

埼玉県南東部における埋没谷の不整形性が地表での地震動特性に与える影響

14T0226F 白井 誉大
指導教員：関口 徹

1. はじめに

埼玉県東部から東京東部に広がる低地の地下は、最終氷期に海水準の低下による下方浸食で谷が形成された。その後、最終氷期以降の海水準上昇に伴い沖積層が堆積し、現在の中川低地・荒川低地・東京低地の平坦な面を形成した。対象地域である中川低地・綾瀬川低地付近は、沖積層が厚く堆積する軟弱地盤であり、埋没谷などの不整形な地盤が存在している。不整形な地盤においては、特定の場所で地震動が大きく増幅し、局所的な構造物への被害の原因にもこれまでなっていると考えられている。

既往研究¹⁾として本研究と同じ対象地域において、3次元グリッドモデル手法を用いて表層地盤モデルが作成されており、沖積層基底深度が複雑に変化し、不整形地盤となっている。

本研究では、3次元グリッドモデルで推定した埋没谷を含む断面図から2次元モデルを作成し、埋没谷の不整形性が地震動特性に与える影響を評価する。

2. 対象地域の地盤構造と地震記録

図1に本研究の対象地域である埼玉県南東部の3次元グリッドモデルによる沖積層基底深度分布¹⁾を、図2に表層地盤モデルにおける推定N値のA-A'断面図を示す。3次元グリッドモデルとは、ボーリングデータに基づき対象地域内を100m四方のメッシュに分割し、それぞれのメッシュに深度1mごとに土質、N値を与えたものである。これらの図から、対象地域の地盤構造には、不整形な埋没谷が存在していることがわかる。

対象地域では、図1に示す2地点で地震記録が観測されている。本研究で使用する地震記録は、M5.7とM6.0の比較的小規模のもので、地盤の非線形性の影響は小さいと考えられる。

図3に地震記録から求めたフーリエスペクトル比を面外方向・面内方向に分けて示す。面外方向とは、図1の埋没谷地形の傾斜が最も大きくなるX-X'断面に対して垂直な方向で、面内方向とはX-X'断面に対して平行な方向である。フーリエスペクトル比は、沖積層が厚い地震観測点1の記録を、沖積層が薄い観測点2の記録で割って求めた。図3における赤線は、3次元グリッドモデルにから求めた1次元の理論伝達関数を表しており、面外方向・面内方向ともに同じものである。面外、面内方向ともに2つの地震記録のスペクトル比はそれぞれで同様の傾向を示している。

しかし、面外方向の方がピークとなる周期0.5~0.9s付近のやや短周期側が大きく増幅され、面外と面内でスペクトルの形状は異なり、地震動増幅特性に方向性が見られる。これは直下の地盤の不整形性によるものと考えられる。

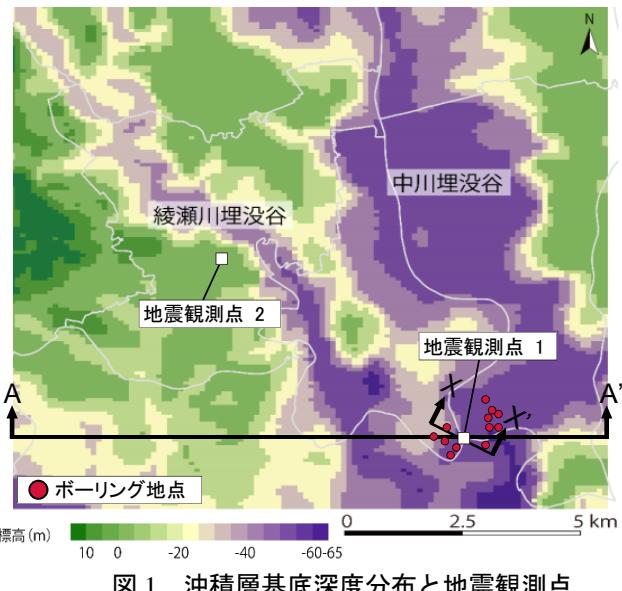


図1 沖積層基底深度分布と地震観測点

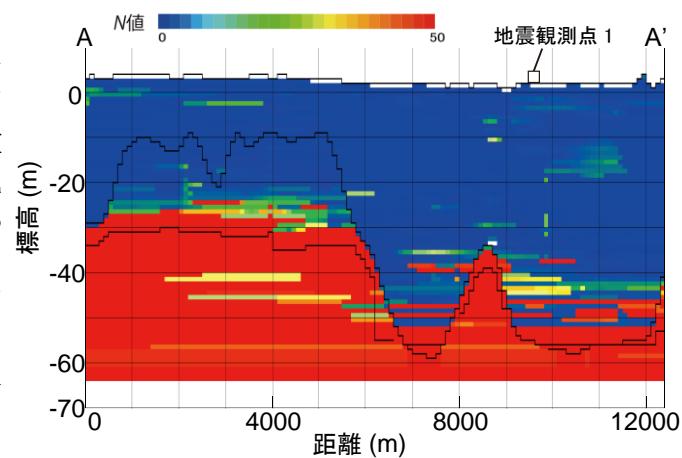


図2 推定N値のA-A'断面

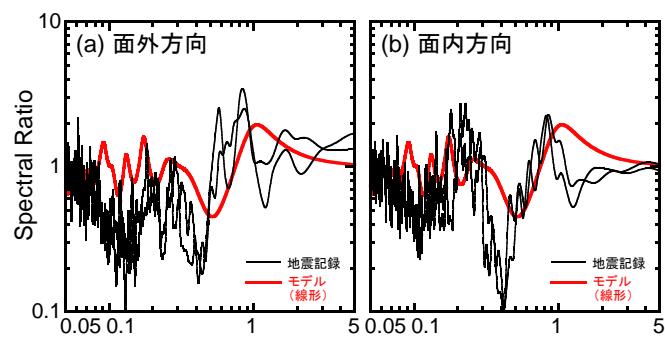


図3 フーリエスペクトル比

3. 2次元有限要素法に基づく地震応答解析

3.1 解析手法

埋没谷地形が地表での地震動特性に与える影響を検討するため、2次元有限要素法による地震応答解析を行った。ここでは、基盤加振による地表応答の伝達関数を複素応答解析により求め、周波数の範囲は、0~10Hzとし、0.1Hz間隔で算出した。面外方向の解析では、側方・底面ともに粘性境界を用いた。面内方向の解析では、側方は伝達境界、底面は粘性境界を用いた。

3.2 2次元モデルの作成

図4に3次元グリッドモデルで推定したX-X'地点の断面図を示す。X-X'地点は、図1で示す地震観測点1を中心とした埋没谷地形の傾斜が最も大きくなると推定した断面図である。表1に解析に使用した物性値を示す。解析に使用するS波速度は、3次元グリッドモデルで推定したN値をもとに大田・後藤の経験式²⁾に基づいて決定した。

図5に解析で使用する2次元モデルを示す。埋没谷の影響を検討するために、ボーリングデータをふまえて、埋没谷である基盤の傾斜をX-X'断面図通りの1倍(2.5%)、5倍(12.5%)、10倍(25%)に変えた3ケース設定した。また、基盤より上部の表層は基盤の影響のみを検討するために水平成層とした。

3.3 解析結果

図6に面外方向と面内方向で伝達関数に変化が見られた傾斜10倍の解析結果を示す。なお、参考として、緑の線で傾斜が10倍の2次元モデルにおける観測点直下の1次元の理論伝達関数を表している。解析の結果、伝達関数において、面外方向は面内方向と比較して、周期1s付近のピークにおいて、やや短周期側で增幅率が大きくなっている。これは、地震記録のフーリエスペクトル比の傾向とも一致する。

4.まとめ

本研究では、埋没谷地形が地震動特性に与える影響について評価するため、埋没谷の傾斜を変化させた2次元モデルを3ケース作成し、面内方向・面外方向に對して有限要素法による地震応答解析を行った。その結果、次の知見が得られた。

1) 地震記録のフーリエスペクトル比について、面外方向は面内方向に比べ、ピーク周期付近においてやや短周期側が大きくなる。

2) 対象とした地震観測点における地震動特性に埋没谷の不整形性が影響している可能性がある。

参考文献

- 清水翼、関口徹:埼玉県南東部における表層地盤モデルの構築、千葉大学工学部2017年度卒業論文
- 大田裕、後藤典俊:S波速度を他の土質的諸指標から推定する試み、物理探査、第29巻、第4号、1976

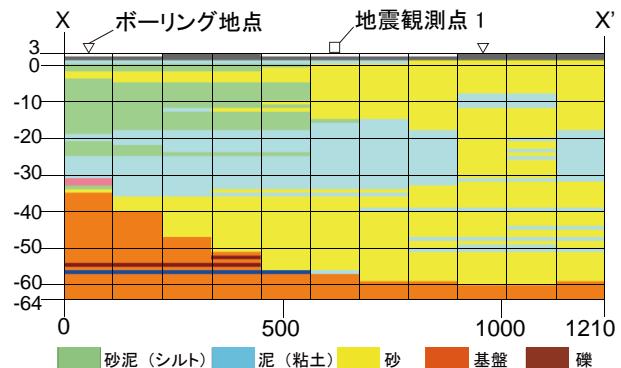


図4 推定X-X'断面図

表1 解析に使用した地盤の物性値

土質	層厚(m)	密度	V_s (m/s)	V_p (m/s)	減衰 h
砂泥(シルト)	15	1.5	150	548	0.02
泥1(粘土)	16	1.5	150	548	0.02
泥2(粘土)	5	1.5	180	548	0.02
砂	27	1.8	250	1137	0.02
基盤	17	1.9	450	1411	0.02

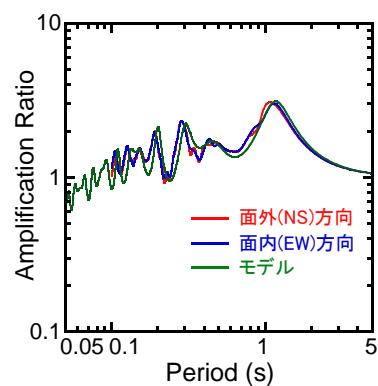


図6 傾斜10倍解析結果

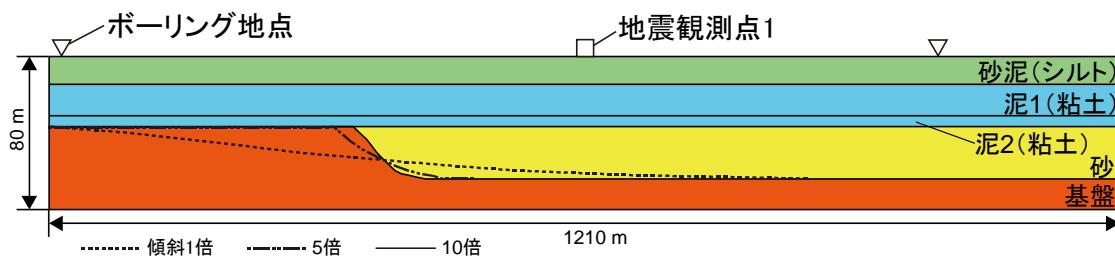


図5 2次元モデル