

せん断面での植生根径が及ぼす地盤補強効果と植生の生体電位

九州大学 学○松田昂大 正 古川全太郎 八尋裕一

東京工業大学 正 笠間清伸

1. はじめに

豪雨や地震などにより山間部では斜面崩壊が発生し、特に近年の記録的豪雨に起因してその数も増加傾向にある。本研究では、根系の地盤補強効果に着目し、原位置で実施できる一面せん断試験装置を開発した。本文では、開発した原位置一面せん断試験装置を用いた試験結果を示すとともに、せん断中に計測した植生の生体電位の反応について報告する。

2. 実験概要

実験試料として、九州北部及び西日本に広く分布するまさ土を粒径 5 mm 以下にふるったものを用いた。まさ土の土質特性を表 1 に、粒径加積曲線を図 1 に示す。このまさ土を、最適含水比 12.53 %、乾燥密度 1.55 g/cm³ (締固め度 80 %) として、図 2 に示す原位置一面せん断試験用のせん断箱 (せん断箱の大きさ : 280 mm×280 mm×150 mm) に植生と共に締固めた。締固めは内径 15 cm、質量 2.5 kg、落下高さ 30 cm のランマーを用い、突き固めは各層 20 回の計 3 層とした。せん断試験時の鉛直拘束圧は、2.5、5.0、10.0 kN/m² とし、せん断速度は 2.0 mm/min で最大水平変位 30 mm までせん断を行った。

実験に用いた植生は、日本で最も広く分布しているスギを用いた。初期高さ約 0.3 m のスギの苗木を、14 日と 28 日間生育した。また、初期高さ約 1.0 m の苗木を 28 日間育成し鉛直拘束圧 2.5 kN/m² と 5.0 kN/m² の条件でも実験を行った。

生体電位の測定のために同じく図 2 に示す塩化銀製電極を、植生の 1/2 の高さにある葉、地表付近の茎、根系の最大伸長の 1/2 に位置する部分の 3 か所に貼り付けた。せん断中は、データロガー (DRA-70A) で荷重、水平・鉛直変位、及び生体電位を記録した。なお、比較のため、同様の条件で植生なしの場合でも試験を行った。

3. 実験結果および考察

3-1. 根系のせん断強度への影響

初期高さ約 0.3 m と 1.0 m のスギの苗木を 28 日生育させた条件で鉛直拘束圧 5.0 kN/m² の原位置一面せん断試験結果を図 3 に示す。図中には、植生なしの結果も同様に示す。植生なしと植生ありの最大せん断応力をそれぞれ比較すると、約 0.3 m の苗木で 3.71 %、約 1.0 m の苗木で 13.29 % 増加した。

表 1 まさ土の土質特性

土粒子密度	g/cm ³	2.78
最適含水比	%	12.53
最大乾燥密度	g/cm ³	1.95

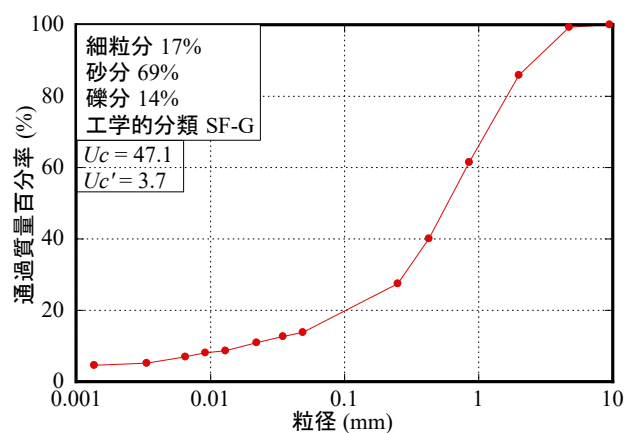


図 1 粒径加積曲線

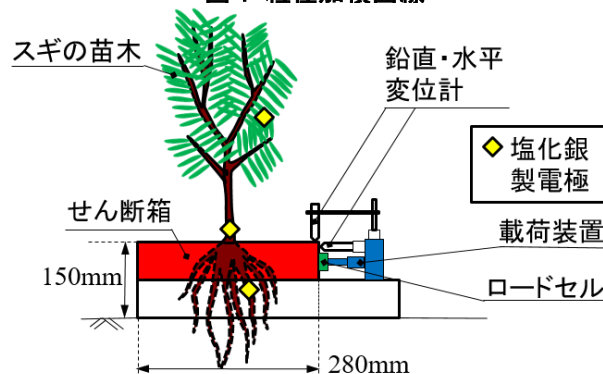


図 2 原位置一面せん断試験機

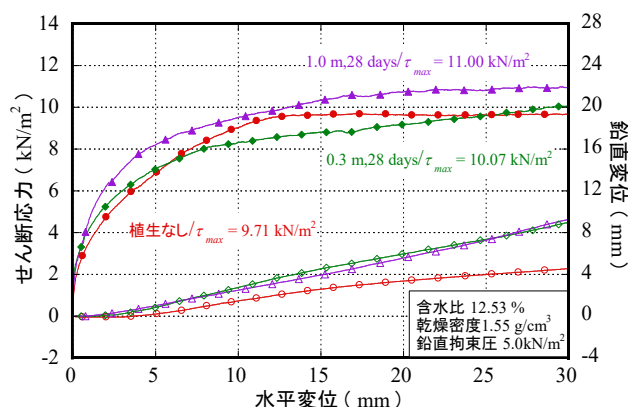


図 3 水平・鉛直変位とせん断応力の関係

植生なしと高さ約 0.3 m で 14 日と 28 日生育させた苗木の条件で得られた粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を図 4 に示す。植生なしと比較すると、高さ約 0.3 m で 14 日生育させた苗木が存在することにより、内部摩擦角が 3.70 %、粘着力が 5.28 % 増加した。さらに、高さ約 0.3 m で 28 日生育させた苗木が存在する場合は、内部摩擦角が 5.01 %、粘着力が 1.87 % 増加した。

せん断面における植生根径が土のせん断強度に与える影響を定量化するために、図 5 にせん断面での根系の断面面積の合計と最大せん断応力の関係を示す。根系の断面面積は、せん断試験終了後に測定した根の直径を用いて計算した。図 5 より、せん断面での根系の断面面積が大きいと最大せん断応力も大きくなる傾向がみられた。植生なしの条件と比較して最大せん断応力は、鉛直拘束圧が 2.5、5.0、10.0 kN/m² から順に、-8.45 ~ +15.86 %、-3.00 ~ +9.60、+1.83 ~ +7.84 % 増加した。図 5 中の近似曲線は、阿部の根系補強モデル²⁾を参考に指数関数による近似曲線を採用した。

3-2. せん断中の植生の生体電位反応

高さ約 0.3 m で 14 日生育させた苗木の葉、茎及び根系のせん断中における生体電位の反応を図 6 に示す。最大せん断応力が発現する 87.8 秒前から 31.2 秒間の生体電位から他のせん断中の状態と比較して異なる反応がみられた。この反応時の電位を除いた平常時の値を平均化した電位が葉、茎、根系の順に、-308、+17609、-5594 μ V となり、反応時の電位は平均値からそれぞれ 189.29 ~ 306.17 % 増加、53.82 ~ 131.25 % 減少、118.98 ~ 308.47 % 増加した。

4. まとめ

本文では、根系の地盤補強効果を原位置一面せん断試験によって定量化した。さらに、せん断中の植生の生体電位を計測した。その結果、以下のような知見が得られた。

1) せん断面での根系の直径が大きいほど、最大せん断応力は増加する傾向にある。植生なしの条件と比較して植生根系ありの土の最大せん断応力は、鉛直拘束圧が 2.5、5.0、10.0 kN/m² から順に、-8.45 ~ +15.86 %、-3.00 ~ +9.60、+1.83 ~ +7.84 % 増加した。

2) 最大せん断応力発現の 87.8 秒前から 31.2 秒間の生体電位は、平常時の平均値と比較して、葉が 189.29 ~ 306.17 % 増加、茎が 53.82 ~ 131.25 % 減少、根系が 118.98 ~ 308.47 % 増加した。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP19K15089 の助成を受けたものです。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 大津宏康、前田良刀、益田浩、高橋健二、矢部満：短期間集中豪雨に起因する斜面崩壊機構に関する研究、

Journal of the Society of Materials Science, Japan, Vol. 63, No. 3, pp. 271~278, Mar. 2014

2) 阿部和時：原位置一面せん断試験によるスギ根系の斜面崩壊防止機能の研究、日本緑化工学誌、22 (2)、95~108、1996

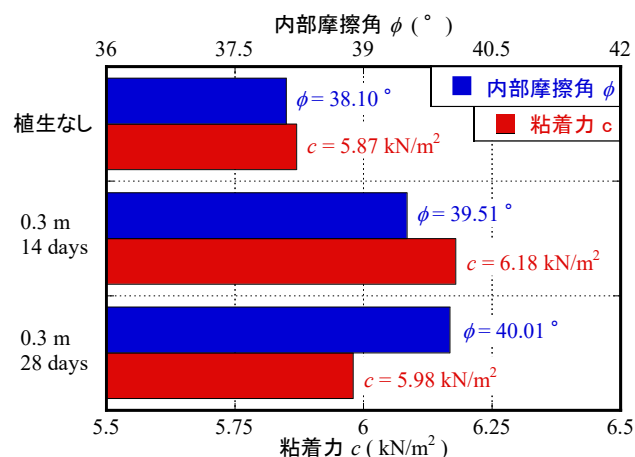


図 4 強度定数 c 、 ϕ の比較

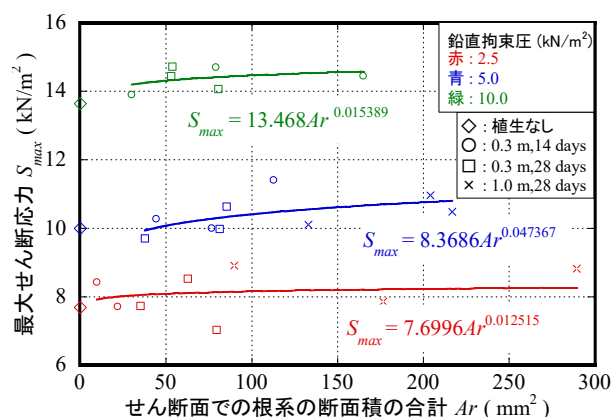


図 5 せん断面での根系の断面面積の合計と最大せん断応力の関係

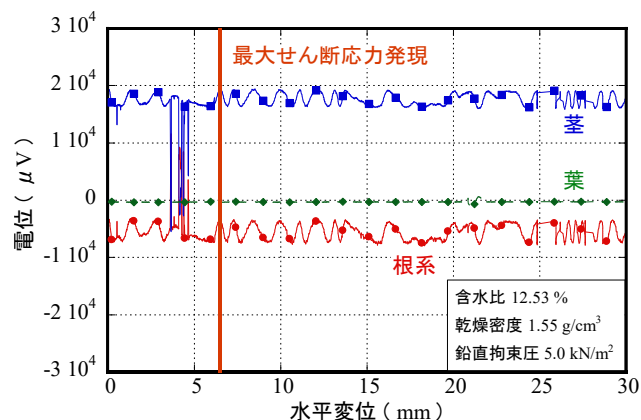


図 6 高さ 0.3 m、生育期間 14 日の苗木の生体電位反応