

6. 木質バイオ燃焼器の構造と機能 (20)

20260226

バイオマスの燃焼を制御する O₂ センサ (排ガス酸素濃度センサ)

ボイラの燃焼を適正に維持するためには、燃焼状況に応じた適切な空気量の調整が重要である（一口メモ 1 (12) 参照）。とくにバイオマス燃焼では、燃料の水分率、粒径、供給量の変動しやすく、必要空気量も常に変化するため、燃焼状態をリアルタイムで把握し、適切な空気量を調整することが望ましい。その方法の一つとして、ボイラの出口煙道における排ガス中の O₂濃度を O₂センサ (λセンサ) で計測し、計測値と設定値との差に基づいて送風量を調整する O₂制御が行われている。その基本は以下のとおりである。

- 計測 O₂濃度が高いとき：空気が過剰であると判断し、**送風量を減らす**。
- 計測 O₂濃度が低いとき：空気不足（不完全燃焼？）と判断し、**送風量を増やす**。

設定値の目安は、O₂濃度で約 6～10%程度（空気比 λ：約 1.4～2.0）である。ただし、燃料の水分率が高い場合には、これより高めに設定することがある。

【O₂制御によって得られる効果】

- 1) **燃焼の適正化**：空気量を調整して完全燃焼に近づけ、安定した燃焼を可能とする。
- 2) **燃焼効率の向上**：排ガス損失の低減はボイラ効率の向上と燃料消費量の削減を導く。
- 3) **排出ガス・排出物の低減**：CO、未燃物、粉じん等を低減し、集塵装置の負担を軽減。
- 4) **燃料品質の変動への自動対応**：水分、粒径、樹種、灰分などの変化は炉内の空気不足を伴い、排ガス中の O₂濃度は低くなる。送風量を調整することで燃焼状態を補正する。
- 5) **異常検知 (運転監視)**：O₂濃度の変化から運転異常が検知できる。例) ・O₂濃度の突然の上昇 → 燃料供給停止などの可能性、・O₂濃度の急低下 → 燃焼の暴走（危険回避が必要）または空気不足、・O₂濃度の変動が大きい → 燃料供給の不安定

【O₂制御の本質的な弱点】

- ① バイオマス燃料は、投入から実際の燃焼に至るまでに 1～数分程度の時間を要す。そのため、O₂制御が必要なタイミングより遅れて作用し、燃焼温度や効率の低下、不完全燃焼が発生することがある。
- ② **燃料水分が高い場合**、乾燥に熱が消費されるため炉温が低下し、燃焼速度も遅くなる。このとき酸素消費量が少なくなるため、排ガス中の O₂濃度の変化が小さく「正常」と間違って判断されることがある。その結果、CO の増加やタール、黒煙の発生を招く。
- ③ **定格出力より低負荷で運転する場合**、火床温度が低くガス燃焼も弱くなるため、不完全燃焼が発生しやすい。O₂濃度の規定値を通常より高めに設定することが望ましい。
- ④ **センサが飛灰、タールなどによって汚染された場合**、O₂濃度を実際より高く測定することがある。その結果、空気量が過度に削減され、不完全燃焼を招く可能性がある。

注) 欧州の中小型バイオマスボイラでは O₂センサはほぼ標準仕様となっている。それに対して純国産の同種ボイラで O₂センサを装備した例はわずかである。