

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6543732号

(P6543732)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int.Cl. F I
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 O 1 W
C 2 2 C 38/38 (2006.01) C 2 2 C 38/38
C 2 1 D 9/46 (2006.01) C 2 1 D 9/46 S

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-558653 (P2017-558653)	(73) 特許権者	592000691
(86) (22) 出願日	平成27年5月12日 (2015.5.12)		ポスコ
(65) 公表番号	特表2018-518596 (P2018-518596A)		P O S C O
(43) 公表日	平成30年7月12日 (2018.7.12)		大韓民国 キョンサンブクード ポハン
(86) 国際出願番号	PCT/KR2015/004766		シ ナムグ ドンヘアンロー 6 2 6 1
(87) 国際公開番号	W02016/182098		(コエドンドン)
(87) 国際公開日	平成28年11月17日 (2016.11.17)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成29年12月26日 (2017.12.26)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C : 0 . 1 ~ 0 . 2 5 重量 %、S i : 0 . 0 1 ~ 0 . 2 重量 %、M n : 0 . 5 ~ 2 . 0 重量 %、P : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 2 重量 %、及び S : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 重量 % を含み、さらに、T i、N b、M o、C r と B からなる群から選ばれた少なくとも 1 つの成分を合計で 0 . 0 0 1 ~ 0 . 3 5 重量 % 含み、残部の鉄 (F e) 及びその他の不可避不純物からなり、下記関係式 1 を満たし、

微細組織は、面積分率で、マルテンサイトが 9 5 % 以上であり、第 2 相が 5 % 未満であり、

引張強さは 1 G P a (1 0 0 0 M P a) 以上であり、引張強度 × 伸び率 (T S × T - E L) は 1 0 0 0 0 M P a % 以上であり、

曲げ加工性 (R / t) は下記関係式 2 を満たし、関係式 2 における引張強度は M P a 単位で表される数値である、

曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板。

[関係式 1]

$$69.2 - 311.5 [C] - 0.1 [Si] - 4.0 [Mn] - 5.3 [Cr] - 2.6 [Ni] - 6.6 [Ti] - 660.6 [B] - 39 [P] \leq 0$$

(但し、前記 [C]、[S i]、[M n]、[C r]、[N i]、[T i]、[B]、及び [P] は、それぞれの成分含量の重量 % を意味する。)

[関係式 2]

10

20

曲げ加工性 (R / t) (引張強度 × 0 . 0 0 5 1 7 - 2 . 6 0 3 4 5)

(式中、 R : 9 0 ° 曲げ試験後のクラックが発生していない最小曲げ半径、 t : 鋼板の厚さ)

【請求項 2】

C : 0 . 1 ~ 0 . 2 5 重量 %、 S i : 0 . 0 1 ~ 0 . 2 重量 %、 M n : 0 . 5 ~ 2 . 0 重量 %、 P : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 2 重量 %、及び S : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 重量 % を含み、さらに、 T i、 N b、 M o、 C r と B からなる群から選ばれた少なくとも 1 つの成分を合計で 0 . 0 0 1 ~ 0 . 3 5 重量 % 含み、残部の鉄 (F e) 及びその他の不可避不純物からなり、下記関係式 1 を満たすスラブを準備する段階と、

前記スラブを 1 1 0 0 ~ 1 3 0 0 の温度で再加熱する段階と、

前記再加熱されたスラブを 8 5 0 ~ 1 0 0 0 の仕上げ圧延温度で熱間圧延して熱延鋼板を得る段階と、

前記熱延鋼板を 1 0 0 ~ 3 0 0 / s の冷却速度で冷却する段階と、

前記冷却された鋼板を 3 5 0 以下の巻取り温度で巻き取る段階とを含む、曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法であって、

前記超高強度熱延鋼板の

微細組織は、面積分率で、マルテンサイトが 9 5 % 以上であり、第 2 相が 5 % 未満であり、

引張強さは 1 G P a (1 0 0 0 M P a) 以上であり、引張強度 × 伸び率 (T S × T - E L) は 1 0 0 0 0 M P a % 以上であり、

曲げ加工性 (R / t) は下記関係式 2 を満たし、関係式 2 における引張強度は M P a 単位で表される数値である、

曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法。

[関係式 1]

6 9 . 2 - 3 1 1 . 5 [C] - 0 . 1 [S i] - 4 . 0 [M n] - 5 . 3 [C r] - 2 . 6 [N i] - 6 . 6 [T i] - 6 6 0 . 6 [B] - 3 9 [P] 0

(但し、前記 [C]、[S i]、[M n]、[C r]、[N i]、[T i]、[B]、及び [P] は、それぞれの成分含量の重量 % を意味する。)

[関係式 2]

曲げ加工性 (R / t) (引張強度 × 0 . 0 0 5 1 7 - 2 . 6 0 3 4 5)

(式中、 R : 9 0 ° 曲げ試験後のクラックが発生していない最小曲げ半径、 t : 鋼板の厚さ)

【請求項 3】

前記巻き取られた熱延鋼板を酸洗処理した後、 4 5 0 ~ 4 8 0 の温度で再加熱し、溶融亜鉛めっきを行うことにより、表面に亜鉛めっき層を形成する段階をさらに含む、請求項 2 に記載の曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、主に自動車車体補強材であるバンパー (b u m p e r) 補強材及びドアインパクトビーム (d o o r i m p a c t b e a m) 等の高強度と優れた曲げ加工性が要求される部品に用いられる超高強度熱延鋼板及びその製造方法に関するもので、より詳細には、高強度化に伴う薄物化によって軽量化効果に優れるとともに、曲げ加工性に優れるためロールフォーミングによる部品の形状凍結性の確保が容易な超高強度熱延鋼板及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来の高強度熱延鋼板は、高い強度を得るために、鋼中の不純物を最小限に抑えた高純度鋼に、 C、 S i、 M n、 T i、 N b、 M o、及び V 等を添加して製造するのが一般的で

10

20

30

40

50

ある。

【0003】

上記高強度熱延鋼板を製造するために、従来から、Ti、Nb、V、Mo等を添加し、これらの元素の析出強化を活用して熱延鋼板を製造する方法（特許文献1、特許文献2）、Cr又はMn等を多量に添加して強度を確保する方法（特許文献3、特許文献4）、若しくは、Mn及びCr添加鋼を焼戻しアニーリングして衝撃強度及び引張特性を強化する方法（PCT特許出願第IB2011-01436号）等が知られている。

【0004】

多くの自動車車体補強材であるバンパー（bumper）補強材及びドアインパクトビーム（door impact beam）等に用いられる超高強度熱延鋼板には、高強度に加えて、ロールフォーミング成形のために優れた曲げ加工性が求められる。

10

【0005】

しかしながら、上記で提示した従来の高強度熱延鋼板の製造に用いられる、C、Si、Mn、Cr、Mo、及びW等の合金成分による固溶強化や、Ti、Nb、Mo等の合金成分による析出強化に起因する高強度化の場合は、曲げ加工性を劣らせ、焼戻しアニーリング処理時に生産性が低下して、価格競争力が低下してしまうという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】日本国特許出願第2010-279711号公報

20

【特許文献2】日本国特許出願第2003-156473号公報

【特許文献3】欧州特許出願第2003-396059号公報

【特許文献4】韓国特許出願第1996-7005330号公報

【特許文献5】PCT特許出願第IB2011-01436号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の一態様は、高強度でかつ曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板を提供することである。

【0008】

30

また、本発明の他の一態様は、高強度でかつ曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、C：0.1～0.25重量%、Si：0.01～0.2重量%、Mn：0.5～2.0重量%、P：0.005～0.02重量%、及びS：0.001～0.01重量%を含み、さらに、Ti、Nb、Mo、Cr、及びBからなる群から選ばれた少なくとも1つの成分を合計で0.001～0.35重量%含み、残部の鉄（Fe）及びその他の不可避不純物を含み、下記関係式1を満たす曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板を提供する。

40

【0010】

〔関係式1〕

$$69.2 - 311.5[C] - 0.1[Si] - 4.0[Mn] - 5.3[Cr] - 2.6[Ni] - 6.6[Ti] - 660.6[B] - 39[P] \quad 0$$

（但し、上記[C]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Ti]、[B]、及び[P]は、それぞれの成分含量の重量%を意味する。）

【0011】

また、本発明の他の一態様は、C：0.1～0.25重量%、Si：0.01～0.2重量%、Mn：0.5～2.0重量%、P：0.005～0.02重量%、及びS：0.001～0.01重量%を含み、さらに、Ti、Nb、Mo、Cr、及びBからなる群か

50

ら選ばれた少なくとも1つの成分を合計で0.001~0.35重量%含み、残部の鉄(Fe)及びその他の不可避不純物を含み、下記関係式1を満たすスラブを準備する段階と、上記スラブを1100~1300の温度で再加熱する段階と、上記再加熱されたスラブを850~1000の仕上げ圧延温度で熱間圧延して熱延鋼板を得る段階と、上記熱延鋼板を100~300/sの冷却速度を満たすように冷却する段階と、上記冷却された鋼板を350以下の巻取り温度で巻き取る段階と、を含む曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法を提供する。

【0012】

[関係式1]

$$69.2 - 311.5[C] - 0.1[Si] - 4.0[Mn] - 5.3[Cr] - 2.6[Ni] - 6.6[Ti] - 660.6[B] - 39[P] \geq 0$$

(但し、上記[C]、[Si]、[Mn]、[Cr]、[Ni]、[Ti]、[B]、及び[P]は、それぞれの成分含量の重量%を意味する。)

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、優れた強度を有し、かつ曲げ加工性にも優れた超高強度熱延鋼板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】発明例と比較例におけるTS×T-ELと曲げ加工性を示す関係式1から導出された値をグラフで示したものである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明は、強度が高く、高強度化に伴う薄物化によって軽量化効果に優れるだけでなく、曲げ加工性に優れるためロールフォーミングによる部品の形状凍結性の確保が容易な超高強度熱延鋼板及びその製造方法に関するものである。

【0017】

本発明者は、種々の成分を有する鋼の曲げ試験における測定値により曲げ加工性を示す関係式を導出し、この関係式に基づいて引張強度が1Gpa以上で、かつ引張強度×伸び率(TS×T-EL)が10000以上である曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板を提供することができることを見出した。

【0018】

以下、本発明の曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板について詳細に説明する。

【0019】

本発明の曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の成分範囲は、C:0.1~0.25重量%、Si:0.01~0.2重量%、Mn:0.5~2.0重量%、P:0.005~0.02重量%、及びS:0.001~0.01重量%、残部の鉄(Fe)及びその他の不可避不純物を含み、Ti、Nb、Mo、Cr、及びBからなる群から選ばれた少なくとも1つの成分を合計で0.001~0.35重量%含む。

【0020】

以下、上記本発明の合金成分範囲の限定理由について説明する。

【0021】

炭素(C):0.1~0.25重量%

Cは、鋼を強化するのに最も経済的で効果的な元素である。上記炭素の含量が0.1重量%未満であると、所望の強度を確保することが難しい。一方、上記炭素の含量が0.25重量%を超えると、過度の強度上昇により曲げ加工性が低下するという問題がある。したがって、上記炭素の含量は、0.1~0.25重量%含まれることが好ましい。

【0022】

シリコン(Si):0.01~0.2重量%

10

20

30

40

50

S i は、溶鋼の脱酸及び固溶強化の効果がある。上記シリコンの含量が 0 . 0 1 重量%未満であると、脱酸及び強度向上の効果が不十分である。これに対し、上記シリコンの含量が 0 . 2 重量%を超えると、熱間圧延の際に鋼板表面に S i による赤スケールが形成され、鋼板の表面品質が極めて悪化し、さらに、溶接性も低下するという問題がある。したがって、上記シリコンの含量は、0 . 0 1 ~ 0 . 2 重量%含まれることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

マンガン (M n) : 0 . 5 ~ 2 . 0 重量%

M n は、S i と同様に、鋼を固溶強化させるのに効果的な元素である。本発明においてこのような効果を得るためには、0 . 5 重量%以上含まれることが好ましい。しかしながら、上記マンガンの含量が 2 . 0 重量%を超えると、延焼工程においてスラブを製造する際に厚さ中心部で偏析部が大きく形成され、最終製品の溶接性及び成形性を損なわせるとい

10

【 0 0 2 4 】

リン (P) : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 2 重量%

P は、S i と同様に、固溶強化及びフェライト変態の促進効果がある。上記リンの含量が 0 . 0 0 5 重量%未満であると、本発明が確保しようとする強度を得るのに不十分である。これに対し、上記リンの含量が 0 . 0 2 重量%を超えると、ミクロ偏析によるバンド組織化によって曲げ加工性が低下する。したがって、上記 P は 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 2 重量%含まれることが好ましい。

20

【 0 0 2 5 】

硫黄 (S) : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 %

上記硫黄は、不可避に含有される不純物であり、M n 等と結合して非金属介在物を形成し、その結果、鋼の靱性を大きく低下させるため、その含量を最大限に抑制することが好ましい。理論上硫黄の含量は、0 重量%に制限することが有利であるが、製造工程上、必然的に含有せざるを得ない。したがって、上限の管理が重要であり、本発明において、上記硫黄含量の上限は 0 . 0 1 重量%に限定することが好ましい。

【 0 0 2 6 】

さらに、上記のような有利な成分系に加えて、チタン (T i)、ニオブウム (N b)、モリブデン (M o)、クロム (C r)、及びボロン (B) からなる群から選ばれた 1 種以上の元素を追加的に添加することが好ましい。これらの元素の追加的な添加によって、高い引張強度及び優れた曲げ加工性を得ることができ、本発明の効果をさらに向上させることができる。より好ましくは、上記した群から選ばれた 1 種以上の元素を合わせて 0 . 0 0 1 ~ 0 . 3 5 重量%を含む。

30

【 0 0 2 7 】

T i は、鋼中に T i N として存在し、熱間圧延のための加熱過程で結晶粒が成長することを抑制するという効果がある。また、窒素と反応して残った T i が鋼中において固溶強化の効果によって鋼の強度を向上させるのに有用な成分である。

【 0 0 2 8 】

N b は、析出物の形成元素であり、N b (C , N) のようなニオブウム系析出物を形成する。1200 程度の加熱炉で固溶されると、熱間圧延中に析出物が微細に形成され、鋼の強度を効果的に増加させる。

40

【 0 0 2 9 】

M o は、固溶強化による降伏強度の強化と、結晶粒界の強化による衝撃靱性及び曲げ加工性を向上させるのに有用な成分である。

【 0 0 3 0 】

C r は、鋼を固溶強化させ、冷却時にベイナイト相変態を遅らせてマルテンサイトの形成に役立てる役割をする。

【 0 0 3 1 】

B は、S i の代替元素として含有されることもあり、極微量で焼入れ性を向上させ、結

50

晶粒界を強化させて強度を向上させる。

【 0 0 3 2 】

本発明の他の成分は鉄 (F e) である。但し、通常の製造過程では、原料又は周囲環境から意図されない不純物が不可避に混入されることがあるため、それを排除することはできない。これらの不純物は、通常の製造過程における技術者であれば誰でも分かるものであるため、本明細書ではそのすべての内容についての言及は特にしない。

【 0 0 3 3 】

本発明の曲げ加工性に優れた超高強度鋼は、上記のような合金成分範囲を満たしながら、本発明者が様々な成分系での曲げ加工性を評価して得られた下記関係式 1 を満たすことで得られることができる。

【 0 0 3 4 】

[関係式 1]

$$\frac{69.2 - 311.5[C] - 0.1[Si] - 4.0[Mn] - 5.3[Cr] - 2.6[Ni] - 6.6[Ti] - 660.6[B] - 39[P]}{0}$$

【 0 0 3 5 】

ここで、上記 [C]、[S i]、[M n]、[C r]、[N i]、[T i]、[B]、及び [P] は、それぞれの成分含量の重量 % を意味する。

【 0 0 3 6 】

上記関係式 1 は、種々の成分を有する鋼の曲げ加工性を測定した値から得られた関係式であり、上記関係式 1 を満たすことで、十分なマルテンサイト微細組織を確保することができる。

【 0 0 3 7 】

また、引張強度 1 G p a 以上の超高強度鋼では、上記関係式 1 の値が 0 未満であると、上記関係式 2 の常温 R / t が (引張強度 × 0 . 0 0 5 1 7 - 2 . 6 0 3 4 5) を超えてしまい、曲げ加工性が劣るようになる。

【 0 0 3 8 】

[関係式 2]

$$\text{曲げ加工性 (R / t) } \quad (\text{引張強度} \times 0 . 0 0 5 1 7 - 2 . 6 0 3 4 5)$$

【 0 0 3 9 】

好ましくは、上記関係式 2 を満たすことで、引張強度 1 G p a 以上の超高強度鋼の円滑な部品成形が可能となる。即ち、上記曲げ加工性 (R / t) の値が小さいほど、円滑な部品成形が可能となり、上記の (引張強度 × 0 . 0 0 5 1 7 - 2 . 6 0 3 4 5) 値以下であると、円滑なロールフォーミングを通じて部品成形が可能となる。

【 0 0 4 0 】

本発明が提供する熱延鋼板は、上記の成分条件を満たすとともに、その微細組織は、フェライトが 9 5 面積 % 以上で、ベイナイト、マルテンサイト、及びセメンタイトのような炭化物からなる群から選ばれた 1 種以上を含む第 2 相が 5 % 以下であることが好ましく、上記のような微細組織を確保することで、延性を十分に確保することができる。上記の第 2 相分率が 5 % を超えると、ベイナイトと粗大な炭窒化物がフェライト系結晶粒界の周囲に形成され、所望の強度が得られなかったり、相間の硬度差が生じたりすることがあるため、曲げ加工性の確保が困難となる恐れがある。

【 0 0 4 1 】

また、本発明の超高強度熱延鋼板は、引張強度が 1 G p a 以上であることが好ましいが、これは、引張強度が 1 G p a 未満であると、強度が不足して薄物化に限界が生じ、部品の軽量化効果に劣るという問題点があるためである。

【 0 0 4 2 】

そして、本発明の超高強度熱延鋼板は、引張強度 × 伸び率 (T S × T - E L) が 1 0 0 0 0 以上であることが好ましいが、これは、その値が 1 0 0 0 0 未満であると、部品加工の際に成形性若しくは形状凍結性が劣るようになるためである。

【 0 0 4 3 】

以下、本発明の曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板の製造方法について詳細に説明する。

【 0 0 4 4 】

上記のように、強度に優れ、曲げ加工性に優れた本発明の超高強度熱延鋼板を製造するためには、先ず、上記本発明の合金成分範囲と関係式 1 を満たす組成を有するスラブを準備する。次に、上記準備したスラブを 1 1 0 0 ~ 1 3 0 0 の温度で加熱した後、上記加熱されたスラブを仕上げ圧延温度 8 5 0 ~ 1 0 0 0 で熱間圧延を行い、冷却して 3 5 0

以下で冷却終了し、巻取りを行うことにより、本発明の曲げ加工性に優れた超高強度熱延鋼板を完成する。

10

【 0 0 4 5 】

以下、各ステップの詳細条件について説明する。

【 0 0 4 6 】

スラブ再加熱温度：1 1 0 0 ~ 1 3 0 0

本発明のスラブの再加熱温度は、1 1 0 0 以上とすることが好ましいが、これによって、スラブ板材の温度を確保し、圧延負荷を低減するという効果がある。但し、過度に高い温度で再加熱すると、オーステナイトが粗大化する恐れがあるため、上記再加熱温度は 1 3 0 0 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

圧延終了温度：8 5 0 ~ 1 0 0 0

上記のように再加熱されたスラブに、熱間圧延を行うことができる。このとき、仕上げ圧延は 8 5 0 ~ 1 0 0 0 で行うことが好ましい。上記熱間仕上げ圧延温度が 8 5 0 未満であると、圧延荷重が大きく増加する。これに対し、上記熱間仕上げ圧延温度が 1 0 0 0 を超えると、鋼板の組織が粗大化して鋼材が脆くなり、スケールが厚くなり、高温圧延性スケール欠陥といった表面品質の低下が発生する。したがって、上記熱間仕上げ圧延は、8 5 0 ~ 1 0 0 0 に限定することが好ましい。

20

【 0 0 4 8 】

冷却速度：1 0 0 ~ 3 0 0 / s

上記のように熱間圧延された鋼板を冷却することができる。また、上記熱間圧延された鋼板の上記仕上げ熱間圧延温度から冷却終了温度に到達するまで 1 0 0 ~ 3 0 0 / s の冷却速度で冷却した後、巻取りを行うことが好ましい。上記冷却速度が 1 0 0 / s 未満であると、マルテンサイトを除いた第 2 相の分率が 5 % を上回り、本発明が確保しようとする強度を確保するのに困難がある。これに対し、3 0 0 / s を超えると、伸び率及び靱性が低下するという問題がある。

30

【 0 0 5 3 】

巻取り温度：3 5 0 以下

上記熱間圧延された鋼板の上記仕上げ熱間圧延温度から 3 5 0 以下の温度に到達するまで 1 0 0 ~ 3 0 0 / s の冷却速度で冷却した後、巻取りを行うことが好ましい。冷却終了温度が 3 5 0 を超えると、鋼中の微細組織の多くがベイナイトを有するため、本発明が確保しようとする微細組織を確保することができない。上記巻取り温度は冷却を終了する温度であり、3 5 0 以下の温度であれば、如何なる温度で冷却終了し、巻取りを行っても構わない。しかしながら、冷却終了温度を常温である 2 0 以下に冷却するためには別の装置が必要となるため、2 0 以上の温度で冷却終了し、巻取りを行うことが好ましい。

40

【 0 0 5 4 】

上記巻取された熱延鋼板は、常温で自然冷却した後、酸洗して表層部のスケールを除去し、塗油する段階をさらに含むことにより、酸洗鋼板を製造することができる。

【 0 0 5 5 】

上記巻取り又は酸洗の後、上記鋼板を 4 5 0 ~ 4 8 0 で再加熱し、溶融亜鉛めっきすることで、溶融亜鉛めっき鋼板を製造することができる。上記再加熱温度が 4 5 0 未

50

満であると、めっき密着性が低下し、熔融亜鉛めっきが行われなくなるという問題が生じ、480 を超えると、熱処理の効果によって析出物が粗大化し、析出強化効果の減少によって強度が低下するという恐れがあり、さらに、熔融亜鉛の気化による環境問題及びめっき品質の劣化という問題が生じることもある。

【実施例】

【0056】

以下、実施例を通じて本発明をより具体的に説明する。但し、下記実施例は、本発明を例示してより詳細に説明するためのものであるだけで、本発明の権利範囲を限定するためのものではないことに留意する必要がある。これは、本発明の権利範囲は特許請求の範囲に記載された事項とそこから合理的に類推される事項によって決定されるためである。

10

【0057】

下記表1に記載された成分系を満たす鋼スラブを1150 に加熱し、下記表2に記載されている温度(FDT)で熱間仕上げ圧延を行った。その後、表2に記載されている巻取り温度(CT)まで200 / sの冷却速度で冷却を行った後、下記表2に記載されている温度(CT)で巻取りを行った。

【0058】

下記表1の発明例1～6は、本発明の成分範囲を満たすスラブの組成を示し、比較例1～9は、本発明の成分範囲から外れた成分組成を有するスラブ組成を重量%の単位で示した。また、上記のように製造された熱延鋼板に対して材質試験を行い、その結果を下記表2に示した。

20

【0059】

【表1】

区分	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ti	Nb	B
比較例1	0.14	1.6	0.1	0.015	0.003	0.5	0.015	0.015	0.002
比較例2	0.12	1.7	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0.015	0.002
比較例3	0.15	1.5	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0.015	0.002
比較例4	0.18	1	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0	0.002
比較例5	0.19	1.2	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0	0.002
比較例6	0.2	1.2	0.1	0.015	0.003	0.2	0.015	0	0.002
比較例7	0.19	1.4	0.1	0.015	0.003	0.5	0.015	0	0.002
比較例8	0.2	1.2	0.1	0.015	0.003	0.4	0.015	0	0.002
比較例9	0.21	1.1	0.1	0.015	0.003	0.3	0.015	0	0.002
発明例1	0.13	1.4	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0.015	0.002
発明例2	0.15	1	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0.015	0.002
発明例3	0.14	1.4	0.1	0.015	0.003	0	0.015	0.015	0.002
発明例4	0.19	1.2	0.1	0.015	0.003	0.2	0.015	0	0.002
発明例5	0.19	1	0.1	0.015	0.003	0.2	0.015	0	0.002
発明例6	0.2	0.7	0.1	0.015	0.003	0.2	0.015	0	0.002

30

40

(単位：重量%)

【0060】

下記表2においてFDTとCTは、それぞれ、熱延仕上げ温度と巻取り温度を意味し、YS、TS、T-E1、TS×T-E1は、それぞれ、降伏強度、引張強度、伸び率、引張強度×伸び率を意味する。また、YSは0.2% off-set降伏強度又は下部降伏点であり、降伏比は、降伏強度と引張強度の比率である。引張試験は、圧延板材の圧延方

50

向に対して90°方向を基準にJIS5号規格に基づいて採取された試片とした。

【0061】

表2のR/t(実測)は、圧延板材の圧延方向に対して90°方向を基準に試片を採取し、90°曲げ試験を行った後、クラックが発生していない最小曲げ半径Rを素材の厚さtで割った値として測定した値であり、R/t(限界)は、(引張強度×0.00517-2.60345)から計算された値を示したものである。R/t(実測)が、R/t(限界)を超えると、曲げ加工性が劣っていると評価した。

【0062】

【表2】

試片	FDT	CT	関係式 1	マル テン サイト の面 積分率 (%)	YS	TS	T-E L	TS× T-E L	R/ t(実 測)	R/ t (限 界)	曲げ 加工 性
比較例1	947	172	14.5	96	1195	1343	6.0	8058	3.5	4.3	o
比較例2	949	170	23.0	99	968	1257	7.0	8799	3.3	3.9	o
比較例3	968	402	14.5	53	730	784	11.4	8938	1.3	1.4	o
比較例4	952	367	7.1	64	877	964	9.0	8676	2.3	2.4	o
比較例5	954	378	3.2	78	916	985	6.2	6107	2.2	2.5	o
比較例6	955	163	-1.0	96	1264	1542	6.6	10174	5.8	5.4	x
比較例7	961	174	-0.2	97	1215	1519	6.6	10027	5.6	5.2	x
比較例8	958	198	-2.0	98	1207	1548	6.5	10061	6.0	5.4	x
比較例9	965	155	-4.2	99	1232	1579	6.4	10103	6.3	5.6	x
発明例1	971	188	21.1	96	1017	1287	8.6	11065	3.3	4.1	o
発明例2	849	195	16.5	97	1094	1350	7.6	10261	3.5	4.4	o
発明例3	905	222	18.0	97	1032	1323	7.9	10450	3.4	4.2	o
発明例4	909	204	2.2	96	1204	1505	7.1	10688	4.1	5.2	o
発明例5	912	221	3.0	96	1186	1501	6.7	10057	4.1	5.2	o
発明例6	915	212	1.0	98	1225	1531	6.7	10255	4.3	5.3	o

【0063】

曲げ加工性は良好であったが、Mn偏析帯により伸び率不足となり、TS×T-E L値が本発明の範囲から外れていた。

【0064】

比較例3、4、及び5は、CT温度が本発明の範囲から外れており、95%以上のマルテンサイト組織ではなく、ベイナイト組織が形成されることで、引張強度1Gpa未満であった。

【0065】

比較例6、7、8、及び9は、いずれも、関係式1を満たしておらず、曲げ加工性の評価結果も劣っていた。

【0066】

図1に、比較例と発明例のTS×T-E Lと関係式1から導出された値をグラフで示した。四角点の部分は比較例であり、丸点の部分は発明例である。本発明の発明例に該当す

る丸点は、いずれも、斜線で示した部分内に位置することが分かった。

【 0 0 6 7 】

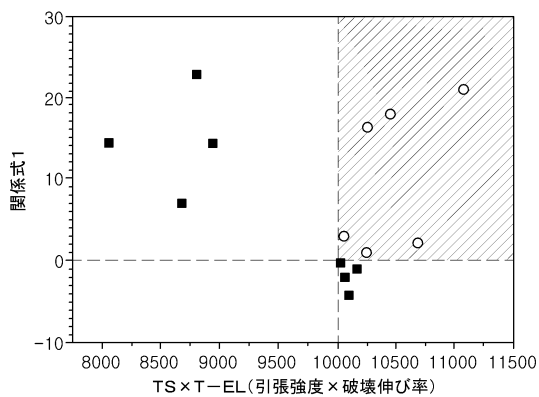
また、発明例 1 ～ 6 は、いずれも、曲げ加工性の基準をすべて満たしており、引張強度及び伸び率だけでなく、降伏強度にも優れていることが分かった。

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、本発明の例示的な実施例が図面を参照して説明されたが、多様な変形と他の実施例が本分野における熟練した技術者によって実施可能である。このような変形と他の実施例は、添付した特許請求の範囲にすべて考慮されて含まれ、本発明の真の趣旨及び範囲を逸脱しない。

10

【 図 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 キム、 ヨン - ウ

大韓民国 790 - 360 キョンサンブク - ド ポハン - シ ナム - グ ドンヘアン - ロ 62
62 ポハン アイアン アンド スティール ワークス 気付

(72)発明者 ソ、 ソク - ジョン

大韓民国 545 - 711 チョルラナム - ド クァンヤン - シ ポッポサラン - ギル 20 - 2
6 クァンヤン アイアン アンド スティール ワークス 気付

審査官 鈴木 葉子

(56)参考文献 特開2006 - 265620 (JP, A)

特開2011 - 225996 (JP, A)

特開2014 - 240510 (JP, A)

米国特許出願公開第2007 / 0006948 (US, A1)

特開2015 - 034334 (JP, A)

特開2014 - 173151 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 38 / 00 - 38 / 60

C21D 9 / 46 - 9 / 48