

平成 20 年度修士論文

高知工科大学 大学院

工学研究科 基盤工学専攻 知能機械システム工学コース

油中水滴型乳化燃料滴の二次微粒化
発生に及ぼす乳化特性の影響

学籍番号 : 1115040

氏名 : 齋藤 裕人

指導教員 : 両角 仁夫

第1章 緒論

1.1 本研究の背景

近年、化石燃料の大量消費による、化石燃料の枯渇化や環境汚染が進んでいる。化石燃料の枯渇化により価格が高騰、さらに化石燃料を燃焼させると NO_x 、 SO_x さらに CO_2 が発生されが、 NO_x や SO_x は酸性雨の原因、 CO_2 は温暖化の原因になっており深刻な問題となっている。そのため燃料の省エネルギー化及びクリーン化が重要な課題となる。

従来、重質油の燃焼性向上やクリーンな燃焼法として燃料油に水を乳化する燃焼法が知られている。乳化した燃料は普通の燃料油とは違い燃料中に約径が $1.0\sim 5.0\mu\text{m}$ の水滴が無数に分散し現存しており燃焼炉内に噴霧した場合、燃料油と水の沸点の違いによって、乳化燃料滴中に含まれる水滴が急激に蒸発し Fig.1-1 に示したマイクロ爆発と呼ばれる現象を引き起こし、燃料液滴は小さな液滴へと二次微粒化する。その結果、燃料液滴の燃焼性が向上するとともに、炉内の広範囲に分散して局所的な高温領域の形成が抑制されるため、均一な燃焼温度場が形成される。また、燃料に水が含まれているため火炎温度が低下することなどにより NO_x 排出量は低減する。よって乳化燃料燃焼法の進展は、エネルギーの有効利用およびクリーン化に大きく寄与するものである。

しかしながら、乳化剤を使つての燃料油との乳化は容易であるが、乳化した燃料は一定時間経過すると部分的に分離する傾向が見られており、そのことが燃焼する際にトラブルを引き起こす可能性があること。また燃料油中に含まれる水滴がマイクロ爆発を引き起こすと考えられているが、そのメカニズムは十分に明らかにされていないため、燃焼性の向上に対する乳化燃料の有効性が十分に示されていない。

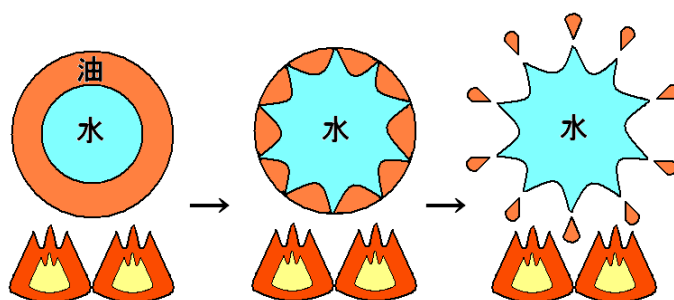


Fig. 1-1 ミクロ爆発概要

1.2 本研究の目的

乳化燃料を実用化させるためには乳化燃料として使用するために十分な乳化状態が必要である。また乳化燃料の特徴の1つである燃焼効率の上昇についての理解も必要となってくる。燃焼効率の上昇の要因はマイクロ爆発によるものだと考えられているが、そのメカニズムに関しては十分に検討されていない。そこでまず、乳化条件を変化させた場合の乳化特性を測定し、乳化に適切な条件を検討していくと共に、マイクロ爆発の要因と考えられている水滴の凝集状態および径を測定し、界面張力、粘度を各条件ごとに測定する。これにより、乳化した時の乳化特性を把握し、次に、乳化特性の変化がマイクロ爆発にどのように影響するかを検討する。乳化特性の変化によるマイクロ爆発への影響を明らかにするために、単一乳化燃料滴の加熱実験を行いマイクロ爆発発生の挙動を検討する。ここでは乳化特性がマイクロ爆発に与える影響としてマイクロ爆発発生の有無やマイクロ爆発温度、マイクロ爆発発生までの時間を測定する。これによりマイクロ爆発発生に適している乳化条件と共に乳化特性がマイクロ爆発に与える影響を明らかにする。

1.3 本研究の概要

本研究では、油中水滴型乳化燃料滴の二次微粒化発生に及ぼす乳化特性の影響について検討する。

第1章では、本研究の目的ならびに乳化燃料の乳化特性およびマイクロ爆発特性に関する既往の研究を示す。

第2章では、乳化燃料の生成方法及び乳化条件を変化させた時の乳化燃料の乳化特性を示す。

第3章では、乳化燃料のマイクロ爆発挙動を明らかにするため、乳化燃料特性を変化させた単一乳化燃料液滴の加熱実験を行った。

第4章では、本研究の結論を述べる。

1.4 既往の研究

1.4.1 乳化特性に関するまとめ

乳化条件として使用する燃料には重油や燃料油のモデル物質を使用している。また、添加する含水率は10-20%、乳化剤添加率は1.0-2.0%の条件が多く、この範囲での乳化が理想的であることが示されている。山崎らは¹⁾含水率を増加させると、直径の大きな水滴の割り合いに差はなく、小さな水滴の個数が増加すると報告している。

乳化燃料の構造としては油中水滴型と水中油滴型があり、主に水中油滴型での実験が多く油中水滴型での実験報告が少ない現状である。測定項目として加熱中の乳化燃料挙動を中心としたものが多い。中でも乳化燃料生成時の乳化特性がマイクロ爆発及び加熱中の乳化燃料滴挙動に与える影響についての検討が多い。乳化燃料中の燃焼性の向上は乳化燃料中の水滴が急激に蒸発することにより、発生すると考えられているため、乳化燃料中で分散している水滴への影響を及ぼす乳化条件には多くの検討がなされている。

1.4.2 乳化燃料滴のマイクロ爆発特性

実験方法として、ニクロム線や電気炉による単一乳化燃料滴の加熱実験が主であり、単一乳化燃料滴を保持させる保持部には液滴に対する熱干渉を少なくするために細かい熱電対や石英線などを使用している。山崎らは²⁾乳化条件がマイクロ爆発に及ぼす影響については、さまざまな結果があり含水率の増加とともにマイクロ爆発発生率が増加すると報告している。さらに、加熱中の乳化燃料滴の挙動として、加熱中には乳化燃料中で油相および水相との分離が生じ、その結果水相の周りに油相膜が生じ、油相膜が加熱とともに減少していき最終的にマイクロ爆発が発生していることが報告されている。Kitamuraら³⁾によってマイクロ爆発は160°Cの以下で起こらないと報告している。さらに、分散相の体積分率が增加する部分とともにマイクロ爆発温度は減少する。さらに、油相と水滴の界面に吸着された界面活性剤により気泡核が生成され、マイクロ爆発が引き起こされると報告している。