

〈研究発表〉

中国向けごみ焼却プラントの計装・制御

喬 雪 竹¹⁾, 王 磊 甲²⁾, 黒 澤 和 重³⁾, 塚 本 輝 彰⁴⁾

¹⁾ 青島荏原環境設備有限公司
(〒 266031 中国山東省青島市市北区傍海中路1号 E-mail: qiaoxuezhu@ebaraqd.com)

²⁾ 青島荏原環境設備有限公司
(〒 266031 中国山東省青島市市北区傍海中路1号 E-mail: wanglj@qdebara.com)

³⁾ 荏原環境プラント(株)
(〒 144-0042 東京都大田区羽田旭町 11-1 E-mail: kurosawa.kazushige@ebaracom)

⁴⁾ 荏原環境プラント(株)
(〒 144-0042 東京都大田区羽田旭町 11-1 E-mail: tsukamoto.teruaki@ebaracom)

概 要

中国のごみ焼却プラントの計装・制御技術は、ヨーロッパや日本の技術をベースにし、中国特有な事情を組合せ、進化してきた。現在、青島荏原環境設備有限公司および荏原環境プラント株式会社は中国国内において、ごみ焼却プラントを11件納入し、中国の環境問題に貢献してきた。今回、日本ではあまり採用されていない技術や中国での計装・制御事情について、紹介する。

キーワード：中国, 低質ごみ, 燃焼制御, 計測, カメラ

原稿受付 2016.7.11

EICA: 21(2・3) 157-160

1. はじめに

中国経済の発展及び住民が環境に対する意識の向上に従い、ごみの減量化、無害化や資源のリサイクルを実現するため、ごみ焼却処理は都市生活ごみ処理の主要な処理方法となってきた。

荏原グループは2016年6月現在、16件のストーカ式ごみ焼却プラントを納入・建設中である。その設計上で、日本と中国の異なる計装・制御技術について、紹介する。

2. 差込型炉内 ITV カメラの採用

中国のごみ焼却炉は1炉あたり300~600t/dと大きく、炉幅も広がる。そのため、最近では監視視野を広げるために、差込型ITVカメラを採用している。そのシステム構成をFig.1に示す。

差込型ITVカメラは、4つの部分から構成され、1:

カメラ部、2: 差込装置部、3: 冷却システム部(圧縮空気) 4: 制御部である。

カメラはピンホールレンズを採用し、強制エア冷却式カバーを取り付けている。冷却用圧縮空気は先端のカメラのレンズに螺旋状にゆるやかに吹き、炉内に入る構造である。

差込装置は取付け台座で炉の壁に固定して、ホースで制御盤と繋ぎ、カメラの差込み、引戻しを制御する。

冷却システム部は圧縮空気配管と圧縮空気を遮断する電磁弁で構成される。

制御部はローカル制御盤で構成され、自動保護機能を持つ。圧縮空気の圧力が低下した時、あるいはカメラの温度が上昇した時、自動的にカメラを引戻し、アラームを出力する。

一般的な炉内監視カメラより、差込型カメラは監視

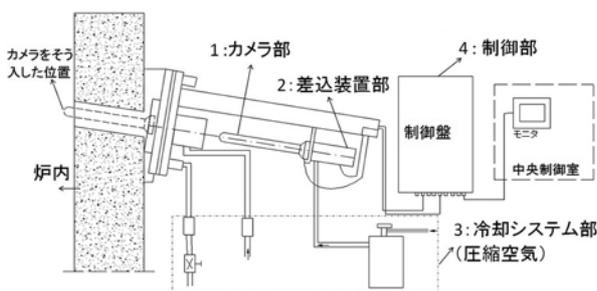


Fig.1 差込型ITVカメラの構成

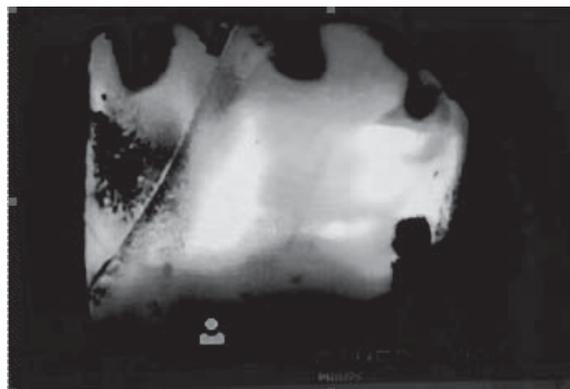


Photo 1 一般的な炉内監視カメラで炉内映像

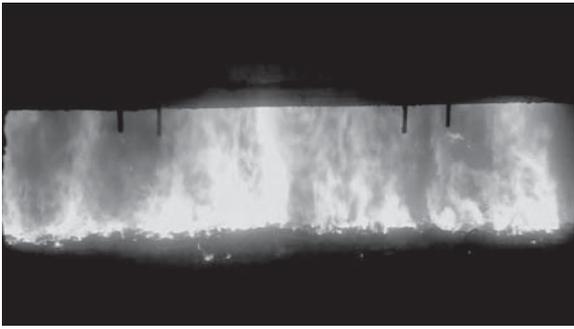


Photo 2 差込型炉内カメラで炉内映像

範囲が35% 広く、視窓ガラスの汚れや外部からの光の反射の影響がなく、はっきり見える。

3. 省エネルギー対策

ごみ焼却プラントでは、一次送風機と誘引送風機は焼却システムの重要な設備で、モータ容量も大きい。この2つの送風機は、風量の調節範囲が広くて、従来型のダンパのみで調節すれば、低開度で長期間運転する場合があります、動力ロスが大きい。インバータでの風量調節はその動力ロスを抑制できるため、インバータの制御方式を採用している。

3.1 調節効果

Fig. 2 は、インバータの制御方式を採用した炉内圧力のトレンドである。

トレンドで示したとおりに、炉内の圧力の設定値は -100 Pa で、4 時間の圧力の最大値は -15 Pa で、最小値は -174 Pa で、相対誤差は下記で計算している。

$$\delta = \Delta / L \times 100\%$$

δ — 相対誤差

Δ — 絶対誤差

L — スケール (-400 Pa ~ +400 Pa)

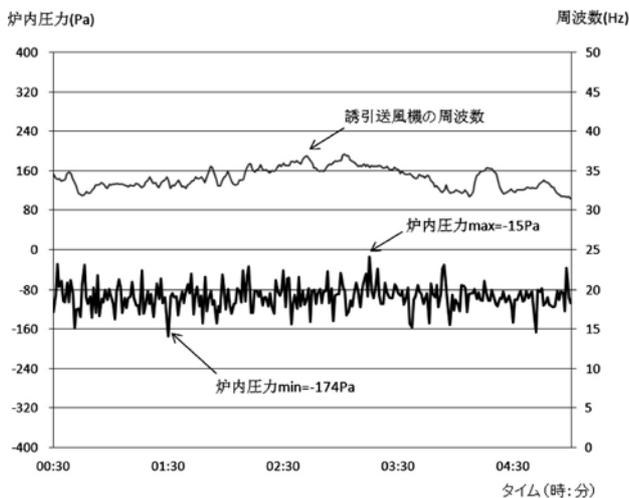


Fig. 2 炉内圧力の変化曲線

$$\begin{aligned} \delta 1 &= \Delta 1 / L \times 100\% \\ &= (-174 + 100) / (800) \times 100\% \\ &= -9.25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta 2 &= \Delta 2 / L \times 100\% \\ &= (-15 + 100) / (800) \times 100\% \\ &= +10.6\% \end{aligned}$$

偏差範囲は -9.25% ~ +10.6% で、理想的に自動制御している。

3.2 省エネルギーの結果

上海市松江のごみ焼却プラントを例として、説明する。焼却炉が4 炉構成となっており、1 系列1 台 315 kW (モータ定格) の一次送風機と1 台 710 kW (モータ定格) の誘引送風機がある。その性能曲線は Fig. 3, Fig. 4 のとおりだ。

Fig. 3 によってインバータを採用すると一次送風機の軸受出力は 180 kW から 100 kW まで下がった (Fig. 3 で A2 → A1 ポイント)。Fig. 4 によって誘引送風機の軸受出力は 320 kW から 145 kW まで下がった (Fig. 4 で B2 → B1 ポイント)。

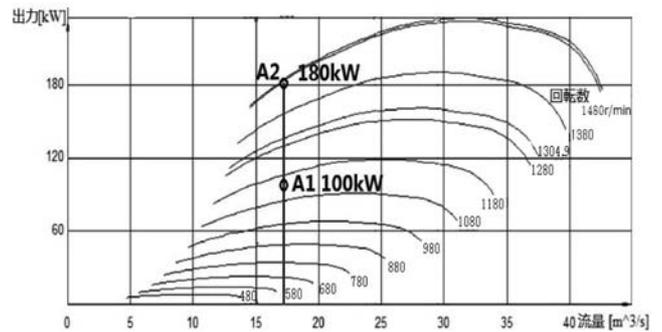


Fig. 3 一次送風機の性能曲線

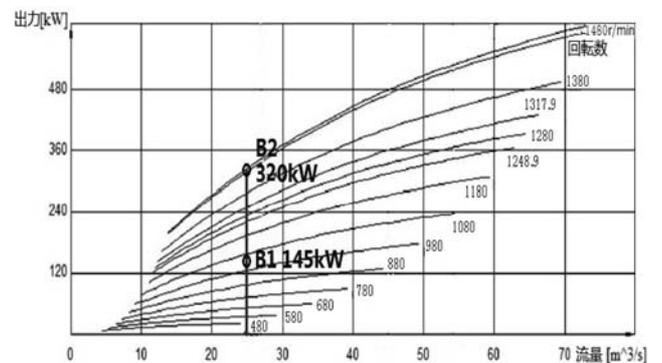


Fig. 4 誘引送風機の性能曲線

これを元にして、一次送風機と誘引送風機の消費電力や省エネ状況を計算した。また、1 時間の消費電力量は Fig. 5 のとおりとなる。

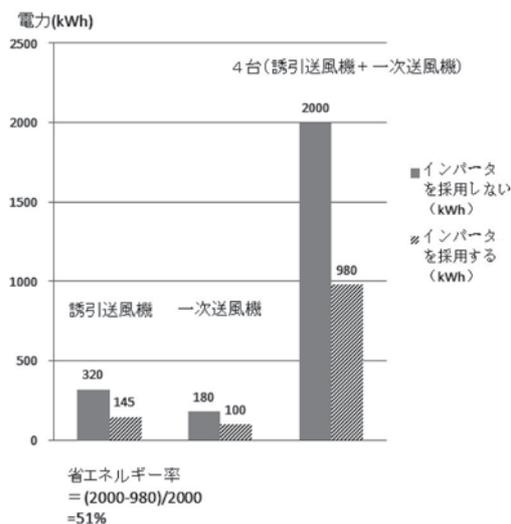


Fig. 5 一次送風機と誘引送風機の1時間の消費電力量

よって、4系列で電力量を計算すると、1時間あたり1020 kWhの消費電力を節約でき、年(8000hで計算)あたり8160 MWhとなる。

4. 中国向けのACC

ACCとは自動燃焼制御装置(Auto Combustion Control)で、安定燃焼を維持するための装置である。ACCを用いると、オペレータ操作が少なくなり、中国の低質ごみの変動にも対応でき、炉出口温度を安定させ、ダイオキシンやNOxの生成を抑えられることからごみ焼却プラントにとって重要な装置である。

4.1 ACCのシステム構成

中国のごみ焼却プラントではDCS(Distributed Control System)制御システムは客先の所掌範囲であり、ACCはメーカー特有なコントロールユニットとしてDCSとは別途切り離し設置するものである。

ACCの構成はFig. 6に示す。ACC演算制御ユニット

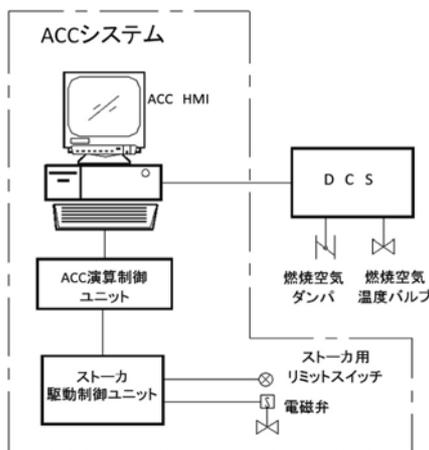


Fig. 6 ACCシステム構成

ト、ストーカ駆動制御ユニット、ACC HMI(Human Machine Interface)で構成されている。ACC演算に必要なプロセスデータは通信でDCSより入力する。演算した燃焼空気流量や、燃焼空気温度などのコントロール指令をDCSへ出力する。

ACCのHMIはACCロジックをチューニングする時や設定値を変更する場合に使うものである。運転監視と運転操作機能はDCSのHMIで行う。

最近では、客先からACCのロジックをDCSに組むという要求が多くなってきている。

4.2 ACCの概略機能

ACC概略機能をFig. 7に示す。安定運転を実現するため、炉出口温度、蒸発量、O2などを一定範囲内に制御することはACCの目標である。つまり、給じん装置速度、ストーカ速度、燃焼空気の分配量を制御することがACCの主要な機能である。

それを実行するため、焼却量演算や、炉出口O2演算や、燃焼空気量と分配制御演算、入出熱量演算や、ごみ発熱量演算などを行っている。

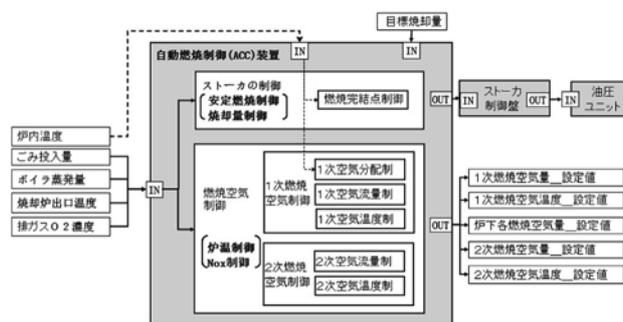


Fig. 7 ACCの概略機能

4.3 ACCと関連する機器の手配

ACC運転を行う上で、検出端の各温度計、流量計、圧力計、レベル計、操作端の各コントロールダンパ、コントロールバルブ、排ガス分析計、ごみクレーンの各性能は設計した仕様通りに機能を発揮しないと、ACC運転は難しい。

中国ごみ焼却プラントの発注分担は、日本と異なり、上記計装品は全て客先の手配範囲となっている。荏原グループは基本設計を行い、客先にて詳細設計と手配を行っているので、確認不足がないように十分な打合せが必要である。

5. 排ガス分析計 (CEMS)

CEMS は Continuous Emission Monitoring System で、排ガス成分を連続検出システムである。

5.1 中国での発展状況

中国の環境産業の発展は遅く、CEMS 製品・技術は先進国に比べて相対的に遅れている。1997年に施行した「中国火力発電所大気汚染物質排出基準」では CEMS を設置することを明文化し、徐々に CEMS に関わる設置要求、検収要求、校正要求、データを環境保護局へ送信する要求を明確にし、厳しくなってきた。また、同時に排出基準もだんだん厳しくなっており、いまでは、EU2000 と同じ基準となっている。

CEMS を製作できる中国メーカは少なく、メンテナンスも海外のメーカに依存している。中国で技術拠点のある日本や欧米のメーカの製品は多く採用されている。最近、サンプルガスを水分除去して分析する方法の欠点を避けるため、高温マルチタイプの赤外線式分析計がよく採用される。

5.2 設置場所と監視について

Fig. 8 に示した様に、サンプリングプローブや粉塵センサや流量計センサは煙突に設置され、アナライ

ザーやデータ収集装置 (DAS: Data Acquisition System) やデータ送信装置や標準ガスは煙突下部の分析室に設置される。

CEMS の検出プローブは誘引送風機の出口、または煙突に設置している。中国の規範によって、CEMS のサンプリングプローブの前に直径の 6 倍以上の直管部が必要なため、多くのプラントでは誘引送風機出口に設置するのは難しく、煙突に設置される。

排出基準がだんだん厳しくなってきたため、SDR (Semi Dry Reactor)、SCR (Selective Catalytic Reduction) などの排ガス処理装置が設置され、客先が各処理装置の効率を把握するため、ボイラ出口、SDR 出口、煙突で別々に排ガス分析装置を設置する案件もある。そのため、焼却炉 1 炉に対して、2 箇所以上に排ガス分析装置を設置される案件が増えている。

公害監視データは市民へ情報公開するため、ごみ焼却プラントの入口に設置してある大型ディスプレイに表示されるし、GPRS (General Packet Radio Service) で環境保護局へも送信されている。

6. おわりに

中国でごみ焼却プロジェクトの建設件数が大幅に増加し、その規模も大きくなり、燃焼の安定性、灰熱灼減量、省エネ、排ガスの排出基準などへの要求が高まっている。これに応じて、中国のごみ焼却炉の特徴に適合する計装・制御分野へも期待が高くなってきた。

荏原グループは今後とも経験を積み重ねて、よりよい計装・制御技術を設計して、中国の環境問題に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 王 颖, 刘 云杰, 蒋 金明, 高波: 都市生活ごみ焼却プラントでインバータの採用, 環境衛生工学, pp.60-62, (2013-1)
- 2) 江苏金通灵流体机械科技股份有限公司: 風機のパフォーマンス曲線, (2013-6-13)

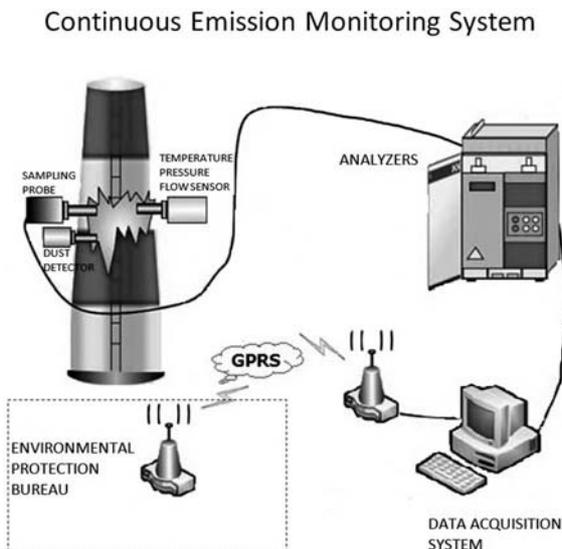


Fig. 8 排ガス分析計システム構成