

## やさしいゴミ焼き入門

### 第五章 ちょっと、まずいよボイラーの水管理（その3） アルカリ処理とりん酸塩処理

水道の蛇口をいっぱいを開け10分間、水を出しっ放しにする。その間に机と実験台に雑巾がけをし、床が汚ければ掃除機をかける。それから、やかんに水を汲み、お湯を沸かす。これが分析室での一日の始まりなのである。

朝一の水道水には配管の錆が出てきて飲んでもまずく、ガラス器具の洗浄にも適さないのである。ちなみに、コップに汲んだ水がいつまでも白く濁っていて、金気臭（かなけしゅう）が強かったら、それは亜鉛引き鋼管から溶け出した亜鉛である。こういう所が当工場には多いのである。

清く正しい分析屋は、コンタミ（contamination：汚染）を嫌うので毎日掃除をするのである。ナトリウムとか塩素イオンなどは何処にでもあるので、埃や泥がビーカーやフラスコに入ったら何の分析をしているか分からなくなってしまうのである。ちなみにカリウムを原子吸光で測定している部屋に、たばこを吸っている人が入ってくるとノイズが多くなってしまふ。

やかんのお湯が沸くまで30分かかる。その間に3階で事務的な仕事をするのであるが、つい忘れてしまい2回も空炊きをしてしまった。ボーナスが出たら電気ポットを買おうと思っている。

ところで、遅くなりましたが主任試験に合格された貴兄と貴女へ、  
「おめでとうございます。」  
そうでなかった方へ「M主査の予想が外れたときの論文担当の講師が至りませんでした。来年頑張ります。」

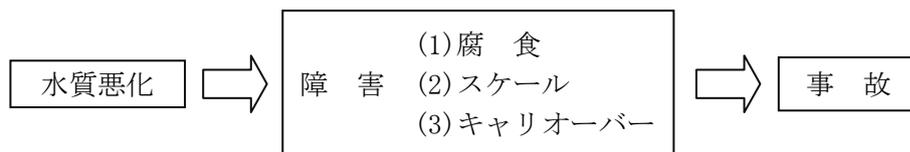
今回は前回の続きである。

#### 1. ボイラーの水処理は分からない

という話しをよく聞くのである。この「やさしいゴミ焼き入門」は、高度な内容と平易な表現をモットーとしているので？枝葉に拘らずどーんと説明してしまう。

##### (1) ボイラーの水処理の目的

ある統計によると、日本の水管ボイラーの事故原因のトップは水質の問題であり、事故件数の1/3を占めている。この統計でいう事故とは、破裂や水漏れなどボイラーの運転が出来なくなることを指している。そして、熱効率の低下や蒸気純度の低下など運転の継続が可能なものを障害として区別している。障害の程度が、ひどくなると事故になるのである。つまり、ボイラーの事故を減らすためには、水質による障害を防止することが有効なのである。そして、この水質による障害を防ぐことがボイラーの水処理の目的である。



## (2) 障害と対策

ボイラの水処理は、純水装置や脱気器を中心にしたボイラ外処理と清缶剤や脱酸剤などの薬剤を使用するボイラ内処理に分けられる。ここでは、水質によるボイラの障害の原因とその対策を外処理と内処理に分けて簡単に述べる。

### ①腐食

#### (ア)pHによるもの

高すぎても低すぎても鋼は腐食する。高温水と接触する鋼の腐食は、水のpHが11～12のとき一番少なくなることが知られている。pHが低くなった場合は全面腐食を起し、pHが高過ぎると蒸発管等の表面にアルカリの濃縮層を生じアルカリ腐食の原因になる。対策は連続ブローの調節とpH調節剤の注入量を適切に保つことである。

#### (イ)溶存酸素によるもの

点食 (pitting corrosion) として発生する。pHが低く塩素イオン濃度が高いとその進行が促進され、一度発生すると原因を除去しない限り進行は止まらない。対策は、給水の脱気を十分行うことと、ボイラ水のヒドラジン濃度を維持することである。ところで、ヒドラジンは、給水が空気と接触しない範囲でなるべく上流側に注入することが望ましい。第一工場は脱気器の後にヒドラジンを注入しているのであるが、脱気器の防食も考えて脱気器給水ポンプ入り口に変更することが望ましい。

### ②スケール

#### (ア)硬度成分によるもの

スラッジになりやすい炭酸塩硬度成分 --  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$

スケールになりやすい非炭酸塩硬度成分 -  $\text{CaCl}_2$  ,  $\text{CaSO}_4$

$\text{MgCl}_2$  ,  $\text{MgSO}_4$

対策は純水装置で除去することになる。もしも、リークしてボイラに入ってしまった場合は清缶剤のりん酸イオンや苛性ソーダの働きでヒドロキシアパタイト  $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  や水酸化マグネシウム  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  の沈澱にして、連続ブローやボトムブローで追い出す。

#### (イ)シリカによるもの

硬質で熱を通しにくいスケールになりやすい。対策は、純水装置のシリカポリシャーで除去する。ボイラに入ってしまった場合は、清缶剤の苛性ソーダの働きで、水に溶ける珪酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  とし、連続ブローやボトムブローで追い出す。

#### (ウ)酸化鉄によるもの

復水や給水の腐食生成物がボイラに流入するとスラッジやスケールになりやすい。対策は、

復水系統の防食効果も高い脱酸剤を使用することと、脱酸剤は給水系統のできるだけ上流に注入することである。

### ③キャリアオーバー

これは、やさしいゴミ焼き入門第4章に書いたので省略である。

続いて、アルカリ処理とりん酸塩処理の説明に入るが、話を簡単にするために当工場と同程度の設備を仮定する。つまり、ボイラ外処理にはイオン状シリカも含めた電解質すべてを除去する純水装置と脱気器を備えていることである。

## 2. アルカリ処理

### (1) 定義

アルカリ処理とは、ボイラ水のpHを主に水酸化ナトリウムなどのアルカリによって調節する処理方法である。と単純に定義する。

ここで、「遊離の苛性アルカリによって・・・」とするから素人さんに分からなくなってしまうのである。英語で caustic treatment という。ちなみに、苛性ソーダは caustic soda である。「じゃー、なんで清缶剤にはりん酸塩が入っているの。という素朴な疑問がでてくる。清缶剤は、少なくとも2つの目的をもって製造されている。pHの調節（苛性ソーダの役目）とスケールの防止（これを除硬という、りん酸塩の役目）である。りん酸塩でもpHを調節することが出来るのだが、ここでは、補助的な役目でしかなくスケール防止がその役割である。

### (2) 特徴

純水を給水にするため、カルシウムやマグネシウムなどの硬度成分やMアルカリ度成分（重炭酸塩――今風には、炭酸水素塩）は殆どボイラ内に流入しないので、pH調整とスケール防止のためのりん酸イオン濃度の維持が極めて簡単になる。つまり、清缶剤を純水で希釈しているのと同じなので、一定の組成の清缶剤をブロー量に見合うだけ注入すれば、希望するpHとりん酸イオン濃度の維持が同時にできる。ここに、中年探偵団がアルカリ処理を推薦してきた理由があるのである。

ただし、熱負荷の高い蒸発管などに苛性ソーダの濃縮層を生じて、アルカリ腐食を起こすこともあるという欠点も持っている。

## 3. りん酸塩処理

### (1) 定義

りん酸塩処理とは、ボイラ水のpHをりん酸塩だけで調節する処理方法である。

### (2) 特徴

- ①アルカリ腐食の予防を主な目的として行われるボイラ内処理の一つである。
- ②ボイラ給水には、アルカリ処理よりも良質な純水が必要である。
- ③pHの調節機構は、次のとおりである。

りん酸ナトリウム  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  を代表に説明するのである。りん酸ナトリウムは、水に溶けると加水分解（脚注参照）して水酸化ナトリウムと りん酸1水素ナトリウム を生じるのである。



この水酸化ナトリウムがpHを上げるのである。

- ④負荷が大きくなったとき、蒸発管表面付近の濃縮層のりん酸ナトリウムが飽和濃度に達して、管壁に析出しボイラ水中の りん酸イオン濃度が減少することがある。これをハイドアウト（隠れるという意味である）と呼ぶ。

伝熱面蒸発率が  $13.6\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{hr}$  と低い当工場では、よほどのことがなければ、まず心配ないのである。ちなみにゲージ圧力  $30\text{kg}/\text{cm}^2$ （水温約  $230^\circ\text{C}$ ）のときのりん酸ナトリウムの飽和濃度は  $16.7\%$  である。

- ⑤  $240^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$  の範囲でハイドアウトを起こすと、 $\text{Na}_2.8\text{H}_{0.2}\text{PO}_4$  の組成で示されるりん酸水素ナトリウム と、析出物  $1\text{g}$  につき  $0.05\text{g}$  の水酸化ナトリウムを生じ、結果的に水処理は、アルカリ処理になってしまう。ここは、反応式がうるさいので結果だけである。

- ⑥ 純粋装置からアルカリ分の漏洩（これをアルカリリークという）がある場合とない場合で、薬注条件を替えなければならない。

(ア) アルカリリークのない場合  $\text{Na}/\text{PO}_4 = 2.8$  に相当する りん酸ナトリウム混合物を清缶剤として使用する。

(イ) アルカリリークのある場合 複雑になる。興味のある方は、分析室までお来し下さい。

#### 4. でもって、

結論である。当工場は薬注設備にやや不安があるものの、ハード的にはりん酸塩処理を採用するのに十分なものを持っている。ソフト的には、いま勉強中なのである。諸般の事情から、りん酸塩処理をすることになっても、もう少し準備期間をもらって薬注設備の改良とお勉強が進めば、十分対応可能であると考えられる。

気分的には、今後りん酸塩処理を採用するしないにかかわらず、アルカリ腐食の原因の究明と対策に、もう少し力を入れて欲しいと思っているのである

次回の予定

忘年会が終わってから考えます

(脚注) まずいなーと思いながらこれを書いている。やさしいゴミ焼き入門が、だんだん難しくなってしまう。化合物に水が作用して起こると見なせる分解反応を加水分解という。