

紫外吸収分光法による排ガス中 NOx 分析技術の現場適用に関する研究

川崎 剛洋¹, 福田 和秀¹, 門脇 渉², 児玉 裕美³, 杉本 幸代³

¹テクノ・サクセス株式会社 (〒761-0113 香川県高松市屋島西町 2109 番地 8)

²マイクロ電子株式会社 (〒760-0080 香川県高松市木太町 458-1)

³株式会社四国総合研究所 (〒761-0192 香川県高松市屋島西町 2109 番地 8)

Study on field application of NOx analysis technology in exhaust gas by ultraviolet absorption spectroscopy

Takehiro KAWASAKI¹, Kazuhide FUKUTA¹, Wataru KADOWAKI², Hiromi KODAMA³,
and Sachiyu SUGIMOTO³

¹Techno Success., 2109-8 Yashima Nishi Machi, Takamatsu, Kagawa 761-0192

²Micro Denshi., 458-1 Kitachou, Takamasu, Kagawa 760-0080

³Shikoku Research Institute., 2109-8 Yashima Nishi Machi, Takamasu, Kagawa 761-0192

Abstract: We have developed an ultraviolet absorption measurement device specialized for NO measurement, and devised a concentration calculation method to reduce the effects of interference gases. A measurement accuracy confirmation test, a light intensity reduction simulation test assuming long-term operation measurement at the field, and a SO₂ mixing test were performed with the manufactured measuring device, and favorable results were obtained in all.

Key Words: Nitrogen oxide, Ultraviolet absorption spectroscopy, Denitrification equipment

1. はじめに

石炭火力発電所では、ボイラで発生した排ガス中 NOx の排出量低減のため、ボイラの直後に脱硝装置が設置されている。脱硝装置は、触媒を充填した脱硝反応器、NH₃ 注入量制御装置、NH₃ 注入ノズルおよび NOx 測定装置等から構成されており、ボイラで発生した NOx 量に適した NH₃ を注入し、触媒によって NOx を無害な N₂ と H₂O に分解している。この方法による NOx 低減は SCR (選択触媒還元) と呼ばれ、現在の脱硝装置の主流となっている^{1) 2)}。

脱硝装置を安定的かつ経済的に運用維持するための保守管理項目として脱硝出入口の NOx 濃度測定が挙げられる³⁾。NOx 濃度測定に用いられる自動計測器は従来から大型の前処理装置を備えた非分散型赤外吸収式や化学発光式のガス分析計が多用されてきた。しかし、同分析計は煤塵等による測定セル内部の汚損を防ぐため、処理が複雑で大掛かりな装置となっており、保守点検には多大な手間と費用がかかっている。そこで、発電所への円滑導入、保守点検・計器更新費用の低減、ならびに排ガス成分監視の強化に資することを目的とし、シンプルな構造で応答が早くメンテナンスも容易な紫外吸収式ガス分析技術の現場適用について調査検討したので、その結果について報告する。

2. 紫外吸収分光法

2.1 測定装置構成

NOx (NO + NO₂) は 200~400nm の紫外域において吸収を示す。測定では吸収波長を含む紫外光をサンプルセルへ照射し、その透過光を分光計測することで、吸収スペクトルから対象ガスの分子

種を、その吸収度合いから NOx 濃度を計測する。測定装置の構成を Fig.1 に示す。

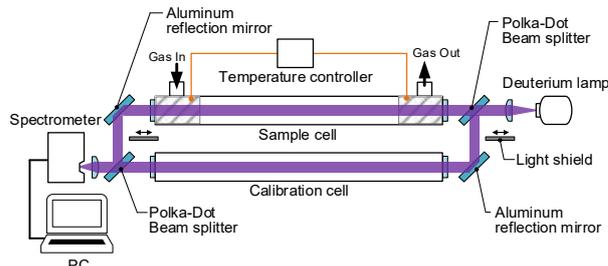


Fig.1 Configuration of NOx measurement system by ultraviolet absorption method

光源の重水素ランプにより照射した紫外光をセルの手前でポルカドットビームスプリッタによって分岐し、それぞれサンプルセル、校正セルへと照射した後、いずれか一方の透過光を分光検出器にて受光する構成となっている。本装置の光路長は 400mm であり、ターゲット濃度 400ppmNO に合わせセル長を最適化している。S/N 比を 2 とした場合、測定下限は 5ppm 程度となる。サンプルセルへは、排ガス中からポンプ等で吸引したサンプルガスを連続的に供給し、校正セルにはランプの光量変化に応じた補正処理、ならびに光源の劣化診断を目的とし、100%N₂ を充填 (充填圧: 1atm) した。また、サンプルセル窓部の汚損防止のためにセル窓部をヒーティングした。

2.2 ガス濃度算出方法

排ガス中 NOx (NO + NO₂) 測定では NO₂/NO コンバータにて、NO₂ を NO に変換した後、NOx 濃度として NO の計測を行う。測定における主要な干渉成分は NH₃、SO₂ と推定される。測定ではこ

これらの干渉ガスの影響を加味し、ガス濃度の算出を行う。紫外域における排ガス成分の吸収特性は Fig.2 に示すとおりである。

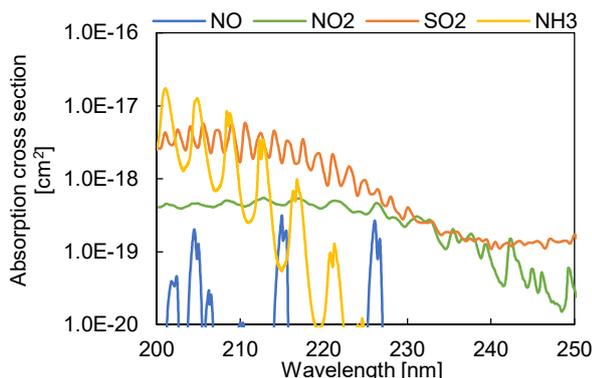


Fig.2 Characteristics of exhaust gas absorption

ガス濃度の算出には、干渉ガスの影響低減を目的とし、NH₃の干渉の無い波長(226.8nm)を使用する。測定スペクトルからSO₂の寄与分を差し引いた補間直線を描画し、その直線を基準とし、対象波長における吸収度合いを求め濃度を算出する。

3. 基礎試験

3.1 測定精度確認試験

構築した測定装置にて基礎試験を実施した。測定精度確認試験では、NO濃度範囲0~1000ppmにおいて100ppm程度ずつ濃度を変動させ測定精度を確認した。試験結果を Fig.3 に示す。

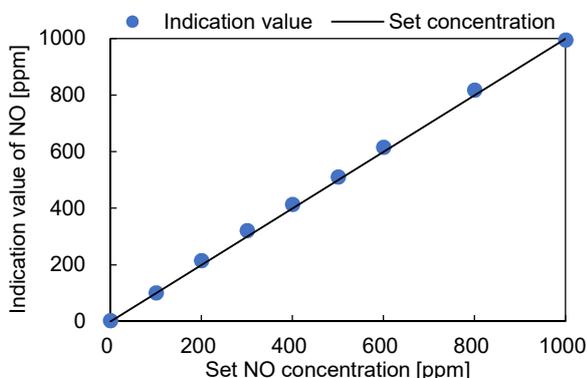


Fig.3 Result of measurement accuracy test

現場計測を想定した場合、実用されているNO_x計(化学発光方式)の測定精度は±50ppm(フルスケール2500ppmに対し直線性±2%FS)程度である。サンプルガス濃度に対する指示誤差は±30ppmの範囲に収まっており、良好な結果が得られた。

3.2 光量低下模擬試験

NDフィルター(透過率80%, 50%, 20%)にて重水素ランプの光量低下を模擬し、計測への影響を確認した。試験結果を Fig.4 に示す。

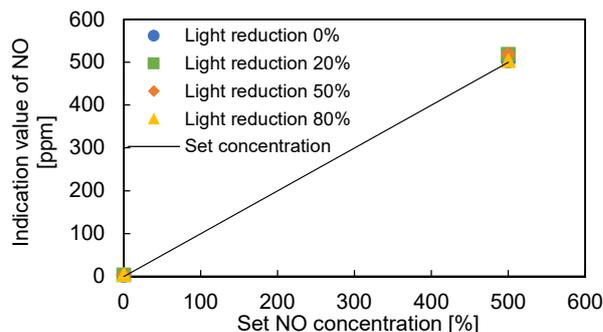


Fig.4 Result of light reduction simulation

指示誤差は±30ppmの範囲内となり、光量低下の影響は見受けられなかった。想定している長期連続稼働に伴う重水素ランプの光量低下が発生した場合にも安定した測定が期待できる。

3.3 SO₂混合試験

現場計測を模擬し、サンプルガスにSO₂(120~400ppm)を混合した場合の計測への影響を確認した。試験結果を Fig.5 に示す。

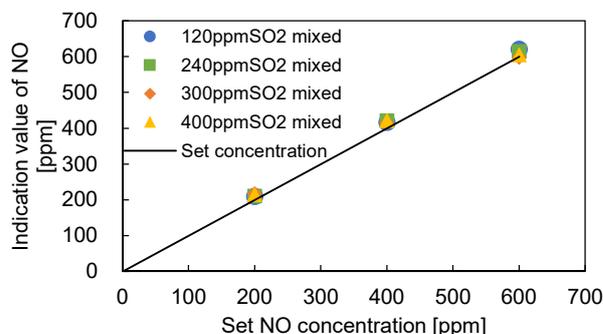


Fig.5 Result of SO₂ mixing test

指示誤差は±30ppmの範囲内となり、NO測定結果への影響は見受けられなかった。SO₂によるスペクトル干渉の影響を除去できていることを確認した。

4. まとめ

NO測定に特化した紫外吸収式による測定装置を製作した。当該装置の基本性能確認試験として、測定精度確認試験、光量低下模擬試験、SO₂混合試験を実施し、いずれも良好な結果が得られた。発表では、現場試験として実施した約2.5ヶ月間の長期稼働試験の結果についても言及する。

参考文献

- 1) 市川 幸司 他: 四国電力, 四国総合研究所 研究期報 No.106 (2017) pp.19-28
- 2) 四郎丸 功 他: 石炭発電プラント用高速NO_x測定装置の開発, 化学工学論文集, 第26巻 第3号 (2000) pp.313-320
- 3) 産業環境管理協会: 新・公害防止の技術と法規 2018 大気編 (丸善出版, 2018) pp.115-1