

片山ストラテック 正○篠田 知哉
神戸大学工学部 正 北村 泰寿
兵庫県公害研究所 住友 聡一

1. まえがき

従来から、溝による振動遮断効果を実験的あるいは解析的に調べる際、溝近傍には構造物が存在しない地盤モデルを考えている。本研究では、現実的な状況を想定して、加振源から構造物への波動伝播経路に溝を掘削すれば、構造物およびその周辺地表面の応答はいかなる変化を生じるか検討した。

2. 解析手法

図-1 に示すように、加振源から波動が溝を介して地表面の剛構造物に入射する解析モデルを考える。この波動場（全体波動場）を、図-2 のように自由波動場と散乱波動場に分ける。このとき、図-1 の測点の変位 $\{u\}$ は、自由波動場の変位 $\{u^f\}$ と散乱波動場の変位 $\{u^s\}$ の和として得られる。

いま、変位 $\{u^s\}$ を変位 $\{u^D\}$ と $\{u^R\}$ に分けるとき、これらの変位は次式の条件を満たすものとする。

$$\{u^f\}_s + \{u^D\}_s = 0, \quad \{u^R\}_s = \{U^R\}$$

ここに、下添字 S は構造物と地盤の接触面、 $\{U^R\}$ は構造物底面中央点の応答変位である。このとき、構造物底面の複素剛性 $[K]$ を介して、構造物の運動方程式が次式のように与えられる。

$$[M]\{\ddot{U}^R\} + [K]\{U^R\} = -[K]\{u^D\}_s$$

ここに、 $[M]$ は構造物の質量、右辺はドライビングフォースである。

散乱波動場において、 $[K](\{U^R\} + \{u^D\}_s)$ を合力とする構造物底面の接触圧を境界条件として、応力境界値問題を解けば測点の変位 $\{u^s\}$ が求まる。なお、構造物底面の複素剛性、ドライビングフォースを求める混合境界値問題の解析には、グリーン関数離散化手法の考え方をを用いた。

また、自由波動場および混合境界値問題などの溝を有する半無限地盤の加振問題は解析的に解けない。本研究では、全無限弾性体に対する基本解を用いた直接境界要素法によって数値解析した。

3. 計算条件

加振源、溝、構造物の位置関係は図-3 のように2つのケースを考える。溝の幅は1m、深さは3m、加振力は1tf/m²とする。地盤、構造物の諸量はつぎのような値とする。

地 盤： $\gamma = 2.0 \text{ tf/m}^3$ 、 $V_s = 200 \text{ m/s}$ 、 $\nu = 1/3$

構造物： $\gamma = 2.0 \text{ tf/m}^3$ 、高さ×幅 = 10m×10m

境界の要素分割は、地表面の分割幅1.0m、溝部分は0.5mとし、境界全長は加振源から左へ70m、右へ90mとする。地表面の測点は、図-3 に示すA、B、C、D点である。

4. 結果とその考察

構造物の応答を図-4 に、地表面の応答を図-5～9 に示

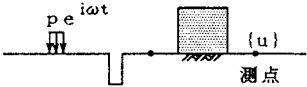


図-1 解析モデル

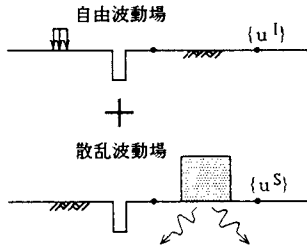


図-2 波動場の分解

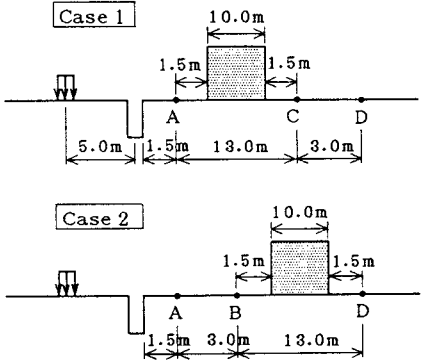


図-3 計算モデル

す。なお、図-5～9には溝、構造物のない地盤（半無限と表示）、溝のみの地盤（溝と表示）、構造物のみの有る地盤（剛体と表示）、溝と構造物の両者が存在する地盤（溝・剛体と表示）の応答を図示した。

図-4より、構造物位置、溝の有無は鉛直応答にほとんど影響を及ぼしていない。しかし、水平応答では、溝の有る場合、ピーク振動数が構造物位置によって変化している。これは、溝の存在によって溝のないときの複素剛性とドライビングフォースが変化したものと解釈できる。

図-5、7、8より、構造物前方では剛体のみの場合の応答は半無限の応答の回りに、溝・剛体の場合の応答は溝のみの場合の応答の回りに変動する傾向となっている。前者の傾向については、筆者らの既報の論文でも触れているが、構造物からの反射波動の重畳によるものである。溝・剛体の場合の応答は溝のみの場合の応答よりも増幅しており、とくに図-7では顕著である。これらの結果は、溝による振動遮断の効果を判断するとき、近接構造物の影響を考慮しなければならないことを示唆している。

図-6、9より、構造物後方の応答では、溝・剛体の場合の応答は剛体のみの場合の応答と大差なく、溝・剛体の場合には図-4に示した構造物のピーク応答の影響が見られる程度である。溝・剛体の場合の応答は溝のみの場合の応答より小さく、構造物の存在によって溝の振動遮断効果を過大評価する恐れがある。

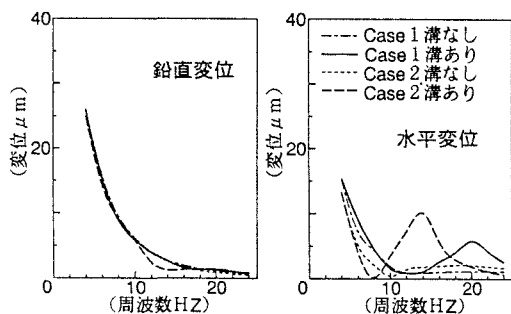


図-4 構造物の応答

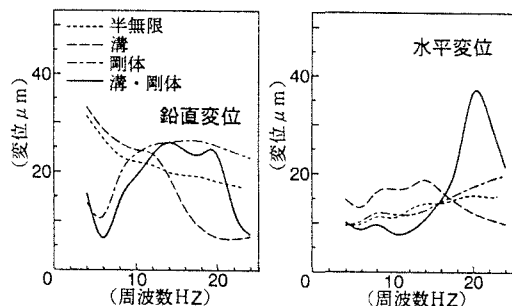


図-5 Case 1のA点の応答

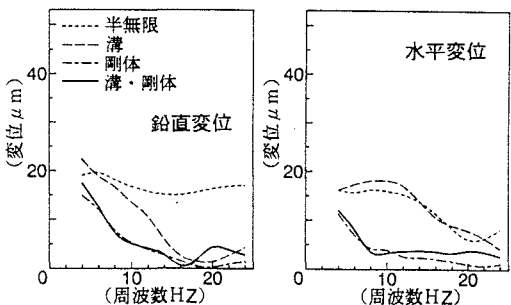


図-6 Case 1のC点の応答

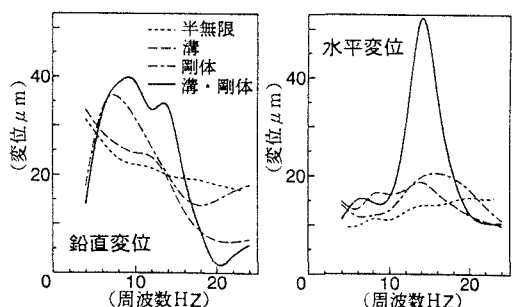


図-7 Case 2のA点の応答

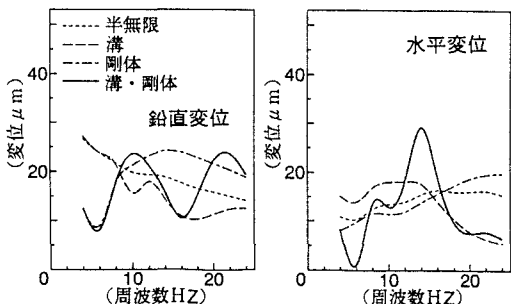


図-8 Case 2のB点の応答

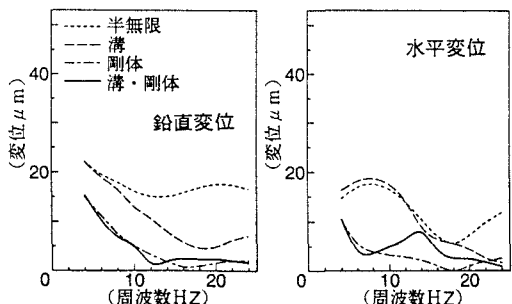


図-9 Case 2のD点の応答