

高次スペクトルを用いた非線形減衰振動系のマッピング

○松本 宏行
(ものづくり大)
大石 久己
(工学院大)

芝崎 達朗
(工学院大)
山川 新二
(工学院大)

Mapping in nonlinear damping vibration by Higher order spectra

Hiroyuki MATSUMOTO
(Inst. of Technologists)
Hisami OHISHI
(Kogakuin Univ.)

Tatsurou SHIBAZAKI
(Kogakuin Univ.)
Shinji YAMAKAWA
(Kogakuin Univ.)

今回の報告は、非線形減衰振動系のマッピングおよび高次スペクトルの有効性を提示することを主な目的としている。非線形特性は非対称モデルを3種対象として、数値解析を行った。最後にくせないガウス性ランダムデータでバイスペクトルは特徴となるピークを持たないこと、くせのあるデータで有効であることを裏付けた。

Keywords: 非線形振動、減衰係数、非線形解析

1. はじめに

機械構造物に存在する現象はガタ、摩擦などの非線形特性を有するものが多く、不規則入力を受ける振動系の応答特性は「くせ」のあるいわゆる非ガウス性(non-gaussian)の不規則過程となる。これらのデータの取り扱いには統計的手法の適用、さらには非ガウス性を考慮した高次統計量(higher order statistics)を用いた解析が必要不可欠である。

本報告では、筆者たちが不規則入力を受ける非線形振動系における新しい同定手法として提案してきた高次スペクトル(Higher Order Spectra; HOS)を用いた非線形振動系の数値シミュレーション解析を行った。今回は、1自由度非線形減衰モデルの対象として3つのモデルを作成しマッピングを行った。これらが今回の報告の骨子である。

2. 高次スペクトル

高次スペクトルは、元々は高次のキュムラントの多重フーリエ変換で定義されるが、実際の

計算では、データの対象性や計算時間などを考慮して、フーリエスペクトルの高次積で算出することが多い。また、これらのデータ処理については、前処理やウィンドウを掛けたりなどの統計的なデータを精度良くかつ統計的な誤差を考慮して算出することが重要である。

また、高次元のデータ処理となるので、実際の結果を図示化する場合については、必要とする周波数間の関係を定め、その周波数成分間の断面図などを選び、適宜データの低次元化を図ることも必要である。今回の報告では、高次スペクトルの一つであるバイスペクトルおよびトライスペクトルについて取り上げる。

バイスペクトルとは、「二つの周波数のスペクトル」という意味である⁽¹⁾。パワースペクトルが相関関数のフーリエ変換で表されるのに対して、バイスペクトルは、三次の相関関数の二重フーリエ変換として定義される。

$$B(f_1, f_2) = \frac{1}{T} E[X(f_1)X(f_2)X^*(f_1 + f_2)]$$

⋯(1)

ここで * は複素共役数をあらわす。