

## 中京地域で発生する長周期地震動に対する不整形な堆積盆地構造の影響

正会員 ○山田 沙代\*1 同 平井 敬\*2  
同 福和 伸夫\*3

長周期地震動 震源位置 堆積盆地構造  
相反定理 有限差分法

## 1はじめに

近年、巨大地震による長周期・長時間地震動が懸念され、地盤震動特性を適切に把握する重要性が増している。従来、サイト增幅特性は地点固有のものと考えられてきたが、堆積盆地の地点においては地震によって変動することが指摘されている<sup>例えば1)</sup>。これは、不整形な堆積盆地に入射する地震波の方向と地震波の種類に影響を受けると考えられ、堆積盆地に横から入射する表面波において顕著であることから、長周期地震動を考える際には重要な要素である。本研究では有限差分法を用いて、地震によるサイト增幅特性の変動について検討を行う。

## 2地震動の震源位置依存性

まず、堆積盆地の地点における地盤震動特性と震源位置との関係を検討するため、グリーン関数の相反性を利用した有限差分法による解析<sup>2)</sup>を行う。計算領域内の任意の地点で地震が起きた際に、中京地域の堆積盆地の地点で得られる地震動波形を計算した。図1に、計算を行った領域と地盤モデル(長周期地震動予測地図の作成に用いられたもの<sup>3)</sup>)を示す。検討対象地点は、埋立地盤上の水上出張所である。図2に、主要な層の上面深さ分布と水上出張所の位置を、図3に水上出張所を通る断面の地盤構造を示す。図1に示した計算領域で1km間隔の格子状に震源を想定し、各点での震源による水上出張所での地震動を計算した。観測点に対する震源の放射特性を統一するため、観測点から震源を見る方位角を走向とし、傾斜45°、すべり角90°とした。震源は深さ10km、地震モーメント $9.3 \times 10^{18} \text{ N m}$  ( $M_w = 6.6$ )、応力低下量3MPaの点震源とした。

図4に、水上出張所のラディアル方向の地震動速度波形を示す。白丸印の点の震源による水上出張所地点(星印)の地震動を示したものであり、振幅と時間のスケールは統一し、距離減衰補正是行っていない。水上出張所では北側で地震が起きた際に振幅の大きな地震動が長く継続していることが特徴的である。以上より、サイト增幅特性及び継続時間は地震の震源位置によって変動していることが確認できた。

## 3北側の地震による波動伝播

水上出張所において北側の地震で振幅が大きくなる原因について、地震波伝播の様子から考察を行った。震源は深さ10km、水上出張所の北方60kmで、震源パラメータは2章の検討と同様とした。図5に地震波伝播のスナップショットを示す(速度の南北成分)。北から堆積盆

地に入射した地震波が水上出張所付近(図中の矢印)で滞留していることが分かる。図2、図3に示すように、水上出張所の南東には天白河口断層があり、 $V_s = 1300 \text{ m/s}$  層の深さが急激に変化している。この段差に地震波がぶつかり反射し、滞留していると考えられる。層の段差に地震波が反射され、振幅が大きくなる現象は吉村<sup>4)</sup>も指摘している。

## 4単純2層モデルによる検討

水上出張所の地震動に対する天白河口断層の影響について検証するため、単純2層モデルを用いた検討を行った。図6に計算に使用した地盤構造モデルの平面と断面、堆積盆地部の断面の拡大図を、表1に各層の物性値を示す。モデル中心に直径50kmの円形堆積盆地があり、断面は基盤が南側に傾斜した形状となっている。この南側の基盤段差を水上出張所近傍の天白河口断層による層の段差に見立てている。南側の基盤段差近傍に観測点を配置し、深さ10kmの任意の位置で地震が起きた際に観測点で得られる地震動を計算した。

図7に、観測点でのラディアル方向の速度波形を示す。振幅と時間のスケールは統一しており、距離減衰補正是行っていない。観測点から見て堆積盆地背面となる北側の震源による地震動の振幅が大きく、継続時間が長い。一方、南側の震源による地震動は、主要動にパルスが1つあるのみで、地震波が観測点付近に留まっていることが分かる。北側で地震が起きた際には、堆積盆地内の表面波の分散に加え、観測点近傍の基盤段差で地震波の反射・干渉が生じ、観測点での地震動が増幅・伸長したものと考えられる。以上より、水上出張所の北側の地震による地震動の大きな振幅と長い継続時間は、天白河口断層による地震波の反射・干渉によると考えられる。

## 5まとめ

サイト增幅特性及び地震動の継続時間が震源位置によって変動することが確認できた。この変動の傾向は観測点近傍の不整形な地盤構造に大きく影響を受けることが単純化モデルを用いた解析から明らかとなった。サイト增幅特性の変動を事前に予測するには、2章で行ったようなグリーン関数の相反性を用いた有限差分法による検討が有効である。

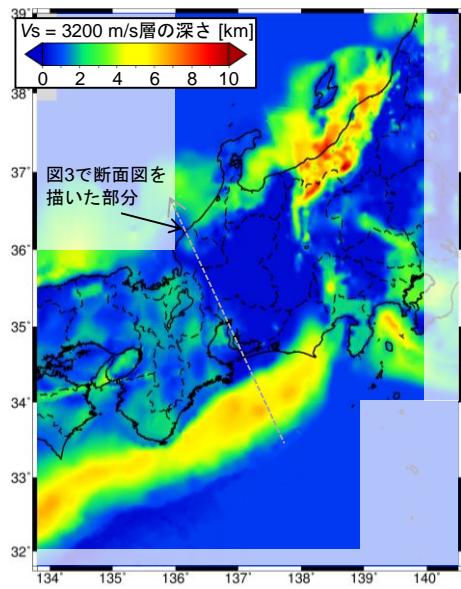
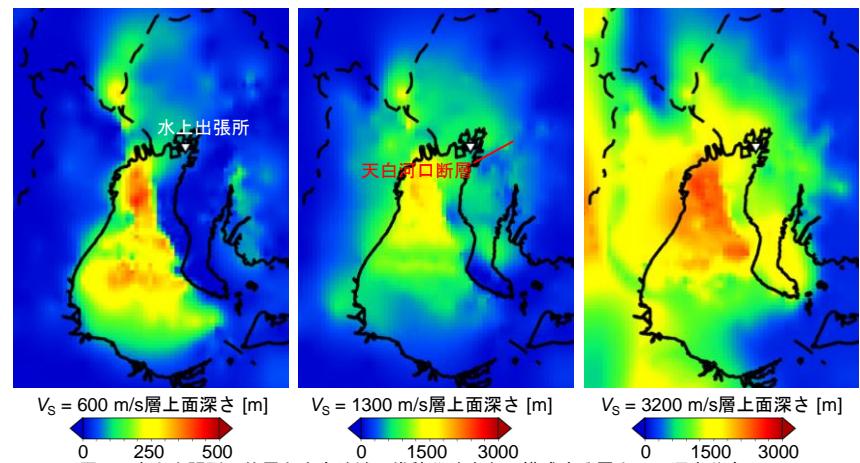


図 1 計算領域と  $V_s = 3200 \text{ m/s}$  層上面の深さ分布  
(長周期地震動予測地図<sup>2)</sup>より)



$V_s = 600 \text{ m/s}$  層上面深さ [m]

$V_s = 1300 \text{ m/s}$  層上面深さ [m]

$V_s = 3200 \text{ m/s}$  層上面深さ [m]

図 2 水上出張所の位置と中京地域の堆積盆地を主に構成する層上面の深さ分布  
(長周期地震動予測地図<sup>2)</sup>より)

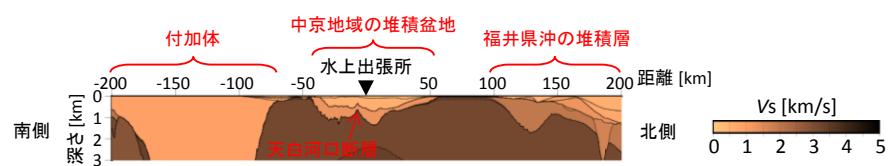


図 3 地盤モデルの断面図 (図1の破線)

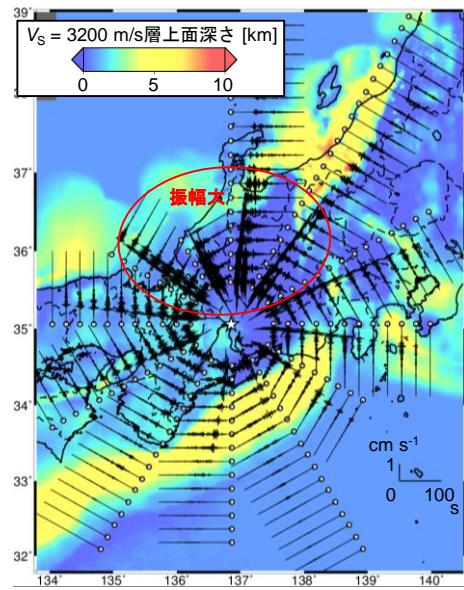


図 4  $V_s = 3200 \text{ m/s}$  層上面の深さ分布と任意の震源○によって水上出張所で得られる速度波形

## 参考文献

- 1) 津野靖士, 山中浩明, 翠川三郎, 山本俊六, 三浦弘之, 酒井慎一, 平田直, 笠原敬司, 木村尚紀, 明田川保: 2011 年東北地方太平洋沖地震 ( $M_w 9.0$ ) の本震記録と余震記録を用いた首都圏およびその周辺地域に於ける長周期地震動の特性, 日本地震工学会論文集, 第 12 卷, 第 5 号 (特集号), 2012.11
- 2) 平井敬, 福和伸夫: 3 次元有限差分法と反相定理を用いた堆積盆地の地盤震動性状の評価手法, 日本建築学会構造系論文集, 第 78 卷, 第 694 号, pp.2083-2091, 2013.12
- 3) 地震調査研究推進本部 地震調査委員会: 「長周期地震動予測地図」2012 年度試作版—南海地震 (昭和型) の検討—, [http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12\\_chosyuki/index.html](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12_chosyuki/index.html) (2017. 3. 閲覧), 2012, 1.
- 4) 吉村智昭: 濃尾平野における想定東南海地震の長周期地震動評価—領域縮小法による地震波動伝播解析—, 大成建設技術センター報, 第 37 号, 2004

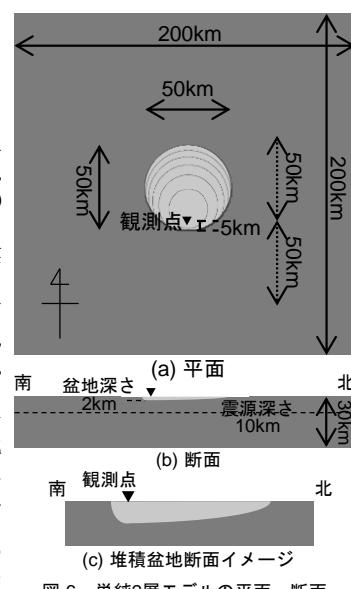


図 6 単純2層モデルの平面・断面

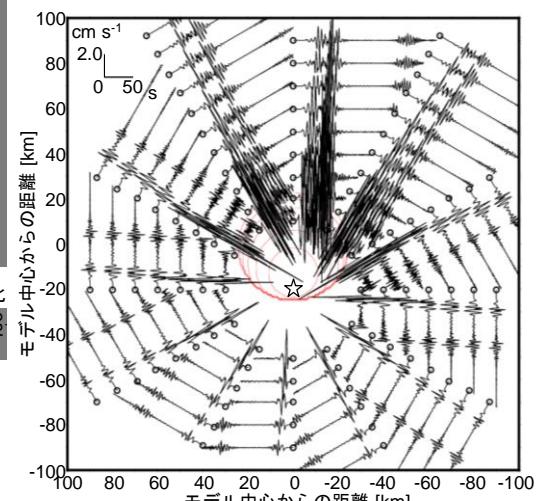


図 7 任意の震源○により観測点で得られる速度波形

\*1 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生

\*2 名古屋大学大学院環境学研究科 助教・博士 (工学)

\*3 名古屋大学減災連携研究センター 教授・工博

\*1 Grad. Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

\*2 Assistant Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

\*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.