

厦深线韩江特大桥双壁钢围堰设计及施工

李振军

(中铁十九局集团 第六工程有限公司, 江苏 无锡 214045)

摘要:双壁钢围堰是现代桥梁深水基础施工常用的一种挡水结构,其设计与施工应结合每个工程的特点及现场施工条件,力求合理和经济。着重介绍厦深线韩江特大桥210#墩双壁钢围堰的设计及施工方法,根据本工程特点及施工条件,钢围堰采用圆形设计方案和钢管桩内定位施工技术,对同类工程具有参考价值。

关键词:双壁钢围堰设计;施工;浮运;定位

中图分类号:U443.162 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2011)01-0049-04

0 工程概况

工区承建的厦深铁路(广东段)4标韩江特大桥线路长度3.012 km,起点为韩江双线特大桥190#墩,终点为韩江双线特大桥274#墩。计有桥墩、承台各85个,其中200#至210#墩位于水中,一级承台大小为 $14.5\text{ m} \times 10.5\text{ m} \times 3\text{ m}$,二级承台大小为 $10.4\text{ m} \times 6.8\text{ m} \times 2\text{ m}$,墩顶标高15~16 m不等,水中墩桩 $\Phi 1.5\text{ m}$,每个承台为12根桩。大跨连续梁共19孔,跨径布置为 $(32+48+32)\text{ m}$ 、 $(44+3 \times 72+44)\text{ m}$ 、 $(50.3+3 \times 80+50.3)\text{ m}$ 、 $(48+80+48)\text{ m}$ 悬臂现浇梁。

(1)地质。厦深铁路韩江特大桥跨越韩江东溪段,该区域属于潮汕平原区,海拔一般在0.5~15 m,地势平坦,相对高差1~3 m,堆积平原区为冲积、海积或混合型成因,岩性以淤泥、淤泥质黏性土、黏土、粉质黏土、粉细砂、中粗砂、卵砾石为主。具有高压缩性和欠固结性、低承载力等特点,土层工程地质条件差。

(2)水文。我工区管段内韩江特大桥东溪段内,地下水位浅,百年一遇水位9.75 m,流量 $7\,660\text{ m}^3$,流速 1.424 m/s ,常水位3.5 m,河宽690 m;2007年该区域最高水位8 m,最低水位2.3 m;2008年该区域最高水位5.5 m,最低水位2.5 m;年平均降水量在1 300~2 100 mm之间,汛期4月至9月,占全年降水量的81.7%,207#~210#河床标高大体在 $-1.7\sim-4.4\text{ m}$,其中207#~208#内河道三级航道。

1 钢围堰设计

1.1 设计参数

工区内双壁钢围堰较多,现以210#墩为例说明设计施工方法。

(1)双壁钢围堰内外径确定。墩承台尺寸均为 $14.5\text{ m} \times 10.5\text{ m} \times 3\text{ m}$,确定对角线的长度为17.9 m,为此确定双壁钢围堰内径为19.0 m,外径为21.4 m。在承台对角线处富余量为 $(19.00-17.9)/2=0.55\text{ m}$ 。

(2)双壁钢围堰高度的确定。设计双壁钢围堰的顶标高6.0 m(设计水位为4.0 m),双壁钢围堰底标高为承台底标高下3.5 m(钢围堰水下砼封底暂定为3.5 m)。 $6.0\text{ m} - (-11.075\text{ m}) + 3.5\text{ m} = 20.575\text{ m}$,取其设计高度为20.5 m。

(3)双壁钢围堰分块确定。根据现场勘察、双壁钢围堰设计重量、起重机的起吊能力、及考虑到底节钢围堰整体下水方便等原因将每节分成8块,每块一个隔舱板(即8个隔舱板),隔舱板采用厚 $\delta=6\text{ mm}$

收稿日期:2010-11-12

作者简介:李振军 男 1976年出生 工程师

旧钢板,每块外弧长 $C = 3.14 \times 21.4/8 = 8.404$ m,每块内弧长 $C = 3.14 \times 19/8 = 7.461$ m。

(4)双壁钢围堰分节确定。根据双壁钢围堰长度确定计算进行分节如下:底节 3.0 m + 4.5 m(普通节) + 4.5 m(加强节) + 4.5 m(加强节) + 4.0 m(普通节) = 20.5 m。

1.2 主要材料

钢围堰采用的钢板、型钢均为 Q235-A 钢,其技术指标符合规范规定。

1.3 结构设计

(1)壁板和水平环板。围堰周围由内外两层钢壁组成,内外壁钢板厚度均为 6 mm。钢围堰沿周围布置竖向 $\angle 75 \times 50 \times 5$ 角钢作为竖向骨架,骨架的间距外壁约为 52.5 cm,内壁约为 46.6 cm,在加强节进行加密。内外壁板每隔 0.75 ~ 1.0 m 设置一道采用 $\square 200 \times 12$ 、 $\square 280 \times 12$ 和 $\square 100 \times 14$ 水平环形钢板,同一平面内外支撑采用 $\angle 75 \times 75 \times 6$ 角钢形成水平环桁架,使内外井壁组合成整体,内外壁间距 1.2 m^[1]。

(2)隔仓。为保证围堰在水中悬浮、井壁内灌水下沉时的稳定和调整围堰的倾斜度,在单个围堰环向分为 8 个互不相通的仓,隔仓板壁厚 10 mm。

(3)刃脚。围堰底部设置高 160 cm 的刃脚,刃脚内壁加厚至 14 mm,在对应竖向肋脚位置布设竖向三角板,板高 0.85 m,且底部用 $\angle 160 \times 100 \times 12$ 角钢包角。

(4)填壁砼。为保证双壁钢围堰有足够的刚度和下沉重量,填充一定量的混凝土^[2]。

1.4 结构计算

对双壁钢围堰结构的受力情况采用大型有限元程序 ansys 进行分析,见图 1,建模时对壁板和环板采用板单元模拟,加劲肋采用梁单元模拟,由于有混凝土封底,封底处采用固约束条件^[3]。计算时仅对封底后抽水完成时的最不利受力工况进行说明。通过计算双壁钢围堰空间整体有限元、底部空间有限元和主要部件平面有限元分析结果可知,双壁钢围堰满足临时结构强度、刚度要求。

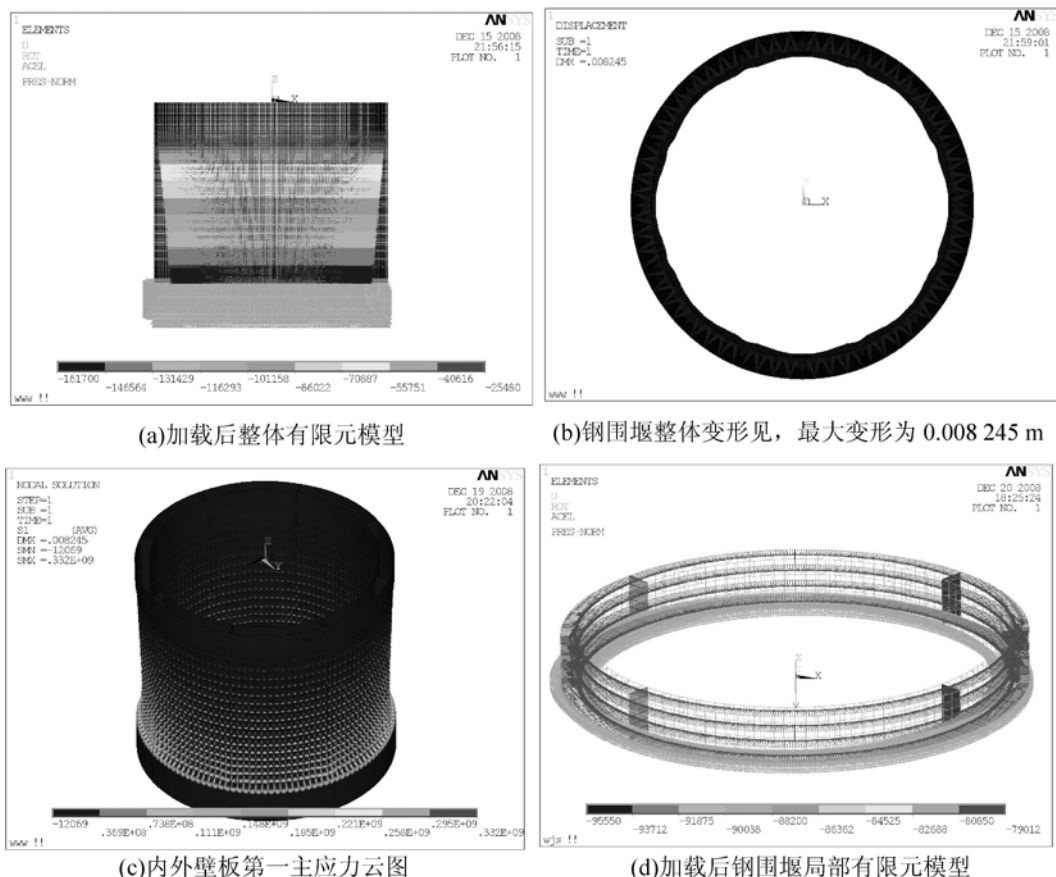


图 1 结构有限元模型

2 钢围堰施工

2.1 施工准备

钢围堰结构加工厂进行硬化,临时码头设在东岸钢结构加工厂靠河边和200#墩钻孔施工平台处,码头尺寸约为 $30\text{ m} \times 34\text{ m}$ 。在靠近河道边用钢管桩及贝类梁搭设一个施工平台。为满足工厂化施工要求,提高钢围堰加工精度,形成规模化流水线生产,在钢围堰加工场地内设置八座胎架。胎架底座设计成水平,顶部以钢围堰外直径加工成弧度,纵横向间用 $\angle 75 \times 75 \times 6$ 角钢焊接成整体。

2.2 双壁钢围堰加工制作及运输

根据工地起吊设备及施工场地能力,采取分节分块加工制做,将双壁钢围堰分成5节制造,每节分为8块加工,用50 t汽车吊把 $1/8$ 圆弧按照施工图编号分别吊上船,运输到210#墩旁边。

2.3 底节双壁钢围堰分块拼装

双壁钢围堰的底节分块装配是整个生产过程中工作量最重要而又极为重要的一个工艺阶段,具体拼装步骤:

(1)在钢围堰临时码头上按照设计图1:1画圆弧,同时在圆弧范围内平铺一层10 mm厚钢板,并在钢板上准确放出各单元体轮廓位置,在钢板上焊“ Π ”型支腿,每片钢围堰焊3处,共焊24处。支腿顶面用水平管调平,以保证底节双壁钢围堰底面的平整。

(2)采用25 t汽车吊将单片底节钢围堰吊起立在支腿上,加固处理。

(3)两片底节钢围堰立起后按拼装位置放好,根据对接情况划线割除对接多余钢板。

(4)两片底节钢围堰间隔隔板对齐后将内外壁板对焊,对焊完毕后沿焊缝方向再加一条20 cm宽6 mm厚钢板补焊在内外壁板上。

(5)在最后一块焊接之前,将25 t汽车吊开出钢围堰内部,在外部将最后一块拼装完毕。

(6)在双壁钢围堰内外壁上焊接临时支撑,以备水中钢围堰接高时摆放电焊机、氧气瓶、乙炔瓶等。

2.4 底节双壁钢围堰吊点设置

底节钢围堰采用1台浮吊和3台汽车吊同时起吊,共设4处吊点。每处吊点分3个分吊点,每处分吊点采用1条 $\angle 160 \times 100 \times 12$ 角钢,每条 $\angle 160 \times 100 \times 12$ 角钢采用4条 $\angle 75 \times 75 \times 6$ 角钢两侧帮焊加固。每处应认真检查焊缝质量,以保证安全。起吊采用 $\Phi 21.5\text{ mm}$ 钢丝绳,每处分吊点采用10 t吊环。

2.5 钢围堰起吊下水

底节双壁钢围堰在临时码头拼装完毕后,采用一台浮吊和三台汽车吊同时吊装下水。一台50 t浮吊,一台25 t汽车吊在栈桥,岸上为两台25 t汽车吊。四台吊车同时起吊后,将底节双壁钢围堰底部临时支腿全部割除,同时向水中方向移动,每次移动约3 m。浮吊不脱钩,一直处于起吊状态,三台汽车吊同时将钢围堰下放,钢围堰底垫枕木,每单片不少于3处支垫,岸上吊车同时收臂收腿,向前移动约3 m后重新支腿。然后两台汽车吊重新同时起吊,再向水中方向移动3 m,如此反复,最终将底节双壁钢围堰全部放于水中,双壁钢围堰依靠自身浮力自浮于水中。

2.6 双壁钢围堰浮运

浮运前先确定好浮运路线和探明浮运路线范围内的水深均大于2.1 m,并且无水下障碍物。浮运采用2条拖船,两条运输船分别靠在双壁钢围堰左右侧,并采用 $\Phi 21.5\text{ mm}$ 钢丝绳与双壁钢围堰栓在一起,两条船同时起动,同步缓慢前移。

2.7 双壁钢围堰定位

双壁钢围堰浮运到位后,在测量队配合下用50 t汽车吊和60型振动锥在210#一级承台四角位置分别插打四根直径600 mm的钢管作为围堰定位桩,钢管桩定位误差在10 cm范围内,定位桩完成后分别在定位桩上制作一个可以让围堰上下移动,不能水平移动的滑轮将围堰定位。

2.8 双壁钢围堰接高

双壁钢围堰4.5 m标准节先在临时码头上进行试拼,将接缝出多余钢板划线割除,浮运到位,采用1

台50 t浮吊水平环向对钢围堰进行接高。为保持钢围堰接高过程中的平衡,采用对面块壁内充水来调整。当内、外壁板拼缝不能对焊接时,采用搭接焊或贴板焊接并满焊,以保证水密性。

2.9 钢围堰下沉着床

围堰落河床前对210#墩位处河床进行一次全面的测量,发现将围堰接高第3节后才能满足围堰落河床后使用围堰进入稳定深度及围堰露出水面的高度,当围堰接高下沉至刃尖距河床0.5 m左右停灌水下沉,通过在钢围堰隔舱内灌水来调平围堰,实现围堰的精确、平稳着床。

2.10 填充壁内砟

210#围堰落底就位,经测量班检查平面位置符合要求后,进行双壁钢围堰内填壁施工。对称向8个双壁钢壳仓内砟,施工时采用全站仪进行全过程监测,直至混凝土灌注全部完成。

2.11 钢围堰挖泥下沉就位

围堰下沉的主要手段是用抓斗挖泥,围堰挖泥下沉时应经常测绳测量挖泥高度和观察倾斜情况调整挖泥位置,以保证围堰在允许范围内垂直下沉,围堰挖泥到设计标高后派潜水员到围堰底刃脚处的清理淤泥,确保封底混凝土和围堰接触面积。

2.12 搭设平台及插打钢护筒、水下封底

(1)在双壁钢围堰上直接搭设钻孔桩作业平台,施工平台主梁采用4排双拼贝雷片,横向固结在围堰上部,在双拼贝雷梁上铺设工25,在工25上铺工12槽钢和10 mm厚钢板。

(2)插打钻孔桩护筒,按照测量班测量放样插打钢护筒,埋入开挖标高以下2 m左右,施工过程严格控制护筒的倾斜度和位置。

(3)封底混凝土灌注封底采用汽车泵配合漏斗和导管进行水下封底,封底混凝土方量为1 260 m³,坍落度为18~22 cm,在灌注过程中随时用测绳进行测量,掌握混凝土的流动情况及时调整导管的埋深,从而保证封底顶标高为-11.075 m。

3 结论

(1)本工程采用在钢围堰加工厂进行流水作业加工,提高了工作效率和施工质量,为工区水中墩施工赢得了时间。(2)本工程钢围堰底节采用在临时码头上进行整体拼装,加快了施工速度和焊接质量,同时利用现有200#墩钻孔平台为底节围堰整体下水提供有利条件,大大降低了工程造价,为类似工程施工方案制定了一个很好的方案,但是需要吊车司机和指挥吊装专业化。(3)利用韩江桥水流速度不急的情况,双壁钢围堰定位不需要要导向船,利用钢管桩直接进行定位,保证了定位准确、操作简单和节省时间。

参 考 文 献

- [1] 杨文渊,徐彝. 桥梁施工工程师手册[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 刘吉仕,张俊义,陈亚军. 桥梁施工百问[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 刘自明,王邦楣. 桥梁深水基础[M]. 北京:人民交通出版社,2003.

Steel Cofferdam Design and Construction for Hanjiang Bridge of Xiashen Expressway

Li Zhenjun

(Sixth Engineering Co., Ltd of China Railway 19th Bureau Group, Wuxi 214045, China)

Abstract: As a common structural used for sealing water, the design and construction of steel double side cofferdam should be based on the particular condition of the bridge and the site, and the structure should be safe and economical. The cofferdam design and construction method of Pier 210 for Hanjiang Bridge of Xiashen Expressway is introduced in detail. According to the situation of the site, circle cofferdam with internal location piles are used. It can be referenced by other projects with similar circumstances.

Key words: design of steel double side cofferdam; construction; transport by floating method; location