

繊維補強固化処理土の単純引張試験

長岡技科大大学院 学生会員 ○裏山 昌平
(元香川高専専攻科)
香川高等専門学校 正会員 小竹 望
香川高等専門学校 松原 三郎

1. はじめに

繊維補強固化処理土は、脆性材料である固化処理土に繊維を混合することにより、大変形における耐力に優れた土質材料である。その特徴は、局所的な破壊を抑制することから固化処理土に比べて高い曲げ強度とピーク後も応力を保持することである。この特徴を生かし、土質系不透水性材料や耐震補強材としての利用が検討されている¹⁾。本研究では、曲げ応力分布モデルの妥当性の検証を目的として繊維補強固化処理土の単純引張試験を実施し、引張強度特性を評価した²⁾。

2. 実験方法

本実験では、土質材料としてカオリンを使用し、その含水比を液性限界 LL の 2 倍になる $w=128\%$ に調整した。表-1 に土質材料の物性値を示す。固化材としては早強ポルトランドセメント、繊維材料としては径 $26\mu\text{m}$ 、長さ 20mm の PVA 繊維を使用した。配合は固化材量 $C=200\text{kg/m}^3$ で、繊維を混合しない固化処理土 $v=0\%$ と繊維補強固化処理土 ($v=0.5, 1.0\%$) の計 3 通りとした。

単純引張試験の供試体は図-1 に示すダンベル型を作製した。供試体の両端の周囲を石膏で拘束し (図-1 の斜線部)、治具を用いて固定部を貫通するボルトと鉄板の挟み込みで両端を固定した²⁾。引張破壊を生じさせる自由部の寸法は、 $B20\text{mm} \times H40\text{mm} \times L60\text{mm}$ である。载荷速度は、端部拘束を与えない自由部の長さ $L=40\text{mm}$ に対して $1\%/min$ とした。試験中には、写真観察によるひび割れ幅の測定を行った。また、一軸圧縮強さとの比較のために同じ配合で一軸圧縮試験を実施した。

3. 実験結果と考察

写真-1 に供試体の破壊状況を示す。固化処理土は引張方向に対して垂直に貫通したひび割れが発生したのに対し、繊維補強固化処理土は繊維量の増加に伴いひび割れが発生する範囲が拡大した。これは繊維補強の効果によりひび割れの発生が自由部全体に分散したためだと考えられる。

図-2 に引張試験より得られた引張応力と全体変位の関係を示す。ここで全体変位とは供試体の伸びとひび割れ幅の和である。図-2 より繊維量の増加に伴い引張強度 σ_{tf} とピーク時の全体変位が大きく増加することが分かる。また、固化処理土はピーク後応力が急落するのに対し、繊維補強固化処理土はピーク後も応力は急

表-1 土質材料の物性値

粒度(%)			ρ (g/cm^3)	PL (%)	LL (%)	調整 含水比 (%)	土質分類
砂	シルト	粘土					
0	31.4	68.6	2.73	36	64	128	CH粘土 (高液性限界)

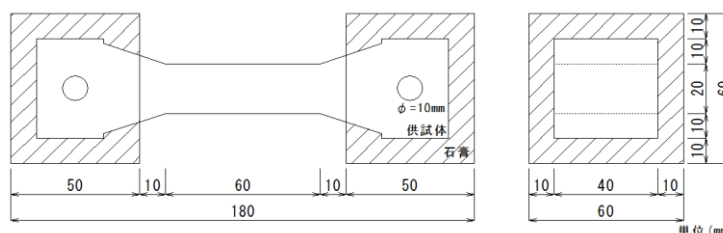


図-1 引張試験供試体



写真-1 供試体の破壊状況

(左: $v=0\%$, 中: $v=0.5\%$, 右: $v=1.0\%$)

落せず徐々に低下する傾向を示した。これは固化処理土の場合、ひび割れが発生すると同時にすぐに拡大し破壊に至るのに対し、繊維補強固化処理土は微細なクラックが発生後、そのクラックをまたいでいる繊維が引抜き抵抗力を発揮することで引張応力を負担し、全体変位の増加に伴って逐次引抜かれ、徐々に供試体の引張応力が低下していく進行性を示したためだと考えられる。この繊維の引抜き抵抗力は、繊維補強のメカニズムである繊維とその周辺の固化処理土との付着力と摩擦力によって発生すると考えられている。なお、供試体によって引張強度及びピーク後の応力減少量に若干のばらつきが見られたがこれはひび割れ面の発生・発達状況や繊維の配置・配向状況に依るものと考えられる。

図-3に引張試験及び圧縮試験より得られた応力ひずみ関係を示す。ここで引張ひずみは全体変位を自由部の寸法($L=60\text{mm}$)で除すことで算定した。表-2に引張試験および圧縮試験より得られた強度と強度比を示す。本研究では一軸圧縮強さ q_u に対しての引張強度 σ_{tf} の比を曲げ強度比 σ_{tf}/q_u と定義した。図-3より繊維補強固化処理土は圧縮試験ではひずみ硬化型の応力ひずみ関係を示した。また初期剛性は引張試験より圧縮試験の方が若干大きい値を示した。表-3より繊維量が増加するにつれて強度比も大きく増加していることが分かる。よって繊維補強による引張に対する補強効果が大きいと考えられる。

4. まとめ

本研究では繊維補強固化処理土の単純引張試験を行った。繊維補強固化処理土は繊維量が増加すると、引張強度 σ_{tf} とピーク時の全体変位が大きく増加する。また圧縮試験と比較することで繊維補強は引張に対する補強効果が大きい事が分かった。今後曲げ試験とも比較することで、はり改良体の曲げ応力分布モデルについて検討する予定である。

参考文献

- 1) 小竹望・平田昌史・赤井智幸・馬淵伸明・西村正樹・山本正人・石川雅英・嘉門雅史：線状高分子混合処理土における短繊維の引張抵抗特性，第42回地盤工学研究発表会,pp.669-670,2007.
- 2) 裏山昌平・小竹望・松原三郎：繊維補強固化処理土の引張強度特性，地盤工学会四国支部平成23年度技術研究発表会講演概要集,pp.69-70, 2011.

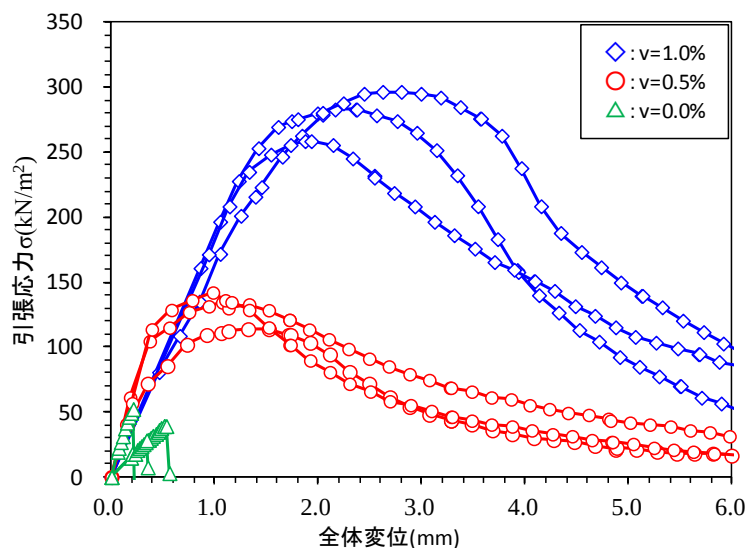


図-2 引張応力と全体ひずみの関係

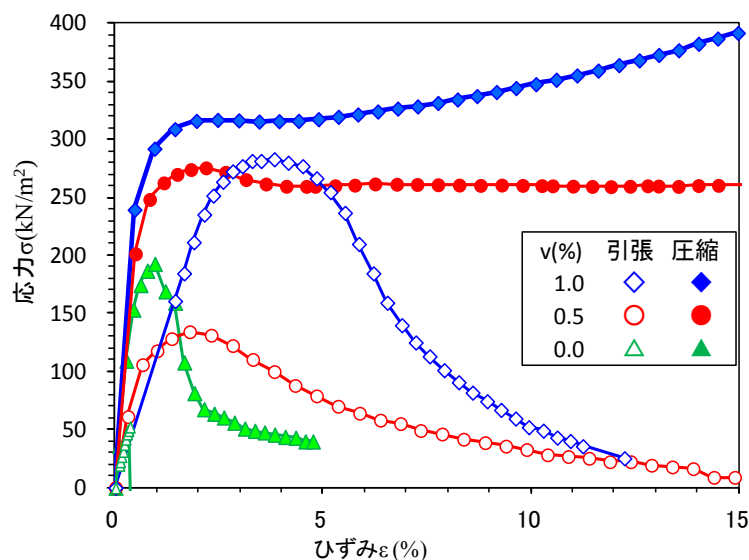


図-3 応力ひずみ関係

表-2 試験結果

繊維量 v (%)	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	引張強度 σ_{tf} (kN/m ²)	強度比 q_u/σ_{tf} (%)
0	192.8	52.3	27
0.5	275.5	134.4	49
1	316.8	282.9	89