

南通滨江公园亲水平台塌陷成因分析及治理措施

金淑杰

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司,上海 200032)

【摘要】 南通滨江公园亲水平台地处南通狼山风景名胜,属于长江南通桃园险段,于 2012 年 8 月 12 日突然发生局部塌陷,造成重大险情。主要从水文、工程地质角度分析了该亲水平台塌陷产生的原因,并对该地质灾害整治修复提出了具体的建议措施。

【关键词】 亲水平台;塌陷;凹岸冲刷;治理措施

【中图分类号】 TU 478

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2013.01.014

Research on Causes and Treatment Measures of Nantong Binjiang Park Hydrophilic Platform Collapse

Jin Shujie

(CCCC third harbor consultants co.,ltd,Shanghai 200032, China)

【Abstract】 Nantong Binjiang Park hydrophilic platform which is located in Nantong Langshang Scenic Area belongs to Taoyuan dangerous section of Yangtze river. In August 12, 2012, partial collapse of hydrophilic platform happened suddenly and thus made a severe geological disaster. This paper studies the causes of the disaster from the hydrological and geological reasons. Then specific suggestions and treatment measures is given to repair the geological disaster.

【Key words】 hydrophilic platform; collapse; outer bank erosion; treatment measures

0 引言

亲水平台是从陆地延伸到水面,使游人更方便接触所想到达水域的平台。南通滨江公园亲水平台地处南通狼山风景名胜,属于长江桃园险段,长江桃园险段历来是南通市最易发生坍塌事故的险段,至 2012 年 7 月以来,由于上游来水水量大、流速急,导致滨江公园亲水平台于 8 月 12 日突然发生局部塌陷,水下地形测量结果表明,亲水平台前沿岸坡冲刷、塌岸严重。后侧挡土墙内侧出现多条裂缝,且在发展。险情危急,需采取措施进行抢险加固和修复。为此,本文主要从水文、工程地质角度分析了该亲水平台塌陷产生的背景和原因,并对该地质灾害救治提出了具体的建议措施。

1 亲水平台塌陷概况及工程地质条件

1.1 亲水平台塌陷概况

南通滨江公园亲水平台位于江苏省南通市狼山风景区,亲水平台陆域地形较为平坦,地面标高约

6.2 m,靠近长江一侧修有踏步,踏步下平台面标高约 4.8 m,前缘已坍塌约 15 m(见图 1),后方陆域有明显的裂缝,水域近岸分布有新近抛石,亲水平台正前方的水下地形有一个深槽,标高由约 -5 m 突然降到约 -20 m,由近岸向江心泥面标高由 -3.0 m 过渡到 -37.0 m,水下地形较为复杂。



图 1 亲水平台塌陷

1.2 工程地质条件

根据勘察资料显示,南通滨江公园亲水平台勘察区的地层自上而下划分为3个地基土层及分属不同大层的亚层。

①₁ 抛石层:杂色,湿一饱和,松散。表层为大理石地砖,其下为钢筋砼平台,约1 m以下混较多粉砂和碎石,抛石块直径较大,最大可达1 m。抛石厚度在陆域区一般为5.0~7.5 m,水域区一般为5.0 m左右。

①₂ 灰黄色吹填土层:饱和,松散一稍密。以灰黄色细砂为主,砂质较纯,颗粒较均匀,含云母和少量贝壳碎片,局部混夹少量杂质,该层局部分布,揭示厚度为2.6 m。

③₁ 灰色淤泥质粉质黏土层:饱和,流塑。土质不均匀,切面稍粗糙,夹粉砂或粉土薄层,单层厚约0.2~0.5 cm,干强度中等,韧性中等,陆域区局部由于上覆填土的压载已固结成粉质黏土。该土层在勘察区域范围内均有分布,厚度变化较大,最大厚度为19.4 m,最小厚度1.9 m,勘察区域平均层厚约8.8 m左右。

③₂ 灰色粉质黏土层:饱和,软塑。切面较粗糙,土质较为均匀。含贝壳碎屑,夹粉土薄层或团块,局部夹粉细砂薄层,单层厚为0.2~0.5 cm,局部粉性重,近黏质粉土。该层在陆域区均有分布,水域局部分布。

④₁ 灰绿色粉砂层:饱和,松散一稍密。含大量云母和少量贝壳碎片,偶见腐植物。砂质较纯,土质不均匀,偶见个别砾石,局部夹黏性土薄层,单层厚约0.3~0.5 cm。局部砂性重,为细砂,局部夹砂质粉土。该层在陆域区均有分布,水域局部分布;陆域区厚度稍大,一般为4.5~8.5 m,水域区分布厚度相对较小,一般为1.7~4.0 m。实测标准贯入击数一般为8~16击。

④₂ 灰色粉细砂层:饱和,中密,局部密实。含云母、贝壳碎片和腐殖质。砂质较纯,颗粒较均匀。混夹少量黏性土薄层,单层厚0.1~0.2 cm。该土层在勘察区均有分布,较稳定,厚度未揭穿,顶板标高一般为-17.7~-41.7 m。实测标准贯入击数一般为18~30击,局部为30~44击。

④₂₁ 灰色粉质黏土层:饱和,软塑,局部可塑。切面稍粗糙,土质尚均匀,含云母和贝壳碎片,夹薄层粉性土,局部夹层较多,韧性中等,干强度中等。该层在勘察区仅以透镜体的形式分布,顶板标高一般为-36.7~-53.0 m,厚度平均为2.0 m。实测标准贯入试验击数一般为8~12击。

④₃ 灰色黏质粉土层:饱和,中密,局部稍密。

含云母,土质不均匀,局部砂性重,呈含黏性土粉砂状,局部黏性重,呈粉质黏土状。该层在水域局部分布,顶板标高为-54.5 m,厚度未揭穿。实测标准贯入试验击数一般为13~22击。

2 亲水平台塌陷成因分析

根据勘察资料和现场调查,初步分析南通滨江公园亲水平台塌陷成因主要有水文地质和工程地质两个方面的原因。

2.1 水文地质成因分析

南通滨江公园亲水平台恰好位于长江凹岸段(见图2),北侧有个抛石丁坝,南侧约150 m处为龙爪岩,距离亲水平台约400 m为长江主航道,来往大型船只非常多。水流在流经弯道时,由于重力和离心力的共同作用,断面内形成横向环流,横向环流与纵向主流运动的叠加,使弯道水流呈螺旋流运动状态^[1],这样的地貌环境导致了长江水水流在亲水平台区域形成了非常复杂的涡流、环流,加剧了对岸边的冲刷力度。



图2 南通滨江公园亲水平台位置示意图

亲水平台正前方的水下地形有一个深槽,标高由约-5 m突然降到约-20 m(见图3)。由于亲水平台处于长江凹岸带,水流在惯性和离心力的作用下向凹岸方向冲去,凹岸受到侵蚀,同时在河底产生向凸岸的补偿水流,将底层水流压向凸岸,把从凹岸冲下的物质搬运至凸岸堆积,造成亲水平台前方形成一个突降的深槽。在涡流和环流的冲刷机理作用下^[2-4],亲水平台前侧的一些细小抛石和泥沙被水流带走,造成亲水平台失稳、塌陷。

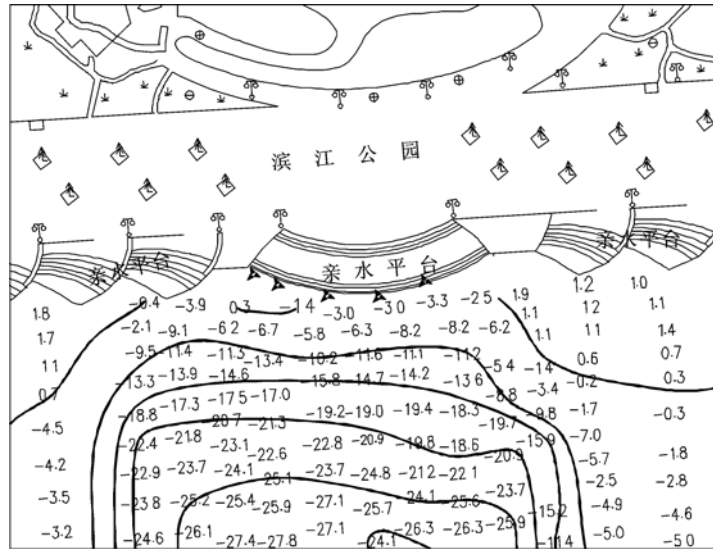


图3 亲水平台前方水下地形图

2.2 工程地质成因分析

根据勘察资料,陆域区抛石混砂层较厚,且不均匀,荷载变化大,而抛石下部又分布有厚度较大的淤泥质粉质黏土,该层土属于高压缩性、高灵敏度、低强度的软弱黏性土,在上部抛石的不均匀荷载作用下,易产生不均匀沉降,导致亲水平台的砼地面产生开裂(见图4);水域区在亲水平台塌陷前,表层没有抛石,直接出露泥面的即为工程性质较差的③层软黏性土,厚度变化非常大,最厚处22.5 m,最薄处1.9 m,且分布在其下的④₁层粉砂,呈松散一稍密状,工程性质亦不是很好,且位于长江凹岸段,在水流的不断侵蚀冲刷下,岸坡难以保持稳定。



图4 砼地面裂缝

3 亲水平台塌陷修复建议措施

3.1 抛石挤淤地基处理法

由于亲水平台前出露的是淤泥质粉质黏土,属

于强度差的软土层,再加上长江水水流在亲水平台区域形成了非常复杂的涡流、环流,加剧了对岸边的冲刷力度。针对这种情况,可以利用抛石挤淤地基处理法^[5-6]来减少长江水流对亲水平台的冲刷作用。抛石挤淤属强迫置换软土的一种形式,通过向软土中抛入较大的片石、块石,使片石、块石强行挤出软土并占据其位置,以此来提高地基承载力,减小沉降量,提高土体的稳定性。它的实质就是用石头来代替淤泥,是一种置换的方法。因此,抛石挤淤法在理论上并没有太多复杂的原理。抛石挤淤法与其他置换方法的最大区别在于它是一种纯粹的置换。就是尽可能的把淤泥全部置换成石料而彻底改变地基土的性质,实现软基处理的目的。这种方法不用抽水挖淤,施工迅速、方便,常用于具有触变性的流塑状的饱和淤泥或淤泥质土的处理。

3.2 抛砂固结铺设土工布处理法

抛砂固结主要是指在地基表面抛一层砂,形成通畅的排水面,加速地基固结,是一种较常用的地基浅层处理方法,能提高地基承载力,防止护岸边坡失稳,施工便利,速度快^[7]。与土工布配合使用,其效果更加显著。在铺土工布前,先抛填0.5 m厚的砂垫层,既利于地基的排水固结,又可增加摩擦力,以充分发挥土工布的抗拉强度,减小侧向位移。在土工布之上再抛0.5 m厚石碴垫层,避免土工布在施工中被砸破而降低强度。结合南通滨江公园亲水平台塌陷的情况,现将抛砂固结铺设土工布处理法的各工序作以下分述。

1)砂垫层的抛填施工:砂垫层的施工直接影响土工布能否铺得平整准确,是施工中的重要工序,抛

填前按亲水平台范围定出砂垫层的抛填边线,设立标志,抛砂船按照定位标志和施工顺序进行抛填,另外抛填作业应结合抛填区的水深、流速、流向、风向情况,按每一施工段,分层均衡抛填、逐步上升的技术要求进行施工。抛砂完成后应立刻进行土工布及石渣层的施工,否则抛填的砂垫层很容易被冲掉流失。

2)土工布的铺设:土工布的着地位置、平整度等一定要符合要求,如发现土工布有褶皱、位移,则应停止拉伸,派潜水员下水整理好后再继续拉伸,直至铺完。经检查复合要求后,立刻将砂袋抛压在土工布上,以防水流冲击使土工布发生褶皱、位移等。第一块铺好后,立即以同样方法进行第二块的铺设。应注意第二块土工布与第一块土工布要有一定的搭接宽度。在风浪较小的情况下,这种铺设方法以3~4块作为一个施工段为宜。为防止土工布被风浪卷起,铺完后应立即组织石渣垫层的抛填,压住土工布。

3)石渣垫层施工:石渣垫层主要是为保护土工布,因此对石渣的质量有严格的要求。首先是石渣中不允许掺杂10 cm以上的块石,不允许有棱角、片状的块石,避免将土工布刺破;其次是石渣的含泥量要小于5%,其抛填方法同砂垫层,在掌握好抛填厚度的原则上表面略平即可。

4)抛填袋装砂:待石渣垫层施工完成后,将装满砂的沙袋抛填在石渣垫层之上,直至抛填的袋装砂层厚度达到要求即可。

3.3 钻孔灌注桩处理法

钻孔灌注桩具有低噪音、小震动、无挤土效应、对周围环境影响小、能穿越各种复杂地层和形成较大的单桩承载力、适应各种地质条件和不同规模建筑物的优点,因此可以利用钻孔灌注桩来实现亲水平台塌陷的修复^[8-10]。按设计要求在亲水平台下打入钻孔灌注桩,在桩上架设预制横梁,在横梁上铺设亲水平台。在用钻孔灌注桩时,要注意用耐防腐性、强度高的混凝土进行灌注,同时要注意在钻孔灌注桩两侧打入倾斜预制桩来减少水流对钻孔灌注桩冲击作用,构成桩基的整体稳定性。在塌陷现场搜集了亲水平台已有的桩基资料,2004年滨江公园亲水平台区施工时打了两排桩,前面一排为0.60 m×0.60 m预制方桩,斜度按4:1,桩长34.0 m,桩顶标高+2.55 m,后面一排为φ1500 mm的钻孔灌注桩,桩长27.0 m,桩顶标高2.60 m,亲水平台前方

塌陷到已有桩基础处,没再继续塌陷。事实也证明,正是2004年施工时打的两排桩,使得亲水平台的塌陷处于可控制状态。

4 结论

1)南通滨江公园亲水平台塌陷主要是由于亲水平台下的高压缩性、高灵敏度、低强度的软弱土产生不均匀沉降所导致的,再加上复杂的地貌环境在亲水平台附近区域形成了非常复杂的涡流、环流,加剧了对岸边的冲刷力度。在涡流和环流的冲刷作用下,亲水平台前侧的一些细小抛石和泥沙被水流带走,造成亲水平台失稳、塌陷。

2)本文在分析滨江公园亲水平台塌陷产生原因的情况下,提出了三种整治修复的建议措施。这三种处理方法虽然原理不一样,但基本都能起到修复作用,可以针对实际情况,将其中两种结合运用。例如,塌陷的亲水平台利用桩基进行修复,而亲水平台前面水体中的软土可利用抛石挤淤处理法或抛砂固结铺设土工布处理法进行地基处理,实现亲水平台的长期稳定性。

参 考 文 献

- [1] 李爱香,孙一,赵小娥,等. U形弯道水流试验及其数值模拟[J]. 长江科学院院报, 2009, 26(9): 29-31.
- [2] 田伟平,李惠萍,高冬光. 弯道环流与沿河路基冲刷试验研究[J]. 重庆交通学院学报, 2002, 21(3): 94-97.
- [3] 张耀先,焦爱萍. 弯曲型河道挟沙水流运动规律研究进展[J]. 泥沙研究, 2002(2): 52-58.
- [4] 方达宪,王军. 丁坝涡流冲刷机理与冲深计算[J]. 华东公路, 1989(4): 40-43.
- [5] 胡永安,孙立宪. 抛石挤淤地基处理法在饱和淤泥基础中的应用[J]. 陕西水利, 2010(4): 65-66.
- [6] 单颖涛,张明义,高存贵. 抛石挤淤在吹填淤泥区地基处理中的应用[J]. 青岛理工大学学报, 2010, 31(5): 23-26.
- [7] 刘增强,潘安济. 抛砂固结铺设土工布方法处理软土地基的工程实践[J]. 青岛建筑工程学院学报, 2003, 24(3): 118-120.
- [8] 朱崇诚,李越松,王笑难. 灌注桩在码头结构加固中的应用[J]. 水道港口, 2008, 29(5): 358-361.
- [9] 范新发. 反压锚杆静压桩法进行亲水平台地基处理[J]. 土工基础, 2008, 22(6): 12-14.
- [10] 童文鲁. 钻孔灌注桩在高桩码头平台中的应用[J]. 水运工程, 1998(5): 14-18.

收稿日期:2012-11-26