



PID制御小型貫流ボイラ



川重冷熱工業株式会社
技術総括室 ボイラ技術部

村井 敏公

1. はじめに

パリ協定の批准が決まり、日本では2030年に温室効果ガスを2013年度比で26%削減するという非常に高い目標を定めている。多くのボイラは化石燃料を燃焼させ、その発生エネルギーで水を温水や蒸気に変換させる機械であり、さながら温室効果ガス発生装置とも言え、省エネ性能の追及は止めることができない課題である。

蒸気ボイラでは小型貫流ボイラが市場の主流となっている。これは省スペース性や取り扱いやすさもさることながら、定期性能検査が不要であり、またボイラー技士免許がなくても小型ボイラー取扱特別教育修了者であれば取り扱うことができることが理由である。1台当たりの出力が小さくても、複数台設置することで出力を調整できることから、大容量の需要家でも小型貫流ボイラの複数台設置が広がっている。

一方、小型貫流ボイラでは多位置燃焼制御やON-OFF給水制御が多く採用されており、省エネ性能としては改善の余地がある。しかしながら小型貫流ボイラは出力が小さいため、ボイラ1台ごとに高性能なセンサや制御機器を搭載してしまうと費用対効果が薄れ、競争力を失うことになる。

当社では小型貫流ボイラでありながらPID制御を

取り入れ、制御性を高めた省エネ型小型貫流ボイラ「WILLHEAT」を開発した。本稿ではその特徴を紹介する。

2. WILLHEATの特徴

本ボイラの外観を図1に、要目を表1に示す。本ボイラでは燃焼制御ではPID演算4位置燃焼制御、給水制御ではPID演算連続給水制御を採用することで、ムダのない安定した蒸気出力を確保することができる。また、押込送風機、給水ポンプをそれぞれインバータ回転数制御することで、消費電力量を大幅に削減することができる。

(1) 燃焼制御(蒸気圧力制御)

従来制御(多位置制御)では、設定蒸気圧力に対し、所定の偏差が発生した場合に、燃焼位置を切り替えていた。この従来制御の課題は、蒸気圧力のオーバーシュート・ダウンシュートが大きくなってしまい、安定した蒸気出力が得られにくいことにあった。

「WILLHEAT」は新開発制御としてPID演算4位置燃焼制御を採用した。この制御では、蒸気圧力偏差からPID演算し燃焼位置の切り替えを素早く実施することで、蒸気圧力のオーバーシュート・ダウンシュートが小さくなり、安定した蒸気出力が得られるようになる。



図1 「WILLHEAT」外観

表1 「WILLHEAT」要目

ボイラ形式		WF-1500GE	WF-1500GEX	WF-2000GE	WF-2000GEX
規格分類		小型ボイラ			
取扱資格		事業者の特別教育受講者以上			
換算蒸発量	kg/h	1,500		2,000	
実際蒸発量	kg/h	1,258		1,677	
最高使用圧力	MPa	0.98			
伝熱面積	m ²	8.0			
燃焼制御	—	PID演算4位置	連続PID	PID演算4位置	連続PID
給水制御	—	PID演算連続			
使用燃料	—	都市ガス13A			
燃料消費量	m ³ N/h	85.1		113.4	
	kW	960		1,279	
排出窒素酸化物	ppm	60以下(O ₂ =0%換算値)			
ボイラ効率	%	98			
ボイラ製品質量	kg	1,900			

- [注] 1. 燃料消費量は、燃料の低位発熱量を40,600 kJ/m³Nとして表示している。
 2. 給水温度が15℃を超える場合のボイラ仕様値は実際蒸発量を正とする。
 3. 実際蒸発量は蒸気圧力0.49MPa、給水温度15℃で示す。
 4. ボイラ効率は蒸気圧力0.49MPa、給水温度15℃、吸気温度35℃で示す。

(2) 給水制御

小型貫流ボイラでは一般的にON-OFF給水制御が用いられているが、この制御の課題は2つある。1つはボイラ効率の低下である。給水OFF時においてはエコマイザ内に給水が滞留するため所定の収熱量が得られず排ガス温度が上昇、すなわちボイラ効率が低下する。2つ目は蒸気の質の低下である。給水ON時における瞬時給水量はボイラの定格蒸発量以上であり、ボイラ内の温度が一気に下がり蒸気圧力が低下する。また、ボイラ水位が上昇することで蒸気にボイラ水が混入しやすくなり、蒸気の乾き度を悪化させる原因にもなる。

「WILLHEAT」の給水制御は、当社大型貫流ボイラ「IFRIT」で開発したPID演算連続給水制御を採用している。この制御は目標水位と現在水位との偏差を算定する機能、及び給水ポンプをインバータで回転数制御する機能を搭載することで、給水制御出力をPID演算し連続制御することができる。連続給水となるためにエコマイザで常に所定の収熱が得られ、高い運用効率を見込むことができる他、蒸気圧力の安定にも寄与する。また、ボイラ水位を一定に保つよう制御することで、蒸気乾き度も安定する。更に、特別なメンテナンスが必要なセンサや計器を使用しないことから、故障リスクが少なく、1年に1回の整備で性能を保持することができる。

(3) 電動機の制御

「WILLHEAT」では、押込送風機と給水ポンプにそれぞれインバータにて回転数制御を採用している。これにより、ボイラの消費電力量を従来比（当社製品「KF-2000GE」と比較、50%燃焼時）で44%削減することができる。燃焼用空気の制御については、エアダンパと押込送風機回転数制御を組み合わせることで空気の供給を安定させている。また、給水ポンプの制御は、先に述べた通り、連続給水制御としていることから電動機のON-OFF回数が減り、寿命の向上が図れる他、省エネにも寄与する。

(4) 蒸気乾き度

従来から当社貫流ボイラで採用してきた高性能遠心分離反転式気水分離器を「WILLHEAT」でも採用している。これに加え、先に述べたPID演算連続給水制御

との組み合わせにより常に高い乾き度を維持することができ、省エネに寄与する。

(5) 連続燃焼PID制御

「WILLHEAT」はオプション対応で連続燃焼PID制御仕様も用意している。この制御は多位置制御と異なり無段階で燃焼量を変化させることができることから、更に蒸気圧力の安定に寄与する。また、排ガスO₂制御を付加することにより、年間を通じて安定した空気比を維持することができ、省エネに寄与する。

3. おわりに

本稿で紹介した「WILLHEAT」は、大型ボイラで培った技術・経験を凝縮し、お客様のニーズに応えた商品として新規開発した小型貫流ボイラであり、これからの省エネ・CO₂削減に大きく貢献できると確信している。熱源機器のパイオニアとして、一世紀にわたり培ってきた技術と新しい発想で、これからもお客様第一主義を貫き、安心・安全をお届けするとともに、更なる省エネに寄与していく所存である。