

天日乾燥法における上水汚泥の乾燥速度について

東北大学 工学部 学生員 ○円谷秀夫

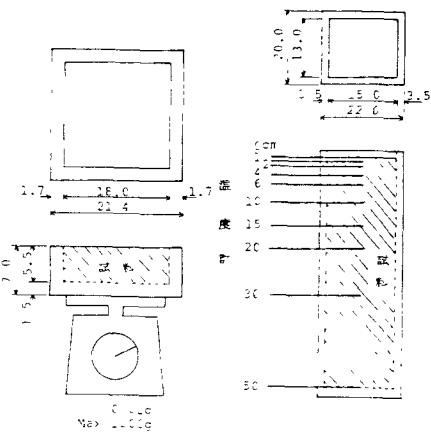
正員 後藤光電

学生員 西村 修

1. はじめに 上水汚泥の天日乾燥法による脱水は、重力排水と蒸発乾燥に分けられ、さらに蒸発乾燥は気象条件等の外部条件によって乾燥速度が決定される定率乾燥期間と、外部条件のみならず汚泥性状によって乾燥速度が決定される減率乾燥期間に分けられる。本報告は定率乾燥期間の乾燥速度に着目し、屋外での乾燥実験を行ない、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験試料 試料は河川表流水より取水源とする上水汚泥(昭和56年9月採泥)で、試料特性は SiO_2 分 54.2%, Al_2O_3 分 20.8%, 強熱減量 13.7%, 粒子密度 $2.51 g/cm^3$ である。

3. 実験方法 図-1の α は蒸発量を測定するためのもので、内りり 318.5 cm^2 の断面積をもつ発泡スチロール製の矩形容器に、上水汚泥と水を深さ約 4 cm に入れて、陰の生じないような風通しの良い場所（本学土木工学科講義棟屋上）に置き、試料の重量変化を調べた。昭和58年10月12日から26日まで1日1回午前11時に測定し、又、11月8日から10日にかけて1時間毎に測定し、蒸発乾燥速度の日周変化を調べた。同図bは深さ方向の温度分布を測定するためのもので、内りり $15 \times 13 \times 50 \text{ cm}$ の矩形の筒を用い、側面に深さ $0, 1, 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 50 \text{ cm}$ の所に温度計をセットし、11月8日から10日にかけて蒸発量測定と並行して温度分布の変化を調べた。容器の底部および側部は発泡スチロール板でおおひ、試料表面以外の外部からの熱の供給がないようにした。



1 試驗裝置

4. 実験結果および考察 図-2は10月12日から26日にかけての蒸発乾燥速度の変化を示すもので、13日から24日にかけての蒸発比(水の蒸発速度を100とした場合の上水汚泥の乾燥速度)は140~190とかなり大きな値を示した。気象条件を定常にした室内乾燥実験に関する報告では蒸発比は80~120で、着着うり室内乾燥実験²⁾においても蒸発比は108~117となつてゐる。本実験では気温 湿度 日射量等の気象条件は非定常で、これに応じて蒸発乾燥速度も日周変化すること、さらに蒸発量測定に用いた容器の深さが浅く、しかも白色であるため、水を入れた容器の底で光が反射(短波放射)することによる熱量ロスのために水の蒸発速度が減少し、かなり高い蒸発比を示したものと考えられる。10月24日から25日にかけて汚泥の乾燥速度が水の蒸発速度より小さくなったのは汚泥の乾燥が推み減率乾燥期間に入つたためである。

図-3は11月8日から10日にかけての蒸発乾燥速度の変化で、夜間は汚泥の乾燥速度と水、蒸発速度は同じかや

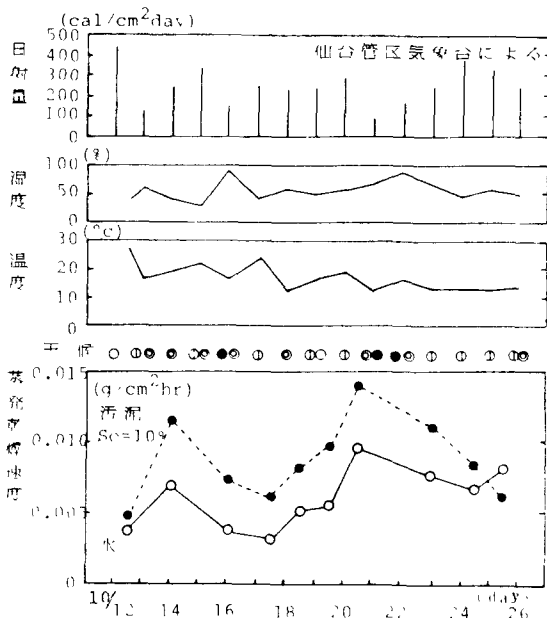


図-2 水と土の分配の蒸発乾燥速度の変化

や水の方が大きく、日の出とともに汚泥の乾燥速度が水の蒸発速度を上まわるようになる。夜間は結露の影響のため負の蒸発乾燥速度を示した。気象庁で採用している大型蒸発計(φ120cm×深さ25cm, 亜鉛鉄板製)は白色塗装で、本実験の蒸発乾燥速度を求める際に同様の短波放射による熱量ロスがあると考えられる。(ただし、亜鉛鉄板製であるので容器からの熱伝導が加わる。)従って、上水汚泥の乾燥速度を水の蒸発速度で類推する場合、太陽からの直接照射が多い快晴時には蒸発計による蒸発量より汚泥の蒸発乾燥量は大き目に評価でき、夜間および曇天時にはほぼ同等と評価されると考えられる。

図-4は水と上水汚泥の温度分布の経時変化を示すもので、水の温度分布は水面付近を除いてほぼ鉛直に近い分布で推移するのに対し、汚泥は表面から約10cmの深さで温度分布が大きく変化している。

汚泥表面の温度は最大17℃から最小4℃まで変化する。図中の実線は上水汚泥の温度分布を鉛直一次元の熱伝導とし、差分法により求めた値で、初期条件は図-4(a)の温度分布を、そして境界条件は図-5の汚泥表面温度の変化を用いた。なお、汚泥の熱

伝導率は $2.0 \times 10^{-3} (\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C})$ 、体積熱容量は $1.0 (\text{cal/cm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ と仮定した。図-4のように、計算値は上水汚泥の温度分布の経時変化とある程度近似的に表現できることがわかる。

太陽からの日射による熱量が試料に加わると、水の場合には水塊全体に熱量がゆきとどくため、ほぼ鉛直の温度分布を示すのに対し、汚泥の場合には、表面に熱量が供給され、これが熱伝導によって汚泥深部に熱量が伝わるために図-4のような温度分布の変化を示すものと考えられる。

図-6は断面積400cm²、深さ20cmの矩形容器を用いた汚泥の温度分布測定実験(昭和58年8月5日)の結果で、汚泥表面で最大34℃から最小24℃まで変化している。又深さ15cmまでで、温度分布の曲線が交差していることがわかる。

5. おわりに 実際の天日乾燥の場合、気象条件が日周変化し、これに応じて上水汚泥の表面からある深さまでの部分で温度分布が大きく変化することと考慮し、汚泥層全体の熱量収支(日射による熱量供給と汚泥層内熱量貯留および蒸発乾燥による熱量放出等の収支)を考えることにより、上水汚泥の乾燥速度を求めることが可能となるが、これは現在検討中である。また、汚泥の温度分布が重力排水に及ぼす影響についても検討が予定である。

参考文献 1) B. L. Adrian "Sludge Dewatering and Drying on Sand Beds" (1978)

2) 佐藤、俊藤、円谷 '第35回全国水道研究発表会講演集(昭和59)' (投稿中)

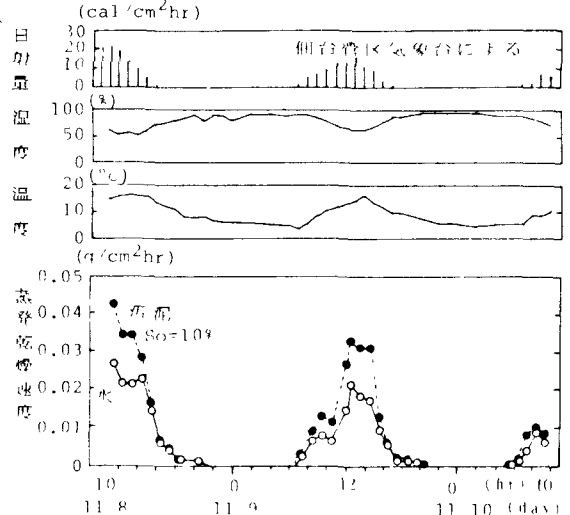


図-3 水と上水汚泥の蒸発乾燥速度の日周変化

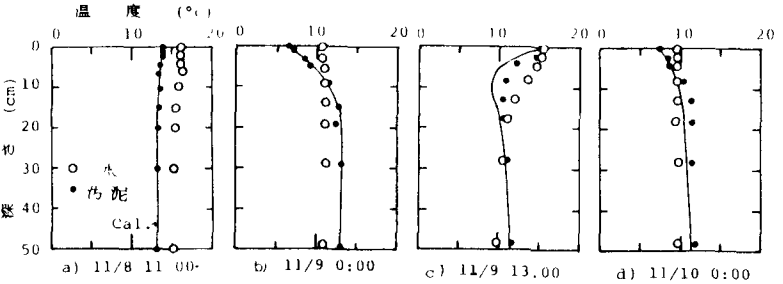


図-4 水と上水汚泥の温度分布の三時変化

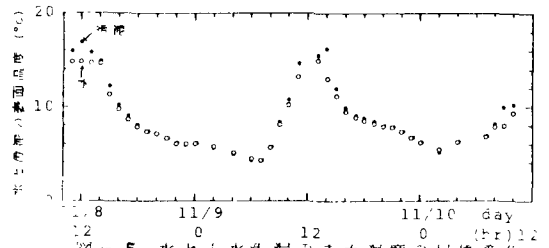


図-5 水と上水汚泥の表面温度の日周変化

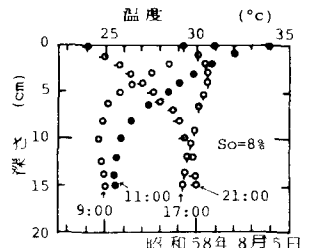


図-6 上水汚泥の温度分布の変化