

地表面上の矩形剛基礎を介した振動伝達特性

神戸大学 正 北村泰寿 学○前田昌彦
住友重機工業 正 檜垣孝二

1. まえがき 本研究は、波動の伝播経路に介在する剛構造物によつて振動伝達特性が受ける影響について、前報(昭和60年当支部年講)の二次元モデルを三次元モデルに拡張して調べたものである。

2. 解析手法 図-1に示す座標系において、点加振力によつて発生する波動が半無限弾性地盤上の矩形剛基礎に入射する場合を考える。なお、剛基礎は x 軸に関して対称であり、加振点は x 軸上に存在するものとする。

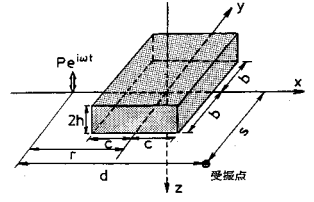


図-1 解析モデルと座標系

受振点の変位ベクトル $u(x, y, 0)$ は、自由波動場と散乱波動場の変位ベクトル $u^f(x, y, 0)$, $u^s(x, y, 0)$ を重ね合わせたものとして次式のように与えられる。

$$u(x, y, 0) = u^f(x, y, 0) + u^s(x, y, 0) \quad (1)$$

この解析手順の概要を図示したものが図-2で、上式の $u^s(x, y, 0)$ はステップ1~5の手順によって求められる。

いま、 $u^s(x, y, 0)$ ($|x| \leq c, |y| \leq b$) を Thau¹⁾ の提案に基づいて次式のように分解する。

$$u^s(x, y, 0) = u^p(x, y, 0) + u^r(x, y, 0) \quad (2)$$

ただし、 $u^p(x, y, 0) = -u^f(x, y, 0)$, $u^r(x, y, 0) = \bar{u}^r(x, y)$ ($\bar{u}^r$ は剛基礎の応答変位ベクトル) である。このとき、剛基礎底面の複素剛性マトリックス K を介して、剛基礎の運動方程式が得られる。

$$M \ddot{u}^r + K u^r = -P^p \quad (3)$$

ただし、 P^p は $P^p = -K u^f$ ($|x| \leq c, |y| \leq b$) で与えられるドライビングフォースである。また、 M は剛基礎の質量マトリックスである。つぎに、散乱波動場において、 $K u^r + P^p$ を与える剛基礎底面の接触圧を境界条件とする応力境界値問題を解けば受振点の $u^s(x, y, 0)$ が求められる。

ところで、図-2b)に示すように、剛基礎底面の複素剛性が必要となる。本研究では、剛基礎と地盤の接触面を有限個の要素に分割する文献2)の方法を利用した。

3. 計算結果 本研究では、地盤のポアソン比を $1/3$ 、加振点から剛基礎中央点までの距離を $r/c = 3$ とした。まず、図-3は、剛基礎の高さ/幅比、奥行き/幅比を一定 (h/c

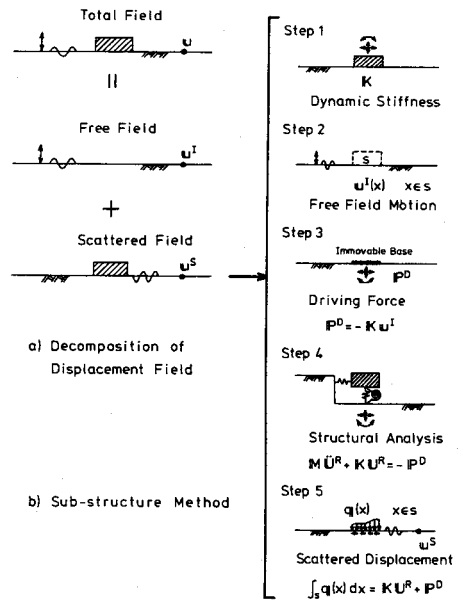


図-2 解析手法の概要

Yasutoshi KITAMURA, Masahiko MAEDA, Kōji HIGAKI

$=1.0$, $b/c=1.0$)として, 剛基礎の応答 $\mathbf{U}^R = \{U, V, \Psi\}$ を示したものである。なお, 同図の横軸 α_0 は無次元振動数 $\omega c/\sqrt{s}$ ($\sqrt{s}$ は地盤の横波速度) を意味する。同図より, 各変位成分とも共振点が現われているが, 鉛直成分の応答変位は他に比べて

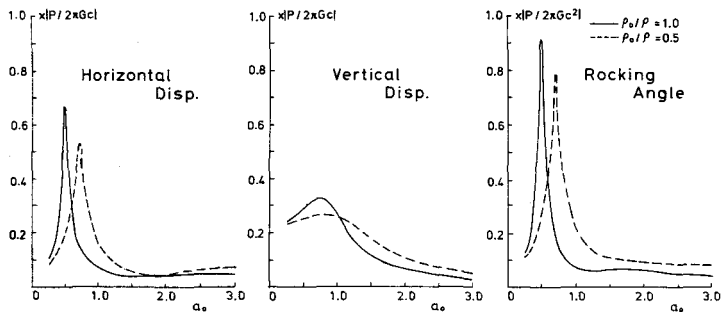


図-3 剛基礎の応答 ($h/c=1$, $b/c=1$)

小さい。ここには図示していないが, 鉛直複素剛性の虚部が他の振動モードの複素剛性の虚部に比べて相当大きくなっている。すなわち, 鉛直振動に対しては地盤の遠散減衰効果が大きくなるためと考えられる。

図-4は, 図-1の $(d/c, \beta/c) = (1, 0)$ および $(5, 0)$ なる受振点における鉛直変位の振動数応答を図示したものである。剛基礎の前方 $(1, 0)$ では, 剛基礎が存在しない場合に比べて応答変位は大きく変動しており, 剛基礎

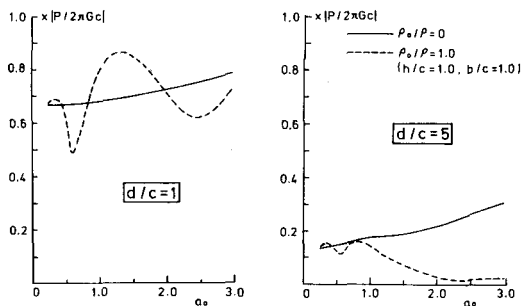


図-4 受振点の鉛直変位

の後方 $(5, 0)$ では, 低振動数領域を除いて振動は遮断される傾向がみられる。参考のため, 1例だけはあるが, 剛基礎と地盤の密度比 ρ_0/ρ および剛基礎の高さ/幅比 h/c を変化させたときの受振点の鉛直変位の振動数応答を図-5に示す。また, 図-6は, 剛基礎の奥行き/幅比が $b/c=2$ のときの受振点の鉛直変位の振動数応答を示したものである。同図より, 奥行き/幅比が大きくなれば, とくに低振動数領域の応答が影響を受ける傾向となっている。以上の傾向は, 紙面の都合上省略した水平変位成分においてもみられる。この結果も兼ね, 詳細については講演時に譲る。

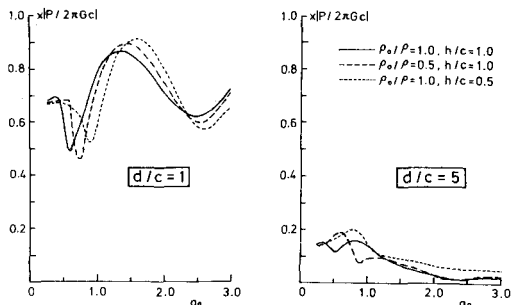


図-5 受振点の鉛直変位
(剛基礎の密度および高さの影響, $b/c=1$)

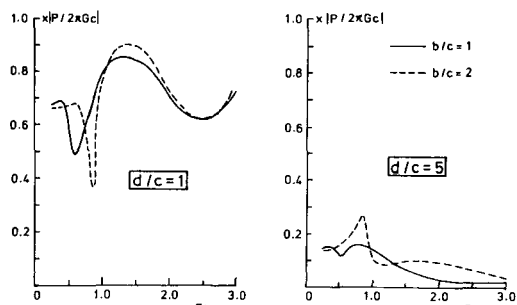


図-6 受振点の鉛直変位
(剛基礎の奥行きの影響, $\rho_0/\rho=1$, $h/c=1$)

文献 1) Thau, S.A. : J. Appl. Mech., Vol. 34, ASME, 1967. 2) 北村他: 土学論, 第290号, 1979.