

广州地铁二号线三元里折返线隧道过桥技术

李亚武*

(中铁十三局集团第五工程有限公司, 长春 130031)

摘要: 隧道施工对桥基产生影响,为有效控制变形,确保架桥安全,对桥基托换。

关键词: 隧道施工; 桥基托换; 钢管灌注桩; 植筋

中图分类号: U212 文献标识码: A

1 工程概况

广州地铁二号线三元里折返线隧道与北环高速公路高架桥分别于 ZDK18+148 和 ZDK18+172 立交, 离隧道最近的 1 号桥基水平方向进入隧道范围 37 mm, 其中 1、4、5 号桥基为扩大基础, 2 号桥基为预制打入桩基础(具体见图 1)高架桥为四跨连续 T 型梁。隧道位于连续梁下第二跨。隧道埋深仅为 11.58 m, 隧道围岩软弱(I 类围岩), 地下水丰富, 异常危险, 稍一下沉就会引起连续梁裂缝, 甚至断裂失稳, 带来很大的经济损失和社会影响。

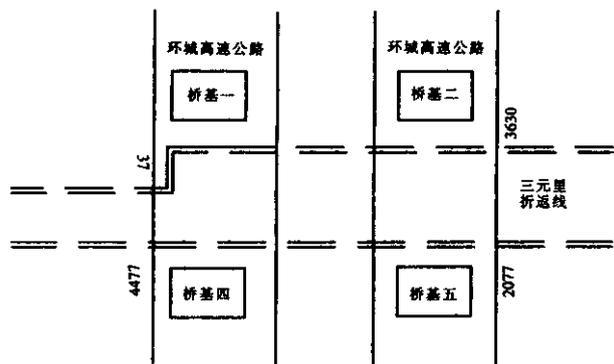


图 1 桥墩基础与隧道的平面关系

2 方案选取

根据日本施工经验, 桥基均处于要处理的范围之内(见图 2)。由于隧道施工不可避免地对桥基产生影

响, 为了有效控制桥基的沉降和变形, 确保环城高速公路的安全正常运营, 需要对四个桥基进行托放, 综合考虑桥基的变形控制要求、基础现状、施工工期、桥基面上覆土以及基岩埋深不太深等因素, 决定采用钢管灌注群桩对桥基进行托放。

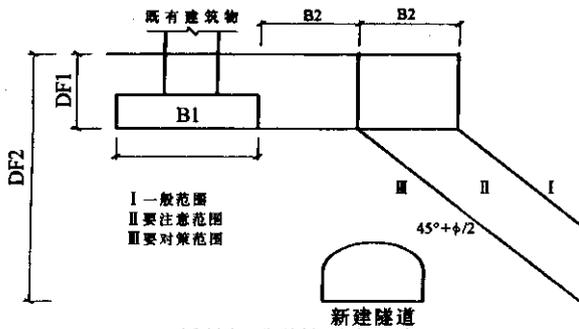


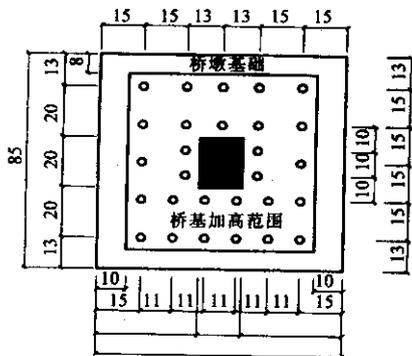
图 2 桥基与隧道接近度示意图

3 设计情况

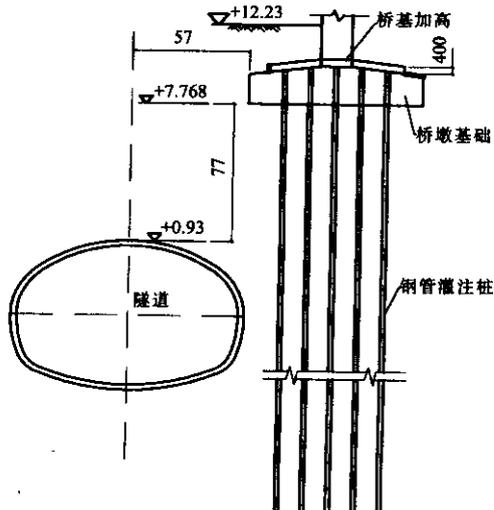
虽然 1、2、4、5 号桥墩基础类型不同, 其中 1、4、5 号为扩大基础, 2 号为打入方桩。进行钢管桩托换后, 均为钢管端承桩。故以一个说明示例, 钢管桩单桩设计承载力为 560 kN, 桩径 200 mm, 桩入基岩 2 m。具体见图 3:

4 施工方法

当隧道离桥基边缘只有 15 m (里程为 ZDK18+130) 时必须停止开挖, 避免扰动, 围岩造成桥基下沉。封闭



桥基托换平面布置图



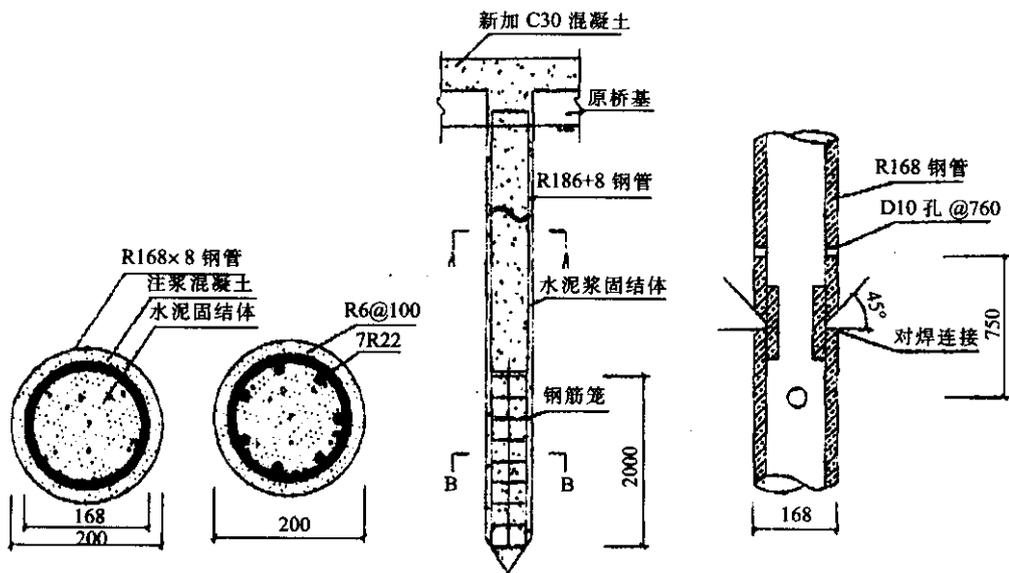
钢管桩与隧道剖面关系图

图 3

隧道工作面然后进行桥基托放施工。该方法是采用 168 嵌岩钢管灌注桩托换桥基,钢筋混凝土加厚的方法加固承台,钢管直径为 168 mm,壁厚 7~8 mm,钢

管灌注桩采用 C20 混凝土,承台加固混凝土为 C30 商品混凝土。具体见图 4:

主要施工工序为:桥基基坑开挖→基坑支护→钢



A-A 大样图

B-B 大样图

钢管灌注桩大样

钢管连接大样

图 4

管桩施作→承台加固→基坑回填→承台底部注浆。

4.1 基坑控支护

因为场地有限,放陡坡开挖基坑,因为土质松散不能自稳,采用 $\phi 22@1.5$ m 钢筋砂浆锚杆,喷射 5 cm 厚混凝土护坡。

4.2 钢管灌注桩施工

在原桥基承台面按施工图纸放样定位,采用 XY-

2PC 钻机钻孔,利用钻孔泥浆护壁成孔,泥浆比重为 1.2,施钻孔承台孔时,为加快速度和提高效率必须采用金钢石钻头,钻穿以后换用合金钻头,或钢砂钻头。钻入微风化层 2 m 后,原深处空转用 20 min,利用成孔泥浆循环清除孔底岩渣,然后提出钻杆。

吊钢筋笼、钢管就位,保证垂直度,缓慢下放至钻孔内。钢管就位后安装 1 寸管至孔底清孔,清孔时与 2PC 泥浆泵连接,用泥浆循环清孔,待孔底虚渣清理干净,1 寸管接注浆泵灌注水灰比 0.45 的水泥浆,待浆

液返到管口,然后往钢管内投入1~3 cm 碎石,一边投石一边注浆,利用注浆1寸管反复捣插。周而复始直至碎石填满钢管。具体见钢管桩施工工艺流程图。

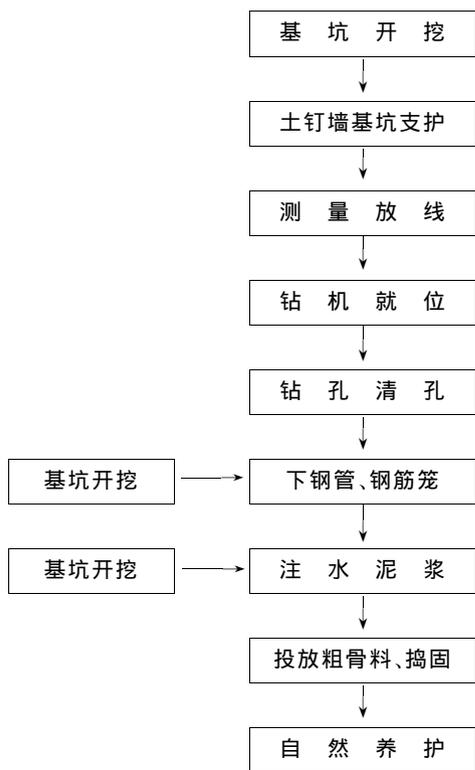


图5 钢管桩施工工艺流程图

技术要点:

- (1) 钻孔时钻孔垂直度偏差小于5%。钻机需平稳,钻孔过程中不能倾斜移位。
- (2) 在不同土层成孔时,应控制进尺,使钻机不发生跳动,穿过砂层时泥浆比重应提高,以免造成塌孔。
- (3) 遇溶洞时应配制速凝浆液填充重钻。
- (4) 钢筋笼与钢管连接长度5d,双面焊接。

4.3 桥基(桩承台)加固

在桥基承台面按 500×500 布置植筋孔,用Y-19型凿岩机(或7655钻机)钻孔,孔深400 mm,孔径28~40 mm 均可。承台面凿毛,凿毛深度10~20 mm,植筋孔高压风吹洗后使用建筑胶充填孔深,然后将钢筋植入。养护一天后绑扎桩帽钢筋,钢筋 $\phi 16 @ 200 \times 200$,浇注C30商品混凝土,撒水养护3天后土方回填。桥基加高见图6。承台加固施工顺序如下:放线钻孔→钻孔注浆植筋→基面处理钢筋绑扎→浇注混凝土。

4.4 土方回填

万方数据

选择合适含水量的砂性土或粘土,分层(20~

30 cm)压实直至原地面。

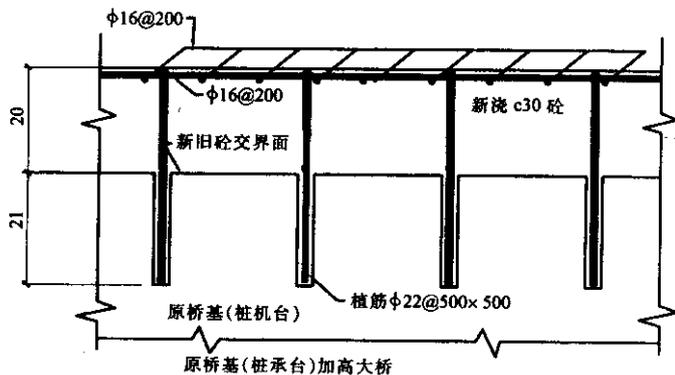


图6 原桥基(桩承台)加高大样

注意事项:

- (1) 施工期间和隧道开挖过程中加强桥墩监控量测,防止沉降超限造成桥梁开裂。桥墩沉降容许最大为10 mm。
- (2) 施工期间因为钻孔为正循环钻孔,应有得力的排水措施,防止地基承载失效。
- (3) 隧道开挖时不可避免地会造成地面下沉,承台底面与地基之间施工后会存在空隙,应注浆填充空隙,承台加固之前应设置钻孔预埋1寸镀锌钢管作为充填注浆管。

5 结构计算和受力分析

5.1 力学模式的选取

因为1、2、4、5号桩基均为低承台桩基,且承台底面板面埋置于地面以下,又无需进行桩的配筋设计,故采用低承台桩基简法计算。如图7所示:

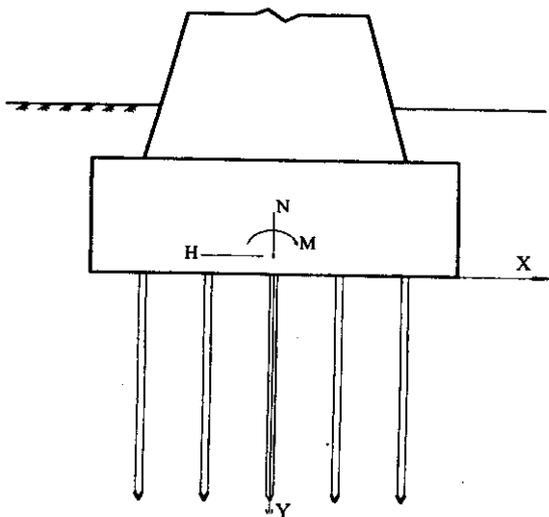


图7 低承台桩基简化计算法

按这种简法计算法计算时,假定水平力需由承台侧面土来承担,因此承台底面必须埋在地面以下足够深度,使承台正面土体具有足够的被动土压力和承台两侧摩阻力来抵抗水平荷载 H ,其埋深: $h \geq h_{max} = \text{tg}(45^\circ - \phi/2)(H/BR)^{1/2}$

5.2 荷载的选取

根据墩身自重、梁自重以及汽车荷载、风载得出 $N=14\ 000\ \text{kN}$, $M=180\ \text{kNm}$, $H=20\ \text{kN}$ 。

承台埋深 $h=12.83-8.33=3.9\ \text{m}$, $h_{max}=\text{tg}(45^\circ-13^\circ/2)(20/8.5 \times 20.7)^{1/2}=0.27\ \text{m}$,故 $h > h_{max}$,可以不考虑水中荷载 H 。

5.3 桩基检算

桩的轴向应力 $\sigma=N/nA+MXi/Iz$

n 为桩数

A 为每根桩的截面积

X 第桩离桩群形心轴的距离

Iz 桩群对形心轴 z 的惯性矩,即 $Iz=nI_0+A(X1^2+X2^2+\dots+Xn^2)$,由于桩径较小式中第一项可略去不计,则简法为 $Iz=A(X1^2+X2^2+\dots+Xn^2)$ 。

则第 i 根桩受到的轴向力,可按下式计算:

$$Ni=(N/nA) \times A+(MXi/Aiz) \times A=N/n+MXi/Iz$$

$$Ni_{max}=14000/28+180 \times 3/124.75=504.3\ \text{kN}$$

$$Ni_{min}=14000/28-180 \times 3/124.75=495.7\ \text{kN}$$

单桩检算:

$$Ni_{max}=504.3\ \text{kN} < \text{设计荷载}=550\ \text{kN}, \text{符合要求。}$$

群桩检算:

因钢管桩为端承桩,桩底位于基岩中,其基底应力 $\sigma=N/28A$,

$$\sigma=14000/28 \times 3.14 \times 0.1^2=15.9\ \text{MPa}, \text{灰岩容许应力}[\sigma]=40\ \text{MPa},$$

$$\sigma < [\sigma], \text{符合要求。}$$

5.4 检算评价

用低承台桩基检算方法计算表明,这种桥基托换的方法是安全可行的。这种方法计算简便,但理论上不太严密,既然考虑了承台侧面被动土压力则承台必有较大侧移,桩也就受有弯矩和剪力作用,但钢管桩本身的抗弯抗剪能力很强,故不会存在问题。

6 监控量测

桥基托换完成养护十五天后隧道即进行开挖,在整个开挖过程中,对1、2、4、5号桥墩进行了沉降观测,观测表明,桥墩基本上无沉降,因为1号与4号桥墩、2号与5号桥墩基本相同,故只列出1、2号桥墩沉降观测值。沉降曲线图如图8、图9所示:

沉降曲线单位采用 mm 计,在测量的过程中因为各种误差,使读数出现负值。是否稳定应看其变化趋势。

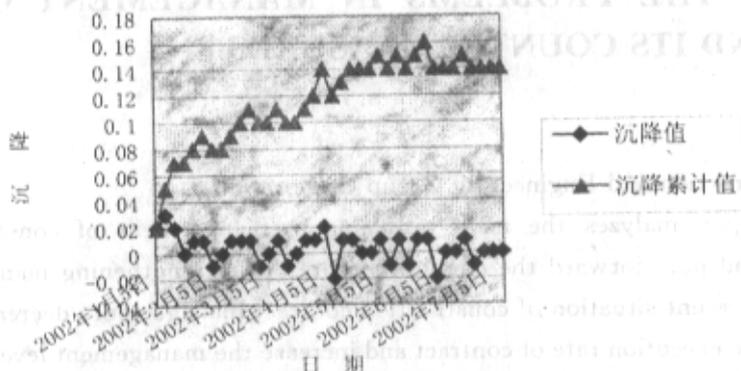


图8 一号桥墩沉降曲线

7 结束语

这种桥基托换的方法具有工期短、投入少、施工方

万方数据

法、质量可靠等特点,在实际操作过程中大大节约了工期,受到业主、监理的一致好评,为我们今后在处理类似工程积累了丰富的经验。

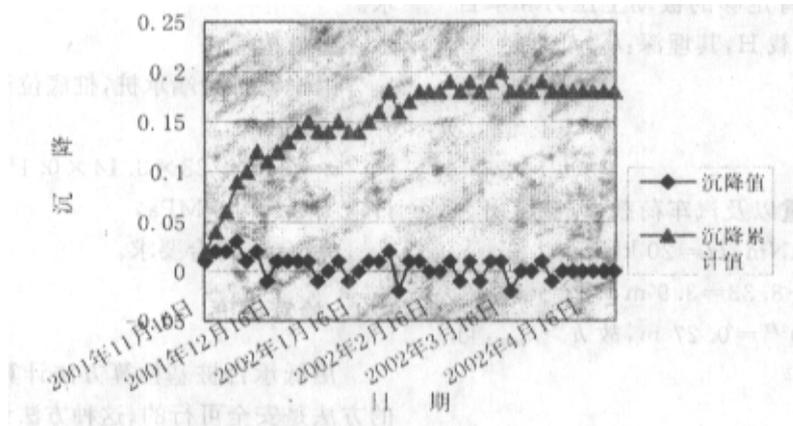


图 9 二号桥墩沉降曲线

TUNNEL BRIDGE-CROSSING TECHNIQUE FOR SANYUANLI TURN-BACK LINE ON NO. 2 LINE OF GUANGZHOU SUBWAY

LI Ya-wu

The First Engineering Co. Ltd. of China Railway the thirteenth Engineering Group Corporation

Abstract: Owing to the influence on bridge foundation made by tunnel construction, it is necessary to underpin the bridge foundation in order to control deformation and ensure the safety of bridging.

Key words: tunnel construction; bridge foundation underpinning; steel pipe filling pile; establishing reinforcement

(上接第 134 页)

ANALYSIS OF THE PROBLEMS IN MANAGEMENT OF CONSTRUCTION CONTRACT AND ITS COUNTERMEASURES

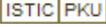
FANG Yuan-ming

China Railway Construction and Engineering Group Corporation

Abstract: This paper analyzes the main problems in management of construction contract in Chinese construction field, and puts forward the countermeasures for strengthening management work of contract in order to change the present situation of construction contract management, decrease the conflicts and mistakes in contract, lift up the execution rate of contract and increase the management level of construction on the spot.

Key words: construction contract; contract; management; countermeasure

广州地铁二号线三元里折返线隧道过桥技术

作者: [李亚武](#)
作者单位: [中铁十三局集团第五工程有限公司, 长春, 130031](#)
刊名: [铁道工程学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF RAIL WAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2003 (2)

引用本文格式: [李亚武](#) [广州地铁二号线三元里折返线隧道过桥技术](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2003 (2)