

## 等価線形地震応答解析による南海トラフ地震での大阪・神戸地域の液状化危険度の予測

大阪市立大学大学院 ○学 糟谷祐多 (現 日本工営)

同上 正 大島昭彦 学 山口智也 正 山田卓

地域地盤環境研究所 正 春日井麻里 正 濱田晃之

## 1. まえがき

筆者らは、これまでに大阪・神戸地域を対象に工学基盤面を洪積粘土 Ma12 層直下の第 2 洪積砂礫 Dg2 層と見なし、それ以浅の「250m メッシュ浅層地盤モデル」を構築してきた<sup>1)</sup>。また、Dg2 層が存在しない上町台地周辺に洪積上町(DU)層を設定し<sup>2)</sup>、各地層の繰返し変形特性<sup>3)</sup>をモデルに組み込んで地震応答解析を行った<sup>4)</sup>。さらに、DU 層や第 1 洪積砂礫 Dg1 層、Ma12 層のボーリング空白域に対して上・下面標高の内挿を行い、250m メッシュ浅層地盤モデルを拡張し<sup>5)</sup>、プレート境界型(海溝型)の南海トラフ地震の想定地震動を入力した際の表層地盤の揺れやすさ(地表面加速度、卓越周波数など)を等価線形地震応答解析(SHAKE)によって求めた<sup>6)</sup>。

本稿では、上記解析で求めた南海トラフ地震の想定地震動の基本ケースと陸側ケースでの深度方向の最大せん断応力 $\tau_{max}$ を用いて大阪・神戸地域の液状化危険度の分布を求めた結果を報告する。

## 2. 液状化危険度の予測方法

液状化危険度の予測は、以下の①～③の方法で行った。

① 2017 年度版道路橋示方書<sup>7)</sup>に従い、液状化判定を行う層を決め、地震動(タイプ I : プレート境界型)の動的せん断強度比  $R$  を求める。

② SHAKE で求めた深度方向の最大せん断応力 $\tau_{max}$ を有効上載圧 $\sigma_v'$ で除して、地震時せん断応力比  $L$  を式(1)によって求める( $\tau_{max}$ 法)。また、SHAKE で求めた図-1(1)、(2)に示す地表面最大加速度 $\alpha_{max}$ を用いて、式(2)によって  $L$  を求める場合( $\alpha_{max}$ 法)も行い、両者を比較する。

$$L = \tau_{max} / \sigma_v' \quad [\tau_{max} \text{法}] \quad (1)$$

$$L = r_d(\alpha_{max}/980)\sigma_v / \sigma_v' \quad [\alpha_{max} \text{法}] \quad (2)$$

ここに、 $r_d (=1.0-0.015x)$  : 深さ方向の低減係数、 $x$  : 深度(m)、 $\sigma_v$  : 深度  $x$  における全上載圧(kN/m<sup>2</sup>)、 $\sigma_v'$  : 深度  $x$  における有効上載圧(kN/m<sup>2</sup>)

③  $R$  を  $L$  で除し、液状化安全率  $F_L$  を求め、それを式(3)で積分して液状化指数  $P_L$  を求める。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)w(x)dx \quad (3)$$

ここに、 $w(x) = 10 - 0.5x$

## 3. 液状化危険度の予測結果

図-2(1)、(2)に $\tau_{max}$ 法に基づく南海トラフ地震の液状化指数  $P_L$  分布を示す。図-2(1)の基本ケースでは、入力加速度が小さいこともあり、 $P_L$  は 10 以下が優勢である。しかし、住之江区、都島区、西宮市周辺では  $P_L$  が 20 以上のメッシュが点在している。これは、これらの地域では  $N$  値が低い沖積砂層が厚く堆積しているためである。図-2(1)の陸側ケースでは、図-1(2)に示す $\alpha_{max}$  が大きい(臨海域以外は 300~500 gal、特に上町台地、千里丘陵周辺、神戸市西部では 500gal を超える)ため、全体に  $P_L$  は大きくなり、西大阪では 20 以上となる地域が多く、先に述べた地域では 25 以上となり、液状化危険度がかかなり高いと予想される。

次に、 $\tau_{max}$ 法による  $P_L$  と  $\alpha_{max}$ 法による  $P_L$  (紙面の都合で図は除く)との差を  $\Delta P_L$  とし、 $L$  の計算方法の違いの比較を図-3(1)、(2)に示す。図の赤系は $\tau_{max}$ 法の方が、青系は $\alpha_{max}$ 法の方が  $\Delta P_L$  は大きいことを表す。図-3(1)の基本ケースでは、一部で $\tau_{max}$ 法の方が大きい、全体的に $\alpha_{max}$ 法の方が大きい。特に、 $P_L$  が大きかった住之江区、都島区、西宮市では $\alpha_{max}$ 法の方が大きい。図-3(2)の陸側ケースでは、基本ケースと異なり、都島区と西宮市では $\tau_{max}$ 法の方が大きい(住之江区は基本ケース同様)。また、 $\alpha_{max}$  が大きかった神戸市長田区で $\alpha_{max}$ 法の方が大きい。

Key Words : 南海トラフ地震, 地震応答解析, 地盤情報データベース, 浅層地盤モデル, 液状化

〒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-4(1), (2)に道路橋示方書通りに一律の水平震度を与えた場合の $P_L$ 分布 ( $k_{hgL0}=0.20, 0.35$ :それぞれ $\alpha_{max}=200, 350$ gal 相当)を示す<sup>8)</sup>。図-2(1)と図-4(1)を比較すると、住之江区, 都島区, 西宮市では解析の $\tau_{max}$ による方が $P_L$ は大きい。また, 西大阪地域, 上町台地東側でも $\tau_{max}$ による方が $P_L$ は大きい傾向が認められる。一方, 図-2(2)と図-4(2)を比較すると, 西大阪地域~神戸地域まで解析の $\tau_{max}$ による方が $P_L$ は小さい。一方, 上町台地東側では $\tau_{max}$ による方が $P_L$ はやや大きい傾向が認められる。これは, 図-1(2)の $\alpha_{max}$ の大きさが反映されていると考えられる。

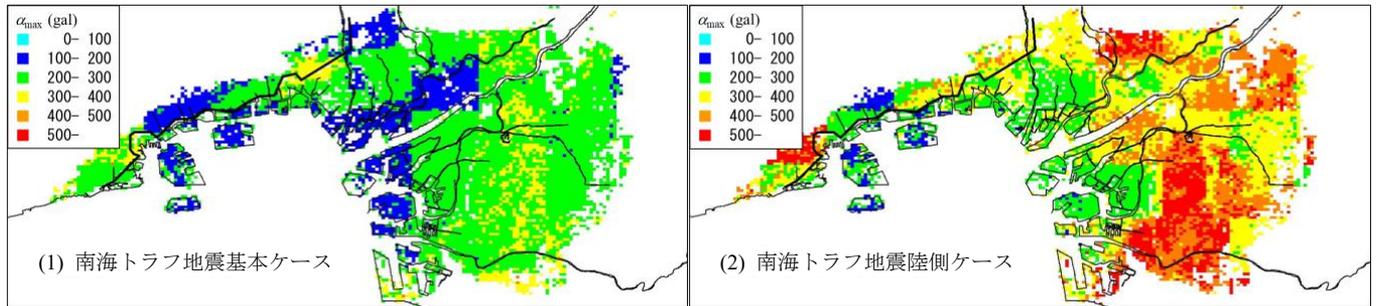


図-1 南海トラフ地震の地表最大加速度 $\alpha_{max}$ の分布

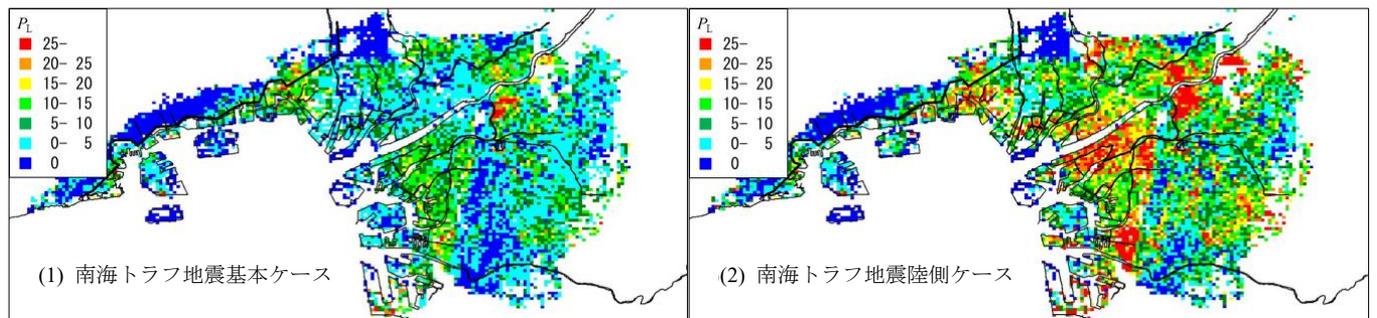


図-2 南海トラフ地震の液状化指数 $P_L$  ( $\tau_{max}$ 法)の分布

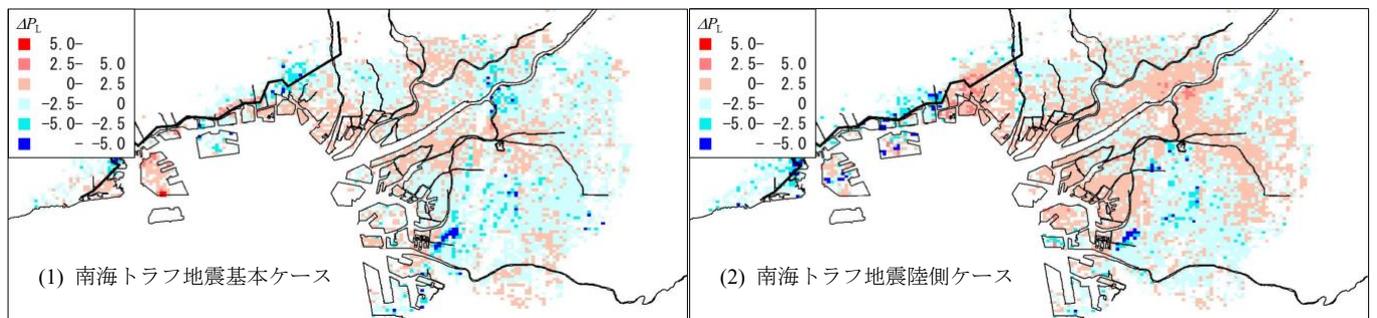


図-3 南海トラフ地震での $\Delta P_L$  ( $=\tau_{max}$ 法 $-\alpha_{max}$ 法)の分布

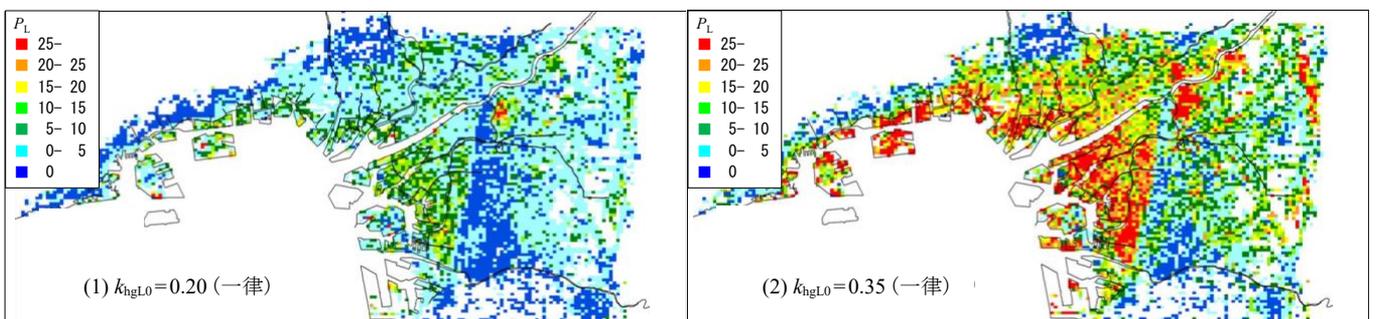


図-4 一律の $\alpha_{max}$ を与えた場合の液状化指数 $P_L$ の分布 (海溝型)<sup>8)</sup>

#### 参考文献

- 1) 新井・他: 大阪地域の上部洪積層(Dg1, Ma12)の250mメッシュモデルと地下水位低下による沈下予測, Kansai Geo-Symposium 2015, pp.45-50, 2015.
- 2) 糟谷・他: 大阪上町台地上の洪積上町層を取り入れた250mメッシュ浅層地盤モデルの作成, 第54回地盤工学研究発表会, No.0026, 2019.
- 3) 中村・他: 大阪浅層地盤の繰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, No.0990, 2018.
- 4) 末吉・他: 等価線形地震応答解析による大阪表層地盤の揺れやすさと液状化危険度の予測, Kansai Geo-Symposium 2019, pp.60-65, 2019.
- 5) 山口・他: 大阪・神戸地域の250mメッシュ浅層地盤モデルの拡張, 第56回地盤工学研究発表会(投稿中), 2021.
- 6) 糟谷・他: 等価線形地震応答解析による南海トラフ地震における大阪・神戸地域の揺れやすさの予測, 第56回地盤工学研究発表会(投稿中), 2021.
- 7) 日本道路協会: 『道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編』, 2017.
- 8) 春日井・他: 地盤情報データベースを利用した大阪・神戸地域における液状化予測, Kansai Geo-Symposium 2016, pp.31-36, 2016.