

33 濁水対策に関する基礎実験

建設省土木研究所 ○小泉 豊、石川芳治、井良沢道也

1. はじめに

流域の斜面侵食・溪岸崩壊や河床洗掘にともなって、土砂と共に細かな浮遊砂・微細粒子が生産され、河川に流出し濁水になり流下する。近年、濁水の流下により河川や海に与える影響が問題となってきている。砂防事業の実施されている河川上流域は濁水の主たる生産源となっており、今後砂防施設により浮遊砂・微細粒子の除去または軽減を行うことが考えられるがその効果については明らかでない。

そこで、水理実験により砂防ダムなどにより浮遊砂・微細粒子を除去するために、ろ過施設の濁水低減効果について検討を行うものである。なお、ろ過の方法としては、濁水を浸透させて浄化させる（浸透ろ過法）を用い、濃度の対象項目としては、浮遊物質量の計測について行った。

2. 実験に用いた濁質成分

図-1に示す給水槽に濁水の成分として次の赤土とアルミナを用いた。

2.1 赤土

濁度成分として沖縄県南西諸島において海への汚濁が問題となっている赤土を用いた。一般に粒径が 74μ 以上の赤土は沈降することが知られているため、今回の実験に用いる濁度成分としては粒径 74μ 以下を対象とした。本実験においては沖縄県北部の河川の上流域の赤土を採取し使用した。図-2に赤土の粒径加積曲線を示す。

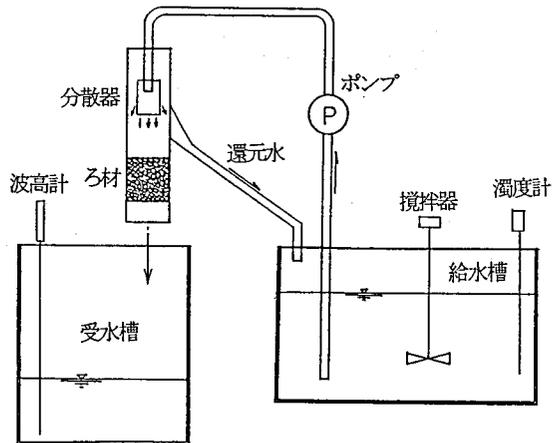


図-1 実験模型の概要図

2.2 アルミナ

濁度成分として本来の赤土を用いて全てのケースにおいて実験を行うことが良いのであるが、 74μ 以下の粒径を作り出すには、多くの時間が必要である。そこで比較的入手しやすく粒度分布を自由に組み合わせることのできるアルミナを用いて実験を行い、効果の高

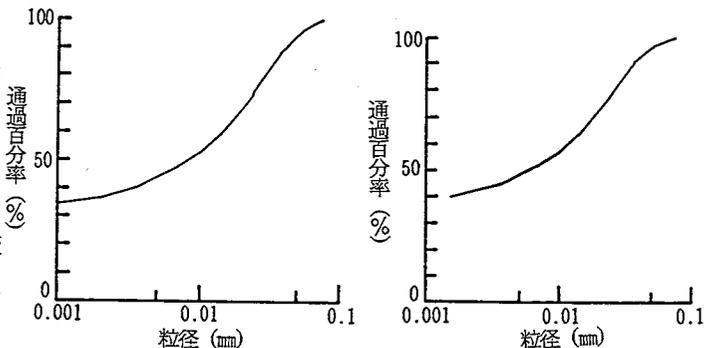


図-2 赤土の粒径加積曲線 図-3 アルミナの粒径加積曲線

いと考えられるろ材を組合せたケースのみ赤土を濁水の成分として用いることとした。アルミナは赤

土の74 μ 以下の粒度分布に近似するように粒径を混合し作成した。図-3にアルミナの粒径加積曲線を示す。

3. 実験に用いたろ過材

実験においては次の3種類のろ過材を図-1に示す容器にいれた。

3.1 人工ろ材

現在、土質改良材として広く用いられている吸出防止材をろ過材として考えた。厚さは5mmであり、直径はアクリルの円筒と同じ19cmに切りとり使用するものとした。透水係数は $1.0 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ であり、今回使用したろ過材の中で最も低く、他のろ過材と比較すると透水係数は $1/100 \sim 1/1,000$ であった。

3.2 砂礫

砂礫は、粒径を細かくすればするほど除去率は大きくなるが、反面目づまりをおこしやすく通過流量も極端に減少する。そのため通常の流量を通過できるだけの透過率がなければならない。透過率の大きい粒径として単一粒径の5mmと10mmを使用した。透水係数は5mmのものが $5.8 \times 10^4 \text{cm/sec}$ 、10mmのものが $1.2 \times 10^2 \text{cm/sec}$ である。

3.3 軽石

ろ過材の一つとして砂礫とは別に表面に多くの穴のある軽石を用いた。表面に多く穴があるということはろ過材1つ1つの表面積が大きくなり、水に接する面が大きくなり吸着率が上がることが予想され、下水道のろ過施設で検討されている²⁾。実際に濁水対策を実施するにおいてはろ過材は多くの量が必要とされる。よって、できるだけ手に入りやすくしかも多量に存在するものとして、鹿児島県桜島の黒神川下流部の二次ボラ（河川堆積）を用いた。軽石の平均粒径（ d_{60} ）は38.5mm、透水係数は $1.3 \times 10^2 \text{cm/sec}$ である。

表-1 実験ケース

4. 実験及び実験ケース

4.1 実験方法

実験装置は図-1に示すとおり、一定値の濁水を給水槽で作り出し、ポンプによって吸い上げ、ろ過施設のアクリル管（内径19cm）へ圧送し、受水槽へ入れる構造である。アクリル内に設置したろ過材は、3.に述べた人工ろ材、砂礫、軽石を使用し、厚さ及び粒径を変化させることとした。表-1に

濁質	濃度	厚さ	ろ材
アルミナ	1,000ppm	5mm	人工ろ材
		20cm 40cm	砂礫（粒径5mm） 砂礫（粒径10mm） 軽石
アルミナ 赤土	3,000ppm	40cm	組合せ（軽石+人工ろ材） 組合せ（砂礫（粒径10mm）+人工ろ材）

実験ケースを示す。ただし、ろ過施設通過量は、受水槽の波高計により水位を測定し、流量に変換した。使用した濁質の濃度はアルミナが1,000ppmと3,000ppm、赤土が3,000ppmとした。給水槽に濁度計

を入れ濃度が一定かどうかチェックした。流量は20 ℓ/分、通水時間は50分とした。

4.2 実験結果

図-4~7に示す通り全体としては濁水の低減効果においてろ過材による差異は見受けられない。図-4、5に示す通り、濃度が1,000ppmの方が濁水の低減効果は少ない。また図-4と図-5に示す通り軽石と砂礫の濁水の低減効果においては余り差がない。軽石と砂礫の平均粒径に違いがあるものの、軽石と砂礫の透水係数がほぼ値がかわらなく濁水の低減効果に差がないことから、ろ過材の吸着による効果は少ないと考えられる。ろ過材の厚さによる低減率はあまり変わらない。これはろ過材の表面付近が主に濁質の軽減を行っているためと考えられる。図-5と図-7に示す通りろ過材の上下に人工ろ材を設けると設けないうきに比べて5%程度低減率が大きくなる。図-7に示す通りアルミナと赤土の低減率を比べると、実験時間の後半にかけて値が似通っている。このことよりアルミナは赤土を良く再現しているといえる。通過流量は、アルミナのときは流入流量と同じであるが、赤土のときは流入流量より小さくなる(0.8 ℓ/min)傾向がみられた。なおろ過材の上下に人工ろ材を設けたとき、アルミナでは人工ろ材の表面にうっすらと白くなる程度だが、赤土では人工ろ材の表面に数mm程度の堆積が観察された。

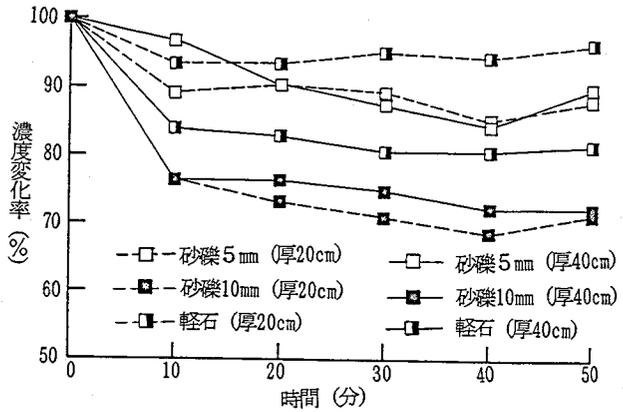


図-4 SS低減率の時間変化 (アルミナ1,000ppm)

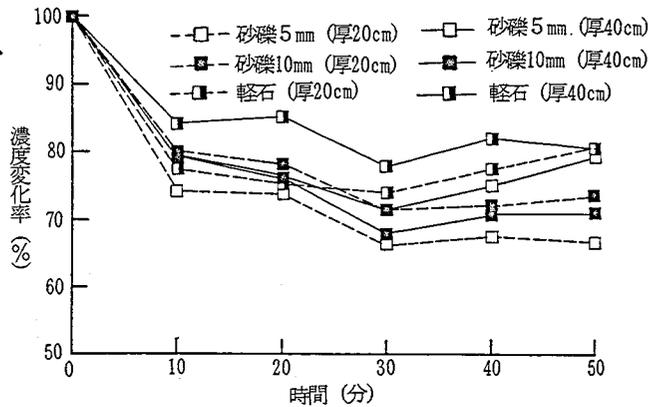


図-5 SS低減率の時間変化 (アルミナ3,000ppm)

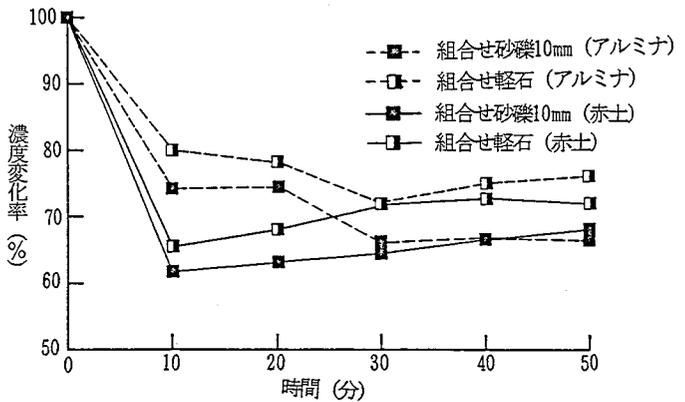


図-6 人工ろ材のSS低減率の時間変化 (アルミナ1,000ppm及び3,000ppm)

5. まとめと今後の展望

濁水対策を考えるにあたっては濁水の原因となる土砂を直接生産源でおさえる手法(図-8)や濁水が生産され河川に流入してから対策する手法とに分けられる。後者については今回実験を行ったろ過により濁水を抑制する手法(図-9)と濁水を貯留し沈降させる手法(図-10)が考えられる。このうち直接生産源で抑止する手法は恒久的に濁水生産を抑制することができるが、数多くの施設が必要となる。また、流下中の濁水を低減する手法のうち沈降による手法は、実際に濁水を貯留する施設をつくるために大きな容量を持つ施設が必要である。

今回はろ過による濁質捕捉効果だけに着目して実験を行ったが、最も効果のあるろ材の組合せのケースで約30%ほど効果があるということがわかった。しかし、これだけの軽減では濁水の色がろ過前と後では変わらないために軽減したようには見えず、濁水の色が変わったと判断されるまでの軽減を行うためには、更に処理が必要となってくる。また目づまりやメンテナンスについては考慮していないので、実際に現地に適用するにはこれらについての対策の検討が必要である。

今後、赤土の沈降を考慮した実験や平面2次元モデルを使用した実験、赤土の発生源対策の検討やさらにより低減効果の高いろ過材の開発の検討を行う予定である。

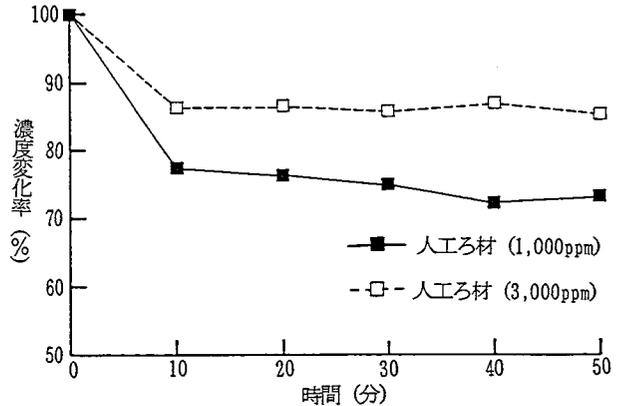
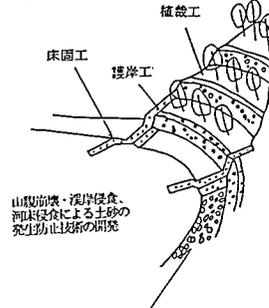


図-7 組合せろ材のSS低減率の時間変化
(赤土及びアルミナ3,000ppm)



人工アーミング工
(人為的に粒径の大きな砂礫で河床を覆う)
図-8 土砂の発生防止対策工の例

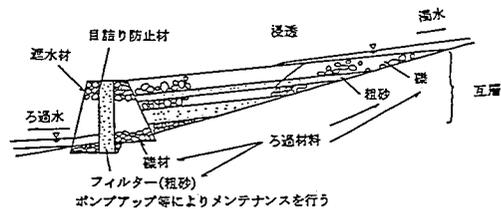


図-9 ろ過による濁質捕捉施設の例

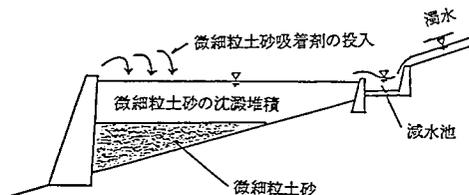


図-10 沈降による濁水捕捉施設の例

参考文献

- 1) 日本建設機械化協会：建設工事に伴う濁水対策ハンドブック、1985
- 2) 井出哲夫：水処理工学—理論と応用—、1977