

Chugai Ro Thermal Technology News

Vol.07

2020.7



執筆者ご紹介

今回は
ワタシが執筆いたします！

中外炉工業株式会社
プラント事業本部 サーマシステム事業部 事業部長
兼「中外炉サーモテックニュース」編集長

池田 勇

本号執筆者プロフィール

- 1985年 中外炉工業 入社
- 1991年 International Flame Research Foundation
(オランダ) に出向し燃焼研究に没頭
- 1994年 中外炉工業サーモシステム事業部に復帰
- 2009年 サーマシステム事業部長に就任
- 2014年 子会社である中外炉タイ、中外炉インドネシアの
社長に就任し現地駐在
- 2019年 中外炉工業サーモシステム事業部長に再び就任

技術解説

CO₂排出低減に資する省エネルギー燃焼技術の考え方

中外炉サーモテックニュースでは創刊号から水素バーナ、リジェネバーナと解説してきましたが、これらのバーナに共通するのは「CO₂排出低減効果が大きい」という点です。水素バーナは究極の「CO₂排出ゼロ」バーナですが、普及には水素価格低減が必要です。一方リジェネバーナは、普及しているバーナでは「最高の省エネルギー効果＝最高のCO₂排出低減効果」が発揮できるバーナです。

今号では、CO₂排出低減に資する省エネルギー燃焼技術の考え方について詳しく解説します。

燃焼装置を備えた工業炉（以下燃焼炉）において省エネルギー燃焼技術の採用とCO₂排出低減との関係は以下ようになります。



上記以外にも下記のようなCO₂排出低減方法がありますが、これらの詳細はまた別の機会で解説します。

- ・CO₂排出係数の少ない燃料を使用する（CO₂排出係数：天然ガス 0.84＜LPG 1.0＜A重油 1.17＜石炭 1.54）
- ・排出されたCO₂を回収し貯留する（CCS：Carbon Dioxide Capture and Storage）

1. 排気ガスが持ち出す熱エネルギー損失を回収する

燃焼炉における最大の熱エネルギー損失は「排気ガスからの熱エネルギー損失」ですが、その熱エネルギー損失を回収出来れば省エネルギーとなります。図1（P.2）に排気ガス温度に対する排気ガスからの熱エネルギー損失の割合を示します。表1（P.2）には排気ガス温度に対する排気ガスからの熱エネルギー回収による省エネルギー率（＝燃料節約率）を示します。計算条件は燃料が13A都市ガス、空気比が1.10です。空気比の定義は後述します。

【熱エネルギー損失の回収なし⇒排気ガス温度1000℃なら熱エネルギー損失は48%以上】

排気ガスが持ち出す熱エネルギーを全く回収しない場合、排気ガス温度が1000℃を超えると投入した熱エネルギー（燃料の発熱エネルギー）の48%以上が排気ガスからの熱エネルギー損失として大気中に放出されることになります。

【熱エネルギー損失の回収あり⇒排気ガス温度1000℃の熱エネルギー損失が34%に低減】

排気ガスが持ち出す熱エネルギーを熱交換機等を用いて回収して、燃烧空気温度を排気ガス温度の40%まで予熱できた場合、排気ガス温度1000℃からの熱エネルギー損失は48%から34%に低減できます。この時の省エネルギー率は燃料の発熱エネルギーを100%として次式から計算できます。

$$\text{省エネルギー率} = \frac{48 - 34}{(100 - 48) + (48 - 34)} = 21\%$$

【リジェネバーナ採用⇒排気ガス温度1000℃の熱エネルギー損失が19%に低減】

リジェネバーナを採用すれば燃烧空気温度を排気ガス温度の80%以上に予熱することが可能です。この時の排気ガス温度が1000℃の場合なら熱エネルギー損失は19%まで低減でき、省エネルギー率は36%まで向上します。

$$\text{省エネルギー率} = \frac{48 - 19}{(100 - 48) + (48 - 19)} = 36\%$$

【排気ガスからの熱エネルギー損失回収は排気ガス温度（＝炉内温度）が高いほど有効】

表1の回収ありの条件は、排気ガス温度に対して一定割合（40%と80%）の予熱空気温度を仮定しましたが、どちらの条件でも排気ガス温度が高くなるほど省エネルギー率が大きくなります。従って排気ガスからの熱エネルギー損失の回収を計画する場合、排気ガス温度（＝炉内温度）の高い燃烧炉から優先的に実施することを推奨します。

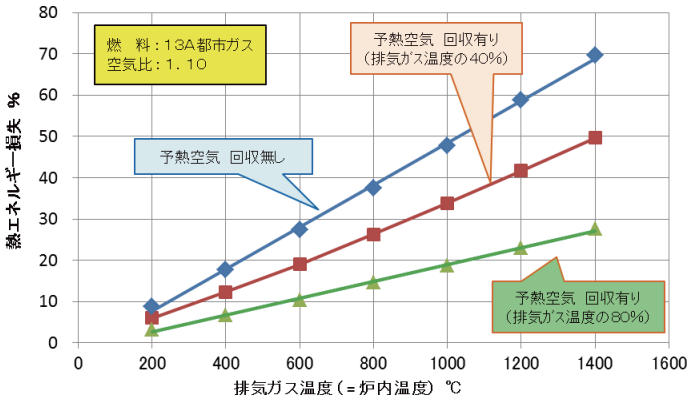


表1. 排気ガスからの熱エネルギー回収による省エネルギー率

排気ガス温度(℃)	排気熱エネルギー 回収なし			回収あり(排気ガス温度の40%の空気温度)			回収あり(排気ガス温度の80%の空気温度)		
	余熱空気温度(℃)	損失(%)	省エネ率(%)	余熱空気温度(℃)	損失(%)	省エネ率(%)	余熱空気温度(℃)	損失(%)	省エネ率(%)
200	20	9	0	80	6	3	160	3	6
400	20	18	0	160	12	6	320	7	12
600	20	27	0	240	19	10	480	10	19
800	20	37	0	320	26	15	640	15	27
1000	20	48	0	400	34	21	800	19	36
1200	20	59	0	480	42	29	960	23	46
1400	20	70	0	560	50	40	1120	28	58

燃料:13A都市ガス 空気比:1.10

2. 空気比を管理して排気ガス量を減らすことで

排気ガスが持ち出す熱エネルギー損失を低減する

燃焼炉における最大の熱エネルギー損失は「排気ガスからの熱エネルギー損失」ですが、排出される排気ガス量を減らすことが出来ればこれも省エネルギーとなります。排気ガスは燃料と空気の燃焼反応による生成物で、その量は燃料に対する空気量の割合（空気比）で決まります。ただし空気量には理論空気量があり、空気量が少なすぎると（空気比が1.0以下）燃料の未燃が発生します。逆に空気量が多すぎると（一般的には空気比1.3以上）、排気ガス量が増えて熱エネルギー損失が増加します。従って燃焼炉においては供給する空気量を適正に管理（空気比管理）することが重要になります。

【一般的な適正空気比は1.10】

適正空気比1.10の意味は「燃料が完全燃焼するために必要な空気量（理論空気量）の1.10倍の空気割合」です。適正空気比が1.00でない理由は、実際の燃焼炉では未燃発生防止のために10%程度多めの空気が必要だからです。

【空気比管理による省エネルギー→空気比1.50を1.10に改善すると29%の省エネルギー】

図2に空気比別の排気ガスからの熱エネルギー損失を示します。もし現状の燃焼炉が排気ガス温度1000℃で空気比1.50で運転しているとしたら、その時の排気ガスからの熱エネルギー損失は63%になります。そこから空気比を1.10に改善すると熱エネルギー損失は48%となり、省エネルギー率は29%となります。同様に改善前の空気比が1.30の場合は、空気比を1.10に改善することで省エネルギー率は14%となります。図3に空気比改善による省エネルギー率を示します。排気ガス温度が高温になるほど加速度的に省エネルギー率が高くなります。この図からも排気ガス温度（＝炉内温度）の高い燃焼炉ほど改善効果が高いことがわかります。

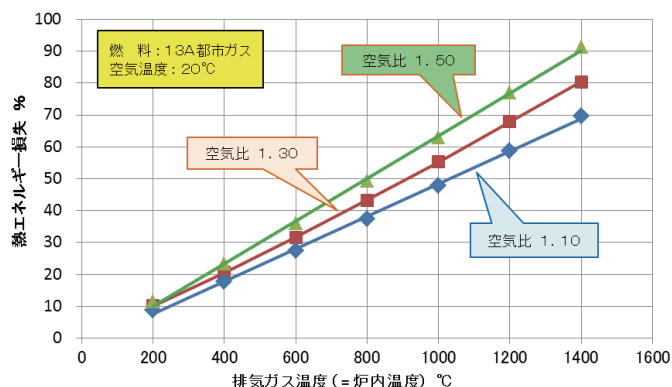


図2. 空気比別の排気ガスからの熱エネルギー損失

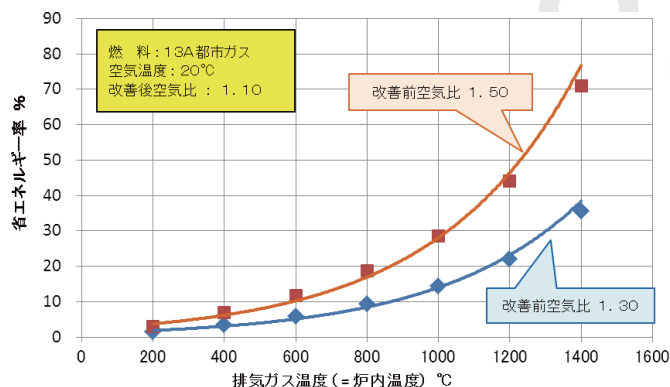


図3. 空気比改善による省エネルギー率

CO₂排出低減に資する省エネルギー燃焼技術の考え方ということで、排気ガスからの熱エネルギー損失回収による省エネルギー効果と、空気比管理による省エネルギー効果の考え方について解説しました。これらの考え方を適用した具体的な製品については次号以降で順次紹介しますのでぜひご期待ください。

発行:

 中外炉工業株式会社

堺事業所 プラント事業本部 〒592-8331 堺市西区築港新町2丁4番

TEL(072)247-1440(直通)

東京支社 プラント事業本部 〒108-0075 東京都港区港南2丁目5番7号(港南ビル)

TEL(03)5783-3378(直通)

名古屋営業所

〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目21番19号(名駅サウススクエア)

TEL(052)561-3561(代表)

