

土のせん断が植生の生体電位に与える影響

九州大学

学生会員

○田代

直樹

九州大学

正会員

古川

全太郎

九州大学

国際会員

笠間

清伸

九州大学

正会員

八尋

裕一

1 目的

植物根系は地盤のせん断強度特性に大きな影響を与え、自然の斜面地盤における表層崩壊の抑制に深く関与していると考えられる。また、昨今の土木工事ににおいても植物根系による斜面工が多く適用され、地球環境保全への配慮等の面でも植物根系による表層崩壊抑止機能の活躍が期待される。本研究では、植生を有する土の供試体を用いて一面せん断試験を実施し、植生の密度と地盤のせん断特性の関係を調べた。また、せん断中の植生の生体電位を測定し、フーリエ解析を行い、せん断時に現れる生体反応を調査した。

2 実験概要

試料として用いたまさ土の土質特性を表-1、実験条件を表-2 で示す。まさ土は 4.75mm ふるいを通させたものを使用した。含水比は最適含水比 12.2% に調整し、拘束圧、植生数、乾燥密度に着目してパラメータを設定した。乾燥密度は 1.67g/cm³ (締固め 59.9%)とし、拘束圧を 2.5,5.0,7.5,10.0kN/m² とした。植生数は 30cm×30cm の大きさのせん断箱に 0,1,4 本(900cm²) とした。

試験装置は、図-1 で示す一面せん断試験装置(せん断箱の大きさ:30×30×15mm)を使用し、0.2mm/min の速度でせん断を行った。また、本研究では植生として全長約 4m の杉の苗を用い、生体電位を測定するための電極(円状:直径 4cm のパッド)を写真-1 で示すように 6cm 間隔で根、茎、境界部の 3 か所に貼り付けた。茎と根の間に電極を貼り付けた部分が、せん断箱の上部に位置するように締固めを行い、データロガー(DRA-70A)を用いて荷重、鉛直・水平変位および生体電位を記録した。

3 実験結果

3-1 植生数によるせん断特性

本実験で得られた破壊包絡線を図-2 に示す。植生数 0 本条件の破壊包絡線では、 $c=5.37\text{ kPa}$ 、 $\phi=35.78^\circ$ という強度定数が得られた。同様に植生数 1 本では、 $c=10.59\text{ kPa}$ 、 $\phi=39.67^\circ$ 、植生数 4 本では、 $c=12.97\text{ kPa}$ 、 $\phi=40.66^\circ$ という強度定数が得られた。植生数が 0 本から 1 本増加すると c は 5.22 kPa、 ϕ は 3.89 °増加し、植生数が 0 本から 4 本に増加すると c は 7.60 kPa、 ϕ は 4.88 °増加した。

キーワード 植生、一面せん断試験、生体電位

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元浜 744 番地ウエスト 2 号館 11 階 1110 号室 TEL 092-802-3384

表-1 まさ土の土質特性

Parameter	unit	value
土粒子密度	ρ_s	g/cm ³
最適含水比	w_{opt}	%

表-2 実験条件

Parameter	unit	value
鉛直拘束圧	σ_v	kN/m ²
植生数	本	

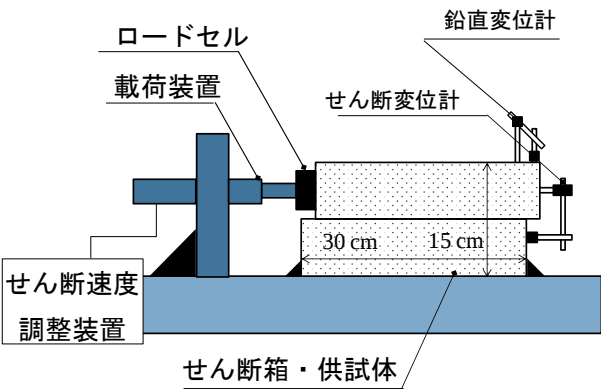


図-1 一面せん断試験装置

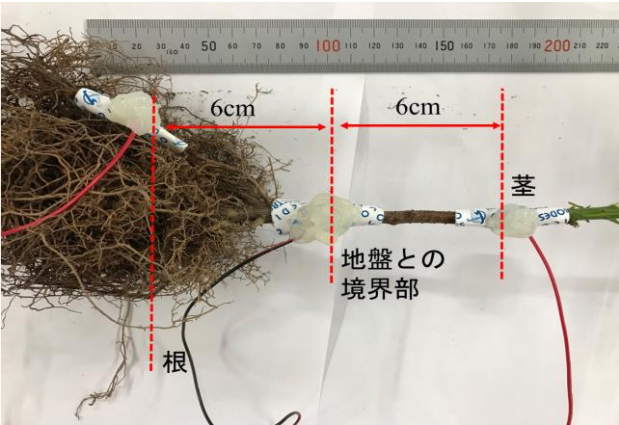


写真-1 電極を貼った杉の苗木

また、0本から1本に増加したほうが強度定数の増加割合が大きく、植生の影響が顕著に現れていることがいえる。この理由として、植生数の増加による体積膨張抑制効果には、限度があるためと考えられる。

3-2 セン断中の植生の生体電位

一面せん断試験中に測定した植生の生体電位を図-3に示す。ただし、拘束圧 5.0kN/m^2 、植生数1本の結果で、最大せん断応力が発現した時の水平変位は 2.83mm である。生体電位の符号は、茎では正、根では負となった。また、せん断中の生体電位は、最大せん断応力の発現を境に形状に違いが表れていることがわかる。さらに、植生数が増加すると生体電位の値は小さくなり、最大せん断応力発現前後の形状は、より大きな変化となって表れるという結果が得られた。

植生の生体電位の特徴を調べるために、フーリエ解析を行った結果を図-4に示す。最大せん断応力の前では、周波数が、 3.34Hz 、 6.67Hz ...の順番に、それぞれ振幅値 $43.46\mu\text{V}$ と、 $31.53\mu\text{V}$...という卓越する値が現れることがわかった。また、最大せん断応力が発現した後は、同じ周波数でそれぞれ振幅値 $41.57\mu\text{V}$ と、 $29.89\mu\text{V}$ を示した。振幅値に多少の増減はあるが、根・境界面の測定も最大の振幅を示す周波数は同じであり、すべての測定箇所において、最大せん断応力が発現した後は、ノイズの少なく信頼度の高い周波数 $0.1\sim 1\text{Hz}$ の領域で、振幅値に $0.7\sim 1.6\mu\text{V}$ 程度の増加が見られた。さらに、せん断前後の振幅値の関係を調べるため、フーリエ解析の結果を用い、せん断前後の差分値を縦軸として作成したグラフを図-5に示す。周波数 $0.1\text{Hz}\sim 1\text{Hz}$ において、周波数が 0.14Hz 、 0.19Hz 、 0.29Hz 、 0.46Hz 、 0.51Hz 、 0.92Hz の値で、せん断後とせん断前の振幅値の差が1を超えるほど大きくなっており、せん断前後で振幅に大きな影響が表れていることがわかった。また、周波数が低いほど測定箇所での測定値の差が顕著に現れた。

4 まとめ

本研究で得られた成果を、以下にまとめる。

- 1) 植生が $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ に1本存在すると、強度定数 c 、 ϕ がそれぞれ 5.22kPa 、 3.89° 増加し、4本存在すると、強度定数 c 、 ϕ がそれぞれ 7.60kPa 、 4.88° 増加した。
- 2) 生体電位の符号は、茎では正、根では負となり、最大せん断応力が発現した後は生体電位の形状に変化が表れた。
- 3) セン断中の生体電位は、周波数 3.34Hz と 6.67Hz で順番に固有の振幅を示し、最大せん断応力が発現した後の生体電位は、周波数 $0.1\sim 1\text{Hz}$ の領域で振幅値が $1.0\sim 1.6\mu\text{V}$ 増加した。

参考文献

- 1) 八木 則男, ほか, :根系による砂質土の補強機構と強度特性, 第27回土質工学研究発表講演集, pp.1865~1866, 1992.

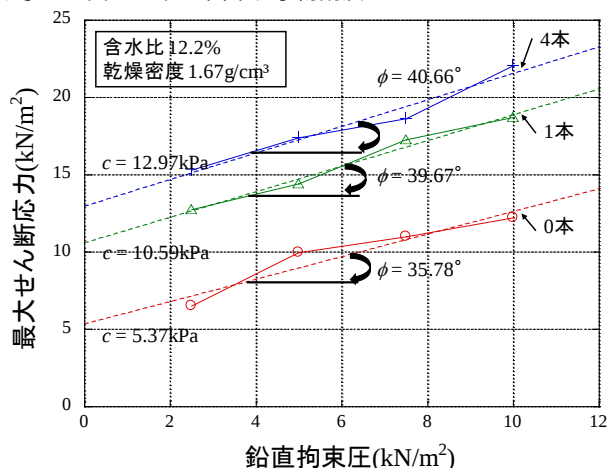


図-2 拘束圧とせん断応力の関係

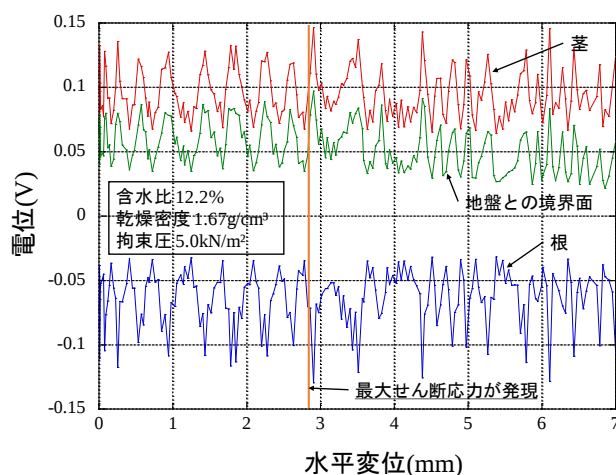


図-3 生体電位変化(植生数1本)

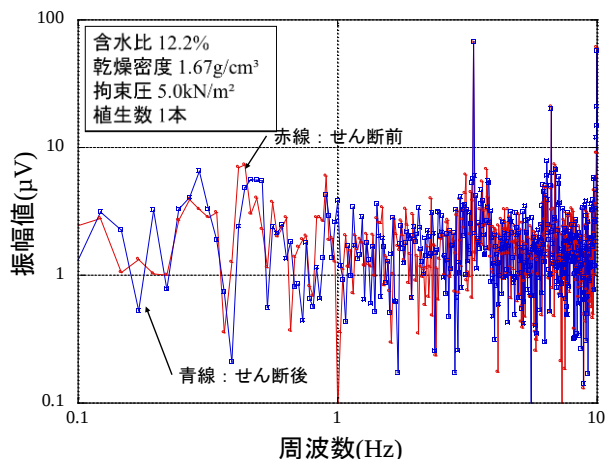


図-4 フーリエ解析結果(茎)

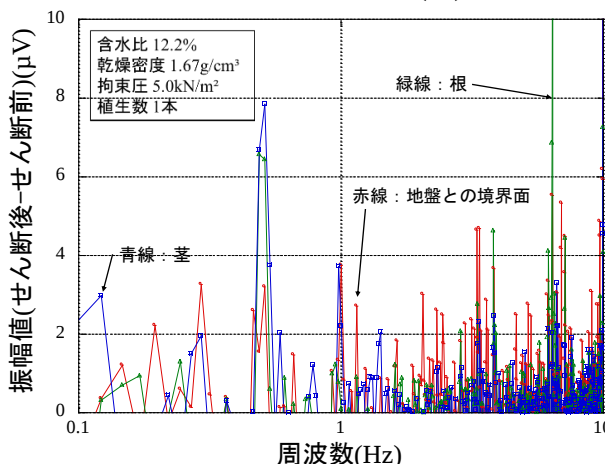


図-5 フーリエ解析結果(差分)