

Ⅲ-A171

有効応力解析を用いた神戸ポートアイランドの改良・未改良地盤における液状化挙動の検討 （その2）解析結果

東京電力（株）（元東京理科大学）	正会員	古川園 健朗
東京理科大学	正会員	石原 研而
基礎地盤コンサルタンツ（株）	正会員	ミヅコ ヲブリアスキ
東京理科大学	学生会員	小俣 貢

1. はじめに

別報¹⁾においては、有効応力解析で用いるまさ土の Stress-Density モデルにおけるパラメータの選定を行い、解析サイトのモデル化を定量的に進めた。本報では有効応力解析の解析結果を示す。

2. 解析モデルおよび解析手法

解析サイトの位置関係を図-1に示す。未改良地盤サイトは、鉛直アレー観測地点である。そして改良地盤サイトは、ロッドコンパクション工法により改良されており、この地点に関しては詳細な地盤調査が行われている。また地震直後、未改良地盤サイトでは噴砂が確認され、改良地盤サイトでは噴砂は発生せず、わずかな地盤沈下量であったと報告されている。その詳細については、参考文献²⁾を参考にされたい。図-2に解析サイトの柱状図及び一次元土柱モデル図を示す。

本解析では、液状化したとされるまさ土およびその下の沖積粘土層の応答に着目し、地表面から GL-29m までを 1m 間隔で一次元土柱モデル化した。地盤のモデルにおいては、まさ土は（その1）に示す通り S-Dmodel で有効応力モデル化し、その下の沖積粘土層は非線形性を考慮した S-Dmodel の双曲線関数によってせん断剛性のひずみ依存性を再現するように全応力モデル化した。解析コードは、2相系の有限要素法プログラム「DIANA-J2」を用いて、入力波形は GL-32m の N38.8W (2E) 成分を用いた³⁾。境界条件は底面にはダンパー要素を入れ、左右境界の土と水の変位が等しいとし、排水条件にもと解析を進めた。また地下水位は、GL-3.0m としている。

3. 解析結果

加速度時刻歴 図-3、図-4に両解析サイトの加速度時刻歴を示す。また比較として示している実測記録は、図-1に示す鉛直アレー観測地点の記録である。そして未改良地盤サイトの解析結果は、図-3に示すように両深度とも、位相および振幅の両面から実測値をよく再現していると考えられる。特に7秒以降、地表面においては、波の長周期化の傾向をよく再現しており、地表面まで液状化に至った実現象をよく把握した結果と言える。また GL-16m では、全時間領域で解析結果は実測値を忠実に再現している。この両深度の結果から、解析に用いたまさ土および沖積粘土層のモデル化が適切であったと言えるであろう。そして図-4に示す改良地盤サイトの解析結果を未改良地盤サイトの解析結果と比較すると、10秒までの応答振幅の大きさの違いが顕著であるが、これは（その1）の図-4に示したように改良地盤サイトは、地盤の初期状態が強い膨張的挙動を示す領域にあることが理由であろう。

過剰間隙水圧の深度分布 図-5に解析両サイトの過剰間隙水圧の深度分布を示す。解析結果では、未改良地盤サイトでは、全層で液状化を起こしている結果となっており、これは地震直後噴砂が発生した実現象と一致した結果となった。ま

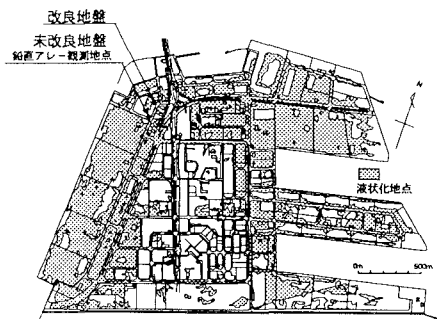


図-1 解析サイトの位置関係

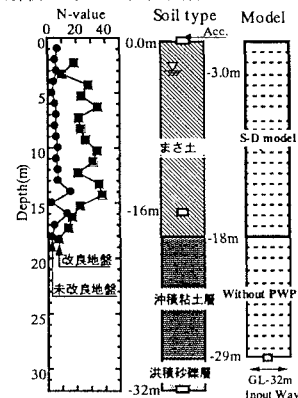


図-2 解析サイト土質柱状図および一次元土柱モデル図

S-D モデル、まさ土、液状化、有効応力解析

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学土質研究室 TEL0471-24-1501 (内) 4056

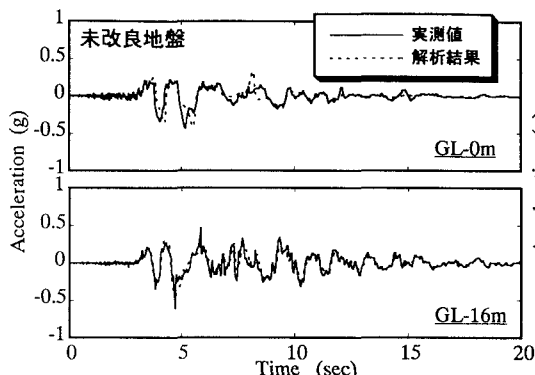


図-3 未改良地盤サイトの加速度時刻歴

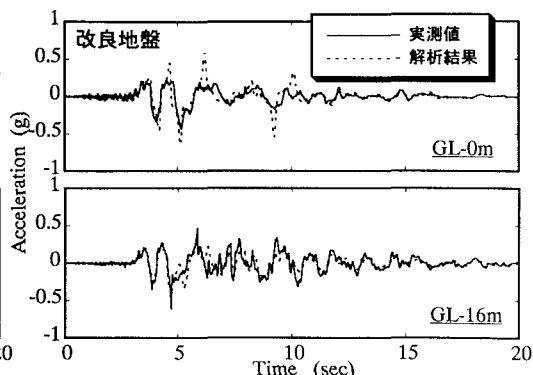


図-4 改良地盤サイトの加速度時刻歴

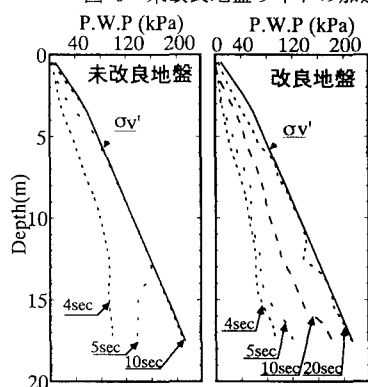


図-5 両解析サイトの過剰間隙水圧の深度分布

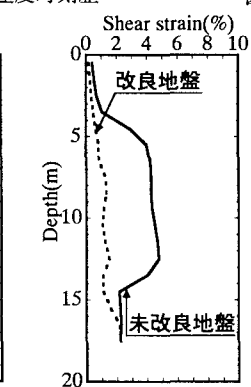


図-6 両解析サイトのまき土層のせん断ひずみの深度分布

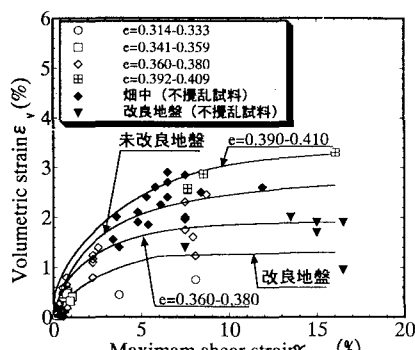


図-7 まき土の体積変化特性

た改良地盤サイトでは、約GL-7m以浅では液状化していない結果となった。そしてこの解析結果は、噴砂は発生せず、わずかな地盤沈下が生じたとされる改良地盤サイトの実現象の挙動をうまく説明できる結果と言える。

せん断ひずみの深度分布 図-6に両解析サイトのせん断ひずみの深度分布を示す。改良地盤サイトのせん断ひずみの深度分布は、未改良地盤サイトと比べて約4分の1程度に押さえられており、両解析サイトの地盤挙動には大きな違いがあったことが分かる。そしてこの結果は、改良地盤サイトでは明らかに液状化対策工の効果があったことをN値以外のファクター、つまりせん断ひずみ量で定量的に把握できたことを示している。

地盤沈下量の推定 図-7に実験結果から推察したまき土の体積変化特性を示す。図中に示されている間隙比は、ポートアイランド内で採取されたまき土の再構成試料に基づく結果である。そしてこの図-6のせん断ひずみ分布から、図-7を用いて地盤沈下量を求めた結果を図-8に示す。その結果、改良地盤サイトでは約7cm、改良地盤サイトでは約28cmの沈下量となった。そしてこの結果は、地震後の測量結果²⁾とほぼ同程度の結果であった。ゆえに本解析手法の妥当性を示せたと言える。

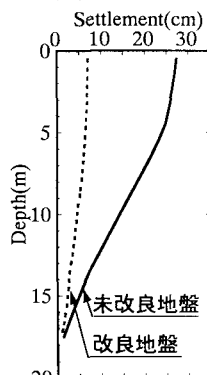


図-8 地盤沈下量

4. まとめ

室内試験結果からS-Modelのパラメータを求め、有効応力解析を行ったところ実地盤の挙動を定量的に把握でき、モデルパラメータおよび解析手法の妥当性を示すことができたと言える。

参考文献 1)小保, 石原ら, 有効応力解析を用いた神戸ポートアイランド改良・未改良地盤における液状化挙動土木学会第54回年次学術講演会投稿中 2)石原他: 阪神淡路大震災・地盤調査研究会平成9年度報告書, 平成10年3月 3)古川園健朗, 東京理科大学土質研究室修士論文, 1999年 4)畑中, 内田ら, Liquefaction characteristics of gravelly

fill liquefied during the 1995 Hyogo-ken naubu Earthquake, Soil and Foundation Vol37, No.3, pp107-115, 1997