

I-217 遮断溝の振動軽減効果に関する時間領域境界要素法解析

J R 四国 正〇兼田匡章 神戸大学 学 植松知也 同 正 北村泰寿

1. まえがき

時間領域境界要素法は過渡応答問題の有効な解析法の一つとしてよく利用されている。この場合、外乱の時刻歴を任意に設定できるため、外乱のパターンが遮断溝の振動軽減効果に及ぼす影響を調べるのに都合がよい。本研究では、パルス状の外乱に対する空溝および防振壁の遮断特性について調べる。

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、表面に時刻歴がパルス状の分布加振力が作用するときの表面変位を求める場合を考える。いま、二次元平面ひずみ問題として取り扱うとき、支配方程式は次のように与えられる。

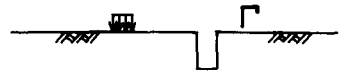


図-1 解析モデル

$$\mu u_{i,jj} + (\lambda + \mu) u_{j,ji} = \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial \tau^2} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 u_i は*i*方向の変位ベクトル、 λ 、 μ はLameの定数、 ρ は密度である。式(1)に重み付き残差法を用いて Gauss の発散定理を適用すると、時間領域における境界積分方程式が次式のように得られる。なお、物体力および初期条件はゼロとする。

$$\frac{1}{2} u_i(x, t) = \int_0^t \int_{\Gamma} \{ u_j^i(y, t; x, \tau) p_j(y, \tau) - p_j^i(y, t; x, \tau) u_j(y, \tau) \} d\Gamma d\tau \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 u_j^i 、 p_j^i は二次元全無限弾性体における時間領域の変位、表面力基本解である。

時間および空間について式(2)の離散化を行うと、つぎの離散化式が得られる。

$$H^1 U^M = G^1 P^M + \sum_{m=2}^M (G^m P^{M-m+1} - H^m U^{M-m+1}) \quad \text{----- (3)}$$

上式の G^m および H^m を求めるに際しては、時間方向の変位、表面力の補間関数はそれぞれ線形、一定、また空間方向の補間関数は変位、表面力ともに一定とする。応力境界条件を代入して式(3)の連立1次方程式を解けば、各時間ステップにおける表面の変位を求めることができる。

3. 計算結果と考察

地盤の物理定数として、 $\rho = 0.002 \text{ gf} \cdot \text{s}^2 / \text{cm}^4$ 、 $\mu = 800 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\nu = 1/3$ なる値を用いる。図-2の境界要素解析モデルにおいて、半無限弾性体表面の打ち切り長は加振源の両側に40m、分割要素幅は1m(溝部分は50cm)、溝の位置は加振源から15m、幅は1m、深さ(*h*)は3mとし、受振点は溝の後方*d*(m)とする。また、分布加振力*p*の時刻歴として図-3に示すような3種類のパルス状を考え、最大加振力を*p* = 1000 kgf/m²、載荷時間長を*T*/2とする。参考のため、時刻歴が1波、1.5波、連続の正弦波加振力に対する解析も行う。

ところで、パルス状の加振力を作用させる場合、伝播波動の周波数を特定できない。このため、溝の有効

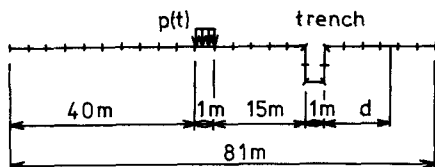


図-2 分割パターンと寸法

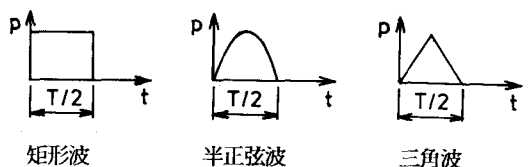


図-3 分布加振力の時刻歴

深さを伝播波動の波長に対して表示できないが、本研究ではパルス状加振力の載荷時間長を半周期と考え(図-3参照)、便宜的に $V_s T$ をS波波長(λ_s)の代用として、近似的な深さ/波長比に対して計算結果を示す。

図-4は半正弦波、矩形波、三角波状パルスの分布加振力が作用するとき、空溝後方の $d=1.5m$ および $8.5m$ 地点での上下変位の最大値を示したものである。同図より、両地点の応答において、それぞれの加振タイプと溝深さに対する振動の減少パターンに特徴的な差異は見られない。

図-5は、図-4の結果を溝のない自由波動場の上下変位に対する比、すなわち倍率で表したものである。同図より、加振タイプによる遮断特性の差異や、溝の深さが低減量に影響を及ぼしていないことが分かる。また、溝の直後の $d=1.5m$ ではほとんど減少していないが、相当後方の $d=8.5m$ では遮断効果が見られる。

図-6は、参考のため、加振力の時刻歴が正弦波状の場合について、継続時間が遮断特性に及ぼす影響を見たものである。半正弦波に対する溝の直後の応答を除いて、正弦波状加振力の継続時間長による大差はない。

つぎに、溝をインピーダンスの低い材料(インピーダンス比が $\alpha=0.32$)で充填した防振壁と、インピーダンスが高い材料($\alpha=10$)で充填した防振壁について、半正弦波状加振力に対する遮断特性を調べたものが図-7である。溝後方 $d=1.5m$ の $\alpha=10$ の防振壁に対する応答において空溝より多少効果が見られる。しかし、 $\alpha=0.32$ の防振壁に対する結果等は従来言われてる現象と合致していない。防振壁の透過の問題とともに、防振壁と地盤の動的相互作用の面からも検討が必要と思われる。

紙面の都合上、水平変位に関する遮断特性は割愛したが、これらについては講演時に示す。

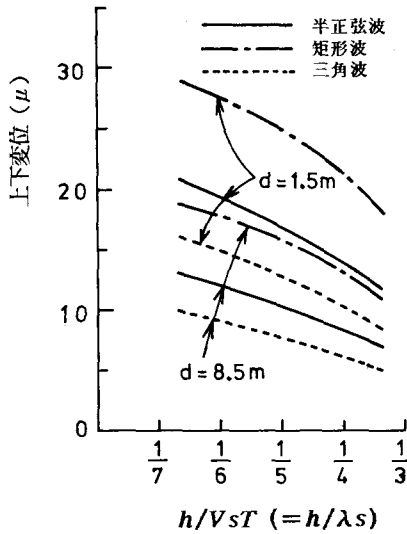


図-4 加振タイプの影響

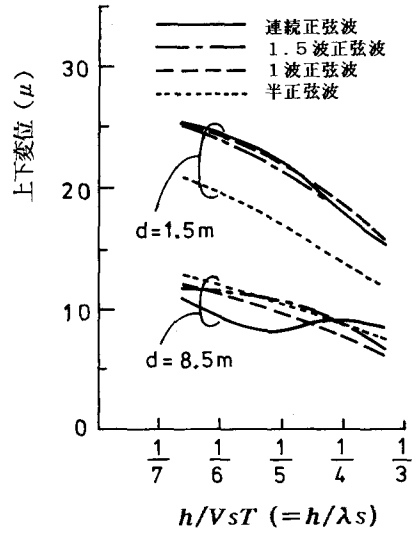


図-6 正弦波継続時間の影響

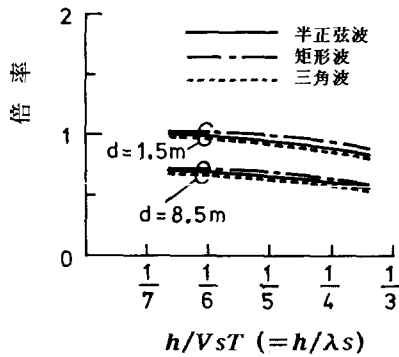


図-5 加振タイプと低減量

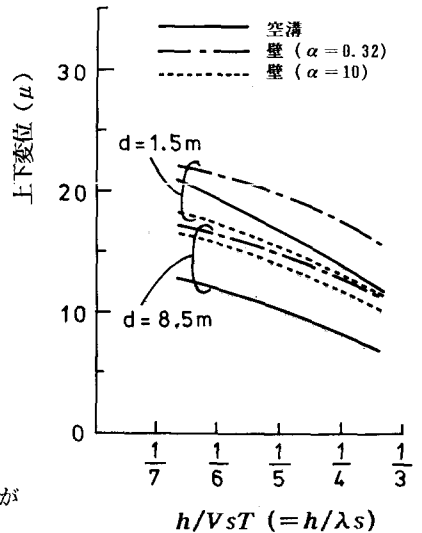


図-7 防振壁と空溝の比較