

極小規模水道施設向け浄水装置の開発

株式会社 清水合金製作所 藤田幸男
滋賀県彦根市東沼波町 928 番地

2-6 October 2011 The 4th IWA-ASPIRE にて報告

抄録

日本の山間部等に設置されている小規模水道施設においては、安全、安心な水道水を供給するための浄水装置が必要とされている。この度、膜ろ過法を採用した小規模な浄水装置を開発し運用することで、装置の施工、維持管理の妥当性についての評価を行った。これらの運用データや評価を基に、経済性、維持管理性に優れた新たな製品を開発した。

キーワード

小規模、水道、膜ろ過、緊急用、飲料水

1. 序論

日本では、都市部から山間の小さな村にいたるまで、全国どこでも蛇口から飲める水道水を確保し維持している。水道水は、水道法により制定された水質基準を満たすように管理されており、世界でも珍しく蛇口から出る水を直接飲むことのできる環境が整っている。しかし、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物は水道水の消毒に用いられる程度の塩素濃度では死滅しないため、日本を含めた多くの国の上水道ではこの生物の混入がないように随時注意が払われている。また、近年の環境の変化により、原水水質の悪化が深刻な問題となっている。

日本の国土のおよそ 70%が山間部であるが、人口の 50%が平野部に集中している。近年の浄水技術の向上により、点在していた各浄水施設は比較的大規模な浄水施設へ統合されている。しかし、地理的条件や経済的な制約から統合が困難な場合がある。図 1 に水道の種類と概要を示す。特にこの中でも給水人口が 100 人に満たない場合は、「飲料水供給施設」「簡易給水施設」として区分されている。本書では、これらの施設を「極小規模水道施設」と定義する。

水道事業は地方公共団体により経営される企業（地方公営企業）によって行われ、独立採算制で運営されている。極小規模水道施設は地理的に不利な条件であることが多く、山間部の限られた敷地で必要な能力を恒久的に維持する必要があるが、施設管理者不足や技術継承問題を抱えている。

これらの問題を解決するためにも極小規模水道施設に特化した浄水装置を開発し、その運用データや評価を基に装置の改良を行ったので報告する。

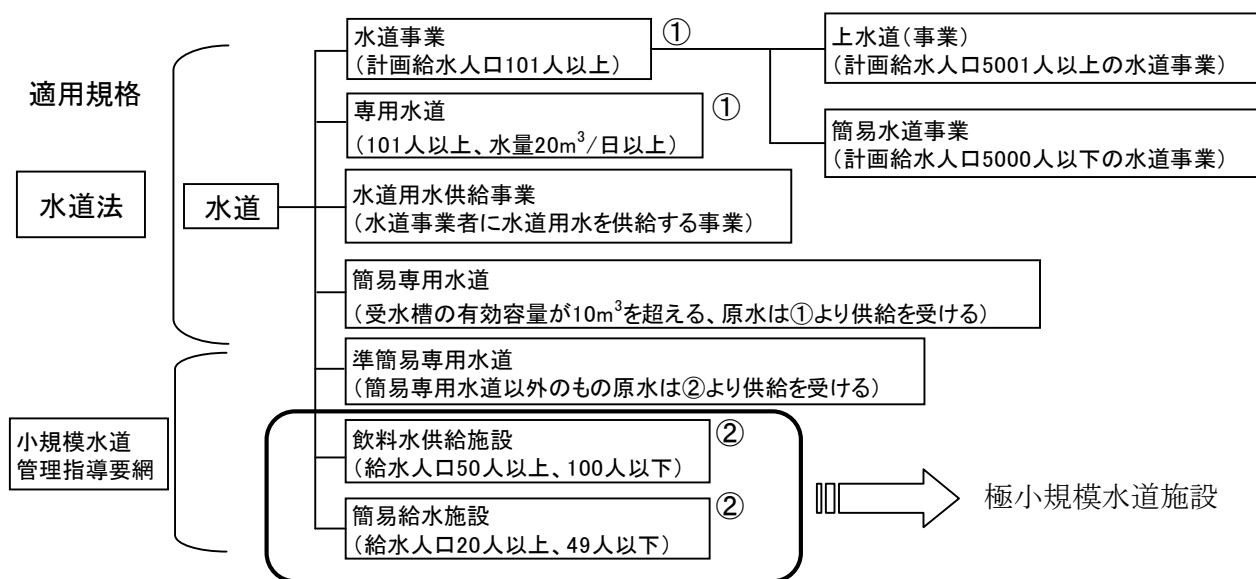


図1. 水道の種類と概要

2. 浄水装置の開発と改良

広く適用可能な基本ユニットを設計したうえで、個々の極小規模水道施設に対し再設計することにより、最適な浄水装置を提案することができる。

再設計した装置は、工場にて製作し品質確認を行った後、現地に設置し運用することで、施工面や維持管理面での効果を確認し評価を行う。開発から改良に至るまでの流れは図2の通りである。

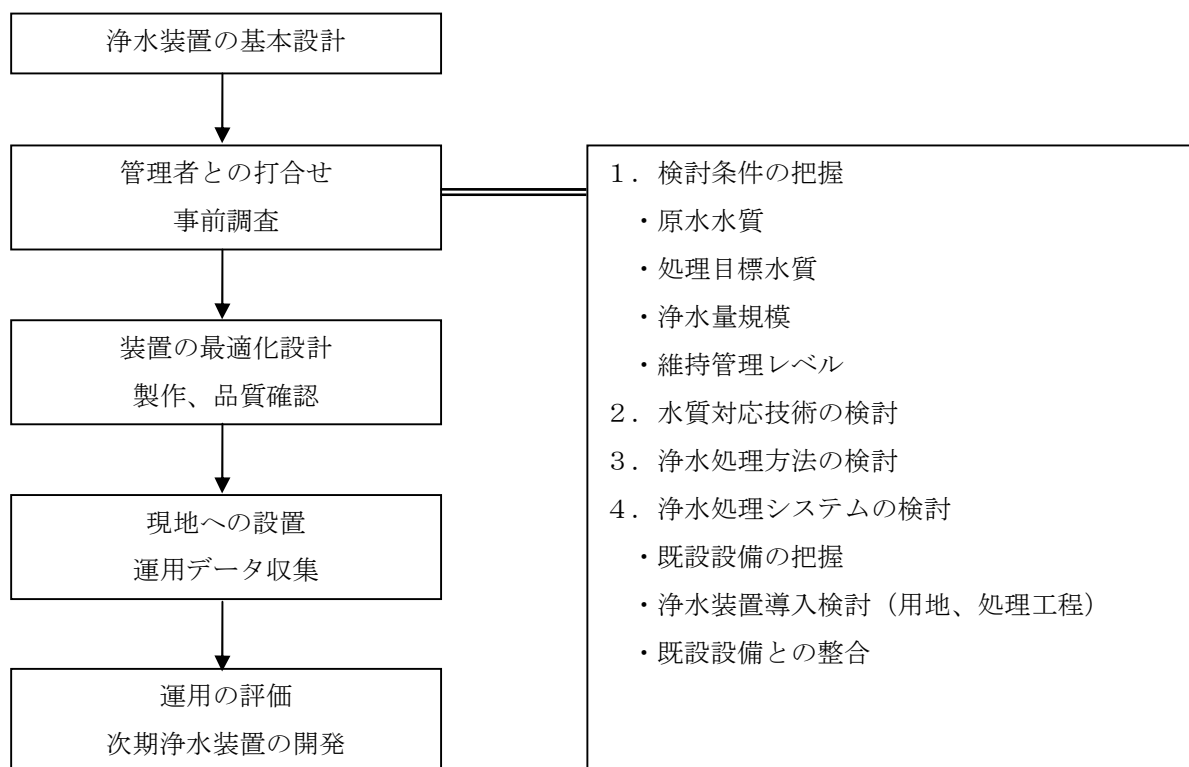


図2. 開発から改良までの流れ

2. 1. 浄水装置の基本設計

水質条件や装置規模、維持管理性などを検討し、汎用性のある基本ユニットを設計した。

基本ユニットの概念は以下の通りである。図3に基本ユニットの一例を紹介する。

浄水方法 : 極小規模水道施設では原水として山間部の谷水を利用していることが多く、平常時においては塩素消毒のみで給水可能な清澄な水であることから、懸濁物質の除去に有利な膜ろ過法(MF膜)を採用した。特に降雨時の突発的な濁水混入に対しても、管理者による特別な操作や薬品添加を行うことなく、MF膜による確実なる過により、安定した浄水水質を得ることが可能となるよう考慮した。

安全性 : 安全性を重視した場合2系列の構成が望ましいが、装置が大きくなり比較的高額となる。極小規模水道施設の場合、施設の改修費、維持管理費が重視されることから、1系列構成とした。ただし、浄水の要である膜モジュールや電動弁などは常に交換可能な予備機を倉庫に保管すると共に、納入業者によるサポート網を構築することで安全性を補うこととした。

ユニット化 : 設置現場は重機の進入が困難であり、資材搬入や工事に支障がでることが多いことから装置をユニット化しコンパクトにすることで、少ない設置面積への対応が可能となる。また、既設設備との整合のため、機械的、電気的な拡張が容易に行えるよう考慮した。現地での工事は、装置の搬入・数ヶ所の配管接続・電源供給・数本の信号線を接続するのみとし、現地での工事を極力少なくするよう考慮した。

維持管理性 : 水道施設は、熟練管理者の退職やその技術継承、水道施設数に対する技術職員不足など、管理者問題を抱えていることが多く、極小規模水道施設ではその傾向が強く表れる。これらの問題に対し浄水方法を含め検討し管理者を限定しない維持管理が行えるよう考慮した。装置の設備構成を単純化すると共に、配管構成も簡略化することで、水の流れが外部から判断し易いものとした。



図3. 膜ろ過装置ユニットの一例

2. 2. 管理者との打合せ、事前調査 及び装置の最適化設計

極小規模水道施設は既に何らかの施設を有していることが多く、既設設備の有効利用も重要な検討事項である。また、地域によって施設の運用状況、管理状況が異なるため、管理者との打合せを十分に行い、運用面で支障の無い装置を設計する必要がある。

2. 3. 現地への設置、運用データ収集

現在まで多数の装置を設計し設置、運用してきた。いずれも $100\text{ m}^3/\text{日}$ 以下の極小規模水道施設であるが、装置の外観、設備構成、制御は様々である。納入から現在までの運用データの収集や管理者への聞き取り等により装置が適切に運用できているかを調査し、その効果を確認した。

以下に現地への設置事例を紹介する。

(設置事例1)

- 計画浄水量 : $40\text{ m}^3/\text{日}$
- 除去対象物 : 色度、濁度
- 浄水方法 : 活性炭+MF膜ろ過
- 特記仕様 : 2系列
- 図4 : 運用データ
- 図5 : 施設の外観
- 図6 : 装置の外観

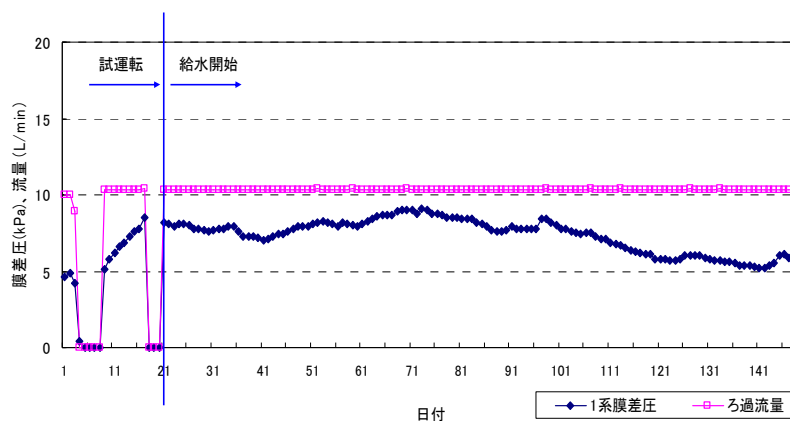


図4. 運用データ



図5. 施設の外観



図6. 装置の外観

(設置事例2)

計画浄水量 : 10 m³/日
除去対象物 : 濁度
浄水方法 : MF膜ろ過
特記仕様 : 屋外設置型、1系列

- 図7 : 運用データ
- 図8 : 施設の外観
- 図9 : 装置の内部 (正面)
- 図10 : 装置の内部 (裏面)

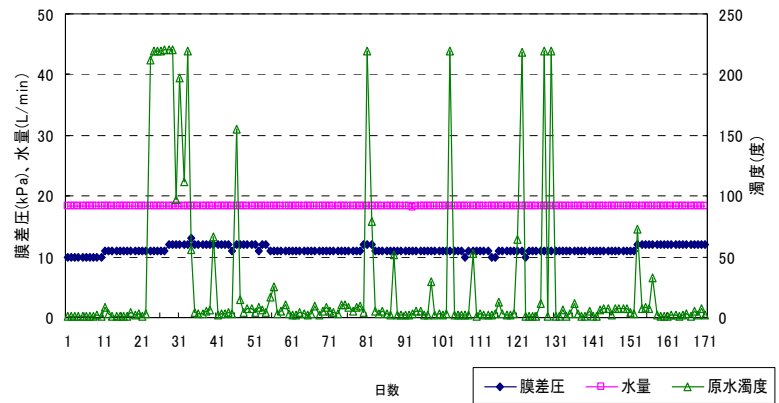


図7. 運用データ



図8. 施設の外観



図9. 装置の内部 (正面)



図10. 装置の内部 (裏面)

2. 4. 運用の評価と次期浄水装置の開発

基本設計ユニットをベースとした浄水装置の運用によって次のような評価が得られた。

- ・膜ろ過法を採用したことにより、原水濁度の悪化に対して管理者による現場操作が無くなった。
- ・トラブル発生時にも、納入業者との電話連絡のみで対応でき、速やかに問題を解決することができた。
- ・施設に応じた装置ユニットの最適化により、現地工事を少なくすることができ、工事費が削減できた。
- ・基本的に全自動運転のため、管理者の定期点検回数を減らすことができた。

また、次のような課題が明確になった。

- ・既設建屋に専用の搬入口がなく、人が出入りするための扉からしか搬入することができない。
- ・電源（AC200V）を確保することが困難で、多額の費用が必要となる。
- ・制御盤面の表示が専門的であり、管理者に一定以上の予備知識が必要となった。
- ・施設の使用期間が限定されており、将来的には施設の廃止が決定している。

これらの課題を基に新型装置ユニットを開発した。図11に新型装置ユニットの外観を、図12に新型装置ユニットの運用事例を紹介する。



図11. 新型装置ユニット

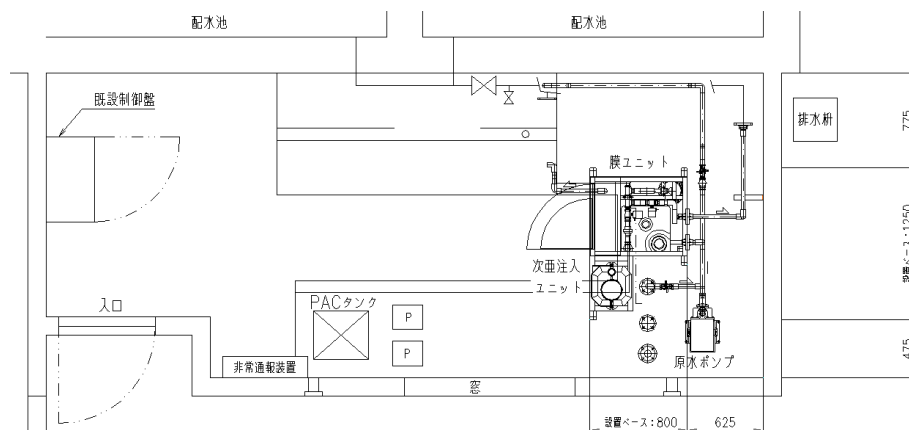


図12. 新型装置ユニットの運用事例

新たな装置は、限られた敷地や既設建屋を有効利用するために設置環境を限定しないよう装置のコンパクト化を追究した結果、可搬性に優れ、既設建屋の扉からの搬入が可能となった。電源は100V仕様、200V仕様を選択可能とすることで対応施設の幅が広がった。制御盤には現在の運転状況や異常発生の有無の表示に図形を多用し、これらが直観的に識別できるよう設計したことにより、管理者の技術レベルに依存しないインターフェイスを構築することができた。さらに追加制御として、自己診断システムを組み込んだことにより、設備の故障を事前に予測することが可能となった。また、必要に応じて、携帯電話を利用した遠方監視装置を設置することで施設や装置の状況を常に監視することができ、より確実な管理が可能となる。

取水から浄水、消毒までの処理を装置ユニット単独で行うことが可能となったことで、装置ユニットの移設が容易に計画でき、施設廃止時の装置ユニット再利用や災害時における仮設給水装置としての利用が可能となる。図13に仮設給水装置としての運用事例を紹介する。



図13. 災害発生時の仮設給水としての運用事例

3. 結論

今回の試みにより、極小規模水道施設における浄水装置の導入及び維持管理の有効性を確認するとともに、より汎用性の高い装置へ展開することができた。

水道は国民の生活に大きく関る重要なライフラインのひとつとなっている。水道原水の悪化対策、クリプトスポリジウム等の対策は急務であり、極小規模水道施設においても例外ではない。また、設備の老朽化に伴う更新、給水人口の減少など様々な課題が発生しているなか、新たな浄水装置が課題の解決手段の一つとなることを願う。

今後も開発を継続し、安全性、安定性、経済性に優れた製品を提供し続けたいと考える。

参考文献リスト

財団法人 水道技術研究センター 浄水技術ガイドライン 2010

財団法人 水道技術研究センター 小規模水道における膜ろ過施設導入ガイドライン 1994年11月