

高活性もみ殻灰の製造に関する研究

榊前田先端技術研究所 正会員 ○和田一朗
同上 正会員 伊藤 亨
秋田大学工学資源学部 フェロー 川上 洵

1. はじめに

もみ殻の灰分の約95%はシリカ(SiO_2)である。もみ殻の焼成条件によっては非晶質で反応性の高いもみ殻灰(rice husk ash, RHA)が得られ、高活性ボゾランとしての利用が期待できる。本研究では、かくはん焼成炉を試作し、もみ殻の焼成を行い、製造したRHAの評価を行うとともに、高活性RHAの製造に適した焼成条件を検討する。

2. かくはん焼成炉によるもみ殻の焼成試験

2.1 試験概要

かくはん焼成炉は、炉本体(φ2,000mm)をはじめ、もみ殻をかくはんしながら燃焼空気を供給するスターラ、もみ殻投入装置、送風機、風量調節バルブ等より構成されている(Fig.1)。もみ殻投入量およびスターラ回転数を変え、もみ殻の焼成試験を行い、得られたRHAをボールミルで30分間粉碎し、活性度の指標であるBET-比表面積および未燃炭素量の指標である強熱減量(750℃)を測定した。焼成温度は燃焼室内およびもみ殻燃焼層中の温度を熱電対で測定した。

2.2 試験結果および考察

かくはん焼成炉のもみ殻投入量が、RHAの比表面積および焼成温度に及ぼす影響をFig.2に示す。図中の●は、RHAの比表面積を表し、△および□は、それぞれ燃焼室内およびもみ殻燃焼層中の温度を表す。もみ殻の投入量の増加に伴い、もみ殻の焼成温度は上昇し、RHAの比表面積は低下する傾向にある。スターラ回転数が0.326rpmの場合、もみ殻投入量が14kg/h以下の条件で比表面積が100m²/g以上のRHAが得られる。かくはん焼成炉のスターラ回転数がRHAの比表面積および焼成温度に及ぼす影響をFig.3に示す。スターラ回転数の増加に伴って焼成温度が低く、RHAの比表面積が大きくなる傾向にある。

Fig.4には、もみ殻の焼成温度とRHAの比表面積の関係を示す。焼成温度が低いほど、比表面積の大きいRHAが得られ、燃焼室内の温度が500℃以下、または、もみ殻燃焼層中の温度が400℃以下であれば、得られるRHAは比表面積が100m²/gを超える。反対に、燃焼室内の温度が700℃以上、または、もみ殻燃焼層中の温度が500℃以上の場合、RHAの比表面積は50m²/g以下に低下する。また、ほとんどの焼成条件において、RHAの強熱減量は3%以下であり、固定炭素の燃焼に必要な時間を確保できており、活性度が高いことに加えて未燃炭素量の少ないRHAの製造が可能である。

今回試作したかくはん焼成炉には、①もみ殻滞留域外でもみ殻の揮発分を燃焼させるので、もみ殻の低温焼成が可能である、②固

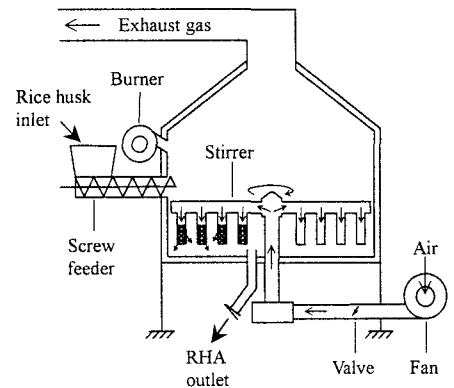


Fig.1 Schematic diagram of stirring furnace

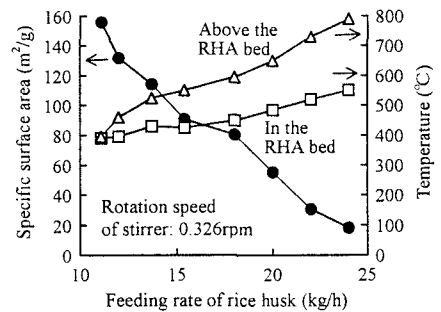


Fig.2 Effect of feeding rate of rice husk on specific surface area of RHA and incinerating temperature of stirring furnace

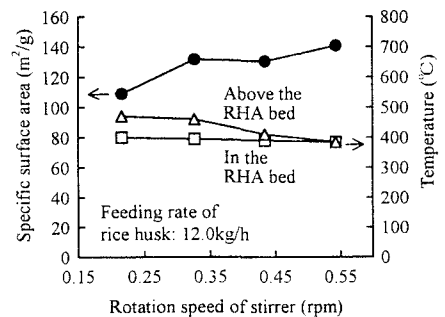


Fig.3 Effect of rotation speed of stirrer on specific surface area of RHA and incinerating temperature of stirring furnace

定炭素の燃焼に必要な時間を十分確保できる、③かくはんによる均一焼成が可能である、等の優位性が認められた。

3. もみ殻の焼成条件とRHAの特性の関係

3.1 試験概要

ロータリーキルン(内径 ϕ 50mm×加熱部長100mm)を用いて、もみ殻の焼成温度と炉内滞留時間を変化させ、それらがRHAの活性度と未燃炭素量に及ぼす影響を定量的に検討した。もみ殻の焼成温度は500, 600, および700℃, 焼成時間は12, 35, および90分間のそれぞれ3水準とし、得られたRHAを自動乳鉢で15分間粉碎し、BET-比表面積および強熱減量(750℃)を測定した。

3.2 試験結果および考察

Fig.5に、もみ殻の焼成条件がRHAの比表面積に及ぼす影響を示す。焼成温度が500℃から700℃の範囲では、RHAの比表面積は、もみ殻の焼成温度が高いほど小さくなる傾向にあり、焼成時間の影響はそれほど大きくない。RHAの活性度がほぼ焼成温度によって支配され、もみ殻の焼成温度が低いほどRHAの活性度が高くなることから分かる。Fig.6に、もみ殻の焼成条件がRHAの強熱減量に及ぼす影響を示す。もみ殻の焼成温度が高く、焼成時間が長くなるほど、RHAの強熱減量は小さくなる傾向にある。炭素の燃焼速度は、アレニウスの反応速度式に近似することが知られている¹⁾。同様に、もみ殻中の固定炭素の燃焼速度も燃焼温度に依存し、焼成温度が低い場合、固定炭素の燃焼に要する時間が長くなる。

Fig.5およびFig.6の結果に基づき、本研究で用いたロータリーキルンでの高活性RHAの製造に適した焼成条件をFig.7に示す。高活性RHAの定義は、比表面積が $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上かつ強熱減量が3%以下とした。図中の○は、比表面積が $50\text{m}^2/\text{g}$ のRHAが得られるもみ殻の焼成条件を表し、○を結ぶ線より下の焼成条件であればRHAの比表面積は $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上となる。●は、強熱減量が3%のRHAが得られるもみ殻の焼成条件を表し、●を結ぶ線より右上の焼成条件であればRHAの強熱減量は3%以下となる。従って、高活性RHAを製造するためには、斜線で示すように、比表面積が小さくならない程度の低温で、十分な時間をかけてもみ殻の焼成を行う必要がある。

4. 結論

- 1) かくはん焼成炉は、もみ殻の焼成温度を容易に制御でき、従来の燃焼装置に比べて、低温で長時間のもみ殻の焼成が可能である。もみ殻燃焼層中の温度が400℃以下の条件で、比表面積が $100\text{m}^2/\text{g}$ を越え、強熱減量が3%以下のもみ殻灰が得られる。
- 2) 本研究で用いたロータリーキルンでもみ殻を焼成する場合、比表面積が $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上で強熱減量が3%以下のもみ殻灰を製造するためには、570℃以下の温度で十分な時間をかけてもみ殻の焼成を行う必要がある。

参考文献

- 1) Field, M. A., Gill, D. W., Morgan, B. B., Hawksley, P. G. W.: Combustion of Pulverized Coal, BCURA, Leatherhead, 189-192, 1967

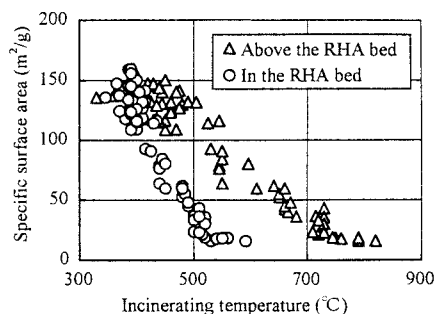


Fig.4 Incinerating temperature of rice husk vs. specific surface area of RHA

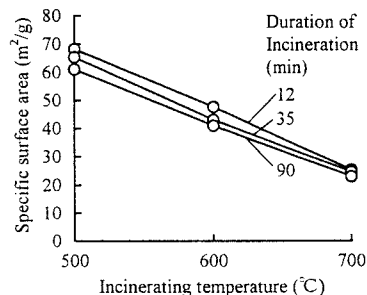


Fig.5 Influence of temperature and duration of incineration on specific surface area of RHA

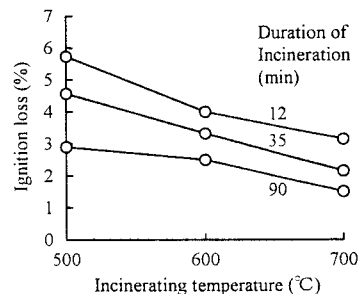


Fig.6 Influence of temperature and duration of incineration on ignition loss of RHA

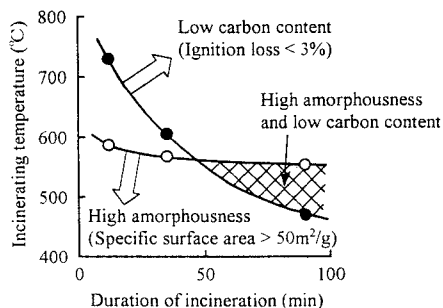


Fig.7 Optimum temperature-time condition for producing high quality RHA