

霞ヶ浦導水事業における 高浜浄化施設建設に関する一考察

平田 寿磨

関東地方整備局 霞ヶ浦導水工事事務所 調査設計課（〒300-0812 茨城県土浦市下高津2-1-3）

霞ヶ浦導水事業は、那珂川下流部、霞ヶ浦及び利根川下流部を連結する地下トンネルを建設し、水を相互に行き来させ霞ヶ浦と水戸市にある桜川の水質浄化、那珂川下流部と利根川下流部の流水の正常な機能の維持（水不足の軽減）、新規都市用水の確保を図ることを目的とした、流況調整河川を整備する事業である。その事業施設の一部として茨城県石岡市三村地内において、霞ヶ浦導水第2機場（高浜機場）を整備し、その附帯施設整備として高浜浄化施設を建設する。高浜浄化施設とは、霞ヶ浦導水事業において霞ヶ浦から那珂川へ送水する際に、霞ヶ浦湖水を浄化する施設であり、第2機場（高浜機場）の敷地内に建設予定である。

キーワード 魚卵除去、特殊ろ材ろ過槽、霞ヶ浦、那珂川、霞ヶ浦導水事業

1. はじめに

霞ヶ浦導水事業は、那珂川下流部、霞ヶ浦及び利根川下流部を連結する地下トンネルによる※流況調整河川を建設し、河川湖沼の水質浄化、既得用水の補給等流水の正常な機能の維持と増進、水道及び工業用水の供給の確保を目的とした事業です。

霞ヶ浦導水路は、利根川水系における上流ダム群、中下流域の貯水池、湖沼開発、河口堰とあわせ、限られた水資源を有効に活用するため、那珂川・霞ヶ浦・利根川を結び那珂川水系もあわせた水のネットワークを形成するものです。

その事業施設の一部として茨城県石岡市三村地内において、那珂導路上の通過点に霞ヶ浦導水第2機場（高浜機場）を整備し、その附帯施設として高浜浄化施設を建設するものです。高浜浄化施設とは、霞ヶ浦導水事業において霞ヶ浦から那珂川へ送水する際に、霞ヶ浦湖水を浄化する施設であり、第2機場（高浜機場）の敷地内に建設予定である。

※「流況調整河川」とは、流況（水量の季節的特性）が異なる2つ以上の河川を水路で結び、時期に応じて、水量に余裕のある河川から不足している河川に水を移動させ、それぞれの河川の流況を改善するものです。これにより河川の必要流量の確保、水の有効活用が可能になります。

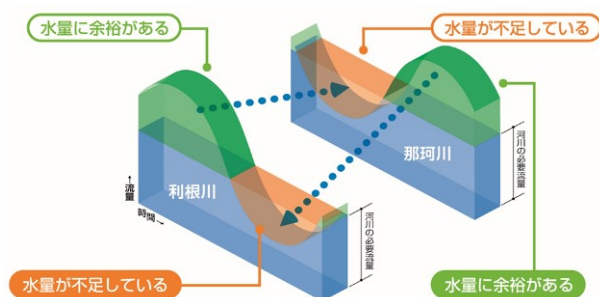


図-2 流況調整河川のイメージ



図-1 霞ヶ浦導水事業概要図

2. 霞ヶ浦導水事業の目的

霞ヶ浦導水事業の目的は大きく3つに分けられます。

(1) 水質浄化

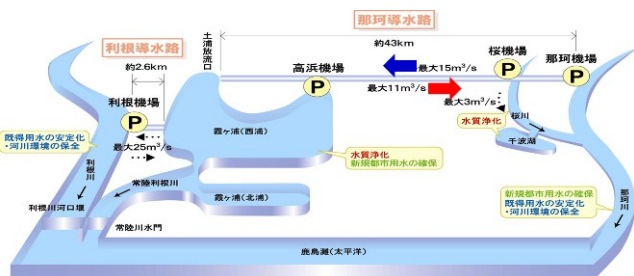
那珂川下流部から霞ヶ浦及び桜川へそれぞれ最大15m³/s及び最大3m³/sを導水するとともに、利根川下流部から霞ヶ浦へ最大25m³/sを導水し、霞ヶ浦、桜川等の水質浄化を図ります。

(2) 流水の正常な機能の維持と増進

霞ヶ浦から那珂川及び利根川にそれぞれ導水し、那珂川下流部及び利根川下流部における既得用水の補給等流水の正常な機能の維持と増進を図ります。

(3) 水道及び工業用水の供給の確保

茨城県、東京都、印旛郡市広域市町村圏事務組合の新規水道用水として最大5.548m³/s、茨城県、千葉県の新規工業用水として最大1.774m³/sの供給の確保を図ります。



図－3 霞ヶ浦導水事業模式図

3. 施設の概要と事業の進捗状況

本施設は、那珂川下流部と霞ヶ浦を結ぶ約43kmの「那珂導水路」と霞ヶ浦と利根川下流部を結ぶ約2.6kmの「利根導水路」の2本の地下導水路と12基の立坑、那珂川から霞ヶ浦へ導水する「第1機場（那珂機場）」（最大15m³/s）、桜川へ注水する「桜川機場（桜機場）」（最大3m³/s）、霞ヶ浦から那珂川へ送水する「第2機場（高浜機場）」（最大11m³/s）、霞ヶ浦と利根川を相互に導水する「第3機場（利根機場）」（最大25m³/s）の4つの機場、及び5つの樋管（那珂樋管、桜川樋管、高浜樋管、利根樋管、霞ヶ浦樋管）からなっています。令和6年3月現在、本事業の進捗状況は、導水路立坑は12基中11基完成し、「利根導水路」は約2.6km全区間完成しています。「那珂導水路」は、水戸トンネル区間約6.8km全区間完成し、石岡トンネル区間は24.7kmのうち約7.4km完成(2工区、6工区)しています。また、石岡トンネル区間の1工区、3工区、4工区、5工区において現在施工中であり、早期完成に向けて事業を進めております。



図－4 事業進捗状況



写真－1 第2機場（高浜機場）建設予定地

4. 霞ヶ浦から那珂川への送水時の浄化の必要性

霞ヶ浦から那珂川への送水時には、特定外来魚の魚卵や、外来植物が移送されることによる那珂川への環境影響を軽減する必要がある。そこで浄化効果を確認するため、実際の取水場所である第2機場（高浜機場）周辺において生息する魚類、植物の予備調査を行った。その結果、最も小さい魚卵、種子を対象とした場合、特定外来魚（コウライギギ（ペペレイ））の魚卵（粒径約2mm）、外来植物（ホテイアオイの種子（粒径約1.2mm））が確認され、その最小粒径を除去することができる能力を有する浄化施設を配置する必要性がありました。



	外来魚類	外来植物
保全指標	コウライギギ（ペペレイ） 卵：2mm 	ホテイアオイ 種子：1.2mm 
浄化手法	特殊ろ材ろ過で対策	



図－5 外来種の指標

5. 高浜浄化施設の浄化手法の選定

送水時の霞ヶ浦湖水の浄化手法については、事業の条件と浄化対象を踏まえ、以下の3条件を満たす必要があった。

- 1) 大量の浄化が可能であること
- 2) 第2機場（高浜機場）敷地内に配置可能であること（コンパクトな施設）
- 3) 約1mm以上固形物が除去可能な機能を有すること

本施設は、浄化対象水量が最大11m³/sで河川浄化としては日本最大であり、河川浄化で実績が多い比較的安価な礫間浄化施設では広大な敷地面積が必要で、約1mm以上固形物の100%除去が困難で適用できませんでした。このため、いかにして、低コストで上記3条件を満たす浄化手法を選定するかが最大の課題でした。

この課題を解決するため、水道・下水道・河川浄化の分野について、最新の浄化技術を調査した結果、相対的にコストが低く、上記3条件を満たし、最も適用性が高い手法として、「特殊ろ材ろ過手法」を選定しました。

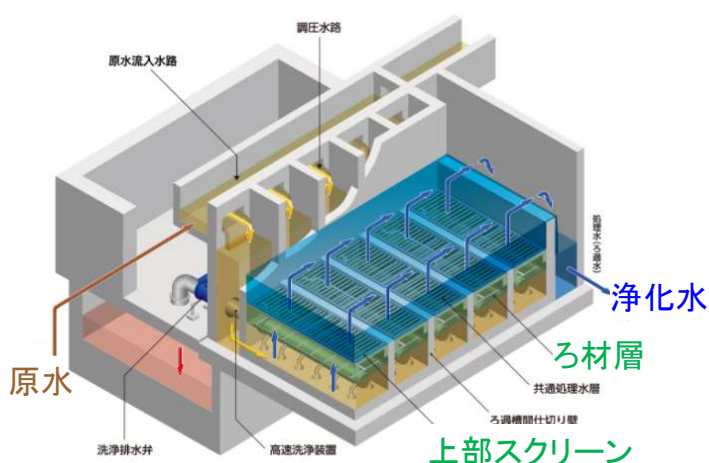


図-6 特殊ろ材ろ過施設の構造

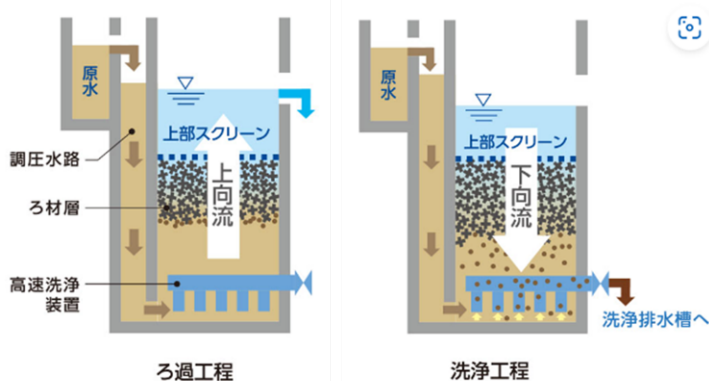


図-7 特殊ろ材ろ過施設の浄化メカニズム

特殊ろ材ろ過は、浮上性のある特殊ろ過材を用いたろ過方式であり、ろ過速度は最大1500m/dで大水量を連続的に浄化可能であり、施設がコンパクトにできる特徴があります。ろ過工程では、上向流で水を流し浄化します。洗浄工程では、浄化水を下向流で一気に流し、目詰まりしたろ材を洗浄し、目詰まりを解消し、浄化機能を維持します。ろ過槽が複数あり、浄化しながら、定期的に2分間1槽づつろ過槽を洗浄するため、通水を停止することなく、連続的に浄化することが可能です。



ろ材：7.5mm×7.5mm

写真-2 特殊ろ材

6. 特殊ろ材ろ過施設の現地実験

下水道分野では、合流式下水道において雨天時に雨水と汚水が混合した下水の一部が未処理で河川に放流されることが問題となっており、その対応のため、大量の浄化が可能な高速ろ過手法として開発された技術で、この分野では実績が多い手法であります。しかしながら、「特殊ろ材ろ過手法」は、主に合流式下水道の雨天時排水を浄化対象としており、湖沼水を対象にした実績がないため、室内実験及び現地実験で、霞ヶ浦湖水の外来魚卵除去の効果を確認することとしました。

特殊ろ材ろ過の通水持続性（目詰まり解消機能）を確認するため、第2機場（高浜機場）建設予定地に実験施設を設置し、霞ヶ浦湖水（第2機場前）を使い、ろ過速度3条件（500,1000,1500m/d）に対し、20日間の連続通水による現地実験を実施しました。現地実験施設は、ろ過槽の大きさが一辺2mの正方形でろ過面積4m²で霞ヶ浦湖岸からポンプ取水した湖水を上向流で流入させる施設です。

ろ過槽の目詰まり解消のため、定期的に洗浄操作を行いました。現地実験の結果、1日1回～6回の頻度の洗浄操作で、通水持続性に問題がないことがわかりました。

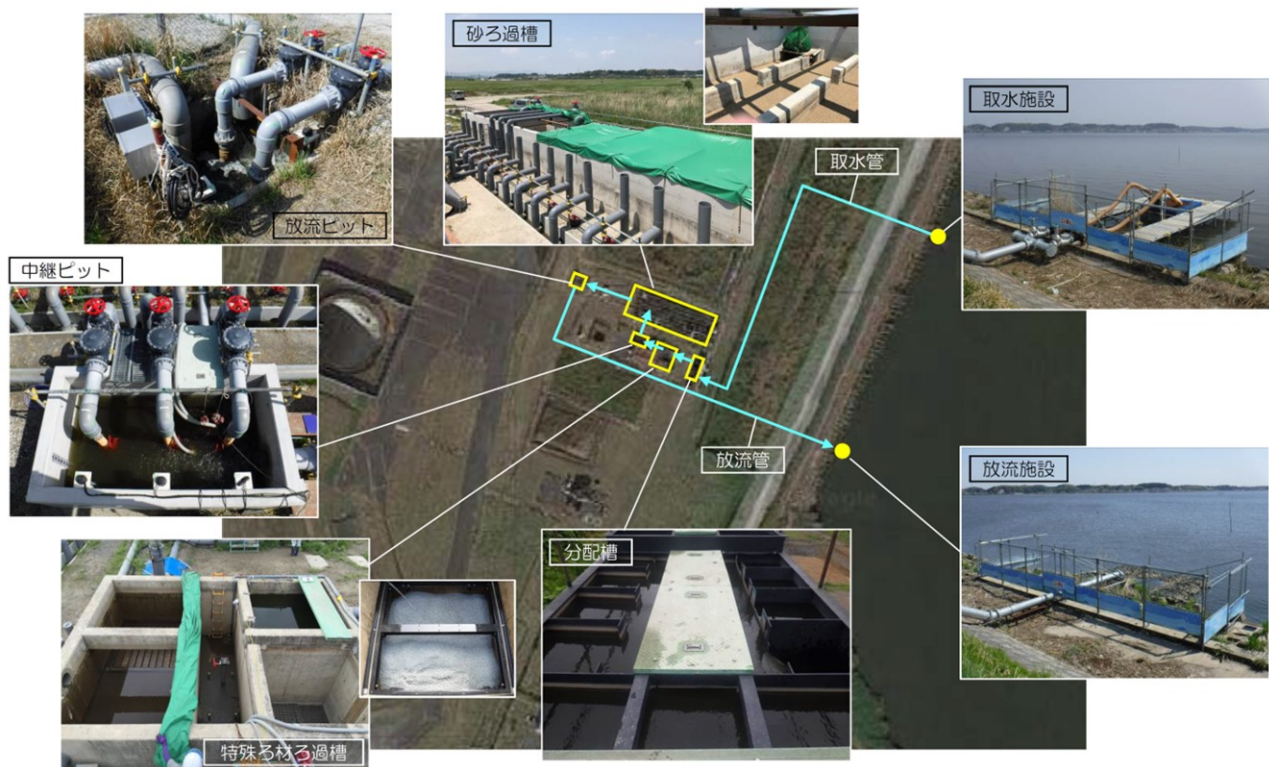


写真-3 現地実験施設

7. 外来魚卵の除去効果

特殊ろ材ろ過の魚卵除去機能を確認するため、ろ過速度3条件(500,1000,1500m/d)に対し、魚卵を使った実証実験を実施しました。実験対象の外来魚卵は、特定外来生物法で規制されているため、直径1.0~1.5mmの食用トビウオ魚卵を代替物として用いました。

実験装置は、直径0.15m×ろ材厚0.6mの円筒コラムで、魚卵(1mmサイズ)を100個/L添加した水道水を実験コラムに上向流で注水しました。魚卵除去効果は、浄化水を0.8mm目合いのふるいでろ過・採取し、浄化水に魚卵が含まれていなかったことから、100%除去を確認し特殊ろ材ろ過の除去効果を確認した。



写真-4 魚卵代替品

8. まとめ

霞ヶ浦から那珂川への送水時には、特定外来魚の魚卵や、外来植物が移送される長年の懸念があったが、特殊ろ材ろ過施設の浄化効果や通水持続性について、室内実験及び現地実験結果をもとに、特殊ろ材ろ過施設ろ過速度1500m/dの条件においても、外来魚卵等100%除去が対応可能であることを確認した。このことにより、用地制約や施設稼働条件からも適した施設として高浜浄化施設の設計諸元の選定を行えた。今後、本格的な第2機場(高浜機場)の建設に際し、本内容を活かし、事業完了に向けて進んでいきたい。

参考文献

- 1) 下水道技術開発プロジェクト(SPIRIT21)委員会: 下水道技術開発プロジェクト(SPIRIT21)「合流式下水道の改善に関する技術開発」 雨天時高速下水処理システム(簡易処理の高度化・未処理下水の簡易処理)に係る技術資料(2005年3月)

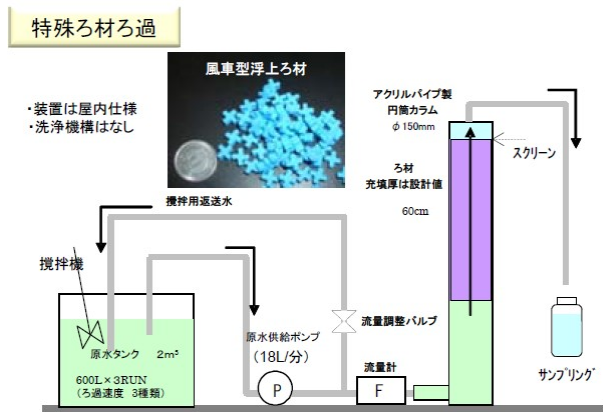


図-8 室内実験施設