

第 I 部門

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

京都大学工学部 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次元的な影響を体系的に整理できることは望ましい。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. 盆地構造の周波数特性

本研究では、堆積層と基盤がそれぞれ一様均質な2層系の構造を対象とする。基盤面は東西方向に放物線形の断面形状であり、南北方向に盆地幅の変化しない2次元モデルと、盆地幅の変化する3次元モデルとを用いる(図1, 表1)。中央の基盤深さDを1400mとし、盆地幅Wと3次元モデルについては盆地長さLをパラメータとした。

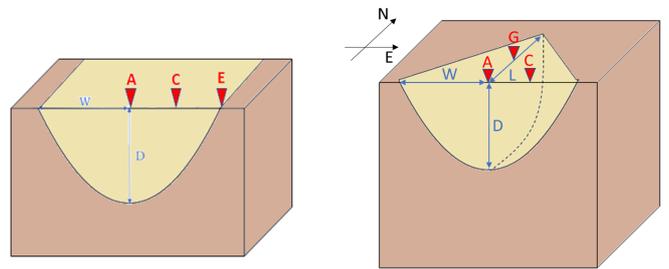


図1: 2次元モデル(左)と3次元モデル(右)の形状

表1: 地盤モデルの物性

	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

盆地構造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。

盆地幅Wの異なる2次元モデルに対して、図1の地点A, C, Eにおける伝達関数を図2に示す。なお、水平成層モデルは各地点直下の層厚をそれぞれ反映した1次元の水平2層モデルに対する結果である。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、W=1400mのように幅の狭いモデルではほぼ一致している。これは堆積盆地全体がある固有のモードで振動しているものと解釈することができる。一方、W=7000mのような基盤面の勾配の小さなモデルでは水平成層モデルに似た傾向を示しており、層厚による震動特性が支配的であると言える。

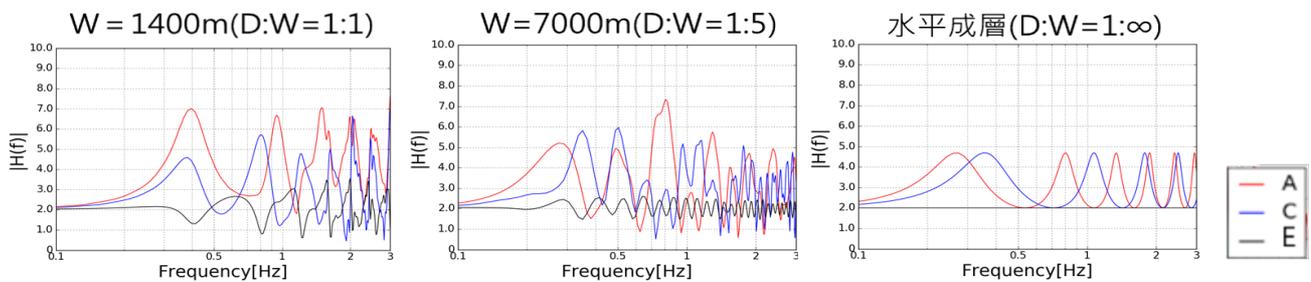


図2: 2次元モデルの伝達関数の比較

Yuki TANAKA, Hiroyuki GOTO, Sumio SAWADA

tanakay@catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp

次に盆地幅 $W=1400\text{m}$, 盆地長さ $L=1400\text{m}$ とした2次元モデルに対して, 同様に求めた地点 A, C, G における伝達関数を図3に示す. 2次元モデルと同様に地点ごとの1次卓越周波数がほぼ一致していることから, 3次元モデルでも盆地全体が振動するような固有のモードがあることが示唆される.

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. 3次元モデル ($W=1400\text{m}$, $L=14000\text{m}$) の伝達関数に見られる共通した 0.443Hz の卓越周波数に着目し, この周波数を中心周波数を持つパルス状の平面波を鉛直下方から入力する.

3次元モデル, 2次元モデル ($W=1400\text{m}$), 水平成層モデルのそれぞれに南北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 (1D) と比較すると, 3次元モデルで (3D) ではパルス第1波のピーク振幅が地点 A (盆地中央) で大きいのにに対し, 地点 C・G (盆地端部付近) では小さい傾向にある. 盆地全体の振動モードを反映した結果であると考えられる.

一方, 2次元モデル (2D) と3次元モデル (3D) を比較すると, 2次元モデルの1次卓越周波数 (0.379Hz) より高い振動数が入力されているにもかかわらず, 2次元モデルのピーク振幅の方が大きい. 伝達関数を比較すると, 1次卓越周波数での値は2次元モデルの方が大きく, かつ 0.443Hz 付近でも3次元モデルの伝達関数の値と同等の値であることが読み取れる. すなわち, 周波数特性により解釈できる可能性がある.

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, 系統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.

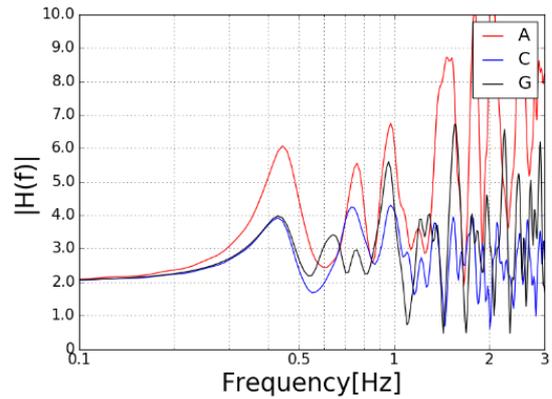


図3: 3次元モデルの伝達関数

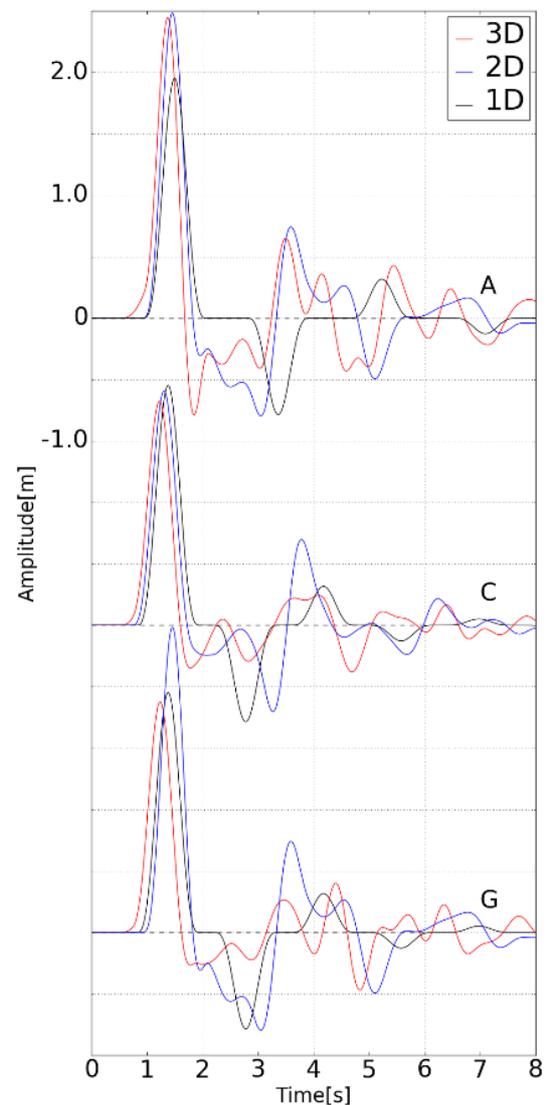


図4: パルス波入射における地表波形の比較