

红层软岩坡面植被防护的相关参数研究

周立荣¹, 周德培¹, 程强²

(1. 西南交通大学 岩土工程系, 四川 成都 610031; 2. 四川省交通厅 公路规划勘察设计研究院, 四川 成都 610041)

摘要: 针对很多红层软岩地区植被护坡效果不理想这一问题, 结合重庆梁平至长寿高速公路建设, 对红层地区植被护坡所需的相关参数进行研究。该成果可为红层地区植被护坡设计提供依据, 对提高红层地区植被护坡的可靠性也有重要意义。

关键词: 岩土力学; 红层; 植被防护; 土壤结构; 团粒结构; 肥效

中图分类号: TU 473

文献标识码: A

文章编号: 1000-6915(2005)08-1407-04

PARAMETER STUDY ON SLOPE VEGETATION PROTECTION IN RED BED OF SOFT ROCK

ZHOU Li-rong¹, ZHOU De-pei¹, CHENG Qiang²

(1. Department of Geotechnique, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Sichuan Provincial Communications Department, Highway Planning Survey Design Research Institute, Chengdu 610041, China)

Abstract: Aiming at the fact that many slope vegetation protections in red bed isn't ideal, combined with the construction of express highway from Chongqing Liangping to Changshou, parameters correlated to slope vegetation protections for red bed area are studied. Some conclusions are put forward, which provide a basis for slope vegetation protection design in red bed. Also, they have significant values to improve reliability of slope vegetation protections in red bed.

Key words: rock and soil mechanics; red bed; vegetation protection; soil structure; aggregate structure; fertilizer efficiency

1 引言

红层软岩广泛分布于我国西部地区, 具有浅层稳定性差、易风化剥落的特点。在红层软岩地区开挖边坡, 若不采取坡面防护措施, 极易造成边坡水土流失及浅层坍塌等灾害。过去一般采用浆砌片石、干砌片石、喷射混凝土、灰浆抹面等工程措施进行坡面防护。近年来, 随着环保意识的不断增强, 浆砌片石、喷射混凝土等传统的“灰色”护坡技术受到越来越多的指责, 人们纷纷采用植被防护

的方法。植被防护技术把边坡防护与植被快速恢复有机地结合在一起, 既实现了边坡防护功能, 又能快速恢复被破坏了的生态环境, 是一种具有广阔应用前景的新型边坡防护技术^[1, 2]。但是, 由于植被防护技术在我国发展较晚, 尚缺乏系统深入的研究, 设计及施工技术也不成熟。特别是对于难以恢复植被的红层坡面, 这方面的经验更少。现有植被防护的工程实践表明, 红层坡面浅层稳定性差, 局部滑坡现象严重, 植被覆盖率低, 出现大面积枯黄现象。这说明, 要使红层软岩地区植被防护达到理想的效果, 必须加强研究。本文旨在研究红层软岩的

收稿日期: 2003-11-24; 修回日期: 2003-12-30

基金项目: 西部交通建设科技项目(2002-318-000-26-SF02)

作者简介: 周立荣(1973-), 女, 1996年毕业于西安建筑科技大学建筑结构工程系, 现为博士研究生、讲师, 主要从事岩土工程方面的教学与研究工
作。E-mail: sczhoulirong@sohu.com。

可耕植性参数,结合重庆梁平至长寿高速公路建设,实地取样,测试其团粒化度、酸碱性、吸水和保水性等指标,这些参数可为红层地区植被护坡设计中土质改良、植物选型等提供参考。

2 红层软岩开挖坡面风化、冲蚀特征

在重庆梁平至长寿高速公路选择2个有代表性试验工点(以下简称A、B坡),采集试样进行试验研究。这2个工点均为典型的红层软岩开挖边坡,坡面风化严重,表面为松软的风化物覆盖层,其下为岩石,裂隙发育,坡脚有大量风化崩积物。A坡开挖较早,坡面风化物颗粒较细,下部岩芯多呈碎块状和短柱状,质较软;B坡开挖较晚,坡面风化物较粗,下部岩石较完整^[3]。坡面上均有雨水冲蚀痕迹,分布有一定数量的冲蚀沟槽,在坡面上部地带,冲蚀沟槽呈“V”形下切,以细沟冲蚀为主,在中下部地带,冲蚀沟槽呈“U”形,以浅沟冲蚀为主,坡面中下部和下部为冲沟冲蚀,基本呈“U”形,但在沟槽两侧开始出现掉块、小崩塌,坡面有多处小型垮塌^[4]。A、B坡土质贫瘠,浅层稳定性差,坡面裸露,无任何植被生长。由此采集岩样所测得的有关物理力学指标有很好的代表性。

3 测试结果及分析

在A、B坡坡顶、坡中、坡脚分别采集雨前和雨后的原状试样和散体,利用所采集的岩样通过室内试验测试红层坡体浅层岩土理化指标^[5-10],主要指标有:团粒化度、pH值、肥效、保水性、吸水性、渗透性、抗剪强度指标。此外还测试了密度、含水量和比重。平均密度为 1.55 g/cm^3 ;天然含水量较低,仅为5%,降小雨后1h的测试最高值为14%,说明其失水很快;平均比重为2.7。

3.1 团粒化度

A、B坡坡体的岩样一般呈散状,能否在自然力作用下形成有利于植物生长的团粒结构,应以其团粒化度指标加以衡量。土壤中固体颗粒完全呈单粒存在的很少,一般都胶结成大小不一,形状不同的团聚体,称为土壤结构。土壤结构的类型较多,但团粒结构有利于植物生长。团粒化度的测定分干筛和湿筛2个程序进行。非水稳性大团聚体组成用干筛法测定,水稳性大团聚体组成用湿筛法测定。

由测试数据可知,非水稳性大团聚体的质量百分数可达46%,A、B坡的平均值为20%;水稳性大团聚体的质量百分数最大值为36.1%,平均值为23.7%。这些结果表明,A、B坡坡体的岩样虽然呈散粒状,但在自然营力作用下能形成一定的土壤结构。

3.2 pH值和肥效的测试结果及分析

土壤的酸碱性对植物生长影响很大,酸碱度是指土壤溶液中存在的 H^+ 和 OH^- 的量,用pH值来表示,表示土壤溶液中 H^+ 浓度的负对数,其值为

$$\text{pH} = -\lg a(\text{H}^+) \quad (1)$$

式中: $a(\text{H}^+)$ 为 H^+ 的(相对)活度,单位为 mol/dm^3 。

土壤溶液中 H^+ 浓度越大,土壤酸性越强。A、B坡的pH值为8.03~8.53,接近强碱的范围,对草坪和植物生长不利,应对这种土体加以改良使pH值达到中性,即6.5~7.5。土壤中的氮、磷、钾的含量是土壤肥力的重要指标。一般认为,土壤中速效氮的含量在20 mg/kg以下为缺乏,大于50 mg/kg则为含氮量丰富的土壤。土壤中速效氮是衡量土壤对当季草坪供氮能力的一个重要指标,大约为全氮含量的5%。土壤中氮素含量与有机质含量呈正相关,大体情况是土壤全氮含量约相当于有机质含量的8%~12%。通常认为,土壤有机质含量在2.5%以上为高量,1%~2.5%为中量,1%以下为低量。我国土壤全磷含量在0.10%以下时施磷肥有效,而在0.10%以上时效果不明显。我国土壤含磷量的范围为3~20 mg/kg。因此,适合于植物生长的土壤含磷量大约为0.1%。对钾而言,土壤全钾含量反映了土壤钾素的潜在供应能力。土壤速效钾才是当季土壤钾素供应水平的主要指标之一。全钾虽不能直接反映土壤的供钾水平,但是如果低于2%时,草坪植物就会发生缺钾现象。全钾含量高的土壤不一定供钾能力强,对于草坪植物而言,土壤供钾能力一般是指土壤中速效钾含量和缓效钾储量及其释放速度。土壤速效钾约占全钾量的1%。土壤速效钾含量与草坪植物生长关系的临界指标为:50 mg/kg以下属低含量,不施钾肥可能出现明显的缺钾症;50~100 mg/kg为中量,一般情况下施用钾肥都有不同程度的增产效果;高于100 mg/kg为高量,施用钾肥一般无效果。这2个工点的有机质含量不足1%,平均全氮含量为0.0406%,因此,速效氮含量为20.3 mg/kg,属于低含量。A、B坡的平均全磷含

量为 0.069 2%，低于 0.10%，也属于低含磷的土壤。其平均全钾含量为 0.488%，低于 2%，属于缺钾土壤。按土壤速效钾约占全钾量的 1% 计算，其速效钾的含量为 48.8 mg/kg，也低于 50 mg/kg 的低含量。

综上所述，A、B 坡的土壤偏强碱性，有机质含量低，肥效不足，氮、磷、钾含量低，属于非耕植土，需改良才能满足植物生长。

3.3 保水性

由图 1 可知，坡脚和坡中的土样饱水以后，在自然条件下水分散失很快。对于坡脚的土样，大约 100 h 后其含水量就由 27% 降到 7%，以后则维持在 6% 不变。对于坡中的土样大约在 150 h 以后，其含水量就由 38% 降到 9%，以后也基本维持在 6% 不变。因此，A、B 坡坡体浅层土保水能力很低，不能满足草坪植物生长的要求。

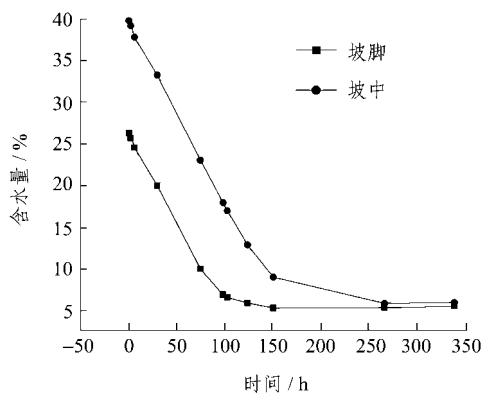


图 1 保水性曲线

Fig.1 Variation curves of soil water holding capacity with time

3.4 吸水性

由图 2 可知，A、B 坡的土样的吸水能力很强，在短时间内就能吸足水分。即在侵水后大约 800 s 内就能吸足水分，以后则维持不变。说明这 2 个工点的浅层土体在下雨时，很快就能吸足水分，但在雨停后又很快失水。此种土壤不利于植物生长。

3.5 渗透性

土样的渗透系数较大，在 $(8.08 \sim 8.18) \times 10^{-4}$ cm/s 范围内，平均为 8.15×10^{-4} cm/s。这说明这种土的孔隙率较大，空隙多，有利于植物根系的呼吸。

3.6 抗剪强度指标

抗剪强度指标测试结果显示：内摩擦角随含水

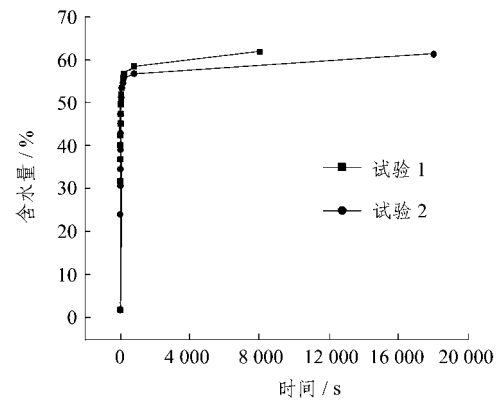


图 2 吸水性曲线

Fig.2 Variation curves of soil absorption capacity with time

量的增加而逐渐减小；粘聚力随含水量的增加而逐渐增加，然后随含水量的增加而逐渐减小，大约在含水量为 12% 时，粘聚力 c 有最大值。此后随含水量的增加，土体的抗剪强度指标 c ， φ 值降低很多。例如 15% 时， c 值为 34.44 kPa， φ 值为 26.57°；但在含水量为 25% 时， c 值降低到 9.84 kPa， φ 值仅为 7.01°。 c 值减少了 24.60 kPa， φ 值减少了 19.56°。因此，A、B 坡的浅层土体在受雨水侵蚀时，会因抗剪强度急剧下降而造成浅层滑坡破坏。

4 结 论

通过对红层地区植被防护的参数进行研究，主要得到以下结论：

(1) A、B 坡岩土样的非水稳性大团聚体的质量百分数最大值为 46%，其平均值为 20%；水稳性大团聚体的质量百分数最大值为 36.1%，其平均值为 23.7%。结果表明，A、B 坡的岩样虽然呈散粒状，但在自然营力作用下能形成一定的土壤结构，也能和客土融合，从而为植物提供生长条件。

(2) A、B 坡的平均全氮含量为 0.040 6%，速效氮含量是 20.3 mg/kg，属于低含量；平均全磷含量为 0.069 2%，低于 0.10%，属于低含磷的土壤；平均全钾含量为 0.488%，速效钾含量为 48.8 mg/kg，属于低钾含量的土壤。因此，A、B 坡的氮、磷、钾含量低，肥效不足。另外土壤偏强碱性，有机质含量也低，属于非耕植土，需改良才能满足植物生长。

(3) 坡体土样空隙多，渗透系数较大(平均为

8.15×10^{-4} cm/s), 有利于植物根系的呼吸。能在短时间内(约 800 s)吸足水分, 但饱水以后, 在自然条件下水分散失很快, 大约 100~150 h 后, 其含水量就由 27%, 38% 降到 7%, 9%, 以后则维持在 6% 不变。因此, A, B 坡坡体浅层岩土保水能力很低, 不能满足草坪植物生长的要求。

(4) 坡体岩土样的抗剪强度随含水量的增加抗剪强度指标 c , φ 值降低很多。例如, 15% 含水量时坡中土 c 值为 34.44 kPa, φ 值为 26.57° ; 但在 25% 含水量时 c 值降低到 9.84 kPa, φ 值仅为 7.01° 。 c 值减少了 24.60 kPa, φ 值减少了 19.56° 。因此, A, B 坡坡体的浅层土体在受雨水侵蚀时, 会因抗剪强度急剧下降而造成浅层滑移破坏。在进行植被护坡时应考虑此种情况, 采取适当措施加以防范。

参考文献(References):

- [1] 张俊云, 周德培, 李绍才. 岩石边坡生态护坡研究简介[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 36-38. (Zhang Junyun, Zhou Depei, Li Shaocai. Brief introduction of study on slope eco-engineering for rock slope protection[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2000, 20(4): 36-38. (in Chinese))
- [2] 周跃. 土壤植被系统及其坡面生态工程意义[J]. 山地学报, 1999, 17(3): 224-229. (Zhou Yue. Some understanding about soil-vegetation and slope eco-engineering[J]. Journal of Mountain Science, 1999, 17(3): 224-229. (in Chinese))
- [3] 罗斌, 胡厚田, 卢才金等. 清连公路沿线坡面冲刷研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2000, 11(1): 66-69. (Luo Bin, Hu Houtian, Lu Caijin, et al. Study on slope surface erosion along Qinglian highway[J]. Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2000, 11(1): 66-69. (in Chinese))
- [4] 钟凯, 刘爱萍, 谢强. 红层边坡风化剥落过程的调查与试验研究[J]. 路基工程, 2000, 11(4): 53-56. (Zhong Kai, Liu Aiping, Xie Qiang. Investigation and test study on weathering process of red bed slope[J]. Subgrade Engineering, 2000, 11(4): 53-56. (in Chinese))
- [5] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1980. (Naijin Agricultural Institute. Agricultural Chemical Analysis of Soil[M]. Beijing: Agricultural Press, 1980. (in Chinese))
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. (Nanjing Soil Research Institute, Chinese Academy of Sciences. Physicochemical Analysis of Soil[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1978. (in Chinese))
- [7] 李笃仁, 黄昭愿. 实用土壤肥料手册[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1989. (Li Duren, Huang Zhaoyuan. Practical Handbook about Soil Fertilizer[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1999. (in Chinese))
- [8] 黄必志, 曹文波, 陈佐忠. 草坪营养与施肥[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999. (Huang Bizhi, Cao Wenbo, Chen Zuozhong. Nutrition and Fertilizer of Lawn[M]. Beijing: China Forestry Press, 1999. (in Chinese))
- [9] 中华人民共和国国家标准编写组. 土工试验方法标准(GB/T 50123-1999)[S]. 北京: 中国计划出版社, 1999. (National Standards Compilation Group of People's Republic of China. Standard for Soil Tests Method(GB/T 50123-1999)[S]. Beijing: China Planning Press, 1999. (in Chinese))
- [10] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述[M]. 北京: 中国标准出版社, 1996. (Liu Guangsong. Soil Physicochemical Analysis and Section Description[M]. Beijing: Standards Press of China, 1996. (in Chinese))