

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/115281 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/16 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055299
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 24 日(24.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-039152 2011 年 2 月 25 日(25.02.2011) JP
特願 2012-035950 2012 年 2 月 22 日(22.02.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JFE
スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目
2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦 進一
(MIURA, Shinichi) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田
区内幸町二丁目 2 番 3 号 JFE スチール株式会
社知的財産部内 Tokyo (JP). 鹿毛 勇(KAGE, Isamu)
[JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目
2 番 3 号 JFE スチール株式会社知的財産部内
Tokyo (JP). 小森 務(KOMORI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒
1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
JFE スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).
星野 俊幸 (HOSHINO, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒
1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
JFE スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒
1030027 東京都中央区日本橋二丁目 1 番 10 号
柳屋ビルディング 7 階 JFE テクノリサーチ株式
会社特許出願部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: STEEL EXHIBITING SUPERIOR WEATHER RESISTANCE

(54) 発明の名称: 耐候性に優れた鋼材

(57) Abstract: Provided is a steel exhibiting superior weather resistance. Specifically, a weather-resistant steel material characterised by containing, in mass%: more than 0.06 - less than 0.14% of C; 0.05 - 2.00% inclusive of Si; 0.20 - 2.00% inclusive of Mn; 0.005 - 0.030% inclusive of P; 0.0001 - 0.0200% inclusive of S; 0.001 - 0.100% inclusive of Al; 0.10 - 1.00% inclusive of Cu; 0.10 - 0.65% inclusive of Ni; 0.0001-1.000% inclusive of Mo, and preferably 0.005 - 1.000% inclusive of Mo; 0.005 - 0.200% inclusive of Nb; and iron and unavoidable impurities as the remainder.

(57) 要約: 耐候性に優れた鋼材を提供する。具体的には、質量%で、C: 0.06% 超え 0.14% 未満、Si: 0.05% 以上 2.00% 以下、Mn: 0.20% 以上 2.00% 以下、P: 0.005% 以上 0.030% 以下、S: 0.0001% 以上 0.0200% 以下、Al: 0.001% 以上 0.100% 以下、Cu: 0.10% 以上 1.00% 以下、Ni: 0.10% 以上 0.65% 以下、Mo: 0.0001% 以上 1.000% 以下、好ましくは、Mo: 0.005% 以上 1.000% 以下、Nb: 0.005% 以上 0.200% 以下を含有し、残部が鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする耐候性に優れた鋼材。



WO 2012/115281 A1

明細書

[発明の名称]

耐候性に優れた鋼材

[技術分野]

[0001]

本発明は、主に橋梁(bridge)などの屋外で用いられる鋼構造物(Steel Structures)に関し、特に海岸近傍(coastal environment)などの高塩分の環境下で耐候性(atmospheric corrosion resistance)が要求される部材として好適な鋼材に関する。

[背景技術]

[0002]

従来から、橋梁などの屋外で用いられる鋼構造物においては、耐候性鋼(weathering steel)が用いられている。耐候性鋼は、大気暴露環境(atmospheric environment)において、Cu、P、Cr、Niなどの合金元素が濃化した保護性の高いさび層(rust layer)に表面が覆われることにより腐食速度(corrosion rate)が著しく低減する鋼材である。その優れた耐候性により、耐候性鋼を使用した橋梁は、しばしば無塗装(paintless)のまま数十年間の供用に耐えることが知られている。

[0003]

しかしながら、海岸近傍などの飛来塩分量(amount of air-borne salt)が多い環境では、上記保護性の高いさび層は生成しにくく、実用的な耐候性が得難いことが知られている(以降、飛来塩分量はJIS Z2382の方法で測定した値とする)。

[0004]

非特許文献1によれば、従来の耐候性鋼(JIS G3114:溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材)は、飛来塩分量が $0.05 \text{ mg} \cdot \text{NaCl} / \text{dm}^2 / \text{day}$ (以降、単位($\text{mg} \cdot \text{NaCl} / \text{dm}^2 / \text{day}$)をmddにて表記する場合がある)以下の地域でのみ、無塗装使用可能となっている。従って、海岸近傍などの飛来塩分量が多い環境では、普通鋼材(JIS G3106:溶接構造用圧延鋼材)に塗装等の防食措置を施して使用されている。なお、dmは、デシメータ(decimeter)の意味である。

[0005]

塗装 (coating) は、時間の経過とともに塗膜 (coating film) が劣化し、定期的な補修 (maintenance and repair) が必要となる。加えて、人件費 (labor cost) の高騰や、再塗装 (recoating) の困難さが加わる。このような理由から、現在、無塗装で使用可能な鋼材が求められ、無塗装で使用可能な鋼材の要望が高い。

[0006]

このような現状に対して、近年、海岸近傍などの高飛来塩分環境において無塗装で使用可能な鋼材として、種々の合金元素、特にNiを多量に含有させた鋼材が開発されている。

例えば、特許文献1では、耐候性向上元素として、Cuと1重量%以上のNiを添加した高耐候性鋼材が開示されている。特許文献2では、1mass%以上のNiとMoを添加した耐候性に優れた鋼材が開示されている。

[0007]

また、特許文献3では、Cu、Niに加え、Tiを添加した耐候性鋼材が開示されている。さらに、特許文献4では、Niを多量に含有し、加えてCu、Mo、Sn、Sb、P等を含有した溶接構造用鋼材が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0008]

[特許文献1]特許第3785271号公報

[特許文献2]特許第3846218号公報

[特許文献3]特許第3466076号公報

[特許文献4]特開平10-251797号公報

[非特許文献]

[0009]

[非特許文献1]耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XX)、1993. 3、建設省土木研究所、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会

[発明の概要]

[発明が解決しようとする課題]

[0010]

しかしながら、特許文献1、2および3のように、Niの含有量を増加させた場合、合金コストの上昇により鋼材の価格が上昇してしまうという問題点がある。

[0011]

また、特許文献4のように、NiおよびPの含有量を増加させ、Cu、Mo、Sn、Sb等を含有した鋼材では、合金コストの上昇により鋼材の価格が上昇し、さらに、Pの含有量が高いために溶接性が低下する。

[0012]

本発明は、かかる事情に鑑み、低コストで、耐候性に優れた鋼材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]

[0013]

本発明は、前記課題を解決するために、高塩分環境における耐候性の観点から鋼材の成分組成について鋭意検討した。その結果、Cu、Niを含有するベース鋼にMoとNbを複合含有することにより、高塩分環境における鋼材の耐候性が向上することを見出した。

[0014]

本発明は、以記の知見に基づいてなされたものであり、その要旨は以下の通りである。

[0015]

第一の発明は、質量%で、C：0.06%超え0.14%未満、Si：0.05%以上2.00%以下、Mn：0.20%以上2.00%以下、P：0.005%以上0.030%以下、S：0.0001%以上0.0200%以下、Al：0.001%以上0.100%以下、Cu：0.10%以上1.00%以下、Ni：0.10%以上0.65%以下、Mo：0.001%以上1.000%以下、好ましくは、Mo：0.005%以上1.000%以下、Nb：0.005%以上0.200%以下を含有し、残部が鉄および不可避免的不純物からなることを特徴とする耐候性に優れた鋼材である。

[0016]

第二の発明は、さらに、質量%で、Cr：0.2%以上1.0%以下、Co：0.01%以上1.00%以下、REM：0.0001%以上0.1000%以下、

Sn : 0.005%以上0.200%以下の中から選ばれる1種または2種以上を含有することを特徴とする第一の発明に記載の耐候性に優れた鋼材である。

[0017]

第三の発明は、さらに、質量%で、Ti : 0.005%以上0.200%以下、V : 0.005%以上0.200%以下、Zr : 0.005%以上0.200%以下、B : 0.0001%以上0.0050%以下、Mg : 0.0001%以上0.0100%以下の中から選ばれる1種または2種以上を含有することを特徴とする第一または第二の発明に記載の耐候性に優れた鋼材である。

[発明の効果]

[0018]

本発明によれば、低コストで、耐候性に優れた構造用鋼材が得られる。本発明の構造用鋼材は、耐候性向上に有効な元素を複合含有させることで、Niなどの高価な元素を多量に含有することなく低コストで、実用的な溶接性を有し、かつ海岸近傍などの高塩分環境において優れた耐候性を有することができる。特に、飛来塩分量が0.05mdd超えの高飛来塩分環境で顕著な効果を有する。

[図面の簡単な説明]

[0019]

[図1]腐食試験の条件およびサイクルを示す模式図である。

[発明を実施するための形態]

[0020]

以下に本発明の各構成要件の限定理由について説明する。



1. 成分組成について

はじめに、本発明の鋼の成分組成を規定した理由を説明する。なお、成分%は、すべて質量%を意味する。

[0021]

C : 0.06%超え0.14%未満

Cは構造用鋼材の強度を向上させる元素であり、所定の強度を確保するため0.06%を超えて含有する必要がある。一方、0.14%以上では溶接性および靱性が劣化する。したがって、C量は0.06%超え0.14%未満の範囲とする。

好ましくは強度確保の点から0.08%以上、さらに好ましくは溶接性および靱性の点から0.10%未満である。

[0022]

Si: 0.05%以上2.00%以下

Siは製鋼時の脱酸剤として、また、構造用鋼材の強度を向上させ所定の強度を確保する元素として、0.05%以上含有する必要がある。一方、2.00%を超えて過剰に含有すると靱性および溶接性が著しく劣化する。したがって、Si量は0.05%以上2.00%以下の範囲とする。好ましくは、0.10%以上0.80%以下である。

[0023]

Mn: 0.20%以上2.00%以下

Mnは構造用鋼材の強度を向上させる元素であり、所定の強度を確保するために0.20%以上含有する必要がある。一方、2.00%を超えて過剰に含有すると靱性および溶接性が劣化する。したがって、Mn量は0.20%以上2.00%以下の範囲とする。

好ましくは、0.20%以上1.50%以下である。

[0024]

P: 0.005%以上0.030%以下

Pは構造用鋼材の耐候性を向上させる元素である。このような効果を得るためには0.005%以上含有する必要がある。一方、0.030%を超えて含有すると溶接性が劣化する。したがって、P量は0.005%以上0.030%以下の範囲とする。好ましくは、0.005%以上0.025%以下である。

[0025]

S: 0.0001%以上0.0200%以下

Sは0.0200%を超えて含有すると溶接性および靱性が劣化する。一方、含有量を0.0001%未満まで低下させると、生産コストが増大する。したがって、S量は0.0001%以上0.0200%以下の範囲とする。好ましくは、0.0003%以上0.0050%以下である。

[0026]

Al: 0.001%以上0.100%以下

Alは、製鋼時の脱酸に必要な元素である。このような効果を得るため、Al含有量として0.001%以上含有する必要がある。一方、0.100%を超えると溶接性に悪影響を及ぼす。したがって、Al量は0.001%以上0.100%以下の範囲とする。好ましくは、0.010%以上0.050%以下である。なお、Al含有量は酸可溶Alを測定した。

[0027]

Cu: 0.10%以上1.00%以下

Cuは錆粒を微細化することで緻密な錆層を形成し、構造用鋼材の耐候性を向上させる効果を有する。このような効果は含有量が0.10%以上で得られる。一方、1.00%を超えるとCu消費量増加に伴うコスト上昇を招く。したがって、Cu量は0.10%以上1.00%以下の範囲とする。好ましくは、0.20%以上0.50%以下である。

[0028]

Ni: 0.10%以上0.65%以下

Niは錆粒を微細化することで緻密な錆層を形成し、構造用鋼材の耐候性を向上させる効果を有する。この効果を充分に得るためには0.10%以上含有する必要がある。一方、0.65%を超えるとNiの消費量増加によるコストの増大を招く。したがって、Ni量は0.10%以上0.65%以下の範囲とする。好ましくは、0.15%以上0.50%以下である。

[0029]

Mo: 0.001%以上1.000%以下

Moは、本発明において重要な要件であり、Nbと共存することにより、高塩分環境における鋼材の耐候性を著しく向上させる効果がある。また、錆層中でモリブデン酸イオンを形成することによって、腐食促進因子の塩化物イオンが錆層を透過して地鉄に到達するのを防止する。また、鋼材のアノード反応に伴って MoO_4^{2-} が溶出し、鋼材表面にMoを含む化合物が沈殿することで、鋼材のアノード反応を抑制する。これらの効果を充分に得るためには、0.001%以上含有する必要がある。一方、1.000%を超えるとMo消費量増加に伴うコスト上昇を招く。したがって、Mo量は0.001%以上1.000%以下の範囲とする。好ましくは、0.005%以上1.000%以下、さらに好ましくは、0.10%以上0.70%以下である。

[0030]

Nb : 0.005%以上0.200%以下

Nbは、本発明において重要な要件であり、Moと共存することにより、高塩分環境における鋼材の耐候性を著しく向上させる効果がある。Nbは、鋼材表面近傍の錆層中に濃化し、鋼材のアノード反応を抑制する効果を有する。これらの効果を十分に得るためには、0.005%以上含有する必要がある。一方、0.200%を超えると鋼の靱性の劣化を招く。したがって、Nb量は0.005%以上0.200%以下の範囲とする。好ましくは、0.010%以上0.030%以下である。

[0031]

本発明の基本成分組成は以上であるが、更に所望の特性を向上させる場合は、Cr、Co、REM、Snの1種または2種以上を選択元素として含むことができる。

[0032]

Cr : 0.2%以上1.0%以下

Crは、錆粒を微細化することで緻密な錆層を形成し、耐候性を向上させるのに有効であり、0.2%以上含有するとその効果を発揮し、1.0%を超えると、溶接性の低下を招く。したがって、Crを含有する場合は、その量は0.2%以上1.0%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.2%以上0.7%以下である。

[0033]

Co : 0.01%以上1.00%以下

Coは錆層全体に分布し、錆粒を微細化することで緻密な錆層を形成し、構造用鋼材の耐候性を向上させるのに有効であり、0.01%以上含有するとその効果を発揮し、1.00%を超えて含有するとCo消費量増加に伴うコスト上昇を招く。したがって、Coを含有する場合は、その量は0.01%以上1.00%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.10%以上0.50%以下である。

[0034]

REM : 0.0001%以上0.1000%以下

REMは鍍層全体に分布し、鍍粒を微細化することで緻密な鍍層を形成し、構造用鋼材の耐候性を向上させるのに有効であり、0.0001%以上含有するとその効果を発揮し、0.1000%を超えるとその効果は飽和する。したがって、REMを含有する場合、その量は0.0001%以上0.1000%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.0010%以上0.0100%以下である。

[0035]

Sn: 0.005%以上0.200%以下

Snは鍍下層に濃化し、鋼材のアノード反応を抑制するのに有効であり、0.005%以上含有するとその効果を発揮し、0.200%を超えると、靱性の劣化を招く。したがって、Snを含有する場合、その量は0.005%以上0.200%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.010%以上0.100%以下である。

[0036]

更に、本発明では、Ti、V、Zr、B、Mgの1種または2種以上を選択元素として含むことができる。

[0037]

Ti: 0.005%以上0.200%以下

Tiは、鋼材の強度を高めるために有効な元素であり、0.005%以上含有するとその効果を発揮し、0.200%を超えると靱性の劣化を招く。したがって、Tiを含有する場合、その量は0.005%以上0.200%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.010%以上0.100%以下である。

[0038]

V: 0.005%以上0.200%以下

Vは、強度を高めるために有効な元素であり、0.005%以上含有するとその効果を発揮し、0.200%を超えると効果が飽和する。したがって、Vを含有する場合、その量は0.005%以上0.200%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.010%以上0.100%以下である。

[0039]

Zr: 0.005%以上0.200%以下

Zrは、強度を高めるために有効な元素であり、0.005%以上含有するとその効果を発揮し、0.200%を超えると効果が飽和する。したがって、Zrを含有する場合は、その量は0.005%以上0.200%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.010%以上0.100%以下である。

[0040]

B: 0.0001%以上0.0050%以下

Bは、強度を高めるために必要な元素であるが、その量が0.0001%未満であると、その効果は十分に得られない。一方、0.0050%を超えると靱性の劣化を招く。したがって、Bを含有する場合は、その量は0.0001以上0.0050%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.0005%以上0.0040%以下である。

[0041]

Mg: 0.0001%以上0.0100%以下

Mgは、鋼中のSを固定して溶接熱影響部の靱性向上に有効な元素であり、0.0001以上含有するその効果を発揮し、0.0100%を超えると鋼中の介在物の量が増加しかえって靱性の劣化を招く。したがって、Mgを含有する場合は、その量は0.0001%以上0.0100%以下の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、0.0005%以上0.0030%以下である。

[0042]

なお、上記した成分以外の残部は、Feおよび不可避免的不純物からなる。ここで不可避免的不純物として、N: 0.010%以下、O: 0.010%以下が許容できる。また、不可避免的不純物として含有するCaは、鋼中に多量に存在すると溶接熱影響部の靱性を劣化させるため0.0010%以下が好ましい。

[0043]

2. 製造条件について

本発明の耐候性に優れた鋼材は、上記成分組成を有する鋼を通常の連続 casting (continuous casting) や分塊法により得られたスラブ (slab) を熱間圧延 (hot rolling) することにより厚板 (steel plate) や形鋼 (shaped steel)、薄鋼板 (steel sheet)、棒鋼 (bar steel) 等の鋼材に製造される。なお、加熱、圧延条件は、要求される材質に応じて適宜決定すればよく、制御圧延 (controlled rolling)、加速冷却

(accelerated cooling)、あるいは再加熱(reheating)の熱処理等の組合せも可能である。

[実施例 1]

[0044]

表1-1および表1-2に示す化学組成の鋼を溶製し、1150℃に加熱した後、熱間圧延(hot rolling)を行い、室温(room temperature)まで空冷(air cooling)して厚さ6mmの鋼板を試作した。次いで、得られた鋼板から35mm×35mm×4mmの試験片(test specimen)を採取した。試験片は、表面を表面粗さ(surface roughness) R_a が $1.6\mu\text{m}$ 以下となるように研削加工(grinding processing)し、(edge face)、裏面(back side)をテープ(tape)でシール(seal)し、表面露出部(exposed area)の面積が $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ となるように表面もテープシールした。

以上により得られた試験片について、耐候性評価試験を行い、耐候性を評価した。

[0045]

耐候性評価試験としては、実際の橋梁などの構造物において最も厳しい環境と考えられる、雨掛かりの無い桁内部の環境を模擬した腐食試験を行った。腐食試験は上記の試験片の表面に塩分を付着させた状態で温湿度サイクルを繰り返して行なった。

[0046]

温湿度サイクルは、図1に示すように、温度40℃、相対湿度40%RHの乾燥工程を11時間、その後、移行時間を1時間とった後、温度を25℃、相対湿度を95%RHの湿潤工程を11時間として、その後1時間移行時間を取り、合計24時間で1サイクルとし、実環境の温湿度サイクルを模擬した。

[0047]

温湿度サイクル開始前、および7サイクルごとに、試験片表面に付着する塩分が $1.4\text{mg}/\text{dm}^2$ となるように、乾燥工程前に試験片の表面に人工海水を滴下した。

[0048]

この条件にて、26週間で温湿度サイクル182サイクルの試験を行った。

[0049]

また、腐食試験終了後、37%塩酸 (hydrochloric acid) 500 mL、ヘキサメチレンテトラミン (hexamethylene tetramine) 3.5 g、ヒビロン (アイコーケミカル社製インヒビター (inhibitor)) 3 mL に蒸留水 (distilled water) を加えて 1 L (リットル) とした除錆溶液に、試験片を浸漬して脱錆してから重量を測定した。なお、重量の測定は、第 145 回腐食防食シンポジウム資料「腐食減耗評価方法の高精度化」に記載の方法に準拠した。さらに、得られた重量と初期重量との差を求めて、それを試験片の試験対象面の面積で除することで、試験片片面の平均板厚減少量を算出した。

[0050]

なお、飛来塩分量約 0.5 m d d は、海岸近傍などの飛来塩分量が多い環境に相当するが、これまでの知見から、本腐食試験における鋼板厚減少量 (182 日間) は、飛来塩分量が約 0.5 m d d の実際の環境に 182 日間暴露した場合の腐食による鋼板厚減少量と同等になることがわかっている。

[0051]

また、試験により得られた平均板厚減少量から外挿により 100 年後の腐食量を求めた場合、本腐食試験の期間にて得られる平均板厚減少量が $22\ \mu\text{m}$ 以下であれば、100 年後の平均板厚減少量は層状剥離錆の発生が無い 0.5 mm 以下と予想される。

[0052]

一般に、無塗装耐候性鋼の橋梁への適用可否の目安は、100 年後の板厚減少量が 0.5 mm 以下であることが知られているので、各種鋼材に対して本腐食試験を行い、得られる平均板厚減少量が $22\ \mu\text{m}$ 以下であれば無塗装耐候性鋼の橋梁への適用が可となる。

以上より、表 1-1 および表 1-2 において、平均板厚減少量が $22\ \mu\text{m}$ 以下の鋼材に対して耐候性が優れていると判定した。

[0053]

以上により得られた腐食試験結果を成分組成と併せて表 1-1 および表 1-2 に示す。

[0054]

表1-1および表1-2より、発明例である鋼種No. 1~17および32~37では、板厚減少量は19.7~22.0 μm といずれも22 μm 以下であり、優れた耐候性を有している。

一方、比較例である鋼種No. 18~31では、鋼種No. 18~24は必須成分であるCu、Ni、Mo、Nbのうち、いずれか1種以上を含有していないため、鋼種No. 25はCuが下限未満で、鋼種No. 26、29は、Moが下限未満で、鋼種No. 27はNbが下限未満で、鋼種No. 28はNiが下限未満で、鋼種No. 30はSnが下限未満で、鋼種No. 31はNbが下限未満であるため、板厚減少量が24.3~30.7 μm と22 μm を上回っており、発明例に比べ大きく耐候性が劣っていることがわかる。

[0055]

[表1-1]

表1-1

鋼種 No.	化学組成(質量%)																		板厚減 少量 (μm)	備考	
	C	Si	Mn	P	S	Sol Al	Cu	Ni	Mo	Nb	Cr	Co	REM	Sn	Ti	V	Zr	B			Mg
1	0.100	0.21	0.92	0.014	0.0016	0.030	0.25	0.40	0.414	0.020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.2	発明例
2	0.097	0.18	0.85	0.016	0.0026	0.020	0.27	0.31	0.157	0.012	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.7	発明例
3	0.091	0.22	0.80	0.012	0.0015	0.025	0.25	0.15	0.402	0.010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.2	発明例
4	0.085	0.19	0.73	0.013	0.0022	0.021	0.35	0.25	0.504	0.031	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.9	発明例
5	0.097	0.17	0.81	0.015	0.0025	0.038	0.23	0.44	0.594	0.037	—	0.310	—	—	—	—	—	—	—	21.1	発明例
6	0.085	0.18	0.75	0.013	0.0025	0.027	0.39	0.23	0.356	0.042	—	—	0.0046	—	—	—	—	—	—	21.4	発明例
7	0.095	0.18	0.87	0.015	0.0034	0.040	0.40	0.31	0.093	0.025	—	—	—	0.096	—	—	—	—	—	21.0	発明例
8	0.085	0.22	0.78	0.017	0.0017	0.023	0.33	0.43	0.673	0.023	—	—	—	—	0.056	—	—	—	—	21.1	発明例
9	0.096	0.18	0.76	0.015	0.0030	0.019	0.30	0.34	0.434	0.019	—	—	—	—	—	####	—	—	—	21.3	発明例
10	0.082	0.19	0.73	0.012	0.0025	0.025	0.41	0.33	0.706	0.017	—	—	—	—	—	—	0.066	—	—	20.9	発明例
11	0.097	0.21	0.93	0.014	0.0016	0.036	0.32	0.24	0.862	0.036	—	—	—	—	—	—	—	0.0031	—	20.8	発明例
12	0.097	0.23	0.79	0.022	0.0029	0.040	0.36	0.49	0.302	0.057	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0022	21.2	発明例
13	0.083	0.23	0.92	0.021	0.0018	0.031	0.39	0.41	0.641	0.011	0.690	—	—	—	—	—	—	—	—	20.7	発明例
14	0.087	0.19	0.87	0.020	0.0028	0.041	0.32	0.19	0.233	0.018	—	0.451	—	0.044	—	—	—	—	—	20.3	発明例
15	0.090	0.22	0.80	0.019	0.0025	0.021	0.22	0.48	0.268	0.023	0.487	0.217	0.0067	—	—	—	—	—	—	20.1	発明例
16	0.083	0.22	0.78	0.014	0.0029	0.033	0.21	0.29	0.126	0.052	—	—	0.009	0.120	—	—	—	—	—	20.0	発明例
17	0.083	0.23	0.75	0.013	0.0033	0.027	0.37	0.41	0.579	0.076	—	0.240	—	0.074	—	—	—	—	—	19.7	発明例

判定基準22 μm 以下

註: 下線付は本発明の範囲外であることを示す。

[0056] [表1-2]

表1-2

鋼種 N O.	化学組成(質量%)																		板厚 減少 量 (μm)	備考
	C	Si	Mn	P	S	Sol Al	Cu	Ni	Mo	Nb	Cr	Co	REM	Sn	Ti	V	Zr	B		
18	0.095	0.19	0.76	0.017	0.0019	0.022	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.7 比較例
19	0.088	0.20	0.88	0.020	0.0031	0.021	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.7 比較例
20	0.099	0.21	0.93	0.020	0.0037	0.038	—	—	—	0.035	—	—	—	—	—	—	—	0.0022	—	29.5 比較例
21	0.081	0.18	0.85	0.020	0.0038	0.034	0.54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.6 比較例
22	0.084	0.18	0.81	0.022	0.0028	0.019	—	—	0.358	—	—	—	—	—	—	—	0.041	—	—	27.3 比較例
23	0.081	0.19	0.76	0.021	0.0037	0.036	0.44	0.42	—	—	—	0.119	—	—	—	—	—	—	—	25.4 比較例
24	0.094	0.24	0.90	0.013	0.0031	0.037	—	0.23	0.261	0.011	—	—	—	0.041	—	—	—	—	—	24.6 比較例
25	0.082	0.22	0.85	0.013	0.0016	0.023	0.05	0.36	0.478	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24.9 比較例
26	0.096	0.23	0.72	0.016	0.0017	0.037	0.15	0.19	—	0.053	—	—	—	—	0.016	—	—	—	—	25.1 比較例
27	0.080	0.24	0.69	0.014	0.0021	0.026	0.22	0.13	0.231	0.002	—	—	—	—	—	0.045	—	—	—	24.4 比較例
28	0.099	0.21	0.77	0.014	0.0028	0.027	0.36	0.06	0.167	0.024	0.233	—	—	—	—	—	—	—	0.0045	24.9 比較例
29	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	—	0.012	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	24.8 比較例
30	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.001	0.012	—	—	—	0.003	—	—	—	—	—	24.3 比較例
31	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.001	0.003	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	25.2 比較例
32	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.001	0.012	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	22.0 発明例
33	0.060	0.19	1.40	0.012	0.0029	0.031	0.21	0.31	0.001	0.013	—	—	—	0.035	—	—	—	—	—	21.8 発明例
34	0.078	0.25	1.30	0.010	0.0028	0.021	0.30	0.35	0.001	0.018	—	—	—	0.044	—	—	—	—	—	21.7 発明例
35	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.003	0.012	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	21.8 発明例
36	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.007	0.012	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	21.3 発明例
37	0.073	0.22	1.50	0.014	0.0029	0.033	0.27	0.29	0.102	0.012	—	—	—	0.050	—	—	—	—	—	20.5 発明例

註: 下線付は本発明の範囲外であることを示す。

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、C：0.06%超え0.14%未満、Si：0.05%以上2.00%以下、Mn：0.20%以上2.00%以下、P：0.005%以上0.030%以下、S：0.0001%以上0.0200%以下、Al：0.001%以上0.100%以下、Cu：0.10%以上1.00%以下、Ni：0.10%以上0.65%以下、Mo：0.001%以上1.000%以下、Nb：0.005%以上0.200%以下を含有し、残部が鉄および不可避免の不純物からなる鋼材。

[請求項2]

さらに、質量%で、Mo：0.005%以上1.000%以下を含有する請求項1に記載の鋼材。

[請求項3]

さらに、質量%で、Cr：0.2%以上1.0%以下、Co：0.01%以上1.00%以下、REM：0.0001%以上0.1000%以下、Sn：0.005%以上0.200%以下の中から選ばれる1種または2種以上を含有する請求項1または2に記載の鋼材。

[請求項4]

さらに、質量%で、Ti：0.005%以上0.200%以下、V：0.005%以上0.200%以下、Zr：0.005%以上0.200%以下、B：0.0001%以上0.0050%以下、Mg：0.0001%以上0.0100%以下の中から選ばれる1種または2種以上を含有する請求項1～3に記載の鋼材。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/16(2006.01) i, C22C38/58(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C38/00-38/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-163643 A (JFE Steel Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), claims; tables 1, 2 (Family: none)	1-4
A	JP 2006-118011 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 11 May 2006 (11.05.2006), claims; table 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2005-281840 A (JFE Steel Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), claims; table 1 (Family: none)	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 May, 2012 (08.05.12)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. C22C38/16(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C38/00-38/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-163643 A（J F E スチール株式会社）2010.07.29, 特許請求の範囲, 表1, 表2（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2006-118011 A（住友金属工業株式会社）2006.05.11, 特許請求の範囲, 表1（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2005-281840 A（J F E スチール株式会社）2005.10.13, 特許請求の範囲, 表1（ファミリーなし）	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
08.05.2012

国際調査報告の発送日
22.05.2012

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）	4 K	9154
鈴木 毅		
電話番号 03-3581-1101 内線 3435		