

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-24896
(P2018-24896A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
C 2 1 B	13/00 (2006.01)	C 2 1 B 13/00	4 K 0 1 2
C 2 1 B	13/14 (2006.01)	C 2 1 B 13/14	4 K 0 5 6
C 2 1 B	5/00 (2006.01)	C 2 1 B 5/00	3 0 1
F 2 7 D	17/00 (2006.01)	F 2 7 D 17/00	1 0 4 K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-155249 (P2016-155249)
(22) 出願日 平成28年8月8日 (2016.8.8)

(71) 出願人 000006655
新日鐵住金株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(74) 代理人 100096389
弁理士 金本 哲男
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明
(74) 代理人 100101557
弁理士 萩原 康司
(72) 発明者 ▲桑▼内 祐輝
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内
Fターム(参考) 4K012 BA02 BA06 DA05 DA09 DA10
DF03 DF05 DF06 DF09 DF10
4K056 AA01 AA02 AA16 BA01 CA02
FA08

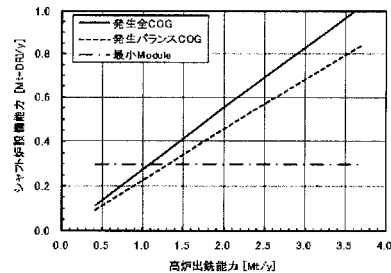
(54) 【発明の名称】還元鉄の製造方法および溶鋼の製造方法ならびに還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所

(57) 【要約】

【課題】高炉を備えた製鉄プロセスから排出される還元性ガスであるCOGを還元材として有効活用し、製鉄所におけるエネルギー利用の最適化を図るとともに、将来的な原料の劣質化にも対応できるようにする。

【解決手段】高炉2を備えた製鉄所1において、高炉2へ供給するコークスを製造するコークス炉4で副生されるコークス炉ガスを還元材として用いて、シャフト炉11または流動層式還元炉で還元鉄を製造し、高炉2の出銑能力から、高炉2へ供給するコークス量を求め、次に、そのコークス量を製造する際に副生されるコークス炉ガス量を求め、次に、シャフト炉11または流動層式還元炉において、そのコークス炉ガス量で還元できる還元鉄量に応じて、シャフト炉11または流動層式還元炉の設備能力を決定する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高炉を備えた製鉄所において、前記高炉へ供給するコークスを製造するコークス炉で副生されるコークス炉ガスを還元材として用いて、シャフト炉または流動層式還元炉で還元鉄を製造し、

前記高炉の出銑能力から、前記高炉へ供給するコークス量を求め、

次に、前記コークス量を製造する際に副生されるコークス炉ガス量を求め、

次に、前記シャフト炉または流動層式還元炉において、前記コークス炉ガス量で還元できる還元鉄量に応じて、当該シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力を決定することを特徴とする、還元鉄の製造方法。

10

【請求項 2】

前記シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力 P_D (t / Y r) は、以下の式で求められることを特徴とする、請求項 1 に記載の還元鉄の製造方法。

$$P_D = P_P \times F_{COG} \times ((C_{CO} + C_{H_2} + 3 \times C_{CH_4}) \div 100) \times (\div 100) \div F_O \div 22.4 \times 16.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

P_P : 高炉出銑能力 (t / Y r)

F_{COG} : 高炉における溶銑 1 t あたりの COG 発生量 (Nm³ / t)

C_{CO} : COG 中の CO 含有率 (体積 %)

C_{H_2} : COG 中の H₂ 含有率 (体積 %)

C_{CH_4} : COG 中の CH₄ 含有率 (体積 %)

: シャフト炉または流動層式還元炉における COG の利用効率 (%)

F_O : シャフト炉または流動層式還元炉において、還元鉄を 1 t 製造する際に取り除く必要のある酸素の質量 (kg - O₂ / t)

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の還元鉄の製造方法で製造した還元鉄と、前記高炉で製造した溶銑とを混合して精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の還元鉄の製造方法で製造した還元鉄を熱間成型して HBI とし、前記 HBI を前記高炉の原料として前記高炉で製造した溶銑を精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法。

30

【請求項 5】

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の還元鉄の製造方法で製造した還元鉄を熱間成型して HBI とし、前記 HBI を篩処理し、篩上分を前記高炉の原料とし、篩下分を前記高炉で製造した溶銑と混合して精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法。

【請求項 6】

高炉を備えた製鉄所において、前記高炉へ供給するコークスを製造するコークス炉と、前記コークス炉で副生されるコークス炉ガスを還元材として用いて還元鉄を製造するシャフト炉または流動層式還元炉とを備え、

前記シャフト炉または流動層式還元炉は、

前記高炉の出銑能力から求められる前記高炉へ供給すべきコークス量を製造する際に副生されるコークス炉ガス量で還元できる還元鉄量に応じた設備能力を有することを特徴とする、還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所。

40

【請求項 7】

前記シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力 P_D (t / Y r) は、以下の式で求められることを特徴とする、請求項 6 に記載の還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所。

$$P_D = P_P \times F_{COG} \times ((C_{CO} + C_{H_2} + 3 \times C_{CH_4}) \div 100) \times (\div 100) \div F_O \div 22.4 \times 16.0 \quad \dots (1)$$

50

ここで、

P_p : 高炉出銑能力 (t / Y r)

F_{COG} : 高炉における溶銑 1 t あたりの COG 発生量 (Nm^3 / t)

C_{CO} : COG 中の CO 含有率 (体積 %)

C_{H_2} : COG 中の H_2 含有率 (体積 %)

C_{CH_4} : COG 中の CH_4 含有率 (体積 %)

: シャフト炉または流動層式還元炉における COG の利用効率 (%)

F_o : シャフト炉または流動層式還元炉において、還元鉄を 1 t 製造する際に取り除く必要のある酸素の質量 ($kg - O_2 / t$)

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、還元鉄の製造方法および溶鋼の製造方法ならびに還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所に関し、詳しくは、高炉と、コークス炉ガスを還元材として用いるシャフト炉または流動層式還元炉とを組み合わせる還元鉄や溶鋼を製造する方法および高炉製鉄所に関する。

【背景技術】

【0002】

大型高炉を基軸とした大規模高炉法では、焼結炉で鉄鉱石を焼成した焼結鉱と、コークス炉で原料炭を蒸し焼きにして製造したコークスとを高炉に装入して溶銑を製造し、溶銑を転炉で酸素精錬して溶鋼を生産する。その際、コークス炉で発生するコークス炉ガス (COG) と高炉で発生する高炉ガス (BFG) は、従来、熱延等の下工程の加熱炉や自家発電の燃料として使用されている。

20

【0003】

ところが、大型高炉プロセスでは、良質の鉄鉱石や良質の原料炭をそれぞれ一定割合以上配合しないと操業が不安定となるため、近い将来予測される原料の劣質化に直面した際に、操業諸元が悪化したり操業が困難になったりする懸念がある。例えば、焼結鉱の強度確保の観点から、粉鉱の配合比率には限界がある。そこで、近い将来に予想される国内で入手可能な鉄鉱石や原料炭等の原料の劣質化を踏まえると、現在主流となっている大型高炉と良質原料とによる高効率製鉄法が将来にわたって持続する可能性は小さく、劣質原料を使用可能なシャフト炉等のプロセスを併用する必要性が生じてくると考えられる。

30

【0004】

また、COG は水素を約 50 ~ 55 % 含み、単体で酸化鉄を還元する能力を有する強還元性ガスであり、燃料として燃焼させるだけでは、COG の価値を十分に活用しきれていない。つまり、現在の高炉法は、製鉄プロセスとして最適化の余地が残された状態となっている。

【0005】

特許文献 1 には、石炭ガス化プロセスの排ガスの熱を廃熱ボイラーによって回収して蒸気を生成し、その蒸気を直接製鉄プロセスの排ガスで過熱し、過熱蒸気を酸化剤として石炭ガス化炉に供給すること、また、石炭ガス化で生成された生成ガスを、直接製鉄プロセスの加熱還元炉に燃料として供給する方法が記載されている。

40

【0006】

特許文献 2 には、ランス付き縦型ガス化炉で固体状炭素物質に酸素を吹き込んでガス化させ、当該ガスと鉄鉱石類を 600 以上に加熱して金属化率が 0.4 以上 0.8 以下の予備還元物を製造し、その予備還元物を粗粒と微粒とに分級し、微粒分を塊成化する予備還元塊成化物の製造方法が開示されている。

【0007】

特許文献 3 には、COG を用いて酸化鉄を金属鉄に還元する直接還元シャフト炉が開示されている。特許文献 4 には、コークス炉ガス (COG) 及び塩基性酸素製鋼炉ガス (BOFG) を用いて酸化鉄を金属鉄に還元する直接還元シャフト炉が開示され、BOFG の

50

混合物から二酸化炭素を除去することが記載されている。

【0008】

特許文献5には、直接還元法を使用して鉄鉱を還元する方法として、排ガスに還元ガスを追加した後、電気で再加熱して還元ガスとして再利用される方法が開示されている。

【0009】

特許文献6には、製鉄プロセスで発生する H_2 及び CO の少なくとも一方を含む副生ガスを一部として含む還元ガスを還元鉄製造装置に供給する還元鉄の製造方法が開示され、副生ガスが、コークス炉より発生した副生ガスを含むことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0010】

【特許文献1】特許第4712082号公報

【特許文献2】特許第5598423号公報

【特許文献3】特許第5731709号公報

【特許文献4】特許第5813214号公報

【特許文献5】特表2015-532948号公報

【特許文献6】国際公開2011/099070号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

20

ところが、上記特許文献1は、石炭ガス化の排ガスをボイラーや熱交換を通して蒸気を生成するものであり、製鉄プロセスから排出される還元性ガスである COG の有効利用に関するものではない。また、蒸気を過熱するために回転炉床炉(RHF)の排ガスを使用しているが、直接還元プロセスである必然性はない。

【0012】

特許文献2は、石炭由来の還元性ガスを用いてシャフト炉等で鉄鉱石を還元するものであるが、還元性ガスを生成するために、新たに固体状炭素物質を用いる必要がある。

【0013】

また、特許文献3および特許文献4は、シャフト炉やその周辺の設備に関するものであり、高炉由来で副生された COG をシャフト炉で有効利用することに関するものではない。特許文献5もまた、高炉を備えた設備から副生される COG の有効利用に関するものではない。

30

【0014】

特許文献6には、 COG 等の副生ガスの他、天然ガスや一般炭をガス化したガスを含めて、還元ガスとして改質することが記載されており、高炉を備えた設備から副生される COG 量をシャフト炉に過不足なく有効活用することに関するものではない。

【0015】

本発明の目的は、高炉を備えた製鉄プロセスから排出される還元性ガスである COG を還元材として有効活用し、製鉄所におけるエネルギー利用の最適化を図るとともに、将来的な原料の劣質化にも対応できるようにすることにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記問題を解決するため、本発明は、高炉を備えた製鉄所において、前記高炉へ供給するコークスを製造するコークス炉で副生されるコークス炉ガスを還元材として用いて、シャフト炉または流動層式還元炉で還元鉄を製造し、前記高炉の出鉄能力から、前記高炉へ供給するコークス量を求め、次に、前記コークス量を製造する際に副生されるコークス炉ガス量を求め、次に、前記シャフト炉または流動層式還元炉において、前記コークス炉ガス量で還元できる還元鉄量に応じて、当該シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力を決定することを特徴とする、還元鉄の製造方法を提供する。

【0017】

50

前記還元鉄の製造方法において、前記シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力 P_D (t / Y r) は、以下の式で求めてもよい。

$$P_D = P_P \times F_{COG} \times ((C_{CO} + C_{H_2} + 3 \times C_{CH_4}) \div 100) \times (\div 100) \div F_O \div 22.4 \times 16.0 \dots (1)$$

ここで、

P_P : 高炉出銑能力 (t / Y r)

F_{COG} : 高炉における溶銑 1 t あたりの COG 発生量 (Nm³ / t)

C_{CO} : COG 中の CO 含有率 (体積 %)

C_{H_2} : COG 中の H₂ 含有率 (体積 %)

C_{CH_4} : COG 中の CH₄ 含有率 (体積 %)

: シャフト炉または流動層式還元炉における COG の利用効率 (%)

F_O : シャフト炉または流動層式還元炉において、還元鉄を 1 t 製造する際に取り除く必要のある酸素の質量 (kg - O₂ / t)

なお、 F_O は、シャフト炉または流動層式還元炉において使用する鉱石の品位および製品還元鉄の目標還元率によって決まる。

【0018】

また、本発明は、前記還元鉄の製造方法で製造した還元鉄と、前記高炉で製造した溶銑とを混合して精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法を提供する。

【0019】

また、前記還元鉄の製造方法で製造した還元鉄を熱間成型して HBI とし、前記 HBI を前記高炉の原料として前記高炉で製造した溶銑を精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法を提供する。

【0020】

さらに、前記還元鉄の製造方法で製造した還元鉄を熱間成型して HBI とし、前記 HBI を篩処理し、篩上分を前記高炉の原料とし、篩下分を前記高炉で製造した溶銑と混合して精錬炉へ投入し、仕上げ還元および精錬を行うことを特徴とする、溶鋼の製造方法を提供する。

【0021】

さらに、本発明は、高炉を備えた製鉄所において、前記高炉へ供給するコークスを製造するコークス炉と、前記コークス炉で副生されるコークス炉ガスを還元材として用いて還元鉄を製造するシャフト炉または流動層式還元炉とを備え、前記シャフト炉または流動層式還元炉は、前記高炉の出銑能力から求められる前記高炉へ供給すべきコークス量を製造する際に副生されるコークス炉ガス量で還元できる還元鉄量に応じた設備能力を有することを特徴とする、還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所を提供する。

【0022】

前記還元鉄製造工程を含む高炉製鉄所において、前記シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力 P_D (t / Y r) は、以下の式で求めてもよい。

$$P_D = P_P \times F_{COG} \times ((C_{CO} + C_{H_2} + 3 \times C_{CH_4}) \div 100) \times (\div 100) \div F_O \div 22.4 \times 16.0 \dots (1)$$

ここで、

P_P : 高炉出銑能力 (t / Y r)

F_{COG} : 高炉における溶銑 1 t あたりの COG 発生量 (Nm³ / t)

C_{CO} : COG 中の CO 含有率 (体積 %)

C_{H_2} : COG 中の H₂ 含有率 (体積 %)

C_{CH_4} : COG 中の CH₄ 含有率 (体積 %)

: シャフト炉または流動層式還元炉における COG の利用効率 (%)

F_O : シャフト炉または流動層式還元炉において、還元鉄を 1 t 製造する際に取り除く必要のある酸素の質量 (kg - O₂ / t)

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、高炉を備えた製鉄所において、高炉の出銑能力に応じたシャフト炉または流動層式還元炉を設けることにより、コークス炉で副生されるCOGを過不足なく還元材として有効活用することができる。したがって、製鉄所のエネルギー利用の最適化を図るとともに、将来的な原料の劣質化にも対応できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態にかかる製鉄所の構成およびプロセスを示すブロック図である。

【 図 2 】 第 1 の実施の形態における、高炉出銑能力と豎型シャフト炉設備能力との関係を示すグラフである。

10

【 図 3 】 本発明の第 2 の実施の形態にかかる製鉄所の構成およびプロセスを示すブロック図である。

【 図 4 】 第 2 の実施の形態における、高炉出銑能力と豎型シャフト炉設備能力との関係を示すグラフである。

【 図 5 】 本発明の第 3 の実施の形態にかかる製鉄所の構成およびプロセスを示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明の実施の形態を、図を参照して説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。なお、以下の実施の形態では、COGを還元材として用いる炉として豎型シャフト炉の例を記載するが、流動層式還元炉においても同様に実施することができる。

20

【 0 0 2 6 】

1. 第 1 の実施の形態

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかる製鉄所の構成およびプロセスの概略を示す。

【 0 0 2 7 】

製鉄所 1 には高炉 2 が備えられ、さらに、鉄鉱石を焼成して焼結鉱を製造する焼結炉 3、および原料炭からコークスを製造するコークス炉 4 が備えられている。焼結鉱およびコークスは高炉 2 に装入され、高炉 2 内で溶銑が製造される。溶銑は転炉 5 または電気炉 6 からなる精錬炉 7 で精錬され、溶鋼が生産される。高炉 2 で副生される高炉ガス（以下、BFGと記する）は、加熱炉 9 や自家発電のために発電所 10 の燃料として使用される。

30

【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、このような高炉 2 を基軸とした製鉄所 1 の、高炉 2 と同一敷地内あるいは高炉 2 の設置場所に近接して、粉鉱を還元可能な豎型のシャフト炉 11 が設けられている。シャフト炉 11 には、高炉 2 での使用が困難な粉鉱石を例えばペレット化等により事前処理して投入され、還元材を加えて還元鉄が製造される。このようなシャフト炉 11 を併設することにより、製鉄所 1 で使用可能な原料性状の幅を拡げ、鉄鉱石や原料炭等の原料の劣質化に対応することができる。

40

【 0 0 2 9 】

シャフト炉 11 における還元材としては、コークス炉 4 で副生されるコークス炉ガス（以下、COGと記する）が用いられる。還元材として用いるCOGは、コークス炉 4 から排出されたままの状態でもよいし、改質してから用いてもよい。また、COGの一部は、コークス炉 4 や焼結炉 3 の燃料として利用してもよい。

【 0 0 3 0 】

シャフト炉 11 の設備能力は、製鉄所 1 内で発生するCOGの発生量に応じた規模とする。すなわち、まず、高炉 2 の出銑能力から、高炉 2 へ供給するために必要とするコークス量を求める。次に、そのコークス量を製造する際にコークス炉 4 から副生されるCOG

50

量を求める。そして、そのCOG量のうち、シャフト炉11に供給できる量が、そのシャフト炉11で還元できる還元鉄量に必要な還元材の量とほぼ一致するような設備能力のシャフト炉11とする。このようにシャフト炉11の設備能力を決定することにより、COGを過不足なく、最も有効に活用できる。

【0031】

従来、製鉄所では、COGを加熱炉9の燃料として利用し、還元性ガスとして利用していなかった。一方、シャフト炉11の還元材としては、天然ガスを用いたり、石炭をガス化させてCOとH₂の混合ガスを合成したりしていた。本実施の形態では、従来の製鉄所でCOGを燃料としていた加熱炉や発電所には、安価な一般炭を燃料として供給する。また、高炉2で副生するBFGは、従来通り、加熱炉9や発電所10の燃料とする。これにより、強還元性ガスであるCOGを、シャフト炉11における還元ガスとして有効利用する。

10

【0032】

シャフト炉11で生産した還元鉄は、電気炉6または転炉5からなる精錬炉7で精錬する。すなわち、還元鉄は、そのまま電気炉6に投入するか、あるいは熱間で圧縮し固めてブリケット化し(HBI)、高炉2で製造した溶銑とともにHBIを転炉5に投入し、精錬炉7で精錬して溶鋼を製造する。

【0033】

図2は、本実施の形態における高炉2の出銑能力とシャフト炉11の設備能力との関係を示す。

20

【0034】

シャフト炉11で生産した還元鉄と、高炉2で製造した溶銑とを混合して精錬炉7で精錬して溶鋼を製造する場合において、高炉2の出銑能力と、高炉2へコークスを供給するコークス炉4から発生するCOGの量がちょうど還元しうる還元鉄量から推定される豎型シャフト炉11の設備能力との関係を、シミュレーションにより求めた。図2において、実線は、コークス炉4で発生するCOG全量をシャフト炉11の還元材として使用する場合であり、点線は、コークス炉4および焼結炉3で使用するCOGは優先的にそちらへ供給し、余剰分のCOGをシャフト炉11へ供給する場合を示す。一点鎖線は、既存の豎型シャフト炉の商用プロセスとしての最小能力を示す。

【0035】

30

シャフト炉または流動層式還元炉の設備能力P_D(t/Yr)は、以下の式で求めた。

$$P_D = P_P \times F_{COG} \times ((C_{CO} + C_{H_2} + 3 \times C_{CH_4}) \div 100) \times (\div 100) \div F_O \div 22.4 \times 16.0 \quad \dots (1)$$

ここで、

P_P：高炉出銑能力(t/Yr)

F_{COG}：高炉における溶銑1tあたりのCOG発生量(Nm³/t)

C_{CO}：COG中のCO含有率(体積%)

C_{H₂}：COG中のH₂含有率(体積%)

C_{CH₄}：COG中のCH₄含有率(体積%)

：シャフト炉または流動層式還元炉におけるCOGの利用効率(%)

40

F_O：シャフト炉または流動層式還元炉において、還元鉄を1t製造する際に取り除く必要のある酸素の質量(kg-O₂/t)

【0036】

シミュレーションを実施するにあたり、コークス炉4で発生するCOG全量をシャフト炉11の還元材として使用する場合は、式(1)において、F_{COG} = 158.3(Nm³/t)、C_{CO} = 6.5%、C_{H₂} = 55%、C_{CH₄} = 27%、 = 75%、F_O = 434(kg-O₂/t)とした。また、コークス炉4および焼結炉3で使用するCOGは優先的にそちらへ供給し、余剰分のCOGをシャフト炉11へ供給する場合は、式(1)において、F_{COG} = 130.6(Nm³/t)、C_{CO} = 6.5%、C_{H₂} = 55%、C_{CH₄} = 27%、 = 75%、F_O = 434(kg-O₂/t)とした。

50

【 0 0 3 7 】

製鉄所 1 が、ある出銑能力の高炉 2 を備えている場合もしくは新設する場合、その高炉 2 へ供給するコークスを製造するためのコークス炉 4 から副生する C O G を、過不足なく還元材として活用可能なシャフト炉 1 1 の設備能力は、図 2 に示す実線で規定される。この実線よりも大きなシャフト炉 1 1 を設置した場合、コークス炉 4 から副生される C O G だけでは、必要な還元材が不足するため、別途、石炭ガス化設備や天然ガスの供給基地を構える必要が生じ、設備費が急騰する。

【 0 0 3 8 】

一方、製鉄所 1 において、配管設備等の都合上、コークス炉 4 や焼結炉 3 へ C O G 以外の燃料ガスを供給できない場合には、C O G を優先的にこれらのプロセスへ供給しなければならなくなり、シャフト炉 1 1 へ供給可能な C O G 量は減少する。その場合には、C O G の量から求められるシャフト炉 1 1 の最大設備能力は、図 2 の点線まで低下する。

10

【 0 0 3 9 】

図 2 の実線または点線で示した設備能力よりも小さいシャフト炉 1 1 を設置した場合、いずれの場合においても C O G が余剰となるが、この余剰 C O G は、従来通り、加熱炉 9 等の燃料ガスとして利用できるため、大きなデメリットが生じることはない。しかし、図 2 の一点鎖線で示した 0 . 3 (M t - D R I / y) 未満の設備能力のシャフト炉 1 1 を設置すると、炉容積に対する炉体表面積の比率が大きく、伝熱効率が悪くなるため、経済的ではない。したがって、熱経済合理性の観点から、新設するシャフト炉 1 1 の設備能力の下限は、図 2 の一点鎖線で示す 0 . 3 (M t - D R I / y) 以上とすることが好ましい。つまり、既設もしくは新設する高炉 2 の出銑能力に応じて、図 2 の実線または点線と一点鎖線との間の領域の設備能力を有するシャフト炉 1 1 を設置することが、還元能力を有する副生 C O G の有効利用の観点から好ましい。なお、この実線および点線は、高炉 2 におけるコークスの使用量、C O G の組成、シャフト炉 1 1 で生産する還元鉄の還元率によって変化する。

20

【 0 0 4 0 】

2 . 第 2 の実施の形態

図 3 は、本発明にかかる第 2 の実施の形態を示す製鉄所の構成およびプロセスの概略を示し、図 4 は、第 2 の実施の形態における高炉 2 の出銑能力とシャフト炉 1 1 の設備能力との関係を示す。

30

【 0 0 4 1 】

本実施の形態は、上述の図 2 に示す実施の形態と、製鉄所 1 の構成は同様であるが、図 3 に示すように、シャフト炉 1 1 で製造した還元鉄を熱間で圧縮し H B I として密度と強度を高め、H B I を高炉原料として高炉 2 に投入する。そして高炉 2 で製造された溶銑を、転炉 5 または電気炉 6 からなる精錬炉 7 で酸素精錬して溶鋼を生産する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、本実施の形態において、高炉 2 の出銑能力と、高炉 2 へコークスを供給するコークス炉 4 から発生する C O G の量がちょうど還元しうる還元鉄量から推定されるシャフト炉 1 1 の設備能力との関係を、シミュレーションにより求めたものである。実線、点線、および一点鎖線の意味は、図 2 と同様である。

40

【 0 0 4 3 】

シミュレーションを実施するにあたり、コークス炉 4 で発生する C O G 全量をシャフト炉 1 1 の還元材として使用する場合は、式 (1) において、 $F_{COG} = 134.8 (Nm^3 / t)$ 、 $C_{CO} = 6.5\%$ 、 $C_{H_2} = 55\%$ 、 $C_{CH_4} = 27\%$ 、 $\eta = 75\%$ 、 $F_{O_2} = 434 (kg - O_2 / t)$ とした。また、コークス炉 4 および焼結炉 3 で使用する C O G は優先的にそちらへ供給し、余剰分の C O G をシャフト炉 1 1 へ供給する場合は、式 (1) において、 $F_{COG} = 112.2 (Nm^3 / t)$ 、 $C_{CO} = 6.5\%$ 、 $C_{H_2} = 55\%$ 、 $C_{CH_4} = 27\%$ 、 $\eta = 75\%$ 、 $F_{O_2} = 434 (kg - O_2 / t)$ とした。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態の場合にも、既設もしくは新設する高炉 2 の出銑能力に応じて、図 4 の実

50

線または点線と一点鎖線との間の領域の設備能力を有するシャフト炉 1 1 を設置することが好ましい。図 4 では、同じ出銑能力の高炉に併設できる最大のシャフト炉の設備能力が、図 2 に比べて小さくなっている。これは、還元材の消費量が少ない H B I を高炉 2 に投入しているため、同じ出銑量でも、高炉 2 で必要とする還元材（コークス）の量が少なくなり、その結果として、副生される C O G 量が少なくなるためである。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態の場合には、上述の第 1 の実施の形態に比べて、精錬炉 7 の操業がより安定するというメリットがある。つまり、シャフト炉 1 1 で生産された還元鉄が H B I として高炉 2 へ投入されるため、精錬炉 7 には、高炉 2 から出銑された溶銑のみが供給される。したがって、精錬炉 7 で溶銑と還元鉄を混合したり、還元鉄の仕上げ還元反応をおこなったりする必要がないため、精錬時間が安定するだけでなく、精錬炉 7 内への酸化鉄の供給も最小限に抑えられ、耐火物の溶損を抑制できる。なお、本実施の形態においても、図 4 の実線および点線は、高炉 2 におけるコークスの使用量、C O G の組成、シャフト炉 1 1 で生産する還元鉄の還元率によって変化する。

10

【 0 0 4 6 】

3 . 第 3 の実施の形態

図 5 は、本発明にかかる第 3 の実施の形態を示す製鉄所の構成およびプロセスの概略を示す。

【 0 0 4 7 】

従来、シャフト炉 1 1 で還元鉄を製造する場合、上記第 1 の実施の形態のように、転炉 5 もしくは電気炉 6 等の精錬炉 7 で溶銑と混合し精錬して溶鋼とするのが一般的である。しかし、精錬炉 7 での還元鉄の投入割合が増加すると、シャフト炉 1 1 の操業変動によって還元鉄の還元率が変動した場合に、精錬炉 7 の操業が不安定となり、還元鉄の投入量に上限が生じてしまう。また、精錬炉 7 の操業を安定させるために高還元率を志向すると、シャフト炉 1 1 の生産性が低下してしまう懸念もある。

20

【 0 0 4 8 】

そこで、本実施の形態では、シャフト炉 1 1 で製造した還元鉄を熱間成型して H B I にし、さらに、例えば焼結鉱と同等の 4 0 ~ 5 0 mm 程度の篩 2 1 を用いて篩処理する。そして、篩上分（成品 H B I ）を焼結鉱とともに高炉原料として利用し、高炉 2 へ投入する。成品 H B I は十分に還元されているので、高炉 2 内で再度還元する必要はなく、結果として安定した高炉操業を維持しながら、高炉 2 からの出銑量を増加させることができる。一方、篩 2 1 の篩下分（粉 H B I ）は未還元かつ低強度であるため、高炉原料として再利用することはできない。そこで、この粉 H B I は精錬炉 7 へ投入し、仕上げ還元したうえで溶解する。還元率の低い H B I を精錬炉 7 に投入すると精錬炉 7 の操業が不安定となる懸念があるが、篩下分のみであれば量が少なく、影響を最小限に抑えることができる。また、精錬炉 7 の操業状態に応じて、粉 H B I の投入の有無を調整して操業してもよい。なお、本実施の形態において、篩処理以外の製鉄所 1 の構成は、上述の図 1、図 3 に示す実施の形態と同様である。

30

【 0 0 4 9 】

以上のように、本発明によれば、高炉 2 による製鉄プロセスで発生する副生ガスを過不足なく利用して、シャフト炉 1 1 による別の製鉄プロセスを効率よく操業させ、製鉄所 1 のエネルギー利用の最適化を図ることができる。さらに、製鉄所 1 内で高炉 2 とシャフト炉 1 1 とを併用することにより、一つの製鉄所 1 内で、高炉 2 では扱えない品質の原料から溶鋼を製造することができ、多様な原料を扱えるようになる。

40

【 0 0 5 0 】

なお、高炉 2 のメンテナンス等により C O G が副生されない場合等には、従来還元材として用いられてきた天然ガスや石炭から生成する合成ガスを、シャフト炉 1 1 の還元材として使用してもよい。

【 0 0 5 1 】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されな

50

い。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到しうることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0052】

例えば、上記実施の形態では、COGを還元材として用いる炉として豎型シャフト炉11の例を記載したが、流動層式還元炉12においても同様に実施することができる。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明は、高炉と、還元ガスにより還元鉄を製造するシャフト炉または流動層式還元炉等とを併設する製鉄所に好適である。

10

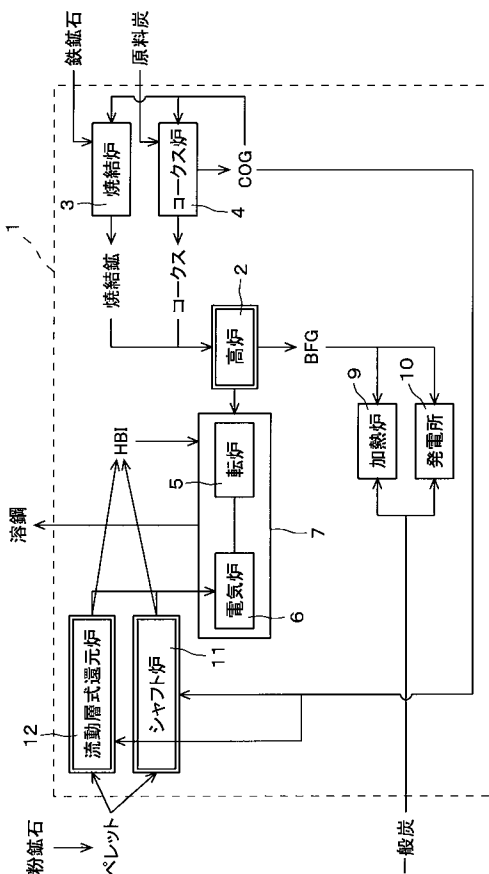
【符号の説明】

【0054】

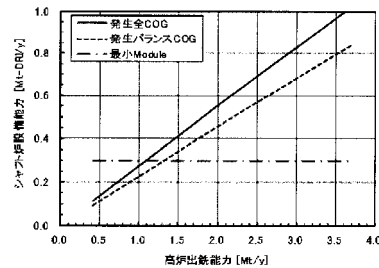
- 1 製鉄所
- 2 高炉
- 3 焼結炉
- 4 コークス炉
- 5 転炉
- 6 電気炉
- 7 精錬炉
- 11 シャフト炉
- 12 流動層式還元炉
- 21 篩

20

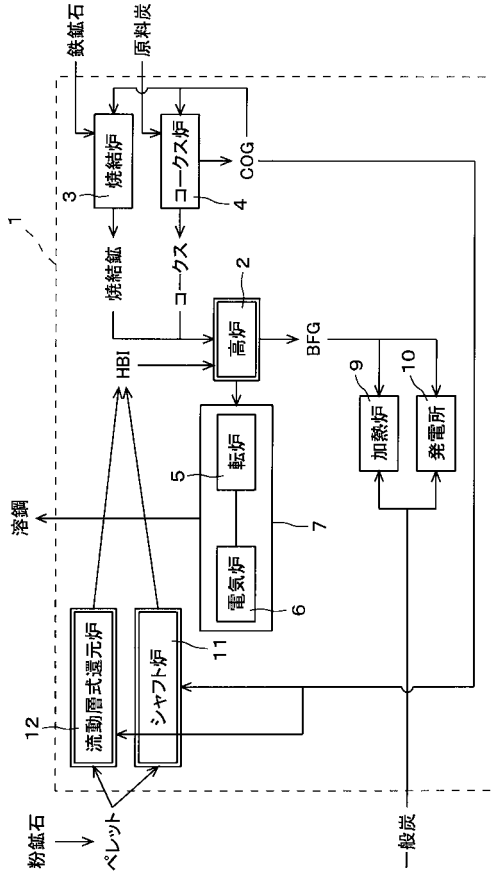
【図1】



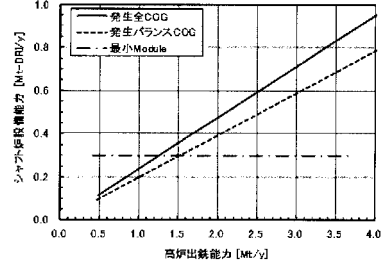
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

