Water Technologies & Solutions
case study

ヨーロッパの動物用飼料工場における TOCを使ったボイラー設備の復水の有機物監視

概要

エンドユーザー:

Mars GmbH社

場所:

ドイツ　フェルデン

アプリケーション:

ボイラー設備の復水の監視

測定技術:

Sievers *全有機炭素（TOC）計 M9型

選定理由:

循環ボイラー設備では、pH / 導電率 / UVセンサーを使用しても、脂肪 / 油 / 粒子による汚染を十分に検出できません。TOC計 Sievers M9型は、アルカリ性サンプルでも低濃度の有機汚染を正確に検出でき、堅牢な前処理フィルターと組み合わせることで、粒子を含む高温の復水を監視し、リアルタイムのプロセスデータを得られます。

運転結果:

- ボイラー給水の有機汚染リスクを最小限に抑える
- ボイラー設備のガイドラインに従って資産保護を改善
- 12か月の校正安定性 / 高感度測定 / 低メンテナンス
- 汚染を迅速に検出できる高速な応答時間
- 前処理フィルターの自動洗浄機能

背景

ドイツのフェルデンにある動物用飼料を生産するMars GmbH社は、地元の認証機関やヨーロッパ規格（DIN EN 12952 / 12953）に適合したボイラー設備を所持しています。

各規格では72時間の無人運転を行うための要件を規定しています[1-5]。脂肪 / 油 / グリースが混入する可能性がある場合、蒸気発生器の汚染を防ぐための信頼性の高いシステムが必要です。このシステムには復水の汚染を自動で検知できるオンライン測定器が必要です。

ボイラー設備の仕様では、ボイラー給水と復水に有機汚染がないことを要求しています。

ボイラー給水は制御されたプロセスから供給されますが、復水は熱交換中に汚染される恐れがあり、注意深く監視する必要があります。

従来はUVセンサーを使用して復水の有機汚染を監視していましたが、測定値が不正確でメンテナンスが煩雑なために中止されました。UVセンサーの光学窓に大量の粒子が付着するため、毎日数回の洗浄が必要でした。さらに、低濃度の有機物を検出するのに十分な感度がありませんでした。

チャレンジ

動物用飼料の工場では、加熱 / 滅菌 / 洗浄などのプロセスで蒸気が使用されます。Mars GmbH社は、熱交換器を介してウシスエット（脂肪）を液化するために蒸気を使用します。したがって、蒸気サイクルに脂肪や油脂などの有機物が混入するリスクがあります。

油脂は水にほとんど溶解せず、pHや導電率センサーでは油脂を十分に検出できないため、有機汚染を検出することはできませんでした。

ボイラー設備は週末は無人運転です。ボイラー設備を無人運転する場合のガイドラインは以下の通りです。:「油脂が侵入する可能性がある場合、二重ボイラーシステムを使用する必要があります。復水の汚染を自動で検知できる監視装置によって、油脂が蒸気発生器に混入しないことが保証されている場合、これを省略できます。」[3]

もう1つの課題は、Mars GmbH社の復水に含まれる薬品です。ボイラー設備の腐食を防ぐために水のpHをアルカリ性に維持するために不揮発性アミンを使用しています。不揮発性アミンは揮発しないため蒸気を汚染せずに、pHを7～8と比較的低く保つことができます。ただし、pHが低くなると配管が腐食して損傷を与えてしまい、大量の粒子が発生します。復水を監視する分析装置では、これらの粒子が分析を妨害し、目詰まりを引き起こす可能性があります。

解決

従来のセンサーでは有機汚染物質を適切に検出できません。一方で、全有機炭素（TOC）による有機物監視によって、すべての有機物質を検出できるため、システムに組み込んで迅速なオンライン分析が可能です。ただし、メンテナンスを最小限に抑えるためにはサンプルの前処理が重要です。

復水は高温です。配管の腐食による粒子で汚染されていることが多く、水処理薬品が含まれている可能性があります（図1）。pHは中性～アルカリ性です。錆びた色のような粒子は有機汚染の原因にはなりませんが、TOC計の目詰まりの原因となり、分析に支障をきたします。

正確で堅牢な分析をするためにはサンプルの前処理が不可欠です。したがって、復水の監視のために一般的に使用されているTOC計 Sievers* M9 オンライン型のテストを行いました。

TOC計 Sievers M9型を使用したテストの目的は、Sieversがエンジニアリング会社と共同で開発した以下のサンプル前処理フィルターの検証です。

- 150℃までの耐熱性
- 最大60 barの耐圧性
- ステンレス鋼部品のみを使用した、酸と塩基に対する堅牢性
- 自動洗浄機能による低メンテナンス性
- さまざまなアプリケーションに合わせたポアサイズ（1μm～200μm）のフィルターエレメント。このテストでは5μmのフィルターエレメントを使用しました（図6）。
- ろ液のフローモニタリング
- フィルターとろ液ラインの逆洗（オプション）
- ろ液フロー内のDOCフィルターまたは冷却コイル（オプション）
- コンパクトなデザイン（図2）

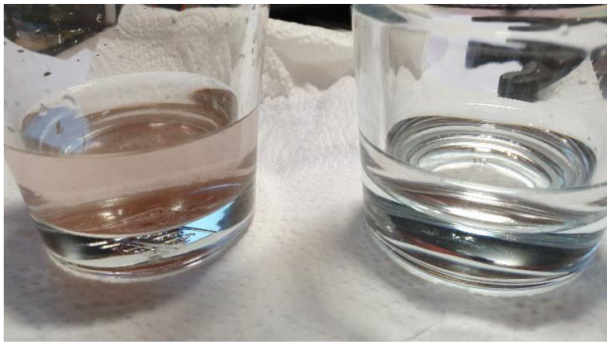

図1. 前処理前後の凝縮液の比較

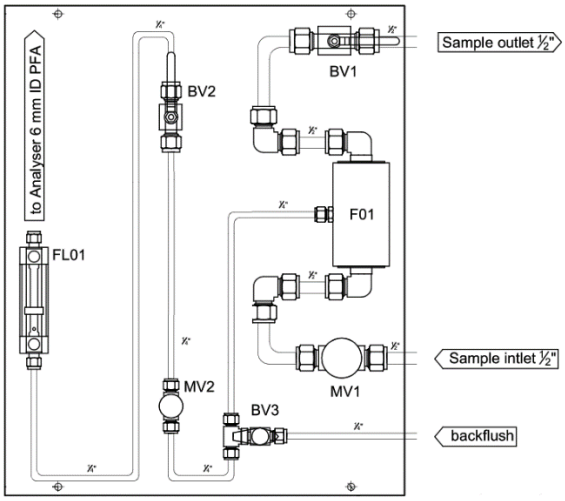

図2. 高速ループフィルター

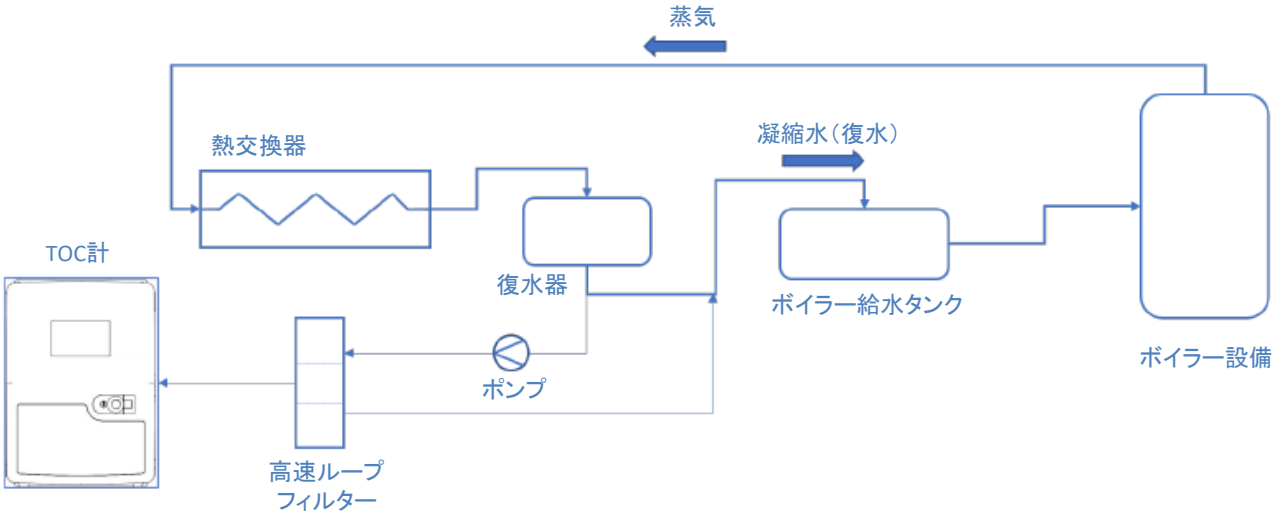

図3. テストの設置概要

Sievers M9型は、独自のガス透過膜式導電率測定方式技術によって正確な測定を保証します[6、7]。有機物を酸化して生成したCO_2のみを選択的に取り出せるため、他の酸化生成物による干渉を防ぎ、正確な測定が可能です（図4）。低メンテナンス、長期校正安定性、優れた低濃度安定性、キャリアガス不要、迅速な測定時間などの特長があり、Sievers M9型は復水を監視するために理想的です。

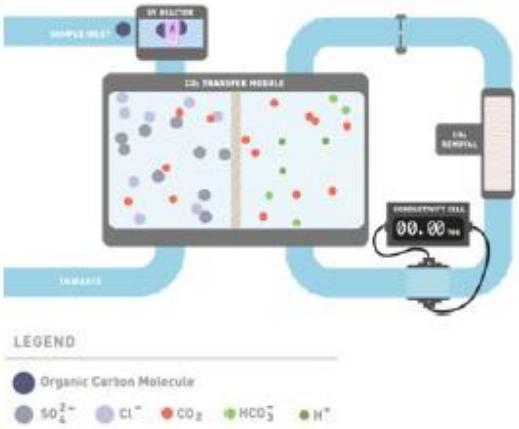

図4. ガス透過膜式導電率測定技術

デモのセットアップと結果

テストでは、給水タンクの直前の復水ラインからサンプリングしました。循環ポンプで高速ループフィルターに凝縮水を運び、メイン配管に戻しました（図3）。循環ポンプの流量（約6L/ min）は、ろ液を200～300 mL/minでTOC計に送液するのに十分でした。

復水の最高温度は105℃でしたが、高速ループフィルターを経由する際に冷めるため、TOC計のサンプラーに届く時は90℃以下でした。95℃まで対応できる高温サンプラーを使用していたため、サンプルをさらに冷却する必要はありませんでした。

サンプル配管のリンスダウンの後、測定結果はTOC 100 ppb未満で安定しました（図5）。これらの結果は復水の清浄度を示しています。

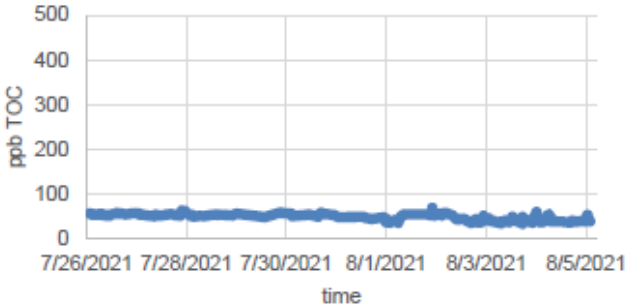

図5. TOC測定結果

7週間のテスト期間中、TOC計 Sievers M9型も高速ループフィルターもメンテナンスは不要でした。粒子負荷は高かったですが、フィルターの自動洗浄機能によりろ液の量は減りませんでした（図1）。

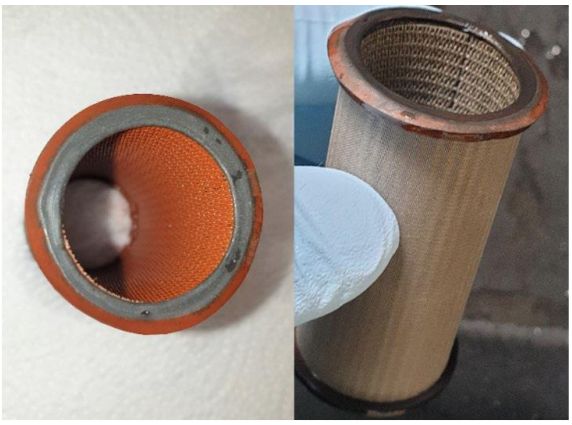

図6. 7週間のテスト後のフィルター（左）と再生後のフィルター（右）

フィルターはステンレスメッシュ製のため、0.1 M HClで洗浄して再生することができます（図6）。

まとめ

TOC計 Sievers M9 オンライン型は、復水を低濃度（TOC 30～60ppb）で監視できます。高速ループフィルターを使用することで、低メンテナンスでサンプルの前処理が可能です。高い粒子負荷にもかかわらず、TOC計の仕様（50 mL /min以上）を超える量のろ液を得られます。これはフィルターの自動洗浄効果によるものです。TOC計を目詰まりから保護するには、5μmのポアサイズで十分です。1～3ヶ月毎にシステム全体を0.1M HClで洗浄することを推奨します。

Sievers M9型と高速ループフィルターを組み合わせることで、Mars GmbH社の困難なサンプルでも、復水の有機汚染を正確に監視できることが証明されました。テスト期間中、トラブルやメンテナンスがなく、設備を円滑に稼働することができました。

参照

[1]: Water-tube boilers and auxiliary installations - Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality; German version EN 12952-12:2003.

[2]: Shell boilers - Part 10: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality; German version EN 12953-10:2003.

[3]: Abschnitt 2 TRD 604 Blatt 2 – Zusätzliche Anforderungen an die Ausrüstung der Dampfkesselanlage (Außer Kraft am 1. Januar 2013 durch die Bek. vom 17. Oktober 2012 (GMBl S. 902)).

[4]: Water-tube boilers and auxiliary installations - Part 7: Requirements for equipment for the boiler; German version EN 12952-7:2012.

[5]: Shell boilers - Part 6: Requirements for equipment for the boiler; German version EN 12953-6:2011.

[6]: "ASTM E2656 - 16 Standard Practice for Real-time Release Testing of Pharmaceutical Water for the Total Organic Carbon Attribute". www.astm.org.

[7]: Standard Methods for the examination of water and wastewater, 23rd edition, 2017, 5310 Total Organic Carbon (TOC).

（翻訳：セントラル科学株式会社）

*Trademark of SUEZ, may be registered in one or more countries.
©2022 SUEZ. All rights reserved.

300 00375 Rev.A