

路盤補強に用いるジオテキスタイルの引抜試験

福岡大学工学部

学生会員 北村拓海

中牟田慎一郎

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式会社

正会員 若林祐一郎

河村 敬

三井化学産資株式会社

正会員 弘中淳市

1. はじめに わが国では、高度成長期に近代的なインフラが集中的に建設され、2020年代以降に一斉に構造物に用いられている各種素材の寿命を迎えて利用に支障を来し、社会問題化することが予見されている。これに伴い、政府は2013年より「インフラ長寿命化基本計画」を立案して対策に乗り出している¹⁾。特に道路舗装における路盤層は、耐用年数の40年¹⁾を超えた路盤が急増しており、補修の必要な道路舗装が増加すると考えられる。この路盤補修は、今後の維持管理費用削減のために道路舗装の長期寿命化が望まれている。そこで、本研究では道路舗装の路盤補強に着目し、ジオテキスタイル敷設による耐久性向上を図り、道路舗装を長期寿命化させることを目的として研究を進めている²⁾。そこで、本報告では、路盤材の補強に用いられる各種ジオテキスタイルの摩擦特性を把握するため引抜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 実験試料には、変形特性の把握のため、単一粒径である三河珪砂5号を用いた。表-1に用いた三河珪砂5号の物理特性を示す。また、ジオテキスタイルには、剛性や摩擦力などの材料特性を把握するため、織布2種、不織布、ジオネット2種の計5種類を用いた。表-2に使用したジオテキスタイル補強材を示す。

2-2 実験方法 本検討では、ジオテキスタイルと土質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, 2に実験に用いた2つの引抜き試験機の概略図を示す。高さ40cm、幅100cm、奥行き40cmの土槽に模型地盤を作製し、土中引抜き試験機とバネばかり試験装置の2種類を用いた試験を行った。土中引抜き試験機は、空気圧により土槽上部に荷重をかけ、引抜速度1mm/minで引抜き、引抜変位100mmを終了条件とした。また、

バネばかり試験装置は、土中引抜き試験と同等な密度の土質材料の上にジオテキスタイルを設置し、25×25cmの載荷板に重りを載せ、バネばかりを用いて直接手で引抜いた。

2-3 実験条件 ジオテキスタイルは主体となる素材の違いからはそれぞれ引張り強さが異なる。今回の実験では、補強材として引張り強さの高いジオテキスタイル（織布2種類と不織布1種類）は、土中引抜き試験を実施した。引張り強度が小さく、変形量が大きなジオテキスタイル（ジオネット2種）は、土中引抜き試験時の破断を考慮して簡易的なバネばかり試験で行った。また、垂直応力は土中引抜き試験機では、10, 20, 30kN/m²、バネばかり試験³⁾では、1.6, 3.1, 4.7kN/m²として検討を行った。表-3に実験条件を示す。模型地盤の作製はタンピング法で行い、含水比は0%、相対密度は80%として検討を行った。

表-1 実験試料の物理特性

項目	試料	三河珪砂5号
写真		
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.655
最大間隙比		1.139
最小間隙比		0.723
均等係数		1.766
曲率係数		1.052

表-2 ジオテキスタイル補強材

補強材	織布①、②	不織布	ジオネット①	ジオネット②
写真				
引張り強さ(kN/m)	①89.0 ②74.0	6.0	3.9	2.0
網目の大きさ(mm)	-	-	2.5	10.0

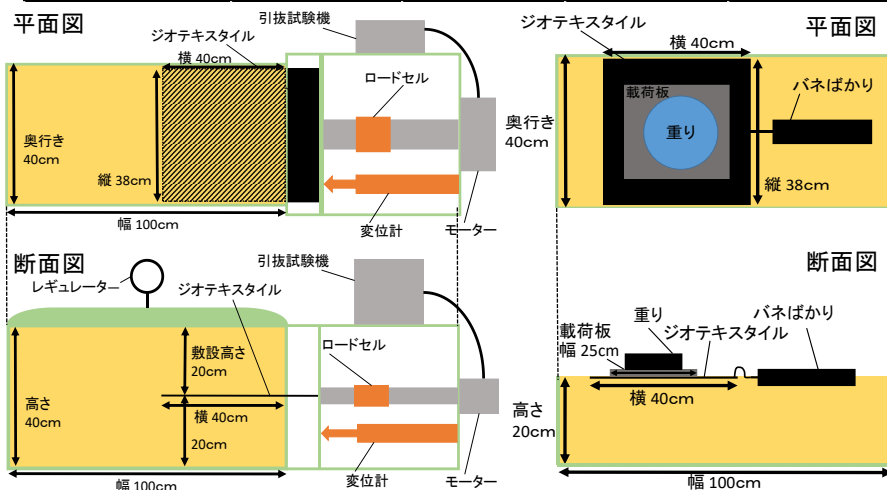


図-1 土中引抜き試験機概要

図-2 バネばかり試験装置概要

表-3 引抜試験条件

相対密度 Dr(%)	載荷応力 (kN/m ²)	試験方法	ジオテキスタイルの種類	サイズ(cm) 縦×横	敷設高さ (cm)
80	10, 20, 30	土中引抜き試験	織布①	38×40	20
			織布②		
			不織布	38×10	
	1.6, 3.1, 4.7	バネばかり試験	ジオネット①	38×40	-
			ジオネット②		

模型地盤の作製はタンピング法で行い、含水比は0%、相対密度は80%として検討を行った。

3. 実験結果及び考察

図-3(a)～(c)に土中引抜き試験機で行った補強材別の引抜き試験結果を示す。いずれの補強材においても、垂直応力が増加することで、最大引抜きせん断応力は増加し、織布②が最も大きな引抜きせん断応力を示している。また、補強材の引張り強度が強い織布は、不織布と比較すると最大引抜きせん断応力を発現後も引抜き抵抗がほとんど低下していないこともわかる。これは、土質材料との摩擦抵抗が大きい材料であることを示している。次に、図-4(a)～(c)に各垂直応力における各補強材の引抜き試験結果を示す。垂直応力が大きくなるにしたがい、最大引抜きせん断応力に補強材の違いが現れており、織布が不織布より引抜きせん断抵抗が大きいことが分かる。補強材を路盤補強に用いる場合、路面下1m以内の低垂直応力下に敷設されることを考えると今回用いた補強材の種類に関係なく同等の路盤材との摩擦抵抗が発揮されると考えられる。今後、補強材の持つ引張り強さや剛性と路盤材の拘束効果や支持力との関係を調べて行く必要があると考えられる。

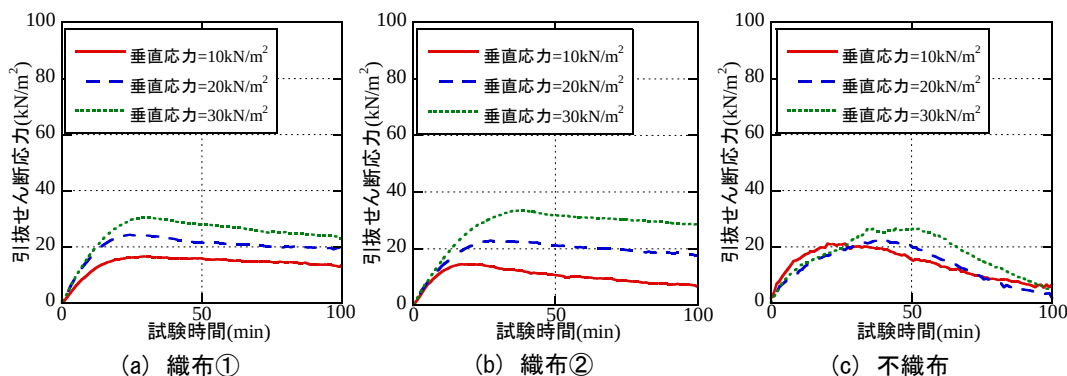


図-3 引抜き試験結果(垂直応力の影響)

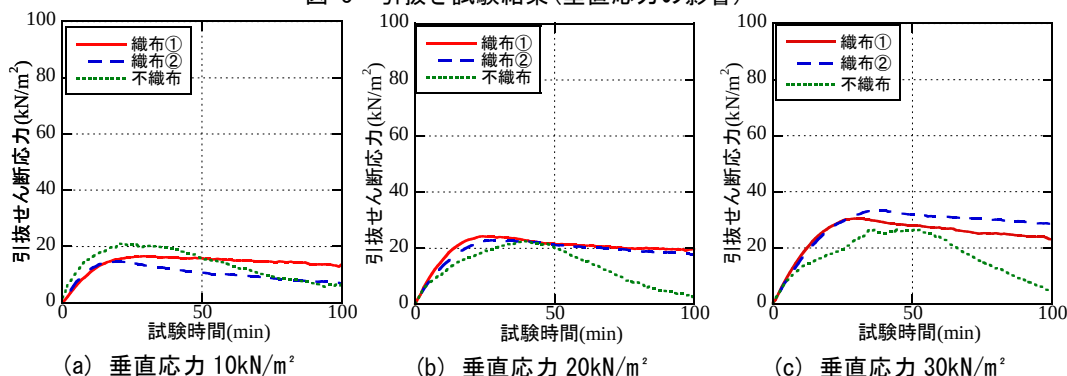


図-4 引抜き試験結果(補強材の種類の影響)

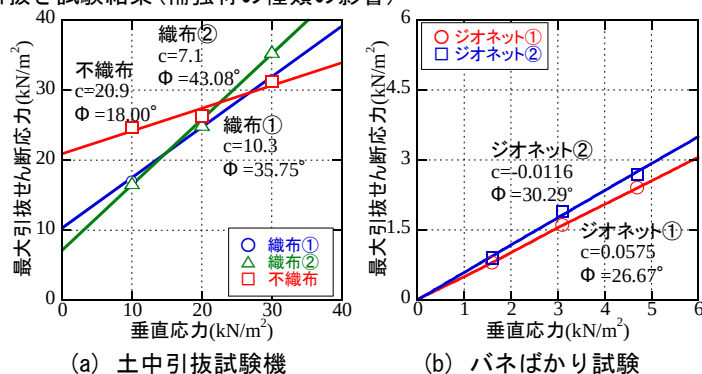


図-5 垂直応力と最大引抜きせん断応力

図-5(a), (b)に垂直応力と最大引抜きせん断応力の関係を示す。各補強材の土質材料との摩擦抵抗力である内部摩擦角を比較すると織布は不織布よりかなり大きいことが分かる。また、織布②は、①より摩擦抵抗が大きいことから交通荷重によるたわみが生じた際に、摩擦効果による路盤拘束効果が働き、他の補強材より路盤補強効果が期待できると考えられる。これに対し、不織布は、補強材の引張り強度が低いことから、粘着力が織布より大きい。これは、土質材料と補強材の摩擦抵抗ではなく、材料自体の変形に伴う抵抗力が結果に現れていると考えられる。一方、バネばかりによる引抜き試験を行ったジオネットは、内部摩擦角が織布、不織布より小さく、かつ粘着力は0に近い数値になっていることが分かる。この実験は、土中により引抜いた結果ではないので、織布、不織布との比較はできないが、2つの補強材と異なり、網目状であるため路盤材料の連続性を妨げず、路盤材とのかみ合わせ効果が発揮され、摩擦効果が期待できる補強材と考えられる。今後、補強材を敷設した支持力試験から、織布、不織布との比較を行っていく予定である。

4. まとめ 1) 織布は土質材料との摩擦抵抗が大きい材料であることを示された。特に織布②が摩擦特性を発揮されることが示された。2) 補強材を路盤補強に用いる場合、路面下1m以内の低垂直応力下に敷設されることを考えると、今回用いた補強材の種類に関係なく同等の路盤材との摩擦抵抗が発揮されると考えられる。3) 織布②は、①より摩擦抵抗が大きいことから実際路盤に敷設した場合、交通荷重がかかった際、摩擦効果による路盤拘束効果が働き、他の補強材より路盤補強効果があることが考えられる。

【参考文献】1) 安間昭雄:見やすい・わかりやすい最新耐用年数表 8 訂版, pp70, 2002. 2) 石原ら:ジオテキスタイルを用いた道路の耐久性向上に関する実験的検討, 平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp457-458, 2017. 3) 中村ら:形状の異なるジオグリッドの引抜き抵抗メカニズム, 平成 24 年度北海道支部技術報告集第 52 号, pp71-80, 2012.