

第6章 維持管理

第1節 運転管理

§ 52 運転管理

本技術の運転管理は、大きく次に示す2業務によりなされる。

- (1) 監視・測定
- (2) 運転操作

【解 説】

本技術は、運転管理を確実にを行うことにより、所定の処理性能を維持できる。本技術の運転管理は、計器・分析等で運転状態を把握する監視・測定と、監視・測定結果に応じて運転条件等を調整する運転操作によって実施される。

(1) 監視・測定

本技術における監視・測定時に求められる監視・測定項目及び頻度を表6-1に一覧にして示す。

日常点検については、維持管理体制に応じ日毎～週1回の間で設定する。水質に関する項目は§53に示す水質試験内容の結果にて確認を行う。

表 6-1 監視・測定項目

項目	監視 単位	内容	方法	頻度
BOD 容積負荷	系列	設計処理能力範囲内での処理か 確認	流入 BOD 濃度及び流入 水量から算出	1 回/月
生物反応槽後段 DO 濃度	区画	適正值内での DO の管理	DO 計	常時 (計器)
散気状態	区画	散気、攪拌状況の管理	目視、風量計	日常点検
風量	区画	散気風量の管理 (最低風量以上か確認)	風量計	日常点検
送風機吐出圧	送風機	散気装置の異常確認	圧力計	日常点検
総送風量	送風機	送気倍率の確認	風量計	常時 (計器)
凝集剤添加量	系列	凝集剤添加量の把握	積算流量計	常時 (計器)
凝集槽 pH	系列	硝化および凝集剤添加に よる pH 低下等の監視	pH 計(常設計器)	常時 (計器)
pH 調整剤添加量	系列	pH 調整剤添加量の把握	積算流量計	常時 (計器)
沈殿槽 汚泥界面高さ	系列	沈殿槽における 汚泥再浮上防止	汚泥界面計(ハゲイ)	日常点検
透視度	系列	放流水の透視度の監視	透視度計	日常点検
残留塩素濃度	系列	放流水の残留塩素の監視	残留塩素計	日常点検
汚泥引抜量	系列	運転状況の把握	積算流量計	常時 (計器)

次に、運転状態の監視・測定項目における特記事項を示す。

① BOD 容積負荷の監視

本技術の基本諸元として、BOD 容積負荷の管理が重要である。流入 BOD 濃度の分析に合わせて BOD 容積負荷を算出し、表 6-2 に示す管理指標を超過していないことを監視する。

表 6-2 BOD 容積負荷の管理指標

系列	生物反応槽
BOD 容積負荷 (kg/(m ³ ・日))	0.6 以下

② 生物反応槽 DO 濃度・最低風量の監視・管理

処理性能の目標値を達成するためには、DO 濃度管理が重要である。日常点検において DO 濃度を測定し、管理値の範囲内であるか監視する。合わせて、各区画の散気量が攪拌に必要な最低風量を下回っていないことを確認する。各区画の DO 濃度の目安と最低風量を表 6-3 に示す。管理指標から外れた場合は運転操作項目に示す「曝気風量」に従い、管理値内になるように調整を行う。

表 6-3 生物反応槽内の管理指標

区画	生物反応槽後段
DO 濃度 (mg/L)	4 以上
最低風量 ($\text{m}^3\text{-風量}/\text{m}^3\text{-容積}\cdot\text{時}$)	1.0 以上

③ 沈殿槽汚泥界面高さ

本技術では、沈殿槽での汚泥の滞留時間が長くなると、脱室による汚泥再浮上が起こることがある。このため、適切な汚泥引抜量の管理指標として沈殿槽の汚泥界面高さを測定する。表 6-4 沈殿槽汚泥界面高さの管理指標を示す。汚泥界面高さは、沈殿槽底部から汚泥濃度の変化点までの距離を測定し、その距離を汚泥界面高さとする。

表 6-4 沈殿槽汚泥界面高さの管理指標

系列	沈殿槽
汚泥界面高さ (mm)	500 以下

④ 放流水透視度の監視

本技術は、生物膜から剥離した SS により、放流水 BOD 濃度を押し上げる可能性があるため、日常的な管理指標として放流水 SS 濃度を測定する必要がある。放流水透視度と放流水 SS 濃度の間に有意な相関性があることから、本ガイドラインでは SS 測定に代え、日常監視項目として校正が不要であり操作性に優れた透視度を測定することとする。実証研究結果より、放流水の透視度が 20 cm 以上であれば、放流水 SS が約 30 mg/L 以下であり、BOD 濃度は 15 mg/L 以下に維持できる（資料編 3.3 最適運転条件を参照）。表 6-5 に放流水透視度の管理指標を示す。

表 6-5 放流水の管理指標

系列	放流水
透視度 (cm)	20 以上

⑤ 放流水残留塩素濃度の監視

大腸菌群数の目標値を達成するためには、残留塩素濃度管理が重要である。日常点検において残留塩素濃度を測定し、管理値程度であることを監視する。残留塩素濃度と塩素注入率を表 6-6 に示す。

実証研究において放流水の残留塩素濃度は、管理指標値である 0.1 mg/L を維持するように固形塩素

剤の量を調整した。

表 6-6 放流水残留塩素濃度の管理指標

区画	放流水
残留塩素濃度 (mg/L)	0.1 程度
塩素注入率 (mg/L)	1~4

(2) 運転操作

監視・測定項目の確認結果に応じて運転調整を行う項目として、曝気風量、汚泥引抜量が挙げられる。表 6-7 に運転操作項目を示す。

表 6-7 運転操作項目

操作項目	実施時期	操作内容
流入水量の調整	BOD 容積負荷が設計値を超えた場合	BOD 容積負荷が設計値以下になる流入水量になるよう、流入水量を調整する。
生物反応槽の曝気風量の調整	生物反応槽後段の DO 濃度が管理値を外れた場合	管理値に入るよう、曝気風量を調整する。
送風機総送風量の調整	各区画の風量調整により曝気風量が不足する場合	各区画の必要曝気風量の合計値から適切な総送風量になるよう調整する。
凝集剤添加量の調整	透視度が管理値を超えた場合	透視度が管理値を満足する数値になるまで凝集剤添加量を増やす。必要に応じてジャーテストにより添加量を再検討する。
汚泥引抜量の調整	沈殿槽汚泥界面が管理値以上になる状況が続く場合	汚泥界面が下がるよう引抜頻度を調整し、汚泥引抜量を増加させる。

以下に運転操作項目における特記事項を示す。

① 曝気風量

監視測定項目で示した DO 濃度及び最低風量の管理指標を外れた場合、DO が管理値内になるよう風量調整弁にて風量を調整する。DO 濃度の低下や曝気風量の減少のため、曝気風量を増加させる場合は、必要に応じて送風機からの総送風量の調整等も行う。なお、DO 低下の原因として、流入水の BOD 濃度等の上昇のほか、散気装置の圧損上昇による散気量の低下も考えられるため、各槽風量や送風機吐出圧の監視結果についても確認する。吐出圧が上昇した場合は、散気装置のブローダウン操作も検

討する。

DO濃度が上昇し、風量を減少させる場合も、風量を増加させる場合と同様、必要に応じて送風機総送風量の調整等も行う。

② 汚泥引抜量

監視測定項目で示した汚泥界面の管理指標を超えた場合、1日当たりの界面上昇量を推定し、上昇分に相当する容量を現状の引抜量に上乘せする。引抜量の調整にあたっては、スカム発生状況を確認し、スカムの浮上が見られる場合は汚泥の引抜頻度を増やして対応する。

③ その他

表6-7に記載した内容の他、季節変動等による水温低下や流入負荷の上昇が予見できる場合は、あらかじめ流入水量や曝気風量を調整し、変動に対応できるよう準備を行うことが望ましい。

§ 53 水質管理

本技術における水質試験項目は、処理性能の目標値を達成するため日常的、定期的に行う。分析頻度は維持管理体制に応じて適切に定める。

【解説】

生物反応槽の運転状況の把握と放流水質の遵守のため、水質試験を行う。表6-8に水質測定対象と測定項目、測定頻度を示す。測定頻度は表6-8を基本とし、維持管理体制に応じて適切に定める。

表6-8 水質試験項目

対象	測定項目	
	週1~2回	定期的に測定 (月1回以上)
流入下水 (スクリーン前)	外観、臭気、水温、pH	BOD、SS
反応槽内	外観、臭気、DO ^{※1} 、水温	—
凝集槽内	pH ^{※1}	—
放流水	外観、臭気、透視度、SS、水温、残留塩素	BOD、SS、pH、大腸菌群数 (法定試験結果にて確認)

※1 日常点検における監視方法に準じる

水質や水温のデータを蓄積し、季節変動等を把握することで、必要に応じて事前に適切な運転操作を行うことを可能にする。

第2節 保守管理

§54 保守管理

本技術の保守管理では、各設備・機器について、その機能を良好・安全に維持するため、日常的、定期的に「保守点検」を行う。送風機は数年に1度の整備を計画する。

【解説】

保守管理における「保守点検」とは、設備の機能維持のために定期的に異常の有無等の状態を確認するとともに、消耗品の確認・補充・交換や異常が発見された場合に行う調整・修理・軽微な修繕を行うことを指す⁵⁾。

また、本技術で重要な設備である送風機は、保守点検に加え整備を計画する。本技術での主要機器の保守点検内容を表6-9に示す。日常点検項目は、処理場の維持管理体制に応じて、日毎から週1日の範囲で実施する。

表6-9 主要機器の保守点検調査項目⁵⁾一覧(1/2)

設備名称	項目	保守点検			整備
		日常	月	年	
スクリーン	異音・異常振動の有無	○			
	動作確認	○			
	電流値の確認	○			
	チェンの張り調整、潤滑管理		○		
	チェン、スプロケットの摩耗等			○	
	潤滑油の交換			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
担体及び 担体ユニット	担体の脱離、破損の有無	○			
	曝気状態	○			
	散気装置の目詰まりの有無	○			

表6-9 主要機器の保守点検調査項目⁵⁾一覧(2/2)

設備名称	項目	点検			整備
		日常	月	年	
送風機	異音・異常振動の有無	○			
	吐出圧力の確認	○			
	吸込空気温度・量の確認	○			
	電流値の確認	○			
	安全弁の確認		○		
	Vベルトの摩耗損傷確認			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
	オーバーホール				5年に1回程度
凝集槽攪拌機	異音・異常振動の有無	○			
	電流値の確認	○			
	潤滑油の交換			○	
	腐食・摩耗の確認			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
薬液タンク	外観上の異常の有無	○			
	残量の確認	○			
薬注ポンプ	異音・異常振動の有無	○			
	流量、吐出圧の確認	○			
	薬品漏れの有無	○			
汚泥引抜 ポンプ	異音・異常振動の有無	○			
	流量、吐出圧の確認	○			
	電流値の確認	○			
	潤滑油の交換			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
沈殿槽減速機	異音・異常振動の有無	○			
	電流値の確認	○			
	潤滑油の交換			○	
	腐食・摩耗の確認			○	
	絶縁抵抗の確認			○	
pH計、DO計	外観の確認、センサーの洗浄	○			
	センサー類の交換			○	
	センサー類の校正		○		
クラウド型遠方監視	通信ユニット交換				5年に1回程度

以下に保守管理における特記事項を示す。ここでは、本技術の特徴である特殊繊維担体ユニットを対象とし、その他機器については、一般的な機器であるため維持管理指針等に準じて保守点検を実施するものとする。

(1) 担体および担体ユニットの点検調査

担体および担体ユニットは、人口減少対応時などで長期使用する場合、散気装置の参考交換年数に準じ約10年に1回、全数引き揚げ調査を計画する。担体ユニットは、フレーム、特殊繊維担体、散気装置から構成されており構成部品単位で劣化状態の確認を行う。

ただし、設置時から送風機吐出圧の顕著な上昇が見られない場合は、引き揚げ調査の期間を延長することができる。

① 特殊繊維担体

特殊繊維担体は、開口部からの目視点検で、脱離・破損がないかを確認する。脱離・破損箇所が認められる場合は劣化が進んでいると判断し、更新を検討する。

参考交換年数は15年程度であるが、散気装置の参考交換年数が約10年であるため、散気装置交換時に担体の交換を行うことを推奨する。

② フレーム

フレーム使用時には、ユニット引き揚げ時に変形、発錆、腐食がないか確認を行う。異常が見つかった場合、補修にて対応することを原則とする。

③ 散気装置

日常的な保守点検にて目視による散気状態の確認や送風機吐出圧により、目詰まり状態の確認を行う。目詰まりによる圧損上昇が確認され、ブローダウン操作等によっても改善しない場合は、引き揚げ点検にて散気装置の状態を確認し、目詰まりや劣化が確認された場合は、散気装置を交換する（参考交換年数：約10年）。

第3節 異常時の対応と対策

§ 55 異常時の対応と対策

本技術において発生し得る異常時の対応と対策を事前に想定し、異常が発生した場合は適切に対処する

【解説】

本技術において想定される異常例とその対応例を表6-10に示す。

表6-10 想定される異常とその対応と対策

想定される異常例	原因	対応・対策
放流水 BOD 濃度 の上昇	DO 濃度が適切 でない	散気量の変動のほか、散気装置の圧損上昇、送風機の異常がないか確認する。 ⇒DO 濃度が管理値内になるよう風量調整を行う。
	BOD 容積負荷が 過大	流入水 BOD 濃度を確認する。 ⇒突発的な異常時等は、可能な範囲で水量調整を行う。
透視度の低下 (放流水 SS 濃度の上昇)	沈殿槽汚泥再 浮上 凝集剤の添加 不足	汚泥引抜量を増加する 凝集剤添加量を増加し、放流基準内になるよう調整する。
処理水 pH の上昇	苛性ソーダの 過剰添加	ポンプ吐出量が正常か確認し、調整を行う。 pH 計の指示値が正しいか確認し、校正、センサーの洗浄等を行う。
処理水 pH の低下	苛性ソーダの 添加不良	ポンプ吐出量が正常か確認し、調整を行う。 pH 計の指示値が正しいか確認し、校正、センサーの洗浄等を行う。
異常発泡	水質変動 水温変動等	消泡水/消泡剤の散布をする。

第4節 立上げ時の運転管理

§ 56 立上げ時の運転管理

立上げ時の運転管理については、次の点に留意する。

- (1) 段階的な立上げ等に係わる留意点
- (2) 流入水温に係わる留意点

【解 説】

(1) 段階的な立上げ等に係わる留意点

本技術は接触酸化法の一種であるため、一般的な接触酸化法と同様、担体上への生物膜形成及び馴致にはある程度の期間が必要となる。このため、立上げ開始時には原則として種汚泥を投入するものとし、流入下水量を段階的(4段階程度)に増加させながら、生物膜形成及び馴致を行う。通水開始後、各段階で放流水質が管理指標を達成することを確認した上で、流入下水量を引き上げるものとする。種汚泥は、近隣の処理場の余剰汚泥を用いる。

実証研究では、被災終末処理場の被災状況等によって、適当な種汚泥が入手困難な場合も想定されるため、種汚泥の有無による処理性能把握を行った。その結果、生物反応槽水温が15℃以上の場合において、種汚泥ありでは約2か月程度で立上げが完了した。

一方、種汚泥なしにおいても約2ヶ月程度で立上げが完了したが、流入水に返流水が混合していた。またバケツフィールド試験では種汚泥ありの場合に対して硝化が1ヶ月遅れる結果であったため、種汚泥を入手できる場合は種汚泥を投入することを推奨する。

立上げ時の監視指標を表6-11に示す。立上げ時は、原生動物・後生動物の数が少ないため、流出SSが増加する場合がある。このため、週1~2回程度透視度を測定し、透視度が悪化した場合は凝集剤添加量を増加し、水質の確保を行う。また、沈殿槽に堆積した汚泥の再浮上のため、流出SSが増加する場合がある。汚泥再浮上が見られた場合は、汚泥引抜量を増加し、水質の確保を行う。

迅速に処理状況を確認する指標として、放流水NH₄-N濃度の測定がある。BODの分析には5日かかるため、NH₄-Nの残存状況を確認し、処理状況を把握する。

このほか、DO濃度に関しては、「§52 運転管理」に示した管理値が指標となるが、特に流入下水量引き上げ後はDO濃度が変動するため、曝気風量の調整を入念に行う。また、曝気は酸素供給のほか、反応槽内の攪拌の役割もあるため、流入下水量が少ない通水第1、2段階でも曝気量を絞りすぎないようにする。

表 6-11 立上時の監視項目と指標

No.	監視項目	目的	指標値等	留意点	測定 頻度
1	放流水 BOD 濃度	生物反応槽における有機物除去および硝化、沈殿槽における固液分離等の影響を含めた総合的な処理水質を把握する	安定して 15 mg/L 以下	No2~3 の管理により、指標値を達成する必要がある	立上手順による
2	放流水 NH ₄ -N 濃度	硝化が十分に行われているかを確認する	安定して 5 mg/L 以下		週 1~2 回
3	放流水 透視度 および SS 濃度	立上段階や低水温期に流出 SS が増える可能性があるため、凝集剤添加量が適正であるか確認する 沈殿槽で汚泥再浮上による SS 流出の可能性があるので、汚泥引抜量を確認する	透視度 20 cm 以上	通水開始後にジャーテスト等を実施し、凝集剤添加量を調整する	週 1~2 回
4	生物反応槽 出口後段 DO 濃度、曝気 風量	曝気風量が適切か確認する	4 mg/L 以上		週 1~2 回

次に、立上げ手順の詳細を記載する。

1) 種汚泥の投入

近隣処理場の余剰汚泥を種汚泥として生物反応槽に反応槽容量の 10%程度投入する。

2) 設定処理下水量の設定

処理場へ流入する下水量実績や他系列の処理能力を勘案し、立上げ完了時における流入下水量を全系列について設定する。

3) 通水第1段階

流入下水量を設定処理水量の25%に設定し処理を行う。通水を開始してからの処理水量の合計値(以下、累積処理水量とする)が生物反応槽容量の2倍以上を超えた段階から、放流水の分析を開始する。分析の目安は以下とする。

①分析1回目 通水後の処理日数 $D > 2V \div 0.25Q$

②分析2回目 通水後の処理日数 $D > 3V \div 0.25Q$

ここで、 Q は設計日最大汚水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)、 V は反応槽容量 (m^3)、 D は処理日数 (日)とする。分析3回目以降は、累積流入下水量が反応槽容量の整数倍となるタイミングで分析を行う。

分析項目は監視項目1~2に示すBOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ (簡易分析で可)とする。なお、BODの分析には5日かかるため、監視項目2の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が5 mg/L以下を満たすことが確認できたところで、第2段階へ移ることを可とするが、その場合でも後日、BODの分析結果を確認し、監視項目を満足していることを確認する。

なお、監視項目を満たすまで、流入下水量は引き上げないものとする。

4) 通水第2段階

流入下水量を設定処理水量の50%に設定し処理を行う。3)と同様に通水量引き上げ以降の累積処理水量が反応槽容量の2倍以上を超えた段階から、放流水の分析を行う。監視項目1~2を満たすことが確認できた段階で、流入下水量を引き上げる。

5) 通水第3段階

流入下水量を設定処理水量の75%に設定し処理を行う。3)・4)と同様に2回目の流入量引き上げ以降の累積処理水量が反応槽容量の2倍以上を超えた段階から、放流水の分析を行う。監視項目1~2を満たすことが確認できた段階で、流入下水量を引き上げる。

6) 通水第4段階

流入下水量を設定処理水量に設定し、処理を行う。前項と同様に3回目の流入量引き上げ以降の累積処理水量が反応槽容量の2倍以上を超えた段階から、週2回、放流水の分析を行う。2回連続で監視項目1~2を満たすことを確認した段階で立上げ完了とし、これ以降は§52、53に示した運転管理、水質試験の内容、頻度へ移行する。流入下水量を引き上げる。

(2) 流入水温に係わる留意点

立上げ段階において、生物反応槽水温が 15°C 以下となる期間には極力立上げ運転を避ける。生物反応槽水温が 15°C 以下で立上げる場合も立上げ手順に変わりはないが、処理水量引き上げの各段階において管理指標達成に要する期間が長くなることが想定されるため、十分な立上げ期間を設けるよう、事前計画を立てるようにする。