

短繊維混合処理土の力学特性を考慮した2次元弾性FEMによる試解析（その2）

西松建設(株)土木設計部 正〇荒孝太郎 正 平野孝行 正 齋藤禎二郎 正 土屋光弘
 西松建設(株)技術研究所 正 佐藤靖彦 正 今村眞一郎
 群馬大学大学院理工学府 正 蔡 飛

1. はじめに

筆者らは液状化による道路の変形抑制対策として短繊維混合処理土（以後、短繊維改良土）の力学特性を考慮した2次元FEM解析を実施し、短繊維改良土の路面変形量や路面勾配に関する試解析結果を報告した¹⁾。改良厚3.0m、水平震度レベル2タイプI相当($k_h=0.40$)に対する解析結果では、残留強度を有する短繊維改良土は、セメント改良土に比べて路面変形量の抑制や、路面勾配を2~3%程度に抑制できることを確認した。本稿では、改良層厚の違いや改良土下部に配する埋戻土などのクッション層の存在が地表面の変形や改良土の応力状態に与える影響について評価することを目的として、また、BCPなどの観点から、要求性能に応じた品質評価も必要となることとが想定されるため、レベル1相当の水平震度($k_h=0.18$)に対する試解析結果を行った結果について報告する。

2. 解析に適用する改良土の力学特性

解析に用いる短繊維改良土とセメント改良土の物性については図1に示す通り前報¹⁾と同様である。

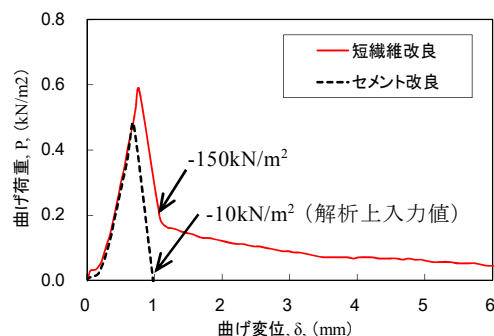


図1 曲げ試験結果

3. 2次元FEM解析地盤モデル

2次元FEM解析地盤モデルを図2に示す。モデル全幅は300mで水平成層地盤とし、短繊維改良土は幅12.0m、厚さ3.0m、1.5m、1.5m+埋戻し土の3ケースとする。ボックスカルバートは、幅3.0mとし、高さ5.5mと、クッション層を考慮した場合の高さ4.0mの2ケースを検討した。また、液状化層のN値は7、10、13の3ケースとした(表1)。

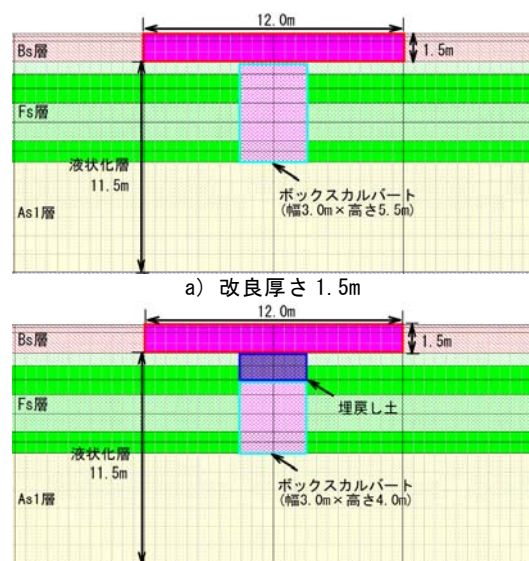


図2 解析地盤モデル a) および b)

4. 2次元FEM解析結果

改良土に発生する曲げ引張応力の解析には、GeoFEAS2Dを用いた。解析結果を表2に示す。なお、解析上曲げ引張応力が許容値に達すると、応力解に意味を持たなくなる。表中曲げ引張応力欄でNG表記となっているセメント改良土の場合の10kN/m²、短繊維改良土の150kN/m²は、いずれも許容曲げ引張応力の値である。したがって、以降の評価にあたっては、青字にてOK表記した許容曲げ引張応力以下の結果を用いる。なお、表中記載の曲げ引張応力の最大値は改良土表面の中央に発生しており、発生した場合、改良土にはひび割れが生じるものと考えられる。

図3には短繊維改良土の厚さと短繊維改良土下にクッション層を設けた場合の発生曲げ引張り応力と許容曲げ引張

応力との比について示している。図3a)のN値が10の場合では、短繊維改良土の厚さが3mから1.5mとなつて、断面剛性が下がると応力の比は83.9%から79.1%に小さくなり、さらに、下部にクッション層が介在する

表1 解析条件

水平震度	0.18 (レベル1相当)
地盤条件 (液状化層のN値)	N値=7, 10, 13
改良厚さ	改良厚 1.5m (図1a)) 改良厚 3.0m, 改良厚 1.5m+埋戻し土 1.5m (図1b))

とその値は 68.6%まで低下していることが分かる. セメント改良土については, いずれの場合においても応力の比は変わらない. 図 3b) の N 値が 13 の場合, 短繊維改良土は, 改良厚さによらず応力の比は 20%程

度となっており, 下部にクッション材が介在することで, 応力の比は 2%程度以下となっている. セメント改良土では, 下部にクッション材が介在することで, 応力の比が 15%で低減する.

図 4 には短繊維改良土の場合の周辺地盤値に応じた液状化指数 (P_L 値) と地盤の液状化による沈下量との関係を示す. なお, 図 3 の応力値に上向き矢印を付しているのは, 許容曲げ引張応力 150kN/m^2 以上であることを示している. ボックスカルバート周辺の液状化指数が小さい地盤ほど沈下量も 29cm から 7cm へと線形的に小さくなっており, それに伴い曲げ引張応力も許容曲げ引張応力の 150kN/m^2 以上から $2.76\sim 32.4\text{ kN/m}^2$ へと小さくなっている. セメント改良土においては, P_L 値が 1.8 の場合のみ, 0.3 kN/m^2 と許容曲げ引張応力以下となった.

(5) 試解析の統括

P_L 値が小さい地盤では一般的に地表面への被害程度が小さいと言われているように, 本解析結果でも P_L 値に比例するように沈下量も小さくなっており, それに共って改良土に発生する応力も許容曲げ引張応力に対して十分に余裕のある結果となっている. 特に, その傾向は改良土下部にクッション層が存在することによって大きくなっている.

5. まとめ

- ① 短繊維改良土の改良厚さが 3.0m から 1.5m になると, 断面剛性が低下するため, 応力の比は 5%程度低下する. また, セメント改良土は, 改良厚さによらず許容値に達する結果となっている.
- ② セメント改良土の場合も, 短繊維改良土の場合も改良厚 1.5m とボックスカルバートの間にクッション層としての埋戻し土を設けることで, 改良土に発生する曲げ引張応力は低下し, ボックスカルバートによる応力集中を緩和する傾向を確認した.
- ③ P_L 値が小さい地盤では, 地盤の液状化による沈下量も小さくなっており, それに共って改良土に発生する応力も許容曲げ引張応力に対して十分に余裕のある結果となっている.

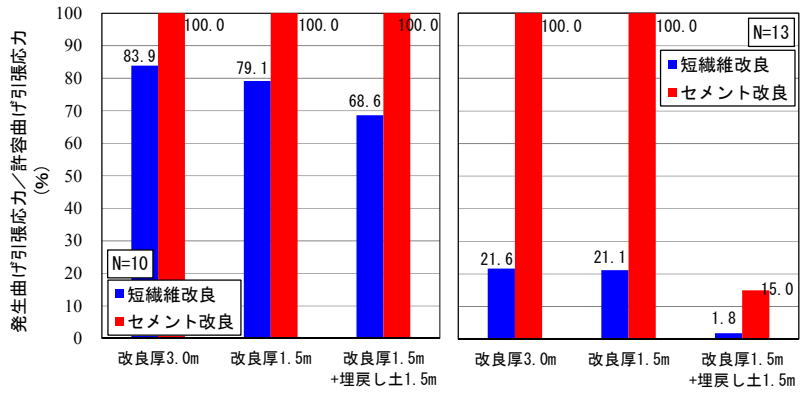
以上のことから, 地盤条件レベル 1 相当の水平震度に対して, 改良土の応力を指標とした評価を行う場合, 短繊維改良土の効果を確認することができた.

参考文献 1) 荒ら: 短繊維混合処理土の力学特性を考慮した 2 次元弾性 FEM による試解析, 第 72 回年次学術講演会, 2017.

表 2 解析結果 (応力単位: kN/m^2)

地盤条件	P_L 値	水平震度	改良厚3.0m		改良厚1.5m		改良厚1.5m+埋戻し土1.5m	
			セメント改良	短繊維改良	セメント改良	短繊維改良	セメント改良	短繊維改良
			曲げ引張応力		曲げ引張応力		曲げ引張応力	
N=7	8.9	0.18	-10 NG	-150 NG	-10 NG	-150 NG	-10 NG	-150 NG
N=10	4.5		-10 NG	-125.8 OK	-10 NG	-118.6 OK	-10 NG	-102.9 OK
N=13	1.8		-10 NG	-32.4 OK	-10 NG	-31.7 OK	-0.3 OK	-2.76 OK

許容曲げ引張応力: -150kN/m^2 (短繊維改良土), -10kN/m^2 (セメント改良土)



a) N 値 10 の場合 b) N 値 13 の場合
図 3 改良厚さと地盤条件による効果

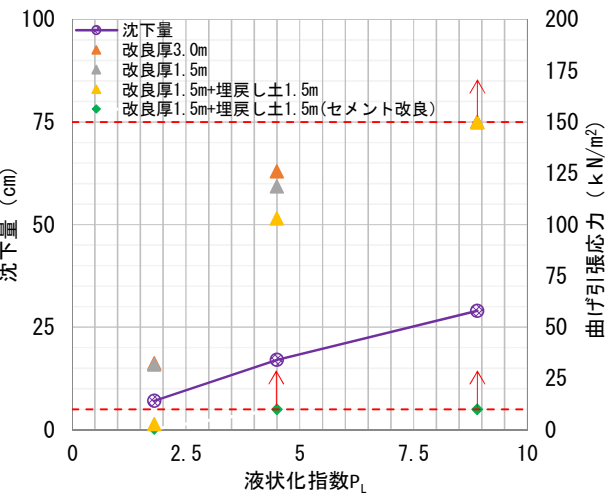


図 4 地盤条件の違いによる沈下量と P_L 値