

I - 594

近接加振源からの波動水平入射角が構造物－地盤系の応答に及ぼす影響

神戸大学工学部 正 北村泰寿 神戸大学大学院 学○田中宏治

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取り扱った一連の研究では、近接加振源が構造物の対称軸線上に存在する。本研究では、加振源が構造物の対称軸線上から外れた場合、波動の水平入射角が構造物およびその周辺地表面の振動特性に及ぼす影響を及ぼすか調べたものである。

2. 解析概要

図－1に示す解析モデルにおいて、点加振力によって発生する波動が半無限弾性地盤上の矩形剛構造物に入射する場合を考える。受振点の変位 $\{u\}$ は、構造物が存在しない自由波動場の変位 $\{u^f\}$ と構造物の振動によって生じる散乱波動場の変位 $\{u^s\}$ の和として得られるが、問題は変位 $\{u^s\}$ を求めることである。いま、文献1)の提案に基づいて、 $\{u^s\}$ を変位 $\{u^D\}$ と $\{u^R\}$ に分けるとき ($\{u^s\} = \{u^D\} + \{u^R\}$)、これらの変位は次式の条件を満たすものとする。

$$\{u^f\}_s + \{u^D\}_s = 0 \quad \text{--- (1)} \quad \{u^R\}_s = \{U^R\} \quad \text{--- (2)}$$

ここに、下添字Sは構造物と地盤の接触面 ($2c \times 2b$)、 $\{U^R\}$ は構造物の応答変位である。このとき、構造物底面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。

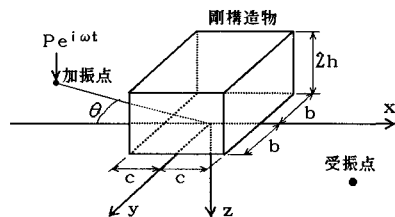
$$[M]\{\ddot{U}^R\} + [K]\{U^R\} = -\{P^D\} \quad \text{--- (3)} \quad \{P^D\} = -[K]\{u^f\}_s \quad \text{--- (4)}$$

ここに、 $[M]$ は構造物の質量マトリックス、 $\{P^D\}$ はドライビングフォースである。

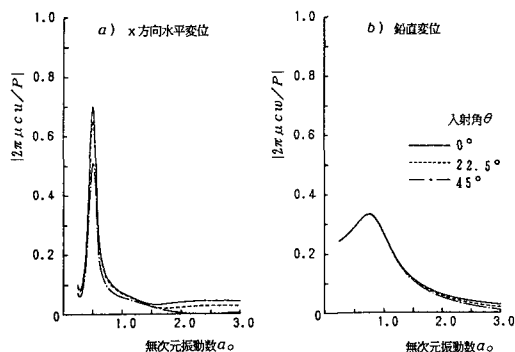
つぎに、散乱波動場において、 $[K]\{U^R\} + \{P^D\}$ を合力とする構造物底面の接触圧分布を境界条件として、応力境界値問題を解けば受振点の変位 $\{u^s\}$ が求まる。なお、構造物底面の複素剛性が必要となるが、ここでは文献2)の数値解法を利用した。

3. 計算結果と考察

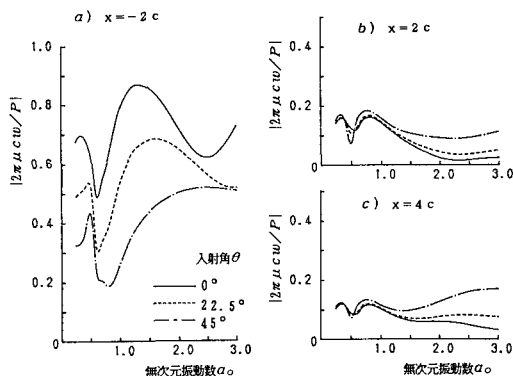
本研究では、構造物は立方体 ($b/c = 1$, $h/c = 1$) とする。加振源は鉛直点加振力とし、加振点から構造物底面の中心点までの距離を $3c$ とする。また、地盤のポアソン比を $1/3$ 、構造物と地盤の密度比を 1.0 とする。図－2は、構造物底面中央点の x 方向水平変位と鉛直変位の周波数応答である。図－3は、構造物前後の x 軸上の受振点における鉛直変位の周波数応答である。いずれも、加振点から構造物への波動入射角の変化が変位の周波数応答に及ぼす影響を見たもので



図－1 解析モデルと座標系



図－2 剛構造物の変位応答

図－3 x 軸上の受振点の鉛直変位応答

ある。なお、横軸 a_0 は無次元振動数 $\omega c/V_s$ (ω は加振円振動数、 V_s は地盤の横波速度) である。図-2 より、x 方向水平変位は $a_0 = 0.5$ 、鉛直変位は $a_0 = 0.75$ 付近に共振点が表れている。図示していないが、y 方向水平変位でも $a_0 = 0.5$ が共振点である。また、x 軸回り、y 軸回りのロッキング振動は水平振動と連成しているため、共振点は水平変位と同じである。図-3 において、構造物前方の変位は波動入射角の影響を著しく受けている。一方、構造物後方では、低振動数の応答は入射角の影響を受けていないが、高振動数では差異が生じている。構造物による振動の遮断特性を同一受振点で評価する場合、斜め方向から入射の方が遮断効果が低くなることを示している。

図-4、5 は、構造物周辺地表面の鉛直変位振幅を構造物が存在しない自由波動場のそれで除した、振幅比の等高線を描いたものである。 $a_0 = 0.5$ では、構造物の水平・ロッキング連成振動の共振の影響を受けて、構造物周辺では増幅が見られる。一方、 $a_0 = 1.5$ では、構造物後方で振動遮断が生じており、波動入射角の変化とともに遮断ゾーンが移動する様子を知ることができる。波動入射角に対する鉛直変位の振幅比等高線の変化は単純であるが、x 方向、y 方向水平変位のそれはやや複雑な様相を呈している。これらの振幅比等高線については、講演時に示す。

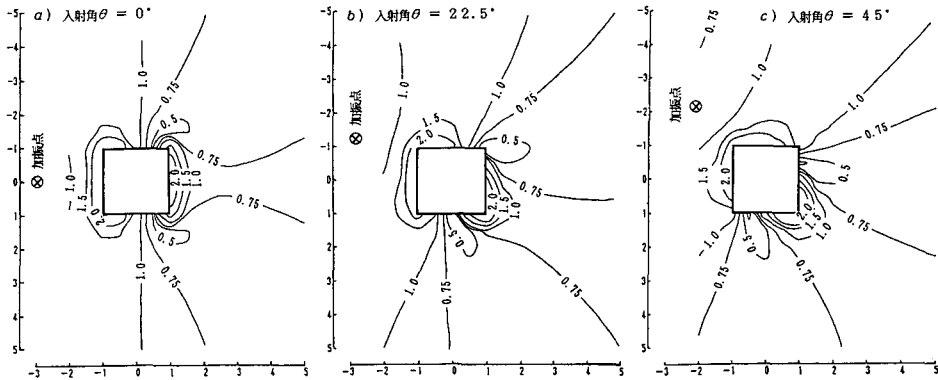


図-4 鉛直変位の振幅比等高線図 ($a_0=0.5$)

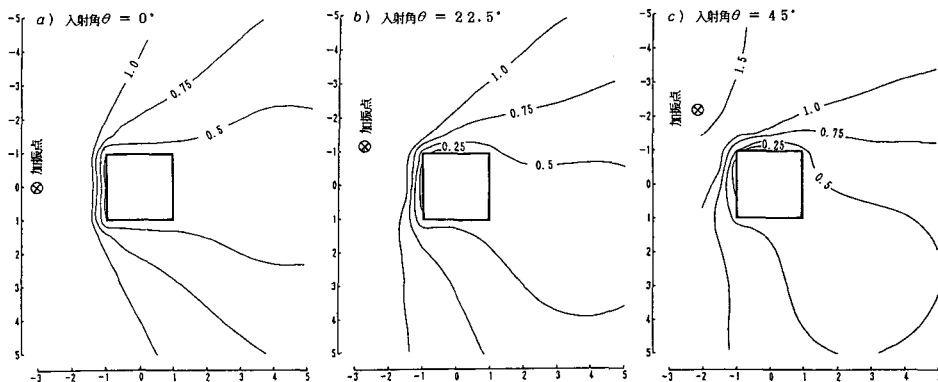


図-5 鉛直変位の振幅比等高線図 ($a_0=1.5$)

4. あとがき

本研究は、加振源が移動するとき、加振源近傍の構造物とその周辺の地盤がいかなる周波数応答特性を示すかに注目したものである。今後は、実際問題に近づけるため、構造物形状や地盤条件等を変化させて、振動遮断効果などを調べる必要がある。

文献 1)Thau: J. Appl. Mech., Vol. 34, ASME, 1967. 2)北村・桜井: 土木学会論文集, 第290号, 1979.