

对长江干堤加固工程中一些问题的思考

陈祖煜

(中国水利水电科学研究院, 北京 100044)

摘要:对长江干堤加固工程中有关大堤土方填筑、坡面防护、填塘和压戗、防洪墙结构和崩岸治理中的一些技术问题展开讨论并提出相应的建议. 指出国家应加大水利科学研究方面的投入, 结合实践开展科学试验, 逐步掌握沉水固堤的自然规律.

关键词:堤防加固; 坡面防护; 崩岸治理; 长江

中图分类号:TV698.2+3

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2003)04-0004-04

自1998年洪水后, 国家在长江干堤加固工程中投入巨大资金, 对一些险工险堤进行了整治和加固, 取得了重大成果. 笔者在最近几年赴大堤进行了数次考察, 发现在崩岸治理、堤防加固等方面尚存在一些问题, 急需通过深入的调查研究, 获得符合自然规律的认识, 现以引玉之砖记述如下.

1 大堤土方填筑

1.1 现象

笔者在湖南、湖北大堤加固工程现场考察时, 惊讶地发现千里大堤上竟见不到一台羊足碾或凸块汽胎碾, 而江西的全部和安徽的部分大堤使用了重型压实机械. 仔细了解个中原因, 是因为堤防施工规范将Ⅰ、Ⅱ级大堤的压实度规定为0.94和0.92^[1], 相对于Ⅰ、Ⅱ级土石坝的压实标准(0.99~0.98)分别降低了4%和6%. 监理和施工单位称, 按这个规定不用重型压实机械也可满足要求了.

湖南、湖北、安徽三段大堤压实后干密度的直方图如图1所示, 可见, 湖南段大堤干密度为1.45~1.55 g/m³; 湖北段大堤干密度为1.52~1.55 g/m³; 而在经羊足碾碾压的安徽段大堤干密度为1.55~1.64 g/m³. 显然碾压机具不同, 大堤的干密度也不同.

1.2 讨论

首先, 让我们弄清大堤的压实标准降低会导致什么后果. 我们知道, 1998年洪水的一个险情是下游漫漫、脱坡(即滑坡). 由于1998年洪水持续了2个月, 往往在洪水浸泡时间较长后, 险情骤出. 那么, 为什么一个土石坝, 长年挡水也不会出现这一险情,

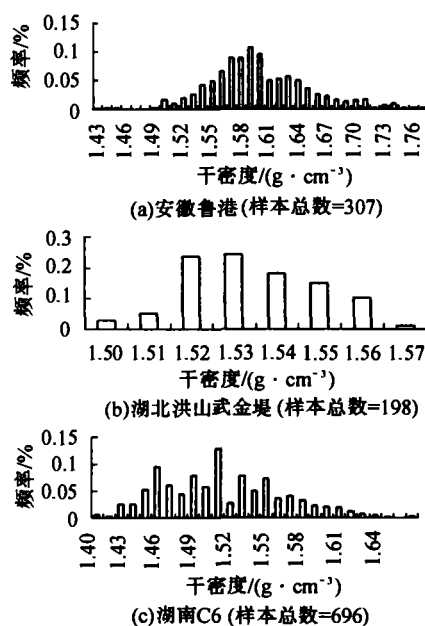


图1 大堤压实后干密度的直方图

而堤防却不能抵御1~2个月的洪水呢? 显然, 这是与堤防压实质量有关的一个问题. 不使用重型碾压机械, 不仅增加了土的孔隙率, 降低了土的强度指标, 而且使层间结合无法保证紧密. 重型碾压机械的一个重要作用是通过碾子上的凸块, 消除了层间的层面. 这在土方施工中是十分重要的.

笔者认为, 长江Ⅰ级和Ⅱ级大堤的重要性并不比Ⅰ级和Ⅱ级大坝低. 即便是等级稍高的公路填方, 也要求使用重型碾压机械. 在未经充分论证的条件下, 降低大堤的压实标准是不适宜的. 在现有的拖拉机后面拖一个羊足碾, 并不会给施工的单价带来重大的变化, 但是, 它会给我们的大堤压实质量带来根

作者简介: 陈祖煜(1943—), 男, 浙江镇海人, 教授级高级工程师, 主要从事土石坝和边坡工程研究.

本性的改善.因此从技术经济比较的角度分析,适当提高碾压标准是应该的.

1.3 建议

a. 在修订的土石坝施工规范^[2]中明确规定,Ⅰ,Ⅱ级大堤应使用重量不低于10t的羊足碾、凸块碾等重型压实机具压实.

b. 对土的压实标准进行专题研究,以期对设计规范中关于大堤土的压实度标准作出科学的规定.

2 坡面防护

2.1 现象

大堤和外滩的水上部分通常采用干砌或浆砌块石保护.在本次长江大堤加固工程中,各省都不约而同地大面积使用了如图2所示的六边形浆砌混凝土块.由于块石用量巨大,因此,研究新的护坡型式很有必要.但是,笔者对这一新型护坡结构的适用性和细部结构合理性方面尚有一定的疑虑.



图2 六边形浆砌混凝土块

2.2 讨论

对现有的六边形混凝土块这种新型护坡形式设计,笔者提出以下质疑.

a. 抗风浪稳定问题.混凝土板在风浪作用下的稳定性尚需作一定的试验论证.平板结构较块状结构的抗风浪稳定性显然较差.如图3所示,对于小尺寸的平板结构,可以预计整个底板均承受了一个相当于图4所示浪高的水压力.这样,只要有40cm的浪高,就足以将一个12cm厚的平板掀起.

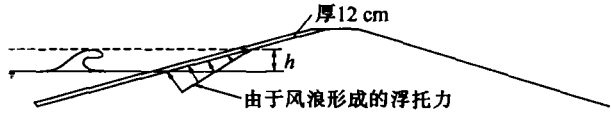


图3 平板结构抗风浪稳定性示意图



图4 湖北荆南大堤六边形浆砌混凝土块的典型设计

b. 排水问题.混凝土板后的排水层对保持其稳定性具有举足轻重的作用.但在相当一部分的混凝土板护面系统中,对此排水通道未予足够重视.①如图4所示的设计,没有在坡趾处的浆砌块石齿

墙周围设一环绕的排水层,这样,板后的排水层中的水最终没有出路;②有的面板在接缝处钻 $\varnothing 20\text{ mm}$ 的圆孔,这样的圆孔极易淤堵,实际上不起作用;③在黄冈大堤滞水段,混凝土板系统干脆与位于上游坡趾的防渗墙直接相接,板后的排水层与土坡之间又布设了一块塑料布,导致排水层中的水没有出路.

c. 抗滑稳定问题.规范规定排水层应使用碎石和砂等透水材料.但是在一些碎石不易获得的地区,设计者允许使用卵石(图4),这些滚圆度极好的卵石与混凝土板的摩擦系数很小,能否保证护坡板在风浪作用和水位降落等工况下的稳定,是一个值得关注的问题.

2.3 建议

a. 在每个汛期结束后,组织力量对护坡的工作状况作专题调查.通过一段时间的考察,对这些六边形混凝土块结构用于长江大堤的可行性作出评价.

b. 专题研究混凝土块与砂卵石的摩擦系数,评价使用砂卵石作为护坡排水层的可行性.

c. 通过一段时间的调查和实践,对六边形混凝土板及其排水系统提出一个标准的设计方案.

3 下游填塘和压戗

3.1 现象

为了防止管涌,在条件许可的情况下,长江大堤下游坡30~50m的范围内,都布置一个压戗台,如果坡后有水塘,则要求回填.规范规定填塘和压戗都要使用透水材料.但令人遗憾的是,当承包商发现无法使用透水材料时,便随心所欲地回填粘粒含量很高的土.

3.2 讨论

管涌是危及长江大堤最严重的灾害现象,图5是笔者对湖北省1998年长江大堤发现的管涌现象发生位置的统计.从图5中可看出:①60%的管涌发生在距下游坡趾50m范围内,而这部分管涌对大堤危害最大;②在50m以外仍有相当的机会出现管涌,因此单纯依靠延长渗径难以达到防止管涌的目的.

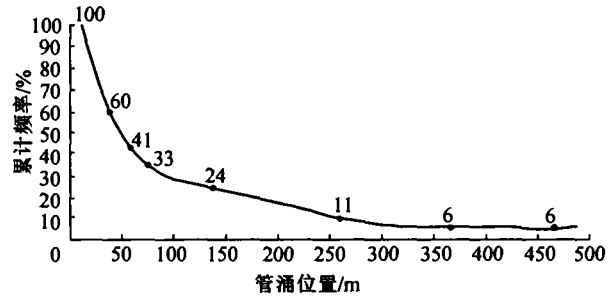


图5 湖北省1998年长江大堤管涌发生位置统计

由此可见,下游面压戗必须具有两个作用:①在距坡趾内 30~50 m 管涌高发区范围内压住管涌口,防止砂土流出;②在这一范围,就地释放水压力,防止承压水迁移到下游无压坡处逸出。

使用粘性土作为压戗,上述第二个目的无法实现,因此,是不能接受的。

3.3 建议

如果限于条件,无法在附近找到透水的砾石或碎石,也无法从外滩吹填砂土作为压戗,那么,至少可以在压戗和被保护土之间铺设一层厚 30 cm 的碎石或砂卵石。

4 防洪墙设计

4.1 现象

防洪墙多设在城市和重要厂矿地段。1998 年九江防洪墙决口以后,长江大堤的大部分防洪墙均进行了重建。笔者对所见的防洪墙设计中的下面两个问题提出讨论。

a. 部分防洪墙设计过于保守,图 6 为九江大堤重建部分剖面。可见,除对墙体混凝土足量配筋外,墙的前、后侧堤内打了两道连续墙。

b. 一部分防洪墙顶不能满足规范对堤顶宽度的要求,不利于抗洪抢险。

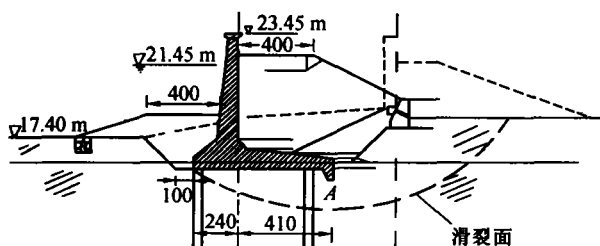


图6 九江大堤重建部分防洪墙剖面(单位:cm)

4.2 讨论

对于图6所示的防洪墙,为何在下游侧地基内设连续墙,尚未见确切的解释。就其结构而言,大致是为了满足规范中对防洪墙设计曾提出的应“满足地基承载力”的要求。但如何确定地基承载力,规范并未作具体规定。

假如我们将防洪墙看作建在大堤这样一个特殊地基上的建筑物,那么,可以借鉴工业民用建筑中确定对地基承载力的思路。对于一个半无限无重量均匀介质的情况,普兰德爾提出以下理论公式:

$$q_u = cN_c + qN_q \quad (1)$$

式中: q_u 为地基承载力; q 为两侧地面荷载; c 为抗剪强度指标。 N_c 和 N_q 定义为:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi \quad (2)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45^\circ + \varphi/2) \quad (3)$$

但是,地基具有水平地表面,而大堤两边为边坡,因此,无法直接套用。我们需要了解上述计算公式是怎么提出的,然后按相同的思路,为土堤上设有建筑物的情况提出承载力计算方法。

普兰德爾假定土体沿图7中虚线所示滑面发生剪切破坏,在此基础上提出了式(1)这样的闭合解,在荷载倾斜、偏心,地基土重量不可忽视的情况下,再在公式(1)的基础上提出一系列的修正系数。

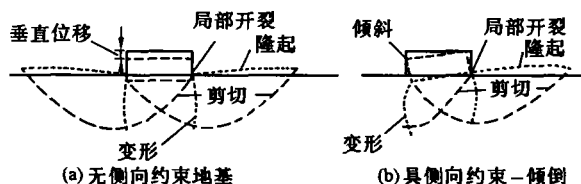


图7 工业民用建筑中确定地基承载力的计算简图

根据这一思路,防洪墙的承载力无非是沿图6虚线所示滑裂面的稳定问题^[3]。需要确认沿所有可能的滑裂面安全系数均满足要求。当然,除承载力外,防洪墙设计还存在一个沉降控制和校核墙踵处(图6中的A点)接触应力问题。对这些问题也可以提出具体的核算方法。如果所有这些复核均过关,或可通过其他更经济的方法予以解决,如提高土堤的压实度,放缓边坡等,就不必设置代价昂贵的地下连续墙。

关于防洪墙顶较窄的问题,应该意识到,目前长江堤防的设计洪水标准还不是很高的。堤顶高程一般比1954年洪水高150 cm。遇超常洪峰,尚需在堤顶设子堰临时挡水。墙顶很窄的防洪墙,不利于抗洪抢险,对此问题应提出解决方案。

4.3 建议

a. 在堤防设计规范中明确防洪墙地基承载力的计算方法,并要求通过不同方案的技术经济比较,采用合理的防洪墙基础处理措施。

b. 当防洪墙的宽度不能满足规范要求时,应适当增加墙高,或预设抵御超常洪水临时胸墙的结构。

5 崩岸治理

5.1 现象

崩岸导致外滩收缩是危及长江大堤的重大自然灾害。在巨大的堤防加固投资中,约30%~40%的工程量用于崩岸治理。本次长江干堤加固,在开发新型的崩岸治理工程方面作了较大的努力,现有的技术已能够在水下20 m处铺设沉排、土工布和模袋等防护设施,其单价通过竞争可降至100~150元/m²。最近,中国水利水电科学研究院在江西棉船洲水下已抛石的地段也进行了水下铺设,但在长达几千公里的江岸上,目前主要采用的工程措施还是抛石。

图8是长江干堤崩岸最严重的堤段之一——荆江门堤段的水下实测资料.可以发现,在1999~2000年,该堤段从靠近深泓处(虚线所示地面)冲刷成实线所示地形,坡脚掏刷导致江岸崩塌,2000年在被冲刷地面上抛石.2001年9月笔者前往考察,发现新抛的石块面出现了明显的开裂和下沉,可以推测,由于深泓的进一步掏刷,新抛的石块很快就会崩溃,唯一的补救措施是继续抛石,稳住坡脚.

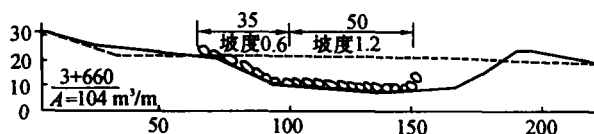


图8 荆江门堤段水下实测资料(单位:m)

5.2 讨论

有关抛石的有效性和施工质量控制可靠性方面的争论从来没有停止过.但是,年复一年的大规模抛石仍然是所有人必须面对的事实.2002年5月在下荆江段出现的1km左右的崩岸,再一次引起人们对抛石有效性的质疑.长江崩岸的治理是不是还要长期依赖于抛石,有没有必要和可能采用更加先进、合理的技术全面代替传统的抛石.

从图8所示江堤水下冲刷的过程可以看到,护岸工程的要点是保护靠近深泓处的坡脚.深泓和坡脚不保,江堤永无宁日.

为此,笔者再一次向学术界和工程界同行呼吁研究由荷兰专家提出的抛投大体积土工包的建议^[4],如图9所示,使用改装后的开底船,将江河中的淤泥吸入预先铺设在开底船厢体内的土工布中,缝好扔入江心中.此类土工包最大体积曾达800m³.按一定设计铺设的土工包可确保深泓不被淘刷.

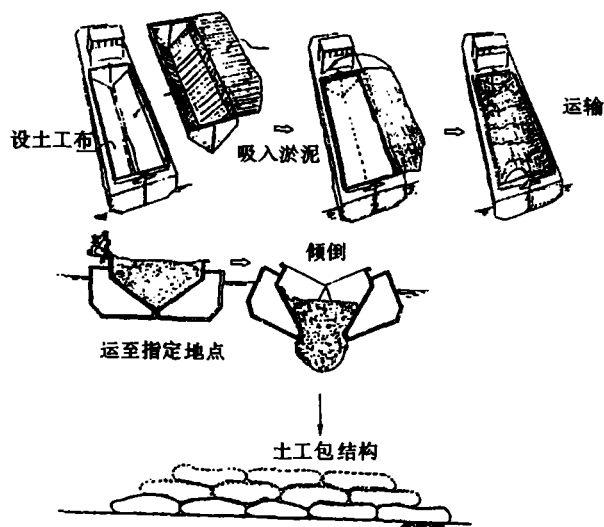


图9 抛投大体积土工包技术

有人怀疑,土工包会被江中已投放的抛石戳破.

存在这种担心是可以理解的,但仅仅因为有这个可能就断然否定这一工程措施,放弃努力,那就令人难以接受了.笔者认为,土工包不会被抛石戳破,否则运动员就不敢从10m跳台往游泳池内跳了.弄清是否存在这一可能并不困难.离心模型试验可以满足全部相似律,在现场抛投较大的石块甚至1:1的实体都是可能的.

笔者在此还想讨论一个崩岸早期诊断、早期治理的问题.在中国水利水电科学研究院承担的江西新洲水下防护工程中,设置了在大坝监测中常用的视准线,用滑动钻标精密地测定江岸的水平位移.这一方法花钱不多,却十分有效.江西其他段江堤也纷纷效法.长江大堤的绝大部分崩岸多发区通视条件很好,如果对这些堤段进行长期的位移监测,就有可能在江堤崩岸前数月发现其细小的异常变位,此时如立即加固江堤就能保住.这就像癌症的早期诊断和治疗,如果说我们还没有能力彻底征服这一灾难,那么通过早期发现和及时采取措施,不失为一种有效的措施.

5.3 建议

a. 立专项对1949年以来使用抛石治理长江崩岸的有效性进行回顾和研究,提出客观的、符合实际情况的论证报告.

b. 立专项研究利用大体积土工包稳定深泓和保护工程坡脚的可行性.

c. 在已完成的江堤崩岸治理工程上布施简易的位移和沉降设置,进行长期观测,编制相应的数据库软件,及时发现隐患.在“早期发现,及时加固”的思想指导下,开展崩岸治理工作.

6 结语

1998年洪水后,国家投资1200亿元用于以防洪为目标的水利基本建设,其中堤防加固投资达630亿元.与如此巨大的基本建设规模相比,科学研究方面的投入太少了.治水固堤有其自身的自然规律,需要结合实践开展科学试验,方可逐步掌握这一规律.此文的目的在于引起各界的广泛重视,以期长江大堤加固工程真正做到“利在当代,功在千秋”.

参考文献:

- [1] SL260-98,堤防工程施工规范[S].
- [2] GB50826-98,堤防工程设计规范[S].
- [3] 陈祖煜,黄文熙讲座:土力学经典问题的塑性力学上、下限解[J].岩土工程学报,2001(1):1~11.
- [4] 陈祖煜,孙玉生.长江堤防崩岸机理和工程措施探讨[J].中国水利,2000(2):28~29.

(收稿日期:2002-08-05 编辑:张志琴)