

京大・工・紀生工 正員 若井重久, 〇春山 鴻

学生員 高月 紘, 和田 彰

1. はじめに: じん芥は、燃焼に際してその可燃分が熱分解し、空間で火炎燃焼する部分と固体表面上で表面燃焼する固定炭素とに分かれて燃焼を継続する。揮発分と固定炭素の比は別報^(1,2)に記しているように分解温度によって異なり、その分解生成物間の比も異なるが、燃焼に際しての分解は可燃分の温度が約140℃に達すると開始されること、揮発分の一部は燃焼層内で燃焼することはない、別報^(1,2)に記したほど大きな比の揮発分が燃焼層の上方空間で燃焼するわけではない。表-1に示すような実験で燃焼させて、燃焼層の上面のガス温度と炉出口のガス温度とを計測した結果から推定すると、可燃分中の炭素の約50%、すなわち可燃分の約25%が燃焼層内で燃焼しているものと考えられる。燃焼層内での燃焼の形態は、M. W. Thring⁽³⁾ が石炭の燃焼層について考察した場合のモデルと異なり、図-1に示すような状態、すなわち下方から燃焼層内に侵入して来る燃焼炭中で燃焼しているものと考えられる。しかしながら、燃焼層内での燃焼を支配する主要因は、同氏が指摘しているように層内の分子拡散速度であると考えられる。本報は、じん芥の燃焼層内で行われている表面燃焼の状態を知るために、わかれわかれ現在進行中の実験の一部を記し示すのである。

2. 実験の方法とその結果: 試料じん芥を100~110℃の空気流中で24時間乾燥させた後、160~170℃の空気流中で10時間加熱分解して炭化じん芥を用い、図-2に示すような装置により燃焼試験を行なった。じん芥は、燃焼中の火移り速度(着火面が火移りの方向に進行する速さ)とガス化速度(表面燃焼によってガス中に放出される可燃分の量から算出される仮想燃焼終了面が火移りの方向に進行する速さ、すなわち $U_E = (\text{単位時間内の単位着火面積当りの燃焼量, } M(\text{g}/\text{m}^2)) / (\text{単位体積当りの可燃分重量, } W(\text{g}/\text{m}^3))$ とによって燃焼層の厚さが定まってこの条件下で燃焼を継続することは石炭等の他の固体燃料と同じである。しかし通常の着火法では所期の燃焼層の厚さを得ることができないので、約750℃の窒素気流中で炭化じん芥を加熱し、すばやく実験炉に入れて送風を開始して実験を行なった。燃焼量は、炉出口のガス温度が最高に達した場合の温度 $T_{fm} (^{\circ}\text{K})$ と送入空氣の温度 $T_1 (^{\circ}\text{K})$ 、燃焼によるガス重量とその比熱の変化、炭酸ガス濃度、実験装置の熱損失などを考慮して計算により、求めた。

計算法については講演時に述べる。図-3および4. に燃焼層時の灰分および層の厚さ、燃焼層に送入する空氣の質量速度(空塔)と温度を変えた場合の $(T_{fm} - T_1)$ の変化との関係を示した。

3. 考察とまとめ: 実験結果から、Mを求めると、つぎのような有次元エンジョン実験式を得

表-1 実験炉での炉出口温度と燃焼層上面温度

計測例	1	2	3
炉出口温度(℃) (1時間平均)	940	860	800
燃焼層上面ガス温度(℃)(1時間平均)	620	580	540

(これより炉入口のガス温度は220℃)

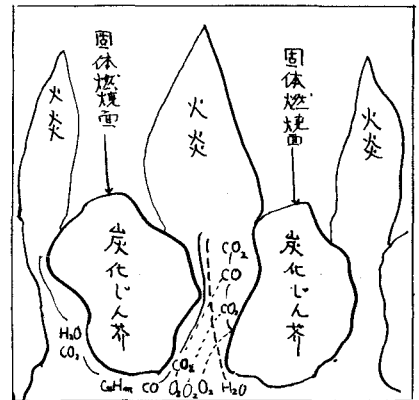


図-1 じん芥燃焼層モデル

に。

$$M = 1.47 \times 10^{-2} (G)^{1.35} (I)^{1.8} (L)^{1.2} (T_1)^{0.5} P_{O_2} \dots (1)$$

ここに G : 送入空気質量速度 ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$),

I : 燃焼層中可燃分比 (kg/kg),

L : 燃焼層厚さ (m),

P_{O_2} : 送入空気中酸素濃度 (容積比)

いま I の減少に伴う燃焼面積の減少量を考えると、燃焼層を構成する炭化じん荷を近似的に平板状とみなして燃焼面に平行に同面が進行すると仮定し、燃焼面積の減少はなく、よって燃焼物が球状に近似しているときとすると、これは I の $2/3$ 乗に比例しなければならない。結局燃焼層中の灰粒子間の分子拡散に起因する酸素拡散到達係数が I の減少とともに減少する。亦即ち、燃焼層中の灰粒子中の酸素拡散によって支配されると考えこしつがよい。つまり酸素拡散到達係数が、層中ガス温度の $1/2$ 乗と酸素濃度の積に比例すると仮定、層内を通過するガスの温度と酸素濃度の変化とを、層の厚さの変化に関連させると仮定、厚さに関して積分すると、酸素濃度が約 12% までは $(L)^{1/2}$ に近似した結果が得られる。 G の変化による M の変化に関しては、 G が大きくなると灰が燃焼層から飛び出して I を増加させるような効果を持つことと、燃焼層中の燃焼表面積が増加することとを考慮して説明づけなければならぬ。こからの関係式に関連しての考察は講義時に述べる。なお本実験と実際の燃焼状況の差に起因する違いについても触れる。

参考文献

- 1) 若井正也: 焼却対象物としてのじん荷の基礎的調査研究, 本概要集
- 2) 若井, 春山: じん荷の焼却に関する研究, 京大工研彙報, No. 28, p.57
- 3) M. W. Thring: Physics of Fuel Bed Combustion, Fuel, 1952, p.355

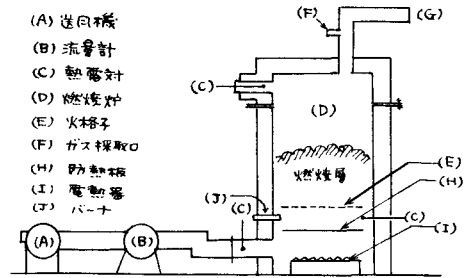


図-2 実験装置

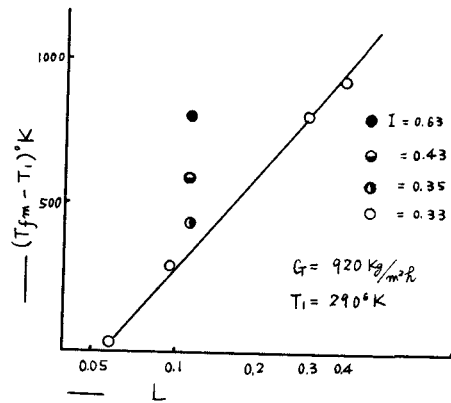


図-3 $(L \ \& \ I) : (T_{fm} - T_1)$

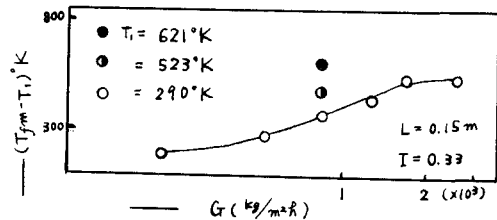


図-4 $(G \ \& \ T_a) : (T_{fm} - T_1)$