

まえがき

近年、ボイラーの高負荷化、高効率化が図られるとともに環境対策が進むなかボイラーの安定的な運転を続けるためには、ボイラー水の管理が大変重要になっています。ボイラーの事故や故障事例のなかには今でもなお水に起因しているものが多く含まれており、安全な運転を行うためには、スケールの付着や腐食トラブルを回避することが肝要です。また、エネルギーの有効利用のためには、スケールの付着を防ぎ、高い熱効率を維持する必要があります。さらに、最近では、一時的に休止・待機するボイラー設備の腐食防止や再起動時のボイラー水の管理など、休止に伴う水管理技術も要求されています。一方、脱酸素剤として広く使用されてきたヒドラジンが、がん等の健康被害を生じるおそれがある物質とされたことなどから、これに代わるボイラー薬品が開発されつつあります。

ボイラーの取扱者は、的確な水管理を実践するため基礎的な知識を理解した上で、水質の調節・管理業務を行うことが必要です。このため当協会では、平成18年2月に「ボイラー技士のための水管理」講習会を開催したところです。本書は同講習会の参加者及びテキストの読者の皆様からのご質問や、現場で実際に運用、管理される皆様が普段、疑問に思っているような事柄、最新の水管理技術について、実践事例の解説（Q&A）として取りまとめ、専門家から初心者まで幅広い方々が利用できるよう分かりやすく編集したものです。

「ボイラー技士のための水管理」テキストと併せ、本書が広く活用され、日常の水管理はもちろん、水管理の方式、機器、薬品などの選択にも役立ていただき、ボイラーの水管理の向上、関係災害の防止に寄与することを期待します。

最後に、本書の作成に当たって執筆ならびに編集に多大のご尽力をいただいた水管理委員会の委員の方々に深く感謝の意を表する次第であります。

委員長	水野 孝之	(三重大学)
委員	石原 俊明	(日機装(株))
(五十音順)	金井 修	(オルガノ(株))
	坂本 勉	((財)日本規格協会)
	佐藤 隆敏	(栗田工業(株))
	下門 隆之	((株)日本サーモエナー)
	平野 秀朗	((財)電力中央研究所)
	米加田 勇	(三浦工業(株))

平成22年10月

社団法人 日本ボイラ協会
会長 高村 淑彦

ボイラー技士のための水管理

Q & A

目次

I 実用編

1. ボイラー用の水

Q1.1 ボイラー水に適している水とそうでない水との判断は？ …………… 2

Q1.2 地下水をボイラー用水として用いる予定。ボイラー用水として使用可能？ …… 4

2. 水管理に関連する障害

2.1 スケール及びスラッジ

Q2.1.1 伝熱面熱負荷が高いボイラーほどスラッジよりもスケールになりやすい？ …………… 8

Q2.1.2 スケール生成成分の大部分はスラッジになり、スケールになるの有一部分？ …………… 9

Q2.1.3 軟化装置に硬度漏れが起こると、どれくらいの期間で障害が出る？ …… 10

Q2.1.4 軟化装置管理上の留意点について、具体的な管理方法は？ …………… 11

Q2.1.5 除鉄洗浄剤の洗浄手順は？ …………… 15

Q2.1.6 シリカスケール化の防止のために、どのように管理する？ …………… 16

Q2.1.7 清缶剤の組成について規格のようなものはある？ …………… 18

Q2.1.8 清缶剤使用の推奨モデルは？ …………… 20

Q2.1.9 停止時、起動時の使用操作の標準的マニュアルは？ …………… 22

Q2.1.10 スラッジを排出するための缶底ブローの頻度はどのように決める？ …… 23

Q2.1.11 「ボイラー運転中にスケールを除去する」方法とは？ …………… 28

Q2.1.12 酸洗浄時のスケール成分との化学的反応は？ …………… 31

Q2.1.13 物理的方法、化学的処理の選定基準は？ …………… 33

Q2.1.14 酸洗浄後の中和防せい処理剤での化学式は？ …………… 34

Q2.1.15 毎朝硬度漏れがないことを確認していたがスケールが付着した。何が原因？ …………… 35

2.2 腐食

Q2.2.1 鋼が高温の水と接触し、四酸化二鉄(Ⅲ)鉄(Ⅱ)が生じる温度は？ …… 44

Q2.2.2 鋼の腐食とpHとの関係は、温度によってどのように変化する？ …… 47

Q2.2.3 アルカリ腐食が起こる部分は、どの程度の熱負荷？ …………… 48

Q2.2.4 水平管構造、垂直管構造などによって腐食発生に違いがある？ …… 49

Q2.2.5 水酸化ナトリウム成分などが濃縮するのは、水循環の不良などが原因？ …… 50

Q2.2.6 アルカリ腐食を発生する遊離アルカリとは、どのような過程で存在する？	53
Q2.2.7 多孔質スケールの除去の具体的な方法は？	55
Q2.2.8 障害の予兆や発生を確認できる水質管理項目は何か？	56
Q2.2.9 ボイラー新設時には腐食が発生し易いとか、その理由と防止対策は？	58
Q2.2.10 ボイラー保存時の多孔質スケールはカソードとして作用する？	60
Q2.2.11 厚めの付着（錆）スケールの下にすり鉢状腐食が発生するのはなぜ？	61
Q2.2.12 不動態膜とはどのようなもの？	63

2.3 キャリーオーバー

Q2.3.1 シリカの選択的キャリーオーバーを注意する必要があるボイラー運転条件とは？	66
Q2.3.2 ホーミングの原因となる油脂分はどの程度の濃度で影響がある？	67
Q2.3.3 キャリーオーバーはどの水質管理項目をみると障害の予兆や発生を予測できる？	68

3. 水質管理目標

Q3.1 水質管理項目は、全ての項目で標準値の範囲を満足しなければならないの？	70
Q3.2 ボイラーの水による障害と水質管理項目の間にはどのような関連がある？	71
Q3.3 JIS B 8223 の改訂版（2006 年版）の変更点と変更理由は？	72

4. 補給水処理

Q4.1 凝集沈殿装置でフロックのキャリーオーバーで濁度が上昇する。原因と対策は？	76
Q4.2 凝集ろ過装置で濁度上昇の原因と対策は？	78
Q4.3 凝集ろ過装置で圧力損失が上昇の原因と対策は？	79
Q4.4 前処理として活性炭吸着処理を行っても、処理水質不良となる原因と対策は？	80
Q4.5 イオン交換水（脱塩処理）で電気伝導率が下がらないときの原因と対策は？	81
Q4.6 イオン交換水（脱塩処理）でシリカがリークするときの原因と対策は？	82
Q4.7 イオン交換水（脱塩処理）で採水流量が低下したときは、どのように対処したら良い？	83
Q4.8 イオン交換樹脂の劣化（イオン交換容量の低下）の確認方法は？	84
Q4.9 逆浸透処理装置の処理水質が低下したときの対処法は？	85
Q4.10 逆浸透処理装置の差圧が上昇の原因と対策は？	86

5. ボイラー系水処理

5.1 物理的脱酸素

- Q5.1.1 窒素置換法に用いる窒素はどの位の純度のものと量が必要？ 88
- Q5.1.2 膜脱気と窒素置換法の各々の経済性は？ 94

5.2 ボイラー系統内処理方式

- Q5.2.1 pH 調節を水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムで行う場合の選択の基準は？ 96
- Q5.2.2 炭酸ナトリウムに代わる良い薬剤が開発された？ 97
- Q5.2.3 最高使用圧力が 3MPa 以下のボイラーで Na/PO₄ モル比を 3.0 に維持するとは？ 98
- Q5.2.4 低圧ボイラーでも、アルカリ腐食を起こす場合はりん酸塩処理をする？ 100
- Q5.2.5 Na/PO₄ モル比 3.0 のりん酸ナトリウムは、遊離の水酸化ナトリウムをどのように生成する？ 101

5.3 ボイラー系統内処理薬品

- Q5.3.1 ボイラー水の酸消費量 (pH8.3) を求める実験式に濃縮倍数はどう反映されている？ 104
- Q5.3.2 主な清缶剤原料物質の pH はどのようになる？ 105
- Q5.3.3 pH の管理は原水の酸消費量 (pH4.8) に不足分を加えて管理すれば良い？ 106
- Q5.3.4 基礎投入の具体的な投入手順 (薬品投入量を含む) は？ 107
- Q5.3.5 運転を続けたままでスケールの付着状況や腐食発生の有無を判定する方法？ 110
- Q5.3.6 スケールが付着したときの除去の方法、及び今後の水管理は？ 113
- Q5.3.7 スケール付着防止のアクリル酸系ポリマーの具体的な運用の方法は？ 114
- Q5.3.8 非りん酸塩系清缶剤の水質管理上の留意点は？ 116
- Q5.3.9 JIS B 8223 にはポリマーの管理濃度は定められていない？ 120
- Q5.3.10 スラッジ分散剤の投入の目安と管理上、気をつけなければいけない点は？ 121
- Q5.3.11 ときどき給水に硬度リークが発生するが改善する方法は？ 123
- Q5.3.12 スラッジ分散剤の添加で酸化鉄の平均粒子径が小さくなる。これはどう評価する？ 125
- Q5.3.13 ヒドラジンを使用する場合は、一般的に触媒も注入する？ 126
- Q5.3.14 ヒドラジンに変わる薬剤でポピュラーなものは販売されている？ 127
- Q5.3.15 亜硫酸ナトリウムによる溶解性蒸発残留物濃度及び電気伝導率の増大はどうなる？ 132
- Q5.3.16 亜硫酸ナトリウムの脱酸素反応に与える pH の影響で反応速度の影響をどう見る？ 133

Q5.3.17	亜硫酸ナトリウムに併用する酸化防止剤はボイラー水中での反応を妨げない？	134
Q5.3.18	一般に販売されている亜硫酸ナトリウムには酸化防止剤が含まれている？	135
Q5.3.19	鉄の腐食に与える硫酸イオンの影響は、酸素の濃度によって影響される？	136
Q5.3.20	アミン類は、給水系統配管に注入されるが給水系の防食効果もある？	137
Q5.3.21	揮発性アミン類は種類によって分配比は異なっているが、選定の方法は？	138
Q5.3.22	揮発性アミン類の解離定数はどのような見方をしたら良い？	139
Q5.3.23	アミンによる配管防食はボイラーから近い所は分配比が小、遠い所は大が有効とは？	140
Q5.3.24	蒸気配管に孔。凝縮水に鉄分が多く含まれている。対策は？	141
Q5.3.25	皮膜性アミン類の注入では、効果が現れるまでにどのくらいの時間が掛かる？	144
Q5.3.26	注入量は皮膜形成の面積に依存する？注入点と最適な注入量の決定は？	145
Q5.3.27	防食効果は水温が低いほうが高くなる？低い温度とは？	146
Q5.3.28	併用処理で、揮発性アミン類単独処理よりも得られる防食効果は？	147
Q5.3.29	併用処理を行う場合の具体的な運転方法は？	148
Q5.3.30	防食皮膜の安定した皮膜形成状況をどのように確認する？	149
Q5.3.31	特殊循環ボイラーで防食皮膜の形成は運転条件によって、特別な配慮が必要？	150
Q5.3.32	いろいろな薬品を配合した一液性の薬品は一般に販売されているの？	151
Q5.3.33	皮膜形成防食剤による水処理は今後、JISに折り込まれる可能性はある？	152
Q5.3.34	皮膜形成防食剤は、従来の炉筒煙管ボイラー、水管ボイラーにも適用されている？	153
Q5.3.35	清缶剤：薬品の種類はどうやって選定したらよい？	154
Q5.3.36	復水中の鉄分の除去はどのように行えばよい？	156
Q5.3.37	ボイラー水のpHがりん酸イオンの濃度とpHの関係図よりも低くなる現象の原因は？	157
Q5.3.38	残留した溶存酸素と、硫酸イオンとの共存下で促進する腐食反応はどの様になる？	158
Q5.3.39	亜硫酸ナトリウムの熱分解と腐食の反応式は？	159

6. ボイラー休止中の処置

6.1 短期保存

Q6.1.1 触媒配合のヒドラジンで、保存開始時に早急に脱酸してしまった方

が効果的？	162
Q6.1.2 保存水中のヒドラジンが、一日に2~3mg/L消費されるのは、どのような理由？	163
Q6.1.3 給水の溶存酸素当量に対するヒドラジンの投入の計算式は？	164
Q6.1.4 亜硫酸ナトリウムによる保存では、保存処理可能な期間は最大5日間程度？	165
Q6.1.5 通常は亜硫酸ナトリウム（又は糖類）を使用し、保存時だけヒドラジンを使用してもよいか？	166
Q6.1.6 糖類はボイラー水のpHを低下させるが、経時変化でどのように低下していく？	167
Q6.1.7 糖類配合薬剤による短期保存時の水質で、糖類は10倍の濃度差。この差の意味は？	168
Q6.1.8 糖類配合薬剤による短期保存時の水質は、硫酸イオンが300mg/L以下。この意味は？	169
6.2 長期保存	
Q6.2.1 連続薬注の場合は昇圧しないで保管態勢に入る。ヒドラジンの反応は大丈夫？	172
Q6.2.2 窒素封入はリークして空気が入り込まないようにするということ？	173
Q6.2.3 1年間の満水保存を行なうときの注意点は？	174
Q6.2.4 ヒドラジンによる保存。6ヶ月での、1000mg/Lは軟化水の場合？	175
Q6.2.5 保管薬剤は初期投入で一度に入れてもよい？	176
Q6.2.6 長期満水保存では、軟化処理された原水で薬剤無添加の方法が最も手軽？	177
Q6.2.7 亜硝酸ナトリウムを初期投入した後は何らかのメンテナンスが必要？	178
Q6.2.8 カルボン酸系の保存は、どのように運用する？	179
Q6.2.9 薬剤が不足の場合の追加添加では均一に混合させるのが難しいのでは？	180
Q6.2.10 追加添加が必要になるケースは、どのような初期的ミスがあった場合？	181
Q6.2.11 窒素封入に使用する窒素の純度は？	182
Q6.2.12 窒素封入保存時、空気抜き弁及び窒素封入弁は“開”状態にしておく？	183
Q6.2.13 給水管系、復水管系の保存方法は？	184
Q6.2.14 乾燥保存とする場合の実施例は？	185
Q6.2.15 給水ポンプ、薬注装置、軟水装置、弁など実際に保存された実施例は？	187
7. 排水処理	
Q7.1 ボイラーブロー水の排水処理はどのように行ったら、最小経費で済む？	190
Q7.2 COD _{Mn} 成分が5~60mg/L程度存在している。この範囲の差は何に起因する？	194

Q7.3 COD _{Mn} 成分の処理を行う場合の設備, また, 手順は?	195
--	-----

II 基礎編

1. 水管理の基礎化学

Q基 1.1 オキソ水酸化物は, 酸化水酸化物の別のよび方?	200
--------------------------------------	-----

2. 水質管理項目

Q基 2.1 酸消費量 (pH4.8), 酸消費量 (pH8.3) とは何?	202
Q基 2.2 電気伝導率と蒸発残留物の関係は?	206
Q基 2.3 電気伝導率の単位, mS/mと μ S/cm, μ Ω/cmはどう違う の?	208
Q基 2.4 残留塩素と塩化物イオンはどう違うの?	210
Q基 2.5 スーパーヒータへ給水を吹き込む場合, 注入点はどのように決める か?	212
Q基 2.6 ヒドラジンを給水系統に注入する場合, 濃度管理と注入点にどのよ うな注意が必要?	213

3. 化学的処理の基礎解説

Q基 3.1 pH管理をする場合の薬剤注入量は?	216
Q基 3.2 水酸化ナトリウムの濃縮によって保護皮膜が溶解。溶解する時の反 応式は?	220

4. イオン交換処理

Q基 4.1 イオン交換樹脂が, 再生時に元のイオンに戻るのは何故?	222
--	-----