(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7572940号
(P7572940)

(45)発行日　令和6年10月24日(2024.10.24)

(24)登録日　令和6年10月16日(2024.10.16)

(51)国際特許分類		FI		
C09D 129/04 (2006.01)		C09D	129/04	
B05D 7/14 (2006.01)		B05D	7/14	Z
B05D 5/00 (2006.01)		B05D	5/00	Z
B05D 7/24 (2006.01)		B05D	7/24	302H
B05D 3/12 (2006.01)		B05D	3/12	B

請求項の数　3　（全23頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-199870(P2021-199870)
(22)出願日　令和3年12月9日(2021.12.9)
(65)公開番号　特開2022-95558(P2022-95558A)
(43)公開日　令和4年6月28日(2022.6.28)
審査請求日　令和4年11月17日(2022.11.17)
(31)優先権主張番号　特願2020-208019(P2020-208019)
(32)優先日　令和2年12月16日(2020.12.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)
前置審査

(73)特許権者　595004838
大伸化学株式会社
東京都港区芝大門一丁目９番９号
(74)代理人　100075557
弁理士　西教 圭一郎
(72)発明者　水谷 健人
埼玉県越谷市七左町４－３１６ 大伸化学株式会社越谷工場
(72)発明者　藤川 祥汰
兵庫県神崎郡福崎町西治字拝尾８６０－２６ 福崎工業団地内 大伸化学株式会社兵庫工場
審査官　水野 明梨

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　造膜型塩分低減剤

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

１種または２種ケレンによる素地調整がなされた鋼構造物の表面に塗布し、乾燥することにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成し、該膜を塩化物ごと剥離して、前記表面に残存する塩化物を除去する塩化物低減剤であって、ポリビニルアルコールおよびエチレン－酢酸ビニル共重合体の混合物と、水と、からなる粘性水溶液からなり、前記混合物を、塩分低減剤の総質量の２４～２６質量％含有することを特徴とする造膜型の鋼構造物表面の塩化物低減剤。

【請求項２】

１種または２種ケレンによる素地調整がなされた鋼構造物の表面に塗布し、乾燥することにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成し、該膜を塩化物ごと剥離して、前記鋼構造物の表面の塩化物を低減する方法であって、下記の工程を含む方法。

（１）請求項１に記載の造膜型の鋼構造物表面の塩化物低減剤を、前記鋼構造物の表面に塗布し、乾燥させることにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成する。

（２）前記膜を鋼構造物の表面から塩化物ごと剥離する。

【請求項３】

前記塩化物が塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウム及び塩化マグネシウムからなる群より選ばれる少なくとも１種であることを特徴とする、請求項２に記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、造膜成分としての少なくとも１種の樹脂を含む造膜型塩分低減剤に関する。本発明はまた、該造膜型塩分低減剤を用いて鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減するための方法に関する。この方法は、特に、鋼構造物が、鋼構造物の塗替え塗装工事において素地調整がされた後のものである場合に用いることができる。
【背景技術】
【０００２】
鋼橋梁などの鋼構造物は、国家・社会のインフラストラクチャーである。鋼構造物は環境から素地を保護するための塗膜を有するが、天候の影響を受ける野外環境下において塗膜は経時的に劣化するため、一般に、５年～５０年に１度程度の定期的な塗替えが必要である。鋼構造物の塗替え塗装工事においては、素地調整によって古い塗膜の除去や鋼構造物表面に付着している物質（錆、塩分など）の除去を行なった後に、新たな塗膜を形成している。
【０００３】
素地調整を一般に「ケレン」と称する。ケレンにはいくつかの種類（１種ケレン～４種ケレン）があり、これらの中では、１種ケレンが最も徹底的な素地調整（すなわち程度が最も高い素地調整）である（各種ケレンの定義については、（公社）日本道路協会「鋼道路橋防食便覧 平成２６年３月」を参照できる）。１種ケレンは、通例、ブラスト法で行なう。１種ケレンによる素地調整を行なうと、古い塗膜の全部及び鋼構造物表面に付着している錆の全部が除去される。しかし、付着した塩分の存在は目視では確認できないことが多いため、１種ケレンによる素地調整を行なっても、鋼構造物の表面に大量の塩分が残存付着していることがある。たとえば、鋼構造物が海洋沿岸部や寒冷地に位置している場合には、海洋から飛来した塩分（主成分は塩化ナトリウム）や寒冷地で散布する融雪剤に由来する塩分（塩化ナトリウム、塩化カルシウム、塩化マグネシウムなど）が鋼構造物に付着するため、１種ケレンによる素地調整を行なっても鋼構造物の表面に大量の塩分が依然として付着していることがしばしばある。大量の塩分を除去しないで放置しておくと、鋼構造物だけでなく、新たに形成される塗膜にも悪影響を及ぼす。そこで、鋼構造物の表面に付着している塩分を除去して塩分の量を一定の値以下になるまで低減し、その上で新たな塗装を施す必要がある。上記「鋼道路橋防食便覧」等では、新塗装の前に塩化ナトリウムの量を５０ｍｇ／ｍ^{2}以下になるまで低減しておくことが推奨されている。なお、本明細書において「塩分」とは、塩化物イオンを含む化合物を意味する。塩分の例として、塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウム及び塩化マグネシウムを挙げることができる。
【０００４】
鋼構造物の表面に残存付着している塩分の除去は、従来、高圧水洗法または動力工具法によって行なわれている。
【０００５】
高圧水洗法は、鋼構造物の表面に高圧の大量の水をかけることによって塩分を除去する方法である。この方法では、大量の水を必要とするという問題がある上、大量の廃水が発生し、廃水の処理を必要とするため、費用上及び環境上の問題もある。この方法ではさらに、実施できる季節が水が凍結しない季節に限定されることもあるという問題を抱えている。
【０００６】
動力工具法は、動力工具を用いて塩分を除去する方法である。この方法では、専用の工具を必要とするという問題がある上に、労力の負担が大きいという問題もある。この方法ではまた、動力工具の使用によって発生する騒音・粉塵や、使用済の動力工具などの産業廃棄物への対処のための環境負荷が大きいという問題もある。この方法ではさらに、動力工具の使用により、鋼構造物表面部分を損傷したり、その損傷によって鋼構造物表面の塩

分が鋼構造物の内部に浸透したりする恐れがある。
【０００７】
さらに、鋼構造物が橋梁である場合には特に、その支持部以外は高い空間に配置されていることが多く、高圧水洗法または動力工具法のどちらであっても、塩分除去作業を実施することが困難である場合が多い。
【０００８】
このような状況で、従来の技術に代わる簡便で環境負荷のない技術が求められている。
【０００９】
日本国特開２００２－０４５８１１号公報（特許文献１）では、建造物または家具の表面に付着した汚染物質を除去するための方法を開示している。この文献では、ポリビニルアルコール樹脂の水溶液を建造物または家具の表面に塗布して乾燥させ、形成された皮膜を汚染物質とともに剥離除去することにより、建造物または家具の表面に付着した汚染物質を除去する。この文献では、建造物としては住宅を想定しており、除去すべき汚染物質としては住宅における汚染物質を想定しているのであって、橋梁のような鋼構造物の表面に残存付着している塩分を除去することは想定していない。なお、この文献においては、形成された皮膜を剥離除去するまでの間に、皮膜を建造物または家具の表面の保護膜として機能させることを好ましい態様としている。
【００１０】
日本国特開２００７－２８３２３７号公報（特許文献２）では、鋼構造物の塗替え塗装工事において素地調整を行なうことにより鋼構造物の素地露出面積を６０％以上とした後の鋼構造物の表面に残存付着している塩分を除去するための方法を開示している。この方法では、炭酸ナトリウム水溶液を鋼構造物の表面に塗布し、塩化物イオンを炭酸イオンにイオン交換して塩分を鋼構造物の表面から離脱させ、乾燥により炭酸ナトリウムの粉末を晶出させ、この粉末を、電動回転工具に取り付けたナイロンカップワイヤーブラシで除去し、その後、新たな塗膜を形成している。この文献では、粉末の除去のために動力工具を用いているので、上で述べた、動力工具の使用に伴う問題が、必然的に発生する。
【００１１】
日本国特開２０１７－２１３５５７号公報（特許文献３）においては、鋼構造物の塗替え塗装工事において素地調整を行なうことにより鋼構造物の素地露出面積を３０％以上とした後の鋼構造物の表面に残存付着している塩分を除去するための方法を開示している。この方法では、イオン捕捉剤であるハイドロカルマイト及び／又はハイドロタルサイトを含む腐食抑制剤を鋼構造物の表面に塗布して乾燥させることにより、塩化物イオンを取り込んだ膜を形成している。この文献では、形成された皮膜は鋼構造物の表面に強力に固着し、皮膜は長期間剥離されないまま維持することを想定しており、膜を除去する際には動力工具法を用いることが必要である。したがって、この文献の方法では、上で述べた、動力工具の使用に伴う問題が、必然的に発生する。
【００１２】
このように、特許文献１は、橋梁のような鋼構造物の表面に残存付着している塩分を除去することとは無関係の技術である。また、特許文献２及び３は、素地調整を行なった後、鋼構造物の表面に残存付着している塩分を除去するために、結晶粉末または膜の形成を行なうことはあるが、粉末または膜の除去のためには動力工具が必要であるため、動力工具法に伴って発生する問題は解消されていない。したがって、依然として、高圧水洗法や動力工具法に代わる簡便で環境負荷のない方法が求められている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１３】
【文献】日本国特開２００２－０４５８１１号公報
【文献】日本国特開２００７－２８３２３７号公報
【文献】日本国特開２０１７－２１３５５７号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【００１４】
本発明の課題は、鋼構造物の表面に付着している塩分の量を低減するための方法であって、従来の高圧水洗法や動力工具法に代わる簡便で環境負荷のない方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【００１５】
本発明者らは、上記の方法を開発するための研究の中で、造膜可能な樹脂を含む粘性水溶液を鋼構造物の表面に塗布し、乾燥させて膜を形成させると、その膜は塩化物イオンを取り込んでいる、ということを知見し、さらに、そのような膜の中には鋼構造物の表面から動力工具を用いないで（即ち、動力工具を必要とせず）手で剥離することができるものがあることを知見した。つまり、造膜成分としての特定の樹脂を含む粘性水溶液が鋼構造物の表面に付着している塩分の量を低減するための塩分低減剤として機能すること、造膜型塩分低減剤である当該水溶液を鋼構造物の表面に塗布して乾燥させて得られる膜が鋼構造物の表面から動力工具を用いないで手で剥離できること、及び、したがって、当該水溶液を鋼構造物の表面に塗布して膜を形成し、その膜を表面から剥離するという方法によって本発明の課題が解決されることを知見し、本発明を完成した。
【発明の効果】
【００１６】
造膜型塩分低減剤を用いる本発明の塩分量低減方法は、膜の形成から剥離まで簡単に実施でき、特に膜の剥離は動力工具を用いないで（即ち、動力工具を必要とせず）手でできる。したがって、本発明の方法は、簡便で環境負荷のない方法であって、従来の高圧水洗法や動力工具法の問題点をすべて解消できる。本発明の効果の具体例として、簡便に実施できること、環境負荷がないこと、費用が安いこと、大量の水を必要とはしないこと、大量の廃水が発生しないこと、廃水の処理のための設備を必要としないこと、鋼構造物の存在する場所に関係なく実施できること、季節に関係なく実施できること、動力工具が不要であること、動力工具の使用によって生ずる、鋼構造物表面部分の損傷や、その損傷による鋼構造物表面の塩分の鋼構造物の内部への浸透の恐れがないこと、を挙げることができる。さらに、本発明の方法を従来の方法に組み合わせることによって、従来法の問題点を軽減することができる。たとえば、従来法である高圧水洗法を用いて塩分量の低減を行なう場合の高圧水洗の必要実施回数や必要実施時間を、本発明の方法を組み合わせることにより、減らすことができる。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
本発明は、１種または２種ケレンによる素地調整がなされた鋼構造物の表面に塗布し、乾燥することにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成し、該膜を塩化物ごと剥離して、前記表面に残存する塩化物を除去する塩化物低減剤であって、ポリビニルアルコールおよびエチレン－酢酸ビニル共重合体の混合物と、水と、からなる粘性水溶液からなり、前記混合物を、塩分低減剤の総質量の２４～２６質量％含有することを特徴とする造膜型の鋼構造物表面の塩化物低減剤である。
【００１８】
本発明は、１種または２種ケレンによる素地調整がなされた鋼構造物の表面に塗布し、乾燥することにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成し、該膜を塩化物ごと剥離して、前記鋼構造物の表面の塩化物を低減する方法であって、下記の工程を含む方法。
（１）請求項１に記載の造膜型の鋼構造物表面の塩化物低減剤を、前記鋼構造物の表面に塗布し、乾燥させることにより、前記鋼構造物の表面に残存する塩化物を取り込んだ膜を形成する。
（２）前記膜を鋼構造物の表面から塩化物ごと剥離する。
【００１９】

本発明の理解を容易にするために、本発明の基本的特徴及び好ましい諸態様を列挙する。
【００２０】
１．造膜成分としての少なくとも１種の樹脂を含む粘性水溶液である造膜型塩分低減剤。
【００２１】
２．イオン捕捉剤を含まないことを特徴とする、前項１に記載の造膜型塩分低減剤。
【００２２】
３．該樹脂がビニル系樹脂であることを特徴とする、前項１又は２に記載の造膜型塩分低減剤。
【００２３】
４．鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減するために使用することを特徴とする、前項１～３のいずれかに記載の造膜型塩分低減剤。
【００２４】
５．鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減する方法であって、下記の工程を含む方法。
（１）前項１～４のいずれかに記載の造膜型塩分低減剤を、塩分が付着した鋼構造物の表面に塗布し、乾燥させることにより、鋼構造物の表面に膜を形成する。
（２）膜を鋼構造物の表面から剥離する。
【００２５】
６．該塩分が塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウム及び塩化マグネシウムからなる群より選ばれる少なくとも１種を含むことを特徴とする、前項５に記載の方法。
【００２６】
７．該鋼構造物が、塗替え塗装工事において素地調整がなされた後のものであることを特徴とする、前項５又は６に記載の方法。
【００２７】
８．該塩分が塩化ナトリウムを含み、該素地調整が１種ケレンによるものであって、素地調整がなされた後の該鋼構造物の表面に付着した塩化ナトリウムの量が５０ｍｇ／ｍ^{2}を超えることを特徴とする、前項７に記載の方法。
【００２８】
以下、本発明について詳細に説明する。
【００２９】
後で詳細に説明するように、本発明の造膜型塩分低減剤は、鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減するために用いることができるのであり、塩分を付着した鋼構造物の表面に造膜型塩分低減剤を塗布して乾燥させることにより、鋼構造物の表面に膜を形成し、その後その膜を剥離するという方法により、塩分の量が低減される。なお、上記のように、本明細書において「塩分」とは塩化物イオンを含む化合物を意味するものであり、塩分の例として、塩化ナトリウム、塩化カルシウム及び塩化マグネシウムを挙げることができる。
【００３０】
本発明の造膜型塩分低減剤は、造膜成分としての少なくとも１種の樹脂を含む粘性の水溶液である（以下、造膜成分としての樹脂をしばしば「造膜樹脂」と略称する）。造膜型塩分低減剤のｐＨは、防錆の観点から、アルカリ性領域であることが好ましい。造膜型塩分低減剤の粘度については、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。
【００３１】
本発明の造膜型塩分低減剤の構成成分は、以下の通りである。
【００３２】
（Ａ）造膜樹脂
造膜樹脂は、必須成分である。造膜樹脂は、単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよい。造膜樹脂の量は、本発明の目的を達することができる限り特に限定はないが、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の５～３９質量％、さらに好ましくは１１～３３質量％、特に好ましくは２２～３０質量％である。
【００３３】

用いる樹脂としては、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。造膜樹脂は、単独重合体でもよいし、共重合体でもよい。造膜樹脂の例として、ビニル樹脂を挙げることができる。ビニル樹脂の例としてポリビニルアルコール及び酢酸ビニル樹脂（エチレン－酢酸ビニル共重合体など）を挙げることができる。造膜樹脂の更なる例としては、ポリビニルブチラール樹脂、アクリル樹脂、及びウレタン樹脂を挙げることができる。

【００３４】

造膜性、及び造膜後の剥離容易性の観点から、造膜樹脂としてはビニル樹脂が好ましく、ポリビニルアルコール及び酢酸ビニル樹脂（エチレン－酢酸ビニル共重合体など）がさらに好ましい。

【００３５】

ポリビニルアルコールの重合度には特に制限はない。鋼構造物への塩分低減剤の塗布の態様に応じて、適宜、重合度を選定することができる。

【００３６】

スプレー方式で塗布する場合は、ポリビニルアルコールの重合度は、好ましくは３００～４０００であり、さらに好ましくは４００～２５００であり、特に好ましくは５００～１０００である。また、特に好ましい範囲（５００～１０００）のポリビニルアルコールを主体として、これより重合度の高いポリビニルアルコールを併用してもよい。

【００３７】

また、スプレー方式以外の方式（たとえば、刷毛、ローラーを用いる方式）で塗布する場合は、好ましくは５００～４０００であり、さらに好ましくは２０００～３０００であり、特に好ましくは２４００～２６００である。また、特に好ましい範囲（２４００～２６００）のポリビニルアルコールを主体として、これより重合度の低いポリビニルアルコールを併用してもよい。

【００３８】

ポリビニルアルコールのケン化度については、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。一般にケン化度が高いほど、粘性の水溶液である造膜型塩分低減剤の流動性は低下するが、ポリビニルアルコールの配合量が比較的少ない場合は、完全ケン化型を用いても流動性に支障がなく、また完全ケン化型の方が膜強度に優れている。当業者は、ポリビニルアルコールの配合量を考慮しつつ、ケン化度がいくらまでのポリビニルアルコールを用いることができるかを適宜決定することができる。

【００３９】

エチレン－酢酸ビニル共重合体の重合度については、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。

【００４０】

エチレン－酢酸ビニル共重合体におけるエチレンと酢酸ビニルとの量比については、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。

【００４１】

２種以上の造膜樹脂を併用してもよい。２種以上の樹脂を併用する際のそれらの樹脂の量比については、造膜可能であって造膜後の剥離が動力工具を用いないで手でできるものである限り、特に限定はない。当業者は、それぞれの樹脂の重合度等を考慮しながら、量比を決めればよい。たとえば、ポリビニルアルコールとエチレン－酢酸ビニル共重合体とを併用する場合、ポリビニルアルコールの重合度が高ければ、ポリビニルアルコールの量が比較的少なくても、膜の強度は高くなるので、ポリビニルアルコールの量比は小さくてもよい。なお、ポリビニルアルコールの量が多いと、エアレススプレーで吹き付けるという方法では塗布できなくなることがあるが、そのようなときは、刷毛やローラーを用いて塗布すればよい。

【００４２】

（Ｂ）水

水は、必須成分である。水の量は、本発明の目的を達することができる限り特に限定はない。一般に、水の量が多いほど鋼構造物表面の塩分と水分との接触が増えるために塩分低減効果が高まるが、水の量が多すぎると、乾燥が遅くなる。この観点から、水の量は、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の１０～７０質量％、さらに好ましくは２０～６０質量％、特に好ましくは３５～５０質量％である。

【００４３】

また、水は蒸留水、イオン交換水、純水等のイオン分の少ないものが好ましい。

【００４４】

（Ｃ）剥離性向上剤

剥離性向上剤は、任意成分である。造膜後の剥離性を向上させるために用いることができる。剥離性向上剤を使用する場合には、その量は、剥離性向上剤の種類にもよるが、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の０．５～５質量％、さらに好ましくは１～４質量％、特に好ましくは２～３質量％である。

【００４５】

剥離性向上剤の例として、脂肪酸エステル(ソルビタン脂肪酸エステルなど)、脂肪酸塩（オレイン酸ナトリウム、オレイン酸カリウムなど）、アルキルアミンエチレンオキシド付加物、及びフッ素系界面活性剤を挙げることができる。

【００４６】

（Ｄ）増粘剤

増粘剤は、任意成分である。造膜性を向上させるために用いることができる。増粘剤は無機系増粘剤でも有機系増粘剤でもよい。増粘剤は、単独で用いてもよいし、複数種を組み合わせて用いてもよく、組み合わせて用いる場合には、単数種または複数種の無機系増粘剤と単数種または複数種の有機系増粘剤とからなる群より、任意の複数種を選択して組み合わせて用いることができる。また、増粘剤を使用するときは、その量は、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の０．５～２０質量％、さらに好ましくは１.０～１０質量％、特に好ましくは１.５～５.０質量％である。

【００４７】

無機系増粘剤は、天然品でもよいし、合成品でもよい。無機系増粘剤の例として、シリカ、カオリン鉱物、サーペンチン、タルク、雲母、バーミキュライト、スメクタイト（モンモリロナイト、バイデライト、ノントロナイト、サポナイト、ヘクトライト、ソーコナイト、スチーブンサイトを含む）、ベントナイト、セピオライト、有機クレー、及び有機ベントナイトを挙げることができる。

【００４８】

有機系増粘剤の例として、ポリアクリル酸又はその塩、アクリル酸－アクリル酸エステル共重合体又はその塩、アクリル酸－アクリルアミド共重合体又はその塩、オレフィン－マレイン酸共重合体又はその塩、スチレン－マレイン酸共重合体又はその塩、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルメチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース又はその塩などの陰イオン系増粘剤、及び、ポリアクリルアミド、アルキルセルロース、ポリエチレンオキサイド、酸化ポリエチレンなどの非イオン系増粘剤を挙げることができる。

【００４９】

（Ｅ）防錆剤

防錆剤は、任意成分である。防錆剤を使用するときは、その量は、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の０．１～３質量％、さらに好ましくは０．５～１.０質量％である。

【００５０】

防錆剤の例として、有機酸塩、脂肪酸塩、有機酸アミン塩、アルカノールアミン、アルキルアミンエチレンオキシド付加物、アルキルリン酸エステル塩、及び３－（２－ベンゾチアジルチオ）プロピオン酸・アルカノールアミン塩を挙げることができる。

【００５１】

（Ｆ）ｐＨ調整剤

ｐＨ調整剤は、任意成分である。ｐＨ調整剤は、防錆の観点からは配合することが好ましい。アルカリ性のｐＨ調整剤を用いる場合において、その配合量が多いときは、表面塩分計による表面塩分量の測定の際に、測定値として反映される傾向があるため、表面塩分計による測定の精度の観点からは、アルカリ性のｐＨ調整剤を使用する場合には、ｐＨ調整剤を含む造膜型塩分低減剤のｐＨが弱アルカリ領域となる範囲で配合することが望ましい。ｐＨ調整剤を使用するときは、その量は、好ましくは造膜型塩分低減剤の総質量の０．１～５質量％、さらに好ましくは０．５～３質量％、特に好ましくは０．８～１．５質量％である。

【００５２】

ｐＨ調整剤の例として、アンモニア、２－メチルアミノエタノール、モノイソプロパノールアミン、ジイソプロパノールアミン、２－ジメチルアミノエタノール、トリエタノールアミン、トリエチルアミン、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、乳酸、コハク酸、グルコン酸、クエン酸、リンゴ酸、シュウ酸、及びリン酸を挙げることができる。

【００５３】

（Ｇ）イオン捕捉剤

イオン捕捉剤は、任意成分である。イオン捕捉剤は、基本的には後述の理由により用いないことが好ましいが、用いることを排除するものではない。

【００５４】

イオン捕捉剤の例として、日本国東亞合成株式会社製のＩＸＥシリーズ、及びハイドロタルサイト（日本国協和化学工業株式会社製のキョーワード５００など）を挙げることができる。イオン捕捉能力は、ＩＸＥシリーズの方がハイドロタルサイトよりも高い。ＩＸＥシリーズの中では、IXE-600、IXE－6107、IXE-100 及び IXE-700F が好ましい。

【００５５】

イオン捕捉剤がイオン捕捉能力を発揮するためには時間を要するので、造膜型塩分低減剤を塗布してから２４時間程度で膜を剥離しようとするときには、使用しても効果はあまり望めない。また、イオン捕捉剤は中性ないし酸性領域で用いることが好ましいので、防錆の観点からアルカリ性で用いることが好ましい本発明の造膜型塩分低減剤に含有させることは好ましくない。さらに、本発明の造膜型塩分低減剤がイオン捕捉剤を含む場合には、得られる膜の剥離性が低下する傾向がある。しかし、得られる膜をある程度長い時間維持し、且つ、イオン捕捉剤の使用に伴う上記問題への十分な対策を立てるのであれば、イオン捕捉剤を用いてもよい。

【００５６】

なお、本発明の造膜型塩分低減剤には、造膜性、剥離性、乾燥性、チキソトロピー性等を高めるために、上記の添加剤以外の添加剤を含有させることもできる。添加剤の例（上記の添加剤と重複するものもある）として、有機溶剤、増粘剤、造膜助剤、可塑剤、チキソトロピー付与剤、顔料、染料、乳化剤、可溶化剤、界面活性剤、分散剤、離型剤、沈降防止剤、レベリング剤、防錆剤、防腐剤、酸化防止剤、消泡剤、紫外線吸収剤、キレート剤、及びイオン捕捉剤を挙げることができる。

【００５７】

本発明の造膜型塩分低減剤は、鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減するために用いることができる。その使用方法は、以下の工程を含む。

（１）本発明の造膜型塩分低減剤を、塩分を付着した鋼構造物の表面に塗布し、乾燥させることにより、鋼構造物の表面に膜を形成する。

（２）膜を鋼構造物の表面から剥離する。

【００５８】

鋼構造物には、特に限定はない。鋼構造物の例として、鋼橋梁、鋼製プラント、鋼製建築物、鋼管、鋼材、鋼板などの鋼製建造物を挙げることができる。

【００５９】

塗布の方法については特に限定はなく、塗布液である造膜型塩分低減剤の特性、鋼構造

物のサイズ、形状、設置場所などを考慮して、適宜、スプレー、刷毛、ローラーなどを用いて塗布することができる。膜厚が不均一な場合、膜を剥がす際に千切れる原因となるため、極力均一になるよう塗布することが好ましい。スプレーを用いる場合は、刷毛やローラーを用いる手作業の場合に比べ、広い範囲を短時間で塗布することができる。スプレーは、エアスプレーでもエアレススプレーでもよい。エアスプレーは、ハンディエアスプレーでもよいし、ハンディでないエアスプレーでもよい。また、エアレススプレーも、ハンディエアレススプレーでもよいし、ハンディでないエアレススプレーでもよい。なお、ハンディでないエアレススプレーはハンディエアレススプレーよりも塗布液の充填が簡便であるので、この観点からは、ハンディでないエアレススプレーはハンディエアレススプレーよりも、広い範囲を塗布するのに適する。

【００６０】

塗布量は、得られる膜が所望の厚さとなるような量である。膜の厚さには、特に限定はない。乾燥後の膜が容易に剥離できるという観点から、ウェット膜厚については、好ましくは５００～１５００μｍであり、さらに好ましくは８００～１２００μｍであり、乾燥膜厚については、好ましくは１０～３００μｍであり、さらに好ましくは５０～２００μｍであり、特に好ましくは７５～１５０μｍである。膜厚が不均一な場合、膜を剥がす際に千切れる原因となるため、膜厚は均一であることが好ましい。また、塗布重量については、好ましくは０．５～１．５ｋｇ／ｍ^2、さらに好ましくは０．８～１．２ｋｇ／ｍ^{2}である。塗布量は、ウェット膜厚及び塗布重量で管理するのが簡便である。なお、塗布してから膜を剥離するまでの時間が２４時間程度の比較的短時間である場合は、膜には特に高い強度は要求されない。

【００６１】

乾燥のさせ方については特に限定はなく、単に放置するだけでもよいし、乾燥を早めるために送風機を用いてもよい。放置乾燥の場合、膜が十分乾燥して剥離も容易になるよう時間、行なえばよい、具体的な放置時間は、季節・天候に応じて異なる。たとえば、冬の場合は、より長い放置乾燥時間を必要とする。また、工程日数の観点からは、放置乾燥時間が長すぎるのは好ましくない。これらのことを考慮すると、放置乾燥時間は、一般的に言えば、好ましくは１０～４８時間、さらに好ましくは１５～３５時間、特に好ましくは２０～３０時間である。また、放置乾燥は、気温５℃以上、湿度８５％以下で行なうことが好ましい。なお、ここで「湿度」とは「相対湿度」を意味し、以下も同じである。

【００６２】

塗布後２４時間以内で膜が剥離可能となるかどうかを、いくつかの試験環境で検証した。具体的には、後述の実施例において用いるサンプル５と同一の組成を有する塩分低減剤を、ブラスト処理された鋼製のテストピース（サイズ：200×100×6 mm、素材：SM400A）に、刷毛で、１．０ｋｇ／ｍ^{2}の塗布量で塗布し、防爆型恒温恒湿槽 PR-4KPH（日本国エスペック株式会社製）を用いて乾燥し、塗布後２４時間以内で剥離可能となるかどうかを、いくつかの温度・湿度条件下で検証した。検証結果は、以下の通りである。気温が１０℃で湿度が８５％である場合、塗布後２４時間以内で剥離可能とはならなかった。一方、気温が１０℃で湿度が５０％である場合、気温が２０℃で湿度が８５％である場合、気温が２０℃で湿度が５０％である場合、気温が３０℃で湿度が８５％である場合、及び、気温が３０℃で湿度が５０％である場合は、いずれも、塗布後２４時間以内で剥離可能となった。

【００６３】

剥離の仕方については、特に限定はない。膜は、動力工具を用いないで手で剥離できる。動力工具を用いないで手で剥離するときは、端部から膜を剥がし、一定の力で膜を引っ張るようにして剥がす。膜の端部が剥がしにくい場合は、簡単な工具（たとえば、カッター、スクレーパー等の薄い刃を有した工具）を鋼材素地と膜との界面に差し込み、浮かび上げてから、剥離する。

【００６４】

本発明の方法は、鋼構造物が塗替え塗装工事において素地調整がなされた後のものであ

る場合に、好ましく用いることができる。
【００６５】
塗替え塗装工事における素地調整については特に限定はない。ケレンは１種ケレン、２種ケレン、３種ケレン、及び４種ケレンのいずれであってもよいし、３種ケレンは３種Ａ、３種Ｂ、及び３種Ｃのいずれであってもよい。本発明においては、素地調整は１種ケレン（素地調整程度が最も高い）によることが好ましいが、３種ケレンや４種ケレンのように古い塗膜の除去されない部分が多くあってもよい。
【００６６】
素地調整の方法についても限定はなく、従来の素地調整方法、たとえば、ブラスト処理や、回転砥石や研削デイスク等を電動回転駆動装置に取りつけたグラインダー、ディスクグラインダーなどのような工具を使用して処理を行なうことができる。また、素地調整の後の鋼構造物表面に残存付着している塩分の量についても、特に限定はない。
【００６７】
素地調整を１種ケレンにより行なう場合、古い塗膜の全部及び鋼構造物表面の錆の全部が除去される。素地調整を１種ケレンにより行なった後に鋼構造物表面に残存付着している塩化ナトリウムの量は、５０ｍｇ／ｍ^{2}を超えることもあるし、５０ｍｇ／ｍ^{2}以下であることもある。素地調整を１種ケレンによって行ない、鋼構造物の表面に付着した塩化ナトリウムの量が５０ｍｇ／ｍ^{2}を超えている場合に、本発明を適用して鋼構造物の表面に付着した塩化ナトリウムの量を５０ｍｇ／ｍ^{2}以下にすることが好ましい。上記「鋼道路橋防食便覧」等では、新塗装を施す前の鋼構造物表面に付着している塩化ナトリウムの量を５０ｍｇ／ｍ^{2}以下に低減することが推奨されている。なお、素地調整を１種ケレンにより行なった後に鋼構造物表面に残存付着している塩化ナトリウムの量が５０ｍｇ／ｍ^{2}以下である場合であっても、塩化ナトリウムの量をさらに低減するために本発明を適用することができる。
【００６８】
鋼構造物表面に残存付着している塩分の量を低減した後、鋼構造物に新塗膜を施す。新たな塗装のために用いる塗布組成物、得られる塗膜の種類、塗装の方法などについては特に限定はなく、塗膜を保持する期間等を考慮して適宜、定めればよい。
【実施例】
【００６９】
以下に実施例１～３、比較例１及び２、並びに参考例１～３（以下、これらを総称して、しばしば「実施例等」と称する）を示して本発明をより具体的に説明する。
後述するように、実施例１、比較例１及び２及び参考例１は、３日間にわたり、並行して行ない、また、実施例２及び３並びに参考例２及び３も、別途、２日間にわたり、並行して行なった。また、実施例１～３、比較例１、２及び参考例３は塩分低減剤による塩分低減を行なったものであり、参考例１～２は水洗処理による塩分低減を行なったものである。実施例等は、本発明の範囲を限定するものではない。
【００７０】
実施例等において用いた試験鋼材、及び、サンプルである造膜型塩分低減剤は、以下の通りである。
【００７１】
実施例１、比較例１及び２、並びに参考例１において用いた試験鋼材（試験鋼材１～４）
試験鋼材１～４は、高知県の海岸沿いに架かる橋梁（国土交通省 土佐国道事務所管内）から、腐食による部材の交換工事により撤去した、腐食した下横構の廃材である。この橋梁は、１９７０年に架設され、１９９９年に塗替え（ポリウレタン塗装）を行なった。腐食した下横構は、２０１３年（架設後４３年経過時点）に撤去され、２０１３年１０月２９日に土木研究センター鴨川暴露試験場（千葉県鴨川市）に搬入され、暴露されていたが、今回、出願人に提供された。試験鋼材１～４のフランジ下面に当たる水平面の寸法は、０．１７ｍｘ１．２ｍである。なお、土木研究センター鴨川暴露試験場の概要、及び、腐食した下横構の廃材である試験鋼材の概要については、技術誌「土木技術資料」５７－１

（２０１５）ｐｐ．６０－６３に説明されている。

【００７２】

試験鋼材１～４は、それぞれ、実施例１、比較例１及び２、並びに参考例１において用いられる。

【００７３】

実施例２及び３、並びに参考例２において用いた試験鋼材（試験鋼材５）

試験鋼材５は、塩害のない地域に架設された橋梁の主桁として使用されていた部材であって、交換工事のため撤去されて日本国極東メタリコン工業株式会社の猪名川倉庫（兵庫県川辺郡猪名川町）にて保管されていた廃材である。猪名川倉庫の所在地は、塩害のない地域である。試験鋼材５は、今回、出願人に提供された。試験鋼材５の主桁ウェブ面に当たる垂直面の寸法は、縦１．１７ｍｘ横０．９２ｍ である。以下、この垂直面を単に「試験鋼材５の垂直面」、又はさらに短く「垂直面」と称する。

【００７４】

初めに、試験鋼材５の垂直面の両面（つまり、前面と後面）に高濃度の塩化カルシウム水溶液を１ヶ月間にわたる平日（土曜日、日曜日及びその他の休日を除く毎日）、２回ずつ、ローラーにて満遍なく塗布することにより、垂直面の両面に塩化カルシウムを定着させた。更に、後述する塩分低減工程の段階から、両面の中央部に縦に 0.02 m の幅の仕切りを設け、各面をそれぞれ左側部分と右側部分との２つに区分し、合計で４つの区画に区分した（それぞれの区画の寸法は、縦 1.17 m x 横 0.45 m である）。以下、試験鋼材５の垂直面の前面及び後面を、しばしば、それぞれ単に「前面」及び「後面」と称し、前面の左側の区画、前面の右側の区画、後面の左側の区画、及び後面の右側の区画を、しばしば、それぞれ「前面Ａ」、「前面Ｂ」、「後面Ａ」及び「後面Ｂ」と称する。

【００７５】

前面Ａ、前面Ｂ、後面Ａ及び後面Ｂは、それぞれ、実施例２、実施例３、参考例２及び参考例３において用いられる。

【００７６】

実施例１、比較例１及び２において用いた造膜型塩分低減剤のサンプル（サンプル１～３）

サンプル１～３の構成成分及びその量を、表１に示す。

【００７７】

【表１】

表１（サンプル１～３の構成成分及びその量）

		サンプル１	サンプル２	サンプル３
Ａ（造膜樹脂）	JC-25	3.5		9.45
	スミカフレックス455HQ		50	
	スミカフレックス456HQ	40		
Ｂ（水）	水分	46.5	30.5	85.05
Ｃ（剥離性向上剤）	イオネットT-80V	3	2.5	
Ｄ（増粘剤）	hiメトローズ90SH-15000	2	2	
	アロンB-500			2.5
Ｅ（防錆剤）	キレスライトW-510	1	1	
	サンヒビターNo.50			3
Ｆ（ｐＨ調整剤）	DIPA（85%）	1	1	
その他	エタノール		10	
	酸化チタン	3	3	
合計		100	100	100

註：表中の数値の単位は、質量%である。

【００７８】

表１に記載のスミカフレックス４５５ＨＱ及びスミカフレックス４５６ＨＱは、後述のように、水分を含む。したがって、項目（Ａ）に記載した「造膜樹脂」の合計量はサンプル１又はサンプル２の樹脂の総量を表すものではないし、また、項目（Ｂ）に記載した「水分」の量はサンプル１又はサンプル２の水分の総量を表すものではない。サンプル１の樹脂量及び水分量は、それぞれ、２６質量％程度及び６４質量％程度である。また、サンプル２の樹脂量及び水分量は、それぞれ、２８質量％程度及び５３質量％程度である。

【００７９】

表１に示した構成成分の詳細は、以下の通りである。

【００８０】

ＪＣ－２５（日本国日本酢ビ・ポバール株式会社製）

ポリビニルアルコール樹脂

重合度：２５００

ケン化度：９９モル％

【００８１】

スミカフレックス４５５ＨＱ（日本国住化ケムテックス株式会社製）

エチレン－酢酸ビニル共重合体エマルジョン

不揮発分：５４～５７質量％（水分：４６～４３質量％）

ガラス転移温度（Ｔｇ）：０℃

【００８２】

スミカフレックス４５６ＨＱ（日本国住化ケムテックス株式会社製）

エチレン－酢酸ビニル共重合体エマルジョン

不揮発分：５４～５６質量％（水分：４６～４４質量％）

ガラス転移温度（Ｔｇ）：０℃

【００８３】

イオネットＴ－８０Ｖ（日本国三洋化成株式会社製）

ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステルを主成分とする界面活性剤

【００８４】

ｈｉメトローズ９０ＳＨ－１５０００（日本国信越化学工業株式会社製）

ヒドロキシプロピルメチルセルロース（グリオキサール処理）

【００８５】

アロンＢ－５００（日本国東亞合成株式会社製）

カルボン酸共重合体エマルジョン

固形分：３６±１質量％

【００８６】

キレスライトＷ－５１０（日本国キレスト株式会社製）

有機酸アミン塩

【００８７】

サンヒビターＮｏ．５０（日本国三洋化成株式会社製）

アミン系非イオン界面活性剤

【００８８】

ＤＩＰＡ（８５％）

ジイソプロパノールアミン：８５質量％

水分：１５質量％

【００８９】

実施例２及び３、並びに参考例３において用いたサンプル（サンプル４～５）

サンプル４～５の構成成分及びその量を、表２に示す。

【００９０】

【表２】

表２（サンプル４～５の構成成分及びその量）

		サンプル４	サンプル５
Ａ（造膜樹脂）	JF-05	5	5
	スミカフレックス400HQ	25	25
	スミカフレックス408HQE	10	10
Ｂ（水）	水分	55.2	54.9
Ｃ（剥離性向上剤）	イオネットT-80V	3	3
Ｄ（増粘剤）	ラポナイトEP	1.1	1.2
Ｅ（防錆剤）	キレスライトW-510	0.5	0.5
Ｆ（ｐＨ調整剤）	MMEAアミン		0.2
その他（消泡剤）	BYK-014	0.2	0.2
合計		100	100

註：表中の数値の単位は、質量％である。

【００９１】

表２に記載のスミカフレックス４００ＨＱ及びスミカフレックス４０８ＨＱＥは、後述のように、水分を含む。したがって、項目（Ａ）に記載した「造膜樹脂」の合計量はサンプル４又はサンプル５の樹脂の総量を表すものではないし、また、項目（Ｂ）に記載した「水分」の量はサンプル４又はサンプル５の水分の総量を表すものではない。サンプル４の樹脂量及び水分量は、それぞれ、２４質量％程度及び７１質量％程度である。また、サンプル５の樹脂量及び水分量も、それぞれ、２４質量％程度及び７１質量％程度である。

【００９２】

表２に示した構成成分の詳細は、以下の通りである。

【００９３】

ＪＦ－０５（日本国日本酢ビ・ポバール株式会社製）

ポリビニルアルコール樹脂

重合度：５００

ケン化度：９８～９９モル％

【００９４】

スミカフレックス４００ＨＱ（日本国住化ケムテックス株式会社製）

エチレン－酢酸ビニル共重合体エマルジョン

不揮発分：５４～５６質量％（水分：４６～４４質量％）

ガラス転移温度（Ｔｇ）：０℃

【００９５】

スミカフレックス４０８ＨＱＥ（日本国住化ケムテックス株式会社製）

エチレン－酢酸ビニル共重合体エマルジョン

不揮発分：４９～５１質量％（水分：５１～４９質量％）

ガラス転移温度（Ｔｇ）：－３０℃

【００９６】

イオネットＴ－８０Ｖ（日本国三洋化成株式会社製）

ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステルを主成分とする界面活性剤

【００９７】

ラポナイトＥＰ（ドイツ国 BYK-Chemie 社製）

合成ヘクトライト

【００９８】

キレスライトＷ－５１０（日本国キレスト株式会社製）

有機酸アミン塩

【００９９】
ＭＭＥＡアミン
２－メチルアミノエタノール
【０１００】
ＢＹＫ－０１４（ドイツ国 BYK-Chemie 社製）
破泡性ポリマーと疎水性粒子との混合物である消泡剤
【０１０１】
実施例等において行なった、試験鋼材へのサンプル塗布の方法、及び、試験鋼材の水洗処理の方法は、以下の通りである。
【０１０２】
実施例１、比較例１及び２におけるサンプル塗布の方法
サンプル塗布は、試験鋼材１～３のフランジ下面に当たる水平面に対して、刷毛を用いて行なった。ただし、上記のように当該水平面の寸法は０．１７ｍｘ１．２ｍであるが、試験鋼材の両脇に穴が開いていたので、両脇部分を除いた部分（０．１７ｍｘ１．０ｍ）に塗布したので、塗布面積は０．１７ｍ^{2}であった。塗布量はそれぞれ１．０ｋｇ／ｍ^{2}であった。
【０１０３】
実施例１及び３、並びに参考例３におけるサンプル塗布の方法
サンプル塗布は、試験鋼材５の垂直面（縦１．１７ｍｘ横０．９２ｍの鋼板である）を立てた状態で、前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ｂのそれぞれの全面（縦１．１７ｍｘ横０．４５ｍ）に対して、スプレーを用いて行った。用いたスプレーは、前面Ａ及び後面Ｂについてはハンディエアレススプレー（ウルトラマックスコードレス）（米国ＧＲＡＣＯ社製）であり、前面Ｂについては高圧エアレス塗装機（エコポンシリーズ）（日本国旭サナック株式会社製）である。高圧エアレス塗装機用のノズルチップとして、ＬＰ５２５（米国ＧＲＡＣＯ社製）を用いた。塗布量はそれぞれ１．０ｋｇ／ｍ^{2}であった。
【０１０４】
参考例１における水洗処理の方法
水洗処理は、ハンディエアレススプレー（ウルトラマックスコードレス）（米国 GRACO社製）を用いて、試験鋼材４のフランジ下面に当たる水平面に対して行なった。ただし、塗布の場合と同様に、水洗箇所は試験鋼材の両脇を除いた部分としたので、水洗面積は０．１７ｍ^{2}であった。水洗箇所１ｍ^{2}当たりの使用水量を７Ｌとしたので、総水量は約１．２Ｌであった。
【０１０５】
水洗箇所１ｍ^{2}当たりの使用水量を７Ｌとしたのは、以下の理由による。講演概要「橋梁に付着した塩分の除去実験」（土木学会第56回年次学術講演会、平成13年10月、pp.340-341）においては、鋼橋の表面に付着した塩分を除去するための実験が行なわれ、「補修時の付着塩分許容量を満足するためには，必要最低限の水量でよく、洗浄水量は６～８リットル／ｍ^{2}が適当である」と結論付けられている。そこで、水洗箇所１ｍ^{2}当たりの使用水量を、６～８Ｌという範囲の下限値（６Ｌ）と上限値（８Ｌ）との間の中間をとって、７Ｌと決定した。
【０１０６】
参考例２における水洗処理の方法
水洗処理は、上記のハンディエアレススプレーを用いて、試験鋼材５の垂直面（縦１．１７ｍｘ横０．９２ ｍの鋼板である）を立てた状態で、後面Ａに対して行った。水洗箇所１ｍ２当たりの使用水量は、参考例１の場合よりも減らし、実施例２及び３、並びに参考例３におけるサンプル塗布量に合わせ、１Ｌ（即ち、１．０ｋｇ／ｍ^2）とした。
【０１０７】
実施例等において行なった測定は、以下の通りである。
【０１０８】
実施例１、比較例１及び２、並びに参考例１における表面塩分計による測定

表面塩分計として、日本国東亜ディーケーケー株式会社製のポータブル表面塩分計（ＳＳＭ－２１Ｐ）を用いた。

【０１０９】

後述のブラスト処理後の試験鋼材１～４の表面に残存している塩分の量、及び、後述の塩分低減処理工程後の試験鋼材１～４の表面に残存している塩分の量を、表面塩分計を用いて測定した。試験鋼材１～４の表面に含まれる塩分の主成分は塩化ナトリウムであるので、測定した電気伝導率の値を塩化ナトリウムの濃度に換算する塩分濃度測定値を塩分の量とした。

【０１１０】

測定は、すべての試験鋼材（試験鋼材１～４）について、５箇所で行なった。具体的には、試験鋼材を長手方向に左から右に見て、左、左中、中、右中、及び右の５箇所（試験鋼材の一端を左端、他の一端を右端とみて、左端から右端にかけて、左、左中、中、右中、及び右とした）で行なった。ただし、表面塩分計の性質上、測定水が表面塩分計から漏れる場合があり、漏れると測定数値に大きく影響が出るので、漏れてしまった場合は、その箇所における測定値はカウントしなかった。

【０１１１】

さらに、カウントされた測定値の平均値を計算した。

【０１１２】

実施例２及び３並びに参考例２及び３における表面塩分計による測定

表面塩分計として、上記の表面塩分計を用いた。

【０１１３】

後述のブラスト処理後の試験鋼材５の表面に残存している塩分の量、及び、後述の塩分低減処理工程後の試験鋼材５の表面に残存している塩分の量を、表面塩分計を用いて測定した。試験鋼材５の表面に含まれる塩分は実質的に塩化カルシウムのみであるので、測定した電気伝導率の値を IMO PSPC に基づく水可溶性塩分の濃度に換算する塩分濃度測定値を、塩分の量とした。

【０１１４】

測定は、以下のように複数個所で行なった。ブラスト処理後の測定（この時点では、試験鋼材５の前面及び後面は、まだ２つに区分されていない）においては、前面及び後面のそれぞれ９箇所を測定箇所として選定した。塩分低減処理工程後の測定（この時点では、前面は前面Ａと前面Ｂとに区分され、後面は後面Ａと後面とに区分されている）においては、前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ａについてはそれぞれ５箇所を測定箇所として選定し、後面Ｂについては６箇所を測定箇所として選定した。ただし、表面塩分計の性質上、測定水が表面塩分計から漏れる場合があり、漏れると測定数値に大きく影響が出るので、漏れてしまった場合は、その箇所における測定値はカウントしなかった。

【０１１５】

さらに、カウントされた測定値の平均値を計算した。

【０１１６】

実施例１～３、比較例１及び２、並びに参考例１～３におけるイオンクロマトグラフによる測定

イオンクロマトグラフとして、米国ＴｈｅｒｍｏＦｉｓｈｅｒＳｃｉｅｎｔｉｆｉｃ社製のＤｉｏｎｅｘＩＣＳ－１１００を用いた。

【０１１７】

表面塩分計による測定に用いた液（ただし、測定値がカウントされたものに限る）を回収し、回収した液を試料としてイオンクロマトグラフにかけ、塩化物イオン（Cl^-）、亜硝酸イオン（NO_2^-）、硝酸イオン（NO_3^-）、及び硫酸イオン（SO_4^{2-}）のそれぞれの量を測定し、さらにこれら４種類の陰イオンの量の合計を計算した。なお、イオンクロマトグラフと表面塩分計とでは測定の原理が異なり、また、測定誤差もあり得るため、イオンクロマトグラフによる測定で得られる塩化物イオン（Cl^-）の量と、表面塩分計による測定で得られる塩分の量（塩化ナトリウム又は塩化カルシウムの量）とは、必ずしも相関しない。

【０１１８】
さらに、測定値の平均値を計算した。
【０１１９】
実施例１、比較例１及び２、並びに参考例１
第１日から第３日にかけて、以下のように試験鋼材１～４の塩分低減実験を並行して行なった。後述のように、試験鋼材１～３を用いた実験がそれぞれ実施例１、比較例１及び２であり、試験鋼材４を用いた実験が参考例１である。参考例１は、従来の高圧水洗法による塩分量低減実験例であり、本発明による塩分量低減効果を評価する上での参考にするために行なったものである。
【０１２０】
第１日の午後に試験鋼材１～４のブラスト処理（１種ケレン相当）を行なった。第２日の午前に、ブラスト処理後の試験鋼材１～４の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。
【０１２１】
試験鋼材１～３については、表面塩分計を用いた上記の表面塩分測定を行なった後、第２日の午前に、それぞれサンプル１～３を塗布し、２４時間放置乾燥して膜を形成させ、第３日の午前に膜を手で剥離除去した。第３日の午後に、膜を剥離除去した後の試験鋼材１～３の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。
【０１２２】
試験鋼材４については、表面塩分計を用いた上記の表面塩分測定を行なった後、第２日の午後に、水洗処理を行なった。第３日の午後に、水洗処理をした後の試験鋼材４の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。
【０１２３】
なお、第２日は、気温が２７．２℃、湿度が５０％であった。また、第３日は、気温が２８．１℃、湿度が４５％であった。
【０１２４】
試験鋼材１～３を用いた実験（それぞれサンプル１～３を用いて塩分低減を行なう）をそれぞれ実施例１、比較例１および２とし、試験鋼材４を用いた実験（水洗処理により塩分低減を行なう）を参考例１とした。実施例１、比較例１及び２においては、サンプルの塗布から膜の剥離除去に至るまでの工程を塩分低減処理工程と称し、参考例１（水洗実験例）においては、水洗処理の工程を塩分低減処理工程と称する。
【０１２５】
表３に、ブラスト処理後の表面塩分計による測定の結果（ただし、測定値がカウントされたものに限る）、及び、当該測定に供した測定液（ただし、表面塩分計による測定値がカウントされたものに限る）を回収して後日行なったイオンクロマトグラフによる測定の結果を示す。また、表４に、測定値の平均値を示す。
【０１２６】
表５に、塩分低減処理工程後の表面塩分計による測定の結果（ただし、測定値がカウントされたものに限る）、及び、当該測定に供した測定液（ただし、表面塩分計による測定値がカウントされたものに限る）を回収して後日行なったイオンクロマトグラフによる測定の結果を示す。また、表６に、測定値の平均値を示す。
【０１２７】
表７に、表面塩分計による測定値に基づいて計算した塩分の除去率を示す。表７にはまた、イオンクロマトグラフによる測定に基づいて計算した４種類の陰イオン（即ち、塩化物イオン（Cl^-）、亜硝酸イオン（NO_2^-）、硝酸イオン（NO_3^-）、及び硫酸イオン（SO_4^{2-}））のそれぞれの除去率、並びに、これら４種類の陰イオンの合計の除去率を示す。除去率は、塩分低減処理工程を行なうことによって塩分の量又は陰イオンの量がどれだけ低

減されたかを示すものであり、下記の式により計算して得られたものである。

【０１２８】

除去率（％）

＝（ブラスト処理後の測定値－塩分低減処理工程後の測定値）÷ブラスト処理後の測定値×１００

【０１２９】

表８に、実施例１、比較例１及び２及び参考例１のそれぞれの場合について、総合評価を示す。この総合評価は、膜形成の評価、手による剥離性の評価、塩分低減効果の評価を含むものである。ただし、参考例１の場合には、膜は形成されないので、手による剥離性の評価はない。

【０１３０】

表８から分かるように、実施例１、比較例１及び２の場合は、膜形成の評価、手による剥離性の評価、及び塩分低減効果のいずれにおいても実用可能な水準に達している。したがって、本発明の造膜型塩分低減剤から形成される膜は、鋼板の表面に付着した塩分を低減し、その剥離除去も、動力工具を用いることなく手で行なうことができる。

【０１３１】

【表３】

表３（ブラスト処理後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定の結果）

	測定箇所	表面塩分計による測定値（mg/m^2）	イオンクロマトグラフによる測定値（ｐｐｂ）				
			Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	合計
実施例１	左	67	366	n.a.	n.a.	625	992
	中	78	597	n.a.	n.a.	595	1192
	右	165	1086	n.a.	n.a.	511	1597
比較例１	左	70	575	n.a.	n.a.	791	1365
	中	76	753	n.a.	12	772	1537
	右	54	1132	16	76	1093	2317
比較例２	左	81	732	n.a.	n.a.	777	1509
	中	194	5115	10	11	591	5728
	右	19	233	4	21	593	851
参考例１	左	74	3266	9	30	505	3810
	中	65	428	n.a.	n.a.	667	1095
	右	34	223	n.a.	n.a.	1197	1419

註：表中のn.a.は、「検出されず」を意味する。

【０１３２】

【表４】

表４（ブラスト処理後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定値の平均値）

	表面塩分計による測定値の平均値（mg/m^2）	イオンクロマトグラフによる測定値の平均値（ppb）			
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}
実施例１	103	683	—	—	577
比較例１	67	820	16	44	885
比較例２	98	2027	7	16	654
参考例１	58	1306	9	30	790

【０１３３】

【表５】

表５（塩分低減処理工程後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定の結果）

	測定箇所	表面塩分計による測定値（mg/m²）	イオンクロマトグラフによる測定値（ｐｐｂ）				
			Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	合計
実施例１	左	36	141	5	n.a.	240	387
	左中	23	79	n.a.	n.a.	195	274
	中	32	124	n.a.	15	145	284
	右中	20	134	4	16	73	226
	右	11	108	n.a.	n.a.	125	233
比較例１	左	42	96	n.a.	n.a.	177	274
	左中	47	193	n.a.	n.a.	206	398
	中	53	292	3	18	413	726
	右中	50	201	n.a.	n.a.	269	470
	右	49	131	2	n.a.	170	303
比較例２	左	91	346	n.a.	n.a.	457	803
	左中	40	893	21	37	193	1145
	中	128	385	n.a.	n.a.	423	808
	右	61	297	18	29	n.a.	345
参考例１	左	9	89	8	15	194	307
	中	19	280	6	14	42	341
	右	10	163	5	5	201	375

註：表中のn.a.は、「検出されず」を意味する。

【０１３４】

【表６】

表６（塩分低減処理工程後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定値の平均値）

	表面塩分計による測定値の平均値（mg/m²）	イオンクロマトグラフによる測定値の平均値（ppb）			
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}
実施例１	24	117	4	15	156
比較例１	48	183	3	18	247
比較例２	80	480	20	33	358
参考例１	13	177	6	11	146

【０１３５】

【表７】

表７（除去率）

	表面塩分計測定値から算出した除去率（%）	イオンクロマトグラフ測定値から算出した除去率（%）				
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	合計
実施例１	76.7	82.9	—	—	73.0	76.8
比較例１	28.4	77.7	84.0	58.5	72.1	74.5
比較例２	18.4	76.3	−180.2	−106.3	45.3	67.0
参考例１	77.6	86.4	28.8	61.5	81.6	84.0

【０１３６】

【表８】

表８（総合評価）

	膜形成の評価	手による剥離性の評価	塩分低減効果の評価
実施例１	◎	○	◎
比較例１	○	△	○
比較例２	△	◎	○
参考例１	×	－	◎

【０１３７】
表８に示した評価の基準は、以下の通りである。
【０１３８】
膜形成の評価
試験鋼材に液（実施例１、比較例１及び２の場合はサンプルである造膜型塩分低減剤であり、参考例の場合は水）を塗布して膜が形成できるかどうかを、液垂れの程度とともに評価した。具体的な評価基準は以下の通りである。
【０１３９】
◎：液垂れはなく、膜は形成できる。
○：液垂れは少しある（液の一部が雪崩現象を起こす程度）が、膜は形成できる。
△：液垂れはかなりある（液の一部が鋼材から床面に落ちる程度）が、膜は形成できる。
×：液垂れがひどく、膜は形成できない。
【０１４０】
手による剥離性の評価
乾燥後の膜が試験鋼材表面から手で剥離できるかどうかを、剥離の容易さとともに評価した。具体的な評価基準は以下の通りである。
【０１４１】
◎：非常に剥離しやすい。
○：剥離し易いが、膜が弱い部分があるので、非常に剥離しやすいとまでは言えない。
△：剥離可能ではあるが、一体となっては剥がれないので、剥離し易いとは言えない。
×：剥離できない。
【０１４２】
塩分低減効果の評価
表面塩分計で測定した塩分の除去率（Ａ）とイオンクロマトグラフで測定した塩化物イオンの除去率（Ｂ）とを基準に塩分低減効果を評価した。具体的な評価基準は以下の通りである。
【０１４３】
◎：特に大きな効果がある（Ａ、Ｂ共に７０％を超える）。
○：大きな効果がある（Ａ、Ｂどちらかが７０％を超える）。
△：少しは効果がある（Ａ、Ｂ共に７０％以下である）。
【０１４４】
実施例２及び３並びに参考例２及び３
第１日から第２日にかけて、以下のように試験鋼材５の前面（ブラスト処理後に、前面Ａと前面Ｂとに区分される）及び後面（ブラスト処理後に、後面Ａと後面Ｂとに区分される）の塩分低減実験を並行して行なった。後述のように、前面Ａ、前面Ｂ、後面Ａ及び後面Ｂを用いた実験がそれぞれ実施例２、実施例３、参考例２及び３である。参考例２は、従来の高圧水洗法による塩分量低減実験例であり、本発明による塩分量低減効果を評価する上での参考にするために行なったものである。
【０１４５】

第１日の午前１１時に前面及び後面のブラスト処理（１種ケレン相当）を行った。ブラスト処理の後、前面を前面Ａと前面Ｂとに区分し、後面を後面Ａと後面Ｂとに区分した。第１日の午後１時に、ブラスト処理後の前面Ａ、前面Ｂ、後面Ａ及び後面Ｂの表面塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。

【０１４６】

前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ｂについては、表面塩分計を用いた上記の表面塩分測定を行った後、第１日の午後４時に、それぞれサンプル４、サンプル５及びサンプル５を塗布し（したがって、サンプル５は、前面Ｂと後面Ｂとに塗布したことになる）、放置乾燥して膜を形成させた。前面Ａ及び前面Ｂについては、第２日の午前１１時に、形成した膜を手で剥離除去し（したがって、前面Ａ及び前面Ｂについては、放置乾燥は１９時間）、第２日の午前１１時３０分に、膜を剥離除去した後の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。後面Ｂについては、第２日の午後１時に、形成した膜を、ブラスト処理（一種ケレン相当）を行なうことにより剥離除去し（したがって、後面Ｂについては、放置乾燥は２１時間）、第２日の午後３時に、膜を剥離除去した後の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ｂのそれぞれについて、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。後面Ｂを用いた実験（即ち、参考例３）においては、膜の剥離除去をブラスト処理で行なったので、初めのブラスト処理と合わせて、２回のブラスト処理を行なったことになるが、これら２回のブラスト処理を区別するため、初めのブラスト処理を単に「ブラスト処理」と称し、２回目のブラスト処理（即ち、膜の剥離除去のためのブラスト処理）を「さらなるブラスト処理」と称する。

【０１４７】

なお、前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ｂにそれぞれ形成された膜について、ウェット膜厚と乾燥膜厚とを測定した。ウェット膜厚についてはウェットゲージを用い、乾燥膜厚については膜厚計を用い、それぞれ３箇所で測定した。ウェット膜厚の場合は、正確な測定値が得られないので、３箇所測定して概略値をとった。乾燥膜厚については、３箇所の測定値の平均値をとった。前面Ａに形成された膜については、ウェット膜厚が１０００μｍであり、乾燥膜厚が１６９μｍであった。前面Ｂに形成された膜については、ウェット膜厚が８００～１３００μｍであり、乾燥膜厚が２１５μｍであった。後面Ｂに形成された膜については、ウェット膜厚が８００～９００μｍであり、乾燥膜厚が１８３μｍであった。

【０１４８】

後面Ａについては、表面塩分計を用いた上記の表面塩分測定を行った後、第１日の午後２時に、水洗処理を行った。第２日の午前１１時３０分に、水洗処理をした後の表面の塩分量を、表面塩分計を用いて測定した。また、表面塩分計による測定に用いた液を回収し、後日、イオンクロマトグラフによる測定を行なった。

【０１４９】

なお、第１日は、気温が２９℃、湿度が５０％であった。また、第２日は、気温が２６℃、湿度が４３％であった。

【０１５０】

前面Ａ、前面Ｂ及び後面Ｂを用いた実験（それぞれサンプル４、サンプル５及びサンプル５を用いて塩分低減を行なう）をそれぞれ実施例２及び３並びに参考例３とし、後面Ａを用いた実験（水洗処理により塩分低減を行なう）を参考例２とした。実施例２及び３並びに参考例３においては、サンプルの塗布から膜の剥離除去に至るまでの工程を塩分低減処理工程と称し、参考例２（水洗実験例）においては、水洗処理の工程を塩分低減処理工程と称する。

【０１５１】

表９に、ブラスト処理後の表面塩分計による測定値の平均値、及び、当該測定に供した測定液を回収して後日行ったイオンクロマトグラフによる測定値の平均値を示す。

【０１５２】

表１０に、塩分低減処理工程後の表面塩分計による測定値の平均値、及び、当該測定に供した測定液を回収して後日行ったイオンクロマトグラフによる測定値の平均値を示す。

【０１５３】

表１１に、表面塩分計による測定値に基づいて計算した塩分の除去率を示す。表１１にはまた、イオンクロマトグラフによる測定に基づいて計算した４種類の陰イオン（即ち、塩化物イオン（Cl^-）、亜硝酸イオン（NO_2^-）、硝酸イオン（NO_3^-）、及び硫酸イオン（SO_4^{2-}））のそれぞれの除去率、並びに、これら４種類の陰イオンの合計の除去率を示す。除去率は、塩分低減処理工程を行なうことによって塩分の量又は陰イオンの量がどれだけ低減されたかを示すものであり、上記の実施例１、比較例１及び２、並びに参考例１及び２の場合と同一の式により計算して得られたものである。

【０１５４】

表１２に、実施例２及び３、並びに参考例２及び３のそれぞれの場合について、総合評価を示す。この総合評価は、膜形成の評価、手による剥離性の評価、塩分低減効果の評価を含むものであり、これらの評価の基準は、それぞれ、上記の実施例１～３及び参考例１の場合と同様である。ただし、実施例の６の場合には手による剥離除去ではないので、また、参考例２の場合には膜は形成されないので、手による剥離性の評価はない。

【０１５５】

表１２から分かるように、実施例２及び３の場合は、膜形成の評価、手による剥離性の評価、及び塩分低減効果のいずれにおいても実用可能な水準に達している。したがって、本発明の造膜型塩分低減剤から形成される膜は、鋼板の表面に付着した塩分を低減し、その剥離除去も、動力工具を用いることなく手で行なうことができる。

【０１５６】

【表９】

表９（ブラスト処理後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定値の平均値）

	表面塩分計による測定値の平均値（mg/m^2）	イオンクロマトグラフによる測定値の平均値（ppb）			
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}
実施例２	206	11858	2	—	79
実施例３					
参考例３	160	7865	2	34	54
参考例２					

【０１５７】

【表１０】

表１０（塩分低減処理工程後の表面塩分計及びイオンクロマトグラフによる測定値の平均値）

	表面塩分計による測定値の平均値（mg/m^2）	イオンクロマトグラフによる測定値の平均値（ppb）			
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}
実施例２	43	247	—	—	227
実施例３	57	177	—	—	126
参考例３	55	467	—	—	116
参考例２	29	591	—	7	23

【０１５８】

【表１１】

表１１（除去率）

	表面塩分計測定値から算出した除去率（％）	イオンクロマトグラフ測定値から算出した除去率（％）				
		Cl^-	NO^{2-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	合計
実施例１	79.1	97.9	－	－	－187.3	96.0
比較例１	72.3	98.5	－	－	－59.5	97.5
比較例２	65.6	94.1	－	－	－114.8	92.7
参考例１	81.9	92.5	－	79.4	57.4	92.2

【０１５９】

【表１２】

表１２（総合評価）

	膜形成の評価	手による剥離性の評価	塩分低減効果の評価
実施例２	◎	○	◎
実施例３	○	◎	◎
参考例３	○	－	○
参考例２	×	－	◎

【産業上の利用可能性】

【０１６０】

本発明の造膜型塩分低減剤を用いると、従来の高圧水洗法や動力工具法の問題点をすべて解消でき、簡便で環境負荷を生ぜず、また、経済性の高い優れた塩分量低減方法により、鋼橋梁、鋼製プラント、鋼製建築物、鋼管、鋼材、鋼板などの鋼製建造物に代表される鋼構造物の表面に付着した塩分の量を低減することができる。

フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI		
E04G 23/02 (2006.01)		E04G	23/02	A
C23F 11/00 (2006.01)		C23F	11/00	Z
C09D 123/08 (2006.01)		C09D	123/08	
C09D 131/04 (2006.01)		C09D	131/04	

(56)参考文献 特開２００２－０４５８１１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１９０８２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０１３４７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０１６４９４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０６６３５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１４９７９１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０９Ｄ １／００－２０１／１０