(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7056809号
(P7056809)

(45)発行日　令和4年4月19日(2022.4.19)

(24)登録日　令和4年4月11日(2022.4.11)

(51)国際特許分類			FI		
G01N	*33/22*	*(2006.01)*	G01N	33/22	A
G01N	*11/14*	*(2006.01)*	G01N	11/14	D
C10B	*57/04*	*(2006.01)*	C10B	57/04	
C10B	*45/00*	*(2006.01)*	C10B	45/00	Z

請求項の数　3　（全11頁）

(21)出願番号　特願2021-568549(P2021-568549)
(86)(22)出願日　令和3年8月5日(2021.8.5)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/029202
審査請求日　令和3年11月22日(2021.11.22)
(31)優先権主張番号　特願2020-137312(P2020-137312)
(32)優先日　令和2年8月17日(2020.8.17)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000001258
ＪＦＥスチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
(74)代理人　100184859
弁理士　磯村 哲朗
(74)代理人　100123386
弁理士　熊坂 晃
(74)代理人　100196667
弁理士　坂井 哲也
(74)代理人　100130834
弁理士　森 和弘
(72)発明者　穐鹿 一穂
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　土肥 勇介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

石炭または粘結材を収容する容器と、前記容器内に配置された撹拌子とを有する装置を用いる石炭の軟化溶融特性の評価方法であって、

前記石炭または粘結材を加熱しながら撹拌子を回転させて形成されるセミコークスの形状を示す値と、前記セミコークスの形状を示す値と石炭または粘結材の浸透距離との対応関係と、を用いて、前記石炭または粘結材の浸透距離を推定する、

石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。

ここで、前記浸透距離は、石炭または粘結材を容器に充填して試料を作成し、前記試料の上に上下面に貫通孔を有する材料を配置し、前記試料と上下面に前記貫通孔を有する材料とを一定容積に保ちつつまたは一定荷重を負荷した状態で前記試料を加熱した際の、前記貫通孔へ浸透した溶融試料の浸透距離である。

【請求項２】

前記セミコークスの形状を示す値は、前記容器内におけるセミコークスの内側壁での高さｂ、前記撹拌子に付着した前記セミコークスの高さａ、前記高さａと前記高さｂとの差であるａ－ｂおよび前記高さａと前記高さｂとで表される絡みつき度（ａ－ｂ）／ａのうちの少なくとも１つである、請求項１に記載の石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。

【請求項３】

前記装置がギーセラープラストメータであり、前記石炭または粘結材を加熱する温度が前記石炭または粘結材の再固化温度以上である、請求項１または請求項２に記載された石炭

または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、冶金用コークスの原料となる石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
高炉において溶銑を製造するために高炉原料として用いられる冶金用コークスは高強度であることが好ましい。強度が低いコークスを高炉原料に用いると、コークスが高炉内で粉化し、当該粉が高炉の通気性を阻害して安定的な溶銑の生産が行なえなくなるからである。このため、高強度となるコークスが得られる、あるいは、コークスの強度を低下させないという観点で、冶金用コークスの原料として石炭や粘結材を評価する技術が求められている。
【０００３】
コークスは、粉砕され、粒度が調整された種々のコークス製造用石炭が配合された配合炭をコークス炉内にて乾留することで製造される。コークス製造用石炭や粘結材は、約３００°Ｃ～５５０°Ｃの温度域で乾留されて軟化溶融し、また、同時に揮発分の発生に伴い発泡、膨張することで、各々の粒子が互いに接着しあい、塊状のセミコークスとなる。セミコークスは、その後１０００°Ｃ付近まで昇温する過程で収縮して焼きしまり、堅牢なコークス（コークスケーキ）となる。このため、石炭や粘結材の軟化溶融時の接着特性が、乾留後のコークス強度や粒径等の性状に大きな影響を及ぼす。
【０００４】
コークス炉内での石炭や粘結材の軟化溶融挙動を評価するには、コークス炉内において軟化溶融した石炭や粘結材の周辺の環境を模擬した状態で、石炭や粘結材の軟化溶融特性を測定することが必要である。コークス炉内において軟化溶融した石炭や粘結材とその周辺の環境を、以下に詳述する。
【０００５】
コークス炉内において、石炭は隣接する層に拘束された状態で軟化溶融している。ここでの石炭は、石炭と粘結材との混合物も含むものとする。石炭の熱伝導率が小さいので、コークス炉内において石炭は一様に加熱されず、加熱面である炉壁側からコークス層、軟化溶融層、石炭層と状態が異なっている。コークス炉自体は乾留時に多少膨張するがほとんど変形しないので、軟化溶融した石炭は隣接するコークス層、石炭層に拘束される。また、軟化溶融した石炭の周囲には、石炭層の石炭粒子間空隙、軟化溶融石炭の粒子間空隙、熱分解ガスの揮発により発生した粗大気孔、隣接するコークス層に生じる亀裂など、多数の欠陥構造が存在する。特に、コークス層に生じる亀裂は、その幅が数百ミクロンから数ミリ程度と考えられ、数十～数百ミクロン程度の大きさである石炭粒子間空隙や気孔に比較して大きい。このようなコークス層に生じる粗大欠陥へは、石炭から発生する副生物である熱分解ガスや液状物質だけではなく、軟化溶融した石炭自体の浸透も起こると考えられる。また、その浸透時に軟化溶融した石炭に作用するせん断速度は、石炭の銘柄毎に異なることが予想される。
【０００６】
特許文献１には、石炭や粘結材の軟化溶融特性の評価方法が開示されている。具体的には、石炭又は粘結材を容器に充填して試料を作成し、当該試料の上に上下面に貫通孔を有する材料を配置し、当該試料と上下面に貫通孔を有する材料とを一定容積に保ちつつまたは一定荷重を負荷した状態で試料を加熱し、材料の貫通孔に浸透した溶融試料の浸透距離を測定する。そして、当該測定値を用いて石炭や粘結材の軟化溶融特性を評価する評価方法が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】

【０００７】
【文献】特許第５０６２３５３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
しかしながら、特許文献１に開示された浸透距離を測定する方法は、石炭や粘結材に荷重をかけつつ加熱する、あるいは一定容積で加熱しつつ、石炭や粘結材の溶融物が上下面間に貫通孔を有する材料に浸透する距離を測定する方法である。そして、このための特別な装置を導入する必要があり、容易に測定を始められないといった課題があった。本発明は、このような課題を鑑みてなされた発明であり、その目的は、特別な装置を用いることなく石炭や粘結材の浸透距離を容易に推定できる、石炭の軟化溶融特性の評価方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記課題を解決するための手段は、以下の通りである。
（１）石炭または粘結材を収容する容器と、前記容器内に配置された撹拌子とを有する装置を用いる石炭の軟化溶融特性の評価方法であって、前記石炭または粘結材を加熱しながら撹拌子を回転させて形成されるセミコークスの形状を示す値と、前記セミコークスの形状を示す値と石炭または粘結材の浸透距離との対応関係と、を用いて、前記石炭または粘結材の浸透距離を推定する、石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。
（２）前記セミコークスの形状を示す値は、前記容器内におけるセミコークスの内側壁での高さｂ、前記撹拌子に付着した前記セミコークスの高さａ、前記高さａと前記高さｂとの差であるａ－ｂおよび前記高さａと前記高さｂとで表される絡みつき度（ａ－ｂ）／ａのうちの少なくとも１つである、（１）に記載の石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。
（３）前記装置がギーセラープラストメータであり、前記石炭または粘結材を加熱する温度が前記石炭または粘結材の再固化温度以上である、（１）または（２）に記載された石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法。
【発明の効果】
【００１０】
本発明に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法では、コークスの製造を目的に石炭を扱う施設では広く一般的に使用されているギーセラープラストメータを用いて実施される。そして、ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークスの形状を示す値を用いて浸透距離を推定できるので、特別な装置を用いることなく容易に石炭または粘結材の軟化溶融特性を評価できる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】本実施形態に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法で用いることができるギーセラープラストメータ１０の鉛直断面図である。
【図２】撹拌子に付着したセミコークスの高さａと石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。
【図３】内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂと石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。
【図４】撹拌子に付着したセミコークスの高さａとセミコークスの底面からの高さｂとの差（ａ－ｂ）と石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。
【図５】絡みつき度［（ａ－ｂ）／ａ］と石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
本発明は、石炭または粘結材を収容する容器と、当該容器内に配置された撹拌子とを有する装置で加熱された石炭または粘結材から形成されるセミコークスの形状を示す値を指標

とする石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法である。本発明者らは、ギーセラー流動度の測定後における撹拌子に付着したセミコークスの高さａ、セミコークスの容器の内側壁での高さｂ、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと容器の内側壁での高さｂとの差、および、絡みつき度（ａ－ｂ）／ａのそれぞれが石炭の浸透距離と対応関係があることを見出だして本発明を完成させた。以下、本発明を本発明の実施形態を通じて説明する。

【００１３】

図１は、本実施形態に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法で用いるギーセラープラストメータ１０の一例を示す鉛直断面図である。ギーセラープラストメータ１０は、評価対象の石炭または粘結材を収容する容器１２と、当該容器１２内に配置される撹拌子１４とを有する。ギーセラープラストメータ１０は、図示しない駆動装置をさらに有し、当該駆動装置により撹拌子１４が回転される。容器１２内に石炭または粘結材を収容した状態で撹拌子１４を回転させ、容器１２を昇温加熱していくと、加熱された石炭または粘結材は軟化溶融状態になる。石炭または粘結材は粘弾性体となって変形し、回転する撹拌子１４に絡みついていくが、石炭または粘結材には形状を保つ力が働き、回転に抗する力が撹拌子１４に作用する。

【００１４】

ギーセラープラストメータ法では撹拌子１４に所定のトルクをかけた状態で撹拌子１４の回転速度を測定し、加熱中の最大の回転速度をギーセラー最高流動度ＭＦ（ｄｄｐｍ）として求める。測定値は、ＭＦの常用対数ｌｏｇをとって、ギーセラー最高流動度をｌｏｇＭＦで表すこともある。ギーセラープラストメータ法における石炭の加熱条件や容器１２の寸法などの測定条件は、ＪＩＳ　Ｍ　８８０１に規定されており、以下の通りである。

（１）深さ３５．０ｍｍ、内径２１．４ｍｍの容器に、直径４．０ｍｍの軸に軸と垂直に４本の横棒（直径１．６ｍｍ、長さ６．４ｍｍ、図１には不図示）を取り付けた撹拌子を入れる。

（２）容器内に５ｇの石炭を充填する。

（３）容器を３００℃または３５０℃に予熱した金属浴に漬けて、金属浴の温度が予熱温度に回復した後、昇温速度が３℃／ｍｉｎの加熱を撹拌子の回転が停止するまで続ける。

【００１５】

なお、一番低い横棒と容器の底との距離は１．６ｍｍであり、横棒間の軸方向に沿った距離が３．２ｍｍである。中央の２本の横棒は回転方向に互いに１８０度異なった位置にあり、上下端の横棒も回転方向に互いに１８０度異なった位置にあり、中央の２本の横棒と上下端の２本の横棒は回転方向に互いに９０度異なった位置に設けられる。

【００１６】

石炭や粘結材は加熱により軟化溶融して流動性を示し、さらに加熱することによって溶融物が再固化するので、ギーセラー流動度が測定された後、容器１２内には、石炭または粘結材の再固化温度以上の温度で加熱された石炭または粘結材がセミコークス１６となって収容される。この加熱によって軟化溶融した石炭または粘結材が再固化する温度を再固化温度と呼ぶ。石炭、粘結材およびセミコークス１６は塑性体でもあるので、ギーセラー流動度の測定後には、セミコークス１６は容器１２の内側壁に接触しつつも撹拌子１４に引っ張られて、セミコークス１６は、撹拌子１４に絡みつくように付着した形状を維持する。よって、大抵の銘柄の石炭または粘結材では、図１に示すように、撹拌子１４に付着しているセミコークス１６の容器１２の底面からの高さａが最も高く、容器１２の内側壁に接触しているセミコークス１６の底面からの高さｂが最も低くなる。石炭または粘結材の軟化溶融物のこのような挙動はワイセンベルグ効果として知られている。

【００１７】

高さａおよび高さｂは、測定後の容器１２を解体して測定できる。また、ギーセラー流動度の測定後に容器１２をマイクロフォーカスＸ線ＣＴ装置でスキャンして、セミコークス１６の形状の画像を得て、当該画像から高さａおよび高さｂを測定してもよい。マイクロフォーカスＸ線ＣＴ装置は、例えば、ニコン（株）製ＸＴＨ３２０ＬＣ、ＧＥセンシング＆インスペクション・テクノロジー（株）製ｐｈｏｅｎｉｘ　ｖ｜ｔｏｍｅ｜ｘ　ｍ３００

などである。高さａおよび高さｂは、容器円周方向での位置による違いはほとんどないので、ある特定の断面での高さを測定すればよい。仮に、周方向の位置により、高さの違いがある場合には、複数断面で高さを測定し、これらの平均値を高さａおよび高さｂの値として用いてもよい。ギーセラー流動度の測定においては、石炭または粘結材はその再固化温度以上にまで加熱されるが、高さａおよび高さｂを石炭または粘結材が完全に再固化する前に求めてもよい。例えば、容器１２を透明な容器とし、外部から加熱しながら石炭または粘結材の形状を観察し、軟化溶融した石炭または粘結材の形状に変化が認められなくなったところで加熱を中止してその形状から高さａおよび高さｂを求めてもよい。

【００１８】

ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状は石炭によって異なる。絡みつき度が大きい石炭または粘結材や、撹拌子１４に付着したセミコークス１６の高さａが高い石炭または粘結材は、軟化溶融状態では膨張性が過剰に大きくて、加熱した後のコークス中で欠陥構造ができやすく、コークス強度に悪影響を与えると推測される。このため、本発明者らは、容器内でのセミコークス１６の形状がコークスの強度に影響を及ぼす軟化溶融特性を示す指標になると考え、セミコークス１６の形状を示す値と、石炭または粘結材の軟化溶融特性のひとつである浸透距離との関係を調査した。なお、セミコークス１６の形状を示す値とは、例えば、撹拌子１４に付着したセミコークス１６の高さａ、セミコークス１６の底面からの高さｂ、当該高さａとｂとの差であるａ－ｂ、または、（ａ－ｂ）／ａで表される絡みつき度である。この結果、ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値と、その石炭または粘結材の浸透距離とに対応関係があることが確認された。

【００１９】

このように、ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値と石炭または粘結材の浸透距離とに対応関係が確認された。このことから、予め、実験等を行ってギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値［ａ、ｂ、ａ－ｂ、（ａ－ｂ）／ａ］と石炭または粘結材の浸透距離との対応関係を示す回帰式を求めておけば、ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークスの形状を示す値のうちの少なくとも１つを測定するだけで石炭または粘結材の浸透距離の推定値を算出できる。

【００２０】

以上、説明したように、本実施形態に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法ではギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値［ａ、ｂ、ａ－ｂ、（ａ－ｂ）／ａ］から石炭または粘結材の浸透距離の推定値を算出できるので、石炭に荷重をかけつつ加熱するなどの浸透距離測定のための特別な装置を用いる必要はない。このため、石炭の浸透距離の推定値を算出でき、当該浸透距離を用いて、石炭または粘結材の軟化溶融特性を評価できる。

【００２１】

ギーセラー流動度の測定方法はＪＩＳ　Ｍ　８８０１に流動性試験方法として規定されているほか、ＡＳＴＭやＩＳＯにも同様の方法が規定されている。このため、当該測定方法に準拠して測定することで、異なる実験施設または異なる実験装置で測定した値であっても、これらの値を比較することができる。さらに、予め求められたセミコークス１６の形状を示す値［ａ、ｂ、ａ－ｂ、（ａ－ｂ）／ａ］と石炭または粘結材の浸透距離との対応関係を示す回帰式を、他の異なる実験施設や実験装置で用いることもできる。

【００２２】

なお、上記ではＪＩＳ　Ｍ　８８０１に規定された流動性試験方法（ギーセラープラストメータ法）で測定した後のセミコークスの形状を示す値を用いる例で説明したが、これに限らない。ＡＳＴＭ　Ｄ２６３９やＩＳＯ　１０３２９に規定された条件もＪＩＳ　Ｍ　８８０１の条件と同様であるので、ＡＳＴＭなどに規定された方法を用いてもよい。また、ギーセラープラストメータを用いない場合には、石炭または粘結材を収容する容器の内径の５～６０％の径を有する撹拌子を用いることが好ましい。また、撹拌子１４には横棒を設けることが好ましいが、横棒がなくても軟化溶融したセミコークス１６の撹拌子１４への

絡みつきは発生する。

【００２３】

また、本実施形態ではギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値を用いて石炭または粘結材の浸透距離を求める例を示したがこれに限らない。例えば、石炭に代えて粘結材や粘結材が添加された石炭を用いて、これら材料の浸透距離を求めてもよい。石炭同様に、これら材料は石炭と同様のメカニズムで加熱により軟化溶融し、さらに温度を上げると軟化溶融物は再固化するので、当該再固化物の形状を示す値を用いて浸透距離の推定値を算出できる。なお、粘結材の例としてはアスファルトピッチやコールタールピッチなどのピッチ類や、瀝青物、石炭からの抽出物や水素化物など、加熱により軟化溶融性を示す材料が挙げられる。このように、本実施形態に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法は、粘結材や粘結材が添加された石炭の軟化溶融特性も評価できる。

【００２４】

さらに、セミコークスの形状を測定するための装置としては、ギーセラープラストメータ法で用いる容器に限られない。石炭または粘結材を試料として収容する容器と、容器内に配置された撹拌子とを有する装置を用いて、その容器に収納した試料を加熱しながら撹拌子を回転させれば、軟化溶融した試料の攪拌子への絡みつきが発生しうる。すなわち容器の寸法や測定条件は適宜決定することができる。そして、この容器を用いてセミコークスの形状を表す値を測定し、同じ試料について特許文献１に記載の方法によって浸透距離を求めて、両者の測定値の相関をあらかじめ求めておけば、任意に試料について、セミコークスの形状を表す値を測定するのみで、石炭または粘結材の浸透距離を推定できる。

【００２５】

石炭または粘結材の銘柄によってはセミコークス１６が撹拌子１４に全て引っ張られて、容器１２の内側壁（側壁）にセミコークス１６が全く接触していない場合がある。このように、石炭または粘結材の膨張性が過剰に大きいか、撹拌子１４に絡みつきやすく、容器の内壁とセミコークスが接触していない場合には、高さｂに０を代入して絡みつき度を１とすればよい。また、このような場合であっても、絡みつき度を算出して石炭の軟化溶融特性を評価できる。

【実施例】

【００２６】

次に実施例を説明する。浸透距離が異なる様々な石炭を準備し、ＪＩＳ　Ｍ　８８０１に規定されたギーセラー流動度の測定後におけるセミコークス１６の形状を示す値を、マイクロフォーカスＸ線ＣＴ装置を用いてそれぞれ測定した。具体的には、撹拌子に付着したセミコークスの高さａ、内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂ、高さａ－ｂ、および、絡みつき度（ａ－ｂ）／ａと、石炭の浸透距離との関係を調査した。この調査結果を図２～５に示す。なお、石炭の浸透距離は、特許文献１の請求項１５に記載された方法で測定した。

【００２７】

特許文献１の請求項１５に記載の方法は以下のとおりである。石炭又は粘結材を容器に充填して試料を作成し、試料の上に上下面に貫通孔を有する材料を配置し、上下面に貫通孔を有する材料に一定荷重を負荷しつつ、試料を加熱する。そして、貫通孔へ浸透した溶融試料の浸透距離を測定する。測定値を用いて試料の軟化溶融特性を評価する方法において、試料の作成は、石炭又は粘結材を粒径２mm以下が１００質量%となるように粉砕し、粉砕された石炭又は粘結材を充填密度０．８ｇ／ｃｍ^{3}で、層厚が１０mmとなるように容器に充填することからなる。また、上下面に貫通孔を有する材料の配置は、試料の上に直径２mmのガラスビーズを層厚８０mmとなるように配置することからなる。試料の加熱は、ガラスビーズの上部から５０ｋＰａとなるように荷重を負荷しつつ、加熱速度が３℃／分で室温から５５０℃まで不活性ガス雰囲気下で加熱することからなる。

【００２８】

図２は、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと石炭の浸透距離との関係を示すグラフ

である。図２の横軸は石炭の浸透距離（ｍｍ）であり、縦軸は撹拌子に付着したセミコークスの高さａ（ｍｍ）である。図２では、石炭の浸透距離が増加するにつれて高さａが高くなっており、浸透距離と高さａとには正の相関関係が成立することがわかる。また、浸透距離と高さａとの回帰式の決定係数（Ｒ２）は０．７３となり、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと回帰式とを用いて石炭の浸透距離を推定できることが確認された。なお、決定係数（Ｒ２）は、回帰式が実際のデータに当てはまっているか否かを示す指標である。

【００２９】

図３は、内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂと石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。図３の横軸は石炭の浸透距離（ｍｍ）であり、縦軸は内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂ（ｍｍ）である。図３では、石炭の浸透距離が増加するにつれて高さｂが低くなっており、浸透距離と高さｂとには負の相関関係が成立することがわかる。また、浸透距離と高さｂとの回帰式の決定係数（Ｒ２）は０．７７となり、セミコークスの底面からの高さｂと回帰式とを用いて石炭の浸透距離を高い精度で推定できることが確認された。

【００３０】

図４は、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂとの差（ａ－ｂ）と石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。図４の横軸は石炭の浸透距離（ｍｍ）であり、縦軸は高さの差（ａ－ｂ）（ｍｍ）である。図４では、石炭の浸透距離が増加するにつれて高さの差（ａ－ｂ）が高くなっており、浸透距離と高さの差（ａ－ｂ）とには正の相関関係が成立することがわかる。また、浸透距離と高さの差（ａ－ｂ）との回帰式の決定係数（Ｒ２）は０．９１となり、高さの差（ａ－ｂ）と図４に示した回帰式とを用いて石炭の浸透距離を高い精度で推定できることが確認された。

【００３１】

図５は、絡みつき度［（ａ－ｂ）／ａ］と石炭の浸透距離との関係を示すグラフである。図５の横軸は石炭の浸透距離（ｍｍ）であり、縦軸は絡みつき度［（ａ－ｂ）／ａ］である。図５では、石炭の浸透距離が増加するにつれて絡みつき度［（ａ－ｂ）／ａ］が大きくなっており、浸透距離と絡みつき度とには正の相関関係が成立することがわかる。また、浸透距離と絡みつき度との回帰式の決定係数（Ｒ２）は０．８９となり、絡みつき度［（ａ－ｂ）／ａ］と図５に示した回帰式とを用いて石炭の浸透距離を高い精度で推定できることが確認された。

【００３２】

図２～図５の実施例では、浸透距離が特許文献１の測定条件において７ｍｍ以上２３ｍｍ以下の測定例を示したが、さらに浸透距離が大きい試料の評価も可能である。ただし、高さaは容器の大きさの制限を受けるので、浸透距離の大きい石炭や粘結材の評価のためには、高さの大きな容器を用いるか、試料の量を減らしてセミコークスの形状を測定することが好ましい。このようにすることによって、少なくともギーセラープラストメータ法の容器の高さを変更した条件で高さａが６０ｍｍ以下となる試料、特許文献１の測定条件における浸透距離で７０ｍｍ以下の浸透距離を有する試料の評価が問題なく実施できる。

【００３３】

これらの結果から、予め実験等を行って図２～５に示した回帰式を求めておけば、浸透距離を求めたい石炭に対して、ギーセラー流動度の測定後におけるセミコークスの形状を示す値である、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと、内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂと、高さの差ａ－ｂと、絡みつき度（ａ－ｂ）／ａとのうちの少なくとも１つを測定するだけで、当該測定値と回帰式とを用いて石炭の浸透距離を容易に算出でき、当該浸透距離を用いて石炭の軟化溶融特性を評価できることが確認された。なお、セミコークスの形状を示す値（例えば、撹拌子に付着したセミコークスの高さａと、内側壁でのセミコークスの底面からの高さｂと、高さの差ａ－ｂと、絡みつき度（ａ－ｂ）／ａ）を求めて浸透距離を推定する実施者と、セミコークスの形状を示す値と浸透距離との対応関係（回帰式）を求める実施者とは異なっていてもよい。さらにこれらの実施者と、石炭や

粘結材の浸透距離を推定する実施者は異なっていてもよい。すなわち、本実施形態に係る石炭または粘結材の軟化溶融特性の評価方法は、セミコークスの形状示す値とセミコークスの形状を示す値と浸透距離との対応関係とを用いて石炭または粘結材の浸透距離を推定すればよく、セミコークスの形状を示す値と浸透距離との対応関係は、誰が求めたものであっても使用できる。なお、本実施形態及び実施例では、主に石炭を対象として軟化溶融特性の評価について述べたが、粘結材についても同様に軟化溶融特性の評価対象とすることができる。つまり、軟化溶融特性の評価対象としては、石炭、粘結材、石炭及び粘結材の混合物がある。

【符号の説明】

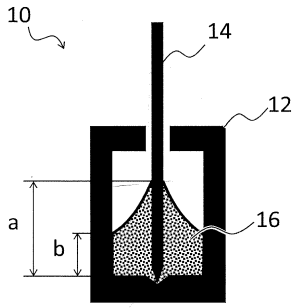
【００３４】

１０　ギーセラープラストメータ
１２　容器
１４　撹拌子
１６　セミコークス

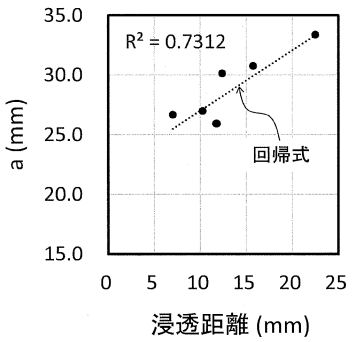
【要約】
石炭を収容する容器と、容器内に配置された撹拌子とを有する装置を用いる石炭や粘結材の軟化溶融特性の評価方法であって、石炭または粘結材を加熱しながら撹拌子を回転させて形成されるセミコークスの形状を示す値と、セミコークスの形状を示す値と石炭または粘結材の浸透距離との対応関係と、を用いて、石炭または粘結材の浸透距離を推定する。

【図面】

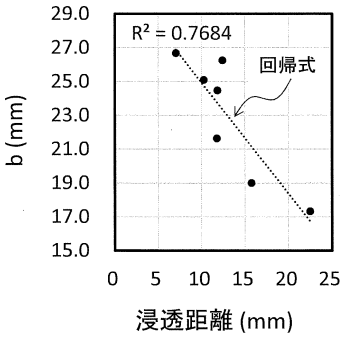
【図１】



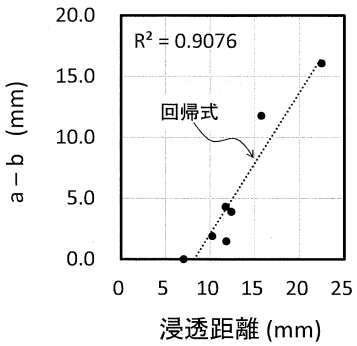
【図２】



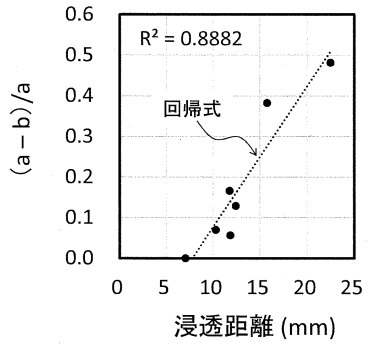
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者 井川 大輔
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 ＪＦＥスチール株式会社内
審査官 大瀧 真理
(56)参考文献 特開２０１０－１９０７６１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／１４６１２２（WO，Ａ１）
特開平０１－２３３３４４（ＪＰ，Ａ）
中国特許出願公開第１１０８８７７６３（ＣＮ，Ａ）
特開２００４－３１５６６４（ＪＰ，Ａ）
土肥勇介 ほか，浸透現象に着目した石炭の軟化溶融特性の新評価方法，鉄と鋼，2015年，vol.101, No.8，pp.407-415
土肥勇介 ほか，酸素が熱軟化溶融状態の石炭の浸透距離に及ぼす影響，日本エネルギー学会石炭科学会議発表論文集，2018年10月22日，vol.55，pp.40-41
花田一利 ほか，軟化溶融石炭の浸透距離現象とその影響因子，日本鉄鋼協会概要集「材料とプロセス」第１６８回秋季講演大会，Vol.27, No.2，2014年09月01日，p.7
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ ３３／２２
Ｇ０１Ｎ １１／００ － １１／１６
Ｃ１０Ｂ ５７／００
ＪＳＴＰｌｕｓ／ＪＭＥＤＰｌｕｓ／ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍＩＩＩ）