油圧ポンプの流体伝ば騒音に関する研究*

(第1報, アキシアルピストンポンプの脈動発生機構)

小嶋 英一**, 長倉 宏征***

Eiichi KOJIMA, Hiroyuki NAGAKURA

油圧ポンプの吐出し流量の脈動に起因して発生する流体伝ば騒音(管内の圧力脈動)は, 管路, 制御弁, リザーバなど油圧装置の振動・騒音の主たる原因になるため, 気体伝ば騒音と同様にその低減対策が望まれている。近年, ISO でも, 従来の気体伝ば騒音のほかに流体伝ば騒音も油圧ポンプの騒音性能の評価項目に加えようとする動きがあり, その測定法に主眼を置いた研究が最近欧米を中心に行われている。

この流体伝ば騒音に関する油圧ポンプ固有の特性値は, ポンプの脈動流量 Q_s と内部インピーダンス Z_s である。もし, この二つの特性値が分かれば, 任意の負荷インピーダンス Z_L の下でポンプの発生する流体伝ば騒音を予測することも, あるいは Z_L の特性を変えて流体伝ば騒音を制御することも可能になる。

二つの特性値の中, 油圧ポンプの脈動流量は, 従来, すべて機構に基づくものであると考えられてきた。しかし脈動圧力波形を詳細にスペクトル分析してみると, 機構に基づく脈動流量だけでは定性的にも説明できない脈動波形を示している。

本研究は, アキシアルピストンポンプを対象に, 脈動流量と内部インピーダンスを理論と実験により解析し, 油圧ポンプの流体伝ば騒音に対する実用的な数学モデルを作成することを目的としたものである。

本論文においては, 機構に基づく脈動流量のほか

に, 新たに作動油の圧縮性に基づく脈動流量も考慮されている。

実験装置の概略は図1に示すとおりである。脈動圧力は半導体圧力計で検出し, 直流増幅器, ローパスフィルタ, 実時間相関計を介して平均化スペクトル分析を行い, XYプロットに記録させてその振幅を測定している。

本研究で得られた成果は要約すると次のようである。

(1) 機構に基づく脈動流量よりも, 作動油の圧縮性のために下死点近傍でピストン室へ間欠的に逆流する非定常漏れに基づく脈動流量の方が一般に大きい。特に, 作動圧力が定格圧力程度の大きさである場合には, 脈動圧力はほとんど作動油の圧縮性による脈動流量に依るものである。

(2) このピストン室への間欠的な非定常漏れは, $1/zN$ (z : ピストン本数, N : ポンプの1秒間当たりの回転数)の周期で起こるため, たとえ z が奇数でも, nzN 成分 ($n: 1, 2, 3, \dots$) の脈動圧力が卓越して発生する。

(3) ピストンポンプの内部インピーダンス Z_s は, ポンプ吐出し室内の油の圧縮性と機器の剛性から成る容量インピーダンスが支配的であり, ポンプの定常漏れによるインピーダンスの影響は無視できる。

(4) 実測した吐出し室内の油の等価体積弾性係数(油のみの体積弾性係数の約 $1/2$)を基に, 本論文の脈動圧力に対する数学モデルから算出した計算値は実測値とおおよそ一致する。特に接続管路の影響が小さくなる, $Z_0 \gg Z_s$ (Z_0 : 管路の特性インピーダンス)の条件が満足される場合には, 両者は定量的にも良く一致する。

(5) 少なくともピストンポンプに限り, 脈動流量を3倍次数程度の調和成分まで, 計算のみによって求めることができる。

図1 実験装置の概略図

* 昭和55年10月30日 第908回講演会において論文講演として講演, 原稿受付 昭和55年6月9日。この論文の詳細は, Bull. 25巻199号に掲載。 ** 正員, 神奈川大学工学部 (〒221 横浜市神奈川区六角橋3-27-1)。

*** 日本製鋼所 (〒236 横浜市金沢区泥亀 1-27-1)。