

管内 EHD 液体ポンプ現象の考察

佐藤 正毅*・西田 修三**

Study of an Electro-hydrodynamical Liquid Pump Phenomenon in Pipe

Masaki SATO and Shuzo NISIDA

Abstract

The relationship between the velocity of the insulating liquid and the applied direct voltage in an electro-hydrodynamical (EHD) pump is shown. This EHD pump is a device which transforms the electrical energy into kinetic energy of an insulating liquid by the electrostriction force. The electrostriction force is caused by the inhomogeneity of the electric field strength between a ring electrode and a square shaped electrode arranged in the pipe filled with the insulating liquid. The EHD pump should be applied to the heat transportation. It is clarified experimentally that the velocity of the insulating liquid is increased in proportion to the applied voltage.

1. はじめに

電気流体力学は、高電界下の絶縁性流体の挙動を扱う境界領域の分野であり、最近、新現象が次々に発見されている。その一つに電気流体力学(略してEHD)液体ジェット現象がある¹⁾。アクリル製の容器の底部に円板電極を取り付け、これより1.5 cm程度上方に円板と平行にリング電極を取り付けて容器を絶縁性液体で満たし、電極間に直流電圧(約20 kV)を印加したところ、リング内から上方に噴流が発生したと報告されている。印加電圧と噴流速度の関係が、実験、理論の両面から明らかにされている。この現象は、低温度差発電用蒸発器の熱伝達促進に応用されようとしている。

これに対し、本論文で述べる管内EHD液体ポンプ現象は、EHD液体ジェットとは異なる新たな現象である。かねてから、ジェット現象と類似の現象をパイプ内でも実現できないかと

予備実験を繰り返していたが、その結果、発見された現象である。パイプ内でも容易にEHD液体ポンプ流れを実現できれば、大容量変圧器や地下ケーブル冷却用の絶縁油輸送装置のコンパクト化、低コスト化が可能となる。さらに、太陽熱発電所や地熱供給システムの大容量長距離熱輸送用ヒートパイプの凝縮液の駆動にも、管内EHDポンプは応用可能である。

管内EHD液体ポンプは、一種の静電型ポンプであり、管内に円筒対リング電極が取り付けられたもので、その間隔は1~10 mm程度である。管内を絶縁性液体で満たして、直流高圧(約20 kV)を印加すると、10 cm/s程度の流れが発生する。絶縁性流体を駆動する力は電歪力であり、これは分極に起因する力である。流体中に真電荷を注入しないので、絶縁性流体の絶縁劣化を格段に防止できる。これまで絶縁性流体の駆動のためには、コロナ放電、あるいは電界放射による電荷供給が定説であったが、分極効果だけを利用して管内に容易に流れを実現できる場所に本方式の特徴がある。電極構成もリング対円筒という極めて単純な形態をとり、しか

平成2年10月13日受理

* 電気工学科助教授

** 土木工学科助教授