

ハイブリッドサンドイッチ補強効果に及ぼす粒状材料の影響

茨城大学

学生会員

○人見 俊晃

茨城大学

フェロー会員

安原 一哉

茨城大学

正会員

小峯 秀雄

茨城大学

正会員

村上 哲

1.はじめに

近年、都市開発や地下利用が進み、その際に発生する土砂の増大が問題になってきている。その問題を解決するために建設発生土は基礎や盛土、堤防などの土構造物の材料として有効利用されている。しかし、これらの土は、低品質で軟弱なものが多い。高含水比粘性土の関東ロームもそのうちの1つに上げることが出来る。このような土を材料とした土構造物は、地震や施工機械の走行、掘削などの振動などにより、せん断強度が低下し構造物としての機能を果たせなくなる。そのため、低品質で軟弱な土を材料とした土構造物や基礎地盤の内部に敷設することで強度増加を図ることができるジオシンセティックスの研究が進められている。しかし、不織布などの排水材として用いられるジオシンセティックスを土構造物内に敷設した場合、細粒分が不織布内に入り込み目詰まりを引き起こす。これにより、不織布は排水機能を著しく失う。これは、土構造物にとって危険な状態になるため何らかの技術対策が必要である。そこで提案されたのが、ジオシンセティックスを粒状材で挟み込むハイブリッドサンドイッチ補強土工法¹⁾ (以下 HBS 工法と呼ぶ) である。図-1 に HBS 工法の概略図を示す。これは、粒状層がフィルターの役割を果たし排水機能の維持に貢献する。また、この工法により土構造物の支持力改善効果、剛性改善効果、靱性改善効果²⁾ にもつながることから非常に注目されている。本研究は特に HBS 工法に焦点を当てて進める。さて、HBS 工法には粒状材が不可欠である。この粒状材の種類を変えることにより、敷設された土構造物にどれほどの補強効果を与えるのかを、模型地盤により検討することを本研究の目的とする。

2.実験概要

本研究は、HBS 工法による補強層で敷設された水平模型地盤に支持力試験を行うことで、粒状材の種類が補強効果に及ぼす影響を検討するものである。図-2 は本研究で作製した水平補強模型地盤の概略図である。本研究で使用する土試料は礫まじり砂質細粒土、ジオシンセティックスは不織布である。補強層は3層とした。幅 100mm、奥行き 194mm の載荷板を土槽の中央に設置する。土槽の内寸は、幅 600mm、深さ 500mm、奥行き 194mm のものを使用する。粒状材として使用するものは、豊浦砂、礫、山砂、タイヤチップ(600H)、水砕スラグの5種類である。本研究で行った実験ケースをまとめたものを表-1 に示す。

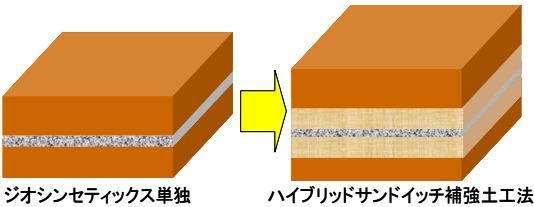


図-1 補強材単独と HBS 工法の概要図

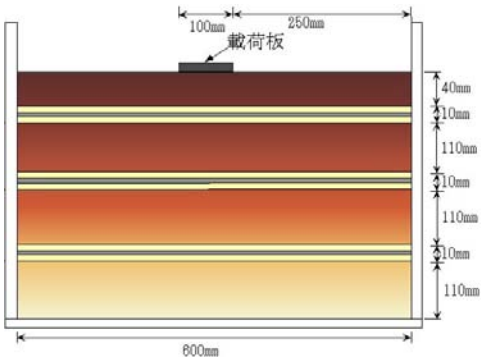


図-2 模型地盤の概略図

表-1 実験ケース

実験NO	粒状材	ジオシンセティックス	質量(g/層)
NO.1	(無補強)	-	-
NO.2	豊浦砂	不織布	1480
NO.3	礫		2200
NO.4	山砂		940
NO.5	タイヤチップ		360
NO.6	水砕スラグ		1240

3.用いた粒状材

本研究の各粒状材について、表-2 に物性値、図-3 に粒径加積曲線を示す。豊浦砂は粒度の分布が狭いが、それに比較して山砂は分布が広く、粒径幅の広い砂となっている。また、礫は豊浦砂より粒径が大きく、上下の不連続面との摩擦が期待される。タイヤチップは、礫と似た粒度分布となっており、礫と比較し弾力の有無による影響を検討できる。タイヤチップは圧縮性のある粒状材であるが、ダイレイタンシー特性が顕著であるとともに、地盤の粘性土が何らかの汚染物質を含んでいる場合、排水過程で有害物質をタイヤチップの表面に吸着できる³⁾。スラグは水砕スラグであり、鉄鉱石を精錬後に排出されたものである。スラグには徐冷と急冷があり、徐冷は徐々に冷やす方法、急冷は水などをかけて急激に冷やす方法である。急冷のスラグの場合、物質の形状は針のようなトゲが形成される。また、水砕スラグは潜在水硬性があり、地盤に適用した場合に最初は排水機能を果たした後、硬化して地盤全体を堅固にすることに貢献できる³⁾。タイヤチップとスラグの適用は、産業副産物の有効利用を目指したものである。

4. HBS 地盤の支持力試験結果と考察

支持力試験によって得られた荷重-沈下曲線を図-4 に示す。これを見ると、補強模型地盤は無補強模型地盤よりも沈下が進むに伴って大きな支持力が表れていることがわかる。これまでの本グループの研究から、補強材の補強効果は上下に接触する不連続面部分との摩擦が大きい粒状材ほど大きな補強効果を出すことがわかっている。礫は他と比較し粒径が大きく不織布に良くくい込むと判断できる。これにより不織布との間に大きな摩擦力が発揮されるため、補強効果が上がったと思われる。タイヤチップと水砕スラグは载荷の初期の部分では無補強よりも沈下が大きいが、これは、タイヤチップの圧縮性と水砕スラグの破碎性により、不織布の補強効果が向上したのではないかと考えた。しかし、水砕スラグは沈下が進むにつれて補強効果が発揮され、礫とほぼ同等な補強効果生まれた。これは、破碎した水砕スラグがダイレイタンシーによりさらに不連続面との噛み合わせがよくなり、摩擦が大きくなったものと考えられる。

5.結論

载荷の初期では各粒状材の大きな差異は見られなかったが、沈下に伴い礫と水砕スラグは支持力に効果が表れた。水砕スラグはリサイクル材料となり、かつ、著者らが提案しているハイブリッドサンドイッチ工法(HBS)の補強材料として適していると言えるだろう。

参考・引用文献

- 1) 榊原務, 安原一哉, 小峯秀雄, 村上哲: ジオシンセティックスによるハイブリッドサンドイッチ補強土の靱性改善, ジオシンセティックス論文集 第20巻, p.83, 2005.
- 2) 佐藤智剛: ハイブリッドサンドイッチ補強による土構造物の靱性改善, 平成17年度茨城大学卒業論文, p.7, p.25, p.81, 2005.
- 3) 安原一哉: ジオシンセティックスによるハイブリッド・サンドイッチ補強土の有効性と可能性, ジオシンセティックス論文集, 第20巻, p.11, 2005.
- 4) 安原一哉他: 繰り返し荷重を受ける土構造物をジオコンポジットによって高規格化する補強方法, 平成12年度～平成14年度科学研究費補助金研究成果報告書, 2003.

表-2 粒状材の物性値

	豊浦砂	タイヤチップ	礫	山砂	水砕スラグ
粒子密度(g/cm^3)	2.64	1.16	2.71	2.69	2.884
均等係数	1.5	2.7	2.9	13.6	1.8
曲率係数	1.3	0.9	1.0	4.2	0.8

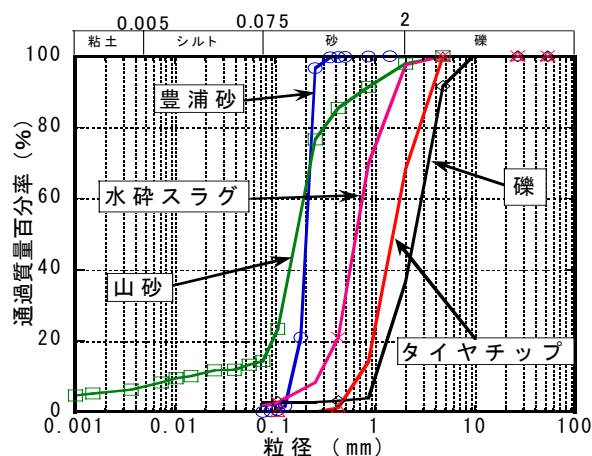


図-3 粒状材の粒径加積曲線

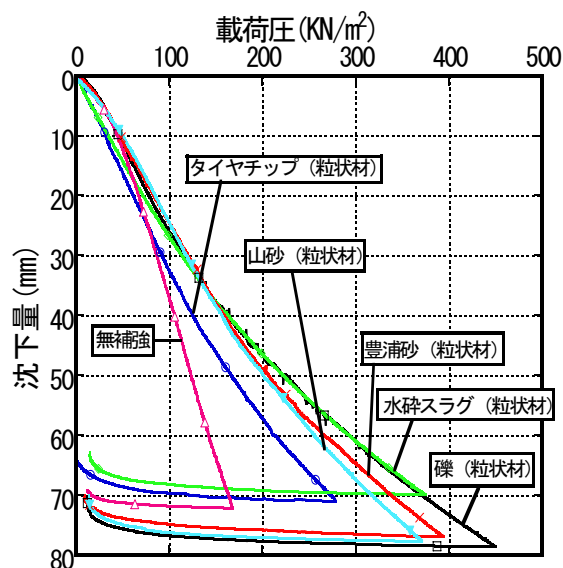


図-4 荷重-沈下曲線