

## III-55 側方圧を受ける深層混合処理地盤の3次元有限要素解析

京都大学 工学部 正 員 嘉門 雅史

建設省土木研究所 正 員 塚田 幸広

(株)神戸製鋼所 正 員 児玉 道正

(株)神戸製鋼所 正 員 〇芦田 恵樹

## 1. はじめに

深層混合処理工法は最近盛土荷重などによる側方流動防止さらには開削時の土留めの変形防止など、水平荷重に対する地盤の変形防止にも多く用いられてきている。著者らはこれまで深層混合処理工法を用いた軟弱地盤の杭状地盤における設計手法の確立のために、3次元有限要素モデルを用いた弾性解析によって、鉛直荷重に対する複合地盤の応力、変形特性を明らかにしてきた<sup>1)2)</sup>。また改良範囲に作用する水平分布荷重に対する改良柱体頭部の水平変位量について検討した<sup>3)</sup>。そこで今回は改良柱体の応力分布状態を検討し、せん断応力の柱体配列による影響や柱体強度（地盤に対する変形係数の比）の影響などを把握した。

## 2. 解析方法と条件

解析は3次元モデルを用いた線形弾性解析により行った。解析モデルの一例および材料定数を図-1に示す。境界は荷重載荷方向に平行な2側面および載荷に対する背面をそれぞれ同一面内のみでのスライド拘束とし、さらに底面では載荷に対する柱体後部を固定して柱体の傾きを考慮した。また水平荷重は、地表面で1tf/m<sup>2</sup>着底部で0tf/m<sup>2</sup>となる三角形分布荷重を改良域に作用させた。

解析条件は改良率40%とし、表-1に示すパラメータを組合せて設定した。柱体の配列形式は千鳥形式と方列形式で解析を実行し、配列の違いによる影響を検討した。また支持方式すべて着底方式を想定し、軟弱層厚一定(D=10m)、改良幅一定(B=10m)の条件で整理した。

表-1 解析条件

|                                            |                 |
|--------------------------------------------|-----------------|
| 改良柱体変形係数<br>$E_{cot}$ (tf/m <sup>2</sup> ) | 2500・5000・10000 |
| 柱 体 配 列                                    | 千鳥形・方列形         |
| 深さD=10m：幅B=10m：改良率a=40.3%                  |                 |

## 3. 解析結果

## (1) 改良柱体の応力分布

側方圧を受ける深層混合処理地盤の改良柱体に生じる主応力 $\sigma_1$ およびせん断応力 $\tau_{yz}$ の3次元等応力分布の一例を図-2、3に示す。図中の実線は柱体に生じる等しい応力値を結んだ等応力線で、数字はその応力値を表している。また破線は柱体の外形線および応力値0の等応力線を示している。

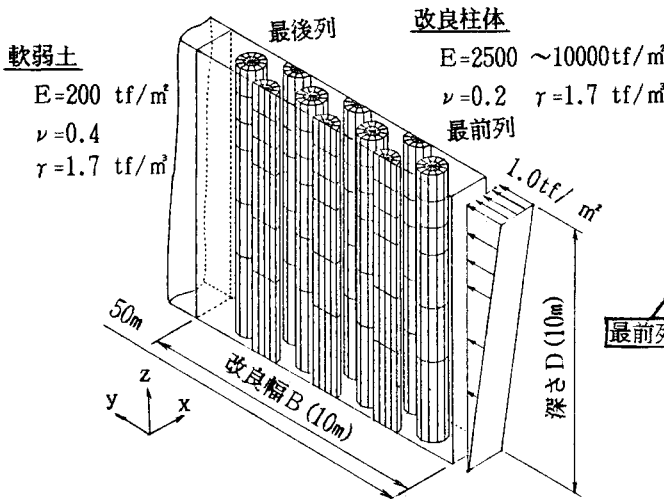
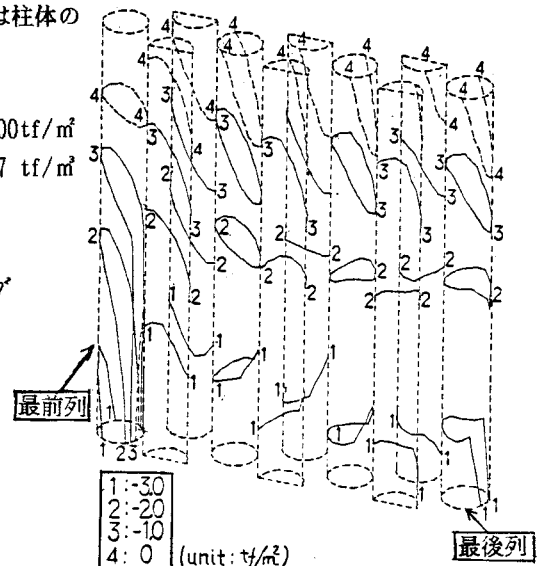


図-1 解析モデル

図-2 改良柱体の主応力分布  $\sigma_1$   
(a=40.3%, B=10m, D=10m, n=50)

この図より、ほぼ全改良柱体において主応力が圧縮方向（負符号）に発生しているものの、特に柱体の最前列（図中左端）および最後列（同右端）の着底部では主応力の分布に不均衡が生じていることがわかる。また図-3では、図-2と同じ箇所でもせん断応力が最大値を示している。これらは、40.3%程度の改良率では改良域全体がほぼ平行四辺形に変形すること<sup>3)</sup>に起因するものと考えられ、側方圧に対して発生する柱体内部応力を考慮するにあたっては、特に最前列柱体と最後列柱体の着底部の評価が重要であることを表している。

## (2) 柱体配列による影響

以上の考察に基づき、各改良柱体の着底部付近および柱体間未改良土の着底部付近に着目し、千鳥形および方列形の配列において発生するせん断応力  $\tau_{yz}$  を図-4に示す。この図から、柱体配列の違いが改良柱体のせん断応力に対してほとんど影響しないが、柱体間未改良土に発生するせん断応力に対しては顕著な相違があることがわかる。これは柱体の芯々間距離の差に起因しており、杭状改良地盤の応力分布には柱体間未改良土の変形挙動および柱体と土との境界面の摩擦、付着などの影響が大きいことが考えられる。

## (3) 改良柱体の変形係数による影響

載荷による改良柱体着底部付近せん断応力  $\tau_{yz}$  と柱体の変形係数比  $n = E_{col}/E_{soil}$ （地盤に対する変形係数の比）との関係を図-5に示す。この図より、柱体の  $\tau_{yz}$  に対して変形係数比の影響はあまり大きくないことがわかる。また柱体間未改良土のせん断応力値はほぼ一定値を示している。これは、40.3%程度の改良率に対して、柱体強度を大きくしても柱体間の未改良土の変形の影響によって水平変位量がほとんど低減しない傾向<sup>3)</sup>と一致している。

## 4. おわりに

以上により、側方圧に対する改良柱体の応力分布には柱体間地盤状態および改良形式の影響が大きいと考えられ、また改良幅や格子状の配置形式などについても検討することが重要であるとえられる。

今後は本解析の妥当性を検証するため、実施工データとの比較と共に、土質定数の影響や柱体と土あるいは柱体と柱体の境界面の評価、ならびに境界条件の合理的な設定方法などについても詳細に検討し、さらに2次元モデルとの対比による簡便な設計法の確立を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 嘉門・塚田ら「深層混合処理工法を用いた複合地盤の挙動解析」 第22回土質工学研究発表会 1987.6
- 2) 嘉門・塚田ら「深層混合処理工法を用いた複合地盤の鉛直応力解析」 第42回土木学会年次学術講演会 1987.9
- 3) 嘉門・塚田ら「深層混合処理地盤の水平荷重に対する3次元解析」 第23回土質工学研究発表会 1988.6

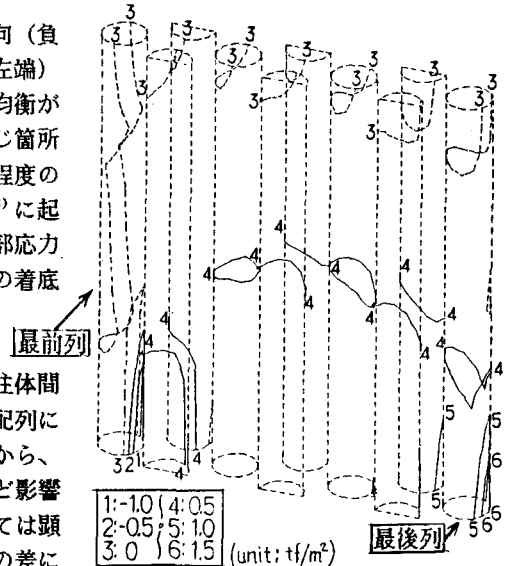


図-3 改良柱体のせん断応力分布  $\tau_{yz}$   
(a=40.3%, B=10m, D=10m, n=50)

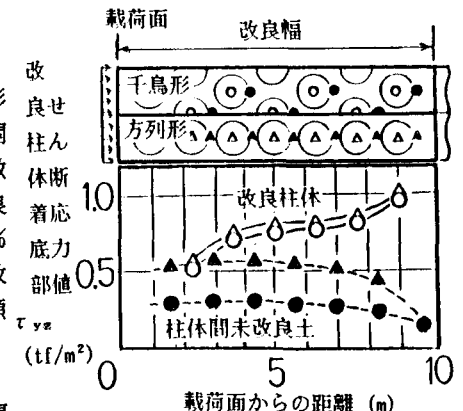


図-4 着底部の  $\tau_{yz}$  におよぼす 改良柱体配列の影響  
(a=40.3%, B=10m, D=10m, n=50)

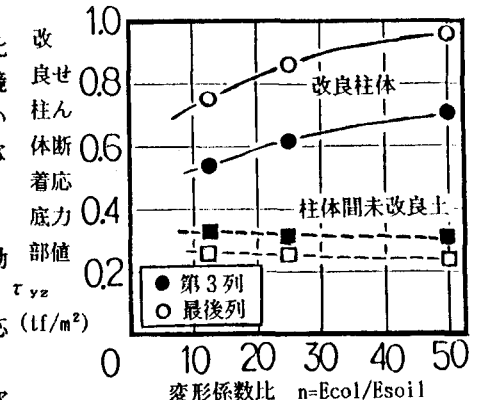


図-5 せん断応力値と変形係数比の関係  
(a=40.3%, B=10m, D=10m)