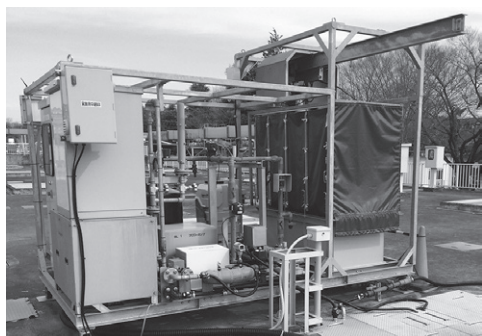


セラミック平膜を用いたMBRの雨天時流量変動対応の検討

打林真梨絵 Marie Uchibayashi
豊岡和宏 Kazuhiro Toyooka
新井喜明 Yoshiaki Arai

キーワード 膜分離活性汚泥法、セラミック平膜

概要



実験設備

中大規模処理場に多い合流式下水道は、降雨時に一定以上の雨水の流入があると、最終沈殿池で固液分離を行う場合、懸濁物質（SS：Suspended Solid）及び大腸菌群の除去が低下することが考えられ、効率的な改善対策が求められている。合流対応の対策として、これまで雨天時に簡易放流もしくは直接放流を行っていた期間、膜分離活性汚泥法（MBR：Membrane Bioreactor）を導入することで、雨天時の簡易・直接放流量の低減や放流水質の改善が期待できる。本研究では、飯能市浄化センターの反応タンクにセラミック平膜を直接浸漬して、流入水量に連動したろ過流量変動運転を実施し、放流量の低減と放流水質の改善効果について検証した結果、合流対応へのMBRの適用が示唆された。

1 まえがき

膜分離活性汚泥法（MBR：Membrane Bioreactor）の更なる導入促進を図る上で、今後、主として中大規模の既設下水処理場の改築や増設における導入が想定されており、中大規模処理場に多い合流式下水道への対応が課題となっている。

本稿では、一部合流式下水道である埼玉県飯能市浄化センターで行った合流対応試験結果を紹介する。

2 研究開発の概要

2.1 目的

本研究の目的は、合流式下水道にMBRを適用するための効果の検証である。合流式下水道では、雨天時に雨水が加わるため晴天時に比べて下水処理

場への流入下水水量が増大する。最終沈殿池で固液分離を行う場合、降雨によって流量が増大すると固液分離性能が低下するのに伴い、懸濁物質（SS：Suspended Solid）及び大腸菌群の除去が低下することが考えられる。一方、処理水にSSや大腸菌群が含まれないMBRのろ過フラックス（単位時間当たり膜面積を透過する物質の体積）を流入量が増えたときに高くすることができれば、雨天時も十分に固液分離を行うことができる。これによって簡易放流や直接放流が減り、公共用水域へ排出される有機物負荷量を低減できる。

これまでの研究成果では、セラミック平膜を用いた浸漬型MBRでは、雨天時にMBRの処理流量を3倍に増大して4時間、処理流量を2倍にして24時間連続運転を行っても生物処理機能・膜ろ過機能を維持して運転できることが示唆されている。その結果を踏まえ、本研究では飯能市浄化センターの反応

第1表 飯能市浄化センター概要

飯能市浄化センターは、一部合流式の中規模下水処理場である。

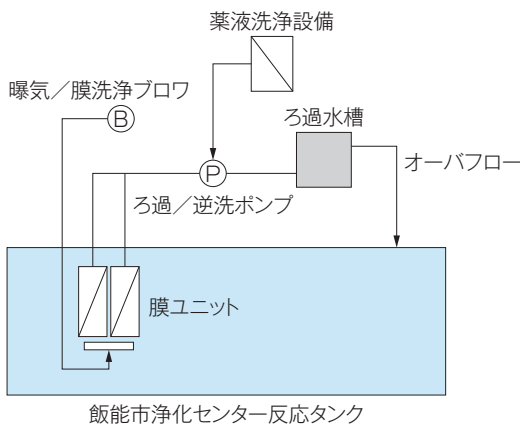
項目	内容
供用開始	1966年4月
排除方式	一部合流式
処理能力(日最大)	33,800m ³ /d
晴天日処理水量	20,365m ³ /d (2015年度実績) 20,089m ³ /d (2016年度実績)
現有系列	4系列
処理方式	標準活性汚泥法

第2表 水質分析結果

膜ろ過水は放流水と比べて良好な処理水質を有している。

項目	膜ろ過水(平均:n=4)	放流水(月平均)
SS (mg/L)	< 1	< 1 ~ 3 (1)
BOD (mg/L)	< 1 ~ 1 (< 1)	1.1 ~ 3.0 (1.8)
大腸菌群数(個/100mL)	< 10	< 10

n: サンプル数
SSの検出限界: 1mg/L
大腸菌群数の検出限界: 10個/100mL



第1図 実験設備フロー

飯能市浄化センターの反応タンクに直接セラミック平膜を浸漬し、ろ過を行った。

タンクにセラミック平膜を直接浸漬し、流入水量に応じたろ過流量の変動を与えた連続運転実験を行い、運転状況・放流量・負荷削減効果を検証した。

2.2 実験方法及び評価方法

一部合流式下水道施設である飯能市浄化センターの反応タンクに、直接セラミック平膜を浸漬して実験を行った。飯能市浄化センターは、現有能力33,800m³/dの一部合流式の下水処理場で、水処理方式は標準活性汚泥法を採用している。第1表に飯能市浄化センターの概要を、第1図に実験設備のフローを、第2表に水質分析結果を示す。運転条件は、これまでの研究成果を参考に基本フラックス及び膜洗浄風量を決定した。

本実験設備では基本フラックス(流量比=1)を0.64m³/(m²・d)とし、飯能市浄化センターへの流

入水量に比例してフラックスを変動させた。流量比1以下の場合にはろ過ポンプの運転下限値の関係から、基本フラックスで運転した。プラント機器の運転限界値を考慮して、膜吸引圧力の安定運転の目安を45kPaとし、これを超えた場合はインライン薬液洗浄(次亜塩素酸ナトリウム、濃度:1000mg/L、薬液洗浄時間:30分)を行った。なお、定期的に決められた日時でのインライン薬液洗浄は行っていない。

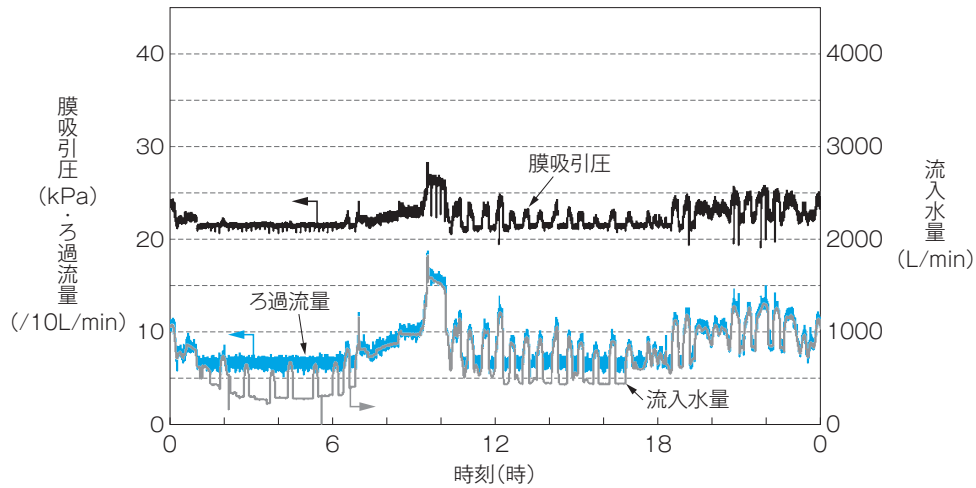
また、処理機能を評価するために膜ろ過水と放流水を採水し、生物化学的酸素要求量(BOD: Biological Oxygen Demand)・SS・大腸菌群数を測定した。

2.3 実験結果及び考察

(1) 晴天時運転結果 第2図に晴天時の運転結果を示す。この日は一日中降雨がなく晴れていたが、9時30分~10時の約30分間、流入水量が2倍となった時間があった。それに伴い膜吸引圧力も上昇したが、45kPaを超えることはなかった。また流量比が1に戻った時、膜吸引圧力は初期圧まで回復した。

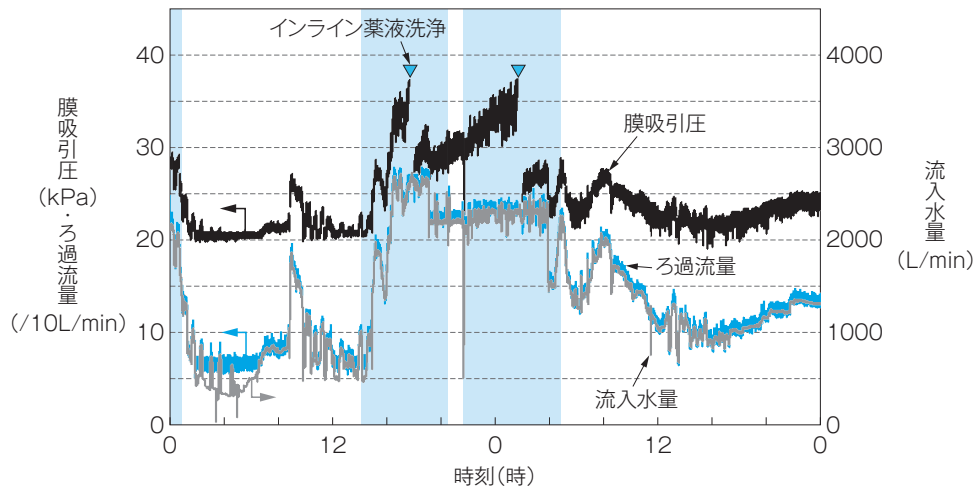
(2) 雨天時運転結果 第3図に長時間弱雨時運転結果を、第4図に短時間強雨時運転結果を示す。どちらも図中の網掛け部分は降雨のあった時間帯を示す。

(a) 長時間弱雨時運転結果 第3図は長時間にわたって断続的な弱い雨が2日間降った時のデータである。1日目の14時から20時、1日目の22時から2日目の3時に断続的に弱い雨が観測された。降雨開始から約2時間後、ろ過流量は最大の約4倍となった。この時、膜吸引圧力が45kPaを超え、1回目のインライン薬液洗浄が行われた。



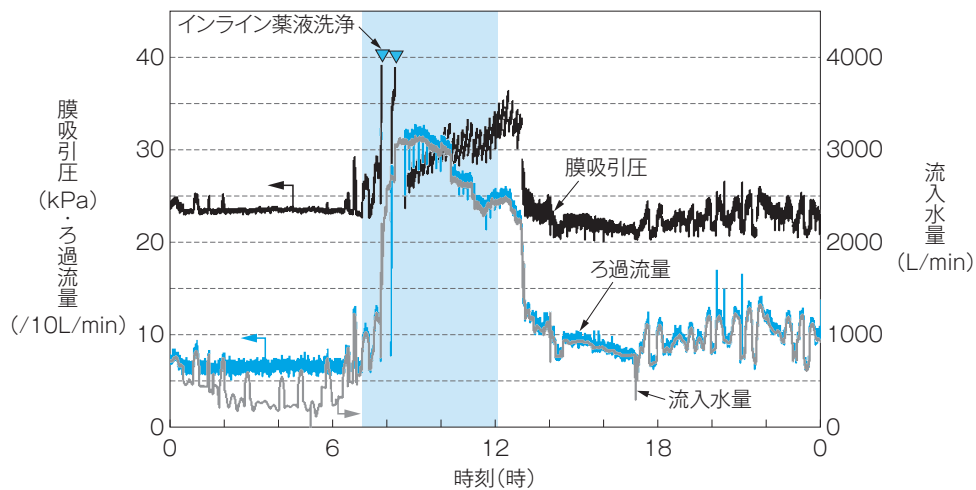
第2図 晴天時運転結果

約30分間流入水量が2倍となったが、膜吸引圧力が45kPaを超えることはなかった。



第3図 長時間弱雨時運転結果

長時間弱い雨が断続的に降り、インライン薬液洗浄は2回行われたが、雨がやんで以降、膜吸引圧力は安定した値となった。



第4図 短時間強雨時運転結果

短時間に強い雨が降り流入水量が最大5倍となったが、流入量増大直後の2回のインライン薬液洗浄以降は連続運転を行った。

その後、流入水量が落ち着き、ろ過流量は3倍程度で推移した。ろ過流量3倍運転になった約5時間後、2回目のインライン薬液洗浄が行われた。雨がやんで以降、流入水量は1.5～2倍になり、膜吸引圧力は安定した値に戻った。

(b) 短時間強雨時運転結果 **第4図**に示すように、7時～10時30分の間に雨が降り続いた。結果、流入水量が約5倍となる期間が約3時間続いた。膜吸引圧力はろ過流量が5倍となつてすぐに45kPaを逸脱し、1回目のインライン薬液洗浄が行われた。そして、1回目のインライン薬液洗浄後も膜の詰まりが解消されず45kPaを逸脱し、2回目のインライン薬液洗浄が行われた。2回目のインライン薬液洗浄後は、ろ過流量が5倍を維持していたにもかかわらず、インライン薬液洗浄を行わずに運転が継続できた。雨がやみ、流入水量が1.5倍程度まで落ち着いた後は、インライン薬液洗浄を行わずとも膜吸引圧は安定した値にまで降下した。以上のことから、降雨の時間・量にかかわらず運転時にも安定的にろ過を行えることが示唆された。

(3) 水質分析結果 **第2表**に示すように、膜ろ過水から全分析結果をとおして、SS及び大腸菌群は検出されなかった。BODは、平均で1mg/L以下と良好な結果を示した。放流水も排出基準を満たしているが、膜ろ過水はそれ以上に良好な結果を示して

いる。MBRを導入することで放流水質の更なる向上が示唆された。

3 むすび

飯能市浄化センターへの流入下水量に比例してろ過流量を変動させた結果、雨天時でも連続運転を行えることが示唆された。また、膜ろ過水質は放流水質よりも良好な結果を示しており、合流対応へのMBRの適用が期待される。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



打林真梨絵
Marie Uchibayashi

水インフラシステム事業部戦略企画部
水処理関連技術・製品の企画開発に従事



豊岡和宏
Kazuhiro Toyooka

水インフラシステム事業部戦略企画部
水処理関連技術・製品の企画開発に従事



新井喜明
Yoshiaki Arai

水インフラシステム事業部戦略企画部
水処理関連技術・製品の企画開発に従事