

(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2005-146357

(P2005-146357A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl.⁷

C21C 5/28

C04B 5/06

F I

C21C 5/28

C21C 5/28

C04B 5/06

Z A B D

C

テーマコード (参考)

4G012

4K070

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-386360 (P2003-386360)

(22) 出願日 平成15年11月17日(2003.11.17)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(74) 代理人 100068423

弁理士 矢葺 知之

(74) 代理人 100080171

弁理士 津波古 繁夫

(72) 発明者 新井 貴士

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(72) 発明者 原田 俊哉

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

Fターム(参考) 4G012 JF03

4K070 AA01 AB11 BC13 BC15 EA02

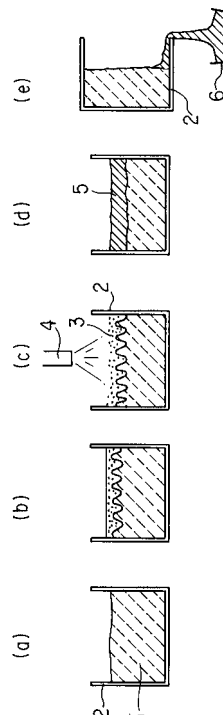
(54) 【発明の名称】 製鋼スラグの溶融改質方法

(57) 【要約】

【課題】 流動性の低い製鋼スラグに対して、安価でかつ簡易な手段にて効果的な溶融改質を行うことができ、製鋼スラグの再利用化の範疇を拡大し得る製鋼スラグの溶融改質方法を提供すること。

【解決手段】 容器内に收容した低流動性の製鋼スラグに改質材を添加或いは溶射することによりスラグを改質する方法であって、前記改質材の添加前或いは溶射前、又は改質材の添加後或いは溶射後のいずれか一方又は双方において、スラグ表層を機械的に攪拌してから、スラグと改質材の混合層を加熱して溶融させ、得られた溶融スラグを容器から排出して凝固させる。また、上記機械的攪拌とともに併用する手段或いは機械的攪拌に代替する手段として、スラグ收容容器を傾動させる手段を採用することもできる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容器内に収容した低流動性の製鋼スラグに改質材を添加或いは溶射することによりスラグを改質する方法であって、前記改質材の添加前或いは溶射前、又は改質材の添加後或いは溶射後のいずれか一方又は双方において、スラグ表層を機械的に攪拌してから、スラグと改質材の混合層を加熱して溶融させ、得られた溶融スラグを容器から排出して凝固させることを特徴とする製鋼スラグの溶融改質方法。

【請求項 2】

溶融スラグを容器から排出して凝固させる前に、機械的或いはガス吹き込みによる攪拌することを特徴とする請求項 1 記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

10

【請求項 3】

改質材の添加或いは溶射から、又はスラグの攪拌から開始しスラグ排出に至る各サイクルのいずれかを、複数回繰り返すことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

【請求項 4】

容器内に収容した低流動性の製鋼スラグに改質材を添加或いは溶射することによりスラグを改質する方法であって、改質材を添加したスラグ表層を加熱するかもしくは溶融状態の改質材をスラグ表層に吹き付けることでスラグ表層を溶融させた後、加熱もしくは溶射を維持した状態で容器を傾動させることにより、溶融スラグを一方向へ流動させて固相スラグを露出させ、この固相スラグに対し直接加熱或いは溶射することにより溶融スラグの流動と溶融を促進させ、得られた溶融スラグを容器から排出して凝固させることを特徴とする製鋼スラグの溶融改質方法。

20

【請求項 5】

容器の傾動は、容器を水平方向に互いに反対向きに傾ける動作を、1 回以上行うこと特徴とする請求項 4 記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

【請求項 6】

改質材の添加前或いは溶射前、又は改質材の添加後或いは溶射後のいずれか一方又は双方において、スラグ表層を機械的に攪拌することを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

【請求項 7】

機械的な攪拌は、先端鋭利な複数本の棒状治具或いは先端を鋸刃状にした治具を有するスラグ攪拌装置にて行なうことを特徴とする請求項 1、2、3、6 のいずれか 1 項記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

30

【請求項 8】

低流動性の製鋼スラグは、液相率 60% 以下のスラグであることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の製鋼スラグの溶融改質方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製鋼工程で発生するスラグの溶融改質方法、特に、製鋼スラグの有効な資源化を図ることができる溶融改質方法に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、製鋼過程における脱りん、脱硫、脱炭精錬によって生成されるスラグ（以下、製鋼スラグという）では、精錬容器内に装入された石灰が完全には溶解されず、未滓化石灰として残存する。そのためこのような製鋼スラグでは、長時間経過すると、未滓化石灰が水和反応を起こして膨張するため、体積安定性が低く、例えば道路路盤材などにそのまま適用することは困難であった。

体積安定性を高めるために、製鋼スラグを自然養生させたり、蒸気エージングを適用することにより水和反応を促進させる方法や、あるいは転炉から排出された脱炭スラグを溶

50

融状態のまま改質する方法が非特許文献1に開示されている。(非特許文献1)の方法は、溶融スラグ中に酸素と珪石を浸漬ランスを用いて吹き込み、スラグ中のFeOを酸化して昇温しながら改質材を添加して塩基度を低減し、未滓化石灰を化合物に転換する方法であり、これによって得た改質スラグは、体積安定性が良好で、河川工事の敷石などに利用されている。

【非特許文献1】M.Kuehn, et al. 2nd European Steelmaking Congress, Tarant (1997) p.445/453

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

10

しかしながら、上記した自然養生や蒸気エージングにより水和反応を促進させる方法では、膨張特性が無視できるようになるまでに長期間の養生と広いスペースを必要とする問題がある。また、この方法は完全に未滓化石灰を消滅させることはできず、得られた製鋼スラグの用途は処理を行ったとしても制約を受ける。

また、(非特許文献1)に開示されている方法は、脱炭スラグのように1600以上の高温で流動性が確保されているスラグに対しては有効であるものの、スラグ温度が低くて流動性のほとんどない場合等には、適用し得ない問題があった。

本発明は、このような従来技術の問題点を解決することを課題とし、流動性の低い製鋼スラグに対して、安価でかつ簡易な手段にて効果的な溶融改質を行うことができ、製鋼スラグの再利用化の範疇を拡大し得る製鋼スラグの溶融改質方法を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記課題を達成するための本発明の溶融改質方法は、容器内に収容した低流動性の製鋼スラグに改質材を添加或いは溶射することによりスラグを改質する方法であって、前記改質材の添加前或いは溶射前、又は改質材の添加後或いは溶射後のいずれか一方又は双方において、スラグ表層を機械的に攪拌してから、スラグと改質材の混合層を加熱して溶融させ、得られた溶融スラグを、必要に応じて機械的或いはガス吹き込みによる攪拌したのち、容器から排出して凝固させることを特徴とし、スラグと改質材の混合を良好にしかつ加熱効率を高める。

また、上記の方法において記載された、改質材の添加或いは溶射から、又はスラグの攪拌から開始しスラグ排出に至る各サイクルを、複数回繰り返すことが好ましく、このサイクルをできるだけ短時間で行うことで全体のスラグの溶融改質作業能率を向上させる。

30

次に、本発明の溶融改質方法は、改質材を添加したスラグ表層を加熱するかもしくは溶融状態の改質材をスラグ表層に吹き付けることでスラグ表層を溶融させた後、加熱もしくは溶射を維持した状態で容器を傾動させることにより、溶融スラグを一方向へ流動させて固相スラグを露出させ、この固相スラグに対し直接加熱或いは溶射することにより溶融スラグの流動と溶融を促進させ、得られた溶融スラグを容器から排出して凝固させることを特徴とする。この容器の傾動動作は、容器を水平方向に互いに反対向きに傾ける動作を、1回以上行うことが好ましい。

上記の容器傾動によりスラグ改質を行う方法においては、改質材の添加前或いは溶射前、又は改質材の添加後或いは溶射後のいずれか一方又は双方において、スラグ表層を前記と同様に機械的に攪拌する工程を加えることもできる。

40

更に、上記の各方法における機械的な攪拌は、先端鋭利な複数本の棒状治具或いは先端を鋸刃状にした治具を有するスラグ攪拌装置にて行なうが望ましい。また、上記各方法における低流動性の製鋼スラグは、液相率60%以下のスラグであることが望ましい。

【0005】

なお、本発明において対象とする製鋼スラグは、低流動性のスラグとしたが、低流動性とは、ガス攪拌やインペラー攪拌等の機械攪拌が不可能な状態を言い、その具体的な指標としては、市販の熱力学計算モデルソフト(例えば、SOLGAS MIX)で求めた推定値で表わすと、液相率60%以下と考えられる。この場合、液相率が60%を下回ると急

50

激にスラグの粘性が上昇し、ガス攪拌やインペラー攪拌等の機械攪拌が不可能となる状態になるためである。

また、本発明において使用する改質材としては、 SiO_2 を主成分とする材料、例えば、ガラス、フライアッシュが挙げられるが、それ以外にも土壌等が使用可能である。

【発明の効果】

【0006】

本発明のスラグ改質方法によれば、従来では迅速かつ確実な熔融改質が困難とされていた流動性の無い製鋼スラグに対して、効率的な熔融改質を行うことができ、冷却固化後のスラグの膨張性も低く、骨材や建築材料等の広い用途に使用し得ることが可能となった。

また、スラグ表層に対し機械的な攪拌を行う方法では、スラグ表面を掻き乱すこと、即ち耕すことから、改質材とスラグとが良く混ざり合い、熔融改質作用が促進されるとともにその速度も向上する。

更に、スラグ容器の傾動動作により熔融改質を行う方法では、熔融層が形成された容器を傾動させることで、熔融プールが一方に集められ固体スラグ部分が露出してそこに直接バーナ火炎が当るため、伝熱効率が向上するとともに、熔融層の流動によって成分・温度の均一化、改質反応の促進が起こり、さらに固体スラグ面が洗われることによる熔融促進効果も期待できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明を図面に示す最良の形態に基づいて説明する。

図1(a)~(e)は、本発明方法を実施する一形態例を示すもので、製鋼過程で排出されるスラグ1を収容した容器(例えば、排滓鍋)2を適宜位置に載置固定した後(a)、容器上方から機械的なスラグ攪拌装置を用いてスラグ表層を一定深さにわたって掻き回して攪拌する(b)。次いで、図1(c)に示す如く、この攪拌したスラグに対し改質材3を投入・添加するとともに、加熱バーナ4などの加熱手段を使用してこの部分を加熱し熔融する。改質材の添加は、スラグの熔融時に未滓化石灰の消滅や塩基度の低減などのスラグの改質反応を促進させるとともに、スラグの融点を下げる狙いもある。加熱により表層に一定深さのスラグ熔融層、即ち熔融プール5が形成されたなら、これを前記した機械的なスラグ攪拌装置或いはガスバブリング手段を用いて良く攪拌して改質反応を促進させ(d)、しかる後容器2を90度傾転させ熔融層を適宜の鍋6に排出して凝固させる(e)。1回目の排出完了後、容器2の姿勢を戻してから、残った固体スラグ層に対し再度上記した(a)~(e)の工程を繰り返す。このようなサイクルを1回もしくは複数回繰り返すことにより固形スラグは順次そのレベルを低減する。

なお、加熱バーナによる加熱は、一旦スラグ表層に熔融プールが形成されるとこれが一種の断熱層となるため、長時間加熱しても効果が無いことから、1回の加熱は短め、即ちせいぜい5分程度にして、比較的浅めの熔融層を形成し、これを早期に排出するサイクルをこまめに繰り返すことで、結果的に熱効率の良い加熱が実現できる。また、加熱バーナは1本に限らず、複数本配置することも可能である。

【0008】

図2(a)~(d)は、本発明方法を実施する他の形態例を示すもので、図1と異なる点は、機械的な攪拌の前に改質材3を容器2内のスラグ1表面に投入・添加しておき(図2(a))、この状態で図2(b)に示す如く、スラグ攪拌装置を用いてスラグ面を掻き乱すと同時に改質材3と破碎したスラグをこの段階で混合することである。改質材とスラグが混合した段階で、加熱バーナ4にて加熱を開始する。図2(c)(d)に示す熔融層5の形成とその攪拌及び熔融層の排出操作は、図1(d)(e)と同様であるので、説明は省略する。

なお、図1(d)及び図2(c)の段階において、熔融したスラグを排出前に、機械的攪拌手段或いはガス吹き込み手段により熔融スラグを攪拌して均一化を図っているが、本発明では必ずしもスラグ排出前に攪拌する必要はなく、熔融状態によっては攪拌せずに熔融後直ちに容器に排出することも可能である。

【0009】

機械的なスラグ攪拌装置は、流動性の無い固形状の製鋼スラグの表層を強制的に掻き乱す、即ち耕すことで、その表面積を増大させるとともにこの破碎したスラグと添加される改質材とを攪拌して良好な混合状態を作り出すものであり、例えば、図3に示す構造のものが適している。

図3(a)に示すものは、棒状の攪拌装置であり、軸周りに回転可能にしたロッド7の下端に逆T字形になるように水平部材8を固着し、該水平部材8に複数本の棒状の攪拌治具9を鍬状に取り付けてなるものである。攪拌治具9の先端は鋭利な刃先に形成され、固形スラグ1に突き刺さってロッド7を回転することによりスラグ表面層を掻き乱し、攪拌する。このようなスラグ攪拌装置の棒状攪拌治具9は、図3(b)に示すように、回転方向にも鋭角(楔形状)に形成されている。複数本の棒状攪拌治具9は、ロッド7軸心に対し非対称に(勿論、対称でも良いが)配置することで、複数の円弧を描いて回転して、丁度スラグ表層を耕すように働き、スラグ表面部の面積を増しかつ破碎された粉粒状スラグが添加される改質材と良好な状態で混ざり合う状況を作り出す。

10

【0010】

また、スラグ攪拌装置の他の具体例としては、図3(c)に示すように、先端を鋸刃状に形成した攪拌部材10を回転ロッド7下端に取付けたものを用いて、上記と同様にスラグ層を攪拌することも可能である。スラグ攪拌装置は、図示の例に限ることなく、同様な機能を発揮するものであれば、他の構造のものを採用可能である。例えば、水平部材を円盤状にしてその下部に複数本の棒状治具を設けたものや、らせん状の刃を設けたものなどが考えられる。

20

スラグ攪拌装置を用いてスラグ層を攪拌する際には、回転ロッド7を軸周りに回動させる必要があるため、図示していないが回転ロッド7を駆動部に接続し、所望の速度でロッドを回動させればよい。必要に応じてロッドを正逆回転させたり、攪拌-溶融-排出のサイクルを経て順次下降するスラグ表面レベルに対応して昇降可能に構成することが好ましい。勿論、スラグを収容する容器を載置する側を昇降することもできる。

【0011】

次に、本発明では上述した機械的な攪拌によるスラグの溶融改質処理に限ることなく、この機械的攪拌とともに併用する手段或いは機械的攪拌に代替する手段として、スラグ収容容器を傾動(揺動)させる手段を採用する。

30

すなわち、図4(a)に示すように、まず容器2内のスラグ1層に改質材3を投入(添加)してから加熱バーナ4にて表面を加熱すると同時に、(b)の如くスラグ容器2を水平方向に所定角度にて傾動させる。このように容器を傾動させることで、溶融したスラグ5は一旦容器片側へ集められ、反対側の固体スラグ面が露出するため、バーナ火炎を直接この露出した固体スラグ表面に照射し得ることとなる。次いで、容器2を前記とは反対角度に傾動させることで、前回露出しなかった部分を露出させ、これにバーナ火炎を照射する。このような傾動動作を一定周期で繰り返すことで、より効率的なスラグ加熱と伝熱が行え、迅速なスラグの溶融層の形成とその流動(揺動)による攪拌効果、即ち、液相内における混合均一化、固相と液相の界面更新による固相スラグの溶融促進に役立つ。

以上の傾動動作によって得られた溶融スラグ5は、図4(c)に示すように適宜機械攪拌或いはガス攪拌を経て、図4(d)の如く容器2を90度反転することで外部の鍋6に排出され冷却凝固される。この例においても図4(a)~(d)に示すサイクルを少なくとも1回、好ましくは複数回繰り返すこととなる。

40

【0012】

なお、図4では当初から改質材3を固形スラグ1の表面に投入する方式を示したが、本発明では溶射バーナで直接溶融状態の改質材3をスラグ表面に投入してもよい。また、図4に示す方法では、加熱前に機械的に攪拌していないが、固形スラグ表面に対しバーナで加熱或いは改質材を溶射する前に、図3で示すスラグ攪拌装置にてスラグ表面を掻き乱す、即ち耕す工程を介在させておけば、より一層本発明の前述したスラグと改質材の混合促進、及び攪拌効果、即ち溶融スラグ層における液相内での混合均一化、固相と液相の界面

50

更新による固相スラグの溶融促進の発揮に寄与する。

更に、図4の傾動方式における傾動角度としては、余り角度が小さいと溶融層の流動及びスラグ面の露出という狙いが達成されず、また、傾動角度が大きすぎると溶融層の容器外への飛散や傾動装置の負荷が大きくなる不利があるため、大体 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲内で傾動することが望ましい。

【実施例1】

【0013】

製鋼工程で排出されスラグ搬送容器に收容されたスラグ20トンを下記の実施条件で改質処理を行った。

[実施条件]

- ・1回目のスラグ溶融排出
- 1) 図3(a)に示すスラグ攪拌装置にてスラグ表層を約30秒間攪拌。
- 2) 廃ガラス1トンを上方から投入。
- 3) 上記と同様の機械的攪拌にて再度30秒間攪拌。
- 4) 搬送容器を水平方向に両サイド 15° の範囲で、3往復/分の周期で傾動。LPGガス $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で5分間バーナ加熱。
- 5) 機械的攪拌装置或いはガスバブリング $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で30秒程度攪拌。
- 6) 溶融したスラグ表層のスラグ6トン进行排出。

10

・2回目のスラグ溶融排出

- 1) 残存したスラグ上方から廃ガラス1トン添加。
- 2) 機械的攪拌装置にて約30秒間攪拌。
- 3) 搬送容器を水平方向に両サイド 15° の範囲で、3往復/分の周期で傾動させながら、LPGガス $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で5分間加熱。
- 4) 機械的攪拌装置或いはガスバブリング $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で30秒程度攪拌。
- 5) 溶融スラグ7トン排出。

20

[実施結果]

2回に分けて排出され、冷却凝固したスラグは、水和反応を起こして膨張するFree CaOを0.1質量%以下に抑えることができ、膨張性は見られず、吸水率も2質量%以下であり、コンクリート骨材、建築材料などとして利用可能であることが認められた。

30

【実施例2】

【0014】

製鋼工程で排出されスラグ搬送容器に收容されたスラグ20トンを下記の実施条件で改質処理を行った。

[実施条件]

- ・1回目のスラグ溶融排出
- 1) 搬送容器を水平方向に両サイド 15° の範囲で、3往復/分の周期で傾動させながら、LPGガス $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ 、フライアッシュ $2600 \text{ kg} / \text{h}$ で5分間溶射。
- 2) 機械的攪拌装置或いはガスバブリング $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で30秒程度攪拌。
- 3) 溶融したスラグ表層のスラグ5トン进行排出。
- ・2回目のスラグ溶融排出
- 1) 残存したスラグに対して、搬送容器を水平方向に両サイド 15° の範囲で、3往復/分の周期で傾動させながら、LPGガス $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ 、フライアッシュ $2600 \text{ kg} / \text{h}$ で5分間溶射。
- 2) 機械的攪拌装置或いはガスバブリング $200 \text{ Nm}^3 / \text{h}$ で30秒程度攪拌。
- 3) 溶融スラグ6トン排出。

40

[実施結果]

2回に分けて排出され、冷却凝固したスラグは、Free CaOを0.1質量%以下に抑えることができ、膨張性は見られず、吸水率も2質量%以下であり、コンクリート骨材、建築材料などとして利用可能であることが認められた。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明に係る改質方法の一例（機械的攪拌を骨子とする）を示す各工程の流れ図。

【 図 2 】 本発明に係る改質方法の他の例を示す各工程の流れ図。

【 図 3 】 図 1、2 において使用したスラグ攪拌装置の具体例を示すもので、（ a ）は棒状攪拌治具の例、（ b ）は該治具を使用する場合の平面形態例、（ c ）は鋸刃状の部材の例を示す。

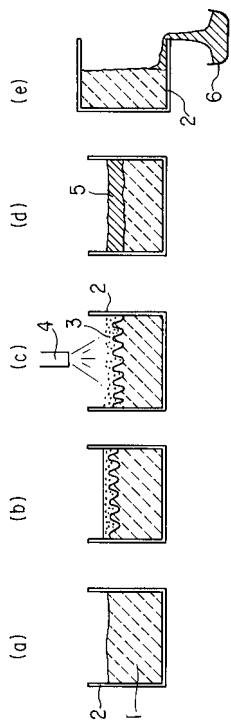
【 図 4 】 本発明に係る改質方法の更に別の例（スラグ容器の傾動を骨子とする）を示す各工程の流れ図。

【 符号の説明 】

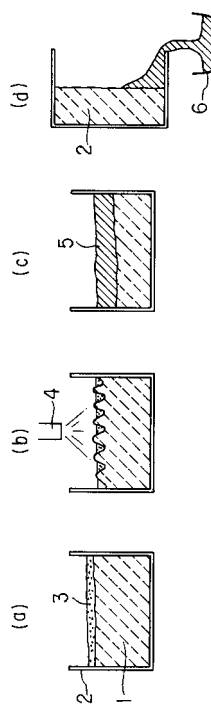
【 0 0 1 6 】

- | | | | |
|---|---------|----|-----------|
| 1 | 固体スラグ | 2 | スラグ容器 |
| 3 | 改質材 | 4 | 加熱（溶射）バーナ |
| 5 | 熔融スラグ層 | 6 | 排出鍋 |
| 7 | 回転ロッド | 8 | 水平部材 |
| 9 | スラグ攪拌治具 | 10 | 攪拌部材 |

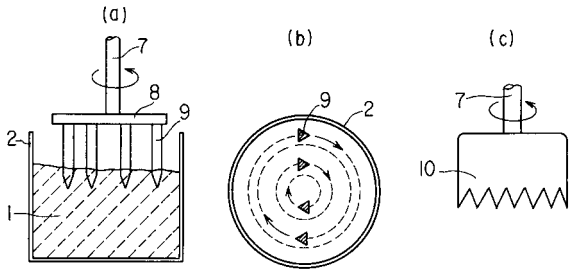
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

