

京都大学 正業 岩井 重久
日立造船技研 春山 鴻

ごみの輸送・燃焼特性などの影響と与える因子として、比較的測定の簡単な因子、たとえば摩擦係数・見掛け比重・水分および灰分の百分率などのようなもの、測定のはほとんど不可能な因子、たとえば、ごみ集塊を構成する物品のからみ合いの状態・空気との接触表面積などのようなものがある。こからのうちの測定困難な因子で、ごみの輸送・燃焼などに非常に大きい影響を与えていることは明らかである。

ごみは寸法・形状・組成・物理化学的性質などが異なった種々の物品の集合物であるため、測定の簡単な因子については同一であるような二つのごみ集塊について考えれば、この二つのごみ集塊の測定困難な因子が全く同一であることはほとんどないであろう。このような場合、この二つのごみ集塊が輸送・燃焼などにおいて同一の状態を示すと考えることは困難である。しかしながら、実際のごみ集塊について輸送・燃焼特性を研究すると、こからの測定困難な因子の集塊間の差について特に考慮しなくてはならない場合が少なくない。このように多くの実際のごみ集塊について考える場合、こからの測定困難な因子を同一な定数であると考えなくてはならないことと、仮にごみ集塊の同一性と呼ぶことにする。

1. ごみの輸送におけるごみ集塊の同一性

図-1に示すように、ホツパに入ったごみをコンベヤで引き出して輸送するような装置において、ごみの挙動を観察すると、ホツパの引き出し側と反対側の側に近い位置(例えば図-1のA英の近く)のごみは、矢印のように引き込まれながら移動するに反し、ホツパの引き出し側に近い位置(例えばB英)のごみは、からみ合ったごみが引き込まれず、コンベヤ上に引き出される。このような機構で移動させるには、ごみのからみ合いの程度、すなわちからみ合ったごみ集塊を二つに引きちぎるに要する力、が問題となる。このような機構を備えた実験装置において、

図-1中の l と L の関係を求めたところ、種々のごみ集塊について、

$$L > \frac{1}{\sin \theta} (\cos \theta + \sin \theta) \quad \text{----- (1.1)}$$

$$l > 0.3 \text{ m} \quad \text{----- (1.2)}$$

$$\theta < 20^\circ \quad \text{----- (1.3)}$$

の両式が満足されると、ごみはホツパから順調に引き出されることがわかった。このような装置は、機械焚き炉用の実際装置とし、コンベヤとして移床式ストークを付け、この数年間にわが国の各地で実用化されているが、式(1.1)~(1.3)が満足されているのが順調に運転されていることがわかった。しかし本式はかなりの精度をもち、たとえばある実際の装置において、 $l=0.6 \text{ m}$ 、 $L=1.2 \text{ m}$ 、 $\theta=-15^\circ$ としたことがあったが、この場合はとにかくホツパに閉じこめ起すことができず、つぎに $L=1 \text{ m}$ に改造したら、その後現在まで約5年間閉じこめ起すことができなく運転されている。

これはごみの静止摩擦係数、動摩擦係数などを実測すると、異なるごみ集塊の間ではほとんど同一で

あり、また図-2のような実験装置で測定した疑似せん断応力値(通常の物体でのせん断ではなく、ごみ集塊をせん断のような方法で二つに分離する場合に必要な力)を示すと、表-1のようにほぼ同一であることから予想できる。しかも、実際施設での測定結果から見ると、予想以上にごみ集塊を形成する物産のからみ合いの程度が同一であると考えてもよいことが認められる。

2. ごみの燃焼におけるごみ集塊の同一性

わが国の手焚き炉の実際の燃焼状況を見ると、冬季のごみのような水分45%、低位発熱量 1200 Kcal/Kg 、程度のごみの場合、火床面積 2.4 m^2 の炉一基で一昼夜に大体4.5~5tのごみを処理しているが、夏季のようにごみの水分と発熱量がそれぞれ55%、 800 Kcal/Kg と燃しにくくなる場合は、同じ炉で約2.5~3t/dayの処理能力が出ないのが普通である。これらの結果と焚火作業の巧拙という因子を考慮して考えると、ごみの燃焼は、主として水分・低位発熱量のような測定簡単な因子により影響を受け、測定困難な諸因子はほとんど同一と考えてよいのではないかと思う。二、三の同一形式の手焚き炉において、水分約50%、低位発熱量約 850 Kcal/Kg のごみを燃焼させる場合の一昼夜の燃焼量を表-2に示す。火床面積は 2.4 m^2 、送風量は $6 \times 10^2 \text{ N/m}^2 \cdot \text{床} \cdot \text{h}$ で燃焼層・火層などの合計の厚さは約1mである。

またごみの通気乾燥の速度に関しては、ほとんどのごみ集塊について、次式で表わすことができる。

$$W = G_0 \cdot (H_w - H_0) \{1 - \exp(-5.1 G_0^{0.88} \cdot L / G_0)\} \quad (2)$$

(ただし、水分が35%以上の場合)

式(2)において、 W は乾燥水分量($\text{Kg/m}^2 \cdot \text{乾燥床} \cdot \text{h}$)、 G_0 は空気の質量乾燥速度($\text{Kg/m}^2 \cdot \text{乾燥床} \cdot \text{h}$)、 $(H_w - H_0)$ は空気の飽和湿度と送風空気の湿度の差(Kg-水分/Kg-乾き空気)、 L はごみ層の厚さ(m)である。大阪府下の実際のごみ集塊の18例について、2例を除いて式(2)による結果との差は7%以内であり、この2例の差でも20%以内であった。

ごみの燃焼・乾燥速度等は、ごみ集塊に含まれる物品の空気との有効接触表面積、あるいは集塊の中の空隙率などに非常に大きく依存するとは、化学工学の教えるところであるが、上で述べた結果から考えると、ほとんどのごみ集塊についてこれらの因子は同一と考えてよいのではないだろうか。なお、式(2)の右辺第三項内の G_0 のべき数は、通常の通気乾燥の実験式を示す値より大きいから、これは、ごみ集塊中を空気を通るときに、ごみ集塊中の空隙率、空気との有効接触表面積などが変わるためであると思われる。

3. 考察など

焼却炉の実際設計に際しては、これらの集塊の同一性についてはむしろ特に考慮されることはなく、当然これが成立するものとして進められるのが常であり、またこのために大きい問題を生ずることはないようである。しかし、ごみを研究対象と考える場合には、ごみ集塊があまりにも複雑な因子を

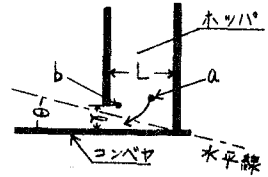


図-1 ごみ輸送装置モデル

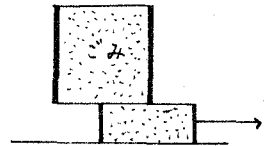


図-2 ごみ集塊の疑似せん断力を求める実験装置

含むので、適当な研究モデルの作成が困難であり、そのための実験結果の普遍性と再現性もかなり低い傾向が見られる。たとえば、二つの同じ燃料を燃焼させる場合においても、一冊をばらばらに破って丸かきすると、他をそのまま燃焼・乾燥させる場合、これらの燃焼・乾燥速度は非常に異なることは明白である。ごみ集塊はこのように状態が異なる上に、異質なものも多数含まれており、しかも、あるごみ集塊が、ごみモデルとして適当か否かの判定を付けるににくいからである。しかし、ごみ集塊から適当なサンプリングにより、抽出した実験資料を用いた実験結果と、実験装置による計測結果とからは、ごみ集塊には同一性が成立すると考えてよいようである。ごみ全体と比較すると、実験例は非常に稀であるが、ある任意のごみを数回計測してほぼ等しい結果が出れば、確率的に同一性が成立すると考えてよいのではないだろうか。

ここでは同一性の成立について述べたが、成立しない例も多い。たとえば、ごみ集塊の燃焼終了に必要な時間、あるいは着火に必要な時間、またはごみが形成されたからの経過時間の燃焼に与える影響などがいろいろと異なり、技術的には、攪拌などによりこれを同一化して解決しようとする傾向がある。また最近生活水準の向上とともに、ごみの集塊の見掛けが異なり、測定困難な種類のものも少しずつ変わらざるを考慮する。こういった諸点については講演時に述べる。

表-1 ごみの疑似せん断力

試料 No.	引き離す力, Kg/m^2
1	412
2	432
3	436
4	430
5	414

表-2 手焚き炉の燃焼量

計測 No.	水分, %	低位発熱量, $Kcal/kg$	燃焼量, t/day
1	50.4	890	3.4
2	51.6	820	3.1
3	48.4	910	3.6
4	50.1	850	3.3
5	50.1	820	3.2
6	51.0	800	3.1
7	48.3	880	3.3
8	49.4	870	3.4