

7.4 燃焼管理と省エネルギー

7.4.1 燃焼管理の意義¹⁾

燃焼管理とは燃焼装置の操業において、燃焼方法や設備管理を合理化し、燃焼効率の改善を図ることをいう。

石炭が主要燃料だった時代には、熱経済とすすの発生防止がその主要目的であったが、流体燃料の時代になると、自動燃焼制御が採用され燃焼設備の設計の良否が燃焼管理の重要な因子となった。

また、光化学スモッグ問題により、NO_x生成抑制をも考慮した燃焼管理が必要となり、燃料、燃焼装置、燃焼技術等の改善が進められた。

7.4.2 日本における燃焼管理と省エネルギーの動向

(1) 低空気比燃焼の採用

燃焼排ガス中の酸素濃度の測定及び制御が、過剰空気量を適切に制御し、完全燃焼を達成するとともに、排ガスによる熱損失を減少させることを目的に精力的に行われている。すなわち、炉内空気量を少なくすることにより過剰空気が持ち去る熱量を減らしている。原理的には、図7.4.1²⁾に示すように、空気不足に起因するCO、H₂等の未燃分発生による熱ロスと、過剰空気を加熱するに必要な熱ロスからなるトータル熱損失の極小点に相当する酸素濃度に燃焼を制御すれば、トータル熱損失は最小となる。しかし、現実には侵入空気の問題等により酸素制御目標値はこの極小点より高めにとっている。表7.4.1³⁾には各燃焼装置の標準空気比を示す。この数値を目標として、技術的に可能な範囲内で省エネルギーの合理化を図るべく低空気比燃焼を実施するよう操炉すべきである。

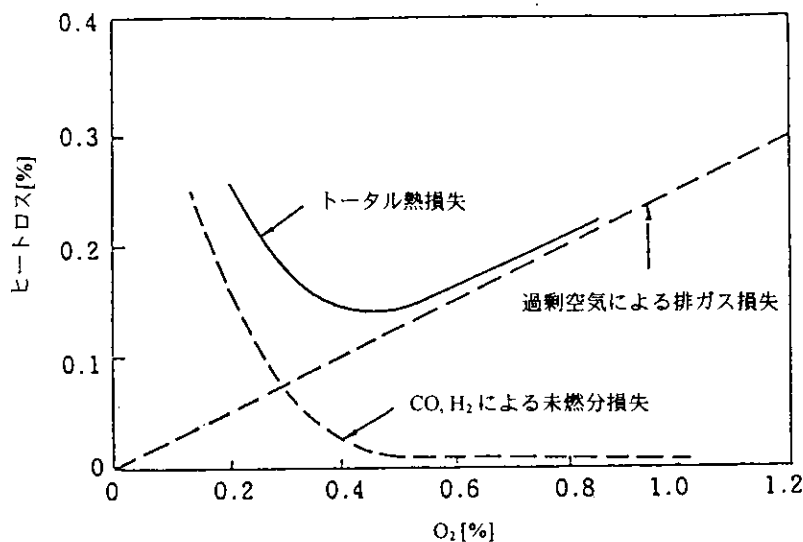


図 7.4.1 O₂濃度とトータル熱損失の関係

表 7.4.1 標準空気比

(1) ボイラ

区 分	負荷率 [%]	標準空気比			
		固体燃料	液体燃料	気体燃料	高炉ガスその他の副生ガス
電気事業用	75~100	1.2~1.3	1.05~1.1	1.05~1.1	1.2
その他	蒸発量が毎時 30 t を超えるもの	1.2~1.3	1.1~1.2	1.1~1.2	1.3
	蒸発量が毎時 10 t を超え 30 t 以下のもの	—	1.2~1.3	1.2~1.3	—
	蒸発量が毎時 10 t 以下のもの	—	1.3	1.3	—

(2) 工業炉

区 分	標準空気比
金属鑄造用溶解炉	1.3
連続鋼片加熱炉	1.25
連続鋼片加熱炉以外の金属加熱炉	1.3
連続熱処理炉	1.3
ガス発生炉およびガス加熱炉	1.4
石油加熱炉	1.4
熱分解炉および改質炉	1.3
セメント焼成炉	1.3
アルミナ焼成炉および石灰焼成炉	1.4
連続式ガラス溶解炉	1.3

低空気比燃焼を行うことにより排ガス熱損失が減少し、燃料消費量を節減できる。さらに、燃焼空気量、排ガス量が減少し、押込送風機（FDF）、誘因通風器（IDF）の動力も減少するので、動力費も節減できる。

この他、低空気比燃焼は次の対策にも効果があり、燃焼管理上、実行されている。

① NO_x対策

燃焼領域における酸素濃度を低くするので、NO_xの生成量を抑制できる。

② 低温腐食対策

低空気比燃焼を行うと、SO₂からSO₃への酸化反応が抑制され低温腐食の原因となるSO₃の発生割合を低下させる。

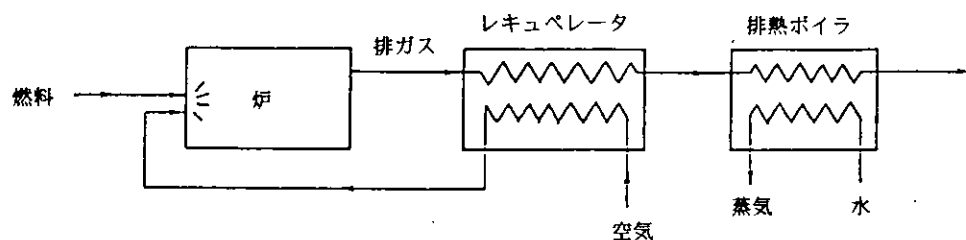
③ アシッドスマット対策

燃料の燃焼によって発生したすすが核となって、燃料中の硫黄から燃焼によって生成した硫酸をすす中に吸着し、燃焼ガスの露点温度付近で雪状に成長したものをアシッドスマットというが、低空気比燃焼を行えば、SO₃の生成が抑制され、硫酸の生成が抑制されるので、アシッドスマットの生成が少なくなる。

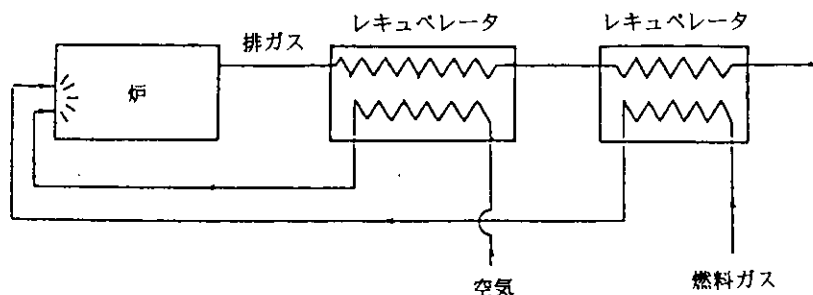
(2) 燃焼用空気・気体燃料の予熱

燃焼炉における最も手近で効果的な省エネルギー対策は、排熱による燃焼用空気及び燃料の予熱であるが、現在のところ、燃焼用空気を予熱することが多い。燃料の予熱は、熱分解や安全性の点から十分な配慮がなされた上で実施すべきで、特に液体燃料は最適霧化温度に予熱する以外、燃料節約を目的として予熱することはない。従って、省エネルギーの目的で燃料を予熱するのは気体燃料に限られる。

空気や気体燃料の予熱にはレキュペレータ（排熱回収用熱交換器）を用いる。レキュペレータは金属製あるいはタイル（セラミック）製で、隔壁を通じて排ガスの熱を空気あるいは気体燃料に伝えるものである。レキュペレータによる排熱回収の配列例を図 7.4.2⁴⁾ に示す。



(a) 燃焼用空気を予熱しさらに排熱ボイラで蒸気を発生する場合



(b) 燃焼用空気と燃料を予熱する場合

図 7.4.2 レキュペレータによる排熱回収の配置例

(3) 省エネルギーを巡る最近の動向

工業炉分野で省エネルギーに大いに貢献できる技術としてリジェネレイティブバーナーシステム⁵⁾が開発された。この技術は工業用加熱炉の排熱回収率が 80%以上という高効率の省エネルギー効果を有し、50%近い燃料節約率が達成される。また、高温予熱空気にも十分対応できる低 NO_x 燃焼技術として、FDI (Fuel Direct Injection) 燃焼も開発された。

火力発電分野では、出力規模の拡大と熱効率の改善に力が注がれているが、特に熱効率の改善は省エネルギーの他に、CO₂排出量を抑制する観点からも重要である。圧縮した空気中で燃料を燃やして燃

焼ガスを発生させ、その膨張力を利用して発電機を駆動するガスタービンと、ガスタービンから発生する余熱を利用して蒸気タービンを回転するコンバインドサイクル発電では 48～49%という従来の火力発電所を上回る高熱効率を実現している。また、石炭を燃料とする場合には、加圧流動層ボイラや石炭ガス複合発電などの新技術が実用化を目指している。

7.4.3 指摘課題

2度のオイルショックを契機として、日本では省エネルギーに対するたゆまぬ努力を続けてきたが、最近では CO₂ 対策として、さらなる熱効率の改善が求められている。一つのエネルギー源から2種類以上の有効な二次エネルギーを複合的に生産、供給するコージェネレーションシステムの採用もその一手段である。

開発途上国においては、一般的に平均熱効率は 30%程度であり、省エネルギーを実施できる余地は大きい。低空気比燃焼と排熱回収の実施をその対策としてまず実施すべきである。これによって、省エネルギーと同時にエネルギーコストの大幅な低減を果たすことができる。