

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.08.032

上海市海塘应急抢险实用技术浅析

崔 冬^{1,2},高晨晨^{1,2},张志杰^{1,2}

(1.上海市水利工程设计研究院有限公司,上海市 200232; 2.上海滩涂海岸工程技术研究中心,上海市 200232)

摘 要:“千里海塘”是上海抵御风暴潮灾害的第一道防线,经认定为“险段”的海塘应立即开展应急抢险和设施修复。鉴于上海海塘结构的特殊性,开展海塘应急抢险技术研究具有现实需求。基于对海塘抢险案例的调研与总结,针对海塘临海侧险情的应急抢险技术展开研究,提出前沿滩地冲刷、保滩工程坍塌、护脚结构大范围损坏、外坡结构大范围损坏等不同部位主要险情的修复方案,可为上海市海塘应急抢险工作提供参考。

关键词:海塘;应急抢险;实用技术

中图分类号: U656.31+4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0133-04

0 引 言

修筑于沿江沿海的“千里海塘”是上海抵御风暴潮灾害的首道防线。经过多年建设,上海海塘防御能力得到了全面提高,但在台风期间局部仍有险情发生,尤其是在河口海岸冲蚀加剧的背景下,海塘临海侧易发生险情。为保障海塘安全运行,经认定为“险段”的海塘应立即开展应急抢险和设施修复^[1]。目前相关行业技术标准^[2-3]中推荐的修复方法主要适用于堤防和土石坝,由于上海海塘结构的特殊性^[4],对上海地区指导性不强,开展海塘应急抢险技术研究具有现实需求。

本文基于对海塘抢险案例^[5-6]的调研与总结,针对海塘临海侧不同部位险情提出了切实可行的应急抢险对策,可为上海市海塘应急抢险工作提供重要参考。

1 上海市海塘概况

上海市现状主海塘总长约 498.8 km,其中已达 200 a 一遇防御能力主海塘 262.8 km,规划提标改建 236.0 km^[7]。上海市海塘主要为土石结构^[8],一般由堤身和外坡护面等组成(见图 1 和图 2),海塘堤身为水力吹填而成,为砂性土或粉砂土质,断面形式以复合斜坡式为主,外坡一般设置消浪平台;临海侧

护坡采用干砌块石、浆砌块石、灌砌块石、螺母块体、栅栏板、翼型块体等保护,堤顶设防浪墙,内坡设置拱肋草皮护坡,或草皮、灌砌石护坡。堤内设置内青坎保护,一般进行绿化种植。

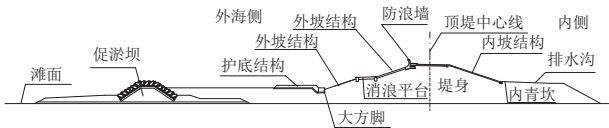


图 1 上海市海塘典型断面图



图 2 上海市海塘现场照片

2 海塘险段认定标准

文献[9]研究提出,上海地区海塘出险类型主要包括前沿滩地冲刷、保滩工程坍塌、大方脚及护底大范围损坏、外坡坍塌、防浪墙倾斜错位、堤身渗漏、内青坎塌方、穿堤管涵与海塘连接部位渗漏、防汛闸门缺失等。其中,堤顶、内青坎、防汛闸门等险情处理方式,可参照海塘日常维护保养方法^[8],不再赘述;以下重点针对海塘临海侧相关险情的抢险方法展开研究,险情表现及评定标准见表 1。

收稿日期: 2024-05-16

作者简介: 崔冬(1982—),女,硕士,高级工程,从事河口海岸工程设计咨询工作。

表 1 海塘各部位险段评定标准及典型险情案例

海塘部位及主要险情	险段评定标准
前沿滩地冲刷	前沿滩地存在深坑、深槽或陡坎,坑、槽或陡坎距离堤脚不足 20 m,且有持续内逼趋势,短期易造成崩岸、坍塌而危及海塘安全
保滩工程坍塌	砌石护面大范围脱落、滚动、坍塌、沉陷;模袋混凝土护面大范围破裂、脱空;人工块体大范围移位、缺失;坝体整体崩塌
护脚结构大范围损坏	大方脚或护底结构出现大范围损坏
外坡结构大范围损坏	坡面结构坍塌变形;外坡反滤结构大范围损坏、缺失

3 临海侧主要险情的修复技术

3.1 前沿滩地冲刷

海塘前沿滩地常见险情为滩地冲刷引起深槽、深泓逼岸(见图 3)。出险原因一般是所在河段河势滩势发生较大变化或受风暴潮袭击引起局部骤冲。“护堤先护脚,护脚先护滩”,堤前滩地稳定是确保海塘安全和确保海塘防汛能力达到设计标准的基础和前提^[10]。根据上海地区实践经验,对于缓坡(前沿滩地横向坡比缓于 1:2.5),抢护方式以护滩为主,可采取抛石护滩措施,也可采用铺设软体排的方式进行滩面防冲;对于陡坡(坡比陡于 1:2.5),陡坎位置宜及时建设护坎防护,其他冲刷部位铺设软体排等滩面防冲措施。



图 3 前沿滩地常见险情(冲刷逼岸)

譬如,2013 年 10 月,发现青草沙水库西堤 8+800~9+000 段外侧滩面出现较为明显的冲刷现象。局部冲深约 2.0 m,且形成宽 10~20 m、高约 10 m 的陡坡。原因分析认为,在局部河势发生变化的背景下,新桥通道进口段过流增强,同时由于原保滩结构破损而导致局部冲刷。采用混凝土联锁块软体排护底组合抛石填坡的结构型式进行修复^[11](见图 4)。首先,采用抛填袋装砂对外侧陡坡坡脚处进行找平,形成 1:3 的缓坡,找平范围根据原护底软体排破损情

况确定;然后,增铺一层混凝土联锁块软体排,对破损的软体排进行修复;最后,采用抛石结构对外侧陡坡进行修复,坡比为 1:3。

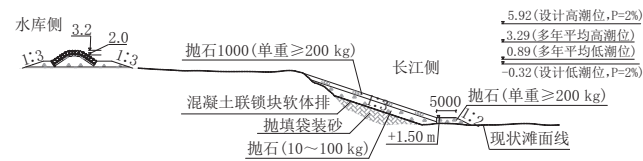


图 4 青草沙水库西堤外侧滩面冲刷修复方案(单位:m)

3.2 保滩工程坍塌

上海地区保滩工程以斜坡式抛石结构为主。常见险情主要包括护面结构的破坏、人工块体的损坏、坝体的整体坍塌等(见图 5)。出险往往是因为发生的灾害性天气超出了设计标准范围。根据坝体损坏程度不同,采取不同的修复方法:当保滩坝护面结构发生大范围损坏时,应视情进行局部修复或彻底修复;当人工块体局部损坏时,在原位置更换原规格新块体即可;当保滩坝坝体整体崩塌时,说明保滩坝结构设计标准有待提高,可先进行临时整理修复,后续通过加固或新建进行彻底修复。



图 5 保滩工程坍塌险情

譬如,2005 年“麦莎”、2006 年“碧利斯”台风对奉贤柘林塘南滩涂及华电灰坝东滩保滩工程造成断桩、坝体坍塌损毁、坝体沉降开裂、外护坡沉降变形、管桩外抛石护底滚落等破损。台风过后,对促淤坝分段进行了修复加固设计^[12](见图 6),具体措施如下:拆除原促淤坝坝顶灌砌块石,将四脚空心方块落低嵌在坝体顶部;外坡坝肩浇筑混凝土,使外坡螺母块体、坝顶四脚空心方块及促淤坝棱体连为整体;内坡补抛块石,面层干砌,坡脚下面垫袋装碎石;拆除灌砌块石及多余块石抛至内坡坡脚;桩外补抛块石,摆放翼型体,防止堤外滩地进一步冲刷。

3.3 护脚结构大范围损坏

上海地区海塘护脚结构一般由大方脚和护底两部分组成。根据其建筑材料,大方脚可分为埋石混凝

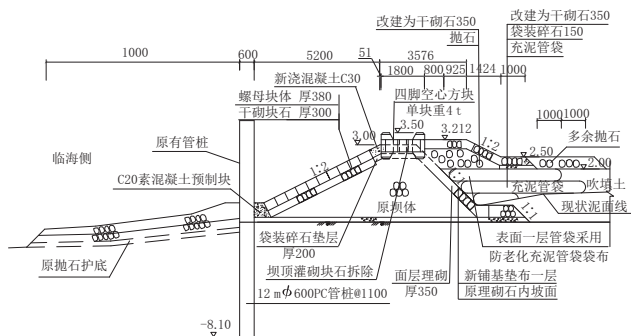


图 6 奉贤柘林塘南滩涂及华电灰坝东滩保滩工程修复方案
(单位:mm)

土大方脚、素混凝土大方脚、灌砌石大方脚等;护底型式主要有抛石(块石、石笼、预制块体等)护脚和排体护脚等。大方脚险情主要表现为大方脚出现大范围损坏,包括断裂、错位、沉陷等,护底险情主要表现为护底结构出现大范围冲蚀、下沉,如图 7 所示。出险原因主要为河势发生较大变化或施工存在局部缺陷等。根据日常维修保养及抢险实践经验,当大方脚破损严重甚至已断裂时,需将该段大方脚凿除后重新立模浇筑,或在原大方脚外侧重新浇筑大方脚(断面同原设计断面);当大方脚外侧护底结构大范围损坏时,需要先加强护底,再进行块石补抛,恢复到出险前的设计状况。



图 7 护脚结构大范围损坏险情

譬如,2013年10月,在台风“菲特”过境后,巡查发现长兴岛电厂圩大堤局部岸段出现护脚抛石下沉、大方脚断裂损坏等险情。修复方法如下^[6](见图8):对于大方脚损坏的堤段,先凿毛和清理大方脚表层,以便新浇筑素混凝土与老结构紧密结合,然后再浇筑素混凝土,使大方脚顶高程与两侧相平;对于堤段大方脚外抛石下沉的情况,在原抛石体上补抛0.60 m厚块石,表层理砌、单重不小于100 kg。

3.4 外坡结构大范围损坏

上海地区海塘外坡通常采用干砌块石、浆砌块石、灌砌块石、螺母块体、栅栏板、人工块体等保护。海塘外坡常见险情主要包括护面结构坍塌变形、坡

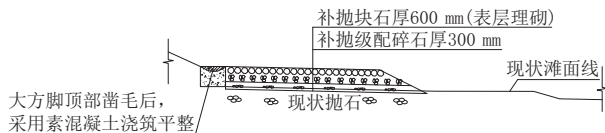


图 8 长兴岛电厂圩大堤大方脚及抛石护底修复方案

面反滤结构大范围损坏或缺失、人工块体大范围移位或缺失(见图9)。出险原因主要为反滤结构破坏引起堤身土方流失、堤身固结沉降导致堤外坡结构脱空以及发生的灾害性天气超出设计标准范围等。由堤身不均匀沉降引起的护面结构大面积损坏,其修复思路是“亡羊补牢、恢复原状”,一般先将受损的护面结构进行拆除,采用袋装碎石、碎石或道渣等材料对坡面进行填充后,再进行护面结构恢复;由反滤结构破坏引起堤身土方流失持续发展而导致的护面结构坍塌变形,其修复思路是“堵截渗漏通道”,一般采用压密注浆填充土体或高压喷射桩截渗后,拆除现状护面结构,采用袋装碎石、级配碎石、袋装道渣或道渣等材料对坡面进行填充后,再对外坡护面结构进行恢复。



图 9 外坡结构大范围损坏险情

譬如:2012年12月,巡查发现横沙促淤圈围(三期)工程北堤部分堤段外坡护面砌石破损、平台外侧肩混凝土格埂断裂下沉等情况。修复方案为平台及下坡内部回填密实、堤身注浆、平台结构修复等^[13],具体步骤如下(见图10):先将淘空范围外坡平台结构拆除,露出破损面后清理表面浮土、垃圾等;采用袋装碎石填平密实,在堤身外平台、上下坡范围进行压密注浆;然后按反滤布、袋装碎石、埋石混凝土结构恢复平台结构。对于平台外格埂断裂部分进行拆除重建,完好的予以保留。外格埂外侧砌石与土方之间的空洞采用细石混凝土进行填充;对于栅栏板下干砌块石开裂部位回灌细石混凝土。

4 结 语

本文在广泛调研国内海塘抢险的技术标准以及

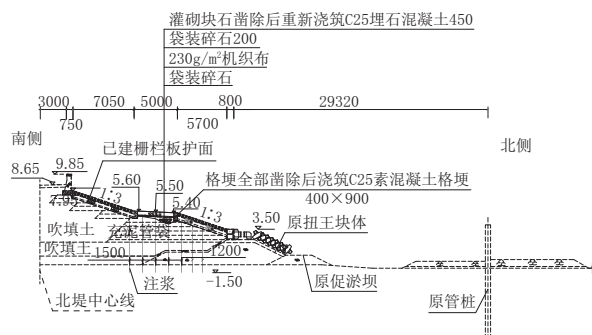


图 10 横沙促淤圈围(三期)工程北堤外坡险情修复方案
(单位:mm)

上海市海塘抢险实践经验的基础上,针对海塘临海侧的主要险情研究提出了相应的应急抢险对策,需要说明的是:(1)海塘某个部位出险时往往还会伴随堤身其他结构的破损,开展抢险工作时需统筹考虑。(2)海塘抢险宜按原工程设计标准进行。不能按原工程设计要求抢修的应采取临时性抢护措施。汛期采用的各种临时性应急措施,凡不符合原工程设计要求的,汛后应予清理、拆除,重新修理,达到设计要求,否则应予论证。(3)本研究基于的抢险案例数量有限,今后还需不断总结、积累经验,进一步完善海塘应急抢险技术。

参考文献:

[1] 上海市堤防(泵闸)设施管理处.上海市海塘险段薄弱段认定监督指

导意见[R].上海:上海市堤防(泵闸)设施管理处,2020.

[2] SL/T 595—2023,堤防工程养护修理规程[S].

[3] SL 210—2015,土石坝养护修理规程[S].

[4] 崔冬,季永兴,邹丹,等.《上海市海塘安全鉴定规程》编制解析[J].水利技术监督,2020(4):1-4,175.

[5] 胡春雪,严路易.上海海塘大堤常见病险分析及处置措施[J].中国科技财富,2011(14):64-64,60.

[6] 汤璐,吴旻,张飞.上海某海塘应急抢险工程设计简介[J].中国水运:下半月,2014,14(6):322-324,326.

[7] 上海市水务局,上海市规划和自然资源局.上海市防洪除涝规划[R].上海:上海市水务局,上海市规划和自然资源局,2020.

[8] 上海市堤防(泵闸)设施管理处,上海市水利工程设计研究院有限公司.上海市海塘维修养护技术指导工作手册[M].北京:中国水利水电出版社,2016.

[9] 应文斌,施震余,倪庆,等.上海市海塘险段薄弱段认定标准探讨[J].上海水务,2020,36(1):20-22,60.

[10] 施震余,张志杰,舒叶华.上海常见保滩类型及其适用性浅析[J].浙江水利水电学院学报,2020:18-22.

[11] 上海勘测设计研究院有限公司.青草沙水库西堤外侧保滩应急抢险工程可行性研究报告(暨初步设计报告)[R].上海:上海勘测设计研究院有限公司,2015.

[12] 上海市水利工程设计研究院有限公司.上海市海塘应急抢险实用技术研究报告[R].上海:上海市水利工程设计研究院有限公司,2019.

[13] 上海市水利工程设计研究院有限公司.横沙东滩促淤圈围(三期)北堤达标工程可行性研究报告[R].上海:上海市水利工程设计研究院有限公司,2015.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com