

P-42 四万十層群の斜面崩壊の事例研究  
 一樹木の生長による土層構造の変化とせん断特性一

高知大学農学部 潘 暁波 日浦 啓全

はじめに

砂防工学の目的は土砂災害のもととなる土砂の生産・移動・堆積現象を自然科学的に解明し、土砂災害の防止技術を確立することである。また近年、環境問題が世界的に注目されるにつれ、人々の植物に対する期待や関心はその防災的機能のみならず生活環境保全効果、すなわち緑による精神的安らぎ、温度調節、空気の清浄、防音、緑による遮弊などや自然環境保全効果、景観保全、生態系保全などにまで広まりつつある。このような時代背景の中で、砂防本来のあり方を踏まえ、特に法面の緑化や山腹緑化工などに植物を用いた砂防技術を適用する動きが注目されている。こういう動きの中で植物根系による防災的機能については、現段階ではまだまだ解明すべき多くの点が残されているのも実状である。

筆者らは現場用に改良された一面せん断試験機を使って、2通りの実験を行った。第1段階では樹木の根の役割とせん断面の深さとのかかわり合いについて、そして第2段階では樹木による荷重を集中荷重とし、生長によって荷重が増大していく場合に土層構造の変化とせん断特性について考察を行った。

1. 実験条件および方法

実験に用いた一面せん断試験機は(株)マルイ製のものである。なお、今回の実験では 10cm×10cm×10cm のせん断箱を用いた。供試土は海砂であり、比重； $\gamma_s=2.65\text{g/cm}^3$  で 0.84mm 篩通過分を使用した。

試験は圧密排水試験(CD)によって行った。実験での垂直応力 $\sigma_N$ は 745.6gf/cm<sup>2</sup>、847.1gf/cm<sup>2</sup>、948.7gf/cm<sup>2</sup>、1050.3gf/cm<sup>2</sup> の4段階である。試験に用いた根系のモデルの諸元と試験条件の組合せと試験シリーズは表1、表2のようになる。

表1 模型根の諸元

項目	諸元		
直径	I:7.25mm	II:14.4mm	III:19.5mm
長さ	①:3.0cm	②:4.2cm	③:5.4cm
本数	0本(砂だけ)	1本	2本 3本
配列	(2本):せん断方向に平行	せん断方向に直交	
	(3本):せん断方向に平行	せん断方向に直交 正三角形	

これらの諸元より組み合わせによる 11通りの実験をおこなった。

2. 実験結果

図1にはピーク強度とピーク強度; $\tau_{\text{peak}}$ 時のせん断ひずみの関係を示す。図から、垂直応力 $\sigma_N$ が大きくなるほど最大せん断応力 $\tau$ は大きくなるのは当然であるが、 $\tau_{\text{peak}}$ の出現する水平変位も大きくなる傾向があることがわかる。

2.1 模型根のサイズを変化させた場合について

図2(A)、(B)からは同一直径で長さを変化させたと同一長さで太さを変化させた場

表2 実験条件の組合せと実験シリーズ

実験シリーズ	実験条件 (c=0)
シリーズ①	砂だけのもの
シリーズ②	直径I,長さ①,本数1
シリーズ③	直径I,長さ②,本数1
シリーズ④	直径I,長さ③,本数1
シリーズ⑤	直径I,長さ①,本数2,平行に配列(:)
シリーズ⑥	直径I,長さ①,本数2,直交に配列(⋅⋅)
シリーズ⑦	直径I,長さ①,本数3,平行に配列(:)
シリーズ⑧	直径I,長さ①,本数3,直交に配列(⋅⋅)
シリーズ⑨	直径I,長さ①,本数3,正三角形に配列(:⋅)
シリーズ⑩	直径II,長さ①,本数1
シリーズ⑪	直径III,長さ①,本数1

合に根の長さが長くなるほどと根の太さが太くなるほど $\phi$ の値が大きくなる傾向があることがわかる。

### 2.2 模型根の配列を変化させた場合について

直径7.25mm、長さ3.0cmの根系モデル二本と三本をそれぞれ、せん断方向に平行(縦)、せん断方向に直交(横)に配列した場合の $\sigma$ - $\tau$ の関係を図2(C)、(D)にのせた。それによると、配列の違いによる $\phi$ の差はわずかではあるが直交に配列する方が大きい傾向を示す。

### 2.3 せん断方向を変化させた配列について

同じサイズの根系モデル二本および三本をそれぞれ、せん断方向に平行(縦)および直交(横)に配列した場合の $\sigma$ - $\tau$ の関係を図2(E)、(F)にのせた。それぞれの場合には二本の場合の方が三本の場合より $\phi$ の値が大きくなっている。まとめると次下のように要約できる；

- 1) 砂だけの場合が $\phi$ の値が最小である。
- 2) 根の長さや根の太さが長くなる、太くなると $\phi$ の値が大きくなる。しかしある程度以上の太さになるとあまり変化しなくなる。
- 3) 同じ長さ、太さの根の配列を変えて埋設した場合にはせん断方向に直交する配列の方が $\phi$ の増大および破壊までにする仕事量が大きくなる事が確かめられた。
- 4) 根の長さが長くなり、根の太さが太くなるほど $\phi$ の値が大きくなるが、せん断面ちょうど長さをもつ模型根の場合には、効果の少ないことがわかった。

### 3. おわりに

樹木の生長に伴ない樹木荷重が増加する。それにしたがって当然樹木直下部の密度は高くなると考えても不自然ではない。一方で周辺の地盤の様子は必ずしも経年的に密度が増大するとは思えない。この様子をを完全にせん断試験で表現はできないが、本試験機の20cm×20cm×10cmのせん断箱を用い中央の10cm×10cmの部分のみ載荷することで土層全体の強度特性を考察すべく実験を行った。その結果、 $\sigma_N$ の増加にもかかわらず $\phi$ がかなり小さな値を得た。この点については今後の検討事項にしたい。

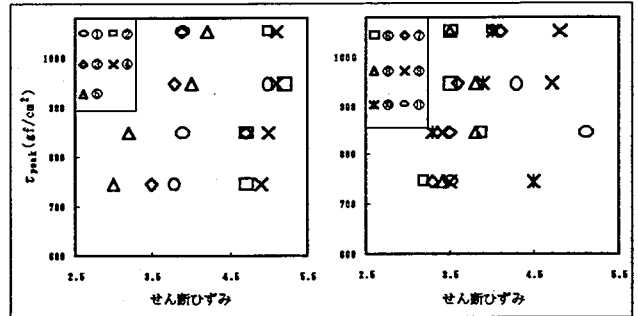


図1 せん断応力 $\tau$ とせん断ひずみの変化

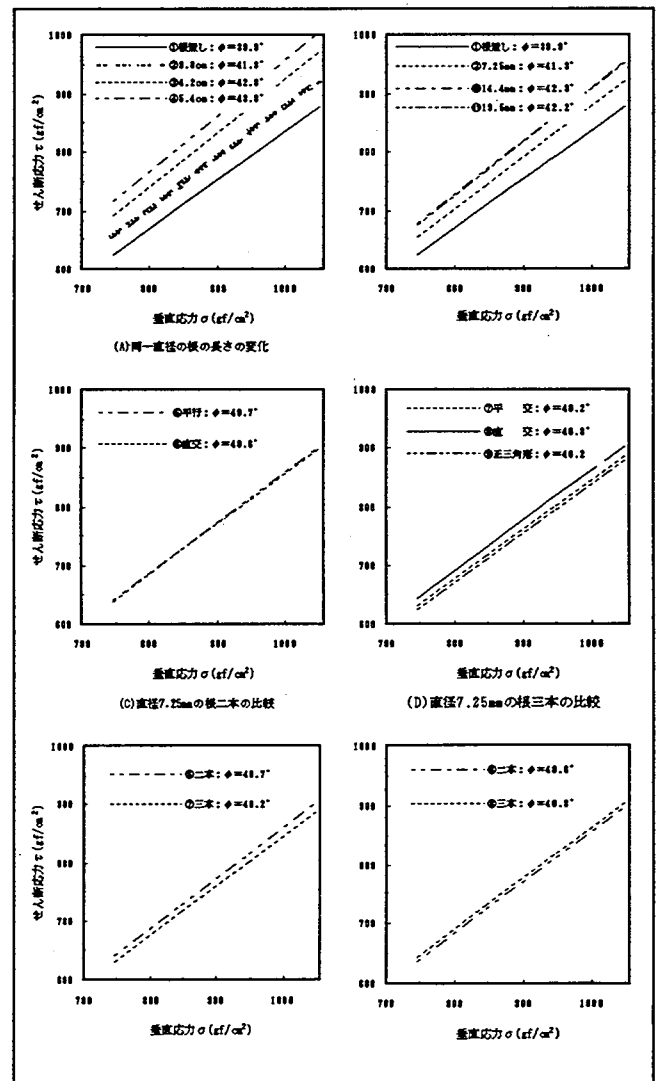


図2 模型根の有無配置の変化によるせん断の特性