

格子状地盤改良と上載荷重の複合による液状化抑止効果

(株)竹中土木 大阪本店 設計部 正会員 ○森 守正
技術・生産本部 津國 正一
近 信明
(株)竹中工務店 技術研究所 内田 明彦

1. はじめに

深層混合処理による格子状地盤改良は、原地盤を改良地盤で拘束することによりせん断変形を低減させ液状化の発生を抑止する液状化対策工法の一つである。通常、上載荷重を受ける地盤においては主応力が大きくなり、液状化が発生しにくいとされている。従って、格子状地盤改良において内部地盤に上載荷重を作用させることにより、格子間隔を広くできると考えられる。しかし、これまで液状化抑止のための格子間隔決定において、上載荷重の影響は考慮していなかった。

本研究では、格子状改良地盤において、内部地盤に上載荷重を作用させた場合の液状化抑止効果について、3次元有効応力解析(MuDIAN)によって確認したので報告する。

2. 解析モデル・条件

解析に用いた地盤モデルおよび材料定数を図1に、地盤のメッシュ分割図を図2に示す。地盤は表層10mが液状化層となっており、その下30mに軟弱な粘土層が堆積している。液状化層の構成式は修正Densificationモデル¹⁾を用いた。その際、GL-8m地点においてN値15($F_c=15\%$)となるように考え、補正N値(N_a 値)に対応する建築基礎構造設計指針の液状化抵抗比(τ_1/σ'_z)が、液状化強度曲線において繰り返し回数15回で再現できるように液状化パラメーターを定めた。図3に液状化強度の設定結果を示す。地盤を自由地盤、地表面最大応答加速度を350galと仮定した上で簡易判定を行うと、この地点におけるFL値は0.67となり、大規模地震時に液状化の可能性が高い。粘土層の非線形特性はH-Dモデルで設定し、基盤は平面ダンパー要素とした。また、地表面部分には構造物を想定した重り要素を配置した。重り要素は剛体とし、接地圧

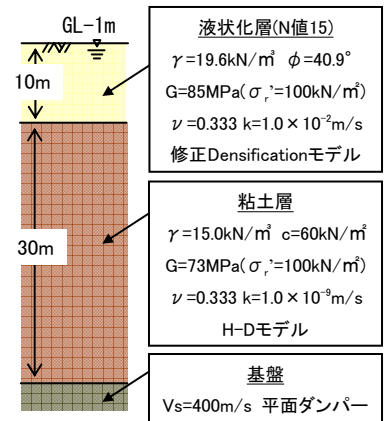


図-1 地盤モデル・材料定数

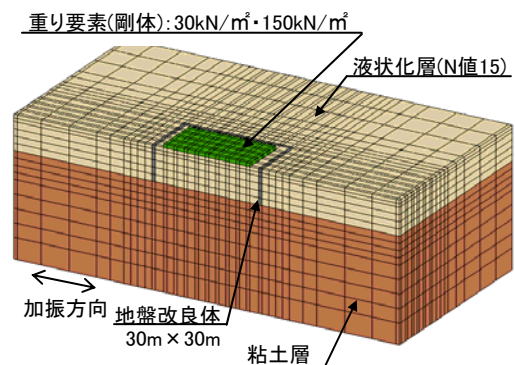


図-2 メッシュ分割図(断面表示)

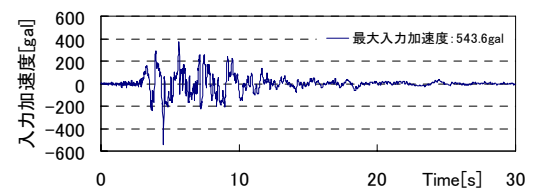


図-4 入力地震波(Port Island GL-32.8m 観測波)

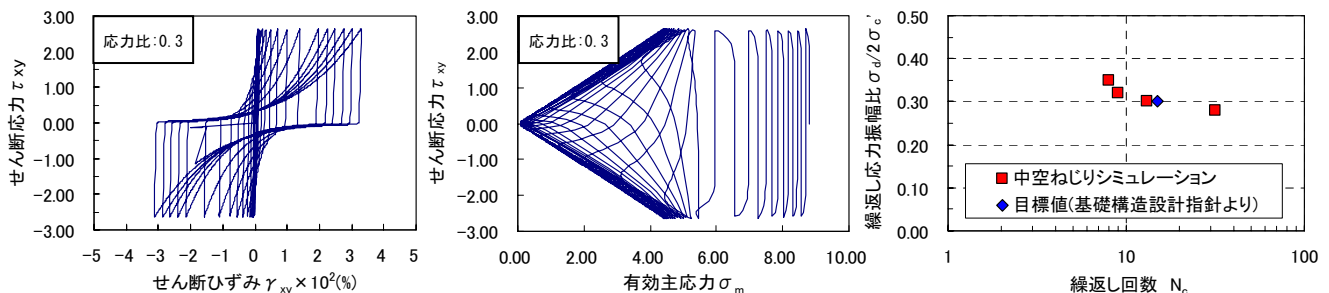


図-3 液状化強度の設定

キーワード：液状化 有効応力解析 格子状改良 上載荷重

連絡先：〒541-0053 大阪市中央区本町4丁目1-13 竹中土木 大阪本店 TEL06-6252-4081

を 30kN/m^2 (一般建築物を想定)・ 150kN/m^2 (タンク等重量構造物を想定)と変化させている。改良体はせん断剛性 $G=700\text{MN/m}^2$ 、幅 1m とし、重り要素の外周を囲むように配置した。改良体の平面規模は $30\text{m}\times 30\text{m}$ となる。側面の境界条件は加振直角方向に関してはローラー境界、加振方向に連続境界とした。入力地震波は阪神大震災時の神戸ポートアイランド観測波 (GL-32.8m NS 方向) を用い、基盤層より与えた。図4に時刻歴波形を示す。

3. 解析結果

図4に各格子内中央地盤における深度別の過剰間隙水圧比時刻歴を示す。上載荷重が 30kN/m^2 の場合は全てのケースにおいて過剰間隙水圧比が 1.0 に達して液状化しているのに対し、 150kN/m^2 では最大 0.8 程度となり、液状化が抑止されている。特に、GL-3m では最大 0.55 程度となっている。これは、地表面に近く、上載荷重による拘束効果が大きく出ているためと考えられる。

図5に格子状地盤改良体に働く最大せん断応力度の分布図を示す。全体的に、 30kN/m^2 の場合と比べて 150kN/m^2 の場合に大きなせん断応力が働いている。また、 150kN/m^2 の場合において、GL~GL-2m の浅い部分では中央部に対して単部に発生するせん断応力が大きくなっているが、深くなるにつれてその差は小さくなっている。ここで、加振面内方向改良体の端部および中央部に発生する最大せん断応力度分布図の深度分布図を図6に示す。GL-5m~GL-9m において両者に 50kN/m^2 程度の差が見られる。また、上載荷重 150kN/m^2 における最大せん断応力も 280kN/m^2 であり、通常の検討で使用する改良体の長期せん断応力度が $400\sim 600\text{kN/m}^2$ 程度であることを考えると、改良体はせん断破壊に対して安全であると言える。

5. まとめ

今回の実験成果をまとめると以下の事が言える。

- ①格子状地盤改良において、大きな上載荷重を与えることにより、広い平面規模においても液状化を抑止することが出来る。
- ②このとき、地盤改良体に働くせん断応力は小さく、許容値以下となる。

今後は、沈下量・液状化層の深さ・上載荷重・格子間隔の関係について検討を行う予定である。

【参考文献】

- (1) 津國正一ほか：格子状地盤改良の過剰間隙水圧発生量を予測できる解析法の検討、土木学会第56回年次学術講演会講演概要集、2001
- (2) 小高猛司ほか：深層混合処理による格子状改良地盤の3次元液状化解析による安定性評価、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集、2002
- (3) 改訂版 建築物のための改良地盤の設計および品質管理指針、日本建築センター、pp216、2005

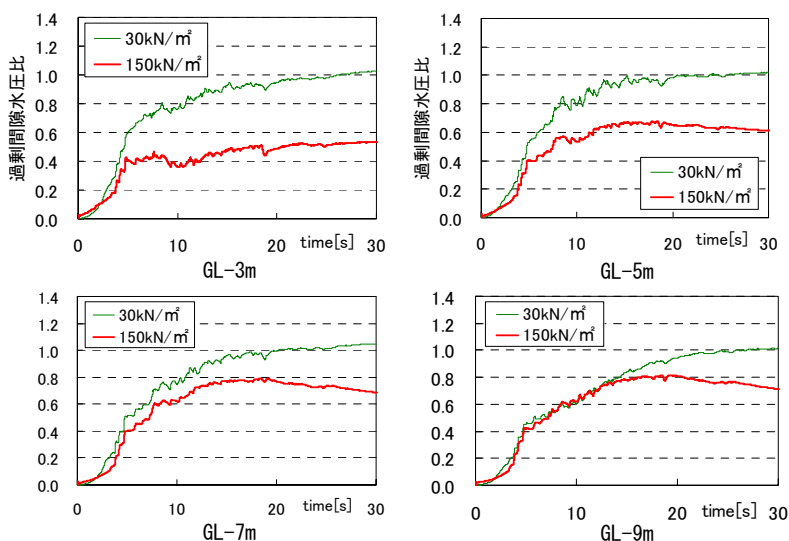


図-4 過剰間隙水圧比時刻歴

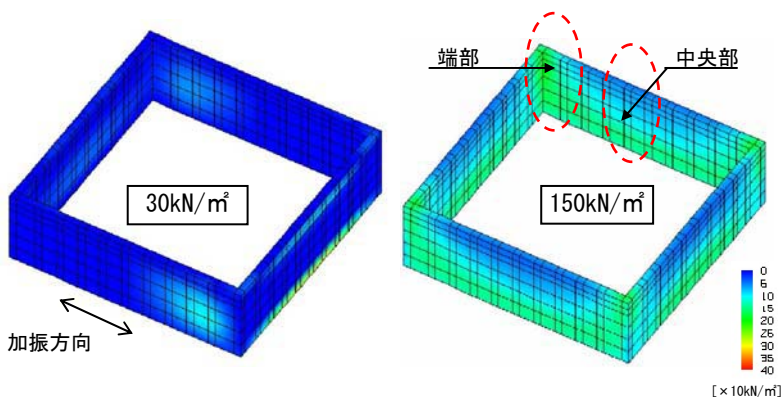


図-5 改良体の最大せん断応力度分布図

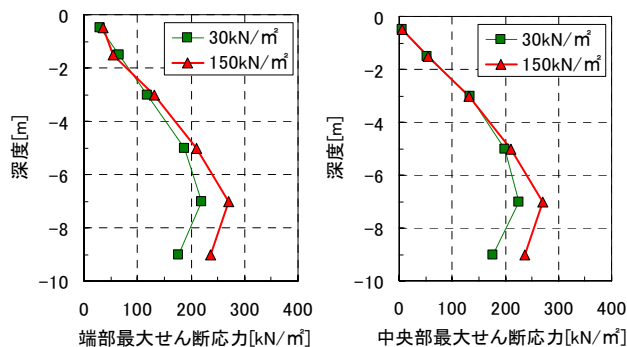


図-6 面内方向改良体の最大せん断応力度深度分布