

VI-26

アクティブ制振装置の設計省力化法

日立造船(株) ○正員 松山治邦 日立造船(株) 正員 田中 洋
 日立造船(株) 正員 松下泰弘 日立造船(株) 小川義孝

1. はじめに

橋梁架設時に発生する風による振動は、各架設ステップで複数の振動モードがあり、また架設ステップの進展に伴い振動モードが複雑に変化する。これら複数の振動を対象としたアクティブ制振装置の基本設計、すなわち重錘重量、重錘振幅、モータ容量、台数、配置等の算定を省力化する手法について報告する。所与の許容振幅を満たすための付加減衰の算定法、付加減衰と装置基本仕様との関係を求め、モータトルク最小となる基本仕様の算定アルゴリズムを紹介する。

2. 基本設計の定式化

図1に示すような重錘直動型の制振装置のモデルに対し、以下の諸量を定式化する。

(1) 付加減衰

風洞試験の結果より求める Sc-A 図での振幅推定式から、許容振幅 a_{des} と付加減衰 δ_{add} との関係は、

$$\frac{a_{max}}{a_{des}} = \frac{\alpha \left(\frac{m_e \delta_{org}}{\rho D^2} \right)^{-\beta}}{\alpha \left\{ \frac{m_e (\delta_{org} + \delta_{add})}{\rho D^2} \right\}^{-\beta}}$$

$$\delta_{add} = \left\{ 1 - \left(\frac{a_{max}}{a_{des}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right\} \delta_{org} \quad (1)$$

ここに、

a_{max} : 塔柱最大振幅
 m_e : 塔柱等価質量
 ρ : 空気密度
 D : 塔柱見付け幅
 δ_{org} : 塔柱構造減衰
 α : 振幅推定式の比例係数
 β : 振幅推定式のべき指数

となる。

(2) 付加減衰と重錘振幅

モード値 ϕ_d の位置に制振装置を設置したときの、付加減衰 δ_{add} と重錘振幅 b との関係は以下のようになる。

$$b = \frac{M a_{max}}{\pi m_d \phi_d \delta_{add}} \quad (2)$$

ここに、

m_d : 重錘質量
 b : 重錘振幅
 M : 塔柱一般化質量

(3) モータ回転数

減速比 i 、ピニオン半径 r としたときのモータ回転数は、

$$N = 60 \frac{b\omega}{2\pi i r} \quad (3)$$

となる。

(4) モータ容量

制振装置の運動方程式は、

$$m_d (\ddot{X} + \ddot{x}) = f(t) \quad (4)$$

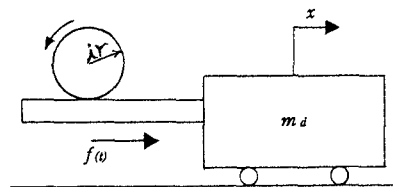


図1 重錘直動型制振装置のモデル

ここに、

X : 主塔変位
 x : 重錘変位
 f : 制御力

となり、制振装置設置位置での塔柱振幅を a とすると、制御力 $f(t)$ を発生するのに必要なモータトルクは、

$$T = ir m_d \omega^2 \sqrt{a^2 + 4b^2} \quad (5)$$

ここに、

a : 制振装置設置位置での主塔最大振幅
 b : 重錘振幅

となる。

3. 基本設計自動化アルゴリズム

2. で求めた定式を用いて以下の手順で、モータトルクが最小となる重錘重量および減速比、ピニオン半径の最適な設計値を求める。

- ① 各モードに対し許容振幅、一般化質量、付加減衰、設置位置モード値、振動数が与えられたとする。
- ② 重錘重量を仮定する。
- ③ (2) 式から重錘振幅を求める。
- ④ 設置スペースの制約等から重錘振幅の上限値以下となる重錘重量の範囲を求める。
- ⑤ 減速比、ピニオン半径を仮定する。
- ⑥ (3) 式からモータ回転数を求める。
- ⑦ 回転数が一般的なモータの上限値以下となる減速比、ピニオン半径の範囲を求める。
- ⑧ (5) 式からモータトルクを求める。

図2にアルゴリズムの概念を示す。

4. 実施例

3. の①の値を適当に仮定し、減速比とピニオン半径との積および重錘重量の2つのパラメータに対し、モータトルクの値を3Dプロットした例を図3に示す。

5. 効果

従来半日程度かかっていた基本設計を1時間程度まで短縮することが可能となり設計の効率化が図れるようになった。

〔参考文献〕

- 1) 亀井、田中他、中島大橋（仮称）の架設時制振対策、土木学会第49回年次学術講演会、1994-9。

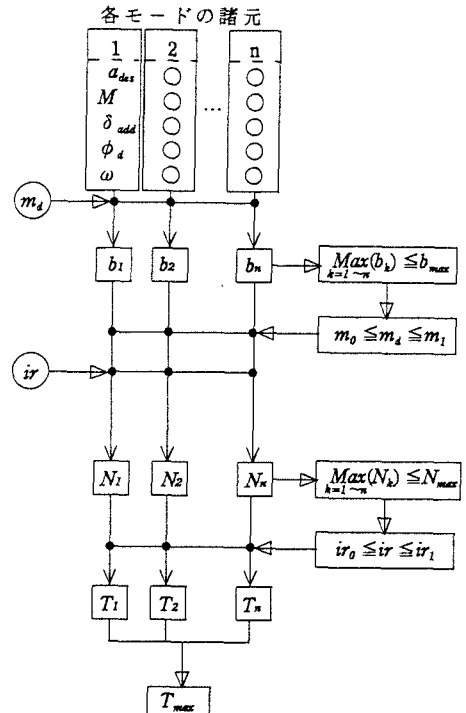


図2 基本設計自動化アルゴリズム

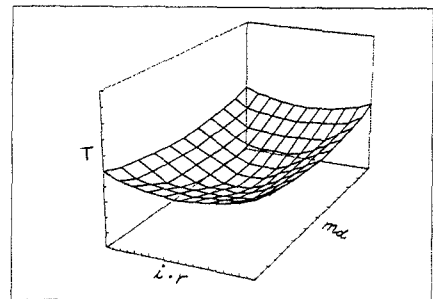


図3 モータトルクの3Dプロット