

超高速連続ろ過装置コンチラッド

Ultra High Speed and Continuous Filter 『KONTIRAD』



(環)製品開発室
加 治 正 廣
Masahiro Kaji
近 藤 展 生
Nobuo Kondo

当社は超高速ろ過装置「KONTIRAD」の製造・販売を開始している。このろ過装置は水平流で、しかも移動床方式を採用しており、省スペース、大容量処理が可能である。また、高濃度のSSを含有する廃水の処理も可能という特長を持っている。一方、ろ過面積3㎡のパイロットプラントを用いた実験も行い、優れた処理能力を確認している。本ろ過装置は種々の水処理に適用可能であり、本報告ではこの超高速ろ過装置の概要と実験結果の一例を紹介する。

KONTIRAD, a continuous horizontal-flow sand filter, can treat various kinds of wastewater having high concentration SS. Because of movable and horizontal beds, it requires small installation space and offers high treating capacity. A experiment of a pilot plant (3 m² filter area) confirmed the excellent performance in treating paper mill wastewater treated with activated sludge. This paper has reported the outline of a ultra high speed filter and a part of the experiment.

Key Words :

ろ 過 装 置	Filter
ろ 過 速 度	Liner Velocity of filtration
水 平 流	Horizontal flow
製 紙 廃 水	Paper mill wastewater
砂 ろ 過	Sand filtration
移 動 床	Moving bed

まえがき

近年、廃水処理では処理水質の高度化が求められるようになってきている。また、上水処理や工業用水処理では取水源の水質が悪化し、何らかの前処理が必要になる場合も多くなってきている。処理水質の高度化や前処理には凝集沈殿が適用されるが、砂ろ過等のろ過装置も多く使用される。このろ過装置の代表的なものに急速ろ過があり、これは水の流れ方向によって下向流、上向流、上下向流及び水平流方式に分類されるが、今まではこれらのうち下向流または上向流方式がほとんどで、水平流方式は文献等で見られる程度であった。

水平流方式は原理的に他の方式に比べ、懸濁物質(SS)の捕捉量が大きく、高濃度のSSを含む廃水にも適用が可能である。また、ろ過面積はろ層の高さによって決定されるためろ層を高くすることで、平断面積とは無関係にろ過面積を大きくでき、省スペースであるといった大きな特長もある。

このような水平流方式のろ過装置は、最近まで国内では実用化されていなかったが、当社では今般水平流の特長を持ち、さらに移動床方式を採用した画期的な、超高速の水平流連続ろ過装置「KONTIRAD(コンチラッド)」の製造・販売を開始した。

一方、実廃水を用いてパイロットプラントによる実験も行っており、優れた処理能力を確認している。

次に「KONTIRAD」の概要及び実験結果の一例を紹介する。

1. 「KONTIRAD」の概要

1.1 構造と原理

第1図に本ろ過装置の構造を示す。本ろ過装置はろ過とろ材の洗浄を同時に、かつ連続的に行うことができ、従来のようなろ過工程と逆洗工程の切り替えはない。

ろ過工程においては、原水は槽上部の原水流入管より円筒形のろ過槽の中心部に設置してあるルーバーのついたフィードチャンバーに供給される。ここで、原水はろ層に均等に

分配され、円周方向に向かって水平に放射状に流れる。従って、ろ過速度は、ろ過開始部の中心部（円周が小さい）で大きく、円周が大きくなるに伴い、しだいに減少して、ろ過終了部である外周の集水部で最小となる。このように、ろ層を通過する間にろ過速度が漸減してゆく場合は、SSの抑留深度が適度に大きくなるのでろ層全体が有効に使用され、大きなSS捕捉量を確保することができる。こうしてろ過された処理水は特殊な集水ノズルを経て集水室に集められ、オーバーフロー管を通り処理水として流出する。

一方、ろ過と同時に進行される洗浄は次のように行われる。ろ過の継続で多量のSSを捕捉したろ材は、ろ過装置下部の中央に設置してあるエアリフトポンプにより吸引され、エアリフト管内を上昇する。この時、ろ材は空気と水により強力にかく拌され、付着していたSSがろ材から剥離される。

ここで、ろ過槽内底部ではろ層の均一な移動を十分に行うために、循環ポンプにより処理水の一部がろ過槽下部に注入され、ろ材の架橋現象が防止されるようになっている。次に、ろ材及び剥離されたSSはろ過槽内上部に設置してある分離器に入り、そこで槽内の水と向流接触し、SSは分離され、ろ材は清浄となる。

清浄となったろ材は槽内を落下し、ろ層の上部に戻される。また、剥離したSSを含む洗浄排水は分離器より連続的に流出し、系外に排出される。

このように、本ろ過装置は水平流であると共にろ過と洗浄が同時に、かつ連続的に行われる画期的な構造となっている。

1. 2 ろ過能力と装置形状

第1表に本ろ過装置の代表的な処理能力と装置形状を示す。表にも示すように、本ろ過装置は種々の処理量に対応することができ、小さな槽径、即ち小さな設置面積で大容量の処理量を確保することができる。たとえば、集水部径3.8mで最大800 m³/hrの処理が可能で、この時の相当LV*は71 m/hrと超高速の処理が可能である（型式KF 800）。

1. 3 特 長

今述べたこと等から本ろ過装置の特長の概要をまとめると次のようになる。¹⁾

1) 省スペース、大容量処理が可能

ろ過が水平流方式のため、処理水量が同等の条件であれば、ろ過装置の大きさ、すなわち平断面積が少なく、他の方式の1/2～1/3と省スペースである。換言すれば、同一平断面積の場合は処理量は2～3倍となり、大容量処理が可能である。

さらに、ろ過と洗浄が同時に連続して行われているため処理水量の変動はなく、従来のように逆洗のために休止することもない。

2) 高SS含有廃水の処理が可能

SSの捕捉量が大きく、高濃度のSSを含有する廃水にも適用が可能である。（通常100 mg/Lまでの高濃度のSSを含有する廃水の処理が可能で、5時間以下の短時間であれば最大500 mg/Lまで対応できる。）

3) 装置が簡単で設備費が安価

連続ろ過方式のため、逆洗用の自動弁や複雑な前面配管、逆洗ポンプ、逆洗水槽、逆洗排水槽が不要で、制御も簡単であるため設備はコンパクトで、安価となる。

4) 処理水質が安定している

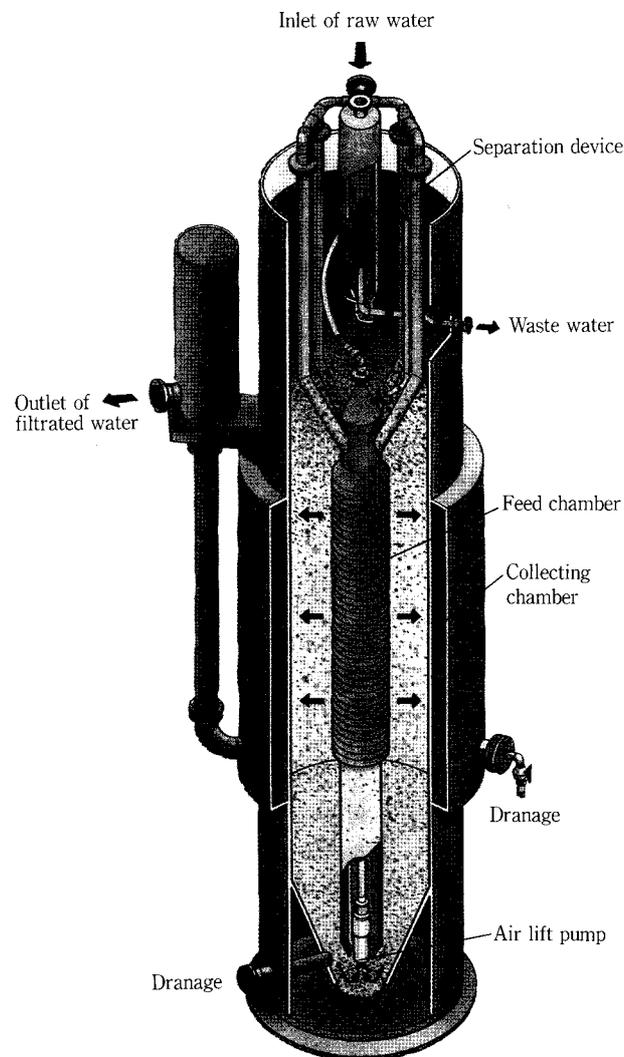
従来の連続ろ過装置と比べ、集水部がろ層の外周部に設置してあるため、処理水は流動状態の洗浄直後のろ材と直接接触することがなく、安定で良好な水質が得られる。

5) 運転操作が簡単で維持管理が容易

計装機器が少なく、回転機器は循環ポンプとコンプレッサだけで、維持管理が容易で運転費も少なく、運転操作も簡単である。

6) 回収率が高い

連続洗浄ながら洗浄水量は原水量の2%（最大5%、最小1 m³/hr）と少なく、当社の従来型ろ過装置と同様回収率を高く維持できる。



第1図 「Kontirad」構造図
Fig. 1 Schematic diagram of "Kontirad"

* 相当LVとは処理量をろ過槽の平断面積で徐して求めた線速度である。

2. パイロット実験

2.1 パイロット装置の概要

今回の実験では第1表に示したろ過装置の型式のうち、最も小規模なもの（型式：KF30）をパイロット装置として製作した。第2図にパイロット装置のフローシートを示す。この図に示したように、パイロット装置は原水供給ポンプ、ろ過槽本体、下部の循環ライン及びエアリフトポンプ用コントロールパネルから構成される。据付後の外観を写真1に示す。

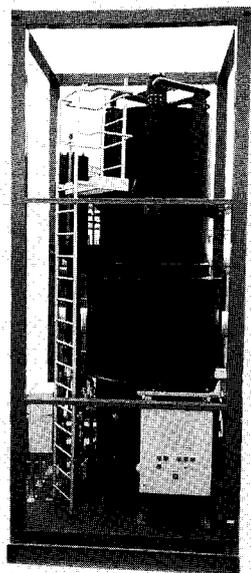
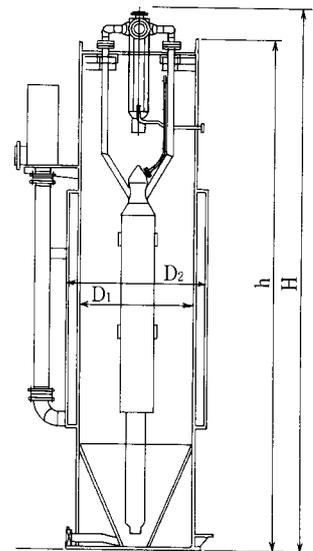
2.2 運転方法

運転開始時はまず下部の循環ポンプを作動させ、ろ過槽内下部のろ材を流動化させる。次にコントロールエア及び工業用水をエアリフトポンプに導入し、エアリフト管の洗浄を行う。これは次工程であるろ過・洗浄工程でろ材がエアリフト管内をスムーズに移動できるようにするためである。この工程のあと、エアリフト用エアが導入され、原水ポンプが起動し、ろ過・洗浄が開始される。

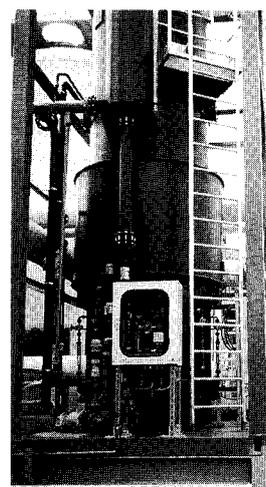
運転終了時は原水ポンプ、エアリフト用エアを停止し、

第1表 水平流連続ろ過装置のろ過能力と装置形状
Table 1 Flow volume and outline specification

Type		KF 30	KF 60	KF 80	KF 100	KF 200	KF 500	KF 800
Flow volume	[m ³ /hr]	15-30	30-60	40-80	50-100	100-200	250-500	400-800
*Apparent linear velocity	[m/hr]	7-13	13-26	13-26	16-32	16-32	25-49	35-71
Filtration area	[m ²]	3	6	8	10	20	50	80
Inner diameter	D1[mm]	1400	1400	1600	1600	2200	2800	3000
Diameter of collecting chamber	D2[mm]	1700	1700	2000	2000	2800	3600	3800
Height of filter tank	h[mm]	5000	6000	6700	7200	4050	8100	11550
Overall height	H[mm]	5550	6600	7300	7900	8900	14500	18650

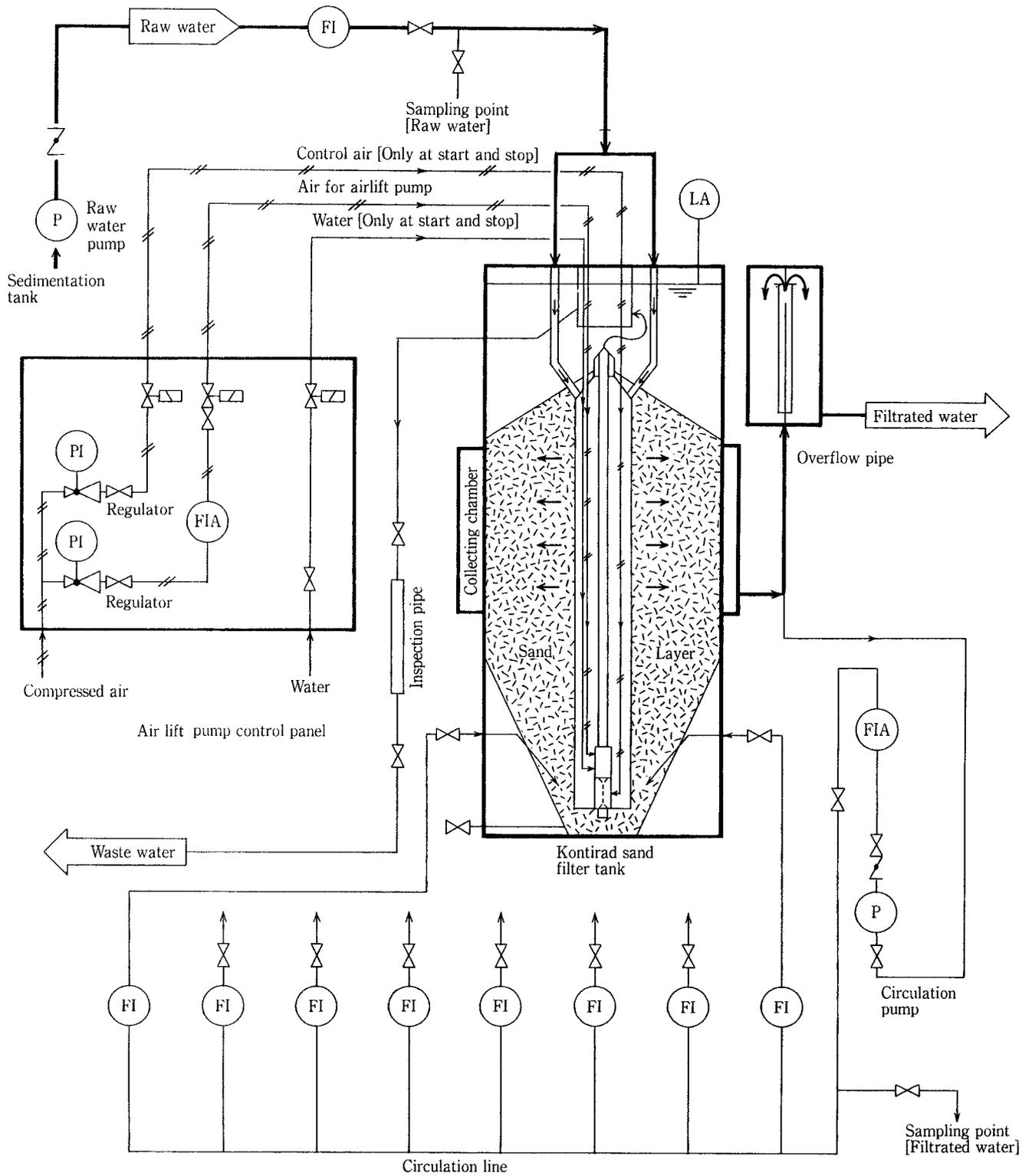


Overall view

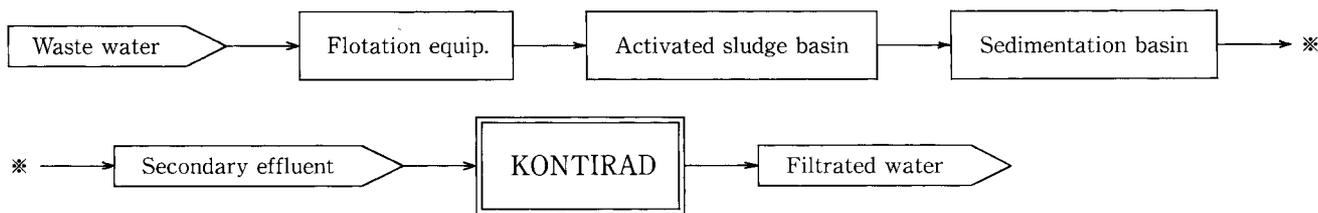


View of air lift pump control panel

写真1 パイロットプラント全景
Photo.1 Panoramic view of Pilot Plant



第 2 図 パイロットプラントのフローシート
 Fig. 2 Flow sheet of Pilot Plant



第 3 図 パイロット実験ブロックフロー
Fig. 3 Block flow of pilot experiment

第 2 表 概略仕様
Table 2 outline specification

Item	Specification
Type	KF-30
Flow volume	15-30 m ³ /hr
Height of filter tank	5 000 mm
Overall height	5 550 mm
Total filter area	3 m ²
Flow volume of waste water	1 m ³ /hr
Operating weight	12 tons
Filter media weight	6.5 tons
Total compressed air volume	4.5Nm ³ /hr
Required electricity	1.5 kWh
Filter media	Sand
Effective size	0.8 mm
Uniformity coefficient	1.3 —

第 3 表 活性汚泥処理水（原水）の水質
Table 3 Quality of activated sludge effluent

Analysis item	Average	Max.	Min.
SS [mg/L]	16	26	10
Turbidity [degree]	15	26	6.8

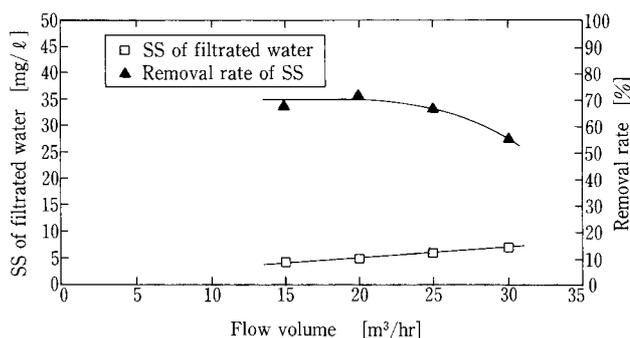
ろ過・洗浄工程を終了させる。次にコントロールエア及び工業用水をエアリフトポンプに導入しエアリフト管に残留しているろ材を排出し、管内の洗浄を行う。そして最後に循環ポンプを停止する。ただし、1日程度の短期間の停止の場合は循環ポンプを停止する必要はない。

なお、本装置にはシーケンサーを組み込んでおり、前述の運転開始及び運転終了の操作は、スイッチ1つで全て自動的に行うことができる。

本ろ過装置での必要なユーティリティは電力を除き、通常はエアリフト用エアだけである。コントロールエア及び工業用水はエアリフトポンプ及びエアリフト管の洗浄のみに用いられ、運転の開始時と終了時だけに必要である。

2.3 パイロット装置の仕様

今回はパイロット装置として、ろ過面積3m²のものを



第 4 図 処理量と処理水 SS の関係
Fig. 4 Relationship between flow volume and SS of filtrated water

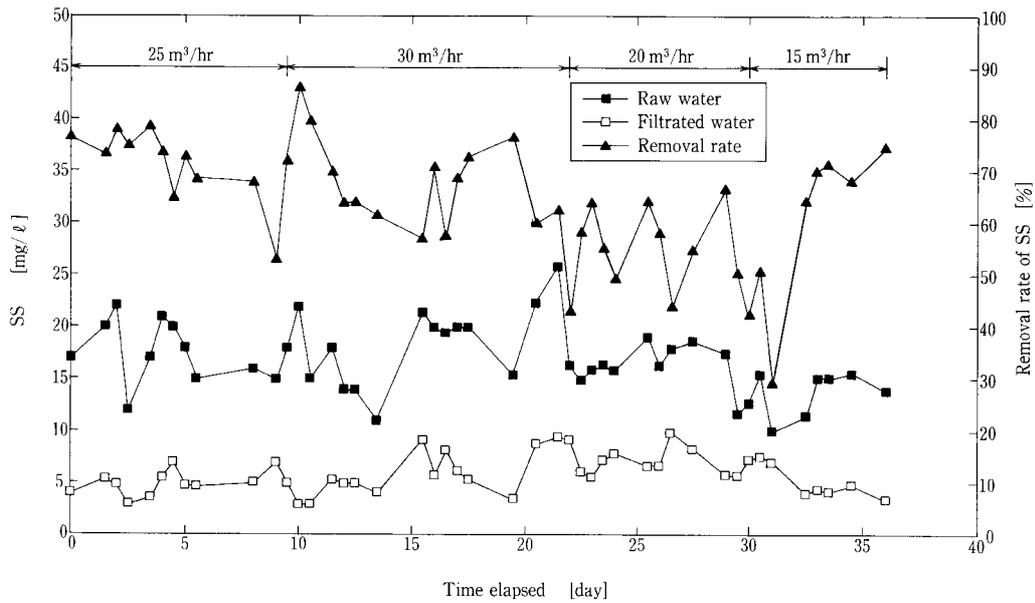
第 4 表 各処理における平均 SS
Table 4 Average SS for each flow rate

Flow volume (m ³ /hr)	15	20	25	30
Average of SS in raw water (mg/L)	14	18	18	16
Average of SS in filtrated water (mg/L)	4.3	5.1	6.1	7.1
Removal ratio (%)	70.3	71.1	67.0	56.1
Average of SS in waste water (mg/L)	96	143	157	163

ろ過装置として、ろ過面積3m²のものを、その標準処理量は15m³/hrで、最大30m³/hrの処理が可能である。なお、ろ材としては有効径が0.8mmで均等係数が1.3のろ砂を用いている。本装置の概略仕様を第2表に示す。

2.4 実験原水

今回のパイロット実験は、第3図のブロックフローに示したように、製紙工場の活性汚泥処理水を原水として用いた。なお、実験は沈殿池から越流してきた処理水を、凝集剤等を全く用いず、直接水中ポンプでろ過装置に通水して行った。また、本実験では通水量を15、20、25、30m³/hr（相当LVはそれぞれ7、9、11、13m/hr）と変化させた。ここで、本実験では最も小型のろ過装置を用いたため相当ろ過速度は相対的に小さくなっている。第1表に示すよう



第 5 図 SS の経時変化
Fig. 5 Change of Suspension Solid (SS) with time elapsed

に、ろ過面積が大きくなるほど相当 LV は大きくなり省スペースとなる。

3. 実験結果

3.1 原水水質

原水としては製紙工場の活性汚泥処理水を用いた。その水質を第 3 表に示す。この処理水中の SS は 10~26 mg/L の間で変化しており、平均濃度は 16 mg/L であった。濁度は 7~26 度の間で変化しており、平均濁度は 15 度であった。

3.2 SS 除去

3.2.1 処理量と処理水 SS

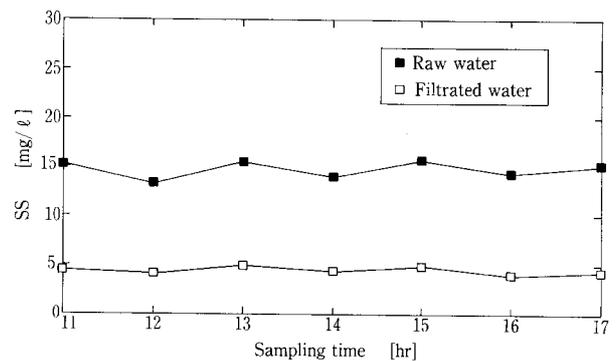
本実験では処理量を 15, 20, 25, 30 m³/hr と変化させて実験を行ったが、各処理量とその時の処理水 SS の平均値及び平均除去率の関係を第 4 図に示す。また、そのデータを第 4 表に示す。

図及び表に示すように、標準である処理量 15 m³/hr の時は処理水の平均 SS は 5 mg/L 以下となっている。さらに、第 5 図には処理水の SS 及び除去率の経時変化を示しているが、処理量 15 m³/hr の場合は変動も少なくすべて 5 mg/L 以下となっており、非常に良好な処理状態が維持されているといえる。ただ、処理量が 20, 25, 30 m³/hr と大きくなるにしたがい、処理水の平均 SS は 5.1, 6.1, 7.1 mg/L と若干ずつ増加する傾向がみられる。

一方、除去率は処理量 25 m³/hr までは余り変化せず 60% 以上となり、30 m³/hr では 56% と若干低下している。処理水 SS と除去率の傾向が若干異なるのは原水 SS が異なるためである。

なお、各処理量の場合の洗浄廃水中の平均 SS はそれぞれ 96, 143, 157, 163 mg/L であった。

これらより、本実験範囲内では非常に安定し、良好な処理状態が維持でき、除去率は無薬注でも 60% 以上と高く保つことができるといえる。ただ、処理量が増加すると処理水 SS は若干高く、変動幅も大きくなる傾向がある。



第 6 図 SS の時間変化 (処理量 15 m³/hr)
Fig. 6 Change of SS with time elapsed (Flow volume : 15 m³/hr)

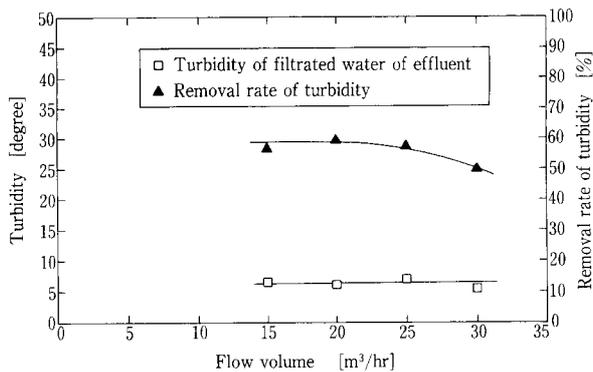
3.2.2 処理水 SS の時間変動

第 6 図には処理量 15 m³/hr の時の時間変動を示している。原水 SS は 13~16 mg/L の間で変化しているが、処理水 SS は 4~5 mg/L と良好で、変動も少なく安定している。処理量 25, 30 m³/hr についても調査したが、同様な傾向にあり、処理水 SS は変動が少なく、安定していた。

3.3 濁度除去

第 7 図に各処理量における処理水濁度と除去率の関係を示す。また、第 5 表にデータを示す。処理水濁度は 5~7 度の間にあり、大きく変動しておらず、良好な値となっている。処理量 30 m³/hr の時、濁度が低いのは第 7 図に示すように原水濁度が低いためである。一方、除去率に関しては処理量 25 m³/hr まではほぼ 60% と一定だが、30 m³/hr では 50% と若干低下する傾向がある。この傾向は SS の場合とよく一致しているが、SS に比べ除去率は若干低くなっている。

なお、洗浄排水の濁度は 90~166 度であった。



第7図 処理量と処理水濁度の関係
Fig. 7 Relationship between flow volume and turbidity of filtrated water

4. 適用分野

本ろ過装置の適用分野としては、下水二次処理水や今回紹介したような工場廃水の高度処理等、従来の急速ろ過が適用されている分野に加えて、高濃度のSSを含有する廃水にも適用できる。たとえば、凝集沈殿や浮上分離の代替設備として、廃水に凝集剤を注入し直接ろ過することも可能である。また、水道水源が悪化し、ろ過継続時間が短くなった緩速ろ過池の前処理としても適用でき、この場合運転操作の簡便さと良好な処理水質が確保されることから薬品沈殿池より優れている。さらに海外においては通常のろ過装置では処理不能だった製鉄所の含油排水のろ過処理を行っている実績もあり、水処理のあらゆる分野に適用できる。

むすび

以上、水平流連続ろ過装置「KONTIRAD」の概要と実験結果の一例を紹介した。

近年、水源の水質悪化や濁水等で、水資源の保全や確保

第5表 各処理量における平均濁度

Table 5 Average turbidity for each flow rate

Flow volume (m³/hr)	15	20	25	30
Average of turbidity in raw water (mg/L)	15	16	18	11
Average of turbidity in filtrated water (mg/L)	6.6	6.2	7.1	5.6
Removal ratio (%)	56.8	60.3	58.2	50.5
Average of turbidity in waste water (mg/L)	90	166	125	126

の重要性がクローズアップされている。このような状況の中、廃水の処理や処理水の再利用等に急速ろ過は、有効な処理方法であり、今後も水処理プロセスの中で重要な役割を果たしていくことになる。

本報で紹介した「KONTIRAD」は、簡単な構造ながら良好で、安定した処理水質が得られる等の優れた特性を持っており、さらに設置面積当たりの処理量が、最大71 m/hrと超高速ろ過に匹敵する画期的な装置である。まさに理想的なるろ過方式である水平流を実用化した本装置は、省スペース、省エネルギー、低コストを満足するものであり、多方面のニーズに応えることができると確信している。

最後に、実験場を提供いただき、また実験に当たって種々のご協力をいただいた愛媛製紙(株)の関係各位に深謝いたします。

[参考文献]

- 1) 石丸 豊：神鋼パンテック技報，Vol. 39，No. 2 (1995)，P. 10～12

連絡先

加 治 正 廣 環境装置事業部
製品開発室
課長
TEL 078-992-6532
FAX 078-992-6503
E-mail m. kaji@pantec. co. jp

近 藤 展 生 環境装置事業部
製品開発室
TEL 078-992-6532
FAX 078-992-6503
E-mail n. kondo@pantec. co. jp