

根系の分布と根系による土の補強効果

愛媛大学工学部 (正) 矢田部 龍一・八木 則男・榎 明潔
愛媛大学大学院 (学) ○大塚 俊二

1. まえがき

自然斜面に存在する植生は表層部の斜面崩壊を抑制するのに役立っていると思われるが、その理由の一つに地中部分に存在する根系が、あたかもジオテキスタイルのように土を補強していることが挙げられる。そこで本報告では、まず表層土における根系の分布状態や引張り強度について調べる。次に、一面せん断試験より根系を含むことによる補強効果とその機構について明らかにする。そしてこれらの結果より、土のせん断強度に根系が与える影響を定量的に考察していくことを目的とした。

2. 根系の分布状況と引張り抵抗特性

まず根系の分布状況を調べるため、愛媛県松山市米野々の愛媛大学附属演習林内の三地点でサンプリングを行った。結果を図-1に示す。図中の重量含根率とは、根系を含む土に対する根系の重量百分率である。図よりわかるように土中における根系の混入量は深さ方向に減少していき、1m以深ではほとんど存在しない。

次に、根系はジオテキスタイル同様、おもにその引張り強度によって土を補強している引張り補強材であると考えられるので、引張り試験より、その引張り抵抗特性を調べた。

図-2に根の引張り抵抗応力 $S_e (=P_e/A_r)$ (P_e :根の引張り抵抗力, A_r :根の断面積)と伸びひずみ e との関係を示す。これより、根は伸びひずみ20%前後で破断するが、その引張り強度は非常に個体差が大きいことがわかる。

また、図-3は根の直径 D と最大引張り抵抗 P および引張り強度 S の関係である。

これより根は直径が大きくなるにつれて最大引張り抵抗が増大するが、引張り強度は直径2mm~4mmにおいては一様であることがわかる。

なお直径2mm以下の根の引張り強度がやや大きいのは、根の表皮

がその中央部分の内皮や中心柱に比べて強く、しかも根の直径が小さくなるほど根の断面積のうち表皮の占める割合が大きくなると思われる。

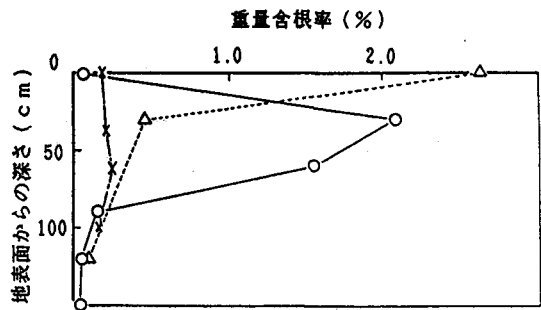


図-1 根系の鉛直方向分布状況

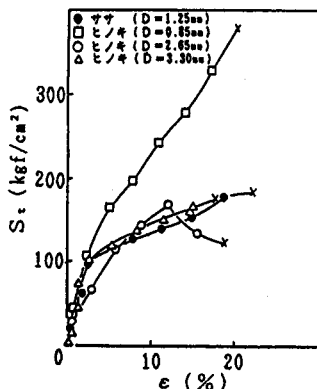


図-2 根の引張り抵抗応力と伸びひずみの関係

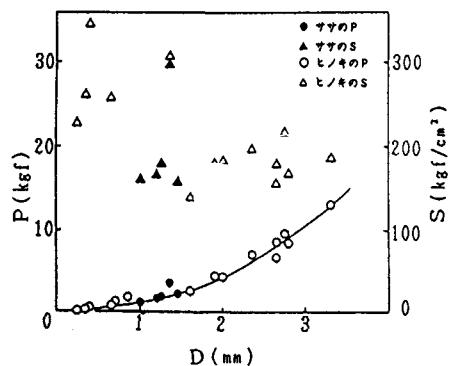


図-3 根の引張り試験結果

3. 根系を含む土の一面せん断特性

根系を含むことにより土はいろいろな補強効果を得るが、本報告ではすべり面を固定することによって、引張り抵抗力によるせん断強度の増加についてのみを調べることにし、一面せん断試験を行う。

まず、実際の根系を含む土での実験に先立って、土が根系を含んだ状態をモデル化し、その一面せん断特性から根系による土の補強効果とその機構を考察することにした。モデル化にあたっては、根の代

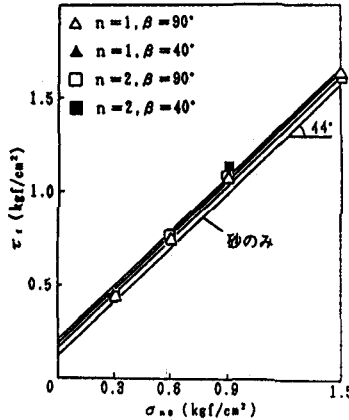


図-4 モデルの一面せん断試験における垂直応力とせん断強度の関係

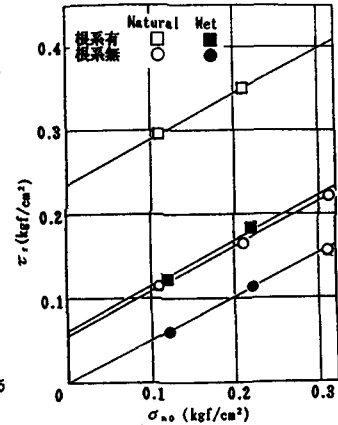


図-5 現地一面せん断試験における垂直応力とせん断強度の関係

わりに破壊に至るまでの伸びひずみが根と等しい毛糸と、土の代わりに豊浦標準砂を使用することにした。

図-4に各実験条件での垂直応力とせん断強度の関係を示す。これより毛糸を含むことによる補強効果は、見かけの強度定数である ϕ_a 、 c_a で表すと、 ϕ_a には現れず c_a の増加としてみ現れている。また、毛糸の敷設角度 β は 90° より 40° の方が、毛糸の本数 n は多いほうが増加量は大きくなることがわかる。

次に大型現地一面せん断試験機を用いて、愛媛県松山市実川の笹の群生地で根系を含む土層およびその直下の根系がなくなった土層において現地一面せん断試験を行った。その結果を図-5に示す。これより先のモデル実験と同様、根系を含むことによる影響は c_a の増加としてみ現れていることがわかる。

4. 根系を含むことによる見かけの粘着力の増加量

ここで第一近似として、根系の引張り強度が粘着力の増加のみに寄与するものとし、土の根系による粘着力の増加を定量的に評価してみる。

表-1は根系の引張り強度と重量含根率から求めた根系による粘着力(せん断強度)の増加分である。これより、見かけの c は $50 \sim 2000 \text{ gf/cm}^2$ となっているが、現地一面せん断試験時の c は約 180 gf/cm^2 であることからすれば、計算より求めた c は異常に大きい。これは、引張り強度がフルに c の増加に寄与するとした仮定に問題があるからである。実際的には根系の引き抜けの問題や、無数の根系が同時にピーク強度を示して破断することがないために起こる進行性破壊の問題がある。

5. あとがき

以上、表層土における根系の分布、根の引張り強度、一面せん断試験による根系の補強機構、および根系による粘着力の増加の定量的評価を行った結果を述べた。根系による粘着力の増加の定量的評価を行うためには、さらに補強機構を解明する必要がある。

表-1 見かけの粘着力の増加分

地表面からの深さ (cm)		せん断強度の増加分 (gf/cm ²)
雑木 A	0	548
	30	1809
	60	1348
	90	1304
	120	43
	150	35
雑木 B	0	2287
	30	400
	120	87
ヒノキの 群生地	0	157
	40	183
	60	217
	100	139

参考文献

- 1) 遠藤泰造・鶴田武雄：樹木の根が土のせん断強さに与える作用(第一報)，林業試験場北海道支場年報，pp. 167～182，1968。
- 2) 岡山孝：自然斜面の安定解析法に関する研究，愛媛大学修士論文，pp. 21～24，1987。