

南京长江堤防岸段沉降观测分析

陆 凤¹, 李铭华¹, 汪佛海¹, 潘国俊²

(1. 南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011;

2. 江苏省地质勘查技术院, 江苏 南京 210008)

摘要: 堤防沉降是堤防稳定的重要因素, 堤防沉降观测分析是了解堤防稳定性的主要方法之一。通过整理 4 期南京长江干堤沉降观测数据, 并对历史数据进行对比分析堤防的沉降情况; 认为除了局部监测区段存在沉降或隆起的情况, 南京长江堤防防洪能力提升岸段整体比较稳定; 为掌握新建、加固堤防动态变化和发展趋势, 提供数据支持, 有利于后续堤防巡查和堤防管理。

关键词: 长江堤防; 沉降观测; 沉降分析; 堤防稳定性

中图分类号: TV871

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 09-0058-05

Analysis on settlement observation of Yangtze River embankment in Nanjing

LU Feng¹, LI Minghua¹, WANG Fohai¹, PAN Guojun²

(1.Yangtze River Management Division of Nanjing, Nanjing 210011, Jiangsu;

2. Geological Exploration Technology Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210008, Jiangsu)

Abstract: Embankment settlement of is an important factor of embankment stability. Observation and analysis of embankment settlement is one of the main methods to understand the embankment stability. Through the arrangement of four Nanjing Yangtze River embankment settlement observation data and the historical data of the comparative analysis, the results showed that in addition to the local monitoring section of subsidence or uplift, the flood control capacity of Nanjing Yangtze River embankment was relatively stable as a whole. Mastering the dynamic changes and development trend of new-built and reinforced embankment, and providing data support would be beneficial for the subsequent embankment inspection and embankment management.

Key words: Yangtze River embankment; settlement observation; settlement analysis; embankment stability

0 引言

长江南京河段上接安徽省马鞍山小黄洲岸段, 下与镇扬河段的仪征水道接壤, 河道主泓长约 97 km, 是长江中下游干流 14 个重点河段之一^[1]。沿途流经南京市江宁、雨花台、建邺、鼓楼、栖霞、浦口、六合 7 个区。河段堤线主江堤总长约 179 km

(不含洲堤、港堤及以山代堤), 是江苏省南京市各区的重要防洪工程。南岸上起江宁区和尚港, 下迄栖霞区大道河口, 全长约 93 km; 北岸上起浦口区驷马山河口, 下迄六合区小河口, 全长约 86 km。

由于历年险情不断, 为了提高长江干堤防洪能力, 自 2010 年 10 月起, 南京市全面实施长江干堤防洪能力提升工程, 对长江干堤进行加固和改造。

收稿日期: 2017-05-25

作者简介: 陆凤 (1986-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事河道水下地形、陆域地形测量及 GIS 空间分析工作。

部分岸线进行改线外扩, 部分岸线截弯取直^[2]; 三峡大坝建成后, 水流携沙量减少, 清水下泻加强了对长江南京段河床的冲刷, 局部堤防堤脚处出现深槽^[3]; 随着城市化进程的不断加快, 为满足南京江北新区发展需要, 南京市过江穿堤通道不断增加, 现有南京长江隧道、扬子江隧道^[4]; 2016 年入汛后, 长江出现历史第四高 9.96 m 洪水水位, 部分新建或老旧堤防历经严重考验。考虑到经济、地质、水文、防洪安全等因素, 为了掌控长江堤防安全运行情况及效益最大化, 便于堤防管理, 有必要对堤防进行沉降观测, 并对历年的观测结果进行对比分析。

本文通过整理 2012 年、2013 年、2014 年、2016 年 4 期南京长江干堤沉降观测数据, 对 4 期观测数据进行对比, 分析长江干堤的稳定性情况, 为更好的掌握新建、加固堤防沉降的动态变化和发展趋势提供数据依据。

1 堤防沉降观测

1.1 技术路线

堤防沉降观测主要分为 2 级布网。

(1) 首级为工作基准网。工作基点是整个沉降观测工作的最基本控制点, 选用 2011 年、2012 年布设的 E 级 GPS 点;

(2) 第二级为监测网。主要观测埋设的沉降监测点。监测网观测等级为四等几何水准。利用监测数据, 结合数理统计技术, 分析监测区堤防的稳定性和安全性。

沉降观测技术路线见图 1。

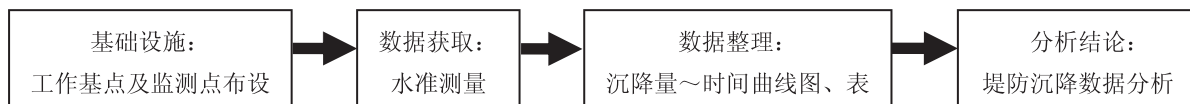


图 1 沉降观测技术路线图

1.2 沉降点布设

为了反映出堤防准确的沉降情况, 沉降观测点需均匀的埋设在堤防上能反映沉降特征且便于观测的位置。具体布设原则: ①在监测区选择有代表性位置布设监测断面; ②加固堤防段平均 1 km 布设 1 个观测断面, 改线新建堤防平均每 500 m 布设 1 个观测断面, 每个断面布置 4 个观测点(堤顶、堤脚各 2 点)。位置、埋设规格、尺寸

如图 2 所示。用 J*** 流水编号, 并标记埋设年份。

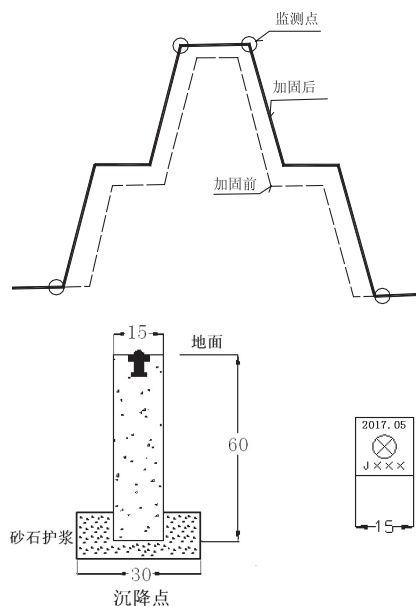


图 2 沉降点布置示意图

1.3 沉降观测基本要求

(1) “五定”原则: 沉降观测依据的基准点、工作基点、沉降观测点的点位要固定; 测量所用设备仪器要固定; 测量观测人员要固定; 观测环境条件基本一致, 并记录相关环境因素; 观测路线、观测方法要固定, 采用统一基准处理数据^[5]。

(2) 沉降观测仪器需检验合格, 并具备较高的精度。

(3) 为了精确反映出堤顶、堤脚的沉降情况, 将水准路线分为左岸(江北)、右岸(江南)分布布设附合线路、闭合线路, 进行观测及平差计算。

(4) 观测中按《国家三、四等水准测量规范》

规定执行。

2 沉降分析

2.1 监测点沉降情况

2016 年为长江南京防洪能力提升岸段监测工作的第四期。对比分析第三、第四期监测数据(03 ~ 04 期), 发现江南沉降点有 75 个点, 平均沉降为 -7.7 mm, 隆起点有 140 个点, 平均隆起

12.7 mm, 全线整体平均沉降 5.6 mm; 江北沉降点有 72 个点,平均沉降 -8.5 mm,隆起点有 149 个点,平均隆起 13.5 mm, 全线整体平均沉降 6.3 mm ; 江南、江北岸段 60% 以上的点沉降幅度在 10 mm 以内。见表 1。

2.2 沉降监测结果分析

根据历年汛前河势分析中防汛的重点岸段、次重点岸段等材料, 在沉降观测时, 按照河口、水工

建筑物等的自然地理位置将南京长江堤防岸段分为江北 13 个测区, 江南 14 个测区。各监测区堤防沉降观测结果如表 2 所示。

表 2 中每个监测区对沉降结果的分析主要采用沉降过程曲线图和沉降平面等值线图两种方式。

(1) 沉降过程曲线表

将各观测点高程值按时间整理成数据表, 并

表 1 03 ~ 04 期沉降监测统计表 (2014 ~ 2016 年)

监测 期数	最大沉降量	最大沉降速率	平均沉降量	平均沉降速率	≥ 0.06mm/d	占有率	≥ 0.08mm/d	占有率	总点数
	(mm)	(mm/d)	(mm)	(mm/d)	(个)	(%)	(个)	(%)	(个)
03 ~ 04 期	-62.0	-0.10	5.6	0.009	6	2.8%	1	0.5%	215
03 ~ 04 期	-37.0	-0.06	6.3	0.010	2	0.9%	0	0	221

表 2 沉降观测堤防稳定性分析结果

江北			堤防稳定性			江南			堤防稳定性		
1	驷马山河 ~ 周营河		稳定	1		和尚港 ~ 铜井河口		稳定			
2	周营河 ~ 石碛河口右岸		稳定	2		铜井河口 ~ 牧龙河口		稳定			
3	石碛河上游 ~ 石碛河口		隆起	3		牧龙河口 ~ 仙人矶 ~ 潘季沟		稳定			
4	石碛河口 ~ 小年圩		隆起	4		潘季沟 ~ 江宁河闸		稳定			
5	小年圩		稳定	5		江宁河闸 ~ 板桥汽渡		稳定			
6	板桥渡口 ~ 高旺河口		稳定	6		京沪高铁桥段		稳定			
7	高旺河口 ~ 中心河		稳定	7		板桥河口 ~ 秦淮新河闸		稳定			
8	威尼斯水城 ~ 南钢上游		稳定	8		龙潭水厂段		稳定			
9	二桥 (北汊) 公园		稳定	9		七乡河口下游 ~ 龙潭港 3 期		稳定			
10	郝家坝 ~ 通江集 ~ 划子口河		稳定	10		三江河口下游		沉降			
11	划子口河 ~ 兴隆洲下坝		隆起	11		三江河口下游 ~ 滨江低涵		稳定			
12	兴隆洲下坝 ~ 大河口右侧		隆起	12		滨江低涵 ~ 泰山涵左岸		稳定			
13	大河口左侧 ~ 小河口		稳定	13		泰山涵 ~ 大划子		隆起			
				14		大划子 ~ 大年段 ~ 大道河口		稳定			

计算出各点的沉降量、累计沉降量, 绘总沉降曲线表, 见表 3; 根据多次观测后计算的沉降量, 建立时间—沉降量数学模型, 便于预测下期各点的沉降量。

(2) 沉降平面等值线图

根据各点各时期的累计沉降量, 绘制沉降平面等值线图, 见图 3; 等值线图可以用来分析监测区内沉降量大小分布情况, 便于进行相关决策。

从表 3 和图 3 中的数据变化可以看到, 本期数据和前面监测结果相比, 断面线上沉降点沉降速率在 $-0.021 \sim 0.025 \text{ mm/d}$, 已进入稳定阶段。但该段沿途船厂较多, 随着航运经济周期性复苏, 该段会时常受重载车辆行驶影响, 需继续加强监测。

(3) 沉降监测结果

①江北石碛河上游~石碛河口及石碛河口~小年圩监测区、划子口河~兴隆洲下坝及兴隆洲下坝~大河口右岸监测区在本期监测数据都有不同程度的隆起,后期需要加强监测关注;

②江南三江河口下游段沉降量较大, 泰山涵~大划子数据显示有较大隆起, 后期监测需加强关注, 并分析趋势变化;

③对本期监测成果汇总分析,按沉降或隆起速率在 0.06 mm/d 以上区域进行统计,有明显沉降的监测点很少,江南有 6 个,江北有 2 个,占总监测点数比例均在 10% 以下,整体反映南京长江堤防防洪能力提升岸段比较稳定。

表 3 堤防沉降量统计表

监测区段：驷马山河一周营河

[illegible]

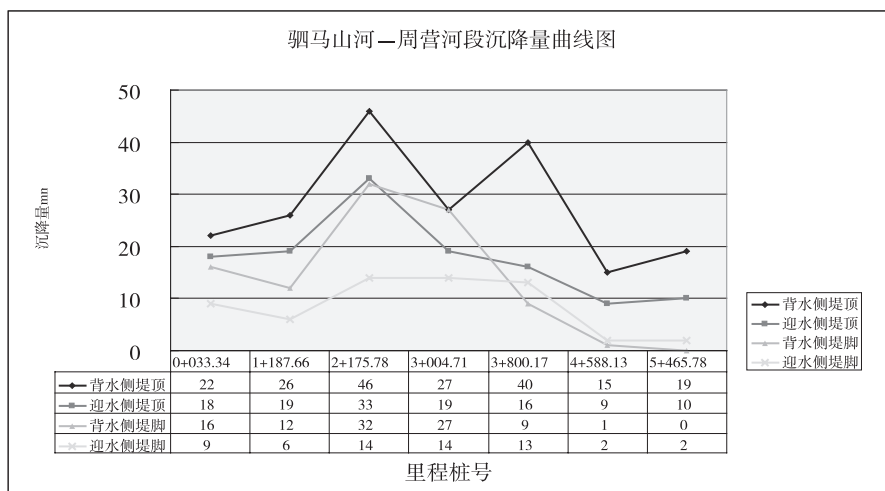


图3 沉降平面等值线图

3 结论

堤防沉降是堤防稳定的重要因素。本文通过整理 2012 年、2013 年、2014 年、2016 年 4 期南京长江干堤沉降观测数据,对堤防稳定性进行分析,对南京长江岸段堤防监测提出如下建议:

(1) 加强长江堤防沿线工程施工情况调查和江堤巡视,对江堤沉降有可能会造成影响的因素进行记录,方便沉降观测点历史沉降趋势分析;

(2) 对重点沉降和隆起的监测区点位进行不定期观测,对堤防连续渗水严重区段进行地下水位观测和机构裂缝监控;

(3) 建议每间隔几年对江堤上控制起算点按三等水准以上标准联测国家二等水准点,确保江堤监测起算点精度;

(4) 结合 4 期监测数据比较分析沉降趋势,并建立监测点档案记录;

(5) 2017 年继续对长江堤防进行沉降监测分析,特别是存在隆起或者沉降的岸段重点监测,准确掌握堤防沉降情况,便于后期堤防管理。

参考文献:

- [1] 南京水利学会. 南京治江 60 年 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2015: 3-10.
- [2] 李晓强, 杨宁, 董敏. 浅析南京市长江干堤应急加固工程堤防填土方案 [J]. 水利建设与管理, 2013, 11: 20-23.
- [3] 郑守仁. 三峡工程与长江开发及保护 [J]. 科技导报, 2005, 23(10): 4-7.
- [4] 李宗梁, 黄锡刚. 泥水盾构穿越堤坝沉降控制研究 [J]. 现代隧道技术, 2011, 48(1): 103-110.
- [5] 张德天, 彭小玲. 浅谈水工建筑物沉降观测技术的应用 [J]. 江西水利科技, 2007, 33(1): 54-56.

(责任编辑: 王宏伟)