

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5696814号
(P5696814)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月20日(2015.2.20)

(51) Int.Cl. F I
C 2 1 B 5/00 (2006.01) C 2 1 B 5/00 3 1 2
C 2 1 B 7/20 (2006.01) C 2 1 B 7/20 3 0 3

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-518235 (P2014-518235)	(73) 特許権者	000006655
(86) (22) 出願日	平成25年3月19日 (2013.3.19)		新日鐵住金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/001857		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87) 国際公開番号	W02013/179541	(74) 代理人	110001553
(87) 国際公開日	平成25年12月5日 (2013.12.5)		アセンド特許業務法人
審査請求日	平成26年9月26日 (2014.9.26)	(72) 発明者	夏井 琢哉
(31) 優先権主張番号	特願2012-120631 (P2012-120631)		日本国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
(32) 優先日	平成24年5月28日 (2012.5.28)	(72) 発明者	中野 薫
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国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
早期審査対象出願		(72) 発明者	稲田 隆信
			日本国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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ベルレス高炉への原料装入方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コークス層と鉬石層とを交互に堆積させるように装入するベルレス高炉への原料装入方法であって、

炉中間部から炉壁にかけての原料装入について、コークスバッチ、鉬石とコークスとの混合物バッチ、鉬石バッチの順に装入し、

コークスバッチは、コークス表面が無次元炉口半径 0.6 ~ 0.8 の範囲に堆積頂点を有し、当該堆積頂点から炉中心および炉壁にかけて傾斜した原料堆積斜面を形成するようにコークスを堆積させ、

鉬石とコークスとの混合物バッチは、装入落下点を前記コークスの堆積頂点よりも炉壁側として装入し、

鉬石バッチは、装入落下点を無次元炉口半径 0.5 ~ 0.9 の範囲として装入することを特徴とするベルレス高炉への原料装入方法。

【請求項 2】

前記鉬石とコークスとの混合物バッチの装入量を前記鉬石バッチの装入量よりも少なくするとともに、

前記鉬石とコークスとの混合物バッチの装入落下点を、前記コークスバッチの装入により形成される堆積頂点よりも炉壁側で、且つ、無次元炉口半径 0.9 以下の範囲として装入することを特徴とする請求項 1 に記載のベルレス高炉への原料装入方法。

【請求項 3】

10

20

前記鉱石とコークスとの混合物バッチに替えてコークスのみのバッチを装入することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のベルレス高炉への原料装入方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高炉の還元材比を大幅に増加させることなく、炉壁近傍のガス流れを制御することが可能なベルレス高炉への原料装入方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ベルレス高炉は、炉頂部に、原料装入装置として旋回シュートを備えたベルレス式装入装置が設けられた高炉である。

【0003】

図 1 は、ベルレス高炉の炉頂部の装置構成および高炉炉内の原料堆積状態を模式的に例示する図である。図 1 に示すように、ベルレス高炉では、鉄源である焼結鉱、塊鉱石、ペレット、スクラップ、還元鉄等（以下、これらを総称して「鉱石」と称する）と還元材であるコークス（鉱石、およびコークスを総称して「原料」と称する）を旋回シュート 1 によって高炉 2 の炉内に交互に層状に堆積させ、炉下部の羽口からは熱風とともに微粉炭などの補助燃料を炉内に吹き込む。高炉内に装入された原料である装入原料（装入物）は炉頂から徐々に炉内を降下しながら、上昇する高温のガスおよび装入物中のコークスにより加熱・還元され、鉱石は熔融して銑鉄となり、炉底部側壁の出銑孔から排出される。

【0004】

ベルレス高炉における装入物分布操作は、前記の旋回シュート 1 を傾動させながら旋回して、コークスと鉱石とを、炉内に装入し、原料ストックレベル 3 における炉口半径 4 方向のコークスおよび鉱石の落下位置を制御することにより行われる。ここで、傾動とは、旋回シュートの中心軸 1 a と高炉垂直方向の中心軸 2 a とのなす角度を旋回中に変更することをいう。通常、旋回シュートは、装入開始時は炉壁側へ配置され、その後次第に炉中心側へ傾動するように操作される。

【0005】

高炉では、コークス層と鉱石層（鉱石を主体とするが、小中塊コークスを含む場合がある）とを形成する一連の装入操作をチャージと称する。従来、1 チャージの原料の装入は、1 バッチのコークス、および 1 バッチの鉱石を、それぞれ、旋回シュートを傾動させながら炉壁側から中心側に向かって連続的に装入することにより行われていた。

【0006】

高炉の安定操作のためには、装入物の降下および炉内のガス流れを安定化させ、通気性を良好に維持することが重要である。そのため、羽口からの送風条件の操作とともに、炉内に堆積させる原料の炉半径方向における鉱石とコークスとの質量比（以下、「O/C」と称する）の分布、ならびに粒度分布を制御するための操作が行われる。炉内に装入されるコークスの平均粒径は鉱石に比べて大きいため、鉱石とコークスとの炉半径方向の O/C 分布および粒度分布を制御する（つまり、装入物の分布を操作する）ことにより、炉下部から炉上部へ向かうガス流分布を制御することが可能である。

【0007】

ガス流を安定的に確保するためには、中心部の O/C を低位に保つ（すなわち、コークスの比率を高める）ことが好ましい。また、炉全体の反応効率を向上させるためには、炉口断面積に占める割合が大きい炉中間部（炉において、中心部付近の領域と炉壁付近の領域との間の部分）から炉壁側にかけての O/C を高位に維持することが好ましい。

【0008】

このような O/C 分布を得やすくするために、コークス、および鉱石を、それぞれ、分割して装入することが行われている。図 1 には、コークス、および鉱石を、それぞれ 2 バッチに分割して、合計 4 バッチを装入した 1 チャージの原料の堆積状態 5 を示している。

【 0 0 0 9 】

炉壁部から中間部にかけて、コークスの第 1 バッチ（以下、「第 1 装入バッチ」という。）5 a が装入されており、炉の中心近傍に、第 1 装入バッチ 5 a より厚さが大きくなるように、コークスの第 2 バッチ（以下、「第 2 装入バッチ」という。）5 b が装入されている。第 1 および第 2 装入バッチ 5 a、5 b の上で、炉壁から炉中間部にかけて、鉬石の第 1 バッチ（以下、「第 3 装入バッチ」という。）5 c が装入されており、炉壁側には、鉬石の第 2 バッチ（以下、「第 4 装入バッチ」という）5 d が装入されている。第 1 および第 2 装入バッチ 5 a、5 b からなるコークス層の厚さと、第 3 および第 4 装入バッチ 5 c、5 d からなる鉬石層の厚さとの関係により、炉の中心部の O / C が低位に保たれて、ガス流が安定的に確保され、炉中間部から炉壁側にかけての O / C が高位に維持されて、炉全体の反応効率が向上されている。

10

【 0 0 1 0 】

通常、鉬石バッチには、コークスバッチで装入されるコークスより粒径が小さい、所謂、小中塊コークスが混合されている。これは、鉬石とコークスとの近接配置による反応促進と、鉬石が軟化融着する際にコークスが骨材（スペーサー）としての役割を果たすことによる通気性改善とが期待できるからである。小中塊コークスの粒径は、その下限が 5 mm 程度で、その上限は、コークスバッチで装入されるコークス粒径により異なるが、35 ~ 40 mm 程度である。

【 0 0 1 1 】

ところで、高炉では、炉上部の内壁には含亜鉛化合物が、また、炉腹部から炉下部にかけての内壁には金属鉄やスラグが、凝固して付着物を形成することがある。このような炉壁付着物が過度に成長すると、装入物の降下やガス流れが不安定化して高炉の安定操業に支障をきたすことがある。さらに、炉壁付着物が不定期に脱落して炉下部に降下すると、この脱落した付着物に起因して炉が熱不足となって、炉冷等の重篤な操業トラブルを引き起こすことさえある。このため、高炉の安定操業を維持するために炉壁付着物の形成を抑制することは重要である。

20

【 0 0 1 2 】

炉壁付着物の形成を抑制するために、一般的には、炉壁側の O / C を相対的に低く制御するための装入物分布操作が指向される。このような制御により、炉壁側のガス流れが強化され、熱レベルが高位に維持されるので付着物の形成を抑制できる。

30

【 0 0 1 3 】

しかし、一方で、ガス流れが強くなるほど炉内を上昇するガスと装入物との反応時間が短くなるため、O / C の低下は反応効率の低下に繋がる。旋回シュートを用いた従来の原料装入方法で、炉壁付着物の形成を抑制することを目的として、炉壁側へのコークス装入量を増加させる場合、炉壁近傍の O / C のみを独立して制御することは困難である。炉壁近傍だけではなく、炉口断面積に占める割合が大きい炉中間部を含む広い範囲にかけての O / C も低下してしまうからである。このため、炉全体としての反応効率が低下して、炉頂から炉外に排出されるガスの潜熱が増加するため、それを補うために還元材比が増加することになり、銑鉄製造コストが上昇する。CO₂ 排出量削減の観点からも好ましくない。

40

【 0 0 1 4 】

したがって、炉壁付着物の形成を抑制しながら低還元材比での操業を実現するためには、炉壁近傍のみの O / C を独立して制御する技術が必要であり、例えば、特許文献 1 ~ 3 には、そのための方法が開示されている。

【 0 0 1 5 】

特許文献 1 では、炉壁から 500 mm の範囲の鉬石層上に小塊コークスを、好ましくは粒径が 1 ~ 5 mm の細粒焼結鉬との混合物として装入することにより、新たな付帯設備を必要とせず炉壁近傍の O / C を制御することを可能としている。しかし、炉壁から 500 mm の範囲のテラス上に小塊コークスを安定的に堆積させることは困難である。

【 0 0 1 6 】

50

特許文献2では、炉口外周部に沿って円筒部材を設置した状態で原料を装入することにより、炉壁近傍のO/Cを独立に制御することを可能としている。しかし、円筒部材の設置位置によって制御範囲が固定されてしまうため作業上の自由度が小さい。

【0017】

特許文献3では、通常ルートとは別の原料装入系統と補助バンカーとを設置し、通常バンカーからの鉱石排出に合わせて補助バンカーからコークスを排出することで炉壁近傍のO/Cの独立制御を可能としている。しかし、この方法では通常バンカーからの鉱石排出や旋回シュートの傾動位置に合わせて補助バンカーからのコークス排出をコントロールする必要があるため、その制御が煩雑となる。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】特開平8-239705号公報

【特許文献2】特開2005-314771号公報

【特許文献3】特開2009-62576号公報

【非特許文献】

【0019】

【非特許文献1】Kaoru Nakano, Kohei Sunahara and Takanobu Inada, 「Advanced Supporting System for Burden Distribution Control at Blast Furnace Top」: ISIJ International, 45 (2005), p. 538~543

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

前述の通り、炉壁付着物の形成を抑制するために通常の装入物分布操作によって炉壁近傍へのコークス装入量を増加させようとする、炉壁近傍のみならず炉中間部を含む広い範囲にかけてのO/Cが低下してしまうために、低還元材比作業との両立が困難となる。これらを両立させるためには、炉壁近傍のO/Cのみを独立して制御する必要がある。

【0021】

30

前掲の特許文献2、3に記載されている方法では、いずれも、通常のベルレス装入装置に新たな付帯設備の設置が必要であり、設置コスト、メンテナンスコストの面で不利になるため、新たな付帯設備を必要としない装入方法が望ましい。

【0022】

また、前掲の特許文献1に記載の方法では、小塊コークスの装入範囲として炉壁から500mmの範囲が規定されているが、高炉の炉口半径によって小塊コークスの炉内半径方向の相対位置が変化する。例えば、高炉炉容積や装入条件にもよるが、一般に旋回シュートを介して装入される原料流の幅はストックレベルにおいて500mm以上となることが多く、炉壁から500mmの範囲のテラス上に原料を安定的に堆積させることは困難である。原料は小塊コークスや細粒焼結鉱であるので、一部の原料がテラスから溢れて中心側に流れ込むと中心部のガス流を阻害し、あるいはガス流れの変動の要因となる恐れがある。

40

【0023】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、新たな付帯設備を必要とせず、炉壁近傍のみのO/Cを独立に制御できるベルレス高炉への原料装入方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0024】

通常、多くの高炉においては、安定作業を継続するために中心部のガス流を強化すべく、中心側のO/Cを低位に保ちつつ、炉口断面積に占める割合が大きい炉中間部から炉壁

50

側にかけてのO/Cを高位に維持することで還元材比の低減が図られる。

【0025】

一方で、炉壁付着物が過度に成長し、高炉の安定操業に支障をきたすような状況下では、付着物の形成を抑制しあるいは付着物を除去する方法として、炉壁近傍のO/Cを低下させることが有効である。しかし、前述したように、旋回シュートを傾動させながら炉壁側から中心側に向かって連続的に原料を装入する通常の方法では炉壁近傍のO/Cのみを独立して制御することが困難であり、炉中間部を含む広い範囲でO/Cが低下する。そのため、炉壁側のガス流が強化されることにより炉壁付着物の形成は抑制されるものの、炉全体としての反応効率が低下することにより還元材比の大幅な増加を招くことになる。

【0026】

したがって、炉中心から中間部までは通常の炉半径方向O/C分布を大きく変えることなく、炉壁近傍のみのO/Cを独立に制御して低下させることができれば、炉壁付着物の形成、および還元材比の大幅な上昇のいずれをも抑制することが可能となる。

【0027】

そこで、本発明者らは、炉壁近傍のO/Cを独立に制御して低下させることができるベルレス高炉の原料装入方法について種々の検討を重ねた。その結果、シュートから原料を装入することにより、炉中間部に頂点を有する原料の堆積層を形成し、その頂点（以下、「堆積頂点」と記す）から炉壁にかけての原料斜面による偏析効果を利用することによって、新たな付帯設備を必要とせずに、炉壁近傍のO/Cのみを独立に制御できる原料装入方法を見出した。

【0028】

本発明は、このような検討結果に基づきなされたもので、下記のベルレス高炉への原料装入方法を要旨とする。

すなわち、コークス層と鉬石層を交互に堆積させるように装入するベルレス高炉への原料装入方法であって、炉中間部から炉壁にかけての原料装入について、コークスバッチ、鉬石とコークスとの混合物バッチ、鉬石バッチの順に装入し、

コークスバッチは、コークス表面が無次元炉口半径0.6～0.8の範囲に堆積頂点を有し、当該堆積頂点から炉中心および炉壁にかけて傾斜した原料堆積斜面を形成するように堆積させ、

鉬石とコークスとの混合物バッチは、装入落下点を前記コークスの堆積頂点よりも炉壁側として装入し、

鉬石バッチは、装入落下点を無次元炉口半径0.5～0.9の範囲として装入することを特徴とするベルレス高炉への原料装入方法である。

前記の「無次元炉口半径」とは、原料装入面（原料ストックレベル）での炉中心に対する位置を表す指標であって、炉中心から当該位置までの距離を炉口半径で除することによって規格化した指標である。炉中心が0で、炉壁が1で表される。

また、前記の「炉中間部」とは、ここでは無次元炉口半径0.5～0.8の範囲をいう。

【0029】

本発明のベルレス高炉への原料装入方法において、前記鉬石とコークスとの混合物バッチの装入量を、前記鉬石バッチよりも少なくするとともに、前記鉬石とコークスとの混合物バッチの装入落下点を、コークスバッチの装入により形成される堆積頂点よりも炉壁側で、且つ、無次元炉口半径0.9以下の範囲として装入する実施の形態を採ることが望ましい。

【0030】

また、本発明のベルレス高炉への原料装入方法においては、前記鉬石とコークスとの混合物バッチに替えて、コークスのみのバッチを装入することとする実施の形態を採ることができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明のベルレス高炉への原料装入方法によれば、新たな付帯設備を必要とせずに、炉壁近傍のみのO/Cを独立に制御して低下させることができる。これにより、炉壁側のガス流れを強化して、炉壁付着物の形成を抑制または付着物を除去することができる。この原料装入方法では、高炉の還元材比を大幅に増加させることがないので、生産性の低下、銑鉄製造コストの上昇、およびCO₂排出量の増加を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、ベルレス高炉の炉頂部の装置構成および高炉炉内の原料堆積状態を示す模式図である。

【図2】図2は、原料堆積プロファイルのシミュレーションモデルによる計算結果を示す図で、(a)は比較例、(b)は本発明例である。

10

【図3】図3は、炉半径方向O/C分布のシミュレーションモデルによる計算結果を示す図である。

【図4】図4は、本発明の原料装入方法による鉱石バッチにおける鉱石とコークスとの炉内分布のシミュレーションモデルによる計算結果を示す図である。

【図5】図5は、模型実験における原料堆積プロファイルを示す図で、(a)は比較例、(b)は本発明例である。

【図6】図6は、模型実験における炉半径方向O/C分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

20

本発明の原料装入方法は、前記のように、ベルレス高炉において通常行われているコークス層と鉱石層とを交互に堆積させるように装入する原料装入方法を前提としている。

【0034】

本発明の原料装入方法においては、コークス層と鉱石層とを交互に堆積させるに際し、炉中間部から炉壁にかけての原料装入について、コークスバッチ、鉱石とコークスとの混合物バッチ、鉱石バッチの順に装入する。「炉中間部から炉壁にかけての原料装入について」としているのは、炉の中心ないし炉中間部を除く炉内領域における原料装入に注目することを意図したものである。コークスは、たとえば、従来と同様に、第1装入バッチ5aとして、炉壁部から中間部にかけて装入した後、第2装入バッチ5bとして、炉の中心近傍に装入する(図1参照)ことができる。

30

【0035】

先ず、コークスバッチを装入して、コークス装入完了時にコークス層表面が無次元炉口半径0.6~0.8の範囲に堆積頂点を有し、当該堆積頂点から炉中心および炉壁にかけて傾斜した原料堆積(コークス層)斜面を形成するようにコークス層を堆積させる。続いて、鉱石とコークスとの混合物バッチの装入落下点を前記コークス層の堆積頂点よりも炉壁側として当該混合物のバッチを装入する。

【0036】

前記コークス装入完了時にコークス層表面が前記所定の無次元炉口半径の範囲に堆積頂点を有し、当該堆積頂点から炉中心にかけて傾斜した原料堆積斜面を形成するようにコークス層を堆積させるのは、当該斜面上での粒度偏析を促進し、炉中心側に大粒径の原料を堆積させることによる中心ガス流の強化を狙ったものである。また、当該堆積頂点から炉壁にかけて傾斜した斜面を形成するのは、その斜面上での粒度偏析現象を利用して、炉壁近傍には大粒径の粒子を堆積させるためである。

40

【0037】

このため、コークス層表面の堆積頂点を過度に中心寄りに形成するのは好ましくない。また、コークス層形成後に装入する鉱石とコークスとの混合物バッチの原料が中心側へ流れ込むことを防止するとともに、堆積頂点から炉壁にかけての斜面上での粒度偏析を効果的に利用することが好ましい。これらの観点から、コークス層の堆積頂点は、無次元炉口半径0.6~0.8の範囲に形成する。通常は、鉱石とコークスとの混合物バッチには小中塊コークスが混合される。この場合、粒度および密度が異なるため鉱石とコークスとが

50

分離し、鉍石に対して粒径が大きく低密度であるコークスが炉壁近傍に堆積する。これにより、炉壁近傍のO/Cを低下させることができる。

【0038】

したがって、鉍石とコークスとの混合物バッチのコークス斜面上への装入位置が重要である。この装入位置は、コークス層の堆積頂点よりも炉壁側とする。ただし、装入位置を炉壁に近づけ過ぎると偏析効果を享受することができず、炉壁近傍のO/Cを低下させることができなくなるので、後述するように、無次元炉口半径0.9以下の範囲とすることが望ましい。

【0039】

なお、前掲の特許文献1に記載される方法では、先に形成した鉍石層上に鉍石とコークスとの混合物を装入するのに対して、本発明の原料装入方法では、コークス層上に鉍石とコークスとの混合物を、たとえば、第2のバッチとして装入する。したがって、本発明の原料装入方法では、コークスに比べて平均粒径が小さい鉍石はコークス層の空隙を埋める形で装入落下点に留まり易く、鉍石よりも平均粒径が大きいコークスが斜面上での偏析によって落下点から離れた炉壁側に堆積し易くなる。

【0040】

続いて、鉍石バッチを装入する。この鉍石バッチは、通常どおり、炉壁側から中心側にかけて旋回シュートを傾動させながら、装入落下点を、無次元炉口半径を0.5~0.9の範囲として装入する。炉壁側に堆積した鉍石とコークスとの混合物バッチの装入原料が鉍石バッチの炉壁側への堆積の障壁となるため、炉壁近傍のO/Cは、極端に増加することはなく、低位に保たれる。

【0041】

本発明の原料装入方法において、前記鉍石とコークスとの混合物バッチの装入量を鉍石バッチよりも少なくするとともに、鉍石とコークスとの混合物バッチの装入落下点をコークス装入完了後の堆積頂点よりも炉壁側で、且つ、無次元炉口半径0.9以下の範囲として装入する実施の形態を採ることが望ましい。

【0042】

鉍石とコークスとの混合物バッチの装入量を鉍石バッチよりも少なく設定するのは、鉍石とコークスとの混合物バッチで装入される原料がコークス層の堆積頂点から炉中心側に流れ込まないようにするためである。

【0043】

鉍石とコークスとの混合物バッチを装入するのは、鉍石とコークスとを、層としてではなく粒として接触させる（すなわち、鉍石とコークスとを近接配置させる）ことにより反応を促進するとともに、コークスを骨材（スパーサー）として機能させることによって炉壁側のガス流れを強化し、炉壁付着物の形成をより効果的に抑制するためである。鉍石とコークスとの混合物において鉍石と混合するコークスが、小中塊コークス、および大塊コークス（通常のコークスバッチで装入される粒径のコークス）のいずれであっても、上述の効果は同様に得られる。

【0044】

また、鉍石とコークスとの混合物を装入すれば、コークスの量を調整することによって炉壁近傍のO/Cを制御することが可能になるので、操業上の自由度も担保される。

【0045】

鉍石とコークスとの混合物バッチの装入落下点をコークス装入完了後の堆積頂点よりも炉壁側で、且つ、無次元炉口半径0.9以下の範囲として装入するのは、鉍石とコークスとの混合物バッチの炉内装入位置を炉壁に近づけ過ぎると、コークス斜面上での偏析効果が得られず、炉壁近傍にコークスとともに鉍石も堆積してO/Cが増加するからである。

【0046】

また、本発明のベルレス高炉への原料装入方法においては、前記鉍石とコークスとの混合物バッチに替えて、コークスのみのバッチを装入することとする実施の形態を採ることができる。

【 0 0 4 7 】

この場合は、鉍石とコークスとの混合物バッチを装入する場合における堆積斜面上での粒度偏析効果による鉍石とコークスとの分離に配慮する必要がないので、装入を比較的簡便に行うことができ、しかも炉壁近傍に集中させることが可能である。炉壁近傍の O / C の制御性の維持、およびそれに基づく操業上の自由度の確保については、鉍石とコークスとの混合物バッチを装入する場合と変わるところはない。

【 0 0 4 8 】

また、コークスのみが装入されるので、鉍石とコークスとの近接配置による反応の促進という効果は望めないが、炉壁側のガス流れの強化による炉壁付着物の形成抑制または付着物の除去に対する即効的な効果が期待できる。

10

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、本発明の原料装入方法によれば、新たな設備の設置、およびこれに伴うメンテナンスコストを必要とせずに、炉壁近傍の O / C を独立に制御して低下させることができる。炉壁近傍の O / C の低下により、炉壁側のガス流れを強化して、炉壁付着物の形成を抑制しまたは付着物を除去することができる。また、炉壁近傍のみの O / C を低下させることが可能となるので、高炉の還元材比を大幅に増加させることがなく、生産性の低下、銑鉄製造コストの上昇、および CO₂ 排出量の増加を抑制することができる。

【 実施例 】

【 0 0 5 0 】

20

本発明の原料装入方法による効果を、上記非特許文献 1 に記載のベルレス高炉の装入物分布シミュレーションモデル、およびベルレス装入模型装置を用いて検証した。

【 0 0 5 1 】

(実施例 1)

[装入物分布シミュレーション]

対象高炉は、炉容積 5 , 3 7 0 m³ のベルレス高炉で、実炉の装入実績に基づいて、1 チャージを、2 バッチのコークス、および 2 バッチの鉍石の合計 4 バッチで構成した。1 チャージあたりの装入量は、コークスバッチを合計 2 5 . 7 t o n、鉍石バッチを、コークス 4 . 1 t o n (粒径 6 ~ 5 0 m m) を含む合計 1 4 0 . 7 t o n とした。2 バッチのコークスのうちの 1 バッチは、前記炉中間部から炉壁にかけて装入するコークスバッチ (以下に説明する図 2 の「第 1 装入バッチ 5 a」、以下この用語で記す) に該当する。また、2 バッチの鉍石とは、前記鉍石とコークスとの混合物バッチ (以下、「第 3 装入バッチ 5 c」と記す)、および鉍石バッチ (以下、「第 4 装入バッチ 5 d」と記す) である。本発明の実施例における第 3 装入バッチ 5 c と第 4 装入バッチ 5 d との質量比は、1 0 : 9 0 とした。

30

【 0 0 5 2 】

図 2 は、原料堆積プロファイルのシミュレーションモデルによる計算結果を示す図である。(a) は比較例で、通常操業による原料装入を行った場合、(b) は本発明例で、前記本発明の方法で原料装入を行った場合である。図 2 では、1 チャージ (すなわち、コークスの第 1 および第 2 装入バッチ 5 a、5 b、および鉍石の第 3 および第 4 装入バッチ 5 c、5 d ; 第 3 装入バッチ 5 c はコークスを含む) の原料堆積プロファイルを示している。

40

【 0 0 5 3 】

図 2 (a) に示した比較例の原料堆積プロファイルでは、中心ガス流の安定確保と炉中間部から炉壁側にかけての反応効率の向上を狙い、中心部の O / C を低位に保ちつつ、炉中間部から炉壁側にかけての O / C が高位に維持される。

【 0 0 5 4 】

これに対し、図 2 (b) に示した本発明例では、鉍石装入前に形成するコークス層 (第 1 装入バッチ 5 a) が無次元炉口半径 0 . 7 に堆積頂点 6 を有し、当該堆積頂点から炉中心および炉壁にかけて傾斜する原料斜面を形成するようにコークス層を堆積させた。コー

50

クス層の形成後に装入する第3装入バッチ5cの原料は鉱石とコークスとの混合物とし、当該バッチの原料の中心部への流入を防止する観点から、旋回シュートから供給される原料がコークス層の堆積頂点よりも炉壁側の無次元炉口半径0.9の位置に装入されるように旋回シュートの傾動角を調整した。このような装入方法を採用することにより、炉中間部の堆積頂点から炉壁にかけてのコークス層の斜面上における粒度偏析によって鉱石とコークスとが分離してコークスが炉壁近傍に堆積する。

【0055】

続いて装入する第4装入バッチ5dは、装入落下点を無次元炉口半径約0.6~0.8の範囲として、炉壁側から炉中間部にかけて旋回シュートを傾動させながら装入した。炉壁側に堆積した第3装入バッチ5cの原料は第4装入バッチ5dの原料が炉壁側へ堆積することに対する障壁となるため、炉壁近傍のO/Cは低位に保たれる。

10

【0056】

図3は、炉半径方向O/C分布のシミュレーションモデルによる計算結果を示す図で、図2(a)に示した通常操作での原料装入方法(比較例)による高炉炉頂部のO/Cの半径方向分布と、図2(b)に示した本発明の原料装入方法によるO/Cの半径方向分布とを比較した図である。図3から、コークス層の堆積頂点位置を無次元炉口半径0.7、第3装入バッチの原料装入位置を無次元炉口半径0.9とした本発明による原料装入方法では、通常操作での原料装入方法の場合と比較して、炉中心から炉中間部のO/Cが大きく変化することなく、炉壁近傍のO/Cが低下し、所望のO/C分布状態を実現できていることがわかる。

20

【0057】

図4は、コークス層の堆積頂点位置を無次元炉口半径0.7、第3装入バッチの炉内装入位置を無次元炉口半径0.9とした本発明の原料装入方法における、当該バッチの鉱石とコークスとの炉内分布のシミュレーションモデルによる計算結果を示す図である。この図から、コークス斜面上での粒度偏析によって、コークスが炉壁近傍に多く堆積することがわかる。

【0058】

以上のベルレス高炉の装入物分布シミュレーションモデルを用いた検証の結果、本発明の原料装入方法による効果(すなわち、炉壁近傍のO/Cを独立に制御できること)を確認できた。

30

【0059】

(実施例2)

[ベルレス装入模型実験]

炉容積5,370m³の5.6分の1縮尺であるベルレス装入模型装置を用いて、本発明の原料装入方法の効果を検証した。

【0060】

実験で使用した原料の粒径は、実炉サイズの約5.6分の1とし、1チャージあたりの装入量は相似則にしたがって、コークスバッチ(第1および第2装入バッチ)を合計146kg、鉱石バッチ(第3および第4装入バッチ)を、コークス23kg(粒径1~10mm)を含む合計801kgとした。本発明の実施例における第3装入バッチと第4装入バッチとの質量比は10:90とした。

40

【0061】

模型実験においては、本発明の方法により原料装入を行う場合、実施例1の場合と同様に、コークス層の堆積頂点位置を無次元炉口半径0.7とし、第3装入バッチの装入位置を無次元炉口半径0.9とした。

【0062】

図5は、模型実験における原料堆積プロフィールを示す図である。(a)は比較例で、通常操作による原料装入を行った場合、(b)は本発明例で、前記本発明の方法で原料装入を行った場合である。炉内の原料堆積プロフィールは、レーザー距離計を用いて連続的に測定した。なお、図5では、1チャージの原料堆積プロフィールを示している。

50

【 0 0 6 3 】

図 5 から、通常操業による原料装入を行った場合（比較例）、および本発明の方法で原料装入を行った場合のいずれも、前記の装入物分布シミュレーションモデルによる計算結果とほぼ同様の原料堆積プロファイルとなっていることがわかる。

【 0 0 6 4 】

図 6 は、模型実験における炉半径方向 O / C 分布を示す図で、図 5 の（ a ）に示した通常操業での原料装入方法（比較例）による高炉炉頂部の O / C の半径方向分布と、（ b ）に示した本発明の原料装入方法による O / C の半径方向分布とを比較した図である。図 6 から、シミュレーションモデルによる計算結果（図 3 参照）と同様に、本発明の原料装入方法で原料装入を行った場合は、通常操業での原料装入方法の場合と比較して、炉中心から炉中間部の O / C が大きく変化することなく、炉壁近傍の O / C が低下していることがわかる。

10

【 0 0 6 5 】

以上のベルレス装入模型装置を用いた検証の結果、本発明の原料装入方法による効果（すなわち、炉壁近傍の O / C を独立に制御できること）を確認できた。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

本発明のベルレス高炉への原料装入方法によれば、炉壁近傍のみの O / C を独立に制御して低下させることができる。また、高炉の還元材比を大幅に増加させることなく、炉壁付着物の形成を防止できるため、生産性の低下、銑鉄製造コストの上昇等を抑制することができる。したがって、本発明は、ベルレス高炉への原料装入に際し有効に利用することができる。

20

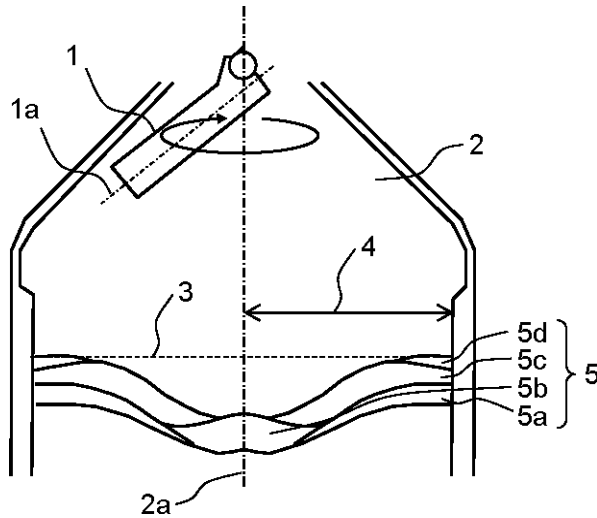
【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

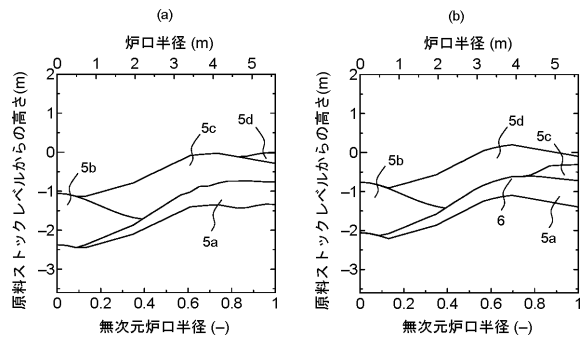
- 1 : 旋回シュート、 1 a : 旋回シュートの中心軸、
- 2 : 高炉、 2 a : 高炉の中心軸、
- 3 : 原料ストックレベル、 4 : 炉口半径、
- 5 : 1 チャージの原料、 5 a : 第 1 装入バッチ、
- 5 b : 第 2 装入バッチ、 5 c : 第 3 装入バッチ、
- 5 d : 第 4 装入バッチ、
- 6 : コークス層の堆積頂点

30

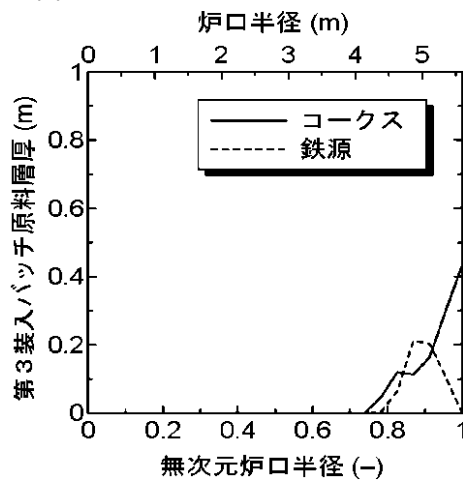
【図 1】



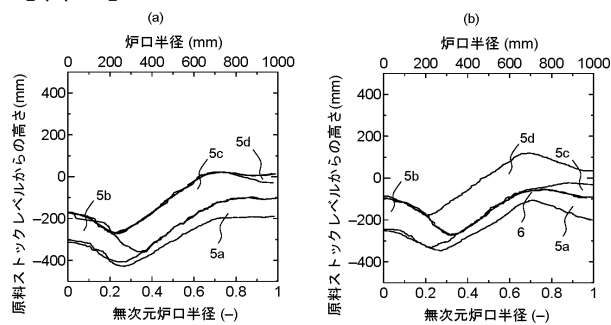
【図 2】



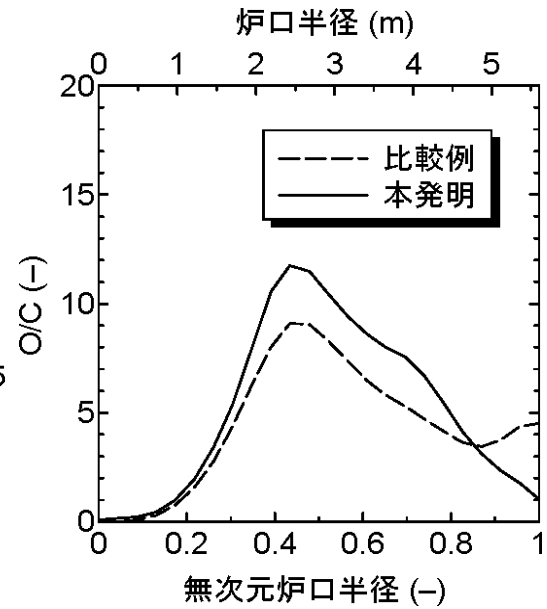
【図 4】



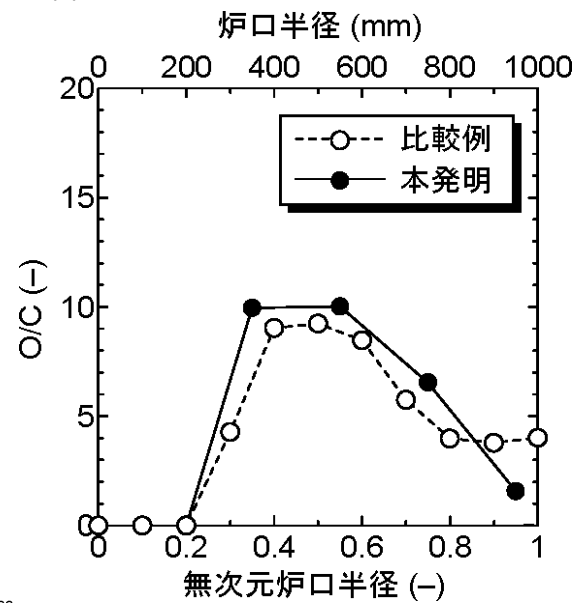
【図 5】



【図 3】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 川崎 良平

(56)参考文献 特開2001-140009(JP,A)
特開平08-239705(JP,A)
特開平07-268413(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C21B 5/00, 7/20