

# 新型「開放型サイフォン・フィルター」

## Introduction of an Improved "Open Siphon Filter"



(環)技術部 計画第2課  
石丸 豊  
Yutaka Ishimaru

The open siphon filter is a self-balancing type automatic filter developed by Shiko Pantec Co. It has been used by many water supply authorities for its advantages such as high filtering efficiency and simple maintenance. Recently, it has been improved by replacing the inverted U-shaped siphon with a double siphon consisting of an inner cylinder and an outer cylinder for compact construction and better appearance. This paper describes the improved open siphon filter delivered to the Hanshin Water Supply Authority.

### まえがき

急速汙過の歴史は古く、我が国においても1912年（明治45年）に京都市蹴上浄水場にジュエル式と称される機械式の洗浄機構をもった円形汙過池が竣工したのが最初である。急速汙過はその後昭和30年代に入り水道水源の水質悪化や高度成長による水需要の増加により全国の浄水場でも相次いで導入された。

急速汙過を行う装置としての急速汙過池には、水理的に重力式（大気開放形）と圧力式（有圧密閉形）に分類されるが、水道では重力式が標準とされる。

従来、これら急速汙過池は自動化のため自動弁を多用し、かつ水位や水量制御装置を有していたが、急速汙過の先進国であった米国では、簡素化を図った種々の自動急速汙過装置の開発が行われていた。当社も米国バームチット社より、サイフォンを利用し電氣的な制御機構が全く不用の全自動汙過装置“自動バルプレスフィルター”の技術導入を行った。1959年（昭和34年）に西宮市水道局に納入したのを皮切りに多くの水道事業体で採用され、本機はこの

種の汙過装置のベストセラーとなった。さらに当社はこの実績と経験をもとに、水需要の増大に伴う装置の大型化に対応すべく“開放型サイフォン・フィルター”（以下OSFと称す）を自社開発し、1973年（昭和48年）に天理市豊井浄水場に納入して以来、着実に実績を増やし、その規模も大きくなってきた。

本稿では、このたび大規模浄水場の一つである阪神水道企業団猪名川事業所に納入した急速汙過池設備（新型逆洗サイフォン管装備の自然平衡形汙過池）の概要を紹介する。

### 1. 標準型OSF（写真1）

近年採用される自動汙過池の主流となっている流量制御方式は自然平衡形である。この自然平衡形汙過池とは、流入水量と流出水量が自然に平衡するものをいう。すなわち流出側に流量制御機構をもたず、堰などにより流出水位を一定に保ち、汙過継続による汙過抵抗の増加を流入側の水位上昇で平衡させる方式である。自然平衡形汙過池には、自己逆流洗浄型、逆流洗浄タンク保有型がありOSFは後者になる。

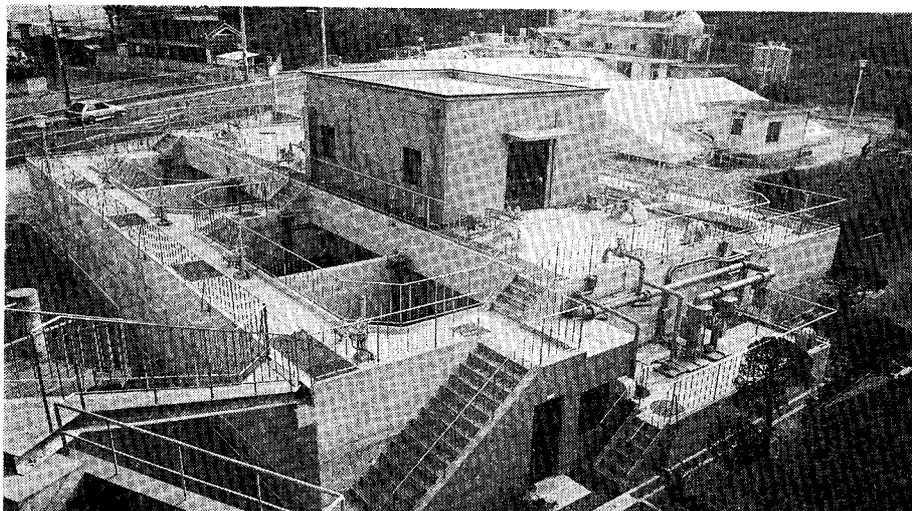
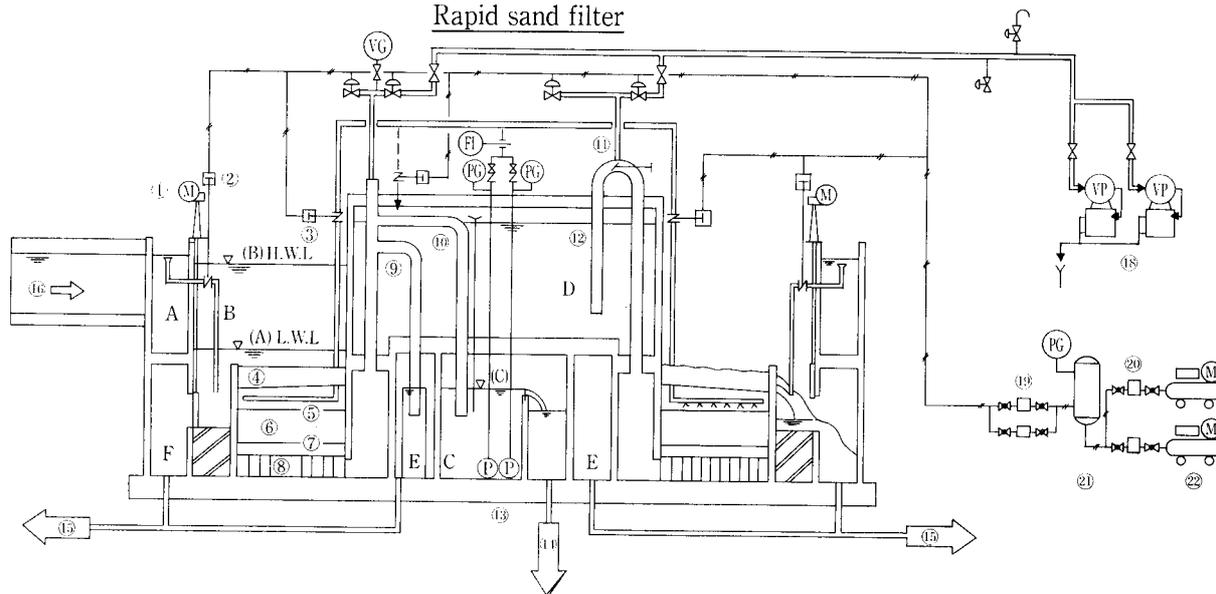


写真1 標準型OSF  
Photo. 1 Open Siphon Filter

## Rapid sand filter



- |                                       |                                |                                    |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| A Raw water conduit (原水渠)             | 4 Drainage trough (排水トラフ)      | 14 Filtrated water (沝過水)           |
| B Filtration area (沝過室)               | 5 Surface wash system (表洗装置)   | 15 Drain water (排水)                |
| C Filtered water conduit (流出渠)        | 6 Filter sand (沝砂)             | 16 Raw water (原水)                  |
| D Backwash water storage tank (逆洗水貯槽) | 7 Gravel (支持砂利)                | 18 Vacuum pump (真空ポンプ)             |
| E Drain water conduit (捨水渠)           | 8 Underdrain system (集水装置)     | 19 Freezer type air dryer (冷凍式除湿器) |
| F Washing water drain conduit (排水渠)   | 9 Drainage siphon (捨水サイフォン)    | 20 After cooler (アフタークーラ)          |
| 1 Drain gate (排水弁・扉)                  | 10 Filtration siphon (沝過サイフォン) | 21 Air storage tank (空気貯槽)         |
| 2 Inflow distribution valve (原水弁)     | 11 Flow rate damper (流量調節ダンパー) | 22 Air compressor (空気圧縮機)          |
| 3 Surface wash valve (表洗弁)            | 12 Backwash siphon (逆洗サイフォン)   |                                    |
|                                       | 13 Surface wash pump (表洗ポンプ)   |                                    |

第1図 開放型サイフォン・フィルターのフロー

Fig. 1 Schematic drawing of "Open Siphon Filter"

### 1.1 構造 (第1図)

OSFの基本構造は、原水渠、沝過室、流出渠、逆洗水貯槽、捨水渠、排水渠より構成される。沝過室及びそれに付属する集水室は各池独立しているが、その他の原水渠、流出渠、逆洗水貯槽、捨水渠及び排水渠は複数池あっても全池に対して共通させている。

### 1.2 作動原理

#### 1.2.1 沝過 (第1図, 左側)

原水は各池共通の原水渠に入ったのち、各池に均等分配され沝過室内に流入する。沝過室に入った原水は沝層で沝過され、集水装置(有孔ブロック)を経て集水室に集めたのち、沝過サイフォン管で全池共通の流出渠に移す。流出渠の末端には堰を設け、流出渠の水位(C)を一定に維持させる。沝過初期の沝過室内水位はLWL(A)である。沝過継続により沝層に濁質が蓄積してくると損失水頭が増大し、沝過室内水位がHWL(B)まで上昇する。(自然平衡形の特長である。)

沝過室内水位がHWL(B)に達するか、または一定時間沝過を継続した時点で洗浄行程に移る。

#### 1.2.2 洗浄 (第1図, 右側)

原水サイフォン管(または原水弁)を停止し、沝過室内の水位を下げてから沝過サイフォン管を停止させる。次に排水弁を開き、表洗ポンプの起動により表洗を行う。引き続き逆洗サイフォン管を作動させ逆洗水貯槽の洗浄水を集

水室に逆流させ、有孔ブロックから均等に噴出させ、沝層を逆流洗浄する。表洗と逆洗は一部ラップさせ、洗浄効果を高めるが、それぞれの洗浄行程はタイマーにより設定する。逆洗が終了すれば、原水を流入させ捨水サイフォンを作動させ、一定時間捨水を行ったのち沝過サイフォンに切り替え、再び沝過を開始する。(沝過水の水质により捨水行程を省くことも可能である。)

逆洗水貯槽への補給は表洗ポンプまたは補給水ポンプにより次回の洗浄までに補充する。また各サイフォン管の起動には真空ポンプを用いる。

### 1.3 OSFの特長

自然平衡形全般の特長としての「流出側の流量制御機構がないため簡便であり、また沝過水の流出位置が沝層上部より高い位置にあるので、沝過抵抗が上昇しても沝層内部に負圧が発生することがなく沝過の安定性が高い」ことは言うまでもなく、OSFは逆流洗浄タンク保有型であるため自己逆流洗浄型に比して次のような優位点がある。

#### 1.3.1 水质面での優位点

##### 1) 洗浄効果が高い。

独自に逆洗水貯槽を同じ躯体に一体化して保有させているので、常に一定量の逆洗用水を確保できる。このため他の沝過池の通水状態に影響されることなく、常に確実な逆洗が行える。

逆洗水は、残留塩素が存在する浄水を使用できるため沝

第 1 表 テスト装置仕様  
Table 1 Specification of Test Equipment

| Item                        | Specifications   | Quantity |
|-----------------------------|--|----------|
| Siphon ①                    | Inner cylinder : 202 dia. (200A VU)<br>Outer cylinder : 298 dia. (300A VU)     | 1        |
| Siphon ②                    | Inner cylinder : 298 dia. (300A VU)<br>Outer cylinder : 442 dia. (450A VU)     | 1        |
| Flow rate damper ①          | Plate type (200 dia. & 300 dia.)   | 1 each   |
| Flow rate damper ②          | Porous type (Large) 24-40 dia.   | 1        |
| Flow rate damper ③          | Porous type (Small) 104-20 dia.  | 1        |
| Backwash water storage tank | Steel cylinder : 2 800 dia×3 600 H<br>Effective capacity : 12.3 m <sup>3</sup> | 1        |
| Vacuum pump                 | 155 ℓ/min.×450 mmHg<br>0.2 kW  | 1        |

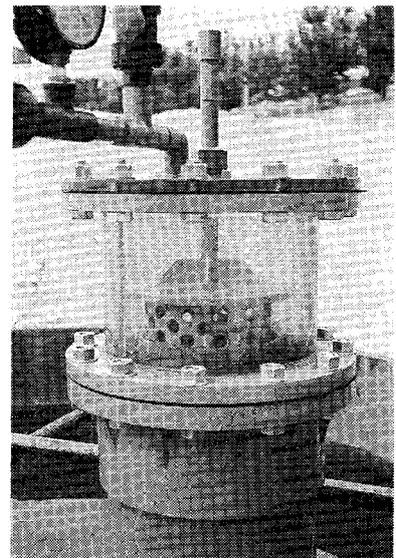


写真 2 多孔型ダンパー  
Photo. 2 Porous type damper of test equipment

層や集水装置の生物汚染が防止出来る。

洗浄行程で表洗→表逆洗→逆洗の最も効果的な洗浄が出来る。

## 2) 処理水質の安定化。

捨水サイフォンにより容易に捨水行程の組み入れが可能であり、処理水質に応じて必要な時間の捨水を行い、汚過水が安定した状態になってから汚過行程に切り替えられる。

### 1. 3. 2 建設面での優位点

1) 最終計画に合わせた計画が立案出来る。

各池毎に独立した汚過池であり、当初水量に左右されずに任意の汚過面積、池数が選定出来る。

2) 全体槽高が低い。

汚過室の槽高は標準で4.2 mと低く、建設費が安くなる。

### 1. 3. 3 維持管理面での優位点

1) 運転水量を自由に変えられる。

逆洗水貯槽を保有しているため運転水量に制約がなく、必要水量に応じた池数の運転や給水量の変化に応じた運転が行える。

2) 汚過池が独立している。

汚材更生や点検がいつでもでき、他の池に影響を与えない。また万一、砂漏れがあっても流出渠に汚砂が流出し汚過施設全体をストップさせる恐れがない。

3) 汚過水量の変動がない。

洗浄時も汚過水量は変わらないため後塩素制御がしやすい。

## 2. 新型OSFの概要

OSFは自動弁にかえてサイフォン管を利用することにより配管廊をなくし設備をよりコンパクトに、また保守管理を容易にするといった特長を有しているが、大容量の汚過池になるとサイフォン管も大口径となり、特に逆洗サイフォン管はその構造上、逆洗水貯槽の上部に位置するため、汚過池のデザイン上、好ましくないことがある。汚過面積が120 m<sup>2</sup> という大型池になると逆洗サイフォン管の口径は1 000 mm 近くになり、標準型のように逆U字型にすれば逆洗水貯槽上に約1.5 m 近く突出することになる。

そこでこのサイフォン管の構造を逆U字から2重管にすることによって、突出高さの低減ならびに意匠の改善を試みた。しかしながら、逆洗サイフォンは逆洗水量を調節する必要があるためその流量調節機構の開発ならびに機能確認の目的からパイロットテストを実施し、設計データに供することとした。

## 3. パイロットテストの概要

### 3. 1 目的

2重管構造のサイフォンは実用化されているが、汚過池の逆洗サイフォン管として新しく応用した場合、次に示す項目を把握する必要があった。

- 1) 新型逆洗サイフォン管の起動の円滑性の確認
- 2) 流量制御機構の選択
- 3) 管内残留空気の影響、排気状況の確認

### 3. 2 テスト装置

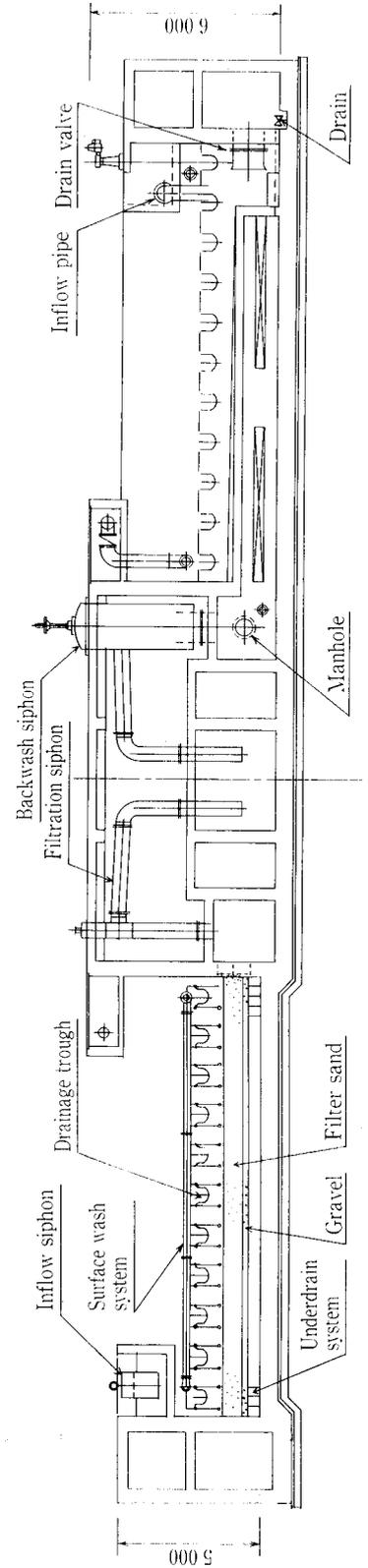
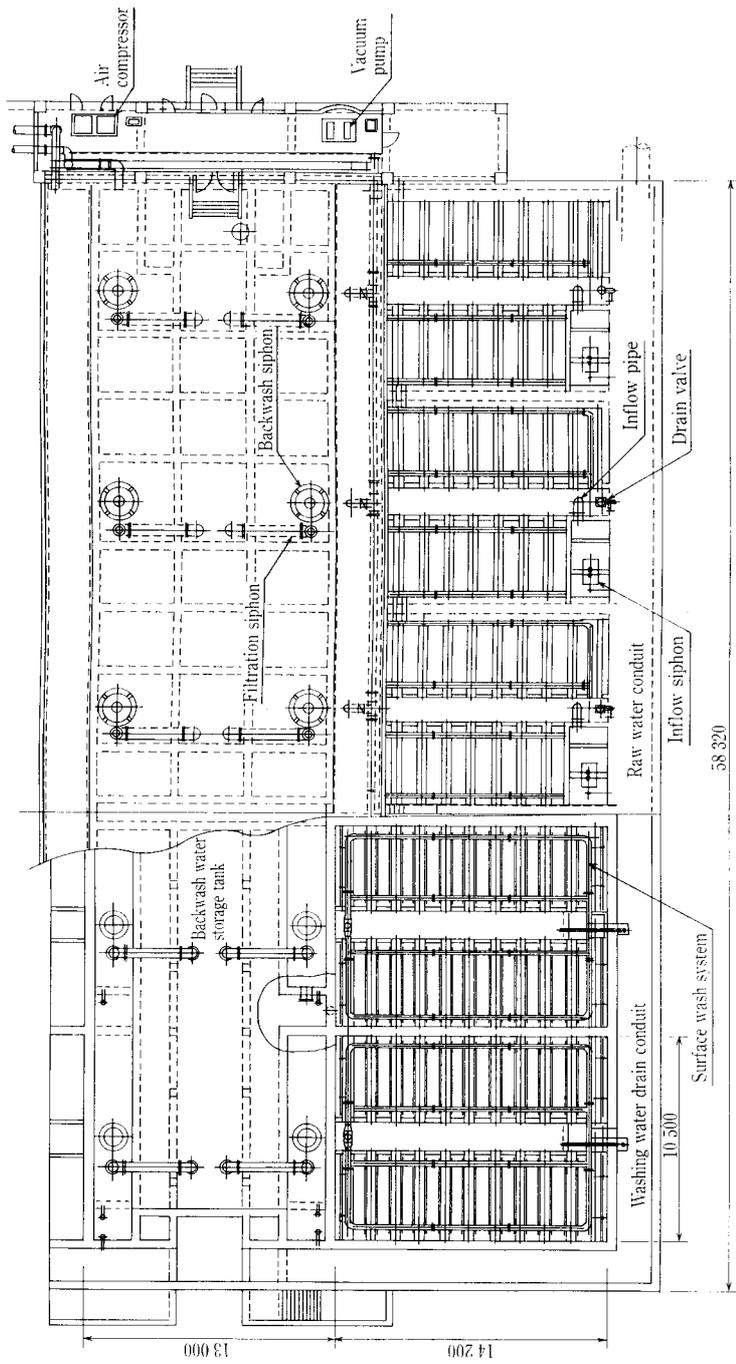
テスト装置の仕様を第1表に示す。

### 3. 3 テスト結果の要約

- 1) 新型逆洗サイフォン管は作動も円滑であり実用化及びスケールアップに支障はない。
- 2) 流量制御機構として平板型、多孔型ダンパーのいずれも制御性を満足する。写真2に多孔型ダンパーの実験状態を示す。

## 4. 実施への適用

阪神水道企業団では、阪神間(神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市)に水道用水を供給しているが、将来の水需要増加に備えて給水能力を日量321 900 m<sup>3</sup> 増量し、一日最大給水量を1 289 900 m<sup>3</sup> にすべく第5期拡張事業をおこなっている。その拡張事業の一環として、猪名川事業所内に高度浄水処理システムを組み込んだ新しい浄水場の建設を進めている。このたび当社はこの浄水施設の汚過池設備(第1期工事)の納入を完了(1993年7月)した。この汚過池は、新型逆洗サイフォン管を装備した自然平衡形重力式汚過池(逆流洗浄タンク保有型)であり、新型OSFである。(第2図)



第2図  
 新型OSF構造図  
 Fig. 2  
 Construction draw of  
 Improved Open  
 Siphon Filter

#### 4. 1 設備仕様

##### 4. 1. 1 設計条件

阪神水道企業団第5期拡張事業における急速汙過池の設計条件を次に示す。

| 項 目         |      | 条 件  | 備 考                       |
|-------------|------|--|---------------------------|
| 方 式         |      | 自然平衡形重力式汙過池                                | 洗浄水槽保有                    |
| 計画処理<br>水 量 | 最大時  | 365 000 m <sup>3</sup> /d                  |                           |
|             | 平均時  | 273 000 m <sup>3</sup> /d                  |                           |
|             | 最小時  | 217 000 m <sup>3</sup> /d                  |                           |
| 汙過池築造計画     |      | 20池  |                           |
| 汙過面積        |      | 120 m <sup>2</sup> /池                      |                           |
| 工事対象        | 処理水量 | 上記水量の1/4                                   |                           |
|             | 汙過池  | 5池   |                           |
| 最大汙過速度      |      | 150 m/d                                    |                           |
| 標準汙過速度      |      | 140 m/d                                    |                           |
| 有効汙過水頭      |      | 1.6 m                                      |                           |
| 洗浄方式        |      | 表洗—表逆洗—逆洗 併用                               | 表洗固定式                     |
| 表面洗浄        | 水 量  | 0.15 m <sup>3</sup> /min・m <sup>2</sup>    |                           |
|             | 水 圧  | 0.15~0.20 MPa                              | 15~20 mH <sub>2</sub> O   |
|             | 時 間  | 4~6 min                                    |                           |
| 逆洗水槽        | 天端高  | KP+12m80cm                                 |                           |
|             | HWL  | KP+12m00cm                                 |                           |
|             | LWL  | KP+10m10cm                                 |                           |
|             | 底 板  | KP+ 9m60cm                                 |                           |
|             | トラフ高 | KP+ 9m10cm                                 |                           |
|             | 有効容量 | 約1100 m <sup>3</sup>                       |                           |
| 逆流洗浄        | 水 量  | 0.6~0.7 m <sup>3</sup> /min・m <sup>2</sup> |                           |
|             | 水 圧  | 0.3 MPa                                    | max 2.9 mH <sub>2</sub> O |
|             | 時 間  | 4~6 min                                    |                           |

(1 mH<sub>2</sub>O=0.009 806 65 MPa)

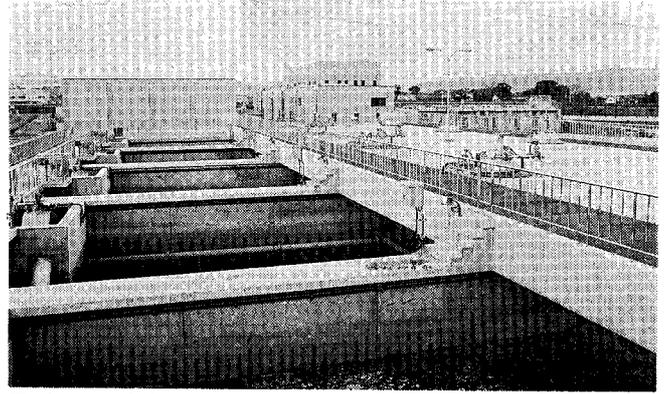


写真 3 新型OSF  
Photo. 3 Improved Open Siphon Filter

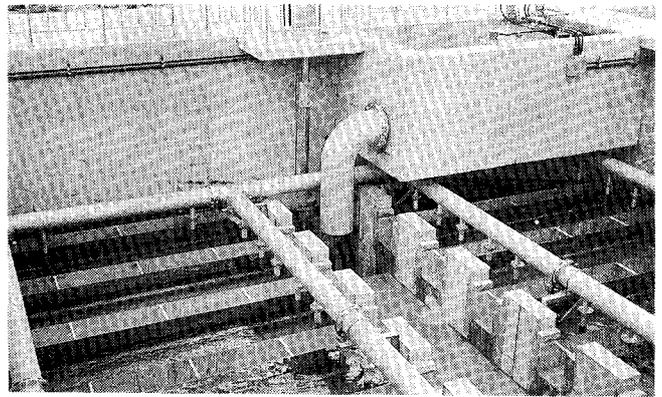


写真 4 汙過室  
Photo. 4 Filtration area

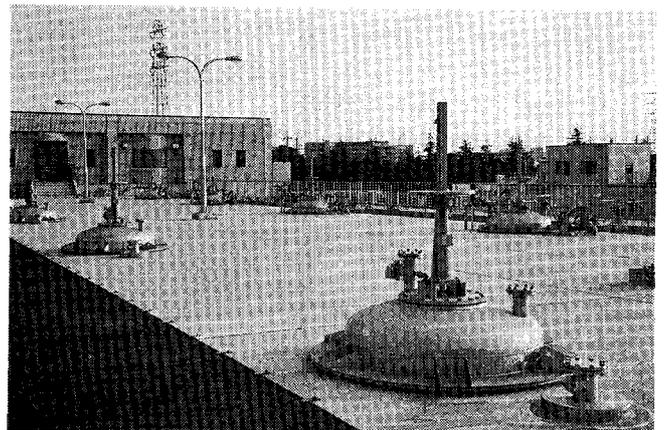
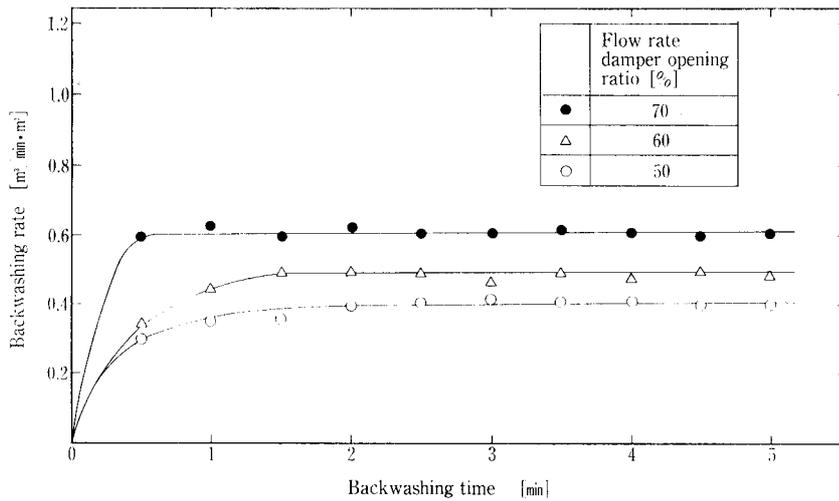


写真 5 新型逆洗サイフォン管装置  
Photo. 5 Improved Backwash siphon



第3図 逆洗ダンパー開口率と逆洗水量の関係  
Fig. 3 Relation between damper opening ratio and backwashing rate

#### 4. 1. 2 主要機器設備

- 汙 材 : 水道用基準汙砂  
層 厚 600 mm  
有効径  $0.6 \pm 0.02$  mm
- 支持床 : 汙過砂利  
層 厚 200 mm
- 集水装置 : A/W式レオポルドブロック
- 排水トラフ : U字トラフ, SUS304製
- 表洗装置 : 固定式, SUS304製
- 流入サイフォン: 800 mm×400 mm, SUS304製
- 汙過サイフォン:  $\phi 500$  mm, SUS304製
- 逆洗サイフォン:  $\phi 1500$  mm/ $\phi 1000$  mm,  
SUS304製

本設備の全景を写真3, 汙過室を写真4及び新型逆洗サイフォン管装置を写真5に示す。

#### 4. 2 新型逆洗サイフォン管の流量制御特性

第3図に実施設における逆洗サイフォンのダンパーの開

度調整による洗浄水量の制御特性を示す。これにより安定した制御特性を持っていることが分かる。

#### む す び

以上, 新型逆洗サイフォン管を装備した“開放型サイフォン・フィルター”について紹介してきたが, この汙過設備は, このたび淀川水系で一部通水が初めて開始された阪神水道企業団猪名川浄水場高度浄水処理システムの最終プロセスに位置しており, 安全でおいしい水の供給に重要な役割を担っている設備である。

今後, 当社はこの実績を生かし, ますます社会に寄与する設備の開発に努力する所存である。

最後に, 本設備の建設, 運転にあたり多大なるご指導, ご協力いただいた阪神水道企業団の方々に深く感謝の意を表します。

#### 〔参考文献〕

- 1) 神鋼パンテック技報: Vol. 36, No. 1 (1992/3), p. 43-49