

セメント改良土の直接一軸引張試験

芝浦工業大学 学生会員 ○檜山将太 正会員 並河 努
谷中祐人 草薙裕樹

1. はじめに

杭状、壁状形式のセメント系改良地盤が土留め、構造物基礎、液状化対策等に用いられようになってきているが、杭状、壁状の改良体は構造物荷重や地震時慣性力により曲げ変形することが想定される。このため、杭状、壁状の改良体の設計において、曲げ変形により生じる引張応力に対する検討が重要となる。これまでセメント改良土の引張強度は割裂試験や曲げ試験により調べられてきたが、割裂試験や曲げ試験では材料を弾性体と仮定し引張強度を算定するため正確な引張強度が得られないことが明らかとなっている。また、割裂試験や曲げ試験では、引張領域における弾性係数が得られない。

本研究では、セメント改良土の引張特性を明らかにすることを目的とし、セメント改良土の直接一軸引張試験を実施した。引張試験結果より得られる引張応力下における応力-ひずみ関係より、セメント改良砂とセメント改良粘土の引張強度及び弾性係数を明らかにする。

2. 試験概要

セメント改良砂とセメント改良粘土を室内で作製し引張試験を実施した。セメント改良砂とセメント改良粘土の配合を表1、表2に示す。セメント改良砂は3種類の配合で、セメント改良粘土は2種類の配合で作製した供試体を用い試験を実施した。表には別途実施した一軸圧縮試験より得られた一軸圧縮強さ q_u もあわせて示している。

q_u は1000 kPaから3000 kPa程度である。

表1、表2に示す配合の材料を10分間攪拌混合した後、直径50mmの円筒モールドに投入し振動により締固めを行った。攪拌混合3日後脱型し、材齢7日で試験を実施した。養生条件は湿潤養生である。

三平ら（2003）の研究²⁾を参考に一軸引張試験を実施した。供試体の形状を図1に示す。供試体の両端を石膏でホルダーに固定し引張試験を実施した。固定部の影響範囲における引張破壊を防ぐため、供試体中央部の直径を45mmに整形した。試験装置の概要を図2に示す。引張時において供試体に曲げ荷重が作用するのを防ぐため、ホルダーと載荷装置間にロータリージョイントを設けた。引張試験は変位速度0.005%/minの変位制御で行った。載荷中、載荷荷重をロードセルで計測し、載荷方向変位を外部変位計と局所変位計（LDT）で計測した。

表1 セメント改良砂の重量配合比

配合	豊浦砂	セメント	カオリン	水	q_u (kPa)
S1	69.3%	7.0%	5.0%	18.7%	1060
S2	67.9%	8.5%	4.9%	18.7%	1500
S3	66.0%	10.5%	4.8%	18.7%	2640

表2 セメント改良粘土の重量配合比

	カオリン	セメント	水	q_u (kPa)
C1	54.8%	10.0%	35.2%	840
C2	48.9%	15.7%	35.4%	1980

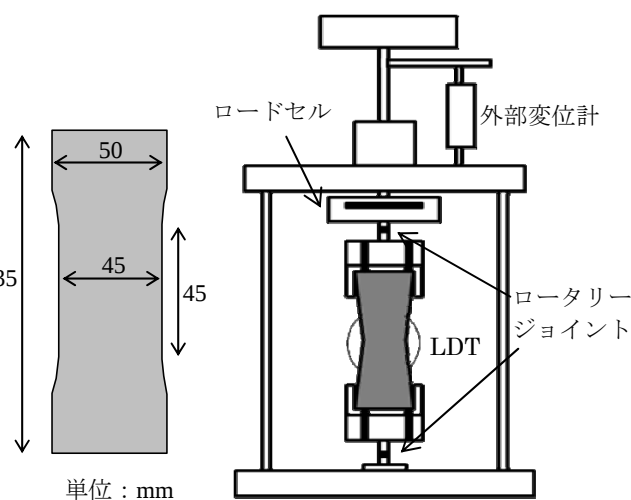


図1 供試体寸法

図2 試験装置の概要

キーワード セメント改良土、引張特性、室内試験

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 工学部 土木工学科 TEL 03-5859-8358

3. 試験結果

セメント改良砂とセメント改良粘土の代表的な応力-ひずみ関係を図 3 に示す。両改良土もピーク応力に至るまでの応力-ひずみ関係はほぼ直線で線形的な挙動を示していることがわかる。このためピーク応力時の軸ひずみも 10^{-4} オーダーの値となっている。セメント改良砂とセメント改良粘土を比較した場合、セメント改良粘土の方がピーク応力時の軸ひずみが大きくなっていることがわかる。

実験で得られた引張強度と各配合での一軸圧縮強度 q_u との関係を図 4 に示す。セメント改良砂、セメント改良粘土とも引張強度は q_u とほぼ比例関係にあることがわかる。ただしその比は異なっており、セメント改良砂では 0.19 程度、セメント改良粘土では 0.25 程度であった。一般に実施されることが多い割裂試験より算出した引張強度と q_u の比は 0.15 程度あることが報告されている³⁾、割裂試験より得られる引張強度が小さくなるのは、載荷部のせん断破壊が原因であることが知られている¹⁾。

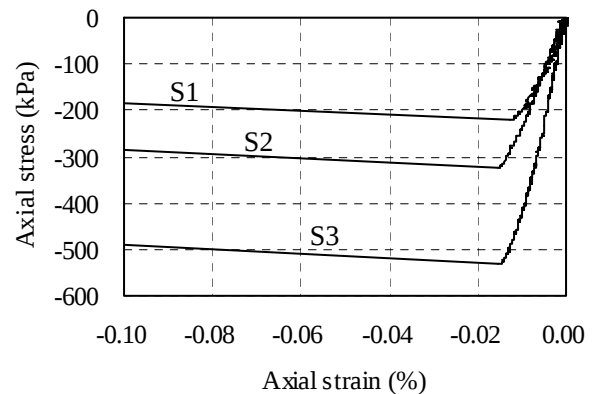
引張強度と応力-ひずみ関係より得られた初期弾性係数 E_0 (ひずみレベル: 5×10^{-5}) の関係を図 5 に示す。セメント改良砂、セメント改良粘土とも E_0 は引張強度とほぼ比例関係にあることがわかる。ただし、その比は異なっており、セメント改良砂に対しセメント改良粘土の引張強度に対する E_0 の比が小さくなっていることがわかる。セメント改良砂において引張強度に対する E_0 の比は 10000 程度、セメント改良粘土において 3000 程度であった。

4. 結論

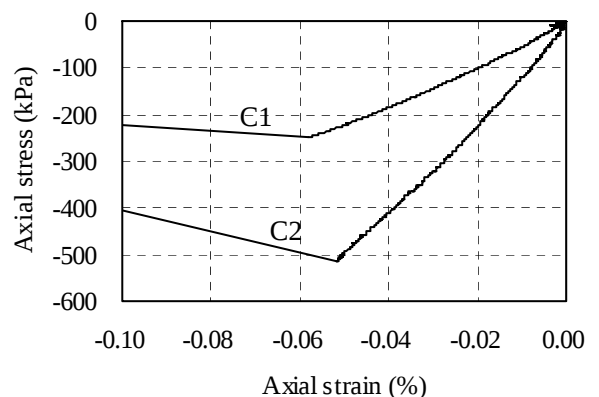
セメント改良土の引張特性を明らかにすることを目的とし、セメント改良土の直接一軸引張試験を実施した。引張試験結果より、引張強度と q_u の比はセメント改良砂で 0.19 程度、セメント改良粘土で 0.25 程度であった。これは、一般に実施される割裂試験から得られる引張強度より大きな値である。また、引張強度に対する初期弾性係数 E_0 の比、セメント改良砂において 10000 程度、セメント改良粘土において 3000 程度であった。

参考文献

- 1) Namikawa, T. and Koseki, J. (2007) : Evaluation of tensile strength of cement-treated sand based on several types of laboratory tests. *Soils and Foundations*, 47(4), pp.657-674.
- 2) 三平伸吾ら(2003):セメント改良砂の変形・強度特性に関する三軸圧縮・引張試験,第 38 回地盤工学研究発表会, pp.875-876.
- 3) CDIT (2002) : The Deep Mixing Method, *Balkema*, pp.37-52.



(a) セメント改良砂



(b) セメント改良粘土

図 3 応力-ひずみ関係

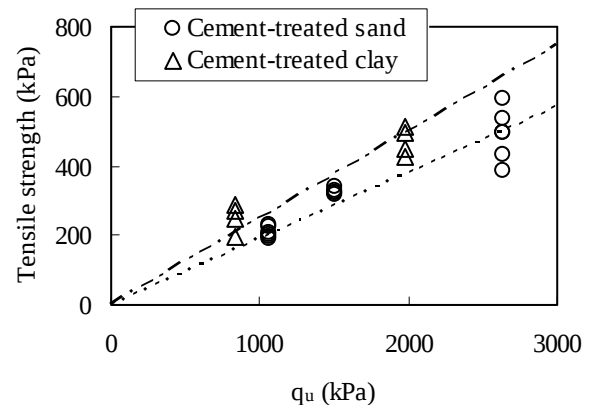


図 4 一軸圧縮強度 q_u と引張強度の関係

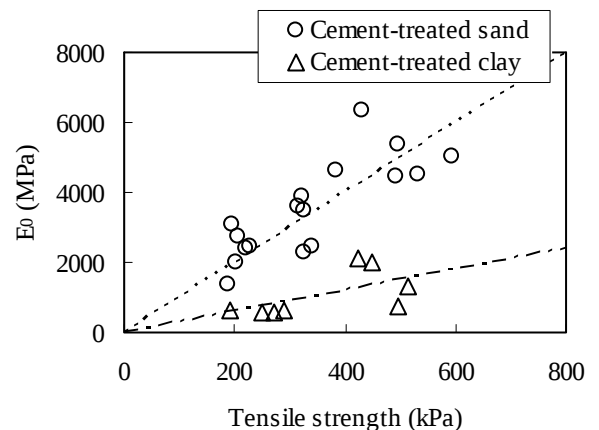


図 5 引張強度と初期弾性係数 E_0 の関係