

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6634949号
(P6634949)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 1 C	5/52	(2006.01)	C 2 1 C 5/52
G 0 5 D	23/19	(2006.01)	G 0 5 D 23/19 E
F 2 7 B	3/08	(2006.01)	F 2 7 B 3/08

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2016-86924 (P2016-86924)	(73) 特許権者	000006655 日本製鉄株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22) 出願日	平成28年4月25日(2016.4.25)	(74) 代理人	110002044 特許業務法人プライタス
(65) 公開番号	特開2017-197786 (P2017-197786A)	(72) 発明者	齊藤 礼太 和歌山県和歌山市湊1850番地 日鉄住 金鋼鉄和歌山株式会社内
(43) 公開日	平成29年11月2日(2017.11.2)	審査官	印出 亮太
審査請求日	平成30年12月6日(2018.12.6)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク炉の温度推定方法および操業方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶銑、スクラップおよび合金を溶解するアーク炉の装入物の溶解後の昇熱作業を行う際に、投入電力量と、送酸量と、操業時の前記アーク炉から発生する高調波情報とを用いた式(2)及び式(3)に基づいて溶鋼の温度を連続的に推定することを特徴とするアーク炉の温度推定方法。

【数4】

$$\Delta T = \frac{\eta_1}{M \cdot C_p} \cdot E_{e1e} + \frac{P_3}{M} \cdot V_{O2} \dots (2)$$

10

【数5】

$$\eta_1 = -35 \cdot \ln \omega(t) + 100 \dots (3)$$

ここで、Tは溶鋼の温度上昇()であり、Mは炉内装入物重量(ton)であり、C_pは溶鋼比熱(=0.21kWh/t/)であり、η₁は電力での(アークでの)着熱効率(%)であり、E_{e1e}は投入電力量(kWh)であり、V_{O2}は送酸量(Nm³)であり、P₃はC、Siの燃焼熱(・t/Nm³)であり、ω(t)は高調波情報である。

【請求項2】

溶銑、スクラップおよび合金を溶解するアーク炉を操業する際に、請求項1に記載され

20

たアーク炉の温度推定方法を用いて溶鋼の温度を推定し、推定した溶鋼の温度に基づいて、投入する電力量または酸素量を決定することを特徴とするアーク炉の操業方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気炉の温度推定方法および操業方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図5は、電気炉製鋼法のうちで電気炉（アーク炉）1を用いるアーク炉製鋼法を模式的に示す説明図である。図5に示すように、アーク炉製鋼法では、スクラップや合金等の装入物2を炉内に装入し、電極3から通電（アーク放電4）を行って装入物2を溶解し、溶鋼5を製造する。装入物2の溶解後に、浸漬ノズル6または上吹きノズルを用いて酸素を投入することにより目標の温度に調整した後、出鋼する。溶鋼5の温度は、電気炉1の外壁に設けられた窓ないし温度測定専用の孔（いずれも図示しない）から紙管プローブを電気炉1内に装入することにより、測定される。なお、図5における符号7はスラグ（石灰および各種酸化物・酸化鉄）であり、符号8はバーナである。

10

【0003】

特許文献1には、従来の過酷かつ危険で信頼性に欠ける、人手による溶鋼の温度測定作業に代わって、電気炉の側壁の一部を突出させた突出部の上面に設けられた温度測定用の開口を介して、温度測定用のプローブを電気炉の内外において上下させる昇降手段と、この昇降手段自体を温度測定用のプローブとともに溶鋼温度測定位置から退避自在にする移動手段とを備える溶鋼温度連続測定装置が開示されている。

20

【0004】

この溶鋼温度連続測定装置は、必要な時に随時または連続的に溶鋼の温度測定を行うことができ、また、地金、スクラップおよび溶材等の炉中への装入時や装入した材料が溶け落ちる際における崩落によって温度測定用プローブが損傷する可能性が少ないという特徴を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平6-281365号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電気炉内の溶鋼の温度の測定作業は、作業者が炉前で行うことも、あるいは特許文献1に開示されるように専用の装置を用いて行うことも、確かに可能である。しかし、いずれの場合にあっても、通電や送酸作業を停止して行う必要があるため、電気炉の稼働効率の低下は否めない。

【0007】

また、溶鋼の測温値が目標よりも低い場合には、電力や酸素をさらに投入して再昇熱を行う必要があり、処理時間の延長を招く。一方、溶鋼の測温値が目標よりも高い場合には、それだけエネルギーコストをロスすることになる。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

これまで、電気炉に収容された溶鋼の温度を連続的に求める技術は開示されていない。一般的に、電気炉内の温度上昇は、単位溶鋼当たり投入された電力と投入された酸素量とによって計算により求めることが可能であるものの、電力での昇熱効率、すなわちアークの着熱効率は、電気炉内の状況、とりわけスラグのフォーミング状況によって大きく変化する。

【0009】

50

そこで、本発明者は鋭意検討を重ねた結果、操業時の電気炉が発生する高調波に基づくことによりアークの着熱効率を高精度で推定することができ、これにより、電気炉内に収容された溶鋼の温度を高精度で連続的に推定できることを知見し、さらに検討を重ねて本発明を完成した。

【0010】

本発明は以下に列記の通りである。

(1) 溶銑、スクラップおよび合金を溶解する電気炉の装入物の溶解後の昇熱作業を行う際に、投入電力量と送酸量に基づいて溶鋼の温度を連続的に推定することを特徴とする電気炉の温度推定方法。

(2) さらに、前記溶鋼の温度を、操業時の前記電気炉から発生する高調波情報に基づいて、推定する1項に記載された電気炉の温度推定方法。

これにより、電力での昇熱効率を正確に把握することが可能になる。

(3) 溶銑、スクラップおよび合金を溶解する電気炉を操業する際に、1項または2項に記載された電気炉の温度推定方法を用いて溶鋼の温度を推定し、推定した溶鋼の温度に基づいて、投入する電力量または酸素量を決定することを特徴とする電気炉の操業方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明により、電気炉で通電や送酸による昇熱を行う際に、溶鋼の温度を、実際に測定するのではなく、連続的に推定して求めることができ、これにより、溶鋼の不要な再昇熱や過昇熱を防止でき、電気炉の稼働効率の向上や、処理時間の短縮化、さらにはエネルギーコストの低減を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、スラグフォーミングとアーク着熱効率との関係を模式的に示す説明図である。

【図2】図2は、高調波と着熱効率の関係を示すグラフである。

【図3】図3は、従来モデルと本発明モデルの精度を比較して示すグラフである。

【図4】図4は、実温度推移とモデル温度推移を比較して示すグラフである。

【図5】図5は、電気炉製鋼法のうちで電気炉（アーク炉）を用いるアーク炉製鋼法を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の特徴は、電気炉から発生する高調波情報とアークでの着熱効率を関連づけたこと、つまり、電気炉内の溶鋼の温度上昇は、単位溶鋼あたりに投入された電力と、投入された酸素量と、電気炉が発生する高調波を用いて高精度で推定される電力での昇熱効率（アークの着熱効率）とによって計算により求める点にある。この特徴を説明する。

【0014】

溶鋼の温度上昇 T は、対象物の質量 m と比熱 C_p , 投入された熱量 Q によって(1)式のように書き表せる。

【0015】

【数1】

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad \dots \dots (1)$$

【0016】

(1)式を T について解いてさらに電力、酸素それぞれの投入エネルギーと適当な効率を用いることにより(2)式を得ることができる。

【0017】

10

20

30

40

【数2】

$$\Delta T = \frac{\eta_1}{M \cdot C_p} \cdot E_{ele} + \frac{P_3}{M} \cdot V_{O_2} \quad \dots \dots (2)$$

【0018】

(2)式において、Mは炉内装入物重量(ton)であり、C_pは溶鋼比熱(=0.21kWh/t/)であり、η₁は電力での(アークでの)着熱効率(%)であり、E_{ele}は投入電力量(kWh)であり、V_{O₂}は送酸量(Nm³)であり、P₃はC、Siの燃焼熱(・t/Nm³)である。

【0019】

従来は、(2)式における着熱効率η₁を一定値として溶鋼の温度上昇ΔTを推定演算していた。

【0020】

図1は、スラグフォーミングとアーク着熱効率との関係を模式的に示す説明図である。

【0021】

図1に示すように、着熱効率η₁は、実際には、炉内のスラグフォーミング状況に応じて大きく変化する。すなわち、図1に示すように、アークがスラグでカバーされると放射熱ロスが低下し、着熱効率η₁は向上する。一方、アークを覆うようなスラグフォーミングが起こると、電気炉から発生する高調波レベルは低下する傾向にある。これに対し、アークがスラグで十分にカバーされないと、放射熱ロスが増加して着熱効率η₁が低下するとともに、電気炉から発生する高調波レベルは増加する傾向にある

【0022】

図2は、高調波と着熱効率の関係を示すグラフである。

図2にグラフで示す関係を式で表すと、(3)式となる。

【0023】

【数3】

$$\eta_1 = -35 \cdot \ln \omega(t) + 100 \quad \dots \dots (3)$$

【0024】

(3)式におけるω(t)は、高調波情報であって、代表的には、電極に供給される電流を発生するトランスからの電気信号であるが、電気炉が発生するノイズ等により代用可能である。

【0025】

(2)式および(3)式から、電気炉に収容された溶鋼の温度を連続的に推定することが可能である。

【0026】

なお、本発明は、電気炉が交流アーク炉または直流アーク炉のいずれの場合にも適用される。いずれのアーク炉のアーク現象は、過渡現象が連続的に続く状態であり、一般電源では見られない2調波、3調波などの高調波が発生するが、本発明で用いる高調波情報は、これら2調波、3調波などを用いることができる。

【実施例】

【0027】

以下に列記の仕様の電気炉(アーク炉)を用いて、通電や送酸による昇熱を行う際に、溶鋼の温度を、高調波を考慮せずに(2)式における着熱効率η₁を一定として溶鋼の温度上昇ΔTを求める従来モデル(印)と、高調波を考慮して(2)式における着熱効率η₁を(3)式により求めて溶鋼の温度上昇ΔTを求める本発明モデル(印)とを用いて、推定した。

【0028】

[電気炉仕様]

・80t

10

20

30

40

50

- ・トランス；40,000 (kVA)
- ・二次電圧；280～620 (V)
- ・一次電圧；33,000 (kV)
- ・三相交流
- ・Cガスバーナー×1基
- ・酸素インジェクション×2基
- ・炉殻径；6,100
- ・炉殻高さ；4,300 H

【0029】

図3に、従来モデル（印）、本発明モデル（印）それぞれのモデル精度（計算温度と実績温度の差）を比較してグラフで示す。

10

【0030】

また、図4（a）は、電気炉内の溶鋼の温度の実測推移（印）と、上記従来モデルによる推定温度曲線の一例を示すグラフであり、図4（b）は、電気炉内の溶鋼の温度の実測推移（印）と、上記本発明モデルによる推定温度曲線と、高調波情報の一例を示すグラフである。図4（b）のグラフでは、実線は推定温度曲線の推移を示し、破線は高調波情報を示す。

【0031】

図3, 4のグラフから理解されるように、本発明により、計算温度と実績温度の差は、従来モデルよりも本発明モデルは小さくなっている（図3）とともに、本発明により高調波の高低に応じて連続して溶鋼の温度を連続して推定できることがわかる（図4）。このように、本発明により、溶鋼の温度を極めて高い測定精度で連続的に推定できることがわかる。

20

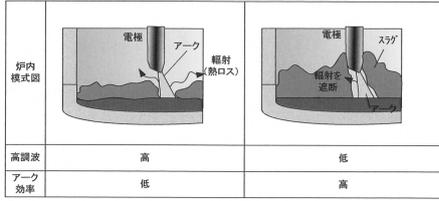
【符号の説明】

【0032】

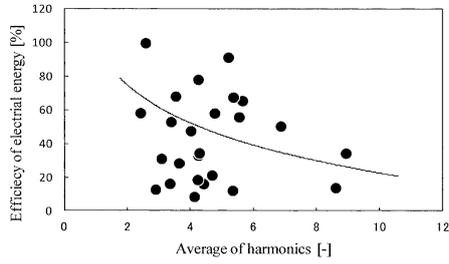
- 1 電気炉（アーク炉）
- 2 装入物
- 3 電極
- 4 アーク放電
- 5 溶鋼
- 6 浸漬ノズル
- 7 スラグ（石灰および各種酸化物・酸化鉄）
- 8 バーナ

30

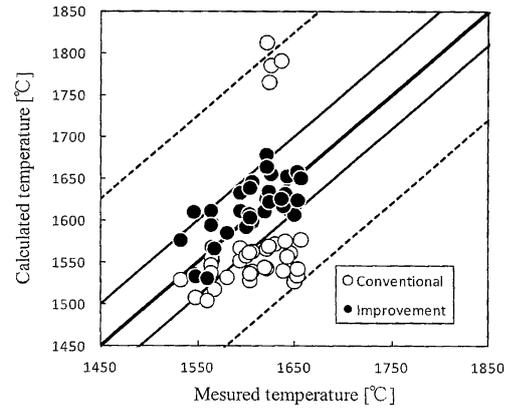
【 図 1 】



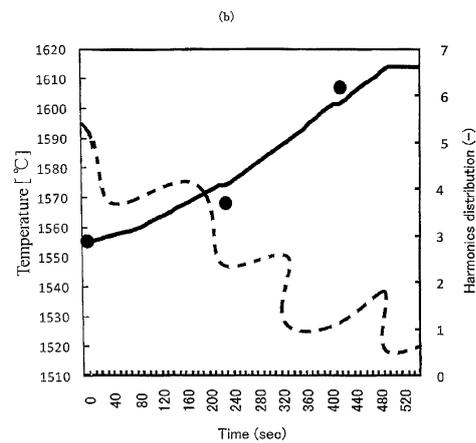
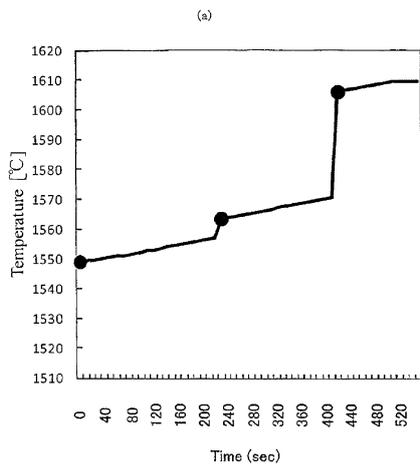
【 図 2 】



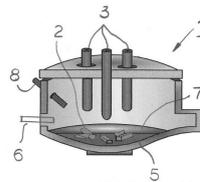
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 181544 (JP, A)
中国特許出願公開第101403567 (CN, A)
特表2009 - 503419 (JP, A)
特開平03 - 063804 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C21C 5/00