

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.03.069

水下盾构隧道运营期沉降稳定性研究

王安飞

(南京交通运营管理集团有限公司, 江苏 南京 211800)

摘要: 根据南京应天大街长江隧道运行 10 余年的结构沉降及隧址区河床的监测数据, 分析水下盾构隧道在运营期的沉降变化规律。研究表明: 盾构隧道的总体沉降主要发生在江底以外的部位, 包括明挖段和大堤段等, 且 80% 以上的沉降发生在开通运营后的 6 a 之内; 盾构隧道上方河床的局部冲刷(5 m 以内)及水位变化能够引起隧道沉降反应, 但不足以产生大的影响, 且随着河床回淤能够恢复之前的稳定状态。

关键词: 水下盾构隧道; 沉降监测; 河床监测; 沉降规律

中图分类号: U456.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)03-0282-03

0 引言

南京应天大街长江隧道是江苏省南京市城市总体规划确定的过江通道中的隧道工程, 南起南京市主城区的滨江快速路, 北至江北快速路, 全长约 3 791 m。隧道采用双层结构, 上层为行车层, 下层为廊道层, 分为逃生通道、电缆廊道和消防廊道, 隧道内径 13.3 m, 外径 14.5 m。

隧道盾构段横断面图见图 1。隧道纵向分敞开段、明挖暗埋段和盾构段, 其中盾构段长约 3 km, 采用管片连接, 管片厚 60 cm。隧道主体结构主要穿越软弱地层和风化岩层, 地质条件复杂^[1]。为保障隧道工程的结构安全, 自 2010 年 5 月通车后一直持续对隧道的结构沉降及隧址区河床的冲淤变化信息进行持续监测^[2]。

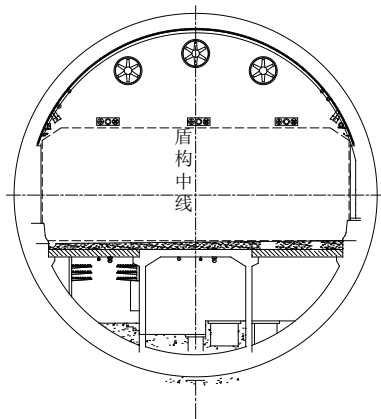


图 1 隧道盾构段横断面图

收稿日期: 2022-06-20

作者简介: 王安飞(1987—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事桥梁隧道工程养护技术研究工作。

1 隧道沉降变化分析

南京应天大街长江隧道作为长大水下盾构隧道, 自开通运营之日起就对其结构沉降进行持续监测, 监测内容主要为管片结构的扭转变形及纵向不均匀沉降^[3-4]。其中运营期管片结构的扭转变形基本平稳, 本文主要对其纵向不均匀沉降数据进行分析。

截至 2020 年 11 月, 隧道左线累计最大沉降 21.26 mm, 位于 LK3+414(明挖暗埋段); 右线最大累计下沉 20.62 mm, 位于 RK3+414, 与左线保持一致。隧道盾构段累计沉降量见图 2。

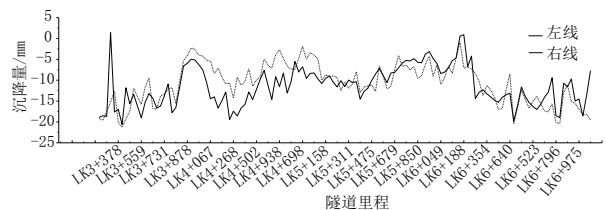


图 2 隧道盾构段累计沉降量

由图 2 可见, 隧道盾构段的沉降主要发生在大堤段(泛指入江以外的部分), 江中段沉降量均较小, 最大沉降量为 14.55 mm, 位于 LK5+407(江中深槽位置)。由于隧道左右线沉降规律基本保持一致, 因此, 后文将针对历年来大堤段和江中段的左线沉降数据进行分析。

2014 年至 2020 年隧道左线沉降最大值点的变化规律见图 3。

图 3 反映了大堤段和江中段沉降最大值点的历年变化规律, 可以看出总沉降量的 80% 以上发生在通车后的 6 a 内, 其中大堤段达到了沉降总量的 90%。通过分析, 隧道大堤段沉降变化较大的原因一

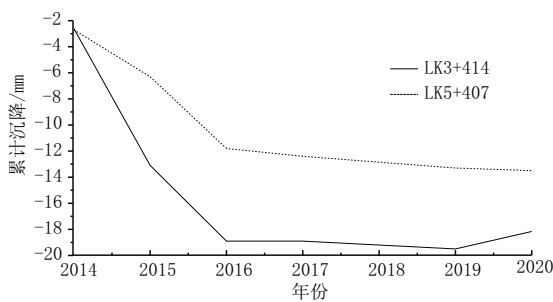


图3 2014年至2020年隧道左线沉降最大值点变化规律

是该段属于浅埋地段,地层对外界扰动比较敏感;二是隧道周边施工,包括开挖、堆填等,对大堤段沉降影响也较大。江中段沉降变化较小的原因一是埋深较大,受地层扰动影响小;二是外界影响因素较少,沉降主要受管片上方水土压力影响(即河床和水位的影响)^[5-6]。

2 河床及水位变化影响分析

该隧道自建设初期就每年对隧道轴线上下游各75 m河床进行监测,监测的内容主要有水下地形测量和冲淤测报分析,并通过冲淤测报分析确定隧道上方的覆土厚度。目前河床冲刷主要受水流影响,特别是汛期大洪水^[7-8]。图4选取了从隧道建设初期开始隧址区的历年最高洪水位;图5为历年最高洪水位下的河床冲刷图,其中2020年河床冲刷深度达到最大。

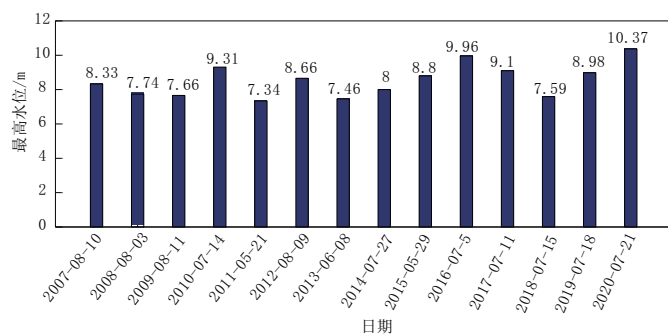


图4 隧址区历年最高水位(吴淞高程)

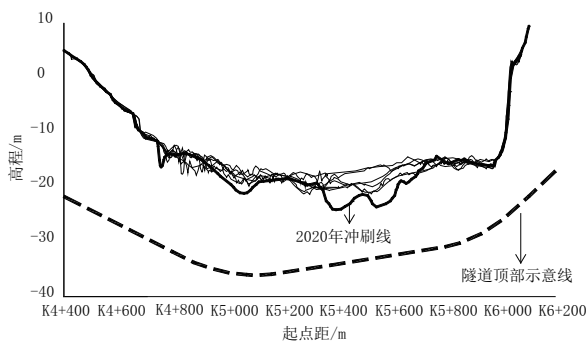


图5 隧址区河床历年冲刷线

以建设期以来的最高洪水位为例,2020年7月21日隧址区最高洪水位达到10.37 m,而2020年隧

道轴线上深槽部位的河床冲刷深度也达到了隧道开通以来的最大值5.03 m,见图6。

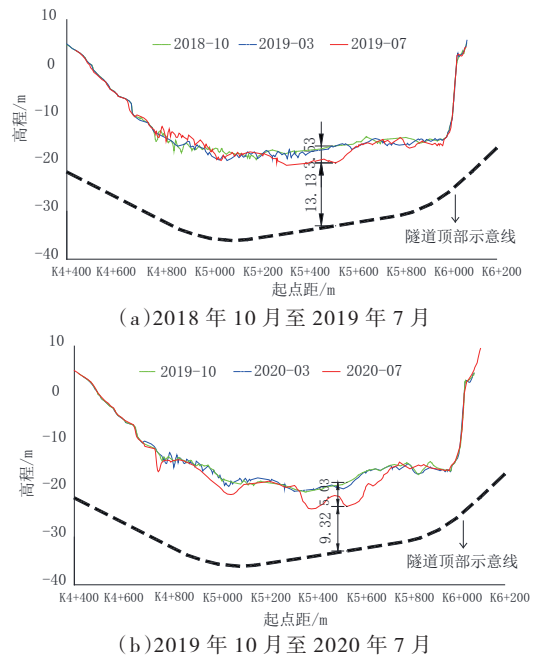


图6 2019年~2020年隧址区河床冲刷示意图

图7为2020年隧址区2处冲刷槽(分别冲刷4.6 m和5.03 m)位置的沉降曲线。可以看出2处的沉降规律基本一致,在上覆土厚度变薄的情况下,盾构隧道会出现一定的上浮,2处上浮量分别为1.9 mm和2.2 mm;另外,随着洪水过境后深槽位置的泥沙回淤,沉降值将缓慢恢复至洪水之前的水平^[9]。结合图3,可以看出盾构隧道上方河床的局部冲刷(5 m以内)及水位变化不足以对隧道沉降产生大的影响,结构基本保持稳定。

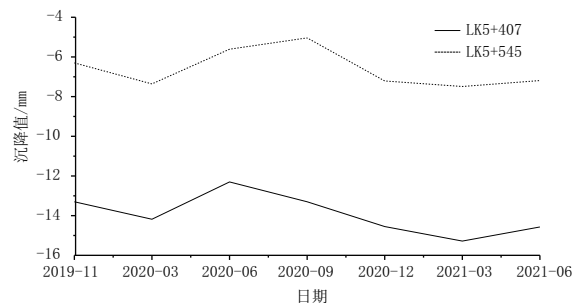


图7 2020年冲刷槽位置沉降变化曲线

3 结 语

(1)盾构隧道的总体沉降主要发生在江底以外的部位,包括明挖段和大堤段等,且80%以上的沉降发生在开通运营后的6 a之内。

(2)盾构隧道上方河床的局部冲刷(5 m以内)及水位变化能够引起隧道沉降反应,但不足以产生大的影响,且随着河床回淤能够恢复之前的稳定状态。

参考文献:

- [1] 郭信君.南京长江隧道工程难点分析及关键技术总结[J].岩土力学与工程学报,2012,10(32):2154-2160.
- [2] 孙凯旋,高亚军,李国斌,等.重庆长江隧道河床演变及冲刷预测[J].水运工程,2020,571(7):181-186.
- [3] 贾宝新,高宗贤,惠鹏飞.上软下硬地层隧道盾构施工引起的地表沉降研究[J].安全与环境学报,2021(3):1083-1088.
- [4] 韦猛,方中杨,柴冰冰.砂卵石地层盾构隧道地表最大沉降量预测[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2021(5):110-115.
- [5] 陈芳芳.既有盾构隧道结构上覆土开挖的影响分析[J].工程机械与维修,2021(3):194-196.
- [6] 林存刚,刘干斌,吴世明,等.泥水盾构掘进引起的地面沉降-传统计算理论的评析与修正[J].土木工程学报,2015(4):111-123.
- [7] 王乐乐.河床变形监测技术在盾构过江施工中的应用[J].广东水利水电,2020(9):93-96.
- [8] 王华,曹双,于洋,等.南京河段拟建过江隧道河段河床冲刷数值模拟[J].水运工程,2019(11):67-73.
- [9] 岳红艳,朱勇辉,卢金友,等.长江武汉河段近期河床演变特征探讨[J].水利水电快报,2017(11):43-46.

.....

(上接第 268 页)

规范要求。

(4)根据室内土工和十字版检测成果,排水板堆载预压可显著提高软土物理力学参数。软基处理后,堤防深层抗滑稳定验算满足规范要求。因此,堆载预压效果较好。

参考文献:

- [1] 缪玺.塑料排水板真空堆载联合预压在滨海地区饱和软基处理中的应用[J].山东交通科技,2018(3):45-47,66.
- [2] 陆利平.水利工程施工中软基基础的处理技术分析[J].河南建材,2018(4):2.
- [3] 秦淑豪.基于高速公路软土地基的塑料排水板法设计[J].交通世界,2021(27):2.
- [4] 黄朝焯.塑料排水板处理地基固结计算及其工程应用分析[J].中国农村水利水电,2018(7):6.
- [5] 胡嫣然,陈静.刚体极限平衡法在坝基深层抗滑稳定计算中的应用[J].安徽建筑大学学报,2019(1):8.