

I - B384

移動加振源による盛土軌道周辺地盤の振動解析

東洋建設

正会員 合田 和哉

岡山大学環境理工学部

正会員 竹宮 宏和

松尾橋梁

正会員 小森 大資

1. はじめに 著者らは、車両走行などの人工振動源の移動による地盤内の波動伝播性状の解明・予測を目的として、移動加振問題に関する研究を行っている¹⁾。現実地盤への適用を考えると、盛土軌道などの不規則領域を考慮でき、なおかつ移動加振による3次元波動場を忠実に再現できる解析手法が望まれる。本研究では、有限要素と境界要素のハイブリッド法を用いた疑似3次元解析手法により、盛土軌道および周辺地盤の振動特性に関する検討を行った。

2. 解析手法の概要²⁾

図-1に解析手法の概要図を示す。対象系は、自由表面を持つ多層半無限地盤上に、任意の有限な境界を持つ地盤あるいは構造物が存在するものとする。移動加振源はx軸上を等速(C)で移動するものとし、自由表面上の不規則領域はx軸方向に同じ断面が連続していると仮定する。そして、前者を境界要素で、後者を有限要素でモデル化するが、その際x方向座標を波数展開によって表す。つまり、y-z平面についてのみ離散化し、振動数領域での各x方向波数に対する支配方程式を導く。空間領域解は、x方向波数に関する波数積分より得られるが、上述の仮定の基では、x方向波数は任意の振動数に対してただ1つ存在する。従って、波数積分は解析的に遂行され、振動数領域での解析を行った後、高速フーリエ変換によって時間・空間領域解を得る。

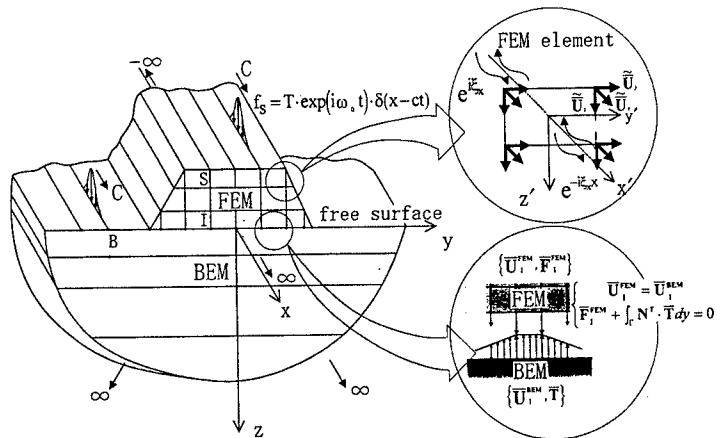


図-1 BEM-FEMハイブリッド法の概要

3. 数値解析例および考察

解析モデルは図-2に示す2層半無限地盤上に盛土軌道が存在するものとし、表層地盤をせん断波速度 $V_s=100\text{m/s}$ (CASE 1), 200m/s (CASE 2), 400m/s (CASE 3)とした場合の比較検討を行った。移動加振源は移動速度 $c=60\text{m/s}$ (216km/h), 加振振動数 $f=10\text{Hz}$ の鉛直方向加振とした。その分布関数にはy方向に三角形分布を、x方向には弾性床上の梁の応力分布を仮定し、加振最大強度を 1kN とした。

図-3は、地表面上の節点(a~f)と、盛土と地盤のインターフェイス上節点(1~6)での最大加速度を示したものである。地表面上では、CASE 1の場合に法尻部近傍で最大加速度が増加しており、周辺地盤での最大加速度も他のケースに比べて大きい。これに対して、CASE 3では周辺地盤での最大加速度が小さく、盛土部での応答が卓越しており、CASE 2ではこれらの中間的な傾向を示している。インターフェイス上での最大加速度に注目すると、CASE 1の場合には法尻部での最大加速度が大きく現れているのに対して、CASE 3では同位置での応答が抑えられており、移動加振直下での最大加速度が卓越している。これらは、地盤剛性の違いによる、移動加振下での地盤と盛土の動的相互作用効果が現れたものであると考えられる。

図-4はz方向加速度のフーリエ振幅である。まず、盛土上ではCASE 3の場合に 8.5Hz と 12Hz 近傍に、移動加振、地盤振動、盛土軌道

CASE 2 の場合に 8Hz と 14Hz 近傍に卓越振動数を持つ。図-5 は盛土を水平に連続する成層地盤と仮定し、それぞれの成層地盤に対する 1 次モードの分散曲線と移動加振との関係を示したものである。上記の卓越振動数と同図から得られる卓越振動数は一致する。一方、CASE 1 の場合には 7Hz, 10.5Hz, 16Hz の卓越振動数が見られる。7Hz は図-5 の関係に一致するが、他の卓越振動数は図-5 の関係から得られる 24Hz よりも低い振動数側にある。これは、軟弱地盤であるために、有限な盛土としての振動特性が強く現われたものと考えられる。周辺地盤では加振振動数前後に卓越振動数が見われ、移動加振下での卓越振動数の距離依存性が見られる。

4. おわりに

盛土および周辺地盤の振動特性は、盛土下の地盤の振動特性と、地盤と盛土の動的相互作用に強く影響を受けると言える。その観点から、本解析手法を実現現象での地盤振動評価に活用する意義がある。

参考文献

- 1) 合田他：列車走行による周辺地盤の振動計測と評価，第 51 回土木学会年次学術講演概要集，1996. 9
- 2) 合田：移動加振および衝撃载荷による 3 次元成層地盤内の波動伝播に関する研究とその応用，岡山大学博士論文，平成 9 年 3 月

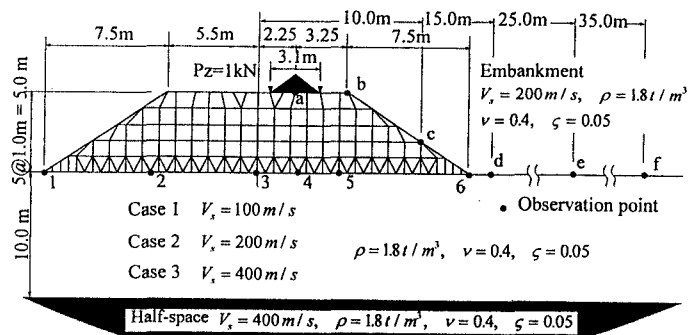


図-2 盛土軌道解析モデル

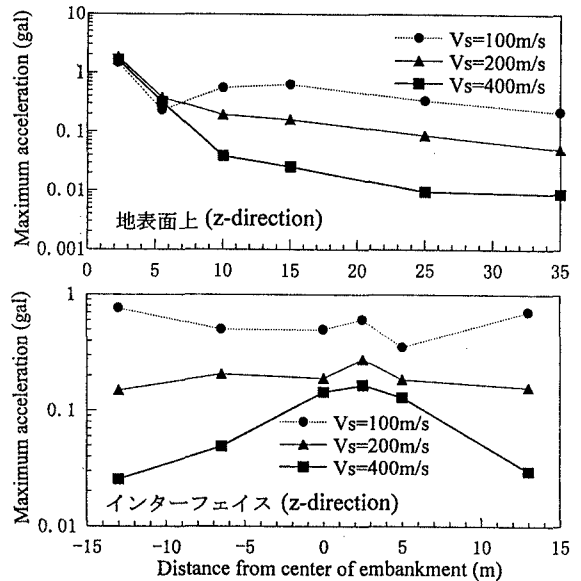


図-3 最大加速度応答分布

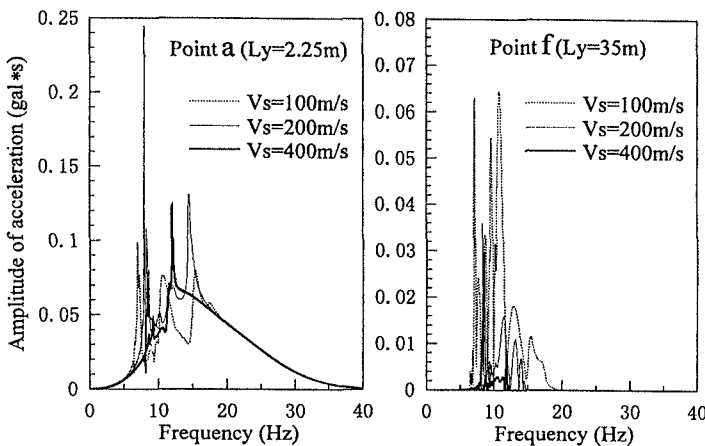


図-4 加速度のフーリエ振幅

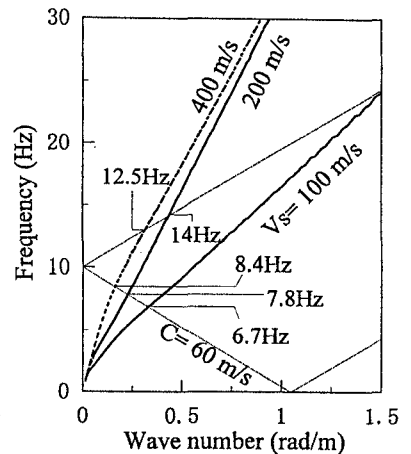


図-5 分散特性と移動加振の関係