

明 細 書

発明の名称：エコノマイザを有するボイラの水処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、一部または全部が炭素鋼製エコノマイザを有するボイラの水処理方法に関し、さらに詳しくは給水中のＰ－アルカリ度とシリカ濃度を所定の範囲にすることで、ボイラ缶内のスケール付着防止と共に、エコノマイザにおける腐食発生を効果的に抑制する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、ボイラ系統の腐食を引き起こす主な要因としては、ボイラ給水あるいは缶水が、(１) 溶存酸素濃度が高い、(２) ｐＨの適正範囲から外れている、(３) 塩化物イオンや硫酸イオン等の有害イオン濃度が高い、の３点が挙げられる。

したがって、ボイラ水系における缶内の水側の腐食を防止するための方法として、一般に薬剤を注入し、ｐＨを適正範囲にコントロールしたり、溶存酸素を除去したり、又は鋼材表面に防食皮膜を形成する等の方法が行われている。この際、ボイラ缶内での濃縮を考慮して薬剤を注入するために、非濃縮部においては、ｐＨが低く薬剤濃度が低いため、防食皮膜の形成が不十分となる。

ボイラのエコノマイザは一般に非濃縮部であるため、低ｐＨでかつ薬剤を添加した場合も濃度が低く防食皮膜の形成が不十分となる。また、エコノマイザ内部では水温が上昇するにもかかわらず、溶存酸素濃度が高いため、腐食性が高く、障害が多く発生している。特に低圧ボイラの炭素鋼製エコノマイザは、腐食破孔障害の発生頻度が高く、設置から２～３年で破孔に至ることがある。

[0003] エコノマイザの防食技術としては、薬剤による防食方法と、脱酸素装置による防食方法が挙げられる。

薬剤による防食方法としては、薬剤をエコノマイザの上流に注入し、ｐＨ

を調整し、鋼材表面に防食皮膜の形成等を行う方法が挙げられる。この際、エコノマイザの防食に十分な濃度の薬剤を添加すると、ボイラ缶内のような濃縮部においては、pH、電気伝導度が上昇しすぎてキャリオーバやアルカリ腐食が生じ易い。一方、ボイラ缶内での濃縮を考慮して薬剤を低濃度で注入すると、給水配管やエコノマイザ等の非濃縮部においては、低pHで薬剤濃度が低くなるため防食皮膜の形成が不十分となり、腐食が発生する。

[0004] 特許文献1には、ボイラ給水に対して、酒石酸又はその塩、クエン酸又はその塩、及びボイラ給水のpHを8～12に調整し得る量のアルカリ剤を添加するボイラの腐食・孔食防止方法が開示されている。

また、特許文献2には、ボイラ給水へケイ酸塩を注入して防食被膜を形成する、ボイラ系統の防食方法が開示されている。

一方、窒素置換式などの脱酸素装置による防食の場合、エコノマイザの防食が可能な低濃度まで酸素を除去できる性能を有する脱酸素装置は大型で、多額の設備投資が必要となることが多く、適用範囲が限定されるのを免れない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-220396号公報

特許文献2：特開2001-336701号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 前記特許文献1に記載の技術においては、ボイラ給水に対して、酒石酸、クエン酸及びアルカリ剤を添加する方法が開示されているが、試験例1における机上評価では、連続的な流動条件のみが模擬されているため、給水ポンプのON/OFFにより、流動、停止が繰り返される実機ボイラの運転条件におけるエコノマイザに対する腐食抑制効果は不明である。

一方、特許文献2に記載の技術においては、ボイラ缶内における評価しか

行っておらず、非濃縮部であり pH 条件など水質条件及び温度条件などが大きく異なるエコノマイザに対する効果については、なんら検討されていない。

[0007] 本発明は、このような状況下になされたものであって、給水配管やエコノマイザなどの非濃縮部において腐食抑制効果を発揮し、かつ、ボイラ缶内などの濃縮部においてスケール付着を防止できるエコノマイザを有するボイラの水処理方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者は、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、エコノマイザに供給する給水に対して、給水中の P-アルカリ度 ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$)、及びシリカ濃度 ($\text{mg SiO}_2/\text{L}$) が、それぞれ所定の値になるように、アルカリ成分とシリカ成分を添加することにより、その目的を達成し得ることを見出した。本発明は、かかる知見に基づいて完成したものである。

[0009] すなわち、本発明は、

[1] 一部または全部が炭素鋼製エコノマイザを有するボイラの水処理方法であって、前記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中の P-アルカリ度が $20 \sim 100 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ 、及びシリカ濃度が $10 \sim 100 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ となるように、アルカリ成分とシリカ成分を添加することを特徴とする、エコノマイザを有するボイラの水処理方法、

[2] ボイラ水中の P-アルカリ度／シリカ濃度比が 1.0 以上となるように、前記アルカリ成分と前記シリカ成分を添加する、[1] のエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

[3] 前記アルカリ成分が、アルカリ水酸化物である、[1] 又は [2] のエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

[4] 前記シリカ成分が、ケイ酸塩である、[1] ～ [3] のいずれかのエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

[5] さらに、給水にスケール防止剤を添加する、[1] ～ [4] のいずれかのエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

〔６〕スケール防止剤がアクリル酸系ポリマーである〔５〕のエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

〔７〕アクリル酸系ポリマーが、数平均分子量２万～７万のポリアクリル酸塩である、〔６〕のエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

〔８〕給水ラインに給水ポンプを有し、該給水ポンプがボイラ缶内の水位によってＯＮ／ＯＦＦ作動し、断続的に給水される、〔１〕～〔７〕のいずれかのエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

〔９〕対象ボイラが小型貫流ボイラである、〔１〕～〔８〕のいずれかのエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

〔１０〕前記エコノマイザに給水する給水系に対して、前記アルカリ成分と前記シリカ成分を添加する、〔１〕～〔９〕のいずれかのエコノマイザを有するボイラの水処理方法、

を提供するものである。

発明の効果

〔００１０〕 本発明によれば、前記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中のＰ－アルカリ度とシリカ濃度が所定の範囲に維持するようにアルカリ成分とシリカ成分を添加することにより、給水配管やエコノマイザなどの非濃縮部において、腐食の抑制を効果的に発揮することができると共に、ボイラ缶内などの濃縮部においてもスケール付着を防止できる。

図面の簡単な説明

〔００１１〕〔図１〕試験例で用いたエコノマイザを模擬した試験装置の概略図である。

発明を実施するための形態

〔００１２〕〔水処理方法〕

本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法（以下、単に「本発明のボイラの水処理方法」又は「本発明の水処理方法」と称することがある。）は、前記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中のＰ－アルカリ度が $20 \sim 100 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ 、及びシリカ濃度が $10 \sim 100 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ となるように、アルカリ成分とシリカ成分を添加する。

[0013] 本発明の水処理方法において使用されるボイラは、少なくともエコノマイザの一部又は全部が炭素鋼製である。例えば、エコノマイザの給水と接触する少なくとも一部が炭素鋼製であることが望ましい。

本発明の水処理方法における対象とする給水系は、ボイラ水系システムであって、給水種としては、純水給水、逆浸透（RO）給水、軟水給水のいずれも適用可能である。

[0014] ボイラの形式は特に制限されず、ボイラの排気ガス熱をボイラ給水の加熱に利用する炭素鋼製エコノマイザを備えるものであればよく、小型貫流ボイラ、水管ボイラ、丸ボイラ、排熱回収ボイラ等を使用することができるが、給水ポンプのON/OFFにより流動、停止が繰り返されるケースが多い小型貫流ボイラを好適に使用することができる。

本発明における小型貫流ボイラとは、JIS B8223における特殊循環ボイラを意味する。すなわち、主として管によって構成され、一端から水を送り込み、他端から汽水混合物を取り出し、汽水分離器で分離後、加熱管へ戻る熱水の量が汽水混合物の50%以下となる水管ボイラをいう。小型貫流ボイラの給水方式は一般的に給水ポンプのON/OFF制御により給水されるため、小型貫流ボイラに設置されるエコノマイザの伝熱管内部では給水の流動、停止が繰り返される環境である。このような環境においては特にエコノマイザ内の腐食が進行しやすくなるが、本発明の水処理方法によれば、当該腐食を抑制することが可能となる。

適用するボイラの圧力に特に制限はないが、圧力が高くなりすぎると添加する防食剤等が熱分解し易くなるため、好ましくは3.0MPa以下、より好ましくは2.0MPa以下の圧力下で使用することが望ましい。

[0015] 次に、本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法について、具体的に説明する。

以下、本発明の水処理方法において使用されるボイラの一例を示す。

本発明の水処理方法において使用されるボイラは、給水系の上流にエコノマイザを有し、さらに、その下流にボイラ缶を備えたボイラ本体を有する。

エコノマイザに供給された給水は、当該エコノマイザにより、ボイラの排熱を利用して、熱交換により加熱されて、ボイラ缶内に導入される。

本発明において使用されるボイラは、エコノマイザに対して給水を供給する給水ポンプを備える。

当該給水ポンプは、ボイラ缶内の水位によってON/OFF作動し、断続的に給水されてもよい。

[0016] [アルカリ成分]

本発明においては、上記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中のP-アルカリ度が $20 \sim 100 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ になるようにアルカリ成分を添加する。

「P-アルカリ度」とは、水に溶解している炭酸水素塩、炭酸塩、リン酸塩及び水酸化物などのアルカリ成分を中和して、pHを8.3にするために試料1リットルあたりに要する酸（塩酸又は硫酸のいずれか）の量（mg）から、試料1リットルあたりに存在する炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）量に換算した値（ $\text{mg}/\text{リットル as CaCO}_3$ ）である。ここで、給水とはエコノマイザ入口における薬液が混合された後の給水液を意味する。本発明において、上記の濃度は、実施例記載の方法により求められる。

[0017] 給水中のP-アルカリ度が $20 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ 未満ではエコノマイザの防食効果が不十分となり、一方 $100 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ を超えると電気伝導率が上がりすぎ、後段のボイラ缶内でキャリオーバーしやすくなる。また、キャリオーバを防ぐためにブローを増やすことで、エネルギーロスが生じ不経済となる。

このような観点から、給水中のP-アルカリ度が、好ましくは $30 \sim 90 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ 、より好ましくは $40 \sim 80 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ となるように、給水ラインにアルカリ成分を添加する。

本発明において、P-アルカリ度の調整に用いるアルカリ成分としては、例えばNaOH、KOH、LiOH等のアルカリ水酸化物や、ケイ酸ナトリウム（給水中では溶解してNaOHを発生）などを用いることができる。こ

これらのアルカリ成分は1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせてもよい。

[0018] [シリカ成分]

本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法においては、前記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中のシリカ濃度が、 $10 \sim 100 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ となるようにシリカ成分を添加する。

「シリカ濃度」とは、試料1リットルあたりのイオン状のケイ素原子由来の成分を SiO_2 換算値とした濃度を意味する。本発明において、シリカ濃度は、実施例に記載の方法により求められる。

[0019] 給水中のシリカ濃度が $10 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ 未満ではエコノマイザの防食効果が不十分となり、一方 $100 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ を超えると後段のボイラ缶内でシリカがスケール化するなど、好ましくない事態を招来する。また、シリカのスケール化を防ぐために濃縮を低くする必要があり、ブロー量を増やすことでエネルギーロスが生じ不経済となる。

このような観点から、給水中のシリカ濃度が、好ましくは $10 \sim 70 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ 、より好ましくは $10 \sim 60 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ となるように給水ラインにシリカ成分を添加する。

上記シリカ成分としては、例えばケイ酸や、ケイ酸ナトリウム、ケイ酸カリウムなどのケイ酸塩を用いることができる。

[0020] 本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法においては、ボイラ缶内の高温下でのシリカスケールの発生を防止するために、ボイラ水中のPーアルカリ度／シリカ濃度比が1.0以上となるように、給水系にアルカリ成分とシリカ成分を添加することが好ましい。Pーアルカリ度／シリカ比が1.0以上で、シリカの析出を防ぎ、スケールが付着を防止する効果をより顕著にすることができる。ボイラ水中のPーアルカリ度／シリカ比は、実施例に記載された方法により求められる。

なお、ボイラ水中のPーアルカリ度は、給水ラインに添加される薬剤のアルカリ成分に由来するものと、原水中に含まれる炭酸水素イオン等がボイラ

内で分解して発生するアルカリ成分に由来するものに影響される。

[0021] [スケール防止剤]

硬度リークが生じた場合に、ボイラ缶内での硬度成分とシリカ成分のスケール化防止のために、スケール防止剤を、前記のアルカリ成分及びシリカ成分と併用することが好ましい。

このスケール防止剤としては、アクリル酸系ポリマー、カルボキシメチルセロース及びその塩などを添加することが好ましく、特にポリアクリル酸塩がより好ましく、さらに数平均分子量が2万～7万のポリアクリル酸塩がより好ましい。当該ポリアクリル酸塩の給水中への添加量は、特に制限はないが、通常給水中の濃度が0.1～100mg/L程度、好ましくは1～50mg/Lになるように添加される。なお、当該ポリアクリル酸塩の数平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー法（GPC法）で測定された標準ポリスチレン換算の値である。

これにより、硬度リークの発生等により硬度成分が混入した場合であっても、ボイラ缶内へのスケール付着を抑制することができる。

[0022] [他の添加成分]

本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法においては、他の添加成分、例えば既存の脱酸素剤、防食剤、中和性アミン等を併用することができる。これらの他の添加成分は、本発明の目的を阻害しない範囲において、任意に混合してボイラ水系（給水）に添加してもよく、また別々に添加してボイラ水系内で混合してもよい。

[0023] (脱酸素剤)

脱酸素剤としては、例えばヒドラジン、カルボヒドラジド、1-アミノピロリジン、1-アミノ-4-メチルピペラジン、N,N-ジエチルヒドロキシルアミン、タンニン（酸）及びその塩、エルソルビン酸及びその塩、アスコルビン酸及びその塩等が挙げられる。

上記脱酸素剤は、一種単独で又は二種以上を組み合わせ用いることができる。

また、窒素置換式、膜式、真空式等の酸素除去装置と併用してもよい。

[0024] (防食剤)

防食剤としては特に制限はないが、クエン酸、イソクエン酸、グルコン酸、グルコール酸、酒石酸、エリソルビン酸、リンゴ酸、乳酸、アスコルビン酸、2-ホスホノブタン-1, 2, 4-トリカルボン酸 (P B T C) 及びヒドロキシホスホノ酢酸 (H P A C)、並びにそれらの塩を挙げることができる。

上記防食剤は一種単独で又は二種以上を組み合わせ用いることができる。

前記塩としては、ナトリウム塩やカリウム塩等のアルカリ金属塩、アンモニウム塩等が挙げられる。

[0025] (中和性アミン)

中和性アミンとしては、例えばモノエタノールアミン (M E A)、シクロヘキシルアミン (C H A)、モルホリン (M O R)、ジエチルエタノールアミン (D E E A)、モノイソプロパノールアミン (M I P A)、3-メトキシプロピルアミン (M O P A)、2-アミノ-2-メチル-1-プロパノール (A M P) 等を用いることができる。

上記中和性アミンは、一種単独で又は二種以上を組み合わせ用いることができる。

[0026] 本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法は、給水中のP-アルカリ度と、シリカ濃度とを所定の範囲にすることで、ボイラ缶内のスケール付着防止と共に、エコノマイザにおける腐食発生を効果的に抑制することができる。

本発明の水処理方法により、給水ポンプのON/OFF作動により流動停止が繰り返される実験ボイラにおいても、給水配管や炭素鋼製エコノマイザなどの非濃縮部で、従来よりも大幅に腐食を抑制することが可能となり、ボイラ設備の安定運転、延命に寄与することができる。

実施例

[0027] 次に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの例によってなんら限定されるものではない。

[0028] (給水中のPーアルカリ度)

給水中のPーアルカリ度は、エコノマイザの上流側より添加したアルカリ成分（例えば、NaOH）およびシリカ成分（例えば、3号ケイ酸ナトリウム）から発生するPーアルカリ度から計算値として求めた。

例えば、NaOH 1 mg/LからはPーアルカリ度として1.25 mg CaCO₃/L、3号ケイ酸ナトリウム 1 mg/LからはPーアルカリ度として0.153 mg CaCO₃/Lが発生する。

[0029] (給水中のシリカ濃度)

給水中のシリカ濃度は、JIS B 8224 : 2005のイオン状シリカ分析方法に準じて測定した原水のシリカ濃度と、添加したアルカリ成分（例えば、3号ケイ酸ナトリウム）より発生するシリカ濃度の計算値の和とした。

なお試験例1～2については、原水中のシリカ濃度は無視できる程度に低かったので、給水中のシリカ濃度は、アルカリ成分（例えば、3号ケイ酸ナトリウム）より発生するシリカ濃度の計算値とした。

[0030] (ボイラ水中のPーアルカリ度／シリカ濃度比)

ボイラ水中のPーアルカリ度はJIS B 8224 : 2005に記載される測定方法に準じて測定された実測値を用いた。

ボイラ水中のシリカ濃度はJIS B 8224 : 2005に記載される測定方法に準じて測定された実測値を用いた。

ボイラ水中のPーアルカリ度／シリカ濃度比は上記実験値から算出した。

[0031] <試験例1>

実施例1～10及び比較例1～5

試験には、エコノマイザを模擬した図1に示す試験装置を用いて運転を行い、腐食抑制効果を確認した。

所定水質になるように調整された原水を、内部にヒーター3が設置された試験水タンク2に入れ、該ヒーター3を稼働させて60℃に加温した。

給水方法は、試験開始と共に、給水ポンプ6を実機ボイラを想定して、60秒ごとに運転及び停止を繰り返しながら、30L/hとなるように運転し、給水ポンプ6に連動する薬注ポンプ5により薬剤を添加し、原水と薬剤が混合された試験液（給水）を入口テストカラム8、熱交換器16、出口テストカラム10の順に、0.7MPaになるように背圧弁12で調整しながら通液した。試験は12時間運転、12時間停止を繰り返しながら3日間実施した。

入口テストカラム8及び出口テストカラム10には、それぞれテストチューブが設置されており、該チューブの内側に試験液を通し、入口テストカラム8の後段の熱交換器16により、出口温度計11で120℃となるように試験を行った。

薬剤は、アルカリ成分及びシリカ成分は、NaOHと3号ケイ酸ナトリウム（SiO₂:29質量%、Na₂O:9.5質量%）と純水を混合して、試験液（給水）が表1に示す濃度になるように、試験水タンク2から供給される原水中に添加した。

所定の試験期間経過後に、装置の運転を停止し、冷却後、テストカラム8及び10より、それぞれテストチューブを取り外し、JIS K 100に準じて脱錆処理を行い、期間中のテストチューブの腐食痕の数を調べた。その結果を表1に示す。

なお、テストチューブには、内径9mm、外径14mm、長さ150mmの炭素鋼製のものを脱脂して用いた。

[0032] 《試験液》

試験液としては、下記の原水に、表1に示す濃度となるように薬剤を添加した液を用いた。

原水の組成

NaHCO₃:20mg/L (CaCO₃として)

Cl⁻:40mg/L (NaClとHClで調製)

Na₂SO₄:40mg/L (SO₄²⁻として)

[0033] [表1]

表1

	給水中P-アルカリ (mgCaCO ₃ /L)	給水中シリカ濃度 (mgSiO ₂ /L)	併用する薬剤 (mg/L)	入口テストカラム 腐食痕の数(個)	出口テストカラム 腐食痕の数(個)
実施例1	20	10	なし	12	12
実施例2	20	20	なし	12	10
実施例3	20	30	なし	10	2
実施例4	30	20	なし	8	8
実施例5	30	30	なし	7	1
実施例6	50	20	なし	2	6
実施例7	50	30	なし	1	2
実施例8	50	50	なし	2	0
実施例9	100	50	なし	1	0
実施例10	100	100	なし	0	1
比較例1	15	15	なし	32	24
比較例2	15	40	なし	29	14
比較例3	40	5	なし	18	20
比較例4	15	10	クエン酸3Na (クエン酸として50)	24	50以上
比較例5	15	10	クエン酸3Na (クエン酸として25) 酒石酸2Na (酒石酸として25)	26	50以上

[0034] 表1の結果より、エコノマイザの腐食抑制効果は実施例1～10では、入口及び出口テストチューブ共に、腐食痕の数は少数に抑制できるのに対して、比較例1～5では、入口又は出口テストチューブで腐食痕が多数発生することが明らかとなり、実施例の腐食抑制効果が確認された。

[0035] <試験例2>

実施例11～17及び比較例6～10

試験例1において、給水方法として、下記のA方法又はB方法により運転し、3日間連続で試験を実施した。条件及び結果を表2に示す。

A方法：30L/hで連続して給水を行う。

B方法：60秒ごとに20L/hと40L/hを繰り返しながら給水を行う。

[0036]

[表2]

表2						
	給水中P-アルカリ (mgCaCO ₃ /L)	給水中シリカ濃度 (mgSiO ₂ /L)	併用する薬剤 (mg/L)	給水 パターン	入口テストカラム 腐食痕の数(個)	出口テストカラム 腐食痕の数(個)
実施例11	20	10	なし	A	15	14
実施例12	30	15	なし	A	11	12
実施例13	50	10	なし	A	5	7
実施例14	20	30	なし	A	12	6
実施例15	50	50	なし	A	3	2
実施例16	100	100	なし	A	1	0
実施例17	30	15	なし	B	10	10
比較例6	15	15	なし	A	40	29
比較例7	15	40	なし	A	33	19
比較例8	40	5	なし	A	22	25
比較例9	40	5	なし	B	20	21
比較例10	15	10	クエン酸3Na (クエン酸として25) 酒石酸2Na (酒石酸として25)	A	16	14

[0037] 表2の結果より、給水方法が連続の条件においては、実施例11～17及び比較例10において腐食抑制効果が確認された。実施例17においては流量を経時的に変化させても腐食防止抑制効果が確認された。

[0038] <試験例3>

実施例18～21及び比較例11

軟水給水運転を想定した下記の条件にて、水管ボイラを模擬した電気式テストボイラを用いたスケール付着試験を行った。

給水 : 野木町水 (給水水質 : EC約17mS/m、Cl-10mg/L、SO₄²⁻22mg/L、M-アルカリ度22mgCaCO₃/L、シリカ20mgSiO₂/L)

給水温度 : 25℃ (溶存酸素濃度約8mg/L)

運転圧力 : 0.7MPa

給水量 : 15L/h

ブロー量 : 1.5L/h

試験期間 : 72時間

電気ヒーターを挿入するSUS304製の試験チューブ (外径30mm、長さ300mm、肉厚5mm、エメリー紙#400研磨) をテストボイラに設置したのち、電気ヒーターを挿入し、テストボイラを起動した。

起動と共に給水に対して、薬剤を表3に記載の給水中の濃度になるように給水ポンプに連動して添加した。

試験後、テストボイラ缶内に設置した試験チューブへのスケール付着量を測定した。スケール付着量は、3本設置された試験チューブの先端から200mmまでに付着したスケールをカッターでかき取り、かき取ったスケールの質量を測定した。条件及び結果を表3に示す。

なお、P-アルカリ成分及びシリカ成分としては、NaOHと3号ケイ酸ナトリウム（SiO₂:29質量%、Na₂O:9.5質量%）と純水を混合して給水中に添加して、表3に記載した濃度とした。また、スケール防止剤ありの場合は、ポリアクリル酸ナトリウム（数平均分子量5万）を給水に対して5mg/L添加した。

[0039] [表3]

表3							
	給水中 P-アルカリ (mgCaCO ₃ /L)	給水中 シリカ濃度 (mgSiO ₂ /L)	スケール 防止剤	ボイラ水中 P-アルカリ度 (mgCaCO ₃ /L)	ボイラ水中 シリカ濃度 (mgSiO ₂ /L)	P-アルカリ度/ シリカ濃度比	スケールの 付着量 (g)
実施例18	20	20	なし	342	203	1.68	<0.05
実施例19	50	50	なし	639	489	1.31	<0.05
実施例20	80	90	なし	938	861	1.09	<0.05
実施例21	80	90	あり	943	886	1.06	<0.05
比較例11	80	120	なし	920	1107	0.83	0.38

[0040] 表3の結果より、軟水給水において、実施例18～21ではスケールの付着は非常に少ないのに対して、比較例11ではボイラ缶内のシリカ濃度が高く、P-アルカリ度/シリカ濃度比が1.0未満であり、明らかなスケールの付着が認められた。

[0041] <試験例4>

実施例22～28

軟水給水において硬度リークが発生したことを想定して、給水にCaCl₂をCaCO₃として2mgCaCO₃/L添加しながら、前記試験例3と同様の方法で下記の条件にて、水管ボイラを模擬した電気式テストボイラを用いたスケール付着試験を行った。

条件及び結果を表4に示す。

原水 : 野木町水（原水水質：EC約17mS/m、Cl⁻10mg/L、SO₄²⁻22mg/L、M-アルカリ度22mgCaCO₃/L、シリカ20mgSiO₂/L）に、CaCl₂をCaCO₃として2mgCaCO₃/L添

加

薬剤の添加：給水中P－アルカリ度50mgCaCO₃/L、給水中シリカ濃度50mgSiO₂/L、給水中スケール防止剤濃度4mg/L

ボイラ水中P－アルカリ/シリカ比率：1.28～1.33

運転圧力：0.7MPa

給水量：15L/h

ブロー量：1.5L/h

試験期間：72時間

[0042] [表4]

表4

	スケール防止剤	スケール分散剤の 数平均分子量	スケールの 付着量 (g)
実施例22	CMC	250000	0.22
実施例23	PAA	4000	0.09
実施例24	PAA	20000	<0.05
実施例25	PAA	50000	<0.05
実施例26	PAA	70000	<0.05
実施例27	PAA	100000	0.14
実施例28	添加せず	—	0.69

* CMC:カルボキシメチルセルロースナトリウム

PAA:ポリアクリル酸ナトリウム

[0043] 表4の結果より、硬度リーク発生を想定した条件では、実施例28においてはスケールの付着が若干認められたが、実施例22～27においては、スケールの付着はほとんど認められなかった。

産業上の利用可能性

[0044] 本発明のエコノマイザを有するボイラの水処理方法は、給水中のP－アルカリ度とシリカ濃度とを所定の範囲にすることで、給水配管やエコノマイザなどの非濃縮部において、腐食の抑制を効果的に発揮することができると共に、ボイラ缶内などの濃縮部においてもスケール付着を防止できる。

符号の説明

- [0045] 1 補給水
2 試験水タンク

- 3、14 ヒーター
- 4 薬注タンク
- 5 薬注ポンプ
- 6 給水ポンプ
- 7 流量計
- 8 入口テストカラム
- 9 入口温度計
- 10 出口テストカラム
- 11 出口温度計
- 12 背圧弁
- 13 熱媒タンク
- 15 熱媒ポンプ
- 16 熱交換器
- 17 流量調節バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 一部または全部が炭素鋼製エコノマイザを有するボイラの水処理方法であって、前記エコノマイザに供給する給水に対して、給水中のPーアルカリ度が $20 \sim 100 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$ 、及びシリカ濃度が $10 \sim 100 \text{ mg SiO}_2/\text{L}$ となるように、アルカリ成分とシリカ成分を添加することを特徴とする、エコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項2] ボイラ水中のPーアルカリ度／シリカ濃度比が1.0以上となるように、前記アルカリ成分と前記シリカ成分を添加する、請求項1に記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項3] 前記アルカリ成分が、アルカリ水酸化物である、請求項1又は2に記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項4] 前記シリカ成分が、ケイ酸塩である、請求項1～3のいずれかに記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項5] さらに、給水にスケール防止剤を添加する、請求項1～4のいずれかに記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項6] スケール防止剤がアクリル酸系ポリマーである請求項5に記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項7] アクリル酸系ポリマーが、数平均分子量2万～7万のポリアクリル酸塩である、請求項6に記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項8] 給水ラインに給水ポンプを有し、該給水ポンプがボイラ缶内の水位によってON／OFF作動し、断続的に給水される、請求項1～7のいずれかに記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項9] 対象ボイラが小型貫流ボイラである、請求項1～8のいずれかに記載のエコノマイザを有するボイラの水処理方法。
- [請求項10] 前記エコノマイザに給水する給水系に対して、前記アルカリ成分と前記シリカ成分を添加する、請求項1～9のいずれかに記載のエコノ

マイザを有するボイラの水処理方法。