

ジオテキスタイルの路盤補強効果に及ぼす土質粒径の影響

福岡大学大学院	学生会員	北村 拓海			
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	加納 孝志	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 道路舗装のひび割れからの雨水浸入による、路盤の支持力の低下は、アスファルト舗装の耐久性に大きな影響を与えるとされている¹⁾。現在、道路舗装管理者は、供用後の維持管理費用削減のために、適切な補修とアスファルト舗装の長寿命化が求められている²⁾。そこで、本研究では道路舗装の長寿命化のため、特に路盤補強に着目し、ジオテキスタイル敷設による路盤耐久性の向上を目的としている。著者はこれまで、載荷による変形が容易な単一粒径の土質試料を用いて、実験的な検討を行い、その有用性を示している^{3),4)}。本報告では、路盤材により近い材料でのジオテキスタイルによる補強効果の把握を目的とし、粒径幅の異なる試料を用いて載荷試験を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 模型地盤には、変形を観測しやすくするため、三河珪砂5号と粒度調整を行った太宰府まさ土を用いた。表-1に三河珪砂5号、表-2に太宰府まさ土の物理特性を示す。

また、図-1に粒径加積曲線を示す。次に、表-3に使用したジオテキスタイル補強材の概要を示す。ジオテキスタイルには、剛性や形状の比較を行うため、織布(Mirafi®RSi)、ジオグリッドを用いた。

2-2 実験方法 本試験に用いた実験装置は、土槽には高さ90cm、幅120cm、奥行20cmの中型土槽を、載荷板は幅、奥行き、厚さ10×19.8×2.2cmを用いた^{3),4)}。また、載荷に伴う地盤の変位を観測するために、模型地盤の下端部と土槽下部の間にばねを介し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、密度管理のもと厚さ40cmとしタンピング法により作製した。模型地盤の下部30cm間においては、厚さ10cm毎の3層、模型地盤の上部10cm間においては、浅い位置に敷設が可能になるように厚さ5cmの2層にて作製を行った。アスファルト舗装には厚さ1cm、幅119cm、奥行19.6cmの種類NBR、硬度90のゴム板を敷設した。載荷方法は、路盤支持力特性の把握を行うために定ひずみ載荷を実施し、交通荷重によるジオテキスタイルの路盤変形抑制効果を把握するために繰返し載荷の2種類で実施した。定ひずみ載荷試験では、ひずみ速度1mm/minにて載荷を行い、変位が50mmとなる時を終了条件とした。ここで、定ひずみ載荷試験は、アスファルト舗装を模擬した、ゴム板を敷設しておらず、単純な地盤支持力を求めている。繰返し載荷試験では、正弦波の応力制御により最大応力100kN/m²で載荷速度0.1Hzにて載荷を行い、終了条件は載荷回数N=5400回(15時間)としている。

2-3 実験条件 表-4に実験条件を示す。本検討では、模型地盤の作製条件が試料により異なり、三河珪砂5号は相対密度80%、初期含水比5%とした。太宰府まさ土は粒径幅が広く、締固めやすい材料であることから、実際の路盤と同様に締固め度95%、初期含水比は最適含水比の9.7%として模型地盤の作製をした。そして、この模型地盤を用いて、定ひずみ載荷試験では、支持力特性の比較検討を行った。また、繰返し載荷試験では、ジオテキスタイルによる変形抑制効果の検討を行った。

表-1 三河珪砂5号		表-2 太宰府まさ土	
土質試料	三河珪砂5号	土質試料	太宰府まさ土
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.655	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.641
最大間隙比	1.139	最適含水比 $w_{\text{opt}}(\%)$	9.7
最小間隙比	0.723	最大乾燥密度 $\rho_{\text{dmax}}(\text{g/cm}^3)$	1.866
均等係数	1.766		
曲率係数	1.052		

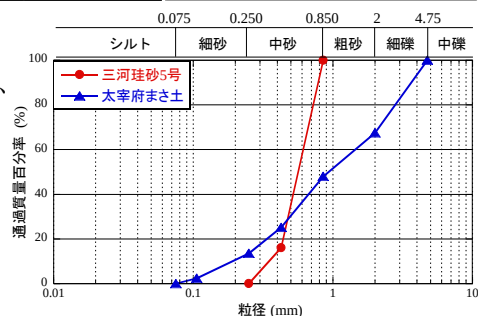


図-1 試料の粒径加積曲線

表-3 ジオテキスタイル補強材

補強材	織布(Mirafi®RSi)	ジオグリッド
外観		
引張強さ(kN/m)	89.0	24.9
排水量(l/min/m²)	3055.5	-

表-4 実験条件

土質試料	初期含水比 $w(\%)$	相対密度 $D_r(\%)$	締固め度 $D_c(\%)$	補強材	敷設長さ $L(\text{cm})$	敷設深さ $D(\text{cm})$
三河珪砂5号	5.0	80	—	敷設無	—	—
太宰府まさ土	9.7	—	95	織布(Mirafi®RSi)	120	5
				ジオグリッド		

3. 実験結果及び考察

3-1 定ひずみ载荷試験による路盤支持力特性の把握

図-2 に定ひずみ载荷試験による载荷板中央での载荷応力と沈下量を示す。どちらの土質試料においても、ジオテキスタイルを敷設することで、沈下量に対する载荷応力は増加しており、支持力が増加していることがわかる。そこで、極限支持力 q_u を载荷初期の沈下曲線の接線と载荷終期の沈下曲線の接線の交点とする方法⁵⁾から求め、その結果を図-2 中に示している。極限支持力はジオテキスタイルを敷設することで上昇し、土質試料の違いに関わらず、支持力補強効果が発揮されることが示された。さらに、ジオテキスタイルの敷設に伴う支持力補強効果を評価するために、無補強地盤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-3 に示す。太宰府まさ土は、三河珪砂 5 号と比べ高い支持力増加率となり、ジオテキスタイルによる支持力補強効果が高いことがわかる。これは三河珪砂 5 号に比べ、太宰府まさ土は粒径幅が広く、ジオテキスタイルとの摩擦効果が十分に発揮されていることが要因と考えられる。今回使用した、太宰府まさ土よりも粒径幅が広い路盤材では、さらに高い効果が期待できることが考えられる。また、ジオテキスタイルの種類を比較すると、どちらの土質試料でも織布で支持力変化率が高い値を示している。また、土質試料ごとに比較すると、三河珪砂 5 号では、織布とジオグリッドの支持力増加率の差が 2 倍近くあるのに対し、太宰府まさ土では近い値となっている。これは、

ジオグリッドが網目状であるため、粒径の大きい太宰府まさ土の方がかみ合わせ効果が良く発揮されたことが要因と考えられる。今回の定ひずみ载荷試験により、粒度分布の良い材料へのジオテキスタイルの適用により、路盤支持力が増加し、路盤補強効果が期待できることが明らかとなった。

3-2 繰返し载荷に伴う変形抑制効果の把握

図-4 に太宰府まさ土を用いた、各ジオテキスタイルの繰返し载荷試験による载荷回数と载荷板中央の

沈下量の関係と図-5 に繰返し载荷 5400 回時の各実験条件における最大沈下量を示す。繰返し载荷にともなう载荷変位量は、ジオテキスタイルを敷設することで抑制され、補強効果が発揮されていることがわかる。また、ジオテキスタイル敷設により、载荷回数の増加に伴い、沈下量が一定値に収束し、変形の進行が抑えられていることもわかる。また、試験終了時の最大沈下量を比較すると、ジオテキスタイル敷設により、沈下量が約半分程度まで、抑えられている。以上の結果から、ジオテキスタイルを敷設することで、路盤の沈下を抑制し、さらに進行的な沈下も抑制でき、舗装の長寿命化に期待ができることが示された。

4. まとめ 1) ジオテキスタイル敷設による支持力補強効果は、土質試料の違いに関わらず発揮されることが示された。特に、粒径幅の広い地盤材料でその効果が高く発揮され、実際の路盤材においても同様に効果が期待できると考えられる。2) 路盤内へのジオテキスタイル敷設による路盤補強は、繰返し荷重による進行的な沈下を抑制し、道路舗装の長寿命化に効果的であることが示された。

【参考文献】1) 高橋ら、高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクト 土木学会論文集 EI(舗装工学), I_93-I_101, 2015. 2) 国土交通省、道路局 国道・防災課、舗装点検要領, 2018. 3) 北村ら、路盤補強に用いるジオテキスタイルの引抜試験、平成 30 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp411-412, 2019. 4) 北村ら、各種ジオテキスタイルを用いた路盤補強効果、第 54 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp469-475, 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.

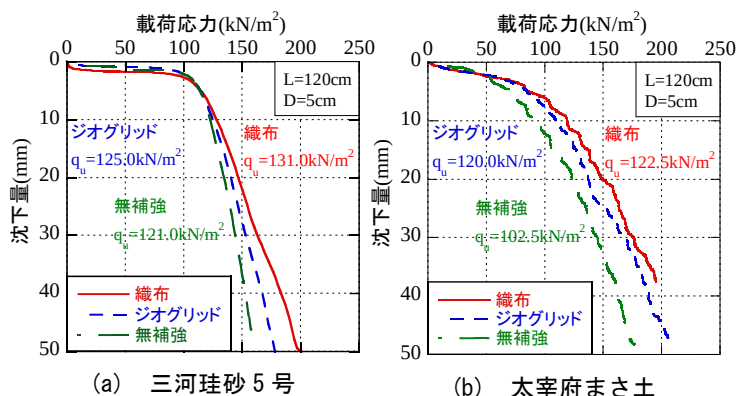


図-2 载荷応力と载荷板中央沈下量

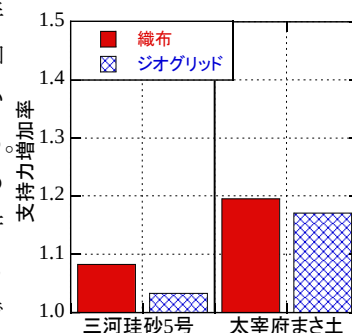


図-3 ジオテキスタイル敷設による支持力増加率

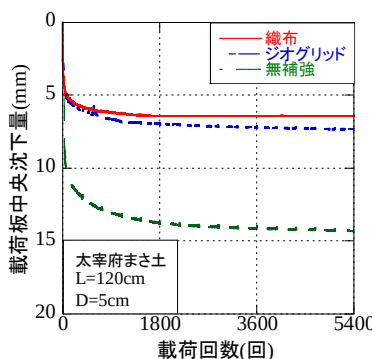


図-4 载荷回数と载荷板中央沈下量

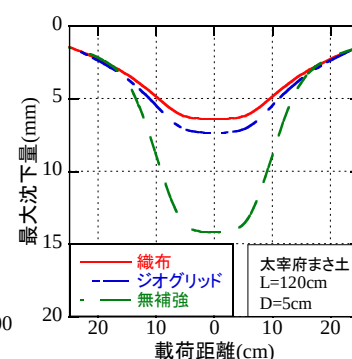


図-5 载荷回数 5400 回時の最大沈下量