

1.1 緩速ろ過の濁度管理 (ver. 1)

- Q I-1.1-① 緩速ろ過の濁度管理はどのようにすればよいか。
- Q I-1.1-② 緩速ろ過において求められているクリプトスポリジウム等対策とは何か。
- Q I-1.1-③ ろ過水濁度の上昇(0.1度以上)の原因と対策は何か。
- Q I-1.1-④ 一時的な原水濁度の上昇による処理不良の原因、影響及び対策は何か。

Q I-1.1-① 緩速ろ過の濁度管理はどのようにすればよいか。

A I-1.1-① 緩速ろ過池は除濁施設であり、良質な浄水とするためには、適切な濁度管理を行う必要がある。水道水の水質基準値は2度であるが、クリプトスポリジウム等対策の通知に従い、ろ過水濁度は0.1度以下を維持する必要がある。濁度管理は以下のように行う。

|             |  |
|-------------|--|
| 管理目標値の設定    | <ul style="list-style-type: none"> <li>i ろ過水濁度：0.1度以下（常に0.1度以下を維持するためには、アクションレベルとして、0.07～0.08度を設定する例もある。）</li> <li>ii ろ過池流入水濁度：10度以下（緩速ろ過の粒子除去率99～99.9%を考慮すると、ろ過水濁度の目標値を満たすためには流入水濁度は10度以下の必要がある。）</li> </ul>                              |
| 濁度の監視       | <ul style="list-style-type: none"> <li>i ろ過水濁度：稼働中の各池について、連続水質計器での監視若しくは毎日1回以上の測定を行い、管理目標値を満たしていることを確認する。</li> <li>ii ろ過池流入水濁度：表流水を原水とし、濁度が急変する可能性がある場合は、連続水質計器での監視若しくは毎日1回以上の測定を行う。地下水、伏流水など、原水濁度が10度を超える可能性が少ない場合は、頻度を下げてもよい。</li> </ul> |
| 管理目標値超過時の対応 | <ul style="list-style-type: none"> <li>i ろ過水濁度超過時：ろ過放水に切替えるなどの応急的な処置を行い、配水池に管理目標値を超過した水を入れないようにする。その上で、原因究明と改善を図る。（Q I-1.1-③参照）</li> <li>ii ろ過池流入水濁度超過時：取水停止やろ過速度の低下等の処置により、その影響を最小限に抑える。（Q I-1.1-④参照）</li> </ul>                          |

Q I-1.1-② 緩速ろ過において求められているクリプトスポリジウム等対策とは何か。

A I-1.1-② 「水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について（通知）」（平成19年3月30日付健水発第0330005号、厚生労働省健康局水道課長通知）の、緩速ろ過に係る部分は以下のとおりである。

|               |   |
|---------------|---|
| <p>おそれの判断</p> | <p>地表水を原水とする場合は、レベル4（クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高い）に分類される。</p> <p>伏流水・浅井戸水を原水としている場合でも、指標菌（大腸菌及び嫌気性芽胞菌）が検出される場合は、レベル3（クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがある）に分類される。</p>   |
| <p>予防対策</p>   | <p>ろ過池またはろ過膜の出口の濁度を 0.1 度以下に維持することが可能なろ過設備（急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等）を整備すること。</p>  |
| <p>原水等の検査</p> | <p>水質検査計画等に基づき、適切な頻度で原水のクリプトスポリジウム等及び指標菌の検査を実施すること。ただし、クリプトスポリジウム等の除去又は不活化のために必要な施設を整備中の期間においては、原水のクリプトスポリジウム等を3ヶ月に1回以上、指標菌を月1回以上検査すること。</p>  |
| <p>運転管理</p>   | <p>i 共通事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ろ過池等の出口の水の濁度を常に 0.1 度以下に維持すること。そのため、原水水質の変化を浄水処理操作に即時に反映できるようにすること。なお、その際、目視のみによって浄水処理の効果を判断せず、必ず十分に調整された濁度計を用いること。</li> <li>・ろ過池等の出口の水の濁度は各ろ過池等ごとに測定することとするが、不可能な場合は、各処理系統ごとに測定することとし、いずれの場合も測定記録を残すこと。</li> </ul> <p>ii 緩速ろ過法における留意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物ろ過膜の損傷を防ぐため、ろ過速度はおおむね 5m/日を超えないように、また、ろ過速度の急激な変化が発生しないようにすること。</li> <li>・かき取ったろ過砂を再利用する場合には、洗浄水の濁度が2度以下になる程度まで洗浄し、洗浄水は水道原水として利用しないこと。</li> <li>・かき取り後、ろ過水を排水しながら、生物膜が再び形成され浄水の濁度が 0.1 度以下になるまで、低いろ過速度から徐々に速度を上げるようにすること。</li> </ul> |
| <p>水源対策</p>   | <p>地表水若しくは伏流水の取水施設の近傍上流域又は浅井戸の周辺にクリプトスポリジウム等を排出する可能性のある污水处理施設等の排水口がある場合には、当該排水口を取水口等より下流に移設し、又は、当該排水口より上流への取水口等の移設が恒久対策として重要であるので、関係機関と協議のうえ、その実施を図ること。</p>   |

Q I-1.1-③ ろ過水濁度の上昇(0.1度以上)の原因と対策は何か。

A I-1.1-③ 以下のようなケースが考えられる。

【ケースⅠ】ろ過水の気泡による連続濁度計の誤差

|    |  |
|----|--|
| 原因 | ろ過膜藻類の光合成によりろ過水中の溶存酸素濃度が過飽和となり、発生した微細な気泡を、連続濁度計が濁度として検知してしまう。                                    |
| 現象 | 光合成は昼間のみ起こるので、昼間にろ過膜を通過したろ過水の濁度が上昇するという日周変動がみられる。ろ過膜に藻類が多いほど、飽和溶存酸素濃度が低い夏季ほど、日照のある晴天日ほど影響が大きくなる。 |
| 対策 | ろ過水からの気泡発生を抑制するための加圧式濁度計測セルを装備した連続濁度計で測定する。<br>ろ過水を卓上濁度計で気泡の影響がないことを確認しつつ測定し、連続濁度計の誤差を確認する。      |

【ケースⅡ】連続濁度計への配管内付着物の剥離の影響

|    |   |
|----|---|
| 原因 | 連続濁度計への配管内付着物が管内流速の変動等により剥離し、濁度計測セルに混入することにより濁度として検知してしまう。  |
| 現象 | 短時間の急激な濁度上昇があり、濁度計測セル内が清澄なる過水に入れ替わるまで濁度検知が継続する。   |
| 対策 | 配管内に生物膜等の付着は避けられないので、定期的に配管の清掃を行う。また、濁度計測セルの清掃も定期的に行う。<br>付着物の剥離の影響が不明の場合は、ろ過水井内の水を直接採水して、配管を通過した水とともに卓上濁度計で測定して比較する。 |

【ケースⅢ】ろ過開始後、ろ過膜が成熟する前の濁度上昇

|    |  |
|----|--|
| 原因 | 生物ろ過膜の成熟が十分でない場合、原水中の濁質の除去が不十分で一部がろ過水中に混入することがある。特に、補砂直後の場合は、新砂に付着した濁質や、旧砂に付着した濁質が補砂を行う際の切り返し作業により剥離し易くなり、ろ過水中に混入することが考えられる。 |
| 現象 | ろ過放水の継続と共に、ろ過水濁度が減少していく。   |
| 対策 | 生物ろ過膜が成熟し、濁質除去が確実となるまで(ろ過水濁度0.1度以下の継続)、あるいは砂層に付着した濁質が洗浄されるまで、低ろ過速度でろ過放水を継続する。<br>この間のろ過速度の急変は避ける。                            |

【ケースⅣ】ろ過継続中の濁度上昇

|           |  |
|-----------|--|
| <p>原因</p> | <p>生物ろ過膜に抑留されないで砂層内に侵入した濁質は、部分的な流速変動等により砂層内で付着脱離を繰り返して移動し、最終的にろ過水中に混入することがある。</p> <p>【濁質の砂層内への侵入の原因】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>ろ過池流入部の生物ろ過膜の洗掘</u>：流入部の水流の均等化策が十分でない場合、生物ろ過膜が洗掘されて、その部分から濁質が砂層内に侵入する。</li> <li>・<u>濁質の高負荷</u>：原水高濁時や植物プランクトン繁殖時に、生物ろ過膜で除去しきれなかった濁質が、砂層内に侵入する。走光性のある植物プランクトンの場合、昼間に水面付近に集結して増殖し、夜間に生物ろ過膜上に蓄積して負荷となることがある。</li> <li>・<u>壁面短絡流</u>：壁面と砂層の境界面で原水の短絡流が発生し、砂層内に濁質が侵入する。</li> <li>・<u>砂層内での気泡発生</u>：砂層内が負圧になり微細気泡が発生し、集結した泡が生物ろ過膜を破って水面まで浮上すると、生物ろ過膜に穴が開き、その部分から濁質が砂層内に侵入する。</li> <li>・<u>小動物による生物ろ過膜の摂食</u>：生物ろ過膜が小動物により摂食されると、砂層表面の粘着性のあるズーグレアの発達が十分でない場合は、生物ろ過膜が薄くなった部分から砂層内に濁質が侵入する。</li> <li>・<u>ろ過膜藻類の浮上</u>：昼間、光合成による溶存酸素による浮力で、生物ろ過膜が剥がれてろ過池表面に浮上すると、砂層表面のズーグレアの発達が十分でない場合は、砂層内に濁質が侵入する。</li> <li>・<u>砂層と砂利層の境界層への濁質の蓄積</u>：ろ過膜成熟前に砂層内に侵入した濁質が、ろ過放水で洗浄されず砂層内に抑留されることがある。特に、砂層と砂利層の境界層で、砂利層の粒径が大きい場合、砂利層内にろ過砂が入り込み、その部分に濁質が蓄積し易くなる。</li> </ul> <p>【流速増加の原因】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>処理水量の急変</u>：処理水量を急激に変化させることにより、ろ過速度の急変が起こる。</li> <li>・<u>ろ過池流入部の生物ろ過膜の洗掘、砂層内での気泡発生、小動物による生物ろ過膜の摂食、ろ過膜藻類の浮上</u>：これらは、濁質の侵入と共に、ろ過抵抗の減少による部分的な流速増加を引き起こすことがある。</li> </ul> |
| <p>現象</p> | <p>濁質の砂層への侵入後そのままろ過水に混入する場合と、砂層内の移動に時間を要し、時間を経過して濁度上昇がみられる場合がある。また、生物が関与する場合などに、濁度上昇に日周変動がみられることがある。</p>   |

|    |  |
|----|--|
| 対策 | <p><b>【濁質の砂層内への侵入防止】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>流入部の洗掘防止</u>：(ろ過池流入部の生物ろ過膜の洗掘) 流入管近くに整流壁を設けて水流が池全体に広がるようにする。あるいは、流入部付近の砂層上にレンガやコンクリートブロックを設置して洗掘を防ぐ。</li> <li>・ <u>負荷低減化</u>：(濁質の高負荷) 原水高濁度は、普通沈澱池、粗ろ過などの前処理施設や一時的取水停止により負荷低減化を図る。植物プランクトンは越流管からの排出などにより繁殖を抑える。(Q I-1.3-④参照)</li> <li>・ <u>負圧抑制</u>：(気泡発生) ろ過水水位を砂層表面より高く保ち、砂層内を負圧にしないようにする。</li> <li>・ <u>ろ過池清掃時に湿潤状態を保つ</u>：(壁面短絡流、小動物による生物ろ過膜の摂食、ろ過膜藻類の浮上) 砂層と壁面が解離しないように、ろ過池清掃時に、砂層内の水位を保持して出来る限り砂層を乾燥状態にしない。また、表面付近のズーグレアを早く発達させるために、同じく、出来る限り砂層を乾燥状態にしない。</li> <li>・ <u>砂利層粒径の適正化</u>：(砂層と砂利層の境界層への濁質の蓄積) 補砂の時に、砂利層最上部の粒径を砂層粒径の4倍までのものに敷きかえる。</li> </ul> <p><b>【流速増加の抑制】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>ろ過速度を急激に変化させない</u>：急激にろ過速度を増加させると、砂層内の濁質の移動が速くなり、ろ過水への混入の可能性が高くなる。</li> <li>・ <u>ろ過膜藻類や小動物による作用は制御しにくい。</u></li> </ul> |
|----|--|

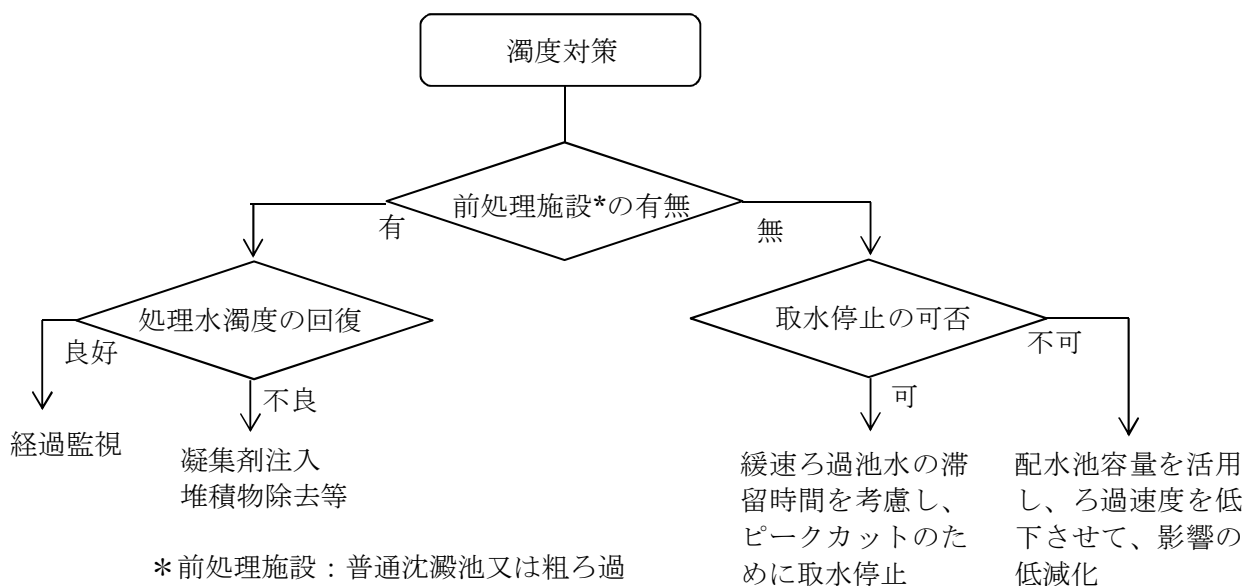
Q I-1.1-④ 一時的な原水濁度の上昇による処理不良の原因、影響及び対策は何か。

A I-1.1-④ 以下のようなケースが考えられる。

|    |  |
|----|--|
| 原因 | <p>降雨等により、原水濁度が急上昇し、許容濁度 10 度を超える原水が緩速ろ過池に流入し、損失水頭の急上昇やろ過水水質の悪化が起こることがある。</p>  |
| 影響 | <p><b>【損失水頭の急上昇】</b><br/>ろ過の継続が難しくなる。</p> <p><b>【ろ過水水質の悪化】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>濁度</u>：クリプトスポリジウム対策で求められている 0.1 度以下を保つことができなくなる。</li> <li>・ <u>色度</u>：フミン質等の有機物成分が主体で、生物分解されず付着による除去のみであるため、ろ過水の濃度が高くなる。ただし、後段の塩素注入によりろ過水より低くなる傾向がある。<br/>水質基準値：色度 5 度</li> </ul> |

|           |   |
|-----------|---|
|           | <p>・<b>消毒副生成物</b>：色度成分などろ過水の有機物濃度が高くなると、塩素注入量の増加も相まって、水道水中のトリハロメタン類、ハロ酢酸類など消毒副生成物濃度が高くなる。</p> <p>水質基準値（単位：mg/L）</p> <p>トリハロメタン類<br/>         クロロホルム（0.06）、ジブロモクロロメタン（0.1）<br/>         ブロモジクロロメタン（0.03）、ブロモホルム（0.09）<br/>         総トリハロメタン（0.1）</p> <p>ハロ酢酸類<br/>         クロロ酢酸（0.02）、ジクロロ酢酸（0.03）<br/>         トリクロロ酢酸（0.03）</p> <p>その他<br/>         ホルムアルデヒド（0.08）</p> <p>・<b>塩素酸</b>：塩素注入率が高くなると、次亜塩素酸ナトリウムに含まれる塩素酸の影響で、水道水中の塩素酸濃度が高くなる。</p> <p>水質基準値（単位：mg/L）<br/>         塩素酸（0.6）</p> |
| <p>対策</p> | <p>維持管理上の対策を対応フローチャートに示す。</p>   |

【対応フローチャート】



消毒副生成物対策：粉末活性炭の注入

塩素酸対策：次亜塩素酸ナトリウムの管理（新鮮な薬品の調達、貯蔵期間の短縮化、温度上昇の抑止等（Q I-1.2-③参照））