

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、サイト増幅特性は地点固有のものと考えられてきたが、堆積盆地上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^{例えは1)}。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、地震によるサイト増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、堆積盆地上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²⁾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上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³⁾)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 1 km 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 10 km、地震モーメント 9.3×10^{18} N m ($M_w = 6.6$)、応力降下量 3 MPa 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、距離減衰補正は行っていない。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、サイト増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 10 km、水上出張所の北方 60 km 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、 $V_s = 1300$ 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⁴⁾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 50 km 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 10 km 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あり、距離減衰補正は行っていない。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ないことが分かる。北側で地震が起きた際には、堆積盆地内で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

サイト増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。サイト増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。

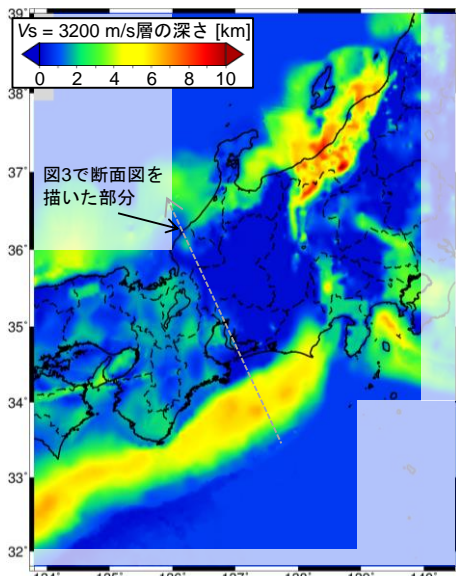


図1 計算領域と $V_s = 3200$ m/s層上面の深さ分布 (長周期地震動予測地図²⁾より)

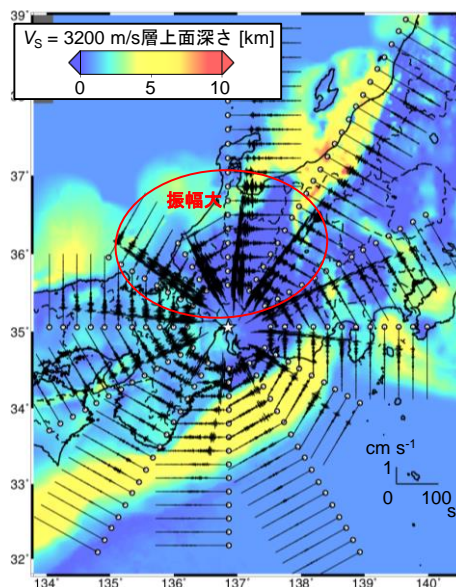


図4 $V_s = 3200$ m/s層上面の深さ分布と任意の震源○によって水上出張所から得られる速度波形

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巻, 第5号 (特集号), 2012.11
- 2) 平井敬, 福和伸夫: 3次元有限差分法と相反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巻, 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 (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

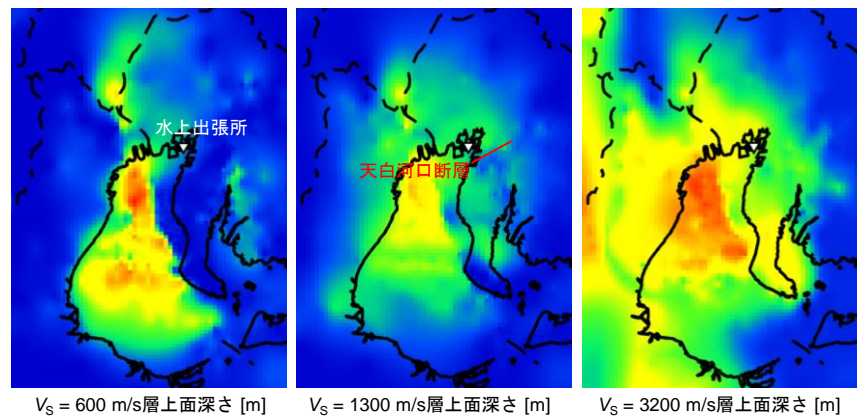


図2 水上出張所の位置と中京地域の堆積盆地を主に構成する層上面の深さ分布 (長周期地震動予測地図²⁾より)

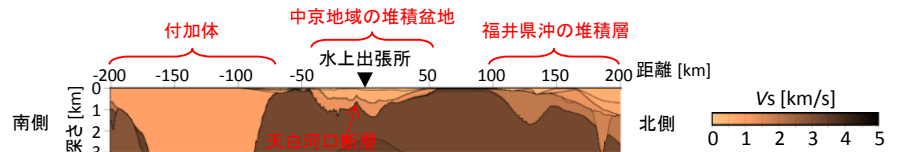


図3 地盤モデルの断面図 (図1の破線)

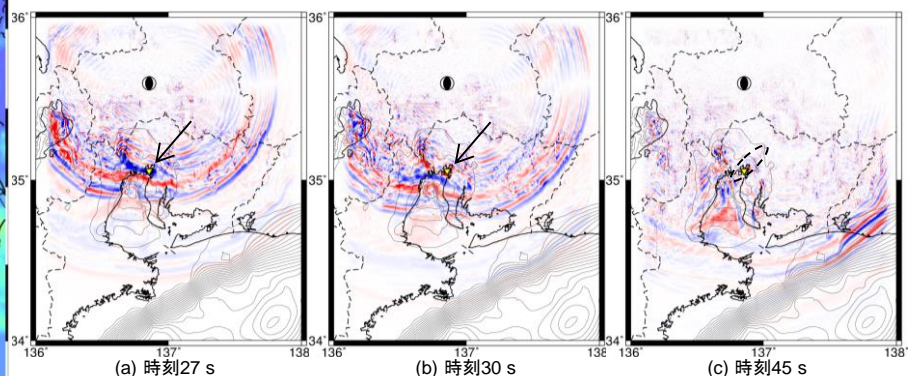


図5 北側の地震による地震動の計算結果 (速度スナップショット) 速度 [cm/s]

表1 単純2層モデルの各層の物性値

層番号	V_s [km/s]	V_p [km/s]	密度 [kg/m³]	Q 値 (周期 5 s)
1	1.00	2.36	2120	160
2	3.00	5.97	2700	528

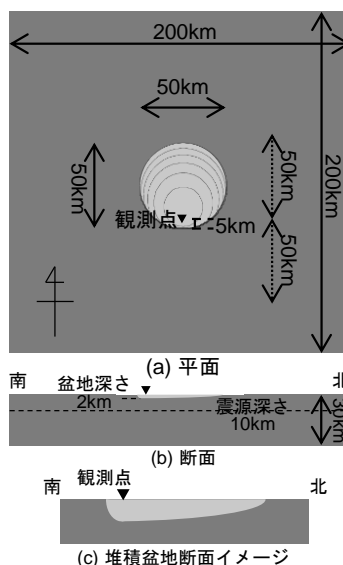


図6 単純2層モデルの平面・断面

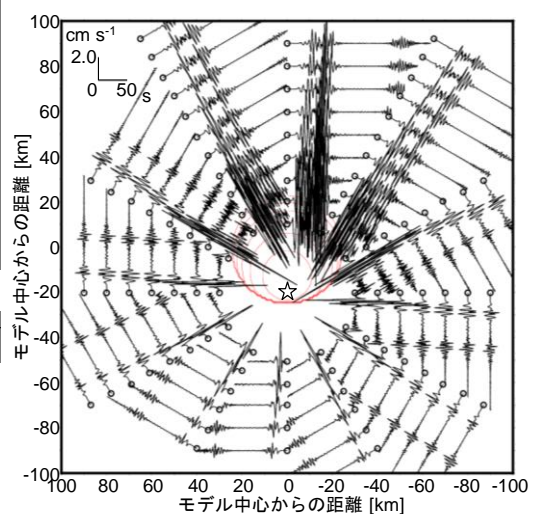


図7 任意の震源○により観測点で得られる速度波形

*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.