

プラスチック廃材を利用した表層改良地盤の支持力の改善

九州大学大学院 学 ○築地健太郎 九州大学大学院 フェロ- 落合英俊
九州大学大学院 正 大嶺 聖 (株)関門港湾建設 正 宮崎良彦

1.はじめに 現在、廃棄物の処理方法は極めて重要な問題となっており、廃棄物は可能な限りリサイクル・有効利用していこうという社会的な流れができつつある。しかしながら、PET ボトルなどのプラスチック廃棄物はリサイクル率が他と比較して非常に低く、問題となっている。そこで、プラスチック廃材を有効利用する方法の一つとして、軟弱地盤の浅層改良を行う際にセメントとともにプラスチック片を混合することによって改良地盤の支持力の増加、変形特性の改善が図れると考える¹⁾。本研究では、プラスチック片を混合した表層改良地盤の模型荷重実験を行い、支持力の改善効果を明らかにするとともに、地盤係数法²⁾による解析結果との比較を行い、プラスチック片を混合した地盤に対する有用性を検討する。

2. プラスチック片を混合した安定処理地盤の模型荷重実験

2.1 実験方法

(a) 実験装置 未改良地盤をウィンクラーモデルとし、地盤反力係数 k であるスプリングの集合と考える。本実験では、このモデルを想定した実験装置(図-1)を作製して、模型荷重実験を行った。液性限界程度の軟らかい地盤となるように、バネ定数 5.0N/mm のバネを用いて、地盤反力係数 $6.68 \times 10^2 \text{kN/m}^3$ の下部模型地盤を作製した。

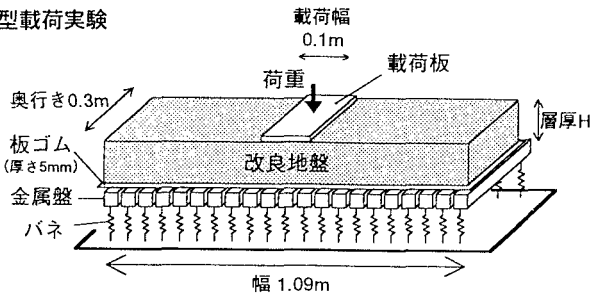


図-1 模型荷重実験装置

(b) 実験材料および実験方法 混合材料には市販のカードケース用プラスチックシート(厚さ 0.4mm)を裁断したプラスチック片を用いた。試料土には含水比を 100% ($=2w_L$) に調整したカオリン粘土を用い、普通ポルトランドセメントを 100kg/m^3 混ぜた後、プラスチック片を体積率で $0\%, 5\%$ 混合し(以下 $M=0\%, 5\%$ と表す)、所定の型枠に詰めて供試体の作製を行った。

供試体の寸法は幅 1.09m 、奥行き 0.3m 、厚さ $0.1\text{m}, 0.15\text{m}$ および 0.2m である。供試体を 20°C で 7 日間養生後、 1mm/min の変位制御で模型荷重試験を行った。また、沈下量の測定は中心点より片側を 11 点測定した。

2.2 実験結果及び考察

(a) 改良地盤の沈下および降伏特性 図-2 は層厚 0.1m の改良地盤の荷重中心点における沈下量と荷重応力との関係である。 $M=0\%, 5\%$ のどちらも、降伏に至るまでは沈下量と荷重応力はほぼ比例関係を示し、それまでの沈下特性には違いは見られない。降伏点に着目すると、 $M=0\%$ は脆性的な破壊を示し明確な降伏点が認められる。一方、 $M=5\%$ は脆性的な破壊が抑制され、靱性が大幅に改善されるため明確な降伏点は見られない。ここでは最大曲率点を降伏と考えることとすると、プラスチック片を混合することで降伏時の荷重応力は大きく増加しており改良効果が認められる。層厚 $0.15\text{m}, 0.2\text{m}$ の場合も同様の改良効果が認められた。図-3 は降伏時の荷重応力と層厚の関係を示したものである。層厚を 0.1m から 0.2m へと 2 倍にすることで降伏応力は $M=0\%$ が 2.7 倍、 $M=5\%$ が 2.4 倍に増加している。また、いずれの層厚においてもプラスチック片を混合することで、降伏応力は増加することがわかる。

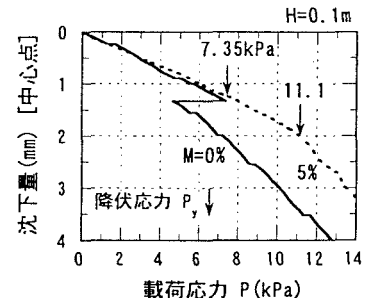


図-2 中心点の沈下量と荷重応力の関係

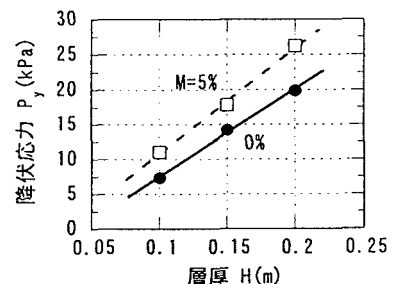


図-3 降伏応力の変化

(b) 改良地盤の曲げ強度 軟弱地盤の表層安定処理をする場合、改良地盤に働く曲げ引張応力が改良地盤の設計上重要となることから、改良地盤の曲げ強度に着目し、プラスチック片を混合する効果について検討する。模型載荷実験での測定により得られた沈下量から各測定点における地盤反力を求め、これより載荷中心点下端に働くモーメントを計算し、これから中心点下端の曲げ強度を計算した。このようにして求めた曲げ強度 σ_b と層厚 H の関係を図-4に示す。プラスチック片を混合した改良地盤は混合しない場合よりも曲げ強度が増加することがわかる。なお、曲げ強度は層厚に依らず本来一定となるべきであるが、層厚が大きいほど減少しているのは、改良地盤の寸法効果などが原因と考えられる。

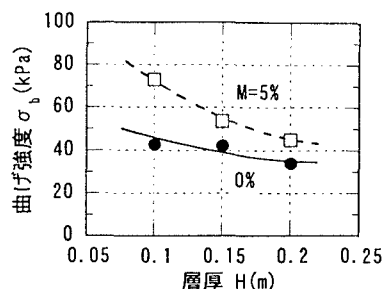


図-4 曲げ強度 σ_b と層厚 H の関係

3. 地盤係数法による解析

現行の表層改良地盤の設計法で用いられている地盤係数法では、載荷条件と載荷位置が単純な場合は、未改良地盤のせん断強度、改良地盤の変形係数とポアソン比、改良地盤の寸法を決めることで、改良地盤の沈下量、地盤反力、曲げ応力、せん断応力が求められる。

表-1 解析に用いたパラメータ

改良地盤	寸法	幅：1.05m, 層厚：0.1, 0.15, 0.2m 奥行き：1m(単位奥行き)
	変形係数 E	M=5% : $6.3 \times 10^4 \text{ kN/m}^2$ M=0% : $4.0 \times 10^4 \text{ kN/m}^2$
	ポアソン比	0.3
未改良地盤	地盤反力係数 k	$6.68 \times 10^2 \text{ kN/m}^3$
載荷の位置, 幅		中央部に載荷幅0.1mの等分布荷重載荷

表-1に解析に用いたパラメータを示す。ここで、改良土の変形係数 E は一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線の初期勾配より求めた。

3.1 改良土の曲げ強度特性

模型載荷実験の結果からも模型地盤の破壊状況は曲げ破壊と考えられる。そこで、前述の条件で作製した高さ0.1m, 奥行き0.1m, 幅0.4mのプラスチック片混合処理土の供試体を用いて曲げ試験を実施した。支点間距離は0.3mとし、支点間中央に線荷重載荷を行った。図-5に、曲げ応力 σ_b とたわみの関係を示す。プラスチック片を混合することにより、曲げ強度が約1.4倍に増加している。M=0%, 5%のどちらの場合も初期の曲げ応力はほぼ同様の立ち上がりを示し同様にたわむが、M=0%はクラックの発生直後に載荷中心から破断し強度がゼロになるのに対して、M=5%の場合は、載荷中心点下端に小さなクラックが入り降伏するが、プラスチック片によりつなぎ止められているため、降伏後も十分な強度を保ち、明確な改良効果が現れている。

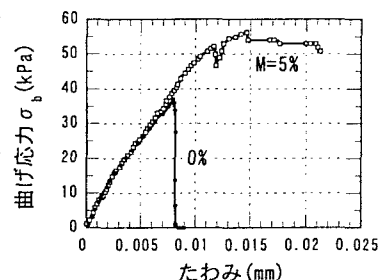


図-5 曲げ応力とたわみの関係

3.2 降伏応力の推定

曲げ試験から得られた強度を改良地盤の最大曲げ応力と考え、地盤係数法による解析で得られる改良地盤中心点下端の曲げ引張応力の値から降伏応力を算定した。図-6に降伏応力の予測値と実測値の比較を示す。予測値と実測値はほぼ一致し、地盤係数法によってプラスチック片を混合した表層改良地盤の降伏応力を推定することが可能である。

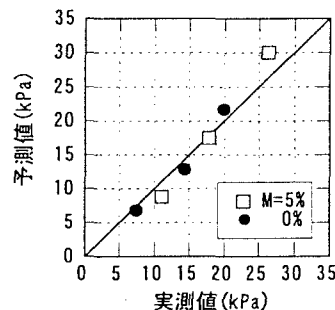


図-6 降伏応力の予測値と実測値の比較

4. まとめ プラスチック片混合処理地盤の模型載荷実験から以下のことが明らかとなった。

- 1) 浅層改良を行う際にプラスチック片を適量混合することで脆性的な破壊が抑制され、支持力が増加する。
- 2) プラスチック片を混合することで安定処理土の曲げ強度は増加し、靱性が大幅に改善される。
- 3) プラスチック片混合処理地盤の降伏荷重は地盤係数法による解析からほぼ推定可能である。

参考文献 1) 築地他：セメント安定処理土の強度改善効果に着目したプラスチック廃材の有効利用，第3回地盤改良シンポジウム発表論文集，pp.169-176, 1998 2) 社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第二版)，技報堂，pp.65-68, 1994。