

非減衰 2 層系伝達関数列による地盤震動特性の級数展開 Series Expansion of Ground Response by a Sequence of Two-layered Transfer Functions

○後藤浩之

○Hiroyuki GOTO

I propose a series expansion of the amplification by simple ground transfer functions. I define a sequence of transfer functions based on a two-layered structure excluding an internal damping, and a function space spanned by the set of the functions. I mathematically prove that all functions belonging to L2 space have a unique series expansion. It is applied to the physics-based decomposition of the amplification. Some numerical examples indicate that a similarity between a target complex structure and a characterized simple model is measured by absolute value of each coefficient in the series expansion.

1. はじめに

表層の地盤震動特性を把握する事は、地域の地震ハザードを理解する上で重要である。従来、様々な方法で地盤震動特性を定量的にモデル化する試みがなされてきたが、広い範囲で面的に評価するためには AVS30 などの単純化された指標に頼らざるを得なかった。単純でありながらも物理的背景を持つような構造によって面的に評価するためには、実際の地盤震動特性と単純な構造との間の関係を厳密に理解しておく事が望ましい。

本発表では、単純な非減衰 2 層系伝達関数列によって地盤震動特性を級数展開できることを紹介する。厳密な数学的証明も重要ではあるがその詳細は文献に譲る事にして、ここではその概念と簡単なアプリケーションについて述べる。

2. 級数展開の概要

非減衰 2 層系伝達関数列による級数展開では、インピーダンス比に相当するパラメータ r と定義域を定めるパラメータ Ω を持つ基底を用いて任意の L2 関数を一意に展開できる。

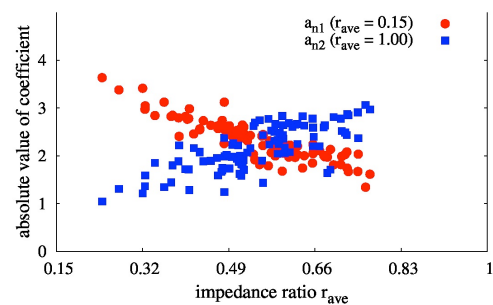
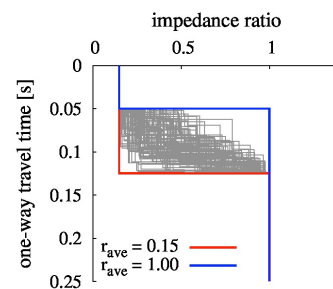
$$f(\omega) = b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n a_n(\omega) + \sum_{n=1}^{\infty} d_n a_n^*(\omega)$$

$$a_n(r, \omega) = \frac{\sqrt{r}}{\cos(2\pi\omega/\Omega) + ir \sin(2\pi\omega/\Omega)} \quad (n \in \mathbb{N})$$

2 層系でない構造の伝達関数にも適用できるため、級数展開の存在は複雑な地盤震動特性を単純な 2 層系の特性の重ね合わせで表現できることを意味している。

3. 級数展開の係数の意味

級数展開が物理的に意味のある分解となり得るかは直ちに結論できるものではないため、いくつかの数値実験を行う事でその物理的性質を確認した。以下はその一例として、中間層の物性をランダムに構成した水平多層地盤についてその伝達関数を分解した結果である。中間層が均質である 2 つの極端なモデルについて、それぞれに対応する展開係数の絶対値を調べると、中間層の平均インピーダンス比との間により対応が見られた。



参考文献

Goto, Series expansion of complex ground amplifications by a sequence of simple transfer functions, EESD, submitted.