



Title	回転平膜を用いた浄水場排水の濃縮処理技術
Author(s)	武村, 清和; 大西, 真人; 奥野, 裕 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 2 . P6-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 205-210
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7350
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-6-2_p205-210.pdf



6-2 回転平膜を用いた浄水場排水の濃縮処理技術

武村清和 大西真人 奥野裕 大熊那夫紀（日立プラント建設（株））

1. はじめに

浄水場で発生する排水には、洗砂排水や凝集沈殿汚泥、ろ過池洗浄排水がある。

このうち浄水施設の浄水能力が $10,000\text{m}^3/\text{d}$ 以上の沈殿設備及びろ過設備からの排水については、環境への配慮から、水質汚濁防止法による排水規制の対象になっている。

一方、小規模水道施設において、濁質除去を目的とした膜型浄水システムの適用が進められ、数十機の実施設が稼働している。膜ろ過設備から排出される膜洗浄排水についても、原水中の濁質が10~20倍に濃縮されているため、適切な処理を施し、処分することが望ましい。

我々は、浄水場排水処理に膜分離技術を導入することを目的に、当社が高濃度濁質分離用として開発した回転平膜モジュールを排水の濃縮処理に適用し、検討を進めてきた。

ここでは、厚生省が平成6年度から8年度の3年間で行った「高度処理MAC21計画」の合同実験で得られた研究成果の一部、および既設浄水場緩速ろ過池洗砂排水処理への適用結果について報告する。

2 実験方法及び実験結果

2.1 高度処理MAC21計画

（膜洗浄排水と濃縮槽引き抜き汚泥の濃縮処理）

(1) 供試原水

原水は、「高度処理MAC21計画」における合同実験プラントの精密ろ過（MF）及び限外ろ過（UF）膜装置から排出される膜洗浄排水と浄水場濃縮槽引き抜き汚泥の2種類とした。

(2) 実験装置及び条件

実験装置の処理フローシートを図1に、実験装置の仕様及び運転条件を表1に示す。膜装置には、径210mmのディスクに分画分子量75万のポリスルホン系UF膜を張り付けた回転平膜を用いた。膜面積は 0.3m^2 （ディスク6枚）であり、膜ディスクの回転数は300rpm（外周速度： $3.3\text{m}/\text{s}$ ）とした。また、運転方式は間欠運転とし、20分ろ過、5分停止を1サイクルとし、定流量ろ過を行った。膜洗浄排水を用いた実験では、約8ヶ月の連続濃縮実験を行った。

さらに、濃縮引き抜き汚泥を用いた実験では、設定Fluxを 0.96 、 1.92 、 $2.88\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ と変化させて、短時間でのバッチ濃縮実験（約1.5倍まで濃縮）を行い、濃度上昇に伴うろ過圧力の変化を調べた。ろ過圧力は、 25°C に換算した。水質分析は、上水試験方法に準拠した。

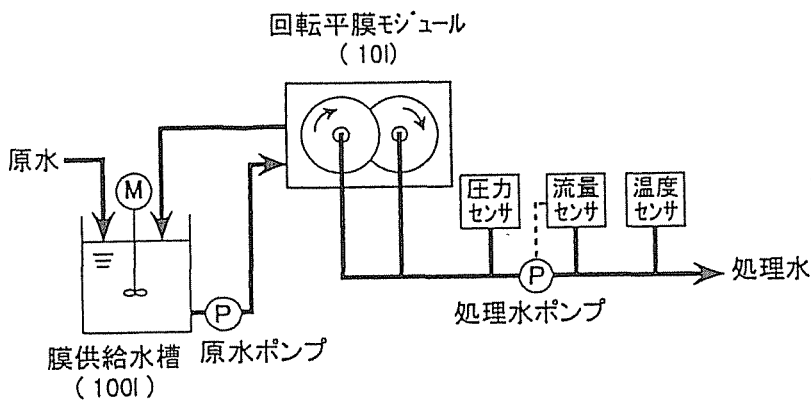


図1 実験装置のフロー

表1 実験装置の仕様及び運転条件

モジュール構造	回転平膜
使用膜	限外ろ過膜
分画分子量	750,000
膜材質	ポリスルホン系
加圧方法	外圧
有効膜面積	0.3 m ²
ろ過方式	定流量ろ過
間欠ろ過条件	20分ろ過, 5分停止
逆洗	無し
使用薬品	無し

(3) 実験結果

①膜洗浄排水の処理実験（連続運転結果）

膜洗浄排水を原水として、設定Fluxを0.75m³/m²・dで膜ろ過実験を行った。

実験期間中のろ過圧力と蒸発残留物（TS）濃度の経日変化を図2に示す。ろ過圧力は実験開始から、徐々に上昇し、150日目で50kPaとなったが、濃度上昇とともに徐々に低下し、20～25kPaで安定した。膜洗浄排水は、汚泥を引き抜かずして回転平膜でろ過することにより、250日経過時点で、49.1g/lまで濃縮することができた。この間、膜の薬液洗浄は行わなかった。

また、濃度変化が透過性能に影響を及ぼしていることが予想できたので、濃度依存性を明らかにするため、TS濃度と圧力換算したFluxの関係を調べた。結果を図3に示す。一般に濁質濃度が上昇すると、膜面のケーキ層の抵抗が大きくなり、Fluxは低下する。¹⁾ 今回の実験では、TS濃度が10g/l以下では同様の結果を示すが、10g/lを越えるとFluxは逆に緩やかに上昇し、30g/l以上で平衡状態になった。この現象は回転平膜特有²⁾なものであり、濁質濃度上昇に伴う被ろ過液の粘度増加が、膜ディスク回転による膜面ケーキの掃流効果を促進したためと推定している。

さらに、実験期間中に実施した水質分析結果を表2に示す。一般細菌が基準値を超過したが、これは処理水配管中の二次汚染が原因と考える。UF膜では除去が期待できない溶解性物質である過マンガン酸カリウム消費量やアンモニウム性窒素などが除去された原因は、原水中に含まれていた微生物が膜モジュール内で高濃度に保持され、生物処理を行った結果と推定している。処理水質としては基準値をおおむね満足しており、膜ろ過水を原水槽に返送しても負荷上昇などの問題はないことが分かった。

②浄水場濃縮槽引き抜き汚泥の処理実験

浄水場濃縮槽の引き抜き汚泥（TS濃度：70～80g/l）を原水として、濃縮実験を行った。設定Fluxを0.96、1.92、2.88 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ とした時の濃縮汚泥濃度とろ過圧力の変化を図4に示す。設定Fluxが0.96 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ では、濃度が80g/lから120g/lまで上昇しても、ろ過圧力は約8kPaで変化しないが、1.92 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ では、100g/lを越えろ過圧力は急上昇した。

これより、設定Fluxを約1.0 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ に設定すれば、濃縮が進行してもろ過圧力の急激な上昇もなく運転できることが示唆されたが、さらに長期連続運転で性能を確認する必要がある。

③システムの物質収支

膜型浄水処理システムに回転平膜モジュールを組み込んだ場合の物質収支を図5に示す。試算条件は、処理規模が10,000 m^3/d （排水規制の対象となる最小規模）、膜型浄水処理システムの水回収率を95%、回転平膜で回収した処理水は膜型浄水システムの供給槽に戻すことにした。膜洗浄排水の濃縮装置として、回転平膜をシステムに組み込むことで、水回収率は99.98%まで向上し、汚泥の濃縮倍率も4,000倍となり、大幅に汚泥を減容できる見通しを得た。

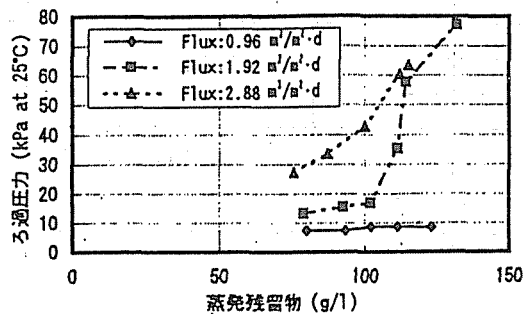


図4 蒸発残留物濃度とろ過圧力の関係

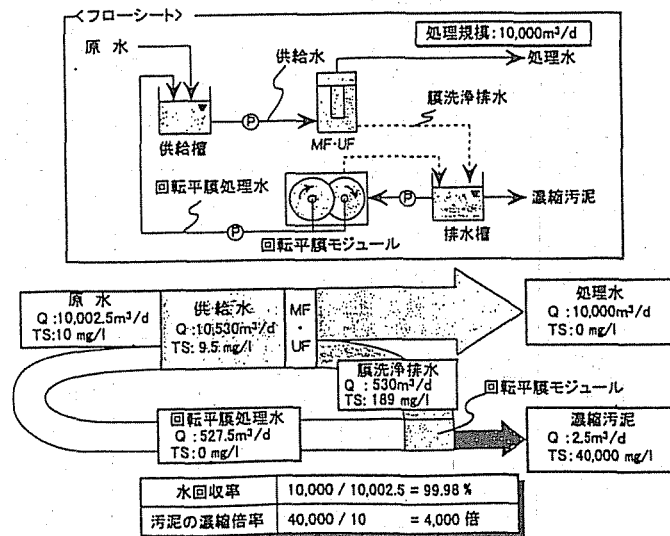


図5 物質収支図（処理規模：10,000 m^3/d ）

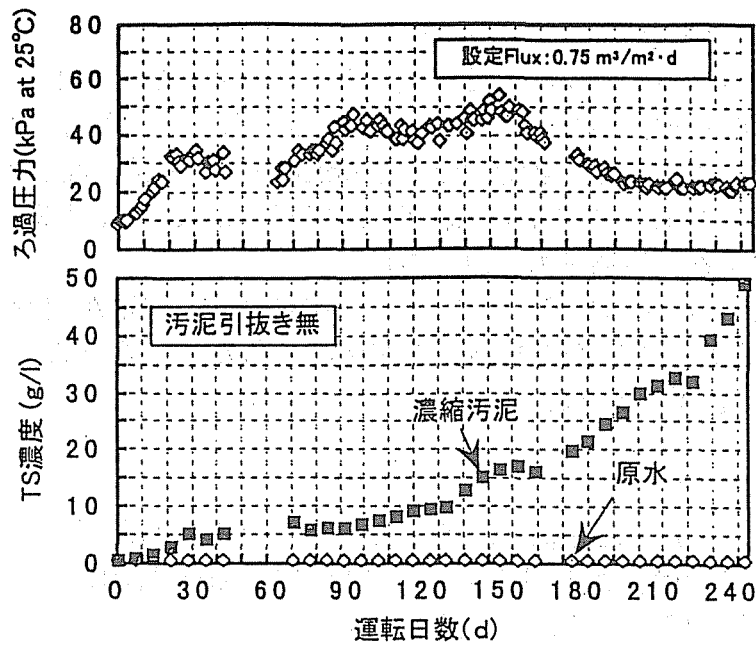


図2 ろ過圧力とTS濃度の経日変化

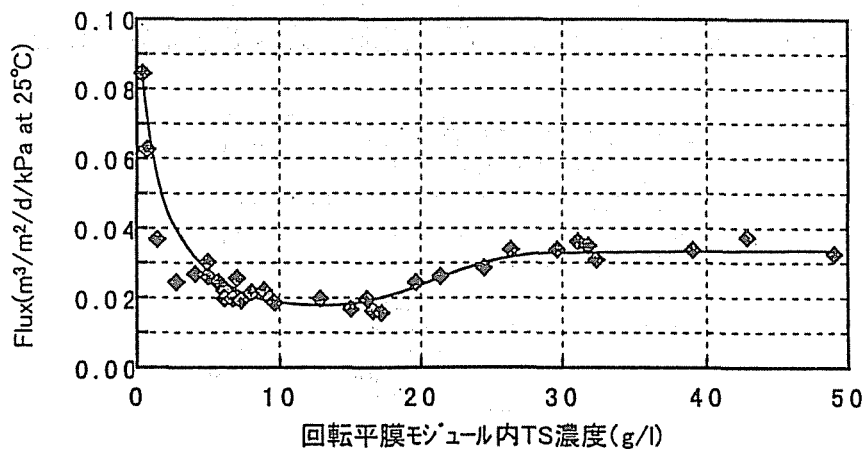


図3 回転平膜モジュール内TS濃度とFluxの関係

表2 水質分析結果

分析項目	採水点	膜洗浄排水			膜ろ過水			除去率 (%)	水質基準値
		平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値		
蒸発残留物(mg/l)		284	418	212	146	202	92	48.6	500 以下
pH(-)		7.3	7.6	7.0	7.0	7.4	6.7	—	5.8 以上8.6 以下
濁度(度)		95	140	63	<0.1	0.1	<0.1	>99.9	2度以下
色度(度)		87	140	45	2.6	4	1	97.0	5度以下
過マンガン酸カリウム消費量(mg/l)		30.9	38.5	25.8	5.0	5.7	4.0	83.8	10 以下
総鉄(mg/l)		4.4	7.2	2.7	<0.01	—	—	>99.8	0.3 以下
総マンガン(mg/l)		0.27	0.46	0.10	0.03	0.073	<0.005	88.9	0.05 以下
アルミニウム(mg/l)		4.4	9.2	1.9	<0.01	—	—	>99.8	—
一般細菌(個/ml)		14,800	37,000	2,300	105	450	0	99.3	100 以下
大腸菌群数(個/ml)		305	910	37	0	—	—	100	検出されないこと
SS(mg/l)		99	150	22	<1	—	—	100	—

* 水質項目ごとの除去率は、平均値から求めた。

(n = 20)

2.2 浄水場緩速ろ過池洗砂排水処理

(1) 供試原水

某浄水場の洗砂排水を原水とした。

(2) 実験装置及び条件

膜装置には、径750mm のディスクを用いた。有効膜面積は5.0m²である。ディスクの回転数は60rpmとし、運転方式として、8分ろ過、2分停止を1サイクルとした間欠運転を行った。

(3) 実験結果

① バッチ濃縮実験

設定Flux 1.0 m³/m²・dで濃縮を行った。濃縮時の回転平膜槽内のSS濃度と圧力・温度換算Fluxの関係を図6に示す。SS濃度が20g/l以下の範囲では濃度上昇とともにFluxは低下するが、20～50g/lではFluxはほとんど変化せず、50g/lを越えるとFlux は再び減少傾向を示した。これより緩速ろ過池の洗砂排水を安定して濃縮処理するには、回転平膜槽内のSS濃度を50g/l以下にコントロールすればよいことが分かった。水質分析結果を表3に示す。溶存成分に起因する色度の除去率が47%で、他の分析項目に比べ低い値であった。

② 連続ろ過実験

回転平膜槽内のSS濃度を一定に保持しながら、約2週間の連続ろ過を行った。初期ろ過圧力に対する圧力上昇量の経時変化を図7に示す。バッチ濃縮時と同様に、SS濃度50g/l以下ではろ過圧力の上昇がほとんど見られないが、71.3g/lでは100時間経過後からろ過圧力が上昇し始め、安定運転に支障をきたした。

これより、緩速ろ過池の洗砂排水を安定して濃縮できる濃度限界は50g/lと推定できた。しかし、緩速ろ過池の洗砂排水は前述の膜洗浄排水、浄水場濃縮槽引き抜き汚泥と比べて、ろ過しにくいことが分かった。

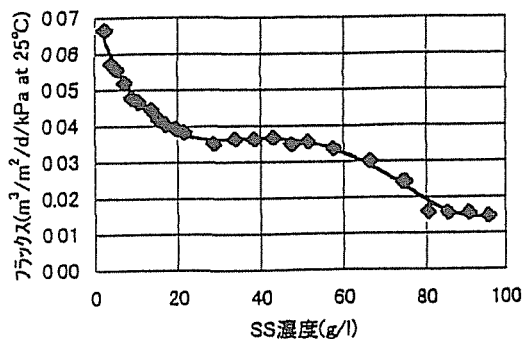


図6 SS濃度とFluxの関係

表3 水質分析結果

分析項目	原水	膜ろ過水	除去率 (%)
濁度 (度)	202	<0.5	>99.8
色度 (度)	17	9.0	47.0
pH (—)	6.9	7.0	—
SS (mg/l)	578	<1.0	>99.8
T-Fe (mg/l)	7.1	<0.1	>98.6
T-Mn (mg/l)	0.31	<0.05	>83.9
BOD (mg/l)	31.2	<2.0	>93.6
COD (mg/l)	82.4	2.3	97.2
T-SiO ₂ (mg/l)	299	13.4	95.5

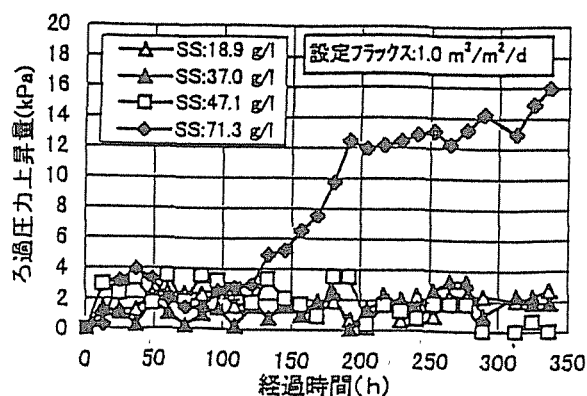


図7 ろ過圧力上昇量の経時変化

3. まとめ

(1) 高度処理MAC21計画

- ・膜型浄水処理システムから排出された膜洗浄排水を原水として、約8ヶ月間の連続運転を行い、50g/l以下の濃度範囲で、安定したFluxが得られた。また、処理水質は基準値を満足し、原水に返送しても問題ないことが分かった。
- ・浄水場濃縮槽引き抜き汚泥をろ過する場合、設定Fluxを約 $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ にすれば、濃縮が進行してもろ過圧力の急激な上昇もなく運転できることが示唆された。

(2) 浄水場緩速ろ過池洗砂排水処理

- ・急激なろ過圧力の上昇もなく、安定して緩速ろ過池の洗砂排水を濃縮処理するためには、回転平膜槽内のSS濃度を50g/l以下にコントロールすればよいことが分かった。
- ・緩速ろ過池の洗砂排水は、膜洗浄排水や濃縮槽引き抜き汚泥に比べ、ろ過濃縮しにくかった。

4. 参考文献

- 1) 大熊他：UF膜型浄水実証プラントの運転結果，
第48回全国水道研究発表会講演集, pp272-273 (1997)
- 2) M. Ohnishi et al., ICOM ' 90, Tokyo, pp. 1103-1105 (1990)