

II-99

下水2次処理水の2階床直接汙過

室蘭工業大学 学生員 ジャルキン・マナフ

室蘭工業大学 正 員 穂積 準

室蘭工業大学 正 員 吉田 英樹

室蘭工業大学 学生員 N・B・Tozan・Michel

1. はじめに

下水2次処理水の経済的な高度処理法の一つとして急速砂汙過が採り上げられ、主として濁度の除去を目的とした研究がなされたきた。近年、下水2次処理水の修景用水あるいは親水用水としての再利用が考えられ、そのためには濁度のみならず色度等の低減化を図らなければならない¹⁾。また、実際に適用するためにはできるだけ汙過継続時間を長くすることが肝要である。そこで、粗大汙材層と砂層を組み合わせた2階床汙過による急速直接汙過法を採り上げ、粗大汙材層の汙過継続時間延長効果、2階床汙過の濁度、色度、COD_{cr}、リンの除去能力、除去能力に及ぼす凝集操作及びpH調整の影響について検討したものである。

2. 実験装置と方法

実験装置は室蘭市蘭東下水処理場に設置し、図-1に示すようである。汙過装置本体は二つからなり、一方は砂層のみから成る単床式汙過筒で、もう一方は粗大汙材層と砂層から成る2階床式汙過筒である。いずれも汙過筒の直径は7.5cmである。砂は粒径0.59~0.71mm、粗大汙材は内径2mm、外径4mm、長さ6mmの塩化ビニルチューブを半円筒状に切断したものをを用い、砂層厚は60cm、粗大汙材層厚は90cmである。実験は直接汙過法によった。原水として下水2次処理水を用い、凝集剤として硫酸アルミニウムを用い、pHを5.5に調整した場合と、無調整の場合について実験を行った。本実験に用いた下水2次処理水の濁度、色度等の最適凝集pHはおおよそ5.5である²⁾。凝集剤注入量0~6mg/l及び汙過速度を120m/dayに調整した後清水を満たした汙過筒内に原水を流入させる。次で所定時間毎にサンプルを5カ所から採取し、濁度、色度、COD_{cr}、リン酸を測定すると同時に損失水頭をマノメーターで測定する。実験は損失水頭が3mに達した時点で終了するものとした。実験終了後は逆流洗浄により汙層を洗浄し、再び実験を行う。

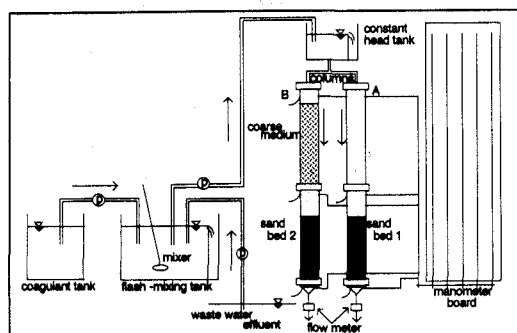


図-1 実験装置概略図

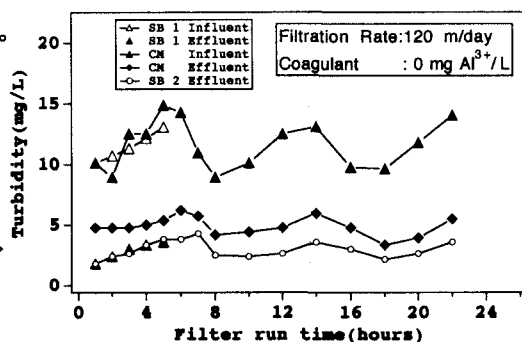


図-2 ろ過水濁度の経時変化

Two Story Direct Filtration of Secondary Waste Water Effluent

by Jarhen MANAV, Hitoshi HOZUMI, Hideki YOSHIDA and N'GUESSAN BI TOZAN Michel

3. 実験結果及び考察

図-2、3は単床及び2階床のろ過水濁度と損失水頭の経時変化を砂粒径 $0.59\sim 0.71\text{mm}$ 、ろ過速度 120m/day 、凝集剤無添加の場合を例にとって示したものである。許容損失水頭 3m に達するまでのろ過継続時間は単床ろ過（単独砂層）では5時間、2階床ろ過（粗大ろ材層+砂層）では22時間で、2階床ろ過では単床ろ過の4倍以上にもろ過継続時間が延長される。2階床ろ過では粗大ろ材層で原水濁度のほぼ60%が除去され、またこの場合のろ過終了時における粗大ろ材層の損失水頭は全損失水頭の5%にも満たない、 10cm 程度である。このような粗大ろ材層のろ過作用により、砂層に流入する濁度が著しく低減され、2階床の砂層の損失水頭は単床に比べて著しく小さくなり、許容限界値に達するまでのろ過継続時間が大幅に延長される。また、砂層からの流出濁度は単床、2階床とも約 $2\sim 3\text{mg/l}$ で、除去率は単床、2階床ともろ層全体で80%ぐらいである。

次に、砂層からの流出濁度をより低減し、色度等の溶解性物質を除去するために凝集操作を施した場合の結果について述べる。

図-4、5は凝集剤 4mg/l 注入し、 pH を5.5に調整した時の2階床ろ過のろ過水濁度と損失水頭の経時変化を砂粒径 $0.59\sim 0.71\text{mm}$ 、ろ過速度 120m/day の場合を例にとって示したものである。粗大ろ材層で原水濁度の80%が除去され、またこの場合のろ過終了時における粗大ろ材層の損失水頭は 30cm 程度で、全損失水頭の10%程度である。砂層からの流出濁度はろ過継続時間中ほぼ 0mg/l である。ろ過継続時間は15時間で凝集剤無添加の場合に比べると35%程度短くなっている。

図-6は図-4と同一条件における2階床ろ過のろ過水色度の経時変化を示したものである。色度は、未ろ過の色度成分フロックを解体するために pH を10に調整し、濁度等の非溶解成分の影響を除くために $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過した後測定したものである。粗大ろ材層で流入色度のほぼ27%が除去され、2階床ろ過全体で36%が除去される。

図-7、8は図-4と同一条件における、ろ過水の COD_{cr} 、全リン酸の経時変化を示したものである。

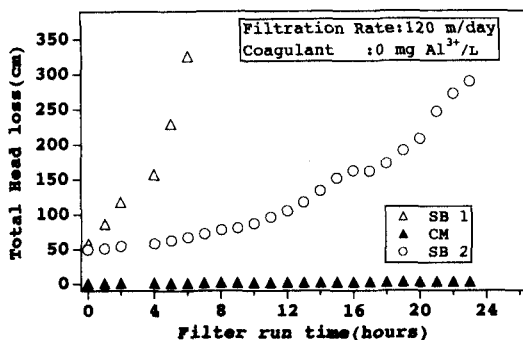


図-3 損失水頭の経時変化

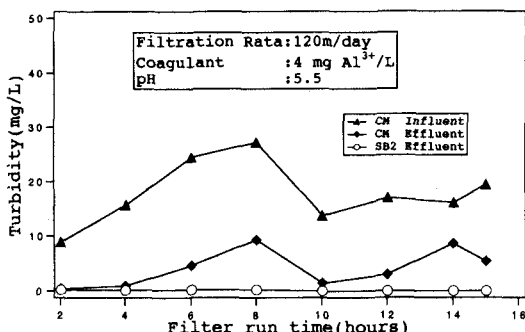


図-4 ろ過水濁度の経時変化

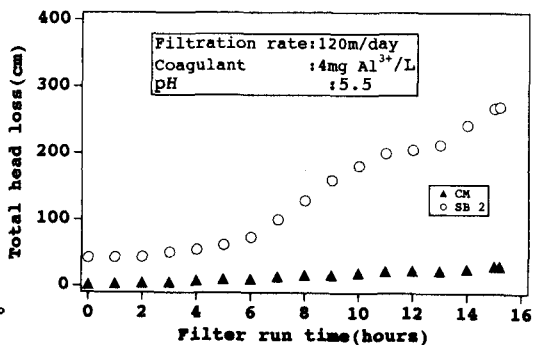


図-5 損失水頭の経時変化

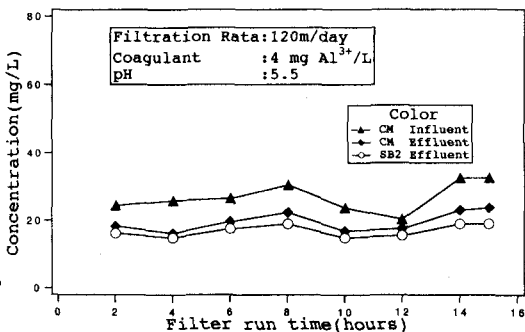


図-6 色度の経時変化

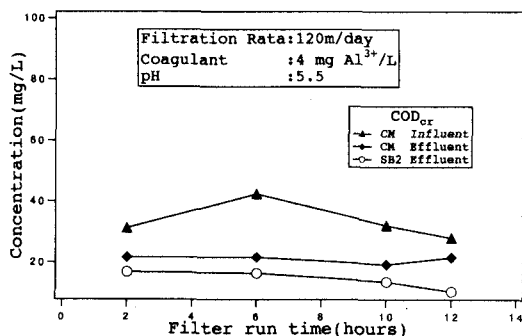


図-7 COD_{cr}の経時変化

これより、粗大汚材層で流入COD_{cr}、全リン酸はそれぞれ、36%、74%除去され、2階床汚過全体でそれぞれ57%、90%除去される。

図-9は2階床汚過の粗大汚材層及び2階床全体の濁度の平均除去率と凝集剤注入量の関係をpH調整の有無別に示したものである。pHを5.5に調整した場合は粗大汚材層及び2階床全体の平均除去率は凝集剤注入量の増大とともに高くなり凝集剤注入量4mg/lで最大となり、その時の平均除去率はそれぞれ78%及び100%である。凝集剤注入量6mg/lでは粗大汚材の平均濁度除去率は最大より15%を程度低下するが、2階床全体では97%と3%低下するに過ぎない。pH調整しない場合には粗大汚材層及び2階床全体の平均除去率は凝集剤無添加と注入量4mg/lの場合ではほぼ同じそれぞれ55%及び75%程度である。

図-10はpHを5.5に調整した場合は2階床汚過全体の濁度、色度、COD_{cr}、リン酸の平均除去率と凝集剤注入量の関係を示したものである。全ての項目において平均除去率は凝集剤注入量4mg/lの方が6mg/lよりも高い結果を示している。

図-11は粗大汚材層、砂層及び2階床全体の最終抑留量と凝集剤注入量の関係をpH調整の有無別に示したものである。粗大汚材層では凝集剤注入量4mg/lの場合に最終抑留量は最大となり、一方、砂層では凝集剤注入量の増大とともに最終抑留量は増大し、2階床全体では凝集剤を添加した場合の最終抑留量は無添加の場合より若干大きくなるが、凝集剤4mg/lと6mg/lではほとんど同じである。また、最終抑留量はpH調整の有無によっては変化しない。

図-12は2階床汚過の汚過継続時間と凝集剤添加

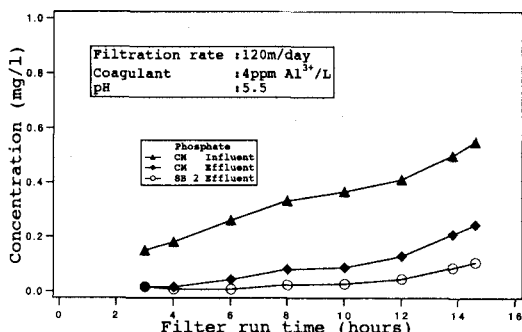


図-8 リン酸の経時変化

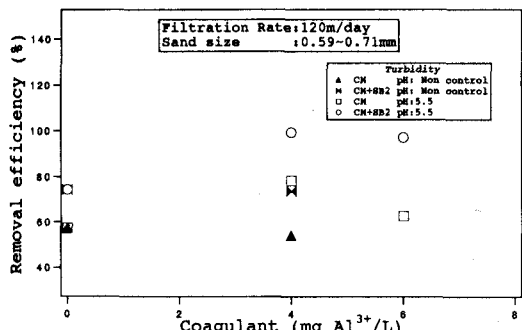


図-9 濁度の除去率と凝集剤添加量の関係

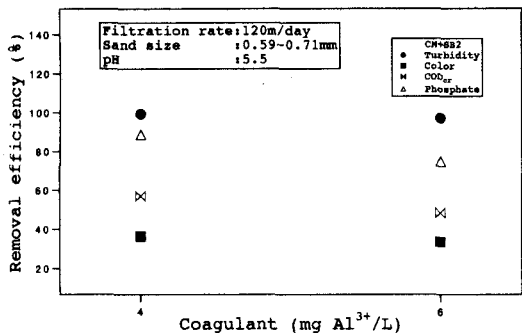


図-10 除去率と凝集剤添加量の関係

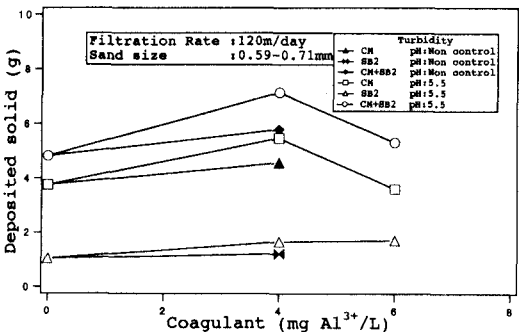


図-11 濁度の抑留量と凝集剤添加量の関係

量の関係をpH調整の有無別に示したものである。いずれの場合もろ過継続時間は凝集剤注入量の増大とともに短くなる。ただし、ろ過継続時間は原水の水質によって変化し、同一の凝集剤注入量 4 mg/L において2倍程度の相違を示した。この点についてはさらに検討する必要がある。

以上の結果より；濁度、色度、 COD_{cr} 、全リン酸の除去率を向上させるためには、ろ過継続時間は短くなるが凝集剤の添加とpH調整が必要である。

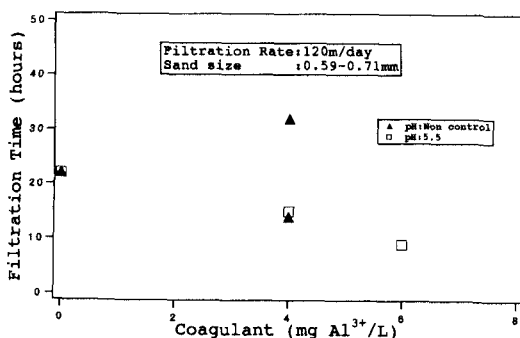


図-12 ろ過継続時間と凝集剤添加量の関係

4. 結論

下水2次処理水の高度処理法の一つとして粗大汙材

一砂2階床直接ろ過法を採り上げ、粗大汙材層のろ過継続時間延長効果、並びに2階床ろ過の除去能力及び除去能力に及ぼすろ過操作因子について以下の結果を得た。

- i) 粗大汙材層の低損失水頭下での濁質抑留作用により2階床ろ過では単床ろ過に比してろ過継続時間は著しく増大する。
- ii) 凝集剤の添加及びpH調整は濁度のみならず、色度等の溶解性物質の除去に寄与する。
- iii) 濁度、色度等の除去率が最大となる最適の凝集条件が存在する。
- iv) 2階床ろ過の最終抑留量は凝集剤を添加した場合には無添加に比して増大する。
- v) 凝集剤の添加及びpH調整により、ろ過継続時間は短くなる。

参考文献

- 1) 小越真佐司：「下水処理の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」、水道協会雑誌、Vol.29, NO.33 8, pp3~5 (1992年)
- 2) N'GUESSAN BI TOZAN Michel：「Direct Filtration of Secondary Waste Water Effluent by A Dual Media Filter」、Proc. of Engineering Research Vol.30, pp267~273 (1993年)。