

佐原砂のブレンドによる粘性土材料の力学性質の改善 Improvement of mechanical properties of clay material by blending Sawara sand

王 博涵*・林 真美*・毛利栄征*

WANG Bohan・Mami Hayashi・Yoshiyuki MOHRI

1. 緒言

現行の設計基準では、パイプラインなどの地中構造物の埋戻し施工において、基礎材に良質の砂質土または礫質土を用いて、90%以上の締固め度を目標に管理することが規定されている。このため、現場で発生した粘性土は廃棄され、新しく購入した良質土(砂)を地中工作物の基礎材として用いるのが一般的である。このような発生土の廃棄処理や砂の採掘が環境に大きな負荷を与え、コスト増大の一因にもなっている。本報ではこれらの現場発生土(粘性土)による埋戻し地盤の基礎的な力学的特性とその改善策について報告する。

2. 土質材料の物性

今回の研究で使用する試料(佐原砂(SF)と粘性土(CH))の物性値を表1と表2に示す。

表1 佐原砂の物性値

土粒子密度	g/cm ³	2.755
最大乾燥密度	g/cm ³	1.723
最適含水比	%	15.42
最大粒径	mm	2.00
細粒分含有率	%	13

表2 粘土の物性値

土粒子密度	g/cm ³	2.675
最大乾燥密度	g/cm ³	1.145
最適含水比	%	39.2
最大粒径	mm	0.850
細粒分含有率	%	88.5

3. ブレンド方法

砂と粘性土を混合する場合、粘性土塊のサイズを表3のように一定の比率で配合することによって、粘性土材料の空隙の大きさと表面積のばらつきを軽減し、砂が粘性土塊に付着する量を調整した。このブレンド方法は、砂が粘性土の内部まで混入できないが、図1のように、粘性土の塊の間隙を砂が充填し、地盤の支持力と沈下剛性を改善する効果が期待できる。

表3 粘土塊調整

団塊	サイズ	分量
大	4cm以上	55%
中	2~4cm	30%
小	2cm以下	15%

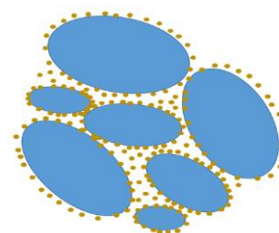


図1 砂と粘土のブレンド状態のイメージ

4. 模型地盤の荷重試験(モールド試験)

粘性土の基礎的な特性を解明するために、図2のモールド荷重試験を実施している。このモールド試験は地中構造物の埋戻し部分をモールドの中で再現したもので、T25トラック相当の繰り返し荷重をアクチュエーターで荷重する。模型地盤の荷重変位関係とともに、荷重前後のコーン貫入試験(強度試験)のデータを比較して地盤の強度変化を調べる。

5. 試験結果と考察

図3は同じ荷重条件下での粘性土、佐原砂を25%混入した粘性土、佐原砂を50%混入した粘性土と佐原砂100%の4種類の材料

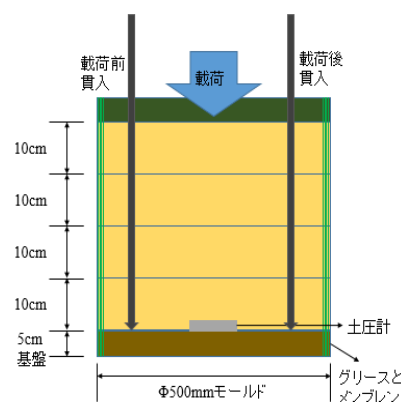


図2 モールド試験のイメージ図

*茨城大学農学部 Ibaraki University College of Agriculture、埋め戻し材料、粘性土、支持力、変形・沈下

の荷重変位曲線である。4種類の試料は設定の上載荷重を支持できている。しかし、粘性土(混合土)の場合は大きな沈下が発生した。特に荷重初期に大きな沈下が発生し、繰返し回数に伴い、1サイクルの荷重による沈下が少しずつ減少する特性が確認された。ここで、佐原砂の実験の1波目の沈下剛性を目標剛性($k_1=22.8\text{kPa/mm}$, $k_2=45.1\text{kPa/mm}$)とすると、粘性土は荷重レベルを変えて実施した2段階の実験とともに19回の繰返し荷重で沈下剛性が目標剛性を超えることが分かった。また、砂の混入により、全体的な沈下が大きく抑制され、沈下剛性は第1段階の荷重では3波目で、第2段階では9波目で目標剛性を超えた。

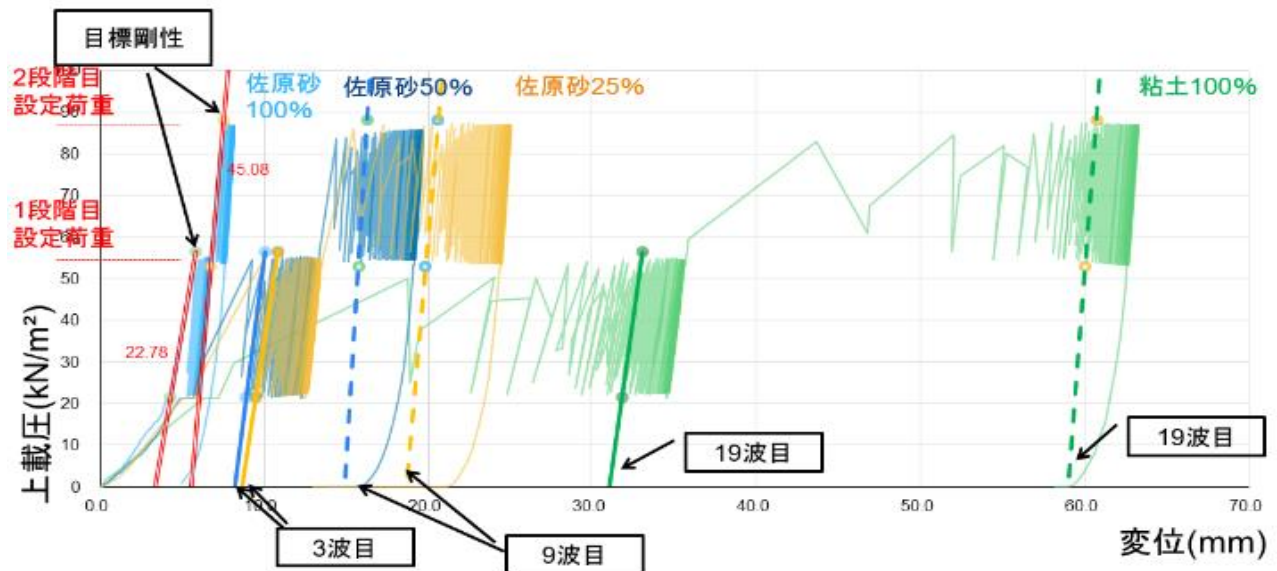


図 3 実験結果の荷重変位曲線

また、表 4 に 4 ケースの荷重前後の貫入抵抗を示す。荷重前の最大貫入抵抗は、佐原砂の混入により少し増加するが、佐原砂単体(100%)の 1/5 程度の貫入抵抗であった。

6. 結論

粘性土と砂の混和土の模型地盤は、設定荷重を支持することができたが、沈下は砂より大きく発生した。しかし、層ごとの転圧や砂の混入率を適切に設定することによって、砂地盤と同等の沈下剛性を実現できることが示唆される。

7. 今後の課題

本研究では、基本的に不飽和の条件で粘性土の利用を想定したが、予備的に飽和条件での粘性土の荷重試験も実施した。その結果、粘性土地盤の強度と変形が飽和度の影響を受けやすいことが分かった。飽和時の地盤支持力が大きく低下し、貫入強度も不飽和の時の 1/4 しか得られない。さらに、今回の実験では短時間で荷重を実施したため、圧密変形特性についても調べる必要がある。砂のブレンドによる飽和時の強度低下の改善性や圧密変形についての検証が今後の課題である。

参考文献：1) 農林水産省(2011.3)「土地改良事業経営学設計基準・設計「パイプライン」基準書・技術書」

表 4 貫入試験結果(コーン貫入試験)

佐原砂混入率	荷重前最大貫入抵抗	荷重後最大貫入抵抗	差
100%	2474.5	2839.6	365.1
50%	542.4	990.3	447.9
25%	486.3	491.8	5.5
0%	446.0	535.3	89.4

(kPa)