

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5862514号  
(P5862514)

(45) 発行日 平成28年2月16日(2016.2.16)

(24) 登録日 平成28年1月8日(2016.1.8)

(51) Int.Cl. F 1  
C 2 1 B 11/02 (2006.01) C 2 1 B 11/02

請求項の数 3 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-185643 (P2012-185643)                  (22) 出願日 平成24年8月24日 (2012.8.24)                  (65) 公開番号 特開2014-43603 (P2014-43603A)                  (43) 公開日 平成26年3月13日 (2014.3.13)                  審査請求日 平成26年8月11日 (2014.8.11)</p> <p>特許法第30条第2項適用 社団法人日本鉄鋼協会が平成24年3月1日に発行した、「材料とプロセスVol.25(2012) No.1 (CD-ROM) CAMP-1S1J第163回春季講演大会 講演論文集」</p>	<p>(73) 特許権者 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 110000637                  特許業務法人樹之下知的財産事務所                  (72) 発明者 篠竹 昭彦                  東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内                  (72) 発明者 内藤 誠章                  東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内                  (72) 発明者 坪田 淳                  東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スクラップ溶解型炉の操作手法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スクラップを溶解する型炉の操作手法において、  
 固体燃料として、粒径40mm以上72mm未満の高炉用コークスを40質量%以上75質量%未満と、粒径72mm以上の高炉用コークスを25質量%以上60質量%未満を使用してスクラップを溶解することを特徴とするスクラップ溶解型炉の操作手法。

【請求項2】

前記固体燃料が、粒径40mm以上72mm未満の高炉用コークスを50質量%以上75質量%未満と、粒径72mm以上の高炉用コークスを25質量%以上50質量%未満を使用してスクラップを溶解することを特徴とする請求項1に記載のスクラップ溶解型炉の操作手法。

【請求項3】

前記スクラップを溶解する型炉の操作手法が、金属化率が低いダスト塊成鉱若しくは金属化率が低い自己還元性鉱塊成鉱をスクラップに加えて溶解することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のスクラップ溶解型炉の操作手法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スクラップ溶解型炉の操作手法に関する。

【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

キュボラ等の豎型炉でスクラップを溶解する技術が知られている。スクラップに限られず、鋳物屑、銑鉄、直接還元鉄（DRI）、ホットブリケット（HBI）等の金属化率の高い鉄源を溶解する場合もある。

## 【 0 0 0 3 】

スクラップ溶解豎型炉では、固形燃料として、一般的に、鋳物用コークスを使用する。これに対し、鉄鉱石を熔融、還元する高炉では、高炉用コークスを用いる。鋳物用コークスは、高炉用コークスに比べて低反応性であり、粒径が大きく、強度が高く、灰分が少ない。ここで、スクラップ溶解豎型炉で、鋳物用コークスを使用する理由を高炉との対比において説明する。

10

## 【 0 0 0 4 】

まず、高炉について説明する。高炉は、鉄鉱石を還元する必要がある、還元性ガスとしてCOガスが必要である。炉内に装入されたコークスは、羽口前で高温かつ高速で吹き込まれた送風と反応し、レースウェイ空間を形成する。即ち、レースウェイ空間内では、コークス（C）は、一旦、送風中の酸素（O<sub>2</sub>）と燃烧反応（C + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub>）により発熱する。しかし、高温であるが故に、O<sub>2</sub>が消費され尽くされると引き続き、コークス（C）は生成したCO<sub>2</sub>ガスとソリューションロス反応（CO<sub>2</sub> + C → 1/2 CO）の吸熱反応が起こり、燃烧生成ガスは、ほぼ全量、COガスと反応性のない送風中N<sub>2</sub>の混合ガスに成る。生成されたCOガスは高炉の炉内で鉄鉱石の還元に寄与する。

## 【 0 0 0 5 】

これに対し、スクラップ溶解豎型炉は、金属化率の高い鉄源を熔融する操業である。還元を必要とせず、炉内で還元性ガス（CO）が必要とされない点で高炉とは相違する。COガスの生成は必要とされないため、ソリューションロス反応（CO<sub>2</sub> + C → 1/2 CO）の吸熱反応を抑制し、コークス中のカーボン（C）をCO<sub>2</sub>に完全燃烧し、炉内の熱量低下を抑制する。そのため、羽口から冷風や、600 以下の送風を低い送風速度の条件で、炉内に吹き込み、炉内の羽口前方でのレースウェイの形成を避ける。そして、ソリューションロス反応（CO<sub>2</sub> + C → 1/2 CO）の吸熱反応をおこすことを回避するため、高炉用コークスに比べてソリューションロス反応が起き難い低反応性で、粒度の大きな鋳物用コークスを固体燃料として使用している。

20

## 【 0 0 0 6 】

鋳物用コークスは、粒径が大きく、反応性が低いため、ソリューションロス反応を抑制し、また、強度が高く、灰分が少ないため、炉内での粉化量及びスラグ発生量が少なく、炉内通気性に優れる点で、高炉用コークスに比べて有利である。

30

## 【 0 0 0 7 】

しかし、鋳物用コークスは、高炉用コークスに比べて高価であることから、スクラップの溶解コストを増加させる原因となる。そこで、スクラップ溶解豎型炉で安価な高炉用コークスを用いることが望まれてきた。

## 【 0 0 0 8 】

炉体の内壁面から炉中心までの面積に対する、各羽口先端から炉中心までの面積の比（羽口先端面積比）が32～42%の範囲内となるように羽口を設けたキュボラを用い、コークスを主燃料として冷鉄源を溶解して溶銑を溶製するキュボラによる溶銑の溶製方法の提案がある（特許文献1）。このキュボラによれば、コークスの燃烧により発生した高温のCO<sub>2</sub>ガスは、炉壁との接触が少なくなり、側壁からの抜熱量が減少して、炉内熱効率が向上するので、鋳物用コークスの30～40%を高炉用コークスに置換できる。

40

## 【 0 0 0 9 】

又、スクラップ溶解豎型炉で安価な高炉用コークスを大量に用いる操業方法が、提案されている。炉下部に充填されたコークスベッド上に、炉頂から、平均金属化率が95%以上の金属化率が高い鉄源と、高炉用コークスを70～100質量%配合した固体燃料を、層状又は混合の状態です装入し、炉下部の羽口から送風して鉄源を熔融し、銑鉄を製造する豎型炉であって、（1）炉高方向の最下段の羽口の下面から炉底底盤上面までの距離が、

50

羽口下面位置における炉径の0.7倍以上であり、かつ、(2)シャフト部、羽口周辺部、炉底側壁部、及び、炉底底盤に、それぞれ配置された内張耐火物の熱伝導率及び厚みを基に計算される、上記シャフト部から炉底底盤までの炉高範囲の内容積当りの炉体放散熱が $0.15 \text{ Mw} / \text{m}^3$ 以下であることを特徴とする竪型炉の提案がある(特許文献2)。

この方法によれば、(1)小粒径で通気抵抗が大きい高炉用コークスの多量使用に伴う炉内の圧力損失の増大に対し、炉高方向の最下段の羽口の下面から炉底底盤上面までの距離を大きくし、(2)ソリューションロス反応( $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 1/2 \text{CO}$ )の増加による吸熱に対し、炉下部の炉体放散熱が少ない耐火物構造としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2007-002305号公報

【特許文献2】特開2009-79289号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

スクラップ溶解竪型炉において、粒径が小さく、反応性が高い高炉用コークスを多量に使用すると、上述したソリューションロス反応( $\text{C}$ (カーボン) +  $\text{CO}_2$ (コークスの燃焼ガス)  $\rightarrow 2 \text{CO} - Q$ (吸熱))の進行が助長され、炉内の温度が低下する。そして、鉄源の熔融が不十分となるとともに、炉内温度低下による出鉄の不安定化などの生産性低下の原因となる。

【0012】

また、スクラップ溶解竪型炉において、鋳物用コークスに比べて小粒径で、灰分が高く、低強度の高炉用コークスを使用すると、炉内の圧力損失が大きい操業となる。

【0013】

特許文献1の記載では、鋳物用コークスから高炉用コークスへの置換は、使用コークスの30~40%に止まる。

【0014】

特許文献2の記載によれば、スクラップ溶解竪型炉の固体燃料の70~100質量%を高炉用コークスにすることができる。しかし、高炉用コークスの粒径は、最大粒径72mm以下、平均粒径60mm以下とあるのみで、スクラップ溶解竪型炉に適切なコークスの粒径についての言及はない。

【0015】

本発明は、かかる技術の現状に鑑みて、鋳物用コークスを、全て、安価な高炉用コークスに変更し、それに伴うコークスのソリューションロス反応に起因する炉内温度の低下と炉内の圧力損失の増加を防止することを課題とする。

【0016】

本発明の目的は、全量、高炉用コークスを用いるスクラップ溶解竪型炉の操業方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明者は、スクラップ溶解竪型炉で高炉用コークスを使用するには、高炉用コークスの粒度構成が重要であることの知見を得た。本発明は、かかる知見に基づくものであり、その要旨は、以下のとおりである。

(1)スクラップを溶解する竪型炉の操業方法において、

固体燃料として、粒径40mm以上72mm未満の高炉用コークスを40質量%以上75質量%未満と、粒径72mm以上の高炉用コークスを25質量%以上60質量%未満を使用してスクラップを溶解することを特徴とするスクラップ溶解竪型炉の操業方法。

(2)前記固体燃料が、粒径40mm以上72mm未満の高炉用コークスを50質量%以上75質量%未満と、粒径72mm以上の高炉用コークスを25質量%以上50質量%未

10

20

30

40

50

満を使用してスクラップを溶解することを特徴とする(1)に記載のスクラップ溶解豎型炉の操業方法。

(3)前記スクラップを溶解する豎型炉の操業方法が、金属化率が低いダスト塊成鉱若しくは金属化率が低い自己還元性鉱塊成鉱をスクラップに加えて溶解することを特徴とする(1)又は(2)に記載のスクラップ溶解豎型炉の操業方法。

【発明の効果】

【0018】

鋳物用コークスを、全て、安価な高炉用コークスに変更し、それに伴う炉内の圧力損失増加と、コークスのソリューションロス反応に起因する炉内熱量の低減を防止するスクラップ溶解豎型炉の操業方法を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る豎型炉の一態様を示す図である。

【図2】大粒径コークス(72mm)使用比率とコークス比の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

(本発明に係るスクラップ溶解豎型炉について)

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1に、本発明に係る豎型炉の一態様を示す。

【0021】

豎型炉1は、炉本体2の下部に設けられた羽口6と、炉本体2の上部に設けられたガス吸引部4、及び、このガス吸引部4内に貫通して設けられた炉頂部3とで構成されている。

20

【0022】

羽口6は、炉の高さ方向に、上段羽口6a及び下段羽口6bの2段設けられる。上段羽口6aは、炉下部に充填されたコークスベッド8表面の直下の高さ位置に設けられ、下段羽口6bは、コークスベッド8内の高さ位置に設けられる。

【0023】

羽口径は、羽口先でレースウェイを作らないように、高炉に比べて送風速度が遅くなるように設定される。なお、本発明は、羽口は2段に限られるものではなく、送風条件により1段で行うことも可能である。

30

【0024】

上段羽口6a及び下段羽口6bの2段の羽口から送風する場合は、下段羽口6bから、室温又は600以下の空気を吹き込むことで、主として、コークスを燃焼させる。上段羽口6aから室温の空気を吹き込むことで、一部燃焼ガス(CO<sub>2</sub>)とコークスのソリューションロス反応で生成したCOガスを燃焼させ、ソリューションロス反応(吸熱)による鉄源の溶融熱量の低下を補償する。

【0025】

なお、1段の羽口から送風する場合は、羽口を上記下段羽口6bと同じ高さ位置に設け、コークスの燃焼を促進する。鉄源の溶融熱量を高めるために、下段羽口6bから吹き込まれる室温又は600以下の空気中に酸素を富化し、酸素濃度を高める場合もある。

40

【0026】

一方、図1に示す2段の羽口から送風する場合は、上段羽口6aからの送風により、熱量を補償できる。

【0027】

原燃料10は、それぞれの原料ホッパーから切り出され、それぞれ、秤量器で秤量された後、装入装置であるバケット7内に収容される。このバケット7を介して、豎型炉1の炉頂部3から、豎型炉1の下部に形成されたコークスベッド8上に、固体燃料と鉄源が層状又は混合の状態となるように装入される。

【0028】

50

なお、固体燃料と鉄源を層状に装入するためには、固体燃料と鉄源をバケット7内に層状に装入し、バケット7底部を開放して炉内に装入する。落下時に、固体燃料と鉄源の一部が混合するので、固体燃料と鉄源は、主として、固体燃料と鉄源の層状で装入され、その一部が固体燃料と鉄源の混合の状態では装入される。

【0029】

原燃料10の堆積高さ(ストックレベル)は、炉頂部3内の上部の高さ位置に調整される。炉頂部3内のガス吸引部4から上方の高さ方向範囲は、原燃料10を充填した状態とすることで、炉頂最上部(開口部)を封止(これを、マテリアルシールという)している。

【0030】

なお、当然のことながら、操業中、原料の溶解および燃料コークスのガス化による原料の降下に伴い、原燃料10の堆積高さ(ストックレベル)レベルは低下する。このため、炉頂部3を封止しながら安定した原燃料の溶解を行うために、炉頂部3の内側にレベル計(図示なし)などを取り付ける。これにより、原燃料10の堆積高さ(ストックレベル)を計測し、ストックレベルを所定レベルに維持するように、原燃料10の装入タイミングを制御する。

【0031】

竪型炉1の炉頂部の上方から装入された原燃料10中の鉄源は、コークスベッドより上の溶解帯で、羽口6から吹き込まれた空気中の酸素によるコークス(C)の燃焼熱により溶解される。鉄源中に一部含有される酸化鉄は、還元ガス(CO)、固体炭素(C)、又は、溶銑中炭素([C])で還元され、さらに、溶解してコークスベッド8を降下して、炉底部に溜まる。

【0032】

炉底部の炉底底盤上面の高さレベルには、炉外に設けられた貯銑滓部11と連通する連通管12が備えられる。炉内の炉底部に溜まった溶銑滓は、連通管12を通過して炉外の貯銑滓部11に流れ、溶銑滓の上層部の溶滓(スラグ)と下層部の溶銑に分離された後、下層部の溶銑は、出銑口9から取り出される。

【0033】

なお、鉄源の溶解が行われる溶解帯は、主として、コークスベッド8の表面から、上方に、約1~2.5m程度の炉高さ方向範囲(バケット7内に収容された原燃料の約1~2.5チャージに相当する)に形成される。

【0034】

(スクラップ溶解竪型炉により溶解する鉄源)

スクラップ溶解竪型炉は、スクラップに限られず、鋳物屑、銑鉄、直接還元鉄(DRI)、ホットブリケット(HBI)等の金属化率の高い鉄源を溶解する場合もある。

一方、製鉄所においては、製鉄プロセスで大量に発生する鉄分を多く含有する製鉄ダストが発生する。そのリサイクル処理に、ダスト塊成鉱又は自己還元性鉱塊(炭材含有量が高い塊成鉱)等の金属化率が低い鉄源を溶解する場合もある。

本発明は、鉄源としては、平均金属化率が95%未満の金属化率が低い鉄源を用いる場合に、より効果的である。なぜなら、平均金属化率が95%未満の金属化率が低い鉄源は酸化鉄を還元するための熱が必要であるためコークス比を高めて操業する必要があり、ガス利用率が上昇すれば、コークス比の削減比率が同等でも削減原単位が大きい。例えば、本発明の実施により、コークス比を10%低減できるとすれば、ベースのコークス比が200kg/tであれば削減原単位は20kg/tであるが、ベースのコークス比が250kg/tであれば、削減原単位は25kg/tとなる。

【0035】

(高炉用コークスの粒度の適切化)

通常鋳物用コークスの粒度は、最大粒径300mm以下、平均粒径80mm以上、灰分が9%以下である。これに対し、高炉用コークスは、灰分が9%以上で、粒径は小さく、通常72mm以上は破碎して、40mm~72mmの粒度のものを高炉に使用している

10

20

30

40

50

。コークス炉（室炉）で製造されるコークスは、コークス炉からの押し出し、CDQプロセス等を経て成品となるが、粒度分布があり、中には72mmを超える大きな粒度を持つものもある。ただし、コークス炉の炉幅が400mmであることから、200mmを超えることはない。

高炉ではガス流れの安定のため装入物の粒度をできるだけ均一にすることが望ましく、72mm以上の大粒径の成品は破碎処理を行い、72mm未満に破碎して使用する。

#### 【0036】

特許文献2で使用する高炉用コークスは、高炉と共通使用でき、工程や製品の製造量、使用量の管理が容易になるよう、篩い分け、破碎処理を経て高炉用粒度に調整されたコークスを使用することを前提にしている。これに対し、本発明に係る方法を実施する場合は、篩い分け後72mm以上のコークスを破碎前に抜き取りを行い、高炉使用に供するコークスとは別途保管してスクラップ溶解専用を使用するものである。

10

#### 【0037】

溶解炉に使用する高炉用コークスの粒度下限は、高炉に使用する粒度下限と一致させる。通常、それは40mmである。本発明では、粒径72mm以上の比率を25質量%以上60質量%未満とする。これによって、高炉用コークスを多量に使用することの弊害、すなわち炉内圧力損失の増加とソリューションロス反応増加による炉内温度の低下とを改善できる。更に、粒径72mm以上の比率は50質量%未満とするのが量バランス上より好ましい。

20

#### 【0038】

上記構成比率の限定の理由は、大粒径コークスの使用比率を変更して炉内のスクラップ溶解炉のガス利用率とコークス比を調べた結果、後述するように、(1)大粒径(72mm)コークスの使用比率が25質量%未満ではコークス比の低減効果は小さいこと、(2)大粒径(72mm)コークスの使用比率が60質量%以上になると、コークス比は低下していくものの低減効果の度合いが減ってくることを見いだしたことによる。

更に、コークス炉の成品のうちを占める大粒径(72mm)コークスの比率はそれほど多くないので、大粒径(72mm)高炉用コークスの使用比率を高くしすぎると、大粒径コークスと小粒径コークスの製造比率と使用比率がアンバランスとなり、長期継続的に大粒径コークスを高比率で使用することが困難となる。大粒径コークスを25~50質量%、残りを小粒径(40~72mm)コークスの比率で、高炉用コークスを使用するのが長期的に最もコークス比削減メリットを享受することができる。

30

#### 【0039】

特許文献2の記載によれば、最大粒径72mm以下、平均粒径60mm以下、灰分が9質量%以上の性状を有する高炉用コークスを70質量%以上配合した固体燃料を用いて鉄源を溶融又は熔融、還元する場合について記述がある。本発明は、粒径72mm以上の高炉コークスを用いる場合の最適の粒度構成を規定するものであり、特許文献2の記載とは、相違する。

#### 【実施例】

#### 【0040】

次に、本発明の実施例について説明する。

図1に示す溶解能力55t/h(1320t/d)のスクラップ溶解型炉において、2008年1月1日~6月30日の6ヶ月間、全量、高炉用コークスを用い、その粒度を変更する操業実験を行った。

40

#### 【0041】

スクラップは、製鉄所内で発生する厚板屑等のスクラップ30~50%と、市中購入屑をシュレッダー化処理して混入異物を除去したスクラップ50~70%を用いた。コークスは、製鉄所内のコークス炉で製造した灰分11質量%~13質量%の高炉用コークスを用いた。送風は、下段羽口8本から、500の酸素富化率5~6%の熱風を吹き込み、上段羽口4本から常温の空気を吹き込んだ。

50

## 【 0 0 4 2 】

図2に大粒径コークス(  $\geq 72\text{mm}$  )使用比率とコークス比の関係を示す。粒径  $72\text{mm}$  以上の高炉用コークスの使用割合が、 $25\text{質量}\%$  以下の場合、コークス比の低減効果は小さかったが、 $25\text{質量}\% \sim 60\text{質量}\%$  の場合に、コークス比の低減効果が大きかった。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 4 3 】

鋳物用コークスを、全て、安価な高炉用コークスに変更することができるスクラップ溶解型炉の操作方法に利用できる。

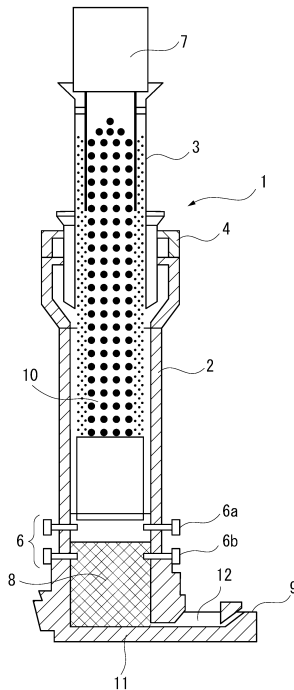
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 4 】

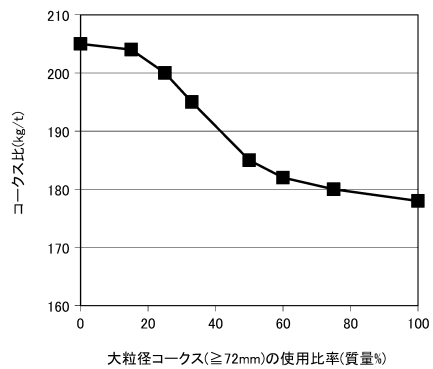
1 ... 型炉、2 ... 炉本体、3 ... 炉頂部、4 ... ガス吸引部、6 ... 羽口、6 a ... 上段羽口、6 b ... 下段羽口、7 ... バケツ、8 ... コークスベッド、9 ... 出銑口、10 ... 原燃料(鉄源、固体燃料)、11 ... 貯銑滓部、12 ... 連通管。

10

【 図 1 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 尾松 保彦

東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

審査官 坂本 薫昭

(56)参考文献 特開昭63-307210(JP,A)

特開2008-291333(JP,A)

欧州特許出願公開第02202325(EP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

C21B 11/02, 13/02