

## トライボロジーを活用した農業用揚排水機の機能診断 Functional diagnosis of irrigation and drainage pumps by Tribology

○國枝 正、 森 充広、 水間啓慈

KUNIEDA Tadashi, MORI Mitsuhiro, MIZUMA Keiji

### 1. はじめに

基幹的農業用揚排水機場は全国に 2,700 カ所以上あり、農地ばかりでなく、地域の用排水を担う重要な施設である。しかし、標準耐用年数を超過した揚排水機場が年々増加し、超過割合（再建設費ベース）は 47%と大きくなっている<sup>1)</sup>。現在、揚排水機場の設備診断は、主として、日常・定期点検記録を基に目視・触診・聴診などの外観調査による一次診断<sup>2)</sup>が実施されているが、このような一次診断では内部の劣化状況を把握することができない。このため、近年、振動診断などを活用した簡易診断技術の開発が進められている<sup>3)</sup>。

そこで、本研究では、揚排水機を対象として「トライボロジー」技術を活用した簡易な機能診断（以下、トライボ診断）を行った。トライボロジー（Tribology）は「摩擦する」を意味するギリシア語の *tribos* より派生した言葉で、日本トライボロジー学会では「相対運動を行いながら相互作用を及ぼし合う表面およびそれに関連する実際問題の科学技術」と定義している<sup>4)</sup>。

### 2. 調査方法

昭和 38 年に国営干拓事業で設置した横軸斜流ポンプ（1,200mm）の減速機について、トライボ診断を実施した。トライボ診断は、ポンプ設備の軸受、減速機、エンジンなどから潤滑油・グリースを採取し、油中に含まれる金属の摩耗粒子を分析することによって、分解せずに減速機等の摩耗状態を把握するものである。分析項目は、潤滑油の粘度、水分、酸価、油中粒子数、異常摩耗指数（Is 値）である。検出された油中粒子は、高圧放電やプラズマの中で燃焼させ、そのときに生じる金属特有のスペクトルを分析することによって元素と含有量を同定する SOAP-T（Spectrometric Oil Analysis Program 法）により、成分同定と濃度測定を行った。

採油状況を Fig.1 に示す。潤滑油を採取する際には、事前に約 30 分程度の運転を行い、潤滑油が十分均質となっている状態で採油した。

### 3. 分析結果

分析結果を Tabel 1 に示す。まず、油分については、3 年間交換していないにもかかわらず、粘度、水分、酸価とも新油値とほぼ同程度の数値であり、初期の性能を保持していることが確認された。次に、油中

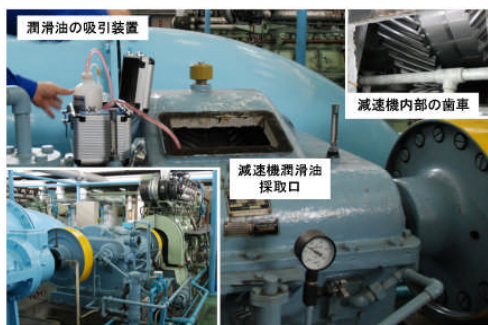


Fig.1 調査対象ポンプの採油状況

の摩耗粒子については、100ml あたりの摩耗粒子数が非常に少なく、潤滑状態は正常であると判定された。また、異常摩耗の早期発見パラメータのひとつである異常摩耗指数 Is 値は  $5.3 \times 10^1$  と小さいので、潤滑状態は正常と判定された。なお、Is 値とは「正常摩耗粒子は小さく、異常摩耗粒子は大きいことが多い」という現象を利用し、大摩耗粒子量と小摩耗粒子量から算出する値である。この値が大きいほど異常な摩耗が進行している可能性が高いことを示すパラメータであり、 $10^3$  を超えると潤滑状態は厳しいと評価される。

以上の分析結果より、この減速機は、設置後 48 年が経過しているにもかかわらず歯車は僅かに摩耗しているだけであり、当面は分解点検を行う必要がないと判断した。また、3 年間使用した潤滑油も汚染されておらず、今の時点では交換する必要がないと診断された。ただし、新油に含まれない亜鉛、リンなどの成分が検出されたため、実際に給油された潤滑油と新油が異なる可能性が示唆された。

このように、定期的に潤滑油を採取してトライボ診断を行うことにより、適切なタイミングで分解点検、メンテナンスを行うことができ、維持管理費節減が図られる。

#### 4. まとめ

本手法は、ポンプ設備に対して、これまでの時間基準保全 (TBM: Time Based Maintenance) でなく、施設の状態を監視しながら適時適切な維持管理を行う状態監視保全 (CBM: Condition Based Maintenance) への移行の一助となる有効なツールであると考えられる。今後は、さらに数多くの現地でデータを集積し、「常時運転でない」という農業用揚排水機の特徴を踏まえたトライボ診断の適用方法ならびに分析方法についての研究を進めていくこととしている。

#### 謝辞

揚排水機場での採油には土地改良区、また試料分析にはトライボテックス株式会社の関係各位に多大なる協力をいただいた。記して深甚なる謝意を表します。

#### 引用・参考文献

- 1) 室本隆司(2011): 農業水利施設ストックの老朽化の現状と将来動向について、JAGREE82、2011-11、30-33
- 2) 社団法人農業土木事業協会(2006): 農業用施設機械設備更新及び保全技術の手引き
- 3) 末政信夫ら(2011): 簡易振動診断技術を用いたポンプの健全度評価について、JAGREE81、2011-5、30-37
- 4) 社団法人日本トライボロジー学会編 (1995): トライボロジー辞典、養賢堂、p.179

Table 1 分析項目とその結果

		限界値	新油値	測定値	
粘度40°C	mm <sup>2</sup> /s	56.96~77.06	67.01	66.87	
粘度100°C	mm <sup>2</sup> /s	-	N/A	N/A	
粘度指数	-	-	N/A	N/A	
ちよ度	-	-	N/A	N/A	
滴点	°C	-	N/A	N/A	
水分	ppm	500	37.1	21.3	
酸価	mgKOH/g	0.15	0.01	0.06	
塩基価	mgKOH/g	-	N/A	N/A	
RBOT	min/150°C	-	N/A	N/A	
油中粒子数	5-15 μm	1,024,000	1,893	34,833	
	15-25 μm	182,400	90	340	
	25-50 μm	32,400	40	100	
	(個/100ml)	50-100 μm	5,760	0	20
		100 μm<	1,024	0	0
計数汚染度	NAS等級	12	3	8	
質量汚染度	mg/100ml	2.00	0.1	0.35	
大摩耗粒子量	%/ml	-	N/A	8.67	
小摩耗粒子量	%/ml	-	N/A	4.67	
異常摩耗指数(Is値)	-	-	N/A	$5.3 \times 10^1$	
摩耗	鉄	Fe	0	0 1.0	
	クロム	Cr	0	0 0.0	
	錫	Sn	0	1 0.3	
	アルミニウム	Al	0	0 0.0	
	ニッケル	Ni	0	0 N/A	
	銅	Cu	0	9 0.0	
	鉛	Pb	0	0 0.0	
	銀	Ag	N/A	N/A N/A	
	アンチモン	Sb	N/A	N/A 0.0	
	ケイ素	Si	0	0 N/A	
汚染	カリウム	K	N/A	N/A N/A	
	ナトリウム	Na	0	0 0.1	
	カルシウム	Ca	0	13 0.1	
	マグネシウム	Mg	0	0 0.0	
添加剤	ホウ素	B	0	0 N/A	
	亜鉛	Zn	0	44 0.0	
	リン	P	0	35 0.0	
	モリブデン	Mo	0	0 0.0	
左列: 金属イオン	バリウム	Ba	0	0 0.0	
右列: 固形分					