

(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2014-113615

(P2014-113615A)

(43) 公開日 平成26年6月26日(2014.6.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 35/368 (2006.01)	B 2 3 K 35/368 B	4 E 0 8 4
B 2 3 K 35/30 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 2 O A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-269189 (P2012-269189)	(71) 出願人	302040135
(22) 出願日	平成24年12月10日 (2012.12.10)		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	100120868
			弁理士 安彦 元
		(72) 発明者	鳥谷部 正明
			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	笹木 聖人
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ

(57) 【要約】

【課題】全姿勢溶接での溶接作業性が良好であり、かつ耐低温割れ性及び低温靱性に優れた溶接金属が得られる炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤを提供する。

【解決手段】ワイヤ全質量に対する質量%で、C:0.03~0.08%、Si:0.2~0.6%、Mn:1~2.5%、Cu:0.01~0.5%、Ni:1~3.5%、Ti:0.01~0.3%、B:0.002~0.015%、TiO₂換算値:3~8%、Al₂O₃換算値:0.1~1.2%、SiO₂換算値:0.1~1%、ZrO₂換算値:0.01~0.8%、Mg:0.1~0.8%、Na₂O換算値とK₂O換算値の合計:0.05~0.2%、F換算値の合計:0.01~0.3%を含有し、ワイヤの全水素量がワイヤ全質量に対する質量比で20ppm以下であることを特徴とする炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼製外皮にフラックスを充填してなる炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤにおいて、

ワイヤ全質量に対する質量％で、鋼製外皮とフラックスの合計で、

C : 0 . 0 3 ~ 0 . 0 8 %、

S i : 0 . 2 ~ 0 . 6 %、

M n : 1 ~ 2 . 5 %、

C u : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 %、

N i : 1 ~ 3 . 5 %、

T i : 0 . 0 1 ~ 0 . 3 %、

B : 0 . 0 0 2 ~ 0 . 0 1 5 %、

さらに、ワイヤ全質量に対する質量％で、フラックスに、

T i 酸化物の T i O₂ 換算値の合計 : 3 ~ 8 %、

A l 酸化物の A l₂O₃ 換算値の合計 : 0 . 1 ~ 1 . 2 %、

S i 酸化物の S i O₂ 換算値の合計 : 0 . 1 ~ 1 %、

Z r 酸化物の Z r O₂ 換算値の合計 : 0 . 0 1 ~ 0 . 8 %、

M g : 0 . 1 ~ 0 . 8 %、

N a 及び K 化合物の N a₂O 換算値と K₂O 換算値の合計 : 0 . 0 5 ~ 0 . 2 %、

弗素化合物の F 換算値の合計 : 0 . 0 1 ~ 0 . 3 % を含有し、

残部が鋼製外皮の F e、鉄粉、鉄合金粉の F e 分及び不可避不純物からなり、

ワイヤの全水素量がワイヤ全質量に対する質量比で 2 0 p p m 以下であることを特徴とする炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【請求項 2】

ワイヤ全質量に対する質量％で、鋼製外皮とフラックスの合計で、A l : 0 . 3 % 以下、N : 0 . 0 0 8 % 以下、V : 0 . 0 3 % 以下、N b : 0 . 0 3 % 以下で、かつ、V + 2 N b : 0 . 0 7 % 以下を更に含有することを特徴とする請求項 1 に記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【請求項 3】

ワイヤ全質量に対する質量％で、フラックスに、B i 及び B i 酸化物に含まれる B i 換算値 : 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 1 % を更に含有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【請求項 4】

鋼製外皮に継目が無いことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうち何れか 1 項に記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤに関し、特に鋼構造物等に使用される鋼を溶接するにあたって全姿勢溶接での溶接作業性が良好であり、かつ耐低温割れ性及び低温靱性に優れる溶接金属を得ることができる炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤに関する。

【背景技術】

【0002】

鋼を被溶接材とするガスシールドアーク溶接に用いられるフラックス入りワイヤとしては、ルチル系フラックス入りワイヤや塩基性系フラックスワイヤが知られている。

【0003】

ルチル系フラックス入りワイヤを用いた炭酸ガスシールドアーク溶接は、溶接能率、全姿勢溶接での溶接作業性が非常に優れているので、造船、橋梁、海洋構造物、鉄骨等の広い分野で適用されている。しかし、ルチル系フラックス入りワイヤは、T i O₂ をは

10

20

30

40

50

じめとする金属酸化物主体のフラックスが鋼製外皮中に充填されているために、溶接金属中の酸素量が多く、低温靱性が得にくく、特にシールドガスに CO_2 ガスを用いる場合は Ar と CO_2 の混合ガスを用いた場合よりも靱性の確保が困難である。また、フラックス原料に含有される水分やワイヤ保管時の吸湿により、拡散性水素量がソリッドワイヤに比べ高いことから、溶接金属の低温割れが懸念され、板厚の厚い鋼板の溶接時には100程度の予熱を加える必要があり、作業能率を低下させる原因となっている。

【0004】

低温用鋼の炭酸ガス溶接用フラックス入りワイヤについては、これまで種々の開発が進められている。例えば、特許文献1の開示技術には、溶接中にスラグ成分に変わる合金成分を添加して、溶接作業性に作用するスラグ量を維持しながら、溶接金属の酸素量を低減して低温靱性が優れる溶接金属を得るために、溶接中にスラグ成分に変化するTi等の合金成分を添加する技術が開示されている。しかし、特許文献1に記載の技術では、溶接金属の十分な低温靱性が得られず、耐高温割れ性は確保されているものの耐低温割れ性については考慮されていないという問題点があった。

10

【0005】

また特許文献2にも、低温靱性が優れる溶接金属を得る技術が開示されている。この特許文献2の開示技術では、Ca、Al等の脱酸剤の添加量を適切に保つことで、スラグ剤中の TiO_2 、 SiO_2 から供給された酸素量に対して十分な脱酸効果を確保することにより TiO_2 の還元を促進させる。しかしながら、この強脱酸剤として添加されているCaは、溶接時にアークを不安定にして多量のスパッタを発生させて溶接作業性が不良となる。また、この特許文献2の開示技術では、耐低温割れ性については特段考慮されていないという問題点があった。

20

【0006】

さらに、特許文献3には、鋼製外皮成分を規制し充填フラックスにCu、Ni、Ti、Bを添加して溶接金属の耐海水腐食性を大幅に向上させ、かつ低温靱性を得る技術が開示されている。しかし、特許文献3の開示技術には金属弗化物が多く添加されているので溶接時にアークが不安定になり、多量のスパッタが発生するため、良好な溶接作業性が得られない。また特許文献3の開示技術では、耐低温割れ性については特段考慮されていないという問題点があった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-61474号公報

【特許文献2】特開平6-238483号公報

【特許文献3】特開平4-224094号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、鋼構造物等に使用される鋼を溶接するにあたって全姿勢溶接での溶接作業性が良好であり、かつ耐低温割れ性及び低温靱性の優れる溶接金属を得ることができる炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、シールドガスとして炭酸ガスを用いたルチル系のガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤについて、全姿勢溶接での溶接作業性が良好であり、-60における低温靱性が良好で、耐低温割れ性に優れた溶接金属を得るべく、種々検討を行った。

【0010】

その結果、 TiO_2 を主成分とした金属酸化物及び金属弗化物からなるスラグ成分と最

50

適な合金成分及び脱酸剤を含む化学成分とすることによって、全姿勢における溶接作業性及び低温靱性が良好な溶接金属が得られ、さらに、ワイヤ中の全水素量をワイヤ全質量に対する質量比で20ppm以下にすることにより、溶接金属の耐低温割れ性を改善できることを見出した。

【0011】

すなわち、本発明の要旨は、

(1) 鋼製外皮にフラックスを充填してなる炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤにおいて、ワイヤ全質量に対する質量%で、鋼製外皮とフラックスの合計で、C: 0.03~0.08%、Si: 0.2~0.6%、Mn: 1~2.5%、Cu: 0.01~0.5%、Ni: 1~3.5%、Ti: 0.01~0.3%、B: 0.002~0.015%、さらに、ワイヤ全質量に対する質量%で、フラックスに、Ti酸化物及のTiO₂換算値の合計: 3~8%、Al酸化物のAl₂O₃換算値の合計: 0.1~1.2%、Si酸化物のSiO₂換算値の合計: 0.1~1%、Zr酸化物のZrO₂換算値の合計: 0.1~0.8%、Mg: 0.1~0.8%、Na及びK化合物のNa₂O換算値とK₂O換算値の合計: 0.05~0.2%、弗素化合物のF換算値の合計: 0.01~0.3%を含有し、残部は鋼製外皮のFe、鉄粉、鉄合金粉のFe分及び不可避不純物からなり、ワイヤの全水素量がワイヤ全質量に対する質量比で20ppm以下であることを特徴とする炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

10

【0012】

(2) ワイヤ全質量に対する質量%で、鋼製外皮とフラックスの合計で、Al: 0.3%以下、N: 0.008%以下、V: 0.03%以下、Nb: 0.03%以下で、かつ、V+2Nb: 0.07%以下を更に含有することを特徴とする(1)に記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

20

【0013】

(3) ワイヤ全質量に対する質量%で、フラックスに、Bi及びBi酸化物に含まれるBi換算値: 0.003~0.01%を更に含有することを特徴とする(1)または(2)に記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤ。

【0014】

(4) 鋼製外皮に継目が無いことを特徴とする(1)乃至(3)の何れかに記載の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤにある。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤによれば、全姿勢溶接での溶接作業性が良好であり、また、-60における低温靱性が良好で、耐低温割れ性が優れた溶接金属が得られるなど、溶接能率及び溶接部の品質の向上を図ることが可能である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を適用した炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤについて、その成分と含有量の限定理由について説明する。なお、各成分の含有量は、ワイヤ全質量に対する質量%で表すこととし、その質量%を表すときには単に%と記載して表すこととする。

40

【0017】

[鋼製外皮とフラックスの合計でC: 0.03~0.08%]

Cは、溶接時にアークの安定化に寄与するとともに溶接金属の強度向上の効果がある。しかし、Cが0.03%未満では、溶接時におけるアークの安定化と、必要な溶接金属の強度が十分に得られない。一方、Cが0.08%超では、Cが溶接金属中に過剰に歩留まることにより、溶接金属の強度が高くなり低温靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でCは0.03~0.08%とする。なお、Cは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属粉及び合金粉等からも添加できる。

50

【0018】

[鋼製外皮とフラックスの合計でSi: 0.2 ~ 0.6 %]

Siは、溶接時に一部が溶接スラグとなることにより溶接ビードの外観や形状を良好にし、溶接作業性の向上に寄与する。しかし、Siが0.2 %未満では、溶接ビードの外観や形状を良好にする効果が十分に得られない。一方、Siが0.6 %超では、Siが溶接金属中に過剰に歩留まることにより、溶接金属の低温靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でSiは0.2 ~ 0.6 %とする。なお、Siは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属Si、Fe-Si、Fe-Si-Mn等の合金粉末からも添加できる。

【0019】

[鋼製外皮とフラックスの合計でMn: 1 ~ 2.5 %]

Mnは、Siと同様、溶接時に一部が溶接スラグとなることにより溶接ビードの外観や形状を良好にし、溶接作業性の向上に寄与する。また、Mnは、溶接金属に歩留まることにより、溶接金属の強度と低温靱性を高める効果がある。しかし、Mnが1 %未満では、これらの効果が十分に得られない。一方、Mnが2.5 %超では、Mnが溶接金属中に過剰に歩留まり、溶接金属の強度が過剰になることにより、かえって溶接金属の低温靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でMnは1 ~ 2.5 %とする。なお、Mnは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属Mn、Fe-Mn、Fe-Si-Mn等の合金粉末からも添加できる。

【0020】

[鋼製外皮とフラックスの合計でCu: 0.01 ~ 0.5 %]

Cuは、溶接金属の組織を微細化し、低温靱性及び強度を高める効果がある。しかし、Cuが0.01 %未満では、これらの効果が十分に得られない。一方、Cuが0.5 %超では、溶接金属の強度が過剰になり溶接金属の低温靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でCuは0.01 ~ 0.5 %とする。なお、Cuは鋼製外皮表面に施したCuめっき分その他、フラックスからの金属Cu、Cu-Zr、Fe-Si-Cu等の合金粉末からも添加できる。

【0021】

[鋼製外皮とフラックスの合計でNi: 1 ~ 3.5 %]

Niは、溶接金属の低温靱性を向上させる効果がある。しかし、Niが1 %未満では、この低温靱性向上の効果が十分に得られない。一方、Niが3.5 %超では、溶接金属に高温割れが発生し易くなる。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でNiは1 ~ 3.5 %とする。なお、Niは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属Ni、Fe-Ni等の合金粉末からも添加できる。

【0022】

[鋼製外皮とフラックスの合計でTi: 0.01 ~ 0.3 %]

Tiは、溶接金属の組織を微細化して低温靱性を向上させる効果がある。しかし、Tiが0.01 %未満では、この低温靱性向上の効果が十分に得られない。一方、Tiが0.3 %超では、靱性を阻害する上部ベイナイト組織を生成し靱性が低くなる。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でTiは0.01 ~ 0.3 %とする。なお、Tiは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属Ti、Fe-Ti等の合金粉末からも添加できる。

【0023】

[鋼製外皮とフラックスの合計でB: 0.002 ~ 0.015 %]

Bは、微量の添加により溶接金属のミクロ組織を微細化し、溶接金属の低温靱性を向上させる効果がある。しかし、Bが0.002 %未満では、この溶接金属の低温靱性向上の効果が十分に得られない。一方、Bが0.015 %超では、溶接金属が過度に硬化することにより低温靱性が低下するとともに、溶接金属に高温割れが発生し易くなる。従って、鋼製外皮とフラックスの合計でBは0.002 ~ 0.015 %とする。なお、Bは、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属B、Fe-B、Mn-B等合金粉末から

10

20

30

40

50

も添加できる。

【0024】

[フラックスに含有するTi酸化物のTiO₂換算値の合計：3～8%]

Ti酸化物は、溶接時にアークの安定化に寄与するとともに、溶接ビードの形状を良好にし、溶接作業性の向上に寄与する効果がある。また、Ti酸化物は、立向上進溶接において、溶接スラグにTi酸化物として含まれることによって溶融スラグの粘性や融点を調整し、溶融メタルが垂れるのを防ぐ効果がある。しかし、Ti酸化物に含まれるTiO₂量の合計としてのTiO₂換算値の合計が3%未満では、これらの効果が十分に得られず、アークが不安定で、スパッタ発生量が多くなり溶接ビード外観及び形状が劣化し、溶接金属の低温靱性が低下する。また、上述したTiO₂換算値の合計が3%未満では、立向上進溶接において溶融メタルが垂れて溶接の継続が困難になる。一方、Ti酸化物のTiO₂換算値の合計が8%超では、アークが安定してスパッタ発生量も少ないが、溶接金属にTi酸化物が過剰に残存することにより、低温靱性が低下する。従って、フラックスに含有するTi酸化物のTiO₂換算値の合計は3～8%とする。なお、Ti酸化物は、フラックスからのルチル、酸化チタン、チタンスラグ、イルメナイト等からも添加される。

10

【0025】

[フラックスに含有するAl酸化物のAl₂O₃換算値の合計：0.1～1.2%]

Al酸化物は、溶接時に溶接スラグの粘性や融点を調整し、特に立向上進溶接における溶融メタルが垂れるのを防ぐ効果がある。しかし、Al酸化物に含まれるAl₂O₃量の合計としてのAl₂O₃換算値の合計が0.1%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Al酸化物のAl₂O₃換算値の合計が1.2%を超えると、溶接金属中にAl酸化物が過剰に残存することにより、低温靱性が低下する。従って、フラックスに含有するAl酸化物のAl₂O₃換算値の合計は0.1～1.2%とする。なお、Al酸化物は、フラックスからのアルミナ等から添加できる。

20

【0026】

[フラックスに含有するSi酸化物のSiO₂換算値の合計：0.1～1%]

Si酸化物は、溶融スラグの粘性や融点を調整してスラグ被包性を向上させる効果がある。しかし、Si酸化物に含まれるSiO₂量の合計としてのSiO₂換算値の合計が0.1%未満では、このスラグ被包性向上の効果が十分に得られない。一方、Si酸化物のSiO₂換算値の合計が1%超では、溶融スラグの塩基度が低下することにより、溶接金属の酸素量が増加して低温靱性が低下する。従って、フラックスに含有するSi酸化物のSiO₂換算値の合計は0.1～1%とする。なお、Si酸化物は、フラックスからの珪砂、ジルコンサンド、珪酸ソーダ等から添加できる。

30

【0027】

[フラックスに含有するZr酸化物のZrO₂換算値の合計：0.1～0.8%]

Zr酸化物は、溶接スラグの粘性や融点を調整し、特に立向上進溶接における溶融メタルが垂れるのを防ぐ効果がある。しかし、Zr酸化物に含まれるZrO₂量の合計としてのZrO₂換算値の合計が0.1%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Zr酸化物のZrO₂換算値の合計が0.8%超では、スラグ剥離性が悪くなる。従って、フラックスに含有するZr酸化物のZrO₂換算値の合計は0.1～0.8%とする。なお、Zr酸化物は、フラックスからのジルコンサンド、酸化ジルコニウム等から添加できる。

40

【0028】

[フラックスに含有するMg：0.1～0.8%]

Mgは、強脱酸剤として機能することにより溶接金属中の酸素を低減し、溶接金属の低温靱性を高める効果がある。しかし、Mgが0.1%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Mgが0.8%超では、溶接時にアーク中で激しく酸素と反応してスパッタやヒュームの発生量が多くなる。従って、フラックスに含有するMgは0.1～0.8%とする。なお、Mgは、フラックスから金属Mg、Al-Mg等の合金粉末から添加でき

50

る。

【 0 0 2 9 】

[フラックスに含有する Na 及び K 化合物の Na_2O 換算値と K_2O 換算値の合計 : $0.05 \sim 0.2\%$]

Na 及び K 化合物は、アーク安定剤及びスラグ形成剤として作用する。 Na 及び K 化合物に含まれる Na_2O 量の合計としての Na_2O 換算値及び K_2O 量の合計としての K_2O 換算値の合計が 0.05% 未満であると、アークが不安定となりスパッタの発生量が多くなり、またビード外観も不良になる。一方、 Na 及び K 化合物の Na_2O 換算値及び K_2O 換算値の合計が 0.2% を超えると、スラグ剥離性が不良となり、また立向上進溶接ではメタルが垂れやすくなる。従って、フラックスに含有する Na 及び K 化合物の Na_2O 換算値と K_2O 換算値の合計は $0.05 \sim 0.2\%$ とする。なお、 Na 及び K 化合物は、カリ長石、珪酸ソーダ及び珪酸カリからなる水ガラスの固質成分、弗化ソーダ、弗化ソーダ、珪酸化カリ等の粉末から添加できる。

10

【 0 0 3 0 】

[フラックスに含有する弗素化合物の F 換算値の合計 : $0.01 \sim 0.3\%$]

弗素化合物は、アークを安定させる効果がある。しかし、弗素化合物に含有する F 量の合計としての F 換算値の合計が 0.01% 未満では、この効果が十分に得られない。一方、弗素化合物の F 換算値の合計が 0.3% を超えると、アークが不安定になり、スパッタの発生量が多くなる。さらに、弗素化合物の F 換算値の合計が 0.3% を超えると、立向上進溶接では溶融メタル垂れが発生しやすくなる。従って、フラックスに含有する弗素化合物の F 換算値の合計は $0.01 \sim 0.3\%$ とする。なお、弗素化合物は、 CaF_2 、 NaF 、 KF 、 LiF 、 MgF_2 、 K_2SiF_6 、 AlF_3 等から添加でき、 F 換算値はそれらに含有される F 量の合計である。

20

【 0 0 3 1 】

[ワイヤ全質量に対する質量比で全水素量 : 20ppm 以下]

ワイヤの水素は、溶接金属の拡散性水素源となるので、可能な限り低減する必要がある。ワイヤ全質量に対する質量比でワイヤの全水素量が 20ppm を超えると、拡散性水素量 (JIS Z 3118) が $4\text{ml}/100\text{g}$ を超えるので、多層盛溶接をした場合に、低温割れ感受性が高まる。なお、ワイヤ中の全水素量は、不活性ガス熱伝導度法などにより測定することができる。

30

【 0 0 3 2 】

[鋼製外皮とフラックスの合計で Al : 0.3% 以下]

Al は、溶接時に溶接スラグに Al 酸化物として溶接スラグに含まれることによって溶接スラグの粘性や融点を調整し、特に立向上進溶接における溶融メタルが垂れ落ちるのを防ぐ効果がある。しかし、 Al が 0.3% を超えると、 Al 酸化物として過度に溶接金属に残留して溶接金属の靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計で Al は 0.3% 以下とする。なお、 Al は、鋼製外皮に含まれる成分の他、フラックスからの金属 Al 、 $\text{Fe}-\text{Al}$ 、 $\text{Al}-\text{Mg}$ 等の合金粉末からも添加できる。

【 0 0 3 3 】

[鋼製外皮とフラックスの合計で N : 0.008% 以下]

N は、微量の添加で介在物の組成を核生成促進に効果的な TiN の生成により、溶接金属の凝固組織が微細になり、耐高温割れ性が改善される。しかし、 N が 0.008% を超えると、溶接部への N の溶解度が小さい軟鋼または高張力鋼からなる鋼板を溶接する場合、溶接部の溶解度を超えるため、溶接金属中にブローホールが発生する。また、 N が 0.008% を超えると靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計で N は 0.008% 以下とする。なお、 N は、鋼製外皮に含まれる成分の他、脱酸剤や合金粉に金属窒化物として含まれる。

40

【 0 0 3 4 】

[鋼製外皮とフラックスの合計で V : 0.03% 以下]

V は、微細な窒炭化物を析出し、溶接金属の強度を向上する。しかし、 V が 0.03%

50

を超えると、強度が過多となり靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計で V は 0.03% 以下とする。

【0035】

〔鋼製外皮とフラックスの合計で Nb : 0.03% 以下〕

Nb は、微細な窒炭化物を析出し、溶接金属の強度を向上する。しかし、 Nb が 0.03% を超えると、強度が過多となり靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計で Nb は 0.03% 以下とする。

【0036】

〔鋼製外皮とフラックスの合計で $V+2Nb$: 0.07% 以下〕

V および Nb は、ともに微細な窒炭化物を析出し、溶接金属の強度を向上するが、 $V+2Nb$ 量が 0.07% を超えると、強度が過多となり靱性が低下する。従って、鋼製外皮とフラックスの合計で $V+2Nb$ は 0.07% 以下とする。

【0037】

〔フラックスに含有する Bi 及び Bi 酸化物に含まれる Bi 換算値 : $0.003 \sim 0.01\%$ 〕

Bi は、多層盛溶接において溶接スラグの溶接金属からの剥離を促進して、スラグ剥離性を良好にする。 Bi 及び Bi 酸化物に含まれる Bi の合計としての Bi 換算値が 0.003% 未満であると、スラグ剥離性の効果が不十分である。一方、 Bi 及び Bi 酸化物に含まれる Bi 換算値が 0.01% を超えると、溶接金属に割れが生じる場合があり、また靱性が低下する。従って、フラックスに含有する Bi 及び Bi 酸化物に含まれる Bi 換算値は $0.003 \sim 0.01\%$ とする。

【0038】

〔鋼製外皮に継目が無いこと〕

本発明の炭酸ガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤは、鋼製外皮をパイプ状に成形し、その内部にフラックスを充填した構造である。ワイヤの種類としては、成形した鋼製外皮の合わせ目を溶接して得られる鋼製外皮に継目の無いワイヤと、鋼製外皮の合わせ目の溶接を行わないままとした鋼製外皮に継目を有するワイヤとに大別できる。本発明においては、何れの断面構造のワイヤを採用することができるが、鋼製外皮に継目が無いワイヤは、ワイヤ中の全水素量を低減することを目的とした熱処理が可能であり、また製造後のフラックスの吸湿が無い場合、溶接金属の拡散性水素量を低減し、耐低温割れ性の向上を図ることができるので、より好ましい。

【0039】

本発明のガスシールドアーク溶接用フラックス入りワイヤの残部は、鋼製外皮の Fe 、成分調整のために添加する鉄粉、 $Fe-Mn$ 、 $Fe-Si$ 合金等の鉄合金粉の Fe 分及び不可避不純物である。また、フラックス充填率は特に制限はしないが、生産性の観点から、ワイヤ全質量に対して $8 \sim 20\%$ とするのが好ましい。

【0040】

なお、本発明は、 Al 、 N 、 V 、 Nb 、 $V+2Nb$ 、 Bi 換算値の何れか 1 以上について上述した成分の含有量の条件を満たしていない場合において、所期の効果を奏するものである。

【実施例】

【0041】

以下、本発明の効果を具体的に説明する。

【0042】

JIS G 3141 に規定される S P C C を鋼製外皮として使用して、鋼製外皮を成形する工程で U 型に成形した後、鋼製外皮の合わせ目を溶接した継目が無いワイヤと、溶接しない隙間の有るワイヤとを造管、伸線して表 1 ~ 表 4 に示す各種成分のフラックス入りワイヤを試作した。ワイヤ径は 1.2 mm とした。

【0043】

10

20

30

40

【表 1】

区分	ワイヤ 記号	ワイヤ成分 (質量%)														ワイヤ 全水素量 ppm		
		鋼製外皮とフラックスの合計							フラックス									
		C	Si	Mn	Cu	Ni	Ti	B	TiO ₂ 換算値	Al ₂ O ₃ 換算値	SiO ₂ 換算値	ZrO ₂ 換算値	Mg	Na ₂ O 換算値	K ₂ O 換算値		* F換算値	
	1	0.06	0.32	1.84	0.31	2.44	0.04	0.0066	4.91	0.24	0.55	0.25	0.52	0.06	0.03	0.10	9	
本発明例		2	0.03	0.44	1.76	0.07	2.38	0.06	0.0037	3.48	0.35	0.38	0.08	0.48	0.03	0.02	0.09	8
		3	0.08	0.35	1.55	0.27	2.21	0.05	0.0078	4.75	0.42	0.29	0.29	0.71	0.05	0.03	0.16	13
		4	0.05	0.22	1.43	0.42	2.52	0.17	0.0064	5.42	0.57	0.32	0.31	0.35	0.04	0.02	0.07	10
		5	0.05	0.55	1.62	0.31	2.27	0.10	0.0042	5.01	0.28	0.41	0.33	0.28	0.03	0.04	0.12	8
		6	0.07	0.35	1.19	0.27	1.99	0.06	0.0084	4.58	1.13	0.29	0.19	0.44	0.01	0.05	0.06	11
		7	0.04	0.31	2.46	0.33	1.25	0.03	0.0038	6.05	0.31	0.51	0.25	0.36	0.06	0.02	0.05	9
		8	0.06	0.29	1.78	0.25	1.05	0.08	0.0053	4.77	0.12	0.48	0.32	0.41	0.05	0.03	0.21	8
		9	0.04	0.43	1.69	0.36	3.38	0.04	0.0042	7.52	0.71	0.36	0.02	0.11	0.03	0.03	0.07	7
		10	0.04	0.38	2.11	0.24	2.25	0.02	0.0118	4.68	0.30	0.45	0.65	0.29	0.05	0.02	0.03	9
		11	0.03	0.41	1.59	0.31	1.92	0.27	0.0072	5.29	0.85	0.14	0.27	0.37	0.03	0.04	0.28	16
		12	0.05	0.39	2.13	0.26	2.08	0.04	0.0024	4.91	0.42	0.86	0.35	0.50	0.15	0.02	0.08	15
		13	0.05	0.43	2.05	0.22	1.68	0.05	0.0058	6.14	0.29	0.63	0.12	0.61	0.05	0.06	0.17	16
		14	0.04	0.48	1.79	0.15	1.33	0.12	0.0062	3.97	0.84	0.43	0.09	0.31	0.08	0.06	0.06	12
		15	0.05	0.51	1.59	0.29	1.56	0.11	0.0055	4.52	1.02	0.57	0.54	0.53	0.04	0.05	0.11	9

* : 弗素化合物は、CaF₂、MgF₂及びK₂SiF₆を用いた。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

【表 2】

区分	ワイヤ 記号	ワイヤ成分（質量％）							
		鋼製外皮とフラックスの合計					フラックス	ワイヤ 継目	**その他
		Al	N	V	Nb	V+2Nb	Bi 換算値		
本発明例	1	－	0.0051	－	－	－	－	無	残部
	2	0.05	0.0062	－	－	－	0.005	無	残部
	3	0.02	0.0049	0.004	0.008	0.010	0.008	無	残部
	4	0.25	0.0062	0.005	0.026	0.057	0.006	無	残部
	5	－	0.0051	－	－	－	0.009	無	残部
	6	－	0.0047	0.002	0.006	0.014	0.003	無	残部
	7	0.06	0.0064	0.025	0.012	0.049	0.005	無	残部
	8	0.13	0.0052	0.017	0.009	0.035	0.007	無	残部
	9	－	0.0083	－	－	－	－	無	残部
	10	0.05	0.0039	0.005	0.026	0.057	0.006	無	残部
	11	0.01	0.0082	0.004	0.007	0.018	0.004	有	残部
	12	0.04	0.0087	－	－	－	－	有	残部
	13	0.07	0.0068	0.008	0.015	0.038	0.006	有	残部
	14	0.11	0.0039	0.006	0.009	0.024	－	無	残部
	15	－	0.0067	－	－	－	－	無	残部

**：その他は、鋼製外皮のFe、鉄粉、鉄合金のFe分及び不可避不純物

【 0 0 4 5 】

【表 3】

区 分	ワイヤ 記号	ワイヤ成分（質量%）															ワイヤの 全水素量 ppm
		鋼製外皮とフラックスの合計							フラックス								
		C	Si	Mn	Cu	Ni	Ti	B	TiO ₂ 換算値	Al ₂ O ₃ 換算値	SiO ₂ 換算値	ZrO ₂ 換算値	Mg	Na ₂ O 換算値	K ₂ O 換算値	* F換算値	
比較例	16	0.02	0.31	1.74	0.29	1.38	0.07	0.0066	4.91	0.28	0.46	0.05	0.51	0.04	0.05	0.12	9
	17	0.10	0.38	1.66	0.42	1.29	0.06	0.0058	5.06	0.39	0.51	0.16	0.89	0.08	0.04	0.16	10
	18	0.07	0.14	1.52	0.28	2.03	0.07	0.0071	4.89	0.30	0.35	0.08	0.62	0.06	0.07	0.08	7
	19	0.06	0.69	1.61	0.25	1.68	0.06	0.0078	5.38	0.46	0.33	0.004	0.46	0.07	0.05	0.11	7
	20	0.04	0.56	0.87	0.27	1.72	0.09	0.0048	5.21	0.38	0.28	0.08	0.39	0.04	0.07	0.07	8
	21	0.05	0.44	2.62	0.19	2.51	0.11	0.0110	4.86	1.09	0.41	0.07	0.33	0.09	0.03	0.05	31
	22	0.03	0.24	1.35	0.004	1.48	0.05	0.0081	5.40	0.30	0.55	0.08	0.25	0.07	0.05	0.07	8
	23	0.06	0.56	1.82	0.58	1.65	0.05	0.0072	5.51	0.13	0.57	0.88	0.33	0.04	0.05	0.08	8
	24	0.05	0.38	1.72	0.31	0.81	0.03	0.0081	5.64	0.004	0.52	0.13	0.12	0.08	0.07	0.07	7
	25	0.04	0.41	1.56	0.27	3.61	0.06	0.0078	6.55	0.30	0.61	0.09	0.48	0.04	0.03	0.11	9
	26	0.05	0.38	1.73	0.33	2.08	0.004	0.0027	6.53	0.61	0.58	0.08	0.45	0.08	0.07	0.36	9
	27	0.05	0.32	1.46	0.33	1.75	0.36	0.0046	6.51	0.59	0.63	0.31	0.48	0.08	0.06	0.08	8
	28	0.05	0.41	1.85	0.33	1.81	0.06	0.0012	6.55	0.61	0.04	0.25	0.61	0.07	0.03	0.13	7
	29	0.05	0.49	1.92	0.30	1.80	0.05	0.0156	5.50	0.81	0.81	0.45	0.35	-	0.03	0.11	16
	30	0.06	0.55	1.88	0.31	1.76	0.07	0.0075	4.08	0.93	0.73	0.39	0.04	0.11	0.11	0.08	25
	31	0.05	0.43	1.92	0.25	1.99	0.09	0.0061	2.44	0.82	0.35	0.46	0.51	0.06	0.04	0.05	8
32	0.04	0.48	1.84	0.27	2.28	0.05	0.0069	9.01	0.15	0.46	0.45	0.12	0.07	0.02	0.004	9	
33	0.05	0.47	1.83	0.25	2.57	0.08	0.0045	5.23	0.92	0.44	0.05	0.21	0.05	0.04	0.11	23	
34	0.04	0.31	2.11	0.29	3.10	0.05	0.0049	4.91	1.31	0.38	0.06	0.38	0.03	0.06	0.10	22	
35	0.04	0.42	1.65	0.28	2.30	0.13	0.0078	7.10	0.21	1.16	0.16	0.38	0.03	0.05	0.10	8	
36	0.05	0.35	1.72	0.33	2.08	0.07	0.0039	7.05	0.35	0.61	0.16	0.51	0.09	0.02	0.13	24	

＊：弗素化合物は、CaF₂、MgF₂及びK₂SiF₆を用いた。

* : 弗素化合物は、CaF₂、MgF₂及びK₂SiF₆を用いた。

10

20

30

40

【表 4】

区分	ワイヤ 記号	ワイヤ成分（質量％）							
		鋼製外皮とフラックスの合計					フラックス	ワイヤ 継目	** その他
		Al	N	V	Nb	V+2Nb	Bi 換算値		
比較例	16	0.35	0.0048	0.005	0.009	0.023	－	無	残部
	17	0.05	0.0062	0.005	0.010	0.030	0.005	無	残部
	18	－	0.0058	0.018	0.029	0.076	0.007	無	残部
	19	0.11	0.0050	－	－	－	0.008	無	残部
	20	0.06	0.0045	0.006	0.011	0.028	0.008	無	残部
	21	－	0.0065	－	－	－	0.007	有	残部
	22	0.21	0.0049	0.012	0.014	0.040	0.004	無	残部
	23	0.16	0.0061	0.017	0.015	0.047	0.005	無	残部
	24	0.17	0.0058	0.017	0.014	0.045	－	無	残部
	25	－	0.0039	－	0.034	0.068	0.006	無	残部
	26	0.12	0.0040	0.008	0.009	0.026	－	無	残部
	27	－	0.0052	0.006	0.027	0.060	0.001	無	残部
	28	0.16	0.0049	0.006	0.026	0.058	0.005	無	残部
	29	0.12	0.0067	0.006	0.009	0.024	0.005	有	残部
	30	－	0.0066	－	－	－	0.007	有	残部
	31	0.09	0.0052	0.036	0.009	0.054	0.004	無	残部
	32	0.12	0.0050	0.006	0.005	0.016	0.005	無	残部
	33	0.22	0.0063	0.025	0.012	0.049	0.016	無	残部
	34	－	0.0068	－	－	－	0.009	有	残部
	35	0.06	0.0058	0.023	0.009	0.041	－	無	残部
	36	0.03	0.0098	－	－	－	0.006	無	残部

**：その他は、鋼製外皮のFe、鉄粉、鉄合金のFe分及び不可避不純物

【 0 0 4 7 】

試作したワイヤは、株式会社堀場製作所製の水素分析装置：EMGA-621を用いて全水素量を測定した後、JIS Z G 3218 SHY 685に規定される鋼板を用いて立向上進すみ肉溶接による溶接作業性の評価、溶着金属試験として機械特性評価及び溶接割れ試験を実施した。これらの溶接条件を表5に示す。

【 0 0 4 8 】

【表 5】

試験項目	溶接姿勢	板厚 (mm)	溶接法	シールドガス	開先	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)
溶接作業性評価	立向上進	12	半自動MAG	100%CO ₂ 25L/分	T型すみ肉	210	23	約10
溶着金属試験	下向	20	自動MAG		JIS Z 3111準拋	270	29	30
溶接割れ試験	下向	40	自動MAG		片側20° U開先	240	26	22

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

立向上進溶接による溶接作業性の評価は、半自動 M A G 溶接をしたときのアークの安定性、スパッタ発生状態、ヒューム発生状態、ビード形状、ビード外観及び溶融メタル垂れ状況について調査した。

【 0 0 5 0 】

溶着金属試験は、J I S Z 3 1 1 1 に準じて溶接し、溶着金属の板厚方向中央部から引張試験片（A 0 号）及び衝撃試験片（V ノッチ試験片）を採取して、機械試験を実施した。靱性の評価は、- 6 0 におけるシャルピー衝撃試験により行い、各々繰返し 3 本の吸収エネルギーの平均が 6 0 J 以上を良好とした。引張試験の評価は、0 . 2 % 耐力が 5 0 0 M P a 以上、引張強さが 6 1 0 M P a 以上のものを良好とした。

10

【 0 0 5 1 】

溶接割れ試験は、U 型溶接割れ試験方法（J I S Z 3 1 5 7）に準拠し、試験体の予熱温度を 7 5 で実施し、溶接後 5 8 時間経過した試験体について、表面割れ及び断面割れ（5 断面）の発生の有無を浸透探傷試験（J I S Z 2 3 4 3）により調査した。これらの結果を表 6 にまとめて示す。

【 0 0 5 2 】

【表 6】

区分	ワイヤ記号	機械試験結果			U型割れ試験結果	溶接作業性調査結果	総合評価
		YS (MPa)	TS (MPa)	vE-60 (J)	割れの有無		
本発明例	1	612	683	82	無し	若干スラグ剥離不良	○
	2	536	631	78	無し	良 好	○
	3	624	698	76	無し	良 好	○
	4	629	698	65	無し	良 好	○
	5	581	668	88	無し	良 好	○
	6	523	629	76	無し	良 好	○
	7	601	702	66	無し	良 好	○
	8	547	653	69	無し	良 好	○
	9	608	711	66	無し	若干スラグ剥離不良	○
	10	597	689	65	無し	良 好	○
	11	578	692	72	無し	良 好	○
	12	562	663	85	無し	若干スラグ剥離不良	○
	13	600	672	69	無し	良 好	○
	14	528	649	77	無し	若干スラグ剥離不良	○
	15	551	653	68	無し	若干スラグ剥離不良	○
比較例	16	487	591	43	無し	アーク不安定 スラグ剥離不良	×
	17	648	755	38	無し	スパッタ・ヒューム多い	×
	18	628	730	45	無し	ビード外観・形状不良	×
	19	563	654	44	無し	メタル垂れ	×
	20	496	553	52	無し	ビード外観・形状不良	×
	21	628	721	26	有り	良 好	×
	22	473	561	56	無し	良 好	×
	23	612	726	33	無し	スラグ剥離不良	×
	24	523	614	31	無し	メタル垂れ、スラグ剥離不良	×
	25	643	733	46	無し	高温割れ	×
	26	548	651	35	無し	アーク不安定、スパッタ多い メタル垂れ、スラグ剥離不良	×
	27	602	685	42	無し	高温割れ、スラグ剥離不良	×
	28	536	663	48	無し	ビード外観・形状不良	×
	29	576	661	39	無し	アーク不安定、スパッタ多い ビード形状不良、高温割れ	×
	30	577	699	52	有り	メタル垂れ、スラグ剥離不良	×
	31	609	725	41	無し	アーク不安定、スパッタ多い ビード形状不良、メタル垂れ	×
	32	584	652	33	無し	アーク不安定	×
	33	551	678	50	有り	高温割れ	×
	34	534	641	43	有り	良 好	×
	35	543	645	38	無し	スラグ剥離不良	×
	36	514	623	49	有り	ブローホール発生	×

10

20

30

【 0 0 5 3 】

表 1、2 及び表 6 のワイヤ記号 1 ～ 15 は本発明例、表 3、4 及び表 6 のワイヤ記号 16 ～ 36 は比較例である。本発明例であるワイヤ記号 1 ～ 15 は、各成分の組成が本発明において規定した範囲内であるので、溶接作業性が良好であるとともに、U 型割れ試験において割れが無く、0.2% 耐力、引張強さ及び吸収エネルギーも良好な値が得られるなど極めて満足な結果であった。なお、Bi 及び Bi 酸化物の一方または両方の Bi 換算値が少ないワイヤ記号 1、9、12、14 及びワイヤ記号 15 は、若干スラグ剥離性が不良であった。

40

【 0 0 5 4 】

比較例中、ワイヤ記号 16 は、C が少ないので、アークが不安定で、溶着金属の 0.2% 耐力及び引張強さが低かった。また、Al が多いので、吸収エネルギーが低値であった。さらに、Bi 及び Bi 酸化物の一方または両方の Bi 換算値の合計が少ないので、スラグ剥離性が不良であった。

50

【 0 0 5 5 】

ワイヤ記号 1 7 は、C が多いので、引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。また、Mg が多いので、スパッタ及びヒュームの発生量が多かった。

【 0 0 5 6 】

ワイヤ記号 1 8 は、Si が少ないので、溶接ビードの外観及び形状が不良であった。また、V + 2 Nb が多いので、溶着金属の引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。

【 0 0 5 7 】

ワイヤ記号 1 9 は、Si が多いので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、Zr 酸化物の ZrO_2 換算値の合計が少ないので、メタル垂れが生じた。

10

【 0 0 5 8 】

ワイヤ記号 2 0 は、Mn が少ないので、溶接ビードの外観及び形状が不良であるとともに、溶着金属の 0 . 2 % 耐力及び引張強さが低く、吸収エネルギーも低値であった。

【 0 0 5 9 】

ワイヤ記号 2 1 は、Mn が多いので、溶着金属の引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。また、鋼製外皮に継目を有しワイヤの全水素量が多いので、U 型割れ試験において溶接部に割れが生じた。

【 0 0 6 0 】

ワイヤ記号 2 2 は、Cu が少ないので、溶着金属の 0 . 2 % 耐力及び引張強さが低く、吸収エネルギーも低値であった。

20

【 0 0 6 1 】

ワイヤ記号 2 3 は、Cu が多いので、溶着金属の引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。また、Zr 酸化物の ZrO_2 換算値の合計が多いので、スラグ剥離性が不良であった。

【 0 0 6 2 】

ワイヤ記号 2 4 は、Ni が少ないので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、Al 酸化物の Al_2O_3 換算値の合計が少ないので、メタル垂れが生じた。さらに、Bi 及び Bi 酸化物の一方または両方の Bi 換算値の合計が少ないので、スラグ剥離性が不良であった。

【 0 0 6 3 】

ワイヤ記号 2 5 は、Ni が多いので、溶着金属試験でクレータ部に高温割れが生じた。また、Nb が多いので、溶着金属の引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。

30

【 0 0 6 4 】

ワイヤ記号 2 6 は、Ti が少ないので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、弗素化合物の F 換算値の合計が多いので、アークが不安定でスパッタ発生量が多く、メタル垂れも生じた。さらに、Bi 及び Bi 酸化物の一方または両方の Bi 換算値の合計が少ないので、スラグ剥離性が不良であった。

【 0 0 6 5 】

ワイヤ記号 2 7 は、Ti が多いので、溶着金属試験でクレータ部に高温割れが生じた。また、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。さらに、Bi 及び Bi 酸化物の一方または両方の Bi 換算値の合計が少ないので、スラグ剥離性が不良であった。

40

【 0 0 6 6 】

ワイヤ記号 2 8 は、B が少ないので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、Si 酸化物の SiO_2 換算値の合計が少ないので、スラグ被包性が悪くビード外観及び形状が不良であった。

【 0 0 6 7 】

ワイヤ記号 2 9 は、B が多いので、溶着金属試験でクレータ部に高温割れが生じた。また、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。さらに、Na 及び K 化合物の Na_2O 換算値と K_2O 換算値の合計が少ないので、アークが不安定でスパッタ発生量が多く、ビード形状が不良となった。

50

【 0 0 6 8 】

ワイヤ記号 3 0 は、M g が少ないので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、N a 及び K 化合物の N a₂O 換算値と K₂O 換算値の合計が多いので、スラグ剥離性が不良で、メタル垂れが生じた。さらに、鋼製外皮に継目を有しワイヤの全水素量が多いので、U 型割れ試験において溶接部に割れが生じた。

【 0 0 6 9 】

ワイヤ記号 3 1 は、T i 酸化物の T i O₂ 換算値の合計が少ないので、アークが不安定でスパッタ発生量が多く、ビード形状が不良となり、メタル垂れも生じた。また、V が多いので、溶着金属の引張強さが高くなり吸収エネルギーが低値であった。

【 0 0 7 0 】

ワイヤ記号 3 2 は、T i 酸化物の T i O₂ 換算値の合計が多いので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、弗素化合物の F 換算値の合計が少ないので、アークが不安定であった。

【 0 0 7 1 】

ワイヤ記号 3 3 は、ワイヤの全水素量が多いので、U 型割れ試験において溶接部に割れが生じた。また、B i 及び B i 酸化物の一方または両方の B i 換算値の合計が多いので、溶着金属試験のクレータ部に高温割れが生じた。また、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。

【 0 0 7 2 】

ワイヤ記号 3 4 は、A l 酸化物の A l₂O₃ 換算値の合計が多いので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、鋼製外皮に継目を有しワイヤの全水素量が多いので、U 型割れ試験において溶接部に割れが生じた。

【 0 0 7 3 】

ワイヤ記号 3 5 は、S i 酸化物の S i O₂ 換算値の合計が多いので、溶着金属の吸収エネルギーが低値であった。また、B i 及び B i 酸化物の一方または両方の B i 換算値の合計が少ないので、スラグ剥離性が不良であった。

【 0 0 7 4 】

ワイヤ記号 3 6 は、ワイヤの全水素量が多いので、U 型割れ試験において溶接部に割れが生じた。また、N が多いので、溶着金属の吸収エネルギーが低値で、ブローホールが発生した。

10

20

30

フロントページの続き

F ターム(参考) 4E084 AA02 AA03 AA04 AA07 AA09 AA17 AA18 AA20 AA21 AA39
AA40 AA44 BA03 BA04 BA05 BA06 BA10 BA11 BA12 BA13
BA14 BA18 BA23 BA27 BA29 CA03 CA14 DA10 EA06 HA06
HA10