

沖縄県に分布する土壌の濁水に対するろ過型沈砂池の有効性について

琉球大学大学院 学生会員 ○松本 駿輝
琉球大学 正会員 原 久夫

1. はじめに

昨今、沖縄県では赤土の海洋への流出が深刻な環境問題となっており、1995年に赤土等流出防止条例が施行されるなどの対策が行われている。その条例の中の主要な対策工法に、施工性・経済性に優れたろ過型沈砂池があるが、この対策法にも砂ろ過層の目詰まりによる機能低下という問題点があり、その問題の原因を探るべく様々な研究¹⁾がなされてきた。その際行われた実験では、沖縄県うるま市石川にて採取した赤土（本研究では石川土と呼ぶ）を用いてきたが、昨年度、国頭郡恩納村仲泊にて新たな赤土（仲泊土と呼ぶ）を採取した。そこで明らかとなったのが、この二ヶ所で採取した赤土それぞれで物性値に違いがみられることであり、そのことから、これまでに行われてきた実験・研究においても異なる土壌を用いることで違う結果を示すのではないかと考えた。そこで本研究では、四種類の土壌を用いて比較実験を行い、各土壌に対するろ過型沈砂池のろ過特性の差異を調べることを目的としている。

2. 実験方法

2.1 実験装置

実験には実際のろ過型沈砂池を模して作成した室内ろ過実験装置を用いた。図1は実験装置概略図である。砂ろ過層は両側に不織布を配し、所定の寸法で作成した漏斗を使用し自由落下で密度 ρ_d (g/cm³) が 1.07 ± 0.054 (g/cm³) になるようにチービス砂を詰め作成した。また、濁水は石川土、仲泊土の二つの赤土と泥岩、さらに島尻マーヅ（石灰岩風化土）を 75μ

mのふるいで裏ごしして作成し、流入濁度 SS_{in} (ppm) が約 1500 (ppm) になるように調節して使用する。表1、表2に各土壌とチービス砂の物理特性値を示す。

2.2 実験方法

本実験では各土壌において定水位透水試験を行う。濁水槽に濁水を流し、砂ろ過層を通った濁水を集水槽に溜め、透過流量 ΔQ (cm³) と流入濁度 SS_{in} (ppm) と流出濁度 SS_{out} (ppm) を測定・記録し、濁水透過時間 t (min) と累積透過流量 Q (cm³)、透水係数 k (cm/s)、流入濁度 SS_{in} (ppm)、流出濁度 SS_{out} (ppm) との関係を求める。実験終了の条件としては、 $t > 10800$ (min) もしくは砂ろ過層の透水係数が $k < 2.0 \times 10^{-3}$ (cm/s) となるまでとする。また、実験開始から半日(720min)経過しても変化がみられない場合も終了とする。

2.3 透水係数 k の算出方法

本研究では、砂ろ過層中の濁水流が式(1)のダルシーの法則に従うものと仮定し、式(2)にて $t=t_1$ における透水係数を算出するものとする。

$$v = ki \tag{1}$$

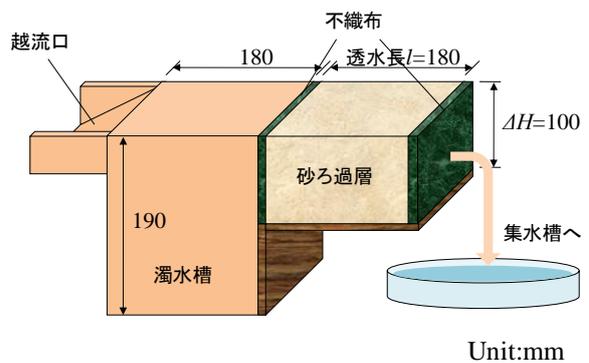


図1 実験装置概略図

表1 石川土、仲泊土、泥岩、島尻マーヅの物性値

実験土壌	石川土	仲泊土	泥岩	島尻マーヅ
分類名	シルト(MH)	シルト(ML)	粘土(CH)	粘土(CH)
液性限界 w_L (%)	56.0	44.0	56.8	83.0
塑性限界 w_p (%)	34.2	30.5	24.4	35.2
塑性指数 I_p (%)	21.8	13.5	32.4	47.8
礫分 (%)	0	0	0	0
砂分 (%)	35	41.7	9.3	9
シルト分 (%)	62	33	79	66
粘土 (%)	3	25.3	11.7	24
土粒子の密度 ρ_d (g/cm ³)	2.78	2.69	2.76	2.72

表2 チービス砂の物性値

分類名	砂(S)
粗粒分 (%)	27
中砂分 (%)	64
細砂分 (%)	7
シルト分 (%)	2
土粒子の密度 ρ_d (g/cm ³)	2.67
最小密度 (g/cm ³)	1.056
最大密度 (g/cm ³)	1.284
透水係数 k (cm/s)	1.85×10^{-2}

$$k = \frac{\Delta Q}{Ai\Delta t} \quad (2)$$

ここで、断面積： A (cm²)、動水勾配： i である。また ΔQ は式(3)に表すように、時刻 t_1 から t_{i+1} ($i=1,2,\dots,i\dots n$)までに発生した透過流量である。

$$\Delta Q = Q_{t_{i+1}} - Q_{t_i} \quad (3)$$

3. 実験結果

四種類の土壌で行った実験結果を比較する。図 3-1、図 3-2、図 3-3(1)～(4)に各土壌の t と Q の関係、 t と k の関係、 t と SS_{in} の関係、 t と SS_{out} の関係を示す。

結果、累積透過流量に関しては、二つの赤土では、石川土よりも仲泊土の方がより多くの透過流量を流出していることがわかる。さらに、泥岩と島尻マージは似た関係を示しており、 $t=720\text{min}$ の部分で終了しているが、その後は仲泊土よりも多くの透過流量を流出することが予想される。透水係数に関しては、石川土が最も減少速度が速く、次いで仲泊土、泥岩と島尻マージは最も遅くなっている。濁度に関しては、赤土では流出濁度 SS_{out} が徐々に減少しているのに対し、泥岩、島尻マージではほぼ一定の値となっており、ろ過が進んでいない様子がわかる。

4. まとめ

今回、四種類の土壌において、室内ろ過実験装置を用いて定水位透水試験を行い、各土壌のろ過型沈砂池に対する有効性について調べた。

実験結果から、同じ赤土でも異なる採取場所の赤土でろ過特性に与える影響に違いがみられることが分かった。また、泥岩、島尻マージに関しては、赤土よりろ過の進行が遅い土壌であることが分かった。これらのことから、砂ろ過層の目詰まりの仕方にそれぞれ違いがあるのではと考えられ、赤土に関して

はろ過型沈砂池に対して有効であるが、泥岩、島尻マージに関してはその有効性は認められなかった。今後はそのメカニズムについても研究していきたい。
参考文献

- 1) 江戸孝昭, 原久夫, 松原仁: ろ過型沈砂池における赤土濁水流の有限要素解析, 応用力学論文集 Vol.13, pp.211-220, 2010

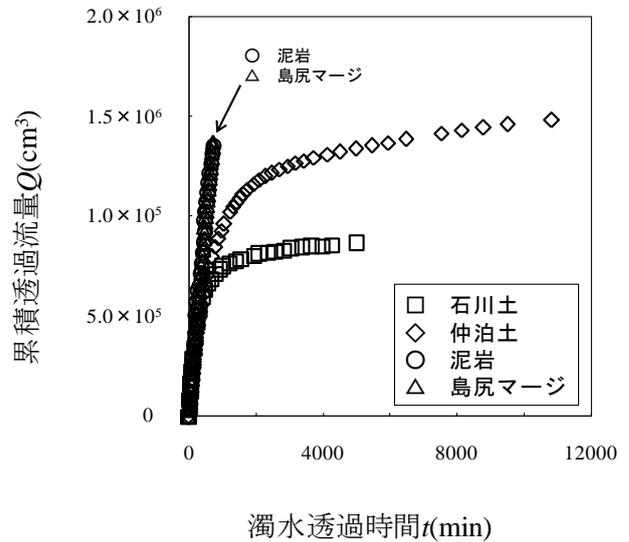


図 3-1 濁水透過時間と累積透過流量の関係

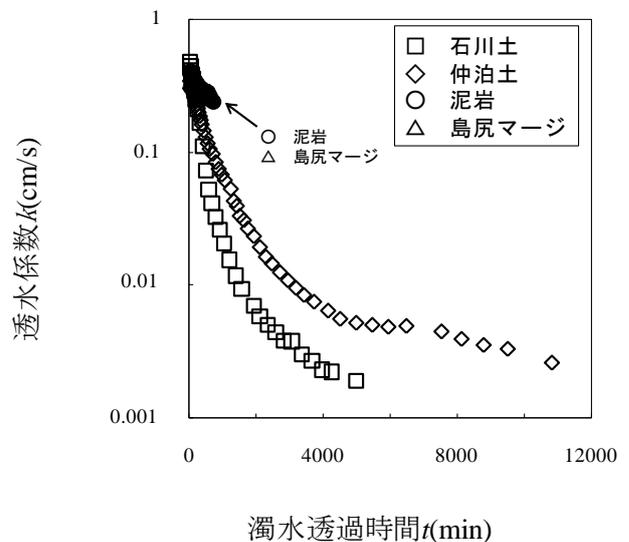


図 3-2 濁水透過時間と透水係数の関係

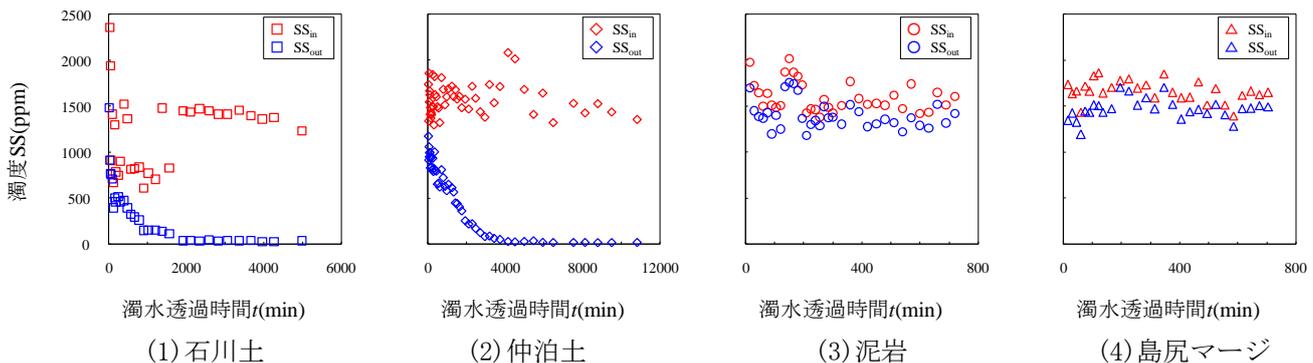


図 3-3 濁水透過時間と濁度の関係