

コンバインド火力発電プラントの運転時ヒートバランス作成と解析

高精度な機器効率監視へ向けた取り組み

Creation and Analysis of the Operating Heat Balance at Combined Thermal Power Plants
Efforts for High-Accuracy Monitoring of Equipment Efficiency

(電力技術研究所 エネルギー・環境G エネルギーT)

コンバインド火力発電プラントにおいては、プラントを構成する機器の効率が外気温等の影響を受けて変動する性質を持っている。本研究では、運転データに基づくヒートバランスを作成し、更に統計的な補正を加えることで、外気温等の影響を排除した精度の高い効率監視が可能となった。

(Energy Team, Energy and Environment Group, Electric Power Research and Development Center)

The efficiency of the equipment in combined thermal power plants tends to vary depending on such factors as the external temperature. This has been a bottleneck in determining whether or not the equipment performance (efficiency) is low. This study created a heat balance based on the operating data, and, by adding statistical correction, enabled high-accuracy monitoring of the equipment, while eliminating effects from such factors as the external temperature.

1 コンバインド火力の性能管理

火力発電所では、各部の温度や圧力、流量などの情報から発電プラントを構成する各機器の長期的な性能(効率)変化や異常を見つけるという業務を行っており、「性能管理」と呼ばれている。発電プラントの熱効率を高く保ち、また的確な保修計画を立てるためにも精度の高い性能管理が望まれている。

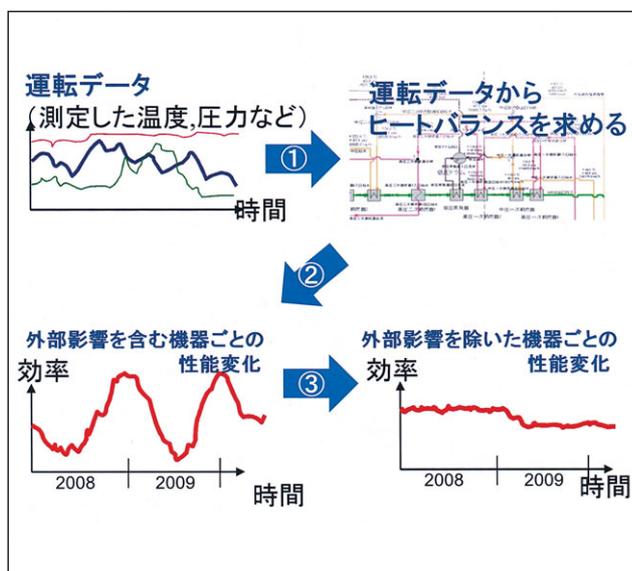
当社は、発電機を回す動力源として蒸気タービンのみを利用する「コンベンショナル(従来型)火力」と、ガスタービンと蒸気タービンの両方を利用する「コンバインド(複合型)火力」という2種類の火力発電プラントを保有している。このうち、コンベンショナル火力は歴史も古く、また気温など外部環境の影響を受けにくいいため、性能管理手法は確立されている。

一方で、コンバインド火力においては、気温など外部の影響を受けてガスタービン効率が変化し、さらにこの影響を受けてガスタービンの後段に位置する多数の機器も効率等の数値が変動してしまうという性質を持っており、コンベンショナル火力のような精度のよい性能管理は難しかった。このため、こうした外部や前段の機器による影響を取り除き、各機器単体の真の性能変化を求める性能管理手法が望まれていた。

2 開発した性能計算手法

機器ごとの真の性能を正しく知るためには、まず、各機器の性能(外部や前段の機器の影響を含む)を精度よく求めた上で、外部や前段の機器による影響を除く、という第1図に示す手順を踏む必要がある。具体的には次の通りである。

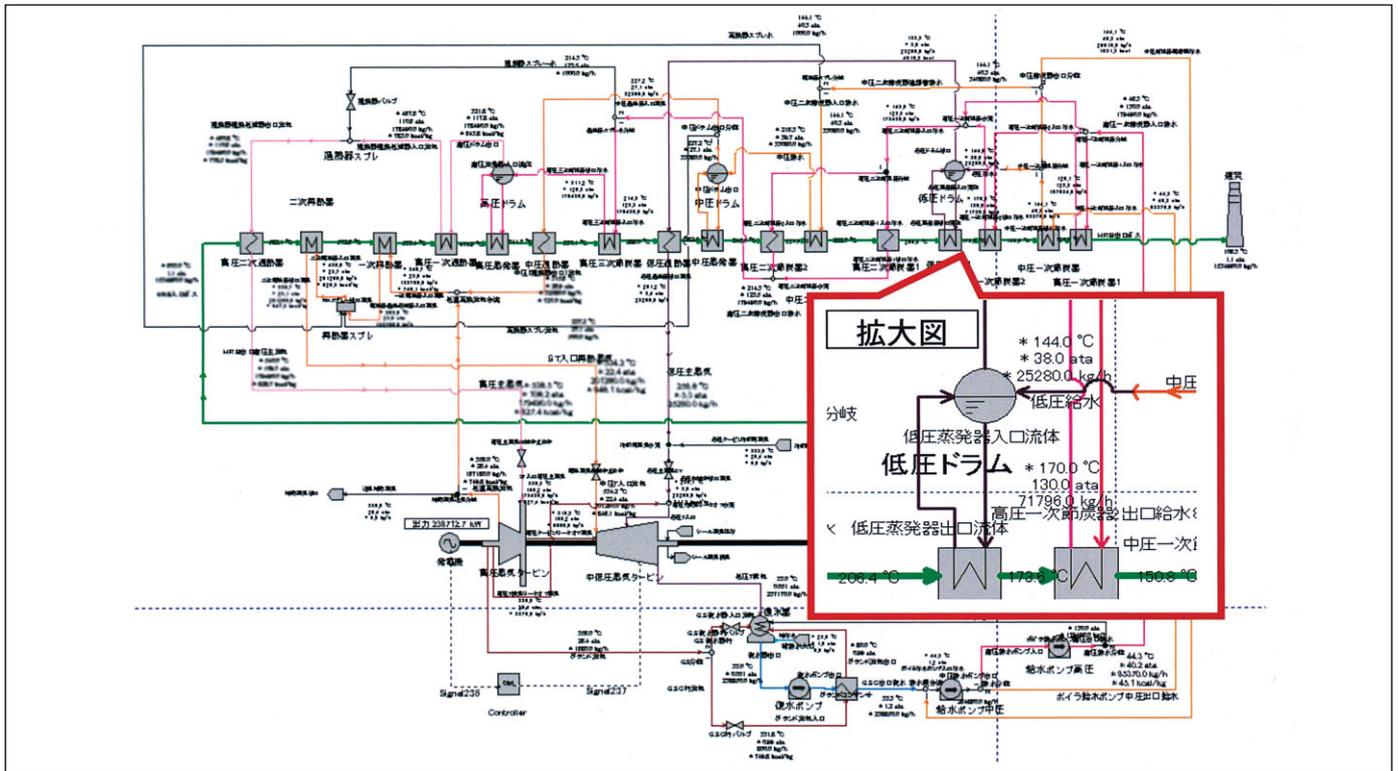
まず、発電プラントで測定している温度、圧力等の運転データから各機器間のエネルギーのやりとりを推定する必要がある。エネルギーのやりとりが分かれば、各



第1図 機器の性能を求める手順

機器の入口出口の状態量(温度、圧力、エンタルピ、流量)がすべて決まるが、これらは「ヒートバランス」と呼ばれ、性能管理上重要な情報である。

今回、ヒートバランスを求めるため、(財)電力中央研究所が開発した専用計算ソフトであるEgWinを利用した。一般に熱化学プラントのヒートバランスを計算するには多数の繰り返し計算が必要であるが、EgWinは火力発電のプロセス上の特徴を利用して必要計算量を大幅に減らしており、10秒程度の短時間で繰り返し計算を収束させるという特長を持つ。ただし、運転データには条件が異なったものが含まれ、また数値には変動や測定誤差が入り込むため、そのままヒートバランス計算の入力値として用いると精度の低下や計算エラーにつながる。これを防ぐため、あらかじめ不適切な運転データを修正または除去する前処理を考案した。これにより運転データから異常なくヒートバランスを求めることができるようになった。この作業は第1図中の①の矢印の部分に当たる。



第2図 ヒートバランスの一例

こうして得られたヒートバランスの例を第2図に示す。第2図中の拡大図からわかるように、発電所を構成する主要機器の入口出口の状態量が表示されている。

ヒートバランスが得られれば機器ごとの入口出口の温度、圧力、流量から、その効率を計算することができる。この作業を数年以上の期間の運転データに対して順次行うことで、効率の経年変化を得ることができる。これが第1図中の②の部分である。ただし、この段階では、得られた効率は外部や他の機器による影響を含んでいる。

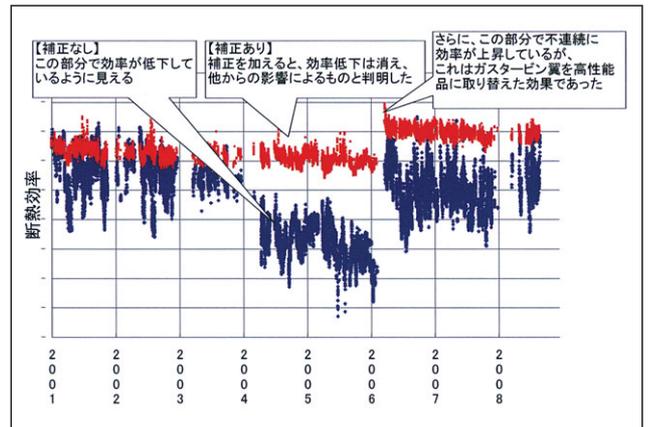
そこで、統計的な手法により他の影響(外部や他の機器による影響)によるばらつきを取り除く補正式を導入することにした。具体的には、各機器の入口出口の状態量(流速、流体温度および圧力)の中から、機器ごとに適切な変数を選択して、重回帰分析により補正式を求めた。適切な変数を選択することで、効果的に他の影響によるばらつきが補正でき、各機器の真の性能変化を精度よく求めることができた。これが第1図中の③の部分である。

3 提案する手法の効果

前処理とEgWinを組み合わせた手法により、運転データから直ちに毎時ごとのヒートバランスを得ることができ各機器の性能を高い精度で求めることが可能となった。

さらに、統計的手法により外部や他の機器からの影

響を排除することが可能となった。ガスタービン断熱効率を求めた例を第3図に示す。青が補正なし、赤が統計的手法による補正後である。第3図に図示したように、補正なしではわからなかった知見が、補正を加えるとはっきりとわかる。



第3図 ガスタービン断熱効率の変化

4 まとめ

コンバインド火力発電プラントの運転データに対して、前処理、ヒートバランス計算と統計的手法を組み合わせることで、より精度の高い性能管理が可能となったことがわかった。

今後、複数のコンバインド火力発電プラントを対象に本手法の効果を検証し、良好な結果が得られれば実用化の検討を行う。



執筆者/山田康二