现浇箱梁盘扣式支架体系的设计与施工

丁 凯, 高 华
(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

摘 要:郑州航空港区迎宾大道工程全长约7.88 km,采用高架桥梁加地面辅道的设计形式,其中主线桥梁含66联、长约6.6 km的现浇预应力钢筋混凝土连续箱梁,因现浇箱梁体量大,施工周期长,安全风险高,故选择安全可靠、施工经济的模板支撑体系至关重要。盘扣式支架作为新型模板支撑体系具有承载力大、稳定性强、搭拆速度快等显著优点,在现浇箱梁施工中得到了越来越广泛的应用。结合郑州航空港区迎宾大道高架工程,以预应力连续箱梁支架现浇法为例,阐述了采用承插型盘扣式支架模板支撑体系在箱梁施工中的设计计算与施工工艺的相关程序和要求。

关键词:现浇箱梁;盘扣式支架;设计与施工
中图分类号:TU7;TU8;TU2 **文献标识码**: B **文章编号**:1001-2184(2021)02-0024-04

Design and Construction of Ring lock Scaffold for Cast-in-place Box Girder

DING Kai, GAO Hua
(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: Yingbin Avenue in Zhengzhou Airport District totals a length of about 7.88 km and it is designed in viaducts and ground service road. The main line contains 66 pre-stressed reinforced concrete continuous box-girders with a length of about 6.6 km. Due to the large volume, long construction period and high safety risk existing in construction of cast-in-place box girders, it is fairly important to choose a safe, reliable and economical formwork support system. As a new type of formwork support system, ring lock scaffold is widely applied in the construction of cast-in-place box girders due to the large bearing capacity, strong stability, quick erection and disassembling, and so on. Taking the cast-in-place pre-stressed continuous box-girder in the Yingbin Avenue Viaduct Project at Zhengzhou Airport District as an example, this paper elaborates the relevant procedures and requirements of the design calculation and construction technology of the ring lock scaffold system in cast in place box girder.

Key words: cast-in-place box girder; ring lock scaffold; design and construction

1 概 述

近年来,在国家大力推行装配式建筑的形势下,桥梁行业的预制小箱梁、节段拼装箱梁等装配式箱梁在一定范围内得到了应用;而传统的现浇箱梁因其具有整体性好、断面形式灵活、工程造价低等显著优点仍具有广泛的应用前景。

迎宾大道工程(滨河东路—青州大道)位于郑州航空港经济综合实验区(郑州新郑综合保税区)中部,西起滨河东路西,东至青州大道东,全长7 880 m,设计为城市快速路,含豫州大道互通立交一座,全线采用高架形式,主线设73联箱梁,其中66联为预应力混凝土连续箱梁,呈单箱多室截面,采用支架现浇法施工。豫州大道以西段高架桥采用双向八车道布置,桥面宽度为33.2 m,豫州大道以东段高架桥采用双向六车道布置,桥面宽26.2 m。

该工程主线包含66联、长约6.6 km的现浇预应力钢筋混凝土连续箱梁,该现浇箱梁体量大、施工周期长、安全风险高,支架体系平均搭设高度约为10 m,最高一联搭设高度为22.5 m。鉴于施工现场场地平整开阔,项目部结合工程条件,经过与传统碗扣式支架体系、贝雷梁式

收稿日期:2021-03-16

支架体系进行对比分析,为保证施工安全,缩短搭设周期,节约施工成本,最终选用承插型盘扣式钢管支架作为该工程箱梁模板支撑体系。

笔者以标准联 A 为例进行了阐述:标准联 A 为跨距 30 m 的 3 跨连续箱梁结构,梁高 2 m,为多箱室 C50 预应力钢筋混凝土梁。标准联 A 的横断面和纵断面见图 1 和图 2。现浇箱梁采用承插型盘扣式钢管支架作为模板支撑体系,支撑体系搭设高度为 8～22.5 m。

2　支架体系的设计

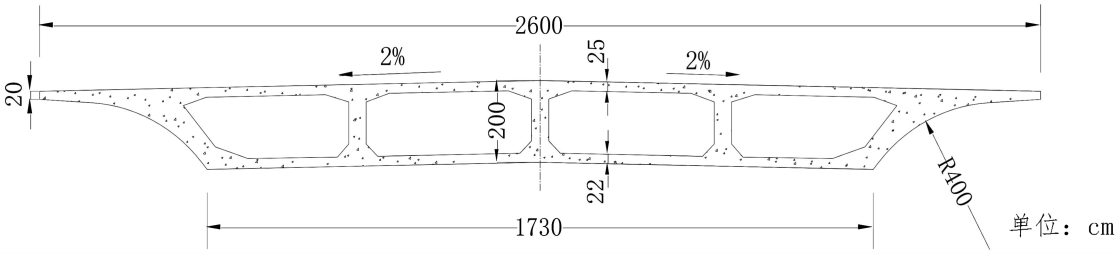

图 1　标准联 A 横断面图

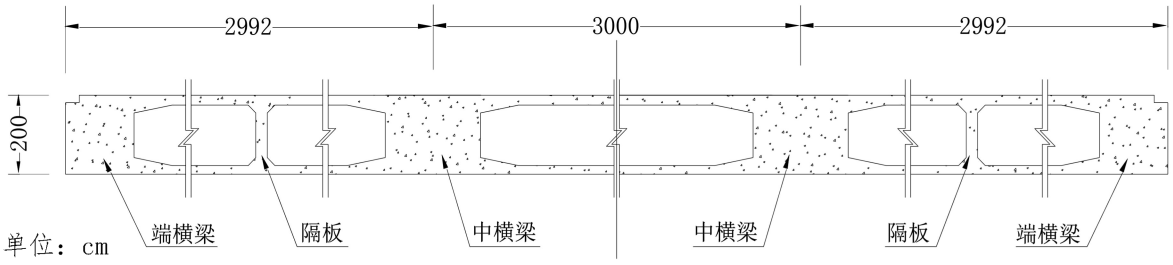

图 2　标准联 A 纵断面图

施工采用标准型承插型盘扣式钢管支架,承插型盘扣式钢管支架由立杆、水平杆、斜杆、可调底座及可调托座等构配件构成[1]。立杆采用套管承插连接,水平杆和斜杆采用杆端扣接头卡入立杆连接盘用楔形插销快速连接形成结构几何不变体系的钢管支架。立杆选用 φ60×3.2 mm 型 Q345A 钢管,竖向杆斜杆选用 φ48×2.5 mm 型 Q195 钢管,水平横杆和水平斜杆选用 φ48×2.5 mm 型 Q235B 钢管,可调底座和顶托丝杆选用 φ48×6.5 mm×600 mmQ235B 钢制作,可调底座底板和顶托托板选用边长为 150 mm×150 mm,15 mm 厚 Q235B 钢板。

模板支架体系的设计根据现行国家标准和相关规范采用概率极限状态设计法中的分项系数的设计表达式[2]。主要进行模板支架的稳定性、杆件承载力、连接盘抗剪承载力、地基承载力以及超过规定高宽比的抗倾覆验算 5 项计算。通过计算确定地基处理工艺、立杆的纵横向间距与横杆步距等施工参数。

2.1　计算荷载的确定

支架承受的荷载主要有:新浇混凝土和钢筋的自重、模板及附件自重、支架自重;施工活载、混凝土浇筑时产生的水平荷载及风荷载等(表 1)。

计算支架承载力时的荷载设计值应取表 1 中的荷载标准值乘以荷载的分项系数。设计模板支架承重构件时,应根据使用过程中可能出现的最不利荷载效应组合进行计算;荷载标准值的分项系数及荷载效应组合可根据 JGJ 231－2010《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》确定。

2.2　结构设计

根据表 1 中的荷载标准值参数可以看出:新浇混凝土自重是支架承受的主要荷载,其取值大小将直接影响到支架体系的布局。混凝土自重主要决定于单位长度的结构截面积,对图 1 和图 2 箱梁的横、纵断面图进行分析可知,混凝土结构厚度纵向分为横梁、箱室和腹板三种情况,横向分为箱室和腹板两种情况,故支架体系的设计可按横梁、箱室和腹板 3 种情况分别进行计算。

根据盘扣式钢管支架横杆模数设计和箱梁结构参数,支架的间距先按横、纵间距按 0.9 m×0.6 m、0.9 m×0.9 m、1.2 m×0.9 m、1.2 m

表 1　荷载标准值参数表

荷载标准值参数			
荷载分类	荷载名称	荷载标准值 /kN·m^{-3}	说　明
永久荷载	新浇混凝土自重	25.5	普通梁钢筋混凝土
	面板主、次楞自重	1.23	主楞为 150H 型钢，次楞为 10 cm×10 cm 方木，模板为 15 mm 厚一级高强度双面复膜竹胶板
	支架自重	0.18	承插型盘扣式脚手架
可变荷载	施工人员及设备荷载	3	一般情况
	振捣荷载	2	取 2%永久荷载标准值
	风荷载	0.45	根据地理位置取值

×1.2 m 等组合模式进行设计并验算立杆的承载力和稳定性。计算公式及要求按照 JGJ 231－2010《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》确定。

立杆底部的基础平均压力要小于 GB 50007－2011《建筑地基基础设计规范》中要求的地基承载力特征值。一般情况下，原地基承载力应不小于 200 kPa，如小于该值须采取换填、改良、加固等处理措施[3]。然后浇筑 20 cm 厚 C20 混凝土以硬化支架基础，并验算最终地基结构的承载力。

经设计验算，该工程 3×30 m 标准联 A 的支架设计参数为：端横梁、中横梁、横隔板下支架采用横×纵为 1.2 m×0.9 m 布局，腹板及箱室截面下的支架采用 1.2 m×1.2 m 布局，垂直步距均为 1.5 m。支架基础采用原地面平整压实后浇筑 20 cm 厚 C20 混凝土的基础，其硬化宽度为桥梁宽度两侧各加 1.5 m，基础两侧设置 30 cm×30 cm 的排水沟。

3　支架搭设施工

盘扣式满堂支架的施工流程：地基处理→支架测量定位→安放可调底托→支架立杆搭设→支架水平杆搭设→支架竖向斜杆搭设→水平斜杆→顶托安放→铺设工字钢主楞→铺设方木次楞→箱梁外模铺钉→支架预压。

3.1　地基处理

施工人员根据施工方案对原地基进行了平整压实，确保其承载力达到 200 kPa，然后浇筑 20 cm 厚 C20 混凝土垫层。鱼塘、考古区、房基及承台回填区等软弱地带采用回填素土、灰土或砖渣等方法进行了地基处理，经处理后待其达到地基承载力要求后方可进行混凝土硬化处理。

为避免支架基础受雨水浸泡，需在基础两侧修建尺寸为 30 cm×30 cm 的排水沟，排水沟的纵坡与支架基础保持一致，水平一致的支架基础设置不小于 0.3%的纵坡。排水沟分段开挖形成坡度，低点开挖集水坑（尺寸为 100 cm×100 cm×100 cm），将积水引至附近沟渠或市政排水管网。跨距不超过 40 m，每跨设置 1 个集水坑，跨距超过 40 m 时每跨设置 2 个集水坑。

3.2　测量定位

支架体系安装前，应利用 CAD 制图软件对支架体系进行预排，最终确定支架的纵横向布局位置和支架搭设高度，然后用全站仪根据预排方案中支撑架纵向和横向间距进行现场定位。可从跨中向两侧分布搭设，先在跨中将立杆安装位置测量定位，定位点纵横向均应不小于 8 排，以保证支撑架立杆位置准确[4]。跨中立杆点定位后，向两侧可采用拉线进行立杆定位控制。

3.3　支架的安装

模板支架根据施工方案计算得出的立杆排架尺寸选用定长的水平杆，并根据支撑的高度组合套插立杆段、可调底座和可调托撑。根据立杆位置放置可调底座，然后按照先立杆、后水平杆、再斜杆的顺序搭设形成基本的架体单元，然后逐步扩展搭设成支架体系。

根据测放的立杆位置安放可调底座，采用水准仪现场测设控制底座标高，调整底座上的可调螺帽位置、保证架体的统一平面。底座调节丝杆外露长度不应大于 300 mm。

首层相邻两支立杆宜采用不同长度规格，且其长度差应不小于 500 mm，以保证立杆承插对接接头不在同一水平面，如首层采用长 3 m 和 2.5 m 的立杆交错布置。首层支架安装时，横杆插销不宜先敲紧。将横杆端头套入圆盘小孔位置

使横杆头前端抵住主架圆管,再以斜楔贯穿小孔敲紧固定,作为扫地杆的最底层,水平杆的离地高度不应大于 550 mm,斜杆应与架体同步搭设。

每搭完一步支架后,应及时校正水平杆步距,立杆的纵、横距,立杆的垂直度和水平杆的水平偏差。立杆的垂直偏差不应大于支架总高度的 1/500,且不得大于 50 mm。

支架搭设的高度采用现浇箱梁底面的标高减去控制标高即可算出各排支架的搭设高度。并可根据现浇箱梁底板模板及次楞方木的尺寸计算出可调节托撑顶面的标高。计算时,应考虑预压测定的预抬量。可调脱撑悬臂长度严禁超过 650 mm 且丝杆外露长度严禁超过 400 mm。

3.4　主、次楞的安装

顶托顶面调至设计标高位置后,沿横桥向在顶托上铺设通长 150H 型钢主楞,在 H 型钢与顶托间的缝隙加入木楔或板条等使工字钢位于顶托中心位置,确保支架立杆轴心受力。

主楞铺设完并经检查后在主楞上按间距 20 cm 铺设 100 mm×100 mm 的方木作为次楞,次楞顺桥向放置(图 3)。铺设次楞时一定要严格按照预设间距进行,次楞铺设应随时检查上口标高以保证现浇箱梁底板的线形,次楞铺设完成后,应组织进行验收,待验收合格后方可在次楞上铺钉模板。盘扣式支架搭设完成后的整体效果见图 4。

图 3　主、次楞的安装

3.5　构造及验收要求

(1)模板支架的搭设高度不宜超过 24 m,超过 24 m 时应进行专门设计。对于搭设高度超过 8 m 的模板支架,其竖向斜杆应满布设置,水平杆步距不得大于 1.5 m,沿高度每隔 4～6 个步距应设置水平斜杆。周边有结构物时,可与结构物形成可靠拉结。

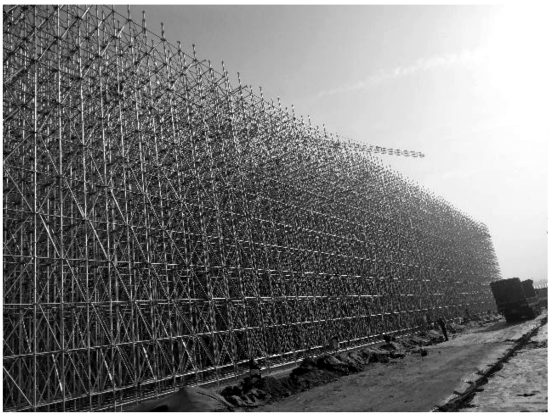

图 4　盘扣式支架整体效果图

(2)对于长条状的独立高支模架,其架体的高宽比不宜大于 3。

(3)高大模板支架最顶层水平杆步距应比标准步距缩小一个盘扣距离。

(4)应检查进场钢管支架的质量合格证并对产品主要技术参数进行抽检和试验,如钢管直径、壁厚,连接盘厚度等。

(5)支架验收共分 3 次进行。第一次验收在基础完工后、脚手架搭设前,第二次验收在支架搭设至一半高度时,第三次验收在支架搭设至设计高度后和浇筑混凝土前[5]。

(6)验收内容主要包括:基础处理是否符合设计要求;立杆与基础间有无松动、悬空;底座、支垫是否符合规定;架体三维尺寸是否符合设计要求;搭设方法和斜杆、剪刀撑等设置是否符合规范要求;可调托撑和可调底座深处水平杆的悬臂长度是否符合限定要求;扣接头与连接盘的插销插入深度和松紧度是否满足要求。

4　结　语

承插型盘扣式支架作为新型模板支撑体系具有承载力大、稳定性强、搭拆速度快等显著优点,在现浇箱梁施工中已得到越来越广泛的应用。而现浇箱梁模板支架体系主要根据不同的设计梁高分横梁、腹板及箱室三种不同截面情况进行设计和施工。施工中做好技术交底和过程指导工作,可以充分发挥承插型盘扣式钢管支架的优势,达到缩短工期、增强安全性及提高经济效益的效果。

(下转第 36 页)

爆联网、电力起爆方式、电雷管引爆、起爆器起爆。

2.6　辅助措施

对每次预裂爆破进行总结,结合地质条件、现状等情况,对下一次预裂爆破的装药参数进行优化调整,设计出最优爆破参数进行施工。

3　效果检测

为验证瓦支沟石料场预裂爆破的各项技术措施的有效性,我们对实施措施后的 7 次预裂爆破后的平整度及半孔率进行了检查统计,平整度合格率最低为 94.8%,最高为 97%;半孔率最低为 87.7%,最高为 93.3%(表 3)[5]。料场后边坡开挖效果见图 4。

表 3　平整度及半孔率检查表

序号	高程 /m	桩号 /m	平整度检测合格率 /%	半孔率 /%
1	3180～3155	K0+262.1～K0+279.4	94.8	87.7
2	3180～3155	K0+279.4～K0+297.6	95.2	89.7
3	3180～3155	K0+297.6～K0+315.9	96.2	91.2
4	3180～3155	K0+315.9～K0+333.1	96.8	93.2
5	3180～3155	K0+333.1～K0+349.8	97	93.3
6	3180～3155	K0+349.8～K0+385.5	96.1	92.5
7	3180～3155	K0+385.5～K0+401.2	96.4	92.8
加权平均值			95.8	91.9

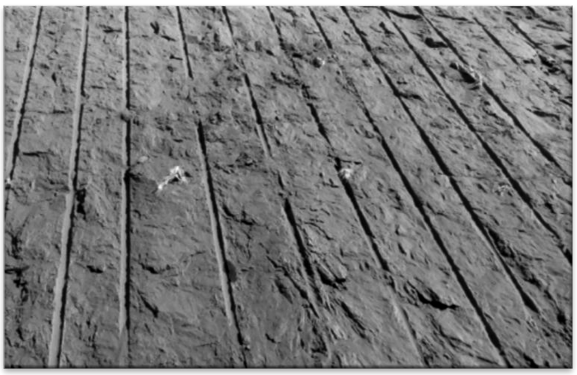

图 4　料场后边坡开挖效果

4　结　语

通过对瓦支沟石料场地质条件、环境等各种因素进行分析,采用选择合理的材料、设备、施工方法及爆破参数等措施进行施工以达到开挖的各项要求及指标,有效地保证了边坡预裂爆破质量,施工进度、成本、安全等受控并符合标准。

料场后续多次预裂爆破开挖的整体效果均较好,预裂成型的轮廓规则,边坡平整度及超欠挖符合要求,半孔率高,振动速率均在规定范围内,由此可见,所采取的各项施工措施可行有效。

参考文献:

[1]　水电水利工程岩石试验规程,DL/T5368-2007[S].

[2]　建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范,JGJ130-2011[S].

[3]　水电水利工程爆破施工技术规范,DL/T 5135-2013[S].

[4]　预应力锚索施工规范,DL/T5083-2010[S].

[5]　水电水利工程边坡施工技术规范,DL/T5255-2010[S].

作者简介:

张维春(1983-),男,甘肃陇南人,项目质量部主任,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

梁小阳(1993-),男,四川乐山人,助理工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作;

张　浩(1993-),男,甘肃平凉人,助理工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 27 页)

参考文献:

[1]　建筑施工承插型盘扣式脚手架安全技术规程,JGJ 231-2010[S].

[2]　公路桥涵设计通用规范,JTG D60-2015[S].

[3]　建筑地基基础设计规范,GB 50007-2011[S].

[4]　陈荣凯.浅析现浇箱梁满堂支架搭设施工方案[J].筑路机械与施工机械化,2012,29(1):81-83.

[5]　朱义铁.大跨度预应力混凝土梁高大模架安全设计与施工[J].中国安全生产科学技术,2010,6(2):127-131.

作者简介:

丁　凯(1981-),男,河南遂平人,高级工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工作;

高　华(1985-),男,甘肃天水人,高级工程师,从事市政工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)