

やさしいゴミ焼き入門

第一章 漏れ込み空気って何

前回のプロローグで、主任試験のお勉強中の貴兄へと書いておいたら「男だけじゃないよ。」というお話があった。「ごめんなさい。」今回からは主任試験のお勉強中の貴兄ならびに貴女へとさせていただきます。

ところで、もう秋だから「貴女」と書いて「あなた」とか、「女」と書いて「ひと」なんて読ませるので「いいなー」と思ってしまうこの頃なのである。

この分析資料番外編は、れっきとした技術解説書のつもりだが、プロローグ以来どうも色っぽくなってしまい、読者の気を引くためとはいえ、ちょっとやり過ぎかなと思っているのである。しかし、Sさんの希望もあり、しばらくはこの路線でいく予定である。それに兼好法師も

「万（よろず）にいみじくとも、色好みならざん男は、いとさうごうしく、玉の盃（さかずき）の底なきこちぞすべき。」 徒然草 第三段

と書いている。今回は、何の色気もない第二工場の漏れ込み空気の話である。

1. 第二の炉温は、なぜ低い

第二工場の再燃焼室温は、どうも低いのである。平成4年8月の平均値で1号炉 776 °C、2号炉 735 °C、3号炉 712 °Cであり、燃焼管理のための条件(その1)からすると許し難いくらいの温度である。ちなみにデータは8月の再燃焼室温度の単純平均ではなく、焼却量150 t / 日前後の定常運転日についての平均値である。

燃焼温度は入熱と出熱のバランスで決まる状態量である。極めてシンプルな理論燃焼を考えた場合、理論燃焼温度は燃料の持つ熱量が、すべて理論排ガスに与えられるとして計算される。

$$H_u = G_w \cdot C_{pg} \cdot t \quad \dots \dots (1) \text{式}$$

H_u : 燃料の低位発熱量 (kcal/kg)

G_w : 理論湿り排ガス量 (m^3)

C_{pg} : 排ガスの平均定圧比熱 (kcal/kg·°C)

t : 理論燃焼温度 (°C)

ゆえに、

$$t = H_u / (G_w \cdot C_{pg}) \quad \dots \dots (2) \text{式}$$

である。 H_u が大きく、 G_w と C_{pg} が小さければ、燃焼温度 t は大きくなる。ここで、この超簡単モデルをゴミ焼きに強引に当てはめる。(次頁に脚注)

まず、ゴミの発熱量を上げることは実用的ではない。排ガスの比熱はガスの組成で決まるものなので、この制御は無理である。とすると我々が間接的にも操作できるのは、排ガスのボリュームだけである。これは、燃焼空気量である程度制御可能である。単純に考えて、排ガス量が2倍になれば温度は半分になってしまうのである。つまり、排ガス量を決めている燃焼用空気量の制御は、燃焼管理にとって実に重要な要素ある。

もうひとつ炉温にとって重要と考えられるファクターは熱負荷率である。これは、燃焼室1 m³当たり1時間に発生する熱量と定義されている。熱負荷率を高くすれば、炉温は上がるのである。簡単に言えば燃焼室の容積は決まっているので、ゴミをたくさん燃やせば良いということになる。しかし、クリンカーが発生するため連続的な運転のためには180 t / 日程度の焼却が限度と言われている。熱負荷率とクリンカーの発生と対策は別に取り上げる予定である。

話を燃焼空気に戻したい。燃焼用空気を未燃やCOがでない範囲で絞れば再燃焼室温度は、上がりそうである。しかし、どこまで絞れば良いのだろうか。まず、分別ゴミの焼却に必要な燃焼空気量はいくつなのだろうか。というわけで、

2. みんなの嫌いな燃焼計算

(1) ゴミ質 (清掃研究所速報より)

平成3年度のO第二工場搬入ゴミの湿ベース化学組成の平均値である。

年4回の分析値は意外に安定していて、個々の数値は平均値プラスマイナス10%に収まっている。

水分 15.44% 灰分 37.17% 可燃分 47.39% 炭素 30.48% 水素 4.15%
窒素 0.40% 酸素 10.42% 燃焼性硫黄 0.026% 揮発性塩素 1.911%

(2) 理論空気 A₀

理論空気A₀は、次式で与えられる。

$$A_0 = 8.89 \times C + 26.7 \times (H - O/8) + 3.3 \times S \quad (\text{Nm}^3/\text{kg} \cdot \text{ゴミ}) \quad \dots \quad (3) \text{式}$$

ここに、上の数値を代入するのである。ただし、C, H, O, Sは%ではなくゴミ1 Kg中に含まれる炭素、水素、酸素、硫黄の重さである。

理論空気A₀ = 3.471 (Nm³/kg・ゴミ)となる。

(3) 空気量 A

実際の燃焼に必要な空気量Aは、次式で与えられる。ただし、mは空気比で、排ガスの酸素濃度から近似的に求められる。第二工場の排ガスの平均的な酸素濃度は12%であるから、m = 2.33となる。

(脚注) 燃焼温度の計算式は基本的に、これでよいがゴミの場合はもっと複雑になる。計算式が出来てパソコンである程度燃焼温度のシミュレーションが出来きるようになったら「電卓では辛い燃焼温度の計算」と題して取り上げる予定である。

$$A = m \times A_0 \quad \dots \dots \dots (4) \text{式}$$

(4) 式に、mとA₀を代入すると、A=8.09 (Nm³/kg・ゴミ) となる。

このへんの計算はさらっと流しているが、詳しく知りたい方は、「燃焼計算入門講座」を請求下さい。

ここまでは、ゴミ1Kgについての計算で、わかりにくいので、この時の焼却量を掛けて1時間当たりの空気量にする。これは、この組成のゴミを1時間にこれだけ燃やし、かつ、その時の排ガスの酸素濃度を通常値(12%を想定した。)にするために必要な空気量である。また、同じ期間のFDF量、CDF量を月報から拾い出し一覧表にすると表-1となる。

	月報データ (測定値)			計算値	
	焼却量	FDF量+CDF量= 合計	排ガス量	空気量	排ガス量
1号炉	153.7 t/d	9780+9130=18910	43900	51800	63200
2号炉	165.7	4240+8980=23220	62700	55900	68100
3号炉	167.1	12020+8410=20430	73500	56300	68700

表-1 風量の測定値と計算値

ただし、排ガス量とは煙突入り口の数値である。

計算値の排ガス量は過去のデータから水分量を20%として求めた。

第二工場の炉には回転炉バーナー、再燃焼バーナー、後燃焼バーナー、と3つのバーナーが付いている。これらのバーナーは使用していなくとも、焼損防止のためにエアーを流している。回転炉バーナーでは6000 Nm³/時(MAX)、再燃焼バーナー 460 Nm³/時 という具合である。また、炉前には、灰冷却水槽の換気空気が 3000 Nm³/時 入っている。しかし、これらの数字はひどくアバウトなものなので、ここではまとめて、えいっと 10000 Nm³/時とする。当たらずといえども遠からじだ。すると、炉に意図的に入れている空気量は、表-1の合計の欄の数字に10000を加えた 29000~33000 Nm³/時となる。

しかし、場所は分からないが炉に入っている空気量の合計量は、52000~56000Nm³/時と計算されるのである。

3. リークエアーって何なのさ

炉に入っている空気量と積極的に入れている空気量の差を求めると約 23000~26000 Nm³/時である。これがリークエアーである。この数字、偶然か必然かH造船の「CO低減のための検討書」の数値と同じである。H造船は熱収支計算から、そして、当方はゴミ分析とガス分析の結果から計算したものなのである。双方の結果が一致した訳で、リークエアーの量はこのくらいである。

この数字は、前回のプロローグの燃焼管理のための条件(その2)から考えて、新鋭工場のものとしては許しがたいのである。ただし、タービン流量計が正しいとしての話なので、今後は、流量計の精度の検証が必要である。これも清く正しい方向でやっていく予定なのである。

また、この数字は江戸川工場のそれとほぼ同じなのである。なぜ分かるかと言うと江戸川工場では整備係長と一緒に中年探偵団をたった二人で結成し、運転係と整備係の協力のもと、この手の調査をやってきたからである。今回、SさんとIさんが中年探偵団に入ってくれた。これからも健気(けなげ)にO工場の七十不思議に挑戦していくつもりの中探偵団である。

ところで、主任試験のお勉強中の貴兄ならびに貴女へ、このやさしいゴミ焼き入門の第1章は、3段論法で書かれている。現状・解析・結論の3章になっている。論文を3章に分けて書く場合は、現状、具体的対策、課題とすれば、すっきりする。ここでは、都政(区政)のテーマなら、だいたいOKという今日的な課題の書き方を紹介したい。オリジナルである。

「(〇〇の実現のために) 求められる都政の効率化・・・3章の章題である。

バブル経済の崩壊以後、都税収入の伸び悩みが予想される今日、2章で述べた具体的な施策を実現するためには、いっそうの都政の効率化が不可欠である。

効率とは仕事とそれに費やしたエネルギーの比である。効率を高めるためには、同じエネルギーを使うならば、都民が真に必要とする仕事をすることであり、同じ仕事量ならばOA化を図り少ないエネルギーでこなしていくことである。都政の効率化によって生まれた余力を新しい行政ニーズに振り向けていくとともに、職場の活性化を図り、職員が高いモラルを持って、〇〇の解決に取り組んでいかなければならない。私は、主任として〇〇の解決に向けて、まず係の活性化に努め、効率的な都政の遂行を心がけたい。」・・・以上351字。最後がちょっとくさいが、このくらい書いたほうが良いのである。なお、字数によっては、効率の説明は省いても差し支えない。と言う次第である。

しかし、本当に効率化が求められているのは、夏休みを取り損なった私なのかもしれない。

以 上