

HRSG 腐食トラブル対策 (FAC, リン酸塩腐食), 環境対策 (脱ヒドラジン) としての High-AVT(LO) 水処理運用実績

High-AVT(LO) Application to Himeji No.2 as a Countermeasure
Against FAC, Phosphate Corrosion and Toxic Oxygen Scavenger



木戸 遥^{*1}
Haruka Kido

濱崎 彰弘^{*2}
Akihiro Hamasaki

岩藤 任善^{*3}
Takayoshi Iwato

椿崎 仙市^{*4}
Senichi Tsubakizaki

梅田 智志^{*5}
Satoshi Umeda

菱田 純^{*6}
Jun Hishida

関西電力(株)では、姫路第一発電所における水処理最適化研究の実績をもとに、2013 年姫路第二発電所(新設)において、給水にヒドラジンを注入せず、pH を従来より高く管理する High-AVT(LO) 水処理設備を導入した。水質試験、機器点検結果を通じて効果が確認されたので、実績として紹介する。また、本成果は、2015 年改正の JISB8223 (ボイラの給水及びボイラ水の水質) に反映され、HRSG の標準的な水処理方法として広く適用されている。

1. はじめに

火力発電プラントの給水処理に使用されているヒドラジンは、健康への影響が懸念され使用を抑制する方向にある。一方、プラントの給水系統で発生する障害として流れ加速型腐食 (FAC: Flow Accelerated Corrosion) の問題があり、対策としてボイラの給水 pH を上げることが有効であることが確認されている。このような背景から、関西電力(株)では、姫路第一発電所における水処理最適化研究の実績をもとに、2013 年姫路第二発電所(新設)において、給水にヒドラジンを注入せず、pH を従来より高く管理する High-AVT(LO) 水処理設備を導入した。本成果は、2015 年の日本工業規格 JIS B8223 “ボイラの給水及びボイラ水の水質” の改正に反映された(表1)。今回、水質試験、機器点検結果を通じて効果が確認されたので、実績として紹介する。

表1 JIS B 8223 電力事業用排熱回収ボイラの給水の水質の管理項目及び管理値【抜粋】

	旧(2006 年)	新(2015 年)		
処理方式	揮発性物質処理	揮発性物質処理		
還元剤	あり	あり	なし	なし
酸化還元性	還元形 AVT(R)	還元形 AVT(R)	低酸化形 AVT(LO)	酸化形 AVT(O)
pH	8.5 ~ 9.7	8.5 ~ 10.3		
溶存酸素 O: $\mu\text{g/L}$	7 以下	7 以下	5 未満	5~20
ヒドラジン N2H4: $\mu\text{g/L}$	10 以上	10 以上	—	—

*1 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部プロジェクト総括部高砂プラント技術部

*2 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部プロジェクト総括部高砂プラント技術部 主席技師 技術士(機械部門, 総合技術監理部門, 環境部門, 生物工学部門)

*3 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部プロジェクト総括部高砂プラント技術部 主席技師 技術士(機械部門)

*4 三菱日立パワーシステムズ(株)サービス本部長崎サービス部 主席技師

*5 関西電力(株)国際事業本部国際企画部門国際グループ マネジャー

*6 関西電力(株)火力事業本部火力企画部門人財・安全推進グループ マネジャー

2. 関西電力(株)姫路第二発電所の概要

姫路第二発電所は兵庫県姫路市に位置し、ガスタービン、排熱回収ボイラ(HRSG)、蒸気タービンを主な構成要素とするコンバインドサイクル発電プラントとコンベンショナル発電プラントで構成されている。コンバインドサイクル発電プラント1ユニットの出力は486.5MWで、6ユニット設置されている。1号機は2013年8月に運転を開始した。主な仕様を表2に示す。

表2 姫路第二発電所1号機の主な仕様

(1) プラント効率	熱効率 約60%(低位発熱量)
(2) ガスタービン	M501J 形
(3) 蒸気タービン	単流排気再熱混圧復水型
(4) 排熱回収ボイラ	再熱式三重圧自然循環型

薬液の注入点を図1に示す。復水ポンプの出口側にアンモニア水を、低压・中圧ドラムにりん酸ナトリウム溶液を注入する系統となっている。(ヒドラジンは使用しない。)

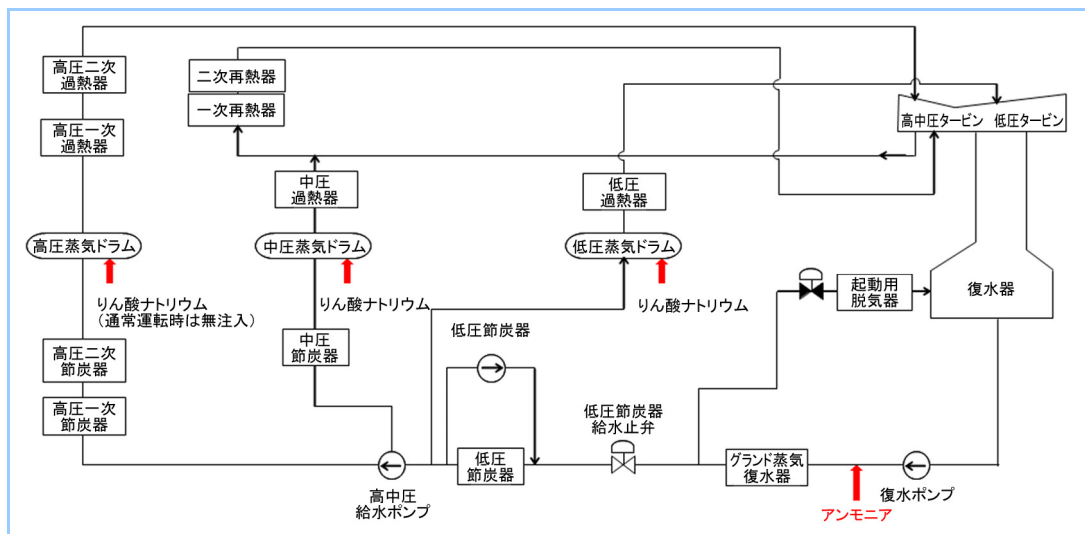


図1 姫路第二発電所での薬液の注入点

3. JIS B8223“ボイラの給水及びボイラ水の水質”改訂内容

3.1 ボイラ給水の揮発性物質処理(AVT: All Volatile Treatment)の見直し

従来、ボイラ給水の揮発性物質処理では pH 調整用にアンモニアを、脱酸素剤にヒドラジンをを用いるAVT(R)が用いられてきた。ここで、RはReducingを表す。ヒドラジンは、使用は禁止されていないが健康への影響が懸念され、使用を抑制する方向にある。厚生労働省の指針では、取り扱う現場の労働者の暴露低減を目的として、設備の改造(設備の密閉化等)、安全衛生教育、取扱期間の記録、記録の保存(30年間)等が、講ずべき措置として記載されている。そこで、JISにヒドラジンを使用しないAVT(LO)、及びヒドラジンを使用せず微量の酸素を許容するAVT(O)の水処理が追加された。ここで、OはOxidizing, LOはLow Oxidizingを表す。改正JISでは、給水pHの上限が9.7から10.3に引き上げられたのでHigh-AVT(LO)水処理も、AVT(LO)と表記されることとなった。

3.2 流れ加速型腐食(FAC)対策

プラントの給水系統で発生する障害として、FACの問題がある。FACが発生すると短期間で減肉し、配管が噴破する。JIS改訂により、溶存酸素の管理値、またpH値の管理値の見直しにより、AVT(O)または、High-AVT(LO)による対策が可能となった。AVT(O)は、溶存酸素濃度の制御により被膜を形成する。High-AVT(LO)は、pH制御により鉄溶出を抑制する。図2にpHとFAC減肉速度の関係を示す。従来のAVT領域(pH9~9.6)から、高pH領域(pH9.7~10.3)に上昇させることで、減肉速度の抑制を期待できる。

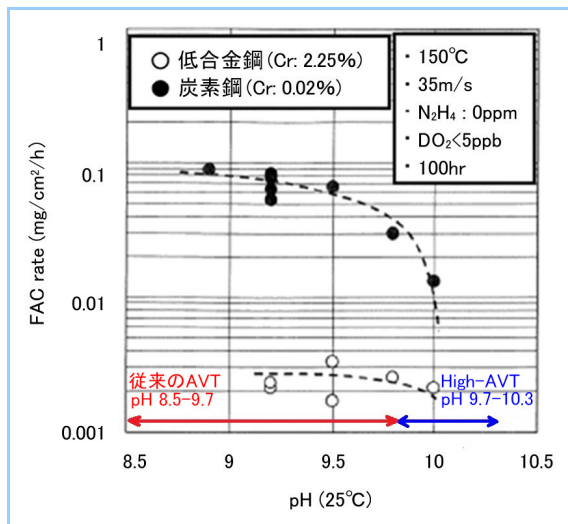


図2 pHと減肉速度の関係

4. High-AVT(LO)適用時の留意事項

前項に記載の通り、FAC対策として、JIS改訂後はAVT(O)とHigh-AVT(O)の2つの水処理が新たに可能となった。High-AVT(LO)は従来の電気伝導率によるpH制御方法の設定値を変更するだけで適用できる。以下に、適用時の留意事項を述べる。

4.1 銅系材料の排除

銅系材料はpHが高くなると腐食し、またアンモニア水では錯イオンとなり溶解するので、銅系材料を排除する必要がある。銅系材料は、復水器の管材以外にも、復水ポンプの羽根車や軸受、弁のパッキン、計器のユニオンのパッキンやナットなどにも使われている場合があるので、注意が必要である。姫路第二発電所の計画においては、各機器の使用材料を確認し、銅系材料があれば代替品を採用して銅系材料を排除した。

4.2 臭気対策

AVTからHigh-AVTへ水処理を変更する場合、アンモニア濃度を上昇させることになる。アンモニア濃度は、pH9.0からpH9.8への変更で約20倍となる。復水器の真空ポンプの排気は、アンモニアが濃縮され相当な臭気を発する可能性があるため、排気先を屋上などに配置しアンモニア臭気が問題にならない様考慮する必要がある。また、サンプリング装置の手分析水や、系統のポンプの軸シール水などからアンモニアが放散する可能性があるため、建屋内に臭気が滞留しない様、排気を考慮する必要がある。

5. 運転確認の結果

5.1 pH

従来の給水処理では、ヒドラジンとアンモニアを注入していたが、High-AVT(O)はアンモニアだけで水処理を行う。従来のAVT領域(pH9～9.6)から、高pH領域(pH9.7～10.3)にpHを上昇させるためのアンモニア濃度と、アンモニア注入制御の指標となる電気伝導率を計算した。計算の結果より、アンモニア濃度に相当するpHと電気伝導率の関係を図3(実線)に示す。

また、姫路第二発電所にて、実際に給水pHを9.5～10.1まで変化させて計測した給水の電気伝導率とpHの関係を図3に示す。計算に基づいてアンモニア制御用の電気伝導率により、目標とするpHに制御できていることが確認された。

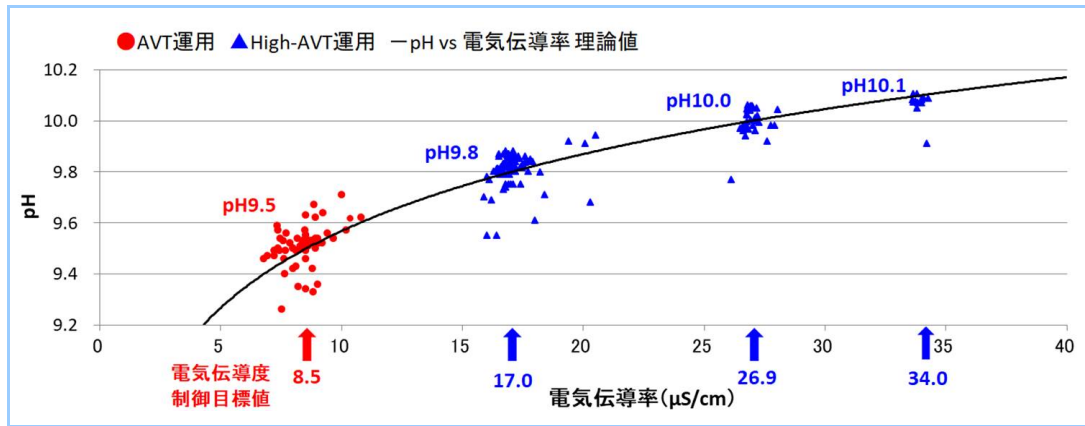


図3 給水の電気伝導率とpHの関係

5.2 溶存酸素

ヒドラジンを注入せず運転した場合の溶存酸素濃度の経時変化を確認した(図4)。通常運転時の溶存酸素濃度は $1 \mu\text{g/L}$ であり, JIS による High-AVT (LO) の規定値である溶存酸素 $5 \mu\text{g/L}$ 未満を維持できることを確認した。

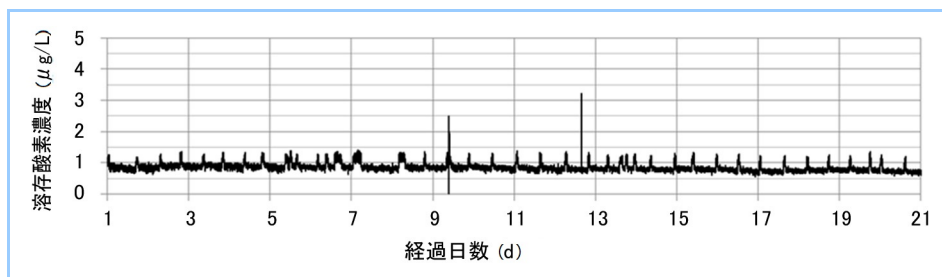


図4 溶存酸素濃度の経時変化

5.3 給水鉄濃度

前述の pH 制御の確認試験を実施した際に計測した, 給水の鉄濃度を示す(図5)。pH9.5 と従来の AVT の pH 領域で運転した場合の給水鉄濃度は, $7 \sim 15 \mu\text{g/L}$ で推移していた。pH9.8 ～ 10.1 と High-AVT (LO) の pH 領域で運転した場合の鉄濃度は, $2 \sim 5 \mu\text{g/L}$ であり, pH9.8 以上とすることで鉄の溶出を抑制できていることを確認した。

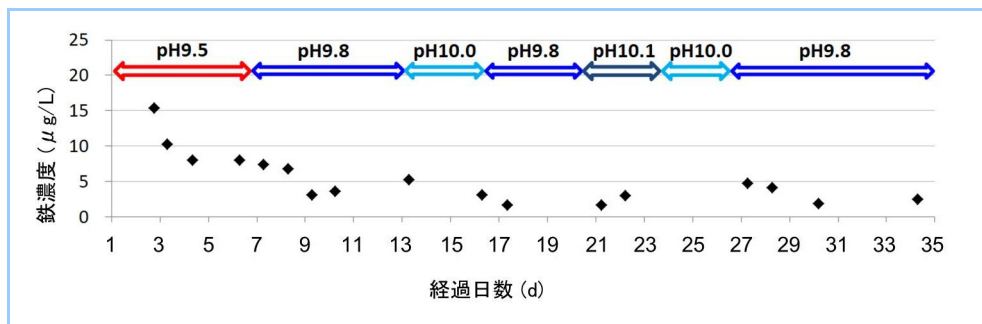


図5 給水の鉄濃度

6. 内部点検結果

図6に運転開始1年後に行った HRSG のドラム内部点検結果を示す。腐食などの異常は確認されず, スラッジ堆積もほとんど認められなかった。

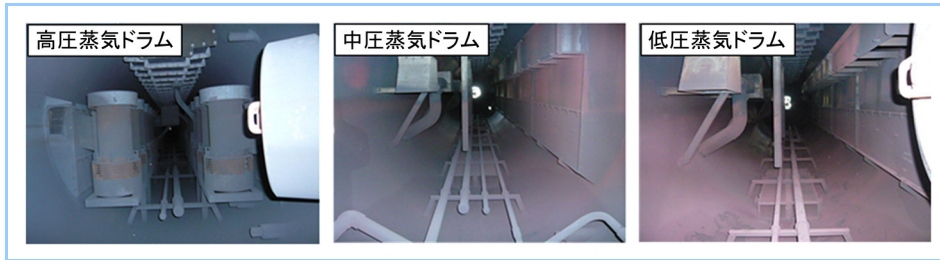


図6 運転開始1年後の HRSG のドラム内部点検結果

7. まとめ

ヒドラジンによる健康被害と流れ加速型腐食 (FAC) を考慮し, High-AVT (LO) の水処理を採用した姫路第二発電所の水質データの取得と解析を行った。その結果, High-AVT (LO) の有効性を確認することができた。

- (1) High-AVT (LO) 運用時においてボイラ給水溶存酸素, pH を基準値内に管理できることが確認された。
- (2) 従来の給水 pH (9.5) で運転した時よりも, High-AVT (LO) における高 pH で運転した方がボイラ給水鉄濃度を半分以下に低下することが確認された。
- (3) ドラム内部点検の結果より, High-AVT (LO) において腐食等の問題がないことが確認された。

今後も, High-AVT (O) の長期運転の結果を引き続き検証し, プラント水処理の品質向上や水処理基準改正に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 村田ほか, “回転円盤法による FAC 影響パラメータの検討結果”, 材料と環境討論会, pp. 77-80 (2006)