

VII-29

樹木根系モデルによって補強された粘性土の静的・動的せん断特性

金沢工業大学 正会員 外崎 明
大成建設 正会員 前田 浩之助
東海大学 正会員 赤石 勝

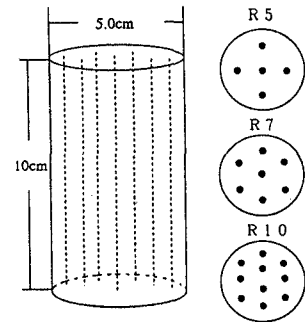
1. まえがき

近年、ジオテキスタイルによって地盤の補強をはかる工法が積極的に利用され、目的に応じた工法や補強材の開発が行われている。繊維を混合した補強土も、短繊維、連続繊維および帯状繊維などについて研究が進められている。一方、植生の根系が斜面崩壊抑止効果への期待も一種の補強土の考え方と一致するものがある。樹木根系と斜面安定効果の研究は、植生および景観などを考えるうえでも重要かつ急がれる研究と考える。

この報告では、根系の補強効果を意識して、粘性土にロープを単純に差し込むことにより、どの程度の補強効果が期待できるのかを調べることを目的として、三軸試験により K_0 圧密された供試体について静的・動的せん断特性を調べたので報告する。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は千葉県柏市の沖積地盤より採取した練り返し粘土で、その物理的性質は、 $w_L=81.5\%$ 、 $w_p=44.4\%$ 、粘土分：34%、シルト分：42%、砂分：24%、土粒子の密度 $\rho_s=2.67$ である。この試料をペースト状で十分練り返し、モールドに詰め、自立する程度に予備圧密を行い高さ10cm、径5cmの円柱供試体を作成した。根のモデルとして太さ1.4mmの風糸を使用し、図・1に示す配置で供試体に風糸を5、7、10本垂直に畳針によって差し通した。実験は、所定の圧密圧力（軸応力 $\sigma_v=0.5、1.0、2.0\text{kgf/cm}^2$ ）で K_0 圧密を24時間行ったのち、非排水せん断試験および非排水繰返しせん断試験を実施した。なお、 K_0 圧密終了時の静止土圧係数は糸の本数に関係なく、いずれも $K_0=0.40$ であった。静的せん断試験におけるせん断速度は $0.1\%/min$ である。繰返しせん断は、静的試験と同様の圧密条件で側圧一定条件のもと荷重振幅一定で、周波数 0.01Hz の正弦波を加えて行った。



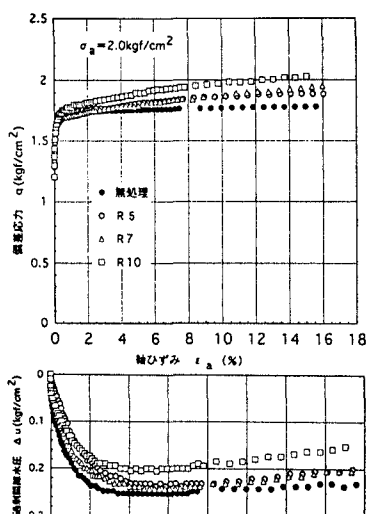
図・1 根系モデル供試体

3. 実験結果と考察

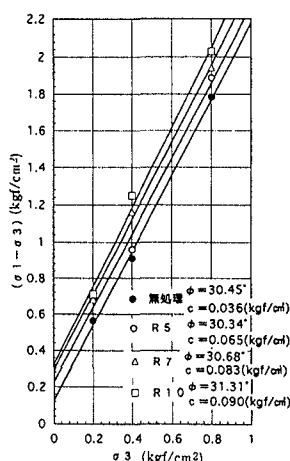
図・2は非排水せん断試験結果より、偏差応力 q および過剰間隙水圧 Δu と軸ひずみ ϵ_v の関係の一例を示したものである。比較のため無処理の供試体については、図中●で示した。せん断初期における曲線の立ち上がりに差はいずれも見られないが、降伏後、変形が大きくなるに従ってロープによる補強効果が発揮されて強度が漸増して行く傾向が観察される。また、その傾向は風糸の本数が多いものほど糸による拘束が大きいのか、強度増加は大きくなっている。過剰間隙水圧の発生は風糸の本数が多いものほど少なく、糸設置によるダイレイタンスの抑止効果が見られる。図・3は圧密終了時の拘束圧 σ_3 と破壊時の偏差応力 q との関係をプロットして、全応力表示による強度定数 c と ϕ の影響について調べたものである。ただし、破壊時の偏差応力は軸ひずみ15%の時を破壊強度とした。図より、せん断抵抗角 ϕ はロープ設置による影響はほとんどなく無処理の ϕ とほぼ一致している。見掛けの粘着力 c は糸の本数の多いものほど増加の傾向にある。この傾向は、八木ら¹⁾や中山ら²⁾の実験結果と類似の傾向を示している。図・4は無処理およびロープ10本（R10）を入れた時の有効応力経路を示したものである。いずれの経路も原点を通る限界状態線上にあり、

キーワード：補強土、粘性土、せん断強さ、繰返し荷重、三軸圧縮試験

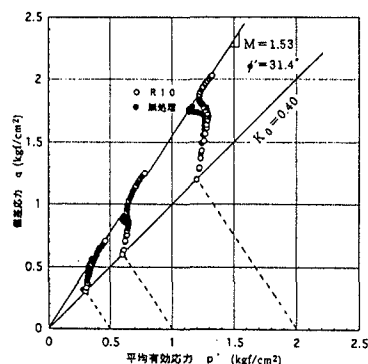
連絡先（〒921石川県石川郡野々市町扇が丘7-1金沢工業大学、TEL：0762-94-6712、FAX：0762-94-6713）



図・2 偏差応力・発生水圧と軸ひずみの関係



図・3 拘束圧と破壊時偏差応力

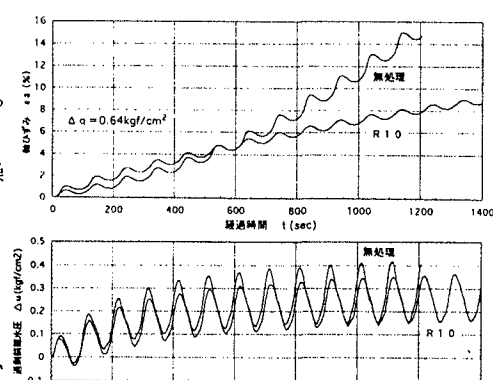


図・4 有効応力経路

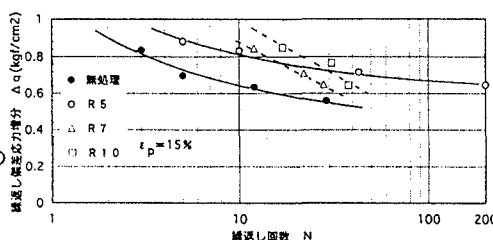
勾配 M は1.53と求められ、有効せん断抵抗角 ϕ' は 31.4° である。ロープ設置による強度増加は限界状態線にタッチしたのち、さらに上昇して行く粘り強さにあるようである。次に、繰返しせん断試験結果より、繰返し偏差応力 $\Delta q = 0.64 \text{ kgf/cm}^2$ を加えた時の軸ひずみおよび過剰間隙水圧と繰返し経過時間との関係は無処理とR10について示したのが図・5である。両者比較すると、軸ひずみ5%まで両者にあまり差は見られない。その後、無処理の場合軸ひずみの累積は漸増していくが、R10の場合、ロープ設置による粘り強さが発揮されるためか、ひずみの累積は減少しており、繰返し荷重に対する補強効果は明らかに認められる。これは、静的試験でも観察されたように変形が大きくなるにしたがって補強効果が発揮されたことと一致している。過剰間隙水圧の挙動は両者類似の傾向を示しているが、ロープ設置によりわずかに発生水圧は小さい。図・6は繰返し偏差応力増分 Δq とピーク軸ひずみ $\varepsilon_p = 15\%$ に達した時の繰返し回数 N との関係を示したものである。ロープを設置して補強した場合の曲線はいずれも無処理の曲線の右上に位置し、同じ繰返し偏差応力でも繰返し回数が多く、補強効果は明かである。ただし、図中破線で示したR7、R10の場合にはR5の曲線と比較して曲線の右下がりの勾配は急になっている。また、繰返し回数の増加と共にR5より偏差応力は減少することを示している。これは、供試体とロープの設置密度によっては試料の乱れを大きくしたためとも考えられ、さらなる検討が必要である。

4. まとめ

今回の実験では、単純な根系モデルとして風系を使用した。静的および動的せん断における補強効果が十分あることが認められた。今後、モデル材料や配置を検討するとともに実際の根による実験を行っていく予定である。【参考文献】1) 八木則男他：第28回土質工学研究発表会（1993）2) 中山寛博他：土木学会論文集（1991）



図・5 軸ひずみ・発生水圧と経過時間



図・6 偏差応力増分と繰返し回数の関係