

快速分区围堰法装配式改造箱涵便道桥施工

张弛, 龙莉波, 陆 锴, 杨寅君

(上海建工二建集团, 上海市 200080)

摘 要: 在不能停航的河流上, 采用在机场分区围堰的方法来快速重建和扩建满足交通运输和防汛需求的装配式简支梁桥。同时, 对原有的管线进行搬迁、移位和保护。新建造的具有较高车辆荷载通行能力的桥梁需要在桥台后进行地基处理和保护。

关键词: 防汛; 分区围堰法; 装配式简支梁桥; 箱涵便道桥

中图分类号: U445.55+6

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)04-0163-04

1 工程概况

围场支河箱涵便道桥位于围场河与围场支河交汇处。为满足浦东机场 T3 航站楼建设场地内车辆通行以及机场排水的需求, 需拆除原箱涵便道桥, 再新建一座机动车道桥。

围场支河为东侧飞机跑道关键排水路线, 来自东侧飞机跑道的雨水经过诸多明渠交汇于蓄水池, 随后通过水闸及围场支河, 排入围场河, 最后汇入东海。因此, 围场支河在施工期间需要长期保持畅通, 过水断面宽度要满足防汛要求。围场河路是浦东机场飞行部土方卸土专用道路, 因此在施工期间需保持畅通。

1.1 建筑与结构设计

围场支河箱涵便道桥现为跨度 10m 的箱涵结构。由于箱涵断面不能满足规划河道防汛和道路通行要求, 拟在该次建设中拆除箱涵结构, 恢复河道断面。新建临时桥采用简支刚接空心板梁结构。桥面宽度 29.0 m, 桥梁跨径为 10 m+16 m+10 m=36 m, 水中采用排架墩和钻孔灌注桩。两侧设置轻型桥台。设计使用年限 3 a, 但对交通功能要求高, 荷载等级为城 A 级。特别的, 围场支河便道桥有重载车辆通行, 因此桥梁结构要有足够的承载力和稳定性。

该桥是在施工期间需要使用的桥梁, 但仍需按永久性桥梁的要求设计。荷载等级为城—A 级; 人群荷载按《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011(2019 年版))取用, 设计车速 50 km/h, 桥梁宽度按路桥同宽

原则设计。根据《浦东国际机场二级排水调整规划》[1], 围场河及其支流主要功能为防洪除涝, 无通航要求。20 a 一遇的排涝水位标准为 3.6 m, 安全高度为 0.5 m, 梁底控制标高定为 4.1 m。围场河规划蓝线宽度 42.2 m, 围场河支河河道宽度为 30.0 m。地震基本烈度 7 度, 水平向设计基本地震动加速度峰值为 0.10g。考虑到该桥为临时主干路上的桥梁结构, 非永久主干路, 抗震设防类别选用丁类, 抗震设防措施烈度为 7 度, 抗震设计方法为 B 类。桥梁设计安全等级为一级, 构件重要性系数 1.1。环境类别 II 类。围场河路不能断路, 围场河及围场支河不能断航, 两条河流都要满足防汛需求, 保证一定的河流宽度。

如图 1 所示, 围场支河施工便道桥为新建桥, 其横断面如图 2 所示; 围场支河临路桥为拆除既有箱涵后的新建桥梁。施工期间为满足路通水通, 需先通一座桥再通另一座桥。围场支河施工便道桥完成后再进场施工临路桥。因工期紧张, 设计将整跨的桥纵向拆分成两座桥。保留箱涵及上方围场河路, 优先施工新桥及临时补偿道路。新桥竣工后, 开始施工剩余部分桥梁。由于箱涵那里的桥墩在现状陆地, 因此在陆域施工现浇结构; 盖梁施工完成后, 拆除排水箱涵, 打通河道, 吊装施工。



图 1 围场支路便道桥现场照片

收稿日期: 2020-07-30

作者简介: 张弛(1985—), 男, 博士, 工程师, 主要从事施工技术管理工作。

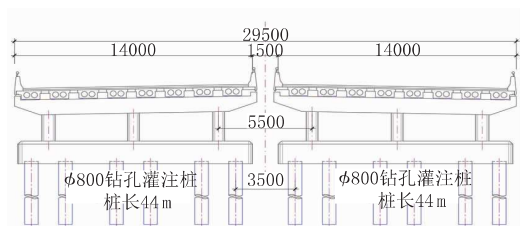


图2 围场支路便道桥梁横断面(单位:mm)

围场支河临路桥为在现有箱涵结构上翻建结构,需对原箱涵进行拆除。特别注意:考虑到其主要服务对象为施工期间的各类重载车辆,结构选择应保证施工特载行驶的安全性。结构验算需要考虑重载车辆这一移动荷载。

桥墩采用多柱式盖梁桥墩,立柱与桩间通过系梁连接。盖梁、立柱、系梁均采用钢筋混凝土结构,立柱采用直径为800mm圆立柱,立柱间距3m,桥台采用轻型桥台,钢筋混凝土结构。桩基拟采用桩径800mm钻孔灌注桩。桥梁上部结构拟采用刚接先张法预应力混凝土空心板梁。空心板梁桥在结构性能和使用成本上均有明显优势。其中,10m板梁梁高0.55m,13m板梁梁高0.65m,16m板梁梁高0.85m。单片预制空心板中梁宽1.25m,边梁宽1.475m,梁间通过宽0.37~0.45m湿接缝横向连接。围场河支路便道桥横断面布置如下:0.5m(防撞墙)+0.75m(设施带)+7.5m(机动车道)+0.75m(设施带)+0.5m(防撞墙)=10.0m。

1.2 细部设计

人行道栏采用铸造石栏杆或者其他仿石材栏杆进行适当装饰。选用具有良好耐久性的建筑材料。机动车道和非机动车道铺装总厚18cm,上层10cm厚沥青混凝土,下层8cm厚C50混凝土调平层。人行道采用防滑地砖。

桥墩处为连续桥面,桥台处设80型钢伸缩缝(橡胶伸缩缝造价高),采用板式橡胶支座。通过桥面纵、横向排水,并将水汇入路面集水井,不设排水管道。台后机动车道范围内设置8m长搭板。配置灯光系统与缘石。桥梁和桥台面采用装配式施工方法:刚接空心板梁由工厂预制,运至工地现场预制吊装就位后,现浇横向接缝。桥梁下部结构,桥墩、桥台采用吊模、绑扎钢筋、浇筑混凝土的方法施工。安装钢筋混凝土泄水管。可用U型镀锌铁皮式伸缩缝(其上依次为“三油二毡”的贴式防水层、混凝土保护层、沥青混凝土)。

2 围堰法的工艺原理

过水断面宽度需满足机场场地内排水和防汛要

求。根据过水断面宽度不同,拟定两个方案,在非汛期施工,如图3所示。分段施工围堰是为了保证主河道施工期间有宽20m以上的过水断面。采用9m长的拉森钢板桩围堰(156m)加土石袋围堰(40m)。部分采用拉森钢板桩是由于土石袋围堰需向下放坡砌筑,减小过水断面面积,控制出水口出水,如图4所示。

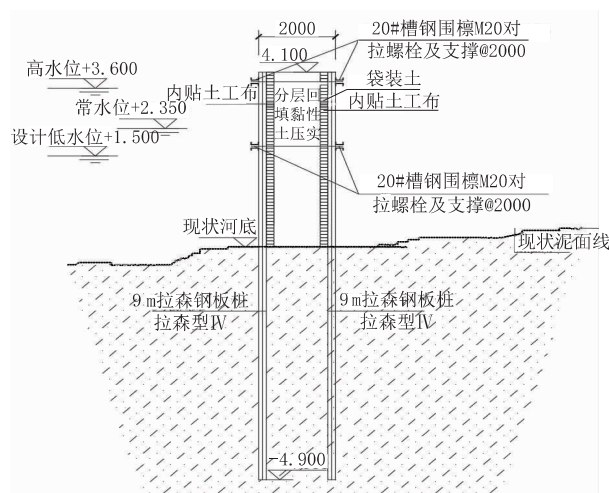


图3 钢板桩围堰做法剖面图

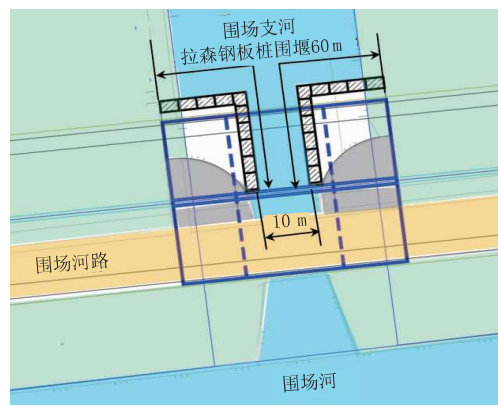


图4 围堰施工方案

采用拉森钢板桩围堰另一个原因是其可以采用机械施工,且效率为12m/d,优于人工土石袋5m/d。而其余部分采用土石袋围堰是因为现有桥梁下方无法施工拉森钢板桩。

3 施工方案

施工方案以围场支河以及围场河路保通为前提,围场支河过水断面宽度满足要求,且满足非汛期施工方案的假定条件。现状为10m跨的箱涵结构,由于箱涵断面不能满足规划河道和临路要求,拟拆除箱涵结构,恢复河道断面。

3.1 施工流程

围场支路便道桥施工绝对工期为4~5个月,考虑围场河路为飞行部卸土路线,在施工过程中按保

通考虑。将原围场支河桥分为两个独立的三跨单体桥梁,施工期间先保通围场河路,施工东侧单体桥,如图 5 所示,后施工西侧单体桥,如图 6 所示。刚接空心板梁采用工厂预制,运至工地现场预制吊装就位后现浇横向接缝施工方法。桥梁下部结构,桥墩、桥台采用吊模、绑扎钢筋、浇筑混凝土的施工方法。



图 5 围场支河桥梁保通施工方案



图 6 剩余桥梁施工

3.2 围堰施工方案

考虑过水断面的最不利影响,围堰的布置需至少满足河道 10 m 宽度的要求。依据是否共用河中间的围堰,有两套施工流程。

如图 7(a)所示,第一阶段在东侧桥围堰施工:围堰内桩基、桥墩桥台、柱、盖梁施工(工期 80 d);如图 7(b)所示,第二阶段开始盖梁吊装施工,道路铺装,设施安装(工期 30 d);如图 7(c)所示,第三阶段施工西侧桥桩基、桥墩桥台、柱、盖梁施工,原箱涵结构拆除(工期 80 d);如图 7(d)所示,第四阶段开始盖梁吊装施工,道路铺装,设施安装(工期 30 d)。若能共用河中间围堰,则会省去拆除和新建一侧围堰的时间,缩短约 30 d 工期。

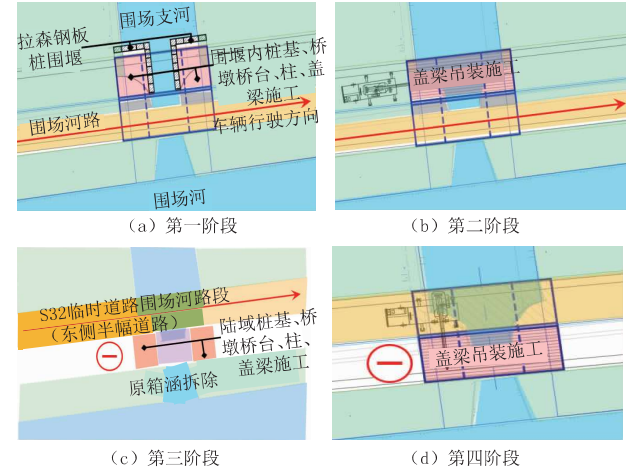


图 7 围堰施工方案

3.3 桩基施工方案

钻孔灌注桩施工采用 GPS-10 型钻孔桩钻机 2 台,含养护绝对工期 25 d。采用直径 800 mm 的钻孔灌注桩。桩长 44 m 的桩 24 根,桩长 46 m 的桩 20 根,具体布设如图 8 所示。

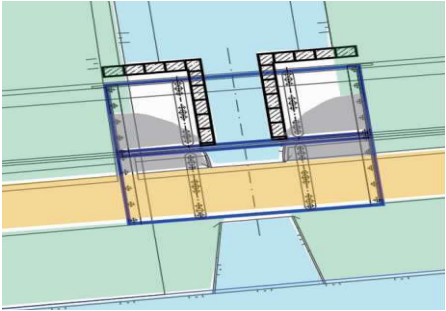


图 8 桩的排布

3.4 预制板梁吊装方案

板梁采用预制形式,最重板梁约为 26 t,长度为 16 m。拟采用 100 t 汽车吊吊装施工,如图 9 所示。施工次序如图 10 所示。

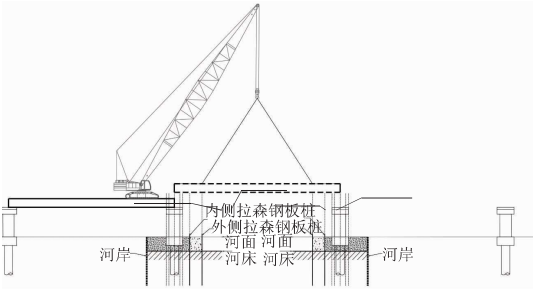


图 9 装配式吊装预制板梁

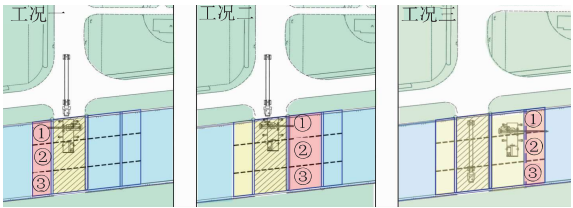


图 10 预制梁板吊装施工次序

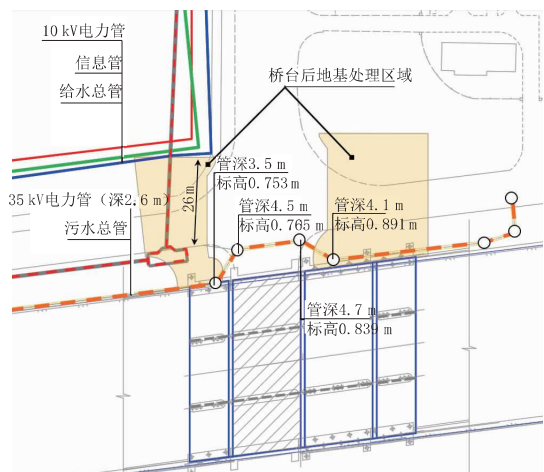
3.5 现场管线保护方案

污水管与桥台位置重合,污水管需局部搬迁。如图 11 所示,管线信息为初勘资料,尚无详勘,除污水管及 35 kV 以外其他管线现场均未找到其明确路由。

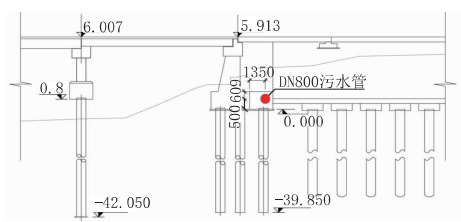
根据初勘及现场情况,该区域涉及到需保护的给排水管线、污水管及 35 kV 电力管。其中电力管须在地基处理期间加以保护。

PHC 管桩施工期间的管线保护:电力管两侧开样沟,暴露管线。所有管桩施工期间避开该管线。样沟布置监测点位防止沉桩期间的挤土效应对原管线的不良影响。

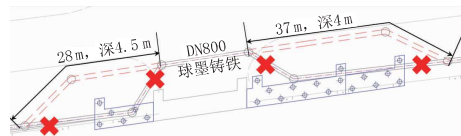
换填土期间的管线保护:35 kV 电力管的两侧以及 10 kV 电力管、信息管、给水总管靠近地基处理区



(a) 管线与地基处理及桥台的位置关系



(b) 污水管与桥台位置关系剖面图



(c) 补偿污水管示意图

图 11 管线初勘资料信息

域的一侧均采用水泥搅拌桩加固,其他区域开挖换填二灰土。换填深度 5 m。

3.6 现浇结构施工方案

图 12 展示了桥梁现浇结构简明的施工次序:新桥围堰、现浇,再进行装配式吊装;旧桥围堰、现浇,再进行装配式吊装。

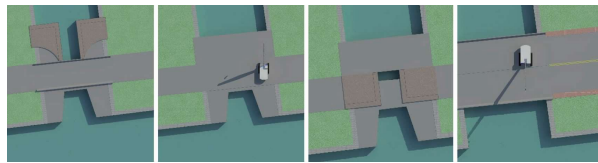


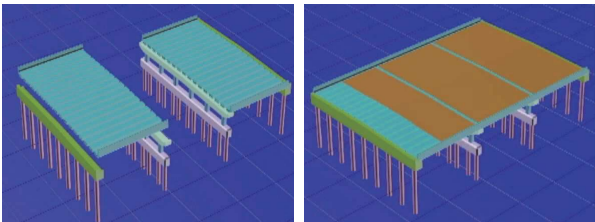
图 12 现浇结构施工方案

3.7 桥面铺装施工方案

桥面铺装时对结构影响较大的有两个因素:防水排水(基础结构中有水应防止冻融)和伸缩缝(温度)。简支板桥梁横截面一般都设计成等厚度的矩形截面,有时候为了减少自重可以将受拉区稍加挖空做成矮肋式板桥。简支板桥板厚跨比小于 1/18 时可采用“矮肋”,通过增加横隔梁来增加刚度,减少变形。履带车(50 t),以及 80 t、100 t、120 t 的平板挂车,应分批次、低速、匀速通过。对 50 t 履带吊验算荷载时,需要两车距离相隔 50 m。

在车辆荷载作用下,桥面板每跨长宽相近时实

际处于双向受力状态,如图 13(a)所示。因此,除了配置纵向受力钢筋,还要在板内设置横向分布钢筋,如图 13(b)所示。且不得少于单位板宽上主筋面积的 15%,其间距应不大于 25 cm。便道桥横断面布置为:0.5 m(防撞墙)+0.75 m(设施带)+7.5 m(机动车道)+0.75 m(设施带)+0.5 m(防撞墙)=10.0 m。



(a) 梁上铺设桥面板 (b) 铺设垫层

图 13 桥面铺装

4 总体设备及人员配置

根据该工程工作量与工程实践,根据进度计划要求配置相应数量的工人,需合理搭配:桩工(20 人)、混凝土工(10 人)、木工(10 人)、钢筋工(10 人)、电焊工(4 人)、机工(4 人)、电工(4 人)、普工(40 人)等。进行劳动力的优化组合,最大限度地减少窝工、浪费工现象,有计划地组织流水施工。所需施工机械见表 1。

表 1 施工机械

名称	规格	数量	名称	规格	数量
钻孔桩钻机	GPS-10	2	注浆机	SJB-2	1
钢筋切割机	GQ-40	1	汽车吊	TL-252	1
钢筋弯曲机	GW-40	1	挖掘机(带镐头)	EX200	1
钢筋碰焊机	UN1-100	1	钢板桩打拔桩机	400	1
木工加工设备	MT223	4	插塑板机		1
木工平刨床	MB503	4	载重汽车	东风	1
木工压刨	NB106D	4	运输车辆		2
柴油空压机	JYH-10/7	2	插入式振动器	H64-60	4

5 工程造价

快速围堰配合简支装配式的桥梁,不仅工期短,同时造价相对低廉,具体工程造价见表 2。

表 2 工程造价

工作内容	工程报价 / 万元
桩基工程	199
分部分项	123
上部结构	234
脚手架	9
措施项目	86
模板	77
围堰	14
原有建筑拆除及恢复	135
规费税金	877
小计	46
安全文明(3.3%)与其他措施费(2%)	923
合计	

(下转第 208 页)

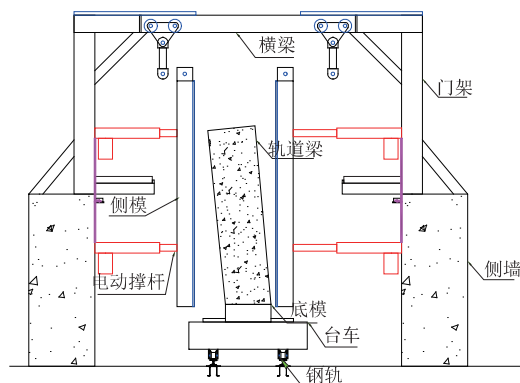


图 11 曲线梁模板安拆步骤五

混凝土轨道梁预制生产过程中钢筋和预埋件布置、支座安装、预应力张拉、混凝土收缩与徐变、梁体线形误差等制作质量的一种施工技术文件。工法指导书是根据设计文件,按照线路线形构造、孔跨布置、梁体结构等要素结合施工模板、工艺、材料等特点编制的,每榀梁一对一专用,主要用来指导轨道梁线形放样值、各工况下测量值,并通过统计、分析来调整后续参数值的重要线形控制资料。施工前根据设计文件结合施工条件编制工法指导书,施工中严格按照工法指导书规定参数进行控制,如模板尺寸、混凝土标高、预应力位置等,在重要工况施工前后均要对梁体线形参数进行测量,将采集到的数据进行统计、分析,找到影响线形偏差的主要因素,为后续轨道梁的线形控制提供依据。

4.2 影响线形的主要因素

PC 轨道梁主要是由钢筋、预应力、混凝土材料组成的一种分均质弹塑性体,在预应力张拉、混凝土收缩和徐变等工况下,梁体线形参数会发生变化。造成轨道梁线形变化的因素很多,主要有混凝土弹性模量及收缩徐变(粗细骨料、混凝土水灰比、和易性、龄期等)、施工条件(模板偏差、振捣方式、养护情况等)、预应力张拉(管道偏差、张拉顺序、千斤顶性能等)等^[2]。因此在施工过程中应严格控制混凝土原材料、减少施工条件变化、加强预应力张拉控制等,如某项因素发生变化应做好详细记录,为线形变化因

素分析提供有效数据。

4.3 线形监测及参数调整

为获取轨道梁线形变化规律,在重要工况变化前后对轨道梁线形进行测量,将实测值与设计值进行对比,结合影响线形变化的主要因素,经过统计、分析,找到造成轨道梁线形偏差的原因,从而调整后续轨道梁线形控制参数,如此反复进行,最终使得实际值无限接近于设计值,达到轨道梁线形动态控制的目的。重要工况变化前后测量时间节点主要有拆模后、初张拉前后、终张拉前后、28 d、60 d、出场前。从数理分析的角度,理论上,参考的影响因素越多则分析的结果越准确,但实际操作中,数据过于复杂、离散性较大不利于结果的判定。因此实际操作中统计的影响参数有梁体重量偏差、弹性模量差异、张拉应力偏差、收缩徐变量。施工中将取得的成果应用到后续轨道梁的线形控制中,以满足高精度线形要求。

5 结 语

(1)跨座式单轨 PC 轨道梁的制造难度远远高于普通桥梁,先进可靠的施工方法是其成功的关键,芜湖市轨道交通工程 PC 轨道梁已全部预制完成,其质量及线形合格率达到 100%,先行段行车体验舒适度满足且优于设计预期。

(2)近 5 年国内跨座式单轨发展迅猛,形成了多种轨道体系并进的局面,现行国家标准《跨座式单轨交通施工及验收规范》(GB 50614—2010)起草于重庆市单轨交通建设期间,已无法满足目前多种体系轨道梁的施工要求,亟需修编适应性的国家标准。本文采用的直曲梁专用生产线、智能三维可调节模板、线形动态控制方法可提供有益借鉴。

参考文献:

- [1] 潘力,谢通.跨座式单轨混凝土轨道梁预制生产工艺研究[J].铁路技术创新,2018(6):114-115.
- [2] 胡国华.跨座式单轨 PC 轨道梁线形影响因素分析[J].铁道勘察,2019(6):98-99.

(上接第 166 页)

6 结 论

采用拉森钢板桩与砂土袋分区围堰结合方法,可以保证在不停航与防汛要求下满足桥梁的快速施工,并且保护好原有管线。用现浇和预制装配式结合的办法,尤其是快速地吊装或铺设桥面梁板等。快速

围堰装配式的桥梁施工法也可以应用于包括箱涵在内的其他桥梁形式上,尤其适用在有不停航和防汛要求的河流上桥梁的建造。

参考文献:

- [1] 上海市水务工程设计研究院有限公司.浦东国际机场二级排水调整规划[R].上海:上海市水务工程设计研究院有限公司,2004.