



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on End Face Combustion Behavior of Highly Densified Biomass Briquette [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	晏, 慧
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12760号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65467
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	YAN_Hui_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 晏 慧

審査担当者 主 査 教 授 藤田 修
副 査 教 授 永田 晴紀
副 査 教 授 小川 英之
副 査 准教授 橋本 望

学位論文題名

Study on End Face Combustion Behavior of Highly Densified Biomass Briquette
(高密度バイオマスブリケットの端面燃焼に関する研究)

農耕地では稲藁等の農業廃棄物や雑草等が大量に発生することから、これらを適当な温度のもとで圧縮固形化し高密度のバイオマスブリケットとして燃料化する試みが行われている。この燃料の代表的用途として農業用ビニールハウスの温度管理用熱源としての燃焼利用がある。この際必要となるのが、このような固形燃料を長時間に渡って定常的に連続燃焼させる技術である。本研究はこの点について取り組んだものであり、その具体的手段として円柱型に成形した固形燃料の端面を連続的かつ一次元的に燃焼させる手段を提案している。このときに、そもそもこのような草本系固形燃料の端面燃焼という手段について定常燃焼が実現可能なのか、また、定常燃焼が可能であるとすればその実現条件は何か、という点について実験的および数値解析的アプローチを行っている。また、燃焼開始直後に現れる非定常性についても検討を加えており、起動時の非定常応答時間を決定するメカニズムとその支配因子について議論を展開したうえで、燃料密度、水分含有量等、種々の因子が非定常性に与える影響を明らかにしようとしている。

第1章において、バイオマス固形燃料利用の動向およびバイオマスに関する熱分解と燃焼に関する先行研究例を紹介している。また、本研究で対象とした草本系バイオマス固形燃料利用の背景や製造法に関する先行研究について述べるとともに、本研究の目的を提示している。

第2章において、バイオマスブリケットの原料、製造方法、密度、元素分析値および工業分析値を紹介した。また、バイオマスブリケットの熱分析を行った際の温度に対する減量特性データの提示を行っている。

第3章において、本研究で用いた燃焼実験装置の詳細および実験手法、数値解析における物理モデルの提示と基礎方程式および境界条件について述べている。また、前章で示した熱分析データに基づいて、数値解析で必要となる水分と揮発分の放出に関わる反応パラメータ(活性化エネルギーと頻度因子)の特定を行っている。

第4章において、バイオマスブリケットの定常端面燃焼の可否について実験的検討を行うとともに、数値解析を用いて定常端面燃焼の再現を試みた。この結果、端面燃焼が定常的に維持可能であることを実験的に示すとともに、この維持に対しては燃焼面へ吹き付ける空気流速が最も重要なパラメータであることを示している。また、数値解析より、この定常燃焼を維持できる空気流速範囲は固形燃料の密度等により変化することを示したほか、端面燃焼の消炎限界の議論を行う上では、空気流に対向して吹き出す揮発分等の影響を考慮した物質伝達係数を与えることが端面燃焼の消炎限界を与えるうえで重要な役割を果たすことを指摘している。

第5章において、燃焼開始直後の非定常性について数値的検討を行い、非定常燃焼の期間を決定するメカニズムを示すとともに、水分含有量、揮発分含有量、燃料密度等、のパラメータの非定常燃焼特性に及ぼす影響を明らかにしている。とくに、火炎面進行時に固体燃料内部に揮発分と水分のガス化が進行する界面が形成され、これを含む温度分布が特定の分布に到達するまでの時間により非定常応答性が決定されることを明らかにしている。

第6章では、本研究の結論を述べている。

以上のように本論文では、高密度に圧縮したバイオマスブリケットを対象として、これを長時間連続的に定常燃焼させることが可能であることを示したものであり、さらにその定常燃焼が実現できる範囲や燃焼直後に現れる非定常性について実験および数値解析を組み合わせ明らかにしている。この結果は、固体バイオマスの燃料としてのより広範な利用を促すとともに、従来バイオマス燃料燃焼の課題とされてきた燃焼制御性に関し重要な基礎的知見を与えるものであり、熱工学および燃焼工学の発展に寄与するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。