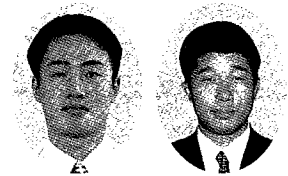


サントリー(株)高砂工場殿向 清涼飲料製造排水処理設備 Wastewater Treatment System for Suntory Takasago Plant



(環)技術本部技術部第3技術室
水 口 護
Mamoru Mizuguchi
官 本 武
Takeshi Miyamoto

最新の清涼飲料工場であるサントリー(株)高砂工場殿で稼働している多くの生産品目に対応できる排水処理設備の実績について紹介する。本設備は担体をもちいた好気性処理設備 (PABIO MOVER) と、その後の処理排水の変化にともない2001年に前処理設備として導入した嫌気性処理設備 (PANBIC-H) からなっている。嫌気性処理設備導入後、ほぼ一年が経過したが原水水質変動に対しても安定した処理が継続でき、放流規制値よりも低く設定した工場自主規制値が満足されていることを確認した。

また、嫌気性処理設備を導入することにより、導入前と比べて余剰汚泥発生量が3分の1に減少した。

A wastewater treatment system was delivered to Suntory's Takasago plant that produces a variety of soft drinks. The system is composed of an aerobic system (PABIO MOVER) using carrier elements, and anaerobic system (PANBIC-H) added as pretreatment in 2001 to comply with the subsequent change of wastewater. About one-year operation has proved stable treatment despite the fluctuated quality of raw water, achieving the Suntory's voluntary discharge quality that is much stricter than the municipal regulations. The introduction of the system also enabled decrease of excess sludge generation to one third.

Key Words

嫌気性処理
グラニユール
好気性処理
活性炭

Anaerobic treatment
Granule
Aerobic treatment
Activated carbon

まえがき

サントリー(株)高砂工場は兵庫県高砂市の旧国鉄工場跡地に1999年に建設された最新鋭の清涼飲料工場である。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いる21世紀型の先進工場である。

また、瀬戸内海に面した総量規制適応の工場地帯

にあるため厳しい放流基準が求められる立地にある。排水処理設備は、1999年の工場建設にともなう設備とその後生産品目の変更にともなう排水負荷増に対応するため2001年度に増設した増強設備から構成されている。

本稿では、生産品目の多様化にともなう負荷変動に強い排水処理設備の概要を紹介する。

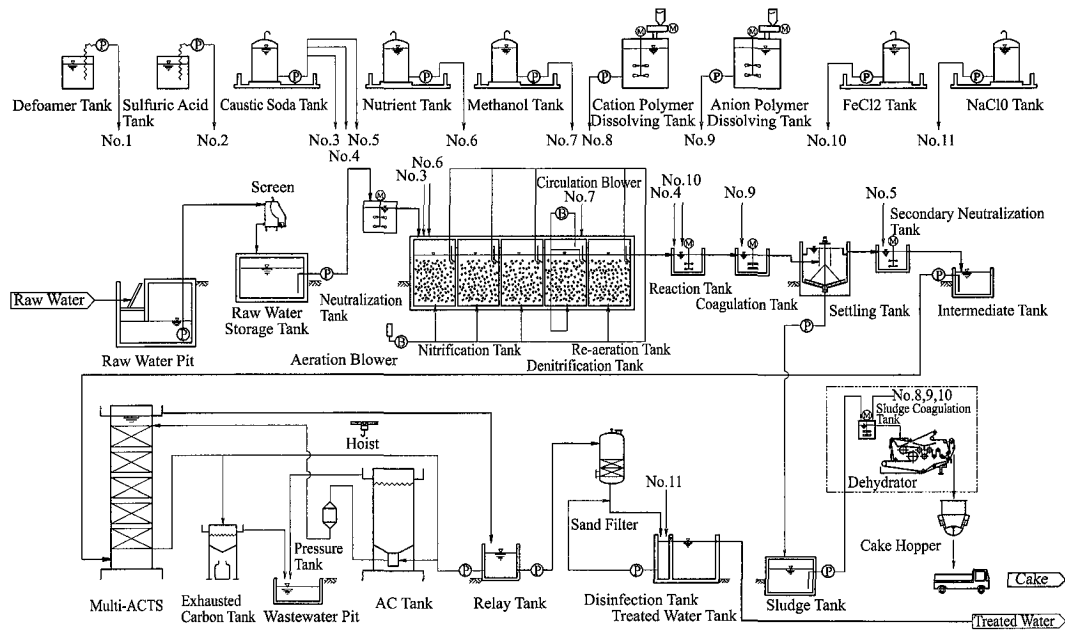


図 1 1999年納入装置 フローシート
Fig.1 Flow sheet for initial system

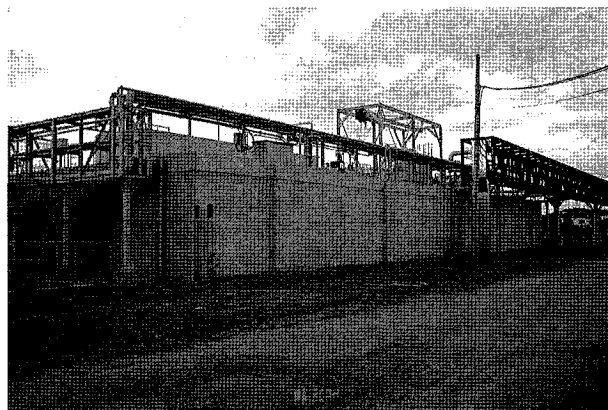


写真 1 1999年納入設備 全景
Photo 1 System delivered in 1999 (Initial)

1. 1999年納入設備（工場建設時）

1.1 設計条件と実際

表 1 に建設当初の設備設計条件，フローシートを
図 1，外観を写真 1 に示す。原水はロット切替え時
の容器洗浄排水であり，生產品目に由来して水質が
変化する。建設当初の生產品目は，烏龍茶等の有機
物負荷が高くないものであった。しかし，運転開始
後約 1 年を経過する頃から生產品目が多くなり，当
初の品目に加えて果実飲料・炭酸飲料に由来する工
程廃水の処理が必要となった。後述する増強設備の
検討はこれを契機に開始された。生產品目の変更
にともなう有機物負荷の増大は設計条件の最大 5 倍程
度が予想された。

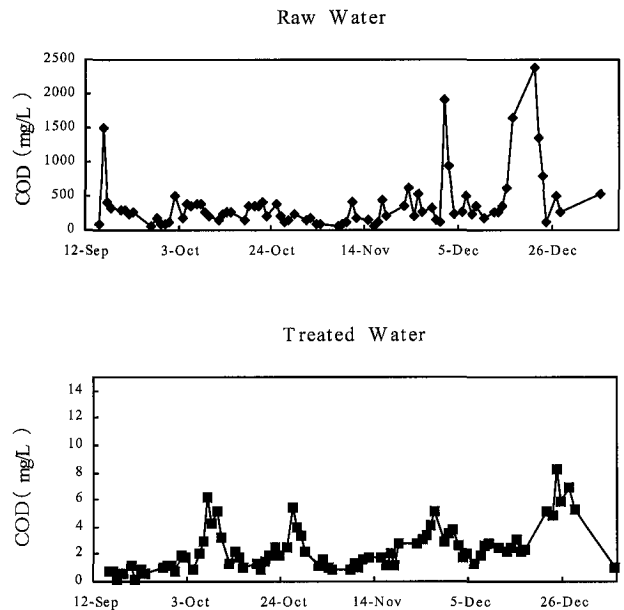


図 2 1999年納入設備 運転結果
Fig.2 Operating data of initial system

表 1 1999年納入設備 設計条件
Table1 Design basis for the initial system

	Raw Water	Treated Water
Quantity (m ³ /d)	1 200	
pH	5-8	5.8-8.6
SS (mg/L)	148	5
BOD (mg/L)	587	5
COD (mg/L)	587	8

実際の運転結果を図2に示す。設計条件以上の負荷流入に対しても運転調整変更など適時必要な対応をおこなった結果、放流水質を規制内に維持することができた。

次項に構成する主要設備プロセスの特長を示す。

1.2 設計条件と実際

原水ピット、スクリーン、原水貯留槽、中和槽から構成される。

原水ピットは地下配管により流入する工場排水をポンプ中継するために設置した。スクリーンは工程排水中に混入する茶滓などの夾雑物除去を目的に設置された。原水貯留槽は排水量および質を緩衝させるために排水約1日分の容量を確保した。中和槽は後段の生物処理設備に悪影響を与えないように原水貯留槽の排水を中性に調整するために設置した。

1.3 PABIO MOVER (パビオムーバー)

本設備は曝気槽または脱窒槽に特殊形状担体を充填し、曝気またはガス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2に担体写真、図3に概念図を示す。本設備は高砂工場殿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リアクター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。

実際の運転においては、設計条件を越える流入負荷となることがあったが、負荷状況に応じた水質の上昇が見られるのみで悪影響は一切なかった。また、機械的なトラブルもない。

1.4 凝集沈殿設備

PABIO MOVER で発生する余剰汚泥の分離回収(SS除去)、PABIO MOVER 処理水のCOD除去、および色度除去を目的とした設備である。

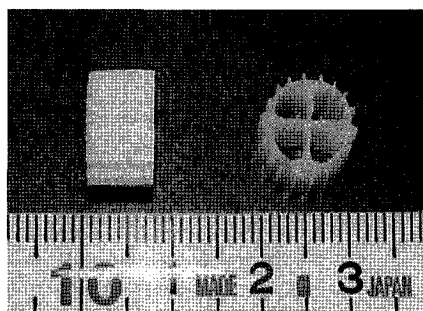


写真2 PABIO MOVER 担体写真
Photo 2 PABIO MOVER carrier element

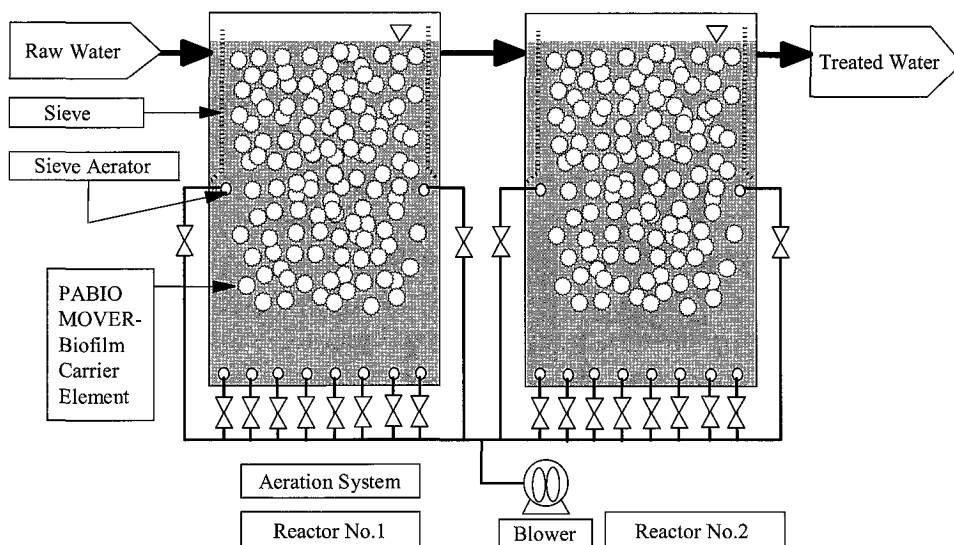


図3 PABIOMOVER 概念図
Fig.3 Concept of PABIO MOVER

色度除去については製品をサンプルとした試験確認結果に基づき酸性下での凝集法を採用した。

大きな負荷変動に対しては凝集反作用薬品の注入条件を変更することで安定した処理が継続できた。ただ果汁由来排水を処理する場合には、スカムの発生が増える傾向が見られた。

1.5 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仕上げ処理をおこなう多段流動床式活性炭吸着装置で、図4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、デット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。
- ⑤1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。

1.6 脱水設備

凝集沈殿設備で回収された余剰汚泥を対象とした

設備であり、脱水ケーキホッパーを付属する。

形式はベルトプレスタイプを採用した。

本設備も負荷増加時点では脱水薬品の注入条件などを適宜変更することで安定した運転が可能であった。

1.7 脱臭設備

工場敷地境界において臭気強度2，臭気濃度10以下を遵守するため、臭気源に該当する水槽および設備には覆蓋を設置し、発生臭気はダクト吸引し脱臭用活性炭吸着塔を通過後に大気放散する設備とした。

1.8 薬品注入設備

設備で使用する劇物薬品は受入や貯留上の安全性や管理面を考慮して一カ所にまとめ、防液堤の中に貯留タンクを設置した。

2. 2001年納入設備（増強設備）

2.1 設計条件

表2に増強設備の設計条件を示す。増強設備は、生産品目の変更にとまなう有機物負荷の増大分を既設設備の流入負荷条件に低減させるもので、設計条件は増強設備の流入条件と流出条件（既設設備の流

表 2 2001年納入設備 設計条件
Table2 Design basis for the retrofit system

	Raw Water	Treated Water
Quantity (m ³ /d)	1 200	
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	—

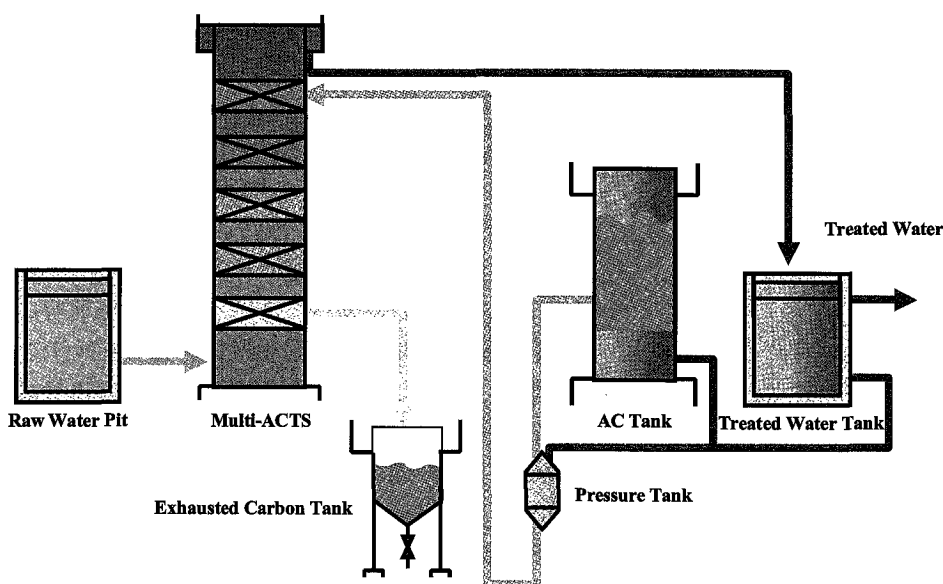


図 4 マルチアクトス プロセスフロー
Fig.4 Process flow of multi-ACTS

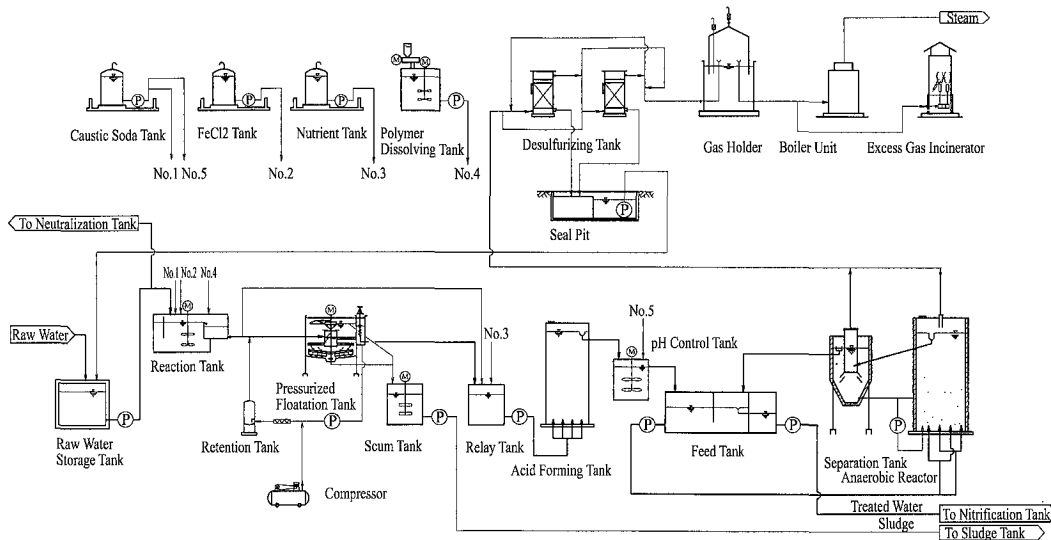


図 5 2001年納入装置 フローシート
Fig.5 Retrofit system

入条件) より設定された。

検討にあたっては次の項目がポイントとなった。

- ・各製品間の水質格差に由来する激しい原水濃度変動に影響を受けない設備であること
- ・既存設備に影響をあたえる果汁排水由来の繊維分は凝集加圧浮上前処理設備を設置し分離除去すること
- ・省スペースであること
- ・運転管理が容易であること
- ・ランニングコストが極力かからない設備であること

フローシートを図5に、外観を写真3に示す。

次に構成主要設備のプロセスの特長を示す。

2.2 前処理設備

増強設備の中心である嫌気性処理設備の安定運転に影響を与える果汁排水に由来する繊維分の除去と原水SS成分の低減を目的に設置した。

2.3 酸生成槽設備

嫌気性処理は数多くの微生物が関与している複雑なプロセスである。大きく分類すると加水分解による複雑な有機物から単純な有機物への分解、酸生成菌の発酵作用による揮発性脂肪酸(VFA)の生成と低分子化、およびメタン生成菌によるメタン発酵がある。

酸生成槽は嫌気分解反応を促進、安定化させる。メタン発酵以前の生物反応の促進・安定化を図る。加水分解や酸生成が進みにくい基質を対象とする場合には、酸生成槽の要否は、対象排水をもちいた回分試験で判断することが可能で、種々の排水や模擬



写真 3 2001年納入設備 全景
Photo 3 System delivered in 2001 (Retrofit)

排水をもちいて検討をおこなった。その結果、各排水は比較対象系としてもちいたグルコースと同様に短期間で嫌気分解が終了していることから、酸生成槽を設けないプロセスを提案した。

ただし、運転に際しては将来的な市場の変化やそれともなう生産品目の変更を考慮して酸生成槽を嫌気リアクターの前段に設置することとした。図6は試運転時に確認した酸生成槽処理と嫌気処理結果を示す。酸生成および嫌気処理の評価についてはVFA濃度により確認した。嫌気処理水レベルが原水の激しい水質変動に対しても安定していること、原水貯留槽出口(酸生成槽入口)、酸生成槽出口において顕著な低分子化(VFAの増加)が確認されないことから、対象排水については事前検討結果と同様、酸生成槽がとくに必要ないことを確認した。

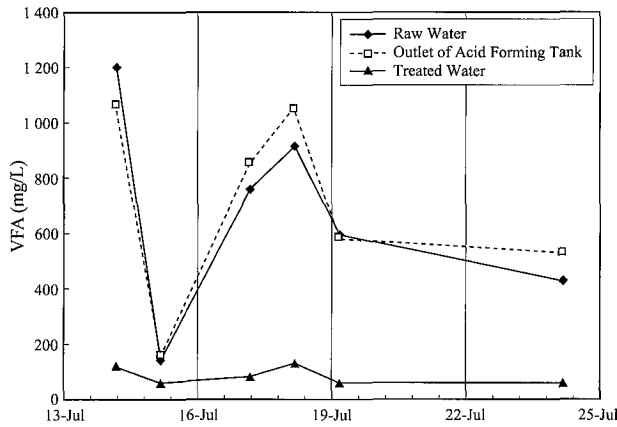


図 6 酸生成槽での VFA 生成
Fig.6 VFA in acid forming tank

2.4 PANBIC-H システム

現在の嫌気性処理設備における主流は UASB (上向流嫌気性スラッジブランケット) 方式と呼ばれるものである。図 7 に概念を示す UASB 方式は、嫌気性微生物を高濃度に保持することが可能な優れた方式であるが、有機物除去反応の大部分は、容積に対して 1/3 前後のスペースでおこなわれている。

リアクターの上部には、発生ガスの捕集と直径 1~2 mm の塊となった嫌気性微生物の粒子 (以下グラニューールと呼ぶ) の流出防止の目的で GSS (Gas-Solid Separator) と呼ばれる気固分離装置が設置されリアクター全体の容積に対して多くの比率を占める。

ガスの付着していないグラニューールの沈降速度は直径 0.5~1 mm のもので平均 40 m/h にも達する¹⁾。一方、UASB リアクター内の水面積負荷は通常 1~2 m/h 前後である。このため、あらかじめ付着ガスを分離すれば、UASB リアクターよりはるかに小さな面積でグラニューールの沈降分離がおこなえる。

図 8 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ー、分離槽、汚泥返送手段より構成される。本設備は UASB と同様にグラニュー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させる目的で自社開発したものである。UASB 方式のように内部に GSS 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・グラニューールの流出防止をおこなっている。

- ①排水はリアクター下部より導入され、グラニュー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ー内を上昇し、リアクター

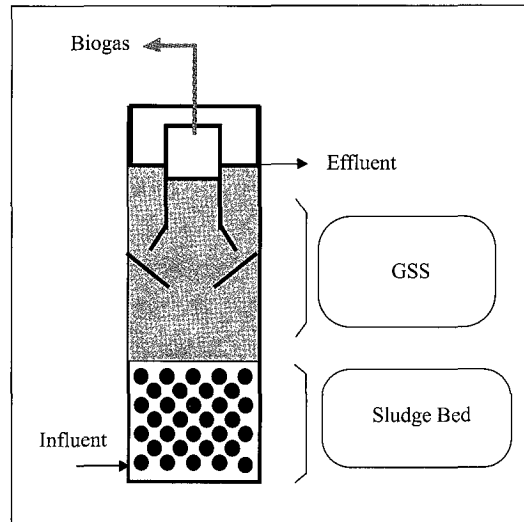


図 7 UASB リアクター概念図
Fig.7 Concept of UASB reactor

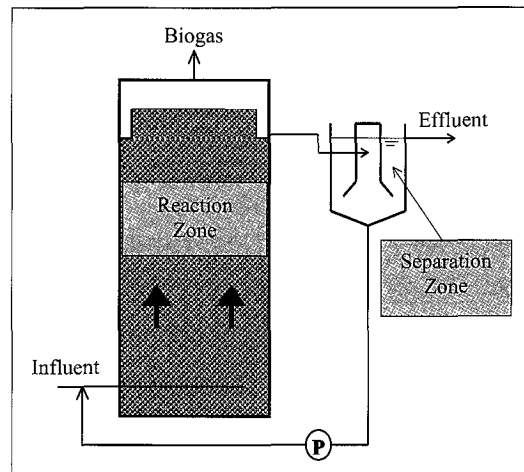


図 8 PANBIC-H システム概念図
Fig.8 Concept of PANBIC-H

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ー上部より流出する。この時グラニュー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ーに返送される。

このような構成を採用したことにより、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

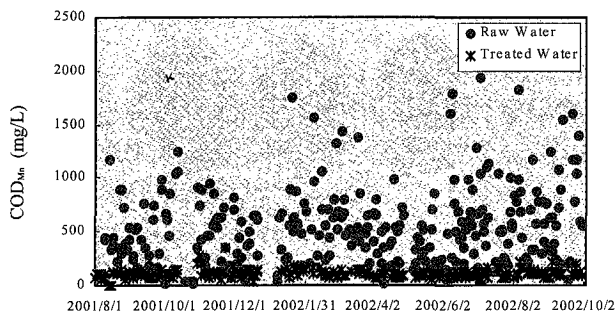


図 9 2001年納入設備 運転結果
Fig.9 Operating data of retrofit system

ことにより、増設設備に PANBIC-H システムが採用された。

2.5 ガス処理設備

嫌気性処理設備から回収されるメタンガスは蒸気ボイラーの燃料として有効利用した。ガス利用に当たり、脱硫塔、ガスホルダー、および蒸気ボイラーユニットを設置した。また、ボイラー停止時のメタンガス処理のために余剰ガス燃焼装置も設置した。

2.6 薬品注入設備

増強設備で使用する薬品は既存の薬品注入設備から供給した。

3. 運転状況

図9、10に2001年初頭からの排水処理設備の運転データ、表3に2001年度の放流水実績²⁾を示す。嫌気性処理設備の運転は2001年8月から開始し、運転開始後約1年を経過した。

嫌気性処理設備は、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、排水処理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、嫌気性処理設備を導入することにより、増強設備導入前と比較して、余剰汚泥処分量が3分の1に減少し、廃棄物量を削減することができた。

むすび

サントリー(株)高砂工場殿は、2001年10月23日に平成14年度「リデュース・リユース・リサイクル推

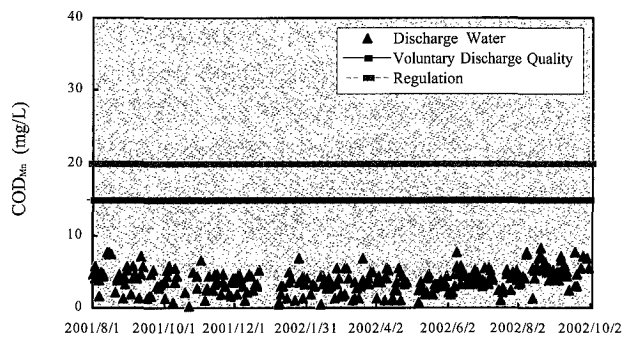


図 10 放流水データ
Fig.10 Quality of discharge water

表 3 2001年度放流水実績

Table3 Actual quality of discharge water

	Regulation	Voluntary Target	Actual (Average)
pH	5.8-8.6	5.9-8.5	7.7
SS (mg/L)	30	7 (average 5)	1.3
BOD (mg/L)	20	8 (average 5)	2.1
COD (mg/L)	20	15 (average 8)	5.7

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リデュース・リユース・リサイクル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挙げている個人、グループおよびくに貢献の認められる事業所等を表彰するものであり、今年度は高砂工場殿が唯一の受賞である。評価されたポイントのひとつに、当社が納入した排水処理設備があげられたことは我々にとっても大きな喜びであり、今後とも環境活動への取り組みにご協力していく所存です。

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) 加治正廣, 隅晃彦: 神鋼パンテック技報, Vol.41, No.1 (1997), p.9
- 2) サントリー環境レポート 2002

連絡先

水 口 護 環境装置事業部
技術本部
技術部
第3技術室

TEL 078 - 232 - 8117
FAX 078 - 232 - 8058
E-mail m.mizuguchi@pantec.co.jp