

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7682145号
(P7682145)

(45)発行日 令和7年5月23日(2025.5.23)

(24)登録日 令和7年5月15日(2025.5.15)

(51)国際特許分類		F I	
C 2 2 C	38/00 (2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 0 1 Z
C 2 2 C	38/54 (2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 0 1 S
C 2 1 D	1/18 (2006.01)	C 2 2 C	38/00 3 0 1 T
C 2 1 D	9/00 (2006.01)	C 2 2 C	38/54
C 2 1 D	9/46 (2006.01)	C 2 1 D	1/18 C
請求項の数 7 (全33頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-500466(P2022-500466)	(73)特許権者	000006655
(86)(22)出願日	令和3年2月12日(2021.2.12)		日本製鉄株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/005226		東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(87)国際公開番号	WO2021/162084	(74)代理人	100149548
(87)国際公開日	令和3年8月19日(2021.8.19)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	令和4年7月15日(2022.7.15)	(74)代理人	100140774
審判番号	不服2024-1784(P2024-1784/J1)		弁理士 大浪 一徳
審判請求日	令和6年2月1日(2024.2.1)	(74)代理人	100134359
(31)優先権主張番号	特願2020-22634(P2020-22634)		弁理士 勝俣 智夫
(32)優先日	令和2年2月13日(2020.2.13)	(74)代理人	100188592
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 山口 洋
	日本国(JP)	(74)代理人	100217249
(31)優先権主張番号	特願2020-22635(P2020-22635)		弁理士 堀田 耕一郎
(32)優先日	令和2年2月13日(2020.2.13)	(74)代理人	100221279
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士 山口 健吾
最終頁に続く		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 ホットスタンプ成形品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼板を備えるホットスタンプ成形品であって、
前記鋼板の全部または一部の、引張強さが2300MPa以上であり、
前記引張強さが2300MPa以上である部分において、
質量%で、
C：0.40%超、0.60%以下、
Si：2.00%未満、
Mn：0.01%以上、0.50%未満、
P：0.200%以下、
S：0.0200%以下、
sol.Al：0.001%以上、0.500%未満、
N：0.0200%以下、
Mo：0.01%以上、0.35%未満、
B：0.0002～0.0200%、
Ti：0～0.200%、
Nb：0～0.200%、
V：0～0.200%、
Zr：0～0.200%、
Cr：0%以上、0.50%未満、

W : 0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、
 C u : 0 ~ 2 . 0 0 %、
 N i : 0 ~ 2 . 0 0 %、
 C a : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、
 M g : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、
 R E M : 0 ~ 0 . 1 0 0 0 %、
 B i : 0 ~ 0 . 0 5 0 0 %、
 残部 : F e および不純物、

である化学組成を有し、

前記鋼板の表面から板厚の 1 / 4 の深さ位置において、

金属組織が、体積%で、9 0 . 0 % 超のマルテンサイトを含み、

板厚方向に 0 . 3 m m かつ前記板厚方向と直交する方向に 0 . 6 m m の領域における
 ビッカース硬さの平均値が 6 7 0 以上であり、前記領域における前記ビッカース硬さの標
 準偏差が 2 0 以下である、

ホットスタンプ成形品。

【請求項 2】

前記引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分において、

降伏比が 0 . 6 5 以上である、

請求項 1 に記載のホットスタンプ成形品。

【請求項 3】

鋼板と、前記鋼板の表面に形成されためっき層と、を備え、

前記鋼板の全部または一部の、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上であり、

前記引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分において、

質量%で、

C : 0 . 4 0 % 超、0 . 6 0 % 以下、

S i : 2 . 0 0 % 未満、

M n : 0 . 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満、

P : 0 . 2 0 0 % 以下、

S : 0 . 0 2 0 0 % 以下、

s o l . A l : 0 . 0 0 1 % 以上、0 . 5 0 0 % 未満、

N : 0 . 0 2 0 0 % 以下、

M o : 0 . 0 1 % 以上、0 . 3 5 % 未満、

B : 0 . 0 0 0 2 ~ 0 . 0 2 0 0 %、

T i : 0 ~ 0 . 2 0 0 %、

N b : 0 ~ 0 . 2 0 0 %、

V : 0 ~ 0 . 2 0 0 %、

Z r : 0 ~ 0 . 2 0 0 %、

C r : 0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、

W : 0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、

C u : 0 ~ 2 . 0 0 %、

N i : 0 ~ 2 . 0 0 %、

C a : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、

M g : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、

R E M : 0 ~ 0 . 1 0 0 0 %、

B i : 0 ~ 0 . 0 5 0 0 %、

残部 : F e および不純物、

である化学組成を有し、

前記鋼板と前記めっき層との境界から前記鋼板の板厚の 1 / 4 の深さ位置において、

金属組織が、体積%で、9 0 . 0 % 超のマルテンサイトを含み、

板厚方向に 0 . 3 m m かつ前記板厚方向と直交する方向に 0 . 6 m m の領域における

10

20

30

40

50

ビッカース硬さの平均値が 670 以上であり、前記領域における前記ビッカース硬さの標準偏差が 20 以下であり、

降伏比が 0.65 以上である、
ホットスタンプ成形品。

【請求項 4】

前記化学組成が、質量%で、

Ti: 0.001 ~ 0.200 %、

Nb: 0.001 ~ 0.200 %、

V: 0.001 ~ 0.200 %、および、

Zr: 0.001 ~ 0.200 %、

から選択される 1 種以上を含有する、

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のホットスタンプ成形品。

10

【請求項 5】

前記化学組成が、質量%で、

Cr: 0.001 % 以上、0.50 % 未満、

W: 0.001 % 以上、0.50 % 未満、

Cu: 0.001 ~ 2.00 %、および、

Ni: 0.001 ~ 2.00 %、

から選択される 1 種以上を含有する、

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載のホットスタンプ成形品。

20

【請求項 6】

前記化学組成が、質量%で、

Ca: 0.0001 ~ 0.0100 %、

Mg: 0.0001 ~ 0.0100 %、および、

REM: 0.0001 ~ 0.1000 %、

から選択される 1 種以上を含有する、

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載のホットスタンプ成形品。

【請求項 7】

前記化学組成が、質量%で、

Bi: 0.0001 ~ 0.0500 %、

を含有する、

請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載のホットスタンプ成形品。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホットスタンプ成形品に関する。

本願は、2020 年 02 月 13 日に、日本に出願された特願 2020 - 022634 号及び特願 2020 - 022635 号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

産業技術分野が高度に分業化した今日、各技術分野において用いられる材料には、特殊かつ高度な性能が要求されている。例えば自動車用鋼板に関しては、地球環境への配慮から、車体軽量化による燃費の向上のために、高い強度が求められている。高強度鋼板を自動車の車体に適用した場合、鋼板の板厚を薄くして車体を軽量化しながら、所望の強度を車体に付与することができる。

40

【0003】

しかしながら、自動車の車体部材を形成する工程であるプレス成形においては、使用される鋼板の厚さが薄いほど割れおよびしわが発生しやすくなる。そのため、自動車用鋼板には、優れたプレス成形性も必要とされる。

【0004】

50

プレス成形性の確保と鋼板の高強度化とは相反する要素であるので、これらの特性を同時に満足させることは困難である。また、高強度鋼板をプレス成形すると、部材を金型から取り出した際にスプリングバックにより部材の形状が大きく変化するので、部材の寸法精度を確保することが困難となる。このように、プレス成形により高強度の車体部材を製造することは容易ではない。

【 0 0 0 5 】

これまでに、超高強度の車体部材を製造する方法として、例えば、特許文献 1 に開示されているように、加熱した鋼板を低温のプレス金型を用いてプレス成形する技術が提案されている。この技術はホットスタンプまたは熱間プレス等と呼ばれており、高温に加熱され軟質な状態の鋼板をプレス成形するので、複雑な形状の部材を高い寸法精度で製造することができる。また、金型との接触により鋼板が急冷されるので、焼入れにより、プレス成形と同時に強度を大幅に高めることが可能となる。例えば特許文献 1 には、引張強さが 5 0 0 ~ 6 0 0 M P a である鋼板をホットスタンプすることで、引張強さが 1 4 0 0 M P a 以上である部材が得られることが記載されている。

10

【 0 0 0 6 】

さらに強度の高いホットスタンプ部材を製造する技術として、特許文献 2 には引張強さが 1 7 7 0 ~ 1 9 4 0 M P a のホットスタンプ部材とその製造方法が開示されており、特許文献 3 には引張強さが 1 9 6 0 ~ 2 1 3 0 M P a のホットスタンプ部材とその製造方法が開示されている。特許文献 2 および特許文献 3 に記載される方法では、ホットスタンプ用鋼板をフェライトとオーステナイトとの二相域に加熱した後にホットスタンプを行い、ホットスタンプ部材の金属組織を平均粒径が 7 μ m 以下であるフェライトとマルテンサイトとの複合組織にすることで、部材を構成する鋼板の延性を高めている。

20

【 0 0 0 7 】

特許文献 4 には、靱性に優れた引張強さが 1 8 0 0 M P a 以上であるホットスタンプ部材を製造する技術が開示されている。特許文献 4 に記載される方法では、ホットスタンプ用鋼板をオーステナイトの低温域に加熱した後にホットスタンプし、M s 点以下の温度範囲を比較的緩やかに冷却することで、旧オーステナイト粒径が 1 0 μ m 以下である焼戻しマルテンサイトからなる金属組織を形成し、部材の靱性を高めている。特許文献 4 に開示されている技術は、低温衝撃試験においても割れが発生することのない 1 8 0 0 M P a 級のホットスタンプ部材を得ることができる点で優れている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 8 】

【文献】日本国特開 2 0 0 2 - 1 0 2 9 8 0 号公報

【文献】日本国特開 2 0 1 0 - 6 5 2 9 4 号公報

【文献】日本国特開 2 0 1 0 - 6 5 2 9 5 号公報

【文献】日本国特開 2 0 0 6 - 1 5 2 4 2 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

40

しかしながら、本発明者らの検討によると、特許文献 2、3 に記載されるようなフェライトとマルテンサイトとの複合組織からなるホットスタンプ部材では、衝突時に部材が変形する際、変形の初期にフェライトを起点とする割れが発生する場合があります、特に部材の引張強さが 2 3 0 0 M P a を超えると、車体の衝突安全性を確保することが困難となることから分かった。

また、特許文献 4 では、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部材に関しては何ら記載がない。本発明者らの検討によれば、特許文献 4 に記載されるような焼戻しマルテンサイト単相組織からなるホットスタンプ部材であっても、引張強さを 2 3 0 0 M P a 以上にまで高めると、特に鋼板のホットスタンプ時の成形温度が低い場合において、部材内部に局所的な硬さの変動が生じ、近年の耐衝突性への高い要求には十分に答えられないことが分

50

かった。また、このような、局所的な硬さの変動は、特にホットスタンプの素材鋼板がめっき鋼板である場合に大きいことが分かった。

【 0 0 1 0 】

上述のように、ホットスタンプによって引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上の部材、特に、耐衝突性に優れた引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上のホットスタンプ部材（成形品）を製造することは、従来技術においては困難であった。

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記の課題を解決し、耐衝突性に優れる、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分を有するホットスタンプ成形品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】

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、下記のホットスタンプ成形品を要旨とする。

【 0 0 1 3 】

（ 1 ）本発明の一態様に係るホットスタンプ成形品は、鋼板を備えるホットスタンプ成形品であって、前記鋼板の全部または一部の、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上であり、前記引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分において、質量％で、C：0 . 4 0 % 超、0 . 6 0 % 以下、S i：2 . 0 0 % 未満、M n：0 . 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満、P：0 . 2 0 0 % 以下、S：0 . 0 2 0 0 % 以下、s o l . A l：0 . 0 0 1 % 以上、0 . 5 0 0 % 未満、N：0 . 0 2 0 0 % 以下、M o：0 . 0 1 % 以上、0 . 3 5 % 未満、B：0 . 0 0 0 2 ~ 0 . 0 2 0 0 %、T i：0 ~ 0 . 2 0 0 %、N b：0 ~ 0 . 2 0 0 %、V：0 ~ 0 . 2 0 0 %、Z r：0 ~ 0 . 2 0 0 %、C r：0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、W：0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、C u：0 ~ 2 . 0 0 %、N i：0 ~ 2 . 0 0 %、C a：0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、M g：0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、R E M：0 ~ 0 . 1 0 0 0 %、B i：0 ~ 0 . 0 5 0 0 %、残部：F e および不純物、である化学組成を有し、前記鋼板の表面から板厚の 1 / 4 の深さ位置において、金属組織が、体積％で、9 0 . 0 % 超のマルテンサイトを含み、板厚方向に 0 . 3 m m かつ前記板厚方向と直交する方向に 0 . 6 m m の領域におけるピッカース硬さの平均値が 6 7 0 以上であり、前記領域における前記ピッカース硬さの標準偏差が 2 0 以下である。

（ 2 ）上記（ 1 ）に記載のホットスタンプ成形品では、前記引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分において、降伏比が 0 . 6 5 以上であってもよい。

（ 3 ）本発明の別の態様に係るホットスタンプ成形品は、鋼板と、前記鋼板の表面に形成されためっき層と、を備え、前記鋼板の全部または一部の、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上であり、前記引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分において、質量％で、C：0 . 4 0 % 超、0 . 6 0 % 以下、S i：2 . 0 0 % 未満、M n：0 . 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満、P：0 . 2 0 0 % 以下、S：0 . 0 2 0 0 % 以下、s o l . A l：0 . 0 0 1 % 以上、0 . 5 0 0 % 未満、N：0 . 0 2 0 0 % 以下、M o：0 . 0 1 % 以上、0 . 3 5 % 未満、B：0 . 0 0 0 2 ~ 0 . 0 2 0 0 %、T i：0 ~ 0 . 2 0 0 %、N b：0 ~ 0 . 2 0 0 %、V：0 ~ 0 . 2 0 0 %、Z r：0 ~ 0 . 2 0 0 %、C r：0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、W：0 % 以上、0 . 5 0 % 未満、C u：0 ~ 2 . 0 0 %、N i：0 ~ 2 . 0 0 %、C a：0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、M g：0 ~ 0 . 0 1 0 0 %、R E M：0 ~ 0 . 1 0 0 0 %、B i：0 ~ 0 . 0 5 0 0 %、残部：F e および不純物、である化学組成を有し、前記鋼板と前記めっき層との境界から前記鋼板の板厚の 1 / 4 の深さ位置において、金属組織が、体積％で、9 0 . 0 % 超のマルテンサイトを含み、板厚方向に 0 . 3 m m かつ前記板厚方向と直交する方向に 0 . 6 m m の領域におけるピッカース硬さの平均値が 6 7 0 以上であり、前記領域における前記ピッカース硬さの標準偏差が 2 0 以下であり、降伏比が 0 . 6 5 以上である。

（ 4 ）上記（ 1 ）～（ 3 ）のいずれかに記載のホットスタンプ成形品は、前記化学組成が、質量％で、T i：0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 %、N b：0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 %、V：0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 %、および、Z r：0 . 0 0 1 ~ 0 . 2 0 0 %、から選択され

10

20

30

40

50

る 1 種以上を含有してもよい。

(5) 上記 (1) ~ (4) のいずれかに記載のホットスタンプ成形品は、前記化学組成が、質量%で、C r : 0 . 0 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満、W : 0 . 0 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満、C u : 0 . 0 0 1 ~ 2 . 0 0 %、および、N i : 0 . 0 0 1 ~ 2 . 0 0 %、から選択される 1 種以上を含有してもよい。

(6) 上記 (1) ~ (5) のいずれかに記載のホットスタンプ成形品は、前記化学組成が、質量%で、C a : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 1 0 0 %、M g : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 1 0 0 %、および、R E M : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 1 0 0 0 %、から選択される 1 種以上を含有してもよい。

(7) 上記 (1) ~ (6) のいずれかに記載のホットスタンプ成形品は、前記化学組成が、質量%で、B i : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 5 0 0 %、を含有してもよい。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明の上記態様によれば、耐衝突性に優れる、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上である部分を有するホットスタンプ成形品を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】ホットスタンプ成形品の硬さ測定位置を示す模式図である。

【図 2】ホットスタンプ成形品の形状の例を示す模式図である。

【図 3】3 点曲げ試験体の形状を示す模式図である。

20

【図 4】3 点曲げ試験における試験機および試験体の配置を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

本発明者らは、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上であるホットスタンプ成形品について、衝突による変形時に割れの発生を抑制する方法を鋭意検討した。その結果、以下の知見を得た。

【 0 0 1 7 】

(A) 引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上のホットスタンプ成形品では、局所的な硬さの変動が大きい。

この理由は明らかではないが、(a) ホットスタンプ後に引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上となるようなホットスタンプ前の素材 (ホットスタンプ用鋼板) では、局所的な M n や M o の濃度ムラが強いこと、(b) M n や M o の濃度が低い部分は、ホットスタンプ用鋼板においてフェライト分率が高い金属組織を呈し、この部分ではホットスタンプ用鋼板を加熱する過程でオーステナイトが粗大化し、ホットスタンプ後の成形品において、硬さが低くなりやすいこと、(c) 一方で、M n や M o の濃度が高い部分は、ホットスタンプ用鋼板においてパーライト分率が高い金属組織を呈し、この部分ではホットスタンプ用鋼板を加熱する過程でオーステナイトが微細化し、ホットスタンプ後の成形品において、硬さが高くなりやすいこと、に起因すると推定される。

30

【 0 0 1 8 】

(B) ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動が大きくなるほど、成形品が変形する際、変形初期に割れが発生しやすくなる。これは、硬さの低い部分に応力が集中するためと考えられる。

40

【 0 0 1 9 】

(C) 表面にめっき層を有するホットスタンプ成形品では、めっき層を有しない場合に比べて局所的な硬さの変動が大きくなりやすい。この理由は明らかではないが、(a) 硬さの変動は、ホットスタンプ用鋼板に蓄積されているひずみエネルギーが高いほど小さくなること、(b) 焼鈍工程を経て製造されるめっき鋼板では、冷間圧延時に蓄積されたひずみエネルギーが焼鈍時に解放されること、に起因すると推定される。

【 0 0 2 0 】

(D) ホットスタンプ用鋼板として、冷間圧延する工程を経た後、焼鈍を施すことなく

50

製造した鋼板（冷延まま鋼板またはフルハードとも呼ぶ）を用いることにより、成形品が変形する際の割れの発生が抑制される。

この理由は明らかではないが、（a）冷延まま鋼板では、冷間圧延時の加工ひずみが蓄積されているため、ホットスタンプ用鋼板を加熱する過程でオーステナイトが微細化し、ホットスタンプ成形品の硬さが上昇すること、（b）この効果はMnやMoの濃度が低い部分において強く、冷延まま鋼板を用いることにより、ホットスタンプ成形品において局所的な硬さの変動が小さくなること、に起因すると推定される。

【0021】

（E）ホットスタンプを行う工程において、ホットスタンプを開始する温度（成形開始温度）を高めると、成形品が変形する際の割れの発生が抑制される。

10

この理由は明らかではないが、（a）ホットスタンプ用鋼板において、MnやMoの濃度が高い部分ほど、ホットスタンプ時にオーステナイトにひずみが蓄積しやすく、ホットスタンプ成形品において、硬さが高くなること、（b）高温でホットスタンプを行うと、オーステナイトへのひずみの蓄積が抑制され、ホットスタンプ成形品の硬さが低くなるが、この効果はMnやMoの濃度が低い部分よりもMnやMoの濃度が高い部分で大きいので、高温でホットスタンプすることにより、ホットスタンプ成形品において局所的な硬さの変動が小さくなること、に起因すると推定される。

【0022】

（F）ホットスタンプ後に、ホットスタンプ成形品に低温で再加熱処理を施すと、成形品が変形する際の割れの発生が抑制される。

20

この理由は明らかではないが、（a）再加熱により、マルテンサイト中に固溶状態で存在する炭素の量が減少し、ホットスタンプ成形品の硬さが低下すること、（b）この効果は、MnやMoの濃度が高い部分において強く、再加熱処理を行うことにより、ホットスタンプ成形品において局所的な硬さの変動が小さくなること、に起因すると推定される。

【0023】

以上（A）～（F）の知見から、本発明者らは、素材鋼板として冷延まま鋼板を用い、冷延まま鋼板を加熱した後、高温でホットスタンプを開始することにより、引張強さが2300MPa以上であり、局所的な硬さの変動が小さく、耐衝突性に優れたホットスタンプ成形品を製造できることを見出した。

または、素材鋼板としてめっき鋼板を用いた場合でも、めっき鋼板を加熱した後、高温でホットスタンプを開始し、かつホットスタンプ後に低温で再加熱処理を施すことで、引張強さが2300MPa以上であり、局所的な硬さの変動が小さく、耐衝突性に優れた、表面にめっき層を有するホットスタンプ成形品を製造できることを見出した。

30

以下、本発明の一実施形態に係るホットスタンプ成形品（本実施形態に係るホットスタンプ成形品）およびその製造方法の各要件について詳しく説明する。

【0024】

<ホットスタンプ成形品が備える鋼板の化学組成>

本実施形態に係るホットスタンプ成形品が備える鋼板の全部または一部は、以下に示す化学組成を有する（ホットスタンプ成形品が鋼板からなる場合には、ホットスタンプ成形品の全部または一部が以下に示す化学組成を有すると言える）。各元素の限定理由は下記のとおりである。以下の説明において含有量についての「％」は、「質量％」を意味する。また、「～」を挟んで示される数値範囲は、その両端の数値を範囲に含む。一方、「未満」、「超」で示される数値については、その値を範囲に含まない。

40

ホットスタンプ成形品が、2300MPa以上の引張強さを有する部分と、2300MPa未満の引張強さを有する部分とを備えている場合（本実施形態に係るホットスタンプ成形品が備える鋼板が、2300MPa以上の引張強さを有する部分と、2300MPa未満の引張強さを有する部分とを備えている場合）、少なくとも引張強さが2300MPa以上となる部分が以下の化学組成を有していればよい。

ホットスタンプ成形品が、鋼板と、鋼板の表面に形成されためっき層とを含む場合、以下に説明する化学組成は、めっき層を除外した鋼板の化学組成を意味している。

50

【 0 0 2 5 】

C : 0 . 4 0 % 超、0 . 7 0 % 以下

C は、ホットスタンプ後の鋼板（ホットスタンプ成形品が備える鋼板）の引張強さを上昇させる効果を有する元素である。C 含有量が 0 . 4 0 % 以下では、ホットスタンプ後の鋼板の引張強さが 2 3 0 0 M P a 未満となり成形品の強度が不足する。そのため、C 含有量を 0 . 4 0 % 超とする。好ましい C 含有量は 0 . 4 2 % 超、0 . 4 3 % 超、0 . 4 4 % 超、または 0 . 4 5 % 超である。

一方、C 含有量が 0 . 7 0 % を超えると、ホットスタンプ成形品の強度が高くなりすぎ、耐衝突性を確保することができなくなる。したがって、C 含有量は 0 . 7 0 % 以下とする。好ましい C 含有量は 0 . 6 5 % 以下、0 . 6 0 % 以下、0 . 5 5 % 以下、または 0 . 5 0 % 以下である。

10

【 0 0 2 6 】

S i : 2 . 0 0 % 未満

S i は、鋼中に不純物として含有され、鋼を脆化させる元素である。S i 含有量が 2 . 0 0 % 以上になるとその悪影響が特に大きくなる。そのため、S i 含有量は 2 . 0 0 % 未満とする。好ましい S i 含有量は 1 . 5 0 % 未満、1 . 0 0 % 未満、0 . 7 5 % 未満、または 0 . 5 0 % 未満である。めっき性確保の観点からは、S i 含有量は 0 . 4 0 % 以下、0 . 3 0 % 以下、または 0 . 2 0 % 以下であることが好ましい。

S i 含有量の下限は特に限定しないが、S i 含有量を過度に低下させることは製鋼コストの上昇を招く。そのため、S i 含有量を 0 . 0 0 1 % 以上とすることが好ましい。また、S i は、鋼の焼入れ性を高める作用を有するので、積極的に含有させてもよい。焼入れ性向上の観点からは、S i 含有量は 0 . 1 0 % 以上、0 . 2 0 % 以上、または 0 . 3 0 % 以上であることが好ましい。

20

【 0 0 2 7 】

M n : 0 . 0 1 % 以上、0 . 5 0 % 未満

M n は、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を劣化させる元素である。M n 含有量が 0 . 5 0 % 以上であると、耐衝突性が著しく劣化し、後述するホットスタンプ成形品の製造方法を適用しても、成形品の耐衝突性を確保することができなくなる。したがって、M n 含有量は 0 . 5 0 % 未満とする。M n 含有量は好ましくは 0 . 4 5 % 未満、0 . 4 0 % 未満、0 . 3 5 % 未満、または 0 . 3 0 % 未満である。

30

一方、M n は、不純物である S と結合して M n S を形成し、S による弊害を抑制する作用を有する元素である。この効果を得るため、M n 含有量は 0 . 0 1 % 以上とする。M n 含有量は好ましくは 0 . 0 5 % 以上、または 0 . 1 0 % 以上である。また、M n は、鋼の焼入れ性を向上させる元素である。焼入れ性向上の観点からは、M n 含有量は 0 . 1 5 % 以上、0 . 2 0 % 以上、または 0 . 2 5 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

P : 0 . 2 0 0 % 以下

P は、鋼中に不純物として含有され、鋼を脆化させる元素である。P 含有量が 0 . 2 0 0 % を超えるとその悪影響が特に大きくなり、さらに溶接性も著しく劣化する。そのため、P 含有量は 0 . 2 0 0 % 以下とする。好ましい P 含有量は 0 . 1 0 0 % 未満、0 . 0 5 0 % 未満、または 0 . 0 2 0 % 未満である。めっき性確保の観点からは、P 含有量は 0 . 0 2 0 % 未満、0 . 0 1 5 % 未満、または 0 . 0 1 0 % 未満であることが好ましい。

40

P 含有量の下限は特に限定しないが、P 含有量を過度に低下させることは製鋼コストの上昇を招く。そのため、P 含有量を 0 . 0 0 1 % 以上としてもよい。

【 0 0 2 9 】

S : 0 . 0 2 0 0 % 以下

S は、鋼中に不純物として含有され、鋼を脆化させる元素である。S 含有量が 0 . 0 2 0 0 % を超えるとその悪影響が特に大きくなる。そのため、S 含有量は 0 . 0 2 0 0 % 以下とする。好ましい S 含有量は 0 . 0 0 5 0 % 未満、0 . 0 0 2 0 % 未満、または 0 . 0 0 1 0 % 未満である。

50

S含有量の下限は特に限定しないが、S含有量を過度に低下させることは製鋼コストの上昇を招く。そのため、S含有量を0.0001%以上としてもよい。

【0030】

sol. Al: 0.001~1.000%

Alは、溶鋼を脱酸する作用を有する元素である。sol. Al含有量(酸可溶Al含有量)が0.001%未満であると脱酸が不十分となる。そのため、sol. Al含有量は0.001%以上とする。sol. Al含有量は好ましくは、0.005%以上、0.010%以上、または0.020%以上である。

一方、sol. Al含有量が高すぎると、変態点が上昇しホットスタンプの加熱工程でAc₃点を超える温度に鋼板を加熱することが困難となる。そのため、sol. Al含有量は1.000%以下とする。sol. Al含有量は好ましくは、0.500%未満、0.100%未満、0.060%未満、または0.040%未満である。

10

【0031】

N: 0.0200%以下

Nは、鋼中に不純物として含有され、鋼の連続 casting 中に窒化物を形成する元素である。この窒化物はホットスタンプ後の鋼板の延性を劣化させるので、N含有量は低い方が好ましい。N含有量が0.0200%超であると、その悪影響が特に大きくなる。そのため、N含有量は0.0200%以下とする。N含有量は好ましくは0.0100%未満、0.0080%未満、または0.0050%未満である。

N含有量の下限は特に限定しないが、N含有量を過度に低下させることは製鋼コストの上昇を招く。そのため、N含有量を0.0010%以上としてもよい。

20

【0032】

Mo: 0.01%以上、0.50%未満

Moは、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、マルテンサイトを主体とする金属組織を形成してホットスタンプ成形品の強度を確保するために有効な元素である。この効果を得るため、Mo含有量を0.01%以上とする。好ましいMo含有量は、0.05%以上、0.10%以上、または0.15%以上である。

一方、Moは、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を劣化させる元素である。Mo含有量が0.50%以上であると、耐衝突性が著しく劣化し、後述するホットスタンプ成形品の製造方法を適用しても、成形品の耐衝突性を確保することができなくなる。したがって、Mo含有量は0.50%未満とする。Mo含有量は好ましくは、0.40%未満、0.35%未満、または0.30%未満である。

30

【0033】

B: 0.0002~0.0200%

Bは、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、マルテンサイトを主体とする金属組織を形成し、ホットスタンプ成形品の強度を確保するために有効な元素である。この効果を得るため、B含有量を0.0002%以上とする。好ましいB含有量は、0.0006%以上、0.0010%以上、または0.0015%以上である。

一方、B含有量が0.0200%を超える場合、炭硼化物が形成され、B含有による焼入れ性を向上させる効果が損なわれる。したがって、B含有量は0.0200%以下とする。好ましいB含有量は、0.0050%未満、0.0040%未満、または0.0030%未満である。

40

【0034】

本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、上記の化学成分を含み、残部がFeおよび不純物である化学組成を有していてもよいが、特性等を向上させるため、本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、さらに、Ti、Nb、V、Zr、Cr、W、Cu、Ni、Ca、Mg、REM、Biから選択される1種以上を含有してもよい。これらの元素(任意元素)は必ずしも含有する必要がないので、下限は0%である。

ここで「不純物」とは、鋼板を工業的に製造する際に、鉱石、スクラップ等の原料、製造工程の種々の要因によって混入する成分であって、本実施形態に係るホットスタンプ成

50

形品に悪影響を与えない範囲で許容されるものを意味する。

【 0 0 3 5 】

T i : 0 ~ 0 . 2 0 0 %

N b : 0 ~ 0 . 2 0 0 %

V : 0 ~ 0 . 2 0 0 %

Z r : 0 ~ 0 . 2 0 0 %

T i、N b、VおよびZ rは金属組織の微細化を通じ、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を向上させる作用を有する元素である。この効果を得るために、T i、N b、VおよびZ rから選択される1種以上を必要に応じて含有させてもよい。

上記の効果を得たい場合には、T i、N b、VおよびZ rから選択される1種以上を、それぞれ0.001%以上含有させることが好ましく、それぞれ0.005%以上含有させることがより好ましく、それぞれ0.010%以上含有させることがさらに好ましい。

10

一方、T i、N b、VおよびZ rの含有量が、それぞれ0.200%を超える場合、上記効果が飽和する上、鋼板の製造コストが上昇する。そのため、含有させる場合、T i、N b、VおよびZ rの含有量は、それぞれ0.200%以下とする。

また、T i、N b、VおよびZ rの含有量が多い場合、これらの元素の炭化物が多量に析出してホットスタンプ後の鋼板の延性が損なわれる。延性確保の観点からは、好ましいT i含有量は0.050%未満、または0.030%未満であり、好ましいN b含有量は0.050%未満、0.030%未満、または0.020%未満であり、好ましいV含有量は0.100%未満、または0.050%未満であり、好ましいZ r含有量は0.100%未満、または0.050%未満である。

20

【 0 0 3 6 】

C r : 0 ~ 2 . 0 0 0 %

W : 0 ~ 2 . 0 0 0 %

C u : 0 ~ 2 . 0 0 0 %

N i : 0 ~ 2 . 0 0 0 %

C r、W、C uおよびN iは、鋼の焼入れ性を高める作用を有する元素である。したがって、C r、W、C uおよびN iから選択される1種以上を必要に応じて含有させてもよい。

上記の効果を得たい場合には、C r、W、C uおよびN iから選択される1種以上を、それぞれ0.001%以上含有させることが好ましい。より好ましいC r含有量は0.05%以上、または0.10%以上であり、より好ましいW含有量は0.05%以上、または0.10%以上であり、より好ましいC u含有量は0.10%以上であり、より好ましいN i含有量は0.10%以上である。

30

一方、C r、W、C uおよびN iの含有量が、それぞれ2.000%を超えると、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が劣化する。そのため、含有させる場合、C r、W、C uおよびN iの含有量は、それぞれ2.000%以下とする。好ましいC r含有量は0.50%未満、0.40%未満、または0.30%未満であり、好ましいW含有量は0.50%未満、0.40%未満、または0.30%未満であり、好ましいC u含有量は1.00%未満、または0.50%未満であり、好ましいN i含有量は1.00%未満、または0.50%未満である。

40

【 0 0 3 7 】

C a : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %

M g : 0 ~ 0 . 0 1 0 0 %

R E M : 0 ~ 0 . 1 0 0 0 %

C a、M gおよびR E Mは、介在物の形状を調整することによりホットスタンプ後の鋼板の延性を向上させる作用を有する元素である。そのため、必要に応じて含有させてもよい。上記の効果を得たい場合には、C a、M gおよびR E Mから選択される1種以上を、それぞれ0.0001%以上含有させることが好ましい。

一方、C aもしくはM gの含有量が0.0100%超である場合、またはR E Mの含有

50

量が0.1000%超である場合、上記効果が飽和するだけでなく過剰なコストが発生する。したがって、含有させる場合、CaおよびMgの含有量はそれぞれ0.0100%以下とし、REM含有量は0.1000%以下とする。

【0038】

本実施形態において、REMはSc、Yおよびランタノイドの合計17元素を指し、REM含有量はこれらの元素の合計含有量を意味する。ランタノイドは、工業的には、ミッシュメタルの形で添加される。

【0039】

Bi: 0~0.0500%

Biは、凝固組織を微細化することにより、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を向上させる作用を有する元素である。そのため、必要に応じて含有させてもよい。上記の効果を得たい場合には、Bi含有量は0.0001%以上であることが好ましい。より好ましいBi含有量は0.0003%以上、または0.0005%以上である。

一方、Bi含有量が0.0500%を超える場合、上記効果が飽和して過剰なコストが発生する。したがって、含有させる場合、Bi含有量は0.0500%以下とする。より好ましいBi含有量は0.0100%以下、または0.0050%以下である。

【0040】

上述の通り、本実施形態に係るホットスタンプ成形品の化学組成は、必須元素を含有し、残部がFe及び不純物であってもよく、必須元素を含有し、さらに任意元素の1種以上を含有し、残部がFe及び不純物であってもよい。

【0041】

<ホットスタンプ成形品が備える鋼板の金属組織>

本実施形態に係るホットスタンプ成形品が備える鋼板の金属組織（ミクロ組織）について説明する。本実施形態に係るホットスタンプ成形品が備える鋼板の全部または一部は、以下に示す量のマルテンサイトを含む金属組織を有する（ホットスタンプ成形品が鋼板からなる場合には、ホットスタンプ成形品の全部または一部が以下に示す量のマルテンサイトを含む金属組織を有すると言える）。金属組織に関する以下の説明において、「%」は、「体積%」を意味する。ホットスタンプ成形品が、2300MPa以上の引張強さを有する部分と、2300MPa未満の引張強さを有する部分とを備えている場合、少なくとも引張強さが2300MPa以上となる部分が以下の金属組織を有していればよい。

ホットスタンプ成形品が、鋼板と、鋼板の表面に形成されためっき層を含む場合、以下に説明する金属組織は、鋼板の金属組織を意味している。

本実施形態に係るホットスタンプ成形品では、鋼板の表面（めっき層を有する場合には、鋼板とめっき層との界面となる）から板厚の1/4の深さ位置における金属組織を規定する。

【0042】

マルテンサイト：体積%で90.0%超

マルテンサイトは、ホットスタンプ後の鋼板の引張強さを高めるために重要な組織である。マルテンサイトの体積率が90.0%以下であると、ホットスタンプ成形品の引張強さ（ホットスタンプ成形品が備える鋼板の引張強さ）が2300MPa未満となり強度が不足する。そのため、マルテンサイトの体積率を90.0%超とする。好ましいマルテンサイトの体積率は、91.0%超、93.0%超、または95.0%超である。

マルテンサイトの体積率の上限は特に定める必要がないが、マルテンサイトの体積率を大きく上昇させるためには、ホットスタンプの工程において、鋼板の加熱温度を過度に高めたり、冷却速度を過度に高めたりする必要があり、ホットスタンプ成形品の生産性が大きく損なわれる。したがって、マルテンサイトの体積率は99.0%以下、または98.0%以下とすることが好ましい。

上記マルテンサイトには、焼戻しされていないフレッシュマルテンサイトのほかに、焼戻しを受け、内部に鉄炭化物が存在する焼戻しマルテンサイトが含まれる。

金属組織の残部は、フェライト、パーライト、ベイナイトまたは残留オーステナイトを

10

20

30

40

50

含んでいてもよく、さらに、セメンタイトなどの析出物を含んでいてもよい。フェライト、パーライト、ベイナイト、残留オーステナイトおよび析出物を含有する必要はないので、フェライト、パーライト、ベイナイト、残留オーステナイトおよび析出物の体積率の下限はいずれも 0 % である。

【 0 0 4 3 】

フェライト、パーライトおよびベイナイトはホットスタンプ後の鋼板の延性を向上させる作用を有するので、この効果を得る場合、フェライト、パーライトおよびベイナイトから選択される 1 種以上を含むことが好ましい。フェライトの体積率は 0 . 5 % 以上、または 1 . 0 % 以上とすることが好ましく、パーライトおよびベイナイトの体積率は、それぞれ 1 . 0 % 以上とすることが好ましく、それぞれ 2 . 0 % 以上とすることがより好ましい。

10

一方、フェライト、パーライトおよびベイナイトを過剰に含有すると、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が劣化する。そのため、フェライトの体積率は 3 . 0 % 未満、または 2 . 0 % 未満とすることが好ましく、パーライトおよびベイナイトの体積率は、それぞれ 1 0 . 0 % 未満とすることが好ましく、それぞれ 5 . 0 % 未満とすることがより好ましい。

【 0 0 4 4 】

残留オーステナイトはホットスタンプ後の鋼板の延性を向上させる作用を有する。この効果を得る場合、残留オーステナイトの体積率を 0 . 5 % 以上、1 . 0 % 以上または、2 . 0 % 以上とすることが好ましい。

一方、残留オーステナイトの体積率を過度に上昇させるためには、ホットスタンプ後に高温でオーステンパー処理を施す必要があり、ホットスタンプ成形品の生産性が大幅に低下する。また、残留オーステナイトを過剰に含有すると、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が劣化する場合がある。そのため、残留オーステナイトの体積率を 9 . 0 % 未満、7 . 0 % 未満、5 . 0 % 未満、または 4 . 0 % 未満とすることが好ましい。

20

【 0 0 4 5 】

本実施形態において、各組織の体積率は以下のように求める。

まず、ホットスタンプ成形品から試験片を採取し、鋼板の縦断面をバフ研磨した後、鋼板表面（めっき層を有する場合には基材である鋼板とめっき層との境界である）から、鋼板の板厚方向に鋼板の板厚の 1 / 4 の深さ位置において組織観察する。ホットスタンプ成形品が、2 3 0 0 M P a 以上の引張強さを有する部分と、2 3 0 0 M P a 未満の引張強さを有する部分とを備えている場合、引張強さが 2 3 0 0 M P a 以上となる部分から試験片

30

を採取して観察を行う。

具体的には、研磨面をナイター腐食または電解研磨した後、光学顕微鏡および走査電子顕微鏡（SEM）を用いて組織観察を行い、得られた組織写真に対して、輝度差または相内に存在する鉄炭化物の形態の違いに基づく画像解析を行うことによって、フェライト、パーライト、ベイナイト、および焼戻しマルテンサイトのそれぞれの面積率を得る。その後、同様の観察位置に対し、レペラー腐食をした後、光学顕微鏡および走査電子顕微鏡（SEM）を用いて組織観察を行い、得られた組織写真に対して画像解析を行うことによって、残留オーステナイトとマルテンサイトとの合計面積率を算出する。

また、同様の観察位置について、縦断面を電解研磨した後、電子線後方散乱パターン解析装置（EBSP）を備えた SEM を用いて、残留オーステナイトの面積率を測定する。

40

これらの結果に基づいて、フェライトとパーライト、ベイナイト、焼戻しマルテンサイト、マルテンサイト、残留オーステナイトのそれぞれの面積率を得る。そして、面積率は体積率と等しいとして、測定された面積率を各組織の体積率とする。

組織観察において、焼戻しマルテンサイトは、内部に鉄炭化物が存在する点でマルテンサイトと区別することができ、また、内部に存在する鉄炭化物が複数の方向に伸長している点で、ベイナイトと区別することができる。

【 0 0 4 6 】

< ホットスタンプ成形品の強度 >

本実施形態に係るホットスタンプ成形品の全部または一部は、引張強さで 2 3 0 0 M P a 以上である。このためには、本実施形態に係るホットスタンプ成形品が備える鋼板の全

50

部または一部の引張強さが2300MPa以上である。少なくとも一部の引張強さが2300MPa以上でないと、ホットスタンプ成形品の衝撃吸収量を確保することができなくなる。そのため、ホットスタンプ成形品の全部または一部の引張強さを2300MPa以上とする。好ましくは、ホットスタンプ成形品の全部または一部において、引張強さが2400MPa以上、または2500MPa以上である。一方、ホットスタンプ成形品の強度を過度に高めることは耐衝突性の低下を招くので、ホットスタンプ成形品の引張強さを3000MPa未満、または2800MPa未満とすることが好ましい。

【0047】

本実施形態に係るホットスタンプ成形品の全部または一部は、引張強さが2300MPa以上であり、かつ、降伏比が0.65以上であることが好ましい。降伏比を0.65以上とすることで、耐衝突性をさらに向上させることが可能となる。より好ましくは、ホットスタンプ成形品の全部または一部において、降伏比が0.68以上、または0.70以上である。一方、降伏比の上限は特に限定しないが、降伏比を大きく上昇させるためには、後述する再加熱工程において再加熱温度を過度に高める必要があり、成形品の強度の低下を招く。したがって、降伏比は0.90未満、0.85未満、または0.80未満とすることが好ましい。

10

【0048】

本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、全部（成形品の全体）が引張強さが2300MPa以上であってもよいが、ホットスタンプ成形品内に引張強さが2300MPa以上である部分と2300MPa未満である部分とが混在していてもよい。強度の異なる部位を設けることで、衝突時のホットスタンプ成形品の変形状態を制御することが可能となる。強度の異なる部位を有するホットスタンプ成形品は、化学組成が異なる二種類以上の鋼板を接合してからホットスタンプする方法や、ホットスタンプを行う工程において、鋼板の加熱温度またはホットスタンプ後の冷却速度を部分的に変化させる方法や、ホットスタンプ成形品に部分的に再加熱処理を施す方法などにより製造することができる。

20

【0049】

引張強さ及び降伏比は、部材の長手方向に沿ってJIS13B号引張試験片を採取し、10mm/分の引張速度で引張試験を行って求める。

降伏比は鋼板の降伏応力を引張強さで除することにより求める。降伏応力は、鋼板が連続降伏する場合は0.2%耐力とし、不連続降伏する場合は上降伏点の応力とする。

30

めっき層は引張強さや降伏比に及ぼす影響が小さいので、試験片の表面にはめっき層が存在してもよい。

【0050】

<ホットスタンプ成形品の硬さ分布>

本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、引張強さが2300MPa以上である部分において、0.18mm²の領域、すなわち、鋼板表面（めっき層を有する場合には基材である鋼板とめっき層との境界である）から、鋼板の板厚方向に鋼板の板厚の1/4の深さ位置を中心として、板厚方向に0.3mm、かつ板厚方向と直交する方向に0.6mmの領域内のビッカース硬さの平均値が670（HV）以上であり、かつ上記領域内のビッカース硬さの標準偏差が20（HV）以下である。

40

ビッカース硬さの平均値が670（HV）以上であることは、硬さの測定領域が引張強さが2300MPa以上の部分にあることに相当し、ビッカース硬さの平均値が670（HV）未満であると成形品の強度が不足する。そのため上記領域内のビッカース硬さの平均値を670（HV）以上とする。ビッカース硬さの平均値は695（HV）以上、または720（HV）以上であることが好ましい。

また、上記領域内のビッカース硬さの標準偏差が20（HV）超であると、成形品が変形する際に変形の初期に割れが生じ、耐衝突性が著しく劣化する。そのため、上記領域内の硬さの標準偏差を20（HV）以下とする。硬さの標準偏差は15（HV）以下、12（HV）以下、または10（HV）以下とすることが好ましい。

【0051】

50

本実施形態において、ホットスタンプ成形品のピッカース硬さは以下のように求める。

まず、ホットスタンプ成形品から試験片を採取し、鋼板の縦断面を耐水研磨紙で研磨し、さらにダイヤモンド懸濁液を用いてバフ研磨した後、鋼板の表面（めっき層を有する場合には鋼板とめっき層との界面となる）から、鋼板の板厚方向に鋼板の板厚の $1/4$ の深さ位置（ $1/4$ 深さ位置）においてピッカース硬さを測定する。ホットスタンプ成形品が、 2300 MPa 以上の引張強さを有する部分と、 2300 MPa 未満の引張強さを有する部分とを備えている場合、引張強さが 2300 MPa 以上となる部分から試験片を採取して測定を行う。

具体的には、図 1 に示すように、 $1/4$ 深さ位置を中心として、板厚方向に 0.3 mm 、かつ板厚方向と直交する方向に 0.6 mm の範囲において、所定の間隔で JIS Z 2244 : 2009 に準拠してピッカース硬さを 45 点測定し、得られた測定値から算術平均値および標準偏差を求める。硬さの測定にはマイクロピッカース硬さ試験機を用い、測定条件は負荷荷重 0.49 N 、荷重保持時間 10 秒とする。負荷荷重が高いと圧痕の寸法が大きくなり、耐衝突性と密接に関連する局所的な硬さの分布を評価することができない。そのため、負荷荷重を 0.49 N と定める。

ホットスタンプ成形体の硬さの分布と耐衝突性との関連性については、例えば、国際公開第 2018/151325 号では、成形体の長手方向に垂直な断面における硬さのばらつきが小さいことが耐衝突特性を確保するために重要であるとされている。しかしながら、国際公開第 2018/151325 号では、板厚方向中心部のピッカース硬さを、負荷荷重を 1 kgf として 1 mm 間隔で測定することにより、成形体の全断面領域におけるマクロな硬さのバラツキを求めており、本実施形態に係るホットスタンプ成形品とは具備する硬さの分布が異なると言える。

【0052】

〔めっき層〕

本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、鋼板の表面にめっき層を有していてもよい。表面にめっき層を備えることで、ホットスタンプ時におけるスケールの生成を防止し、さらにホットスタンプ成形品の耐食性を向上させることが可能となる。めっきの種類は、前記目的に適うものであればよく、特に限定されない。ホットスタンプ成形品のめっき層は、後述するように、めっき鋼板を用いてホットスタンプすることにより形成させることができる。めっき層の種類として、亜鉛系めっき鋼板やアルミニウム系めっき鋼板を用いてホットスタンプした、亜鉛系めっき層やアルミニウム系めっき層が例示される。めっき層は片面に形成されていてもよく、両面に形成されていてもよい。

【0053】

次に、上記のホットスタンプ成形品を製造するのに好適なホットスタンプ用鋼板（以下本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板）について説明する。

【0054】

< ホットスタンプ用鋼板の化学組成 >

ホットスタンプによって化学組成は実質的に変化しないので、ホットスタンプ用鋼板の化学組成は、上述したホットスタンプ成形品と同じ化学組成とする。

【0055】

< ホットスタンプ用鋼板の金属組織 >

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板は、冷間圧延工程の後に焼鈍を施すことなく製造されるひずみエネルギーの高い圧延方向に展伸した金属組織を有する鋼板（冷延まま鋼板またはフルハードとも呼ぶ）、または、めっき鋼板とする。

このような金属組織とするのは、ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動を小さくし、成形品の耐衝突性を向上させるためである。蓄積されたひずみエネルギーが大きい冷延まま鋼板を用いる方が、少ない製造工程で局所的な硬さの変動を小さくできるので、好ましい。一方で、製造工程においてスケールの生成を防止し、さらにホットスタンプ成形品の耐食性を向上させるという観点では、めっき鋼板を用いることが好ましい。

冷延まま鋼板、めっき鋼板のいずれの場合であっても、金属組織にマルテンサイトが含

10

20

30

40

50

まれると鋼板が著しく硬質化し、鋼板を切断することが困難となる。そのため、ホットスタンプ用鋼板の金属組織は、冷延まま鋼板の場合、圧延方向に展伸したフェライト、パーライトおよび／またはベイナイトを主体とすることが好ましい。圧延方向に展伸したフェライトと圧延方向に展伸したパーライトと圧延方向に展伸したベイナイトとの合計の体積率は90.0%超、または95.0%超であることがより好ましい。めっき鋼板の場合は、フェライト、パーライトおよび／またはベイナイトを主体とすることが好ましい。

ホットスタンプ用鋼板の金属組織における体積率は、ホットスタンプ用鋼板から試験片を採取し、鋼板の圧延方向に平行な縦断面をバフ研磨した後、鋼板表面（めっき鋼板の場合には鋼板とめっき層との界面となる）から鋼板の板厚方向に鋼板の板厚の1/4の深さ位置において、ホットスタンプ成形品の場合と同じ方法で組織観察を行い、求めることができる。

10

【0056】

めっき鋼板の種類は特に限定しないが、溶融亜鉛めっき鋼板、合金化溶融亜鉛めっき鋼板、溶融アルミニウムめっき鋼板、溶融Zn-Al合金めっき鋼板、溶融Zn-Al-Mg合金めっき鋼板、溶融Zn-Al-Mg-Si合金めっき鋼板等が例示される。めっき層は鋼板の片面に備えられていてもよく、両面に備えられていてもよい。

【0057】

<ホットスタンプ用鋼板の強度>

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板は、ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動を小さくし、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を高めるために、冷延まま鋼板の場合、引張強さが900MPa超であることが好ましい。より好ましい引張強さは950MPa超または1000MPa超である。

20

【0058】

<製造方法>

本実施形態に係るホットスタンプ成形品の製造方法および本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板の好ましい製造方法について説明する。

【0059】

[ホットスタンプ成形品の製造方法]

本実施形態に係るホットスタンプ成形品は、以下の(I)及び(II)の工程を含む製造方法、または(i)、(ii)、及び(iii)の工程を含む製造方法によって製造できる。

30

(I) 上述の化学組成を有し、冷延ままのホットスタンプ用鋼板を加熱する加熱工程

(II) 加熱されたホットスタンプ用鋼板に対してホットスタンプを行ってホットスタンプ成形品を得るホットスタンプ工程

(i) 上述の化学組成を有し、表面にめっき層を有するホットスタンプ用鋼板を加熱する加熱工程

(ii) 加熱されたホットスタンプ用鋼板に対してホットスタンプを行ってホットスタンプ成形品を得るホットスタンプ工程

(iii) ホットスタンプ工程後の成形品を再加熱する再加熱工程

(II) 及び(ii)のホットスタンプ工程では、金型による成形及び冷却が行われる。

40

各工程について、好ましい条件を説明する。

【0060】

[加熱工程] (I)、(i)

加熱工程では、ホットスタンプ工程に先立ち、本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板のような、所定の化学組成を有し、冷延ままのホットスタンプ用鋼板、または、めっき鋼板のホットスタンプ用鋼板を、加熱する。ホットスタンプ用鋼板を加熱する加熱工程では、加熱温度を1050℃超かつAc₃点超である温度とすることが好ましい。加熱温度が1050℃超であることで、後述するホットスタンプ工程において、ホットスタンプの開始温度を1050℃超とすることができ、ホットスタンプ成形品の耐衝突性を確保し易くなる。また、加熱温度がAc₃点超であることで、ホットスタンプ成形品の金属組織にお

50

いてマルテンサイトの体積率が確保され、成形品の強度が向上するとともに、耐衝突性が確保し易くなる。A c₃点とは、素材鋼板を加熱した際に金属組織中でフェライトが消失する温度であり、加熱工程における鋼板の熱膨張変化から求めることができる。加熱温度は、1100 超かつA c₃点超であることが好ましい。

【0061】

加熱温度の上限は特に限定しないが、加熱温度が高すぎると、ホットスタンプ用鋼板が冷延まま鋼板の場合は、ホットスタンプ成形品にスケールが過剰に生成し、金型内へのスケールの堆積により成形品の生産性が低下する。ホットスタンプ用鋼板がめっき鋼板の場合は、めっきの付着量が減少し、ホットスタンプ成形品の耐食性が劣化する。そのため、加熱温度は1200 以下、または1150 以下であることが好ましい。

10

鋼板の加熱速度は特に限定する必要がないが、加熱速度が高いほど、ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動が小さくなり、耐衝突性が向上する。そのため、700 までの平均加熱速度を10 /秒超、20 /秒超、30 /秒超、または50 /秒超とすることが好ましい。一方、加熱速度を抑制することで、ホットスタンプ成形品の金属組織において粗大な鉄炭化物の生成を抑制でき、ホットスタンプ後の鋼板の延性を高められる。そのため、平均加熱速度を150 /秒未満、120 /秒未満、または90 /秒未満とすることが好ましい。

【0062】

[ホットスタンプ工程](II)、(ii)

加熱後のホットスタンプ用鋼板に対してホットスタンプを行う工程では、加熱された鋼板を加熱炉から取り出し大気中で放冷した後、ホットスタンプを開始する。ホットスタンプ開始温度は1050 超であることが好ましい。ホットスタンプ開始温度が1050 超であることで、ホットスタンプ時にオーステナイトにひずみが過剰に蓄積されることが抑制され、成形品の局所的な硬さの変動が小さくなり、耐衝突性が高められる。ホットスタンプ開始温度は、1100 超であることが好ましい。

20

ホットスタンプ開始温度の上限は特に限定しないが、開始温度を高めるためには上述した加熱工程における鋼板の加熱温度を高くする必要がある。この場合、ホットスタンプ成形品にスケールが過剰に生成し、成形品の生産性が低下する、またはホットスタンプ成形品の耐食性が劣化する。そのため、開始温度は1200 以下、または1150 以下であることが好ましい。

30

ホットスタンプにより成形を行った後、金型内で成形品を保持しながら冷却、および/または、金型から成形品を取り出して任意の方法で冷却する。冷却速度を速くすることで、ホットスタンプ成形品の金属組織においてマルテンサイトの体積率が確保され、成形品の強度が向上するので、ホットスタンプ開始温度から400 までの平均冷却速度を30 /秒以上、60 /秒以上、または90 /秒以上とすることが好ましい。また、冷却停止温度が低いことで、同様にホットスタンプ成形品の金属組織においてマルテンサイトの体積率が確保され、成形品の強度が向上する。また、後述する再加熱工程後にフェライト、パーライトまたはベイナイトの生成が抑制され、耐衝突性が向上する。そのため、上記冷却による冷却停止温度を90 未満、または50 未満とすることが好ましい。

【0063】

[再加熱工程](iii)

ホットスタンプ用鋼板としてめっき鋼板を用いた場合、ホットスタンプ後の鋼板(ホットスタンプ成形品)に対して再加熱を実施する。再加熱温度が90 以上であると、成形品の局所的な硬さの変動が小さくなり、耐衝突性が高められる。一方、再加熱温度が150 未満であると、鋼板の軟質化が抑制され成形品の強度が確保される。また、粗大な鉄炭化物の析出が抑制され、耐衝突性が向上する。そのため、再加熱温度を90 以上150 未満とすることが好ましい。再加熱温度は100 以上、110 以上、または120 以上とすることがより好ましい。また、再加熱温度は140 未満、または130 未満とすることがより好ましい。

40

再加熱温度での保持時間を長くすることで、上記の局所的な硬さの変動を抑制する効果

50

を十分に得ることができる。そのため、保持時間は5分以上、または10分以上とすることが好ましい。一方、保持時間が短いと成形品の強度が確保できる。そのため、保持時間は20分未満、または15分未満とすることが好ましい。

また、上記の条件で再加熱を行うことで、降伏比を上昇させることができる。

ホットスタンプ用鋼板として、冷延まま鋼板を用いた場合、再加熱工程を行わなくてもよい。上述した通り、硬さの変動は、ホットスタンプ用鋼板に蓄積されているひずみエネルギーが高いと小さくなる。冷延まま鋼板では、冷間圧延時の加工ひずみが蓄積されているため、再加熱を行わなくても、目標のビッカース硬さの標準偏差を達成できるからである。しかしながら、ホットスタンプ用鋼板として、冷延まま鋼板を用いた場合でも、再加熱を行うことで、降伏比を上昇させることができる。そのため、表面にめっき層を備えないホットスタンプ成形品に対して再加熱を行ってもよい。降伏比を上昇させる効果を十分に得るためには、上述した、ホットスタンプ用鋼板としてめっき鋼板を用いる場合と同じ条件で再加熱を行うことが好ましい。

10

【0064】

[ホットスタンプ用鋼板の製造方法]

ホットスタンプ成形品の製造に供される本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板は、以下の製造方法によって製造されることが好ましい。

【0065】

本実施形態に係るホットスタンプ用鋼板の製造方法に供されるスラブの製造方法は、特に限定されない。例示されるスラブの好ましい製造方法では、上述した成分組成（化学組成）を有する鋼は、公知の手段により溶製された後に、連続鋳造法により鋼塊とされるか、または、任意の鋳造法により鋼塊とした後に分塊圧延する方法等により鋼片とされる。連続鋳造工程では、介在物に起因する表面欠陥の発生を抑制するために、鋳型内にて電磁攪拌等の外部付加的な流動を溶鋼に生じさせることが好ましい。鋼塊または鋼片は、一旦冷却されたものを再加熱して熱間圧延に供してもよく、連続鋳造後の高温状態にある鋼塊または分塊圧延後の高温状態にある鋼片をそのまま、あるいは保温して、あるいは補助的な加熱を行って熱間圧延に供してもよい。本実施形態では、このような鋼塊および鋼片を、熱間圧延の素材として「スラブ」と総称する。

20

【0066】

熱間圧延に際し、スラブを加熱する。熱間圧延に供するスラブの温度（スラブ加熱温度）は、オーステナイトの粗大化を防止するために、1250 未満とすることが好ましく、1200 未満とすることがより好ましい。スラブ加熱温度が低いと圧延が困難になるので、スラブ加熱温度は1050 以上としてもよい。

30

加熱されたスラブに対して、熱間圧延を行って熱延鋼板を得る。熱間圧延は、圧延完了後にオーステナイトを変態させることにより熱延鋼板の金属組織を微細化するために、Ar₃点以上の温度域で完了させることが好ましい。Ar₃点とは、鋼板を冷却した際に金属組織中でオーステナイトからのフェライト変態が開始する温度であり、冷却中の鋼板の熱膨張変化から求めることができる。

【0067】

熱間圧延が粗圧延と仕上圧延とからなる場合には、仕上圧延を上記温度で完了するために、粗圧延と仕上圧延との間で粗圧延材を加熱してもよい。この際、粗圧延材の後端が先端よりも高温となるように加熱することにより、仕上圧延の開始時における粗圧延材の全長にわたる温度の変動を140 以下に抑制することが望ましい。これにより、巻取工程後コイル内の製品特性の均一性が向上する。

40

【0068】

粗圧延材の加熱は公知の手段を用いて行えばよい。例えば、粗圧延機と仕上圧延機との間にソレノイド式誘導加熱装置を設けておき、この誘導加熱装置の上流側における粗圧延材長手方向の温度分布等に基づいて加熱昇温量を制御してもよい。

【0069】

熱間圧延後の熱延鋼板を巻取する場合、巻取温度を600 超とすることが好ましい。巻

50

取温度が600以下であると、熱延鋼板が過度に硬質化して冷間圧延を行うことが困難となり、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が劣化する場合がある。より好ましい巻取温度は620超、または650超である。

一方、巻取温度が高くなりすぎると、ホットスタンプ成形品の金属組織において粗大な鉄炭化物の生成量が過剰となり、ホットスタンプ後の鋼板の延性が低下する。したがって、巻取温度は750以下、または700以下とすることが好ましい。熱延鋼板に対し、冷間圧延工程の前に焼鈍を施してもよい。

【0070】

ホットスタンプ用鋼板を冷延まま鋼板とする場合、熱間圧延され、巻取られた鋼板を、常法にしたがって冷間圧延し、冷延鋼板とする。冷間圧延では、冷圧率（冷間圧延における累積圧下率）を10%以上とすることが好ましい。冷間圧延率が10%未満であると、ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動が大きくなり、成形品の耐衝突性が低下する。より好ましい冷圧率は20%以上、30%以上、または40%以上である。冷圧率の上限は特に限定する必要がないが、冷圧率を過度に上昇させることは、圧延設備への負荷を高め生産性の低下を招くので、冷圧率は70%未満、60%未満、または50%未満とすることが好ましい。

10

ホットスタンプ成形品を軽量化するために、冷延鋼板の板厚は2.0mm以下であることが好ましく、1.8mm以下であるとより好ましく、1.6mm以下であるとさらに好ましい。冷間圧延の前に、公知の方法にしたがって、スキンプラス圧延等による平坦矯正や、酸洗等による脱スケールを行ってもよい。このようにして得られた冷延鋼板には、常法にしたがって脱脂等の処置を施してもよい。

20

ホットスタンプ用鋼板を冷延まま鋼板とする場合、冷延鋼板には焼鈍を施さない。焼鈍を施さないことで、冷間圧延時に蓄積されたひずみエネルギーによって、ホットスタンプ成形品の局所的な硬さの変動を小さくすることができ、成形品の耐衝突性が向上する。

【0071】

一方、ホットスタンプ用鋼板をめっき鋼板とする場合、冷間圧延は行わなくてもよいし、上記の条件で行ってもよい。冷間圧延を行うことで、金属組織が微細化し、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が向上する。

ホットスタンプ用鋼板をめっき鋼板とする場合、上述した方法で製造された熱延鋼板または冷延鋼板に、常法にしたがってめっきを行う。冷延鋼板にめっきを行う場合、再結晶によりめっき鋼板の金属組織を微細化するために、連続溶融めっきの焼鈍過程における均熱温度の下限値を600、650、または700とすることが好ましい。一方、加熱速度が遅すぎたり、均熱温度が高すぎたり、均熱時間が長すぎたりすると、粒成長によりめっき鋼板の金属組織が粗大化し、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が低下する。また、鉄炭化物が球状粗大化し、ホットスタンプ後の鋼板の延性が低下する場合がある。そのため、均熱温度までの平均加熱速度を1/秒以上とすることが好ましく、均熱温度を800以下、または760以下とすることが好ましく、均熱時間（均熱温度における保持時間）を300秒未満、または120秒未満とすることが好ましい。

30

冷延鋼板に連続焼鈍を施して焼鈍鋼板とした後、焼鈍鋼板にめっきを行ってもよい。しかしながら、連続焼鈍における加熱速度が遅すぎると、粒成長により焼鈍鋼板の金属組織が粗大化し、ホットスタンプ成形品の耐衝突性が低下する。また、鉄炭化物が球状粗大化し、ホットスタンプ後の鋼板の延性が低下する。そのため、連続焼鈍における均熱温度までの平均加熱速度を1/秒以上とすることが好ましい。

40

このようにして得られためっき鋼板には、常法にしたがって調質圧延を行ってもよい。

【0072】

以下、実施例によって本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【実施例】

【0073】

（実施例1）

50

真空溶解炉を用いて溶鋼を鑄造し、表 1 に示す化学組成を有する鋼 A ~ V を製造した。
表 1 中の A c₃ 点は、鋼 A ~ V の化学組成を有する冷延鋼板を 8 / 秒で加熱した際の熱膨張変化から求めた。鋼 A ~ V を 1 2 0 0 に加熱し 6 0 分間保持した後、表 2 に示す熱延条件で熱間圧延を行った。

【 0 0 7 4 】

【 表 1 】

鋼	化学組成(質量%) (残部:Feおよび不純物)													Ac3 点 (°C)
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Mo	B	Cr	Ti	Nb	その他	
A	0.43	0.39	0.39	0.011	0.0003	0.027	0.0019	0.20	0.0020	—	0.021	0.049	—	815
B	0.47	0.42	0.38	0.010	0.0017	0.049	0.0029	0.20	0.0018	—	0.020	0.051	—	813
C	0.46	0.004	0.48	0.010	0.0010	0.034	0.0022	0.05	0.0019	0.15	0.029	0.078	—	799
D	<u>0.38</u>	0.005	0.40	0.008	0.0004	0.045	0.0011	0.30	0.0018	—	0.020	0.050	—	811
E	<u>0.72</u>	0.005	0.45	0.008	0.0007	0.043	0.0018	0.05	0.0020	—	—	—	—	753
F	0.45	0.004	<u>0.54</u>	0.010	0.0018	0.045	0.0039	0.20	0.0018	0.62	0.020	0.047	—	790
G	0.45	0.21	<u>1.27</u>	0.010	0.0009	0.052	0.0030	0.02	0.0018	0.20	0.020	—	—	779
H	0.43	0.004	0.09	0.012	0.0003	0.055	0.0011	<u>0.51</u>	0.0018	—	0.021	0.049	—	819
I	0.43	0.03	0.38	0.011	0.0007	0.050	0.0019	—	—	—	0.020	0.050	—	811
J	0.44	0.03	0.39	0.010	0.0005	0.043	0.0025	—	0.0019	0.20	0.021	0.052	—	806
K	0.44	0.22	0.41	0.009	0.0007	<u>1.050</u>	0.0032	0.18	0.0020	0.19	0.022	0.053	—	1173
L	0.46	0.40	0.39	0.009	0.0006	0.047	0.0029	0.19	0.0018	0.33	0.021	0.019	—	808
M	0.46	0.60	0.39	0.010	0.0005	0.047	0.0034	0.19	0.0022	0.21	0.020	0.018	—	829
N	0.46	0.43	0.38	0.008	0.0008	0.049	0.0031	0.10	0.0018	0.33	0.021	0.019	—	806
O	0.46	0.42	0.39	0.010	0.0018	0.050	0.0031	0.19	0.0017	—	0.020	—	—	814
P	0.46	0.42	0.39	0.009	0.0017	0.048	0.0029	0.20	0.0018	—	—	—	—	804
Q	0.46	0.40	0.39	0.008	0.0004	0.038	0.0020	0.19	0.0024	—	—	—	V:0.041 Zr:0.017	798
R	0.46	0.41	0.38	0.008	0.0006	0.038	0.0019	0.20	0.0019	—	0.022	0.028	Cu:0.30 Ni:0.14	805
S	0.47	0.38	0.28	0.010	0.0006	0.039	0.0027	0.20	0.0020	0.28	0.021	0.028	Ca:0.0004 Mg:0.0004 REM:0.0005	810
T	0.47	0.39	0.18	0.010	0.0005	0.038	0.0030	0.19	0.0021	0.29	0.022	0.027	Bi:0.0021	816
U	0.46	0.41	0.38	0.010	0.0005	0.046	0.0030	0.10	0.0019	0.31	0.022	0.018	W:0.11	805
V	0.51	0.38	0.29	0.008	0.0002	0.048	0.0021	0.20	0.0018	0.10	0.021	—	—	816

注) 1. -印は意図的に添加していないことを示す。
2. A c₃ 点は、冷延鋼板を 700°C 以上の温度範囲を 8°C/s で加熱した際の熱膨張変化から求めた。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

【表 2】

試験 番号	鋼	熱延条件		冷延条件		焼鈍 の有無	ホットスタンプ用 鋼板の金属組織	ホットスタンプ用 鋼板の機械特性
		圧延 後板厚 (mm)	巻取 温度 (°C)	圧延 後板厚 (mm)	冷圧率 (%)		展伸フェライトと 展伸パーライトと 展伸ベイナイトの 合計体積率(%)	引張強さ (MPa)
1	A	3.2	640	1.4	56	無	97.5	1008
2	A	3.2	640	1.4	56	有	0	848
3	A	3.2	640	1.4	56	無	97.5	1008
4	A	3.2	640	1.4	56	無	97.5	1008
5	A	3.2	640	—	—	無	0	698
6	A	3.2	640	1.4	56	無	97.5	1008
7	B	2.6	660	1.4	46	無	97.2	1051
8	B	2.6	660	1.4	46	有	0	864
9	B	2.6	660	1.4	46	無	97.2	1051
10	B	2.6	660	1.4	46	無	97.2	1051
11	B	2.6	660	—	—	無	0	701
12	B	2.6	660	1.4	46	無	97.2	1051
13	C	2.6	660	1.4	46	無	95.8	1029
14	C	2.6	660	1.4	46	有	0	879
15	D	2.6	640	1.4	46	無	94.0	946
16	E	2.2	660	1.4	36	無	95.6	1302
17	F	2.6	640	1.4	46	無	94.1	1014
18	G	2.6	640	1.4	46	無	94.7	1011
19	H	2.6	640	1.4	46	無	96.4	1101
20	I	2.6	640	1.4	46	無	96.0	868
21	J	2.6	640	1.4	46	無	95.0	899
22	K	2.6	640	1.4	46	無	94.3	998
23	L	2.6	660	1.4	46	無	97.4	1042
24	L	2.6	660	1.4	46	無	97.4	1042
25	L	2.6	660	1.4	46	無	97.4	1042
26	M	2.2	660	1.4	36	無	98.1	992
27	M	2.2	660	1.4	36	有	0	854
28	N	2.6	660	1.4	46	無	96.6	1026
29	N	2.6	660	—	—	無	0	704
30	O	2.6	660	1.4	46	無	97.6	1004
31	O	2.6	660	1.4	46	無	97.6	1004
32	P	2.6	660	1.4	46	無	97.8	1001
33	P	2.6	660	1.4	46	無	97.8	1001
34	P	2.6	660	1.4	46	無	97.8	1001
35	Q	2.6	660	1.4	46	無	97.4	1014
36	R	2.6	660	1.4	46	無	97.6	1023
37	S	2.6	660	1.4	46	無	97.2	1039
38	T	2.6	660	1.4	46	無	96.8	1042
39	U	2.6	660	1.4	46	無	97.6	1036
40	V	2.6	660	1.4	46	無	95.3	1074

注) 1. 熱延条件の圧延後板厚欄:熱延鋼板の板厚を示す。

2. 冷延条件の圧延後板厚欄:冷延鋼板の板厚を示す。-印は冷間圧延を行わなかったことを示す。

3. 焼鈍の有無欄:有印は焼鈍を行なったこと、無印は焼鈍を行わなかったことを示す。

【0076】

具体的には、Ar₃点以上の温度域で、鋼A～Vに10パスの圧延を施し、厚さ2.2～3.2mmの熱延鋼板とした。熱間圧延後、水スプレーで、熱延鋼板を640～660まで冷却し、冷却終了温度を巻取温度とし、この巻取温度に保持した電気加熱炉中に熱延鋼板を装入して60分間保持し、その後、熱延鋼板を20 / 時間の平均冷却速度で室温まで炉冷却して、巻取り後の徐冷をシミュレートした。

【0077】

熱延鋼板の一部を酸洗して冷間圧延用の母材とし、表2に示す冷延条件で冷間圧延を施して、厚さ1.4mmの冷延鋼板とした。また、熱延鋼板の一部を機械研削し、厚さ1.

10

20

30

40

50

4 mmの熱延研削板とした。

【0078】

また、冷延鋼板の一部を、連続焼鈍シミュレーターを用いて、5 / 秒の平均加熱速度で780 / 秒まで加熱し120秒間均熱した。続いて5 / 秒の平均冷却速度で室温まで冷却して焼鈍鋼板とした。

【0079】

このようにして得られた冷延鋼板、熱延研削板、および、焼鈍鋼板（これらの鋼板を総称してホットスタンプ用鋼板と呼ぶ）から、組織観察用試験片を採取し、この試験片の鋼板の圧延方向に平行な縦断面を研磨した後、鋼板表面から鋼板の板厚の1 / 4の深さ位置で、上述の方法により組織観察を行い、圧延方向に展伸したフェライトと圧延方向に展伸したパーライトと圧延方向に展伸したベイナイトとの合計の体積率を求めた。

10

【0080】

また、上記ホットスタンプ用鋼板から、圧延方向に直交する方向に沿ってJIS 13B号引張試験片を採取し、10 mm / 分の引張速度で引張試験を行い、引張強さを求めた。表2に、ホットスタンプ用鋼板の金属組織を観察した結果、および、ホットスタンプ用鋼板の機械特性を調査した結果を示す。

【0081】

上記ホットスタンプ用鋼板から、幅240 mm、長さ800 mmのホットスタンプ用素板を採取し、ホットスタンプにより図2に示す形状のハット部材を製造した。ホットスタンプ工程では、ガス加熱炉を用いて、素板（ホットスタンプ用鋼板）を700 / 秒までの平均加熱速度を22 / 秒として表3 - 1に示す加熱温度まで加熱し、その温度で1分間保持した。その後、素板を加熱炉から取り出して放冷し、表3 - 1に示す開始温度で、冷却装置を備えた金型に挟んでハット成形し、続いて表3 - 1に示す冷却停止温度まで金型内で冷却した。また、ハット部材の一部を、電気加熱炉を用いて、表3 - 1に示す条件で再加熱した。表3 - 1のホットスタンプ条件の - 印は再加熱工程を行わなかったことを示す。

20

【0082】

得られたハット部材（ホットスタンプ成形品）の縦壁部から、組織観察用試験片を採取し、この試験片の縦断面を研磨した後、上述した方法により鋼板表面から鋼板の板厚の1 / 4の深さ位置における金属組織を観察した。

【0083】

また、ハット部材の縦壁部から、部材の長手方向に沿ってJIS 13B号引張試験片を採取し、10 mm / 分の引張速度で引張試験を行い、引張強さ、降伏応力、および降伏比を求めた。

30

また、ハット部材の縦壁部から、硬さ測定用試験片を採取し、この試験片の縦断面を研磨した後、鋼板表面から鋼板の板厚の1 / 4の深さ位置で、上述した方法により負荷荷重0.49 NでJIS Z 2244 : 2009に準拠してピッカース硬さ測定を行い、ピッカース硬さの平均値および標準偏差を求めた。

【0084】

また、図3に示すように、ハット部材に厚さ1.4 mm、幅130 mm、長さ800 mmのクロージングプレートを溶接し、3点曲げ試験用の試験体を製造した。クロージングプレートには引張強さが1553 MPaである鋼板を用いた。

40

この試験体を、図4に示すように、ロール間隔700 mmで配置された2本の支持ロールの上に、長さ800 mmの試験体をクロージングプレートが下側になるように乗せ、2 m / 秒の試験速度で3点曲げ試験を行い、最高荷重、試験体とインパクターが接触してから試験体に割れが生じ始めるまでの変位、および、割れが生じ始めるまでの吸収エネルギーを求めた。最高荷重が23.0 kN以上、割れ発生変位が35 mm以上、吸収エネルギーが0.80 kJ以上であれば、耐衝突性が良好であると判断した。

【0085】

表3 - 1、表3 - 2に、ハット部材の金属組織を観察した結果、ハット部材の機械特性を評価した結果、および、ハット部材の耐衝突性を評価した結果を示す。表3 - 1、表3

50

- 2 において、下線を付した数値は、本発明の範囲外であることを意味する。

【 0 0 8 6 】

【表 3 - 1】

試験 番号	鋼	ホットスタンプ条件					ホットスタンプ成形品の金属組織		
		加熱 温度 (°C)	開始 温度 (°C)	冷却停止 温度 (°C)	再加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	マルテン サイト 体積率 (%)	残留 オーステナイト 体積率 (%)	その他 体積率 (%)
1	A	1150	1060	40	—	—	96.0	2.8	1.2
2	A	1150	1060	40	—	—	96.2	2.9	0.9
3	A	1150	1010	40	—	—	95.8	3.1	1.1
4	A	980	910	30	—	—	95.7	2.8	1.5
5	A	1150	1060	40	—	—	95.9	2.7	1.4
6	A	1150	1060	40	110	12	95.8	2.9	1.3
7	B	1150	1060	40	—	—	95.1	3.5	1.4
8	B	1150	1060	40	—	—	95.0	3.7	1.3
9	B	1150	1010	40	—	—	94.9	3.6	1.5
10	B	980	910	30	—	—	94.8	3.3	1.9
11	B	1150	1060	40	—	—	95.0	3.3	1.7
12	B	1150	1060	40	120	14	95.1	3.6	1.3
13	C	1150	1060	40	—	—	94.8	3.0	2.2
14	C	980	910	30	—	—	94.7	3.1	2.2
15	D	1150	1060	40	—	—	95.9	2.1	2.0
16	E	1150	1060	40	—	—	92.5	6.8	0.7
17	F	1150	1060	40	—	—	96.0	2.9	1.1
18	G	1150	1060	40	—	—	95.1	4.5	0.4
19	H	1150	1060	40	—	—	96.1	3.1	0.8
20	I	1150	1060	40	—	—	65.5	2.5	32.0
21	J	1150	1060	40	—	—	86.3	2.6	11.1
22	K	1150	1060	40	—	—	82.2	5.2	12.6
23	L	1150	1060	40	—	—	95.9	3.3	0.8
24	L	1150	1010	40	—	—	95.8	3.5	0.7
25	L	1150	1060	40	120	14	95.6	3.5	0.9
26	M	1150	1060	40	—	—	95.1	4.1	0.8
27	M	1150	1060	40	—	—	95.2	4.3	0.5
28	N	1150	1060	40	—	—	95.9	2.9	1.2
29	N	1150	1060	40	—	—	95.8	2.6	1.6
30	O	1150	1060	40	—	—	95.9	3.4	0.7
31	O	1150	1060	40	120	14	95.9	3.5	0.6
32	P	1150	1060	40	—	—	95.8	3.6	0.6
33	P	980	910	30	—	—	95.6	3.5	0.9
34	P	1150	1060	40	120	14	95.6	3.8	0.6
35	Q	1150	1060	40	—	—	95.8	3.4	0.8
36	R	1150	1060	40	—	—	95.8	3.5	0.7
37	S	1150	1060	40	—	—	96.0	3.1	0.9
38	T	1150	1060	40	—	—	95.9	3.0	1.1
39	U	1150	1060	40	—	—	95.7	3.5	0.8
40	V	1150	1060	40	140	18	94.1	3.9	2.0

注) 1. ホットスタンプ条件の開始温度欄: 成形開始温度を示す。

2. ホットスタンプ条件の再加熱温度欄および保持時間欄: 印は再加熱処理を行わなかったことを示す。

3. ホットスタンプ成形品の機械特性の引張強さ、降伏応力および降伏比欄: 印は引張強さ、降伏応力または降伏比が測定不能であったことを示す。

4. ホットスタンプ成形品の耐衝突性の吸収エネルギー欄: 割れ発生までの吸収エネルギーを示す。

【 0 0 8 7 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 2】

試験 番号	ホットスタンプ成形品の機械特性					ホットスタンプ成形品の耐衝突性		
	引張 強さ (MPa)	降伏 応力 (MPa)	降伏 比	ビッカース 硬さの 平均値	ビッカース 硬さの 標準偏差	最高 荷重 (kN)	割れ発生 変位 (mm)	吸収 エネルギー (kJ)
1	2353	1413	0.60	682	13	23.7	44	0.92
2	2330	1417	0.61	679	21	20.8	12	0.22
3	2388	1426	0.60	691	21	23.8	33	0.62
4	2445	1457	0.60	709	24	23.9	27	0.49
5	2332	1431	0.61	675	22	21.2	13	0.24
6	2334	1545	0.66	680	8	24.1	53	1.03
7	2615	1559	0.60	748	15	25.4	40	0.87
8	2594	1572	0.61	742	23	22.4	17	0.29
9	2642	1582	0.60	758	22	25.2	31	0.64
10	2701	1610	0.60	765	25	25.4	26	0.52
11	2588	1597	0.62	742	22	22.8	18	0.31
12	2562	1743	0.68	737	9	25.6	46	0.98
13	2536	1486	0.59	730	16	24.9	41	0.89
14	2615	1530	0.59	744	27	22.3	14	0.25
15	2140	1320	0.62	631	15	21.4	61	0.97
16	—	—	—	1043	27	19.2	10	0.19
17	2457	1449	0.59	705	22	22.7	19	0.33
18	2494	1439	0.58	719	28	21.3	12	0.21
19	2436	1434	0.59	705	21	22.2	17	0.28
20	1710	989	0.58	522	33	20.2	11	0.20
21	2285	1366	0.60	661	26	20.8	11	0.20
22	2268	1350	0.60	660	30	21.9	15	0.26
23	2551	1556	0.61	730	12	25.2	42	0.91
24	2579	1565	0.61	740	22	25.3	32	0.67
25	2513	1716	0.68	725	7	25.5	47	1.01
26	2560	1562	0.61	736	13	25.3	42	0.90
27	2536	1564	0.62	730	22	22.6	18	0.31
28	2532	1543	0.61	725	14	25.2	43	0.91
29	2509	1561	0.62	723	23	22.2	17	0.29
30	2546	1581	0.62	731	15	25.3	39	0.88
31	2515	1720	0.68	726	9	25.6	45	0.96
32	2539	1584	0.62	728	14	25.2	39	0.87
33	2621	1596	0.61	748	22	25.2	25	0.51
34	2507	1710	0.68	724	9	25.5	45	0.95
35	2544	1587	0.62	731	15	25.2	39	0.88
36	2548	1559	0.61	733	15	25.3	43	0.91
37	2603	1580	0.61	742	12	25.4	42	0.90
38	2608	1581	0.61	744	13	25.4	42	0.91
39	2548	1549	0.61	733	13	25.2	41	0.89
40	2633	1877	0.71	751	5	25.7	45	1.02

- 注) 1. ホットスタンプ条件の開始温度欄: 成形開始温度を示す。
 2. ホットスタンプ条件の再加熱温度欄および保持時間欄: 印は再加熱処理を行わなかったことを示す。
 3. ホットスタンプ成形品の機械特性の引張強さ、降伏応力および降伏比欄: 印は引張強さ、降伏応力または降伏比が測定不能であったことを示す。
 4. ホットスタンプ成形品の耐衝突性の吸収エネルギー欄: 割れ発生までの吸収エネルギーを示す。

【 0 0 8 8 】

本発明の規定を満足する試験番号 1、6、7、12、13、23、25、26、28、30～32、34～40 は、いずれも、ホットスタンプ成形品の引張強さが 2300 MPa 以上であり、ビッカース硬さの平均値が 670 以上であり、ビッカース硬さの標準偏差が 20 以下であった。また、成形品の 3 点曲げ試験における最高荷重が 23.0 kN 以上、割れ発生変位が 35 mm 以上、吸収エネルギーが 0.80 kJ 以上であり、良好な耐衝突性を示していた。

【 0 0 8 9 】

また、ホットスタンプ成形品の製造工程において、再加熱処理を行った試験番号 6、1

2、25、31、34、40は、ホットスタンプ成形品の引張強さが2300MPa以上であり、ビッカース硬さの平均値が670以上であり、ビッカース硬さの標準偏差が10以下であった。また、降伏比が0.65以上であり、成形品の3点曲げ試験における最高荷重が23.0kN以上、割れ発生変位が45mm以上、吸収エネルギーが0.95kJ以上であり、耐衝突性が特に良好であった。

【0090】

これらに対して、化学組成が本発明の範囲から外れる鋼板を用いた比較例の試験番号15～22は、ホットスタンプ成形品の引張強さが2300MPa未満、ビッカース硬さの平均値が670未満であり、成形品の3点曲げ試験における最高荷重が低かったか、または、ビッカース硬さの標準偏差が20超であり、成形品の3点曲げ試験における最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低く、耐衝突性が劣っていた。

10

【0091】

具体的には、鋼Dを用いた試験番号15は、鋼のC含有量が低すぎるため、ホットスタンプ成形品の引張強さが2300MPa未満、ビッカース硬さの平均値が670未満であり、成形品の最高荷重が低かった。

【0092】

鋼Eを用いた試験番号16は、鋼のC含有量が高すぎるため、ビッカース硬さの平均値が高く、引張試験では早期破断が生じ引張強さ、降伏応力、および降伏比を求めることができなかった。ビッカース硬さの標準偏差は20超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

20

【0093】

鋼F、Gを用いた試験番号17、18は鋼のMn含有量が高すぎるため、鋼Hを用いた試験番号19は鋼のMo含有量が高すぎるため、いずれもビッカース硬さの標準偏差が20超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

【0094】

鋼Iを用いた試験番号20は鋼のMoおよびB含有量が低すぎるため、鋼Jを用いた試験番号21は鋼のMo含有量が低すぎるため、鋼Kを用いた試験番号22は鋼のsol.A1含有量が高すぎるため、ホットスタンプ成形品の金属組織においてマルテンサイト体積率が不足し、引張強さが2300MPa未満、ビッカース硬さの平均値が670未満、ビッカース硬さの標準偏差が20超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

30

【0095】

化学組成は本発明の範囲内であるが、ホットスタンプ成形品の製造条件が上述した範囲から外れる比較例の試験番号2～5、8～11、14、24、27、29、33は、ホットスタンプ成形品のビッカース硬さの標準偏差が20超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低いか、または、割れ発生変位および吸収エネルギーが低く、耐衝突性が劣っていた。

具体的には、鋼Aを用いた試験番号2、鋼Bを用いた試験番号8、鋼Mを用いた試験番号27は、ホットスタンプ用鋼板の製造工程で、冷間圧延後に焼鈍を行った（ホットスタンプに供される鋼板が冷延ままではなかった）ために、成形品のビッカース硬さの標準偏差が20超であり、最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

40

鋼Aを用いた試験番号5、鋼Bを用いた試験番号11、鋼Nを用いた試験番号29は、ホットスタンプ用鋼板の製造工程で冷間圧延を行わなかった（ホットスタンプに供される鋼板が冷延ままではなかった）ために、成形品のビッカース硬さの標準偏差が20超であり、最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

鋼Aを用いた試験番号3、4、鋼Bを用いた試験番号9、10、鋼Lを用いた試験番号24、鋼Pを用いた試験番号33は、ホットスタンプ工程における成形開始温度が低すぎるために、成形品のビッカース硬さの標準偏差が20超であり、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

鋼Cを用いた試験番号14は、ホットスタンプ用鋼板に焼鈍鋼板を用い、また、ホット

50

スタンプ工程における成形開始温度が低すぎるために、成形品のビッカース硬さの標準偏差が20超であり、最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

【0096】

(実施例2)

真空溶解炉を用いて溶鋼を鋳造し、表4に示す化学組成を有する鋼a~wを製造した。表4中のAc₃点は、鋼a~wの化学組成を有するめっき鋼板を8 /秒で加熱した際の熱膨張変化から求めた。鋼a~wを1200 に加熱し60分間保持した後、表5に示す熱延条件で熱間圧延を行った。

【0097】

具体的には、Ar₃点以上の温度域で、鋼a~wに10パスの圧延を施し、厚さ2.2 ~ 3.2 mmの熱延鋼板とした。熱間圧延後、水スプレーで、熱延鋼板を640 ~ 660 まで冷却し、冷却終了温度を巻取温度とし、この巻取温度に保持した電気加熱炉中に熱延鋼板を装入して60分間保持し、その後、熱延鋼板を20 /時間の平均冷却速度で室温まで炉冷却して、巻取り後の徐冷をシミュレートした。

【0098】

熱延鋼板の一部を酸洗して冷間圧延用の母材とし、表5に示す冷延条件で冷間圧延を施して、厚さ1.4 mmの冷延鋼板とした。また、熱延鋼板の一部(冷間圧延を行わなかった例)を機械研削し、厚さ1.4 mmの熱延研削板とした。

【0099】

また、得られた鋼板(冷延鋼板および熱延研削板)を、溶融めっきシミュレーターを用いて、5 /秒の平均加熱速度で表5に示す焼鈍の均熱温度まで加熱し120秒間均熱した。続いて鋼板を冷却し、溶融亜鉛めっき浴または溶融アルミニウムめっき浴に浸漬して、溶融亜鉛めっきまたは溶融アルミニウムめっきを施した。一部の素材鋼板には、溶融亜鉛めっきの後、520 まで加熱して合金化処理を施した。

【0100】

10

20

30

40

50

【 表 4 】

鋼	化学組成 (質量%) (残部:Feおよび不純物)													Ac ₃ 点 (°C)
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	N	Mo	B	Cr	Ti	Nb	その他	
a	0.43	0.003	0.39	0.010	0.0004	0.024	0.0028	0.20	0.0020	0.21	0.020	0.049	-	804
b	0.46	0.005	0.38	0.009	0.0018	0.048	0.0031	0.20	0.0019	0.21	0.020	0.051	-	815
c	0.46	0.21	0.39	0.009	0.0004	0.046	0.0034	0.19	0.0021	0.21	0.002	0.018	-	808
d	0.47	0.42	0.38	0.010	0.0017	0.049	0.0029	0.20	0.0018	-	0.020	0.051	-	820
e	0.46	0.004	0.48	0.010	0.0010	0.034	0.0022	0.05	0.0019	0.15	0.029	0.078	-	803
f	0.38	0.005	0.40	0.008	0.0004	0.045	0.0011	0.30	0.0018	-	0.020	0.050	-	817
g	0.72	0.005	0.45	0.008	0.0007	0.043	0.0018	0.05	0.0020	-	-	-	-	764
h	0.45	0.004	0.54	0.010	0.0018	0.045	0.0039	0.20	0.0018	0.62	0.020	0.047	-	803
i	0.45	0.21	1.27	0.010	0.0009	0.052	0.0030	0.02	0.0018	0.20	0.020	-	-	793
j	0.43	0.004	0.09	0.012	0.0003	0.055	0.0011	0.51	0.0018	-	0.021	0.049	-	828
k	0.43	0.03	0.38	0.011	0.0007	0.050	0.0019	-	-	-	0.020	0.050	-	813
l	0.44	0.03	0.39	0.010	0.0005	0.043	0.0025	-	0.0019	0.20	0.021	0.052	-	809
m	0.44	0.22	0.41	0.009	0.0007	1.050	0.0032	0.18	0.0020	0.19	0.022	0.053	-	1177
n	0.46	0.40	0.39	0.009	0.0006	0.047	0.0029	0.19	0.0018	0.33	0.021	0.019	-	819
o	0.46	0.60	0.39	0.010	0.0005	0.047	0.0034	0.19	0.0022	0.21	0.020	0.018	-	839
p	0.46	0.21	0.39	0.009	0.0008	0.048	0.0032	0.10	0.0017	0.41	0.020	0.019	-	806
q	0.46	0.005	0.39	0.009	0.0019	0.048	0.0033	0.19	0.0017	0.21	0.020	-	-	803
r	0.46	0.004	0.38	0.009	0.0018	0.046	0.0037	0.19	0.0018	0.21	-	-	-	797
s	0.46	0.40	0.39	0.008	0.0004	0.038	0.0020	0.19	0.0024	-	-	-	V:0.041 Zr:0.017	805
t	0.46	0.41	0.38	0.008	0.0006	0.038	0.0019	0.20	0.0019	-	0.022	0.028	Cu:0.30 Ni:0.14	815
u	0.47	0.38	0.28	0.010	0.0006	0.039	0.0027	0.20	0.0020	0.28	0.021	0.028	Ca:0.0004 Mg:0.0004 REM:0.0005	820
v	0.47	0.39	0.18	0.010	0.0005	0.038	0.0030	0.19	0.0021	0.29	0.022	0.027	Bi:0.0021	824
w	0.51	0.005	0.36	0.008	0.0003	0.046	0.0025	0.20	0.0024	0.22	0.019	-	-	794

注) 1. -印は意図的に添加していないことを示す。
2. Ac₃点は、めっき鋼板を700°C以上の温度範囲を8°C/sで加熱した際の熱膨張変化から求めた。

【 0 1 0 1 】

10

20

30

40

50

【表 5】

試験 番号	鋼	熱延条件		冷延条件		焼鈍条件	めっき種
		圧延後板厚 (mm)	巻取温度 (°C)	圧延後板厚 (mm)	冷圧率 (%)	均熱温度 (°C)	
101	a	3.2	640	1.4	56	730	GA
102	a	3.2	640	1.4	56	730	GI
103	a	3.2	640	1.4	56	740	AL
104	a	3.2	640	1.4	56	730	GA
105	a	3.2	640	1.4	56	730	GA
106	a	3.2	640	1.4	56	730	GA
107	b	2.6	660	1.4	46	740	AL
108	b	2.6	660	—	—	730	GA
109	b	2.6	660	1.4	46	730	GI
110	b	2.6	660	1.4	46	740	AL
111	b	2.6	660	1.4	46	740	AL
112	b	2.6	660	1.4	46	740	AL
113	c	2.6	660	1.4	46	730	GA
114	c	2.6	660	1.4	46	730	GA
115	d	2.6	660	1.4	46	730	GA
116	d	2.6	660	1.4	46	740	AL
117	d	2.6	660	1.4	46	740	AL
118	e	2.6	660	1.4	46	740	AL
119	e	2.6	660	1.4	46	740	AL
120	f	2.6	640	1.4	46	730	GA
121	g	2.2	640	1.4	36	730	GA
122	h	2.6	640	1.4	46	730	GA
123	i	2.6	640	1.4	46	740	AL
124	j	2.6	640	1.4	46	740	AL
125	k	2.6	640	1.4	46	740	AL
126	l	2.6	640	1.4	46	730	GA
127	m	2.6	640	1.4	46	730	GA
128	n	2.6	660	1.4	46	730	GA
129	n	2.6	660	1.4	46	740	AL
130	n	2.6	660	1.4	46	730	GA
131	o	2.2	660	1.4	36	740	AL
132	o	2.2	660	1.4	36	740	AL
133	o	2.2	660	1.4	36	740	AL
134	o	2.2	660	1.4	36	740	AL
135	p	2.6	660	1.4	46	740	AL
136	p	2.6	660	1.4	46	740	AL
137	q	2.6	660	1.4	46	730	GA
138	r	2.6	660	1.4	46	730	GI
139	s	2.6	660	1.4	46	740	AL
140	t	2.6	660	1.4	46	740	AL
141	u	2.6	660	1.4	46	730	GA
142	v	2.6	660	1.4	46	730	GI
143	w	2.6	660	1.4	46	730	GA

注) 1. 熱延条件の圧延後板厚欄: 熱延鋼板の板厚を示す。

2. 冷延条件の圧延後板厚欄: 冷延鋼板の板厚を示す。-印は冷間圧延を行わなかったことを示す。

3. めっき種欄: GI印は溶融亜鉛めっき鋼板、GA印は合金化溶融亜鉛めっき鋼板、AL印は溶融アルミニウムめっき鋼板を示す。

【0102】

このようにして得られた溶融亜鉛めっき鋼板、合金化溶融亜鉛めっき鋼板、および、溶融アルミニウムめっき鋼板（これらの鋼板を総称してホットスタンプ用鋼板と呼ぶ）から、幅240mm、長さ800mmのホットスタンプ用素板を採取し、ホットスタンプにより図2に示す形状のハット部材を製造した。ホットスタンプ工程では、ガス加熱炉を用いて、素板を700℃までの平均加熱速度を11℃/秒以上として表6-1に示す加熱温度まで加熱し、その温度で1分間保持した。その後、素板を加熱炉から取り出して放冷し、表6-1に示す開始温度で、冷却装置を備えた金型に挟んでハット成形し、続いて表6-1に示す冷却停止温度まで金型内で冷却した。また、ハット部材の一部を、電気加熱炉を

用いて、表 6 - 1 に示す条件で再加熱した。表 6 - 1 のホットスタンプ条件の - 印は再加熱工程を行わなかったことを示す。

【 0 1 0 3 】

得られたハット部材（ホットスタンプ成形品）の縦壁部から、組織観察用試験片を採取し、この試験片の縦断面を研磨した後、上述した方法により基材の鋼板とめっき層の界面から基材である鋼板の板厚の $1/4$ の深さ位置における金属組織を観察した。

【 0 1 0 4 】

また、ハット部材の縦壁部から、部材の長手方向に沿って J I S 1 3 B 号引張試験片を採取し、 10 mm/分 の引張速度で引張試験を行い、引張強さ、降伏応力、および降伏比を求めた。

10

また、ハット部材の縦壁部から、硬さ測定用試験片を採取し、この試験片の縦断面を研磨した後、鋼板とめっき層の界面から鋼板の板厚の $1/4$ の深さ位置で、上述した方法により負荷荷重 0.49 N でビッカース硬さ測定を行い、ビッカース硬さの平均値および標準偏差を求めた。

また、図 3 に示すように、ハット部材に厚さ 1.4 mm 、幅 130 mm 、長さ 800 mm のクロージングプレートを溶接し、3点曲げ試験用の試験体を製造した。クロージングプレートには引張強さが 1553 MPa である鋼板を用いた。

【 0 1 0 5 】

図 4 に示すように、ロール間隔 700 mm で配置された 2 本の支持ロールの上に、長さ 800 mm の試験体をクロージングプレートが下側になるように乗せ、 2 m/秒 の試験速度で 3 点曲げ試験を行い、最高荷重、試験体とインパクターが接触してから試験体に割れが生じ始めるまでの変位、および、割れが生じ始めるまでの吸収エネルギーを求めた。最高荷重が 23.0 kN 以上、割れ発生変位が 35 mm 以上、かつ、吸収エネルギーが 0.80 kJ 以上であれば、耐衝突性が良好であると判断した。

20

【 0 1 0 6 】

表 6 - 1、表 6 - 2 に、ハット部材の金属組織を観察した結果、ハット部材の機械特性を評価した結果、および、ハット部材の耐衝突性を評価した結果を示す。表 6 - 1、表 6 - 2 において、下線を付した数値は、本発明の範囲外であることを意味する。

【 0 1 0 7 】

30

40

50

【表 6 - 1】

試験 番号	鋼	ホットスタンプ条件					ホットスタンプ成形品の金属組織		
		加熱 温度 (°C)	開始 温度 (°C)	冷却停止 温度 (°C)	再加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	マルテン サイト 体積率 (%)	残留 オーステナイト 体積率 (%)	その他 体積率 (%)
101	a	1150	1060	40	110	12	96.8	1.7	1.5
102	a	1150	1060	40	110	12	96.7	1.8	1.5
103	a	1150	1060	40	110	12	97.0	1.7	1.3
104	a	1150	1010	40	110	12	96.6	2.0	1.4
105	a	980	910	30	110	12	96.7	1.7	1.6
106	a	1150	1060	40	170	20	96.7	1.8	1.5
107	b	1150	1060	40	120	14	95.7	2.5	1.8
108	b	1150	1060	40	120	14	96.3	2.1	1.6
109	b	1150	1060	40	120	14	95.9	2.4	1.7
110	b	1150	1010	40	120	14	95.7	2.6	1.7
111	b	980	910	30	120	14	95.6	2.4	2.0
112	b	1150	1060	40	70	20	95.8	2.5	1.7
113	c	1150	1060	40	130	14	95.6	2.8	1.6
114	c	1150	1010	40	130	14	95.5	2.9	1.6
115	d	1150	1060	40	120	14	95.0	3.6	1.4
116	d	1150	1060	40	120	14	94.9	3.7	1.4
117	d	1150	1060	40	—	—	95.1	3.6	1.3
118	e	1150	1060	40	140	14	94.6	3.1	2.3
119	e	980	910	30	140	14	94.6	3.2	2.2
120	f	1150	1060	40	110	12	95.8	2.3	1.9
121	g	1150	1060	40	110	12	92.6	6.8	0.6
122	h	1150	1060	40	110	12	96.0	2.8	1.2
123	i	1150	1060	40	110	12	94.9	4.5	0.6
124	j	1150	1060	40	110	12	95.9	3.3	0.8
125	k	1150	1060	40	110	12	67.8	2.1	30.1
126	l	1150	1060	40	110	12	87.9	2.1	10.0
127	m	1150	1060	40	110	12	82.7	5.1	12.2
128	n	1150	1060	40	120	14	95.5	3.6	0.9
129	n	1150	1060	40	120	14	95.3	3.7	1.0
130	n	1150	1010	40	120	14	95.7	3.7	0.6
131	o	1150	1060	40	120	14	95.2	4.1	0.7
132	o	1150	1060	40	—	—	95.4	4.2	0.4
133	o	1150	1060	120	270	20	88.6	5.2	6.2
134	o	1150	1010	40	—	—	95.2	4.3	0.5
135	p	1150	1060	40	120	14	96.7	2.3	1.0
136	p	1150	1060	40	270	20	94.5	2.0	3.5
137	q	1150	1060	40	110	12	97.0	2.2	0.8
138	r	1150	1060	40	110	12	97.0	2.0	1.0
139	s	1150	1060	40	120	14	96.1	3.2	0.7
140	t	1150	1060	40	130	14	95.7	3.6	0.7
141	u	1150	1060	40	130	14	95.8	3.4	0.8
142	v	1150	1060	40	130	14	96.1	3.1	0.8
143	w	1150	1060	40	140	18	93.6	2.6	3.8

注) 1. ホットスタンプ条件の開始温度欄: 成形開始温度を示す。
 2. ホットスタンプ条件の再加熱温度欄および保持時間欄: 印は再加熱処理を行わなかったことを示す。
 3. ホットスタンプ成形品の機械特性の引張強さ欄、降伏応力欄および降伏比欄: 印は引張強さ、降伏応力または降伏比が測定不能であったことを示す。
 4. ホットスタンプ成形品の耐衝突性の吸収エネルギー欄: 割れ発生までの吸収エネルギーを示す。

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

【表 6 - 2】

試験 番号	ホットスタンプ成形品の機械特性					ホットスタンプ成形品の耐衝突性		
	引張 強さ (MPa)	降伏 応力 (MPa)	降 伏 比	ビッカース 硬さの 平均値	ビッカース 硬さの 標準偏差	最高 荷重 (kN)	割れ発生 変位 (mm)	吸収 エネルギー (kJ)
101	2326	1555	0.67	674	18	24.1	40	0.84
102	2324	1550	0.67	672	18	24.0	40	0.84
103	2349	1577	0.67	684	19	24.2	37	0.82
104	2355	1585	0.67	685	25	24.1	28	0.50
105	2412	1633	0.68	694	28	24.0	22	0.33
106	2160	1510	0.70	635	14	21.5	54	0.92
107	2595	1766	0.68	740	15	25.5	36	0.84
108	2593	1763	0.68	740	18	25.6	36	0.84
109	2571	1744	0.68	735	14	25.5	39	0.86
110	2602	1775	0.68	748	22	25.4	29	0.59
111	2665	1833	0.69	762	26	25.5	23	0.46
112	2622	1681	0.64	751	22	22.5	16	0.24
113	2568	1799	0.70	733	12	25.7	43	0.92
114	2597	1814	0.70	746	21	25.6	32	0.61
115	2554	1738	0.68	732	13	25.6	42	0.89
116	2571	1759	0.68	735	13	25.6	39	0.85
117	2615	1592	0.61	748	23	22.6	15	0.22
118	2506	1781	0.71	718	11	25.8	40	0.88
119	2573	1844	0.72	739	22	25.9	27	0.54
120	2122	1400	0.66	624	16	21.3	56	0.93
121	-	-	-	1030	27	20.3	12	0.21
122	2440	1608	0.66	701	21	24.6	33	0.64
123	2474	1609	0.65	715	26	24.8	22	0.44
124	2398	1585	0.66	697	21	24.1	30	0.60
125	1751	1068	0.61	530	31	20.3	11	0.18
126	2282	1434	0.63	663	25	21.0	12	0.25
127	2285	1436	0.63	667	28	22.3	18	0.30
128	2502	1726	0.69	716	13	25.5	42	0.92
129	2515	1736	0.69	720	14	25.6	40	0.89
130	2529	1745	0.69	728	22	25.4	31	0.64
131	2524	1713	0.68	726	14	25.6	39	0.86
132	2557	1531	0.60	733	23	22.2	14	0.28
133	2146	1630	0.76	628	25	21.6	34	0.71
134	2581	1551	0.60	743	27	20.6	13	0.18
135	2533	1749	0.69	731	15	25.6	37	0.85
136	2117	1717	0.81	625	11	21.3	55	0.89
137	2519	1662	0.66	724	16	25.5	40	0.87
138	2523	1641	0.65	728	17	25.5	39	0.85
139	2518	1716	0.68	725	13	25.6	40	0.86
140	2522	1766	0.70	728	12	25.7	41	0.88
141	2511	1758	0.70	720	12	25.6	43	0.90
142	2517	1788	0.71	721	12	25.8	44	0.92
143	2620	1874	0.72	750	11	26.0	35	0.83

注) 1. ホットスタンプ条件の開始温度欄: 成形開始温度を示す。

2. ホットスタンプ条件の再加熱温度欄および保持時間欄: 印は再加熱処理を行わなかったことを示す。

3. ホットスタンプ成形品の機械特性の引張強さ欄、降伏応力欄および降伏比欄: 印は引張強さ、降伏応力または降伏比が測定不能であったことを示す。

4. ホットスタンプ成形品の耐衝突性の吸収エネルギー欄: 割れ発生までの吸収エネルギーを示す。

【0109】

本発明の規定を満足する試験番号101～103、107～109、113、115、116、118、128、129、131、135、137～143は、いずれも、ホットスタンプ成形品の引張強さが2300MPa以上であり、ビッカース硬さの平均値が670以上であり、ビッカース硬さの標準偏差が20以下であった。また、降伏比が0.65以上であり、成形品の3点曲げ試験における最高荷重が23.0kN以上、割れ発生変位が35mm以上、吸収エネルギーが0.80kJ以上であり、良好な耐衝突性を示していた。

【0110】

10

20

30

40

50

これらに対して、化学組成が本発明の範囲から外れる鋼板を用いた比較例の試験番号 120 ~ 127 は、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーのいずれか、または全てが低く、耐衝突性が劣っていた。

【0111】

具体的には、鋼 f を用いた試験番号 120 は、鋼の C 含有量が低すぎるため、ホットスタンプ成形品の引張強さが 2300 MPa 未満、ビッカース硬さの平均値が 670 未満であり、成形品の最高荷重が低かった。

【0112】

鋼 g を用いた試験番号 121 は、鋼の C 含有量が高すぎるため、ビッカース硬さの平均値が高く、引張試験では早期破断が生じ引張強さ、降伏応力、および降伏比を求めることができなかった。ビッカース硬さの標準偏差は 20 超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

10

【0113】

鋼 h、i を用いた試験番号 122、123 は鋼の Mn 含有量が高すぎるため、鋼 j を用いた試験番号 124 は鋼の Mo 含有量が高すぎるため、いずれもビッカース硬さの標準偏差が 20 超であり、割れ発生変位および吸収エネルギーが低かった。

【0114】

鋼 k を用いた試験番号 125 は鋼の Mo および B 含有量が低すぎるため、鋼 l を用いた試験番号 126 は鋼の Mo 含有量が低すぎるため、鋼 m を用いた試験番号 127 は鋼の sol. Al 含有量が高すぎるため、ホットスタンプ成形品の金属組織においてマルテンサイト体積率が不足し、引張強さが 2300 MPa 未満、ビッカース硬さの平均値が 670 未満、ビッカース硬さの標準偏差が 20 超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

20

【0115】

化学組成は本発明の範囲内であるが、ホットスタンプ成形品の製造条件が上述した範囲から外れる比較例の試験番号 104 ~ 106、110 ~ 112、114、117、119、130、132 ~ 134、136 は、成形品の 3 点曲げ試験における最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーのいずれか、または全てが低く、耐衝突性が劣っていた。

具体的には、鋼 a を用いた試験番号 104、105、鋼 b を用いた試験番号 110、111、鋼 c を用いた試験番号 114、鋼 e を用いた試験番号 119、鋼 n を用いた試験番号 130 は、ホットスタンプ工程における成形開始温度が低すぎるために、成形品のビッカース硬さの標準偏差が 20 超であり、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

30

鋼 a を用いた試験番号 106、鋼 p を用いた試験番号 136 は、再加熱工程における再加熱温度が高すぎるために、引張強さが 2300 MPa 未満、ビッカース硬さの平均値が 670 未満であり、最高荷重が低かった。

鋼 b を用いた試験番号 112、鋼 d を用いた試験番号 117、鋼 o を用いた試験番号 132 は、再加熱工程における再加熱温度が低すぎるか、または、再加熱処理を行わなかったために、ビッカース硬さの標準偏差が 20 超、降伏比が 0.65 未満であり、最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

40

鋼 o を用いた試験番号 133 は、ホットスタンプ工程における冷却停止温度が高く、また、再加熱工程における再加熱温度が高すぎるために、マルテンサイト体積率が不足し、引張強さが 2300 MPa 未満、ビッカース硬さの平均値が 670 未満、ビッカース硬さの標準偏差が 20 超であり、成形品の最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

鋼 o を用いた試験番号 134 は、ホットスタンプ工程における成形開始温度が低く、また、再加熱処理を行わなかったために、ビッカース硬さの標準偏差が 20 超、降伏比が 0.65 未満であり、最高荷重、割れ発生変位、および吸収エネルギーが低かった。

【産業上の利用可能性】

【0116】

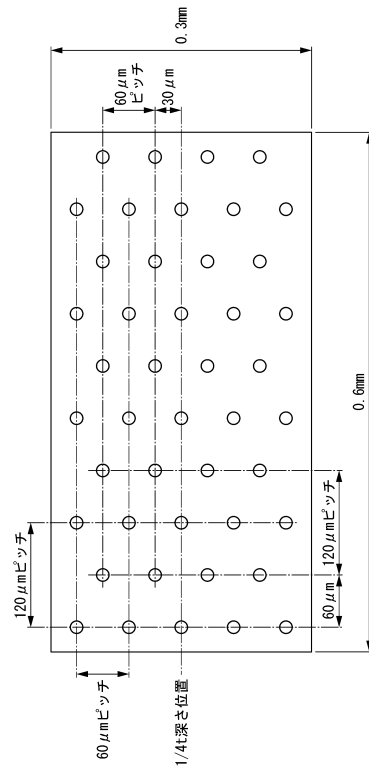
本発明によれば、引張強さが 2300 MPa 以上である部分を有する、耐衝突性に優れた

50

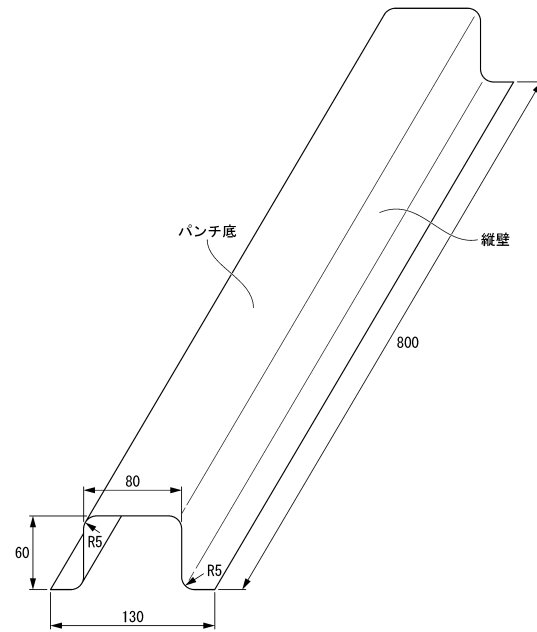
ホットスタンプ成形品を得ることが可能になる。

【図面】

【 図 1 】



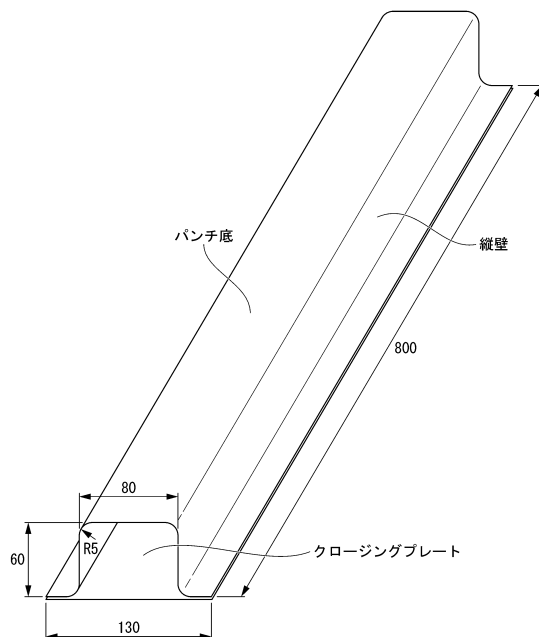
【 図 2 】



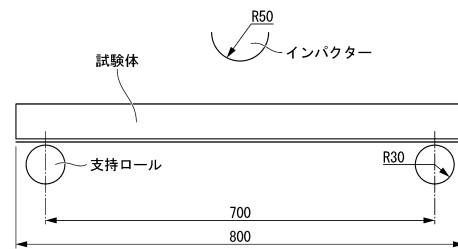
10

20

【 図 3 】



【圖 4】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
	C 2 1 D	9/00	A
	C 2 1 D	9/46	G
	C 2 1 D	9/46	J

日本国(JP)

(74)代理人 100207686
弁理士 飯田 恭宏

(74)代理人 100224812
弁理士 井口 翔太

(72)発明者 芳賀 純
東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 日本製鉄株式会社内

合議体

審判長 井上 猛

審判官 土屋 知久

審判官 相澤 啓祐

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C21D9/00,9/46

C22C38/00-38/60

C21D1/18

C23C2/06