

(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2008-69409

(P2008-69409A)

(43) 公開日 平成20年3月27日(2008.3.27)

| | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| C 2 1 D 8/06 (2006.01) | C 2 1 D 8/06 A | 4 E 0 9 6 |
| C 2 2 C 38/00 (2006.01) | C 2 2 C 38/00 3 O 1 Y | 4 K 0 3 2 |
| C 2 2 C 38/04 (2006.01) | C 2 2 C 38/04 | |
| B 2 1 C 1/00 (2006.01) | B 2 1 C 1/00 N | |
| | B 2 1 C 1/00 L | |
| 審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) | | |

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-249322 (P2006-249322) | (71) 出願人 | 000005278 |
| (22) 出願日 | 平成18年9月14日 (2006.9.14) | | 株式会社ブリヂストン |
| | | | 東京都中央区京橋1丁目10番1号 |
| | | (74) 代理人 | 100072051 |
| | | | 弁理士 杉村 興作 |
| | | (74) 代理人 | 100107227 |
| | | | 弁理士 藤谷 史朗 |
| | | (74) 代理人 | 100114292 |
| | | | 弁理士 来間 清志 |
| | | (72) 発明者 | 金田 章弘 |
| | | | 栃木県那須塩原市下中野800 株式会社 |
| | | | ブリヂストン黒磯工場内 |
| | | Fターム(参考) | 4E096 EA02 EA12 HA21 KA01 KA08 |
| | | | 4K032 AA06 AA07 AA16 AA31 BA02 |
| | | | CG02 CM01 |

(54) 【発明の名称】 高強度高炭素鋼線およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 鋼線の高強度化を良好な延性の下に達成する方途を与える。

【解決手段】 炭素含有量が0.85～1.10mass%の高炭素鋼線材に、所定の伸線加工量の下で前段伸線加工を施し、この前段伸線工程を経た中間線材に、引張強さを1323～1666 MPaの範囲に調整するパテンティング処理を施したのち、最終伸線を含む後段伸線加工を施す。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炭素含有量が0.85～1.10mass%の高炭素鋼線材に、下記式(1)にて定義される伸線加工量が2.5以上となる前段伸線加工を施し、この前段伸線工程を経た中間線材に、引張強さを1323～1666 MPaの範囲に調整するパテンティング処理を施したのち、最終伸線を含む後段伸線加工を施すことを特徴とする高強度高炭素鋼線の製造方法。

記

$$= 2 \cdot \ln(D_0 / D_1) \quad \text{--- (1)}$$

但し、 D_0 ：前段伸線加工入側の鋼線材の直径(mm)

D_1 ：前段伸線加工出側の中間線材の直径(mm)

10

【請求項 2】

前記高炭素鋼線材はパーライト組織を有する請求項 1 に記載の高強度高炭素鋼線の製造方法。

【請求項 3】

前記高炭素鋼線材の炭素含有量が0.95～1.05mass%である請求項 1 または 2 に記載の高強度高炭素鋼線の製造方法。

【請求項 4】

前記パテンティング処理は、引張強さを1421～1550 MPaの範囲に調整するものである請求項 1、2 または 3 に記載の高強度高炭素鋼線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイヤやベルト等のゴム物品の補強材として用いられるスチールコード等の構成要素となる高強度高炭素鋼線の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

スチールコードの素線等に用いられる高炭素鋼線は、一般に、0.70～0.95mass%の炭素を含有し、パテンティング処理、例えばステルモア処理によりパーライト組織とされた、直径が約5.5mm程度の高炭素鋼線材を素材とし、乾式伸線により所定の中間線径まで伸線してからパテンティング処理を施す伸線-熱処理を少なくとも1回行い、最終熱処理されてパーライト組織に調整された鋼線材を、湿式伸線して所望の線径とする、一連の工程により製造されている。

30

【0003】

例えば、スチールコードを補強材として適用するタイヤの軽量化を所期して、より比強度の高いスチールコードが求められている。従って、このスチールコードの素線として用いられる高炭素鋼線には、より引張強さの高いものが求められている。

【0004】

さて、スチールコードの素線として用いられる高炭素鋼線の直径は、0.10～0.60mm程度であるのが一般的である。この鋼線の直径を一定とした場合、引張強さを高めるには、炭素含有量がより高い素材を用いること、最終熱処理に供する中間線材の直径を大きくして、最終伸線工程の伸線加工量を大きく設定すること、等の手段が適用されている。

40

【0005】

かような引張強さの高い高強度鋼線の製造における問題は、高強度化に伴う延性劣化であり、鋼線を撚り合わせてスチールコードを製造する際の断線の増加や、耐疲労性の低下等をもたらす。この高強度化に伴う延性劣化を抑制するために、原材料の改良(特許文献1)、最終伸線工程である湿式伸線条件の改良(特許文献2)等が行われている。

【特許文献1】特開平6-312209号公報

【特許文献2】特開平7-197390号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

上記のように、高強度化に伴う延性劣化を抑制するための改良は、原材料または最終伸線工程に注目して行われてきた。すなわち、特許文献 1 には、不均一組織である初析フェライト、初析セメンタイトが伸線後の延性低下の原因となることが指摘され、その対策として、成分、パテンティング処理および最終伸線を工夫している。一方、特許文献 2 には、最終伸線での加工の均一化による改良に限定した方策がとられている。しかしながら、いずれも十分な効果を得るには至っていない。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解消し、鋼線の高強度化を良好な延性の下に達成する方途を与えることにある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

発明者は、最終的に得られる鋼線の延性に対して、最終熱処理に供する中間線材を得るための前段伸線工程における条件が大きく影響することを見出した。

すなわち、素材であるステルモア処理された高炭素鋼線材は、基本的にパーライト組織が主体であるが、中心偏析や表面脱炭等に起因したマクロ的な成分の不均一や、初析セメンタイトおよび初析フェライト等のミクロ的な成分の不均一を、多かれ少なかれ抱えているのが一般的である。

【 0 0 0 9 】

これらの成分不均一は、最終熱処理工程までの段階にて、ある程度緩和されるが、最終的に得られる鋼線には金属組織的な不均一として残留し、破壊の核として作用する場合がある。この金属組織的な不均一は、鋼線の引張強さが高いほど、具体的には、引張強さ Z (MPa) が直径を D_f に関して下記式 (2) を満足する範囲にある高強度鋼線の延性に対して、大きな影響を与える。例えば、直径が 0.18mm で引張強さが 3300MPa を超える高強度高炭素鋼線の延性に対する影響が大きい。

20

記

$$Z \geq 2250 - 1450 \log D_f \quad \text{---- (2)}$$

特に、引張強さ Z が、 $Z \geq 2843 - 1450 \log D_f$ を満足する範囲にある高強度鋼線の延性に対して、より大きな影響を与える。

ちなみに、上記した引張強さ Z は、タイヤの補強材として要求される強力を確保するために必要とされる範囲である。すなわち、線径が太いほど破断強力は高くなり、一方で高強力材は線径が太くなるほど製造難易度が増すため、製造が可能である高い破断強力が与えられる範囲である。

30

【 0 0 1 0 】

最終的に得られる鋼線に残留する金属組織的な不均一は、最終熱処理の前に行われる前段伸線工程における伸線加工量が多いほど緩和される。ところが、同じ素材を用いて同じ直径の下に、より引張強さの高い鋼線を得るためには、最終伸線工程における伸線加工量を増加する必要がある、このためには最終熱処理に供する中間線材の直径を大きくして前段伸線工程における加工量を小さくすることが必要となる。つまり、高強力化するほど金属組織的な不均一が鋼線に残留しやすいことになる。

40

【 0 0 1 1 】

また、素材の段階で存在する初析フェライトは炭素含有量の増加に伴って減少するため、炭素含有量の増加は金属組織的な不均一を緩和するのに有効であるが、一方で炭素含有量を増加すると、初析セメンタイトの析出が容易になって延性の低下を招くことになる。

【 0 0 1 2 】

発明者は、以上の知見に基いて、特に前段伸線工程における最適な条件を鋭意究明し、本発明を完成するに至った。

本発明の要旨は次の通りである。

1. 炭素含有量が 0.85 ~ 1.10mass% の高炭素鋼線材に、下記式 (1) にて定義される伸線加工量 α が 2.5 以上となる前段伸線加工を施し、この前段伸線工程を経た中間線材に、引

50

張強さを1323～1666 MPaの範囲に調整するパテンティング処理を施したのち、最終伸線を含む後段伸線加工を施すことを特徴とする高強力高炭素鋼線の製造方法。

記

$$= 2 \cdot \ln(D_0 / D_1) \quad \text{---- (1)}$$

但し、 D_0 ：前段伸線加工入側の鋼線材の直径 (mm)

D_1 ：前段伸線加工出側の中間線材の直径 (mm)

【0013】

2．前記高炭素鋼線材はパーライト組織を有する前記1に記載の高強力高炭素鋼線の製造方法。

【0014】

3．前記高炭素鋼線材の炭素含有量が0.95～1.05mass%である前記1または2に記載の高強力高炭素鋼線の製造方法。

【0015】

4．前記パテンティング処理は、引張強さを1421～1550 MPaの範囲に調整するものである前記1、2または3に記載の高強力高炭素鋼線の製造方法。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、前段伸線工程での伸線加工量を2.5以上とすることにより特に金属組織的不均一が緩和されるために、延性を犠牲にすることなしに高強度化を達成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

次に、本発明の高強力高炭素鋼線を製造する方法について詳しく説明する。

まず、素材としては、炭素含有量が0.85～1.10mass%の高炭素鋼線材を用いる。なぜなら、炭素含有量は、得ようとする鋼線の引張強さが同じ場合、多いほど最終伸線工程の加工量を小さく、つまり前段伸線加工量を大きくできることから、0.85mass%以上とする。一方、炭素含有量が多すぎると結晶粒界に初析セメンタイトが析出し易くなり、金属組織的不均一を招くことから、1.10mass%以下とする。好ましくは、0.95～1.05mass%の範囲とする。

【0018】

上記高炭素鋼線材は、前段伸線加工を施して中間線材にし、この中間線材をパテンティング処理に供する。ここで、前段伸線加工における下記式(1)にて定義される伸線加工量を2.5以上とすることが肝要である。

記

$$= 2 \cdot \ln(D_0 / D_1) \quad \text{---- (1)}$$

但し、 D_0 ：前段伸線加工入側の鋼線材の直径 (mm)

D_1 ：前段伸線加工出側の中間線材の直径 (mm)

【0019】

すなわち、前段伸線工程での伸線加工量を2.5以上とすることにより、特に金属組織的不均一が緩和される。なぜなら、伸線加工量が2.5以上ではラメラがほぼ縦方向にそろい、金属組織のクロス断面の大きさも約1/3となることで組織の不均一性を小さくすることができるからである。

この前段伸線加工での伸線加工量が大きいほど不均一性は緩和されるが、大きすぎると前段伸線加工が困難になることから、3.5以下とすることが好ましい。

【0020】

この前段伸線工程を経た中間線材には、引張強さを1323～1666 MPaの範囲に調整するパテンティング処理を施す。得ようとする鋼線の引張強さが同じ場合、この熱処理後の引張強さが高いほど後段伸線工程の加工量を小さく、つまり前段伸線加工量を大きくできることから、1323MPa以上に調整することとする。ここに、熱処理後の線材の引張強さは、具体的にはパーライト変態温度により制御できるが、0.85～1.10mass%の炭素を含有する線材の引張強さを1666MPaよりも大きくするには、パーライト変態温度を下げる必要がある

10

20

30

40

50

、ベイナイトが析出し易くなって金属組織的不均一をまねくため、1666MPa以下とする。
好ましくは、1421～1550Mpaの範囲とする。

【 0 0 2 1 】

その後、最終伸線を含む後段伸線加工を施して製品径にするが、この後段伸線加工においては特に規制を設ける必要はない。

以上の工程を経ることによって、引張強さZ(MPa)が上記式(2)を満足しタイヤの補強材として必要な強力を有する高強力高炭素鋼線が得られる。

【 0 0 2 2 】

なお、鋼線の直径は0.10～0.60 mmの範囲であることが好ましい。なぜなら、0.10mm未満では、細すぎて撚り合わせてコードとなっても必要とする強力が得難いためである。一方、0.60 mmを超えると、最終伸線前の熱処理後線材の直径が大きくなり、すなわち前工程の乾式伸線における伸線加工量を大きくすることが難しい。また、同一曲率となった場合に、歪が大きくなり実用的でない。

【 実施例 】

【 0 0 2 3 】

表1および表2に示す炭素含有量および径を有する鋼線材に、表1および表2に示す条件の前段伸線加工、次いで熱処理を施したのち、やはり表1および表2に示す条件の後段伸線加工(最終伸線)を施し、表1および表2に示す鋼線を製造した。表中の後段伸線加工量は、前段伸線加工量を求める上記式(1)に準拠して求めたものである。

【 0 0 2 4 】

なお、熱処理後の引張強さの調整は、同一炭素含有量の材料ではパテンティング処理の温度を変えることで行った。同一のパテンティング処理温度であれば、炭素含有量が多いほど引張り強さは高くなる。

【 0 0 2 5 】

かくして得られた鋼線について、その引張強さおよび捻り特性を評価した。その評価結果を、表1および表2に併記する。

なお、引張強さは、JIS Z2241に規定の引張試験に準拠して行った。

また、捻り特性は、鋼線断面積に応じた重りで、196MPaの張力を負荷した状態にて、100mm長部分を捻り、破断までの回数を100d(d:直径)相当の長さの捻り回数に換算し、その結果を従来例の回数を100として指数化した。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

【表 1】

| | 従来例1 | 従来例2 | 従来例3 | 発明例1 | 発明例2 | 発明例3 | 発明例4 | 発明例5 | 発明例6 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 鋼線材C含有量(mass%) | 0.82 | 0.92 | 0.82 | 0.85 | 0.96 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 1.02 |
| 鋼線材直径(mm) | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.0 | 5.5 | 6.0 | 5.5 |
| 中間線材直径(mm) | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.70 | 1.47 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.42 |
| 前段伸線加工量 ε | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.34 | 2.64 | 2.81 | 2.60 | 2.77 | 2.71 |
| 熱処理後線材引張り強さ(MPa) | 1284 | 1395 | 1264 | 1323 | 1421 | 1422 | 1382 | 1392 | 1500 |
| 最終伸線加工量 | 3.52 | 3.52 | 4.54 | 4.49 | 4.20 | 4.20 | 4.24 | 4.24 | 4.13 |
| 鋼線直径(mm) | 0.30 | 0.30 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| 鋼線引張り強さ(MPa) | 3352 | 3440 | 4215 | 4225 | 4252 | 4265 | 4251 | 4280 | 4250 |
| 捻り特性 | | | 100 | 130 | 180 | 190 | 130 | 140 | 190 |

【表 2】

| | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 発明例7 | 発明例8 | 発明例9 | 発明例10 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|------|------|------|-------|
| 鋼線材C含有量(mass%) | 1.09 | 1.02 | 0.96 | 1.02 | 1.02 | 1.09 | 1.09 |
| 鋼線材直径(mm) | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 6.0 |
| 中間線材直径(mm) | 1.35 | 1.42 | 1.47 | 1.42 | 1.42 | 1.35 | 1.35 |
| 前段伸線加工量 ε | 2.80 | 2.71 | 2.64 | 2.88 | 2.88 | 2.81 | 2.98 |
| 熱処理後線材引張り強さ(MPa) | 1680 | 1667 | 1660 | 1510 | 1550 | 1545 | 1580 |
| 最終伸線工程 ε | 4.03 | 4.20 | 4.13 | 4.13 | 4.13 | 4.03 | 4.03 |
| 鋼線直径(mm) | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| 鋼線引張り強さ(MPa) | 4261 | 3871 | 3563 | 4250 | 4285 | 4272 | 4290 |
| 捻り特性(*) | 50以下 デラミ発生 | 50以下 デラミ発生 | 50以下 デラミ発生 | 200 | 190 | 140 | 150 |

(*)デラミ発生:捻る過程で鋼線に割れ発生