

I-666

地中防振壁と空溝のハイブリッド構造による振動遮断効果

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○高谷 富也

神戸大学工学部 正会員 北村 泰寿

1. まえがき 人為的な加振源から伝播してくる波動によって発生する振動障害の防止策として、地中防振壁や空溝による振動遮断工がある。前報¹⁾で、空溝の振動遮断問題へ三次元境界要素法を適用し、二次元境界要素法による結果と比較して、空溝の奥行き方向（波動伝播と直角方向）の長さの効果について調べた。この結果を踏まえて、本研究では、地中防振壁と空溝のハイブリッド型の振動遮断工に対して二次元境界要素法を適用し、地中防振壁の地盤に対するインピーダンス比および防振壁と空溝の配置の観点より、振動遮断効果を検討したものである。

2. 解析条件 図-1は防振壁と空溝で構成されるハイブリッド型の振動遮断工の一つの例で、ハッチング部分が防振壁である。この場合を「防振壁+空溝」と称し、空溝と防振壁の位置を逆にした場合を「空溝+防振壁」と呼ぶことにする。また、比較のため遮断工が幅2Wの防振壁のみの場合と空溝のみの場合の結果を「防振壁」、「空溝」と記して図示する。

防振壁は弾性体とし、防振壁と地盤の間には滑りは生じないものとする。また、防振壁の剛性を表すパラメータとして、次式に示す防振壁の地盤に対するインピーダンス比 α を導入する。

$$\alpha = \frac{\rho_B V_B}{\rho_s V_s} \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 ρ_B 、 ρ_s は防振壁および地盤の密度、 V_B 、 V_s は防振壁および地盤の横波の伝播速度である。

地盤は一様地盤であるとして、つぎのような地盤条件を仮定した。

密度：1.96 tf/m³、せん断弾性係数：800 kgf/cm²、ポアソン比：1/3

このとき、横波の伝播速度は $V_s=200$ m/sとなる。加振源については、1m幅に鉛直方向に等分布加振力 $P=1$ tf/m²が作用するものとした。また、遮断工の位置および寸法は、図-1において、 $R=15$ m、 $D=3$ m、 $W=0.5$ mとした。

振動遮断効果を判断する基準として、次式で定義する減衰率を導入する。

$$\text{減衰率} = \frac{\text{振動遮断工が存在する場合の変位}}{\text{半無限地盤の変位}} \quad \dots\dots(2)$$

上式より、減衰率が1より小さければ、遮断効果ありとみなせる。

3. 解析結果 図-2は、加振周波数が15、20、25Hzのとき、インピーダンス比が $\alpha=0.1$ の場合について、加振源からの距離に対する鉛直変位の減衰率の変化を示したものである。図-3は、インピーダンス比が $\alpha=10$ の場合について同様の図を描いたものである。一般に、空溝の振動遮断効果は、溝の深さが伝播する波長の1/4のとき、溝の後方で約1/2になると言われている²⁾。本研究の場合、 $V_s=200$ m/sより計算して、遮断効果が期待できる周波数は16.7Hzとなる。このため、振動遮断効果の面からの考察としては、加振周波数20、25Hzの場合が中心となり、15Hzの結果は参考程度の意味で図示した。

図-2より、防振壁のみの場合が他と若干異なる傾向を示しているが、各ケース間の差異は小さい。防振壁のみの場合、壁体を通過する波動成分が重畳するため、空溝のみに比べて遮断効果が低下するもの

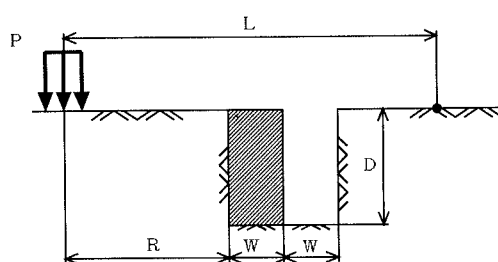
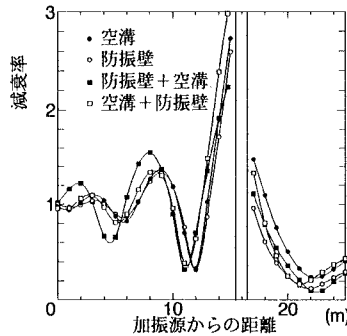


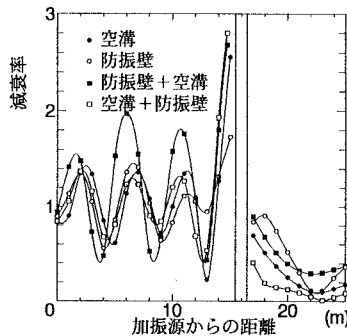
図-1 防振壁+空溝モデル

と考えられる。また、空溝の遮断効果を溝底で浅の表面波の遮断³⁾と考えるなら、ハイブリッド型では防振壁の位置によって遮断のメカニズムが異なるはずである。例えば、防振壁+空溝は、防振壁部分で波動の性質が多少変わるものの空溝の場合と類似の傾向と考えるのが妥当であろう。一方、空溝+防振壁では、空溝で遮断された後の回折波が防振壁へ入射するメカニズムとなるため、遮断効果が期待できる形式と思われるが、今後さらに検討を進めたい。

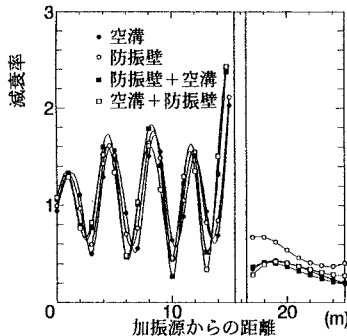
一方、防振壁のインピーダンス比が高い場合、インピーダンス比が低い場合よりも遮断効果は低くなると言われている。図-3の結果も、概ね同様の傾向を示している。とくに、防振壁のみの場合、遮断効果が低いため遮断工前面への反射も小さくなっている。インピーダンス比 $\alpha=10$ はコンクリートのような構造物を想定しているが、防振



(a) 15 H z

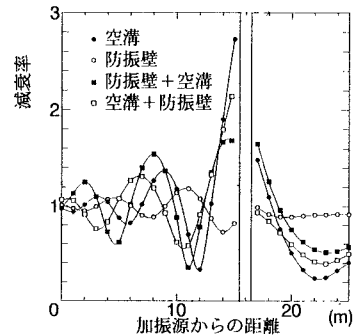


(b) 20 H z

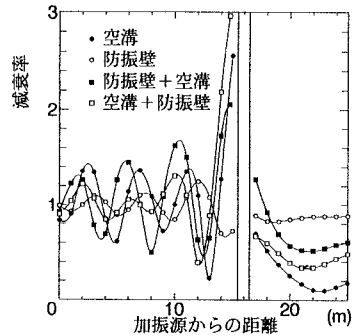


(c) 25 H z

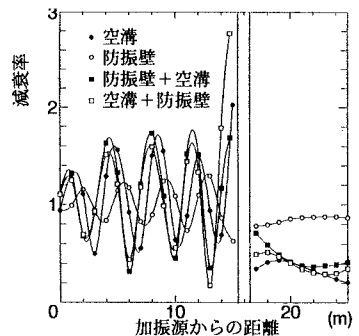
図-2 減衰率の比較
($\alpha = 0.1$)



(a) 15 H z



(b) 20 H z



(c) 25 H z

図-3 減衰率の比較
($\alpha = 1.0$)

壁については波動の透過現象のみではなく、地盤との動的相互作用問題にも留意しなければならない。したがって、図-2で述べた遮断メカニズムに防振壁と地盤の動的相互作用効果を重畳するので、遮断工の効果が低減する方向へシフトしていると考えられる。

4. あとがき 本研究では、防振壁と空溝を組み合わせたハイブリッド型の振動遮断工の効果について調べた。ハイブリッド型の遮断工については種々の形式が考えられることは言うまでもない。例えば、インピーダンス比の低い材料をインピーダンス比の高い材料で挟むタイプ、その逆のタイプなどである。また、ハイブリッド型でも、遮断工の位置、寸法などが遮断効果に及ぼす影響も十分検討する必要があるだろう。

参考文献 1)高谷・北村：土木学会第49回年次学術講演会概要集、1-B、1994。 2)鈴木・石垣：地震、Vol. 11、1959。 3)吉井：地震、Vol. 24、1971。