

バイオマス固形燃料の生産性向上とクリンカー形成機構 に関する研究

川村 淳浩[※], 井田 民男^{※※}

Research on Productivity Improvement and Clinker Formation Mechanism of Biomass Solid Fuel

Atsuhiko Kawamura and Tamio Ida

Abstract: In this study which was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 17K00675, in order to deeply pursue the clinker formation mechanism that accompanies the increase in the mixed combustion ratio, a method for increasing the production efficiency of small-diameter Bio-Coke was sought, and a combustion comparison experiment was conducted in which the mixed combustion ratio was further increased. The findings were obtained. (1) It was found that by linking two sets of semi-automated batch type small-diameter Bio-Coke manufacturing systems, productivity improvement of 2.6 to 3.3 times compared to the basic system can be achieved. (2) By increasing the mixed combustion ratio to about 10.0 %, clinker formation tended to be clearly suppressed.

Key words: biomass, Bio-Coke, mixed combustion, clinker, molten ash

1. はじめに

バイオマス燃焼後の燃焼灰が高温下で溶けて形成されるクリンカーは、燃焼機器の安定稼働や安全性に大きな影響を及ぼすだけでなく、物質循環としての活用も阻む要因となっている。一方、同じバイオマス原料であっても、特定の条件下で高密度化（バイオコークス化）すると、燃焼中の燃料内部への酸素供給が制限されるために、燃焼灰の熔融温度に到達しづらくなるという知見が報告されている。

先行研究（JSPS 科研費 26340108）で、市販の木質ペレット焚き家庭用ストーブに適合する直径 6.0 mm の小径バイオコークスを製造して、木質ペレットとの混焼による燃焼比較実験をおこない、クリンカー形成機構の解明などに取り組んだ。本研究（JSPS 科研費 17K00675）では、小径バイオコークスを効率良く製造する技術開発を進め、混焼率を更に高めた燃焼比較実験を通して、燃焼形態の違いによるクリンカー形成機構を深く追求する研究をおこなった^[1]。

[※] 釧路工業高等専門学校創造工学科

^{※※} 近畿大学バイオコークス研究所

2. 高密度小径バイオマス固形燃料の生産性向上

先行研究で開発した 6 連式成型器とバッチ式製造システムをベースとして、次の 2 通りのアプローチを実施した。

- ① 成型器に一度に充填する質量を増加させる方策
- ② 加圧部の半自動化と 2 組のバッチ式製造システムの製造工程を半周期程度ずらして組合せるパラレル製造システムを構築する方策（Fig. 1）。

方策①の結果、みかけ比重が相対的に高くてもばらつきも比較的小さく良好な初期含水率は、この成型器の設計値付近の充填質量（0.54 ～ 0.66 g）では先行研究の結果同様 13.0 %程度、この成型器に一度に充填する質量を増加させた範囲（0.73 ～ 0.96 g）では 19.0 %程度となった。結果的に、初期含水率を適正に調整することで安定的に成型可能な成型質量の最大値は、0.96 g（設計値に対して 78 %増）であることがわかった。

方策②において、バッチ式小径バイオコークス製造システムの 1 工程サイクルは 1.5 hour であることから、1 基の製造システムに対するパラレル製造システム（Unit X + Unit Y）の製造量比 R は、稼働時間 t [hour]

として、次式で表わすことができる。

$$R = 2 - \frac{3}{2t} \quad (t \geq 1.5)$$

この結果、製造工程の平行化により生産量比はシステムの稼働時間に依存して増加し、単一システムよりも5～9割程度増加することがわかった。

3. 混焼比率を更に高めた燃焼比較実験

先行研究同様、定格暖房熱出力6.5kW級の本質ペレット焚き家庭用ストーブをベースとした燃焼比較実験装置を用いた。実験条件は、先行研究よりも本質ペレットに対するバイオコークスの混焼率を高めて供給熱量換算で10.0%とし、実験の妥当性を確認するために、混焼率0%（本質ペレット100%）の条件による実験も併せておこなった。

Table 1に、燃焼比較実験の結果を示した。炉床上の燃料表面平均温度は、先行研究の結果同様、混焼によって若干減少した。バイオコークスは、高密度のために、燃料内部への酸素供給が制限されるため、結果として燃焼温度が本質ペレットよりも低くなることが推察される。そして、運転停止後のクリンカー灰の形態も、粒状から粉状に変化する傾向が認められ、バイオコークスとの混焼によるものと推察される。いずれのクリンカーも指で砕くことができるものであったが、本質ペレットだけの場合のほうが、若干強い力を必要とした。これにより炉床を硬く覆う粘結性のクリンカーに発展する恐れのある中粒度のクリンカーの形成抑制に効果があることが示唆された。

4. 結言

本質バイオマス固形燃料の燃焼に伴うクリンカー形成の抑制効果を探るため、本質ペレットと同サイズの

小径バイオコークス（高密度固形燃料）を効率よく製造して、家庭用ストーブで混焼させる取り組みがおこなわれ、次の知見が得られた。

- (1) 試料の初期含水率の最適化し、半自動化した2組のバッチ式小径バイオコークス製造システムを連携させることで、小径バイオコークスの生産性が基本システムよりも2.6～3.3倍増加させることが可能であることが見出された。
- (2) 混焼率を10.0%程度にまで高めた燃焼比較実験により、クリンカー形成が抑制されることが示唆された。

5. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費17K00675の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 川村淳浩, 井田民男: バッチ式小径バイオコークス製造工程の効率化に関する研究, 実験力学 19(3), pp.203-208 (2019).

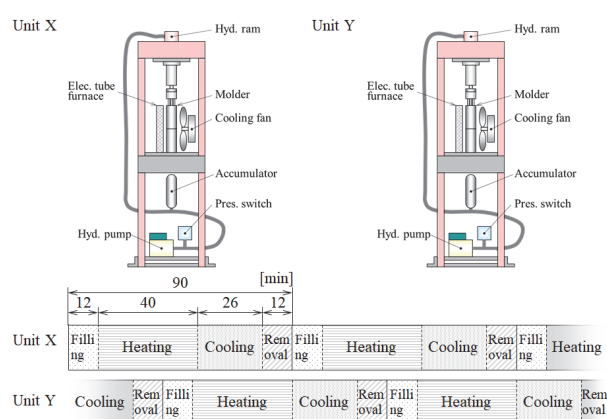


Fig. 1 Production ratio of parallel type to single type

Table 1 Results of combustion comparison experiment with higher blending ratio

Rate of Bio-coke [mass%]	0	10.0	10.0	10.0
Photo of combustion				
Max. Surface Temp. of Fuel [°C]	826.8	836.6	781.5	863.3
Ave. Surface Temp. of Fuel [°C]	822.0	795.1	745.6	811.9
Photo of Clinker				
Type of Clinker	Middle Grain	Fine Grain	Fine Grain	Fine Grain
Quantity of Clinker [g]	2.41	2.00	2.46	2.27
Clinker Formation Rate [%]	0.146	0.121	0.149	0.138