

東北大学 工学部 学生員 ○ 越智孝敏
東北大学 工学部 正 員 後藤光彦
東北大学 工学部 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、重力脱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。今回の報告では、クラックが入ることによって増える乾燥面積が蒸発乾燥に与える影響について着目し、室内及び屋外で乾燥実験を行ない若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法 室内実験の試料は、河川表流水を取水源とする玉崎浄水場の上水汚泥及び貯水池を取水源とする高館浄水場の上水汚泥を用いた。屋外実験の試料は、地下水を取水源とする末の松山浄水場の上水汚泥を用いた。

室内実験では、重力脱水が終わった汚泥を一边8cmの立方体に切り、汚泥にはポイントを決め、その位置をスケールにより三次元的に定め、その収縮の過程及び重量変化を測定した。また室内実験は簡易恒温室内で行ない、外部条件をできるだけ一定とした。そのとき気象条件は、室温が $19 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度が $65 \pm 15\%$ であった。

屋外実験では、実際の天日乾燥床のクラック進行状況を斜め上方よりカメラで撮影し、それを写像して汚泥の表面積、体積を近似的に計算する。クラック発生後(8/1~8/6日)の気象条件は、日平均気温が $22.5 \sim 24.7^\circ\text{C}$ 、相対湿度が $66 \sim 84\%$ 、風速は平均約 5m/s であり、ほとんどの日が快晴であった。

3. 実験結果および考察

図-1は汚泥の収縮過程を横から見た図である。①の部分には上面から、②の部分は側面(上)から、③の部分は側面(下)から水が蒸発したため体積は減少したとする。図-2、4に各面からの水の累積蒸発量及び表面積の変化を示した。一方、図-3、5には乾燥

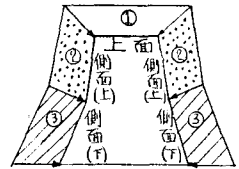


図-1 汚泥の形状変化

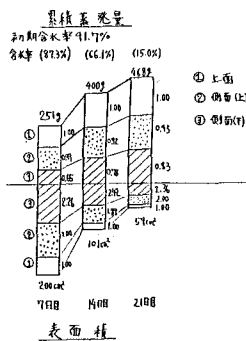


図-2 累積蒸発量および表面積の変化(玉崎)

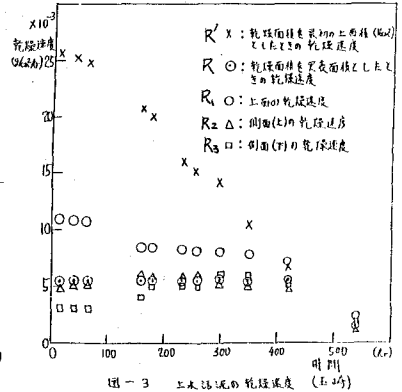


図-3 上水汚泥の乾燥速度(玉崎)

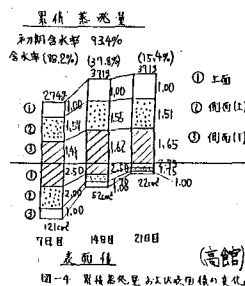


図-4 累積蒸発量および表面積の変化(高館)

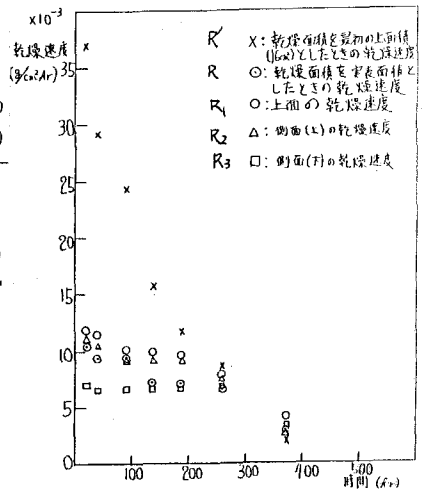


図-5 上水汚泥の乾燥速度(高館)

面積の与え方による乾燥速度の変化を示した。玉崎の汚泥の場合、乾燥面積を初期の上面積(16cm^2)としたときの乾燥速度(R)は、ほぼ直線的に減少する。また乾燥面積を実面積としたときの乾燥速度(R, R_1, R_2, R_3)は、ある時間までは一定となった。(図-3参照) 初期は上面からの乾燥速度 R_1 は、側面からの乾燥速度(R_2, R_3)より大きいが、時間経過とともに側面の乾燥速度(R_2, R_3)に近

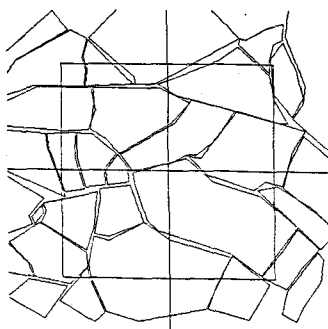


図-6の(A) 59年8月1日 13:42

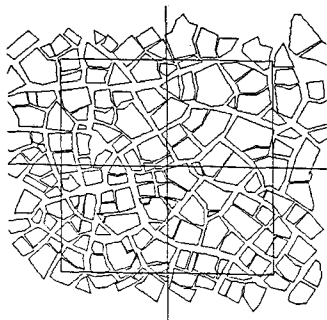


図-6の(B) 59年8月3日 9:05

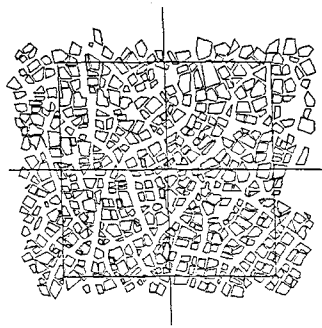


図-6の(C) 59年8月6日 9:59

づいていく。側面の乾燥速度は、最初 R_2 の方が大きいのが、徐々に R_3 が大きくなっていく。

高館浄水場の汚泥の場合、乾燥面積に実表面積を用いた乾燥速度 R が時間とともにやや減少するが、ほぼ一定とみなせる。また上面からの乾燥速度 R_1 と側面(1)からの乾燥速度 R_2 の間に大きな差がなく、王崎浄水場の汚泥とは若干異なる変化を示している。これは泥の性状が異なるためであると考えられる。

図-6の(A),(B),(C)は写真より平面に写像クラックの状況である。ここで側面の表面積、体積を求めるが、このとき汚泥底面にすき間がないと仮定した。(現場調査期間中、汚泥底面のすき間は最大2mm程度である。)図-7,8はそれぞれ天日乾燥床内の表面積の変化、乾燥速度の変化を示したものである。図-8より、クラック発生後約50時間まで、実表面積を乾燥面積とした乾燥速度で評価しても、水の蒸発速度(約 $1.6 \times 10^{-2} \text{ H}_2\text{O g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{hr})$)よりはるかに大きくなっている。またこの値は室内実験の値と比べてもはるかに大きい。これは、初期のクラックによるプロックが大きく、一部で重力脱水がまだ進行しているためと推定される。屋外実験による汚泥と水の蒸発速度を比較すると、汚泥からの蒸発が一般に数割大きいのが、今回の現場調査における乾燥速度が室内の乾燥速度と同じレベルになるのは、クラック発生後約100時間経過後である。この時間は天日乾燥床のクラックの分割がほぼ終了する段階で、全表面積もほとんど増えなくなるときであった。今回の現場調査は、クラック発生後120時間後までしか行なっておらず、また室内実験も同一汚泥でないため、詳細な検討はできないが、天日乾燥床の蒸発乾燥過程における実乾燥面積は、池面積の約4倍に達することが知れた。

4. おわりに クラック発生後から120時間以降も引き続きクラックの発生状況を調べ、同時に現場においてこれ以上クラックが入らない状況の汚泥の収縮状況を調べることによって、現場における汚泥の乾燥がどのように行なわれているかをさらに検討したい。また天日乾燥床の設計時における乾燥面積の考え方、すなわち乾燥速度の算出について検討する予定である。

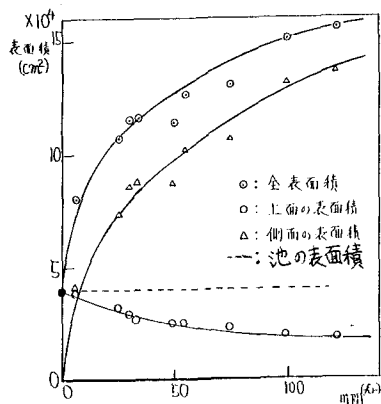


図-7 上水汚泥の表面積の変化

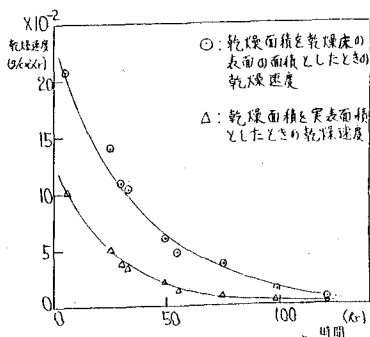


図-8 上水汚泥の乾燥速度