

Feature Article

特集論文

中国の固定発生源における連続モニタリングの概要 Overview of Continuous Emission Monitoring of Stack Gas emitted from Stationary Sources in China

畠中 秀起

Hideki HATAKENAKA

一定の経済レベルに達した中国では、近年、環境保全に対する関心が高まっている。大気汚染防止を初めとする環境についての法整備が行われ、火力発電所や各種工場の煙突から排出されるガスは規制対象となっている。これら規制対象の計測は、国家認証を有する煙道排ガス連続監視システムによって行われる。HORIBAグループの中国における排ガス計測の歩みを踏まえ、国家認証取得への取り組み、およびシステム設置例を取り上げ、中国の排ガス計測の実状を述べる。また、HORIBAの計測システムの概要についても合わせて紹介する。

With constant economic level it reached recent years, concern over environmental preservation also remains higher attention in China. Developments of laws including air pollution prevention are performed and gas discharged from chimneys of thermal power plants or various factories is taken up as a control subject. These measurements are performed by the continuous emission monitoring systems of stack exhaust gas, which acquired China national certification. Based on HORIBA group progress on the exhaust gas measurements in China, this article is trying to describe the actual situation of China's exhaust gas measurement from the topics of China national certification application and system installation examples. And the overview of the HORIBA system is also introduced.

はじめに

経済優先の施策で目覚ましい発展を続ける中国では、火力発電所や重化学プラントが建設され、大気への排ガス放出量も急速に増加、環境汚染の問題が年々深刻化している。1990年代後半から本格的な環境改善のため法整備が行われ、大気汚染物質の監視や環境改善の目的で環境計測へのニーズが高まってきている。こういった状況のもと、HORIBAグループは、大気や煙道排ガスの計測の分野に参入するに至った。煙突や各種ボイラから排出されるガスを発生する発電所やプラントは固定発生源と呼ばれ、大気汚染を引き起こす物質は規制の対象となっている。これら物質の計測は、煙道排ガス連続監視シス

テム(Continuous Emission Monitoring System : 以下CEMS)で行われる。CEMSの計測対象はダスト、NO_x、SO₂であり、それらの排出総量を求めるため、流速、温度、圧力も同時に測定される。また、CEMSは演算処理やデータ保存、環境監視機関への通信機能も有している。CEMSの代表的な構成例を図1に示す。

中国市場に導入するため、CEMSは中国の国家認証^[1]を取得する必要がある。HORIBAグループは2003年に山東省でこの認証試験を受検し認証を取得した。2004年に重慶市の中国国家プロジェクトで25セットのCEMSを納入した。このプロジェクトを通じ、都市部の発電所や化学プラント、セメント工場等の大小のボイラ設備の排ガスを計測し、中国の排ガスおよび排ガス計測を行うための環

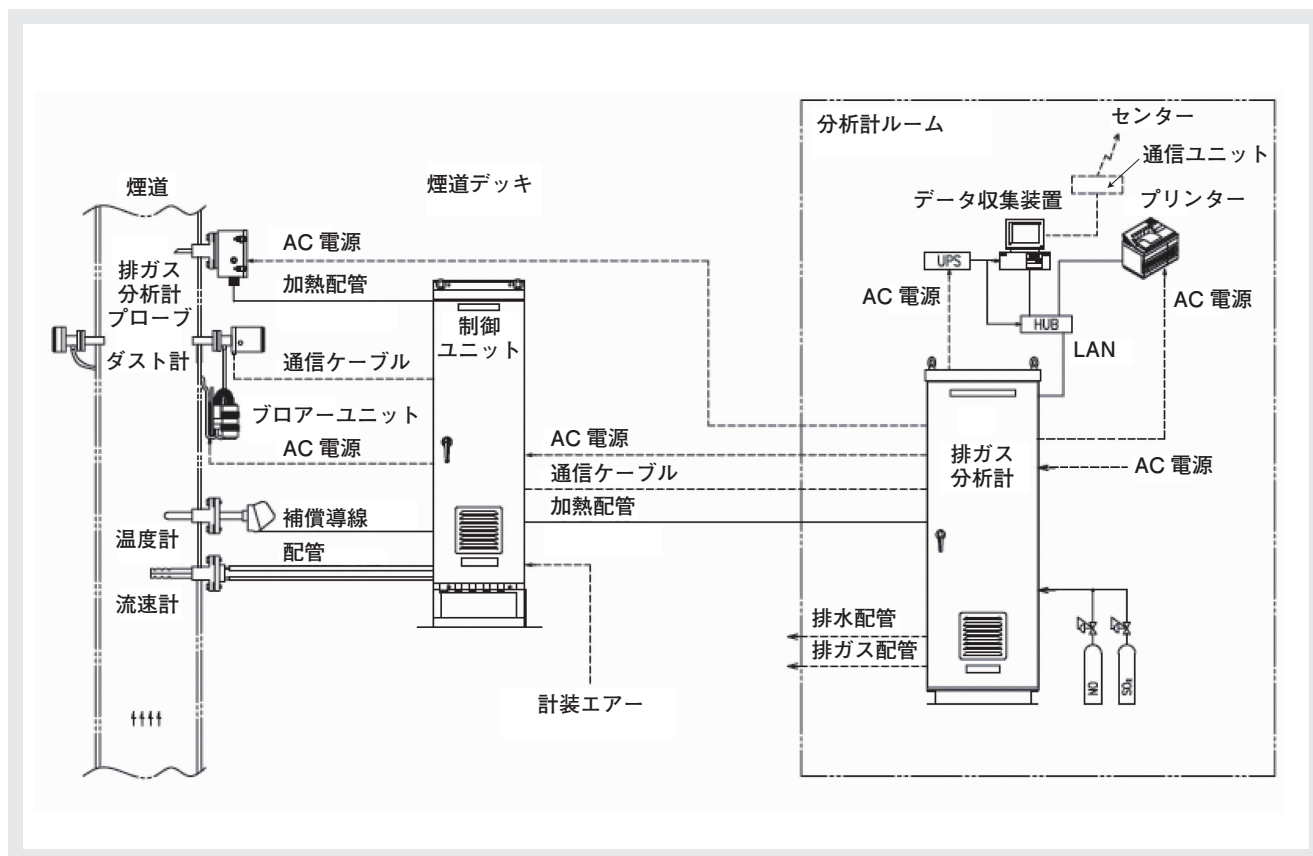


図1 CEMS システム構成(例)

境・インフラの実状を把握した。本報告では、HORIBAグループが中国での固定発生源の計測において歩んだ歴史も踏まえ、排ガス規制、中国認証取得やCEMS導入における実状について紹介する。

中国排ガス規制の動向

日本、欧米では1950年代以降からの工業化に伴い大気汚染が社会問題となり、大気汚染防止法等の法整備や排ガス抑制施策が実施されてきた。中国では環境保護法が1989年に改訂、大気の総合排出基準では、33の大気汚染物質が対象となり、別途ボイラ排ガスや火力発電所等の固定発生源の総合排出基準も2001年、2003年にそれぞれ制定された。また、SO₂と酸性雨の2種類については、重点規制区を設けて排出規制するプロジェクトも実施されている。ただ実状として資金力や人材不足、地域格差など課題があり成果が予定通り挙げられていないのも事実である。その一方、主要な火力発電所に対し、脱硫設備の義務付け、および監視計測、罰金制度、および排出総量による電力買取額の決定といった政策も行っている。これにより最近3、4年でCEMS需要が創出され、10,000セット以上のCEMSが、中国国内に設置されたと

推定される。環境保護総局(SEPA)は、2008年に環境保護部(MEP)に格上げされ、第12次5ヵ年計画(2011~15年)では環境保全が今以上に重要視される。脱硝規制も本格的に始まる見通しもあり、今後、環境計測市場が飛躍的に拡大していくと思われる。

CEMS認証の概要

中国には固定発生源の煙道排ガス連続監視システムの技術要求および、試験方法としてHJ/T76-2007があり、中国でCEMSを導入するには、これに合致する必要がある。技術要求としては、SO₂、NO_x、O₂およびダスト、流速、温度が対象で、24時間の指示ドリフトや手分析値との相関比較等がある(表1)。認証試験は、①1次試験(8日間)、②連続運転期間(90日間)、③2次試験(2日間)で構成され、中国環境監測総局の認証官により実施される。また、試験は特定の試験場が用意されている訳ではなく、実際に稼動している固定発生源の排ガス煙道設備に設置された状態で行う。その為、試験現場の調査から始まり、据付ポイントの選定、煙道デッキやシステムを収納するコンテナハウスの施工、CEMSの施工等の準備が必要となる。工場設備など各種条件が関連するため、認証試験の難易

Feature Article 特集論文 中国の固定発生源における連続モニタリングの概要

表1 CEMS 中国認証の検査項目, 規格

装置	試験項目	規格
ダスト	ゼロ, スバンドリフト	$\leq \pm 2\%$ FS/24h
	相関係数	≥ 0.85
SO ₂ , NO _x	直線性	$\leq \pm 5\%$
	応答速度	≤ 200 s
	ゼロ, スバンドリフト	$\leq \pm 2.5\%$ FS/24h
	相対正確度	$\leq 15\%$ (排ガス濃度 ≥ 250 ppm時)
流速	精密度	$\leq 5\%$
温度	指示差	$\leq \pm 3$ °C

(代表的な検査項目を抜粋。定義の詳細はHJ/T76-2007をご参照。)

度は高く、最近2年間の認証試験では、10数メーカーが受検し、合格は半数程度と思われる。不合格となった場合、同一の試験現場で再受検できないため、新たな現場を見つける調査から始めなければならない。

CEMS認証取得のポイント

HORIBAグループは、CEMSの中国認証を取得するため、北京のエンジニアリング会社と協力し、認証試験を2003年に山東省青島市で実施し、認証を取得している。また、その更新試験を2006年に北京市で実施し、合格している。認証取得においては、いくつかのポイント挙げられ、以下に示す。

- ・固定発生源の排出濃度や総量の値を試験条件に合わせて変更する必要があるため、工場設備の運転条件を変える必要がある。約4ヶ月におよぶ試験期間中、固定発生源の安定連続稼働が求められる。これらが行える試験現場の確保が必要である。また政府関係者が工場に立ち入る等の条件もあり、試験現場は大手企業や火力発電所が望ましく、人脈の有無もポイントである。
- ・手分析装置との比較試験では、測定ポイントの違い、ガス流速、ダスト量や排ガス濃度が試験条件の理想値であるかどうか(例：ガス流速は原理上5 m/s以下では相関が悪くなる等)、またそれらの指示が安定しているかどうかによって測定結果が異なってくる。その為、工場設備の運転条件の把握、適正条件への設備調整等の考慮が不可欠である。尚、排ガス分析計の手分析装置としては、HORIBAポータブルガス分析計PG-250が使用されている。
- ・ダスト濃度は、手分析重量測定とCEMS値の相関性を

合格指標としている。試験手順上、実ダスト濃度を可変させる必要があり、集塵機の負荷量コントロールの精度、安定性が試験結果を左右する。

- ・排ガス分析計の直線性を測定する方法として、分析計レンジに対し低、中、高濃度の3種類のガスボンベを準備し、それを基準として、分析計の直線性試験を実施するため、ガスボンベの精度、ボンベ相互の相関性が重要である。以上のように、認証取得にはCEMS本体だけでなく、試験現場、設備運転条件、校正機器など多要素が関連している。

一般的な中国の固定発生源

CEMSが計測対象にしている工場プラントや、発電所等のボイラ設備の主要燃料は石炭であり、燃料需要全体の70%を占めている。埋蔵量が多く、安価であることがその主な理由であるが、硫黄分を多く含んでおり、燃焼によりSO₂や煤塵等の大気汚染物質を多く発生する。排ガス処理設備は、火力発電所や大手企業等の優良設備において低硫黄石炭を使い、バグフィルタや電気集塵機が設置されている。中小一般工場では、水洗シャワーの脱硫塔と石灰粉中和設備のみというのが主流である。燃料や処理設備の状況から中国固定発生源の排ガス濃度はまだまだ高い状況にある。

CEMSでの固定発生源の計測実例

重慶市は北京、上海等に並ぶ中央直轄市の1つで内陸にある重工業が盛んな都市であり、大気汚染による深刻な環境問題をかかえている。他方、環境改善の手本となる環境モデル都市に選定されている。こういった中、環境

モニタリングシステムの構築を目的とした中国国家プロジェクトが発足、HORIBAグループは2004年CEMS 25セットを設置した。モデルケースのため大小様々な規模の多業種の工場が設置現場として選定された。設置は市街地周辺に7割であったが、市中心から300 km離れた化学工場もあり広いエリアに点在した。火力発電所、自動車、化学、セメント、食品等の工場の主に蒸気用、発電用設備の最終排出ポイントに設置した。周囲環境は工場によって差が大きく、黒い粉塵が舞っている、煙道が老朽化で破損し排ガスが漏れ出している工場、他方火力発電所では設備も新しく、花や草木を植えるなど配慮されている場合もあり、事業所による格差が際立っていた。設置した25セットの排ガス処理設備は、一般工場では水洗脱硫塔のみが13セット、水洗脱硫塔と電気集塵機を備えたものが5セットであった。火力発電所では、吸収塔と石灰処理プロセスを備えた脱硫設備と電気集塵機を持ったものが7セットであった。設備例を図2, 3, 4に示す。排ガス濃度を比較すると、一般工場ではNO_x 200~1,000 ppm, SO₂ 300~3,000 ppm。発電所ではNO_x, SO₂とも50~300 ppmであり、明確な濃度差が見られた。ユーティリティは、停電が頻繁に発生し、システムが数日間停止したり、配管パージ用のエア源の圧力不安定、水、油、粉塵がエア源に含まれている等の品質問題も多々見られた。またシステム稼働を始めたころ、ダスト濃度が高いためサンプリング系フィルタの詰まりが多発、運用、メンテナンス面の配慮が重要であった。実際の現場状況は想定した以上に悪く、中国の環境対策の困難さや現状を実感するものとなった。

CEMS仕様について

HORIBAグループは、このような中国現地の実状を踏まえてCEMSを開発・提供してきた。HORIBAグループのCEMSのシステム概要、及びソフトウェア画面イメージを図5, 6にそれぞれ示す。

CEMSの基本機能はデータ収集、演算、データ保存、外部へのデータ転送である。中国の設置環境を考え特に次の点に留意した。

- ・連続稼働に対応できること
- ・データ破損や消失が起きにくいこと
- ・保守、調整が容易であること
- ・設置が早くできること

中国一般のCEMSでは、データ収集・処理を工業用PC1台で行っているケースが多々あるが、連続稼働には不向



図2 脱硫塔 一般工場



図3 電気集塵機 火力発電所



図4 石炭倉庫 一般工場

きであるため、連続稼働に適した専用のデータ収集・処理ユニット(PLC)を設ける。濃度や流速、ダスト量の演算、及び上位機器への通信は本ユニットを介して行われる。データ処理、表示用PCに故障が発生した場合でも運転を続けデータを関係機関に送り続ける。一時的なデー

Feature Article 特集論文 中国の固定発生源における連続モニタリングの概要

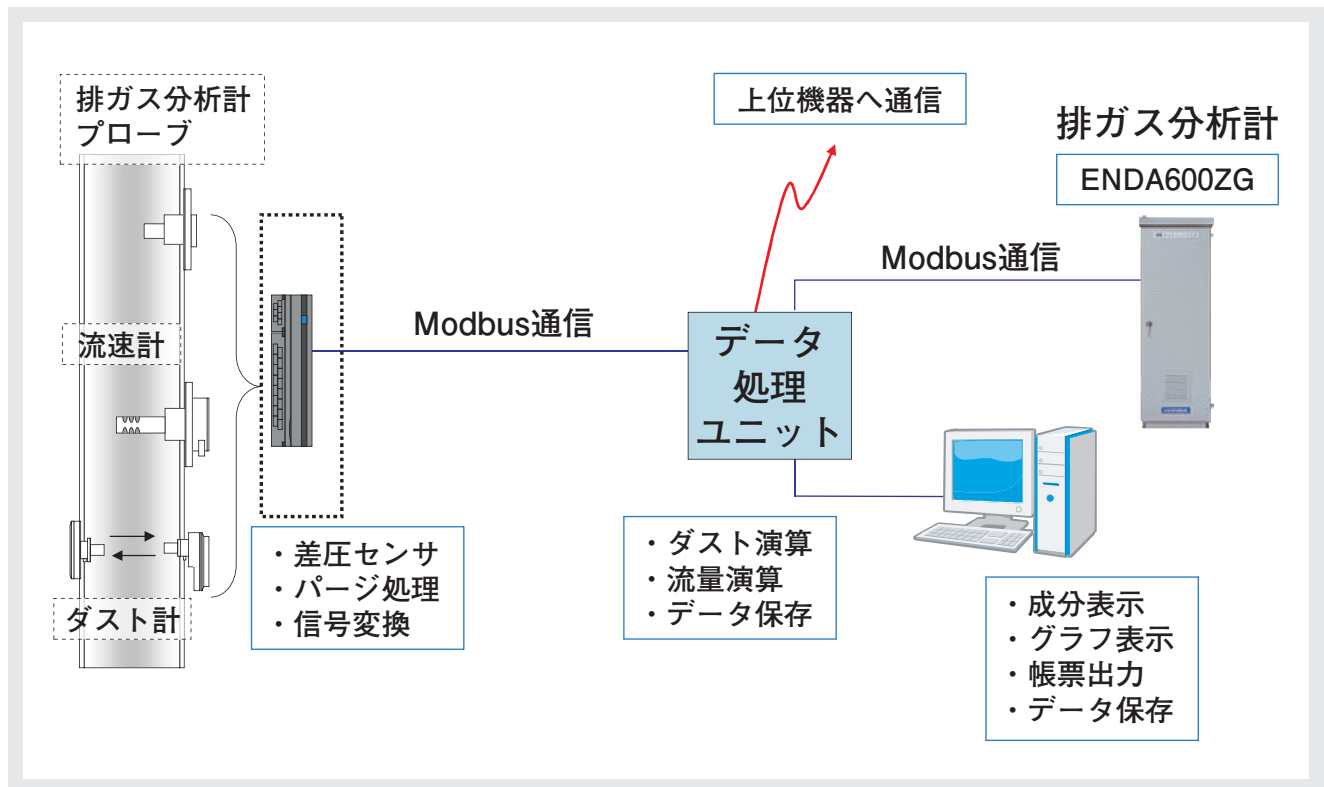


図5 HORIBA CEMS システム概要図



図6 ソフトウェア画面(例)

タ保存機能も備えているので、PC故障によるデータ欠測も補う。また、フィールドバスを採用し各ユニットを接続することで、省配線とデジタル信号での処理とし、設置時間の短縮と信頼度の高い信号を実現している。

おわりに

CEMSについて、先進各国、欧米等では長い歴史をもつ

成熟市場であるが、中国やインドの新興国では、法整備も含め、これからの市場である。中国の環境保全はこれまで以上にクローズアップされてきており、環境汚染改善への関心が高まっている。今回、固定発生源の排ガス計測の概要を紹介したが、これまでの経験を踏まえ、より中国の環境保全に役立つ環境モニタリングシステムを提供していきたい。

参考文献

- [1] 国家環境保護総局標準 固定汚染源排ガス連続監視システム技術要求及び試験方法 HJ/T76-2007



島中 秀起

Hideki HATAKENAKA

株式会社堀場製作所
環境プロセスシステム統括部
システムソリューションズ部