

静岡市における砂地盤の分布と液状化による側方流動の評価

芝浦工業大学 学生会員 ○安井大貴 米倉一樹 岡本敏郎

1. 研究背景と目的

東海地震は、1854年の安政東海地震以来154年間の空白期間が存在し、発生周期を考慮するといつ発生してもおかしくない状態にある。また予想される地震は大規模（マグニチュード8程度）なものであり、その被害予測も極めて著しいと推定されている。東海地震はプレート境界で発生するものであり、静岡市はプレートの上盤に存在している。このため静岡県では、東海地震が発生した際の被害予測が行われており、液状化被害も既に予測されている。

しかし、液状化による詳細な被害として側方流動については全く触れられていないので、静岡市の地盤特性を把握し、砂地盤の分布と側方流動の評価を行うことを目的とする。

2. 研究方法

静岡市の地盤特性を把握しやすくするため「3次元モデリングシステム」を用いて地盤を3Dモデル化した。用いた地盤断面図や柱状図に関するデータは静岡県地震防災センターよりを入手した。

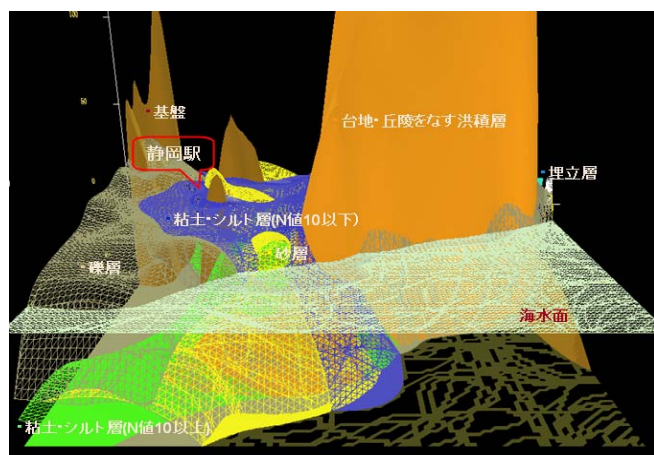


図-1 静岡市の3D地層モデル

図-1は結果の一部であり、このような地層モデルは、角度や方向など変え、あらゆる視点から地盤内を観ることができる。また、実際の地盤内は、複雑にいくつかの層が入り混じっている箇所がある。しかし

本研究では、静岡市の地盤を全体的に把握することを目的とし、3D化した際の見易さを考慮し作成した。地層区分が明瞭になるように層厚約1m未満の層は一層として表示した。

3. 静岡市の地層特性に関する分析

既に静岡県で行われた液状化予測では、砂層が堆積している場所において、危険性が大きくされている。また液状化の危険性が大きくされる場所は数km四方にもわたり、非常に広域な範囲で液状化の危険にさらされている。

地層モデルより粘土・シルト層の下に砂層が堆積していることが分かった。それぞれの層厚は5~10m、10~20m程度であった。図-1中の中央付近の表層には、N値が10以下の粘土・シルト層と砂層が堆積しており、軟弱な地盤だと言える。砂層についてはボーリング柱状図より、N値が全体的に低いことが確認できた。

図-1の地層モデルより、海岸に向かって地盤に緩やかな傾斜があることがわかる。そこで地表高のみのデータを使用し、等高線に関する3Dモデルを図-2のように作成した。

図-2より矢印方向に地盤傾斜があることを確認し、さらにその傾斜を確認したところ0.8%であった。

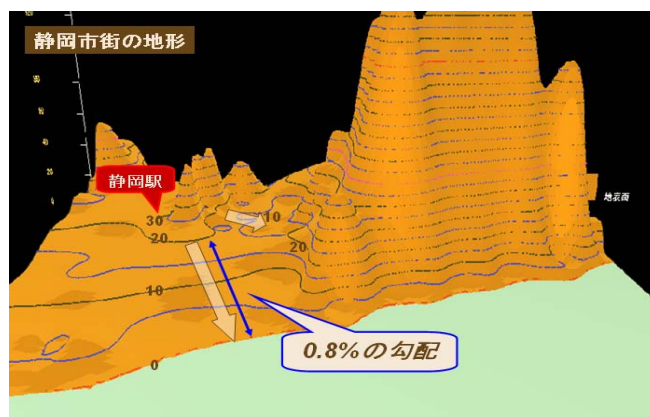


図-2 等高線の3D地表標高モデル

キーワード：静岡市 側方流動 液状化

芝浦工業大学 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL (03) 5859-8360 FAX (03) 5859-8401

4. 側方流動

4.1 側方流動の発生条件

静岡市の地盤条件において、地震時に液状化が発生すると、地盤が流体のように流れる可能性がある。このような現象は過去に事例を見ることができ、側方流動と呼ばれている。

側方流動は液状化現象より引き起こされるもので、2つのタイプに分類できると言われている。静岡市の地盤条件はそのうちの1つ、Type1(図-3)に該当すると考えられる。Type1の発生条件について整理すると次の3点が挙げられる。

- ①液状化すること
- ②傾斜地盤であること(勾配が0.5~3%)
- ③液状化層の上に非液状化層が堆積している

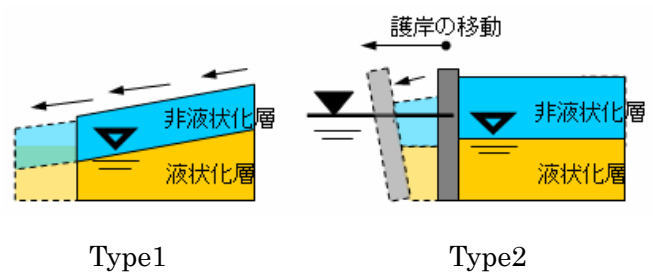


図-3 側方流動の発生メカニズム

この3つの条件が数百m四方単位で揃うと、側方流動が発生すると考えられている。

4.2 静岡市における側方流動の可能性評価

静岡市内で上記の条件が該当する場所を探索したところ、多くが抽出された。①の液状化発生条件については静岡県の液状化予測結果を用いた。他の②③については、地層モデル、地盤断面図、航空写真等を用いた。3つの条件が数百m四方内で満たす箇所を抽出した結果、図-4のように具体的な発生箇所も予測できた。

それぞれの箇所ではどの程度の流動を起こすか簡単な計算を行った。計算式は過去の事例より以下のような回帰式が提案されている。(参考文献参照)

$$D = 0.75 \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt[3]{\theta}$$

D: 地盤の永久変位 (m) H: 液状化層の厚さ (m)
θ: 地表面勾配および液状化面勾配のうち最大勾配(%)

ここでHは検討箇所での平均層厚とし、また他の入力値は地盤モデル作成の際、使用した概略値を用

いた。
図-4には、発生箇所と変位量の予測結果を航空写真上にベクトルで表現した結果を示してある。



図-4 側方流動の発生予測

図-4より発生予測された箇所の周辺には河川が存在し、河川に向かって地表が傾斜していることに依っている。なお河川近傍に矢板護岸などがある場合にはType2の側方流動が発生する可能性がある。

図-4において側方流動が発生予測された箇所には、工場、住宅などの既設構造物が密集しており、対策を行うことが必要である。

5. 側方流動対策

静岡市における側方流動の発生予測ができたが、既設構造物が多い場合、基本的には構造物毎に対応する必要がある。このため、より詳細な調査と各現場状況に応じた対策工法を十分に検討することが必要となる。側方流動に有効と考えられる既に提案された工法の中から主なものを表-1にまとめた。

主な側方流動対策工法		
液状化に対して	地盤強化工法	密度増大工法 間隙水圧消散工法 固結工法
液状化は許すが 流動は制御	基礎工による 対策工法	矢板 連続地中壁

表-1

4. まとめ

近年の地震において側方流動による被害は多く報告されている。液状化対策が基本であるが、その他杭基礎構造物や地中構造物(ライフライン等)にも注意を払う必要がある。

参考文献：地盤の側方流動 土質工学会