

地盤内水平応力を考慮した模型載荷装置による プラスチック片混合改良地盤の支持力特性

九州大学大学院 学○徳永 仁志 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

セメント改良土はセメント添加量を調整することで、所定の強度を確保することができる。しかし一方で、セメント改良土は脆性的な材料であるため、地盤材料として使用する場合、粘り強さの向上が望まれている。そのため、著者らは廃棄物の中でもプラスチック廃材に着目し、これを地盤補強材として有効利用することを提案してきた。^{1,2)}そこで本研究では、プラスチック片を混合したセメント改良土を実地盤に適用した場合の支持力特性を把握するために、実地盤が受けている地盤内応力を考慮することのできる模型試験装置を開発し、その支持力実験を行なった。またプラスチック片の補強深さおよびセメント添加量の影響について明らかにした。

2.模型試験装置の概要および実験条件

原位置地盤内応力を受けたプラスチック片混合処理地盤の支持力特性を把握するために、水平応力を作用させることのできる水平応力載荷型模型試験装置を用いて、プラスチック片混合処理地盤の模型実験を行った。図-1に水平応力載荷型模型試験装置の概略図を示す。この装置では、側方の10個のエアシリンダーを用いて、供試体に実地盤と同等の土かぶり圧を作用させることが可能であり、より現場に近い状態での支持力特性を把握することができる。また側面は強化ガラスになっており、供試体の破壊状況を直接確認することができる。本実験では、図-2に示すように、10個のエアシリンダーを用いて供試体に三角形分布の水平荷重を10段階に分けて作用させ、地盤内応力条件を想定した平面ひずみ条件のもとでの模型実験を行なった。またこの時の三角形分布の最大水平応力 σ_{hmax} は 150kN/m^2 と設定した。載荷方法としては、供試体上部に横幅100mmの載荷板をセットし、ひずみ制御のもとで載荷した。また補強材として使用したプラスチック片は $\alpha B(0 \leq \alpha \leq 3)$ の深さまで混合した。ここで α とは、プラスチック片を混合した混合深さ D を載荷幅 $B(=100\text{mm})$ で除したものであり、以下この α を補強深さ比と呼ぶことにする。本実験では補強材の混合深さを0.75, 150, 225, 300mmと変化させている。これに対応すると、 α は0.75, 1.5, 2.25, 3.0となる。供試体の作製条件については、表-1の模型実験条件に示す。

3.実験結果および考察

3.1.プラスチック片混合処理地盤の支持力特性

図-3にセメント添加量 300kg/m^3 におけるプラスチック片混合処理地盤の支持力特性を示す。ここで支持力特性とは、載荷応力 P と、沈下量 ΔS を載荷幅 B で除したものの関係を示すものとする。このグラフより、プラスチック片を混合していない $\alpha=0$ の場合では、セメント改良地盤は微小なひずみで降伏を向かえ、その後急激に応力低下を示す脆性的な性質を示した。一方、プラスチック片を混合した改良地盤は、降伏に達した後も、急激な応力低下は見られず粘り強い地盤材料へと改善されていることが分かる。

表-1 模型実験条件

母材の配合条件	試料土	カオリン粘土	
	添加材 添加量	普通ポルトランドセメント 150kg/m^3	300kg/m^3
供試体寸法	試験方法	$150 \times 150 \times 300\text{mm}$	
混合材料	プラスチック片	ひずみ制御式模型載荷 $48 \times 3 \times 0.4\text{mm}$ 4% 密度 1.38Mg/m^3	
補強材混合深さ	養生条件	0, 75, 150, 225, 300mm 湿潤養生、 20°C 、7days	

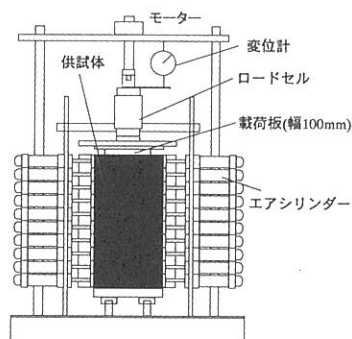


図-1 水平応力載荷型試験装置

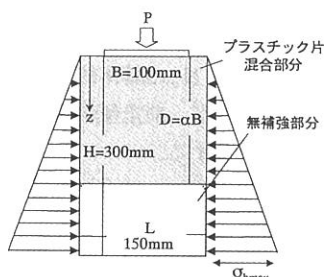


図-2 供試体に作用する土圧分

3.2.降伏応力および残留載荷応力と補強深さ比の関係

図-4に降伏応力 P_y と補強深さ比 α の関係を示す。ここで降伏応力 P_y は、改良地盤の荷重-沈下関係の初期接線と残留後の接線との交点より、その点から2直線の角の2等分線を引き、その直線と荷重-沈下曲線との交点の値を降伏応力とした。このグラフより、降伏応力はプラスチック片の補強深さ比 α に依存せず、一定の値を示すことが分かる。これはセメント改良地盤が、補強材の補強効果が発揮される以前に降伏するためだと考えられる。つぎに残留載荷応力 P_r と補強深さ比 α の関係を図-5に示す。ここで残留状態とは、支持力が最大値を超え、その後一定の値を保つ状態を残留状態と定義した。図-3の支持力特性の結果から、 $\Delta S/B$ が0.15のとき、いずれの条件においても残留状態にあると考えられるので、このときの値を残留載荷応力 P_r とした。図-5の結果より、プラスチック片を混合することで残留載荷応力 P_r は改善されていることが分かる。またその改善効果は、補強深さ比 α が増加するのに従い改善され、ある α を超えると一定の値を示した。このことより、有効なプラスチック片の補強深さ比 α は1.5～2.25にあると考えられる。

3.3.粘り強さの改善効果

プラスチック片を混合したセメント改良地盤の粘り強さについて検討する。ここで、粘り強さを表すパラメータとして、残留載荷応力 P_r を降伏応力 P_y で除した脆性率 P_r/P_y を用いる。 P_r/P_y が1になると、脆性状態においても降伏応力と同等の支持力を示すことになり、十分な補強効果が得られたことになる。図-6に脆性率 P_r/P_y と補強深さ比 α の関係を示す。この結果より、セメント添加量が 100kg/m^3 の場合、プラスチック片を混合することで脆性率は大きく改善されることが分かる。またセメント添加量が 300kg/m^3 の場合においても、 α が1.5を超えると脆性率 P_r/P_y はほぼ1になり、このことからプラスチック片の補強深さ (αB) を載荷幅 B の1.5倍以上にすることで、セメント改良地盤は残留状態においても所定の支持力を得ることができる。

4.まとめ

- ① セメント改良地盤は、プラスチック補強材を混合することで、延性な性質を有する地盤へと改善される。
- ② セメント改良地盤の降伏応力 (P_y) は、プラスチック補強材の補強深さ (αB) を増加させても改善されないが、残留状態の載荷応力は、プラスチック補強材によって増加する。
- ③ 残留応力特性より、プラスチック片の補強深さを載荷幅の1.5倍以上にする事で、脆性状態においても降伏応力と同程度の支持力を得ることができる。

【参考文献】1) 落合ら:プラスチック廃材を用いた複合地盤材料の開発,土と基礎,第48巻,第6号,pp.16-18,2000. 2) 徳永ら:地盤内水平応力を考慮した模型載荷装置によるセメント改良地盤の支持力改善効果 第5回地盤改良シンポジウム論文集 pp31~34,2002.

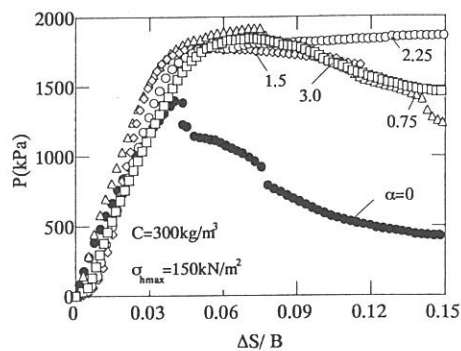


図-3 Pと $\Delta S/B$ の関係

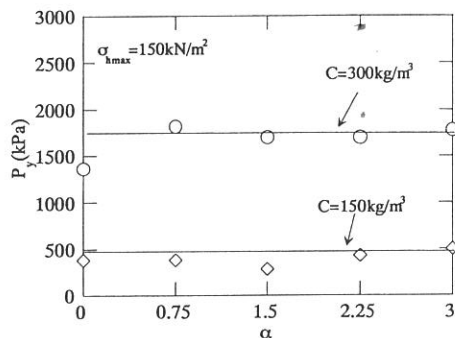


図-4 降伏応力 P_y と改良深さ α の関係

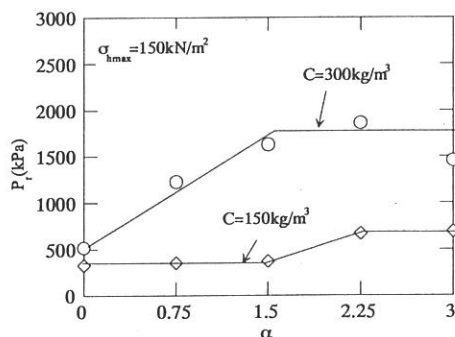


図-5 残留載荷応力 P_r と改良深さ比 α の関係

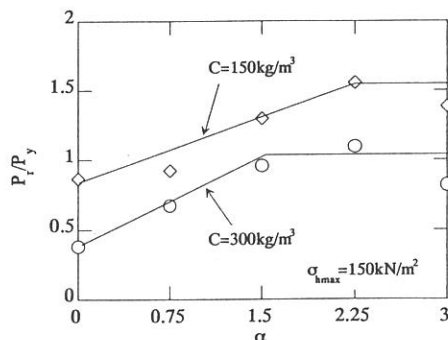


図-6 脆性率 P_r/P_y と改良深さ比 α の関係