

潜熱回収によるボイラー効率の上昇 (その2)

Increase of Boiler Efficiency by Sensible Heat Recovery from Flue Gas

(社)日本ボイラ協会省エネルギー委員会

委員 大政 国光

(川重冷熱工業(株))

by Kunimitsu Omasa

6月号の講座(21)にて、「ボイラーの熱損失の大半は、排ガスの持ち去る熱量によるものであり、ここでは、排ガスの顕熱に加え、今後、ボイラー排ガスの熱回収を徹底していく上で、排ガス中の水分が持つ熱量すなわち潜熱の回収が重要なテーマとなる」とした上で、対象燃料を潜熱回収が効果的な13A都市ガスで代表させ、その効果をノモグラフと例題で概説した。

本講では、講座(21)の13Aガスに対比し、油の場合どようになるかを、対象燃料を灯油で代表させノモグラフで表示し、その省エネ効果の程を概説し、例題により関連事項の理解も願うこととした。

なお、本ノモグラフでは、講座(21)のときと同様に、ボイラー効率は、放熱を無視して排ガス損失のみとし、燃焼空気温度は20℃(湿度70%)と単純化した上で、排ガス温度に応じ、低発熱量基準に加え、高発熱量基準も求められるようにした。本ノモグラフで、排ガス温度48℃前後でボイラー効率が急上昇するのは、ここが排ガスの水蒸気露点で、排ガスの顕熱に加え、凝縮熱が集中的に熱回収され始めるためである。

1. 例題

灯油だきで、排ガス温度140℃(通常の顕熱回収)、空気比1.3で計画されているボイラーを、潜熱回収により排ガス温度45℃まで下げた場合に以下の事項を検討する。

- (1) ボイラー効率はどうなるか。
- (2) この結果、ボイラー省エネ率はどのように算定されるか。
- (3) エコノマイザを使用するとしてヒートバランスは成立っているか。

なお、給水温度は20℃とし、効率1%当りの給水温度変化は6℃として簡略化する。

2. 効果とヒートバランス確認

(1) ボイラー効率

- ・現状：排ガス温度140℃で、低発熱量ベースで94.1%(高発熱量ベースで87.9%)

…ノモグラフA点

- ・潜熱回収実施後：排ガス温度45℃で、低発熱量ベースで100.3%(高発熱量ベースで93.7%)

…ノモグラフB点

(2) 現状→潜熱回収での省エネ率(燃料削減率)

- ・低発熱量ベースでの計算：
 $(1.003 - 0.941) / 0.941 = 0.066$ (6.6%)
- ・高発熱量ベースでの計算：
 $(0.937 - 0.879) / 0.879 = 0.066$ (6.6%)

となり、省エネ率は6.6%となる。

(3) ヒートバランスの確認

①通常の顕熱回収域(参考)

ボイラー出口の排ガス温度が280℃であり、省エネ装置出口140℃であるとすれば、ガスエアヒータ、またはエコノマイザでの対応になる。エコノマイザ対応で高温給水となる場合でも、この領域でエコノマイザ入口が100℃以下であれば、ヒートバランス上の問題はない。

この領域でのボイラー効率の上昇は6.9%であり、給水温度の上昇は、 $6 \times 6.9 \approx 41$ ℃となる。

②正味潜熱回収域(排ガス温度50℃以下で潜熱回収域)

排ガス温度を50℃から45℃まで下げると、ボイラー効率は、98.5%から100.3%まで約

1.8%上昇し、給水温度の上昇は概算で $6 \times 1.8 \approx 11^\circ\text{C}$ となる。すなわち、この間に給水温度は 20°C から約 31°C まで上昇することになり、上述排ガス温度での熱交換において、放熱側と受熱側の温度差が逆転するなどの矛盾はない。

③ 顕熱回収努力域 (排ガス温度 $140^\circ\text{C} \rightarrow 50^\circ\text{C}$)

この間、ボイラー効率は 94.1% から 98.5% になり、ボイラー効率上昇は 4.4% 、給水温度の上昇は $6 \times 4.4 \approx 26^\circ\text{C}$ となる。この結果、給水温度は、 31°C から 57°C になると概算され

る。この温度レベルでは、①における熱回収において、ヒートバランス上の矛盾はない。

特に潜熱回収域では、ガス温度の低下度合いに比べて、給水などの被加熱流体の温度上昇が大きいので、適切な温度差が保てるよう、システム全体の温度バランスに留意する必要がある。

これらの温度バランスは下図の通りとなる。

最終エコノマイザ出口での給水温度 98°C は、通常の圧力 0.5MPa 以上の蒸気ボイラーでのエコノマイザで蒸気が発生する領域でない。

