

# 振動試験用エアバイクレーターの開発と応用例

東北工業大学 正員 山田俊次 正員 高橋龍夫

## 1. はじめに

従来、構造物の模型振動実験に用いられて来た起振器は不平等質量型の起振器が多く用いられて来た。この起振力  $F$  は  $F = mr\omega^2 \sin \omega t$  と表わされ、偏心質量  $m$ 、偏心距離  $r$  との積に比例し、回転数の2乗に比例する。比較的高い振動数では大きな起振力が得られるが、低い振動数では小さな起振力しか得られない。又、起振機自身の重量が構造物の振動に影響を与える場合もある。特に吊橋のような可撓性の高い構造物では固有周期が比較的に長くなるので、低い振動数で起振力を高めるためには  $m$  と  $r$  を大きくする必要があり、これに伴ってパワーのあるモーター（自重が重くなる）が要求される。

これらの問題を解決する一つの方法として、圧搾空気を利用したエアバイクレーターを開発し、模型吊橋による振動実験を行なった。エアバイクレーターの特性は振動数にあまり影響されずに起振力を一定にできる。装置が軽量である。起振力の方向は任意である。などである。

## 2. エアバイクレーター装置

エアバイクレーターの機構は概略、図-1の通りである。振動数の変化は電磁弁コントローラーよりなされ、電磁弁の開閉は図-2(a)の通り行なわれる。噴射ノズルの力も同じようになると思われるが、電磁弁より噴射ノズルまではエアホース等が反り、そのための荷重影響を受けているものと思われる。実際には図-2(b)のような力として得られる。このデータは空気圧  $2 \text{ kg/cm}^2$ 、振動数  $1.0 \text{ Hz}$  のときのものである。

## 3. 出力実験

簡単な片持ちばりを作り、その端に噴射ノズルを取り付けたはりには歪ゲージをつけてある。ノズルの所に荷重を加え、その時の歪量を得て、荷重と歪量の校正値を求めた。はりの共振を避けるために、バイクレーターの振動数とはりの振動数を大きく変化させ、はりの固有振動数は約  $20 \text{ Hz}$  程度とした。

## 4. エアバイクレーターの出力特性

出力特性の要因として次の3点が考えられる。①コンプレッサーの空気圧 ( $\text{kg/cm}^2$ )、②ノズルの穴断面積 ( $\text{mm}^2$ )、③電磁弁の開閉時間(振動数)等に影響するものと思われ、それと力の相関係係について、実験を行なった。図-3は穴直径  $4 \text{ mm}$  ( $A = 12.57 \text{ mm}^2$ ) のノズルを用いた場合の振動数と力の関係図である。低い振動数のときに(力が重くなる)大きな力を出力することを示している。

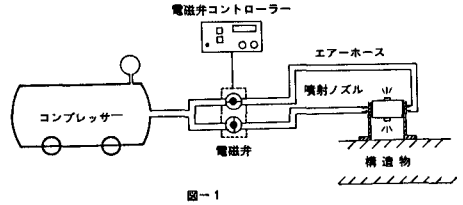


図-1

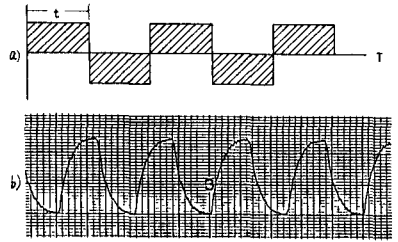


図-2

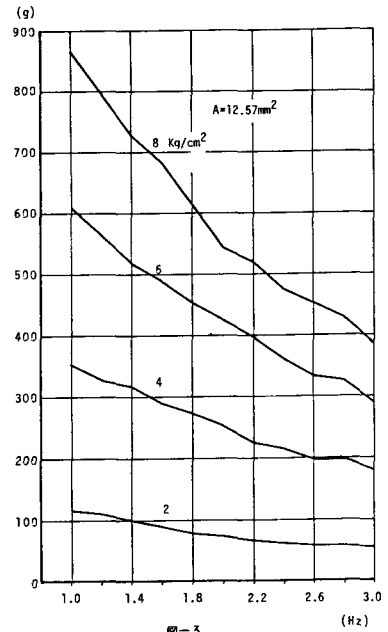


図-3

図-4は空気圧を $8 \text{ kg/cm}^2$ にした場合のノズルの穴断面積と力の関係図である。

どの振動数の場合でも力のピークが現われ、穴断面積に最適値があることを示している。又、この実験値によれば、任意の力を、ある穴径を選ぶことにより得ることができると考えられる。

### 5. エアーバイブレーターの応用例

エアーバイブレーターの応用例として、単径間模型吊橋を用いて、その振動特性の実験を行った。

模型吊橋を1自由度をもつ質量系に置換し、さらに1自由度をもつ動振器を吊橋に取り付けることにより、2自由度をもつ質量系に置換されるものとすれば、この系には、2つの共振点が現われることになる。

図-5は共振曲線と主たる実験結果の一例である。横軸にエアーバイブレーター(外力)の振動数 $\omega$ と模型吊橋の固有振動数 $\omega_0$ との比をとり、縦軸には実振幅をとった。動振器の振動数 $\omega_d$ と模型吊橋の固有振動数 $\omega_0$ との比は0.96, 1.00, 1.04とした。

粘性抵抗係数  $C = 1.37 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$

(臨界粘性係数の約0.7%)をもつものである。実験値は、空気圧 $2 \text{ kg/cm}^2$ 、ノズル直径 $2.0 \text{ mm}$ の場合のものであり、外力としては $100 \text{ g}$ 以内のもので非常に小さいものである。実振幅において共振時でもわずか $1 \text{ mm}$ 程度であるが、エアーバイブレーターとしての外力は思案に作用しているものと思われる。

又、図-5は2質量系の理論値と同じ傾向を示しており、エアーバイブレーターによる振動特性を求める方法としては、充分に応用されているものと思われる。

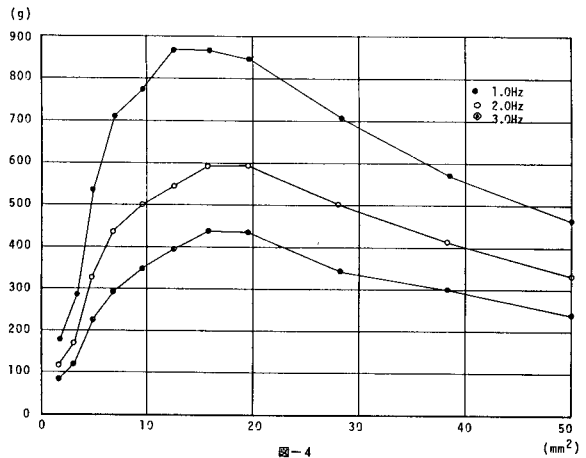


図-4

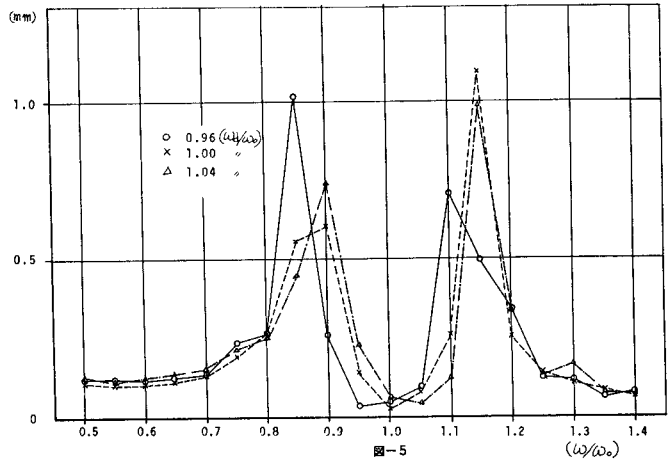


図-5