



貫流ボイラの高効率運用管理システム



川重冷熱工業株式会社
滋賀工場 技術総括室 ボイラ開発部
森本 恵

1. はじめに

地球規模の資源制約、気候変動問題、経済面に加えて電力問題からも省燃料・省電力は緊急課題となっている。このような背景から、ボイラの高性能高機能化への要求は近年ますます高まってきた。

ボイラの省エネで大切なことは下記2点である。

- ① ボイラ自体の効率が全負荷域で高効率であること
- ② ボイラ実運転で高効率が発揮されていること

本稿は項目②をテーマとする。ボイラ実運転において、当社大型貫流ボイラ「Ifrit (イフリート)」の高性能を最大限に活かす周辺装置として、「川崎PI台数制御装置」と総合管理システム「Every Fit (エブリフィット)」を紹介する。

2. 大型貫流ボイラの高性能PI台数制御

省エネ・省スペースで取り扱いが容易な貫流ボイラは、現在、日本の産業用熱源の主流となっている。また、大容量ボイラ設備において、貫流ボイラを複数台設置し、必要な蒸気負荷に応じて燃焼台数を制御する多缶設置システムが増加している。

(1) ボイラ実運転における課題

ボイラの実運転において、バーナ燃焼可能範囲を下回る負荷しかない場合、バーナはON-OFF制御となる。安全の観点から、ボイラは、バーナが発停する度に炉内をパージ (送気) して未燃ガスを掃気する。パージ時には、常温の空気がボイラ内を通過し熱を奪う

ために熱損失を伴う。従って、バーナの発停回数を低減することで下記効果が期待できる。

- ① 燃料消費量削減と電力消費量削減
 - ② 連続運転による、圧力変動幅の縮小
- (2) パージ損失低減による燃料消費量と電力消費量の削減効果

ここでは2.(1)で述べたパージ損失についての実機試験結果を報告する。実機確認を行ったボイラは、当社大型貫流ボイラ イフリートビートと当社小型貫流ボイラである。表1に主要要目を、図1に試験時の蒸気負荷パターンを示す。本条件ではPI (比例積分) 制御ボイラは連続制御、3位置制御ボイラは断続制御となる。また、表2に示すように、1時間当たりの発生蒸気は両機種とも約3,030kgであるが、燃料ガス消費量はイフリートビートが211.1m³_Nであるのに対し、小型貫流ボイラは217.5m³_Nとなり、イフリートビートの燃料消費量が2.9%少ないことが分かる。大きな蒸気負荷変動に対して、小容量3位置制御の小型貫流ボイラを台数制御すると、バーナを発停させる制御となる。これに比較して、大容量PI制御の大型貫流ボイラ イフリートビートではバーナを停止せずに連続運転しているため、バーナ発停に伴うパージ熱損失が回避されて、燃費向上となる。また、1時間当たりの電力使用量はイフリートビートが8.93kWhであるのに対し、小型貫流ボイラは25.8kWhとなり、イフリートビートの電力使用量が65.3%少ないことが分かる。パージ損失回避とインバータ運転により電力使

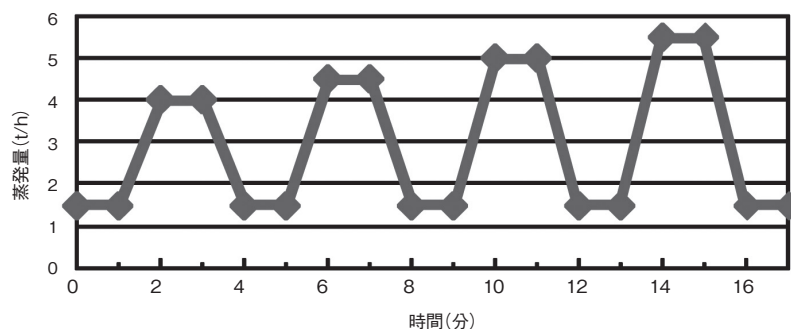


図1 蒸気負荷パターン

表1 ボイラ 主要要目

	単位	イフリーストビート	小型貫流ボイラ
換算蒸気量	kg/h	4,000	2,000
実際蒸気量	kg/h	3,354	1,677
最高使用圧力	MPa	0.98	0.98
常用圧力	MPa	0.49~0.88	0.49~0.88
伝熱面積	m ²	13.8	9.8
ボイラ効率	%	98	98
燃料	—	都市ガス13A	都市ガス13A
燃料消費量	m ³ N/h	227.1	113.4
燃焼制御方式	—	PI制御	3位置制御
燃焼制御範囲	%	17~100	High-Low-Off
給水制御方式	—	PI制御	ON-OFF制御

表2 実機運転結果

	単位	イフリーストビート	小型貫流ボイラ	備考
台数	台	2	4	—
運転時間	時間	0.28	0.28	—
蒸気流量	kg	849	850	—
燃料ガス流量	m ³ N	59.1	60.9	—
年間燃料ガス費*	円	101,314,286	104,400,000	—
年間燃料費削減分*	円	-3,085,714	—	小型貫流ボイラ燃料費との差
電力量	kW	2.5	7.2	—
年間電力量費*	円	857,143	2,468,571	—
年間電力量費削減分*	円	-1,611,428	—	小型貫流ボイラ電力量費との差

*年間運転時間8,000時間、燃料単価60円/m³N、電力量単価12円/kWh

用量が低減される。このときの年間燃料費削減分は3,085,714円であり、年間電力量費削減分は1,611,428円である。

(3) 高性能PI(比例積分)台数制御

当社PI台数制御装置は、複数台の各種ボイラを総括制御し、必要蒸気負荷に対応した運転台数と燃焼量の最適制御により省燃料・省電力運転を実現する。

① 基本制御動作

蒸気ヘッドに設置した蒸気圧力センサの検出する圧力が目的の値となるように、ボイラの運転台数(燃焼缶数)と燃焼量を制御する。図2に示すように、

蒸気負荷が増加する場合は、燃焼中のボイラが一定時間、一定負荷を超えた場合に燃焼缶数を増加させる。また、蒸気負荷が減少する場合は、燃焼中のボイラが一定時間、一定負荷を下回った場合に燃焼缶数を減少させる。

② 制御方式

制御方式としては、様々な顧客の蒸気負荷パターンに対応すべく、次の3種類の基本制御モードを搭載している。

i) 全缶同時比例モード

図3に「全缶同時比例モード」による燃焼缶数

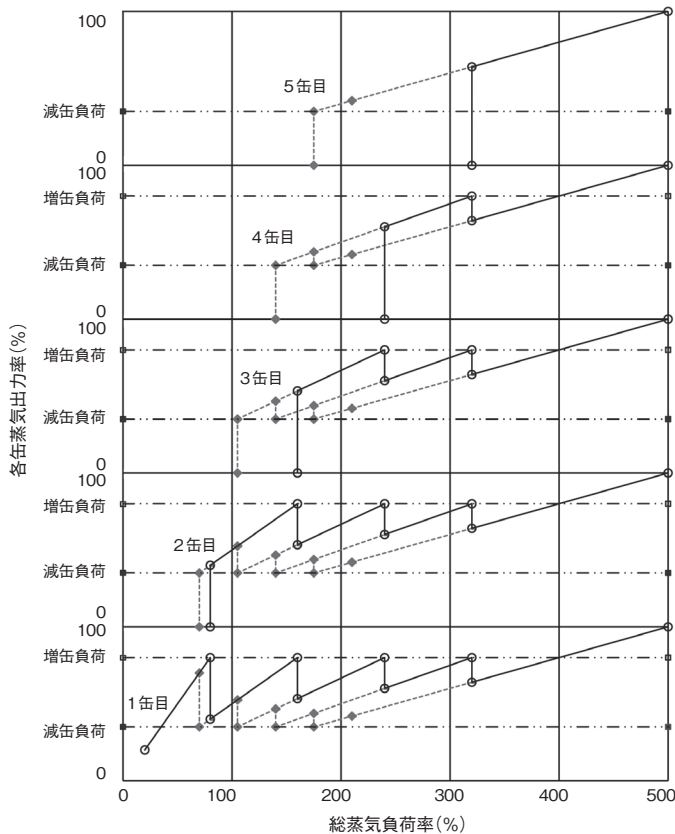


図2 台数制御運転状態

と蒸気出力を示す。燃焼中のボイラを全て同一燃焼量で制御する。蒸気負荷増加時の燃焼缶数増加（増缶）タイミングが他のモードと比較して早い
ため、負荷変動時も蒸気圧力を高精度に保つ。

ii) 最大固定モード

「最大固定モード」では、燃焼缶数が設定値を超えた場合、超えた台数を最大燃焼量に固定運転し、残りのボイラで負荷追従する。この場合、燃焼缶数を少なくできるため、バーナ発停に伴う熱損失を回避した省燃料・省電力運転となる。

iii) 全缶同時比例+オートゾーンモード

図4に「全缶同時比例+オートゾーンモード」による燃焼缶数と蒸気出力を示す。燃焼中のボイラを全て同一燃焼量で制御し、増缶タイミングは燃焼缶数ごとに自動変更される。増缶タイミングを一定値とすると、燃焼缶数増加に比例して増缶タイミング時の出力余裕が増加する。その結果、必要以上に燃焼缶数が増える場合がある。「全缶同時比例+オートゾーンモード」では燃焼缶数を抑えつつ負荷追従範囲を広くでき、i) ii) の長所を兼ね備えた運転となる。

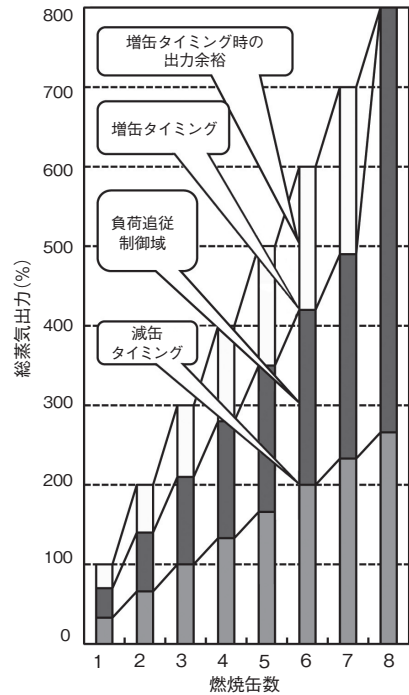


図3 全缶同時比例

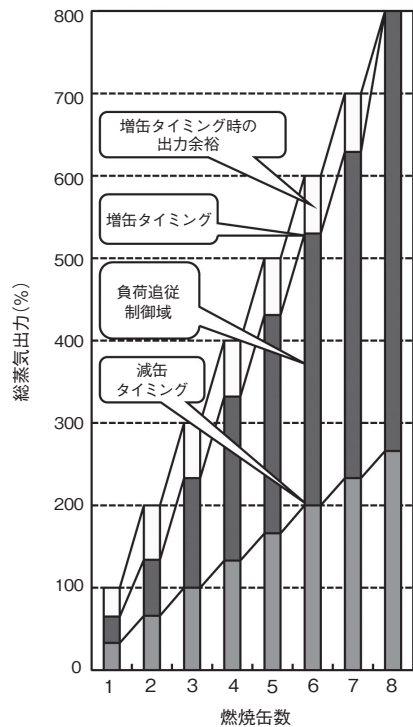


図4 全缶同時比例+オートゾーン

これら基本制御モードに加え、バッチ負荷や突発負荷による急激な負荷増加に対応して燃焼缶数を強制増加させる機能や、燃焼缶数変更時に先行して操作出力をフィードフォワード制御して蒸気圧力変動を抑制する機能等、各種負荷パターンに適合可能な機能を備えている。そして、各種設定は台数制御装置付属のタッチパネルを操作することで容易に変更可能である。

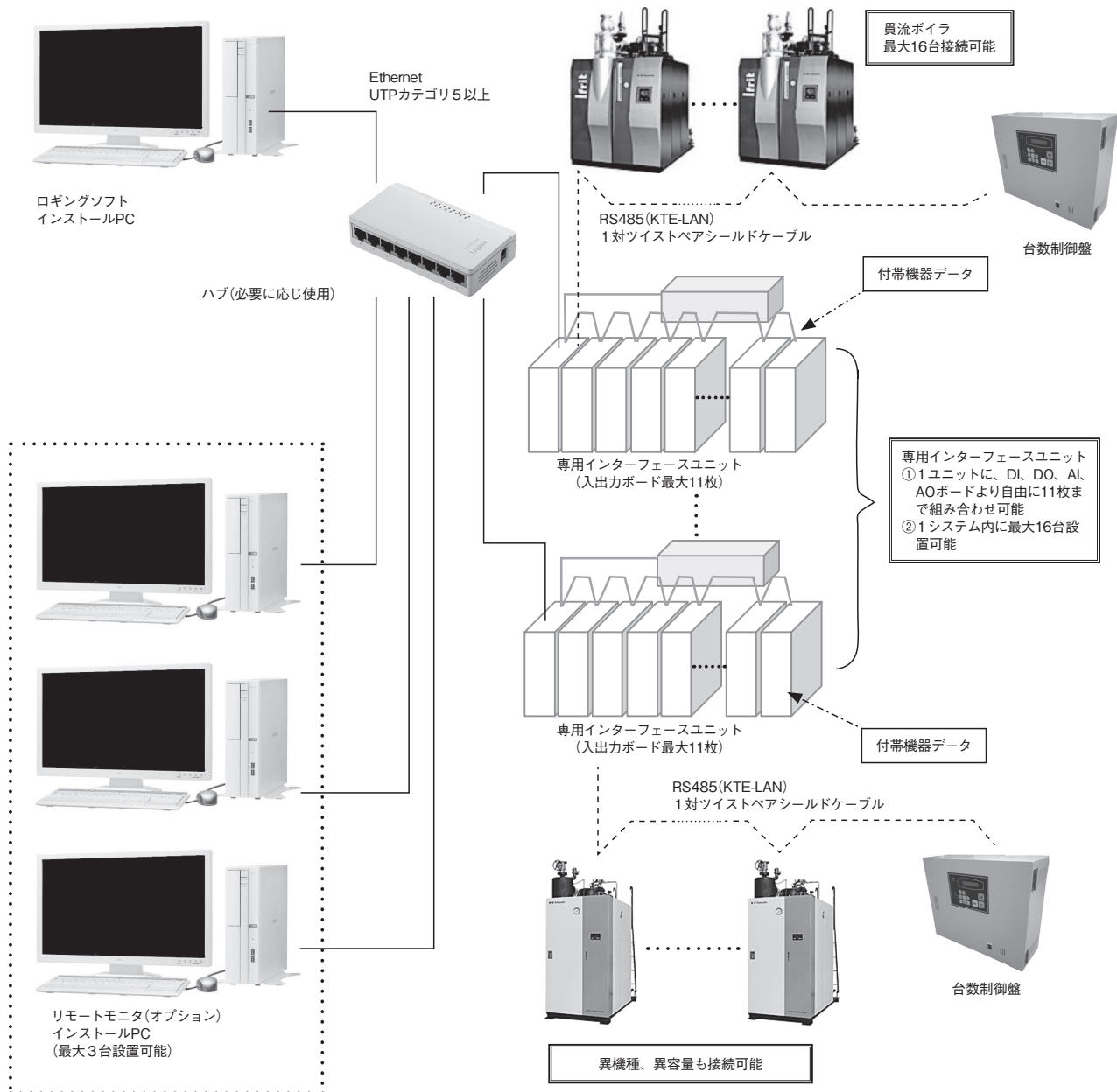


図5 総合管理システム「Every Fit」システムフロー

3. 総合管理システム「Every Fit」によるボイラ運転状況の見える化と最適運用管理

ボイラの熱管理においては、実運転に関する日常の各種計測結果による最適省エネ運転や予防保全が重要である。図5に示すように、当社総合管理システム「Every Fit」は各種ボイラや冷凍機、台数制御装置、水処理機器等、様々な工場設備の運転状況の記録や集計、警報発報等を自動化し、集中運用管理を容易に実現する。主な機能は下記の通りである。

(1) あらゆる (Every) 設備に適する (Fit)

当社データログソフトウェアがインストールされたPCは専用インターフェースユニット（信号入出力端末機器）とのイーサネット通信により、様々な顧客設備とデータを送受信することができる。

(2) 運用管理データ収集・加工・記録・表示

顧客ごとの運用管理に合わせた帳票項目を自動集計・記録・閲覧・エクセルデータ化できる。収集したデータは即時グラフ表示が可能（リアルタイムトレンドグラフ）である。また、保存されたデータのグラフ表示も可能（ヒストリカルトレンドグラフ）である。

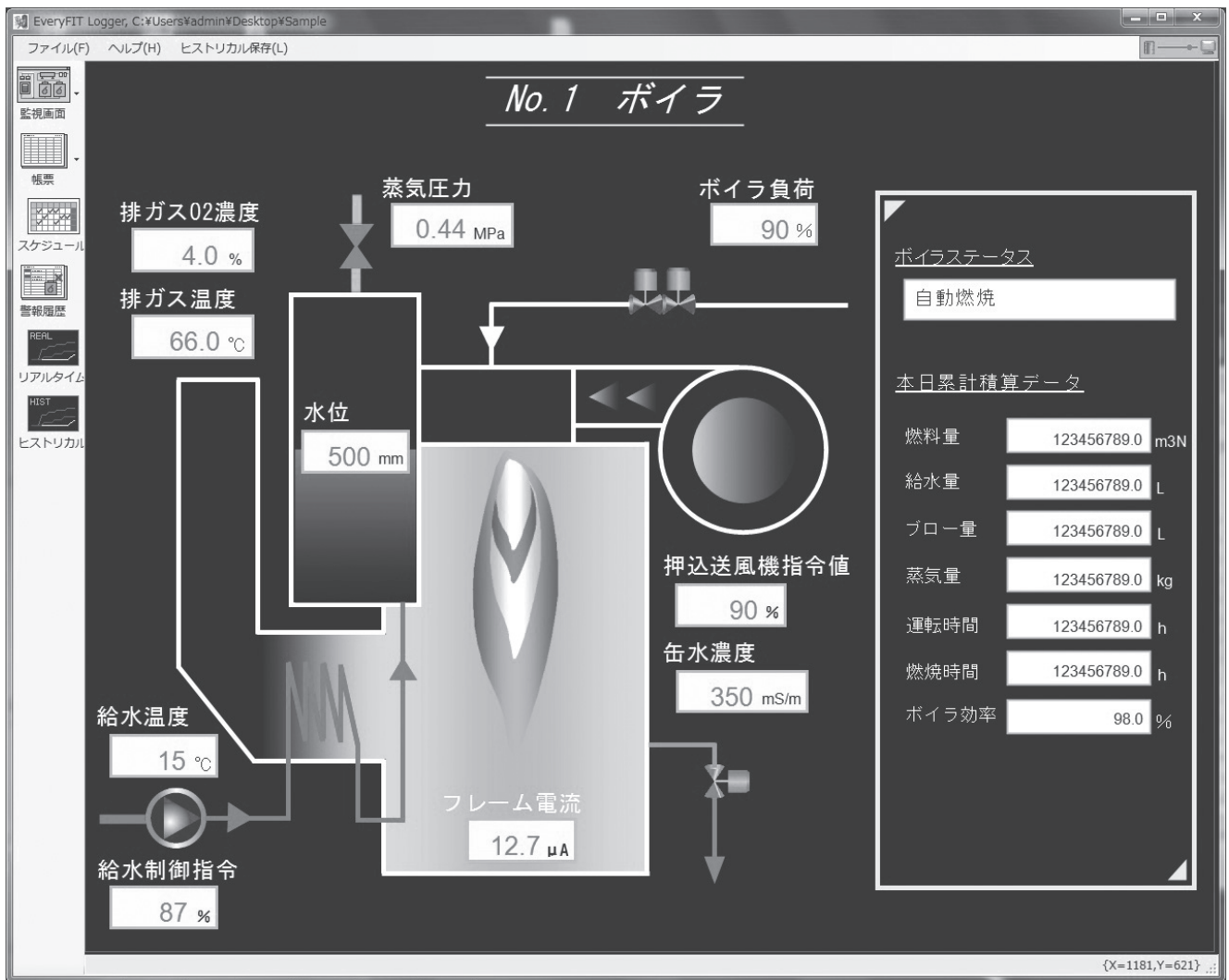


図6 個別監視画面

(3) 容易なカスタマイズ

顧客自身がソフトウェアの設定を変更することで、運転監視画面(図6参照)や日報、月報を容易にカスタマイズできる。収集したデータの工業値変換や制限値判定、積算、平均、四則演算(演算式入力)等、細やかな加工も可能である。

(4) 警報監視

警報発生時の画面表示、記録、警報音鳴動、メール通報が可能である。また、当社機器の警報以外にも顧客設備の警報設定ができる。

(5) 遠隔操作

遠隔監視室から機器の操作・設定値の変更ができる。また、週間スケジュールタイマによる自動操作も可能である。

4. まとめ

高性能大型貫流ボイラの実運転における高効率運用管理システムについて紹介した。入出力信号や表示画面を自在に変更することで様々なお客様の運用状況へ適用が可能のため、広く導入いただくことで社会全体のエネルギー有効利用に貢献することを図りたい。

これからも、ボイラ単体の高効率化のみならず、熱源機器メーカーならではのノウハウを活かした技術で、実運転における熱源システム全体の省燃料・省電力化を推進していきたい。