

# 下水道クイックプロジェクト 技術利用ガイド（案）

～極小規模処理施設（PMBR）編～

令和5年1月

下水道クイックプロジェクト推進委員会事務局



## まえがき

下水処理施設での汚水処理は、集合処理による施設規模に応じたスケールメリットが得られることから、処理量に対する建設および維持管理費用を抑えることが可能である。

しかし、その施設規模が小さくなるほどスケールメリットは低下し、積極的な事業推進の原動力となり難い傾向にある。また、建設された処理施設が、将来の社会情勢の変化により能力過剰となる可能性も、事業推進に対する懸念事項となっている。

そこで下水道クイックプロジェクトでは、建設コスト縮減および建設工期の短縮効果と、社会情勢の変化に適応するための機動性を有する極小規模処理施設技術として、工場製作型極小規模処理施設（接触酸化型）、同（膜分離型）、極小規模処理施設（PMBR）の3技術に注目し、社会実験による検証を行った。

本技術（PMBR）は、従来からの下水処理施設として実績のある施設規模より小さい規模の下水処理施設として、施設をユニット化し工場製作するものである。工場製作を想定したパッケージ化により、設計の標準化、簡略化を行うことで、建設コストを縮減でき、また、施設の工場製作により現地作業を削減し工場との並行作業とすることで建設工期も短縮できる。加えて、社会情勢の変化に応じて移設も可能な施設となっている。

下水道を安価にかつ早期に供用できること、また、社会情勢の変化に応じて機動的に運用できること、といった本技術（PMBR）の特長から、今後、下水道の事業着手が滞っていた地域における未普及解消や、暫定施設として運用することにより効率的な改築にも供する技術として期待される。

本技術（PMBR）利用ガイド（案）は、下水道クイックプロジェクト推進委員会における技術評価を踏まえて作成されており、極小規模処理施設（PMBR）の調査・設計・施工・維持管理に必要とされる基本的な考え方について、従来からの理論・経験、および岩手県二戸市で行われた下水道クイックプロジェクトの社会実験による検証結果をもとにとりまとめられている。本技術（PMBR）利用ガイド（案）が利用され、早期の未普及解消や人口減少等を踏まえた改築・更新、広域化・共同化計画の見直し等の検討に活用されることが期待される。

なお、本技術（PMBR）利用ガイド（案）の作成に当たっては、岩手県二戸市、地方共同法人 日本下水道事業団に多大なるご協力を頂き、記して謝意を表す。

令和5年1月

下水道クイックプロジェクト推進委員会事務局



# 目次

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第1章 総則 .....             | 1  |
| §1 技術の概要 .....           | 1  |
| §2 適用範囲 .....            | 2  |
| §3 期待される効果.....          | 3  |
| §4 関連法令等 .....           | 3  |
| §5 採用にあたっての主な留意事項.....   | 5  |
| 第2章 調査・計画・設計.....        | 8  |
| §6 調査 .....              | 8  |
| §7 コストの比較 .....          | 9  |
| §8 工期の比較 .....           | 13 |
| §9 計画・設計の手順.....         | 14 |
| §10 処理方法の検討.....         | 15 |
| §11 社会情勢変化への対応性の検討 ..... | 17 |
| §12 処理施設配置の検討.....       | 17 |
| §13 設備・計測機器仕様の検討 .....   | 21 |
| §14 その他の主要な検討項目 .....    | 23 |
| 第3章 施工 .....             | 25 |
| §15 施工の手順 .....          | 25 |
| §16 土工事・コンクリート工事 .....   | 26 |
| §17 据付工事 .....           | 26 |
| §18 配管・電気工事.....         | 27 |
| 第4章 維持管理 .....           | 28 |
| §19 維持管理体制.....          | 28 |
| §20 運転管理方法.....          | 28 |
| §21 膜ユニットの洗浄管理方法 .....   | 29 |
| §22 保全管理方法.....          | 30 |



# 第1章 総則

## § 1 技術の概要

極小規模処理施設 (PMBR) (以下、「本技術 (PMBR)」という) とは、膜分離活性汚泥法 (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、人口減少により不要となった場合も他地区への転用を可能としつつ、施設・設備構成を標準化・最小限化しコストの縮減、工期の短縮に資する技術である。なお、PMBR は Packaged Membrane Bioreactor の略称である。

### 【解説】

近年、人口減少や高齢化の本格化、地域社会構造の変化等、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きており、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いる。

本技術 (PMBR) は、図 1-1 に示すとおり、人口減少により不要となった場合も他地区への転用を可能としつつ、コストの縮減、工期の短縮を図ることを目的に、膜分離活性汚泥法 (MBR:Membrane Bioreactor) 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、未普及地域解消を目指すものである。

膜分離活性汚泥法は最終沈殿池の代わりに、膜で活性汚泥を固液分離する排水処理技術である。反応タンク内の MLSS 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。膜の公称口径が  $0.01\sim 0.4\mu\text{m}$  と細菌 (大腸菌等) よりも小さいこと等により良好な処理水質が得られる。

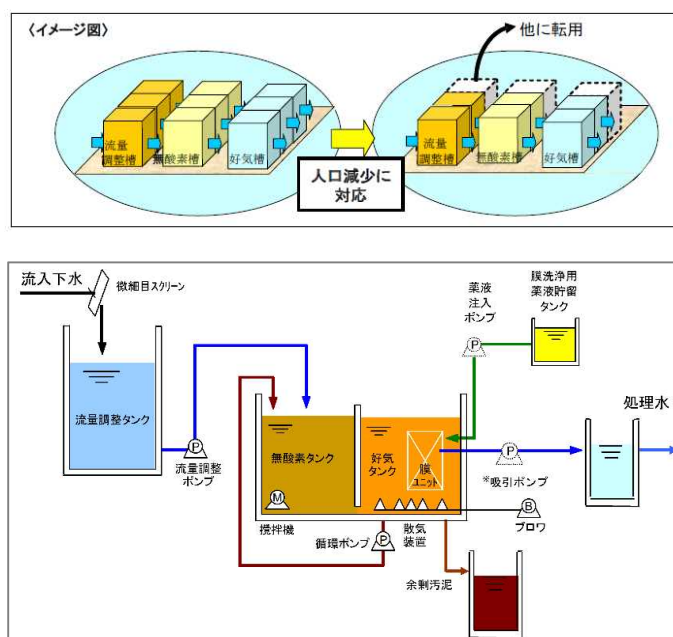


図 1-1 極小規模処理施設 (PMBR) イメージ図

## § 2 適用範囲

本技術利用ガイド（案）は、本技術（PMBR）の調査・計画・設計・施工および維持管理の基本的な考え方を示すものであり、本技術（PMBR）利用ガイド（案）に記載のない事項については、「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）」を参照する。

ここで、本技術（PMBR）導入にあたっての適用範囲は、1 系列当たりの日最大処理能力が 300m<sup>3</sup>/日程度以下（社会実験の実績より）とする。

なお、導入にあたっては、当該地区の汚水処理整備手法について経済比較を行うものとする。

### 【解説】

本技術利用ガイド（案）は、従来からの理論・経験および岩手県二戸市で行われた下水道クイックプロジェクトの社会実験による検証結果より明らかとなった調査・設計・施工および維持管理の基本的な考え方を示すものである。

なお、本技術利用ガイド（案）の内容は、社会実験により評価を実施した極小規模処理施設（PMBR）に関してとりまとめている。

上記の前提条件における本技術（PMBR）の適用範囲を以下に示す。

### 1 系列あたりの日最大処理能力が 300m<sup>3</sup>/日程度以下（社会実験の実績より）

社会実験における 1 系列あたりの処理能力を踏まえ、現段階では施設規模 300m<sup>3</sup>/日程度以下を本技術（PMBR）導入の適用範囲とする。本技術（PMBR）利用ガイド（案）では、二戸市における社会実験施設の建設実績から、1 系列あたり日最大処理能力 300m<sup>3</sup>/日程度以下を本技術（PMBR）採用の目安として示す。ただし、装置により処理能力が異なるため、系列の組み合わせにおいて、必要な処理能力が確保できるようにする。

今後、この 1 系列あたりの処理能力範囲を超える規模の実績が得られた場合には、適用範囲の見直しが行われる可能性に留意する。

なお、本技術（PMBR）を採用しようとする地区は、個別処理を行った場合と経済比較を行うことを原則とする。経済比較の際には、建設費と共に維持管理費を試算し、総合的なライフサイクルコストにより経済性を評価する。また、発生する汚泥の取り扱いにおいては一般廃棄物と産業廃棄物の区分に留意し、その処理処分の方法、効率化による費用低減策についても併せて検討する。



### § 3 期待される効果

本技術（PMBR）導入によって期待される効果は、以下のとおりである。

- （１） 省スペース化が図れる（槽容積の縮小、最終沈殿池の省略）。
- （２） 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。
- （３） 維持管理が容易である（MLSS 濃度の管理やバルキング対策が不要）。
- （４） 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。

#### 【解説】

本技術（PMBR）では、施設をユニット化し、工場製作することで建設コストを縮減するとともに建設工期を短縮することができる。なお、水槽構造は鋼板製を基本とする。

また、生活様式や人口減少等の社会情勢に応じた機動的な対応（施設の移設）が可能であると期待される。

### § 4 関連法令等

関連する法令等の内容を十分把握し、手続き、対策等に万全を期さなければならない。

#### 【解説】

調査・設計・施工および維持管理においては、法令等による規制を受けるため、規制の内容、諸手続き、対策等について事前に十分調査検討し、必要に応じて関係諸機関や管理者に対しての協議・調整を行い、許認可または承認を得なければならない。

主な関連法令等は表 1-1 のとおりであるが、状況に応じてその他関連法令等についても参照する必要がある。

表 1-1 主な関連法令等

| 法 令 等  |  |
|--------|--|
| 都市計画関連 | 都市計画法  |
| 建設関連   | 建設業法<br>下水道法<br>河川法<br>道路法、道路交通法<br>建築基準法  |
| 労働関係   | 労働基準法<br>労働安全衛生法   |
| 環境関係   | 環境基本法<br>悪臭防止法<br>騒音規制法<br>振動規制法<br>水質汚濁防止法<br>大気汚染防止法<br>土壌汚染対策基本法  |
| その他    | 廃棄物の処理及び清掃に関する法律<br>建設副産物適正処理推進要綱<br>資源の有効な利用の促進に関する法律<br>自然公園法及び自然環境保全法<br>建設工事公衆災害防止対策要綱<br>水産資源保護法<br>火薬類取締法<br>電気設備技術基準<br>酸素欠乏症等防止規則<br>消防法 |

## § 5 採用にあたっての主な留意事項

### 水処理方法に関する留意事項

- (1) 極小規模処理施設 (PMBR)

### 極小規模処理施設としての留意事項

- (2) 系列毎の能力配分
- (3) 運転方法
- (4) 簡略化された施設構成
- (5) 停電時の対応
- (6) 汚泥処理
- (7) 類似施設の知見の活用
- (8) 知見、技術の共有と継承
- (9) 少人数体制を前提とした非常時対応

### 地域特性に応じた留意事項

- (10) 地域の実情に応じた効率的かつ適正な整備手法の選定
- (11) 寒冷地対策

## 【解説】

### (1) 極小規模処理施設 (PMBR)

本技術 (PMBR) で採用する膜分離活性汚泥法は最終沈殿池の代わりに、膜で活性汚泥を固液分離する排水処理技術である。

本技術 (PMBR) は、水処理方法としては循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法である。また、本技術 (PMBR) は有機物の除去を対象としているが、SRT (汚泥滞留時間) が長いため、処理過程で硝化反応が進みやすく、pH が低下する可能性があり、脱窒工程を組込んで対応している。

また、生物処理能力及び膜処理能力は、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施設設計計算を行う。

本技術 (PMBR) は、好気タンクから処理水を引き抜くため好気タンク内で MLSS 濃度が高くなり、好気タンクから無酸素タンクへの活性汚泥混合液の内部循環により、硝化脱窒処理が生じる。膜ユニットが設置される好気タンク内の MLSS 濃度が高濃度化すると、膜処理の継続が困難となるおそれがあり、安定した処理性能を維持できるように、汚泥引抜量や内部循環比の調整が必要である。

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。

### (2) 系列毎の能力配分

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考慮し、機動的な対応が図れるよう処理系列数について検討する。

### (3) 運転方法

下水処理施設に求められる計画放流水質（BOD:15mg/L以下ほか）を確保する必要がある。  
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、曝気風量が最大とならないようにする等、運転方法に留意する。

### (4) 簡略化された施設構成

本技術（PMBR）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、計測機器等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。

### (5) 停電時の対応

非常用電源を持たない施設構成であることから、停電時の未処理汚水流出防止のため、事前に管内貯留時間を把握し、可搬型発電機の確保先を確認しておく。また、必要に応じて非常用発電設備の設置等による対策を検討する。

### (6) 汚泥処理

汚泥処理設備を持たない施設構成であるため、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等、効率的な汚泥処理について検討する。

### (7) 類似施設の知見の活用

本技術（PMBR）の維持管理においては、小規模な下水処理場を中心に稼働している膜分離活性汚泥法（MBR）の知見も活用する。参考に、膜分離活性汚泥法（MBR）の実績を表 2-1 に示す。

表 2-1 膜分離活性汚泥法（MBR）の実績

| No. | 自治体名       | 処理場名       | 処理方式             | 日平均処理水量<br>(m <sup>3</sup> /日) |
|-----|------------|------------|------------------|--------------------------------|
| 1   | 北海道 標茶町    | 塩路終末処理場    | 膜分離活性汚泥法         | 46                             |
| 2   | 北海道 標茶町    | 磯分内終末処理場   | 膜分離活性汚泥法         | 656                            |
| 3   | 岩手県 二戸市    | 浄法浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 108                            |
| 4   | 栃木県 鹿沼市    | 古峰原水処理センター | 膜分離活性汚泥法         | 30                             |
| 5   | 福井県 若狭町    | 海越浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 71                             |
| 6   | 静岡県 沼津市    | 戸田浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 462                            |
| 7   | 兵庫県 南あわじ市  | 養浄化センター    | 膜分離活性汚泥法         | 71                             |
| 8   | 島根県 大田市    | 大田浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 736                            |
| 9   | 島根県 雲南市    | 大東浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 596                            |
| 10  | 高知県 橋原町    | 橋原浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 393                            |
| 11  | 福岡県 新宮町    | 新宮中央浄化センター | 膜分離活性汚泥法         | 3,908                          |
| 12  | 佐賀県 唐津市    | 呼子浄水センター   | 膜分離活性汚泥法         | 498                            |
| 13  | 熊本県 天草市    | 高浜浄化センター   | 膜分離活性汚泥法         | 108                            |
| 14  | 静岡県 浜松市    | 城西浄化センター   | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 314                            |
| 15  | 愛知県 豊田市    | あすけ水の館     | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 421                            |
| 16  | 大阪府 堺市     | 泉北下水処理場    | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 13,826                         |
| 17  | 岡山県 鏡野町    | 泉津浄化センター   | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 137                            |
| 18  | 岡山県 美咲町    | 権原浄化センター   | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 258                            |
| 19  | 香川県 三木町    | 三木浄化センター   | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 257                            |
| 20  | 佐賀県 白石町    | 白石浄化センター   | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 671                            |
| 21  | 沖縄県 大宜味村   | 大宜味浄化センター  | 循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法 | 79                             |
| 22  | 愛知県 名古屋市中区 | 守山水処理センター  | 嫌気無酸素好気型膜分離活性汚泥法 | 2,227                          |
| 23  | 兵庫県 福崎町    | 福崎浄化センター   | 凝集剤添加型膜分離活性汚泥法   | 5,457                          |

出典：令和元年度版下水道統計、(公社)日本下水道協会

#### **( 8 ) 知見、技術の共有と継承**

維持管理に関する情報と知見は蓄積・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。

#### **( 9 ) 少人数体制を前提とした非常時対応**

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等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等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、予備設備の確保先の確認や予備消毒剤の確保等を下水道 BCP に盛り込む。

#### **( 10 ) 地域の実情に応じた効率的かつ適正な整備手法の選定**

汚水処理施設の整備に関しては、市町村等がそれぞれの汚水処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、適切に事業を実施する。

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。

#### **( 11 ) 寒冷地対策**

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、設備配管等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。

## 第2章 調査・計画・設計

### § 6 調査

本技術（PMBR）の採用検討および設計のために、一般的な調査とともに、特に次の各項について十分な調査を行う。

- （1）地域特性
- （2）施設配置条件
- （3）関連者協議（民地占有含む）の要否

#### 【解説】

調査は、本技術（PMBR）の採用の可否についての判断や設計のための資料となるものであり、このことを十分に考慮して行わなければならない。

一般的な調査として、自然条件（地質、気象等）調査、各種動向（人口、産業、観光等）調査、関連計画調査、既存施設調査、放流先（公共用水域）の現況および水質環境基準調査等を行う。特に、次の各項に示す内容の調査を十分に行う。なお、一般的な調査事項については、技術の特性を踏まえ適宜、必要に応じた調査を行う。

#### （1）地域特性

本技術（PMBR）の採用にあたっては、処理施設を設置する地域の自然条件等を十分に配慮する。特に、配慮が必要な地域は、次が挙げられる。

- ① 積雪・寒冷地域（凍結（温度低下））
- ② 海浜地域（塩害）

#### （2）施設配置条件

処理施設用地の選定にあたっては、処理施設の機能が十分に発揮できるように、現況地盤高、水位関係、経済性、維持管理性を総合的に考慮する。また、周辺の土地利用状況と風向を考慮し、臭気源となる処理施設の位置を決定する。

#### （3）関連者協議（民地占有含む）の要否

処理施設を設置する土地の所有者を既存資料等により特定し、処理施設を設置することが技術上問題ないことを確認した後に、所有者に対して処理施設設置の同意についての協議を行う。

## § 7 コストの比較

本技術（PMBR）の採用にあたっては、本技術（PMBR）と従来技術についてコストを比較する。

### 【解説】

本技術（PMBR）の採用にあたっては、従来技術を処理施設として採用する場合とのコスト比較を行うことが必要である。比較対象とする従来技術は、個別処理に加えて、集合処理の場合については同規模の下水処理場で多く採用されている従来技術とし、実績値の整理や仮想設計を行うことで従来技術の建設コストを試算する。

コスト比較の結果、本技術（PMBR）が経済的に優れていることが確認した上で、更なる検討を行う。

### （１）建設コスト

本技術（PMBR）は施設を工場で作ることによる製作手間の低減や機器類の点数が少ない等、仕様の簡略化を行っている。建設コストは様々な要因、条件等により、変化するため本技術（PMBR）を適用しようとする地域特性等を十分に踏まえた建設コストの検討を行うことが必要である。

汚水処理施設の建設コストの試算に際しては、市町村等がそれぞれの汚水処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水処理方法を選定する。なお本技術（PMBR）では、周辺状況や地盤条件が影響する土木建築部分だけでなく、機械電気設備部分についても地域毎の市場性により調達価格が影響されると想定されることから、費用見積を行う。

参考に、社会実験におけるコスト縮減事例を表 2-2 に示す。POD は仮想設計に基づく積算結果を用い、本技術（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、プラント設備（機械・電気）が大幅に減少するため、POD に比べて 16% 程度のコスト縮減が確認された。

表 2-2 社会実験における建設コスト比較事例

| 項目       |          | 建設コスト<br>(千円)  | 耐用年数<br>(年) | 年当たり建設コスト<br>(千円/年) |       |
|----------|----------|----------------|-------------|---------------------|-------|
| POD      | 土木・建築    | 躯体             | 2,528       | 50                  | 116   |
|          |          | 管路             | 6,240       | 50                  | 286   |
|          |          | 舗装             | 3,004       | 10                  | 205   |
|          |          | 外構             | 1,280       | 50                  | 59    |
|          |          | 管理庫            | 5,063       | 50                  | 232   |
|          | 土木・建築 小計 |                | 18,115      | —                   | 898   |
|          | 機械       | ファン 他          | 1,075       | 10                  | 73    |
|          |          | 掻寄機 他          | 103,219     | 15                  | 6,513 |
|          |          | ストレーナ 他        | 5,849       | 20                  | 345   |
|          |          | PC躯体 他         | 57,006      | 50                  | 2,614 |
|          | 電気       | UPS            | 137         | 7                   | 10    |
|          |          | 流量計            | 8,934       | 10                  | 608   |
|          |          | 現場盤 他          | 30,979      | 15                  | 1,955 |
|          |          | 遮断器盤 他         | 6,540       | 20                  | 386   |
| 機械・電気 小計 |          | 213,739        | —           | 12,504              |       |
| 計        |          | <b>231,854</b> | —           | <b>13,402</b>       |       |
| PMBR     | 土木       | 躯体             | 30,170      | 50                  | 1,384 |
|          |          | 付帯             | 1,588       | 18                  | 96    |
|          |          | 防食             | 2,880       | 10                  | 196   |
|          |          | 管路             | 1,417       | 50                  | 65    |
|          |          | 舗装             | 2,878       | 10                  | 196   |
|          |          | 排水             | 1,227       | 50                  | 56    |
|          |          | 土木 小計          |             | 40,160              | —     |
|          | プラント設備   | 攪拌 他           | 7,843       | 10                  | 534   |
|          |          | ポンプ 他          | 138,467     | 15                  | 8,737 |
|          |          | 吊上げ            | 940         | 20                  | 56    |
| プラント 小計  |          | 147,250        | —           | 9,327               |       |
| 計        |          | <b>187,410</b> | —           | <b>11,320</b>       |       |
| 縮減率      |          |                |             | <b>16%</b>          |       |

備考 処理能力：300m<sup>3</sup>/日、PMBR：寒冷地のためRC製、1系列

## (2) 維持管理コスト

維持管理コストは、主に用役費（電力、薬品等）と人件費により構成されるが、用役費が処理水量や施設規模に応じて増減するのに対し、維持管理作業には施設規模や処理水量によらず必要となる作業が含まれることから、施設規模が小さいほど維持管理コストに与える人件費の影響が大きくなる。よって、本技術（PMBR）を適用しようとする地域の特性、維持管理体制等を十分に踏まえて維持管理コストを試算することが必要である。

参考に、社会実験における維持管理コストの実績を以下に示す。

社会実験では、人件費はOD法の積算要領を準用して算出しているため、同規模のOD法の処理場と人件費の差異が発生せず、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、当該浄化センターから発生する汚泥は他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。



本技術（PMBR）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平成 30 年度版の OD 法と比較した。比較結果を図 2-1～図 2-3 に示す。OD 法と比較して、水道使用量、薬品量に係る維持管理コストが増加しないことを確認した。

社会実験による処理水量当たりの消費電力量（年間消費電力量/年間処理水量）は、日平均処理水量 110m<sup>3</sup>/日と年間電気使用量 100,964kWh/年より 2.5kWh/m<sup>3</sup>となる。一方、図 2-4 に示すとおり、OD 法の日平均処理水量 200m<sup>3</sup>/日以下の水量当たり電気使用量は「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、（公財）日本下水道新技術機構」より 1.73kWh/m<sup>3</sup>ある。また、社会実験の流入比率は 0.52 であり、OD 法の流入比率（日平均処理水量/現有施設能力）0.6 以下の場合には 0.81 kWh/m<sup>3</sup>であり、本技術（PMBR）の水量当たり電気使用量の値は、OD 法より高くなると考えられる。

社会実験の一例では、膜交換費用は耐用年数の 7 年毎に発生することを想定しており、交換費用は 1,280 万円（平成 21 年度価格）である。

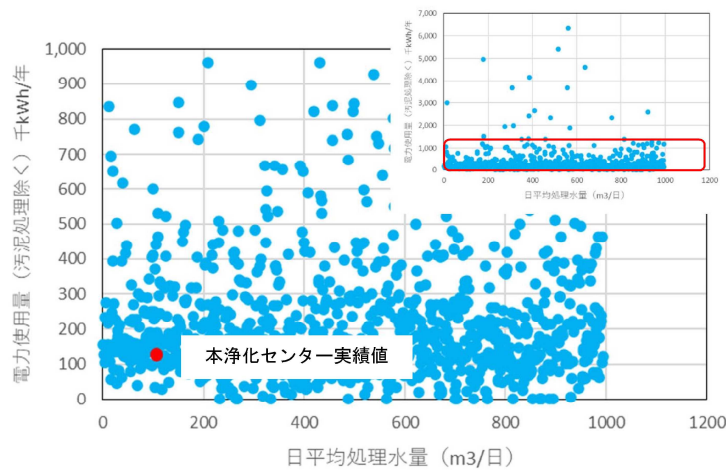


図 2-1 全国の OD 法における処理水量別の電力使用量（下水道統計平成 30 年度版より）

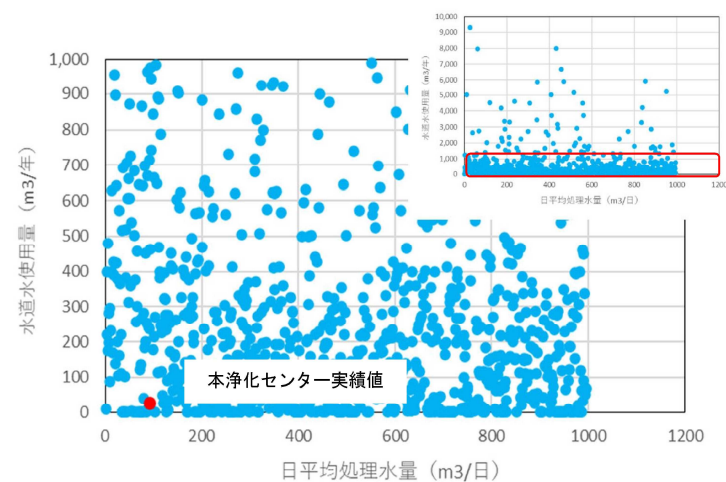


図 2-2 全国の OD 法における処理水量別の水道使用量（下水道統計平成 30 年度版より）

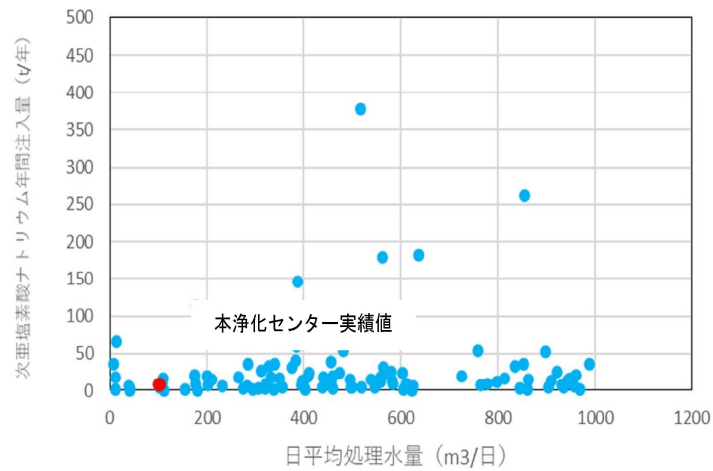


図 2-3 全国の OD 法における次亜塩素酸ナトリウム使用量  
(下水道統計平成 30 年度版より)

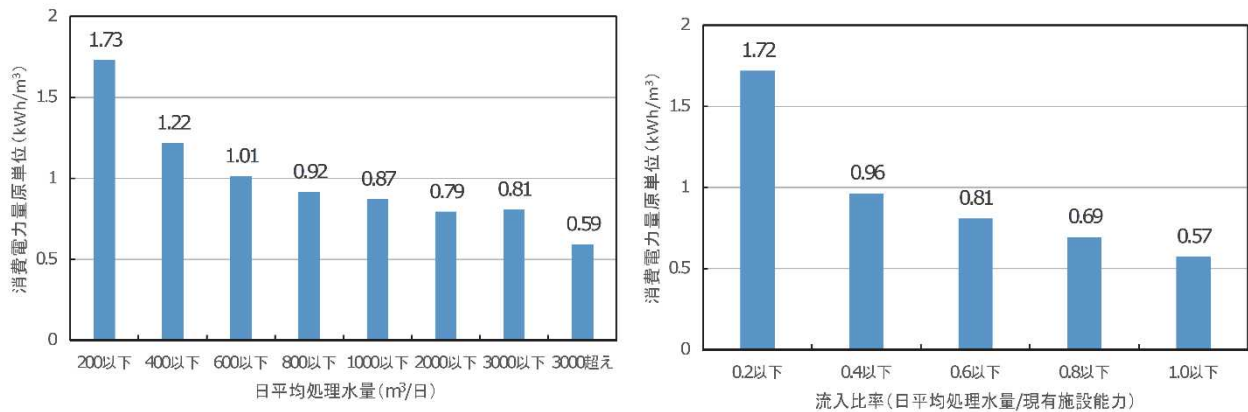


図 2-4 処理場規模別の処理水量当たりの消費電力量 (左)、  
流入比率別の処理水量当たりの消費電力量 (右)

出典：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、  
(公財) 日本下水道新技術機構

## § 8 工期の比較

本技術（PMBR）の採用にあたっては、POD との工期比較を行う。

### 【解説】

本技術（PMBR）においては、施設の工場製作およびユニット化により、建設工期を従来技術よりも短縮することができる。この短縮効果は、土木工事とともに機械電気工事の双方において確認されている。ただし、本技術（PMBR）を適用する地域の特性等によって建設工期に差異が生じることから、従来技術との建設工期の比較を行うことが必要である。

参考に、社会実験における工期短縮事例を表 2-3 に示す。工期の算出に関しては、POD の建設コストは、本技術（PMBR）と同一条件において仮想設計に基づく工期もしくは過去の実績値により算定した。また、本技術（PMBR）の建設工期は、発注時の計画工期を用いた。

検証の結果、プラント設備がパッケージ式であるため、プラント設備（電気）が大幅に減少することから、建設工期が短縮される（23%短縮）。

POD は設備構成が多くあり、それらを接続する配管等も多く埋設する必要があるため、施工期間が長くなる傾向にあるものと考えられる。しかし、本技術（PMBR）では主となる設備は全て処理施設内に設置されており、機器を接続する配管の多くは露出配管となるため、埋設配管等に比べ施工期間が短くなると考えられる。

表 2-3 社会実験における工期比較事例

| 項目     |    | POD                   | PMBR  |                                       |
|--------|----|-----------------------|-------|---------------------------------------|
|        |    |                       | 計画工期  | 実績                                    |
| 土木     | 躯体 | 5 カ月<br>(設計・製作 4 カ月)  | 5 カ月  | 約 5.3 カ月<br>H21.8 下～H22.1 末           |
|        | 外構 | 3 カ月<br>(埋設配管工を含む)    | 1 カ月  | 約 0.8 カ月<br>H22.2 下～H22.3 中           |
| プラント機械 |    | 9 カ月<br>(設計・製作 5 カ月)  | 9 カ月  | 約 10 カ月<br>H21.5 下～H22.3 下<br>(試運転含む) |
| プラント電気 |    | 10 カ月<br>(設計・製作 5 カ月) | 6 カ月  |                                       |
| 全体工期   |    | 約 13 カ月               | 10 カ月 | 約 10 カ月<br>H21.5.26～H22.3.25          |

備考 : PMBR の躯体は寒冷地対応のため RC 構造

## § 9 計画・設計の手順

本技術（PMBR）の採用にあたっては、現地状況に応じた適切な計画・設計を行う。

### 【解説】

計画・設計にあたっては、図 2-5 に示す全体計画、事業計画、基本設計および詳細設計の流れで行う。なお、計画・設計段階における主な検討項目を表 2-4 に示す。

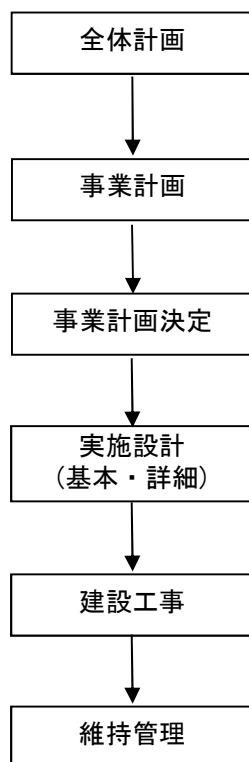


図 2-5 下水道事業における計画・設計から建設、維持管理までの流れ

表 2-4 計画・設計における主な検討項目

|       | 主な検討項目         | 計画 | 設計 |
|-------|----------------|----|----|
| § 1 0 | 処理方法の検討        | ○  | —  |
| § 1 1 | 社会情勢変化への対応性の検討 | ○  | —  |
| § 1 2 | 処理施設配置の検討      | ○  | —  |
| § 1 3 | 設備・計測機器仕様の検討   | —  | ○  |
| § 1 4 | その他の主要な検討項目    | —  | ○  |

## § 10 処理方法の検討

水処理方法は、下水道法施行令で定められた計画放流水質の区分に応じた方法から地域特性等を考慮して選定する。また、汚泥処理方法は、極小規模処理施設である点を考慮し、濃縮汚泥の状態での場外搬出を基本とする。

### 【解説】

極小規模処理施設は、オキシデーションディッチ法（プレハブ式を含む）とともに、社会実験で技術評価された工場製作型極小規模処理施設（接触酸化型）や本技術（PMBR）が挙げられる。なお、現時点では社会実験中である工場製作型極小規模処理施設（膜分離型）も候補となりうる水処理方法である。これらの水処理方法の中から、当該下水処理場の計画放流水質の区分に適合した水処理方法を選定することが必要である。

また、放流先が湖沼や海域等の場合、水質汚濁防止法の排水基準は生物化学的酸素要求量（BOD）ではなく、化学的酸素要求量（COD）が適用される。そのため、都道府県条例による COD に関する上乘せ排水基準値にも留意する。

ここで、本技術（PMBR）における処理実績事例を表 2-5 に示し、MBR も含めた一般的な特徴を表 2-6 に整理する。

本技術（PMBR）では、膜洗浄用空気量、最適 MLSS 濃度、ろ過フラックス、薬品洗浄方法は各メーカーにより異なるため、詳細な仕様を決定する際には留意する必要がある。

汚泥処理方法については、極小規模処理施設である点を考慮し、場外搬出を基本とする。

表 2-5 本技術（PMBR）の処理実績事例（二戸市）

| 水質項目       | PMBR |     |      |
|------------|------|-----|------|
|            | 実績値  |     | 放流水質 |
|            | 最大   | 平均  |      |
| BOD (mg/L) | 1.4  | 0.8 | 15   |
| SS (mg/L)  | N.D. | 0.0 | 30   |

※1 流入率約 52%（平均流入量 110 m<sup>3</sup>/日／能力 210m<sup>3</sup>/日）

※2 実績値評価は、H31 年度のデータを用いて行った。

表 2-6 本技術 (PMBR) と MBR の一般的な特徴

| 本技術 (PMBR) の特徴   |  |
|--|--|
| 長所   | 短所   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事費が安価である。</li> <li>・ 設計手間が少なく、施工は短期間である。</li> <li>・ 将来の人口減少に対応可能であり、移設が容易に行える。</li> <li>・ 無人運転・巡回管理を基本とするため、維持管理費は安価となる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ MBR 同様</li> </ul>   |
| MBR の特徴  |  |
| 長所   | 短所   |
| <p><b>【良好な処理水質・衛生的安全性】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 反応タンク容量に対する SRT を長く確保でき、処理水質が向上する。</li> <li>・ 処理水中に SS は検出されず、透視度が高く清澄な処理水が得られる。</li> <li>・ SS 低減に伴うその他処理水質 (COD、窒素、リン等) の向上が見込める。</li> <li>・ 処理水中に大腸菌群はほとんど含まれない。</li> </ul> <p><b>【省スペース】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 反応タンク容量の縮小及び設備省略 (最初沈殿池、最終沈殿池、消毒、砂ろ過、重力濃縮等) に伴う省スペース化により、必要敷地面積が小さく、コンパクトな施設配置が可能である。</li> </ul> <p><b>【汚泥発生量低減】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 反応タンク活性汚泥の高濃度化による SRT 長期化が可能となり、汚泥発生量の低減が見込める。</li> </ul> <p><b>【維持管理が容易】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最終沈殿池の管理やその他設備省略に伴う維持管理点数が減少する。</li> <li>・ 自動化による省力化が容易である。</li> </ul> | <p><b>【前処理の必要性】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 膜による固液分離を行うため、微細目スクリーンによる前処理が必要 (膜ユニットの保護・汚泥付着防止等) である。</li> <li>・ 油脂分等は、膜へ悪影響を及ぼすため事前除去が必要である。</li> </ul> <p><b>【流入水量変動対応】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流入水量の各種変動に対する設計・運転管理上の対応策が必要 (時間変動、年間変動、雨天時等) である。</li> </ul> <p><b>【ファウリング対策】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 膜ファウリングの進行は基本的には不可避であり、膜の種類や使用条件に応じて、各種洗浄方法を組合わせたファウリング対策 (抑制策、解消策) が必要である。</li> <li>・ 特に、膜の物理的洗浄は所要動力に占める割合が大きい。</li> <li>・ 水温が低いほど膜ろ過性が低下する。</li> <li>・ 冬季のろ過膜の運転条件および薬液洗浄条件について検討が必要である。</li> </ul> |

※ 「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン、平成 23 年 3 月、下水道膜処理技術会議」、  
「膜分離活性汚泥法の技術評価に関する第 2 次報告書—MBR の適用拡大へ向けて—、平成 25 年 4 月、日本下水道事業団」および「下水道施設計画・設計指針と解説 (2019 年版)、(公財) 日本下水道協会」を参考にして作成

### § 1 1 社会情勢変化への対応性の検討

将来の社会情勢変化を想定した計画流入下水量の経年変化に対応できる処理施設構成を検討する。その際には、本技術（PMBR）の耐久性についても考慮する。

#### 【解説】

財政計画に基づいた整備計画や供用開始後の接続率等を踏まえた計画流入下水量により、本技術（PMBR）の系列単位での段階的整備を検討する。機動性を加味し、1系列・1池を基本として系列数を設定する。このとき、施設能力の増強時期や段階、また、将来の人口減少等の社会情勢変化に応じた移設の可能性を考慮し、系列毎の能力配分について検討する。

### § 1 2 処理施設配置の検討

本技術（PMBR）の配置計画を検討する際には、水の流れ、維持管理動線、環境条件等を十分に考慮する。

また、工期、保温方法、維持管理性および移設性を考慮して、当該下水処理場に最適な設置方法を採用する。

#### 【解説】

本技術（PMBR）の配置については、流入管渠から放流吐口までの水の流れや汚泥や薬品等の搬出入車両動線や場内管理および水質管理動線を考慮して決定することが必要である。

周辺土地利用状況と風向による空気の流れから、臭気源となる施設の配置を考慮する。

また、積雪・寒冷地において本技術（PMBR）を導入する際は、冬季における施設の凍結防止対策について検討を行う。その際、地域における従来の知見を活かすとともに、維持管理性、コストおよび施設移設に関する機動性等への影響を踏まえ、各配管については、凍結深度以下への埋設や露出配管の場合には地上部を保温（図 2-6 参照）、等の方法から適切な対策を検討する。

積雪地域で除雪作業が維持管理作業の効率に影響することが想定される場合には、建屋等の設置を検討する（図 2-7 参照）。なお、建屋等を設けない場合は、積雪に伴う上部荷重を考慮した施設設計を行なう必要がある。



図 2-6 保温工事の例（露出配管時の保温材設置）



図 2-7 積雪対策としての建屋築造の例



なお、凍結深度とは、寒さによって温度が0℃以下に低下し地盤が凍結する地表面からの深さを指す。凍結による流下阻害や施設の破損を避けるため、下水道管渠や処理施設は凍結深度より深いところに設置することが一般的である。

凍結深度については、実測する方法のほか、地方公共団体等において標準的な数値を示している例がある。また、標準的な数値が無い場合には、各地の凍結指数から凍結深度を求める方法がある。

例) 北海道建設部建築指導課ホームページ「凍結深度」

以下に、北海道建設部建築指導課ホームページに掲載されている道内各地の凍結深度の標準値について、一部参考転載する。

(北海道建設部建築指導課ホームページより転載)

留意事項

この表に掲げる凍結深度は、各市町村の標準的な値であって、同じ市町村においても外気温が大きく異なる場合があり、また、地質や地下水位、標高などにおいても異なるので、それぞれの状況に応じて、凍結深度を設定しなければなりません。

石狩振興局管内

| 市町村名 | 凍結深度 | 備考      |
|------|------|---------|
| 千歳市  | 60cm |         |
| 恵庭市  | 60cm |         |
| 北広島市 | 60cm |         |
| 石狩市  | 60cm | 下記以外    |
|      | 70cm | 旧厚田村の区域 |
|      | 80cm | 旧浜益村の区域 |
| 当別町  | 60cm |         |
| 新篠津村 | 60cm |         |

渡島総合振興局管内

| 市町村名 | 凍結深度 | 備考      |
|------|------|---------|
| 北斗市  | 60cm |         |
| 松前町  | 60cm |         |
| 福島町  | 60cm |         |
| 知内町  | 60cm |         |
| 木古内町 | 60cm |         |
| 七飯町  | 60cm |         |
| 鹿部町  | 60cm |         |
| 森町   | 50cm | 旧砂原町の区域 |
|      | 70cm | 旧森町の区域  |
| 八雲町  | 70cm | 旧熊石町の区域 |
|      | 60cm | 旧八雲町の区域 |
| 長万部町 | 60cm |         |

檜山振興局管内

| 市町村名 | 凍結深度    | 備考       |
|------|---------|----------|
| 江差町  | 60cm    |          |
| 上ノ国町 | 60cm    |          |
| 厚沢部町 | 60cm    |          |
| 乙部町  | 60cm    |          |
| 奥尻町  | 60cm    |          |
| せたな町 | 60cm    | 旧大成町の区域  |
|      | 70~80cm | 旧瀬棚町の区域  |
|      | 50cm    | 旧北檜山町の区域 |
| 今金町  | 50cm    |          |

後志総合振興局管内

| 市町村名 | 凍結深度 | 備考 |
|------|------|----|
| 島牧村  | 60cm |    |
| 寿都町  | 60cm |    |
| 黒松内町 | 60cm |    |
| 蘭越町  | 60cm |    |
| ニセコ町 | 60cm |    |
| 真狩村  | 60cm |    |
| 留寿都村 | 70cm |    |
| 喜茂別町 | 60cm |    |
| 京極町  | 60cm |    |
| 倶知安町 | 60cm |    |
| 共和町  | 60cm |    |
| 岩内町  | 60cm |    |
| 泊村   | 60cm |    |
| 神恵内村 | 60cm |    |
| 積丹町  | 60cm |    |
| 古平町  | 60cm |    |
| 仁木町  | 60cm |    |
| 余市町  | 50cm |    |
| 赤井川村 | 60cm |    |

空知総合振興局管内

| 市町村名  | 凍結深度 | 備考     |
|-------|------|--------|
| 夕張市   | 60cm |        |
| 岩見沢市  | 60cm | 下記以外   |
|       | 50cm | 旧北村の区域 |
| 美瑛市   | 60cm |        |
| 芦別市   | 70cm |        |
| 赤平市   | 70cm |        |
| 三笠市   | 60cm |        |
| 滝川市   | 60cm |        |
| 砂川市   | 70cm |        |
| 歌志内市  | 90cm |        |
| 深川市   | 70cm |        |
| 南幌町   | 60cm |        |
| 奈井江町  | 60cm |        |
| 上砂川町  | 80cm |        |
| 由仁町   | 60cm |        |
| 長沼町   | 60cm |        |
| 栗山町   | 60cm |        |
| 月形町   | 80cm |        |
| 浦臼町   | 60cm |        |
| 新十津川町 | 60cm |        |
| 妹背牛町  | 60cm |        |
| 秩父別町  | 70cm |        |
| 雨竜町   | 80cm |        |
| 北竜町   | 80cm |        |
| 沼田町   | 60cm |        |

(以下略)

### § 1 3 設備・計測機器仕様の検討

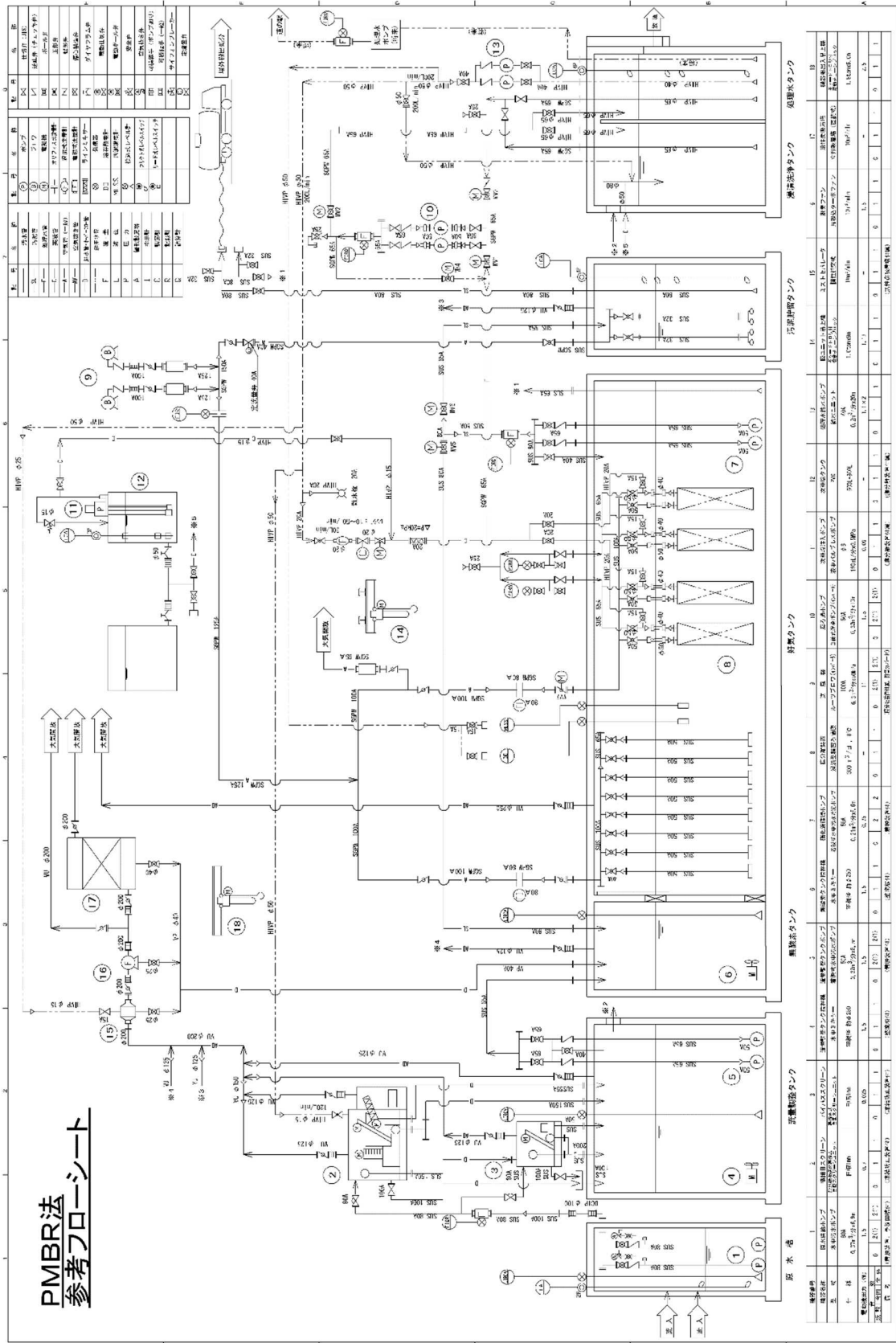
本技術（PMBR）は設備機能の標準化・簡略化を行うことでコスト縮減を図っているため、標準仕様について確認するとともに、仕様の追加はコスト増の要因となることに留意する。また、計測機器を簡略化した施設であることに留意する。

#### 【解説】

本技術（PMBR）における施設構成は、設備機能の標準化・簡略化を行うことでコスト縮減を図っているため、標準仕様について確認するとともに、仕様の追加はコスト増の要因となることに留意する。そのため、仕様の追加に当っては、維持管理の体制、技術員の能力を勘案したソフト的対応で可能であるか、費用対効果の面から有効となるか等、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必要がある。

下水処理施設として求められる処理性能を確保する観点で、計測機器の追加の必要性について検討する。また、季節毎の水量変動等、小水量、低負荷となる期間が想定される場合には、省エネ機器の導入によるライフサイクルコストの縮減について、検討することが望ましい。

# PMBR法 参考フローシート



※本例は、曝気風量計はあるが、本事例は放流流量計は設置せずに、膜ろ過流量計で流量を計測する。

図 2-8 フローシートの例

#### § 1 4 その他の主要な検討項目

本技術（PMBR）を採用するに当たっては、次のような項目についても十分に検討することが必要である。

- (1) 停電時対策
- (2) 臭気対策
- (3) 汚泥処理方法
- (4) その他の法令遵守
- (5) 住民参画

#### 【解説】

##### (1) 停電時対策

停電時の未処理汚水流出防止のため、事前に管内貯留時間を把握し、可搬型発電機の確保先を確認しておく。また、必要に応じて非常用発電設備の設置等による対策を検討する。なお、可搬型発電機で対応する場合、施設の電気設備側に、発電機に対応したプラグ/ソケットあるいは接続用端子が必要となる等、予め検討する必要がある。

##### (2) 臭気対策

DID 地区（人口密集地）等悪臭防止法における規制地域内においては、その定めるところに従って臭気対策を行う必要がある。規制地域外においても、家屋との距離や風向き等の周辺環境を勘案し、臭気対策の採否を検討する。

##### (3) 汚泥処理方法

余剰汚泥は好気タンクから直接引抜き、同時にバルブ操作により好気タンクから引抜いた硝化液を余剰汚泥貯留槽に送る。

社会実験結果（二戸市）では、本浄化センターから発生する汚泥を別の浄化センターへ移送し処理している。

ここで、本技術（PMBR）は汚泥処理設備を持たない施設構成であることから、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等、効率的な汚泥処理について検討する。

##### (4) その他の法令遵守

当該処理施設が各種法令（悪臭防止法、大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法）の規制対象区域に含まれるのかを確認する。規制対象区域内に含まれる場合には、悪臭、大気汚染、騒音規制、振動規制に関して十分に検討する必要がある。また、規制対象区域外である場合でも、特に、悪臭に関しては、濃縮汚泥搬出時等に問題となる可能性があるため、検討を行う。

#### (5) 住民参画

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等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等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等を下水道 BCP に盛り込む。

## 第3章 施工

### § 15 施工の手順

本技術（PMBR）の施工にあたっては、基本的な施工の手順に従うとともに、施工時の安全対策に留意する。

#### 【解説】

基本的な施工の手順を、図3-1に示す。なお、施工の際には、以下の安全対策を講じる必要がある。

- ① 感電・発火事故防止対策
- ② 傷害事故防止対策
- ③ 転落事故防止対策

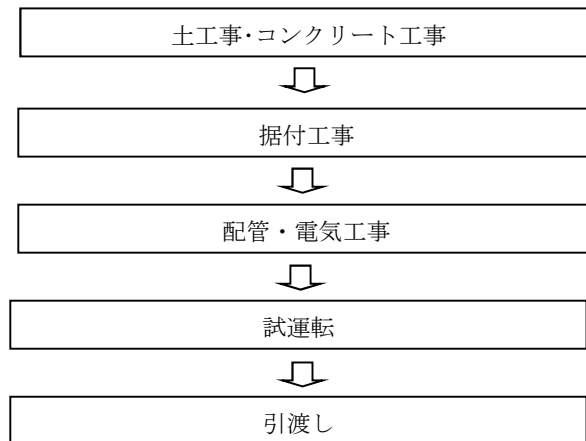


図 3-1 基本的な施工の手順

### § 16 土工事・コンクリート工事

本技術（PMBR）を適切に据付、長期に渡って安定した処理を行うために、土工事・コンクリート工事を適切に行う必要がある。

#### 【解説】

本技術（PMBR）を適切に据付、長期に渡って安定した処理を行うために、土工事・コンクリート工事を適切に行う必要がある。

掘削に際しては、土砂崩壊がないように地質の種類に応じて、掘削の深さととり面の状態を考慮する。なお、既設の建物や工作物が近くにあり、地下水位が高く、地山が崩落する恐れがある場合には、オープンカット工法を採用できないため、掘削深さが 1.5m 以上となる場合は、鋼矢板等による山留工法を採用する必要がある。

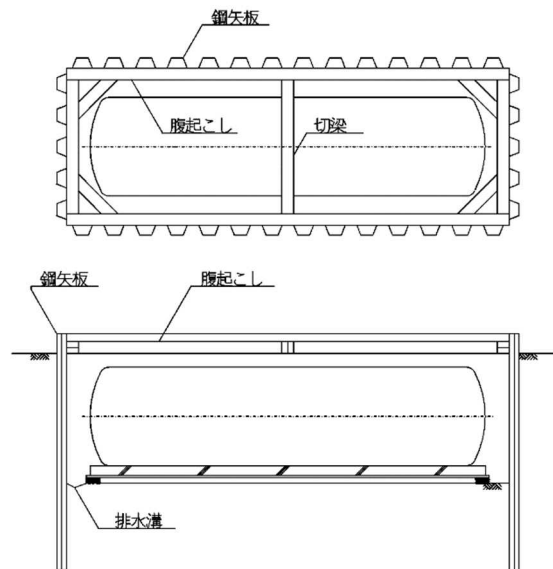


図 3-2 山留工法のイメージ

### § 17 据付工事

本技術（PMBR）の据付工事の際には、処理施設本体を長期間に渡って水平に保つ必要があるため、基礎、浮上防止対策（半地下埋設型もしくは地下埋設型）および転倒防止対策（地上設置型）を十分に講じる必要がある。

#### 【解説】

本技術（PMBR）の据付工事の際には、処理施設本体を長期間に渡って水平に保つ必要があるため、基礎、浮上防止対策（半地下埋設型もしくは地下埋設型）および転倒防止対策（地上設置型）を十分に講じる必要がある。

また、据え付けにあたっては、クレーンによる作業が想定されるが、重量や据え付け位置



と作業半径等を考慮の上、適切な機種選定を行い、慎重に作業を行う。なお、本体タンクの重心バランスについては、製品毎に内部設備が違うため重心バランスが異なることに留意する。

#### § 18 配管・電気工事

本技術（PMBR）内の本体タンク間、流入管渠と本技術（PMBR）の間および本技術（PMBR）と放流口の間について、配管工事が生じる。また、本技術（PMBR）全般に関する電気工事が生じる。

#### 【解説】

本技術（PMBR）の配管が、埋戻しの土の中に埋設される場合は、土が締まるまでは不等沈下が懸念される。配管等の破損を防止するため、埋戻し前に支持金物等によりベースあるいはスラブ配筋に固定する。

流入管渠と本技術（PMBR）の間、および本技術（PMBR）と放流口の間についても配管工事が生じる。配管が施工後に沈降しないように留意するとともに、必要な土被りを確保する。特に、自動車等の重量物が通る通路の下では、特に基礎をよく締め固め、土被りを十分にとる、もしくはコンクリートで保護するようにする。

なお、寒冷地では、給水管やポンプ圧送管の凍結を防ぐために、温床線ヒーターや保温材を巻きつける等の対策が必要である。

## 第4章 維持管理

### § 19 維持管理体制

本技術（PMBR）の維持管理においては、小規模な下水処理場を中心に稼働している膜分離活性汚泥法（MBR）の知見も活用する。

本技術（PMBR）は最終沈殿池が存在しないため、人手や経験を要する同施設の管理が不要となる。

#### 【解説】

本技術（PMBR）の維持管理においては、小規模な下水処理場を中心に稼働している膜分離活性汚泥法（MBR）の知見も活用する。

本技術（PMBR）は以下の観点より、遠方監視・制御等による自動運転が導入しやすい。

- ・ 最終沈殿池が存在しないため、人手や経験を要する同施設の管理が不要となる。
- ・ MBRにおける固液分離状況の監視は基本的に膜差圧により行なう。

本技術（PMBR）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（PMBR）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。

### § 20 運転管理方法

運転管理を行う者は、汚水の処理原理と施設の機能を十分に理解して、適正な管理を行う必要がある。そのためには、必要な運転・処理情報を得て、運転管理に反映することが必要である。

#### 【解説】

運転管理とは、処理状況を総合的に把握し、安定して良好な処理水質等を確保するとともに、適正に汚泥を処分するために行う業務である。そのため、運転管理を行う者は、汚水の処理原理と施設の機能を十分に理解して、適正な管理を行う必要がある。

適正な管理を行うためには、水量、水質、送風量、汚泥量等の運転・処理情報を適宜、収集する必要がある。

本技術（PMBR）の運転管理において特に留意する必要がある事項を以下に挙げる。

- ① 本技術（PMBR）は、水処理方法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。

- ② 最適 MLSS 濃度、膜洗浄用空気量、ろ過フラックス、薬品洗浄方法、低水温時の膜ろ過能力は各メーカーにより異なるため、維持管理方法を検討する際には留意する必要がある。
- ③ MLSS 濃度が過度な場合は酸素移動効率が低下するため、適切な MLSS 濃度を維持する必要がある。
- ④ MLSS 濃度が過度に上がると酸素移動効率の低下や膜の目詰まりの原因になることから適切な MLSS 濃度を維持する必要がある。
- ⑤ 好気タンクの MLSS 濃度が過大・過小な場合は、引抜汚泥量を調整する。
- ⑥ 低水温期には、膜差圧が上がりやすくなる。膜差圧の上昇を確認項目とし、膜洗浄等の管理を行う。
- ⑦ 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。
- ⑧ 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は、曝気風量の最適化等、運転方法に留意する。
- ⑨ 膜に対する曝気洗浄や定期的な薬品洗浄を行う等、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。
- ⑩ 処理水の消毒設備は設けないが、非常時等を想定して固形塩素等等による消毒が可能となるよう留意する。

### § 2 1 膜ユニットの洗浄管理方法

本技術（PMBR）の場合、膜に付着しているファウリング物質等を適切に洗浄し、良好な水処理を維持する。

#### 【解説】

本技術（PMBR）の場合、ファウリング対策が必要である。ファウリング対策としては曝気洗浄や薬液洗浄（薬品注入洗浄、浸漬洗浄）等がある。

社会実験では次のような状況を目安に洗浄を行った。

- ① 日常洗浄として曝気洗浄は、ろ過運転中常時、逆圧洗浄は、1回/10分
- ② 薬品注入洗浄は、膜差圧 30kPa を超えた場合や 1回/週～1回/月
- ③ 浸漬洗浄は、1回/半年～1回/年数

定期的な膜ユニットの引き上げ点検の際、破損等の状況を確認し、破損している場合は、膜エレメントの交換等の対応を行う。

膜の交換は定期的あるいは膜差圧が回復しない場合に行う。膜ユニット等の劣化・破損や洗浄を実施しても膜差圧の上昇等が生じる場合は、膜ユニットの交換を行う。

## § 2 2 保安全管理方法

下水処理場は、都市の根幹的施設であり、重要な社会資本であることから、保安全管理を適切に行う必要がある。

### 【解説】

保安全管理を適切に行うことで、施設の機能低下および故障停止並びに事故を未然に防止し、施設機能を常に発揮できるようにすることが可能となる。保安全管理として以下の事項が挙げられる。

- ① 日常点検
- ② 定期点検
- ③ 外部委託点検
- ④ 精密点検

日常点検において行う保安全事項を以下に挙げる。

#### ア) 原水ポンプ槽

散気用バルブを閉じて、砂の堆積状況を確認し、必要に応じて除去する。また、スクリーンの目詰まり状況を確認するとともに、スクリーンかすを搬出处分する。

#### イ) 原水ポンプ

原水ポンプが正常に運転しているかどうかを手動、自動運転により確認する。また、自動運転のためのレベルスイッチの位置および作動状態を点検する。

#### ウ) 微細目スクリーン

微細目スクリーンの清掃を行い、スクリーンかすを搬出处分する。また、駆動部モーターやチェーン等に異常がないかを確認する。

#### エ) 流量調整槽

流入汚水の腐敗防止および固形物の沈殿防止のための水中ミキサーの運転状況を確認する。

#### オ) 無酸素タンク・好気タンク

攪拌状態や散気状態を目視観察する。曝気曝気状況が正常でない場合には、散気装置の清掃を行う。

消泡装置の目詰まりを点検し、必要に応じてノズルの清掃を行うとともに、管内の固形物を定期的に排出し、目詰まりを防止する。

#### カ) 処理水槽

放流ポンプが正常に運転しているかどうかを確認する。

キ) ブロワ

電流計および圧力計の読みに異常がないか確認する。また、運転中に異常音や振動がないか確認する。さらに、オイル漏れ、空気漏れ、V ベルト、エアフィルタ等の状況を確認し、必要に応じて清掃等を行う。

なお、本技術（PMBR）の場合、常駐管理を行うことが難しい。そのため、住民の協力による設備不具合の発見・対応についても検討することが望ましい。

一例として、社会実験における住民向けのパトライト故障通報装置を示す。



図 4-1 パトライト故障通報装置の例