

省エネルギー化対策 解説編

ポンプ場の省エネルギー対策の検討に当たって、大半の施設で共通的に検討できる対策をソフト対策・ハード対策それぞれに分類して系統的に整理すると次の表のとおりになります。

ここでは、前述の第2章で示した対策を個別に解説します。節減対策例も掲載していますので、参考にしてください。

表 1 省エネルギー対策の整理

分類	省エネルギー化対策項目	対策の要素	備 考
ソフト対策	S-1 契約電力の適正化	契約電力	
	S-2 同時運転台数の削減	契約電力	
	S-3 契約使用期間の短縮	契約期間	
	S-4 休止可能機器への通電停止	負荷設備	
	S-5 吐出し水位の見直し	H	
	S-6 無効送水の削減	Q	
	S-7 吸込み水位の見直し	H	
	S-8 新電力の採用	契約電力	
	S-9 大口径ポンプの優先使用	ηp	
ハード対策	H-1 力率の改善	料金単価	
	H-2 高効率変圧器への更新	ηtr	
	H-3 送水計画の見直し	契約電力	
	H-4 電動機制御方式の見直し	ηp	対策の対象は原動機である。
	H-5 高効率電動機への更新	ηm	
	H-6 減速機の省略	ηg	
	H-7 高効率ポンプへの更新	ηp	
	H-8 インペラ（羽根車）の改造	ηp	
	H-9 ポンプ場場内設備の無水化	負荷設備	
	H-10 バルブ損失の低減	H	
	H-11 電子ブレーカーの設置	契約電力	
	H-12 末端水頭圧制御システムの設置	H	

※「対策の要素」については、P4 参照

ソフト対策

(1) S-1：契約電力の適正化

特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で受電契約している場合、過年度の電気需要（月最大需要電力）を検証し、契約電力を下げる。

<解 説>

農業水利施設に必要となる電力は、いわゆる「農事用電力」として、契約電力の決定方法、基本料金単価、電力量料金単価等において一般電力より優遇された契約内容となっている。

農業水利施設に使用される電力は、各電力会社との契約で買電され、その多くがまかなわれている。農業水利施設が必要とする電圧は、低圧、高圧、特別高圧に分類され、電力会社が、それぞれの区分において契約電力の範囲を設定している（図 1：受電のイメージ参照）。

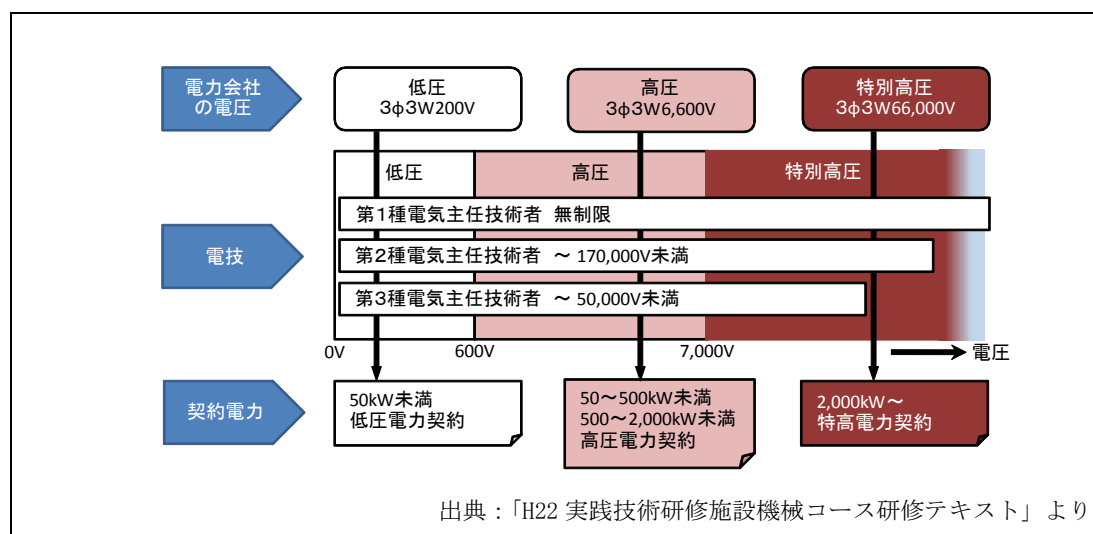


図 1 受電のイメージ

農事用電力の契約電力 (kW) の決定方法は、①協議及び②圧縮計算の2通りであり、本対策が有効な場合は、①協議による場合である。

① 協議により契約電力を決定している場合の対策検討

特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で契約している場合、契約電

力 (kW) は、電力会社との協議により決定されるため、過年度までの電気需要を検証し、契約電力を下げる事が可能か確認する（表 2：東京電力㈱の電気需要約款抜粋参照）。検討内容のイメージを図 2 に示す。

② 圧縮計算により契約電力を決定している場合の対策検討（参考：検討対象外）

500kW 未満の高圧農事用電力及び低圧農事用電力で契約している場合、契約電力 (kW) は、①の協議により契約電力を決定している場合と異なり、負荷設備や受電設備容量による圧縮計算と呼ばれる方式により自動的に決定され、変更の余地がないため、検討の対象外となる。

表 2 農事用電力における契約電力

区分			供給電力方式 供給電圧
農事用電力	低圧電力	50kW 未満	交流 3 相 3 線式 200V
	高圧電力	50kW 以上 500kW 未満	交流 3 相 3 線式 6,000V
		500kW 以上 2,000kW 未満	交流 3 相 3 線式 6,000V
	特別高圧電力	2,000kW 以上	交流 3 相 3 線式 20,000V 60,000V 140,000V



写真 1 30 分最大需要電力計
設置例
(精密級複合計器(東京電力))

(注) 東京電力㈱電気需給約款（平成 26 年）を参考

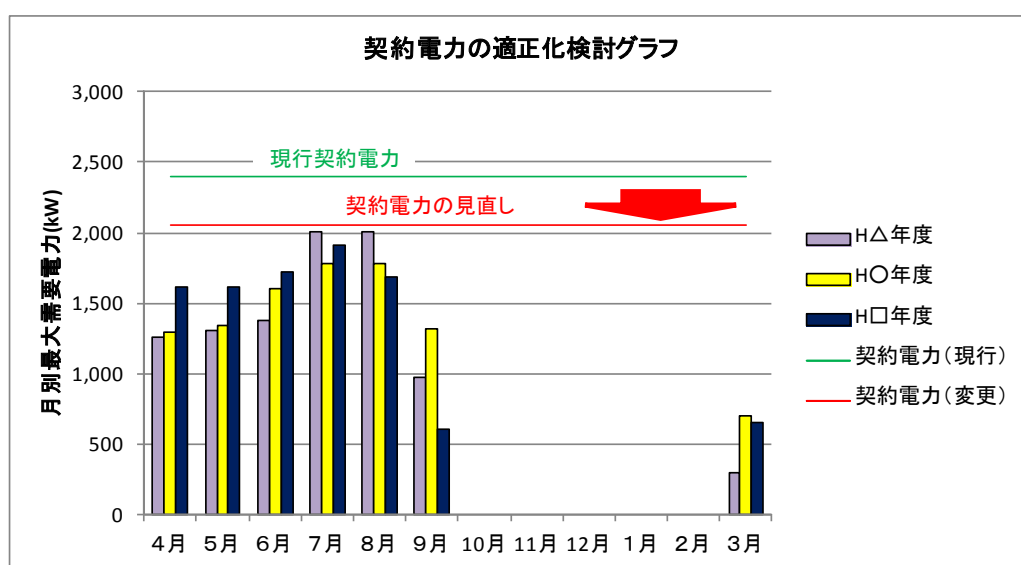


図 2 需要電力と契約電力(イメージ)

<検討にあたっての留意点>

- ① 月最大需要電力が契約電力を上回ると、超過分に対する契約超過金（1.5 倍の基本料金）が発生し、以降の契約電力は超過した月最大需要電力として見直される。
※月最大需要電力は、電力会社により設置される「30 分最大需要電力計」の値で、刻々と変化する需要電力の 30 分単位での平均電力（平均値）である。
- ② 協議による契約電力決定に当たっては、各電力会社により取扱いが若干異なるため、現行の契約内容、電力会社約款等を確認することが重要である。

【節減対策例】

現行契約が 1,990kW で需要電力が 1,950kW の場合、契約電力を 40kW 下げることが可能で、基本料金 432.00 円/kW/月（高圧農事用電力：H26 年度（株）東京電力）、力率を 0.95、契約期間 6 ヶ月とすると、

$$\begin{array}{ccccccc} 40\text{kW} & \times & 432.00 \text{ 円/kW/月} & \times & (1.85 - 0.95) & \times & 6 \text{ ヶ月} & = & 93,312 \text{ 円より} \\ \text{(契約電力削減量)} & & \text{(基本料金)} & & \text{(力率割引率)}^{\text{注}} & & \text{(契約期間)} & & \end{array}$$

年間で約 93 千円の削減となる。

注：力率割引率については、P47 掲載の H-1 対策＜参考＞ 参照。

<参考> 一般電力（農事用電力以外）の高圧電力の契約電力の決定方法

農事用電力でない一般電力の高圧電力での契約電力の決定方法は、契約電力が 500kW 未満と 500kW 以上の場合によって異なっている。500kW 以上の場合は、前述の表 2 の太枠内に示す通りで、協議により決定される。また、500kW 未満の場合には、実量料金制度（通常、デマンド契約）により契約電力が月ごとに決定される。

デマンド契約：各月の契約電力は、その一月の最大需要電力（電力会社により設置された 30 分最大需要電力計による）と前 11 月の最大需要電力のうち、いずれか大きい値。

(2) S-2：同時運転台数の削減

特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で受電契約している場合、主ポンプの同時運転台数を減らし、契約電力を下げる対策である。

<解 説>

主ポンプの同時運転台数を減らし、契約電力を下げるのが可能か検討する。

現行の必要用水量と同時運転台数を把握し、既設の吐出し水槽や調整池容量にてピークカットが可能か検討を行う（図 3：既設施設を利用したピークカットによるポンプ同時運転台数削減のイメージ参照）。

検討結果よりピークカットによる主ポンプ同時運転台数を減らすことが可能で、特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で契約を行っている場合、主ポンプ同時運転台数を減らした月最大需要量実績による契約電力の見直しを電力会社と協議する。

なお、同時運転台数を減らすと、パイプラインの管内流速が遅くなり、送水に要するエネルギーが少なくなり、使用電力量の削減も図られるといったメリットもある。

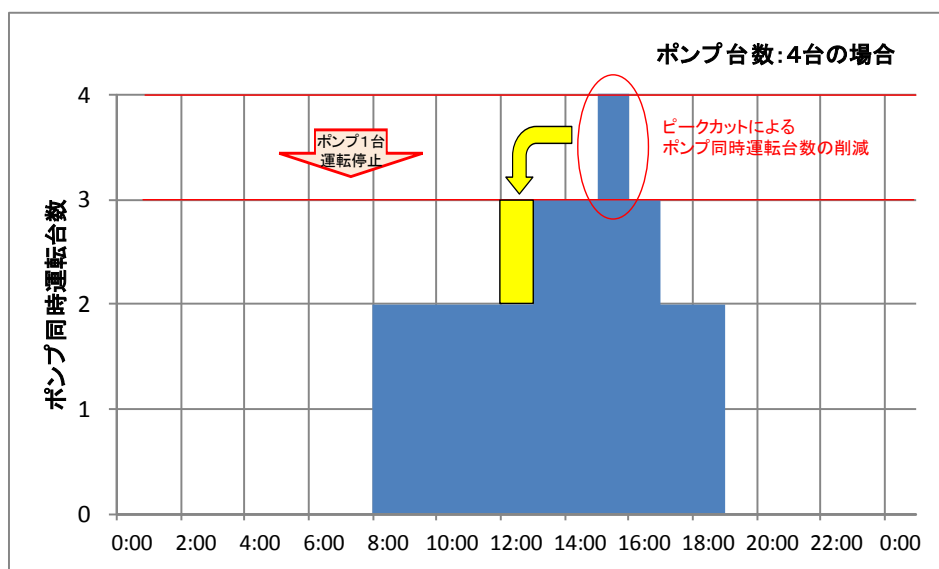


図 3 既設施設を利用したピークカットによるポンプ同時運転台数削減イメージ

<対策にあたっての留意点>

- ① 協議により契約電力を下げたものの、実際の運用で契約電力を超過してしまった場合には、対策 S-1: 契約電力の適正化<対策にあたっての留意点>で述べたように、

契約超過金の支払い及び契約電力の見直し協議を電力会社より求められる。

また場合によっては、電力会社が、主ポンプ同時運転が発生しないよう電氣的遮断設備を設置することを求めることもある。

こうしたことから、契約電力を超過しないよう、十分な注意が必要となる。

- ② 500kW 未満の高圧農事用電力や低圧農事用電力で契約している場合、契約電力 (kW) は、協議により契約電力を決定している場合と異なり、負荷設備や受電設備容量による圧縮計算と呼ばれる方式により自動的に決定されるため、これを協議で変更する余地はない。

ただし、この場合であっても、使用していないポンプ設備を電氣的に遮断できる場合は、契約負荷設備や契約電受電設備の総容量の削減となる（圧縮計算の対象外とすることができる）ため、契約電力の削減は可能である。

【節減対策例】

現行契約が 1,600kW（主ポンプ 400kW×4 台）でポンプ同時運程台数を 1 台削減した場合、契約電力を 400kW 下げることが可能で、基本料金 432.00 円/kW/月（高圧農事用電力：H26 年度（株東京電力）、力率を 0.95、契約期間 6 ヶ月とすると、

$$\begin{array}{ccccccc} 400\text{kW} & \times & 432.00 \text{ 円/kW/月} & \times & (1.85 - 0.95) & \times & 6 \text{ ヶ月} & = & 933,120 \text{ 円より} \\ \text{(契約電力削減量)} & & \text{(基本料金)} & & \text{(力率割引率)}^{\text{注}} & & \text{(契約期間)} & & \end{array}$$

年間で約 933 千円の削減となる。

注：力率割引率については、P47 掲載の H-1 対策＜参考＞ 参照。

(3) S-3：契約使用期間の短縮

作物の生育状況等により、当初の契約使用期間よりも早く送水を停止することが可能な場合は、前倒しで契約使用期間終了の手続きを行い、基本料金を安くする。

<解説>

基本料金は基本的に月額料金（円/月）で請求されるが、契約使用期間に変更が生じた場合には、使用期間が分かった時点で速やかに電力会社へ連絡すれば、日割り計算により算定することが可能である。例えば、作物の生育状況等により、当初の契約使用期間よりも早く送水を停止することが可能な場合は、前倒しで契約使用期間終了の手続きを行うことで、基本料金を安くすることができる。

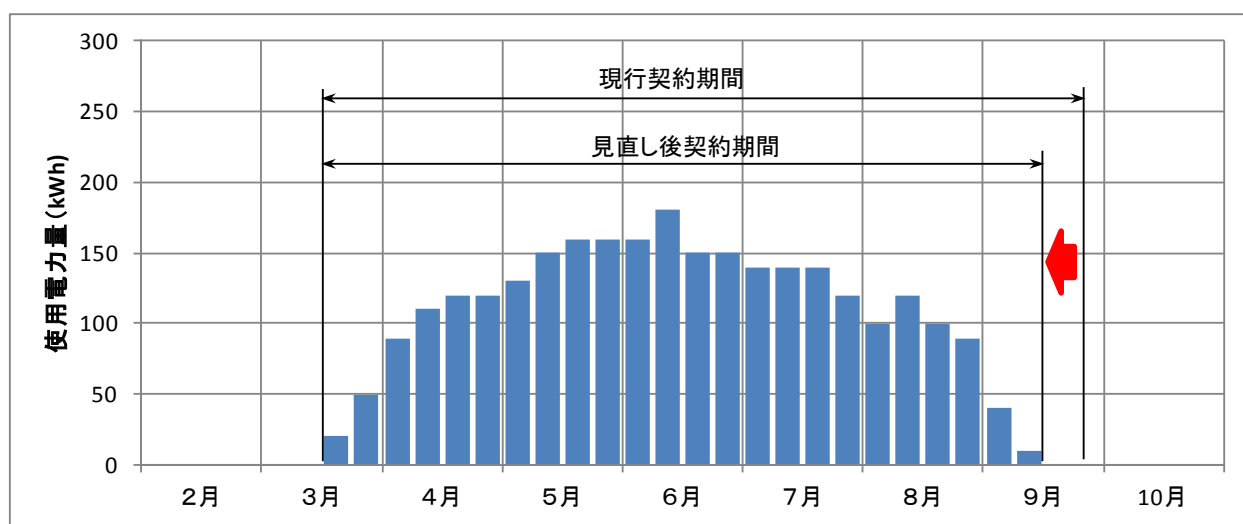


図 4 月別稼働状況と受電契約期間

【節減対策例】

現行契約期間が 3/3～9/19 に対し、9/10 までの使用期間とすると 9 日間（0.3 カ月）の短縮となり、契約電力 1,600kW、基本料金 432.00 円/kW/月（高圧農事用電力：H26 年度（株東京電力）、力率を 0.95 とすると、

$$1,600\text{kW} \times 432.00 \text{ 円/kW/月} \times (1.85 - 0.95) \times 0.3 \text{ ヶ月} = 186,624 \text{ 円より}$$

(契約電力)
(基本料金)
(力率割引率) 注
(契約期間短縮)

年間で約 187 千円の削減となる。

注：力率割引率については、P47 掲載の H-1 対策＜参考＞ 参照。

(4) S-4 : 休止可能機器への通電停止

ポンプ場内に設置されている負荷設備（変圧器盤、操作盤、電動機及び電動弁等のスペースヒータや換気設備）について、温度調節の設定の変更や休止可能な機器の通電停止により使用電力量の削減を図る。

<解説>

ポンプ場内には、長期休止時の電氣的絶縁劣化の予防（凍結防止、結露対策等）のためにスペースヒータ等の負荷設備が設置されている。

個々のスペースヒータ消費電力は小さいものの、各機器(盤や電動弁等)に数多く設置されているため、スペースヒータへの通電を制限（温度センサーによる自動 On-Off 制御）したり、施設管理者等により不必要と判断した場合には通電停止することが使用電力量の削減となる。

また、換気設備は、ポンプ場内で各種油等の燃焼に伴い発生するガス、原動機や配電盤等から発生する熱の排除、エンジンの燃焼に必要な空気量、運転管理者の健康衛生上必要な空気の供給等のために設置されている。

現状のポンプ設備運転状況（原動機機種、室内温度、ガスの発生等）より、強制換気の場合は自然換気（窓開け）での対応、強制給排気方式の場合には強制給気方式や強制排気方式での対応について検討を行う。また、エンジン駆動のポンプについては、換気設備とポンプ運転との連動化も運転時間削減に有効である。

対応が可能な場合には、換気設備運転時間を減らすことにより使用電力量の削減を図る。

<対策にあたっての留意点>

- ① スペースヒータにより凍結対策や結露対策を行っている施設の中には、非かんがい期を含めて通電を行っている場合があるので、これら施設の非かんがい期の通電停止を検討する。
- ② 結露対策にスペースヒータを設置している場合、結露の発生の有無の判断が難しく、専門的な知識が必要となるため、相談できる専門家を確保しておく必要がある。
- ③ スペースヒータを温度制御する場合には、温度センサーをなるべく熱源の近くに設置するのが望ましい。
- ④ 周囲に民家が在る場合、自然換気（窓開け）を行うと、騒音等の問題の発生が懸念

されるため、十分な検討が必要である。

<参 考>

各機器の使用環境条件は、以下のとおりである。

表 3 機器別使用環境条件(屋内)

機器等	周辺温度	相対湿度	その他	出典
電動機	-20℃～40℃	—		電気設備計画設計技術指針
インバータ	0℃～40℃	85%以下	結露のないこと	同上
機側操作盤	-5℃～40℃	—		水資源開発公団
コントロールセンタ	-5℃～40℃	45%～85%		JEM1195
室内温度		—	外気との差 5～10℃	設計基準「ポンプ場」

【節減対策例】

操作盤面数を8面、合計電力0.8kW（0.1kW×8面）のスペースヒータを温度センサーによるOn-Off制御を実施することで、通電時間を1,080hr（12hr×30日×3ヶ月）短縮した場合、削減使用電力量は0.8kW×1,080hr＝864.0kWhとなり

864.0kWh × 12.61円/kWh = 10,895円より
（削減使用電力量） （電力料金）

年間で約11千円の削減となる。

(5) S-5 : 吐出し水位の見直し

ポンプ運転実態（吐出し量）に合わせた吐出し水位に変更を行うことにより、使用電力量の削減を図る。

<解 説>

当初計画での計画揚水量（ $Q_{\max}$ ）より運用上の使用水量（ $Q'_{\max}$ ）が少ないときには、一般的に受益地末端においてバルブ等により減圧して運用されている。このような場合、吐出し水槽のポンプ運転吐出し水位を下げる（必要水量が $Q'_{\max}$ となるような水位）ことによりポンプ揚程を下げることができ、使用電力量の削減が図られる（図 5：吐出し水位変更イメージ図参照）。

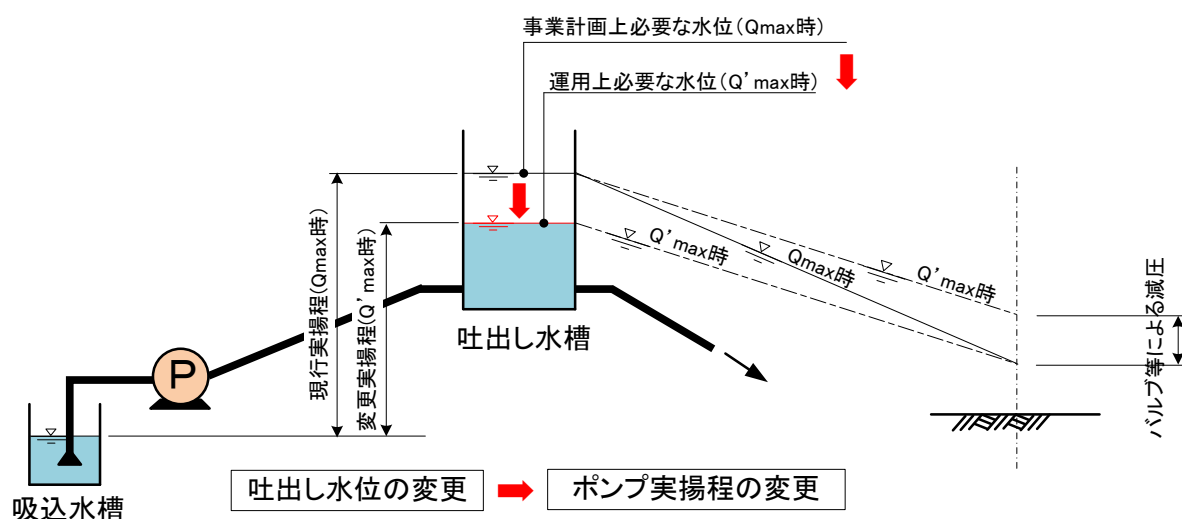


図 5 吐出し水位変更イメージ図

吐出し水位の変更の考え方は、ポンプの運転制御方式や吐出し水槽の調整容量の有無によって異なるため、本検討では、(1)回転速度制御による水位一定運転の場合、(2)ファームポンド（FP）等の時間差容量を有する場合、(3)ポンプ On-Off 運転の場合の3ケースを代表として考える。

(1) 回転速度制御による水位一定運転の場合

インバータや二次抵抗器で回転速度制御による水位一定制御が行われている場合には、吐出し水位の設定を計画吐出し水位から $Q'_{\max}$ において必要な水位に変更することにより、ポンプ運転揚程を水位差（計画吐出し水位-変更吐出し水位）分だけ

小さくすることが可能となる。よって、計画全揚程とこの水位差に応じた使用電力量の削減が図られる。

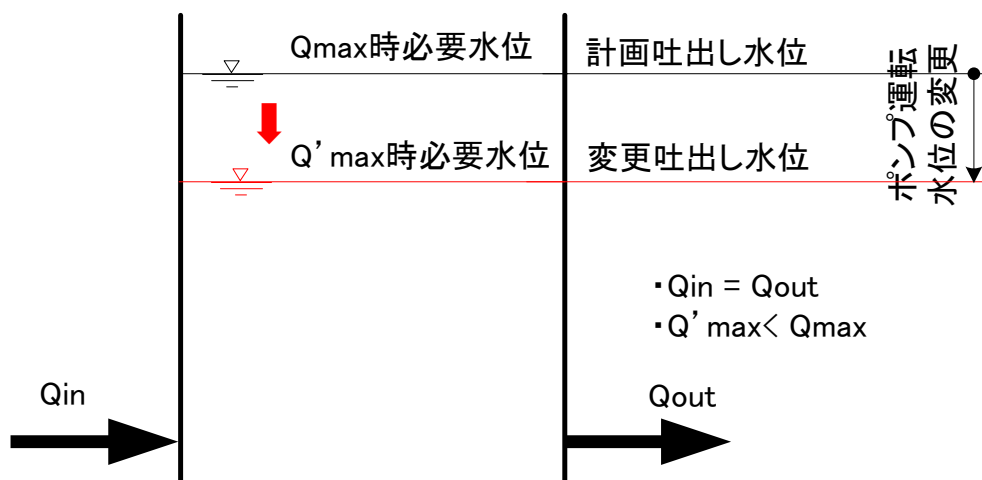


図 6 回転速度制御による水位一定運転の場合

(2) ファームポンド（FP）等の時間差容量を有する場合

時間差容量を有する F P をポンプ吐出し水槽として利用している場合には、使用水量の低下により、ポンプ能力（Q）及びかんがい時間（T）を同じとすれば時間差調整容量を削減すること（＝運転時間の短縮）が可能である。

時間差調整容量を縮小することにより吐出し水位を低く設定することができ、ポンプ運転揚程を水位差（計画吐出し水位-変更吐出し水位）分だけ小さくすることが可能となる。

よって、計画全揚程とこの水位差の比率分だけ使用電力量の削減が図られる。

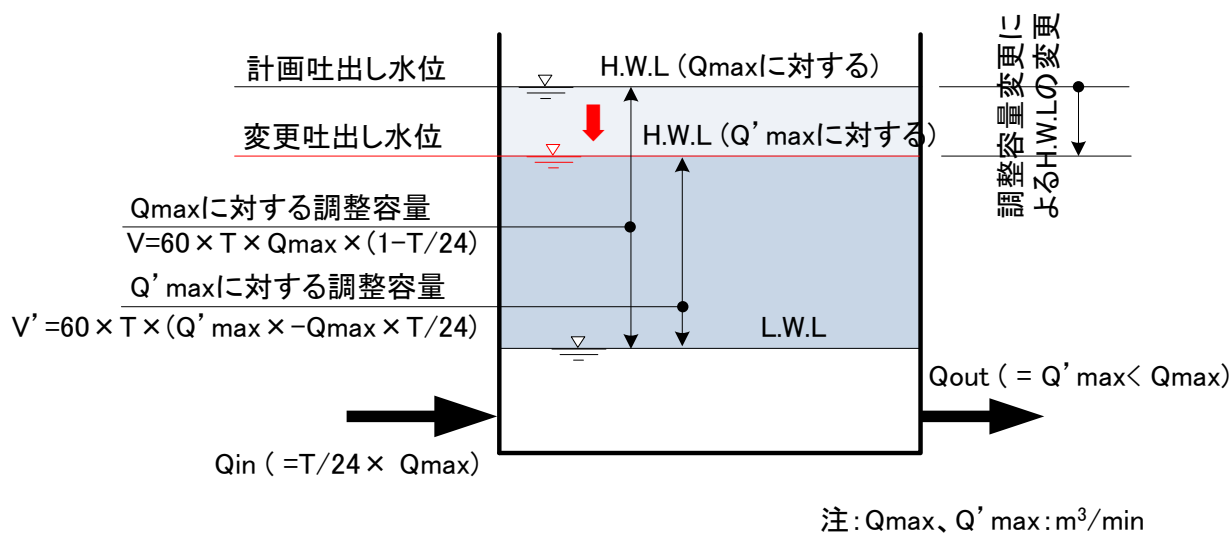


図 7 ファームポンド等の時間差容量を有する場合

(3) ポンプ On-Off 運転の場合

ポンプを On-Off 運転による台数制御を行う場合には、頻繁な断続運転によるポンプ及び制御機器類の故障等を考慮し、ポンプの休止時間を 20 分以上（やむを得ない場合でも 10 分以上）とする容量を吐出し水槽に確保している。

計画上の使用水量 $Q_{\max}$ を前提として吐出し水槽容量（ポンプ休止時間 20 分）が決定（図 8 に示す①）されているケースで、実際の使用水量が $Q'_{\max}$ と計画よりも少ない場合、ポンプの休止時間は最低限必要とされる時間よりも長くなる（図 8 に示す②）。

よって、 $Q'_{\max}$ 時に最低限必要となるポンプ休止時間（すなわち 20 分）を確保（図 8 に示す③）する H.W.L（ポンプ Off 水位）に H.W.L を変更することにより、ポンプ揚程を低減することが可能で、使用電力量の削減が図られる。

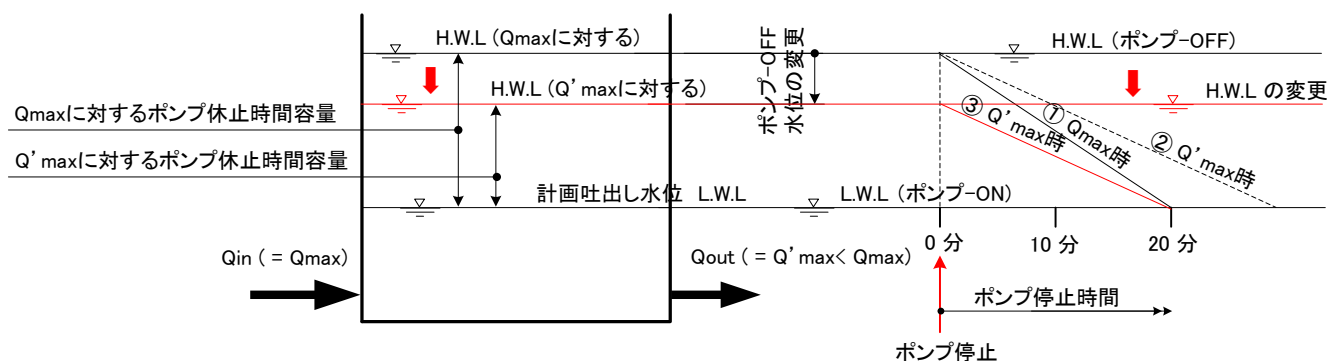


図 8 ポンプ On-Off 運転の場合

<検討にあたっての留意点>

- ① $Q'_{\max}$ の決定に当たっては、営農や水利用の自由度に影響を与えることから、複数年のポンプ運転状況や今後の水需要の変動を加味して慎重に決定することが重要である。
- ② $Q'_{\max}$ 時における吐出し水槽地点での必要水位は、末端必要圧を確保し、管路への空気混入が発生しない水位とすること。
- ③ ポンプ始動停止の 1 サイクル容量（<参考>①参照）が確保できるか確認が必要である。
- ④ 吐出し水槽へオーバーフロー型で流入する場合には、吐出し水槽水位設定の変更はできない。
- ⑤ ポンプ自動運転を行うための監視操作制御設備の設定水位変更が必要である。

<参 考>

- ① On-Off 運転制御による吐出し水槽の容量は、ポンプ休止時間に必要な容量であり、また、ポンプの能力、使用水量とその変動範囲等によっては、ポンプの始動、停止が頻繁になって機器の消耗を早めることから、始動停止の1サイクルの限界を電動機出力別に表3のように定められている。

表 3 On-Off 運転制御による吐出し水槽容量

条 件		吐出し水槽容量
ポンプ最小休止時間		20 分 (やむを得ない場合 10 分)
始動停止の1サイクルの限界	電動機 10kW 以下	5～10 分
	電動機 100kW 程度まで	20～30 分
	電動機 300kW 程度	30 分～1 時間

出典：設計基準「パイプライン」(H21 年 3 月)

【節減対策例】：回転速度制御による水位一定運転の場合

使用水量の低下に伴いポンプ運転水位を 1.00m 下げた場合、電動機 90kW、計画全揚程 15.00m、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）とすれば、

$$90\text{kW} \times 1.00/15.00 \times 1,800\text{hr/年} \times 12.25 \text{ 円/kWh} = 132,300 \text{ 円より}$$

(削減軸動力) (運転時間) (電力料金)

年間で約 132 千円の削減となる。

【節減対策例】 : ファームpond (FP) 等の時間差容量を有する場合

ポンプ吐出し量 $Q=60\text{m}^3/\text{min}$ ($90.0\text{m}^3/\text{min} \times 16.0/24.0$)、全揚程 15.00m 、電動機出力 185kW の機場の場合、用水量が $Q_{\text{max}}=90.0\text{m}^3/\text{min}$ から $Q'_{\text{max}}=81.0\text{m}^3/\text{min}$ (90%) に少なくなった場合、電力量料金 12.25 円/kWh (高圧農事用電力夏季、その他季平均単価: H26 年度 (株)東京電力)、年間運転日数を 120 日とすれば、年間約 235 千円の電力量料金削減となる。

	変更前	変更後	
かんがい時間	16.0hr	16.0hr	
ポンプ運転時間	24.0hr	21.6hr	$=16.0 \times 81.0/90.0$
Qout	$90.0\text{m}^3/\text{min}$	$81.0\text{m}^3/\text{min}$ (90%)	
FP 容量	480m^3	336.0m^3	$=16.0 \times (81.0-60.0)$
FP 面積	240.0m^2	240.0m^2	
FP 有効水深	2.00m	1.40m	$=336.0/240.0$
H. W. L 低下量	—	0.60m	$=2.00-1.40$
削減軸動力	—	7.4kW	$=0.60/15.00 \times 185$
軸動力	185.0kW	177.6kW	$=185.0-7.4$
年間運転時間	$2,592\text{hr}$	$2,592\text{hr}$	$=21.6 \times 120$
消費電力	$479,520\text{kWh}$	$460,339\text{kWh}$	$=177.6 \times 2,592$
削減消費電力	—	$19,181\text{kWh}$	$=479,520-460,339$
削減電力量料金	—	$234,967$ 円	$=19,181 \times 12.25$

【節減対策例】 : ポンプ On-Off 運転の場合

計画の流量 ($Q_{\max}=30\text{m}^3/\text{min}$) に対して調査の結果、運用上の流量が $Q'_{\max}=20\text{m}^3/\text{min}$ に低下していた。現行吐出し水槽規模 ($V=30\text{m}^3/\text{min}\times 20\text{min}$ 、断面積 $A=200\text{m}^2$ 、有効水深 $H=3.00\text{m}$) とすれば、流量が低下したことにより吐出し水槽の有効水深を 2.00m ($=Q'_{\max}\times 20/A=20\times 20/200$) とする。

よって、H.W.L を 1.00m 下げ、吐出し水槽有効水深を 3.00m から 2.00 に変更した場合、電動機 90kW 、計画全揚程 15.00m 、電力量料金 12.25 円/kWh (高圧農事用電力夏季、その他季平均単価 : H26 年度 (株東京電力)、運転時間 $1,800\text{hr}/\text{年}$ ($12\text{hr}/\text{日}\times 30\text{日}\times 5\text{ヶ月}$) とすれば、

$$90\text{kW}\times (3.00/2-2.00/2)/15.00\times 1,800\text{hr}/\text{年}\times 12.25\text{円/kWh}=66,150\text{円より}$$

(削減軸動力) (運転時間) (電力料金)

年間で約 66 千円の削減となる。

(6) S-6 : 無効送水の削減

パイプラインや水路等の漏水及びかけ流し等に対する無効送水の削減を行うことにより、使用電力量の削減を図る。

<解 説>

ポンプの吐出し量等の施設容量（粗用水量）は、水田の場合、一般的に以下のように算定される。

粗用水量＝純用水量＋施設管理用水量（送水損失量＋配水管理用水量）

ここに、送水損失量 ：パイプライン等全面満流の場合 5 %
 自由水面を有する場合 10 %
配水管理用水量： 5 %

出典：「国営土地改良事業 調査計画マニュアル」（P. 261～P. 265）

ポンプ揚水地区において省エネルギー化を推進するためには、実際の運用の中で、上記計算式中の送水損失や配水管理用水に当たる部分を極力減らしていくことが重要である。

このためには、管理主体である土地改良区、水利団体及び受益者一体となって節水に配慮した維持管理、配水管理等を実施することが重要である。

これらの活動をより推進することにより、パイプラインや水路等の漏水及びかけ流し等による無効送水を減らすことが可能となり、使用電力量の削減が図られる。

また、事故や劣化に伴う漏水やパイプラインと開水路の接合部での溢水等は、優先的に補修することが必要である。

さらに、無効送水削減に向けたハード的な対応として、自動給水栓や高度な水管理システムの導入等も考えられる。これらの導入については、地区の特殊性や経済性等総合的に勘案して行う必要があるため、次期事業での検討を基本とする。

(7) S-7：吸込み水位の見直し

吸込み水位を高く維持し、実揚程を小さくすることにより、使用電力量の削減を図る。

<解説>

ダムや調整池直結の揚水機場においては、吸込水位の変動に応じて揚程が変化する。ダムや調整池の水位（吸込水位）が低くなるとポンプの揚程が大きくなり、水位が上昇すると揚程が小さくなり、使用電力量の削減が図られる（図 9：吸込水位変更イメージ図参照）。

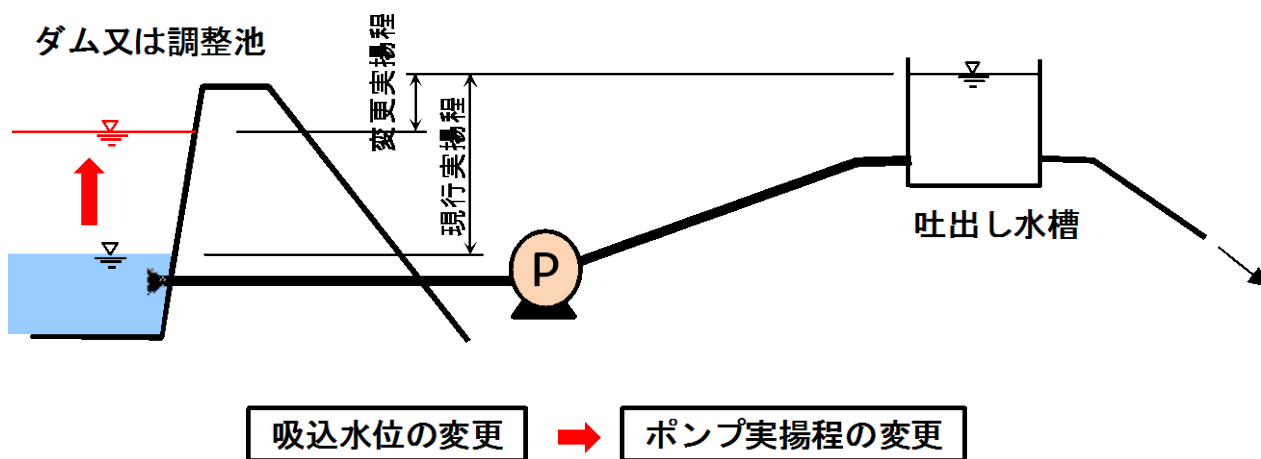


図 9 吸込水位変更イメージ図

<検討にあたっての留意点>

- ① 吸込水位の設定にあたっては、一般に FWL 等の高い水位に設定する方が有利となる。
- ② ダムや調整池がポンプにより供給する場合、降雨時に越流しないように留意する必要がある。
- ③ 管理水位については、ダムや調整池の調整が必要である。
- ④ 自然流下による送水する受益を有する場合、水位を高く保持すると無効放流が生じやすくなるため、分水管理を徹底する必要がある。
- ⑤ 渦巻ポンプでは、低揚程の運転時に軸動力の過負荷が生じやすくなるため留意が必要である。過負荷となる場合は、電動機の出力を増加させたり、弁開度制御等により吐出し量を抑制する等して対応する必要がある。
- ⑥ 実量制による契約を行っている場合は契約電力量が高くなる場合がある。

(8) S-8 : 新電力の採用

電力の契約先を新電力（PPS）に変更することにより、電気料金の削減を図る。

<解 説>

近年、東日本大震災の影響等により農事用を含む電力単価が上昇しており、電気料金の高騰による土地改良区の維持管理費増加が問題となっている。このような近年の状況を踏まえ、新電力（以降 PPS と称す）の適用について検討する。

新電力とは、既存の大手電力会社である一般電気事業者（現在、北海道電力、東北電力、東京電力、北陸電力、中部電力、関西電力、四国電力、九州電力、沖縄電力）とは別の、特定規模電気事業者（PPS : Power Producer and Supplier）のことであり、「契約電力が 50kW 以上の需要家に対して、一般電気事業者が有する電線路を通じて電力供給を行う事業者である。2016 年 4 月 1 日からは一般家庭や商店などの 50kW 未満の契約でも電力会社と自由に契約できることが決定された。

なお、各新電力会社と大手電力会社との間では契約が結ばれており、仮に PPS の発電所が故障して送電がストップした場合においても、大手電力会社からのバックアップがあるため、電力供給不要となることは基本的になく、また、そのような事故が発生した場合においても、復旧工事等に伴う費用は生じない。

<検討にあたっての留意点>

- ① 契約電力量は基本的に変更にはならない。
- ② 料金体制は、大手電力会社と同じく 2 部料金制であり、基本料金と従量料金からなる。
- ③ 契約年数の最低単位は 1 年以上である。（期間受電は対象とならない）
- ④ 農事用電力により受電している場合は、単価が高くなる場合もある。

(9) S-9 : 大口径ポンプの優先使用

送水方式が配水槽方式で異口径の主ポンプが配置されている場合、ポンプ効率の良い大口径ポンプを優先的に運転することにより使用電力量の削減を図る。

<解 説>

ポンプ効率は、口径の大きい程高くなる。そのため、口径の大きいポンプを優先して運転することにより、ポンプ効率を向上、運転時間の短縮により使用電力量を削減する。

<検討にあたっての留意点>

- ① 河川取水の場合、大口径ポンプを運転すると水利権水量を上回る場合がある。
その場合は小口径ポンプを使用することとなる。
- ② 全揚程の内、送水損失の割合が高い場合、損失水頭大きくなり、全揚程の上昇により運転経費が割高となる場合もある。

ハード対策

(1) H-1：力率の改善

コンデンサ設置（追加）により力率を改善し、基本料金の割引による電気料金軽減と節電を図る。

<解 説>

電気料金には、実際に仕事を行うエネルギーを増やす力率改善により基本料金の割引が適用される制度があることから、基本料金の割引による電気料金軽減を目的として、目標力率 95%（母線一括でコンデンサが設置されている場合は 98%）に力率を改善する。

力率改善は、電動機等（コイルの抵抗）で発生する無効な遅れ電流に対してコンデンサ（写真 2 進相コンデンサ参照）を設置して無効な進み電流を与え、無効電流を軽減し、回路を流れる電流を有効な電流へと改善を図るものである



写真 2. 進相コンデンサ

<検討にあたっての留意点>

- ① 電力会社により、力率改善による基本料金の割引が適用される制度が異なることがあるため、該当する電力会社の電気供給約款等で確認する必要がある。
- ② ポンプ運転時において進み力率とならないように力率の改善を行うことが必要である。力率改善に当たっての詳細な検討は、専門的な知識が必要なため、「電気管理技術者」に相談が望まれる。
- ③ コンデンサ設備費等（コンデンサ機器費、既設のコンデンサ収納盤の改造等を含む工事費、設置スペース）と割引される基本料金との比較が必要である。

【節減対策例】

現行契約が 1,600kW、基本料金 432.00 円/kW/月（高圧農事用電力：H26 年度（株東京電力）、契約期間 6 ヶ月で力率 0.90（割引率：0.95=1.00-(0.90-0.85)）を力率 0.95（割引率：0.90=1.00-(0.95-0.85)）とすると、

$$\begin{array}{ccccccc} 1,600\text{kW} & \times & 432.00 \text{ 円/kW/月} & \times & (0.95 - 0.90) & \times & 6 \text{ ヶ月} & = & 207,360 \text{ 円より} \\ \text{(契約電力量)} & & \text{(基本料金)} & & \text{(力率割引率の差)} & & \text{(契約期間)} & & \end{array}$$

供用 15 年（進相コンデンサの参考耐用年数）では約 3,110 千円（207,360 円/年×15 年）の削減となる。投資金額が 3,000 千円程度であれば、削減額よりも小さく対策効果は有効である。

<参 考>

力率改善による基本料金の割引が適用される制度

ハ) 力率割引および割増し

- a. 力率は、その 1 月のうち毎日午前 8 時から午後 10 時までの時間における平均力率（瞬間力率が進み力率となる場合には、その瞬間力率は、100%とする。）とする。この場合、平均力率は、別表 7（平均力率の算定）によって算定された値とする。

なお、まったく電気を使用しないその 1 月の力率は、85%とみなす。

（注：まったく電気を使用しない月の基本料金は、半額となる。）

- b. 力率が、85%を上回る場合は、その上回る 1%につき、基本料金を 1%割引し、85%を下回る場合は、その下回る 1%につき、基本料金を 1%割増しする。

<別表 7>

2 平均力率の算定

- (1) 平均力率は、次の算式によって算定された値といたします。ただし、有効電力量の値が零となる場合の平均力率は、85パーセントとみなします。

$$\text{平均力率(パーセント)} = \frac{\text{有効電力量}}{\sqrt{(\text{有効電力量})^2 + (\text{無効電力量})^2}} \times 100$$

- (2) 有効電力量および無効電力量の計量については、24（計量）に準ずるものいたします。ただし、有効電力量または無効電力量は、24（計量）にかかわらず、当分の間、やむをえない場合には、受電電圧および供給電圧と異なった電圧で計量いたします。この場合、有効電力量または無効電力量は、計量された有効電力量または無効電力量を、受電電圧および供給電圧と同位にするために原則として 3 パーセントの計量損失率によって修正したものいたします。

(2) H-2：高効率変圧器への更新

高効率変圧器に更新することにより電力量料金の削減を図る。

<解 説>

高効率の変圧器(写真3：トップランナー変圧器 2014 参照)に更新することで、電力量料金の削減を図る。対策としては、老朽化した変圧器を高効率型に交換することにより、変圧器の損失を低減する。



写真3 トップランナー変圧器 2014

<検討にあたっての留意点>

- ① 高効率変圧器への更新は、変圧器の参考耐用年数(20年：「農業水利施設の機能保全の手引き「電気設備」参考資料編」(平成25年5月)表3.1-1)及び各地区の整備計画に合わせて更新することが基本となるが、省エネの効果次第では、これにかかわらず更新することは可能である。
- ② 寸法、重量が大きくなる傾向にあるため、設置スペースの確認が必要である。

<参 考>

- ① トップランナー方式とは、製品化されている最も優れている効率性能を基準とし、更に技術開発の将来の見通しを勘案するハードルの高い効率性能を求める方式である。
- ② 変圧器の損失は、負荷の有無に係わらず発生する無負荷損失と、負荷率の2乗に比例して発生する負荷損失からなる。

$$\text{全損失 (W)} = \text{無負荷損 (W)} + \left(\frac{m}{100} \right)^2 \times \text{負荷損 (W)}$$

m : 負荷率

容量が 500kVA 以下の変圧器 40 (%)

容量が 500kVA 超の変圧器 50 (%)

- ③ 平成26年4月より、油入変圧器、モールド変圧器ともトップランナー変圧器に切り替わっている。
- ④ トップランナー変圧器の現在の対象範囲は、表4のとおりである。

表 4 高効率変圧器の適用範囲

適用範囲		除外機種
機種	油入変圧器、モールド変圧器	ガス絶縁変圧器、H種乾式変圧器 スコット結線変圧器、モールド灯動変圧器 水冷又は空冷変圧器 3巻線以上の多巻線変圧器
容量	単相 10 ～ 500kVA 三相 20 ～ 2,000kVA	
電圧	高圧 6 kV、3 kV 低圧 100V ～ 600V	

【節減対策例】

油入変圧器（三相, 500kVA, 50Hz）を旧 JIS C 4304-1999 相当品からトップランナー変圧器 2014 に更新し、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株）東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）の場合、

$$\begin{array}{ccccccc}
 (2.459\text{kW} - 1.255\text{kW}) & \times & 1,800\text{hr} & \times & 12.25 \text{ 円/kWh} = & 26,548 \text{ 円より} \\
 \text{(新旧エネルギー消費の差)} & & \text{(運転時間)} & & \text{(電力量料金)}
 \end{array}$$

供用 20 年（変圧器参考耐用年数）では約 530 千円（26,548 円/年×20 年）の削減となる。

(3) H-3 : 送水計画の見直し

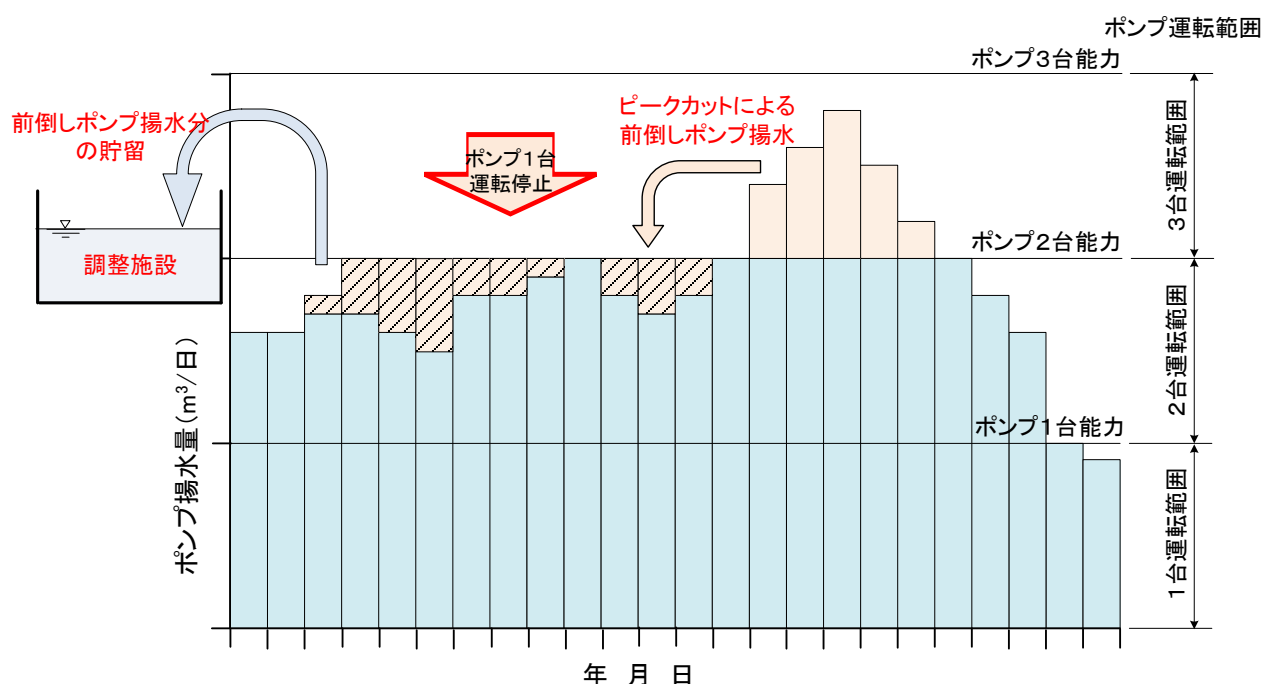
ピークカットを目的とした貯水池等の調整施設を造成し、ポンプ全台同時負荷運転を回避することによる基本料金の削減を図る。

<解 説>

現状のポンプ運転状況を把握し、吐出し水槽等にピークカットを目的とした調整機能を付加することにより、ポンプ全台同時負荷運転を回避する。

特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で契約を行っている場合、主ポンプ同時運転台数を減らした月最大需要量実績による契約電力の見直しを電力会社と協議する。

同時運転台数を減らすと、パイプラインの管内流速が遅くなり、送水に要するエネルギーが少なくなり、使用電力量の削減も図られる。



＜検討にあたっての留意点＞

- ① 現行の契約が低圧農事用電力及び 500kW 未満の高圧農事用電力であれば、契約負荷設備や契約受電設備容量で契約電力が圧縮計算により自動的に決定されるため、これを協議で変更する余地はない。ただし、この場合であっても、使用していないポンプ設備を電氣的に遮断できる場合は、契約負荷設備や契約電受電設備容量の削減となるため、契約電力の削減は可能である。
- ② 特別高圧農事用電力及び 500kW 以上の高圧農事用電力で契約をしている場合で、契約電力を超過した場合には、「S-1」と同様に契約超過金の支払い及び契約電力の見直しの協議を電力会社より求められる。
- ③ 電力会社によっては、主ポンプ同時運転が発生しないような電氣的遮断設備を設置することを求められることもあるため、事前の協議必要である。
- ④ 貯水池を新たに建設すると変更が難しいこと、契約電力をオーバーすると契約電力の見直しが行われることなどから、複数年のポンプ揚水量の実態や今後の需要量変動等を十分に把握した上で、貯水池容量を決定することが重要である。
- ⑤ 地区の事業計画（水利システムの変更）との整合性や大規模貯水池の造成等の課題があるため、次期国営事業等での検討が基本となる。

(4) H-4：電動機制御方式の見直し

電動機制御方式をより高効率な範囲で運転可能な方式に変更することにより使用電力量の削減を図る。

＜解 説＞

電動機の制御方式として、On-Off 制御か、回転速度制御（二次抵抗制御、インバータ制御）等があるが、水利用の実態を踏まえて、最も効率の良い電動機制御方式を再検討する。回転速度制御方式の特徴について、表 5 に示す。

表 5 回転速度制御方式

回転速度 制御方式	二次抵抗制御	インバータ制御
主電動機	巻線形誘導電動機	かご形誘導電動機
制御方式	① 巻線形誘導電動機の二次抵抗値を調整して回転速度制御する。 ② 二次抵抗器には制御をスムーズにするため液体抵抗器を用いる。 ③ 操作方法は遠方及び自動制御を行う関係上、電動操作とする。（切替で手動が可能）	順逆変換とも等価正弦 PWM 制御にて出力電圧、周波数を可変する。
出力範囲	実用的には 22kW 以上である。	特に制限はない。
回転速度 制御範囲	60%～100% (100%時=約 0.94 同期速度)	10%～100% (100%時=約 0.95 同期速度)
特 徴	① 電動機の保守が面倒である。 ② 設置スペースは小さい。 ③ 設置が簡単で手軽に使用できる。 ④ 二次電力をすべて二次抵抗で熱として放出するので効率が悪い。	① 電動機の保守が容易である。 ② 商用電源周波数に関係なく広範囲の無段階回転速度制御ができる。 ③ 全回転速度領域で高効率の運転ができる。 ④ 1 次電源側への高周波の影響があるので対策が必要である。

注) 回転速度制御範囲において「100%時=約 0.94 同期速度」等の意味は、100%の場合においても電動機同期速度に対して約 94%の回転速度であることを示す。

出典：「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」」(H18・3) P.247 より

バルブ（吐出弁）制御による運転は、抵抗損失を大きくして運転点を調整することから、経済的な運転とはならない。

一方、回転速度制御は、流量変動に応じて高効率運転が可能であり、軸動力が小さくなるため、流量調整を行う場合はバルブ制御よりも有利となる。

一般的に、既設の吐出し水槽の容量が十分な場合は On-Off 制御、不足する場合はインバータ制御が有利となる場合が多い。

これらの電動機制御方式の特徴を踏まえて、検討フローを省エネルギーの観点から

整理すると図 10 のとおりとなる。選定に当たっては、設備費と電力量料金による経済的な比較が必要である。

具体的には、バルブ制御による流量調整を実施している施設において、かご形モータを使用している場合はインバータ制御方式への変更を検討する。また、巻線形モータの場合は製作可能な範囲でかご形モータへの変更とインバータ制御方式への変更を検討する。尚、かご形モータへの変更が不可な場合は、二次抵抗制御へ変更する。

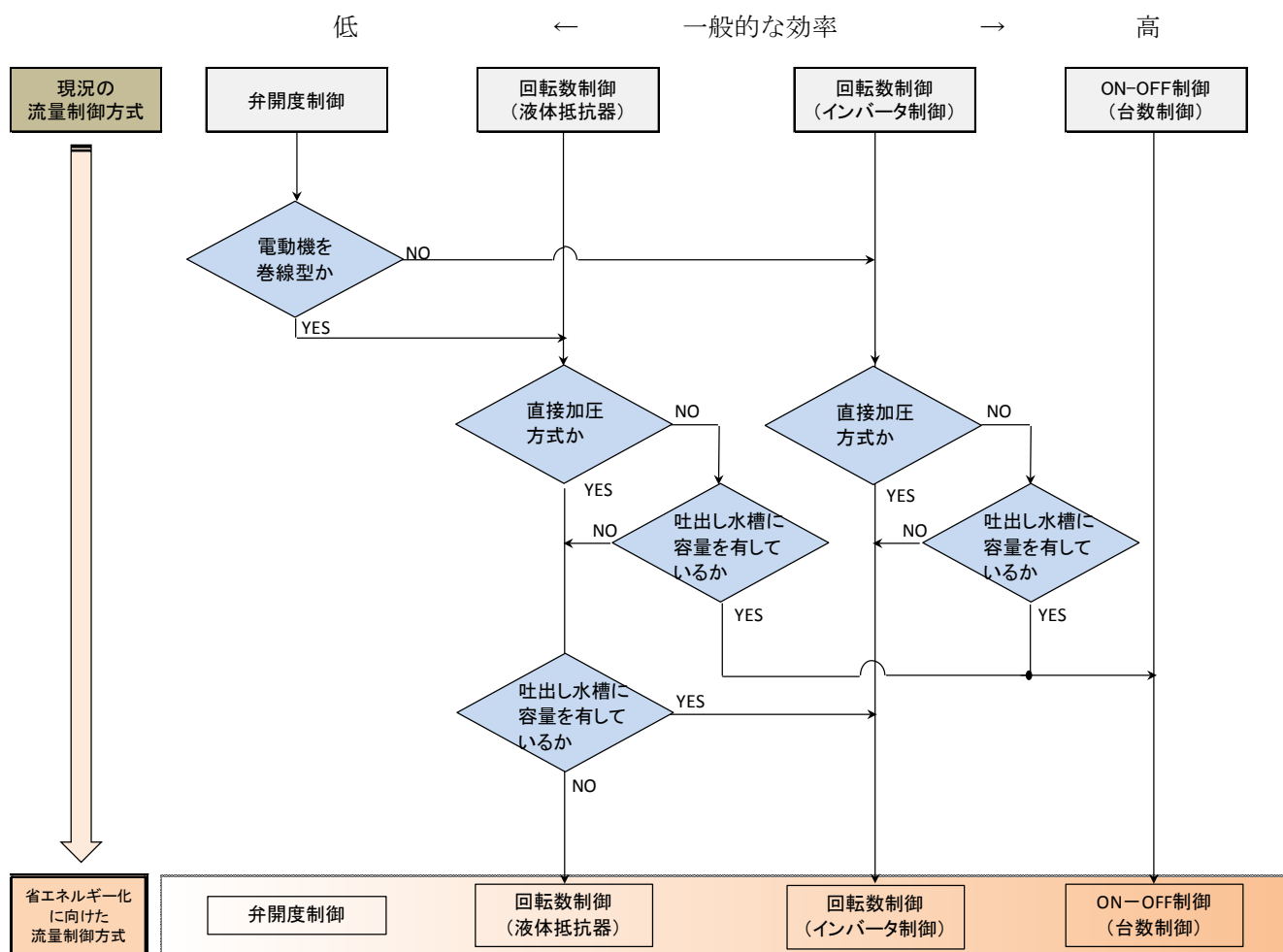


図 10 省エネに特化した流量制御方式の選定イメージ

<検討にあたっての留意点>

- ① かご形電動機と巻き線型電動機の経済比較では、容量の大きなかご形の場合、始動電流を抑制するための装置が必要となることがあるため、電気設備機器費まで

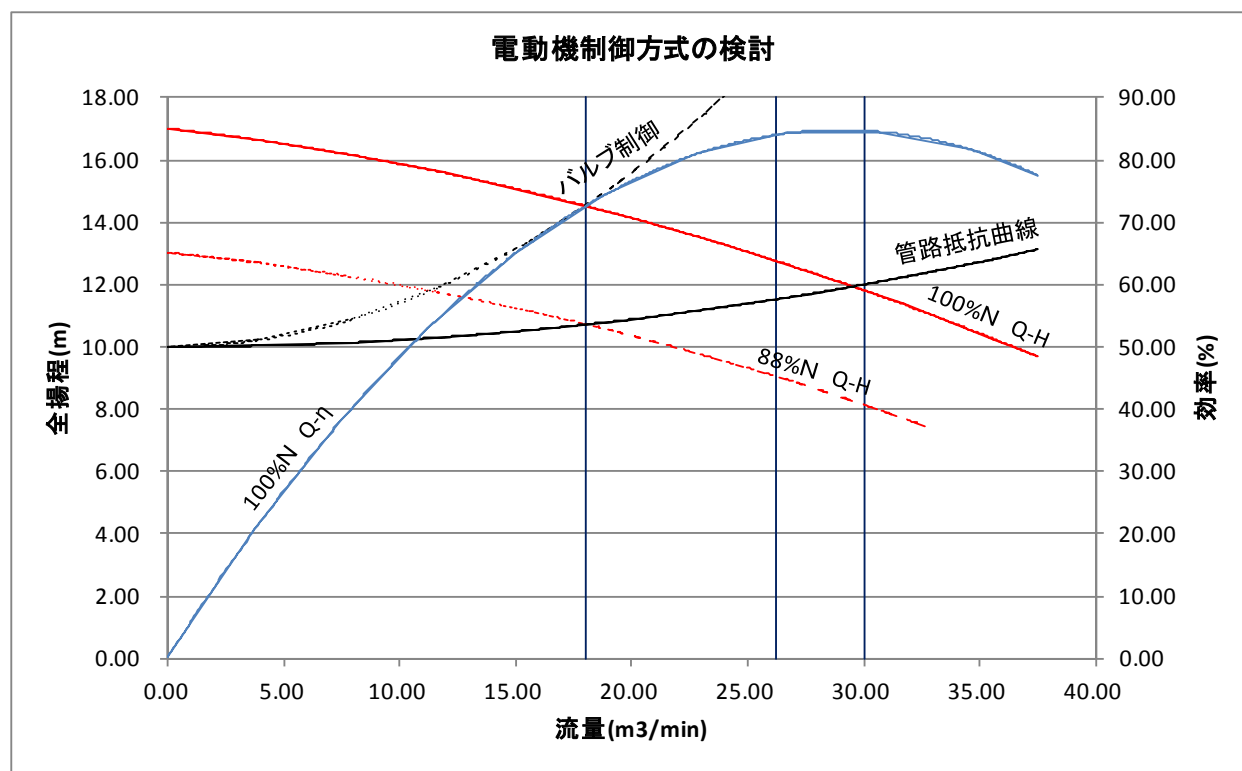
含めた比較検討が必要である。

- ② 流量制御方式を選定するに当たっては、設備費等の経済性と合わせて、機器の設置スペースやインバータ盤の追加等に留意する必要がある。
- ③ 回転速度制御の場合、実揚程と全揚程の関係より、回転速度制御範囲に比べ流量制御範囲が制限される場合があるため、回転速度制御範囲でのポンプ性能の検討が必要である。
- ④ **On・Off** 制御（台数制御）の場合、断続運転に対するポンプ機器の消耗を避けるための容量が必要で、ポンプ吐出し量、台数が多くなるほど大容量の吐出し水槽規模が必要となる。

【節減対策例】

計画吐出し量 $Q=30\text{m}^3/\text{min}$ 、計画全揚程 $H=12.0\text{m}$ 、電力量料金 12.25 円/kWh（高压農事
用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日
 $\times 30$ 日 $\times 5$ ヶ月）とした場合の電動機制御方式による電力量料金比較を行えば下記のと
おりである。

	バルブ制御	回転速度制御 (液体抵抗器)	回転速度制御 (インバータ)	On-Off 制御
吐出し量 Q (m^3/min)	18.00	18.00	18.00	30.00
全揚程 H (m)	14.6	10.8	10.8	12.0
ポンプ効率 η (%)	73.1	79.0	79.0	84.0
回転速度制御効率 (%)	—	82.0	89.5	—
軸動力 (kW)	58.6	48.9	44.8	69.9
運転時間 (hr)	3,000	3,000	3,000	1,800
使用電力量 (kWh)	175,800	146,700	134,400	125,820
電力量料金 (千円/年)	2,154	1,797	1,646	1,541
経済比率	1.40	1.17	1.07	1.00



(5) H-5：高効率電動機への更新

高効率電動機に更新することにより電力量料金の削減を図る。

<解説>

高効率の電動機に更新することで、電力量の削減を図る。高効率電動機は、ハイグレード鉄心の採用や巻線の改善、冷却扇の改良等、各部材の改良により、モータの鉄損、銅損、機械損等を低減させている。

高効率電動機への更新は、電動機の耐用年数（25年：「農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」参考資料編」（平成25年4月）表3.1.8～3.1.13）及び各地区の整備計画に合わせた更新が基本となるが、省エネの効果次第では、これにかかわらず更新することは可能である。

<検討にあたっての留意点>

- ① 対象とされている三相誘導電動機は、日本工業規格 JIS C 4034-30（回転電気機械-第30部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率クラス（IEコード）で規定される三相誘導電動機の適用範囲を基に、次の①から⑦までの条件を全て満たすものとされている。よって、この条件を満たさないと高効率電動機は、特注品となり、非常に高価となる。

- ① 定格周波数又は基底周波数が、50Hz±5%のもの、60Hz±5%のもの、又は50Hz±5%及び60Hz±5%供用のもの
- ② 単一速度のもの
- ③ 定格電圧が1,000V以下のもの
- ④ 定格出力が0.75kW以上375kW以下のもの
- ⑤ 極数が2極、4極又は6極のもの
- ⑥ 使用の種類が以下の(ア)又は(イ)の条件に該当するもの
 - (ア) 電動機が熱的な平衡に達する時間以上に一定負荷で連続して運転する連続使用（記号：S1）のもの
 - (イ) 電動機が熱的な平衡に達する時間より短く、かつ、一定な負荷の運転期間及び停止期間を一周期として、反復する使用（記号：S3）で、一周期の運転時間が80%以上の負荷時間率をもつもの
- ⑦ 商用電源で駆動するもの

[機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの、インバータ駆動専用で作られたもの（基底周波数が50Hz±5%又は60Hz±5%のものは対象に含む）については除外]

- ② トップランナーモータ採用に当たっての留意点として以下の項目が挙げられている（「一般社団法人 日本電気工業会」パンフレットより）。
- ・モータサイズが現行機より大きくなる場合がある。
 - ・モータの定格回転速度が高くなる傾向にある。

- ・始動電流が大きくなる傾向にある。
 - ・モータ発生トルクが大きくなる傾向にある。
 - ・低始動電流使用のモータの製作ができなくなる。
 - ・変動負荷に採用される場合（一部のコンプレッサ、繊維機械等）
- ③ 特に、現行の流体機械（ポンプやファン）などをそのまま負荷としてリプレースする場合、回転速度増加に伴い動力が増加し電力消費が増加することがあるため、詳細な検討が必要である。
- ④ よって、高効率モータへの更新は、回転速度増に対応したポンプと合わせて行う必要がある。

【節減対策例】

かご形誘導電動機（90kW）、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）とすれば、電動機参考耐用年数（※）25 年では約 1,268 千円の削減となる。

	更新前(IE 1 相当)	更新後(トップランナーモータ)
電動機効率	93.2 %	95.4 %
消費電力	96.6 kW	94.3 kW
運転時間	1,800 hr/年	1,800 hr/年
使用電力量	173,880 kWh/年	169,740 kWh/年
使用電力量差	—	4,140 kWh/年
電力料金差	—	50,715 円/年
電動機参考耐用年数当り(25 年)	—	1,268 千円/25 年

※：「参考耐用年数」とは、設備・装置等を標準状態で使用し、使用開始から、機能、安全性、操作性等について問題が生じ、取り替えが必要となるまでの期間である。（農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」平成 25 年 4 月 巻末用語集より）

農水省 HP http://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/pdf/tebiki_pump_honpen_2702.pdf

(6) H-6 : 減速機の省略

多ポール電動機への交換により減速機を省略し電動機出力を低減させることにより電力量料金の削減を図る。

<解 説>

減速機によりポンプの回転速度を下げている場合、減速機が不要となる超低速電動機（多ポール電動機）に更新することで、ポンプの総合効率を改善することを検討する。ポンプの総合効率を改善することにより、電動機出力の低減が図られ、電力量料金の削減となる。

<検討にあたっての留意点>

- ①多ポール電動機と減速機＋電動機の経済比較は、設備費と効率向上に伴う電力量料金の軽減効果を加味した比較検討が必要である。
- ②多ポール電動機を選定に当たっては、電動機効率の低下等の課題があるためメーカーへの聞き取りが必要である。

【節減対策例】

平行軸歯車減速機（一段）を省略し、多ポール電動機を採用した場合、電動機出力 160kW、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株）東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）とすれば、電動機参考耐用年数 25 年では約 3,528 千円の削減となる。投資金額が 3,500 千円程度であれば、削減額よりも小さく対策効果は有効である。

	更新前	更新(減速機省略)後
減速機効率	96.0 %	100 %
消費電力	160.0 kW	153.6 kW
運転時間	1,800 hr/年	1,800 hr/年
使用電力量	288,000 kWh/年	276,480 kWh/年
使用電力量差	—	11,520 kWh/年
電力料金差	—	141,120 円/年
電動機参考耐用年数当り(25 年)	—	3,528 千円/25 年

(7) H-7：高効率ポンプへの更新

技術の向上に伴う高効率ポンプに更新することにより電力量料金の削減を図る。

<解 説>

ポンプ効率の向上は、水力学、機械工学等の設計技術の向上を背景とした、三次元的な自由曲面を有する製缶組立加工技術の向上等により図られてきた。

例えば、従来には人間の手で行われていた展開寸法形状の座標化、型紙製作、ケガキ、切断の工程の中で、NCガス切断システムの開発によるケガキの精度、切断精度の向上等により、ポンプ効率の高効率化が図られた。

本対策では、ポンプの更新に伴うポンプ効率の向上に着目した電力量料金の削減効果について検討する。

<検討にあたっての留意点>

- ① 本対策は、ポンプ設備一式の更新時期に対応可能な対策であり、設備費、電力量料金、機場スペース等について総合的な比較検討を行い決定することが必要である。
- ② 流量制御方式の1方法で、ポンプ形式の特殊な形式として位置づけられる可動翼ポンプは、大規模な洪水用排水ポンプにおいて、①中小降雨への対応性、②洪水時の内水位制御、③洪水時に原動機の出力の限界まで利用してポンプ排水量を増加（潜在排水量を大きく）させるなどの目的に採用されてきたが、近年、その特性を満たすことを可能にした斜流ポンプへと置き換えられてきており、本対策の対象外とする。

<参 考>

- ① 本業務の個別地区における検討では、技術の向上に伴うポンプ効率の向上分は、ポンプ設置時点でのポンプ効率と現行基準におけるポンプ効率の差として評価を行う。

【節減対策例】

横軸渦巻ポンプφ500を更新した場合、電動機出力160kW、電力量料金12.25円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26年度（株）東京電力）、運転時間1,800hr/年（12hr/日×30日×5ヶ月）とすれば、ポンプ参考耐用年数35年では約7,332千円の削減となる。

	更新前	更新後
ポンプ効率	79.0 %	84.0 %
消費電力	160.0 kW	150.5 kW
運転時間	1,800 hr/年	1,800 hr/年
使用電力量	288,000 kWh/年	270,900 kWh/年
使用電力量差	—	17,100 kWh/年
電力料金差	—	209,475 円/年
ポンプ参考耐用年数当り(35年)	—	7,332 千円/35年

(8) H-8：インペラ（羽根車）の改造

吐出し弁を絞って揚水している場合等において、インペラの外径をカットして、弁を絞らないで運転することにより、軸動力を低減し、電力量料金の削減を図る。

<解 説>

吐出し弁を絞って揚水しているなど、ポンプ能力に余裕がある場合、必要水量を揚げるための運転時にポンプ効率のピークがくるよう、インペラの外径をカットして、ポンプ性能を最適化することを検討する。

特に、比較的古い渦巻きポンプなどは、計画設計点に対して能力に余裕をもって納入されている可能性がある。このような場合には、インペラカットが有効となる場合がある。

<検討にあたっての留意点>

- ① 一般に比速度が大きなポンプの場合、インペラカットにより、ポンプ性能の変化が法則（参考の式参照）どおりにならない場合があるため注意が必要である。
- ② インペラカット範囲、ポンプ性能変化等についてポンプメーカーに詳細確認が必要である。
- ③ インペラカットの改造実績は、ポンプ口径 150mm 以下が大半で、口径 500mm 程度となると、更新と同程度の費用がかかるとの試算がある。よって、ポンプ口径 500mm 以下を本対策の対象とする。

【節減対策例】

インペラの外径を 0.5%カット、軸動力 98% ($1/(1.00/0.995)^4$: $m=n=2$ の時)、電動機出力 90kW、電力量料金 12.25 円/kWh (高圧農事用電力夏季、その他季平均単価 : H26 年度 (株東京電力)、運転時間 1,800hr/年 (12hr/日×30 日×5 ヶ月) とすれば、ポンプ参考耐用年数 35 年では約 1,389 千円の削減となる。投資金額が 1,300 千円程度であれば、削減額よりも小さく対策効果は有効である。

	対策前	対策後
軸動力比	1.00	0.98
消費電力	90.0 kW	88.2 kW
運転時間	1,800 hr/年	1,800 hr/年
使用電力量	162,000 kWh/年	158,760 kWh/年
使用電力量差	—	3,240 kWh/年
電力料金差	—	39,690 円/年
電動機参考耐用年数当り (35 年)	—	1,389 千円/35 年

(9) H-9：ポンプ場設備の無水化

冷却装置等の空冷化、無水化により、給水（封水、冷却水、潤滑水）システムの負荷設備である補機類を省略し、電力量料金の削減を図る。

<解説>

エンジンの冷却や主ポンプに水を使用している場合、これらの装置について水を使わない構造のものに更新することで、送水に使用する負荷設備である補機類を省略することを検討する。

【考えられる無水化対策例】

- ・主ポンプ：セラミック軸受、無給水軸封装置の採用
- ・真空ポンプ：水封式⇒乾式真空ポンプへの更新
- ・減速機：空冷式減速機への更新
- ・エンジン：空冷式エンジンへの更新（又は、ラジエータ方式）

<検討にあたっての留意点>

- ① 近年では、通常技術になっている。
- ② 無水化を構成する機器は高価で、一般の機場と比べ機器費は高くなるが、補機類の設置スペースの削減、荷重の軽減等を考慮した土木、建築の建設費と合わせて電力量料金の削減を考慮した比較検討が必要である。
- ③ 既設の主ポンプが封水を要するグランドパッキン方式であっても、軸封部を無給水軸装置に改造することが可能な場合がある。
- ④ セラミック軸受を横軸ポンプに使用する場合には、セラミック軸受が衝撃荷重に脆いことから、構造上及び使用上特別な配慮が必要である。

【節減対策例】

通常運転されている封水ポンプを 1.5kW、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株）東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）の場合、

$$\begin{array}{ccccc} 1.5\text{kW} & \times & 1,800\text{hr} & \times & 12.25 \text{ 円/kWh} = 33,075 \text{ 円より} \\ \text{(電力削減容量)} & & \text{(運転時間)} & & \text{(電力量料金)} \end{array}$$

供用 10 年（無給水軸封装置参考耐用年数）では約 331 千円（33,075 円/年×10 年）の削減となる。投資金額が 300 千円程度であれば、削減額よりも小さく対策効果は有効である。

(10) H-10 : バルブ損失の低減

圧送管路の流量制御を伴わないバルブを損失の小さなバルブに変更し、電力量料金の削減を図る。

<解 説>

圧送管路の流量制御を伴わないバルブ（全閉、全開での使用）を水頭損失の大きなバタフライ弁から仕切弁に変更し、管路損失を軽減し、電力量料金の削減が可能か検討を行う。

<検討にあたっての留意点>

- ① 大口径の仕切弁は非常に高価であり、規模が大きくなることから弁室の改造等が発生することがある。
- ② 流量調節を伴う場合には、仕切弁の使用は困難。

（ バタフライ弁は弁開度にほぼ比例した流量制御となるが、仕切弁は 40%開度まではほぼ流量が変わらず、20~30%未満の開度で急激に流量が減る ）

【節減対策例】

ポンプ圧送路に設置されているバタフライ弁 ($f_v=0.29$) を仕切弁 ($f_v=0.23$) に変更、流速水頭 $v^2/2g=0.247\text{m}$ 、変更前全揚程 $H=18.00\text{m}$ 、電力量料金 12.25 円/kWh（高圧農事用電力夏季、その他季平均単価：H26 年度（株）東京電力）、運転時間 1,800hr/年（12hr/日×30 日×5 ヶ月）の場合、

$$\frac{(18.00 - (0.29 - 0.23) \times 0.247)}{18.00} \times 1,800\text{hr} \times 12.25 \text{ 円/kWh} = 20,032 \text{ 円より}$$

(変更後全揚程) (変更前全揚程) (運転時間) (電力量料金)

供用 30 年（弁類参考耐用年数）では約 601 千円（20,032 円/年×30 年）の削減となる。投資金額が 600 千円程度であれば、削減額よりも小さく対策効果は有効である。

(11) H-11：電子ブレーカの設置

低圧電力により受電しているポンプ場において、電子ブレーカを設置することにより電気基本料金の削減を図る。

<解 説>

電子ブレーカを設置することにより、電力の契約を負荷設備契約から主開閉機契約に変更し、電気契約容量を減らすことを目的としている。

一般に、低圧受電設備の契約電力量は負荷設備の圧縮計算により求められている。この場合、契約電力量は機器の稼働時間や使用状態に関わらず、全ての機器を同時に稼働させた場合の最大容量として求められる。しかし、実際には全ての機器が同時起動することは少なく、そのため、契約電力量が大きくなることが課題である。これに対し、主開閉機契約では、電動機等の容量に関わらずメインブレーカの定格電流値を契約電力量とするものであり、本装置を設置することにより契約電力量の削減、並びにそれに伴う電力基本料金の削減を図るものである。

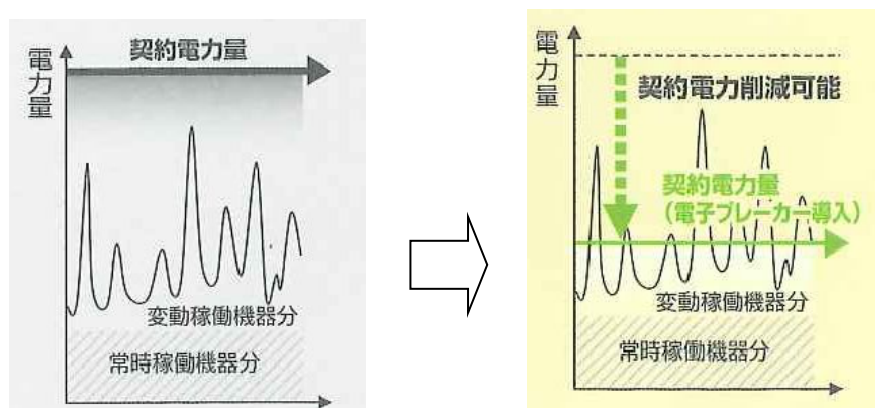


図 11 負荷設備契約と主開閉機契約



図 12 電子ブレーカ設置例

電子ブレーカの動作特性 (契約電力11~17kWの場合)
定格電流に対する許容範囲の動作曲線

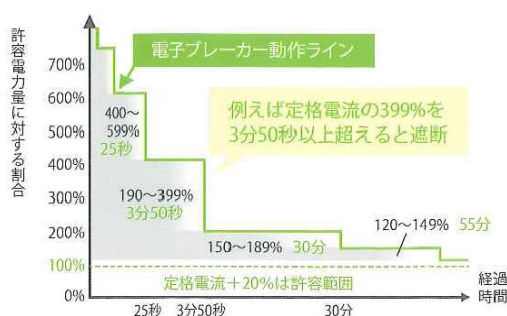


図 13 電子ブレーカ動作特性

<検討にあたっての留意点>

- ① 高圧受電（3,000V、6000V）により契約している場合は適用できない。
- ② 電子ブレーカの容量を超過したした場合、1分間程度ポンプが停止するため、二次圧力が減少する。ただし、ブレーカがトリップした後、ポンプは自動で再起動する。
- ③ 電力会社との再契約が必要となる。

<参 考>

【節減対策例】

電動機出力 30kW、現行契約電力量が 33kW（負荷設備契約）、基本料金 432.00 円/kW/月（低圧農事用電力：H26 年度（株東京電力）、契約期間 12 ヶ月で力率 0.90（割引率： $0.95=1.00-(0.90-0.85)$ ）とすると、

$$\begin{array}{ccccccc} (33 - 22)\text{kW} & \times & 432.00 \text{ 円/kW/月} & \times 0.95 & \times & 12 \text{ ヶ月} & = 54,173 \text{ 円より} \\ \text{(契約電力量の差)} & & \text{(基本料金)} & \text{(力率割)} & & \text{(契約期間)} & \end{array}$$

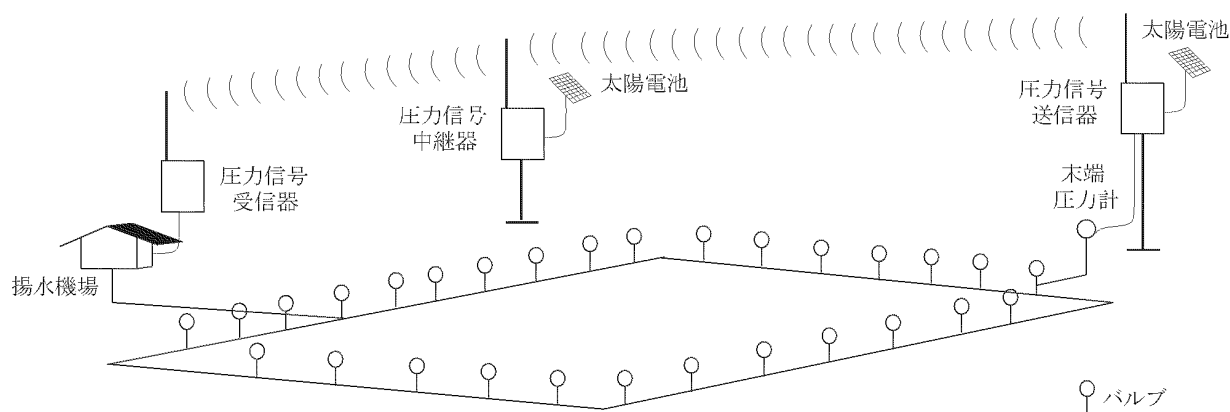
供用 10 年（メーカー推奨値）では約 540 千円（54,173 円/年×10 年）の削減となる。投資金額が 432 千円（メーカー見積）程度であれば、削減額よりも小さく、対策効果は有効である。

(12) H-12：末端水頭圧制御システムの設置

ポンプ直送方式のパイプライン系末端給水栓地点の圧力を一定に保つよう電動機の回転速度を制御することにより使用電力量の削減を図る。

<解 説>

ポンプ直送方式の内、水理的最遠点の給水栓に圧力計を設置し、圧力信号を揚水機場に伝送し、インバータ制御により末端給水栓地点の圧力を一定に保たせる方法である。なお、圧力信号の発信、中継器の電力は太陽光を使用する。本来必要な送水量（吐出し圧）を必要最小限に抑えることにより、使用電力量の大幅な削減が可能となる。ポンプの消費電力は、概ね流量比の 3 乗に比例するため、送水量が $1/2$ となると消費電力は $1/8$ となる。末端配管の埋設状況が不明な場合や、期別流量変動が生じてても必要最小限の送水が可能となる。



<検討にあたっての留意点>

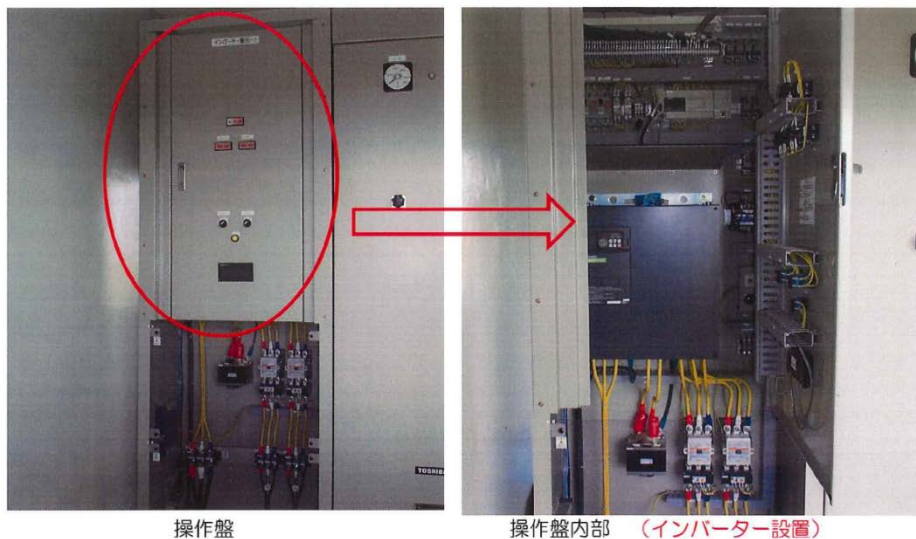
- ①無線による伝送システムでは概ね 10km まで可能である。
- ②平坦地での水田かんがいや畝間かんがいの畑かん等、実揚程に対して送水損失の割合が多い場合に効果的である。
- ③太陽光パネル、蓄電池の寿命は概ね 5 年であり、定期的な交換が必要である。（パネル＋蓄電池の価格 約 10 万円）
- ④積雪地帯においては、非かんがい期には、太陽光パネルを一時撤去することが望ましい。
- ⑤本システムの導入のための工事費（機器費、据付・試運転費）は機場の規模に関わらず概ね 600 万円程度である。そのため大規模なポンプ場の方が効果を得やすい。
- ⑥インバータ盤等、システム全体の耐用年数は概ね 10～15 年である。

表 6 検討地区での対策 H-12 の検討方針

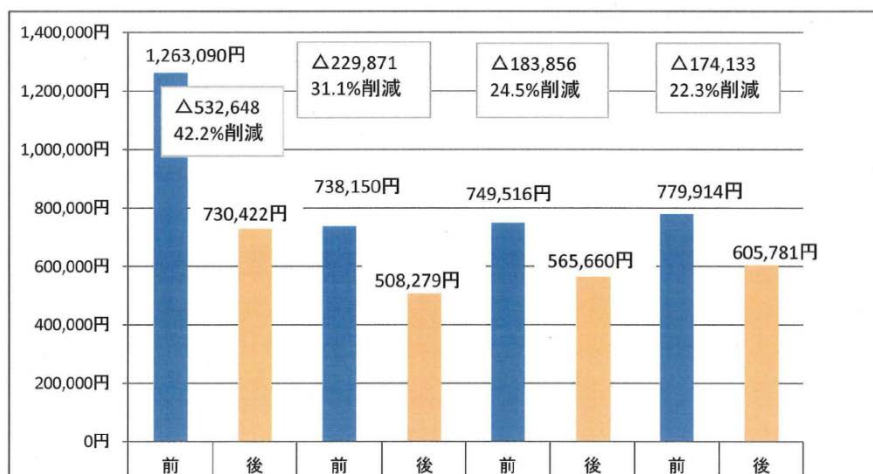
地区名	機場名	対策 H-12 の検討方針	備考
A 地区	B 揚水機場	揚程に対する送水損失の割合が小さく、実揚程≒全揚程であり、回転速度制御を行う効果が小さい。よって、検討の対象外となる。	
	C 揚水機場		
	D 揚水機場		

<他地区での採用実績（１）>

揚 水 機 場 電 動 機 改 修



平成25年度 インバーター設置による年間電気料金の比較



<他地区での採用実績（２）>

対策 H-12 実施地区での揚水電動機インバーター化削減額実績（平成 27 年度）

	電力会社からの請求額合計	INV化せずに商用運転した場合の請求額	削減率
A－１号電動機	1,147,627	1,715,449	33.1%
A－２号電動機	811,580	1,222,421	33.6%
A－３号電動機	1,003,369	1,783,619	43.7%
A－４号電動機	1,808,149	2,038,601	11.3%
B－１号電動機	1,173,632	1,497,080	21.6%
B－２号電動機	1,855,897	2,422,917	23.4%
B－３号電動機	581,139	941,292	38.3%
B－４号電動機	646,160	1,157,461	44.2%
C－１号電動機	728,011	1,837,100	60.4%
C－２号電動機	517,917	1,129,496	54.1%
C－３号電動機	1,049,337	1,562,725	32.9%
C－４号電動機	1,193,508	1,530,538	22.0%
D－１号電動機	832,927	1,671,055	50.2%
D－２号電動機	842,008	1,327,915	36.6%
D－３号電動機	736,294	1,066,290	30.9%
D－４号電動機	751,189	1,045,942	28.2%
E－１号電動機	903,172	1,588,184	43.1%
E－２号電動機	721,217	1,390,160	48.1%
E－３号電動機	991,547	1,591,354	37.7%
E－４号電動機	971,553	1,385,797	29.9%
E－５号電動機	1,522,639	1,832,711	16.9%
合計	20,788,872	31,738,104	34.5%

おわりに

省エネルギー化対策の取組は、ニーズはあるにもかかわらず、個別の検討が行われることはあっても、全国的な広がりを見せているわけではありません。そのため、この手引きでは、省エネルギー化対策をまだ考えていない、あるいはどのように検討すればよいか分からない土地改良区を対象と想定して作成しました。

農林水産省では、平成 26～27 年度の「農業水利施設省エネルギーシステム導入推進モデル事業」により、全国 28 箇所の省エネルギー化対策の実施状況及び新たな取組の導入可能性について調査検討を進めてきました。

その中で分かったこととしては、

- ① 数ある対策の中でも、高効率の変圧器・電動機・ポンプへの更新（H-2,5,7）の有効性が、多くの機場で顕著であったこと
- ② 現在までに、土地改良区自身の努力により、何らかの節電対策がとられ、それらが効果を発揮していること
- ③ 一方で、水利施設の構造上、多くの地区では適用できる対策メニューには限りがあること

が挙げられます。

このことから、省エネルギー化対策を進めるにあたっては、本手引きの活用とともに、長寿命化に配慮しながらも適時適切な施設の更新を計画的に行っていくことが重要です。

なお、省エネルギー化対策の取組はまだ緒に就いたばかりですので、ご質問だけでなく、新たな取組についても、最寄りの地方農政局等までお知らせいただければ、今後の参考にさせていただきますので、よろしくお願いします。

(参考付録)

手引きについてのお問い合わせは、最寄りの農政局等へ。

東北農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：022-263-1111（代表）

関東農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：048-600-0600（代表）

北陸農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：076-263-2161（代表）

東海農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：052-201-7271（代表）

近畿農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：075-451-9161（代表）

中国四国農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：086-224-4511（代表）

九州農政局 農村振興部 水利整備課

電話番号：096-211-9111（代表）

北海道開発局 農業水産部 農業計画課

電話番号：011-709-2311（代表）

沖縄総合事務局 農林水産部 農村振興課

電話番号：098-866-0031（代表）