

I-B 348 加振源に近接した複数構造物—地盤系の動的解析法に関する検討

松尾橋梁 正員○河原 裕樹
神戸大学工学部 正員 北村 泰寿

1. まえがき

近接加振源からの入射波動に対する地表剛構造物—地盤系の動的解析を進めてきた。これらの解析では単独または双設構造物の場合を取り扱っているが、それ以上の構造物群の解析は計算機容量、演算時間の面から容易ではない。本研究は、この問題を近似的に解決するために、双設構造物を例にとって繰り返し計算法について検討を加えたものである。

2. 解析手法の概要

図-1に示すように、加振源に近接する双設構造物を考える。受振点の変位 $\{u\}$ は、自由波動場の変位 $\{u^f\}$ と散乱波動場の変位 $\{u^s\}$ の和として得られる。いま、構造物底面中央点の変位を $\{U\}$ とすれば、地盤の複素剛性マトリックス $[K]$ を介して、構造物の運動方程式が次式のように得られる。

$$[M]\{\ddot{U}\} + [K]\{U\} = [K]\{u^f\}_s$$

ここに、下添字 S は双設構造物と地盤の接触面、 $[M]$ は構造物の質量マトリックス、右辺はドライビングフォースである。散乱波動場において、 $[K](\{U\} - \{u^f\}_s)$ を合力とする構造物底面の接触圧分布を境界条件として、応力境界値問題を解けば受振点の変位 $\{u^s\}$ が求まる。なお、複素剛性およびドライビングフォースの計算にはグリーン関数の離散化手法を用いており、その詳細は文献1)に譲る。

複数個の構造物が存在する場合、地盤を介して構造物の振動は連成系となるため、複素剛性、ドライビングフォースの計算には膨大な計算量が必要となる。そこで、双設構造物を例にとって説明すれば、図-2に示すような繰り返し計算を利用する。まず、単独構造物とした場合の接触圧分布 $\{p_A^1\}$ 、 $\{p_B^1\}$ を求め、これを構造物間の相互の影響を考慮して修正する。 $\{p_A^1\}$ による第2構造物底面位置の変位 $\{u_B(p_A^1)\}$ 、 $\{p_B^1\}$ による第1構造物底面位置の変位 $\{u_A(p_B^1)\}$ を求め、これらの変位を0にするように各構造物底面の接触圧分布 $\{p_A^2\}$ 、 $\{p_B^2\}$ を計算する。以下、この計算を繰り返して、各ステップの接触圧を加算すれば連成系としての接触圧分布が得られる。この手法では、単独構造物の混合境界値問題のみを解けばよいので、逆行列等の演算に多大の時間を要しない。なお、この繰り返し法については、複数基礎の複素剛性の計算に対して、文献2)に数学的な定式が与えられている。

3. 近似解析の精度の検

図-3に示す2つのケースの解析モデルに対して、図-2の近似的な取り扱いが妥当かどうか検証する。構造物は辺長10mの立方体で、単位体積重量 1.8tf/m^3 の剛体とする。地盤は半無限弾性体とし、単位体積重量 1.8tf/m^3 、せん断波速度 200m/s 、ポアソン比 $1/3$ とする。また、加振源は鉛直方向の調和点加振で、加振力は 1tf とする。受振点は図-3の測線上、加振源から5mピッチである。なお、構

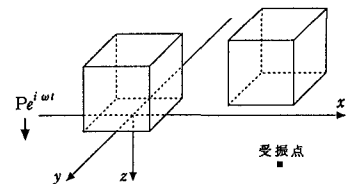


図-1 解析対象

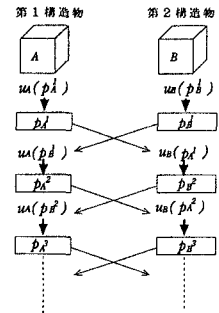


図-2 近似解析

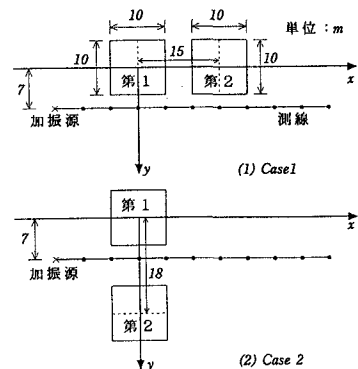


図-3 解析モデル

造物配置の違いが構造物および地表面の応答性状に及ぼす影響については文献3)に報告したので、ここでは近似的な取り扱いの妥当性のみに注目する。

図-4、5は、構造物底面中央点の鉛直および水平 y 方向加速度の周波数応答である。図中、厳密は構造物の振動を連成系として評価したもので、近似は図-2の取り扱いによる。また、1)、2)の数値は図-3に示す構造物の番号を表す。

近似の場合、繰り返し回数は、複素剛性が3回、ドライビングフォースが4回とした。Case2の場合、近似的な取り扱いの精度は良好である。しかし、Case1の場合は精度が悪く、鉛直方向加速度では振動数が高くなるとともに誤差が顕著になっている。

図-6、7は、加振振動数が3Hzと20Hzに対する加速度の距離減衰である。加速度レベルは小さいが、Case1の場合の水平 y 方向加速度の精度が悪い。8Hz、13Hzについても距離減衰を調べたが、水平 y 方向の精度が悪くなっている。

以上より、低振動数では、近似的な取り扱いはほぼ良好である。Case1の誤差については、構造物の配置がいかなる関わりを持つか今後の検討が必要であるが、近似的な取り扱いは有望な方法であると考えられる。

〔文献〕

- 1)北村他：土木学会論文集、第290号、1979.
- 2)Wong, et al : Soil Dyn. Earthq. Eng., Vol.5, 1986.
- 3)河原他：土木学会関西支部年講、1996.

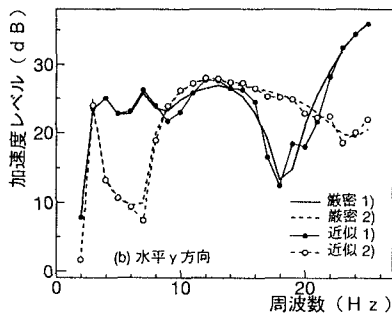
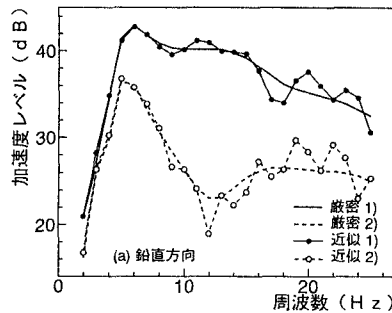


図-4 構造物の応答(Case 1)

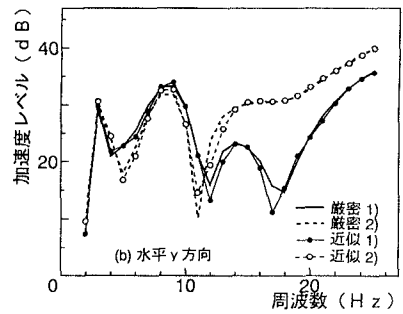
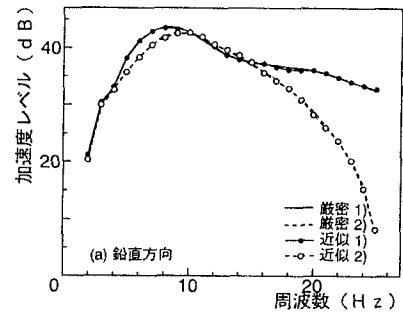


図-5 構造物の応答(Case 2)

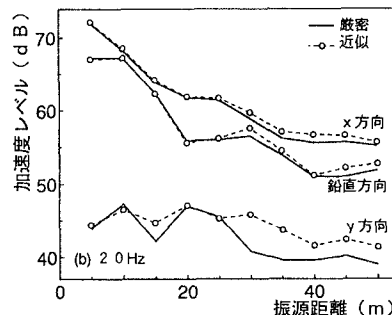
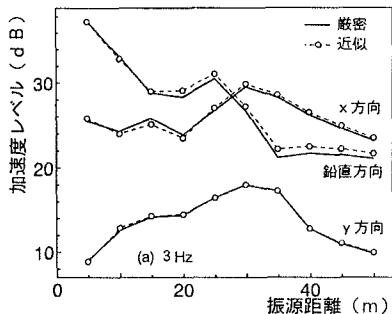


図-6 距離減衰(Case 1)

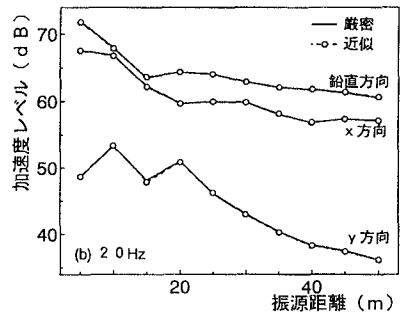
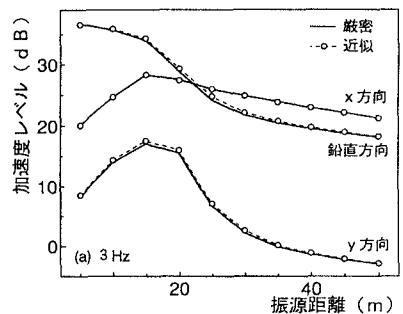


図-7 距離減衰(Case 2)