

既存躯体を活用した処理場再構築の事例紹介

-南吹田下水処理場を例に-

株式会社日水コン 森 祐哉

本稿では、老朽化が進んだ吹田市の川面下水処理場（以下、「川面 T」）での汚水処理を南吹田下水処理場（以下、「南吹田 T」）に集約するために、両処理場の統廃合の検討を行った。検討上の大きな課題としては、「両処理場における流入下水の T-N 濃度が非常に高いこと」、「南吹田 T の敷地拡張は困難であり、既存躯体を用いて統合する必要があること」、「南吹田 T を運用しながら統合する必要があること」が挙げられた。上記課題を解決するために、狭隘なスペースで導入可能であり、T-N 除去率が通常の膜分離活性汚泥法（MBR 法）よりも高い多槽循環式 MBR システム（LOOP MBR 法）の導入検討を行った。

Key Words : 処理場統廃合、高度処理、LOOP MBR

1. 本検討の目的

吹田市では南吹田 T と川面 T で下水処理を行っているが、川面 T は供用開始から 60 年近く経過し老朽化が進んでいることから、これまでに川面 T の再構築基本検討を行ってきた。しかしながら高額な事業費に加え新たに必要な周辺敷地の購入も困難であることから、川面 T の再構築は現実的でないと言われてきた。

上記を踏まえ、川面 T を南吹田 T に統合するために「両処理場の接続管計画」、「川面 T のポンプ場化計画」、「南吹田 T への統合計画」、「統合後の合流改善対策計画」を実施した。本稿では上述した 4 つの検討内容のうち、「南吹田 T への統合計画」について報告する。本検討では当面の対応として、既存躯体を活用したまま高度処理を導入し、川面 T 分を南吹田 T で受け入れる方針として検討を行った。

図-1 に検討フロー、図-2 に対象施設の諸元を示す。

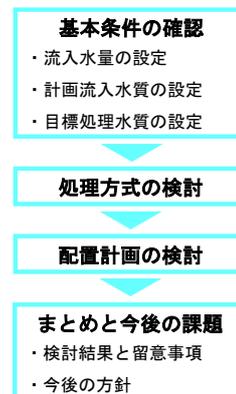


図-1 検討フロー



図-2 対象施設の諸元

2. 基本条件の確認

2-1. 流入水量の設定

検討対象水量は両処理場の将来予測値より設定した。統合後の南吹田 T が供用開始される時期を想定して、10 年後の 2034 年 (R16) の流入水量予測値とした。また、本計画では高度処理導入の検討も行うため、高度処理の設計水量である冬期日最大水量についても設定した (図-3 参照)。

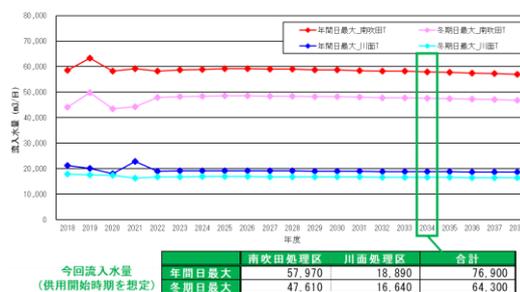


図-3 検討対象水量の設定結果

2-2. 計画流入水質の設定

南吹田 T への統合計画に用いる流入水質の設定を行った。ただし、両処理場における流入水質の実績値が計画値と比べて高くなっていたため、実績値に基づき設定した。実績値より川面 T 流入分と南吹田 T 流入分の水質を設定し、それらを用いて統合後の南吹田 T の流入水質を算出した (表-1 参照)。

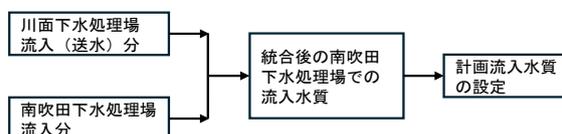


図-4 流入水質の設定・算出の手順

表-1 計画流入水質の設定結果

| | BOD | SS | T-N | T-P |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| 計画流入水質 (mg/l) | 228 | 156 | 57 | 7.0 |

2-3. 目標処理水質の設定

統合後は T-N、T-P を対象とした処理方法の導入が必要となることから、BOD、T-N、T-P を目標処理水質として設定する。

目標処理水質は、基本的に計画放流水質や計画処理水質に基づいて設定されるが、その場合、南吹田 T ではそれに準ずる高度処理施設の導入が求められ、大幅な施設の見直しが生じる。前述した通り、本計画では当面の対応として、既存躯体を活用して両処理場を統廃合する方針としている。そのため今回検討する目標処理水質は、水質総量規制制度を達成するよう設定する（図-5 参照）。総量規制制度では排出が許容される汚濁負荷量（L 値）が設定されており、この L 値を年間通じて達成できるよう目標処理水質を設定した（表-2 参照）。

3. 処理方式の検討

処理方式は、下水処理で用いられる各処理方法のうち、以下に示した 3 つの処理方式を用いて検討を行う。

① 標準活性汚泥法（標準法）

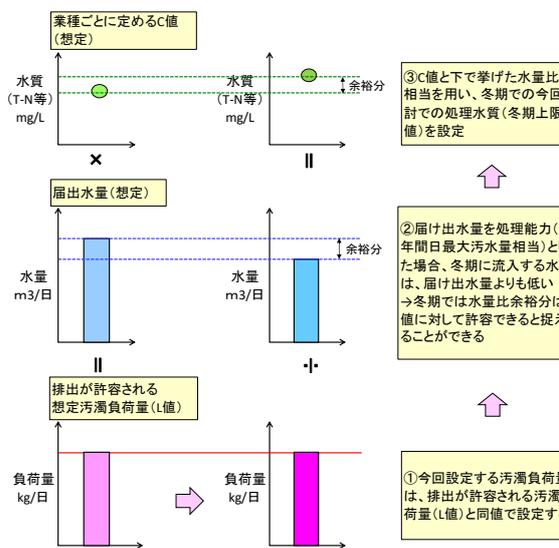
下水処理で最も用いられている処理方式であり、全国的に稼働実績が多い。また、南吹田 T においても 1-2、2 系で導入している処理方式であるため、本検討に採用した。

② ステップ流入式多段硝化脱窒法（ステップ法）

T-N 除去の効率化や維持管理の簡便化を図った生物学的な T-N 除去法である。T-N 除去率はステップ数が 3 段の場合、78%ほど期待できる。今回、流入 T-N が 57mg/l と非常に高いことや、1-1 系での導入実績もあることから、本検討に採用した。

③ 膜分離活性汚泥法（MBR 法）

ろ過膜により固液分離を行うことで有機物、T-N、T-P を除去する活性汚泥法である。MBR 法は最終沈殿池および消毒施設が不要であるため水処理施設としての必要面積



| | BOD | T-N | T-P |
|---------------|-----|-----|-----|
| 目標処理水質 (mg/l) | 9.7 | 9.0 | 0.8 |

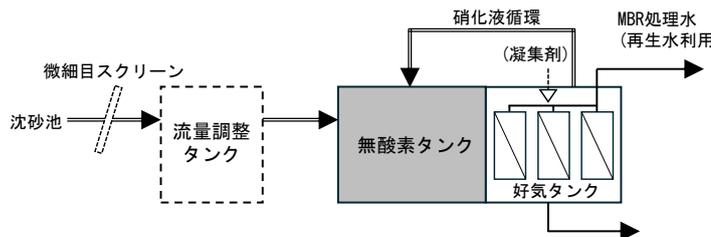


図-6 MBR の配置イメージ (左：平面 右：断面)

が小さく、コンパクトな配置が可能な高度処理方式である。南吹田 T では、敷地に余裕がなく、新たな敷地購入の予定もないことから、本検討に採用した。また、本処理方式では無酸素タンクと好気タンクから成る反応タンクが直列に並ぶ通常の MBR（図-6 参照）に加え、複数の反応タンクが循環するように繋げた LOOP MBR の導入についても検討を行った。LOOP MBR は複数の反応タンクを循環するよう設置することで汚泥循環比を引き上げ、T-N 除去率を最大約 90%まで向上させることができる処理方式である（図-7 参照）。

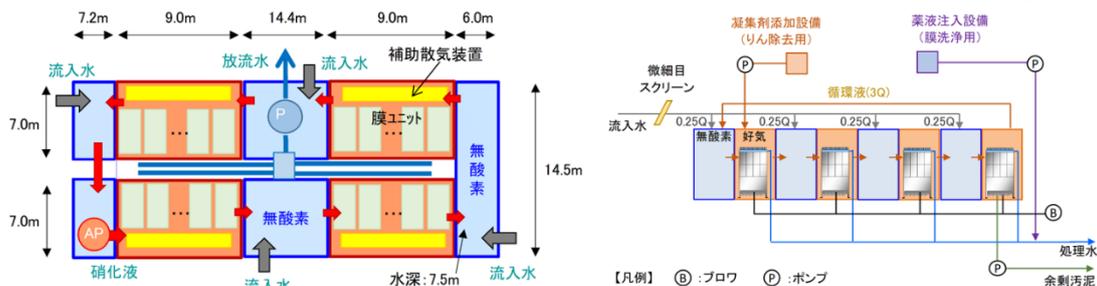


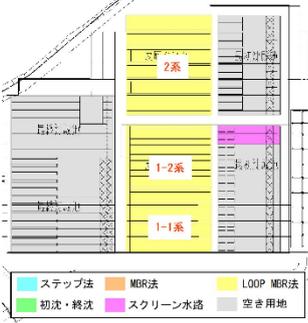
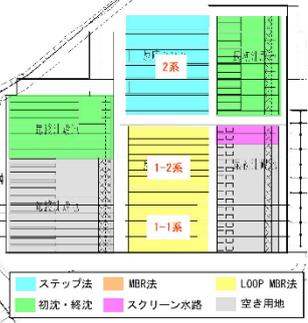
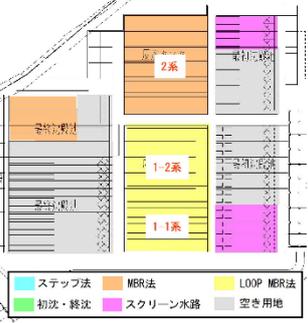
図-7 LOOP MBR の配置イメージ (左：平面 右：断面)

目標処理水質 T-N 9mg/l を達成させるためには高い除去率が設定できる処理方式、かつ現有躯体を用いた再構築が必要となり、検討の結果、次頁 3 ケースについて採用の可能性があった。

- ケース① 全系列に LOOP MBR を導入するケース
- ケース② 1系に LOOP MBR、2系にステップ法を導入するケース
- ケース③ 1系に LOOP MBR、2系に MBR を導入するケース

これら組み合わせについて、処理可能水量・処理水質を満足できるか検討を行った（表 3）。検討の結果、本計画では処理可能水量及び処理水質が満足でき、かつメタノール常時注入を必要としないケース③（1系に LOOP MBR、2系に MBR を導入するケース）を採用した。

表-3 導入可能な処理方式の比較検討結果

| | ケース① 全系列 LOOP MBR 法 | ケース② 1系 LOOP MBR 法、2系ステップ法 | ケース③ 1系 LOOP MBR 法、2系 MBR 法 |
|------------|---|--|---|
| 概要 |  |  |  |
| 処理水量※ | 70,000m ³ /日 (76,900m ³ /日) | 78,900m ³ /日 (76,900m ³ /日) | 77,000m ³ /日 (76,900m ³ /日) |
| 処理水質※ | BOD : 5.0mg/l (9.7mg/l) T-N : 7.0mg/l (9.0mg/l) T-P : 0.8mg/l (0.8mg/l) | BOD : 4.5mg/l (9.7mg/l) T-N : 8.5mg/l (9.0mg/l) T-P : 0.8mg/l (0.8mg/l) | BOD : 5.0mg/l (9.7mg/l) T-N : 9.0mg/l (9.0mg/l) T-P : 0.8mg/l (0.8mg/l) |
| メタノール添加の有無 | バックアップとして添加設備が必要 | MBR 法 : バックアップとして添加設備が必要 ステップ法 : 300ppm の添加が常時必要 | バックアップとして添加設備が必要 |
| 導入判定 | 不可 | 可 | 可 |
| コスト | - | 最も高価 | ケース②より安価 |
| 評価 | × | △ | ○ |

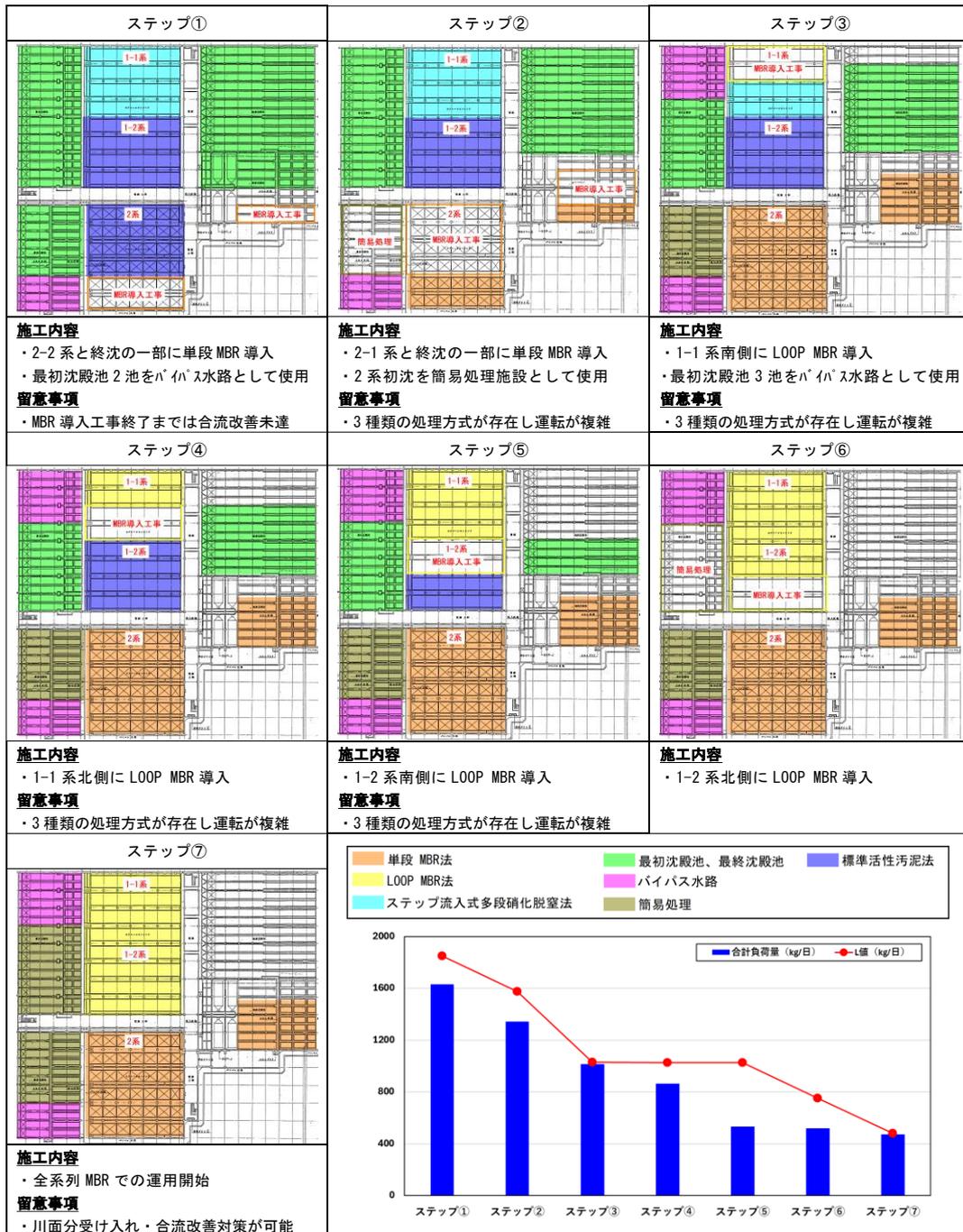
※赤字がOK判定、青字がNG判定

4. 配置計画の検討

南吹田 T での MBR 施設導入工事時も南吹田処理区分の汚水は絶えず流入するため、流入水量・水質に対して処理能力を担保しながらの整備が必要となる。そのため系列ごとに MBR を導入することは不可能であり、水槽ごとの段階的整備となる。また、導入工事の途中には 3 種類の処理方式（標準法・ステップ法・MBR 法）が存在する時期があり、運転管理が複雑となる。MBR 導入が完了した系列についてはバイパス水路以外の最初沈殿池は不要となるため、合流改善対策として簡易処理施設の設置が可能となる。ただし、全系列での MBR 導入工事が終了するまで合流改善は未達となることに留意する。

MBR 導入を 6 ステップに分けて整備することで、各ステップ時の合計負荷量が L 値以内に収まっており総量規制制度を達成できた（表-4 参照）。

表-4 MBR 法導入における段階的整備の順序



5. まとめと今後の課題

5-1. 検討結果と留意事項

本計画では、川面 T の老朽化を受けて南吹田 T への統合計画の検討を行い、通常の MBR と LOOP MBR を組み合わせた処理方式を導入することで処理場統廃合が可能となる結果となった。しかしながら、上記処理方式を導入する場合には施工面や経済面で留意すべき点が挙げられた。主な留意点を以下に示す。

- ・本検討において、MBR 法では MLSS をメーカーが推奨している範囲のうちの最大値を採用しているが、これら値を用いた条件で処理可能水量が流入水量を上回っており、十分な余裕がない結果となった。
- ・T-N、T-P 処理水質は目標処理水質と同値であり、余裕のない運転となるため、バックアップとしてメタノール添加設備を設置し、脱窒反応が不足する際にはメタノール添加を行う必要がある。
- ・MBR はコンパクトでかつ膜処理により良好な水質が得られるものの、システムが大きく変わり、導入コストや維持管理コストが高額となることが予想される（概算工事費で約 370 億円）。
- ・南吹田 T の水処理施設では耐震性能を有していないため、今後耐震補強が必要となる。
- ・水処理方式の変更（MBR）にあたっては稼働しながら段階的に切り替えていく必要があり、処理可能水量等の面から、切り替えには 12 年程度と長い期間が必要になる。また、南吹田 T は供用開始から約 50 年経過しており、MBR を導入しても躯体の建て替えが必要になる可能性がある。

5-2. 今後の方針

前述した通り、南吹田 T への MBR 導入には経済性・施工性でいくつかの留意点が確認された。一方で現在の南吹田 T では、1-1 系をステップ法、1-2 系、2 系を標準法として運用しているが、T-N 除去率（実績値）は約 78%と比較的高くなっている。そのため、現状の処理方式を踏襲した統廃合を行うことで現在の総量規制値は採用でき、処理が行える可能性が考えられることから本計画で提案した。

上記提案に基づき、現状の処理方式を踏襲した統廃合に必要な試験や検討を今年度より実施する予定としている。