

植被对斜坡土体土力学参数影响的试验研究

侍 倩

(武汉大学 土建学院, 武汉 430072)

摘 要: 通过十字板剪切试验、轻便触探试验、室内含水量试验、室内直剪试验等试验手段分析了某高速公路黄土边坡的植被加强作用, 即植被对斜坡土体土力学参数的影响, 研究了两种植被区域: 狗牙根和结缕草与高羊茅混播区。并定量研究了植被根系对浅边坡的影响, 试验结果表明, 植被对浅边坡稳定性具有潜在影响。该研究对指导工程实践具有理论和实用价值。

关 键 词: 植被根系; 斜坡土体; 土力学参数; 试验研究

中图分类号: TU 411

文献标识码: A

Test research on influence of vegetation on mechanical parameters of soils

SHI Qian

(School of Civil and Architectural Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: By using vane shear test, portable sounding test, water content test and direct shear test, the strengthening effect of vegetation on the soil slope of an expressway, i. e. the influence of vegetation on mechanical parameters of slope soil is researched. The tests are done in two kinds of vegetation areas. The result indicates that the vegetation has potential influence on the stability of shallow slope. Through tests the quantitative influence of the vegetation on the shallow slope is analyzed.

Key words: root system of vegetation; slope soil; soil mechanical parameter; test research

1 引 言

当今的坡面防护方法从环保的角度可以分为两大类: 生物工程防护方法与非生物工程防护方法。过去传统的观点是重点考虑雨水的渗入量的限制, 这就导致了广泛使用刚性保护措施或者非生物防护工程。但是现在逐渐认识到, 采用某些生物防护工程技术就可以稳定这些边坡, 而不必采取更为昂贵的施工补救措施^[1]。即使对于那些必须采用施工补救工作的边坡, 用刚性保护和植被保护相结合的措施也是可行的, 而且是具有优越性的。

本文在这样的背景下进行了某高速公路边坡的生物防护工程研究, 重点阐述了生物防护边坡的根系作用大小的研究方法和使用的仪器仪表, 并研究了植被对土力学参数的影响, 同时提出了未来监测的建议。

2 研究方法

为了监测试验植被的土力学效应, 在每个季节

对土的参数进行了直接和间接的测试, 历时 2 年。其间包括安装仪器, 实施监测, 进行土力学试验^[2, 3]。

2.1 监测试验场地及仪器布置

2000 年, 在郑州一少林寺高速公路沿线的 8 标段选取了试验段, 并开始进行现场生物工程试验、观测、监测, 一直持续到 2003 年。现场为研究两种植被对 1: 2.5 的黄土边坡的影响提供了试验条件。图 1 所示为试验地点布置和植被试验区, 选取了两种植被, 一种为单播草坪草狗牙根; 另一种为结缕草与高羊茅混播。

2.2 土试样

通常用挖草皮块或做土壤剖面的方式取得土试样。具体做法是: 将草皮挖出地面, 将其一侧铲平, 观察根(根茎)分布的状况, 确定草皮层与土壤基质的界限, 并统计根的数量。从土样中, 大约每 200 mm 取一小袋样品用于实验室试验。取土后回填取土孔, 表面以余土封住。

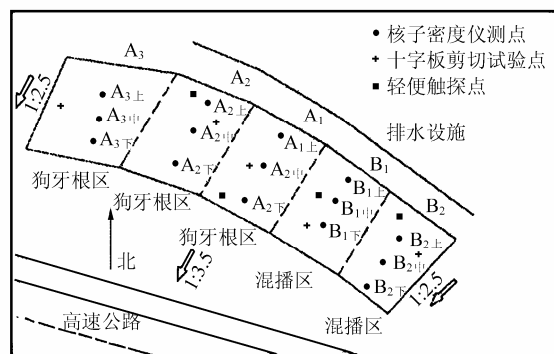


图1 实验地点和植被区及测点布置图

Fig.1 Place for test vegetation area and measure point

3 试验成果和分析

采用挖草皮块和土壤剖面的方式取样,在现场进行了植物根统计、十字板剪切、轻便触探以及室内测定含水量、室内直剪试验。试验证明,所取土样是成功的。但取土时也发现,在较硬土壤中取样时只能在大约 1.5~1.8 m 深度之内,在较软土壤中则可达 2~3 m。对两个植被试验区都作了排水处理,所得测试结果如下所述。需要说明的是,图 2~4 中的曲线并非是一个试验点的结果,它们是综合了几个试验点结果的平均值。

3.1 植被对土壤含水量的影响

植被对土壤含水量的影响见图 2。

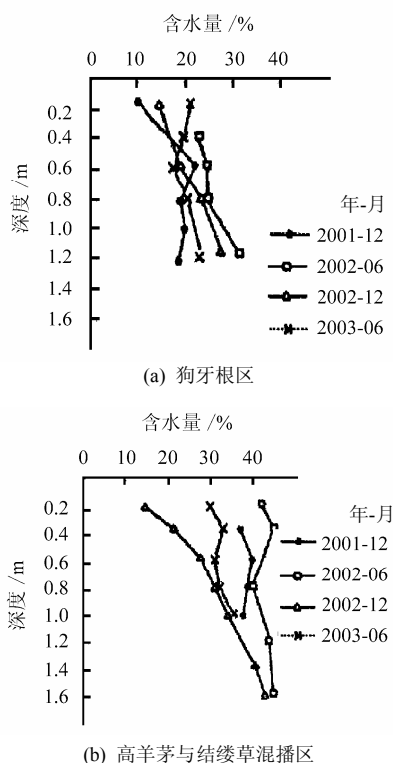


图2 植被对土壤含水量的影响图

Fig.2 Chart of the vegetation influences water content

从图可以看出:

(1) 植被对土壤含水量的影响并无明显的规律可循,这说明植被对土体含水状态的影响是多方面的,它与土质条件,土壤初始含水量,植被类型,植被根系吸水保水率、雨量、降雨强度等等因素有关^[4]。

(2) 含水量在一定深度以后趋于稳定,说明此时植被根系的影响已逐渐消失。

(3) 植被试验区显示出一定的季节性变化,即夏季含水量高于冬季的含水量,但不同的年限规律有所不同。

3.2 植被边坡的十字板试验

边坡的十字板试验成果如图 3 所示,图中标有土壤字样的斜线为无植被边坡十字板成果,其它折线为根系土。从图可以看出:

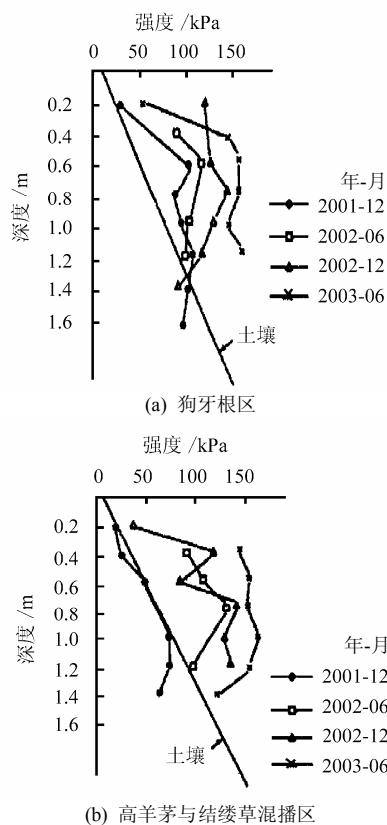


图3 十字板剪切试验成果

Fig.3 Achievement of vane shear test

(1) 有植被的斜坡十字板强度大于原状土壤的十字板强度。对于一般的饱和粘性土,其不排水抗剪强度随深度成线性增长,而有植被加强作用时不存在线性关系。

(2) 随着时间的推移,土体的十字板剪切强度逐渐增加,这与根系的发育程度直接相关。

(3) 在同一次测试中,强度与深度之间的关系并不明确,基本上强度随深度变化不大,这可能与测试深度不深 (<1.6 m) 有关。

(4) 图 3(b)中 2002 年 12 月的测试结果变化较大, 分析表明, 可能是由于未充分平整土地, 有石块的原因。

(5) 两个试验区域的试验结果差别并不明显。不同的试验方法测得的十字板剪切试验结果不同, 但它的值都比正常值高, 必须经过修正才能运用于工程实际, 见式 (1)。

$$(cu)_F = (cu)_{FV} \mu_A \mu_R \mu_V \quad (1)$$

式中 $(cu)_F$ 为现场不排水抗剪强度(工程用)(kPa); $(cu)_{FV}$ 为现场十字板剪切试验实测值(kPa); μ_A 为与土各向异性有关的修正系数; μ_R 为与剪切破坏时间有关的参数; μ_V 为与植被情况有关的参数。

3.3 植被边坡的轻便触探试验

种植有绿化植被的斜坡的轻便触探试验成果如图 4 所示。从图可以看出:

(1) 两个种植区均表现为浅层影响性;

(2) 从图可发现, 在地表下 0.2~0.4 m 深度处出现峰值(击打次数超过 40 次/300 mm), 这可能是由于探头被黄土顶端坚硬层阻碍所致, 同时在某些试验区上部存在人工不平整浅层土(0.5 m)。由此可见, 地表下 0.2~0.4 m 深处土层性质变化, 表明表土和黄土之间存在界面。

(3) 地表下一定深度处土层作轻便触探, 可发现击打次数接近原状土, 表明根系影响已很弱。

(4) 从图中还可发现, 随着时间的推移, 总体上击打次数在增大, 表明根系在逐渐发挥作用, 但两个区域之间的差别似乎无规律可循。

(5) 不论是哪个区域, 在深度 1.2 m 以下, 击打次数均小于 30 次/300 mm。

(6) 在试验期内, 植被区同样显示出季节性自然地面条件变化, 在夏季地面潮湿松软(此时为当地雨季), 冬季干燥坚实(此时为当地旱季)。虽然有证据表明在某些位置季节性变化扩展至 1.6 m 深度, 但总体上显示出季节性变化止于 1.2 m。

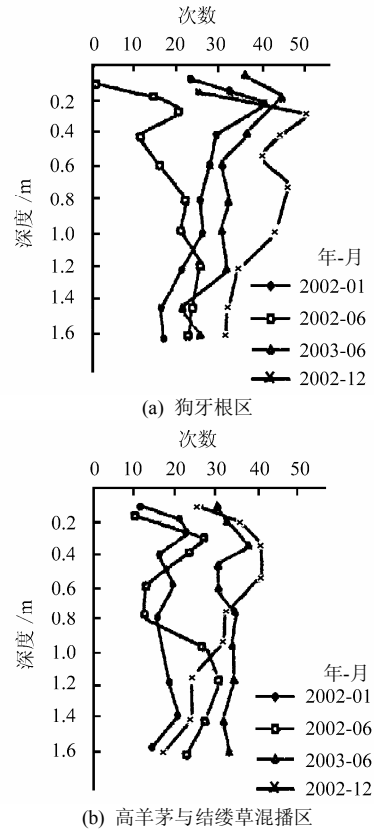


图 4 轻便触探试验成果

Fig.4 Achievement of portable sounding test

根据 N_{10} 值可评定植被边坡的承载力标准值 f_k :

$$f_k = (7 \sim 7.7) N_{10} \quad (2)$$

式中 f_k 为地基承载力标准值(kPa); N_{10} 为静力触探锤击数。

3.4 室内直接剪切试验

在进行了一些现场测试之后, 取土作了室内直剪试验, 主要目的是为了分析根与土体之间的相互作用, 选取狗牙根种植区的土样进行试验。

图 5 为种草与无草土相同深度处的抗剪强度示意图, 图中 c_v 与 c_0 分别为根系土与无草土的凝聚力。从图中可见, 根系的加筋作用是显而易见的, 但是根系几乎不能提高土体的内摩擦角, 可以忽略不计, 而凝聚力却提高很多, 其大小约为

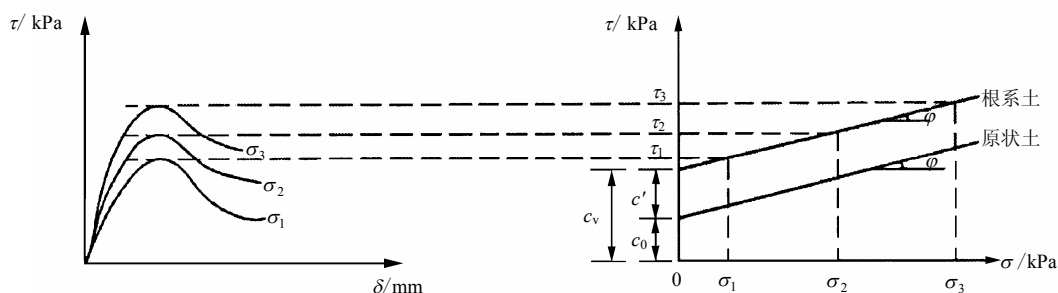


图 5 根系土室内直剪强度示意图

Fig.5 Laboratory direct shear test of root system soil

$$c' = \frac{R_T}{2\Delta H} \tan(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \quad (3)$$

式中 R_T 为草根抗拉强度; ΔH 为草根间距; φ 为土体内摩擦角。

4 结 论

(1) 根系在生长期中, 达到 1.0~1.2 m 的深度, 表明对浅边坡稳定性具有潜在影响。

(2) 根系土 (即有植被根系的土壤) 的十字板强度大于原状土壤十字板强度, 且随时间增长, 根系发育程度增加, 十字板剪切强度逐渐增加。

(3) 根系土会明显地增强土体强度, 且这个影响也主要在浅层上 (<1.2 m), 这从轻便触探试验中可以明显看出。

(4) 根系的加筋作用主要是提高土体的凝聚力而对内摩擦角影响不大。

(5) 狗牙根种植区与高羊茅结缕草混播区之间的差别, 其规律性不强。

(6) 携带取样所需器材和仪器的两人钻探小组和专业监察人员, 对试验场地的植被造成了践踏和暂时性破坏, 尤其是在土壤较湿情况下, 这种破坏尤为严重, 因此无损伤监测技术的研究和应用就极为重要, 这是有待我们改进之处。

(7) 对于植被在具体的土质条件中的生长状况, 和它对土的强度产生的影响特性予以详细记录和研究, 是下一步的目标。

(8) 将来需要在填方边坡上进一步进行植被性能试验。

参 考 文 献

- [1] Coppin N J, Richards's L G. Use of vegetation in civil engineering[J]. **CLRLA Butterworths**, 1991, 146(3): 16—18.
- [2] Green Wood J R, Morgan R P C, Short J. Bio-engineering a Field Trial at Longham Wood Cutting, M₂₀ Motorway[M]. London: CLRLA, Special Publication, 1996.
- [3] Churcher D, Green Wood J R, Morgan R P C, et al. A bioengineering demonstration trial[J]. **Proceedings of the 2nd International Conference on Landslides, Slope Stability and the Safety of Infra-Structures**, 1999, 32 (6): 32—33.
- [4] Leach G, Row S A. The role of dynamic probing in geotechnical investigations on pipelines. probing and penetration testing[J]. **East Midland Geotechnical Group**, 1995, 286(7): 210—215.

书 讯

由中国土木工程学会工程排水与加固专业委员会组织, 赵维炳教授主编的《排水固结加固软基技术指南》一书已于 2005 年 10 月由人民交通出版社出版。本书共 20 万字, 由国内长期从事排水固结工作的科研、设计、施工、检 (监) 测及生产的有关专家经过多次研讨, 分工编写而成。本书共分排水固结加固地基设计、塑料排水产品、塑料排水产品质量检验和排水固结施工与验收 4 篇内容, 系统总结了排水固结法的设计方法、产品选用标准、产品质量检测以及施工与验收等方面的技术成果, 体现了本项技术的发展现状与水平。本书在编写时注重内容的实用性, 强调为工程设计、施工服务, 具有较强的实用价值, 可供工程设计、施工人员在重点解决排水固结加固软基的技术问题时使用。同时工程排水与加固专业委员会还有部分《第六届全国工程排水与加固技术研讨会论文集》(人民交通出版社出版, 45 万字), 有需要以上书籍者 (两书共 60 元) 可与工程排水与加固专业委员会联系 (联系电话: 025-85829527, 联系人: 高长胜)。

(中国土木工程学会港口工程分会工程排水与加固专业委员会供稿)