

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5262369号
(P5262369)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl. F I
C 2 3 C 4/08 (2006.01) C 2 3 C 4/08
C 2 3 C 4/18 (2006.01) C 2 3 C 4/18

請求項の数 2 (全 9 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-179960 (P2008-179960) | (73) 特許権者 | 000001258 |
| (22) 出願日 | 平成20年7月10日 (2008.7.10) | | J F E スチール株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-18838 (P2010-18838A) | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 |
| (43) 公開日 | 平成22年1月28日 (2010.1.28) | (74) 代理人 | 100126701 |
| 審査請求日 | 平成23年1月28日 (2011.1.28) | | 弁理士 井上 茂 |
| | | (74) 代理人 | 100130834 |
| | | | 弁理士 森 和弘 |
| | | (72) 発明者 | 金子 雅仁 |
| | | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J |
| | | | F E スチール株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 村瀬 正次 |
| | | | 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J |
| | | | F E スチール株式会社内 |
| | | 審査官 | 國方 康伸 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 A l 合金被覆した鋼構造物およびその防食被覆方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼構造物に2種ケレン相当以上の清浄度となる下地処理を施した後に、1 ~ 1 . 5 m a s s % の M n を含有する A l 合金を用いて、不活性ガスを使用する大気プラズマ溶射により、1 0 0 μ m 以上の膜厚になるように被覆し、次いで、金属アルコキシドを主成分とするミストコートによる封孔処理を施すことを特徴とする鋼構造物の防食方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の防食方法により防食被覆と封孔処理がなされたことを特徴とする鋼構造物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、海水、塩分などに対して優れた耐食性を示すAl合金の防食溶射被覆鋼構造物およびその防食被覆方法に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

鋼構造物は、自然環境下で無被覆の状態では、腐食が進行する。特に海洋環境に構築されている鋼構造物は、海水や海塩粒子により著しく腐食するため、通常は防食被覆処理が施される。その代表的なものとして、塗装、メッキあるいは樹脂ライニング等がある。

【0 0 0 3】

メッキあるいは樹脂ライニング処理は、現地施工が不可能なため、鋼構造物の接合部などの施工後に、防食処理が必要な複雑部位には適用できない。また、塗装は当該部位に適用可能だが、耐久性・防食性に劣り、定期的な塗り替えが必要になるためコスト的には高つく。

【0004】

その他の防食方法としては、炭素鋼の表面に溶射によって電気化学的に炭素鋼よりも卑な電位を示すZnやAlおよびその合金類を防食溶射する方法がある（JIS H8300）。これらが防食被覆として用いられるのは、自然界の清浄な大気中ではその表面に緻密で耐食性の優れた塩基性炭酸塩の皮膜を形成して、溶射皮膜の消耗を防ぐことと、溶射皮膜が局部的に損傷して鋼材面が露出した場合、これらの合金皮膜が犠牲陽極となって溶出することで鋼材の腐食を防止する作用が期待できるからである。

10

【0005】

特許文献1には、鋼構造物の劣悪環境部位に溶射を施すことが開示されており、特許文献2には鋼管の外面にAl-Mg-Zn合金をフレーム溶射により被覆する発明が、特許文献3には電縫鋼管の溶接ビード部を切削除去した部分に、Al-Mg合金をガスフレーム溶射する発明が開示されている。また、特許文献4にはZn-Mg合金を溶射する発明が開示されている。

【特許文献1】特開2001-89880号公報

【特許文献2】特開2001-279420号公報

【特許文献3】特開2002-80955号公報

【特許文献4】特許第3305573号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、溶射皮膜には欠陥部が生じやすく、特許文献2によるアーク溶射や特許文献3によるガスフレーム溶射では、溶射皮膜の欠陥が多くなり、十分な防食性が得られにくい。また特許文献4による溶射皮膜では、犠牲防食性は良好だが、皮膜自体の耐食性が十分ではないという問題がある。

【0007】

さらに、特許文献1には鋼構造物の劣悪環境部位に溶射を施すことが示されているが、これらの部位は、必ずしも、ミルコーティングが不可能な部位とは限らない。

30

【0008】

上述した従来技術では、ミルコーティングが不可能な部位に対する十分な防食がされていなかった。

【0009】

本発明の目的は、鋼構造物のミルコーティングが不可能な複雑部位の防食を安価にかつ十分に実施することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記した課題を解決すべく、なされたもので、以下のような構成をとる。

40

【0011】

第一の発明は、鋼構造物に2種ケレン相当以上の清浄度となる下地処理を施した後に、純度99.5mass%以上のAl、または1~5mass%のMgを含有するAl合金、もしくは、1~1.5mass%のMnを含有するAl合金のうち、いずれかを用いて、大気プラズマ溶射により、100μm以上の膜厚になるように被覆し、次いで、金属アルコキシドを主成分とする封孔処理を施すことを特徴とする鋼構造物の防食方法である。

【0012】

第二の発明は、純度99.5mass%以上のAl、または1~5mass%のMgを含有するAl合金、もしくは、1~1.5mass%のMnを含有するAl合金の、いずれかを用いて、大気プラズマ溶射による防食被覆と金属アルコキシドを主成分とする封孔

50

処理がなされた鋼構造物である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、ミルコーティングが不可能な構造物の複雑部位の被覆防食を安価にかつ十分に実施することができる。よって、海水、塩分などに対して優れた耐食性を示す鋼構造物を施工可能になるので、特に海洋構造物に適用されると従来よりも著しい効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下本発明を具体的に説明する。

まず、溶接接合部など、ミルコーティングが不可能な鋼構造物の複雑部位に、日本道路協会規格の2種ケレン相当以上の下地調整を実施する。次に、下地調整が終了したら速やかに大気プラズマ溶射法により、膜厚100 μ m以上となるように、純度99.5mass%以上のAl、または1~5mass%のMgを含有するAl合金、もしくは、1~1.5mass%のMnを含有するAl合金のうち、いずれかを用いて、大気プラズマ溶射により、100 μ m以上の膜厚を有する溶射皮膜を形成させる。

【0015】

次いで、形成した溶射皮膜に対して、金属アルコキシド、特にアルキルシリケートを主成分とする封孔処理を行う。このようにして、複雑構造部位に形成された溶射皮膜と封孔処理により、特に厳しい海洋環境に適用された鋼構造物においても、長期にわたる耐食性が確保できる。

【0016】

なお、下地調整を実施しないと、溶射皮膜と基材である鋼材面との密着性が十分確保されない。下地処理としては日本道路協会規格2種ケレン相当以上であればよく、1種ケレン(日本道路協会規格、プラスト処理)相当であればより好ましい。そして、下地処理終了後は、速やかに、好ましくは2時間以内に、大気プラズマ溶射法により膜厚100 μ m以上となるように上記に示した3種類のAl、Al合金うちいずれかを溶射することが好ましい。

【0017】

現地施工可能な溶射方法としては、他に、ガスフレーム溶射、アーク溶射などがあるが、大気プラズマ溶射を適用したものが他の溶射方法に比べて耐食性が良好である。これは窒素などの不活性ガスを使用することで、溶射皮膜の酸化が抑制されたためであると考えられるが、明確な理由はわかっていない。

【0018】

溶射被膜を形成する金属としては、純度99.5mass%以上のAl、または1~5mass%のMgを含有するAl合金、もしくは、1~1.5mass%のMnを含有するAl合金のいずれかであれば、十分な耐食性と犠牲防食性を発揮することができる。

【0019】

Alの場合は、Al含有率が99.5mass%未満であると耐食性が不十分となるので、Alの純度は、99.5mass%以上である必要がある。

【0020】

Mgを含有するAl合金の場合は、Mg含有率が1mass%未満であるとMg添加の効果がみられず、5mass%を超えて添加してもその効果は飽和する。

【0021】

Mn添加のAl合金の場合、Mn含有率が1mass%未満では添加効果がみられず、5mass%を超えて添加すると逆に耐食性が劣る。

上述した上記3種類のAl合金であれば必要な耐食性と犠牲防食性を発揮することができる。

【0022】

また、溶射皮膜の膜厚は100 μ m以上であることが必要である。100 μ m未満では

10

20

30

40

50

、十分な耐食性が得られない。これは溶射皮膜に不可避に形成される空孔のため膜厚 100 μm 以下では環境遮断性が十分でなくなるためと推定される。

【0023】

A1、A1合金を溶射した後は、封孔処理を実施することが好ましい。溶射皮膜のみでもある程度の耐食性を示すが、前述の空孔が溶射皮膜中には存在するため、封孔処理を実施することが好ましい。

【0024】

封孔処理剤として特に好ましいのは、一般式 $M(OR)_n$ ($M: Si, Ti, Al, Zr, Zr$ 等の金属、 $R: CH_3, C_2H_5$ などのアルキル基) で示される金属アルコキシドであり、特にアルキルシリケート ($Si(OR)_4$ および加水分解、縮合反応を繰り返すことによ

10

【0025】

アルキルシリケートとしては、テトラアルコキシシラン、アルキルトリアルコキシシラン、ジアルキルアルコキシシランおよびこれらの部分縮合物などがあるが、特に限定されるものではなく、これらを単体または複数組み合わせても良い。また、封孔処理剤には防錆顔料、着色顔料等を含有させても良い。

【0026】

封孔処理は溶射後できるだけ速やかに実施することが好ましい。溶射後、数日経過すると溶射被膜内に結露が生じたり、表面にゴミが付着する可能性が高くなるので、被膜内への封孔処理剤の浸透が阻害され、気孔などの欠陥が残りやすくなるためである。

20

【0027】

以上により鋼構造物のミルコーティングが不可能な複雑部位の防食を安価にかつ十分に実施することが可能となる。

【実施例1】

【0028】

以下、実施例を示して本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0029】

発明例1～6、比較例7～16について

100mm×100mm×6mmの熱延鋼板(JIS SS400相当)の片側表面に表1に示すように下地処理、溶射、封孔処理を実施した。なお封孔処理剤としてはアルキルシリケートを含むセラテクトGSシール(関西ペイント社)を用い、160g/m²程度になるようにミストコートにより封孔処理した。

30

【0030】

比較例としてエポキシ樹脂系塗料であるエポマリンHB(関西ペイント)を用い、160g/m²程度になるようにミストコートにより封孔処理した。

【0031】

裏端部をシリコンシーラントによりシールし、試験材とした。これを塩水噴霧試験(SST、JIS Z2371)、複合サイクル試験(CCT、JASO法)による促進暴露試験により評価し、赤錆発生までの時間を調査した。

40

【0032】

結果を表1に示す。なお、複合サイクル試験(CCT、JASO法)の試験サイクルは以下の通りである。

【0033】

(a) 塩水噴霧(35、5wt%NaCl水溶液)2時間

(b) 乾燥(60、25%RH)4時間

(c) 湿潤(50、95%RH)2時間 (a)へ戻る

発明例であるNo.1～6は、溶射合金成分、溶射方法、溶射膜厚、封孔処理の全てにおいて本発明の範囲にあるので、塩水噴霧試験(SST)、複合サイクル試験(CCT)のいずれにおいても、赤錆発生までの時間は4000時間以上と優れた耐食性を示した

50

。

【 0 0 3 4 】

一方、比較例であるNo. 7 ~ 9は、合金成分の範囲が本発明の範囲を外れたため、No. 10は、封孔処理を行わなかったため、No. 11は、溶射膜厚が100 μ m未満であったため、No. 12はAl合金でなかったため、No. 13、14は、溶射方法が大気プラズマ溶射でなかったため、No. 15は、封孔処理を金属アルコキシドで行わなかったため、No. 16は、鋼材の下地処理が不十分であったため、赤錆発生までの時間が短時間となり耐食性に優れなかった。

【 0 0 3 5 】

【表1】

| No. | 鋼材の 下地処理*1 | 溶射合金成分(mass%) | | | | 溶射 方法 | 溶射 膜厚 | 封孔 処理 | SST*2*4 | | CCT*3*4 | | 備考 |
|-----|---------------|---------------|-----|-----|------|----------|----------|------------|---------|-------|---------|-----|----|
| | | Al | Mn | Mg | Zn | | | | Hr | Hr | | | |
| 1 | 2種ケレン | 99.5 | | | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | >4000 | >4000 | >4000 | 発明例 | |
| 2 | 2種ケレン | 99.0 | | 1.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | >4000 | >4000 | >4000 | 発明例 | |
| 3 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | >4000 | >4000 | >4000 | 発明例 | |
| 4 | 2種ケレン | 99.0 | 1.0 | | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | >4000 | >4000 | >4000 | 発明例 | |
| 5 | 2種ケレン | 98.5 | 1.5 | | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | >4000 | >4000 | >4000 | 発明例 | |
| 6 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 4000 | 4000 | 4000 | 発明例 | |
| 7 | 2種ケレン | 95.0 | | | 5.0 | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 2000 | 2000 | 1500 | 比較例 | |
| 8 | 2種ケレン | 95.0 | | 0.5 | 4.5 | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 2500 | 2500 | 2000 | 比較例 | |
| 9 | 2種ケレン | 98.0 | 2.0 | | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 2000 | 2000 | 1800 | 比較例 | |
| 10 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | なし | 2000 | 2000 | 1000 | 比較例 | |
| 11 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 75μm | セラテクトGSシール | 3000 | 3000 | 2500 | 比較例 | |
| 12 | 2種ケレン | | | 5.0 | 95.0 | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 1000 | 1000 | 500 | 比較例 | |
| 13 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | Z-ク | 100μm | セラテクトGSシール | 1000 | 1000 | 500 | 比較例 | |
| 14 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | Zレーム | 100μm | セラテクトGSシール | 2000 | 2000 | 1500 | 比較例 | |
| 15 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | エポマリンHB | 2500 | 2500 | 2000 | 比較例 | |
| 16 | 3種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100μm | セラテクトGSシール | 500 | 500 | 200 | 比較例 | |

*4: 赤錆び発生までの時間(単位:時間)
 註: 下線付きは発明の範囲外を示す

*1: 日本道路協会規格
 *2: SST(塩水噴霧試験)(JIS Z2371)
 *3: CCT(複合サイクル試験)(JASO法)

【0036】

発明例21~23、比較例24~26について

鋼構造物溶接部に2種ケレンを実施した後、表2に示すように下地処理、溶射、封孔処理を実施した。なお、封孔処理剤としてはセラテクトGSシール(関西ペイント)を用い、 $160\text{g}/\text{m}^2$ 程度になるようにエアレススプレーにより封孔処理した。これを海洋環境の飛沫帯に2年間暴露した。結果を表2に示す。

【0037】

10

20

30

40

50

【表 2】

| No. | 鋼材の 下地処理*1 | 溶射合金成分 (mass%) | | | | 溶射 方法 | 溶射 膜厚 | 封孔 処理 | 海洋飛沫帯での 暴露後外観 | 備考 |
|-----|---------------|----------------|-----|-----|------|----------|----------|------------|------------------|-----|
| | | Al | Mn | Mg | Zn | | | | | |
| 21 | 2種ケレン | 99.5 | | | | 大気ブラスマ | 100 μm | セラテクトGSシール | 異常なし | 発明例 |
| 22 | 2種ケレン | 99.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100 μm | セラテクトGSシール | 異常なし | 発明例 |
| 23 | 2種ケレン | 98.5 | 1.5 | | | 大気ブラスマ | 100 μm | セラテクトGSシール | 異常なし | 発明例 |
| 24 | 2種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100 μm | なし | 赤錆発生 | 比較例 |
| 25 | 2種ケレン | | | 5.0 | 95.0 | 大気ブラスマ | 100 μm | セラテクトGSシール | 赤錆発生 | 比較例 |
| 26 | 3種ケレン | 95.0 | | 5.0 | | 大気ブラスマ | 100 μm | セラテクトGSシール | 赤錆発生 | 比較例 |

*1: 日本道路協会規格
註: 下線付きは発明の範囲外を示す

【0038】

発明例であるNo. 21～23は、溶射合金成分、溶射方法、溶射膜厚、封孔処理の全てにおいて本発明の範囲にあるので、海洋飛沫帯での暴露試験後の外観に異常は観察されず、優れた耐食性が得られた。

【0039】

一方、比較例であるNo. 24は、封孔処理を行わなかったため、No. 25は、Al合金でなかったため、No. 26は、鋼材の下地処理が不十分であったため、海洋飛沫帯での暴露試験後の外観はいずれも赤錆の発生が認められた。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】**【0040】**

本発明によれば、鋼構造物のミルコーティングが不可能な複雑構造部位の防食を安価にかつ十分に実施することができる。従って、海水、塩分などに対して優れた耐食性を示す鋼構造物を施工可能になるので、特に海洋構造物に適用されると従来よりも著しい効果がある。

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-075351(JP,A)
特開平06-305867(JP,A)
特開昭62-270668(JP,A)
特開昭57-171658(JP,A)
特開2004-035947(JP,A)
特開2002-080955(JP,A)
特開2001-089880(JP,A)
特開2005-126750(JP,A)
特開昭60-070231(JP,A)
特開平03-207847(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 4/00 - 6/00