

液状化地盤の過剰間隙水圧消散時の排水量に関する検討

金沢大学大学院 正会員 宮島 昌克
金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
金沢大学工学部 ○英 昭夫

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震は、ポートアイランドや六甲アイランドのような埋立地において大規模な液状化を発生させ、地中埋設管に大きな被害をもたらした。ガス導管などの地中埋設管の地震被害は、地盤の液状化によるものが多いことが明らかにされている。したがって、液状化の可能性の高い複数の地点で、液状化の発生が地震後短時間で判明すれば、管路の被害地域や被害程度の予測が容易になり、適切な対策を迅速に実行することが可能になると思われる。このような観点から最近、液状化センサー¹⁾が考案されてきている。

本研究では、新たな液状化センサーの開発を目的として、液状化による過剰間隙水圧の生成・消散と地盤中に埋設したセンサーの水位上昇量との関係について数値シミュレーションにより検討した。

2. 数値解析

実際の地盤について簡単な軸対称の地盤モデルを作成し、地震時の地盤の過剰間隙水圧の生成、消散過程とセンサー内の過剰間隙水圧について数値シミュレーションを行い、検討した。液状化層とセンサーの受圧部とが一致していないときには、センサーが液状化を正しく検知できないのではないと思われる。そこで、液状化層がセンサーの受圧部と一致している場合と液状化層がセンサーの受圧部と一致しない場合について解析を行った。また、センサー受圧部がセンサーの一部だけでなく、センサー全体にあるときについても解析を行った。解析には平面問題および軸対象問題を対象とした地震時の過剰間隙水圧の生成・消散を解析する2次元問題専用のプログラムであるGADFLEA²⁾をもとに開発したプログラムを使用した。

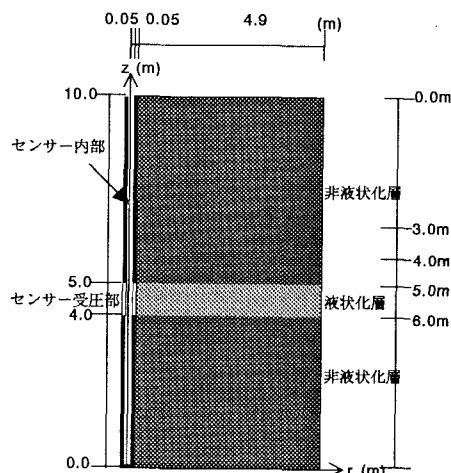


図1 軸対称地盤モデル

表1 解析ケース

(1) 入力データ

地盤モデルを図1に示す。表1は解析ケースを示したもので、case1～case3はセンサー受圧部がセンサーの一部にある場合で、case1は液状化層とセンサー受圧部が一致する場合、case2は液状化層とセンサー受圧部が1mずれている場合、case3は2mずれている場合である。case4～case6はそれぞれcase1～case3と液状化層の位置が同じであるが、センサー全体にセンサー受圧部がある場合である。境界条件は上面を排水境界としその他は非排水境界とした。

	センサー受圧部の位置 (地表面から)	液状化層の位置 (地表面から)
case1	5m～6m	5m～6m
case2	5m～6m	4m～5m
case3	5m～6m	3m～4m
case4	0m～10m	5m～6m
case5	0m～10m	4m～5m
case6	0m～10m	3m～4m

地盤物性値については論文³⁾を参考に以下のように設定した。非液状化層は(透水係数 $k=7.5 \times 10^{-5} \text{m/s}$, 体積圧縮係数 $m_v=1.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{tf}$, 相対密度 $D_r=48\%$, 繰返し回数 $N_f=70$), 液状化層は($k=5.5 \times 10^{-3} \text{m/s}$, $m_v=1.2 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{tf}$, $D_r=57\%$, $N_f=5.7$)とした。センサー内は($k=1.0 \times 10^{-1} \text{m/s}$, $m_v=7.5 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{tf}$, $D_r=100\%$, $N_f=2000$)とし、センサー内径は 0.05m である。入力地震動としては、等価繰返し回数 $N_{eq}=20$ と地震動の有効継続時間 $t_d=12 \text{s}$ を用いており、計算ステップは 0.1秒 で計算時間は 30秒 である。

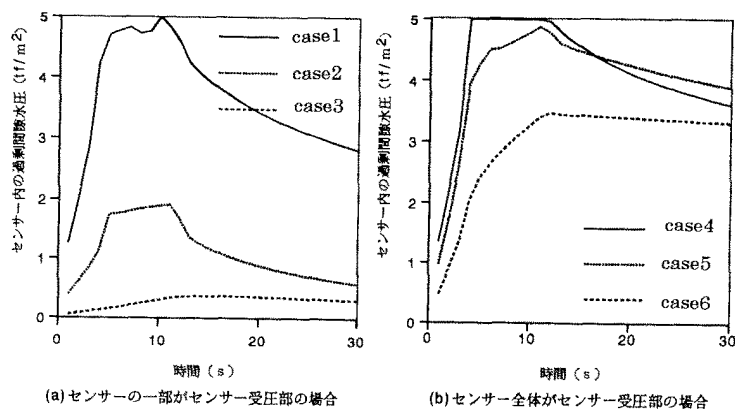


図2 センサー内の過剰間隙水圧

(2) 解析結果

図2は、センサーの一部にセンサー受圧部がある場合(a)とセンサー全体にセンサー受圧部がある場合(b)のセンサー内の過剰間隙水圧の時刻歴の図である。(a)については、いずれの時刻も case1, case2, case3 の順に過剰間隙水圧が小さい値をとっている。したがって、センサーの水位上昇量によって液状化を測定するには、センサー受圧部と液状化層が一致している必要があり、事前のボーリング調査が重要であると考えられる。(b)については case4, case5, case6 のセンサー内の過剰間隙水圧は、いずれも(a)の場合よりも大きい値を示しており、センサーの水位上昇量によって液状化を測定するには比較的液状化層の位置に関わらずに液状化を測定できるのではないかとと思われる。

3. おわりに

液状化地盤の過剰間隙水圧の発生・消散と、地盤中に埋設されたセンサーの過剰間隙水圧について数値シミュレーションによって検討した。その結果、センサーの水位上昇量によって液状化を判定するには、センサーの一部がセンサー受圧部となっている場合には、液状化層の位置とセンサー受圧部の位置が一致する必要がある、液状化の危険性のある地盤についてボーリングなど事前の調査が必要であると思われる。また、センサー全体をセンサー受圧部とすることによって、液状化層の位置に関わらず、液状化を測定できる可能性があると思われる。

参考文献

- 1) 清水善久・安田 進・森本 巖：液状化センサーの開発，土木学会第 21 回地震工学研究発表会講演概要，pp.221-224, 1991.
- 2) Booker, J.R., Rahman, M.S. and Seed, H.B. : GADFLEA- A Computer Program for the Analysis of Pore Pressure Generation and Dissipation during Cyclic or Earthquake Loading, EERC 76-24, 1976.
- 3) 吉田雅穂・北浦 勝・宮島昌克・大石 博：1993 年釧路沖地震におけるグラベルドレーン工法の液状化対策効果に関する検討，第 9 回日本地震工学シンポジウム論文集, Vol.1, pp.1075~1080, 1994.