

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5565143号
(P5565143)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int.Cl.		F 1			
C 2 1 B	5/00	(2006.01)	C 2 1 B	5/00	3 0 1
C 1 0 B	53/08	(2006.01)	C 2 1 B	5/00	3 0 2
C 1 0 B	57/04	(2006.01)	C 1 0 B	53/08	
			C 1 0 B	57/04	

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-147121 (P2010-147121)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成22年6月29日 (2010.6.29)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2012-12620 (P2012-12620A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成24年1月19日 (2012.1.19)	(74) 代理人	100126701
審査請求日	平成25年4月19日 (2013.4.19)		弁理士 井上 茂
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	渡壁 史朗
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 健
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高炉操業方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高炉の炉頂からコークスと鉱石とを交互に装入することで、炉内にコークス層と鉱石層とを積層して行なう高炉操業方法であって、

前記コークス層にフェロコークスを、前記コークス層全体の質量に対して 5 m a s s % 以上混合し、前記鉱石層にも前記フェロコークスを混合することとし、

前記フェロコークスが、石炭と鉄鉱石とを 7 0 m a s s % 以上含有し、前記鉄鉱石の割合が該鉄鉱石と前記石炭との合計量の 1 5 ~ 4 0 m a s s % である原料を混合して成型した成型物を乾留して製造されたフェロコークスであることを特徴とする高炉操業方法。

【請求項 2】

前記コークス層に混合されるフェロコークスの混合量を、コークス層全体の質量に対して 5 0 m a s s % 以下とすることを特徴とする請求項 1 に記載の高炉操業方法。

【請求項 3】

フェロコークス中の鉄の還元率が 6 0 % 以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の高炉操業方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、石炭と鉄鉱石との混合物を成型、乾留して製造されたフェロコークスを使用する際の高炉操業方法に関する。

10

20

【背景技術】

【0002】

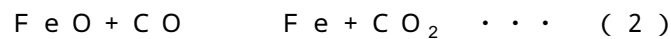
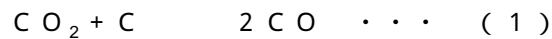
高炉の還元材比低下のためには、フェロコークスを用いた高炉の熱保存帯温度低下効果を利用する手法が有効である（例えば、特許文献1、特許文献2参照。）。石炭と鉄鉱石とを混合して成型した成型物を乾留して製造されるフェロコークスは、高反応性のために焼結鉱の還元を促進するとともに、高炉の熱保存帯温度を下げ、また一部還元された鉄鉱石が含まれているために還元材比を低下させることができる。フェロコークスの高炉使用方法としては、特許文献1および特許文献2に開示されているように、鉱石とフェロコークスを混合して高炉内に装入する方法が挙げられる。

【0003】

特許文献1では、コークス層へのフェロコークス使用は、フェロコークスの粉化により室炉コークスから形成されるコークス層の目詰まりを生じるとして、健全なコークススリットを形成させるために、従来の冶金用コークスである石炭を室炉式コークス炉で乾留して製造されたコークス（以下、「室炉コークス」と記載する。）のみでコークス層を形成し、フェロコークスを鉱石層側に混入させてガス化反応を積極的に行なわせることで、健全なコークス層のコークススリットで高炉操業を可能とする。特許文献2でも、室炉コークスからなるコークス層はそのままにして鉱石層側にフェロコークスを混合することで鉱石層の還元促進を図っている。すなわち、従来の高炉におけるフェロコークスの使用は、鉱石層側での使用にとどまっていた。

【0004】

フェロコークス中のコークスは従来の室炉コークスに比べ、下記式(1)に示す CO_2 ガスとの反応性が高いことが特徴である。式(1)の反応は、式(2)に示す鉄石の還元で生成した CO_2 を還元力を有する CO ガスに再生する反応と言える。従って、式(2)の反応が起こる領域において式(1)の反応が速やかに起これば、両反応が連鎖的に起こることにより鉄石の還元が促進される。



高炉内で(2)式に起因した CO_2 が存在する領域は、鉄石が CO ガスによって完全に還元されていない状態、すなわち未還元鉄石が存在する領域に対応する。

【0005】

すなわち、式(1)ではコークスが CO_2 と反応してガス化し、 CO ガスが発生して炉内の鉄石還元能力を回復するが、一方でこのガス化反応によってコークスの気孔率が増加し、基質強度が低下する問題がある。これにより、炉内で受ける機械的な衝撃力等によってコークスが破壊され、コークス粉を発生しやすくなる。発生したコークス粉はガス流れに伴って炉内の様々な場所に堆積し、ガスや溶銑、スラグの流れを阻害する（例えば非特許文献1参照）。

【0006】

このような高炉内におけるコークスの強度低下、粉化を抑制するために、コークスの冷間強度（ドラム指数など）や熱間強度（CSRなど）を上昇させることが提案されているが、その効果は必ずしも明確ではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭63-210207号公報

【特許文献2】特開2006-28594号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】「CAMP-ISIJ」3、1990年、p.6

【非特許文献2】「JFE技報」22、2008年、p.20 尚、非特許文献2は下記の発明を実施するための形態で参照する。

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記のように、フェロコークスを用いることでコークスの CO_2 ガスとの反応性を高める効果があるが、コークスの強度が低下し、粉化する問題は従来技術では解決できない。

【0010】

したがって本発明の目的は、フェロコークスを高炉で使用する際に、フェロコークスの使用を鉬石層側での使用に限定することなく、室炉コークスで形成されるコークス層側にも混合することにより、高炉内でのコークスのガス化反応による劣化、粉化を抑止することを可能とする高炉操業方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

このような課題を解決するための本発明の特徴は以下の通りである。

[1] 高炉の炉頂からコークスと鉬石とを交互に装入することで、炉内にコークス層と鉬石層とを積層して行なう高炉操業方法であって、前記コークス層にフェロコークスを、前記コークス層全体の質量に対して5mass%以上混合することを特徴とする高炉操業方法。

[2] フェロコークスの混合量を、コークス層全体の質量に対して50mass%以下とすることを特徴とする[1]に記載の高炉操業方法。

[3] さらに、鉬石層にもフェロコークスを混合することを特徴とする[1]または[2]

20

[4] フェロコークスが、石炭と鉄鉬石とを70mass%以上含有し、前記鉄鉬石の割合が該鉄鉬石と前記石炭との合計量の15~40mass%である原料を混合して成型した成型物を乾留して製造された、フェロコークス中の鉄の還元率が60%以上のフェロコークスであることを特徴とする[1]ないし[3]のいずれかに記載の高炉操業方法。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、フェロコークスを室炉コークスに混合して高炉内に装入することにより、反応性の高いフェロコークスが優先的にガス化反応を起こし、層内の室炉コークスのガス化が相対的に減少することにより、室炉コークスの劣化、粉化を抑制してコークス層

30

のコークススリットを健全に維持できる。これにより還元材比の低減や出銑比の増加を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】室炉コークスとフェロコークスのガス化量の比較を示すグラフ。

【図2】フェロコークスの混合比率を変化させた場合の室炉コークスのガス化量の比較を示すグラフ。

【図3】フェロコークスの混合比率を変化させた場合の室炉コークスのガス化量の変化を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

40

【0014】

通常高炉の操業は、原料としてコークスと鉬石とを炉頂から交互に装入して、炉内にコークス層と鉬石層とを交互に積層することで行なわれる。尚、鉬石とは塊鉄鉬石、焼結鉬等の鉄含有原料のことである。そして一般に、一定量の溶銑生産当りのコークスガス化量が、ほぼ一定になるような条件で高炉は操業される。これは、ガス化反応が大きな吸熱反応であるため、操業の熱バランスを保つためである。

【0015】

一方、石炭と微粉鉄鉬石とを混合、成型、乾留して得られたフェロコークスはガス化反応性が非常に高い(例えば、非特許文献2参照)。そのため、フェロコークスを鉬石層側に混合した場合鉬石の還元に大きく寄与し還元材の低減に寄与する。本発明者らは、従

50

来は鉱石との混合でのみ使用されているフェロコークスを、コークス層を形成する室炉コークスと混合することを検討した。すなわち、上記特許文献1で開示されているように、コークス層へフェロコークスを混合して使用すると、健全なコークススリットが形成できないと考えられていたが、本発明者らは、フェロコークスをコークス層に混合して高炉に装入することによって、室炉コークスよりもフェロコークス側が優先的にガス化反応を起こし、コークス層内の室炉コークスのガス化が相対的に減少し、室炉コークスの劣化、粉化が抑制され、実際には、健全なコークススリットが形成されることが期待できるのではないかという新たな着想を得たのである。

【0016】

そこで、CO₂反応炉を用いて、室炉コークスと、室炉コークスとフェロコークスとを混合した試料のガス化量の測定を行なうこととした。

【0017】

まず、試験に供した室炉コークスとフェロコークスをそれぞれをCO₂反応炉で1100、1時間反応させた場合のガス化量の比較を図1に示す。フェロコークスのガス化量が多く、ガス化反応性が非常に高いことがわかる。

【0018】

次に、同じCO₂反応炉を用いて、室炉コークスと、室炉コークスとフェロコークスとを混合した場合の、室炉コークスのガス化量を測定した。結果を図2に示す。室炉コークスとフェロコークスとの混合比は、室炉コークス80質量%、フェロコークス20質量%のケースと、室炉コークス60質量%、フェロコークス40質量%のケースとの2種類を調べた。図2によれば、室炉コークス単体の場合に比べ、室炉コークスにフェロコークスを混合することによって室炉コークスのガス化反応が顕著に抑制されることがわかる。

【0019】

さらに、フェロコークスの混合率(室炉コークスとフェロコークスの混合物の質量に対するフェロコークスの質量の割合)を0~50質量%で変化させて、フェロコークスの混合率に対するCO₂反応炉における室炉コークスのガス化量を測定した。結果を図3に示す。図3によれば、室炉コークスの反応による劣化を抑制するためにはフェロコークスを5質量%以上混合すればよいことが分かる。また、室炉コークスの反応劣化の抑制効果は、フェロコークスを50質量%混合することでほぼ飽和するため、フェロコークス多量使用の操業を行なう場合は、全量をコークス層に混合するよりも、鉱石層でも併用する、フェロコークスをコークス層と鉱石層の両方で混合使用する高炉操業を行なうことが好ましい。鉱石層の還元はフェロコークスの混合使用で従来のように改善され、かつコークス層でフェロコークスを併用した場合、従来知見と異なり、コークス層はコークススリットの劣化などが阻止されるため、炉内の粉率低減による通気抵抗や出銑滓の顕著な改善が達成でき、大きく還元材低減に寄与することができる。したがって、フェロコークスのコークス層への混合量が50質量%以下の場合であっても、フェロコークスを鉱石層とコークス層の両方に混合することは効果的である。

【0020】

なお、本発明で用いるフェロコークスとは、石炭と鉄鉱石とを70mass%以上含有する原料を乾留して製造するものである。フェロコークスは、鉄鉱石が一部還元されると同時に、鉄鉱石の触媒効果でコークスの反応性を高めることができ、高炉の中でのガス利用率を高められる。このためには、少なくとも鉄鉱石の配合比率を15mass%以上とすることが好ましい。一方で、鉄鉱石の配合比率が40mass%超であると、フェロコークスの強度が急激に低下するため、鉄鉱石を、鉄鉱石と石炭の合計量の15~40mass%となるように添加することが好ましい。

【0021】

フェロコークスは、石炭と鉄鉱石とを混合した混合物を、成型機で成型して塊成型物とし、該塊成型物を乾留して製造する。例えば、シャフト炉型熱処理炉等で熱風を用いた直接加熱法にて乾留して製造することができる。直接加熱法で乾留すると、塊成型物を900以上の温度とすることができ、石炭と接触している鉄鉱石が還元され、下記で述べる

10

20

30

40

50

鉄鉱石中の鉄の還元率60%以上となるフェロコークスが容易に製造できる。

【0022】

フェロコークス中の鉄の還元率は、60%以上であることが好ましい。鉄鉱石中の鉄の還元率が60%以上、好ましくは70%以上と高くなる場合は、鉄鉱石の配合によりフェロコークスのコークスドラム強度や圧潰強度が高くなる。強度の向上により、高炉内でのフェロコークスの粉化をより抑制することができる。前記のように、鉄鉱石の配合比率が高くなるとフェロコークスの強度が急激に低下するため、鉄鉱石を、鉄鉱石と石炭の合計量の40mass%以下に制限するとともに、フェロコークス中の鉄の還元率を60%以上とすることが好ましい。

【0023】

このようなフェロコークスは、鉄鉱石が一部還元されていると同時に、鉄鉱石の触媒効果でコークスの反応性を高めることができ、高炉中でのガス利用率を高められるため、これを用いることで高炉の還元材比を低下させることができ、そのため従来鉱石層に、鉄鉱石と混合させる形での利用が行なわれてきたものである。

【0024】

フェロコークスは高炉内の通気性を確保するためには粗粒であるほど好ましいが、粒度が大きすぎると強度が低下する。具体的には、フェロコークスは、50~100mmの粒径であるコークス、5~20mmの粒径である鉄鉱石（または焼結鉱）のほぼ中間の粒径として成型して使用することが好ましく、例えば印籠型（30×25×18mm）に成型することができる。

【実施例1】

【0025】

本発明方法を用いた高炉操業試験を実施した。フェロコークスは、石炭と鉄鉱石の混合物（石炭70mass%：鉄鉱石30mass%）をブリケットマシンで成型後、豎型シャフト炉に装入し、900で乾留して製造した。形状は30×25×18mmの印籠型で、フェロコークス中の鉄分は30mass%であり、鉄の還元率は80%であった。

【0026】

フェロコークスを使用しない操業を実施した後（比較例1、2）、フェロコークス100kg/tを鉱石層に混合した操業（比較例3）、フェロコークス30kg/tを鉱石層に混合した操業（比較例4）を行い、次にフェロコークス100kg/tのうち15kg/t（本発明例1）、または30kg/t（本発明例2）をコークス層に混合して装入した。残部のフェロコークスは鉱石層に混合した。本発明例3では、フェロコークスの全量をコークス層に混合した。コークス層全体に対するコークスに混合したフェロコークスの割合はそれぞれ5.8mass%、9.0mass%、9.0mass%である。操業条件と、試験結果を表1に示す。

【0027】

10

20

30

【表1】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	本発明例1	本発明例2	本発明例3
還元材比 (kg/t-p)	502	490	465	481	466	465	478
コークス比 (kg/t-p)	383	365	282	312	243	244	305
フェロコークス比 (kg/t-p)	0	0	100	30	100	100	30
(内コークス層への混合) (kg/t-p)	-	-	0	0	15	24	30
微粉炭比(kg/t-p)	119	125	109	139	123	121	143
出銑比(t/d/m ³)	2.15	2.21	2.23	2.31	2.36	2.37	2.32
送風温度(°C)	1130	1130	1130	1130	1130	1130	1130
通気抵抗指数(-)	1.05	1.08	0.84	0.88	0.72	0.71	0.73
出銑回数(回/日)	9	8	7	8	5	5	5
炉芯コークス粉率(mass%)	12	15	11	10	2	1	3

【0028】

表1に示す「炉芯コークス粉率」は、高炉休風時に、羽口、ブローパイプを外して筒状の炉芯サンプラーを挿入して採取した炉芯コークス中の粒径5mm以下のコークス粉の質量比率である。

【0029】

表1によれば、フェロコークスを鉍石層側に混合使用することによって還元材比の低減

10

20

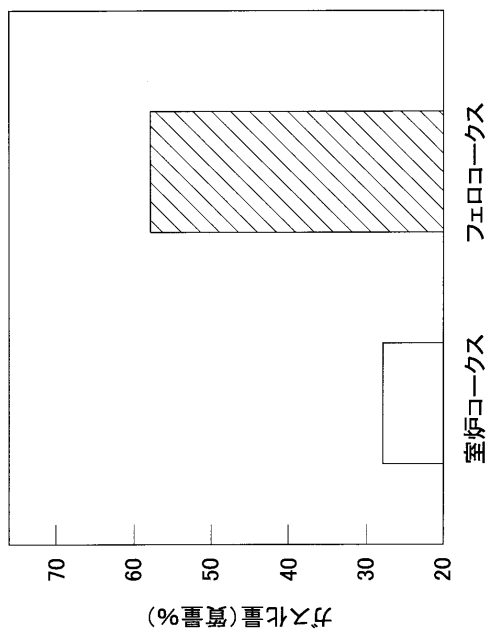
30

40

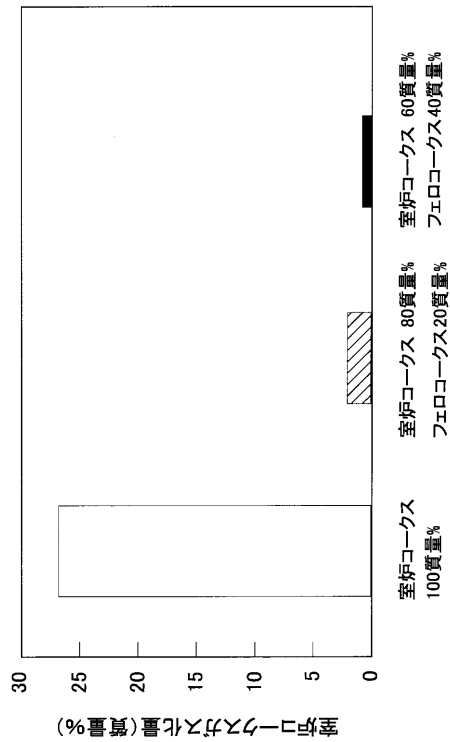
50

が実現できるが（比較例3）、その一部を更にコークス層に混合して装入することによって（本発明例1、2）、コークスの劣化が抑制され、炉内の粉率低減により、通気抵指数が低下し炉の通気性が改善されて、出銑滓の流れ状態が顕著に改善されることがわかった。

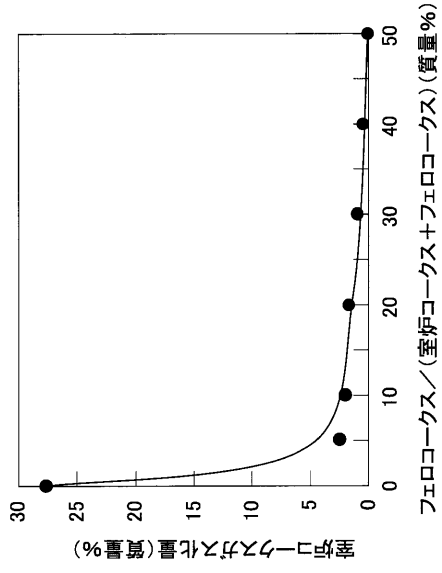
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 村尾 明紀

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 池ノ谷 秀行

(56)参考文献 特開昭63-210207(JP,A)
特開平10-287883(JP,A)
特開2004-217914(JP,A)
特開平05-295412(JP,A)
特開平06-041620(JP,A)
特開2006-028593(JP,A)
特開2007-308732(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21B 5/00