

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6792946号
(P6792946)

(45) 発行日 令和2年12月2日 (2020. 12. 2)

(24) 登録日 令和2年11月11日 (2020. 11. 11)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 2 C 38/00 (2006. 01)	C 2 2 C 38/00 3 0 1 A
C 2 1 D 8/02 (2006. 01)	C 2 1 D 8/02 B
C 2 2 C 38/54 (2006. 01)	C 2 2 C 38/54

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-552985 (P2015-552985)	(73) 特許権者	302022474
(86) (22) 出願日	平成25年12月24日 (2013. 12. 24)		宝山鋼鐵股▲分▼有限公司
(65) 公表番号	特表2016-509130 (P2016-509130A)		中華人民共和國2 0 1 9 0 0 上海市宝山
(43) 公表日	平成28年3月24日 (2016. 3. 24)		区富▲錦▼路8 8 5 号
(86) 国際出願番号	PCT/CN2013/090270	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開番号	W02014/114159		特許業務法人深見特許事務所
(87) 国際公開日	平成26年7月31日 (2014. 7. 31)	(72) 発明者	趙 四 新
審査請求日	平成28年11月24日 (2016. 11. 24)		中華人民共和國2 0 1 9 0 0 上海市宝山
審判番号	不服2018-17416 (P2018-17416/J1)		区富▲錦▼路8 8 5 号
審判請求日	平成30年12月27日 (2018. 12. 27)	(72) 発明者	姜 洪 生
(31) 優先権主張番号	201310022288.8		中華人民共和國2 0 1 9 0 0 上海市宝山
(32) 優先日	平成25年1月22日 (2013. 1. 22)		区富▲錦▼路8 8 5 号
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)	(72) 発明者	姚 連 登
			中華人民共和國2 0 1 9 0 0 上海市宝山
			区富▲錦▼路8 8 5 号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低降伏比を有する超高強靱鋼板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学元素の質量百分率含有量が、

C : 0 . 2 8 ~ 0 . 3 4 %、

S i : 0 . 1 0 ~ 0 . 2 0 %、

M n : 0 . 5 0 ~ 0 . 8 0 %、

C r : 0 . 2 0 ~ 0 . 4 0 %、

M o : 0 . 5 0 ~ 0 . 9 0 %、

N b : 0 ~ 0 . 0 2 %、

N i : 0 . 9 0 ~ 2 . 4 0 %、

V : 0 . 0 1 ~ 0 . 0 4 %、

T i : 0 . 0 0 2 ~ 0 . 0 0 9 %、

A l : 0 . 0 1 ~ 0 . 0 4 %、

B : 0 . 0 0 0 6 ~ 0 . 0 0 1 0 %、

N : 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 0 5 %、

O : 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 0 4 0 %、

C a : 0 . 0 0 2 ~ 0 . 0 0 4 5 %であり、

残部が F e 及び他の不可避的不純物であることを特徴とする低降伏比を有する超高強靱鋼板であって、

前記鋼板は、降伏比が 0 . 8 5 未満であり、引張り強度が 1 6 1 0 M P a 以上であり、

降伏強度が 1320 MPa 以上であり、伸び率が 10% よりも大きく、 -20 での衝撃エネルギー AkV が 27 J よりも大きい、超高強靱鋼板。

【請求項 2】

炭素当量が $\text{CEV} = 0.75\%$ を満足し、かつ、炭素当量が $\text{CEV} = \text{C} + \text{Mn} / 6 + (\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}) / 5 + (\text{Ni} + \text{Cu}) / 15$ であることを特徴とする、請求項 1 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板。

【請求項 3】

微視組織がマルテンサイトと残留オーステナイトであることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板。

【請求項 4】

溶錬、鑄造、加熱、圧延、冷却、焼入れ及び焼戻しの工程を含み、得られる鋼板の微視組織がマルテンサイトと残留オーステナイトであり；加熱工程において、ビレットを $1080 \sim 1250$ に加熱し；焼入れ工程において、焼入れ温度が $860 \sim 940$ であり；焼戻し工程において、焼戻し温度が $150 \sim 350$ であり、前記鋼板は、降伏比が 0.85 未満であり、引張り強度が 1610 MPa 以上であり、降伏強度が 1320 MPa 以上であり、伸び率が 10% よりも大きく、 -20 での衝撃エネルギー AkV が 27 J よりも大きいことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法。

【請求項 5】

圧延後に鋼板を空冷し又は水冷することを特徴とする、請求項 4 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法。

【請求項 6】

焼入れ後に鋼板を水冷することを特徴とする、請求項 4 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法。

【請求項 7】

焼戻し後に鋼板を空冷することを特徴とする、請求項 4 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法。

【請求項 8】

炭素当量が $\text{CEV} = 0.75\%$ を満足し、かつ、炭素当量が $\text{CEV} = \text{C} + \text{Mn} / 6 + (\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}) / 5 + (\text{Ni} + \text{Cu}) / 15$ であることを特徴とする、請求項 4 に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼板及びその製造方法に関するものであり、特に超高強靱鋼板及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

高強靱鋼板は、機械構造、建築橋梁及びエンジニアリング構造に広く用いられる。鋼板の機械的性能は、降伏強度、引張り強度、伸び率及び低温衝撃エネルギー等を含む。機械構造及び建築橋梁等の構造部材用鋼板を選択する場合、通常、降伏強度を基準として、一定の安全係数を与える。降伏強度と引張り強度との比は、降伏比と呼ばれる。エンジニアリング適用において、降伏比は、構造部材が降伏強度を上回る限界応力を受けた場合に、鋼板の降伏開始から完全喪失までの安全性係数を表現する。鋼板の降伏比が低いと、鋼板が降伏強度を上回る応力を受けた場合に、鋼板は、応力が引張り強度に達して材料が破壊し或いは構造が安定性を失う前に、広い安全範囲を有する。鋼板の降伏比が高いと、鋼板が降伏強度に達した後に、鋼板は、急速に引張り強度に達して破壊する。よって、構造部材の安全性能に対する要求が高い場合に、低降伏強度を有する鋼板を使用することが必要とする。例えば、高層建築の鋼構造、水力発電所の鋼水圧管及び炭鉱油圧支持物等の構造部材は、地震、地滑り及び落盤等の自然災害が遭った場合、低降伏比の鋼板がより多い工

10

20

30

40

50

エネルギーを吸収でき、構造破壊時間を延滞させ或いは構造の完全破壊を回避し、二次災害の発生を防止し、人命に対する脅威を軽減する。

【0003】

鋼板の降伏現象が顕著である場合、降伏強度は上降伏強度、下降伏強度で表される。鋼板の降伏現象が顕著ではない場合、降伏強度は、 0.2% 塑性変形の強度 $R_{p0.2}$ で表される。低炭素鋼板の上降伏強度は、格子間原子が転位付近にコトトレル雰囲気を形成したため、転位の運動開始を阻害する。転位が運動し始まった後に、コトトレル雰囲気の作用が消え、鋼板に加えるべく力が低減して、下降伏を形成する。転位の運動開始が、コトトレル雰囲気、転位環、及び転位壁の相互作用等を含むと、降伏現象は顕著ではなくなる。降伏強度は、大尺度範囲の転位の増殖及び運動による、滑り帯を広げる応力を表す。ある文献において、降伏強度は、運動可能な刃型転位の全てが結晶から滑り出すことに対応する応力であり、引張り強度は、材料が引張り過程で耐えられる最大応力であり、通常に微割れの核生成、成長及び増殖を伴う。

10

【0004】

低降伏比を有する鋼板の設計及び製造は、通常に軟質相と硬質相との組み合わせによる微視組織を利用して、低降伏強度及び高引張り強度を得る。例えば、

公開番号が WO 2007/051080 であり、公開日が 2007 年 5 月 3 日であり、発明の名称が「低降伏比、高靱性及び優れた溶接性を有する高強度二相鋼」である特許文献は、軟質相と硬質相の複合ミクロ構造を有する二相高強度鋼を公開し、その複合ミクロ構造は、低降伏比、高歪み成形能、優れた溶接性及び高靱性を提供でき、その化学成分は、C: $0.03 \sim 0.12\%$ 、Ni: $0.1 \sim 1.0\%$ 、Nb: $0.005 \sim 0.05\%$ 、Ti: $0.005 \sim 0.03\%$ 、Mo: $0.1 \sim 0.6\%$ 、Mn: $0.5 \sim 2.5\%$ 、Cu: 1.0% 、Cr: 1.0% 、Ca: 0.01% を含み、更に任意の元素 V: 0.1% 、B: 0.002% 、Mg: 0.006% 、N: 0.010% 、Si: 0.5% 、Cu: 1.0% 、Al: 0.06% 、P: 0.015% 、S: 0.004% を含む。当該二相鋼は、主に細粒フェライトからなる第一相又は成分を約 10 体積% ~ 約 60 体積% 含む。当該第一相は、平均結晶粒サイズが約 5 ミクロン又はその以下であるフェライトを有する。当該二相鋼は、更に第二相又は成分を約 40 体積% ~ 約 90 体積% 含む、当該第二相又は成分は、細粒マルテンサイト、細粒下部ベイナイト、細粒粒状ベイナイト、細粒擬似上部ベイナイト又はそれらの任意の混合組織を含む。

20

30

【0005】

公開番号が CN 101045977A であり、公開日が 2007 年 10 月 3 日であり、発明の名称が「800MPa 級高靱性低降伏比厚鋼板及びその製造方法」である中国特許文献は、高強靱低降伏比厚鋼板及びその製造方法を公開し、その化学成分が、C: $0.05 \sim 0.09\%$ 、Si: $0.35 \sim 0.45\%$ 、Mn: $1.5 \sim 1.90\%$ 、Ni: $0.30 \sim 0.70\%$ 、Nb: $0.04 \sim 0.08\%$ 、Al: $0.02 \sim 0.04\%$ 、Ti: $0.01 \sim 0.04\%$ を含み、当該鋼板は、低降伏比を有し、かつ引張り強度が 800MPa 超である。

【0006】

公開番号が CN 1924065A であり、公開日が 2007 年 3 月 7 日であり、発明の名称が「700MPa 級高靱性低降伏比厚鋼板及びその製造方法」である中国特許文献も、鋼板を公開し、その化学成分の質量百分比が、C: $0.03 \sim 0.06$ 、Si: $0.35 \sim 0.55$ 、Mn: $1.00 \sim 1.55$ 、Ni: $0.50 \sim 0.70$ 、Nb: $0.02 \sim 0.06$ 、Al: $0.02 \sim 0.04$ 、Ti: $0.01 \sim 0.04$ 、V: $0.04 \sim 0.07$ 、Cu: $0.50 \sim 0.70$ であり、残部が Fe 及び不可避免的不純物である。上記鋼板の製造方法は、A. 溶錬してビレットを铸造し; B. $1180 \sim 1220$ に加熱し; C. 圧延し、初期圧延温度が $1050 \sim 1100$ であり、圧延物の厚さが製品鋼板厚さの 2 ~ 3 倍になる際に、圧延ロールで $920 \sim 960$ まで放置した後、第二段階の圧延を行い、パス変形量が $5 \sim 15$ MM であり、パス変形率が $10 \sim 25\%$ であり; 最終圧延温度が $820 \sim 880$ であり; D. 圧延が終わり、 $60 \sim 120$ 秒空冷した後に、急速

40

50

冷却し、460～600 までを10～20 /秒の速度で冷却し、鋼板を水から取り出して空冷することを含む。

【0007】

上述から分かるように、機械鋼構造が大型化及び複雑化への進展とともに、鋼構造の強化と軽量化、及び省エネルギーの目的を達するために、強度を向上し、かつ低い降伏比を有する鋼板が必要とする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、低降伏比を有する超高強靱鋼板及びその製造方法を提供することにある、当該鋼板は、高いレベルの引張り強度、低い降伏比を有するので、機械構造、建築橋梁及びエンジニアリング構造等の分野が鋼板に対する低降伏高強靱及び強化軽量化の両立を満足できる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記発明の目的を実現するために、本発明は、低降伏比を有する超高強靱鋼板を提供し、その化学元素の質量百分率含有量が、

C : 0.18～0.34%、
 Si : 0.10～0.40%、
 Mn : 0.50～1.40%、
 Cr : 0.20～0.70%、
 Mo : 0.30～0.90%、
 Nb : 0～0.06%、
 Ni : 0.50～2.40%、
 V : 0～0.06%、
 Ti : 0.002～0.04%、
 Al : 0.01～0.08%、
 B : 0.0006～0.0020%、
 N 0.0060%、
 O 0.0040%、
 Ca : 0～0.0045%であり、

残部がFe及び他の不可避的不純物である。

【0010】

さらに、本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板は、炭素当量が $CEV = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$ 0.75%であることを満足する。その中、炭素当量 $CEV = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$ 。

【0011】

成分設計の点で、本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板における各化学元素の設計原理は、以下の通りである。

【0012】

C : Cは、鋼板のオーステナイト相領域を増大できる。C元素が鋼における含有量を制御することで、異なる微視組織及び機械的性能を有する鋼板が得られる。C元素は、鋼における添加量が異なると、鋼板に発生する相変態の形態も異なる。C元素と合金元素の含有量が低いと、フェライト、パーライト等の拡散の相変態が発生する。C元素と合金元素の含有量が高いと、マルテンサイト変態が発生する。マルテンサイト変態の場合に、C原子は、Fe原子の格子に固溶され、結晶のc軸を長くし、Fcc(面心立方格子)-Hcp(最密六方格子)の変態が発生する。C原子は、結晶構造を変化させることで、鋼板の強度を大幅に向上する。オーステナイトは、C原子の増加に従って安定に増加する。鋼板は、急速冷却の後にマルテンサイトと残余オーステナイト組織を得ることができ、鋼板の降伏比を低下させる。しかし、C元素の含有量が高すぎると、鋼板の塑性和靱性を低減さ

10

20

30

40

50

せる。C 元素が鋼板の強靱性と強塑性に対する影響を総合的に勘案すれば、本発明における C 含有量を 0.18 ~ 0.34 % に制御する。

【0013】

Si : Si は、鋼に添加された場合、置換原子固溶強化によって鋼板の強度を向上できる。しかし、Si 含有量が高すぎると、鋼板の溶接際の熱割れ傾向を増加させる。よって、本発明における Si 含有量を 0.10 ~ 0.40 % に設定する。

【0014】

Mn : C と Mn 元素は、通常に併用して良好な機械的性能を有する鋼板を得る。Mn 元素は、本発明の鋼板に添加されて、固溶強化によって鋼板の強靱性を向上させる。本発明の鋼板に添加された C 含有量は、相対的に高いので、鋼板の炭素当量及び溶接性能を保証するために、本発明で添加される Mn を 0.50 ~ 1.40 % として、当該鋼板の降伏比及び強靱性を調節する。

【0015】

Cr : Cr は、鋼板の焼入れ性を向上でき、鋼板に冷却の際にマルテンサイト組織を形成させる。しかし、Cr 含有量が高すぎると、鋼板の炭素当量を増加させ、鋼板の溶接性能を劣化させる。よって、本発明における Cr 含有量制御を 0.20 ~ 0.70 % に制御する。

【0016】

Mo : Mo は、拡散の相変態を効果的に抑制し、鋼板に冷却の際に高強度の低温相変態組織を形成させる。Mo 含有量が低いと、鋼板の拡散の相変態に対する抑制効果を十分に発揮できなく、鋼板が冷却する際により多いマルテンサイト組織を得られなくなり、鋼板の強度を低減する。Mo 含有量が高すぎると、炭素当量が増加し、鋼板の溶接性能を劣化させる。よって、本発明では、Mo 含有量を 0.30 ~ 0.90 % に制御する。

【0017】

Nb : 鋼に添加された Nb は、オーステナイト粒界運動を抑制し、鋼板に高い温度で再結晶を発生させる。高い温度でオーステナイト化する場合に、オーステナイトに固溶された Nb は、圧延の際に歪誘起析出効果の原因で、転位及び粒界に Nb C 粒子を形成し、粒界運動を抑制し、鋼板の強靱性を向上させる。Nb 含有量が高すぎると、粗大な Nb C を形成し、鋼板の低温衝撃性能を劣化させる可能性がある。よって、本発明では、0.06 % 以下の Nb を添加して、鋼板の機械的性能を制御する。

【0018】

Ni : Ni は、鋼において Fe と結合して固溶体を形成でき、格子の積層欠陥を低減することで鋼板の靱性を向上させる。良好な低温靱性を有する高強度鋼板を得るために、鋼板に一定の Ni を添加する必要がある。Ni は、オーステナイトの安定性を増加して、鋼板に冷却過程でマルテンサイトと残余オーステナイト組織を形成させ、鋼板の降伏比を低減させる。Ni 含有量が高すぎると、ピレットに加熱する際に除去し難い酸化皮膜が形成されて、鋼板の表面質量に影響することになり、その一方、鋼板の生産コストを向上させる。よって、本発明における Ni 含有量を 0.50 ~ 2.40 % 範囲に設定すべきである。

【0019】

V : V は、合金元素として鋼に添加され、固溶強化及び MC 型炭化物の析出強化効果によって鋼板の強靱性を向上させる。しかし、V 元素の含有量が高すぎると、MC 型炭化物は、熱処理過程で粗化して、鋼板の低温靱性に影響する。よって、本発明に 0.06 % 以下の V 元素を添加することで、鋼板の機械的性能を保証する。

【0020】

Ti : Ti は、鋼液において窒化物を形成し、そして低い温度範囲で酸化物及び炭化物を形成する。しかし、Ti 含有量が高すぎると、鋼液に粗大な Ti N を形成してしまう。Ti N 粒子は、立方形であり、粒子の角部に応力集中が発生しやすく、即ち、割れ発生のソースになる。Ti が鋼に果たす役割を総合的に勘案すれば、本発明における Ti 含有量を 0.002 ~ 0.04 % に制御する。

10

20

30

40

50

【0021】

A1：A1は、鋼に添加されて、酸化物及び窒化物を形成することで結晶粒を微細化する。結晶粒を微細化し、鋼板の靱性を向上するとともに、その溶接性能を保証する目的を達成するために、本発明では、添加されるA1の含有量が0.01～0.08%である必要がある。

【0022】

B：Bは、鋼板における粒界で富化して粒界エネルギーを低減させ、鋼板に冷却過程で低温相変態組織を形成させる。Bは、鋼に添加され、Cと合金元素の含有量の変更とを組み合わせ、高強度のマルテンサイト組織を形成でき、良好な強度性能を有する鋼板が得られる。しかし、B含有量が高すぎると、マルテンサイト粒界で富化することになり、鋼板の低温衝撃性能及び疲労性能を低減させる。よって、本発明では、Bの加入量は0.0006～0.0020%である。

10

【0023】

N：Nは、鋼におけるTi、Nb及びVと結合して窒化物を形成することができる。鋼板において、オーステナイト化の過程で、溶解しない窒化物がオーステナイトの粒界運動を阻害し、オーステナイト結晶粒を微細化する効果が得られる。N元素含有量が高すぎると、NとTiは、粗大なTiNを形成し、鋼板の機械的性能を劣化させる。同時に、N原子は、鋼における欠陥箇所で富化し、気孔と粗めを形成し、さらに鋼板の機械的性能を劣化させる。よって、本発明では、N含有量を0.0060%以下に制御する。

【0024】

20

O：Oは、鋼においてA1、Si及びTiと結合して酸化物を形成する。鋼板を加熱でオーステナイト化する過程において、A1の酸化物は、オーステナイトの成長を抑制し、結晶粒を微細化する効果がある。しかし、O含有量が多い鋼板は、溶接の際に熱割れ傾向がある。よって、本発明では、O含有量を0.0040%以下に制御すべきである。

【0025】

Ca：Caは鋼に添加され、S元素と結合してCaSを形成し、硫化物を球状化する効果があり、鋼板の低温衝撃靱性を向上させる。本発明では、Ca含有量を0.0045%以下に制御する必要がある。

【0026】

それに応じて、本発明は、さらに当該低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法を提供し、当該製造方法は、溶錬、鑄造、加熱、圧延、冷却、焼入れ及び焼戻しの工程を含み、得られる鋼板の微視組織が微細化マルテンサイト及び残余オーステナイトであり、その中、加熱工程において、ピレットを1080～1250 に加熱し；焼入れ工程において、焼入れ温度が860～940 であり；焼戻し工程において、焼戻し温度が150～350 である。

30

【0027】

製造プロセスの点で、本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法は、加熱、焼入れ及び焼戻し等のプロセス工程における温度に対して相応的に制御し、元素成分設計と組み合わせることで、化学元素の成分設計と製造プロセスとの間に関連影響が発生するようにする。加熱過程において、温度を1080～1250 に制御することでオーステナイト化を実現する。加熱過程は、主に炭窒化物を溶解し、及びオーステナイト結晶粒を成長させる過程である。Nb、V、Ti、Cr及びMo等のような炭化物形成元素から形成される炭化物又は炭窒化物の一部が鋼に溶解され、合金元素原子が拡散によってオーステナイトに固溶される。圧延過程において、炭窒化物の一部は、歪誘起析出効果によって欠陥箇所で核生成して成長し、最終結晶粒を微細化することで、鋼板機械的性能を向上させる。焼入れ過程において、温度を860～940 に設定しており、これは、当該温度領域で加熱保温することで、炭化物形成元素（例えばNb、V、Ti、Cr及びMo等の元素）の炭窒化物の一部の溶解、及びオーステナイト結晶粒の成長サイズを有効的に制御できる。焼戻し過程において、加熱炉内の温度を150～350 に制御して、焼戻し処理を行う。鋼板の焼戻しは、一般的に四段階に分けられる。即ち、1)100 で焼

40

50

戻す場合に、正方格子状のマルテンサイトに炭化物が析出され、マルテンサイトの直角度が低下し、炭素含有量が0.3%以下である鋼に炭化物が形成されなく、転位等の欠陥付近だけに微細な炭化物を形成する；2) 235 付近である場合に、残余オーステナイトが下部ベイナイトとマルテンサイトに変態する；3) 300 前後である場合に、炭化物がセメンタイトに変態する；4) 400 ~ 450 の温度である場合に、炭素と鉄の拡散係数が高くなり、セメンタイト粒子が粗くなる。本発明は、150 ~ 350 前後の温度で焼戻しを行うことで、微細化されたマルテンサイトラスの縁で微細化された炭化物が析出され、鋼板における転位密度が高い箇所でも異号転位消滅 (unlike dislocation annihilation) が発生し、鋼板の内部応力を低減させ、鋼板の塑性を向上させる。ここで、焼戻し温度の制御は、残余オーステナイトの一部を鋼板に残存させ、鋼板の最終降伏比を低減するとともに、鋼板に高い引張り強度を持たせることができる。

10

【0028】

上記低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法において、圧延後の鋼板を空冷し又は水冷する。

【0029】

さらに、上記低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法において、焼入れ後の鋼板を水冷する。

【0030】

さらに、上記低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法において、焼戻し後の鋼板を空冷する。

20

【発明の効果】

【0031】

従来の技術方案と比べて、合理的な成分設計及び最適化された製造工序を採用したので、本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板は、下記の利点がある。即ち、1) 炭素当量CEVが低く、合金元素が少ない；2) 降伏比が0.85より小さい；3) 引張り強度が1500MPaより大きい；4) 降伏強度が1200MPaより大きい；5) 伸び率が10%より大きい；6) 優れた各機械的性能を有する。

【0032】

本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板の製造方法は、何のプロセス難度及び工程を増加することなく、温度制御を最適化することで、微細化マルテンサイト組織と残余オーステナイトとの軟硬質が結合した微視組織が得られ、機械的性能が望ましい低降伏比を有する超高強靱鋼板を得ようになり、プロセス制度が緩やかで、構造安全性の要求が高いエンジニアリング部品の製造分野の安定生産に広く適用される。

30

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】実施例4に係わる低降伏比を有する超高強靱鋼板の光学顕微鏡下の微視組織を示す。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、具体的な実施例及び図面に基づいて本発明の技術方案をさらに説明するが、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

40

【0035】

実施例1 ~ 6

下記工程で本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板を製造する。

【0036】

1) 溶錬

各化学元素の質量百分率含有量の配合比を具体的に表1に示したように制御する；

2) 鑄造；

3) 加熱：ピレットを1080 ~ 1250 に加熱する；

4) 圧延：圧延後の鋼板を空冷し或いは水冷する；

50

5) 冷却：室温まで冷却する；

6) 焼入れ：焼入れ温度が860～940 であり、焼入れ後に水冷する；

7) 焼戻し：焼戻し温度が150～350 であり、焼戻し後に空冷する。

【0037】

図1は、本願実施例4の低降伏比を有する超高強靱鋼板の光学顕微鏡下の微視組織を示す。

【0038】

【表1】

表1 実施例1～6における低降伏比を有する超高強靱鋼板の各成分の質量百分率の配合比

(wt. %、残部がFe及び他の不可避免的不純物)

実施例	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Ni	V	Ti	Al	B	N	O	Ca	CEV
1	0.34	0.1	0.5	0.2	0.8	0	1.1	0.04	0.002	0.01	0.0006	0.004	0.003	0.003	0.704
2	0.3	0.2	0.6	0.3	0.5	0.01	2.4	0.01	0.006	0.02	0.0008	0.003	0.003	0.002	0.722
3	0.28	0.2	0.8	0.4	0.9	0.02	0.9	0.02	0.009	0.04	0.001	0.005	0.004	0.0045	0.737
4	0.25	0.2	1	0.5	0.5	0.03	1.2	0.03	0.012	0.05	0.0012	0.006	0.003	0.002	0.703
5	0.21	0.3	1.2	0.6	0.4	0.04	2	0	0.03	0.06	0.0016	0.003	0.004	0.001	0.743
6	0.18	0.4	1.4	0.7	0.3	0.06	1.5	0.06	0.04	0.08	0.002	0.004	0.003	0	0.725

注：CEVは炭素当量である。 $CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$

【0039】

表2は実施例1～6の具体的な温度パラメーターを示す。その中、表2における各実施例の具体的な温度パラメーターは、表1における実施例1～6に対応する。

【0040】

【表2】

表2 実施例1～6の製造プロセスにおける具体的な温度パラメーター

実施例	加熱温度 (°C)	焼入れ温度 (°C)	焼戻し温度 (°C)
1	1250	940	150
2	1220	920	200
3	1180	900	250
4	1150	880	300
5	1120	870	330
6	1080	860	350

【0041】

【表 3】

表 3 実施例 1 ～ 6 に係わる低降伏比を有する超高強靱鋼板の機械的
性能パラメーター

実施 例	降伏強 度 (MPa)	引張り強 度 (MPa)	降伏比 (%)	伸び率 (%)	衝撃エネルギー — -20°C Akv (J)
1	1350	1660	0.81	11	30/33/36
2	1320	1640	0.80	12	45/52/51
3	1330	1610	0.83	12	38/40/42
4	1305	1590	0.82	12	45/41/48
5	1285	1530	0.84	13	58/50/60
6	1250	1535	0.81	14	60/56/55

10

【 0 0 4 2 】

20

表 3 から分かるように、本発明に記載の低降伏比を有する超高強靱鋼板は、降伏比が 0.85 より小さく、引張り強度が 1500 MPa より大きく、降伏強度が 1200 MPa より大きく、伸び率が 10 % より大きく、衝撃エネルギー Akv (- 20) が 27 J より大きい。上記機械的性能を有する鋼板は、超高強度及び良好な強靱性と強塑性を有する。

【 0 0 4 3 】

当分野の普通の技術者にとって、以上の実施例は、本発明を説明するのに用いるものだけであり、本発明を限定するものではなく、本発明の実質的な精神を逸脱しない範囲において、上記実施例に対する変形、変更が本発明の特許の範囲内に落ちると認識すべきである。

30

【図 1】

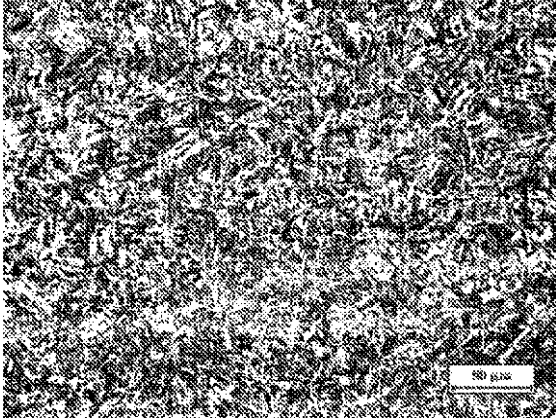


図 1

フロントページの続き

合議体

審判長 亀ヶ谷 明久

審判官 粟野 正明

審判官 土屋 知久

- (56)参考文献 中国特許出願公開第102747303(CN,A)
中国特許出願公開第102534423(CN,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C22C38/00-38/60
C21D8/02