

フローティング式深層混合処理地盤の改良杭の配置が側方変位量に及ぼす影響について

九州大学大学院 学○ 石蔵 良平 F 落合 英俊

九州大学大学院 正 安福 規之 正 大嶺 聖

1. はじめに フローティング式深層混合処理工法は、従来の軟弱地盤工法と比較すると、条件によってコストを縮減できる可能性があるが、その変形特性の評価方法は十分に確立されていない。平均化手法に基づく既往の研究では、より簡便に杭状改良地盤の応力・変形解析を行うための一手法を提案している¹⁾。本報告では、この手法を用いて、改良杭の配置の違いに着目した改良地盤に対して、盛土荷重が作用する条件で線形弾性解析を行い、改良杭の配置の違いによる改良地盤の側方変位量について考察を行う。

2. 平均化手法

(1) **平均化手法の概念** 平均化手法とは、性質の異なる二つの材料で構成される混合材料を一つの等価な材料に置き換えるための一手法である。この手法では、介在物とマトリックスの応力分担割合をパラメータに、2つの異なる変形係数を持つ混合体の平均的な変形係数、ポアソン比を求めることにより、3次元問題を2次元問題に変換することができる。図1に平均化手法の概念図を示す。この手法により、介在物とマトリックスで構成される混合材料を一つの平均化された等方弾性体と見なすことができる。平均化された変形係数、ポアソン比を表す式を(1)～(3)に示す。

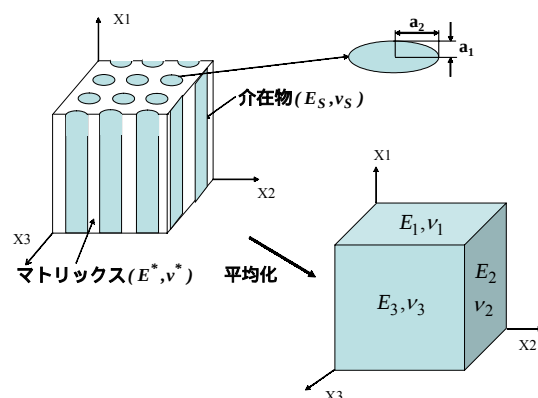


図1.平均化手法の概念図

$$\bar{E}_i = \frac{(b_i - 1)f_s + 1}{f_s b_i / E_s + (1 - f_s) / E^*} \quad (1)$$

$$b_i = \left[\frac{E_s}{E^*} \right]^n \quad (3)$$

$$\bar{\nu}_i = \frac{f_s b_i \nu_s / E_s + (1 - f_s) \nu^* / E^*}{f_s b_i / E_s + (1 - f_s) / E^*} \quad (2)$$

 f_s : 改良率 E_s, E^* : 介在物, マトリックスの変形係数 ν_s, ν^* : 介在物, マトリックスのポアソン比 b : 応力分担パラメータ n : 介在物の配置と形状により定まる係数

(2) **応力分担パラメータ** 応力分担パラメータ b は、図1に示される3方向によって異なると定義し、介在物柱体の柱径が図1に示されるような楕円であると仮定すると応力分担パラメータ b はマトリックスのポアソン比 $\nu=0.5$ の条件で以下の式になることが提案されている²⁾。

$$1) \quad b_1 = \left[\frac{E_s}{E^*} \right]^1$$

$$2) \quad \text{ポアソン比 } \nu^* = 0.5, \text{ 楕円半径 } a_1 = a_2 \text{ の時,}$$

$$b_2 = b_3 = \left[\frac{E_s}{E^*} \right]^{\frac{1}{4}}$$

$$3) \quad \text{ポアソン比 } \nu^* = 0.5, \text{ 楕円半径 } a_1 \neq a_2 \text{ の時,}$$

$$b_2 = \left[\frac{E_s}{E^*} \right]^{n_2}, \quad n_2 = 1 - \frac{1 + 2(a_2 / a_1)}{(1 + a_2 / a_1)^2}$$

$$b_3 = \left[\frac{E_s}{E^*} \right]^{n_3}, \quad n_3 = 1 - \frac{1 + 2(a_1 / a_2)}{(1 + a_1 / a_2)^2}$$

この手法を用いて、本研究では今回、改良地盤の改良杭の配置の違いに着目するためにラップ施工による改良杭の配置を想定した改良地盤について変形解析を行う。図2に改良地盤をX1方向から見た図を示す。図2の左に示される改良形式がラップ施工の深層混合処理地盤に平均化手法を適用する場合、ラップ施工による改良土を図2の右に示される楕円状の改良土に近似することにより3方向における改良地盤の平均的な変形係数、ポアソン比が式(1)～(3)により算定される。

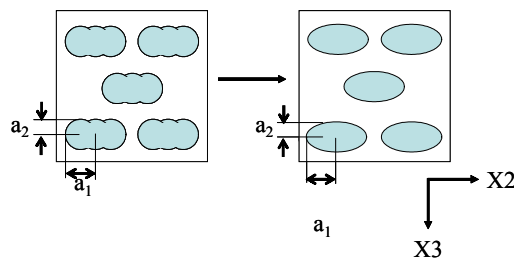


図2.改良土の楕円形状への近似図

キーワード 深層混合処理 側方変位量 平均化手法 応力分担パラメータ

連絡先 〒812-8581 福岡県福岡市東区箱崎 6-10-1 工学部 4 号館(水工) 番号 092-642-3286

3. 解析条件

解析に使用した材料定数を表1に、解析に使用した改良地盤の概略図を図3に示す。与えた外力は、盛土の自重のみとし、改良範囲については、改良土と未改良土のそれぞれの材料定数を平均化することにより求めた鉛直方向、水平方向の各々の変形係数、ポアソン比を使用した。解析パターンとしては側方変位量に及ぼす改良杭の配置の違いの影響との比較を行うために、改良深さを变化させた解析パターンも合わせて線形弾性解析を行った。解析パターンの詳細については表2に示すとおりである。Case1 から Case3 については改良体積一定のもとで改良深さを变化させた解析ケースである。Case1 及び Case4 から Case5 については、改良杭の配置の違いに着目するために改良率が一定の条件で改良土の形状を楕円半径比 α が 1, 2, 4 となるように近似した場合の解析ケースである。なお、以上の5ケースすべてにおいて改良体積は一定の条件とし、解析結果については、地表面の沈下量と盛土のり尻直下の側方変位量について、検討を行った。

4. 解析結果と考察

図4に改良深さを变化させた場合のり尻直下における側方変位量について示す。改良深さを变化させた Case2 から Case3 においては、Case1 と比較して最大側方変位量はやや減少するものの地表面上の側方変位量は増加する傾向を示し、Case1 と比較して、側方変位量に対する顕著な抑制効果は見られなかった。地表面における最大沈下量については、改良深さが大きくなるほど沈下量が小さくなる傾向を示した。次に、改良杭の配置の違いに着目した場合のり尻直下における側方変位量について図5に示す。楕円半径比 α を变化させた Case4 から Case5 においては、Case1 と比較して、最大側方変位量及び地表面の側方変位量ともに減少する傾向を示し、Case5 においては、他の解析パターンと比較して側方変位量の抑制に大きな効果が見られた。また、地表面における最大沈下量については改良杭の配置の違いによる大きな違いは見られなかった。図6に最大側方変位量に及ぼす改良深さ及び改良配置の影響について示す。改良体積一定の条件では、改良土による改良深さを大きくするよりも改良土の楕円半径比を大きくする改良方法が、最大側方変位量の抑制に効果的である傾向を示した。

表1.材料定数

	改良土	未改良土	盛土材
変形係数 E(kPa)	40000	1000	3500
ポアソン比 ν	0.25	0.5	0.33
単位体積質量 $\gamma(\text{g/cm}^3)$	1.8	1.6	1.9

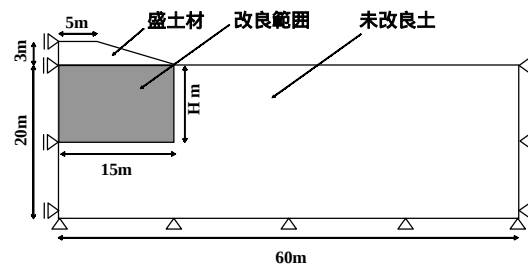


図3.解析に使用した改良地盤図

表2.解析ケース

	楕円半径比 $\alpha(=a_1/a_2)$	改良率 fs(%)	改良深さ H(m)
Case1	1	30	8
Case2	1	24	10
Case3	1	20	12
Case4	2	30	8
Case5	4	30	8

* 各ケースすべて改良体積は一定

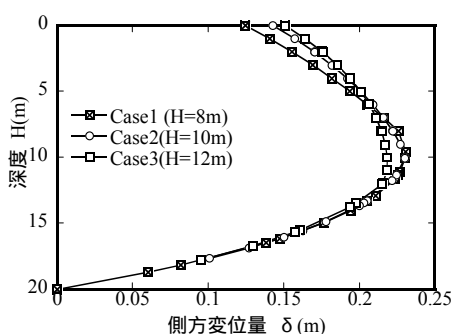


図4.のり尻直下における側方変位量
(改良深さの影響)

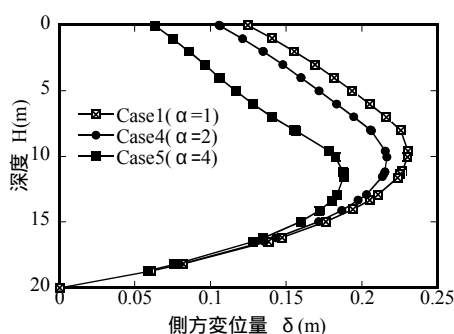


図5.のり尻直下における側方変位量
(改良杭の配置の影響)

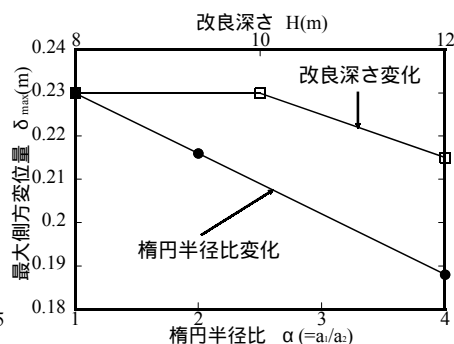


図6.最大側方変位量に及ぼす改良
深さ及び配置の影響

5. まとめ

今回、平均化手法を用いて、改良杭の配置の違う場合における平均的な変形係数、ポアソン比の算定について提案した。またこの手法による線形弾性解析においては、改良体積一定の条件では、改良地盤の改良深さを大きくするよりも改良体を横方向に連結した配置にする方が、側方変位量の抑制には効果的である傾向を示した。

【参考文献】1) 大嶺ら：杭状改良地盤の応力・変形解析における平均化手法の一提案，第2回地盤改良シンポジウム，pp197-202，1996 2) K.Omine et al：A Generalized Two-Phase Mixture Model and its Application to Composite ground，Memoirs of Faculty of Engineering, Kyushu University, Vol.58, No2, June 1998