

阪神水道企業団殿向 高度浄水処理実証プラントの概要

The Large Scale Experimental and Demonstrational Plant for Hanshin Water Supply Authority



(環)技術室
西尾 弘 伸
Hironobu Nishio
南家 捷 成
Toshinari Nanke

The large-scale experimental and demonstrational plant for Hanshin Water Supply Authority has been operated satisfactorily since March, 1989.

For the present, the following substances are removed enough by this advanced treatment process.

- 1) Odor-causing compounds
- 2) Organic substances which will cause trihalomethanes.
- 3) Heavy metals (Fe, Mn)

まえがき

近年になって、水道水源の多様化に起因する浄水の着臭（主に、夏期のかび臭）および微量有機塩素化合物（トリハロメタン等）などの水質問題がにわかにクローズアップされてきている。これらの問題に対処するために、新しい水処理プロセス（オゾン処理・活性炭処理）の開発、並びにこれらを取り入れた浄水プロセス全体の検討に関する調査研究が行われはじめています。

阪神水道企業団殿においては、'85年度よりオゾン・活性炭処理（日処理量：80 m³）の実験が行われており、これらの結果を総合的に評価し、『中オゾン＋流動層式活性炭＋中間塩素・再凝集池＋砂濾過』のフローを高度浄水処理の基本プロセスとして検討を行ってきた^{1,2)}。

当社においては、このフローによる高度浄水処理実証プラント（原水ベースで日量：2000 m³、処理水ベースで最大日量：1900 m³）を'89年3月に阪神水道企業団殿猪名川事業所内に納入した。以後順調に稼働しているため、この実証プラントの概要および処理効果について報告する。

1. 実証プラントの特長

第1図に実証プラントの全体配置図、第2図に実証プラントのフロー、写真1に実証プラントの全景を示す。

本実証プラントの特長として、

- 1) 受水槽と処理水槽を既存浄水場と同じ水位高低とし、

一連の処理プロセスを第3図に示すように自然流下で行う。

- 2) 自然流下で行うために、活性炭処理は、通常用いられている固定層式ではなく流動層式とし、通水速度（Lv）を10 m/h（I系）、15 m/h（II系）とする。

この活性炭処理を流動層式にすることによるメリットとしては、

- (1) 圧力損失が少ない。
- (2) オゾンの大気揮散がない。（活性炭に接触するまで自由水面が存在しない。）
- (3) 逆洗水が不要（水洗浄にはオゾン処理水を使用）となり、逆洗貯槽、排水渠などが不要となる。
- (4) 逆洗などによる活性炭の摩耗減少分を年間20%程度補充することで生物効果と吸着効果の共存が可能である。
- (5) 活性炭層内に気泡が発生しないため、これによる短絡流は生じない。
- (6) 小粒径の石炭系破砕炭が使用できるので活性炭の表面積が大きくとれ、生物効果がより期待できる。などが上げられる³⁾。

- 3) 沈殿池は傾斜管タイプを採用している。これに、高度浄水処理プロセスを導入する際、通常は新たに用地を必要とするが、現状では用地取得が難しいため、現有沈殿

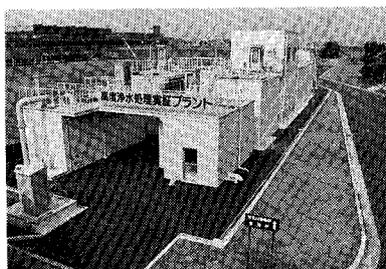
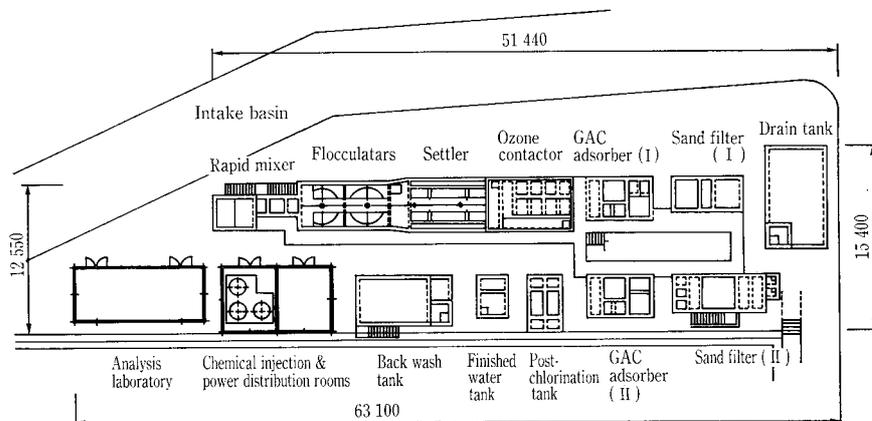


写真1 実証プラント

Photo.1 The large scale experimental and demonstrational plant



第1図 全体配置図（阪神水道企業団殿実証プラントパンフレットから引用）
Fig. 1 Plan view of the large scale experimental and demonstrational plant

池（横流式、滞留時間約 4 hr）の形態を傾斜管式（滞留時間：約 1 hr）に改造・縮小し、各高度浄水プロセスを収めるスペースを見出すためである。

4) 活性炭処理後に 2 度目の凝集（再凝集）を行うことにしている。これは、活性炭層から漏出する粒子成分（微粉炭、生物など）を後段の砂濾過で完全に抑止するためである。

5) 本実証プラントの運転データは、プロセスモニタ (PMX-98) で一括集中管理を行っている。(写真 2)

2. 実証プラント設備諸元

次に、本実証プラントの諸元を示す。

2.1 受水槽

形式：鉄筋コンクリート造り開放角槽
 内矩寸法：2 350^W × 3 000^L × 5 300^{WD} × 6 000^D
 有効容量：37.37 m³
 滞留時間：26.9 min（日処理量 2 000 m³ に対して）

2.2 急速混和池

形式：鉄筋コンクリート造り開放角槽
 内矩寸法：1 200^W × 1 200^L × 3 000^{WD} × 3 300^D
 有効容量：4.32 m³
 滞留時間：3.11 min（日処理量 2 000 m³ に対して）

2.3 凝集フロック形成池

形式：鉄筋コンクリート造り開放角槽

内矩寸法：3 500^W × 3 500^L × 1 800^{WD} × 2 100^D
 有効容量：44.1 m³
 滞留時間：31.8 min（日処理量 2 000 m³ に対して）

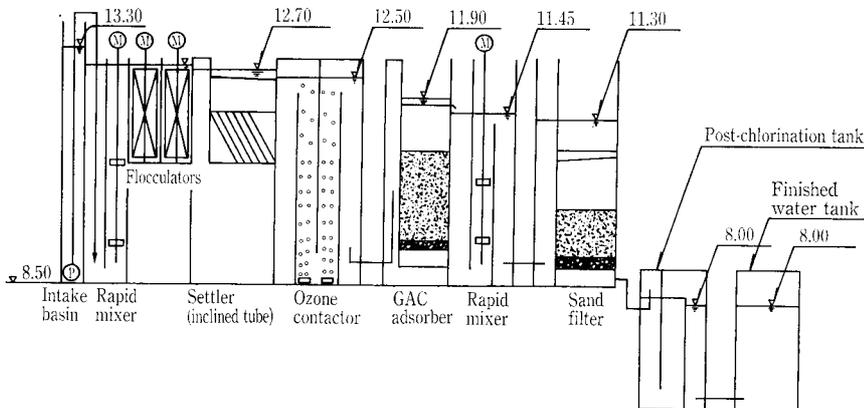
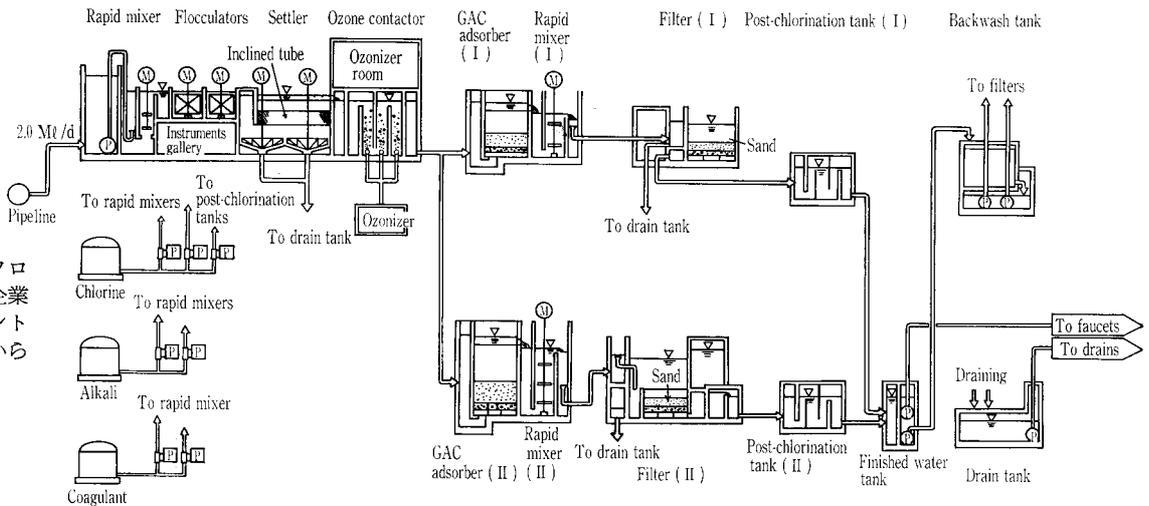
2.4 傾斜管式沈殿池

形式：鉄筋コンクリート造り開放角槽
 内矩寸法：3 500~3 950^W × 7 900^L × 3 500^{WD} × 4 500^D
 有効容量：105.3 m³
 傾斜管設置面積：24.49 m²
 傾斜管通過時間：15.3 min
 傾斜管上昇流速：56.7 mm/min
 表面流速：3.4 min（日処理量 2 000 m³ に対して）
 滞留時間：75.7 min

2.5 オゾン接触・反応槽

形式：鉄筋コンクリート造り密閉槽
 内矩寸法：（接触槽）900^W × 1 350^L × 3 800^{WD} × 4 300^D × 3槽
 （反応槽）900^W × 1 200^L × 3 800^{WD} × 4 300^D × 3槽
 800^W × 1 200^L × 3 800^{WD} × 4 300^D × 2槽
 有効容量：（接触槽）13.85 m³
 （反応槽）19.61 m³
 滞留時間：（接触槽）10.1 min

第 2 図
 実証プラントフロー（阪神水道企業
 団殿実証プラント
 パンフレットから
 引用）
 Fig. 2
 Schematic
 diagram of the
 plant



第 3 図 実証プラント水位高低^{4),5)}
 Fig. 3 Water level of the plant

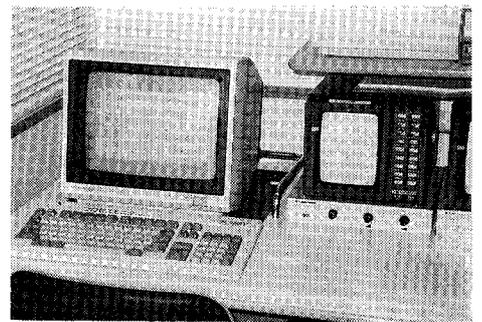


写真 2 プロセスモニタ (PMX-98)
 Photo.2 Process monitor

写真3

オゾン発生機
(360g-O₃/h)

Photo.3

Ozone generator
(360g-O₃/h)

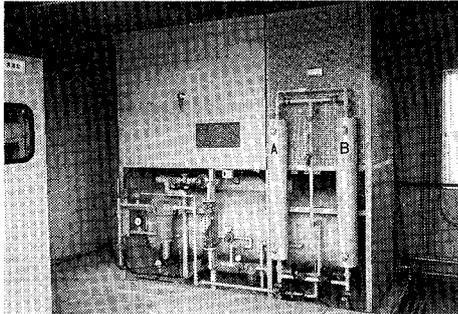
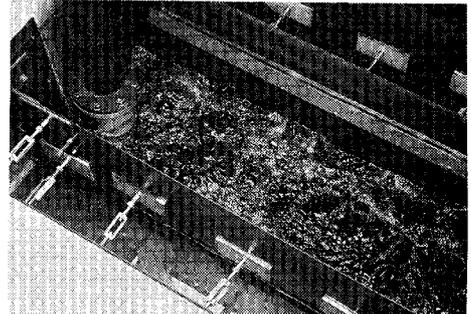


写真4

活性炭層の気
水洗浄

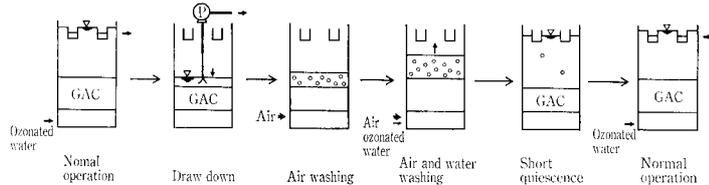
Photo.4

Air and water
washing



第4図 活性炭槽の洗浄工程³⁾

Fig. 4 Washing process of
the GAC adsorber



(日処理量1980 m³に対して)
(反応槽) 14.3 min
(日処理量1980 m³に対して)

(Ⅱ系) 9.98 hr⁻¹
(日処理量1190 m³に対して)

2.6 オゾン発生装置

(オゾン発生機) (写真3)

放電方式: 円管多管式無声放電方式

オゾン発生量: 360 g-O₃/hr

オゾン濃度: 20 g-O₃/Nm³

最大印加電圧: 7.2 KV

放電電力: 5.69 kW

冷却方式: 水冷方式

(オゾン注入方式)

オゾン注入率: 通常 2 ppm (最高 4.5 ppm)

オゾン注入方式: 散気板 (細孔径 50 μm) による
散気方式

(排オゾン処理方式)

処理方式: 排オゾン分解塔による活性炭接触
分解方式

2.7 流動層式活性炭槽

形式: 鉄筋コンクリート造り密閉角槽

内矩寸法: (Ⅰ系) 1840^W × 1800^L × 3200^D
~3400^{WD} × 4500^D

(Ⅱ系) 1840^W × 1800^L × 4900^D
~5100^{WD} × 6500^D

有効容量: (Ⅰ系) 10.60~11.26 m³

(Ⅱ系) 16.22~16.89 m³

使用活性炭: 流動層用石炭系破碎炭

粒径: (Ⅰ系) 25~50 mesh

(Ⅱ系) 20~50 mesh

充填層高: (Ⅰ系) 1 m

(Ⅱ系) 1.5 m

滞留時間: (Ⅰ系) 19.3~20.5 min

(日処理量 790 m³ に対して)

(Ⅱ系) 19.63~20.44 min

(日処理量 1190 m³ に対して)

通水速度: (Ⅰ系) 9.94 m/h

(日処理量 790 m³ に対して)

(Ⅱ系) 14.97 m/h

(日処理量 1190 m³ に対して)

空間速度: (Ⅰ系) 9.91 hr⁻¹

(日処理量 790 m³ に対して)

洗浄方法: 有孔ブロックによる空気洗浄, 気水洗浄
を1日1回行う。(洗浄工程を第4図に,
写真4に気水洗浄を示す。)

2.8 中間塩素・再凝集池

形式: 鉄筋コンクリート造り開放角槽

内矩寸法: (Ⅰ系) 1700^W × 1700^L × 2950^{WD} × 4500^D

(Ⅱ系) 1700^W × 1700^L × 4400^{WD} × 6500^D

有効容量: (Ⅰ系) 8.53 m³

(Ⅱ系) 12.72 m³

滞留時間: (Ⅰ系) 15.5 min

(日処理量 790 m³ に対して)

(Ⅱ系) 15.39 min

(日処理量 1190 m³ に対して)

2.9 砂汚過池

形式: 鉄筋コンクリート造り開放角槽

(Ⅰ系) 流入水位制御型

(Ⅱ系) 自然平衡型

内矩寸法: (Ⅰ系) (汚過室) 1860^W × 2400^L

× 2950^{WD} × 3500^D

(Ⅱ系) (汚過室) 2760^W × 2700^L

× 4000^{WD} × 5500^D

汚過面積: (Ⅰ系) 4.464 m²

(Ⅱ系) 7.452 m²

汚過速度: (Ⅰ系) 通常 141.1 m/d

最高 161.3 m/d

(Ⅱ系) 通常 139.6 m/d

最高 159.7 m/d

2.10 後塩素接触槽

形式: 鉄筋コンクリート造り密閉角槽

内矩寸法: 1000^W × 3700^L × 2350^{WD} × 3000^D × 2槽

有効容量: 16.72 m³

滞留時間: (Ⅰ系) 通常 18.0 min 最小 15.7 min

(Ⅱ系) 通常 10.9 min 最小 9.5 min

2.11 処理水槽

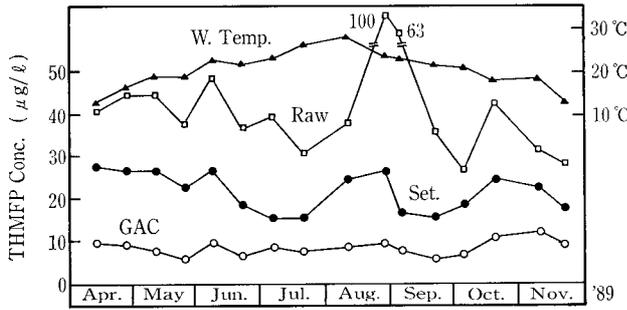
形式: 鉄筋コンクリート造り密閉槽

内矩寸法: 2000^W × 3000^L × 3300^{WD} × 4100^D

有効容量: 18.48 m³

滞留時間: 通常 15.9 min

(日処理量 1670 m³ に対して)



第5図 トリハロメタン生成能(THMFP)の経日変化⁵⁾
Fig. 5 Variation of THMFP

最小 13.9 min
(日処理量 1910 m³ に対して)

2.12 洗浄水槽

形式: 鉄筋コンクリート造り密閉角槽
内寸法: (上部) 5600^W × 3600^L × 4000^{WD} × 4500^D
(下部) 7400^W × 3600^L × 500^{WD} × 1200^D
有効容量: (上部) 80.64 m³
(下部) 13.32 m³

2.13 排水槽

形式: 鉄筋コンクリート造り密閉角槽
内寸法: 4500^W × 8000^L × 1200^{WD} × 1900^D
(一部 3400^D)
有効容量: 43.2 m³

2.14 薬注設備

1) 凝集剤

貯槽: 3.6 m³ φ1600 × 2000^{SH} FRP
注入ポンプ: 直動ダイヤフラム型 3台

2) アルカリ剤

貯槽: 3.6 m³ φ1600 × 2000^{SH} FRP
注入ポンプ: 直動ダイヤフラム型 3台

3) 塩素剤

貯槽: 3.6 m³ φ1600 × 2000^{SH} FRP
注入ポンプ: 直動ダイヤフラム型 5台

2.15 電気計装設備

- (1) 濁度計: 表面散乱形 3台
- (2) 色度計: 単光路単波長方式 2台
- (3) pH計: ガラス電極式 5台
- (4) 伝導度計: 2台
- (5) 流量計: 電磁流量計 4台
- (6) 遊離残留塩素計: 有試薬式 3台, 無試薬式 3台
- (7) 総残留塩素計: 有試薬式 3台
- (8) オゾン濃度計: 紫外線吸収式気相用 1台, 液相用 1台
- (9) 活性炭流動界面検出装置: 超音波方式

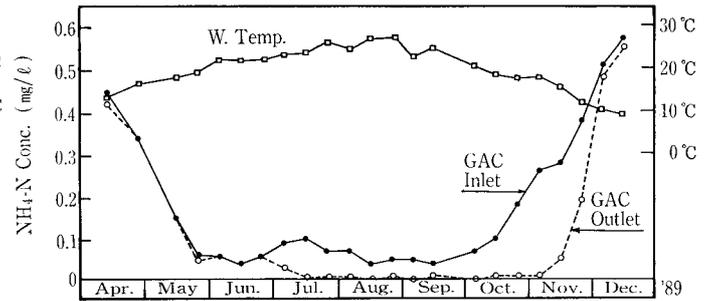
3. 現在までの処理効果⁴⁾

次に, '89年4月以降の本実証プラントにおける処理効果について述べる。

3.1 かび臭物質の除去効果

'89年6月の淀川原水着臭時(自然発臭)に行ったかび臭物質(2MIB)の測定結果は, 原水 31 ng/l, オゾン処理水 4 ng/l, 最終処理水 0 ng/l であり, オゾン・活性炭処理で完全に除去されていた。

3.2 微量有機塩素化合物(トリハロメタン生成能)の除去効果



第6図 アンモニア性窒素の経日変化⁵⁾
Fig. 6 Variation of NH₄-N

第5図にトリハロメタン生成能(THMFP: 24時間値)の経日変化を示す。THMFPは, プロセス全体として, 79%の除去率となっている。その内訳は原水に対して洗殿処理で50%, オゾン処理で6%, 活性炭処理で, 23%となっている。活性炭処理水のTHMFPの平均値は9 µg/l であり, 現在のところかなり低いレベルまで低減されている。これらは, 本実証プラントが通水初期のため活性炭の吸着による効果が大いことによると考えられる。

3.3 アンモニア性窒素の除去効果

本フローにおいては, アンモニア性窒素はオゾン処理工程まではほとんど除去されないが, 活性炭槽での生物効果による低減(硝化)は期待できる。第6図に, 活性炭槽におけるアンモニア性窒素の除去性を示す。通水初期には全く除去されていないが, 通水後80日目頃から低減(硝化)が確認され始めた。しかし, 冬期に入り, 水温15 °C以下になると除去率が低下し始め, 水温10 °C以下ではほとんど除去されなくなった。今後, 原水のアンモニア性窒素濃度が高くなる冬期に対して, 活性炭槽における硝化について, 検討を進める必要がある。

3.4 鉄, マンガンの除去効果

活性炭処理後に, 不連続点塩素処理を行い, 遊離塩素を保持した状態で砂ろ過を行っているため, ほぼ完全に除去されている。

むすび

以上, 阪神水道企業団殿納入の高度浄水処理実証プラントの概要について述べた。近年問題になっている, かび臭および微量有機塩素化合物などについては, 現在のところ良好に処理されており, 今後実設備の設計諸元の決定, 運転維持管理法の確立が本実証プラントにおける課題になるものと思われる。なお, 水質データなどについては, 阪神水道企業団殿が水道研究発表会において報告済みの内容を引用し紹介した。

【参考文献】

- 1) 佐々木隆ら: 新しい浄水システムに関する一考察, 一オゾン, 活性炭流動層および浮上分離の導入—第40回全国水道研究発表会講演集(1989)
- 2) 百家信和ら: 中間オゾン, 活性炭流動層による高度処理実験(Ⅱ)—システム特性の総括と実験規模の拡大—, 第40回全国水道研究発表会講演集(1989)
- 3) 佐々木隆ら: 粒状破碎炭を用いた流動層吸着装置, 第41回全国水道研究発表会講演集(1990)
- 4) 花元隆司ら: 中間オゾン, 活性炭流動層による高度処理実験(V)—実証プラントを用いた調査—, 日本水道協会関西地方支部第33回研究発表会概要集(1989)
- 5) 表義雄ら: 中間オゾン, 活性炭流動層による高度処理実験(Ⅲ)—実証プラントを用いた調査—, 第41回全国水道研究発表会講演集(1990)