

【日本機械工業連合会会長賞】

制御器一体型高速回転汎用インラインポンプ（SSLD型）

株式会社 荏原製作所

東京都大田区

1. 機器の概要

汎用ポンプは給水、給湯、冷温水循環など幅広い用途に使用されており、その国内総稼働台数は約240万台と推定され、高効率ポンプの普及はCO₂削減に大きく貢献できると考えられる。

本製品 SSLD 型は従来の汎用インラインポンプを基にポンプ、電動機、制御の各要素から見直しを行い、大幅な高効率化を達成した。

従来、ポンプの回転速度は使用する電動機と電源周波数により決定され、ポンプはそれに合わせて設計されてきたが、本機ではインバータ内蔵のコントローラを電動機と一体化し実装することで回転速度の制約を排除し、適切な回転速度とすることでポンプの効率向上を図った。更に、流れ解析により3次元形状の羽根車と専用ケーシングの新規設計を行った結果、ポンプ効率を最大18ポイント上昇させた。またPM電動機の採用や実装したコントローラでの各種制御機能、現場の状況に応じた可変速機能などにより消費電力の抑制を図っている。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

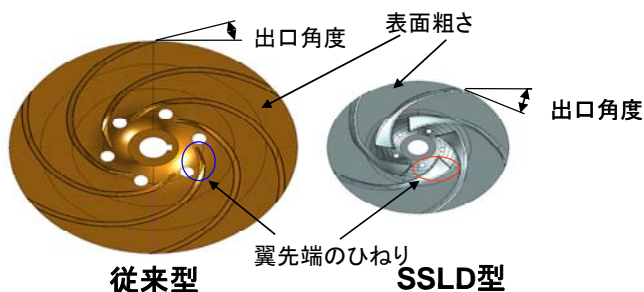
1) ポンプ

ポンプは、設計する水量・揚程・回転速度により算出される比速度(Ns)と呼ばれる係数によりポンプ形状がおおよそ定まり、達成できる効率も経験的に知られている。この比速度を最適化すること



写真1 SSLD型ポンプ

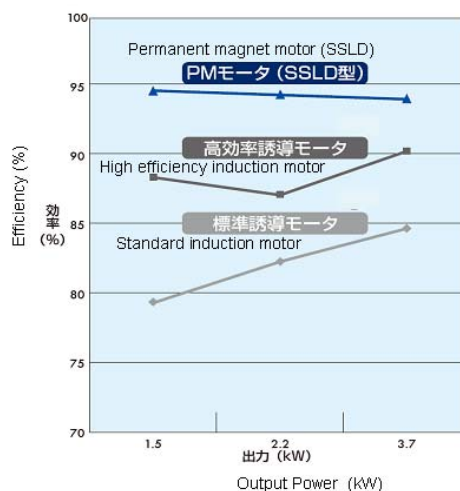
により、効率の向上を図ることができるが、これまでの誘導型モータの回転速度は、モータの極数と電源周波数で決定されるため、設計する水量・揚程により比速度が大きく異なっていた。そこで、SSLD 型ではポンプコントローラを実装することで回転速度の調節を可能とし、最適な比速度とすることでポンプ効率の向上を実現している。また、流れ解析により羽根車の径、出口幅、入口／出口角度等の三次元翼形状やケーシング流路形状の最適化設計を行った。更に、羽根車をステンレス精密鋳造（ロストワックス鋳造法）製とし、従来の砂型鋳物に比べ表面をより滑らかにすることで円板摩擦損失の低減を図った。これらの結果、従来の当社同等機種 LPD 型と比較し、平均 10 ポイントのポンプ効率向上を実現した。



図－1 羽根車形状比較

2) 電動機

SSLD 型に採用した永久磁石形同期電動機（PM 電動機）は、ロータの内部に強力なネオジウム永久磁石を内蔵した IPM 型である。従来の誘導電動機に比べ、より高速回転化を図り、電動機の小型化を実現している。PM 電動機は、ロータの二次銅損が発生しないため、高効率化が可能となっている。電動機の効率比較を図－2 に示す。また、効率が向上することにより、電動機内部の温度上昇が抑



図－2 電動機効率比較

えられるため、コイルや軸受への負荷を低減し寿命を延ばす効果も期待できる。

2) ドライバ・ポンプコントローラ

PM 電動機を駆動するためのドライバ、及び電動機回転数の制御を行うポンプコ

ントローラを新規開発し、電動機枠の側面に配置したコントローラボックス内に効率よくレイアウトできるようにした。

本製品はポンプ部と一体のドライバ、ポンプコントローラが屋外設置されるため、耐環境性能（耐水性、耐熱性）に配慮し、各部品の強化を図っている。また外部よりの電磁ノイズ等の影響を受けにくくするため、ノイズフィルタを標準装備している。更に、ポンプコントローラ及び制御ソフトウェアは各種の運転制御機能を有しており、コントローラボックス前面の操作パネルにより、各種運転、設定を行うことができる。

2.2 効果

1) 効率改善効果

回転数の最適化、及び3次元形状の翼を持つ羽根車と専用ケーシングの新規設計を行った結果、図-3に示すように、従来機種（LPD型）に比較し、大幅なポンプ効率の向上を実現した。また、電動機もPM電動機の採用で、従来の誘導電動機に比べ約10%の効率改善を実現した。

2) 消費電力試算

SSLD型と当社従来製品であるLPD型のバルブ制御時及び回転速度制御時の消費電力低減結果を図-4に示す。口径50mm、出力3.7kWの機種において試算した結果、100%負荷においてLPD型の消費電力4.28kWに対し、SSLD型は3.07kWであり約28%の省エネルギーとなる。更に負荷変動を考慮した年間消費電力量ではLPD型の15,867kWhに対し、SSLD型は7,292kWhとなり約54%の省エネルギーとなる。CO₂排出量に換算すると、その差は約3.6tとなり、東京ドームグラウンドの1.8倍の面積の森林がCO₂を吸収する量に相当する。

2.3 用途

SSLD型ポンプは発売以来、現在まで工場、商業施設、ビル、マンション向けなどに約20台以上の販売を行い省エネルギー化に貢献している。実例として弊社

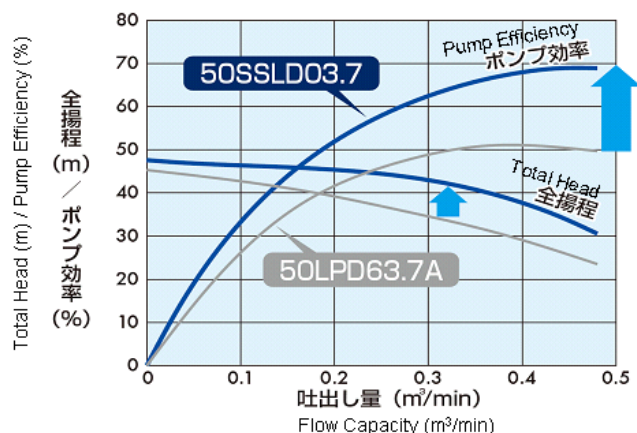
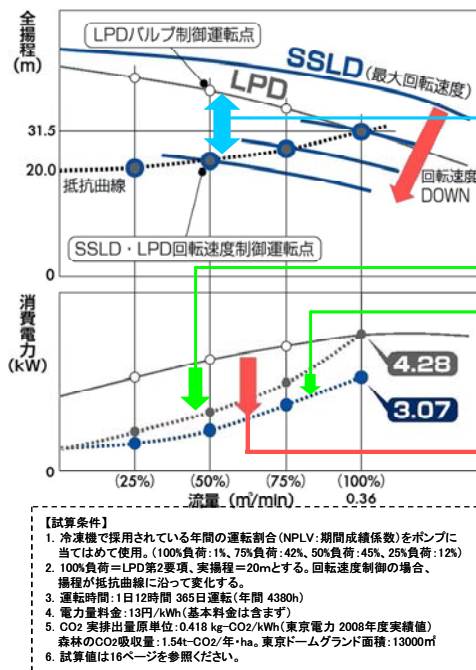


図-3 ポンプ効率改善効果



バルブによる流量調整によって発生していた無駄な圧力

約38%の省エネルギー
LPD型をバルブ制御から回転速度制御へ変更した効果による省エネルギー

約26%の省エネルギー
LPD型からSSLD型に置換えた効果(ポンプ・モータの高効率化)による省エネルギー

約54%の省エネルギー
年間電気料金: 約11万円削減

東京ドームグラウンド面積1.8倍相当の森林がCO2を吸収する効果と同じ

図-4 消費電力改善効果

藤沢事業所内に設置されていたポンプをSSLD型に交換し消費電力を実測し比較した結果を示す。冷却水循環用途の口径50mm、定格出力3.7kWの機種において、ポンプ交換前には消費電力が3.51kWであったが、交換後は1.91kWとなり、約45%の低減となった。更にポンプコントローラを用いた可変速機能により、現場の用途に最適な流量、圧力に再調整した結果、消費電力は0.96kWまで低減でき、年間電力料金を約30万円節約することができる。このように高効率ポンプ、電動機と可変速化の複合効果により、より大きな省エネルギー効果を得ることが可能である。



写真2 ポンプ設置状況