

# 1-3-1 稼働中の放流渠における耐震補強工事の仮設計画について

## ～止水困難な高級処理水放流渠吐口のドライ化～

建設部 土木設計課 中村 颯一郎  
 (現 流域下水道本部 技術部 工事課)

### 1. 概要

下水道局では経営計画 2021 に基づき、震災対策事業を推進しており、水再生センターの放流渠も耐震化対象施設である。

対象施設である新河岸水再生センター（処理能力 670,000m<sup>3</sup>/日）は板橋区に位置し、浮間幹線・練馬幹線・蓮根幹線から流入した下水を水処理施設で処理し、放流渠より新河岸川へ放流する施設である（図 1、図 2）。

下水道処理施設は 24 時間 365 日稼働し続ける必要があり、今回耐震補強工事を行う処理水放流渠も、晴天時、雨天時間問わず、高級処理水を絶え間なく新河岸川へ放流する施設である。加えて、対象施設は簡易放流渠としての機能も兼ね備えていることから、雨天時に簡易処理水を放流している。このため、水路内は常に処理水が流れており、水量が不定期に増減する環境下にある。このような環境下において、水路内で耐震補強工事を行うためには、処理水が放流渠に流入しないよう放流渠を締め切り、水路内に残った残留水を排水ポンプ等で排除する作業（以下、ドライ化という。）を行い、作業環境を整える必要がある。しかしながら、施設機能を停止することができない環境下でのドライ化は困難であり、施設機能を十分理解した上での入念な検討が必要となる。本事例でドライ化に成功した仮設計画について、課題と対応、実施する上で得た知見等を次項に報告する。

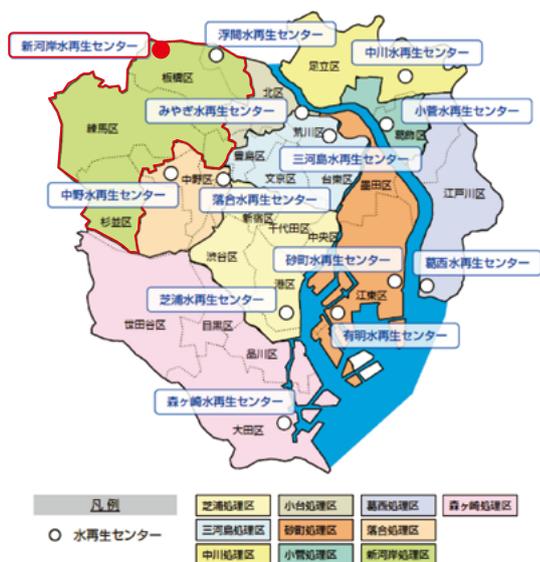


図 1 水再生センターの配置と処理区

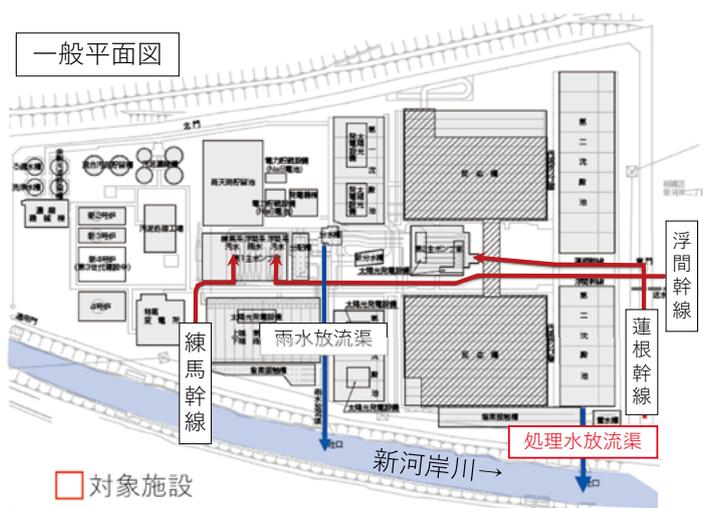


図 2 対象施設位置

## 2. 課題と対応

### 2.1 対象施設の特徴

対象施設は、延長 44.72m、3,300 mm×2,400 mm、2 連の RC 造ボックスカルバートである。レベル 1 地震動、レベル 2 地震動に対する耐震性能を確保するため、Ⅱ類構造物として応答変位法による耐震性能診断・補強方法の検討を実施した。診断・補強方法検討の結果、コンクリート増し打ち工法、あと施工せん断補強鉄筋工法による耐震補強工事が必要となった。耐震補強工事は、水路内側から底版、側壁にコンクリートを打設、あと施工せん断補強鉄筋を施工する補強内容であり、水路内作業を実施するにあたり、ドライ化が必要となる。

これまでの下水道局の実績において、水再生センター・ポンプ所の放流渠ドライ化の実績は複数存在するが、本施設の特徴と他事例（雨水放流渠）の特徴を図 3 に示す。

本施設は常時稼働している施設であるため、晴天時でも水路内での作業は困難である。また、吐口部の形状が複雑であり、既存可動堰・フラップゲート等が使用できないため、本施設特有の河川締切方法の検討が必要となる。

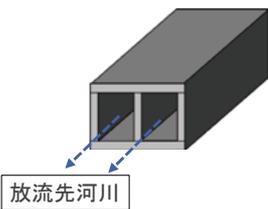
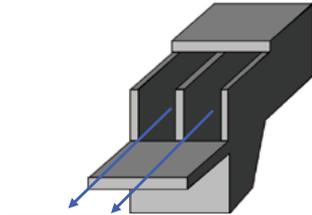
【他事例】 Aポンプ所 雨水放流渠	【本施設】 水再生センター 処理水放流渠
 <p data-bbox="683 904 810 943">放流先河川</p>	 <p data-bbox="1066 927 1177 965">新河岸川</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨天時に稼働する施設 ⇒晴天時は、水路内作業がしやすい</li> <li>・吐口部の形状が単純 ⇒ゲートや鋼製壁で河川水締切可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・常時稼働している施設 ⇒安全な作業方法の検討が必要</li> <li>・吐口部の形状が複雑 ⇒河川水締切方法の検討が必要</li> </ul>

図 3 本施設と他事例の比較

### 2.2 水処理機能の確保

新河岸水再生センターの処理水放流渠は本施設のみであり、代替施設が存在しない。また、前述の通り、高級処理水を 24 時間 365 日、簡易処理水を雨天時に週 1 回程度、放流している施設である。このため、ドライ化期間中は放流機能を確保し続けなければならない。

作業計画の検討にあたり、直近 5 年間の運転日報（平成 29 年度～令和 3 年度）<sup>\*1</sup>より、放流量の特徴を確認した。

まず、片側 1 水路をドライ化し、水路断面積が半減した状態で、本来の水処理機能を確保可能か検証した。後述する河川締め切り方法の工夫を反映させた上で水理計算を行い、平成 29 年 10 月 23 日（台風 21 号接近時）に記録した時間最大放流量約 76,000m<sup>3</sup>/h（日最大値から換算）においても、放流機能を十分確保できることが確認できた。

次に、施工時期の検討を実施した。平成 29 年度の実績放流量を図 4 に示す。6 月～10 月を出水期、11 月～翌 5 月を非出水期と設定し、時期による放流水の特徴を確認した。非出水期の最大放流量は 1,000,000m<sup>3</sup>/日、出水期の最大放流量は 1,400,000m<sup>3</sup>/日、簡易放流施設稼働率は、非出水期に約 10%、出水期に約 30%である。このことから、出水期は放流量が多いことに加え、降雨・台風等により放流量が不定期に増加（簡易放流を実施）するリスクが高いことが確認できた。

以上を踏まえた維持管理部署との協議、後述する河川管理上の制約から、本工事の施工時期を非出水期に限定し、片側 1 水路ずつ（2 期）に工事を分割する計画とした。



図 4 平成 29 年度 放流量実績※<sup>1</sup>

### 2.3 潜水作業時の安全性確保

施工中の水処理機能を確保した上で、具体的な仮設計画の検討を実施した。検討の結果、放流渠上流側（センター側）の既設角落し受枠を活用して角落しを設置、下流側（河川側）に耐候性大型土のうを設置して対象施設をドライ化する計画とした（図 5）。

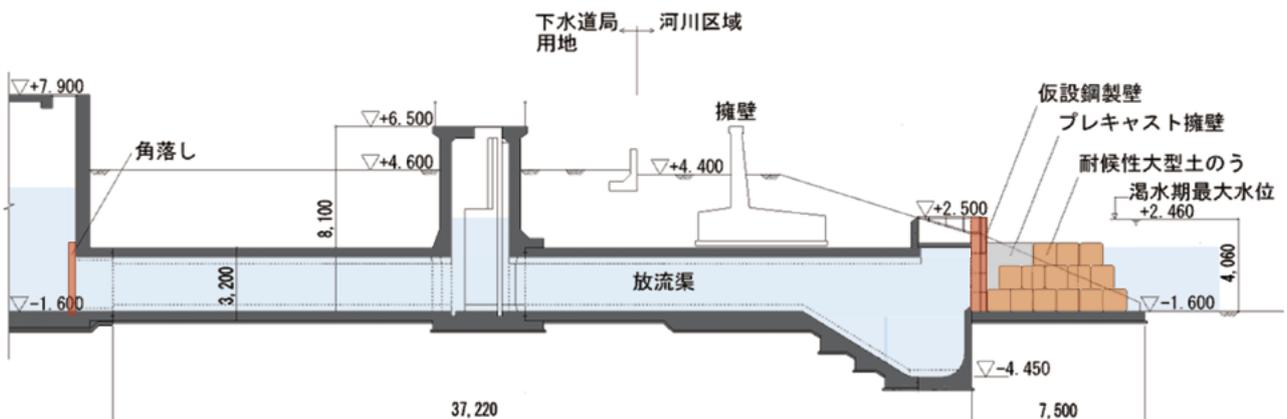


図 5 締め切り計画

しかしながら、昭和 48 年に整備した対象施設の既設角落し受枠は、経年劣化による変形や支障物のため、水路上部（地上）からの作業だけでは角落しの設置が困難な状況であった。このため、潜水士による支障物撤去、角落し設置作業を実施する計画とした。

流速の速い環境下では、潜水士が施工箇所に留まることができず、安全な作業が困難となる。潜水形式により作業可能な流速は異なるが、本件では、フーカー形式の採用を想定し作業可能流速を 1 ノット（約 0.5m/s）以下とした。しかしながら、計算上の水路内流速は最大 1.502m/s となる。加えて、施設上流側の現場確認を行い、現況の流速では潜水作業は困難と判断した（図 6）。



図 6 作業箇所上流側の様子

このため、施設内の処理水の流を一時的に停止することを目的とした水処理の一時停止方法を検討した。晴天時、幹線からセンターへ流入する下水は、ポンプ施設、分配槽、第一沈殿池、反応槽、第二沈殿池、塩素接触槽等を経て処理水放流渠より放流している。

放流渠の施設停止を実施する場合、センター内、ほぼ全ての施設に対して、運転調整または全停止が必要となる。本件では、流入幹線・貯留池等を活用して流入下水を貯留し、既設ゲートを閉めて、一時的に水の流れを停止する運転調整を実施した。(図7)

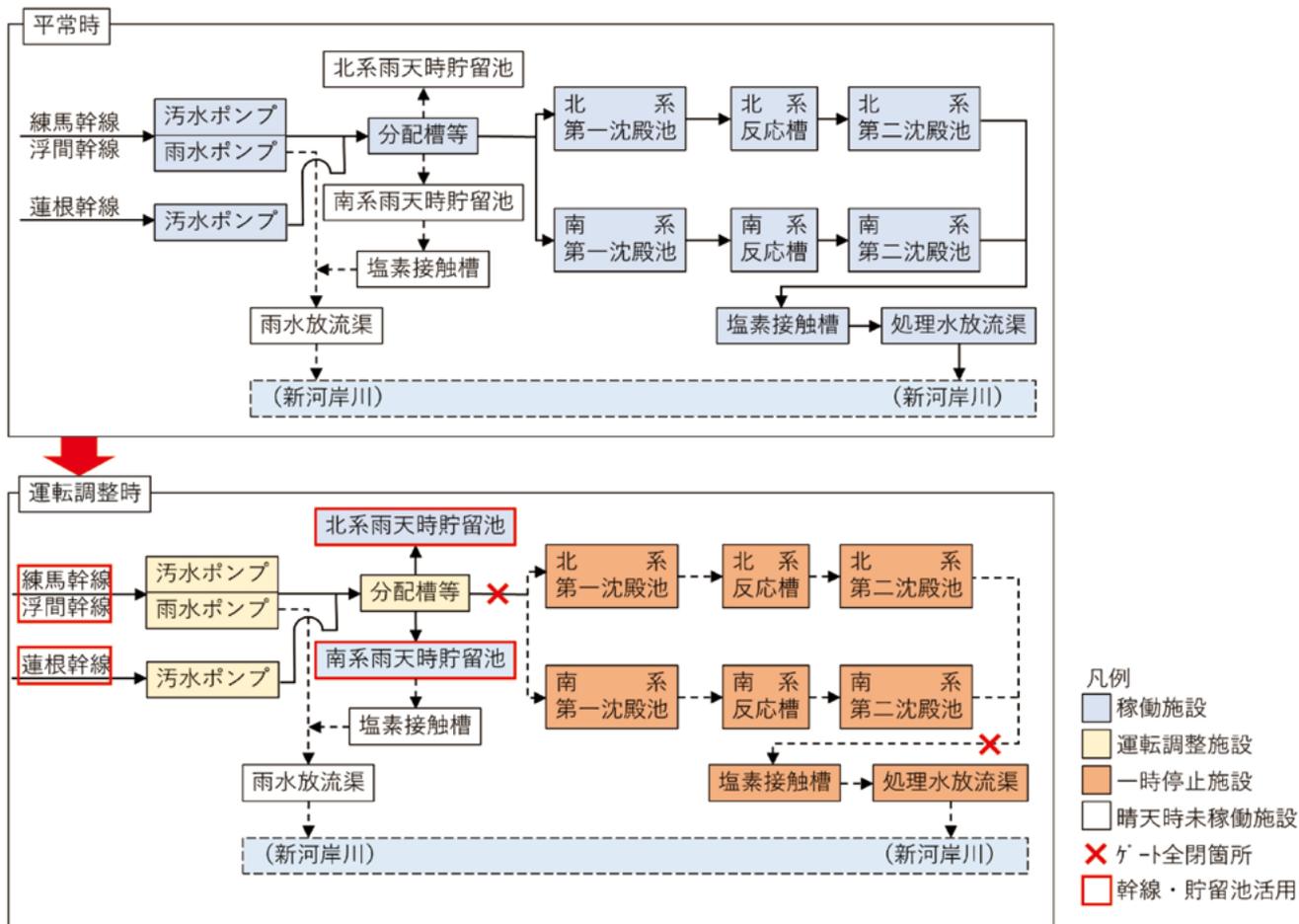


図7 施設の運転調整

運転調整にあたり、検討項目は多岐に渡る。主ポンプ室のポンプ運転台数を減らしてセンター内に流入する下水を減らし、貯留池の容量と流入水量から施設停止可能な時間を見極める必要がある。加えて、分水槽等でゲート操作を行い、流入先を貯留池へ切り替える作業、第一沈殿池・反応槽・第二沈殿池等のほぼすべての水処理施設を一時停止する作業、汚泥処理設備を一部停止する作業が必要であり、水処理への影響を評価しつつ入念な作業計画を立案することが必要となる。

令和3年11月から令和4年5月に実施した1期工事では、維持管理部署・工事部署の全面的な協力の下、このような厳しい条件の中で、前日の夜から準備を行い、20人近くの局職員が作業に関わる非常に大がかりな作業を経て、放流水の流れを3時間程度停止することを実現した。

## 2.4 河川締切方法の検討

下流側（河川側）の仮設計画は耐候性大型土のう、鋼製壁、L型擁壁を用いて河川締切を実施する計画とした（図5）。

吐口形状が単純な矩形の場合や既設可動堰が活用できる場合、仮設計画は比較的単純である。前者は最下流部に鋼製壁を設置し、後者は可動堰を閉めることで河川締切が可能となる。

一方、本施設は計画河床（T.P. -4.45m）に合わせて放流渠最下流部の底版高が低く整備され、吐口部分は現状の河川水位に合わせて整備されている。また、最下流部は頂版がない形状となっており、施設形状が複雑になっている。さらに、河川締切に活用できる既設可動堰等も存在しない施設であり、本施設特有の仮設計画を検討する必要があった。

また、河川区域内の作業に係る次のような制約もあった。本件は、新河岸川から50t吊のクレーン船を用いて、放流渠の吐口部分に耐候性大型土のうを積上げる設計とした（図8）。河川区域内作業の検討に伴い、作業時期の制限、耐候性土のうの積上げ段数の上限、河積阻害率の上限等の制約があった。河川管理者との協議を経て、作業時期は非出水期に限定、耐候性大型土のうの積上げ段数は3段<sup>\*2</sup>、河積阻害率は5%以内を目安<sup>\*3</sup>として仮設計画を立案した（図10）。なお、仮設鋼製壁の締め切り高さは、既往の観測データを集計し、過去5年間の非出水期最大河川水位に設定した。

一方、「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルのとおり、耐候性大型土のうを積上げると、稼働中の放流渠の流れを阻害する課題と耐候性大型土のうが放流水の流体力の影響を直接受け不安定となる課題が生じた。断面阻害を解消しない場合、前述の水処理機能が確保できないことが判明した。このため、本設計では、2水路間にL型擁壁を配置する工夫を行い、耐候性大型土のうへの流体力の影響を低減しつつ、断面阻害を解消し安定性・水処理機能の確保を実現した仮締切計画とした（図9）。



図8 河川作業状況（令和3年11月）

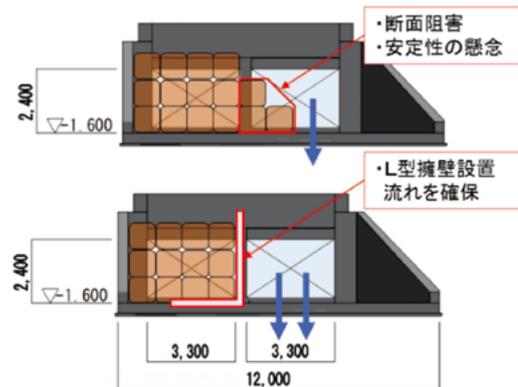


図9 断面阻害に対する工夫

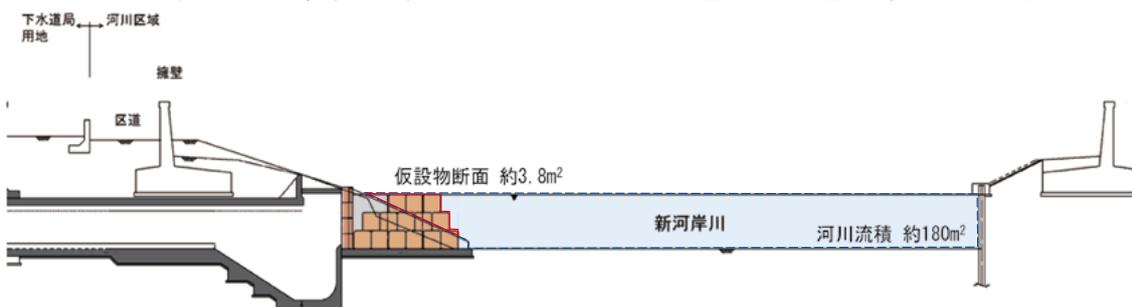


図10 河積阻害率と土のう積上げ段数

## 2.5 施工エリアの浸水

令和4年度上半期に完了した1期工事で発生した課題と対応を紹介する。1期工事では、非出水期5年間実績の最大河川水位を締切高さに設定し、工事期間中は基本的に十分な締切高さを確保できていた(図11)。しかしながら、令和3年12月に想定していた高さを上回る河川水位が観測され、河川水が耐候性大型土のう、仮設鋼製壁を越流し、施工エリアに浸入する事象が発生した(図12)。この際、再び施工エリアをドライ化するために、施工業者協力の下、追加でポンプ排水を実施する等の手間が生じている。

このことについて、工事部署と当課にて対策検討を実施した。対象施設から1.5km程度上流側にある笹目橋にて常時河川水位が計測されている。東京都防災マップにて公開されている当該地点における河川水位の観測値<sup>\*4</sup>に基づき2期工事の河川締切高さの変更等の対策を講じた。

結果として、令和4年11月に着手した2期工事は、同様の事象は発生せず、工事が完了した。



図11 河川締切(令和4年4月)



図12 河川締切(令和3年12月)

## 3. まとめ

今回報告した内容は、根拠基準や実績データに基づく検討・判断が重要となる。

今後も、本事例と類似した設計・工事を実施する機会が多いことが予想される。対象となる水再生センターや放流先河川ごとに運用・状況は千差万別であるが、本稿が放流渠ドライ化の検討の一助となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 「運転管理日報」  
(平成29年度～令和3年度 西部第二下水道事務所 新河岸水再生センター)
- 2) 「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル[改訂版]  
(平成29年10月 (一財)土木研究センター)
- 3) 「改定 解説・河川管理施設等構造令」 (平成14年9月 (社団法人)日本河川協会)
- 4) 「東京都防災マップ」  
<https://map.bosai.metro.tokyo.lg.jp/?p=observation%2Friver&regionCd=130001>  
(東京都総務局総合防災部防災管理課)