

1.4 まとめ

多孔質担体を投入した連続処理実験の結果、有機質及び窒素成分の同時連続除去が可能であることを示した。とくに生活排水をモデルとした実験では有機質の90%、窒素の80%以上が除去された。高濃度の窒素処理の場合、硝化反応の促進のため無機炭素の添加が効果があった。膜-担特徴生物ハイブリッド系では高濃度窒素の硝化が可能であった。

次年度は、反応器内窒素を完全に処理するため脱窒反応に及ばず諸影響に関して検討する。

第2章 膜分離装置を組み込んだ小型合併処理浄化槽の開発に関する研究

2.1 はじめに

戸建住宅規模の小型合併処理浄化槽において膜分離を適用した場合、処理水質の安定性に加え、反応槽内の活性汚泥を高濃度に維持することにより、装置の省容量化、省スペース化が図れる。

そこで、膜分離型小型合併処理浄化槽の実用化を目的として、平成5年度から、室内実験等により膜モジュールの基本特性を明らかにするとともに、試験装置の設計を行い、平成6年度からパイロットプラントによる実験を開始した。これまでに膜分離型小型合併処理浄化槽の基本構成を中心に検討し、必要となる装置構成、膜分離の安定性、処理性能、維持管理手法などが明らかになった。そこで平成10年度は、実用化段階になった装置を戸建て住宅に設置し、これまで検討してきた維持管理方法で管理を行い処理水質の安定性、MLSS濃度及び透過流束の経時変化等を調べた。

一方、これまでに、安定した膜透過を行うためには膜表面における活性汚泥によるダイナミック膜の形成と薬品洗浄が不可欠であることが明らかとなっている。したがって膜分離槽では初期段階からある程度のMLSS濃度を確保する必要があり、種汚泥の添加が必要となる。しかし、これまでに種汚泥として使用してきた合併処理浄化槽の活性汚泥が確保できない場合も考えられるため、種汚泥として活性汚泥以外の汚泥や市販のシーディング剤が使用可能か検討した。また、膜の薬品洗浄については、①洗浄の時間の短縮、②硝化反応に対する影響の把握、③洗浄後の薬品の処分、等の検討課題があると考えられ、これらの課題について検討することとした。

2.2 研究グループの構成

平成5年度より、膜分離型小型合併処理浄化槽の実用化のための開発プロジェクトに参加したメーカーは、水処理会社7社(アムズ(株)、(株)I N A X、(株)クボタ、大栄産業(株)、ダイキ(株)、日立化成工業(株)、フジクリーン工業(株))、膜製造会社3社((株)クボタ、日東電工(株)、三菱レイヨン(株))である。さらに、平成8年度から、「小型合併処理浄化槽への膜処理技術の適用に関する研究」(厚生科学研究)の下に、新たに水処理会社8社(積水化学工業(株)、東海メンテナンス(株)、東陶機器(株)、日本ゼオン(株)、(株)ハマネツ、藤吉工業(株)、ベスト工業(株)、松下電工(株))、膜製造会社2社((株)クラレ、ダイセン・メンブレン・システムズ(株))が開発プロジェクトに加わり、第2期として平成10年度までの予定で実用規模実験を行った。

2.3 実証試験装置の概要とフローシート

実証試験装置は家庭用合併処理浄化槽のモデルとして処理対象人員5人、計画流入水量1.25m³/日、計画流入BOD200mg/ℓ、計画流入T-N50mg/ℓを基本条件とした。処理目標水質は各社毎に設定しているが、SS1～5mg/ℓ、BOD5～10mg/ℓ、T-N10～20mg/ℓであり、窒素除去は硝化液循環法または間欠ばつ気法によって行っている。

装置の概要を表2-1、表2-2に示す。また、装置のフローシートを図2-1に示す。

表2-1 膜分離型小型合併処理浄化槽の概要

項目	装置1	装置2	装置3	装置4	装置5
計画処理水質					
SS (mg/ℓ)	—	—	—	≦1	—
BOD (mg/ℓ)	≦10	≦5	≦5	≦5	≦5
T-N (mg/ℓ)	≦15	≦10	≦10	≦10	≦10
一次処理装置	夾雑物除去槽 (攪気床型)	夾雑物除去槽 (攪気床型)	夾雑物除去槽 (攪気床型)	夾雑物除去槽 (攪気床型) 2室構造	夾雑物除去槽 + 予備ろ過槽
二次処理装置	脱窒槽+硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (循環法)	脱窒槽+硝化槽 (循環法)	脱窒槽+硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)
間欠ばつ気率(ON/OFF)	—	40/20	—	—	30/30
循環水量	2～3Q	—	3Q	4Q	—
余剰汚泥の貯留場所	脱窒槽 硝化槽 夾雑物除去槽	汚泥濃縮貯留槽	脱窒槽 硝化槽	夾雑物除去槽	夾雑物除去槽
各単位装置の容量 (m ³)	夾雑物除去槽 0.476 脱窒槽 0.715 エリクタ槽 0.081 (流量調整部 0.420) 硝化槽 0.590 処理水槽 0.121 *合計 2.403	夾雑物除去槽 0.763 (流量調整部 0.520) 間欠ばつ気槽 0.741 汚泥濃縮貯留槽 0.862 処理水槽 0.453 消毒槽 0.042 合計 2.891	夾雑物除去槽 1.429 (流量調整部 0.843) 脱窒槽 0.644 硝化槽 0.549 *合計 2.622	夾雑物除去槽 1.96 (流量調整部 0.58) 脱窒槽 0.72 硝化槽 0.72 放流貯留槽 0.1 *合計 3.50	夾雑物除去槽 1.926 (A.M.L.測定時) (流量調整部 0.530) 間欠ばつ気槽 0.536 (M.W.L.測定時) 消毒槽 0.026 合計 2.488
項目	装置6	装置7	装置8	装置9	装置10
計画処理水質					
SS (mg/ℓ)	≦1	—	≦1	—	≦5
BOD (mg/ℓ)	≦5	≦20	≦5	≦10	≦5
T-N (mg/ℓ)	≦10	≦20	≦10	≦10	≦10
COD : ≦10mg/ℓ			pH : 5.8～8.6 COD : ≦10mg/ℓ		
一次処理装置	夾雑物除去槽 + 予備ろ過槽	し渣濃縮貯留槽 + ばつ気型スクリーン	夾雑物除去槽 + ばつ気型スクリーン	夾雑物除去槽 (攪気床型)	夾雑物除去槽 + 予備ろ過槽
二次処理装置	脱窒槽+硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (部分間欠ばつ気法)	脱窒槽+硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)
間欠ばつ気率(ON/OFF)	—	—	—	60/60	60/60
循環水量	7.2Q	—	4Q	—	—
余剰汚泥の貯留場所	汚泥濃縮貯留槽	間欠ばつ気槽	夾雑物除去槽	夾雑物除去槽	夾雑物除去槽
各単位装置の容量 (m ³)	夾雑物除去槽 0.503 脱窒槽 1.203 (流量調整部 0.616) 硝化槽 0.575 汚泥濃縮貯留槽 0.278 消毒槽 0.02 合計 2.579	し渣濃縮貯留槽 0.068 スクリーン槽 0.026 間欠ばつ気槽 1.619 (流量調整部 0.435) (汚泥貯留部 0.368) 消毒槽 0.013 合計 1.726	夾雑物除去槽 0.845 流量調整槽 0.407 脱窒槽 0.374 硝化槽 0.513 消毒槽 0.013 合計 2.152	夾雑物除去槽 0.960 (流量調整部 0.468) 間欠ばつ気槽 1.380 消毒槽 0.019 合計 2.340	夾雑物除去槽 1.144 (流量調整部 0.427) 間欠ばつ気槽 1.056 合計 2.340

*合計 : 消毒槽の容量が含まれていない

表 2-2 二次処理装置・膜分離装置の概要

項目	装置 1	装置 2	装置 3	装置 4	装置 5	装置 6	装置 7	装置 8	装置 9	装置 10
二次処理装置	脱窒槽 + 硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)	脱窒槽 + 硝化槽 (循環法)	脱窒槽 + 硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)	脱窒槽 + 硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 部分間欠ばつ気法	脱窒槽 + 硝化槽 (循環法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)	間欠ばつ気槽 (間欠ばつ気法)
間欠ばつ気槽(ON/OFF)	—	40分/20分	—	—	30分/30分	—	13分/2分	—	65分/55分	60/60
循環水量	2~3 Q	—	3 Q	4 Q	—	7.2 Q	—	4 Q	—	—
硝化槽 M.L.S.S.(mg/l)	5000~17,000	11,000	11,000~15,000	10,000~15,000	13000	7,000~15,000	5,000~20,000	8,000~15,000	11,000~15,000	10,000~15,000
脱窒槽攪拌頻度 (攪拌ON時間)	間欠ばつ気 30分間隔で1分ON	—	間欠ばつ気 45秒ON/30分	間欠ばつ気 20秒ON/10分	—	間欠ばつ気 2分ON/30分	—	間欠ばつ気 5秒ON/20分	—	—
膜分離装置										
膜種類	平膜	平膜	平膜	平膜	平膜	平膜	中空糸膜	中空糸膜	平膜 中空糸膜	平膜
膜面積(m ²)	5.6	9.35	7.2	5.6	6.4	8.0	10.0	8.0	5.6 15	5.6
運転条件(通常運転)										
透過流量(m ³ /m ² ・日)	0.3	0.5	0.174	0.548	0.45	0.375	0.144	0.384	0.55 0.19	0.55
吸引時間	水頭差ろ過	18分	水頭差ろ過	水頭差ろ過	30分	連続吸引	13分	8分	8分 13分	8分
停止時間		42分			30分		2分	2分	2分 2分	2分
運転条件(最大流入時)	非常用ポンプを作動 させ反応槽の水頭差 を高める	間欠ばつ気を 連続ばつ気に 変更する	反応槽への移送 移送水量を増加 する	変更なし	間欠ばつ気を 連続ばつ気に 変更する	変更なし	間欠ばつ気を 連続ばつ気に 変更する	変更なし	間欠ばつ気を 連続ばつ気に 変更する	間欠ばつ気を 連続ばつ気に 変更する
省エネ運転	なし	ばつ気時間を 短縮	なし	小型のばつ気用ア ロウへの切り替え 120L/分→30L/分	ばつ気時間を 短縮	ばつ気風量の 切り替え	なし	なし	ばつ気停止	ばつ気時間を 短縮
空気量(L/分)	120	120	100	120	120	120	110	150	120	120

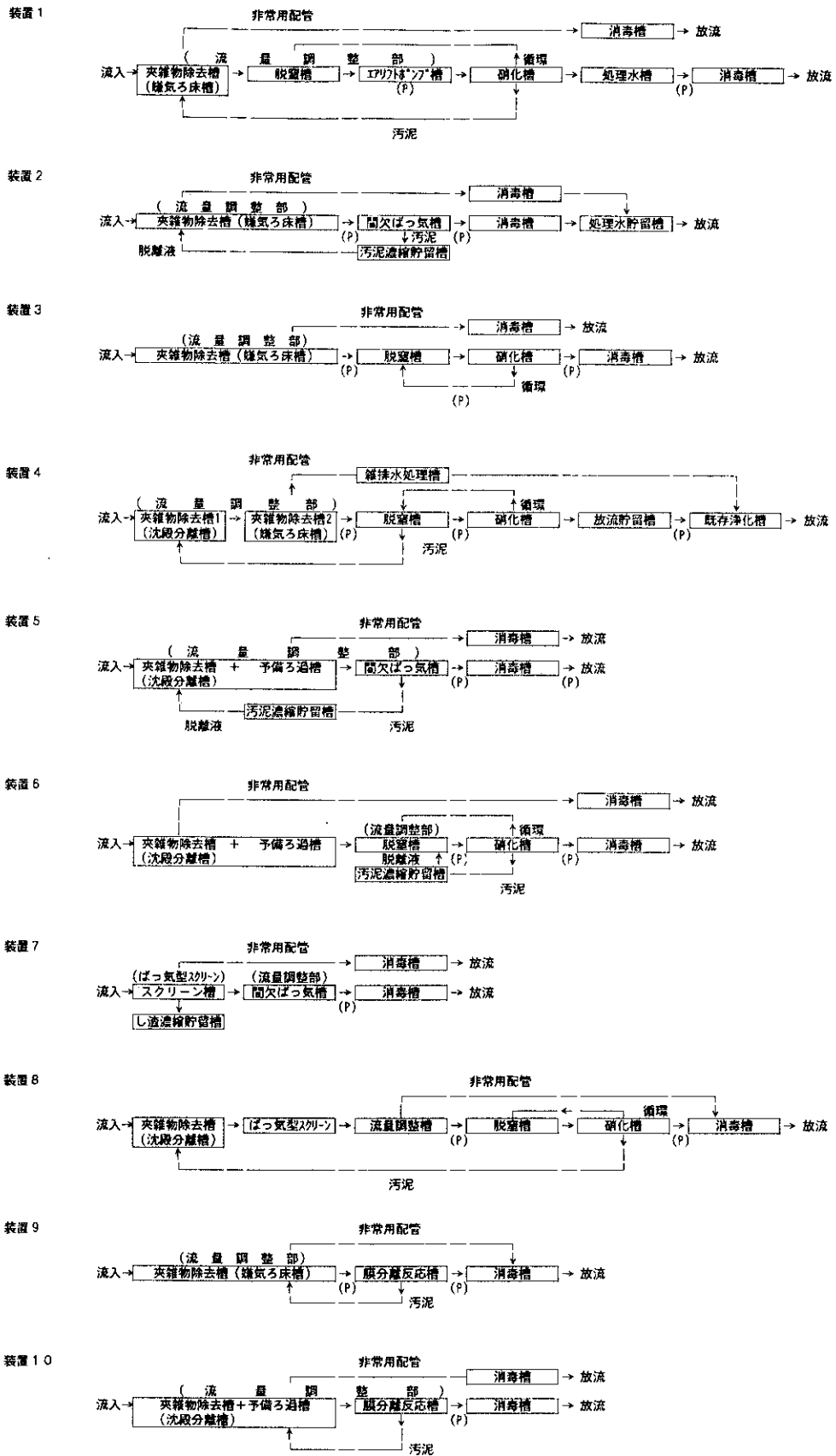


図 2-1 膜分離型小型合併処理浄化槽のフローシート

各社の装置は、固液分離やし渣及び余剰汚泥貯留のための一次処理設備、沈殿槽に替えて膜分離装置を組み込んだ二次処理設備、消毒設備等から構成されている。一次処理の構造としては、沈殿分離槽、嫌気ろ床槽、ばっ気スクリーン型分離槽の3種類があり、さらに流量調整槽が独立して設けられているものもある。また、二次処理としては、間欠ばっ気槽(間欠ばっ気法)、脱窒槽+硝化槽(硝化液循環法)の2種類となっている。

これまで検討してきた維持管理方法(3ヶ月に1回の保守点検、6ヶ月に1回の清掃と膜の薬品洗浄)でこれらの装置の管理を行い、処理水質の安定性、MLSS濃度及び透過流束の経時変化等を調べた。実証試験装置の中から、平膜を用いて間欠ばっ気方式の装置5、平膜で硝化液循環方式の装置6、中空糸膜で硝化液循環方式の装置8について、それぞれの実証試験結果を述べる。

2.4 実証試験の概要と試験結果

2.4.1 装置5

(1) 装置の概要

夾雑物分離貯留槽、間欠ばっ気槽、消毒槽を組み合わせた施設

処理対象人員	: 5人
計画日平均汚水量	: 1.25 m ³
設計膜透過最大水量	: 3.2 m ³
目標処理水質	: BOD ≤ 5 mg/ℓ、T-N ≤ 10 mg/ℓ
各单位装置の有効容量	: 夾雑物除去槽 1.926 m ³ 間欠ばっ気槽 0.536 m ³ 消毒槽 0.026 m ³
膜ユニット	: 平膜 8枚 膜面積 6.4 m ² 透過流束 0.45 m ³ /m ² ・日(30分吸引/30分停止) 吸引方法 サイホンろ過方式(ばっ気時連続吸引)
設置場所	: 一般戸建住宅(下水道完備地区、下水道管流入部直前に設置)
家族数(実使用人員)	: 5人
試験期間	: 平成10年7月23日～平成11年2月18日(210日間)

装置5のフローシートを図2-2に示す。

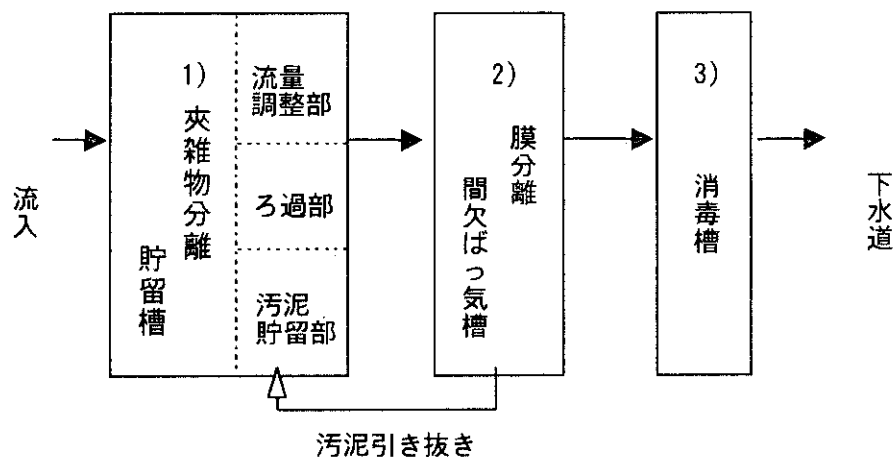


図2-2 装置5のフローシート

(2) 試験結果及び考察

維持管理条件として3ヶ月に1回の保守点検、6ヶ月に1回の膜の薬品洗浄と清掃を行うこととし、処理水質の安定性、MLSS濃度及び膜の透過性の経時変化について測定を行った。

1) 処理水量

1日の排水量は平均850ℓであった。ピーク係数は通常5.0Q程度で最大7.4Qであり、通常の間欠ばっ気運転から連続運転に切り替わったのは、実験期間中2回認められた。なお、最大7.4Qのピーク流入に対してもオーバーフローは生じなかった。

実証実験中の反応槽におけるMLSS濃度の変化と膜分離装置における水の水頭差を図2-3に示す。

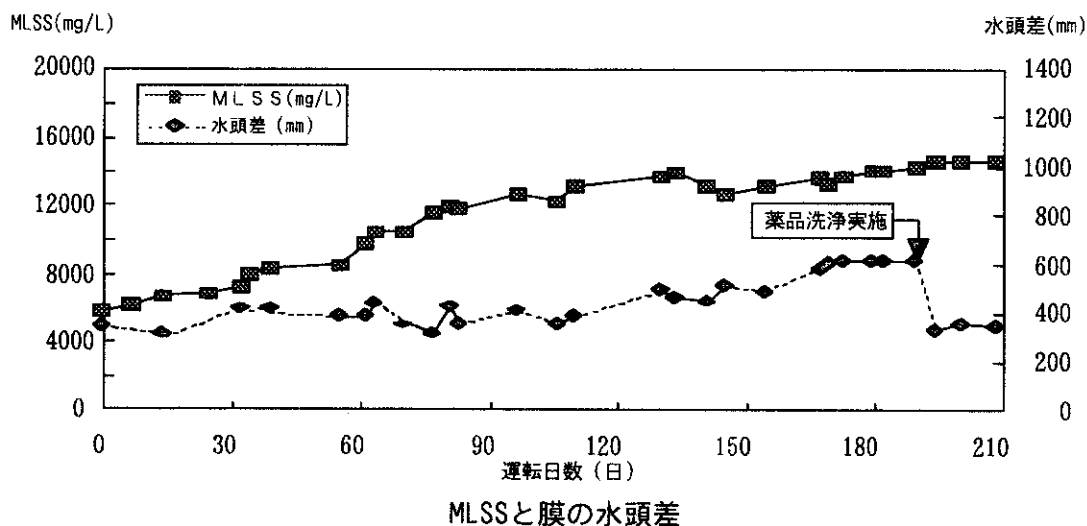


図2-3 反応槽及び膜部の運転状況

2) MLSS濃度

間欠ばっ気槽は当初、活性汚泥を引き抜きなしで運転し、3カ月経過後MLSS調整のため自動引き抜き運転を実施した。自動引き抜き運転の実施以後、MLSS濃度は13,000~14,000 mg/lの範囲内で安定していた。間欠ばっ気槽の平均汚泥転換率は28%であった。このように、比較的低い汚泥転換率が得られたのはMLSSを高濃度に維持できるため、活性汚泥を減衰増殖期または自己分解期で運転できたことによると推察される。

3) 膜分離の水頭差

水頭差は、実験開始から約半年間の運転で288mm上昇したが、水頭差の上昇が途中急激に上昇することなく安定して運転できたことから、ばっ気旋回流による膜面洗浄が有効になされていたと考えられた。

4) 処理水質

試験期間中の膜分離間欠ばっ気槽処理水の水質を以下の図2-4に示した。

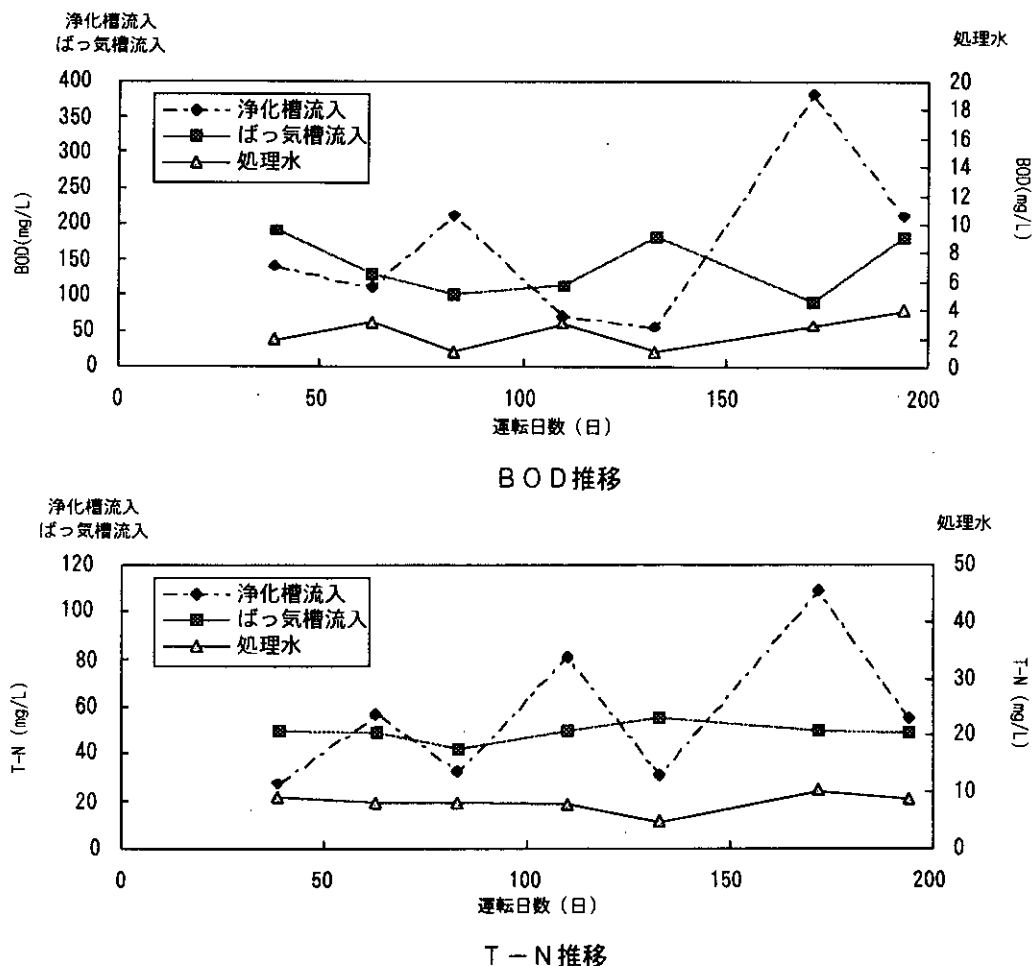


図2-4 装置5の水質測定結果

試験期間中の膜分離間欠ばっ気槽の水温は平均21.4℃(範囲:12.7~28.9℃)であった。BODは目標の5 mg/ℓ以下の値であり、BOD平均2.3mg/ℓ(範囲:1.0~3.9mg/ℓ)で安定して高い有機物除去性能を示した。

試験期間を通じ、T-Nは目標水質の10mg/ℓ以下の値であり、T-N平均7.9mg/ℓ(範囲:4.7~9.9mg/ℓ)で高い窒素除去性能を示した。特に、冬季において膜分離間欠ばっ気槽の水温が12.7℃まで低下したが、その時の処理水T-N濃度は8.5mg/ℓであり、13℃程度においても、目標水質以下であることが確認できた。

また、活性汚泥と処理水の分離を膜によって行うため、処理水のSS濃度は常に5mg/ℓ以下を示し、透視度100cm以上の清澄な処理水が得られた。更に、大腸菌群数についても消毒槽通過前に、常に分析限度である100個/ml以下の衛生的な処理水が得られた。

5) 一次処理槽(夾雑物除去槽)の汚泥堆積

運転開始6ヶ月後の一次処理槽の汚泥量は6.5kgであった。今回は運転期間の途中より、反応槽からの余剰汚泥の返送を開始したこともあり、その貯留量は設計量に対し34.2%で余裕のある結果が得られた。また、清掃汚泥の性状は有機物量76%、無機物量24%であった。なお、バキュームによる清掃は20分程度で完了し、清掃作業性に問題はなかった。

2.4.2 装置6

(1) 装置の概要

夾雑物除去槽、脱窒槽、硝化槽、消毒槽、汚泥濃度調整槽を組み合わせた施設

処理対象人員	:	5人
計画日平均汚水量	:	1.25m ³
設計膜透過最大水量	:	3.0m ³
目標処理水質	:	BOD≤5 mg/ℓ、T-N≤10mg/ℓ、SS≤5 mg/ℓ、COD≤10mg/ℓ
各単位装置の有効容量	:	夾雑物除去槽 0.503 m ³
		脱窒槽 1.203 m ³
		硝化槽 0.575 m ³
		汚泥濃度調整槽 0.278 m ³
		消毒槽 0.02 m ³
膜ユニット	:	平膜 10枚
		膜面積 8.0m ²

透過流束 0.375 m³/m²/日(連続ろ過)

吸引方法 自給式ポンプによる吸引

設置場所 : 一般戸建住宅(農業集落排水施設整備地区、排水管前部に設置)

家族数(実使用人員) : 4人

試験期間 : 平成10年7月17日～平成11年1月28日

装置6のフローシートを図2-5に示す。

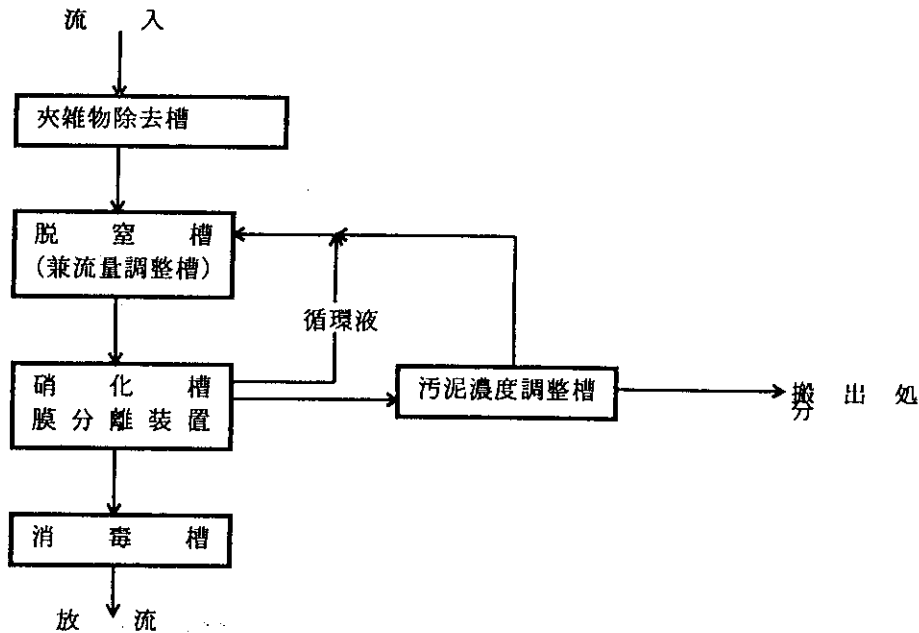


図2-5 装置6フローシート

(2) 試験結果及び考察

維持管理条件として3ヶ月に1回の保守点検、6ヶ月に1回の膜の薬品洗浄と清掃を行うこととし、処理水質の安定性、MLSS濃度及び膜の透過性の経時変化について測定を行った。

生物反応槽(脱窒槽、硝化槽)及び膜部の運転状況を表2-3に示す。

表2-3 生物反応槽及び膜部の運転状況

日付	7/7	7/24	7/31	8/21	9/30	10/28	11/11	12/11	1/28
汚泥濃度調整槽使用	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用
硝化槽DO(mg/l)	2.50	3.53	3.40	2.62	5.20	2.92	4.14	6.97	3.50
脱窒素槽DO(mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.08	0.09	0.03	0.02	0.00
脱窒素槽水位(mm)	726	642	739	1058	1001	868	988	908	794
水温(°C)	26	26.9	27.6	28.5	25.1	21.1	18.8	16.8	11.5
累積ろ過水量(m ³)	2.316	8.513	12.129	28.435	68.600	94.654	107.635	139.560	189.358
圧力(kPa)	-3.4	-3.4	-3.3	-3	-2.9	-2.9	-3.5	-4	-3.8
硝化槽MLSS(mg/l)	—	—	—	7970	9250	13300	10700	11200	14000
脱窒素槽MLSS(mg/l)	—	—	—	4000	6320	7750	8300	7100	96500

運転時のろ過圧力については6ヶ月間以上大きく変動することなく-2.9~-4kPa程度であり上昇傾向は認められなかった。

6ヶ月後(1月)には終日試験を行ったが、終日においてもすべての項目について目標水質を満足した。処理水の変動は小さく1日を通じて安定していた。活性汚泥濃度については、脱窒槽では、流量調整部が設定してあるため流入ピーク時には濃度が低下したが、活性汚泥の量そのものは減少しなかった。硝化槽および脱窒槽のMLSS濃度は運転開始当初7970mg/lと4000mg/lであり硝化槽の方が約4000mg/l高値であった。運転の経過とともにMLSS濃度は、硝化槽で14000mg/lまで高濃度となったが脱窒槽との差は約4000mg/lと運転開始当初から変化なかった。

運転を開始してから約半月の間の水質を図2-6に示す。

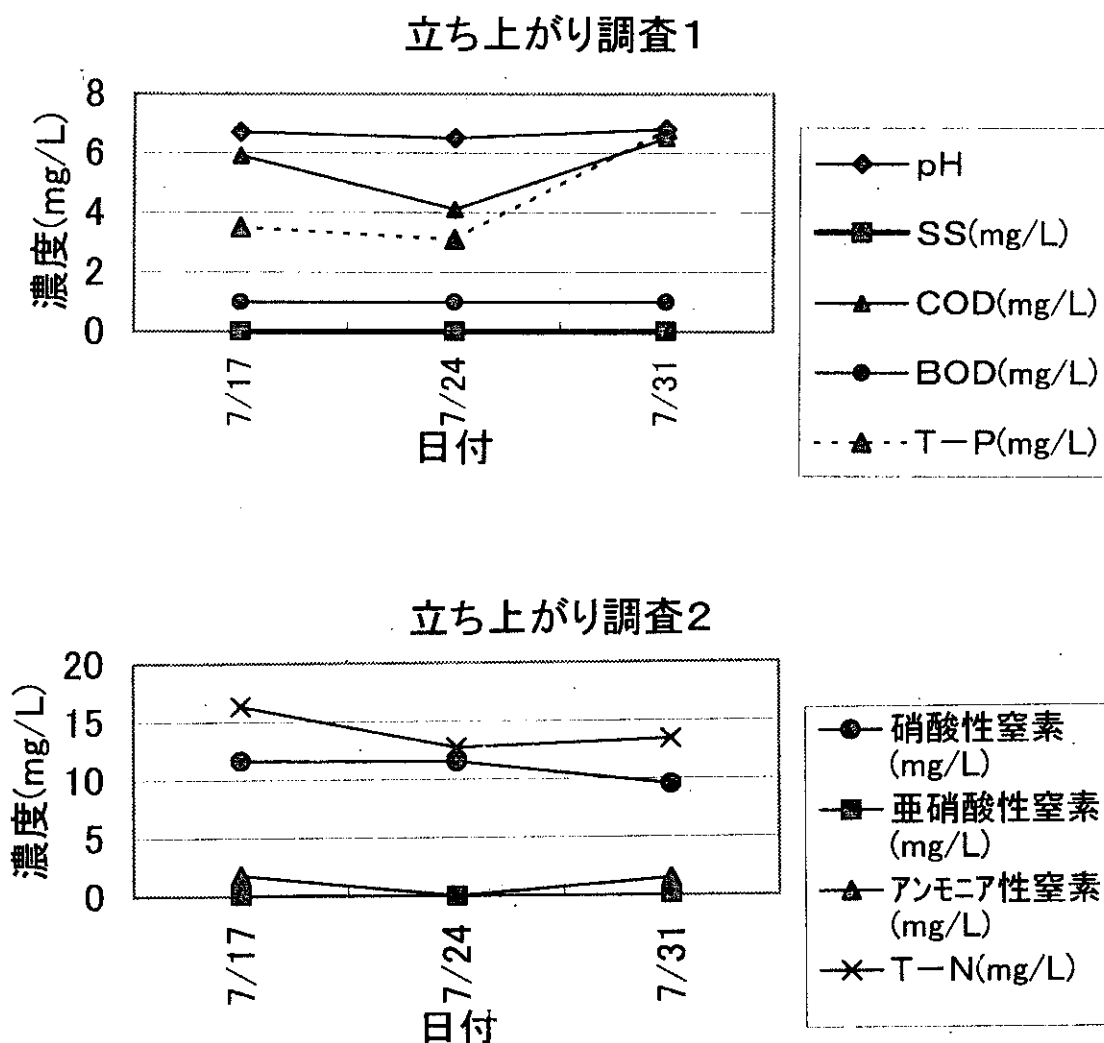


図2-6 装置6の立ち上がり期間の水質変化

BOD、COD、SSについては運転開始初日から高い処理性能を示し、目標水質を満足している。しかし、T-Nについては半月では馴養が終わっていないと考えられ、目標水質に近い性能は得ているものの、目標水質には達していない。窒素除去に関しては他の水質に比べ立ち上がりに時間を要した。

運転開始1ヶ月以降の水質を図2-7に示す。

水温13℃以下の場合を含め、すべての項目について目標水質BOD<5mg/l、COD<10mg/l、SS<5mg/l、T-N<10mg/lを満足した。特にBODについてはすべて1mg/lであった。

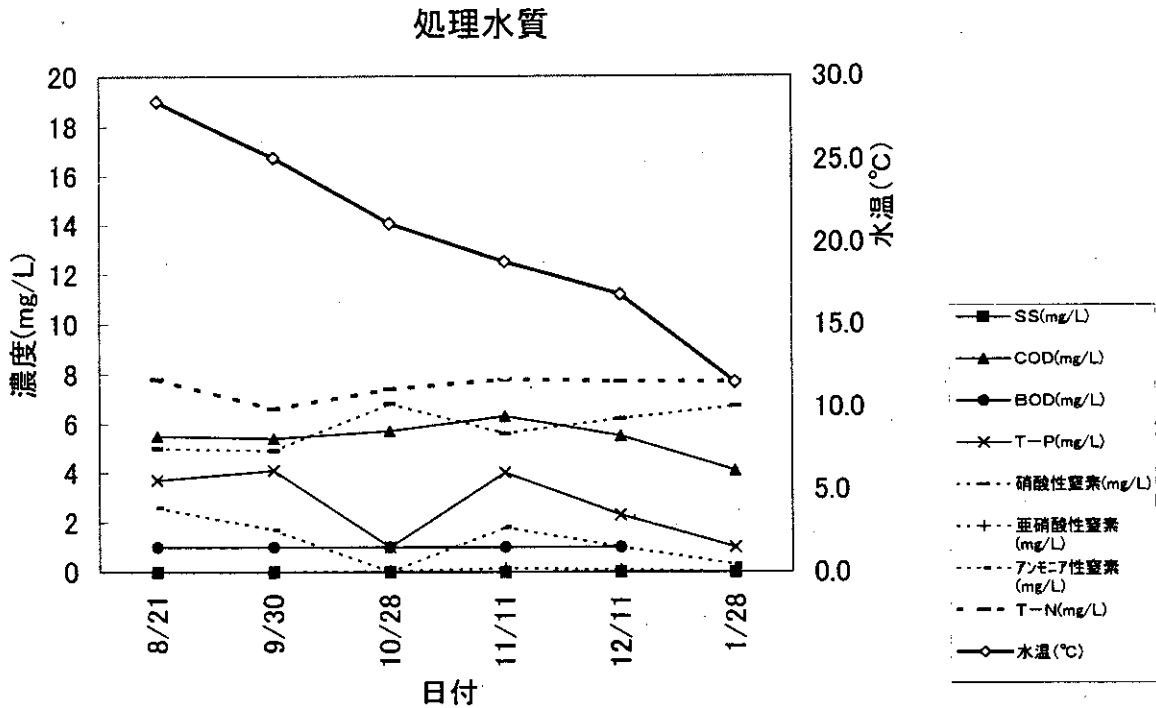


図2-7 装置6の水質測定結果

2.4.3 装置8

(1) 装置の概要

夾雑物除去槽、ばっ気型スクリーン、流量調整槽、脱窒槽、硝化・膜分離槽(膜分離装置は中空糸膜を使用)、消毒槽を組み合わせた施設

処理対象人員	: 5人槽
計画日平均汚水量	: 1.25m ³
設計膜透過最大水量	: 3.0m ³
目標処理水質	: BOD ≤ 5 mg/l、T-N ≤ 10mg/l、SS ≤ 1 mg/l、COD ≤ 10mg/l
各単位装置の有効容量	: 夾雑物除去槽 0.845 m ³
	: 流量調整槽 0.407 m ³

	硝化槽	0.513 m ³
	脱窒槽	0.374 m ³
	消毒槽	0.013 m ³
膜ユニット	: 中空糸膜	8 セット
	膜面積	8 m ²
	透過流束	0.24 m ³ /m ² ・日
	吸引方法	自給式ポンプによる吸引(8分吸引/2分停止)
設置場所	: 一般戸建住宅	
家族数(実使用人員)	: 4人	
試験期間	: 平成8年12月～平成10年12月	

装置8のフローシートを図2-8に示す。

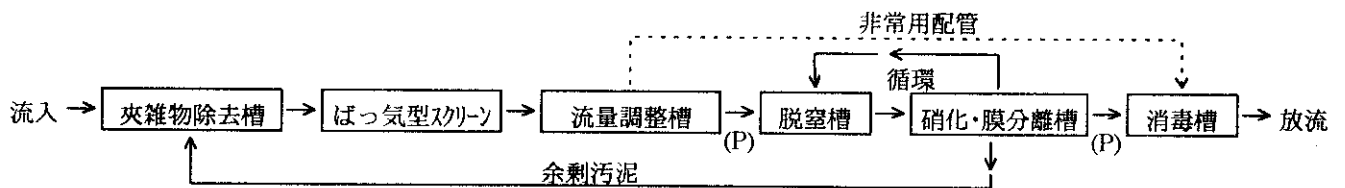


図2-8 装置8のフローシート

(2) 試験結果及び考察

実証試験中のMLSS濃度の変化と膜部差圧について図2-9に示した。また試験期間中の汚泥転換率を表2-4に示した。

1) MLSS濃度

硝化・膜分離槽から夾雑物除去槽への余剰汚泥の移送を3ヶ月に1回行い、清掃を6ヶ月に1回行うことを目安として管理を行った。その結果、全体的にMLSSは最大で18,000mg/l程度まで上昇したが、この頻度で維持管理が可能なのが裏付けられた。

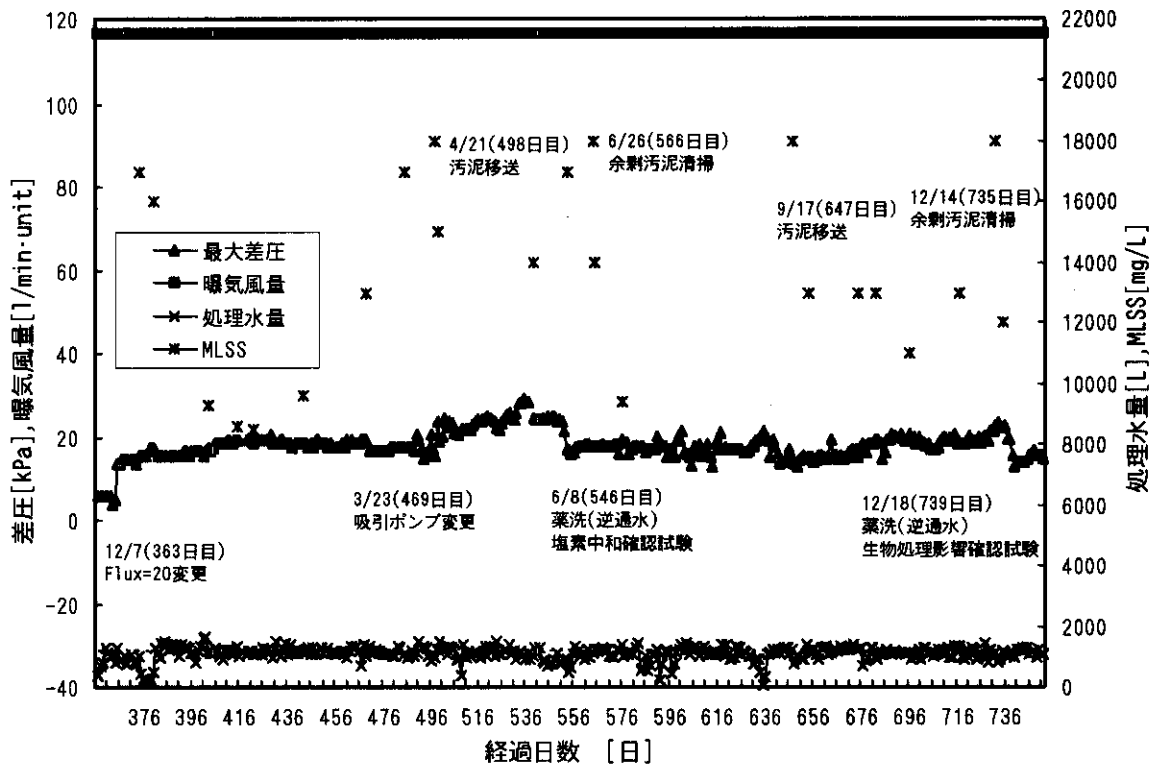


図 2-9 反応槽及び膜部の運転状況(測定期間97.12.01~98.12.31)

表 2-4 試験期間中の汚泥転換率(流入 BOD=200mg/l 基準)

測定期間	1/16~4/21	4/21~6/26	6/26~9/17	9/17~12/14	平均
汚泥転換率 [kg-SS/kg-BOD]	0.367	0.182	0.412	0.226	0.296

2) 膜部差圧

363日目よりフラックスを10から20 $l/m^2 \cdot hr$ に変更して運転を行った。膜の透過能を維持するため、ほぼ半年ごとに薬液洗浄を行ったが、洗浄後に差圧の回復が見られ、効果が確認できた。また、薬洗後もすぐに差圧が上昇することはなかった。ばっ気不良による汚泥の膜面付着や膜の目詰まりによる差圧の急激な上昇は確認されず、安定運転ができた。期間中トラブルが発生することなく、定期管理のみで問題なく装置は運転できた事から、所定の維持管理をしっかりと行えば、トラブルの起こらない長期運転も十分可能であることを実証できた。

なお、本試験中、3倍水量の流入は発生していないため、3倍流入時の挙動はつかめていない。

3) 水質測定結果

水質については、1996年12月より1998年1月にかけてほぼ1年間測定を行い、設計水質を達成可能であることを確認した。

今回、高度処理型の付加装置として脱リン装置(鉄電解方式)を設置し、その効果について水質調査による確認を行った。表2-5に脱リン装置設置後の水質調査結果を示す。

表2-5 流入水及び処理水の分析結果まとめ(1998年10月～1998年12月分まとめ)

項目		流入水				処理水			
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差
pH	-	6.7	7.1	6.8	0.14	6.8	7.5	7.0	0.25
SS	mg/l	110	140	124	13	1.0	1.0	1.0	0
COD	mg/l	87	100	95	5.7	3.7	8.5	5.1	1.9
BOD	mg/l	110	180	144	27	0.5	1.6	1.0	0.53
K-N	mg/l	29	39	34	4.5	0.3	6.2	2.0	2.4
NH ₄ -N	mg/l	11	21	16	4.0	0.1	5.7	1.6	2.4
NO _x -N	mg/l	0.1	3.3	1.1	1.2	0.2	8.0	5.9	2.3
T-P	mg/l	4.7	6.1	5.5	0.53	0.1	0.4	0.2	0.11

いずれの項目も高度処理型浄化槽としての性能を満たす良好な結果であった。特に脱リン装置を設置してから、図2-10に示すように、これまで不安定だった処理水リン濃度が常時1.0mg/l以下で安定するようになり、脱リン装置設置の効果が認められた。

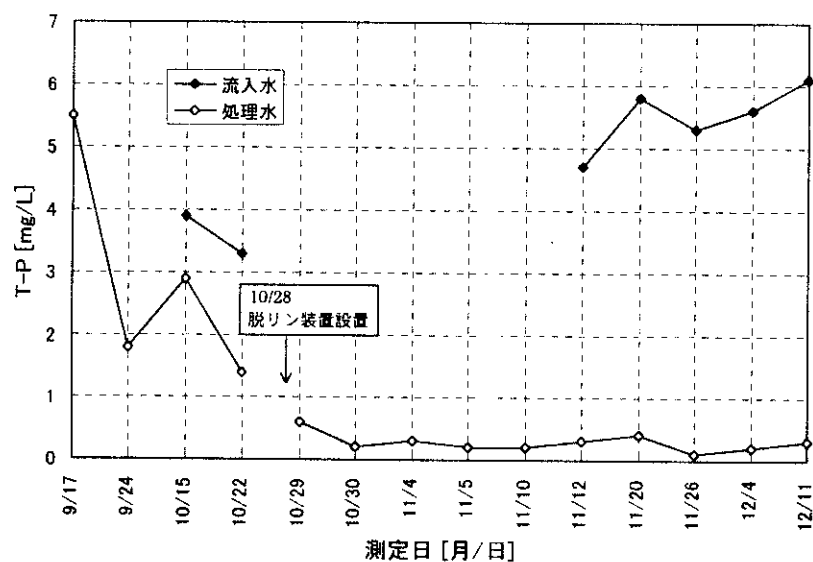


図2-10 リン濃度の経日変化

2.4.4 膜の薬液洗浄方法及び洗浄廃液の処分方法に関する検討

薬液洗浄後の回収液の水質を経時的に調査し、実証試験槽における回収液の処分方法について検討した。

(1) 試験条件

① 次亜塩素酸ナトリウム通液

洗浄液：次亜塩素酸ナトリウム5,000mg-Cℓ/ℓ

洗浄液量：15ℓ

通水条件：通水速度1.0ℓ/min(通水時間約15分)で通水

通液の間、エアバブリング実施

② チオ硫酸ナトリウム通液

中和液：チオ硫酸ナトリウム0.5%溶液

液量：5ℓ

通水条件：通水速度1.0ℓ/min(通水時間約5分)で通水

通液の間、エアバブリング実施

上記操作の後、吸引ポンプにより膜処理水の吸引を行い、処理水の残留塩素、pHを測定した。

(2) 試験結果

回収廃液量に対する残留塩素濃度の変化を図2-11に示す。

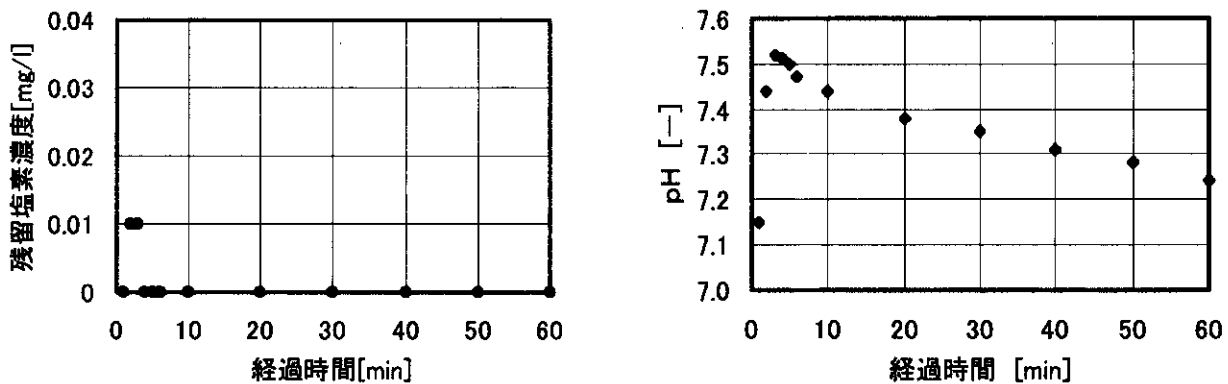


図2-11 回収廃液量に対する残留塩素濃度の変化

洗浄終了後に一時的なろ過水の濁りが確認されたが、残留塩素、pHとも問題の無いレベルまで中和され、薬液洗浄後、チオ硫酸ナトリウム水溶液を逆通水する事によって洗浄後の回収水が無害化できることが確認された。

2.4.5 膜の薬液洗浄—洗浄操作が窒素除去性能に及ぼす影響調査

膜の薬液洗浄時に洗浄液が微生物の活性を阻害し、特に、硝化脱窒性能の低下が懸念されたことから、薬液洗浄後の硝化・脱窒の状況を調査した。

(1) 試験条件及び方法

試験条件は2.4.4膜の薬液洗浄方法及び洗浄廃液の処分方法に関する検討に準じた。膜分離槽内へ次亜塩素酸ナトリウム洗浄液及びチオ硫酸ナトリウム中和液をそれぞれ膜ユニットへ逆通水した後の膜分離槽内 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経時変化を測定し、膜洗浄による硝化・脱窒性能の状況確認を行った。

(2) 試験結果

膜分離槽内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経時変化を図2-13に示す。

この期間中、各種運転方法による窒素除去性能確認試験中のため、膜処理水の窒素濃度が平均 15mg/l 前後とやや高めに推移している。したがって本洗浄試験では、膜処理水の窒素濃度 15mg/l を洗浄影響有無の基準とした。

図2-12より、洗浄工程による原水流入停止の影響と思われる一時的な $\text{NO}_x\text{-N}$ の低下が見られたが、5時間後には回復した。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は24時間の測定時間を通じて変化は認められなかった。したがって膜の薬品洗浄において処理性能が著しく損なわれることがないと考えられた。

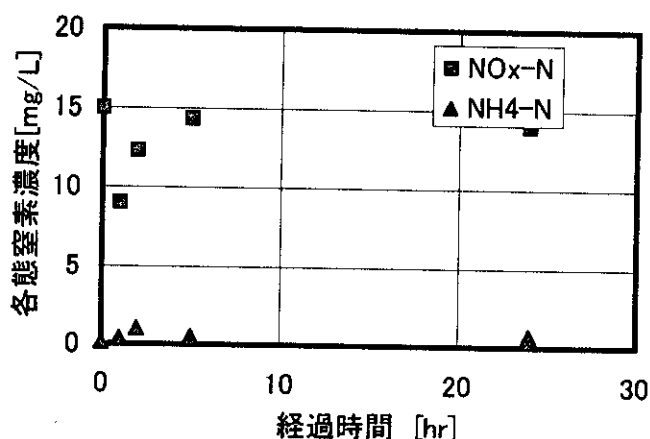


図2-12 膜分離槽内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経時変化

2.4.6 膜分離型小型合併浄化槽のシーディングに関する検討

膜分離型小型合併処理浄化槽のシーディングを簡便にするための方法として、合併処理

浄化槽、食品系産業廃棄物処理施設から得られた余剰汚泥の脱水ケーキ及び市販のシーディング剤を用いて立上げ試験を行い、その適用可能性を調査した。

(1) 試験条件及び方法

シーディング試験に使用したサンプルは以下の4種である。

- ① 合併処理浄化槽(活性汚泥法)の返送汚泥 : 「合併系活性汚泥」
- ② ①の施設の余剰汚泥脱水ケーキ : 「合併系脱水汚泥」
- ③ 産業廃棄物処理施設(豆腐製造排水、活性汚泥法)余剰汚泥脱水ケーキ : 「産廃系脱水汚泥」
- ④ A社シーディング剤(種菌+栄養剤配合、粉末状): 「市販シーディング剤」

図2-13に試験装置を示す。

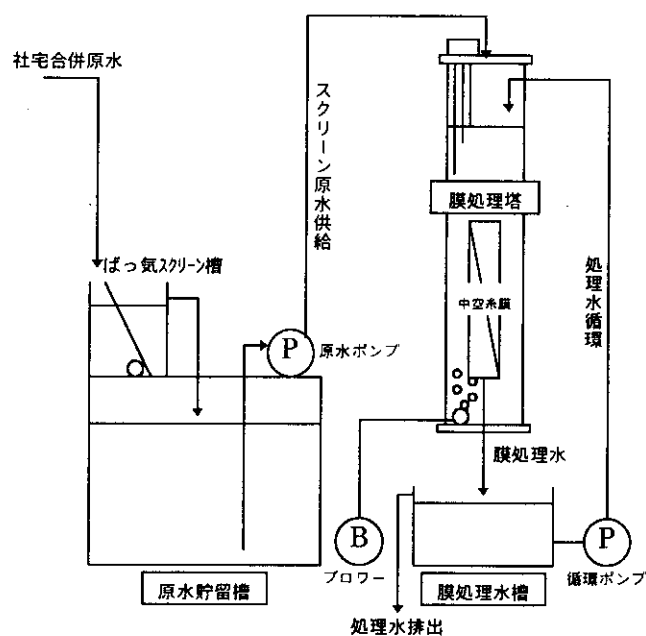


図2-13 試験装置

①については目開き1m/mのメッシュスクリーンを通過させた後、試験槽内へ、②～④についてはあらかじめ水道水中スターラーにて10分程度攪拌溶解し、①と同様のスクリーン処理を行った後、試験槽内に投入した。サンプル投入後は直ちに原水投入→定圧ろ過の運転を開始した。

また、いずれのサンプルも、試験槽内の初期MLSSが3,000mg/lになるよう調製した。膜透過流束(以下、フラックス)の測定については、1日1～3回程度実施し、試験の経過

からフラックスの低下が安定したと判断される時期を試験の終点とした。

なお、膜分離型小型合併処理浄化槽用シーディング剤としての適否は、実現場にてすでに一般化している①「合併系活性汚泥」、初期MLSSが $3,000\text{mg/l}$ の場合と比較し、これに準じたフラックス変化を示した場合を「適」、また、これより大幅に下回る場合を「不適」と判断した。

(2) 試験結果

図2-14に膜 1m^2 あたり透過水量の増加に伴うフラックス変化を示す。

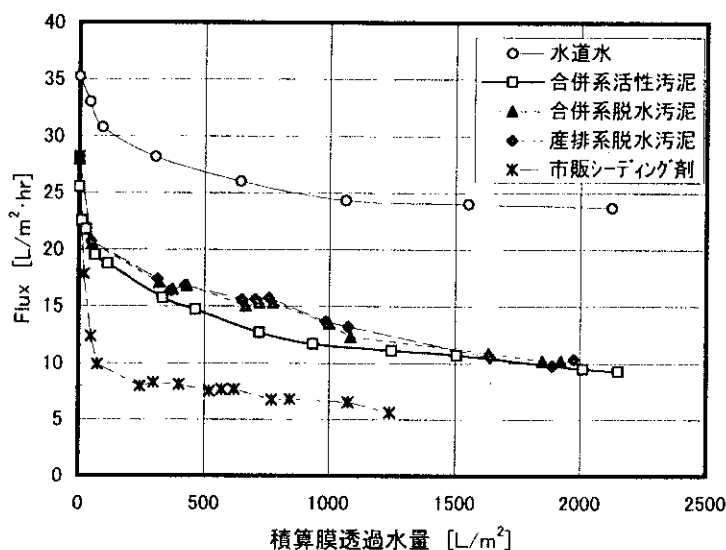


図2-14 フラックス測定結果

脱水汚泥は合併系、産廃系ともに合併系活性汚泥と同等のフラックス傾向を示し、MLSS $3,000\text{mg/l}$ の条件において、膜分離型小型合併処理浄化槽の立ち上げに脱水汚泥が使用可能であることを示した。

市販のシーディング剤については、試験開始直後から急激なフラックス低下が見られた。これは、活性汚泥であればBOD除去と同時に膜表面の保護を兼ねた働きをするが、シーディング剤は、膜面保護の働きをせず、含有する栄養剤など(有機物、無機塩類)が初期の膜の目詰まりを引き起こしたと考えられた。

なお、産廃系脱水汚泥は、今回実施の豆腐製造排水については良好な結果を示したが、業種としては多種多様であるため、膜分離型小型合併処理浄化槽への適合性については業種ごとに調査が必要である。

市販のシーディング剤は、多くのメーカーで製品化されており、配合成分によって多様

なフラックス挙動を示すことが予想されるため、今後も様々な種類について検討が必要と考えられた。

2.5 まとめ

(1) 膜分離型小型合併処理浄化槽における実証試験

実用段階に入った膜分離型小型合併処理浄化槽における実証試験の試験結果を以下に示す。

- ① 平膜を用いた間欠ばっ気方式の装置5の処理水質は、試験期間を通じ目標水質であるBOD5mg/l以下、T-N10mg/l以下を示し良好であった。また、流入ピークに対する処理能力は、最大7.4Qのピーク流入に対してもオーバーフローは生じることなく処理することことができた。
- ② 平膜を用いた、硝化液循環方式の装置6では、植種後2週間程度までは窒素除去性能が十分発揮されなかった。しかし、水質的には約1ヶ月後には完全に立ち上がりしており、窒素除去能に関しては3週間程度の立ち上がり期間が必要と考えられた。それ以外の水質項目については立ち上げ直後から目標水質以下の値が得られており良好であった。
- ③ 中空糸膜を用いた硝化液循環方式の装置8についても、水質については他2施設同様に良であり、鉄電解方式の脱リン装置の設置により、安定的にリン除去が行えることの実証データが得られた。

今回のこれら3施設の実証試験では、3ヶ月に1回の維持管理、6ヶ月に1回の薬品洗浄と清掃で、膜の透過性能に問題が生じることはなく、処理水質も良好で安定した性能が維持できることが明らかとなった。

(2) 膜の薬品洗浄と処理機能に対する影響について

膜の薬品洗浄に関する課題である、①洗浄の時間の短縮、②活性汚泥の硝化反応に対する影響の把握、③洗浄後の薬品の処分、について検討を行った。

膜洗浄液の次亜塩素酸ナトリウム溶液を膜ユニットに注入し15分後、還元剤としてチオ硫酸ナトリウム水溶液を続けて注入する方法で膜の薬品洗浄を行った。その結果、膜のフラックスが回復するとともに、薬品洗浄後の処理水質は、残留塩素、pHとも問題の無いレベルまで中和された。

硝化に対する影響は、一時的なNO_x-Nの低下が見られたが、5時間後には回復した。また、NH₄-Nは24時間の測定時間を通じて変化は認められなかった。したがってこの膜洗浄方