



化石燃料発電および原子力発電所のボイラー給水 および冷却水のTOCモニタリング

はじめに

発電所内の水、特にボイラー給水は厳密な分析管理の対象になります。ボイラー給水の有機物汚染は高温高圧下で容易に酸化され、腐食性の有機酸や炭酸の形成につながる可能性があります。したがって、最新の給水製造では、最終給水の腐食電位を低減および制御するために逆浸透膜または限外ろ過膜やイオン交換を使用しています。経験則として、ボイラーシステムの運転圧力が高いほど、推奨の汚染レベルは低く設定されます（たとえば、圧力が31 bar以上ではTOC<0.5 mg/L、62 bar以上ではTOC<0.2 mg/L*）。

蒸気配管や熱交換器での漏れによって引き起こされるような汚染を監視するために、還水のTOCレベルもチェックする必要があります。さらに、原子力発電所では加圧水型原子炉を調整するために、中和性アミンやホウ酸のように塩が脱酸素剤として添加されることが多くあります。

湿式紫外線分解は特定の添加剤サンプルマトリックスを伴うppb濃度範囲のTOC測定に適しています。multi N/C UV HSをサンプル測定に使用しました。それぞれ異なるサンプルラック数のAS10、AS21、AS varioといったさまざまなタイプのオートサンプラーにより、高度な自動化を提供します。

*) APAVE (蒸気および電気装置所有協会)が発行

キーワード

発電所で腐食による影響のパラメーターを監視するためのボイラー給水と冷却水中の微量の全有機体炭素 (TOC) の再現可能で精度の良い測定

概要

湿式紫外線酸化による完全自動で高感度のNPOC測定により、費用対効果が高く、安定したルーチンメソッドを提供

multi N/C UV HSは20 mLまでの非常に大容量の注入を可能としたため、最高の測定感度が得られます。2つの強力なUV波長 (185 nm と254 nm) を同時に使用する高出力UVリアクターにより、塩マトリックスであっても強力な酸化を保証します。TOCブランクを含む酸化試薬を使用する必要がないため、微量範囲の純粋な直接TOC測定を行うことができます。

サンプルと測定条件

サンプルと試薬

- ボイラー給水サンプル
- 合成冷却水溶液
- 1 M (2 N) H_2SO_4 (自動サンプル酸性化に使用)

サンプル前処理と測定

給水サンプルは、測定まで4 °Cの冷蔵庫に保存しました。原子力発電所で通常みられる合成冷却水を準備し、一定量のTOC標準を添加しました。溶液は以下の濃度で調製しました:

- 7 g/L ホウ酸
- 1 mg/L ナトリウム
- 7 mg/L カリウム
- 2 mg/L リチウム
- 7 mg/L アンモニウム

300 $\mu\text{g/L}$ および1000 $\mu\text{g/L}$ のTOC標準溶液 (フタル酸水素ナトリウム) をこの合成溶液に添加しました。

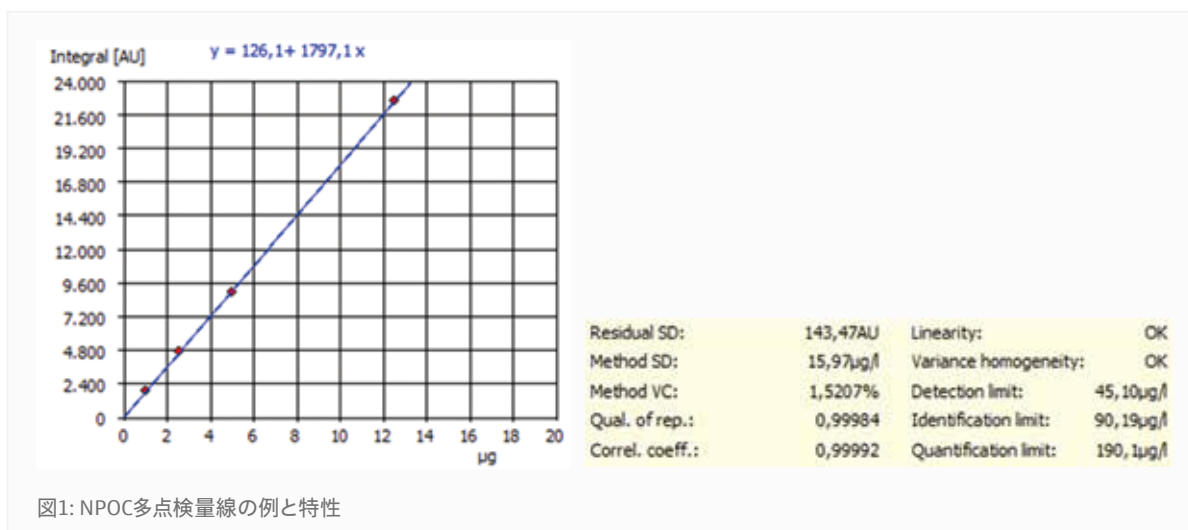
サンプルは、数回共洗いした40 mLオートサンプラーバイアルに入れ、アルミホイルで密閉し、ASvarioサンプルラックに設置しました。測定前にサンプルはpH<2となるように1 M H_2SO_4 で自動的に酸性化した後、キャリアガスでページしました。これはNPOC測定の前にTICを完全に除去するため、メソッド設定に従いオートサンプラーで行われます。

高出力長寿命UVリアクターでの酸化プロセスで、全ての炭素化合物が完全に CO_2 に変換されました。測定ガス中の CO_2 濃度の定量にはワイドレンジビームフォーカスNDIR検出器を使用しました。

TICコントロール測定により無機炭素および溶存二酸化炭素が完全に除去されたことが確認できました。

検量線

1000 mg/Lフタル酸水素カリウムストック溶液から調製した標準溶液を使用し、不揮発性有機炭素 (NPOC) 測定により検量線を作成しました。微量範囲は500 $\mu\text{g/L}$ の1点検量線を用いました。2つ目の多点検量線は0.5 -2 mg/Lの範囲をカバーしました。検量線とその特性を図1に示します。



multi N/Cシリーズのソフトウェアでは1つの測定で最大3つの範囲の検量線を組み合わせることができます。装置は、結果の計算に最適な検量線を面積値に基づいて自動的に選択します。これにより最適な検量線が確実に選択されます。これは特にユーザーフレンドリーで測定値に最高の正確性と精度を保証します。

装置

TOC測定に以下のメソッド設定を使用しました:

表1: メソッド設定

パラメーター	multi N/C UV HS
測定パラメーター	NPOC (TIC コントロール)
酸化分解	酸化、酸化試薬なし
測定回数	最小3回、最大4回
NPOCバージ時間	360秒
注入前の共洗い	3回
注入量	5 mL

結果と考察

以下の表に少なくとも3回の測定結果から計算されたNPOC測定の平均値と相対標準偏差を示します。標準液を添加した合成冷却水サンプルを“AQAスタンダード”として測定しました。multiWinソフトウェアは自動的にAQA測定値から以前測定した調製溶液の調製水のTOCブランク値 (マトリクスブランク、113.9 AU/mL) を差し引きます。

表2: 結果

サンプル ID	NPOC 平均値 [μg/L]	RSD [%]
マトリクス + 300 ppb KHP	326.2	1.25
マトリクス + 1000 ppb KHP	1060	0.89
ボイラー給水 1	129.0	2.8
ボイラー給水 2	55.2	3.3

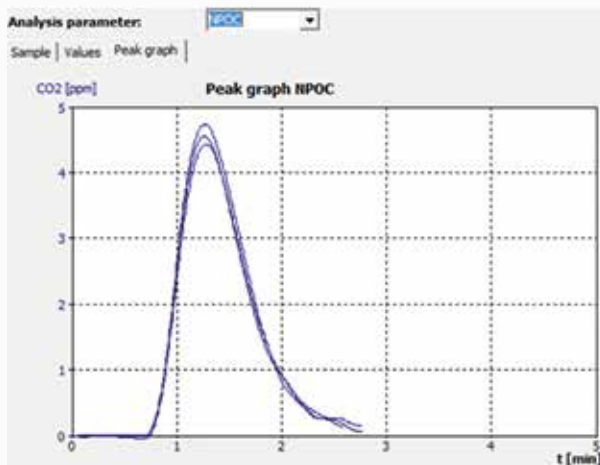


図2: “ボイラー給水 2” のピーク

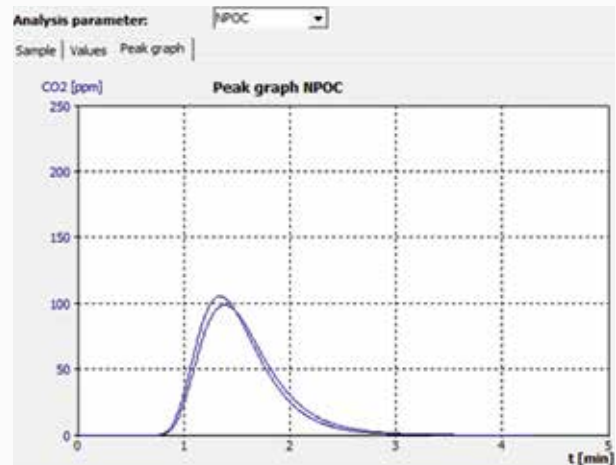


図3: “マトリクス+1000 ppb KHP” のピーク

結論

標準液を添加した合成ホウ酸サンプルの結果は、TOC化合物の完全な酸化に酸化試薬の添加が必要ないことをはっきりと示しています。したがって、サンプルの読み取り値に常に重大なTOCブランク値を追加し、注意して扱わなければならないペルオキシ二硫酸ナトリウムの使用を省略することができます。UV照射とサンプル中の溶存酸素はすべての有機化合物をCO₂に変換するのに十分です。得られた結果は発電所のボイラー給水や冷却水中のTOC測定に対し、非常に信頼できます。

適用したmulti N/C UV HSは電力業界のTOCモニタリング用途に最も快適なソリューションを提供します。高出力長寿命UVリアクターにより、所有コストを削減します。UVランプは通常3年以上使用できます。さらに、必要な試薬は一般的に購入でき、ユーザーが簡単に調製できます。

オートサンプラーAS varioを使用することにより高度に自動化でき、ルーチンの品質管理ラボで高いサンプルスループットと費用対効果を提供します。

この資料に記載している内容は、発行時点の内容であり、情報は変更される場合があります。技術的な変更や修正など、他の文書がこの文書に優先する場合があります。