

直挿式レーザー塩化水素計

今野 雄大, 中川 聡朗, 井戸 琢也, 井ノ上 哲志
株式会社堀場製作所 (〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町2)

Tunable Laser HCl Analyzer

Yudai KONNO, Toshiaki NAKAGAWA, Takuya IDO and Satoshi INOUE
HORIBA, Ltd., 2 Miyano Higashi, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto, Kyoto 601-8510

Abstract: TX-100 allows for laser measurement of HCl (hydrogen chloride) generated within waste incinerator plants and other industrial settings. Construction and establishment of plants in the waste incineration market is progressing rapidly in emerging countries. Nevertheless, the issue of exhaust gases generated at waste incineration plants is still a concern. HCl in particular is generated not only from PVC products in waste but also from food waste and paper from kitchens, and result in a strong irritating order and affects the human body. The technology behind removing acid gases is continuously progressing. As a result, products are currently expected to offer high performance and simple introduction in existing plants. Demand for laser analyzers for measurement in waste incineration plants and other locations has been increasing thanks to lower running costs compared with the “wet method”, which employs a conventional electrode and a sample dissolved in water.

Key Words: TLAS, Laser analyzer, Waste incinerator, *In-situ* measurement, Probe type

1. はじめに

近年、レーザーガス分析計は清掃工場や石油化学プラントなど、様々なプロセスへの導入が進んでいる¹⁻³⁾。その理由は、計測時にガスのサンプリングを必要としないため、その応答性能を活かしたプラントの高効率運転やメンテナンス部品削減によるランニングコスト低減などが実現出来るからである。しかしながら、すでに販売されている、クロスダクトタイプのレーザー分析計は設置場所に制約があるだけでなく、分析計の校正時に煙道から分析計を外す煩雑な作業が必要になるなど、導入に際して様々な課題がある⁴⁻⁵⁾。その状況に対し、我々はこれらの課題を解決出来るプローブ型の光学系を採用した、直挿式レーザー塩化水素計「TX-100」を開発した。本稿においてはその開発した装置の特徴と清掃工場での測定例を紹介する。

2. 装置概要

直挿式レーザー塩化水素計「TX-100」は、先に述べたように、煙道にレーザー光を直接照射して計測する *In-situ* タイプの分析計で、測定原理には、レーザー吸収分光 (TLAS: Tunable Laser Absorption Spectroscopy) 法を用いている⁶⁾。この事により、高速でかつ安定した計測を実現している。

装置は煙道に挿入するプローブ部分と校正用 CCP ユニット、校正セルおよび分析部からなる、煙道外に設置する分析計ユニットから構成され



Figure 1. The exterior picture of TX-100

ている。また、プローブ光学系の採用により、設置時には片側からのアクセスで設置およびメンテナンスが可能となった。これにより、従来からのイオン電極法を用いたサンプリング方式の分析計との交換導入を容易にただだけでなく、クロスダクト方式の課題であった、煙道対向側へのフランジの設置やメンテナンス用の足場の追加設置などの工事費用を削減できる。また、クロスダクトタイプの場合、煙道の直径が大きい場合やプロセスの温度変化が大きい場合、その運転条件に影響を受けて煙道が変動し、その結果として光軸がずれるなどの影響受けやすい。一方、プローブ方式は、光学系をプローブによって保持できるため、煙道の状態には影響を受けにくい安定した信

号を得ることが出来る。

3. TX-100 独自の校正機構

TX-100 ではプローブ光学系を採用しているため、光源のレーザおよび検出器を同一の分析計ケースに設置する事ができる。煙道のガスを連続的に計測する際、レーザ光を分析計ユニットから煙道内に照射し、プローブ先端に設置しているコーナーキューブリズム (CCP: Corner Cube Prism) で反射させ、その透過光の変化から濃度測定を行っている。この CCP は入射した光を入射した方向へ正確に反射することが出来る全反射タイプのプリズムである。したがって、安定した信号を連続して得ることが出来る。また、校正用 CCP ユニットには、プローブ先端に設置している CCP と同じデザインのプリズムを配置し、定期的に光路内に挿抜できる我々独自のシステムを構築した。これにより、光路中に CCP を挿入時に、校正用セルにゼロガス流通時は分析計のゼロ点チェックが可能となり、校正ガスを流すとスパンガス校正が可能となる。したがって、プラントが運転中であっても校正することが可能となる。また、この機構を用いることにより、煙道から分析計を取外さずに校正出来るだけでなく、分析計の状態を定期的にもしくは強制的にチェック出来るため、測定値に問題が発生した場合、その要因がプラント側にあるのか分析側にあるのかを、切り分けてチェックすることが可能となる。

4. 清掃工場での測定例

従来から用いられているイオン電極法の分析計とレーザ式の分析計との比較試験を実施した。本試験を実施した清掃工場は、乾式除害と湿式除害の併用設備によって HCl ならびに SO₂ などの有害物質を低減させるシステムが採用され、両方の除害装置出口に、イオン電極法を用いた分析計を設置して、運用している。本試験においては、乾式除害装置通過後のバグフィルタ出口で実施した。TX-100 は HCl (ウエット) 値と H₂O を同時に計測してリアルタイムにドライ換算値を出力する事が可能である。この試験においては、固定発生源監視用のサンプリング式分析計で同時に測定されている O₂ 濃度を用いて、O₂ 12vol%換算値にて HCl 濃度を比較した。

Figure 2 に TX-100 (レーザ式) とイオン電極法との同時測定試験結果を示す。指示応答はレーザの方が 5min 程度早い。既設分析計のサンプリングならびに計測原理差による指示応答差が原因と考えられる。次に、周期的に発生する急峻な HCl 濃度低下はプラント制御によって生じている現象である。また、グラフ中、23 時過ぎにイオン

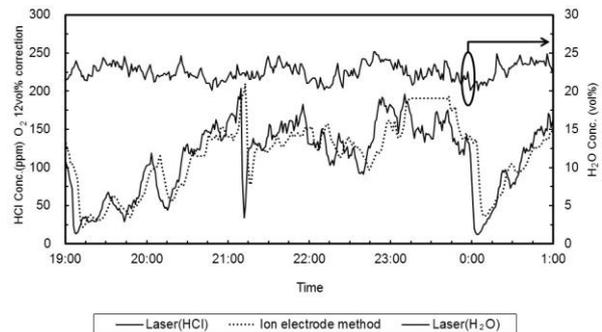


Figure2. Comparison of TX-100 and ion electrode

電極法の分析計が一定値を示しているが、これはイオン電極のメンテナンス時間で、30min 間指示値がホールドされていることに起因する。本試験は2年以上に渡って実施したが今回紹介したデータと同様の指示値を得られている。

5. おわりに

直挿式レーザ塩化水素計「TX-100」はプローブ光学系を採用したレーザ式の分析計である。この事により、クロスダクトタイプのレーザ分析計の課題であった、プラントへの設置性を向上する事が出来た。また、我々独自の校正機構を開発し、煙道から分析計を取外すことなく、ガス校正が可能となった。

今後は、他のアプリケーションへの適応と、他のガス種への展開を進めていきたい。

6. 参考文献

- 1) Michael E. Webber, Douglas S. Baer, and Ronald K. Hanson, "Ammonia monitoring near 1.5 μ m with diode-laser absorption sensors," *Applied Optics*, Vol. 40, No. 12, 2031-2042, 20 April 2001.
- 2) I. Linnerud, P. Kaspersen, T. Jæger, "Gas monitoring in the process industry using diode laser spectroscopy," *Appl. Phys. B* 67, 297-305, 1998.
- 3) Holger Teichert, Thomas Fernholz, and Volker Ebert, "Simultaneous *in situ* measurement of CO, H₂O, and gas temperatures in a full-sized coal-fired power plant by near-infrared diode lasers," *Applied Optics*, Vol. 42, No. 12, 2043-2051, 20 April 2003.
- 4) 向井原 佐千生: かんぎきょう (2011.7) p. 18.
- 5) Janardhan Madabushi, Christian Heinlein, David Fahle, "Calibration & validation philosophy and procedures for tuneable diode laser analyzers in process applications," *International Society of Automation 55th Analysis Division Symposium 2010*, New Orleans, LA.
- 6) Deguchi, Y., *Industrial applications of Laser Diagnostics*, New York, CRC Press: Taylor & Francis 2011. p. 167.