

溝による振動遮断特性に関する一考察

J R 四国 正〇兼田匡章 神戸大学 学 網野秀生 同 正 北村泰寿

1. まえがき 本研究は、二次元半無限弾性体の内部加振解¹⁾を利用して、境界要素法により空溝の振動遮断効果を調べたものである。半無限弾性体に対する基本解を用いる場合、解は表面の境界条件を満足しているため、境界積分方程式の離散化は溝の部分のみを対象とすればよい。本研究では、溝後方の応答を振幅スペクトルで示し、周波数特性の面から溝の振動遮断特性を評価する。

2. 解析手法の概要 図-1に示すように、空溝を有する等方均質の半無限弾性体において、表面に調和分布加振力が作用するときの表面の変位を求める。いま、二次元平面ひずみ問題として取り扱うとき、支配方程式は次式のように与えられる。

$$\mu u_{i,jj} + (\lambda + \mu) u_{j,ji} = \rho \omega^2 u_i \quad (i, j=1, 2) \quad (1)$$

ここに、 u_i は i 方向の変位ベクトル、 λ , μ は Lamé の定数、 ρ は密度、 ω は円振動数である。

表面および溝での境界条件を考慮すれば、半無限弾性体に対する基本解を用いた境界積分方程式が、溝部 Γ において次式のように誘導される。

$$\frac{1}{2} u_i(b_0) + \int_{\Gamma} W_{ij}(b_0, b) u_j(b) d\Gamma(b) = U_{ij}(b_0, c) P_j(c) \quad \text{on } \Gamma \quad (2)$$

ここに、 b_0, b は溝の座標、 c は表面加振源の座標、 P_j は j 方向の加振力、 U_{ij} , W_{ij} は半無限弾性体に対する変位、応力基本解である。

また、表面の d 点においては次式が成り立つ。

$$u_i(d) + \int_{\Gamma} W_{ij}(d, b) u_j(b) d\Gamma(b) = U_{ij}(d, c) P_j(c) \quad (3)$$

本研究では、文献1)の解を利用するために、式(2)および式(3)の離散化には一定要素を用いる。地表面変位は、式(3)の離散化式に式(2)で求めた溝変位を代入すれば得られる。

3. 計算結果と考察 本研究では、地盤の物理定数として次の値を用いる。

$$\rho = 0.002 \text{ gf} \cdot \text{s}^2 / \text{cm}^4, \quad \mu = 800 \text{ kgf} / \text{cm}^2, \quad \nu = 1/3$$

また、加振力は、 $P = 500 \text{ kgf/m}$ とし、加振振動数は $5 \sim 50 \text{ Hz}$ とする。溝に関する諸元として、図-2に示すパラメータを用いる。図-3～6に計算結果を示すが、図-3、4および図-6では加振源中心から $X = 18.0 \text{ m}$ 点の変位、図-5では $X = 24.0 \text{ m}$ 点の変位を示している。なお、溝の幅 W は全ての場合において 1.0 m とする。

図-3は振動遮断に及ぼす溝の深さの影響を調べたものである。溝が深くなれば、低振動数域においても遮断効果が現れている。また、振幅が溝がない場合の $1/2$ に減少するときの振動数はそれぞれ 10 Hz 、 22 Hz 付近であり、これらに対応する溝の深さ/S波波長比は両者ともほぼ $1/3$ となっている。一般に、振幅が溝なしの場合の $1/2$ になる溝の深さ/S波波長比は約 $1/4$ と言われているが、図-3の結果ではこれより深い溝を必要としている。

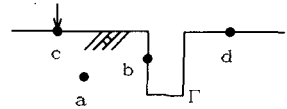


図-1 解析モデル

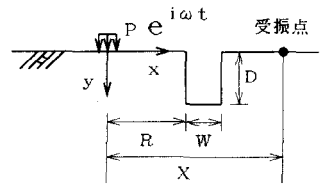


図-2 溝のパラメータ

図-4は溝の位置による影響を調べたものである。20Hz以下の振動数域では溝が振源に近い方が効果的であるが、20Hzより大きくなれば溝の位置による違いはあまり見られない。

図-5は、溝の本数による影響を調べたものである。振動数が25Hz付近より小さいときには、溝を2本に増やしても遮断効果の増加はそれほど期待できないが、25Hz以上の振動数では溝を2本にしたことによる遮断効果が現れている。また、溝1本のときの $X=24.0\text{m}$ 点の応答と図-3における同じ溝深の $X=18.0\text{m}$ 点のそれを比較すると、 $X=24.0\text{m}$ 点の応答では低振動数域でも遮断効果が現れているが、 $X=18.0\text{m}$ 点のそれでは逆に溝のない場合より振幅が増加している。これより、溝による遮断特性は溝から測点までの距離によって異なるため、遮断効果の評価には測点が関係することがわかる。

図-6は、水平加振による水平変位について、溝の位置による影響を調べたものである。同図より、振動数が30Hzより大きくならなければ遮断効果は現れていない。また、溝の位置による遮断効果にはそれほど差異は見られない。

なお、紙面の都合上、鉛直加振による鉛直変位と水平加振による水平変位の遮断特性のみを示したが、鉛直加振による水平変位および水平加振による鉛直変位の遮断効果については講演時に譲る。

参考文献 1) 北村・網野：建設工学研究所報告，第33号，1991年11月

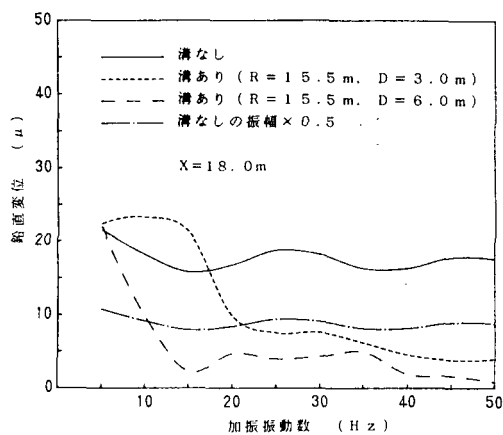


図-3 溝の深さによる影響

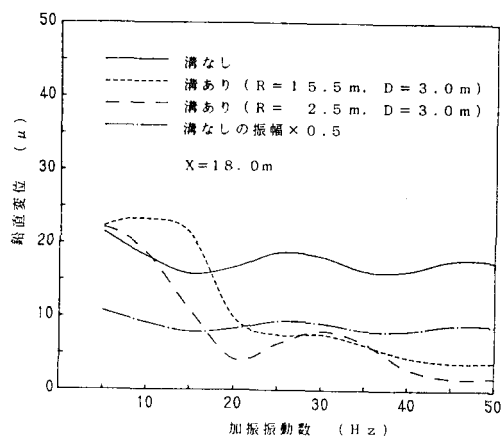


図-4 溝の位置による影響

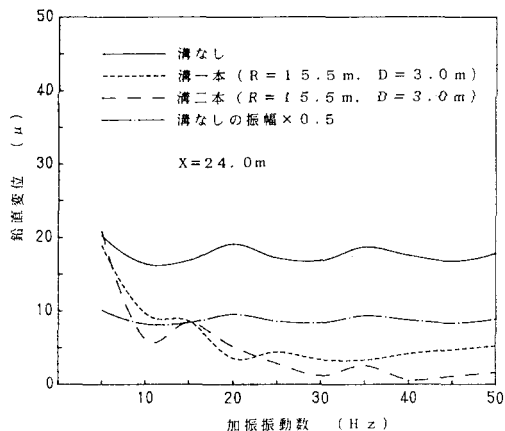


図-5 溝の本数による影響

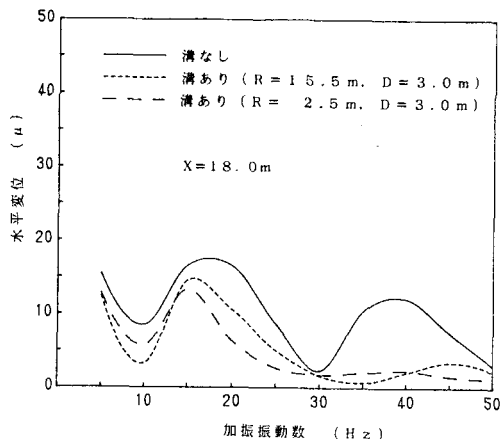


図-6 水平加振に対する遮断効果