

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3919082号  
(P3919082)

(45) 発行日 平成19年5月23日(2007.5.23)

(24) 登録日 平成19年2月23日(2007.2.23)

(51) Int. Cl.

F I

**B 2 1 B 27/00 (2006.01)**

B 2 1 B 27/00 C

**B 2 1 B 27/03 (2006.01)**

B 2 1 B 27/00 A

**C 2 2 C 38/00 (2006.01)**

B 2 1 B 27/03 5 1 O

**C 2 2 C 38/40 (2006.01)**

B 2 1 B 27/03 5 2 O

C 2 2 C 38/00 3 O 1 L

請求項の数 2 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-63436 (P2002-63436)  
 (22) 出願日 平成14年3月8日(2002.3.8)  
 (65) 公開番号 特開2003-260501 (P2003-260501A)  
 (43) 公開日 平成15年9月16日(2003.9.16)  
 審査請求日 平成17年2月21日(2005.2.21)

(73) 特許権者 000005083  
 日立金属株式会社  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号  
 (72) 発明者 堀内 満喜  
 福岡県北九州市若松区北浜一丁目9番1号  
 日立金属株式会社若松工場内

審査官 國方 康伸

(56) 参考文献 特開平10-005823 (JP, A)  
 特開平11-077118 (JP, A)  
 特開2001-047110 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超硬合金製圧延用複合ロール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

重量比でC : 0.1 ~ 1.0 %、Ni : 4.0 % 以下、Cr : 2.5 ~ 4.0 % を含む鉄系合金からなる内層材の外周に、超硬合金からなる外層材が金属接合された超硬合金製圧延用複合ロールであって、ASTM E 399 に準拠した試験において、外層材の破壊靱性値  $K_{1c}$  が  $15.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$  以上であり、JIS R 1601 に準拠した抗折試験において、外層材と内層材との境界接合部を含む抗折試験片の抗折強度が  $600 \text{ MPa}$  以上であり、かつ外層材におけるロール円周方向の応力が  $-600 \sim -100 \text{ MPa}$  であることを特徴とする耐事故性に優れた超硬合金製圧延用複合ロール。

【請求項2】

JIS Z 2241 に準拠した引張試験において、前記内層材の引張強さが  $600 \text{ MPa}$  以上であることを特徴とする請求項1に記載の耐事故性に優れた超硬合金製圧延用複合ロール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄帯板、板材、線材、棒材などの各種鋼材の圧延に用いられる圧延用ロールに関し、特に靱性に優れる材料からなる内層材と、この内層材の外周に超硬合金からなる外層材を備えた超硬合金製圧延用複合ロールに関するものである。

【0002】

10

20

**【従来の技術】**

寸法精度の向上、表面疵の減少、表面光沢度の向上など圧延材に対する高品質化の要求に応えるために、耐摩耗性、耐肌荒れ性などに優れた超硬合金が線材、棒鋼、平鋼などの圧延用ロールに適用されている。超硬合金は公知のごとく、WCをCo、Ni、Feなどの金属元素で結合した焼結合金であり、WCの他にTi、Ta、Nbなどの炭化物を含有することもしばしばある。

**【0003】**

例えば、特公昭58-39906号には、WC-Co-Ni-CrのWC系超硬合金で構成した線材圧延用ロールが記載されている。この線材圧延用ロールは、超硬合金単体を焼結した小型のスリーブロールであり、韌性に優れた鋼製のロール軸材に0.1/1000 10  
程度の焼嵌め率で嵌合し、そのスリーブロールの側面を固定リング、スペーサーリングなどにより押圧固定して機械的に組立てたものである。この種の超硬合金製スリーブロールの寸法は、外径が100~500mm、回転軸方向の長さが10~300mm程度の比較的短尺なものである。

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

前記のような超硬合金製スリーブをロール軸材に嵌合したロールは、固定リング、スペーサーリングなど多くの部材が必要になって組立て構造が複雑になり、かつ高い組立て精度を要求されるために、組立てに係わる工数や費用がかかるという問題がある。また、ロール胴部長さに対して、超硬合金の占める部分つまり圧延に使用できる部分が半分以下であり効率的でないという問題がある。 20

**【0005】**

これらの問題を解決するものとして、例えば特開平10-5823号公報に超硬合金製複合ロールが提案されている。これは鋼材からなる内層材を形成するスリーブの外周に、周期律表のIVa~VIa族元素の炭化物、窒化物および炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上を60~90重量%と、残部実質的にFe、Ni、Co、Cr、Mo及びWの少なくとも1種または2種以上の金属粉末とからなる混合粉末を焼結すると同時に拡散接合させた超硬合金製の外層材を有し、外層材表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を付与した複合スリーブを、ロール軸材に嵌合固定したものである。

**【0006】**

このような超硬合金製複合ロールは、内層材の韌性が高いので、スリーブ全長を焼嵌めによりロール軸材に固定でき簡単な構造となる。また、ロール胴部長さの全表面を外層材で構成するため圧延に使用できる部分を拡大できる。そのため、ロール交換の頻度が少なくなり圧延の停止時間を短くすることができる。 30

**【0007】**

また、熱膨張係数の異なる内層材と外層材を金属接合することにより、外層材表面に圧縮残留応力を付与することができる。その結果、超硬合金単体ロールに比べ圧延時に発生するヒートクラック等のクラック進展を抑え、ロール改削量の軽減を図ることができる。

**【0008】**

このように内層材の外周に超硬合金の外層材を金属接合させた超硬合金製複合ロールは多くの利点を有するが、外層材に圧縮残留応力を付与するとそれに概ね比例する大きさの半径方向引張り残留応力が生じるため、内層材と超硬合金の外層材との接合が不十分な場合、圧延中に内層材と外層材との接合部にて破壊する可能性がある。 40

**【0009】**

本発明の目的は、超硬合金製複合ロールの特徴である簡単なロール構造、圧延に使用できるロール胴部長さ部分の拡大などのメリットを確保しつつ、超硬合金からなる外層材の機械的強度と適正な残留応力を付与することにより、耐事故性を向上させた超硬合金製圧延用複合ロールを提供することにある。

**【0010】****【課題を解決するための手段】**

本発明の超硬合金製圧延用複合ロールは、重量比でC：0.1～1.0%、Ni：4.0%以下、Cr：2.5～4.0%を含む鉄系合金からなる内層材の外周に、超硬合金からなる外層材が金属接合された超硬合金製圧延用複合ロールであって、ASTM E399に準拠した試験において、外層材の破壊靱性値 $K_{1c}$ が $15.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上であり、JIS R1601に準拠した抗折試験において、外層材と内層材との境界接合部を含む抗折試験片の抗折強度が600MPa以上であり、かつ外層材におけるロール円周方向の応力が-600～-100MPaであることを特徴とする。

#### 【0011】

発明者は、外層材と内層材との境界接合部近傍でのロール円周・軸方向の尖頭残留応力にて境界接合部から外層材と内層材とが剥離することがない程度に残留応力を付与しつつ、耐事故性を向上させる手段を鋭意研究した。その結果、超硬合金からなる外層材の機械的強度が、ASTM E399に準拠した試験において、破壊靱性値 $K_{1c}$ を $15.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上有した場合、ロール胴部表面に-600～-100MPa（マイナス符号は圧縮を表す）の圧縮の残留応力を付与することにより耐事故性を十分向上させ、かつJIS R1601に準拠した抗折試験において、外層材と内層材との境界接合部を含む抗折試験片の抗折強度が600MPa以上であれば圧延中に外層材と内層材とが剥離することがないことを見出した。

#### 【0012】

本発明の超硬合金製圧延用複合ロールにおいて、外層材は炭化タングステン（WC）系超硬合金からなり、圧延用途に応じて、WC粒子の含有量を60重量%以上、望ましくは60～95重量%含有させることが好ましい。WC粒子の含有量が60重量%未満では、耐摩耗性が低下し耐肌荒れ性が悪くなり、95重量%を超えると破壊靱性が低下する。

#### 【0013】

外層材中のWC粒子の平均粒径は1～10 $\mu\text{m}$ の範囲で適宜設定するとよい。外層材中のWC粒子の平均粒径が1 $\mu\text{m}$ 未満では破壊靱性が低下し、特に外層材の破壊靱性が著しく低下し、10 $\mu\text{m}$ を超えると抗折強度が低下する。

#### 【0014】

本発明の外層材は内層材の外周に金属接合され、内層材としては中空円筒状のスリーブもしくは中実の軸材が使用される。内層材は機械的強度に優れ、JIS Z2241に準拠した引張試験において、内層材の引張強さが600MPa以上を有することが好ましい。特に、スリーブの内層材を焼嵌め時には内面に引張応力を受けるためより十分な内層材の引張強さが必要である。

#### 【0015】

内層材のC量は鉄系材料において重要な要因である。Cはその含有量によって鉄系材料の基地組織を決定する。基地組織の変態によって残留応力が大きく変化するため、最も基本的な成分である。Cが0.1%未満の場合、内層材はパーライト変態が主体となり、外層材と内層材の境界接合部にて過大な引張残留応力が発生し、外層材と内層材の境界接合部の剥離が生じやすい。また、1.0%を超えると、オーステナイトが大量に残留するため変態制御が難しく、残留応力の制御が困難となる。

#### 【0016】

Niはオーステナイト安定化元素であり、焼入れ性を向上させるため、本発明ではCについて重要な元素である。しかしながら、4.0%を超えると残留オーステナイト量が増加し、基地組織が不安定となるため4.0%以下であることが好ましい。

#### 【0017】

CrはCと結合して炭化物を形成し硬さを向上させるため、機械的性質に影響を与える重要な元素である。また、Ni同様オーステナイトを安定化させる元素のため、変態制御を行う上でも重要な元素である。Crが4.0%を超えると残留オーステナイト量が増加し、機械的性質の劣化や変態制御が難しくなる。

#### 【0018】

#### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について以下詳細に説明する。

(実施例 1)

まず、内層材として表 1 に示す成分 (重量%) を含む鋼材を 4 種類準備した。内層材は各々中空円筒状であり、外径 285 mm、内径 200 mm、長さ 600 mm である。

【0019】

表 1

実施例 No	C	Ni	Cr
本発明例 1	0.3	2.3	2.5
比較例 1	1.2	2.6	-
比較例 2	0.4	4.8	1.0
比較例 3	0.05	-	1.0

10

【0020】

外層材となる超硬合金粉末の一例を次の手順で製作した。すなわち、各々平均粒径が 6  $\mu$ m の WC 粉末、1  $\mu$ m の Co 粉末、1  $\mu$ m の Ni 粉末、1  $\mu$ m の Cr 粉末を用意し、重量% で WC 85%、Co 9.3%、Ni 4.7%、Cr 1% の割合で配合し、ボールミルで 20 時間湿式混合した後、乾燥し、超硬合金の素材となる混合粉末を準備した。これを外層材用の混合粉末とした。

【0021】

続いて、外層材と内層材の間に配置する中間層となる超硬合金粉末の一例を次の手順で製作した。すなわち、各々平均粒径が 5  $\mu$ m の WC 粉末、1  $\mu$ m の Co 粉末を用意し、重量% で WC 50%、Co 50% の割合で配合し、ボールミルで 20 時間湿式混合した後、乾燥し、超硬合金の素材となる混合粉末を準備した。これを中間層用の混合粉末とした。

20

【0022】

次いで、前述の中空円筒状の鋼製内層材の外周から 2 mm ほど離れた外側に、中間層形成用の環状仕切り材を設けた。そして、環状仕切り材の外側に上記した外層材用の混合粉末を充填し、この環状仕切り材の内側であって、内層材の外周と環状仕切り材の内面との間に形成された隙間に上記した中間層用の混合粉末を充填した。

【0023】

続いて環状仕切り材を取り外し、キャニングして、脱気処理、封着した後、1320、100 MPa、2 時間の熱間等方圧 (HIP) 処理を行った。その後、冷却し、HIP 炉から取り出した後、機械加工により HIP 処理用カプセルを除去し、外径 330 mm、内径 (焼嵌め径) 205 mm、長さ 600 mm に仕上げ加工を施して、内層材の種類毎に 4 種類の超硬合金製圧延用複合スリーブロールを得た。

30

【0024】

実施例 1 では外層材と内層材の間に中間層を設けた例であるが、中間層は外層材と内層材との境界接合強度を向上させるので好ましい。ただし、中間層を設けずに外層材と内層材を直接接合させても境界接合強度を十分に得ることができる。

【0025】

実施例 1 で得られた複合スリーブロールを鋼製 (SCM440) 軸材に焼嵌め、組立て式圧延用ロールとした。なお、焼嵌め率は 0.1 / 1000 ~ 2.0 / 1000 の範囲に設定するのが望ましい。焼嵌め率が 0.1 / 1000 未満であると圧延中の複合スリーブと軸材間で滑りが発生し、2.0 / 1000 を超えると複合スリーブが内面から割損しやすくなる。

40

【0026】

実施例 1 によって、内層材の種類毎に同一仕様のロールを 2 本ずつ製造した。内 1 本は外層材から試験片を切り出し、ASTM E399 に準拠した試験により外層材の破壊靱性値  $K_{1c}$  (MPa $\cdot$ m<sup>1/2</sup>) を測定した。また、外層材と内層材との境界接合部を含む抗折試験片を切り出し、JIS R1601 に準拠した抗折試験によりその抗折強度 (MPa) を測定した。他方の 1 本は焼嵌め後、ロール軸方向中央部に歪ゲージを貼り、破壊法により外層材におけるロール円周方向の残留応力 (MPa) を測定した。これらの結果を

50

表 2 に示す。表 2 において残留応力のマイナス符号は圧縮を表す。

【 0 0 2 7 】

表 2

実施例 N o	K 1 c	抗折強度	残留応力	圧延時の状況
本発明例 1	2 0	1 0 5 0	- 4 0 0	異常なし
比較例 1	2 0	9 0 0	- 9 0	ロール胴部表面にクラック発生
比較例 2	2 0	8 5 0	- 7 8 0	境界接合部にクラック発生
比較例 3	2 0	4 9 0	1	2

1 : クラックのため測定できず

2 : 製造中に境界接合部にクラック発生

10

【 0 0 2 8 】

( 実施例 2 )

まず、軸材（内層材）として表 3 に示す成分（重量％）を含む鋼材を 4 種類準備した。軸材は各々中実体であり、外径 9 0 mm、長さ 1 0 0 0 mm である。

【 0 0 2 9 】

表 3

実施例 N o	C	N i	C r
比較例 2 1	1 . 1	3 . 2	0 . 5
比較例 2 2	0 . 4	-	1 . 0
比較例 2 3	0 . 0 8	2 . 6	0 . 5

20

【 0 0 3 0 】

内層材を中実の軸材とした以外は実施例 1 と同様の手順により複合ロールを製造した。外径 1 3 0 mm、胴部長さ 4 0 0 mm、全長 9 0 0 mm に仕上げ加工を施して、軸材の種類毎に 4 種類の超硬合金製圧延用複合ロールを得た。なお、中実の軸材の両端部には外層材を形成させず、加工を施すことによりロール軸部として使用した。

【 0 0 3 1 】

実施例 1 同様に、軸材の種類毎に同一仕様のロールを 2 本ずつ製造した。内 1 本は外層材から試験片を切り出し、A S T M E 3 9 9 に準拠した試験により外層材の破壊靱性値 K 1 c ( M P a · m<sup>1/2</sup> ) を測定した。また、外層材と軸材との境界接合部を含む抗折試験片を切り出し、J I S R 1 6 0 1 に準拠した抗折試験によりその抗折強度 ( M P a ) を測定した。他方の 1 本は、ロール軸方向中央部に歪ゲージを貼り、破壊法により外層材におけるロール円周方向の残留応力 ( M P a ) を測定した。これらの結果を表 4 に示す。

30

【 0 0 3 2 】

表 4

実施例 N o	K 1 c	抗折強度	残留応力	圧延時の状況
比較例 2 1	1 7	9 0 0	- 4 0	ロール胴部表面にクラック発生
比較例 2 2	1 7	7 5 0	- 6 8 0	境界接合部にクラック発生
比較例 2 3	1 7	4 7 0	1	2

1 : クラックのため測定できず

2 : 製造中に境界接合部にクラック発生

40

【 0 0 3 3 】

表 2 および表 4 から、外層材の破壊靱性値 K 1 c が 1 5 . 5 M P a · m<sup>1/2</sup> 以上の場合でもロール胴部表面の圧縮残留応力が不足した場合（比較例 1、比較例 2 1）は、圧延荷重や圧延中のヒートサイクルによってロール胴部表面に引張応力が発生するため、噛みどめなどの圧延事故が発生するとクラックがロール全体に伝播しロールの使用が不可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、圧縮残留応力が過多の場合（比較例 2、比較例 2 2）や外層材と内層材との境界接合強度が弱い場合（比較例 3、比較例 2 3）は境界接合部の応力に耐えられず、境界接合部が破壊したと考えられる。

【 0 0 3 5 】

50

**【発明の効果】**

本発明の超硬合金製圧延用複合ロールによれば、苛酷な圧延用途にも適用拡大できる耐事故性に優れた圧延用複合ロールを提供することができる。

---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

C 2 2 C 38/40

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B21B 27/00

B21B 27/03

C22C 38/00

C22C 38/40