

既有隧道加盖工程预制吊装施工技术

费凌

(上海市道路运输事业发展中心, 上海市 200023)

摘要: 由于打浦路隧道复线改建工程板梁安装过程中隧道正常开放, 保证隧道交通畅通与行车、施工安全成为本工程的重点。新建结构桩基为单排桩、板梁吊装因场地限制临边施工, 130 片预制板梁连续铺设误差控制, 成为本次吊装施工的难点。通过防护方案比选、设计和精密施工筹划顺利完成本次施工, 确保了施工质量、安全, 可供相关工程借鉴。

关键词: 桥梁工程; 预制板梁; 吊装; 安全防护; 施工技术

中图分类号: U455

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0234-04

1 工程概况

为了维持世博公园绿地的连续性, 打浦路隧道复线改建工程采用上盖结构跨越打浦路隧道敞开区段, 设计净空为 6 m, 改建段设计中心线与原隧道设计中心保持一致。改建段起点桩号 WK2+337.572, 终点桩号 WK2+500.572。上盖结构采用“先简支后固结”预应力混凝土叠合梁一跨跨越打浦路隧道复线敞开区段, 跨径 18 m、19 m 和 18~19 m 渐变段。叠合板梁由预制混凝土板梁 + 现浇混凝土板两部分组成。叠合板梁与侧墙通过现浇部分刚性连接。下部结构采用桩基 + 承台、承台上设置侧墙的结构形式。混凝土叠合板梁结构总高度为 1.12 m, 其中混凝土预制结构高度为 0.87 m, 预制结构配置 $\phi 15.2-7$ 预应力钢束, 现浇混凝土面板厚度为 0.25 m。下部结构承台采用矩形承台, 单幅承台尺寸为 1.2 m × 32.6 m × 1.2 m (高)。桩基采用直径 0.8 m 的钻孔灌注桩。结构因为断缝分为边幅 1、中幅 2、中幅 3、中幅 4、边幅 5, 每幅长度 32.6 m, 总计 5 幅, 如图 1 所示。预制板梁共计 130 片, 其中梁长 17.8 m 共计 52 片, 梁长 18.8 m 共计 52 片。如图 2 所示, 梁长 17.8~18.8 m 变长共计 26 片, 标准梁宽 1.25 m, 梁宽变宽 1.04~1.44 m。

施工过程中保证下方现状交通正常运营是本次施工的关键。同时作业时邻近既有的地下结构, 吊装过程中如何降低对既有地下结构的影响是本次施工

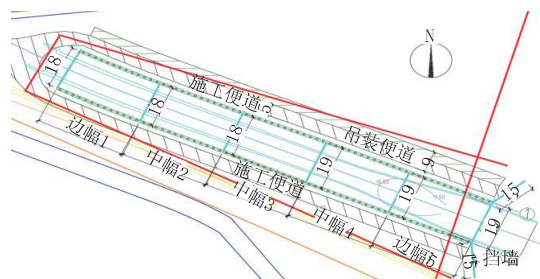


图1 结构主体平面布置 (单位: m)

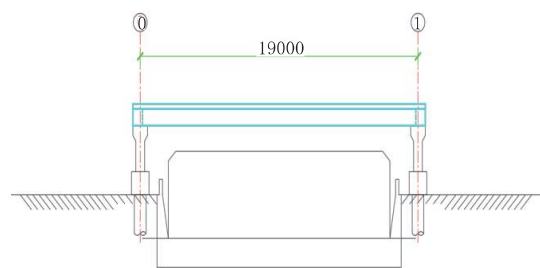


图2 结构主体横断面 (单位: mm)

的另一个关键所在。本文结合打浦路板梁吊装, 以期在确保现状交通和结构安全的条件下实施隧道敞开区段改造施工提供参考。

2 既有交通防护

打浦路隧道复线位于上海市区中南部, 是连接徐汇区与浦东新区的重要越江隧道, 日均车流量高达4万辆。板梁吊装过程中, 隧道需正常开放。吊装施工引起的交通安全事件社会影响巨大, 因此板梁吊装过程中需对现有的交通进行必要的安全防护措施。合理、经济的防护方案成为本次施工的关键。

防护方案一: 防护结构支点布置于原隧道结构与新建结构之间, 采用固定落地式组合支架形式, 板梁吊装的全覆盖, 待预制板梁架设完毕后再进行拆

收稿日期: 2020-11-10

作者简介: 费凌(1968—), 男, 本科, 工程师, 主要从事市政道路、桥梁建设管理工作。

除。立柱采用 $\phi 351\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 钢管,柱顶分配梁采用双拼H型钢 $400\text{ mm} \times 200\text{ mm}$,主梁采用双拼H型钢 $400\text{ mm} \times 200\text{ mm}$,上铺压型钢板,通过自攻螺钉固定在型钢上。主梁和压型钢板采用整体安装方式进行安装,如图3所示。

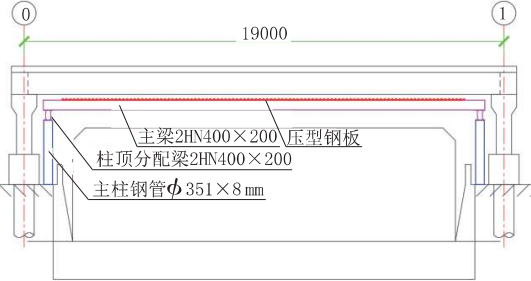


图3 落地防护方案设计图(方案一)

若采用落地固定式支撑架,163 m左右的防护结构成本巨大;同时混凝土梁架设完成后,落地式防护棚主体结构拆除困难且影响下部车道通行安全。为此,在防护结构设计时对该防护结构进行优化,即在侧墙上布置牛腿和移动轨道梁+移动式防护主体,可降低拆除难度和防护棚结构长度,但需要安装大量牛腿,不仅影响隧道侧墙结构安全、牛腿拆除困难,而且本工程侧墙跨径变动较大,在跨径变化段,该种移动防护棚通用性差。为克服牛腿安装、拆除困难、防护棚通用性低的问题,将移动防护棚的着力点和移动平台设立在侧墙墙顶(防护方案二)。

防护方案二:防护结构支点布置于新建侧墙顶,采用桁架式:弦杆、桁架底横梁为方钢管 $B65 \times 5\text{ mm}$;腹杆、桁架间联系杆均为方钢管 $B40 \times 4\text{ mm}$;桁架底部横梁稳定杆为方钢管 $B40 \times 4\text{ mm}$;压型钢板, YX28-150-750(I),厚 0.6 mm ,通过自攻螺钉固定在方钢管上。整体布置于新建侧墙正上方,通过下弦杆上的聚乙烯四板实现顺隧道方向的滑动。单侧伸入已架板梁底部对待架部位进行防护,如图4、图5所示。

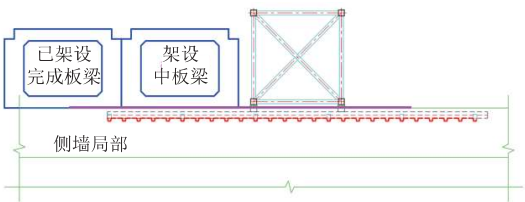


图4 可移动桁架式防护纵断面图(方案二)

方案二很好地解决了方案一存在的各种问题。无复杂的拆除作业;安装使用起重机整体安装,便利;移动支点布置于侧墙顶,人员操作方便;经济性优越,仅需要防护主体成本。因此选择方案二。

为了保证防护结构的绝对安全,杜绝结构破坏

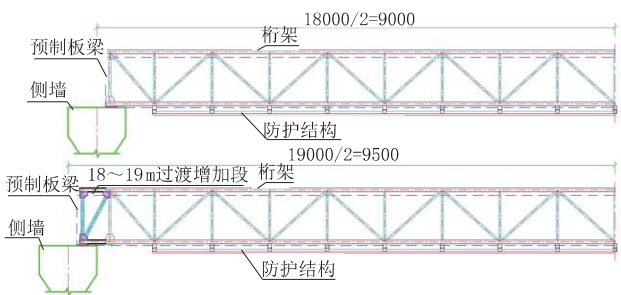


图5 可移动桁架式防护横断面图(方案二)

造成的交通安全问题,采用 MIDAS Civil 有限元软件进行详细设计计算分析(风荷载标准值 -0.95 kN/m^2 ;主要材质 Q235b, $[\sigma]=215\text{ MPa}$, $[\tau]=125\text{ MPa}$ ^[11]),如图6、图7所示。加工完成后,在场地内进行了结构承载力模拟试验,如图8所示。采用手拉葫芦作为移动部件配合侧墙上的预埋钢筋进行固定,防止构件被大风掀起后侧向跌入隧道,如图9所示。图10为工作状态中的防护结构主体。

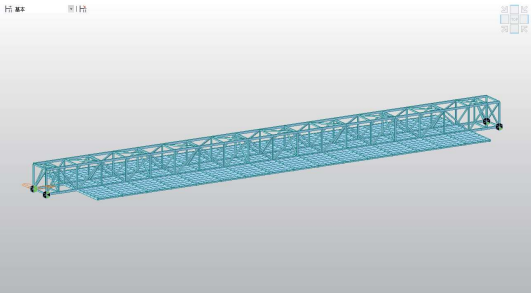


图6 计算分析模型

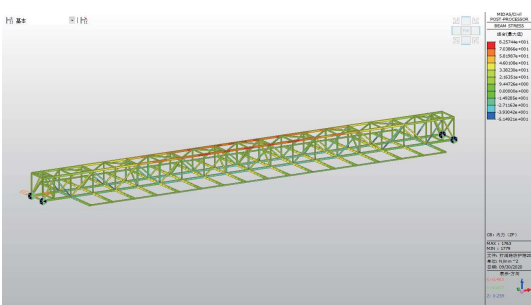


图7 应力云图



图8 防护棚场地内承载力试验

3 板梁吊装施工

3.1 施工准备及布置

(1) 吊装准备



图9 防护棚横向移动试验



图10 工作状态中防护结构主体

吊装施工前,预制板梁出厂前均应对梁的外观尺寸、梁的方向和编号进行复核,并用卷尺放样出两端竖向中心线。预制板梁进场前应进行侧墙标高复核,在侧墙上使用全站仪精确放样出梁顺桥向中心线、梁长度方向边线,横桥向梁的端部边线,准备梁间填缝材料挤塑板、发泡剂、木板和调整梁体姿态用不锈钢薄板。

吊装便道由5 m宽施工便道+4 m后增便道组成,30 cm建筑旧料+15 cm C25素混凝土,12 t震动式压路机碾压,地基竖向承载力不小于120 kPa。

(2) 板梁运输

板梁开始运输前,应进行运输线路的确认排查工作,避免因限高、部分桥梁结构承载能力低、转弯半径过小等问题造成运输困难。板梁与运输车之间梁体的两端应布置方木或橡胶垫块。运输时使用手拉葫芦与编织吊绳将梁体牢牢固定在平板车上,运梁车靠车道右侧控制车速行驶。运输过程中应安排专人、专车进行监护和交通引导。

(3) 起重机选型和布置

本工程侧墙基础为单排桩基,抗水平位移能力差,施工场地狭小,吊装设备临近施工,可能造成桩顶水平偏位。同时板梁吊装过程中,起重机回转至落梁位置时,起重机的整体重量集中在临边的单条履带上,如图6所示。为避免造成桩顶水平偏位,采取如下措施:适当降低施工便道的标高;选择额定起重量大、工作半径增大履带远离桩基;按照

45°原则使得对桩的水平推力尽可能小,履带正下方铺设路基箱板进一步减小履带接地压强,控制在80 kPa以内。

以最大跨径19 m的板梁为计算对象,梁最大重量290 kN(包含吊索具等重量),单机4点吊装,最大工作半径16 m,钢丝绳与板梁夹角60°,主臂长度30 m,均为带载荷不行走工况,神钢KH850-3(最大起重量150 t)履带式起重机在本工况下最大额定起重量377 kN,满足吊装要求。

3.2 板梁吊装

运梁车将板梁运输至工作位置后,再次检查板梁外观尺寸、编号、方向、中心线等。检查起重机提升、回转是否正常,检查吊索具。钢丝绳(2根 $\phi 32$,单根长度约33.4 m,规格6×37 M-FC,公称抗拉强度1 960 MPa)通过卸扣(GB/T 25854-4-DW12.5^[2])与梁端预埋的吊环($\phi 36$ 、HPB300,对HPB300钢筋,吊环应力不应大于65 N/mm²;当在一个构件上设有4个吊环时,应按3个吊环进行计算^[3])连接,吊环距梁端0.7 m,单端2个吊环。板梁正式吊装前应试吊。起重机起梁后进行回转,就位后开始缓慢落梁。待梁的边线、中心线与侧墙的控制线对齐,临时搁置板梁,检查梁顶标高,不符合要求则再次起梁并通过不锈钢薄板进行超垫微调,最终落梁。解除卸扣与吊环的连接,起升吊钩,吊机回转至初始状态,并向前行驶约1.25 m,待架下一榀板梁。预制板梁的架设顺序边幅1至边幅5,如图11、图12所示。

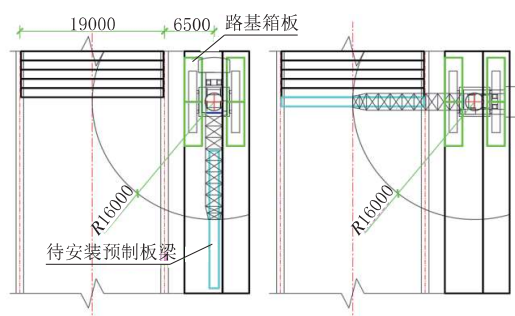


图11 吊装平面示意(单位:mm)



图12 预制板梁现场吊装

本工程预制板梁 130 片,连续布置,曲线段变宽变长梁较多,预制场生产加工误差和安装过程中的误差累计后可能导致最后一片梁无法准确安装,梁与梁之间缝隙大小不一造成填缝施工困难,导致现浇板施工时漏浆等,影响隧道行车安全。为避免安装累计误差问题造成安装困难、影响后续施工,板梁安装前进行 2 次梁的外观尺寸复核、侧墙顶放样梁边线和中线,板梁端部放样侧墙边线和梁中线,每片梁均严格控制偏位,确保每片梁间的间隙均匀,以便于填缝施工。

高峰时段隧道内车流密集,若出现交通安全事件,社会影响巨大。为了有效降低风险,在与交警部门的沟通下,通过精心组织,压缩每天工作总时长,将板梁吊装安排在非高峰时段(10:00—15:00)。另外,增设声光报警器,提醒过往车辆注意行车安全。

4 结 语

本次预制板梁吊装以每天 8 片的速度,在 1 个

月内完成架设任务。施工中的交通安全、社会影响、经济效益均得到很好保证,可供同类工程借鉴。

项目已顺利实施,其中细节值得探讨:

(1)因为本次施工起重机架设操作动作较少,单榀梁的架设速度很快,运梁和现场临时存梁成为限制架设速度的关键。

(2)因为本次吊装施工、交通安全和社会影响巨大,因此防护结构富余量相对较大。

(3)本次项目桩基均为单排桩,起重机距桩中心线为 6.5 m,吊装施工对桩基的影响仅借鉴以往工程经验处理,未进行详细的复核计算,稍显欠缺。

(4)因为防护结构属于一次性投入,因此实施时选用了截面特性与方钢管桁架相匹配的起重机臂,进一步减少了成本投入,创造了效益。

参考文献:

[1] GB 50017—2017,钢结构设计标准[S].
[2] GB/T 25854—2010,一般起重用 D 型和弓形卸扣[S].
[3] GB 50010—2010,混凝土结构设计规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com