

ポンプの省エネルギーの動向

松村正夫* 國友新太**

Trends in the Energy-saving of Pumps

by Masao MATSUMURA, & Shinta KUNITOMO

Reducing energy consumption is a crucial factor for the prevention of global warming. Studies are underway in Japan, as well as in many other countries, on measures for achieving such reduction. Energy saving is beneficial for modern civilization and serves as an effective deterrent against a return to primitiveness.

EU's progressive attempts in reducing the energy consumption of pumps are yielding favorable results. The energy consumption of pumps in Japan is a factor that can not be neglected. Measures must be worked out and implemented accordingly. The following discusses that optimal pump design, including the machining on the outer diameter of impellers and controlling the pump rotational speed, is an effective means for achieving energy saving.

Keywords: Pump, Energy saving, Rotational speed control, Energy labeling scheme, Climate change, Eup directive, Ecodesign, Inverter, Efficiency, Head

1. はじめに

地球温暖化への懸念が現実のものとなり、各地で異常気象現象が多発している。主な原因の一つに人類の過度なエネルギー消費に伴い排出されるCO₂が挙げられている。我が国の統計においてもエネルギー需要（最終エネルギー消費）は、エネルギー供給（一次エネルギー総供給）からの転換効率が向上しているにもかかわらず依然増加傾向にある¹⁾。

地球環境保護の視点や地球上の有限なエネルギー資源の枯渇懸念などから、我が国に限らず、世界の多くの国において、エネルギー消費の抑制と対策が検討されている。特にEUにおいては、かなり以前から環境全般に関する法制度が整備され、省エネルギー分野においても実効性の確保に努めている。省エネルギーは、人類が多くの現代文明を享受しつつ、地球環境保護のために重要かつ有効な方法であるといつてよいであろう。また環境負荷を低減させる各種新エネルギー源が実用に供されるまでに人類が取り得る最後の手段といえるであろう。

本報ではポンプを軸とした我が国のエネルギー消費の

現状、先進的な海外、特にEUにおける省エネルギー動向と我が国の現状、更にポンプにおける省エネルギー対策の概要について報告する。

2. ポンプ消費動力の現状について

我が国におけるすべてのポンプ消費エネルギーがエネルギー需要のいかなる割合を占めるかについての公式データはないといつてよい。しかしながら、現実に産業分野の石油精製プラント、化学プラント、一般的な製造工場の各種ポンプ及び民生分野の家庭用（戸建住宅、集合住宅など）や業務用（ホテル、ビル、学校、病院、事務所、スーパーなど）の温水ポンプ、井戸ポンプ、給水ポンプ、増圧ポンプなど多くのポンプを見聞きし、ポンプが消費するエネルギーはかなりの割合を占めているものと推定される。

ここでは、ポンプの消費動力がエネルギー需要（最終エネルギー消費）のどのような位置づけとなるかを探ってみる。

エネルギー需要のうち電力に関する割合（電力化率）は2005年度、2006年度でほぼ22%といわれている²⁾。

この消費電力量は2005年ベースで産業、民生（家庭、業務）、運輸各分野合計は9996億kWhである。このうち電動機を駆動するための動力として消費される消費電力量は58%弱で5731億kWh（産業用51.4%、業務用

* 風水力機械カンパニー カスタムポンプ藤沢工場
* 同 汎用ポンプ事業統括 技術生産開発
統括部 技術生産企画室 開発企画グループ

28.7%、家庭用19.9%)となっている³⁾。一般的な業務用ビルにおける消費動力に対する空調用ポンプの消費動力の比率は20～30%、また一般的製造工場における消費動力に対する各種ポンプ消費動力の比率は20%程度との例もあり、これら電動機による消費電力量のうちのポンプが占める平均的割合はおおむね20%ほどとして大きな間違いはないと思われる。以上の推定を元にすればポンプに消費される電力量はおおよそ消費電力量の10%ほどとなる。いずれにしてもポンプ消費電力量は消費電力の中で無視できない割合を占めていることは間違いないであろう。

3. 海外の省エネルギーの動向

海外でも省エネルギー問題に熱心なのはEUであり、大きな流れとして2007年3月European Council（欧州理事会）において「2020年までに温室効果ガス20%削減、エネルギー効率20%改善、再生可能エネルギーシェア20%確保」を発表した。更に2008年6月European Commission（EUの政策執行機関：欧州委員会）においての「持続可能な消費、生産及び産業に関する方針」採択などの動向が伝えられている（表）。

ポンプに関係するEUの代表的な動向として、2005年3月からEuropumpによる自主基準としてセントラルヒーティングなどに使用される暖房用循環ポンプに対するエネルギーラベリング制度が開始された（図）⁴⁾。この制度は消費者による高効率ポンプの識別を可能とし、メーカーの画期的技術開発を促す目的で創設された。この分野の電力エネルギーを2/3まで削減できると試算されている。効率の高い順にA～Gの7段階あり、固定速はクラ

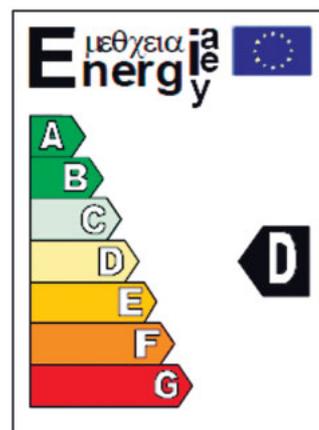


図 エネルギーラベル
Fig Energy label

スD～E、可変速はクラスAにランクされるようになっている。ラベルの表示率は2006年度には90%にもほり、その上位の段階にランクされるポンプが増加している。この成果から暖房用循環ポンプ全体で20%のエネルギー効果があるとみられている。

また、エネルギー使用製品に対するエコデザイン要求事項設定のための枠組を設けるEuP指令（Directive on Energy using Products）が2005年7月採択された⁵⁾。エネルギーを消費する製品に環境配慮設計を義務付けCE（EU内で安全品質の基準を満たしたことを示すもの）マークの取得条件にもなっている。内容はライフサイクル環境負荷を評価し改善の仕組みを作ることと消費電力提言など製品カテゴリー（Lot）ごとの実施措置を設定し環境負荷を定量的に規制することにある。商業ビル用ポンプ、飲料水用ポンプ、食品用ポンプ、農業用ポンプ、

表 エネルギー節減に関するEU内の動向
Table A trends in EU on the energy saving

年月 Years	EUの法規制等の動き Trends in EU laws and regulations	ポンプに関するEUの主な動き Notable EU trends regarding pumps
2005-3		Europumpによるエネルギーラベリング制度開始 Energy labeling system started by Europump
2005-7		エコデザインに関するEup指令採択 EU's adoption of directive on the eco-design of energy-using products
2007-3	European Councilにおいてエネルギー削減目標発表 European Council's announcement of energy-reduction targets	
2008-4		AEA Energy&Environmentによるエコデザイン実施措置案策定に関するレポート発表 AEA Energy&Environment's report on the development of an eco-design implementation proposal
2008-6	European Commissionにおいて環境保全に関する具体的方針採択 European Commission's adoption of a concrete environmental conservation policy	

ビル用循環ポンプなどはLot 11に属している。

イギリスのコンサルタント会社（AEA Energy & Environment）が実施措置案策定に関するレポート^{6,7)}を公表しているが、ポンプで扱う内容はハイドロ部の性能に関するものであり、ビル用循環ポンプに関しては、エネルギーラベリング制度を更に進展させたものとなっている。対象はエネルギー消費に占める割合が大きいエンドサクシオン型単段直結ポンプ、インライン型エンドサクシオン直結ポンプ、エンドサクシオン型単段直動ポンプ、水中多段深井戸ポンプ、立型多段ポンプの5種類である。EUではこれらのポンプの2007年度の消費エネルギーは137 TWhを占めるためこれらに対する省エネルギー対策が重要である。最低効率基準も提案されており、最高効率のポンプを100とした相対効率を設け最低効率基準を設けるべきとしている。これらは、EUでは法的に強制力をもつ法規として制定し実行に移している。

国内においては、石油危機を契機に「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」が1979年に制定されている。「内外におけるエネルギーをめぐる経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保に資するため、工場・事業場等についてのエネルギーの使用の合理化に関する所要の措置等を講ずることとし、もって国民経済の健全な発展に寄与することを目的とする」とし、以降2009年5月までに5回の改正が実施され⁸⁾、工場、輸送、住宅建築物及び機械器具についてのエネルギーの使用の合理化に関する措置やその他エネルギーの使用の合理化を総合的に進めるための必要な措置が定められている。各事業別に「事業者の判断基準」を遵守してエネルギー使用の合理化を求めている。また一定以上のエネルギーを使用する工場・事業場は、省エネ法によりエネルギー管理指定工場として指定され、エネルギー管理者（員）の選任や毎年度の定期報告を行うとともに、管理基準を設定しエネルギーの使用の合理化に取り組んでいくことが制定されている。最近の改正では従来の製造業を中心とした工場だけでなく、オフィスやコンビニエンスストア等の業務部門における省エネルギー対策が強化され、事業所別ではなくて各企業全体での年間エネルギー使用量を把握し原油換算エネルギー使用量が1500 kL以上であればエネルギー使用状況届書提出が（2010年度から）義務付けられた。

このように国内でも省エネルギーの判断基準を示したり総量的報告義務等を制定しているが、より実効ある省エネルギー化を進めるにあたってはEUの実例に見られるように、更に一步踏み込んだ技術水準の向上を促進す

るような法規制も有効ではないかと思われる。

4. ポンプの省エネルギー策

ポンプの消費エネルギー低減対策として、ポンプ本体の水力学的、機械的な効率の向上は有効ではあるが効率向上もおおむね限界といわれている。せいぜい1~2%の改善効果は期待できるがそれ以上を期待することは難しい。

具体的方策は、ハイドロの見直し、流水部の表面粗さ改善、ライナーリング材料（特殊樹脂など）の見直しと隙間最小化、シール機構をより摩擦抵抗損失の少ない方式にする（グランドパッキンからメカニカルシールへの変更など）などである。一方、ポンプに限らず風水力機械全般にいえることであるが、ポンプ、配管系等を含むシステムの基本計画時点の仕様と実際にシステムを稼動した時点での使用との乖離が過剰なエネルギー消費を生んでいると考えられる。

ほとんどのポンプシステムは、当初の設計要求仕様が将来の発展を見込んだり、季節の変動幅を考慮するなども含めた余裕をとって計画されている。ポンプ性能は回転速度が一定である限り常にその性能曲線は普遍である。そのため、流量の出過ぎや揚程の出過ぎに対して運転点の調整をシステム抵抗の調整で行う場合、バルブの開度調整によって必要流量あるいは必要揚程を確保することになり、このことこそが過剰なエネルギー消費の元凶となっている。したがって、仕様上の対策として、ポンプ揚程が実揚程（オープンピットでは吸込側と吐出し側の水位差）と管路諸損失の合計で決まるため実揚程が低いときに運転する、管路口径を上げて損失の低減を図ったりするとともに仕様の余裕のとり方を最小とするなどで過剰なエネルギー消費を生じないようにする。一方ポンプの対策として、前記の最小化された要求仕様に合わせ、

- (1) 現状の羽根車を外径加工してポンプ性能を適正化する
- (2) インバータ等の使用によりポンプ回転速度を制御し最適性能曲線に調整する
- (3) 多段ポンプであれば可能な限り減段することで最適性能曲線に近づける
- (4) 必要以上に大容量ポンプを採用するのではなく、小型ポンプの台数調整運転による最高効率部での運転を狙う
- (5) 推定末端吐出し圧一定制御、吐出し圧力一定制御等による過剰エネルギー消費を防止するなどがある。

これらの詳細は本誌のポンプ省エネルギー関連の論文に記述する。

5. ま と め

ポンプはその使用されている数の多いことから意外なほどエネルギーが消費されている。したがって省エネルギー対策において大きな比重を占めるとともにその効果も大きいといえる。海外、特にEU諸国ではポンプについても着々と法規制を含めた省エネルギー対策がすすめられており、着実に省エネルギー効果が現れている。確実に省エネルギーを実現するためには我が国も、より具体的な対象に明確な基準などを定め、製品技術水準の向上を図りつつも省エネルギー成果を上げる工夫が必要であろう。

ポンプの省エネルギー対策には、ポンプ自体の効率向上もそれなりの効果はあるものの限界があり、インバータ等の使用による速度制御を含む高効率駆動機の採用やポンプシステムとしての見直しによる損失分の排除（運転の最適化）が大きな効果を生むと考えられる。

参考文献

- 1) エネルギー白書2008年版, 第2部エネルギー動向, 第1章国内エネルギー動向, 第1節エネルギー需給の概要, 1. エネルギー需給の動向, 資源エネルギー庁ホームページ.
- 2) エネルギー白書2008年版, 第2部エネルギー動向, 第1章国内エネルギー動向, 第1節エネルギー需給の概要, 3. エネルギー需給の動向, 資源エネルギー庁ホームページ.
- 3) 電力使用機器の消費電力量に関する現状と近未来の動向調査<調査報告書>P4P13~14, 財団法人新機能素子研究開発協会2008年度技術調査, 2009年3月23日.
- 4) "Industry Commitment to improve the energy performance of atand-alone circulators through the setting-up of a classification Scheme in relation To Energy Labeling", Europump, Jan. 2005.
- 5) "Directive 2005/32/EC of the European parliament and of the council: Establishing a framework for the Setting of ecodesign requirements for energy-using products", The European parliament of the council, July 2005.
- 6) Report to European Commission "Appendix 7: Lot11' Circulators in buildings", AEA Energy & Environment, ED02287, issue5 (2008/4).
- 7) Report to European Commission "Appendix 6: Lot11' Water Pumps': (in commercial building,drinking water pumping,food industry,agriculture)", AEA Energy & Environment, ED02287, issue6 (2008/4).
- 8) 平成20年度省エネ法改正の概要, 資源エネルギー庁ホームページ.

