

小流域治理中现浇绿化混凝土的植物生长研究

孙金伟, 孙蓓, 许文盛, 张文杰, 李昊

(长江科学院水土保持研究所, 湖北武汉 430010)

摘要:选取湖南省岳阳市汨罗江和湘江的现浇绿化混凝土护坡为研究对象,通过对比现浇绿化混凝土上不同播种方式下植物根系特征和抗冲刷状况,分析不同播种方式对植物生长的影响;比较马尼拉和狗牙根两种草本根系长度的差异,探讨现浇绿化混凝土上植物的筛选。研究结果为后续绿化混凝土的应用和植物的种植奠定基础。

关键词:绿化混凝土;小流域治理;植被生长;根系

中图分类号:S157.2

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2017)S1-0153-02

当前,我国正在大力推进城市化建设进程,水利水电建设、道路建设等快速实施,越来越多的工程活动涉及边坡工程,边坡治理问题突出。传统的岩土工程产生“白色污染”,大量侵占了绿化面积,损坏了原有的环境景观,使生态失去了平衡。为了解决混凝土“白色污染”的问题,加快发展绿色环保的护坡技术成为推进生态文明建设的重要需求。绿化混凝土护坡作为一种新型护岸形式,具有恢复和保护环境、改善生态条件、保持原有防护的功能。绿化混凝土护坡中大量地采用根系发达的固土植物,在水土保持方面也具有很好的效果,护岸的抗冲性能大大加强。关于绿化混凝土的研究,最早始于日本,20世纪90年代提出了无砂混凝土,后续绿化混凝土研究取得的成果广泛应用于住宅区、河流护岸、公路护坡、休闲绿地和停车场等^[1]。有学者对绿化混凝土在河道护岸中的应用进行了研究,认为在绿化混凝土上生长的植物,长势良好,当遇到积雪融化和暴雨集中的情况下,绿化混凝土还能表现出较强的抗冲刷能力^[2]。还有学者尝试通过绿化混凝土技术实现“水相和陆相”以及“水相和气相”之间的相互关联^[3]。韩国最初研制的绿化混凝土仅适用于较缓边坡,抗冲刷能力较低,目前也积极进行绿化混凝土技术的探索研究^[2]。

近年来,我国绿化混凝土开发和应用越来越受到重视,关于绿化混凝土研制技术及其应用的研究逐渐展开^[4]。盐城工学院和南京工业大学研制以煤灰为主要原料配制了低碱度的生态混凝土,粉煤

灰可掺量达到65%~70%,且满足低碱度、多孔的要求,为植物生长提供条件^[5]。陈迎^[6]对比分析了4种植物在绿化混凝土中的生长状况,分析了根系的力学特征对绿化混凝土的影响。施朱峰^[7]根据江苏的土壤和气候条件,筛选出5种适合推广的生态护坡模式,并将生态护坡技术应用到小流域的综合治理中。李志安^[3]进一步对板块的外框构成、板块强度、适生植物及板块制作和防护等进行研究,并研制出了适用的轻便型板块的制作机具。张朝辉^[8]对多孔混凝土的碱性物质来源和植物的选择原则进行了分析。总的来说,国内绿化混凝土技术仍属于新兴技术,绿化混凝土护坡技术及混凝土上植物种植的研究仍较缺乏,关于绿化混凝土适生植物品种的筛选等问题也有待进一步研究。

本研究选取湖南省岳阳市汨罗江和湘江的现浇绿化混凝土护坡为研究对象,对比现浇绿化混凝土上不同播种方式下植物根系特征和抗冲刷状况,分析不同播种方式对植物生长的影响,比较马尼拉和狗牙根两种草本根系长度的差异,探讨现浇绿化混凝土上植物的筛选,以为后续绿化混凝土的应用和植物的种植奠定基础。

1 试验方法

植物的种植选取了两种方式:铺植草皮和撒播草籽,撒播草籽时现浇混凝土表面的覆土分别试验了0.5 cm和5 cm两种营养土层厚度。分别针对草皮铺植区、0.5 cm厚营养土层草籽撒播区和5 cm厚

营养土层草籽撒播区进行取样,取样时间为 11 月上旬和中旬。

取样时为避免取样区混凝土的整体性遭到大范围破坏,先按照拟取样品的尺寸,用切割刀将混凝土样品四周生长的草割除,再将相应的覆土清除,四周留出宽约 5 cm 的作业沟;然后利用冲击电钻对试块四周进行人工切割,待切割完成后将试块侧翻,进行根系的现场测试。混凝土样品的尺寸为长 90 cm、宽 37 cm,厚度为现浇绿化混凝土的厚度。测试根系密度时,在样品上选择长 10 cm、宽 10 cm 的典型区域,利用钢卷尺测量该区域内植物根的长度,并统计区域内植物根的数量,每一个样品重复 3 次取平均值。测试根系直径时,在样品上选择长 10 cm、宽 10 cm 的典型区域,将该区域内所有的根用剪刀剪出,用塑料袋密封后带回实验室,用游标卡尺测量每一个根头部、中部及底部的直径,取平均值即为该根的直径,每一个样品重复 3 次取平均值。

试验采用循环供水系统,水流流速通过水塔(即进水池)加压以孔口出流的方式实现控制,流量则通过阀门进行人工调节。试验前,先通过阀门调节水塔内水位(即水压),同时控制下游的尾门,进而调节水流的流速。水流流速控制分为 5 级:1 m/s、2 m/s、3 m/s、4 m/s、5 m/s,在水塔上记录每一级流速所对应的水位,并进行标记,以备后续试验时可重复调节。流速测量采用电子流速计进行。试验过程中,将流速由 1m/s 逐级升至 5m/s,每级流速持续 0.5h 以上,测量每一级流速下样品首部(断面 1)、中部(断面 2)及尾部(断面 3)的表层流速、平均流速及底部(植物-水面交界处)流速。

2 结果与分析

2.1 草种植方式对草种生长的影响

通过草皮铺植和不同厚度营养土覆盖下播撒草籽 3 种模式下的根系密度、长度和直径,分析草种的种植方式对植物生长的影响,试验结果见表 1。由表 1 可见,以铺植方式种植的草本植物均未穿透混凝土,混凝土底部未见草根,而播撒草种的方式则能够穿透混凝土。对于 0.5 cm 厚营养土撒播的草籽,其平均根系长度比 5 cm 厚营养土撒播的草籽长,但是其平均根系密度却相对小一些。对于草根的总长度(根系密度与平均根系长度的乘积)而言,0.5 cm

表 1 现浇绿化混凝土植物根系特征

种植类型	根系密度/ (根·m ⁻²)	根系长度/ cm	根系直径/ cm
草皮铺植	—	—	—
0.5 cm 厚营养土撒播草籽	1767	4.5	0.10~0.35
5 cm 厚营养土撒播草籽	1867	4.1	0.08~0.31

厚营养土大于 5 cm 厚度的营养土。0.5 cm 厚营养土草根的直径高于 5 cm 厚度的营养土。

试验结果中 0.5 cm 厚营养土撒播草籽下根的长度较草皮铺植和 5 cm 厚营养土撒播草籽的高,说明混凝土表面生长的植物,一旦穿透混凝土,其生长期间的养分主要来源于混凝土下部的土壤,营养土覆盖过厚无益于草本植物的生长。此外,根据对两种种植方式下根直径的分析,说明植物根系在 3 mm 左右时可以在绿化混凝土中较好地生长。

2.2 不同种植方式下绿化混凝土块抗冲刷能力的差异

现浇绿化混凝土铺设在天然河道岸坡时,受边坡切应力的影响,岸坡处的流速很少能够达到 5 m/s。本次试验的冲刷试验中并未考虑试验比尺的影响,因此将冲刷试验的最大流速设为 5 m/s。表 2 为持续冲刷 3 h 后现浇绿化混凝土样品的草、营养土和混凝土的存留情况。可以看出,随着高速水流持续冲刷,草皮铺植的草和土均被冲走;覆土撒播草种植的现浇绿化混凝土表面的营养土逐渐被水流冲蚀,但由于撒播的草已经将根扎进混凝土体内部,或穿透混凝土体,因此混凝土表面种植的植物并没有被高速水流冲毁。另外,在整个试验过程中混凝土样品均未因冲刷而被破坏。

表 2 持续冲刷 3h 后现浇绿化混凝土样品的草、营养土和混凝土的存留情况

种植方式	草	营养土	混凝土
草皮铺植	无	无	完好
0.5 cm 厚覆土撒播草籽	基本完好	无	完好
5 cm 厚覆土撒播草籽	基本完好	无	完好

在绿化混凝土上用覆盖营养土播撒草籽的方式进行种植,植物的抗冲刷能力更好,可能是因为穿透混凝土的草本植物的根扎入土壤,抗蚀能力增加的结果。混凝土层冲刷后均完好,说明本项目推广的现浇绿化混凝土护坡至少可承受 5 m/s 高速水流的冲刷。实际中现浇绿化混凝土护坡或可承受更高流速的冲刷,但由于试验条件限制,无法做进一步验证,其破坏的极限流速还需要做进一步的研究。

2.3 绿化混凝土上不同草种根长的差异

对覆土厚度为 5 cm 的绿化混凝土块上的马尼拉和狗牙根分别测定穿透混凝土后的平均根长,结果表明,马尼拉未穿透绿化混凝土层,而狗牙根的根已穿透绿化混凝土,且平均根长达 4.3 cm。相同覆土厚度下,狗牙根穿透混凝土后的平均根长明显高于马尼拉,这说明狗牙根对绿化混凝土块护坡的加固效果会更好,后续现浇绿化混凝土护坡的应用中更适合选取该草种进行种植。(下转第 158 页)



(a) 治理前



(b) 治理后

图2 蒲河平罗段治理前后对比



(a) 治理前



(b) 治理后

图3 蒲河新民段治理前后对比



(a) 治理前



(b) 治理后

图4 蒲河辽中段治理前后对比

6 结 语

蒲河生态廊道的建设是以沈阳之“虹”作为核心理念,实施蒲河生态系统修复,建设自然景观环境,打造了“一河三湖多湿地、两岸六区十八景”的景观生态河流,并在治理中出色完成了“增水、扩绿、通路、治污、扩展、添彩”6方面的任务。

目前蒲河城市、城镇段已经形成了较为完整的河道生态景观体系以及较为完善的生态管理模式,下一步将根据治理经验,在继续加强综合整治的同时,着力抓好新城、新市镇建设,不断加大沿线村屯改造力度,最大限度地提升蒲河生态廊道建设的生态效益、经济效益和社会效益。

(收稿日期:2017-11-20 编辑:彭桃英)

(上接第154页)

3 结 论

a. 在绿化混凝土上用覆盖营养土进行草籽播种的方式更有利于草本植物的生长,且营养土的覆盖不宜太厚,否则会影响草本植物根系的生长。

b. 在绿化混凝土上用覆盖营养土播种草籽的方式进行种植,植物的抗冲刷能力更好。

c. 狗牙根较马尼拉更加适合在现浇绿化混凝土上生长,对绿化混凝土块护坡的加固效果会更好,后续现浇绿化混凝土护坡的应用中更适合选取该草种进行种植。

参考文献:

- [1] 周锡玲,张胜. 绿化混凝土制备及应用技术[J]. 粉煤灰, 2010, 22(2):42-44.
- [2] 聂丽华. 绿化混凝土的植物相容性与生物学特性的研究[D]. 福州:福建农林大学, 2008.
- [3] 李志安. 基于绿化混凝土的水岸生态防护技术研究[D]. 大连:大连理工大学, 2014.
- [4] 李仁. 底柱表孔型现浇绿化混凝土在黑臭河道治理工程中的应用[J]. 水利技术监督, 2014(1): 59-60.
- [5] 奚新国,倪亚茹,许仲梓,等. 低碱度生态混凝土的初步研究[J]. 建筑石膏与胶凝材料, 2003(3): 40-41.
- [6] 陈迎. 植物与绿化混凝土的相容性[D]. 镇江:江苏大学, 2013.
- [7] 施朱峰. 小流域综合治理生态护坡的应用[J]. 现代农业科技, 2014(9): 241-242.
- [8] 张朝辉. 多孔植被混凝土的研究[D]. 重庆:重庆大学, 2006.

(收稿日期:2017-09-15 编辑:王 芳)