

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5323552号
(P5323552)

(45) 発行日 平成25年10月23日(2013.10.23)

(24) 登録日 平成25年7月26日(2013.7.26)

(51) Int.Cl. F I
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 O 1 R
C 2 2 C 38/34 (2006.01) C 2 2 C 38/34
C 2 2 C 38/54 (2006.01) C 2 2 C 38/54
C 2 2 C 38/00 3 O 1 W

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-77166 (P2009-77166)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成21年3月26日(2009.3.26)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2009-263780 (P2009-263780A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成21年11月12日(2009.11.12)	(74) 代理人	100075409
審査請求日	平成23年9月1日(2011.9.1)		弁理士 植木 久一
(31) 優先権主張番号	特願2008-93528 (P2008-93528)	(74) 代理人	100115082
(32) 優先日	平成20年3月31日(2008.3.31)		弁理士 菅河 忠志
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100125184
			弁理士 二口 治
		(74) 代理人	100125243
			弁理士 伊藤 浩彰
		(74) 代理人	100129757
			弁理士 植木 久彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スポット溶接継手の十字引張強度に優れた焼入れ用鋼板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、

C : 0.1%以上0.3%未満、

Si : 1.00%超1.8%以下、

Mn : 0.5%未満(0%を含まない)、

P : 0.015%以下(0%を含まない)、

S : 0.01%以下(0%を含まない)、

Al : 0.1%以下(0%を含まない)、

Cr : 0.8%以下(0%を含まない)、

Ti : 0.1%以下(0%を含まない)、および

B : 0.005%以下(0%を含まない)を含有し、

残部は鉄および不可避不純物からなることを特徴とするスポット溶接継手の十字引張強度に優れた焼入れ用鋼板。

【請求項 2】

更に、他の元素として、

Nb : 0.1%以下(0%を含まない)、

V : 0.1%以下(0%を含まない)、および

Mo : 0.8%以下(0%を含まない)よりなる群から選択される1種以上の元素を含有するものである請求項1に記載の鋼板。

【請求項 3】

更に、他の元素として、

Cu：0.5%以下（0%を含まない）および／または

Ni：0.5%以下（0%を含まない）を含有するものである請求項 1 または 2 に記載の鋼板。

【請求項 4】

更に、他の元素として、

Ca：0.005%以下（0%を含まない）を含有するものである請求項 1～3 のいずれかに記載の鋼板。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の焼入れ用鋼板を用いてスポット溶接されたものであり、焼入れ部の靱性に優れた高強度部材。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、スポット溶接して接合される焼入れ用鋼板に関するものであり、より詳細には、所望の形状に成形加工した後、鋼板の一部を焼入れして高強度化すると共に、焼入していない部分をスポット溶接して接合する際に好適に用いることのできる焼入れ用鋼板に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、自動車などの衝突安全性向上に対する要求は益々高まる一方で、車両重量を低減して燃費を向上させるために、車体の骨格部分等に用いられる自動車用部材の高強度化が求められている。自動車用部材は、通常、厚みが3mm程度以下の薄鋼板を成形加工して製造される。ところが、薄鋼板の強度を高めると、成形加工性が悪くなる。そこで、本出願人は、成形加工時には延性に優れ、良好な加工性を有し、成形加工後に焼入れを行なうことによって強度を高めることができる鋼板を提案した（特許文献1）。

【0003】

一方、焼入れ後の強度は、鋼板に含まれるC量によってほぼ決まるため、焼入れ後の鋼板を高強度化するには、必然的にC量を多くする必要がある。焼入れ後の鋼板の強度として980MPa以上を確保するには、Cを少なくとも0.1%以上添加する必要がある。

【0004】

ところが、自動車用部材は、その多くが薄鋼板をスポット溶接して組立てられるため、スポット溶接したときの接合部（溶接継手）の強度は高い（十字引張荷重が大きい）ことが望まれる。しかし、焼入れした鋼板の強度を980MPa以上とするためにCを0.1%以上含有させると、スポット溶接したときの溶接継手（以下、「スポット溶接継手」と略称することがある）の十字引張荷重が小さくなり、スポット溶接継手の十字引張強度が低下することがあった。

【0005】

そこでスポット溶接継手の十字引張強度を高める技術として、本出願人は、更に特許文献2の技術を提案した。この技術では、0.7%以上のSiを含有させることによってスポット溶接したときの溶接継手の十字引張強度を向上させた熱間成形用鋼板を提案している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】特開平11-152541号公報

【特許文献2】特開2007-169679号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【0007】

上述したように、本出願人は、上記特許文献2で、スポット溶接部の接合強度を高めた熱間成形用鋼板を提案した。しかしスポット溶接継手の更なる十字引張強度向上（十字引張荷重の増大）が求められている。また、上記熱間成形用鋼板の一部を焼入れした場合において、焼入れした部分の靱性を改善することが求められている。

【0008】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、成形加工した後に、必要な箇所に焼入れを行なって強度を高めると共に、焼入れを行わない部分をスポット溶接して使用する焼入れ用鋼板であって、スポット溶接したときの溶接継手の十字引張強度が高く（十字引張荷重が大きく）、且つ焼入れしたときに980MPa以上の高強度となる焼入れ用鋼板を提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記焼入れ用鋼板を焼入れした部分の靱性に優れた高強度部材を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決することのできた本発明に係る焼入れ用鋼板とは、質量%で、C：0.1%以上0.3%未満、Si：1.00%超1.8%以下、Mn：0.5%未満（0%を含まない）、P：0.015%以下（0%を含まない）、S：0.01%以下（0%を含まない）、Al：0.1%以下（0%を含まない）、Cr：0.8%以下（0%を含まない）、Ti：0.1%以下（0%を含まない）、およびB：0.005%以下（0%を含まない）を含有し、残部は鉄および不可避不純物からなる点に要旨を有する。

20

【0010】

本発明の焼入れ用鋼板は、更に、他の元素として、
（a）Nb：0.1%以下（0%を含まない）、V：0.1%以下（0%を含まない）、およびMo：0.8%以下（0%を含まない）よりなる群から選択される1種以上の元素や、
（b）Cu：0.5%以下（0%を含まない）および/またはNi：0.5%以下（0%を含まない）、
（c）Ca：0.005%以下（0%を含まない）、
を含有してもよい。本発明には、上記焼入れ用鋼板を用いて、スポット溶接された高強度部材も包含される。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、Siを1.00%超と多く含有させる一方で、MnとPとSの含有量を低減することによって、母材の延性を損なうことなく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善しつつ、焼入れ後に980MPa以上の高強度となり、しかも焼入れした部分の靱性が良好となる焼入れ用鋼板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、C量と、スポット溶接継手の十字引張荷重との関係を示すグラフである。

40

【図2】図2は、Si量と、スポット溶接継手の十字引張荷重との関係を示すグラフである。

【図3】図3は、Mn量と、スポット溶接継手の十字引張荷重との関係を示すグラフである。

【図4】図4は、P量と、スポット溶接継手の十字引張荷重との関係を示すグラフである。

【図5】図5は、S量と、スポット溶接継手の十字引張荷重との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

50

本発明者らは、所望の焼入れ用鋼板を提供するため、鋼中の成分を中心に検討した。

まず、鋼中のC量と、スポット溶接したときの溶接継手の十字引張強度との関係について検討した。即ち、C以外の化学成分を一定とし、C量を変化させた鋼板を作製し、スポット溶接継手の十字引張荷重を測定した。

【0014】

具体的には、Siを0.03%程度、Mnを2%程度、Pを0.007%程度、Sを0.004%程度含有し、Cを0.05~0.25%の範囲に調整した鋼を真空溶解法で溶解し、これを鋳造して鋳片を得た。得られた鋳片を1200に加熱した後、仕上圧延温度(FDT)を870として熱間圧延を行い、巻取温度(CT)600まで冷却した。次いで、この巻取温度(600)で30分間、炉内で保持した後、室温まで炉冷することで巻取処理を模擬し、板厚2.5mmの熱延鋼板を得た。得られた熱延鋼板を酸洗して表面スケールを除去した後、冷間圧延して板厚を1.6mmとした。次に、得られた冷延鋼板を850で90秒間焼鈍した。この様にして得られた鋼板を2枚重ねて、後述する実施例に記載の条件でスポット溶接を行い、スポット溶接継手の十字引張荷重を測定した。測定結果を図1に示す。

10

【0015】

図1から明らかなように、C量が増加すると、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さくなり、スポット溶接性が悪くなることが分かる。

【0016】

次に、本発明者らは、焼入れ後の鋼板の強度向上を目的とし、Cを0.1%以上含有する鋼板について、Si量、Mn量、P量、S量の夫々を種々変化させて、各元素量と、スポット溶接継手の十字引張強度との関係について検討した。即ち、Cを0.20%程度、Siを0.03%程度、Mnを0.40%程度、Pを0.010%程度、Sを0.005%程度、Crを0.01%程度、Tiを0.001%程度、Bを0.0001%程度含有する鋼をベース鋼とし、該ベース鋼において、Si量、Mn量、P量、S量の夫々を種々変化させた鋼を調製し、上記と同じ条件でスポット溶接継手の十字引張荷重を測定した。測定結果を図2~図5に示す。

20

【0017】

図2から明らかなように、Si量が増加するほど、スポット溶接継手の十字引張荷重は大きくなることが分かる。このメカニズムについては必ずしも明確になっていないが、Siを添加することで、スポット溶接により形成されるナゲットから熱影響部(HAZ)を

30

通って母材に至るまでの間の硬度変化がなだらかになるため、スポット溶接継手の十字引張荷重が大きくなると考えられる。

【0018】

一方、図3~図5から明らかなように、Mn量、P量、S量が減少するほど、スポット溶接継手の十字引張荷重は大きくなることが分かる。Mnの含有量を低減することで、上記Siと同様に、スポット溶接により形成されたナゲットから熱影響部(HAZ)を

40

通って母材に至るまでの間の硬度変化がなだらかになるため、スポット溶接継手の十字引張荷重が大きくなると考えられる。PとSについては、これらの含有量を低減することで、ナゲットの最終凝固面に偏析し、ナゲットが脆化するのを防止できるため、ナゲットの脆化によるナゲット内破断や剥離破断が低減され、溶接継手の十字引張荷重が大きくなると考えられる。

【0019】

なお、上記ベース鋼において、C、Si、Mn、P、S以外の元素の含有量(即ち、Al、Cr、Ti、B、Nb、V、Mo、Cu、Ni、またはCaの含有量)を変化させた場合については、溶接継手の十字引張荷重は殆んど影響を受けないことを本発明者らは実験により確認している。

【0020】

以上の通り、焼入れ後の鋼板の強度を高めるために、Cを0.1%以上含有する鋼板については、Siを比較的多く添加する一方で、MnとPとSはできるだけ低減すると、ス

50

ポット溶接継手の十字引張荷重が大きくなり、スポット溶接性が改善できる傾向にあることが分かる。本発明者らは、このような知見に基づき、更に検討を重ねた結果、本発明を完成した。以下、本発明鋼板の成分組成について説明する。

【0021】

[C: 0.1%以上0.3%未満]

Cは、焼入れしたときの焼入れ性を高めて強度を確保するために必要な元素であり、少なくとも0.1%以上含有する。好ましくは0.12%以上、より好ましくは0.13%以上である。しかし、過剰に含有すると、スポット溶接継手の十字引張強度が低くなったり、焼入れ後の靱性低下や遅れ破壊の発生を招く。従ってCは0.3%未満に抑える。好ましくは0.29%以下、より好ましくは0.26%以下である。

10

【0022】

[Si: 1.00%超1.8%以下]

Siは、Cを上記範囲で含有する鋼板について、スポット溶接継手の十字引張強度を高くし、スポット溶接性を改善するのに作用する元素である。また、Siは、置換型固溶体強化元素であり、鋼板の延性を低下させることなく、材質を大きく硬化させて強度を高める元素である。また、Siは、焼入れ性を高めるのに作用する元素であり、本発明では、Mnの添加を低減することによる焼入れ性の劣化を抑制するのに作用する。こうした作用を発揮させるためには、Siは1.00%を超えて含有させる。好ましくは1.01%以上であり、より好ましくは1.03%以上である。Siは、できるだけ多く含有させることが好ましいが、1.8%を超えると、熱間圧延工程でのスケール形成が顕著となり、スケール除去にコストがかかる。従ってSiは1.8%以下とする。好ましくは1.7%以下とし、より好ましくは1.6%以下とする。

20

【0023】

[Mn: 0.5%未満(0%を含まない)]

本発明では、Mnを0.5%未満に極力抑えている点で、Mnを0.5%以上含有する上記特許文献2とは相違している。

【0024】

Mnは、上記Siと同様に、Cを上記範囲で含有する鋼板において、スポット溶接継手の十字引張強度を高めてスポット溶接性を改善するのに作用する元素であるが、Mnは、上記Siと異なり、その量をできるだけ低減することによってこうした作用が発揮される。また、Mnを過剰に含有すると、焼入れ後の鋼板の靱性を劣化させてしまう。従って本発明では、Mnは0.5%未満とする。好ましくは0.48%以下であり、より好ましくは0.45%以下である。

30

【0025】

[P: 0.015%以下(0%を含まない)]

Pは、スポット溶接継手の十字引張強度に悪影響を及ぼす元素であり、Pを過剰に含有すると、スポット溶接して形成されるナゲットの最終凝固面に偏析し、ナゲットの脆化を引き起こし、スポット溶接継手の十字引張強度が小さくなる。従ってPは0.015%以下とする。好ましくは0.013%以下、より好ましくは0.01%以下である。

【0026】

40

[S: 0.01%以下(0%を含まない)]

Sも、上記Pと同様に、スポット溶接継手の十字引張強度に悪影響を及ぼす元素であり、Sを過剰に含有すると、ナゲット内の粒界偏析による粒界破壊が助長され、スポット溶接継手の十字引張強度が低くなる。従ってSは0.01%以下とする。好ましくは0.008%以下である。

【0027】

本発明の焼入れ用鋼板は、上記範囲でCとSiを含有する一方で、MnとPとSを低減したところに特徴があるが、脱酸剤としてAlを含有するほか、Mnを低減することによる焼入れ性の低下を補填するために、Cr、Ti、Bを含有する。これらの元素の範囲は次の通りである。

50

【0028】

[Al: 0.1%以下(0%を含まない)]

Alは、溶鋼を脱酸するために添加する元素である。しかし多量に添加しても脱酸剤としての作用は飽和し、経済的に無駄である他、めっき不良を誘発するため、Alは0.1%以下とする。好ましくは0.09%以下、より好ましくは0.08%以下である。Alは、通常、0.01%以上含有している。

【0029】

[Cr: 0.8%以下(0%を含まない)]

Crは、焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼板の強度を高めるのに作用する元素である。また、Crを添加すると、均一に焼入れすることができるため、焼入れ後の鋼板はバラツキが小さいものとなる。こうした効果を有効に発揮させるには、Crは0.1%以上含有することが好ましい。より好ましくは0.2%以上である。しかし過剰に含有すると、めっき時に不めっき部が発生したり、化成処理性(例えば、リン酸塩処理など)が劣化する。従ってCrは0.8%以下とする。好ましくは0.7%以下であり、より好ましくは0.6%以下である。

【0030】

[Ti: 0.1%以下(0%を含まない)]

Tiは、Bと複合添加することで、焼入れ性を高めて焼入れ後の鋼板の強度を高めるのに作用する元素である。即ち、TiとBを複合添加すると、Tiは、鋼中のNと結合してTiNを析出するため、鋼中のNが消費されることによりBは固溶Bとして鋼中に存在する。固溶B量が増大することで、焼入れ性が改善され、焼入れ後の鋼板の強度が向上する。こうした効果を有効に発揮させるには、Tiは0.01%以上含有することが好ましい。より好ましくは0.02%以上である。しかし過剰に含有すると、鋼板の延性が悪くなるので、Tiは0.1%以下とする。好ましくは0.09%以下、より好ましくは0.08%以下、更に好ましくは0.07%以下である。

【0031】

[B: 0.005%以下(0%を含まない)]

Bは、Tiと複合添加することで、焼入れ性を高めて焼入れ後の鋼板の強度を高めるのに作用する元素である。こうした効果を有効に発揮させるには、Bは0.0005%以上含有することが好ましい。より好ましくは0.001%以上である。しかし過剰に含有すると、鉄のホウ化物を生成し、鋼板の延性が悪くなる。従ってBは0.005%以下とする。好ましくは0.004%以下、より好ましくは0.003%以下である。

【0032】

本発明の鋼板は、上記元素を含有するものであり、残部は、鉄および不可避不純物である。本発明の鋼板は、焼入れ用鋼板においてその作用効果が知られている下記(a)~(c)の元素を更に含有してもよい。

(a) Nb: 0.1%以下(0%を含まない)、V: 0.1%以下(0%を含まない)、およびMo: 0.8%以下(0%を含まない)よりなる群から選択される1種以上の元素。

(b) Cu: 0.5%以下(0%を含まない)および/またはNi: 0.5%以下(0%を含まない)。

(c) Ca: 0.005%以下(0%を含まない)。

【0033】

(a) Nb、V、およびMoは、いずれも鋼板の強度を高める元素である。特に、NbとVは、鋼板の強度を高めるのに作用する他、焼入れ後の粒を微細化して靱性の改善に有効に作用する元素である。こうした作用を有効に発揮させるには、Nbは、0.003%以上含有するのがよい。好ましくは0.005%以上である。Vは、0.003%以上含有するのがよい。好ましくは0.005%以上である。しかし過剰に含有すると、炭化物や窒化物、或いは炭窒化物を多量に生成して加工性や耐遅れ破壊性が劣化する。従ってNbは0.1%以下とすることが好ましい。より好ましくは0.08%以下であり、更に

10

20

30

40

50

好ましくは0.05%以下である。Vは0.1%以下とすることが好ましい。より好ましくは0.08%以下であり、更に好ましくは0.05%以下である。

【0034】

Moは、上記Crと同様に、焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼板の強度を高めるのに作用する元素である。また、Moを添加すると、均一に焼入れすることができるため、焼入れ後の鋼板はバラツキが少ないものとなる。こうした作用を有効に発揮させるには、Moは0.1%以上含有することが好ましい。より好ましくは0.2%以上である。

【0035】

しかし過剰に含有すると、めっき時に不めっき部が発生したり、化成処理性（例えば、リン酸塩処理など）が劣化する。従ってMoは0.8%以下とするのが好ましい。より好ましくは0.6%以下であり、更に好ましくは0.4%以下である。

10

【0036】

(b) CuとNiは、いずれも鋼板の耐食性を向上させる元素である。特に、Cuは、鋼板の耐食性を向上させて耐遅れ破壊性を改善する元素である。こうした作用を有効に発揮させるには、Cuは0.05%以上とするのが好ましい。より好ましくは0.07%以上である。しかし過剰に含有すると、加工性を劣化させる。従ってCuは0.5%以下とするのが好ましい。より好ましくは0.4%以下、更に好ましくは0.3%以下である。

【0037】

Niは、Cuと同様に、鋼板の耐食性を向上させて耐遅れ破壊性を改善する元素である。また、Niは、焼入れ性を高めて焼入れ後の鋼板の強度を高めるのにも作用する元素である。こうした作用を有効に発揮させるには、Niは0.05%以上含有することが好ましい。より好ましくは0.1%以上である。しかし過剰に含有すると、加工性が劣化するため、Niは0.5%以下とするのが好ましい。より好ましくは0.4%以下、更に好ましくは0.3%以下である。

20

【0038】

(c) Caは、鋼板中に生成する硫化物（例えば、MnS）の形状を制御する元素であり、硫化物の形態が制御されることで鋼板の成形性（特に、穴抜き性）を向上するのに作用する。こうした効果を有効に発揮させるには、0.0001%以上含有させることが好ましい。より好ましくは0.0003%以上であり、更に好ましくは0.0005%以上、特に好ましくは0.001%以上である。しかし多量に含有してもその効果は飽和し、コストが増大するばかりである。従ってCaは0.005%以下とするのが好ましい。より好ましくは0.004%以下であり、更に好ましくは0.003%以下である。

30

【0039】

本発明の鋼板は、例えば、Mg、Sn、Zn、Zr、W、As、Pb、Bi、Cs、Rb、Co、La、Ti、Nd、Y、In、Be、Hf、Ta、Sb、O（酸素）などの元素を合計で0.01%以下の範囲で含有してもよい。この範囲内であれば、本発明の効果は損なわれず、その含有量を適切に制御することにより耐食性や耐遅れ破壊性が改善される場合がある。

【0040】

本発明の焼入れ用鋼板は、熱間圧延ままの熱延鋼板であってもよいし、熱間圧延後に冷間圧延を行った冷延鋼板であってもよい。また、熱延鋼板や冷延鋼板に溶融亜鉛めっきを施した溶融亜鉛めっき鋼板（GI）であってもよい。また、溶融亜鉛めっき鋼板を合金化した合金化溶融亜鉛めっき鋼板（GA）であってもよい。

40

【0041】

上記焼入れ用鋼板を得るための方法は特に限定されず、常法に従って溶鋼の成分調整を行い、常法に従って熱間圧延、冷間圧延、溶融亜鉛めっき、合金化を行えばよい。

【0042】

上記焼入れ用鋼板の板厚は、スポット溶接できる厚みであればよく、通常、板厚が3mm程度以下の薄鋼板である。

【0043】

50

本発明の焼入れ用鋼板を用い、例えば、成形加工した後、スポット溶接しない部分を焼入れして強度を高め、焼入れしていない部分をスポット溶接すれば、高強度部材を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

成形加工の方法は特に限定されず、例えば、プレス成形やロールフォーム成形などを行なえばよい。

【 0 0 4 5 】

スポット溶接しない部分を焼入れする方法も特に限定されず、例えば、高周波焼入れや電子ビームを用いて焼入れを行なえばよい。焼入れは、例えば、850～1300 程度で行えばよい。

10

【 0 0 4 6 】

スポット溶接して高強度部材を得る際に用いる本発明の焼き入れ用鋼板は、上記熱延鋼板同士、冷延鋼板同士、GI鋼板同士、GA鋼板同士であってもよいし、異種の鋼板を用いても良い。例えば、熱延鋼板と冷延鋼板、冷延鋼板とGI鋼板、GI鋼板とGA鋼板などの組み合わせでスポット溶接してもよい。

【 0 0 4 7 】

スポット溶接するときの条件は、例えば、加圧力を200～500N、初期加圧時間を電源周波数60Hzで0～60サイクル、アップスロープを電源周波数60Hzで0～20サイクル、通電時間を電源周波数60Hzで10～30サイクル、ホールド時間を0～60サイクル、とすればよい。

20

【実施例】

【 0 0 4 8 】

以下、本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更して実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

【 0 0 4 9 】

下記表1または表2に示した化学成分を含有する鋼（残部は、鉄および不可避不純物）を真空溶解法で溶製し、鑄造して鑄片を得た。得られた鑄片を、下記表3に示すスラブ加熱温度（SRT）に加熱した後、下記表3に示す仕上圧延温度（FDT）で熱間圧延を行い、下記表3に示す巻取温度（CT）まで冷却した。次いで、この巻取温度（CT）で30分間、炉内で保持した後、炉冷することで巻取処理を模擬し、熱延鋼板を得た。得られた熱延鋼板は、必要に応じて冷間圧延を行った。冷間圧延の有無を下記表3に示す。

30

【 0 0 5 0 】

熱間圧延後、冷間圧延を行ったものについては、厚みが2.5mmとなるように熱間圧延した後、酸洗して表面スケールを除去し、次いで厚みが1.6mmとなるように冷間圧延して冷延鋼板を得た。得られた冷延鋼板を下記表3に示す焼鈍温度で90秒間焼鈍した後、品種をGIと示したものは溶融亜鉛めっきを施し、品種をGAと示したものは溶融亜鉛めっき後、合金化処理を施した。溶融亜鉛めっきは、めっき浴の温度を460 程度、浸漬時間を5秒程度として行った。合金化処理は、550 で15秒間保持して行った。

【 0 0 5 1 】

一方、熱間圧延後、冷間圧延を行っていないものについては、厚みが1.6mmとなるように熱間圧延を行い、酸洗して表面スケールを除去して熱延鋼板を得た。なお、下記表3のNo.22は、厚み1.6mmの熱延鋼板を下記表3に示す焼鈍温度で90秒間焼鈍した後、上記条件で溶融亜鉛めっきし、次いで合金化処理した鋼板である。

40

【 0 0 5 2 】

得られた鋼板を用いて引張試験と穴拡げ試験を行うと共に、得られた鋼板をスポット溶接して形成される溶接継手の十字引張強度を測定した。

【 0 0 5 3 】

引張試験は、得られた鋼板の圧延方向に対して垂直な方向が長手方向となるように、JIS Z2201で規定される5号試験片を切り出し、引張速度を10mm/minとし

50

て引張試験を行い、引張強度（ＴＳ）と伸び（Ｅｌ）を測定した。また、降伏強度（ＹＳ）も測定した。測定結果を下記表４または表５に示す。測定結果は、３回測定したときの平均値である。

【００５４】

穴拡げ試験は、日本鉄鋼連盟規格ＪＦＳ Ｔ１００１に基づいて実施し、穴拡げ率を求めた。具体的には、上記得られた鋼板から幅７０ｍｍ×長さ７０ｍｍの試験片を切り出し、中央に初期直径 d_0 が１０ｍｍの穴を打抜き、この穴に挿入した６０°の円錐ポンチを上昇させて穴を拡げた際に、亀裂が板厚を貫通したところでポンチの上昇を止め、亀裂貫通後の打抜き穴径 d を測定し、下記式で穴拡げ率を算出した。測定結果を下記表４または表５に示す。測定結果は、３回測定したときの平均値である。

穴拡げ率（％）＝ $[(d - d_0) / d_0] \times 100$

【００５５】

一方、スポット溶接したときの溶接継手の十字引張強度は、十字引張試験を行なうことによりスポット溶接継手の十字引張荷重を測定することによって評価した。

【００５６】

〔十字引張試験〕

上記熱延鋼板同士、冷延鋼板同士、ＧＩ鋼板同士、ＧＡ鋼板同士を２枚重ね、これ下記に示す条件でスポット溶接し、ＪＩＳ Ｚ３１３７で規定されている十字引張試験を行って溶接継手の十字引張荷重を測定した。測定結果を下記表４または表５に示す。本発明では、溶接継手の十字引張荷重が１００００Ｎ以上の場合を合格とする。

【００５７】

<スポット溶接条件>

試験片：十字引張試験用試験片（ＪＩＳ Ｚ３１３７）

溶接機：単相交流式スポット溶接機

電極：外径 １９ｍｍ、先端径 ８ｍｍのドームラジアスタイプ

加圧力：４１１９Ｎ（４２０ｋｇｆ）

初期加圧時間：６０サイクル（電源周波数６０Ｈｚ）

アップスロープ：１サイクル（電源周波数６０Ｈｚ）

通電時間：２２サイクル（電源周波数６０Ｈｚ）

ホールド時間：１サイクル（電源周波数６０Ｈｚ）

溶接電流：ナゲット径が６．３ｍｍ（５ ｔ）となるように調整

【００５８】

次に、得られた鋼板（熱延鋼板、冷延鋼板、ＧＩ鋼板、ＧＡ鋼板）を焼入れし、焼入れした鋼板から試験片を切り出してシャルピー衝撃試験を行い、焼入れした部分の靱性を評価した。

【００５９】

上記焼入れは、得られた鋼板から切り出した１．６ｍｍ×３０ｍｍ×３００ｍｍの平板を、鋼板ガイドから対向に配置された高周波コイルの間に送り込み、平板全体の温度が９００～９５０となるように高周波加熱した。加熱温度到達後は、平板を速やかにシャワー冷却した。その後、各平板からＪＩＳ Ｚ２２０１で規定される５号試験片を切り出し、上記と同じ条件で引張試験を行って焼入れ後の引張強度（ＴＳ）と焼入れ後の降伏強度（ＹＳ）を測定した。測定結果を下記表４または表５に示す。

【００６０】

次に、高周波焼入れした鋼板から、ＪＩＳ Ｚ２２０２で規定される４号試験片を切り出し、シャルピー衝撃試験を行って焼入れした部分における靱性を評価した。試験片は、厚みが１．６ｍｍのサブサイズ試験片とした。シャルピー衝撃試験は、室温で行い、吸収エネルギーを測定した。測定結果を下記表４または表５に示す。本発明では、吸収エネルギーが３０．０Ｊ／ｃｍ²以上を合格とする。

【００６１】

下記表４または表５から次のように考察できる。Ｎｏ．１は、Ｓｉが少なく、Ｍｎが多

10

20

30

40

50

い例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善できていない。また、シャルピー衝撃値が小さく、焼入れ後の靱性が劣化している。

【0062】

No. 2とNo. 21とNo. 25は、上記特許文献2を模擬した例であり、Mnを過剰に含有する例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度が低い。また、Mnを過剰に含有するため、シャルピー衝撃値が小さく、焼入れ後の靱性が悪い。

【0063】

No. 3とNo. 8とNo. 24は、Siが少ない例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善できていない。

10

【0064】

No. 13は、Pを過剰に含有する例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善できていない。

【0065】

No. 14は、Siが少なく、しかもSを過剰に含有する例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善できていない。

【0066】

No. 23は、Cが多い例であり、スポット溶接継手の十字引張荷重が小さく、スポット溶接継手の十字引張強度を改善できていない。

20

【0067】

一方、No. 4～7、9～12、15～20、22、26～36は、本発明で規定する要件を満足する例であり、これらの焼入れ用鋼板にスポット溶接を行うと、スポット溶接継手の十字引張荷重が10000N以上となり、スポット溶接継手の十字引張強度に優れていることが分かる。また、この焼入れ用鋼板を焼入れして得られた焼入鋼板は、引張強度が980MPa以上になるにもかかわらず、シャルピー衝撃値は30.0J/cm²以上となり、強度と靱性の両立を実現できていることが分かる。

【0068】

特に、No. 28、30、32、35はCaを添加した例であり、No. 6と28、No. 10と30と35、No. 17と32を夫々比較すると、Caを添加することで穴拡大率が高くなり、鋼板の成形性が向上することが分かる。

30

【0069】

【表 1】

No.	成分組成(質量%)													
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ti	B	Nb	V	Mo	Cu	Ni
1	0.23	0.19	1.26	0.014	0.004	0.051	0.21	0.023	0.0028	-	-	-	-	-
2	0.24	1.35	1.34	0.013	0.001	0.043	0.25	0.026	0.0036	-	-	-	-	-
3	0.23	0.06	0.37	0.009	0.006	0.021	0.29	0.016	0.0019	-	-	-	-	-
4	0.23	1.07	0.37	0.008	0.007	0.026	0.27	0.019	0.0019	-	-	-	0.2	0.2
5	0.22	1.52	0.37	0.007	0.007	0.034	0.27	0.021	0.0045	-	0.05	-	-	-
6	0.22	1.32	0.37	0.008	0.007	0.029	0.50	0.020	0.0018	-	-	-	-	-
7	0.22	1.09	0.37	0.009	0.007	0.08	0.26	0.078	0.0017	-	-	0.20	-	-
8	0.23	0.08	0.39	0.009	0.008	0.042	0.24	0.018	0.0019	-	-	0.21	-	-
9	0.22	1.09	0.39	0.008	0.006	0.021	0.27	0.018	0.0020	0.047	-	-	-	-
10	0.22	1.21	0.40	0.007	0.004	0.035	0.28	0.025	0.0011	0.059	-	-	-	-
11	0.22	1.19	0.40	0.008	0.003	0.085	0.52	0.026	0.0013	0.059	-	-	-	-
12	0.24	1.19	0.39	0.007	0.003	0.036	0.78	0.028	0.0043	0.030	-	-	-	-
13	0.22	1.04	0.40	0.029	0.004	0.038	0.20	0.018	0.0018	0.030	-	-	-	-
14	0.23	0.06	0.37	0.009	0.018	0.021	0.29	0.016	0.0019	-	-	-	-	-
15	0.15	1.02	0.35	0.014	0.009	0.034	0.30	0.022	0.0016	-	-	-	-	-
16	0.12	1.09	0.31	0.010	0.008	0.043	0.34	0.030	0.0016	-	-	-	-	-
17	0.28	1.21	0.21	0.003	0.001	0.034	0.10	0.034	0.0010	-	-	-	-	-
18	0.15	1.04	0.38	0.010	0.005	0.056	0.30	0.022	0.0050	-	-	-	-	-
19	0.12	1.10	0.38	0.010	0.005	0.034	0.58	0.021	0.0015	-	-	-	-	-
20	0.20	1.06	0.38	0.010	0.005	0.078	0.50	0.047	0.0015	0.005	-	-	-	-
21	0.21	1.32	1.27	0.008	0.003	0.041	0.56	0.025	0.0030	-	-	-	-	-
22	0.24	1.08	0.44	0.008	0.005	0.036	0.23	0.023	0.0013	-	-	-	0.08	-
23	0.32	1.34	0.32	0.003	0.006	0.034	0.10	0.034	0.0010	-	-	-	-	-
24	0.21	1.00	0.35	0.003	0.001	0.027	0.35	0.015	0.0022	-	-	-	-	-
25	0.24	1.36	0.50	0.013	0.001	0.033	0.34	0.010	0.0019	-	-	-	-	-
26	0.23	1.75	0.34	0.006	0.005	0.034	0.14	0.034	0.0010	-	-	-	-	-
27	0.22	1.15	0.45	0.008	0.004	0.021	0.30	0.032	0.0023	0.035	-	-	0.2	-

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

【表 2】

No.	成分組成(質量%)														
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ti	B	Nb	V	Mo	Cu	Ni	Ca
28	0.22	1.30	0.35	0.006	0.008	0.035	0.49	0.024	0.0017	—	—	—	—	—	0.0022
29	0.20	1.10	0.4	0.010	0.005	0.045	0.45	0.044	0.0017	—	—	0.06	—	—	—
30	0.22	1.23	0.42	0.006	0.006	0.032	0.27	0.029	0.0014	0.057	—	—	—	—	0.0045
31	0.22	1.20	0.39	0.008	0.005	0.051	0.30	0.027	0.0010	0.057	0.003	—	—	—	—
32	0.28	1.23	0.24	0.004	0.006	0.038	0.12	0.032	0.0014	—	—	—	—	—	0.0003
33	0.22	1.30	0.35	0.005	0.006	0.036	0.47	0.023	0.0020	—	—	—	0.03	—	—
34	0.23	1.26	0.42	0.007	0.003	0.030	0.52	0.032	0.0027	—	—	—	—	0.03	—
35	0.22	1.22	0.39	0.005	0.006	0.034	0.20	0.025	0.0019	0.059	—	0.07	—	—	0.0014
36	0.22	1.07	0.38	0.008	0.007	0.042	0.24	0.070	0.0014	—	—	0.52	—	—	—

【表 3】

No.	SRT (°C)	FDT (°C)	CT (°C)	冷間圧延	焼鈍温度 (°C)	品種
1	1180	870	550	あり	800	冷延鋼板
2	1180	870	550	あり	800	冷延鋼板
3	1200	870	500	あり	800	GA
4	1200	870	500	あり	800	冷延鋼板
5	1200	880	550	あり	810	冷延鋼板
6	1200	880	550	あり	810	GA
7	1200	870	550	あり	810	GI
8	1150	890	600	あり	800	GA
9	1150	900	600	あり	800	GA
10	1230	880	550	あり	830	GA
11	1230	880	550	あり	790	GI
12	1230	880	550	あり	790	冷延鋼板
13	1230	880	550	あり	790	冷延鋼板
14	1200	870	650	あり	750	GI
15	1200	900	650	あり	750	GA
16	1200	900	650	あり	750	冷延鋼板
17	1200	870	650	あり	750	冷延鋼板
18	1200	900	650	なし	なし	熱延鋼板
19	1200	890	660	なし	なし	熱延鋼板
20	1200	930	650	なし	なし	熱延鋼板
21	1200	900	550	なし	なし	熱延鋼板
22	1200	860	600	なし	700	GA
23	1200	900	550	あり	750	GA
24	1200	900	550	あり	800	GA
25	1200	880	650	あり	751	GA
26	1200	890	650	あり	800	冷延鋼板
27	1230	900	600	あり	820	GA
28	1200	880	550	あり	810	GA
29	1200	930	650	あり	750	GI
30	1230	880	550	あり	830	GA
31	1230	880	550	あり	830	GA
32	1200	870	650	あり	750	冷延鋼板
33	1200	880	550	あり	810	GA
34	1200	880	550	あり	830	GA
35	1230	880	550	あり	830	GA
36	1200	870	550	あり	810	GI

【 0 0 7 2 】

【 表 4 】

No.	焼入れ前YS (MPa)	焼入れ前TS (MPa)	焼入れ前EI (%)	λ (%)	焼入れ後YS (MPa)	焼入れ後TS (MPa)	十字引張荷重 (N)	吸収エネルギー (J/cm ²)
1	420	534	32.2	48	1090	1482	6900	26.30
2	502	653	33.2	43	1060	1522	7130	28.10
3	300	433	39.1	60	1086	1537	8325	47.2
4	420	580	30.5	45	1234	1599	11100	40.7
5	463	624	29.1	42	1079	1602	12550	37.8
6	412	580	30.6	50	1128	1624	11780	43.3
7	447	591	29.2	46	1323	1653	11540	35.6
8	378	493	34.6	54	1225	1581	6980	41.3
9	431	580	30.9	51	1158	1606	10325	38.4
10	393	492	32.4	54	1210	1623	11200	45.7
11	448	576	31.2	52	1178	1578	10900	49.4
12	477	632	27.2	43	1154	1604	10870	43.3
13	400	560	30.5	47	1234	1599	6040	33.3
14	300	433	39.1	46	1086	1537	6325	47.2
15	423	517	38.8	63	918	1308	14120	55.4
16	400	501	39.1	67	884	1229	14530	58.9
17	580	808	18.3	30	1435	1845	10030	32.0
18	374	559	29.3	46	1020	1504	14210	54.6
19	370	534	29.6	44	932	1256	14610	59.1
20	429	614	27.1	43	1102	1467	11200	41.8
21	592	813	18.7	31	1034	1476	7860	26.3
22	463	681	26.1	37	1354	1590	10790	42.8
23	437	595	20.3	32	1386	1680	8870	28.9
24	378	493	31.2	53	1230	1543	9670	40.3
25	440	532	29.8	48	1267	1490	9532	29.0
26	430	524	30.2	43	1212	1432	11930	50.2
27	450	600	29.4	41	1174	1623	10560	35.6

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

【 表 5 】

No.	焼入れ前YS (MPa)	焼入れ前TS (MPa)	焼入れ前EI (%)	λ (%)	焼入れ後YS (MPa)	焼入れ後TS (MPa)	十字引張荷重 (N)	吸収エネルギー (J/cm ²)
28	410	584	30.8	72	1120	1620	11950	42.6
29	408	603	28.3	40	1120	1487	11180	40.9
30	400	498	32.1	84	1214	1605	11300	44.7
31	389	502	32.0	55	1226	1604	11250	45.1
32	582	810	18.3	35	1434	1841	10100	31.4
33	409	590	30.0	56	1134	1600	11480	43.0
34	433	598	28.3	45	1140	1660	11000	40.3
35	400	501	32.0	75	1234	1601	11350	43.4
36	489	640	27.2	42	1354	1661	11030	35.2

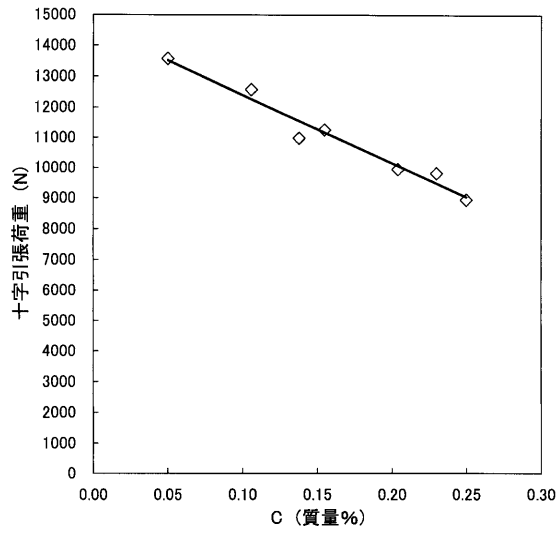
10

20

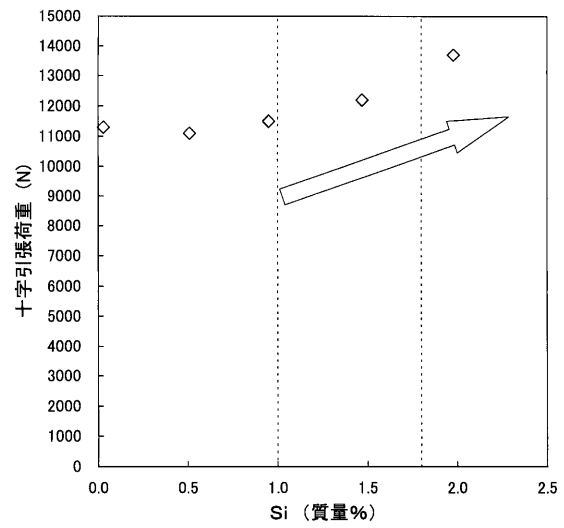
30

40

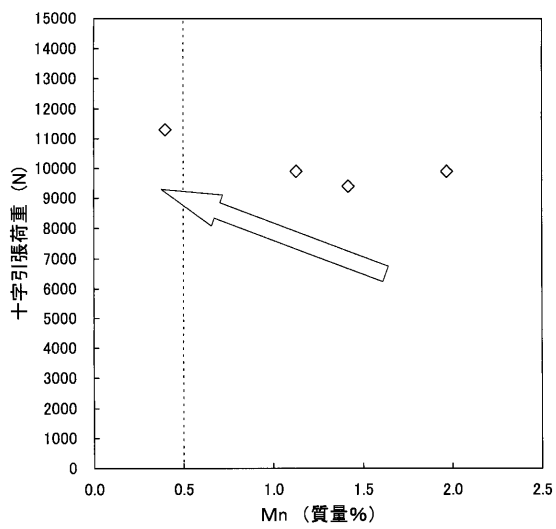
【図 1】



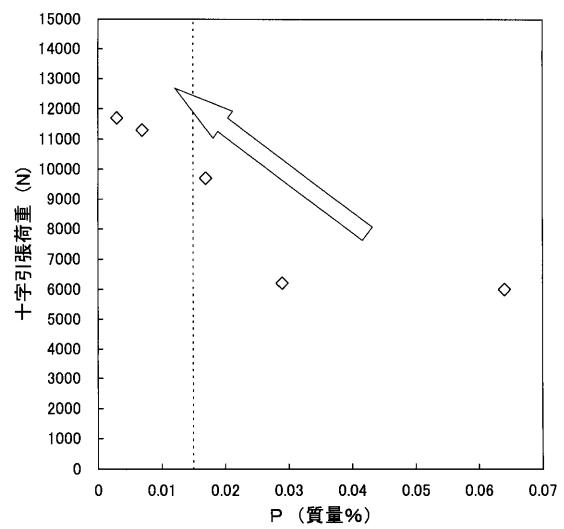
【図 2】



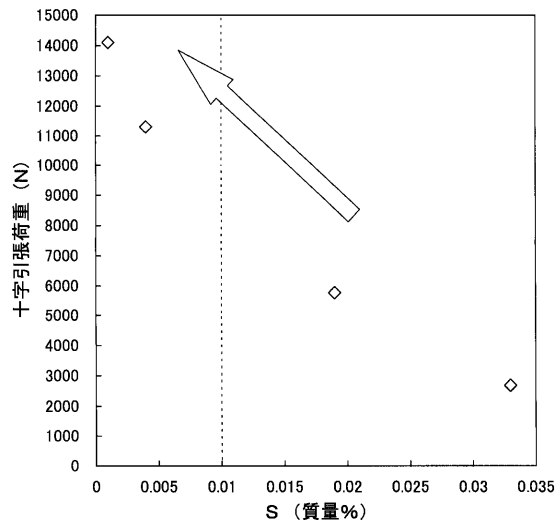
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100125173

弁理士 竹岡 明美

(72)発明者 濱本 紗江

兵庫県加古川市金沢町 1 番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内

(72)発明者 内海 幸博

兵庫県加古川市金沢町 1 番地 株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所内

審査官 森井 隆信

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 6 9 6 7 9 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 0 7 0 7 1 3 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 2 4 6 9 8 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 2 C 3 8 / 0 0

C 2 2 C 3 8 / 3 4

C 2 2 C 3 8 / 5 4