

V 字型の盆地端部構造による地震動増幅特性の数値解析的検討

京都大学工学研究科 学生員 ○田中 裕貴

京都大学防災研究所 正会員 後藤 浩之

京都大学防災研究所 正会員 澤田 純男

1. はじめに

近年の地震被害事例や観測記録の分析により、複雑な基盤形状を持つ盆地構造が地震動へ与える影響が明らかとなっている。対象地点の地震動特性を考慮した入力設計が設計上考慮されるようになる中で、基盤形状の3次元の影響を体系的に整理できることが望ましい。本研究では、V字型の盆地端部構造に対して、その周波数特性に着目した地震動増幅特性の理解を目指す。

2. 盆地構造の振動モード

本研究では、堆積層と基盤がそれぞれ一様均質な2層系のモデルを対象とする。基盤面は東西方向に放物線形の断面形状であり、南北方向に盆地幅が変化する盆地モデルを用いる(図1、表1)。中央の基盤深さD、盆地幅W、盆地長さLをそれぞれ1400mとした。

盆地モデルの周波数特性を確認するため、平面波入射による地表各点の伝達関数を求めた。具体的には、過渡波形を鉛直下方から平面波として入射させ、地表の各点で得られる波形と入射波のスペクトル比により求める。地震波の伝播は3次元差分法により計算した。

盆地モデルに対して、南北方向、東西方向に振動する平面波をそれぞれ入射した場合の地点A、C、G(図1参照)における伝達関数を図2に示す。また比較のために、各地点直下の層厚をそれぞれ反映した1次元の水平成層モデルに対する結果も図2に示している。

伝達関数の1次卓越周波数に着目すると、水平成層モデルでは地点直下の表層厚によって異なるのに対し、盆地モデルではほぼ一致している。また1次卓越周波数での伝達関数値の分布を図3に示す。盆地全体がある固有のモードで振動していることが明瞭に確認できる。

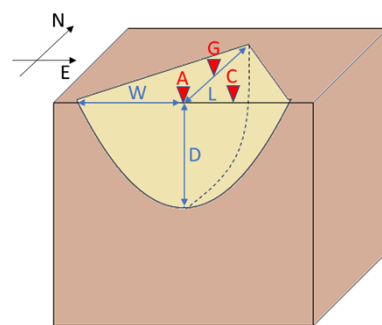


図1：盆地モデルの形状

	堆積層	基盤
P波速度	3000 m/s	5200 m/s
S波速度	1500 m/s	3000 m/s
密度	2300 kg/m ³	2700 kg/m ³

表1：モデルの地盤物性

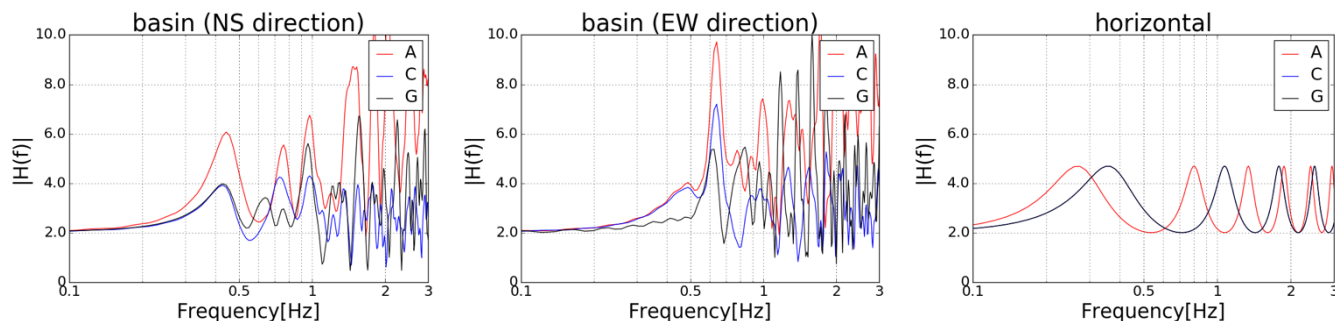


図2：3地点での伝達関数の比較（盆地モデルの南北方向振動(左)と東西方向振動(中)、水平成層モデル(右)）

キーワード 地盤震動, サイト特性, 盆地, 3次元差分法, 解析, 伝達関数

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所耐震基礎分野 tanakay@catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp

3. パルス波に対する応答特性

続いて、パルス波を入射した場合の地表波形について考察する。盆地モデルの伝達関数に見られる共通した 0.443Hz (南北方向), 0.641Hz (東西方向) の卓越周波数に着目し、この周波数を中心周波数に持つパルス状の平面波をそれぞれの振動方向で鉛直下方から入力する。

盆地モデル、水平成層モデルのそれぞれに南北方向及び東西方向に振動する平面波を入力した場合の地表波形を図 4 に示す。水平成層モデルの結果と比較すると盆地モデルでは、パルス第 1 波の到達時刻が早いことに加え、それ以降も比較的大きな振幅の後続波が顕在することから、少なくとも 3 次元的な基盤形状の影響を受けているものと考えられる。また各点でのパルス第 1 波の振幅に着目すると、地点 A (盆地中央) では大きな増幅が見られたのに対し、地点 C・G (盆地端部付近) ではあまり見られなかった。これは盆地全体の振動モードを反映した結果であると同時に、3 次元的な基盤形状の影響が最大振幅にも影響することが示されている。

本研究で示した結果は、限定的なモデルによるものであるため一般的な結論とはならないが、少なくとも 3 次元的な構造による系としての固有周波数、固有モードにより複雑な基盤形状を持つ盆地構造に対して、体系的な整理ができる可能性が考えられる。特に、盆地内の各地点で卓越周波数がそろう場合には、3 次元的な形状効果による地震動の増幅が考えられる。

参考文献

1) Maeda, T., Takemura, S., and Furumura, T.: OpenSWPC: An open-source integrated parallel simulation code for modeling seismic wave propagation in 3D heterogeneous viscoelastic media, Earth, Planets and Space, Vol.69, No.102, 2017.

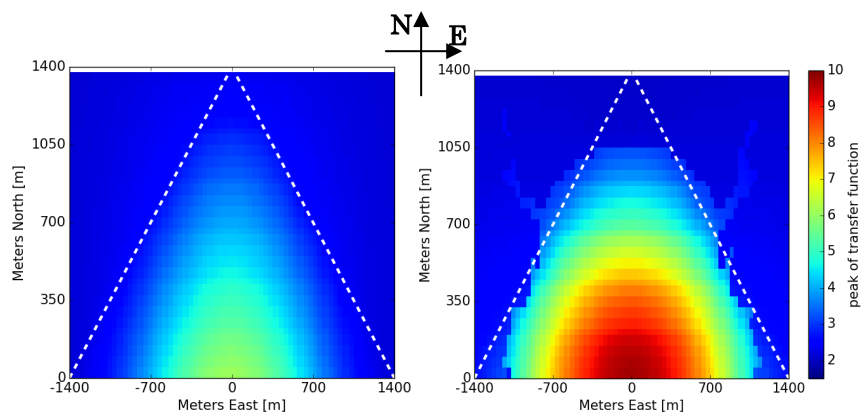


図 3：盆地モデル地表面での伝達関数 1 次ピーク値分布
(南北方向振動(左)と東西方向振動(右), 点線は基盤境界を表す)

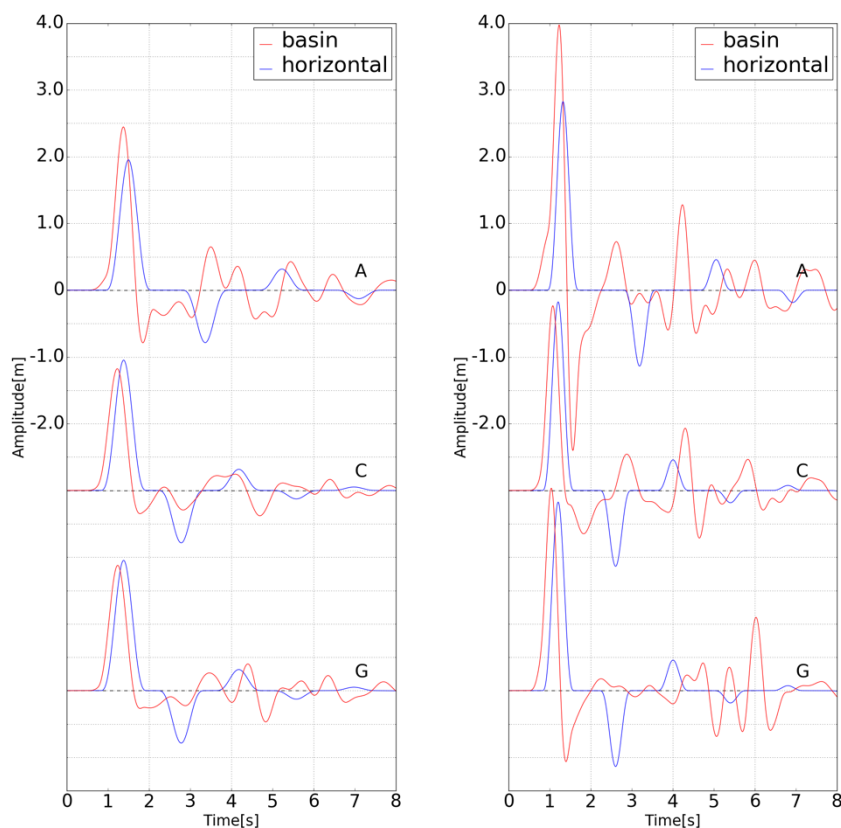


図 4：パルス波入射における地表波形の比較
(南北方向振動(左)と東西方向振動(右))