

I-428

波動入射を受ける地表剛構造物周辺の地中振動

神戸大学 正 ○北村泰寿 (株)鴻池組 石井卓司

1. まえがき

本研究は、半無限弾性地盤上に矩形底面を有する剛構造物が存在するとき、近傍の加振源から入射する波動によって構造物周辺の地盤がいかなる挙動を示すか調べたものである。構造物周辺の地表面振動についてはすでに発表した¹⁾、今回は地中振動について報告する。

2. 解析概要

図-1に示すように、点加振力によって発生する波動が地表面の矩形剛構造物に入射する場合を考える。このとき、地中受振点の変位は、構造物が存在しない自由波動場の変位と構造物の振動によって生じる散乱波動場の変位の和として得られる。問題はこの散乱波動場の変位を求めることに帰着するが、紙面の都合上、解析手順については文献1)に譲る。

ところで、波動理論に基づいて誘導される表面点加振力による変位解は、波数に関する無限積分で表わされる。このため、多数点の変位を求める場合、演算コストの増大が大きな障害となる。本研究では、変位解をBoussinesqおよびCerrutiの解を動的な場合に拡張した形で表わし、動的寄与項を多項式で近似化する方法を採用した。これによって、実用上問題のない精度で変位を計算することができ、大幅な演算コストの節減を図ることができた。なお、この多項式近似の詳細については文献2)に譲る。

3. 計算結果と考察

計算条件として、図-1に示すように、構造物はx軸に関して対称、加振点はx軸上に存在するものとし、鉛直加振問題を取り扱う。また、構造物の形状は立方体 ($b/c=1$, $h/c=1$)、地盤のポアソン比は $\nu=1/3$ 、加振点から構造物底面中央点までの距離は $r/c=3$ とする。計算結果は、紙面の都合上、鉛直変位成分の振幅について図示する。

1) 構造物および地表面の振動数応答

参考のため、文献3)より、構造物底面中央F点と構造物前後の地表面x軸上のA、B点の無次元振動数 $\alpha_0 (= \omega c / V_s)$ に対する応答曲線を図-2、3に示す。図中、構造物と地盤の密度比が $\rho_0/\rho=0$ のケースは無質量剛板の応答を表わす。高振動数域では、無質量剛板の応答から、入射波動に対する構造物のローパス・フィルタ効果が顕著であることがわかる。また、このローパス・フィルタ特性は、後方の地表面振動において、高振動数成分を遮断するという特性も有すると言える。

2) 地中鉛直断面および水平断面における等振幅曲線

図-4は、x軸を通る鉛直断面における鉛直変位の等振幅線を描いたものである。まず、無質量剛板の応答と自由波動場の応答を比較するとき、 $\alpha_0=0.5$ では両者の間にほとんど差異はないが、 $\alpha_0=2.5$ では構造物後方の地表面に近い部分で振動遮断特性が認められる。一方、有質量剛基礎 ($\rho_0/\rho=1$) の場合、 $\alpha_0=0.5$ では構造物周辺で変位が大きくなっている。図-2に構造物の水平変

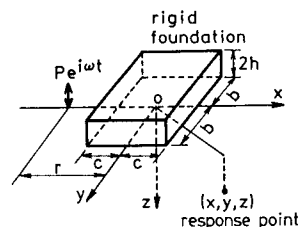


図-1 解析モデル

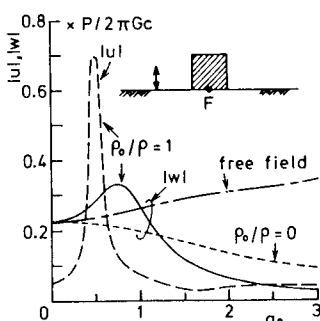


図-2 構造物の振動数応答

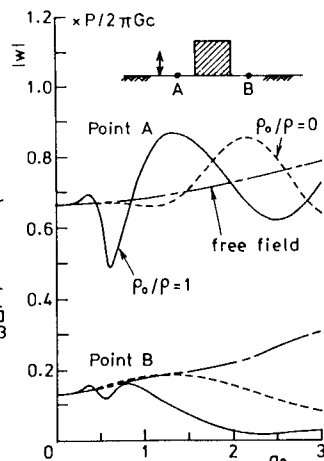


図-3 地表面の振動数応答

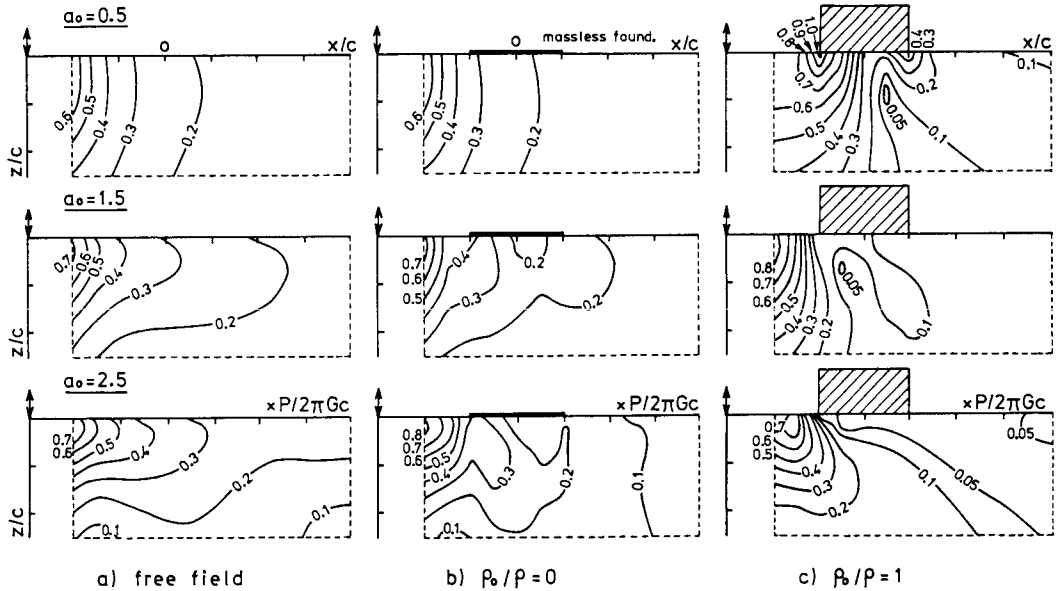


図-4 鉛直変位の等振幅曲線（鉛直断面）

位(u)の共振曲線を示してあるが、 $\alpha_0 = 0.5$ は水平・ロッキング連成振動の共振点に当たっている。また、 $\alpha_0 = 1.5$ と 2.5 では、構造物前端から後方にかけて深さにかかわらず振動遮断効果が現われる傾向となっている。

図-5は、 $z/c = 0$ （表面）、1, 2 なる深さでの水平断面における鉛直変位の等振幅曲線を描いたものである。なお、 $z/c = 1, 2$ に対しては、自由波動場の変位と有質量基礎が存在するときの変位を重ねて図示してある。全体的に、振動遮断の領域が構造物側方から後方へ広がる傾向¹⁾は地中でも生じているようであるが、 $z/c = 2$ の深さでは自由波動場の変位と大差がない。

4. あとがき

今後は、実際の構造物-地盤系に近づけるため、地盤の粘性、多層性等を考慮するとともに、構造物の根入れの影響についても検討する必要がある。

参考文献 1) 北村：土木学会論文集，No.386，1987. 2) 北村：建設工学研究所報告，No.29，1987. 3) 前田・北村：土木学会関西支部年講，1987.

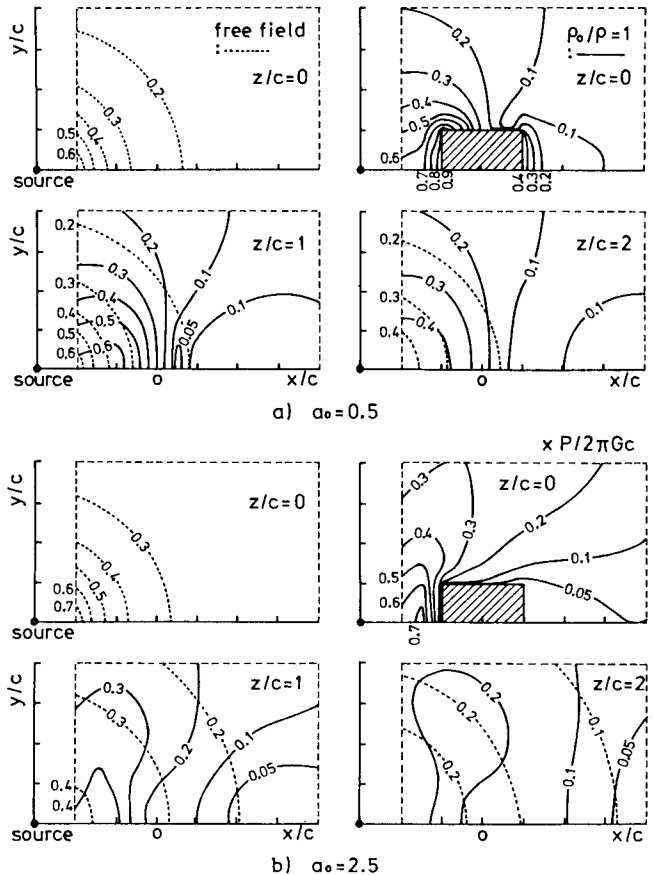


図-5 鉛直変位の等振幅曲線（水平断面）