

## 2.1 緩速ろ過の運転監視 (ver. 1)

- Q I-2.1-① 緩速ろ過池の運転のために最低限必要な計装設備は何か。
- Q I-2.1-② 緩速ろ過池各池に流量計や損失水頭計がない場合、どのような運転をすればよいか。
- Q I-2.1-③ 緩速ろ過池の運転のために、どのような連続水質計器を設置すればよいか。
- Q I-2.1-④ 連続水質計器がない場合、代替としてどのような水質監視をすればよいか。
- Q I-2.1-⑤ 維持管理のために、濁度や残留塩素の他にどのような水質測定を行えばよいか。
- Q I-2.1-⑥ 生物ろ過膜の成熟を確認しろ過開始をするのは、どのように判断すればよいか。
- Q I-2.1-⑦ 損失水頭の上昇以外に、ろ過停止しろ過池を清掃するのはどのような場合か。

Q I-2.1-① 緩速ろ過池の運転のために最低限必要な計装設備は何か。

A I-2.1-① 緩速ろ過池の適切な運転のためには、各池にろ過流量計及び損失水頭計が必要である。

ろ過流量計	<p>ろ過流量又はろ過速度を制御する場合、ろ過流量を確認しつつ弁操作を行う。以下のような場合に必要となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i 生物ろ過膜を成熟させ、ろ過開始後標準的なろ過速度に至るまで、徐々にろ過速度を上げる時</li> <li>ii 水需要に応じてろ過流量を変化させる必要がある時。ろ過速度を急変させると浄化機能に影響があるので、徐々に変化させる</li> </ul>
損失水頭計	<p>ろ過の継続とともに生物ろ過膜部分での損失水頭が増加するので、ろ過池の清掃時期を判断するために損失水頭計を設置する。</p> <p>ろ過継続末期には急速に損失水頭が上昇するので、ろ過停止を適切に判断できないと、ろ過池水の排水及びろ過膜削り取りのための表面の乾燥がし難くなり、削り取り作業が難しくなる。</p>

Q I-2.1-② 緩速ろ過池各池に流量計や損失水頭計がない場合、どのような運転をすればよいか。

A I-2.1-② ろ過池流量制御の方法として、ろ過池水位を一定に保ちろ過水の流出弁を操作する方法と、ろ過水の流出弁開度を一定に保ちろ過池水位を変化させる方法がある。

前者の場合、標準的なろ過速度に至るまで、流出弁の開度を目安として流量を制御することができる。開度の目安は、これまでの運転実績をもとに経験的に求める。ろ過継続とともに損失水頭が増加すると弁開度とろ過速度の関係が変化するので、損失水頭を考慮して弁開度の尺度を設定する必要がある。また、ろ過水井の堰に三角堰や四角堰を設け越流水深を測定することで流量を推定することもできる。損失水頭計がない場合は、ろ過流量の低下をろ過停止の判断基準とする。

前者の場合も、標準的なろ過速度に至るまでの流量は流出弁の開度により制御する。流出弁の開度を一定にした後は、ろ過池水位が損失水頭に相当するので、簡易に水位が測定できるようにし、水位をろ過停止の判断基準とする。

Q I-2.1-③ 緩速ろ過池の運転のために、どのような連続水質計器を設置すればよいか。

A I-2.1-③ 緩速ろ過での浄水処理プロセスは除濁と消毒であり、工程管理は濁度管理と残留塩素管理になるので、必要な連続水質計器は濁度計と残留塩素計である。また、生物ろ過の機能を維持するためには、夜間においても生物ろ過膜が好氣的に保たれる必要がある。このために、ろ過水の溶存酸素濃度を連続水質計器により測定することがある。これらの計器は、設置費用及び維持管理費用は必要ではあるが、無人で連続的に水質データが得られる、校正を適切に行えば正確なデータが得られる、管理目標値の警報設定が可能、電子データで過去データの蓄積ができるなどの利点がある。

濁度計	<p><u>機器</u>：クリプトスポリジウム等対策で求められている濁度 0.1 度以下を正確に測定できる機器が市販されている。機器によっては、過飽和気体を濁度として計測してしまうものもあるので、測定セルが加圧式のものなど影響がない機種を選択する必要がある。</p> <p><u>設置</u>：ろ過水が測定できるよう各池に設置することが望ましいが、複数の池のろ過水を順次濁度計に導入し測定する方法がある。この場合も含めて、濁度計への試料水供給配管が長くなると、過飽和気体による管の閉塞と、管内の付着生物膜が剥離し濁度に影響することがあるので注意する必要がある。</p> <p><u>活用</u>：管理目標値を設定し、ろ過開始の判断基準とする。また、警報を設定し、管理目標値を超過した場合には、ろ過停止やろ過放水に切替えてろ過水を原水に戻すなどの対応を行う。</p> <p><u>その他</u>：原水濁度の変動が大きく処理限界を超えるような可能性がある場合には、原水にも濁度計を設置し、迅速な対応が可能にする。</p>
-----	--

<p>残留塩素計</p>	<p><u>機器</u>：0.1～2mg/L を正確に測定できる機器が市販されている。有試薬式と無試薬式のものがある。無試薬式は、アンモニアによる結合残留塩素が多い場合、水中の溶存イオンが少なく電気伝導率が低い場合、pH 値の変動が大きい場合に計測誤差が大きくなる。有試薬式は、これらの影響がないよう設計されているが、試薬の供給と廃液の処理という問題がある。水質が良好で変動が少ない場合は、無試薬式でほとんど問題がないケースが多い。</p> <p><u>設置</u>：塩素注入後十分攪拌された後の浄水池の出口等に設置する。</p> <p><u>活用</u>：残留塩素計の値に応じて塩素注入を調整する。</p>
<p>溶存酸素計</p>	<p><u>機器</u>：0～20mg/L を正確に測定できる機器が市販されている。</p> <p><u>設置</u>：特にろ過継続日数が長くなりろ過膜に有機物が蓄積してきた場合に重要であるため、固定設置ではなく可搬式のもので必要な池について測定してもよい。</p> <p><u>活用</u>：ろ過水の溶存酸素が 4mg/L を下回らないように、ろ過速度を増加させるなどの対応を行う。</p>

Q I-2.2-④ 連続水質計器がない場合、代替としてどのような水質監視をすればよいか。

A I-2.2-④ 緩速ろ過では、生物ろ過膜藻類の光合成に起因する水質の日周変動が起こり得る。このため、連続水質計器がない場合には、少なくとも昼夜 2 回、可能であれば 6 時間ごとに、手分析でろ過水濁度と浄水の残留塩素を測定する。残留塩素計は水道水で通常使用されるものでよいが、濁度計は 0.1 度が正確に測定できる卓上濁度計が必要となる。溶存酸素は、夜間に生物ろ過膜を通過する時間帯のろ過水の濃度を測定する。

Q I-2.1-⑤ 維持管理のために、濁度や残留塩素の他にどのような水質測定を行なえばよいか。

A I-2.1-⑤ 水道水が常に水質基準に適合するように、そして緩速ろ過池が適切に維持できるという点から、水質測定の必要性を検討する。

水道法第 20 条で定められた、給水栓水の水質基準項目の検査があり、項目によって異なるが、月 1 回から 3 年に 1 回の頻度で行われている。また、原水についても、厚生労働省水道課長通知で少なくとも毎年 1 回は検査することとされている。これらの検査結果から、検出頻度が高く水質基準値に近い値で検出される項目については、頻度を上げて測定し原水及び浄水の変動の状況を確認する。その上で、水質基準の適合性に影響するような状況であれば、維持管理項目として頻度を増加させて測定する。

また、緩速ろ過に特有な原水監視項目として、生物ろ過膜の好气的状態の維持の観点から、アンモニア態窒素、全有機炭素 (TOC)、生物化学的酸素要求量 (BOD)、浮遊性藻類数及び付着性藻類数の項目がある。これらについても、問題になるレベル若し

くは変動が大きい場合を除いて、長期的な変動を把握するための測定とし、維持管理項目として測定する必要はない。

Q I-2.1-⑥ 生物ろ過膜の成熟を確認しろ過開始をするのは、どのように判断すればよいか。

A I-2.1-⑥ 判断指標として、除濁機能の確認にはろ過水濁度、生物的な浄化機能を確認するにはろ過水の一般細菌又は大腸菌が適している。濁度は、クリプトスポリジウム等対策で示された 0.1 度が判断基準としてよく、0.1 度以下の維持を確実にするために、0.08 度以下や 0.05 度以下の目標値が使われる。濁度は連続水質計器により測定可能で、迅速な対応にも優れている。ただし、伏流水等原水濁度が低い原水の場合、ろ過水濁度だけでは生物ろ過膜の成熟が判断できないことがある。この場合には、以下の生物学的な浄化機能の確認も併せて行う。

一般細菌又は大腸菌は、後段の消毒により不活性化されることから、水質基準値を判断基準とする必要はなく、除去率 99% が目安となる。しかし、原水中の存在量が少ない場合は除去率が求めにくいこと、水道法の大腸菌の検査は定性試験であること、専用の試験室が必要なうえ結果が得られるまでに 24 時間の培養が必要なことなどの問題点がある。このため、濁度の補完的な指標として活用する。

生物浄化機能の発現の指標としては、他に溶存酸素があり、光合成や呼吸を行う生物の存在を溶存酸素濃度の日周変動により確認することもできる。

原水水質が良好で濁度や細菌類がほとんど検出されないような場合には、通水後ろ過開始までの日数を、安全性を考慮したうえであらかじめ定めておき、ろ過水の濁度や細菌類の試験結果は補完的に使用する方法もある。

Q I-2.1-⑦ 損失水頭の上昇以外に、ろ過停止しろ過池を清掃するのはどのような場合か。

A I-2.1-⑦ 以下のような場合が考えられる。

藻類の顕著な堆積 溶存酸素の低下 残留塩素の低下	ろ過膜藻類や植物プランクトンが多量に繁殖する場合、生物ろ過膜に対する有機物負荷が大きくなり、溶存酸素の低下や残留塩素の低下に至ることがある。この場合、ろ過を停止して清掃する。
ろ過水濁度 0.1 度 超過	砂層内に抑留されていた濁質がろ過速度の変動によりろ過水に混入する場合などに、ろ過水濁度が 0.1 度を超過して検出されることがある。ろ過放水に切替えるなどの対応を行っても解消しない時は、ろ過池を停止して清掃する。