

燃焼計算入門講座

(その3)

第3講では、空気比の計算式を誘導します。分数式がうるさいので結果だけ理解しておくだけでも十分です。

第3講 空気比の計算式を誘導する

燃料1kgの燃焼に必要な理論空気量を A_0 (Nm^3/kg)、理論酸素量を O_0 (Nm^3/kg)、実際の空気量を A (Nm^3/kg)、酸素量を O_2 (Nm^3/kg)とする。

また、排ガス量を G_d (Nm^3/kg) 排ガスの酸素濃度を (O_2) (%)、窒素濃度を (N_2) (%)とする。また、燃料(ごみ)1kg中に含まれる窒素を N (Kg)とする。

空気比の定義は(9)式より

$$m = A / A_0 \quad \dots \dots (9)$$

燃焼空気中の酸素量 O_2 (Nm^3/kg) は空気量 A (Nm^3/kg) の21%である。

$$O_2 = 0.21 \times A \quad (\text{Nm}^3/\text{kg}) \quad \therefore A = O_2 / 0.21$$

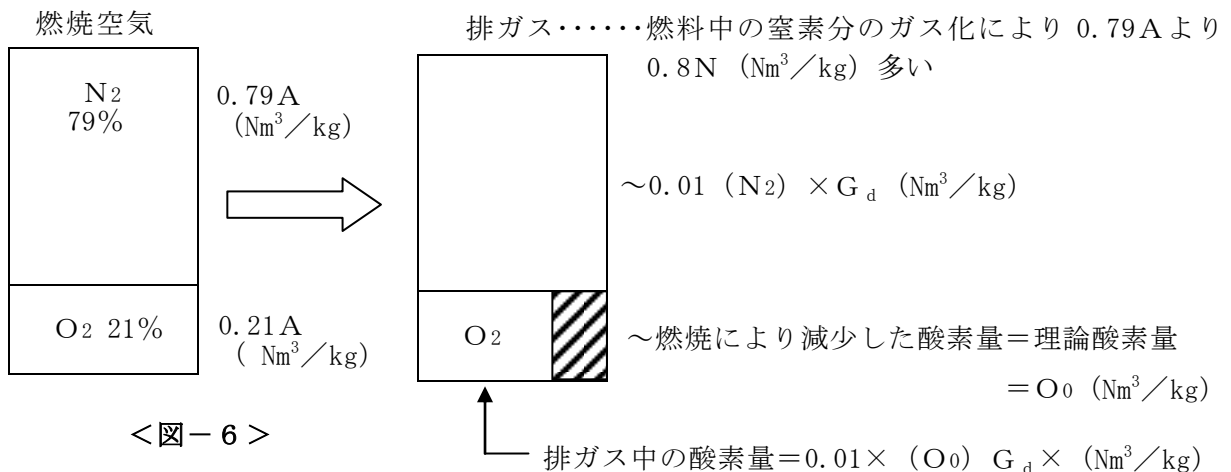
理論空気量中の理論酸素量 O_0 (Nm^3/kg) は理論空気量 A_0 (Nm^3/kg) の21%である。

$$O_0 = 0.21 \times A_0 \quad (\text{Nm}^3/\text{kg}) \quad \therefore A_0 = O_0 / 0.21$$

A と A_0 を(9)式に代入すると0.21が消去される。

$$m = O_2 / O_0 \quad \dots \dots (23)$$

酸素バランスから O_0 を窒素バランスから O_2 を求め、(23)式に代入する。



<図-6>において、燃焼空気中の酸素量は排ガス中の（排ガス中に残った）酸素量と（燃焼に要した）理論酸素量の和であるから

$$\begin{aligned} O_2 &= 0.01 (O_2) \times G_d + O_0 \\ \therefore O_0 &= O_2 - 0.01 (O_2) \times G_d \quad \dots \dots (24) \end{aligned}$$

排ガス中の窒素ガス量は、ごみ（燃料）中のN分がガス化するため 0.79A よりも 0.8N 多くなっている。（3. (1). (c) 参照）

$$\begin{aligned} 0.01 (N_2) \times G_d &= 0.79A + 0.8N \\ \therefore 0.79A &= 0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N \quad \dots \dots (25) \end{aligned}$$

(25)式の左辺は、燃焼空気中の窒素量であるから、両辺に 21/79 を乗じて酸素量に O₂ に変換する。

$$\begin{aligned} O_2 &= 21/79 (0.79A) \\ &= 21/79 \times \{ 0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N \} \quad \dots \dots (26) \end{aligned}$$

(26)式を(24)式に代入し、理論酸素量 O₀ を求める。

$$\begin{aligned} O_0 &= O_2 - 0.01 (O_2) \times G_d \\ &= 21/79 \times \{ 0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N \} - 0.01 (O_2) \times G_d \quad \dots \dots (27) \end{aligned}$$

(26)式を(27)式で除して空気比 m を求める。

$$m = \frac{21/79 \times \{ 0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N \}}{21/79 \times \{ 0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N \} - 0.01 (O_2) \times G_d}$$

分母、分子を 21/79 × { 0.01 (N₂) × G_d - 0.8N } で除す。

$$m = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \times \frac{0.01 (O_2) \times G_d}{0.01 (N_2) \times G_d - 0.8N}} \quad \dots \dots (28)$$

さらに、分母の後半の分母、分子を G_d で除す。

$$m = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \times \frac{0.01 (O_2)}{0.01 (N_2) - \frac{0.8N}{G_d}}} \quad \dots \dots (29)$$

ここで、燃焼により排ガス 1 Nm³ を生ずる燃料（ごみ）の量を D kg とする。

$$\therefore D = 1/G_d \quad (\text{Kg/Nm}^3) \quad \dots \dots (30)$$

また、燃料（ごみ）1kg 中の窒素分が燃焼によりガス化したときの体積を N_s (Nm^3) とする。

$$N_s = 0.8N \quad (\text{Nm}^3/\text{kg}) \quad \dots \dots (31)$$

(29)式に(30)式、(31)式を代入する。

$$m = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \times \frac{0.01(O_2)}{0.01(N_2) - N_s \times D}} \quad \dots \dots (32)$$

ここで、次の2点を仮定する。

- ① 燃料（ごみ）中には窒素分がない。（ごみの場合、含まれているが無視する。）
- ② 排ガス中の窒素濃度は、79%である。（ $N_2 = 79\%$ ）

$$m = \frac{1}{1 - \frac{1}{21} \times \frac{(O_2)}{1}}$$

$$m = \frac{21}{21 - (O_2)} \quad \dots \dots (33)$$

空気比 m は近似式であり、特に生ごみの場合はタンパク質等に窒素分があるため、算出した空気比の有効数字は2桁程度にとどめることが望ましい。

以 上