

上町断層想定地震波を用いた非線形地震応答解析による大阪地域の揺れやすさの予測

大阪市立大学大学院	○学 中村優孝	正 大島昭彦	学 末吉拳一
地域地盤環境研究所	正 濱田晃之	正 春日井麻里	
京都大学防災研究所	正 後藤浩之		
(株)ニュージェック	正 平井俊之		

1. まえがき

筆者らは、関西圏地盤情報データベース（以下、DB）と基準ボーリング調査を基に大阪・神戸地域の沖積層（沖積砂(As)層、沖積粘土(Ma13)層）と上部洪積層（第1洪積砂礫(Dg1)層、洪積粘土(Ma12)層）を含む「250m メッシュ浅層地盤モデル」を構築し、このモデルを基にメッシュ毎に一次元地震応答解析（SHAKE）を行って卓越周波数に基づく「揺れやすさマップ」を作成したり。しかし、これは線形解析（ G , h 一定）によるものであった。実際の地震では地盤の非線形性、すなわち繰返し変形特性（ $G-\gamma$, $h-\gamma$ 関係）を考慮しないと正しい評価ができない。そこで、文献2)では非線形解析を行うことを目的に、As 層、Ma13 層、Dg1 層、Ma12 層の既存の繰返し変形特性データを収集してモデル化し、250m メッシュモデルに組み込み、ある地点の非線形地震応答解析事例を報告した。

本稿では、平成19年大阪府地震被害想定³⁾の上町断層想定地震波を用いて、大阪地域を対象に250m メッシュごとに非線形一次元地震応答解析を行い、地表面の卓越周波数から揺れやすさを予測した結果を報告する。

2. 非線形地震応答解析の方法

繰返し変形特性のモデル化は、「H-D モデル」、「R-O モデル」、「DHP モデル」の3モデルについて検討し、最終的にH-D モデルで低ひずみ域に最小減衰定数 $h_{\min}$ を設定したモデルを採用した。詳細は文献2)を参照されたい。

応答解析は、上町断層帯地震Aの想定地震波（大阪府下500m メッシュ毎に設定された解放基盤波）を工学的基盤（Ma12層下端の第2洪積砂礫(Dg2)層）にE波として入力した。ただし、上町台地周辺ではDg1層、Ma12層が存在せず、Ma12層よりも古い層が沖積層直下に存在するので、沖積層下端の層を工学的基盤とした。

3. 250m メッシュ毎の非線形地震応答解析の結果

図-1, 2にそれぞれ工学的基盤に入力した最大加速度と非線形一次元地震応答解析によって得られた250m メッシュ毎の地表面の最大加速度の平面分布を示す。図中の2本の太線の内側は工学的基盤を沖積層下端とした範囲である。上町台地周辺では、図-2の地表面最大加速度は図-1の入力値に比べて色の分布が1段階程度（黄色が橙に、緑が黄色に）変わっていることがわかる。図-2の大阪城南部、淀川東南部、安威川北部（位置は図-3参照）の地表面加速度は1000galを超えており、大きく増幅している。逆に、西大阪地域及び東大阪地域西縁では地表面加速度は減衰している傾向が見られる。ただし、東大阪地域東縁（生駒山麓）では増幅している。これは、表層地盤が西大阪地域や東大阪地域西縁では厚くかつ軟弱であるに対して、上町台地や東大阪地域東縁では薄くかつ硬質であるため、地盤の周波数応答特性が異なることにより短周期成分の減衰性能に差が生じたためと考えられる。

そこで、図-3に示した大阪地域の代表的な3地点における応答解析の伝達関数の周波数特性を図-4に示す。図中の点線は線形解析、実線は非線形解析での伝達関数を示している。線形、非線形の卓越周波数を比較すると、西大阪地域の此花では1.2Hzから0.88Hzへ、上町台地の上本町では6.4Hzから4.4Hzへ、東大阪地域の荒本では2.1Hzから1.13Hzへと変わり、非線形解析によって卓越周波数が低周波数側へシフト（長周期化）することがわかる。

図-5, 6にそれぞれ線形解析¹⁾、非線形解析の伝達関数による卓越周波数に基づく大阪地域の揺れやすさの平面分布を示す。線形解析では黄色（1.0~1.5Hz）の分布だった地域が非線形解析では緑色（0.6~1.0Hz）の分布に、上町台地東側では橙（1.5~2.0Hz）の分布が黄色（1.0~1.5Hz）に変わるなど、やはり卓越周波数が低周波数側へシフト（長周期化）する傾向が捉えられている。この分布から、低周波数を示す地域ほど揺れやすいといえる。

最後に、本研究は、地盤工学会関西支部「関西の地盤情報に基づく防災ハザードマップ開発研究委員会」（委員長：大島昭彦）のWG1（地震による揺れやすさと液状化検討）の研究活動の一環で行ったことを付記する。また、上町断層帯地震A想定地震波を提供いただいた大阪府危機管理室に謝意を表する。

Key Words: 繰返し変形特性, 地震動, 地震応答解析, 卓越周波数, 揺れやすさマップ

〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

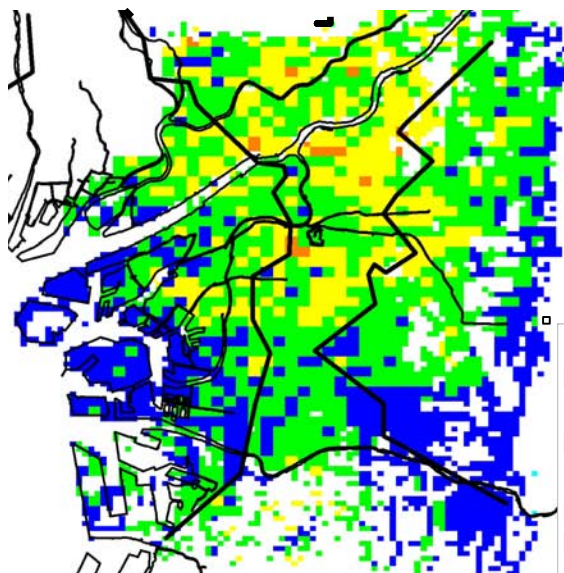


図-1 工学的基盤の入力最大加速度

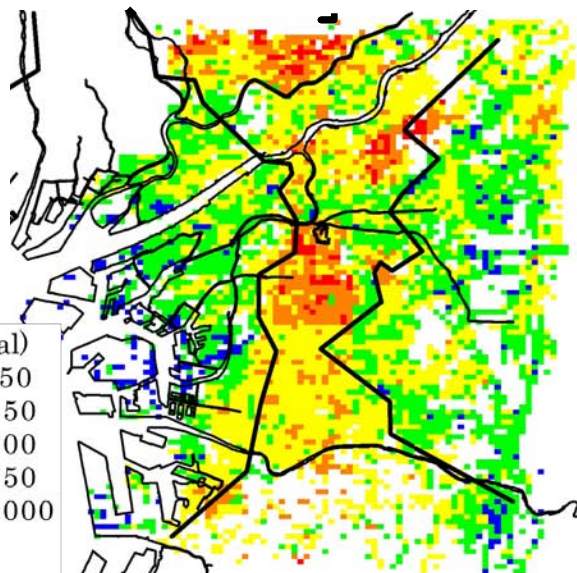


図-2 非線形地震応答解析による地表面最大加速度

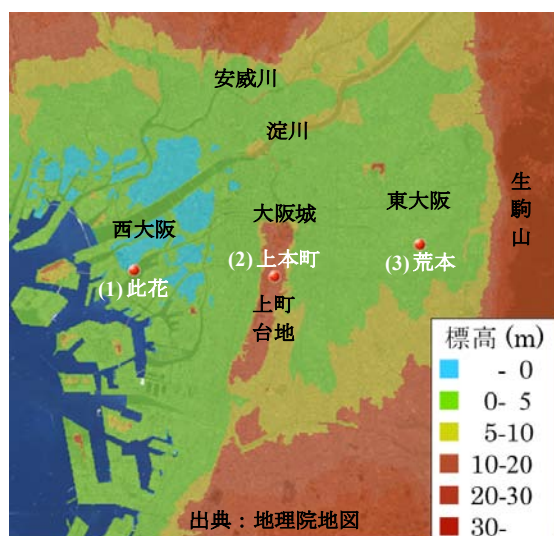


図-3 大阪地域の代表的な3地点

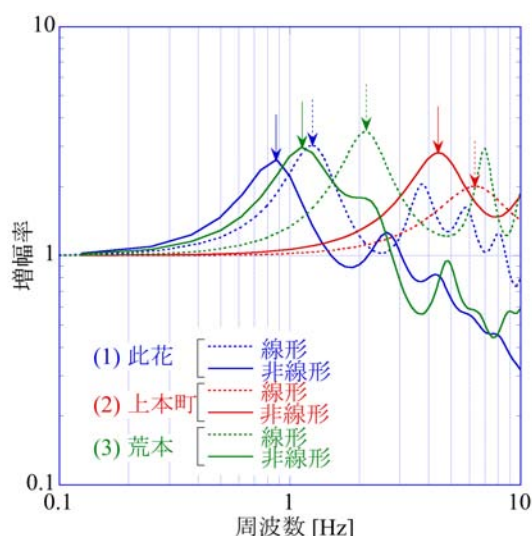


図-4 地震応答解析による伝達関数の周波数特性

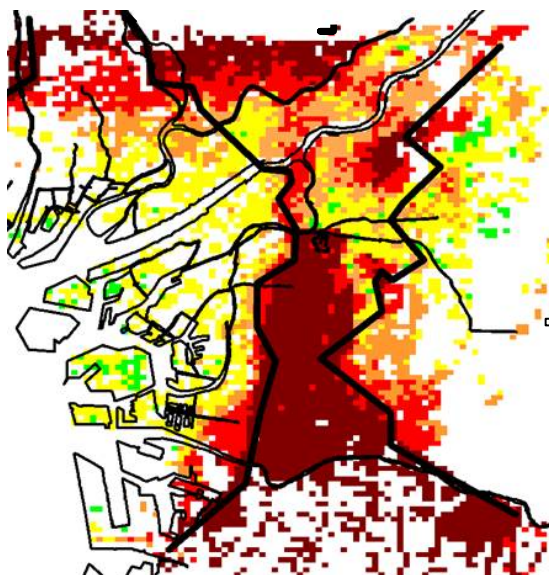


図-5 線形解析による卓越周波数分布

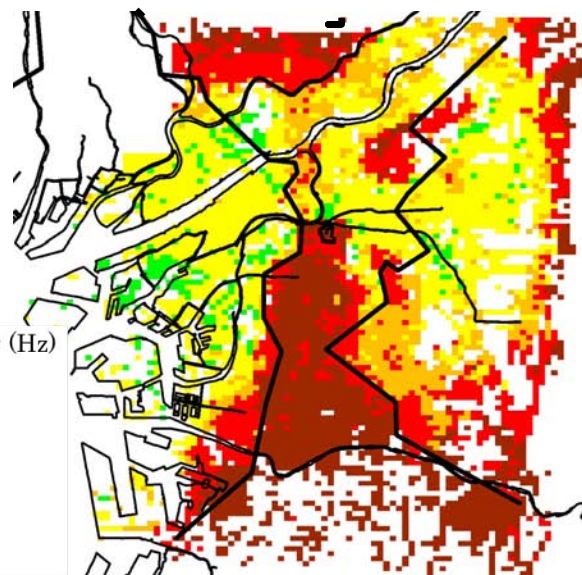


図-6 非線形解析による卓越周波数分布

参考文献

- 1) 平井・他：大阪地域の表層地盤モデルを用いた揺れやすさマップの作成，Kansai Geo-Symposium 2015，pp.203-208，2015.
- 2) 中村・他：大阪浅層地盤の線返し変形特性モデルの構築と非線形地震応答解析事例，第53回地盤工学研究発表会(投稿中)，2018.
- 3) 大阪府地震被害想定(平成19年3月)：http://www.pref.osaka.lg.jp/kikikanri/keikaku_higaisoutei/chokkagata_soutei.html (2018.3.30 参照).