

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4937499号
(P4937499)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl. F I
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 1 Z
C 2 1 D 9/02 (2006.01) C 2 1 D 9/02 A
C 2 2 C 38/60 (2006.01) C 2 2 C 38/60

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-173421 (P2004-173421)	(73) 特許権者	399009642
(22) 出願日	平成16年6月11日(2004.6.11)		J F E 条鋼株式会社
(65) 公開番号	特開2005-350736 (P2005-350736A)		東京都港区新橋5-11-3
(43) 公開日	平成17年12月22日(2005.12.22)	(74) 代理人	100083839
審査請求日	平成19年3月9日(2007.3.9)		弁理士 石川 泰男
審判番号	不服2010-21079 (P2010-21079/J1)	(72) 発明者	白神 哲夫
審判請求日	平成22年9月21日(2010.9.21)		宮城県仙台市宮城野区港一丁目6番1号
		(72) 発明者	菊地 克彦
			宮城県仙台市宮城野区港一丁目6番1号
			エヌケーケー条鋼株式会社仙台製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性および疲労特性に優れた高強度ばね用鋼およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スクラップを主体にした溶解原料を用いる鋼材において、質量%で、

C : 0.45 ~ 0.70 %、

Si : 0.15 ~ 2.50 %、

Mn : 0.30 ~ 1.00 %、

P 0.015 %、

S 0.015 %、

Cu : 0.30 ~ 2.00 %、

sol. Al : 0.010 ~ 0.100 %、

Cr : 0.10 ~ 0.50 % 未満、

Ti : 0.005 ~ 0.100 %、

(Sn + Sb + As) / Cu < 0.05、

Sn + Sb + As 0.100 %、

更に

Ni : 0.10 ~ 2.00 %、

Mo : 0.01 ~ 1.00 %、

V : 0.05 ~ 0.50 %、

Nb : 0.01 ~ 0.50 %

の一種または二種以上を含有し、

$C_{eq} = 0.90\%$ 、

残部鉄および不可避免的不純物からなることを特徴とする耐食性および疲労特性に優れた、引張強度2000MPa以上のばね用鋼。

但し、

$$C_{eq} = C + Si / 7 + Mn / 6 + Cu / 7 + Ni / 40 + Cr / 5 + Mo / 4 + V / 14$$

【請求項2】

スクラップを主体にした溶解原料を用いる鋼材において、質量%で、

C : 0.45 ~ 0.70%、

Si : 0.15 ~ 2.50%、

Mn : 0.30 ~ 1.00%、

P 0.015%、

S 0.015%、

Cu : 0.30 ~ 2.00%、

sol. Al : 0.010 ~ 0.100%、

Cr : 0.10 ~ 0.50%未満、

Ti : 0.005 ~ 0.100%、

$(Sn + Sb + As) / Cu < 0.05$ 、

$Sn + Sb + As \leq 0.100\%$ 、

更に

Ni : 0.10 ~ 2.00%、

Mo : 0.01 ~ 1.00%、

V : 0.05 ~ 0.50%、

Nb : 0.01 ~ 0.50%

の一種または二種以上を含有し、

$C_{eq} = 0.90\%$ 、

残部鉄および不可避免的不純物からなる鋼を、下記(1)式を満足する加熱温度T()で加熱後、熱間圧延することを特徴とする耐食性および疲労特性に優れた、引張強度2000MPa以上のばね用鋼の製造方法。

$$950 < T < T' \quad (1)$$

但し、

$$T' = 1083 - \{ 1509 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) ^ 2 + 535 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) \}$$

(1)式において、[% Sn]、[% Sb]、[% As]、[% Cu]は鋼中含有量でmass%を示す。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スクラップを主体にした溶解原料から製造される、自動車用の懸架ばね、トーションバー、スタビライザー等の素材となるばね用鋼およびその製造方法に関し、特に高強度で且つ耐食性および疲労特性に優れ、自動車の足回り部品として好適なものに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、燃費向上を目的に自動車の軽量化が求められるようになり、特に足回り部品の一つである懸架ばねの軽量化に対する要望は強く、焼入れ焼戻し後の強度が2000MPa以上となる高強度化した素材を用いた高応力設計が適用されている。

【0003】

汎用的なばね用鋼は焼入れ焼戻し後の強度が1600 ~ 1800MPaでJIS G 4801等が規定され、熱間圧延で所定の線材に製造後、熱間成形ばねの場合はばね状に

10

20

30

40

50

加熱成形してから焼入れ焼戻し処理を行い、冷間成形ばねの場合は引抜き加工後、焼入れ焼戻し処理を行い、ばねに成形される。

【0004】

焼入れ焼戻し処理後の強度を2000MPa以上に高強度化した素材では、割れ感受性が高まるので、耐食性が劣る場合、自動車足回り部品の懸架ばねなど外部に露出する部品では、小石などで塗装がはがれた個所に腐食ピットが形成され、該腐食ピットを起点とする疲労亀裂の伝播により部品が破損することが懸念されている。

【0005】

最近、冬の間、凍結防止用に融雪剤が散布されることが多く、自動車足回り部品の懸架ばねの腐食環境は過酷化しているため、高強度で且つ耐食性に優れるばね用鋼への要望は強く、いくつかの提案がなされている。

10

【0006】

特許文献1は、耐食性元素としてCuを用いて耐食性を向上させたばね鋼、特許文献2はSi、Ni、Cr、Cuを用いて耐食性を向上させたばね鋼、特許文献3にはばね鋼においてCu、Niの表面濃化を利用して耐食性を向上させることが記載されている。

【0007】

【特許文献1】特開昭59-173246号公報

【特許文献2】特開平7-173577号公報

【特許文献3】特開2000-26938号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

Cu、Niは耐食性を向上させる元素として有効な元素であるが、Cuを含有した鋼は熱間圧延時、表面疵を発生しやすく、スクラップを主体にした溶解原料から不可避免的に混入するSnにより熱間脆化が助長され、表面性状が低下する。

【0009】

特許文献1、2にはCuによる表面疵に関しては記載がなく、特許文献3にはCuによる熱間脆化を抑制するためNi/Cuを所定の範囲に規定することは記載されているが、Snの影響についての記載はなく、スクラップを主体にした溶解原料を用いる高強度ばね用鋼において耐食性と表面性状の両者を向上させることが課題となっている。

30

【0010】

本発明は、スクラップを主体にした溶解原料を用いた、耐食性および疲労特性に優れた高強度なばね用鋼材およびその製造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】

【0011】

本発明者等はスクラップを主体にした溶解原料を用いる鋼材について詳細に検討し、以下の知見を得た。

【0012】

1 耐食性を向上させるためには、Cu添加が必須であるが、溶解原料から不可避免的に混入するSnはCuと同様に鉄よりも酸化されにくく、加熱中に表面に濃化してCu-Sn合金を形成しCuの融点を低下させ熱間脆化を助長するので、ばねの疲労特性に大きな影響を及ぼす表面性状を向上させるためには厳格にその混入レベルを管理する必要がある。

40

【0013】

2 更に溶解原料から不可避免的に混入するSb、AsもSnと同様に熱間脆化を助長し表面性状を損なうばかりでなく、これらの元素は焼戻し脆化を促進させ、鋼の靱性を低下させ、ばね鋼にとって非常に有害である。

【0014】

3 溶解原料から不可避免的に混入する鋼中のSn、SbおよびAsについて、それらの合計量を特定値以下とし、前記合計量とCuとの比を特定値以下に規定した場合、熱間脆

50

化が抑制される。

【0015】

4 熱間圧延前、鋼片を加熱する際の加熱温度を鋼中のSn、Sb、AsおよびCuとの関係において特定値以下に規定した場合も、熱間脆化が抑制され、ばねの疲労特性が向上する。

【0016】

請求項1記載の発明は、スクラップを主体にした溶解原料を用いる鋼材において、質量%で、C:0.45~0.70%、Si:0.15~2.50%、Mn:0.30~1.00%、P 0.015%、S 0.015%、Cu:0.30~2.00%、sol. Al:0.010~0.100%、Cr:0.10~0.50%未満、Ti:0.005~0.100%、(Sn+Sb+As)/Cu<0.05、Sn+Sb+As 0.100%、更にNi:0.10~2.00%、Mo:0.01~1.00%、V:0.05~0.50%、Nb:0.01~0.50%の一種または二種以上を含有し、Ceq 0.90%、残部鉄および不可避的不純物からなることを特徴とする耐食性および疲労特性に優れた、引張強度2000MPa以上のばね用鋼。

但し、 $Ceq = C + Si / 7 + Mn / 6 + Cu / 7 + Ni / 40 + Cr / 5 + Mo / 4 + V / 14$

【0017】

請求項2記載の発明は、スクラップを主体にした溶解原料を用いる鋼材において、質量%で、C:0.45~0.70%、Si:0.15~2.50%、Mn:0.30~1.00%、P 0.015%、S 0.015%、Cu:0.30~2.00%、sol. Al:0.010~0.100%、Cr:0.10~0.50%未満、Ti:0.005~0.100%、(Sn+Sb+As)/Cu<0.05、Sn+Sb+As 0.100%、更にNi:0.10~2.00%、Mo:0.01~1.00%、V:0.05~0.50%、Nb:0.01~0.50%の一種または二種以上を含有し、Ceq 0.90%、残部鉄および不可避的不純物からなる鋼を、下記(1)式を満足する加熱温度T()で加熱後、熱間圧延することを特徴とする耐食性および疲労特性に優れた、引張強度2000MPa以上のばね用鋼の製造方法。

$$950 < T < T' \quad (1)$$

但し、

$$T' = 1083 - \{ 1509 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) \}^2 + 535 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) \}$$

(1)式において、[% Sn]、[% Sb]、[% As]、[% Cu]は鋼中含有量でmass%を示す。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、スクラップを主体にした溶解原料を用いて、耐食性および表面性状に優れた引張強度2000MPa以上の高強度ばね用鋼及びその製造方法が得られ、産業上極めて有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明は、特定成分とした鋼の不可避的不純物中に含まれるSn、SbおよびAs量の合計量や、これらの不可避的不純物の合計量とCu量との比を規定した鋼である。

【0021】

また、前記特定成分とした鋼を熱間圧延する際、熱間圧延前の加熱温度をSn、SbおよびAs量の合計量とCu量との比に応じて規定する製造方法である。

【0022】

更には、前記特定成分を有し鋼中不可避的不純物中に含まれるSn、SbおよびAs量の合計量や、これら不可避的不純物の合計量とCu量との比を規定した鋼を熱間圧延前の加熱温度を規定して製造する製造方法である。本発明において特定成分とは鋼中不可避的

10

20

30

40

50

不純物以外の成分組成を指すものとする。但し、本発明では P, S を特定成分とする。

【0023】

本発明に係る特定成分を有する鋼の成分限定理由を以下に詳細に説明する。

【0024】

C

C は強度を向上させるため含有させる。0.45%未満ではばねとしての所定の強度が得られず、0.70%を超えると延性が低下して脆化するので、0.45~0.70%とする。

【0025】

Si

Si は製鋼時の脱酸元素として不可欠であり、焼戻し軟化抵抗を向上させ、鋼の強度を増加させるので含有させる。0.15%未満では効果が得られず、2.50%を超えると延性が低下するので、0.15~2.50%とする。

10

【0026】

Mn

Mn は鋼の焼入れ性を向上させ強度を増加させるので含有させる。0.30%未満では効果が得られず、1.00%を超えると焼入れ性が過剰となり延性が低下するので、0.30~1.00%とする。

【0027】

P, S

P, S は、結晶粒界に偏析し、鋼の延性を劣化させるので、いずれも0.015%を上限として管理する。下限は経済性を考慮して管理すれば良く特に規定しない。

20

【0028】

Cu

Cu は鋼の耐食性を向上させ、析出硬化により強度を向上させるため含有させる。0.30%未満では効果が得られず、2.00%を超えると効果が飽和し、合金コストが上昇するので0.30~2.00%、好ましくは0.50%超え~2.00%とする。

【0029】

sol. Al

Al は脱酸剤として不可欠であり、粒界に偏析するNをAlNとして固定し粒界強度を高めるため含有させる。sol. Al (酸可溶Al) が0.010%未満では効果が得られず、0.100%を超えると鋼の清浄性が劣化し延性が低下するので、0.010~0.100%とする。

30

【0030】

Cr

Cr は鋼の焼入れ性を向上させ強度を増加させるため含有させる。0.10%未満では効果が得られず、0.50%を超えると焼入れ性が過剰となり靱性が低下するので、0.10~0.50%未満とする。

【0031】

Ti

Ti は炭窒化物を形成して結晶粒を微細化させるため含有させる。0.005%未満では効果が得られず、0.100%を超えると粗大な炭窒化物を生成し、「ばね」の疲労特性を劣化させるので、0.005~0.100%とする。

40

【0032】

Ni, Mo, V, Nb の一種または二種以上

鋼の強度、靱性および耐食性を向上させるためNi, Mo, V, Nb の一種または二種以上を含有させる。Ni は焼入れ焼戻し後の鋼の靱性を向上させ、耐食性を向上させるので含有させる。0.10%未満では効果が得られず、2.00%を超えると効果が飽和するため、そのような効果を必要とする場合は、0.10~2.00%を含有させる。

【0033】

50

Moは焼入れ性を向上させ、炭化物を形成し焼戻し軟化抵抗を有し、耐食性を向上させるため含有させる。0.01%未満では効果が得られず、1.00%を超えると熱間圧延時に過冷組織が発生しやすくなるため、そのような効果を必要とする場合は、0.01~1.00%を含有させる。

【0034】

V、Nbは焼入れ焼戻しにより微細粒組織とし、延性を向上させる。また、焼戻しにおいて析出強化し強度を向上させる。V、Nbは各々が0.05%未満では効果が得られず、0.50%を超えると粗大な炭化物を析出し延性を損なうようになるので、そのような効果を必要とする場合は、V:0.05~0.50%、Nb:0.01~0.50%を含有させる。

10

【0035】

Ceq

Ceqは焼入れし、400以上Ac1変態点以下で焼戻した後に、引張強度を2000MPa以上とするために、0.90%以上とする。但し、 $Ceq = C + Si / 7 + Mn / 6 + Cu / 7 + Ni / 40 + Cr / 5 + Mo / 4 + V / 14$ とし、含有しない元素は0とする。

【0036】

以上が本発明鋼の特定成分であるが、更に、本発明では鋼中不可避的不純物であるSn、Sb、Asの合計量及び前記合計量と鋼中Cu量との比を規定する。

【0037】

$(Sn + Sb + As) / Cu$ 、 $Sn + Sb + As$

これらのパラメータは上記特定成分で構成される鋼を耐食性および疲労特性に優れ、且つ高強度なばね用鋼たらしめるものである。

20

【0038】

$(Sn + Sb + As) / Cu$ が0.05以上、且つ $Sn + Sb + As$ を0.1%を超えて含有させると熱間脆化が助長され、熱間圧延後の鋼表面に微小な欠陥が生成されやすく、その一部は腐食環境におかれた場合、腐食ピットを生成し、疲労特性を劣化させる。

【0039】

本発明に係るばね用鋼はスクラップを主体にした溶解原料を電気炉を用いて溶解し、常法の製鋼—連続鑄造—分塊圧延—棒線圧延を行い、所定のばね製造工程を経て製造される。

30

【0040】

本発明は、上述した特定成分の鋼の不可避的不純物中におけるSn、Sb及びAsの合計量や前記合計量とCuとの比の規定に替わり、鋼の不可避的不純物中のSn、Sb及びAs量に応じて熱間圧延前の加熱温度を規定して製造することも含む。この場合は、熱間圧延時の加熱温度T()を下記の式を満足するように規定する。

【0041】

950 T T' より好ましくは950 T T' - 15

$T' = 1083 - \{ 1509 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) + 535 * (([\% Sn] + [\% Sb] + [\% As]) / [\% Cu]) \}$

40

但し、[% Sn]、[% Sb]、[% As]、[% Cu]は鋼の不可避的不純物中の含有量でmass%を示す。

【0042】

尚、上記の式を適用して熱間圧延する場合に、前記特定成分の鋼において、更に不可避的不純物中におけるSn、Sb及びAsの合計量や前記元素の合計量とCuとの比を規定すると、特に優れた表面性状が得られ、疲労特性が向上して好ましい。

【0043】

本発明では、焼戻し温度は、低温焼戻し脆性により韌性が低下するのを防止するため400以上とすることが好ましい。

【実施例】

50

【 0 0 4 4 】

以下、本発明を実施例によって説明する。表 1 に示す種々の化学成分の鋼を 1 5 0 k g 真空溶解炉にて溶製後、鋼塊となし、熱間鍛造により 2 5 m m に鍛伸後、放冷し、焼入れ焼戻し処理を施して供試材とした。

【 0 0 4 5 】

焼入れは 8 7 5 × 3 0 分に加熱後、油冷とし、焼戻し温度は引張強度が 2 0 0 0 ~ 2 1 0 0 M P a となるように調整した。

【 0 0 4 6 】

鋼 N o . 1 ~ 1 7 は本発明の特定成分を有し、鋼中不可避的不純物中の S n , S b および A s も本発明の規定を満足する鋼で請求項 1 記載の発明鋼、N o . 1 8 ~ 2 6 、 2 9 ~ 3 3 は本発明の特定成分範囲外の鋼で請求項 1 記載の比較鋼、N o . 2 7 , 2 8 は本発明の特定成分を有するが、鋼中不可避的不純物中の S n , S b および A s が請求項 1 記載の発明の規定を満足しない鋼で請求項 2 記載の発明鋼を示す。鋼 3 3 は従来鋼で腐食疲労特性、ばね疲労特性の基準となる特性を示す。

10

【 0 0 4 7 】

夫々の鋼について強度、延性、耐食性、腐食疲労特性、ばね疲労特性を調査した。強度、延性は引張試験 (J I S Z 2 2 0 1 に準拠、4 号試験片を使用) を行い、引張強度と絞り求めた。耐食性は、鋼から 1 5 m m 幅 * 4 0 m m 長さの板状試験片を切出し、乾湿複合サイクルの腐食試験を行った。

【 0 0 4 8 】

腐食条件は塩水噴霧 (5 % N a C l 溶液、2 5) を 8 時間行った後、大気 (湿度 6 0 % 、 2 5) 中に 1 6 時間放置させることを 1 サイクルとし、7 サイクル行い、その後、表面の錆を 8 0 のクエン酸水素アンモニウム 2 0 % 水溶液中に浸漬して除去した後、重量を測定し、腐食減量 [g / m m ²] (腐食試験前後の重量差 / 腐食面積 (m m ²)) を求めた。除錆後、試験片表面の腐食ピットの深さをレーザ顕微鏡を用いて測定し、最大深さを求めた。

20

【 0 0 4 9 】

腐食疲労特性は、引張強度 : 2 0 0 0 ~ 2 1 0 0 M P a の一部の供試材について行い、2 5 の素材から回転曲げ疲労試験片を採取し、平行部の中心位置に 5 % N a C l 液を滴下しながら回転曲げ疲労試験を行った。試験片表面にはショットピーニング加工を施した。

30

【 0 0 5 0 】

ばね疲労特性は、素材の直径 : 1 1 . 5 、コイル平均径 (m m) : 1 1 5 . 0 , 総巻数 : 6 . 0 、有効巻き数 : 4 . 5 、自由高さ (m m) : 3 2 0 、ばね定数 (N / m m) : 2 5 . 2 のばねを製造し、平均応力 (M P a) : 6 5 0 、振幅応力 (M P a) : 5 5 0 の条件で疲労試験を行った。ばね疲労の評価は各鋼につき N = 1 0 で疲労試験を行った。

【 0 0 5 1 】

尚、ばねは試験溶解、線材 (熱間圧延) 、熱処理、酸洗、伸線、O T 処理、コイルング、低温焼鈍、ショットピーニング、セッチングの工程で製造した。

【 0 0 5 2 】

表 2 に熱処理条件と強度、延性および耐食性の評価試験結果を示す。

40

【 0 0 5 3 】

[強度・延性]

鋼 1 ~ 1 7 は、いずれも焼戻し温度が低温焼戻し脆性を生じない 4 0 0 以上であっても引張強さ (T S) 2 0 0 0 M P a 以上の高強度が得られ、且つ絞り (R A %) が 4 1 . 4 % 以上と延性にも優れていた。

【 0 0 5 4 】

一方、鋼 1 8 は C , 鋼 2 0 は S i , 鋼 2 2 は M n , 鋼 2 9 は C r の含有量が本発明範囲外で低く、C e q も本発明範囲外で低いため、引張強さ 2 0 0 0 M P a 以上とするための焼戻し温度が 4 0 0 未満と低く、低温焼戻し脆性により延性が低くなり、ばね鋼として

50

不適當である。

【 0 0 5 5 】

鋼 1 9 は C , V , 鋼 2 1 は S i , M o , 鋼 2 3 は M n , N b 、 鋼 3 0 は C r の含有量が本発明範囲外で過剰であり、鋼 2 4 、 鋼 2 5 は P , S が本発明範囲外で過剰なため粒界偏析し、いずれも延性が低下し、絞りが 3 0 % 以下であった。

【 0 0 5 6 】

鋼 3 1 は s o l . A l の含有量が本発明範囲外で低いため脱酸不足で、N の粒界偏析を抑制できず、鋼 3 2 は A l の含有量が本発明範囲外で多いため清浄性が低く、それぞれ延性の低下が顕著であった。

【 0 0 5 7 】

[耐食性]、[腐食疲労特性]

鋼 1 ~ 1 7 は腐食試験の結果、腐食ピットの深さが 7 5 μm 以下で、腐食による減量も少なく良好な耐食性が確認された。一方、鋼 2 6 は C u の含有量が本発明範囲外で低いために腐食ピット深さが 1 0 0 μm 以上であり、耐食性に劣る。

【 0 0 5 8 】

また、腐食疲労特性は、鋼 3 3 の疲労強度の × 1 . 5 を良好 (表中) とした。鋼 3 3 は従来鋼の疲労特性を示す鋼で基準鋼とした。鋼 1 、 8 、 1 0 、 1 1 、 1 3 、 1 4 、 1 5 は C u の含有量が多く、C u 含有量の少ない鋼 2 6 に対し、いずれも良好な結果が得られた。

【 0 0 5 9 】

[ばね疲労試験]

ばね疲労試験は鋼 1 , 1 0 , 1 1 , 1 5 、 鋼 2 7 , 2 8 , 3 3 の素材を種々の加熱温度で熱間圧延した線材から製造したばねを用いて行った。鋼 3 3 は従来鋼の疲労特性を示す鋼で基準鋼とした。疲労特性の評価は、鋼 3 3 による試験結果 N o . 1 0 の繰返し回数の 1 . 8 倍以上を長寿命で優秀 () 、 1 . 5 倍以上を良好 () 、同等の寿命の材料を (×) とした。

【 0 0 6 0 】

表 3 に試験結果を示す。試験結果 N o . 1 ~ 5 は請求項 3 記載の発明の実施例で、供試鋼の鋼 1 、 1 0 、 1 1 、 1 5 は本発明に係る特定成分を有し、不純物中の S n , S b , A s 量の規定も満足する鋼で、熱間圧延前の加熱温度も本発明範囲内のため、鋼 3 3 による試験結果 N o . 1 0 と比較して優秀な疲労特性が得られた。

【 0 0 6 1 】

一方、試験結果 N o . 6 , 8 は請求項 2 記載の発明の比較例を示し、供試鋼の鋼 2 7 は、成分組成は本発明の特定成分範囲内だが、熱間圧延前の加熱温度 T が試験結果 N o . 6 は鋼中不純物中の S n , S b , A s で規定される加熱温度 T ' 以上であり、試験結果 N o . 8 は 9 5 0 以下のため、ばね疲労特性が従来鋼の鋼 3 3 による試験結果 N o . 1 0 と同等であった。

【 0 0 6 2 】

試験結果 N o . 7 , 9 は請求項 2 記載の発明の実施例で試験結果 N o . 1 ~ 5 に及ばないものの、疲労特性は試験結果 N o . 1 0 と比較すると良好である。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

【表 1】

鋼No	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	sol.Al	Sn+Sb+As	(Sn+Sb+As)/Cu	Ti	TN	Ni	Mo	V	Nb	Ceq
1	0.54	1.07	0.63	0.013	0.011	0.45	0.37	0.022	0.013	0.03	0.021	0.0049		0.35			1.02
2	0.53	0.94	0.69	0.007	0.013	0.67	0.45	0.027	0.009	0.01	0.025	0.0062		0.22			1.02
3	0.61	1.31	0.83	0.013	0.005	0.58	0.41	0.024	0.016	0.03	0.020	0.0048	0.10		0.11		1.11
4	0.55	1.49	0.78	0.006	0.007	0.77	0.48	0.018	0.014	0.02	0.029	0.0074			0.11		1.10
5	0.64	1.00	0.46	0.011	0.011	0.80	0.38	0.013	0.013	0.02	0.024	0.0058		0.26	0.38		1.08
6	0.49	0.82	0.76	0.005	0.010	1.13	0.45	0.024	0.020	0.02	0.022	0.0052		0.21			1.05
7	0.47	1.28	0.90	0.007	0.011	0.87	0.48	0.024	0.006	0.01	0.030	0.0075	0.42				1.05
8	0.58	1.45	0.68	0.010	0.012	1.20	0.29	0.017	0.014	0.01	0.031	0.0078		0.12			1.16
9	0.61	0.81	0.85	0.006	0.012	0.52	0.43	0.032	0.012	0.02	0.020	0.0046				0.35	1.03
10	0.54	1.12	0.76	0.006	0.008	1.05	0.16	0.021	0.007	0.01	0.031	0.0080		0.31		0.25	1.09
11	0.47	1.34	0.70	0.012	0.007	0.89	0.24	0.019	0.007	0.01	0.028	0.0069					0.95
12	0.58	0.87	0.75	0.011	0.006	0.48	0.45	0.023	0.019	0.04	0.021	0.0049		0.21	0.15		1.05
13	0.63	1.35	0.79	0.008	0.007	0.60	0.39	0.015	0.017	0.03	0.031	0.0078					1.12
14	0.57	1.02	0.89	0.010	0.009	0.91	0.28	0.032	0.008	0.01	0.021	0.0050		0.39			1.15
15	0.64	1.60	0.62	0.007	0.010	0.59	0.19	0.030	0.019	0.03	0.030	0.0076		0.28			1.16
16	0.55	1.40	0.49	0.013	0.011	0.50	0.44	0.029	0.009	0.02	0.020	0.0048		0.42	0.10	0.051	1.10
17	0.61	1.55	0.58	0.012	0.007	0.64	0.48	0.018	0.009	0.01	0.022	0.0053		0.28		0.018	1.19
18	0.31*	1.75	0.68	0.011	0.008	0.55	0.39	0.023	0.007	0.01	0.023	0.0056		0.10			0.85*
19	0.79*	1.85	0.88	0.007	0.005	0.65	0.47	0.031	0.005	0.01	0.025	0.0061	0.25	0.17	0.55*		1.48
20	0.60	0.11*	0.63	0.010	0.011	0.52	0.25	0.025	0.008	0.02	0.021	0.0051				0.015	0.85*
21	0.56	2.85*	0.81	0.008	0.009	0.68	0.42	0.027	0.015	0.02	0.027	0.0067	0.20	1.05*			1.55
22	0.55	1.09	0.19*	0.009	0.01	0.39	0.35	0.018	0.010	0.03	0.028	0.0071			0.15		0.87*
23	0.49	1.60	1.63*	0.007	0.008	0.76	0.48	0.020	0.008	0.01	0.028	0.0069		0.15		0.57*	1.23
24	0.62	1.11	0.71	0.021*	0.010	0.71	0.36	0.030	0.009	0.01	0.026	0.0063			0.21		1.09
25	0.68	1.13	0.67	0.009	0.019*	0.68	0.40	0.027	0.012	0.02	0.024	0.0059			0.16		1.14
26	0.57	1.75	0.75	0.013	0.008	0.17*	0.35	0.029	0.007	0.04	0.022	0.0052			0.21		1.05
27	0.59	1.34	0.88	0.009	0.009	0.55	0.29	0.025	0.103*	0.19*	0.021	0.0050	0.05				1.07
28	0.60	2.00	0.80	0.014	0.010	1.11	0.30	0.027	0.083	0.07*	0.022	0.0054			0.10		1.24
29	0.55	0.90	0.80	0.009	0.005	0.40	0.07*	0.019	0.018	0.05*	0.025	0.0061		0.11			0.88*
30	0.58	0.85	0.58	0.013	0.011	0.92	1.58*	0.021	0.007	0.01	0.025	0.006				0.10	1.25
31	0.59	1.46	0.90	0.010	0.007	0.84	0.47	0.005*	0.022	0.03	0.024	0.0059			0.19		1.18
32	0.62	1.59	0.67	0.009	0.010	0.86	0.37	0.23*	0.013	0.02	0.027	0.0067				0.012	1.16
33	0.51	2.01	0.81	0.011	0.008	0.19*	0.35	0.024	0.007	0.04	0.000	0.0055					1.03

注:*印は本発明範囲外
Ceq=C+Si/7+Mn/6+Cn/7+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14

【表 2】

鋼No.	熱処理条件		特性					
	焼入れ条件	焼戻し温度(°C)	TS(Mpa)	RA(%)	腐食比 ¹ 深さ(μm)	腐食減量(mg/mm ²)	腐食疲労特性	
1		410	2048	41.8	73	0.84	○	
2		500	2069	41.6	69	0.76	-	
3		520	2087	41.5	59	0.88	-	
4		457	2071	41.6	45	0.72	-	
5		550	2088	41.5	49	0.70	-	
6		477	2035	41.9	53	0.72	-	
7		438	2060	41.7	61	0.87	-	
8		531	2031	41.9	65	0.74	○	
9		447	2087	41.5	60	0.73	-	
10		500	2076	41.6	58	0.87	○	
11		451	2095	41.4	49	0.64	○	
12		411	2100	41.4	50	0.75	-	
13		434	2041	41.9	62	0.64	○	
14		536	2076	41.6	68	0.85	○	
15		480	2084	41.3	71	0.95	○	
16		495	2090	41.5	67	0.70	-	
17		476	2035	41.9	72	0.75	-	
18		300	2015	29.1	-	-	-	
19		650	2088	28.1	-	-	-	
20		280	2010	28.5	-	-	-	
21		650	2095	28.8	-	-	-	
22		350	2045	29.8	-	-	-	
23		580	2100	26.4	-	-	-	
24		550	2075	25.9	-	-	-	
25		500	2047	25.0	-	-	-	
26		480	2020	42.0	122	1.98	x	
27		450	2075	41.6	-	-	-	
28		450	2085	41.5	-	-	-	
29		350	2010	29.5	-	-	-	
30		580	2078	24.9	-	-	-	
31		500	2089	25.4	-	-	-	
32		495	2087	27.8	-	-	-	
33		413	2089	41.9	135	2.09	-	

870°C × 30分
→油冷

【 0 0 6 5 】

10

20

30

【表 3】

No	成分 (注1)			T' (注2)	加熱温度T(°C) (注3)	ばね疲労特性	その他
	Cu	Sn+Sb+As	(Sn+Sb+As)/Cu				
1	0.45	0.013	0.03	1067	1025	◎	鋼1
2	1.05	0.007	0.01	1080	〃	◎	鋼10
3	0.89	0.007	0.01	1079	〃	◎	鋼11
4	0.59	0.019	0.03	1065	〃	◎	鋼15
5	1.05	0.007	0.01	1080	1075	◎	鋼10
6	0.55	0.103	0.19	946	1025*	×	鋼27
7	1.11	0.095	0.09	1029	〃	○	鋼28
8	0.55	0.103	0.19	946	930*	×	鋼27
9	1.11	0.095	0.09	1029	1010	○	鋼28
10	0.19	0.007	0.04	1062	1035	-	鋼33

注1.本発明範囲: Cu:0.3~2.0%、Sn+Sb+As \leq 0.1 (Sn+Sb+As)/Cu<0.05

注2.T'=1083-[1509*([%Sn]+[%Sb]+[%As])/[%Cu]]²+535*([%Sn]+[%Sb]+[%As])/[%Cu]]

注3.本発明範囲: 950 \leq T<T'

*印は本発明範囲外

フロントページの続き

合議体

審判長 小柳 健悟

審判官 大橋 賢一

審判官 山田 靖

- (56)参考文献 特開2001-234277(JP,A)
特開平10-110247(JP,A)
特開平9-324219(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C22C 38/00-38/60