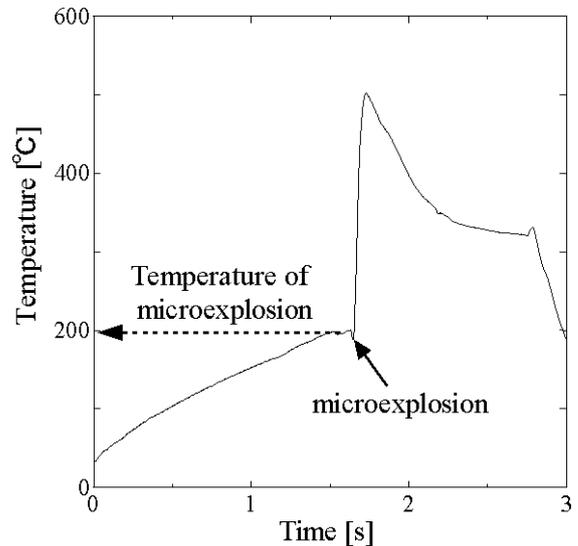


図 2 乳化燃料滴温度の経時変化

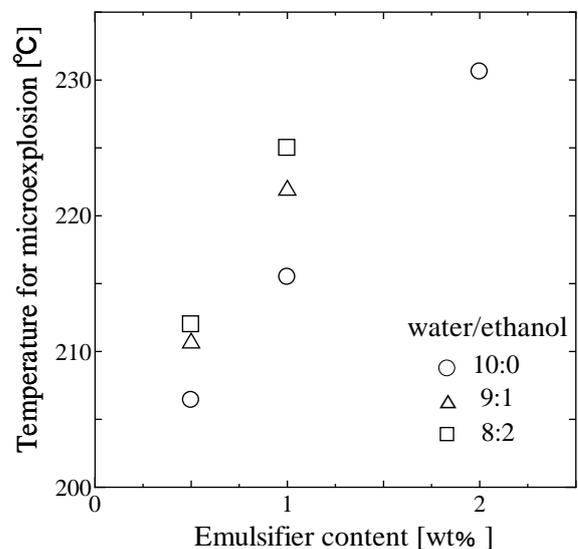


図 3 ミクロ爆発温度