

粗大ろ材を用いた高濃度粘土懸濁液の二層ろ過に関する予備的実験

Preliminary experiments on two-layer deep bed filtration of thick clay suspension using large filter media

○原口暢朗*、松坂琢実**、舛井和朗**、塩野隆弘*、宮本輝仁*

Noburo Haraguchi*, Takumi Matsuzaka**, Kazuo Momii**, Takahiro Shiono*, Teruhito Miyamoto*

1 研究の背景

沖縄地域において、降雨時に畑地から発生する侵食土砂が公共流域へ流出し、沿岸海域周辺の生態系や環境に及ぼす影響が問題となっている。このため、近年、沈砂池における浮遊土砂沈降促進のための暗渠設置¹⁾、現地で発生する素材を用いた直接ろ過のための室内実験²⁾など、ろ過を原理とした土砂流出防止技術の研究がなされてきている。これらの研究において、流入水の浮遊土砂濃度が高いことによるろ層の早期の目詰まりが、問題点として指摘されている¹⁾。

上水道分野における研究において、上層に粗いろ材、下層に細かいろ材を配置した二層ろ過は、細かいろ材のみから成る単層ろ過に比べて、目詰まりの起こりにくいことが確認されている³⁾。ただし、畑地から発生する流入水の固形分濃度 (1,000~10,000mg/l)は、上水道分野におけるそれ (数十~数百mg/l)よりはるかに高いため、上水道分野における二層ろ過の実験的知見をこの問題に直接適用することは困難と考えられる。

このような背景から、本研究では、粗大ろ材を用いた高濃度粘土懸濁液の二層ろ過に関する予備的実験を行い、(1)二層ろ過による単層ろ過と比較した目詰まり抑制効果の確認、(2)二層ろ過および単層ろ過における目詰まり現象の把握、を目的とした。

2 実験材料および実験方法

(1) 実験装置

図1に示す定圧ろ過実験用を試作し、実験に用いた。実験装置は「ろ過塔」と「懸濁液水槽」から構成される。ろ層の直径は7.5cm、高さは約15.6cmである。

(2) 実験材料

①ろ層：単層および二層の二種類を用いた(図2)。単層は0.1-0.2mmの石英砂のみから構成され、二層は上層に半円筒形粗大ろ材、下層に前述の石英砂から構成される

②土砂および懸濁液：土砂として、ストークス径約60 μ m以下に調整した木節粘土(カオリナイト主体の粘土)を用いた。懸濁液の流入濃度は約1200および5400mg/lの二種類とした。

(3) 実験手順および測定項目

ろ層に純水を通水し、ろ過速度(ろ層の単位断面積当たり流量)を所定の値に調節した後、懸濁液水槽からの濁水の通水に切り替え、ろ過実験を開始した。実験開始後、5~60分の時間間隔で流出水、流入水、余水の流量と土砂濃度を測定した。初期のろ過速度は約5.9x10⁻³cm/s(上水道における緩速ろ過の速度)とした。

(4) 実験計画

2種類のろ層(単層および二層)について、各々2水準の懸濁液濃度を実験に供し、各処理について2反復の実験を行った。

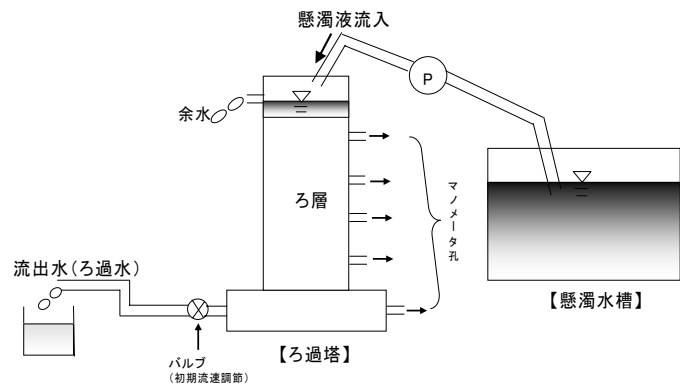


図1 実験装置の模式図

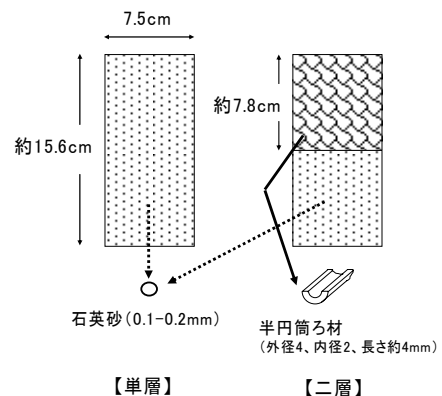


図2 ろ材およびろ層

*九州沖縄農業研究センター National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

**鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University

キーワード：土砂流出、ろ過、粗大ろ材

3 実験結果

(1) ろ過の様相

図3および図4に、各々ろ過速度および懸濁液の流入・流出濃度の時間変化の一例を示す。図3の例に示されるように、単層および二層とも時間の経過に伴い、ろ過速度が低下した。特に、単層に5400mg/lの懸濁液を流した場合には、実験開始直後よりろ過速度が低下した。マンメータによる水圧測定ならびに肉眼観察により、ろ過速度低下の原因は、単層の場合には最上部、二層の場合には下層の最上部における粘土の堆積による目詰まりと判断された。また、図4の例に示されるように、懸濁液の流出濃度は、流入濃度に比べて十分小さくなり、ろ過速度が一定となる時間帯において、流出濃度に大きな変化は見られなかった。

(2) ろ過継続時間

便宜的に、ろ過速度が初期の1/5になるまでの時間を”ろ過継続時間”と定義し、各処理における”ろ過継続時間”を整理した。加えて、”この時間までにろ層内に捕捉された総捕捉土砂量”を、流入・流出土砂濃度の観測結果より、計算した。結果の一例を表1に示す。表に示されるように、粗大なる材を配した二層ろ層では、単層と比較して”ろ過継続時間”および”総捕捉土砂量”が顕著に増大した。増大効果は、上水道の研究事例³⁾より著しかった。

(3) 目詰まり現象に関するろ層間比較

肉眼観察により、5400mg/lの懸濁液を流した場合、ろ層間で、粘土の堆積状況が異なった。二層の場合には、図5(a)の矢印に示されるように、最終的に下層の最上層に1cm以上の厚さで粘土が堆積した。一方、単層の場合には、図5(b)の矢印に示されるように、最終的に層の最上層に1mm以下の厚さで粘土が堆積した。このような堆積状況の相違は、粒径の細かい石英砂層に直接降下する粘土粒子の粒径分布が、単層と二層とでは異なるためと推察された。

4 今後の問題点

今回の予備実験により、高濃度粘土懸濁液のろ過において、上層に粗いろ材、下層に細いろ材を配置した二層ろ過が、細いろ材のみから成る単層ろ過に比べて、ろ過継続時間が長い（目詰まりが起こりにくい）ことが確認された。今後、この現象に関して、粗大ろ材の種類・形状によるろ過継続時間増大効果の相違とそのメカニズムの解明が必要である。

参考文献：1) 中ら、農土論集 No.190, pp.113~119 (1997)、2) 日下ら、農土論集 No.229, pp.1~5 (2004)、3) 穂積ら、水道協会雑誌 No.725, pp.13~23 (1995)

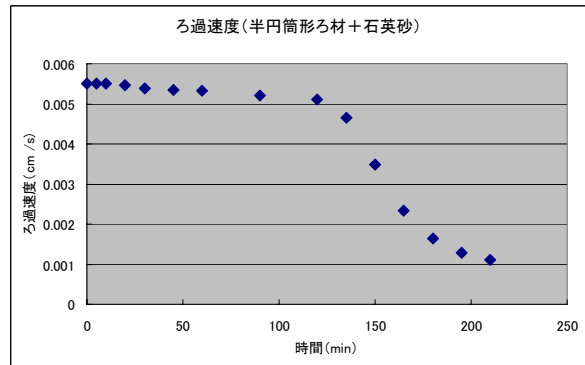


図3 ろ過速度の観測事例

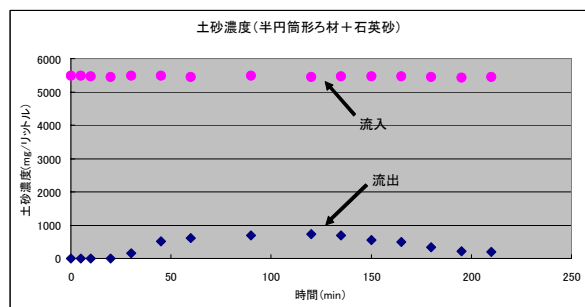


図4 懸濁液の流入・流出濃度の観測事例

表1 ろ過継続時間および捕捉土砂量のろ層間比較

懸濁液濃度(mg/l)	ろ層	ろ過継続時間(分)	総捕捉土砂量(g)
1,200	単層	240	3.4
	二層	600以上*	7.9以上*
5,400	単層	30	3.2
	二層	210	24.9

*懸濁水槽の容量によりこれ以上の実験の継続が困難になった

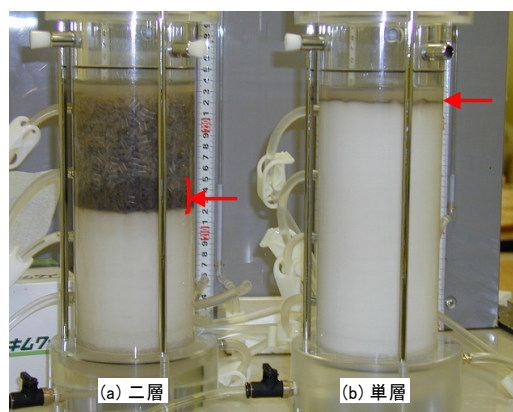


図5 粘土堆積状況のろ層間の相違