

ふりがな ウィナヤ イニョマン スプラプタ
氏名 Winaya, I Nyoman Suprapta
学位 博士(工学)
学位記番号 新大院博(工)第264号
学位授与の日付 平成20年3月24日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 Fluidized Bed Combustion of High-Volatile Fuels
(高揮発分燃料の流動層燃焼)

論文審査委員
主査 准教授 清水 忠明
副査 教授 山際 和明
副査 教授 藤澤 延行
副査 教授 田中 真人
副査 准教授 木村 勇雄

博士論文の要旨

本論文は高揮発分燃料の流動層燃焼に関するものである。本研究は5章より構成されている。第1章では、文献調査を行い、高揮発分燃料の流動層燃焼に伴う問題をまとめた。流動層燃焼、ガス化炉内での急速な揮発分放出が問題である。揮発分が急速に燃料供給位置で放出されると、反応ガスと揮発分の混合が不十分となり未反応物質が炉外へ排出される。対策として、多孔質粒子を流動媒体として用いることが提案された。

第2章では、非多孔質な砂の代替として多孔質粒子を流動媒体に用いることによる揮発分発生速度の低下を論じた。小型流動層反応装置を用いて揮発分発生開始に及ぼす粒子の影響を調べた。揮発分放出速度に影響する因子として、多孔質粒子による揮発分保持効果(容量効果)と伝熱係数の両方を測定した。容量効果のある粒子と無い粒子で計4種類の多孔質粒子を用い、伝熱係数と容量効果がそれぞれ揮発分放出に及ぼす影響を調べた。揮発分捕集率20%までの粒子では、火炎測定法で求めた揮発分発生開始時間の遅れは、伝熱係数低下で説明された。しかし、30%揮発分保持効果の粒子では、容量効果が火炎発生開始に影響した。

第3章では、粒子の水平方向分散を評価する新しい方法に関するものである。容量効果で調製した炭素担持粒子をトレーサーとした。このトレーサーは数%の炭素含有以外は、他の粒子と同じである。2種類の固体炭素トレーサー法を用いた。一つは流動層をシャッターで分割して片側に炭素担持粒子を充填したもの、他は一つは活性炭バッチ供給である。フリーボードで水平方向CO濃度分布の経時変化を測定して1次元粒子分散の理論値と比較した。これにより水平方向粒子分散係数を測定した。測定値を文献値と比較した。

第4章では、粒子の上に析出した炭素の燃焼と水平方向の粒子分散のモデル化を行った。スケールアップには、粒子析出炭素の燃焼と水平方向の粒子分散の両方を考慮したモデルが必要である。炭素燃焼速度は、炭素を酸素で燃焼して生成した CO_2 濃度を測定して求めた。炭素燃焼速度に基づき流動層 1 次元反応モデルを提案した。この 1 次元モデルに基づき、燃焼と粒子分散の両方を考慮した 2 次元流動層燃焼モデルを提案した。2 次元流動層で炭素析出粒子を連続供給して燃焼させる実験を行い、2 次元モデルを検証した。

第5章では本研究の総括をした。本研究は多孔質流動媒体を用いることで高揮発分燃料の流動層燃焼を本質的に進歩させるものである。揮発分放出の開始を遅らせることは反応器内部での揮発分発生領域を広げ それによりフリーボードでの局所的揮発分過剰領域を回避できることが期待される。実機の温度と同程度の高温での粒子の水平方向分散を評価する方法を開発した。容量効果を用いて調製した炭素析出粒子を用いる流動層燃焼システムのスケールアップの第一歩として、もし大型装置での粒子分散が予測できるならば、本研究で開発したモデルは大型流動層燃焼装置にも適用できる。

審査結果の要旨

本学位論文では、廃棄物やバイオマスなどの揮発分の多い固体燃料の流動層燃焼において、揮発分発生速度を抑制しなおかつ揮発分の濃厚層内燃焼割合を高めるために高温で揮発分中炭素を捕集する効果のある多孔質流動媒体を用いることを提案した。そして、小型流動層燃焼実験装置を用いて、この多孔質粒子による揮発分排出速度の低減効果を伝熱係数ならびに揮発分捕集効果との関連で明らかにした。加えて、捕集された炭素の燃焼時における炭素分の炉内水平方向拡散を予測するための検討課題として、粒子の水平方向拡散を測定する新しいトレーサー方法を提案して拡散速度を実測した。また粒子に捕集された炭素の燃焼と水平方向混合が同時に起こる場合のモデルを提案し、小型燃焼装置を用いてこのモデルの実証を行った。これらの成果は、新たな燃焼工学の技術として充分評価されうるものである。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。