

廃棄物処理2007

3年前期(選択)科目

環境システム学科 宮脇健太郎

第4回 焼却(2) 燃焼計算、炉形式など

1

燃焼に係わる理論量の定義

- 理論酸素量: 燃料を完全燃焼させるのに必要な酸素の量
- 理論空気量: 燃料を完全燃焼させるのに必要な空気量
- 理論燃焼ガス量: 理論空気量によって完全燃焼させたときに生成する燃焼ガス量
 - 水蒸気を除いた乾き燃焼ガス量
 - 水蒸気を含む総量としての湿り燃焼ガス量

2

計算 理論酸素量

- 理論酸素量 O_0 [kmol/kg-燃料]
- $O_0=(c/12)+(h/4)+(s/32)-(o/32)$

元素	原子量	完全燃焼反応式
C	12	$C+O_2=CO_2$
H	1	$H+1/4O_2=1/2H_2O$
S	32	$S+O_2=SO_2$
O	16	$O-1/2O_2=0$
N	14	$N=1/2N_2$

3

計算 理論空気量

- 理論空気量 L_0 [m^3_N /kg-燃料]
- $L_0=\{(c/12)+(h/4)+(s/32)-(o/32)\} \cdot (22.4/0.21)$
 $=8.89c+26.7(h-o/8)+3.33s$
- 酸素1kmolは $22.4m^3_N$ 、酸素体積分率21%

4

燃焼空気量

- 実際の燃焼 理論空気量 → 空気不足
 - 未燃ガス、煤(すす)が発生 → 理論値より多く
- 空気比(air ratio)または空気過剰率
 - 理論空気量の何倍の空気を供給するか
- 燃焼空気量 $L = \lambda \cdot L_0$ [$\text{m}^3_{\text{N}}/\text{kg}$ -燃料]
- 気体燃料(都市ガス) $\lambda = 1.1 \sim 1.3$ 、液体燃料(重油) $\lambda = 1.2 \sim 1.4$ 、固体燃料(石炭) $\lambda = 1.4 \sim 2.0$

5

燃焼空気量(廃棄物の場合)

- ごみ質、装置、炉形式、性能により異なる
- ごみ質が悪い $\lambda \rightarrow$ 大、ごみ質良い $\lambda \rightarrow$ 小
- 連続燃焼式ストーカ炉 $\lambda = 1.7 \sim 1.9$ (1次燃焼空気 $\lambda = 1.2 \sim 1.4$ 、これに2次燃焼空気を加算)
- 最新 熱効率、排ガス量低減 $\lambda = 1.3 \sim 1.5$ の場合もある(ガス化溶融炉含む)。
- 排ガス中酸素濃度より、空気比概略値がわかる。
 - $\lambda = 21 / (21 - [\text{O}_2])$
 - $[\text{O}_2]$: 乾き燃焼ガス中の酸素濃度[%]

6

燃焼ガス量とガス組成

- 廃棄物1kg中に、炭素c[kg]、水素h[kg]、硫黄s[kg]、酸素o[kg]、窒素n[kg]、水分W[kg]
- 燃焼反応(シート3参照)の生成物、空気比 λ での余剰酸素 O_2 と、空气中窒素 N_2 が生じる



- 湿り燃焼ガス量 $V_W[m^3_N/kg]$

7

燃焼ガス量とガス組成(続き)

- 湿り燃焼ガス量 $V_W[m^3_N/kg]$

$$\begin{aligned} V_W &= 22.4 \times (c/12) && : CO_2 \text{の生成} \\ &+ 22.4 \times \{(h/2) + (W/18)\} && : H_2O \text{の生成} \\ &+ 22.4 \times (s/32) && : SO_2 \text{の生成} \\ &+ 0.21(\lambda - 1) \times L_0 && : \text{余剰の} O_2 \\ &+ 0.79 \lambda \times L_0 + 22.4 \times (n/28) && : \text{空気} N_2 + \text{生成} N_2 \\ &= 1.867c + 11.2h + 1.244W + 0.7s + 0.8n \\ &\quad + (\lambda - 0.21)L_0 \end{aligned}$$

8

燃焼ガス量とガス組成(続き)

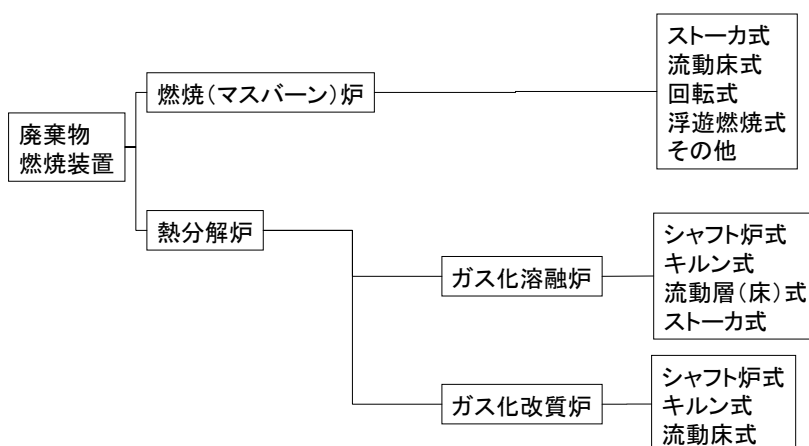
- 乾き燃焼ガス量 V_D [m^3_N/kg] (水蒸気なし)

$$V_D = 1.867c + 0.7s + 0.8n + (\lambda - 0.21)L_0$$

- 焼却炉、ボイラーなどの設備設計では湿り燃焼ガス量を用いる
- ガス分析では乾きガス基準(水蒸気は除去)
 - $CO_2 = 1.867 \times (c/V_D) \times 100$ [%]
 - $O_2 = 0.21 \times \{(\lambda - 1) \cdot L_0\} / V_D \times 100$ [%]
 - $N_2 = \{0.79 \lambda \cdot L_0 + 0.8n\} / V_D \times 100$ [%]

9

燃焼装置(炉形式)



10

燃焼装置

ストーカ、流動床

- 実績多く、技術的確立、運転管理容易
- 小規模から大規模

熱分解

- 自己熱溶融 → 外部エネルギー不要
- 歴史浅い、未知数
- 150トン/日程度 スケールアップが課題

- 選択:ごみ質、ごみ量、残渣処理、施設規模、ランニングコスト、運転管理の容易性などで決定