

汚泥の発熱量とエンタルピー収支について

京都大学 工学部 正 員 平岡正勝

京都大学 工学部 正 員 高内政彦

京都大学 工学部 学生員 島津康弘

京都大学 工学部 学生員 清水 洽

(まえがき) 汚泥の焼却処理には気流乾燥燃焼方式、ロータリーキルン方式回転炉床方式、および湿式燃焼法がある。各プロセスはそれぞれ特徴を持っており、汚泥の種類形状によって使い分ける必要がある。比較的脱水しやすい物質であれば、一般的な燃焼方式で処理できるのであるが生汚泥や各種化学工業からの汚泥のような脱水、乾燥が困難な物質に対しては湿式燃焼法が有利であろう。著者らが、ここ数年行ってきた噴霧燃焼法に関する基礎的実験から得られたデータを用いて、本法のエンタルピー収支をとった結果を報告する。

まず、収支をとるにあたりFig.1のようなフローシートを考える。

[出熱] 濃縮機 $\{L_1(1-\frac{a_1}{100}) \cdot C_w + L_1 \frac{a_1}{100} \cdot C_s\} (t_{L1} - t_{L1}) + Y_2 (L_2 - L_1)$

蒸発乾燥 $L_2(1-\frac{a_2}{100}) \{Y_w + C_w \cdot (t_w -$

$t_{L2})\} + L_2(\frac{a_2}{100}) C_{s1} (t_{s1} - t_{s2}) +$

$G_1 \cdot C_{g1} \cdot (t_{g2} - t_{g1}) + L_2(1-\frac{a_2}{100})$

$C_{st} (t_{s1} - t_w)$

燃焼炉 $(G_3 - G_1) C_{g3} \cdot (t_{g5} - t_{g3}) +$

$(G_4 + G_{4F}) C_{g4} \cdot (t_{g5} - t_{g4}) + S_1 C_{s2}$

$(t_{s2} - t_{s1})$

灰分など $S_3 \cdot C_s (t_{s2} - t_{s3}) + C_3 C_{L3}$

$(t_{L1} - t_{L1})$

a : 汚泥濃度 [wt %]

C : 比熱 [kcal/kg °C]

G : ガス流量 [kg/hr]

H : 湿度 [kg-water/kg-dry air]

L : 液流量 [kg/hr]

g_1 : 汚泥発熱量 [kcal/kg-wet]

g' : 汚泥発熱量 [kcal/kg-dry]

g_F : 熱分解物の燃焼熱 [kcal/hr]

g_R : 熱分解の反応熱 [kcal/hr]

S : 固体流量 [kg/hr]

t : 温度 [°C]

X_c : 濃縮機における蒸気凝縮率[-]

X_R : 熱分解率[-]

W : 重油消費量 [kg/hr]

γ : 蒸発潜熱 [kcal/kg]

η : 効率 [-]

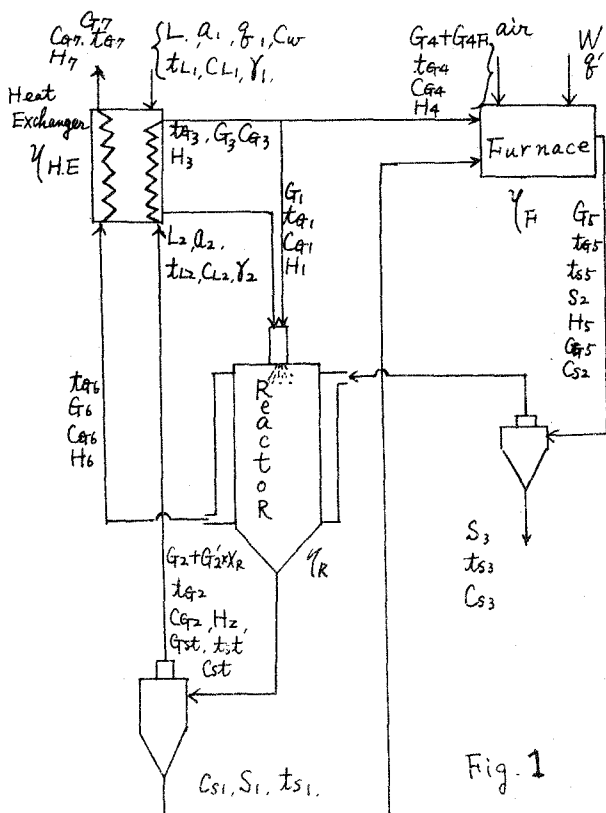


Fig. 1

〔入熱〕 濃縮機 $\{L_2(1-\frac{a_2}{100})+L'_3\} \cdot X_c \{Y_3-C_w(t_{L_3}-t_{L_3})\} + C_{st}(t_{st}-t_{L_3}) + (G_2+G'_2 \cdot X_R) \cdot C_{G_3} \cdot (t_{G_2}-t_{G_3}) + \{L_2(1-\frac{a_2}{100})+L'_3\} (1-X_c) \cdot C_{st}(t_{st}-t_{G_3}) + G_6 \cdot C_{G_6} \cdot (t_{G_6}-t_{G_7}) + (L_1-L_2)X'_c \{Y_2+C_w(t_{L_2}-t_{c_3})\} \} \gamma_{H.E.}$

反応塔 $\{G_5 \cdot C_{G_5}(t_{G_5}-t_{G_6}) + g_R \cdot X_R\} \gamma_R$

燃焼炉 $\{g_F + g_R(1-X_R) + W \cdot g\} \gamma_F$

〔結果〕 上記の入出熱の全収支から計算した例を示す。

〔仮定〕 $L_1=100 \text{ kg/hr}$, $a_1=5.7\%$,

$g_1=204 \text{ kcal/kg-wet}$, $t_{c1}=10^\circ\text{C}$, $t_w=90^\circ\text{C}$, $t_{s1}=300^\circ\text{C}$, $L_2/G_1=1.5$, $t_{G1}=60$, $t_{G2}=t_{s2}=200^\circ\text{C}$, $t_{G3}=60^\circ\text{C}$, $t_{G4}=10^\circ\text{C}$, $t_{s2}=800^\circ\text{C}$, $t_{s3}=600^\circ\text{C}$, $t_{L3}=100^\circ\text{C}$, $t_{L3}=40^\circ\text{C}$, $t_{G5}=1100^\circ\text{C}$, $t_{G6}=600^\circ\text{C}$, $\gamma=0.8$,

$t_{G7}=100^\circ\text{C}$, $G_F=19.5 \text{ W}$, $g=10000 \text{ kcal/kg}$, $G_{4F}=17.7 \text{ W (kg/hr)}$, (過剰空気率30%) $G_4=24 \text{ kg/hr}$ (過剰空気率30%), $H_2=0.082$ ($t_{L3}=40^\circ\text{C}$ のときの飽和湿度)。

以上の条件で解いた結果を示すと Fig ②③ のようになる。Fig 2 は噴霧汚泥濃度 a_2 を変化させたときの各単位装置の熱消費率と全消費熱量の関係である。Fig 3 は入口汚泥濃度 a_1 よび発熱量 g を変化させたときの補助燃料の消費量との関係である。

〔考察〕 上記計算結果から分るように、ここに用いた汚泥の物性では補助燃料なしに処理することは不可能であろう。例えば Fig 3 から入口汚泥濃度が 8% で発熱量 3500 kcal/kg 程度であればだいたいの自然で済むことになる。又 Fig 2 において

破線で示した Q_T-a_2 の曲線から入口汚泥濃度が一定の場合でも噴霧汚泥濃度 a_2 が増加すると Q_T が減少することが分かる。

したがって同一汚泥を用いた場合には噴霧汚泥濃度を増加することによって装置効率を増すことができると言う結果をえた。しかし、噴霧濃度を増すとしても技術上からいって明らかに噴霧可能な濃度に限界があり、濃厚汚泥になるほど噴霧に必要な動力などが増加しそのため最適製作条件としての a_2 が存在することは明らかである。この計算には上記の動力などのエネルギー項が入っていない。またここで行った仮定が実際の場合と異なることが考えられる。

〔参考文献〕

本多上野：水処理技術 4, (6) 35 (1963)

菅原菅雄：熱管理要説、産業図書

