

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-298957

(P2005-298957A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00	C 2 2 C 38/00 3 O 1 A	4 K O 4 2
C 2 1 D 1/10	C 2 1 D 1/10 J	4 K O 4 4
C 2 1 D 1/18	C 2 1 D 1/18 F	
C 2 1 D 6/00	C 2 1 D 6/00 V	
C 2 1 D 9/00	C 2 1 D 9/00 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-121341 (P2004-121341)	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成16年4月16日 (2004. 4. 16)	(74) 代理人	100107892 弁理士 内藤 俊太
		(74) 代理人	100105441 弁理士 田中 久喬
		(72) 発明者	林田 輝樹 大分市大字西ノ州1番地 新日本製鐵株式 会社大分製鐵所内
		(72) 発明者	清末 考範 大分市大字西ノ州1番地 新日本製鐵株式 会社大分製鐵所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 疲労特性に優れ、焼入れ後の形状も良好であるプレス成形焼入れ鋼材及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるピッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40μmでのピッカース硬さが300以上であることを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。さらに鋼材の表面がメッキ層で被覆されている。B含有により、低い硬さでも必要な疲労特性を確保できるとともに、焼入れ冷却条件を緩和することができ、焼入れ時に鋼材が変形しない範囲の冷却速度で焼入れを行うことができる。焼入れ条件の調整によって、あるいは表面をメッキ層で被覆することにより、表面付近の硬さを確保し、従来の鋼材と比較して疲労特性の向上を実現することができる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項1】

B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であると同時に鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さと同等あるいはそれより低い値であることを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

【請求項2】

表面がメッキ層で被覆され、B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であることを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

10

【請求項3】

前記鋼材は、質量%で、C:0.15~0.29%、Si:0.001~2.5%、Mn:0.1~3.0%、Al:0.005~0.1%、N:0.001~0.008%、B:0.0002~0.0050%を含有し、P:0.09%以下、S:0.015%以下であり、残部がFe及び不可避不純物からなる鋼材であることを特徴とする請求項1又は2に記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

【請求項4】

前記鋼材はさらに、質量%で、Cr、Ti、Mo、V、Ni、Cuの1種又は2種以上を、合計で0.05~0.5%含有することを特徴とする請求項3に記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

20

【請求項5】

鋼材をプレス成形し、その後の焼入れにおいて、鋼材を840以上970以下の温度域に15秒以上6分以下の時間加熱し、70/秒以上150/秒以下の冷速で400以下まで冷却することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材の製造方法。

【請求項6】

表面がメッキ層で被覆された請求項2乃至4のいずれかに記載のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法であって、鋼材をプレス成形し、その後の焼入れにおいて、鋼材を840以上1000以下の温度域に15秒以上10分以下の時間加熱し、70/秒以上150/秒以下の冷速で400以下まで冷却することを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車用の強度部材は高い疲労特性が要求される。そのため、このような強度部材には高強度を有する鋼材が用いられる。その一方、このような自動車用の部材は、例えば鋼板をプレス成形によって形成することが要求されるので、プレス成形に供する鋼板は変形容易でプレス成形性が優れることも要求される。

40

【0003】

部材の高強度化と優れたプレス成形性の両方の要求を満足する鋼材の製造方法として、変形容易な鋼板を所定形状にプレス成形した後、そのプレス成型品を焼き入れして強度を高めるものが知られている。例えば特許文献1には、プレス成形後に焼き入れを行う鋼板部材の製造方法であって、焼き入れ時の酸化皮膜の形成やメッキの散失を抑えることができ、かつ焼入れ時に均一な冷却を行うことができる方法が記載されている。

【0004】

50

なお、特許文献 2 には、めっき鋼板等の被覆鋼材の焼入れ方法が記載されている。

【0005】

【特許文献 1】特開 2002 - 371319 号公報

【特許文献 1】特開 2000 - 144238 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来知られているプレス成形焼入れ鋼材においては、部材の高強度化は実現できているものの、疲労特性については十分な特性を実現するに到っていない。また、疲労特性の向上を目的としてさらなる高強度化を図ろうとすると、プレス成形時に割れが発生するという問題が生じていた。 10

【0007】

本発明は、疲労特性に優れ、焼入れ後の形状も良好であるプレス成形焼入れ鋼材及びその製造方法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】

【0008】

鋼材の疲労特性を確保するために必要とする鋼材の硬さについてみると、鋼材中に B を含有している場合には、B を含有しない場合に比較して低い硬さでも必要な疲労特性を確保できることがわかった。また、鋼材中に B を含有している場合には、焼入れ後の必要な強度・硬さを得るための焼入れ冷却条件を緩和することができ、焼入れ時に鋼材が変形しない範囲の冷却速度で焼入れを行うことができることもわかった。 20

【0009】

従来のプレス成形焼入れ鋼材においては、焼入れ時に鋼板表面層の鋼中炭素が脱炭し、そのために表面付近に硬さが低下した層が形成されていた。鋼材の表面硬さが低いと、繰り返し荷重を受けたときに表面にクラックが入りやすく、そのためたとえ鋼材の中心部の硬さが十分に高かったとしても疲労特性が低下することがわかった。

【0010】

これに対し、焼入れ条件の調整によって鋼材表面層の脱炭を抑制することにより、表面付近の硬さ低下を抑制することができ、上記 B 含有による疲労特性の向上とあいまって、従来の鋼材と比較して疲労特性の向上を実現することができる。 30

【0011】

さらには、鋼板表面がメッキ層で被覆されている場合には、この鋼板を焼入れ処理したときに表面付近の硬さ低下が著しく抑制されることが明らかになった。表面付近の硬さ低下が抑制されたプレス成形焼入れ鋼材は、従来の鋼材と比較して疲労特性の向上を実現することができる。

【0012】

本発明は上記知見に基づいてなされたものであり、その要旨とするところは以下の通りである。

(1) B 含有量が 0.0002 ~ 0.0050 質量% であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが 350 以上であり、鋼材表面から深さ 40 μm でのビッカース硬さが 300 以上であると同時に鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さと同等あるいはそれより低い値であることを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。 40

(2) 表面がメッキ層で被覆され、B 含有量が 0.0002 ~ 0.0050 質量% であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが 350 以上であり、鋼材表面から深さ 40 μm でのビッカース硬さが 300 以上であることを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

(3) 前記鋼材は、質量% で、C : 0.15 ~ 0.29%、Si : 0.001 ~ 2.5%、Mn : 0.1 ~ 3.0%、Al : 0.005 ~ 0.1%、N : 0.001 ~ 0.008%、B : 0.0002 ~ 0.0050% を含有し、P : 0.09% 以下、S : 0.015% 以下であり、残部が Fe 及び不可避不純物からなる鋼材であることを特徴とする上記 (50

1)又は(2)に記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

(4)前記鋼材はさらに、質量%で、Cr、Ti、Mo、V、Ni、Cuの1種又は2種以上を、合計で0.05~0.5%含有することを特徴とする上記(3)に記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材。

(5)鋼材をプレス成形し、その後の焼入れにおいて、鋼材を840以上970以下の温度域に15秒以上6分以下の時間加熱し、70/秒以上150/秒以下の冷速で400以下まで冷却することを特徴とする上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材の製造方法。

(6)表面がメッキ層で被覆された上記(2)乃至(4)のいずれかに記載のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法であって、鋼材をプレス成形し、その後の焼入れにおいて、鋼材を840以上1000以下の温度域に15秒以上10分以下の時間加熱し、70/秒以上150/秒以下の冷速で400以下まで冷却することを特徴とする疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材の製造方法。

10

【発明の効果】

【0013】

本発明のプレス成形焼入れ鋼材は、B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であることにより、優れた疲労特性を得ることができる。

【0014】

本発明のプレス成形焼入れ鋼材は、表面がメッキ層で被覆され、B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であることにより、優れた疲労特性を得ることができる。

20

【0015】

上記本発明のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法は、鋼材をプレス成形し、その後の焼入れにおいて、鋼材を840以上970以下の温度域に15秒以上6分以下の時間加熱し、70/分以上150/分以下の冷速で400以下まで冷却することにより、優れた疲労特性を得ることができるとともに、焼入れ時の鋼材の変形を抑制することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材は第1に、B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であると同時に鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さと同等あるいはそれより低い値であることを特徴とする。

【0017】

本発明は、鋼材中のB含有量を0.0002~0.0050質量%とする。必要な疲労特性を確保する上で、Bを含有しない場合には非常に高い硬さを実現する必要があった。これに対し、本発明のようにBを含有することにより、従来よりも低い硬さでも必要な疲労特性を確保することが可能になった。またBは焼入性向上効果を発揮し、焼入れ時の冷却速度を従来よりも遅い速度としても所定の硬さが確保できるようになる。このようなBの相乗効果により、焼入れ時の冷却速度を遅くした効果として、焼入れ時の鋼材の変形を抑制することができる。

40

【0018】

また、従来のプレス成形焼入れ鋼材においては、焼入れのための鋼板加熱時において、高温保持時間を十分に確保することが行われていた。このため、高温保持中において鋼板表面付近の鋼中炭素が外方に拡散し、結果として表面に炭素濃度低下領域が形成されていた。炭素濃度低下領域は硬さが低く、そのため繰り返し荷重を受けたときに表面にクラッ

50

クが入りやすく、これが原因でたとえ鋼材の中心部の硬さが十分に高かったとしても疲労特性が低下することがわかった。

【0019】

本発明においては、焼入れ時の高温保持温度と時間を調整することによって鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さを300以上とする。この結果、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であることとあいまって、従来に比較して疲労特性を向上することができた。本発明はBを含有しているので、疲労特性を確保するための硬さ限界を上記のように低い値とすることができる。

【0020】

なお、本発明においては浸炭焼入れのように積極的に鋼材表面近傍の炭素濃度を増大する処理は行わないので、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さと同等あるいはそれより低い値であるという特徴を有している。

10

【0021】

本発明の疲労特性の優れたプレス成形焼入れ鋼材は第2に、表面がメッキ層で被覆され、B含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であり、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上であることを特徴とする。

【0022】

上述のとおり、通常の鋼材について焼入れ処理を行うと、鋼材表層部の硬さが低下する現象が見られる。これに対し、鋼材の表面がメッキ層で被覆された状態で焼入れを行うと、鋼材表層部の硬さを板厚中心部と同じ程度の硬さに保つことができることをはじめて見出した。即ち、表面がメッキ層で被覆されたプレス成形焼入れ鋼材は、メッキ被覆に起因して鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さを300以上とすることができる。この結果、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上であることとあいまって、従来に比較して疲労特性を向上することができた。前記第1の発明同様、本発明はBを含有しているので、疲労特性を確保するための硬さ限界を上記のように低い値とすることができる。

20

【0023】

鋼材の表面がメッキ層で被覆された状態で焼入れを行うと、鋼材表層部の硬さを板厚中心部と同じ程度の硬さに保つことができる理由としては、メッキ層を有しているために鋼材表層部の炭素外方拡散が抑制され、表層部の低炭素濃度領域形成が抑制されたためであろうと推察される。

30

【0024】

鋼板表面を被覆するメッキ層としては、Znを主体として10~50 μ mの厚みであれば上記効果は発揮できる。Zn中にFe、Al、Ni等を含有したメッキであってもかまわない。

【0025】

本発明において、鋼材の板厚中心部におけるビッカース硬さが350以上と規定する理由は、これによって良好な疲労特性を得ることができるからである。また、鋼材表面から深さ40 μ mでのビッカース硬さが300以上と規定する理由は、同様にこれによって良好な疲労特性を得ることができるからである。

40

【0026】

本発明が適用される自動車部品の場合、適用部位によって必要とされる疲労強度は異なる。しかし、本発明のように足回り部品に適用される板厚1.4~6.5mmの鋼板で製造される部品においては、約15年間使用される間にある一定以上の荷重を受ける繰り返し荷重回数を100万回と試算した。本発明では、繰り返し平面曲げ試験に対して550MPaの繰り返し荷重を与え、疲労破断回数が100万回を超えるか否かによって疲労特性の良否を判定する。

【0027】

50

表 1 に示す成分を含有する 3 種類の鋼板を準備し、それぞれを 800 ~ 1050 に加熱し、50 ~ 100 / 秒の冷却速度で各種温度まで冷却し、さらに室温まで放冷した。その後、鋼板の板厚方向の硬さについて、鋼材の中心部硬さと表面 40 μm 深さにおけるビッカース硬さを測定した。一方、得られた鋼板について疲労試験を行い疲労強度を測定した。疲労試験では、繰り返し最大応力 550 MPa で繰り返し平面曲げ荷重を付加した場合の破断までの回数を測定した。結果を図 1 に示す。

【0028】

【表 1】

	鋼板成分(mass%)														亜鉛メッキ 有無	
	C	Si	Mn	P	S	AL	N	B	Cr	Ti	Mo	V	Ni	Cu		Nb
A	0.15	0.15	1.2	0.008	0.006	0.027	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	なし
B	0.21	0.21	1.1	0.006	0.004	0.036	0.0041	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	有り
C	0.22	0.21	1.1	0.006	0.004	0.036	0.0041	0.0015	0.22	-	-	-	-	-	-	なし

10

【0029】

図 1 から明らかのように、表面 40 μm の硬さが 300 以上 () のものであって、中心部硬さが 350 以上のものは、疲労破断回数が 100 万回以上であって良好な疲労特性を得ることができた。一方、表面 40 μm の硬さが 300 未満 () のもの、及び中心部硬さが 350 未満のものは、いずれも、疲労破断回数が 100 万回未満であって良好な疲労特性を得ることができなかった。

20

【0030】

次に、本発明の鋼材の好ましい鋼成分範囲とその理由について説明する。以下、% は質量 % を意味する。

【0031】

C 含有量は 0.15 ~ 0.29 % の範囲とする。C が 0.15 % 未満であると、焼入れを行っても鋼材の硬さを確保することができず、良好な疲労特性を実現することができない。また、C が高くなるほど硬さが高くなり、疲労特性は高くなるので疲労特性上の問題は無い。しかし、C が 0.29 % を超えると、熱処理前の鋼板の伸びが低くなるため、形成加工で割れたりクラックが発生するという問題が起きるので、上限を 0.29 % とする。

30

【0032】

Si 含有量は 0.001 ~ 2.5 % の範囲とする。Si が 0.0001 % 未満であると鋼の酸素濃度アップによるブローホールが発生しやすくなる。一方、Si が 2.5 % を超えるとスケールの剥離性が低下し外観が低下する。

【0033】

Mn 含有量は 0.1 ~ 3.0 % の範囲とする。Mn 含有量が 0.1 % 未満であると鋼中の S による製造中あるいはプレス成形中の割れが発生しやすい。一方、Mn 含有量が 3.0 % を超えると、鋼板の伸びが低下するためにプレス成形性が低下する。ここでプレス成形性の代表的な評価法として、シワ押さえ付きの角筒成形を行った場合の割れ有無によって良否を評価した。即ち、板厚 2.2 mm の鋼板をシワ押さえをかけながらコーナー R が 5 mm の 100 mm 角筒によって 20 mm 高さまで成形した場合の割れ発生箇所有無によって良否を判定した。以下の成分元素について同様である。

40

【0034】

Al 含有量は 0.005 ~ 0.1 % の範囲とする。Al 含有量が 0.005 % 未満であると鋼中の N による伸び低下が発生する。一方、Al 含有量が 0.1 % を超えると、鋼板の伸びが低下するためにプレス成形性が低下する。

【0035】

N 含有量は 0.001 ~ 0.008 % の範囲とする。N 含有量が 0.001 % 未満であ

50

ると結晶粒の粗大化が起こりやすくなり伸びが低下する。一方、N含有量が0.008%を超えると、鋼板の伸びが低下するためにプレス成形性が低下する。

【0036】

Bは、本発明を特徴づける含有元素である。本発明ではB含有量を0.0002~0.0050%の範囲とする。B含有量を0.0002%以上とすることにより、必要な疲労特性を得るための鋼材の硬さを本発明のように低い値とすることが可能になる。また、焼入れ時の冷却を150 /秒以下の遅い冷却速度としても十分に硬さを確保することができる。Bを上記濃度以上に含有することにより、冷却速度は70 /秒まで遅くすることが可能であり、十分に良好な疲労特性を得ることができる。一方、B含有量が0.0050%を超えても疲労特性は特に改善せず、効果が飽和する。一方添加コストも高くなるので、B含有量上限を0.0050%とする。

10

【0037】

Pは不純物元素であり、P含有量が0.09%を超えると鋼板の伸びが低下するためにプレス成形性が低下するので、上限を0.09%とする。

【0038】

Sは不純物元素であり、S含有量が0.015%を超えると鋼板の伸びが低下するためにプレス成形性が低下するので、上限を0.015%とする。

【0039】

本発明はさらに、Cr、Ti、Mo、V、Ni、Cuの1種又は2種以上を、合計で0.05~0.5%含有することとしてもよい。Cr、Ni、Cuは母材の耐食性向上のために必要に応じて添加する。その機能発揮のためには0.05%以上は必要である。一方、0.5%を超えると鋼の伸び低下をおこす。Ti、Mo、Vは焼入れ性向上および結晶粒を微細化し鋼板の伸びフランジ性向上のために必要に応じて添加する。その機能発揮のためには0.05%以上は必要である。一方、0.5%を超えると鋼の伸び低下をおこす。

20

【0040】

次に、本発明のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法について説明する。

【0041】

まず、鋼材のB含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材表面がメッキ層で被覆されていない本発明のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法について説明する。

30

【0042】

本発明において、まず鋼材をプレス成形し、その後に焼入れを行う。焼入れにおいて、鋼材を840 以上970 以下の温度域に15秒以上6分以下の時間加熱し、70 /秒以上150 /秒以下の冷速で400 以下まで冷却する。

【0043】

焼入れ加熱温度の好適範囲について説明する。

【0044】

表1に示す成分を含有する3種類の鋼板のうち、表面がメッキ層で被覆されていない鋼板A、Cを準備し、それぞれを800~1050 に加熱し、6分間保持し、その後70 /秒の冷却速度で300 まで冷却し、さらに室温まで放冷した。その後、鋼板の板厚方向の硬さについて、鋼材の中心部硬さと表面40 μm深さにおけるビッカース硬さを測定した。結果を図2に示す。焼入れ加熱温度が840~1000 の範囲であれば、鋼板板厚中心部のビッカース硬さを350以上の良好な値に保持することができる。一方、表面40 μm深さにおけるビッカース硬さは、焼入れ加熱温度が840~970 の範囲において300以上の良好な値に保持することができた。

40

【0045】

即ち、焼入れにおいて、鋼材を840 以上970 以下の温度域に加熱すると好ましい。970 を超える加熱温度を採用した場合、加熱中における鋼板表面付近の炭素外方拡散が進行し、表面付近の硬さ低下が激しくなるため、表面40 μm深さにおける硬さを300以上に保持することができなくなる。

50

【0046】

本発明は上記温度での保持時間を15秒以上6分以下とする。15秒以上とするのは、これによって鋼材を均一に加熱するためである。一方6分以下とするのは、6分以下であれば加熱中の鋼板表面付近の炭素外方拡散を抑制し、表面付近の硬さ低下が抑制されるため、表面40 μ m深さにおける硬さを300以上に保持することができるからである。

【0047】

本発明は、上記加熱保持後に70 /秒以上150 /秒以下の冷速で400 以下まで冷却する。

【0048】

本発明のプレス成形焼入れ鋼材の製品形状については、自動車用部品を製造するに当たって、製品と設計図とのサイズ違いが大きくなると使用できなくなる場合がある。例えば自動車の足まわりに適用する部品においては、スポット溶接あるいはアーク溶接によって他の部材と接合され使用されるため、最大ゆがみが0.5mm以上となると溶接が困難になる場合が多い。このことから、最大ゆがみが0.5mm以下であるかそれを超えるかで形状保持性を判断することとした。

【0049】

2.2mmの板厚で製造された底辺が150mm \times 150mm、角筒部が100mm \times 100mm、高さ20mmの角筒を準備し、焼入れ時の冷却速度を60~600 /秒で変化させたときの形状の最大ゆがみ量を測定したところ、図3に示す結果を得ることができた。即ち、冷却速度が150 /秒以下であれば、最大ゆがみ量が0.5mm以下であって変形が許容範囲内にはいることがわかった。

【0050】

本発明の鋼板はB含有量が0.0002~0.0050質量%である。Bを含有しているため焼入れ時の冷却を150 /秒以下の遅い冷却速度としても十分に硬さを確保することができる。Bを上記濃度以上に含有することにより、冷却速度は70 /秒まで遅くしても硬さを確保することができる。その結果、十分に良好な疲労特性を得ることができる。一方、冷却速度が150 /秒以下であるため、冷却時における鋼材の変形を防止することができる。

【0051】

焼入れのための冷却方法としては、水スプレー冷却を用いると好ましい。水スプレー冷却を採用することにより、鋼材を均一に冷却することができ、焼入れ時の鋼材の変形が小さく、ゆがみが少ない鋼材を製造することが可能となる。

【0052】

次に、鋼材のB含有量が0.0002~0.0050質量%であり、鋼材表面がメッキ層で被覆されている本発明のプレス成形焼入れ鋼材の製造方法について説明する。

【0053】

表面がメッキ層で被覆されているため、鋼材表面付近の脱炭が抑制され、結果として表面付近の硬さ低下が抑制される。従って、鋼材表面がメッキ層で被覆されていない上記本発明の場合と比較し、焼入れ時の加熱温度上限を1000 まで上げて、鋼板中心部及び表面40 μ mの硬さをそれぞれ所定の硬さに保持することができる。また、加熱保持時間上限を10分まで上げて、鋼板中心部及び表面40 μ mの硬さをそれぞれ所定の硬さに保持することができる。

【0054】

加熱後の冷却速度の好適範囲については、表面がメッキ層で被覆されていない上記発明と同様である。

【実施例1】

【0055】

表2に示す成分の鋼D、E、Fを用い、表3に示すように表面Znメッキ有無の鋼板を製造し、表3の条件で焼入れを行った上で、鋼板表面からの距離とビッカース硬さとの関係を調査し、併せて疲労特性の評価を行った。疲労特性の評価は、繰り返し平面曲げ試験

10

20

30

40

50

に対して550MPaの繰り返し荷重を与え、疲労破断回数が100万回を超えるか否かによって疲労特性の良否を判定した。疲労特性の評価結果を表3に示し、板厚表面からの距離とビッカース硬さの関係を図4に示す。図4(a)は本発明例1~3、図4(b)は比較例1~3を表している。

【0056】

【表2】

		鋼板成分(mass%)														
		C	Si	Mn	P	S	AL	N	B	Cr	Ti	Mo	V	Ni	Cu	Nb
本発明	D	0.21	0.11	1.3	0.007	0.004	0.032	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-
本発明	E	0.18	0.05	1.4	0.006	0.003	0.035	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-
比較例	F	<u>0.12</u>	0.02	1.2	0.006	0.004	0.028	0.0031	0.0005	-	-	-	-	-	-	-

10

【0057】

【表3】

	成分	表面Znメッキ	加熱温度(°C)	加熱時間(sec)	冷却速度(°C/s)	冷却終了温度(°C)	疲労特性
本発明例1	D	無し	890	360	70	室温	良好
本発明例2	E	無し	890	360	70	室温	良好
本発明例3	E	有り	890	360	70	室温	良好
比較例1	E	無し	890	360	<u>50</u>	室温	悪い
比較例2	E	無し	890	<u>900</u>	70	室温	悪い
比較例3	F	無し	890	360	70	室温	悪い

20

*下線部は特許範囲から外れている

【0058】

本発明例1は成分Dの鋼を用い、本発明例3は成分Eの鋼を用い、いずれも本発明の製造条件範囲内において焼入れを行った。板厚中心部、表面から40μm位置のいずれの硬さも、本発明の範囲に入っている。

30

【0059】

本発明例2は、表面がZnメッキ層で被覆されており、板厚表面付近での硬さの降下が全く見られなかった。そのため、板厚中心部、表面から40μm位置のいずれの硬さも、本発明の範囲に入っている。

【0060】

比較例1は焼入れ時の冷却速度が本発明の下限を外れており、板厚中心部、表面から40μm位置のいずれの硬さも、本発明の範囲から下限を外れている。

40

【0061】

比較例2は焼入れ時の高温保持時間が本発明範囲よりも長く、そのため表面付近での硬さの降下が大きくなり、表面から40μm位置での硬さが不足することとなった。

【0062】

比較例3は成分Fの鋼を用いているためにC含有量が低く、結果として板厚中心部、表面から40μm位置のいずれの硬さも、本発明の範囲から下限を外れている。

【0063】

本発明例1~3のいずれも、疲労特性は良好であったが、比較例1~3はいずれも、疲労特性が目標に達しなかった。

【実施例2】

50

【 0 0 6 4 】

表 4 に示す No . 1 ~ 3 6 の成分を有する鋼板を準備し、No . 2、2 7 については表面を Zn メッキで被覆した。各鋼板についてプレス成形を行った後、表 4 に示す条件で焼入れを行った。表面 4 0 μ m 深さ及び板厚中心部におけるビッカース硬さを測定し、結果を表 4 に記載した。

【 0 0 6 5 】

疲労特性については、繰り返し曲げ疲労試験において表面部の最大応力を 5 5 0 M P a とし、疲労破壊までの回数を計測した。疲労破壊までの回数が 1 0 0 万回以上を良好とした。結果を表 4 に示す。

【 0 0 6 6 】

プレス成形性については、板厚 2 . 2 m m の鋼板をシワ押さえをかけながらコーナー R が 5 m m の 1 0 0 m m 角筒によって 2 0 m m 高さまで成形した場合の割れ発生箇所有無を調査した。割れ発生なしを良好、割れ発生ありを不良として表 4 に記載した。

【 0 0 6 7 】

プレス成形焼入れ鋼材の製品形状については、2 . 2 m m の板厚で製造された底辺が 1 5 0 m m × 1 5 0 m m , 角筒部が 1 0 0 m m × 1 0 0 m m 高さ 2 0 m m の角筒にこの熱処理条件を与えた場合の初期形状に対する最大ゆがみ量 (m m) を測定した。最大ゆがみ量が 0 . 5 m m 以下を良好とし、表 4 に最大ゆがみ量 (m m) 及び評価結果を記載した。

【 0 0 6 8 】

【表 4】

No.	成分 mass%											焼入れ				ヒッカース硬さ		疲労特性*1)	疲労破壊までの回数*1)	プレス成形性*2)	形状*3)	形状*3)					
	C	Si	Mn	P	S	AL	N	B	Cr	Ti	Mo	V	Ni	Cu	Nb	表面Znメッキ	加熱温度(°C)						加熱時間(sec)	冷却速度(°C/s)	冷却終了温度(°C)	表面40μm部硬さ	内部硬さ
本発明 1	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	840	200	70	室温	379	395	良好	1632500	良	0.19	良
本発明 2	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0033	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	有り	870	360	70	室温	381	392	良好	1892400	良	0.18	良
本発明 3	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0031	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	970	15	70	400	378	391	良好	1545400	良	0.17	良
本発明 4	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	15	70	室温	376	393	良好	1658900	良	0.16	良
本発明 5	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	377	394	良好	1671200	良	0.15	良
本発明 6	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0037	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	382	392	良好	1636600	良	0.18	良
本発明 7	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0038	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	383	394	良好	1654000	良	0.19	良
本発明 8	0.15	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	375	351	良好	1616100	良	0.15	良
本発明 9	0.29	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0033	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	375	396	良好	1712600	良	0.15	良
本発明 10	0.2	0.001	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	376	397	良好	1674100	良	0.18	良
本発明 11	0.2	2.5	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0034	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	374	397	良好	1636900	良	0.19	良
本発明 12	0.2	0.12	0.1	0.006	0.003	0.036	0.0033	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	378	394	良好	1647800	良	0.15	良
本発明 13	0.2	0.12	3	0.006	0.003	0.036	0.0033	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	382	396	良好	1696500	良	0.2	良
本発明 14	0.2	0.12	1.4	0.09	0.003	0.036	0.0032	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	381	393	良好	1662300	良	0.19	良
本発明 15	0.2	0.12	1.4	0.006	0.015	0.036	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	378	396	良好	1677800	良	0.2	良
本発明 16	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	379	393	良好	1667900	良	0.2	良
本発明 17	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	381	398	良好	1661000	良	0.18	良
本発明 18	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.001	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	377	394	良好	1645600	良	0.18	良
本発明 19	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0036	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	376	397	良好	1655100	良	0.18	良
本発明 20	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	375	396	良好	1641900	良	0.19	良
本発明 21	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0002	0.3	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	380	395	良好	1663900	良	0.2	良
本発明 22	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0005	0.2	0.1	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	377	396	良好	1666400	良	0.18	良
本発明 23	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0034	0.0005	-	0.05	0.1	0.03	0.1	0.04	0.05	無し	870	360	70	室温	381	398	良好	1653800	良	0.17	良
本発明 24	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0033	0.0005	0.2	0.05	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	376	397	良好	1656100	良	0.17	良
本発明 25	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	0.2	0.05	0.05	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	377	393	良好	1652800	良	0.16	良
本発明 26	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	150	室温	375	396	良好	1674100	良	0.21	良
本発明 27	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0032	0.0005	0.2	0.05	0.05	-	-	-	-	有り	870	360	70	室温	392	392	良好	1985100	良	0.18	良
比較例 28	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0037	0	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	347	383	不良	882200	良	0.18	良
比較例 29	0.11	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	室温	274	289	不良	365200	良	0.19	良
比較例 30	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	800	360	70	室温	280	313	不良	405100	良	0.17	良
比較例 31	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0036	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	960	70	室温	260	395	不良	421500	良	0.16	良
比較例 32	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0031	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	30	室温	281	333	不良	365700	良	0.16	良
比較例 33	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0037	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	250	室温	265	393	良好	1665800	良	1.2	不良
比較例 34	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0031	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	600	室温	382	397	良好	1653800	良	1.8	不良
比較例 35	0.2	0.12	1.4	0.006	0.003	0.036	0.0035	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	無し	870	360	70	550	201	266	不良	296500	良	0.2	良

*1)疲労破壊までの回数:繰り返し曲げ疲労試験において、表面部の最大応力が550MPaとした場合

*2)プレス成形性:板厚2.2mmの鋼板をシフ押さえをかけた角部Rが5mmの100mm角筒によって20mm高さまで成形した場合の割れ発生箇所を調査した

*3)形状:この成分を持つ2.2mmの板厚で製造された底辺が150mm×150mm、角筒部が100mm×100mm高さ20mmの角筒に与えた場合の初期形状に対する最大ゆがみ量(mm)

No.30はプレス成形で割れたため、熱処理での形状保持性の評価は行っていない

本発明 N o . 1 ~ 2 7 については、いずれも鋼成分、焼入れ熱処理条件いずれも本発明範囲内にあり、ビッカース硬さ、疲労特性、プレス成形性、製品形状のいずれも良好な結果を得ることができた。なお、本発明 N o . 2、27 は表面メッキ被覆有りの場合である。

【0070】

比較例 N o . 28 は B を含有しておらず、そのため板厚中心部の硬さと表面から 40 μ m の硬さは本発明範囲内に入っているものの、疲労特性が不良であった。比較例 N o . 28 は C 濃度が低く、比較例 N o . 30 は焼入れ温度が低く、いずれも硬さが不足して疲労特性が不良であった。比較例 N o . 31 は焼入れ加熱時間が本発明範囲よりも長く、表面から 40 μ m の硬さが不足し、疲労特性が不良であった。比較例 N o . 32 は冷却速度が遅すぎ、硬さが不足して疲労特性が不良であった。比較例 N o . 33 は油焼入れ、N o . 34 は水焼入れである。いずれも冷却速度が速すぎ、製品形状のゆがみが大きく不良であった。なお、N o . 33、34 以外はすべて水スプレーによる冷却である。水スプレーによる 70 ~ 150 / 秒の冷速を与えることによって製品の形状を良好に保つことができた。比較例 N o . 35 は冷却終了温度が高すぎ、硬さが不足して疲労特性が不良であった。

10

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】鋼材の中心部硬さと表面 40 μ m 深さにおけるビッカース硬さと、疲労試験での疲労破断回数との関係を示す図である。

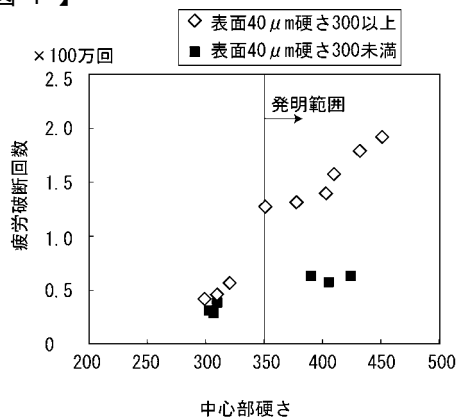
20

【図2】焼入れ前の加熱温度と鋼材の硬さとの関係を示す図である。

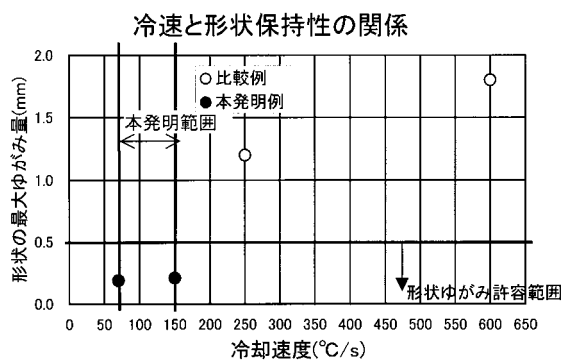
【図3】焼入れ時の冷却速度とプレス成型品の形状の最大ゆがみ量との関係を示す図である。

【図4】板厚表面からの距離による硬さ分布を示す図であり、(a) は本発明例、(b) は比較例を示す図である。

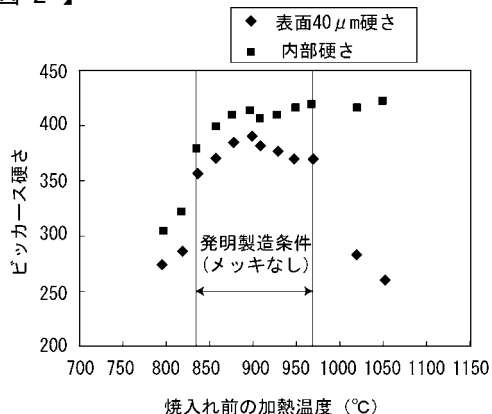
【図1】



【図3】

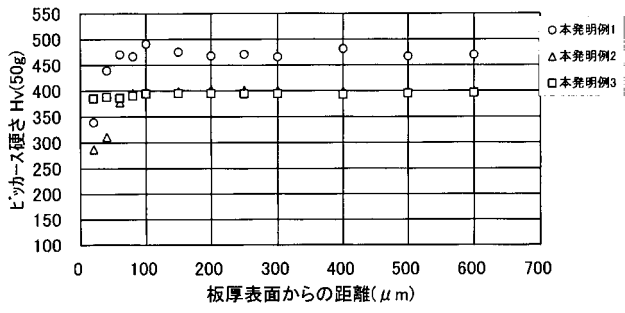


【図2】

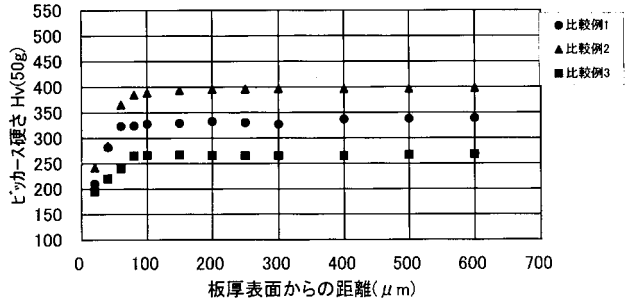


【 図 4 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
C 2 2 C 38/06	C 2 2 C 38/06	
C 2 2 C 38/58	C 2 2 C 38/58	
C 2 3 C 30/00	C 2 3 C 30/00	B

(72)発明者 金井 則之
大分市大字西ノ州1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内

(72)発明者 中村 英幸
東海市東海町5 - 3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内

Fターム(参考) 4K042 AA25 BA01 BA04 BA05 CA02 CA05 CA06 CA08 CA09 CA10
CA12 CA13 DA01 DC02 DC03 DD04 DE05 DE06
4K044 AA02 AB02 BA10 BC02 CA11 CA18 CA62