

沈下量を指標とした確率論的液状化ハザード解析

東電設計 正会員 ○栗田 哲史
東電設計 福島誠一郎

1. はじめに

平成 23 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) においては、浦安市を中心とした東京湾沿岸部で大規模な液状化現象が発生し、家屋や道路、ライフライン設備（電柱、ガス管、水道管）などに多くの被害を及ぼしている。液状化による構造物被害の主たる要因は地盤の沈下である。そこで、液状化の危険度を評価するには沈下量を指標とした方がより直接的である。そこで本研究では、地表面の沈下量を指標とした確率論的な液状化ハザードを評価する手法について検討した。

2. 確率論的液状化ハザードの解析手法

確率論的な液状化ハザード解析の基本的考え方は、Cornell¹⁾が提唱し、地震調査研究推進本部が全国地震動予測地図を作成するために用いている手法²⁾を、液状化に適用したものである。この時、ハザードの対象としているものが、地震動強さから液状化による地表面の沈下量に置き換わっている。

図-1に確率論的液状化沈下量ハザード解析のフローを示す。ある地点においてある地震が発生した時の、液状化による地盤の沈下量の求め方は次の通りである。はじめに、最大加速度の距離減衰式により対象地点の工学的基盤上の最大加速度を得る。表層地盤の増幅関数により、工学的基盤上の最大加速度から地表の最大加速度を求める。次に、道路橋示方書・同解説³⁾の方法で対象地点の地盤各層の FL 値を算定する。ここで、Ishihara & Yoshimine⁴⁾の FL 値と体積ひずみとの関係により、地表面の沈下量を求める。この時、地盤は水平成層を仮定している。対象となるサイト周辺の地震活動とばらつきを考慮し、この操作を全ての地震に対して計算した結果を統合処理して沈下量毎の年超過確率で整理したものが、確率論的液状化ハザード曲線となる。

3. 解析事例

はじめに、図-2に示す東京都内における代表的な砂地盤の地点を対象として、確率論的な液状化ハザード曲線を求めることを試みた。地盤物性値は、東京都の地震被害想定⁵⁾で用いているものを利用した。なお、地下水位は同被害想定で用いているものと同様に GL-1m を全ての地点に設定した。工学的基盤上の最大加速度を推定する距離減衰式には、司・翠川⁶⁾の式を用いた。

図-3に液状化沈下量のハザード曲線の試算例を示す。図中の曲線は、各地点において1年間にある沈下量を超える確率を表している。この結果では、地盤構造上、地点Aでは沈下量が31.88cm、地点Bでは11.61cmで飽和する。評価対象地点間の工学的基盤上における最大加速度のハザード曲線に大きな差異は認められないため、液状化ハザード曲線に見られる差異は2地点間の地盤構造の違いを反映したものであると言える。

図-4には、東京都全域を対象とした表現方法の異なる液状化ハザードマップを示す。再現期間が100年（年超過確率：0.01）に対する沈下量の分布図と、沈下量が16cmに対する再現期間の分布図の2種類の結果である。ここでは、前述の東京都被害想定で使用している地盤モデルを4次の地域メッシュ（約500m四方）に設定している。同図の前者からは河川流域で沈下量が大きくなる様子が見られる。一方、後者の図で再現期間が500年以上となっている箇所は、地盤構造上沈下量が既に飽和している為、年超過確率が0.0になっていることを表している。

4. おわりに

確率論的な地震動のハザード解析手法を液状化危険度の評価に適用して、沈下量を指標とした確率論的液状化ハザード曲線を求める方法について検討した。また、東京都を対象として解析例を示した。

キーワード 確率論的ハザード解析, 液状化, 沈下量

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計株式会社 社会基盤推進部 防災グループ

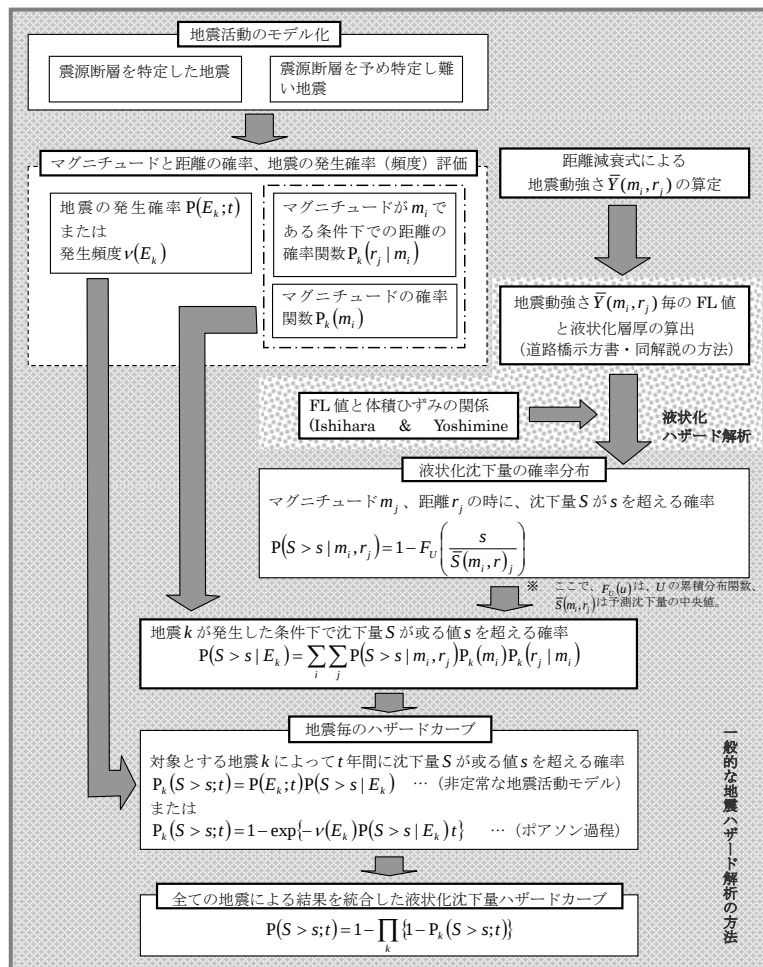


図-1 確率論的液状化沈下量ハザード解析のフロー



図-2 解析対象地点

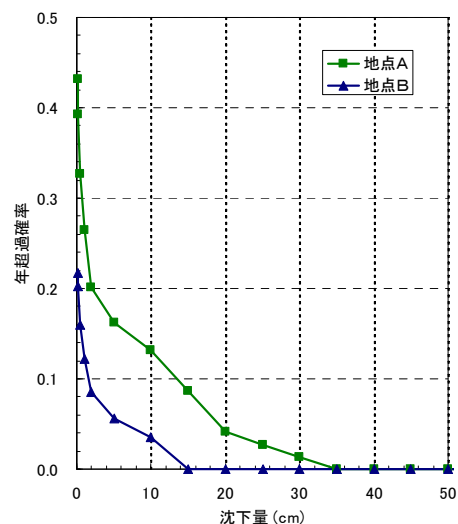
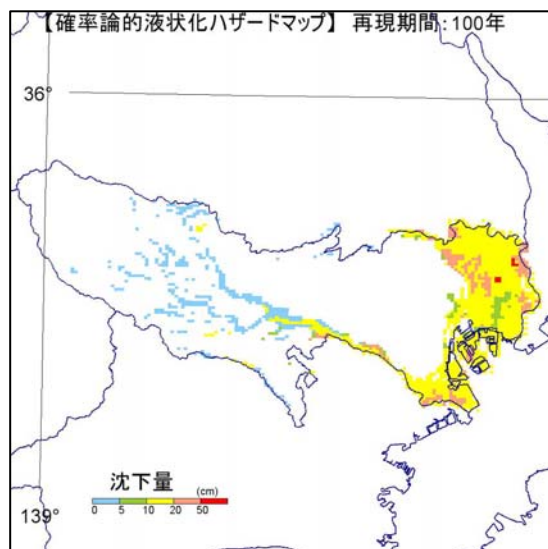
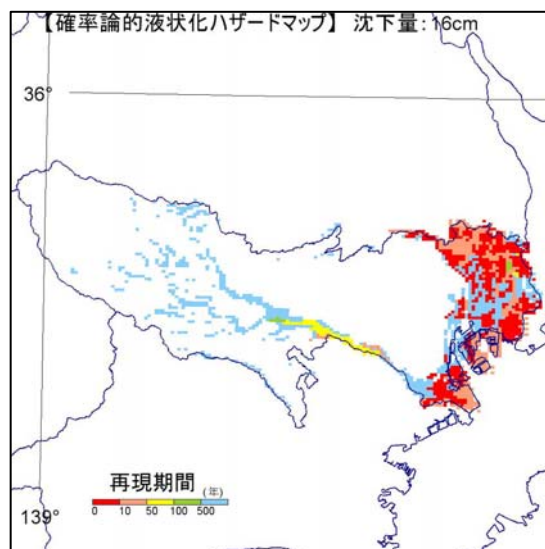


図-3 液状化沈下量のハザード曲線



(1) 再現期間: 100 年に対する沈下量



(2) 沈下量: 16cm に対する再現期間

図-4 確率論的液状化のハザードマップ

参考文献

- 1) Cornell, C. A.: Engineering Seismic Risk Analysis, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.58, No.5, pp.1583-1606, 1968.
- 2) 防災科学技術研究所: 確率論的地震動予測地図作成手法の検討と試作例, 防災科学技術研究所資料, 第236号, 2002年12月
- 3) 日本道路協会(編): 8.2.3 砂質土層の液状化判定, 道路橋示方書・同解説(V耐震設計編), 平成14年3月.
- 4) Ishihara, K. and Yoshimine, M.: Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquake, Soil and Foundation, Vol.32, No.1, pp.173-188, March 1992.
- 5) 東京都: 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書(被害想定手法編), 平成9年8月.
- 6) 司宏俊・翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第523号, pp.63-70, 1999年.