

Ⅲ－34

植栽による表層地盤の強度特性

八戸工業高等専門学校 正会員 ○清原 雄康
 正会員 田頭 健造
 正会員 丹野 忠幸

1. はじめに

植栽工の機能として植物による景観の向上、生態系創出、地表面の雨滴衝撃緩和、微気象のコントロール、根系層の発達による地表面浸食緩和、地山補強効果などあり、様々な角度から研究が行われている。しかし、植栽による地盤の強度特性などの力学的な検証については未だ不十分な点がある。そこで、本研究では草本植物を植栽した根系層地盤を作成し、そのせん断特性を求め、根が地盤強度に及ぼす程度を調べた。

2. 実験方法

(1) 試料土、植栽基盤作成方法

実験に用いた試料土は青森県 R 町で採取した山砂を $850\mu\text{m}$ のふるいにかけたものを使用した。その基礎性状、粒度分布図をそれぞれ表 1、図 1 に示した。また、植栽基盤となる供試体は $\phi 10\text{cm} \times 12.7\text{cm}$ のモールドを用い、所定の間隙比（約 0.7）になるよう含水比を加水調整した試料を 2.5kg のランマーで 3 層 $\times$ 15 回の条件で突き固めて作成し、供試体の表面に法面緑化によく使用される草本植物のケンタッキーフェスクの種を 0.2g （約 80 粒）播いて生育させ、植栽基盤とした。比較のために植栽を施さない供試体も同数作成した。そして、植物を育成するためと、土粒子間のサクシオン効果になるべく均一にするために、すべての供試体について底部に約 1cm の水を張り、毛管現象を利用して供試体に給水した。

表 1 基盤材の基本的性質

基盤材料	山砂 ($<850\mu\text{m}$)
土粒子密度 (g/cm^3)	2.731
20% 粒径 (μm)	250
最大粒径 (μm)	850
最適含水比 (%) ¹⁾	19.1
最大乾燥密度 ²⁾ (g/cm^3)	1.61
湿潤密度 ²⁾ (g/cm^3)	1.95 (1.89~2.01)
乾燥密度 ²⁾ (g/cm^3)	1.58 (1.52~1.61)
含水比 ²⁾ (%)	23.7 (20.5~25.3)
間隙比 ²⁾	0.73 (0.67~0.81)
間隙率 ²⁾ (%)	42.2 (40.1~44.8)
飽和度 ²⁾ (%)	88 (81~99)

¹⁾ 3 層 $\times$ 15 回での突固め試験結果

²⁾ 一面せん断試験時

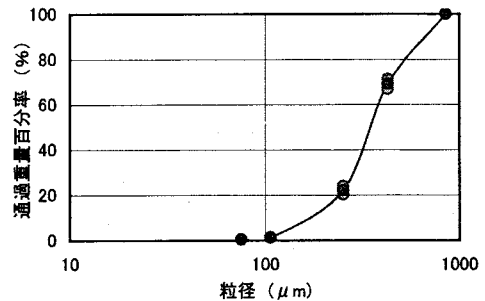


図 1 試料土の粒度分布図

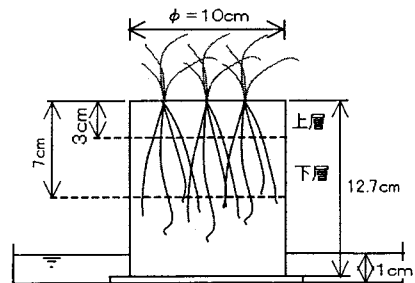


図 2 植栽モールド概要図

(2) 一面せん断試験

緑化植物が十分生長した後、基盤上層部（表面から 3cm 付近）と下層部（表面から 7cm 付近）から試料を切り出し、垂直応力を $0.4(\text{kN}/\text{m}^2)$ 、 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$ 、 $5(\text{kN}/\text{m}^2)$ として、定圧一面せん断試験（せん断速度 $0.2\text{mm}/\text{min}$ ）を行った。そして、植栽の有無、上層、下層でのせん断特性の比較を行った。

3. 験結果及び考察

図3に基盤上層部（地表から約3cm付近）の植栽を施した場合と植栽を施さなかった場合の低拘束圧条件下（0.4 kN/m²、2.5 kN/m²、5 kN/m²）でのせん断特性を示した。

拘束圧 0.4(kN/m²)の植栽有りの条件で、せん断応力の最大値 τ_{max} は 15.43(kN/m²)、せん断破壊後の残留せん断応力 τ_R は 11.1(kN/m²)であったのに対し、植栽無しの場合での τ_{max} は 12.4(kN/m²)、 τ_R は 8.0(kN/m²)と、植栽有りの方が植栽無しに比べて τ_{max} で約 1.2 倍、 τ_R で約 1.4 倍せん断強度が増加していた。拘束圧 2.5(kN/m²)の植栽有りの条件での τ_{max} は 16.2(kN/m²)、残留せん断応力 τ_R は 12.6(kN/m²)であったのに対し、植栽無しでの τ_{max} は 13.7(kN/m²)、 τ_R は 9.5(kN/m²)と、植栽有りの方が植栽無しに比べて τ_{max} で約 1.2 倍、 τ_R で約 1.3 倍せん断強度が増加していた。拘束圧 5.0(kN/m²)の植栽有りの条件での τ_{max} は 19.1(kN/m²)、残留せん断応力 τ_R は 14.7(kN/m²)であったのに対し、植栽無しでの τ_{max} は 16.0(kN/m²)、 τ_R は 13.3(kN/m²)と、植栽有りの方が植栽無しに比べて τ_{max} で約 1.2 倍、 τ_R で約 1.1 倍せん断強度が増加していた。拘束圧が増加するにつれ植栽の有無の差は小さくなる傾向にあり、拘束圧が大きくなると根によるせん断抵抗より基盤砂のインテロッキングによる効果が卓越してくるものと思われる。

表2に植栽の有無についてせん断特性値を比較した結果を示した。せん断応力最大時の内部摩擦角 ϕ_d は、植栽の有無によらず約 38° であったが、粘着力 C_d 、残留応力時の粘着力 C_{dr} は植栽有りでそれぞれ 14.8(kN/m²)、10.7(kN/m²)であったのに対し、植栽無しではそれぞれ 11.9(kN/m²)、7.2(kN/m²)と、植根により約 3(kN/m²)強度が増加した。

今回の試験に用いた供試体中の根の引張力は約 2.6(kN/m²)（本数：約 30 本、根の破断強度：約 25g/本として概算）であったこと、植栽有りの方が残留せん断応力も大きい値を示していたことを考慮すると、根自体は破断せず、根と土粒子間の摩擦力が十分機能していたことが分かった。

4. まとめ

基盤材に山砂を用いて草本植物の根の有無によるせん断特性の比較を行ったところ植栽を施した方が約 1.2 倍せん断強度が向上した。また、粘着力も約 3(kN/m²)増加し、植根による地盤の補強効果の程が確認された。

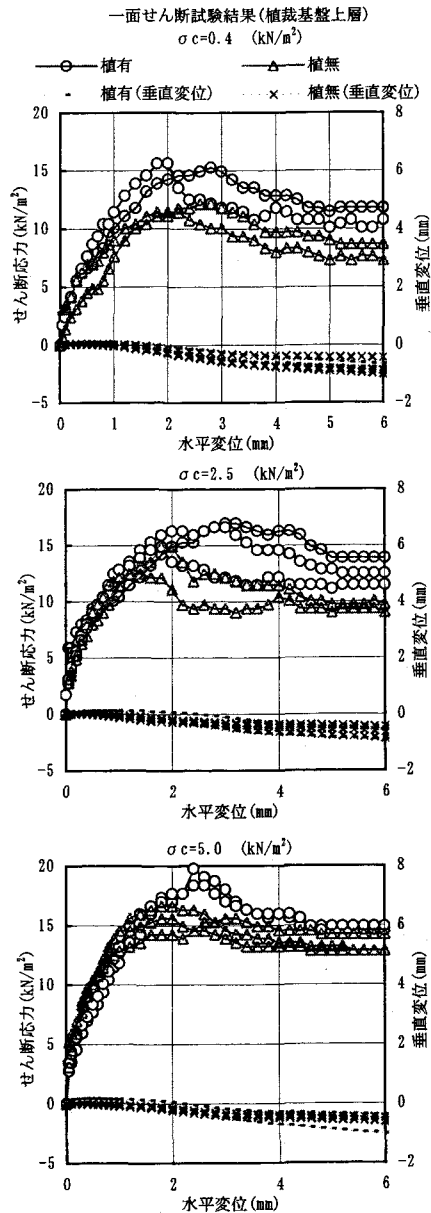


図3 基盤上層部でのせん断特性

表2 植栽の有無でのせん断特性値の比較

	ϕ_d (°)	C_d (kN/m ²)	ϕ_{dr} (°)	C_{dr} (kN/m ²)
植栽有り	39	14.8	38	10.7
植栽無し	38	11.9	49	7.2