(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3579562号

(P3579562)

(45)発行日　平成16年10月20日(2004.10.20)　(24)登録日　平成16年7月23日(2004.7.23)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
B21C 1/00	B21C	1/00	B
B21C 1/04	B21C	1/04	
B21C 3/12	B21C	3/12	B
C21D 8/06	C21D	8/06	Z
C22C 38/00	C22C	38/00	301Y

請求項の数 1　(全 7 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平9-12973
(22)出願日　平成9年1月27日(1997.1.27)
(65)公開番号　特開平10-211516
(43)公開日　平成10年8月11日(1998.8.11)
審査請求日　平成13年8月9日(2001.8.9)

(73)特許権者　000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町２丁目６番３号
(74)代理人　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100072109
弁理士　西舘　和之
(74)代理人　100088269
弁理士　戸田　利雄
(74)代理人　100082898
弁理士　西山　雅也
(72)発明者　佐々木　正司
岩手県釜石市鈴子町２３－１５　新日本製鐵株式会社　釜石製鐵所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】疲労特性の良好な極細鋼線

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ブラスめっき後、０＜（最終ダイスからの個数）／（全ダイスの個数）≦０．７に相当する連続配置したダイスを、０．３ｒ≦Ｒ≦ｒ（ｒ：伸線速度（ｍ／ｍｉｎ）、Ｒ：ダイスの回転速度（ｒｐｍ））で回転させる、ダイスによる伸線加工により製造される３０００ＭＰａ以上の引張強さを有する極細鋼線において、極細鋼線表面に露出しているＦｅの該極細鋼線の周長の全周に対する割合が２０％以下であることを特徴とする疲労特性の良好な極細鋼線。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
この発明は、タイヤ、ホース、コンベアベルトなどのゴム物品補強用スチールワイヤおよびスチールコードに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
ゴム中に鋼線を埋め込んでゴムの速度、耐久性を向上させる技術は多く実施されているが、なかでもゴムと極細鋼線の複合物は、自動車用タイヤ、高圧ゴムホース、コンベアベルトなどに応用されている。これらの製品は応力付加状態で繰り返し使用されるので、ゴム以上に補強用スチールコードには高疲労特性が要求される。高い伸線加工歪により強加工される極細鋼線は伸線加工歪の増加により引張強さは増加するものの、疲労特性は比例し

て上昇しない。より高級なゴム補強用スチールコードを実現するには引張強さに見合った疲労特性の確保が必要である。

【０００３】

従来、鋼線の疲労特性を向上させる技術は、特公平１－２７８０２号公報において伸線加工途中または後に捻り加工を加え引張残留応力を低減させる方法がある。しかし、伸線加工歪が３以上では縦割れが発生しやすく実用的でない。特公平３－２３６７４号公報では高炭素鋼にＮｉ，Ｃｕ，Ｖを添加し延靱性および腐食疲労特性を改善した。合金添加によるコストが高まる点がネックである。また大気疲労特性については不明である。特開平４－１３１３２３号公報では０．２～０．５％Ｃ鋼にＶ，Ｎｉ，Ｃｒ，Ｍｏ，Ｎｂ，Ｔｉ，Ｚｒ等の元素を添加し、冷速制御冷却により微細フェライト・パーライト組織とし、さらに減面率１０～４０％の伸線を行うことにより耐疲労特性を改善した。しかし、Ｃ量、伸線加工歪が小さいために、強度が１０００ＭＰａ　以下と低く、本発明の極細鋼線レベルには適用できない。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は従来技術の問題点、引張強さ３０００ＭＰａ　以上の高強度極細鋼線において適用できなかった捻り加工、合金元素添加＋伸線技術または合金元素添加によるコストアップなどの点を解決した。つまり、ブラスめっき後伸線加工歪３以上の湿式伸線により製造される３０００ＭＰａ　以上の引張強さを有する極細鋼線において、表面のめっき形態に着目し極細鋼線表面に露出しているＦｅの割合を規定することにより課題を解決することができた。さらにＦｅの露出面積を制御するために伸線ダイスを回転させることが有効であることがわかった。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の技術的課題を解決するために、ブラスめっき後ダイスによる伸線加工により製造される３０００ＭＰａ　以上の引張強さを有する極細鋼線において、極細鋼線表面に露出しているＦｅの割合が大きく影響していることを突き止めた。具体的には、横断面研磨片を観察し、ブラスめっきからＦｅが露出している周長の全周に対する割合が２０％以下である場合は疲労特性に非常に優れることがわかった。さらに、大気疲労のみならず腐食疲労特性にも優れることがわかった。

【０００６】

また、Ｆｅの露出面積を２０％以下に制御する方法としてダイスを回転させることが有効であることも突き止めた。

【０００７】

本発明は、ブラスめっき後、０＜（最終ダイスからの個数）／（全ダイスの個数）≦０．７に相当する連続配置したダイスを、０．３ｒ≦Ｒ≦ｒ（ｒ：伸線速度（ｍ／min）、Ｒ：ダイスの回転速度（rpm））で回転させる、ダイスによる伸線加工により製造される３０００ＭＰａ以上の引張強さを有する極細鋼線において、極細鋼線表面に露出しているＦｅの該極細鋼線の周長の全周に対する割合が２０％以下であることを特徴とする疲労特性の良好な極細鋼線である。

【０００８】

スチールコードなどの極細鋼線はブラスめっき後、伸線加工により作製されるが、めっき時は厚さがほぼ均一であっても、伸線加工時のダイスとの接触は必ずしも均一ではなく偏るためにめっき厚さにばらつきが生じる。そのためある部分はめっきが厚く、他の部分はＦｅが露出することがある。伸線加工歪が大きくなるとその傾向は顕著になることがわかっている。

【０００９】

そこで、３０００ＭＰａ　以上の引張強さを有する強加工された極細鋼線についてＦｅの露出面積割合に着目し疲労特性について調査したところ、図１に示すように２０％を境にして疲労特性が大きく変化する傾向が得られた。Ｆｅが表面に多くなると空気中の水分な

どの影響でミクロの腐食生成物が発生し、それが疲労試験中にクラックの起点になりやすいために疲労特性が低下する。ブラスめっきが被覆されている部分はＦｅの空気成分との接触はなく、疲労起点が発生しにくいので疲労特性は低下しない。強加工された極細鋼線の場合、疲労過程における律速はクラック発生であるので、ブラスめっきの被覆面積割合が大きい場合は発生時期を遅らせる点で疲労特性に優れると考えられる。

【００１０】

さらに露出しているＦｅの割合を低減させる方法として伸線加工中のダイスを回転させる方法が有効であることを見いだした。特に伸線加工歪の高い部分である最終ダイス付近が重要であり、その回転速度を伸線速度と関係させて制御することによりめっきを均一に加工しＦｅの露出面積を制御することが可能である。ダイスを回転させる作用は鋼線とダイスとの接触面圧を周方向に均一化することであり、そのため変形に偏りが生じにくくめっきも均一になる。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下に本発明についてさらに詳細に説明する。

先ずブラスめっき後ダイスによる伸線加工により製造される３０００ＭＰａ　以上の引張強さを有する極細鋼線に限定した理由について述べる。極細鋼線は線径０．１～０．４ｍｍ程度が一般的であるが、この線径レベルではＳＷＲＭ８に代表されるような軟鋼などの比較的引張強さが低いもの、またはＳＷＲＳ８２Ａに代表される高炭素鋼であっても伸線加工後の引張強さが３０００ＭＰａ　以下では引張強さの増加に見合った分の疲労特性が確保される。しかし、引張強さが３０００ＭＰａ　以上の場合は伸線加工条件によっては引張強さに比例した疲労特性が確保できなくなる。つまり鋼種に関係なく、引張強さが３０００ＭＰａ　以上では引張強さに比例した疲労特性が確保されないので、本発明を行使する上での対象材料として限定した。したがって、本発明を鋼種に関係なく３０００ＭＰａ　以上の極細鋼線に適用することにより、引張強さの上昇とともに疲労特性も向上させることが可能である。尚、伸線方法にはダイス伸線の他、冷間圧延などもあるが、極細鋼線の製造は冷間圧延では行われておらず、ダイスに限られるのが現状である。

【００１２】

次に、露出しているＦｅの割合を２０％以下に限定する理由について述べる。ＳＷＲＳ８２Ａ鋼より製造したブラスめっき極細鋼線の疲労試験後のサンプルを横断面研磨し、表面のＦｅ露出割合を破面近傍から長手方向に調査したところ、図１に示すようにＦｅ露出割合が２０％を境にして疲労特性が大きく変化することがわかった。疲労限はハンター式疲労試験による結果である。Ｆｅが表面に多くなると空気中の水分などの影響でミクロの腐食生成物が発生し、それが疲労試験中にクラックの起点になりやすいために疲労特性が低下する。ブラスめっきが被覆されている部分はＦｅの空気成分との接触はなく、疲労起点が発生しにくいので疲労特性は低下しない。強加工された極細鋼線の場合、疲労過程における律速はクラック発生であるので、ブラスめっきの被覆面積割合が大きい場合はクラック発生時期を遅らせる点で疲労特性に優れると考えられる。

【００１３】

さらに上記発明を実行する具体的な方法として、ダイスを回転させることによりダイスとの偏接触を避けることが有効であることを突き止めた。伸線速度とダイス回転速度の関係を詳細に調査したところ、０＜（最終ダイスからの個数）／（全ダイスの個数）≦０．７に相当する連続配置したダイスにおいて、０．３ｒ≦Ｒ≦ｒ（ｒ：伸線速度（ｍ／ｍｉｎ　）、Ｒ：ダイスの回転速度（ｒｐｍ　））の関係が成立することがわかった。ダイスとの偏接触によるＦｅ露出の影響が出やすいのは伸線後期であることがわかったので、（最終ダイスからの個数）／（全ダイスの個数）≦０．７とした。０．７を越えると回転するダイスの数が多くなり、疵のつく割合も増えることから０．７以下に限定した。また、この範囲でダイスを回転させても連続配置していなくては効果はなく、不連続配置の場合は回転していないダイス部で偏接触によるＦｅの露出が生じやすく効果が薄れる。

【００１４】

図２に示すように、伸線速度ｒとダイス回転速度Ｒとの間には０．３ｒ≦Ｒ≦ｒなる最適範囲が生じることがわかった。ダイス回転速度Ｒ（ｒｐｍ　）が（０．３×伸線速度（ｍ／ｍｉｎ　））未満の場合、ダイスの回転速度が遅いために偏接触が解消されなく効果はなくなる。逆に伸線速度ｒの値を越えると回転速度が速すぎてダイス、鋼線が磨耗しやすくなり、鋼線表面に疵等が生じやすくなるために効果がなくなる。

【００１５】

以下に実施例を示す。

【００１６】

【実施例】

ＳＷＲＳ８２Ａ鋼を鉛パテンティング処理した後に、電解酸洗、アルカリ洗浄、Ｃｕ，Ｚｎ電気めっき、乾燥を行い、加熱によるブラス合金化したブラスめっき鋼線を、湿式潤滑伸線により０．２０または０．３０ｍｍまで極細伸線を行った。めっきのＣｕ，Ｚｎは重量比でＣｕ：Ｚｎ＝７０：３０、伸線後のめっき厚さが約０．１μｍになるように設定した。尚、伸線後の極細鋼線の横断面を作製するに当たり、表面にＮｉめっきを施し研磨による表層ダレを防いだ。表面に露出しているＦｅの割合は、横断面研磨片の鋼部をエッチングし外周にブラスめっきが存在しない箇所の長さをＳＥＭ測定することにより求めた。尚、極細伸線機内のダイス最終１０段は回転可能なタイプになっている。疲労特性の評価は湿度４０％大気中でのハンター疲労試験による10^7　回での疲労限をもって行った。

【００１７】

表１に試験条件と結果を、本発明と比較例を合わせて示す。

【００１８】

【表１】

	線径 mm	引張強さ MPa	露出Ｆｅ割合 %	回転させるダイスの回転条件 最終からのダイス個数／全ダイス個数	回転条件 Ｒ／ｒ	疲労限 MPa
本発明	0.20	3958	18	0.5	0.2	1300
本発明	0.20	3672	13	0.4	0.8	1200
本発明	0.30	3405	5	0.2	0.5	1150
本発明	0.30	3010	0	0.1	0.9	950
比較１	0.20	2880	5	0	0	1000
比較２	0.20	2880	3	0.4	0.7	1050
比較３	0.20	3412	27	0	0	450
比較４	0.30	3500	34	0.4	0.2	450
比較５	0.30	3420	48	0.4	1.2	400
比較６	0.20	3317	38	0.8	0.6	400

*）Ｒ：ダイスの回転速度（rpm ）、ｒ：伸線速度（ｍ／min ）

【００１９】

比較１は、引張強さが３０００ＭＰａ　以下でダイスを回転させない伸線方法で製造したものであり、比較２は本発明のダイス回転方式を適用したものである。露出Ｆｅ割合は比較２が若干低め、疲労特性は若干高めであるが、ほぼ誤差範囲である。この範囲での疲労特性はどちらも非常に良好であり、ダイスを回転させる効果はみられない。これは引張強さが３０００ＭＰａ　以下と低く、十分な延性を有しているためと考えられる。そのため引張強さが３０００ＭＰａ　以下の場合は本発明を適用するメリットがない。

【００２０】

比較３では、露出Ｆｅ割合が２０％を越えたために疲労クラックが発生しやすくなり、疲労限が低下した。

【００２１】

比較４では、ダイスを回転させて露出Ｆｅ割合の低下を図ったが、Ｒ／ｒの値が０．３未満であり、ダイスとの偏接触が解消されず、露出Ｆｅ割合が低下せず改善につながらなかった。

【００２２】

比較５では、Ｒ／ｒの値が１を越えており、回転速度が高いために表面が疵つきやすくなり、疲労特性が低下した。

【００２３】

比較６では、回転させる最終からのダイス個数／全ダイス個数が０．７を越えており、回転ダイスの割合が多すぎるために鋼線に疵がつき、疲労特性が低下した。

【００２４】

これに対し、本発明の実施例はいずれも疲労特性の劣化の無い良好な結果を示し、本発明を実施することにより疲労特性が優れることがわかる。

【００２５】

【発明の効果】

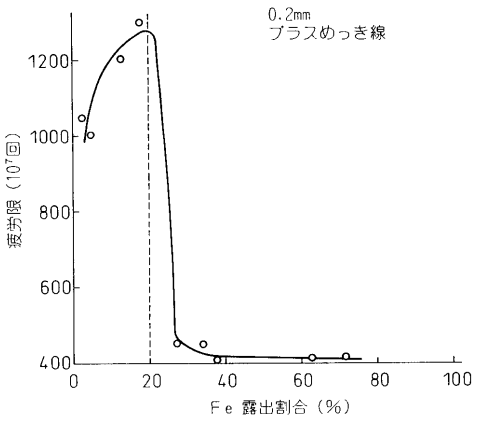
本発明は以上のように実施できるので、既述の技術的課題を解決する顕著な効果がある。換言すると、本発明により３０００ＭＰａ　以上の引張強さを有する極細鋼線の疲労特性を向上させることが可能となり、工業的メリットは大きい。

【図面の簡単な説明】

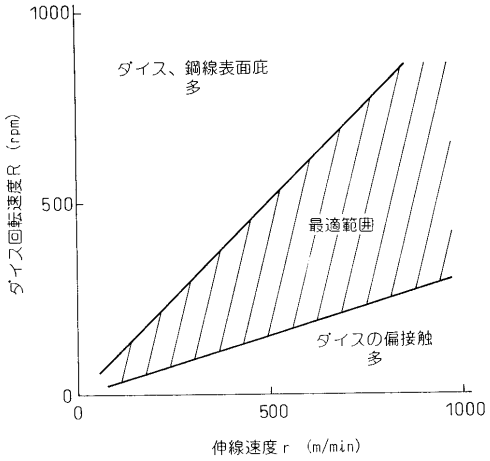
【図１】０．２０ｍｍブラスめっき鋼線のＦｅ露出割合と疲労限の関係を示す図である。

【図２】伸線速度ｒとダイスの回転速度Ｒの関係を示す図である。

【図１】


0.2mm
ブラスめっき線
1200
1000
800
600
400
疲労限（10⁷回）
0
20
40
60
80
100
Fe 露出割合（%）

【図２】


1000
500
0
ダイス回転速度R（rpm）
ダイス、鋼線表面疵
多
最適範囲
ダイスの偏接触
多
0
500
1000
伸線速度r（m/min）

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]　　ＦＩ
　Ｄ０７Ｂ　1/06　　Ｄ０７Ｂ　1/06　　Ａ

(72)発明者　田代　均
　　岩手県釜石市鈴子町２３－１５　新日本製鐵株式会社　釜石製鐵所内

審査官　富永　泰規

(56)参考文献　特開平０７－３０８７０７（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０５－１９５４５８（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０８－２９１３６９（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０７－０１１５９４（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０８－２６０３６８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
　　B21C　1/00 - 19/00
　　D07B　1/06