

建設機械の潤滑管理とリマニファクチャリング

Lubrication Management and Remanufacturing of Construction Machinery

日立建機（株）（正）*秋田 秀樹 日立建機（株）（正）川崎 健司

Hideki Akita*,Kenji Kawasaki*

*Hitachi Construction Machinery Co., Ltd

1. はじめに

近年、環境問題への関心が高まる中、建設機械においても自動車や他の輸送機械と同様に、環境負荷の低減が社会的に強く求められており、ユーザーからもメンテナンス作業の効率化・簡素化、ならびにコスト削減に対する要望が高まっている。一方では、建設機械の高性能化が進むにつれ機械の負荷も増加しており、メンテナンスの重要性もますます高まっている。こうした状況に対し、各建機メーカーでは、確実な点検の推奨とともに、機械要素や材料の開発を進めている。しかしながら、建設機械は非常に多様な環境で使用されるため、部品単体の性能向上だけでは限界がある。そのため、潤滑管理をはじめとする積極的なメンテナンス活動を通じて、機械の保全を図ることが必要である。さらに、十分なメンテナンスを行っていても、消耗部品の劣化や予期せぬ事故・故障により、部品が本来の機能を失うケースは避けられない。こうした状況に対しては、予防保全の観点から、部品のリマニファクチャリング（以下、部品再生）を実施することで、機械本体の寿命延長を図る取り組みが進められている。本発表では、20t クラス油圧ショベルを例に、メンテナンスの一環としての潤滑管理の手法、および部品・油脂の再生技術について紹介する。

2. 油圧ショベルの潤滑管理

油圧ショベルは、大きく分けて「本体」「足回り」「フロントアタッチメント」の3つの主要構成要素から成り立っている。動力源としては、基本的にディーゼルエンジンを採用しており、これにより油圧ポンプを駆動し、油圧によって各種アクチュエータを作動させる仕組みとなっている。表1に主な潤滑管理項目を示す。特にエンジンオイルは、500時間ごとの運転時間を目安に定期交換が推奨されており、このタイミングに合わせて、その他の油脂類やフィルタ類についても点検・交換を実施することで、効率的かつ計画的なメンテナンスが可能となっている。

Table1 Hydraulic excavator oil maintenance intervals

部位	メンテナンス時間	部位	メンテナンス時間
フロントスベリ軸受	500時間毎グリス給脂	ポンプミッション	1000時間毎交換
旋回輪ベアリング	500時間毎グリス給脂	旋回装置減速機	1000時間毎交換
作動油関係	1000時間毎エレメント交換 1000～5000時間毎作動油交換	走行減速装置	2000時間毎交換
エンジンオイル関係	500時間フィルタ毎交換 500時間オイル毎交換	エアクリーナー	1年or1500時間毎交換
燃料フィルタ	500時間毎交換		

Table2 Differences properties about same vis. grade oil

		純正オイル	市販油A
動粘度	@40℃	47.54	46.91
	@100℃	7.577	6.886
粘度指数		125	102
全酸価	mgKOH/g	0.04	0.15
密度	@15℃	0.8599	0.884
交換インターバル	Hour	5000	<2500

油圧ショベルにおいて、油圧作動油のメンテナンスは機械の安定稼働と長寿命化に直結する重要な要素である。作動油の寿命に影響を与える主な因子としては、外部からの水分やスラッジなどの不純物の混入、そして摺動部で発生する熱による油の劣化が挙げられる。不純物の混入に対しては、マイクログラスを用いた高性能フィルタエレメントを採用することで、作動油の交換インターバルを最大5,000時間まで延長することが可能となった。一方、エンジンオイルについては、現在500時間ごとの交換を標準としている。これらのオイル交換インターバルのさらなる延長については、様々な手法により検討されており、顧客サービスの一つとなっている。同じく潤滑管理に関わる油脂として、グリースのメンテナンスも重要である。グリースの給脂が必要な部位は、主にフロントアタッチメントの軸受部、履帯の張りを調整するアジャスタシリンダ、そして本体の旋回機構である旋回輪および旋回ベアリング部である。近年の建設機械では、給脂ポイントの増加や給脂量・インターバルの安定性向上に加え、機械動作中でも給脂が可能な電動式自動給脂装置が標準装備されるようになってきている。この装置は、コントローラーにより吐出量、給脂インターバル、給脂部位を設定できるため、グリースの消費量を最小限に抑えることが可能である。特に大型・超大型油圧ショベルにおいては、給脂不足による機械不具合のリスクを最小限に抑えるため、この自動給脂装置の導入が不可欠である。

さらに、現在ではIoT、センサ、AI技術を活用したオンラインオイル監視システムが市場に投入されており、作動油やエンジンオイルの状態をリアルタイムで監視することが可能となっている。図1に監視技術の概要を、図2にセンサによって推定される現象を示す。このシステムでは、オイル監視センサが粘度、密度、誘電率、温度などの指標データを取得し、油の劣化、不純物混入、異種油の混入などを推定する。異常が検出された場合には、クラウドサーバーを介してユーザーや代理店に通知が送られ、必要なメンテナンス作業が迅速に実施され、必要に応じてオイルサンプリングを行い、原因の詳細分析を通じて、顧客にとって合理的かつ信頼性の高いオイル状態監視サービスを提供することが可能となる。

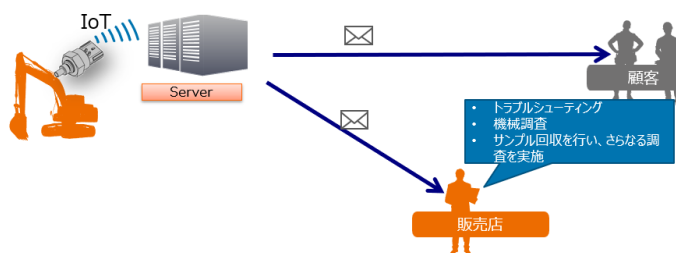


Fig.1 Oil Monitoring System Service Flow



Fig.2 Inferred event from measurements values

3. 油圧ショベルの部品・油脂の再生

前述のような定期的なメンテナンスを欠かさず実施していても、建設機械の故障を完全に防ぐことは困難である。特にエンジンや油圧シリンダ、モータなどの大物部品が故障した場合、機械の復旧には多くの時間とコストがかかるのが現状である。一般的な復旧方法としては、故障した部品を取り外し、サービス工場では修理を行った後、再び車体に取り付けるといった手順が取られるが、この方法では、故障箇所の特定制から修理部品の調達までに時間を要し、迅速な復旧が難しいという課題がある。一方、新品の大物部品を用いて交換することで、復旧時間を大幅に短縮することは可能だが、新品部品は高価であり、修理コストを抑えたいという顧客のニーズには応えられない。また、交換済みの故障部品はそのまま産業廃棄物となり、環境負荷の増加にもつながる。これらの課題を解決する手段として、再生部品の活用が注目されている。図3に既に実施されている油圧ショベル用油圧シリンダの再生工程を示す。再生部品は、新品と同様の厳密な工程を経て、使用済み部品を新品同等の性能を持つ部品として再製造したものである。再生部品は新品部品の約60～70%の価格で提供されるため、修理コストの低減が可能となる。また、現場で故障部品と交換することで、機械の復旧時間を大幅に短縮でき、顧客満足度の向上に大きく貢献する。さらに、故障部品を再利用することで、産業廃棄物の発生量を削減し、環境負荷の低減にも寄与出来る。図4にマイニング機械向けの再生部品の主なラインアップ例を示す。主要コンポーネントに対して再生部品を展開することで、顧客の多様なニーズに応え、持続可能な機械運用を支援している。

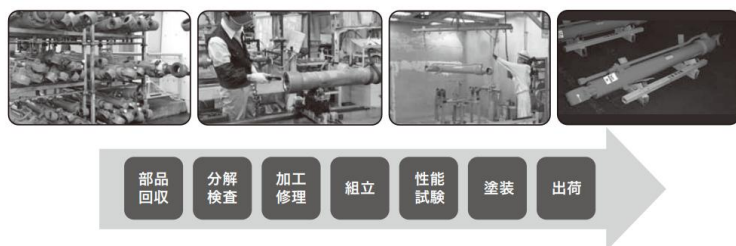


Fig.3 Remanufacturing process for hydraulic cylinders



Fig.4 Lineup of remanufactured mining machinery parts

油圧ショベルに使用される油圧作動油については、基本的に5,000時間ごとの交換が推奨されている。交換された作動油の多くは、再生重油として再利用されるのが現状であり、一部は潤滑油として再生利用されるケースもある。しかしながら、5,000時間使用された作動油の中には、再利用可能なものも存在することが、オイル分析およびオイル監視システムにより判明している。これら診断技術を活用することで、作動油の状態を正確に把握し、再利用の可否を容易に判断することが可能となった。この仕組みをもとに、作動油の再利用に向けた新たな取り組みが開始されている。具体的には、上記システム等により再利用が可能と判断された作動油は、精密ろ過と添加剤添加により作動油としての性能を復活させ、該当作動油が使用された機体に再充填し、再生された作動油として使用する仕組みである。現在は品質保証やSDS等の観点から一部の油圧ショベルのみ対応しているが、今後適用拡大を図っていきたい。

4. 結言

油圧機械をはじめとする建設機械は、定期的なメンテナンスによってその性能を維持しており、ユーザーには継続的な保守点検の実施をお願いしている。建設機械メーカーとしても、適切な油脂類の提供を通じて機械の信頼性を支え、ユーザーの期待に応える体制を整えており、さらに、オイル監視システムなどの先進技術を導入することで、機械の状態を常時見守り、予防保全の実現に努めている。それでもなお、予期せぬ故障が発生した場合には、環境負荷・修理コスト・復旧時間の観点から有利な再生部品を提供することで、ダウンタイムの低減と維持管理コストの削減が可能である。今後は、これまで再生対象としてきた機械部品に加え、油脂類にもその範囲を拡大することで、さらなる資源の有効活用と環境負荷の低減を目指したい。

文献

- 1) 秋田秀樹：建設機械用潤滑油とグリースの動向,潤滑経済,545(2012)7-10
- 2) 渋谷純：循環型社会に向けた建設機械の部品再生事業のグローバル化,日立評論,101,4(2019)
- 3) 森健介：サーキュラーエコノミーの実現に向けた部品再生事業の展開,潤滑経済,707,12(2024)