

短繊維混合補強土の三軸圧縮（CU-bar）強さ

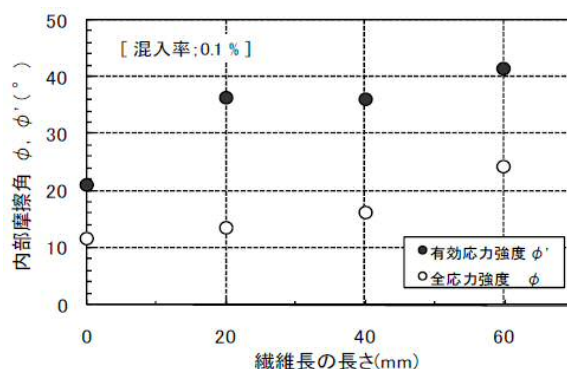
西松建設 正会員 ○平野 孝行、土木研究所 正会員 加藤 俊二
土木研究センター 正会員 土橋 聖賢、フジタ フェロー 阪本 廣行
伊藤忠建機 正会員 藤井 二三夫、正会員 堀 常男

1. 目的

近年、短繊維混合補強土工法について、ため池などの耐震対策への適用性に対する問合せが多くなってきている。その背景として、改良対象とする土質に係わらず必要強度が得られる固化処理系の対策はため池水質のアルカリ化の課題があること、変形追随性が低く堤体としての止水性に課題が生じやすいこと、高価であることなどがあげられる。一方、ため池整備指針¹⁾等では、有効応力下での三軸圧縮（CU-bar）強さによる耐震上の安定性評価が求められている。しかしながら、筆者ら HGS コンソーシアムでの三軸圧縮（CU-bar）試験の実施事例は 4 例しかなく、しかもその締固め度はいずれも 95%以下である。このような背景から、95%以上の締固め度における短繊維混合補強土の CU-bar 強さに関する知見を高めるために実施した試験結果について報告する。

2. 過年度成果

江戸崎産のシルト質細砂（FC = 23.4 %）を対象に、締固め度 85%に締め固めた場合の結果では $c' = 0$ 、 ϕ' については図-1 の結果であった²⁾。また、関東ロームに対する試験結果³⁾でも $c' = 0$ 、 $\phi' = 36.7^\circ$ で、同時に実施した山砂や粘土質砂に対する CD 試験では、 $c_{cd} > 0$ であった。なお、これらの試料の締固め度は 90 ~ 95 % である。

図-1 江戸崎産シルト質細砂の ϕ' ²⁾

3. 試験方法

3-1 使用材料

実験に用いた原料土は細粒分質砂（以下 SF）と礫まじり細粒分質砂（以下 SF-G）であり、物理特性については文献⁴⁾に示している。また、使用繊維は、単糸繊維径 34 μm （96 filament, 集合体太さ 1,100 dtex）、長さ 40 mm のポリエステル繊維である。

3-2 試験方法

供試体は、現場での施工を念頭に締固め試験から導かれる締固め度 D 値 95%の湿潤側含水比 w_{wet} で、文献⁴⁾に示した方法により作製している。試験は、地盤工学会基準「土の圧密非排水（CU-bar）三軸圧縮試験方法（JGS 0523 - 2009）」に準拠した。

3-3 試験ケース

繊維混入率は原料土の乾燥質量に対して 0.0%, 0.1%, 0.2%の 3 ケースとした。

4. 試験結果

図-2 に、繊維混入率と三軸圧縮強さとの関係を示す。(a)の全応力で見ると、土質や繊維混入率に係わらず概ね $\phi \approx 20^\circ \sim 25^\circ$ で一定の値となっている。 c は SF が繊維混入率との相関性が見出しにくいものの 15~30 kN/m^2 程度を示しているのに対し、SF-G では繊維混入率と共に増加している。(b)の有効応力でもこの傾向は変わらず、概ね $\phi' \approx 35^\circ \sim 40^\circ$ で一定の値となっている。 c' は SF が繊維混入率に 0%と 0.1%では 0 kN/m^2 となっているのに対して 0.2%では 20 kN/m^2 近くの値を示し、SF-G では繊維混入率と共に 0 kN/m^2 から 40 kN/m^2 へと増加している。

キーワード：短繊維混合補強土、三軸圧縮（CU-bar）強さ

連絡先：〒105-6310 東京都港区虎ノ門 1 丁目 23 番 1 号虎ノ門ヒルズ森タワー

西松建設株式会社 土木事業本部 土木設計部 TEL 03-3502-0253

図-3 には、土質ごとに繊維混入率をパラメータとして応力経路を表示した。(a) に示す SF の場合、拘束圧や繊維混入率の増加につれ、せん断中の過剰間隙水圧の発生が大きくなっている。(b) に示す SF-G の場合、過剰間

隙水圧の発生は SF に比べて小さいが、繊維混入率の増加と共に増える傾向にある。いずれの土質材料も 95% と高い締固め度の影響が表れ、特にせん断後半ではあたかも過圧密土のような挙動を示すようになっている。一方、過年度に実施した締固め度 85% での結果²⁾を示した図-4 では、せん断の進行とともに過剰間隙水圧の発生も大きくなり、あたかも正規圧密土のような挙動となっている。

図-3 (b) から、SF-G は繊維混入率の増加に合わせて明瞭な c' の増加が確認できる。

4. まとめ

今回の試験結果から、短繊維混合補強土の CU-bar 強さについて、以下の知見が得られたと考える。

- ①土質に係わらず、繊維混入率が増加しても ϕ 、 ϕ' はほとんど一定である。
- ②締固め度や繊維混入率の増加は c 、 c' の増加に寄与するが、その寄与する度合いは土質によって異なる。
- ③有効応力経路図より、 c 、 c' の増加は、繊維混入による見掛けの拘束圧の増加が要因と推察される。

謝辞

本研究は、(国研) 土木研究所とハイグレードソイル (HGS) コンソーシアムとの共同研究の一部を報告するものである。本報告に当たり、コンソーシアム会員からは、数々の助言・指導を頂いている。末筆ではあるが、ここに謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針「ため池整備」、平成 27 年 5 月。
- 2) 藤井・斎藤・土橋・平野・中島・辰井：低混入率短繊維混合補強土の繊維長さと強度特性、第 47 回地盤工学 研究発表会、2012。
- 3) 林、安部、増井、岡村、滝：繊維混合補強土に関する研究(その 2)―無処理土の室内土質試験―第 27 回土質工学研究発表会、平成 4 年 6 月。
- 4) 平野、加藤、土橋、阪本、藤井、堀：短繊維混合補強土の締固め特性とコーン指数の関係、第 54 回地盤工学研究発表会、2019 (投稿中)。

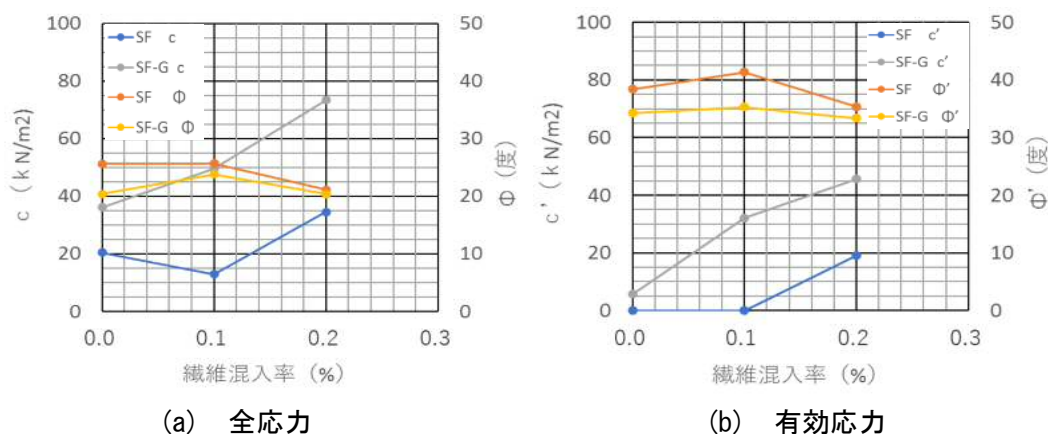
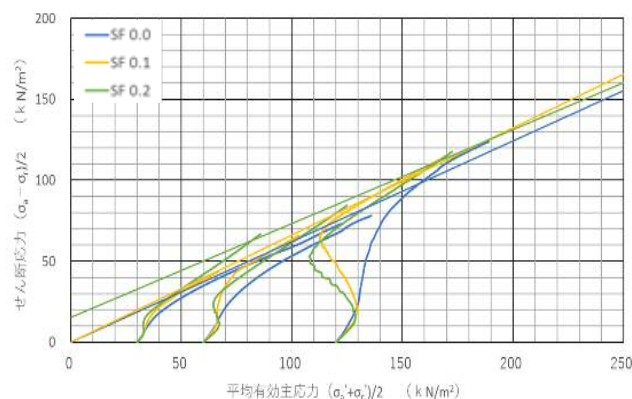
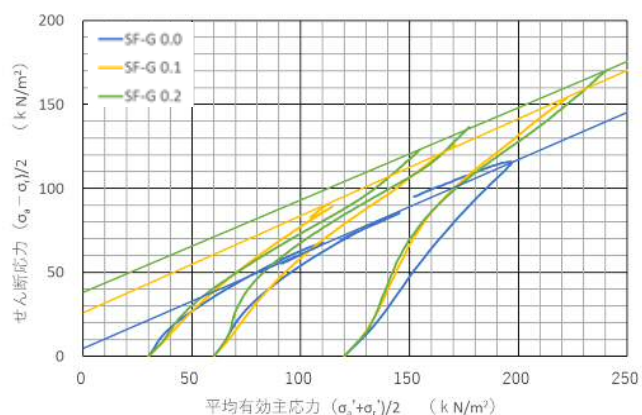


図-2 三軸圧縮試験結果



(a) 細粒分質砂 (SF)



(b) 礫まじり細粒分質砂 (SF-G)

図-3 有効応力応力経路

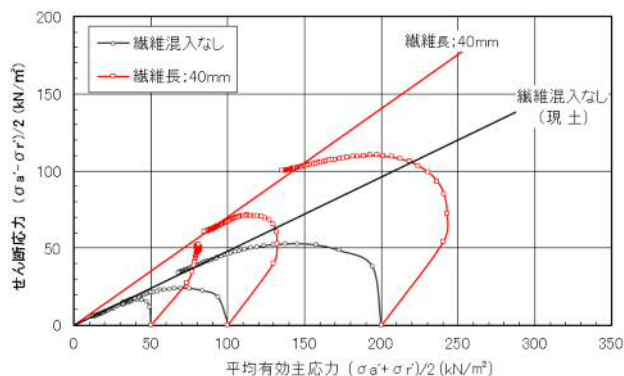


図-4 有効応力経路 (2012 成果)²⁾