

II-379

浮上性粒子を用いた濾過法による生活排水の固液分離

清水建設株式会社 技術研究所 正員 丹 羽 千 明
清水建設株式会社 技術研究所 正員 毛 利 光 男
清水建設株式会社 技術研究所 正員 高 坂 信 章

1 はじめに 下水処理の負荷を軽減し、同時に汚水中の有機物からメタン等のエネルギーを効率よく回収するために、下水中から懸濁固形物を高い除去率で、経済的に除去する手段の確立が強く望まれている。一般の急速濾過法を一次処理に用いる場合、逆洗間隔が短かく、逆洗水量比も大きなものとなり実用上問題があった。本研究は、この点を改善するために濾材として浮上性粒子を用い、濾過層高さ方向に多段に原水を供給することにより内部濾過を達成することを意図したものである。

2 実験装置及び実験方法 実験には図-1に示すような下向流式濾過装置を用いた。原水は、(1)濾過層厚の影響を検討した濾層厚試験では濾層上部に供給し、(2)連続通水実験では図-2に示す逆洗弁構造を有する供給管により濾層内部へ供給した。濾層内圧力は槽壁から直接槽内水頭をマンメータで測定した。濾材には、みかけ比重が1より小さい発泡ポリスチレン (F-Pst) および粉体珪藻土でコーティングした発泡ポリスチレン (C-Pst) の2種類を用いた。濾過材の物性及び特性を表-1に示す。これらの浮上性濾材は空隙率が約40%と大きく濾過槽内では浮力により濾過層を形成するため、砂などに比べて濾過層がルーズであり、SS分抑留能力が大きくとれる。原水と処理水の粒子径分布の測定に当って、 20μ 以上は篩を用い、それ以下についてはメンブレンフィルターを用いた。その他の項目に関しては下水試験方法によった。実験対象下水としてスクリーン通過後のコミュニティプラント流入水を使用した。

3 実験結果と考察

〈濾層厚及び濾過速度に関する検討〉 濾過材としてC-Pstを用い、通水速度及び濾層厚を変化させた場合の下向流濾過の処理結果を表-2及び図-3に示した。これらから以下のことがわかった。①SS除去率は、200mm以上の濾層厚があれば、SV値（単位時間当りの通水量／濾層容量）に関係なく85～96%の安定した値が得られる。濾層厚が100mmの場合はSS除去率はやや不安定で76～95%の値である。②COD除去率には、原水中のCOD起因物質の性状、濃度などによりかなり分散が見られるが、SV値に余り関係なく50～92%である。③希薄な場合を想定して行なった2倍希釈原水による場合もSS、CODとも除去率はさして変らない。

〈通水速度と濾層内損失水頭〉 図-4に濾層厚を400mmにした場合の通水時間と損失水頭の経時変化をSVをパラメーターとして示した。また図-5には（損失水頭／抑留SS量）比と通水量の関係をSVをパラメーターとして示した。これらから、SV値が大きいとSS分が濾層内部まで浸透しやすく、通水量当り或は抑留SS量当りの損失水頭は増加しにくいことがわかる。逆にSV1のように極端に

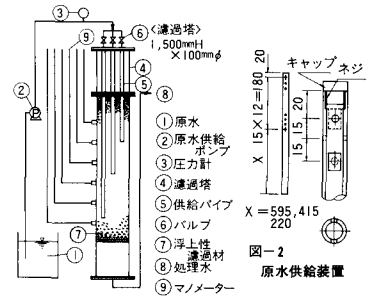


図-1 実験濾過装置

表-1 用いた浮上性濾過材の物性及び特性

材質	有効径 (mm)	均等係数	比重 (-)	濾層空隙率 (%)
C-Pst	1.0	1.22	0.56	46.5
F-Pst	2.5	1.16	0.03	35.1

〈用いた浮上性濾材の特性〉

	珪藻土コーティング 発泡プラスチック	発泡プラスチック
利点	①粒子比重の調整が任意で逆洗操作が容易である。 ②濾材表面への浮着性が強く微粒子まで捕捉しやすい。	①比重が0.1以下と極めて小さく濾材層へのSS保持量を大きくとれる。 ②粒子が大きくなっても強度が強い。 ③逆洗時濾材粒子からSS分が容易に離脱する。

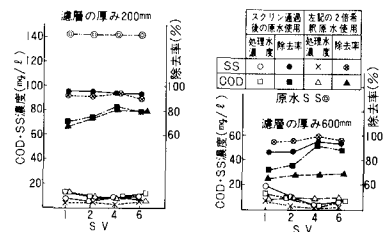


図-3 濾層の厚みを変化させた場合の処理結果例

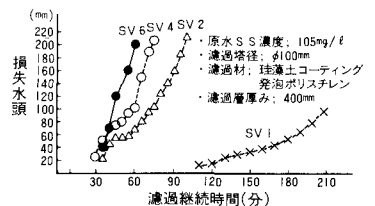


図-4 濾過速度と損失水頭の相関

通水速度の遅い場合は通水抵抗が小さくなるため前記の損失水頭は逆に減少し、あるSV値で最大値が存在する。

〈多段原水供給管を使用した濾過実験〉 ①濾層厚は、200mm程度で十分であることが判明したこと、②濾過装置の面積効率を増すためには濾層厚を増すことが有利であることを等から極力内部濾過を促進するため、濾層内に原水を供給することを特徴とする図-2の3本の原水供給管を用い、上部の供給管から濾層の目詰まりに応じ、順に切り替えながら使用した下向流による連続濾過実験を行った。（Run 10~13）C-Pstを用いて、SVの異なる条件で、各々濾過層の下部が抑留SS分の荷重で崩壊するか、SS分のブレイクスルーが開始されるまで濾過操作を継続した。結果を表-3に示した。SVが小さい程SS除去率は高く、通水継続時間、通水可能BED容量とも大きい。

また固形物抑留量はSV4で最大値を示した。SS除去率はSV2、4で各々約93、91%が得られた。又、BOD、CODの除去率はSV4で各々78%、63%であった。図-6から本法により抑留SSは層内に幅広く分布し、内部濾過が達成出来ることがわかる。次にみかけ比重が小さく、SS抑留能力の大きいF-Pstを濾過材とした連続濾過実験の経時変化を図-7に示した。処理水質が悪化し始めるまでの濾過継続時間は58時間、通水量は174BED容量、又固形物保有量は13.9kg/m²濾材と大きな値をとることが出来た。全時間帯を通じSS除去率に大きな変化はなかったが処理水の透視度は原水供給管を切り替えた際一度低下して再び上昇するといった傾向を示すことから、濾過を継続するにつれて抑留SS分による濾過作用が効果的に働いていることを示すものと考えられる。SS、BOD、CODの除去率は各々90%、81%、66%と初沈に比べ高い値が得られた。濾層厚/有効径は藤田のいう1,000を切るが、本目的には十分適合していると考えられる。図-6に示すように、原水の上下方向の供給時間分布に対応し抑留SS分は濾層内全域に分布しており、本濾過の目的が十分達せられていることが判る。原水及び濾過処理水のSS分の粒径分布を図-8に示した。これから原水中のSS分は粒径が広く分布しているが、処理水からは20μm以上の粒子は除去されていることが判る。食塩水通水、電導度測定法により目詰まりによる短絡状況を検討したが殆んど見られなかった。

4 おわりに 高濃度の固形分を含む排水を対象として固液分離を行う手段として、浮上性の粒子を用いた濾過法は大変有効であることが判明した。浮上性粒子を用い浮力により濾層を構成することにより、高い空隙率がとれること等から内部濾過が達成出来る。F-Pst、或は比重調整と表面粗度を増加させたC-Pstとも、濾材として効果的に用いる。

尚、本研究はバイオフォーカスWTの一環としての建設省土木研究所と実施している共同研究の一部である。

表-2 濾過層の厚みを変化させた場合の除去率

	濾過層の厚み(mm)									
	800		600		400		200		100	
SS	SV	除去率	SV	除去率	SV	除去率	SV	除去率	SV	除去率
	1	95	1	86	1	93	1	95	1	87
	2	95	2	87	2	95	2	96	2	76
COD	1	93	6	93	6	86	6	94	6	95
	1	43	1	72	1	67	1	71	1	71
	2	58	2	75	2	78	2	79	2	78
除去率	4	49	4	92	4	75	4	85	4	68
	6	52	6	87	6	59	6	80	6	64

表-3 連続濾過実験処理結果

Run No.	濾過材	SV	通水継続時間(Hr)	通水量(ℓ)	原水SS濃度(mg/ℓ)	処理水SS濃度(mg/ℓ)	SS除去率(%)	固形物抑留量(kgss/m ²)
10	C-Pst	2	35.5	71	83.4	6	92.8	5.43 (11.7)
11	C-Pst	4	15.5	62	132.7	12	90.9	7.24 (15.6)
12	C-Pst	5	7.0	35	71.3	12	82.1	2.06 (4.4)
13	C-Pst	6	5.0	30	136.3	28	79.5	3.23 (7.0)
20	F-Pst	3	58.0	174	80.0	8	90.3	13.90

* () 内は(kgss/m²濾材空隙)を示す。

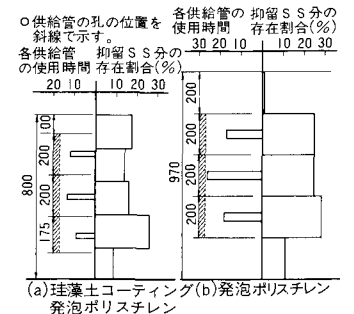


図-6 抑留SS分の濾過槽内分布

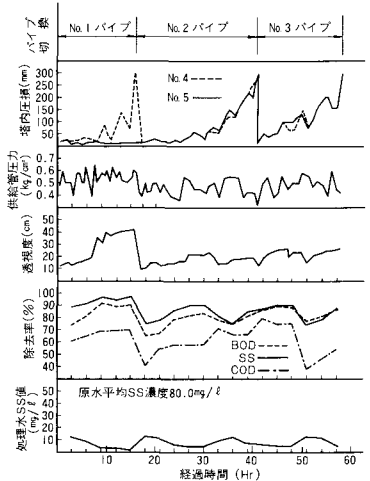


図-7 運転結果の経時変化の事例

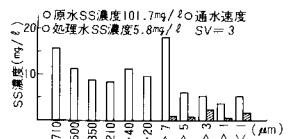


図-8 SS分の粒径分布