

石炭の自己発熱性評価に関する研究

湿潤熱と酸素吸着熱からのアプローチ

Study on Evaluation of the Self-Heating Properties of Coal

Approach from hygroscopic heat and oxygen adsorption heat

(電力技術研究所 発電G 火力チーム)

石炭は自己発熱性を持っているため、その保管・貯蔵には、厳重な温度管理等が必要である。そこで、本研究では、適切な管理・貯蔵を行う上で必要な実用温度域(20～80℃)での自己発熱特性について検討を行った。検討には、水を吸着する際に発生する湿潤熱と酸素を吸着する際に発生する酸素吸着熱に着目した。この結果、湿潤熱、酸素吸着熱での評価方法の可能性を見出した。

(Thermal Power Team, Power Generation Group, Electric Power Research and Development Center)

Because coal has self-heating properties, strict temperature control is necessary when storing it. Therefore, in this research, we investigated the self-heating characteristics in a practical temperature range (20 to 80°C) necessary for appropriate management and storage. We focused attention on wetting heat generated when moisture is adsorbed, and on oxygen adsorption heat generated when adsorbing oxygen. As a result, the possibility of an evaluation method using hygroscopic heat and oxygen adsorption heat was found.

1 背景・研究目的

当社では、発電用石炭を年間約1000万トン使用している。海外から輸入された石炭は使用されるまでの間、発電所構内で保管・貯蔵している(第1図)。しかし、石炭は自己発熱性を有しており、保管・貯蔵している間にもゆっくりと発熱している。そして、この発熱特性は石炭種により異なり、発熱を放置すると、発火等のトラブルを引き起こす原因となる。このため、当社発電所においても、厳重な監視、予防対策が実施されている。監視、予防対策を実施するうえで、あらかじめ石炭の自己発熱特性を把握することは極めて重要である。



第1図 当社碧南火力発電所 貯炭場

本研究では自己発熱特性を支配する因子として、水を吸着する際に発生する湿潤熱と酸素を吸着する際に発生する酸素吸着熱に着目し、実用温度域(20～80℃)での石炭の自己発熱特性の評価について検討を行った。

2 実験方法

(1) 測定に使用した石炭

14種類の石炭の湿潤熱、3種類の石炭の酸素吸着熱を測定した。石炭は大気乾燥後に粉碎後、粒径300～840μmの石炭にふるい分け、測定を行った。

(2) 湿潤熱測定

湿潤熱は、石炭内部に水分子(水蒸気)が入り込み、石炭に水分子が吸着する際に発生する熱を示す。本研究では、湿潤熱を定量的に評価するため、カルベ式熱量計(第2図)を使用して、測定容器内の湿度を変化させた時に発生する熱量を測定した。測定手順を以下に示す。

- ①石炭サンプル(約1g)を装置容器内に入れ、ガス供給装置よりN₂ガス(流量:100ml/min、相対湿度:0%、容器内温度27℃)を約1時間程度、流通させる。
- ②N₂ガス(流量:100ml/min、相対湿度:10%、容器内温度27℃)を12時間以上流通させ、計測値が安定するまで保持する。
- ③N₂ガス(流量:100ml/min、相対湿度:80%)まで湿度を上昇させる。このとき発生した熱量を計測した。



第2図 カルベ式熱量計
(左:装置本体、右:ガス供給装置)

(3) 酸素吸着熱について

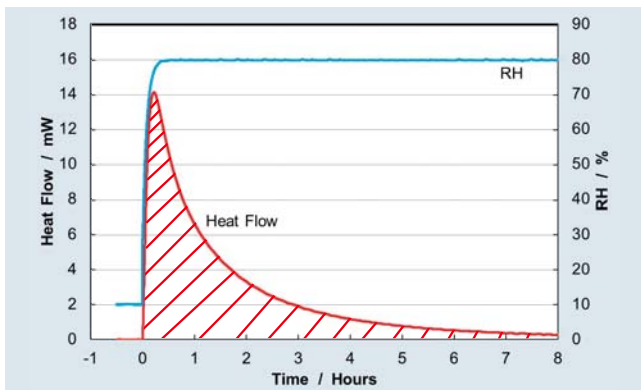
酸素吸着熱は、石炭内部に酸素分子が入り込み、石炭に酸素分子が吸着する際に発生する熱を示す。本研究では、湿潤熱測定にも使用したカルベ式熱量計を使用して、酸素吸着熱の測定を行った。測定手順を以下に示す。

- ①石炭サンプル（約1g）を装置内容器に入れ、ガス供給装置よりN₂ガス（流量：100ml/min、想定湿度：0%）を容器内温度45℃、65℃、85℃、100℃、120℃、140℃の任意に設定し12時間以上流通させる。
- ②測定値が安定していることを確認したのち、N₂ガスからO₂ガス（流量：100ml/min、相対湿度：0%）に切り替える。このとき発生した熱量を計測した。

3 結果および考察

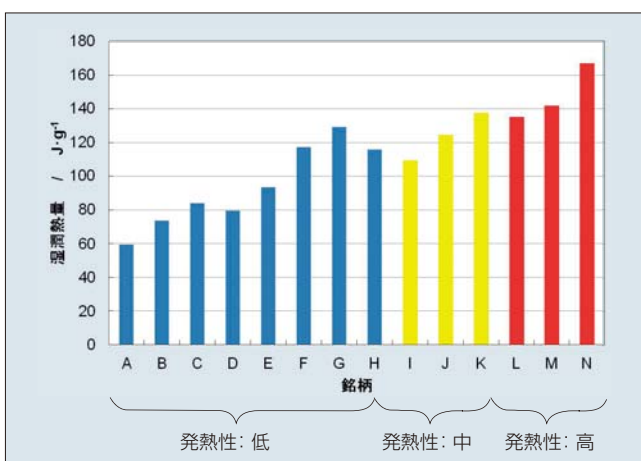
(1) 湿潤熱測定について

湿潤熱測定の結果の一例を第3図に示す。湿潤熱は8時間で発生した熱量を積分したものの（第3図中の斜線部）とした。



第3図 湿潤熱測定の結果の一例(銘柄: B炭)
Heat Flow: 発生熱量, RH: 相対湿度

また、14銘柄の石炭の湿潤熱の測定結果と当社での経験から発熱性を評価した結果との比較を第4図に示す。



第4図 湿潤熱測定結果と経験に基づく発熱性評価の比較

当社での経験に基づく発熱性の評価と湿潤熱との関係を検証すると以下の様になった。

- 発熱性の低い銘柄：100J/g未満
- 発熱性が中の銘柄：100～130J/g
- 発熱性の高い銘柄：130J/g以上

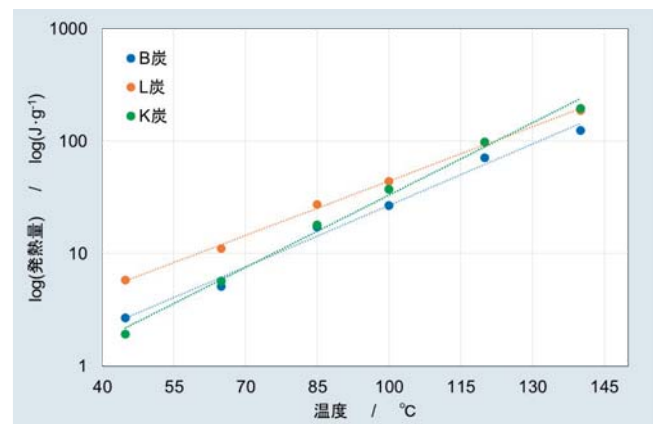
以上の結果から、湿潤熱による発熱性の評価は、概ね経験に基づく発熱性の評価と一致していることがわかった。湿潤熱による評価方法を用いれば、初めて使用する石炭についても評価が可能となる。

(2) 酸素吸着熱測定について

例えば、第4図中のK炭とL炭のように湿潤熱測定の結果と経験に基づく発熱性の評価が一部で一致していなかった。そこで、B炭（経験に基づく発熱性：低）、K炭（経験に基づく発熱性：中）、L炭（経験に基づく発熱性：高）を選定し、酸素吸着熱を測定した。

3銘柄の酸素吸着熱測定の結果を第5図に示す。

この結果、B炭は湿潤熱も酸素吸着熱も低く総じて発熱性は低いと考えられる。一方、K炭とL炭を比較すると、常温領域（45～85℃）での酸素吸着熱はK炭がB炭程度に低く、85～140℃の領域ではK炭の酸素吸着熱はL炭と同程度にまで上昇することが分かった。つまり、実運用に近い常温領域ではL炭の酸素吸着熱が高くなるため、経験上からL炭の発熱性が高いと評価されたと考えられる。



第5図 酸素吸着熱の測定結果

以上のことから、石炭の総合的な発熱性を評価するためには酸素吸着熱も重要なパラメータとなることが判明した。

4 まとめ

実用温度域の石炭の自己発熱性評価について以下のことが判明した。

- 湿潤熱による自己発熱性評価はこれまでの経験に基づく発熱性評価と同等以上の評価が可能である。
- 経験に基づく発熱性評価では初めて使用する石炭に対しては対応できなかったが、湿潤熱測定による評価で対応が可能である。
- 酸素吸着熱による影響を受けるケースもあり、酸素吸着熱を加味することで、評価精度が向上する可能性を見出した。



執筆者／服部雅典