

北海道大学 工学部 池田啓一、小澤源三、渡辺義公
前澤工業（株） ○ 鈴木辰彦

1. 概要

膜分離法を用いて、効率的に溶解性マンガンを除去するシステムに関してプラント実験で検討した。検討したシステムは図1に示す汚泥循環型の浸漬型MF膜装置である。一般的に、溶解性マンガンの塩素での酸化は、pH 9付近では比較的緩やかに進行するが、二酸化マンガが存在すると自触媒作用により溶解性マンガンの速やかな酸化が可能になる。本装置ではMF膜浸漬槽内に生成する二酸化マンガを含む汚泥を循環し原水と接触させる事で、自触媒反応での溶解性マンガンの酸化がスムーズに行われると考えられた。なお、浸漬タイプの膜装置では一般的に塩素等で浸漬槽内の生物量を抑制した方が膜の運転は安定して行なえる。¹⁾ しかし、原水中に溶解性マンガを含むと、溶解性マンガンの酸化が緩やかに進行し透過膜面での金属酸化物の析出による膜ろ過圧の上昇を起し運転性が不安定になる可能性がある。これらに対し、次亜塩素酸添加での汚泥循環型浸漬型MF膜装置では、

- ① 自触媒作用を含む溶解性Mnの高度な除去
- ② 膜面での金属酸化物の析出がなく、浸漬槽の生物が次亜塩素酸添加により抑制される

以上の事より安定した運転が行なえると考えられた。

なお、プラント実験は、江別市上江別浄水場に処理水量約 98m³/day のプラントを設置し実施している。

2. プラント実験結果

実験プラントの運転条件は表1に示すとおりである。本プラントの運転状況は下記のとおりであった。

(1) 溶解性マンガンの処理性

原水は浄水場の凝集沈殿後水を用いた。本浄水場では粉末活性炭添加で溶解性着色有機成分を除去した後

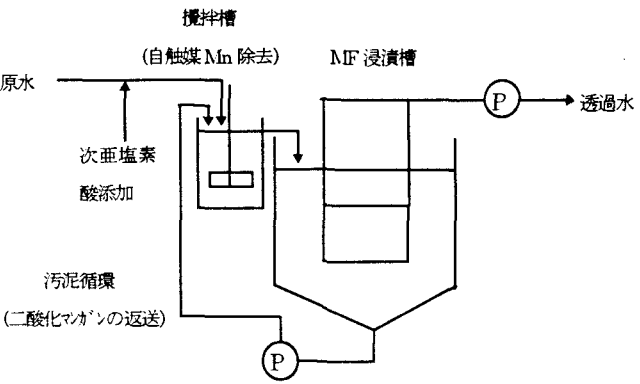


図1 自触媒 Mn 除去機能付浸漬型 MF 膜フローシート

表1 プラント概要及び運転条件

使用膜	ポリエチレン製中空糸膜 公称孔径 0.1 μm
浸漬槽	1.8m×1.4m×水深 1.9m
攪拌槽	0.45m×0.45m×水深 0.8m
設置膜面積	4m ² モジュール×30 本=120m ² 8m ² モジュール×15 本=120m ² Total : 240m ²
運転条件	設定膜フラックス : 0.4m/day 次亜塩素酸添加率 : 2~4mgCl/l

凝集沈殿、中間塩素、砂ろ過を行なうフローで運転されているが、凝集沈殿後の塩素が添加される前の水を原水としている。原水中のマンガン濃度は平均 0.085mg/l であり、そのうちの 95%が溶解性である。本リアクターの処理性を示すと図 2 のとおりである。次亜塩素酸添加率は運転開始後、あるいは浸漬槽ドレン後約 1 ヶ月間は 4mgCl/l とし、その後 2mgCl/l で運転を行なっている。透過水のマンガン濃度は平均 0.01mg/l であり、良好なマンガン除去が行なえる。ちなみに、リアクター内のマンガン濃度は運転開始後徐々に上昇し約 1 ヶ月で 20~30mg/l になり、この酸化マンガンが自触媒として作用する。なお、本原水はすでに活性炭吸着および凝集沈殿での処理が行なわれた後の水である事より、膜処理での紫外部吸光度の除去率は約 10% と少ない。

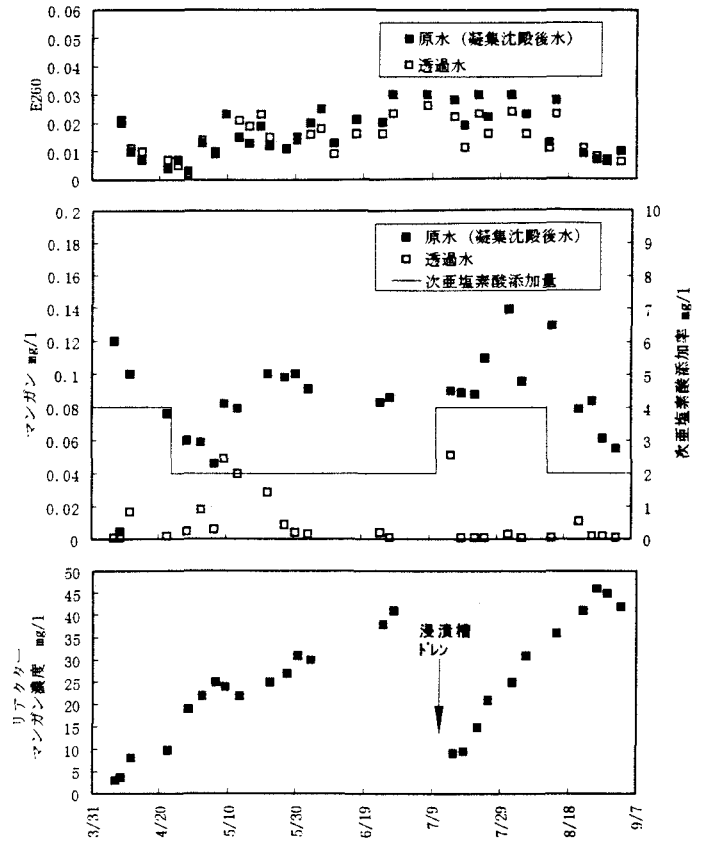


図 2 処理性の経日変化

(2) 膜の運転性

膜の運転状況を示すと図 3 のとおりである。ほとんどの運転期間は膜フラックスを 0.4m/day として運転した。本汚泥循環型 MIF 膜装置は本実験期間の期間前には他のフローでの運転を行なっており、運転開始時の K20 (水温 20℃、100kPa 換算での膜フラックス)は 0.966m/day であるが、その後徐々に膜透過性は回復し K20 は 2.5~5m/day になる。これらは、膜透過面での酸化マンガンの析出がほとんどなく運転されている事、およびリアクター内の生物抑制が充分に行なわれている事を示唆する。

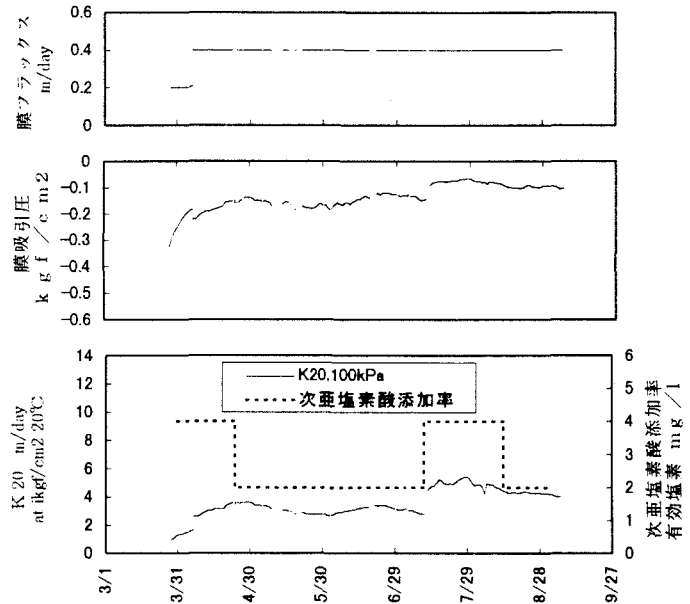


図 3 膜運転状況

3. 自触媒 Mn 除去速度に関する検討

本リアクター内で生成する汚泥を用いて自触媒反応での溶解性マンガンの酸化速度に関するバッチテストを実施した。バッチテストでは次亜塩素酸添加率を 2mgCl/l とし、添加汚泥濃度を变化させて、溶解性マンガンの経時変化を観察した。実験結果は図 4 に示すとおりである。汚泥添加を行わない系ではマンガンの酸化は比較的緩やかに進行するが、汚泥添加を行なった系では比較的速やかに溶解性マンガンの酸化が進行する。添加汚泥濃度 94.8mg/l（二酸化マンガン濃度 4.8mg/l）では約 5 分間で酸化は平衡に達し、汚泥循環型の自触媒マンガン除去を行なう事で溶解性マンガンの酸化が効率よく行なわれる事と、透過膜面でのマンガン酸化物の析出が起こらず安定した膜運転が行なえる事を示唆する。また、コールターカウンターを用いて行なった本汚泥の粒径分布測定結果は、図 5 に示すとおりである。汚泥の平均粒径は 3.3 μm と小粒径であり、自触媒等の反応粒子としては比面積が比較的大きく酸化反応がより効率的に行なえると考えられる。

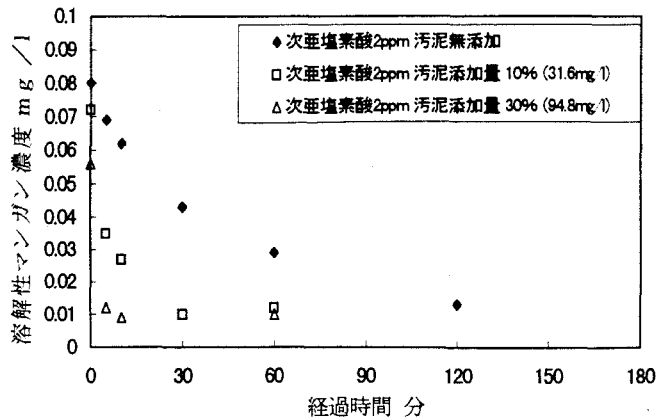


図4 自触媒Mnバッチテスト結果

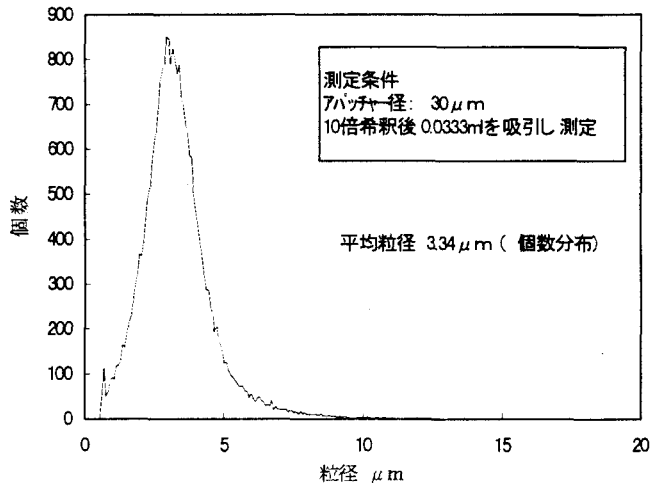


図5 循環汚泥 粒径分布

4. 結論

浸漬型MF膜装置を用い、汚泥を循環する事で自触媒での溶解性マンガンの除去が行なえる装置の検討を行なった。本リアクターでは溶解性マンガンの除去が良好に行なえると共に、膜の運転も安定した運転が可能であった。

〈参考文献〉

- 1) 黄 建元, 荒海純一, 安楽幸一, 滝沢 智, 藤田賢二: 塩素添加量の違いによる浸漬型中空糸膜の運転特性, 全国水道研究発表会講演集, 47th, p.200-201, 1996, (社)日本水道協会.
- 2) 山田寛之, 鈴木辰彦, 瀧川典一, 渡辺義公, 丹保憲仁, 小澤源三: ハイブリッド浸漬型中空糸吸引式膜処理システムに関する研究, 環境工学研究論文集, vol.32, p.59-67, 1995, 土木学会環境工学委員会.