

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3946369号  
(P3946369)

(45) 発行日 平成19年7月18日(2007.7.18)

(24) 登録日 平成19年4月20日(2007.4.20)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 C 38/00 (2006.01)

C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z

C 2 2 C 38/18 (2006.01)

C 2 2 C 38/18

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平10-366296	(73) 特許権者	000004581
(22) 出願日	平成10年12月24日(1998.12.24)		日新製鋼株式会社
(65) 公開番号	特開2000-192197(P2000-192197A)		東京都千代田区丸の内3丁目4番1号
(43) 公開日	平成12年7月11日(2000.7.11)	(74) 代理人	100116621
審査請求日	平成17年12月15日(2005.12.15)		弁理士 岡田 萬里
		(72) 発明者	伊東 建次郎
			山口県新南陽市野村南町4 9 7 6番地
			日新製鋼株式会社 技術研究所内
		(72) 発明者	末次 輝彦
			山口県新南陽市野村南町4 9 7 6番地
			日新製鋼株式会社 技術研究所内
		(72) 発明者	森川 広
			山口県新南陽市野村南町4 9 7 6番地
			日新製鋼株式会社 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐摩耗鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

C : 0 . 0 5 ~ 1 . 5 0 質量% , S i : 0 . 0 2 ~ 2 . 5 質量% , M n : 0 . 0 2 ~ 3 . 0 質量% , C r : 8 ~ 3 5 質量% , T i , N b , Z r , V 及び W の少なくとも1種 : 0 . 0 5 ~ 3 . 0 質量% 含み、残部が F e 及び不可避免的不純物からなる組成をもち、マトリックスに分散している T i , N b , Z r , V 及び W の炭化物が総析出量で 0 . 2 質量% 以上に調整されている耐摩耗性に優れた鋼。

【請求項2】

さらに、N i : 0 . 2 ~ 5 . 0 質量% を含む請求項1に記載の耐摩耗性に優れた鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、アブレッシブな摩耗に曝される環境で使用され、優れた耐摩耗性及び耐食性を示す鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】

耐摩耗性が要求される用途では、具体的には糸との接触で摩耗する織機部材、他の部品との摺動摩擦で摩耗する電気・電子機器部材等、多岐の分野にわたって刃物鋼、工具鋼等の高強度材料が使用されている。使用環境によっては、耐食性に優れていることも要求特性の一つである。

刃物，工具類，織機部材，電子・電気機器部材等の寿命は、使用環境によっても異なるが、材料のもつ耐摩耗性の如何で大きく影響される。そこで、耐摩耗性が要求される部材には、炭素鋼を焼き入れして組織を強化した材料，冷間加工等で強度を向上させた加工強化材等が使用されている。

#### 【 0 0 0 3 】

摩耗は非常に複雑な機構をとる現象であることから、摩耗する部位での摩耗原因が明らかにされないまま、高強度材を用いて耐摩耗性の向上を図っているのが現状であり、実使用環境で実機に材料を装備させ、使用しながら材料の寿命を評価している。そのため、材料の選定に長時間を要することを始めとして、適正な材料の選定に苦慮している。

#### 【 0 0 0 4 】

10

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

組織強化，加工強化等によって耐摩耗性が改善されるものの、生産能率向上による高速化や取り扱う素材の強度化等に応じて摩耗環境が苛酷になり、部品の寿命低下，補修部品の煩雑な交換，摩耗に起因する損傷等が顕在化している。摩耗に起因する損傷は、摩耗形態によって異なり、材料強度の優劣と寿命の如何とは必ずしも関連していない傾向がある。そこで、使用環境における摩耗機構を十分理解した上で、その環境に合った材料の開発が必要と考えられる。

#### 【 0 0 0 5 】

#### 【 課題を解決するための手段 】

本発明は、このような必要に応える開発されたものであり、マトリックスに硬質炭化物を分散析出させることにより、アブレッシブな摩耗に対しても十分な耐摩耗性を呈する鋼材を提供することを目的とする。

20

本発明鋼は、その目的を達成するため、C：0.05～1.50質量%，Si：0.02～2.5質量%，Mn：0.02～3.0質量%，Cr：8～35質量%，Ti，Nb，Zr，V及びWの少なくとも1種：0.05～3.0質量%，更に必要に応じてNi：0.2～5.0質量%を含み、残部がFe及び不可避免の不純物からなる組成をもち、マトリックスに分散しているTi，Nb，Zr，V及びWの炭化物が総析出量で0.2質量%以上に調整されていることを特徴とする。

#### 【 0 0 0 6 】

#### 【 作用 】

30

本発明者等は、摩耗損傷した部材や摩耗テストした対象物等を多数取り寄せ、摩耗損傷部位や対象物をミクロ的な観点から調査した。その結果、摩耗した部材の大半では、研削されたような疵が摩耗部分に観察された。また、摩耗損傷部材の周囲や対象物等には、アルミナ，炭化ケイ素等の硬質粒子の付着が検出された。研削されたような疵や硬質粒子の付着から、このときの摩耗現象は、硬質粒子が介在した摩耗であることが判った。なお、本明細書では、同材又は異材相互の接触面に硬質粒子が介在し、振動又は摺動過程で接触面が硬質粒子等で擦過・研削される摩耗をアブレッシブな摩耗という。

#### 【 0 0 0 7 】

アブレッシブな摩耗は、種々の摩耗現象の中でも最も激しい摩耗であり、この摩耗に耐える材料の開発が望まれている。

40

耐摩耗性を向上させる方法として、炭素含有量を高めた鋼材を焼き入れして高強度化する方法を検討した。焼入れ硬さが高くなるとアブレッシブな摩耗量は若干低下するものの、顕著な摩耗抑制効果は発現せず、炭素添加による組織強化では耐摩耗性を大幅に改善できないことが判った。冷間加工で加工硬化させた材料も、組織強化材と同様に耐摩耗性の向上は図れなかった。

#### 【 0 0 0 8 】

アブレッシブな摩耗に対する抵抗力が組織強化，加工強化等で高められないことは、アルミナ，炭化ケイ素等の硬質粒子が非常に硬く、組織強化，加工硬化等で得た硬さよりも硬いことに原因があるものと推察される。すなわち、組織強化，加工硬化等で得た硬さは、アルミナ，炭化ケイ素等の硬質粒子の硬さに比較するとごく僅かであり、アブレッシブな

50

摩耗を抑制する作用は少ないものと考えられる。

【0009】

摩耗機構の解明及び摩耗に耐えうる材料の調査を重ねる過程で、鋼のマトリックスに硬質炭化物を所定量以上分散析出させると、耐摩耗性が飛躍的に向上することを見出した。具体的には、アルミナ、炭化ケイ素等の硬質粒子とほぼ同じ硬さをもつ炭化物としてTi, Nb, Zr, V, W等の炭化物に着目し、これら炭化物の析出量とアブレッシブな摩耗に対する耐摩耗性の関係を調査した。その結果、同じ硬さの素材であっても、Ti, Nb, Zr, V, W等の炭化物を分散析出させると、図1に示すようにアブレッシブな摩耗が抑制されることが判った。

【0010】

10

【課題を解決するための手段】

本発明鋼は、耐食性を付与するために8～35質量%のCrを含んでいる。Cr含有量が8質量%を下回ると、Cr添加による防食効果が低減する。しかし、35質量%を超える過剰量のCrが含まれると、熱間加工性が低下し、製造コストの上昇を招く。

Ti, Nb, Zr, V, W等は、炭化物の総析出量が0.2質量%以上となるように少なくとも1種が0.05～3.0質量%添加される。炭化物総析出量0.2質量%以上は、後述する実施例でも説明しているように、耐摩耗性に及ぼす析出炭化物の影響調査から見出された臨界値であり、0.1質量%以上の総析出量を確保することにより炭化物のない鋼材に比較して格段に優れた耐摩耗性が得られる。Ti, Nb, Zr, V, W等の添加量を0.05質量%以上に設定するとき、マトリックスに分散析出した炭化物の総析出量が0.2質量%以上になる。しかし、Ti, Nb, Zr, V, W等の成分は、溶製時の湯流れ性の低下、金属間化合物生成による靱性の低下、素材コストの上昇等のため、上限を3.0質量%に設定した。

20

【0011】

本発明鋼は、靱性、焼入れ強度等の改善のため0.2～5.0重量%のNiを添加してもよい。また、製造上から混入する成分に関しては、Cを0.05～1.50重量%、Siを0.02～2.5重量%、Mnを0.02～3.0重量%の範囲にすることが好ましい。

【0012】

【実施例】

30

表1に示す各種鋼を常法に従って溶製し、スラブに鑄造した。溶体化処理後、スラブを板厚5mmまで熱間圧延した。熱延板に870×9時間の熱処理を施し、炉冷した。

【0013】

表 1：実施例で使用した各種鋼

試験 番号	合金成分及び含有量 (質量%)										区 分
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Ti	Nb	Zr	V	W	
1	0.21	0.59	0.59	0.17	9.57	0.10	0.04	0.05	—	—	本 発 明 例
2	0.30	0.62	0.64	0.15	11.58	0.19	0.02	—	0.06	0.08	
3	0.39	0.51	0.61	0.04	12.82	0.40	—	—	—	—	
4	0.22	0.53	0.57	0.03	13.04	—	0.41	—	—	—	
5	0.61	0.54	0.58	0.04	13.13	0.26	0.18	—	—	—	
6	0.29	0.58	0.61	0.21	13.43	0.31	0.25	0.15	0.12	—	
7	0.68	0.57	0.65	0.19	13.48	1.12	—	—	—	—	
8	0.34	0.51	0.62	0.17	18.52	0.13	0.17	—	—	0.23	
9	0.91	0.56	0.61	0.12	23.51	0.16	1.15	0.08	—	0.11	
10	1.22	0.52	0.59	0.16	31.48	—	2.98	—	—	—	
11	0.24	0.58	0.59	0.15	1.35	—	—	—	—	—	比 較 例
12	0.21	0.52	0.61	0.04	5.32	—	—	—	—	—	
13	0.32	0.55	0.62	0.21	6.59	—	—	—	—	—	
14	0.41	0.48	0.59	0.03	10.11	—	—	—	—	—	
15	0.59	0.54	0.58	0.03	11.98	—	—	—	—	—	
16	0.68	0.54	0.64	0.17	13.48	0.03	0.03	—	0.01	—	
17	1.26	0.59	0.61	0.15	16.52	0.04	0.04	0.01	—	0.02	

## 【 0 0 1 4 】

得られた熱延焼鈍板から摩耗試験用の試験片を切り出し、1100 に15分間加熱保持した後、室温まで空冷した。試験片に分散析出した炭化物を定量分析すると共に、アプレッシブな摩耗に対する耐摩耗性及び耐食性を調査した。

炭化物の析出量は、固溶・析出処理で炭化物量を制御した試験片を沃素アルコール溶液に浸漬し、超音波を加えて鋼材を溶解した後、液中に残った炭化物の残渣量から求めた。炭化物の形態は残渣のX線回折で同定し、個々の金属元素量は湿式分析及びガス分析で求めた。

## 【 0 0 1 5 】

アプレッシブな摩耗に対する耐摩耗性は、ピンオンディスク型の摩擦摩耗試験機を用いて調査した。接触面が直径5mmの円柱状試験片をピンに取り付け、炭化ケイ素粉末を塗布した研磨紙をディスクに貼り付けた。ピン側の試験片に4000gfの負荷荷重F(kgf)を加え、回転しているディスクに摩擦速度0.7m/秒で摩擦距離L=0.5kmを摺動させた後、試験片の摩耗量W(mm<sup>3</sup>)を測定した。測定値から次式に従って比摩耗量Cを算出し、比摩耗量Cで耐摩耗性を評価した。

比摩耗量  $C = W / (L \times F)$

耐食性に関しては、5%塩水を72時間噴霧する試験に試験片を供した後、試験片の表面を観察し、錆発生の有無を調査した。

## 【 0 0 1 6 】

表2の調査結果にみられるように、Cr含有量8質量%未満の比較鋼11～13では試験片表面に錆が観察されたが、8質量%以上のCrを含む比較鋼14～17、本発明鋼1～10では何れの試験片表面にも錆が検出されなかった。このことから、耐食性確保のために8質量%以上のCrが必要であることが判る。

10

20

30

40

50

比摩耗量Cは、炭化物が析出していない比較鋼11～15にあつては $1800\text{ mm}^2 / \text{kgf} \times 10^{-8}$ 以上の大きな値を示したが、炭化物が多量に析出するほど小さくなった。そこで、比摩耗量Cと炭化物総析出量とをグラフ化したところ、両者の間に図2に示す関係が成立していた。図2から明らかなように、炭化物の総析出量が増加すると比摩耗量Cが減少し、総析出量が0.05質量%以上になると比摩耗量Cが急激に減少した。そして、炭化物の総析出量を0.2質量%以上に調整すると、比摩耗量Cが約 $1000\text{ mm}^2 / \text{kgf} \times 10^{-8}$ 以下になり、炭化物無添加の鋼材に比較して比摩耗量Cで半分以下の優れた耐摩耗性を示すことが判った。

【0017】

10

表2：炭化物総析出量、焼入れ硬さ及び比摩耗量の関係

本 発 明 例				比 較 例			
試験 番号	炭化物の 総析出量 %	比摩耗量 $\text{mm}^2/\text{kgf} \times 10^{-8}$	耐 食 性	試験 番号	炭化物の 総析出量 %	比摩耗量 $\text{mm}^2/\text{kgf} \times 10^{-8}$	耐 食 性
1	0.21	250	鏽 発 生 な し	11	0	2006	鏽 発 生
2	0.38	139		12	0	2112	
3	0.46	116		13	0	1998	
4	0.43	124		14	0	1985	
5	0.50	107		15	0	1805	鏽 発 生 な し
6	0.91	59		16	0.05	1650	
7	1.28	42		17	0.09	1125	
8	0.52	103	し	・炭化物総析出量は、Ti, Nb, Zr, V, Wの炭化物の総量で示す。 ・比摩耗量は、 $1000\text{ mm}^2 / \text{kg} \times 10^{-8}$ 以下が合格と判定される。			
9	1.63	30					
10	3.26	15					

20

30

【0018】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明鋼は、アブレッシブな摩耗の原因であるアルミナ、炭化ケイ素等の硬質粒子とほぼ同じ硬さのTi, Nb, Zr, V, W等の炭化物を総析出量0.2質量%以上の割合でマトリックスに分散析出させることにより、焼入れによる組織強化材や冷間加工等による加工強化材に比較して格段に優れた耐摩耗性が付与されている。そのため、織機類の部材、縫針、草刈り歯等の農業用機器、刃物類等として使用するとき、寿命の長い各種機械器具が得られる。

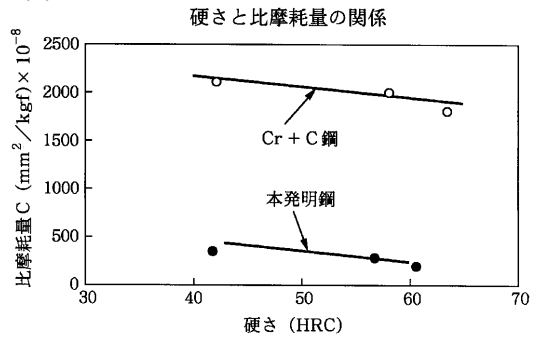
40

【図面の簡単な説明】

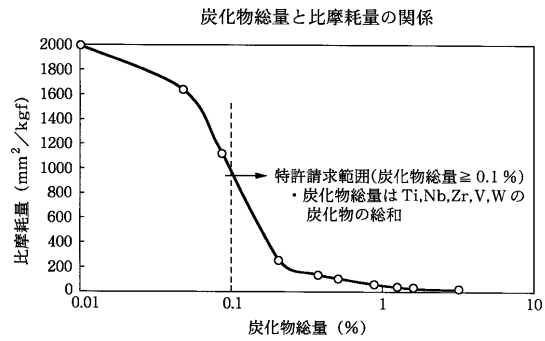
【図1】 硬さと比摩耗量との関係を示すグラフ

【図2】 比摩耗量に及ぼす炭化物総析出量の影響を示すグラフ

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山内 隆  
山口県新南陽市野村南町4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内

審査官 木村 孔一

(56)参考文献 特開2 0 0 0 - 1 6 0 2 9 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C22C 38/00

C22C 38/18