

II-512 浮上性粒子を用いた下排水の濾過性能に関する研究

清水建設株式会社 技術研究所 正会員 毛利 光男
 同上 正会員 高坂 信章
 同上 正会員 丹羽 千明

1. はじめに 下排水の1次処理に当り、排水中の懸濁性固形物を高効率かつ経済的に分離・除去する方法として浮上性粒子を用いた濾過法の研究開発を実施している。本濾過法は、①濾材に浮上性粒子を用いる②濾層内に多段に原水供給管を設置し、供給段の濾層が閉塞すると順次使用する濾層を下段へ換えていくことにより懸濁物捕捉量を増大させること等を特徴としている。これにより省エネルギー運転、省面積化及び逆洗水量比の低減が可能となる。今回は、現在運転中のパイロットプラントにおいて①濾材粒径による濾過性能の違い、②定量濾過時の特性と性能(除去率、捕捉量、原水・処理水粒径分布等)、③変動濾過時の性能等の検討を行った結果について報告する。

2. 実験装置及び実験条件 実験は、図-1に示す断面積0.64m²、槽高4.5mの濾過槽に最大3mまで濾材を充填し下向流濾過を行った。濾材は、比重0.003の発泡剤製の粒子(平均径は、0.8, 2.5, 5.5mmの3種類)を用いた。濾層内に原水供給管を50cm間隔で4段に設置し、各段の濾層内損失水頭が設定値まで上昇すると下段へ原水供給管を切り換えて濾過が継続できるようにした。損失水頭が(1-ε)L(ε=0.4; 間隙率、L:濾層厚)より上昇すると浮上性濾層が破断するため、安全率2を見込み最も薄い第4段の濾層厚(100cm)より30cmを損失水頭設定値とした。各段の損失水頭がこの設定値に達した時を下段供給管への切り換えないし逆洗の開始とした。定量濾過は、主に75, 150, 220m/dの3段階の濾過速度で実験を行い、変動濾過は、75~220m/dの範囲で段階的に濾過速度を変化させ実験した。原水は某下水処理場のスクリーン処理水でその主な性状を表-1に示す。

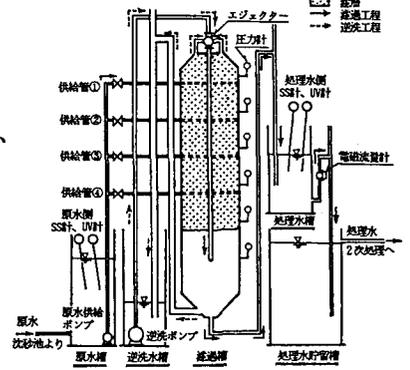


図-1 実験装置の概観図
 表-1 原水処理水の主な性状

水質項目	原水	処理水
SS (mg/L)	70~507 ave 190	14~52 ave 20
T-BOD (mg/L)	70~244 ave 186	48~135 ave 84
S-BOD (mg/L)	27~82 ave 54	23~69 ave 42
T-COD (mg/L)	55~166 ave 90	31~72 ave 57
S-COD (mg/L)	25~68 ave 37	22~59 ave 40

3. 実験結果及び考察

3.1 濾材粒子径によるSS除去率と捕捉量の違いについて

0.8, 2.5, 5.5mmの粒子を用いて粒径による定量濾過性能の違いを検討した。0.8mm粒子使用時は、平均SS除去率は87~90%と最も高いが単位面積当りのSS捕捉量は最も小さく0.3~0.5kg/m²であった。2.5mm, 5.5mm粒子使用時のSS除去率とSS捕捉量の確率分布を図-2, 図-3に示す。SS除去率は2.5mm, 5.5mm粒子とも82.5~85.0%を中心に分布している。原水濃度が除去率に与える影響も調べたが今回の原水濃度範囲では顕著な傾向は無く原水濃度が高いと若干低下する傾向を示した。SS捕捉量は、2.5mm径が2.5kg/m²以下(1.0~2.0kg/m²)であり、5.5mm径は、12.5~15.0kg/m²を中心に分布している。0.8~5.5mmの範囲では粒径が大きくなるほどSS捕捉量は増大するが、SS除去率はわずかしこ低下しないことがわかった。これより、長期連続濾過実験においては、5.5mm径を使用した。

3.2 多段切り換え定量濾過の濾過特性と濾過性能について

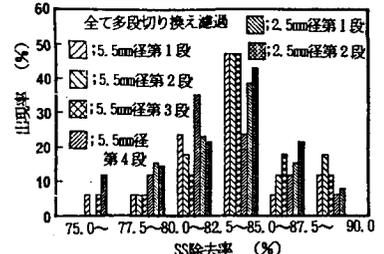


図-2 SS除去率の分布

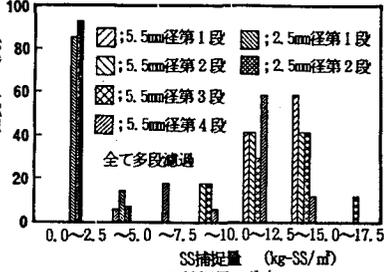


図-3 SS捕捉量の分布

図-4 に濾過時間とSS除去率、SS捕捉量、及び損失水頭等の関係の一例を示す。除去率が原水濃度の変動に対して概ね一定なため、SS捕捉量は濾過継続時間に従い増加していくこと、各段の濾過継続時間は原水濃度変動の影響を受けSS濃度が高い時の濾過継続時間は短いこと等がわかる。図-2、図-3 に各供給段におけるSS除去率、SS捕捉量の分布を示す。除去率は、第1段〜第3段ともほぼ同じであるが第4段は若干低下している。捕捉量も第1段〜第3段に比べ第4段は低下し、かつばらつきが大きくなっている。これより多段切り換え濾過においては、下段になるほど上段から漏出したSS分の影響を受け濾過性能を低下させることがわかった。図-5 に濾過速度とSS除去率、SS捕捉量の関係を示す。除去率は、150m/dの時が最大であり濾過速度が増すと低下する。また捕捉量も150m/dの時が最大である。高速濾過時は濾層内に抑留されたSS分の一部が流出するため除去率が低下し、またSS分の濾層内浸透距離が長くなり下段への影響が大きくなるため全段の総捕捉量は低下すること、また低速濾過時は浸透距離が短いため有効な内部濾過を達成できないため総捕捉量が低下するものと推定される。

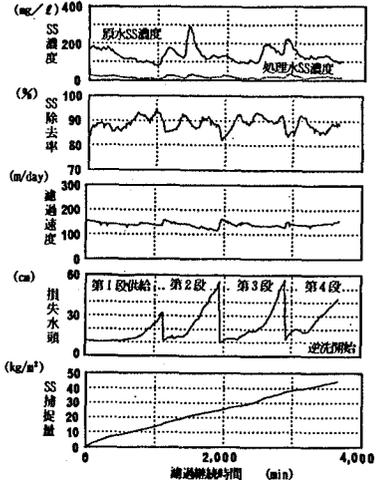


図-4 多段切り換え定量濾過の一例

3.3 原水及び濾過処理水の粒径分布について

図-6 に原水及び処理水の粒径分布を示す。濾過により原水SS分の70~80%を占めている No. 5A濾紙(7μ)以上の粒子のかなりの部分が除去されること、BOD分は溶解性が多いためSS並みの高い除去率が得にくい(本濾過では35~67%程度の除去率)ことがわかった。

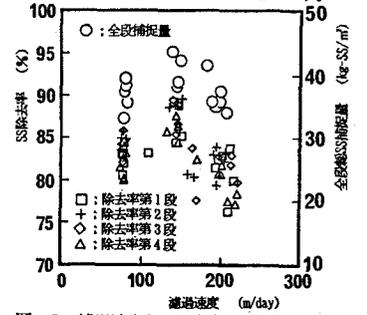


図-5 濾過速度とSS除去率、SS捕捉量の関係

3.4 多段切り換え変動濾過の濾過性能及び定量濾過性能との比較

図-7 に濾過時間とSS除去率、SS捕捉量、及び損失水頭等の関係の一例を示す。除去率は原水濃度及び濾過速度の変動に対して概ね80%前後で一定であること、SS捕捉量は濾過速度に応じて増加していくこと、各段の濾過継続時間は濾過速度と原水濃度の変動の影響を受けてばらつきが大きいこと等がわかる。変動濾過と定量濾過の濾過性能の比較を表-2に示す。変動濾過は定量濾過と比べて性能は若干劣るが濾速が変動しても単位面積当りに充分なSS量を捕捉できることが認められた。

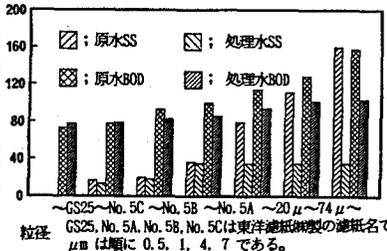


図-6 原水及び処理水の粒径分布特性

4. おわりに 浮上性粒子を用いた濾過の性能について、①濾材粒径は5.5mmが最適なこと、②濾過段切り換えの影響は第4段位から現れ濾過性能を低下させること、③SS除去率、捕捉量とも150m/d程度の濾過速度の時に最大になること、④変動濾過時も多量のSS捕捉が可能であること等が判明した。尚、本研究はバイオフィオカス

表-2 濾過性能比較

濾過性能項目	定 量 濾 過			変 動 濾 過
	75m/d	150m/d	220m/d	ave 135m/d
濾過時間 (hr)	76~96	54~64	30~42	28~49
SS除去率 (%)	81~86	85~89	78~83	78~84
SS捕捉量 (kg/m²)	33~39	38~42	33~37	26~37
逆洗水量比(-)	2.0~2.6	1.7~2.0	2.0~2.6	2.3~4.0

WTの一環として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。

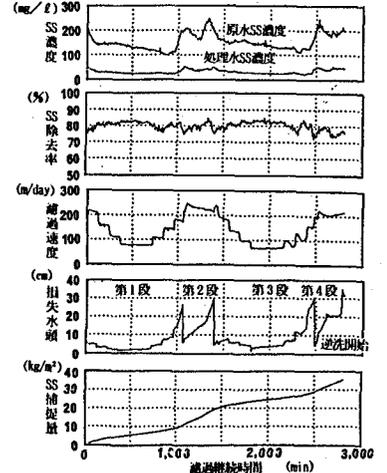


図-7 多段切り換え変動濾過の一例