

企 業 名：株式会社 ヤマト

研究代表者：社会環境工学科

教授 田中 恒夫

研究テーマ：「浴槽一体型オートロールフイ  
ルターろ過機の開発」

# 開発結果報告書

## 実施内容（開発の実績）

### 1. ろ布（ろ過材）の選定

#### 1-1. 概要

オートロールフィルターろ過器のろ布（ろ過材）を選定すべく、ベンチスケールろ過装置を新たに構築し、ろ布の種類によるろ過効率の違いについて詳細に検討した。

#### 1-2. 実験装置及び方法

全長 700mm のアクリル製の実験装置本体（図1）の他に、280mm×280mm のアクリル多孔質板 1枚と 5種類 のろ布（図2）を使用した。アクリル製ろ過装置に多孔質板とろ布を別々の位置で挟み込み、被検水をろ過した。アクリル多孔質板の開口率は4%程度であり、孔径 1mm を約 520 コ空けて均等に被検水をろ布に通過させるために用いた。装置を構築した後、5種類のろ布を用いて通水実験を行った（表1）。12L の水道水に 100 $\mu$ m の篩いを通過させた 12g の砂を混ぜた泥水を作り、5種類のろ布でろ過した。そして、被検水と処理水を 100mL ずつ 3つに分け砂の変化量（ろ過前とろ過後）、SS（suspended solids）濃度を調べた。実験の際、砂の変化量は誤差があるため、1つの変化量を調べるために3つの平均を出し、誤差をなるべく少なくした。SS 除去能の良いろ布を用いて改めて浴槽湯をろ過し、そのろ過特性について詳細に検討を行った。

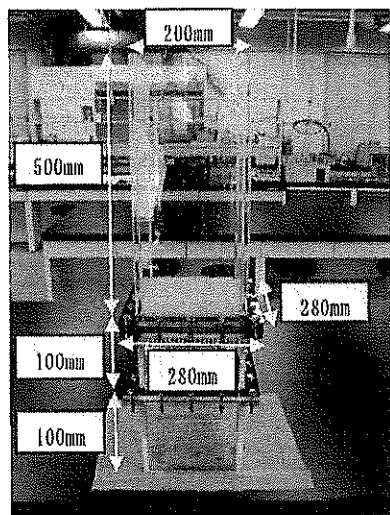


図1 ろ過装置

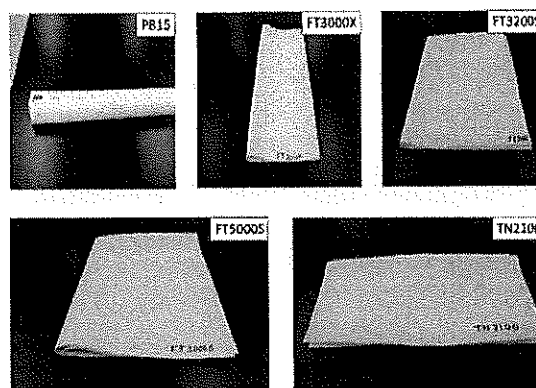


図2 実験に用いたろ布

表1 ろ布の種類

品名	P815	FT3000X	FT3200S	FT5000S	TN2100	
材質	ポリプロピレン	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル	ポリアミド ポリエステル	
組織	綾織	フェルト	フェルト	フェルト	フェルト	
糸の形態	マルチフィラメント	ウェブ	ウェブ	ウェブ	ウェブ	
厚さ ( $\mu$ m)	850	1200	900	1500	1600	
通気度 ( $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ )	2500	3000	2000	650	2100	
強力 ( $\text{daN}/3\text{cm}$ )	縦	210	40	8	50	50
	横	180	25	40	95	40

### 1-3. ろ過実験の結果

被検水と処理水の写真と FT5000S でろ過した後の写真を図 3 に示す。ろ過により被検水中の土壌粒子は除去された。また、SS 濃度とその除去率を表 2 に示す。ろ過の結果、砂の除去率が最も高かったのは FT5000S の 98.5% であった。FT3200S を用いた場合も 98.1% と非常に高かった。

ろ布の特徴として、通気度が小さいこと、組織がろ過の性能に大きく関わっていることがわかる。組織が綾織である P815 は除去率が 73.85% と低く、ろ過速度がほかのろ布と比べて遅かった。図 3 の写真からも P815 の処理水の濁度が他の処理水のそれよりも高いことがわかる。以上の結果から、オートロールフィルターろ過器のろ過材として適しているのは、組織がフェルトである FT3200S および FT5000S と判断した。

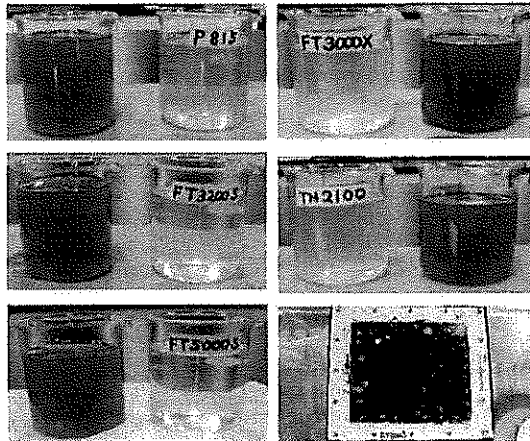


図 3 被検水と処理水

表 2 実験結果 (SS 濁度)

		P815	FT3000X	FT3200S	FT5000S	TN2100
砂の变化量 (g)	ろ過前	0.05962	0.05156	0.06402	0.05277	0.06454
	ろ過後	0.01559	0.0027	0.0012	0.00077	0.00647
SS濃度 (mg/l)	ろ過前	596.2	515.6	640.2	527.7	645.4
	ろ過後	155.9	27	12	7.7	64.7
除去率 (%)		73.85	94.76	98.13	98.54	89.98

### 2. フィールド試験装置製作及び設置

オートロールフィルターろ過器のフィールド試験装置を製作し、温浴施設に設置した。(図 4) 試験を実施した循環式浴槽の仕様は表 3 の通りである。試験は図 5 に示す通り、既存砂ろ過器に流入する浴槽水 (循環水) の一部をバイパスしてフィールド試験装置に流入させ、ろ過処理した水を再び既存浴槽循環系に返送するシステムを構築して行った。

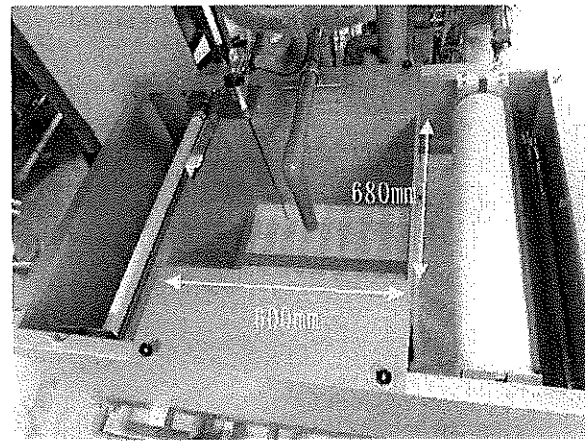
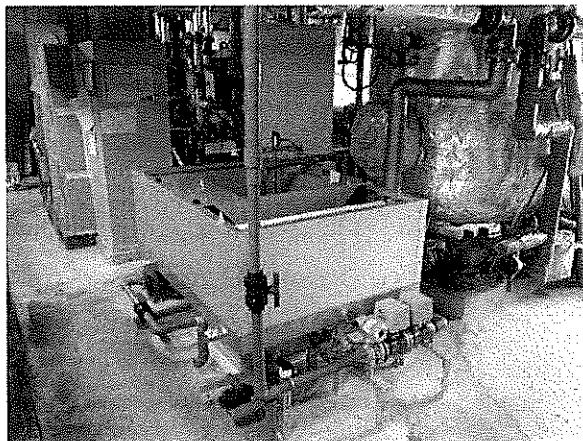


図 4 オートロールフィルターろ過器フィールド試験装置

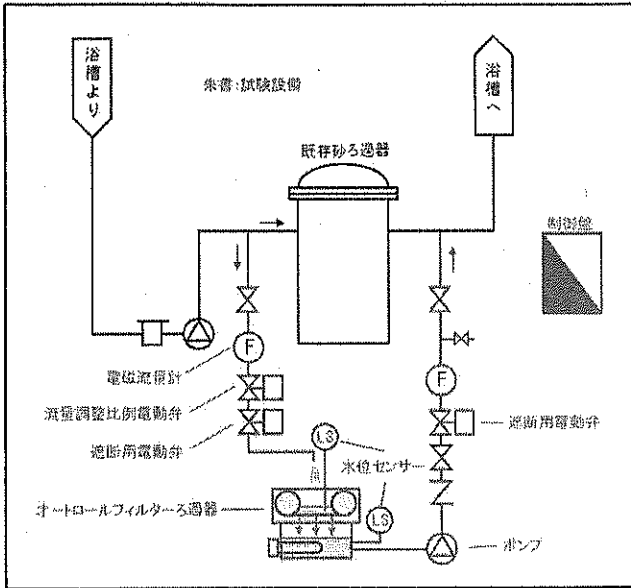


図5 試験システム

表3 試験を実施する循環式浴槽仕様

系統名	アトラクション系統(ジェット浴槽)
ろ過方式	砂ろ過方式
浴槽容量	8.3m <sup>3</sup>
循環流量	16.6m <sup>3</sup> /h (= 277L/min)

### 3. フィールド試験装置の通水試験

#### 3-1. 試験方法

フィールド試験装置のシステム稼働状況を確認するため、表4に示す条件により通水試験を行った。

表4 通水試験条件

ろ布	FT3200S
通水流量	100L/min
ろ布巻き取り制御	なし

#### 3-2. 試験結果

まず、試験システムの動作確認を行い、各制御機器は正常に稼働することを確認した。

ろ過の状況は通水時間の経過に伴って、ろ過面のろ布には汚れが蓄積していき、茶色く変色していった(図6)。それに伴い、ろ布通水面上の水かさが上昇し、通水開始から39時間後には37mmに達した(図7)。



図6 通水によるろ布の変化状況

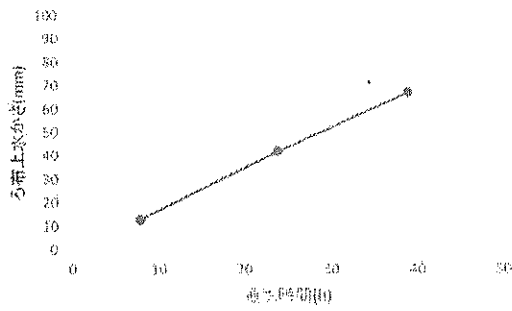


図7 通水試験時のろ布上の水かさ推移

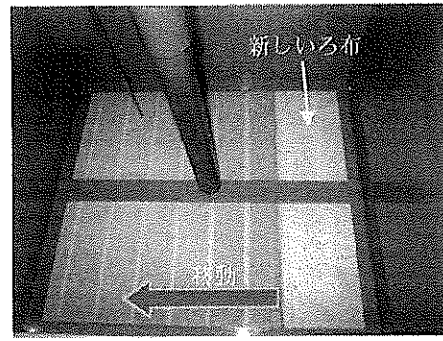


図8 ろ布の巻取り状況

また、通水終了後にろ布の巻取り動作の確認を実施し、新しいろ布への入れ替わりが良好に行われることを確認した(図8)。

### 3-3. 装置の改良

通水試験の際、ろ布通水面部分からの漏水が認められた(図9)。これはろ布支持部材をローラーにしたことが原因であった。漏水を抑えることができないと、処理性能に影響を及ぼすため、支持部材の改良を行い止水に成功した(図10)。

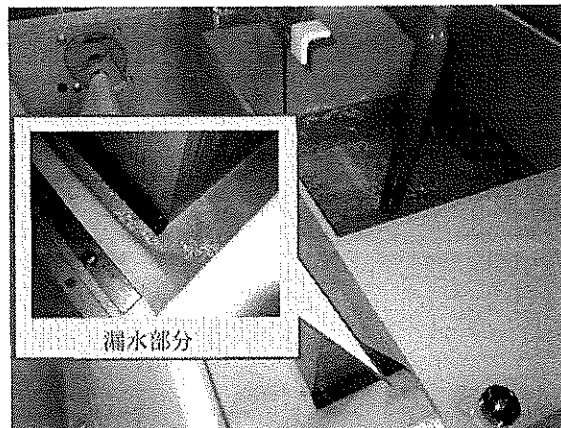


図9 漏水状況

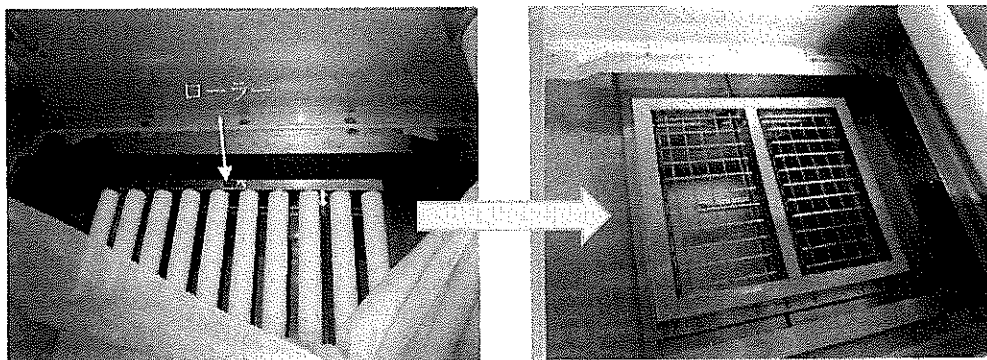


図10 装置改良(ろ布支持部材の改良)

#### 4. ろ過性能評価

##### 4.1 試験方法

オートロールフィルターろ過器フィールド試験装置に浴槽水を通水し、ろ過性能を確認した。

ろ布は FT3200S 及び FT5000S の 2 種類について試験を行い、フィルターろ過器処理前後の濁度を測定した。また、フィルターろ過器と並列で同浴槽水をろ過処理している既存砂ろ過器の処理水濁度も併せて測定し、フィルターろ過器と既存砂ろ過器との性能比較も行った。

試験条件を表 5 に示す。

表 5 試験条件

条件	1	2
ろ布	FT3200S	FT5000S
通水流量	150L/min	
ろ過(通水)面積	0.408m <sup>2</sup>	
ろ布巻き取り制御	なし	

##### 4.2 試験結果

ろ布に FT3200S、FT5000S を用いた場合の濁度の推移を図 11、図 12 にそれぞれ示す。

フィルターろ過後の濁度は FT3200S と FT5000S とでは大きな差はなく、また、フィルターろ過後と砂ろ過後の比較についてもほぼ同程度であった。このことからオートロールフィルターろ過器は、砂ろ過器と同程度のろ過性能を有することが確認された。

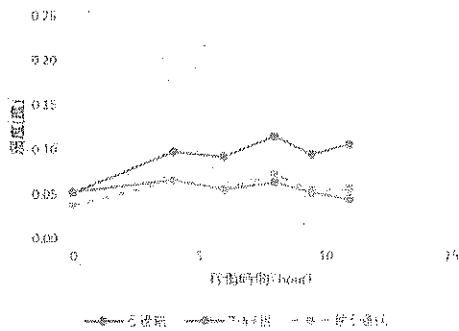


図 11 濁度の推移 (ろ布 : FT3200S)

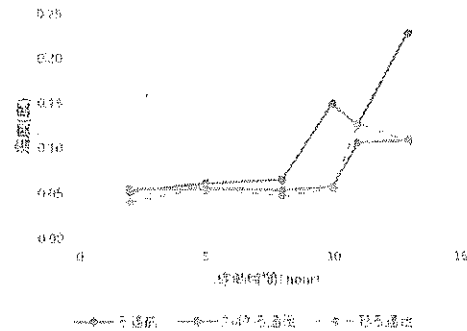


図 12 濁度の推移 (ろ布 : FT5000S)

図 13、図 14 に FT3200S、FT5000S それぞれの試験期間中におけるろ布上水かさの推移を示す。

水かさの増加傾向についても FT3200S と FT5000S の大きな差はなかった。このことから厚みが薄い FT3200S の方が取り扱いやコスト面で優位と考えられるため、オートロールフィルターろ過器のろ過材として FT3200S を使用することとした。

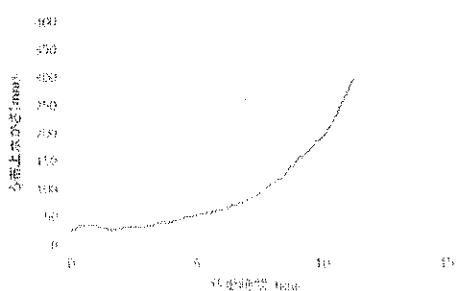


図 13 ろ布上水かさの推移 (ろ布 : FT3200S)

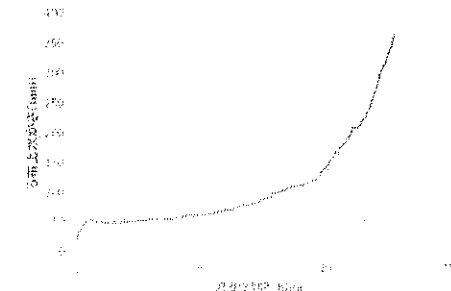


図 14 ろ布上水かさの推移 (ろ布 : FT5000S)

## 5. 連続運転試験

### 5-1. 概要

浴槽水をフィールド試験装置に連続的に通水し、安定した連続処理の確認を行った。

### 5-2. 試験方法

フィールド試験装置に浴槽水を 16 時間/日 (8:00~24:00) で 17 日間、連続的に通水した。

運転条件は表 6 の通り。

### 5-3. ろ布の巻取り制御

ろ布上の水かさを常時、水位計で自動計測し、水かさが 300mm に達したところで、ろ布の巻取りを開始し、50mm まで水かさが低下したら巻取りを停止する自動制御とした。

表 6 連続運転条件

ろ布	FT3200S
通水時間	8:00~24:00
通水流量	150L/min
ろ過(通水)面積	0.408m <sup>2</sup>
ろ布巻き取り制御	ろ布上水かさによる自動制御 300mm:巻取り開始 50mm:巻取り停止

### 5-4. 試験結果

#### 5-4-1. 処理性能

オートロールフィルターろ過器フィールド試験装置の処理水の濁度は図 15 に示す通り、砂ろ過器と同程度の数値で推移し、オートロールフィルターろ過器連続処理においても安定した処理が可能であることを確認した。

#### 5-4-2. ろ布巻き取り制御方法の検証

図 16 にろ布上水かさの推移を示す。

図の通り、水かさが 300mm に達すると、ろ布が更新したことにより、水かさが低下しており、巻取り制御が正常に作動していたことが確認できた。この制御により、ろ布を常に一定の閉塞状態まで無駄なく使うことができ、ろ布のコストを最小限に抑えることが可能となった。巻取りの時間間隔は浴槽の汚れの状況によって変化し、入館者の多い休日には巻取り時間間隔が短くなり、ろ布の使用量が增加する。

なお、試験期間中におけるろ布 (FT3200S) の使用量は 474mm/日、平均入館者数は 927 人/日、入館者当たりのろ布消費量は 0.51mm/人であった (表 7)。

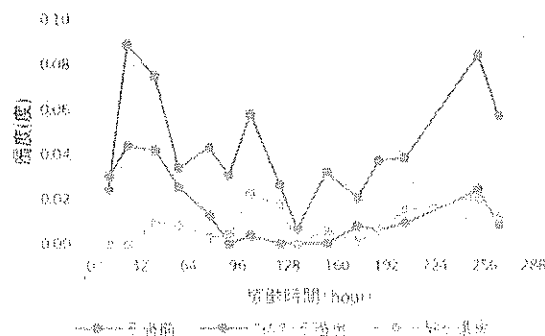


図 15 連続運転での濁度の推移 (ろ布: FT3200S)

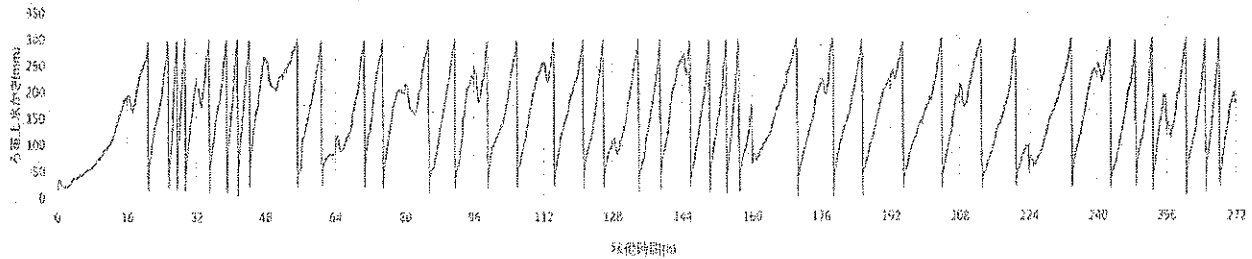


図 16 ろ布上水かさの推移

表 7 ろ布の消費量

ろ布[FT3200S]消費量 (mm/日)	平均入館者数 (人/日)	入館者当たりのろ布消費量 (mm/人)
474	927	0.51

## 6. 衛生上の安全性

今回の開発期間において、オートロールフィルターろ過器フィールド試験装置は 694h (16 時間/日の稼働で約 43 日間) のろ過運転を行い、その期間内にオートロールフィルターろ過器処理水のレジオネラ属菌検査を 27 回実施した。結果は全て不検出であり、オートロールフィルターろ過器の衛生面での安全性についても確認できた。

## 7. 今後の課題

### 7-1. 通水線速度の向上

現在までに検証されたオートロールフィルターろ過器のろ過面の通水線速度は 22.1m/h であり、一般的な砂ろ過器の通水線速度 (40~45m/h) の約半分である。市場での競争力をつけるためには、更なる通水線速度を向上が必要である。

### 7-2. 装置の改良

ろ布の巻取りの際、ろ布がろ布抑え部材に引っかかり、巻取りがスムーズに行われなかったことがあった (図 17)。これは前述 3-3. において、漏水を防ぐためにろ布支持部材のローラーを別部材に交換したため、ろ布移動の際の抵抗が大きくなってしまったためと考えられる。この状態で長期的な稼働を継続していくと、ろ布抑え部材の破損やろ布の破れを起こす可能性があり、装置構造の改良が必要である。

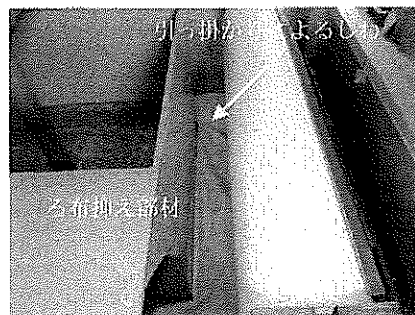


図 17 ろ布巻き取り時の不具合状況