

(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2013-123727

(P2013-123727A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.

B23K 35/30 (2006.01)

F1

B23K 35/30 320F

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2011-273167 (P2011-273167)	(71) 出願人	302040135
(22) 出願日	平成23年12月14日 (2011.12.14)		日鐵住金溶接工業株式会社
			東京都江東区東陽二丁目4番2号
		(74) 代理人	100074790
			弁理士 椎名 彊
		(74) 代理人	100097995
			弁理士 松本 悦一
		(72) 発明者	大塚 貴之
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内
		(72) 発明者	木本 勇
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内
		(72) 発明者	齋藤 雅哉
			東京都江東区東陽二丁目4番2号 日鐵住
			金溶接工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤ

(57) 【要約】

【課題】 780MPa級以上の高張力鋼の溶接において適正な強度と、特に低温領域での安定した良好な靱性を有する溶接金属が得られる高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用鋼ワイヤを提供する。

【解決手段】 ワイヤ全質量に対する質量%で、C: 0.02~0.10%、Si: 0.1~1.0%、Mn: 1.0~1.95%、Cu: 0.5~1.5%、Ni: 1.5~5.0%、Cr: 0.3~1.2%、Mo: 0.3~1.0%、Ti: 0.02~0.30%を含有し、S: 0.030%以下、P: 0.030%以下、N: 0.010%以下、O: 0.010%以下で、残部はFeおよび不可避免の不純物からなることを特徴する高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤ

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤ全質量に対する質量%で、C：0.02～0.10%、Si：0.1～1.0%、Mn：1.0～1.95%、Cu：0.5～1.5%、Ni：1.5～5.0%、Cr：0.3～1.2%、Mo：0.3～1.0%、Ti：0.02～0.30%を含有し、S：0.030%以下、P：0.030%以下、N：0.010%以下、O：0.010%以下で、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴する高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、780MPa級以上の高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤに関し、特に溶接金属の低温領域での靱性が優れる高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ビル、橋梁、海洋構造物などの鋼構造物の大型化や軽量化の要求が多くなるに伴い、使用される鋼板の高張力化が進み、最近では引張強さが780MPa級以上の高張力鋼が一般的に使用されるようになった。これら引張強さ780MPa級以上の高張力鋼を使用する構造物の製造にあたっては、水素量が少なく耐割れ性に優れ、また高能率化に適するガスシールドアーク溶接方法が多く使用される。

20

【0003】

従来、高強度鋼のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤは、例えば特開昭57-159293号公報（特許文献1）に開示されるように、Ni、Cr、Moなどを適量添加した高張力鋼用鋼ワイヤが使用されている。しかし、特許文献1に記載のワイヤはTIG溶接用であり、消耗電極式のマグ溶接に適用した場合は、引張強さおよび低温での優れた靱性が得られない。

【0004】

また、特公昭60-57953号公報（特許文献2）には、Ni、Cr、Moなどの成分に加えて、AlおよびTiの酸可溶成分と酸不溶成分の含有量およびその比を特定することによって、溶接金属のミクロ組織の微細化を図り、靱性を改善するという技術が開示されている。しかし、引用文献2に記載の技術においても低温での優れた靱性は得られない。

30

【0005】

さらに、特開2007-253163号公報（特許文献3）には、490～780MPa級の高張力鋼のガスシールドアーク溶接用ワイヤとして、高電流、高入熱および高バス間温度の溶接条件でも、靱性および強度が優れた溶接金属を安定して確保できる技術が開示されている。しかし、特許文献3に記載のワイヤは、引張強さ780MPa以上の鋼板に適用した場合の低温における靱性は確保できない。

【0006】

40

一方、特開2006-110581号公報（特許文献4）には、引張強さが1200MPa以上の溶接金属が得られる高張力鋼板のガスシールドアーク溶接用ワイヤが開示されている。しかし、特許文献4に記載のワイヤは、炭素当量（Ceq）が高く、溶接金属の引張強さが高くなりすぎて、低温における靱性は確保できないという問題がある。

【特許文献1】特開昭57-159293号公報

【特許文献2】特公昭60-57953号公報

【特許文献3】特開2007-253163号公報

【特許文献4】特開2006-110581号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、780MPa級以上の高張力鋼の溶接において適正な強度と、特に低温領域での良好で安定した靱性を有する溶接金属が得られる高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用鋼ワイヤを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の要旨は、ワイヤ全質量に対する質量%で、C：0.02～0.10%、Si：0.1～1.0%、Mn：1.0～1.95%、Cu：0.5～1.5%、Ni：1.5～5.0%、Cr：0.3～1.2%、Mo：0.3～1.0%、Ti：0.02～0.30%を含有し、S：0.030%以下、P：0.030%以下、N：0.010%以下、O：0.010%以下であり、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴する高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤにある。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明の高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤによれば、溶接時のアークが安定し、780MPa級以上の強度を確保し、かつ低温領域での安定した高い靱性および欠陥のない高品質な溶接金属が得られる高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤを提供することができる。

【発明を実施するための形態】

20

【 0 0 1 0 】

本発明者らは、上記課題を解決するために、780MPa級以上の高強度鋼板のガスシールドアーク溶接において、適正な強度を有し、かつ、低温領域（-60）で安定した高靱性の得られる溶接金属を形成できるガスシールドアーク溶接用鋼ワイヤの成分組成について検討を行なった。その結果、適正な強度と同時に低温靱性の向上も同時に達成させるためには、C、Si、Mn、Ni、CrおよびMo量の適正化と、さらに適正な強度と低温における安定した靱性を確保するためにCuを所定量含有させることが有効であることを知見した。

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の高強度鋼板のガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤの成分限定理由について説明する。なお、以下においては、ソリッドワイヤの化学成分をワイヤの全質量に対する割合である質量%で表すものとし、その質量%に関する記載を単に%と記載して説明する。

30

【 0 0 1 2 】

C：0.02～0.10%

Cは、固溶強化により溶接金属の強度を向上するために必要な元素である。しかし、Cが0.02%未満であるとこの効果が得られない。一方、0.10%を超えると、溶接割れ感受性が高くなる。

【 0 0 1 3 】

Si：0.1～1.0%

Siは、溶接金属の強度の確保と脱酸のために添加する。Siが0.1%未満であると、強度が低く脱酸不足となり靱性が低下し、アークが不安定になる。一方、1.0%を超えると、溶接金属の強度が高くなり靱性が低下する。

40

【 0 0 1 4 】

Mn：1.0～1.95%

Mnは、Siと同様に主要な脱酸剤であると共に強度の確保のために添加する。Mnが1.0%未満であると、溶接金属の強度および靱性を十分に確保できなくなる。また、アークが不安定になる。一方、1.95%を超えると、溶接金属の強度が高くなり靱性が低下する。

【 0 0 1 5 】

50

Cu : 0.5 ~ 1.5 %

Cu は、析出強化作用を有し、変態温度を低下させ組織を微細化して強度の向上と靱性を安定させる。Cu が 0.5 % 未満であると、強度が十分に得られない。また、安定した低温での靱性が得られない。一方、1.5 % を超えると、析出脆化が生じて靱性が低下する。また、高温割れが発生しやすくなる。したがって、Cu は 0.5 ~ 1.5 % とするが、靱性の安定化および耐割れ性から 0.55 ~ 1.4 % であることが好ましい。

なお、防錆のためにワイヤ表面に Cu めっきが施されている場合、この Cu めっき量も本発明における Cu 含有量に含まれる。

【0016】

Ni : 1.5 ~ 5.0 %

Ni は、変態温度を低下させて組織を微細化すると共に、溶接金属中に固溶して靱性を低下させることなく強度を高める作用を有する。Ni が 1.5 % 未満であると、強度および靱性の低下を防止する効果が十分に得られない。一方、5.0 % を超えると、粒界が脆化して靱性が低下する。

【0017】

Cr : 0.3 ~ 1.2 %

Cr は、変態温度を低下させ、組織を微細化し、強度と靱性を向上させる作用を有する。Cr が 0.3 % 未満であると、これらの効果が十分に得られない。一方、Cr が 1.2 % を超えると、溶接金属の硬化が著しくなり靱性が低下する。

【0018】

Mo : 0.3 ~ 1.0 %

Mo は、Ni および Cr と同様に、変態温度を低下させ、組織を微細化することにより、強度と靱性を向上させる。Mo が 0.3 % 未満であると、これらの効果が十分に得られない。一方、1.0 % を超えると、溶接金属の硬化が著しくなり靱性が低下する。

【0019】

Ti : 0.02 ~ 0.30 %

Ti は、脱酸剤として作用するとともに溶接金属中に Ti の微細酸化物を生成し溶接金属の靱性を向上させる。Ti が 0.01 % 未満であると、靱性が低下する。一方、0.30 % を超えると、固溶 Ti が多くなって靱性が低下する。

【0020】

なお、S および P は、溶接金属の靱性を低下させるため、その含有量をそれぞれ 0.030 質量% 以下とするのが好ましい。

N は、不可避的不純物である。溶接金属の靱性を安定に向上させるには、溶接金属中の固溶 N を低下させることが必須となる。N が 0.010 % を超えると、溶接金属の靱性が低下する。O は、溶接金属中に Si または Mn 等と酸化物（非金属介在物）を形成して靱性を低下させるので 0.010 % 以下とする。

【0021】

なお、シールドガスは、Ar - CO₂ とするが、CO₂ の混合量は 5 ~ 20 体積% の範囲として溶接金属の酸素量を低減する。また、ガスの流量は耐欠陥性および大気からの窒素の混入を防ぐために 20 ~ 35 リットル/分であることが好ましい。

【実施例】

【0022】

以下、本発明の効果を実施例により具体的に説明する。

表 1 に示す各種化学成分のワイヤ径 1.2 mm の鋼ワイヤを試作し、板厚 2.6 mm の 950 MPa 級鋼板を、開先角度 20°、ルート間隔を 1.6 mm の裏当金付き開先に加工し、表 2 に示す溶接条件で多層盛り溶接を行った。

【0023】

10

20

30

40

【表 1】

表 1

ワイヤ 記号	化 学 成 分 (質量%)												備 考
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Ti	N	O	
1	0.09	0.50	1.43	0.004	0.007	0.80	2.80	1.01	0.60	0.27	0.004	0.004	本 発 明 例
2	0.03	0.65	1.38	0.007	0.009	0.75	2.85	0.60	0.62	0.12	0.006	0.004	
3	0.06	0.97	1.30	0.008	0.005	0.67	3.21	1.16	0.40	0.02	0.005	0.004	
4	0.04	0.13	1.50	0.006	0.006	0.90	3.12	0.31	0.70	0.09	0.004	0.005	
5	0.07	0.45	1.92	0.007	0.008	0.70	2.80	0.60	0.60	0.21	0.006	0.004	
6	0.05	0.74	1.09	0.002	0.009	1.24	2.59	0.95	0.83	0.04	0.005	0.008	
7	0.07	0.79	1.43	0.004	0.005	1.47	2.82	0.79	0.57	0.02	0.005	0.006	
8	0.06	0.57	1.59	0.005	0.006	0.54	2.97	0.81	0.68	0.03	0.004	0.005	
9	0.08	0.50	1.49	0.005	0.005	0.89	4.89	0.69	0.60	0.18	0.008	0.004	
10	0.04	0.67	1.31	0.005	0.007	0.64	1.63	0.34	0.45	0.02	0.005	0.006	比 較 例
11	0.05	0.71	1.53	0.006	0.006	0.81	2.93	0.60	0.96	0.24	0.005	0.005	
12	0.07	0.87	1.19	0.007	0.005	0.94	3.15	0.87	0.32	0.08	0.004	0.005	
13	<u>0.12</u>	0.45	1.62	0.008	0.006	0.81	2.76	0.76	0.85	0.33	0.004	0.004	
14	<u>0.01</u>	0.65	1.38	0.006	0.008	0.78	2.85	0.58	0.47	0.01	0.005	0.005	
15	0.05	<u>1.13</u>	1.41	0.008	0.005	0.66	4.62	0.35	0.91	0.02	0.005	0.004	
16	0.08	<u>0.08</u>	1.51	0.006	0.006	0.82	2.78	0.79	0.38	0.03	0.004	0.005	
17	0.06	0.71	<u>2.01</u>	0.005	0.008	0.68	3.12	0.75	0.46	0.02	0.005	0.005	
18	0.05	0.53	<u>0.8</u>	0.006	0.007	1.03	1.75	0.45	0.42	0.03	0.005	0.005	
19	0.05	0.87	1.26	0.005	0.005	<u>1.58</u>	3.48	0.51	0.49	0.04	0.007	0.006	40
20	0.04	0.69	1.54	0.005	0.005	<u>0.48</u>	2.65	0.42	0.53	0.03	0.004	0.005	
21	0.05	0.73	1.47	0.005	0.005	0.67	<u>5.13</u>	0.68	0.61	0.04	0.003	0.004	
22	0.06	0.51	1.53	0.005	0.007	0.71	<u>1.47</u>	0.48	0.54	0.03	0.006	0.005	
23	0.07	0.88	1.52	0.006	0.006	0.64	2.73	<u>1.26</u>	0.73	0.02	0.005	0.005	
24	0.06	0.74	1.48	0.005	0.006	0.78	1.92	<u>0.27</u>	0.58	0.04	0.004	0.005	
25	0.04	0.66	1.57	0.006	0.005	0.64	3.08	0.47	<u>1.10</u>	0.04	0.003	0.006	
26	0.06	0.58	1.33	0.004	0.007	0.72	1.74	0.39	<u>0.28</u>	0.03	0.004	0.008	

注) アンダーラインは本発明条件外

【表 2】

表 2

電 流 (A)	電 圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	入 熱 (kJ/cm)	予熱温度 (°C)	パス間温度 (°C)	シールドガス
300	31	25	22.3	100±15	150±15	Ar + 10%CO ₂ 流量：25リットル/min

評価は、溶接時のアークの安定性および溶接後に X 線透過試験（J I S Z 3 1 0 6）10
による欠陥の有無を調査し、さらに溶接金属の機械的性能を調査した。

【 0 0 2 5 】

溶接金属の機械的性能の調査は、溶接試験体の板厚 1 / 2 t を中心に試験片（J I S Z 2 2 4 1 1 0 号）およびシャルピー試験片（J I S Z 2 2 4 2 V ノッチ試験片）を採取して機械的試験を実施した。引張強さの評価は 9 5 0 M P a 以上を良好とした。また、靱性の評価は、- 6 0 におけるシャルピー衝撃試験を各 5 本実施し、吸収エネルギーは平均値 7 0 J 以上、最低値 5 0 J 以上を良好とした。これらの調査結果を表 3 にまとめて示す。

【 0 0 2 6 】

【表 3】

表 3

ワイヤ 記号	アークの 安定性	X線透過試験 結果	引張強さ (MPa)	吸収エネルギー 平均値/最低値 (J)	総合評 価	備 考
1	安定	欠陥なし	985	78/63	○	本 発 明 例
2	安定	欠陥なし	979	75/60	○	
3	安定	欠陥なし	990	81/68	○	
4	安定	欠陥なし	971	76/62	○	
5	安定	欠陥なし	994	74/61	○	
6	安定	欠陥なし	985	72/58	○	
7	安定	欠陥なし	996	86/71	○	
8	安定	欠陥なし	1004	78/65	○	
9	安定	欠陥なし	1001	79/64	○	
10	安定	欠陥なし	963	71/59	○	
11	安定	欠陥なし	1012	80/69	○	
12	安定	欠陥なし	978	72/58	○	
13	安定	クレータ割れ	1073	68/43	×	比 較 例
14	安定	欠陥なし	946	65/44	×	
15	安定	欠陥なし	1011	62/41	×	
16	不安定	欠陥なし	951	61/45	×	
17	安定	欠陥なし	1041	67/42	×	
18	不安定	欠陥なし	928	64/43	×	
19	安定	溶接金属割れ	964	68/46	×	
20	安定	欠陥なし	939	82/41	×	
21	安定	欠陥なし	990	65/46	×	
22	安定	欠陥なし	936	58/39	×	
23	安定	欠陥なし	1019	62/40	×	
24	安定	欠陥なし	945	61/43	×	
25	安定	欠陥なし	1042	64/47	×	
26	安定	欠陥なし	943	59/42	×	

表 1 および表 3 に示すワイヤ記号 1 ~ 12 は本発明例、ワイヤ記号 13 ~ 26 は比較例である。

【0027】

本発明例であるワイヤ記号 1 ~ 12 は、ワイヤの C、Si、Mn、Cu、Ni、Cr、Mo および Ti 量が適量であるので、アークが安定し、溶接欠陥がなく、溶接金属の引張強さおよび吸収エネルギーも良好であり、極めて満足な結果であった。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

比較例中ワイヤ記号 1 3 は、C が高いので、クレータ部に割れが生じた。また、T i が高いので、溶接金属の吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低値であった。ワイヤ記号 1 4 は、C が低いので、溶接金属の引張強さが低値であった。また、T i が低いので、溶接金属の吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低かった。

【 0 0 2 9 】

ワイヤ記号 1 5 は S i が高いので、ワイヤ記号 1 7 は M n が高いので、ワイヤ記号 2 3 は C r が高いので、ワイヤ記号 2 5 は M o が高いので、いずれも溶接金属の引張強さが高く、吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低かった。ワイヤ記号 1 6 は S i が低いので、またワイヤ記号 1 8 は M n が低いので、何れもアークが不安定で、溶接金属の引張強さおよび吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低かった。

10

【 0 0 3 0 】

ワイヤ記号 1 9 は、C u が高いので、初層の溶接部に高温割れが生じた。また、溶接金属の吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低かった。ワイヤ記号 2 0 は、C u が低いので、溶接金属の引張強さが低値で、吸収エネルギーの最低値も低かった。ワイヤ記号 2 1 は、N i が高いので、溶接金属の吸収エネルギーの平均値が低かった。ワイヤ記号 2 2 は N i が低いので、ワイヤ記号 2 4 は C r が低いので、またワイヤ記号 2 6 は M o が低いので、何れも溶接金属の引張強さが低値で、吸収エネルギーの平均値および最低値ともに低かった。

20

特許出願人 日鐵住金溶接工業株式会社
代理人 弁理士 椎 名 彊 他 1