

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5726114号  
(P5726114)

(45) 発行日 平成27年5月27日(2015.5.27)

(24) 登録日 平成27年4月10日(2015.4.10)

(51) Int.Cl.

B21B 27/00 (2006.01)

F 1

B 21 B 27/00

A

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-60696 (P2012-60696)  
 (22) 出願日 平成24年3月16日 (2012.3.16)  
 (62) 分割の表示 特願2008-143160 (P2008-143160)  
 原出願日 平成20年5月30日 (2008.5.30)  
 (65) 公開番号 特開2012-110968 (P2012-110968A)  
 (43) 公開日 平成24年6月14日 (2012.6.14)  
 審査請求日 平成24年3月19日 (2012.3.19)

特許法第30条第1項適用 平成20年1月16日 日刊工業新聞社発行の「日刊工業新聞」に発表

特許法第30条第1項適用 平成20年2月8日 日刊工業新聞社発行の「日刊工業新聞」に発表

(73) 特許権者 591209280  
 株式会社フジコー  
 福岡県北九州市戸畠区中原西2丁目18番  
 12号  
 (74) 代理人 100090697  
 弁理士 中前 富士男  
 (74) 代理人 100127155  
 弁理士 来田 義弘  
 (72) 発明者 橋本 光生  
 福岡県北九州市戸畠区中原西2丁目18-  
 12 株式会社フジコー内  
 (72) 発明者 山本 厚生  
 福岡県北九州市戸畠区中原西2丁目18-  
 12 株式会社フジコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】使用済圧延用複合ロールの再生方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

鋼系材料からなる芯材を有し、連続鋳掛け法によって胴部に硬質の第1の鉄系外層材が形成された使用済圧延用複合ロールの再生方法であって、

前記胴部の両側に設けられている軸部のいずれか一方又は双方を機械切断した後、機械切断された前記軸部の代わりに新たな軸部を溶接によって繋いだ補修圧延用複合ロールを使用済圧延用複合ロールとし、

前記使用済圧延用複合ロールの、焼鈍により軟化した前記胴部の表面を機械加工して前記第1の鉄系外層材の一部を残して該第1の鉄系外層材の素地を露出させ、その周囲に、質量%で、C:0.5~3.0%、Si:0.2~2.0%、Mn:0.2~2.0%、V:0.5~1.0.0%、Cr:3.0~10.0%を含有し、更にMo:2.0~10.0%及びW:2.0~10.0%のいずれか一方又は双方を有し、残部がFe及び不可避的不純物からなる第2の鉄系外層材を、連続鋳掛け法を用いて再生中間ロールを製造し、前記再生中間ロールの焼入れ焼き戻しを行って、ショアー硬さ70~100とし、仕上げ加工を行って再生複合ロールとすることを特徴とする使用済圧延用複合ロールの再生方法。

## 【請求項2】

請求項1記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記第2の鉄系外層材が、更に質量%で、Ni:0.2~5.0%、Co:0.2~10.0%、Nb:0.2~2.0%、及びTi:0を超える0.2%以下のいずれか1種又は2種以上を含有したことを

特徴とする使用済圧延用複合ロールの再生方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記胴部の表面に溶接による肉盛を施すことを特徴とする使用済圧延用複合ロールの再生方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記溶接によって繋がれた前記軸部を所定寸法に機械加工することを特徴とする使用済圧延用複合ロールの再生方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法において、再生した前記再生複合ロールの寸法が、前記使用済圧延用複合ロールの使用前の寸法と同一であることを特徴とする使用済圧延用複合ロールの再生方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄鋼の圧延において、特に、薄板、棒鋼、線材あるいは形鋼の熱間及び冷間圧延作業に用いられる使用済圧延用複合ロールの再生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄鋼の圧延においては、寸法及び形状精度の高い製品への要求が高まり、またその生産性の向上が望まれていたため、製品品質やその生産効率に直接影響する圧延用ロールに対して、摩耗並びに消耗が少なく、かつ耐肌荒れ性に優れることが強く要求されてきた。

そこで、例えば、特許文献 1、2 に開示されたいわゆる連続鋳掛け法を使用したハイス系ロール（以下、単にロールともいう）が開発された。具体的には、鋼系材料からなる芯材の周囲に、連続鋳掛け法によって鉄系外層材（C、V、Cr、Mo、W、Co 等の合金元素を含有）を形成した複合ロールであり、ショアー硬さを 70 ~ 100 の範囲にして使用されるものである。

【0003】

このロールは、摩耗が極めて少なく良好な肌を長時間維持できることから、薄板、棒鋼、線材、又は形鋼の熱間圧延作業、あるいは薄板の冷間圧延作業に適用されている。なお、ロールは、その胴部の直径が、圧延設備の制約から予め設定される範囲内で使用されており、使用に伴う摩耗並びにロール表面を平滑にするための研削作業による消耗により、上記した範囲の下限値に至ると廃棄されていた。

このため、従来は、新たに製造したロールを使用して、上記した熱間圧延作業あるいは冷間圧延作業を行っていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】国際公開 WO 91-19824 号公報

【特許文献 2】特開平 10-277611 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、ロールを構成する芯材は、強靭でしかも極めて高価な鍛鋼材で構成されているため、その加工に費用がかかり、ロールの製造コストを高くしていた。このため、ユーザーのロールの購入コストも高くなり、ロールのランニングコストの増大を招いていた。なお、芯材は圧延作業によって摩耗しないため、そのまま廃棄することは経済的でなかった。

また、芯材は、調達先に在庫があれば問題ないが、在庫がなければ新たに加工する必要が 50

あり、その調達に長期間を要する場合があった。このため、ロールの製造工期が長くなり、ユーザーへの対応に時間を要していた。

【0006】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、短工期でかつ安価に行える使用済圧延用複合ロールの再生方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的に沿う本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法は、鋼系材料からなる芯材を有し、連続鋸掛け法によって胴部に硬質の第1の鉄系外層材が形成された使用済圧延用複合ロールの再生方法であって、

10

前記胴部の両側に設けられている軸部のいずれか一方又は双方を機械切断した後、機械切断された前記軸部の代わりに新たな軸部を溶接によって繋いだ補修圧延用複合ロールを使用済圧延用複合ロールとし、

前記使用済圧延用複合ロールの、焼鈍により軟化した前記胴部の表面を機械加工して前記第1の鉄系外層材の一部を残して該第1の鉄系外層材の素地を露出させ、その周囲に、質量%で、C:0.5~3.0%、Si:0.2~2.0%、Mn:0.2~2.0%、V:0.5~10.0%、Cr:3.0~10.0%を含有し、更にMo:2.0~10.0%及びW:2.0~10.0%のいずれか一方又は双方を有し、残部がFe及び不可避的不純物からなる第2の鉄系外層材を、連続鋸掛け法を用いて再生中間ロールを製造し、前記再生中間ロールの焼入れ焼き戻しを行って、ショアー硬さ70~100とし、仕上げ加工を行って再生複合ロールとする。

20

【0008】

本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記第2の鉄系外層材が、更に質量%で、Ni:0.2~5.0%、Co:0.2~10.0%、Nb:0.2~2.0%、及びTi:0を超える0.2%以下のいずれか1種又は2種以上を含有することが好ましい。

本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記胴部の表面に溶接による肉盛を施すことがある。

【0009】

本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、該溶接によって繋がれた前記軸部を所定寸法に機械加工することが好ましい。

30

【0010】

前記目的に沿う参考例に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法は、鋼系材料からなる芯材を有し、連続鋸掛け法によって胴部に硬質の第1の鉄系外層材が形成された使用済圧延用複合ロールの再生方法であって、

使用済圧延用複合ロールを焼鈍する第1工程と、

前記第1工程で焼鈍された使用済圧延用複合ロールの胴部を機械加工して金属表面を露出させる第2工程と、

前記第2工程で処理された使用済圧延用複合ロールの胴部に連続鋸掛け法によって第2の鉄系外層材を形成する第3工程と、

40

前記第3工程で前記第2の鉄系外層材が形成された使用済圧延用複合ロールを焼鈍する第4工程と、

前記第4工程で処理された使用済圧延用複合ロールの摩耗した部分、曲がった部分、窪んだ部分、又は酸化した部分に溶接肉盛する第5工程と、

前記第5工程で溶接肉盛された使用済圧延用複合ロールを機械加工して、所定形状の再生中間ロールとする第6工程と、

前記第6工程で形成された再生中間ロールを熱処理する第7工程と、

前記第7工程で熱処理された再生中間ロールを仕上げ加工する第8工程とを有する。

【0011】

参考例に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記第5工程で行う溶接肉盛

50

を、更に前記第6工程及び前記第7工程のいずれか一方又は双方の工程の途中又は終了後に行なうことが好ましい。

参考例に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、前記第2工程での前記胴部の表面の機械加工は、前記第1の鉄系外層材の一部を残して行なうことが好ましい。

【0012】

本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法において、再生した再生複合ロールの寸法が、前記使用済圧延用複合ロールの使用前の寸法と同一であることが好ましい。

【0013】

前記目的に沿う参考例に係る再生複合ロールは、本発明に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法によって製造されている。

10

参考例に係る再生複合ロールにおいて、該再生複合ロールの胴部に残存させた前記第1の鉄系外層材と前記第2の鉄系外層材を鋳掛ける際に、溶融して両材が混合することが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

請求項1～5記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法は、使用済圧延用複合ロールの胴部の表面を機械加工して素地を露出させ、その周囲に、第2の鉄系外層材を連続鋳掛け法を用いて形成するので、従来のように、新たに芯材を調達する必要がなく、またその加工も最小限にできる。このため、高性能な再生複合ロールを、歩留りよく、短工期かつ安価に製造することができ、工業的に大きな価値を有する。

20

そして、この使用済圧延用複合ロールの再生方法は、使用済圧延用複合ロールとして、胴部に設けられている軸部を機械切断した後、これに新たな軸部を溶接によって繋いだ補修圧延用複合ロールを使用するので、例えば、軸部全体に損傷が発生していても、その部分を取換えるだけで再利用できる。

また、規定した第2の鉄系外層材の化学成分は、高価なハイス系の材料であるため、使用済圧延用複合ロールを再生して使用する効果がより顕著に現れる。

また、胴部の表面の機械加工が第1の鉄系外層材の一部を残して行われるので、芯材の直径が著しく小さくなることはなく、芯材は、使用済圧延用複合ロールの使用前の寸法より鋳掛け時の溶損量（例えば、0を超える10mm以下）分が、僅かに小さくなるのみである。従って、再生を繰返し行なうことができる。一方、胴部の表面の機械加工が、第1の鉄系外層材を残して行われない場合は、芯材の直径が小さくなるため、再生を繰返し行なうことで、直径が著しく小さくなり、少ない再生回数で、軸部との直径差がなくなり、その結果、鋳掛け作業ができなくなるため望ましくない。

30

従って、再生複合ロールを、前回使用していた同一の使用場所、例えば、熱間圧延あるいは冷間圧延にそのまま使用できる。

また、芯材の表面に第1の鉄系外層材を残すことで、第2の鉄系外層材を芯材の表面に直接形成する場合よりも、その結合力を高めることができ、製品品質の向上が図れる。更には、第1の鉄系外層材が無い場合と比較して、第2の鉄系外層材の鋳掛ける厚みを薄くできるので、再生複合ロールの製造コストを更に低減できる。

【0015】

40

特に、請求項3記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法は、使用済圧延用複合ロールの胴部芯材の直径が小さくなつた場合に、その表面の一部又は全部に、芯材を構成する材料と同程度の硬度を有する肉盛材を溶接肉盛するので、再生を繰返し行なうことができる。

【0016】

請求項4記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法は、溶接によって繋がれた軸部を、所定寸法に機械加工するので、例えば、元の形状に容易に成形し直すことができる。

【0017】

請求項5記載の使用済圧延用複合ロールの再生方法は、再生された再生複合ロールの寸法が、使用済圧延用複合ロールの使用前の寸法と同一であるので、再生複合ロールを、前回使用していた同一の使用場所、例えば、熱間圧延あるいは冷間圧延にそのまま使用できる

50

。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0018】

【図1】本発明の一実施の形態に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法によって製造された再生複合ロールの説明図である。

【図2】実施例1に係る再生複合ロールの説明図である。

【図3】実施例2に係る再生複合ロールの説明図である。

【図4】実施例3に係る再生複合ロールの説明図である。

【図5】従来例に係る圧延用複合ロールの説明図である。

## 【発明を実施するための形態】

10

## 【0019】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

なお、以下の説明においては、説明の煩雑さをなくすため、回収してきた使用済圧延用複合ロールと、これを再生した再生複合ロールの使用済圧延用複合ロールに、それぞれ同一番号を符している。また、同様に、第1の鉄系外層材と第2の鉄系外層材についても、各製造工程において形状は異なるが、それぞれ同一番号を符している。

図1に示すように、本発明の一実施の形態に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法によって製造した再生複合ロール（以下、単に再生複合ロール又はロールともいう）10は、芯材11の胴部12に、従来公知の連続鋸掛け法（連続鋸掛け鋸造法ともいう）によって硬質の第1の鉄系外層材13が形成された使用済圧延用複合ロール14を使用したものであり、この使用済圧延用複合ロール14の胴部15の表面を機械加工して素地を露出させ、その周囲に、第2の鉄系外層材16を連続鋸掛け法を用いて形成したものである。以下、詳しく説明する。

20

## 【0020】

再生複合ロール10は、鉄鋼の圧延において、特に、薄板、棒鋼、線材あるいは形鋼の熱間圧延作業及び冷間圧延作業に用いられるものであり、その寸法が、使用済圧延用複合ロール14の使用前（未使用時）の寸法と同一のものである。なお、再生複合ロールの寸法は、設備的に使用が可能な小さい直径とすることも可能であるが、使用する直径範囲が減少し経済的でない。

30

この再生複合ロール10の胴部（外層）17の外径（胴径）Dは、例えば、300～900mmであり、胴部17の幅（胴長）Wは、例えば、1500～2500mmであり、胴部17の両側に設けられた軸部（以下、軸受部ともいう）18、19も含めた全長Lは、例えば、4000～7000mmである。

## 【0021】

使用済圧延用複合ロール14は、鋼系材料（例えば、クロム・モリブデン鋼のような機械構造用合金）からなる芯材11を有しており、この芯材11の胴部12の両側には、軸部18、19が設けられている。なお、軸部18、19は、設備に対応させて異なる形状をしているが、同一形状の場合もある。

使用済の圧延用複合ロールは、軸部が使用に際してほとんど損傷していない場合、軸部の補修作業を行うことなくそのまま使用済圧延用複合ロール14として使用できる。しかし、軸部の一方又は双方に、例えば、摩耗、曲がり、窪み、又は酸化が部分的に発生した場合、更には全体的に損傷が発生した場合は、以下の方法で補修した補修圧延用複合ロールを、使用済圧延用複合ロール14として使用する。

40

## 【0022】

軸部が部分的に損傷している場合は、その軸部の表面の一部又は全部に、芯材を構成する材料と同程度の硬度（例えば、HV300～400程度、以下同様）を有する肉盛材を、サブマージ・アーク溶接により溶接肉盛し、必要に応じて機械加工する。

また、軸部が全体的に損傷している場合は、損傷している軸部を機械切断した後、機械切断された軸部の代わりに新たな軸部を溶接によって繋ぐ。なお、この軸部は、芯材を構成

50

する材料と同程度の硬度を有する軸材を溶接によって繋いだ後、この軸材を最終形状（所定形状：製品である再生複合ロールの軸部の形状）の寸法に機械加工することにより形成するが、最終形状に機械加工された軸部を溶接によって繋いでもよい。

#### 【0023】

なお、再生過程において、使用済圧延用複合ロールの胴部芯材の直径が小さくなった場合に、その表面の一部又は全部に、芯材を構成する材料と同程度の硬度を有する肉盛材を溶接肉盛する。

以上の補修作業により、損傷した使用済圧延用複合ロールについても、よりよい状態に戻して使用できる。

再生複合ロール10は、芯材11の胴部12の周囲表面に、厚みT1が、例えば、0を超える30mm以下（好ましくは、10mm以下）の第1の鉄系外層材13が形成され、この第1の鉄系外層材13の周囲表面に、厚みT2が、例えば、50mm以上150mm以下の第2の鉄系外層材16を鋳掛けて形成されている。なお、第1の鉄系外層材13と第2の鉄系外層材16は、溶融混合することが望ましい。また、上記した第1の鉄系外層材13を介することなく、芯材11の胴部12の周囲表面に、第2の鉄系外層材16を直接形成してもよい。

#### 【0024】

上記した第1、第2の鉄系外層材13、16は、質量%で、C:0.5~3.0%、Si:0.2~2.0%、Mn:0.2~2.0%、V:0.5~10.0%、Cr:3.0~10.0%を含有し、更にMo:2.0~10.0%及びW:2.0~10.0%のいずれか一方又は双方を有し、残部がFe及び不可避的不純物からなるものである。

この第1、第2の鉄系外層材13、16は、耐摩耗性を確保し、かつ耐熱き裂性を向上するため、硬い粒状の炭化物を用いることが望ましく、主にMC型炭化物を使用している。このMC型炭化物の晶出量は、面積率で、熱間圧延用では5%以上（上限は、例えば10%程度）、冷間圧延用では1%以上5%以下とする必要である。

一方、同時に晶出するM<sub>7</sub>C<sub>3</sub>型、M<sub>2</sub>C型、M<sub>3</sub>C型の各炭化物は、その量が少量の場合、本願発明の効果を損なうものではなく、耐摩耗性の確保には有効なものである。

#### 【0025】

続いて、第1、第2の鉄系外層材13、16の化学成分を限定した理由について述べる。

C（炭素）:0.5質量%以上3.0質量%以下

Cは、ロールの性能に直接影響する硬さを得るために最も重要な元素である。このため、C量が0.5質量%未満の場合、耐摩耗性及び耐肌荒れ性を向上するために有効な硬い炭化物の晶出量が少なく、更に基地に固溶するC量が不足し、焼入れ性によっても十分な基地硬さを得られなくなると共に、合金添加の効果を十分発揮できず、耐摩耗性が著しく低下する。一方、3.0質量%を超える場合、本来は脆い炭化物の晶出量が増加し、特に粗大な炭化物が凝集して結晶粒界に晶出し、圧延中に、これが表層から剥離しロールの消耗を早め、ひいては圧延製品を損傷し使用に耐えなくなるため、これを上限とした。

#### 【0026】

Si（ケイ素）、Mn（マンガン）:それぞれ0.2質量%以上2.0質量%以下

SiとMnは、本願発明を特徴づけるものではないが、共に脱酸効果及び溶湯の流動性を高めることを目的として、それぞれ一般の高速度鋼に含まれる0.2質量%以上2.0質量%以下の量を含有させている。なお、0.2質量%未満の場合、その効果が不十分であり、2.0質量%を超える場合、韌性が低下するため、上記した範囲に規定した。

#### 【0027】

V（バナジウム）:0.5質量%以上10.0質量%以下

Vは、優先的にCと結合し、従来のロールに認められるセメンタイト（Fe<sub>3</sub>C）やクロム炭化物（Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>）に比べて極めて硬く、しかも粒状のMC型炭化物、即ちVC型炭化物を晶出及び析出させて、耐摩耗性を向上させるために極めて有効な元素である。なお、Vの含有量は、Cとの関係で選択される。

ここで、Cが0.5質量%以上10.0質量%以下の範囲（上記したC:0.5~3.0

10

20

30

40

50

質量%が含まれる範囲)においては、V量が0.5質量%未満の場合、VC型炭化物が晶出及び析出せず、耐摩耗性を向上させ得ないため、これを下限とした。一方、10.0質量%を超える場合、前記したとおり、初晶の炭化物が多量に晶出し、材料強度を損なうと共に、炭化物が粒界に析出して、これが圧延使用中にロール表面から欠け落ち耐肌荒れ性を損なうため、これを上限とした。

【0028】

Cr(クロム) : 3.0質量%以上10.0質量%以下

Crは、単独ではCr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>炭化物として、結晶粒界に網目状に多量に凝集して晶出するため、これを多量に生成させないため、10.0質量%以下に限定して含有させている。なお、Crは、Mo(モリブデン)、W(タンゲステン)と共に、硬いM<sub>2</sub>C型の共晶炭化物を形成することがあるが、後述するように、その晶出量を限定する必要がある。一方、Crは、基地組織にも固溶し、焼入れにより硬さを向上させ、更に焼戻しにおいては、析出硬化作用を促進するのに有効な元素であり、その効果を発揮させるために、3.0質量%以上含有することが必要であり、これを下限とした。

10

【0029】

Mo(モリブデン) : 2.0質量%以上10.0質量%以下

W(タンゲステン) : 2.0質量%以上10.0質量%以下

MoとWは、主としてM<sub>2</sub>C型の共晶炭化物を形成し、耐摩耗性を向上させるもので、従来は積極的に用いられていた。この炭化物は、棒状もしくは板状に結晶粒界に晶出する。この点、前述の凝集して晶出するFe<sub>3</sub>C、Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>ほど著しく有害ではないが、複数の炭化物が密集して晶出した場合には、結果的に大きな炭化物としてみなされ、これが欠け落ちる。このため、晶出量を少量に抑制することが望ましく、実用的には、組織に占める面積率で3%以下とする。

20

【0030】

なお、本願発明においては、鋳造時に晶出したM<sub>2</sub>C型炭化物が、その後の熱処理工程を経てM<sub>6</sub>C型炭化物になる。一方、MoはCrと同様、一部が基地組織にも固溶して、焼入れにより硬さを向上させ、更に焼戻しにおいて析出硬化を促進し、またWも一部が基地組織に固溶し、高温での強度及び硬さを向上させるため、熱間圧延に供した場合、耐摩耗性を向上させる作用を有している。その効果が現れるためには、2.0質量%以上10.0質量%以下のMo、及び2.0質量%以上10.0質量%以下のWの1種又は2種を含有することが必要であり、前記晶出炭化物の量を考慮した場合、望ましくは両元素の総量を4質量%以上15質量%以下とする。

30

【0031】

更に、第1、第2の鉄系外層材13、16は、質量%で、Ni:0.2~5.0%、Co:0.2~10.0%、Nb:0.2~2.0%、及びTi:0を超える0.2%以下のいずれか1種又は2種以上を含有してもよい。

Ni(ニッケル) : 0.2質量%以上5.0質量%以下

Niは、0.2質量%以上添加すると、焼入れ性を向上させる効果を有する。直径の大きいロールなどが、大きい硬度深度が要求される場合には、その要求に応じて添加するとよい。しかし、多量に添加すると、残留オーステナイトが過剰となり、かえって高硬度が得られなくなるため、5.0質量%以下の範囲で用いることが有効である。

40

【0032】

Co(コバルト) : 0.2質量%以上10.0質量%以下

Coは、0.2質量%以上添加すると、高温使用下で基地の硬さと強度を向上させるため、特に熱間圧延用ロールの場合には、10.0質量%以下の範囲で用いることが有効である。

【0033】

Nb(ニオブ) : 0.2質量%以上2.0質量%以下

Nbは、Vと同様にMC型炭化物を生成するため、Vの代替元素として、0.2質量%以上2.0質量%以下添加することが有効である。このNbの添加によりMC型炭化物(N

50

b C ) が偏析せずに分散して晶出する 2 . 0 質量 % を上限値とし、実用的に効果を奏する 0 . 2 質量 % を下限値とした。

【 0 0 3 4 】

T i ( チタン ) : 0 を超え 0 . 2 質量 % 以下

T i は、極めて微細で、かつ極めて硬い T i C 炭化物を生成するが、併せて M C 型炭化物の晶出核の役目を果たし、炭化物の分散を促進することで有効である。その含有量は、少量でも効果があるが、実用的な下限値は 0 . 0 2 質量 % である。なお、T i は、極めて強い酸化元素であり、酸化生成物が介在物欠陥として外層材に残存しないため、0 . 2 質量 % を上限とした。

【 0 0 3 5 】

10

以上に示した第 1 、第 2 の鉄系外層材 1 3 、 1 6 は、更に、 A l ( アルミニウム ) 及び Z r ( ジルコニウム ) のいずれか一方又は双方を含有してもよく、この場合、それぞれ 0 . 2 質量 % 以下含有すると、 T i と同様の効果をそれぞれ奏し、本願発明の効果を損なうものではない。

なお、第 1 の鉄系外層材 1 3 と第 2 の鉄系外層材 1 6 を構成する各化学成分は、以上に示した化学成分及びその含有量の範囲内であれば、同一でもよく、また異なっていてもよい。

【 0 0 3 6 】

次に、本発明の一実施の形態に係る使用済圧延用複合ロールの再生方法について説明する。

20

まず、熱間圧延設備又は冷間圧延設備から回収した使用済圧延用複合ロール 1 4 を焼鈍 ( 例えば、 6 0 0 ~ 9 0 0 度 ) し、使用済圧延用複合ロール 1 4 の胴部 1 5 に残存する第 1 の鉄系外層材 1 3 を軟化させる。

なお、ここでは、回収した使用済圧延用複合ロール 1 4 の表面並びに内部に、有害な欠陥が無いことを、例えば、目視、浸透探傷法、及び超音波探傷法のいずれか 1 又は 2 以上を用いて確認する ( 以上、第 1 工程 ) 。

【 0 0 3 7 】

次に、焼鈍された使用済圧延用複合ロール 1 4 の胴部 1 5 を機械加工して、金属表面を露出させる。

30

このとき、芯材 1 1 の胴部 1 2 の外周に、第 1 の鉄系外層材 1 3 が、前記した 0 を超え 3 0 mm 以下の範囲内残存するように機械加工を行う。この場合、第 1 の鉄系外層材 1 3 の表面が、上記した露出する金属表面 ( 即ち、素地 ) となる。

なお、機械加工は、更に芯材 1 1 の胴部 1 2 まで行ってもよい。この場合、芯材 1 1 の胴部 1 2 の表面が、上記した露出する金属表面 ( 即ち、素地 ) となる。

以上の機械加工により、使用済圧延用複合ロール 1 4 の胴部 1 5 の表面を滑らかにできる ( 以上、第 2 工程 ) 。

【 0 0 3 8 】

そして、使用済圧延用複合ロール 1 4 の胴部 1 5 に、従来公知の連続鋳掛け法 ( 例えば、特開 2 0 0 0 - 1 7 6 6 2 8 号公報 ) によって第 2 の鉄系外層材 1 6 を形成する。概略を述べると、前記した化学成分からなる溶湯を、耐火枠と使用済圧延用複合ロール 1 4 の胴部 1 5 との隙間に注入して誘導加熱を行い、次いで、この耐火枠の下方に設けた水冷モールドで溶湯を凝固して第 2 の鉄系外層材 1 6 を形成し、一体となった第 2 の鉄系外層材 1 6 と使用済圧延用複合ロール 1 4 を順次下方へ引き抜き出してロールを製造する。

40

従来は、圧延用複合ロールを製造するたびに、新たに鍛鋼製芯材を調達して用いていたため、その加工に時間がかかり、調達までに長期間を要していた。一方、本願発明では、鍛鋼製の芯材 1 1 を有する使用済圧延用複合ロール 1 4 を用いてロールを再生するため、調達までの時間が不要となった。

【 0 0 3 9 】

その結果、安価かつ短工期で、高性能の再生複合ロール 1 0 を供給することが可能となる。

50

特に、使用済圧延用複合ロール 14 の胴部 15 の表面に、第 1 の鉄系外層材 13 の全部もしくは一部を残した状態で、第 2 の鉄系外層材 16 を鋳掛けすることで、以下の利点が得られる。

第 1 の鉄系外層材 13 は低融点であるため、鋳掛け鋳造時には、使用済圧延用複合ロール 14 の胴部 15 の表面に残存した第 1 の鉄系外層材 13 が溶融して、第 2 の鉄系外層材 16 を、第 1 の鉄系外層材 13 を介して芯材 11 に容易に溶着させることができ、剥離しにくい健全な境界層を形成できる。

また、これにより、第 2 の鉄系外層材 16 の厚みを過度に厚くすることなく、ロールを繰り返し再生して使用することが可能となり、圧延により製造される製品品質のばらつきを低減できる（以上、第 3 工程）。

10

#### 【0040】

上記した方法により、第 2 の鉄系外層材 16 が形成された使用済圧延用複合ロール 14 を焼鈍（例えば、600～900 度）する（以上、第 4 工程）。

そして、処理された使用済圧延用複合ロール 14 の軸部の摩耗した部分、曲がった部分、窪んだ部分、又は酸化した部分に、芯材 11 を構成する材料と同程度の硬度を有する肉盛材を溶接肉盛する。このとき、軸部が全体的に損傷している場合は、損傷している軸部を機械切断した後、機械切断された軸部の代わりに新たな軸材を溶接によって繋ぎ、更にこの軸材を最終形状の寸法に機械加工する。

また、使用済圧延用複合ロール 14 の胴部についても、ここで溶接肉盛してもよい。

なお、使用済圧延用複合ロール 14 の軸部と胴部の溶接肉盛については、この工程に限られることなく他の工程で行ってもよい（以上、第 5 工程）。

20

次に、溶接肉盛された使用済圧延用複合ロール 14 を、所定形状、即ち、最終製品よりも数% 程度大きい形状に機械加工して、再生中間ロールを製造する（以上、第 6 工程）。

そして、この再生中間ロールに対して、以下に示す熱処理を施す。

#### 【0041】

まず、鋳掛け鋳造後に、熱処理炉にて再生中間ロール全体を、例えば 750 度以上に加熱し、一定時間保持した後、炉内又は大気中で除冷し焼鈍処理して、鋳造応力を除去すると共に、第 2 の鉄系外層材 16 を軟化させて、加工し易くする。

その後、鋳掛け部表面及び両端の組織不安定部を機械加工し、再生中間ロールの全体又は胴部を、900 度以上 1100 度以下に加熱し、一定時間保持する。そして、大気中、衝風、又は気水噴霧により、常温近くまで冷却することにより焼入れし、基地を硬いマルテンサイトもしくはベイナイトとした後、500 度以上 600 度以下で、1 回もしくは 2 回以上の焼戻しを実施し、ショアー硬さ (HS) を 70～100 にする。

30

なお、上記した鋳造時並びに熱処理を行うに際しては、軸部 18、19 に、変形や表面の高温酸化が発生する。

#### 【0042】

そこで、前記した第 5 工程で行う溶接肉盛を、第 6 工程及び第 7 工程のいずれか一方又は双方の工程の途中又は終了後に、軸部 18、19 の全体もしくは一部に対して行い、形状の復元並びに強度を確保する。ここで、上記した肉盛溶接を、焼入れ前もしくは焼戻しを行う前に行うことにより、その後に行う熱処理で肉盛溶接による残留応力を除去できる。この方法を採用することにより、使用可能な肉盛溶接材の選択の自由度が広がることから、特に、軸部 18、19 の軸受部 20、21 や、駆動側軸部 19 の端部に位置するウォブラー部（駆動系カップリングに挿入される部分）22 の摩耗損傷を低減させることができ、また必要により強度の向上も図れる。

40

なお、焼鈍及び焼入れは、通常は再生中間ロール全体を加熱して行うが、その胴部のみを加熱して行う方法、例えば誘導加熱法を採用することもでき、この場合、熱処理時間の短縮や軸部の変形並びに酸化が少ない観点から望ましい（以上、第 7 工程）。

#### 【0043】

上記した方法で熱処理された再生中間ロールを、機械加工により最終形状（製品の形状）に仕上げ加工して、再生複合ロール 10 にする（以上、第 8 工程）。

50

なお、以上に示した鋳掛け鋳造後、焼入れ前加工後、再生複合ロール10の完成時にも、前記した目視、浸透探傷法、及び超音波探傷法のいずれか1又は2以上を用い、健全なロールであることを確認したうえで、製造した再生複合ロール10を使用に供する。

【実施例】

【0044】

次に、本発明の作用効果を確認するために行った実施例について説明する。

ここでは、胴径：620mm、胴長：1850mm、全長：4573mmの熱間薄板連続圧延（ホットストリップ・ミル）に使用する仕上げ圧延機用ロール（再生複合ロール）を製造した。なお、仕上げ圧延機用ロールの製造に際しては、表1に示す芯材と、表1に示す化学成分（ハイス系）を有する第2の鉄系外層材を用い、連続鋳掛け法により表1に示す鋳造速度で鋳造し、軸部の一部又は全体を機械加工（小寸法への機械加工）、溶接継ぎ、又は肉盛溶接を施した。以下、具体的に説明する。

【0045】

【表1】

	芯材 (SCM440)	化学成分(質量%)								铸造速度 (mm/分)
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	W	
従来例	未使用品	2.02	0.46	0.39	0.51	8.19	6.94	5.19	3.14	1.51
実施例1	使用済ロール大	2.01	0.47	0.40	0.55	8.23	6.92	5.24	3.09	1.52
実施例2	使用済ロール	2.05	0.43	0.41	0.50	8.15	7.01	5.23	3.15	1.55
実施例3	使用済ロール	2.00	0.46	0.39	0.53	8.20	6.95	5.20	3.11	1.50

## 【0046】

表1に示す実施例1は、図2に示す再生複合ロール30である。

この再生複合ロール30は、胴径：660mm(廃棄時の胴径：575mm)、胴長：1940mm、全長：5600mmの使用済圧延用複合ロール(図2の二点鎖線)に残存する第1の鉄系外層材を全て除去し、更に寸法を小さくした芯材の胴部32の外周面に、第2の鉄系外層材33を連続鋸掛け法にて溶着させたものである。なお、最終的に、軸部31は機械加工される。

10

20

30

40

50

**【0047】**

また、実施例2、3は、それぞれ図3、図4に示す再生複合ロール40、50である。この各再生複合ロール40、50は、それぞれ胴径が550mmとなった使用済圧延用複合ロール41、51を用い、その胴部42、52の胴径が530mmになるように機械加工し、胴部42、52に、0を超える15mm以下の厚みの第1の鉄系外層材43、53が残留した状態で、その外周面に第2の鉄系外層材44、54を連続鋳掛け法にて溶着させたものである。なお、第1の鉄系外層材と第2の鉄系外層材は、いずれも本願発明の化学成分範囲のものである。

この実施例2の再生複合ロール40の両側に設けられた軸部45、46は、最終的に行う焼戻し前に、Hv350レベルの肉盛材を、サブマージ・アーク法にて肉盛溶接し、その形状が未使用時の状態に復元されている（図3の斜線部）。これは、軸部に変形と酸化が発生し、その径が小さくなつたためである。

**【0048】**

また、実施例3の再生複合ロール50の一方側に設けられた非駆動側軸部55の軸受部56と他方の駆動側に設けられた駆動側軸部57についても、上記した実施例2の再生複合ロール40と同様の理由から、その形状が未使用時の状態に復元されている（図4の斜線部）。なお、実施例3の再生複合ロール50については、更に、非駆動側軸部55の小径となった部分（軸受部の先側でスラスト軸受部）を機械切断した後、新しい軸材58を軸受部56に溶接にて継いで、最終的に機械加工にて形状を復元している。

**【0049】**

一方、従来例は、図5に示す圧延用複合ロール60である。

この圧延用複合ロール60は、鍛鋼材を機械加工した未使用品の鍛鋼製芯材61を使用しており、その鍛鋼製芯材61の胴部63の外周面に第2の鉄系外層材64を連続鋳掛け法にて溶着させたものである。なお、最終的に軸部62は機械加工される。

上記した従来例及び実施例1～3の各種製造条件及び試験結果を、表2に示す。

**【0050】**

10

20

【表2】

	熱処理温度(℃) 焼戻し	ショア硬さ (HS)	炭化物量 (質量%)	軸部			製造		ロール性能評価	
				機械加工	溶接継ぎ	肉盛溶接	工期比	コスト比	耐摩耗比	耐肌荒れ性
従来例	1050	550	85	15	なし	なし	1.0	1.0	1.0	良
実施例1	1050	550	85	15	実施	なし	0.60	0.85	1.1	良
実施例2	1050	550	86	15	なし	なし	0.65	0.80	1.1	良
実施例3	1050	550	85	15	なし	実施	0.65	0.78	1.1	良

【0051】

実施例1～3のいずれについても、連続鋳掛け法での鋳造速度を、従来例の1.5倍である

る 22.5 mm / 分という高速で行ったが、第2の鉄系外層材が使用済圧延用複合ロールに溶着し、使用済圧延用複合ロールの表面と第2の鉄系外層材との境界は健全であった。なお、鋳造後は直ちに焼鈍し、ロールの胴部を機械加工して、焼入れ焼戻し処理を行った。この最終の焼戻しは、550で行い、溶接部の残留応力を除去して使用に供した。その結果、実施例1～3の第2の鉄系外層材の性能、即ち耐摩耗性並びに耐肌荒れ性は、いずれも従来例と同等以上の結果が得られ、強度的にも使用に十分耐えることを確認できた。

以上のことから、使用済圧延用複合ロールを使用することで、従来時間を要していた芯材の調達期間が省略され、工期が著しく短縮されると共に、芯材の新規購入費用が軽減され、圧延用複合ロールの製造コストを削減することができることを確認できた。

10

#### 【0052】

以上、本発明を、実施の形態を参照して説明してきたが、本発明は何ら上記した実施の形態に記載の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載されている事項の範囲内で考えられるその他の実施の形態や変形例も含むものである。例えば、前記したそれぞれの実施の形態や変形例の一部又は全部を組合せて本発明の使用済圧延用複合ロールの再生方法を構成する場合も本発明の権利範囲に含まれる。

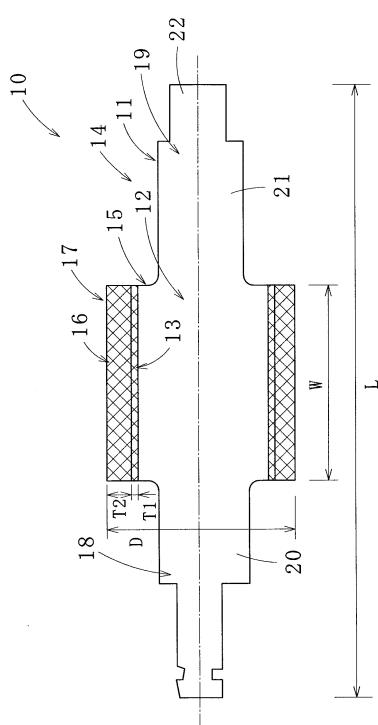
#### 【符号の説明】

#### 【0053】

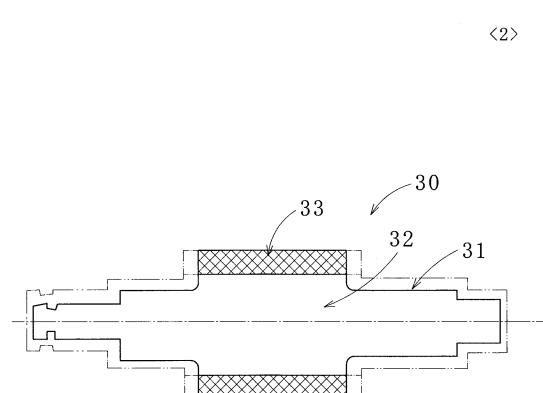
10：再生複合ロール、11：芯材、12：胴部、13：第1の鉄系外層材、14：使用済圧延用複合ロール、15：胴部、16：第2の鉄系外層材、17：胴部、18、19：軸部、20、21：軸受部、22：ウォブラー部、30：再生複合ロール、31：軸部、32：胴部、33：第2の鉄系外層材、40：再生複合ロール、41：使用済圧延用複合ロール、42：胴部、43：第1の鉄系外層材、44：第2の鉄系外層材、45、46：軸部、50：再生複合ロール、51：使用済圧延用複合ロール、52：胴部、53：第1の鉄系外層材、54：第2の鉄系外層材、55：非駆動側軸部、56：軸受部、57：駆動側軸部、58：軸材、60：圧延用複合ロール、61：鍛鋼製芯材、62：軸部、63：胴部、64：第2の鉄系外層材

20

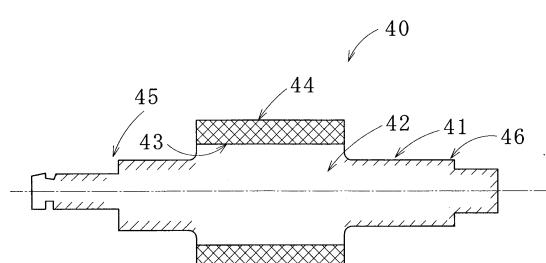
【図1】



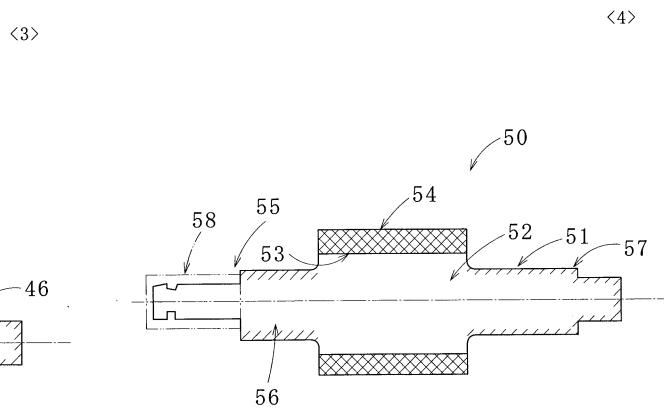
【図2】



【図3】

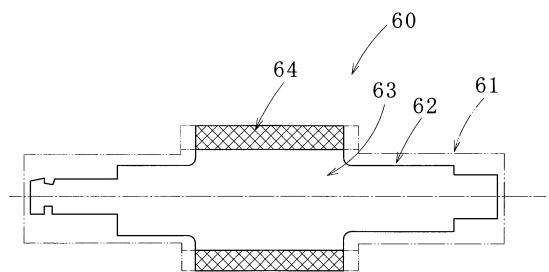


【図4】



【図5】

&lt;5&gt;



---

フロントページの続き

(72)発明者 姜 孝京

福岡県北九州市戸畠区牧山新町4-31 株式会社フジコー 技術開発センター内

(72)発明者 園田 晃大

福岡県北九州市戸畠区牧山新町4-31 株式会社フジコー 技術開発センター内

(72)発明者 綾垣 昌俊

福岡県北九州市戸畠区中原西2丁目18-12 株式会社フジコー内

審査官 坂本 薫昭

(56)参考文献 特開昭59-225806 (JP, A)

特開昭62-207580 (JP, A)

特開2001-049344 (JP, A)

特開2002-346613 (JP, A)

特公昭44-004903 (JP, B1)

特公平01-043802 (JP, B2)

特公平08-029330 (JP, B2)

ROLLS FOR THE METALWORKING INDUSTRIES, 米国, IRON & STEEL SOCIETY Inc., 1990年

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 27/00 - 35/14