

移動床式水平流連続ろ過装置「KONTIRAD」 をもちいた高濁度原水の処理 —兵庫県波賀町での運転事例—

Treatment of High Turbidity Raw Water with
Continuous Horizontal-Flow Sand Filter, KONTIRAD



技術本部水処理第一技術部技術室
玉井 秀恭
Hideyuki Tamai
技術本部水処理第二技術部技術室
廣瀬 伸幸
Nobuyuki Hirose

連続水平流砂ろ過装置、「KONTIRAD」は、上降流もしくは下降流方式であった従来の砂ろ過に比べ原理的に補足量が大きく、省スペース、通水と逆洗が同時におこなえる利点がある。当社はこの装置を、原水濁度が一時的に上昇する浄水場の沈殿池前段の前処理として導入した結果、良好な水質の浄水を安定して供給できるようになった。

The continuous horizontal flow sand filter, KONTIRAD, has advantages as theoretically large trapping capacity, small installation space requirement and parallel operation of filtration and backwash over conventional filters, most of which are of down flow or counter-flow types. The KONTIRAD was applied as pre-treatment before coagulation to a waterworks where raw water turbidity surges at a time. The waterworks has been successful in supplying constantly good quality tap water.

Key Words :

ろ	過	Filtration
水	平	Horizontal-flow
連	続	Continuous operation
運	転	

まえがき

水処理にもちいられる清澄ろ過の一つである急速ろ過は、水流の方向によって下向流、上向流、上下向流、および水平流に分類できる。これまで様々な種類のろ過装置が開発されてきたが、そのほとんどは下向流、もしくは上向流方式であり、水平流方式については一部の文献にて原理的な紹介はされていても国内で実用化された例はなかった。

水平流方式は、原理的には他の方式にくらべてろ層全体が懸濁物の捕捉に有効に機能するため、捕捉量が大きい特長を持つ。また、ろ過面積はろ層の高さによって決まり、ろ過器の平面積にはよらないた

め、ろ過器の槽高を高くすることでろ過面積を増やせ、他の方式にくらべて省スペースとなる利点がある。

当社がこの水平流ろ過器として導入した、『KONTIRAD』は、ドイツのMiljövern Umwelt-Technik社にて開発された装置であり、水平流方式の特長と、さらに移動床方式の組み合わせにより連続ろ過を可能にした画期的なろ過器である。

当社は2002年にこの装置『KONTIRAD』を製造し、国内1号機として、兵庫県宍粟郡波賀町原浄水場の凝集沈殿処理の前処理として納入した。本報では、その特長と処理状況について報告する。

1. KONTIRADの概要

1.1 KONTIRADの構造と原理

図1に本装置の構造を示す。原水は装置上部の流入管①より入り、円筒形をしたろ過槽の中央部に有るルーバーの付いたフィードチャンバー②に供給される。ここで原水は、円筒型をしたろ層③に均等に分散され、円周方向に向かって放射状に流れる。したがってろ過速度は中央の流入部で大きく、次第に減少し、周辺の集水部で最小となる。このようにろ層を通る間にろ過速度が漸減していくろ過装置では、懸濁物の抑留深度が適度に大きくなるため、ろ層全体を有効に使うことができる。こうしてろ過された処理水は、集水ノズルを経て、集水室④に集められ、自動的に上下する機能を持った処理水管⑤より流出する。

一方ろ過砂は、ろ過の継続により徐々に装置下方へ移動し、汚れたろ過砂がろ過槽最下部のエアリフトポンプ⑥により吸引され、エアリフト管⑦を上昇する。この間、エアリフト管内にて空気と水によって強力に攪拌され、ろ過砂から懸濁物が分離される。さらにろ過砂は洗浄管⑧内に放出され、洗浄管内の上昇流によって砂と懸濁物に沈降分離し、清浄となったろ過砂はろ層③に戻される。この洗浄工程は運

転中常時おこなわれ、ろ過砂は1日2回～4回程度循環洗浄される。洗浄管内にて分離された懸濁物は、洗浄排水に伴伴され、洗浄排水管⑨より装置外へ排出される。洗浄排水の量は原水流入量の2～5%である。ろ層に懸濁物が抑留され、ろ層の損失水頭が増加した場合、処理水管⑤を調整しない場合には、ろ過槽内水位が上昇するため、洗浄配水管の飲み込み水位が増加し、洗浄排水量が増加する。洗浄排水量が大幅に増加した場合、洗浄管⑧にてろ過砂が沈降せず洗浄排水に伴伴され装置外へ流出してしまう恐れがある。これを防ぐため、ろ過槽内水位を一定にするように処理水管⑤の高さを電動パワーシリンダにて自動的に上下させている。槽内の水位は、装置内に設置された投げ込み式水位計にて測定している。

またろ過砂は、運転中、順次装置内下方に向けて移動していくが、装置下部のコーン状部位でのろ過砂の架橋作用を防ぐため、循環ポンプにより処理水の一部を装置下部に噴出させている。このような機構により、ろ過と洗浄は同時に連続しておこなわれる。

1.2 特長

1) ろ過が水平流連続ろ過である。

このため処理水量が同等の条件であれば、平面積すなわちろ過装置の大きさは、他の方式の1/2～1/3である。また、ろ過と洗浄が同時に連続しておこなわれ、洗浄排水量も自動制御されているため、処理水量の変動がなく、洗浄のため休止する事もない。併せて洗浄排水量は原水量の2～5%と他の方式にくらべて少なく、回収率が高い。

2) 装置が簡単で設備費が安価。

逆洗のための自動弁や複雑な前面配管、逆洗ポンプ、空気洗浄ブロワ、洗浄水槽等が不要で、制御も簡単であるため、設備はコンパクトで安価である。既設の処理フローへの増設もおこないやすい。

3) 処理水質が安定している。

従来の移動床式上向流連続ろ過装置とくらべ、集水部がろ層の中にあるため処理水が流動状態の洗浄ろ材と接触することがない。このため安定した良質の処理水質がえられる。

4) 運転操作が簡単で維持管理が容易。

回転機器は、循環ポンプとコンプレッサだけであり、自動弁はない。管理が容易で運転費も少ない。定期的なろ過砂の交換は不要であり、洗浄排水へ流出したろ過砂量（連続運転にて年間に全体ろ過砂量の約5%）を補充するだけでよい。

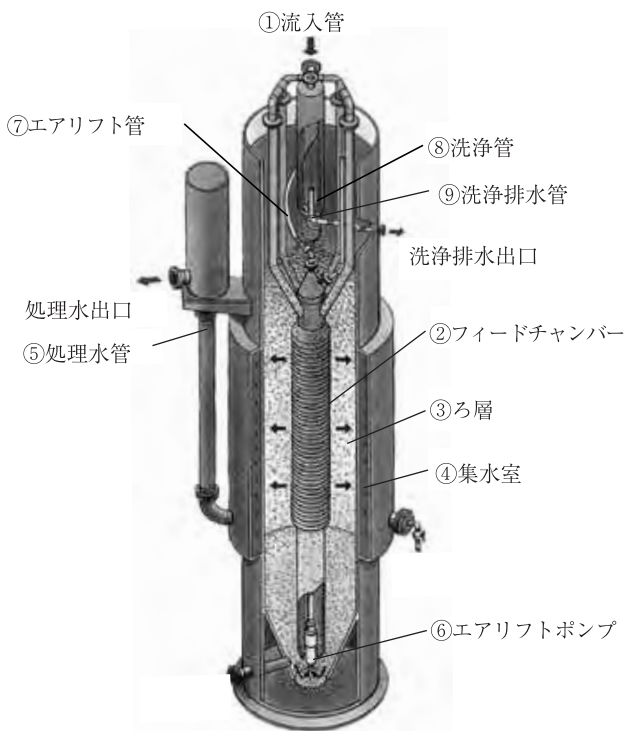


図 1 KONTIRAD構造

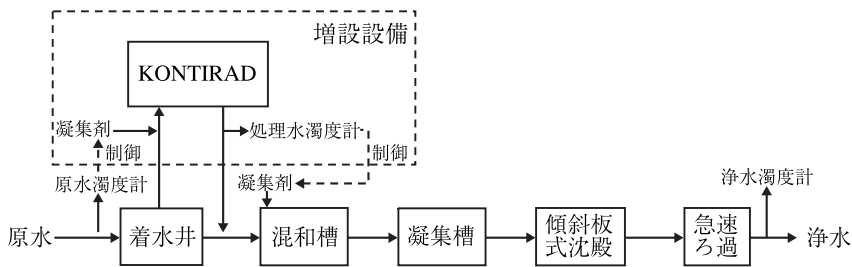


図2 原浄水場フロー図



写真1 装置外観

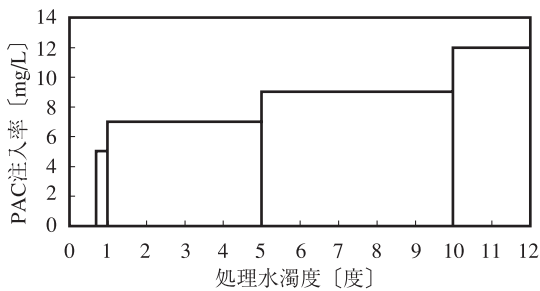


図3 KONTIRAD処理水凝集剤注入率

表1 装置諸元

原水量	(m ³ /d)	2 000	
洗浄排水量	(m ³ /d)	60	
装置本体	全体高さ	(m)	8.3
	胴部直径	(m)	2.0
	ろ過砂部高さ	(m)	5.3
	ろ過砂部直径	(m)	1.6
	ろ過面積	(m ²)	10
ろ過砂	砂量	(m ³)	9.6
	有効径	(mm)	0.8
	均等係数	(-)	1.4未満

2. 納入実績

2.1 導入の経緯

図2に本装置を導入した兵庫県宍粟郡波賀町原浄水場の処理フローを示す。KONTIRAD導入前は、混和／凝集／傾斜板式沈殿／急速ろ過のフローにて日量2 000 m³処理していた。原水は揖保川上流の赤西川から取水した渓流水であり、普段の原水濁度は0.3～0.7度と非常に清澄である。しかし、降雨や雪解けにより約2～4時間程度の短時間、一時的に50度付近まで原水濁度が上昇する。KONTIRAD導入前は、原水濁度が約5度以上となった場合、浄水濁度は0.2度以上となり、目標水質の0.1度未満を満足できない状況にあった。このため、濁度上昇時のピークカットを目的として、混和／凝集の前にKONTIRADを増設した。写真1に装置の外観を示す。

2.2 装置諸元

表1に装置の諸元を示す。

ろ過面積は10 m²に対し、装置設置面積は3m×2.2m=6.6 m²と大変コンパクトな装置となっている。

洗浄排水量は浄水量を確保するため、60 m³/d（原水量の約3%）と少なく設定した。

2.3 運転方法

本浄水場では、原水濁度上昇時のピークカットが目的のため、KONTIRADは原水濁度5度以上の時のみ運転とし、5度未満の時は原水を通水せず待機とした。また、原水濁度10度以上となった場合、KONTIRADの懸濁物捕捉性能を向上させるため、

KONTIRAD流入水に5 mg/Lの凝集剤（PAC）を注入した。凝集剤は、原水流入管に直接ライン注入している。KONTIRADの処理水には、濁度計を設置し、既設の混和槽へ注入する凝集剤量を4段階で制御した。図3に処理水凝集剤注入率を示す。KONTIRAD原水、および処理水への凝集剤注入量の制御は、濁度による比例注入が望ましいが、既設の濁度計、薬注ポンプを流用したため段階的な制御を採用した。

原水濁度が5度未満の場合は、待機状態として原水を通水せず、KONTIRADを通さないフローにて処理している。待機状態では、装置下部のろ過砂の架橋を防ぐため循環ポンプは常時運転し、1日2時間、エアリフトによる砂の循環をおこなっている。

降雨等により原水濁度が5度以上となった場合、装置は約3分間の始動工程を経た後に処理を開始する。その後、原水濁度が5度未満となっても12時間は運転を継続する。これはろ層内に抑留された懸濁物を完全に排出してから装置を停止するためである。

KONTIRAD待機中は、原水濁度により、既設の混和槽への凝集剤注入を制御している。

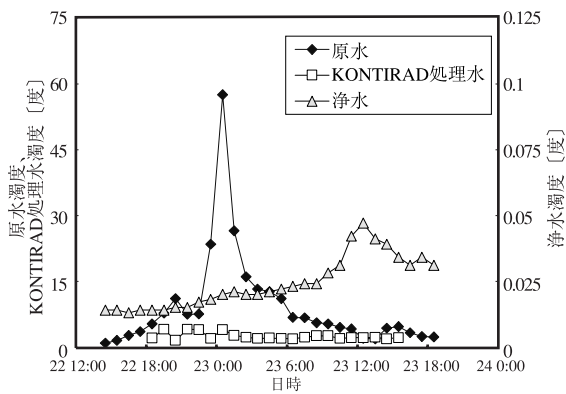


図4 濁度推移例

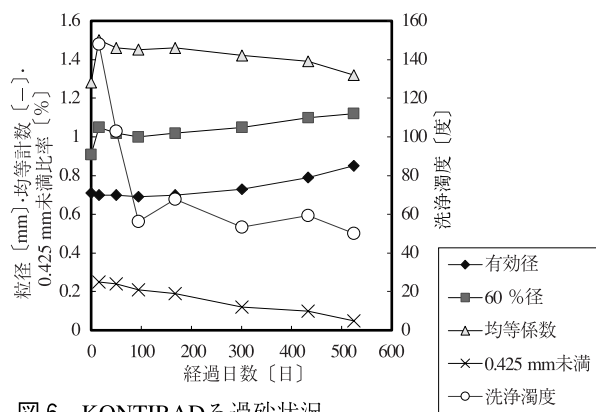


図6 KONTIRADろ過砂状況

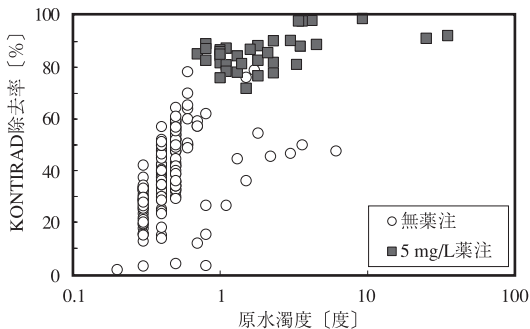


図5 KONTIRAD除去率

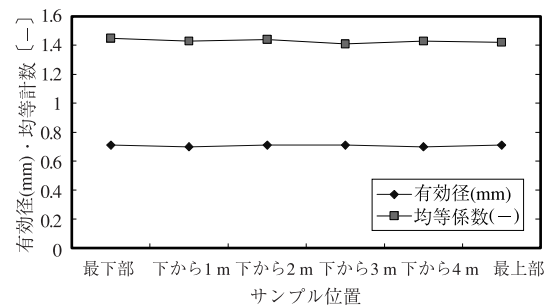


図7 装置内縦方向粒径分布

2. 4 運転結果

2. 4. 1 濁度処理状況

図4にKONTIRAD納入後の、処理状況の一例を示す。図は、降雨により原水取水部上流の積雪が解けたために、最大58度まで原水濁度が上昇した時を示す。図より、KONTIRADの効果により、原水濁度上昇時も最終浄水は0.1度未満に処理できることがわかった。原水濁度低下後も、装置内に抑留された濁質が完全に排出されるまで処理水濁度が低下しないため、一時的に原水濁度よりも処理水濁度が高くなる逆転現象がおきることもわかった。

図5に、KONTIRAD前後の濁度除去率を、原水濁度により整理したものを示す。図より、以下のことがわかった。

- ① 装置原水への凝集剤注入により、濁度除去率が向上する。無薬注時は除去率のばらつきが大きい。
- ② 原水濁度が低いほど、除去率は低下する。

2. 4. 2 ろ過砂の状況

図6にろ過砂の有効径、60%径、均等係数、洗浄濁度を示す。図より、ろ過砂の粒径は若干上昇傾向にあり、均等係数は減少していることがわかる。これは、粒径の細かなる過砂は、装置洗浄管の上向流に同拌され濁質とともに流出していくためと考えられる。

洗浄濁度の推移より、装置立ち上げ後100日程度までは洗浄濁度は低下し、その後は安定している。このことより、ろ過砂の洗浄は良好におこなわれており、濁質の蓄積は起きていないことがわかる。

図7に装置内ろ過砂の縦方向の有効径、均等係数の分布を示す。図より、装置内の縦方向にはろ過砂の粒径はほぼ均一であり、ろ過砂が全体にわたって流動していることがわかる。

むすび

本浄水場の原水は、通常時は濁度1度以下と非常に低く、降雨時には50度程度まで上昇し、短時間に低下するといった傾向があった。このような原水濁度に変化する原水に対しても、KONTIRADの運転条件を調整することで満足な処理ができることがわかった。ただし、原水の濁度変化に対し、処理水濁度の変化に遅れが生じるため、原水濁度の低下時に、原水濁度よりも処理水濁度が高くなることがあった。また、原水濁度が1度未満と低い場合には、濁度除去の効果が低いこともわかった。

今回の場合には、KONTIRAD後に凝集沈殿設備があり、処理水濁度変化の遅れや、低濁度時の除去率の低下に対して、浄水場全体として問題無く運転できたが、今後の納入にあたっては、このような点について浄水処理全体への影響を十分考慮する必要があると考えられる。