

『PMBR の設計事例』

㈱東京設計事務所 片岡 隆
 ○ 富高 英典

1. はじめに

下水道の普及率は年々向上している反面、人口の密集地域と散在地域では普及率の格差が生じている。また、地方の集落においては厳しい財政事情や人的資源の不足などから未だに未普及地域が存在している。こうした現状を踏まえ、国は、未普及解消クイックプロジェクトを発足し、新たな整備手法による社会実験を行っている。未普及地域の解消のためには、経済性・迅速性に加え、人口減少などの変動に対する流動的な対応が求められている。極小規模膜分離活性汚泥法（以下「PMBR」とする。）は、活性汚泥の管理が容易な膜分離活性汚泥法（以下「MBR」とする。）の特徴を極小規模処理場に活用したもので、省スペース化、低コスト化の向上や早期の供用開始が可能であり、未普及解消に期待できる処理方式である。本論文は、全国的に初導入となったPMBRの実施設計事例について報告を行う。

2. PMBRの概要

PMBRは、最初沈殿池、最終沈殿池、消毒施設を省略できるため、処理施設の面積は小さく、OD法の1/3程度である。また、最終沈殿池の固液分離の管理が不要となるため、遠隔監視による無人運転が容易であるなどの特徴を持っている。

(1) 施設構成

PMBRの施設構成は、MBRの標準的なフローを元に、水処理機能を確保するために必要な基本施設とオプション施設に分類される。基本施設にオプション施設を組み合わせることで、地域特性や管理者の要望に対応した柔軟な対応が可能であり、最小限の施設構成とすることで低コスト化を図ることができる。

表1 PMBRの基本施設とオプション

分類	機器
基本施設	ポンプ類、スクリーン、流量調整タンク、生物反応タンク、膜ろ過設備、膜洗浄設備、ブロワ、散気装置、攪拌装置、薬品槽、貯留槽、電気設備、計装制御設備、補機類、機械基礎類
オプション	管理用建屋、汚泥処理設備、吊り上げ装置、覆蓋、保温対策、フェンス、修景美観措置(植栽、目隠し壁、建屋)、脱臭設備、凝集剤添加設備、遠隔制御設備等

(2) PMBRの種類

PMBRには、人口変動を想定した可搬式の鋼板製タイプ（100、150m³/日）と寒冷地等における凍結対策を目的とした鉄筋コンクリート製タイプ（100、200、300m³/日）の2種類がある。今回の設計対象地域は積雪寒冷地に位置し、計画人口1,000人、計画日最大水量270m³/日より、後者のコンクリート製タイプ、300m³/日を選択した。図1に処理フローを示す。

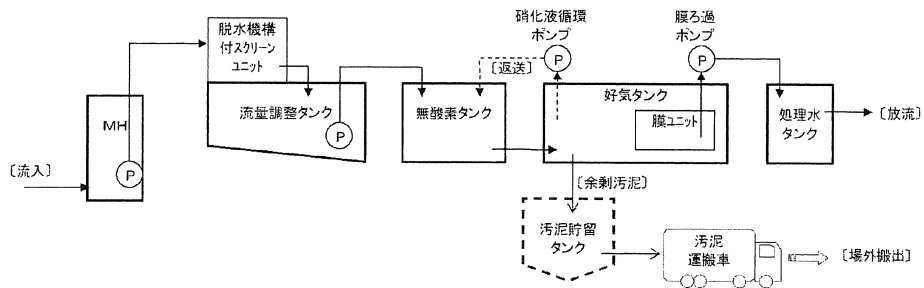


図1 PMBR処理フロー図

Ⅱ -4-2-9 (2/3)

3. PMBR導入にあたっての課題

社会実験の目的は、PMBRの採用により想定される課題抽出、課題解決のためのデータ収集や分析、必要に応じた技術改良などを行うことである。そこで、実用化に向けた過程の円滑化を目指すため、設計段階より課題の抽出を行い、それを未然に防止する対策を施した。ここでは、設計段階における課題を示す。

(1) 寒冷地へ導入する際の課題

設計対象地域は積雪寒冷地域に該当する。近隣の処理場における流入水温は月間平均水温の最低が9℃であった。流入水温の低下は、活性汚泥の粘性を変化させ、膜のフラックス（透過流束： $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ）を低下させることとなる。フラックスの低下は、処理能力を低下させるため、低水温に対する対策が必要であると判断した。

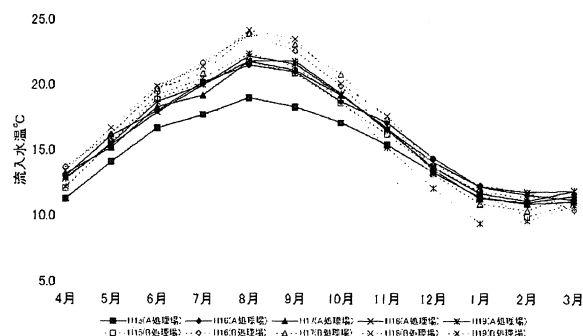


図2 月平均流入水温の変化

(2) 臭気や景観に対する配慮

処理場建設用地は、当該地域の観光地の駐車場や道の駅（将来）に隣接し、近くには民家が点在している。そのため、景観への配慮と共に、マイナスイメージとなる臭気の漏洩防止について管理者からの要望があった。

(3) 低コスト化に対する課題

PMBRは安価な膜分離活性汚泥法として開発された処理方式であるため、建設コストの徹底的な削減が目標となっている。寒冷地対策や臭気、景観に対する配慮はコストを押し上げる要因となることから、効率的な施設配置や省スペース化による低コスト化が必要である。

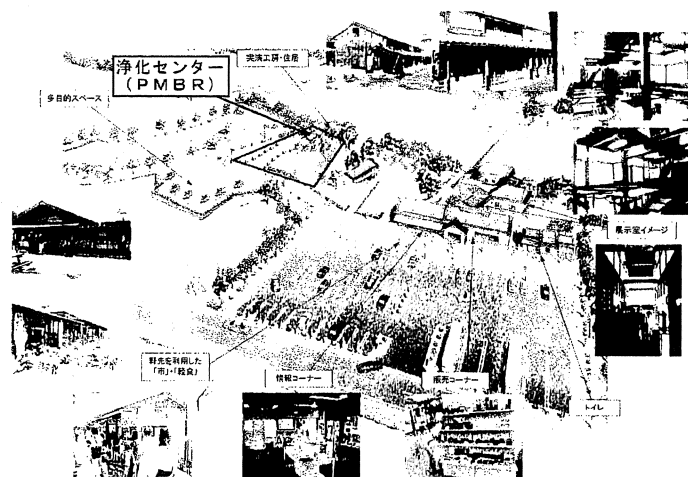


図3 周辺環境イメージ図

4. 課題対策

(1) 寒冷地に対する対策

流入水温低下時に処理能力の低下を避けるため膜ユニット数を増やす必要がある。これまでの知見によると、通常時（13℃以上）の水温に対して、低水温時（8℃）ではフラックスが半減するとの報告がある。本設計では、既存処理施設の実績を参考に設計水温を8℃とした。これにより、冬期での処理能力が低下するため、文献等を参考に膜ユニット数を2倍にすることで処理能力の不足分を補うこととした。しかし、設備費及び躯体費が上昇することとなった。

(2) 臭気や景観への対策

臭気や景観への対策として、オプション施設である管理用建屋の構築を採用した。また、建屋に汚泥搬出車両の格納スペースを設けることで、汚泥引抜時の臭気漏れや作業状況を外部から遮断することとした。さらに、建屋には周辺環境に調和した蔵風デザインを採用するなど視覚的な向上へ配慮した設計を行うこととした。こうした建屋の構築は躯体費を上昇させることとなった。

(3) 低コスト化の促進

寒冷地および臭気や景観に対する対策は、低コスト化を妨げる要因となる。そこで、緻密なメーカーヒヤリング等により低コスト化の促進を図った。

II -4-2-9 (3/3)

- ・ 必要な機能を満足する設備仕様（塗装、材質、付属品など）を精査のうえ設定した。
- ・ 膜ユニットの特徴である省スペース化を活かし、管理動線の確保と共に機器の集約化を図った。
- ・ 機器の省スペース化により、地下室の削減など躯体の縮小化を実現した。
- ・ 流入部の会合マンホールの省略、放流管の浅埋設、換気方式の変更など細部に渡って徹底したコスト削減対策を行った。

以上のように、MBRによる標準的な施設を設置する場合と比べ20%以上の低コスト化を実現できた。

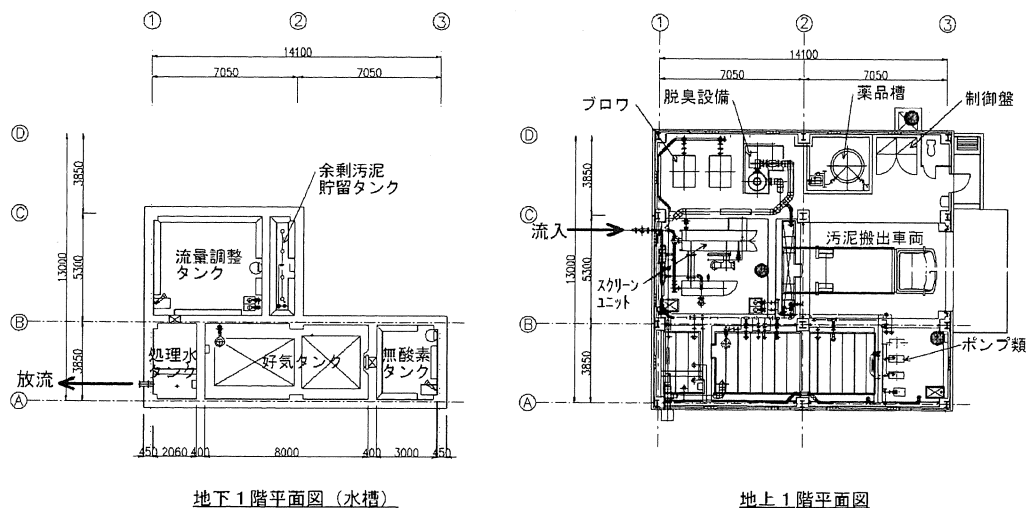


図4 施設配置図

5. 考察

PMBRの設計段階における成果は以下の事項が挙げられる。

- ・ 地域特性である寒冷地に対応することができた。
- ・ 臭気防止や景観向上などに対応することができた。
- ・ 管理動線、設備仕様を精査することで、集約化された施設構築やコスト縮減が可能となった。
- ・ 低コスト化に加え、単年度整備が可能となった。

なお、社会実験では、処理施設としての性能評価、施工後の新たな問題、他地区への適用性などを検証することとなる。

6. 今後の展望

PMBRは、基本施設にオプションを組合せることで地域特性や管理者要望に対応することが可能であり、従来の処理方式と比べ、低コスト化が図れることが確認できた。今後は、人口が散在する未普及地域等において、積極的に採用を検討すべき処理方式の一つであると考えられる。

【参考文献】

- 1) 下水道未普及解消クイックプロジェクト社会実験検証のすすめ方(案) 国土交通省下水道部
- 2) 膜分離活性汚泥法設計要領 日本下水道事業団

【問合わせ先】

㈱東京設計事務所 東北支社 〒980-0012 宮城県仙台市青葉区錦町1-10-7 Tel: 022-261-1844
技術グループ技術第1チーム 富高英典 E-mail: eisuke_tomitaka@tokyoengicon.co.jp