

振動締固めによる地盤改良設計法の効率化について

熊本大学工学部 学生員○谷口智洋
 熊本大学工学部 正員 秋吉 卓
 熊本大学工学部 正員 松本英敏
 八代工業高等専門学校 正員 瀧田邦彦

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震において、神戸ポートアイランドでは地盤改良に伴う効果について、地盤の平均沈下量から見るとサンドコンパクションパイル（SCP）工法が最も効果的であると報告されている。しかしながら従来の SCP 設計法では、締固めの理論的根拠に乏しいため耐震の評価が困難であり、また、過去の施工実績に基づいているため、過剰な設計になっている可能性も高い。そこで本研究では、地盤条件と地震条件が設定された場合の、SCP の打設条件についてモンテカルロ法によるパラメトリック解析を行い、最適な SCP 設計について検討した。

2. 解析方法

SCP による地盤改良工法としては、図 1 の様な波動累積による締固め効果を考えたプログラム WAP3¹⁾を用い、さらに地盤の液状化を判定するために 1 次元地震応答解析プログラム SHAKE²⁾を用いることにした。本解析では、与えられた地盤条件と地震条件のもとで、最適な施工条件を見出すため、今回は設計パラメータとして、SCP の加振力 P_0 (10～100ton)、加振回数 N_0 (250～7500 回)、杭間比[杭径/杭間] D/S (0.25～0.8) の動的締固め過程と圧入率 F_v について、それぞれの () の範囲内でモンテカルロ法によりシミュレーションを全部で 500 回試行した。

3. 解析結果

解析の対象とする地盤モデルは図 2 であり、均一な砂質地盤で初期地盤 N 値は地表面から深部にかけて三角形分布とし、平均 N 値は 10 である。細粒分含有率 (F_c) は、一率 10% で、液状化抵抗 (F_L) は 1 より小さい、きわめて液状化しやすい地盤を採用している。

図 3 はデータセット ($P_0, D/S, N_0$) ごとのシミュレーション結果を 500 セットについての P_L 値 (液状化指数) としてプロットしたものである。それ以下では液状化の可能性がないとされる $P_L=5$ を液状化防止のための目安とすることにより、ここでは最適な設計とする。

上述の 500 セットについて、地盤の液状化指数 P_L を液状化しない+ ($P_L < 5$)、可能性がある○ ($5 \leq P_L \leq 15$) あるいは、完全に液状化する● ($15 < P_L$) として、施工パラメータ $P_0, D/S, N_0$ の関係を図示したものが図 4 である。図 4 のままでは、施工パラ

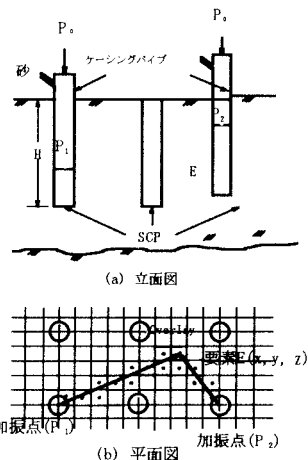


図 1 SCP による剛性累積

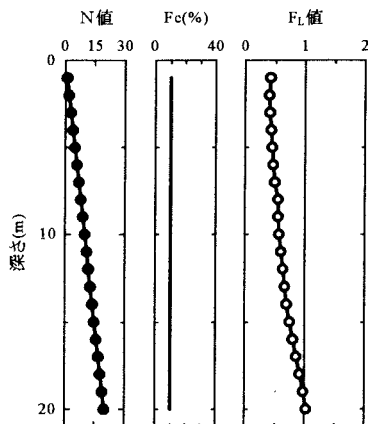


図 2 地盤モデル

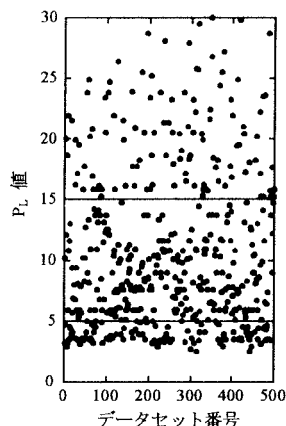


図 3 データセットごとの液状化指数

メータ間の関係が分かりにくいので、図4を2パラメータ平面に投影した形で、 F_v (圧入率) - N_0 、 D/S - N_0 、 P_0 - N_0 の関係に直して図示したのが、図5である。図中では●と○、あるいは+記号との境界にそれぞれ破線、実線を引いているが、この実線が本解析で提案する液状化防止のための最適施工条件線(面)である。これを実際に用いるときは、例えば経済性、施工性等から P_0 を与える場合は他のパラメータが自動的に決定されることになる。その他の結果の詳細は講演時にゆずる。

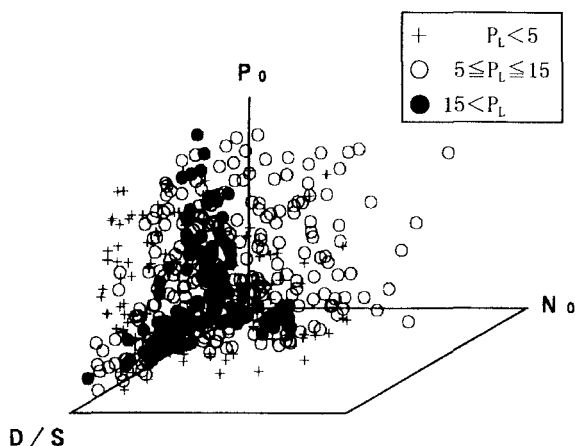


図4 施工パラメータ間の P_L による関係

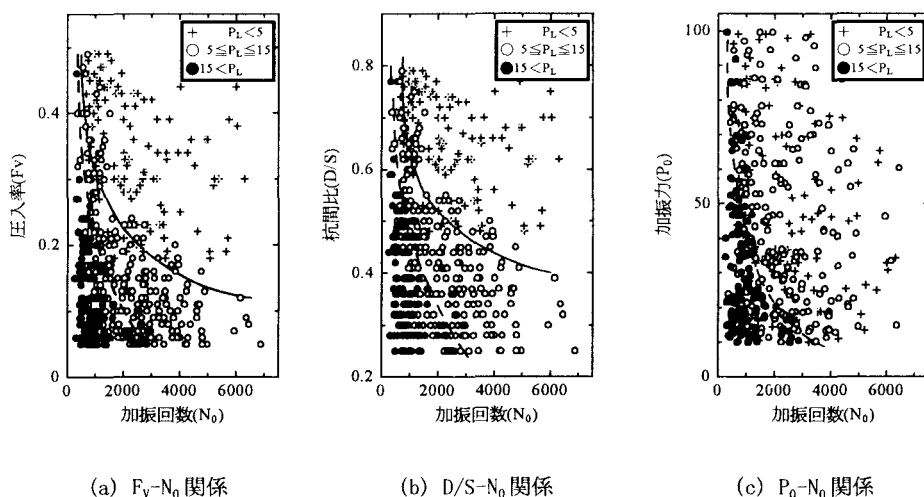


図5 施工パラメータ (F_v , D/S , P_0 - N_0) の P_L による関係

4. おわりに

今回は、加振力、加振回数、杭間比および圧入率について、モンテカルロ法によりシミュレーションを行ってみた。しかしながら、地盤モデル(地盤構成、 N 値、 F_0)についてまで言及出来なかった。今後は、地盤モデルを増やすことで、より現実的な設計方法を確立したい。

【参考文献】

- 1) Akiyoshi, T. et al., "Simulation of sand compaction pile method", *Proc. 9JEEES*, 949-954, 1994.
- 2) Schnable, P.B., Lysmer, J. & Seed, H.B., "SHAKE. A computer programme for earthquake response analysis of horizontally layered sites", *EERC report, No. EERC*, 72-12, 1972