

「潤滑診断による分解点検周期の延伸について」 調査研究報告書

平成26年度
公益財団法人 山梨県下水道公社
峡東浄化センター

1. 目的

浄化センター及びポンプ場等の機械設備は、過去に故障で苦慮した経緯があり、現在、主要機器を中心に予防保全として定期的な分解点検を実施している。分解点検の実施周期は過去の故障頻度やメーカーの推奨時期から当公社が独自に策定をしているが、理想的には機器の状態に合わせて実施することが望ましい。

潤滑診断は、採取した潤滑油を分析・診断することで比較的容易に機器の状態を把握する手段であるが、これまで当公社において実績がないことから、導入した場合の有効性や信頼性が確認できていない。

本調査研究では、潤滑診断にて分解点検周期を延伸できる機器を調査するとともに、実際に潤滑診断を行い、その有効性・信頼性を確認することを目的とする。また、潤滑診断を導入した場合のコスト効果について試算する。

2. 潤滑診断の概要

設備の保全方法には「事後保全」、「時間計画保全」、「状態監視保全」の3つの種類があり、時間経過と機器の健全度の関係は図1のようなイメージである。潤滑診断は、これらの保全方法のうち「状態監視保全」の分類であり、回転機器等の潤滑油中の摩耗粒子を詳細に分析することにより機械設備の健全性を評価する技術である。潤滑診断の分析要素は3つあり、図2に示すように各要素が互いに関連性を持ち、これらを総合的に評価することで、機器の劣化状況を把握する。

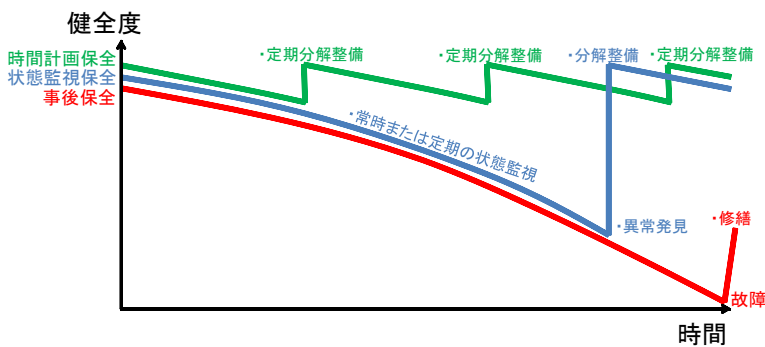


図1 設備保全方法の分類イメージ

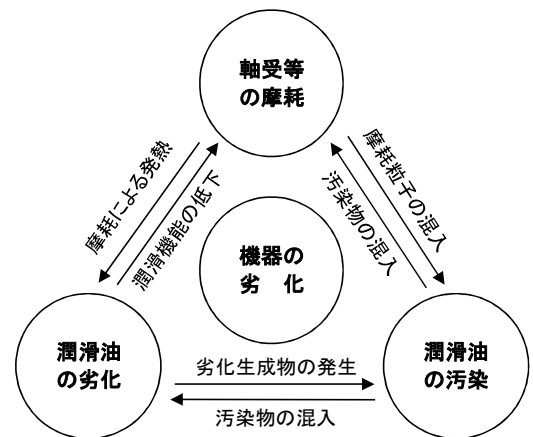


図2 潤滑診断の三要素

潤滑診断を実施する際の流れは次のとおりである。なお、本調査研究における潤滑診断業務は専門的に研究及び事業を行っている業者に委託した。

(1) 機器情報の提供

潤滑診断を実施する前に対象機器の基本情報（機器仕様、管理情報等）と構造図面を診断業者へ提供する。

(2) 潤滑油の採取

潤滑油の採取は対象機器の給油口または排油口から行う。給油口から採取する場合は、チューブを給油口に入れ専用のポンプで約1Lを採取する。

(3) 測定・分析

診断業者により、採取した潤滑油の分析を行う。比較対象とするため、新油の分析も同時に行う。

(4) 診断結果の報告

各分析項目の結果から、過去の分析データや診断ノウハウも考慮して総合的に機器の状態を判断する。



写真1 採油状況 (恵林寺マンホールポンプ)

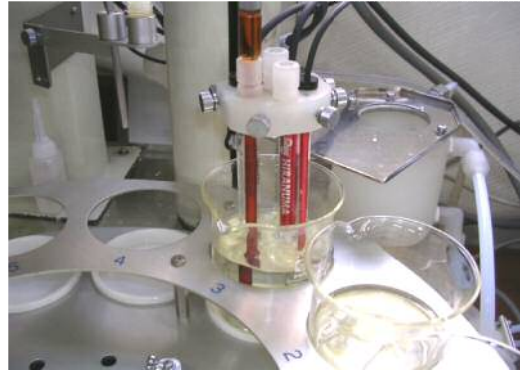


写真2 分析状況 (酸化測定)

3. 潤滑診断対象機器の検討

各機器で潤滑油を使用している箇所は、軸受け、減速機、メカニカルシールの3つが主なものであり、これらの潤滑箇所を整備することが分解点検を行う目的の一つとなっている。表1に分解点検対象機器で潤滑油を使用しており、且つ、軸受け、減速機、メカニカルシールの交換等を目的としているものをピックアップした。これらの機器について潤滑診断が適用できるか検討を行った。表2に対象機器の個別検討結果を示す。

表1 潤滑診断対象機器候補

機器名	潤滑部分の主な整備内容
沈砂掻揚機	減速機部品交換
汚水ポンプ(水中形)	メカニカルシール交換
初/終沈 汚泥掻寄機	減速機部品交換
反応タンク水中曝気機	メカニカルシール・減速機部品交換
送風機(曝気用)	減速機部品点検
放流ポンプ	軸受け交換
ケーキ搬出機	減速機部品交換
非常用自家発電機	軸受け点検

表2 対象機器の個別検討結果

機器名	沈砂掻揚機	汚水ポンプ(水中形)	初/終沈 汚泥掻寄機	反応タンク水中曝気機
適 否	適していない	適していない	適していない	適している
理 由	スプロケット、ガイドレール等の摩耗に対する整備が分解点検の重要な目的であり、潤滑診断は駆動装置整備の実施判断に限られる	潤滑診断を適用できる箇所がメカニカルシールに限られ、軸受け等の健全度を確認することができない	スプロケット、ガイドレール等の摩耗に対する整備が分解点検の重要な目的であり、潤滑診断は駆動装置整備の実施判断に限られる	減速機、軸受け、メカニカルシール等の摩耗する部分が潤滑油を使用しており、潤滑診断で重要部分の整備の実施判断が可能と思われる
機器名	送風機(曝気用)	放流ポンプ	ケーキ搬出機	非常用自家発電機
適 否	適している	適していない	適していない	適していない
理 由	軸受け、増速機歯車等の潤滑部分の異常を確認することが分解点検の重要な目的であり、潤滑診断がこの目的の代替となり得る	潤滑診断を適用できる箇所が上部軸受けに限られ、水中部の軸受け等の健全度を確認することができない	ベルト、ローラー等の摩耗に対する整備が分解点検の重要な目的であり、潤滑診断は駆動装置整備の実施判断に限られる	潤滑部分以外の整備内容が分解点検の重要な目的であり、潤滑診断では判断できない部分が多い

検討の結果、分解点検周期の延伸目的として潤滑診断の導入が適していると考えられる機器は、送風機（曝気用）と反応タンク水中曝気機であった。沈砂掻揚機、初／終沈汚泥掻寄機、ケーキ搬出機は、サイクロ減速機（サイクロモータープーリー）に限って潤滑診断を活用できるが、特にケーキ搬出機のように長期間停止できない機器に対して、異常の早期発見の観点では有効であると考えられる。

4. 潤滑診断の実施・検証

潤滑診断の有効性・信頼性を確認するために、分解点検を予定している機器に対して実際に潤滑診断を行い、診断の結果と分解点検の結果を比較した。検証は、軸受け、減速機／増速機、サイクロ減速機、メカニカルシールの各潤滑箇所別に行った。

表3 潤滑箇所別の検証結果

検証① 軸受け			検証② 減速機／増速機		
機器名	潤滑診断結果	分解点検結果	機器名	潤滑診断結果	分解点検結果
No.1-1送風機 (ティルディングパッド)	異常なく継続使用可能	染色浸透探傷検査で異常なし 継続使用可能	No.1-1送風機 (1段増速機)	異常なく継続使用可能	染色浸透探傷検査で異常なし 継続使用可能
No.1-2送風機 (ティルディングパッド)	異常なく継続使用可能	染色浸透探傷検査で異常なし 継続使用可能	No.1-2送風機 (1段増速機)	異常なく継続使用可能	染色浸透探傷検査で異常なし 継続使用可能
No.2-3送風機 (ティルディングパッド)	銅が検出されたが継続使用可能	染色浸透探傷検査で異常なし 継続使用可能	No.2-3送風機 (1段増速機)	銅が検出されたが継続使用可能	高速軸の歯面に段付き当たりが確認されたが、継続使用可能
No.1-3-1水中曝気機 (ホールヘアリング/円錐コパヘアリング)	疲労摩耗粒子が確認されたが継続使用可能	目視にて異常なし 回転状態良好 継続使用可能	No.1-3-1水中曝気機 (遊星歯車減速機)	疲労摩耗粒子が確認されたが継続使用可能	スラストプレートに摩耗あり 継続使用に注意が必要
No.1-3-2水中曝気機 (ホールヘアリング/円錐コパヘアリング)	疲労摩耗粒子が確認されたが継続使用可能	目視にて異常なし 回転状態良好 継続使用可能	No.1-3-2水中曝気機 (遊星歯車減速機)	疲労摩耗粒子が確認されたが継続使用可能	スラストプレートに摩耗あり 継続使用に注意が必要
No.2放流ポンプ (ホールヘアリング)	異常なく継続使用可能	目視にて異常なし 回転状態良好 継続使用可能	No.2自家発電機 (遊星歯車減速機・1段減速機)	潤滑油の汚染度は高いが継続使用可能	内視鏡点検にて異常なし 継続使用可能
No.2自家発電機 (ホールヘアリング)	潤滑油の入れ替えにて継続使用可能	内視鏡点検にて異常なし 継続使用可能			
検証③サイクロ減速機			検証④メカニカルシール		
機器名	潤滑診断結果	分解点検結果	機器名	潤滑診断結果	分解点検結果
No.2-2終沈汚泥掻寄機 駆動装置	疲労摩耗の兆候があるが継続使用可能	目視にて摩耗、破損なし 継続使用可能	No.1-3-1水中曝気機	摺動面の摩耗と外部異物の混入	潤滑油に汚水の混入なし 摩耗はあるが、継続使用可能
			No.1-3-2水中曝気機	摺動面の摩耗と潤滑油の汚染大	潤滑油に汚水の混入なし 摩耗はあるが、継続使用可能
			恵林寺マンホールポンプ No.1汚水ポンプ	異物混入が確認されたが継続使用可能	潤滑油に汚水の混入なし 摩耗はあるが、継続使用可能
			恵林寺マンホールポンプ No.2汚水ポンプ	異物混入が確認されたが継続使用可能	潤滑油に汚水の混入あり 摺動部に傷あり 継続使用不可

検証の結果、潤滑診断による軸受け、減速機／増速機、サイクロ減速機の異常判断については概ね信頼できる結果となった。メカニカルシールは潤滑診断と分解点検結果に相違がある結果となった。メカニカルシールの異常は摩耗量よりも異物の噛み込み等による傷や欠けが不具合の要因となることが多く、潤滑油中の摩耗粒子からは判断しにくいと考えられる。

今回の分解点検では異常箇所が少なかったため、大部分が正常な機器に対する検証結果となったが、健全度が高い機器に対して分解点検を行っているためであり、潤滑診断を適用して分解点検周期を延伸し、更に検証を進める必要がある。

5. 潤滑診断導入時のコスト効果

3項で検討した対象機器の結果と4項で検証した有効性の結果から、送風機（曝気用）と反応タンク水中曝気機（メカニカルシールを除く）へ潤滑診断を導入した場合の試算を行った。

送風機の現状の分解点検周期では、設置から更新までの30年間に5回の分解点検を行うことになり、約

25,000 千円の費用が発生する。潤滑診断を導入して分解点検周期を 1 年延伸すれば 1 回分の分解点検費が削減でき、約 3,500 千円のコスト削減となる。分解点検周期を 3 年延伸できれば、更に 1 回分の分解点検費が削減でき、約 8,500 千円のコスト削減となる。コスト効果とリスク低減のバランスを考慮すると、3 年の延伸を目標に潤滑診断を導入することが望ましいと考えられる。(図 3 参照)

反応タンク水中曝気機の現状の分解点検周期では、設置から更新までの 23 年間に 4 回の分解点検を行うことになり、約 16,000 千円の費用が発生する。潤滑診断を導入して分解点検周期を 1 年延伸すれば 1 回分の分解点検費が削減でき、約 2,800 千円のコスト削減となる。分解点検周期を 3 年延伸できれば、更に 1 回分の分解点検費が削減でき、約 6,800 千円のコスト削減となる。コスト効果とリスク低減のバランスを考慮すると、3 年の延伸を目標に潤滑診断を導入することが望ましいと考えられる。(図 4 参照)

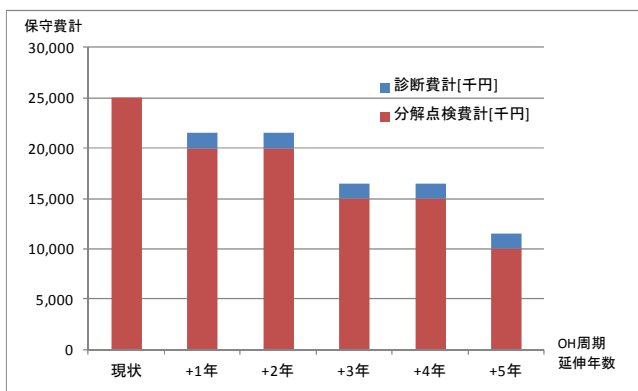


図 3 潤滑診断導入試算 (送風機(曝気用))

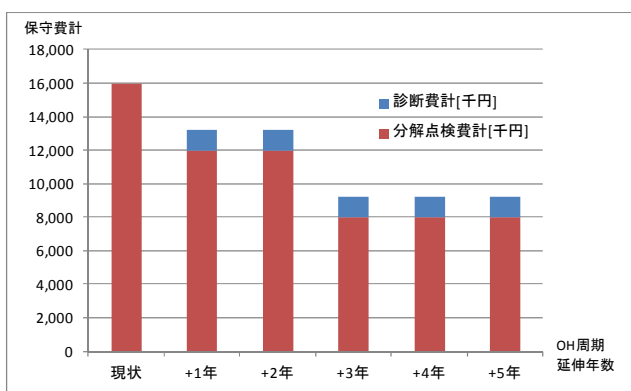


図 4 潤滑診断導入試算 (反応タンク水中曝気機)

送風機の例では、分解点検周期を 1 年、3 年、5 年・・・と延伸した場合に分解点検回数を 1 回ずつ削減できるが、補機や潤滑部分以外の故障リスクを考慮すると、延伸期間に上限を設けてコスト削減とリスク低減のバランスが取れた保全管理を行うことが理想であると考えられる。

機器によっては分解点検周期を数年延伸しても分解点検回数を削減できない場合があり、コスト効果が得られるか機器毎に試算を行うことが重要である。また、供用後の年数が経過している機器についても、更新までの残り期間に分解点検回数を削減できない場合があるため、試算による確認が必要である。

6. まとめ

当浄化センターでは送風機(曝気用)と反応タンク水中曝気機が有効であるとの結果を得た。また、これらの機器に潤滑診断を導入した場合のコスト効果を試算した結果、分解点検周期を 1 年延伸するだけでもコスト効果があることが確認できた。

潤滑診断を導入する場合は、機器毎に十分な試算を行うことが重要であるとともに、補機や潤滑部分以外の故障リスクを考慮し、分解点検周期の延伸期間に上限を設けてコスト削減とリスク低減のバランスが取れた保全管理を行うことが理想であると考えられる。

今後は、潤滑診断の試行導入に向けて更に検討を行い、分解点検周期の延伸によるコスト削減を目指していきたい。