

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4672177号
(P4672177)

(45) 発行日 平成23年4月20日 (2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年1月28日 (2011.1.28)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 3 K 35/362 (2006.01)	B 2 3 K 35/362 3 1 0 B
B 2 3 K 9/18 (2006.01)	B 2 3 K 35/362 3 1 0 C
B 2 3 K 9/23 (2006.01)	B 2 3 K 9/18 F
	B 2 3 K 9/23 B

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-144210 (P2001-144210)	(73) 特許権者	503378420 新日鐵住金ステンレス株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
(22) 出願日	平成13年5月15日 (2001.5.15)	(74) 代理人	100097995 弁理士 松本 悦一
(65) 公開番号	特開2002-336991 (P2002-336991A)	(72) 発明者	緒方 雅人 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
(43) 公開日	平成14年11月26日 (2002.11.26)	(72) 発明者	長崎 肇 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内
審査請求日	平成20年3月5日 (2008.3.5)	(72) 発明者	井上 裕滋 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二相ステンレス鋼のサブマージアーク溶接方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、Mn：1～2%、Cr：21～24%、Ni：4.5～6.5%、Mo：2.5～3.5%、N：0.1～0.2%を鉄中に含有する溶接ワイヤと、質量%で、スラグ生成成分として、CaF₂：10～25%、Al₂O₃：8～25%、ZrO₂：0.5～1.6%、CaOおよびMgOの1種または2種の合計量：15～45%、SiO₂：8～25%、PbO：0.02～0.3%を含有するとともに、TiO₂を0.2%以下に規制し、金属成分として、金属単体に換算した質量%で、Cr：3.5～7.0%、Ni：6.0～9.0%、AlおよびSiの1種または2種の合計：0.7～2.7%を含有し、かつ0.6 Cr/Ni 0.8を満足する焼成型フラックスとを用いて二相ステンレス鋼をサブマージアーク溶接を行うことを特徴とする二相ステンレス鋼のサブマージアーク溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、二相ステンレス鋼のサブマージアーク溶接に関し、詳しくは、SUS329J3L鋼等の二相ステンレス鋼をサブマージアーク溶接する際に、強度、靱性および耐孔食性などの優れた溶接金属特性が経済的に得られる二相ステンレス鋼の溶接方法に関するものである、さらに詳しくは、溶接金属の強度、じん性および耐孔食性が優れ、かつ優れた溶接作業性を有するサブマージアーク溶接方法に係わるものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、海水による熱交換をはじめとする海水利用技術が進み、耐海水鋼の材料として二相ステンレス鋼の開発がなされ、海水などの塩素イオンを含む環境下や各種化学プラント機器、石油・天然ガスの採掘用油井管、ケミカルタンカーの材料として使用されるようになった。二相ステンレス鋼はオーステナイト相とフェライト相がほぼ1：1の割合で形成されているステンレス鋼で、オーステナイト系ステンレス鋼の優れた機械的性質とフェライト系ステンレス鋼が有する耐応力腐食割れ性を兼ね備え、単相組織のステンレス鋼に比べ強度が高く優れた耐孔食性を持っていることを特長とする鋼板である。

【 0 0 0 3 】

二相ステンレス鋼板の開発と平行して溶接材料の開発もなされてきた。二相ステンレス鋼溶接金属部は熱処理を施さず溶接のままで使用されることが多く、母材と同等の性能が得られるように溶接材料は母材成分よりCr, Ni等の含有率が高く設計されている。サブマージーク溶接材料の研究開発も進められているが、二相ステンレス鋼用溶接ワイヤは多量の合金成分を含有するため加工性が非常に悪く開発が遅れ生産コストも高いという問題点がある。また、二相ステンレス鋼は多量のNを含有しており、溶接においてNが原因とされるスラグ焼き付きによりスラグ剥離性が劣化するという問題点もあった。

【 0 0 0 4 】

二相ステンレス鋼用溶接材料として、特願昭58-25190公報、特願昭61-111370公報、特願平07-60523公報などに比較的低温で施工するTIG溶接等用溶接材料が開示されているが、これらは高温で施工するサブマージーク溶接とは異なる技術でサブマージーク溶接方法には適用出来ない。また、特願昭59-131840公報にサブマージーク溶接材料が開示されているが、この技術は溶接金属の酸素量を低減する成分系の溶接フラックスを使用し、これにほとんどの合金成分を含有する溶接ワイヤとを組み合わせ溶接金属の靱性を改善するものである。したがって前述の如く、ワイヤの加工性が非常に悪いため生産コストが高く、またNに起因するスラグ焼き付きに付いては何ら言及されておらず、スラグ剥離性が不十分で溶接作業性にも問題点もあった。

【 0 0 0 5 】

一方、加工性が良好な合金成分の少ないワイヤを用い、フラックスから合金成分を添加して目標の溶接金属を得る溶接方法は、母材の希釈が大きいことや、溶接条件によりフラックス消費量が異なるため合金成分の歩留まりが不安定であり、さらに、積層溶接で添加合金成分が増加するなどの問題があるため開発されていない。このようなことから加工性が良好なワイヤと合金成分を添加したフラックスにより経済的で作業能率が良く、安定した溶接部が得られる二相ステンレス鋼用サブマージーク溶接材料の開発が望まれている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、良好な加工性を有し経済性に優れた溶接ワイヤと、合金成分を添加したフラックスとを組み合わせ、溶接欠陥の発生がなく母材と同等の性能を有する溶接金属部が容易に得られる経済的な溶接施工を可能としたSUS329J3Lステンレス鋼用のサブマージーク溶接方法を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記の課題を解決するため、SUS329J3L相当のステンレス鋼をサブマージーク溶接する際に用いられるワイヤとフラックスを多種試作し、その際に得られる溶接金属特性および作業性を鋭意検討した。

【 0 0 0 8 】

その結果、ワイヤの成分組成を、SUS329J3L相当の、質量%で、Mn：1～2%、Cr：21～24%、Ni：4.5～6.5%、Mo：2.5～3.5%、N：0.1～0.2%とすることにより、溶接金属の加工性の劣化を少なくできる。またそのワイヤと組み合わせるフラックスの成分組成を、スラグ生成成分として、CaF₂、C

10

20

30

40

50

a O または M g O の 1 種または 2 種、 $A l_2 O_3$ 、 $S i O_2$ 、 $Z r O_2$ を含有し、金属成分として、Cr、Ni、Al および Si のうちの 1 種または 2 種を含有し、Cr / Ni を限定することにより、サブマージアーク溶接時の溶接金属中の積層高さ方向での Cr、Ni の増加を抑制でき、良好な性能の溶接金属が得られるという知見を得た。また、さらに上記成分組成に、P b O を添加するとともに、 $T i O_2$ を規制することでスラグ焼き付きを防止し溶接欠陥がない良好な溶接金属が得られることを見いだした。

【0009】

つまり、本発明の要旨とするところは、以下の通りである。

質量%で、Mn : 1 ~ 2 %、Cr : 21 ~ 24 %、Ni : 4.5 ~ 6.5 %、Mo : 2.5 ~ 3.5 %、N : 0.1 ~ 0.2 % を鉄中に含有する溶接ワイヤと、質量%で、スラグ生成成分として、 $C a F_2$: 10 ~ 25 %、 $A l_2 O_3$: 8 ~ 25 %、 $Z r O_2$: 0.5 ~ 16 %、CaO および M g O の 1 種または 2 種の合計量 : 15 ~ 45 %、 $S i O_2$: 8 ~ 25 %、P b O : 0.02 ~ 0.3 % を含有するとともに、 $T i O_2$ を 0.2 % 以下に規制し、金属成分として、金属単体に換算した質量%で、Cr : 3.5 ~ 7.0 %、Ni : 6.0 ~ 9.0 %、Al および Si の 1 種または 2 種の合計 : 0.7 ~ 2.7 % を含有し、かつ $0.6 < Cr / Ni < 0.8$ を満足する焼成型フラックスとを用いて二相ステンレス鋼をサブマージアーク溶接を行うことを特徴とする二相ステンレス鋼のサブマージアーク溶接方法。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明者等は、前述の SUS 329J3L 成分ワイヤと組み合わせるフラックスについて、フラックスの組成、脱酸剤、合金剤の種類と添加率と溶接金属のフェライト量および溶接金属性能との関係を詳細に調査検討した。その結果、フラックス組成を $C a F_2 - C a O$ (または M g O) - $A l_2 O_3 - S i O_2 - Z r O_2$ とし、金属単体に換算した Cr を 3.5 ~ 7.0 %、Ni を 6.0 ~ 9.0 % の範囲で Cr / Ni を 0.6 ~ 0.8 に制限すること、さらに Al または Si を 0.7 ~ 2.7 % 添加することの相乗効果により溶接金属の合金成分を安定させ、積層溶接においても合金成分の増加を抑制することが可能となった。また積層溶接において溶接金属のフェライト量を 30 ~ 50 % に調整することが可能となり、溶接部が母材と同等の性能を得ることができるとい知見と、 $T i O_2$ を 0.2 % 以下に制御し、P b O を添加することの相乗効果によりスラグ焼き付きを防止し、良好な溶接作業性が得られるという知見も得た。

【0011】

すなわち、図 1 および図 2 は上記フェライト量の調整の検討結果を示すグラフである。図 1 は Cr / Ni 値が 0.4 ~ 1.0 の範囲 (0.2 刻み) での Al + Si 量と、5 層目の溶接金属のフェライト量との関係を示すグラフであるが、Cr / Ni 値がほぼ 0.6 ~ 0.8 の範囲で、Al + Si 量が 0.7 ~ 2.7 % であればフェライト量が適正範囲の 30 ~ 50 % になることがわかる。また、図 2 は Cr / Ni を 0.7 一定にしたとき Al + Si を種々変えて各層の溶接金属のフェライト量を示したものである。Al + Si がほぼ 0.7 ~ 2.7 % であればフェライト量が各層とも適正範囲の 30 ~ 50 % に入ることがわかる。

【0012】

本発明は上記の知見によってなされたものでありそれぞれの制限理由について述べる。本発明溶接方法においてワイヤは、加工性が劣化しない範囲で二相ステンレス鋼として必要な合金成分を含有させる。すなわち、質量%で Mn : 1 ~ 2 %、Cr : 21 ~ 24 %、Ni : 4.5 ~ 6.5 %、Mo : 2.5 ~ 3.5 %、N : 0.1 ~ 0.2 % を鉄中に含有させた。

【0013】

フラックス成分の限定理由について述べる。

$C a F_2$ は、スラグの溶融点を低下させ溶け込みを浅くしスラグの剥離性を良好にするとともにビード形状、外観を良好にする。また、スラグの塩基度を上げ、溶接金属中の酸素

10

20

30

40

50

量を低減し靱性を改善するために不可欠な成分である。10%未満ではその効果が不十分で、25%を越えるとスラグの流動性が過大となりビード形状、外観が劣化する。したがって CaF_2 を10~25%の範囲とする。

【0014】

Al_2O_3 は融点が高く、スラグの流動性を調整し、ビード形状を整えるのに有効である。この効果は特に多層盛溶接で重要であり、ビード同士のなじみが良好となり、スラグ巻き込み、アンダーカット等の欠陥の発生を防止する。8%未満では効果が少なく、25%を越えるとスラグ巻き込みが生じやすくなる。したがって Al_2O_3 を8~25%の範囲とする。

【0015】

ZrO_2 はスラグの粘性を調整し、ビード外観を改善するのに有効であり、また、スラグを脆くし剥離性を改善するために有効である。0.5%未満では効果が不十分であり、16%を越えると粘性が大きくなりスラグ巻き込みを発生し、ビード形状が劣化する。したがって ZrO_2 を0.5~16%の範囲とする。

【0016】

CaO および MgO は耐火性の大きい成分であり、融点の低い CaF_2 を含有するフラックスの溶融特性を調整し、ビード形状を整えるのに有効である。15%未満ではその効果が不十分で、45%を越えるとフラックスが溶け難くビード表面が平滑さを失い、またアンダーカット等の溶接欠陥が発生する。したがって CaO または MgO の1種または2種の合計量を15~45%の範囲とする。

【0017】

SiO_2 はスラグの粘性を調整し、ビード外観を改善するのに有効であるが、8%未満では効果が少なく、25%を越えると粘性が大きくなりスラグ巻き込みが発生する。したがって SiO_2 を8~25%の範囲とする。

【0018】

PbO はスラグの焼き付けを防止し、スラグを脆くして剥離性を改善するために有効である。0.02%未満では効果が不十分であり、0.3%を超えるとビード形状が劣化する。したがって PbO を0.02~0.3%の範囲とする。

【0019】

TiO_2 はスラグの焼き付きを助長しスラグ剥離性を非常に劣化させるが0.2%以下にすることでスラグ焼き付きは防止できる。したがって TiO_2 を0.2%以下に制限する。

【0020】

Cr および Ni は溶接金属組成を二相組織とし二相鋼溶接金属として基本的な性能を確保するためフラックスに添加して溶接ワイヤからの分と合わせて溶接金属成分になるようにする。フラックス中の Cr が3.5%未満では溶接金属の Cr が不足し、強度の劣化やフェライト量不足により溶接金属の耐孔食性および靱性が劣化する。一方7%を超えると溶接金属の Cr が増加し積層溶接においてフェライト量が増加し溶接金属の靱性が劣化する。したがって、フラックス中の Cr を3.5~7.0%の範囲とする。

【0021】

また、フラックス中の Ni が6.0%未満であると溶接金属の Ni が不足し基本的な耐食性が劣化し、一方9.0%を超えると溶接金属の Ni が増加し積層溶接においてフェライトが不足し靱性が劣化する。したがって、フラックス中の Ni を6.0~9.0%の範囲とする。

【0022】

また、 Cr および Ni の適正添加率内における Cr/Ni は溶接金属のフェライト量のバランスをとるために重要であり、 Cr/Ni が0.6未満ではフェライト量が減少し溶接金属の耐孔食性および靱性が劣化する。一方 Cr/Ni が0.8を超えると逆にフェライト量が増加し溶接金属の靱性が劣化する。したがって Cr/Ni を0.6~0.8に制限する。

10

20

30

40

50

【0023】

A lおよびS iの1種または2種を本組成フラックスに添加することも本発明の重要な要件であり、本発明のC rおよびN iの添加率とC r / N i比との相乗効果により溶接金属を二相組織とし基本的な性能を確保するため添加する。A lおよびS iの合計が0.7%未満ではフェライト量の不足により溶接金属の耐孔食性および靱性が劣化し、2.7%を超えると積層によりフェライト量が増加して溶接金属の靱性が劣化する。したがってA lおよびS iの1種または2種の合計を0.7~2.7%の範囲とする。

【0024】

原料は、単成分のものだけでなく上記成分を含有する化合物、鉱石あるいは熔融型フラックス等で添加することができる。たとえばC a F₂として蛍石、熔融型フラックス等、C a Oとして石灰石、珪灰石、熔融型フラックス等、M g Oとしてマグネシアクリンカー、熔融型フラックス等、A l₂ O₃として熔融型フラックス等、S i O₂として珪砂、珪灰石、珪酸ソーダ等、Z r O₂としてジルコンサンド、酸化ジルコン等、A lとして金属A l、F e - A l等、S iとしてF e S i等を原料に使用できる。また前記必須成分のほかに、粘結材等の鉱石や成分を調整するための金属粉等を配合することができる。

【0025】

二相ステンレス鋼溶接部の性能を非破壊で確認する方法としてフェライト量の管理は重要である。フェライトスコープ等の機器による溶接金属のフェライト量測定値と溶接金属性能を調査した結果、フェライト量が30%未満では耐孔食性が劣化し、50%を超えると靱性と耐孔食性が劣化する。従って機器測定による溶接金属のフェライト量を30~50%に管理することが必要である。

【0026】

【実施例】

以下に本発明溶接方法の効果を実施例により説明する。

実験に供したワイヤの組成を表1に示す。ワイヤは溶解、鍛造、圧延および線引きにより3.2mm径にした。

【0027】

【表1】

記号	溶接ワイヤの成分 (質量%、残Fe)						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N
W-1	0.02	0.49	1.7	22.3	5.9	2.8	0.16
W-2	0.02	0.45	1.6	21.4	4.8	3.1	0.15
W-3	0.02	0.52	1.7	23.6	6.2	3.2	0.18

【0028】

実験に供したボンドフラックスは通常のフラックスの原料として用いられる鉱石粉、複合化合物等を混合、攪拌後、水ガラスを用いて造粒し、400で約2時間焼成して作成した。フラックスの組成を表2、表3に示すが、F1~F7は本発明例として用いたフラックス、F8~F22は比較例として用いたものである。

【0029】

【表2】

10

20

30

40

区分	記号	フラックスの成分 (質量%) (つづく)						
		CaF ₂	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	CaO	MgO	SiO ₂	Cr
本 発 明	F-1	13.8	12.5	2.1	13.9	23.7	16.8	5.4
	F-2	24.1	14.2	11.8	10.6	13.8	8.8	5.2
	F-3	11.6	12.4	2.2	18.7	25.2	10.4	6.6
	F-4	17.6	8.8	8.4	10.8	21.8	16.3	5.3
	F-5	14.8	23.7	0.8	12.5	19.3	12.6	4.9
	F-6	16.4	18.8	9.6	4.2	12.4	23.5	3.9
	F-7	10.8	13.9	15.2	11.4	16.3	16.2	4.8
比 較 例	F-8	16.8	12.8	1.8	13.5	24.3	10.5	7.7
	F-9	26.7	10.9	3.3	11.5	16.3	13.8	6.0
	F-10	12.1	12.4	4.1	21.2	25.6	9.7	4.8
	F-11	18.6	12.9	9.2	10.1	19.2	14.7	5.2
	F-12	12.4	26.3	2.6	9.7	18.8	12.9	5.0
	F-13	13.4	13.8	8.3	12.2	14.3	18.9	5.9
	F-14	15.7	15.5	8.4	11.7	22.7	12.8	3.2
	F-15	21.3	22.3	11.9	4.8	8.9	13.7	5.4
	F-16	17.1	15.3	4.9	14.7	21.2	12.6	4.4
	F-17	11.7	13.6	6.5	9.2	15.1	25.9	5.6
例	F-18	19.5	16.4	1.2	14.6	24.6	7.4	5.5
	F-19	8.6	13.5	3.7	16.3	22.4	19.6	5.3
	F-20	22.5	7.1	4.2	11.6	22.8	13.1	6.3
	F-21	16.3	12.5	0.3	10.2	24.3	17.5	5.8
	F-22	12.5	10.5	17.2	10.8	20.2	11.3	6.1

10

20

30

40

【 0 0 3 0 】

【 表 3 】

区分	記号	フラックスの成分 (質量%) (つづき)						
		Ni	Al	Si	PbO	TiO ₂	Cr/Ni	その他
本 発 明	F-1	8.2	1.5	0	0.14	0.16	0.66	1.80
	F-2	7.7	1.2	0.3	0.04	0.08	0.68	2.18
	F-3	8.6	0.4	0.8	0.10	0.12	0.77	2.88
	F-4	7.4	0.9	0	0.26	0.07	0.72	2.37
	F-5	6.9	1.0	1.5	0.08	0.10	0.71	1.82
	F-6	6.3	0.5	0.8	0.20	0.14	0.62	3.26
	F-7	7.2	0	1.4	0.16	0.14	0.67	2.50
比 較 例	F-8	8.2	1.5	0	0.12	0.25	0.94	2.53
	F-9	8.0	1.2	0.3	0.10	0.12	0.75	1.78
	F-10	7.0	0.4	0.8	0.08	0.14	0.69	1.68
	F-11	7.4	0.5	0	0.12	0.08	0.70	2.00
	F-12	8.0	0.5	0.8	0.10	0.14	0.63	2.76
	F-13	7.7	1.4	1.7	0.07	0.15	0.77	2.18
	F-14	6.3	0.8	0.4	0.01	0.12	0.51	2.37
	F-15	7.4	0.6	0.8	0.13	0.10	0.73	2.67
	F-16	5.7	1.4	0.2	0.34	0.08	0.77	2.08
	F-17	7.3	1.2	1.1	0.21	0.12	0.77	2.47
例	F-18	7.4	1.1	0	0.13	0.14	0.74	2.03
	F-19	7.7	0.9	0	0.17	0.12	0.69	1.71
	F-20	9.8	0.7	0.2	0.13	0.08	0.64	1.49
	F-21	8.8	1.3	0	0.11	0.07	0.66	2.82
	F-22	7.8	1.2	0.2	0.08	0.12	0.78	2.00

10

20

30

40

【0031】

表1のワイヤと表2、表3のフラックスとを組み合わせ、表4に示す鋼板を用い表5に示す溶接条件で、図3に示す開先形状および積層要領により約1mの溶接長でサブマージアーク溶接を実施した。表6および表7にワイヤとフラックスとの組み合わせおよびその試験結果を示す。

【0032】

【表4】

記号	鋼板の成分 (質量%、残Fe)						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N
SUS329J3L	0.02	0.49	1.7	22.3	5.9	2.8	0.16

10

【0033】

【表5】

溶接姿勢	開先形状 積層要領*	パス	溶接条件			備考
			電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	
下向	$t_1=25\text{mm}$ $t_2=18\text{mm}$ $t_3=7\text{mm}$ $r=7$ $\theta=70^\circ$	表: 1~8 裏: 9~11	450	32	35	電源: AC

20

* 図3

【0034】

【表6】

	No.	ワイヤ	フラックス	溶接作業性	
本 発 明	1	W-1	F-1	良好	
	2	W-1	F-2	良好	
	3	W-1	F-3	良好	
	4	W-1	F-4	良好	
	5	W-1	F-5	良好	
	6	W-2	F-6	良好	10
	7	W-2	F-7	良好	
	8	W-2	F-1	良好	
	9	W-3	F-2	良好	
	10	W-3	F-3	良好	
	11	W-3	F-4	良好	
比 較 例	12	W-1	F-8	スラグが焼き付き剥離性悪い	20
	13	W-1	F-9	溶接続行不可	
	14	W-1	F-10	アンダーカット発生	
	15	W-1	F-11	良好	
	16	W-1	F-12	溶接続行不可	
	17	W-2	F-13	良好	
	18	W-2	F-14	スラグが焼き付き剥離性悪い	
	19	W-2	F-15	溶接続行不可	30
	20	W-2	F-16	ビード幅が狭く凸ビードになり形状不良	
	21	W-2	F-17	溶接電流が不安定	
	22	W-3	F-18	ビード外観が悪い	
	23	W-3	F-19	ビード外観が悪い	
24	W-3	F-20	ビード同士のなじみが悪くアンダーカット発生		
25	W-3	F-21	スラグが固く剥離性悪い		
26	W-3	F-22	ビードの伸びがなく凸形状になる	40	
27	W-2	F-8	スラグ焼き付き剥離性悪い		
28	W-3	F-11	良好		
29	W-1	F-16	ビード幅が狭く凸ビードになり形状不良		

【 0 0 3 5 】

【 表 7 】

	No.	X線性能	引張試験		靱性 (J)	腐食減量 (g/m ² ・h)	フェライト量(%)	
			強度(N/mm ²)	破断位置			中央	表面
本 発 明	1	1級	800	母材	94	3.6	31.4	37.6
	2	1級	797	母材	93	3.9	31.2	37.5
	3	1級	802	母材	97	3.4	31.9	38.3
	4	1級	800	母材	92	3.3	32.6	39.1
	5	1級	798	母材	90	3.6	28.0	33.6
	6	1級	784	母材	89	4.3	30.5	36.6
	7	1級	791	母材	90	4.2	30.5	36.6
	8	1級	793	母材	89	3.9	32.9	39.5
	9	1級	810	母材	88	3.2	34.7	41.7
	10	1級	809	母材	93	3.2	35.7	42.8
	11	1級	812	母材	92	2.8	36.1	43.3
比 較 例	12	1級	814	母材	43	9.5	40.3	64.5
	13	—	—	—	—	—	—	—
	14	1級	793	母材	80	4.5	32.2	38.6
	15	1級	724	溶接金属	82	11.4	17.6	21.2
	16	—	—	—	—	—	—	—
	17	1級	819	母材	43	10.8	42.4	59.4
	18	1級	734	溶接金属	95	12.4	28.3	28.9
	19	—	—	—	—	—	—	—
	20	1級	821	母材	38	10.9	37.5	63.8
	21	2種4級	734	溶接金属	78	4.7	34.6	41.5
	22	1級	781	母材	84	3.9	33.0	39.6
23	1級	776	母材	67	3.7	34.3	41.2	
24	1級	753	溶接金属	54	11.5	28.8	28.7	
25	1級	787	母材	82	3.9	34.6	41.5	
26	2種4級	744	溶接金属	80	4.2	31.3	37.6	
27	1級	815	母材	38	11.3	40.2	60.3	
28	1級	733	溶接金属	78	12.2	19.9	23.9	
29	1級	809	母材	40	9.7	34.2	58.1	

【0036】

溶接作業性試験については各パスの溶接後に判定を行った。溶接終了後、X線透過試験(

10

20

30

40

50

J I S Z 3 1 0 6)、引張試験 (J I S Z 3 1 2 1、1号試験片)、衝撃試験 (J I S Z 3 1 2 8、4号試験片)、孔食試験 (J I S G 0 5 7 8) を行い溶接金属性能を調査した。衝撃試験は試験温度が 0 で行い、孔食試験は 5 0 × 2 4 h r で行った。溶接金属のフェライト量は断面マクロ組織試験片を作成しフェライトスコープによりマクロ試験片の板厚中央部および最終パスを測定した。

【 0 0 3 7 】

本発明例の N o . 1 ~ N o . 1 1 は優れた溶接作業性、溶接金属が得られたが、N o . 1 2 はフラックス中の T i O₂ が過多でスラグ剥離性が悪く、C r が過多のため溶接金属のフェライト量が過多となり靱性と耐孔食性が劣化した。

【 0 0 3 8 】

N o . 1 3 はフラックス中の C a F₂ が過多のため溶接続行が不可能であった。
N o . 1 4 はフラックス中の C a O と M g O の和が過多のためアンダーカットが発生した。

【 0 0 3 9 】

N o . 1 5 はフラックス中の A l および S i の和が不足していたため、溶接金属のフェライト量が不足し耐孔食性が劣化し、強度も劣化した。

N o . 1 6 はフラックス中の A l₂ O₃ が過多のため溶接続行が不可能であった。

【 0 0 4 0 】

N o . 1 7 はフラックス中の A l および S i の和が過多のため溶接金属のフェライト量が過多となり靱性と耐孔食性が劣化した。

N o . 1 8 はフラックス中の C r が不足し、C r / N i の比が満たないため、溶接金属のフェライト量が不足し耐孔食性と強度が劣化した。また、P b O 不足のためスラグ剥離性も劣化した。

【 0 0 4 1 】

N o . 1 9 はフラックス中の C a O と M g O との和が不足していたため、溶接続行が不可能であった。

N o . 2 0 はフラックス中の N i が不足のため、溶接金属のフェライト量が過多となり靱性と耐孔食性が劣化し、P b O 過多のためビード形状が凸となり劣化した。

【 0 0 4 2 】

N o . 2 1 はフラックス中の S i O₂ が過多でスラグ巻き込みが発生し X 線性能が劣化し溶接金属の強度が劣化した。

N o . 2 2 はフラックス中の S i O₂ が不足のためビード外観が劣化した。

N o . 2 3 はフラックス中の C a F₂ が不足のため、ビード外観が劣化し、溶接金属の靱性も劣化した。

【 0 0 4 3 】

N o . 2 4 はフラックス中の A l₂ O₃ が不足しビードのなじみが悪くアンダーカットも発生し、N i が過多のため溶接金属のフェライト量が不足し耐孔食性と靱性が劣化した。

N o . 2 5 はフラックス中の Z r O₂ が不足のため、スラグが固く剥離性が劣化した。

【 0 0 4 4 】

N o . 2 6 はフラックス中の Z r O₂ が過多のため、ビードが凸形状となり、スラグ巻き込みにより X 線性能と溶接金属の強度が劣化した。

N o . 2 7 はフラックス中の T i O₂ が過多でスラグ剥離性が悪く、C r が過多のため溶接金属のフェライト量が過多となり靱性と耐孔食性が劣化した。

【 0 0 4 5 】

N o . 2 8 はフラックス中の A l または S i の和が不足していたため、溶接金属のフェライト量が不足し耐孔食性と強度も劣化した。

N o . 2 9 はフラックス中の N i が不足のため、溶接金属のフェライト量が過多となり靱性と耐孔食性が劣化し、P b O が過多のため凸形状ビードとなり劣化した。

【 0 0 4 6 】

【 発明の効果 】

10

20

30

40

50

以上述べたごとく、本発明は二相ステンレス鋼のサブマージアーク溶接において強度、靱性等の機械的性質が優れ、良好な耐孔食性を有する溶接金属が得られるとともに、スラグ焼き付きや溶接欠陥がない優れた溶接作業性を有する溶接方法である。SUS329J3L鋼のサブマージアーク溶接を本発明方法で行えば、信頼性のある溶接継手部が経済的に得られ、溶接効率も大幅に向上できるものである。

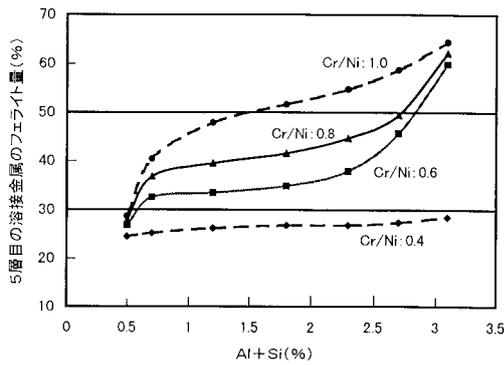
【図面の簡単な説明】

【図1】積層溶接における5層目の溶接金属のフェライト量とフラックス中のAl+Si量の和およびCr/Niとの関係を示したグラフ

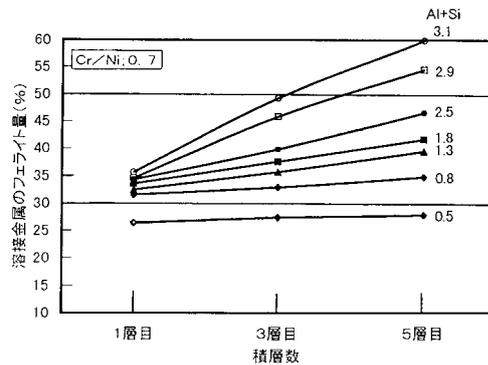
【図2】積層溶接における各溶接金属のフェライト量とフラックス中のAl+Si量の和との関係を示したグラフ

【図3】実施例において用いた開先形状および積層要領を示す図

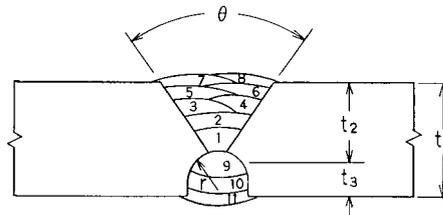
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

審査官 河口 展明

- (56)参考文献 特開昭59-218295(JP,A)
特開昭58-093593(JP,A)
特開平02-280995(JP,A)
特開昭58-009795(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- B23K 35/36-35/362
B23K 35/365-35/38
B23K 35/00-35/12,35/16-35/22
B23K 35/24,35/26,35/28
B23K 35/30-35/32,35/34,35/40
B23K 9/18
B23K 9/23