

# 公路隧道下穿既有桥梁的施工影响及 工程措施研究

黄启舒, 孟庆生

(贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司, 贵州 贵阳 550000)

**摘要:** 通过现场调研和实地监控量测, 分析公路隧道下穿既有桥梁的施工影响, 发现桥墩位移变化和隧道拱顶下沉可大致分为快速变化、缓慢变化和基本稳定 3 个阶段; 根据实测数据和经验, 提出从隧道开挖过程和隧道周边地层采取防护措施、对桥墩所在位置采取加固措施两方面入手减少隧道下穿既有桥梁的影响。

**关键词:** 隧道; 桥墩位移; 施工影响; 工程措施

中图分类号: U455.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)05-0144-03

近年来贵州省公路建设迅猛发展。贵州省地处云贵高原, U 形山谷发育, 公路建设中桥隧比例非常高。随着公路网的不断完善, 公路隧道下穿既有运营桥梁的情况不可避免。为保证既有桥梁在隧道下穿时的安全运营, 国内外学者进行了相关研究: Chen L. T. 等通过解析法和有限元模型研究了隧道施工对桩基竖向和侧向的影响; Mroueh H. 等通过建立有限元计算模型研究了城市隧道施工对已有桩基的影响; Lee C. J.、Loganathan N.、Ong C. W.、Morton J. D. 等通过离心机试验研究了隧道导致土体变形对桩基的影响; 李会良等利用 MIDAS-GTS 软件模拟了盾构法的施工过程及进行桩基托换时桥桩的内力、位移分布; 丁鹏华通过数值模拟分析了盾构开挖对地层变形的影响和影响范围; 漆伟强等利用 FLAC<sup>3D</sup> 进行盾构侧穿桩基数值模拟, 研究了盾构掘进中桩基的纵横向变形及开挖完成后的桩基沉降规律, 并提出了侧穿桥桩的保护措施; 程康等分析了既有桩基在邻近盾构隧道开挖及桩基上覆荷载同时作用下的响应。上述研究大多集中于城市地铁和地铁站近接城市桥梁, 而针对山岭公路隧道下穿既有桥梁的研究不多。该文以贵州某在建公路隧道下穿既有桥梁为依托工程, 通过现场调研、实地监测, 分析隧道下穿既有桥梁的施工影响, 探讨相关应对措施。

## 1 工程概况

### 1.1 隧道概况

下穿既有桥梁的隧道为一分离式特长隧道, 左

幅起讫桩号为 ZK1+386—ZK4+888, 全长 3 502 m; 右幅起讫桩号为 YK1+386—YK4+905, 全长 3 519 m。隧道最大埋深约 420 m。隧道平面线形进口段位于圆曲线上, 圆曲线半径为 1 770 m; 出口段位于圆曲线上, 圆曲线半径为 900 m。进口左右线测设间距 8 m, 出口左右线测设间距 24.5 m。左、右幅都为上坡隧道, 纵坡坡度为 2.495%。

该隧道在进口下穿既有桥梁, 交叉影响隧道桩号为 K1+750—810, 长 110 m。既有桥梁 2<sup>#</sup> 桩基距下穿隧道右幅隧道外轮廓线直线距离 25.47 m、水平距离 14.73 m、垂直距离 17.82 m, 距左幅隧道外轮廓线直线距离 20.70 m、水平距离 6.15 m、垂直距离 17.77 m; 3<sup>#</sup> 桩基距下穿隧道右幅隧道外轮廓线水平距离 8.99 m (见图 1、图 2)。下穿隧道开挖扰动极易影响既有桥梁的稳定。K1+750—810 段设计围岩级别为 V 级。衬砌类型, K1+750—720 为 S—V 小净距/浅埋或偏压特殊处理段, K1+720—810 为 S—Vb。

为保证 YK1+750—810 段施工对高速匝道既

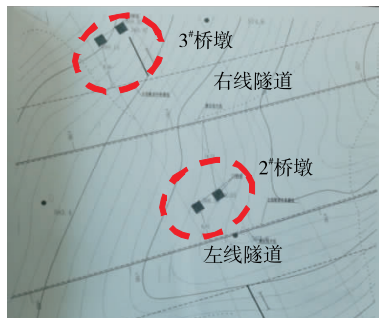


图 1 隧道与桥墩的位置示意图

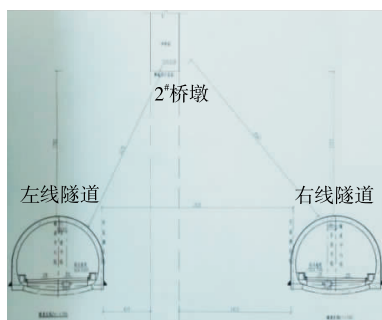


图2 隧道与2#桥墩的位置示意图

有桥梁的行车安全和运输畅通不产生影响,提高事故发生前的预警能力,避免产生不必要的人身安全事故及财产损失,对隧道、桥梁进行监控,据此指导隧道施工。

### 1.2 下穿段工程地质条件

(1) 地形地貌。隧道通过地区处于贵州高原东北部山地,地表切割较深,起伏剧烈,地形条件复杂。地表森林植被较发育,属侵蚀性地貌。

(2) 地层岩性。隧道下穿段通过的地层及岩性为第四纪残坡积层(Qel+dl)粉质黏土(局部夹碎石),志留系中上统韩家店群(S2-3hn)粉砂岩、泥页岩,中统石牛栏组(S2sh)灰岩、泥灰岩。

(3) 水文地质条件。地表水主要为冲沟水,较发育。地下水主要为基岩裂隙水,受大气降水补给,水量较小。

## 2 监控方案

根据隧道实际情况布置监控点(见图3),采用反光片进行测试。

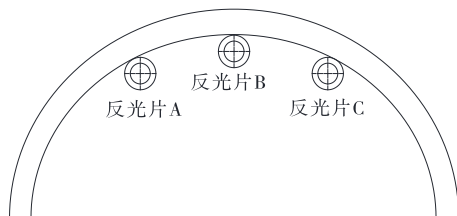


图3 隧道断面监控点布置示意图

因为需同时观测2#和3#桥墩且后视点布置在隧道无影响的范围,综合考虑,初步拟定在既有桥梁左右幅2#、3#盖梁(因为盖梁与桥墩为刚结,故当桥墩发生位移时盖梁与桥墩发生同等位移)各布设监控点1个、桥墩上各布设监控点1个,共4个,采用全站仪+反光片的组合形式进行测试。图4为观测点反光片布设位置,图5为监控量测现场。

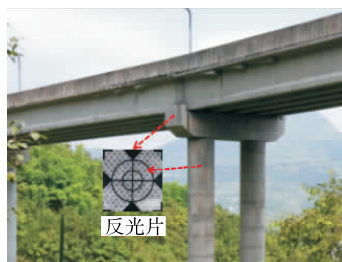


图4 2#桥墩观测点位置



图5 桥墩现场监控量测

## 3 现场监测数据分析

### 3.1 桥墩监测数据

对既有桥梁2#和3#桥墩进行57 d位移观测,观测数据为盖梁与桥墩上位移的平均值。如图6、图7所示,2#和3#桥墩57 d累计位移分别为1.9、1.5 mm。

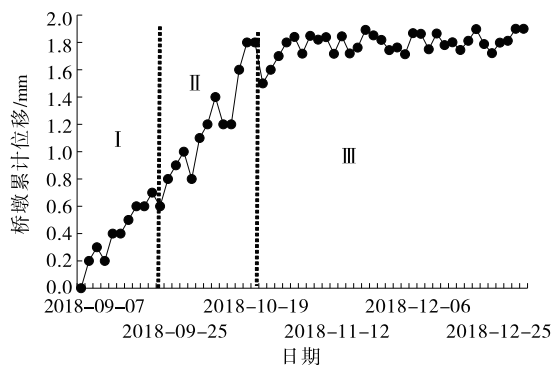


图6 既有桥梁2#桥墩累计位移

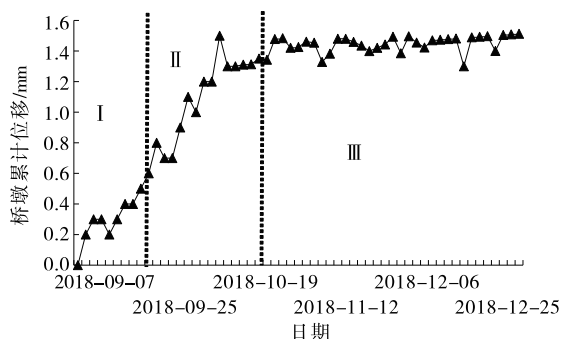


图7 既有桥梁3#桥墩累计位移

### 3.2 下穿隧道监测数据

选取在桥墩正下方的 YK1+760 断面进行分析。对该断面拱顶下沉进行 19 d 监测, A、B、C 监测点的沉降分别为 8.7、9.0、7.2 mm(见图 8)。

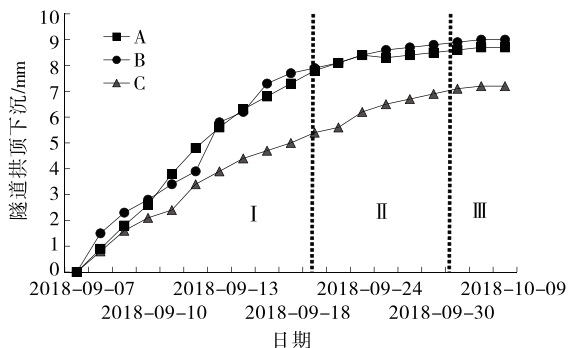


图 8 下穿隧道 YK1+760 断面拱顶下沉

### 3.3 监测数据分析

从图 6~8 可看出:桥墩位移和隧道拱顶下沉大致可分为 3 个阶段,第 I 阶段为快速变化阶段,第 II 阶段为缓慢变化阶段,第 III 阶段为基本稳定阶段。在第 I 阶段,隧道和桥梁位移变化较快,开挖后的围岩还不够稳定,围岩沉降相对较大,隧道上部的桥梁受其影响发生位移,该阶段发生的位移约占总位移的 60%~90%。在第 II 阶段,隧道围岩沉降速度变慢,围岩开始趋于稳定,该阶段隧道和桥梁发生较小位移,占总位移的 10%~40%。在第 III 阶段,围岩基本稳定。

监测数据出现波动的原因有:1) 该桥在运营中,车辆动荷载影响较大,部分监测值可能存在离散性。2) 仪器本身误差,每次设站进行后方交会时计算误差最大有 0.3 mm。3) 环境限制,导致测量距离相对较大,十字丝中心点些许移动在视觉判断上影响不大,但对 X、Y 坐标的实际影响较大。

## 4 工程应对措施

减小隧道下穿既有桥梁的施工影响,主要是要减少对桥梁的扰动,可从两方面着手,一是在隧道开挖中及隧道周边地层采取防护措施,二是对桥墩所在位置采取加固措施。

隧道拱顶沉降大势必影响桥墩的位移,故需减少隧道开挖中的沉降,选择对上部结构影响小的开挖方式,如双侧壁导坑法,同时贯彻“短进尺、弱爆破、强支护、勤测量”的方针。对隧道周边地层采取加固措施,如采用帷幕注浆,注浆里程为隧道影响桥梁的范围即 K1+750—810 段,还可在必要的段落

采用大管棚支护。

桥梁方面,可对桥墩周边地层进行加固。方法有:对桥梁桩基采取注浆加固措施;采用桩基托换的方法;采用桥梁上部结构顶升的方法。

## 5 结论

(1) 桥墩位移和隧道拱顶下沉大致分为快速变化、缓慢变化、基本稳定 3 个阶段。

(2) 可从两方面入手减小隧道下穿既有桥梁的影响,一是在隧道开挖中和隧道周边地层采取防护措施,二是对桥墩所在位置采取加固措施。

### 参考文献:

- [1] Chen L T, Poulos H G, Loganathan N. Pile response caused by tunneling[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2014, 125(3).
- [2] Mroueh H, Shahrour I. Three-dimensional finite element analysis of the interaction between tunneling and pile foundations[J]. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 2002, 26(3).
- [3] Lee C J, Kao C M, Chiang K H. Pile response due to nearby tunneling[A]. BGA International Conference on Foundations, Innovations, Observations, Design and Practice[C]. 2003.
- [4] Loganathan N, Poulos H Q, Stewart D P. Centrifuge modeling testing of tunneling-induced ground and pile deformation[J]. Geotechnique, 2000, 50(3).
- [5] Ong C W, Leung C F, Yong K Y, et al. Centrifuge modeling of pile responses due to tunneling in clay[J]. Underground Singapore, 2005, 128(4).
- [6] Morton J D, King K H. Effects of tunnelling on the bearing capacity and settlement of piled foundations[A]. Tunnelling 79, Proceedings of the 2nd International Symposium[C]. 1979.
- [7] 李会良, 刘宝许, 冯海暴. 地铁隧道临近既有高架桥施工风险研究[J]. 公路, 2019(1).
- [8] 丁鹏华. 盾构隧道施工地层移动对临近桥梁桩基的影响研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- [9] 漆伟强, 匡亚洲, 杨志勇, 等. 砂卵石地层盾构近距离侧穿匝道桥桩变形研究[J]. 地下空间与工程学报, 2018, 14(增刊 2).
- [10] 程康, 夏唐代, 梁荣柱, 等. 盾构开挖下邻近既有桩基的竖向响应分析[J]. 岩土工程学报, 2018, 40(增刊 2).