

技術評価書

技術名称：極小規模処理施設(PMBR)

検証期間：平成 19～令和 2 年度

検証箇所：岩手県二戸市

1. 技術の概要

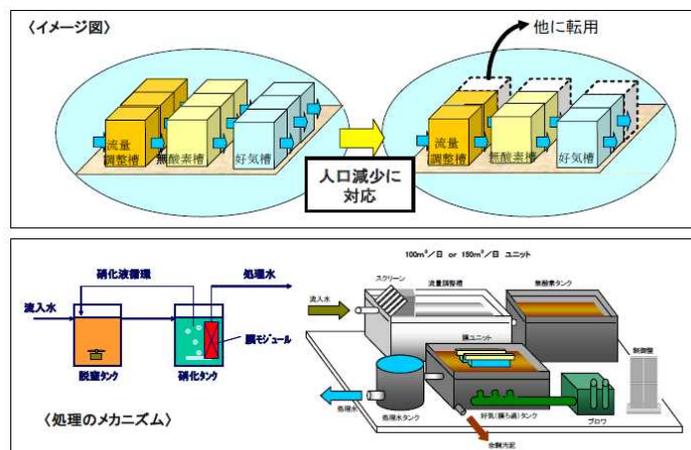
1) MBR について

膜分離活性汚泥法(MBR:Membrane Bioreactor)は最終沈殿池の代わりに、膜で固液分離を行う排水処理技術である。反応タンク内の活性汚泥濃度を高く設定することができ、反応タンクの容量を小さくすることが可能である。また、最終沈殿池以外の設備も省略可能で施設構成がシンプルになる。処理水質は、膜の孔の大きさが $0.1\sim 0.4\mu\text{m}$ と細菌(大腸菌など)よりも小さいこと等により良好な水質が得られる。

2) PMBR について

近年、人口減少や高齢化の本格化、地域社会構造の変化など、污水处理施設の整備を取り巻く諸情勢は大きく変化しており、地方財政も依然として厳しい状況にある。このような状況のもと、効率的な污水处理施設の整備が急務となっており、地域の実状に応じた効率的かつ適正な手法の開発や適用が求められてきている。

極小規模膜分離活性汚泥法(PMBR: Packaged Membrane Bioreactor)は、MBR について、工場製作を想定したパッケージ化を図ることで、施設・設備構成を標準化・最小限化しコスト縮減、工期短縮を図るものである。人口減少により施設が不要となった場合の他地区への転用が可能な分散型下水道システムである。



極小規模処理施設 (PMBR) イメージ図

2. 検証による評価

社会実験における検証による評価は、下記の通りである。また、施設能力は表 1 に示す。

表 1 施設能力

	計画日平均 汚水量 (m ³ /日)	計画日最大 汚水量 (m ³ /日)	処理能力 (m ³ /日)
二戸市 (浄法寺浄化センター)	210	300	300

1) 建設コスト

建設コストの比較は、従来工法(POD)は仮想設計に基づく積算結果を用い、新工法(PMBR)は工事発注時の積算結果を用い、削減効果を確認した。検証の結果、処理施設工(本体工)が大幅に減少するため、従来工法に比べて建設コストの縮減が可能となった(19%縮減)。

2) 維持管理コスト

新工法施工後の電力使用量、水道使用量、薬品使用量の各実績値を下水道統計(H30)のOD法と比較した。検証の結果、従来工法のOD法と比較して、水道使用量、薬品量は維持管理コストが増加しないことを確認した。

水量当たり電気使用量(電気使用量/年間処理水量)は、日平均処理水量110m³/日と年間電気使用量100,964kwh/年より2.5kwh/m³となる。一方、OD法の日平均処理水量200m³/日以下の消費電力原単位は「オキシデーションディッチ法の省エネ技術に関する技術資料,2017年3月」より1.73kwh/m³であるため、水量当たり電気使用量の値は高くなると考えられる。

人件費はOD法の積算要領を準用して人件費を算出しているため、同規模のOD法の処理場と人件費の差異が発生しないため、比較対象からは人件費を除外した。汚泥処分費については、浄法寺浄化センターから発生する汚泥は他処理場二戸浄化センターへ移送し、汚泥処分を実施しているため、比較対象から除外した。上記理由から費用での比較は難しいため、使用量にて比較している。

ただし、膜交換費用は耐用年数の7年毎に発生する。交換費用は1,280万円(平成21年度価格)程度である。

また、電気使用量から二酸化炭素排出量を算出した結果48,059kg-CO₂であった。OD法の全国平均値と同程度であった。ただし、今回算出した二酸化炭素排出量の値は、電気使用量からのみ算出しているため、処理場から発生する二酸化炭素排出量全体の値は全国平均より高くなると考えられる。

3) 建設工期

採用工法による工期の短縮効果を確認した。検証の結果、プラント設備がパッケージ式であるため、処理施設工（本體工）が大幅に減少するため、建設工期が短縮された（23%短縮）。また、単年度工事も可能である。

4) 処理性能

処理水 BOD は年間を通じて 1mg/L 弱の値で推移し、処理水 SS は膜ろ過の効果が発揮され、検出下限値未満で推移した。BOD と SS とともに計画水質を満足していた。

（表 2）清澄で安全な処理水が得られるため処理水の再利用も可能である。

また、処理プロセスとしては循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法と同一であり、窒素についても平均除去率は約 80%となっており、無酸素タンクと好気タンクからなる循環式硝化脱窒法と同等以上の窒素除去性能が認められた。

表 2 処理水質の実績値と計画値

水質項目	PMBR		
	実績値		計画値
	最大	平均	
BOD (mg/l)	1.4	0.8	15
SS (mg/l)	0.0	0.0	30

※ 1 流入率約 52%（平均流入量 110 m³/日／能力 210 m³/日）

※ 2 実績値評価は、H31 年度のデータを用いて行った。

5) 汚泥の性状

好気タンク内 MLSS は 8,000mg/L～12,000mg/L で推移している。また、膜透過性は問題なく、汚泥性状が原因となる処理エネルギーの増大や汚泥の利用・処分への影響は認められないため、問題ない。

6) その他法令遵守

法令に従って基準に応じた対策を行う。なお当該処理施設は悪臭防止法、大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法の規制対象区域外であったため、悪臭防止法、大気汚染、騒音規制、振動規制に関する項目については確認できなかった。

維持管理では騒音、振動、悪臭発生は認められず、環境法令に対して問題無いと言える。

7) 技術導入による生活環境改善効果

平成 23 年 3 月末現在までに 20 戸が個別処理施設から公共下水道に切り替わったこ

とで、浄化槽を設置するスペースがない家屋でも汚水処理が可能となり、雑排水の放流が減少し、生活環境の改善がなされた。

8) 住民参画

クイックプロジェクトについての説明会を数回開催し住民との合意形成を図った。

3 . 適用範囲

本技術導入にあたっての適用範囲は、下記の通りである。

- 実績より1系列当たり日最大処理能力 300 m³/日程度以下を本技術の適用範囲とする。なお、導入にあたっては当該地区の汚水処理施設の整備手法について経済比較を行うものとする。
- 個別処理との比較により、経済性が優位と認められる地区であること。
- 集合処理区域において、「周辺処理場への接続が困難もしくは著しく割高になる地区」、「早期供用が求められており、下水道整備の緊急性が高い地区」であること。

4 . 期待される効果

本技術導入によって期待される効果は、下記の通りである。

- 省スペース化が図れる。(槽容積、最終沈殿池の省略)
- 安定した処理水質が確保できる。また、処理水の再利用も可能と考えられる。
- 維持管理が容易である。(繊細な MLSS の管理やバルキング対策が不要)
- 施設の工場製作およびユニット化により建設コスト縮減と工期の短縮が図れる。

5 . 採用にあたっての留意点

本技術を小規模下水道に相当する規模の事業に適用する際は、「下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2019 年版 (日本下水道協会)、第2章 汚水処理計画, 汚泥処理・利活用計画 第9節 小規模下水道の基本計画」および「小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説 2004 年版 (日本下水道協会)」を参照し、計画・設計・維持管理を行う。

本技術は、水処理方式としては循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法であり、有機物、窒素の除去を対象としているが、SRT が長いため、処理過程で硝化反応が起こりやすい。このため、窒素除去の要否に関わらず、脱窒工程を組込んでアルカリ度の回復を図る必要がある。処理水の pH に留意して運転を行う必要がある。

また、硝化速度及び脱窒速度並びに膜処理能力は、水温低下の影響を受けるため、設計水温は月間平均の最低値に定めて設計計算を行う必要がある。

硝化、脱窒に影響を与える因子は、流入水の有機物濃度及びアルカリ度があげられる。計画流入水の有機物濃度及びアルカリ度が標準的な都市下水の水質と異なる場合には、メタノール等有機物及び水酸化ナトリウムの添加について検討する必要がある。

本技術は、好気タンクから無酸素タンクへの内部循環により汚泥返送を行うため、循環比が過小であると好気タンク内の活性汚泥が高濃度化し、膜処理へ影響が生じる。循環比は安定した処理性能を維持できるように調整が必要である。

油脂類等は、膜処理を阻害するため、流入水に多量に含まれる場合は、油脂類等の除去設備の設置を検討する。

本技術の採用にあたっての留意点は、下記の通りである。

●極小規模処理施設(PMBR)としての留意事項

- 污水处理施設の整備に関しては、市町村等がそれぞれの污水处理施設の有する特性、経済性等を総合的に勘案し、地域の実情に応じた効率的かつ適正な整備手法を選定した上で、適切に事業を実施していくこと。
- 下水道施設として要求される機能を有すること。
- 経済性、緊急性（早期の供用の必要性等）、施工性、維持管理性、耐久性に十分配慮し、技術の導入を検討する。
- 段階的整備及び将来の社会情勢の変化（人口減少等）を想定した処理水量を勘案し、機動的な対応が図れるようユニット構成について検討を行うことが望ましい。
- 流入負荷条件に適した運転管理を行う必要がある。特に供用開始直後の少水量時においては、曝気風量の最適化など、運転方法に留意する。
- 膜に対する曝気洗浄や逆圧洗浄による日常洗浄の他、定期的な薬品洗浄を行うなど、適切な維持管理の実施により、安定した処理性能の確保が必要である。また、余剰汚泥については、目詰まりの原因となることから、引き抜きのタイミングに留意する必要がある。
- 本技術では、工場製作を想定したパッケージ化により、設計の標準化を行い、計測機器など設備機能の簡略化を行うことでコスト縮減が図られていることに留意する。また仕様の追加にあたっては、下水道事業の運営において効率的な手法であるかを検討する。
- 汚泥処理設備を持たない施設構成である。必要に応じて汚泥処理設備の設置のほか、他事業との連携や広域集合処理など、効率的な汚泥処理について検討する。
- 本法施設の維持管理においては、現時点で小規模を中心に 24 施設が稼働している循環式硝化脱窒型 MBR の知見も活用する。
- 極小規模処理施設を採用する地域は、少人数での維持管理体制になることが想定される。そのため、本技術の維持管理に関する情報と知見を蓄積・共有し、PDCA サイクルによる維持管理技術の向上を継続して図り、維持管理技術を継承していくこ

とに留意する。

- 施設規模から維持管理技術員が常駐しない事が多いため、非常通報の配信先を自治体管理者や委託維持管理技術員などに自動的に通報されるシステムの検討の他、万が一、自動配信がなされなかった時を想定して、不意の故障や異常時などに対して住民からも連絡できるような維持管理体制についても検討する。また、想定外の事態に備えて、予備施設の確保先の確認や予備消毒剤の確保など事業継続計画を策定する。

●地域の特性に応じた留意事項

- 寒冷地において凍結の恐れがある場合は、凍結防止の処置として、管きょは凍結深度以下に敷設する、保温材を巻き凍結防止対策を行うこと等に留意する。

6 . 計画・設計、施工にあたっての適用基準

※ 以下の案に示す内容について、一般化の審議の際に追加記載する予定である。

(案)

本技術の施設配置及び、構造、能力等は、下水道法及びこれに基づく関係法令のほか、都市計画法、条例等の基準を遵守する必要がある。

7 . 参考となる事例

【事例】

- ◆岩手県二戸市

令和4年4月20日

下水道クイックプロジェクト推進委員会