

第5章 維持管理

第1節 運転管理

§ 48 UF 膜の洗浄

(1)ろ過工程時間

ろ過工程時間は 30 分を標準とする。

なお、維持管理費の低減のために、ろ過工程時間は、膜間差圧の長期的な推移を確認しながら、適切な値を設定できるものとする。

(2)UF 膜の洗浄頻度

UF 膜の洗浄方法には通常逆洗・薬液逆洗・浸漬洗浄の 3 つがある。

各洗浄の頻度は、以下を標準とする。

洗浄方法	洗浄頻度(洗浄回数)
通常逆洗	ろ過工程時間毎に 1 回
薬液逆洗	1 日に 1 回
薬液(浸漬)洗浄	最長 1 年に 1 回

(3)UF 膜の洗浄方法

UF 膜の各洗浄方法は以下のとおりとする。

洗浄方法	内容
通常逆洗	逆洗用水および逆洗空気による洗浄
薬液逆洗	次亜塩素、逆洗用水および逆洗空気による洗浄
薬液(浸漬)洗浄	酸、次亜塩素、逆洗用水および逆洗空気による洗浄

【解説】

(1)ろ過工程時間

ろ過工程時間は、通常逆洗の終了から次の通常逆洗の開始までろ過を継続して行う時間を示す。ろ過工程時間が長いと、UF 膜の目詰まり(ファウリング)が進行し、膜間差圧が大きくなることで、UF 膜供給ポンプに運転コストが高くなることや、UF 膜への供給圧が大きく膜破断の可能性が高くなるなどの問題が発生する恐れがある。

そのため、ろ過工程時間内の膜間差圧の上昇をわずかに抑えることを考慮して、ろ過運転時間は 30 分を標準とする。

なお、ろ過工程時間を長くすることにより、逆洗に係る運転コストを低減できるため、長期的な洗浄前後の膜間差圧の変動を記録し、ろ過工程時間を長くしても、長期的に膜間差圧の増加が見られないことを確認できる場合には、30 分以上であっても適切なろ過運転時間を設定できるものとする。

(2)UF 膜の洗浄頻度

UF 膜の各洗浄の頻度は、以下の表 5-1 および図 5-1 を標準とする。

表 5-1 UF 膜の洗浄頻度

洗浄方法	洗浄頻度 (洗浄回数)	備考
通常逆洗	ろ過工程時間毎 に 1 回	長期的な膜間差圧の推移を確認し、設定変更可とする
薬液逆洗	1 日に 1 回	
薬液(浸漬)洗浄	最長 1 年に 1 回	差圧状況を確認して 1 年未満でも実施する

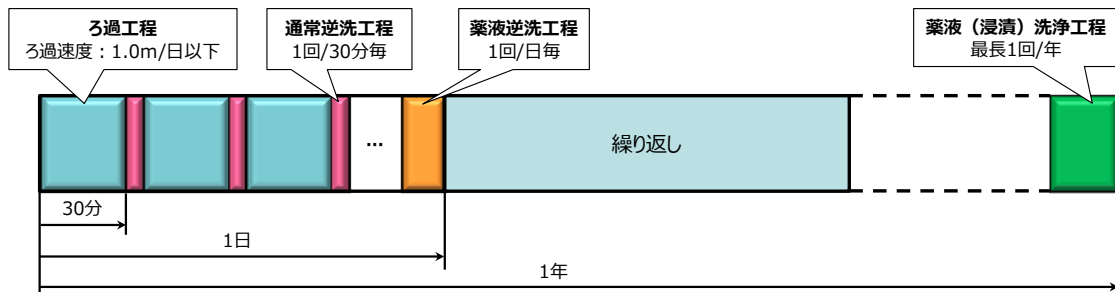


図 5-1 UF 膜の標準洗浄サイクル

薬液(浸漬)洗浄については、洗浄前の膜間差圧が、設計膜供給圧力 200kPa(「§ 36 UF 膜ろ過装置への原水供給」を参照)となった時点を目安に実施するものとし、これを越えない場合においても、前回の酸洗浄から 1 年を経過する時点で実施するものとする。

(3)UF 膜の洗浄方法

UF 膜の洗浄方法は、実証実験で用いた以下の方法を参考として、UF 膜の性状・特性に応じて適正な方法で実施するものとする。

① 通常逆洗

項目	内容	備考
概略工程	原水供給停止→水逆洗→空気洗浄→排水→ →原水供給再開→通常運転	全て自動運転とする
洗浄時間	水逆洗 → 空気洗浄 → 排水 → 原水供給 60 秒 60 秒 45 秒 70 秒	弁駆動時間等の操作ロス 45 秒程度
通常逆洗工程時間	280 秒(0.078 時間)	
通常逆洗洗浄工程時間	60 秒(0.017 時間)	水洗浄に係る時間

② 薬液逆洗

項目	内容	備考
概略工程	原水供給停止→排水 →水＋次亜逆洗→浸漬→空気洗浄→排水→ →[水逆洗(リンス)→空気洗浄→排水](2回繰り返し) →原水供給再開→通常運転	全て自動運転とする
次亜濃度	有効塩素 300～500mg/ℓ	モジュール内濃度
次亜標準使用量	4,840 g/再生水 m ³ (12%溶液・比重 1.16 として)	JWWA A-103-1:2006 より
洗浄時間	排水 → 水＋次亜逆洗 → 浸漬 → 45 秒 115 秒 20 分 → 空気洗浄 → 排水 → [水逆洗(リンス) 60 秒 45 秒 80 秒 → 空気洗浄 → 排水](2回繰り返し) → 60 秒 45 秒 → 原水供給 70 秒	弁駆動時間等の操作ロス 180 秒程度
薬液逆洗工程時間	2,085 秒(0.579 時間)	
薬液逆洗洗浄工程時間	275 秒(0.076 時間)	水＋次亜逆洗および水逆洗に係る時間

③ 薬液(浸漬)洗浄

項目	内容	備考
概略工程	[通常逆洗→原水供給停止→排水→] →酸(浸漬)洗浄→排水→水逆洗(リンス)→排水→ →次亜(浸漬)洗浄→排水→水逆洗(リンス)→排水→ →原水供給再開 [→通常運転]	全て手動とする 排水は中和処理を行う
酸濃度	塩酸 0.1mol/ℓ	モジュール内濃度
酸標準使用量	13.0 g/再生水 m ³ (塩酸濃度 35%溶液・比重 1.18)	
酸モル質量	36.46 g/mol(塩酸)	
次亜濃度	有効塩素 3,000mg/ℓ	モジュール内濃度
次亜標準使用量	30.0 g/再生水 m ³ ・回 (次亜濃度 12%溶液・比重 1.16)	JWWA A-103-1:2006 より
洗浄時間	酸(浸漬)洗浄→ 排水 →水逆洗(リンス)→ 排水→ 2 時間 45 秒 5 分 45 秒 次亜(浸漬)洗浄→ 排水 →水逆洗(リンス)→ 排水→ 2 時間 45 秒 5 分 45 秒 → 原水供給 70 秒	

項目	内容	備考
酸中和剤の種類	苛性ソーダ	
酸中和剤の標準使用量	24.0 g/再生水 m ³ (25%溶液・比重 1.28 として)	苛性ソーダ工業会資料より
酸中和剤の送液時間	10 分程度 (1 回あたり)	
脱塩剤の種類	SBS (重亜硫酸ソーダ)	
脱塩剤の標準使用量	29.0 g/再生水 m ³ (34%溶液・比重 1.30 として)	
脱塩剤の送液時間	10 分程度 (1 回あたり)	
中和後の排水時間	30 分程度 (1 回あたり)	

※ 薬液 (浸漬) 洗浄の詳細方法については「資料編5 UF 膜の薬液 (浸漬) 洗浄方法」を参照

§ 49 安定的処理状況の連続的な確認方法

安定的な処理状況を確認するために、以下の連続的な監視を行う。

(1) 高感度濁度計による監視

(2) UV 透過率の監視

【解説】

(1) 高感度濁度計による監視

UF 膜は 0.1%の破断が発生した場合には、濁度が通常値の 5 倍以上の値が検知されることが実証実験により確認されている。ただし、UF 膜ろ過水の濁度の通常値は極めて低いため、これを検知できる高感度濁度計による監視が必要となる。

パイロットプラントにおける膜破断検知に関する研究結果(資料編1参照)から、濁度監視の基準は、0.1%の破断時に通常値の5倍以上の値が出ることに對して、若干の余裕を見込み、通常値の3～4 倍を標準の基準とする。また、UF 膜ろ過は、逆洗による停止と再起動を繰り返すが、再起動後 15 分程度までは、高感度濁度計に指示値が安定しないことから、この時間の測定値を除いて監視を行うものとする(表 5-2 参照)。

表 5-2 濁度監視の基準

方法	基準	監視時間
高感度濁度計による測定 (分解能:0.0001 度)	通常値の 3～4 倍	逆洗後の再起動から 15 分経過以降 (次回逆洗による停止時まで連続監視)

高感度濁度計による濁度監視を行うことで UF 膜の破断によるウイルス漏えいに対する健全度を診断し、安定的な処理状況の確認をすることができる。

(2) UV 透過率の監視

UV ランプの自動調光制御(「§ 46 UV 消毒装置の監視制御システム」参照)を行っている場合には、UV 透過率と、UV ランプ出力を監視することで、自動調光が正常に機能しているか監視することが望ましい。

また、UV 透過率が設計 UV 透過率を下回る場合には、自動調光制御での対応も困難となる。自動調光を行っていない場合でも、設計 UV 透過率を前提として UV 強度を設定していることから、安定的なウイルス除去は困難となる。

UV 透過率は、目標とするウイルス除去性能に直接影響する項目であり、安定的な処理状況を確認するために、UV 透過率が設計値を下回らないことを監視することが重要である。

§ 50 UF 膜の膜破断検知

UF 膜の膜破断を検知するために、連続的または定期的に以下の検知確認を行う。

- (1) 高感度濁度計による連続監視
- (2) 大腸菌の定期的な測定
- (3) 圧力減衰試験の定期的な実施

【解説】

健全なUF膜でのウイルス除去に対して、UF膜の破断が発生した場合を想定する。もし破断した中空糸への流量が、破断前と変わらないと仮定し、破断によってウイルス除去が全く行われなかった場合を考える。

処理量を Q 、原水濃度を C_0 、UF モジュールの中空糸破断前の $\log$ 除去率を R とした場合、UF モジュールの中空糸のうち破断したものの比率を x とすると、UF モジュール全体でのウイルス収支を取る。

原水のウイルスの単位時間当たりの量は、 $Q \cdot C$ であり、破断した UF システムから流出するウイルスの単位時間当たりの量は

$$Q \cdot (1-x) \cdot C \cdot 10^{-R} + Q \cdot x \cdot C \quad \dots\dots\dots (式 5.1)$$

であるので、この UF 膜モジュールの $\log$ 除去 R' は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} R' &= \log \left(\frac{Q \cdot C}{Q \cdot (1-x) \cdot C \cdot 10^{-R} + Q \cdot x \cdot C} \right) \\ &= \log \left(\frac{1}{(1-x) \cdot 10^{-R} + x} \right) \quad \dots\dots\dots (式 5.2) \end{aligned}$$

健全なUF膜モジュールのウイルスの $\log$ 除去 R を 1～5 $\log$ とした場合に想定される破断後の $\log$ 除去 R' を、上式により算定すると表 5-3 のとおりである。本システムの UF 膜ろ過の目標ウイルス除去は 1～2 $\log$ であり、0.3%破断で約 0.1 $\log$ の影響があり、0.1%の破断では、ほとんど影響のないレベルとなる。

実際に、UFモジュール 1 本で破断実験をパイロットプラントで、0.1%から 1%までの中空糸の破断を行った実験結果(図 5-2 参照)では、大腸菌群や大腸菌の漏出が起こり、 $\log$ 除去が大きく低下する。しかし、大腸菌ファージの $\log$ 除去は、新品で $\log$ 除去が大きな場合を除いて、変化がほとんど見られなかった。また漏出した大腸菌、大腸菌群も、後段の UV 照射で検出限界以下となった。

表 5-3 膜破断状態のウイルス除去の理論算定値

健全状態のウイルス除去		1.00 log	2.00 log	3.00 log	4.00 log	5.00 log
膜破断状態の ウイルス除去	0.1%破断	1.00 log	1.96 log	2.70 log	2.96 log	3.00 log
	0.3%破断	0.99 log	1.89 log	2.40 log	2.51 log	2.52 log
	0.5%破断	0.98 log	1.82 log	2.22 log	2.29 log	2.30 log
	1.0%破断	0.96 log	1.70 log	1.96 log	2.00 log	2.00 log

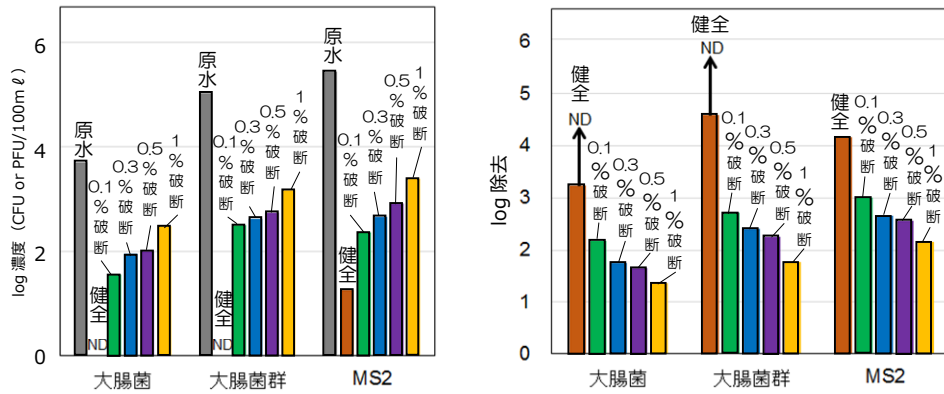


図 5-2(1) 膜破断状態のウイルス除去の実験結果(新品膜)

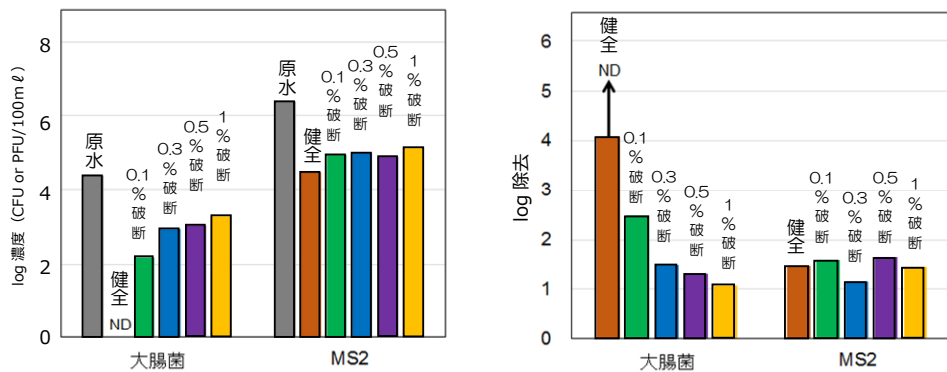


図 5-2(2) 膜破断状態のウイルス除去の実験結果(使用後3年経過膜)

また、パイロット実験では、UF 膜ろ過の膜破断は、ろ過水の濁度上昇による UV 照射が低下することによる後段の UV 消毒への影響がみられることが分かっている(図 5-3 参照)が、これも 0.1%の破断であれば、大腸菌や大腸菌群が検出限界以下となるため、UF 膜の破断はほとんど影響のないことが確認されている。また、UF モジュールが複数ある場合には、破断の影響による濃度上昇も小さくなるため、さらにその影響は小さくなる。

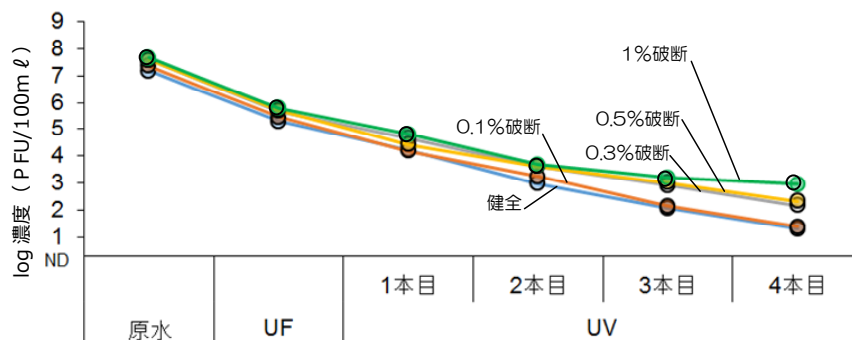


図 5-3 膜破断による UV 消毒へのウイルス除去影響評価の実験結果

したがって、本システムでは、0.1%の膜破断を検知することを目的として、以下の3通りの膜破断検討方法を実施する。

(1) 高感度濁度計による連続監視

高感度濁度計による濁度の連続監視により、膜破断の状態を検知することが可能である(資料編1参照)。なお、高感度濁度計による連続監視については、「§ 49 安定的処理状況の連続的な確認方法」を参照されたい。

なお、高感度濁度計による膜破断の可能性が検知された場合は、以下の大腸菌測定を臨時で実施し、膜破断の有無を確認する。

(2) 大腸菌の定期的な測定

UF 膜の孔径が 10nm 程度であるのに対して、大腸菌のサイズは $2\mu\text{m}$ 程度であり、サイズが 100 倍以上異なるために、UF 膜が健全な状態であれば、UF 膜ろ過水に大腸菌が検出されることはない(資料編1参照)。しかしながら、0.1% であっても膜破断が発生した場合に大腸菌が検出されることがパイロットプラントでの実験により確認されている。

したがって、定期的に UF 膜ろ過水の大腸菌測定を定期的に行い、大腸菌の検出がないことにより、UF 膜の健全性を確認するものとする(表 5-4 参照)。なお、大腸菌の測定頻度については、「§ 52 水質管理項目」によるものとする。

表 5-4 大腸菌の監視基準

方法	基準	測定頻度
大腸菌の測定	検出なし	精密水質試験の頻度による (「§ 52 水質管理項目」参照) または、高感度濁度計による膜破断 の検知時に確認のための測定を行う

なお、大腸菌測定による膜破断の可能性が検知された場合は、以下の圧力減衰試験を臨時で実施し、膜破断の個所の特定を行う。

(3) 圧力減衰試験の定期的な実施

圧力減衰試験は、UF 膜モジュール内を空気で 100kPa まで加圧した後、一定時間経過ごとに圧力を計測し、圧力減衰の推移を確認するものである(資料編6に具体的な試験方法を記載)。

圧力減衰試験では、UF 膜が健全な状態ではほとんど圧力の減衰が見られないのに対して、0.1% の膜破断であっても、明らかに健全状態の UF 膜よりも圧力減衰が早い傾向が見られることが、実証実験により確認されている(資料編1参照)。

したがって、定期的に圧力減衰試験を実施し、圧力の減衰がほとんどないことを確認することにより、UF 膜の健全性を確認するものとする(表 5-5 参照)。なお、圧力減衰試験の頻度については、1 月に 1 回を標準とする。

表 5-5 圧力減衰試験による監視基準

方法	基準	測定頻度
圧力減衰試験 (資料編6参照)	5 分後に 20%以上低下	1 月に 1 回を標準 または、大腸菌測定による膜破断 の検知時に確認のための試験を行う

なお、大腸菌測定による膜破断の可能性が検知された場合は、UF 膜の一部閉塞による補修処置や、UF 膜モジュールの交換など必要な対応を検討する(「§ 54 保守点検」参照)。

§ 51 運転管理項目

本技術の運転管理は、遠隔監視を基本とし、詳細な状況確認のために定期的な巡回監視を組み合わせる。

(1) 遠隔監視項目

遠隔監視においては、各水槽の水位、膜差圧、および各設備の運転状況を監視する。

(2) 巡回監視点検項目

巡回監視においては、遠隔監視項目に加えて、各設備の稼働状態の確認、および必要に応じて薬液の補充を実施する。

【解説】

(1) 遠隔監視項目

遠隔監視においては、各水槽の水位、膜差圧、および各設備の運転状況を監視し、アラートが表示された場合には、現地の既設処理場の維持管理担当に連絡を行うとともに、緊急時の対応を実施することを検討する(「§ 55 緊急時の対応」参照)。遠隔監視項目を表 5-6 にまとめて示す。

表 5-6 遠隔監視項目

対象	遠隔監視項目	備考
原水槽	水位	異常水位時のアラート
	濁度	適用条件を超えた場合にアラート
	UV 透過率	
	水温	
	pH	適用条件を超えた場合にアラート
	EC (電気伝導度)	
膜供給水量	流量	
UF 膜	膜間差圧	異常差圧時のアラート
UF 膜ろ過水	濁度	適正管理値を超えた場合にアラート
	流量	
	UV 透過率	設計透過率を下回る場合にアラート
UV ランプ	UV ランプ出力	
再生水槽	再生水槽水位	異常水位時のアラート
	pH	利用先基準値を超えた場合にアラート
	EC	利用先基準値を超えた場合にアラート
逆洗ポンプ	流量	
逆洗ブロワ	風量	
次亜洗浄設備	次亜貯留タンク液位	貯留液量不足時にアラート
	次亜送水ポンプ流量	
酸洗浄設備	酸貯留タンク液位	貯留液量不足時にアラート
	酸送水ポンプ流量	
脱塩素設備	脱塩素剤貯留タンク液位	貯留液量不足時にアラート
	脱塩素剤送水ポンプ流量	

対象	遠隔監視項目	備考
酸中和設備	酸中和剤貯留タンク液位	貯留液量不足時にアラート
	酸中和剤送水ポンプ流量	
中和槽	中和槽 pH	pH 異常時にアラート
	中和槽水位	

(2)巡回監視点検項目

巡回監視においては、現地の監視盤を視認することによる遠隔監視項目の確認、および監視盤の表示が適正であることを点検する。また、各設備に異音や振動の発生など、稼働状態の点検を実施する。特に UV ランプの点灯状態により照射強度が、必要強度に対して不足している場合には、ウイルス除去性能に大きな影響を与えるため、ランプの交換など必要な対応を実施する。

また、薬液タンクの有効容量は、巡回点検間隔での必要薬液量としている場合には、原則として巡回点検時に薬液の補充を実施する。有効容量が巡回点検間隔の 2 倍以上を確保している場合には、巡回点検時において液位を確認し、必要に応じて薬液の補充を実施する。

さらに、UF 膜が逆洗洗浄を行った直後においても、膜間差圧が 200kPa 以上となる場合には、巡回監視時において、薬液(浸漬)洗浄を実施する。

巡回監視点検項目を表 5-7 にまとめて示す。

表 5-7 巡回監視点検項目

巡回監視点検項目	確認頻度	備考
原水槽の土砂堆積	月 1 回	必要に応じて清掃を実施
原水ポンプの動作状況	巡回点検時	異音・振動の確認
UF 膜モジュールの接続状況	巡回点検時	亀裂・損傷・異音・振動の確認
UV ランプの動作状況	巡回点検時	ランプの点灯有無、照射強度の確認
再生水ポンプの動作状況	巡回点検時	異音・振動の確認
逆洗ポンプの動作状況	巡回点検時	異音・振動の確認
空調機器の動作状況	巡回点検時	異音・振動の確認
UV 消毒槽の状況確認	6 月に 1 回	亀裂・損傷・水漏れの確認
薬液タンクの状況確認	6 月に 1 回	亀裂・損傷・液漏れの確認
防液堤の状況確認	6 月に 1 回	亀裂・損傷の確認
地上配管の接続状況確認	6 月に 1 回	亀裂・損傷・水漏れの確認
埋設配管の接続状況確認	適時	亀裂・損傷の確認
建屋の状況確認	1 年に 1 回	亀裂・損傷の確認
現場監視盤の表示状況	巡回点検時	適正範囲の表示の確認
現場盤の運転状況	巡回点検時	異音・振動の確認
薬液の補充	必要に応じて	LWL を判断基準
UF 膜の薬液洗浄	必要に応じて	逆洗直後の膜間差圧 200kPa 以上を判断基準

※巡回監視点検の頻度は、「§ 54 保守点検」を参照

§ 52 水質管理項目

水質管理項目は、法的基準である「水質汚濁防止法」における排水基準、および「下水道法施行令」における放流水質の技術上の基準、並びに「都道府県の条例」による上乗せ排水基準とするほか、利用用途に応じて管理すべき水質項目を選定し、それぞれの基準を順守する。

(1) 一般管理項目

本技術はウイルス除去を適正に行い、利用者が再生水に直接触れる場合でも異常がないことを確認するため、ウイルス除去や流入水の異常を検知できる指標について管理を行うものとする。

(2) 農業利用用途の管理項目

再生水の利用用途が農業利用の場合においては、農作物への塩害影響を把握するため、塩化物イオンおよび電気伝導度の測定による管理を行うものとする。

(3) その他の利用用途の管理項目

その他の利用用途としては、水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水がある。これらの用途においては、一般管理項目に加えて「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル²⁾」の管理項目についても管理を行うものとする。

【解説】

水質監視は、連続測定、日常試験、精密試験、通日試験の各試験により実施する。

各試験の測定頻度は、以下のとおりとする。

(1) 一般管理項目

一般管理項目についての項目、測定箇所と頻度、および管理値を、それぞれ表 5-8、表 5-9 および表 5-10 に示す。

一般管理項目は、本システムの処理目的であるウイルス除去を適正に行っていることを確認することや、人が直接触れる可能性があることを考慮して、利用者が異常と感じる項目について、異常がないことを確認するために、下記の水質測定を行うものとする。

・pH:

流入水の異常を簡易に確認するための指標として設定する。

・大腸菌:

大腸菌が検出される場合には、ウイルス除去に対しても異常があると考えられることから、定期的に確認を行うため水質管理項目として設定する。

・濁度:

UV 消毒の効果を確保するために、UV が十分に UF 膜ろ過水中を透過することが必要であることから、UF 膜ろ過水の濁度を水質管理項目として設定する。

・外観:

再生水の利用は、人が直接触れる可能性があるものを対象としているため、利用者が異常と感じる外観について水質管理項目として設定する。

・臭気:

再生水の利用は、人が直接触れる可能性があるものを対象としているため、利用者が異常と感じる臭気について水質管理項目として設定する。

表 5-8 水質管理項目(一般管理項目)

水質管理項目	本システム 測定頻度			備考
	連続 測定	日常 試験	精密 試験	
水素イオン濃度 (pH)	○			1 日最大値および最小値を測定
大腸菌			○	
濁度	○		○	1 日 5% 頻度値を測定
外観		○		
臭気		○		

表 5-9 水質測定箇所および頻度(一般管理項目)

水質項目	本システム測定箇所		
	原水	UF 膜ろ過水	再生水
水素イオン濃度 (pH)	●	—	—
大腸菌	—	◇	—
濁度	●◇	●◇	—
外観	—	—	◎
臭気	—	—	◎

●:連続監視

◎:日常試験(週1回(巡回点検時))

◇:精密試験(月2回(水質管理値を満足する場合:年2回))

表 5-10 水質管理値(一般管理項目)

水質項目	水質管理値	備考
水素イオン濃度 (pH)	下水道法の基準を満たすこと	下水道法基準: 5.8 以上 8.6 以下
大腸菌	検出なし	
濁度	高感度濁度計 : 通常値の 3~4 倍以下 手分析 : 0.2 度以下	
外観	不快でないこと	
臭気	不快でないこと	

※臭気の測定結果は、快・不快の別、または臭気指数によって表記することを標準とする。

(2) 農業利用用途の管理項目

本技術による再生水の農業利用については、畑作灌漑に利用することを前提としており、本ガイドラインにおいては畑作灌漑に関する管理項目の一例を示す。なお、水稻灌漑に本技術による再生水

を利用する際は、水稻に関する「農業(水稻)用水基準」(農林水産省昭和45年3月)²²⁾を参考として、適用を判断することが望ましい。

再生水の畑作利用の場合において、農作物への塩害影響を把握するため、塩化物イオンの測定を実施し、当該利用先の農作物の栽培に適した濃度を超えていないことを確認する。なお、塩化物イオンと電気伝導度の双方を測定することにより、これらの相関性が認められる場合には、塩化物イオンの測定を省略することもできる。なお、電気伝導度は、連続測定を実施し、1日ごとに平均値および最大値を算定することが望ましい。

農業用水についての項目、測定箇所と頻度、および管理値を、それぞれ表5-11、表5-12および表5-13に示す。ここで示すものは、あくまで一例であり、それぞれの再利用方法や利用先の状況、栽培する作物の特性等により、管理項目および管理値は変えることができるものである。

表 5-11 水質管理項目(農業用水)

	水質管理項目	本システム測定頻度			備考
		連続測定	日常試験	精密試験	
畑作	水素イオン濃度(pH)	一般管理項目にて測定			1日最大値および最小値を測定
	濁度	一般管理項目にて測定			1日95%頻度値を測定
	電気伝導度(EC)	○			1日平均値および最大値を測定
	塩化物イオン(Cl ⁻)※		○	○	ECと相関がある場合は測定不要
	大腸菌	一般管理項目にて測定			

※ 塩化物イオンは、当該処理場において、電気伝導度との相関が取れる場合は、測定を不要とできる。

表 5-12 水質測定箇所および頻度(農業用水)

	水質管理項目	本システム測定箇所		
		原水	UF膜ろ過水	再生水
畑作	水素イオン濃度(pH)	一般管理項目にて測定		
	濁度	一般管理項目にて測定		
	電気伝導度(EC)	—	—	●
	塩化物イオン(Cl ⁻)※	—	—	◇
	大腸菌	一般管理項目にて測定		

●:連続管理(週1回、当該週の1日最小・最大・平均を整理(巡回点検時))

○:日常試験(週1回(巡回点検時))

◇:精密試験(月2回(水質管理値を満足する場合:年2回))

※ 塩化物イオンは、当該処理場において、電気伝導度との相関が取れる場合は、測定を不要とできる。

表 5-13 水質管理値(農業用水)

水質項目	農業利用	備考	参考値	
			放流水質基準 (下水道法)	一律排水基準 (水質汚濁防止法)
水素イオン濃度(pH)	栽培する農作物の特性を考慮して設定する。		5.8 以上 8.6 以下	海域以外への排出 5.8 以上 8.6 以下 海域への排出 5.0 以上 9.0 以下
濁度	一般管理項目の基準による	0.2 度以下	—	—
電気伝導度(EC)※	塩化物イオンとの相関性を考慮して設定する。		—	—
塩化物イオン(Cl ⁻)※	栽培する農作物により適用する管理値を設定できる ¹⁶⁾ 。 敏感 月平均 250mg/ℓ以下 最大値 280mg/ℓ以下 中程度に敏感 月平均 400mg/ℓ以下 最大値 440mg/ℓ以下 中程度に耐性あり 月平均 1000mg/ℓ以下 最大値 1100mg/ℓ以下 耐性あり 月平均 1400mg/ℓ以下 最大値 1500mg/ℓ以下	本基準は推奨値であり、栽培する農作物の種類や栽培場所の特性等により別途に管理値を設定できる。	—	—
大腸菌	一般管理項目の基準による	検出なし	—	—

※ 塩化物イオンは、当該処理場において、電気伝導度との相関が取れる場合は、測定を不要とできる。なお、その場合において、電気伝導度の基準値は、塩化物イオンの基準値から相関を用いて電気伝導度に換算したものについても基準値とする。

(3) その他の利用用途の管理項目

その他の利用用途としては、水洗用水、散水用水、修景用水、親水用水がある。

これらの利用用途における水質管理項目、測定箇所および管理値を、それぞれ表 5-14、表 5-15 および表 5-16 に示す。

表 5-14 水質管理項目（その他の用途）

水質管理項目	本システム測定頻度			備考
	連続測定	日常試験	精密試験	
大腸菌	一般管理項目にて測定			
濁度	一般管理項目にて測定			1日最大値を測定
水素イオン濃度(pH)	一般管理項目にて測定			1日最大値および平均値を測定
色度		○※1		
外観	一般管理項目にて測定			
臭気	一般管理項目にて測定			
残留塩素		○※2		

※1 水洗用水・散水用水は、色度の測定を実施しない。

※2 修景用水は、人間が触れることを前提としないため、残留塩素の測定を実施しない。

表 5-15 水質測定箇所および頻度（その他の用途）

水質管理項目	本システム測定箇所			責任分界点※3
	原水	UF膜ろ過水	再生水	
大腸菌	一般管理項目にて測定			—
濁度	一般管理項目にて測定			—
水素イオン濃度(pH)	一般管理項目にて測定			—
色度	—	—	◎※1	—
外観	一般管理項目にて測定			—
臭気	一般管理項目にて測定			—
残留塩素	—	—	—	◎※2

●:連続管理

◎:日常試験(週1回(巡回点検時))

◇:精密試験(月2回(管理値を満足する場合:年2回))

※1 水洗用水・散水用水は、色度の測定を実施しない。

※2 修景用水は、人間が触れることを前提としないため、残留塩素の測定を実施しない。

※3 責任分界点は、再生水処理施設の管理者と、再生水の利用者との責任分界点を言い、その位置は両者の協議により定めるものとする。

表 5-16 水質管理値(その他の用途)²⁾

	基準適用箇所	水洗用水	散水用水	修景用水	親水用水
大腸菌		不検出 ¹⁾	不検出 ¹⁾	備考参照 ¹⁾	不検出 ¹⁾
濁度		(管理目標値) 2度以下	(管理目標値) 2度以下	(管理目標値) 2度以下	2度以下
pH	再生処理施設出口	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6
外観		不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
色度		— ²⁾	— ²⁾	40度以下 ²⁾	10度以下 ²⁾
臭気		不快でないこと ³⁾	不快でないこと ³⁾	不快でないこと ³⁾	不快でないこと ³⁾
残留塩素	責任分界点	(管理目標値) 遊離残留塩素0.1mg/L又は結合残留塩素 0.4mg/L以上 ⁴⁾	(管理目標値 ⁴⁾) 遊離残留塩素0.1mg/L又は結合残留塩素 0.4mg/L以上 ⁵⁾	備考参照 ⁴⁾	(管理目標値 ⁴⁾) 遊離残留塩素0.1mg/L又は結合残留塩素 0.4mg/L以上 ⁵⁾
施設基準		砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設を設けること	砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設を設けること	砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設を設けること	凝集沈殿＋砂ろ過施設又は同等以上の機能を有する施設を設けること
備考		1) 検水量は100mLとする(特定酵素基質培地法) 2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い	1) 検水量は100mLとする(特定酵素基質培地法) 2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 消毒の残留効果が特に必要ない場合は適用しない 5) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い	1) 暫定的に現行基準(大腸菌群数1000CFU/100mL)を採用 2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて上乗せ基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 生態系保全の観点から塩素消毒以外の処理を行う場合があること及び人間が触れることを前提としない利用であるため規定しない	1) 検水量は100mLとする(特定酵素基質培地法) 2) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて上乗せ基準値を設定 3) 利用者の意向等を踏まえ、必要に応じて臭気強度を設定 4) 消毒の残留効果が特に必要ない場合は適用しない 5) 供給先で追加塩素注入を行う場合には個別の協定等に基づくこととしても良い

§ 53 導入効果を高める管理の要点

(1) UF 膜の運転本数の調整

再生水の需要量に応じて膜ユニット単位での膜モジュール運転本数を調整することにより、UF 膜モジュールの寿命延長を考慮した運転を行うことができる。

(2) UF 膜の逆洗頻度の調整

UF 膜の逆洗頻度を調整することにより、逆洗に係る維持管理コストを低減させることができる。

(3) UV ランプの運転本数の調整

UV 照射量に余裕がある場合には、UV ランプユニット単位でのランプ運転本数を調整することにより、UV ランプ寿命の延長を考慮した運転を行うことができる。

【解説】

(1) UF 膜の運転本数の調整

再生水の需要量が少なく、処理水量が少なくすることができる場合には、膜ユニット単位での運転を停止できる場合がある。これにより、UF 膜モジュールの稼働時間を少なくでき、UF 膜モジュールの寿命を延伸できることが期待され、UF 膜モジュール交換に係る維持管理コストを低減し、導入効果を高めることができる。

ただし、長期間、UF 膜モジュールを使用しない場合は、再稼働時に UF 膜の処理性能が低下する恐れがあることから、停止ユニットは 1 日単位で変更するなど、運転サイクルを考慮することが重要である。

(2) UF 膜の逆洗頻度の調整

UF 膜の逆洗頻度は「§ 48 UF 膜の洗浄」において標準的な値を示している。ただし、UF 膜の逆洗は頻繁に実施するため、維持管理コストへの影響も大きいものとなる。

しかしながら、UF 膜の逆洗間隔を長くすると、UF 膜の目詰まり(ファウリング)の発生が進行し、薬液(浸漬)洗浄の回数が増えることや、UF 膜への供給圧が高くなることで膜破断等による UF 膜モジュールの寿命も短くなることが考えられる。

UF 膜の逆洗頻度については、長期的な UF 膜の目詰まり(ファウリング)の進行について評価を行い、総合的なコストの低減効果を考慮したうえで、適切な設定とすることが重要である。

(3) UV ランプ運転本数の調整

「§ 41 UV 消毒装置の設計」において示したとおり、処理水量が少ないことで UV 消毒水路の滞留時間(照射時間)が長くなる、もしくは UF 膜ろ過水の UV 透過率が高くなると、同じ UV ランプ出力であっても、UV 照射量に余裕が生じるものとなる。そのため、設計条件より処理水量が少ない、もしくは UV 透過率が高い場合においては、設計 UV 照射量を得るために UV ランプ出力を下げるることができる。

滞留時間やUV透過率に応じたUVランプ出力の制御は「§46 UV消毒装置の監視制御システム」においてUV自動調光制御として示しており、これにより、通常時の運転では、UVランプ出力は定格値より低い出力での運転が可能であり、消費電力の低減を図ることができる。

さらに、再生水の供給先の水需要量が少ない時期や、既設処理場での処理状況により原水水質が良好となることでUV透過率が向上した場合には、UVランプユニット単位での運転を停止しても、必要なUV消毒効果が得られる場合がある。これにより、UVランプの稼動時間が少なくなり、UVランプの寿命を延伸できることが期待され、ランプ交換に係る維持管理コストを低減し、導入効果を高めることができる。

したがって、再生水の供給先の水需要量や、原水水質の状況を把握し、適切なUVランプの運転本数を調整し、ランプ寿命を長くさせることが導入効果を高めるために重要である。

第2節 保守点検

§ 54 保守点検

(1)巡回監視点検の頻度

巡回監視点検の頻度は、1週間に1回を標準とする。

(2)UF 膜モジュールの交換

UF 膜の破断を検知した場合には、UF 膜モジュールの交換を検討する。

(3)UV ランプの交換

巡回監視点検時に UV 強度が不足する場合には、UV ランプの交換を検討する。

(4)保守オーバーホールの頻度

保守オーバーホールは、各機器の耐用年数等を考慮して設定する。

【解説】

(1)巡回監視点検の頻度

巡回監視点検は、1週間に1回を標準とする。

ただし、巡回監視点検の人員の確保の状況等によっては、頻度を変えることも検討することが重要である。なお、巡回監視点検頻度を変える場合には、薬液の貯留日数および貯留容量を変える必要があるため、注意が必要である。

(2)UF 膜モジュールの交換

UF 膜の膜破断を検知した場合(「§ 50 UF 膜の膜破断検知」参照)は、ウイルス除去性能に大きな影響を与えるため、UF 膜の一部閉塞による補修処置や、UF 膜モジュールの交換など必要な対応を実施する。

(3)UV ランプの交換

巡回監視において、UV ランプの点灯状態により照射強度が必要強度(「§ 41 UV 消毒装置の設計」参照)に対して不足している場合には、ウイルス除去性能に大きな影響を与えるため、ランプの交換など必要な対応を実施する。

(4)保守オーバーホールの頻度

保守オーバーホールの頻度は、各機器の耐用年数等をもとに、適正なストックマネジメント検討を行うことにより設定することが重要である。

第3節 緊急時の対応

§ 55 緊急時の対応

運転管理において異常が発生した場合には、バックアップ制御および必要に応じて処理施設の緊急停止を行うものとする。

(1) バックアップ制御

異常を検知した場合には、即時にバックアップ制御への切り替えを行うものとする。

(2) 緊急停止

バックアップ制御を実施した場合においても、異常状態が解消しない場合には、処理施設を緊急停止するものとする。

(3) 塩素注入

処理施設の停止を行った場合には、安全性の確保のため塩素注入を行うものとする。

【解説】

「§ 49 安定的処理状況の連続的な確認方法」および「§ 51 運転管理項目」において異常を検知した場合には、バックアップ制御に切り替えを行うものとする。

また、バックアップ制御を実施した場合においても、異常状態が解消しない場合には、処理施設を緊急停止するものとする。

(1) バックアップ制御

異常発生を考慮した本システムの基本構成と、異常を検知した場合のバックアップ制御は表 5-17 に示す考え方を基本とする。

表 5-17 基本構成とバックアップ制御

対象技術	基本構成	バックアップ制御(図 5-4、図 5-5 参照)
UF 膜ろ過装置	運転フラックスの変更により、ある程度の処理量の変動に耐えられるため、完全予備系列は設けず、1 系列が故障等で運転不可となった場合は、他の系列の処理水量(フラックス)を上げて対応する。	故障発生時には当該の系列を停止させ、他の系列で処理量を確保する。 例) 通常: $2,000\text{m}^3/\text{日} \times 5 \text{ 系列} = 10,000\text{m}^3/\text{日}$ 故障時: $2,500\text{m}^3/\text{日} \times 4 \text{ 系列} = 10,000\text{m}^3/\text{日}$
UV 消毒装置	再生水の安全性を担保するためには、一定の UV 照射量を与える必要があるため、故障発生時の性能確保を目的に完全予備のユニットを 1 つ設ける。(運転は 2 ユニット、予備が 1 ユニットで計 3 ユニット)	故障発生時には当該のユニットを停止させ、予備ユニットへの切り替えを行う。 例) 通常: 「ユニット 1」+「ユニット 2」運転 (「ユニット 3」は通常時停止中) ユニット 2 の故障時: 「ユニット 1」+「ユニット 3」運転

	※1 系列 1 ユニットの場合は、ユニット内に予備モジュールを設け、この表のユニットの表記は、モジュールと読み替える。	
--	---	--

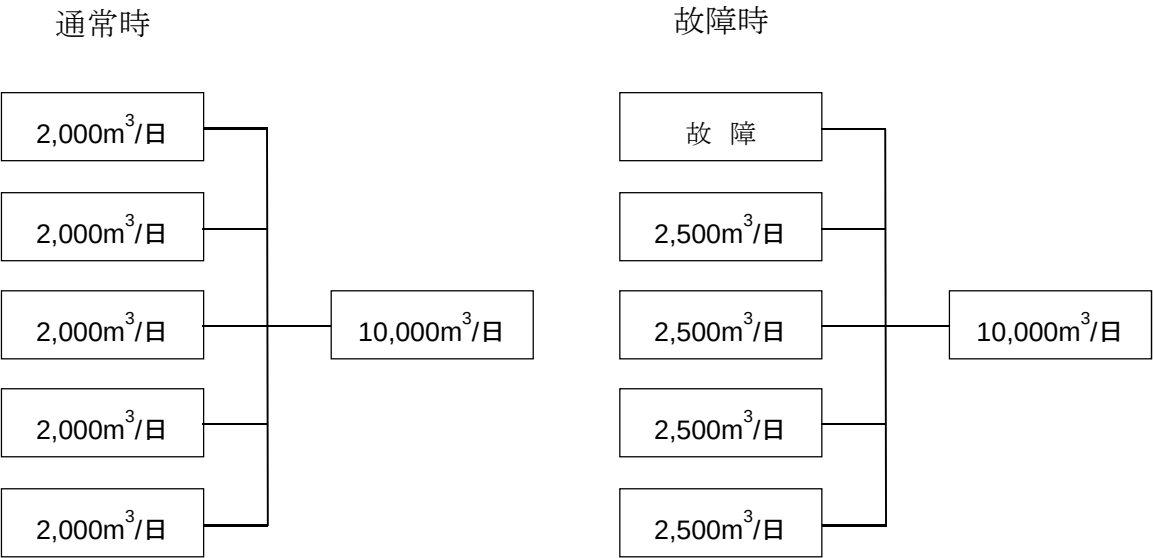


図 5-4 UF 膜ろ過装置のバックアップ制御(系列毎の処理量を変更して対応)

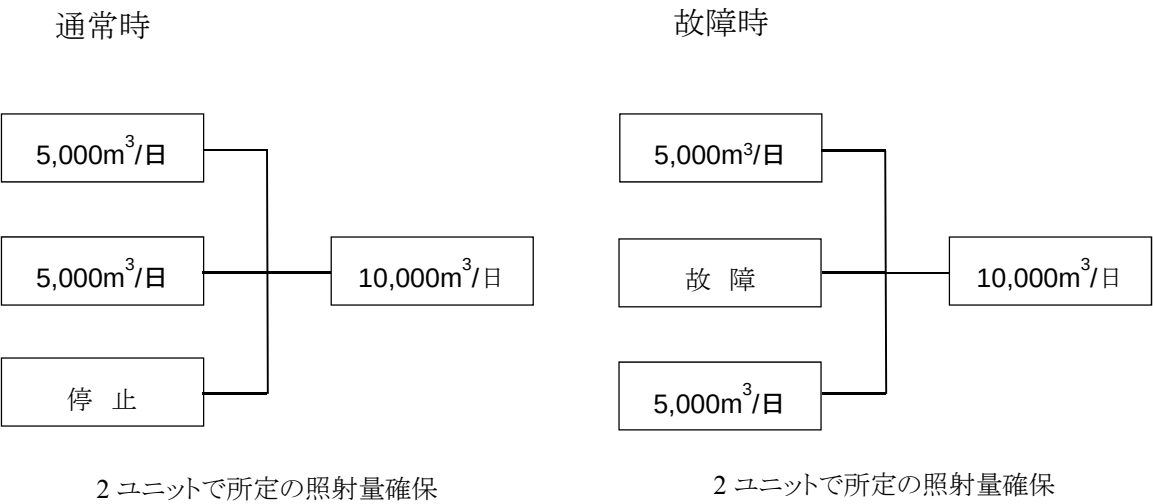


図 5-5 UV 消毒装置のバックアップ制御(予備ユニットへの切り替えで対応)

(2)緊急停止

異常を検知した施設に予備がない場合や、バックアップ制御に切り替えを行った場合でも、異常状態が解消しない場合には、緊急停止の措置を実施するものとする。

(3)塩素注入

処理施設の停止を行った場合には、生成した再生水の消毒処理が不十分である可能性が高い。そのため、安全性の確保のために、再生水槽において塩素注入を行うものとする。

塩素注入量は、再生水の利用先において 24 時間貯留した場合でも残留塩素が 0.1mg/l程度となるように考慮することが望ましい。

緊急時の塩素注入は、本システムの標準である UF 膜処理装置洗浄用の塩素を利用するか、緊急対応用に新たに調達した塩素を利用する方法がある。UF 膜処理装置洗浄用の塩素を利用する場合、次亜注入ポンプから再生水槽へ塩素を注入できるバイパス配管を設けておくことが望ましい。