

复杂地层暗挖隧道穿越人行天桥施工技术

胡方田

(中铁十六局集团第二工程有限公司,天津 300162)

摘要:以正在建设中的北京地铁十号线双井—劲松区间工程暗挖隧道为例,叙述了浅埋隧道穿越人行天桥的施工技术,并通过监控量测对该技术进行了检验。

关键词:粉砂地层;地铁隧道;浅埋暗挖法;人行天桥;施工技术;超前加固;沉降监控

中图分类号:U455.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)07-0052-03

The Construction Technology for Underground Tunneling through the Pedestrian Overhead Bridge Foundation in Silt Stratum/HU Fang-tian (The 2nd Engineering Co. Ltd. of China Railway 16th Bureau Group, Tianjin 300162, China)

Abstract: Construction technique was described about shallow tunneling through pedestrian overhead bridge foundation with the constructing project of section between Shuangjing and Jinsong of Beijing metro line 10, and the technology was tested through monitoring measurement.

Key words: silt stratum; subway tunnel; underground excavation with shallow overburden; pedestrian overhead bridge; construction technology; pre-consolidation; subsidence monitoring

1 概述

北京地铁十号线双井站—劲松站区间,线路从位于北京市双井桥南侧的双井站出发,沿东三环路东侧向南穿过双井立交南天桥、垂杨柳南街,到达劲松路口的劲松站。设计线路起点里程为 K23 + 287.189,终点里程为 K24 + 095.827,全长 808.638 m,由左、右两座分离式标准双线区间隧道组成,标准段线间距 15 m,最小线间距约 12 m。上覆土层厚度 15~17 m。双井—劲松区间线路两侧建筑物较

多,地下各种公用管线密布,而且东三环的车辆络绎不绝。双井南天桥处于左线里程 K23 + 624.296 m 段,属于四跨结构,隧道与天桥平面位置关系见图 1,隧道与各桥桩的断面关系见图 2,天桥桥桩基础对区间暗挖结构形式、施工安全有较大的影响。

2 施工难点

2.1 工程周边环境复杂

线路两侧地上建筑密集,地下各种管线密布。

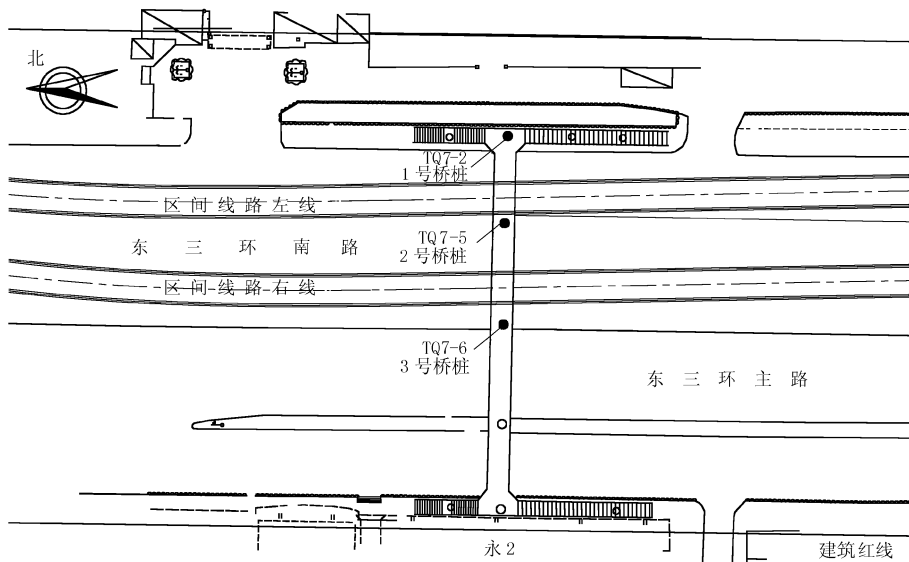


图 1 隧道与天桥平面位置关系图

收稿日期:2006-11-28; 改回日期:2007-06-04

作者简介:胡方田(1972-),男(汉族),山东东营人,中铁十六局集团第二工程有限公司副总工程师、工程师,地下工程专业,从事地铁隧道施工技术工作,北京市朝阳区双井桥东南角中铁十六局地铁十号线十八标项目部工程部(100022),13501104969。

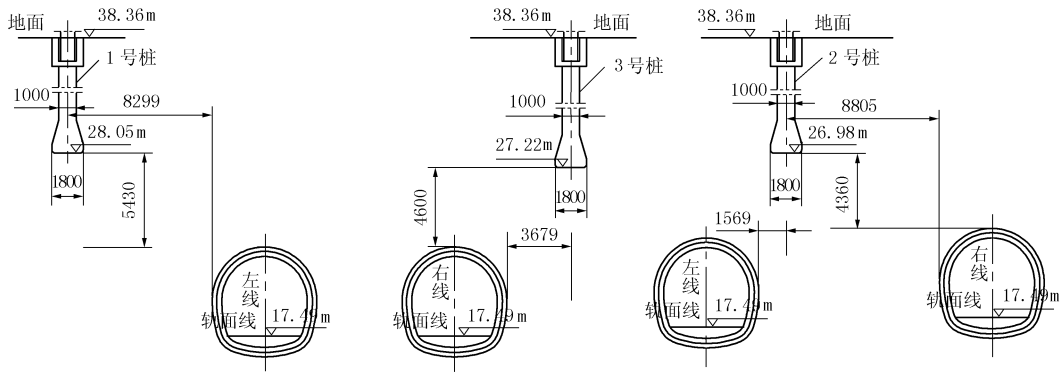


图 2 隧道与各桥桩的断面关系

标段内东三环规划红线不等,广渠路至劲松路红线宽 90 m,其中西侧 40 m,东侧 50 m,劲松以南红线宽 80 m。隧道左线距天桥 2 号桥桩最近水平距离只有 1.16 m,天桥两侧有北人大酒店等高层建筑,与隧道结构净距为 10~30 m,施工中加强对建筑物的监控量测,必要时采取动态跟踪注浆的保护方案。

2.2 地下水丰富

本工程位于永定河冲积扇的中下部,区间隧道结构标高低,约在 22 m。区间隧道上层滞水分布不均匀,水位标高约 30.13 m,同时潜水距离结构近,且处于结构顶端,是对修建地铁影响最大的地下水类型,水位标高在 25.60~27.96 m。本段施工过程中对水的处理重点是结构底板的承压水。施工中对上层滞水和潜水通过降水井穿透引渗降低其水位或以注浆堵水,对承压水采用管井降水的处理方案。

2.3 围岩软弱易扰动且稳定性差

区间隧道穿越的土层以第四系冲洪积土层的粉质粘土、粉细砂、中粗砂为主,局部地段夹杂着砂砾和砂质透镜体,地层软弱。隧道开挖后周边围岩在自重应力作用下松弛变形,控制不好易产生变形坍塌。同时,受地下水作用软化后丧失稳定性,给施工带来困难,特别是由硬塑变为流塑后,随地下水一起涌入隧道内形成大的坍塌涌泥,拱部砂层则出现流砂,严重危及周边建筑物及施工安全。

根据工程勘察报告,天桥区域地面标高为 38.36 m 左右,区域内主要分布的地层有:人工填土层、粉细砂层、粉质粘土层、中粗砂层、局部圆砾层。隧道洞身主要位于中粗砂、粉细砂及粉质粘土层中。该地段地下水位高,降水井距离隧道结构较远且降水周期短,洞内带水作业情况普遍。

3 主要施工技术方案

区间隧道原设计采用暗挖台阶法施工方案,断

面采用超前小导管注浆加固地层,小导管长度 $L = 3000$ mm,环向间距 300 mm,纵向间距 2000 mm,钢格栅喷射混凝土支护,格栅间距 750 mm。区间隧道穿越地层主要为砂层、粉土、粘土。拱顶位于砂加圆砾层,土层自稳能力差,很难形成自然应力拱。且隧道位于三环路下,拆迁及占地难度大,降水井距离隧道结构远,降水周期短,由于地层及地下水原因,在施工过程中曾发生小坍塌及涌水现象。

由于穿越天桥地段隧道顶部受人行天桥桩基作用,使拱顶产生较大的附加应力,人行天桥为独立桩基础,承受变形能力差,一旦出现开裂下沉,不仅会影响桥上行人的安全,同时会对整个东三环交通造成不利影响,施工时必须做好加固、稳砂及降水措施。

为了减小天桥和地面的沉降,增加隧道洞内整体刚度,根据已施工地段经验,结合天桥段实际地质及水文情况,遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的原则;施工中施工组织计划和工序必须严格遵守“先排管,后注浆,再开挖,注浆一段,封闭一段”的原则,尽量减少变形量。具体方案为:在距天桥中心桩前、后 10 m 范围内采取加固措施,将格栅钢架间距由原来纵距每榀间距 750 mm 缩短为 500 mm。 $\varnothing 32$ mm 超前小导管由原设计 $L = 3000$ mm 改为 2000 mm,拱部 150° 范围内布置,环向间距 300 mm,纵向间距 500 mm,每榀按设计值打入 28 根超前小导管,且随着砂层的厚度和砂层的变化增加超前小导管的数量,对局部开挖不稳定地段进行掌子面注浆封闭,隧道开挖支护如图 3 所示。

3.1 超前管棚及注浆施工

小导管采用高压风管吹钻成孔,然后将小导管用大锤顶入,小导管长 2 m,拱部 150° 范围布设,环向间距为 30 cm。小管内注入改性水玻璃单浆液或水泥-水玻璃双浆液,注浆采用跳一注一后退式进行。浆液水灰比为 0.8~1.0,水玻璃波美度为 30~

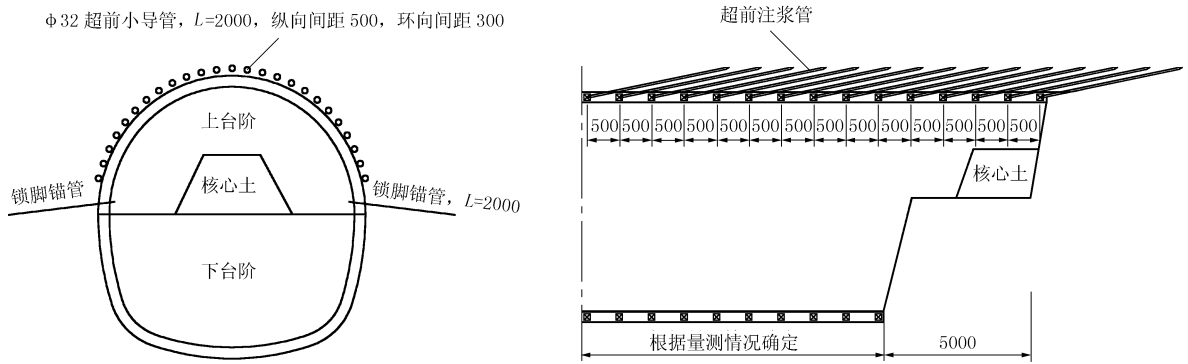


图3 隧道穿越天桥段地层断面图

35 Be', 注浆体积比为 1: 1, 注浆压力为 0.3 ~ 0.5 MPa, 注浆完毕的同时要检查注浆的效果, 每个注浆孔必须按照标准结束注浆, 必要时按照设计孔位钻检查孔取心进行鉴定。当两小导管间的浆液饱满, 岩体固结成块, 注浆机的压力表数值持续没有变化时, 说明注浆合格, 方可进入下榦的土方开挖。

3.2 上台阶开挖及支护

为减少开挖对土体的扰动, 上台阶采用人工开挖, 先挖两侧, 留核心土。台阶长度 3 ~ 5 m, 开挖土方人工运至下台阶再由斗车翻运。隧道上台阶循环进尺为 0.5 m, 开挖完成后, 立即进行开挖支护作业。

3.3 下台阶开挖及支护

下台阶采用人工开挖, 开挖土方人工装车翻运出土, 隧道下台阶循环进尺为 0.5 m, 开挖完成后, 立即进行支护作业, 封闭成环。在开挖施工时, 不得超循环进尺开挖, 以保证施工安全。

3.4 格栅架设

钢架分段在洞外加工, 洞内拼装, 为防止拱脚下沉, 在两侧各打设 2 根锁脚锚管, 锚管长 2.0 m, 钢架间距 0.5 m, 环向采用 $\varnothing 22$ mm 钢筋, 间距 50 cm 梅花形布设连接成整体。

3.5 喷射混凝土

由下向上分段、分片、分层螺旋式喷射混凝土。每段长度按循环进尺、每层厚度控制: 拱部 5 ~ 6 cm, 墙部 7 ~ 10 cm。混凝土配比及喷射按设计参数及施工规范进行, 仰拱喷射混凝土前要把基坑杂物土和积水清理干净, 必要时提高一个混凝土等级。

4 监控量测

根据设计及施工规范要求, 天桥最大沉降量 \geq

30 mm, 差异沉降 ≥ 5 mm。开工前, 与业主、设计、监理、桥管所等有关部门对天桥进行评估、量测, 对天桥现状进行标识、记录, 并沿天桥布设水平和竖直量测点。天桥沉降量测结果见图 4。

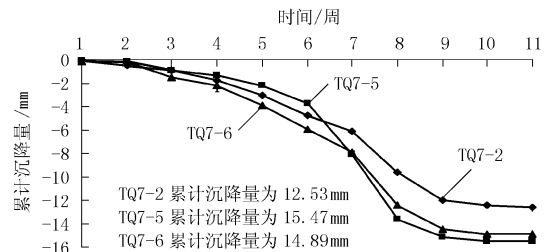


图4 天桥主要监控点曲线图

由图 4 可以看出, 超前支护措施效果是明显的, 累计沉降最大值为 15.47 mm, 小于设计容许的最大累计沉降量 30 mm, 差异沉降为 2.94 mm, 小于 5 mm, 各项指标均满足设计及规范要求。

5 结语

在北京地铁十号线双井—劲松区间过天桥段施工中, 由于严格遵循了“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”原则, 及时对超前小导管支护参数及格栅间距进行了调整, 同时辅以监控量测指导施工, 确保了隧道安全地通过了人行天桥, 保证了北京东三环主路段和双井南人行天桥的正常运行, 说明在粉砂地层中采用上述措施是安全可行的。

参考文献:

- [1] TB 10204 - 2002, 铁路隧道施工规范[S].
- [2] QGD - 013 - 2005, 降水工程施工质量验收标准[S].
- [3] 龚晓南. 土力学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [4] 吴焕通, 崔永军. 隧道施工及组织管理指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.