

自由自励系の摩擦による振動

(第1報, 平均法による解析とその評価)

正員 高野 英資 (新潟大工)
正員 張 祥永 (重慶大機)

正員 原 利昭 (新潟大工)

1. 緒言

一定速度で走行する移動面上を、ばね力と非線形摩擦力をうけながら、すべり運動する物体の運動について扱った。摩擦振動の解析においては運動摩擦係数特性曲線が性質の異なる2つの部分から成るため、付着運動とすべり運動の両方からなる運動の場合には解のつき合わせという困難な問題が生ずる。本報告ではこれらの解析的な取り扱いの一つとして付着運動とすべり運動を区別しないで、すべり運動の運動方程式のみを用いて行う平均法による定常振動解が、両者を考慮した精度の高い断片線形近似解——殆んど厳密解とみなすことができる——と比べて、振幅移動面速度曲線、安定判別などにおいてかなりのよい一致を与えることから、摩擦振動解析において非線形性が大きくない場合には平均法の適用がかなり有効であること、および平均法から得られる結果に簡単な修正を加えることにより厳密解のもつ振幅と推定できることなどを検討したので報告する。なお本報告では運動摩擦係数特性曲線として、最大静止摩擦係数が孤立点とならず運動摩擦係数が移動面と摺動物体とのあいだの相対速度の[A]3次関数、[B]5次関数、[C]真線と双曲線との合成関数として与えられる場合について扱った。

2. 研究の概要

図1の系の物体mが図2の非線形摩擦係数を受けながら運動する場合の運動方程式は適当な変数変換の後

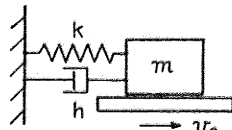


図 1

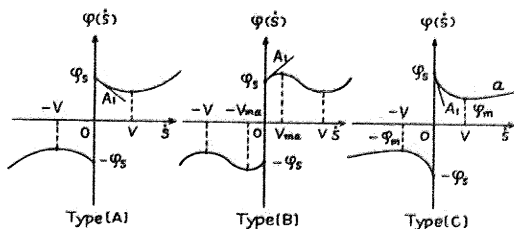


図 2

$\ddot{\eta} + 2H\dot{\eta} + F(\eta - Y_0/Y) + \eta = 0$ (1) のように与えられる。本報告では(1)式の解を無次元時間 τ の未知関数 α, R, ε を用い、 $\eta = \alpha + R \sin(\tau + \varepsilon)$ のようにおいて R, ε 等に関する平均方程式を求め、 $dR/d\tau = 0$ などの条件から1近似解 $\eta_0 = \alpha_0 + R_0 \sin(\tau + \varepsilon_0)$ を得ている。一方比較のために摩擦特性といくつかの折れ線で近似し、(1)の運動方程式を断片線形化した場合にえられる精度の高い解を求め、平均法でえられる解との比較を行うと同時に最後に平均法からえられる R_0 に簡単な修正を行うことにより厳密解のもつ振幅 A_x と推定する簡便式を提案している。

3. 結 言

最大静止摩擦係数が孤立点とならない場合、摩擦振動の解析に平均法を適用することの有効性が3種の摩擦特性の場合についてしめされた。

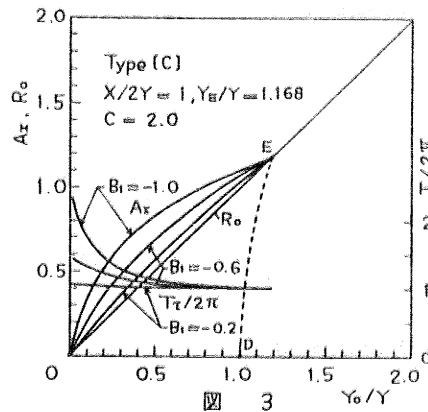


図 3

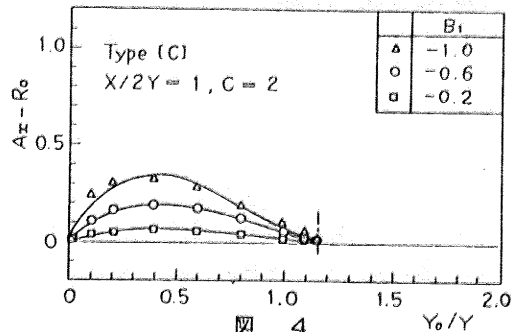


図 4