

# サントリー(株)高砂工場殿向 用水・排水処理設備

Process Water Supply System and  
Wastewater Treatment System for  
Suntory Takasago Plant



技術本部  
水処理第三技術部技術室 護  
水 口  
Mamoru Mizuguchi  
藤 嶋 均  
Hitoshi Fujishima  
星 住 勝 彦  
Katsuhiko Hoshizumi

サントリー(株)高砂工場は最新の清涼飲料工場である。当社は場内用水を供給する用水設備および生産品目の多様性に対応する排水処理設備を納入し、現在順調に稼動している。とくに、担体をもちいた好気性処理設備(PABIO MOVER)とその前処理設備である嫌気性処理設備(PANBIC-H)の導入によって原水水質変動に対しても安定した排水処理が継続でき、放流規制値よりも厳しく設定した工場自主規制値を達成できている。

Together with a process water supply system, a wastewater treatment system was delivered to Suntory's Takasago plant that produces a variety of soft drinks. The system effectively combined with an aerobic system (PABIO MOVER) using biomedica and anaerobic system (PANBIC-H) as pretreatment has been operating stably against fluctuating quality of inlet wastewater, achieving the Suntory's effluent requirement that is much stricter than the municipal regulations.

## Key Words :

イオン交換樹脂  
嫌気性処理  
好気性処理

Ion exchange resin  
Anaerobic treatment  
Aerobic treatment

## まえがき

サントリー(株)高砂工場は兵庫県高砂市に1999年に建設された最新鋭の飲料工場である。工場操業開始時より廃棄物の再資源化100%の達成、風力・太陽光発電、工程用水の循環再利用等、積極的な省資源・省エネルギーを推進しており、2002年には廃棄物などの資源循環活動が高く評価され、「リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰」において農林水産大臣賞を受賞した。この賞は循環型社会に向けて3R運動に率先して取り組み、継続的な活動を通じて顕著な実績をあげている個人、グループおよ

びとくに貢献の認められる事業所等を表彰するものであり、当該年度は高砂工場が唯一の受賞であった。

高砂工場へは、1999年の工場建設時(1期工事)に生産ラインおよび場内各所へ純水、ろ過水を供給する用水処理設備と、生産ラインからの排水を処理する排水処理設備を納入している。

その後生産品目の変更にもなう排水負荷増に対応するため2001年度に排水設備を増強(1.5期工事)し、これまで順調に稼動していた。今回2期工事として、工場の生産ライン増強が決定したことにもない、用水・排水設備とも増設された。

2期工事は2004年より設備検討を開始し、2004年秋に工事着工、2005年春に本稼動を開始した。

本稿では、今回の2期工事における増強内容と用水・排水の各処理設備の概要を紹介する。

## 1. 用水処理設備

### 1.1 設備概要

フローシートを図1に示す。用水処理設備は、主に製品を生産するためにもちいられる純水、および主に冷却水にもちいられるろ過水を製造、供給する設備であり、①井水処理設備、②純水設備、③工水処理設備に大別される。

次項に、各設備の主要プロセスについて説明する。

### 1.2 井水処理設備

井水中に含まれる鉄、マンガンおよび濁度を除去することを主目的とした設備であり、除Fe、除Mn塔をもちいて処理をおこなっている。

本装置はろ材として上層にアンスラサイト、下層に特殊ろ材であるフェロライトをもちいたろ過器である。原水中に含まれるフミン酸等の溶解性・コロイド状の有機物や鉄分およびマンガン、次亜塩素酸ソーダを注入して酸化させ吸着ろ過にてこれらを除去する。鉄は次亜塩素酸ソーダ注入のみで容易に酸化されるが、有機物やマンガンは水質条件およびその形態によっては不十分な酸化状態のままろ過器に流入するが、特殊ろ材が触媒的に作用することで酸化・吸着除去を可能としている。

### 1.3 純水設備

純水装置は、活性炭吸着塔、およびイオン交換塔で構成されている。

純水原水はまず、活性炭吸着塔にて原水中の残留塩素および有機物が除去され、その後イオン交換塔にて原水中のイオンが除去され、純水として生産設備へ供給されている。イオン交換塔は、単床式向流再生型2床2塔式を採用しており、各塔内は2層に分かれており、上層はイオン交換樹脂のぎっしり詰まった、いわゆるパッキドベッドとなっている。特長は以下のとおりである。

- ① 上向流通水のため圧力損失の上昇が緩やかで逆洗頻度が少なくすむ。
- ② 再生時の薬品注入を下向流とすることで均一なピストン流で流れるため再生効率に優れており、従来の並流方式と比較して再生廃液が少ない。
- ③ 上層のイオン交換樹脂は固定されているので、断続運転をおこなったときにも処理水への影響が少ない。

### 1.4 工水処理設備

工水中の濁度およびCOD除去をおこなったろ過水の製造・供給をおこなう設備であり、凝集ろ過器および活性炭吸着塔により構成されている。

表1 設備設計条件

<1期納入設備 設計条件>

	原排水	放流水
水量 (m <sup>3</sup> /d)	1 230	
pH	5-8	5.8-8.6
SS (mg/L)	148	5
BOD (mg/L)	587	5
COD (mg/L)	587	8

<1.5期納入設備 設計条件>

	原排水	嫌気処理水
水量 (m <sup>3</sup> /d)	1 230	
pH	2-8	5.8-8.6
SS (mg/L)	100-460 (200)	—
BOD (mg/L)	180-4 250	<600
COD (mg/L)	230-2 950	—

( ) 内は平均値、BOD負荷量は3 400 kg-BOD/d以下

<2期納入設備 設計条件>

	原排水	放流水
水量 (m <sup>3</sup> /d)	2 130	
pH	2-8	5.8-8.6
SS (mg/L)	200	5
BOD (mg/L)	<2 000	5
COD (mg/L)	<2 000	8

BOD負荷量は3 400 kg-BOD/d以下

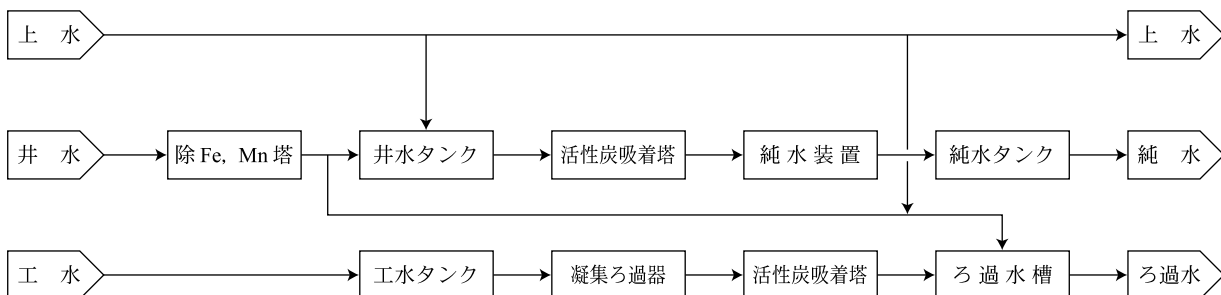


図1 用水処理設備フロー

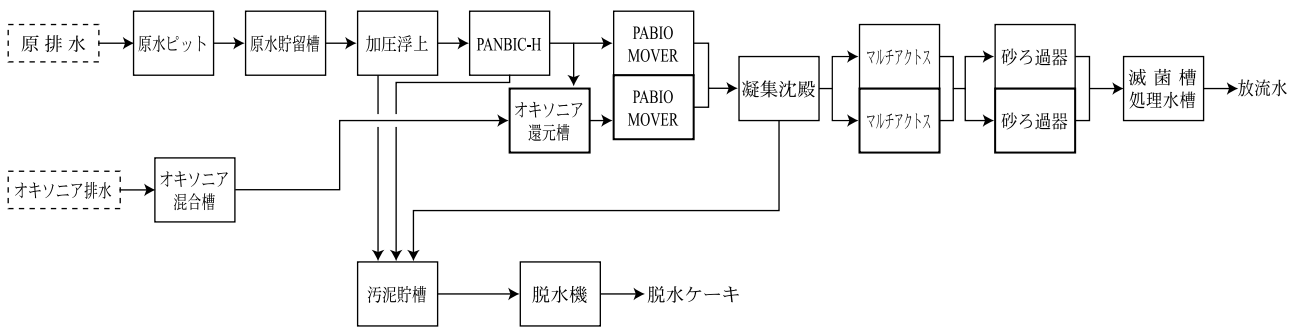


図2 排水処理設備フロー

まず凝集剤としてPACを注入し、原水中の懸濁物質を凝集させ、凝集ろ過器にて濁度の除去をおこなう。

その後、活性炭吸着塔にてCOD除去をおこない、処理水の滅菌のために次亜塩素酸ソーダを注入し、ろ過水として供給される。

## 2. 排水処理設備

### 2.1 設備概要

表1に各期工事の設備設計条件、フローシートを図2に示す。原水はロット切替え時の設備洗浄排水が主なものであり、生產品目に由来して水質が変化する。2期のライン増強により排水設備への受け入れ水量は増えることとなったが、生產品目が変わってきたこともあり、排水総負荷としては1.5期建設時と同様の条件とした。

また、高砂工場は瀬戸内海に面し総量規制が適応される工業地域にあるため厳しい放流基準が求められる立地にある。今回の増強において1.5期まではなかった種類の排水が追加されており、設備検討を実施するにあたっては、処理水水質は1.5期と同じとし、かつ安定した処理で必要最小限の設備追加となるよう2期設備の検討を実施した。

次項に構成する主要設備プロセスの特長と2期増設での設備変更点を示す。

### 2.2 PANBIC-Hシステム

図3にPANBIC-Hシステムの概念を示す。PANBIC-Hシステムは嫌気リアクタ、分離槽、汚泥返送手段より構成される当社独自の嫌気性処理設備である。本設備はUASB（上向流嫌気性スラッジブランケット）方式と同様にグラニュールにより嫌気処理をおこなう装置で、UASB方式よりもさらに高負荷処理を可能とするものである。UASB方式のように内部にGSS（Gas-Solid Separator）は装着されておらず、次のようなプロセスで有機物の分解・ガスの捕集・グラニュールの流出防止をおこなっている。

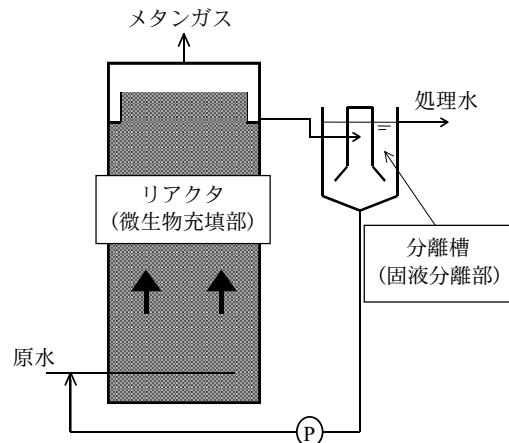


図3 PANBIC-Hシステム概念図

- ① 排水はリアクタ下部より導入され、グラニュール層を上向流で通過する。ここで有機物はメタンガスと二酸化炭素に分解される。
- ② 発生したガスはリアクタ内を上昇し、リアクタ上部で捕集され、ガス利用設備へ導かれる。
- ③ 有機物を除去された液はリアクタ上部より流出する。この時グラニュールの一部は処理水とともに流出する。
- ④ 流出液中のグラニュールは後段の分離槽で沈降分離され、ポンプにてリアクタに返送される。

このような構成を採用したことにより、従来のUASBと比較して大幅に能力アップが実現した。

- ① 高負荷への対応と装置のコンパクト化（全容積はUASBの1/3）
- ② 省スペース化（UASBの1/2）

これらの優れた要因に合わせて、嫌気性処理の有する特長である、

- ① 好気性処理と比較してランニングコストが安い
- ② 原水の濃度変動に対して安定している

ことにより、1.5期増設設備にPANBIC-Hシステムが採用された。

2期増設では、排水総負荷に変更が無かったことから、嫌気設備部分については水量増に対応する設備改造を実施した。

### 2.3 オキシニア処理設備

近年、飲料水や食品の生産に際して滅菌処理を厳格におこなう観点から、過酸化水素や過酢酸等の過酸化物がもちいられることが一般的となってきた。高砂工場でも今回、過酸化水素と過酢酸の混合物である過酸化含有排水（通称：オキシニア排水）が排出されることとなり、処理設備の設置が必要となった。

オキシニアの過酢酸は、還元すると酢酸となるため、処理するためには通常生物処理を必要とするが、過酢酸のままであると殺菌作用があり、結果として微生物に阻害性を持つこととなる。したがってそのまま生物処理すると、微生物が死滅してしまう。生物阻害性については過酸化水素も同様である。

そこで、オキシニアは事前に分解しておく必要があり、その手段としては、従来では重亜硫酸ナトリウム、チオ硫酸ナトリウムや鉄化合物等の還元剤をもちいる方法や、活性炭の触媒をもちいる方法が採用されていた。

しかし、還元剤をもちいる方法では全体の処理コストが高くなり、かつ還元剤を添加する分、後段の汚泥量も増加するという問題点があった。また、活性炭についても高濃度過酸化物の処理であり、発泡等安定運転の面で懸念される問題があった。

今回は、これまでに無い新しい処理方式として、嫌気処理水のもつ還元力を利用して、オキシニア原水と嫌気処理水を意図的に混合することでオキシニア中の過酸化物を除去する方法を採用した。

混合後処理された排水は後段の好気処理（PABIO

MOVER）にて処理している。

### 2.4 PABIO MOVER（パビオムーバー）

本設備は曝気槽又は脱窒槽に特殊形状担体を充填し、曝気または攪拌のもとで流動させる方式の高効率有機排水処理装置である。写真1に担体写真、図4に概念図を示す。本設備は高砂工場の水質変動を十分に考慮した処理方式で数多くの特長を有している。主なものとしては次の点があげられる。

- ① 環境に適した微生物の活用と担体を流動させることにより、大きな接触効果がえられ高負荷処理が可能である。
- ② リアクタ内の担体に付着した微生物で処理するため、返送汚泥が不要である。  
余剰汚泥は小さいSSとなって流出するが、沈殿池などで除去できるためバルキングの心配がない。
- ③ 下水道放流から公共水域放流まで目的に合わせた処理水が容易にえられる。
- ④ 食品、化学、紙・パルプ、下水等広い範囲の排水に適用できる。
- ⑤ 既設の曝気槽や遊休タンクなど様々な形状の水槽を転用することができるため、既設設備を有効利用し、能力増強を図ることが可能である。
- ⑥ 担体の目詰まりの心配はまったくなく、他の生物ろ過法、固定床法のような逆洗操作は一切不要である。

今回の2期増設では、1期で設置したPABIO MOVERを嫌気処理水の専用処理ラインとし、オキシニア処理水専用のPABIO MOVERを新規に設置した。

### 2.5 マルチアクトス

本設備は、凝集沈殿処理水を砂ろ過設備と合わせて、放流水質までの仕上げ処理（COD・色度除去）

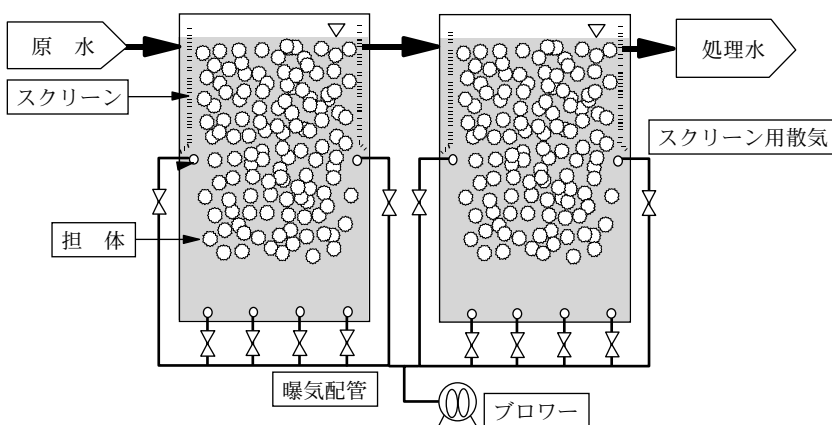


図4 PABIO MOVER 概念図

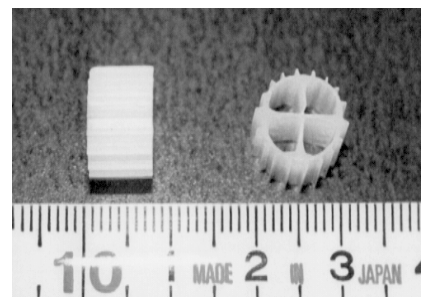


写真1 PABIO MOVER 担体写真

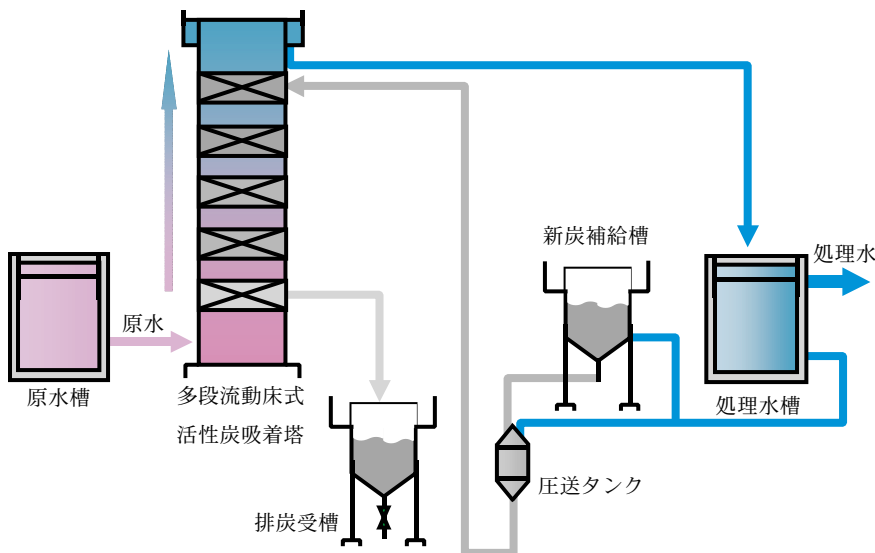


図5 マルチアクトス プロセスフロー

をおこなう多段流動床式活性炭吸着装置である。図5にプロセスフローを示す。本設備の特長は次のとおりである。

- ① 小粒子の活性炭を利用するため、吸着速度が大きく、かつ活性炭の利用率も高い。
- ② 活性炭は、常に排水と向流接触状態にあり、また、デッドスペースの少ない内部構造により、接触効率が低い。
- ③ 活性炭の供給量を調整することによって、原水の水質が変動しても処理水質を維持できる。
- ④ 活性炭の利用率が高くとれるため、ランニングコストが低い。
- ⑤ 1塔多段式であり、吸着速度が大きいので、装置がコンパクトになり設置面積が小さい。
- ⑥ 流動式であるため、原水中の懸濁物質による床閉塞が無く、固定床のような逆洗装置が不要である。
- ⑦ 全自動シーケンスによる運転のため、運転管理が容易である。

2期工事では水量増にあわせ、1期で設置した1基に加えもう1基のマルチアクトスを並列に設置した。

## 2.6 PABIO MIX (パビオミックス)<sup>1)</sup>

PABIO MIXは双曲面状の特徴的な形状の攪拌翼を有している攪拌装置であり、また、従来製品とくらべ動力効率に優れていることから、排水処理プロセスにPABIO MIXを適用することで、排水処理に使用するエネルギーを大きく削減することができる。

PABIO MIXには、ミキサタイプ(均一攪拌・沈



図6 PABIO MIX 構造図

殿防止)とエアレータタイプ(曝気・攪拌)の2種類があり、様々な分野に適用することができる。槽内の攪拌・有機成分除去や硝化脱窒はもちろん、1台で攪拌・曝気を切り替えることが可能であることから間欠運転や回分式活性汚泥法にももちいることができる。

今回の2期工事では、オキシニア混合槽、オキシニア還元槽等の槽内攪拌用としてミキサタイプを6台納入した。

図6にPABIO MIXの全体構造を示す。

PABIO MIXは主に

- ・駆動部
- ・シャフト
- ・攪拌翼

で構成されており、ミキサタイプの主な特長として次の点あげられる。

### ① 高い攪拌能力

双曲面形の攪拌翼を槽底部付近で回転させるため、十分な底部流速がえられ攪拌動力が小さい。  
攪拌動力密度：2～5 W/m<sup>3</sup>

### ② シンプルな構造でかつ軽量

駆動部・シャフト・攪拌翼(FRP製)のみで構成されており、構造は非常にシンプルである。

図7はミキサタイプとエアレータタイプがタンク内でどのように機能しているかを示している。

攪拌機の特異な形によって、タンク内で双曲面部の表面近くに水流が形成され、その結果、水流の途切れやその結果として起こるエネルギーの損失を最小にした状態での攪拌が可能となる。また、攪拌機本



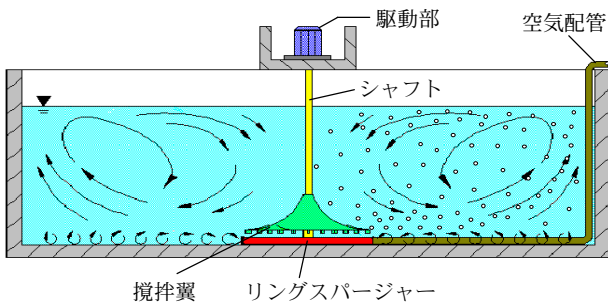


図7 攪拌と曝気工程

体に施してあるリブが媒体を放射状かつ接線方向に放出し、そのタンクの中身をくまなく循環させる。低部近くに高いエネルギーが付加され、その結果、流動速度が高くなるため、必要電力が少なくても浮上能力が非常に良い。

### 3. 排水設備運転状況

図8, 9に2004年3月からの排水処理設備の運転データ、表2に2004年度の放流水実績<sup>2)</sup>を示す。今回の2期増設設備の運転は2005年2月から開始し、運転開始後約4カ月を経過した。

排水処理設備は原水の負荷変動に影響されることなく安定した処理を継続しており、設備全体としても放流基準を十分に満足する結果がえられている。また、今回の増設と並行して実施した凝集沈殿での薬品注入方法の変更により、変更前と比較して、余剰汚泥処分量が3～4割低減し、廃棄物量を大幅に削減することができた。

### むすび

昨今、地球温暖化問題と環境法令遵守の強化に対応し、循環型社会への転換が重要なテーマとなっている。

当社も総合環境ソリューション企業として今回紹介した製品をはじめとしたこれまで培ってきた確かな技術とノウハウで、ユーザの省エネルギー・環境負荷の軽減に貢献していきたいと考えている。

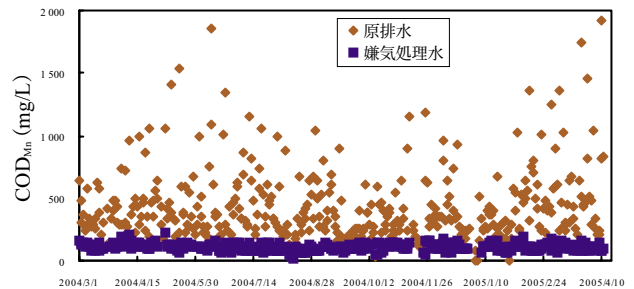


図8 嫌気設備 運転結果

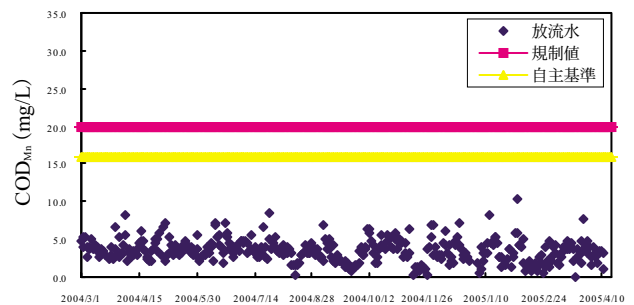


図9 放流水データ

表2 2004年度放流水実績

	規制値	自主基準	放流水 (平均値)
pH	5.8-8.6	5.8-8.6	7.5
SS (mg/L)	30	7.5(5)	1.5
BOD (mg/L)	—	10(5)	1.5
COD (mg/L)	20	16(8)	4.1

( ) 内は日間平均値

最後に本稿の執筆にあたりご指導とご協力をいただいた、サントリー(株)高砂工場殿に深甚の謝意を表します。

### [参考文献]

- 1) 水口護：神鋼バンテック技報 Vol.47, No.1 (2003), p.47
- 2) サントリー CSR レポート サイトレポート 2005