

天日乾燥砂床における脱水性と砂層の目づまりについて。

東北大学工学部 学生員 ○ 高橋 守
正 員 後藤光範
学生員 円谷秀夫

1. はじめに 淨水場発生汚泥の脱水方法として、維持管理面が容易で、省エネタイプの天日乾燥砂床は、近年再評価されているが、本法の欠点として、日射量、気温、風速などの気象条件に左右されること、汚泥懸濁質による砂床の目づまりなどがあげられる。そこで、砂床の目づまりに着目し、簡単な砂床モデルを用い、上水汚泥の脱水実験を行い、脱水性および、砂床の目づまりについて、若干の実験結果を報告する。

2. 実験試料 試料は、仙台市近郊の取水源の異なる3つの上水汚泥で、これらの試料特性を表-1に示したが、S56.9月の台風による排水後に採取したため、シリカ分が、一般の汚泥より高くなっている。

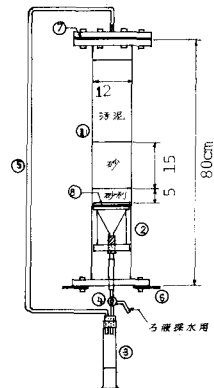
3. 実験方法 図-1に脱水実験装置の概要を示す。内径12cm、高さ80cmの円形3床内に、粒径5mm以下の砂利を5cm厚さ、有効径0.74mm、均等係数1.16、比重2.65の砂を15cm厚さに充填し、これをピストン型集水部で支持している。また、3床上端を密閉し、汚泥表面からの蒸発、乾燥を防止した。3床内に水道水を自然流下させ、砂を浸潤させてから汚泥を打込厚25cmに張り込み、3液量および3液濁度を測定した。脱水期間は7日間とし、脱水終了後、ピストン型集水部をジャッキアップして、ケーキ含水率の分布、又砂層を5mm又は、1cm間隔に切り、水道水で洗浄液が1ℓ(一部2ℓ)になるまで洗浄し、そのSSを測定した。

4. 実験結果および考察 図-2は、3液量の経時変化で、初期濃度がかなり高いB汚泥は脱水性が悪い。A汚泥とC汚泥は、比抵抗(表-2、マッチェ試験10cmHgの時)の差があらわれている。

図-3は、砂層の洗浄水のSSを各砂層重量で割った SS/W_s の砂層深さ方向の分布を示した。B汚泥は、初期含水率が低く、汚泥の粒径(アンドリアセン・ヒベット法による)が大きいせいか、懸濁質があまり進入していない。A、C汚泥は、粒子密度、初期濃度がほぼ等しく、汚泥粒径はA汚泥の方が若干大きいのに反して、懸濁質はA汚泥の方が深く進入している。 SS/W_s 、粒子密度、3床断面積、砂の間げき率と砂の比重で各砂層断面の単位砂層厚あたりの懸濁質体積 V_{ss} が求まり、 V_{ss} が、 $0.01/cm^2$ になる深さを $z(0.01)$ とする。砂層上端からこの $z(0.01)$ までの V_{ss} を深さ方向に積分することにより、総懸濁質体積が求まる。これらの値は表-2にまとめている。表-2の3液濁度は、脱水開始後、6時間の測定値で、A汚泥の場合、脱水性は良いが、濁度が他に比べて、かなり高い。

表1 試料特性

汚 泥	A	B	C
取水源	河 川 表流水	ダ ム 底流水	ダ ム 貯留水
SiO ₂ (%)	54.16	57.04	45.36
Al ₂ O ₃ (%)	20.79	16.78	18.13
Fe ₂ O ₃ (%)	5.74	8.01	7.36
MnO ₂ (%)	0.24	0.27	0.22
MgO (%)	0.72	0.85	1.31
CaO (%)	0.62	0.63	0.37
Ig-loss (%)	13.71	9.61	17.34
有機物含有量 (%)	6.99	4.23	11.18
粒子密度 (g/cm ³)	2.51	2.61	2.53



- ① ろ過機
- ② ピストン型集水部
- ③ メスシリンダー(2ℓ)
- ④ 三角コック
- ⑤ ビニールホース
- ⑥ 測定用アングル
- ⑦ ゴムパッキン
- ⑧ ローリング

図-1 脱水実験装置

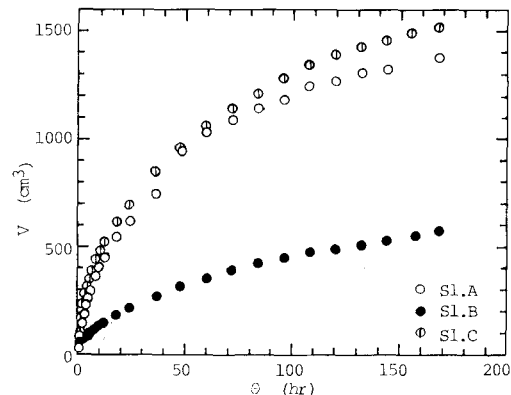


図-2 3液量の経時変化

図-4、図-5は、それぞれ V と θ/V 、 θ と θ/V の関係を示したもので、 V は3液量、 θ は脱水時間である。Hermansらによれば、3液は直径、長さの一定な毛細管の集合よりなり、3液量は毛細管内のみを充れる。という仮定のもとに、3液の抵抗を示す θ/V が、 V と直線関係となす場合はケーキ3液、又 θ と直線関係となす場合は標準閉塞3液が支配的である。ケーキ3液では、汚泥懸濁粒子が砂層中に進入することなく砂層上に堆積し、そしてケーキを形成し、そのケーキ形成に伴い毛細管の長さつまり3液の抵抗が増加する。標準閉塞3液では、汚泥懸濁粒子が砂層内の毛細管壁に定着し、毛細管の内容積が3液量に比例して減少することによって、3液の抵抗が増加する。一般の砂3液の場合に比べ、高濃度の土木汚泥を砂床で脱水する場合、汚泥懸濁粒子が砂層内にどのように進入するかは、複雑であるが、図-4から、A・C汚泥は脱水開始後40時間、B汚泥では、50時間後に相当する3液量 V まで $V \sim \theta/V$ は直線関係となし、図-5からは、A・C汚泥で40時間以降、B汚泥で50時間以降の $\theta \sim \theta/V$ が直線関係をしていることがわかる。これだけの実験では、ぎり言うことはできないが、ある時間まで主にケーキ形成が3液抵抗を増加せしめ、その後、砂層中に進入した汚泥粒子が主に、3液流に影響を与えていることがうかがえるが、懸濁粒子の進入開始および完了の時期を把握する必要性がある。

5. おわりに 汚泥懸濁粒子による砂層の目づまりは汚泥打込厚、汚泥の粒子径、形状、密度、砂の粒径など主に物理的条件に左右されることが考えられ、これらを考慮し、さらに懸濁質滞留の時間的变化を調べる実験を行ない、砂層の目づまりについて検討を加える予定である。

なお、この研究は文部省科学研究費の補助を受けたものである。

参考文献：3液 (I) 清澄3液

用廃水管理叢書編集委員会

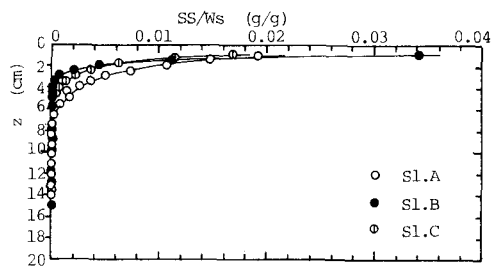


図-3 懸濁質滞留量分布

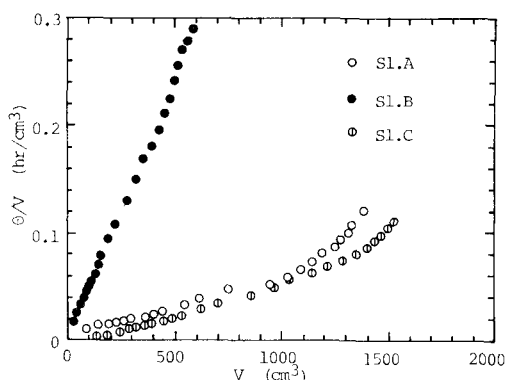


図-4 V と θ/V の関係

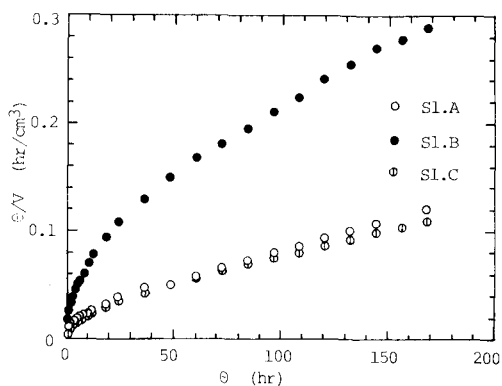


図-5 θ と θ/V の関係

表2 実験結果

汚泥	初期濃度 (%)	最終濃度 (%)	比抵抗 (sec ² /g)	圧縮性係数 (-)	50% 粒径 (μm)	$Z(0.01)$ (cm)	総懸濁固体量 (cm ³)	3液度 (度)
A	7.25	16.97	1.03×10^8	0.859	2.2	7.5	3.8	1.7
B	19.05	24.02	9.58×10^7	0.890	2.7	3.7	4.6	0.4
C	7.19	17.50	9.31×10^7	0.850	1.7	5.7	2.2	0.1