

铁黄沙围区望虞河预留通道边坡 坍塌治理探析

钱 波

(常熟市长江河道管理处, 江苏 苏州 215513)

摘要:常熟铁黄沙围区望虞河预留通道东岸以砂土堆筑的边坡局部地段出现了较严重坍塌,主管单位对该坍塌区域地实施了防护与治理。分析比较了2019年10月及2020年6月分别采用黏土直接覆盖河道边坡以及在水下采用袋装黏土筑基后堆填黏土2种治理方式的利弊,提出了下一步彻底解决边坡坍塌的设想。

关键词:边坡坍塌; 防护治理; 袋装黏土筑基; 黏土覆盖; 水土保持

中图分类号:TV211 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2020)10-0058-04

Study on slope collapse treatment of Wangyu River Reserved Passage in Tiehuangsha surrounding area

QIAN Bo

(Yangtze River Management Division of Changshu City, Suzhou 215513, China)

Abstract: A partial section of the side slope built with sand on the east bank of Wangyu River Reserved Passage in Tiehuangsha surrounding area of Changshu had suffered a serious collapse. The competent unit had implemented protection and treatment on the collapsed area. The advantages and disadvantages of two treatment methods that using clay directly to cover river slope in October 2019 and using clay bag to build foundation under water and then filling clay in June 2020 were analyzed and compared, and the assumption of solving slope collapse completely in the next step was put forward.

Key words: slope collapse; protection and management; foundation construction of bagged clay; clay coverage; soil and water conservation

1 概 况

长江澄通河段常熟铁黄沙围区,涉及长江岸线约17.1 km。围堤堤顶高程9.22 m(吴淞高程),堤顶宽度8.0 m,围堤全部采用袋装砂方式填筑大堤,迎水坡采用二级混凝土栅栏板或浆砌块石护坡,堤脚采用抛石防护;背水坡全线采用香根草防护,建有顺堤河环绕。围区于2015年5月完工并投入试运行。

在铁黄沙围区上游正对望虞河入江河口,南北向预留着一条封闭内河——望虞河预留通道,通道全长2 km,上游宽362 m、下游宽432 m、面积为95.3 hm²,南北两端有通江涵洞控制相通。河道上游1 km长满水草芦苇,几乎没有裸露的水面。边坡局部出现坍塌之处即发生在该预留通道东岸,连接铁黄沙南北主江堤、围堤顶宽为6m的混凝土路,南北全长约2 km,西侧面向通道为迎水坡面,东侧为背水坡坡底挖有1条排水沟,路面两侧路肩宽

收稿日期:2020-09-08

作者简介:钱波(1976—),男,工程师,本科,主要从事水利工程运行、管理工作。E-mail:919518128@qq.com

2.5 m。该混凝土路基础全部采用袋装砂填筑方式,袋装砂上用建筑砖块夯实再浇筑混凝土路面,路基最底层袋装砂宽度为45 m,阶梯形向上收小。因原江滩较浅,填筑之围堤不高且为内塘,无长江潮位及船行波影响,故围堤边坡防护未作严格要求,施工时就地取材用砂土护坡,并有树、草等植物防护措施。

2 边坡坍塌及其原因

2.1 存在问题

望虞河预留通道东岸围堤(混凝土路)及其护坡投入运行以来,两侧边坡砂土护坡因雨量、雨强、通道水位方面的颇为平衡而未出现高强度侵蚀,仅有零星雨淋沟及少量塌陷,然而至2018年汛期强降雨的出现致混凝土路西侧迎水坡面陆续出现严重的水力侵蚀,坡面土壤坍塌严重,局部路肩种植的树、球状绿化相继跌入河中,数条沟壑直达堤顶混凝土路面边缘,个别点位甚至出现建筑砖块及黑色袋装砂袋裸露现象,直接威胁堤防及混凝土路面的安全^[1]。虽用常规方式进行了突击抢修,治理效果不佳。至2019年7月份,混凝土路西侧路肩及迎水坡面坍塌范围不断扩大,形成近100 m断断续续的缺口,坡面坍塌现象严重,多处黑色袋装砂袋暴露于阳光下,迫切需要治理防护。

同期预留通道围堤东侧背水坡由于沿线排水沟较浅、排水量分散等原因,坡面水土流失轻微。因2019年春在排水沟东侧栽种近13.33 hm²香根草需要,对北端近100 m排水沟进行了挖深修整,扰动了部分背水坡面土壤,由于缺少集中排水沟及边坡防护方面有欠缺,混凝土路面雨水持续冲刷背水坡面,导致混凝土路东侧北端近100 m的边坡陆续出现了数10条大小不一的雨淋沟,个别点位沟壑直通堤顶混凝土路面板之下,建筑砖块及黑色袋装砂袋裸露在外。

2.2 边坡坍塌及水土流失原因

根据水土保持基本理论,水土流失影响因子包括土壤可侵蚀因子、雨量雨强、坡度坡长、植被覆盖、土壤扰动等因素,另外径流及外来水力冲刷等亦起重大作用。可侵蚀因子即土壤的抗蚀能力,砂性越大则抗侵蚀性能越差,雨量大雨强强则冲击力大、形成径流多,土壤易流失,坡越陡、越长则越易引起水土流失,植被覆盖可减少雨水击溅并提高抗侵蚀强度。望虞河预留通道东岸混凝土路两侧边坡的护坡土壤为江滩砂土故抗侵蚀性能差,围堤边

坡较陡,预留通道水面宽阔,高水位时风浪冲击等均易引起较大水土流失。另外,近年来的雨量、雨强较大以及2019年春在种植香根草进行防护时措施失当等,导致土壤扰动偏大,不久又遭遇大雨,而排水沟加深时,没有配套必要的集中排水沟等设施,导致了近年来边坡水土流失加剧并形成坍塌。2020年遭遇多雨、强降雨的罕见雨季以及围区预留通道长时间超高水位,导致局部地段再次出现边坡坍塌。

3 治理方案

针对预留通道堤岸(东岸混凝土路)两侧边坡出现的重大水土流失现象及水土流失加剧趋势,于2019年8月着手组织治理工作,管理单位多次赴现场勘察情况,并对围堤边坡损毁严重、亟需抢修治理的地段进行测量,摸清了边坡损毁状况,绘制出了相关断面的图纸,计算出了维修治理工程量。之后组织工管单位技术人员及水利施工方面有经验的专家进行商讨,研究防护与治理方案。在防护治理的措施上,认为防护与治理措施因为涉及水下部分,且是湿式施工,因而提出了3种方案:其一是打桩筑堤后用黏土充填覆盖护坡,其二是用尼龙(或土工布)袋装黏土置水下筑基然后黏土充填覆盖护坡,其三是直接用机械将黏土覆盖河道岸坡。3种方案各有利弊,通过对3种施工维修方案进行比选、权衡与论证,考虑到围堤填筑采用的基础是袋装砂,打桩的方案一被否决;方案二不仅费用偏高且材料准备颇费时日,加上围堤高度不高,连续多年通道水位偏低故未被采用;最终选定最为常见、施工最为简单的方案三,即直接采用机械施工将黏土覆盖河道岸坡,其时适逢市水务局在距需护坡段约15 km的耿泾塘实施河道疏浚,有适用黏土需要处置,经协调后既解决了黏土来源问题,又仅需补贴运输费用而无购土费用,施工便捷,合理可行。

3.1 黏土直接覆盖

护坡治理施工时由管理单位派出技术人员在现场指挥施工,选用吨位较大的运输车将耿泾塘河道疏浚开挖,黏土直接运至需护岸围堤,并尽可能地调控车辆间隔,集中倾倒黏土,对其边际进行控制,这样有利于减少黏土被水浸泡时间,护坡采用自然密实办法。根据围堤迎水坡面214 m坍塌严重地段河道岸坡现状地形测量断面图(岸边黏土填埋水平宽度为10 m,垂直高度为4 m)计算,路肩恢复至2.5 m,需要2 070 m³的土方(表1~2)。

表 1 南段土方测算表

桩号	断面面积/ m ²	间距/ m	平均断面 面积/m ²	土方量/ m ³
A	9.90			
B	12.80	9.95	11.35	112.93
C	14.00	27.00	13.40	361.80
D	12.80	3.25	13.40	43.55
E	13.80	27.00	13.30	359.10
小计		67.20		877.38

表 2 北段土方测算表

桩号	断面面积/ m ²	间距/ m	平均断面 面积/m ²	土方量/ m ³
G	6.60			
H	10.20	16.40	8.40	137.76
I	7.40	21.40	8.80	188.32
J	12.30	21.00	9.85	206.85
K	12.00	19.00	12.15	230.85
L	4.80	22.00	8.40	184.80
M	5.60	47.00	5.20	244.40
小计		146.80		1192.98

工程于 2019 年 10 月上旬用 1 周时间将所需黏土按计划如期运到铁黄沙东岸围堤西侧坍塌地段,覆盖河道迎水坡共长 214 m,护岸治理任务完成。

3.2 黏土装袋筑基护岸

2020 年上半年常熟地区遭遇的雨季之雨量总值及雨强强度为历史罕见,长江水位亦达到历史上少见之高潮位(5.69 m 吴淞高程),直接导致围区内涝,通道持续高水位,且持续时间特长,局部地段路面偏低导致径流汇集,在连续高强度大雨量的渗透和高水位的浸泡等多重因素作用下,铁黄沙预留通道东岸围堤迎水坡护岸局部崩塌下滑、损毁严重。2019 年治理的 214 m 全线均有不同程度损坏,但损坏最严重的有 35 m;背水坡北端因 2019 年春种植

香根草进行防护时导致土壤扰动偏大,排水沟加深时,防冲刷设施不配置等导致了在近百米坡面上也陆续出现了数十条大小不一的雨淋沟,从堤防顶边直插排水沟底部。

面对该情况,管理部门再次组织专家和专业技术人员商讨对策,一致确定用袋装黏土水下筑基,水上部分用黏土回填覆盖的办法进行突击抢修。2020 年 6 月下旬开始施工,对最严重的 35 m 坍塌地段采用尼龙袋装黏土堆坝方式进行突击治理。

具体施工过程:施工人员用 1 台 P120 履带式挖掘机在距坍塌地段 200 m 处就地挖掘黏土倒入 8 t 自卸汽车车厢,运至现场后用挖机装入吨位尼龙袋中,然后用 8 t 汽式起重机吊入河道预定位置堆砌成坝(由 2 排尼龙袋垂直叠成),再用 C50 装载机将黏土推入尼龙袋堆坝与河道边坡之中,最后用 P220 履带式挖掘机整出 2.5 m 路肩及迎水坡边坡并拍实。

工程于 2020 年 6 月 30 日全部完成,在此后的超强梅雨季节经受住了考验,至出梅时为止,35 m 尼龙袋堆砌工程设施完好无损。

对于混凝土路东侧背水坡北端数十条雨淋沟则采用小型编织袋装满黏土构筑了 3 条小型集中排水沟,再在集中排水沟周边用黏土填满,适当移植香根草护坡,同时对混凝土路东侧较深的排水沟进行填埋,减小了沟的深度,基本解决了雨水冲刷边坡的问题。

4 综合分析

维修治理分别采用了 2 种方式,2019 年度采用了黏土直接覆盖迎水边坡,2020 年度则尝试采用了黏土装袋筑基方式,然而回填覆盖黏土并拍实,较之直接用黏土覆盖护坡增加了投资与施工难度,当然亦增加了基础强度,从而对防止因长期水下浸泡而坍塌具明显作用,是护坡治理的一种较好方式。

4.1 费用分析

采用黏土直接覆盖治理方式,治理 214 m 费用需 8.2 万元,单价为 383.18 元/m;采用装袋堆坝填埋治理方式,治理 35 m 费用需 2.4 万元,单价为 685.71 元/m。袋装黏土筑基施工较之直接黏土覆盖治理方式主要增加了机械设备费、尼龙吨位袋购置费、人工费等 3 项费用。

4.2 治理效果比较

2019 年 10 月采用黏土直接覆盖河道边坡的 214 m 治理地段,因施工时仅考虑到这一段围堤的

正常水深小于1 m,自然覆盖仅需1~2年即可自然密实,在还没有完全达到自然密实之前遭遇特殊情况,坡面全线均有不同程度损坏,出现坍塌亦属正常,损毁严重突击治理的35 m这一段主要是路面偏低导致径流汇集,覆盖黏土的土质偏砂,水深略深,水浪拍击侵蚀等多重因素的叠加引起边坡坍塌。

而2020年6月30日完成的袋装黏土筑基施工治理地段,则是针对今年特殊情况采取的特殊手段,其耐浸泡、抗坍塌能力大大高于自然回填护坡,事实上其在应对后期的超长雨季降雨及高水位浸泡时表现良好,至梅雨期结束,治理段路肩及迎水坡面完好无损,后期尚需进一步完善水土保持植物防护措施。

4.3 土壤坡面稳定性

长江滩地促淤圈围,围区内部的一些沟、河边坡坡面大部分为砂土,而坡面的稳定性影响到路面的安全可靠。砂性土黏聚力小,天然含水量大,含水量对砂性土压实效果影响显著,因此机械压实困难,常采用水冲式压实,而在接近坡面处,砂性土易形成坡面滑移,不利于其边坡稳定。望虞河预留通道东岸围堤两侧边坡设施建成投运时均为砂土坡面,在渗水及径流等作用下,砂性土坡面产生了显著的坡面冲刷、滑移,形成严重的水土流失及边坡滑落崩塌^[2]。

黏土直接覆盖边坡方式,在原有砂土坡面上覆盖一定厚度黏土,使得边坡的剪切屈服区向边坡内部移动,改缓了坡面平行滑移的破坏模式,这一地段路面略低于其他地段,致使积水涌向该段,在尚未完全自然密实且被覆盖的黏土之下仍为砂土的情况下遭遇长时间大雨量的下渗和高水位的长期浸泡等多重因素的作用下形成坡面坍塌。袋装黏土筑基施工治理方式,则是利用黏土装尼龙袋在预停位置堆筑基础,并在基础之上覆盖堆填黏土进行护坡,这样基础牢固,坡长减短,可有效阻止坡面滑落增加边坡稳定,而袋装黏土亦可成功阻挡水浪的冲击,确保迎水坡面完好无损。

4.4 效益简析

袋装黏土筑基施工治理方式施工工序相对复杂,动用的机械、材料、人工也多,单位投资额约增加300元/m;其治理效果明显,在其结构稳定性及抗击水中风浪冲击方面则优势明显,尤其是在水深略深的环境下其作用更加显著。铁黄沙区域为长江生态大保护之组成部分,也是常熟市党性教育微基地、红色生态驿站,是外地及常熟市党员组织活动的重要场所。望虞河预留通道横贯铁黄沙区域,其东岸混凝土路来往车辆人员也较多,及时全面治理好堤顶混凝土路两侧边坡坍塌,确保围堤安全和所有工程设施完好,具有显著的生态效益和社会效益。

5 下一步治理设想

在采用袋装黏土筑基施工治理方式的基础上再配套水土保持措施,可应用一些外地的生态护坡技术^[3],在河道路肩及坡面上就地移植香根草,香根草根深叶茂,是固沙土防冲刷的最佳措施^[4]。另外在河道边坡浅水区域就地移植蒲草,既可阻挡河道边坡西晒太阳直射堆坝的尼龙袋,从而延长尼龙袋使用寿命,还能阻挡因宽阔水面形成的水浪对坡面的拍击。通过种植香根草、蒲草植物等水保措施,再结合黏土装袋堆填治理工程措施,可彻底解决铁黄沙望虞河东岸混凝土路边坡坍塌的问题。

参考文献:

- [1] 潘龙. 浅谈河道边坡水土流失成因及治理方案[C]//上海水利学会. 上海市水利学会. 2009年学术年会论文集. 上海:上海市水利学会, 2009(12):60-61.
- [2] 魏思聪, 喻泽红. 砂性滩涂围堤边坡的稳定性分析[J]. 中国水运, 2014, 14(1):322-323.
- [3] 余莹莹, 汪永进, 等. W-OH生态护坡技术在沙土区河道坡面上的应用[J]. 治淮, 2014(8):31-32.
- [4] 徐建中. 香根草在长江常熟段防洪大堤上的应用[J]. 江苏水利, 2017(9):34-37.