

内水位の管理による排水電力削減量の簡易評価法

Simple estimate method to curtail electric power
of drainage pumps for operation water level

○大西亮一* 倉田和彦* 小泉亘司**

OHNISHI Ryouichi KURATA Kazuhiko KOIZUMI Koji

1. はじめに

低平農地は排水改良事業によって排水機場が強化され、排水路や圃場の整備と相まって湿地が豊かな農業地帯となっている。この状態を維持するためには多くの労力と費用を必要とするため、施設を安価で効率よく維持管理を行い、効果的に利用することが新たな課題となっている。幸い、これらの排水施設ではコンピュータ制御による集中管理によって、機器の操作記録や水位等の観測記録が蓄積されているため、定期的に分析して施設の効率的な利用と経費節減に役立てることが重要と考える。

本報告では、機器の操作記録と水位の観測記録を整理して、排水ポンプの性能曲線を検証し、管理内水位の設定条件に対する排水電力を簡単に計算する方法を提案した。

2. 基本的な考え方

新井郷川排水機場では、内水位を TP-0.416m ~ TP-1.416m で管理するように決められている。実際の水位記録を見ると Fig. 1 に示すように常時排水の内水位は操作規定の範囲内になっている。この内水位を操作規定の上限である TP-0.416m になるように排水ポンプを稼働すれば、内水位は Fig. 1 の破線で示すようになり、実揚程（外水位と内水位の差）が現況よりも小さくなる。このため、同じ水量を排水する時間は短くなる。また、軸動力が小さくなるため単位時間の使用電力量も少なくなる。この関係は「計算排水電力量」=「現況排水電力量」×「排水時間係数」×「単位時間使用電力係数」として計算できる。

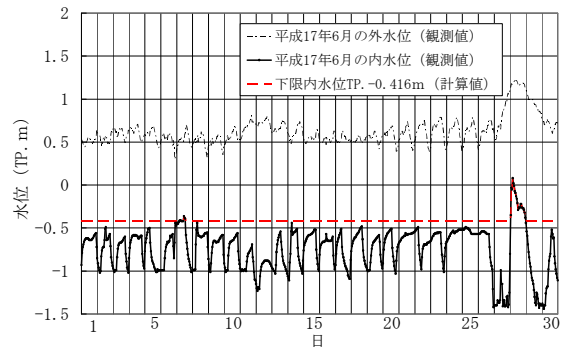


Fig. 1 新井郷川排水機場の水位観測記録と
下限内水位 TP-0.416m の計算内水位

3. 排水ポンプの性能曲線

排水ポンプでは水理模型実験で求めた性能曲線を用いて、吸込み圧力と吐出し圧力から排水流量を計算して時間毎に排水量と排水時間を記録している。また、使用電力は電力計で測定して毎正時に記録している。内外水位は水位計で観測して毎正時に記録している。これらのデータを整理した実揚程に対する排水ポンプの排水流量と使用電力を Fig. 2, 3 に示す。

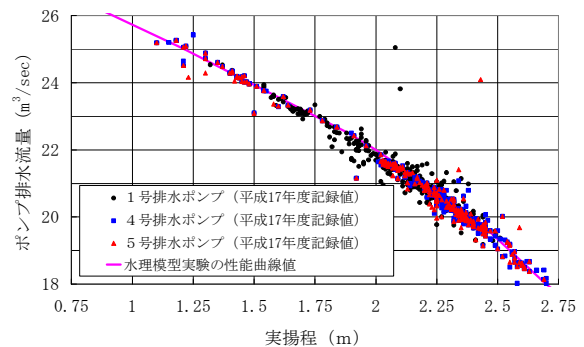


Fig. 2 固定翼排水ポンプの実揚程と排水流量

* (財) 日本水士総合研究所 The Japanese Institute of Irrigation and Drainage

** 農水省北陸農政局阿賀野川右岸農業水利事業所 AGANOGAWA-UGAN Drainage Project Office, MAFF

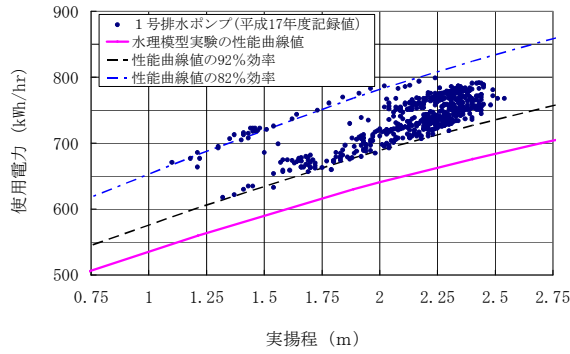


Fig. 3 固定翼排水ポンプの実揚程と単位時間当たりの使用電力

4. 排水電力削減量の計算方法

新井郷川排水機場では電動固定翼排水ポンプ1台、電動可変翼排水ポンプ2台、ガスタービンエンジン固定翼排水ポンプ2台が設置されている。本報告では電動排水ポンプについて説明する。現況の実揚程 h_{pk} (m)が設定内水位の変更によって計算実揚程 h_{pj} (m)に変化した場合に、稼動時間の変化率 η_h と単位時間使用電力の変化率 η_w は次のようになる。

固定翼排水ポンプ；

$$\eta_h = Q_{pk} / Q_{pj}$$

$$= (10.93 - 1.54 \times h_{pk}) / (10.93 - 1.54 \times h_{pj})$$

$$\eta_w = W_{pj} / W_{pk}$$

$$= (120 \times h_{pj} + 538) / (120 \times h_{pk} + 538)$$

可変翼排水ポンプ；

$$\eta_h = Q_{pk} / Q_{pj}$$

$$= (12.39 - 2.65 \times h_{pk}) / (12.39 - 2.65 \times h_{pj})$$

$$\eta_w = W_{pj} / W_{pk}$$

$$= 622 / 622 = 1.0$$

ここに、 Q_{pj} , Q_{pk} ；排水流量 (m^3/hr)、 W_{pj} , W_{pk} ；単位時間使用電力 (kW/hr)、 j , k ；計算値、現況を示す添字である。現況の電力使用量 SW_{pk} (kWh)に対して、計算の電力使用量 SW_{pj} (kWh)は次のように計算できる。

$$SW_{pj} = SW_{pk} \times \eta_h \times \eta_w$$

5. 排水電力削減量の評価結果

新井郷川排水機場における累加電力使用量は Fig. 4 に示すように年間 600 万 kWh 程度である。下限設定水位が TP:-0.416m にすると年間 500 万 kWh 程度となり、排水電力削減量は年間 100 万 kWh 程度と評価できる。

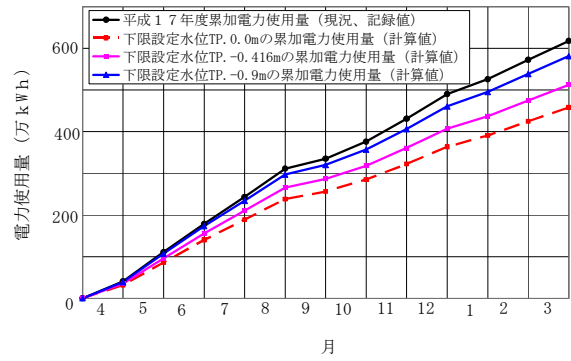


Fig. 4 平成17年度における現況の累加電力使用量と計算値の比較

下限設定水位を変化させて計算すると年間電力使用量の割合は Fig. 5 になる。

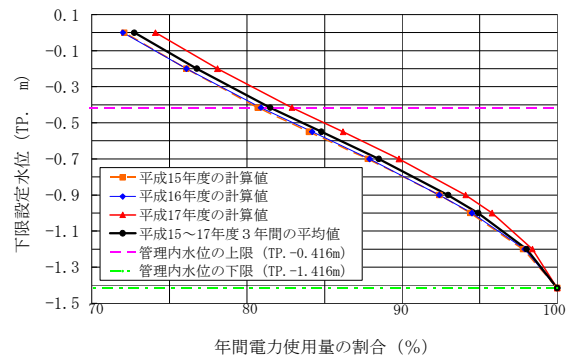


Fig. 5 下限設定水位の変化に対する年間電力使用量の割合 (現況を100%とした)

6. まとめ

排水機場の内水位は低く設定すれば地区内の排水は良くなるが、排水ポンプの電力使用量が多くなるという問題がある。このため、維持管理経費の関係から適切な管理内水位を決める必要がある。この時に、Fig. 5 のように下限内水位に対する電力使用量を評価すれば有効な検討になる。また、ここでは、年間を通して同じ下限水位で計算した事例を示したが、季節毎に設定内水位を変える詳細な条件でも簡単に計算できるため、効果的な検討が可能である。

【謝辞】

本研究では (財) 日本水土総合研究所調査第2部長皆川猛氏、阿賀野川右岸農業水利事業所長長谷部均氏に研究の機会とご助言をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。