

## 不整形地盤の形状が動揺地震動特性に与える影響

金沢大学大学院	学生会員	定免 徹
金沢大学工学部	正会員	村田 晶
同	正会員	宮島昌克
同	フェロー	北浦 勝

## 1. はじめに

盆地地形や埋土地盤など地盤条件が急激に変化したり、地盤の層構造が複雑ないわゆる不整形地盤上に建設された構造物に対しては、不規則な地震動により種々の被害を生じることが明らかにされてきた。このような地形は周囲を剛な地盤で囲まれている場合が多く、地表面では複雑な振動によって位相差をもった応答が発生する。特に境界上に剛な基礎を有する構造物が建設されたとき、構造物はあたかも回転成分に起因した振動が入力されたかのような動きを示す。このような地震動を動揺地震動と呼ぶことにする。動揺地震動が発生すると地表面は傾き、構造物の転倒などの被害をもたらすことが予想される。そこで本研究では、形状の異なる不整形地盤上で発生する動揺地震動を数値解析的に検討する。

## 2. 動揺地震動応答解析

## 2-1 数値解析手法

解析の対象は第三紀層の丘陵地に造成された埋土・切土を施した地盤で解析モデルは図1に、解析に用いた土質定数を表1に示す。地盤モデルは、深さ10m、幅36mの広がりを持つ左右対称な2次元地盤モデルとして3種類を設定する。地盤の側方には粘性境界を設置することにより、波動の逸散効果を伴う半無限領域を考慮している。また入力加速度波形は正弦波とし、振幅と振動数を変化させて解析を行う。

## 2-2 各地盤における地表面時刻歴波形

図2は両地盤に振動数3.0Hz、最大水平加速度100galの入力を与えた場合における地盤中央から左右12mの地点の上下応答加速度の時刻歴波形である。この図を比較してわかるように地表面では地盤の中央を境として左右で応答の位相が逆転していることが確認できる。地盤の右側の領域が上昇する場合は、地盤の左側の領域は下降し、逆に地盤の右側の領域が下降する場合は地盤の左側の領域は上昇することがわかる。つまり地表面に傾斜を生み出すことにより発生する動揺成分の存在が確認できた。

## 2-3 入力振動数と動揺加速度

図3は入力波の最大加速度を200gal一定とし入力振動数を3.0Hzから6.0Hzまで1.0Hz刻みで変化させた時の入力振動数

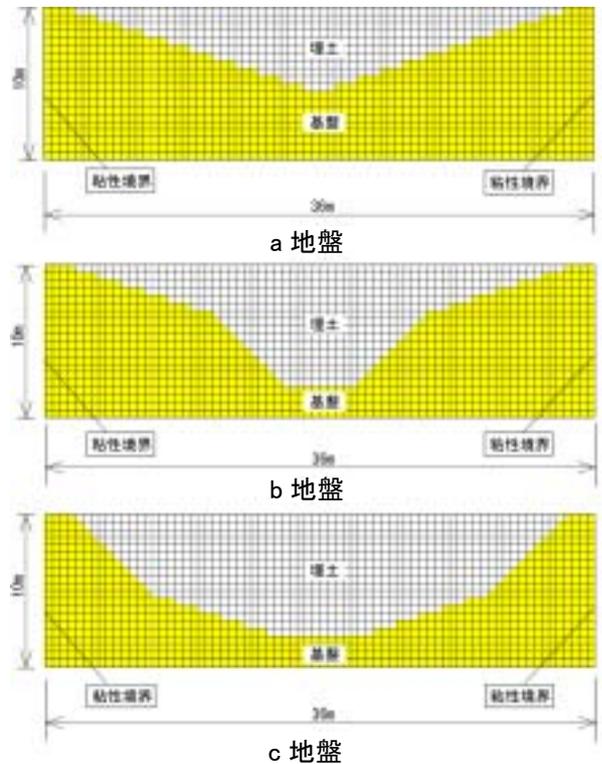


図1 解析モデル地盤

表1 土質定数

	基礎	埋土層
せん断波速度 $V_s$ (m/s)	400	120
単位体積重量 $\gamma_r$ (kN/m <sup>3</sup> )	17.64	17.64
ポアソン比 $\nu$	0.4	0.4
基準ひずみ $\gamma_r$	$4.2 \times 10^{-4}$	$4.2 \times 10^{-4}$
無限最大ひずみでの減衰定数 $h_{max}$	0.4	0.4

キーワード：動揺地震動，不整形地盤，FEM 解析

連絡先：〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 Tel. 076-234-4656, Fax. 076-234-4644

と動揺加速度の最大値の関係を示す。図に示すように振動数によらず a、b 地盤では地盤中央付近で動揺加速度が大きくなっているのに対し、c 地盤では基点（基盤部分）に近い位置に動揺加速度のピークが存在する。また、a 地盤と比較して b、c 地盤では動揺加速度が大きくなる。その原因として境界の傾斜角が直立に近いほど鉛直方向の応答加速度が大きくなり、動揺加速度の増幅につながったと考えられる。さらに、c 地盤で地表面に近い境界付近で動揺加速度が増幅する理由として鉛直下方からの重複反射波以外に基盤端部から時間遅れを伴って水平方向に伝播する表面波の影響も考えられる。しかしながら、振動数の増加による影響は大きくないことから、動揺加速度の増幅特性には地形の状況が大きく影響することを明らかにした。

2-4 入力加速度と動揺加速度

a~c 地盤の入力振動数をそれぞれの地盤の 1 次固有振動数である 7.8Hz、7.0Hz、5.5Hz とし、入力加速度を 100gal から 300gal まで 100gal 刻みで変化させたときの入力加速度と動揺加速度の関係を図 4 に示す。図に示すように入力加速度の増加に伴う動揺地震動の増加は調和的である。しかしながら、a 地盤と b 地盤を比較すると、特に境界の傾斜角が変化する部分で b 地盤の方が大きな動揺加速度を発生させている。また、b 地盤と c 地盤を比較すると c 地盤のほうが大きな動揺加速度を発生させている。これらの原因としては地表面から境界部までの深さと境界部の傾斜角に起因していると考えられる。その距離が近いほど上下応答は減衰せず、また傾斜角が直立に近いほど上下応答は大きくなることから、大きな動揺加速度が発生すると考えられる。

3. まとめ

以上の数値解析より、動揺振動は境界の傾斜角が直立に近いほどまた地表面との距離が近いほど大きく、その程度は水平方向の振動の大きさに依存する。さらに発生の方は振動数によって異なることがわかった。しかし、本研究では地盤の動揺震動のみを取り扱ったため、その上に建てられた構造物の応答についても地盤との相互作用を考えて研究し、構造物の耐震安全性を検討することが重要となる。最後に、本研究の一部が科学研究費若手研究（B）（No.14750400, 研究代表者：村田 晶）の補助であることを記して感謝いたします。

〈参考文献〉

1) 土岐憲三：新体系土木工学 11 構造物の耐震設計，技報堂出版，p.76，1981。

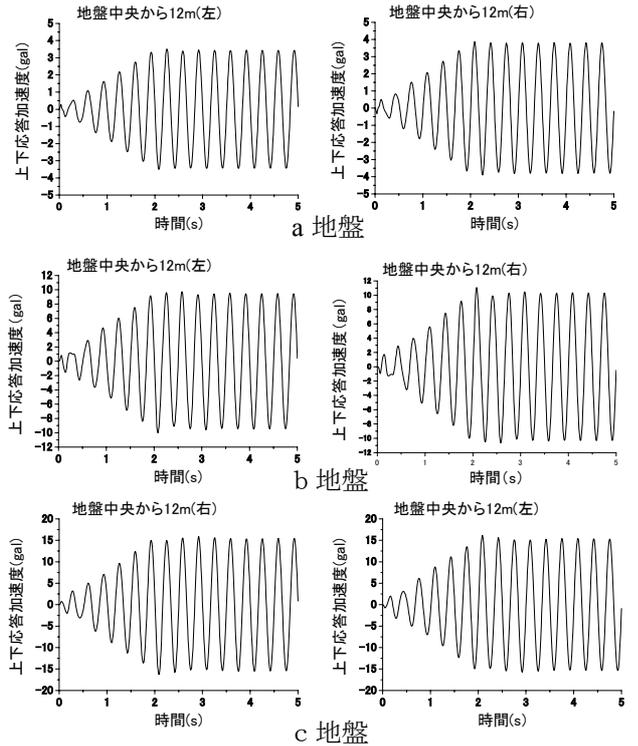


図 2 各地盤における地表面の時刻歴波形

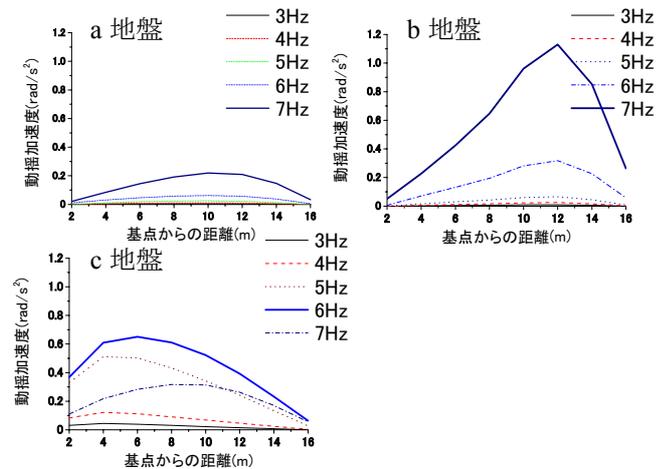


図 3 入力振動数と動揺加速度の最大値

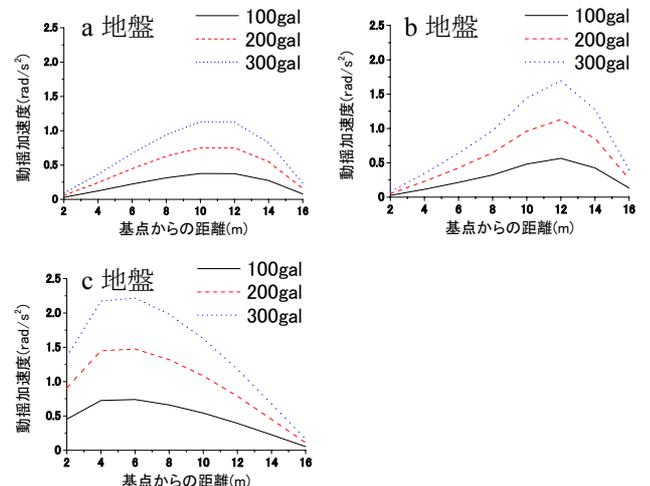


図 4 入力加速度と動揺加速度の最大値