

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4332072号
(P4332072)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int. Cl. F 1
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 1 S
C 2 2 C 38/06 (2006.01) C 2 2 C 38/06
C 2 2 C 38/32 (2006.01) C 2 2 C 38/32

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-168057 (P2004-168057)	(73) 特許権者	000006655
(22) 出願日	平成16年6月7日(2004.6.7)		新日本製鐵株式会社
(65) 公開番号	特開2005-344194 (P2005-344194A)		東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(43) 公開日	平成17年12月15日(2005.12.15)	(74) 代理人	100062421
審査請求日	平成18年11月13日(2006.11.13)		弁理士 田村 弘明
		(74) 代理人	100080171
			弁理士 津波古 繁夫
		(74) 代理人	100139701
			弁理士 渡辺 良幸
		(74) 代理人	100141438
			弁理士 吉迫 大祐
		(74) 代理人	100068423
			弁理士 矢葺 知之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工性と焼き入れ性に優れた高炭素鋼板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、

C : 0.20%以上0.90%以下、

Si : 0.50%以下、

Mn : 1.5%以下、

P : 0.03%以下、

S : 0.02%以下、

Al : 0.08%以下、

残部 Fe および不可避免的不純物からなる高炭素薄鋼板において、炭化物の平均粒径が $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $1.0 \mu\text{m}$ 以下、かつ、 $0.30 \mu\text{m}$ 以下の炭化物の圧延方向に平行な断面での面積比率が 2.0% 以下であることを特徴とする加工性の優れた高炭素鋼板。

10

【請求項2】

質量%で、

C : 0.20%以上0.90%以下、

Si : 0.50%以下、

Mn : 1.5%以下、

P : 0.03%以下、

S : 0.02%以下、

Al : 0.08%以下、

20

Ti : 0.01 ~ 0.05 %、

B : 0.0003 ~ 0.0050 %、

残部 Fe および不可避的不純物からなる高炭素薄鋼板において、炭化物の平均粒径が 0.5 μm 以上 1.0 μm 以下、かつ、0.30 μm 以下の炭化物の 圧延方向に平行な断面での面積比率が 20 % 以下であることを特徴とする加工性の優れた高炭素鋼板。

【請求項 3】

更に 質量% で、Cr : 1.0 % 以下の範囲で添加することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の加工性の優れた高炭素鋼板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明は、成型時の加工性、熱処理後の耐磨耗性の優れた高炭素鋼板に関する。より具体的には、自動車の駆動系のギヤ部品、クラッチ部品等に用いられる加工性に優れ、焼き入れ性に優れた高炭素鋼板に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、自動車の駆動系のギヤ部品、クラッチ部品等、リクライナー用ギヤ部品は JIS G 4501 に規定される S 35 C、S 45 C、S 55 C 等の機械構造用鋼を素材鋼板として、これを各目的製品形状に成型加工した後、焼き入れ、焼き戻して、所望の強度に調整される。ここで、前記の各製品の素材鋼板は、成型加工前は軟質で加工がし易く、次の成型加工後に施される熱処理によって初めて所望の強度が得られ、かつ使用時に耐衝撃性、耐磨耗性を発揮する特性が要求される。

20

【0003】

また一般に、高炭素鋼板の加工は、切削や、打ち抜き、曲げ、絞り等で行なわれていた。しかし、プレス加工で複雑な形状に成形が可能であれば、切削や溶接による成形よりはるかに製造コストを下げるのが可能なため、高炭素薄鋼板の加工性に対する要求がますます高まる傾向にある。同時に、自動車用製品では、軽量化等の要求から、個々の部品の小型化が進められている。部品の小型化は加工性の要求をますます厳しくしている。例えば、リクライナーシートに組み込まれるアームボールは半抜きで内側にギヤをファインブランキングで成形される部品がある。これらも軽量化、小型化の要請からギヤのモジュールを小さくする傾向にあり、従来に用いられていた S 45 C では十分な加工性が得られない。また、焼き入れ、焼き戻しの熱処理により、強度を確保するが、焼き入れ方法を従来の焼き入れ方法から高周波焼き入れ、プラズマ加熱焼き入れ等が試みられて、急速加熱、短時間保持の焼き入れ性の要求も増加している。

30

【0004】

加工性、焼き入れ性を改善する方法として、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4、参考文献 5 が開示されている。特許文献 1 は球状化焼鈍された炭化物の粒径と量を調整している。しかし、この技術で製造された鋼板は上記の要求される用途に対して、加工性が不十分である。特許文献 2 は、C : 0.20 % 以上の高炭素薄鋼板において、炭化物粒径が 1.3 μm 以下、フェライト粒径を 1 ~ 4 μm に制御することで加工性と焼き入れ性を改善する技術が開示されている。しかし、この技術では、厳しい加工性が要求されるものには適用できない。特許文献 3 は、P 量を $6 \times B + 0.005$ 以下の添加量に調整した高炭素鋼板を球状化率が 90 % 以上で、かつ炭化物粒径を 0.4 ~ 1.2 μm に炭化物を制御し、加工性と焼き入れ性を改善した技術である。特許文献 4 は、フェライト粒径を 2.0 μm 以上に、炭化物粒径を 1.1 μm 以下、かつその形状比を 1.5 以下に制御する製造法である。特許文献 5 は、熱延鋼板を球状化焼鈍し、30 % 以上の冷間圧延、焼鈍することで、フェライト形状比を 1.5 以下、炭化物の形状比を 1.3 以下の鋼板を得る製造法である。

40

【0005】

上記の技術で製造した高炭素鋼板は、いずれも、焼き入れ性は十分であるが、加工性が

50

不十分であるか、加工性は満足するが、焼き入れ性が不十分である。また、上記の技術で製造した鋼板は、必ずしも加工性が良好でない場合があり、加工性と焼き入れ性を両立する技術に至っていない。このため、加工性と焼き入れ性を安定して有する高炭素鋼板の提供が待たれている。

【特許文献1】特開平8-3687号公報

【特許文献2】特開平8-128583号公報

【特許文献3】特開平11-52866号公報

【特許文献4】特開平11-89827号公報

【特許文献5】特開2000-4529号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上述した如く従来技術の課題である、安定した加工性と安定した焼入れ性の両方に優れた高炭素鋼板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】

本発明者らは、高炭素鋼板の加工性、焼入れ性について詳細に検討した結果、炭化物のサイズ分布を制御することにより、加工性と焼き入れ性を両立できることを知見した。その要旨は、質量%でC：0.20%以上の高炭素薄鋼板において、炭化物の平均粒径が1.0 μ m以下、かつ、0.30 μ m以下の炭化物の比率が20%以下であることを特徴とする加工性の優れた高炭素鋼板にある。

【0008】

以下本発明の構成要件について詳述する。

最初に、炭化物サイズ分布を制御することにより、加工性と焼き入れ性を両立できることを知見した事実について説明する。

C：0.45%、Si：0.18%、Mn：0.78%、P：0.011%、S：0.003%の組成の連続鋳造スラブを1200に加熱し、仕上げ温度：800~850、巻取り温度：550~690の条件で熱間圧延を行い、3.5mm厚みの鋼帯を製造した。この鋼を酸洗後に600~710で12~96時間の焼鈍を行った。この鋼板を高周波加熱で、加熱速度70/秒で800まで加熱後、直ちに油中に焼き入れし、焼き入れ硬さを測定した。加工性の評価はJIS5号引張り試験片の平行部中心に両端より2mm深さのVノッチを入れ、引張り速度：200mm/minの引張り試験を行い、伸びを測定した。加工性の評価にVノッチ付の引張り試験を行なった理由は、高炭素鋼板のプレス加工が比較的歪が局所に集中するケースが多く、高速引張りでのVノッチ付引張り試験の伸びと高炭素鋼板の加工性との対応が良い為である。また、この鋼板の炭化物のサイズ分布を走査型電子顕微鏡で調査した。図1は炭化物平均粒径と高周波焼き入れ硬さとの関係を示したもので、図2は0.3 μ m以下の炭化物粒径の割合とVノッチ引張り試験での伸びの関係を示したものである。

【0009】

図1から分かるように、炭化物の粒径が大きくなるにしたがって、焼き入れ硬さが低下し、1.0 μ mを超えると焼き入れ硬さがHv：600以下になり、焼き入れ性が悪くなる。この事実から炭化物粒径を1.0 μ m以下を特定した。

高炭素鋼板の加工性の指標である、高速引張り時のVノッチ付引張り伸び値は、0.3 μ m以下の炭化物の割合が多くなるにしたがって低下する。0.3 μ m以下の炭化物の割合が20%超になると、Vノッチ伸び値が40%以上を安定して得られなくなる。このことから、0.3 μ m以下の炭化物の割合を20%以下に特定した。安定して高いVノッチ伸び値が得られる条件として0.3 μ m以下の炭化物の割合を15%以下にすることが好ましい。

炭化物平均粒径を1.0 μ m以下、0.3 μ m以下の炭化物粒径の比率を20%以下に制御することによって、加工性と焼き入れ性を両立する特性が得られる。

10

20

30

40

50

【0010】

Cは焼き入れ後の硬さを調整するために必要な元素で、C量が0.20%未満になると焼き入れ硬さが得られなくなる。一方、C量が多くなると十分な加工性が得られなくなるので、実質的なC量の上限は0.90%である。

Bは焼き入れ性を高める元素としてよく知られている。C量が少ない場合に、安定した焼き入れ性を必要とする場合に0.0003~0.0050%の範囲で添加する。0.0003%未満では焼き入れ性を高める効果を安定して発揮できない。一方、0.0050%超の添加は鋼を製造するときに、鋼飯の欠陥、疵の原因となり、製品歩留りを低下させ製造コストの上昇をまねく。好ましい範囲は、同様の理由から、0.0005%から0.0030%である。

TiはBを添加する場合に、Bの添加効果を発揮させるため、0.01~0.050%の範囲で添加する。

【0011】

炭化物のサイズと分布の制御で加工性と焼き入れ性が両立した鋼板が得られる理由は定かでないが、本発明者等は次のように考えている。高炭素鋼板の球状炭化物は、大きさの異なる炭化物がランダムに分布しておらず、微細な炭化物が多い個所と大きな炭化物が存在する個所が分かれている場合がほとんどである。このような炭化物分布の鋼板を加工すると微細な炭化物が存在する領域の変形が抑制され、大きな炭化物が存在する領域に変形が集中し、大きな炭化物の周りにポイドが生じ、これが合体して鋼板に割れが生じる。一方、微細な炭化物が少ないと炭化物の微細な炭化物が偏在する領域が少なくなり、0.3 μm 以下の炭化物割合が20%以下になると、微細炭化物が偏在する領域がほとんど無くなり、大きさの異なる炭化物はほぼランダムな分布となる。このような炭化物の分布の鋼板を加工した場合は、加工が全領域で均等に歪を分担し、炭化物の周りでのポイドが生じる加工量を高くする。この機構により、加工性が良好になる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、炭化物の平均粒径だけでなく、0.3 μm 以下の微細炭化物が加工性に影響することに注目し、炭化物の平均粒径を1.0 μm 以下に制御し、加えて、0.3 μm 以下の炭化物割合を20%以下に制御すれば、焼入れ性と加工性に優れた高炭素鋼板が提供することができる。このように本発明に係る高炭素鋼板は加工性と焼入れ性に優れたことから、ギヤに代表される自動車の変速機部品等を安価でかつ、安定した品質で製造することが可能となり、工業的に極めて有益な発明である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は、C:0.20%以上の高炭素鋼において、炭化物のサイズ分布を制御するのみで加工性と焼き入れ性を両立できるので、Si、Mn、P、S、Cr、Al等の元素は通常範囲で添加しても良く、特に規定する必要はない。これらの元素は他の特性との関係で添加量を決めればよく、添加量により本発明の特徴を損なうことはない。ただし、好ましくは、次のようにすればよい。

【0014】

Siは、添加量が多くなると鋼板が硬質になり、加工性を損なうので、0.50%以下とすることが好ましい。

Mnは焼き入れ性を高める元素として良く知られている。しかし、炭化物に固溶し、炭化物の溶解を遅らし、短時間加熱時の焼き入れ性を低下するので、1.5%以下の範囲で添加することが好ましい。

Pは加工性を損なうだけでなく、焼き入れ、焼き戻し後の靱性を劣化させるので0.03%以下とすることが好ましい。

SはMnS等の介在物を生成し、加工性を劣化させるので、0.02%以下にすることが好ましい。

CrはMnと同様に、焼き入れ性を高める元素であることが良く知られているが、しか

10

20

30

40

50

し、短時間加熱保持時の焼き入れの場合は、炭化物の溶解を遅らせるため、1.0%以下の範囲で添加することが好ましい。

A1は過剰に添加すると焼き入れ性が悪くなるので、0.08%以下とすることが好ましい。

その他の不可避的に混入する元素が存在しても本発明の特徴を損なわない。

【0015】

このような組成の鋼は転炉、電気炉等の通常の溶解炉で溶製され、連続鑄造あるいはインゴット分塊圧延してスラブが造られる。この際、鋼成分の偏析が存在すると、球状化焼鈍、あるいは再結晶焼鈍後の炭化物粒径のパラツキが大きくなり、炭化物サイズ分布の制御が難しくなるので、できるだけ、凝固速度を速める、未凝固域で圧下を加える、電磁攪拌等の手段を用いて偏析を少なくすることが好ましい。

10

【0016】

次に、熱間圧延されるが、この際の加熱温度は特に本発明の特徴に効果をもたらさないもので、何でも良いが、本発明では1050から1280の範囲で実施している。熱延仕上温度は圧延安定性等からAr3点温度以上とすることが好ましい。熱延後の冷却は球状化焼鈍あるいは再結晶焼鈍後の炭化物の大きさ、分布に影響するので、制御冷却をすることが好ましい。具体的には、フェライト変態温度域は急冷し、パーライト変態温度域は変態発熱に相当する熱量を抜熱する水量を注水し、均一なパーライト組織とすることが好ましい。巻取り温度は550～650の範囲で行なうことが、球状化焼鈍あるいは再結晶焼鈍後の炭化物のサイズ、分布を制御するために好ましい。

20

【0017】

次に、脱スケールの後、球状化焼鈍あるいは直接に冷間圧延後に焼鈍、あるいは球状化焼鈍後に冷間圧延、再結晶焼鈍される。これらの焼鈍は炭化物の平均粒径および、粒径の分布に影響するので、鋼成分、熱間圧延条件等を考慮して、冷間圧延率、焼鈍条件を選ぶことが好ましい。

このようにして製造された鋼帯は、必要に応じ、調質圧延を行い、製品に供される。

【実施例】

【0018】

表1に示す組成の鋼を転炉で溶製し、連続鑄造によりスラブを造り、1250で加熱し、表2に記載の条件で熱間圧延し、3.2mmの鋼板を造った。この鋼板を酸洗後に表2に記載の条件で焼鈍した。この鋼板の圧延方向に平行な断面を研磨し、ピクリン酸飽和溶液で腐食後、走査型電子顕微鏡を用い炭化物の平均粒径および、0.3μm以下の炭化物の割合を測定した。JIS5号引張り試験片の平行部の中心に両端部に2mm深さのVノッチを付け、引張り速度100mm/minで引張り試験を行った。また、鋼板を800×2秒の保定後に油中に焼き入れ、その硬さを測定した。調査結果を表2に記した。鋼AはS35C相当成分、鋼BはS55C相当の成分、鋼CはSAE1070相当の成分の鋼板である。これらの鋼は一部、連続鑄造の冷却速度を変えた条件、電磁攪拌を行い、鑄造した。

30

【0019】

【表1】

40

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr
A	0.35	0.18	0.78	0.012	0.002	0.025	0.0045	0.05
B	0.55	0.15	0.80	0.015	0.003	0.021	0.0055	0.07
C	0.70	0.19	0.75	0.014	0.002	0.015	0.0052	0.05

【0020】

【表 2】

鋼 No.	FT (°C)	CT (°C)	焼鈍条件 (°C×時間)	炭化物の平均粒径 (μm)	0.3 μm 以下の炭化物割合 (%)	焼入れ硬さ (HV)	伸び (%)	備考
A-1	815	600	690×32	0.85	7.3	640	51	本発明例
A-2	850	680	715×64	<u>1.43</u>	5.0	520	45	比較例
A-3	815	580	690×32*	0.66	9.8	650	49	本発明例
A-4	865	595	690×32	0.56	<u>35.6</u>	645	30	比較例
B-1	805	600	700×18	0.95	8.5	740	37	本発明例
B-2	855	688	715×64	<u>1.51</u>	6.0	620	32	比較例
B-3	800	615	690×32*	0.66	12.5	725	35	本発明例
B-4	845	620	715×48	0.45	<u>32.3</u>	750	19	比較例
C-1	845	600	700×32	0.56	12.0	810	26	本発明例
C-2	840	605	700×32	0.50	<u>25.0</u>	810	12	比較例
C-3	865	675	720×48	<u>1.45</u>	3.0	705	20	比較例

*は焼鈍保持温度を±10°Cの範囲で10回以上変動する熱サイクルを行なった。

【0021】

A-1は炭化物の平均粒径が0.85 μmで、0.3 μm以下の炭化物が7.3%の鋼板である。この鋼板は、スラブを造る際に、電磁攪拌を用い、冷却速度を速めて製造した。熱延の加熱温度は1200、熱延仕上スタンドは、潤滑圧延し、後段3スタンドは等歪の圧下率で圧延し、熱延後の冷却はパーライト変態が610~625の温度範囲で進行するように注水制御した。この鋼板は焼入れ硬さがHV:640、Vノッチ付引張り伸び値が51%で、優れた焼入れ性と、加工性を有している事が分かる。A-2は炭化物の平均粒径が1.43 μmと本発明範囲から外れた比較例である。この鋼は焼入れ硬さがHV:520と焼入れ性が不十分で、加工性が若干低下している。A-3とA-4は、熱延条件がほぼ同じであるが、A-3は焼鈍保持中に±10以内で昇温、降温を14回繰り返す熱サイクルを採用した鋼で、0.3 μm以下の炭化物の占める割合が9.85%で、加工性の指標であるVノッチ伸びが良好であるに対し、通常の場合で製造したA-4は0.3 μm以下の炭化物の割合が35.6%と本発明範囲から外れており、Vノッチ付引張りの伸びが低く、加工性が悪いことが分かる。

【0022】

B-1は炭化物平均粒径が0.95 μm、0.3 μm以下の炭化物の割合が8.5%と本発明範囲の実施例である。この鋼は、偏析が少なくなる条件の電磁攪拌を付加してスラブを造り、熱延、焼鈍仕上温度、巻取り温度、焼鈍条件は表2記載の条件で製造した。ただし、熱延後の冷却は、パーライト変態温度を20以内に制御する注水を行った。この鋼板の焼入れ性はHV:740の焼入れ硬さを有し、優れており、加工性の指標であるVノッチ引張り伸びも高く、優れた加工性を有することが分かる。鋼B-2は通常の場合の熱延、焼鈍条件で製造した比較例で、炭化物の平均粒径が1.51 μmと大きい鋼板である。なを、B-2の熱延終了後の冷却時のパーライト変態温度は、580~640であった。この鋼板の焼き入れ硬さはHV:620と、B-1のそれより大幅に硬さが低く、焼入れ性が劣ることが分かる。B-3、B-4は、熱延条件はほぼ同じであるが、B-3の焼鈍は保持の途中で温度を変化させる熱サイクルを採用したものである。炭化物平均粒径はほとんど差がないが、0.3 μm以下の炭化物の割合がB-3の12.5%に対し、B-4は32.3%と両者で大幅に炭化物の粒径分布が異なり、微細な炭化物の多い鋼B-4の加工性が大きく劣ることが分かる。

【 0 0 2 3 】

C - 1、C - 2は、共に偏析が少なくなる条件の電磁攪拌を付加してスラブを製造したものであるが、C - 1は熱延後の冷却中にパーライト変態を600～610の範囲で行うように注水した。C - 2は通常の方法で冷却した鋼板である。通常の冷却で製造したC - 2のパーライト変態温度範囲は570～630であった。C - 1の炭化物平均粒径は0.56 μ m、0.3 μ m以下の炭化物割合が12%で本発明範囲内である。C - 2は、0.3 μ m以下の炭化物の割合が、25%と多い、比較例である。C - 1は焼き入れ性、加工性共に優れた特性を有するが、C - 2はC - 1に比較して加工性が劣る。C - 3は、炭化物の平均粒径が1.45 μ mと本発明範囲から外れた比較例である。この鋼は、焼入れ硬さが本発明範囲内の実施例より低く、焼入れ性が劣る。

10

【 0 0 2 4 】

【表 3】

鋼 No.	FT (°C)	CT (°C)	冷延率 (%)	焼鈍条件 (°C×hr)	炭化物の平均粒径 (μ m)	0.3 μ m以下の炭化物割合 (%)	焼入れ硬さ (Hv)	伸び (%)	備考
A-5	885	605	50	690×24	0.75	8.6	640	51	本発明例
A-6	870	675	50	715×46	1.42	5.2	510	45	比較例
A-7	837	624	35	700×24	0.480	25	610	35	比較例
A-8	836	621	35	700×24	0.60	9.0	632	52	本発明例
B-5	838	625	50.5	690×24	0.66	8.3	750	39	本発明例
B-6	845	675	40	715×36	1.23	4.3	615	32	比較例
B-7	854	667	44.5	690×24	0.602	23	735	22	比較例
B-8	854	667	44.5	690×24*	0.60	13	745	34	本発明例
C-4	835	600	50.0	700×24	0.78	6.5	815	26	本発明例
C-5	836	600	50.0	700×24	0.75	25	805	13	比較例
C-6	852	670	45.0	720×36	1.23	6.2	700	22	比較例

20

*は焼鈍保持温度を±15°Cの範囲で10回以上変動する熱サイクルを行なった。

下線は本発明範囲から外れていることを表示している。

【 0 0 2 5 】

表1に示す組成の鋼を転炉で溶製し、連続鋳造によりスラブを造り、1250で加熱し、表3に記載の条件で熱間圧延し、酸洗、冷間圧延、焼鈍して、2.2mmの鋼板を造った。この鋼板の圧延方向に平行な断面を研磨し、ピクリン酸飽和溶液で腐食後、走査型電子顕微鏡を用い炭化物の平均粒径および、0.3 μ m以下の炭化物の割合を測定した。JIS5号引張り試験片の平行部の中心に両端部に2mm深さのVノッチを付け、引張り速度100mm/minで引張り試験を行った。また、鋼板を800×10秒の保定後に油中に焼き入れ、その硬さを測定した。調査結果を表2に記した。鋼AはS35C相当成分、鋼BはS55C相当の成分、鋼CはSAE1070相当の成分の鋼板である。これらの鋼は一部、連続鋳造の冷却速度を変えた鋳造、電磁攪拌、未凝固域の圧下を行って鋳造した。

30

【 0 0 2 6 】

A - 5は連続鋳造時の冷却速度を速めてスラブを造り、表3記載の熱延、冷延、焼鈍した鋼板である。熱延後の冷却中のパーライト変態温度を20以内に制御して冷却した。この鋼板の炭化物の平均粒径が0.75 μ m、0.3 μ m以下の炭化物割合が8.6%で、本発明範囲内の実施例である。焼入れ後の硬さはHv:610で良好な焼入れ性を有し、Vノッチ付引張り伸びも高い値を示し、加工性も優れていることが分かる。A - 6は特別な手段を講じることなく製造した鋼板で、炭化物平均粒径が1.42 μ m、0.3 μ m以下の炭化物割合が5.2%の比較例である。この鋼板はA - 5に比べて、焼き入れ性が大きく劣っており、本発明の目的に合致しない。A - 7、A - 8は、熱延条件以外はほぼ同一の条件で製造した鋼板である。A - 7は、通常の熱延条件で行い、A - 8は熱延の仕上圧延中に冷却し、パーライト変態させた後に、急速加熱で850まで加熱、熱延した

40

50

。A - 7は炭化物の平均粒径が0.48 μm、0.3 μm以下の炭化物割合が25%の本発明範囲外の比較例である。一方、A - 8は炭化物平均粒径が0.60 μm、0.3 μm以下の炭化物割合が9.0%の本発明範囲内の実施例である。A - 8はA - 7に比較して、焼入れ性は良好であると共に、優れた加工性を有することが分かる。B - 5はS55C相当成分で、熱延までは、B - 1と同じ条件で製造した鋼で、炭化物の平均粒径が0.66 μm、0.3 μm以下の炭化物割合が8.3%の本発明範囲内の実施例で、優れた焼入れ性と加工性を有している事が分かる。B - 6は通常の製造条件で製造した鋼板で、炭化物平均粒径が1.23 μm、0.3 μm以下の炭化物の割合が4.3%の比較例であるが、B - 5に比較して、焼入れ性、加工性共に劣る。B - 7, B - 8は熱延、冷間圧延まではほぼ同じ条件で製造されたが、B - 7が通常の焼鈍で製造したに対し、B - 8は焼鈍の保持中に±15%の範囲で10回の昇温、降温を繰り返す熱サイクルを採用して製造した鋼板である。B - 8の0.3 μm以下の炭化物が23%に対し、B - 7のそれは13%と微細な炭化物が少ない。両者の焼入れ性は同じであるが、加工性の指標であるVノッチ付引張り伸びは、B - 7が高く、加工性が良好であることが分かる。C - 4, C - 5はSAE1070相当成分の鋼で、熱延、冷延、焼鈍はほぼ同じ条件で製造し、C - 5は、通常の鑄造条件でスラブを製造し、C - 4は電磁攪拌で従来材に比し、偏析を三分の一程度に低める条件でスラブを製造した。両鋼板の焼入れ性は同じであるが、微細な炭化物の少ないC - 4の方が加工性の指標であるVノッチ付引張り伸びが高く、C - 4の加工性が優れていることが分かる。C - 6は通常の製造条件内で製造した鋼板である。この鋼板の炭化物平均粒径は1.23 μmで、焼き入れ硬さがC - 4, 5に比較して低く、焼き入れ性が不足していることが分かる。

【0027】

【表4】

鋼 No.	焼鈍条件 (°C×hr)	冷延率 (%)	焼鈍条件 (°C×hr)	炭化物平均粒径 (μm)	0.3 μm 以下の炭化物割合 (%)	焼入れ硬さ (Hv)	伸び (%)	備考
B-9	690×16	35	680×24	0.81	12.0	735	35	本発明例
B-10	690×16	35	680×24	0.75	<u>22.0</u>	740	25	比較例
B-11	710×24	45	700×24	<u>1.42</u>	5.2	610	34	比較例
C-7	700×14	35	680×32	0.75	12.0	820	27	本発明例
C-8	700×14	35	680×32	0.74	<u>21.5</u>	819	14	比較例
C-9	710×24	30	700×24	<u>1.25</u>	4.8	710	22	比較例

下線は本発明範囲から外れていることを表示している。

【0028】

表1に示す組成の鋼B, 鋼Cを転炉で溶製し、連続鑄造によりスラブを造り、1250で加熱し、熱延圧延し、表4に記載の条件で一次焼鈍、冷間圧延、二次焼鈍を行って、2.2 mmの鋼板を造った。この鋼板の圧延方向に平行な断面を研磨し、ピクリン酸飽和溶液で腐食後、走査型電子顕微鏡を用い炭化物の平均粒径および、0.3 μm以下の炭化物の割合を測定した。JIS5号引張り試験片の平行部の中心に両端部に2 mm深さのVノッチを付け、引張り速度100 mm/minで引張り試験を行った。また、鋼板を800 × 1秒の加熱後に油中に焼き入れ、その硬さを測定した。調査結果を表4に記した。これらの鋼は一部、連続鑄造の冷却速度を変えて、または電磁攪拌、未凝固域圧下の一つまたは二つを組み合わせて鑄造した。

【0029】

S55CのB - 9とB - 10は、鑄造条件以外はほぼ同一条件で製造し、B - 10が通常の鑄造条件でスラブを造り、B - 9が電磁攪拌で凝固組織の均一となる条件でスラブを造った。両鋼の炭化物平均粒径は大きく変わっていないが、0.3 μm以下の炭化物に違

いが生じ、B - 9のそれは12%で本発明範囲内に、B - 10のそれは22%で本発明範囲から外れている。炭化物の平均粒径、0.3 μm以下の炭化物割合が本発明範囲内のB - 9は焼き入れ性、加工性共に優れた特性を有し、0.3 μm以下の炭化物が本発明範囲より多い、B - 10の加工性はB - 9より劣る。B - 11は炭化物の平均粒径が本発明範囲より大きい比較例であるが、焼入れ後の硬さが本発明範囲内の実施例のB - 9より軟く、焼き入れ性が劣る。

【0030】

SAE1070のC - 7, C - 8は、鑄造条件以外はほぼ同一条件で製造し、C - 8は通常の鑄造条件で、C - 7が電磁攪拌と鑄造速度を早めて凝固偏析を少なくする条件で鑄造してスラブとした。両鋼の炭化物平均粒径は大きく変わっていないが、0.3 μm以下の炭化物に違いが生じ、C - 7のそれは12%で本発明範囲内に、C - 8のそれは21.5%で本発明範囲から外れている。炭化物粒径が0.3 μm以下の炭化物割合が本発明範囲内のC - 7は焼き入れ性、加工性共に優れた特性を有し、0.3 μm以下の炭化物が本発明範囲より多い、C - 8の加工性はC - 7より劣る。C - 9は炭化物の平均粒径が本発明範囲より大きい比較例であるが、焼入れ後の硬さが本発明範囲内の実施例のC - 7より軟く、焼き入れ性が劣る。

10

【0031】

C : 0.25%、Si : 0.15%、Mn : 0.55%、Cr : 0.20%、P : 0.016%、S : 0.005%、Al : 0.012%、Ti : 0.015%、B : 0.0015%の鋼を転炉で溶製し、連続鑄造でスラブを造った。このスラブを1250 に加熱後、表5記載の条件で4.0mm厚みに熱間圧延し、酸洗後に表5記載の条件の焼鈍、0.3%の調質圧延を行い、鋼板を製造した。この鋼板の圧延方向に平行な断面を研磨し、ピクリン酸飽和溶液で腐食後、走査型電子顕微鏡を用い炭化物の平均粒径および、0.3 μm以下の炭化物の割合を測定した。JIS5号引張り試験片の平行部の中心に両端部に2mm深さのVノッチを付け、引張り速度100mm/minで引張り試験を行った。また、鋼板を800 × 1秒に加熱後に油中に焼き入れ、その硬さを測定した。

20

【0032】

鋼No. D - 1は連続鑄造時に電磁攪拌を付与してスラブを造り、熱延後の冷却をパーライト変態が600 ~ 615 の温度で進行するように注水制御した。D - 2、D - 3は通常の条件でスラブを造り、熱延後の冷却も通常の条件で製造した。D - 2は、熱延後の冷却中のパーライト変態温度が600 ~ 660、D - 3は、熱延後の冷却中のパーライト変態温度が580 ~ 640であった。D - 4はD - 1と同じ条件で熱延まで行い、酸洗後に冷間圧延率：45%の冷延後に670 × 18時間の焼鈍を行い、鋼板を製造したものである。

30

【0033】

【表5】

鋼 No.	FT (°C)	CT (°C)	焼鈍条件 (°C×hr)	炭化物の平均粒径 (μm)	0.3μm以下の炭化物割合 (%)	焼入れ硬さ (Hv)	伸び (%)	備考
D-1	815	600	680×32	0.85	7.3	590	51	本発明例
D-2	850	660	715×64	<u>1.43</u>	5.0	490	45	比較例
D-3	815	580	670×18	0.56	<u>32.0</u>	585	38	比較例
D-4	815	600	670×18	0.75	8.3	590	52	本発明例

下線は本発明範囲から外れていることを表示している。

40

【0034】

鋼No. D - 1は炭化物平均粒径が0.85 μm、0.3 μm以下の炭化物割合が7.3%の本発明範囲内の実施例である。この鋼板は、焼き入れ硬さがHv : 590と焼き入れ性が良好で、加工性の指標である伸びも51%と良好であることがわかる。鋼No. D

50

- 2は炭化物平均粒径が1.43 μmと本発明範囲から外れた比較例である。この鋼板は、焼き入れ硬さがHv: 490と焼き入れ性が劣る。鋼No. D-3は炭化物平均粒径が0.56 μm、0.3 μm以下の炭化物割合が32%と本発明範囲外の比較例である。この鋼板は加工性の指標である伸びが38%でD-1に比較して大幅に劣る。鋼No. D-4は炭化物平均粒径が0.75 μm、0.3 μm以下の炭化物の割合が8.3%と本発明範囲内の実施例である。この鋼板も焼き入れ硬さが高く、伸びも良好で、加工性と焼き入れ性が優れていることがわかる。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明によれば、炭化物の平均粒径だけでなく、0.3 μm以下の微細炭化物が加工性に影響することに注目し、炭化物の平均粒径を1.0 μm以下に制御し、加えて、0.3 μm以下の炭化物割合を20%以下に制御すれば、焼入れ性と加工性に優れた高炭素鋼板が提供することができる。このように本発明に係る高炭素鋼板は加工性と焼入れ性に優れることから、ギヤに代表される自動車の変速機部品等を安価でかつ、安定した品質で製造することが可能となり、工業的に極めて有益な発明である。

10

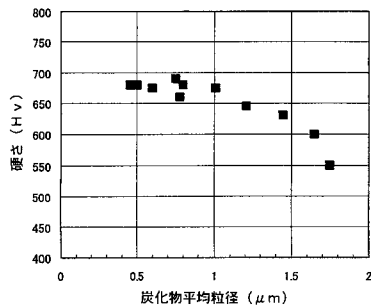
【図面の簡単な説明】

【0036】

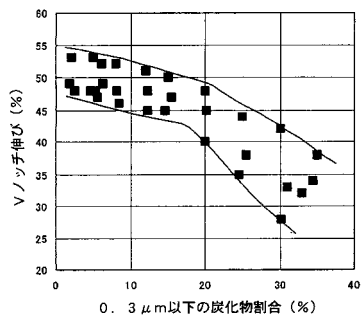
【図1】炭化物の平均粒径と焼き入れ後の硬さの関係を示す図。

【図2】0.3 μm以下の炭化物割合とVノッチ付引張り伸び値の関係を示す図。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 高田 良久
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内
- (72)発明者 佐柳 志郎
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内
- (72)発明者 竹島 一行
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所内

審査官 近野 光知

- (56)参考文献 特開平10-330876(JP,A)
特開2001-220642(JP,A)
特開2001-081528(JP,A)
特開2000-265238(JP,A)
特開2000-248330(JP,A)
特開2001-220643(JP,A)
特開2005-133200(JP,A)

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