

III-265

液状化対策としての砕石コンパクションパイル工法の設計例

不動建設(株) 山本 実
酒井成之
野津光夫

1. はじめに

超高層建築など構造物の重要度が高く、大きな地震入力が設定される場合において、従来のサンドコンパクションパイルによる締固め効果だけでは、液状化時のせん断強度が不足する事例がみられる。地震時の液状化対策としての砕石コンパクションパイル工法は、中詰め材に砕石を使うことによって、締固め効果のみならず過剰間隙水圧の排水効果をも期待し、対液状化性能を向上させるものである。本文では設計の考え方および設計例について述べる。

2. 対液状化砕石コンパクションパイル工法の設計法

本設計法の基本的な考え方は、例えば超高層建築で用いられるレベル1の加速度（250gal）までの地震外力に対してはコンパクションパイルの締固め効果により対応し、それ以上の地震（レベル2：500gal）に対しては砕石の排水効果により対応するものである。設計の流れを図-2のフローチャートに示す。

①まず地震外力（250gal）、N値などから液状化判定を行い、原地盤の液状化安全率 FL_0 が求められる。

②SCPの設計¹⁾によって、 $FL_0=1$ を満足するために必要な改良率 a_{s1} と改良後N値 N_1 が算出される。

③さらにこの N_1 値を持つ地盤に対し地震外力（500gal）を作用させ、①と同様の液状化判定を行い液状化安全率 FL_1 を算出する。このとき依然として $FL_1 \leq 1$ である。

④Seedらの方法²⁾などによって FL_1 から砕石パイルの必要改良率 a_{s2} が算定される。ここで②で設定した改良率 a_{s1} と比較して、

$a_{s2} > a_{s1}$ なら②にもどってSCPの改良率を大きくして再計算する。

$a_{s2} \cong a_{s1}$ なら設計終了。

$a_{s2} < a_{s1}$ なら②にもどってSCPの改良率を小さくして再計算する。

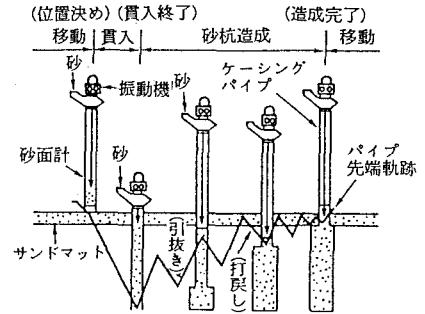


図-1 コンパクションパイル造成過程

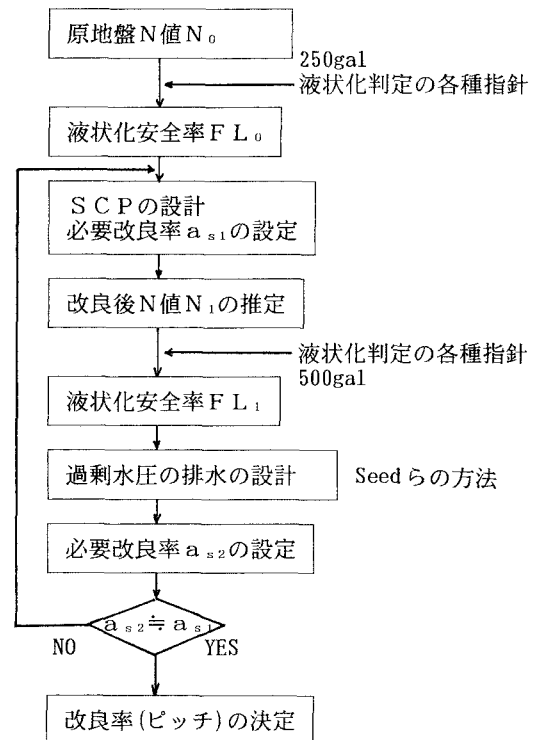


図-2 設計のフローチャート

以上の反復計算を行い、最適な改良率を算定する。

設計例

A現場において地震外力500galの超高層建築が計画された。土質状況は図-3に示すように砂とシルトの互層状態であり、『建築基礎構造設計指針』により地震外力250galの時の液状化判定結果を図-4に示す。

まず250gal対応のSCPの設計が行われ、図-5のように杭径70cm, 1.5mの正方形配置($a_{s1}=17.1\%$)となった。このときの改良後N値を図-6に示す。さらにこの N_1 値を持つ地盤に対し地震外力(500gal)を作用させたときの液状化安全率 FL_1 を図-7に示す。この各深度の FL_1 からSeedらの方法によって必要改良率を計算したところ、ばらつきはあるものの $a_{s2}\approx 17\%$ が得られ、 $a_{s2}\approx a_{s1}$ となって設計を終了した。なお実際には1~2回の反復計算を行った結果として上記改良率は得られている。

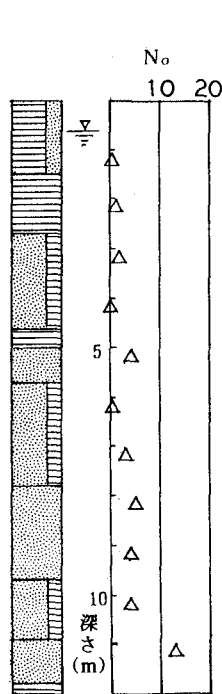


図-3 土質状況

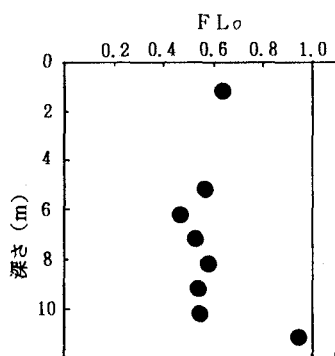


図-4 液状化判定結果(250gal)

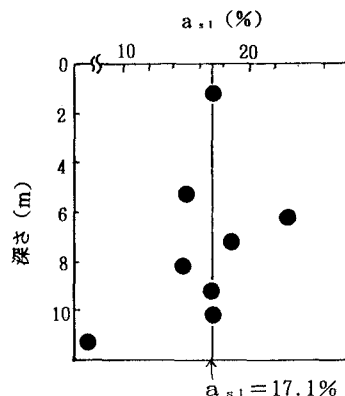


図-5 必要改良率(250gal)

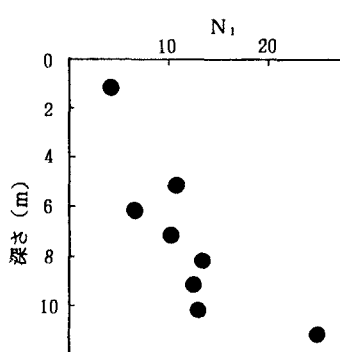


図-6 改良後N値

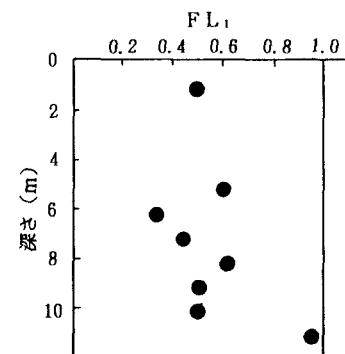


図-7 液状化判定結果(500gal)

3. まとめ

地震時の液状化対策として中詰め材の碎石による排水効果を期待した碎石コンパクションパイル工法の設計法, 設計事例について述べた。本設計法は、通常の締固め効果だけではカバーしきれない大きな地震外力(例えば500gal相当の地震加速度)を受ける場合のひとつの対処方法を示すものであり、今後臨海埋立地域の構造物基礎や市街地区域の建築基礎の液状化対策へ適用をはかっていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 土質工学会：液状化対策の調査・設計から施工まで、現場技術者のための土と基礎シリーズ, pp.187~193.
- 2) Seed, H.B. and J.R. Booker : Stabilization of Potentially Liquefiable Sand Deposits Using Gravel Drains, Vol.103, No.GT7, 1977
- 3) 土質工学会：軟弱地盤対策工法, 現場技術者のための土と基礎シリーズ, pp.244~248, 1988