

(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2012-201966

(P2012-201966A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012. 10. 22)

(51) Int.Cl.
C23F 11/14 (2006.01)F 1
C 2 3 F 11/14テーマコード (参考)
4 K 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 10 頁)

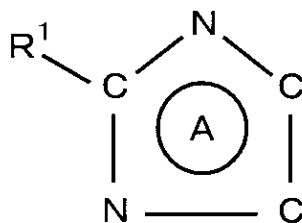
(21) 出願番号 特願2011-70261 (P2011-70261)
(22) 出願日 平成23年3月28日 (2011. 3. 28)(71) 出願人 000001063
栗田工業株式会社
東京都新宿区西新宿 3 丁目 4 番 7 号
(74) 代理人 100086911
弁理士 重野 剛
(72) 発明者 井芹 一
東京都新宿区西新宿三丁目 4 番 7 号 栗田
工業株式会社内
Fターム(参考) 4K062 AA03 BB18 CA05 DA01 FA05
GA01

(54) 【発明の名称】 銅系部材の腐食抑制方法及び腐食抑制剤

(57) 【要約】

【課題】冷却水系などの水系に接する銅管等の銅系部材に対して、少量の薬剤を用いて、腐食の発生を効果的に抑制する。

【解決手段】銅系部材と接する水系に対し、下記式(1)で表される疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物と、アゾール系銅用防食剤とを添加する銅系部材の腐食抑制方法。



.....(1)

(環Aは1位と3位が窒素原子で、2位、4位及び5位が炭素原子で構成された含窒素不飽和5員環であり、R¹は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和5員環Aの窒素原子及び炭素原子は、R¹以外の任意の置換基を有していてもよい。)

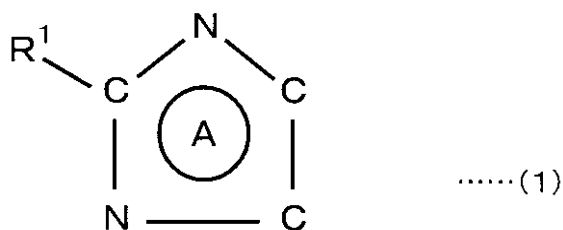
【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銅系部材と接する水系に対し、下記式（１）で表される化合物（以下、「疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物」と称す。）と、アゾール系銅用防食剤とを添加することを特徴とする銅系部材の腐食抑制方法。

【化 1】



10

（上記（１）式中、環 A は 1 位と 3 位が窒素原子で、2 位、4 位及び 5 位が炭素原子で構成された含窒素不飽和 5 員環であり、 R^1 は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和 5 員環 A の窒素原子及び炭素原子は、 R^1 以外の任意の置換基を有していてもよい。）

【請求項 2】

前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、イミダゾール系化合物、イミダゾリン系化合物、イミダゾリニウム塩系化合物及びイミダゾリニウム塩系化合物よりなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

20

【請求項 3】

前記置換基 R^1 が、炭素数 6 ～ 18 のアルキル基であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【請求項 4】

前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、アルキル基の炭素数が 6 ～ 18 である、2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタインであることを特徴とする請求項 3 に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

30

【請求項 5】

前記アゾール系銅用防食剤が、ベンゾトリアゾールであることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【請求項 6】

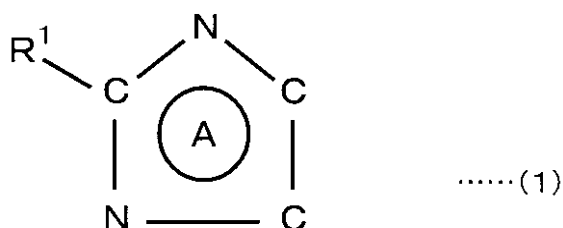
前記水系が、酸化性スライムコントロール剤が添加されている水系であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【請求項 7】

水系に接する銅系部材の腐食を抑制する腐食抑制剤であって、下記（１）で表される化合物（以下「疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物」と称す。）と、アゾール系銅用防食剤とを含むことを特徴とする銅系部材の腐食抑制剤。

40

【化 2】



50

(上記(1)式中、環Aは1位と3位が窒素原子で、2位、4位及び5位が炭素原子で構成された含窒素不飽和5員環であり、 R^1 は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和5員環Aの窒素原子及び炭素原子は、 R^1 以外の任意の置換基を有していてもよい。)

【請求項8】

前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、イミダゾール系化合物、イミダゾリン系化合物、イミダゾリニウム塩系化合物及びイミダゾリウム塩系化合物よりなる群から選ばれる1種又は2種以上であることを特徴とする請求項7に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【請求項9】

前記置換基 R^1 が、炭素数6～18のアルキル基であることを特徴とする請求項7又は8に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

10

【請求項10】

前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、アルキル基の炭素数が6～18である、2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタインであることを特徴とする請求項9に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【請求項11】

前記アゾール系銅用防食剤が、ベンゾトリアゾールであることを特徴とする請求項7ないし10のいずれか1項に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、水に接した銅系部材の腐食抑制技術に関する。詳しくは、冷却水系などの水系に接する銅管等の銅系部材に対し、薬剤を用いて腐食を抑制する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

銅は熱伝導性に優れる特性を有し、空調機器や熱交換器などの伝熱管などに広く使用されているが、これらの水系に接する銅系部材には腐食の問題がある。特に、最近の機器は高効率化が進んでおり、熱交換器に用いられる銅管の肉厚が非常に薄くなっていることから、腐食の発生は銅管の貫通漏洩につながる危険性が高い。よって、銅系部材に腐食を発生させないこと、発生した腐食を進行させないことが、機器の安定稼動、長寿命化に不可欠である。

30

【0003】

一般に、腐食反応は金属の溶出反応（アノード反応）と酸化剤の還元反応（カソード反応）が対になって進行する。例えば、冷却水のようなpH中性から弱アルカリ性の環境では、水中の溶存酸素が酸化剤としてカソード反応の担い手になる。

【0004】

従来、水系に接する銅系部材の腐食を抑制するために、ベンゾトリアゾール、トリルトリアゾール、メルカプトベンゾチアゾールといったアゾール系の銅用防食剤を水系に添加する水処理が行われている（例えば、特許文献1，2）。冷却水系などの水系に、これらのアゾール系銅用防食剤を添加することにより、水系に接する銅系部材に対して優れた腐食抑制効果を発揮することが知られており、広く適用されている。

40

即ち、アゾール系の銅用防食剤は、腐食反応における金属の溶出反応（アノード反応）を抑制する効果に優れており、良好な腐食抑制効果を示す。

【0005】

しかしながら、アゾール系銅用防食剤を添加した場合においても、腐食の発生及び進行を十分に抑制できない場合もある。例えば、酸化剤の過剰添加など、何らかの原因によりアゾール系銅用防食剤よりなる防食皮膜が局部的に破壊され、皮膜の破壊された部分からの銅の溶出をアゾール系銅用防食剤が抑えきれない結果、皮膜破壊部が局部的なアノードとなり、腐食が進行する場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0006】

【特許文献1】特開平5-222555号公報

【特許文献2】特開平6-212459号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記従来の問題を解決し、冷却水系などの水系に接する銅管等の銅系部材に対して、少量の薬剤を用いて、腐食の発生を効果的に抑制する腐食抑制方法及び腐食抑制剤を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

本発明者は上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、特定の疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、水系に接した銅系部材のカソード反応抑制効果に優れること、この疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物と、アノード反応抑制効果に優れるアゾール系銅用防食剤との併用により、少量の薬剤添加で、銅系部材の腐食を効果的に抑制することができることを見出した。

【0009】

本発明はこのような知見に基いて達成されたものであり、以下を要旨とする。

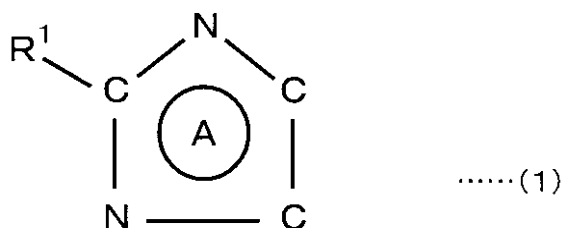
【0010】

〔1〕 銅系部材と接する水系に対し、下記式(1)で表される化合物(以下、「疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物」と称す。)と、アゾール系銅用防食剤とを添加することを特徴とする銅系部材の腐食抑制方法。

20

【0011】

【化1】



30

【0012】

(上記(1)式中、環Aは1位と3位が窒素原子で、2位、4位及び5位が炭素原子で構成された含窒素不飽和5員環であり、R¹は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和5員環Aの窒素原子及び炭素原子は、R¹以外の任意の置換基を有していてもよい。)

【0013】

〔2〕 前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、イミダゾール系化合物、イミダゾリン系化合物、イミダゾリニウム塩系化合物及びイミダゾリウム塩系化合物よりなる群から選ばれる1種又は2種以上であることを特徴とする〔1〕に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

40

【0014】

〔3〕 前記置換基R¹が、炭素数6～18のアルキル基であることを特徴とする〔1〕又は〔2〕に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【0015】

〔4〕 前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、アルキル基の炭素数が6～18である、2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタインであることを特徴とする〔3〕に記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【0016】

50

〔５〕 前記アゾール系銅用防食剤が、ベンゾトリアゾールであることを特徴とする〔１〕ないし〔４〕のいずれかに記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【００１７】

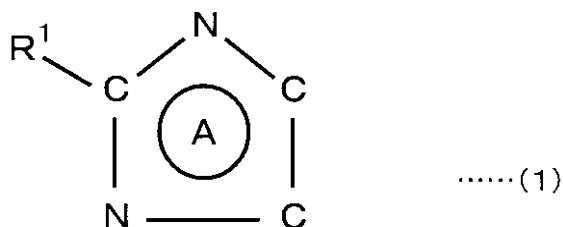
〔６〕 前記水系が、酸化性スライムコントロール剤が添加されている水系であることを特徴とする〔１〕ないし〔５〕のいずれかに記載の銅系部材の腐食抑制方法。

【００１８】

〔７〕 水系に接する銅系部材の腐食を抑制する腐食抑制剤であって、下記（１）で表される化合物（以下「疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物」と称す。）と、アゾール系銅用防食剤とを含むことを特徴とする銅系部材の腐食抑制剤。

【００１９】

【化２】



10

20

【００２０】

（上記（１）式中、環Ａは１位と３位が窒素原子で、２位、４位及び５位が炭素原子で構成された含窒素不飽和５員環であり、 R^1 は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和５員環Ａの窒素原子及び炭素原子は、 R^1 以外の任意の置換基を有していてもよい。）

【００２１】

〔８〕 前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、イミダゾール系化合物、イミダゾリン系化合物、イミダゾリニウム塩系化合物及びイミダゾリウム塩系化合物よりなる群から選ばれる１種又は２種以上であることを特徴とする〔７〕に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【００２２】

〔９〕 前記置換基 R^1 が、炭素数６～１８のアルキル基であることを特徴とする〔７〕又は〔８〕に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【００２３】

〔１０〕 前記疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物が、アルキル基の炭素数が６～１８である、２－アルキル－Ｎ－カルボキシメチル－Ｎ－ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタインであることを特徴とする〔９〕に記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【００２４】

〔１１〕 前記アゾール系銅用防食剤が、ベンゾトリアゾールであることを特徴とする〔７〕ないし〔１０〕のいずれかに記載の銅系部材の腐食抑制剤。

【発明の効果】

【００２５】

一般に、腐食反応は金属の溶出反応（アノード反応）と酸化剤の還元反応（カソード反応）が対になって進行する。

従って、銅管等の銅系部材が接する水系に対し、アノード反応抑制効果に優れる薬剤とカソード反応抑制効果に優れる薬剤を添加することにより、銅系部材表面に耐食性、耐久性に優れる皮膜が形成され、腐食の発生及び進行を有効に抑制することが可能となる。

【００２６】

本発明で用いる疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物は、銅系部材のカソード反応抑制効果に優れ、一方、アゾール系銅用防食剤はアノード反応抑制効果に優れることから、本発明によれば、水系に対し疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤

30

40

50

とを添加することにより、優れた防食効果を得ることが可能となる。

【0027】

従って、本発明によれば、水系に接した銅系部材の腐食を効果的に抑制して、水系の機器を長期に亘り安定に稼働させると共に、その寿命を大幅に延長させることが可能となる。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下に本発明の銅系部材の腐食抑制方法及び腐食抑制剤の実施の形態を詳細に説明する。

【0029】

10

本発明においては、以下の疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤とを銅系部材に接する水系に添加する。

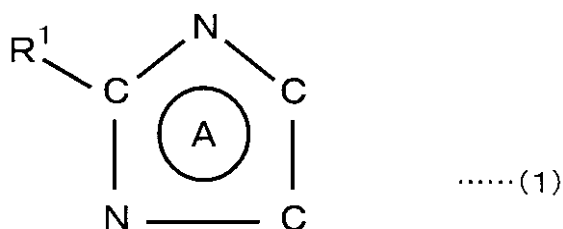
【0030】

＜疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物＞

本発明に係る疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物は、下記式（１）で表される化合物である。

【0031】

【化３】



20

【0032】

（上記（１）式中、環Ａは１位と３位が窒素原子で、２位、４位及び５位が炭素原子で構成された含窒素不飽和５員環であり、 R^1 は疎水基を表す。ただし、含窒素不飽和５員環Ａの窒素原子及び炭素原子は、 R^1 以外の任意の置換基を有していてもよい。）

30

【0033】

疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物としては、イミダゾール系化合物、イミダゾリン系化合物、イミダゾリニウム塩系化合物及びイミダゾリウム塩系化合物が挙げられ、特に、上記式（１）中の R^1 が、疎水性に優れた炭素数６～１８のアルキル基であるものが好ましい。

【0034】

このような化合物としては、含窒素不飽和５員環Ａに各種官能基が導入されたものを用いることも可能であり、例えば含窒素不飽和５員環Ａの置換基 R^1 が結合した炭素原子に隣接する窒素原子に、アルキル基、ヒドロキシアルキル基、カルボキシアルキル基などから選択される１種以上が導入された化合物を好適に用いることができる。

40

【0035】

このような化合物として、例えば２－ヘキシルイミダゾール、２－ヘプチルイミダゾール、２－オクチルイミダゾール、２－ノニルイミダゾール、２－デシルイミダゾール、２－ウンデシルイミダゾール、２－ドデシルイミダゾール、２－トリデシルイミダゾール、２－テトラデシルイミダゾール、２－ペンタデシルイミダゾール、２－ヘキサデシルイミダゾール、２－ヘプタデシルイミダゾール、２－オクタデシルイミダゾール、２－アルキル－ N －カルボキシメチル－ N －ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタイン（アルキル基の炭素数は６～１８）、２－アルキル－ N －ヒドロキシエチル－ N －カルボキシラートメチルイミダゾリニウム塩（アルキル基の炭素数は６～１８）、２－アルキル－ N ， N －

50

ビスヒドロキシエチルイミダゾリニウム塩（アルキル基の炭素数は6～18）、1-メチル-1-ヒドロキシエチル-2-牛脂アルキル-イミダゾリニウム塩などが例示され、2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタイン（アルキル基の炭素数は6～18）が好適である。

【0036】

これらの疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0037】

＜アゾール系銅用防食剤＞

アゾール系銅用防食剤としては、トリルトリアゾール、ベンゾトリアゾール、メルカプトベンゾチアゾール及びそれぞれの誘導体などが例示され、ベンゾトリアゾールが特に好適である。

【0038】

これらのアゾール系銅用防食剤は、1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0039】

＜水系への添加量＞

本発明に用いる疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物及びアゾール系銅用防食剤の水系への添加に際しては、処理対象水系の水質、銅系部材の表面積などにより最適な効果を得られる濃度に調整して用いることができる。

【0040】

疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物の水系への添加濃度は、通常0.2～20mg/Lの範囲であり、好ましくは0.5～10mg/Lである。

【0041】

アゾール系銅用防食剤の水系への添加濃度は、通常0.2～20mg/Lの範囲であり、好ましくは0.5～10mg/Lである。

【0042】

疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤との添加濃度の相関については特に制限はないが、アゾール系銅用防食剤の添加濃度に対して疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物の添加濃度が0.1～10重量倍程度となるように用いることが好ましい。

【0043】

＜処理対象水系の条件＞

本発明による処理時（即ち、疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤の添加時）の水系の温度（水温）としては、本発明の効果をj得ることができる条件であれば特に制限はないが、5～60℃の範囲が好ましい。また、処理時の水系のpHとしては、通常4～11の範囲で処理が行われる。

【0044】

本発明による処理時の水系の流速についても、本発明の効果をj得ることができる条件であれば特に制限はないが、通常0.1～2m/secの範囲で処理を行う。静止条件においても処理を行うことが可能であるが、この場合には、添加した薬剤の銅系部材表面への拡散が律速となるため、添加濃度を高めるなどの措置が必要となる。

【0045】

疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤の水系への添加方法には特に制限はなく、各成分を別々に添加することも可能であり、あらかじめ疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤とを一剤に配合した水処理剤として水系へ添加することも可能である。

【0046】

本発明においては、本発明の効果を阻害しない範囲で、疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物及びアゾール系銅用防食剤以外の他の水処理剤、例えば防食剤、スケール防止剤、

10

20

30

40

50

分散剤、スライムコントロール剤、剥離剤、消泡剤、界面活性剤、キレート剤などを併用することが可能である。

【0047】

特に、本発明の銅系部材の腐食抑制方法は、適用水系に酸化性スライムコントロール剤が添加されている水系においても、良好な腐食抑制効果を発揮することができるという特長を有し、本発明の適用水系には、酸化性スライムコントロール剤が添加されていてもよい。このような酸化性スライムコントロール剤としては、次亜塩素酸及びその塩、次亜臭素酸及びその塩、塩素化イソシアヌル酸及びその塩、例えば塩素化スルファミン酸及びその塩や臭素化スルファミン酸及びその塩のようなクロラミン化合物やブロマミン化合物、過酸化水素などが挙げられる。

10

【0048】

また、スケール防止剤として低分子量ポリマーを併用添加しても良い。

【0049】

低分子量ポリマーとしては特に制限はなく、冷却水系のスケール防止剤として用いられているものをいずれも好適に用いることができる。例えば、アクリル酸、メタアクリル酸、HAPS（2-ヒドロキシ-3-アシルオキシ-1-プロパンスルホン酸）、マレイン酸、AMPS（2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸）、HEMA（2-ヒドロキシエチルメタアクリレート）、アクリル酸メチル、スチレンスルホン酸、イソブチレンよりなる群から選ばれる1種又は2種以上のモノマーが重合又は共重合した、ホモポリマー又はコポリマー、好ましくはアクリル酸、メタアクリル酸、HAPS、マレイン酸、AMPS、イソブチレンよりなる群から選ばれる1種又は2種以上のモノマーが重合又は共重合した、ホモポリマー又はコポリマーであって、平均分子量が5,000～50,000の低分子量水溶性ポリマーが挙げられる。

20

これらの低分子ポリマーは1種を単独で用いても良く、2種以上を併用しても良い。

【0050】

低分子量ポリマーの添加量としては、冷却水系の循環水中の固形分濃度として5～50 mg/Lとすることが好ましい。

【0051】

<銅系部材の腐食抑制剤>

本発明の銅系部材の腐食抑制剤は、前述の疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤とを含有するものであり、これらが一剤化されたものであってもよく、各成分が別々に提供されるものであってもよい。

30

【0052】

本発明の銅系部材の腐食抑制剤中の各成分の含有割合には特に制限はなく、また、本発明の銅系部材の腐食抑制剤は、疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物及びアゾール系銅用防食剤以外の防食剤、スケール防止剤、分散剤、スライムコントロール剤、剥離剤、消泡剤、界面活性剤、キレート剤等の他の薬剤を含むものであってもよいが、疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物とアゾール系銅用防食剤との併用による優れた効果を十分に得るために、本発明の銅系部材の腐食抑制剤は、疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物に対して、アゾール系銅用防食剤の割合が10～1000重量%、特に50～500重量%程度となるようにこれらを含有することが好ましい。

40

【実施例】

【0053】

以下に実施例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

【0054】

[実施例1, 2, 比較例1～10]

JIS K0100「工業用水腐食試験方法」に記載された「回転法」に準拠した評価を行った。ビーカー内の1Lの試験水に、試験片1枚を取り付けた支持棒を浸漬し、試験片表面の線流速が0.5 m/secとなるよう支持棒を回転させた。試験前後の試験片の重量変化より銅の腐食速度を測定する方法で評価を行った。

50

【0055】

試験水、用いた薬剤、試験片、試験条件は以下の通りである。

【0056】

<試験水>

水道水（栃木県野木町）、あるいは模擬冷却水に、マレイン酸イソブチレン共重合体（マレイン酸：イソブチレン＝50：50（モノマーモル比）、分子量20,000）を固形分濃度として5mg/L、モノクロロスルファミン酸塩（ナトリウム塩を主体とする）をDPD法による全残留塩素測定値として10mg/Lとなるよう添加したものを試験水とした。

模擬冷却水は、純水に塩化カルシウム、硫酸マグネシウム、炭酸水素ナトリウム、ケイ酸ナトリウム3号を所定量添加し、水酸化ナトリウムあるいは硫酸によりpHを所定の値に調整したものをを用いた。

試験に用いた水道水の平均的な水質を表1に、模擬冷却水の水質を表2に示す。

【0057】

【表1】

表1 水道水の水質

pH	7.3
カルシウム硬度 (mg/L as CaCO ₃)	40
Mアルカリ度 (mg/L as CaCO ₃)	30
マグネシウム硬度 (mg/L as CaCO ₃)	20
イオン状シリカ (mg/L as SiO ₂)	15
塩化物イオン (mg/L as Cl ⁻)	20
硫酸イオン (mg/L as SO ₄ ²⁻)	10

【0058】

【表2】

表2 模擬冷却水の水質

pH	8.6
カルシウム硬度 (mg/L as CaCO ₃)	100
Mアルカリ度 (mg/L as CaCO ₃)	100
マグネシウム硬度 (mg/L as CaCO ₃)	50
イオン状シリカ (mg/L as SiO ₂)	50
塩化物イオン (mg/L as Cl ⁻)	71
硫酸イオン (mg/L as SO ₄ ²⁻)	48

【0059】

<薬剤>

疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物：2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒ

ドロキシエチルイミダゾリニウムベタイン（アルキル基が炭素数 6 ～ 18 のアルキル基である化合物の混合物）

アゾール系銅用防食剤：ベンゾトリアゾール

【0060】

<試験片>

長辺 50 mm、短辺 30 mm、厚さ 1 mm の銅（C1220）製試験片（ねじ止め用のφ 4 mm 穴あき）

【0061】

<試験条件>

試験温度：40℃

10

試験期間：7 日間（試験開始 3 日目に試験水を全量交換）

【0062】

表 3 に示す試験水に、表 3 に示す薬剤を表 3 に示す添加濃度で添加して（ただし、比較例 1，6 では薬剤添加せず）、銅製試験片の腐食速度（mdd）を求め、結果を表 3 に示した。

【0063】

【表 3】

表3 腐食試験結果

20

試験水		疎水基置換 含窒素不飽和 複素環化合物 (mg/L)	アゾール系 銅用防食剤 (mg/L)	腐食速度 (mdd)	備考
水道水にマレイン酸 イソブチレン共重合 体、モノクロロスル ファミン酸塩を添加し たもの	比較例1	0	0	4.9	試験片に緑青発生
	比較例2	1	0	4.1	
	比較例3	2	0	2.6	
	比較例4	0	1	4.6	試験片に緑青発生
	比較例5	0	2	2.2	
	実施例1	1	1	0.1	
模擬冷却水にマレイン 酸イソブチレン共重 合体、モノクロロスル ファミン酸塩を添加し たもの	比較例6	0	0	2.4	試験片に緑青発生
	比較例7	1	0	1.8	
	比較例8	2	0	1.4	
	比較例9	0	1	3.6	試験片に緑青発生
	比較例10	0	2	1.2	
	実施例2	1	1	0.1	

30

40

【0064】

<考察>

表 3 より、試験水水質によらず疎水基置換含窒素不飽和複素環化合物として用いた 2-アルキル-N-カルボキシメチル-N-ヒドロキシエチルイミダゾリニウムベタイン（炭素数 6 ～ 18 のアルキル基）及びアゾール系銅用防食剤として用いたベンゾトリアゾールを併用することにより、それぞれ単独添加条件に比べて腐食速度が大きく抑制されていることが明らかであり、両成分を併用することによる相乗効果が確認された。