

木質系資源から高密度炭の製造

坂輪光弘* 眞邊照展 稲田将人 吉良拓人
山崎新平 長谷川耕平 嶋瀬康宏

高知工科大学 工学部 物質・環境システム工学科
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

Tel: 0887-57-2502、Fax: 0887-57-2520

E-mail: *sakawa.mitsuhiro@kochi-tech.ac.jp

要約: 高知県は、県土の 84%が山地であり、木質資源の宝庫である。しかしその有効利用は必ずしも順調ではない。本研究では、木質資源から備長炭並みの高密度炭を製造した。製造した高密度炭を熔融方式のごみ処理炉の熱源・還元材に利用する。熔融方式のごみ処理は、鉄を造る時の高炉と同じ方式で金属やプラスチック、生ごみなどを炉上部から投入し、熱源・還元材である石炭から製造されるコークスを同時に挿入する。炉下部から風を送ることで、コークスを燃焼させ、ごみを熔融還元する方式である。この方式は、副生物の量が非常に少ないこと、ごみの分別が必要ないことなどで、全国で採用されだした。高知県でも、四万十市、安芸市で操業されている。しかし化石資源である石炭からのコークスを使用すること、その価格の高騰が問題となっている。

本研究では、おが屑から押し出し成型方式で高密度材を造り、これを外部熱源を必要としない排ガス利用の炭素化炉で高密度炭にした。このことで、大量にかつ安価に高密度炭を製造できることを示し、石炭から造られるコークスの代替になることを示した。

1. 緒言

近年、木質系資源の有効利用で間伐材や廃材などの利用研究が活発になってきた。この中で、炭の研究も行われるようになってきている。炭素と言うと、ナノレベルでの研究、例えばカーボンナノチューブなどが脚光を浴びている。しかし、日本の数少ない森林資源を有効に活用するには、大量に利用することが必要になってくる。そこで、従来の炭(木炭)の利用を見直そうと考えてきた。木炭の利用を考える上での問題点は二つある。一つは、如何に安価な方法で炭を造るかである。従来の炭窯では、時間もかかり、炉内の温度分布も大きく、とても工業炉とは言えない。もう一つの問題点は、木炭の利用である。世間では、水の浄化に良いとか、調湿に使えるとか、家畜の消臭に使えるなどと言われているが、現実には持ってきたら使いましょうと言うレベルである。

著者らは、この二つの問題を解決するための研究として、おが屑から高密度炭を安価に製造し、直接熔融方式のごみ処理炉で使われているコークスの代替に使えるか考えた。

まず、石炭から造られるコークスに近い品質の炭を製造するには、強度が必要である。強度の高い炭の代表である備長炭は、ウバメガシと言う高密度な原料から造

られている。そこで、おが屑から高密度な成型物を大量に造る装置を検討した。

次に得られた高密度材を経済的に炭素化して、高密度炭を造る炭素化炉を開発した。

ここでは、押し出し成型方式でおが屑から高密度材を製造する装置の開発とこの高密度材から炭素化過程で発生する排ガスを燃料とする新しい炭素化炉を開発したので報告する。

2. 実験

2.1 押し出し成型法によるおが屑から高密度材の製造

おが屑から高密度材を造るには、加熱しながら圧力をかけて成型する方法がある。そこで、小型のホットプレス機を用いて、最適な成型方法を調べた。次に大型の成型機を使って、大量に高密度材を作る条件を検討した。

2.1.1 小型ホットプレスによる実験

試料として、おが屑、籾殻、樹皮(バーク)を用いた。試料を 0.3mm 以下に粉碎し、4g を円柱(径 3cm、高さ 5cm)の成型金型に詰め、ホットプレス(最高温度 200℃、

圧力 5t、保持時間 5 分)で成型した。試料の含水率、成型温度、圧力の影響を調べた。成型後の密度と炭素化後(10℃/min、1000 度、1 時間保持)の密度の測定を行った。また、おが屑と籾殻、バークの混合試料についても同様の実験を行った¹⁾。

また、炭素化時の膨張収縮測定(Mac Science 社製)を 10℃/min で 1000℃の条件で行った。

2.1.2 大型押し出し成型機による高密度材の製造

Fig.1 に示した大型の押し出し成型機を製作した¹⁾。

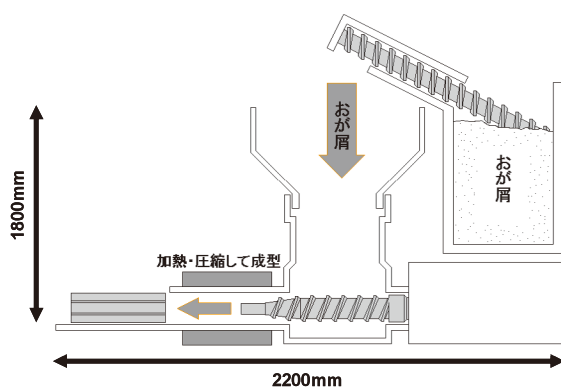


Fig.1 大型押し出し機

まず、水分量を調整したおが屑を原料ホッパーに入れる。スクリーフィーダーを回転させて、おが屑を成型機上のホッパーに貯める。成型機の温度が一定になった時、押し出しスクリーを回転させた。

2.2 排ガスを利用した炭素化炉

得られた成型物を安価にかつ大量に製造する炭素化炉が必要になる。従来の炭窯では、生産性が低く、また炉内の温度分布があるため、均一な製品を造ることができない。また Fig.2 に示したように木材の炭素化過程では、水素、一酸化炭素、メタンなどの可燃ガスが生成する。

このガスを燃焼させることで、炭素化できないかを考えた。

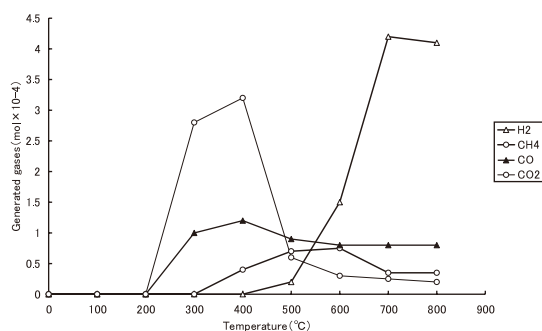


Fig.2 杉の炭素化時の発生ガス

Table.1 は炭素化時に発生するガスの燃焼熱と炭素化時に必要な熱量を比較したものである。その結果燃焼熱が必要熱量よりも多いことが判った。そこで、Fig.3 に示すような排ガスを利用した炭素化炉を開発した^{2,3)}。

Table.1 木材 1 トンを炭素化するのに必要な熱量と発生ガスの燃焼熱

| 木材1000kgあたりの熱量(0~1000℃まで昇温) | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 入熱 | 出熱 |
| 木材顕熱: 10Mcal | 水蒸気顕熱: 132Mcal |
| 発生ガス燃焼熱: 564Mcal | 炭化物顕熱: 99Mcal |
| 発生木タール燃焼熱: 1400Mcal | 排ガス顕熱: 1153Mcal |
| 合計熱量: 1974Mcal | 炉体放散熱: 494Mcal (25%と仮定) |
| | 合計熱量: 1877Mcal |

入熱 > 出熱 ⇒ 発生ガスの燃焼熱量だけで炭素化が可能

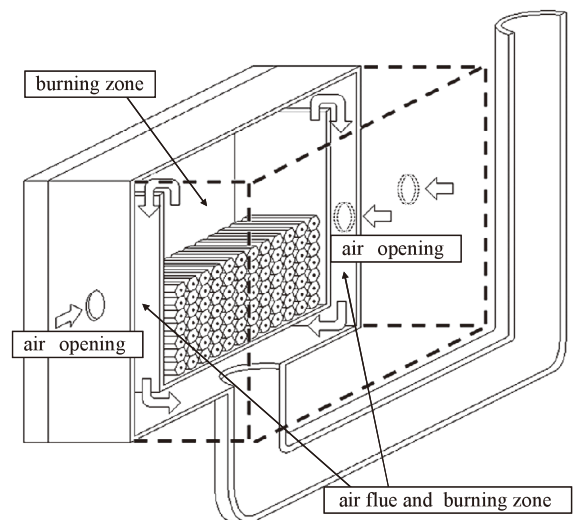


Fig.3 排ガスを利用した炭素化炉



Photo.1 炉の全景



Photo.2 炉の扉を開放



Photo.3 燃え殻の描き出し



Photo.4 高密度材の挿入

先ず始めに炉の前の扉を開いて雑木を投入して火を付ける。その後扉を閉めて、炉上部から雑木を投入して、炉内の温度を上げる。十分加熱したところで、扉を開けて、燃えがらを掻き出す(Photo.3)。次に Photo.4 に示すように、鉄製の原料入れに入れた高密度材を炉内に挿入する。扉を閉めて空気口を開けて空気を導入し、原料からの発生ガスを燃焼させる。原料は、約 250kg を 8 時間程度で炭化できる。

3. 実験結果および考察

3.1 小型ホットプレスによる実験

おが屑、刳殻、樹皮を 3mm 以下に振るい、試料とした。

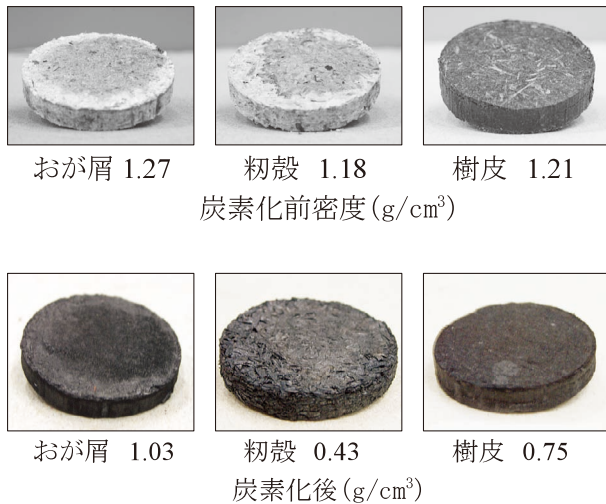


Photo. 5 炭素化前後の密度変化

それぞれを成型後(200℃、5t/cm³、保持時間5分)の密度と炭素化後の密度を測定した。その結果を Photo.5 に示す。これらの結果から、ホットプレスによるバインダー無しで高密度材の製造は可能であることが判った。しかし、炭素化後では、おが屑以外十分な密度が得られていない。この理由は、炭素化時の収縮の程度によると考えられる。Fig. 4に膨張収縮計による炭素化時の収縮量を測定した結果を示す。おが屑以外は、十分な収縮を示していない。このことから、炭素化前では、十分高密度であっても、炭素化後では密度が上がらない。この理由については、セルロース、リグニンの含有量と形態、灰分含有量などが影響していると考えられる¹⁾。

そこで、今回の実験では、おが屑のみを用いることにした。

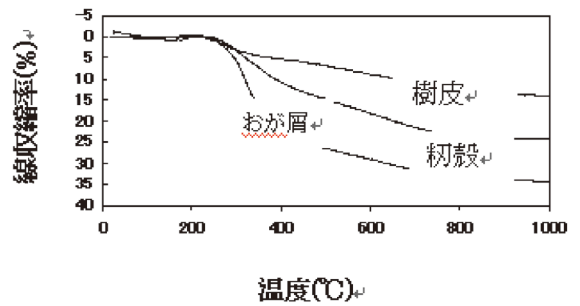


Fig. 4 おが屑、刳殻、樹皮の炭素化時の線収縮

3.2 大型押し出し成型機による高密度材の製造

押し出し成型機の押し出しスクリーンの炉の設定温度を変化させて、成型物の密度を調べた。その結果、設定温度が 500℃以上では、成型物の表面が一部炭素化され、長時間の運転では、押し詰まりが生じて危険であった。また、300℃以下では、十分な成型物が得られなかった。そこで、450℃を基点として、押し出し成型時の過電流を見ながらプラスマイナス 20℃の範囲で設定温度を調節した。

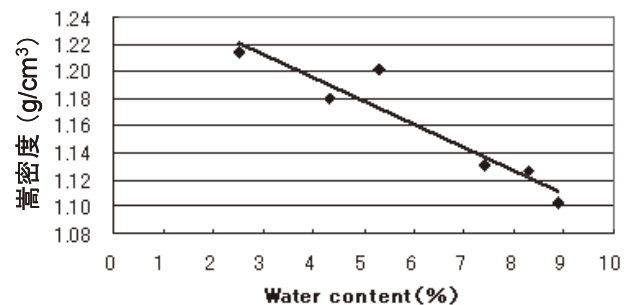


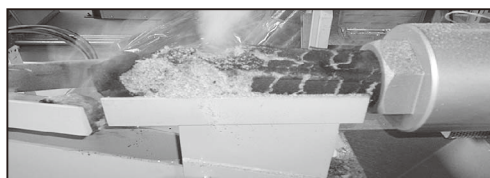
Fig. 5 原料含水率と成型物の嵩密度

Fig. 5 に原料おが屑の水分含有量と成型物の密度の関係を示した。この結果、おが屑の水分含有量が5%以下であれば、高密度材を 100kg/hr の生産速度で長時間運転でき、密度も 1.15g/cm³ 以上得ることができた。しかし、水分含有量が5%以上では、1 時間以上の運転で、押し詰まりが生じて、最悪では、上部ホッパーから水蒸気と共におが屑が噴出するか、押し出し方向に水蒸気とともに成型物が噴射することもあった。

Photo.6 は、連続成型機での操業結果を示した。



装置の稼働時、温度が低い。



温度は安定しているが、水分が多い。



温度、水分(5%以下)で安定している。

Photo.6 連続成型機での成型結果

以上の結果から原料おが屑の水分含有量は 5% 以下にすることが安定に大量に高密度材を造るための条件であることが判った。

3.3 排ガス利用炭素化炉による高密度炭の製造

排ガス利用炭素化炉に原料を入れて温度変化を見た (Fig.6)。炉内温度が煙道温度より低くなった時が原料からの発生ガスが出なくなった時である。その後、2～3 時間の置き時間をとって取り出す。炭素化時間としては、12 時間程度で約 250kg 程度の高密度材を炭素化できることが判った。

Photo.7 に炭素化前と炭素化後の写真を示した。

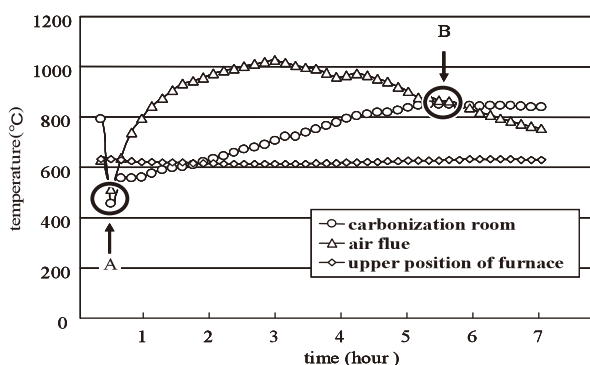


Fig.6 排ガス炭素化炉の炉内温度分布

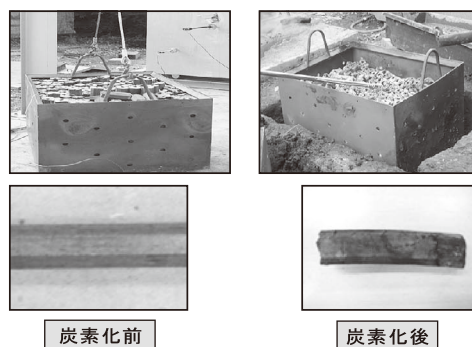


Photo.7 排ガス利用炭素化炉での炭素化前後

4. 結論

木質系資源の利用は、現在多くのところで叫ばれている。その中で、木炭の利用は最も多いように思える。従来の土釜での炭素化を行った経験からこの方式は、木材を大切に処理するには最も適していると思われた。しかし、得られた炭の利用から考えると暖房や炊事の熱原に利用されない現在では、炭の粉まで完全に利用することは出来なくなった。子供達と炭焼きを行い、できた炭は、形の良いものは皆で持っていくが、粉の炭が残されている。水の浄化、土壌の改良といわれているが誰も持っていってくれない。これらの現状を見ると何とか付加価値をつけて、木質系資源の利用を考えなければと思う。今回の研究は、製材所の木屑を圧密して、高密度材にし、これを経済的な炭素化炉で高密度炭にするものである。この高密度炭を還元溶融方式のゴミ処理炉に使えないかということである。この処理炉では、石炭から造ったコークスを使用している。化石資源である石炭の代わりに日本の数少ない資源である木材を使えないかと考えた。

文献

- (1) 稲田将人, 武内菜保, 糸林康行, 眞邊照展, 坂輪光弘, 第 32 回炭素材料学会年会要旨集, p. 456-457, 2005.
- (2) 吉良拓人, 栗山奈都, 眞邊照展, 坂輪光弘, 第 32 回炭素材料学会年会要旨集, pp. 440-441, 2005.
- (3) 坂輪光弘, 木材炭素化時の排ガスを利用した炭素化炉の開発, 化学工業, 56, 12, 39-42, 2005.

High density charcoal produced from woody resources

**Mitsuhiro Sakawa*, Terunobu Manabe, Masato Inada, Takuto Kira,
Shinpei Yamasaki, Kouhei Hasegawa and Yasuhiro Shimase**

Environmental Systems Engineering, Faculty of Engineering,
Kochi University of Technology
Tosayamada, Kami-city, Kochi 782-8502 JAPAN
Tel: 0887-57-2502、Fax: 0887-57-2520
E-mail: *sakawa.mitsuhiro@kochi-tech.ac.jp

Abstract: Presently thinning materials of a forest and disposition of the scrap wood have become a big problem in Japan. In our research, we produce a high-density charcoal from these woods. This high-density charcoal is substituted for coke made from coal. This coke is used in the Fused reduction method for garbage treatment. The coke in this method is produced by caking coal and is now too expensive, because of difficulty in getting the caking coal. It is necessary to produce this high-density charcoal in large quantities and at low price by comparison with the coke from caking coal. For that occasion, we developed an extruding machine of hot forming for high density wood material. The high density wood material is carbonized by a new type of carbonization furnace for producing high density charcoal. The producing mechanism of high density wood and charcoal are studied.

The furnace is heated only by combustion energy from the exhausted gas during carbonization without any heating resources such as oil and electricity, because the exhausted gas during carbonization contains hydrogen, carbon mono-oxide and methane. We succeeded in producing high-density charcoal in large quantities and at low prices by this new type of carbonization furnace.

Keywords: charcoal, coke, treatment of garbage, carbonization