

大柴旦盐湖 2 种植物根-土复合体抗剪强度研究*

余冬梅¹⁾, 付江涛¹⁾, 栗岳洲¹⁾

1) 中国科学院青海盐湖研究所, 西宁, 81008;

大柴旦盐湖是柴达木盆地北部的次级山间盆地, 其矿产资源丰富, 以戈壁滩、沙丘和高山为主, 无常年性河流入湖, 年均气温 1.9℃, 年降水量 60~80 mm, 分布不均匀, 年蒸发量为 2167.1mm, 是年降水量的 24 倍多, 年日照时数为 3239.5 小时, 因此气候干旱, 形成荒漠生态环境, 伴随大量盐沼和碱滩形成。不同种植物与土体之间所形成的根-土复合体的力学效应, 同时可以提高土体强度等作用, 本项研究的开展将为盐渍土改良的机理研究以及盐湖区域生态环境的改善提供重要的理论依据。

1 植物根-土复合体抗剪强度意义

Waldron (1977) 对紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、大麦(*Hordeum vulgare*)、黄松(*Pinus ponderosa*)等 3 种植物的根-土复合体进行了原位剪切试验, 表明试样深度位置影响根-土复合体的抗剪强度, 随深度的增加, 3 种植物对边坡土体强度的增强作用均呈减小趋势, 紫花苜蓿对土体强度的加强作用较显著。Wu、Diti Hengchaovanich 通过对香根草(*Vetiveria zizanioides*)、毛花雀稗(*Dallis grass*)、白三叶草(*White Clover*)等植物根-土复合体的抗剪强度研究表明, 由于根系的加筋作用, 能明显地增大土体的抗剪强度, 单位体积内草本植物根系对土体抗剪强度的增加值是树木根系的 2-3 倍。王元战等对植物根系加筋土的剪切试验方法进行了研究, 进行直接剪切试验、原状根系加筋土三轴剪切试验、重塑根系加筋土三轴剪切试验以及重塑加筋土直接剪切试验等 4 类, 认为原状根系加筋土直剪试验和重塑根系加筋土三轴试验方法相对更适于研究加筋土的抗剪强度。张晓明等研究楠竹林典型植被覆盖区的原状土和重塑土进行了直接剪切试验, 结果表明原状土的抗剪强度随着随含根量增大而增大, 两

者之间呈线性相关, 且原状土抗剪强度大于相同干密度、相同含水量的重塑土的抗剪强度。李建兴(2013)研究香根草(*Vetiveria zizanioides*)、百喜草(*Paspalum notatum*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)等 4 种护坡草本植物的根系分布特征及其对土壤抗剪强度的影响, 研究表明根-土复合体的粘聚力和内摩擦角均随试样深度增加而降低。

2 大柴旦盐湖区两种植物根-土复合体抗剪强度

本文选取大柴旦盐湖区公路路基边坡的两种盐生植物, 分别为芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) 和披碱草(*Elymusdahuricus* Turcz.)。芦苇, 多年生, 根状茎十分发达。秆直立, 高 1-3m, 直径 1-4cm, 具 20 多节, 基部和上部的节间较短, 生于湖边、沼泽及沙地, 海拔 2000-3200m, 分布于青海等地。披碱草属于多年生植物, 须根较细, 秆疏丛, 光滑, 3-4 节, 基部节常有膝曲, 产于青海等省, 多生于山坡草地或路边, 本种性耐旱、耐寒、耐碱、耐风沙。表 1 为了探讨大柴旦盐湖区 2 种盐生植物根-土复合体试样抗剪强度指标粘聚力(c)、内摩擦角(φ)结果, 直剪试验结果表明 5 种盐生植物根-土复合体的抗剪强度指标粘聚力(c)值由大至小依次为芦苇根-土复合体>披碱草根-土复合体>素土, 内摩擦角 φ 值为 30.2~33.6°, 其变化规律不显著。

两种植物根-土复合体试样及其素土试样剪应力与剪切位移的关系如图 1 所示, 该图中曲线 P1、P2、P3、P4 分别代表试样在垂直压力分别为 50kPa、100kPa、200kPa、300kPa 等 4 种荷载作用下的剪应力与剪切位移之间关系, 也即植物根-土复合体试样

注: 本文为中国科学院青海盐湖研究所“青年引导基金”(编号 Y360441058)资助的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 余冬梅, 女, 1986 年生。硕士生, 初级研究员一级, 环境工程。Email: ydm2011@isl.ac.cn。

及其素土试样在剪切作用的初始阶段为线性关系，随着剪切过程的进行当剪切位移超出 0.1mm 时，在剪切初始阶段，剪应力与剪切位移呈线性关系，随着剪切位移逐渐增大，剪应力与剪切位移的关系则表现为非线性关系，同时在相同剪应力作用下，与初始阶段相比非线性阶段则形成相对显著的剪切位移，至剪切破坏后剪应力则呈近似为水平线，反

映出剪应力趋于稳定。例如在 200kPa 垂直压力下（即图中 P3 曲线），在剪应力达到 80kPa 时，芦苇根-土复合体的剪切位移为 0.88mm，披碱草为 1.25mm，由此可知，不同植物根系对边坡土体的加筋固土作用存在不同情况，即披碱草的根-土复合体在相同剪应力下的剪切位移较芦苇相对较大，表明披碱草的根系固土能力相对较强。

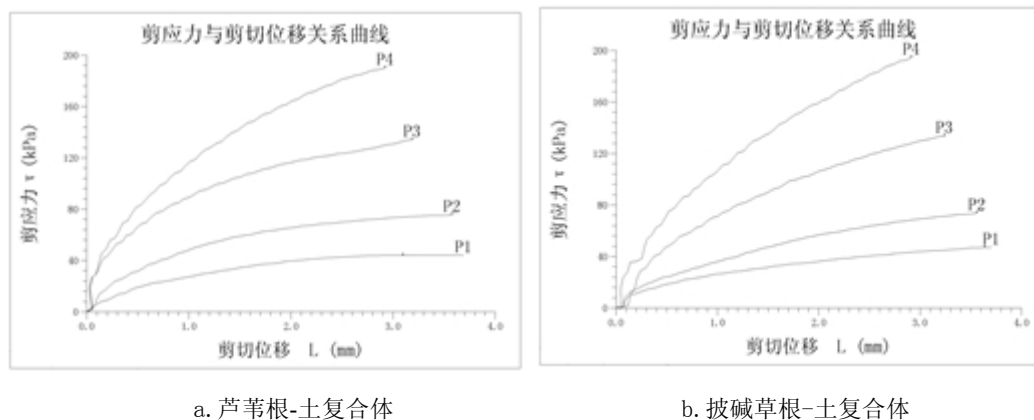


图 1 两种植物根-土复合体及剪应力与剪切位移关系

表 1 种植物根-土复合体与素土试样抗剪强度指标试验结果

| 试样类型 | 密度 ρ (g/cm^3) | 粘聚力 c (kPa) | 内摩擦角 ϕ ($^\circ$) |
|-----------|--------------------------------------|---------------|--------------------------|
| 芦苇根-土复合体 | 2.72 | 16.4 | 30.2 |
| 披碱草根-土复合体 | 2.61 | 15.9 | 30.7 |
| 素土 | 1.87 | 8.7 | 33.6 |

参 考 文 献 / References

李建兴, 何丙辉, 谌芸, 黄茹, 陶俊. 2013. 田太强不同护坡草本植物的根系分布特征及其对土壤抗剪强度的影响. 农业工程学报, 29(10):144-52.

卢获秋, 孙海龙, 李绍才, 龙凤, 罗双, 王云翔. 2012. 石质陡边坡薄层含根土体抗剪强度试验研究. 中国水土保持, (04):38-41.

王元战, 张智凯, 马殿光, 刘旭菲. 2012. 植物根系加筋土剪切试验研究综述. 水道港口, 33(04):330-336.

肖莲桂, 石明章. 2013. 大柴旦地区气候对生态环境的影响分析. 青海气象, (4): 52-54.

张晓明, 王玉杰, 夏一平, 吴云, 陈林. 2006. 重庆缙云山典型植被原状土与重塑土抗剪强度研究. 农业工程学报, 22(11):6-9.

赵可夫, 李法曾, 张福锁. 2013. 中国盐生植物 (第二版). 北京: 科学出版社, 178-452.

中国科学院西北高原生物研究所. 1999. 青海植物志 (第 4 卷). 西宁: 青海人民出版社, 4-230.

Hengchaovanich Diti. 2003. Vetiver system for slope stabilization. Proceedings of 3rd International Vetiver Conference, 301-309.

Tiemuerbieke B, Ling S, Abudushalike N. 2011. The vertical distribution law of underground biomass of reed. Agricultural Science & Technology Hunan, 12(8):1217-1220.

Waldron L J. 1977. Shear resistance of root permeated homogeneous and stratified soil. Soil Science Society of America Journal, 41(5):843-849.

Ziemer R. 1981. Roots and the stability of forested slopes. Erosion and Sediment Transport in Pacific Rim Steeplands, IAHS Publ, (132):343-361.