

拱北河特大桥水中墩钢板桩围堰承台施工技术

贺文波

(铁道部监督总站广州监督站)

摘要: 本文总结了广珠项目拱北河特大桥钢板桩围堰施工深水区域的水中承台的施工经验,为今后类似工程施工提供了可行性的建议和经验。

关键词: 钢板桩,围堰,围圈,内支撑系统

1 工程概况

1.1 桥址

拱北河特大桥 104#~107# 墩位于小榄镇与古镇镇交界处的拱北河河道中。

1.2 水文情况及通航要求

拱北河河面宽约 200m,水流速度 0.1~0.7m/s,涨落潮不大于 0.5m,最深水深 10.6m,实测水位为 1.28m,最高水位为 2.344m,拱北河为通航河道,航道等级为级航道,最高通航水位为 2.244m,施工通航净高 3.5m,通航净宽 18m。

1.3 气象

历年平均气温 21.8℃,1 月份平均气温 13.3℃,7 月份平均气温 28.4℃,历年极端最高气温 36.7℃,历年

极端最低气温 -1.3℃。

年平均降水量 1594~2312mm,最大 2413~3326mm,最小 935~1487mm,日最大降水量 284.9mm。年平均相对湿度 77%。

年平均风速 2.3~2.6m/s,风向一般为冬季盛行北风或东北风,夏季则以东南风和西南风为主,台风登陆地区,平均最大风速达 25~32m/s,冬季最大风速达 14~18m/s。

1.4 结构形式

拱北河特桥 104#-107# 墩共有承台 4 个,按平面尺寸分别有 750×1080cm (104#、107# 墩)、800×1500cm (105#、106#)两种。根据水中承台标高表可知 104# 墩承台埋入河床分别为 0.542m,105#、106# 墩承台底面离河床面分别为 1.395m,1.778m,承台在水中的深度分别

住宅质量通病控制标准要求实施,不得偷工减料。细石混凝土刚性防水层虽不直接影响结构安全,但其施工也应参照屋面板混凝土浇筑程序进行,这样才能确保质量。

分仓缝必须按规范要求设置。对分仓缝应在填充料填充后,用油膏嵌填密实、饱满、无流淌。填充料填充时应预留足油膏嵌填的厚度。

对刚性防水层要进行充分的养护,否则极易出现龟裂和起砂。

水泥砂浆挂瓦条施工。要控制好挂瓦条间距,防止瓦搭接过小;要带通线施工以保证顺直;要留置泄水槽,以便于排水。要充分养护,以防挂瓦条破坏。

屋面瓦施工。屋面瓦施工时应两边对称,从下向上铺设,注意瓦的搭接长度应符合要求;最下一排瓦应适当挑起,以保证排水顺畅。脊瓦采用麻刀纸筋灰座浆

挤压密实。坡度较大的屋面采用贴瓦时,贴瓦砂浆一定要挤满瓦缝,不得出现空鼓现象。

该项目通过上述结构、材料、施工等一系列的改进,制定质量管理措施、切实可行的施工技术措施,严格控制各道工序质量,最后经过淋水和蓄水试验,无渗漏;至今未见渗漏问题的投诉,得到住户等各方普遍好评,取得了预期的效果。

5 结束语

坡屋面施工是一项系统工程,材料的选择是基础,好的材料是获得好的工程质量的基础;结构构造是前提,施工技术是关键,管理措施是保证。只有强化坡屋面的防水观念,在结构构造上采取加强措施,运用合适的防水材料,同时在施工中采取相应技术措施、加强预控管理,就能堵住可能存在的渗漏。●

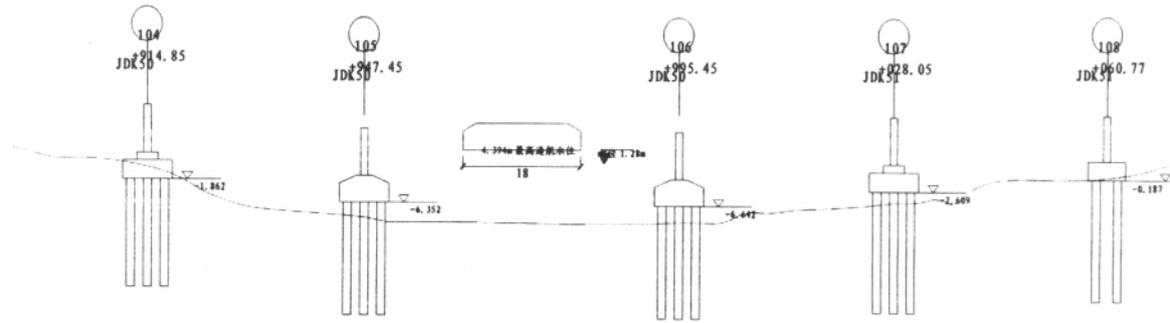


图 1 拱北河河床断面图

表 1 水中承台标高

工程部位	承台底面标高	承台顶面标高	河床面标高	最高水位标高	水位与承台底面高差	埋入河床深度
104#	-1.862	1.638	-1.32	2.344	4.206	0.542
105#	-6.325	-1.325	-7.72	2.344	8.669	-1.395
106#	-6.642	-1.642	-8.42	2.344	8.986	-1.778
107#	-3.609	-0.109	-5.62	2.344	5.953	-2.011

为 8.699m、8.986m，107# 墩底面离河床面 2.011m，承台在水中的深度为 5.953m。具体标高标见表 1。

1.5 工程地质条件

根据勘察揭示，按其成因和时代分类主要有：第四系全新统海陆交互相(Q4mc)、第四系全新统河流相冲积层(Q4al)、下伏基岩为白垩系泥质粉砂岩及砂砾岩、砾岩(K)。拱北河河道中各墩位的地质情况如表 2。

2 钢板桩围堰结构设计

根据施工条件及施工经验，104# ~ 107# 墩水中承台采用钢板桩围堰施工，钢板桩选用 FSP111 型。

104# 墩采用总长为 12m 的钢板桩，围堰及内支撑系统设置 2 层，具体见图 2、图 3。

105# 墩、106# 墩采用总长为 24m 的钢板桩，围堰及内支撑系统设置 3 层，具体见图 4、图 5。

107# 墩采用总长为 18m 的钢板桩，围堰及内支撑系统设置 2 层，具体见图 6。

3 总体施工方案

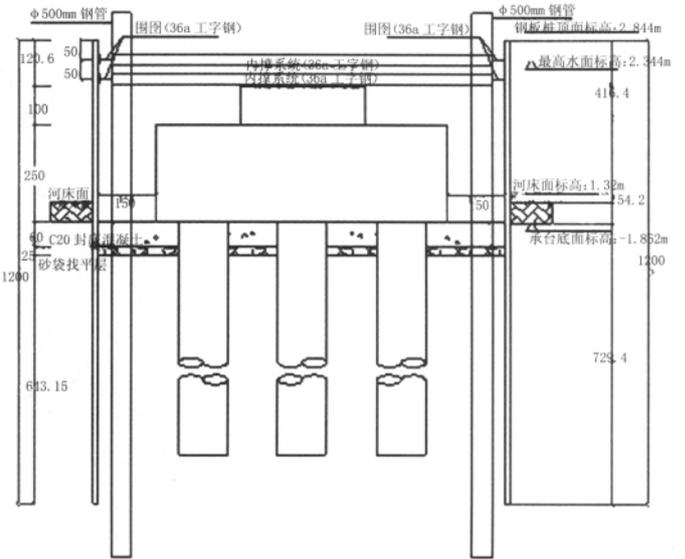


图 2 104# 墩承台钢板桩围堰立面图

104# ~ 107# 墩承台采用 FSP111 型钢板桩进行围堰，型钢作为围圈及支撑系统，采用 C20 水下混凝土进行封底作业，组合大块钢模作为承台模型，人工绑扎钢筋，泵车灌注混凝土的施工方法。采用浮吊船进行材料的水平及垂直运输，利用栈桥进行施工人员的水平运输。

105#、106# 墩承台分 2 次浇筑，第一次浇筑 2m 高，第二次浇筑剩余部分。104#、107# 墩承台分 2 次浇筑，第一次浇筑 2.5m，第二次浇筑剩余部分。

施工流水：由于本桥施工工期紧张，4 个承台均采

表 2 104# ~ 108# 墩地质对照

104#		105#		106#		107#		108#	
地质层	厚度(m)								
淤泥质粘土	2	淤泥质粘土	12.8	淤泥质粘土	13	淤泥质粘土	14.7	粉砂	6.95
粉砂	4	粉砂	4.1	粉砂	3.9	粉砂	4.1	淤泥质粘土	9.6
淤泥质粘土	15.6	砾砂	7.4	砾砂	7.8	砾砂	7.9	粉质粘土	1.7
砾砂	10.3	基岩强风化	3.8	基岩强风化	3.1	基岩强风化	1.2	粉砂	2.7
基岩全风化	0.6	基岩弱风化		基岩弱风化		基岩弱风化		砾砂	9.3

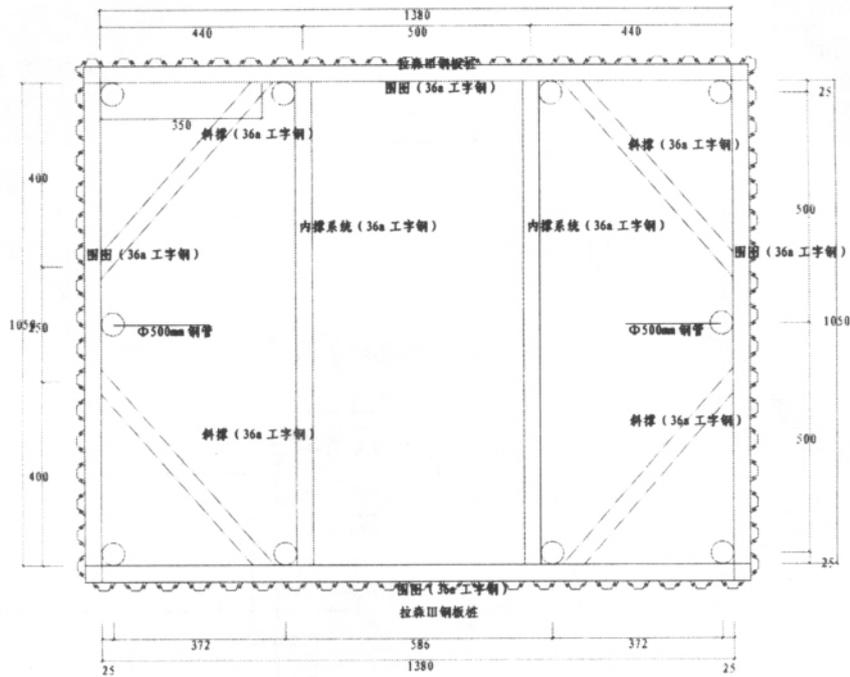


图 3 104# 墩承台钢板桩围堰平面图

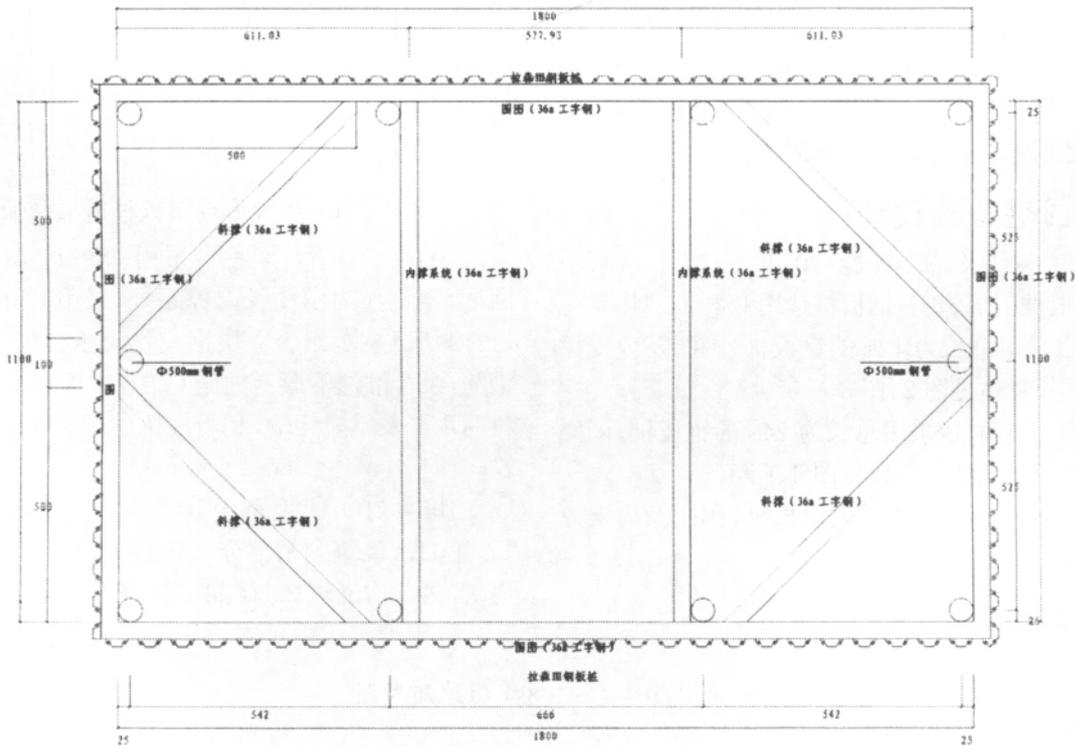


图 4 105#、106# 墩承台钢板桩围堰平面图

用单工序作业,即投入 4 套施工资源,分别施工 4 个承台。混凝土由搅拌站拌制,采用罐车运送倒对应的河堤,采用泵车进行混凝土浇筑。电力供应自变压器下线后,

用电缆通过栈桥引入墩位。通讯采用移动电话和对讲机进行联系。

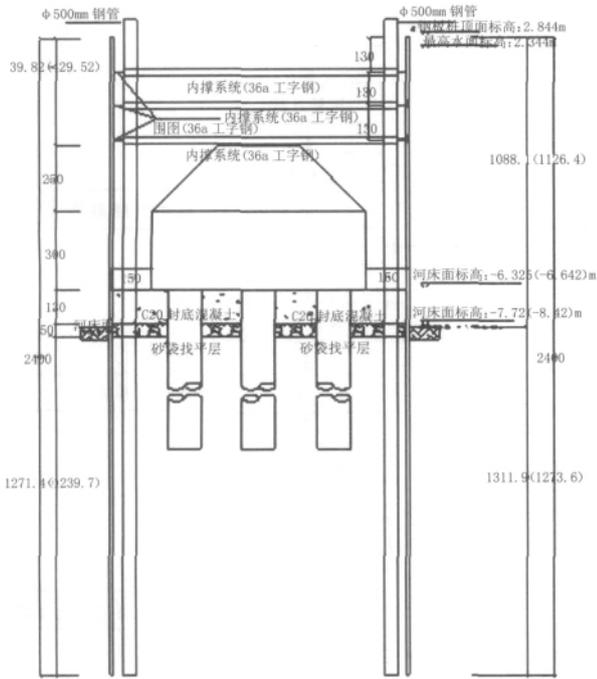


图 5 105#、106# 墩承台钢板桩围堰立面图

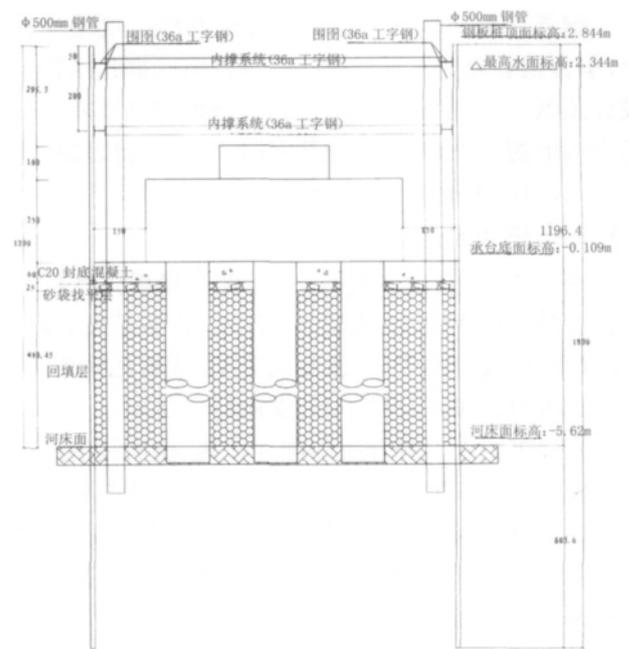


图 6 107# 墩承台钢板桩围堰立面图

4 承台施工工艺

由于四个承台的施工工艺基本相同,现就 105# 墩的施工工艺进行阐述。

4.1 钢板桩插打

钢板桩采用吊机配合振动锤进行插打,插打次序从上游开始,在下游合拢,每边由一角插打至另一角。插打钢板桩时要严格控制好桩的垂直度,尤其是第一根桩要从两个相互垂直的方向同时控制,确保垂直不偏。插打一块或几块桩稳定后即与导向架进行联系,钢板桩与内外导向架之间的间隙,用桑、槐等硬木块赛紧。

4.2 封底混凝土浇筑

在围堰内吸泥至设计封底混凝土底面高程后(如河床面标高低于封底混凝土底面高程时,回填碎石到封底混凝土底面高程),潜水员采用砂袋铺平底面,再采用灌注水下混凝土的方法,灌注封底混凝土,封底混凝土的厚度经计算确定 1.3m,混凝土标号采用 C20。

4.3 围圈设备及安装

钢板桩围堰用工字钢作为围圈,其主要作用是作为钢板桩围堰的内部支撑,直接承受钢板桩传来的水压力。

钢板桩围堰围圈在水面标高低于围圈设计标高时进行安装,安装顺序从上层到下层进行,且下 2 层围圈



图 7 105# 墩承台正在进行钢板桩插打作业

材料要提前采用钢丝绳悬吊与钢管桩上,围圈的各构件的连接均采用焊接,且要保持整体稳定性。

4.4 抽水、堵漏

在封底混凝土达到设计强度后,进行抽水、堵漏作业。抽水采用大功率抽水机,在抽水过程中要按照设计要求设置支撑系统,保证围堰的稳定性。围堰施工的关键在于止水、防渗。材料进场时,经过检查的钢板桩在打设施工过程中也会出现锁口不密以及卷口等现象而导致渗水,此时可在围堰内、外侧进行处理。安排潜水工摸清渗漏所在,即在围堰外洒锯木屑等利用水流渗透进漏缝,或在围堰外利用麻绒、棉絮甚至板条堵塞。

4.5 凿除钻孔桩头

在堵漏完成后,割除护筒,且采用人工配备风镐凿除钻孔桩头混凝土,严格控制凿除深度,但必须保证凿除至新鲜密实混凝土面且达到桩顶设计标高。

4.6 承台钢筋施工

钢筋在钢筋场统一加工，运送到施工现场绑扎成型，承台钢筋分 2 次进行绑扎。承台钢筋绑扎过程中按设计图纸位置预埋好墩身钢筋。并按照设计要求安装好综合接地的有关构件，在浇筑混凝土前要对接地电阻进行测试，电阻不能大于 1 欧姆。

4.7 承台模板施工

承台均采用定型钢模，由专业钢模板生产厂家制作。在制作过程中，对其表面光洁度、拼装精度、模板的强度和刚度要严格控制，派专人监制。模板运到现场后，要及时组织试拼，使模板安装误差符合要求。

模型采用人工配合吊车进行安装，在安装过程中要保证模型的垂直度，控制中线位置、高程，使其精度满足规范要求。模板拼缝横平竖直，板缝严密不漏浆。模型上部设置 $\phi 16\text{mm}$ 的拉杆进行加固，在模型与钢板桩之间采用钢管支撑牢固。

4.8 承台混凝土浇注及养护

混凝土振捣采用插入式振捣器，振捣深度超过每层的接触面 5~10cm，使混凝土具有良好的连接性和密实度。在振捣过程中要防止漏振、过振，确保质量良好。振捣时，振动棒垂直插入，快入慢出，其移动间距不大于振动棒的作用半径 1.5 倍。振捣时的插入点要均匀，成行或交错式前进，以免过振或漏振，振动棒振动时间约 20~30s，每一次振动完毕后，边振动边徐徐拔出振动棒。以混凝土不再下沉、无气泡冒出、表面泛光为度，振捣时注意不要碰松模板。

在承台混凝土灌注完毕后，进行抹面收浆，待混凝土初凝后用二层草袋一层尼龙薄膜覆盖，进行养护，以保证承台表面温度不至于变化过大，减少承台中心与表面的温度差。

每次灌注混凝土必须按规范要求进行取样，并指定专人填写混凝土施工记录，详细记录原材料质量、混凝土的配合比、坍落度、拌合质量、混凝土的浇筑和振捣方法、浇筑进度和浇筑过程出现的问题等，以备检查。

4.9 承台施工工艺流程图(见图 8)

5 施工注意事项

待钢板桩插打到承台角点位置时，要采用特制的异形钢板桩进行处理，如没有异形钢板桩可采用两块钢板桩进行焊接，但要保证焊缝的质量，必要时可采用钢板或型钢进行加强补焊。

在进行封底混凝土浇筑前及浇筑过程中，测量人

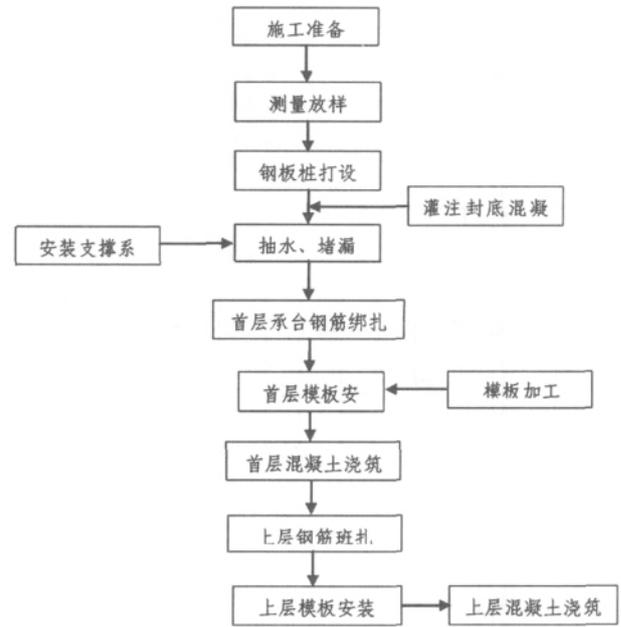


图 8 承台施工工艺流程图

员要加强标高的观测，控制封底混凝土的厚度及封底混凝土顶面的标高。在封底混凝土浇筑过程中要派潜水员下水观察封底混凝土浇筑的平整度。

在封底混凝土凝固过程中要注意观察封底效果，如出现穿底情况要及时采用水玻璃砂浆进行补漏。

由于本桥水中承台施工的支撑系统有效地利用了桩基施工平台的钢管柱进行支撑，如没有钢管柱需加强围圈及支撑系统。

待封底混凝土达到强度后，必须组织满足要求抽水泵进行抽水，且要连续作业直到达到止水效果。

6 取得的经济效益和社会效益

钢板桩围堰施工在广珠项目拱北河特大桥水中得到了成功运用。该施工工艺不但操作简单，而且提高施工速度可以节约成本。拱北河特大桥 104# - 107# 墩采用钢板桩施工相对与钢套筒施工共节约成本 10 万元左右。由于在施工过程中钢板桩围堰施工的止水效果良好，且均一次施工到位，得到了广珠线的业主、监理单位的一致好评。通过对拱北河特大桥 104# - 107# 墩水中墩钢板桩围堰承台施工的经验总结，也为施工类似工程提供了宝贵经验。

7 结束语

本钢板桩围堰施工技术是一种操作简单、安全的一种深水承台施工工艺，可以在其他类似条件的工程施工中推广使用。●