

1. はじめに

樹木根系の土質強度補強効果に関する研究は従来、主に樹木根系の種類による土質強度定数の取得を中心として行われてきているが、まだ、樹木根系の土質強度補強効果の土質強度定数への影響が明らかにされていないことが現状である。その理由としては次の2つが挙げられる。

- ① 補強材の種類と土壌水分の影響が十分に検討されていないこと。
- ② 破壊に至るまでの変形-応力関係のプロセスが明らかにされていないこと。

つまり、項目①に関しては、樹木根系の土質強度補強効果について降雨の飽和-不飽和浸透に伴う土壌水分変化に対応させて実験的に評価した研究は少ないことである。実際、降雨を誘因とする表層崩壊に対しては、通常の自然斜面の大半は不飽和の状態であることから、斜面土層が不飽和から飽和状態へ変化していくことに対応する根系の土質強度補強効果の定量的な評価が必要である。項目②については、①の条件でを満足させる実験を行なっても、従来のせん断試験では、せん断ひずみの定義が出来ない一面せん断試験機による実験が多いため、土の変形状態の把握が困難であり、土壌水分の影響と補強材による影響を明確にすることが出来ない場合が多いことである。

以上の問題点を解決するためには、根系の補強効果を土の変形-ひずみ関係から解析する必要があり、水分制御ができる試験機によるせん断試験が必要である。本研究では、この目的に対応できる新型単純せん断試験機を開発し、樹木根系の補強効果が土壌水分条件と補強材の種類によって変わるとの立場にたって、新型単純せん断試験機の中に補強材（竹串、ネット）を挿入し、せん断試験を行なうものである。本実験においては、土の変形状態（応力-ひずみ関係）を把握した上で、土壌水分条件の違いが根系の土質強度補強効果に与える影響を評価することを目的とする。

2. 実験方法

新型単純せん断試験は拘束型を基本型とし、せん断箱のサイズは断面20cm×20cm、高さ15cmである。また、その下には水分制御装置として内径19.8cm、高さ50cmの塩ビ管が接続されている。豊浦標準砂を試料として用いて、その中に模擬根系として性質が異なる竹串（樹木根系の直根に相当する）とナイロンネット（樹木根系の細根に相当する）を挿入してせん断試験を行なった。竹串は直径0.27cm、長さ30cm、本数30本を挿入し、ナイロンネットは厚み0.05cm、幅10cm、長さ30cmのものを5枚挿入した。垂直荷重条件は表層崩壊に対応させるために、低荷重条件である25・50・75 gf/cm²の3種類を設定した。また、水分条件はせん断箱の上面を基準として、15cmH₂O刻みでサクシヨン0cmH₂O～サクシヨン60cmH₂Oの範囲内で与えた。また、せん断はせん断ひずみが20%まで行なった。

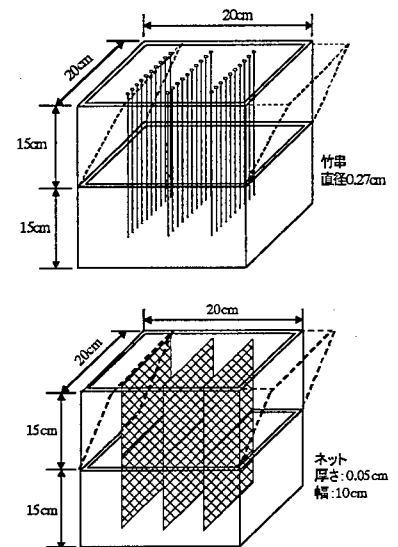


図1 模擬根系の挿入模式図

3. 実験結果

新型単純せん断試験機による結果の一例を図2に示す。図2には3種

類の荷重条件、サクシヨン0cmH₂Oの水分条件で、模擬根系を挿入することによるせん断ひずみ-せん断応力関係及びせん断ひずみ-せん断応力増分関係を示したものである。本図によると竹串、ネット共にせん断ひずみの進行に伴ってせん断応力が増加し、せん断応力増分は竹串よりネットの方がよりせん断ひずみが大きくなってから大きくなり、補強効果が補強材によって異なることを示している。この傾向は他の水分条件でも同様である。次に、サクシヨンの変化が模擬根系の挿入によるせん断応力増分に与える影響を図3に示す。図3には荷重条件が25 gf/cm²の場合、せん断ひずみ毎に比較したものである。

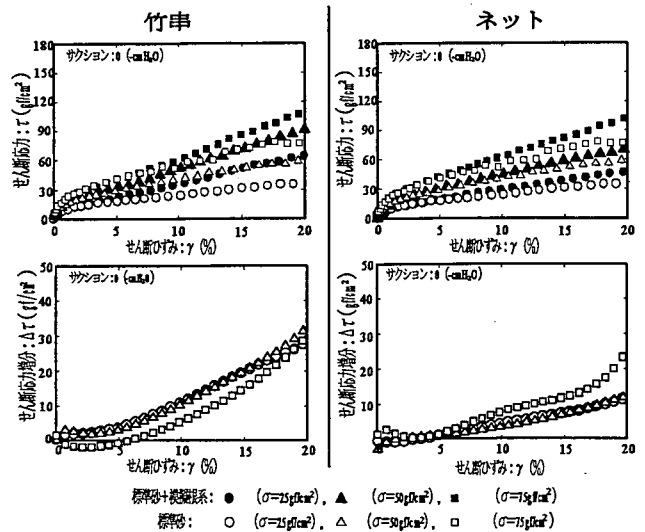


図2 単純せん断試験結果の一例

本図によると竹串の場合、せん断応力増分はサクシヨン45cmH₂O付近でピークを示す傾向があるが、ネットの場合、サクシヨンと比例してせん断応力増分が大きくなる傾向が分かる。以上のことより、補強材の種類と水分条件の違いによって補強効果が異なり、これらの影響は土質強度定数にも影響することが示唆される。そこで、図4には、模擬根系を挿入することによるサクシヨンに対応した土質強度定数（見かけの粘着力 (C)、内部摩擦角 (φ)) の増分を示す。本図によると竹串の場合、φの増分は水分条件によらず、ほぼ一定の値を示している反面、ΔCはサクシヨンによって敏感に影響され、サクシヨン45cmH₂Oでピークを示す。一方、ネットの場合は、ΔCがサクシヨン60cmH₂Oまで、比例関係であることが分かる。つまり、土質強度定数の中に見かけの粘着力 (C) は水分条件によって影響され、その傾向は補強材の種類によって異なることを示唆している。次に、図5には、せん断ひずみに対応した見かけの粘着力 (C) の増分を示す。本図によると、竹串による補強効果はせん断初期から発揮されるが、ネットはせん断ひずみ約10%以後から補強効果が発揮されることが分かる。つまり、土の変形過程での補強材の違いによる補強効果の違いが確認された。

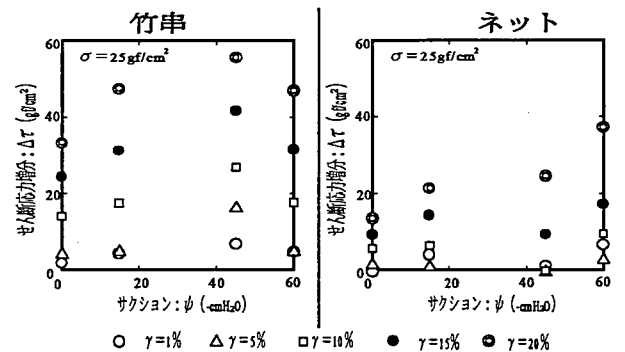


図3 サクシヨンとせん断応力増分の関係

4. まとめ
本研究は新型単純せん断試験機を開発することによって変形過程での樹木根系の補強効果について①土壤水分条件による影響を明らかにし、②その影響は補強材によって異なることを示したものである。今後、これらの情報は、補強効果メカニズムの理解に役に立つことが期待される。

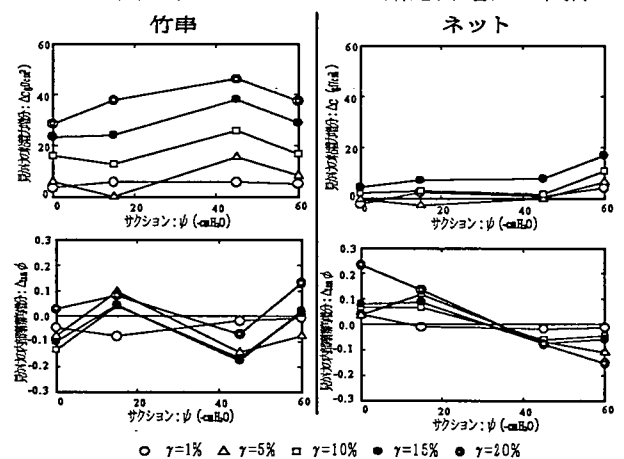


図4 サクシヨンと土質強度定数の関係

4. まとめ

本研究は新型単純せん断試験機を開発することによって変形過程での樹木根系の補強効果について①土壤水分条件による影響を明らかにし、②その影響は補強材によって異なることを示したものである。今後、これらの情報は、補強効果メカニズムの理解に役に立つことが期待される。

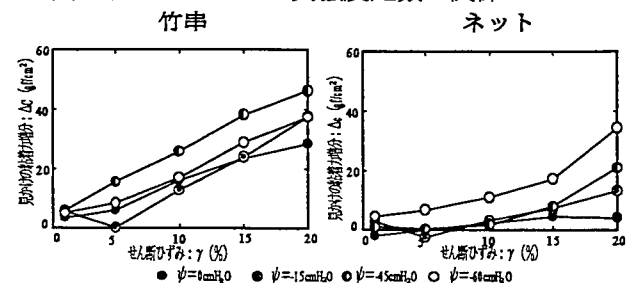


図5 せん断ひずみと粘着力増分の関係