

異なる種類のジオテキスタイルを用いた路盤補強効果の検討

福岡大学大学院	学生会員	秋光 萌生			
福岡大学工学部	正会員	佐藤 研一	藤川 拓朗	古賀 千佳嗣	
基礎地盤コンサルタンツ(株)	正会員	若林 祐一郎	青野 史規		
大成ロテック(株)	正会員	島崎 勝	平川 一成		
(株)IMAGEi Consultant	正会員	磯部 有作			
三井化学産資(株)	正会員	弘中 淳市	木村 宗祐	鈴木 和成	

1. はじめに 路盤を健全に保ち舗装を長寿命化させることは、LCC 削減のために重要な課題¹⁾とされている。そこで筆者らは、ジオテキスタイルを路盤補強材として使用することに着目し、道路舗装の長寿命化に向けた対策工法の検討を進めている²⁾。その結果、小型土槽を用いた載荷試験より、ジオテキスタイルの敷設は、路盤補強効果に有効であることがわかっている。本報告では、ジオテキスタイルの種類の違いが路盤補強効果に与える影響について引抜試験と載荷試験の結果から考察する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 実験試料は、引抜試験に C-40、載荷試験に C-20 を用いた。

表-1 に試料の物理特性を示す。また、ジオテキスタイルには、種類の異なる織布とジオグリッドを用い、路盤補強効果に及ぼす影響について検討した。

表-2 にジオテキスタイルの主な概要を示す。

2-2 実験方法

(a) 引抜試験 本検討では、ジオテキスタイルと路盤材料の摩擦抵抗について把握するため、引抜試験を行った。図-1 に実験に用いた引抜試験機の概略図を示す。高さ 40 cm、幅 100 cm、奥行き 40 cm の土槽に模型地盤を作製し、土中引抜試験機を用いて試験を行った。土中引抜試験機は、空気圧により土槽上部に荷重をかけ、引抜速度 1 mm/min で引抜き、引抜変位 60 mm を終了条件とした³⁾。

(b) 小型土槽を用いた載荷試験 本研究では、高さ 90 cm、幅 120 cm、奥行き 20 cm の小型土槽を用いた。図-2 に載荷試験機の概略図を示す。載荷板は、幅 10 cm、奥行き 19.8 cm、厚さ 2.2 cm のものを使用した。また、載荷に伴う路盤の変形を見るため、小型土槽下部にばね (ばね定数 $k=3.75$ kN/mm) とプレートを設置した。模型地盤は、土質試料の初期含水比を調節し、密度管理のもと高さ 30 cm と

スタンピング法により作製した。模型地盤の下部 20 cm 間においては高さ 10 cm 毎の 2 層、模型地盤の上部 10 cm 間においては、浅い位置に敷設が可能になるように高さ 5 cm の 2 層にて作製を行った。載荷方法は、路盤支持力特性を把握するため、定ひずみ載荷を実施し、1 mm/min の速度で変位が 50 mm となる時を終了条件とした。

2-3 実験条件 引抜試験の実験条件を表-3 に示す。

実験では、織布に比べ引張強度の小さいジオグリッドに対しては、引抜試験時の破断を考慮し、垂直応力の大きさを 1/3 程度とした。模型地盤の作製はスタンピング法で行い、含水比 0%、締固め度 95%として検討した。また、各補強材の敷設長さは 20 cm としている。小型土槽実験の実験条件を表-4 に示す。既往の研究⁴⁾により補強材は、敷設長さが長く、敷設深さが浅いほど補強効果が発揮されるため、敷設長さ 120 cm、敷設深さ 5 cm とし検討を行った。

表-1 試料の物理特性

試料	C-40	C-20
写真		
土粒子の密度(Mg/m ³)	2.67	2.75
最適含水比(%)	3.8	6.4
最大乾燥密度(Mg/m ³)	2.15	2.24

表-2 ジオテキスタイルの主な概要

補強材	織布	ジオグリッド
写真		
引張強さ(kN/m)	89.0	10
排水量(1/min/m ²)	3055.5	—

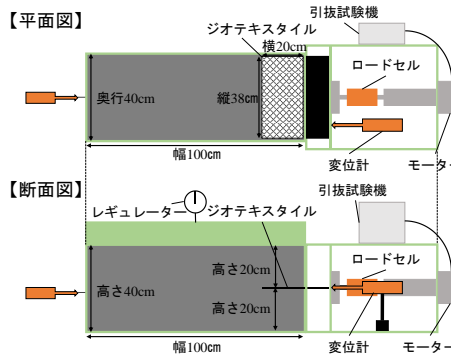


図-1 引抜試験機の概略図

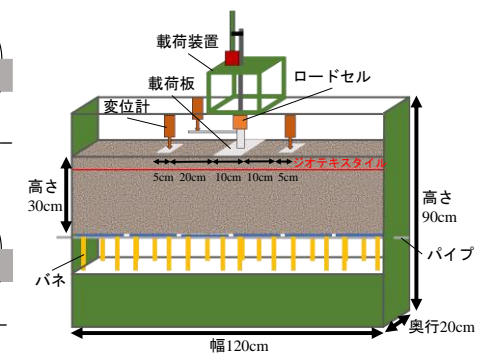


図-2 載荷試験機の概略図

表-3 実験条件

試料土	締固め度 D _c (%)	補強材	サイズ 縦×横(cm)	垂直応力 σ _v (kN/m ²)	敷設位置 (cm)
C-40	95	織布	38×20	4, 9, 14	20
		ジオグリッド		2, 3, 4	

表-4 実験条件

試料	初期含水比 (%)	締固め度 D _c (%)	補強材	敷設長さ (cm)	敷設深さ (cm)
C-20	6.4	90	無補強	—	—
			織布	120	5
			ジオグリッド	120	5

3. 実験結果

3-1 路盤補強材と路盤材との摩擦特性の把握 図-3(a), (b)に補強材別の引抜変位と引抜せん断応力を垂直応力で割った引抜せん断応力比の関係を示す。織布は、垂直応力の増加に関係なく、せん断応力は一定値を示していることがわかる。これに対し、ジオグリッドは垂直応力の増加に伴い、せん断応力が増加している。図-4(a), (b)にジオテキスタイルの前方変位と後方変位の関係を示す。織布は、垂直応力に関係なく引抜が生じている。一方、ジオグリッドは、垂直応力が大きくなるにつれて後方変位が生じにくくなっている。これは、垂直応力が高いほどジオグリッドが拘束され、同時に路盤材料との噛み合いが強くなり、引抜抵抗力に対して引張強さが小さいことから土槽前方で伸長したことが原因と考えられる(写真-1)。図-5に最大せん断強さと垂直応力との関係を示す。織布とジオグリッドでは、同じ垂直応力 $\sigma_v=4\text{kN/m}^2$ で比較すると、引抜せん断強さはジオグリッドが 28.0kN/m^2 、織布が 13.2kN/m^2 であり、ジオグリッドは約2.1倍の引抜き抵抗を発揮していることがわかる。以上の結果より、ジオグリッドは、材料の引張強さは織布に比べ小さいが、引抜抵抗力は織布に比べ大きいことが示された。さらに、ジオグリッドはインターロッキングによる拘束効果により変形を抑制することから、路盤補強材として適していることが明らかとなった。

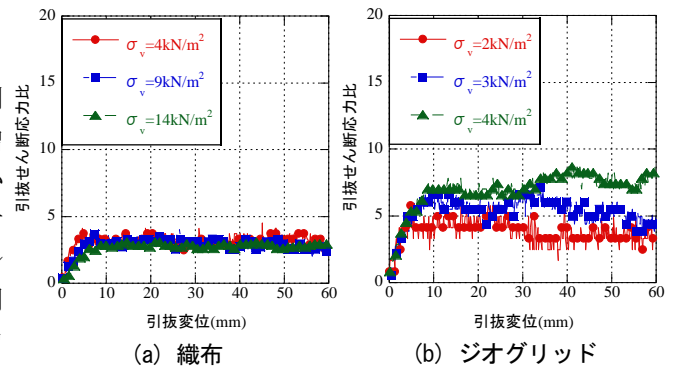


図-3 引抜変位と引抜せん断応力比の関係

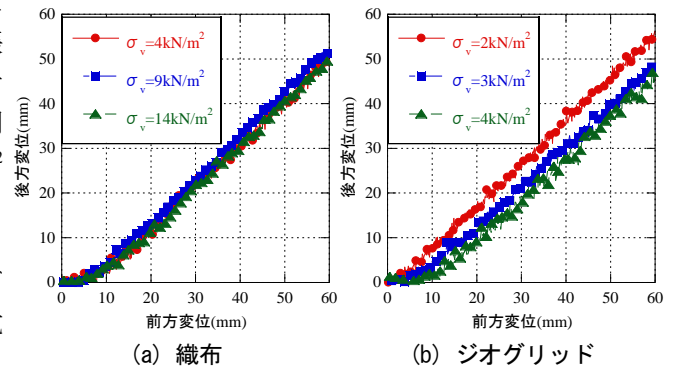


図-4 引抜変位の関係

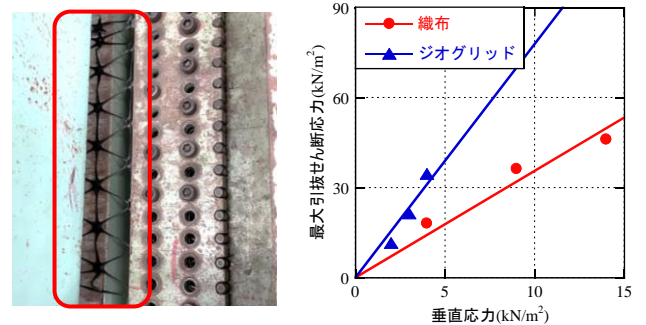


写真-1 伸長の様子 図-5 最大せん断強さと垂直応力

3-2 ジオテキスタイル敷設による路盤補強効果の把握 図-6に定ひずみ荷重試験による荷重板中央での荷重応力と沈下量を示す。ジオテキスタイルを敷設することで、沈下量に対する荷重応力は増加していることがわかる。極限支持力 q_u を荷重初期の沈下曲線の接線と荷重終期の沈下曲線の接線の交点とする方法⁵⁾から求め、図-6中に示す。ジオテキスタイル敷設は、無補強地盤に対して極限支持力を上昇させ、補強効果を発揮することが示された。次に、ジオテキスタイルの種類の違いによる支持力補強効果を評価するために、無補強の極限支持力との比を支持力増加率として整理したものを図-7に示す。ジオグリッドは1.35、織布は1.20であり高い支持力補強効果を示している。この結果は、引抜抵抗力とも関係しており、路盤補強材としてジオテキスタイルを用いる際には、拘束効果を得られる網目状のジオグリッドが適していると考えられる。しかしながら、織布とジオグリッドの優位性には大きな差は見られず、どちらも補強効果を十分に発揮することが示された。

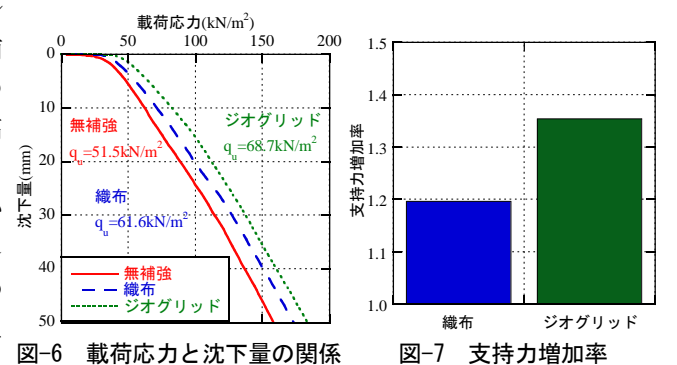


図-6 荷重応力と沈下量の関係

図-7 支持力増加率

4. まとめ 本実験条件下では、1) ジオグリッドは路盤材とのインターロッキングによる拘束効果を発揮する補強材であることが示された。2) ジオテキスタイルは荷重試験により、支持力補強効果があることが示された。3) ジオテキスタイル敷設による支持力増加は、路盤材と噛み合うジオグリッドの方が補強効果に優れることが示唆された。今後は実スケールの実証実験を実施し、さらなる検討を行う予定である。

【参考文献】1) 国土交通省：これからの舗装マネジメント，資料3-2，pp.2-6. 2) 秋光ら：ジオテキスタイルを用いた路盤補強による支持力挙動の把握，第15回地盤改良シンポジウム論文集，pp.399-402，2022. 3) 一般財団法人 土木研究センター：建設技術審査証明報告書（建技審証第 0201 号）「センサー」，pp.123-138，2022. 4) 北村ら：ジオテキスタイルの敷設位置が路盤補強に及ぼす影響，第1回交通地盤工学に関する国内シンポジウム，041，2019. 5) 平尾ら：ジオテキスタイルで補強された模型軟弱地盤の支持力特性，ジオテキスタイルシンポジウム発表論文集第7巻，pp1-9，1992.