

ポンプ全揚程の見直しによる省エネルギー化と施設の健全化について Energy Saving and Facility Soundness by Reviewing the Full pump head

森拓馬
Takuma Mori

1. はじめに

本対象施設は、国営母畑土地改良事業（昭和42年度～平成9年度）により造成された12工区F1加圧機場で、千五沢ダムを取水源とした調整池と圧力水槽（ポンプは圧力制御で運転）を有する揚水機場である。本施設は造成から33年経過している為、老朽化の進行が顕在化しており、これら維持管理費削減と労力軽減が喫緊の課題である。既設の畑かんポンプは、スプリンクラーにより灌漑を行う条件下で全揚程が設定されたが、営農形態の変遷により利活用されていないとの報告を土地改良区より受けている。また、パイプラインの複数個所にて漏水発生と補修が繰返されている。これらの状況から、スプリンクラー損失を見込んだ既設ポンプの全揚程が過剰な状態に陥っているものと推測された。現状把握の為、実揚程が最大となる畑かんパイプラインの末端給水栓にて給水量が多い8月上旬に吐出圧力の調査を実施した（実揚程が最大となる上位3箇所の末端給水栓および、設置標高が最も低い末端給水栓の1箇所の計4箇所図-1、写真-1）。本調査によって「空気弁の機能不全」や「耕作放棄地における末端給水栓の未使用」が起因と示唆される、大きな吐出圧力の変動が確認された。

本稿では、全揚程見直しによる電動機出力の省エネルギー化と空気だまりへの対応を提案し、既存施設への負荷低減と健全性確保、維持管理費の低減について検討した。



図-1 ポンプ仕様と調査位置図

Figure-1 Pump specifications and survey location maps



写真-1 調査箇所

Photo-1 Survey location

2. ポンプ全揚程と電動機出力の見直し

表-1 より、本施設に最適なポンプ全揚程を見直した結果、既設の 89m から 61m に低減が可能であると判明した。この時、図-2 に示す動水位は、水田必要圧の「0.1MPa 程度」^{※3} を満足している。さらに、更新するポンプ電動機出力も 30kW (既設) から 18.5kW ^{※6,7} となり、11.5kW の省エネルギー化【電気代換算で約 112,000 円/台/年 (ポンプ稼働 500h/台/年を想定)】^{※8} の低減に寄与する試算となった。

3. ポンプ稼働停止時の吐出圧力推移

実揚程が最大となる給水栓に止水圧力測定器を取付け、4 箇所同時に吐出圧力の計測調査を実施した。耕作放棄地の給水栓はバルブが固着しており、開放時には空気や泥の排出が確認された。ルート 1~4 末端給水栓における吐出圧力は、表-2 に示すように「0.15~0.81MPa」、「0.20~0.82MPa」、「0.14~0.79MPa」、「0.47~1.00MPa 以上」であり、大きな圧力変動を観測した。この要因として、パイプライン内の空気が残留した状態でポンプの ON-OFF 運転が行われ、逃場を失った空気だまりが圧縮と膨張を繰り返しているものと示唆された。これにより、パイプライン内部で大きな加圧と減圧(負圧)が発生しているものと推測できる。

4. まとめ

本稿では、対象施設におけるポンプ全揚程の最適化を検討した。これにより、既存施設の負荷が低減され、漏水発生抑制と電動機出力の省エネルギー化が期待される。これは維持管理費の抑制と土地改良区や農業従事者への負担軽減に繋がると考えられる。

また、本調査によってパイプライン管内の空気残留に伴う大きな圧力変動を観測した。施設延命化の為に、ポンプ更新工事の際に空気弁の同時更新と耕作放棄地における末端給水栓からの空気だまり排除の実施が効果的であると考えられる。

表-1 水理計算によるポンプ全揚程の決定

ルート	実揚程	場内 配管損失	パイプ ライン損失	全揚程
	①	②	③	Σ①~③
既設	61.50 m	10.096 m	17.01 m	89.0 m
ルート1	36.92 m		4.59 m	52.0 m
ルート2	34.03 m	10.096 m	13.59 m	58.0 m
ルート3	29.60 m		21.00 m	61.0 m
ルート4	5.61 m		15.29 m	31.0 m

【出典一覧参照】※4, 5

表-2 調査箇所における吐出圧力の推移

12工区F1加圧機場		圧力タンク推移
機場LWL (337.50m)	0.80 ~ 0.94MPa	(n=7)
末端給水栓標高		末端給水栓吐出圧力推移
ルート1 (364.42m)	0.15 ~ 0.81MPa	(n=9)
ルート2 (361.53m)	0.20 ~ 0.82MPa	(n=8)
ルート3 (357.10m)	0.14 ~ 0.79MPa	(n=9)
ルート4 (333.11m)	0.47 ~ 1.00MPa以上	(n=9)

調査日時：2022年8月1日 (月) 14:45~15:25 天候：晴れ時々曇り

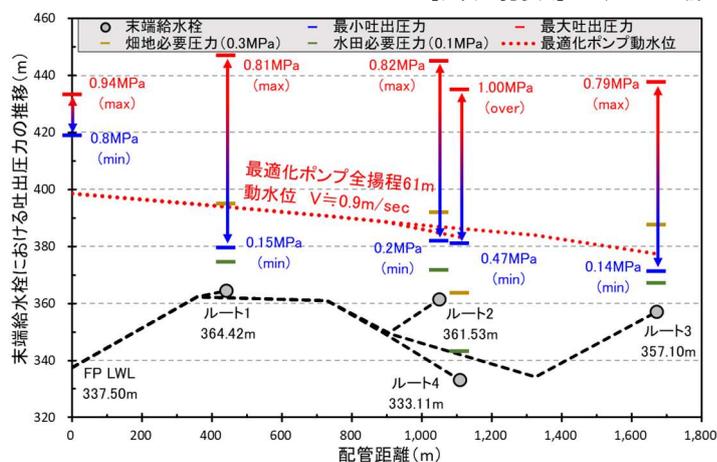


図-2 ポンプ全揚程 61m の動水位

Figure-2 Moving water level with a full pump head of 61m

【出典一覧】

- ※1：母畑地区土地改良区 末端配管図
- ※2：標高については地理院地図 (電子国土 Web)より【<https://maps.gsi.go.jp>】
- ※3：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」令和3年6月基本設計【p160】
- ※4：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「パイプライン」平成21年3月パイプラインの水理計算【p175, 181, 182】
- ※5：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説_設計「パイプライン」平成21年3月流速係数Cの値【p177】
- ※6：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「ポンプ場」第6章主原動機の選定 6.2.2 主原動機の出力【p266】
- ※7：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説設計「ポンプ場」第6章主原動機の選定 6.2.2.1 主ポンプの効率【p267】
- ※8：東北電力株式会社電気料金単価一覧表【2021年4月1日時点】