水中モータポンプの高周波特性実験

正 員 丸 岡 巧 美 (都立工業技術センター)

正 員 沢 孝一郎 (慶 応 大)

High Frequency Characteristics Study of Submersible Motor Pumps

Takumi Maruoka, Member, (Tokyo Metropolitan Industrial Technology Center), Koichiro

Sawa, Member (Keio University)

キーワード：水中モータポンプ，高周波特性，回転数制御，段数制御

1. ま え が き

揚水用水中モータポンプの回転速度制御は，省資源・省電力を目的として普及した。しかし，一般に定格回転速度以下で使用されているために適用範囲が制限され，形状も大きくなる。そこで，温泉のくみ上げに使用の揚水用水中モータポンプ（以下，ポンプと略記）を取上げ，適用範囲の拡大および段数の低減による小形軽量化などを目的として，可変周波数電源により高速で運転した場合，および羽根車の段数を変えて運転した場合について，特性実験を行って比較検討した⁽¹⁾。その結果，動作特性，効率の点で可変高周波運転の有効性を確認できた。

2. 特性実験方法

ポンプは図1に示すように，井戸管の中に据付けて使用される。モータはキャンド方式の二極特殊ご形三相誘導電動機を使用する。本特性実験は，日本工業規格に基づいたポンプの試験方法によって行った^{(2)~(4)}。また，試験電源は200 V，50 Hzとし，回転速度制御ではインバータを使用して，電力はインバータの入力側で測定した。表1は本実験に用いたポンプの仕様で，段数制御では商用電源を使用し，表1の仕様の定格出力のモータを使用した。回転速度制御では6段の羽根車のポンプを使用し，最高周波数時のポンプ軸動力に適合したインバータおよびモータを使用した。なお，インバータ出力は正弦波PWMで電圧は220 Vとし，周波数は60 Hzから100 Hzまでの5段階に変化させて特性実験を行った。

3. 特性実験結果と検討

図2は特性実験から求めた吐出量・揚程特性結果である。吐出量は回転速度に比例し，揚程は回転速度の二乗に比例することから，周波数を可変してポンプを

図1 水中モータポンプの取付け例
Fig.1. Setting example of submersible motor pumps.

高速で運転した場合は，吐出量の適用範囲が拡大し，揚程も著しく上昇する。表1の吐出量範囲内で所要揚程を得るための羽根車の段数は，100 Hzの周波数でポンプを運転した場合が，段数を変えて運転した場合の段数の約25%ですみ，ポンプの長さが短縮できる。例えば，図中(▲印)で，吐出量が0.065 m³/min，

表 1 水中モータポンプの仕様
Table 1. Specification of submersible motor pumps.

羽根車 段 数	井戸径 (mm)	管 径 (mm)	吐出量範囲 (m^3/min)	全揚程 (m)	モータ 定格出力 (kW)
6	100	40	0.065~0.11	16~23	0.75
10	100	40	0.065~0.11	25~41	1.5
17	100	40	0.065~0.11	51~72	2.2
25	100	40	0.060~0.11	74~106	3.7
30	100	50	0.060~0.11	94~128	3.7

(注)：回転数制御(6段)では、7.5 kW の定格出力のモータを使用した。

図 2 吐出量・揚程特性
Fig. 2. Discharge vs. head characteristics.

図 3 吐出量・効率特性
Fig. 3. Discharge vs. overall efficiency characteristics.

揚程が 105 m を必要とする場合、段数制御では 25 段であるが、100 Hz の周波数による運転では 6 段で実現できる。図 3 は特性実験から求めた吐出量・効率特性結果である。段数を変えた場合の最高効率時の吐出量は、段数に関係なくほぼ一定である。また、周波数を変えた場合は高速になるほど最高効率時の吐出量は増加し、100 Hz では段数を変えた場合の最高効率時の吐出量の約 200% となる。このことは、比較的高い効率を保って広い範囲の吐出量で運転できることを意味している。なお、この場合周波数が低くなると最高効率も低くなるが、これは水動力が小さくなり、モータは軽負荷となるためである。

4. む す び

ポンプの特性実験結果から、可変周波数によりポンプを高速で運転した場合は、羽根車の段数を変えて運転した場合に比べて、次のような効果が期待できる。

(1) ポンプの吐出量および揚程の適用範囲が拡大し、水位の低下および吐出量の需要増加などへの対応が可能になる。また、最高効率またはそれに近い効率で、たえず使用が可能になる。

(2) 羽根車の段数を低減できるので、ポンプは小形軽量となり、据付けが容易となる。

(平成 4 年 7 月 23 日受付)

文 献

- (1) 丸岡・沢：「水中モータポンプの高周波特性」，電気学会回転機研究，RM-92-14 (平 4)
- (2) 日本規格協会：「遠心ポンプ，斜流ポンプおよび軸流ポンプの試験および検査方法」，JIS B 8301
- (3) 日本規格協会：「ポンプ吐出量測定方法」，JIS B 8302
- (4) 日本規格協会：「深井戸用水中モータポンプ」，JIS B 8324

丸 岡 巧 美 (正員)

昭和 34 年 3 月東京電機大学工学部電気工学科卒業。平成 2 年東京都立工業技術センター電気機器部長，現在に至る。技術士。

沢 孝一郎 (正員)

昭和 39 年 3 月慶応義塾大学理工学部電気工学科卒業。42 年同大学理工学部助手，60 年同助教授，現在に至る。工学博士。