

一面せん断試験による草本根系を含む土のせん断強度

東海大学大学院 学生会員 ○池谷 真希

東京農業大学 非会員 西野 文貴

東海大学 正会員 杉山 太宏

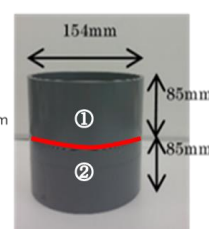
1. はじめに

法面緑化工法の目的は、雨水による斜面表層の浸食防止、修景と景観への配慮に加え、草本植物の根系による地盤の補強である。しかし、根による補強効果を定量的に評価する方法は今のところなく、調査・試験データも少ないために¹⁾³⁾、斜面の安定計算には安全側に根の補強効果を考慮していない現状にある。また、2008年に「生物多様性基本法」の施行、2015年には「自然公園における法面緑化指針」が策定されるなど、国内における生物の多様性を担保し環境保全施策の推進が義務づけられた。これに伴い、法面緑化には在来種の利用が義務付けられていたが、発芽率が低いことや生育速度が遅いことなどから、未だに外来種による緑化が行われている。本研究では、草本外来種と在来種の根系と茎葉部の成長について調べるとともに、簡易な一面せん断試験機を利用して草本根系を含む土のせん断強度について調べた結果⁴⁾を報告する。

2. 実験方法

2.1. 土試料と植物試料

土試料には、予め成分調整が行われている家庭用培養土（商品名：プランターの土）を使用した。播種して生育するための試料箱として、根系観察用には縦に2つ割りにした内径190mm、高さ505mmの塩ビ管（写真-1）を用意し、一面せん断試験用には、内径154mm、高さ85mmの塩化ビニル管を写真-2のように2つに重ねて170mmの高さとして、土試料を充てんした。

写真-1 試料箱
(試験1)写真-2 試料箱
(試験2)

植物試料には、表-1のように緑化用に使用される外来種3種類と在来種3

種類を播種して3~6ヶ月生育したものと、大学敷地内で自生した外来種2種類を一面せん断試験用の塩ビ管に乱さないように採取した。植物試料の播種ならび採取条件は表-2のとおりである。

2.2. 根系を含む土の簡易一面せん断試験

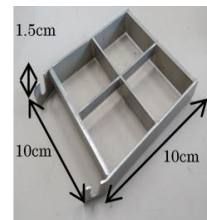
生育した植物のせん断試験を行うために、せん断時には上部の塩ビ管を外し、せん断棒⁵⁾を下部試料箱の上面まで押し入れた。せん断棒は（株）誠研舎製で、一辺が100mmの正方形で高さは15mmである。せん断試験は、せん断棒をセットした試料箱を試験機にセットした後、100mm四方で厚さ1mmの載荷板を介して4種類のおもり（荷重3.8~12.1kN/m²）を載荷後、1mm/minで水平変位15mmまでせん断し、せん断強度を求めた。

表-1 試験に使用した草本植物

植物					
名称	トールフェスク	ホワイトクローバ	メヒシバ	ヨモギ	カラムシ
備考	イネ科	マメ科	イネ科	キク科	イラクサ科
	法面緑化に用いられる 外来種		日本全国に自生する在来種		
植物					
名称	ムギナデシコ	セイタカアワダチソウ	メリケンカルカヤ	メリケンカルカヤ 採取の様子	
備考	ナデシコ科	キク科	イネ科		
	外来種	外来種：大学内に自生、土を乱さない状態で採取			

表-2 草本植物の播種ならびに採取条件

種類	植物	播種量		
外来種	トールフェスク	12粒	24粒	36粒
	ホワイトクローバ	12粒	24粒	
	ムギナデシコ	4粒	16粒	
在来種	メヒシバ	12粒	24粒	36粒
	ヨモギ	苗の状態から移植		
	カラムシ			
外来種	セイタカアワダチソウ	校内で採取		
	メリケンカルカヤ			

写真-3 せん断棒⁵⁾

キーワード：草本根系、補強効果、一面せん断試験

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1 杉山太宏 TEL：0463-58-1211（代） E-mail：sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

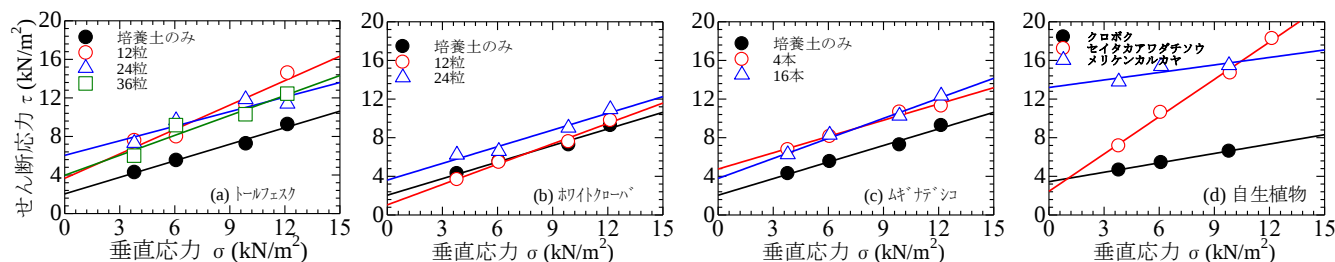


図-1 外来種のせん断試験結果

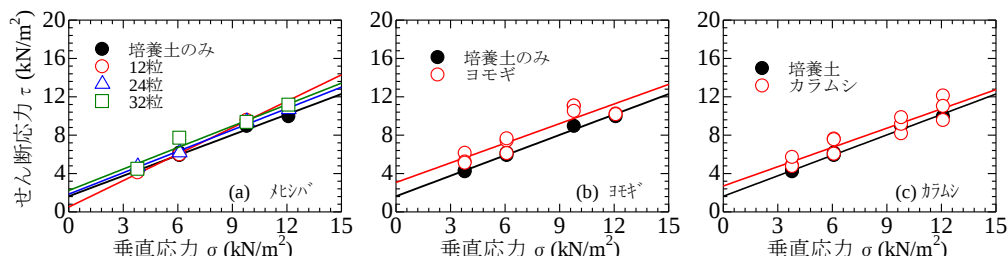


図-2 在来種のせん断試験結果



写真-4 メヒシバの6ヶ月

3. 試験結果

写真-4は、メヒシバを高さ505mmの塩ビ管で6ヶ月生育した後、土をはらい洗い落としたものである。根は試料箱の下部まで密生して伸長している。

図-1(a)～(c)は、外来種3種類の垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を播種量をパラメーターとして示したもので、図-2は在来種3種類の同関係である。また表-3には、図-1, 2から最小二乗法で求めた粘着力 c とせん断抵抗角 ϕ をまとめて示している。根系を含む土のせん断応力は、黒丸の培養土のみよりも上方に位置する結果が多く、根による土の補強効果は粘着力 c の増加として現れるということが出来る。しかし、ホワイトクローバー(12粒)やメヒシバのせん断応力には、根の効果がほとんど見出されず、この要因を言及できる根拠は今回の実験の範囲では見出せていない。

図-1(d)は、自生した外来種2種類のせん断試験の結果である。採取地の土質は「クロボク」で、これのみの結果を黒丸で示した。メリケンカルカヤの根を含む土では、育成した植物と同じく粘着力 c が約4倍に増加しているのに対して、セイタカアワダチソウでは、せん断抵抗角 ϕ が3倍程度に増加した。生物であるが故にデータのばらつきは否めないで、更にデータの収集を行い比較することが重要である。今回実施したせん断枠による簡易一面せん断試験は、根系を含む土の強度定数評価に適した試験法と考えられる。また、せん断枠のサイズを大きくすることで、現場試験にも適用できると考えられる⁵⁾。

4. まとめ

植物の根には土を補強する効果があり、主として粘着力を増加させることが確認された。斜面の安定計算を行う場合、せん断抵抗角の増加よりも粘着力の増加が安全率を高める上で効果的であると考えられる。なお、本研究の一部は戸田育英財団の研究助成金の援助を受けて行いました。ここに付して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針. pp.222-256, 2009.
- 2) 宗岡, 菅原, 山崎, 木村, 辻：法面方位の違いを考慮した2種類の外来草本植物の根系を含む土供試体のせん断特性, 日本緑化学会誌, 43(1), pp.15-20, 2017.
- 3) 杉山, 大川, 福田：根系を含む粘性土地盤材料の非排水せん断強度特性, 日本緑化学会誌, Vol.32, No.1, pp.215-218, 2006.
- 4) 池谷, 西野, 杉山：草本根系の地盤補強効果に関する基礎実験, 第14回地盤工学会関東支部発表会 Geokanto2017, CD-ROM, 2017.
- 5) Matsuoka, H. and Liu, S.H.: Simplified direct box shear test on granular materials and its application to rockfill materials, Soils and Foundations, Vol.38, No.4, pp.275-284, 1997.

表-3 c と ϕ の結果

植物名	播種量	c	ϕ
トールフェスク	12粒	3.7	40.2
	24粒	6.0	26.8
	36粒	4.0	34
ホワイトクローバ	12粒	1.2	35
	24粒	3.6	30
ムギナデシコ	4粒	4.8	34.2
	16粒	3.8	49.4
メヒシバ	12粒	0.6	37.5
	24粒	1.5	30.8
	36粒	1.9	32.6
ヨモギ	適量	3.1	29.7
カラムシ		2.9	29.2
セイタカアワダチソウ		2.5	52.2
メリケンカルカヤ		13.2	15
培養土のみ		2.1	29.7
クロボク		3.4	17.7