

大阪地域の液状化危険度の予測と地下水位低下による対策効果

(財)地域地盤環境研究所 ○正 春日井麻里 正 濱田晃之 正 山本浩司
大阪市立大学大学院 正 大島昭彦

1. まえがき

大阪平野の表層には、縄文海進以降の河川デルタなどの作用によって堆積した沖積砂層(上部)が一般に緩く堆積している。現在は地下水揚水規制によって沖積砂層の地下水位が高位化しており、地震時の液状化発生の危険度を高めている。このため、液状化危険度を事前に予測し、その対策を検討することは重要な課題である。これまでに関西圏地盤情報データベース(以下、DB)を用いて大阪地域の面的な液状化予測は行われているが、予測に用いる粒度データが少ないため、柱状図記載の土質名から機械的に値を与えており、必ずしも実際の粒度特性が反映されていない¹⁾。そこで文献2)では、大阪地域の沖積砂層を対象に、DBを基に開発された「電子地盤図作成支援システム」^{3),4)}にも採用された地盤モデル作成技術(以下、作成システム)と N 値-細粒分含有率 F_c の相関関係を用いて、250mメッシュ毎にモデル化し、土質特性(N 値、 F_c 値)の平均的な平面分布、および深度毎の平面分布を求めた。本報告では、このモデル化した土質特性を用いて液状化危険度を予測した結果を報告する。

2. 液状化予測の方法

まず、作成システムを用いて、各250mメッシュでDBに登録されている複数のボーリングデータを集約して深度1m毎の平均的な土質と N 値を求める。次に、DB登録の粒度データは少ないので、DBからほぼ同深度の N 値と F_c 値を抽出し、その相関関係を回帰し、回帰式に上記のモデル化した N 値を代入して、深度1m毎の F_c 値を推定した。ただし、 N 値- F_c 値の相関関係にも地域性があるので、図-1に示す土質特性が似かよる11地域に分けて求めた。詳細は文献2)を参照されたい。

上記によりモデル化した沖積砂層の土質特性を用いて液状化予測を行った。ここでは道路橋示方書⁵⁾の予測式を用い、海溝型地震(タイプI)と内陸直下型地震(タイプII)による液状化安全率 F_L を250mメッシュ毎に求めた。海溝型、直下型地震の水平震度はそれぞれ0.4、0.6(400、600gal相当)、地下水位は250mメッシュ毎の各ボーリングの孔内水位の平均水位を用いた。また、 F_L を深さ方向に積分して液状化危険度 P_L を算出した⁶⁾。兵庫県南部地震における液状化噴砂分布データなどを基にして表-1のような P_L 値と液状化程度⁷⁾が提案されているので、これを液状化危険度の指標とした。

3. 液状化予測の信頼性の検討

文献8)では、大阪地域で N 値と粒度が多く測定されている70地点を抽出し、それを直接用いて求めた P_L 値の分布を報告した。そこで、同じ地点を含むメッシュで本研究によるモデル化した土質特性を用いて求めた P_L 値との比較を図-2に示す。 P_L 値の小さい範囲では本研究の方がやや大きい、両者に大きな差はなく、モデル化によって求めた結果は実際の粒度を用いて予測した結果と整合することが確認できる。

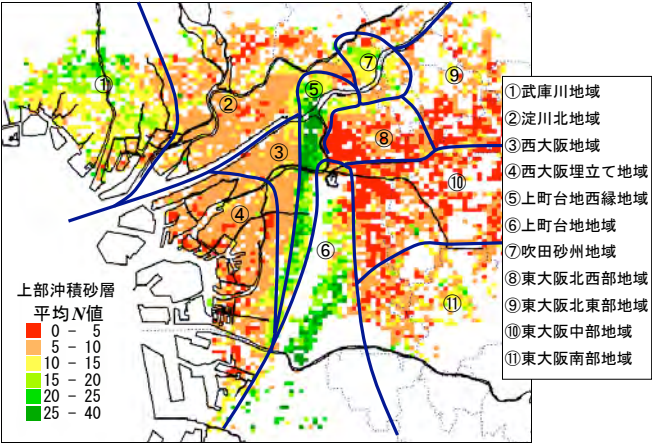


図-1 上部沖積砂層の地域分けと平均 N 値の平面分布²⁾

表-1 P_L 値と液状化程度の関係⁷⁾

P_L 値	液状化の程度
0~5	液状化はほとんどなし、被害なし
5~10	液状化の程度は小さい、構造物への影響はほとんどない
10~20	液状化は中程度、構造物によっては影響の出る可能性がある
20~35	激しい液状化、噴砂が多く、直接基礎の建物が傾く場合あり
35以上	非常に激しい液状化、大規模な噴砂と構造物の被害

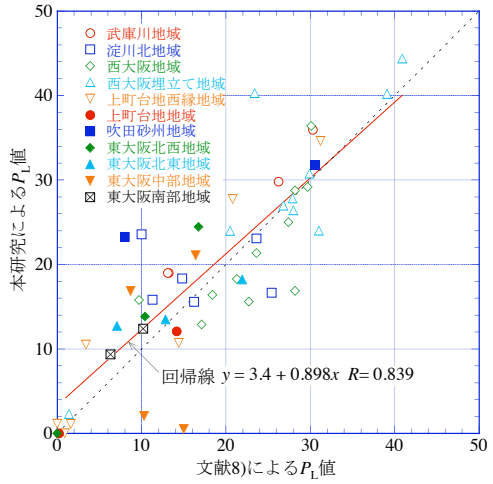


図-2 文献8)による結果との比較

4. 液状化危険度の予測結果

図-3 に海溝型地震動における現況地下水位での P_L 値の平面分布を示す。なお、液状化予測では沖積砂層（図-1 参照）だけでなく、埋立地を含む深度 20m までの粗粒土を対象とした。図中の空白域は N 値データがないメッシュである。激しい液状化が発生する危険のある地域（図の赤、橙）は、西宮から西大阪地域に至る臨海の埋立地および住之江区、都島区、平野区、伊丹台地・千里丘陵南縁部、生駒山地西縁部である。これは、これらの地域の沖積砂層の層厚が厚く、 N 値が比較的小さいためである。ここで、埋立地である咲洲の P_L 値が低いのは、浚渫粘土で埋め立てられているためである。その他に東大阪地域において局所的に P_L 値が高い地域があるが、これは過去に河川が存在した場所であり、現在は自然堤防となっており、表層の N 値が小さいためである。

既往の液状化予測¹⁾と比較すると、伊丹台地・千里丘陵南縁部、生駒山地西縁部などでは本研究の方が液状化危険度は高くなった。これが導入した粒度特性の違いと考えられる。なお、直下型地震動の P_L 値は少し小さくなったが、ほぼ同様の分布を示した。

5. 地下水位低下による対策効果

文献 9)では、地下水位を下げた時の許容沈下量を 5~10cm 程度（構造物の重要度に依存）と仮定すると、沖積砂層は 2~3m の水位低下が可能であることがわかっている。そこで、現況地下水位より 1, 2, 3m 低下させた場合の P_L 値を改めて計算し、液状化対策効果を調べた結果を図-4 に示す。水位を下げるにつれて P_L 値が下がり、液状化の危険性のある地域は徐々に少なくなっていくことがわかる。特に 3m 低下させた場合には、大阪地域における液状化危険度は全体的に低くなり、地下水位低下が液状化対策として非常に有効であることがわかる。しかし、都島区、住之江区、平野区、伊丹台地・千里丘陵南縁部、生駒山地西縁部の一部などでは、まだ P_L 値が 20 を超え、液状化危険度が高くなっている。これはこれらの地域では液状化が起こりやすい地盤構成（砂層の層厚が厚く、 N 値が低い）となっているためである。

参考文献

- 1) 関西圏地盤情報ネットワーク・関西圏地盤研究会：新関西地盤一大阪平野から大阪湾へ，pp.213-217，2007。
- 2) 春日井，他：地盤情報データベース活用による大阪地域の沖積砂層の土質特性と地域性，第 44 回地盤工学研究発表会（投稿中），2008。
- 3) 山本，他：大阪平野における全国電子地盤図の作成，第 43 回地盤工学研究発表会，No.36，pp.19-20，2008。
- 4) 三村，他：表層地盤の電子地盤図作成について，第 2 回シンポジウム「統合化地下構造物データベースの構築」，pp.17-22，2008。
- 5) 道路橋示方書・同解説，Ⅴ 耐震設計編，2002。
- 6) 岩崎，他：地震時地盤液状化の程度の予測について，土と基礎，Vol.28，No.4，pp.23-29，1980。
- 7) 大阪府土木部：大阪府土木構造物耐震対策検討委員会報告書，1997。
- 8) 大島，他：大阪地域の沖積砂層の土質特性と液状化危険度の検討，第 43 回地盤工学研究発表会，No. 231，pp.461-462，2008。
- 9) 大島，他：大阪地域の浅層地下水の水位再低下による地盤沈下量の予測，地下水地盤環境に関するシンポジウム 2008，pp.35-44，2008。

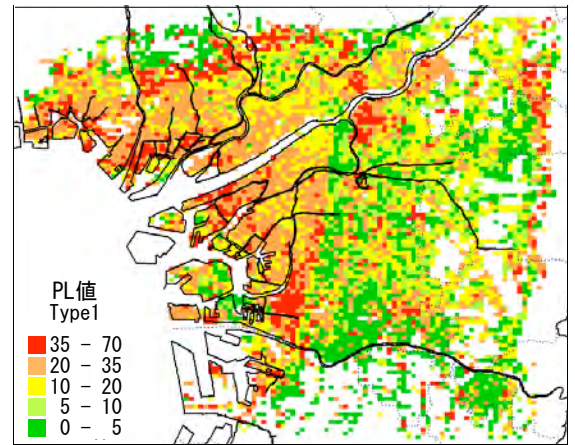
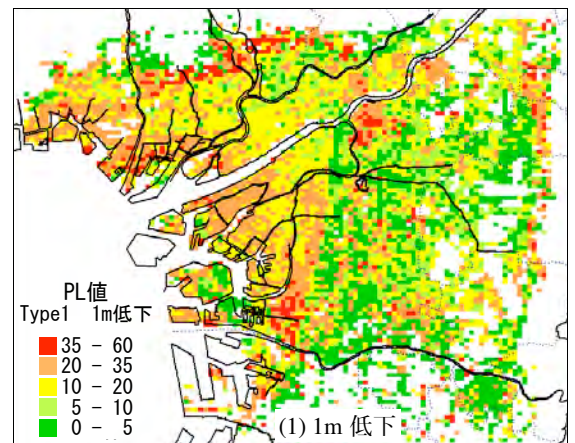
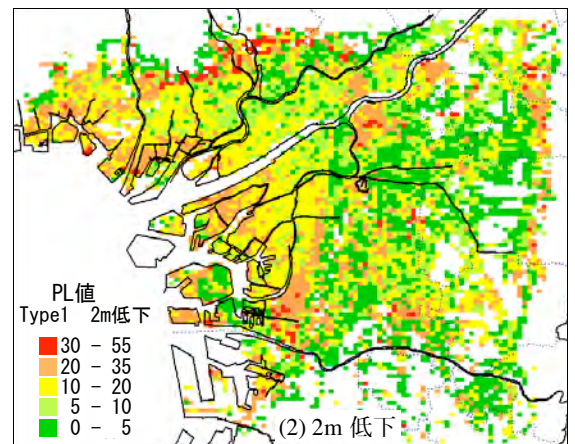


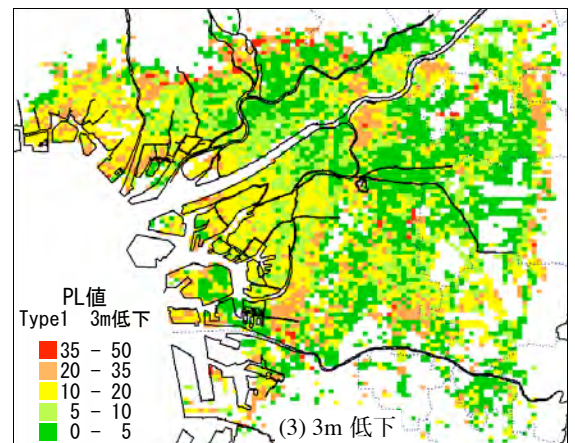
図-3 P_L 値の平面分布（海溝型地震動）



(1) 1m 低下



(2) 2m 低下



(3) 3m 低下

図-4 地下水位を低下させた場合の P_L 値の平面分布（海溝型地震動）