

文章编号:1006-4362(1999)03-0037-06

广州市解放大桥钻孔灌注桩施工工艺探讨

朱志刚

(广州市中心区交通建设公司, 广州 510000)

摘 要: 探讨广州市解放大桥钻孔灌注桩施工工艺,着重阐述各主要工序如测量、机械设备、固定钢平台及其搭设、钢护筒制作与安装、钻机成孔、钢笼制作与安装、清孔、导管、漏斗、剪球、水下混凝土配制及浇注等施工工艺。经本工程的实践,对跨江大桥的水下桩施工总结出一套较成熟、可操作性较强的施工工艺经验。

关键词: 水下施工;钻孔桩;固定钢平台;钢护筒;工艺

中图分类号: TU473.1⁺4; U443.15⁺9 **文献标识码:** B

1 前言

解放大桥是广州市南北主要干道解放路上的一座特大混凝土桥,横跨珠江(图1),全长724.5 m,主桥采用三跨连续下承式钢管混凝土系杆拱桥。主桥两个中孔墩,位于距珠江两岸50 m的主流中,两墩相距83.6 m,采用单桩单柱形式,桥梁基础采用桩径为2.5 m的大直径嵌岩钻孔桩,桩长22 m。由于桥位处地质和水文条件复杂,要求使用施工设备和材料数量大、

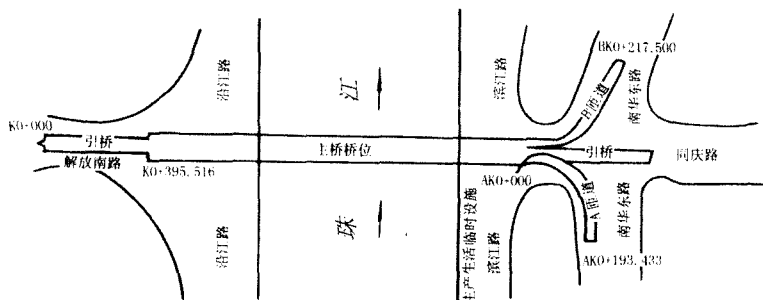


图1 解放大桥平面布置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of Jiefang Bridge plan

收稿日期: 1999-06-18

型号多、投入大,施工周期长,而实际工期要求很紧,使施工组织和工艺较复杂。但经过精心组织与施工,现已圆满完成。以下着重阐述各主要施工环节的具体施工工艺和要点。

2 施工前的准备工作

施工准备工作包括机具设备的配置,测量放样定位,搭设桩架钢平台,钢护筒的埋设等

(1) 水下桩基施工配置的主要设备: GPS-25 型旋转钻机 2 台,拖式混凝土泵车 2 辆,混凝土拌和站一座,混凝土运输车 10 辆,吊机 2 台。

(2) 测量定位

① 主桥测量控制: 以设计院交的主桥控制网为依据。经复测设计院设定的“桥北”、“桥南”两岸墩位中心距离无误后,与设计院商定,确定采用已设定的桥轴线为基线,对双联大桥进行平差计算,同时,对大地四边形进行复测。全部边长与夹角包括三角形闭合差,与设计院相应的平差相比不超过交通部部颁《公路桥涵施工技术规范 JTJ 041—89》(以下简称《规范》)中表 2.2.5 规定的六等限差(表 1),即可使用。

表 1 桩位三角网精度表

Table 1 Accuracy of triangulation net survey for piles

等 级	桥轴线桩间距离 (m)	测角中误差 (")	桥轴线相对 中误差	基线相对 中误差	三角形最大闭合差 (")
六	201~500	±10.0	1/10 000	1/20 000	±30

② 主轴线上墩位中心的确定: 待施工平台形成后,利用“桥北”、“桥南”两点在轴线上向实测放出。即分别在此两点架设仪器,实测同一点的距离,其误差不超过《规范》的规定值正负 8 mm,并取平均位置为墩中心点位。此点位直接在施工平台上绑点;同时,利用大地四边形点在两岸实测检查。在大地四边形点上检查墩位中心点时,误差不超过正负 8 mm,即轴线上放出的中心点位为准。

③ 钻孔灌注桩单桩中心的放样: 在施工平台上的墩位中心点架设经纬仪,以“桥北”、“桥南”点定向,转 90°量距确定桩中心,并在施工平台上绑点。再在岸上任意一个大地四边形点上实测检查。检查结果点位误差不得超过《规范》规定的 50 mm 的一半,即 25 mm(另一半为施工误差),在此范围内时,仍按中心轴线放出的点位为准。

(3) 施工平台及其搭设

由于桥位处水深流急,为保证施工安全和质量,采用水中固定平台施工。平台主要依靠有足够强度和刚度的钢管桩来承受竖向荷载,并依靠钢管桩间的多道纵横联结,以及钢管桩和钢护筒间的联结来保证其稳定。平台完成后,将为埋设钢护筒、钻机成孔、浇注水下混凝土等工序提供可靠的施工条件,并可大大简化施工。

施工平台按 1 500 kN 荷载计算(包括各种机具和施工荷载),采用壁厚 10 mm 和直径 400 mm 的钢管桩为支承。钢管桩每隔 1.5 m 用角铁加十字撑一道,且预先在工场加工和接长到设计长度,然后按要求打到设计标高。

钢管桩的定位方法:在岸上桥中线处架设经纬仪,定出中线位置;然后,利用测距仪测定出钢管桩位。用 800 kN 浮吊吊起钢管桩到位,利用导向船导向,采用 90 kW 振动锤振沉,直至到达设计标高;最后,架设水准仪测出标高,割平钢管桩,并安装纵横向联结。平台的

向联结,采用与桩顶相同规格的角铁焊制的珩架进行联结。在顺桥向的上、下游及中间共三排钢管桩的桩顶,加此珩架进行联结,以减少支承钢管的自由长度,增加平台的稳定性。在钢管桩上架设军用梁或贝雷架,作为平台的承重结构,以工字钢作荷载分配梁,用厚1 cm钢板铺作平台面板,并在平台周边设围栏及航标等通航导向装置,以确保平台的运行安全。

(4) 钢护筒的制作及埋设

① 钢护筒的制作: 钢护筒内径为270 cm,采用厚12 mm的A3钢板卷制而成。在制作工场用卷板机卷成筒后,吊运到焊接平台上进行焊接。为加强钢护筒的整体刚度,在焊接接头处均外加设厚12 mm,宽15 cm的钢带;钢护筒底加设厚12 mm,宽50 cm的钢带作为刃脚。护筒在制作工场分段制作,每段一般长5~6 m。制作标准:垂直度偏差不超过1 cm/m,椭圆度不大于2 cm;焊接采用坡口双面焊,所有焊缝必须连续,以保证不漏水。

② 钢护筒的埋设: 平台搭设完成后,开始埋设钢护筒。为了保证埋设精度,落护筒前应先放好桥墩十字线,然后,据此安装护筒的导向架。导向架的内空,应比钢护筒的外径大3 cm,之后,把分段制作好的钢护筒段在平台上现场连接。接长的长度,需参考河床标高与河床地质情况而定。下钢护筒时,应随时检查护筒的垂直度及偏位值,防止护筒倾斜和偏位。水下埋设钢护筒,采用90 kW振动锤振动下沉。护筒吊装前,需在桩架钢平台上,根据测量放样的结果,用型钢焊好导向结构,以保证钢护筒位置准确。钢护筒应埋入亚粘土层内深1.0 m以上。钢护筒埋置好后,应反复测量其位置,当确认无误后,再安装钻机就位。水上护筒需高出水面80 cm以上。

(5) 钻机就位

本工程采用QJ-250型旋转钻机。先立好钻架,调整和安装好起吊系统,将钻头吊起,徐徐放进护筒内,启动卷扬机把转盘吊起,在转盘底座下面垫方木,将钻机调平并对准钻孔,然后,装上转盘。转盘中心和钻架的起吊滑轮,应在同一铅垂线上,钻杆位置偏差不得大于2 cm。

3 钻孔过程

(1) 采用泥浆反循环钻孔。在正式钻孔前,应先往孔底供泥浆,换出原孔底的清水;然后,开动空压机送风吸渣;最后,开动钻机转盘机构,并低速开钻,直至整个钻头进入土层,才能进入正常速度钻进。采用 $9\text{ m}^3/\text{min}$ 空压机反循环排渣,钻渣由钻杆内孔排出。

(2) 在开孔及整个钻孔过程中,应始终保持孔内泥浆压力大于地下水与河水压力。由于本桥位于潮汐河流上,潮差可达2.0 m,施工时一定要注意保持泥浆压力。

(3) 泥浆的配制:优质泥浆,采用钠质膨润土加适量外掺剂配制。对于粘土地层,按用水量的5%掺入膨润土;沙、岩石地层可提高到8%。同时,根据需要在膨润土泥浆中,可加入适量纯碱等外掺剂。优质泥浆的性能指标一般按以下数据控制:比重: $1.08\sim 1.1\text{ g/cm}^3$;黏度: $18\sim 22\text{ s}$;静切力: $0\sim 6\text{ mg/cm}^3$;含砂率:2%;酸碱度: $\text{pH}=8\sim 10$;胶体率:98%;失水量: $14\sim 20\text{ ml/30 min}$;泥皮厚:小于2 mm;稳定性: $r<0.03$ 。

在钻孔过程中,注意控制护筒口泥浆标高,当浆面渐低时,应及时补浆填充。

(4) 钻孔过程中,必须及时填写钻孔施工记录。要求每隔1 h记录1次钻孔土层地质情况。在正常情况下,每相邻2 h之间的进尺相差较大,或孔深已进入岩层时,应进行捞渣取样;逐层保留岩样,并登记取样深度。

4 清孔

钻孔达到设计要求深度后,由施工人员通知质检人员会同验孔,并做好终孔记录。

(1) 验孔合格后,应立即进行清渣,不能停歇过久,否则将使孔底的泥浆、钻渣沉淀增多造成清孔困难甚至塌孔。清孔后应在最短时间内灌注混凝土。

(2) 本工程采用抽浆换浆法清孔,将钻头提高至离孔底 20~30 cm 时,高速转动钻头,边继续气举反循环,把孔底钻渣混合物排出孔外,一边以中速向孔内补充比重为 1.12~1.15 的较纯泥浆,用以将钻孔内悬浮钻渣较多的泥浆换出,直到检测出浆口的泥浆达到要求为止。

5 钢筋笼的制作和吊放

在水下钻孔的同时,应安排制作钢筋笼。待钻孔到终孔时,钢筋笼应制作就绪,并从加工运至桩孔处就位,准备吊放。钢筋笼应按设计施工图的有关要求制作。吊放施工程序是:

(1) 钻渣清除后,应及时吊放钢筋笼,以防止泥浆中的悬浮钻渣沉淀过多,而增加混凝土灌注时的清孔工作量。

(2) 钢筋笼按节吊放,每节长约 7~9 m。为防止钢筋笼在吊放过程中变形过大,制作钢筋笼时,应在加劲箍内设置足够的内支撑。内支撑在吊放过程中逐层割去。

(3) 钢筋笼采用吊车吊放就位。吊放过程中,应严防钢筋笼变形过大,采用两点吊:第一设在骨架的下部,第二点设在骨架长度的中点到上三分点之间。起吊时,先提第一点,使骨架提起后,再与第二点同时起吊;待骨架离开地面后,第一吊点停止起吊,继续提升第二点;随第二吊点的不断上升,慢慢放松第一吊点,直到骨架同地面垂直,停止起吊;解开第一吊点,查骨架是否垂直,如有弯曲应及时调直。当骨架进入孔口后,应将其扶正徐徐下降;当骨架下到第二吊点附近的加劲箍而接近孔口时,可用槽钢或方木穿过加劲箍的下方,将骨架临时支在孔口上方,将吊钩移至骨架上端,取出临时支承,继续下降到骨架最后一个加劲箍处,按上方法暂时支承;继续吊放第二骨架,使上下两节骨架位于同一竖直线上,进行焊接。焊接接头错开,不能位于同一平面上。焊接长度:单面缝为 $10d$ (d 为钢筋直径,单位:mm);双面焊为 d ;相邻钢筋间的接头错开长度为 $30d$ 。当全部钢筋笼吊放完毕后,应测量骨架的高程与设计标高是否相符,偏差不得大于 5 cm。

(4) 钢筋笼搭接要顺直,安放要居中,以保证有足够的保护层。

6 二次清孔

钢筋笼安放完成后,即放下灌注水下混凝土的导管及除渣管到孔底,在浇注前 30 min 开动空压机送风,用气举法通过除渣管将孔底沉渣吸出,以达到设计孔底沉渣厚度为零的要求。经检查合格后,才拆除除渣管,转入下一道工序——灌注水下混凝土。

7 灌注水下混凝土

(1) 主要机具和设备

① 导管: 导管用壁厚 10 mm 的无缝钢管制作,内径 30 cm,标准长度 2 m,底节长度 1 m,另有 0.5~1.0 m 长的辅助导管。导管接头用法兰连接,设置有 8 M 20 螺栓。法兰处设必须的导向装置。接头处设止水胶垫。导管制作完成后应按 1.5 倍孔底水压力做水密性试验,以

证导管在灌注水下混凝土过程中不致漏水或爆裂。

② 储料槽、漏斗: 根据计算,首批混凝土数量需 6 m^3 左右,因而设计一个容积为 6.0 m^3 的大型料斗。漏斗容积为 1.5 m^3 ,用厚 8 mm 钢板和型钢加工而成。

③ 混凝土拌和及运载工具: 混凝土拌和采用在场外商品混凝土搅拌站搅拌;混凝土运输用 10 台混凝土运输车运送,要求至少每隔 8 min 要有一辆运送车到达现场,使灌注水下混凝土保持连续,不得中断。

(2) 水下混凝土的配制

① 水下混凝土拌和物应有良好的和易性,在运输和灌注过程中无显著离析与泌水等现象。灌注时应保持足够的流动性,塌落度控制在 $16\sim 20\text{ cm}$ 之间。

② 水下混凝土的配制,应先考虑控制初凝时间。在混凝土配合比设计中,可加入缓凝剂,一般情况下每方混凝土外掺剂用量为水泥用量的千分之五。采用普硅 425[#] 水泥。

(3) 水下混凝土的灌注施工

① 灌注前的准备工作: 灌注水下混凝土前应检查导管及连接螺栓,并对导管作严格的水压试验;导管拼接后,应按每节的顺序依次编号。当用拖式地泵灌注水下混凝土时,在灌注前应检查混凝土输送管及主机各部分机件的性能。

灌注水下混凝土前,应预先制作好混凝土球栓。球直径比导管的内径小 $2\sim 2.5\text{ cm}$,球面必须光滑。

② 灌注水下混凝土: 在钢筋笼和声测管安放结束后,需再次检测孔深及孔底沉淀物厚度。当沉淀物厚度不满足要求时,应立即再次清孔,直到满足要求后,方可开始灌注水下混凝土。

③ 各节导管之间的联结必须紧固、牢靠、顺直;导管的定位必须居中,以防止灌注中导管挂擦钢筋笼。

④ 开始灌注水下混凝土时,导管口离孔底应保持 $40\sim 50\text{ cm}$ 的间隙,以利于剪球后混凝土能顺利下落。混凝土球安置在漏斗与导管的连接口处,用铁丝悬挂于漏斗的吊点上,利用混凝土球截住第一斗混凝土,待漏斗装满后,开始灌注水下混凝土时,以铁钳将悬挂混凝土球的铁丝剪断,混凝土即开始下灌。

⑤ 首批灌注的混凝土数量,应满足导管第一次埋置深度 $1\sim 1.5\text{ m}$ 和填满导管底部间隙的需要。

⑥ 在灌注水下混凝土过程中,导管埋置深度一般应控制在 $2.0\sim 2.5\text{ m}$ 范围内。当卷扬机起吊能力足够时,埋管深度还可适当增大。

⑦ 为缩短灌注时间,要求参加水下混凝土灌注施工的操作人员必须技术熟练,每次拆管时间争取在 $10\sim 20\text{ min}$ 内完成。应配备两班作业人员,使换班时施工操作不能停顿。

8 结论

由于在施工前,针对本桥的水下桩施工工艺进行了深入的研究,采取了必要的技术措施和施工对策,所以,使解放大桥主墩大直径水下钻孔灌注桩施工取得了成功。全桥水下桩全部工程质量经声测管做超声波检测或抽芯检测结果,均达到 A(优良),B(合格)级的标准。通过本工程的施工实践,可得出以下主要认识:

(1) 大直径水下桩施工,常成为跨江大桥施工的重点和难点,据本工程实践证明:只要牢

