

## 〈研究発表〉

下水ブルーカーボン放流管の役割  
—— 下水道ブルーカーボン構想の実現に向けて ——馬場 圭<sup>1)</sup>, 中園隼人<sup>2)</sup>, 金森聖一<sup>1)</sup>, 中里卓治<sup>1)</sup><sup>1)</sup> 月島 JFE アクアソリューション(株)

(〒212-0013 神奈川県川崎市幸区堀川町580 ソリッドスクエア西館9F)

E-mail: kei\_baba@tjas.co.jp, seiichi\_kanamori@tjas.co.jp, takuji\_nakazato@tjas.co.jp)

<sup>2)</sup> JFE エンジニアリング(株)

(〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-1 E-mail: nakazono-hayato@jfe-eng.co.jp)

## 概要

「下水道ブルーカーボン」は人為的に操作できる下水処理水を藻場に導入して栄養塩を供給し、海藻・海藻の増殖を支援することで脱炭素に寄与しようとするもので、2050年に向けたネガティブエミッション技術に位置付けられている。そのためには、下水処理場から藻場まで効果的かつ効率的に下水処理水を導水する必要がある、下水放流管の技術開発が求められている。本発表は、下水放流管の状況を振り返り、脱炭素に向けた下水放流管のあり方を論ずるものである。

キーワード: ブルーカーボン, 下水放流管, 栄養塩供給, ネガティブエミッション技術

原稿受付 2024.8.9

EICA: 29(2・3) 143-145

## 1. はじめに

「下水道ブルーカーボン(以下、下水道BC)構想」は、下水処理水の栄養塩を藻場に供給し、藻場の増殖を支援することで脱炭素に寄与する試みであり、2050年の目標達成に向けたネガティブエミッション技術のひとつとして位置付けられている。下水道BC構想の実現のためには、下水処理場から藻場まで効率的に下水処理水を輸送し、かつ効果的に放流する必要がある、「下水ブルーカーボン放流管」(以下、下水BC放流管)の技術開発が求められている。一般に下水BC放流管は、既存の下水処理場との境界点から、①圧送管、②ヘッダー管、③放散管の3つの管路要素から構成されるが、それぞれの要素で下水BC放流管特有の構造的・機能的特性が要求される。

本稿では、既設もしくは現在建設中の放流管施設の

事例についてレビューを行うとともに、下水BC放流管に求められる基本事項について検討し、既存技術との対比を行うことで、今後開発すべき技術課題の抽出を試みた。

なお、本稿は、JBE(ジャパンプルーエコノミー技術研究組合)傘下のBERG(ジャパンプルーエコノミー推進研究会)の「ブルーカーボン促進のための栄養塩供給管理」プロジェクトで検討した内容の一部を報告するものである。

## 2. 既存の下水放流管

これまで導入された下水放流管として、4つの事例(汐入下水処理場、岡東浄化センター、大津浄化センター、アナシス島下水処理場)を下表に示す<sup>1-2)</sup>。加えて、上水道の放流管の事例(海水淡水化施設の濃縮

Table 1 Examples of sewage outfall pipes, etc.

項目	汐入下水処理場	岡東浄化センター	大津浄化センター	アナシス島下水処理場 (バンクーバー)	海水淡水化センター
管理者	焼津市	岡山市	大津市	メトロバンクーバー	沖縄県
区分	公共下水道	公共下水道	公共下水道	公共下水道	用水供給
供用開始年度	1980年7月	1992年3月	1969年4月	1961年	1997年3月
放流管の導入	供用開始から	供用開始から	供用開始から	2025年完成予定	供用開始から
放流先	駿河湾	児島湾	琵琶湖	フレイザー川	東シナ海
導入経緯	黒石川に放流すると小川港で処理水が滞留する恐れがある。	観光施設の「四ツ手網漁のやぐら」が放流口下流に隣接している。	湖岸の周辺環境に配慮する必要がある。	下水処理場の拡張により新設開水路の占用位置が無い。また、温暖化による海面上昇を考慮する。	逆浸透膜設備から排出される濃縮海水(約5.8%)、海水の約1.7倍)を海水と混合する必要がある。
放流管概要	管種	鋼管	FRPM管	鋼管	不明
	口径	φ1,500	φ2,000	φ800 φ1,500	φ2,500 φ700
	管長	250 m	100 m	280 m 288 m	265 m 230 m

海水の放流)も示す<sup>3)</sup>。

従来の下水放流管では、処理水量に応じた大口径管(φ1,500 mm以上)が採用されており、その関係で鋼管の採用事例が多くなっている。放流管の管長については、高々300 m程度と比較的短くなっているが、これは表に記載の導入経緯に基づく要求事項を満足するものであり、下水BC放流管については、下水処理場と藻場との離隔距離や藻場の面積規模を考慮すると、上記の各事例に比べて遥かに長い圧送管やヘッダー管が必要になるものと考えられる。

### 3. 下水BC放流管に関する技術課題

#### 3.1 下水BC放流管に対する要求性能

都市施設としての下水処理場においては、処理水を近傍の公共用水域に放流するが、放流にあたっては、水域の水質保全を担保するために、放流水の水質を一定水準以下に保つことや放流先が河川の場合には、洪水防止のために放流量を制限することなどが求められる。また、近年では、下水処理水を修景用水や農業用水、事業所の雑用水等の再生水として利用する取り組みが進んでいる。

下水道BC構想では、下水処理水の一部を用いて藻場形成、藻場肥沃化のために栄養塩類を供給することになるので、処理水を「放流・処分する」という考えではなく、処理水を「資源として利用する」と捉えるべきである。そのため、下水処理水を「必要な時期に、必要な場所に、必要な量を」放流することが原則となる。

下水BC放流管を検討するにあたり、下記の点に留意すべきである。

- ① 放流先の海域の海流や潮汐の影響
- ② 比重差による下水処理水の海面での滞留防止
- ③ 台風などの波浪や地震時における地盤変状への対策
- ④ 洪水水位や高潮潮位における河川水・海水の逆

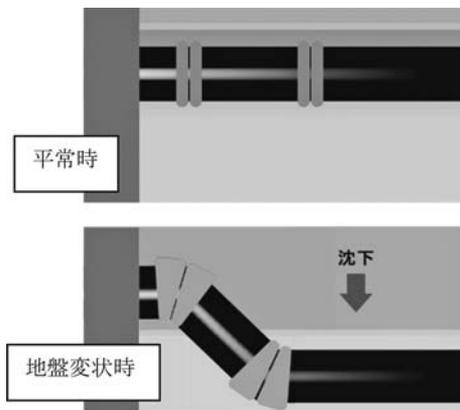


Fig. 1 Schematic diagram to apply Special Seismic Steel Pipe adjacent to concrete structure for revetment

流防止

- ⑤ 既存の放流方式と下水BC放流管の2つの放流形式の併用(例えば、合流式下水道の場合、雨天時には下水処理水を藻場に供給せず、栄養塩濃度が低下する冬期に下水処理水を藻場に供給する等)

#### 3.2 対応する技術課題と既存技術

##### (1) 放散管の構造について

下水処理水の栄養塩を効率的に藻場に供給するため、下水BC放流管の放散管の構造は重要である。現在導入されている放流管における放散管の構造例を以下に示す。

バンクーバーのアナシス島下水処理場のディフューザの例では、ゴム製の逆止弁が放散部の先端に取り付けられており、処理水を放出する際にのみ先端が開いて放出する構造となっているほか、放散方向は一方方向に固定であるという点が特徴的である。

一方、沖縄県企業局海水淡水化施設の放散管については、噴射ノズルが全周にわたって配置され、全方向に拡散放流を行う構造となっているだけでなく、ノズルを上向き45°に配置することで、より遠くへ処理水を噴射するよう設計されている。



Photo. 1 Diffuser (Vancouver)



Photo. 2 Injection nozzle (Okinawa Pref.)

##### (2) 地盤変状対策について

下水BC放流管は沿岸の下水処理場を起点として藻場まで敷設されるが、船舶の航行や波浪・地震に対する影響軽減のために、地中埋設が基本となる。特に、護岸のコンクリート構造物と埋設管との取合部におい

ては、地震時の大規模地盤変状に伴う管路被害が発生する可能性があるため、同部における耐震対策工が必要とされる。また、下水BC放流管を早期復旧することは困難であるため、管路全体として亀裂・漏水を防止し、被災後も脱管することなく通水機能（通水断面）を維持できる構造も併せて求められる。

バンクーバーのアナシス島下水処理場の放流管新設工事例では、護岸構造物との取り合い部ではないが、地震時の液状化現象によって埋設管部における水平方向1.55 m、鉛直方向（沈下）0.30 mもの大規模地盤変状発生が想定されており、下水放流管の損傷が懸念されていた。発災後も停止できない重要施設であることから、放流管の耐震対策工として大変位吸収鋼管という特殊鋼管が適用されている<sup>4)</sup>。

## 4. 今後の展望

本稿では、これまで導入されてきた下水放流管などの国内外の事例を紹介し、脱炭素に向けた「下水BC放流管」に求められる基本事項を定義し、既存技術との対比を行った。今後は、下水道BC構想実現に向けて関係機関と連携し、下水道資源を活用した脱炭素化の実現に向けて活動していく所存である。

### 参考文献

- 1) 財団法人河川環境管理財団, 河川環境総合研究所, 下水処理水の“なじみ易い”放流のためのアイデア事例集, 1998年1月
- 2) メトロバンクーバー HP, Project Overview, Annacis Island Wastewater Treatment Plant  
<https://metrovanancouver.org/services/liquid-waste/annacis-island-wastewater-treatment-plant>
- 3) 沖縄県企業局, 沖縄県海水淡水化施設建設誌, 平成11年3月
- 4) 中園隼人, カナダ国バンクーバーにおける断層用鋼管の適用事例, 日本工業用水協会第57回研究発表会, 2022