

盛土の振動性状に及ぼす谷地形の影響

東北大学工学部 学生員 ○尾定 琢
東北大学工学部 正会員 柳沢栄司

1 まえがき 大都市における地震被害は、単に都市機能の面ばかりでなく、大都市周辺の住宅地の安全性の面でも問題になっている。例えば、宮城県沖地震において、仙台市緑ヶ丘や黒松で見られた住宅の被害は、谷部分を埋立てた盛土に多く発生しており、その原因究明と対策が行われている。ここでは、谷を挟んだ両側の山を削り谷を埋立て造成された宅地盛土の地震時の振動性状を知るために、三次元有限要素モデルにより、盛土形状の周波数応答に及ぼす影響を調べてみたので、その結果について報告する。

2 解析方法 解析には、日本電気の供給する汎用複合構造解析プログラムであるISAPを用いた。

モデルは、8節点6面体アイソパラメトリック要素からなり、土質定数は表-1に示す通り各モデルに渡って統一した。また、境界条件として正弦波運動(加速度スペクトラム=980gal)の作用するモデルの底面は、3軸方向すべて固定とし、周辺地盤と接する面は3軸方向のみ固定とした。

解析の対象として、3つのケースについて検討を行なった。まず、x-z断面の盛土形状(切土・盛土境界面の傾斜角)を変化させた場合、次に法面の傾斜角を変化させた場合、そして最後に盛土された谷の流れ方向の傾斜角を変化させた場合の3つのケースを図-1に示す8種のモデルにより検討した。

なお、固有値解析には、サブスペース法を用い、部分空間での固有値解析はヤコビ法で行ない、15次までの振動モードを求めている。

3 解析結果と考察

3.1 盛土断面の形状が周波数応答に及ぼす影響

図-2 および図-3に、正弦波運動がx、y軸方向に作用した場合の法肩中央部の応答変位のx、y軸方向成分を示した。これを見ると両者ともモデル2の応答変位がモデル1モデル3のそれよりも大きいことがわかる。この理由としては、y軸方向については切土・盛土境界斜面の傾斜が26.6°から水平へ移行する部分

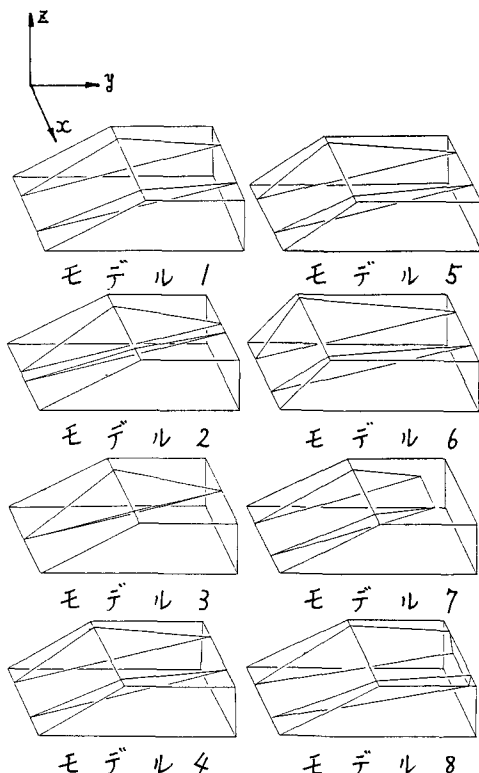


図-1 モデルの概要図

表-1 土質定数一覧表

地盤	弾性定数(t/m ²)	ポアソン比	単位体積重量(t/m ³)
切土	100,000	0.45	2.0
盛土	20,000	0.45	1.8

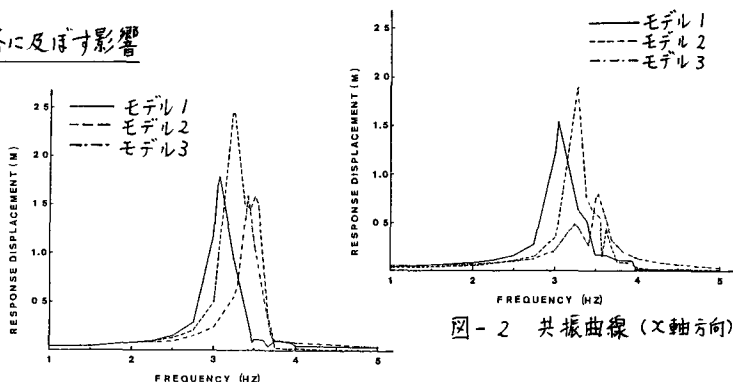


図-2 共振曲線(x軸方向)

図-3 共振曲線(y軸方向)

の影響により、固有ベクトルの y 軸方向成分が局所的に増幅されるためと考えられる。 x 軸方向については、切土・盛土境界斜面の傾斜角と、観測点と前述の傾斜角の移行部分との距離の関係で固有ベクトルの x 軸方向成分を局所的に増幅させる要因がモデル2にあると考えられる。しかし、盛土基底面を滑らかに変化したモデルの場合、また現実の地盤の問題として前述の傾向が出現するか否かについては議論の余地があると思われる。

3.2 法面の傾斜角が周波数応答に及ぼす影響 図-4および図-5は、3.1の図-2.3と同様に周波数応答を示したものである。これを見ると、法面の傾斜角が大きくなるにつれ、最大の応答変位を呈する固有振動数は小さくなりその変位は大きくなる傾向がわかる。また、図-6はモデル5の法肩天端として法面上の3点の正弦波運動を y 軸方向に作用させた場合の応答量の y 軸方向成分を示した図だが、これを見ると1次と5次のモードを挟んで3次のモードが極端に落ち込んでいるのがわかる。これは、1次モードではせん断振動、3次モードでは谷筋に直交する軸の曲げ振動、そして5次モードでは同じく谷筋に直交する軸の高次の曲げ振動が発生していることに起因しており、モデル4.6には、図-5を見るとその現象の兆候が現われているのがわかる。

3.3 谷の傾斜角が周波数応答に及ぼす影響 図-7および図-8は、3.1の図-2.3と同様に周波数応答を示したものである。これを見ると、谷の傾斜角が小さくなるにつれ、3.2と同様に最大の応答変位を呈する固有振動数は小さくなり、その変位は大きくなる傾向がわかる。また、図-9は、モデル7の法肩天端として法面上の3点の応答変位を図-6と同様に示した図だが、法肩と天端の応答変位がほぼ等しい値となった。これは、谷の傾斜が急になることにより、法肩の固有ベクトルの x 軸方向成分が局所的に増幅されるため、 y 軸方向の応答変位を見る限り法肩と天端との間に差がでていないと解釈できる。

4 まとめ 以上の結果を整理すると、1) 3.2, 3.3のケースについては、ピークとなる応答変位が大きくなるに従いその固有振動数は小さくなる。2) 法面の傾斜によつては2つの大きな応答変位のピークが出現するケースが存在しうる。3) 谷の傾斜が急になるに従い、法肩の x 軸方向の応答変位が局所的に増幅される。4) 3.1のケースについては、なお議論の余地があるが、3次元モデル独自の検討分野として興味深い問題といえる。

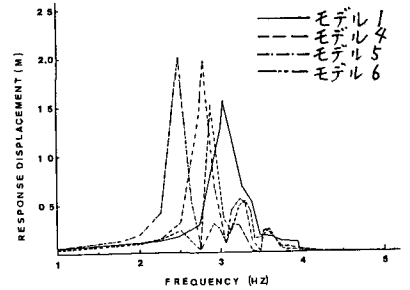


図-4 共振曲線 (x 軸方向)

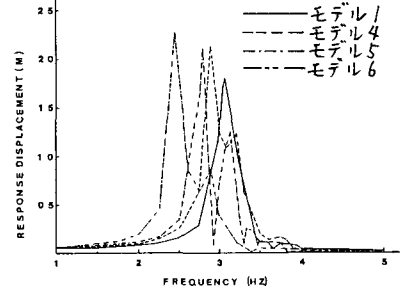


図-5 共振曲線 (y 軸方向)

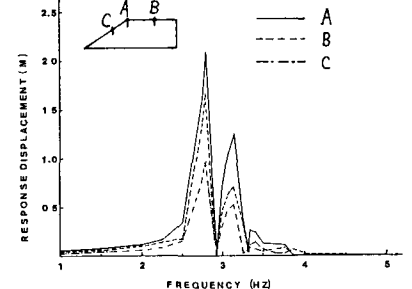


図-6 共振曲線 (モデル5)

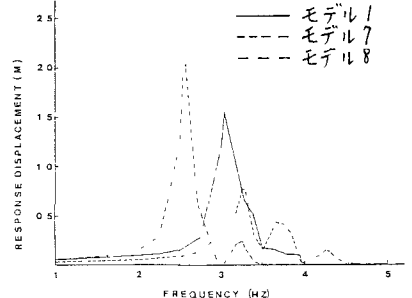


図-7 共振曲線 (x 軸方向)

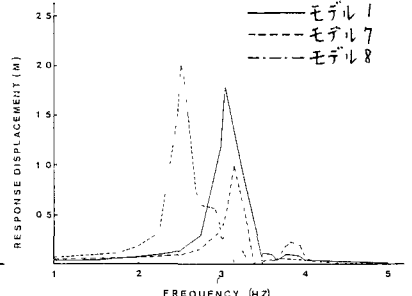


図-8 共振曲線 (y 軸方向)

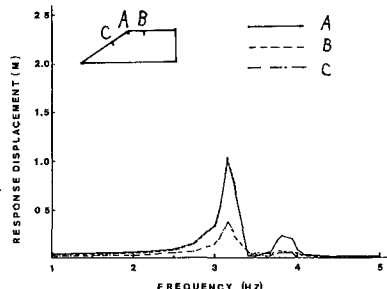


図-9 共振曲線 (モデル7)