

(燃焼計算)

問題 10 次の各文章の ～ の中に入れるべき最も適切な数値又は式を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、同じ記号を 2 回以上使用してもよい。また、 a.bc ～ a.bc に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。(配点計 50 点)

質量組成が炭素 87 %、水素 13 % の灯油を、空気比 1.2 で完全燃焼している加熱炉において、煙道から排ガスの一部を再循環し、燃焼用空気と共に燃焼室に送り込んでいる。再循環する排ガスの量が燃焼用空気量の 20 % であり、燃焼室に入るときの温度は 300 °C であった。このとき、以下の計算(1)～(4)を行う。ただし、灯油の低発熱量を 42.3 MJ/kg とし、燃焼ガスの平均定圧比熱は 1.55 kJ/(m³_N·K) で一定とする。

(1) 燃料の理論空気量を計算する。

燃料中の炭素 1 kg を燃焼させるのに必要な酸素量は [m³_N]、水素 1 kg を燃焼させるのに必要な酸素量は [m³_N] であるため、燃料 1 kg を完全燃焼させるのに必要な最小の酸素量 V_{O_0} は a.bc [m³_N/kg-f] となる。これより、燃料の理論空気量 V_{A_0} は次のようになる。

$$V_{A_0} = \frac{V_{O_0}}{\text{3}} = \text{B ab.c} \text{ [m}^3\text{/kg-f]}$$

(2) 理論燃焼ガス量を計算する。

炭素 1 kg を燃焼させたときに発生する CO₂ 量は [m³_N] であるため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する CO₂ 量 V_{CO_2} は a.bc [m³_N/kg-f] となる。

理論乾き燃焼ガス量は式 で表されるため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する理論乾き燃焼ガス量 V_{G_0}' は ab.c [m³_N/kg-f] となる。

また、水素 1 kg を燃焼させたときに発生する H₂O 量は [m³_N] であるため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する H₂O 量 V_{H_2O} は a.bc [m³_N/kg-f] となる。このため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する理論湿り燃焼ガス量 V_{G_0} は ab.c [m³_N/kg-f] となる。

(3) 加熱炉出口における湿り燃焼ガス量を計算する。

燃焼により発生する実際の湿り燃焼ガス量 V_G は、空気比を α とすれば式 7 で表されるため、燃料 1 kg を完全燃焼させたときに発生する実際の湿り燃焼ガス量 V_G は G ab.c $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}]$ となる。

燃焼用空気量の 20% の排ガスを煙道から再循環しているため、加熱炉出口における湿り燃焼ガス量 V_{G_E} は H ab.c $[\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg-f}]$ となる。

(4) 炉壁からなどの熱損失がない場合の燃焼ガス温度を計算する。

加熱炉への入熱は、燃料の低発熱量と再循環ガスの顕熱であり、再循環ガスの顕熱は基準温度を 25℃ とすれば I a.bc $[\text{MJ}/\text{kg-f}]$ となる。炉壁からなどの熱損失がないとすれば出熱は燃焼ガスの顕熱のみとなることから、入熱と出熱を等置することにより燃焼ガス温度は計算でき、25℃ を基準温度としたときの燃焼ガス温度は J a.bc $\times 10^3$ $[\text{°C}]$ となる。

< 1 ~ 7 の解答群 >

ア 0.16	イ 0.18	ウ 0.21	エ 0.25	オ 0.28
カ 22.4	キ 22.4×2	ク $\frac{22.4}{2}$	ケ $\frac{22.4}{4}$	コ $\frac{22.4 \times 3}{4}$
サ $\frac{22.4}{8}$	シ $\frac{22.4}{12}$	ス $\frac{22.4 \times 2}{12}$	セ $\frac{22.4}{12 \times 2}$	ソ $\frac{22.4}{12 \times 4}$
タ $V_{A_0} + V_{\text{CO}_2}$		チ $V_{A_0} - V_{O_0} + V_{\text{CO}_2}$		
ツ $V_{O_0} + V_{\text{CO}_2}$		テ $V_{G_0} + \alpha V_{A_0} - V_{O_0}$		
ト $V_{G_0} + (\alpha - 1)V_{A_0}$		ナ $V_{G_0} + (\alpha - 1)V_{A_0} - V_{O_0}$		