

根系による砂質土の補強効果

愛媛大学工学部 (正) 八木 則男・矢田部 龍一
愛媛大学大学院 (学) 大塚 俊二
山口県 (正) ○牛尾 充

1. まえがき

砂質土斜面の表層崩壊を検討する場合、根系による土の補強効果について定量的に評価する必要がある。その補強効果には、テンションクラックの発生を防止すること、すべり面でのせん断抵抗を増加させることなどが考えられる。そこで、本報告では後者に着目しその補強効果を明らかにするために、まず自然斜面内の根系の分布とその引張り破断特性を調べ、さらに、モデル化した根系により補強された供試体に対する一面せん断試験を行った。

2. 根系の分布状況と引張り抵抗特性

まず、現地斜面での根系の分布状況を調べた。場所は愛媛大学付属演習林で、9地点のサンプリングを行った。その結果を図-1に示す。図中の体積含根率とは、土に対する根系の体積百分率である。同図より、深くなるにつれて体積含根率は減少していき、60cm以深では根系はほとんど存在しないことがわかる。

自然斜面の表層圧は通常50cm～1mであるので、この結果より、基岩まで達している根系は少ないと思われる。したがって、表層土底面をすべり面とする表層崩壊ではすべり面のせん断抵抗の増加はあまり期待できない。しかし表層付近やすべり面が地表に出てくる付近では主にテンションクラックの発生防止やせん断抵抗の増加に効果があると思われる。

次に、土が根系によって補強されている場合、それは主に根系の引張り抵抗によるものと思われるので、根の引張り試験を行いその引張り抵抗力 P 、引張り抵抗応力 $S_t (= P / A_r, A_r$: 根の断面積)等を調べた。図-2に根の直径 D と引張り破断強度(最大引張り抵抗応力) S との関係を示すこの図をみると根の直径に関係なく引張り破断強度はほぼ100～200kgf/cm²で一様であるのがわかる。 $D \leq 3$ mmでは引張り破断強度がやや大きめにでているが、これは根の表皮の占める割合が根の断面積に対して大きく、表皮が中央の中心柱や内皮に比べて硬いためと考えられる。図-3は根の直径 D と最大引張り抵抗力 P_{max} との関係である。図-2の関係から予測される通り最大引張り抵抗力は直径が大きくなるにつれて2次関数的に増加する傾向が得られた。

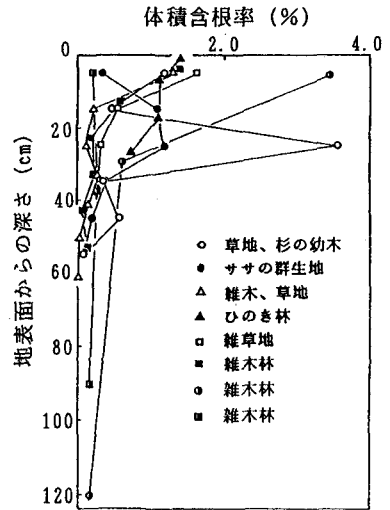


図-1 根系の鉛直方向分布状況

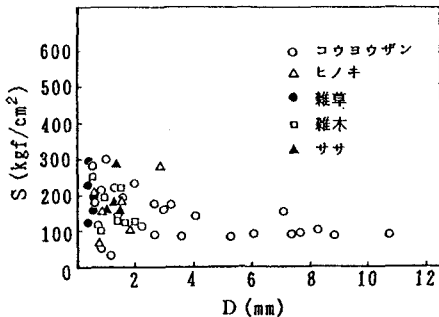


図-2 根の直径と引張り破断強度の関係

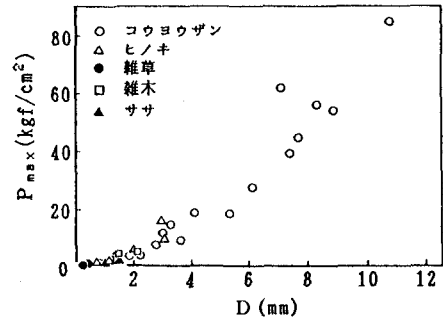


図-3 根の直径と最大引張り抵抗力の関係

3. モデル化した根系を混入した供試体の一面せん断特性

ここでは、すべり面を固定した上での根系によるせん断抵抗の増加を調べるために一面せん断試験を行ってその補強効果について考察することにした。定量的評価をしやすくするため土には気乾状態の豊浦標準砂を用い、根のモデルとしては発泡スチロールを用いた。土の状態として、密づめ状態（間隙比0.68～0.71）、ゆるづめ状態（間隙比0.88～0.90）の2種類、モデル根系の本数は5本、11本の2種類で行った。

図-4 にせん断変位とせん断応力との関係の一例を示す。

密づめでは、モデル根系を混入することによってピーク強度が現れるのが少し遅れ、残留強度に落ち着くまで多くの水平変位を必要としている。これは、モデル根系の引張り抵抗力でせん断抵抗が増加しているため、モデル根系が破断するたびにせん断応力が下がるのでピークから残留強度まで断続的なせん断応力の下降が見られる。ゆるづめでは、ピークが現れるのがかなり遅れ、密づめと同様せん断抵抗が増加している。図-5 は垂直応力とせん断強度との関係であるが、この図より、補強効果は ϕ には影響なく c の増加としてのみ現れる。

そして、密づめ状態の方がゆるづめ状態よりも増加量が大きいのがわかる。この結果、ゆるづめ状態においても土の補強効果が現れ、自然斜面のゆるい地盤の場所においても補強効果が十分考えられる。

ここで、せん断抵抗の増加がすべてモデル根系一本一本の最大引張り抵抗力の合計によるものであるとするとモデル根系によるせん断抵抗の増加量は $\sum t_i / A$ （ t_i ：モデル根系一本一本の引張り破断力、 A ：せん断面積）で表すことができる。実験で得られたせん断抵抗の増加量は、その計算値の約20%分の値となっている。これは、先に述べた仮定に問題があるからで、実際にはモデル根系一本一本の破断が同時に起こるとは限らないうえに、進行性破壊の問題があるからであろう。

また、現地の表層圧を50cm～1mと想定した土かぶり圧での砂のみのせん断抵抗に対する c の増加分は、ゆるづめで約12%～54%であり無視できないものであるのがわかった。自然斜面において根系の影響は多大であり、安定問題を考慮する場合も欠くことのできない要素となるであろう。

4. あとがき

本報告では根系の効果を考慮したせん断特性についてモデル実験を試みた。根系による土の補強効果を解明するには、さらに詳しく定量的評価を行い、テンションクラックの発生防止機能である引張り破壊における補強効果についても研究する必要があるだろう。

<参考文献>

- 1) 矢田部ら；根系による土の補強効果，第26回土質工学研究発表会，pp1625～1626，1991，3

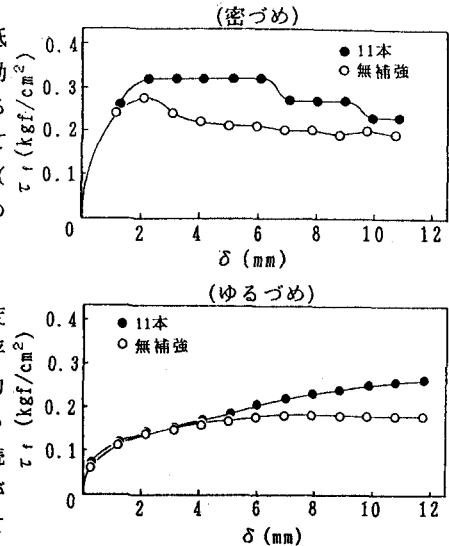


図-4 せん断強度と水平変位の関係

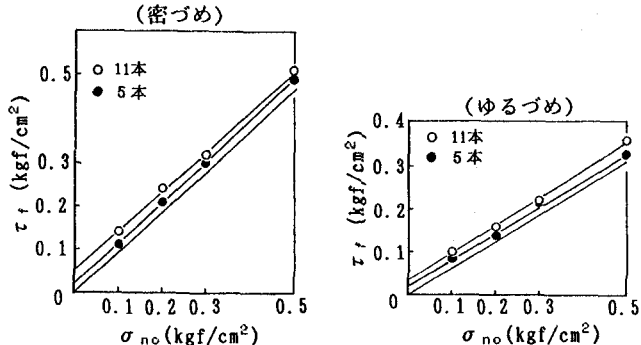


図-5 せん断強度と垂直応力の関係