

セメント改良礫土の曲げ特性に及ぼすジオテキスタイルの効果について

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 渡辺健治 松丸貴樹

水野進正 館山 勝

東京大学 正会員 内村太郎

1.研究の背景 近年、土構造物の耐震性向上のためにセメント改良礫土が適用され、橋台の背面盛土や鉄道盛土の盛土材として実績を挙げている¹⁾。セメント改良礫土は粒調碎石に少量のセメント（通常は 50～80kg/m³ 程度）を添加したものであり、通常の礫材と比較して高い強度・変形特性を有する。そのため、今後は橋台の背面盛土だけでなく、高盛土や補強土などの土構造物への高度利用が期待されている。しかしながら、実施工後に採取されたセメント改良礫土の供試体に対し大型三軸試験を実施した結果、設計基準強度を満足したものの、供試体により強度のばらつき（2 倍程度）が見られた¹⁾。これは施工時のセメント混合ムラ（品質ムラ）の影響であると考えられるが、盛土内にはジオテキスタイルを敷設しているため、施工によりたとえ盛土内に品質ムラ（弱部）が空間的に分布していても、全体の構造体としては品質ムラの影響は少ないと推測される。また、引張力をジオテキスタイルに負担させることにより、曲げ応力が作用する部材（例えば軟弱地盤上の盛土）に適用できる可能性がある。以上を考慮し、本研究では室内作成および実施工されたセメント改良礫土の曲げ試験を実施し、セメント改良礫土にジオテキスタイルを併用した複合材料としての曲げ特性について検討した。

2.実験の概要 表 1 に全ての実験ケースを示す。実験は室内作成供試体（Case1）と、施工試験で構築したセメント改良礫土の試験盛土からブロックサンプリングした供試体（Case2～4）に対して曲げ試験（2 点支持、1 点载荷）を実施した。室内作成供試体は、型枠内に試験盛土と同じ締固め密度比（90%）になるまで十分に締固めて作成した（図 1）。一方、試験盛土は 3 通りのセメント混合方法で構築し²⁾、それぞれの盛土から供試体を切り出して採取した。表 1 にはそれぞれの試験盛土から採取したコア供試体の三軸圧縮強度¹⁾も合わせてプロットしている。試験盛土は 15cm 毎の転圧により施工したため、ブロックサンプリング供試体の高さは 30cm（2 層）とし、供試体の切り出しや持ち運びの制限から奥行きや幅を決定した。一方、セメント改良率は Case4 を除いて重量比（セメント/礫）で 4%とした。また、ジオテキスタイルとしてはビニロン製（公称引張強度：30kN/m）を用い、供試体の 4 分の 1 高さ（Case1：5cm、Case2～4：7.5cm 高さ）に設置した。室内で作成した Case1-1 のみ、ひずみゲージによりジオテキスタイルのひずみを計測した。载荷は変位制御（0.3mm/min）で実施した。

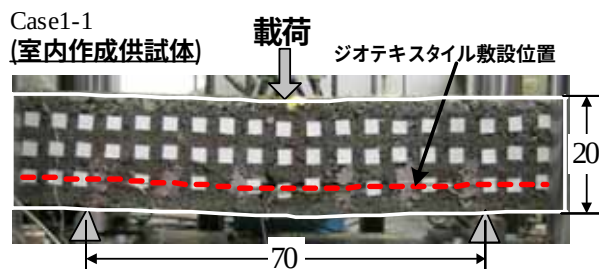


図 1 曲げ試験の様子（Case1-1、単位：cm）

3.実験結果および考察 図2に

Case1-1、1-2の荷重、ジオテキスタイルのひずみ、供試体下面における引張変位と载荷点における鉛直変位の関係を示す。なお、载荷点には供試体表面の不陸の影響を排除するために厚さ数mmの石膏を塗布しており、変位量には石膏の変形量も含まれている。こ

表 1 実験条件

	供試体 作成方法	セメント混合方法	供試体寸法	ジオテキ スタイル	三軸圧縮 強度※
Case1-1	室内作成 (養生 7 日)	室内で十分に混合 した後、型枠に打設	高さ 20cm 奥行 20cm 幅 105cm (支点間距離： 70cm)	○ (張力計測)	—
Case1-2				×	
Case2-1	試験盛土 から採取 (施工 1 年後)	バックホウによる 混合（現場と同様）	高さ 30cm 奥行 20cm 幅 60cm (支点間距離： 40cm)	○	1214(kN/m ²)
Case2-2				×	
Case3-1		バックホウによる 十分な混合		○	1558(kN/m ²)
Case3-2				×	
Case4-1		Case2 と同様の方法、 セメントを 2 倍混合		○	3476(kN/m ²)
Case4-2				×	

※ 同一の試験盛土から採取した供試体の三軸試験結果（供試体直径：128mm、高さ：約 250mm）

キーワード：セメント改良土、ジオテキスタイル、曲げ特性、粒調碎石、三軸試験

連絡先：東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所構造物技術研究部基礎・土構造 Tel.042-573-7261 Fax.042-573-7248

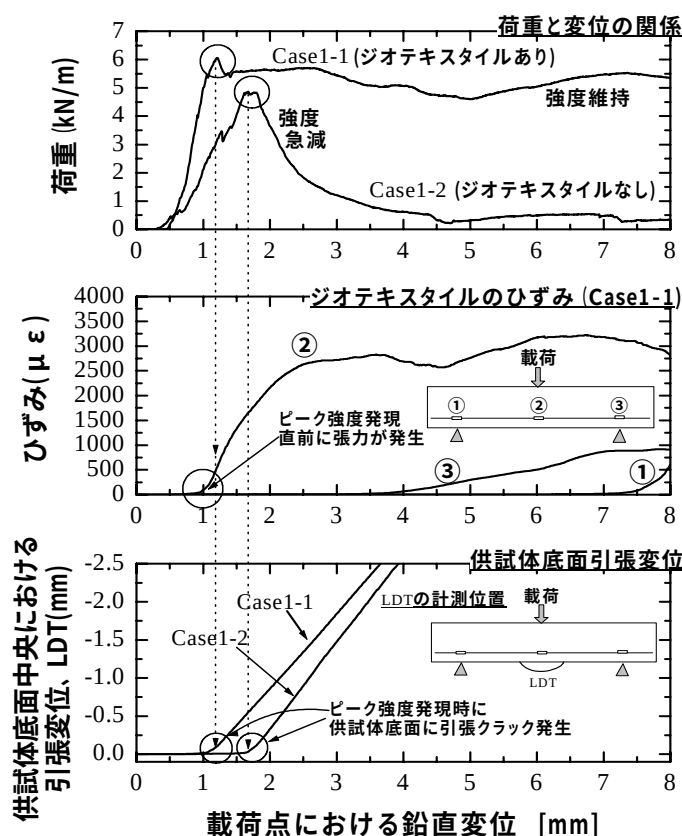
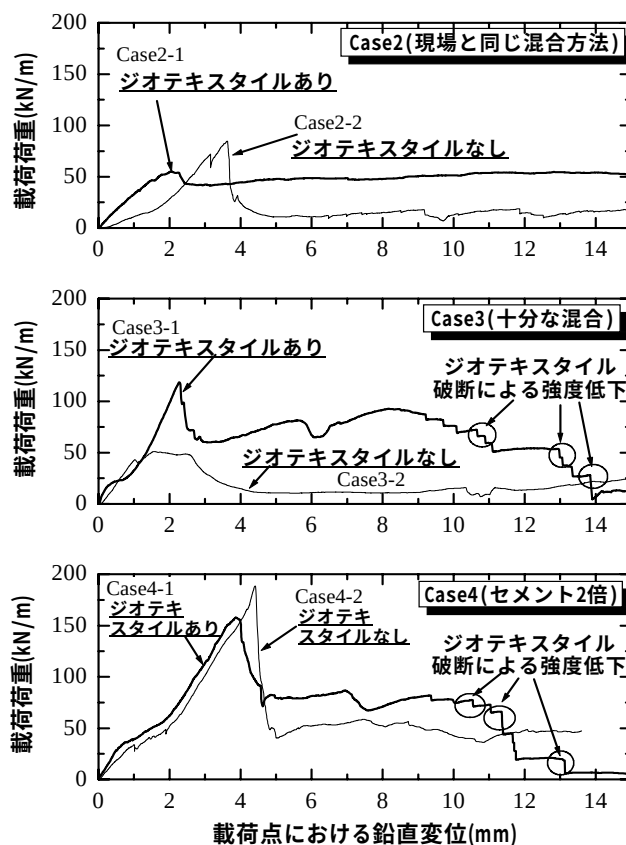


図2 室内作成供試体の実験結果 (Case1-1、1-2)

図3 ブロックサンプリングされた供試体の実験結果
(上段: Case2、中段: Case3、下段: Case4)

の図より、いずれの供試体も底面において引張変位（クラック）が発生し始めた時の強度がピーク値であることが分かる。ジオテキスタイルを用いていないCase1-2では、ピーク強度発揮後に強度が急減するが、ジオテキスタイルを用いた場合は急減しない。ジオテキスタイルのひずみを見ると、ピーク強度が発揮される直前に張力が発生し始め、その後も有効な張力が維持されている。その効果により、ピーク強度発揮以降にも高い強度を維持したと考えられ、ジオテキスタイルを併用することによりセメント改良礫土の靱性能が増加したと言える。

図3に試験盛土からブロックサンプリングされた供試体（Case2~4）の荷重 - 変位関係を示す。現場施工された供試体であるため、内部に品質のムラ（セメントの混合ムラ）が存在し、そのため供試体によりピーク強度が大きく異なる。同じ試験盛土から採取した供試体に対して実施した三軸試験では、セメントを十分に混合したCase3の方がCase2よりも強度が高かったが（表1参照）、曲げ試験では明確な傾向が見られない。これは三軸試験と比較して曲げ試験の場合は供試体内の弱部へひずみが集中しやすく、弱部の位置、載荷点との相対的な位置関係がピーク強度に大きな影響を及ぼしたためだと考えられる。その影響により供試体の破壊性状も供試体により異なっていた。しかしながら、ジオテキスタイルを用いた場合の残留強度はほぼ同レベル（50～70kN/m前後）であった。このことは、供試体内に弱部が存在した場合でもジオテキスタイルに発揮される張力が弱部へのひずみの集中を軽減し、弱部の存在（品質ムラ）の影響を軽減したことを示している。

4.まとめ 本研究では、室内作成および現場施工されたセメント改良礫土の曲げ試験を行い、以下の知見を得た。

①ジオテキスタイルにより、ピーク強度発揮後の残留強度が大幅に増加し、供試体の靱性能が増加した。これはRCにおける鉄筋の役割に近いと言える。②施工によりセメント改良礫土内に弱部（品質ムラ）が存在した場合でも、ジオテキスタイルによりその影響が緩和される。今後は、ジオテキスタイルを併用したセメント改良礫土を様々な土構造物や、曲げ応力が作用する場所において高度利用を図って行きたい。

参考文献：1)Watanabe, K., Tateyama, M., Yonezawa, T. & Aoki, H.: Strength characteristics and construction management of cement-mixed gravel, *Proc. Of the 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, pp.619-622, IS-OSAKA, 2005 2)松丸貴樹、渡辺健治、舘山勝、富永真生、水野進正、内村太郎：セメント改良礫土の品質のばらつきに及ぼす施工方法の違いについて、第40回地盤工学研究発表会, 2005