

下水管渠破損に起因する道路陥没対策としての

ジオコンポジット適用に関する研究

熊本大学 学生会員 ○白武佑斗 熊本大学大学院 正会員 椋木俊文
熊本大学大学院 学生会員 永田孝志郎 熊本大学大学院 正会員 大谷順

1. 背景と目的

近年の道路で生じる問題の1つに道路陥没の頻発が挙げられる。特に問題視されているのが下水管渠破損に起因する道路陥没である¹⁾。下水管渠破損によって地盤内に空洞が形成される要因はいくつか考えられるが、最も多いのは給排水繰返しによる空洞形成である。本研究では、不織布の持つ土粒子の流失抑止、透水・通水機能と、ジオグリッドの引抜き力による地盤の補強を期待し、地盤内の空洞拡大抑止、道路陥没に対して補強効果を発揮できることを目的とする。ここではジオグリッドと不織布(2種類以上のジオテキスタイルを用いる工法はジオコンポジットとされる：以下ジオコンポジットと呼ぶ)を適用し、補強効果に着目する。始めにジオコンポジットの性能を確認するために、初期段階の実験として鉛直引抜き実験を行った。鉛直引抜き実験を実施後、土とジオシンセティックス間の補強効果のパラメータである摩擦特性を評価する試験の1つである土中引抜き試験を行った。

2. 実験方法

鉛直引抜き実験の概要を図1に示す。気乾状態の豊浦標準砂を相対密度85%程度となるように作製した。ジオグリッドの目付の大きさは、幅11mm×長さ10.5mm。厚さは1.2mmであり、全体の大きさは、80mm×300mmである。不織布の目付の大きさは、407.6g/m²。厚さは8.5mmである。全体の大きさはジオグリッドと同じものを使用した。実験は変位制御で行い、1mm/minで引抜きを行った。初期段階の実験のため、破断もしくは30%引き抜けるまで計測を行った。

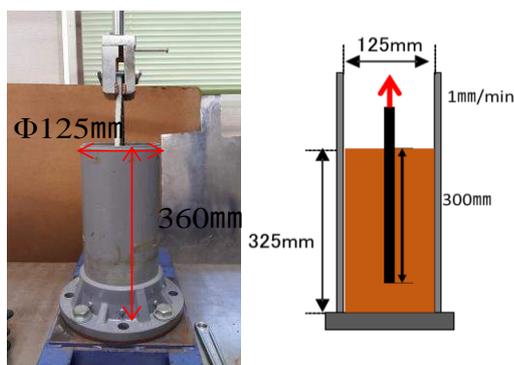


図1 鉛直引抜き実験概要図

水平引抜き試験の使用する土層、材料、条件はジオシンセティックスの土中引抜き試験方法²⁾を参照した。図2に実験装置の概要を示す。鉛直引抜き実験と同じ材料を使用した。気乾状態の豊浦砂($\rho_{d\max}=1.65\text{g/cm}^3$, $\rho_{d\min}=1.33\text{g/cm}^3$, $D_{50}=0.17$, $U_c=1.5$)を相対密度85%程度($c=0\text{kN/m}^2$, $\phi=43.8^\circ$)となるように作製した。引抜き限界抵抗長(1式³⁾を考慮して、ジオコンポジット上部の地盤高は100mm、土被り圧は1.57kPaとした。実験は変位制御で行い、1mm/minで引抜きを行った。30mm引き抜いた時点で終了とし、引抜き力-変位の関係を求めた。鉛直、水平ともに実験ケースは、ジオグリッドのみ、不織布のみ、ジオグリッドの片面に不織布を合わせたもの3ケースを行った。

$$Lt = \frac{Fu}{2(c + \sigma v \tan \phi)} \quad (1)$$

3. 結果

図3に鉛直引抜き試験で得られた結果をグラフにて示す。ジオコンポジット片面はジオグリッド、不織布と比較すると高いピーク強度、残留強度ともに大きな値を示していることが確認できる。ジオグリッドのグラフにおいてピーク強度を示した後、強度が落ちることなく一定値で変位しているが、土層から引き抜けたジオグリッドが変形したために起こったと思われる。この結果を踏まえ水平引抜き試験は、ジオシンセティックスが引き抜けるレベルで実施し評価する。水平引抜き試験においては、引抜き抵抗力と敷設面積の関係を容易に算出するために、全面積法を適用した。ピーク強度と残留強度を評価するために20mm引き抜けた部分を残留強度と仮定し、それらから算出した摩擦力の比を残留強度比として数値での比較を行う。

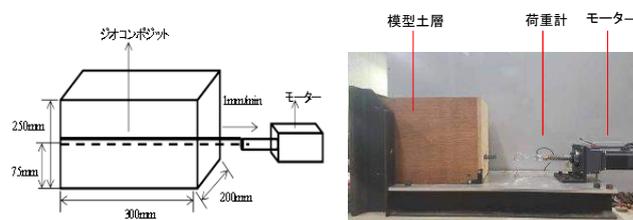


図2 水平引抜き試験概要図

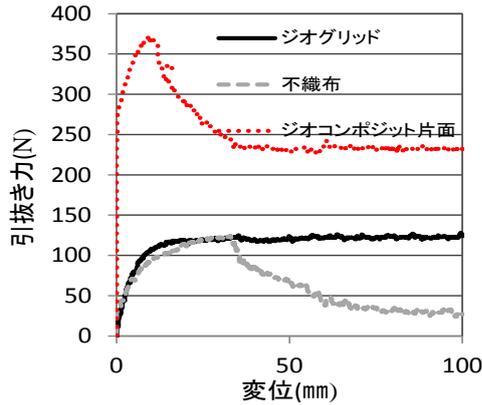


図3 変位-引抜きグラフ

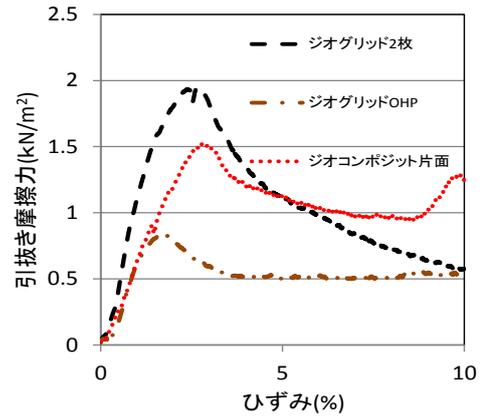


図5 組み合わせによる比較

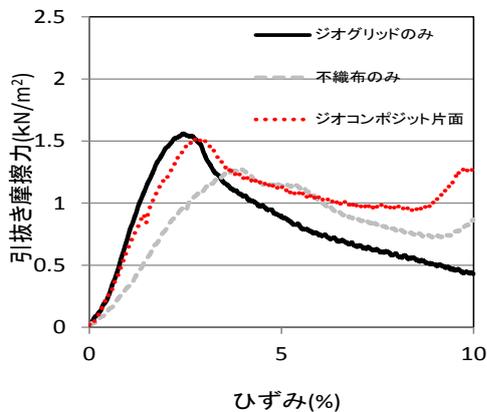


図4 ジオコンポジットと単体の比較

表1 引抜き摩擦強さ

	最大引抜き摩擦強さ (kN/m ²) t _{max}	残留引抜き摩擦強さ (kN/m ²) t _r	残留強度比 (%) t _{max} /t _r
ジオグリッドのみ	1.57	0.68	43
不織布のみ	1.27	0.89	71
ジオコンポジット片面	1.51	1.01	67

図4, 表1に結果を示す. 図4よりジオコンポジットはジオグリッド同等の引抜き抵抗力を持つことが確認できる. また表1からジオグリッドのピーク値は大きくなるが, 残留強度は小さくなる. 不織布のピーク値はジオグリッドと比較して小さくなるが, 残留強度は大きくなるという特徴があると思われる. ジオコンポジットにおいては, 両者の特徴を反映していることが確認できる.

次にジオコンポジットの挙動を張り合わせるものの組み合わせの違いによる比較を行うために, 同じ形状のジオグリッドを合わせたもの(これをジオグリッド2枚とする), ジオグリッドにOHPシートを合わせたもの(ジオグリッドOHPとする)を追加して実験を行った. OHPシートを張り合わせることで, ジオグリッドの片面の摩擦

表2 引抜き摩擦強さ

	最大引抜き摩擦強さ (kN/m ²) t _{max}	残留引抜き摩擦強さ (kN/m ²) t _r	残留強度比 (%) t _{max} /t _r
ジオグリッド2枚	1.93	0.87	45
ジオグリッドOHP	0.84	0.49	58
ジオコンポジット片面	1.51	1.01	67

が低減している状態となる. 図5, 表2に結果を示す. ジオグリッド2枚張り合わせることで剛性が大きくなり, ピーク強度も大きく変化しているが, ピーク後の強度の落ちも非常に大きくなっている. ジオグリッドOHPの結果から, 材料自身に剛性のあるものでもジオグリッドの摩擦を低減させる材料であるならば, 抵抗力は期待できないと思われる. このことから不織布はジオグリッドに張り合わせてもジオグリッドの性質を失うことはないことを確認される.

4. まとめ

ジオコンポジットの補強効果を解明するために, 引抜き強度, 残留強度に着目して実験を行った. その結果, ジオコンポジットはジオグリッドの持つ引抜き強さと不織布の持つ残留強度の強さの両方を併せ持つ結論を得た. 今後は, 地盤内部のジオグリッドと不織布の破壊領域の違いをX線CT撮影することで, 破壊メカニズムについて詳細に検討していく所存である.

参考文献

- 1) 川本眺万: 地盤陥没災害と地下空洞調査について, 物理探査, Vol58, No.6, pp.589-597, 2005.
- 2) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, pp.1058-1068, 2009
- 3) 井沢淳, 木村博憲, 桑野二郎, 高橋章浩, 石濱吉郎: ジオグリッド形状が引抜き特性に及ぼす影響, ジオシンセティックス論文集第15巻, pp28-37, 2000.12