

文章编号: 0451-0712(2006)03-0110-04

中图分类号: U445.469

文献标识码: B

东海大桥Ⅶ标西引桥现浇支架的设计与施工

王凤萍¹, 宋超², 肖立波²

(1. 路桥华南工程有限公司 中山市 528403; 2. 路桥华东工程有限公司 上海市 200135)

摘 要: 东海大桥Ⅶ标西引桥为 7×50 m 预应力混凝土连续箱梁, 施工采用支架现浇方案, 对现浇支架的设计与施工做一简要介绍。

关键词: 东海大桥; 现浇支架; 设计; 施工

颗珠山大桥位于东海大桥港桥连接段, 全长 1 660 m, 桥跨组合为 7×50 m + $(50 + 139 + 332 + 139 + 50)$ m + 12×50 m。其中西引桥长 350 m, 为 7×50 m 等高度预应力混凝土连续箱梁。

由于西引桥桥跨数量少, 如采用移动模架方案, 必须考虑组拼、拆除、左右幅周转的时间和安排, 这样既费时又不经济。而且西主桥过渡孔由于受锚墩处盖梁的影响不便采用移动模架施工。而西引桥桥位又处于颗珠山岛的一个小海湾, 水不深, 海床标高在 $-2.0 \sim -4.0$ m 之间。根据现场地理位置环境、地质条件和施工工期的要求, 对西引桥和西主桥过

渡孔箱梁采用了满堂支架现浇法施工, 对东引桥则投入 2 套移动模架进行施工, 对东主桥过渡孔则采用预制安装的方法施工。

1 支架方案

现浇支架下部基础采用 $\phi 100$ cm 的钢管作为承载桩, 钢管横桥向布置 4 排, 纵桥向每孔布置 7 排; 在钢管桩顶采用 H60 的型钢作为支承承重横梁, 纵梁采用贝雷架结构, 纵桥向每孔布置 7 组贝雷纵梁; 分配梁采用 H45a 型钢和 I 14 工字钢。现浇支架整体布置见图 1 所示。

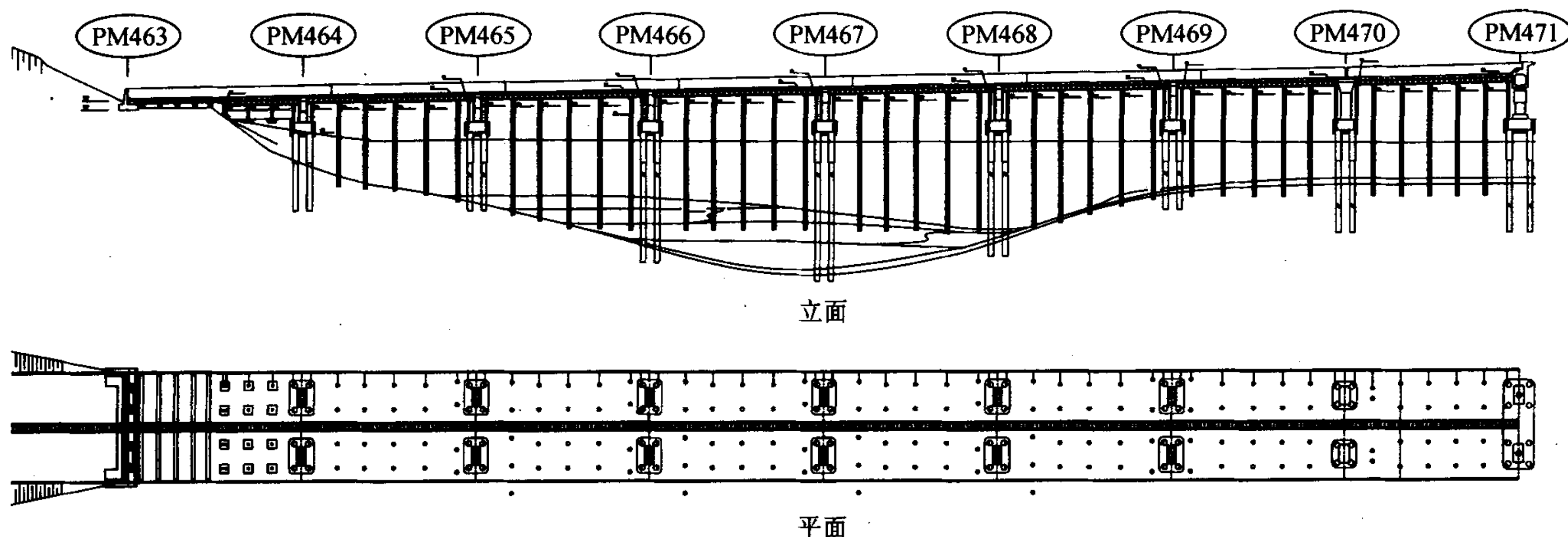


图 1 现浇支架整体布置

2 支架设计计算

2.1 设计参数

箱梁混凝土自重: 26 kN/m^3 ;

外侧模: 0.8 kPa , 内侧模及顶模板: 0.7 kPa , 底

模: 0.60 kPa ;

施工人员和材料等堆放荷载: 2.5 kPa ;

风荷载: 1 kPa ;

振捣对水平模板产生荷载: 2 kPa ;

混凝土超载系数:1.05;

浇注混凝土时的动载系数:1.2。

2.2 地质水文条件

(1)地质特征。

各工程地质单元体的桩侧极限摩阻力标准值 q_f 为:

Ⅰ 灰黄色淤泥 5 kPa;

Ⅱ₂ 灰黄~灰色粉砂夹粉质粘土 15 kPa;

Ⅱ₃ 灰黄~灰色粉细砂 20 kPa;

Ⅲ₁₋₁ 灰黄~灰色淤泥 8 kPa;

Ⅲ₁₋₂ 灰黄~灰色淤泥质粘土 20 kPa;

Ⅲ₃ 灰黄~灰色粉细砂 20~40 kPa;

Ⅳ₁₋₂ 褐黄~灰色粉质粘土 50 kPa;

Ⅳ₃ 灰绿~灰黄色粉质粘土混砂砾 60 kPa;

Ⅵ₁ 花岗岩强风化层 100~120 kPa;

Ⅵ₁ 花岗岩强风化层的端桩极限阻力 q_r , 8 000~10 000 kPa。

(2)水文条件。

设计高水位:2.15 m;

极限高水位:3.35 m;

设计最大流速:2 m/s;

小洋山NE向20年一遇的波浪要素值为 $H_5\%$
=3.35 m, $T=4.49$ s, $L=77.4$ m;

颗珠山NE向20年一遇的波浪要素值为 $H_5\%$
=2.3 m, $T=7.4$ s, $L=49.1$ m。

(3)海床面标高及冲刷深度。

颗珠山侧最低海床标高:约-4.5 m;桥位一般冲刷深约2 m。

2.3 满堂支架计算假设

(1)按照箱梁截面计算出箱梁底部分配梁的分配荷载,并计算分配梁的强度及刚度。

(2)将钢管桩视为支点,承重梁及分配梁视为连续梁,计算承重梁及分配梁的强度、刚度及钢管桩支点反力,最后计算钢管桩的应力、变形及地基承载力。

2.4 计算内容

钢管支架计算内容主要包括:钢管支架结构的强度、刚度计算、整体抗风抗浪稳定性验算以及地基承载力计算,模板支架结构的强度计算及整体抗风稳定验算。

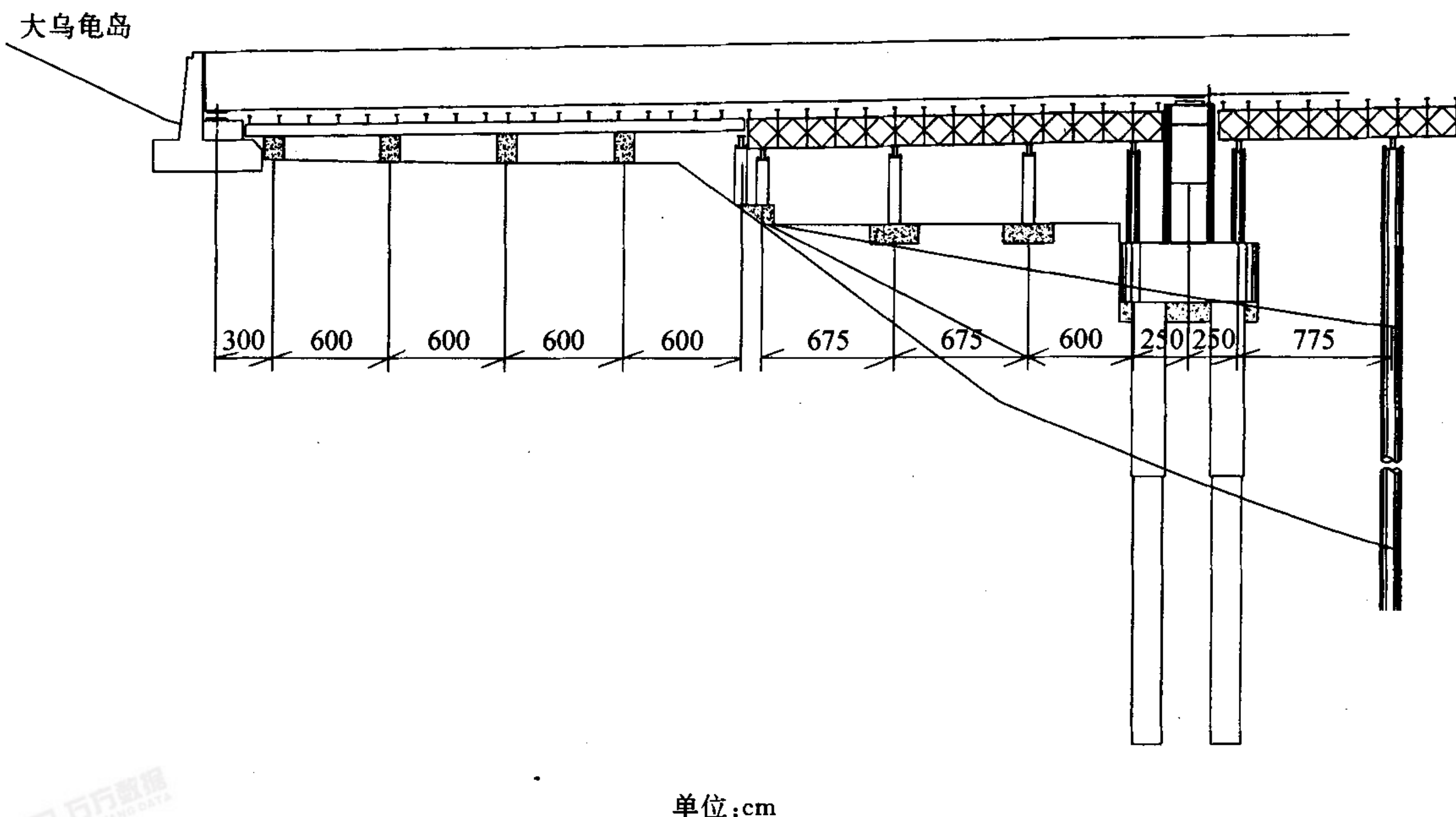
2.5 计算结果

经计算,支架钢管桩强度及整体稳定性满足设计要求,上部结构贝雷、型钢强度及刚度满足设计要求。

3 现浇支架施工

3.1 扩大基础施工

0~1号墩跨支架基础采用0.8 m宽的条形基础与3 m×3 m的扩大基础。条形基础直接支承在已开挖的岩面上,而扩大基础则支撑在围堰土层上,见图2所示。



单位:cm

图2 0~1号墩孔支架布置

浇筑扩大基础前要对围堰土层进行夯实,要求围堰土层的承载力不小于0.2 MPa。测量人员在放

出扩大基础的位置时,施工人员将地基开挖至原围堰土层面以下约1.5 m,由试验人员检查基础的实

际承载力,若不能满足设计要求,则根据地质情况对基础进行处理,直至满足设计要求。直立在扩大基础及承台上的钢管均采用直径为60 cm,壁厚为10 mm的钢管。钢管与扩大基础间的锚固形式,为在扩大基础上预埋锚固座板,钢管与锚固座板进行焊接,见图3所示。

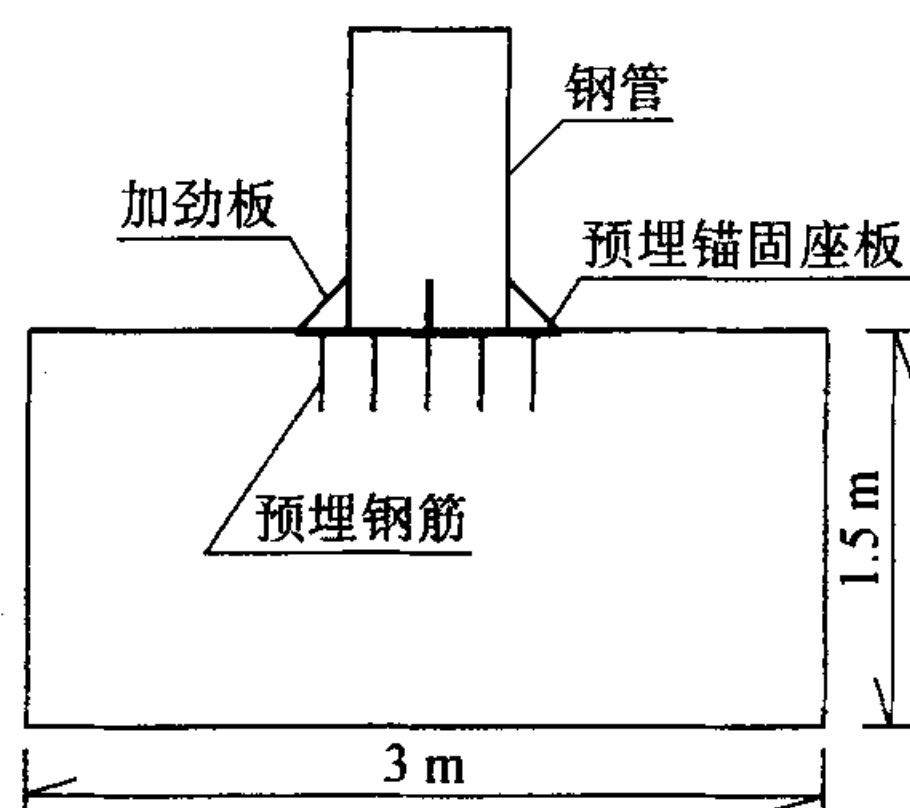


图3 钢管与锚固座板焊接示意

3.2 钢管桩施工

1号~7号墩跨支架基础为直接插打钢管,利用钢管作为承载桩,采用直径为100 cm,壁厚为10 mm的钢管。利用吊车或驳船配合135 kW的振动锤插打钢管桩。

钢管桩从1号孔到3号孔依次逐孔插打,直接采用50 t履带吊吊机悬吊振桩锤施工。

钢管桩插打时,利用原墩位加宽平台,从该墩两墩身中间向两端墩位搭设施工栈桥,再利用两幅中间搭设的钢管桩施工栈桥,进行两侧钢管桩的插打。

(1) 钢管桩运输。

钢管桩的存放形式和层数应安全可靠,避免产生纵向变形和局部压曲变形(堆放层数不得超过两层,超过两层时应采用定位架)。钢管桩在起吊、运输和堆存过程中应避免由于碰撞、摩擦等原因造成管端变形和损伤。钢管桩较长时,在运输及施打过程中宜采取多点起吊,以策安全。

(2) 钢管桩插打注意事项。

①钢管桩施打时要注意桩顶标高的控制,桩顶标高应控制在正误差10 cm以内。当钢管桩进尺极为缓慢或施沉困难时,不能强行施沉,以免钢管偏位或变形,要分析原因,采取调整措施,以满足施工要求。

②钢管桩施打时,若桩顶有损坏或局部压屈,则对该部分予以割除并接长至设计标高。

③钢管桩施工的平面位置、倾斜度必须满足下列要求:平面偏位 ≤ 20 cm,倾斜度 $\leq 1\%$ 。

④沉桩停锤标准:打桩质量主要是以贯入度和桩底设计标高两个指标控制,栈桥钢管桩尖位于粉细砂

或中风化岩层上,以标高控制为主,贯入度控制为辅。

沉桩至设计标高时,最后20 cm平均贯入度 ≤ 10 mm,可以停锤。

沉桩达不到设计标高时,最后20 cm平均贯入度 ≤ 3 mm,可以停锤。

⑤由于施工环境十分恶劣,应安排相关部门做好天气及海洋预报资料的收集,并及时将相关情况传达到参与现场施工的相关部门或个人。同时要求现场设立潮位观测标尺,适时进行潮水位观测并做好记录。

(3) 施加钢管联结。

① 桩的临时牵固。

每墩钢管桩施打完毕后,应及时进行桩的牵固。采用[28槽钢、M22螺栓将桩牵联成整体,如图4所示。

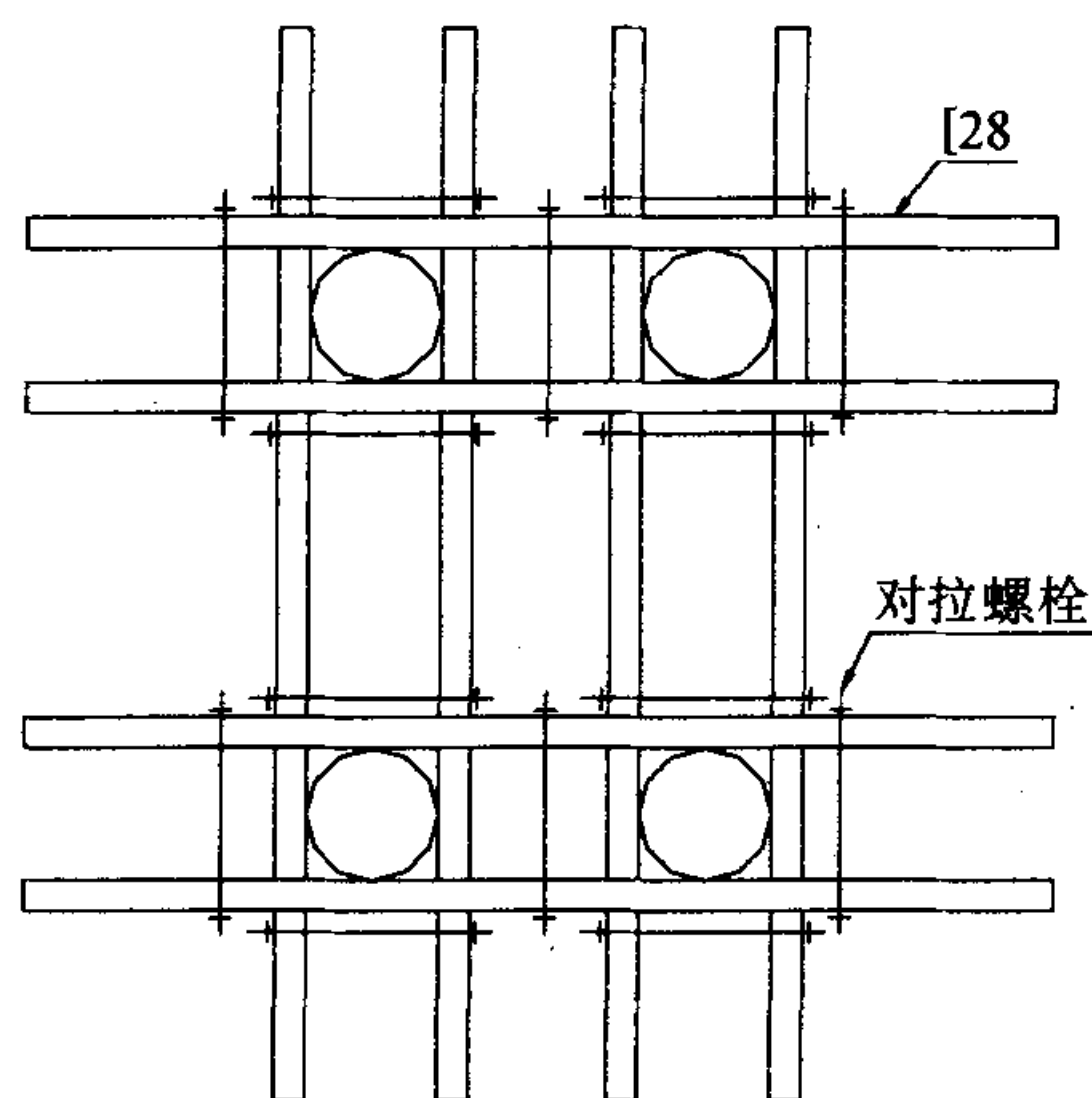


图4 桩的临时牵固示意

② 钢管桩间的钢管联接。

完成钢管桩振沉后,采用50 t吊车或浮吊及时将钢管桩的横向钢管平联焊接,在桩顶焊接型钢连成整体,见图5所示。

进行钢管平联联接时,首先解除临时联接。钢管联接拟用直径为60 cm或80 cm的钢管进行联接。由于钢管桩的施打存在一定误差,因此用于联接的钢管下料长度要根据钢管桩间实测长度而定。联接设置的目的在于保证钢管桩及支架的稳定,因此必须保证联接钢管的焊接质量,且联接钢管与钢管桩接触的空间曲线要尽量保证无过大间隙,钢管与钢管间必须确保满焊。另外,为了保证联接的牢固性,采取在联接钢管与钢管桩的四周加设4块加劲钢板的加固措施。

钢管桩的联接施工是支架施工中的重点、难点,由于施工环境恶劣、安全隐患多、施工中不可预见因

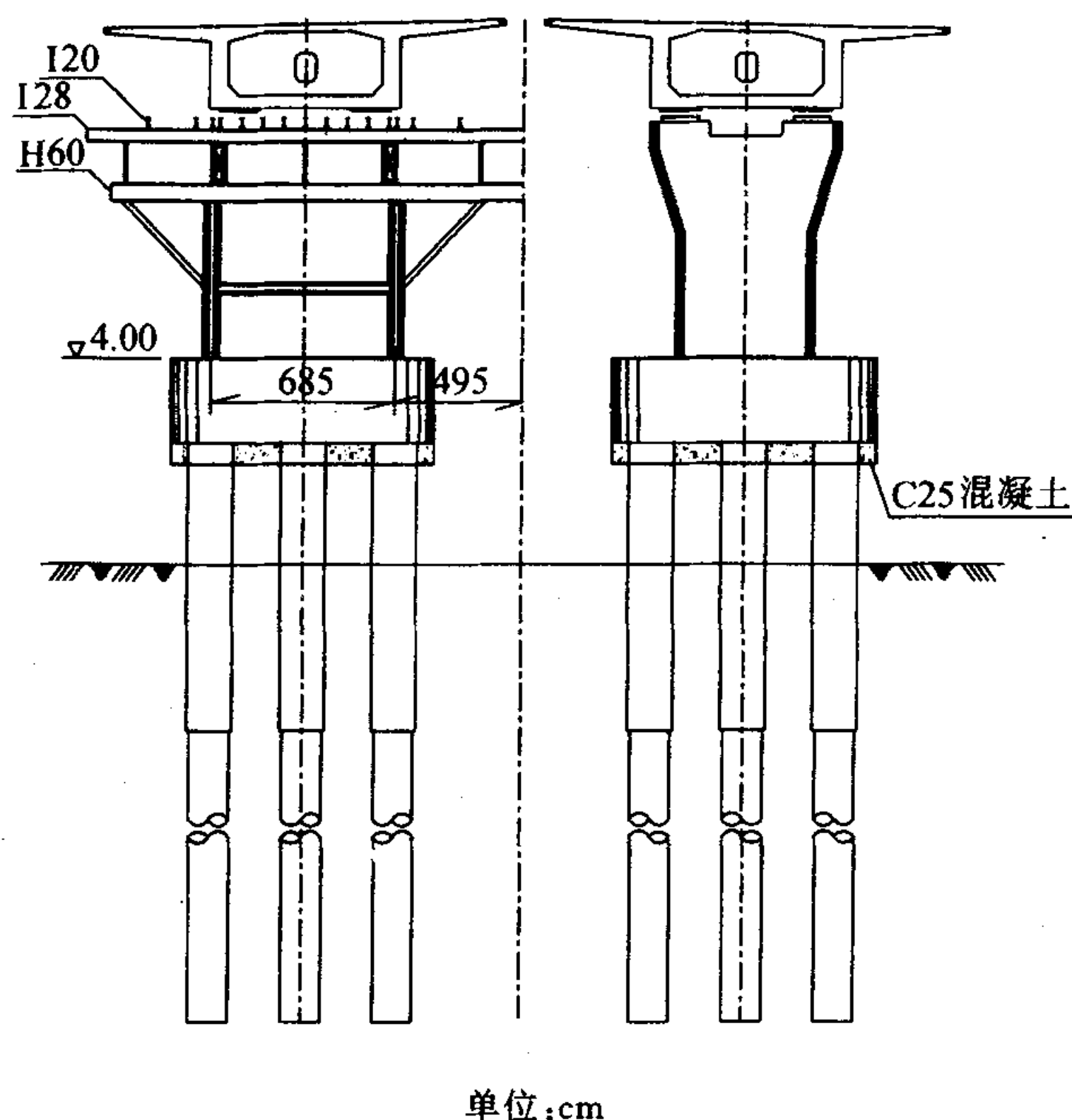


图5 支架横向布置

素多、工期紧、任务重,因此在施工过程中首先要保证施工人员的安全,在安全得到保证的前提下,一定要保证施工质量。首先保证焊接材料满足相关规范要求,并由专职电焊工进行施焊,焊缝质量必须满足行业标准要求。在施工中委派技术人员现场蹲点,对施工进行全过程监督、检查,所有参与施工的人员建立质量责任卡和质量跟踪卡,将质量责任落实到具体的技术人员和操作人员。施工质量的检查验收程序如下:施工现场操作人员自检→现场技术员进行监督检查→报质检部复检→报总经理部相关领导及部门组织相关人员进行专项检查。任何一道检查不合格,绝对不能转到下一工序。钢管联接未完成前,不得进行上部结构的铺设。

钢管联接施工过程中,应及时进行钢管桩牛腿的放样及焊接。若由于钢管桩偏位造成牛腿的安装位置无法与设计位置吻合时,应采取措施进行加固。

3.3 上部结构施工

上部结构的施工采用50 t履带吊和浮吊现场施工。上部结构的铺设主要包括:安装桩顶H60 承重横梁、安装贝雷、安装H45a 分配梁和 I 14 工字钢。

(1) 安装桩顶横梁。

在钢管桩牛腿上安装桩顶横梁,若由于安装误差造成桩顶横梁与牛腿间不能紧密接触时,则采用加垫薄钢板或钢楔等方法进行施焊调平处理。桩顶横梁与牛腿之间采用焊接固定。

(2) 安装贝雷桁架。

横桥向贝雷桁架为7排,箱梁腹板位置下面铺设2排的一组贝雷桁架,中间布设一片贝雷,箱梁翼缘板位置布设一片贝雷。贝雷桁架分组在陆地组拼成桁架梁后,运输至施工现场安装。

贝雷桁架与桩顶承重梁之间采用型钢限位固定,2排的一组贝雷采用横联及斜杆连接,单片贝雷采用型钢斜撑与H60 型钢限位。

(3) 安装H45a 型钢承重梁及 I 14 工字钢分配梁。

贝雷桁架安装完成后在贝雷桁架上铺设横桥向H45a 承重梁;然后再铺设纵桥向 I14 分配型钢,贝雷桁架与H45a 型钢采用“U”卡连接固定,H45a 型钢与 I14 工字钢之间采用焊接固定。

支架塔设完毕后,在横向分配型钢两端竖向焊接小钢管或钢筋,形成安全栏杆,在支架四周外栏杆上放置密目安全网,在型钢上铺3 cm 厚的木板,这样在模板安装前就形成操作平台及安全通道。

3.4 支架的预压和观测

为了消除整个支架系统受荷载后的沉降和非弹性变形,检验整个支架系统的稳定性和实际弹性变形情况,确保施工的安全,我们用砂袋和水袋对支架逐孔实行了预压,并进行观测。

(1) 一跨箱梁重为1 356.5 t,再考虑模板和施工动载,我们采用的预压荷载为梁重的1.5 倍;

(2) 在支架型钢上及钢管桩上设置测量点,定期对测点的沉降进行观测,如发现沉降超过1 cm,则需对该段进行局部加强;

(3) 当支架钢管的沉降增加量 <1 cm 时,才可认为支架基本稳定;

(4) 设专人对钢管桩平联焊接进行检查,对支架上部结构的支点和连接处进行专门检查,必要时采取加强措施。

4 结语

通过颗珠山大桥西引桥连续梁的支架法现浇施工,我们基本保证了1孔梁用20~25 d 的施工速度。虽然与移动模架相比较慢,但我们因地制宜,在减少投入的基础上充分利用了工地材料,较好地解决了这种桥跨数少跨径大,又位于浅水海湾处的现浇桥梁施工的难题。

与陆地施工条件相比,颗珠山的施工条件极其恶劣。所以这种海上的施工支架相对于陆地上的现浇支架而言,要更加特别重视施工过程中的安全检查和预防工作。