

水道維持管理指針

2006

7. 浄水施設

13. 水質管理

(抜 粋 版)

厚生労働省

7. 浄水施設

13. 水質管理

(抜 粋 版)

本指針は「水道維持管理指針 2006（日本水道協会）」7. 浄水施設、13. 水質管理 を抜粋したものである。

抜粋した図、表の番号については原本どおりとしている。

【目 次】

7. 浄水施設	1
7.1 総 説	1
7.1.1 基本事項	1
7.1.2 施設の合理的管理	7
7.1.3 機能評価と診断	7
7.1.4 運転	11
7.1.5 保全と管理	16
7.1.6 リスク対応	17
7.1.7 環境対策その他	19
7.2 着水井	21
7.2.1 総則	21
7.2.2 着水井	21
7.3 凝集用薬品注入設備	22
7.3.1 総則	22
7.3.2 凝集剤	23
7.3.3 酸剤	27
7.3.4 アルカリ剤	28
7.3.5 凝集補助剤	29
7.3.6 薬品の受入れ	30
7.3.7 薬品の貯蔵	30
7.3.8 薬品の注入	32
7.4 凝集池	33
7.4.1 総則	33
7.4.2 混和池	34
7.4.3 フロック形成池	35
7.5 凝集沈澱池	36
7.5.1 総則	36
7.5.2 横流式沈澱池	38
7.5.3 傾斜板(管)式沈澱池	39
7.5.4 高速凝集沈澱池	41
7.5.5 その他(浮上分離)(解説省略)	41
7.6 急速濾過池	41
7.6.1 総則	41
7.6.2 重力式開放形濾過池	43
7.6.3 多層濾過池	51
7.6.4 圧力式濾過池	53
7.6.5 自然平衡形濾過池	54

7.6.6 直接濾過法(マイクロブロック法).....	54
7.7 緩速濾過池.....	54
7.7.1 総則.....	54
7.7.2 普通沈澱池.....	55
7.7.3 濾過池.....	56
7.8 浄水池.....	56
7.8.1 総則.....	56
7.8.2 浄水池.....	57
7.8.3 消毒.....	57
7.9 消毒設備.....	58
7.9.1 総則.....	58
7.9.2 塩素剤.....	58
7.9.3 水道水の塩素消毒.....	60
7.9.4 貯蔵設備.....	61
7.9.5 注入設備.....	64
7.9.6 配管その他.....	69
7.9.7 注入制御.....	69
7.9.8 保安機器.....	69
7.9.9 漏洩時の対応.....	70
7.9.10 異常時の対応.....	71
7.9.11 次亜塩素酸ナトリウム生成装置（解説省略）.....	72
7.10 塩素処理設備.....	72
7.10.1 総則.....	72
7.10.2 前塩素処理.....	73
7.10.3 中間塩素処理.....	73
7.10.4 脱塩素処理.....	74
7.11 エアレーション設備.....	75
7.11.1 総則.....	75
7.11.2 エアレーション方式.....	75
7.12 活性炭吸着設備.....	77
7.12.1 総則.....	77
7.12.2 粉末活性炭吸着設備.....	79
7.12.3 粒状活性炭吸着設備.....	82
7.12.4 生物活性炭吸着設備.....	87
7.13 オゾン処理設備.....	91
7.13.1 総則.....	91
7.13.2 オゾン注入（解説省略）.....	91
7.13.3 オゾン処理設備.....	91

7.14 生物処理設備	93
7.14.1 総則.....	93
7.14.2 生物接触濾過装置（解説省略）	93
7.14.3 浸漬濾床装置（ハニコーム方式）（解説省略）	93
7.14.4 回転円板装置（解説省略）	93
7.15 除鉄・除マンガン設備	93
7.15.1 総則.....	93
7.15.2 除鉄設備.....	94
7.15.3 除マンガン設備.....	94
7.15.4 鉄細菌利用法.....	95
7.16 生物除去	95
7.16.1 総則.....	95
7.16.2 薬品による除去.....	96
7.16.3 生物除去設備.....	96
7.17 その他の処理（解説省略）	97
7.17.1 総則（解説省略）	97
7.17.2 侵食性遊離炭酸の除去（解説省略）	97
7.17.3 フッ素の除去（解説省略）	97
7.17.4 ヒ素の除去（解説省略）	97
7.17.5 色度の除去（解説省略）	97
7.17.6 トリハロメタン対策（解説省略）	97
7.17.7 トリクロロエチレン等の対策（解説省略）	97
7.17.8 陰イオン界面活性剤の除去（解説省略）	97
7.17.9 異臭味の除去（解説省略）	97
7.17.10 アンモニア態窒素の除去（解説省略）	97
7.17.11 硝酸態窒素の除去（解説省略）	97
7.17.12 硬水軟化（硬度の除去）（解説省略）	97
7.17.13 腐食性（ランゲリア指数）の改善（解説省略）	97
7.17.14 油類の除去（解説省略）	97
7.18 排水処理施設	98
7.18.1 総則.....	98
7.18.2 関連法規（解説省略）	101
7.18.3 調整・濃縮施設（解説省略）	101
7.18.4 脱水施設.....	101
7.18.5 造粒・乾燥設備（解説省略）	102
7.18.6 集塵・脱臭設備（解説省略）	102
7.18.7 ケーキの有効利用と処分（解説省略）	102
7.19 場内連絡管路及び水路（解説省略）	102
7.19.1 総則（解説省略）	102

7.19.2 管理上の留意点（解説省略）	102
7.20 管理用建物（解説省略）	103
7.20.1 総則（解説省略）	103
7.20.2 管理上の留意点（解説省略）	103
7.21 場内管理（解説省略）	103
7.21.1 総則（解説省略）	103
7.21.2 場内整備（解説省略）	103
7.21.3 施設公開（解説省略）	103
13. 水質管理	104
13.1 総説	104
13.1.1 基本事項	104
13.1.2 水質基準と水質管理の体系	108
13.1.3 各物質の処理性（解説省略）	109
13.1.4 水質検査	109
13.1.5 調査・研究（解説省略）	109
13.1.6 水道の水質とリスク（解説省略）	109
13.2 水質管理体制	109
13.2.1 総則	109
13.2.2 水質管理体制	109
13.2.3 水質検査計画	112
13.2.4 水質管理のための水質目標値（水質管理目標値）（解説省略）	113
13.2.5 広域水質管理及び共同水質検査（解説省略）	113
13.2.6 水質検査委託（解説省略）	113
13.2.7 都道府県が策定する原水等の「水道水質管理計画」（解説省略）	113
13.3 水質基準	113
13.3.1 総則（解説省略）	113
13.3.2 水質基準項目（解説省略）	113
13.3.3 水質管理目標設定項目（解説省略）	113
13.3.4 要検討項目（解説省略）	113
13.3.5 その他省令関係（解説省略）	113
13.3.6 関連した水質基準（解説省略）	113
13.3.7 WHO 飲料水水質ガイドライン及びUSEPAの基準（解説省略）	113
13.4 水質検査・試験（解説省略）	114
13.4.1 総則（解説省略）	114
13.4.2 精度管理と信頼性の保障（解説省略）	114
13.4.3 飲料水の採取（解説省略）	114
13.4.4 認可申請に必要な水質試験（解説省略）	114
13.4.5 給水開始前の水質検査（解説省略）	114

13.4.6	定期の水質検査・試験（解説省略）	114
13.4.7	臨時の水質検査・試験（解説省略）	114
13.4.8	請求された場合の水質検査（解説省略）	114
13.4.9	その他の省令に基づく水質検査（解説省略）	114
13.4.10	簡易専用水道及び他の貯水槽水道の管理に係る水質検査（解説省略）	114
13.4.11	水質検査・試験結果の記録（解説省略）	114
13.4.12	水質検査結果の公表（解説省略）	114
13.4.13	水質検査・試験に必要な機器（解説省略）	114
13.5	水質検査・試験結果の管理	115
13.5.1	総則	115
13.5.2	水質基準値を超えた場合の処置	115
13.5.3	水質管理目標設定項目が目標値を超えた場合の処置（解説省略）	117
13.5.4	クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがある場合等の処置（解説省略）	117
13.6	水源の水質管理	117
13.6.1	総則	117
13.6.2	水源流域の情報管理（解説省略）	117
13.6.3	水源の水質保全（解説省略）	117
13.6.4	湖沼・貯水池の水質管理	117
13.6.5	河川表流水の水質管理	119
13.6.6	地下水の水質管理	120
13.7	浄水処理工程の水質管理	123
13.7.1	総則	123
13.7.2	塩素消毒のみの方式における水質管理	123
13.7.3	緩速濾過方式における水質管理	124
13.7.4	急速濾過方式における水質管理	126
13.7.5	高度浄水処理における水質管理	129
13.7.6	膜濾過方式における水質管理（解説省略）	130
13.7.7	排水処理水の管理	130
13.8	送・配水の水質管理	130
13.8.1	総則	130
13.8.2	送・配水の水質管理	131
13.9	給水の水質管理	135
13.9.1	総則	135
13.9.2	水道水の水質検査	135
13.9.3	給水装置の安全性確保と直結給水	136
13.9.4	貯水槽水道以下の管理	136
13.9.5	水質障害とその対応	136
13.9.6	漏水湧水の判定	136
13.9.7	水質障害原因と対策	137

13.10 水質事故とその対策	139
13.10.1 総則.....	139
13.10.2 水質事故対策の体制整備.....	139
13.10.3 水源と取水施設における水質事故.....	141
13.10.4 浄水処理施設における水質事故.....	142
13.10.5 配水施設等における水質事故.....	143
13.11 自動計器による水質管理	144
13.11.1 総則.....	144
13.11.2 自動水質計器の種類（解説省略）	144
13.11.3 計測データの活用（解説省略）	144
13.11.4 データ処理（解説省略）	144
13.12 水質試験室の管理（解説省略）	144
13.12.1 総則（解説省略）	144
13.12.2 試験室の作業環境（解説省略）	144
13.12.3 試薬の扱い（解説省略）	144
13.12.4 密封放射線源の取扱い（解説省略）	144
13.12.5 電力、ガス、給・排水の管理（解説省略）	144
13.12.6 試験室廃液、排水、排ガスの管理（解説省略）	145
13.12.7 地震対策（解説省略）	145
13.12.8 テロ等の対策（解説省略）	145
13.13 水質検査・試験の管理	145
13.13.1 総則.....	145
13.13.2 水質分析機器と測定項目.....	145
13.13.3 水質分析機器類の管理（解説省略）	146
13.13.4 職員の訓練（解説省略）	146
13.13.5 水質検査・試験と優良試験所基準(GLP)（解説省略）	146

7. 浄水施設

7.1 総 説

7.1.1 基本事項

1. 浄水施設の重要性

浄水施設は、水質基準に適合した安全で快適に利用できる水道水を生産するための施設である。

浄水施設の管理が十分でない場合には、適正な処理水量や処理水質が得られず、結果として水道全般にわたって、重大な影響を及ぼすこととなる。

2. 原水水質に適合した浄水方法

浄水施設は、水源の状況、原水の水質及び浄水量によって浄水方法、浄水施設の内容、規模等が決まる。常に安定した浄水処理を行うためには、その設計の考え方を理解した上で、維持管理に創意工夫しながら、必要に応じて施設の改善を行う等、適切な維持管理を行う。

浄水方法は、一般的に①塩素消毒のみの方式、②緩速濾過方式、③急速濾過方式、④膜濾過方式に大別される。また、原水の水質により必要に応じて、高度浄水処理やその他の処理を付加することもある。原水の水質を考慮した各浄水方法の選定の目安を、表-7.1.1 に示す。

1) 塩素消毒のみの方式

この方式は、原水の水質が年間を通じて、良好な地下水、湧水、沢水を水源とする場合に採用される。処理プロセスが単純なことなどから、維持管理がしやすい。

しかし、原水がクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物に汚染されるおそれのある場合には、クリプトスポリジウムが塩素消毒では不活化しないことから、緩速濾過方式、急速濾過方式又は膜濾過方式等により対応しなければならない。基本的なフローを図-7.1.1 に示す。

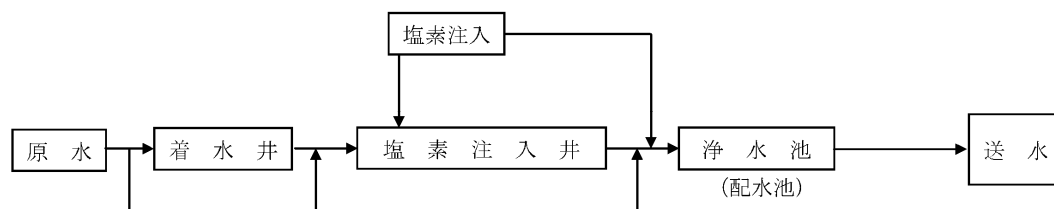


図-7.1.1 塩素消毒のみの方式

2) 緩速濾過方式

この方式は、一般的に原水水質が良好で濁度も低く安定している場合に採用される。比較的細かな砂層に4～5m/日のゆっくりした速さで水を通過させ、砂層表面と砂層に繁殖した微生物群に

よって、水中の浮遊物を捕捉し、溶解物質を酸化分解させるものである。

なお、クリプトスポリジウム対策として、生物濾過膜の損傷を防ぐために、濾過速度はおおむね5m/日を超えないこと、濾過速度の急激な変化を発生させないこととされている。基本的なフローを図-7.1.2に示す。

原水水質によって、普通沈澱池を設ける場合がある。また、小規模浄水場では施設更新の際、除濁工程を膜濾過に変更する例が見られる。

表-7.1.1 浄水方法の選定目安

浄水方法	除去対象物質等		除去処理方法（主たる処理施設）
塩素消毒だけの方式	一般に、水質が極めて良好な地下水を水源とする場合で、塩素消毒のみで水質基準等に常に適合する原水が対象		塩素消毒
緩速濾過方式	一般に、原水水質が良好で濁度も低く安定している場合 生物化学的酸素要求量（BOD）2mg/L 以下 年平均濁度 10 度以下		（年最高濁度 10 度以下） ・ ・ ・ 緩速濾過池 （年最高濁度 10～30 度） ・ ・ ・ 普通沈澱池＋緩速濾過池 （年最高濁度 30 度以上） ・ ・ ・ 薬品処理可能な沈澱池＋緩速濾過池
急速濾過方式	上記以外の原水 ただし、「その他の処理及び高度浄水処理方式」を必要としない原水		凝集池（混和池・フロック形成池）＋凝集沈澱池＋急速濾過池 高速凝集沈澱池＋急速濾過池 〔処理水量の変動が大きくないこと〕
膜濾過方式	同 上		前処理によって懸濁物質や溶解性物質をある程度除去しておくことが有利な場合がある。 （前処理）＋膜濾過設備
その他の処理及び高度浄水処理	pH 値調整		アルカリ処理、酸処理
	侵食性遊離炭酸		エアレーション、アルカリ処理
	フッ素		凝集沈澱処理、活性アルミナ法、骨灰法、電気分解法
	色度		凝集沈澱処理、活性炭処理、オゾン処理
	トリハロメタン	トリハロメタン前駆物質の除去	凝集沈澱処理、殺藻処理、オゾン処理、活性炭処理（粉末、粒状）、イオン交換処理、生物処理
		トリハロメタン生成量の低減	前塩素処理から中塩素処理、後塩素処理への変更 オゾン処理、二酸化塩素処理、クロラミン処理、イオン交換処理
		生成トリハロメタンの除去	活性炭処理（粉末、粒状）
	トリクロロエチレン等		活性炭処理（粉末、粒状）、エアレーション、オゾン処理
	陰イオン界面活性剤		活性炭処理（粉末、粒状）、生物活性炭処理、生物処理
	異臭味		エアレーション、塩素処理、活性炭処理（粉末、粒状）、生物活性炭処理、オゾン処理、生物処理、殺藻処理
	アンモニア態窒素		不連続点塩素処理、生物処理
	硝酸態窒素		イオン交換処理、逆浸透膜処理、電気透析法
	農薬類		活性炭処理（粉末、粒状）、塩素処理、オゾン処理、エアレーション、逆浸透膜処理
	油類		活性炭処理（粉末）、オゾン処理、オイルマット、オイルフェンス

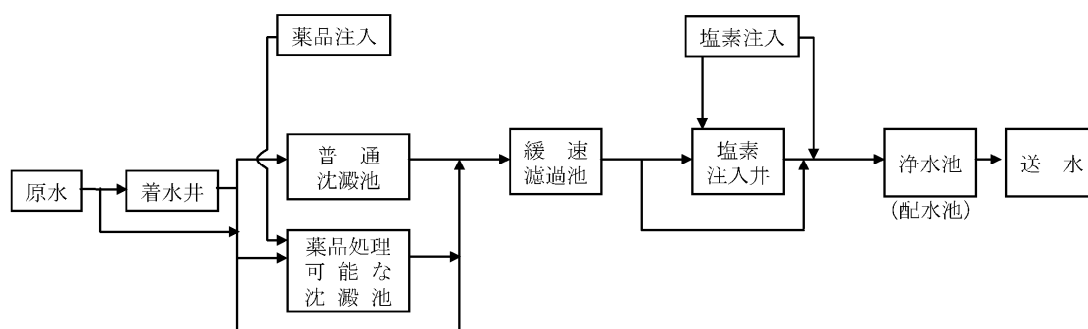


図-7.1.2 緩速濾過方式

3) 急速濾過方式

この方式は、緩速濾過方式では対応できないような原水水質の場合や、大量の水を処理する必要があるものの敷地面積に制約がある場合などに採用され、凝集沈澱池と急速濾過池を中心とした方式である。

急速濾過池は、緩速濾過池よりも粗い濾過砂を用い、濾過速度は 120～150m/日が標準である。処理工程は、凝集剤を注入し、原水中の粘土質、細菌、藻類等の懸濁物質等をフロックとして凝集し、沈澱・濾過するもので、高濁度原水にも対応できる。

懸濁物質やクリプトスポリジウムの確実な除去のため、濾過工程の前処理の良否が極めて重要であり、ジャーテスト等の結果をもとにした凝集剤の最適注入など、管理運営に細心の注意が必要である(7.3.2 凝集剤参照)。基本的なフローを図-7.1.3 に示す。

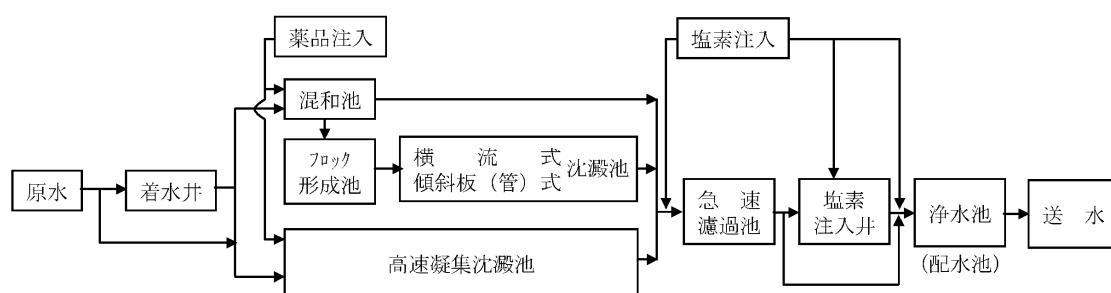


図-7.1.3 急速濾過方式

4) 膜濾過方式

この方式は、有機もしくは無機の精密濾過膜(MF 膜)、限外濾過膜(UF 膜) 等を用い、膜の孔径に応じて原水中の懸濁物質、コロイド、細菌類、クリプトスポリジウム等を物理的に除去するものである。基本的に広範囲な原水水質に対応することができるが、除去対象物質によって、膜の種類や組み合わせる処理プロセスが決定されるため、原水水質の把握が重要になる。

定期点検の他、膜の薬品洗浄、膜交換を要するが、機器数や可動部分が少ないことや、自動化や遠隔制御等が可能なことから、運転管理は一般に容易である。

また、浄水場用地の取得難や水道事業体における技術者確保問題を背景として、膜濾過方式の採用が進んでいる。

一方、海水淡水化には逆浸透膜(RO) が広く普及している。

基本的なフローを図-7.1.4 に示す。

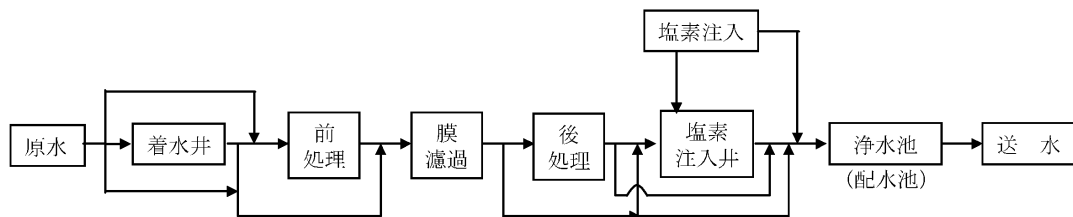


図-7.1.4 膜濾過方式

5) 高度浄水処理及びその他の処理方式

高度浄水処理とは、通常の浄水処理方法では十分に除去できない臭気物質、トリハロメタン前駆物質、色度、アンモニア態窒素、陰イオン界面活性剤等の処理を目的とした活性炭処理、オゾン処理、生物処理等をいう。

また、その他の処理方式として、原水中に存在する多量の鉄、マンガン、侵食性遊離炭酸等を処理する前塩素処理、エアレーション処理、アルカリ剤処理等がある。

3. 塩素消毒の必要性

各種の浄水処理方式があるが、どの方式を採用する場合でも、必ず塩素剤による消毒を行わなければならない。これは、沈澱・濾過によっても原水中の細菌を完全に除去することは困難なこと、さらに送配水・給水系においても衛生上の安全性を確保する必要があることなどの理由から、水道法第22条及び施行規則第17条第3項により、給水栓における水が遊離残留塩素を0.1mg/L（結合残留塩素の場合は0.4mg/L）以上保持するように塩素消毒が義務づけられている。

塩素剤は、消毒の効果を長時間保持することができるが、水のおいしさやトリハロメタン等の消毒副生成物の生成という点にも十分配慮して適正に消毒を行う（7.9 消毒設備参照）。

4. 排水処理の必要性

浄水処理工程で発生する排水は、水質汚濁防止法等関連法規によって規制されている。

排水処理に伴う発生ケークは、資源の有効活用の観点から、農園芸用土の副原料等への活用を図るよう努める。また、埋め立て等で処理・処分する場合は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和45年法律第137号）を遵守する（7.18 排水処理施設参照）。

5. 浄水システム全体を重視した運転管理

浄水施設を運転管理する場合、個々の施設を良好に機能させるだけでなく、浄水施設全体を有機的・一体性のある浄水処理システムとして機能させることが重要である。さらに、原水水質の悪化や緊急時なども含め、水処理条件がある程度変化しても、十分対応できるような運転管理を行うことが必要である。

このためには、水源状況や取水、送配水、給水等の状況を十分に把握するとともに、それらの担当部門と密接な連携を図りながら、浄水施設の運転管理を行うことが重要である。

図-7.1.5 に急速濾過方式の一般的な浄水場のフローを示す。

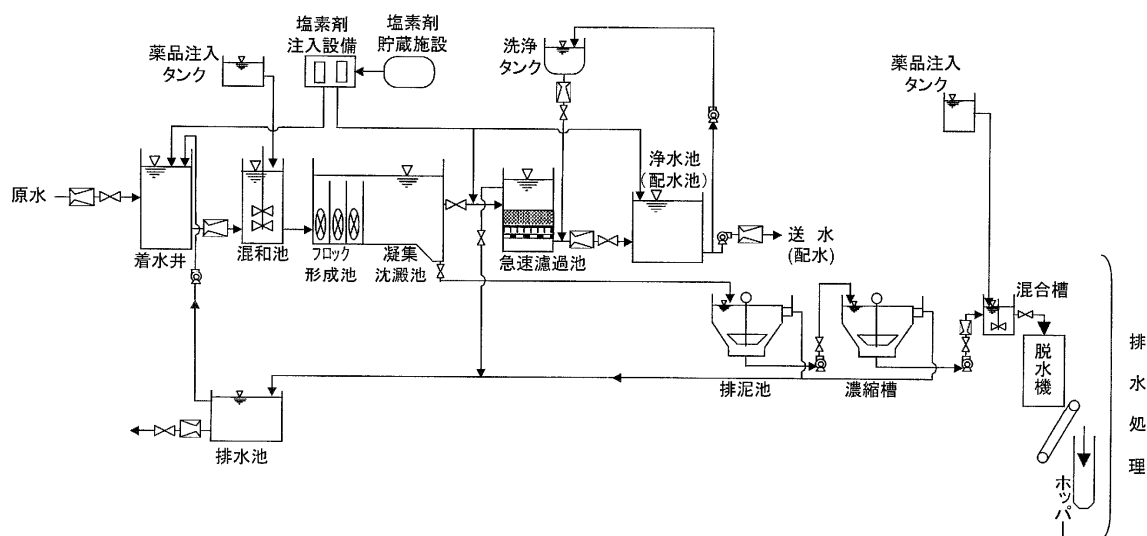


図-7.1.5 一般的な浄水場のフロー（急速濾過方式）

6. 浄水処理に係る新たな動向

浄水処理を行う上での課題は、塩素剤やオゾンによる副生成物、クリプトスポリジウム等の耐塩素性原虫、農薬を含む微量有機物及び臭気物質への対応がある。

1) 消毒副生成物

消毒副生成物は、塩素処理を行う際にフミン質などの有機物と塩素が反応して生成されるトリハロメタンをはじめ多種のものがあ、これらの中には発がん性が指摘されているものがある。

消毒副生成物の低減化対策として、中間塩素処理、粉末又は粒状活性炭処理、オゾンと粒状活性炭又はオゾンと生物活性炭の組み合わせなどの方式がある。

オゾン処理は非常に強い酸化力を有するが、原水中に臭化物イオンが存在している場合には、オゾン処理過程で臭素酸を生成する。生成量は溶存オゾン濃度に比例するため、実験等で最適注入率を把握し、過剰注入による過度な臭素酸生成を抑制することが必要である。

2) クリプトスポリジウム

クリプトスポリジウムは孢子虫類に属する原生動物(原虫)で、人や家畜に感染する病原性微生物である。

経口摂取されると、主に腸管に感染して下痢や腹痛を発症する。宿主外ではオーシストとして存在し、大きさは4～6 μm 程度で塩素に耐性がある。このため、通常の塩素消毒では不活化できず、濾過水の濁度管理などの対策をとることが必要である。

水道水源がクリプトスポリジウムにより汚染されるおそれがあると判断される浄水場においては、クリプトスポリジウムを除去するため、緩速濾過法、急速濾過法、又は膜濾過法等により浄水処理を行うことと定められており、さらに、濾過池出口の水の濁度を常時監視し、濁度 0.1 度以下に維持するように、浄水処理や施設整備の徹底を図ることとされている。

なお、クリプトスポリジウムの不活化法として、紫外線照射やオゾン処理が有効とされている。

3) 微量有機物

微量有機物として問題となっているものには、ドライクリーニングや半導体工場などで溶剤・洗浄剤として使用されるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,4-ジオキサン等をはじめ、農薬など種々の物質がある。処理方法としては、ストリッピング処理、粉末又は粒状活性炭処理などがある。

これらの方式を維持管理していく上で、特に重要なことは、原水水質の特性を正確に把握し、季節変動等を予測するなど、日々の水質管理を徹底することと、その結果を速やかに水処理運転条件に反映することである。また、急激な水質変動に臨機に対応できるようにマニュアルなどを整備しておくことが重要である。

7. 自動化及びシステムとしての安全対策

自動化にあたっては、それぞれの工程にフィードバック、フィードフォワード、フェイルセーフ、フルプルーフ等の機能を保持させ、万一の重大故障に際しても最適かつ安全な運転管理ができるシステムとしておくことが重要である。

8. 浄水施設運転上の省エネルギーとコスト

1) 省エネルギー化

電力等のエネルギーの消費を極力少なくするよう、省エネルギーを考慮した適正な送配水ポンプ圧の管理、省エネ機器の導入、各施設の実情に合わせた力率改善対策の実施、適切な冷暖房温度の設定など、細かな日常の対応も含めた、消費電力量抑制方策を定め実施することが必要である。

2) リサイクル

浄水施設におけるリサイクルとしては、取水した原水の有効利用がある。機器の冷却水などの作業用水や排水処理施設からの排水処理水を、公共用水域や下水道へ排出せずに再利用する方法で

ある。

ただし、再利用する水の水質が悪いと、結果的に原水全体の水質を悪化させ浄水処理上問題となるので、リサイクルにあたっては浄水又は浄水処理の工程に支障が生じないように必要な措置を講じる。

3) トータルコスト

ライフサイクルを重視し、浄水施設を適正に維持管理するよう努める。また、環境保全対策や省エネルギー・省資源及び省力化を図り、施設全体として効率的な管理運営に努める。

7.1.2 施設の合理的管理

浄水施設の合理的な管理とは、経験と勘だけに頼った管理ではなく、統計学的、数学的な予測・分析・最適化手法等を効果的に使用し、管理目標値などを予測・設定する。更に設定した管理目標値などを評価して見直しを行うことである。

合理的な管理により、次の利点が期待できる。

- ① 現在の状況を定量的に把握でき、将来の予測や改善策の立案に役立つ。
- ② 運転上の管理目標値などを論理的に設定できる。
- ③ コンピュータによる自動制御が行いやすくなる。
- ④ 省エネルギー、省資源、省力化等の推進が可能となり、コスト低減につながる。
- ⑤ 管理の方法が標準化され、失敗が少なくなる。

以上より、結果として水量管理、水質管理、薬品管理、施設管理が適正化される。

7.1.3 機能評価と診断

1. 浄水施設のトータル評価・診断の意義

浄水場は、施設全体が土木構造物、機械・電気設備、計装設備、薬品設備、管理用建物等によって構成されている総合的なシステムである。そのため、浄水施設の総合的なシステムとしての信頼性を確保するように、トータル的な評価・診断が重要である。

以下に、土木構造物をはじめ、各設備に関する評価・診断の留意点を示す。

1) 土木構造物

浄水場の土木構造物における評価・診断の重要な要素として次の事項が挙げられる。

- ① それぞれの土木構造物の水位関係は、各プロセスが必要とする損失水頭に十分対応できるように、適正に確保されているか。
- ② 原水水質や処理水量の変動や維持管理に伴う一部施設の運用停止などに対しても、浄水場全体として安定的に浄水処理が可能か。例えば、沈澱池・濾過池・洗浄排水池・薬品貯蔵槽な

どの容量・能力が適正に確保されているか。

2) 機械・電気設備

機械・電気設備における評価・診断の重要な要素として次の事項が挙げられる。

- ① 二回線受電、配線の二系統化、自家発電設備の整備など、停電や点検時のバックアップ機能が備わっているか。
- ② 設備の容量が適正か。予備機はどの程度確保されているか。
- ③ 安全性を高めるために、停止、警報あるいは表示を行わせる安全装置や保護装置を設けているか。

3) 計装設備

計装設備は、施設の監視と制御を効率化し円滑に管理するためのものであり、評価・診断の重要な要素として次の事項が挙げられる。

- ① 浄水場全体を通して計装設備によって、どの程度までの監視、制御、情報管理が可能となっているか。
- ② 各薬品注入や濾過池洗浄などの計装設備は、正確かつ円滑に作動しているか。
- ③ 異常時や事故時に、計装設備が安全かつ速やかに対応可能となっているか。
- ④ 故障が生じた場合でも、計装設備の二重化などにより施設全体としての機能を停止させないよう安全対策が確保されているか。

4) 薬品注入設備

薬品注入設備は、安全性、正確性等が特に重要であり、評価・診断の要素として次の事項が挙げられる。

- ① 薬品注入に関し、保安設備などを含めて、全体的に安全性が確保されているか。
- ② 全ての薬品は、正確かつ円滑な注入操作が可能か。
- ③ 注入装置の容量は、常時、最大注入量から最小注入量までの変動範囲に対応できるようになっているか。
- ④ 予備機は確保されているか。
- ⑤ 薬品注入設備はどの程度の水質悪化に耐え得るか。
- ⑥ 全ての薬品注入配管ルートは、管の洗浄や切り替えが可能か。

2. 単位プロセスごとの機能評価・診断

浄水施設の機能評価・診断を、混和池、フロック形成池、沈澱池、濾過池等の単位プロセスに区分して、それぞれについて行うことも重要である。

単位プロセスの機能低下を要因別に次の四つに分類し、それぞれについて診断する方法について以下に示す。

1) 設計要因

施設の設計、建設時点の条件と、現時点での条件とのズレから起きるものである。診断結果から、現時点においても、設計条件の妥当性が保たれているかどうか判断できる。

2) 運転操作要因

施設の調整不良などが原因で一時的に機能低下が生じるものが多いが、診断結果から運転操作手順の妥当性が判断できる。

3) 経年劣化要因

施設の老朽化等の経年劣化によるものである。診断結果から部分的改良か全面的更新かの判定材料が得られる。

4) 外的要因

水質悪化や水量変動等が主なものである。システム全体の機能の評価にもかかわる要因である。

図-7.1.6 は、急速濾過池の障害事例を整理して、機能低下の状況が、それぞれ前述の四つの機能低下要因と、どのような関係にあるかを示したものである。

このような手法で単位プロセスの機能を評価・診断するためには、施設のチェックリストを整備、充実させて、診断マニュアルを作成する必要がある。

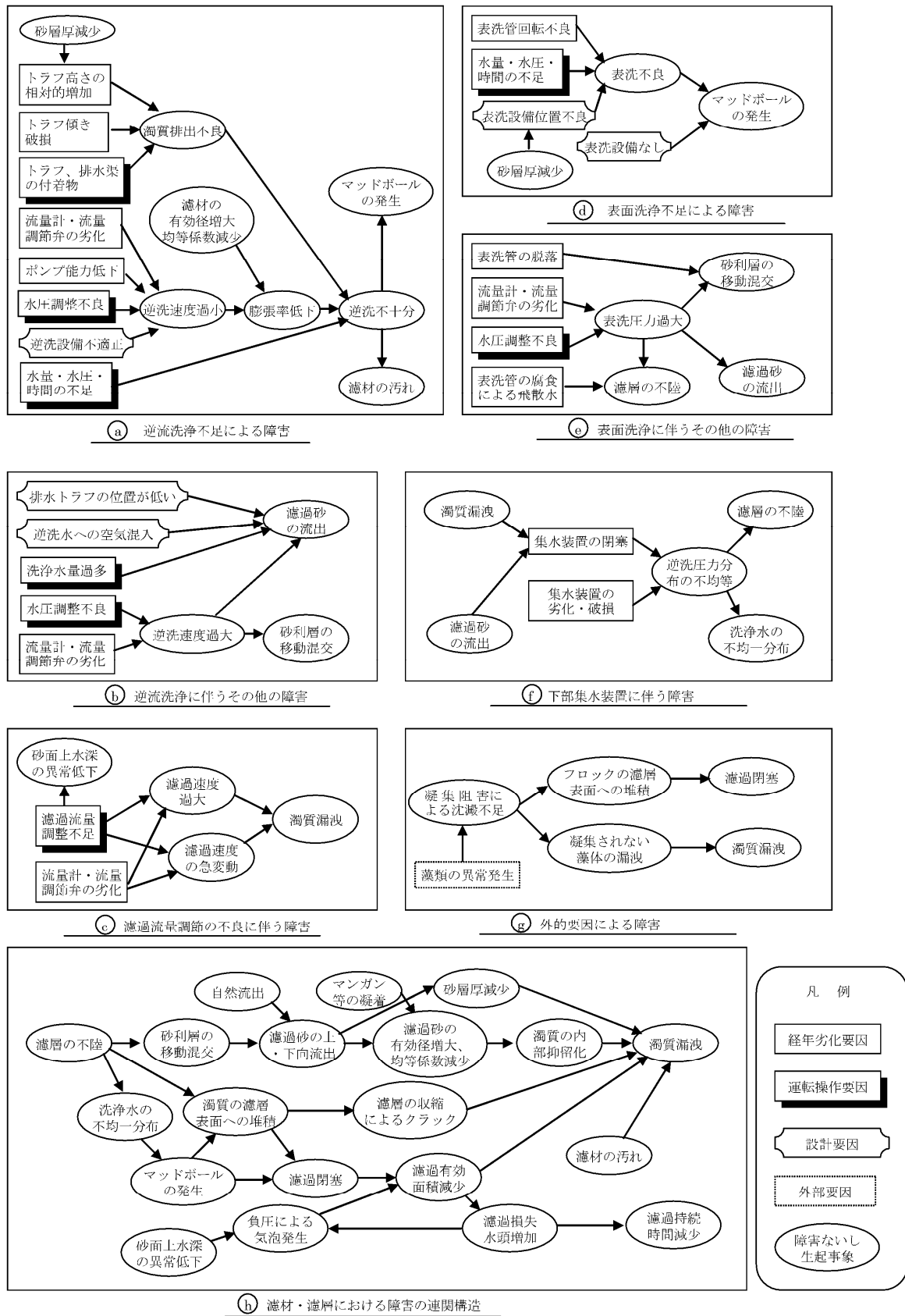


図-7.1.6 急速濾過池における機能低下要因関連図

7.1.4 運転

1. 運転管理

浄水場における運転制御の対象となるものは、個々の施設及び設備である。浄水システムとして効率的、経済的に運転するかは、制御目標である水量、水質、施設、薬品等をいかに管理するかによって決まる。

1) 水量管理

浄水処理工程における水量管理は、処理すべき目標水量に対して、各処理工程で水量を測定し、目標値と比較しそれに合致するように設備や装置を制御することである。

- ① 原水量、浄水量は、給水量を基礎に決定されるものである。そのため、日々の給水量を予測し、これと十分整合させて決定する。
- ② 原水量は、浄水量を基礎として決定されるが、濾過池洗浄排水や排水処理後の水を返送して原水の一部として利用する場合は、その水量を考慮する。
- ③ 浄水量は、給水量のほか、浄水場での作業用水、雑用水等を考慮して決定する。
 - ・ 作業用水には、沈澱池の清掃用水、濾過池の洗浄用水又は洗砂用水、薬品の溶解水、塩素の注入用圧力水、機器の冷却水、機器回転部の潤滑水、水質測定用水、施設の清掃用水等がある。
 - ・ 雑用水には、場内給水、場内清掃用水等がある。
 - ・ 浄水処理の各段階で適切な水量管理を行うためには、流量計等が常に正確に作動し、データが的確に表示・記録されていることが必要である。
 - ・ 水量に関する記録は、整理、保存しておくとともに、統計的に処理しておく。

2) 水質管理

水質管理は、水質基準に適合した、衛生的に安全で快適に利用できる水道水を生産するために不可欠なものである。浄水施設の各段階で水質を測定し、これらの値と基準値又は管理目標値とを比較して、適合しているかどうかを確認するとともに、水質データを整理、解析し、その結果を浄水処理の改善に反映させる。

3) 施設管理

施設管理とは、浄水施設の状態を巡視・点検し、異常箇所を早期に発見して整備・補修を行うとともに、燃料、油脂類、試薬の補充等の作業を実施して、常時円滑な運転が行える状態に整備することである。さらに、浄水施設の衛生的な環境の保持と、作業員や見学者の危険防止のための巡視・点検も行う必要がある。

4) 薬品管理

薬品管理は、浄水場で使用する薬品の需給計画に基づいて必要量を発注し、納入された薬品の品質又は規格及び量を検査した上で貯蔵、調整するほか、水量及び水質を基に注入率や注入量を決定

し、注入を行うことである。ここでいう薬品とは、凝集剤、凝集補助剤、酸・アルカリ剤、塩素剤、粉末活性炭等をいう。

(1) 適正な在庫管理と受入時の安全確保

薬品の使用量は、原水の水質と水量により決定されるので、水質、水量の季節変動や月変動など年間のパターンや台風の発生状況及び納入業者側の供給体制等に十分留意して在庫管理を行う。

また、薬品の受入れに当たっては、第一に安全を考慮し、漏洩事故が起こらないよう取り扱う。また、薬品が飛散しないよう、十分に作業上の安全を確保する。

(2) 品質及び数量検査

薬品を受入れるときには、品質及び数量を検査、確認して記録し、適正な在庫管理及び品質管理を行う。

2. 浄水場における省力化のあり方

浄水場は、水道施設全体の中でも最も自動化が進み、運転管理方式も集中管理方式が定着し省力化が進んでいる。自動化・無人化等を進めるに当たっては、事故時においても給水に影響を与えないよう体制や施設・設備を整える。

1) 自動化

浄水場の運転をどの程度まで自動化・省力化するかは、当該浄水場の立地条件、取水条件、原水水質の特性と変動状況、浄水処理方式、送・配水の複雑性など、各種の条件を十分考慮に入れ慎重に判断する。

2) 無人化

浄水場を無人化するためには、外部からの侵入防止対策を施すこと、遠方監視・遠方制御の設備を整備すること、併せて遠方監視する側の人的体制を確立することなど、十分な条件整備を行って、信頼性や安全性を確保する。

また、無人化施設の巡視点検や事故・故障などの緊急対応時における管理体制を検討しておくことが必要である。管理体制については、施設や設備の規模・特性に整合したものとする。

3. 浄水処理工程のタイムラグ

原水の水質が変動し薬品注入率を変更する場合、反応時間や滞留時間、水質計器への採水移送時間などの関係から、その効果を具体的に確認できるまでに、ある程度の時間的遅れ(タイムラグ)が生じる。これをできるだけ短くして、速やかに結果を確認しながら、薬品の適正な注入管理を行うことが重要である。

タイムラグを短くする方策は、水質計器の適正配置、採水移送時間の短縮などが考えられる。

薬品注入の自動制御方式には、フィードバック制御、フィードフォワード制御があるが、これらの自動制御方式を採用する場合もタイムラグの短縮化が重要である。

4. 低水温時の浄水処理（解説省略）

5. 高濁度原水対策

原水が河川表流水の場合、洪水時等には高濁度の影響を直接的に受けるので、その対応が必要である。原水濁度の上昇時と下降時とでは、濁質の性状が異なり、処理性に大きな違いが生じる。

1) 情報収集と濁度状況の把握

気象情報の収集に努めるとともに、原水の濁度状況を常時把握する。原水濁度を連続的に計測・記録できる水質計器を利用すると効果的である。

原水取水地点よりも上流の濁度状況を把握すれば、原水濁度の変化を予測することができるため、次のような方法で対処している例がある。

- ① 上流において水質測定を行い、無線又は電話等で測定結果を浄水場へ連絡する。
- ② 上流にある浄水場へ、水質測定結果を電話で問い合わせる。
- ③ 上流にある浄水場の原水水質計器の測定値を、直接通信回線で取り入れられるような設備を整備する。なお、上流の浄水場が他の水道事業者の施設であれば、合意を得た上で協定等を結んで実施する。

洪水時等の高濁度パターンは、降雨条件などがその都度異なるので特定することは困難であるが、過去の洪水時の高濁度の変化を、データベース化しておくことによりある程度予測することができる。

2) アルカリ剤の注入、凝集剤の変更

原水の水質状況によっては、次のようにアルカリ剤の注入、凝集剤の種類や注入率の変更などが必要となる。

降雨などにより河川流量が増加した場合、アルカリ度が一時的に増加した後、減少する傾向がある。アルカリ度の減少に対しては、水酸化ナトリウムなどのアルカリ剤の注入により、適正な凝集領域を維持する必要がある。

また、通常は硫酸アルミニウムを使用していて、ポリ塩化アルミニウムの注入設備を併設している場合には、凝集剤を変更して対処する。ポリ塩化アルミニウムは、高濁度、低アルカリ度、低水温に有効である。

一方、原水濁度の下降時には濁質粒子が著しく細くなり、沈降しにくくなる。このような場合には、濁度上昇時よりも余計に凝集剤を必要とする。したがって、その時々に見合った凝集剤注入率をジャーテストにより確認する必要がある。

3) ピークカットによる対応

浄水場の施設能力や配水池容量に余裕がある場合には、一時的に取水を停止又は低減し、濁度がある程度低下してから、取水を平常に戻すピークカットによる対応が有効である。

比較的小規模な浄水場の場合には、一日分程度の原水調整池を設けておくことによって、洪水時にも高濁原水の取水を抑えることができる。

ピークカットが可能であれば、浄水場内へ取り込む濁質量を低減できるため、凝集剤など薬品の注入量を減らすことができ、排水処理工程への負担も軽減できる。ピークカットの概要を図-7.1.7に示す。

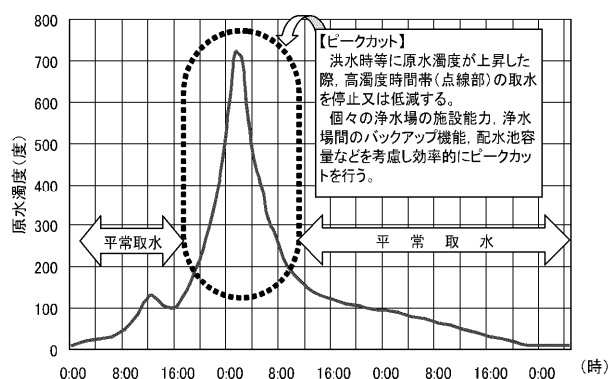


図-7.1.7 ピークカットの概要

4) 排水処理の運転強化

原水高濁度時には、通常の何十倍もの濁質が浄水施設内へ流入する。このため、沈澱池の排泥作業や排水処理施設の運転を円滑に行わなければ、水処理に重大な支障を来すおそれがある。

排水処理施設は、一般に設計上ある程度の余裕を持たせてあるが、高濁度時には運転強化（延長運転）が必要となってくることが多い。

6. 水質測定のための最適採水位置

1) 通常の浄水処理工程の管理に必要な採水位置

- ① 各工程の途中経過を代表し得る採水位置は、フロック形成池では薬品が十分混和され効果が確認できる箇所、処理結果を確認できる位置としては、沈澱水渠、濾過水渠、浄水池出口等がある。
- ② クリプトスポリジウム対策として、各濾過池出口の水の濁度を常に0.1度以下に維持する必要がある。このため、各濾過水の引き出し管に採水栓を付け、濾過水の濁度監視を行う。
- ③ 滞留などがなく、沈澱物などの影響のない標準的な流速のある箇所。
- ④ 浄水処理工程がいくつかの独立した系統に分かれている場合は、各系統ごとに採水箇所を設定することが望ましい。

日常的な浄水処理工程の管理のためには、水質計器による連続測定が望ましい。

2) 水質計器の設置点

水質計器の設置場所は、振動、衝撃、塵埃、湿度、腐食性ガス(塩素、オゾン) 等が少なく、直射日光や雨が当たらない場所とする。

水質計器は、採水地点の直近の地点に設置する現場設置方式と、採水地点から離れた水質試験室などへ送水し、集中的に計測する中央集中設置方式とがある。

(1) 現場設置方式

計測データの時間遅れが小さく、特に薬品注入制御では、安定した確実な制御が行えるので、原水水質の時間的変動の大きな場合に適した方式である。

(2) 中央集中設置方式

計器の設置環境が良好で、集中的に保守点検できる方式である。しかし、採水管の口径が細すぎたり太すぎる場合は、採水管内を移送される間の水質変化(特にアンモニア態窒素や濁度等)、管の詰まりや破損、ポンプの故障など計測に支障を来す場合もある。

水質計器の採水管の洗浄は、管内での水質変化を防止したりスケールの付着による詰まりを防止する上で重要である。洗浄方法は、一般に圧力水や次亜塩素酸ナトリウムによる方法、スポンジボールを通して洗浄する方法などがある。洗浄は汚れの状況に応じて適宜行う。

7. 浄水場の運転停止、再開

場内工事その他の理由で、浄水場の運転を全体又は部分的に停止したり再開することがある。この停止・再開に際して注意すべき主な事項は次のとおりである。

- ① 浄水場内の大量の水を場外に排水する場合は、排出先の管理部署と事前に十分協議する。
- ② 停止期間を利用して、平常時実施が困難な施設・設備の、点検・整備、清掃、補修等の作業計画をあらかじめ作成し作業を実施する。
- ③ 注入機や配管内には使用薬品が残留しないよう、十分水洗浄などを行った後水抜きを行う。
- ④ 電気設備を長期にわたって停止する場合は、絶縁低下のおそれがあるので、事前の防湿措置や乾燥などの手当を行う。
- ⑤ 沈澱池を停止する場合は、池内の水の腐敗や藻類の繁殖による着臭などに注意する。
- ⑥ 傾斜板(管) 式沈澱池の水位を急激に下げると、沈降装置に堆積したスラッジの重さで、装置が破損することがあるので徐々に水位を下げるか、又は洗い落しながら徐々に水位を下げる。
- ⑦ 緩速濾過池をある期間停止する場合は、排水し砂面の削り取りを行い、十分な養生後に再開する。
- ⑧ 急速濾過池を短期間(2～3週間程度まで) 停止する場合は、濾過砂が乾燥してマンガンのはく離を防止するため、砂層の上まで水を残しておくとの良い。また、停止期間が長期にわたる場合は、濾層内に微生物が発生し、濾層が無酸素状態になるなどの悪影響があるため、洗浄した後水を抜いておく必要がある。再開に際しては濾過池の洗浄を十分に行う。

- ⑨ 生物処理設備や生物活性炭吸着設備などは、生物の状態に留意し、運転再開に際して事前の
ならし運転期間を見込むことが必要である。
- ⑩ 再開に当たっては、各配管類の空気抜き及び充水状態を確認する。長期間停止後は、機械類
の潤滑油切れやポンプの軸封水切れによる事故を防止するため、運転再開に際して事前の
給油や給水及び試運転を行うことが必要である。

7.1.5 保全と管理

1. 各施設の点検基準

浄水施設の故障を未然に防止するためには、実効ある巡視・点検・整備を行い、各施設の安全性と信頼性を確保し、安定した運転が継続できるようにする。

2. 予防保全と事後保全

予防保全とは、設備などの故障を未然に防止するために、ある一定の周期又は延べ運転時間を決めて、点検や部品交換を行うことをいう。

予防保全の手法を確立するため、設備機器を構成する各部品の耐久性などを正確に把握しておく。このため、既存のデータに加えて、点検・整備で蓄積されたデータも含めて解析し、その結果を予防保全の充実に結び付けていくことが重要である。

事後保全とは、故障などが発生した後に修理する方法をいい、できるだけ短時間に修理できる体制を整えておく。

緊急時の材料や部品調達及び修理については、あらかじめ納入体制や連絡先を把握しておく。

3. 既存施設の更新

浄水施設の老朽化対策、施設の耐震化、原水水質悪化対策などの必要性から、施設を更新する機会が多くなっている。施設の更新を行う場合、更新計画が確立していること、既存施設との調和が図られることが重要である。

1) 更新計画

更新計画では、次に挙げる事項を明確にしておくことが必要である。

- ① 更新の目的(必要性)
- ② 更新の範囲
- ③ 更新施設の方式(又は機種)の確実性・信頼性
- ④ 更新施設の耐久性
- ⑤ 既存施設の設計意図との整合性
- ⑥ 更新の年次計画及び財政計画
- ⑦ 工事中の代替能力の確保

2) 既存施設との調和

浄水施設の更新を行う場合には、既存施設の一部を取り壊して実施することが多い。このため、実際に稼働している施設に隣接し工事が施工されることとなるが、既存施設への影響がないよう十分に配慮し施工することが必要である。

4. 改造・増強の対応

既存施設の改造又は増強を必要とする場合、施設の設置スペースの確保や、水位関係の整合性を図ることが重要である。

高度浄水施設など、新たな処理工程を組み込む場合には、その施設分のスペース確保のほか、物理的にもその施設分の損失水頭が増加するので、その対応策が必要である。

7.1.6 リスク対応

浄水施設を維持管理する場合、地震、洪水、渇水、落雷、停電、失火、薬品等の漏洩事故、設備事故、機器の誤操作、施設の老朽化、人身事故、水質汚染事故、原水水質悪化、外部からの侵入などのリスクへの対応に十分に配慮する必要がある。

1. 浄水場の特性を考慮したリスク対応

浄水場のリスク内容は、浄水場の地域特性によって異なる。例えば、地震、落雷が多発する地域と少ない地域、原水水質が悪化している地域と良好な地域、寒冷地であるかどうかなどがあるので、その地域特性を十分考慮した浄水場のリスク対応が必要である。

また、浄水場自体の持っている特性によっても、リスク内容やリスクの大きさが異なる。例えば、浄水場の施設規模の大小、重要度、施設の老朽化の程度、自然流下で送水できるかどうか、原水や浄水の融通機能があるかなどの相違があるので、これらを考慮する必要がある。

2. 停電リスク対策

地震、落雷、風水害、雪害、火災等による不測の停電、送配電の回線や機器の補修作業による停電、その他小動物による思いがけない事故による停電などがある。

停電対策のうち、電力確保の方法としては、非常用・常用自家発電設備の設置及び受電の二系統化がある。

浄水場の立地条件や施設の規模、重要度等に基づいて停電によって起こり得る被害を想定し、それに対するいくつかの対策案をまとめ、比較検討の上、対策を講じることが必要である。

3. 原水水質悪化リスク対策

1) 水質の現状把握と将来予測

原水水質の悪化に対しては、現状を正確に把握するとともに、将来どの程度悪化が進むのか、どの水質項目が特に問題となるかなど予測を行い、これに基づき対策を講じる必要がある。

2) 水源水質の保全の推進

水源水質の保全対策としては、河川、湖沼、貯水池等水源流域の保全対策と、湖沼、貯水池内の保全対策及び地下水の保全対策がある。

これらの保全対策は、主として、環境関係機関によって行われることが多いので、これら関係機関と緊密な協力と連携の下に推進する必要がある。

3) 代替水源の確保

使用中の水道水源よりも良質の水源を、将来とも安定して確保でき、通常の浄水方法で対処できる場合には、その水源への転換を検討する必要がある。

4) 高度浄水施設導入の検討

水源水質の保全に限界があり、代替水源の確保が困難な場合には、必要に応じて、高度浄水施設の導入を検討する。

高度浄水施設導入の検討に当たっては、対象となる水質項目に対して十分な除去能力を発揮し、かつ経済性も配慮した最適な処理方式を選定する。

この場合、生物処理、粒状活性炭処理、生物活性炭処理、オゾン処理等を凝集・沈澱、急速濾過のどの段階へ、どのような組合せで組み込むかという判断が非常に重要となる。原水の水質特性や当該浄水場の特性に十分留意して決定する。

4. 外部からの侵入やテロ等によるリスク対策

外部からの侵入やテロ等によるリスクには、水源の水質汚染行為や浄水場内に侵入しての水質汚染行為及び施設の破壊行為等が考えられる。リスク対策として、水源監視の強化、浄水場等の水道施設の警備強化、防護対策の確立を図るとともに、バイオアッセイ等による水質管理を徹底することが必要である。

また、来訪者、施設出入業者の管理を徹底することも重要である。外部からの異物投入防止対策としては、水道施設の覆蓋化が挙げられる。

5. その他のリスクへの対応

1) 自然災害対策

自然災害に対する安全性を確保し、事故を未然に防止するためには、日常の維持管理を通じて種々の対策を講じる必要がある。

(1) 洪水・豪雨時の対策

豪雨時において浄水場内の排水管に土砂、ごみ等が堆積していた場合、排水しきれず、浄水施設に浸水被害をもたらすおそれがある。この対策として、排水管の清掃や排水ポンプの試運転を定期的に行う必要がある。また、浄水場の地盤が低い場合には、洪水による河川の氾濫や集中豪雨によ

って、場内へ泥水が流れ込み、浄水処理が不能となる危険性がある。

特に、濾過池管廊、浄水池、ポンプ室の出入口は、濁水が入り込むのを防止するため、一段高くなっているのが一般的であるが、浸水のおそれがある場合には、出入口を壁で囲って密閉構造とするか又は土のうで囲えるようにして、常に土のうを用意しておく必要がある。

また、電気・計装機器類を冠水するおそれのない場所へ配置したり、浸水防護措置を講じることでも重要である。

2) 事故・火災対策

(1) 薬品の漏洩事故対策

浄水場では多くの薬品を使用するが、漏洩事故で特に注意を要するものは、塩素剤、酸・アルカリ剤である。貯蔵槽、防液堤、排水ピット、配管、注入機の状況の巡視・点検を行い、日頃から安全を確認する。

また、塩素の事故を未然に防止するためには、その取扱いを厳重に行うこと、除害及び緊急遮断装置が正常に作動するよう十分に点検・作動テストなどを行うことが必要である。

(2) 火災対策

火災報知器は誤動作が頻発すると警報の軽視や警報のスイッチを切るなどして、取り返しのつかない事態を生じかねない。このため、定期的に点検し、誤動作があった場合には速やかに整備することが必要である。また、浄水場内で施工される工事関係者などに対しても、火気の取扱いを厳重に行うよう指導する。

(3) 人身事故の安全対策

浄水場で発生する人身事故は、職員や工事関係者などが不注意や十分な保安措置を講じないで作業を行った際に発生するケースが多い。

常日頃から、教育訓練を実施するとともに必要な保安措置を施し、保安用具の着用や危険箇所への警告板の掲出など、安全管理を徹底する。

7.1.7 環境対策その他

1. 浄水施設の図書などの整理・保存

複雑多岐にわたる浄水施設を適正に維持管理し、事故時や災害時においても速やかに対応するためには、施設・設備の位置、構造、機能、材質、設置年次、改良・更新の状況や経歴を正確に把握しておくことが重要である。

浄水場に整理・保存する対象図書類としては、以下のものが挙げられる。

① 土地関係図面(地籍図・実測図・地積図・現況図)

- ② 構造物・管路・建築物・機械・電気・通信等の完成図、関係機関へ提出した申請図
- ③ 各種機器の試験成績書・取扱説明書
- ④ 法令で義務付けられている図書類
- ⑤ 水道技術管理者が特に必要と認めた図面

浄水場の運営上、特に重要な図面は、場内平面図、場内配管図、薬品注入配管図、バルブ開閉状況図、配線図、水位高低図、その他完成図及び関連資料等である。なお、改良や補修工事などに伴い図面内容に変更が生じた場合には、速やかに補正を行い、これらの図面類により常に現状が把握できるようにしておく。

2. 浄水場の管理体制

浄水場の管理体制は、一般に施設の運転管理を担当する部門と、維持管理を担当する部門とに大別される。

運転管理部門は、浄水処理施設の運転を担うオペレーターと、水運用計画、運転計画の作成や施設管理等を担う技術職員等で構成される場合が多い。浄水施設は通常 24 時間連続して運転するため、一般に交替勤務体制が採用されている。

維持管理部門は、浄水施設が常に最適に機能を発揮できるよう適宜保守点検を行うとともに、必要に応じて施設・設備の補修工事等を担当する。

浄水場の管理業務には、安全管理や衛生管理の徹底、操作指針や点検基準の整備・充実、原水水質悪化への対応、事故時や災害時等の緊急時への対応、技術者の指導・育成、新しい課題への対応などがある。

3. 浄水場の環境対策

浄水場の環境問題とその対策としては、次のものが挙げられる。

(1) 機械類が発生する騒音・振動

騒音・振動の状況を実測によって詳細に調査分析し対策を講じる。騒音対策としては、建物内への吸音材の張り込み、窓の二重化、隣地との境界への防音壁の設置、葉の多い常緑樹の植樹が考えられる。

振動対策としては、機器類の基礎部にゴム又はスプリング等の防振材を効果的に使用する。管類を経由して生じる振動に対しては、伸縮継手の使用等が効果的である。

(2) 浄水場発生ケーキによる臭気やほこり

上家の設置、隣地との境界への防音・防塵用の壁の設置や緩衝緑地帯の整備などを行う。

(3) 場内の工事施工に伴う騒音・振動・塵埃

施工業者に対する指導を徹底し、低騒音・低振動の重機械類の使用、場内外の清掃や散水等によ

って対処する。

(4) 場内及び周辺の清掃

ごみ、落葉、雑草等のないよう清掃や除草を行って美化に努める。夏期には毛虫の駆除を定期的に行って、周辺住民や通行者に迷惑をかけないように配慮する。

(5) 夜間の照明による農作物の被害

周辺に農地のある浄水場では、野菜や稲等の成長に影響しないように照明の方向や照度に十分注意する。

(6) 場内の植樹計画

植樹の際は周辺の農作物へ影響を及ぼすような樹種は避ける。

7.2 着水井

7.2.1 総則

着水井は、導水施設から流入する原水の水位変動を安定させ、原水量を測定しその量を調整するための施設である。

また、着水井は浄水処理に用いられる凝集剤、塩素剤、原水水質異常時の粉末活性炭及び酸・アルカリ剤等の注入点としても利用される。

7.2.2 着水井

1. 水量管理

原水量は、浄水処理工程での水量管理、薬品管理等を適正に行う上で基本となるから、正確に測定し調節する。

そのため着水井の水位測定は正確に行い、受水量と浄水量の差が急激に大きくなるように調整する。

多系統の原水を受水する場合は、系統別に原水量を測定し、その割合を把握する。これは、系統によって水質が異なる場合に、水質管理や薬品注入などを適正に行うために必要であり、濾過池洗浄排水の返送水を受水する場合も同様である。

2. 水質管理

着水井は原水の最初の到達点であり、浄水処理を適正に行うために、原水水質を正確に把握しておく。そのため採水は、薬品注入等による影響のない場所から行う。

また、原水の水質変化に迅速に対応するために、取水場との連絡を密にし、取水地点の水質情報を浄水場に伝えることが重要である。

毒性物質等による原水汚染に備えて、魚類による水質監視水槽等で連続して監視する。この場合は、取水地点で行うことが理想的であるが、導水路が開水路の場合には、着水井で再度連続して監視する。

3. 日常点検

水位計、流量計、水質計器、流量調節弁、採水ポンプ等の機能を維持するために、適宜、点検・整備を実施する。また、着水井の滞留時間を確保するため、適宜、堆泥量の測定や清掃を行う。特に、計画処理水量に対して、通常の処理水量が大幅に少ない場合は、泥や貝殻が堆積しやすいので注意する。

日常点検、定期点検及び精密点検の点検内容及び周期例を表-7.2.1 に示す。

表-7.2.1 着水井設備点検要領例

設備	日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
	周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
着水井	必要の都度	1. 原水流量の確認	1 年	1. 各種バルブ類の作動状況	5 年	1. 着水井の消毒
	必要の都度	2. 着水井水位の確認	1 年	2. コンクリートのき裂・劣化の有無	3～5 年	2. 鋼製部の塗装
	必要の都度	3. 原水水質の確認(濁度、pH 値、アルカリ度等)	1 年	3. 漏水の有無		
			1 年	4. 鋼製部の塗装状態		
	水位計、流量計、水質計器等の保守、点検 流量調節弁、サンプリングポンプ等の点検、整備					

7.3 凝集用薬品注入設備

7.3.1 総則

急速濾過方式において原水が低濁度であっても、クリプトスポリジウムを含めコロイド・懸濁物質の十分な除去をするには、必ず凝集剤を用いて適切に処理を行う。

一方、緩速濾過方式でも、原水濁度が 30 度以上になると沈澱後の濁度が高くなり、濾過閉塞を起こすため凝集沈澱処理が必要である。

水道用の凝集用薬品は凝集剤、pH 調整剤(酸剤、アルカリ剤) 及び凝集補助剤に大別される。

凝集剤は、原水中の懸濁物質をフロックとして凝集させ、沈澱しやすく、濾過池での捕捉を容易にするために用いられる。水道用硫酸アルミニウム(別名；硫酸ばんど。以下、「硫酸アルミニウム」という。)、水道用ポリ塩化アルミニウム(別名；水道用塩基性塩化アルミニウム(PAC)。以下、「ポリ塩化アルミニウム」という。)、鉄系凝集剤、高分子凝集剤がある。

酸剤は、原水の pH 値が高すぎる場合に用いられ、水道用濃硫酸(以下、「濃硫酸」という。)、液化二酸化炭素(別名；液化炭酸ガス。以下、「炭酸ガス」という。)、塩酸がある。

アルカリ剤は、アルカリ度が不足する場合に用いられ、水道用水酸化ナトリウム(別名；水道用液体カセイソーダ。以下、「水酸化ナトリウム」という。)、水道用水酸化カルシウム(別名；水道用消石灰。以下、「水酸化カルシウム」という。)、水道用炭酸ナトリウム(別名；水道用ソーダ灰。以下、「炭酸ナトリウム」という。)がある。

凝集補助剤は、フロック形成、沈澱及び濾過の効果を高める場合に凝集剤と併用して用いられ、活性ケイ酸、水道用アルギン酸ソーダ(以下、「アルギン酸ソーダ」という。)等がある。

使用する薬品については、処理効果を十分確かめるほか、注入後の水質に悪影響を及ぼさないことはもちろん、取扱い性の良いことなども考慮して選定する。

薬品の多くは酸性又はアルカリ性が強いので受入、貯蔵、溶解、希釈、攪拌、送液、注入等の取扱作業及び各設備の点検・整備の際には、それぞれの薬品、性状に合った注意が必要である。

薬品の取扱いには特に安全衛生上の注意が必要である。

凝集用薬品注入設備は、計装設備、注入制御設備、検収設備、貯蔵設備等で構成されており、原水の水質変動に追従できるように適正な運転管理を行う。

凝集用薬品の注入は、原水の水質と水量に対して最適な注入率と注入量を確保することが重要であり、これらを正確に計測できるように、機器類の維持管理が重要である。

凝集剤の注入点は、混和池上流側の急速攪拌直前の地点とし、均一拡散させ十分に混和することが必要である。適正凝集範囲を保つための pH 調整剤(酸剤、アルカリ剤)は凝集剤注入点の上流側に注入し、混和方法は凝集剤と同様である。

7.3.2 凝集剤

凝集剤の効果は種類によるだけでなく、原水の水質、水温等によっても異なるため、それぞれの浄水場で、鉄・マンガン、藻類、濁度、水温あるいは粉末活性炭の効果についても、検討しておくことが重要である。凝集剤の効果を最大限に発揮させるには、処理の目的に合った最適凝集剤を選定し、pH 制御や攪拌条件の調節などを的確に行うことが大切である。注入に際しては品質や特性などを十分に理解した上で運転及び維持管理に当たる。

1. 種類

1) 硫酸アルミニウム

硫酸アルミニウムは、液体と固形があり、注入操作や作業性の面から、液体での使用が大部分を占めている。固形では溶解濃度を 5～10%の溶液で使用する。

凝集特性は、ほとんどの濁質に有効であるが、水温 10℃前後を下回るとフロックの形成が悪くな

るため、低水温時には凝集補助剤が必要となる。

また、高濁度時には注入率が増加するため、アルカリ剤の注入が必要となる場合もある。

貯蔵管理に当たっては、濃度と液温によって析出するため注意を払う必要がある。

2) ポリ塩化アルミニウム

ポリ塩化アルミニウムは、酸化アルミニウム換算として 10～11%前後の状態が最も安定し、貯蔵・注入に適している。

凝集特性は、硫酸アルミニウムに比べ優れた凝集性を示し、適用 pH 値範囲が広く、アルカリ度の低下量も少ない。

希釈すると加水分解により懸濁し配管等に影響を及ぼすことがある。また、貯蔵期間によっては変質することがあるため注意する。なお、他の薬品と混合すると白色の沈澱物を生成して、凝集性能の低下や配管の閉塞を引き起こすため、配管の混用は避ける。

3) 鉄系凝集剤

鉄系凝集剤には塩化第二鉄などがある。特徴としては、凝集の適用 pH 値の範囲が広く、フロックが沈降しやすいといった利点があるが、酸性が強く腐食性が強いいため接液部の材質が制限される、過剰注入すると処理水中に鉄が残留し着色するなど、注意を要する。

塩化第二鉄は溶液として、 -10°C ～ -15°C で結晶が析出する。

4) 高分子凝集剤

処理水中の残留アクリルアミドモノマー濃度 0.00005mg/L 以下と定められている。

2. 注入率

凝集剤の注入率は、原水の水質状況や沈澱池、濾過池等の施設の違いによって異なることから、諸条件を十分に踏まえて決定する。

注入率の決定に当たっては、処理する原水を用いてジャーテストを行うのが基本であり、その結果と実池における処理状況や原水水質の変動傾向を考慮し、総合的に判断する。

ジャーテストは定期的実施するほか、原水水質の急変時などは迅速に行い、処理工程のフロックの形成、沈澱状況を監視し、凝集沈澱処理が適正であるかを確認する。

[参考-7.2] ジャーテスト

ジャーテストは、ジャーテストを用いて行う。原水 1L を各ビーカに採り、攪拌翼の周辺速度を約 40cm/s に調節する。

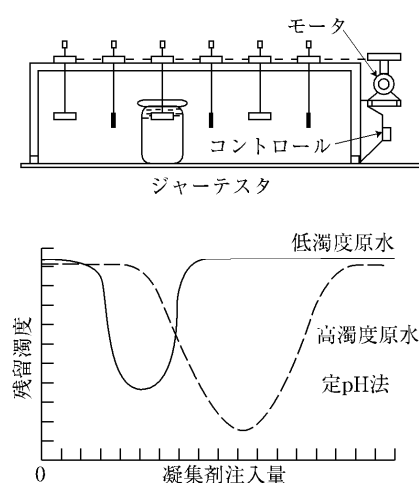
次いで、段階的に注入率を変えてビーカに凝集剤を手早く加え、この急速攪拌を 1 分間、さらに周辺速度約 15cm/s で緩速攪拌を 10 分間行う。10 分間静置後、上澄水約 500mL をサイホン又は傾

斜法で静かに採取する(周辺速度、撹拌及び静置時間、試料量は、一応の標準である。)。この間、フロックの形成及び沈澱状態を観察しておく。

採取した試料について濁度、pH 値、アルカリ度等を測定し、フロック形成と沈澱状態の良否を総合的に判断し、適正注入率を決定する。

ジャーテストでよい凝集効果を得られないときは、凝集剤の注入率を変えたり、さらには酸剤、アルカリ剤、凝集補助剤を併用してテストを繰り返す。

ジャーテストに使用する凝集剤は、実際に使用する凝集剤を用いて 1 w/v% 溶液を作り、その 1 mL を原水 1 L に注入すれば、10mg/L の割合になり便利である。なお、ポリ塩化アルミニウムは、希釈した液が時間経過とともに加水分解し白濁する。このような溶液を使用してジャーテストを行っても、正しい凝集効果の検討はできない。



参考図-7.2.1 ジャーテスト

(丹保憲仁；新体系土木工学 88 上水道 技報堂出版)

3. 凝集に影響する要因

凝集に影響を与える要因として、撹拌、pH 値、アルカリ度、水温等が複雑に作用し、これらが凝集剤の注入率に大きく影響する。

1) 撹拌

撹拌には、凝集剤を急速に拡散させ、コロイド粒子を互いに結合し、微小フロックを形成させる急速撹拌と、微小フロックを互いに衝突させながら凝集させ、成長させるために行う緩速撹拌がある。

急速撹拌は、撹拌強度が不十分あるいは撹拌時間が短いときは、原水と凝集剤、アルカリ剤が一緒に混和されない状態となり、フロック形成が不十分となる。

緩速撹拌は、フロックを壊さない程度の撹拌強度とすることが必要である。

2) pH 値

pH 値は凝集作用にとって重要な因子である。したがって、原水の pH 値が高すぎる場合又は低すぎる場合は、最適凝集領域に入るよう、酸剤あるいはアルカリ剤によって pH 値を調整する必要がある。

3) アルカリ度

アルカリ度は凝集効果に影響を与える重要な因子である。良好なフロックを形成するためには、凝集剤注入後のアルカリ度が 20mg/L 程度以上であることが望ましい。

アルカリ度が低い場合は、pH 値の緩衝作用が小さいので、適度なアルカリ度を保持するためにアルカリ剤の注入が必要である。

例えば、原水の濁質に応じた適正量の凝集剤を注入後、アルカリ度が 20mg/L 程度残る場合は凝集剤だけでよいが、降雨時の濁度上昇や融雪期のアルカリ度低下時には、アルカリ剤を注入する必要がある。

4) 水温

水温は、凝集反応、フロック粒子の成長、沈降分離に影響する重要な因子である。水温が高くなれば、フロックの成長が早まり、水温が低くなれば成長が遅くなる。このため、硫酸アルミニウムで凝集処理する場合は、水温が 10℃程度以下の場合、フロックの形成が著しく悪くなるため、凝集補助剤を併用するか又は凝集剤をポリ塩化アルミニウムに切り替えるなどの対策を講じることが必要となる。

4. 原水変動時の対応

1) 高濁度時の対応

台風や豪雨時は濁度が急激に上昇し、ジャーテストにより適正注入率を決定する方法では間に合わない場合もある。そのため、平常時から河床底泥や粘土を用いたジャーテストを行い、凝集剤の選定、アルカリ剤、凝集補助剤併用の有無を検討し、あらかじめ薬品注入率の範囲を決めておくことが望ましい。

2) 藻類繁殖時の対応

原水に藻類が多量に含まれていると、珪藻類の場合は短時間に濾過閉塞を生じ、また、藍藻類の場合は濾過水中への漏洩を起こすことがある。いずれも、凝集不良（阻害）によることから、適切な凝集剤注入量（やや多め）を選択するとともに、pH 値やアルカリ度に十分留意する。

3) 高色度や有機物への対応

フミン質による色度が高い場合は、凝集剤の多用もしくは酸剤を使用し、酸性側で処理することにより除去効果が高まることが多い。

4) 場内返送水の対応

洗浄排水や排水処理施設からの返送水は、凝集処理に影響を及ぼすため、凝集剤などの注入を十分留意する。

5. 特殊な凝集処理

1) マイクロフロック処理(直接濾過)

この方法は、安定した低濁度の原水を処理する場合で、凝集剤の注入率を通常の 50～60% と少なくし、急速攪拌を比較的短時間行うことによって、粒径が数十 μm 以下の小さくて一様なフロックを作る。そのフロックを沈澱池で沈澱させずに直接濾過池に導入して、濾過する処理である。

2) 二段凝集処理(後凝集処理)

通常の凝集沈澱を行った処理水に、再度凝集剤を注入する処理方法である。プランクトンの影響で凝集阻害を起こし、濾過水に藻類が漏出して濁度が上昇するような場合に、沈澱処理水に凝集剤を追加注入し濾過池で除去する。

7.3.3 酸剤

生物の光合成作用により原水の pH 値が高くなりすぎる場合や、自流量の減少等に伴う高アルカリ度原水の場合には、フロックが形成不良となる。またアルミニウム系凝集剤を使用している場合は、高 pH 値により溶出し処理水中のアルミニウム濃度が高くなる。このため、最適凝集領域になるよう、酸剤を使用して pH 調整等を行う。

1. 種類

1) 濃硫酸

酸剤として使用される硫酸濃度は JWWA K 134-2005 水道用濃硫酸の規格で濃度 93%以上とされている。取り扱いに際しては、水と接すると激しく発熱するため、浄水場での希釈は避けなければならない。また、人体に接すると、水分を奪い多量の熱を発生して激しい化学性火傷を起こすため、その性質を熟知して細心の注意を払って取り扱う必要がある。

2) 炭酸ガス

炭酸ガスは無色・無臭の気体で、空気約 1.5 倍の重さを有している。不燃性であるが空気中の濃度が高くなると人体に悪影響を及ぼすので、換気などに注意を払って取り扱う必要がある。

3) 塩酸

不燃性の無色透明又は淡黄色の液体で、濃度 25%以上のものは発煙性を有し激しい刺激臭がある。人体に触れると皮膚や粘膜に炎症を起こす。浄水処理の酸剤としては取り扱いが難しく、使用例は極めて少ない。

2. 注入率

酸剤の注入率は、あらかじめ対象とする原水について実験的に求めた数値を用いることが望ましい。酸の種類によってはアルカリ度も低下させるため、原水の特性により使用する酸の種類を選定する必要がある。酸 1 mg/L 注入したときのアルカリ度の減少を表-7.3.3 に示す。

表-7.3.3 酸 1mg/L 注入によるアルカリ度の減少

種 類			アルカリ度の減少 (mg/l)
硫 酸	(H ₂ SO ₄	0.1%)	1.0
塩 酸	(HCl	0.1%)	0.58
炭酸ガス	(CO ₂	99.5%)	な し

7.3.4 アルカリ剤

原水のアルカリ分不足や凝集剤の注入に伴い不足するアルカリ分を、アルカリ剤を用い最適凝集領域になるように pH 値やアルカリ度を調整する。

1. 種類

1) 水酸化ナトリウム

水酸化ナトリウムは、管理上 45%前後で受入れるが、液温が 10℃以下になると結晶を析出するため、貯蔵する場合は濃度を 20～25%に希釈する必要がある。

希釈時には水と混合すると急激に発熱するので、希釈槽内に水を入れてから徐々に水酸化ナトリウムを注入する。また、劇物であり腐食性が強いいためその取扱いには特に注意し、保護眼鏡、ゴム手袋等を着用する。

2) 水酸化カルシウム

水酸化カルシウムの注入方法には、粉末注入、スラリー注入(濃度 10～20%程度)、溶解注入の 3 種類がある。粉末注入は、粉末の定量供給むらや水との溶解にむらが生じるので注意する。

スラリー注入ではポンプ・配管へのスケール付着や、注入点で未溶解物が堆積するおそれがある。溶解注入は、完全溶解した上澄水を使用するため、水酸化ナトリウムとほぼ同じ注入操作が可能であるが、水に対する溶解度が小さいため、溶解槽が大きくなるという難点がある。

3) 炭酸ナトリウム

炭酸ナトリウムの注入には、粉末注入又はスラリー注入がある。粉末を水で溶解して使用するには、十分な溶解が必要であり、スケール・未溶解物を除去する必要がある。

2. 注入率

良好な凝集・沈澱処理結果を得るためには、アルカリ度が重要な要因となる。

凝集剤はその種類によって表-7.3.5 のような割合でアルカリ度を減少させる。

表-7.3.5 浄水薬品 1mg/L 注入時のアルカリ度の変化

薬品名	換算	アルカリ度	
		増加	減少
硫酸アルミニウム ; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	(Al_2O_3 として : 液体 7%)	—	0.21
	(Al_2O_3 として : 液体 8%)	—	0.24
	(Al_2O_3 として : 固体 15%)	—	0.45
ポリ塩化アルミニウム ; $[\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}]_m$	(Al_2O_3 として : 液体 8%)	—	0.15
塩素 ; Cl_2	—	—	1.41
水酸化ナトリウム ; NaOH	45%	0.56	—
	20%	0.25	—
水酸化カルシウム ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (消石灰)	(CaO として : 72%)	1.29	—
炭酸ナトリウム ; Na_2CO_3 (ソーダ灰)	99%	0.93	—

アルカリ剤の注入率は、表-7.3.5 の数値を用い、次式によって算出する。

$$W = [(A_2 + K \times R) - A_1] \div F$$

W : アルカリ剤の注入率 (mg/L)

A₁ : 原水中のアルカリ度 (mg/L)

A₂ : 処理後の水に残そうとするアルカリ度 (mg/L)

K : 表-7.3.5 における使用凝集剤の数値

R : 凝集剤注入率 (mg/L)

F : 表-7.3.5 における使用アルカリ剤の数値

なお、アルカリ分は、凝集剤だけでなく前塩素処理によっても変化するので留意する必要がある。

7.3.5 凝集補助剤

凝集補助剤は、凝集剤のみでは効果が十分発揮されない場合に、凝集フロックの沈降分離性や急速濾過池での捕捉性を改善させるため、重くて強靱なフロックを形成させる目的で、凝集剤と併用して添加する。

1. 種類

1) 活性ケイ酸

活性ケイ酸は、ケイ酸ナトリウム中のアルカリ分の一部を酸や塩類で中和した後、一定時間熟成し活性化させたものであり、活性化は使用の都度行う必要がある。使用によって凝集効果はよくなるが、濾過池の損失水頭の上昇が大きくなることに留意する必要がある。

2) アルギン酸ソーダ

アルギン酸ソーダは天然の高分子剤で、効果は凝集及びフロック形成を促進し、沈降性を増し、また、濾過水への濁質漏出を防止する。

2. 注入率

凝集補助剤の効果は、凝集剤の種類、注入率、原水水質等によって影響される。したがって、凝集補助剤の注入率や注入のタイミングの決定に当たってはジャーテストを行うことが不可欠である。

活性ケイ酸は二酸化ケイ素として 1 ～ 5 mg/L、アルギン酸ソーダは 0.2 ～ 2 mg/L の範囲で注入する。

7.3.6 薬品の受入れ

検収設備は、水道用薬品の品質管理と在庫管理を目的とするものであるから、適切な品質確認と正確な計量を行う必要がある。

- ① 薬品の受入れに当たっては、数量及び品質が契約に適合していることを確認し、受入日時、薬品名、受入れ量及び品質を記録し必要な期間保存する。
- ② 薬品の品質は、受入れごとに納入業者に品質分析表を提出させ確認する。
- ③ 液体薬品（硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム、水酸化ナトリウム等）は、受入れの都度比重、液温等を測定することが望ましく、濃度の適否や不純物の有無も確認する。
- ④ 袋、箱、缶等の形態で納入される薬品は、納入数量で確認し、タンクローリやトラックで搬入される液体及び粉体薬品は、受入れタンクの液位による体積検収、積算流量計による体積検収及びトラックスケールによる質量検収で確認する。
- ⑤ 薬品の受入れ時には、作業従事者の安全を確保するため、必要に応じて防護眼鏡、ゴム手袋等を着用する。また作業の安全を確保するための手順書を作成しておく。

7.3.7 薬品の貯蔵

1. 液体薬品の貯蔵管理

- ① 貯槽に液体薬品をタンクローリから受入れる場合は、車輪止の設置、接続管やホースの確実な脱着及び漏液について十分注意する。漏液が生じたときは防液堤内に一時貯留し、適切な中和処置を行う。
- ② 貯槽の液位計は運転及び在庫管理に重要なもので、常に正確に作動していることを確認する。
- ③ 液体硫酸アルミニウムは、濃度が 9 %（酸化アルミニウム換算）程度以上になると常温でも結晶が析出するため、濃度に注意を払う必要がある。濃度が 9 % 以下でも、寒冷地では凍

結防止のため、貯蔵室の暖房又は貯槽の保温を行う。

- ④ ポリ塩化アルミニウムは、品質の安定性から6ヶ月以上の貯蔵には注意が必要である。
- ⑤ 水酸化ナトリウムを45%溶液で購入・貯蔵する場合は、液温が5～10℃以下になると結晶を析出するため、濃度を20～25%程度に希釈して貯蔵する必要がある。希釈する際に発熱反応を起こすので、希釈時は希釈槽内に水を入れてから徐々に水酸化ナトリウムを注入し、その逆は行わない。
また、長期間貯蔵すると、空気中の二酸化炭素を吸収して劣化するため、できるだけ密閉状態で貯蔵する。
- ⑥ 濃硫酸は空気中の水分を吸収して鋼材などの腐食を促進させるため、貯蔵タンクは密閉して通気管を設け、空気の通気口に乾燥剤を入れ、その効果を定期的に確認する。
なお、濃硫酸の貯蔵にあたっては、98%溶液では液温が3℃以下、95%溶液では-15℃で析出するので注意が必要である。
- ⑦ 防液堤は、定期的に点検・整備するとともに、堤内に水張りを行い漏洩の有無を確認する。
- ⑧ 凝集用薬品では、貯蔵中に固形生成物などによって、調節弁や分配用ノッチなどが閉塞して、機能が阻害されることがあるため、貯槽を定期的に点検、清掃する。

2. 粉体薬品の貯蔵管理

- ① 粉体は、袋入りのまま貯蔵室に積む場合とサイロに受け入れる場合がある。また薬品によっては湿気を嫌うので貯蔵室はできるだけ防湿とする。
とくに炭酸ナトリウムは、湿気を吸うと非常に固く、水に溶けにくい塊になって使用に適さなくなるので十分に注意する。
- ② 粉体を受入れるときには、外部に飛散しないように集塵装置を作動させ、安全弁の作動、フラッシュ注1)（噴出）の有無、ブリッジ注2)（架橋）の発生の有無などを確認する。
- ③ 水酸化カルシウムをサイロで貯蔵する場合は、サイロ周辺機器の回転軸のグランドパッキン部から粉体が噴出することがあるので、適宜増し締め又は交換する。また、貯槽や注入器に残留物の付着、薬品のブリッジ、フラッシュによる閉塞状態などを確認する。

注1) フラッシュ（噴出）とは、粉体が急激に流動化して供給装置（ゲート、フィーダ）の出口又は間隙からあふれ出す現象である。その発生要因はブリッジを起こした部分が崩れ落ち、急激に流動化するものである。このほか、注入機フィーダの回転テーブルで粉体を取り出していると、常時粉体層をせん断しているため、その面が滑り面となってフラッシュ現象を起こすことがある。フラッシュの防止にはブリッジの防止や取り出し部の間隙を狭くする工夫が必要である。

注2) ブリッジ（架橋）とは、貯槽から粉体を取り出す際に槽内の粉体が一様に下ならず、ホッパー部だけが落下し、上部がアーチ状になって多量の粉体が槽内に残る現象である。その発生要因は粒度が小さく含有水分が多く、壁面の傾斜が緩やかなほど顕著となる。その防止策として、ポッパー下部に攪拌棒の設置、乾燥空気の吹き込み、振動排出機による対応がある。

3. 日常点検

- ① 貯槽については、槽外部の状態や付属配管類を点検するとともに漏液などの有無を確認し、注入不良などの事故防止に努める。また、防液堤内用の廃液用ドレーンバルブの閉止状態を確認する。
- ② 貯槽は数年に一回空にして内部の状態を点検し、貯槽底部の沈澱物を除去する。
- ③ 薬品の貯槽は、ライニングやコーティングを施しているので、定期的にライニングの接着部分のはく離や、侵食による漏液の有無を確認する。
- ④ 貯槽に通気管を設けている場合は、閉塞に起因する真空による貯槽の破壊事故が生じないように、定期的に通気管の点検・整備を行う。
- ⑤ サイロ内部を点検する場合は、転落防止対策を講じるとともに、酸素欠乏などに十分に注意する。

4. 貯蔵量

薬品は、薬品の性状、注入量、高濁度への対応及び災害時の輸送手段及び輸送事情を考慮して適切な在庫管理を行う。また、必要に応じて休日の納入体制を確認しておく。

7.3.8 薬品の注入

1. 注入方式

注入方式には乾式と湿式がある。乾式は粉体や粒状の薬品をそのまま注入する方式である。粉体は流動性が悪いため、貯槽や注入機のホップ取出部には、ブリッジやフラッシュ防止策に十分配慮する。

湿式では、薬品を溶液やスラリー状にして注入する自然流下方式、ポンプ注入方式及びインジェクタ方式がある。

2. 機器及び配管材料

注入設備は、腐食性の強い薬品に接するので、機器、配管類の材質は、耐食性のあるものを使用する。

配管材料は、必要に応じ保温対策や耐紫外線措置を施すほか、耐震性を持たせるため可とう継手などを配置する。

また、維持管理作業等における注入配管の取り違えを防ぐため、薬品ごとに色分けして薬品名を記入するほか、破損事故などに備えて予備管及び配管材料を常備しておく。

3. 注入操作時の留意点

- ① 硫酸アルミニウムとポリ塩化アルミニウムと混合すると沈積物が生じ送液管を詰まらせるので、両者の設備の混用は避ける。
- ② 注入ポンプのグランド部は、漏液に注意を払い、漏液処理水や注入設備の水洗清掃後の排水は適切に中和処理を施す。
- ③ 水酸化カルシウム及び炭酸ナトリウムのスラリーは、濃度管理を適正に保ち安定注入を図

る。また、注入設備を長期間停止する場合は、機器や移送配管の洗浄を十分に行う。

- ④ 水酸化カルシウムを濃度 0.16%飽和溶液で注入する場合には、溶解槽へ所定量以上の水酸化カルシウムを投入すると、攪拌機の負担が大きくなり故障の原因となる。
- ⑤ 水酸化カルシウムは石灰乳として通常濃度は 10～20%程度の溶液が使用しやすいが、低濃度で使用する場合は品質の劣化が早いことに留意する。

7.4 凝集池

7.4.1 総則

凝集池は急速濾過方式の重要な一工程である。凝集池には、凝集剤を原水へ注入し拡散させて懸濁物質と接触させ微小フロックを形成させる急速攪拌と、微小フロックを集塊成長させ大きなフロックにする緩速攪拌の二つの工程がある。前者を混和、後者をフロック形成と呼び、凝集池は、この機能に対応して、混和池とフロック形成池とで構成されている。

原水濁度が低く安定した場合には、急速攪拌の後、フロック形成・沈澱を行わず急速濾過池に導く直接濾過法も有効である(7.6.6 直接濾過法(マイクロフロック法) 参照)。

凝集が適正でないと、急速濾過方式としての機能が発揮されないので、凝集作用のメカニズムをよく理解した上で管理に当たることが重要である。凝集池の管理の要点としては、最適なフロックの形成条件の確保、原水や機器の異常時の対応など、日常からデータを蓄積し最適な凝集条件を追究しながら、運転・管理に当たることが重要である。また、常に実際のフロックの形成状況を確認する必要がある(表-7.4.1 参照)。

表-7.4.1 凝集池点検要領例

設備	日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
	周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
混和池	必要の都度	1. 原水流量の確認	1 年	1. コンクリートのき裂、劣化、漏水の有無 2. 各種バルブの作動状態	2～3 年	1. 混和池の清掃
	必要の都度	2. 原水水質の確認（濁度、pH 値、アルカリ度等）	1 年			
	必要の都度	3. 薬品注入量の確認（ジャーテスト）				
	1 日	4. 攪拌状況の確認	攪拌機の点検、整備			
フロック形成池	必要の都度	1. フロックの成長状態	1 年	1. 各種バルブの作動状態 2. コンクリートのき裂、劣化、漏水の有無	1 年 3～5 年	1. フロック形成池の清掃 2. 各種機器類の塗装
	必要の都度	2. 水質の確認（フロック形成池流出端での濁度、pH 値、アルカリ度等）	1 年			
	必要の都度	3. ごみ、スカム等				
	1 日	4. 攪拌状態の確認	攪拌機の点検、整備			

7.4.2 混和池

混和池は、原水に凝集剤を注入した後、速やかに急速な攪拌を与えて、凝集剤を原水中に均一に拡散させるための施設である。混和時間は、計画浄水量に対して1～5分間を標準としている。

混和池での攪拌方法を図-7.4.1に示す。

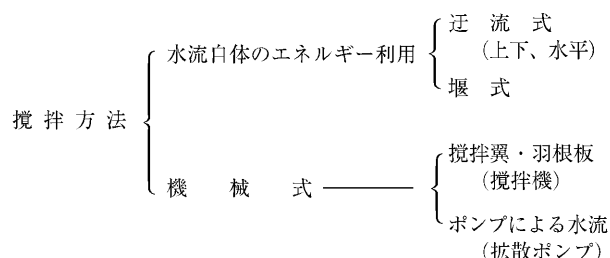


図-7.4.1 混和池での攪拌方法

水流自体のエネルギーで攪拌する場合は、水路中に阻流板を設けて乱流を起こし、1.5m/s程度の池内流速を確保する。なお、この場合には、損失水頭が大きくなることに留意する。

攪拌機・拡散ポンプ式の場合は損失水頭を無視することができる。攪拌の程度は、装置の台数・回転数を調節して任意に設定できる。一般的なフラッシュミキサの場合、周辺速度は1.5m/s以上で回転して混和する。

1. 運転

混和方式には、迂流・堰式と機械式があるが、いずれの場合も薬品注入後速やかに混和させ、続く凝集効果を最大限に発揮させることが必要である。

- ① 迂流・堰式の攪拌は、処理水量によって攪拌強度が決まるので、あらかじめ最大処理水量及び最小処理水量のときの混和程度を調査し、攪拌強度が不足する場合には対策を講じておく。
- ② 機械式攪拌の場合は、原水水質、処理水量、注入薬品の種類、注入量によって攪拌強度を変化させることができるので、原水水質に応じた適正な攪拌強度で攪拌機の運転台数を変更する。
- ③ 高分子凝集剤を使用する場合は、その注入位置、注入後の攪拌条件等、最適適用条件を確認する必要がある。

また、高分子凝集剤を補助剤として使用する場合には、硫酸アルミニウムによるフロック形成が始まる微小フロックの形成時に注入することが望ましい。なお、注入地点で強い攪拌を加えないと凝集が減速する可能性があること等が報告されている。

- ④ 攪拌機・拡散ポンプを停止すると、凝集剤の拡散が不均等になり凝集不良につながるので注意する。

2. 異常時の対応

- ① 瞬時電圧低下等による攪拌機・拡散ポンプの停止に備え、自動復帰装置の設置等、通電後早期に復旧できるよう対策を講じておく。
- ② 故障・点検整備等で一部の攪拌機が停止したときに備え、あらかじめ攪拌状態の浄水機能全体への影響を把握しておく。

7.4.3 フロック形成池

フロック形成池は、凝集した微小フロックを適正な攪拌により、沈降しやすい大型のフロックへ集塊成長させるための施設である。良好なフロックの形成は、沈澱池、濾過池での固液分離を容易にするが、フロックの成長が十分でないと、沈澱処理水濁度が高くなり、濾過継続時間が短くなる場合や、未凝集の懸濁物質が濾過水中に流出する場合がある。フロック形成池での攪拌方法には、水流自体のエネルギーによる迂流式(上下迂流、水平迂流及び両者の複合式)と機械エネルギーによる機械式(パドル式攪拌装置)とがある。

迂流式は、攪拌エネルギーとしての損失水頭を見込まなければならない。このため、処理水量の変動に対しては適応幅に限界がある。流水路の平均流速は、15～30cm/s が標準である。

機械式は、損失水頭が小さく、運転台数、回転数を任意に調節することによって攪拌強度を変更でき、原水水質の変化に対応できる。攪拌装置の周辺速度は、15～80cm/s が標準である。

攪拌の目安として GT 値がある。これは、単位容積中に投入する攪拌エネルギーを G 値、それにフロック形成池滞留時間 T を乗じた値を GT 値と称して、攪拌の程度を評価する指数としている。

良好なフロックを形成するためには、GT 値をある一定範囲に保たなければならないが、攪拌エネルギーを十分に与えた(大きな G 値)としても滞留時間が短すぎる(小さな T 値)と、水流による剪断作用が過大となりフロックが破壊する。

このため、フロックの粒径が小さい初期には強い攪拌を与え、フロックが大きく成長するにつれて攪拌強度を下げていく、テーパード・フロキュレーション方式を採用することが望ましい。

すなわち、フロック形成池の後段に行くにつれ、迂流式の場合は、水路幅などを広げ平均流速を遅くし、機械式の場合は、回転数を下げて、攪拌装置の周辺速度を遅くする。

フロック形成に要する時間は、20～40 分間が標準である。

1. 運転

フロック形成池の運転では、攪拌混和状態、平均流速、フロックの成長状態、沈澱池でのフロックの沈降状態などに細心の注意を払う必要がある。

- ① 処理水量、薬品注入率を変更したときは、必ずフロック形成池内の状況を確認する。フロックの大きさや密度は、現地での目視による判定、あるいは水中監視用テレビ装置をフロック形成池内に設置して、管理室において常時観察する。

- ② 迂流式では、攪拌強度は処理水量によって一義的に決まるので、処理水量の変動に対しては、阻流壁の寸法や数を変えることで対応する。一般的には、あらかじめ定められた処理水量の範囲内で運転することが望ましい。

ブロック形成池が複数設置されている場合は、処理水量によって運転池数を変えることにより対処することもできる。

- ③ ブロック形成池には、高濁度時に多量のスラッジが堆積し、有効滞留時間が著しく低下することがある。このため、適時適切に清掃排泥を行い、ブロックが長期にわたり堆積しないよう努める。
- ④ 導流壁に設けられた清掃用の開口部は、運転中に短絡流が発生しないように塞いでおく。
- ⑤ 攪拌機の点検や整備をするときは転落、巻き込みなどの危険を伴うので、複数の人員で対応する

2. 異常時の対応

高濁度時や機器の故障時などの異常時には、機器の状態をはじめブロックの形成状態などを細心の注意をもって確認し、異常を認めた際には迅速に対応する。

- ① 洪水時などには急激に濁度が上昇し短時間に水質変化が起きるので、ブロックの形成状況を十分に監視する。
- ② 故障などで長期間停止し、スラッジが堆積した状態で起動すると、パドルを損傷するおそれがあるので、スラッジの堆積状態を確認し、状況によっては清掃を行う。
- ③ 停電、故障等での停止に備え、フロッキュレータが停止したときのブロック形成状態を、あらかじめ把握して対策を定めておくことが望ましい。特に、瞬時電圧低下による停止では、自動復帰装置の設置等、通電後早期に復旧できるよう対策を講じておく。

7.5 凝集沈澱池

7.5.1 総則

沈澱池は、凝集剤の注入、混和、ブロック形成を経て成長したブロックの大部分を、重力沈降作用により分離除去する施設である。

凝集沈澱池には種々の方式があり、図-7.5.1のように分類されている。

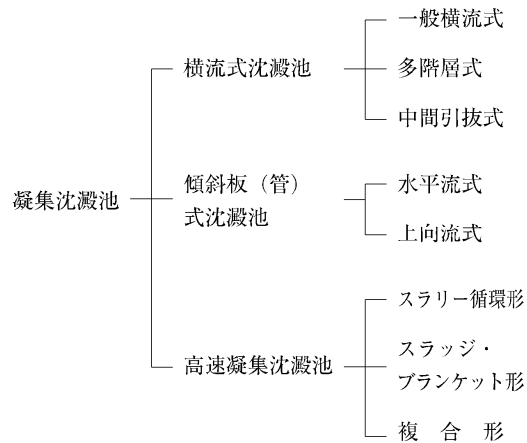


図-7.5.1 凝集沈澱池

凝集沈澱池を管理する場合には、原水の水質変動、凝集剤の注入率、機器の運転状況などに注意するとともに、沈澱処理後の水質には特に注意し、沈澱処理の目標値を設定して、異常値が検出されたときには、原因を究明し適切な処置を行う。

運転管理に当たっては、日報を作成し原水水質、処理水量、ジャーテスト実績、薬品注入状況、沈澱処理水水質等の記録を残しておく。凝集沈澱池点検要領例を表-7.5.1 に示す。

表-7.5.1 凝集沈澱池点検要領例

設備		日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
		周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検（整備）内容
傾斜板（管）沈澱池	横流式沈澱池	必要の都度	1. 平均流速	1 ～ 3 ヶ月	1. スラッジの堆積状態	1 ヶ月～1 年	1. 沈澱池の清掃
		必要の都度	2. 流況、フロック沈降状況の監視	1 年	2. 壁面付着物の状態		
		必要の都度	3. 沈澱水水質の確認（濁度、pH 値、アルカリ度等）	1 年	3. コンクリートのき裂、劣化、漏水の有無		
		必要の都度	4. 沈澱スラッジの再浮上の有無	1 年	4. 水位計、水質機器		
		必要の都度	5. ごみなどの有無				
		1 日	6. 沈降装置の藻類の付着状態	6 ヶ月～1 年	5. 沈降装置の破損、湾曲、脱落の有無	1 ヶ月～1 年	2. 沈降装置の清掃
		1 日	7. 排泥量の把握	1 年	6. 集水樋（鋼製）の塗装状態	2 ヶ月	3. 集水樋の清掃
				1 年	7. 各種バルブ類の作動状態	3～5 年	4. 集水樋（鋼製）の塗装
		スラッジ掻寄機の点検、整備					
		電動弁の点検、整備					

7.5.2 横流式沈澱池

1. 運転

横流式沈澱池の運転では、重力沈降の効果を発揮させるために池内の水の流れが均一でなければならない。

横流式沈澱池は、一般に滞留時間が長く、負荷変動に対する緩衝機能が強く、構造、機構も比較的単純であり、スラッジ掻寄機のほかには、機械的な部分が少ないので管理は容易であるが、次の点に留意する。

- ① 沈澱池の運転に当たっては、フロックの沈降状況、沈澱スラッジの再浮上の有無などを確認するとともに、その結果を凝集や薬品注入に反映し、良好な沈澱水が得られるように努める。
- ② 沈澱池内の流速は、設計最大流速を超えないように留意して、沈澱効果を上げるように努める。
- ③ 横流式沈澱池では、フロックの沈降状況は直接目視できるが、多階層式沈澱池では目視できるのは上段のみである。したがって、沈澱処理水の濁度監視などを十分に行う必要がある。
- ④ 沈澱池に藻類が発生し、後段の処理工程に悪影響を及ぼすおそれがあるときは、これを除去する。除去には薬品（塩素剤など）による方法もあるが、多量に発生した場合は沈澱池を空にして清掃を行う。
- ⑤ 沈澱池の運転を長期間休止した場合は、池を空にして清掃した後使用するのを原則とする。
- ⑥ 多系統原水の場合や水温や濁度の違いによっては、密度流が発生するおそれがあるので注意が必要である。
- ⑦ スラッジ掻寄機を運転する場合は、掻寄板の速度は 12m/h（高濁度時などフロックの沈降性が大きい場合は 36m/h）以下とし、フロックを巻き上げたり、沈澱を妨げたりしないようにする。
- ⑧ スラッジ掻寄機が設置されていない沈澱池の場合は、スラッジの堆積状況に応じて、圧力水などを利用して除去する。

2. 日常点検

沈澱池の流入、流出、排水、越流等の各設備は常に点検して、操作が確実にできるように整備しておく。

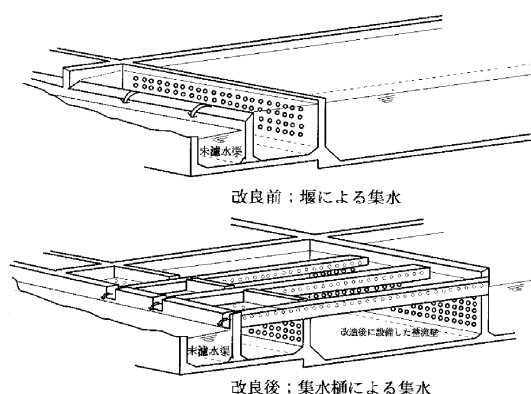
- ① 沈澱池は、毎年 1 回程度は池を空にして、平常は行うことができない内面の清掃、付属設備の補修、整備を行うことが望ましい。特に、リンクベルト式などのスラッジ掻寄部はすべて水中に没しているため、監視や点検など日常の維持管理がしにくく、故障の発見が遅れたりすることがあるので、入念に点検・整備する。
- ② 沈澱池の漏水を発見したときは、その原因を調査した後、速やかに修理する。また、スラッジ掻寄機の点検等に併せて、流入、流出バルブの漏水調査を実施し、漏水がある場合には速やかに整備する。
- ③ 排泥弁及びスラッジ掻寄機の点検・整備は定期的に行い、常にその機能を発揮できるように

しておく。万一、これらが故障した場合は、直ちに故障原因の調査及び復旧を行う。

- ④ 単純な長方形の池では短絡流や密度流が生じて、効率のよい状態が得られない場合がある。このような場合には、整流壁の設置や集水装置の改良によって、沈澱効果を高める工夫が必要である。

[参考-7.4] 流出部の構造の改良例

ブロックの巻き上げがみられたため、集水装置を改良して堰の負荷率を減少させた(参考図-7.4.1 参照)。



参考図-7.4.1 集水装置の改良例

3. 異常時の対応

原水の高濁度時や水質異常時には、薬品注入率の変更も多くなるので、混和池から沈澱池まで系統的に巡視して、ブロックの形成状況、ブロックの沈降状態、沈澱処理水水質などを監視し、原水水質に応じた適切な処理を行う。

処理目標値を満たしていない場合は、処理水量、薬品注入設備、凝集池の運転方法を検討し適切な処置を講じる。

7.5.3 傾斜板(管) 式沈澱池

傾斜板(管) 式沈澱池は、傾斜板(管) を設置して沈降面積及び整流効果の増加などの機能を生かして沈澱効率を高めるものである。その形状に多少の違いはあるが、いずれも主要部分は硬質塩化ビニル等でできており、傾斜板(管) 単体としての強度が小さいので、維持管理に当たってはこれらの点に注意する必要がある。

傾斜板(管) は、水平流式及び上向流式のいずれの沈澱池にも使用されているが、水平流式での傾斜板(管) の段数は数段で、上向流式は一段で用いられる。

傾斜板(管) 式沈澱池は、一般的に滞留時間が短いので、短絡流や密度流が生じると水質に対する影響が大きい。

1. 運転

傾斜板(管) 式沈澱池の運転に当たっては、次の事項に留意する。

- ① 池内平均流速が過大になると、傾斜板(管) 内を滑落するスラッジの巻き上げが生じて沈澱効果が低下するので、設計最大処理水量以下で運転するように努める。
- ② 上向流式傾斜板(管) 沈澱池において、原水水温の急激な上昇に伴い、池内に滞留する水と流水する水の密度の違いにより短絡流が発生し、そのため沈澱水濁度が上昇するキャリーオーバーが生じる。この対策として、集水トラフに並行に傾斜板(管) 上端まで達する阻流板を設置して、密度流の発生と沈澱池環流を防止し、キャリーオーバーを抑制している事例もある。
- ③ 傾斜板(管) に藻類が付着すると沈澱効果を阻害するので、間欠的な塩素注入によって藻類の成長を抑える。塩素注入を実施しても、傾斜板(管)やトラフに藻類の付着が見られる場合があり、清掃を夏場(7月から10月) で1池当たり月2回、その他の月で1回程度実施している事例がある。
- ④ 上向流式傾斜板(管) 沈澱池では、その構造、形状及び大きさによって、傾斜板(管) を全断面に設置できない場合や取付金具の関係から側壁などに密着できない場合がある。このために上向流水の一部が、傾斜板(管) を通過することなく上昇し、沈澱能力の低下を来すことになるので、必要に応じて間隙を閉鎖するなどの対策を講じる。また、流量の変更時においても池内平均上昇流速を80mm/min以下とする。
- ⑤ スラッジが過剰に堆積して、傾斜板(管) の下端を覆うようになると沈澱効果を阻害するだけでなく、傾斜板(管) そのものを損傷することになるので、特に高濁度時には堆泥、排泥に十分注意が必要である。
- ⑥ 上向流式傾斜板(管) 沈澱池は、横流式沈澱池に比べスラッジ掻寄機の往復走行距離が短くなることから、走行速度が同じ場合には反転回数が増加する。そのため、滑車によるワイヤーロープ曲げ回数が増加し、ワイヤーロープの寿命が短くなる。その対応として、間欠運転の実施やロープ構成を芯線の飛び出しを防止する特殊仕様とし、また、滑車の材質を樹脂に変更を行い、改良の効果が出ている事例がある。

2. 傾斜板(管) の管理

傾斜板(管) の材質は、強度的に必ずしも強くないので、管理は慎重に行う必要がある。

- ① 傾斜板(管) に沈澱物又はビニルなどの浮遊物が付着すると、フロックの沈降を妨げることになる。しかし傾斜板(管) の内部状況の点検は困難なので、着水井での浮遊物の監視と除去を行い、併せて洗浄などにより付着物の除去を行う。
- ② 沈澱池の清掃や点検整備のために池内排水を行う場合、急激に行うと傾斜板(管) に堆積したスラッジの重量により、装置が破損することがある。そのため、傾斜板(管) 内のスラッジを流し落とししながら池内水位を下げていくようにするか、傾斜板(管) の状態を監視しながら徐々に行う。ノズル水噴射で洗浄する場合は、シャワー用のノズルを使用して破損しないようにする。

- ③ 冬季、氷結するおそれのある場合は、覆蓋を設け保温するなどの措置が必要であり、太陽光による劣化に対しては、傾斜板(管) を水没(100mm～150mm) させると効果があり、ごみ、落葉対策としても有効である。

3. 日常点検

沈澱池の流入・流出・排水・越流等の各設備及び排水バルブ、スラッジ掻寄機などの日常点検は、7.5.2 横流式沈澱池に準じて行う。

傾斜板(管) への藻類の付着、沈澱物の堆積状況、ごみ、落葉等の付着については、随時点検する。

4. 異常時の対応

原水水質が安定しているにもかかわらず処理水濁度が上昇した場合は、傾斜板(管) ・阻流板・支持枠の外れ・破損による短絡流が発生していないか調査する。

傾斜板(管) の支持材が腐食などにより破損を生じている場合は、速やかに補修し不測の事態に備えておく。

7.5.4 高速凝集沈澱池

高速凝集沈澱池は、既成フロックに微小フロックを接触させフロック形成を促進し、フロックの成長に要する時間を大幅に短縮しようとするもので、急速混和、凝集、沈降分離の操作を一つの装置内で効率よく行えるようにしたものである。原理上又は機構上からスラリー循環形、スラッジ・ブランケット形及び両者の複合形に分類することができる。

1. 運転

高速凝集沈澱池は、装置内に多量のフロックがあるので、原水水質、流量の急変によって、フロックの流出や微小フロックを接触捕捉する機能が低下して、沈澱水水質が悪化するなど運転管理上で注意する点が多い。そのため、機構を十分に理解して運転及び維持管理を行う。

表面負荷率は 40～60mm/min を標準とする。また、原水水質の日周変動がある場合、キャリーオーバーが発生する可能性がある。そのため、沈澱処理水の濁度監視を強化する。

7.5.5 その他（浮上分離）（解説省略）

7.6 急速濾過池

7.6.1 総則

急速濾過法は、原水中の懸濁物質を薬品によって凝集させた後、濾層に比較的速い流速で水を通し、主として濾材への付着と濾層でのふるい分け作用により濁質を除去するものである。

急速濾過池への流入水が、濾材と濾材の間隙内を通過するときに、微小フロックが濾材の表面に接触付着する。濾材の表面が、付着したフロックで覆われてくると、後続の微小フロックは、この先行付着したフロックの上にさらに付着凝集して、濾層中の抑留量を増してゆく。濾材表面の抑留フロックの厚さが増してくると、だんだん間隙が小さくなり間隙流速が増大して、ついにはそれ以上の付着ができなくなる限界抑留量に達する。強い結合力を持っているフロックの場合は、大きな間隙流速まで付着厚さを増すことができ、抑留量を大きくとることができるが、有機成分や有色度水のフロックのように、単位濁質量当たりの凝集剤量(AL/T 比)の高いフロックは、大きい強度が弱く、抑留が余り進まないうちに破壊流出しやすい。急速濾過法はこのように行われるので、凝集作用を受けていない(フロックのない)水を急速濾過しても、ほとんど除去効果は期待できない。

除去対象の懸濁物質は、あらかじめ凝集作用によって、付着やふるい分けされやすい状態のフロックになっていることが必要である。原水が低濁度であっても、急速濾過池で濾過するのみではクリプトスポリジウムを含め、コロイド・懸濁物質の十分な除去は期待できないので、必ず凝集剤を用いて処理を行う。

また、急速濾過法では、溶解成分の除去は本来期待できないが、遊離残留塩素の存在下で、マンガンス砂を使いマンガンイオンを除去することができることから、急速濾過処理の前に塩素処理する方式が広く採用されている(7.15 除鉄・除マンガ設備参照)。

急速濾過池には、重力式開放形濾過池、多層濾過池、圧力式濾過池、自然平衡形濾過池がある。

運転中の急速濾過池は、次のような視点から総合的に評価し、必要に応じ運転方法の改善、今後の施設整備計画の策定・改訂を行う。

(1) 機能面

- ① 目標水質を満足しながら設計流量が確保できるか。
- ② 濾過砂の洗浄は適正に行われているか。

(2) 設備面

- ① 濾層の状態はどうか。
- ② 濾過池躯体の状態はどうか(漏水、不等沈下等)。
- ③ 付属機器類(電気・機械・計装)の状態はどうか。

従来、生物対策やマンガ処理するために前塩素処理が広く行われてきた。1980年代からは消毒副生成物の抑制を考慮し、中間塩素処理も行われている。

急速濾過池の運転は、遠隔制御で行われていることが多い。運転が実際に正常に行われているかは、濾過水の濁度監視や損失水頭の変化により常に把握することが必要であり、定期的に現場の目視点検や濾過砂の調査等を実施する。

7.6.2 重力式開放形濾過池

重力式開放形濾過池とは、濾過池内に自由水面を持ち重力による自然流下で濾過を行う形式の濾過池をいう。

1. 運転(濾過)

1) 濾過流量の調節

濾過流量の調節方式には、定速濾過と定圧濾過があり、定圧濾過の典型として減衰濾過がある。

減衰濾過では、定圧で濾過するため、濾層の抵抗の増大により濾過速度が徐々に減少していく。このため、濾過池の数の少ないところでは、濾過水量の変化に注意し、濾過池洗浄の配分を平均化するなど、濾過水量の確保に努める必要がある。

定速濾過で濾層が砂単層の場合には、濾過速度は 120～150m/日を標準とする。凝集・沈澱処理が特に良好な場合は、これを超える濾過速度も可能である。しかし処理水質の監視及び濾層の管理を厳密に行う必要がある。

2) 損失水頭

濾過池の流出側水面が、濾層表面より低い位置にある構造の濾過池で、濾過を継続し、濁質の濾層内への抑留が進むと、濾層内の損失水頭が増え、閉塞の著しい表層部分では局所的に水圧が大気圧より低い部分を生じることがある。このような局所的な負圧状態で濾過を継続すると、水中に溶存している空気が、濾層中に気泡となって遊離し、濾材粒子間で水流と空気流が共存する状態(空気連行)となり、通水面積が減少し、損失水頭が増加したり濾過水中に濁質が漏出することがある。

このような負圧による濾過障害を防ぐため、濾過池毎に定められている水深は、常に確保しなければならない。この水深は、濾層表面上 1～1.5m としている場合が多い。

3) 濾過速度

濾過速度を急変させると、濾層中に捕捉されたフロックをはく離流出させ、濾過水水質を悪化させるおそれがあるので避ける。

また、濾過開始時の急激な速度上昇により濁度漏出が生じることがあるため、クリプトスポリジウム対策上からも、濾過再開後一定時間濾過水を排出させる濾過排水や濾過速度を漸増させるスロースタート方式を行うことが効果的である。

濾過速度の急変による濾過水水質への影響の程度は、原水水質、凝集の良否、濾過池の形式、濾層構成等により異なる。このため、濾過速度の変更基準は、各浄水場で調査の上、十分な安全率をとって決定するのが望ましい。

4) 運転記録

濾過池の運転に当たっては、運転日報を作成し、濾過水量、損失水頭、濾過水濁度、濾過持続時間、

洗浄状態等を記録しておく。

2. 運転（洗浄）

1) 洗浄目的

濾過池の洗浄工程は図-7.6.1に示すとおりであるが、濾層の洗浄は、次のいずれかの状態に達したときに行う。

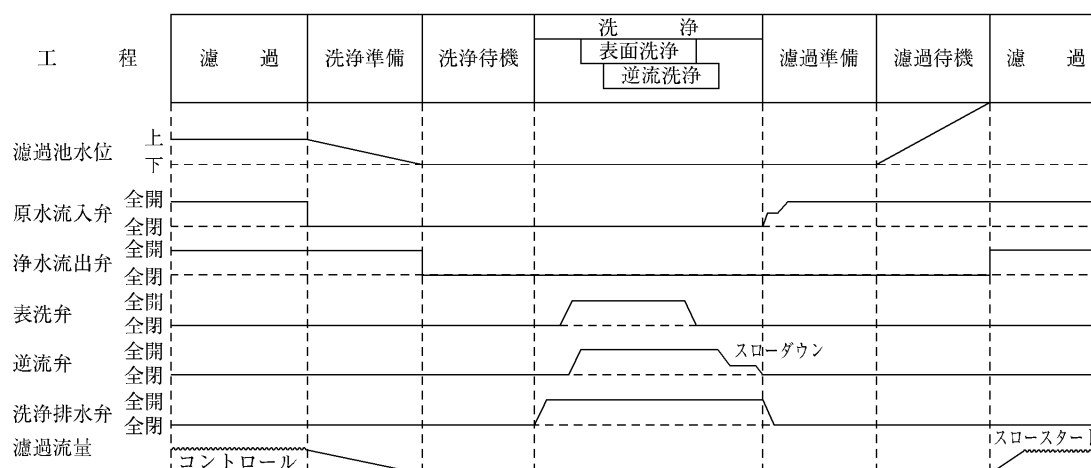


図-7.6.1 濾過池洗浄操作工程例

(1) 濾過水に目標値を超える濁質が漏出した場合

(2) 損失水頭が設定値に達した場合

損失水頭が過大になるまで濾過を継続すると、濾層内の負圧により気泡を生じたり、濾層表面の収縮、き裂を引き起こし、濾過水質が悪化するおそれがある。このため、濾過水質の目標値が保たれるような一定の損失水頭を設定し、これに達した場合洗浄する。

(3) 濾過持続時間が設定値に達した場合

濾過水質の目標値が保たれるような一定の濾過継続時間を設定し（通常 24 時間～一週間程度）、これに達した場合に洗浄する。通常は設定した濾過継続時間で洗浄を行うこととしておくと、濾過池の洗浄を計画的に実施でき、浄水場契約電力のデマンド管理にも役立つ。

(4) 長時間濾過池の運転を停止した後、運転を再開する場合

長時間濾過池の運転を停止した後、運転を再開する場合には、濾層中に藻類や微小動物が繁殖して運転再開後に、濾過水への漏出や濾過障害を生じさせることがある。したがって、濾過池運転の停止・再開時に洗浄を行うとともに、停止中も定期的に洗浄を行う。

2) 洗浄方法

洗浄は、逆流洗浄に表面洗浄又は空気洗浄を組み合わせて行う。逆流洗浄のみでは洗浄が不十分となり、マッドボールが発生しやすくなる。

マッドボールとは、砂粒を中心にしてできた泥の球が、互にくっつき合った球状のもので、通常、表面洗浄が不十分となりやすい濾過池のコーナ部や、多層濾過池の濾層の境界面に発生しやすい。

マッドボールの密度が濾材の密度より大きい場合、濾層の膨張を伴う逆流洗浄を繰り返すことにより、マッドボールが濾層下部へ沈んでいき、砂利層との境界面付近で平板状の大塊となり、逆流洗浄水に短絡流が生じ、砂利層の不陸発生原因ともなる。

空気洗浄では、空気が濾過池全面に均等に分散されることが重要である。表面洗浄や空気洗浄と逆流洗浄を同時に行う場合、濾材を流出させる危険性があるので、洗浄の際に注意を要する。

3) 洗浄水

濾層中に藻類や微小動物が繁殖して汚染や濾過障害を生じさせないように、洗浄には原則として残留塩素が存在する浄水を用いる。

洗浄用の水量、水圧及び時間は、十分な洗浄効果が得られるように設定することが重要である。

これらは、いずれかが過小であれば洗浄効果が不十分となり、過大であれば不経済となる。洗浄効果は水温、濾層の粒度及び厚さ、洗浄時間により変化するので、定期的に洗浄効果を調査する必要がある。

逆流洗浄時の濾層の膨張率は、20～30％程度が適当である。しかし、濾層の膨張率は特に水温により大きく変化するので、年間の水温差の大きい浄水場では、同じ膨張率を得るために、少なくとも年間数回程度は逆流洗浄速度を変化させることが重要である。

4) 洗浄効果

洗浄効果の判定は、日常的には洗浄排水の良否をもって判定する。洗浄排水の最終濁度は2度以下を目標とし、クリプトスポリジウム対策の面からみるとできれば1度以下とするのが望ましい。最終的な洗浄効果は、洗浄の直前・直後の濾層から採取した濾材の濁質量を測定し、その汚れの程度を比較して判定する。

5) 濾過再開時の初期濁度上昇の軽減

洗浄後、濾過を再開するときには、濾材間の水中等に残留していた濁質が濾過水中に漏出してくる。一方、クリプトスポリジウム対策では、濾過池出口の水の濁度を0.1度以下に維持することとされている。

このため、段階的に洗浄水量を減じるスローダウン方式を行い、濾過再開後の濁度が0.1度以下を維持できるようにする。

6) 濾過障害

洗浄方法が適切でないと、長期的には次のような障害が発生し、濾過水水質が悪化したり、損失水頭が増大することがある。

- ① マッドボールの発生
- ② 濾層表面にき裂発生
- ③ 濾層と濾過池側壁の間に間隙発生(き裂の一種)
- ④ 濾材の有効径の粗大化
- ⑤ 濾層厚の減少
- ⑥ 砂利層と濾層の境界面に不陸(波状になること)が発生

このうち、①～③は洗浄効果が不十分なため、④と⑤は洗浄時に粒径の細かい濾材が流出することにより起こる。⑥は濾層が汚れた状態のとき、逆流洗浄開始初期に、濾層内で上下方向に旋回流が発生し、砂利層表面の水平流により砂利層が移動し、不陸が発生することがある。

また、逆流洗浄速度の分布に大きな片寄りがある場合や、逆流洗浄水中に空気が混入した場合にも、砂利層の不陸が発生することがある。

また、洗浄方法が適切であっても、シネドラ等の藻類の大量発生により濾過池流入水にこれら藻類が大量に含まれている場合にも、濾過閉塞を起こすことがある。

7) 濾材の流出対策

- ① 洗浄時の膨張率の適正保持
- ② 表面洗浄管の噴射ノズル角度の適切な調整と噴射水による濾材のトラフ内への飛散防止
- ③ 表面洗浄管の噴射ノズルが膨張濾層中に没するように設置することによる濾材のトラフ内への飛散防止
- ④ 逆流洗浄水中に空気が混入しないようにすることによる濾材のトラフ内への飛散防止
- ⑤ 下部集水装置の点検による濾材の集水室内への漏出防止

3. 濾層の管理

濾層の状態が不適切なまま放置されると、濾過水質に影響を与えたり、濾層の汚れを一層加速し、短期間で濾材の全面的入替え(濾層更新) をする必要が生じる。このため、濾層調査を定期的に行い、異常が見つかった場合には、洗浄方法の改善や補砂など適切な処置を直ちに講じる必要がある。

また、調査結果から濾層の状態の長期的な推移を推定し、これに基づき長期的な濾層整備計画を策定し、定期的に濾層整備を実施することが肝要である。

1) 濾層調査(砂利層含む)

濾層の粒度分布、濾材及び濾過砂利の汚染状況、砂利層の不陸の状態などの調査は、原則として全池を対象に調査するが濾過池の数が多い場合は、濾層の履歴が似た池ごとに代表池を選定し、濾層の状況の経年変化を調査し、他の池と代表池との関係については、適当な調査項目、調査頻度で

把握しておく方法もある。調査頻度は1～3年に1回実施することが望ましい。

2) 濾層の管理記録

濾層調査結果については、経年的な変化を把握し、濾層整備に資するよう、管理記録を作成する。

3) 濾層整備(砂利層・下部集水装置含む)

濾層整備の方法には次のようなものがある。

- ① 濾層更新。
- ② 濾材を濾過池から取り出し、洗浄して戻す。
- ③ 補砂(濾層厚が減少した分だけ濾材を補充する)補充する濾材の粒度構成については、濾層全体の粒度構成が設計時の状態となるようにする。
- ④ ②と③を組み合わせたもの。

砂利層は、①又は②を実施するとき、取り出して洗浄し、必要に応じ補充しておくといよい。このとき、砂利層の不陸を防止するために、砂利層表面にステンレス製の不陸防止ネットを張る方法が採用されることがある。

下部集水装置についても、砂利層を取り出した際に入念に点検し、状況によって補修・整備を行う。濾層整備基準の例を参考-7.7に示す。

濾層整備を実施した濾過池の使用に当たっては、通常、洗浄排水濁度が2度以下になるまで洗浄を繰り返す。

その際、表層に集まる細粒によって、濾過開始後短時間に損失水頭が設定値に達することがあるので、あらかじめ余盛りしておき、一連の洗浄後濾層の粒度分布を調査のうえ、所定の粒度分布となるよう、濾層の表層を数cm程度注意深く削り取って除去する方法がある。

[参考-7.7] 濾層及び砂利層の整備基準

大阪市の整備基準の例

1. 濾層の整備基準

全層更新に使用する濾砂は、JWWA A 103-2006 水道用濾材に基づき、有効径 $0.55\text{mm} \pm 3\%$ かつ均等係数 1.5 未満とする。また、次の条件のいずれかに該当する場合は速やかに整備(補砂、新砂入替等)を行う。

- ① 砂の有効径が 0.70mm 以上になった場合、新砂入替を行う。
- ② 洗浄時、表面洗浄管のノズルが膨張濾層中に没することが困難な程度に濾層が減少した場合、補砂を行う(例えば濾層厚 70cm 、洗浄時の膨張率 20% 、ノズル位置が砂上 10cm の場合、 5cm 以上の減少で補砂)。

2. 砂利層の整備基準

次の条件のいずれかに該当する場合は速やかに整備する。

- ① 砂利表面の付着物量が、目標値を超えた場合
- ② 砂利層厚さの 1 / 3 以上の不陸が発生した場合

その他の濾層整備の例を挙げれば次のとおりである。

- ・札幌市 10～15 年に 1 回
- ・横浜市 10 年に 1 回

濾層調査の結果と濾層整備基準から、長期的な濾層整備計画を策定する。

4. 日常点検等

急速濾過池点検要領例を、表-7.6.2 に示す。

漏水などがあると、外部の地下水などが侵入し汚染されるおそれがあるため、濾層更新時には、漏水の有無、濾過池躯体や防水塗装などの状態を特に入念に点検しなければならない。

5. 異常時対応

濾過池運転に際して発生する異常現象とその原因及び対応策を表-7.6.3 に示す。

表-7.6.2 急速濾過池点検要領例

設備	日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
	周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
重力式開放形濾過池（砂単層及び多層濾過池）	必要の都度	1. 濾過池水位の確認	2 ～ 6 ヶ月	1. 周壁、トラフ、洗浄排水樋等の付着物の点検、清掃	洗浄時の膨張濾層が表面洗浄管に達しない状態	1. 濾砂の補充（砂単層濾過の場合）
	毎日	2. 濾過水量、濾過速度、濾過損失水頭、濾過持続時間の確認	2 ～ 3 年	2. コンクリート防水層のき裂、劣化、漏水の有無	濾層厚の 20 ～ 50%減	2. アンスラサイトの補充（多層濾過池の場合）
	毎日	3. 濾過水質の確認（濁度、pH 値、アルカリ度、残留塩素等）	1 ～ 3 年	3. 濾層の調査（濾材の汚れ、マッドボールの発生、有効径及び均等係数、濾層厚等）	10～15 年または有効径 0.70mm 以上	3. 濾材の入れ替え
		4. 空気源設備の点検、整備	1 ～ 3 年 1 年 10～15 年	4. 砂利層の移動の有無 5. 濾過水量調節装置、濾過損失水頭計等の作動状態 6. 下部集水装置の状況 7. 水位計、流量計の保守、点検 8. 空気源装置の点検、整備	1 年	4. 制御機器、配管類の保温設備の手入れ 5. 空気源装置の点検、整備
	必要の都度	5. 洗浄水量、洗浄時間の確認	2 ～ 6 ヶ月	9. 表面洗浄装置の損傷の有無（特に回転式表面洗浄管の回転数確認）	3～5 年	6. 表面洗浄装置の塗装
	3 ～ 4 日	6. 洗浄状態の監視（濾層の膨張率、濾材の流出、空気障害の有無、洗浄装置の故障、洗浄後の濾層面の陥没の有無）	2 ～ 3 年	10. 高架水槽内の塗装状態	5～8 年	7. 高架水槽内外壁塗装
	必要の都度	7. 洗浄排水濁度の確認 8. 真空ポンプの点検、整備		11. 洗浄ポンプ、真空ポンプの点検、整備		8. 回転式表面洗浄装置の点検、整備 9. 洗浄ポンプ、真空ポンプ
	運転時	9. 電動弁類の電流値、油量の確認及び振動、漏水、油漏れの有無		12. 電動弁の点検、整備 13. 空気洗浄設備の点検、整備		10. 電動弁の点検、整備 11. 空気洗浄装置の点検、整備

表-7.6.3 急速濾過池の異常時対応

異常現象		原因	対応策
未濾水水質異常	未濾水白濁	未濾水凝集不良（凝集剤過剰）	①濾過速度を遅くし、濾過水質に異常がないか監視し、それでも対応できない場合は濾過停止
		凝集 pH 値不適（高 pH 値、低 pH 値）	②凝集剤・アルカリ剤の適正注入
濾過水水質異常	濁度成分の漏洩	凝集剤不足	凝集剤追加注入
		洗浄不良	洗浄方法改善
		負水頭濾過	洗浄間隔の短縮
		濾過池の異常（濾層異常、集水装置異常）	濾層整備、集水装置補修
	色度成分の漏洩	茶褐色	①遊離塩素の存在下でマンガン砂で除去 ②前塩素処理し沈澱池で大部分除去
			二段凝集
		赤色	エアレーション、前塩素処理等
		黒色	①粉末活性炭他炭注入率の低減 ②濾層整備
		緑色	二段凝集
	微小生物の漏洩（ユスリカ等）		沈澱池にユスリカなどが発生 濾過池洗浄間隔の短縮、塩素消毒の強化（沈澱池）
	アルミニウム成分の過剰	pH 値不適	pH 値を適切な範囲に調整
		洗浄不良	洗浄方法改善
		負水頭濾過	洗浄間隔の短縮
		濾過池の異常（濾層異常、集水装置異常）	濾層整備、集水装置補修
		アルミニウム系凝集剤の過剰注入	凝集剤の適正注入 凝集剤を減らして直接濾過
		アルミニウム系凝集剤の過少注入による凝集不良	凝集剤の適正注入
水量	損失水頭増加速度が過大	未濾過水中に特定種のプランクトンが過剰に存在することによる濾過閉塞	①水源での薬品散布等 ②濾過池洗浄間隔の短縮 ③沈澱池清掃、塩素処理の強化
		負水頭により濾層中に気泡発生	
		濾層更新後表層の削り取りを行わなかったため、濾層表面に細かい濾材が集まって濾過閉塞が発生	濾層の粒度分布を調査後、表層数 cm 程度注意深く削り取り アンスラサイトの場合は数回の逆洗浄で除去
		濾材の粒度が全体的に細かすぎ	①経過観察（洗浄を繰り返すうちに細粒分流出） ②一定量濾材を入れ替えて濾層構成の適正化
		未濾水中に溶存空気が多量に含まれ濾層中で気泡化	①取水・導水ポンプグランド調整 ②配管系統（空気弁）チェック
	初期損失水頭が過大	濾層更新後表層の削り取りを行わなかったため、濾層表面に細かい濾材が集まって濾過閉塞が発生	砂層の場合は、表層の削り取り、アンスラサイトの場合は数回の逆洗浄で除去
		洗浄効果が不十分で濾層内に濁質が残留	洗浄方法を改善
		砂利層と濾層との境界にビニール片などの異物が集積	①取水施設に除塵機設置 ②沈澱池・濾過池に浮遊するゴミのすくい取り

	初期損失水頭が過小	濾材の粒度が全体的に粗すぎ	①濾層の粒度分布を調査後、全体として適当な粒度となるように補砂 ②濾層更新
	損失水頭の一時的急激な低下	未濾水 pH 値の急激な変動により、濾層に抑留されたフロックの一部が再溶解し漏洩	アルカリ剤の注入制御を安定して行い、未濾水 pH 値の急激な変動を回避
	濾過流量の異常	流量調節機構の故障	流量計、調節計、自動流量制御装置点検
		加圧ポンプ系の故障（圧力濾過の場合）	ポンプ性能、各種弁開度点検
気泡	濾速変更（減少）時に気泡発生	負水頭時に（急激に）濾過速度を減少させると気泡が分離	①負水頭にならないように洗浄条件の再検討 ②濾過速度の急変の回避
洗浄時	洗浄時に気泡発生	逆流洗浄管内にたまった空気の濾層への放出	①洗浄配管系統への空気の混入防止 ②洗浄水槽の渦発生による空気の巻き込み防止（水槽内隔壁の増設等）
	逆流洗浄時に濾過砂の異常な部分噴出	砂利層が大きく不陸し濾層表面近くまで盛り上がり、逆流洗浄水がこの部分に集中	濾層の不陸調査を行い濾層更新
濾層	濾過砂やアンスラサイトの流出	洗浄流速過大、表面洗浄ノズル角度不良等（濾層厚が減少）	①濾層整備の実施 ②濾材流出原因の究明
		洗浄水に空気混入（空気洗浄なしの場合）	①洗浄ポンプグランド調整 ②配管系統（空気弁）チェック
		洗浄空気量過大（空気洗浄ありの場合）	洗浄空気調整弁チェック
	濾層表面の陥没	下部集水装置の異常で濾材が集水室内へ漏出	集水室内を点検し、集水装置に異常があれば補修
	濾層中にマッドボール発生 濾層表面に亀裂発生 濾層と壁面との間に間隙発生	洗浄効果が不十分で濾層内への濁質の残留	①洗浄条件の再検討（表面洗浄・空気洗浄や膨張率の適正化、洗浄間隔の短縮） ②濾層整備の実施
	砂利層と濾層との境界の不陸（波打ち）		①濾層整備の実施 ②洗浄条件の再検討 ③逆流洗浄水中への空気混入の防止
その他	全面停電 中央遠隔操作不能		①非常時の対応マニュアルを作成しておく、それに沿って速やかに対応 ②定期的に非常時の対応訓練を実施
	トラフへの水流入の不均一	濾過池躯体の不等沈下、トラフの歪み	トラフを水平に再設置
	濾過池躯体からの漏水	防水層の劣化・施工不良 不等沈下などの原因による躯体の亀裂	①濾過水が汚染されるおそれがあるので、水を抜いて調査 ②必要に応じて濾材の取り出し調査
	トラフ、側壁に植物発生	残留塩素をほとんど含まない水を屋外で濾過	清掃の実施 遮光の実施

7.6.3 多層濾過池

多層濾過池は、密度及び粒径の異なる複数の濾材を使用し、水流方向に粗粒から細粒の構成となる逆粒度の濾層としたものである。一般的には、上層部にはアンスラサイト（無煙炭、比重 1.4～1.6）を、下層部には珪砂（比重 2.57～2.67）を用いた二層濾過池が使用される。

また、これらの濾材に加えてさらに、ガーネット（ざくろ石、比重 3.15～4.3）を用いた三層濾過池を使用している例もある。

上層部に粗い粒径の濾材を使い粗濾過を行い、下層部に細い粒径の濾材を使い濁質を濾層深部

にまで流入させて抑留量を増し、濁質の流出を止めることにより、濾過効率を高めるものである。

一方、逆流洗浄により粗から細への濾層配列がくずれないように保つためには、上層の粗い粒径の濾材が、下層の細い粒径の濾材よりも沈降速度が小さい必要がある。このため、粗い粒径の上層部の濾材は、細い粒径の下層部の濾材に比べて、比重の小さい濾材が用いられている。

アンスラサイトは流出しやすいため、逆流洗浄流速、表面洗浄と逆流洗浄の重なり時間、濾材の粒径、均等係数、濾層表面から排水トラフ上端までの高さなどは、調査の上決定するとよい。

1. 運転（濾過）

多層濾過池の運転管理や維持管理に関する基本事項は 7.6.2 重力式開放形濾過池に準じるが、空隙率の大きい濾層構成の下で比較的高速で濾過を行うため、濁質の漏出には留意する。

2. 運転（洗浄）

- ① アンスラサイトは、比重が小さいため、砂に比べて洗浄時の流出量が多くなりがちなので、逆流洗浄の速度が過大にならないように注意する。特に、夏季の高水温時と同じ洗浄速度で冬季の低水温時に洗浄を行うと、アンスラサイトの流出量が増大しやすいので注意する。
- ② 空気洗浄を行うと、アンスラサイトに気泡が付着し、排水トラフへの流出を生じやすいので注意する。また、濾層内部に空気が残しやすいので、これを排除するため最後に逆流洗浄を行う。
- ③ 空気洗浄方式の場合は、気泡が濾層全面から均等に出ていることが重要であり、洗浄の際には、水面の泡立ち方を適宜確認する。

3. 日常点検

- ① 洗浄水量を適正に管理しても、アンスラサイトがある程度流出することは避けられないので、年に1回は、濾層厚測定を行い、不足する場合には補充する。
- ② 濾層表面に不陸が生じている場合は、直ちに修復するとともに、洗浄方法の見直しや下部集水装置の点検を行うなど、原因を調査し対策を講じる。
- ③ 濾層表面以下まで水位を低下させて濾過池を休止し、必要な作業を行った後の使用再開時の洗浄は、アンスラサイトの流出を防止するため、水に十分なじませることや、表面洗浄管の空気を完全に抜くことが必要で、操作は現場で状況を確認しながら慎重に行う。
- ④ アンスラサイトの補充又は入替えを行った後は、水に十分なじませた後、アンスラサイトの微細な粒子を、数回の洗浄で十分取除いてから、濾過を開始する。新しいアンスラサイトは塩素を消費することもあるので留意する。
- ⑤ 回転式表面洗浄装置は、定期的に回転状況の確認やノズルの点検を行い、機能の維持に努める。また、洗浄状況の現地確認は重要なので適宜行う。

4. 異常時の対応

異常時の対応については、表-7.6.3を参照とする。

7.6.4 圧力式濾過池

圧力式濾過池は、一般的に鋼板製等の密閉タンク構造で、運転操作が簡単なことから、比較的小規模な浄圧力式濾過池は、鋼板製の密閉槽内の圧力下(0.1~0.6MPa 程度) で濾過を行うもので、大別すると縦形と横形の2種類に分けられる。縦形は少量の処理に使用されるのに対し、横形は比較的大量の水を処理する場合に用いられている。

- ① 比較的高い損失水頭になるまで、負圧発生を招くことなく濾過を継続できる。
- ② 濾過池が斜光されているので藻類の発生が少ない。
- ③ 取水・導水系統から配水池に至る圧力管の途中に設けると、ポンプ加圧が一回で済み経済的である。
- ④ 内部を監視しにくく、流量調節器を設けない場合は定圧濾過となり、濾速の変化幅が大きくなる。

1. 運転

圧力式濾過池は、通常圧力式濾過装置一体として導入される例が多く、機種によって性能や特質が異なる場合があるため、それぞれの取扱説明書を十分参照することが必要である。一般的な留意事項は次のとおりである。

- ① 濾過開始に当たっては、タンク内の空気を抜きながら、濾層表面を荒らすことのないように徐々に濾過池内に導水させ、満水位にする。その後、濾過排水を行い、濾過水が清澄になってから濾過を開始する。
- ② 鉄・マンガン除去を目的とする場合は、マンガン砂維持のため、濾過水の有離残留塩素が確保されるよう、濾過前の段階で必ず塩素剤を注入する。
- ③ 濾過継続時間が長くなると濾層の圧縮に伴うき裂や、濾過の不均一を招くおそれがあるので、損失水頭が比較的低い場合でも、定期的に洗浄を行うことが望ましい。
- ④ 洗浄排水の目視点検や水質チェックを適宜行う。

2. 日常点検

- ① 横形の容量の大きい濾過機では、側壁に沿った部分の洗浄がしにくいので、この部分にマッドボールが発生しやすい。そのため、定期的に濾層の点検を行い、マッドボールの発生が確認された場合には、これを除去するとともに、洗浄の強化を図る必要がある。
- ② 鉄、マンガンの除去を目的とする場合は、濾材の機能確認として、原水、濾過水、洗浄排水に含まれる鉄、マンガンに関する水質試験を毎月1回実施する。
- ③ 濾過機能の劣化を把握するため、1年に1回は同一条件(水量、水圧、水質) で原水と濾過水の水質試験を実施する。水質試験の結果、濾材の機能劣化が認められた場合は、濾層厚の測定や濾材の汚濁調査を実施し、濾材の補充又は更生を行う。
- ④ 長期間運転を休止する場合は、細菌、微生物類の発生防止のため、洗浄を十分行った後濾層内及び配管の水を抜いておく。なお、圧力式濾過池の点検要領は表-7.6.2を参照とする。

3. 異常時の対応

異常時の対応については、表-7.6.3 を参照とする。

7.6.5 自然平衡形濾過池

自然平衡形濾過池は、流入水量と流出水量及び水位が文字どおり自然に平衡する方式のものである。自然平衡形濾過池は、自己逆流洗浄型、逆流洗浄タンク保有型に大別される。各型式に共通する特徴は、流出側にバルブなどの流量調節機構を設けず、池に流入した水をそのまま流出させるため、流出側の配管は簡単になる。流入側にはサイホン又はバルブを設置し、流入水の遮断と流入を確実に制御できる構造となっている。

7.6.6 直接濾過法(マイクロブロック法)

直接濾過法は、低水温・低濁度の原水を対象に少量の凝集剤を注入し、急速攪拌の後、ブロック形成池と沈澱池を経ることなく濾過する方法である。

凝集剤注入量を通常の $1/2 \sim 1/4$ 程度にして、密度が高く、強度の大きいマイクロブロックを形成させ、濾過池に流入させる。濾過池では強固なマイクロブロックを効率よく濾過することとなり、安定した処理ができる。同時に、薬品使用量が節約され発生スラッジ量も少なくなる。しかし、濾過水濁度の監視を十分に行う必要がある。

この方式が採用できるのは、一年を通じて原水濁度が低い場合であるが、通常の濾過方式においても、一定の期間原水濁度が低い場合は、この方式を行うことができる。また、濾層を2層又は多層とすると効果的である。

7.7 緩速濾過池

7.7.1 総則

緩速濾過法は、砂層を4～5m/日のゆっくりとした速度で水を通過させる濾過法で、原則として薬品は使用せず、自然の浄化能力を利用するものである。

濾過は、砂層表面や砂層内に繁殖した生物によって構成された粘質の膜(生物膜) によって行われ、物理的、生物学的に濁質、細菌等の浮遊物や、アンモニア態窒素、鉄、マンガン、臭気物質等の溶解性物質が除去される。

緩速濾過池では、砂層のごく表面に形成される生物濾過膜により浮遊物が抑止されるので、原水濁度が高い場合や、藻類が異常に多い場合は、短時間で表層の損失水頭を高め濾過持続日数を短縮させるので適さない。また濾過池流入水の濁度は、おおむね10度以下を維持することが必要である。

緩速濾過法は、原水の水質に制約を受け、濾過速度が遅いことから、広い用地と砂層の管理(砂の削り取り、補砂、洗砂等)が必要である。緩速濾過池の点検要領例を表-7.7.1に示す。

表-7.7.1 緩速濾過池点検要領例

日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
必要の都度	1. 濾過池水位の確認	1回/1～2ヶ月	1. 濾過水量調節装置の作動状況	砂面の削り取り時	1. 沈殿池の清掃
必要の都度	2. 濾過水量、濾過速度、濾過損失水頭、濾過持続時間	1年	2. 濾過水量計、濾過損失水頭計	1回/0.5～2ヶ月	2. 砂面の削り取り
必要の都度	3. 濾過水質の確認（濁度、pH値、アルカリ度等）	1年	3. 濾層の状況（濾砂の汚れ、有効径、均等係数及び濾層厚等）	規定厚以下の場合	3. 濾砂の補充
必要の都度	4. 水生生物・藻類の発生状況	削り取り時	4. 砂面陥没の有無、藻類、虫類等の生息状況	10年	4. 砂利層、下部集水装置の整備
1日	5. 濾過水面結氷状況	1年	5. コンクリートのき裂・劣化の有無、漏水の有無	6ヶ月	5. 開閉台、その他機器類の清掃・注油
		1年	6. 各種バルブ類の作動状況	1回/3～5年	6. 鋼製部の塗装
		1年	7. 鋼製部の塗装状態		
水位計、流量計、水質計器の保守、点検					

7.7.2 普通沈殿池

普通沈殿池は、緩速濾過方式の前処理施設として、通常凝集処理をしない原水中の懸濁物質を自然沈降作用により除去し、緩速濾過池にかかる負担を軽減するために設けられる施設である。

沈殿池の表面負荷率は5～10mm/min、池内の平均流速は30cm/min以下を標準とする。普通沈殿池の点検要領例を表-7.7.2に示す。

表-7.7.2 普通沈殿池点検要領例

日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
必要の都度	1. 平均流速	1年	1. スラッジの堆積状態	2年	1. 沈殿池の清掃
必要の都度	2. 沈殿池水位の確認	1年	2. コンクリートのき裂・劣化の有無、漏水の有無	6ヶ月	2. 開閉台、その他機器類
必要の都度	3. 浮遊物、スラッジの再浮上の有無	1年	3. 各種バルブ類の作動状態	3～5年	3. 鋼製部の塗装
必要の都度	4. 沈殿水水質確認（濁度、pH値、アルカリ度等）	1年	4. 鋼製部の塗装状態		
必要の都度	5. 藻類の発生状況				
必要の都度	6. フロックの沈降状況の監視（薬注時）				
1日	7. 濾過水面結氷状況				
1日	8. 壁面藻類及び虫類等の付着状況				
水位計、流量計、水質計器の保守、点検					

1. 運転

- ① 沈澱水濁度は10度以下となるように常に原水及び沈澱水を監視する。沈澱水水質は、原水の水質によって左右されるので、必要に応じて流入量の調整や凝集剤注入等適切な処置を講じる。
- ② 原水濁度が30度以上のときは、前処理として沈澱池への流入前に凝集剤を注入し、凝集沈澱を行い良好な沈澱水を得るように努める。この場合、フロックによる濾過池の閉塞を早めることのないように、上澄水を取水するよう配慮する。
- ③ 強風などで沈澱作用が阻害されるおそれのあるところでは、波浪防止のための装置を設け、沈澱スラッジの再浮上の発生を防止すると共に十分に監視を行う。
- ④ 沈澱スラッジは堆積状況に応じて、適宜排泥を行う。
- ⑤ 沈澱池内で、藻類が繁殖すると一般にpH値が上昇し、池内の水が緑～暗赤色に着色することがある。池壁には藻類のほか、淡水海綿やコケムシなどが着生して生物膜を形成することがある。このようなときには、塩素処理などを行うと駆除できるが、後続の緩速濾過池の生物濾過膜に悪影響を与えないよう、濾過池流入時には、遊離残留塩素がすべて消費されるように慎重に行う。

2. 日常点検

沈澱池の流入、流出、排水、越流等の各設備は常に点検して、操作が確実にできるように整備しておく。

7.7.3 濾過池

1. 運転

- ① 濾過池の水深は、砂面上 90～120cm を保持させる。
- ② 濾過速度は 4 ～ 5 m/日 を標準とする。原水水質が良好である場合でも、最大でも 8 m/日以内とする。
- ③ 濾過池の流出水位は、濾層内に負水頭が生じて濾過機能に障害を起こすことを防ぐため、砂層表面より低下させない。
- ④ 濾過水の流出水位が砂層表面まで低下したときは、砂面の削り取りを行う。

7.8 浄水池

7.8.1 総則

浄水池は、濾過水量と送水量との間の不均衡を調整緩和するとともに、事故時の対応などに備えて浄水を貯留する役割をもち、浄水施設としては最終段階の施設であり、貯留量を大きくして配水

池を兼ねることもある。そのため、浄水が外部から汚染されないように定期的に内部の点検を実施するなど、衛生面での管理に十分注意する。

7.8.2 浄水池

1. 運転・管理

- ① 浄水池中の浄水の水質が適切に維持されていることを確認する。特に、残留塩素濃度が目標値に適合しているか、常に監視する。
- ② 浄水池の役割を十分発揮させるため、水位は常に把握しておく。

2. 日常点検等

- ① 浄水池の人孔、監視廊出入口、検水口等は必ず施錠する。また、外部から雨水、塵埃、昆虫及び小動物などが入らないよう換気設備、ガラリ及び防虫網を常に点検・整備し、水質汚染を防止する。
- ② 浄水池の内部には、水あかが付着したり沈澱物が堆積することがあるので、計画的に内部点検や清掃を実施する。清掃後は、使用再開までに引水排水注）を行う。公共用水域へ排水する場合は、必要に応じて脱塩素処理を行う。また、浄水池の使用を開始する前には水質検査を行う。
- ③ 清掃時には、ほとんど密閉された空間内で塩素を含む水を使用して洗浄するため、発散する塩素ガスにより目や鼻が刺激され、軽い中毒症状を起こすことがある。そのため、必ず作業に当たっては、酸素濃度測定、換気装置の設置、保護具の着用などの防護措置をとる必要がある。また、日常点検のため浄水池内部へ入る場合も同様の注意をする。
- ④ 清掃時には、構造物の点検、伸縮継手や内面防水層の劣化状況、天井・側面部からの漏水の有無等もあわせて点検する。
- ⑤ 浄水池では、塩素による腐食が激しいので、付属設備（扉、バルブ、足掛け、金物等）、計測機器（水位計・流量計等）の点検を十分行う。

7.8.3 消毒

1. 消毒作業

浄水池を新設又は補修した場合は、まず内面を高圧ジェット水などで清掃し、次いで浄水でよく洗浄した後、10mg/L 程度の遊離残留塩素を含む浄水を計画高水位まで満たし、24 時間静置後の遊離残留塩素が 5 mg/L 以上検出することを確認する。24 時間静置後の遊離残留塩素が 5 mg/L 以下の場合は、前述の洗浄と塩素消毒を繰り返す。

また、躯体からアルカリ分を溶出させるため、さらに数日間静置し、この間に異臭味の検査を実施する。異臭味が著しい場合は、浄水を計画高水位まで満たした状態で数日間静止し、異臭味がなくなるまで繰り返す。その後、静置した水を完全に排水する。続いて引水排水を行い使用開始する。

注) 引水排水とは、浄水池内に通常の浄水を水深 1 m 以上まで満たし、次に、流入流量及び流出流量

を等量にして、水位を一定に保ちながら、浄水の滞留時間が浄水池の設計滞留時間（通常 1 時間程度）以上となるように、通常の浄水を流入させながら排水することをいう。このような排水作業を、浄水池内の水が計算上 2 回以上入れ替わるまでの間継続する。

7.9 消毒設備

7.9.1 総則

水道水の消毒は、水中の病原生物による汚染を防止し、配水系統における衛生上の安全を保つことを目的に行うものである。水道水は常時、確実に消毒されていなければならない。地震などにより消毒設備が損傷し消毒できない場合は、直ちに浄水処理を停止し、その後、消毒設備の機能が適正に回復した上で浄水処理を再開しなければならない。

衛生上必要な措置として、水道法施行規則第 17 条では水道水の保持すべき残留塩素濃度を規定しており、塩素剤を用いない消毒は認めていない。水道水の消毒は、次亜塩素酸ナトリウム、液化塩素、次亜塩素酸カルシウム（高度さらし粉を含む）等の塩素剤により行う。

塩素剤による消毒は、効果が確実で大量の水を容易に消毒でき、その効果が残留する利点がある。反面、トリハロメタンなどの消毒副生成物が生じたり、特定な物質と反応して臭気を強めたり、アンモニア態窒素と反応して消毒効果を弱めたりすることがある。特に濁りがあると、濁質が病原生物の保護体となり消毒効果を弱めることになるので、沈澱、濾過の段階で適正な濁質除去を行う。

塩素剤の貯蔵管理においては、常に適切な貯蔵量を確保した上で、塩素剤の種類に応じた環境で管理し、変質や事故のないようにするとともに、耐震、耐火等の対策にも十分留意する。

塩素剤の注入率は、給水栓水の残留塩素濃度が、常時規定量を維持するよう水質、施設の材質、滞留時間などを考慮して設定しなければならないが、水質基準を補完する水質管理目標設定項目（遊離残留塩素 1.0mg/L 以下）に定められているように、過大とならないよう十分留意する。

7.9.2 塩素剤

1. 次亜塩素酸ナトリウム

1) 性質等

次亜塩素酸ナトリウムは、有効塩素濃度 5～12% 程度の淡黄色の液体であり、強いアルカリ性を示し腐食性がある。また、不安定で常温でも保存中に酸素を放出して分解する。この分解は、日光、紫外線、温度の上昇などによって促進される。

2) 使用上の留意点

(1) 取扱い等

次亜塩素酸ナトリウムは、有効塩素濃度が高いほど不安定で、貯蔵中に有効塩素量が減少する傾向が強いので注意する。注入に際しては、気泡の発生及びスケール付着による注入不良事故を防止するよう留意する。

また、酸によって急激に分解し、塩素ガスを放出し危険なため、酸剤、硫酸アルミニウム等の酸性溶液と混合しないように注意する。また、強アルカリ性のため皮膚、粘膜に付着しないように取り扱う必要がある

(2) 日常点検

次亜塩素酸ナトリウム消毒設備の日常点検は、巡視中に運転状況などを確認する。

2. 液化塩素

1) 性質等

塩素ガスは、極めて反応力が強く、常温では黄緑色の強烈な窒息性の刺激臭を有するガスで、空気の約 2.5 倍の重さを有している。

塩素ガスを冷却圧縮すると、20℃では 6.6 気圧で液化し、比重約 1.56 のみかん色の液体となる。出荷時、容器には、通常、常温で約 90%の液化塩素と約 10%の高圧塩素ガスが充填されている。液化塩素が気化すると約 460 倍(0℃、1 気圧において)の容積のガスになる。塩素ガスは、水にわずかに溶けて淡黄色の塩素水となる。

大規模浄水場の場合、多量の市販次亜塩素酸ナトリウムの運搬上の危険度や環境への配慮等を検討した上で、自家生成次亜塩素酸ナトリウムの導入例もみられる。

2) 使用上の留意点

(1) 取扱い等

液化塩素は、塩素ガスを冷却圧縮しており、極めて毒性が強いため、その性質を熟知して細心の注意を払って取り扱う必要がある。

(2) 日常点検

液化塩素消毒設備の日常点検は、巡視中に運転状況などを確認する。

(3) 保安教育等

液化塩素を貯槽で使用する事業者は、通常高圧ガス製造施設扱いとなり、危害予防規定や保安教育計画を定め、職員の保安教育及び訓練を実施しなければならない。

保安教育は、保安意識の高揚、塩素の基礎的性質、設備の保安技術、管理、高圧ガス容器の取扱い、

事故時の応急措置及び関連法規等について、実施計画に基づき行うとともに、新規職員の採用、職員の異動、設備又は運転方法の変更、災害事故等があったときは随時実施する。

事故を想定した訓練は、事故の発見、通報、職員の招集、避難、応急措置等を年1回以上実施する。

3. 次亜塩素酸カルシウム(高度さらし粉)

1) 性質等

高度さらし粉は、無色ないし白色の粉末、顆粒又は錠剤であり、通常、有効塩素濃度60～70%を含み、わずかに塩素臭を有し、水には比較的容易に溶解する。

2) 使用上の留意点

高度さらし粉は、安定性が良く長期の保存に耐えるので、災害時などの非常用の消毒剤として適している。使用の際には、あらかじめ溶解しておき、注入は次亜塩素酸ナトリウムと同様の設備で行う。濃度の高い溶液を注入する場合には、注入管のスケール発生及び有効塩素濃度の低下に注意する。また、密封して乾燥した冷暗所に、水、可燃物及び爆発性物質と接触しないように保管場所を設けて貯蔵する。包装容器が破損しこぼれた場合は、少量であれば約10倍以上の水で洗い流すなどの処置を施す。

なお、火災の際には、熱分解などにより酸素及び塩素を発生するので注意する。特に150℃以上では一気に分解し酸素を放って爆発するおそれがある。また、酸と反応すると塩素を放すので注意を要する。

7.9.3 水道水の塩素消毒

1. 基本的事項

塩素消毒を常時、確実にを行うための基本的な事項は次のとおりである。

- ① 消毒設備は、消毒が中断しないよう予備機も含めて常に整備しておく。
- ② 塩素注入では、塩素と水と十分均等に混合されているか、注入端末装置を含めて、適宜、点検・確認する。また、貯蔵での品質管理にも十分配慮する。

2. 塩素注入率

遊離残留塩素による場合、給水栓水で保持すべき遊離残留塩素濃度は、水の塩素要求量及び水と接触する水道施設によって消費される塩素量を十分考慮して設定する。

結合残留塩素による場合は、原水中のアンモニア態窒素を利用する方法と、遊離残留塩素処理後にアンモニア態窒素を加える方法がある。

1) 給水栓水で保持すべき残留塩素濃度

消毒は塩素剤により行うことが義務づけられており、水道法施行規則第17条(衛生上必要な措置)により給水栓水中の遊離残留塩素を0.1mg/L(結合残留塩素の場合は0.4mg/L)以上保持す

ることとされている。

このほか、次のような場合は、遊離残留塩素は 0.2mg/L（結合残留塩素の場合は 1.5mg/L）以上を確保しなければならない。

- ① 水源付近及び給水区域、その周辺において消化器系感染症が流行しているとき。
- ② 全区域にわたるような広範囲の断水後に給水を開始するとき。
- ③ 洪水などで水質が著しく悪化したとき。
- ④ 浄水過程に異常があったとき。
- ⑤ 配水管の大規模な工事、その他水道施設が著しく汚染されたおそれのあるとき。
- ⑥ その他、特に必要であると認められるとき。

2) 水の塩素要求量と塩素消費量

消毒された水は、配水池、ポンプ、送水管、配水管、給水管、メータ等に接触する間に塩素消費される。

3. 残留塩素の確認

浄水池、配水池では、一定時間ごと及び必要の都度、残留塩素を測定し、塩素注入率が適当であるか確認する。

配水池滞留時間や浄水場からの送・配水管等の施設規模の関係から、残留塩素の減少が著しい場合は、途中に追加注入用消毒設備を設けるなど、必要な措置を講じる。

また、定期及び臨時に行う給水栓水の水質検査の際、残留塩素が検出されなかったり、検出濃度が異常に変化した場合には、クロスコネクションなどによる汚染の可能性を含めて、直ちに原因を調査し適切な措置を講じる必要がある。

残留塩素の検査方法は、ジエチル-p-フェニレンジアミン法(DPD法)、ポーラログラフ法等により行う。

7.9.4 貯蔵設備

1. 貯蔵方法等

次亜塩素酸ナトリウムは、20kg 容器による貯蔵と、タンクローリなどによって搬入されて貯槽に貯蔵する場合がある。

液化塩素は、工場で充填した容器(50kg 容器又は 1 t 容器)での貯蔵と、浄水場などの貯槽による貯蔵とがある。

これらの塩素剤は、常に使用量の 10 日分以上の量を確保しておく。

2. 貯蔵設備と管理

1) 次亜塩素酸ナトリウムの貯蔵

(1) 貯蔵管理

- ① 貯蔵室は、通風のよい環境が保たれるよう換気装置などの適切な運転管理を行い、室温上昇防止に努めるほか、窓、出入り口等からの直射日光は遮蔽する。
- ② 容器は、通風のよい冷暗所に架台を設けて転倒しないように置く。
- ③ 貯槽又は容器置場及び防液堤の近くに設けられた洗浄用の給水設備の作動状況を点検・確認する。
- ④ 有効塩素濃度は貯蔵中に低下することから、当該貯蔵設備における有効塩素濃度の変化を把握して、貯蔵期間や貯蔵温度の管理にあたる。
- ⑤ 有効塩素濃度が低下すると、その分次亜塩素酸ナトリウムの注入量が増加することとなり、結果として水中の臭素酸イオンも増加するので留意する。
- ⑥ 長期間貯蔵すると、次亜塩素酸イオンの酸化による塩素酸イオン濃度の上昇が起こることがあるので注意する。
- ⑦ 異物の混入、特に重金属類があると、分解を促進し有効塩素濃度低下を招くので十分注意する。
- ⑧ 漏洩した場合を想定し、漏洩拡散や他の薬品との混合、あるいは浄水場外への漏液などを防止する施設・設備の点検等を適切に行う。漏液処理などについては専門業者への委託を含めた確な措置を講じる。

(2) 受入れ

- ① 20kg 容器は、蓋を上にして搬入し、積み重ねずに貯蔵する。また、空容器との区別を明確にする。
- ② 20kg 容器は衝撃に弱いので、突起物などにぶつからないよう取扱う。
- ③ タンクローリから貯槽への受け入れ時には、事前に、受入槽の残存量を確認し、液位計、各バルブ類、ストレーナ、管路等に異常がないかを確認する。
- ④ 受入槽や受入口の誤認がないこと及びタンクローリとの確実な接続を確認してから受け入れる。

(3) 検収

- ① 納入時には計量と共に品質検査を行う。
- ② 計量は、計量設備のないところでは計量証明事業者の発行する重量証明書を提出させ、液面計から容量を求めて確認する。タンクローリによる納入の確認はトラックスケールで行う。また、容器の納入量の確認は、台秤で行う。
- ③ 品質管理は、有効塩素濃度が、季節や運搬状況により必ずしも一定ではないことを踏まえて、購入規格、購入仕様書に基づき、有効塩素濃度、比重及び液温の測定並びに外観検査を行う。なお、含有する臭素酸の濃度を確認しておく。

(4) 貯槽

貯槽の内面については、耐食状況を定期的に点検し、清掃する。付属する液面計、点検用人孔、取

出し(排液、溢液、洗浄等) 配管接続口、梯子等の外観状況や漏液の有無等を定期的に点検・確認する。

(5) 小出し槽

- ① 小出し槽の内面状況などについて、貯槽に準じて点検・整備する。
- ② 小出し槽の液位は、停電時を考慮して、極力、高く保つようにする。
- ③ 小出し槽では、配管接続口、付属機器(ボールタップ等の液面制御装置) を含めて、貯槽同様に各部位の外観・漏液有無等の点検が必要である。
- ④ 気泡の発生については 7.9.5 注入設備を参照とする。

2) 液化塩素の貯蔵

(1) 貯蔵管理

- ① 塩素ガス充填容器内の塩素は高圧でかつ有毒なため、一時仮置きなどは絶対に避け、必ず所定の場所に整然と置くなど、慎重に取り扱う。
- ② 貯蔵場所に湿気が多い場合は、適宜、換気しこれを排除する。
- ③ 塩素ガスの漏洩は少量であっても、器材を腐食させたり、操作員が中毒を起こす危険があるので十分に注意する。
- ④ 漏洩に備えて防毒や除害の処置を講じておく。除害設備のない場合でも、漏洩塩素ガスに対する吸収剤として水酸化カルシウムを常備し、その保有量は基準などで定められた以上とする。実際の除害操作にあたっては、できるだけ短時間に所定量を均一に散布できるよう散布機(手動式、加圧式、あるいは動力式) を操作の容易な場所に備えておく。
- ⑤ 貯蔵場所や容器運搬時には、窓、出入口等からの直射日光が容器に当たらないように日よけをするなど必要な措置をとり、常に容器温度を 40℃以下に保つよう留意する。
- ⑥ 貯蔵場所では、定められた保温装置以外の火気、その他の熱源は使用しない。
- ⑦ 50kg 容器からの塩素ガス漏れなどの異常時に備え、あらかじめ、地面に適当な穴を設けておく。

(2) 容器による受入れと取扱い

- ① 充填容器と使用済み容器とは札などによって表示し、明確に区分する。
- ② 塩素容器の入荷時には、検定刻印の有無やアンモニア水を使って、元弁、容器等の塩素ガス漏洩などの有無を確認する。
- ③ 容器を使用する際には、元弁のスピンドルのパッキン押えナット(グランドナット) の締め付け具合や漏洩の有無を確認する。場合によっては、適宜、増し締めを行う。
- ④ 塩素容器を運搬する際は、必ずキャップ又はカバーを付けて弁を保護し、積み降ろしの際は、決して衝撃を与えないよう慎重に取扱う。
- ⑤ 元弁は、専用のハンドルを用いて、余り強い力を加えないように開閉する。
- ⑥ 補助弁の取付け及び配管の取替え時等には、パッキンに異物付着がないかを確認するほか、パッキンの入れ忘れのないよう注意する。

- ⑦ 使用済み容器は、内部に湿気、ほこりが入らないよう、直ちにバルブを閉じ、蓋を付ける。
- ⑧ 凍結した塩素容器の頭部を解凍する際、安全栓のヒューズ(銀板) が溶けないように熱湯の使用は避ける。
- ⑨ 容器を直立させる場合、架台に確実に固定し、横置きの場合は、はめ込み式の架台上に置く。地震時に、容器に衝撃を与えるおそれのあるものを貯蔵所内に置かない。

(3) 貯槽による受入れと監視

- ① 塩素の受入れ時には、事前に、液位計、圧力計、計装設備の電源・圧縮空気源、塩素受入れ空気源等の作動状況などを確認し、併せて、除害設備の状況、受入経路(圧縮空気経路も含む)の弁類、タンクローリとの接続状態等を確認する。なお、受入用空気は除湿装置で充分乾燥された乾燥空気(露点 -45°C 以下)を使用する。
- ② 受入操作は定められた手順で確実にいき、手動弁の開閉は徐々に行う。受入中は貯槽内の液位及び圧力を常時監視し、各部位から塩素漏洩の有無をアンモニア水で確認する。
- ③ 受入量は、その貯槽に定められた最大量を超えてはならない。受入れ後、タンクローリとの接続部にフランジ蓋を取り付ける。
- ④ 貯蔵中は貯槽内の液位、圧力及び貯蔵室内の温度を定期的に監視し、塩素漏洩がないかを定期的に検査する。
- ⑤ 液位計、圧力計、温度計、塩素漏洩検知器等の監視用計器類及び警報装置の動作試験を定期的に行い、常に正常に作動するように整備する。また、6箇月に1回作業環境の測定を行う。
- ⑥ 貯槽は、使用状況を標識などで明確に表示するとともに、バルブ類や操作スイッチは、誤操作や誤動作等がないよう標識での表示や施錠を確実にいく。

7.9.5 注入設備

1. 次亜塩素酸ナトリウムの注入設備

1) 注入方法等

- ① 注入設備では、気泡発生や弁類、配管類でのスケール発生により注入障害などが起きることがあるため注意し、障害の未然防止のため、適宜、点検する。
- ② 適正な残留塩素濃度を保つため、注入点での十分な混和と接触時間が確保できているか、適宜、確認する。

2) 注入方式

注入方式には、インジェクタ式、ポンプ式及び自然流下式がある。図-7.9.4 に注入方式の一例を示す。

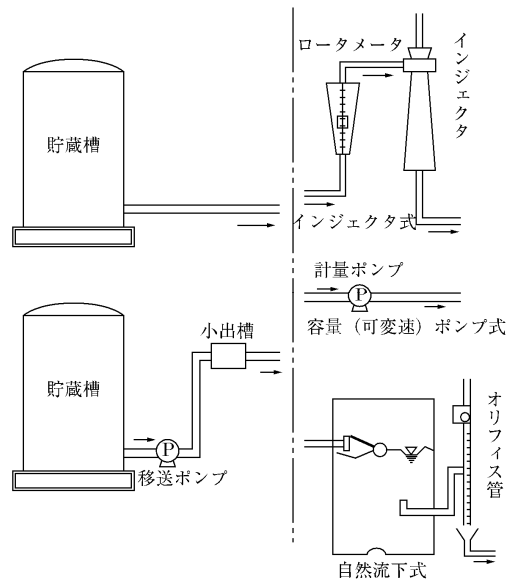


図-7.9.4 注入方式の例

- ① インジェクタ式は、圧力水をインジェクタに供給し、次亜塩素酸ナトリウムと混合させたのち注入点に送液する方法である。
- ② ポンプ式は、各種ポンプ等により注入点に送液する方式である。
- ③ 自然流下式は、貯槽などの位置水頭により注入を行う方式である。

3) 注入量

注入量は、処理水量に注入率を乗じて次式により算出する。

$$V = Q \times R \times 100 / C \times 1 / d \times 10^{-3}$$

V : 注入量(L/h)

Q : 処理水量(m³/h)

R : 塩素注入率(mg/L)

C : 有効塩素濃度(%)

d : 次亜塩素酸ナトリウムの比重

4) 注入機の操作

塩素注入を中断しないよう注入機は必ず予備機を含めて常によく整備する。

(1) 注入量の確認

次亜塩素酸ナトリウムの注入については、処理水の残留塩素濃度や注入機の動作状態から注入状況を監視・確認するとともに、注入量の実測値と小出し槽、貯槽の液位差により、正確に注入量を確認する。

(2) 運転上の留意事項

- ① 次亜塩素酸ナトリウムが分解して発生した酸素ガスは、配管内で微細な気泡となって、ポンプ吸入側配管内や注入機内部の流路障害を招きやすく、不安定注入の要因となるので注意する。
- ② 酸素ガスの発生現象は、流速と温度の影響を受けるので、運転中は気泡の発生状態を監視し、必要に応じて脱泡装置によりガス抜き操作を行う。
- ③ 気泡の発生が多い場合やガス抜き状態が不良のときは、気泡が溜まる原因を究明し、脱泡装置の改良など必要な措置を講じる。
- ④ インジェクタ水などの硬度が高いと、次亜塩素酸ナトリウムに含有する遊離アルカリと反応して炭酸カルシウムなどが析出しやすく、スケールとして管壁などに固着するのでその状況を適宜、点検・整備する。
- ⑤ 次亜塩素酸ナトリウムを原液のまま注入する場合は、注入点付近にスケールが付着するので、点検する。
- ⑥ インジェクタ注入方式の場合は、インジェクタの出口部、注入管の上流部、管の底部、屈曲部、弁類等にスケールが多く付着するので、点検・整備する。
- ⑦ 注入機の運転では、真空圧力や注入圧力を監視し、圧力異常時にはスケールの付着状況を点検する。
- ⑧ 常用と予備の注入機、配管は、スケール除去の面から、定期的に交互運転を行う。停止させた注入機、配管は、一定期間通水して洗浄する。水洗いの効果がない場合は、配管などの取り替えを行うことも有効である。
- ⑨ 注入量を測定する電磁流量計を長期間停止する場合には、必ず水を通して洗浄しておく。

2. 液化塩素の注入設備

1) 注入方法等

- ① 液化塩素は、容器面を通じて熱の供給を受けながら、気化することになるが、その気化量は、50kg 容器で1 kg/h 程度、1 t 容器で6～8 kg/h 程度である。注入機室内の温度は、塩素ガスの気化の面から、寒冷時でも15～20℃に保つように努める。
- ② 塩素気化器は、一般に、塩素使用量が20kg/h 以上の場合に使用する。塩素気化器の一例を図-7.9.6 に示す。また、塩素気化器の運転操作例を、表-7.9.7 に示す。

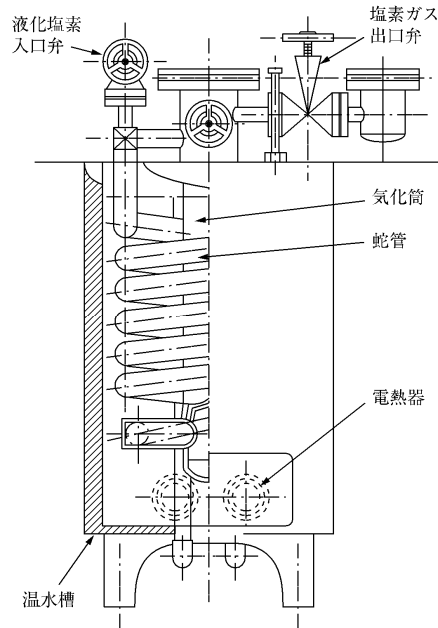


図-7.9.6 塩素気化器の例

表-7.9.7 塩素気化器の運転・操作例

	操作	気化器の動き	注意すべき点
始 動	1. 槽内に注水する	1. 越流管にて低水位に保たれる。 2. 水位計で指標が赤印以上となること。	1. 水の不足に注意。 2. 古くなると水あかが沈殿するので3ヶ月くらいで入れ替え。
	2. 電源を活かし水を温める。	1. 42℃になるとサーモスタットにより電源が断たれる。	1. サーモスタットのセット ・・・40℃ 2. 温度計のセット ・・・下限 33℃ / 上限 50℃
	3. 液塩入口弁を開き液塩を導入する。	1. 液塩が蛇管を通り気化筒内に入る。 2. 圧力計がガス圧力を指示する。	1. ガスの漏洩に注意。
	4. 40℃に温まったならばガス出口弁を開きガスを供給する。	1. 温度は自動制御される。	1. 塩素ガスの漏洩に注意。 2. 出口弁はゆっくり開く。
停 止	1. ガス出口弁を閉じると、ガスは遮断する。		1. 比較的短時間停止のとき。 2. 液塩入口弁は閉じないこと。
	1. 電源を遮断しておく。		1. 長期に停止する場合は、入口弁全閉にし、内部のガスを除去するか、残ガス圧力 0.05Mpa になれば安全弁の元弁を閉にする。 2. 残ガス圧力が 0 になれば出口弁・圧力計元弁を全閉にする。

2) 注入方式

- ① 水道用で最も一般的に使用される塩素注入機は、インジェクタによって塩素ガスと圧力水を混合する湿式真空式注入機である。
- ② ガス体の計量は、計量部分のガスの温度及び圧力をほぼ一定に保つ必要があるため、室内温度の変化をできるだけ少なくするよう配慮する。また、減圧弁や真空调節弁によって、計量部分の圧力を一定に保持するよう調整する。

3) 注入量

注入量は、処理水量に注入率を乗じて次式により算出する。

$$V=Q \times R \times 10^{-3}$$

V：注入量(kg/h)

Q：処理水量(m³/h)

R：塩素注入率(mg/L)

4) 注入機管理の留意点

- ① 注入機の操作を表-7.9.9 に示す。塩素注入を中断しないよう注入機は必ず予備機を含めて常によく整備する。

表-7.9.9 注入機の操作

	操作	注入機の動き	注意すべき点
始 動	1. 給水調整弁開	インジェクタに圧力水が供給され真空が発生	給水圧力計が所要の圧力を指示するように調節する。
	2. 出口弁開	真空調節弁真空圧力が作用する	
	3. 電源スイッチ入	減圧弁ヒータ通電	
	4. 塩素調節弁開	減圧弁内に真空圧力作用	
	5. ボンベ元弁及び補助弁開	塩素ガス圧力が塩素圧力計に指示	アンモニアによる塩素漏洩を確認する
	6. 塩素調節弁開度を調整	注入量がフローレータに指示	保温ヒータが減圧弁を温めていることを確認
	7. 塩素ガス圧力の点検		
停 止	1. 補助弁（長期停止時はボンベ元弁）閉	塩素ガス圧力がゼロになることを確認	
	2. 塩素調節弁閉	フローレータ指示値がゼロとなる	次の運転に備え、閉のままでもよい
	3. 電源スイッチ切	減圧弁ヒータ停止	
	4. 出口弁閉		
	5. 給水調節弁閉		

- ② 取扱主任者（作業主任者）は、注入機の機能及び塩素ガスの特性を熟知した者であって、塩素取扱い経験1年以上の者や法定技能講習修了者の中から定め、施設・設備の保安、点検に当たらせる。
- ③ 注入機の適正範囲より注入量が少ない場合は、注入調整が不正確となるので留意する。
- ④ 塩素ガスは、一気に多量に使用すると、気化熱のために容器表面が凍結して塩素ガスの流出量が減少し、所要量の塩素が注入できなくなるおそれがあるため留意する。
- ⑤ 塩素混合用水の所要圧力及び水量は注入機の種類、容量により異なる。圧力管内に注入する場合は、その管内圧力の2倍以上の圧力を有する水を供給する。
- ⑥ 注入機では、直接加熱は避けて間接保温にする。
- ⑦ 機械の性質上、始動・停止時に最も故障が生じやすいので、短時間の間欠運転は極力避ける。

7.9.6 配管その他

塩素用配管及び次亜塩素酸ナトリウム用配管は、いずれも漏洩などのないよう十分な維持管理を行う。特に、次亜塩素酸ナトリウム用配管には、スケール付着やガス溜り状況の目視点検用の透明配管部を設けることが有効である。また、誤接合などを避けるために他の配管類とは色分けし、流路方向の明示などを施す。

7.9.7 注入制御

注入制御方式は、注入量計を見ながら人為的に調節弁などを操作する手動制御と、流量計、調節計、残留塩素計等の計装計器類を組み合わせる自動的に調整する自動制御がある。一般的に自動制御では、注入量を目標値として直接的に制御する場合を基本として、更に、塩素注入率及び配水池出口水などの残留塩素を目標値としてそれに応じた注入量を制御する場合などがある。こうした注入制御が正確に行われないと、所要注入量が確保されないことになるので、それぞれの方式の特性を理解し、常に的確な注入ができるようにする。

7.9.8 保安機器

1. 次亜塩素酸ナトリウムの保安機器

次亜塩素酸ナトリウムは強アルカリ性で、酸化作用があるため、取扱い作業時などには次のような事項に留意する。

- ① 取扱い作業時には十分に換気を行い、必要に応じて、皮膚や粘膜を保護するためそれぞれ適切な保護具を使用する。
- ② 従事者には、保護具の使用方法、水栓の位置等を熟知させる。

2. 塩素保安機器

液化塩素を取扱う施設は、法規及び関連規則・基準等に従い、保安用具、感震器、緊急遮断弁及び塩素漏洩検知機等の保安機器を具備する。

保安用具の保管場所は、塩素ガスが漏洩するおそれのある場所にできるだけ近く、管理が容易でかつ緊急時に塩素ガスに接することなく取り出すことができる場所とする。このほか、停電時にも緊急処置がとれるよう非常用照明を設置する。

保安用具は常に清潔かつ良好な状態に保ち、吸収缶などの消耗品は定期的に又は使用後に点検し、更新、補充を行うとともに、職員に対して装着訓練を行い使用方法を習熟させる。

また、保護具の点検、これに伴う更新・補充及び保護具の装着訓練の実績は、記録して保管しておく。

7.9.9 漏洩時の対応

1. 次亜塩素酸ナトリウムの漏洩時の対応

次亜塩素酸ナトリウムの廃液は、pH 値(12 以上)、塩素濃度とも高く、環境に与える影響が大きい。誤って地面にしみ込んだ場合には、亜硫酸ナトリウム溶液などを散布する処置を行い、廃液処理を専門業者に委託する。

廃液が誤って場外へ排出されないように、随所に防液堤などの施設を設けることが有効である。

緊急的な中和の作業は、次の事項に十分注意して行う必要がある。

- ① 漏洩時には、亜硫酸ナトリウムなどで中和(脱塩素) させた後、多量の水で希釈する。排出水の処理は専門業者へ処理を委託して pH 値が 5.8 以上 8.6 以下にし、かつ、残留塩素が検出されないようにする。
- ② 的確な保護用具を装備した上で、細心の注意を払って作業する。皮膚や衣類に付着した場合は、速やかに水で十分洗浄し除去する。誤って眼に入った場合は、直ちに多量の水で洗浄し医師の手当を受ける。
- ③ 飲み下した場合には、直ちに水による洗浄を行う。また、すぐに医者への指示を仰ぐが、応急的緊急的処置として、炭酸水素ナトリウム 30～50g/L の水溶液での洗浄、250mL の水に硫酸マグネシウム 30g と炭酸水素ナトリウム 10g を溶解した水溶液を服用させるとよいとされている。
- ④ 薬品による中和処理は、次の手順により行い、残留塩素値や pH 値によって確認する。
 - ・タンク内の液をできるだけ減らし、有効塩素濃度を調べた後、有効塩素量の約 1.8 倍量の亜硫酸ナトリウムを用意する。
 - ・亜硫酸ナトリウムをできるだけ 5 %水溶液にして次亜塩素酸ナトリウムと静かに混合し、反応させ(反応熱は 30～40℃となる)、水で希釈し塩酸で中和する。
 - ・これらの処理による中和反応を確認し、残塩と pH 値を測定後、水で希釈する。

2. 塩素の漏洩時の対応

塩素漏洩時には、必要な保護用具を装備の上、細心の注意を払って調査および処置を行う。

- ① 塩素ガス漏洩時には、水酸化ナトリウム溶液、炭酸ナトリウム灰溶液、石灰乳、水酸化カルシウム等の除害剤を用いて中和するが、一般的には、水酸化ナトリウム溶液が適している。
- ② 除害装置は、漏洩塩素ガス及び貯槽の排気などを十分中和し、無害のものとして大気に放出する装置である。水酸化ナトリウム溶液の中和能力は、塩素と反応し次第に減少するので、常に溶液の濃度を確認し、低くなったときは速やかに取り替える。
- ③ 水酸化ナトリウム溶液の保有量は、中和しようとする塩素量と、使用する溶液濃度とにより定まる。
- ④ 一般に、水酸化ナトリウム溶液は 45%以上の濃度で購入する 경우가多く、これをそのまま中和に使用すると食塩の析出や低温時の結晶析出等での支障があるため 20～25%に希釈して使用する必要がある。

- ⑤ 液化塩素貯蔵量 1,000kg 未満の小規模消費では、除害剤として水酸化カルシウムを使用する
場合が多いが、水酸化カルシウムは使用する際飛散しやすいので、作業時には防塵眼鏡、防
毒マスク等を使用するなどして人体に影響のないよう注意する。水酸化カルシウムを袋詰
めの状態で保存する場合は、できるだけ乾燥した場所に保存する。水酸化カルシウムによる
除害操作を行うときは、できるだけ短時間に、所定量を均一に散布できるよう手動式、加圧
式若しくは動力式の散布機を使用することが効果的である。
- ⑥ ガス漏れが激しく危険と判断されたときは、速やかに警察署、消防署等に通報し、すばやく
周辺地域に広報して付近住民を安全な場所に避難させる。
- ⑦ 容器から液体として漏れている場合は、漏れている箇所が上になるように容器を回転させ、
ガス体で出るようにする。塩素ガスは、液化塩素の約 460 倍（0℃、一気圧において）の容積
となるので、同じ孔から漏出する塩素量は、液化塩素の場合に比べてはるかに少なくなる。
塩素容器の漏れ口が小さい孔であれば、できるだけ早く、専門業者に依頼して容器内の塩素
を抜いて空にする。
- ⑧ 50kg 容器から塩素ガスが漏れて止まらないときは、あらかじめ掘った穴に容器を入れシー
トなどで覆い、さらに多量の石灰や土砂をかぶせ、水で湿らして塩素ガスが他に流れないよ
うにする。その後の一連の解消作業は専門業者に依頼し処理させる。
- ⑨ 1t 容器、貯槽、消費設備等から漏洩した場合は、除害装置が正常に稼働しているかどうかを
確認した上で作業に当たる。通常、除害装置は漏洩検知器の警報設定値により自動的に始動
するようになっているが、自動始動しなかった場合は、直ちに現場操作によって起動させ、
漏洩ガスの中和に努めて、漏洩箇所の調査及び応急処置を講じる。

7.9.10 異常時の対応

1. 火災発生時の対応

液化塩素及び次亜塩素酸ナトリウムの貯蔵所内、注入機室内、又はそれらに近い場所（火災によ
る熱の影響を受ける区域）で火災が発生したときは、直ちに消防署に通報するとともに、注入を中
止して消火に努めることはもちろん、次のような処置を講じる。

- ① 液化塩素の場合、50kg 容器は速やかに火災の影響のない安全な場所に移す。1t 容器、貯槽
又は注入装置は、これら装置内のガス圧力が異常に上昇することを防ぐため、装置内のガス
を除害装置により処理するとともに、外部から多量注水して冷却に努める。
- ② 次亜塩素酸ナトリウムの場合は、貯槽・配管材等の可燃物が燃焼し、温度が上昇してくると、
塩素ガス、一酸化炭素、ハロゲン化ガス等の有害ガスが発生し危険なため、適切な保護具を
装着して消火に当たることが必要である。
- ③ 火勢が強く塩素ガスが漏洩し、危険と判断される場合は、7.9.9 の 2. 塩素の漏洩時の対応に
準じて対処する必要がある。

2. 地震時の対応

- ① あらかじめ定められた規模以上の地震（一般に、気象庁震度階が 4 以上）時には、機器など
の異常・破損箇所等の調査及び設備の点検を速やかに行い、状況の確認・把握に努める。

- ② 地震を感知し、監視計器の異常や現場状況から災害のおそれがあると判断したときは、容器又は貯槽の元バルブを閉止する。
- ③ 液化塩素の場合は、震動がおさまった後、直ちに除害設備を運転した上で、保安用具などを装着・携帯し、安全を確保しながら、漏洩箇所の有無などの設備の点検を行う。
- ④ 次亜塩素酸ナトリウムの場合は、貯槽・小出し槽の液位、槽内部や配管の損傷、漏液の有無を調査する。機器などに破損箇所がある場合には、速やかに応急復旧を行う。
- ⑤ 設備の安全が確認されたら、閉止したバルブを復帰し、注入を再開する。

3. 停電時の対応

非常用発電設備などの予備電源がない場合、注入設備の稼働中に停電が発生すると、動力及び計測・制御系の供給電源が切れ、塩素剤の注入が中断される。したがって、液化塩素注入方式の場合は、次のような塩素ガス漏洩防止などの処置を講じる。

- ① 湿式真空式注入機の場合は、注入機内が正圧となり、安全弁が作動し塩素ガスが室内に放出される。このとき、塩素漏洩検知器及び除害設備が使用できないので、保安用具を装着し注入設備を停止する。
- ② 長時間停電のときは、気化器の機能停止により液化塩素が流出するおそれがあるので、気化器の入口弁、ボンベ出口弁を閉止する。
- ③ インジェクタの給水がポンプ系であれば、圧力水が確保できなくなるので、注入機内で塩素漏れが起こらないように処置する。
- ④ 復電され、手動運転を行う場合は、操作手順を誤らないように十分に注意する。

7.9.11 次亜塩素酸ナトリウム生成装置（解説省略）

7.10 塩素処理設備

7.10.1 総則

塩素剤は、濾過水に注入し、消毒剤として使われるほか、塩素のもつ強力な酸化力を利用して、細菌・生物の処理、鉄・マンガン処理、アンモニア態窒素、有機物等の処理、異臭の処理などのために用いられる。

急速濾過方式では、凝集沈澱池以前の処理過程に注入する場合と、沈澱池と濾過池の間に注入する場合とがある。前者を前塩素処理、後者を中間塩素処理という。

トリハロメタンやかび臭の低減を図るためには、凝集沈澱処理によりトリハロメタン前駆物質やかび臭産生藍藻類等をできるだけ除去した後に、塩素処理を行う中間塩素方式が前塩素処理に比べ優れている。

前塩素・中間塩素処理は、上記のような目的で行われるが、原水水質の状態によっては十分な効果が得られない場合もあるので、採用にあたっては、その効果・特性を十分確認する。

緩速濾過方式では、浄化機能を有する生物濾過膜や砂層内部のバクテリアなどに障害を与えるので、原則として前塩素処理、中間塩素処理は行わない。

注入方式については、7.9.5 注入設備を参照とする。

7.10.2 前塩素処理

前塩素処理は、塩素剤を沈澱池以前の着水井、混和池等で注入し、塩素との反応時間を確保する方法である。

1. 塩素剤の注入率

塩素剤の注入率は、原水水質、処理目的等により異なるが、次の事項を参考として決定する。

- ① 細菌を対象とする場合は、濾過水で保持すべき遊離残留塩素 0.1～0.2mg/L 程度、生物の死滅や繁殖防止及びマンガンを対象とする場合は、同 0.5mg/L 程度となるように注入する。
- ② 前塩素処理は、通常、アンモニア態窒素を含む原水を対象とする場合が多く、不連続点塩素処理で行う。一般に、原水中のアンモニア態窒素の約 10 倍注入し、濾過水の遊離残留塩素を 0.5mg/L 程度に保持するのが一応の目安である。原水の水質変動、特にアンモニア態窒素の時間変動が大きい場合は、前塩素注入後の残留塩素を自動残留塩素計で測定し、残留塩素を一定とする制御を行う方法もある。
- ③ 塩素は凝集池や沈澱池で消費される量を考慮する。塩素は、直射日光を受けると分解が進むので、季節、天候、昼夜によって消費量は異なる。
- ④ 粉末活性炭処理を同時に行う場合には、通常、粉末活性炭 1mg/L で塩素が 0.2～0.25mg/L 程度、消費される。
- ⑤ 濾過池洗浄排水や排水処理設備からの雑排水を、着水井に返送して使用する場合は、一時的に塩素消費量が増加することもあるので、注入率の調整を行う。

2. 施設・設備管理上の留意事項

塩素剤の貯蔵、注入設備及び除害設備の管理は、7.9 消毒設備に準じるが、特に、以下の事項に留意する。

- ① 注入点付近は気化した塩素ガスにより、設備等が腐食されるので防食処理を施し、定期的に点検を行う。また、着水井、混和池等のコンクリート構造物や配管類についても十分な防食処理を施し、定期的に点検を行う。
- ② 注入点上部に上屋を設けてある場合は、換気を十分に行う。

7.10.3 中間塩素処理

中間塩素処理は、凝集沈澱池と急速濾過池の間でよく混和される場所に塩素剤を注入する方法

である。この方式は、原水中のトリハロメタン前駆物質、かび臭発生藍藻類等を凝集沈澱でできるだけ除去した後に、塩素剤を注入することから、トリハロメタン生成の抑制やかび臭対策に有効である。

1. 塩素剤の注入率

塩素剤の注入率は、7. 10. 2 前塩素処理を参照とする。

2. 施設・設備管理上の留意事項

施設・設備管理上の留意事項は、7. 10. 2 前塩素処理を参照とする。

3. 中間塩素処理による水質改善効果

1) トリハロメタンの抑制

前塩素処理を中間塩素処理に切替えることによるトリハロメタン低減率は、20～40%との報告がある。

2) かび臭物質の低減

かび臭物質としては、フォルミジウム(Phormidium) やオシラトリア(Oscillatoria) などの藍藻類が産生する 2-メチルイソボルネオール(2-MIB)や、アナベナ(Anabaena) などの藍藻類が産生するジェオスミンがある。かび臭物質は藻体内にあるものと、藻体内から水中に溶出したものがある。

凝集沈澱処理で、藻体内にかび臭物質を有する藻類を除去した後、中間塩素処理する方式に切替えることによって、かび臭物質が 25～90%除去された例がある。

4. 中間塩素処理時の留意点

前塩素処理から中間塩素処理に切替えることによって、前塩素による殺藻効果が期待できなくなるので、沈澱池周壁や傾斜板(管)、集水装置などに藻類が繁茂したり凝集性が低下することがある。

7. 10. 4 脱塩素処理

浄水池などの築造に伴って塩素消毒を行った後、残留塩素を含む水を河川などに放流するような場合には、魚類への影響を考慮して脱塩素処理を行う。

放流時の残留塩素濃度としては、0. 1mg/L 以下にする。

1. チオ硫酸ナトリウムによる方法

チオ硫酸ナトリウム(通称ハイポ) と塩素の化学反応による脱塩素方法である。塩素 1 mg/L に対して 3. 5mg/L のハイポが必要である。ただし、洗浄水の pH 値が高いときには、塩素 1 mg/L に対して 0. 9mg/L のハイポでよい。

通常、ハイポは5～10%の水溶液で使用される。この水溶液は、長期間貯えると効果が減少するので注意を要する。

2. 亜硫酸ナトリウムによる方法

亜硫酸ナトリウムと塩素の化学反応による脱塩素方法である。塩素 1 mg/L に対して 1.8mg/L の亜硫酸ナトリウムが必要である。

3. 亜硫酸ガスによる方法

亜硫酸ガスと塩素の化学反応による脱塩素方法である。塩素 1 mg/L に対して 0.9mg/L の亜硫酸ガスが必要である。いずれも、過剰注入とならないように留意することが必要である。

7.11 エアレーション設備

7.11.1 総則

エアレーションは、地下水に含まれるトリクロロエチレンや、鉄、臭気、遊離炭酸等の除去の目的で行われる。水と空気を接触させ、水中の揮発性物質を揮散させて除去したり、水溶性の物質を空気中の酸素で酸化させて除去しやすくする。揮発性有機塩素化合物や遊離炭酸を多く含んでいる地下水や伏流水等を水源とする水道施設に用いられることが多い。

1. 効果

- ① 水中の遊離炭酸を除去して pH 値を上昇させる。
- ② 揮発性有機塩素化合物(トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン)を除去する。
- ③ 水に空気中の酸素を供給して鉄の酸化を促進させる。

7.11.2 エアレーション方式

エアレーション方式には、噴水式、充填塔式等がある。

1. 運転

1) 噴水式

- ① エアレーション設備の後に濾過池を設けない場合は、外部からの塵埃、鳥、虫等の侵入を防ぐため上屋を設置し、底床面積の5%以上の面積の通気口を室の上下に設け、網目が1mm以下の金網を張る。
- ② 藻類の繁殖を防止するため、遮光することが望ましい。
- ③ 噴水式の運転時には、水の噴霧と空気とができるだけよく接触できるよう、水が均等に噴霧していること、噴出口部の動水頭が3～10mであること等が重要である。

- ④ エアレーション室の噴霧状態の確認を行うとともに、噴水用ポンプの吐出し圧力を計器で確認して運転する。

2) 充填塔式

- ① エアレーションは、水と空気を十分に接触させることが基本であるが、充填塔式の運転では送風量が多過ぎると、フラッディング現象により水が流下せず、塔頂から水があふれ出る場合があるので注意が必要である。
- ② 水の負荷量は $4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 以上が適切であるといわれている。充填塔の運転は、気相の流速をローディング点付近、又はフラッディング速度の 50～75%程度とするのがよい。
- ③ 気液比は、原則として実験データに基づいて決定する。原水量、原水水質、処理水の目標水質等の条件に対して、最適な送風量の管理を行うことが極めて重要である。そのため、新設時の実験データや過去の実績に基づくデータを十分参考にして、各条件ごとの送風量を決めマニュアル化しておく。
- ④ 送風機は、常用予備の 2 台で構成されている場合は、運転時間の均等化を図るため、計画的なローテーションを行う。
- ⑤ 充填材点検口は、藻類の繁殖を防止するため、遮光することが望ましい。
- ⑥ 送風機の運転音や振動、水の落下音等に対し、十分な騒音、振動対策を講じる。
- ⑦ 処理水の取り出し管の位置が低すぎる場合には、取り出し管の中へ処理水と一緒に、曝気用空気の一部が混り込むことがある。この場合、曝気用空気が有効利用できなくなるばかりか、処理水の取り出しに影響を及ぼすので、取り出し管の位置を適正にしたり、取り出し方法を工夫する。
- ⑧ オーバフロー管が、水滴の凍結により詰まることが考えられるので、凍結が懸念される地方では注意する。

2. 日常点検

1) 噴水式

- ① 噴水ポンプの運転状況（電流値、吐出し圧力含む）、異常音及び振動の有無、噴出水の噴霧状況を確認する。
- ② 有孔管やノズルが錆、鉄細菌、硫黄細菌その他により閉塞され、噴水が不均等になって効率が低下することがあるので、点検し必要に応じて清掃や補修を行う。

2) 充填塔式

- ① 送風機の運転状況、異常音及び振動の有無、充填塔内の水の流下状況を確認する。
- ② 原水中に鉄、マンガンが多いと、曝気により酸化されて充填材に酸化物が付着することがある。汚れのひどいときは充填材を取り出して洗浄する。また、送風機用フィルタの目詰まりによって、風量が減少することがないように点検・整備する。

3. 水質測定

- ① エアレーションでは、装置が正常に稼働して気液の接触が確保されていれば除去性能は安

定しているので、水質測定は、未処理水と処理水に対して、除去対象物質毎に 1 箇月に 1 回程度行うことで対応できる場合もある。

- ② 遊離炭酸除去が目的の場合は、pH 値によって管理を行うので、装置に pH 計を設置して連続測定する。
- ③ トリクロロエチレンなどの揮発性有機物の除去が目的の場合は、必要により活性炭吸着などの排ガス処理施設を設ける。

7.12 活性炭吸着設備

7.12.1 総則

活性炭処理は、凝集、沈澱、砂濾過という通常の浄水処理で除去できないかび臭物質(2-MIB、ジエオスミン等)、陰イオン界面活性剤、フェノール類、トリハロメタン及びその前駆物質、農薬、トリクロロエチレンなどの有機物質等の除去に適用する。

活性炭処理は、粉末活性炭処理と粒状活性炭処理、生物活性炭処理に分類される。

粉末活性炭処理は、75 μm ふり残分 10%以下の粉末活性炭を用い、既設の施設に注入でき、応急的あるいは短期間使用に適する。

粒状活性炭処理は、通常 0.3~2.4mm 程度の粒径に調整された活性炭を用い、専用の吸着槽で処理するもので、通年あるいは比較的長期間使用の場合に用いられる。粒状活性炭処理には固定層式と流動層式がある。

生物活性炭処理は、粒状活性炭の吸着作用に加えて、活性炭層内の微生物による有機物の分解作用を利用することによって、活性炭の吸着機能をより長く維持させる方式である。

1. 活性炭の原料

粉末活性炭は主におが粉等の木質、粒状活性炭は石炭系、石油系、植物系を原料とし、これらの原料を炭化させ、さらに賦活処理することによって作られる。

2. 活性炭の選定

活性炭は種類によって吸着特性が異なるので、吸着試験などを行い、それぞれの原水水質の性状や水処理工程の特徴を十分考慮して、処理対象物質に適した活性炭を選定する。

また衛生的見地から、処理された水に影響を与えるような溶解性物質を含むものは使用しない。

吸着能力は活性炭の使用目的に応じて、フェノール価、ABS 価、メチレンブルー脱色力、よう素吸着性能等を測定して判断する。

粒状活性炭の場合、長期間使用することから硬度等の物性値についても留意する。

[参考-7.14] フェノール価、ABS 価、メチレンブルー脱色力及びよう素吸着性能について

① フェノール価

活性炭規格のフェノール価とは、 $100\mu\text{g/L}$ のフェノール溶液からフェノールを吸着して、残留フェノール濃度を $10\mu\text{g/L}$ とするのに必要な活性炭の量を mg/L で表したものである。数値が小さいものほど吸着力が大きい。

② ABS 価

活性炭規格の ABS 価とは、 5.0mg/L の ABS（陰イオン界面活性剤）溶液から、ABS を吸着して 0.5mg/L とするのに必要な活性炭の量を mg/L で表したものである。数値が小さいものほど吸着力が大きい。

③ メチレンブルー脱色力

活性炭規格のメチレンブルー脱色力とは、活性炭(g) に吸着するメチレンブルーの量(mL) を mL/g で表したものである。数値が大きいものほど吸着力が大きい。

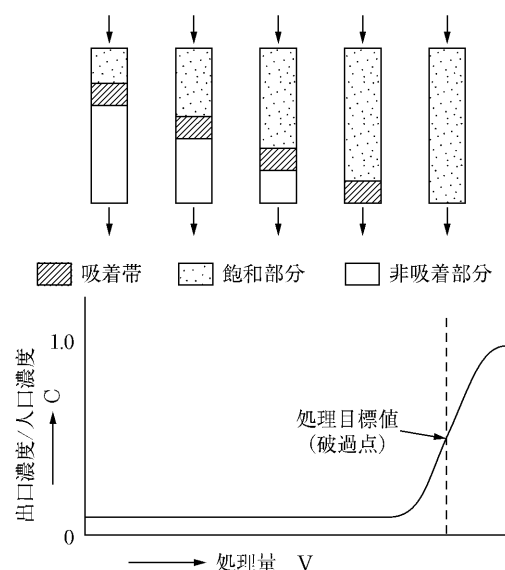
④ よう素吸着性能

活性炭規格のよう素吸着性能は、 0.05mol/L のよう素溶液を、残留よう素濃度 2.5g/L とするのに必要な活性炭の量(g) を求め、その活性炭量(g) あたりのよう素吸着量(mg) を mg/g で表したものである。数値が大きいものほど吸着力が大きい。

フェノール価、ABS 価、メチレンブルー脱色力及びよう素吸着性能の試験方法は、JWWA K 113-2005 水道用粉末活性炭等を参照とする。

[参考-7.15] 破過点について

粒状活性炭の場合、活性炭を充填した固定層や流動層の処理では、通水初期では良好な処理水が得られる。しかし、通水の継続に伴って、活性炭が吸着飽和に近づいてくると処理水質が徐々に悪化する。一定の条件のもとで処理を継続し、処理水中の臭気物質などの対象物質の残存量が、許容値に達した点を破過点と称している(参考図-7.15.1 参照)。処理水濃度(C) と処理量(V) との関係を表したものを破過曲線と呼んでいる。



参考図-7.15.1 吸着帯の成長と破過曲線

7.12.2 粉末活性炭吸着設備

粉末活性炭吸着処理は、通常凝集処理以前の原水に対して行われ、活性炭は凝集沈澱、濾過により除かれる。

粉末活性炭の物性、吸着機構等は、粒状活性炭と同様であるが、一般的には応急的又は短期間の使用の場合に適用される。

粉末活性炭による吸着効果は、注入率、接触時間、接触方式、粉末活性炭の種類・品質や原水中の対象物質に左右されるため、これらの事項を十分考慮する。

1. 注入方法

粉末活性炭の注入場所は、専用の接触池があれば理想的であるが、接触池がない場合は取水ポンプ井、沈砂池等の取水施設や、導水管、導水トンネル等の導水施設、あるいは着水井、混和池等のよく混和できてなるべく長時間の接触が可能な場所とする。高速凝集沈澱池の場合には、スラリーと混合接触させるのも一つの方法である。

前塩素処理を行う場合は、同時注入により双方の効果が減少したり、除去対象物質が塩素と反応して、活性炭に吸着されにくくなる場合がある。

一般に活性炭吸着の最適 pH 値は酸性側にあるので、アルカリ剤の注入は活性炭注入後が望ましい。

2. 注入方式と注入率

注入方式には、50%程度の水分を含ませたウェット炭を用いる湿式と、ドライ炭を用いる乾式が

ある。湿式では、ウェット炭を水と混合して一定濃度(2.5～5%：ドライ換算値)のスラリー液を作り、計量装置を経てインジェクタ、ポンプ等により注入する。

乾式では、ドライ炭を粉末計量機により粉末のまま計量し、混合槽で給水と混合してスラリー液を作り、インジェクタ、ポンプ等により注入する。

注入率は、処理対象物質の種類、濃度等によりそれぞれ異なるので、処理しようとする水について、ジャーテストにより除去効果を調べて決定するが、実験結果から、除去対象物質の濃度と適正注入率との関係図を作成しておけば、迅速な対応が可能となる。

通常使用される注入率は次のとおりである。

- ① 異臭味除去の場合は10～30mg/L (ドライ換算値)
- ② トリハロメタン前駆物質の除去の場合は30～100mg/L (ドライ換算値)
- ③ フェノール類の除去では10～100mg/L (ドライ換算値)
- ④ 陰イオン界面活性剤の除去では、陰イオン界面活性剤濃度の約20倍程度

なお、対象物質以外の有機物なども吸着するので、注入量を決める際はその点も考慮に入れておく。

3. 水処理上の留意事項

1) 凝集沈澱、濾過への影響

注入された粉末活性炭は、通常、凝集沈澱、濾過により除去されるが、微細な粉末であり、高濃度注入時や急速濾過の継続時間が長くなると、濾過水中に活性炭が漏出しやすくなる。特に、冬季の低水温時には凝集効果が低下するので、濾過水中の活性炭漏出の有無を調べ、適時、濾過速度の調整や凝集剤の注入率の変更、凝集補助剤を活用し、凝集効果を上げることで漏出を防止する。

濾過水中の活性炭漏出の有無は、倍率10倍程度の顕微鏡で確認し、漏出防止に努める。

2) 塩素の消費

粉末活性炭と同時に塩素注入する場合、通常、粉末活性炭1mg/Lで、塩素が0.2～0.25mg/L程度、活性炭に塩素が消費されるので、目標とする残留塩素濃度が確保できるように注入量の調整をする。

3) 排水処理、発生ケーキへの影響

粉末活性炭を使用すると、一般に浄水処理の過程で発生するスラッジの脱水性がよくなり、臭気防止にも役立つが、発生ケーキが活性炭を含み黒色となり、発生ケーキ量も増加するので留意する。さらに発生ケーキを園芸用土等として有効利用している場合は、あらかじめ有効利用先と協議しておく。

4. 粉末活性炭の貯蔵等

1) 貯蔵量

粉末活性炭の貯蔵量は、連続注入の場合は 20 日分以上、適時に注入する場合は 10 日分以上を標準とし、使用量、使用期間などを考慮して決定する。

なお、未使用のまま、長期間（約 1 年間以上）貯蔵されていた粉末活性炭を使用する場合には、再検査してその状態・性能を確認し、使用条件を決める。

2) 在庫管理

ウェット炭は、袋詰め（10～20kg/袋程度）又はコンテナバック（100～500kg/袋程度）で搬入・貯蔵されるが、検収、移送・搬出等が円滑に行え、購入時期の古いものから使用できるように、整然と貯蔵する必要がある。

ドライ炭を貯槽で貯蔵する場合は、吸湿あるいは圧密の防止に留意する。

3) 貯槽点検時の留意点

粉末活性炭は、常温付近で空気中の酸素を徐々に吸着するため、貯槽内では酸素欠乏になるおそれがあるので、貯槽内部の点検時は換気に十分注意する。

4) 防火・防塵対策

粉末活性炭を貯蔵する建物（貯蔵室、貯蔵倉庫、注入機室）や貯槽では、火気の取扱いに十分注意し、粉塵の飛散による電気設備の短絡事故やスパークによる燃焼の防止に努める。特に、ドライ炭は完全な密閉管理が必要である。作業の際は、集塵装置や防塵具を備えて、環境及び衛生管理に留意する。また、強力な酸化剤（塩素、過酸化水素、液体酸素、オゾン等）と接触すると、急激な酸化反応を起こし爆発する危険性があるので、これら薬品と活性炭が接触しないように注意する。

5) 腐食・摩耗対策

貯槽やスラリー槽・混合槽（攪拌機、ストレーナ）、注入ポンプ、配管、バルブ類等活性炭と接触する部分は、耐食性、耐摩耗性の材質を使用するとともに、定期的に点検を実施する。

6) 注入停止後の措置

注入停止後（注入停止期間中）には、注入ポンプ、配管等を清浄水で洗浄するとともに、適時、施設・設備の総点検や、補修・改善等の整備を行って、次期注入再開時に備えておく。

5. 施設・設備の注入作業上の留意事項

1) 湿式活性炭注入設備

- ① コンテナバックは、一般的に 2 段積み程度で建物内に収納する場合が多いので、コンテナバックの移送や開袋作業が、円滑に行えるよう整然と貯蔵する。やむを得ず屋外に仮置きする

場合は、雨水が侵入すると活性炭が固化するので注意する。

- ② ウェット炭でもコンテナバックの開袋作業時は粉じんが飛散するので、集塵装置を運転するとともに、防塵具を装着して作業を行う。
- ③ 粉末活性炭は、水質の一時的な悪化や水質事故に対応するため、間欠的又は緊急的に注入する場合が多い。したがって、運転開始後、まず注入点で活性炭の注入が正常に行われていることを確認する。
- ④ 溶解槽にスラリー液を残したまま活性炭の注入を停止する場合、停止期間中は、溶解槽の攪拌機を適時運転し、活性炭の沈降による固化を防止する。

2) 乾式活性炭注入設備

- ① ドライ炭をサイロで貯蔵する場合は、吸湿あるいは圧密を防ぐため、乾燥空気を定期的を送る必要がある。
- ② 貯槽、計量用ホopp部のブリッジ破壊装置の動作は適宜確認し、運転に支障を来さないようにする。
- ③ 計量用ホopp内部・計量器部は、常に乾燥状態を保ち、機器に粉体が固着して注入量に誤差が生じないようにする。
- ④ ドライ炭を溶解してスラリー液とする場合は、溶解槽内での活性炭の浮き上がりなどが発生しないように、溶解槽への活性炭の流下状況、攪拌状況等を適宜確認する。
- ⑤ 活性炭注入設備の運転開始及び停止時の一般的な注意事項は湿式に準じる。

7. 12. 3 粒状活性炭吸着設備

1. 固定層式吸着設備

固定層式吸着設備は、通常の急速濾過池に準じた構造で、重力式、圧力式に分類される。使用する活性炭は、破碎炭、成形炭のいずれでもよく、粒径 0.4～2.4mm、炭層の厚さ 1.5～3m で使用している例が多い。

濾過速度は、活性炭の性能、除去対象物質の種類、濃度によって異なるので、実験によって決定されるが、異臭味除去の場合は、空間速度(SV) 5～10h⁻¹程度で使用される場合が多い。空間速度(SV) は、濾材層を通過する1時間当たりの水量を濾材の容量で割った値である。

固定層式は、流入濁質の捕捉により、損失水頭が増加するため洗浄を行うが、その場合、洗浄方法、洗浄時の活性炭流出対策などに留意する。

1) 運転管理

吸着槽の管理では、運転管理計画表を作成して、休止(活性炭交換)・待機・使用池を決め、常に処理水量に対応できる状態を維持する。運転池数は空間速度(SV) を把握して決める。

吸着能力の持続は、除去対象物質の濃度によって異なるが、活性炭吸着負荷の均等化のために、運転ブロックごとの各吸着槽の処理水量が、均等配分されていることが重要である。そのため、日

常から各池の水理特性等を把握しておき、場合によっては流入渠越流堰の高さ調整を行う等、処理水量の均等化を図る。

また、定期的に除去対象物質をはじめとする水質調査項目について、処理水質を確認することが必要である。特に日常の運転管理上では、濁度、色度、微粉炭流出量（微粒子流出数）及び生物の有無等に留意する。

2) 洗浄

活性炭層は、損失水頭が規定値を超えたとき、または活性炭層内の微生物の繁殖を防止するため定期的に洗浄を行う。定期的な洗浄の頻度は、処理水からの微生物漏出状況等により定めるが、3～5日前後で洗浄が行われている。また、休止中（予備）の吸着槽も、活性炭層下部の微生物の繁殖防止や緊急時の運転再開のために、一定間隔で洗浄する。

水による逆流洗浄を行う場合、その速度は、水温によって水の粘性が異なるため補正を行うが、膨張率 30～40%の範囲で行い、洗浄時間は 10～20 分間程度の例がある。

また、水による逆流洗浄の補助として空気洗浄を採用している場合は、空気洗浄が粒状活性炭粒子の摩耗、流失並びに残留気泡による偏流の原因となることがあるので注意する。

濾過再開後の処理水に微粉炭が漏出することを防ぐために、一定時間濾過排水する。

活性炭を張り込んだ当初は、微粉炭や不純物の汚れを取り除くため、初期洗浄を実施する。

3) 活性炭の管理

粒状活性炭は、個々の吸着槽毎に、当初の粒度（有効径、均等係数）、層厚、物性値、吸着性能値、メーカー名、再生回数等を記した管理記録簿を作成し管理する。

吸着性能の調査は定期的に実施し、その結果は粒状活性炭の再生・更新計画に反映させる。

4) 活性炭の交換

活性炭は破過点に達した時点で、新炭又は再生炭に交換する。活性炭の交換には、粒状活性炭の再生あるいは新炭の購入があるが、再生する場合は、再生炭の吸着性能の回復状況や硬度等の物理的性状、経済性等を考慮して決定する。交換作業は吸着槽を休止させて実施することから、年間の浄水処理計画を考慮のうえ、計画的に実施する。

活性炭をスラリー化して引き抜き、張り込みを行う場合は、流速が大きいと活性炭が摩耗し、流速が低下すると移送管内に活性炭を詰まらせるため、スラリー濃度 20%以下、管内流速 1～2 m/s とする。

活性炭吸着槽を新たに使用開始するときや、再生炭を入替えて使用開始する際は、十分洗浄を行い、微粉炭の処理水中への漏出を防止する。新炭は炭化の際の灰分などにより、pH 値が高い場合が多いので留意する。

初期洗浄に当たっては、活性炭膨張界面が上がりすぎて活性炭が排水トラフから越流しないように注意する。初期洗浄後に、濾過排水の水質（濁度、色度等）を確認してから通常処理に切り替える。

5) 日常点検

吸着槽の運転管理面では、各槽の処理水量が均等に配分されているかどうかのほか、水位、水質状況等も各槽について定期的に確認する。活性炭層の界面が監視できる場合は、界面の不陸や捕捉の状況を記録して管理する（表-7.12.2 参照）。その他の管理面では、7.6 急速濾過池に準じて行う。

表-7.12.2 固定層式吸着設備点検要領例

設備	日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
	周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
吸着槽	1 回/日	1. 水位の確認	1 ヶ月～1 年	1. 吸着能力などの劣化状況の試験	3 ヶ月～5 年	1. 活性炭の再生及び補充
	1 回/日	2. 処理速度、損出水頭の確認	1 年	2. 活性炭の物性試験	1 年	2. 吸着槽内部の清掃
	1 回/日	3. 処理水質の確認（pH 値、微生物等の有無）	1 年	3. 活性炭層厚調査	5 年	3. 鋼板タンク内面防錆塗装
			1 年	4. 流入弁・扉等の開閉状態確認		
			1 年	5. 覆蓋の気密性調査		
			6 ヶ月	6. 壁、トラフ等の付着物の状況		
			1 年	7. 構造物のひび割れ、内面防水及びコンクリートの劣化・漏水の有無		
			1～5 年	8. 下部集水装置の状況調査		
			空気源設備の点検、整備 流量計・圧力計等の保守、点検 洗浄ポンプの点検、整備			

6) 定期点検等

活性炭吸着槽は年 1 回定期的に、吸着槽内のコンクリート等の劣化状況や漏水状況の調査、槽内への混入物の排除等を実施する。

また、活性炭の入替え時など、吸着槽を空けるときに併せて、活性炭層中や下部集水装置、集水渠等のコンクリート表面の摩耗、劣化状況や配管の腐食状況、並びに空気洗浄装置の風量バランス等の点検を実施し、必要に応じて補修等の対策を講じる。

吸着槽内に入る際は、残留オゾンや酸素欠乏に注意し、事前に十分な換気を行うとともに、酸素濃度及び残留オゾン濃度の測定による安全確認を行う。

高水温期に長時間運転停止すると、活性炭層が嫌気性状態になり還元反応によりアンモニア態窒素が発生する場合があるので、運転再開にあたり活性炭層を洗浄する際には、アンモニア態窒素

の濃度についても監視する。

2. 流動層式吸着設備

流動層式吸着設備は、整流床の上に粒状活性炭を充填した炭層に、処理対象水を上向流で通水させて活性炭を流動化する方法で、固定層式に比較して洗浄回数の減少が図れる。

活性炭は、粒径 0.3～0.9mm、均等係数 1.5～2.1 程度のできるだけ硬いものを使用する。空間速度 (SV) は、4～15h⁻¹ で使用される。

流動層式では固定層式に比較して損失水頭が小さいが、細かい粒状活性炭を使用するため、活性炭の流出防止の観点から、処理水量の変動幅や活性炭の粒径分布等に留意する。

1) 運転管理

通常運転時には、各槽の処理水量が均等に配分されていることを確認するとともに、流動層の界面(水温により変動する)が、規定レベルに維持されるように注意する。

界面が異常に上昇している場合は、活性炭の流出のおそれがあるので、早期に原因を究明し適切な処置を講じる。

また、規定値以内であっても、界面状態に大きく波打つなど異常な動きがみられた場合は、整流床の不具合等により偏流の発生が懸念されるので、界面の動きにも注意が必要である。

活性炭の交換及び再生は、処理対象物質の除去状況が管理目標値に達した時点を破過点とし、その破過点に達した時点で行う。

なお、活性炭の交換方法としては、年 1 回、定期的に 20% ずつ新炭と交換並びに補充している事業体の例もある。

2) 操作方法

吸着槽の操作は、張込み工程、張込み調整工程、初期洗浄、通常運転工程、引抜き、整流床(砂)洗浄、休止の 7 工程で構成している。

(1) 張込み工程及び張込み調整工程

張込み工程は整流床の砂洗浄後に、新炭又は再生炭を計量槽からスラリー化して張り込むものであり、送炭はポンプ圧送方式、圧力槽圧送方式で行う。

また、張込み調整工程では、張り込まれた炭のレベルを均一化するため線速度(LV)を 15m/h 程度で流動化する。この線速度(LV)は、処理水量を吸着槽面積で除した値で、濾過速度に相当する。

(2) 初期洗浄工程

吸着槽に張り込まれた再生炭及び新炭には、再生及び移送工程で微粉炭が混入するため、洗浄によって、粒径 210 μm 程度以下のものを取り除く。

洗浄する場合は、張り込まれた炭を流出させないように注意するとともに、洗浄時の水温によって膨張倍率が大きく異なるため、線速度(LV) を水温によって適切に変更する必要がある。水温が 5℃前後の場合は線速度(LV) は 21～22m/h が限度であり、水温が 20℃では線速度(LV) は 28～29m/h が限度となる(図-7. 12. 1 参照)。

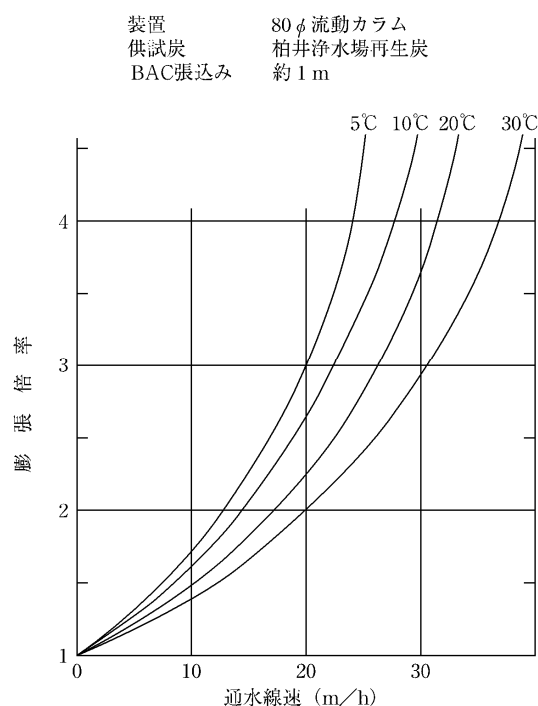


図-7. 12. 1 再生炭の水温・線速度と膨張倍率

(3) 通常運転工程

線速度(LV) を 10～15m/h 程度とする。

(4) 引き抜き工程

逆流洗浄で使用済み炭を流動させてスラリー化(スラリー濃度 20%) し、インジェクタで引き抜き再生施設に移送する工程であり、流動化速度(線速度(LV) 15m/h) を維持する必要がある。

(5) 整流床洗浄工程

吸着炭引抜完了後は整流床を洗浄するが、この整流床洗浄(洗浄時間約 2 時間) は、線速度(LV) を 40m/h 程度に高くしないと効果がない。

3) 日常点検

粒状活性炭の破碎細粒分が、浮上流出していないか点検する。その他については、7. 12. 3 の 1. 固定層式吸着設備を参照とする。

4) 定期点検

定期点検については、7.12.3の1.固定層式吸着設備を参照とする。

3. 活性炭の再生等

粒状活性炭は使用継続により吸着性能が低下し破過に達した場合、何らかの方法で吸着性能を回復させる必要がある。吸着性能を回復させる方法には、使用済み炭の再生や新炭への更新などがある。

1) 活性炭の再生

活性炭の再生は、前処理で計量、洗浄、乾燥(脱水)を行った後に、再生炉設備で吸着物質の脱着(吸着物の脱離)炭化と賦活を行うもので、水道事業者が設備を設置して実施する自家再生と専門業者への委託再生がある。

一般に、再生により5～10%程度減量するといわれている。再生による減量分は新炭を補給する。

なお、再生炭は吸着性能の回復状況とともに、硬度等の物理的性状を管理し、機能低下が著しい場合は新炭へ更新する。

2) 活性炭の新炭更新

活性炭の再生を繰り返すことで、再生後の吸着性能が十分に回復しない、または硬度等の物理的性状が低下した場合や、再生と更新の経済比較において更新が有利と判断された場合などには、活性炭を新炭に更新する。

なお、使用済み活性炭を園芸用に加工し、有効利用している事例がある。

7.12.4 生物活性炭吸着設備

1. 生物活性炭処理

生物活性炭処理は、活性炭表面の生物膜内で生じる有機物質等の分解と、活性炭内部の細孔内で進行する吸着による処理方法である。この吸着作用の長期間持続は、活性炭の生物化学的再生の結果によるものと考えられている。

一方、生物分解作用には、微生物の繁殖に必要な栄養源が供給されていることが条件である。

この方法では、好気性処理に関係する微生物が効率よく活動する20～30℃が最適の水温であり、水温が下がると処理効果は悪くなる。

生物活性炭処理の前段にオゾン処理を行うことにより、生物難分解性有機物を生物易分解性に転換すると同時に、微生物の活動に必要な溶存酸素濃度を高めることができる。

生物活性炭処理の各種フローを図-7.12.2に、実際の高度浄水施設の処理フロー例を図-7.12.3に示す。

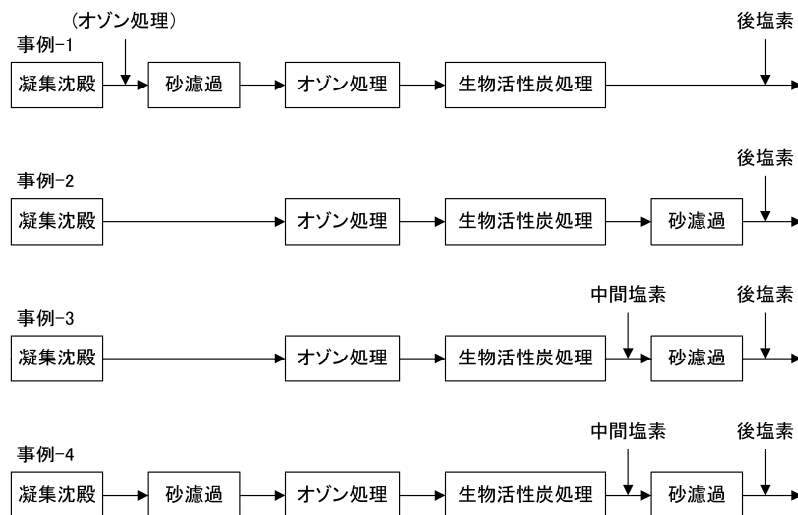


図-7.12.2 生物活性炭処理フロー

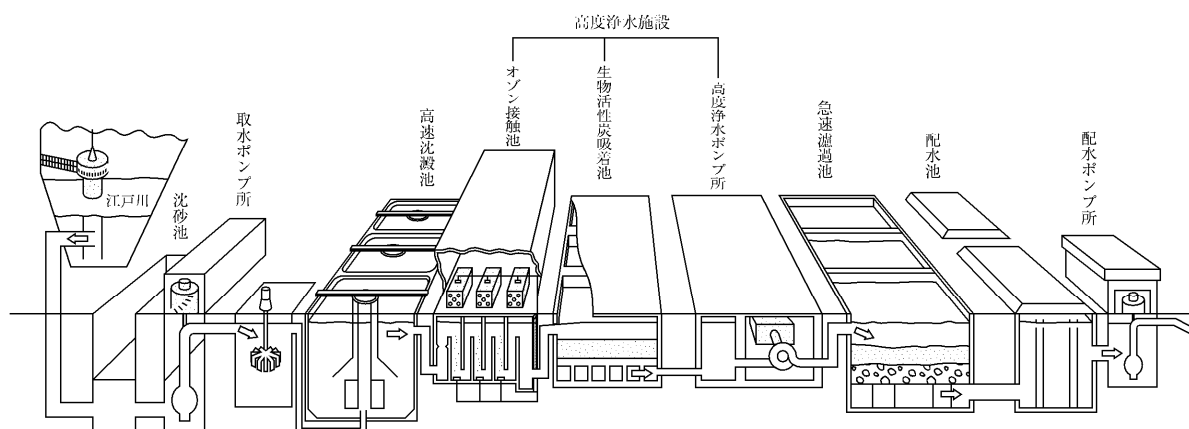


図-7.12.3 高度浄水処理フロー例（東京都水道局金町浄水場）

2. 活性炭の品質と選択

活性炭の性質は、原料、製法、形状により異なるもので、生物活性炭として利用する場合は、吸着特性、生物の成育を考慮して、処理対象物質に適した活性炭を選ぶ必要がある。このため、対象物質の除去試験を行って決定することが望ましい。

粒度は、粒子の小さいものほど単位容量当たりの吸着性が大きくなるが、炭層を構成した場合の通水抵抗なども、十分考慮に入れて決定する必要がある。

流動層の場合は、粒状活性炭の粒度の均一性、密度等に特に留意する。

3. 接触方式

活性炭と水流を接触させる方式には、固定層式と流動層式とがあり、それぞれの方式の構造、炭層厚などは粒状活性炭吸着設備に準じる(7. 12. 3 粒状活性炭吸着設備参照)。

1) 固定層式

固定層式の生物活性炭吸着池を使用していると、流水抵抗が増大したり、線虫やワムシなどの微小動物が繁殖したりするので浄水で定期的に洗浄することが必要である。通常 3～4 日ごとに 1 回程度洗浄を行う。

粒状活性炭は有効径 0.4～2.4mm、均等係数 1.3～2.1 程度のものが多く使用されている。

2) 流動層式

活性炭の流動により生物層が常に更新されるため、安定した処理効果が期待できるが、使用する活性炭の強度、摩耗性、流動性に注意が必要である。

上向流速は、通常 10～15m/h とする。停止している流動層を使用開始するときや、上向流速を増加するときは、急激に行うと流動層界面を乱し、活性炭が浮上流出するので、徐々に上向流速を増加させることが必要である。

活性炭の洗浄は水と空気により行い、安定した流動層を維持する必要がある。

粒状活性炭は、均等に流動させなければならないため、粒度分布を考慮し有効径 0.3～0.9mm、均等係数 1.4～2.1 程度の球形に近く、できるだけ硬いものを使用する。

また、生物活性炭化に伴う密度変化の少ない炭種を採用する。

4. 運転上の留意点

1) 初期状態

通水後生物活性が安定するまでに要する期間は、水温、微生物が利用する原水中に含まれる栄養源の種類・濃度、流入水中の細菌数や種類、逆洗の方法や頻度などによって異なるが、一般に 20～30 日程度である。アンモニア態窒素の硝化状況などで生物活性状況を推定して管理する。

活性炭処理が浄水工程の最終段階となる場合は、処理水の外部からの汚染(塵・埃)の混入に注意して管理する。

2) 接触時間

接触時間は、国内の実施例によると、固定層の場合 6～12 分、流動層で 4～15 分が一般的であるが、実験等により事前に確認しておくことが望ましい。

3) 生物活性炭吸着池の洗浄

活性炭層では損失水頭、処理水の水質(濁度)を目安に洗浄頻度を設定するが、微生物が繁殖し、

これをえさとして微小動物が増殖して漏出する場合もある。

このため、これらの微小動物のライフサイクルも考慮して行うことが必要である。

水逆流洗浄を補助する空気洗浄は、粒状活性炭粒子の流失、摩耗及び残留気泡による偏流の問題があるが、粒状活性炭の粒子相互間に与える剪断力が大きく、水逆流洗浄だけでは洗浄が不十分な場合に有効であり、洗浄効果が大きい。

水温・気温により洗浄効果が異なることに留意し、適切な洗浄頻度、洗浄水量・空気量を設定することが必要である。

流動層式では、吸着期間中に適時行う洗浄は、下部整流装置や粒状活性炭への付着物除去に有効である。

下部集水部などにクラックが発生すると、洗浄用空気が集中的に漏れだし、活性炭流出の原因になるので、定期的に点検する。

4) 活性炭の寿命と再生

活性炭の吸着能力は、活性炭の種類や処理対象物質によって異なるだけでなく、原水の水温、pH 値あるいは共存物質によっても変わる。また、現状では活性炭層での微生物の働きが十分解明されていない。このため、生物活性炭の再生・交換時期は、トリハロメタン前駆物質、オゾン処理副生成物など処理対象物質の除去率や、これらに代わる UV260 吸光度などの経時変化を把握し検討の上、決める必要がある。

5. 水質管理

1) 目標水質の把握

目標水質は、活性炭層への流入水、流出水についての日常の水質分析を通じて行うほか、常時の監視としてアンモニア計、UV 計等の水質計器を活用する。

2) 逆洗効果

固定層方式での活性炭層の洗浄効果の把握は、洗浄後の損失水頭の回復が一つの指標となる。その他、濁質及び微小動物の漏出、活性炭層内の濁質量の状況などにより、洗浄効果を把握し適正な洗浄に努める。

3) その他

生物の漏出については、処理水の生物試験を定期的実施し、特に線虫、ワムシ等の微小動物の状況を把握する。

6. 付属設備の管理

付属設備としては、各種監視装置(水質計器、水位計、流量計、警報装置等) がある。施設によっては、逆洗ポンプ、空洗ブロワ、排オゾン装置、塩素混和池、後凝集池等の管理が必要となる。それぞれ

の点検基準を設定し、定期点検、調整、補修等を実施する。各設備の点検時には、それぞれの予備設備を使用する。

また、各施設のコンクリート等の劣化現象についても点検を行っておく必要がある。

7.13 オゾン処理設備

7.13.1 総則

オゾンは酸素原子3個が結合した分子式 O_3 で表される酸素の同素体で、酸化力は塩素よりも強力である。

オゾン処理は、オゾンのこのような強い酸化力を利用して、かび臭物質（2-MIB、ジェオスミン等）やフミン質等による色度、あるいは塩素で臭味を増すようなフェノール類の臭気の除去を目的として行われる。

また、難分解性の有機物の生物分解性を増大させ、後段の生物活性炭処理の処理性を向上させるのにも有効である。

オゾン処理は、有機物と反応して副生成物を生成するので、技術基準省令において、オゾン処理設備の後に、粒状活性炭処理設備を設けることとされている。

また、原水中に臭化物イオンが存在する場合、オゾン処理により臭素酸が生成される。臭素酸の生成量は、原水中の臭化物イオン濃度の他、オゾン注入率、水温、共存する物質（アンモニア態窒素や有機物）の濃度、pH 値等が影響する。したがって臭素酸の生成を抑えるためには、オゾンの過剰注入を避ける制御を行うことが必要である。

水中に溶存したオゾンは、時間経過とともに酸化反応を起こし、自己分解しながら濃度が低下していく性質がある。自己分解時間は、水温が高く、pH 値が高いほど速い。

オゾンは大気に放出されると非常に強い粘膜刺激作用を示し、濃度によっては細気管支や肺胞等に影響が表れ、肺気腫を引き起こす等、健康上の影響が生じるので、適切に排オゾン処理を行う必要がある。

7.13.2 オゾン注入（解説省略）

7.13.3 オゾン処理設備

浄水処理で多く用いられている空気原料によるオゾン処理設備は、原料ガス装置、オゾン発生装置、接触槽、排オゾン処理設備等で構成されている。オゾンの発生は無声放電方式が一般的であり、連続的に安定した濃度のオゾンを生成するには、オゾン発生器の投入電力、冷却水温、原料空気量

と原料空気圧力、原料空気の状態(酸素濃度、湿度、不純物等)などを適正に管理する。

1. 排オゾン処理設備

オゾンをおゾン接触槽で完全に反応、消費させることは困難であるが、未反応のオゾンをお大氣中へ放出することは避ける必要がある。

排オゾンの処理方式には、活性炭分解法、触媒分解法、及びそれらを併用した方式がある。一般に、接触池からの排オゾン処理は高濃度のため接触分解法を、BAC 池の上部など低濃度の場合には活性炭分解法を用いる。

オゾンを含む光化学オキシダントは労働環境における許容濃度として、8時間平均で 0.1ppm 以下とされている。

- ① 排オゾンの処理中は、排オゾン吸着塔内部温度や排氣中のオゾン濃度を測定する。
- ② 活性炭分解法では、オゾンとの反応で一酸化炭素が発生するので換氣に注意する。
- ③ 活性炭分解法により高濃度のオゾン进行处理する場合、活性炭が燃焼したり、爆発する可能性があるので注意する。
- ④ 触媒分解法では触媒の活性を確保するために、ミストセパレータで水分を除去し、加温ヒータを組み合わせ、運転開始時に速やかに加熱するなどの制御を行うことが望ましい。

2. 安全・保安設備

オゾンは強い酸化力があり、その発生設備に高電圧を使用しているため、人身・火災・電氣事故等に備えて、保安用具や非常用工具を常備するなどの安全保安対策が必要である。

オゾン発生器室では、オゾン濃度の連続測定を行い、警報装置によりオゾン漏洩の早期発見に努める。

接触槽内部の点検時は、必ずオゾン濃度測定や換氣を行い、携帯用ガス検知器等の安全用具を準備するなど、作業上の安全に十分配慮する。

3. 日常点検

オゾン処理設備の日常点検では、各処理工程ごとの運転管理面の諸事項が、適正に維持管理されているか注意することが重要である。

また、オゾンは強い酸化力を有するため、オゾン処理設備の防水塗膜や金属類は容易に酸化し、劣化する。

日常点検においては、オゾンの漏洩とともに、設備の劣化等による異常に注意する。

7.14 生物処理設備

7.14.1 総則

生物処理とは、微生物の酸化・分解作用により、原水を浄化する処理法で生物接触濾過装置、浸漬濾床装置（ハニコーム方式）及び回転円板装置等がある。

1. 処理効果

生物処理は、アンモニア態窒素、かび臭物質、鉄、マンガン、陰イオン界面活性剤等の除去に効果がある。

また、処理効果に及ぼす要因として、水温、pH 値、栄養塩類濃度、溶存酸素濃度、接触時間等がある。

2. 特徴

1) 運転操作性

処理性は、微生物の活性に依存するところが大きいため、人為的に制御することは難しいが、一旦適切な運転条件を設定できれば、頻繁に運転条件を変更する必要が少ない。

2) 生物膜の形成

生物膜を新たに形成し一定の処理効果を得るには、水温の高い時期で 2 ～ 3 週間、低い場合は 1 ～ 2 箇月程度必要である。

7.14.2 生物接触濾過装置（解説省略）

7.14.3 浸漬濾床装置（ハニコーム方式）（解説省略）

7.14.4 回転円板装置（解説省略）

7.15 除鉄・除マンガン設備

7.15.1 総則

水道水に鉄が多量に存在すると、赤水等外観に異常をきたし、金気味等の不快な臭味を与えるばかりでなく、衣類などを赤褐色に汚す原因となる。また、鉄分の多い水は鉄細菌の繁殖を助長し、給水系統に障害を与える。したがって、これらの場合は除鉄処理が必要である。

一方、マンガンは、遊離残留塩素によってマンガン量の 300～400 倍の色度となって水に色を与

え、いわゆる黒水障害となることがある。また、マンガンの微細な黒色酸化物は、給配水管内で蓄積され濁水の原因となる。したがって、水質管理目標設定項目に示された目標値(0.01mg/L以下)を、可能な限り守ることが望ましい。

浄水処理で問題となるのは、溶解性の二価のマンガンで、水中で酸化されると黒色となり、鉄と共存すると極めて強く発色する。この色は、単にマンガンが自然水にあるだけでは発色しないが、消毒のために塩素剤を添加すると、配水管内などで酸化され発色する。

通常の浄水処理ではマンガンは不溶化することなく、マンガンイオンのまま浄水処理工程を通過する。したがって、マンガンによる障害が、給水系統にまで及ぶ場合は除マンガン処理が必要である。

なお、鉄とマンガンは、地表水や地下水中での存在形態が異なっており、その存在形態に応じた処理を行わなければならないが、両者は共存する場合が多いので、このことを考慮して処理を行う。

7.15.2 除鉄設備

地下水に多く見られる炭酸水素第一鉄 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ の形で溶存している鉄の除去には、エアレーションが有効であり、水中の炭酸第一鉄 FeCO_3 を不溶性の水酸化第二鉄 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ にまで酸化し沈澱させ、これを濾過によって除去できる。また、エアレーションによって、同時に遊離炭酸、硫化水素等も除去できる。

なお、エアレーションが有効な条件は、pH 値が比較的高いこと(8.5 程度)、鉄が炭酸水素第一鉄の形で存在すること(コロイド状の有機鉄化合物でないこと)、水中の溶性ケイ酸が 30mg/L を下回ることである。この条件にあてはまらない場合は、前塩素処理による除去等を用いる(7.11 エアレーション設備参照)

7.15.3 除マンガン設備

除マンガン設備は、地下水・河川水・湖沼及び貯水池等自然界に存在する溶解性マンガンを、不溶解性マンガンにして除去する方法である。

1. 接触濾過による方法

1) マンガン砂による除去

この方法は、マンガンイオンを含む原水又は沈澱処理水を塩素処理した後、マンガン砂を濾材として濾過を行い、接触酸化により、マンガン除去を行うものである。地下水のように濁質が少なく、マンガンイオンを含む水に対しては、この方法が適している。

2) 二段濾過による除去

この方法は、多量の鉄がマンガンと共存している場合に適しており、原水に対して塩素剤を注入した後、一次濾過池で砂層に析出した水酸化鉄の触媒作用により大部分の鉄を除去する。次いで二

次濾過池(マンガン砂) でマンガンと残っている鉄を酸化して、砂層で除く方式である。

2. 薬品酸化による方法

1) 塩素処理による除去

塩素剤によるマンガンの酸化は、理論的には pH 値が 9 以下ではほとんど行われない。このため、水中のマンガンを効率よく酸化するには、アルカリ剤で pH 値を 9 以上に調整することが必要である。

2) オゾン処理による除去

3) 過マンガン酸カリウムによる除去

7. 15. 4 鉄細菌利用法

この方法は、鉄細菌を利用して緩速濾過法により、水中の鉄・マンガンを除去するものである。鉄細菌の生息に適した水質変動の少ない地下水や伏流水、湧水などを原水とする小規模浄水場で用いられ、維持管理も容易である。また、原水中の鉄、マンガン量に多少の変動があっても処理水は安定しており、低濃度のアンモニア態窒素も除去できる。しかし、重金属や有機塩素化合物などの物質は含まないことが望ましい。このため、原水水質を定期的を確認する必要がある。

鉄細菌が繁殖し過ぎて濾過閉塞を起した場合は、表面の鉄細菌を削り取って濾過能力を回復させる。一度繁殖した細菌層は、その大部分を削り取っても直ちに回復する。削り取った後は、30 分～1 時間程度濾過排水をするとよい。

7. 16 生物除去

7. 16. 1 総則

生物が浄水処理に及ぼす障害としては、凝集障害、濾過閉塞、濾過水への生物の漏出、異臭味、赤水等がある。

これらの障害の原因には、貯水池や湖沼で植物プランクトンが大量繁殖したり、河床の石や導水渠、沈澱池、濾過池などの壁面に付着した藻類、水生動物のはく離等がある。

また、地下水源の場合、鉄細菌等の繁殖による赤水や菌体の流出がある。

これらの生物障害の防除は、生物が繁殖している水源水域を対象とすることが望ましいが、水源水域で生物除去を行うことができない場合や、除去を行ってもなお浄水処理に障害が生じるような場合には、浄水施設内で処理する必要がある。

一般に植物プランクトンは、凝集沈澱によって 80～90%は除去される。しかし、シネドラ

(Synedra)、メロシラ (Melosira)、オーラコセイラ (Aulacoseira)、ミクロキスチス (Microcystis) 等凝集沈澱しにくい種類が大発生したり、あるいは植物プランクトンの繁殖が著しく、80～90%の除去が行われてもなお多くの藻類が沈澱処理水中に残留する場合には濾過水へ漏出するなどの障害が発生する。

生物除去の方法には、薬品を使用する方法や除去設備を設置する方法がある。

7.16.2 薬品による除去

1. 使用薬品

生物除去に用いる薬品には、安価でしかも少量で効果のあるものほど良いのは当然であるが、人畜、魚類に影響を与えない安全なものである必要がある。

現在、一般に用いられている薬品は、塩素剤(塩素、次亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸カルシウム)、硫酸銅等がある。

7.16.3 生物除去設備

1. マイクロストレーナ

マイクロストレーナによる浮遊物の除去効果は、濾網の材質、織り方、網目の大きさ、処理水量、損失水頭、ドラム周速、洗浄水量と洗浄水圧等の条件によって異なるが、これらの条件や除去率を左右するものは、原水中の除去対象生物の大きさや形状である。

このため、除去対象生物の量、質等を十分把握して適切な運転を行うことが必要である。

2. 二段凝集処理設備

二段凝集処理は、通常の凝集沈澱を行った沈澱処理水に、再度凝集剤を注入する処理法である。沈澱池と濾過池の間に混和池を設けるか、管渠に阻流板を設けるなどして、均一に混和を行えるようにする。

二段凝集処理を行う際の注入率は、処理対象の植物プランクトンの種類や処理水質によって異なるが、ポリ塩化アルミニウムを1～5 mg/L の範囲で注入する例が多い。

3. 一次濾過設備

一次濾過設備とは、植物プランクトンや濁質等の浮遊物質を除き、緩速濾過池の負担を軽減させるため、緩速濾過池の前に設ける粗濾過設備をいう。

4. 多層濾過池

多層濾過池は、急速濾過池の濾層を密度及び粒径の異なる複数の濾材を用いて、濾過機能をより合理的、効率的に発揮させようとしたものである。一般には二層で、砂層の上に比重が軽く粒径の大きなアンスラサイトを重ねたものが多い(7.6.3 多層濾過池参照)。

生物処理の面から多層濾過について見ると、アンスラサイトなど上層の内部濾過により、植物プランクトンや濁質を抑制し、濾過閉塞の緩和を図る働きがある。

多層濾過で、除去効果が大きい植物プランクトンの種類は大形の珪藻で、特に凝集沈澱で除去しにくい、シネドラ (Synedra) 等の場合に有効である。

濾過池閉塞は生物の細胞数に左右されるので、多層濾過を採用しても、凝集沈澱処理は十分に行い、濾過水の濁度の監視を強化する必要がある。

7.17 その他の処理（解説省略）

7.17.1 総則（解説省略）

7.17.2 侵食性遊離炭酸の除去（解説省略）

7.17.3 フッ素の除去（解説省略）

7.17.4 ヒ素の除去（解説省略）

7.17.5 色度の除去（解説省略）

7.17.6 トリハロメタン対策（解説省略）

7.17.7 トリクロロエチレン等の対策（解説省略）

7.17.8 陰イオン界面活性剤の除去（解説省略）

7.17.9 異臭味の除去（解説省略）

7.17.10 アンモニア態窒素の除去（解説省略）

7.17.11 硝酸態窒素の除去（解説省略）

7.17.12 硬水軟化（硬度の除去）（解説省略）

7.17.13 腐食性（ランゲリア指数）の改善（解説省略）

7.17.14 油類の除去（解説省略）

7.18 排水処理施設

7.18.1 総則

排水処理施設は、浄水処理過程から排出される、沈澱池のスラッジ、濾過池の洗浄排水及び洗砂排水等を適切に処理することにより、排水中の固液を離脱液とケーキ(固形物)とに分離するものである。分離した離脱液は、原水へ返送して再利用するか又は公共用水域へ放流する。ケーキは有効利用するか埋立処分する。

排水処理の一般的処理フローは、調整→濃縮→脱水→乾燥及び有効利用又は処分で構成されている。排水処理の概念図を図-7.18.1に示す。

排水処理施設の管理に当たっては、浄水処理工程との関連を的確に把握し、浄水処理が円滑に行えるように心掛けることが重要である。このため、年間を通じての処理水量や原水状況からスラッジの発生量を推定し、各季節や各月毎の処理計画を立てる必要がある。

また、台風、集中豪雨等により原水が高濁度になることが予想される場合には、排水処理施設の運転強化を行って、スラッジの処理体制を整えておく必要がある。

なお、沈澱池などへのスラッジの長期堆積は、スラッジが腐敗するので注意を要する。

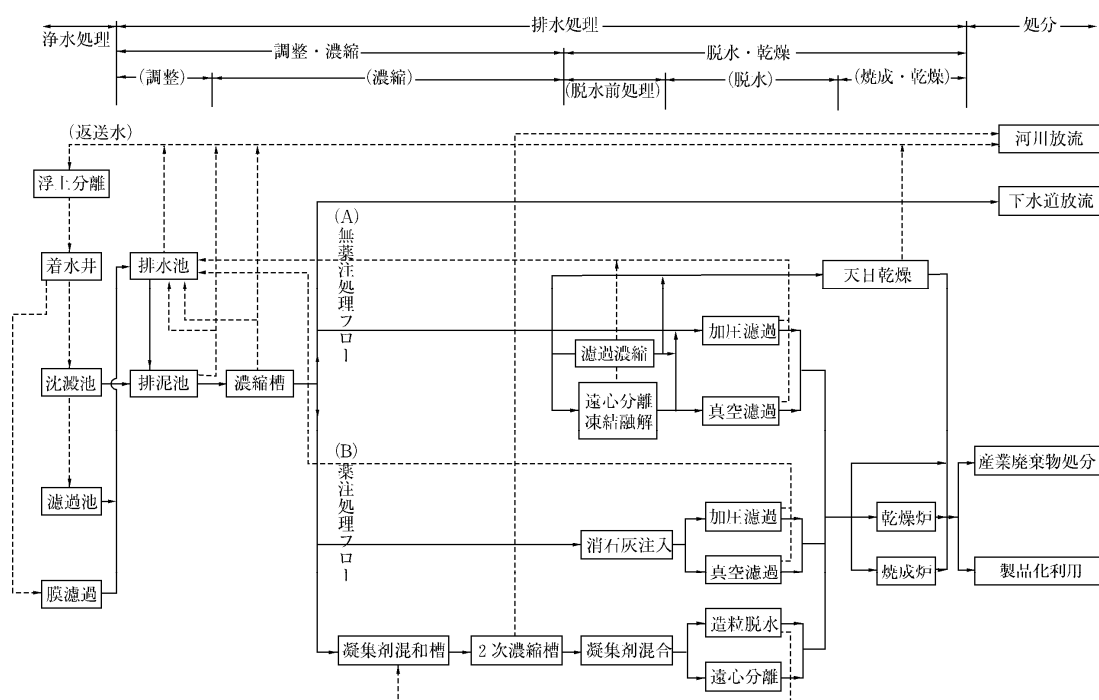


図-7.18.1 排水処理方式概念図

排水処理工程から発生する処理水を、原水へ返送する場合には、その量と質をできるだけ均一にするよう留意する。均一でない場合には、原水への薬品注入管理に、多大な支障を与えることが多いので、十分に注意を払う必要がある。

返送水中の濁・色度物質、藻類等の微小生物、鉄・マンガンを除去するために、浮上分離方式(気泡析出・加圧浮上法)による返送水処理を行っている例もある。

浄水場から公共用水域などへの排水は、排水基準に適合しているかどうかを監視するとともに、随時水質検査を行う必要がある。

排水処理工程から発生したケーキは、廃棄物の処理及び清掃に関する法律により、汚泥(無機性汚泥)に該当し産業廃棄物の取扱いを受けることになるので、その処分は法に従わなければならない。

発生ケーキの処分は、長期的展望を見据えた処分計画を立てることが重要であり、処分地、処分方法は、法の定める基準に従うとともに、関連自治体、関連企業等と十分な打合せを行い、実施に際して支障が生じないようにする。また、処分地の確保が困難なことや環境保全の観点から、発生ケーキを農園芸土や土木材料などとして有効利用することが重要となっている。

表-7. 18. 1 に、排水処理設備の点検要領例を示す。

表-7. 18. 1 排水処理設備点検要領例

項目		日常点検		定期点検		精密点検（整備）	
設備		周期	点検内容	周期	点検内容	周期	点検内容
調整池・濃縮槽	調整池	3 回/日	1. 汚水汚泥ポンプの吐出し圧、電流値、異常音、グラランド部の漏液、軸受温度	3 ～ 6 ヶ月	1. 排水池の汚砂、スラッジの堆積状況	1～2 年	1. 排水池の清掃
		3 回/日	2. 攪拌機の異常音、振動、電流値、潤滑水、攪拌水流状況	1 年	2. 排泥池のスラッジの堆積状況	1 年	2. 排泥池の清掃
		3 回/日	3. 除塵機の除塵状況の確認			1～2 週	3. 集積除塵の清掃、片付け
	濃縮槽	3 回/日	1. 流況の確認（流入、越流、フロックの沈降等）	3 回/日	1. スラッジの濃度及び界面位の測定	1 ヶ月	1. 流入溝、越流堰附近の清掃
		必要の都度	2. スラッジ掻寄機のトルク電流、異常音	3 回/日	2. 流量、流出量の測定	3 ヶ月	2. 配管、バルブ類の清掃
		3 回/日	3. スラリーポンプ吐出圧電流値、異常音、グラランド部の漏液	3 回/日	3. 上澄水の水質測定（濁度、pH 値、浮遊物質等）	3～6 ヶ月	3. 集積除塵の清掃、片付け
		3 回/日	4. 除塵機の除塵状況の確認				
		3 回/日	5. 配管、バルブ類の漏水の有無				
	濃度調整槽	1 回/日	1. 攪拌機の異常音、振動電流値、攪拌水流状況	1 回/日	1. スラッジの堆積状況	1 年	1. 槽内の清掃、スラッジの堆積状況
		1 回/日	2. 濁度計、pH 計、流量計の作動状況	必要の都度	2. 濃度計、pH 計の試薬確認、清掃	1 年	2. 攪拌機水中軸受部の確認
		必要の都度	3. 希釈水ポンプの吐出圧、電流値、配管、バルブ類の漏水の有無			1 年	3. 弁駆動部、流量計の確認

自然乾燥	天日乾燥床	2回/日 2回/日 1週 1週 必要の都度	1. スラッジの流入状態 2. 上澄水、濾過水の流出状態 3. 乾燥状態 4. 漏水の有無 5. 角落とりの状態	3ヶ月 3ヶ月 3ヶ月	1. 側壁の状態 2. 各種バルブ類の作動状態 3. 各種管類の閉塞の有無	3ヶ月 3ヶ月 搬出の都度	1. 排水溝の清掃 2. 各種配管類の清掃 3. 底板、側壁、角落とりの補修
	粉粒体移送装置						
脱水機	加圧脱水機	随時 随時 随時	1. 脱水機の振動、異常音、電流値、圧力計、濾布の洗浄状況 2. ケーキの脱水状況、ろ布からの剥離状況、ベルトコンベアへの落下状況 3. 圧力水ポンプ、油圧ポンプ等の振動、異常音、電流値、圧力等の運転状況	2～4回/日 随時 運転終了時 運転終了時	1. 濃縮スラッジの濃度、排出ケーキの含水率、容量等の測定 2. 濾布裏面とろ板部の清掃 3. 脱水機本体その他スラッジ付着部の水洗浄 4. 室内主要部水洗浄	2ヶ月	1. 送泥管及びバルブ類（一部）の清掃
	空気圧縮機の点検、整備 各種ポンプの点検、整備						
真空脱水機	真空脱水機	3回/日 必要の都度 3回/日 3回/日 必要の都度 必要の都度	1. 脱水機の振動、異常音、電流値、回転部分、各部の水洗浄状況 2. 濾布の張り具合、片寄り調整 3. ケーキの脱水状況、ろ布からの剥離状態、ベルトコンベアへの落下状況 4. 真空ポンプの真空圧力異常音、電流値 5. ろ液槽の水位、排水状況 6. 給泥用分配槽の泥位、給泥状況	2～4回/日 運転終了時 運転終了時 運転終了時 運転終了時 運転終了時	1. 濃縮スラッジの濃度、排出ケーキの含水率、容量等の測定 2. 脱水機本体その他スラッジ付着部の水洗浄 3. 濾布の水洗浄状態 4. 脱水機用泥溜槽の排泥及び清掃 5. 給泥用分配槽及び同部給泥管の水洗浄 6. 室内主要部水洗浄	2ヶ月	1. 送泥管及びバルブ類（一部）の清掃
	真空ポンプの点検、整備						
遠心脱水機	遠心脱水機	運転前	1. ブレーキの空気圧の設定値	1日	1. 振動点検		
		運転前	2. 内胴、外胴の泥の詰まり	1日	2. ベアリング温度		
		運転前	3. 安全ピンの折損及び positioning の確認	1日	3. ベアリングボックス油量		
		運転前	4. ケーシングカバーの緩み	1日	4. 潤滑装置の計器類の点検記録		
		運転前	5. 異常回転、検出器の作動確認	1日	5. ブレーキの効き具合		
		運転前	6. 電流値の記録	1日	6. 始動制動時間測定		
		運転前	7. 給泥量、給泥濃度、分離水濃度	1日	7. 異常回転検出装置作動		
		運転前	8. 濃縮濃度回収率	1日	8. ギヤボックス油量		
		運転前	9. ケーシングからの泥水の漏れ	1日	9. 差速用変速機油量		

7. 18. 2 関連法規（解説省略）

7. 18. 3 調整・濃縮施設（解説省略）

7. 18. 4 脱水施設

脱水施設は、濃縮スラッジの水分を更に減少させ、ケーキとして運搬その他取扱いを容易にするとともに、有効利用や最終処分の条件に適合する性状にするものである。

脱水の方法としては、自然エネルギーを利用する場合（自然乾燥）と機械力による場合がある。

1. 自然乾燥施設

自然乾燥施設は、自然エネルギー（輻射熱、風、冬期の凍結現象）を利用し、濃縮スラッジから水分を減少させるためのもので天日乾燥床やラグーンがある。

- ① 天日乾燥床は、底部に砂などの濾床と集水管を設けて重力濾過脱水を行い、さらに角落などで上澄水を排除し、乾燥を行うものである。通常は排泥池又は濃縮槽からの濃縮スラッジが投入される。ケーキ含水率は、65～75%までの脱水が期待される。
- ② ラグーンは、スラッジの圧密と上澄水の排除及び水分蒸発により脱水するもので、浄水施設から排出される沈澱スラッジなどを直接受け入れる。この方式は調整・濃縮機能も兼ねており、広い用地が必要である。

これら自然乾燥方式は、立地・気象条件も良く、用地の確保が容易な場合には、維持管理が容易で電気・機械的エネルギーをほとんど使用しないため経済的で、高濁度時の貯留機能を持たせることもできる。

1) 運転

- ① 自然乾燥は、1 回当たりの処理期間が長いため、スラッジ発生量の推定、排泥池堆泥量、乾燥床使用状況、乾燥搬出土量等を正確に把握しておかなければ、浄水場全体の運転管理に重大な支障を及ぼすことになる。このために、季節ごとの浄水場の処理水量、スラッジ負荷量と乾燥日数の関係を整理し、乾燥床使用計画の基礎とすることが重要である。
- ② 乾燥床に注入するスラッジは、濃度が高いほど効率がよいので、沈澱池から濃縮槽の間で、できるだけ濃度を高めておく。
- ③ 自然乾燥床の処理能力は、1 回当たりのスラッジ負荷と年間使用回数の相乗である。1 回当たりのスラッジ負荷を少なくし乾燥床の年間使用回数を多くするか、1 回当たりのスラッジ負荷を大きくし乾燥床の年間使用回数を少なくするかは、スラッジの性状、スラッジ負荷と乾燥日数の関係、スラッジの受入れが回分式か連続式かなど、種々の条件を検討して決定する。
- ④ 脱水効果は、気温、日射量、蒸発量、降雨量、風量等の自然条件によるほか、受入れスラッジ負荷によって大きく左右される。水分除去は、濾過、蒸発、上澄水排出により行われるが、水分除去量の割合は、それぞれ 20～40%程度である。

2) 日常点検等

- ① 乾燥床は適宜巡視、点検し、上澄水排除に努める。角落としを設けている場合、その水密性が良くないと、スラッジが流出し思わぬトラブルの原因となるので、巡視のときよく確認し、損傷が激しい場合は取り替える必要がある。
- ② 乾燥床は、乾燥土搬出後次のスラッジ受入れに備えて、床板・側壁・角落としの傷みなどを点検し、適宜補修する。また、必要に応じて補砂を行う。
- ③ 送泥管やバルブ類は、泥による閉塞を避けるため、定期的に洗浄を行う。バルブ開閉の点検をしておくことも必要である。また、乾燥床からの流出水を円滑に排除するため、排水溝への異物による詰まりに注意し、適宜清掃を行う(表-7.18.1 参照)。

3) 異常時の対応

異常時の対応は表-7.18.3 を参照とする。

表-7.18.3 排水処理設備における異常時の対応

施設・設備	異常現象	原因	対応策（原因例など）
自然乾燥	乾燥ケーキ不良	1. 流入スラッジ量過大 2. 流入スラッジ濃度不足 3. 乾燥日数不足 4. 雨水の混入	1. 施設能力、条件に合わせた流入量に調整 2. 引き抜き汚泥濃度を高める 3. 乾燥日数を延長するか、くわ入れ等により乾燥表面積を大きくする。 4. 排水溝の整備、防水シートで覆う
	異臭の発生	1. スラッジの腐敗 2. 臭気物質の混入	1. 空気攪拌による腐敗防止、消臭剤の散布、スラッジを速やかに搬出・処分する 2. 原汚泥から臭気物質を除去

7.18.5 造粒・乾燥設備（解説省略）

7.18.6 集塵・脱臭設備（解説省略）

7.18.7 ケーキの有効利用と処分（解説省略）

7.19 場内連絡管路及び水路（解説省略）

7.19.1 総則（解説省略）

7.19.2 管理上の留意点（解説省略）

7.20 管理用建物（解説省略）

7.20.1 総則（解説省略）

7.20.2 管理上の留意点（解説省略）

7.21 場内管理（解説省略）

7.21.1 総則（解説省略）

7.21.2 場内整備（解説省略）

7.21.3 施設公開（解説省略）

13. 水質管理

13.1 総説

13.1.1 基本事項

水道における水質管理とは、基本的には給水栓における水道水を、常に衛生的に安全でかつ清浄な状態に保ち、快適に利用できるようにすることである。そのためには、水源をできるだけ清浄に保ち、浄水施設によって適切な浄水処理を行い、更に配水管や給水装置の中で水道水が汚染されることのないように管理しなければならない。

水質管理の手段としては、理化学及び生物等の水質試験や施設内に設置した計器による水質の把握がある。これらから得られた結果に基づいて、各種の操作や対策が可能となる。

例えば、貯水池では、停滞水域に特有の浄水処理に障害となる水質上の問題が発生することがあるが、定期的にきめ細かく水質試験を実施して、速やかに水質の状況を知り、対策を講じることが望ましい。水源河川では、流域の開発が進み、突発的な水質汚染事故が発生する可能性があるため、水質監視体制と連絡通報体制を整備することが望ましい。

浄水場での浄水処理では、原水、沈澱水、濾過水、浄水等各処理工程の水質を測定して処理効果を確認するとともに、その結果を浄水用薬品の調整や浄水処理方法の改善に反映させることが重要である。

給水栓水については、配水管や給水装置の中で水質が悪化することがあるので、常に衛生的に安全で清浄な水質であることを確認することが必要である。

このためには、各種の事例を教訓として、水質が悪化する原因の発生を、できるだけ少なくするように努めることが望ましい。

1. 水質管理の目的

水道は、常に水道水の水質基準に適合した安全で良質の水を供給することが求められている。このため、水道事業体では、水源から末端給水栓までの、水道水質に影響するおそれのあるすべての段階を範囲とする水質管理を行う必要がある。

給水栓から供給される水道水が常に水質基準に適合し、衛生的に安全、正常な状態を保つよう、水源、浄水過程及び給水栓に至る水道システム全体を総合的に管理することが求められる。総合的な水質管理は、あらゆる過程の水道水質を定期的に測定し、結果を確認することに加え、水源保全のための施策と計画、安定した浄水処理能を保持した施設とその運転管理、汚染のおそれがなく安定して水を供給できる配水施設とそれらの維持・管理が連携して機能していることが重要である。水道のシステムにおける総合的な水質管理の概念を図-13.1.1に示す。

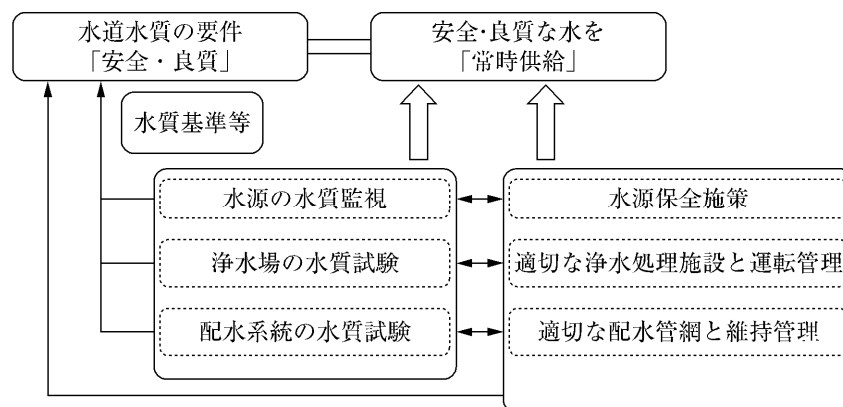


図-13.1.1 水道における水質管理の概念

水質を管理することは、「水道水が安全で良質であることの確認」と、「その水が常に供給できるシステムを構築すること」である。水道水質が安全で良質であることは、水質を定期的な水質検査を行って確認する。一方、安全で良質な水道水が常に供給できていることの確認には、水質検査を常時行うことができないことから、適切に管理された水道の施設から安全で良質な水道水が作り出され、供給できていると信頼できる体制を構築することが求められる。このような体制の構築には、図-13.1.1に示すように、水源域で実施される水質保全策、浄水処理方法、浄水場、配水管網等の水道に必要な技術的事項及びそれらの運転・維持管理が重要になり、それらの方法・内容を一定の頻度で行う水質測定の結果と連携させる。

2. 水質管理に関する体制の構築

水質管理には様々な因子が関連しており、水道事業体内でそれらの因子を担当する部署は異なる。表-13.1.1に示す例は、いずれも水質管理に重要な因子であるが、水道事業体内において担当する部署は、水質担当部署、浄水場、配水担当部署、計画・企画担当部署、庶務担当部署等、複数の部署によって担当される場合が多い。

表-13.1.1 水質管理に関する因子

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 水質測定、水質調査、情報の収集 ・ 配水水質管理(残留塩素濃度の設定) ・ お客様からの苦情・問い合わせ受け付け、対応 ・ 水質保全に関する情報収集 ・ 関係機関における水質保全計画策定への参画 |
|---|

図-13.1.2に各因子を担当する部署間での連携の例を示す。水源保全計画の策定と水道事業体の関わりにおいて、外部機関が策定する水源保全計画に水道事業体の意見を反映させるためには、水質測定結果等により現状分析し、水道事業体内で検討した水源保全に必要な対策を、同一水系内の他水道事業体と連携しながら要望することが考えられる。また、お客様からの苦情等については、窓口と原因調査を担当する部署が連携し、迅速に対応することが必要である。配水水質管理におい

ては、給水栓での残留塩素濃度の測定、結果の解析、浄水場出口の残留塩素濃度の設定をそれぞれ担当する部署間で連携して行うことが重要である。水質担当部署においては、水質測定、水質調査及び収集した結果、情報等を全体的に共有化できる組織であることが望ましい。

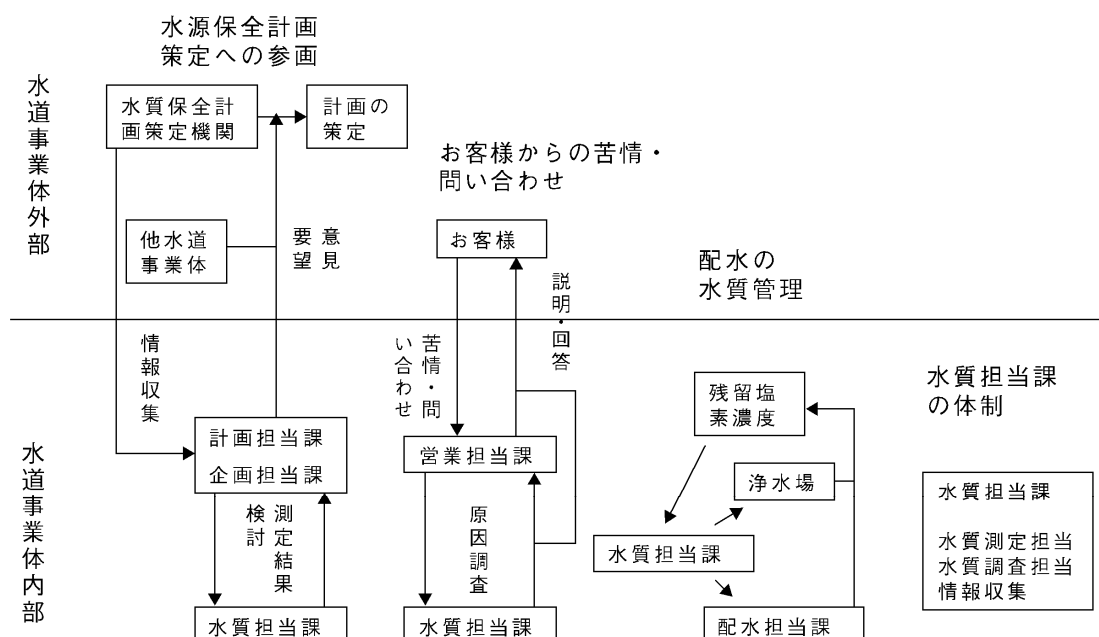


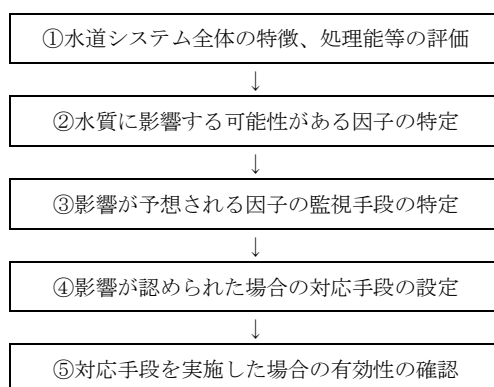
図-13.1.2 水質管理における事業体内の連携

水質管理を水道システム全体にわたって総合的に行うためには、水質管理に関連したすべての因子について、それぞれの担当部署が連携し、水道事業体ができるだけ一元的に対応できる体制を構築する。

3. 水質管理に関する計画の策定

水質管理を適切に実施するため、水質管理に関する計画を策定し、文書化しておくことが望ましい。水質管理に関する計画は、単なる水質検査・試験の計画ではなく、水道システム全体を対象とした計画にすることが必要である。また、水質管理を適切に実施するためには、水質検査・試験により得られた結果を評価し、それに基づき必要な対応を行うことが重要である。

表-13. 1. 2 水質管理に関する計画の策定



計画は、表-13. 1. 2 に示す事項等を含めて検討し、策定する。計画の策定に当たっては、まず水道システム全体の特徴、浄水処理能等の評価、分析し、全体を把握する。評価分析する対象としては、水源域では通常状態の水質、降雨の影響度、汚染源の有無と種類などがある。また、浄水場では、処理方法、処理機能等について評価し、配水区域では滞留時間、汚染の可能性等について評価する。次に、水道システム全体において、水質に影響を与える可能性がある因子を特定する。

それらの因子例としては、水源域では工場排水、家畜舎排水、農薬等が想定され、浄水場、配水区域では不適切な薬品注入や施設の管理、配水池での不適切な汚染防護手段、クロスコネクション等が挙げられる。

三番目には、特定された因子が水質に影響を与えているかどうかを監視する手段（モニタリング）を確立する。例えば、降雨により原水濁度が非常に高くなるような水道では、降雨時における濁度のモニタリング体制を整備する。監視の結果、影響が認められるような場合の対応方法もしくは制御方法をあらかじめ準備しておくとともに、対応方法もしくは制御方法を適用した場合はその有効性を確認する。

水質管理の重要な手段の一つとして、水源や浄水場等における水質検査・試験が行われている。それは、表-13. 1. 2 に示す「③影響が予想される因子の監視手段の特定」に相当し、その結果を評価し、異常が認められる場合は「④影響が認められた場合の対応手段の設定」に基づき対応を実施することになる。測定した結果が異常であるかどうかを判断する方法の一例としては、浄水処理工程等における過去の測定結果を解析し、正常値であるか異常値であるかを判断する基準を設定する方法がある。

測定した結果が正常値であれば浄水処理が適切に実施されていると判断でき、異常値の場合は、浄水処理が適切かどうか、又は原水水質に大きな変化があるかどうかなど原因を究明し、必要な対応を実施する。

13. 1. 2 水質基準と水質管理の体系

1. 水質基準

水道水の水質に関する基準は、現在、51 項目について基準値が設定されている（平成 27 年 4 月 1 日施行）。また、水質基準を補完する項目として、水質管理上留意すべき「水質管理目標設定項目」が設定されており、26 項目の目標値が設けられている。また、水道法により衛生上必要な措置として残留塩素の保持が規定されている。水質基準項目と基準値を表-13. 1. 3 に示す。

表-13. 1. 3 水質基準項目と基準値（平成 27 年 4 月 1 日施行）

項目	基準	項目	基準
一般細菌	1ml の検水で形成される集落数が 100 以下	総トリハロメタン	0. 1mg/L 以下
大腸菌	検出されないこと	トリクロロ酢酸	0. 03mg/L 以下
カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、0. 003mg/L 以下	ブロモジクロロメタン	0. 03mg/L 以下
水銀及びその化合物	水 銀 の 量 に 関 し て 、0. 0005mg/L 以下	ブロモホルム	0. 09mg/L 以下
セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0. 01mg/L 以下	ホルムアルデヒド	0. 08mg/L 以下
鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0. 01mg/L 以下	亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1. 0mg/L 以下
ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0. 01mg/L 以下	アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0. 2mg/L 以下
六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0. 05mg/L 以下	鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0. 3mg/L 以下
亜硝酸態窒素	0. 04mg/L 以下	銅及びその化合物	銅の量に関して、1. 0mg/L 以下
シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0. 01mg/L 以下	ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/L 以下
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10mg/L 以下	マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0. 05mg/L 以下
フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0. 8mg/L 以下	塩化物イオン	200mg/L 以下
ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1. 0mg/L 以下	カルシウム、マグネシウム等（硬度）	300mg/L 以下
四塩化炭素	0. 002mg/L 以下	蒸発残留物	500mg/L 以下
1, 4-ジオキサン	0. 05mg/L 以下	陰イオン界面活性剤	0. 2mg/L 以下
シス-1, 2-ジクロロエチレン及びトランス-1, 2-ジクロロエチレン	0. 04mg/L 以下	ジェオスミン	0. 00001mg/L 以下
ジクロロメタン	0. 02mg/L 以下	2-メチルイソボルネオール	0. 00001mg/L 以下
テトラクロロエチレン	0. 01mg/L 以下	非イオン界面活性剤	0. 02mg/L 以下
トリクロロエチレン	0. 01mg/L 以下	フェノール類	フェノールの量に換算して、0. 005mg/L 以下
ベンゼン	0. 01mg/L 以下	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3mg/L 以下
塩素酸	0. 6mg/L 以下	pH 値	5. 8 以上 8. 6 以下
クロロ酢酸	0. 02mg/L 以下	味	異常でないこと
クロロホルム	0. 06mg/L 以下	臭気	異常でないこと
ジクロロ酢酸	0. 03mg/L 以下	色度	5 度以下
ジブロモクロロメタン	0. 1mg/L 以下	濁度	2 度以下
臭素酸	0. 01mg/L 以下	(空白)	(空白)

13.1.3 各物質の処理性（解説省略）

13.1.4 水質検査

1. 水質検査における精度と信頼性の確保

水質検査結果の精度及び信頼性を確保するために、水質検査を行う水道事業者では、精度管理を積極的に実施する必要がある。最近では、優良試験所基準(GLP: Good Laboratory Practice) に基づいた精度と信頼性保証体制の導入が求められている。優良試験所基準に基づく精度と信頼性保証体制では、信頼性保証部門と水質検査部門に責任者を配置した組織体制を整備し、標準作業書を作成して検査を行うことになる。

13.1.5 調査・研究（解説省略）

13.1.6 水道の水質とリスク（解説省略）

13.2 水質管理体制

13.2.1 総則

水道水は、給水栓で常に水質基準や塩素消毒の基準に適合した水質を維持していなければならない。

したがって、水道事業者は、それぞれの水源水質に適した浄水処理施設を整備し、常時良好な水質を確保する仕組み、すなわち水質管理体制を構築する必要がある。

広義に考えると、施設や機器類の点検、維持管理等の水道システム全般にわたる技術的な業務も水質管理の一貫と捉えることができるが、本章では、水質管理とは「水源から給水栓までの水質検査・試験結果等の評価し、評価に基づいて適切に対応し、常に良好な水道水質を確保すること」と定義する。また、水質検査とは、配水池水や給水栓水のような浄水の水質基準項目において、その測定結果から、水質基準や塩素消毒の基準に照らして、法に適合しているかどうかを判定することをいい、これ以外の水質管理上行う水質測定を水質試験と定義する。

13.2.2 水質管理体制

常時良好な水道水を確保するためには、水源から給水栓までの一貫した水質管理の体制を整備しなければならない。すなわち、良好な水源を選択・保全し、原水の影響因子を的確に把握(水質監視) し、原水影響因子に応じた適切な浄水処理(浄水処理工程管理) を行い、水質を損なうことなく給水栓まで届け(送水管理)、確実に送られていることを確認(水質検査) する必要がある。

水質管理を適切に行うためには、保有設備の処理能力を正しく理解する必要がある。また、当該水源における潜在的有害因子が保有設備の処理能力を超えている場合には、必要に応じてより高度な浄水処理設備の導入が必要となる。

1. 水源の水質管理

水道水の水質管理において、原水水質の変動を把握することは極めて重要な要件である。

水源水質に影響する因子は、自然的因子としては、野生生物、気候、地形、地質及び植生などが考えられ、人為的因子としては、点源として下水処理場や工場排水、非点源として道路排水、都市生活排水、農薬、肥料を含む排水などが考えられる。

湖沼水・貯水池水を水源とする場合は、水道障害生物の異常増殖によって異臭味の発生や濾過池閉塞などの障害が起こる場合があるので、水源域での障害生物の消長や富栄養化の進行による経年的な水質変化等を把握する必要がある。

河川水を水源とする場合は、水源水質に影響を与える要因として、降雨や事故などによる急激な変動と、上流域の開発に伴う経年的な変化とがあり、これらの特徴を踏まえて水源の監視を実施し、流域の汚染源となり得る各種事業所の所在、土地利用形態、人口、下水道普及率等の情報を水質監視結果と対比させることにより、水質変動の原因及び状況を的確に把握する必要がある。更に、原水水質の中長期的な将来予測を行うことも重要となる。

地下水を水源とする場合は、一般的に原水水質は比較的良好で安定しているところが多いが、肥料や汚水などに由来する硝酸態窒素や、溶剤として使用されるトリクロロエチレンなどにより汚染を受けた例があり、一度汚染されると回復に長期間を要するため、あらかじめ水源地域の潜在的有害因子を把握するとともに、その近辺で、これらの有害因子の監視を強化することが必要である。

水源の水質管理においては、平常時の有害因子を把握するとともに、突発的な有害因子を予知・予防する必要がある。突発的な有害因子としては、流域事業所等の排水施設の事故、交通事故に伴う燃料や積み荷による汚染、不法投棄等が想定される。潜在的有害因子に対しては、事業所排水口や流域を代表する拠点等から適当な監視定点を選定して、適切な頻度で、平時における定期的な調査を行うとともに、水質汚染が発生した場合の緊急時の迅速な調査体制や連絡網などを整備する必要がある。

水源の水質管理を適切に行うための水源域の「水質管理に関する計画」は、調査項目や頻度及び監視地点等を水源域の状況や保有の浄水処理技術及び対策の重要性等を考慮して、汚染を受けた場合の水道事業への影響の大きさなどから有害因子の対応の優先順位や調査地点選定の優先順位を検討して作成する。例えば、かび臭物質を産生する生物の繁殖のおそれがある湖沼では、富栄養化の進行状況を知るための水質項目や、現況を認識するための臭気試験及び生物試験等を選定し、有害物質を取り扱う事業所が存在する流域では、当該有害項目やその指標となり得る項目を選定する。

また、水質管理目標設定項目の農薬類に関しては、流域での使用実態や検出実績等から監視する

農薬の優先順位（監視農薬プライオリティリスト）を作成し選定する。調査地点は、潜在的な危害因子の有無や取水への影響度を考慮して選定する。なお、選定した水質項目や調査地点は、状況の変化や測定結果等を評価して、随時見直す必要がある。加えて、各拠点からの到達時間予測、流域の環境図や流路図の作成及水質汚染事故対応マニュアルの作成等をあらかじめ行っておくことも必要である。

2. 原水の水質管理

原水の水質管理は、水源の種別に応じて適切に行う必要がある。特に河川下流域の表流水を原水とする場合には、流域の利用形態を考慮して、刻々変化する水質を連続的に監視する方法を講じる必要がある。連続的な水質監視には、自動水質計器の利用が有効となる。

原水の水質が浄水処理能力を超えた場合には、取水停止を行う必要があることから、保有設備の浄水処理能力を十分把握しておく必要がある。原水の水質の悪化が短時間の場合や、水質の悪化が保有処理能力の範囲内であっても粉末活性炭の大量注入などの大幅な処理変更を伴うような場合には、給水量に大きな影響を与えない時間内での原水取水停止や取水制限が有効となることもある。

3. 浄水処理工程の水質管理

浄水処理は、原水の危害因子に応じて、適切な方法を選択する必要がある。浄水処理工程の水質管理においては、原水危害因子が保有設備で除去可能かどうかを迅速に判断しなければならない。そのためには、保有の浄水処理能力を事前に正確に把握しておく必要がある。また、当該危害因子が期待どおり除去できたことを判定する仕組みを構築する必要がある。

過去に経験したり、文献等により処理方法が判明している物質については、マニュアルを作成しておくことが望ましい。一方、未経験の危害因子については、当該設備で浄水処理可能かどうかや最適浄水処理条件を実験（ジャーテスト等）により求める必要がある。

浄水処理工程の水質管理では、常に良好な水道水を確保するため、各処理工程の拠点に「水質管理のための水質目標値（水質管理目標値）」を設定して管理することが有効となる。各工程の拠点において「水質管理目標値」を設定した項目やその他の監視項目は、手分析により定期的に測定するか、又は自動水質計器により連続的に測定し、安定した水質管理ができる体制を整備する。

4. 送・配水、給水過程の水質管理

送・配水、給水過程の水質管理では、配水管等で変化する項目を適切に管理する必要がある。配水管等での水質変化としては、配管の材質及び劣化による水質の悪化と、残留塩素や消毒副生成物などのように時間の経過とともに変化する現象とがある。前者の事例では、管材の腐食等による赤水の発生、滞留による管材からの鉛等の金属類等の溶出の事例があり、腐食による赤水の場合は管洗浄で、管材からの金属類等の溶出はランゲリア指数や pH 値を適正に管理することで低減できるが、十分な改善効果がみられない場合には、管の取替などの措置を講じる必要がある。また、後者の事例のように時間の経過とともに変化する水質の管理においては、経過時間や水温等をパラメータとした当該項目の送水過程における変化ポテンシャルや、送水系統ごとに各拠点までの到達時

間を把握しておく必要がある。

供給水の水質検査は、水道水の水質を保証するものであるため、分析結果の精度が重要となる。水道事業者が自ら水質検査を行う場合には、結果の精度と信頼性の保証体制（GLP）を整備する必要がある。

水道水質に関する問い合わせや依頼試験の受付は、お客様サービスの観点から、営業部門でも速やかに対応できるようにする必要がある。また、想定される質問や過去の問い合わせ事例等を参考に対応マニュアルを作成しておくことが望ましい。

5. 貯水槽水道の水質管理

貯水槽水道（ビル等の建物内の水道）については、管理の不徹底に起因して、しばしば衛生上の問題が発生し、水質面での不安を感じる利用者が多い。水の供給者である水道事業者は、貯水槽水道の設置者に対する適正な管理の指導、助言及び勧告についての事柄を供給規程に盛り込むことができる。

13.2.3 水質検査計画

水質検査計画には、次に掲げる事項を記載しなければならない

- ① 水質管理において留意すべき事項のうち水質検査計画に係るもの
- ② 定期の水質検査を行う項目については、当該項目、採水の場所、検査の回数及びその理由
- ③ 定期の検査を省略する項目については、当該項目及びその理由
- ④ 臨時検査に関する事項
- ⑤ 水質検査を委託する場合は当該委託の内容
- ⑥ その他水質検査の実施に際し配慮すべき事項

①については、原水から給水栓に至るまでの水質の状況、汚染の要因や水質管理上優先すべき対象項目等の水質管理上の留意すべき事項であって、水質検査計画を策定する上で関係する事項であることとされ、具体的には、試料の採水場所、水源の種類、原水水質、浄水処理方法、保有水道施設の特性等の個別事情を考慮して記載することになる。例えば、前塩素を行っている場合は消毒副生成物を、水源に特有の汚染物質があれば当該項目を、季節変動がある項目についてはそのことについて記載する。

④については、臨時の水質検査を行うための要件及びそのときの検査項目について記載する。

⑥については、水質検査結果の評価に関する事項、水質検査計画の見直しに関する事項、水質検査の精度及び信頼性保証に関する事項、関係者との連携に関する事項等であり、水質検査計画や結果の公表の方法や連絡調整方法などについて記載する。

なお、水質管理目標設定項目及び原水に係る水質試験等すべての水質検査・試験について、水質検査計画に位置付けることが望ましい。

また、公表に当たっては、専門的知識がなくても、お客様が理解できるように配慮する必要がある。

水道事業者は、適切な水質管理を行い、供給する水道水が常に清浄で安全であることを保証しなければならず、水質検査計画を策定することにより、水質管理の確実性が高められるとともに、水質検査・試験を効率的・合理的に実施することができ、また水質検査計画を結果とともに公表することで、水道事業の透明性をより高めることができる。

13.2.4 水質管理のための水質目標値（水質管理目標値）（解説省略）

13.2.5 広域水質管理及び共同水質検査（解説省略）

13.2.6 水質検査委託（解説省略）

13.2.7 都道府県が策定する原水等の「水道水質管理計画」（解説省略）

13.3 水質基準

13.3.1 総則（解説省略）

13.3.2 水質基準項目（解説省略）

13.3.3 水質管理目標設定項目（解説省略）

13.3.4 要検討項目（解説省略）

13.3.5 その他省令関係（解説省略）

13.3.6 関連した水質基準（解説省略）

13.3.7 WHO 飲料水水質ガイドライン及び USEPA の基準（解説省略）

13.4 水質検査・試験（解説省略）

13.4.1 総則（解説省略）

13.4.2 精度管理と信頼性の保障（解説省略）

13.4.3 飲料水の採取（解説省略）

13.4.4 認可申請に必要な水質試験（解説省略）

13.4.5 給水開始前の水質検査（解説省略）

13.4.6 定期の水質検査・試験（解説省略）

13.4.7 臨時の水質検査・試験（解説省略）

13.4.8 請求された場合の水質検査（解説省略）

13.4.9 その他の省令に基づく水質検査（解説省略）

13.4.10 簡易専用水道及び他の貯水槽水道の管理に係る水質検査（解説省略）

13.4.11 水質検査・試験結果の記録（解説省略）

13.4.12 水質検査結果の公表（解説省略）

13.4.13 水質検査・試験に必要な機器（解説省略）

13.5 水質検査・試験結果の管理

13.5.1 総則

濁り、色、臭気、味のように視覚や臭覚、味覚で感じるものは、比較的容易に異常を知ることができるが、通常は水質検査を行わなければ、水質の異常を発見することができない場合が多い。したがって、水質の異常は定期及び臨時の検査及び自動水質計器の結果に基づいて判断する。もし、水質基準を満足しない場合は、13.5.2 水質基準値を超えた場合の処置を参照して適切な処置を講じる。

また、水質基準に適合していても、以前の結果と大きく差がありその原因が不明のときは、どこかに異常があると考えられるので、原因を調査するとともに直ちに適切な処置をとる。

13.5.2 水質基準値を超えた場合の処置

1. 水質異常時の判断と対策（図-13.5.1 参照）

- ① 水質検査の結果、水質基準を超えた値が検出された場合には、確認のため直ちに再検査を行うとともに、直ちに原因究明を行い、基準を満たすため下記②から⑥に基づき必要な対策を講じる。
- ② 一般細菌及び大腸菌については、その水道水中の存在状況は病原微生物による汚染の可能性を直接的に示すものであるので、それらの評価は、検査ごとの結果を基準値と照らし合わせて行う。基準値超過が継続すると見込まれる場合は、取水及び給水の緊急処置を講じ、かつ、水質に異常が発生したこと又はそのおそれが生じたことを、水道使用者に、テレビ、ラジオ、広報車を用いるなどして、周知する必要がある。
- ③ 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオン、有機物、pH 値、味、臭気、色度、濁度は病原微生物の存在を疑わせる指標としての性格も有する項目なので、その値が大きな変動を示した場合には、②に準じて対応する必要がある。
- ④ シアン化物イオン及び塩化シアン並びに水銀については、生涯にわたる連続的な摂取をしても、人の健康に影響が生じない水準を基とし安全性を十分考慮して基準値が設定されているが、従前からの扱いを考慮して、②と同様な対応をとることが適当である。

水源又は取水、導水の過程にある水に次のような変化があり、給水栓水が水質基準値を超えるおそれがある場合は、直ちに取水を停止して水質検査を行うとともに、必要に応じて給水を停止する。

- ① 不明の原因によって色及び濁りに著しい変化が生じた場合
- ② 臭気及び味に著しい変化が生じた場合
- ③ 魚が死んで多数浮上した場合
- ④ 塩素消毒のみで給水している水道の水源において、ごみや汚泥等の汚物の浮遊を発見した場合

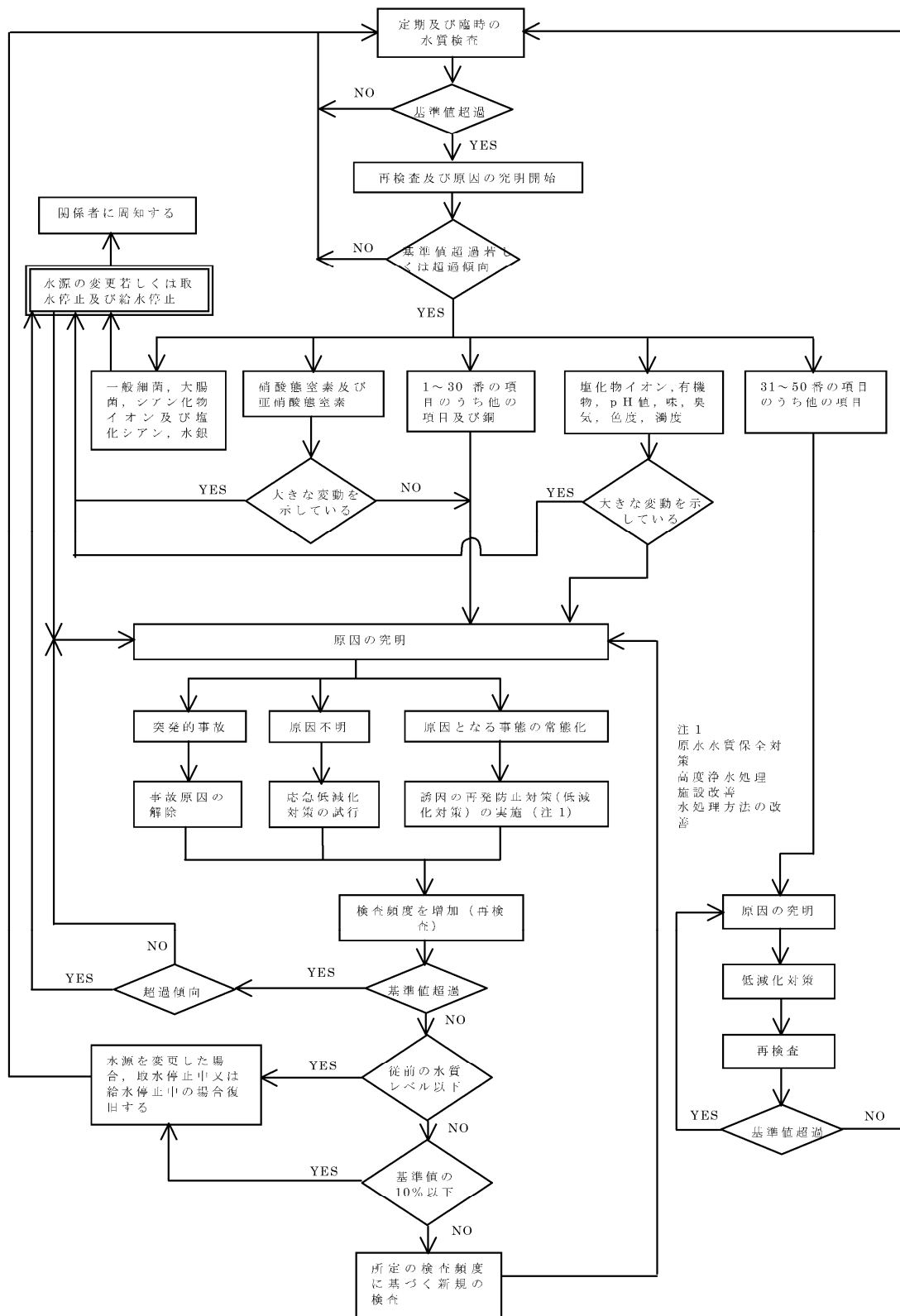


図-13.5.1 水質検査の結果異常値を検出した時に処置の一例

13.5.3 水質管理目標設定項目が目標値を超えた場合の処置（解説省略）

13.5.4 クリプトスポリジウムによる汚染のおそれがある場合等の処置（解説省略）

13.6 水源の水質管理

13.6.1 総則

水道施設の水質管理上最も基本的で重要なことは、良好な水質の原水を確保することであるが、その原水水質は水源の環境によって大きく影響を受ける。

水道の水源には、河川水、湖沼水、地下水等の種類があり、それぞれ水質上の特徴を持っている。水道施設の維持管理に当たっては、原水の水質に応じた適切な取水操作や浄水処理を行わなければならないが、このためには、水源の水質の特徴を知るとともに、水質の変化や動向を常時監視する必要がある。

13.6.2 水源流域の情報管理（解説省略）

13.6.3 水源の水質保全（解説省略）

13.6.4 湖沼・貯水池の水質管理

1. 水質の特徴

湖沼や貯水池の水は、一般に水質の変動が緩やかで濁度が低く、自浄作用のために細菌も少ないが、反面、水が停滞する結果プランクトンが著しく繁殖して、異臭味障害や濾過障害を引き起こすことがある。また、底層水が無酸素状態になり、底泥中の鉄やマンガンが還元されて溶出し、着色障害を引き起こすことがある。

2. 水質調査方法

水源が湖沼や貯水池の場合は、河川水と異なり大量の水が滞留しているので、突発的な毒物の混入などに対する心配は余りないが、湖沼・貯水池特有の富栄養化現象で、種々の浄水処理障害が発生することがあるので、これに応じた水質調査や取水操作、浄水処理を行う必要がある。したがって、水源となる湖沼・貯水池の水質調査に当たっては、利水上の障害の早期発見のための監視と併せて、富栄養化の動向を把握するための調査も同時に行うことが必要である。特に流入河川を含めた流域の環境や気象、流入・流出水量、水質等を総合的に調査しておくことが重要である。

また、湖沼・貯水池の内部負荷量の算定や底泥浚渫などの基礎データを得る目的で、底質調査を行うこともある。

1) 流域調査

湖沼や貯水池の富栄養化を引き起こす主な要因となる窒素、リン等の栄養塩類は、そのほとんどが流入河川から供給される場合が多い。したがって、水源となる湖沼や貯水池の水質の現状を正しく知るためには、単に湖沼や貯水池の水質だけでなく、流入河川の水質及びその水質を形成する流域の環境や流量などを調査し、河川から湖沼や貯水池に流入する汚濁物質の総量を把握することが重要となる。

2) 水質調査

湖沼や貯水池の水質調査では、水域全体を代表するような湖心部や最深部、流出水(放流水)を採水できる場所を調査地点として選定するのが一般的である。

試験項目は、水温、濁度、pH 値、溶存酸素などの基本的な項目に加え、富栄養化の要因となる窒素、リンなどの栄養塩類や有機物量、水質障害の原因となる藻類や臭気物質、鉄(溶存態)、マンガン(溶存態)、それにクロロフィルなどである。このほか湖沼・貯水池調査に必要な項目として、透明度、水色(水面を真上から見たときの水の色)、水深などがある。

3) 水質の将来予測

水源となる湖沼や貯水池の水質を管理するためには、現状の水質を把握するだけでなく、将来の水質を予測して、起こりうる障害を予知し、水源の水質保全対策に反映させ、これに係る種々の事業を実効のあるものにしなければならない。

3. 水質障害と対策

湖沼や貯水池での水質障害は、春から秋にかけて水温成層が形成され、上下各層の水の混合が抑制されることに起因することが多い。水温成層が形成されると、表層では障害となる藻類が発生しやすくなる一方、下層では無酸素化が生じ、鉄、マンガンなどの溶出が起きる。こうした現象を人為的に改善するか、又は避ける方法が、水源対策として一般的に行われている。

1) 湖水循環

湖水循環は、主として成層破壊を目的に行われるもので、水中にコンプレッサーから空気を注入し、注入された空気が気泡となって上昇する際、周りの水を連行することで湖水の循環を促進するものである。

湖水の循環により、底層の無酸素状態が解消されるとともに、表層の藻類が光の届かない無光層に送込まれることになり、藻類の増殖が抑制される。特にかび臭の原因藻類を含む藍藻類の増殖を抑制する効果が期待できる。湖水循環の藻類抑制効果は平均水深 20m 以深で大きく、湖面積に比較して湖容量が大きい湖沼で効果が大きいとされている。湖水循環による対策を考える場合には、対象とする湖沼の形状を十分に把握したうえで、必要な投入エネルギー(空気注入量)の検討を行い、循環装置の諸元を決定する必要がある。

2) 薬剤散布

貯水池などに薬剤を散布し、生物の増殖を抑制する方法である。処理薬剤としては、安価で貯蔵・取り扱いが容易であり、しかも少量で効果のあるものほどよいが、一方、人畜に無害で魚類や農作物に被害を与えないことも必要である。用いられる薬品としては、硫酸銅、塩素剤（液化塩素、次亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸カルシウム）などがあり、それぞれ一長一短があるが、硫酸銅が最も多く用いられている。

硫酸銅は、藻類に対して特に有効で、薬効の持続性があり、また塩素剤のように取り扱い上の危険がなく、処理作業も容易である。しかし、効果が現れるまでに1～2日程度を要すること、銅に強い藻類の繁殖を誘発するおそれがあることや藻類の銅に対する耐性の獲得などの欠点もある。

塩素剤は、藻類や鉄バクテリアなどの細菌類に効果が大きく、しかも速効性があり、連続注入に便利であるが、反面効力に持続性がなく、動物やある種の藻類では異臭味を生じたり、塩素に強い藻類の繁殖を誘発したりするなどの欠点がある。

薬剤の散布は、水道専用ダム湖の場合は問題となることは少ないが、多目的ダムや天然湖沼の場合は魚類や農作物に対する影響が問題となり、実施することは容易ではない。また、障害生物の発生状況を十分に把握したうえで薬剤散布を行う必要があり、適切な水源の監視が不可欠である。

3) 選択取水

取水口（放流口）を水深によって選択することにより、洪水後の濁水や藻類による異臭味水などの水質障害を避ける方法である。選択取水を行う場合は、あらかじめ水深別の水質を把握しておく必要がある。選択取水は水温成層が形成されているときに効果的であるが、水温躍層以深からの取水を行う場合は、鉄、マンガン、アンモニア態窒素などの濃度に注意を要する。

また、低水温の水を取水する場合には、農業や漁業への影響を考慮する必要がある。

13. 6. 5 河川表流水の水質管理

1. 水質の特徴

河川水の水質は、気象や産業活動が原因になって、季節的な変動や週間変動が著しく大きい場合があり、一日のうちでも時間的な変化をすることが多い。水温は夏と冬の温度差が著しく、特に夏季には日周変化が大きい。このほか、水源流域に大雨があると短時間のうちに濁度が著しく増加する場合があります。流量の変化や流心部、河岸部、停滞水域など場所によっても水質が異なる。渇水期には水質の悪化が著しくなるので注意を要する。

2. 水質調査方法

法令に基づく定期的な水質測定だけでなく、上流域の汚濁源の立地状況、水質の汚濁状況に応じた必要な項目や観測地点を選定して、水源水質の日周変化、週ごとや月ごとの変化のほか、季節ごとの上流域の総合的な水質調査や降雨時の水質変化を調査する。これらのデータを蓄積して解析

し、水質の現況と経時的な傾向を把握しておくことが大切である。

また、河川水では突発的な汚染事故が発生しやすいので、魚類飼育水槽や自動水質計器などにより水質の異常を常に監視する必要がある。

3. 水質障害と対策

具体的対策については、13. 10 水質事故を参照する。

13. 6. 6 地下水の水質管理

1. 水質の特徴

地下水は帯水層の形成条件から、不圧地下水(自由面地下水) と被圧地下水に分けられる。

また、深度の観点から、浅層地下水と深層地下水に分ける場合もある。不圧地下水を取水する井戸を浅井戸と呼び、一般的に深さは10～30m 以内である。深井戸は被圧地下水を取水する井戸をいい、深さは30m 以上のものが多く、600m 以上に及ぶこともある。

1) 一般的な特徴

- ① 地下水は一般に年間を通して水温の変動が小さく濁りもなく、地表水と比べて比較的溶解性成分が多いが、水質が良好で安定しているのが特徴である。
- ② 地下水には、しばしば鉄やマンガンを多く含むものがあり、赤水、黒水や金気臭の原因となる。このような水には往々にして酸素が少なく、二酸化炭素に富み多少の有機物を含んでいるものがあり、鉄細菌が繁殖することが多い。鉄細菌は帯水層、井戸のケーシングやスクリーン、揚水管の内面などに着生して集落を形成し、スクリーンの目詰まりや揚水管の閉塞などによる揚水障害、フロック状の集落の流出による異物や不快な臭味、赤水などの原因になる。このほか真菌、放線菌等の着生、腐敗により異臭味が発生する場合もある。
- ③ 地下水は長い間地中に存在することによって、地質に応じた特徴的な水質を呈するようになる。地域によっては、ヒ素やフッ素を多量に含むものもあるので注意を要する。また、泥炭地などの腐植土地帯では腐植質により色度が高く、有機質を多く含む場合が多いので、浄水処理過程でトリハロメタンを多量に生成したり、通常の凝集沈澱処理では色度の除去が困難であったりする場合がある。
- ④ 沿海部や河川下流部では、揚水過剰や河川改修、大量の砂利採取などによって、海水の影響を受け塩水化するおそれがある。いったん塩水化すると回復には数年以上を要する場合が多いので注意を要する。
- ⑤ 地下水は汚染の機会が少ないものであるが、工場排水が地下に浸透してクロム、シアン、農薬を検出した例がある。特に、半導体製造工程や町工場での金属機械部品の脱脂洗浄、あるいはドライクリーニングなどに使用されているトリクロロエチレンやテトラクロロエチレンなどの低沸点有機塩素系溶剤、酢酸セルロース、オイル、ワックス、染料などの溶剤として使用される 1,4-ジオキサンなどによる地下水汚染が問題となっている。地下水は、いったん汚染を受けると長期間にわたり回復は望めないのが通例であるので注意が必要である。

2) 浅井戸水の特徴

浅井戸水は、第一帯水層に存在する自由水面を持つ地下水(不圧地下水) で、主に次のような水質的特徴がある。

- ① 地表水の影響を受けやすく、周囲に田畑や果樹園、畜産農場、ゴルフ場等がある場合は、散布された肥料、家畜の糞尿や農薬などの影響を受けることがある。更に近隣に存在する工場や住宅団地、廃棄物の最終処分場などからの浸出水や地下浸透水によって影響を受けることもある。
- ② 酸素を比較的多く含むため、好気的な条件下にあり、窒素成分は硝酸態窒素となっている。なお、浅井戸水中の硝酸態窒素が異常に増加する現象が多くなってきており、水質基準値 10mg/L を超える事例も見受けられ問題になっている。これは、農地における化学肥料の多用、生活排水や工場排水の浸透が影響しているものと考えられている。
- ③ 一般にアルカリ度が高いにもかかわらず、遊離炭酸を多く含み pH 値は低く(6.0~6.8を示し、ときに 6.0 以下のものもある)、鉄、銅等の金属やコンクリートに対して侵食性を示すものが多い。
- ④ 浅井戸水には、ヨコエビ、ミズムシ、ケンミジンコ等の肉眼でも認められるような小さい地下水性動物が見いだされることがある。これらの動物は暗所に棲息するために、色素が乏しく目も退化しているのが普通である。これらの小動物がいることは、直接衛生上の問題となるものではないが、ストレーナや砂濾過などで除去して給水することが必要である(13.7.2 塩素消毒のみの方式における水質管理参照)。

3) 深井戸水の特徴

深井戸水は、上下の難透水層(加圧層) によって挟まれ、被圧されている地下水で、主に次のような水質的特徴がある。

- ① 地表水の影響を受けにくいため、衛生的安全度が高い。
- ② 酸素がほとんどないため、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素が還元されて、アンモニア態窒素を含むようになることがある。この場合、細菌試験の結果に異常がなければ汚染によるものではないと認められる。
- ③ 一般にアルカリ度、硬度が高く、遊離炭酸は余り含まず pH 値は 7.0 以上(通常 7.0~7.4)を示すものが多い。
- ④ 時には、下水臭や卵の腐ったような臭気を発することがある。これは多くの場合、硫化水素を含むため、このような水には硫黄細菌が繁殖することが多い。硫黄細菌は、鉄細菌と同じように集落が粘着膜を形成するため、スクリーンや管を閉塞したり、水に不快な臭味を与えたりするほか、鉄管の腐食に関係する場合もある。

4) 伏流水の特徴

伏流水は河川、湖沼の底部又は側部の砂礫中を潜流している水で、水質的には浅井戸水と地表水の間的な性質を持っている。その主な特徴は次のとおりである。

- ① 伏流水は地表水が透水性の良い地層を流れている状態であるので、地表水より濁度が低く、水温も比較的安定しており、概ね浅井戸水と同様の性質を示す。
- ② 地表水の影響を受けやすい状態にあるため、集水埋渠などの位置や深さなどにより、地表水が直接混入することがあり、河川水が濁ると伏流水も濁り、河床の生物が侵入して流出するようになることもある。

2. 水質調査方法

地下水は地表からの汚染に弱く、いったん汚染されるとその回復は非常に困難であるので、排水や汚水の地下浸透には十分な注意が必要である。可能であれば、汚染源を避け、取水井戸の集水域を保全することが最も重要である。汚染のおそれがある場合には、漏出、浸透などを防止する対策を講じるとともに、監視のための水質調査を継続して行うことが必要である。

1) 井戸の状況把握

さく井時の調査報告書や施工記録を入手し、井戸の形状と構造、地質標本や地質柱状図などを調べておく。また、水質調査に際しては、対象井戸の周辺環境や近くの井戸の状況を把握しておくことも必要である。

2) 水質調査

それぞれの井戸の状況に応じ、酸度(遊離炭酸) やアルカリ度、地下水の特徴を明らかにする陽イオンや陰イオンの分析を行う。水温や電気伝導率の測定は、簡便であるが井戸の状況を把握する良い指標である。

水質調査において、少しでも汚染の兆候が見られた場合には、継続して水質調査を行い汚染の動向を監視するとともに、原因を究明するための周辺環境の調査などが必要である。被害の防止対策などの適切な措置を早期にとることができれば、汚染地下水の汲み上げなどの処置により、水質の改善が見られることもある。そのためには定量下限値未満の値にも注目する必要がある。

また、水温、濁度、色度、pH 値、電気伝導率などは計器による自動計測が可能であり、地表水の影響を受けやすい浅井戸水や伏流水を取水する場合には水質変化を把握するうえで有効な指標となるので、自動水質計器の設置が望ましい。

3. 水質障害と対策

水質の特徴で記述した種々の水質障害や異常が発生した時には、適切な対応をすれば原因物質の除去や障害を軽減することが可能となる場合がある。

また、地下水は浅井戸水、深井戸水のいずれであっても金属を腐食する性質が著しい場合が多いので、水に接する部分ではできるだけ防食に配慮することが望ましい。

1) 水源の変更

硝酸態窒素、フッ素、ヒ素及び地下水に侵入した海水の塩分などの除去は、技術的には可能であ

るが、コスト面で浄水処理による対応は極めて困難である。したがって、現実的な対応としては、水質の良い他の水源の水と混合するか、可能であれば水源を転換することが望ましい。

2) 自然要因による障害

- ① pH 値が低く、遊離炭酸を多く含む場合には、エアレーション処理やアルカリ処理を行う。
- ② 鉄やマンガンを多く含む地下水は、除鉄・除マンガン処理を行う。
- ③ 海水の侵入により地下水の塩水化の兆候が認められる場合には、取水可能量を的確に把握するなどの措置により、塩水化を防止する。
- ④ 鉄細菌や硫黄細菌による障害が発生した場合は、ポンプを引き上げて水中テレビカメラなどで井戸内を調査し、必要に応じてスクリーンやポンプ、揚水管、ケーシング内面などを清掃することにより改善が図られる。

13.7 浄水処理工程の水質管理

13.7.1 総則

浄水処理方法は、原水水質に応じて適切な方法を選択する。また、原水水質の変化に応じて浄水処理の条件も適切に設定する必要がある。

浄水処理における適正な水質管理は、水質基準に適合した、安全でより質の高い水道水の給水のために最も重要である。浄水処理が適切に機能し、安全で良質な水道水が作り出されていることを確認する目的として、原水の特性、浄水処理方法とその条件、特徴に応じた水質に関する監視計画を定めることが必要である。

計画には、監視すべき水質項目を定めるとともに、管理目標値を設定して処理水質を十分に監視することが必要である。浄水の測定項目は、浄水場で必要と考えられる項目に加え、水道事業者の特徴に応じて配・給水過程で監視が必要と考えられる項目も測定する。

処理水質が管理目標値に対して差異が生じた場合に備え、あらかじめ、ずれの程度に応じた対応方法を設定しておく必要があり、また、浄水処理における水質事故等、様々な状況に応じた対応マニュアルや連絡体制についても整備しておく必要がある。

13.7.2 塩素消毒のみの方式における水質管理

1. 塩素消毒のみの方式における処理の特徴

一般的に塩素消毒のみの方式は、原水水質が極めて良好な地下水（湧水、伏流水を含む）を水源とする場合に適用されることが多い。この場合、原水の水質が良好で、かつ安定し消毒のみで水質基準に適合する浄水が得られることが必須条件であることから、原水水質が安定して良好であることを確認することを目的とした原水水質の監視を行う。浄水の水質については、水道法に規定さ

れる検査に加え、水道の特徴に応じて、水道水の安全性を確認することと、水道の維持管理に必要な水質測定を行う。

2. 水質監視の項目

塩素消毒のみの浄水処理では、原水水質が安定して良好であることを確認するほか、浄水においては、濁度(濁り)、色度(色)、残留塩素(消毒効果)の確認を毎日行う。消毒のために必要かつ適切な塩素量が確実に注入されることを確認することが重要であり、塩素注入点での残留塩素管理目標値などを定める。また、渇水等により原水濁度が通常より高くなった場合には、原則として原水の濁度が低下するまでの間、取水停止を行うことが必要である。伏流水の場合は、洪水時に濁りが発生するので、濁度のモニタリングが必要となる。

また、水質変化の把握のために pH 値、臭気、味、有機物等(TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量)、電気伝導率など測定が比較的容易で、水質変化が直ちに把握できるような項目については定期的に測定することが望ましい。更に、少なくとも月 1 回は硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオン、アンモニア態窒素、一般細菌、大腸菌、塩素要求量、鉄、マンガン等の測定を行い、原水水質の長期的な変化の傾向を把握する。

特に、地下水を水源とする場合には、トリクロロエチレンなどの有機溶剤に注意するほか、浅井戸においては、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の動向に注意し、深井戸の場合には、鉄細菌の動向に注意が必要である。

13.7.3 緩速濾過方式における水質管理

1. 緩速濾過方式の特徴

緩速濾過池における品質管理で最も重要なのは濾過水濁度である。日常の管理は、各池の濾過水について濁度、色度を毎日検査し、必要に応じて生物試験を行う。緩速濾過池の浄化機能は、砂層表面 20～30cm 下層の砂にまで及ぶ微生物の作用によるもので、濁り成分だけが除去できるだけでなく、臭気物質、アンモニア態窒素、微量のマンガンも除去できる。このことから、この処理機能を一般的に生物濾過膜とよばれている。

濾過水の品質保持のためには、この生物濾過膜の浄化機能が十分発揮できるようにすることが必要であり、それには、濾過池流入水にアンモニア態窒素の硝化に十分な溶存酸素が含まれていることが必要である。

また、原水濁度の高い場合にはあらかじめ凝集沈澱処理を行うとともに、濾過速度について、水中の酸素が不足にならないような速度の維持と濁りを出すような速度にしないことが大切である。

濾過砂掻き取り後(掻き取りの厚さは、通常 1～2 cm)、通水前の水質検査については、各水道事業体で定めた濾過速度になった時点で少なくとも濁度、色度等について水質検査し、処理機能の発現を確認する必要がある

2. 水質監視の項目

緩速濾過方式の浄水処理では、日常的に原水水質を監視し、緩速濾過の処理機能に影響を与えない水質であることを確認する。監視する項目は、濾過池を閉塞させる原因となる項目（濁度、シネドラ等の大型珪藻類等）、処理機能を低下させる原因となる項目（アンモニア態窒素、有機物等（TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量） 溶存酸素等）、濾過水又は浄水の水質を劣化させるおそれのある項目（色度、マンガン等）、及び上流部に汚染源がある場合は、汚染源から発生する汚染物質等である。濁度、色度、アンモニア態窒素、マンガンの濃度は、降雨、渇水により一時的に、又は季節的に増加する場合が多く、測定頻度は、それらの要因を考慮して決定する。一方、溶存酸素等については、処理機能が低下しないことが確認できる頻度で定期的に監視する。

また、原水水質変化の把握のために pH 値、有機物等（TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量）、電気伝導率など測定が比較的容易で、水質変化が直ちに把握できるような項目については日常的に測定することが望ましい。硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、塩化物イオン、一般細菌、大腸菌、塩素要求量、鉄、マンガン等は、少なくとも月 1 回は測定を行い、原水水質の長期的な変化の傾向を把握する。原水については、消毒副生成物や臭素酸を除く水質基準項目について、少なくとも一年に 1 回以上検査するよう通知されている。

濾過水の水質試験は、処理が適切に行われたことを確認する項目（濁度、色度、溶存酸素等）、塩素注入制御の指標となるような項目（アンモニア態窒素等）等を必要な頻度で行う。マンガンによる着色のおそれがあるような場合、マンガンによる着色の程度を迅速に把握する方法として、濾過水の pH を 10 程度とし、実際の塩素注入量と同程度の塩素を加え、加温しながら 30 分から 1 時間程度静置することで、浄水中に発現する色度を推定する方法がある。濾過水の水質管理の一例として、濁度 0.1 未満、色度 1 ～ 3 度、一般細菌数 100 個/mL 以下を一応の目安としている水道事業体もある。

3. 原水の濁度が高くなった場合（30 度以上）の懸濁物質の除去

緩速濾過方式は、普通沈澱池で 8 ～ 10 時間の滞留時間で沈降させたのちに濾過する。濁度が 30 度を越えた場合には、懸濁物質分が砂層表面上に堆積し濾過閉塞を生じる。また、濁質が濾過水に漏出することもあり、注意が必要である。

1) 一時的に高濁度になった場合の懸濁物質の除去

一時的に高濁度になった場合は、普通沈澱池での沈降効果は十分に上らないので、普通沈澱池の前段で凝集剤を加え、フロックを形成させ、濁度を 10 度以下にする必要がある。

2) 高濁度が長期間継続する場合の懸濁物質の除去

高濁度が長期間継続する場合、通常の緩速濾過方式では処理が困難となるので、普通沈澱池の前段に薬品混和池、フロック形成池等、凝集用の恒久的施設を設け凝集効果を高める。

4. 藻類の増殖や小動物の繁殖による障害

生物や微細な懸濁物質により、濾過閉塞などを生じた場合には、砂層上部約 1 cm 程度の厚さで

砂層部を削りとることが必要となる。

藻類は、緩速濾過池の遮光や塩素による除去方法があるが、遊離残留塩素が存在すると生物濾過膜を損傷するおそれがあるので、結合残留塩素(0.3mg/L 程度)での処理が望ましい。しかし、結合塩素であっても、砂層内で活性化している生物まで死滅させ、濾過機能を損なうことがあるので、極力塩素による処理は避け、やむをえない場合でも短期間に限るべきである。

小動物を除去する場合は、通常の削り取りをやや厚く行い、表層まで残留塩素が約 30mg/L を含む水で逆張りし、一昼夜放置する。

5. 砂層内部の酸素不足による障害

生物濾過膜は、好気性細菌を主体としているので、水中に溶存酸素がなければ機能を十分発揮することができない。砂層内部の溶存酸素が不足すると、砂層内部が嫌気状態となり不溶性の鉄、マンガンが還元され溶出し着色することがある。原水中の溶存酸素濃度が低い場合は、原水をエアレーションするなどして溶存酸素濃度を維持する必要がある。

13. 7. 4 急速濾過方式における水質管理

1. 急速濾過方式の特徴

1) 凝集沈澱処理

急速濾過方式の浄水場では、凝集沈澱、急速濾過及び塩素処理を実施するのが基本であり、原水中の濁度が2度以下のように低い場合でも凝集沈澱処理を確実に行うことが最も重要である。

水中にあるコロイド・懸濁物質は、負の電荷を帯び相互に反発し合って分散して存在しているので、反対の電荷を持った凝集剤を加えることにより、荷電を中和したコロイド・懸濁物質を攪拌することによりフロックを形成させて沈澱させる。硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウムといった凝集剤は、水酸イオン(OH⁻)を消費するので、水のアルカリ度が低いと pH 値が低下し、凝集が悪化する。したがって、注入する凝集剤の量に対してアルカリ度が低い場合は pH 値が凝集に最適な範囲になるように、苛性ソーダ、消石灰、ソーダ灰等のアルカリ剤を注入し、pH 値を調整する

ことが必要である。一般的に、原水中のアルカリ度が低い場合や、高濁度時の処理で凝集剤を多量に使用する場合は、アルカリ分を追加注入する。凝集後の、残留アルカリ度を 10~20mg/L 程度確保することで、凝集に最適な pH 値の範囲を維持しやすくなる。

凝集剤などの注入量が過剰又は不足した場合には、ごく微細なフロックが浮遊するため全体が原水と同様に濁って見える。特に、過剰な場合には、沈降性の悪いフロックが浮遊し水が乳白色になる。河川流量が降雨により一時的に増えた場合、始めは濁度成分の粒径が粗く比表面積が小さいので、比較的少量の凝集剤注入量で沈降性の良いフロックが形成されるが、時間の経過とともに微細粒子となり、凝集剤を多量に注入しても凝集沈澱処理に苦慮することがある。凝集が悪化した場合は、ジャーテストによる凝集試験を適宜行い、凝集剤の適正注入率を把握しフロックの出来具合を常に確認する必要がある。

2) 急速濾過処理

急速濾過では、一般的に、砂層に沈澱水を濾過速度 120～150m/日で通過させ、濾材への付着や濾層でのふるい分けにより、濁質分の除去効果を期待するものであるから、あらかじめ凝集処理により、濾材への付着やふるい分けされやすい状態のフロックを作ることが重要である。急速濾過では、粘土系の懸濁物質のほかに細菌、プランクトン、金属酸化物等の懸濁物質も、適切にフロックを形成させておけば概ね除去できる。沈澱処理水の濁度が高いと、濾層に付着したフロックが濾層下部へと移行して漏出を生じ、濾水中の濁度が上昇しやすい。この場合、凝集・沈澱処理を適正に行い、濾過池への負荷をできるだけ軽くする必要がある。

3) 塩素処理

急速濾過方式における塩素処理は、消毒剤としての使用に加え、マンガンや一部の有機物に対する酸化剤としても使用される。酸化剤として用いられる場合、前塩素処理、又は中間塩素処理として用いられ、いずれも注入後に、遊離残留塩素を確保することが必要になる。原水中のアンモニア態窒素濃度が高く、水温、pH 値が低い場合には不連続点塩素処理を確実に行うことが重要である。

2. 水質監視の項目

急速砂濾過方式が適用される水道の原水は、除去対象物質の種類が多岐にわたり、それらの濃度が高く、変動の幅も大きい場合が多いことから水質監視する項目数が多くなる。また、注入制御する薬品の種類も多く、それらの制御のために必要な水質項目に加え、処理が適切に行われていることを確認するために必要な水質項目など、浄水場において測定する水質項目数は多い。

1) 原水

急速濾過法を採用している水道の原水は、頻繁な水質の変化を示す場合が多く、日常的な水質監視により、原水水質の変化を的確に把握するとともに、浄水処理が適切に行えるようにすることが必要である。測定する水質項目は、濁度、色度、pH 値、臭気、有機物等(TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量)、アルカリ度、アンモニア態窒素、電気伝導率、マンガン等である。これらの測定結果は、前塩素又は中間塩素、アルカリ剤又は酸剤、凝集剤の注入制御に反映させる。また、原水水質の長期的変化が把握できるよう、水源の特徴に応じて監視する項目を定めるほか、上流部に都市等が存在し、排水等により汚染の可能性がある場合は、陰イオン界面活性剤、非イオン界面活性剤など汚染のおそれのある水質項目を必要な頻度で測定する。

水源が湖沼又は貯水池等である場合は、かび臭物質、プランクトンなどが発生する季節に測定する。原水については、消毒副生成物や臭素酸を除く水質基準項目について、少なくとも一年に1回以上検査する。

2) 急速濾過処理の工程

急速濾過処理の工程では、それぞれの処理が適切に行われていることの確認を目的として、濁度、色度、pH 値、有機物等(TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量)、アルカリ度、アンモニア態窒素、電気伝導率、マンガン、残留塩素等を測定する。それぞれの水質項目は、各測定点での管理目標値を設

定し、測定結果が目標値を達成しているかどうかを確認する。

3) 浄水

浄水は濁度、色度、味、臭気、pH 値、残留塩素等を日常的に検査する。

3. 凝集沈澱池における管理の要点

沈澱池ではフロックの形成程度と沈澱状況を監視することが必要であり、フロック形成は、通常の巡回による監視、ITV による監視等で行い、沈澱状況は日常の水質試験の結果及び連続自動測定機器の沈澱水濁度等で判定する。

通常、湖沼における濁質分は、無機質が少ない反面プランクトンや有機物を多く含むため、凝集・沈澱処理がしにくく、特に藻類が大量に増殖した時期は凝集障害を生じる。藻類を多く含むフロックは、昼間、藻類の光合成により発生した気泡により、沈降したフロックが再浮上することがある。プランクトンや有機物を多く含む水には、凝集剤の多量注入、凝集剤の変更、二段凝集(ポリ塩化アルミニウムを1～5 mg/L 程度)又は多層濾過などの処理が必要となる。凝集剤を多量注入した場合は、フロックのキャリーオーバーに注意する。

4. 急速濾過池における管理の要点

マンガンイオンは、塩素による酸化反応が数時間～数十時間を要するため、配水管中で二酸化マンガンへの反応が徐々に進み、給水栓水の着色、黒い水などの障害を生じる。マンガンイオンの除去は、マンガン砂による接触酸化法が最も効果的であり、除去に要する時間も極めて短時間である。マンガンイオンを接触酸化して除去したマンガン砂は活性を失っており、マンガン砂の活性を復活させるためには遊離塩素が必要不可欠である。特に中間塩素処理を行う場合は、急速濾過池の流入水に遊離塩素を確実に確保することが重要である。

濾過水に漏出しやすい藻類には、珪藻類(キクロテラなど)、藍藻類(ミクロキスチスなど)、緑藻類(ジクチオスフェリウムなど) がある。特に、凝集・沈澱処理で除去されにくい珪藻類のシネドラ、メロシラが原水中に多量に存在すると濾過閉塞を生じるので、凝集剤の増量及び前塩素処理の併用を行い、多層濾過処理を行うと効果的である。また、藍藻類のミクロキスチスは凝集阻害を生じ、濾過池を通過し濾過水濁度を上昇させるので、凝集剤の増量や二段凝集処理を行うとよい。この場合、前塩素処理を行うとミクロキスチスの群体が崩れて、濾過水中に漏出する傾向が強くなるので注意する。

ユスリカの幼虫やミジンコなどの小動物が、濾過池を通過することがある。ユスリカ、ミジンコは、一般的に塩素に強くいったん発生すると塩素による殺虫効果はあまり期待できない。このような場合は、沈澱池内の清掃や濾過池内壁の洗浄などを定期的に行い発生防止に努める。濾過池内で発生した場合には、濾過池の洗浄回数を多くし洗浄後の濾過砂を安定させた後に、濾過を行い漏出を防ぐ必要がある。

急速濾過方式では原水が低濁度であっても、凝集剤の使用は不可欠である。

13. 7. 5 高度浄水処理における水質管理

1. 高度浄水処理の特徴

高度浄水処理とは、通常の浄水処理では十分に除去できない臭気物質(2-MIB、ジェオスミン等)、トリハロメタン前駆物質、アンモニア態窒素、陰イオン界面活性剤などの処理を目的として、通常の処理に追加して導入する処理で、代表的な処理方法として、オゾン・活性炭処理、活性炭処理、生物処理等がある。これらの処理は、凝集沈澱、急速濾過と組み合わせる場合が多く、高度浄水処理システムの水質管理においては、各単一処理プロセスごとの処理性に加え、システム全体の水質管理について総合的に検討することが必要である。

オゾン・粒状活性炭を組み込んだ高度浄水処理では、塩素の注入点に留意する必要がある、処理性、維持管理面から、それぞれの特徴に応じた水質管理が必要である。前塩素処理を行う方式では、前塩素処理によりトリハロメタンが生成するため、その除去を効果的に行うために粒状活性炭の再生を速やかに行うことが必要である。また、遊離残留塩素はオゾンの酸化効率を低下させるため遊離残留塩素濃度の把握も重要である。

一方、前塩素処理を行わない場合は、粒状活性炭層における生物活動により、活性炭での有機物の除去効果が数年間保持される。

オゾン処理は、臭気物質の分解、マンガン等の酸化などが主な目的であり、高度処理プロセスでは、副生するアルデヒド類等を粒状活性炭で除去するため、粒状活性炭の前段に設置される。また、オゾン処理では臭素酸イオンが生成されるため、オゾンの注入量を、必要かつ最低限に制御することが求められる。粉末活性炭処理、生物処理は、急速濾過方式の前段で行われる場合が多く、それらの除去対象物質は臭気物質(2-MIB、ジェオスミン等)、トリハロメタン前駆物質、陰イオン界面活性剤、農薬等であるが、生物処理ではアンモニア態窒素の除去も期待できる。

2. 水質監視の項目

高度浄水処理が導入されている水道の原水は、導入目的の除去物質に加えその他の除去対象物質の種類が多岐にわたり、それらの濃度が高く、変動の幅も大きい場合が多いことから水質監視する項目数が多くなる。

また、注入制御する薬品の種類も多く、それらの制御のために必要な水質項目及び処理が適切に行われていることを確認するために必要な水質項目に加え、処理工程内の水質を監視する地点が多くなることから、浄水場において測定する水質項目はかなり多くなる。

1) 原水

オゾン・粒状活性炭処理を採用している場合は、急速濾過との組み合わせが多いことから原水の特徴、水質監視及び測定項目については急速濾過法と同様であり、測定結果についても薬品の注入制御に反映させる。高度浄水処理はトリハロメタン、臭気物質、農薬等の除去を目的に導入されることから、それらの物質、トリハロメタン前駆物質及び関連する項目を必要な頻度で測定する。また、原水水質の長期的変化が把握できるよう、水源の特徴に応じて監視する項目を定めるほか、上

流部に都市等が存在し、排水等により汚染の可能性がある場合は、汚染のおそれのある水質項目に必要な頻度で測定する。水源が湖沼または貯水池等である場合は、プランクトンが発生する季節に臭気物質等(2-MIB、ジェオスミン等)を測定する。

13.7.6 膜濾過方式における水質管理（解説省略）

13.7.7 排水処理水の管理

浄水処理過程で生じる沈澱池スラッジ、濾過池洗浄排水等は排水処理施設で処理された後、その処理水は浄水場外へ排出するか原水へ返送される。

1. 排出水の管理

排水処理施設からの排水水について、定期的に水質試験を行い、排水水質を把握しておくことが必要である。特に排水水中のSS分についての注意が必要である。

2. 返送水の浄水処理への影響

原水へ返送する場合は、浄水処理工程への返送水の負荷を最小限とするようにしなければならない。返送水の水質は、原水水質、脱水方法により異なってくるため、返送水質(濁度、鉄、マンガン、pH値、生物等)及び量を十分把握し適切な浄水処理を行わなければならない。

一般的には次のような傾向がみられる。

- ① 排水処理施設運転時と非運転時で、返送水水質は異なってくる。これを避けるためには、貯水槽を設けると、水質を均等にすることができる。
- ② 有機物の多い原水を処理していると、汚泥中の有機物濃度が高くなり、濃縮槽内が嫌気状態になり、鉄、マンガンの溶出やBODの増加も起きやすい。なお、鉄、マンガンについては、排出する前にpH値を上げるにより、沈降させることができる。
- ③ 脱水の前処理で酸を使用する場合は金属の溶出が多くなる。
- ④ 排水処理施設の排泥池などには、ミジンコ、ミズムシ、線虫、ワムシ、藻類等が発生することがあるので、返送水中の生物種類と量を調査し処理を検討する必要がある。
- ⑤ 原水中にシネドラなどの濾過障害生物が多量に発生した場合、排水処理施設内で濃縮された生物が、返送水とともに多量に原水に返送されるので注意が必要である。

13.8 送・配水の水質管理

13.8.1 総則

送・配水の水質管理は、常に衛生的に安全でかつ清浄に造られた浄水の水質を、配水管の末端まで良好に保持することである。水道法では、給水栓水の遊離残留塩素を衛生上の措置として

0.1mg/L 以上(結合塩素 0.4mg/L 以上) 保持しなければならないとしている。

また、遊離残留塩素はおいしい水の観点から水質管理目標設定項目として 1.0mg/L 以下が設定されている。

したがって、送・配水の水質を管理するため、水源の種類、浄水場、送・配水システムごとに、施設の構造、配管の状況やシステム内での水質変化を考慮して、最も効果的な場所を選定し、水質検査を定期的に行うことが望ましい。更に、送水管、配水池入口、出口、配水管に、残留塩素、pH 値、電気伝導率等の自動水質計器を設置して、連続監視を行うことも極めて有効な方法である。

送・配水の水質汚染には、送・配水施設での汚水・異物等の混入による汚染、送・配水施設との接触や滞留などによる浄水の水質劣化、浄水に起因して発生する水質障害などがある。このため、日頃から水質異常となる原因をできるだけなくすように努めることが望ましい。

問い合わせなどによる水質調査は、水質の異常を生じた区域を明らかにするとともに、速やかに原因を究明して適切な改善の処置が必要である。

13.8.2 送・配水の水質管理

送・配水の水質は、配水池内に水の停滞場所ができたり、配水池容量が計画配水量より大きく、配水池内での滞留時間が長くなる場合や、配水管の末端など水が停滞しやすい場所で変化する。

したがって、配水の水質管理は、常日頃から配水池入口、出口、配水管の途中・末端の適正な場所で水質調査を行い、配水区域の水質の状況を把握しておくことが望ましい。

送・配水施設内での水質変化の原因は、浄水の pH 値、残留塩素、遊離炭酸、水温等の化学・物理的な性状、施設の構造や配管内での滞留、流速、流向の変動及び施設材質の特性などによるものである。

水質基準項目等の中で、濃度が配水システムで変化する可能性のある項目は次のとおりである。

① 配水システムで変化する可能性のある項目

総トリハロメタン、クロロホルム、ブロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン、ブロモホルム、有機物等(TOC 又は過マンガン酸カリウム消費量)、鉄、マンガン、pH 値、臭気、味、色度、濁度、残留塩素、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、抱水クロラール、クロロ酢酸、ジクロロアセトニトリル

② 配水システム自体がその発生源となる項目

鉛、鉄

1. 配水管内での水質変化と対応

1) 消毒副生成物

塩素と水道水中の有機物の反応によって生成される、トリハロメタンなどの消毒副生成物は、残

留塩素濃度、pH 値、水温や接触時間に影響されるため、配水施設での滞留時間を短くするとともに、残留塩素を低く管理することが望ましい。

季節的に5月から10月の高水温期に消毒副生成物が増加する。特に、下水処理水等が放流される水源から原水を取水し、浄水処理で前塩素注入を行っているときには、トリハロメタンの生成には要注意である。

配水管の末端の総トリハロメタンが管理目標値を上回る可能性がある場合には、取水から給水までの対策として次のような措置がある。

- ① 水源が複数ある場合には、トリハロメタン生成能が低い原水を取水する。また、浄水場から給水栓にいたるまでの流達時間を短縮するために、配水系統の変更を行う。
- ② 前塩素処理をせず中間塩素処理を行い、生成量を抑制する。
- ③ 粉末活性炭によって、トリハロメタンの前駆物質等の吸着処理を行い、生成量を抑制する。
- ④ 高度浄水処理を導入し、浄水水質を改善する。

2) 色度・濁度

浄水の濁りがわずかであっても、長期間のうちには配水管の内面に次第に蓄積し、配水調整や消火栓の放水によって、管内の流速や流向が変わると、蓄積した濁り成分が一度に流れ出して濁水障害を起こすことがある。

水質基準では、濁度は2度以下であることと定めているが、より高いレベルの水道を目指すための目標として、給水栓で1度以下、送配水施設入り口で0.1度以下が適当である。

色度・濁度の原因となる赤水は、配水管内面が腐食して生じた鉄錆が流出するために起きる。赤水の成因を大別すると、化学的原因と物理的原因に分けられる。

化学的原因としては、浄水の有する溶存酸素、遊離炭酸、硫酸イオン、塩化物イオン、硝酸態窒素等の物質の影響がある。

物理的原因には、水温、水との接触時間、管内の流向・流速等がある。

赤水は種々の原因が絡み合って起きるが、pH 値やランゲリア指数が低く水の腐食性が高い場合、配水管が行き止まりになっていて滞留時間が長い場合、配水管が老朽化し、管内の流向・流速の変動のため、蓄積した鉄錆が一時的に流出する場合などに赤水の発生が多いことが認められる。したがって、その防止には、浄水の pH 値調整、管内で停滞が起きないような配管、停滞水の定期的な排水、老朽管の更正、更新などが必要である。

浄水処理に起因する障害は、凝集剤、塩素やアルカリ剤等浄水薬品の不適切な注入により起きる障害と、通常の浄水処理では除去できない物質が混入した原水により起きる障害があるが、主な障害例は懸濁物質とマンガンである。

浄水薬品の不適切な注入をなくすためには、浄水場での水質管理と注入設備の維持管理が重要である。

また、凝集剤の過剰注入により凝集剤が漏出し、配水施設内で濁りが生じたり、後アルカリ剤として消石灰注入を行う場合、注入方法によっては残さ分(石灰の不溶解分)の配水池での蓄積や漏出により濁水障害を起こすことがある。

濁水障害が起きたときは、原因を追求し濁水の排水などの対策を講じる必要がある。

3) 異臭味

新設の配水池や防水工事などの配水池の補修を行ったときに、養生や洗浄が不十分であると、コンクリート材やエポキシ樹脂塗料の溶剤による異臭味が、浄水につくことがあるので十分注意する。新たに配水管の布設を行ったり、補修により配水管の交換を行ったときなどに洗管が不十分であると、内面塗装、合成樹脂管等の材質や接合剤から、異臭味が浄水につくことがあるので注意する。

4) 異物

内面塗装剤などのはく離は種々の原因が絡みあって起きるが、問題ははく離した塗装が管内に蓄積し、流速・流向の変動によって配水管から流出し、ストレーナに引っ掛かり出水不良を起こしたり、異物として給水栓水に出ることである。

異物としては、内面塗装材(アクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、エポキシ樹脂等)、コーキング剤、ゴムパッキン、モルタル等の送・配水施設内で使用される材料のはく離物である。

5) マンガン等の金属類

マンガンは原水中に含まれていることが多く、急速濾過後に後塩素処理を行う浄水処理では基本的に除去することはできない。緩速濾過方式の浄水処理でも、原水中のマンガンが多くなると濾水に流出することがある。

浄水中のマンガンが 0.05mg/L 以下であっても、塩素により酸化されて生じたマンガンの酸化物が、配水管の内面に次第に蓄積し、配水調整や使用水量の変化などにより管内の流速や流向が変化すると、それが一度に流出して黒水障害となることがある。そのため、定期的に配水管の調査を行い必要があれば洗管を行う。

マンガンの酸化物のみの場合は黒色を呈するが、鉄分を含むと黒褐色あるいは茶褐色を呈することがある。水質基準項目では、マンガンは黒水障害の発生防止の観点から 0.05mg/L 以下であることと定めているし、水質管理目標設定項目では除マンガン施設が適切に管理されている場合に満たすことのできるレベルとして 0.01mg/L 以下とされている。

浄水場ではアルミニウム系凝集剤が用いられるが、注入率が不適切な場合又は凝集条件が不適当な時、凝集不良で凝集剤が配水管内に漏出し、アルミニウムが高くなることがある。

2. 残留塩素管理

水道水は、水道法上の消毒効果を保持しなければならない。給水栓における水が、遊離残留塩素

を 0.1mg/L（結合残留塩素の場合は、0.4mg/L）以上保持するように塩素消毒をしなければならないとされている。しかし、残留塩素濃度が高すぎると塩素臭が強くなり、苦情がでることがある。

配水管内の残留塩素は、水温、水質、滞留時間等により減少量が変わってくる。水温の低い冬期には減少が少ないが、夏期には大きくなるなど季節により減少量が異なるので、配水管の末端で残留塩素量を常に監視し、適切な塩素注入管理を行うことが必要である。配水管の末端において残留塩素を保持するには次の対策がある。

- ① 適切な地点で追加塩素を行う。
- ② 管路が行き止まり管になっている場所や管網上停滞が避けられない場所等においては定期的に効果的な排水を行う。
- ③ 管内で長時間滞留あるいは停滞しないよう制水弁による循環ルートの確保などして管内滞留時間を改善する。
- ④ 高度浄水処理等を導入するなどして浄水水質を改善する。

配水池の残留塩素がほぼ一定に保持されているにもかかわらず、配水系統内のある地域で残留塩素が大幅に減少したり消滅する場合は、同区域内でクロスコネクションや水の停滞などが生じていると考えられる。

また、遊離残留塩素を含む水と、結合残留塩素を含む他系統の水とが混合すると、残留塩素が減少又は消失するので混合は避けなければならない。

残留塩素は配水池等の水面上部から揮散する。揮散による塩素の減少量は水面上部の面積に比例して多くなる。また、水温が高くなるほどその影響は大きいとの報告がある。

3. 外部からの汚染防止

送・配水の汚染は地下水や汚水の施設内への流入、配水池換気装置などからの昆虫などの生物の侵入、工業用水管など用途の異なる管と水道管とのクロスコネクション、配水池の補修作業や配水管工事の終了時に行う洗浄及び消毒の不備などにより起きる。

汚染を確認した場合は、速やかに原因を追求して迅速適切な処理をする必要がある。平常の維持管理作業時でも、汚染の原因となるものをできるだけ排除するように努めることが大切である。次にそれぞれの汚染防止について述べる。

- ① 配水池の換気装置に防虫網などを設置して、昆虫などの侵入を防ぐ対策を講じ、定期的に点検を行うこと。
- ② 配水池などコンクリート構造物のき裂や、配水管の漏水箇所からの汚水の流入を防止するため、各施設の巡視点検を厳重に行い、汚染の発見とそれに対する迅速適切な処置を行うこと。
- ③ 配水池に補修作業などで人が入る場所は、事前に次亜塩素酸ナトリウムを用いて履物を消毒などして、汚染防止に十分な配慮を行うこと。
- ④ 配水管などの布設工事の終了時に、管の洗浄及び消毒を行うこと。

- ⑤ 用途の異なる他管と水道管とのクロスコネクションを防止するため、管布設後水質検査を行い水道水であることの確認を行うこと。
- ⑥ 汚染防止のため工事関係者の衛生教育を徹底させること。

13.9 給水の水質管理

13.9.1 総則

水道水の水質は、水道法によって水質基準に適合しかつ衛生上の措置として、残留塩素を必要量保持するように定められている。この場合、管末など水が停滞しやすい場所でも、水質を良好に保つように配慮しなければならない。このような場所を含め水道水が水質基準に適合するかどうか判断できる場所を選び、定期的に水質検査を行う必要がある。

水質は、浄水場から送り出す浄水に問題がなくても、給水栓水にさまざまな水質障害が起きる場合がある。

このような場合、速やかに原因を究明して改善の処置を講じなければならない。更に、水道水の使用からの通報によって水質障害が発見された場合も、同様な処置を講じなければならない。給水装置は個人財産であるが、この給水装置が原因で水質障害が起きたときに、水道使用者から蛇口の水がおかしいと水道事業者に調査依頼され対応している事例が多い。

13.9.2 水道水の水質検査

水道水の水質検査は、水道水の安全性と快適性の確保を図るための適切な水質管理を行う上で最も重要な手段の一つといえる。

水道水の水質検査は給水栓水を対象とすることが原則であるが、水質項目によっては浄水場の浄水、送水施設又は配水施設の水を対象にする場合がある。また、水質検査を行う給水栓の選定は配水系等毎に1地点以上選定することが原則とされている。したがって、水質検査は浄水処理工程、送・配水、給水の水質管理と連係して計画することが効果的である。

採水する地点数は、当該水道により供給される水が水質基準に適合するかどうか判断できるよう、水道の規模に応じ、水源の種別、浄水施設及び配水施設ごとに合理的な数となるよう設定するとともに、配水管の末端等水道水が停滞しやすい場所も選定することとされている。

給水栓水の水質検査結果は、水道水の品質保証であり一定期間（5年間）保存する。また、速やかにインターネット等で公表し、水道水に対する信頼を得ることが必要である。利用者に安心を与えることができるよう原水水質等の水源状況、浄水処理が適正に行われていることも併せて公開することが望ましい。浄水記録、配水記録も一定期間保存する必要がある

13.9.3 給水装置の安全性確保と直結給水

給水装置は、水道事業者の配水管と直結し一体となっているため、その構造・材質や施行が不適切であったり、適切な維持管理が行われない場合には、需要者が安全で良質な水の供給を受けられないばかりか、万一、水が逆流した場合には、水道施設の管理や公衆衛生に重大な影響を及ぼすこととなる。

給水用具に起因する水質汚染事故や漏水事故を防止するために、構造・材質基準に適合した適正な給水用具の設置と日常の維持管理を適切に行うことが、飲料水の安全と公衆衛生を確保するうえで重要となる。

また、直結直圧給水及び直結増圧給水は、蛇口までが給水装置であり、貯水槽式給水に比べ貯水槽の管理不十分により生じる衛生上の問題を解消できる。

13.9.4 貯水槽水道以下の管理

水道事業者が供給する水道水が良質であっても、貯水槽以下の施設の維持管理が不十分なときには水質が悪化する場合がある。

13.9.5 水質障害とその対応

配水管及び給水管は、常時加圧送水されているため、通常の場合、配水及び給水途中での水質汚染の心配はない。しかし、給水栓水には、次のようなことが原因で水質障害が起きる場合がある。

- ① 給水装置の材質や塗料の溶出
- ② 工事などに伴う流速・流向等の変化による管内付着物のはく離・流出
- ③ 断水工事などによって負圧になった管内への汚水や異物の混入
- ④ 水道管と他の水管とのクロスコネクションによる水道水以外の水の混入

13.9.6 漏水湧水の判定

水資源の有効利用が叫ばれている現在、漏水は大きな問題となる。道路・マンホール・庭先等に湧出している水は、水道水・工業用水・雨水・地下水・河川水、下水等が考えられる。湧出水が水道水か否か判定できれば、その後の対応、工事等を手際よく実施することができる。

漏水か湧水かの判定法として、次に示す理化学及び生物試験による方法があるが、正確に判定するためには複数の方法で調べ、かつ、現場付近の状況を含め総合的に判断することが必要である。漏水判定用の採水容器や採水方法が試験結果に影響を及ぼさないよう注意を要する。また、対照水として近隣の直結水や河川水、下水などを同様に試験すると判定しやすい。

1. 理化学試験

1) 残留塩素による方法

残留塩素が残存していれば水道水である

2) トリハロメタンによる方法

塩素消毒副生成物であるトリハロメタンが検出されると水道水の可能性が高い。しかし下水処理水等の可能性もあるので、塩化物イオンや電気伝導率など他の項目も水道水と同様であるなら水道水と判断する。現場の配管の状況、周りの状況を調べ総合的に判断する。

2. 生物試験

顕微鏡で水中の生物を観察し、観察された生物が水道水・地下水・下水等のいずれに存在するか判断する。

13.9.7 水質障害原因と対策

送・配水での主な障害は、表-13.9.2 のとおりであり、それぞれの対応についても基本的にはほぼ同じであるが、施設の構造、配管の状況、地域の特徴、水質などが異なるので、個々に原因を究明し対応することが必要である。

表-13.9.2 送・配水での主な障害と対策

現象	主な原因	状況説明	対策	
			応急的な対策	抜本的な対策
残留塩素の消失	配水管及び給水管の老朽化及び腐食	鉄などとの反応による消費	排水設備などからの排水	管路の更正・更新
	配水管及び給水管での停滞	水中有機物や管材との反応及び自己分解	排水設備などからの排水	管網の整備 循環ルートの確保
	誤接合や漏水箇所からの流入	地下水、汚水、工業用水等の流入	排水設備などからの排水 誤接合や漏水箇所の発見及び修理	管路の点検・保全 水質監視体制の強化
赤水	鉄錆の流出	浄水含有鉄の管壁付着の流出	排水設備などからの排水	浄水処理での除鉄の徹底
	配水管及び給水管の腐食	pH 値が低いなど水の侵食性が大きい浄水の配水管及び給水管での滞留による鉄の溶出	排水設備などからの排水	pH 調整 管路の更正・更新
黒水	マンガンの流出	管壁面に付着したマンガン酸化物の物理的流出	排水設備などからの排水	浄水処理での除マンガンの徹底 pH 調整 管路の更正・更新
白水	空気の混入	断水工事などによる空気の混入	給水栓から一定時間排水	配水管内の空気を排除
	亜鉛の溶出	亜鉛めっき鋼管からの亜鉛の溶出	使用時に管内の水を排水	管種の変更
青水	銅の溶出	給湯管など使用している銅管からの銅の溶出	使用時に管内の水を排水	管種の変更
濁り	シルトなどの無機物の流出	凝集トラブルによる流出管壁付着物の物理的流出	排水設備などからの排水	浄水処理の適正化
	凝集薬品の過剰注入又は過少注入	配水施設内で濁りが生じる	排水設備などからの排水	浄水処理の適正化
	生物の漏出	水源又は原水に繁殖した生物が濾過池を通過し侵入	排水設備などからの排水	浄水処理の適正化
異臭味	かび臭物質の混入	水源にかび臭物質生産生物が繁殖	粉末活性炭の注入	高度浄水処理の整備 水源の変更
	誤接合や漏水箇所からの流入	地下水、汚水等の流入	排水設備などからの排水 誤接合や漏水箇所の発見及び修理	管路の点検・保全 水質監視体制の強化
	配管施工時の拭き取り不完全	配管工事に使用される接着剤、切削油による着臭	給水栓からの洗浄排水	入念な施工
	塩化ビニル管、ポリエチレン管の変質	有機溶剤、ガソリン等の浸透	給水管の布設替え 汚染土壌の除去、汚染土壌の入れ替え	有機溶剤などが浸透しない管種の使用
異物	内面塗装のはく離	配水管の腐食及びモルタルのヒビ割れ	排水設備などからの排水	管路の更正・更新 pH 調整
	パッキンなどの流出	パッキンなど使用されているゴム製品の劣化	給水栓からの洗浄排水	劣化したパッキン、ダイヤフラム等の交換修理
	砂の流出	工事の際の砂や土が管内に混入	排水設備からの排水 メータのストレーナ清掃及び排水	入念な施工
高 pH	モルタルライニングなどからのアルカリ分の溶出	滞留による内面ライニングからのアルカリ分の溶出	排水設備などからの排水	管網の整備 管路の更正・更新
	pH 調整時のトラブル	アルカリ剤などの注入異常	排水設備などからの排水	浄水処理の徹底
生物	生物の混入	水源に生物が繁殖	排水設備などからの排水 浄水処理の強化	水質監視体制の強化 水源の変更
		漏水箇所などからの生物侵入	排水設備などからの排水 侵入場所の発見及び改修	管路の点検・保全 水質監視体制の強化

13.10 水質事故とその対策

13.10.1 総則

水道は、市民生活を支える重要なライフラインの一翼を担っており、安全な水を安定的に供給することは、水道事業者の責務である。突発的に発生する水質事故は、水源だけでなく、浄水施設や配水施設にも起こりえることであり、最悪の場合には、減水や断水を伴い、水道使用者に多大の迷惑と水道水の安全性に対する不信感を抱かせることになる。

水道の原水は、汚染がなく清澄なことが理想であるが、時として、化学物質や油類の流入事故が発生する。

また、浄水施設での薬品漏洩や不適切な浄水処理によっても思いがけない事態に至ることがある。配水施設でも工業用水道との誤接(クロスコネクション)により、長期間にわたり塩素消毒がされていない水が給水されていた事例がある。

水質事故の発生をなくするためには、何よりも未然防止の努力と対策が必要であるが、起きてしまった事故に対しては、早期の現場確認、迅速で正確な情報伝達、適切な対策や措置などにより、影響を最小限にとどめる必要がある。的確で迅速な対応を行うためには、日常的な活動として、水質汚濁源の把握、水質監視体制の整備、事故時応急体制の整備と訓練が行われていなければならない。

13.10.2 水質事故対策の体制整備

1) 水質事故対応マニュアル

水質事故時の対応については、図-13.10.2や他の水道事業体のマニュアル例を参考にして、各々の事業体に適した水質事故対応マニュアルを定めることが望ましい。

水質事故対応マニュアルには、事故により発生した水質異常の判断基準を明確に記載しておくほか、水質事故時の作業手順を分かりやすく記載し、緊急に対応できるよう日頃から連絡通報や事故対応の訓練実施を行っておくことが重要である。水質事故により給水停止措置を決定した時には、給水区域の水道利用者に広報する必要があるとあり、広報手段や広報すべき内容(給水停止の原因、影響区域、代替給水方法、復旧見込み)なども対応マニュアルに記載しておくといふ。

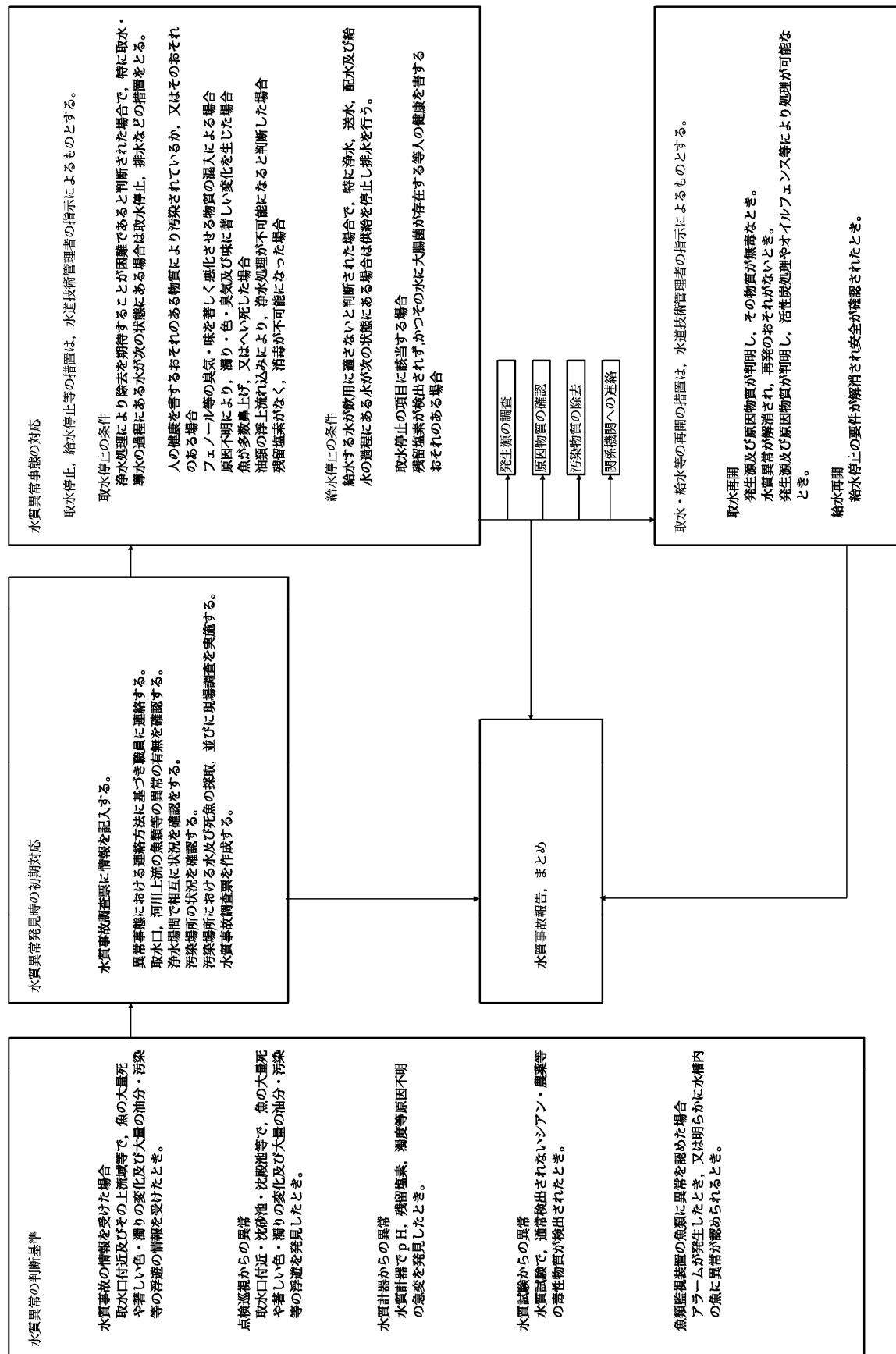


図-13.10.2 水質異常事態における対応マニュアル・フローチャート（岡山市水道局）

13. 10. 3 水源と取水施設における水質事故

1. 汚染事故の発生状況

水道事業体の水源における水質事故は、油類流出が最も多く、次いで魚浮上、廃棄物等の投棄、異臭、着色の順である。発生件数に対する割合は少ないが、フェノール類の流出事故や合成洗剤による発泡事故も起きている。

取水や浄水処理に影響した水質事故は、油類流出事故や異臭事故に多く、これらは発生件数や影響度から見て、事業体にとっては特に注意すべき事故である。

また、水源を複数有する水道事業体では、事故発生水源からの取水を回避することができるため、事故件数に比べ、取水や浄水処理への影響度合いも少なくなっている。

2. 水質事故への対応

水道事業体自らが水質事故を早期に発見する手段として、原水の自動水質計器による理化学的監視や生物学的監視、工業用テレビ(ITV) による視覚的な監視や浄水場内の巡視点検の実施などが行われている。また、定期的な水源水質調査も水質汚濁源発見の有効な機会となっている。

水質事故により水道原水が汚染を受けるおそれが生じた場合は、最良の防御策は取水の停止を行うことであるが、それには施設の運転や配水及び給水上の対応措置を含めた影響を覚悟しなければならない。水質事故による影響を最小限にとどめるためには、取水施設での迅速な対応や汚染物質に応じた適切な浄水処理が必要となる。

1) 油類の流入

水源やその流域で油汚染事故が発生した場合には、オイルフェンスやオイルマットにより油の拡散を防ぎ、油を回収するのが通常の方法である。

オイルフェンスやオイルマットでも水中に拡散した油の微粒子は防ぎ切れず、水に油臭が付くことになる。このような場合には、油汚染事故の規模にもよるが、油が流下するまでの取水停止や、粉末活性炭の注入による臭気の除去処理が必要となる。

2) 化学物質の混入

シアン、水銀等の毒物の混入に対しては、直ちに取水停止措置を行う。その他の化学物質に対しては、13. 1. 3 各物質の処理性を参照し、対象物質の処理による除去効果を考慮して対応策を検討する。粉末活性炭等の処理薬品資材を緊急時のために備蓄するか、直ちに手配できるようにしておくことが重要である。

水源に毒劇物が流入した場合には、pH 値、電気伝導率の変化のほか、魚類のへい死又は浮上の反応が見られる。

3) 工場・事業場排水に起因する異臭

異臭は、フェノール類、油臭、塩素臭、芳香臭、香料臭、硫化水素臭、溶剤臭、樹脂臭、タール臭などの薬品性臭気と、腐敗臭、糞尿臭、下水臭などの腐敗性臭気に大別される。

4) し尿・生活排水の流入

し尿・生活排水の流入によりアンモニア態窒素濃度の著しい増加が見られるが、TOC、過マンガン酸カリウム消費量、色度、臭気強度(TON)も上昇するので総合的に汚染の有無と程度を判断する。

対策としては、前塩素処理、特に不連続点塩素処理と凝集沈澱処理の強化がある。監視すべき項目としては、アンモニア態窒素、塩素要求量、色度、電気伝導率、TOC、過マンガン酸カリウム消費量、処理水の遊離残留塩素などであるが、特にこれらの値の変動に留意することが大切である。また、一般細菌、大腸菌試験については、その結果が一日後となるために事故時の判別として用いることができないが、事後の証明と確認に有効である。

13. 10. 4 浄水処理施設における水質事故

1. 凝集沈澱処理施設

1) 注入薬品の過不足

薬品注入には一部自然流下方式をとっているところもあるが、ほとんどがポンプ注入方式である。ポンプ注入方式では、停電、配管詰まり、ポンプの故障などが予想されるので、設備上からも安全性を基本とし、点検を十分に行うことが重要である。特に浄水施設内で取り扱う浄水処理用薬品は、腐食性の強いものが多く、貯蔵タンク、注入ポンプ、送液パイプ等の点検と腐食防止対策を講じる必要がある。

万一注入不足になったときは、手動で注入できる凝集剤、酸、アルカリ剤、消毒剤を確保し手動で注入する。凝集剤の場合は、少なくとも沈澱池末端までに注入して、マイクロブロックを形成させ濾過池での処理ができるようにする。

酸、アルカリ剤、消毒剤の場合も、濾過池が混和池の役目を果たせるが、事故発見が遅れた場合でも二重三重のバックアップが必要である。万一消毒剤が無注入で給水される可能性がある場合は、直ちに給水停止し、排水設備などから排水しなければならない。

凝集剤の注入過剰は、沈澱池の白濁現象や pH 値の低下で発見できることがある。この場合、アルカリ剤の注入や濾過速度を低下させるなどの処置をする。

消毒剤の過剰注入時は濃度によって異なるが、可能ならば希釈によって低濃度にする。最悪の場合は水道施設から排水し、脱塩素処理してから外部に排水する。

2) 停電時の措置

停電時の措置としては、事後処理が大切であり、特に浄水処理用薬品の注入装置の点検、自動水

質計器の点検など、水質管理上の留意点を総点検する必要が生じる。復旧後混和池の pH 値、残留塩素等各浄水処理工程別の水質試験を行い、浄水の安全性の確認を行う。

2. 濾過施設

1) 緩速濾過池

汚染が進行している河川を原水としている場合、夏季に原水が無酸素状態になることがあり、微生物が生存できなくなるため、緩速濾過の機能が停止する。このような場合は、原水にエアレーションをして溶存酸素を維持することが必要である。

2) 急速濾過池

急速濾過池に関わる事故事例としては、砂利層に関しての事故、自動制御システムの故障による事故等がある。

砂利層に関しての例では、砂利の粒度の変化により断層ができ、砂層表面から 20～30cm ぐらいまで砂利が上昇したため、正常な濾過ができなかった例がある。

また、自動制御システムの故障による事故例としては、濾過池の下部集水装置の位置で濾過池の壁を貫いているパイプ内面に微細な泥状のスライムが固着して、パイプを閉塞して差圧指示が正常に働かなくなり、自動洗浄が作動しなくなった例が報告されている。

この他、冬期、沈澱池及び濾過池の一部を工事のため休止した際、濾過継続時間を通常と同様に行ったため、浄水濁度が上昇した例や、前日からの雨により原水濁度が上昇し、凝集沈澱・濾過の過程で適切に対応できず、浄水濁度が 2 度を超えた例もある。このようなことを防止するためには、日頃からジャーテストの励行や、工事を実施する場合、工事期間中休止する池の数、浄水処理への影響等について綿密な検討が必要である。

13. 10. 5 配水施設等における水質事故

配水施設等の水質事故は、水道利用者に直接影響を及ぼすので、水質事故の原因を調査し、水道水が人の健康を害するおそれがある場合には直ちに給水を停止する。また、その水を使用することが危険である旨を関係者に周知する措置を講じるとともに、排水などの適切な対応措置を実施することが必要である(13. 5. 2 の 1. 水質異常時の判断と対策参照)。

13.11 自動計器による水質管理

13.11.1 総則

1. 自動計器による水質管理の目的と効果

全ての水質項目が自動計測できるわけではないが、多くの項目に対して、各種の自動計器が開発されている。自動水質計器を活用すると、水源から給水栓までの水質監視が連続的に行える。計器の性能は格段に向上しており、保守を適切に行うことで、水質管理に大きな力を発揮する。自動水質計器は、原水水質の監視、浄水場における薬品注入制御、浄水処理工程の水質監視、浄水水質の管理、配水過程の水質監視などに不可欠なものとなっている。

自動水質計器を設置する目的は、第1に安全性の向上である。連続監視によって原水水質の異常、施設の故障などを早期発見し、事故を防止する。第2に、良好な水質の確保である。連続監視の結果を薬品の注入制御や取水、配水を含めた浄水施設等の運転管理に反映させ、良好な水質の水道水を安定して給水する。薬品注入の自動制御は、運転管理の省力化や薬品の効率的使用にもつながる。また、自動水質計器によって蓄積されたデータの解析は、施設の改良に役立つ。

13.11.2 自動水質計器の種類（解説省略）

13.11.3 計測データの活用（解説省略）

13.11.4 データ処理（解説省略）

13.12 水質試験室の管理（解説省略）

13.12.1 総則（解説省略）

13.12.2 試験室の作業環境（解説省略）

13.12.3 試薬の扱い（解説省略）

13.12.4 密封放射線源の取扱い（解説省略）

13.12.5 電力、ガス、給・排水の管理（解説省略）

13.12.6 試験室廃液、排水、排ガスの管理（解説省略）

13.12.7 地震対策（解説省略）

13.12.8 テロ等の対策（解説省略）

13.13 水質検査・試験の管理

13.13.1 総則

水質基準を満たしていることの確認を目的とした水質検査では、高い測定精度を維持するとともに、測定に対する信頼性を確保することが求められるようになってきた。一方、浄水場において浄水処理が適切に行われていることの確認を目的とするような水質試験においては、測定の迅速性が重要になるとともに、測定項目、測定頻度等は個々の水道事業体の特徴により大きく異なることになる。また、給水栓水に含まれる異物の同定等、水質測定とは異なる分析を求められる場合もある。

水質検査・試験において、どの要因を重視するかは測定の目的によって異なることになるが、いずれの測定においても間違いなく正確に測定することは基本的に重要な要素である。このためには、用いる分析器具、分析機器が汚染されないよう管理するとともに、常に正常な状態で分析機器が作動するよう定期的に点検することが必要である。また、濃度の標準となるような試薬類については、試薬の濃度、品質について定期的に確認するとともに、分析操作、分析機器に対して測定者が必要な知識、技術を取得し、維持できるようにする。

水質分析には、多種の装置、機器、器具が使用されている。これらは大別して、ハイロート採水器のような採水器具、冷蔵庫のような保存機器、ピペットのような分析用試薬の調製や試料の調製に使用する器具、蒸留装置やパージトラップ濃縮装置のような前処理装置、分光光度計、ガスクロマトグラフ質量分析計といった測定機器、更に測定データを管理するデータ処理装置に分類される。これらの機器類を適切に管理することが水質分析の基本条件である。適切な管理とは、使用時に機器類を水質分析の対象とする物質に汚染されないように管理することと、機器類が所要の機能を十分に発揮するように管理することである。特に、ng/L レベルの微量濃度の物質を分析対象とする機器類は、よりち密な管理が必要である。

13.13.2 水質分析機器と測定項目

水質基準項目の水質検査に当たっては、pH 計のような比較的簡単な機器が使用されるものもあるが、重金属、農薬、かび臭物質等を超低濃度で分析測定する場合、誘導結合プラズマ発光分析装置、ガスクロマトグラフ質量分析計、高速液体クロマトグラフ等複雑・高度な機器が使用される。

浄水処理工程の水質試験では滴定法等の手分析に加え、表-13. 13. 1 に示すような吸光光度計、電気伝導率計等のような取扱、保守が比較的簡単で容易な分析機器が多用されている。これらの機器は構造も比較的簡易であり、正確な測定が常に行えるよう作動状況、校正状況を定期的に確認することが望ましい。

表-13. 13. 1 工程管理に必要な水質分析器具及び機器

測定対象	分析機器（分析方法）	監視場所	目的
濁度	濁度計	原水、沈澱水、浄水	凝集剤注入率の確定
色度	色度計	原水、沈澱水、浄水	凝集剤注入率の確定
アルカリ度	ビュレット（滴定法）	原水、フロック形成水	汚染状況の確認、凝集剤、凝集補助剤注入率の確定
pH 値	pH 計（比色法、電極法）	原水、フロック形成水、浄水	汚染状況の確認、凝集剤、凝集補助剤注入率の確定
塩素要求量	塩素要求量計	原水	消毒剤の注入率の確定
電気伝導率	電気伝導率計（電極法）	原水、浄水	汚染状況の指標
水温	サーミスタ温度計・棒状温度計		消毒剤の注入率の確定
アンモニア態窒素	分光光度計（1-ナフトール法、インドフェノール法）	原水、沈澱水、オゾン処理水、活性炭濾過	消毒剤の注入率の確定
臭気	官能法	原水、浄水	異臭の感知
味	官能法	浄水、配水	異味の感知
溶存マンガ	分光光度計（ホルムアルドキシム法） 原子吸光分析計	原水、濾過水	消毒剤の注入率の確定、マンガ
魚類	バイオアッセイ	原水、浄水	毒物の検知
残留塩素	残留塩素計（DPD 法）	濾過水、浄水、配水	消毒効果の確認、マンガ
酸度・遊離炭酸	ビュレット（滴定法）	原水、浄水	凝集補助剤注入率の確定 ランゲリア指数の指標
溶存酸素	DO 計	濾過水、	緩速濾過機能の監視
紫外線吸光度	分光光度計（E260）	濾過水、浄水、配水	高度処理効果の確認
かび臭	GC/MS	原水、濾過水	かび臭物質の監視
TOC	TOC 計	活性炭濾過	有機物汚染の監視 高度処理効果の確認

13. 13. 3 水質分析機器類の管理（解説省略）

13. 13. 4 職員の訓練（解説省略）

13. 13. 5 水質検査・試験と優良試験所基準（GLP）（解説省略）

