

小型貫流ボイラーのヒドラジン規制強化への対応

三浦工業(株)

上 笛 政 仁

Responding to Tightening of Hydrazine Regulation for Small Once Through Boiler

by Masahito Kamizasa

近年、ヒドラジンの規制強化を受けて、小型貫流ボイラーの水管理においても脱ヒドラジンが進んでいる。ボイラーの高効率化、コンパクト化に伴い、より高度な水管理が要求されるなか、水処理機器や代替薬品の使用、適切なボイラーシステムの運用と管理によって、ヒドラジンを使わずとも安定した水管理方法が構築されている。

キーワード：小型貫流ボイラー、脱ヒドラジン、水処理機器、水管理、腐食抑制

1. はじめに

小型貫流ボイラーの蒸気は食品加工等の業種にて、蒸気を直接使用するようなケースがあり、安全性を重視する業種においては、従来からヒドラジンを含まない薬品が使用されてきた。一方で工業向けには防食効果の高いヒドラジンが使用されていたが、近年、規制強化を受けて、脱ヒドラジンが進んでいる。

小型貫流ボイラーの特徴を踏まえつつ、ヒドラジンの代替として主に機器を活用した腐食抑制方法について紹介する。

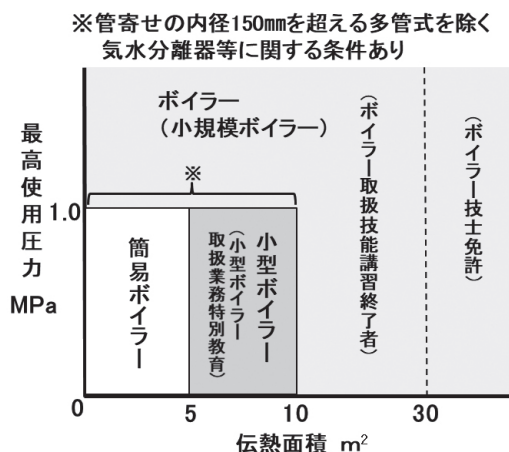


図1 貫流ボイラーの構造区分

2. 多管式小型貫流ボイラーの水処理上の課題

貫流ボイラーの区分は伝熱面積と最高使用圧力で分類され、小型貫流ボイラーは最高使用圧力1MPa以下、伝熱面積10m²以下に区分される¹⁾(図1)。主として水管によって構成されるため強度が高く、保有水量が少ないため安全性が高い。また、高効率で、起蒸時間が短く、特別教育を受講すれば使用できる等の利便性より、熱源として広く使用されている。

小型貫流ボイラーは単管式と多管式があり、多管式は、上下の管寄せを複数の水管によって連結した構造となる。

給水位置は下部にあり、水は蒸発によって濃縮しながら水管を上昇する。気水混合物は気水分離器で分離され、飽和水が下部に戻されるが、その量は気水混合物の50%以下と制限されているため、水管下部のボイラー水のpHは低く、溶存酸素濃度が高いという腐食し易い環境に晒される。

一方、水管上部は濃縮進行によりスケールが付着しやすい状況下にある（図2）。ボイラーの高効率化に伴い、従来機種と比較して伝熱面負荷（熱流束）が高くなっており、腐食と併せてスケール

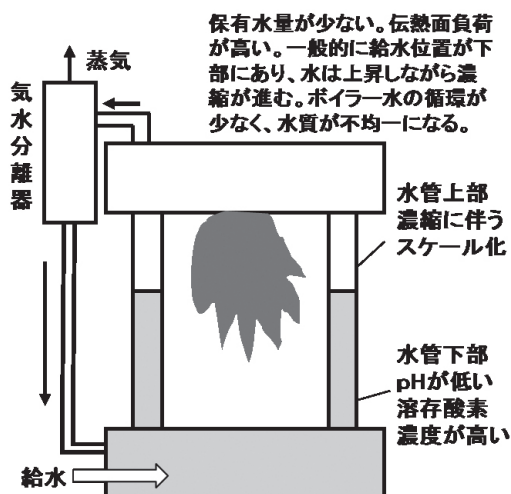


図2 多管小型貫流ボイラーの水処理上の課題

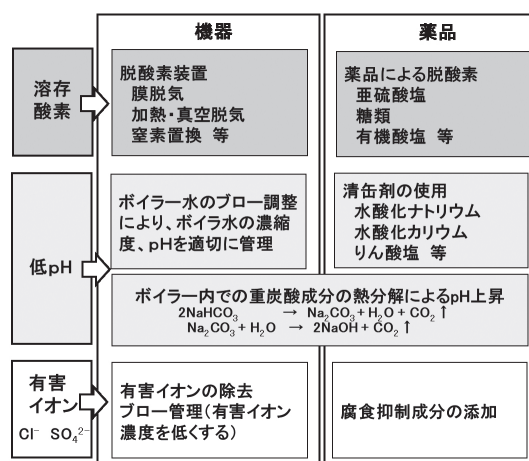


図3 腐食要因と抑制方法

管理にも十分に注意する必要がある。

3. ヒドラジン処理の代替方法

脱酸素反応に寄与するヒドラジンの代替方法としては、機械式の脱酸素装置、あるいは代替脱酸素剤が使用される(図3)。脱酸素するという目的に対しては、水の循環が少ない小型貫流ボイラー、またエコノマイザーの腐食を抑制するには、脱酸素反応に時間を要する薬品より、脱酸素装置が適しているといえる。

溶存酸素以外のボイラーの腐食に関与する水質因子としては、pH、有害イオン等があり、腐食進行に複合的に影響する。溶存酸素濃度を下げるのみでは、ボイラーの十分な防食は難しく、高い防食力を有するヒドラジンの代替策としては、溶存酸素以外の管理項目を強化する等、全体のバランスを考えながらの対処が重要となる。

最近ではボイラーの水位制御の技術進歩によって、ボイラー水の濡れ湯きに起因するようなアルカリ腐食の事例はほとんどなく、防食上pHは適正範囲内で、なるべく高く管理することが望ましい。小型貫流ボイラーは主に軟化水が使用され、軟化水中の重炭酸成分がボイラー水のpHの上昇に寄与する。原水の水質変動やドレン回収率の変動、また、軟化水中にはpH上昇を阻害する成分も含まれるため、給水水質を見ながら薬品(アルカリ)を添加し、ボイラー水のpHを適切に保つ

必要がある。

有害イオン対策としてはRO(逆浸透)装置などの機器による除去、あるいは有機酸、シリカ成分などの腐食抑制剤の添加により、腐食を抑制する。

軟化水を用いた場合、地域毎に水質が異なるため、使用する水の水質に応じて、どのポイントに重点を置いて水管理を行うか見定めることが大切であり、使用する水が良質な性状なら、薬品を使用せずに機器だけの水管理も可能となる。

4. 機器による腐食抑制方法

4. 1 機械式脱酸素装置の使用

液体への溶存気体量は、気体側の圧力に比例するという法則がある(ヘンリーの法則)。気体側を真空状態にすると、液体に溶けている気体を除去することができ、この原理を用いた脱酸素装置が広く普及されている。

真空塔内にボイラー給水を微粒子化した液滴として噴霧する方法や(図4)、ストロー状の中空糸を束ねた脱酸素モジュールを使用する方法があり(図5)、液体と気体の液体界面積を大きくすることで、効率的に脱気水を得ることができる。

4. 2 RO装置による有害イオンの除去

有害イオン濃度が高い地域の腐食対策としてRO装置を導入するケースが増えている。RO処理

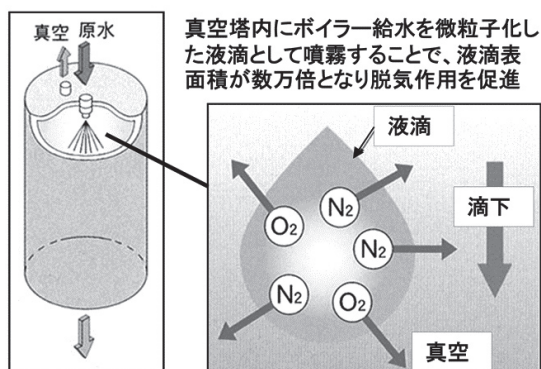


図4 真空脱酸素装置の一例

により、ボイラー給水に用いる水道水や地下水に含まれる溶存成分濃度を1/10以下のオーダーに低減することができ、ボイラーのブロー量を低減する効果がある。また、イオン交換樹脂では取れない有機物等も除去できる。

図6に軟化装置、RO装置、脱酸素装置を用いた給水処理の一例を示す。RO処理では有害イオンと共に、ボイラー水のpHの上昇に寄与する重炭酸イオンも除去されるので、薬品投入によってアルカリ分を添加するか、あるいは、アルカリ分を補うために一部の軟化水をブレンドすることで、軟化水の水質によっては無薬品化することもできる。

4. 3 多缶設置システムにおける水管理

小型貫流ボイラーは、蒸気負荷に応じて、稼働ボイラー数を制御する多缶システムが一般的である。

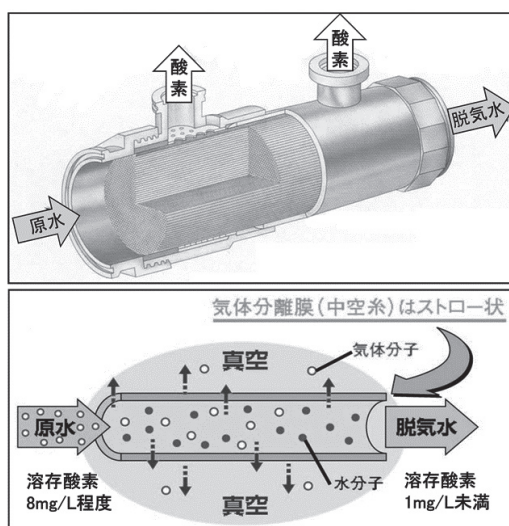


図5 中空糸を用いた膜式脱酸素装置

蒸気負荷が低い時期はボイラーの待機台数が増え、圧力が低下するとボイラー内へ空気の進入（酸素による腐食、二酸化炭素溶解に伴うpH低下）、また蒸気の逆流によりボイラー水が希釈される（pH低下）というような腐食リスクを生じる。

一ヶ月毎のボイラー水のpH、電気伝導率の平均値、蒸発量／平均蒸発量を図7に示す。蒸発量が少ない月のpHおよび電気伝導率は低く、蒸気負荷と水質は連動している傾向が伺える。

低負荷になった際に、著しいpHの低下がないよう、ボイラー水のpHを可能な範囲で高めに維持管理することが望ましい。対策としては、台数制御のローテーション間隔の調整（長時間のボイラー待機を防止）や、電気伝導率を監視しながら、

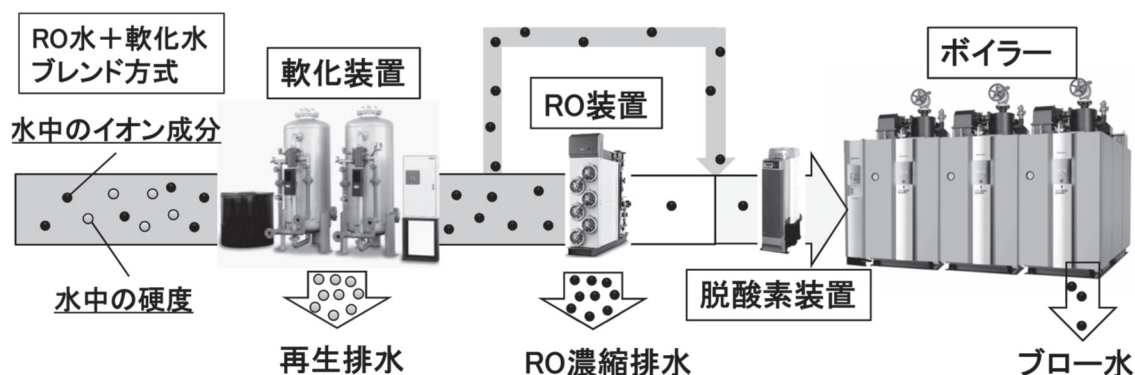


図6 RO装置の使用例

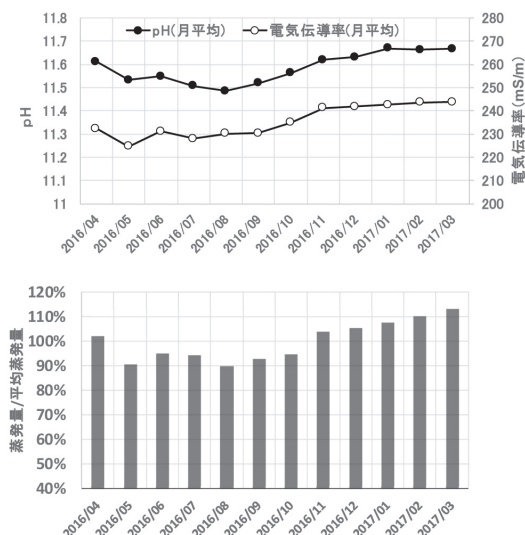


図7 1ヶ月毎のボイラー水質と蒸発量

電気伝導率が低くなればブロー量を制限し、ボイラー水質の変動を抑える等の方法が取られる。缶底ブローは、全量ではなく、排出量を制限し、また、ブロー後のボイラーを優先的に稼働すれば、低pHを抑制できる。

近年は従来と比較し、ボイラーのターンダウン比(定格燃料流量と制御可能な最小燃料流量の比)が大きくなっている。ターンダウン比が大きいほど、消費電力およびパージ損失の低減、運転効率向上等、省エネ効果も高くなることに加えて、同じ蒸気負荷でもそれぞれのボイラーに負荷を分散することで待機台数が減り、待機時の腐食リスクも軽減されるというメリットも付加される(図8)。

5. 水質管理項目及び管理値

小型貫流ボイラーの水質管理値はJIS B 8223において、多管式特殊循環ボイラーというカテゴリーで、圧力3MPaまでの管理値が設定されている²⁾。軟化水使用時の基準を表1に示す。りん酸イオン、亜硫酸イオン、ヒドラジンについては、これらを添加する場合に限り適用されるが、近年はヒドラジンを始めとして、これらの薬品の替わりに他の防食剤やスケール分散剤が使われるようになっており、各水処理メーカで個別に管理項目や管理値を設定し運用されるケースが多い。表1

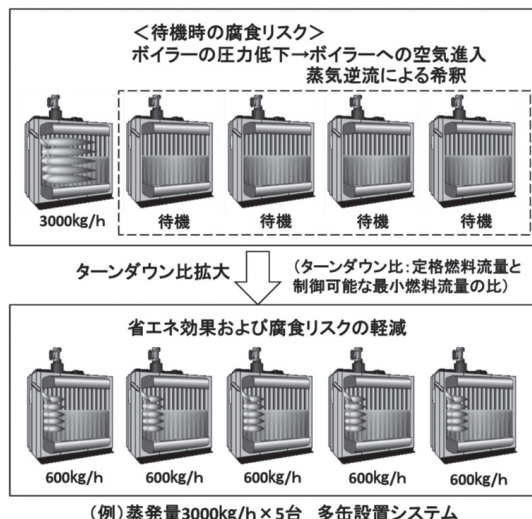


図8 ターンダウン比拡大による腐食抑制効果

に示す項目以外では、例えば溶存酸素、硫酸イオン、シリカ、薬品成分等が分析される。

6. 水質監視

小型貫流ボイラーシステムはトラブルを未然に防ぐために通信監視が主流となっている。

水質の確認は、一般的に現場にて採水を行い、サンプル水を分析機関に集約し、所定の項目の分析を行うが、水管理上重要な項目については、通信システムを利用して水質を監視している(図9)。

ボイラーの高効率化(伝熱面負荷の増大)、また腐食抑制のために高pH運転(ボイラー水の濃縮倍率を高く維持)を推奨する上で、軟化水の硬度管理はスケール防止のため重要となり、従来の硬度指示薬から、分析機器による監視への移行が進んでいる。原水硬度監視によって、軟化装置の再生タイミングを最適化、軟化水に硬度漏れがあれば樹脂筒ユニットの切り換え運転等によってスケール付着を防止している。

ボイラー水の電気伝導率はキャリーオーバー防止、濃縮不足防止を目的にボイラー側で監視され、異常値を示せばブロー量を自動調整し、適切な電気伝導率に維持される。

溶存酸素濃度はサンプル水への空気侵入等に影響されるため、現場での速やかな測定を要する。

表1 多管式特殊循環ボイラーの水質管理項目及び管理値 JIS B 8223：2015（軟化水使用時）

		給水	ボイラ水	
常用使用圧力	MPa	3以下	1以下	1を超え3以下
処理方式		—	アルカリ処理	
pH (25℃)		5.8～9.0	11.0～11.8	
硬度	CaCO ₃ : mg/L	1以下	—	—
鉄	Fe: mg/L	0.3以下	—	—
酸消費量(pH 4.8)	CaCO ₃ : mg/L	—	100～800	600以下
酸消費量(pH 8.3)	CaCO ₃ : mg/L	—	80～600	500以下
電気伝導率(25℃)	mS/m (μS/cm)	—	400以下(4000以下)	300以下(3000以下)
塩化物イオン	Cl: mg/L	—	400以下	300以下
りん酸イオン※	PO ₄ : mg/L	—	20～40	
亜硫酸イオン※	SO ₃ : mg/L	—	10以上	10～20
ヒドラジン※	N ₂ H ₄ : mg/L	—	0.1～1.0	0.1～0.5

※添加する場合に適用

主な水質監視項目	監視目的	
原水硬度	スケール付着防止	軟化装置の再生タイミングの最適化
軟化水硬度	スケール付着防止	濃度異常判定およびお知らせ機能 能力低下時の軟化装置の樹脂筒ユニットの切り換え運転
ボイラー水電気伝導率	キャリオーバー防止(過濃縮) 腐食防止(濃縮不足)	ボイラーの連続ブロー弁の開閉で、適正範囲に調整
給水溶存酸素	腐食防止	濃度異常判定およびお知らせ機能

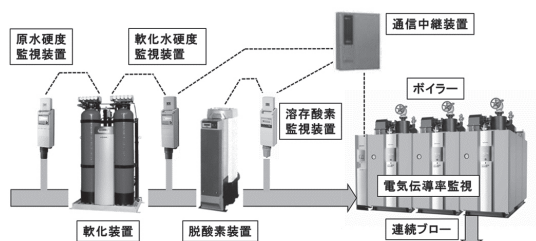


図9 主な水質監視項目と監視装置設置例

腐食抑制のため溶存酸素の日常管理は大切で、脱酸素装置とともに自動監視装置が導入されるケー

スがある。

7. おわりに

腐食は種々の要因が複合して進行するため、改善が困難なことがあっても、それ以外の管理強化等でカバーすることも可能で、水質やボイラーの特徴をよく把握した上で全体の最適化を考えた対応が望まれる。

弊社では約20年前にヒドラジンを全廃しており、ヒドラジンを使用しなくとも、水処理機器や代替薬品の使用、適切なボイラーシステムの運用と管理によって、十分な保全実績を得ている。

〈参考文献〉

- 1) 労働安全衛生法施行令第1条第4号（昭和47年法律第57号，最終改定 令和元年6月5日公布年政令第19号）。
- 2) JIS B 8223：2015「ボイラーの給水及びボイラ水の水質」。