

长江堤防加固工程中的一些技术问题

包承纲¹,唐燕燕²

(1.长江科学院,湖北 武汉 430010; 2.长江水利委员会国际合作与科技局,湖北 武汉 430010)

摘要:叙述世界银行参与投资的长江干堤加固工程项目中近期存在的一些技术问题,包括排水与反滤的设置、护坡垫层质量、护坡与护岸的连接、草皮护坡的应用、无纺土工布作为反滤层和抛石体下铺垫土工布软体排等,这些问题的存在将影响堤防的长期安全运用,增加投入.文章对这些问题进行了分析,建议对尚在施工的加固工程加强管理和监督,同时有必要对地方水利技术人员加强水利工程知识的培训.

关键词:长江堤防;排水反滤;垫层;土工无纺布;草皮护坡;土工布软体排

中图分类号:TV871

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2004)02-0041-03

2001年至2003年,笔者有幸参加了世界银行贷款项目“长江堤防加固工程”专家组的工作,对有关的长江堤防加固情况进行了几次检查.在检查中我们听取了有关工程负责人的介绍,视察了工程现场,与技术人员进行讨论,翻阅了有关资料,对工程有了一个概略而全面的了解,从中学到了不少好的经验.同时,我们也感到尚有一些比较重要的而且有一定普遍性的问题存在,这些问题的存在将会影响堤防的长期运用效果.

1 排水和反滤的设置

众所周知,任何水工建筑物的设计都应遵循“上堵下排”的原则.对于“堵”,绝大部分技术人员都十分注意,他们在防渗措施上富有经验,故这方面出现的问题较少.在长江堤防加固实践中也是这样.但是对于“排”的问题,情况就大不一样,在为什么要“排”,如何“排”,采用什么措施“排”等方面的认识比较模糊,有些排水措施欠妥当,也存在做表面文章的现象.这些存在的问题会给工程安全带来隐患^[1].

举一个例子.有一次专家组在一个外形美观的堤段背水坡上,听一位堤防加固工程负责人介绍,这个背水坡的护坡原设计为干砌石护坡,但因石块过小,不合要求,承包商为了避免返工重修,主动提出愿意将干砌石护坡改为浆砌石护坡且不要增加工程费用,于是下游护坡就成为不透水不透气的刚性护坡.实际上没有排水孔的封闭式下游护坡会影响堤内水分(上游渗水或雨水入渗等)的排出,不利于堤

坡稳定,并且刚性的护坡也不能很好地适应堤防的变形.又例如,有一次参观一个纸厂时,发现江边的挡土墙墙后直接回填了粘土,而墙背没有任何排水措施.问及有关情况,一位技术负责人回答:这里渗水量不大,不设不要紧.他忘记了这里设排水的目的,不仅是为了排出水量,更重要的是降低孔隙水压力,减小作用于墙背的推力.

更为普遍存在的是坝上、下游的预制混凝土块(板)护坡不开排水孔,有的地方在某些混凝土块上留了一个孔,但有些孔已被堵塞,生长了植物,有的根本不透水,水在孔内积聚,这些现象都说明有关人员对护坡为什么要设排水孔缺乏理解.对于一些重要的需设置反滤层的部位(如堤防下游坡脚附近),或者减压井滤水管外包的反滤层等是否按设计的要求正规地设置(如反滤料的级配是否合格,层厚是否足够,有无漏铺的部位等),因未能直接看到,不好评论,但有必要提请建设与管理单位加强检查监督,防患于未然.

从这些情况看出,相当一部分水利技术人员对于排水和反滤问题在概念上和认识上尚有不清楚的地方,而且这种问题不是个别地存在,应当引起有关主管部门的重视.

2 护坡垫层的缺陷

目前长江堤防加固设计中的通常做法是采用由碎石和石屑(或小石)两层组成的垫层,各层的厚度为7~8cm,总厚在15cm左右,其上再铺砌预制六角形

混凝土块.但是在实际施工中一些垫层未能达到上述要求,许多地方垫层的实际总厚度还不到 10 cm.我们看到有一个堤段的上游面,垫层的碎石甚至还未将堤防的土面全部盖住,远远望去,坡面上白一块(碎石),黑一块(土层),黑白分明.而且有的地方仅铺一些碎石,没有小石或粗砂,这样,碎石就很容易埋入土中,起不到垫层的作用.应当指出,垫层是护坡的重要组成部分.上游护坡往往要经受双向渗流的作用,当波浪来回冲击时,有一种对坡面反复撞击和抽吸的作用.如果没有垫层或垫层质量不好,坡面表土的细颗粒会被冲蚀,并掏刷出来,从而危及护坡和堤坝上游面的安全.同时垫层还有助于堤坡表面的找平,使护坡、垫层和土面更密切地贴合,加强护坡的整体性.

存在这方面问题的主要原因,一方面是施工管理和监督不严,同时也表明对垫层的重要性和作用缺乏足够的认识.

3 护坡与护岸的连接

在长江某些堤段上发现护坡工程与护岸工程之间有裂缝存在^{①②},这可能是护岸工程的下挫造成的,也可能是护坡与护岸的连接方式不当造成的.应当指出,这种裂缝的存在是危险的.当江水较高时,水会直接灌入护岸结构中;当江水消退时,若护岸排水不良(这种情况很可能存在),则护岸很可能在渗透水压力作用下发生滑塌.有的堤段在护坡的坡脚与河岸交接处设置了浆砌块石墩子,估计其目的是为了给护坡以支撑,使护坡更加稳定.但不少堤段这样的浆砌石墩没有任何排水通道,这样会使堤坡垫层中的渗水积聚在护坡的坡脚处,其后果是石墩加固了堤坡坡脚,但封住了护坡的排水出路,对护坡稳定反而不利.这个问题与前面提到的排水方面的问题是一致的.

4 尽可能采用生物护坡

长江堤防护坡的坡面多采用预制的六角形混凝土块,也有些地方采用砌石.他们认为,这样的护坡美观又牢固.只有少数堤防的背水坡采用了草皮护坡,但其中有些移种的草皮仅虚浮于坡面土上,效果欠佳.在我们看过的草皮护坡中,岳阳堤防某些堤段除在背水坡的堤顶附近用了一点块石护坡外,其下的大块护坡均采用了培植良好的草皮护坡,犹如绿茵地毯,相当好看.但用得不多.

在当前大家都很重视环境的情况下,在堤坝水上部分也应尽可能采用生态护坡.为了更好推广草皮护坡,国内外已研究出不少种植草皮的新技术,如三维土工网垫等已在三峡工程一些土坡和岩坡上应用.近来长江科学院土工所又研究出土工合成草毯的新技术,草毯的形状如同地毯,厚 2 ~ 6 mm.草籽已在工厂生产时置于土工无纺布中,买来后可直接铺在坡面上,十分方便灵活,绿化效果好,成活率高.若配合采用一些简单的坡面固定措施,护坡效果更好.这种草毯已获国家专利^[2].

草皮护坡还可以对水体起到净化的作用.经验表明,与草皮土坡直接接触的水体比较清洁干净,而用混凝土或石块护坡的水体则容易受到污染.

5 采用无纺土工布作为反滤层

不管在临时工程上还是永久性的涵闸或土堤上,都广泛应用无纺土工布代替传统的粒状材料反滤层.长江堤防上也有不少地方应用.但对于这种材料,不少人总还是心存疑虑.因为在有些无纺布的应用中发生了淤堵、上浮等现象,影响效果,这种情况是很值得研究的.据初步分析,发生淤堵的地方往往选材不当,土工布的等效孔径 O_{95} 与被保护土的粒径的关系不符合要求,等效孔径 O_{95} 过小.某些选择土工布等效孔径的公式过多地注意了阻土作用,故计算的等效孔径 O_{95} 过小,使土中的极细颗粒被带至无纺布的表面积聚起来,形成“土饼”,大大地减小了土工布的透水性,并使反滤层承受过大的渗水压力,从而把反滤土工布顶起.事实上,反滤层并不要求起完全阻土作用,它只要保证土中起骨架作用的颗粒不流失即可,而大约占总土重 15% 左右的细粒被带起不仅没有坏处,可能还能增加反滤层的透水性,不会影响工程安全.国外在类似的工程实践中趋向于放大等效孔径的尺寸,美国有不少工程选用的 O_{95} 在 0.2 mm 左右,而我国不少工程所用的土工反滤布的 O_{95} 常为 0.08 ~ 0.10 mm,与被保护土的级配不匹配^[3].

除此以外,在使用前有必要对选用的土工布反滤材料进行试验验证.

6 抛石体下铺垫土工布软体排

抛石护岸有悠久的历史,且具有某些优点,其效果也是肯定的.但它的料源有限,与保护环境的目的相悖,尚有改进的余地.目前有人建议先铺垫一层土工布再抛石,这样可以防止块石的流失,有助于加强

①长江干堤加固项目.国际技术专家组技术审查报告第 2 号.国际技术专家组,2002-06-23.

②长江干堤加固项目.国际技术专家组技术审查报告第 3 号.国际技术专家组,2003-03-09.

抛石体的整体性,提高其抗冲效果。

据了解,长江水利委员会有关方面在石首市北门口堤选了一段 490 m 长的堤防进行抛石下垫布的试验。中国水利水电科学研究院和江西省水利勘测设计院在江西棉船洲崩岸整治试验工程中对下垫土工布软体排的抛石护岸进行了试用,并进行了模型试验研究(中国水利水电科学研究院,等.江西省棉船洲铁塔段崩岸整治试验工程鉴定材料,2002)。成果表明,对于坡度为 1:2.5 的岸坡,当放水 48 h 后,垫有土工布的抛石护坡没有发生崩岸,而对于单纯抛石护岸,则在放水 32 h(相当于原型 32 d)后,局部地段就开始出现塌坍变形;对于坡度为 1:2.0 的岸坡,两者的差别更加明显。如果块石的抛投不均匀,则差别更大。纯抛石护岸在 7 h 和 18 h 后发生崩塌并迅速扩大,而有土工布软体排的抛石则情况正常。

当然铺土工布软体排会给施工增加麻烦。要在流速 3~4 m/s 的情况下将土工布和石块抛至水下 30~40 m 深处在施工上确有困难。在上述棉船洲的试验工程中采用了一些可行的办法,他们在软体排上设置带有格框形的充砂肋条,有助于软体排自身在水下的稳定,同时在施工机具上也有一些改进(中国水利水电科学研究院,等.江西省棉船洲铁塔段崩岸整治试验

工程鉴定材料,2002),相信这方面的问题可以在实际中逐步积累经验予以解决。此外,设置土工布软体排会增加投资,但抛石的厚度可酌情减薄。据实践,增加的投资不会很多。这种方法可以在今后护岸(护坡)中继续使用。

上述现象虽然是局部的,但若不加以注意,可能在堤防运用几年后出现问题,故应予以关注。在此我们建议,一方面对尚在施工的工程加强施工管理和监督,对已经完工的堤防在这些薄弱环节上加强监察,及时发现,及时修补;另一方面,有必要加强对地方水利技术干部的培训,使他们真正了解排水、反滤、垫层等堤防建设方面的知识,弄清有关概念,从根本上解决问题。

参考文献:

- [1] 董哲仁.堤防除险加固实用技术[M].北京:中国水利水电出版社,1998.
- [2] 许季军.土工合成草毯[P].中国专利:346445,1999-08-28.
- [3] 包承纲.堤防工程土工合成材料应用技术[M].北京:中国水利水电出版社,1999.

(收稿日期:2003-10-17 编辑:傅伟群)

(上接第 31 页)

度在青尼罗河以西大约为 0.0007,白尼罗河以东约为 0.001,并由此确定河流的补给是含水层的主要来源。杰济拉含水层与白垩系含水层相比,其化学物质的浓度较高,其主要原因是碳酸盐和蒸发盐地层的存在、农业活动的杀虫剂、植物根部腐烂的有机物、离子交换过程、高蒸发量和低水力坡度等。杰济拉含水层的水化学成分显著表现为碱性重碳酸盐和氯化物-重碳酸盐类型水。而白垩系含水层为氯化物-重碳酸盐、重碳酸盐和硫酸盐-重碳酸盐类型水。因此,杰济拉含水层中的水不适合生活使用(高矿化度)。含盐量大和有危害性水主要分布在这一地区的中部和东北部。相比之下,白垩系含水层的水既适合饮用,又适合于平常的家庭生活使用。作为此项研究的结论之一,建议抽水井应布置在潜力较大、地势较低、有足够补给来源的杰济拉含水层下部和白垩系含水层内,并通过适当的技术,在杰济拉含水层内阳离子浓度较高的区域,使用泥浆回灌,以防止水质较差的水向下越流。

致谢 作者感谢 Altayib Al Krail 先生提供经济支持,感谢苏丹喀土穆大学地质系帮助收集相关资料,也感谢河海大学水资源环境学院的硕士研究生李伟和刘波同学的大力帮助。

参考文献:

- [1] Freeze R A, Cherry J Z. Groundwater[M]. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979. 80~115.
- [2] Chae Y S. Hydraulics of wells[A]. Liu D H F, Liptak B G eds. Groundwater and Surface Water Pollution[C]. Washington: LEWIS Publisher, 2000. 21~46.
- [3] Magboul A B. Hydrogeology of the Northern Gezira area[D]. Khartoum: University of Khartoum, 1992.
- [4] Salama R B. Evaluation of river Nile: The buried saline rift lakes in Sudan, Bahr El Arab rift, the Sudd buried saline lakes[J]. Journal of African Earth Science, 1987(6): 899~913.
- [5] Fetter C W. Applied Hydrogeology[M]. 4th Edition. New Jersey: Prentice-Hall, 2001. 385~440.
- [6] Twort A C, Law F M, Crowley F W. Water supply[M]. 3rd edition. Hong Kong: Edward Arnold Publisher, 1987. 301~339.

(收稿日期:2003-05-21 编辑:熊水斌)

