(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3550729号
(P3550729)
(45)発行日　平成16年8月4日(2004.8.4)　(24)登録日　平成16年5月14日(2004.5.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
C21D 9/46	C21D	9/46	T
C22C 38/00	C22C	38/00	301W
C22C 38/16	C22C	38/16	
C22C 38/58	C22C	38/58	

請求項の数 3　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平6-130972
(22)出願日　平成6年5月20日(1994.5.20)
(65)公開番号　特開平7-316649
(43)公開日　平成7年12月5日(1995.12.5)
審査請求日　平成13年5月10日(2001.5.10)

(73)特許権者　000002118
住友金属工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜４丁目５番３３号
(74)代理人　100088270
弁理士　今井　毅
(72)発明者　小松原　望
大阪府大阪市中央区北浜４丁目５番３３号
住友金属工業株式会社内
(72)発明者　今井　規雄
大阪府大阪市中央区北浜４丁目５番３３号
住友金属工業株式会社内
(72)発明者　長道　常昭
大阪府大阪市中央区北浜４丁目５番３３号
住友金属工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成形加工性，耐食性，焼付硬化能に優れた熱延鋼板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

重量割合にて

Ｃ：0.18%以下，　Si：0.30%未満，　Mn：2.00%以下，

Cu：0.10～0.80%（0.80%を除く），　Ni：0.01～0.50%，

Ｐ：0.020 ～0.120 %，　sol.Al：0.10%以下，　Ｎ：0.0078～0.0250%

を含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を８００℃以上で終了した後、１０℃/s以上の冷却速度で冷却して３５０～６００℃の温度で巻取ることを特徴とする、成形加工性，耐食性，焼付硬化能に優れた熱延鋼板の製造方法。

【請求項２】

重量割合にて

Ｃ：0.18%以下，　Si：0.30%未満，　Mn：2.00%以下，

Cu：0.10～0.80%（0.80%を除く），　Ni：0.01～0.50%，

Ｐ：0.020 ～0.120 %，　sol.Al：0.10%以下，　Ｎ：0.0078～0.0250%

を含有すると共に、更に

Ca：0.0002～0.01%，　Zr：0.01～0.10%，　希土類元素：0.002 ～0.10%

のうちの１種以上をも含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を８００℃以上で終了した後、１０℃/s以上の冷却速度で冷却して３５０～６００℃の温度で巻取ることを特徴とする、成形加工性，耐食性，焼付硬化能に優れた熱延鋼板の製造方法。

【請求項３】
重量割合にて
Cr：0.01～0.60%，　Mo：0.01～0.40%，　Ｂ：0.0003～0.0050%
の１種以上を更に含有した鋼片を熱間圧延素材とすることを特徴とする、請求項１又は２に記載の成形加工性，耐食性，焼付硬化能に優れた熱延鋼板の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
この発明は、成形加工に供するまでは比較的低強度で加工しやすいが加工後の焼付塗装処理により著しく高強度化して疲労強度が向上すると共に、塩水噴霧環境で優れた耐食性を発揮するところの、自動車や産業機械等の構造部材用として好適な加工性（以降は“加工性”と称する），耐食性，焼付硬化能に優れる熱延鋼板の製造方法に関する。
【０００２】
【従来技術とその課題】
現在、連続熱間圧延により製造される所謂“熱延鋼板”は比較的安価な構造材として自動車を始めとする各種の産業機械等にも広く使用されているが、これらの用途では経済性の観点からプレス加工による成形がなされる場合が多く、従って優れた加工性を要求されることが多い。
しかし、構造材では静的強度（引張強さ）が重要な要求特性であることは言うまでもなく、同時に十分な耐久強度（疲労強度）も要望されている。
ところが、鋼板等では一般に強度の増大に伴い加工性が低下するため、高強度と優れた加工性を両立させるのは容易なことではなかった。
【０００３】
そこで、加工前の段階では強度が比較的低くて良好な加工性を示し、加工後の熱処理によって高強度化する材料が開発され、このような鋼板に関する多くの提案がなされるようになった。
例えば、特開昭６２－１８００２１号公報には、焼付硬化型高張力熱延鋼板の製造法として、「延性確保のため0.30～1.00%（以降、 成分割合を表す%は重量%とする）ものSiを含み、 また焼付塗装時の歪時効を促すためのＮを多量に含有した特定化学組成の鋼を熱間圧延した後で急冷する方法」が開示されている。
【０００４】
しかしながら、この方法では、素材中に多量のＳｉを含有させているので巻取り後の徐冷中に　Si_3N_4　が析出して固溶Ｎ量が減少し、このため得られた熱延鋼板を成形し焼付塗装を施しても、含有させたＮが焼付塗装時の歪時効による強度上昇に対して有効に働かず、高々７０Ｎ／mm^2 程度の引張強さの上昇しか示さない。しかも、素材中に多量のＳｉを添加しているために鋼板表面の性状が劣化し、自動車のホイール用材料等には適用することができなかった。
【０００５】
また、特開平４－７４８２４号公報には、「Ｎを多量に含有した特定化学組成の鋼を熱間圧延した後で３５０℃以下まで急冷して巻取ることことからなる焼付硬化型高張力熱延鋼板の製造方法」が開示されている。
しかし、この方法では、鋼板組織をフェライトとマルテンサイトを主体とする複合組織として焼付硬化性を確保すべく熱間圧延後は３５０℃以下にまで急冷して巻取りを行うので、Ｎのみならず Ｃまでも鋼板中に固溶し、このため得られる熱延鋼板は常温歪時効劣化を起こして延性が低下しやすいという問題があった。更に、得られる熱延鋼板はフェライトとマルテンサイトを主体とした組織であるため良好な穴拡げ性が得られず、厳しい穴拡げ加工を受ける部材への適用は困難であった。
【０００６】
一方、自動車用の薄鋼板等では、燃費規制の強化に伴って車体の軽量化を促進するために高張力・薄肉化される傾向にあるが、これに加えて道路凍結防止剤の使用に対処すべく防

錆処理を施したものの使用量が拡大している。
鋼板に耐食性を付与する手法としては、「耐食性鋼」に代表されるように鋼板成分として少量のＣｕ，Ｐ，Ｃｒ等の元素を添加して緻密な腐食皮膜を形成させるもの（例えば特開昭５４－９１１３号公報を参照）、あるいは「Ｚｎ系メッキ鋼板」に代表されるように鋼板の表面に保護皮膜をメッキする方法がある。
ただ、耐食性の観点から耐食性鋼板とＺｎ系メッキ鋼板を比較した場合、犠牲防食性を有するメッキ鋼板の方が一般に優れた耐食性を示す。従って、腐食性の環境で使用される部材に使用される鋼板としてはＺｎ系メッキ鋼板が多用される傾向にある。
【０００７】
しかし、ホイール材等の自動車足廻り部品に使用される比較的板厚の厚い鋼板はプレス成形後にアーク溶接を行って組み立てられることが多いが、Ｚｎメッキ鋼板をアーク溶接すると、重ね隅肉溶接部にメッキ皮膜中のＺｎの蒸発に起因したブローホール等の溶接欠陥が多発して疲労強度の低下を招くなど継手の信頼性が損なわれて十分な部品強度が得られないという問題があった。
更に、メッキ鋼板には製造コストが高いという不利もあり、このため加工性の優れた耐食性鋼板の出現が待たれる状況にあった。
【０００８】
このようなことから、本発明が目的としたのは、加工時には軟質でかつ穴拡げ性に優れると共に常温時効劣化を起こしにくいが、加工後の焼付塗装処理によって引張強さと疲労強度が大幅に上昇し、しかも自動車足廻り部品等に要求される優れた耐食性をも備えた熱延鋼板を安定提供する方法を確立することであった。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
本発明者等は、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、次に示す知見を得ることができた。
ａ）　焼付塗装時の歪時効を期待してＮを多量に含有させた焼付硬化型熱延鋼板の素材鋼において、そのＳｉ含有量を特に０．３０％よりも低い値に抑えると、得られる熱延鋼板の焼付硬化能が大幅に向上すること。
図１は、“素材鋼中のＳｉ含有量”と“焼付塗装処理による鋼板の引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、基本組成が０．０３％Ｃ－０．３５％Ｍｎ－０．０１２％Ｎあるいは０．１４％Ｃ－１．３％Ｍｎ－０．０１２％Ｎでかつ種々Ｓｉ含有量の鋼片（スラブ）を１２００℃に加熱してから熱間圧延を行い、８８０℃にて仕上げ圧延した後、４２０℃まで加速冷却し、引き続いて巻取り後の冷却状態を想定し４２０℃から室温まで炉冷することによって３．２ｍｍ厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板からＪＩＳ５号引張試験片を採取し、“熱延のままの状態”と“８％引張歪を付与した後１７０℃×２０ｍｉｎ　の焼付塗装処理相当の熱処理を施した状態”のものについて引張試験を行い、引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕を調べた。
図１から明らかなように、Ｓｉ含有量を０．３０％未満に低減することによって７０Ｎ／mm^2をはるかに超える大きなΔＴＳが得られる。
【００１０】
ｂ）　また、上述のように素材鋼のＳｉ含有量を０．３０％よりも低く抑えると、得られる熱延鋼板は良好な表面性状を呈するようになり、自動車のホイール用材料等としても十分に満足できるものとなること。
即ち、Ｓｉは鋼板のフェライト相を強化し強度－延性バランスに優れた“フェライト＋ベイナイト組織”を得るので比較的多量の添加がなされることが多いが、熱延加熱時にＳｉスケールという特有の酸化物を生成するために鋼板の表面性状を劣化させる傾向がある。しかし、高Ｎ鋼においてはＳｉ含有量を低減しても強度的な問題を解決することが可能であり、この点や前記焼付硬化能に関する知見を踏まえてＳｉ含有量を０．３０％未満にまで低減すると、Ｓｉスケールの生成による表面性状の劣化を十分に防止できるようになる

。
【００１１】
ｃ）　上述のようにＳｉ含有量を規制した高Ｎ鋼においては、熱間圧延後の加速冷却を３５０～６００℃の温度域で停止して巻取ることによりマルテンサイトの生成を抑制しても、焼付塗装時に大きな引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕が確保されるので強度的な問題を生じないばかりか、優れた穴拡げ性を確保することができるようになり、大きな引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕と優れた穴拡げ性の両立が可能となること。
図２は、熱延鋼板の“巻取温度”と“穴拡げ率”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、０．０３％Ｃ－０．０３％Ｓｉ－０．３５％Ｍｎ－０．０１２％Ｎ鋼及び０．１４％Ｃ－０．０５％Ｓｉ－１．３％Ｍｎ－０．０１２％Ｎ鋼を１２００℃に加熱してから熱間圧延を行い、８８０℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却と種々の温度で巻取り相当処理を施して　３．２ｍｍ厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板から９５ｍｍ×９５ｍｍの正方形試験片を切り出して１０ｍｍφの穴をクリアランス１５％で打抜き、６０°の円錐ポンチで限界穴拡げ率を求めて穴拡げ性を評価した。
図２から明らかなように、巻取温度を３５０℃以上にすることによって穴拡げ性の大幅な向上が可能であり、優れた穴拡げ性を要求される用途にも十分適用できることが分かる。
【００１２】
ｄ）　しかも、熱間圧延に続く加速冷却後の巻取温度が３５０℃を下回らないようにすると、得られる熱延鋼板の常温時効劣化を防止できること。
図３は、熱延鋼板の“巻取温度”と“常温時効劣化（常温時効による伸びの低下量）”とに関する調査結果を示したグラフである。なお、この調査は次のように実施した。即ち、０．０３％Ｃ－０．０３％Ｓｉ－０．３５％Ｍｎ－０．０１２％Ｎ鋼並びに０．１４％Ｃ－０．０５％Ｓｉ－１．３％Ｍｎ－０．０１２％Ｎ鋼を１２００℃に加熱してから熱間圧延を行い、８８０℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却と種々の温度での巻取り相当処理を施して　３．２ｍｍ厚の熱延鋼板を製造した。そして、この鋼板から短冊状試験片を採取し、２％の調質圧延を施してから５０℃×３日の常温時効促進熱処理を行ったものにつき引張試験を行い、伸びの低下量〔ΔＥＬ〕を調べた。
図３から明らかなように、室温巻取り材は時効劣化により伸びが５％以上低下するのに対して、４２０℃巻取り材は伸びの低下が３％以下であり、巻取温度を高めることによって常温時効劣化の抑制が可能であることが分かる。
【００１３】
ｅ）　更に、上述のように成分組成を調整すると共に処理条件を規制した高Ｎ熱延鋼板においては、プレス成形後に焼付塗装処理を施すと大幅な疲労強度の増大がなされること。即ち、０．１４％Ｃ－０．０５％Ｓｉ－１．３％Ｍｎ－０．０１２％Ｎ鋼を１２００℃に加熱してから熱間圧延を行い、８８０℃で仕上げ圧延した後、加速冷却して４２０℃で巻取った熱延鋼板から２ｍｍ厚の疲労試験片を採取し、これに種々の引張予歪を付与すると共に更に１７０℃×２０ｍｉｎ　の焼付塗装処理相当の熱処理を施して疲労強度を調査したところ、引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕の増大に伴い疲労強度が向上することを確認した。なお、これはＣ含有量を低くした（０．０５％未満とした）熱延鋼板においても同様であり、低Ｎ鋼よりも高い疲労強度を確保できることが分かった。
【００１４】
ｆ）　その上、上記処理を施す鋼板の成分として所定量のＣｕ，Ｎｉ及びＰを添加した場合には、上述した効果に格別な悪影響を及ぼさずに耐食性の一段と向上した材料が実現されること。
図４は、０．１４％Ｃ－０．０５％Ｓｉ－１．３％Ｍｎ－０．３５％Ｃｕ－０．１５％Ｎｉ－０．０４５％Ｐ－０．０１０％Ｎ鋼（耐食鋼）を１２００℃に加熱してから熱間圧延を行い、８８０℃にて仕上げ圧延した後、加速冷却して６００℃あるいは４５０℃で巻取った熱延鋼板と普通鋼の熱延板とについて耐食性を比較したグラフである。なお、耐食性は、鋼板から　２．０ｍｍ厚×７０ｍｍ幅×１５０　ｍｍ長さの試験片を採取して「塩水

噴霧（０．５％食塩水，３５℃×６ｈｒ保持）→乾燥（７０℃×６ｈｒ保持）　→湿潤（湿度８５％，５０℃×１２ｈｒ保持）　」を１サイクルとする乾湿繰り返し試験を行い、試験片の最大腐食深さを測定する方法で評価した。
図４からも、Ｃｕ，Ｎｉ，Ｐを添加した鋼板は普通鋼に比べて耐孔あき腐食性に優れることが明らかであり、また巻取温度を低下させることによって耐食性がより一層向上することも分かる。

【００１５】

本発明は、上記知見事項等に基づいて完成されたものであり、
「Ｃ：0.18％以下，　Si：0.30％未満，　Mn：2.00％以下，
Cu：0.10～0.80％（0.80％を除く），　Ni：0.01～0.50％，
Ｐ：0.020 ～0.120 ％，　sol.Al：0.10％以下，　Ｎ：0.0078～0.0250％
を含有するか、あるいは更に
Ca：0.0002～0.01％，　Zr：0.01～0.10％，　希土類元素：0.002 ～0.10％，
Cr：0.01～0.60％，　Mo：0.01～0.40％，　Ｂ：0.0003～0.0050％
のうちの１種以上をも含み、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼片を熱間圧延し、この熱間圧延を８００℃以上で終了した後、１０℃/s以上の冷却速度で冷却して３５０～６００℃の温度で巻取ることにより、優れた成形加工性，穴拡げ性並びに耐食性を有すると共に、加工後の焼付塗装処理によって引張強さ，疲労強度の大幅な上昇が可能な表面性状の良好な熱延鋼板を安定して製造できるようにした点」
に大きな特徴を有している。

【００１６】

以下、本発明において、素材鋼片の成分組成並びに熱延鋼板の製造条件を前記のように限定した理由をその作用と共に説明する。

【作用】

Ａ）　素材鋼片の成分割合

〈Ｃ〉

Ｃは安価に鋼板の強度を高め得る元素であるが、０．１８％を超えて含有させると硬質な第２相が増大して得られる熱延鋼板の加工性が低下すると共に、溶接性も劣化するので、Ｃ含有量は０．１８％以下と定めた。なお、Ｐ，Ｃｕ，Ｎｉの添加による固溶強化が期待されるので必ずしも多量のＣは必要ではなく、むしろ積極的にＣ含有量を低減することによってパーライト相やセメンタイト粒子の生成量を低減して電気化学的不均一性を減少させることは、局部腐食反応を抑制することによって耐食性の向上につながるので好ましい。特に、Ｃ含有量を０．０２％以下にまで低減すると一層の耐食性向上効果が得られるが、０．０００１％未満にまで低減することは製鋼コストの点で実際的ではない。

【００１７】

〈Ｓｉ〉

Ｓｉは固溶強化作用によってフェライト相を強化し得られる熱延鋼板の強度・延性バランスを向上させるため一般には好ましいとされている成分であるが、次の理由により本発明はその含有量を０．３０％未満に制限することを１つの特徴としている。
即ち、高Ｎ鋼においてＳｉ含有量を増加させると、巻取り後の徐冷中に　Si_3N_4　等のＳｉ窒化物が生成するので十分な量の固溶Ｎ量が確保できてくなることに加えて、熱延加熱時にＳｉスケールという特有の酸化物が生成して鋼板の表面性状を劣化させるようになる。しかし、Ｓｉ含有量が０．３０％未満になると上記弊害が急減することから、Ｓｉ含有量については０．３０％未満と限定した。なお、Ｓｉ含有量は望ましくは０．０５％以下とするのが良く、これにより一層安定した性能が得られる。

【００１８】

〈Ｍｎ〉

Ｍｎは固溶強化と変態強化を通じて得られる熱延鋼板の強度を高める作用を有している。しかし、２．００％を超えて含有させると硬質なマルテンサイトの生成を促進し、穴拡げ性を低下させると共に溶接性が劣化するので、その含有量を２．００％以下と定めた。な

お、Ｍｎ含有量が１．２　％を超えるとフェライト相が硬質化して加工性が低下する兆しが現れ、更に低Ｃ鋼においてＭｎ含有量を高めるためには低Ｃの金属マンガンの使用が必要となって製鋼コストの著しい上昇を招くので、これらの観点からはＭｎ含有量を１．２　％以下に調整するのが良い。

【００１９】

〈Cu〉

Cuは耐食性を向上させるための主要な成分であり、緻密な腐食皮膜の生成を通じて耐食性を向上させる。また、固溶強化を通じて鋼板の強度を増大させる効果も有しているが、その含有量が0.10%未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、0.80%を超えて含有させても前記作用が飽和して経済性を損なうことから、Cu含有量は0.10～0.80%（0.80%を除く）と定めた。

【００２０】

〈Ｎｉ〉

Ｎｉは、Ｃｕ添加に伴う熱間加工性の低下を防止する作用のほか、耐食性を向上させる作用と鋼板の強度を向上させる作用を有しているが、その含有量が０．０１％未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、０．５０％を超えて含有させると経済性を損なうので、Ｎｉ含有量は０．０１～０．５　％と定めた。

【００２１】

〈Ｐ〉

Ｐは固溶強化を通じてフェライトの強化に有効な元素であり、また緻密な腐食皮膜の生成を通じて耐食性を高める作用も有しているが、その含有量が　０．０２０％未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、０．１２０　％を超えて含有させると母材の靱性・穴拡げ性を劣化させることから、Ｐ含有量は　０．０２０～０．１２０　％と定めた。

【００２２】

〈ｓｏｌ．Ａｌ〉

Ａｌは脱酸剤として添加され、得られる熱延鋼板の延性を高める作用を有しているが、多量に添加すると熱延時にＡｌＮの析出を促進し固溶Ｎを減少させるので、その含有量を０．１０％以下と定めた。なお、脱酸作用の確保には０．０８％以下の含有量で十分であり、特に０．０３％以下とすることが好ましい。

【００２３】

〈Ｎ〉

Ｎは熱延鋼板中に固溶させることによって、プレス加工後の焼付塗装処理により窒化物として析出し加工部分の強度を高め、成形品の疲労強度を向上させる作用を有している。そして、焼付塗装処理による十分な引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕を確保するためには（後述の実施例の通り引張強さを８３Ｎ／ｍｍ^2 以上高めるためには）０．００７８％以上のＮを含有させることが必要であり、一方、０．０２５０％を超えて含有させても熱延時に脱Ｎが促進してその効果は飽和することから、Ｎ含有量を０．００７８～０．０２５０％と定めた。

【００２４】

〈Ｃａ，Ｚｒ及び希土類元素〉

Ｃａ，Ｚｒ及び希土類元素（ＲＥＭ）は何れも熱延鋼板の冷間加工性を改善する作用を有しているので、必要により１種又は２種以上の添加がなされる。

即ち、Ｃａ，Ｚｒ及び希土類元素は、何れも鋼中に形成されるＭｎＳの性質を変化させて熱延時に展伸しにくい介在物を形成する作用を有し、加工性の低下を防止するのに有効な成分である。しかし、その含有量がＣａの場合は０．０００２％未満、Ｚｒの場合は０．０１％未満、そして希土類元素の場合は０．００２　％未満であると前記作用による所望の効果が得られず、一方、Ｃａが０．０１％を、Ｚｒが０．１０％を、そして希土類元素が０．１０％をそれぞれ超えて含有されると逆に鋼中の介在物が多くなりすぎて加工性が劣化するので、Ｃａ含有量は０．０００２～０．０１％、Ｚｒ含有量は０．０１～０．１

０％、希土類元素含有量は０．００２　～０．１０％とそれぞれ定めた。
【００２５】
〈Ｃｒ，Ｍｏ及びＢ〉
Ｃｒ，Ｍｏ及びＢは何れも鋼板の強化に有効な元素であるため、必要により１種又は２種以上の添加がなされる。
Ｃｒ及びＭｏは、何れも固溶強化と変態強化を通じて鋼板の強度を向上させると共に第２相を分散させて穴拡げ性を向上させる作用がある。更に、腐食環境下で鋼板表面に生成する皮膜を安定化し腐食孔の成長を抑制する作用を有している。しかし、ＣｒあるいはＭｏの含有量が０．０１％未満では前記作用による所望の効果を得ることができず、一方、Ｃｒの場合には０．６０％を超えて含有させると化成処理性の低下を招くと共に、孔食を促進する傾向を示す。また、Ｍｏの場合には０．４０％を超えて含有させても前記効果が飽和してしまう。従って、Ｃｒ含有量は０．０１～０．６０％、Ｍｏ含有量は０．０１～０．４０％とそれぞれ定めた。
【００２６】
一方、Ｂは粒界に偏析して粒界強度を増大させる作用を有している。特に、Ｐを含む耐食性鋼板でＣ含有量が低い場合には２次加工脆性が懸念されるが、Ｂの添加によってそれを防止することができる。ただ、Ｂ含有量が０．０００３％未満では前記作用による所望の効果が得られず、一方、０．００５０％を超えて含有させると鋼板の延性・穴拡げ性が低下するようになる。従って、Ｂ含有量は０．０００３～０．００５０％と定めた。
【００２７】
なお、鋼中へ不可避的に混入するＳはＭｎとＭｎＳを形成し熱延時に圧延方向に進展して特に圧延直角方向の延性を低下させ、プレス加工性を低下する。従って、その含有量は０．００５　％以下に低減するのが良く、より好ましくは０．００１　％以下にまで低減することが推奨される。
【００２８】
Ｂ）　製造条件
熱間圧延に供する鋼片としては、連続鋳造スラブあるいは分塊圧延スラブの何れであって良い。更に、連続鋳造で得たスラブを直送圧延しても良いし、一旦冷却されたスラブを再加熱して用いても構わない。但し、スラブを再加熱して圧延を行う場合には、ＡｌＮ等の窒化物を完全に再溶解するため再加熱温度は１１００℃以上とすべきである。
【００２９】
また、熱間圧延は、仕上げ温度が８００℃よりも低くなるとオーステナイトの加工硬化が促進され、ＡｌＮの析出が起こって熱延板の固溶Ｎ量が減少するので十分な引張強さ増加量〔ΔＴＳ〕が得られない。しかも、ＡｌＮの析出により耐食性も低下する。従って、熱間圧延を８００℃以上で終了することと定めたが、好ましくは８５０℃以上で仕上げるのが良い。
【００３０】
熱間圧延後の冷却では、冷却速度が１０℃／ｓよりも遅くなると冷却時にＡｌＮの析出が促進されて固溶Ｎが減少し、また高強度化を狙って炭素含有量を高目に調整したものでは高強度化に必要な低温変態組織を得ることができないため、前記冷却速度は１０℃／ｓ以上と定めた。
【００３１】
更に、加速冷却後の巻取りは、６００℃を超える温度で巻取ると巻取り後の徐冷中にＡｌＮが生成して十分な量の固溶Ｎが確保できなくなり、耐食性の低下も起きる。一方、巻取温度が３５０℃よりも低くなると熱延鋼板の固溶Ｃ量が増大して常温時効劣化を起こしやすくなるばかりか、高強度化を狙って炭素含有量を高目に調整したものではマルテンサイトの生成が促進されて穴拡げ性が低下する。従って、本発明では巻取温度を３５０～６００℃と定めた。
【００３２】
続いて、本発明の効果を実施例によって更に具体的に説明する。

【実施例】
〔実施例１〕
化学成分組成が表１のＡ～Ｖに示される連続鋳造スラブを、表２に示す条件で熱間圧延して巻取り、板厚が２．６ｍｍ　の熱延鋼板を得た。
【００３３】
【表１】

鋼種		化学成分（重量%）									
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	sol.Al	N	その他
本発明対象鋼	A	0.08	0.05	1.45	0.075	0.001	0.17	0.10	0.047	0.0133	—
	B	0.12	0.05	1.35	0.029	0.002	0.43	0.22	0.036	0.0111	—
	C	0.05	0.02	1.86	0.044	0.003	0.35	0.15	0.035	0.0156	—
	D	0.17	0.01	0.54	0.030	0.008	0.72	0.33	0.056	0.0182	—
	E	0.10	0.15	1.42	0.053	0.012	0.54	0.22	0.010	0.0078	—
	F	0.06	0.23	1.55	0.112	0.006	0.26	0.11	0.087	0.0223	—
	G	0.10	0.05	1.35	0.052	0.001	0.35	0.14	0.018	0.0112	Cr:0.52
	H	0.10	0.04	1.12	0.053	0.002	0.16	0.05	0.017	0.0115	Mo:0.18
	I	0.08	0.05	1.52	0.071	0.005	0.33	0.12	0.021	0.0127	Cr:0.17, Mo:0.08, Ca:0.0012
	J	0.08	0.03	1.55	0.075	0.004	0.25	0.11	0.023	0.0131	Cr:0.47, Zr:0.03
	K	0.09	0.15	1.38	0.051	0.006	0.43	0.26	0.015	0.0093	Ca:0.0054
	L	0.09	0.14	1.32	0.058	0.005	0.46	0.21	0.026	0.0133	Zr:0.06
	M	0.13	0.05	1.13	0.069	0.002	0.52	0.26	0.052	0.0182	ＲＥＭ:0.043
	N	0.06	0.14	1.89	0.061	0.002	0.24	0.18	0.041	0.0127	Ca:0.0025, ＲＥＭ:0.012
	O	0.15	0.08	0.56	0.055	0.003	0.28	0.11	0.034	0.0111	Zr:0.02, ＲＥＭ:0.021
比較鋼	P	0.13	0.05	1.32	0.069	0.003	0.35	0.17	0.027	*0.0034	—
	Q	*0.21	0.05	1.35	0.052	0.005	0.33	0.15	0.025	0.0113	—
	R	0.02	0.23	0.65	*0.005	0.003	0.34	0.12	0.033	*0.0024	—
	S	0.09	0.14	1.12	*0.001	0.002	*0.01	0.04	0.029	*0.0052	Zr:0.03
	T	0.12	*0.86	1.35	*0.151	0.012	0.42	0.22	0.025	0.0085	Ca:0.0033
	U	0.10	0.05	1.34	0.035	0.003	*0.02	0.03	0.034	0.0092	*Cr:0.89
	V	0.09	*0.47	*2.21	0.059	0.005	0.22	0.11	0.022	0.0135	ＲＥＭ:0.023

（注１）残部成分はFe及び不可避不純物である。

（注２）＊印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【００３４】
【表２】

表２

試験番号		適用鋼種	熱延・巻取り条件				熱延のままの鋼板の機械的性質（板厚：2.6mm，L方向）				表面性状	歪時効後の特性		常温時効劣化	耐食性（最大腐食深さ(mm)）		
			加熱温度(℃)	仕上温度(℃)	冷却速度(℃/s)	巻取温度(℃)	0.2%耐力(N/mm²)	引張強さ(N/mm²)	伸び(%)	穴拡げ率(%)		ΔTS(N/mm²)	耐久限(N/mm²)	ΔEL(%)	腐食試験サイクル数		
															10	30	120
本発明例	1	A	1250	820	30	450	528	662	27.6	80.3	○	97	357	−2.6	0.13	0.38	0.93
	2				25	550	449	581	30.8	90.2	○	97	319	−2.8	0.13	0.38	0.93
	3	B					462	593	30.2	88.4	○	91	321	−2.6	0.15	0.42	1.03
	4	C					511	648	28.2	81.8	○	103	353	−2.5	0.14	0.39	0.97
	5	D					549	679	26.9	78.0	○	109	371	−2.4	0.13	0.38	0.94
	6	E					579	704	26.1	76.3	○	83	370	−2.4	0.12	0.35	0.87
	7	F					597	718	25.7	75.3	○	120	394	−2.4	0.10	0.29	0.71
	8	G	1150	860	55	380	656	763	23.9	69.6	○	92	402	−2.5	0.12	0.36	0.89
	9	H					586	719	25.8	73.1	○	92	381	−2.3	0.15	0.42	1.04
	10	I					702	808	23.0	65.2	○	95	424	−2.3	0.12	0.35	0.85
	11	J	1250		45		690	799	23.2	65.8	○	96	421	−2.3	0.12	0.34	0.83
	12	K					618	744	25.1	71.3	○	87	391	−2.2	0.13	0.37	0.91
	13	L			40		581	709	26.1	75.3	○	97	379	−2.3	0.12	0.36	0.88
	14	M			35	420	619	739	24.9	71.6	○	109	399	−2.5	0.12	0.34	0.83
	15	N					640	756	24.5	70.6	○	95	400	−2.3	0.13	0.38	0.93
	16	O		820			539	675	27.3	78.6	○	91	360	−2.4	0.14	0.41	1.02
比較例	17	A			*5	*650	374	500	35.0	103.2	○	28	248	−3.1	0.16	0.53	1.38
	18	B			25		385	510	34.3	101.1	○	22	250	−2.4	0.16	0.56	1.45
	19	C		*760	40	*200	612	766	25.1	46.6	○	91	403	−6.3	0.14	0.39	0.97
	20	D			55	*20	509	709	28.1	50.0	○	103	381	−7.6	0.13	0.38	0.94
	21	*P		880			587	710	25.7	74.9	○	41	353	−2.5	0.13	0.37	0.91
	22	*Q			25	450	672	775	17.6	48.6	○	92	407	−4.3	0.15	0.42	1.04
	23	*R					358	508	36.3	106.3	○	34	255	−3.4	0.16	0.48	1.22
	24	*S					456	600	30.6	89.3	○	42	302	−2.6	0.18	0.64	1.16
	25	*T		860	30		824	905	17.3	33.1	×	85	465	−2.3	0.16	0.45	1.10
	26	*U			40	420	661	771	23.9	68.6	○	87	403	−2.4	0.16	0.57	1.03
	27	*V					779	885	21.3	62.1	×	98	462	−2.4	0.13	0.39	0.96

（注１）＊印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。
（注２）歪時効条件は「８％予歪＋１７０℃×２０min保持」で、常温時効条件は「１％圧延＋９０℃×３日間保持」であった。

【００３５】

次に、得られた熱延鋼板からＪＩＳ５号引張試験片を採取し、引張特性を調査した。更に、２５０ｍｍ×２５０ｍｍの正方形試験片を採取し、３０ｍｍφの穴を打ち抜いた後、頂角６０°の円錐ポンチで穴拡げ試験を行った。

また、別に採取した試験片に８％引張歪を付与した後、１７０°×２０ｍｉｎ　の焼付塗装処理相当の熱処理を施し、これを引張試験に供して歪時効特性を調査すると共に、この焼付塗装処理相当の熱処理を施した材料から平滑疲労試験片を採取し、平面曲げ疲労特性も調べた。

更に、前記熱延鋼板から４０ｍｍ幅×２００ｍｍ長さの短冊状試験片を切り出して伸び率１％の調質圧延を施し、更に９０℃で３日間の時効処理を施した後、ＪＩＳ５号試験片を作成して常温時効劣化を調べた。

加えて、前記熱延鋼板から　２．０ｍｍ厚×７０ｍｍ幅×１５０ｍｍ長さの試験片を切り

出し、前記図４の結果を得た試験と同じ条件の腐食サイクル試験を行い、最大腐食深さの変化を調べた。
これらの試験結果を表２に併せて示す。
【００３６】
表２に示される結果からも明らかなように、本発明で規定する条件に従って製造された熱延高張力鋼板は、優れた強度－伸びバランス，強度－穴拡げ性バランスを有すると同時に、高い焼付硬化能，耐久強度を示し、常温時効劣化も少なくて加工性の優れていることが分かる。また、耐穴あき腐食性に優れていることも確認できる。
【００３７】
これに対して、巻取温度が本発明規定値の上限を外れた試験番号１７及び１８では十分な焼付硬化能が得られずに耐久限が低下し、更に耐食性も十分でないことが分かる。
また、素材鋼のＮ含有量が本発明規定値の下限を外れた試験番号２１，２３及び２４では十分な焼付硬化能が得られず、耐久限も低下している。
そして、巻取温度が本発明規定値の下限を外れた試験番号１９，２０では穴拡げ性と常温時効特性が劣化している。
【００３８】
一方、素材鋼のＣ含有量が本発明規定値の上限を外れた試験番号２２では、伸びと穴拡げ性が劣化している。
更に、素材鋼のＳｉ量が本発明規定値の上限を外れた試験番号２５及び２７では表面性状が劣化しており、Ｃｕ又はＰ量が本発明規定値の下限を外れた試験番号２３，２４及び２６では耐食性が劣化し、またＰ量が本発明規定値の上限を外れた試験番号２５では穴拡げ性も劣化している。
【００３９】
〔実施例２〕
化学成分組成が表３のａ～ｕに示される連続鋳造スラブを、表４に示す条件で熱間圧延し巻取って、板厚が　２．６ｍｍの熱延鋼板を得た。
【００４０】
【表３】

鋼種		化学成分（重量%）									
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	sol.Al	N	その他
本発明対象鋼	a	0.0082	0.04	0.43	0.075	0.004	0.18	0.10	0.032	0.0134	—
	b	0.0122	0.03	0.33	0.029	0.002	0.45	0.21	0.045	0.0112	—
	c	0.0057	0.02	0.86	0.044	0.003	0.33	0.13	0.055	0.0165	—
	d	0.0171	0.01	0.54	0.030	0.008	0.76	0.35	0.026	0.0128	—
	e	0.0310	0.13	1.12	0.053	0.012	0.52	0.21	0.010	0.0087	—
	f	0.0026	0.23	0.54	0.112	0.007	0.25	0.09	0.007	0.0213	B:0.0020
	g	0.0162	0.05	0.35	0.052	0.003	0.35	0.14	0.058	0.0121	—
	h	0.0210	0.04	0.16	0.053	0.003	0.15	0.05	0.027	0.0115	—
	i	0.0048	0.03	0.52	0.071	0.005	0.32	0.12	0.023	0.0127	B:0.0008, Ca:0.0021
	j	0.0022	0.03	0.55	0.075	0.001	0.25	0.11	0.021	0.0133	B:0.0013, Zr:0.03
	k	0.0019	0.15	0.38	0.051	0.003	0.43	0.27	0.015	0.0093	B:0.0032, Ca:0.0066
	l	0.0022	0.14	0.33	0.058	0.005	0.47	0.23	0.023	0.0121	B:0.0018, Zr:0.07
	m	0.0133	0.05	0.53	0.069	0.002	0.52	0.27	0.050	0.0182	REM:0.034
	n	0.0067	0.12	0.81	0.061	0.002	0.22	0.19	0.041	0.0127	Ca:0.0033, REM:0.012
	o	0.0151	0.08	0.56	0.055	0.003	0.28	0.13	0.034	0.0113	Zr:0.02, REM:0.022
比較鋼	p	0.0130	0.05	0.32	0.063	0.003	0.35	0.17	0.025	*0.0033	—
	q	0.0032	0.23	0.65	*0.005	0.003	0.27	0.12	0.037	*0.0025	B:0.0022
	r	0.0049	*0.75	1.12	*0.001	0.002	*0.01	0.02	0.029	*0.0053	Zr:0.03
	s	0.0120	0.06	0.35	0.037	0.008	*0.02	0.02	0.022	0.0082	Ca:0.0027
	t	0.0027	0.05	0.34	0.035	0.003	0.42	0.27	0.035	0.0087	B:0.0019
	u	0.0091	*0.52	1.53	0.059	0.005	0.28	0.13	0.022	0.0115	REM:0.035

（注1）残部成分はFe及び不可避不純物である。

（注2）＊印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【００４１】
【表４】

表４

試験番号	適用鋼種	熱延・巻取条件 加熱温度(℃)	仕上温度(℃)	冷却速度(℃/s)	巻取温度(℃)	熱延のままの鋼板の機械的性質（板厚：2.6mm，L方向） 0.2%耐力(N/mm²)	引張強さ(N/mm²)	伸び(%)	穴拡げ率(%)	表面性状	歪時効後の特性 ΔTS(N/mm²)	耐久限(N/mm²)	常温時効劣化 ΔEL(%)	耐食性（最大腐食深さ(mm)） 腐食試験サイクル数 10	30	60	120
本発明例	28	a	1250	880	30	450	364	442	41.8	120.3	○	97	253	−2.6	0.12	0.36	0.57	0.88
	29	a	1250	880	25	550	335	421	43.4	124.3	○	97	244	−2.8	0.12	0.36	0.57	0.88
	30	b	1250	880	30	450	314	401	45.5	130.4	○	92	232	−2.6	0.13	0.39	0.62	0.96
	31	c	1250	880	30	450	358	453	40.7	117.1	○	105	262	−2.5	0.13	0.39	0.62	0.95
	32	d	1250	880	30	450	369	463	39.8	114.4	○	96	263	−2.4	0.12	0.33	0.53	0.82
	33	e	1250	900	30	450	444	530	35.0	101.0	○	85	289	−2.4	0.12	0.34	0.54	0.84
	34	f	1250	900	30	450	411	502	37.2	107.7	○	117	291	−2.4	0.10	0.28	0.44	0.69
	35	g	1150	880	30	450	341	437	42.3	121.7	○	94	249	−2.5	0.13	0.37	0.59	0.91
	36	h	1150	880	55	380	320	424	43.9	123.9	○	92	243	−2.3	0.14	0.41	0.65	1.00
	37	i	1250	860	55	380	361	464	40.1	113.3	○	95	263	−2.3	0.12	0.34	0.55	0.84
	38	j	1250	860	45	380	360	463	40.2	113.5	○	97	263	−2.3	0.12	0.35	0.55	0.85
	39	k	1250	860	45	380	364	466	40.1	113.9	○	87	260	−2.2	0.12	0.34	0.55	0.85
	40	l	1250	860	40	420	360	458	40.7	116.5	○	94	259	−2.4	0.11	0.33	0.53	0.81
	41	m	1250	880	35	420	389	485	38.2	109.2	○	109	279	−2.3	0.11	0.31	0.49	0.75
	42	n	1250	880	35	420	385	482	38.6	110.6	○	95	271	−2.5	0.13	0.37	0.58	0.90
	43	o	1250	880	35	420	361	460	40.4	115.5	○	92	259	−2.4	0.13	0.38	0.60	0.93
比較例	44	a	1250	880	*5	*650	324	401	45.1	128.7	○	28	202	−3.1	0.16	0.54	0.99	1.40
	45	b	1250	880	25	*650	304	381	47.3	135.0	○	22	189	−2.4	0.17	0.56	1.03	1.46
	46	c	1250	820	40	*200	323	447	42.4	114.3	○	105	259	−6.3	0.13	0.39	0.62	0.95
	47	d	1250	820	55	*150	330	460	41.4	110.1	○	96	261	−7.6	0.12	0.33	0.53	0.82
	48	*p	1250	860	25	450	461	545	33.9	97.5	○	41	276	−2.5	0.13	0.38	0.61	0.93
	49	*q	1250	860	25	450	331	428	43.6	126.4	○	34	217	−3.4	0.17	0.52	0.84	1.30
	50	*r	1250	860	30	420	418	508	37.7	110.0	×	42	259	−2.6	0.19	0.65	1.19	1.98
	51	*s	1250	860	30	420	401	492	37.5	108.1	○	84	271	−2.3	0.17	0.55	0.87	1.35
	52	*t	1250	860	40	420	329	429	43.2	123.4	○	85	242	−2.5	0.13	0.45	0.82	1.36
	53	*u	1250	860	40	420	438	528	36.0	104.6	×	92	292	−2.4	0.14	0.40	0.63	0.98

（注１）＊印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。
（注２）歪時効条件は「８％予歪＋１７０℃×２０min保持」で、常温時効条件は「１％調質圧延＋９０℃×３日間保持」であった。

【００４２】
次に、得られた熱延鋼板から実施例１の場合と同様に試験片を採取し、引張特性，穴拡げ性，歪み時効特性，平面曲げ疲労特性，常温時効劣化及び耐食性（最大腐食深さ）を調べた。
これらの試験結果を表４に併せて示す。
【００４３】
表４に示される結果からも明らかなように、本発明で規定する条件通りに製造された熱延鋼板は、極めて高い伸びと穴拡げ性を有すると同時に、高い焼付硬化能，耐久強度を示し、常温時効劣化の少ないことが分かる。また、耐孔あき腐食性にも優れていることを確認できる。
【００４４】
一方、巻取温度が本発明規定値の上限を外れた試験番号４４及び４５では十分な焼付硬化

能が得られずに耐久限が低下し、更に耐食性も十分でないことが分かる。
また、素材鋼のＮ含有量が本発明規定値の下限を外れた試験番号４８～５０では十分な焼付硬化能が得られず、耐久限も低下している。
また、巻取温度が本発明規定値の下限を外れた試験番号４６及び４７では常温時効特性が劣化している。

【００４５】

更に、素材鋼のＳｉ量が本発明規定値の上限を外れた試験番号５０及び５３では表面性状が劣化しており、Ｃｕ又はＰ量が本発明規定値の下限を外れた試験番号４９～５１では耐食性が劣化している。

【００４６】

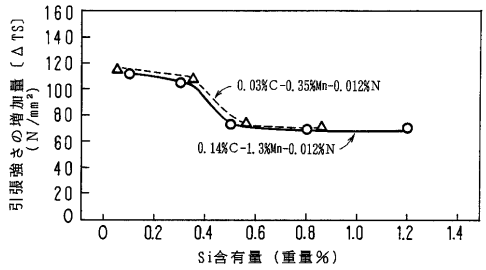
【効果の総括】

以上に説明した如く、この発明によれば、比較的軟質で良好な加工性を有すると同時に、加工後に例えば焼付塗装処理のような低温での熱処理を施すことによって顕著に引張強さを上昇させることができ、更には塩水噴霧環境で使用される部材に必要な優れた耐食性をも備えているところの、自動車用あるいは産業機械用構造部材等として好適な熱延鋼板を安定して量産することが可能になるなど、産業上有用な効果がもたらされる。

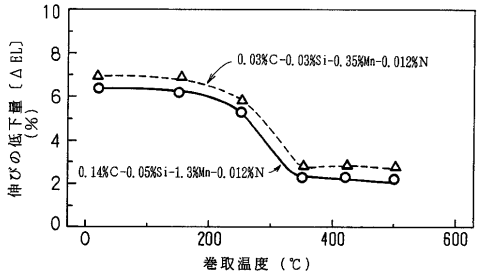
【図面の簡単な説明】

【図１】熱延鋼板の焼付硬化特性とＳｉ含有量との関係を示したグラフである。
【図２】熱延鋼板の巻取温度と穴拡げ性の関係を示したグラフである。
【図３】熱延鋼板の巻取温度と常温時効劣化性との関係を示したグラフである。
【図４】Ｃｕ，Ｎｉ，Ｐ，Ｎを含有させた耐食鋼と普通鋼の耐食性（最大腐食深さ）を比較したグラフである。

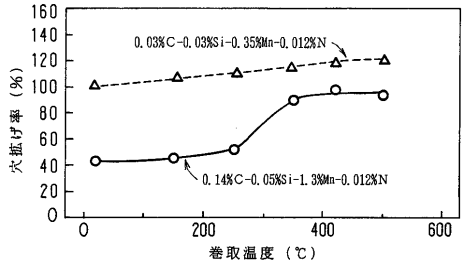
【図１】



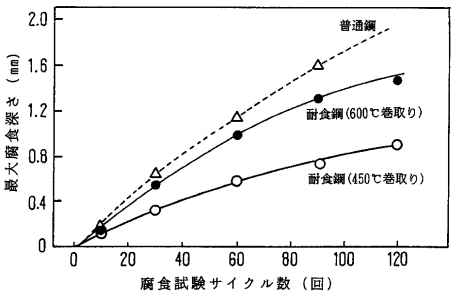
【図３】



【図２】



【図４】



フロントページの続き

審査官　小川　武

(56)参考文献　特開平０３－０４４４２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１５０３１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１４１５２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０８２７０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２８７４４６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１８８０２１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－１３６９２７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
C21D 8/00-8/10,9/46-9/48
C22C 38/00-38/60