

二戸市浄法寺浄化センターにおける PMBRの初期運転状況について

二戸市 建設整備部 古山 淳夫
日本下水道事業団 田本 典秀
アタカ大機㈱ ○田畑 健一

1. はじめに

二戸市では、国土交通省がすすめている「下水道クイックプロジェクト」の社会実験として浄法寺処理区の下水道整備を行なっており、極小規模型膜分離活性汚泥法（パッケージ型膜分離活性汚泥法：PMBR）を日本で初めて採用した。二戸市浄法寺浄化センターは、平成22年3月31日より供用を開始している。当センターでは、供用開始後、流入水量が計画水量（日最大300m³/日）の3～5%程度の少水量で、余剰汚泥の引抜きを行わない状態で運転を継続している。その条件下での初期運転状況について報告する。

2. PMBR施設の概要

(1) 計画概要

計画概要を表1に、施設の外観を写真1に示す。

表1 施設計画概要（全体）

処理方法	水処理	極小規模型膜分離活性汚泥法(PMBR) ^{※1}
	汚泥処理	バキューム搬出
機械棟		建築面積 220 m ² 延床面積 196 m ²
工期		平成21年5月26日～平成22年3月25日
処理水量〔分流式〕	日最大	300 m ³ /日
	時間最大	520 m ³ /日
流入水質	BOD	225 mg/L
	SS	170 mg/L
	最低水温	8℃
放流水質	BOD	15 mg/L
	SS	30 mg/L

備考 ※1 PMBRは極小規模処理場に適したパッケージ型の膜分離活性汚泥法であり、日本下水道事業団が民間企業との共同研究等により開発した技術である。

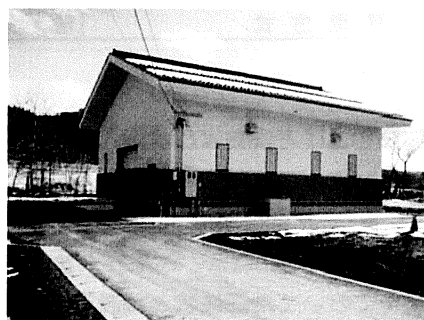


写真1 施設外観

(2) 施設概要

当センターの処理フローを図1に、各タンク寸法を表2、膜分離装置仕様を表3に示す。

当センターは分流式の下水処理場で、原水タンクに流入した汚水は、微細目スクリーンに移送されて夾雑物が除去された後、流量調整タンクを経て無酸素タンク、好気タンクで生物処理（循環式硝化脱窒法）される。その後、好気タンク内に設置された膜により活性汚泥がろ過され、ろ過水が、処理水として放流さ

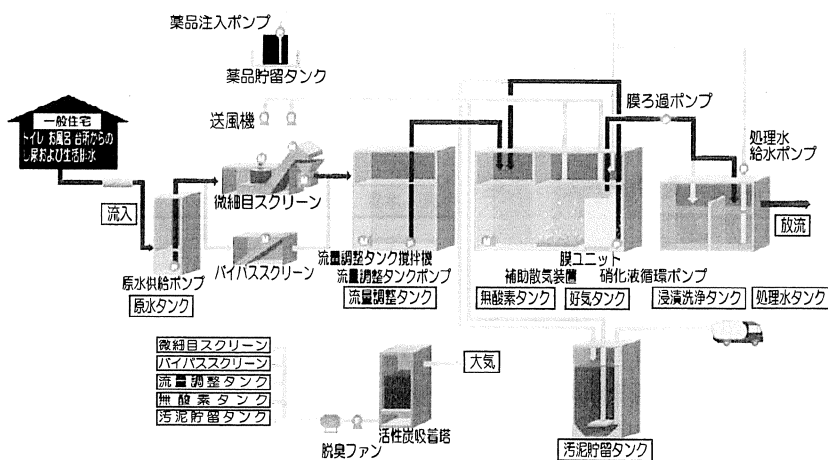


図1 浄法寺浄化センター処理フロー

I -10-1-5 (2/3)

れる。なお、微細目スクリーンの目幅は 1mm、流量調整タンク、無酸素タンク、好気タンク他、全てのタンクが 1 池である。写真 2 は、膜ユニットを引き上げた状態で、好気タンクにはこのユニットが 4 ユニット設置されている。膜の洗浄は、空気による曝気洗浄、処理水による逆洗洗浄、次亜塩素酸ソーダによるインライン逆洗浄および浸漬洗浄が可能な設備となっている。

表 2 タンク寸法

タンク名称	寸法	滞留時間
流量調整タンク	幅 4.8m×長 5.2 m×有効水深 2.65m	5.2 h
無酸素タンク	幅 3.6m×長 3.2 m×有効水深 4.0m	3.4 h
好気タンク	幅 3.6m×長 8.0 m×有効水深 4.0m	9.2 h
処理水タンク	幅 3.6m×長 2.06m×有効水深 3.8m	0.74h
汚泥貯留タンク	幅 4.8m×長 1.2 m×有効水深 3.5m	5 日分

表 3 膜分離装置仕様

項目	仕様	
膜	型式	中空糸 MF 膜
	材質	ポリフッ化ビニリデン (PVDF)
	公称孔径	0.1 μm
	膜面積	25m ²
膜モジュール	概略寸法	φ170mm×長さ 2,300mm
	本数	8 本/ユニット
膜ユニット	概略寸法	幅 460mm×長さ 960mm×高さ 2,800mm
	ユニット数	4 ユニット
設置方式	浸漬型 (一体型)	

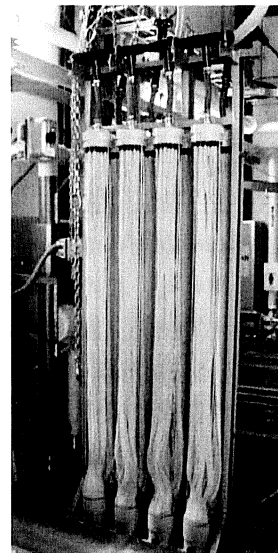


写真 2 膜ユニット

3. 立ち上げ方法および状況

当センターの立ち上げにあたっては、供用開始時の流入水量を 20m³/日とし、BOD-SS 負荷が 0.05kgBOD/kgSS、MLSS が 1,000mg/L となるように¹⁾ 種汚泥濃度 9,800mg/L、運搬投入量を 16m³とした。種汚泥は近隣 2 箇所の処理場において汚泥性状と汚泥採取作業性が良かった、表 4 に示す二戸浄化センターの返送汚泥を種汚泥とした。種汚泥の採取・運搬・投入作業はバキューム車でを行い、約 4 時間で作業を完了した。なお、種汚泥は、微細目スクリーンで夾雑物除去し、好気タンクへ投入した。立ち上げ時の好気タンク汚泥性状は表 5 に示したとおりである。

4. 運転条件

流入が計画水量を大きく下回っていたため、運転は回分式とし、流入状況によりその都度、表 6 のように条件を設定して運転を行った。

期間 1, 2 のろ過運転は、週 2 回の巡回点検時間帯 (昼間) とし、ろ過運転状況を確認できるようにした。期間 3 以降の運転時間帯も維持管理性を考慮し昼間とした。なお、本設備の基本

表 4 種汚泥性状

採取場所	二戸浄化センター ^{※1}
採取汚泥	返送汚泥
MLSS	9,819 mg/L
ろ紙ろ過量 ^{※2}	20.3 mL/5 分
液温	11.4 °C

備考 ※1 処理方式: OD
 ※2 ろ紙ろ過量は、液温 12.2°C 希釈せずそのまま測定した。

表 5 立ち上げ時の好気タンク汚泥性状

MLSS	1,340 mg/L
ろ紙ろ過量 ^{※1}	23.0 mL/5 分
液温	6.9 °C

備考※1 ろ紙ろ過量は、液温 6.9°C で希釈せずそのまま測定した。

表 6 運転条件

項目	期間 1	期間 2	期間 3	期間 4	期間 5	期間 6	期間 7	期間 8
期間	4/2~4/20	4/21~5/19	5/22~6/5	6/7~7/19	7/20~7/28	7/29~12/26	12/27~1/6	1/7~1/24
流入水量 (期間平均) m ³ /日	4.2	12.8	9.2	10.5	11.1	11.9	11.1	11.9
ろ過運転	回数	6	12	11	17	11	9	11
	回数 (日/週)	2		3		毎日		
設定フラックス ^{※1} m ³ /m ² /日	0.39		0.36					
送気倍率 ^{※2}	18~20 倍							
循環量 ^{※1}	180~200 %							
余剰汚泥引抜量	引抜なし							
ろ紙ろ過量 mL/5 分	23	—	28.5	—	—	26~27		

備考 ※1: フラックスおよび循環量は、ろ過流量に対する値である。

※2: 送気倍率は、送気量 (at20°C, 1atm) のろ過流量に対する値である。

I -10-1-5 (3/3)

的なる過運転は、ろ過 9 分→逆洗 1 分であり、計 10 分が 1 回分のろ過運転となっている。膜の逆洗浄水量は、ろ過時の 1.4 倍とし、インライン洗浄は期間 8 で 1 回行なったが、浸漬洗浄は行っていない。

5. 処理性能

(1) 処理水質

流入水および処理水の平均水質を表 7 に、BOD と SS の推移を図 2 に示す。流入水量については、供用開始後増加の傾向を示していたが、8 月以降は 10~15m³/日前後で推移し、計画水量 300m³/日に対して 3~5%であった。流入水の水温は 6 月中旬から 11 月中旬までの期間は 15℃以上、その他の期間は 15℃以下の低水温期で、10℃前後あるいはそれ以下になる場合もあった。処理水質は少水量、低水温、流入水質に因らず水質の変動は認められず、いずれの項目も良好に処理できていた。

(2) 膜ろ過性能および膜汚染状況

MLSS、膜差圧の推移を図 3 に示す。流入水量が少なく MLSS 濃度が 1,260mg/L からの立ち上げとなり、その後、徐々に増加して 1 月末で 3,100mg/L までになったが、依然として低汚泥濃度での運転となっている。

膜差圧は供用開始時の 4.5kPa から、その後、急激な上昇もなく徐々に上昇しており、安定した圧力で運転することができた。

一方、余剰汚泥を引き抜かない運転の継続により、無機物質による膜の汚染が懸念されたため、平成 22 年 11 月 5 日に膜モジュールから単糸膜を採取し、電子顕微鏡による膜表面観察とエネルギー分散型 X 線分析装置による膜表面解析を行った。その結果、無機物質による汚染は認められなかったが、有機物質による汚染が進行していることがわかった。そのため、インライン洗浄を平成 23 年 1 月 18 日に実施し、洗浄前の膜差圧 11.7kPa が洗浄後 8kPa に回復した。

6. まとめ

中空糸 MF 膜の円筒型膜モジュールを採用した極小規模膜分離活性汚泥法 (PMBR) において、初期運転を行った。供用開始から約 10 ヶ月間の流入水量は計画水量の 3~5%程度の少水量で、15℃以下の低水温期は約 5 ヶ月であった。その間の回分方式による運転では、膜ファウリングの問題もなく安定した処理性能を維持することができた。

当センターでは、今後も少水量での運転が続くものと考えられる。その状況下においても安定した処理性能を維持できるように、今後も処理性能、運転状況について調査を継続する予定である。また、維持管理費に大きく影響する送気倍率を削減するために、膜差圧、汚泥性状、膜への汚泥付着状況等を考慮しながら最適な送気倍率を検討する予定である。

表 7 流入水および処理水の平均水質

項目	pH	BOD mg/L	SS mg/L	大腸菌群数 個/ml
流入水	7.4	225	170	—
処理水	7.0	0.8	< 1	不検出

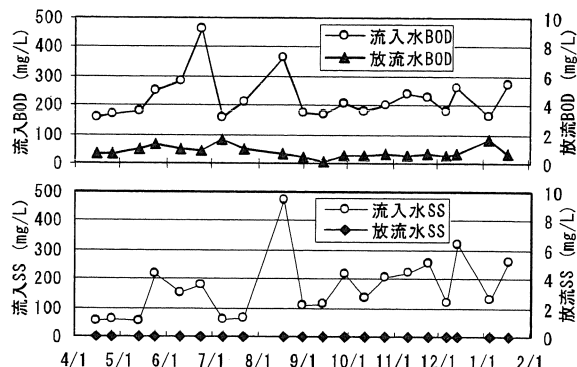


図 2 流入水質と処理水質の推移

注記：放流 SS は検出下限未満のため 0 で表示した。

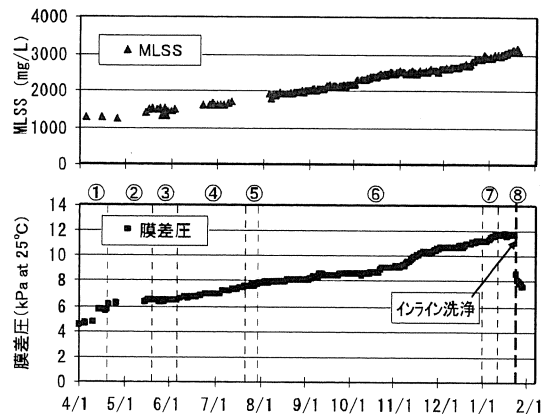


図 3 運転状況

注記：図中の囲み数字は表 6 の期間番号を示す。

参考文献：1) 石山他，第 41 回下水道研究発表会公演集，p. 756-758 (2004)

問い合わせ先：アタカ大機株式会社 環境プラント事業本部 技術本部 上下水システム第二部 田畑健一
〒111-0041 東京都台東区元浅草 2-6-6 TEL：03-3845-8625, E-mail：kenichi.tabata@atk-dk.co.jp