

下水汚泥の乾燥速度について

大阪工業大学 正員 高 田 巖

はじめに

近來多量に廃出される下水汚泥の処理処分において、焼却処理が多用されるようになってきている。また生活系廃棄物は、その大部分が焼却されるう勢にある。そこでこれら汚泥や廃棄物を焼却の前後として位置する乾燥機構について検討するため、各種廃棄物を試料として赤外線電球による加熱乾燥を行ない、これら廃棄物の乾燥特性について考察を行なった。

2 実験装置と方法

汚泥および廃棄物の水分蒸発量の測定は図-1に示したような赤外線水分計を用いて行なった。あらかじめ重量を測定してある湿潤試料を水分計に載せ、水分減少、経過時間、試料表面温度を測定し、この結果から、試料の乾燥特性の測定を行なうこととした。

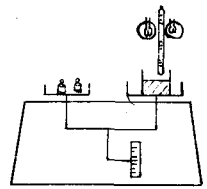


図-1 赤外線水分計

3 乾燥速度について

均一に水分を含む試料を空気気流中において乾燥すると、熱は液体境膜を通して試料に伝えられ、その熱によって汽化した水蒸気は同じ境膜を通じて空気中に出てゆく。充分に湿潤している試料では、固体表面には水膜が存在するのでまず表面で水分の蒸発が起こる。表面の進行にしたがって材料内部からの水分移動が表面蒸発に追いつかなくなると、固体表面の水膜が切れ、試料表面に水膜がなくなれば、蒸発面は固体内部に後退し、内部で汽化した水分は固体層を通してさらに表面境膜を通して外部に放散されるようになる。

固体材料を定常乾燥条件の下で乾燥すれば図-2に示したように表面温度が乾燥条件と平衡となる温度に到達する。熱風からだけ熱をうけるときは、この温度はその熱風の湿球温度を示す。この温度に到達するまでの期間を材料予熱期間と呼ぶ。ついでその水分が多く材料の表面が水膜におおわれている間は固体表面からの蒸発は固体の存在しない自由液面からの蒸発と同様に、試料温度は一定で流入熱量はすべて蒸発に使用されこの条件が変わらない間は乾燥速度も一定である。この期間を恒率乾燥期間と呼ぶ。

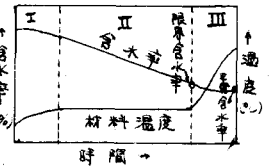


図-2

しかしながらある含水率を境として乾燥速度が減少を始める。これは試料表面の水膜がなくなり、内部からの水分移動が蒸発に追いつかなくなったためで、試料の温度は上昇を開始する。したがって流入熱量が減少しさらにこの熱量は、水分の蒸発と材料加熱に消費される。このような限界点は、試料に対して一定乾燥条件のもとでは一定であり限界含水率と呼ばれる。限界点より後を減率乾燥期間と呼ぶ。ここでは流入熱量は水分蒸発と試料加熱の顕熱に消費され、試料温度は上昇を続け、ついには一定の温度(空気温度に等しくなる)となる。水分蒸発も徐々に減少し一定含水率となる。この含水率もあたえられた試

料、乾燥条件の下で一定となり平衡含水率と呼ばれる。

乾燥特性曲線：

定常条件の下で乾燥を行なう場合、前述のような乾燥時間を経て乾燥がするが、乾燥速度を単位時間当りの含水量減少量 (kg-物/kg-乾燥質量-時) で表わし、縦軸に乾燥速度を横軸に含水率をとって表わした曲線を乾燥特性曲線と呼ぶ。図-3に特性曲線を示す。この図から各期間に対応した乾燥の経過を見ることができ、乾燥の内部および外部条件の特性を表わすものである。

4 実験結果と考察

使用した試料は水、水+砂、カオリン、ベントナイト、河川底質汚泥、薬品沈殿池汚泥、下水生汚泥、各種野菜類、米飯などを用いた。実験を行なった結果の一例を乾燥特性曲線で示せば図-4のようになる。砂のような粒子を持つ試料はその粒径の小さい方が恒率乾燥速度は大きくなることがわかった。また試料の厚さは乾燥速度に敏感に影響を与える。一方同様の粒子系のカオリン、ベントナイトについてみると、恒率乾燥速度は当然ながら水+砂系と同じ値を示すが、限界含水率にははきりと差異を生じた。物性の相異による特性が顕著に表われたものであろう。

各種汚泥については恒率乾燥速度は大きい差は認められず、限界含水率もほぼ一定の値を示した。しかしながら水+砂や粘土に比べて恒率乾燥速度はほぼ半程度であったが、限界含水率はこれら両者のほぼ中央値を示した。これらに対して野菜、米飯は恒率乾燥速度が自由液面の水とほとんど同程度の速さを示したが、限界含水率は粘土類と同じか、それ以上の値となった。

一方乾燥特性曲線の型については、4つの類型に分類し図-5のように示している。この図は減率乾燥速度の相違と試料の乾燥特性について図示したものである。大別すれば、いわゆる毛管脱水分が支配的な場合と試料内部の水分勾配による水分移動が支配的な場合の2種類がある。

a)、b)は毛管現象が支配的で、緩く堆積した砂、薄皮革、直径数mmの成型材料、短繊維材料、微粒子堆積層などで、これらに属するものが最も多い。d)は水分勾配による水分移動が支配的で、石膏、ニカフ、ゼラチンなどがあり恒率乾燥期間を欠くものが多い。c)はこれらに属するとされている。

実験に使用したすべての試料について、この類別に当てはめると野菜を除き、ほとんどb)型を示した。また野菜類は恒率乾燥期間が著しく短かいが、またはあらかず減率乾燥期間が長くなる傾向を示した。

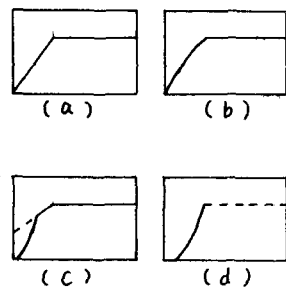
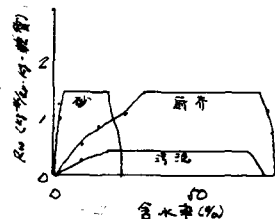
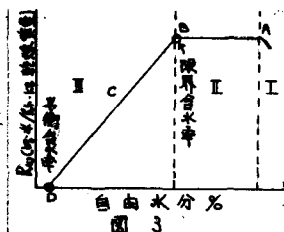


図-5