

〈特集〉

民間工場での下水処理水再利用システムの適用事例

池田進吾

(株)神鋼環境ソリューション 高度処理水リサイクルセンター 所長
 (〒590-0908 大阪府堺市堺区匠町1番地 E-mail: sn.ikedata@kobelco-eco.co.jp)

概要

当社は大阪府堺市に位置するグリーンフロント堺で、公共下水処理水から再生水を作り出す高度処理水リサイクルセンターを立ち上げ、2010年4月から水供給を開始している。当センターで製造された再生水は冷却塔の補給水として利用されることから、下水処理水に多く含まれる溶解性物質を除去することが要求され、MF+ROプロセスを採用した。

キーワード：高度処理水、MF膜、RO膜、水リサイクル、高回収率

原稿受付 2010.12.16

EICA: 15(4) 61-64

1. はじめに

日本はこれまで水不足と無縁との印象があったものの、工場の大規模化、人口の集中など、水の利用箇所が集中するにつれ、地域的な水不足が顕在化してきており、安定した水資源の確保が求められている。喝水リスクについて、地球温暖化によってさらに高まると懸念される中、国土交通省では下水処理水の再利用に関する懇談会を開催した。都市に豊富に存在する下水処理水を、全国一律ではなく地域の様々な条件を踏まえて再利用を推進する方策を検討中である¹⁾。一方、海外の動向に目を向けてみると中近東のような干ばつ地域、シンガポールのような大規模な水道水源が乏しい地域に至っては、海水淡水化設備と並行して大規模な下水処理水の再利用が検討・導入されている。

このように下水処理水の再利用が求められている中で、当社はグリーンフロント堺に高度処理水リサイクルセンターを立ち上げ、堺市三宝下水処理場の処理水を利用し、日本最大規模の地域循環型の水リサイクルを実現したことの意義は大きく、今後さらに下水処理水の再利用を行う地域が増加することが期待される。

2. グリーンフロント堺の概要

グリーンフロント堺はシャープ(株)を始めとする進出企業19社から構成され、「省エネ・創エネパネルの創出」「エコ & 高効率オペレーション」「世界最先端環境工場」「社会との共生」という四つのエコ革新に取り組む、世界最大規模の液晶パネルおよび太陽電池パネルの生産拠点である。グリーンフロント堺では共創をキーワードにバーチャルワンカンパニーとしてガラ

ス、カラーフィルタなどの部材メーカ、ガス、電気、水などのユーティリティ供給メーカ、物流、梱包材メーカなど最先端の技術を持った企業が同一敷地内に集まり、まるでひとつの生命体のように機能し、グリーン社会の創造という夢を実現するべく事業活動を行っている。

その中で当社は、堺市三宝下水処理場の下水高度処理水から膜処理にて再生水を製造するプラントを建設し、高度処理水リサイクルセンターとして運営する水供給事業を行っており、地域循環型の水リサイクル技術を用いて社会との共生を実現した。

3. 高度処理水リサイクルセンターの概要

3.1 プラントの構成

当プラントは各機器とも多数の系列とし、グリーンフロント堺内の生産状況に応じた水供給への柔軟な対応性と安定性を重視したプラントとした。当プラントの外観を Fig. 1、フローシートを Fig. 2 に示す。



Fig. 1 高度処理水リサイクルセンター



Photo. 1 MF ユニット



Photo. 2 RO ユニット

μm の中空糸膜である。MF ユニットは、この膜モジュールを数十本組み合わせ合わせて構成されている。

MF 膜にてろ過したろ過水の水質は、濁度 0.01 度以下、Fouling Index (FI 値) が 4 以下となり、RO 膜へ供給可能な水質を満足している。MF 膜はクロスフローろ過方式を採用し、原水の SS 変動に対し強い運用としている。

3.5 MF 膜の洗浄

(1) 物理洗浄

MF ユニットの物理洗浄方式は、逆圧水洗浄 + エアスクラビングである。約 30 分に 1 回の頻度で次亜塩素酸ナトリウムを数 mg/L 添加して洗浄を実施している。

(2) 薬品洗浄

MF ユニットでは定期的な物理洗浄を行い、膜差圧の上昇を抑えながら運転を行っているものの、長時間の運転を継続していると鉄・マンガンなどの無機物質の沈着や有機物などの圧密により膜差圧の上昇が発生する。そのため、通常の物理洗浄では除去できない汚れを取り除くことを目的として、数日に 1 回の頻度で次亜塩素酸ナトリウムを用いた S-CIP (Short Cleaning In Place) を実施している。

また、膜面の汚れを除去し、新膜に近い状態にする目的として、数カ月に 1 回の頻度で薬品洗浄を実施することを想定している。使用薬品は無機物質の除去として塩酸、圧密した有機物の除去として水酸化ナトリウム + 次亜塩素酸ナトリウムを用いる。

3.6 RO ユニット

RO ユニットの外観写真を **Photo. 2** に示す。

RO 膜は合成高分子 (ポリアミド) 系複合膜のスパイラル膜である。RO ユニットは、この膜モジュールを数百本組み合わせ合わせて構成されている。MF ろ過水は RO 加圧ポンプにて 1~1.5 MPa 程度に昇圧されて RO ユニットに供給され、脱塩処理される。RO での脱塩

率は約 95% 以上であり、原水の電気伝導率が変動しても数 mS/m 程度の一定水質を保つことが可能である。本プラントでは、下水処理水中に残存が想定される界面活性剤でのケミカルファウリングを防ぐ目的で、膜表面荷電を中性にした耐ファウリング膜を採用している。

3.7 RO 膜の洗浄

RO 膜の構造上、定期的な物理洗浄は実施できないため、膜面に汚染物が付着しにくいクロスフロー運転を行っている。しかし、長時間の運転や高回収率運転に伴い、膜表面にスケールやバイオフィームが付着することにより、膜差圧の上昇が発生する。そのため、月に数回の頻度で薬品洗浄を実施している。使用薬品はスケール成分の除去として塩酸、バイオフィウリング、有機物の除去として水酸化ナトリウムを用いる。

4. プラントの運転状況

4.1 MF ユニット

運転を開始して 6 か月以上が経過したが、膜差圧の急激な上昇はなく、定期的な物理洗浄や S-CIP により順調に回復しており、安定した運転を継続できている。

4.2 RO ユニット

RO ユニットにおいても急激な差圧上昇や操作圧力の上昇はみられず、透過水質も良好な運転が継続できている。薬品洗浄は膜ファウリングの影響が認められないものの、予防保全の観点から定期的実施している。RO 原水の電気伝導率は平均 200 mS/m であるのに対し、RO 透過水の電気伝導率は平均 4 mS/m であり、脱塩率として平均 98% 程度と良好な脱塩処理が行えている。

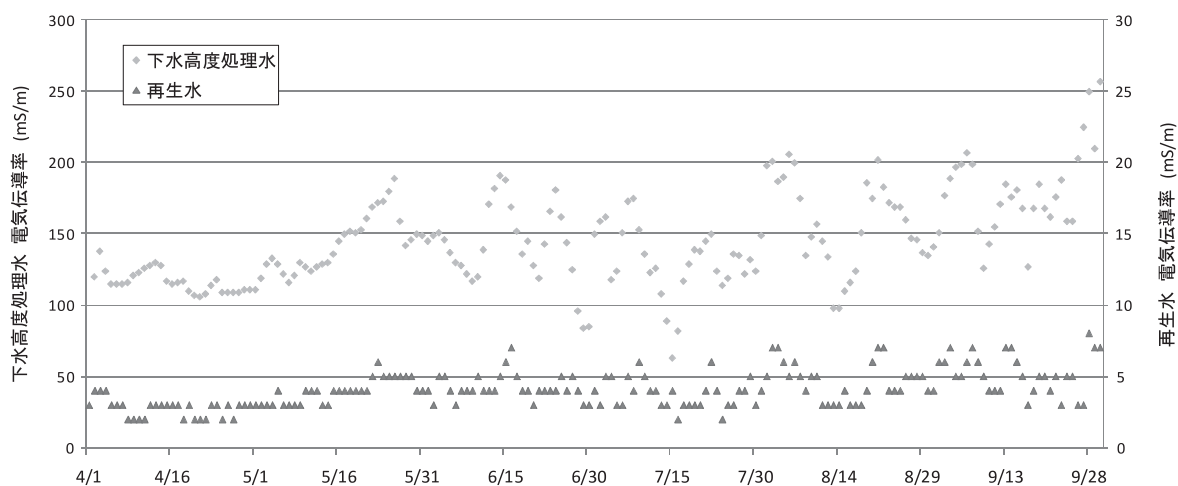


Fig. 3 下水高度処理水および再生水 電気伝導率の推移

Table 1 水質分析結果

検査項目	単 位	下水高度処理水	再 生 水	工 業 用 水	冷却塔補給水基準 ²⁾
濁度	度	0.8	<0.1	<1.0	—
過マンガン酸カリウム消費量	mg/L	5.4	<1.0	—	—
pH	—	7.4	7.1	7.2	6.0~8.0
電気伝導率	mS/m	127.8	3.5	15.7	<30
塩化物イオン	mg/L	302.6	8.2	14	<50
硫酸イオン	mg/L	82.3	0.3	—	<50
酸消費量	mg/L asCaCO ₃	92.5	5.1	24.0	<50
全硬度	mg/L asCaCO ₃	188.5	<2.0	40	<70
カルシウム硬度	mg/L asCaCO ₃	101.3	<2.0	31	<50
イオン状シリカ	mg/L	15.4	0.35	6.0	<30
鉄	mg/L	0.03	<0.01	0.10	<0.3

4.4 水 質

Fig. 3 に下水高度処理水および再生水の電気伝導率の推移を、Table 1 に下水高度処理水および再生水の水質分析結果（平均値）を示す。下水高度処理水の電気伝導率が63~257 mS/m（平均145 mS/m）の間で推移しているのに対し、再生水の電気伝導率は2~8 mS/m（平均4 mS/m）であり、工業用水よりも良好な水質が得られている。

電気伝導率以外の水質項目についても、工業用水よりも良好な水質が得られ、冷却塔の補給水として利用できる水質基準を十分に満足している。

5. お わ り に

本文では高度処理水リサイクルセンターについての

概要とプラント運転状況を紹介した。当センターは2010年4月に水供給事業を開始して以来、順調に安定した運転を行っている。

世界的な水不足が叫ばれる中、今後増加すると考えられる水リサイクルにおいて、当センターで蓄積される技術やノウハウは大きな意義があると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 国土交通省：平成20年下水処理水の再利用のあり方に関する懇談会 中間まとめ
- 2) 社団法人冷凍空調工業会：ガス吸収冷温水機ハンドブック