

ポンプ施設における機能診断技術について

南近畿土地改良調査管理事務所 機能診断係長 森岡 大介
土地改良調査管理事務所 施工技術第1係長 萩原 大輔

1. はじめに

ポンプ設備は、かんがい水利あるいは排水対策に係る基幹水利施設として、全国の農業基盤整備地区で稼働している。しかし、多くのポンプ施設が老朽化によって更新時期を迎えており、更新あるいは分解整備等を行う場合が増加してきている。

その更新・分解整備の判断手法として、簡易計測（目視、音、振動、温度等）による診断及びTBM（Time Based Maintenance：時間計画保全）による診断（耐用年数など定期的な補修時期が来ると分解・点検整備を行う）が主流に行われてきた。ただし、これらの手法には以下のような問題点がある。

①簡易計測は人の五感に頼ったもので測定するため診断結果にばらつきが生じる。

②定量的な診断手法ではないため、分解時の状態評価と大きな誤差が生じる。

③②より運転時間の短いポンプ設備では、オーバーメンテナンスとなる可能性がある。

以上のことから、ライフサイクルコストの低減を図る上で、施設の長寿命化という観点から言え

ば、現段階では経年劣化に応じた適切な予防保全実施には至っていないのが実情である。したがって、より確実に信頼性のある診断手法の確立が必要不可欠となってきている。

そこで、南近畿土地改良調査管理事務所では、南紀用水国営土地改良事業（昭和49～平成7年度に実施。）で造成されたポンプ施設を対象に、平成24年度から振動診断の有効性の検証を実施している。本報告では、平成26年度にポンプの振動測定を実施した結果について報告する。

2. 対象施設の概要及び状況

(1) 東本庄1号ポンプ

東本庄1号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ150

(2) 岩代揚水機場

高田山1号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ125

大久保1号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ100

(3) 芳養・熊岡揚水機場

芳養系1号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ100



写真-1 東本庄1号機



写真-2 大久保1号機

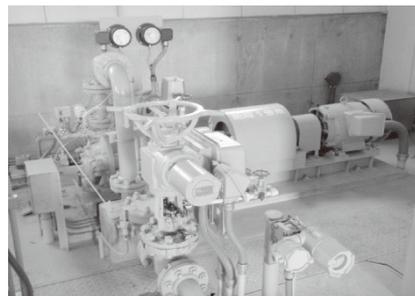
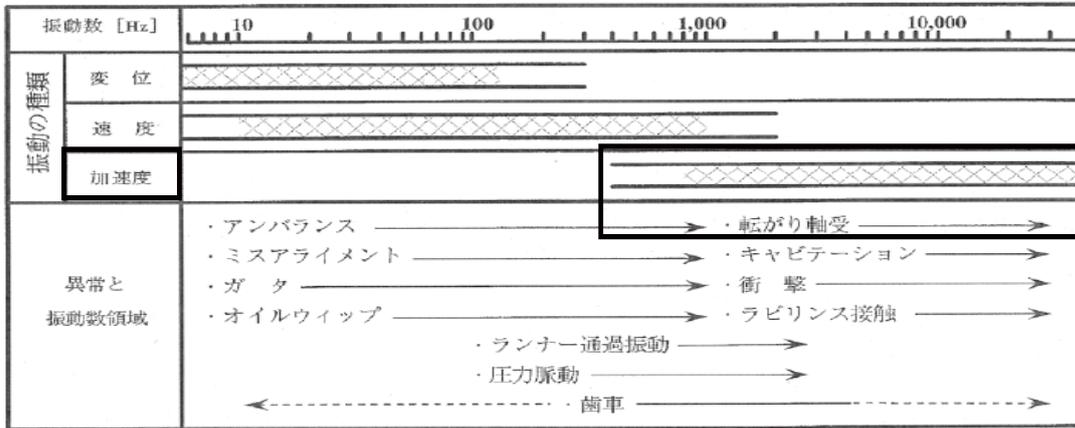


写真-3 熊岡1号系1号機

ピーク周波数帯	代表的な劣化要因
低周波領域	アンバランス、ミスアライメント等
中間周波領域	共振、減速機の歯車噛み合い不良
高周波領域	流体振動、原動機の偏心、転がり軸受けの変状



図－１ 振動数と振動の種類

熊岡 1 系 1 号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ 65

熊岡 2 系 1 号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ
φ 65

(4) 芳養第 2 揚水機場

芳養系第 2 段 1 号機：横軸片吸込多段渦巻ポンプ φ 100

3. 振動診断手法

3. 1 診断手法の概要

振動診断手法は、回転体の心臓部である軸受について、割れ・圧痕・摩耗・焼き付け等の異常を推定することができると考えられており、調査項目である振動変位・速度・加速度測定は機器の異常判定の推定を目的としている。

3. 2 診断評価の判定基準

異常判定について振動変位は JIS 規格、振動速度は ISO 基準により定められているが、振動加速度は公的な判定基準が無く、ポンプメーカーや振動測定専門業者の推奨値を拠りどころとしているのが現状である。

そこで、一般的にポンプ設備の経年劣化として

最初に異常が現れる軸受部の症状を捉えることに着目し、今回採用した判定基準を基に振動加速度測定及び周波数解析結果による状態評価を実施した。図－1 に振動加速度の周波数領域及び異常箇所の種類を示す。

3. 3 振動測定の実施

平成 26 年度は、振動測定を施設管理者である土地改良区の職員に依頼し、東本庄揚水機場、岩代揚水機場、芳養・熊岡揚水機場、芳養第 2 揚水機場にて振動測定を実施された。各機場とも通年使用している 1 号機と、稼働が夏場の渇水時期に限られる 2 号機とあるが、2 号機については本年度稼働頻度が少なく測定を行う事ができなかった。測定ポジション及び測定方向については、図－2 及び図－3 に示すとおりであり、測定位置には、アタッチメントを設置してある。



写真-4 振動測定状況

測定ポジション

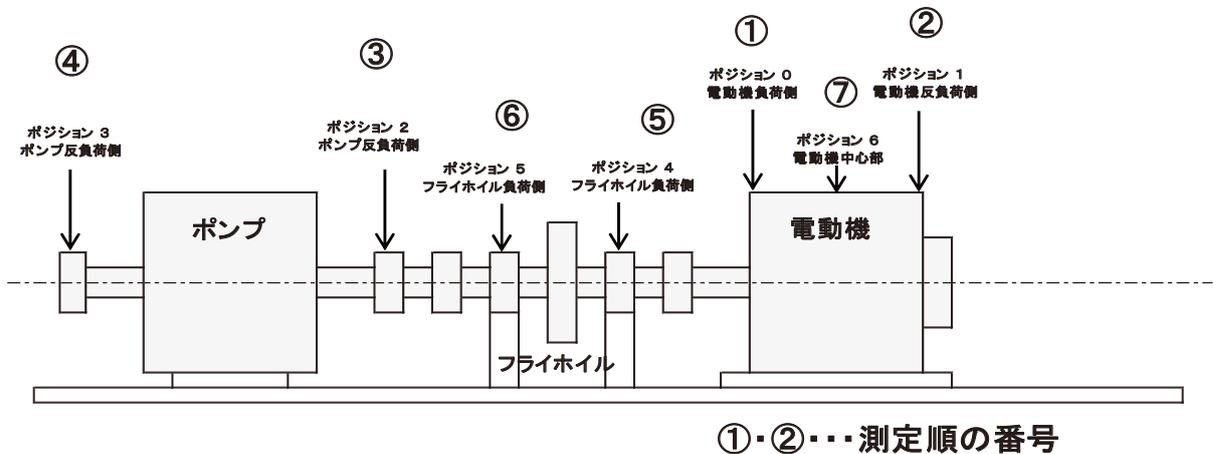


図-2 振動測定ポジション

測定方向

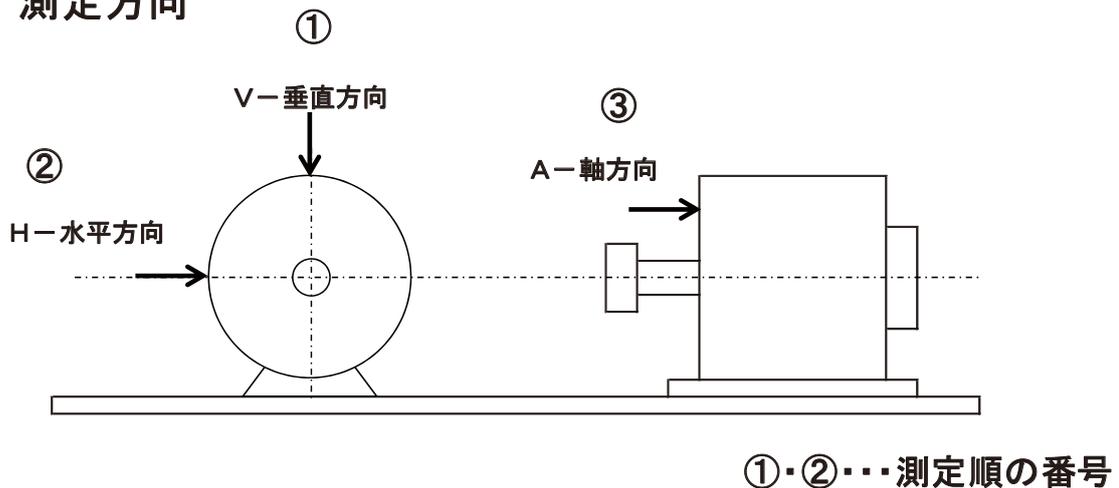


図-3 振動測定方向

3. 4 診断評価結果の一例

現場で振動診断を実施した結果の一例を図-4に示す。ここでは、芳養・熊岡揚水機機振動測定結果を示す。測定データについて、加速度診断で

は、測定時期によってはコーションライン（要警戒ライン）を超え「要修理」（赤）判定となっているが、測定値にばらつきが見受けられ今後も引き続き振動測定を実施し検証していく必要がある。

ポンプ設備振動測定記録表

地区名		南紀用水地区			MAIN E PHU (ポンプ機)												立感点検				備考								
項目		振動調査			変位 DISP (μm)						速度 VEL (mm/s)						加速度 ACC (g)				温度 °C ※1		潤滑油		聴音		波高率分析 ※2		
測定日	管理番号	設備名称	容量 Kw	電圧 Am	極 P	PS(OP側)			OS(反OP側)			PS(OP側)			OS(反OP側)			PS(OP側)		OS(反OP側)		PS	OS	PS	OS	PS	OS		
						V	H	A	V	H	A	V	H	A	V	H	A	AVE	PEAK	AVE	PEAK								
芳養池園揚水機場																													
H26.8.11	007	芳養系1号	M	110	179	4	9.4	6.8	9.3	7.3	10.9	7.8	1.4	1.6	1.0	1.3	1.6	1.4	1.49	4.31	0.33	1.12	49.0	36.0					
			P				5.5	3.6	2.6	3.2	4.4	3.0	0.5	2.2	0.4	0.6	1.9	0.3	0.41	1.49	0.29	0.93	48.0	35.0					
			PB				4.0	3.9		4.3	6.2		0.3	1.2		0.4	1.2		1.85	6.76	2.44	8.07	36.6	35.3					
H26.11.12	007	芳養系1号	M	110	179	4	11.8	7.1	14.2	13.0	9.5	15.3	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	0.97	3.22	0.36	1.19	27.1	42.8	○	○	○	○	
			P				2.8	4.0	7.4	6.8	3.8	15.1	0.6	2.1	0.4	0.9	1.7	0.5	0.45	1.55	0.29	0.85	27.7	24.7	○	○	○	○	
			PB				5.0	11.9		8.0	8.0		0.6	1.3		0.6	1.3		1.99	8.55	2.29	7.70	31.1	32.8	○	○	○	○	
H26.8.11	008	熊園1系1号	M	37	58	2	2.8			3.1			1.0			0.9			1.76	6.66	1.21	3.59	31.7	34.7					
			P				7.6			4.3			1.4			1.6			0.77	2.56	1.87	6.21	30.0	30.0					
			PB				11.4			9.2			1.3			0.9			1.50	7.15	2.39	10.95	78.3	41.1					
H26.8.11	009	熊園2系1号	M	37	58	2	7.6			6.9			2.1			2.8			0.78	2.77	0.71	1.34	32.0	38.1					
			P				13.5			6.6			4.6			2.4			0.78	4.04	1.28	5.12	32.0	32.0					
			PB				20.1			18.1			4.4			4.0			2.82	15.24	2.93	14.13	31.5	64.0					
H26.11.12	009	熊園2系1号	M	37	58	2	5.8			14.4			1.7			2.9			0.65	1.92	0.69	1.55	39.1	29.9					
			P				7.4			11.6			3.2			1.8			0.85	3.16	1.75	6.11	22.0	23.0					
			PB				34.3						3.5						2.50	12.74			40.8	40.2					
H26.12.25	009	熊園2系1号	M	37	58	2	7.3			7.1			2.3			1.9			2.06	8.82	0.96	3.00							
			P				7.4			4.9			3.2			2.2			0.80	2.75	1.63	6.08							
			PB				18.0			15.5			3.4			3.4			2.64	12.95	3.10	18.76							
コーションライン(警告感ライン)																													
	007	芳養系1号	M	110	179	4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.63	3.90	1.37	3.28	60.0	60.0				300%	300%
			P				1750rpm						1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.86	2.05	0.86	2.05	60.0	60.0				300%	300%
			PB				20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.63	3.90	1.63	3.90	60.0	60.0				300%	300%
	008	熊園1系1号	M	37	58	2	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.50	3.31	1.00	2.20	60.0	60.0				300%	300%
			P				3540rpm						1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.88	1.93	0.88	1.93	60.0	60.0				300%	300%
			PB				10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.63	3.59	1.63	3.59	60.0	60.0				300%	300%
	009	熊園2系1号	M	37	58	2	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.50	3.31	1.00	2.20	60.0	60.0				300%	300%
			P				3540rpm						1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	0.88	1.93	0.88	1.93	60.0	60.0				300%	300%
			PB				10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.63	3.59	1.63	3.59	60.0	60.0				300%	300%
※1 温度は、外気温度+40°Cが判断基準である。しかし、外気温度+40°Cが60°Cを超える場合は、基準値を60°Cとする。 ※2 波高率分析は、加速度のPEEK値が第一コーションを超えた時に算出する。 ※3 データは、 : 注意、 : 修理計画、 : 要修理																													
備考		PS…負荷側 OS…反負荷側 V…垂直方向 H…水平方向 A…軸方向												点検場所				和歌山県田辺市		点検日		8/11,11/12,12/25							
		ε=9.8m/s² 波高率分析 ε peak/ave ★=開検検査要												担当責任者				森岡 大介		点検者		森 佑樹							

図-4 振動測定結果(例)

4. まとめ

今回の振動診断結果では、加速度においてコーションラインをオーバーするデータがいくつかあ

ったが、現在までの調査結果では劣化の傾向を判定するまでには至っていない。今後も引き続き実績データを増やし、本診断技術の精度向上を図っていきたいと考えている。