

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5509876号
(P5509876)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

| | | | | | |
|--------------|-------|-----------|---------|-------|---|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | |
| C 2 1 C | 7/00 | (2006.01) | C 2 1 C | 7/00 | B |
| C 2 1 C | 7/04 | (2006.01) | C 2 1 C | 7/04 | B |
| C 2 1 C | 7/068 | (2006.01) | C 2 1 C | 7/068 | |
| C 2 1 C | 7/10 | (2006.01) | C 2 1 C | 7/10 | A |

請求項の数 3 (全 10 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-13888 (P2010-13888) | (73) 特許権者 | 000001258 |
| (22) 出願日 | 平成22年1月26日 (2010.1.26) | | J F E スチール株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-153328 (P2011-153328A) | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 |
| (43) 公開日 | 平成23年8月11日 (2011.8.11) | (74) 代理人 | 100126701 |
| 審査請求日 | 平成24年7月27日 (2012.7.27) | | 弁理士 井上 茂 |
| | | (74) 代理人 | 100130834 |
| | | | 弁理士 森 和弘 |
| | | (72) 発明者 | 中井 由枝 |
| | | | 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 | 鈴木 健史 |
| | | | 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】 低炭素高マンガン鋼の溶製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空脱ガス設備の真空槽内の溶鋼に酸素源を供給して溶鋼に真空脱炭処理を施し、炭素濃度が0.05質量%以下、マンガン濃度が0.5質量%以上である低炭素高マンガン鋼を溶製する方法であって、炭素を含有する粉体のマンガン系合金鉄を、吹き込み位置を真空槽内の溶鋼湯面位置に対して0.3m以上深い位置として、搬送用ガスとともに前記溶鋼中に吹き込みながら溶鋼に真空脱炭処理を施すことを特徴とする、低炭素高マンガン鋼の溶製方法。

【請求項 2】

前記マンガン系合金鉄の粒径が3mm以下であることを特徴とする、請求項1に記載の低炭素高マンガン鋼の溶製方法。

【請求項 3】

前記真空脱ガス設備がRH真空脱ガス装置であって、前記マンガン系合金鉄の吹き込み位置が、真空槽の側壁、上昇側浸漬管、上昇側浸漬管直下の何れかの1種または2種以上であることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の低炭素高マンガン鋼の溶製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空脱ガス設備における減圧下での脱炭処理中の溶鋼に、マンガン源として

炭素を含有するマンガン系合金鉄を添加し、マンガン系合金鉄中の炭素を減圧下での脱炭処理によって酸化・除去することで、高価な金属マンガンの使用量を削減して低炭素高マンガン鋼を溶製する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、鉄鋼材料は、その用途の多様化に伴い、より苛酷な環境下で使用されることが多くなり、材料特性の高性能化が従来にも増して求められている。このような状況下、構造物の軽量化を目的として、高い引張強さと高い加工性とを両立させた低炭素高マンガン鋼が開発され、ラインパイプ用鋼板や自動車用鋼板などとして使用されるようになった。ここで、低炭素高マンガン鋼とは、炭素濃度が0.05質量%以下で、マンガン濃度が0.5質量%以上の鋼のことである。

10

【0003】

溶鋼中のマンガン濃度を調整するために用いるマンガン源としては、マンガン鉱石、高炭素フェロマンガ（炭素含有量：7.5質量%以下）、中炭素フェロマンガ（炭素含有量：2.0質量%以下）、低炭素フェロマンガ（炭素含有量：1.0質量%以下）、シリコマンガ（炭素含有量：2.0質量%以下）、金属マンガ（炭素含有量：0.01質量%以下）などが一般的であり、マンガン鉱石を除き、炭素含有量が低くなるほど高価となる。従って、製造コスト低減を目的として、安価なマンガン源である、マンガン鉱石や高炭素フェロマンガを使用してマンガ含有鋼を溶製する方法が提案されている。尚、本発明においては、高炭素フェロマンガ、中炭素フェロマンガ、低炭素フェロマンガ、シリコマンガをまとめてマンガン系合金鉄と呼ぶ。

20

【0004】

例えば、特許文献1には、転炉から取鍋への溶鋼の出鋼時に高炭素フェロマンガを投入して溶鋼中のマンガン成分を調整し、次いで、真空脱ガス槽内の溶鋼に酸素ガスを上吹きして溶鋼に対して脱炭処理し、溶鋼中の炭素を酸化除去することによって高マンガン鋼を溶製する方法が提案されている。

【0005】

特許文献2には、炭素濃度が0.0050質量%以下の鋼を脱ガス設備で溶製するに際し、真空脱炭処理の20%が経過するまでの間に、炭素含有量が0.5~9質量%のマンガン系合金鉄を添加し、マンガン系合金鉄中の炭素を酸化・除去することによって溶鋼中のマンガン成分を調整する低炭素鋼の溶製方法が提案されている。

30

【0006】

また、特許文献3には、転炉精錬及び真空脱ガス精錬を経て極低炭素鋼を溶製する際に、真空脱ガス精錬の脱炭精錬期の初期にマンガ調整用としてフェロマンガを投入した溶製方法が提案されている。この場合も、フェロマンガ中の炭素は真空脱ガス精錬の脱炭処理時に酸化・除去される。

【0007】

低炭素高マンガン鋼を溶製する場合も、転炉での溶鉄の脱炭精錬時に転炉内にマンガ鉱石を投入してマンガ鉱石を還元したり、転炉からの出鋼時或いは真空脱ガス精錬時に高炭素フェロマンガを溶鋼に添加したりすることによって、溶鋼中のマンガ濃度を所定値まで上昇させることは可能であるが、低炭素高マンガン鋼を真空脱炭処理した場合には、溶鋼中にマンガが多量に含有されているために、酸素は溶鋼中の炭素と反応するのみならず、マンガとも反応し、マンガが酸化ロスしてマンガの歩留まりが悪化するばかりでなく、溶鋼中のマンガ濃度の制御が非常に困難となる。尚、真空脱炭処理とは、RH真空脱ガス装置などの真空脱ガス設備を用いて、未脱酸状態の溶鋼を高真空処理して脱炭する、或いは、真空処理下で酸素ガスなどの酸素源を溶鋼に添加して脱炭する処理方法である。

40

【0008】

従って、この問題を避けるために、低炭素高マンガン鋼の溶製においては、マンガ源を脱ガス処理中に添加する方法が行われており、この場合、低炭素高マンガン鋼の炭素濃

50

度の許容範囲が低く且つ狭いこともあって、炭素含有量の少ない金属マンガンなどのマンガンを源を使用せざるを得ず、これらのマンガンを源は非常に高価であるため、低炭素高マンガンの溶製コストの上昇を余儀無くされていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平4-88114号公報

【特許文献2】特開平1-301815号公報

【特許文献3】特開平2-47215号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、炭素濃度が0.05質量%以下、マンガンの濃度が0.5質量%以上の低炭素高マンガンを真空脱炭処理によって溶製するにあたり、マンガンの酸化ロスを抑制した状態で、マンガンを源として炭素を含有するマンガ系合金鉄を使用することのできる、低炭素高マンガンの溶製方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するための第1の発明に係る低炭素高マンガンの溶製方法は、真空脱炭ガス設備の真空槽内の溶鋼に酸素源を供給して溶鋼に真空脱炭処理を施し、炭素濃度が0.05質量%以下、マンガンの濃度が0.5質量%以上である低炭素高マンガンを溶製する方法であって、炭素を含有するマンガ系合金鉄を前記溶鋼中に吹き込みながら溶鋼に真空脱炭処理を施すことを特徴とする。

20

【0012】

第2の発明に係る低炭素高マンガンの溶製方法は、第1の発明において、前記マンガ系合金鉄の溶鋼中への吹き込み位置が、真空槽内の溶鋼湯面位置に対して0.3m以上深い位置であることを特徴とする。

【0013】

第3の発明に係る低炭素高マンガンの溶製方法は、第1または第2の発明において、前記マンガ系合金鉄の粒径が3mm以下であることを特徴とする。

30

【0014】

第4の発明に係る低炭素高マンガンの溶製方法は、第1ないし第3の発明の何れかにおいて、前記真空脱炭ガス設備がRH真空脱炭装置であって、前記マンガ系合金鉄の吹き込み位置が、真空槽の側壁、上昇側浸漬管、上昇側浸漬管直下の何れかの1種または2種以上であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高炭素フェロマンガなどの炭素を含有するマンガ系合金鉄をマンガ源として使用しても、真空脱炭処理におけるマンガンの酸化ロスを抑制することができると同時に、マンガ系合金鉄中の炭素による溶鋼の炭素濃度ピックアップを抑制することができ、低炭素高マンガンを従来に比較して安価に溶製することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明を実施する際に用いたRH真空脱炭装置の概略縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を具体的に説明する。先ず、本発明に至った経緯について説明する。本発明者らは、低炭素高マンガンを溶製するにあたり、マンガンの酸化ロスを抑制した状態で、マンガンを源として炭素を含有するマンガ系合金鉄を使用することを検討・研究した

50

。以下に、検討・研究結果を説明する。

【0018】

RH真空脱ガス装置などの真空脱ガス設備の真空槽内の溶鋼に酸素ガスや酸化鉄などの酸素源を供給して溶鋼を真空脱炭する場合、マンガンを含む溶鋼或いはマンガンの含有量が少ない溶鋼では、供給した酸素ガスは溶鋼中に溶解する以外は主に炭素と反応するだけであるため、酸素源の供給速度を高めることによって脱炭速度を高めることができる。しかしながら、マンガンを0.5質量%以上含有する溶鋼の場合には、供給した酸素ガスは炭素以外にマンガンとも反応するため、脱炭速度を高めて脱炭を効率的に行うためには、酸素とマンガンの反応を抑制して、酸素と炭素との反応を促進しなければならない。

10

【0019】

高炭素フェロマンガンの炭素を含むマンガン系合金鉄を、真空脱ガス設備にて精錬中の溶鋼に添加する場合、マンガン系合金鉄の酸化を防止する観点から、従来、真空槽内の溶鋼表面に重力による落下により添加(「上置き添加」と称する)することが一般的である。添加されたマンガン系合金鉄は溶鋼に溶解し、溶鋼の炭素濃度及びマンガン濃度を上昇させる。

【0020】

本発明者らは、試験を重ねることによって、炭素含有マンガン系合金鉄の添加方法に応じて、添加時の溶鋼中の炭素濃度及びマンガン濃度の上昇度合いが異なることを見出した。即ち、炭素含有マンガン系合金鉄を真空槽内の溶鋼表面に上置き添加するのではなく、溶鋼中に吹き込み添加(インジェクション添加)することにより、炭素含有マンガン系合金鉄の添加に伴う溶鋼での炭素濃度のピックアップを低減でき、且つ、マンガンの添加歩留りを上昇させることができることを確認した。これは、溶鋼中への吹き込み添加により、炭素含有マンガン系合金鉄が溶鋼中を浮上する間に、溶鋼中の溶存酸素によって炭素含有マンガン系合金鉄中の炭素が優先的に脱炭されるためである。溶鋼中の溶存酸素による優先脱炭の現象は、溶鋼中の炭素、マンガン、溶存酸素の挙動からも確認されている。

20

【0021】

また、RH真空脱ガス装置において、炭素含有マンガン系合金鉄の吹き込み位置の真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さを、0.3m(真空槽の側壁に設けた吹き込みノズルからの吹き込み添加)、1.3m(上昇側浸漬管に設けた吹き込みノズルからの吹き込み添加)、2.5m(取鍋内への浸漬ランスからの吹き込み添加)の3水準に変化させた試験から、添加位置は深ければ深いほど、溶鋼での炭素濃度のピックアップが低減され、且つ、マンガンの添加歩留りが上昇することが分かった。これは、浮上時間が長くなるためであるが、真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さが0.3m以上であれば、上記効果を十分に享受できることが分かった。

30

【0022】

また、添加する炭素含有マンガン系合金鉄の粒径は、溶鋼に添加可能なサイズである限り問題はないが、細かいほど、溶鋼での炭素濃度のピックアップが低減され、且つ、マンガンの添加歩留りが上昇することが分かった。これは、反応界面積が増加することによる。この観点から、添加する炭素含有マンガン系合金鉄の粒径は3mm以下とすることが好ましく、1mm以下であればより好ましい。

40

【0023】

本発明は、上記検討・研究結果に基づきなされたもので、真空脱ガス設備の真空槽内の溶鋼に酸素源を供給して溶鋼に真空脱炭処理を施し、炭素濃度が0.05質量%以下、マンガン濃度が0.5質量%以上である低炭素高マンガン鋼を溶製する方法であって、炭素を含むマンガン系合金鉄を前記溶鋼中に吹き込みながら溶鋼に真空脱炭処理を施すことを特徴とする。

【0024】

次に、本発明の実施の形態を説明する。

【0025】

50

高炉から出銑された溶銑を溶銑鍋やトピードカーなどの溶銑搬送用容器で受銑し、次工程の脱炭精錬を行う転炉に搬送する。通常、この搬送途中で、溶銑に対して脱硫処理や脱燐処理などの溶銑予備処理が施されており、本発明においては、低炭素高マンガン鋼の成分規格上からは溶銑予備処理が必要でない場合でも、安価なマンガン源としてマンガン鉱石を転炉内に添加するために、転炉脱炭精錬におけるマンガン鉱石の歩留まりを上昇させる観点から、溶銑予備処理（特に脱燐処理）を実施することが好ましい。

【0026】

転炉精錬はマンガン源としてマンガン鉱石を添加しつつ、必要に応じて少量の生石灰などを造滓剤として用い、酸素ガスを上吹きまたは底吹きして溶銑の脱炭精錬を行う。また、脱炭精錬終了後、転炉から取鍋などの溶鋼搬送容器への出鋼時に高炭素フェロマンガンなどの安価なマンガン系合金鉄を添加しても構わない。尚、次工程は、真空脱ガス設備での真空脱炭処理であるので、出鋼時、溶鋼にはAl及びSiを添加せず、Al及びSiによる脱酸を実施せずに、溶鋼を未脱酸状態のまま真空脱ガス設備に搬送する。

10

【0027】

マンガン鉱石や高炭素フェロマンガンなどの安価なマンガン源を使用するため、出鋼後の溶鋼中の炭素濃度は必然的に高くなるが、それでも、出鋼時にマンガン系合金鉄を添加する場合も含め、出鋼後の溶鋼中の炭素濃度を0.2質量%以下に抑えることが好ましい。溶鋼の炭素濃度が0.2質量%を越えると、次工程の真空脱ガス設備における真空脱炭処理に長時間を費やし、真空脱ガス設備の生産性の低下のみならず、真空脱炭処理時間の延長による温度補償として出鋼時の溶鋼温度を高くする必要が生じ、これに起因する鉄歩留まりの低下や耐火物損耗量の増大などによって製造コストが上昇するため、好ましくない。

20

【0028】

次いで、この溶鋼をRH真空脱ガス装置またはDH真空脱ガス装置、VOD炉などの真空脱ガス設備に搬送し、真空脱炭処理を実施する。真空脱ガス設備の代表的な設備はRH真空脱ガス装置であり、以下、真空脱ガス設備としてRH真空脱ガス装置を用いて精錬する例で説明する。

【0029】

図1に、本発明を実施する際に用いたRH真空脱ガス装置の例を示す。図1はRH真空脱ガス装置の概略縦断面図であり、図1において、1はRH真空脱ガス装置、2は取鍋、3は溶鋼、4はスラグ、5は真空槽、6は上部槽、7は下部槽、8は上昇側浸漬管、9は下降側浸漬管、10は環流用ガス吹き込み管、11はダクト、12は原料投入口、13は上吹きランスであり、真空槽5は上部槽6と下部槽7とから構成され、また、上吹きランス13は上下移動が可能となっており、この上吹きランス13からは酸素ガス及びArガスなどの不活性ガスと酸素ガスとの混合ガスが真空槽5の内部の溶鋼3の湯面に吹き付けられるようになっている。

30

【0030】

また、下部槽7の側壁部には、Arガスなどの不活性ガスを搬送用ガスとして粉体のマンガン系合金鉄を真空槽内の溶鋼3に吹き込むための吹き込みノズル14が設置され、上昇側浸漬管8には、Arガスなどの不活性ガスを搬送用ガスとして粉体のマンガン系合金鉄を上昇側浸漬管8の内部を上昇する溶鋼3に吹き込むための吹き込みノズル15が設置されている。また、取鍋2と真空槽5の側壁との間隙を昇降して取鍋内の溶鋼3に浸漬し、その先端が上昇側浸漬管8の直下に位置することが可能であり、その先端部からArガスなどの不活性ガスを搬送用ガスとして粉体のマンガン系合金鉄を上昇側浸漬管8の直下の溶鋼3に吹き込むための浸漬ランス16が設置されている。尚、図1では、粉体のマンガン系合金鉄を溶鋼中に吹き込むための装置として、吹き込みノズル14、吹き込みノズル15及び浸漬ランス16の3種類を示しているが、これは説明を容易とするためであり、これらの全てを備える必要はなく、何れかの1つを備えていればよい。

40

【0031】

RH真空脱ガス装置1では、取鍋2を昇降装置（図示せず）にて上昇させ、上昇側浸漬

50

管 8 及び下降側浸漬管 9 を取鍋内の溶鋼 3 に浸漬させる。そして、環流用ガス吹き込み管 10 から上昇側浸漬管 8 の内部に環流用 Ar ガスを吹き込むとともに、真空槽 5 の内部をダクト 11 に連結される排気装置（図示せず）にて排気して真空槽 5 の内部を減圧する。真空槽 5 の内部が減圧されると、取鍋内の溶鋼 3 は、環流用ガス吹き込み管 10 から吹き込まれる Ar ガスによるガスリフト効果によって、Ar ガスとともに上昇側浸漬管 8 を上昇して真空槽 5 の内部に流入し、その後、下降側浸漬管 9 を経由して取鍋 2 に戻る流れ、所謂、環流を形成して R H 真空脱ガス精錬が施される。

【 0 0 3 2 】

溶鋼 3 の環流が形成されて溶鋼 3 に対して R H 真空脱ガス精錬が施されると、溶鋼 3 が未脱酸状態の場合には、減圧下の真空槽 5 の内部で溶鋼中の炭素と溶存酸素との反応（ $C + O \rightarrow CO$ ）が生じ、溶鋼中の炭素は CO ガスとなって排ガスとともに真空槽 5 からダクト 11 を介して排出され、溶鋼 3 に対して真空脱炭処理が施される。更に、上吹きランス 13 から、酸素ガス或いは不活性ガスと酸素ガスとの混合ガスが吹き込まれ、溶鋼 3 の溶存酸素が確保され、溶鋼 3 の脱炭反応が進行する。この場合、酸素源として溶鋼 3 に吹き付けるガスは酸素ガス単体ではなく、酸素ガスに Ar ガスなどの不活性ガスを混合することが好ましい。不活性ガスを混合することによって真空槽内の雰囲気ガスの P_{CO} が低下し、脱炭反応が優先的に起こり、マンガンの酸化を抑制することができる。

10

【 0 0 3 3 】

この真空脱炭処理中に、高炭素フェロマンガンの粉体のマンガン系合金鉄を溶鋼 3 に吹き込む。粉体のマンガン系合金鉄の吹き込みは、下部槽 7 に設置した吹き込みノズル 14、上昇側浸漬管 8 に設置した吹き込みノズル 15、及び浸漬ランス 16 のうちの何れかを用いて添加することができる。使用するマンガン系合金鉄としては、最も安価な高炭素フェロマンガンの好ましく、その粒径は、好ましくは 3 mm 以下、更に好ましくは 1 mm 以下とする。

20

【 0 0 3 4 】

このようにして真空脱炭処理を施しつつ、溶鋼 3 の炭素濃度が、目的とする低炭素高マンガン鋼の成分規格値以下になるまで真空脱炭処理を継続し、溶鋼 3 の炭素濃度が成分規格値以下の所定の値になったなら、上吹きランス 13 からの酸素ガスの吹き込みを停止するとともに、原料投入口 12 から溶鋼 3 に Al などの強脱酸剤を添加して溶鋼 3 を脱酸処理する。Al などの強脱酸剤の添加により溶鋼 3 の溶存酸素濃度は急激に低下し、真空脱炭処理が終了する。

30

【 0 0 3 5 】

真空脱炭処理の終了後も更に数分間程度の環流を継続し、必要に応じて Al、Si、Mn、Ni、Cr、Cu、Nb、Ti などの成分調整剤を原料投入口 12 から溶鋼 3 に投入して溶鋼 3 の成分を調整した後、真空槽 5 の内部を大気圧に戻して R H 真空脱ガス精錬を終了し、低炭素高マンガン鋼を溶製する。

【 0 0 3 6 】

以上説明したように、本発明によれば、真空脱ガス設備での真空脱炭処理を施して低炭素高マンガン鋼を溶製する際に、高炭素フェロマンガンの炭素を含有するマンガン系合金鉄をマンガン源として使用しても、真空脱炭処理におけるマンガンの酸化ロスを抑制することができる。同時に、マンガン系合金鉄中の炭素による溶鋼の炭素濃度ピックアップを抑制することができ、低炭素高マンガン鋼を従来に比較して安価に溶製することが可能となる。

40

【 0 0 3 7 】

尚、上記説明では R H 真空脱ガス装置 1 について説明したが、上記に準じて実施することにより、D H 真空脱ガス装置や V O D 炉などの他の真空脱ガス設備にも適用することができる。

【実施例 1】

【 0 0 3 8 】

高炉から出銑された溶銑に対して脱硫処理、脱燐処理の溶銑予備処理を施し、この溶銑

50

を用いて転炉精錬し、低炭素高マンガン鋼を溶製する試験（試験番号1～6）を実施した。転炉ではマンガン源としてマンガン鉱石を添加してマンガン濃度を上昇させ、得られた250トンの溶鋼を未脱酸のまま取鍋に出鋼した。出鋼時の溶鋼成分は、炭素が0.10～0.13質量%、珪素が0.05質量%以下、マンガンが0.7～1.0質量%、燐が0.03質量%以下、硫黄が0.003質量%以下であった。この溶鋼をRH真空脱ガス装置に搬送し、真空脱炭処理条件を種々変更して低炭素高マンガン鋼を溶製した。RH真空脱ガス装置への到着時の溶鋼中の溶存酸素濃度は0.01～0.03質量%であった。

【0039】

RH真空脱ガス装置では、環流用Arガス流量を1500NL/min、真空脱炭処理中の真空槽内の真空度を6.7～40kPa、上吹きランスからの酸素ガス供給量を2000Nm³/h、上吹きランスからの酸素ガスの吹き込み時間を10分とした。上吹きランスのランス高さは6mの一定とした。

【0040】

真空脱炭処理中に添加するマンガン系合金鉄としては、高炭素フェロマンガンを使用した。高炭素フェロマンガンの炭素含有量は約7質量%、マンガン含有量は約75質量%であり、粒径は5～10mm、3mm以下、1mm以下の3水準とした。粒径は篩による分別に基づく。高炭素フェロマンガンの添加方法は、(1)下部槽の側壁部に設けた吹き込みノズルからのArガスによる吹き込み添加（吹き込み位置の真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さ：0.3m）、(2)上昇側浸漬管に設けた吹き込みノズルからのArガスによる吹き込み添加（吹き込み位置の真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さ：1.3m）、(3)取鍋内溶鋼に浸漬する浸漬ランスからのArガスによる吹き込み添加（吹き込み位置の真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さ：2.5m）、(4)原料投入口からの真空槽内溶鋼への上置き添加（自然落下）の4水準で実施した。高炭素フェロマンガンの添加速度は150～250kg/minであり、添加量は1200kgの一定とした。

【0041】

表1に各試験操業における高炭素フェロマンガンの添加方法、溶鋼成分及び試験結果を示す。

【0042】

【表1】

| 試験番号 | 溶鋼成分(質量%) | | | | 高炭素フェロマンガン | | | 結果 | | | 備考 |
|------|-----------|------|-------|------|------------|----------------|---------|----------|------------|-------|------|
| | RH到着時 | | 脱炭終了後 | | 粒径(mm) | 添加方法 | 添加量(kg) | 脱炭量(質量%) | Mn増加量(質量%) | Mn歩留り | |
| | C | Mn | C | Mn | | | | | | | |
| 1 | 0.105 | 0.72 | 0.032 | 1.01 | ≤3 | 真空槽壁から吹き込み添加 | 1200 | 0.073 | 0.29 | 80.6 | 本発明例 |
| 2 | 0.109 | 0.80 | 0.035 | 1.10 | ≤3 | 上昇側浸漬管から吹き込み添加 | 1200 | 0.074 | 0.30 | 83.3 | 本発明例 |
| 3 | 0.108 | 0.75 | 0.034 | 1.06 | ≤3 | 浸漬ランスから吹き込み添加 | 1200 | 0.074 | 0.31 | 86.1 | 本発明例 |
| 4 | 0.104 | 0.92 | 0.030 | 1.24 | ≤1 | 浸漬ランスから吹き込み添加 | 1200 | 0.074 | 0.32 | 88.9 | 本発明例 |
| 5 | 0.119 | 0.86 | 0.068 | 1.12 | 5～10 | 真空槽内溶鋼への上置き添加 | 1200 | 0.051 | 0.26 | 72.2 | 比較例 |
| 6 | 0.129 | 0.97 | 0.055 | 1.07 | ≤3 | 真空槽内溶鋼への上置き添加 | 1200 | 0.074 | 0.10 | 27.8 | 比較例 |

【0043】

表1に示すように、本発明を適用した場合（試験番号1～4）には、マンガン歩留りが80～89%と高く、10分間の真空脱炭処理による脱炭量は0.07質量%程度が確保でき、真空脱炭処理終了時の溶鋼中炭素濃度は0.030～0.035質量%であった。これに対して、高炭素フェロマンガンを真空槽内溶鋼へ上置き添加した試験番号5では、マンガン歩留りは72%程度と低く、且つ、10分間の真空脱炭処理による脱炭量は0.05質量%程度でしかなく、真空脱炭処理終了時の溶鋼中炭素濃度は0.068質量%と

高位であった。これは、試験番号5では、溶鋼表面への添加であり、高炭素フェロマンガが溶鋼中を浮上する間の溶鋼中溶存酸素による優先脱炭が起こらず、真空槽内での脱炭量が増加することによる。

【0044】

また、粒径3mm以下の高炭素フェロマンガを真空槽内溶鋼へ上置き添加した試験番号6では、マンガ歩留りが28%と大幅に低下した。これは、細かい高炭素フェロマンガを真空槽内で上置き添加したために、排ガスとともに高炭素フェロマンガが排気装置によりダクトを介して系外に排出されてしまったからである。尚、マンガ歩留りは、下記の(1)式により定義される。但し、(1)式における「FMnH」は高炭素フェロマンガの意味である。

【0045】

【数1】

$$\text{Mn歩留り}(\%) = \frac{(\text{溶鋼中Mn増加量(質量\%)} \times (\text{溶鋼量}(\text{ton})))}{(\text{FMnHの添加量}(\text{kg})) \times (\text{FMnHのMn濃度(質量\%)})} \times 100000 \quad \dots(1)$$

【0046】

また更に、高炭素フェロマンガを溶鋼中に吹き込み添加する場合に、吹き込み位置の真空槽内溶鋼湯面位置に対する深さが深くなるほど、マンガ歩留りが向上することが分かった。この結果から、高炭素フェロマンガの吹き込み位置は深ければ深いほど好ましいことが確認できた。また、吹き込み方法が同一である試験番号3と試験番号4とを比較すると、高炭素フェロマンガの粒径が小さいほどマンガ歩留りが向上することが確認できた。

【0047】

このように、本発明を適用することで、マンガの酸化ロスを抑制しつつ溶鋼中の炭素を効率的に除去できることが確認された。尚、表1の備考欄には、本発明の範囲内の試験には本発明例と表示し、それ以外の試験には比較例と表示した。

【符号の説明】

【0048】

- 1 RH真空脱ガス装置
- 2 取鍋
- 3 溶鋼
- 4 スラグ
- 5 真空槽
- 6 上部槽
- 7 下部槽
- 8 上昇側浸漬管
- 9 下降側浸漬管
- 10 環流用ガス吹き込み管
- 11 ダクト
- 12 原料投入口
- 13 上吹きランス
- 14 吹き込みノズル
- 15 吹き込みノズル
- 16 浸漬ランス

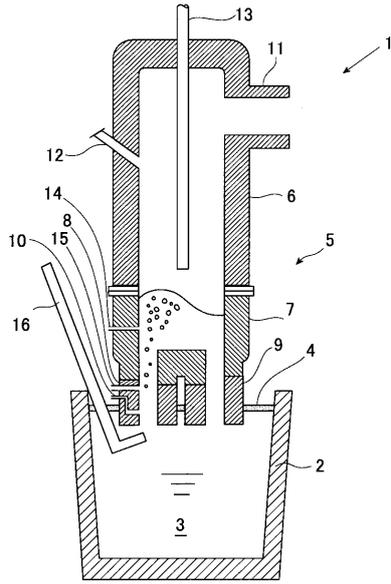
10

20

30

40

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 直樹

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 富永 泰規

(56)参考文献 特開平01-092312(JP,A)

特開昭61-012815(JP,A)

特開平04-088114(JP,A)

特開平02-047215(JP,A)

特開昭63-293109(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21C 7/00 - 7/10