

跨既有线顶推施工预应力混凝土梁设计及施工需要注意的问题

苏国明

(中铁第五勘察设计院集团有限公司桥梁院 北京 102600)

摘要:为避免对铁路运营的干扰,上跨既有铁路桥梁常用的施工方法有转体及顶推,转体法需要时间短,施工过程中无体系转换,在条件不受限的情况下应是首选方案;当桥位处受既有建筑物影响无法转体时,可考虑采用顶推法。考虑到后期养护维修需要,一般不宜采用钢结构跨越既有线。采用顶推法施工的预应力混凝土梁,设计时需考虑顶推临时束配置、导梁与混凝土梁连接、永久墩及临时墩刚度、梁底合理线形等;顶推施工时易出现顶推力过大、滑道变形、滑块无法塞入、墩顶位移过大、墩底开裂、导梁与混凝土连接处梁体开裂等问题。

关键词:预应力混凝土 既有线 顶推施工 问题

1 概述

顶推的基本原理是箱梁重量通过滑块作用于支撑墩上,通过连续作用千斤顶拽拉牵引钢绞线,克服滑块与滑道板之间的摩擦来达到梁体向前顶进。顶推过程中,由于支撑位置的变化,梁体每个截面都承受正负弯矩的交替变换,需要根据顶推过程控制弯距配置顶推用临时束,钢束配置原则布于顶、底板,不张拉腹板束,顶、底板配束根数基本相当;导梁的刚度会影响顶推过程梁体应力,一般取主梁刚度的1/6~1/10;主墩及临时墩需考虑支撑反力的1/10作为水平力,如果牵引千斤顶作用于此墩,则按两侧差值考虑,如梁体在纵坡上需叠加考虑。

以下结合工程实例,介绍跨既有线顶推梁的设计及施工问题。

2 简支钢管混凝土拱桥顶推设计及施工

北京市通州区通顺路改建需上跨既有京承铁路,与既有京承铁路夹角为 28° ,拟定的全桥孔跨布置为:1孔40m简支箱梁+1孔128m下承式简支钢管混凝土拱桥+1孔40m简支箱梁,主跨位于于 $R=2300\text{m}$ 的竖曲线上。

主桥采用梁拱组合结构,与一般体外系杆拱桥不同的是必须采用先梁后拱的施工方法,拱

肋位于系梁中间,系梁顶推就位后拱肋的安装架设对桥下铁路运营均无干扰。系梁总长131m,分三段浇筑 $36.5\text{m}+86.1\text{m}+8.4\text{m}$,中间段86.1m长为顶推梁段,两侧为原位现浇,两侧梁段端部有端隔墙及拱脚,重量大,采用分三段的方式减轻了顶推重量,顶推重量为5280.9t。

系梁采用单箱三室的箱形断面见图1,系梁高2.8m,顶宽29.0m,底宽20.5m;顶板厚0.28m,底板厚0.25m,中腹板厚为0.50m,边腹板厚度为0.35m;中室在端部6.0m范围内为实心段。导梁采用前、后导梁,前导梁为箱形,均与中腹板连接。

本桥的特点是与既有线斜交角度小,为尽量减少顶推跨度,控制在40米以内,临时墩顺铁路方向布设,前导梁采用箱形,顶推过程中存在前导梁一侧受力而另一侧不受力的情况,即形成空间梁格体系,而箱形钢导梁抗扭能力强,满足受力需要;由于桥宽达28米,如临时墩横向位置对应外侧腹板,将使顶推跨度加大很多,顶推过程梁体应力通不过;加设后导梁,减少混凝土梁体后悬臂长度,满足了顶推过程的梁体受力需要;顶推时,各墩滑道顶标高位于同心圆上,以拟合主梁竖曲线,保证顶推过程各墩不会出现脱

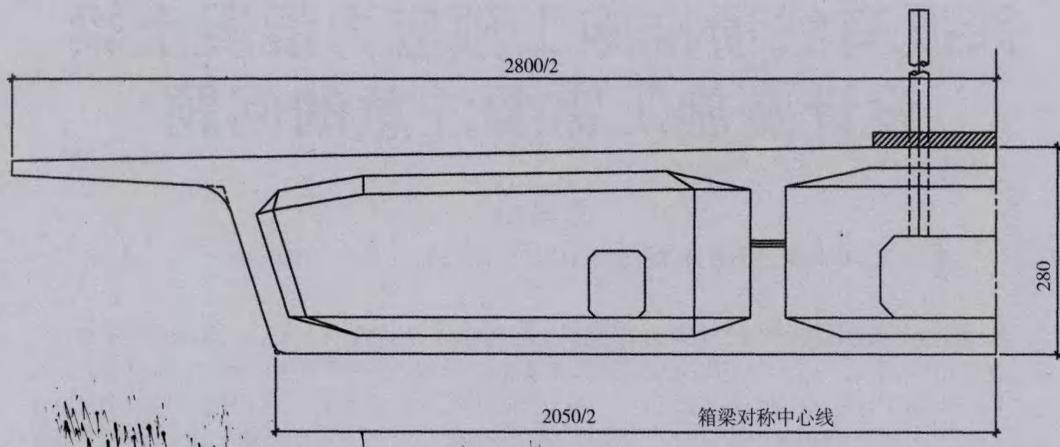


图1 箱梁断面(单位: cm)

空现象; 顶推阶段顶板配置34束15-7 ϕ 5钢束; 底板配置52束15-7 ϕ 5钢束。

施工阶段对于滑道标高、滑块质量、导梁与混凝土连接部质量控制很好, 整个顶推过程很顺利, 最小摩阻系数不到0.03。图2为顶推施工实景。



图2 顶推实景

3 预应力混凝土连续梁顶推设计及施工

唐山市开平区建华东道上跨铁路专用线采用(30+40+2 \times 30)m及(3 \times 28)m两联连续梁跨越既有线, 均采用顶推施工法。

结构采用单箱三室斜腹板、等高度箱形截面, 梁高2.2m, 结构顶面设2%的横坡, 截面中心处梁高2.37m。箱梁顶板宽17.0m, 底板宽9.565m, 两侧悬臂板长各3.2m。箱梁顶板厚度为28cm, 中墩顶和边支点处增至38cm; 底板

厚度为25cm, 中墩顶和边支点处增至35cm; 边腹板、中腹板厚度为60cm。顶推梁段按10m左右设置一道小横梁, 厚45cm, 两侧现浇部分不设置。

桥墩采用双柱式门形桥墩, 墩柱采用矩形截面, 四周倒半径20cm的圆弧, 墩顶两墩柱之间用一矩形截面系梁联结, 系梁顶距离墩柱顶30cm, 墩柱截面为1.5m(横桥向) \times 2.2m(纵桥向)截面, 墩顶系梁为1.2m(竖直) \times 1.8m(水平)截面。

本桥的特点是主墩的设计需考虑顶推到位落梁需要, 故墩顶加设系梁, 系梁设计需考虑起顶受力需要; 由于顶推过程需横向限位, 而主墩位置处于中间腹板处, 导致横向限位设置困难。

横向限位采用钢管立柱, 与永久墩采用钢管在墩顶横向连接, 见图3、4, 在靠近铁路侧横向限位受限界控制, 只能与永久墩斜交布置, 见图5。

4 铁路简支箱梁顶推设计及施工

新建衡茶吉铁路跨越武广客专处有三条铁路, 武广客专、京广铁路及环发线(铁路专用线), 形成一个三角地带, 如果采用转体施工, 顺武广悬灌时将侵入京广限界, 并且墩高近40米, 转体不可行; 在武广客专上采用支架现浇风



图3 导梁、永久墩及横向限位



图4 横向限位详图

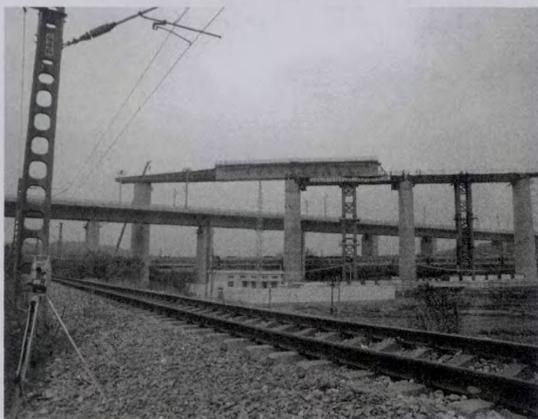


图5 顶推施工现场情况

险大,时间长,难以获得批准,综合考虑采用一孔48米曲线简支箱梁顶推施工,具有施工速度快、跨武广施工时间短、桥墩及梁顶无需加宽等优点。

梁长48.6m,计算跨度为47.5m。梁高为4.0m、顶宽6.9、底宽3.6m(梁端变为4.3m)。跨

中截面顶板厚34.5cm,底板厚30cm,腹板厚为32cm;支点截面顶板厚64.5cm,底板厚70cm,腹板厚为105cm。一孔梁混凝土345.4m³。

梁体预应力束分为成桥后永久用钢束和顶推阶段用临时钢束,临时钢束包括8根顶板束及2根底板束,均采用体内束形式,其中临时钢束不灌浆,顶推完成后需拆除。顶推时由于支撑体系不断变化,使得梁体各个截面正负弯矩交替变化,需要设置顶板临时束及底板临时束,并张拉底板永久束,而腹板束不张拉,使梁体截面上下缘均匀受压,满足顶推阶段各种工况的需要。

临时墩柱为直径1000×16mm钢管柱,最大墩高39.79m,单个桥墩设置4根钢管柱。钢管柱之间设横纵向连接,将临时墩柱连接为一整体。临时墩与主墩之间纵向连接采用贝雷支架连接,共同承受水平力。临时墩柱采用场外预制,现场拼装焊接完成。贝雷支架横向采用12片,既作为箱梁现浇时的支架又作为箱梁顶推时临时墩及永久墩之间的连接。

由于是曲梁,顶推过程中需及时纠偏。

5 顶推过程中易出现的问题

5.1 初始起顶力过大

由于滑道处支撑刚度大,而非滑道处采用满堂支架会产生弹性及非弹性变形,如果未考虑此影响,易出现错台,导致其顶力过大;同时,滑道处滑块顶包裹不严,混凝土浇筑时漏浆,也会导致顶力过大。

5.2 滑块难以塞入及滑块压碎

当顶推梁体后端脱离支撑时,由于后悬臂较重,挠度较大,使得滑道处梁底与滑道缝隙减少,出现难以塞入滑块的现象,可选用较薄的滑块逐步调整;如果滑道顶标高不一致或滑块质量不过关,顶推过程会出现滑块压碎情况。

5.3 墩底开裂及位移过大

为了节省施工投入,一般不会每个墩都布置顶推千斤顶,而千斤顶的张力与摩阻力反向可以抵消,对于未布置千斤顶且墩高较高的情况,特别应注意在水平力作用下墩底弯距的计算,如难以通过,可采用各墩串联的方式加大其抗推刚度。

5.4 导梁与混凝土梁连接处开裂

此处为顶推施工薄弱点及关键点,顶、底板预应力应靠近腹板布置,减少预应力盲区;同时该处普通钢筋应加强布置,设置精轧螺纹钢将导梁与混凝土梁通过预施应力加强连接;一般是顶推过程最大正弯距控制设计,通过顶推前起顶导梁强迫位移可模拟此最不利工况,达到检验此处连接是否可靠的目的。

6 结论

跨既有线桥梁有其特殊性,设计时需考虑施工方法应对铁路运营干扰最小,同时需快速通过。设计阶段应对顶推全过程做详细分析,配置临时束及钢导梁,对于宽桥及支撑偏置应做空间梁格分析;施工阶段应确保各滑道顶标高满足设计要求,梁底平顺,墩高较高时应进行串联以加强抗推刚度,正式顶推前起顶导梁强迫位移模拟最不利工况,同时需确保滑块质量及滑道刚度,这对于顶推是否顺利起着关键作用。

参考文献

- [1] 苏国明等. 预应力混凝土梁拱组合顶推施工新工艺[J]. 铁道标准设计, 2009(11)。
- [2] 苏国明. 跨武广客运专线顶推施工48m曲线预应力混凝土简支箱梁设计[J]. 铁道标准设计, 2010(6)。

信息视窗

印尼全国设计院协会代表团 访问欧维姆公司

2012年5月17日,印尼全国设计院协会(INKINDO)雅加达分会代表团一行47人到欧维姆公司进行参观访问。代表团先参观了欧维姆公司阳和生产基地和总部,然后双方进行了技术交流。交流会由欧维姆公司副总经理龙跃主持,郑津董事长首先致辞,并对INKINDO代表团的来访表示热烈欢迎,刘璇总经理接着简要介绍了公司的基本情况,随后西南交大的黄道全博士向INKINDO的专家介绍了柳州三门江大桥、广雅大桥、双拥大桥的设计情况。交流会结束,代表团还实地考察了这几座桥梁。

虽然只有短短的一天时间,但是INKINDO

的专家对欧维姆公司的先进技术、生产规模及工程项目留下了深刻印象,对欧维姆公司在中国预应力行业取得的成就赞叹不已。此次印尼全国设计院协会代表团访问欧维姆公司,是欧维姆公司对外技术交流的一种新形式,对欧维姆公司今后在印尼预应力行业的发展提供了更多的渠道。

印尼全国设计院协会是印尼全国的设计公司构成的协会组织,大约有7000多家成员单位,而雅加达分会主要由首都及周边省份的设计公司构成。

(李小培)