

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 分析のシステム化

March 1997 ■ No.14

火力発電所における煙道排ガス中窒素
酸化物の高速応答型分析装置

ENDA-2000H

The ENDA-2000H Stack Emissions NO_x Analyzer with High
Response Speed Applicable in Coal Burning Power Plants

藤原 雅彦・清水 直仁

Masahiko FUJIWARA , Naohito SHIMIZU

(Pages 45-49)

株式会社 堀場製作所

火力発電所における煙道排ガス中窒素酸化物の 高速応答型分析装置 ENDA-2000H

The ENDA-2000H Stack Emissions NOx Analyzer with High Response Speed Applicable in Coal Burning Power Plants

藤原 雅彦・清水 直仁

Masahiko FUJIWARA and Naohito SHIMIZU

【要旨】

火力発電所においては、煙道排ガス中の窒素酸化物をリアルタイムに測定し、適正な燃焼管理、脱硝設備の運転を行う事が重要である。応答速度を上げるためにはサンプルガスの吸引量を増加させる必要があるが、重油・石炭焚きボイラからの排ガス中には、ばいじん量が多いため、窒素酸化物分析装置の高速化が困難であった。この度、パージ型ミニサイクロン方式のサンプリング系や分析部の開発・改良により、応答速度25秒の高速応答型NOx計を実現した。

Abstract

Real-time measurement is essential to the effective control of NOx emissions from plants that burn fossil fuels. Increasing the flow of samples reduces retention time but may clog the sample line, especially in coal-burning plants where levels of soot and ash are high. After reviewing the entire process in NOx measurement systems, we developed a NOx analyzer system for stack emission measurement that responds to changes in NOx concentration within 20 seconds, making it six times faster than a conventional system. This paper describes improvements of the analyzer's electronic response, the cyclone dust filter, and the sample probe of the analyzer. Also, the conditions of dust in the sample are reported based on the analysis of particle size distribution.

1. はじめに

火力発電所における燃焼管理は、環境保全の観点からは窒素酸化物の発生の低減および脱硝反応後のリークアンモニア量の低減が、また省エネルギーの観点からは最適な脱硝のためのアンモニア注入量のコントロールが必要となる。このためには、脱硝装置への入口あるいは出口における排ガス中の窒素酸化物(NOx)濃度をリアルタイムに測定する分析装置が必要である。当社では、天然ガス(LNG)を燃料とするガスタービン発電用として高速NOx計を開発供給してきた。一方、石炭あるいは重油を燃料とする発電所においては、煙道排ガス中のばいじん量が多いため、分析装置のサンプリング系が閉塞し、測定不能となる恐れがあった。そこで、今回、石炭あるいは重油燃料の燃焼制御に使用可能な高速応答型NOx計END A-2000Hを中国電力殿と協力して開発した。

本稿では、本開発のポイントであるばいじんを除去するための前処理装置と高速応答の分析計を、データも含め紹介する。

2. 高速応答システム

従来、石炭焼き排ガス測定では、煙道排ガス中のばいじん量が多いため、フィルタ部の閉塞を防ぐ目的で、ブローバック方式(一次フィルタ清掃のため定期的に加圧エアーによる逆吹きを行う)を採用していた¹⁾。このため、採取管プローブやサンプリング部品の容積が大きくなってしまい、分析装置の応答速度を遅くする原因となっていた。そこで、高速応答化をはかるために、次のような検討・改善を行った。

2.1 分析部の高速応答化

分析部は、煙道排ガス分析装置として実績のあるクロスモジュレーション方式²⁾(サンプルガスと比較ガスを一定周期で交互にサンプルセルに導入する方式で、ゼロ点の安定性に優れる)を採用し、さらに高速応答化を図るため以下の改善を行った。

(1) 切替周期の変更及び濃度演算の変更

サンプルガスと比較ガスをセルに導入する切換周期を0.5秒に短縮し、また濃度出力の演算処理時間を短縮した。

(2) ノイズの低減

光学系の改良によりベンチ出力のノイズの低減をはかり、検出感度を1桁向上させた。

以上の改善により分析部の応答速度として $T_d=6.0$ 秒、 $T_d+T_{90}=8.5$ 秒を達成した。

2.2 ばいじん除去用前処理装置の開発

石炭焼きボイラにおける排ガス中のばいじん濃度は、一般的には $5\sim 30\text{g/Nm}^3$ ある³⁾。LNGや重油と比較してばいじん量が多いため、従来はブローバック方式によるパージを実施しなければ、一次フィルタで閉塞がおこり測定不能になっていた。

高速応答化を実現するにあたっては、配管やサンプリング部品の容積による応答遅れ(デッドボリューム)を低減する必要がある。このためにはサンプルガスの吸引量を増加させ、見かけ上の通過時間を短縮する必要がある。しかし吸引量を増加させる事は吸引されるばいじん量も増加するため、従来のシステム以上にばいじんの除去効率を向上させる必要がある。ところが、ブローバック方式によるバッチ処理方式のばいじん除去方法では、ばいじん量が多くなるとパージの頻度を増やす必要があり、この間、測定を中断するという欠点がある。

そこで、ばいじんを連続的に除去するシステムとしてパージ型ミニサイクロン(図1³⁾)を開発した。このサイクロンは、サンプルガス中のばいじん量を1/20以下に除去し自動的に排出するとともに、内部の閉塞を防止するために、強制的にサイクロン内をパージする機構を持っている。

当社の光散乱式粒度分布測定装置で、ばいじんの除去効果を測定した結果を、図2に示す。サイクロンに導入されたガスは、エアエゼクタによる重力方向の力とサンプルガス出口の後段に設けられたサンプリングポンプの吸引力により、ガスとばいじんに分離され、除去される。分離原理を図3に示す。

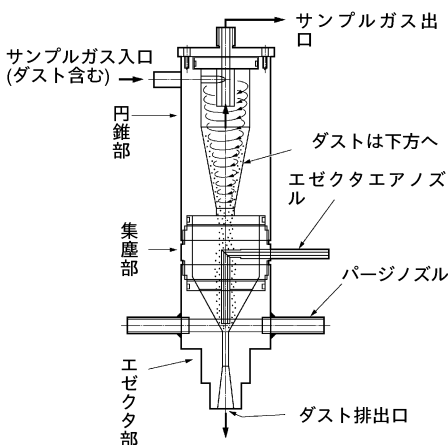


図1 サイクロン式ダストフィルタの構造
Cyclone dust filter

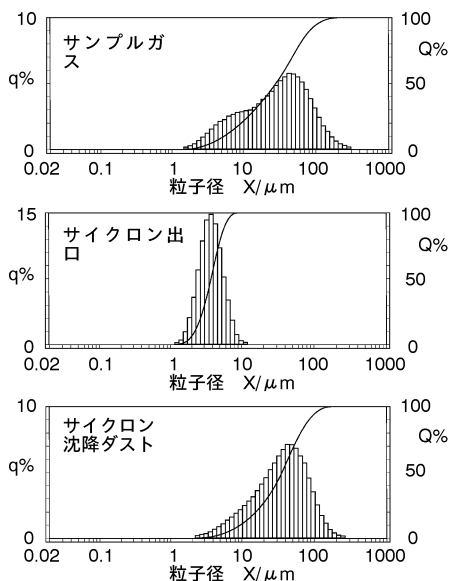


図2 排ガス中ダストの除去効果
Particle size distribution of dusts

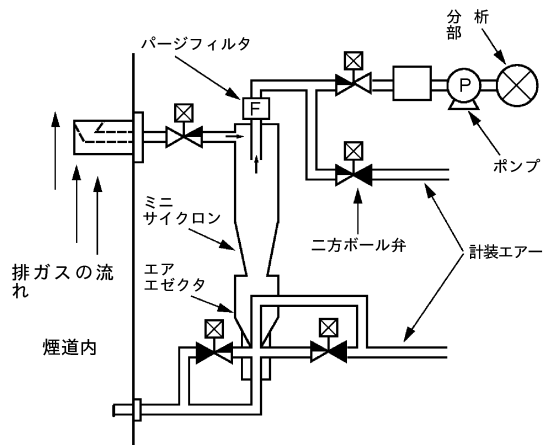


図3 ダストの除去原理
Schematic diagram of dust removing system

2.3 サンプルング・プローブの構造検討

サンプルング・プローブの先端構造についても改良を行った。これは煙道内における採取部の吸引口径をロート形に広げ、ガス吸引流速を低減する事により、サンプルングガス中のばいじん量を99.1%除去できるようになった。またロート型プローブでは、バージフィルタのブローバック間隔を12時間にして閉塞する事なく連続測定が可能となった。

ロート型プローブとミニサイクロンを組み合わせる事により、煙道中のばいじん濃度が30g/Nm³の条件において、ばいじん濃度を煙道内の1/400以下に減少させサンプルングする事が可能となった。

以上の改善の結果は表1に示すように、応答速度20秒を達成した。

ユニット	応答速度 (秒)
分析計	7
配管	2
バージフィルタ	8
サイクロン	3
計	20

表1 応答速度に影響する要因
Contribution to response time
(T_∞ in second) by components

3. 応答速度の評価結果

本分析装置は、中国電力水島発電所の石炭焼きボイラおよび重油焼きボイラにおいて実装評価を行った。また、石炭焼きボイラはばいじん量の異なる下関発電所においても半年間に渡り評価、改良を行った。

3.1 校正ガス試験

図4は、採取管プローブの出口(サイクロン入口)から既知濃度の校正ガスを導入したときの応答速度試験結果である。90%応答(デッドタイムを含む)は、約14秒と大幅に改善されている。

3.2 実ガス試験

発電量変動する実ガス中のNO_x濃度を高速NO_x計および従来のNO_x計(ENDA-900)で測定した場合のステップ応答を図5に示す。高速NO_x計の指示変化開始(t₁)を原点とし、それぞれの分析計の指示が低下する時点t₂、t₃までの時間を比較すると、高速NO_x計の応答速度は20秒と大幅に改善されていることがわかる。

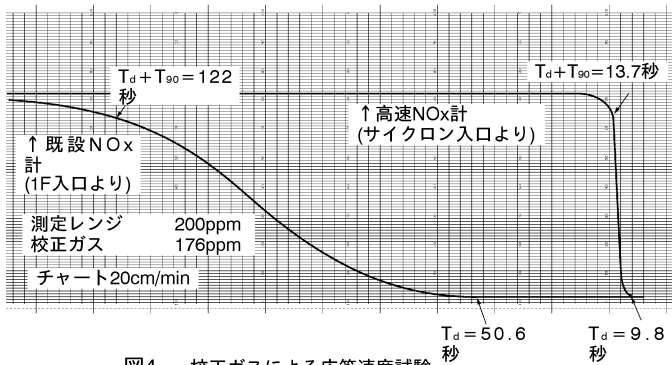


図4 校正ガスによる応答速度試験
Responses to step change of sample

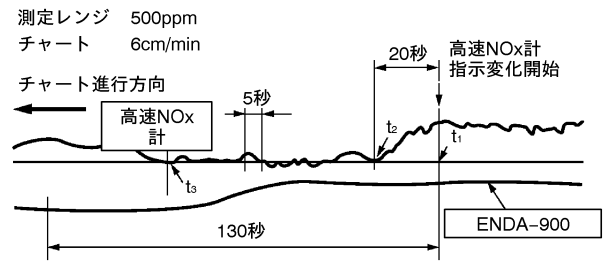


図5 実装状態における応答速度
Response in field application

4. 装置仕様

ENDA-2000Hの仕様を表2に示す。

測定対象	脱硝装置入口あるいは出口におけるNOx測定	
構成ユニット	専用プローブ、前処理装置（サイクロン）、分析装置	
測定レンジ	NOx	0~200/500ppm
	O ₂	0~10/25 vo1%
再現性	フルスケールの±0.5%	
ドリフト	ゼロ	フルスケールの±1.0%/週
	スパン	フルスケールの±2.0%/週 (但し周囲温度変化±5℃)
応答速度	装置入口	T _d +T ₉₀ =10秒以下
	校正ガス入口	T _d +T ₉₀ =5秒以下
	サンプル採取点より	T _d +T ₉₀ =25秒以下 (採取部からの配管φ8/6, 20mを含む)
サンプルガス流量	20/min	

*煙道内のばいじん量を最大50g/Nm³とした場合のユニット構成であり、重油等のばいじんの少ない条件においては、前処理装置は不要となる。

表2 ENDA-2000Hの仕様
Specifications of ENDA-2000H

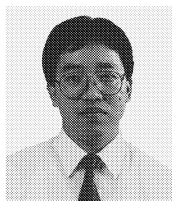
5. おわりに

石炭焼き及び重油焼き排ガス用高速NOx測定装置についての応答速度15秒以下を実現した。この結果、LNG、石炭、重油など各種の燃料を使った火力発電所において高速応答型の分析計の適用が可能となった。脱硝設備の出入口に高速NOx計を設置することにより、脱硝プラントを適正に運転して、排ガス中の窒素酸化物濃度の削減による環境保全はもちろん、電力の安定供給のためにも貢献できるものと確信している。

さらに、今回開発したばいじん除去技術を従来のブローバックシステムにも適用することによりシステムを簡素化する事が可能となり、省エネルギー、省資源に貢献する、地球に優しい分析計の提供を続けていきたい。

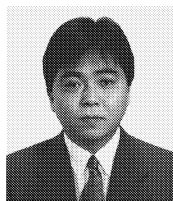
参考文献

- 1) 公害防止の技術と法規編集委員会, “公害防止の技術と法規, 二訂”, 社団法人 産業公害防止協会(1988), p.203-307.
- 2) 新環境管理設備辞典編集委員会, “大気汚染防止機器活用辞典”, 産調出版株式会社(1995), p.138-159.
- 3) 浅田英介, 庄野道行 他, “制御技術の歩み”, 火力原子力発電, Vol.41, No.12, p.1659-1682(1990).
- 4) 永井智幸, 相楽和男, 高塚 汎, 出本昌則, “脱硝装置におけるアンモニア注入予測制御”, 三菱重工技報, Vol.25, No.1, p.32-36(1988).
- 5) 五嶋安生, 菊地清治, 渡邊通夫, “脱硝制御へのファジィ制御の適用”, 東芝レビュー, Vol.50, No.2, p.111-114(1995).



藤原 雅彦
Masahiko FUJIWARA

環境・工業計測開発部 係長
1984年入社
環境・工業計測関連のガス分析計
の研究開発



清水 直仁
Naohito SHIMIZU

環境・工業計測開発部 主任
1985年入社
環境・工業計測関連のガス分析計
の研究開発

