

【JK-700型燃焼計算書】

◇1 諸元

燃焼方式	強制通風燃焼方式 連続投入	
燃焼室	火床面積	0.48 m ²
	有効容積	0.72 m ³
二次燃焼室 (接線サイクロン上部を二次燃焼室とする)	有効容積	0.11 m ³
煙突直径		0.290 φ
煙突口の高さ	Ho=	5.190 m

◇2 廃棄物組成

廃棄物の種類	木くず	100 %
廃棄物組成		

炭素 C	水素 H	窒素 N	硫黄 S	塩素 CL	酸素 O	水分 W	灰分	合計
0.436	0.043	0.0140	0.0010	0.002	0.358	0.116	0.030	1.000

※徳島県公害防止条例に基づく届出 燃焼計算例の成分組成表による

低位発熱量	HI=	8100(C-0.75O)+34250H+2250S+5700×0.75O-600(9H-W)
Scheurer-Kestnerの式	HI=	4060 kcal/kg

◇3 焼却能力、総発熱量

焼却能力	F=	一次室有効容積×燃焼室熱負荷/低位発熱量
	F=	44 kg/h
		※燃焼室熱負荷を250000kcal/m ³ hとする
時間当たりの発熱量	QI=	F×HI
	QI=	178640 kcal/h

◇4 二次燃焼バーナー

二次燃焼室にてバーナーを使用する

加藤鉄工バーナー製作所	SG-10	
能力	=	2.5 G/h
	=	9.5 L/h
	F'=	7.6 kg/h 比重0.8

バーナー燃料	灯油
高位発熱量	11740 kcal/kg
低位発熱量	HI'= 11000 kcal/kg
理論空気量	Ao'= 11.39 Nm ³ /kg
理論湿り燃焼ガス量	Gow'= 12.18 Nm ³ /kg
適正空気比	m'= 1.3
時間当たりの発熱量	QI'= F'×HI'
	QI'= 83270 kcal/h

炭素 C'	水素 H'	窒素 N'	硫黄 S'	塩素 CL'	酸素 O'	水分 W'	灰分'	合計
0.857	0.141	0.0003	0.0016	0.000	0.000	0.00004	0.00003	1.000

以上 「廃棄物焼却炉 計画と設計」明現社刊より

◇5 空気量

理論空気量	廃棄物	
	Ao=	8.89C+26.67(H-O/8)+3.33S
	Ao=	3.833 Nm ³ /kg
	バーナー	
	Ao'=	11.39 Nm ³ /kg ◇4より

必要理論空気量	廃棄物(通常)	
	Aof=	Ao×F
	Aof=	168.639 Nm ³ /h
	バーナー(補助)	
	Aof=	Ao'×F'
	Aof=	86.222 Nm ³ /h

最大
 $A_{ofm} = \frac{A_{of} + A_{of'}}{}$
 $A_{ofm} = \frac{254.861}{}$ Nm³/h

実燃焼空気量

廃棄物
 $A = \frac{A_{of} \times m}{}$
 $A = \frac{337.277}{}$ Nm³/h
 空気比 $m = \frac{2.0}{}$ とする

バーナー
 $A' = \frac{A_{of'} \times m'}{}$
 $A' = \frac{112.089}{}$ Nm³/h
 空気比 $m' = \frac{1.3}{}$ とする ◇4より

最大
 $A_m = \frac{A + A'}{}$
 $A_m = \frac{449.366}{}$ Nm³/h

◇6 燃焼ガス量

理論湿り燃焼ガス量

廃棄物
 $G_{ow} = 0.79A_o + 1.867C + 11.2H + 0.7S + 1.244W$
 $G_{ow} = \frac{4.468}{}$ Nm³/kg

バーナー
 $G_{ow'} = \frac{12.18}{}$ Nm³/kg

理論乾き燃焼ガス量

廃棄物
 $G_{od} = \frac{G_{ow} - 11.2H - 1.244W}{}$
 $G_{od} = \frac{3.843}{}$ Nm³/kg

バーナー
 $G_{od'} = \frac{G_{ow'} - 11.2H' - 1.244W'}{}$
 $G_{od'} = \frac{10.601}{}$ Nm³/kg

実際湿り燃焼ガス量

廃棄物(通常)
 $G_w = \frac{\{G_{ow} + (m-1)A_o\} \times F}{}$
 $G_w = \frac{365.250}{}$ Nm³/h

バーナー(補助)
 $G_w' = \frac{\{G_{ow'} + (m'-1)A_o'\} \times F'}{}$
 $G_w' = \frac{118.069}{}$ Nm³/h

最大
 $G_{wm} = \frac{G_w + G_w'}{}$
 $G_{wm} = \frac{483.320}{}$ Nm³/h

実際乾き燃焼ガス量

廃棄物(通常)
 $G_d = \frac{\{G_{od} + (m-1)A_o\} \times F}{}$
 $G_d = \frac{337.711}{}$ Nm³/h

バーナー(補助)
 $G_d' = \frac{\{G_{od'} + (m'-1)A_o'\} \times F'}{}$
 $G_d' = \frac{106.114}{}$ Nm³/h

最大
 $G_{dm} = \frac{G_d + G_d'}{}$
 $G_{dm} = \frac{443.825}{}$ Nm³/h

◇7 燃焼ガス中のO2(%)濃度

通常
 $O_2(\%) = \frac{\{(m-1) \times A_o \times F\} \times 21 / G_d}{}$
 $O_2(\%) = \frac{10.487}{}$ %

最大
 $O_2(\%) = \frac{\{(m-1) \times A_o \times F\} \times 21 / G_{dm} + \{(m'-1) \times A_o' \times F'\} \times 21 / G_{dm}}{}$
 $O_2(\%) = \frac{9.203}{}$ %

◇8 硫酸化合物

硫酸化合物量

廃棄物(通常)
 $Sox_1 = \frac{S \times 22.4 / 32 \times F}{}$
 $Sox_1 = \frac{0.031}{}$ Nm³/h

バーナー(補助)
 $Sox_1' = \frac{S' \times 22.4 / 32 \times F'}{}$
 $Sox_1' = \frac{0.008}{}$ Nm³/h

最大
 $Sox_1m = \frac{Sox_1 + Sox_1'}{}$
 $Sox_1m = \frac{0.039}{}$ Nm³/h

硫黄酸化物濃度

廃棄物(通常)

$$\text{Sox2} = \frac{\text{Sox1}}{\text{Gd}} \times 10^6$$

$$\text{Sox2} = \boxed{91.202} \text{ ppm}$$

最大

$$\text{Sox2m} = \frac{\text{Sox1m}}{(\text{Gdm} + \text{E}')} \times 10^6$$

$$\text{Sox2m} = \boxed{53.939} \text{ ppm}$$

計算結果を ◇15 許容硫黄酸化物量にて使用する

◇9 塩化水素

塩化水素量

廃棄物(通常)

$$\text{Hcl1} = \frac{\text{Cl} \times \text{F} \times 36.5}{35.5}$$

$$\text{Hcl1} = \boxed{0.090} \text{ kg/h}$$

バーナー(補助)

$$\text{Hcl1}' = \frac{\text{Cl}' \times \text{F}' \times 36.5}{35.5}$$

$$\text{Hcl1}' = \boxed{0.000} \text{ kg/h}$$

最大

$$\text{Hclm} = \text{Hcl1} + \text{Hcl2}$$

$$\text{Hclm} = \boxed{0.090} \text{ Nm}^3/\text{h}$$

塩化水素濃度

廃棄物(通常)

$$\text{Hcl2} = \frac{\text{Hcl1}}{\text{Gd}} \times 10^6$$

$$\text{Hcl2} = \boxed{267.918} \text{ mg/Nm}^3$$

$$\text{Hcl2(ppm)} = \frac{\text{Hcl2} \times 22.4}{36.5}$$

$$\text{Hcl2(ppm)} = \boxed{164.421} \text{ ppm}$$

最大

$$\text{Hcl2m} = \frac{\text{Hcl1m}}{(\text{Gdm} + \text{E}')} \times 10^6$$

$$\text{Hcl2m} = \boxed{124.250} \text{ mg/Nm}^3$$

$$\text{Hcl2m(ppm)} = \frac{\text{Hcl2m} \times 22.4}{36.5}$$

$$\text{Hcl2m(ppm)} = \boxed{76.252} \text{ ppm}$$

O₂ 12%換算濃度

$$= \frac{\text{Hcl2m(ppm)}}{1 + (0.12 - \text{O}_2\%)/(0.21 - 0.12)}$$

$$= \boxed{58.174} \text{ mg/Nm}^3$$

◇10 窒素酸化物

通産省立地公害局 監修 「四訂 公害防止の技術と法規 大気編」を基に窒素酸化物の計算をする

Nox排出係数 $\alpha = \boxed{40} \text{ kg}/10^8 \text{ kcal}$

総焼却量 $\text{F} = \boxed{44} \text{ kg/h}$

総発熱量 $\text{Qlt} = \frac{\text{Ql} + \text{Ql}'}{\text{Qlt}} = \boxed{261910} \text{ kcal/h}$

平均発熱量 $\text{Qlta} = \frac{\text{Qlt}}{\text{F}} = \boxed{5952.500} \text{ kcal/h}$

窒素酸化物重量 $\text{Nox1} = \alpha \times \text{Qlt}$
 $\text{Nox1} = \boxed{0.105} \text{ kg/h}$

窒素酸化物排出量 $\text{Nox2} = \frac{\text{Nox1} \times 22.4}{46}$
 $\text{Nox2} = \boxed{0.051} \text{ Nm}^3/\text{h}$

排出濃度(容積比) $\text{Nox2(ppm)} = \frac{\text{Nox2}}{\text{Gdm}} \times 10^6$
 $\text{Nox2(ppm)} = \boxed{114.945} \text{ ppm}$

◇11 送風機の選定

フルタ電気 BL89-401
 最大風量 $\boxed{10.8} \text{ m}^3/\text{min}$ 50Hz
 ダンパーにて調整可能

実燃焼空気量 $\text{A} = 337.277 \text{ Nm}^3/\text{h}$

温度15°Cにて補正 $\text{A} \times (273 + 15) / 60 / 273$
 $= \boxed{5.930} \text{ m}^3/\text{min}$
 上記計算より機種選定 OK

◇12 排ガスの温度の計算(T)

炉出口の排ガス温度 $\text{T1} = (\eta \times \text{HI} - \beta \times \text{HI}) / (\text{G} \times \text{Cpm})$

η 燃焼効率	$\boxed{0.80}$
HI 低位発熱量	$\boxed{4060}$
β 放散熱	$\boxed{0.10}$

G 実燃焼ガス量(Nm³/kg)
 $G = G_{ow} + (m-1) \times A_o$ 8.301
 Cpm 実燃焼ガスの平均定在比熱(kcal/Nm³・°C) 0.35
 T1= 978.178 °C

◇13 排出速度

エゼクター空気量 (E) 5 m³/min とする
 温度15°Cとして0°C換算
 $E' = \frac{(E \times 60) \times 273}{273 + 15}$
 $E' = \frac{5 \times 60 \times 273}{273 + 15}$ 284.375 Nm³/h
 実際湿り総排出ガス量 $G_t = G_{wm} + E'$ 767.695 Nm³/h 実際乾き総排出ガス量 $G_{dm} + E'$ 728.200
 煙突断面積 $D = \frac{G_t}{V}$ 0.066 m²
 排出速度 $V = \frac{(G_t \times T_2')}{3600 \times 273 \times D}$
 $V = \frac{767.695 \times 400}{3600 \times 273 \times 0.066}$ 7.963 m/sec
 煙突出口温度 $T_2' = \frac{G_{dm} + E'}{V}$ 400 °C とする
 $T_2' = \frac{728.200}{7.963}$ 673 K

◇14 補正された煙突口の高さ

15°Cにおける排ガス量 $Q = \frac{G}{3600 \times 288 / 273}$
 $Q = \frac{8.301}{3600 \times 288 / 273}$ 0.225 m³/sec
 J値 $J = \frac{1}{\sqrt{Q \times V}} \times \{1460 - (296 \times V) / (T_2' - 288)\} + 1$
 $J = \frac{1}{\sqrt{0.225 \times 7.963}} \times \{1460 - (296 \times 7.963) / (400 - 288)\} + 1$ 1087.260
 運動量による上昇高さ $H_m = \frac{(0.795 \times \sqrt{Q \times V})}{(1 + 2.58 / V)}$
 $H_m = \frac{(0.795 \times \sqrt{0.225 \times 7.963})}{(1 + 2.58 / 7.963)}$ 0.804 m
 温度差による上昇高さ $H_t = \frac{2.01 \times 10^{-3} \times Q \times (T_2' - 288) \times (2.3 \log J + 1 / J - 1)}{H_m}$
 $H_t = \frac{2.01 \times 10^{-3} \times 0.225 \times (400 - 288) \times (2.3 \log 1087.260 + 1 / 1087.260 - 1)}{0.804}$ 1.042 m
 補正された煙突口の高さ $H_e = H_o + 0.65(H_m + H_t)$
 $H_e = 0 + 0.65(0.804 + 1.042)$ 5.190 m

◇15 硫酸化物の許容排出量

K値 $K = \frac{1}{H_e}$ 17.50
 排出規制値 $q = K \times 10^{-3} \times H_e^2$
 $q = 17.50 \times 10^{-3} \times 5.190^2$ 0.471 Nm³/h
 硫酸化物量 0.039 Nm³/h

許容範囲内のため OK

◇16 ばいじん濃度

接線式簡易サイクロン(二次燃焼室兼用)とする
 灰分量 $F \times \text{灰分}(\%)$ kg/h
 $F \times 1.320$ kg/h
 飛散ばいじん量 排ガス中の未燃がサイクロン上部二次燃焼室で再燃焼しているため
 灰分中のD= 10 %とする
 想定ばいじん量 $W_1 = \frac{F \times 1000 \times D}{100 \times G_{wm}}$
 $W_1 = \frac{1.320 \times 1000 \times 10}{100 \times 767.695}$ 0.273 g/Nm³
 集塵効率 $\eta_m = \frac{W_1 - W}{W_1}$ 60 %とする 資料参考
 ばいじん排出量 $W = W_1 \times \eta_m$
 $W = 0.273 \times 60$ 0.109 g/Nm³