

文章编号:0451-0712(2006)03-0036-09

中图分类号:U445.559

文献标识码:B

杭州湾跨海大桥Ⅳ标高墩身的现浇施工

黄增财, 吴 健, 丁亚军

(路桥华南工程有限公司 中山市 528403)

摘 要: 以杭州湾跨海大桥Ⅳ合同段的海上高墩身现浇施工为背景,介绍了海上现浇高墩身模板、钢筋、混凝土施工的关键技术和工艺创新,以及新材料在工程中的应用效果。

关键词: 海上桥梁;高墩;施工;关键技术;工艺创新

1 杭州湾大桥Ⅳ合同段概况

近年来,跨海桥梁建设飞速发展,桥梁的规模越来越大,桥梁长度越来越长,如已建的东海大桥及在建的杭州湾跨海大桥为较突出的例子。跨海桥梁的海上桥墩数量多,墩身一般有预制安装和现浇两种形式。在非通航孔引桥区域,由于墩身高度较低,为充分利用海上有限的作业时间和海上施工设备起吊能力强的特点,为加快施工进度,提高施工安全,墩身常常设计为预制安装。东海大桥和杭州湾跨海大桥的设计均体现了这种特点。而在主通航孔两侧的引桥,因需要与主桥相接,墩身高度较高,采用预制安装的方式有一定难度,因此一般设计为现浇墩身。同时,为减小施工难度,加快施工进度,常常将墩身设计为实心结构。其中,杭州湾跨海大桥的南北航道桥高墩区引桥体现了此特点。与此同时由于现浇墩身处于海中,从质量要求及施工方法上均与陆上现浇墩身有较大的区别。

杭州湾跨海大桥Ⅳ合同现浇墩身位于北航道桥的南侧和南航道桥的南、北两侧,现浇墩身合计 68 座。现浇墩身为矩形圆倒角截面实心墩,左右幅分离,横桥向宽为 6.25 m,顺桥向墩底宽 2.6 m,墩顶宽 4.0 m,圆倒角半径为 0.5 m。墩身高度为 15.134~42.458 m,墩身除上部 6 m 段顺桥向按半径为 26.064 m 圆曲线变化外,以下部分为等截面直线段,采用强度等级为 C40 的海工耐久混凝土。现浇墩身一般构造见图 1 所示。

2 海上现浇高墩身施工起重设备的选型

海上现浇高墩身可供选择的设备有塔吊和浮

吊,塔吊一般布置在两幅承台之间,浮吊是驻位在墩位旁。塔吊和浮吊各有优缺点。

2.1 塔吊

(1)塔吊的优点。

- ①不受潮、流及浪的影响,抗风能力较强;
- ②使用时人员投入少,耗能少,租赁或购置价格低。

(2)塔吊的缺点。

①塔吊为特种施工设备,每次安装后均需报批与验收,手续繁琐、耗时;

②转移工作量大,需要其他船只配合,并且一台塔吊只能覆盖一个墩位工作面,若需要增加工作面,则需要增加塔吊及其他配套设施的投入;

③转移不灵活,台风来临前转移或加固难度大。在安、拆过程中存在较多的安全风险;

④起重能力比大型浮吊小,小型塔吊不能满足墩身钢筋和劲性骨架整体吊装需要,若增大起重能力则型号要增大,相关费用将大幅增加;

⑤需要配备平板驳船在墩位附近,以作为临时施工平台及人员的临时生活场所,驳船的移位、拖带需要抛锚艇、拖轮等辅助船舶。

2.2 浮吊

浮吊施工示意图 2 所示。

(1)浮吊的优点。

- ①海事报验及施工许可程序简单;
- ②防台转移速度快;
- ③浮吊机动灵活,可在墩位间移动,一艘浮吊可服务于几个墩位墩身施工,覆盖的施工作业面多;
- ④大型浮吊起重吨位大,能满足模板、钢筋和劲

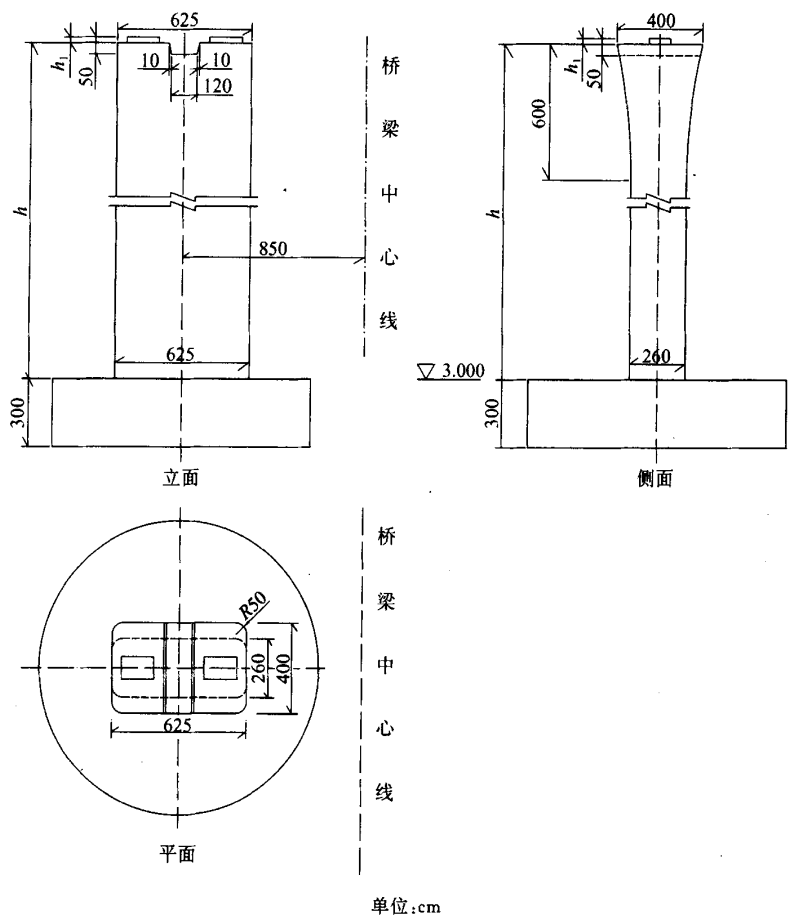


图 1 墩身一般构造

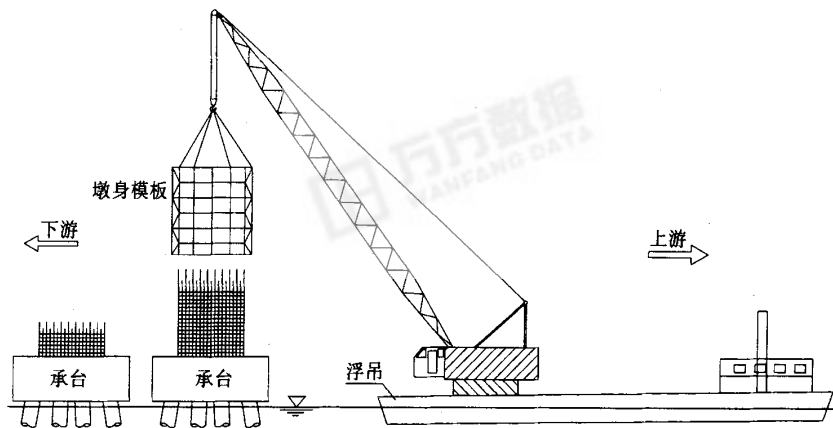


图 2 浮吊施工示意

性骨架整体吊装需要；

⑤浮吊甲板为现场作业提供了临时作业和施工生活平台，无需增设其他平板驳船。

(2)浮吊方案的缺点。

①与塔吊相比，受风、浪、潮的影响较大；

②租赁费用较塔吊昂贵，移位、拖带需要抛锚

艇、拖轮等辅助船舶。

2.3 塔吊和浮吊月成本投入比较

塔吊月租金约 7 万元，平板驳船月租金约 20 万元，合计 27 万元；

80 t 浮吊月租金约 30 万元。

2.4 比选结果

综合对比塔吊及浮吊的优缺点,浮吊在确保施工安全、质量及加快施工速度方面具有更多的优越性。因此,当海上现浇墩身数量较多时,起重设备选用浮吊较合理。

3 海上现浇高墩身施工总体流程

海上高墩采用翻模施工,施工总体流程见图3所示。

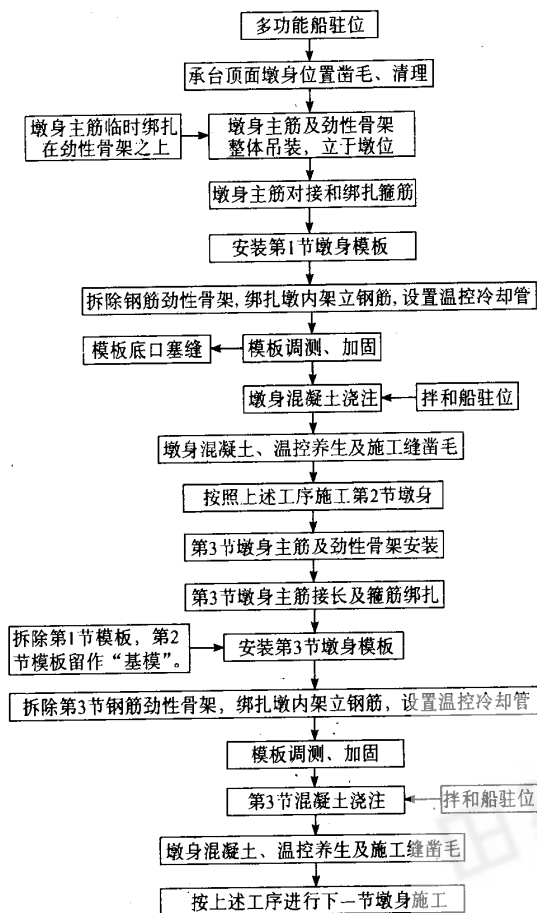


图3 海上现浇高墩身总体流程

4 海上现浇高墩身模板的设计

4.1 现浇墩身模板的基本要求

(1)墩身模板不允许设置穿过墩身截面的对拉拉杆。

(2)墩身分节浇注高度大(一般为10 m,最高13.5 m),海况恶劣,模板必须具有很好的强度、刚度及稳定性。

(3)外观质量要求高,模板制作精度要求很高。

(4)墩身顶部圆弧段高度相同,可采用统一形式模板周转使用。由于墩身数量多,高度不一,则等截面的直线段高度也不一样,无法采用一种高度的模板组拼。因此,直线段模板的配置应合理,达到同时满足墩顶标高和投入经济合理的目的。

4.2 现浇墩身模板的组合

(1)5 m 标准段模板。

5 m 标准段模板用于墩身底部直线段施工,每套4节。每两节5 m 标准段模板组成一个施工节段。按常规的翻模施工每套3节即可满足施工要求,但为满足浪溅区混凝土在14 d内不可与海水接触的要求,增加1节5 m 标准段模板,以加快施工进度。

(2)7.2 m 圆弧段模板。

7.2 m 圆弧段模板用于墩身顶部曲线段施工,每套1节。其底部1.2 m 为直线段,结构形式与5 m 标准段模板相同,以便于与标准段模板或调整段模板相接。

(3)调整段模板。

调整段模板用于墩身底部直线段($n \times 5$ m)和顶部曲线段(7.2 m)之间的直线段(称之为“调整段”)施工,因墩身的高度不一,故各墩的调整段墩身的高度也不一样,若按每墩的各自高度投入模板进行调整段墩身的施工,势必造成墩身模板投入过大,因此将各墩的调整段综合考虑,投入了7节不同高度(1.15 m、1.75 m、2.0 m、2.2 m、2.45 m、3.0 m及3.5 m)的调整段模板,根据“调整段”的高度选取其中的1块或几块配合使用。调整段模板的结构形式与5 m 标准段模板及7.2 m 圆弧段模板底口相同,满足接高的要求。例如B22号墩的模板组合为 $(5\text{ m}+5\text{ m})+(5\text{ m}+3.5\text{ m}+1.15\text{ m})+7.2\text{ m}$, B23号墩的模板组合 $(5\text{ m}+5\text{ m})+(3.5\text{ m}+3.0\text{ m}+1.15\text{ m})+7.2\text{ m}$ 。

4.3 现浇墩身模板的结构形式

(1)直线段模板。

按照墩身截面形式直线段模板分为4大块,高度分节设计,总体结构形式为加劲面板背桁架,正面模板带圆弧,不设穿过结构混凝土的对拉拉杆,采用混凝土体外拉杆,见图4所示。

(2)圆弧段模板。

结构形式与直线段模板一致,只是增大了模板构件(面板、杆件等)的几何尺寸,以满足圆弧段变截面的需要。

4.4 现浇墩身模板的验算

(1)验算工况。

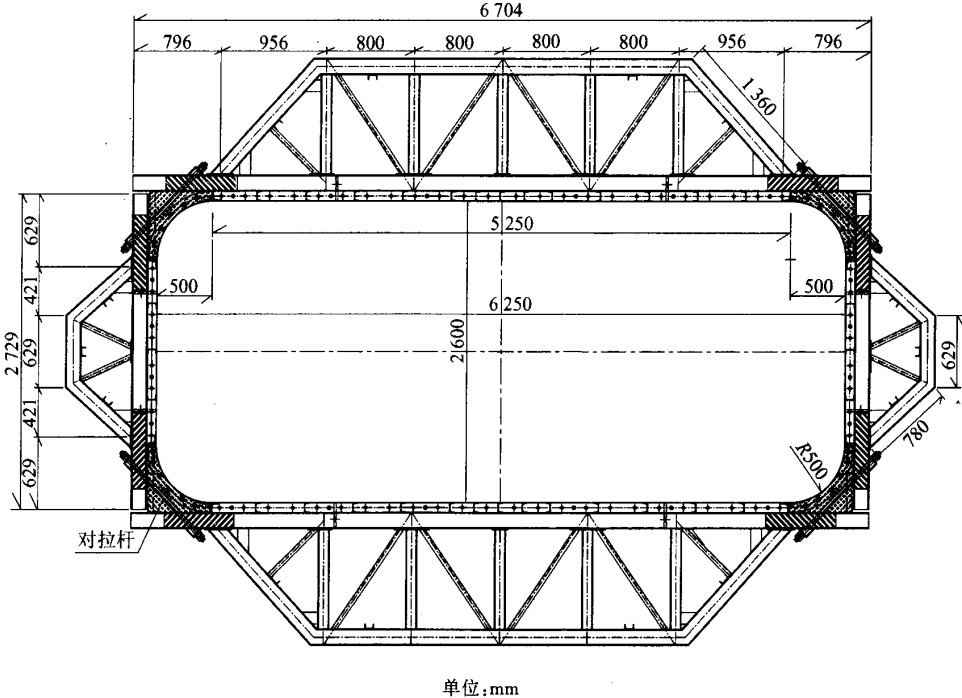


图 4 墩身直线段模板平面布置

①第 1 节墩身施工时,两段 5 m 模板组拼成 10 m 高的墩身模板,各种可能的施工状态见表 1。

表 1 第 1 节墩身施工时墩身模板验算工况	
工况号	内外环境条件
1.1	正常气候条件: 最高潮位不超过+3.0 m,海水对第 1 节墩身施工无影响,只是考虑风力的影响,风速≤24.4 m/s(8 级以下) 未浇筑墩身混凝土
1.2	正常气候条件 正在浇筑墩身混凝土
1.3	非正常气候和水文条件下施工: 波高≥4.88 m,流速≥3.0 m/s,风速≥34.8 m/s(12 级以上),潮位≥5.30 m 未浇筑墩身混凝土
1.4	非正常气候和水文条件下施工 正在浇筑墩身混凝土

②第 2 节及以上墩身施工时,各种施工状态见表 2。

表 2 第 2 节及以上墩身施工时墩身模板验算工况	
工况号	内外环境条件
2.1	非正常气候条件下施工: 风速≥34.8 m/s(12 级以上) 未浇筑墩身混凝土
2.2	非正常气候条件下施工 正在浇筑墩身混凝土
2.3	正常气候条件下施工 正在浇筑墩身混凝土

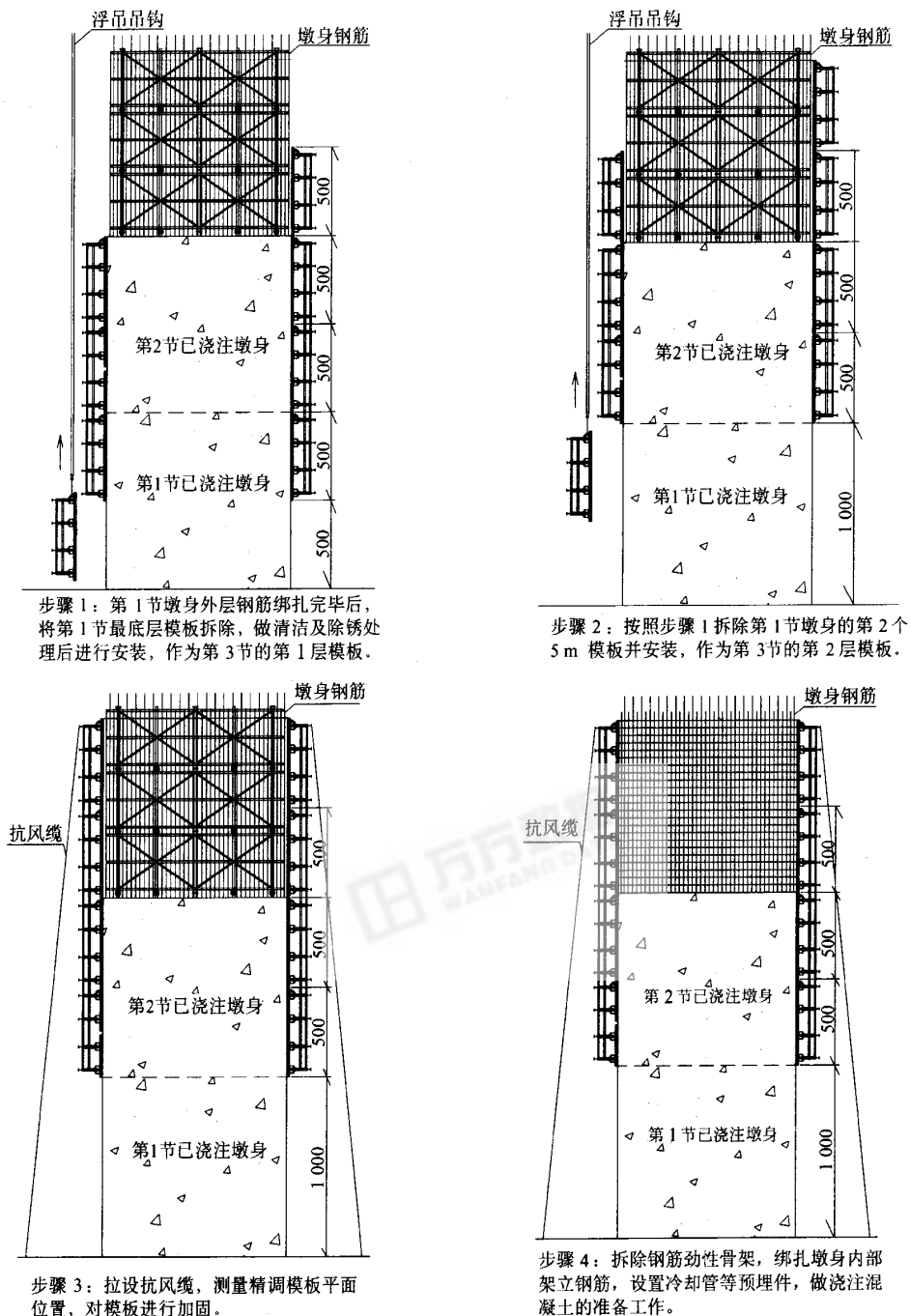
- (2)各项荷载取值。
- ①静水压力。
按照静水压力分布规律,计算静力压力。
- ②水流量。
依据《港口工程荷载规范》规定计算水流量。
- ③波浪力。
取 20 年一遇的波高作为设计波高,采用波浪计算软件 WAVEN 进行计算。
- ④等效静阵风引起的风荷载,按照公式 $W_k = \mu_z \mu_s W_0$ 计算。
- ⑤施工荷载和临时荷载。
施工荷载取 3.50 kPa/m²,作用在顶层支撑桁架上。
- (3)计算模型。
选取前进方向某一侧的墩身模板作为研究对象,风载及波流合力沿顺桥向施加,此时墩身模板迎载面积最大,受力最为不利,可视为最不利的受力状态。
- (4)计算结果(结构总体变形)。
面板位移所反映的值为模板总体受力变形,即加劲桁架的挠度值。总位移是三个位移平动分量的合成值,即 $USUM = \sqrt{UX^2 + UY^2 + UZ^2}$ 。第 1 节墩身施工时, $USUM_{max}$ 出现在 CASE-1.2 工况中, $USUM_{max} = 4.6$ mm。第 2 节及以上墩身施工时,

$USUM_{\max}$ 出现在 CASE-2.2 工况中, $USUM_{\max} = 4.6 \text{ mm}$ 。经验算, 墩身模板在各种工况下, 结构是安全的, 能满足各种气候条件下的施工要求。

5 海上现浇高墩身模板安装工艺

5.1 常规的模板安装工艺

为满足浪溅区混凝土在 14 d 内不与海水接触的要求, 单个墩身投入了 5 m 标准段模板 4 节, 按每 1 节段 (10 m) 使用 2 节, 第 1、第 2 个节段施工时不翻模, 翻模从第 3 个节段开始。这里所指的“常规方法”为模板逐块安装的方法, 见图 5 所示。



单位: cm

图 5 “常规方法”墩身模板施工示意

由于海工混凝土自收缩量大,并且在浇注当前节墩身混凝土时,由于混凝土侧压力使其下面的“基模”产生微小膨胀,与墩身之间就有微小缝隙,水泥稀浆从缝隙下渗就会形成挂浆,污染墩身表面。为了防止挂浆,采取了如下特殊的措施:

对“基模”施加预应力,张拉吨位为15 t,以减小因混凝土侧压力产生的“基模”与已浇节段混凝土间的缝隙,减少挂浆现象的产生;同时也增加“基模”与已经浇注墩身节段的握裹力,确保浇注上一节时结构的安全。

5.2 模板整体吊装的安装工艺

为了更好地发挥大型浮吊起重吨位大及墩身模板整体性好、刚度大的优势,我们试验了模板整体吊装方案,以期提高施工安全,加快施工进度。

(1)模板整体吊装流程。

模板整体吊装流程为:墩身模板在甲板上分节拼成整体→吊装第1节5 m整体模板→调测第1节模板位置并进行加固处理→吊装第2节5 m整体模板,并与第1节相接→测量复测模板并做加固处理。

(2)整体吊装操作过程。

- ①模板在浮吊甲板上分节拼装成整体;
- ②整体起吊并安装第1节模板;
- ③调测第1节模板位置、垂直度,并进行加固处理;
- ④整体起吊并安装第2节模板,并与第1节连接;
- ⑤测量复测整节模板,并做加固处理。

5.3 常规的模板安装工艺及整体吊装安装工艺的效果对比

(1)从单节模板安装的总时间上来看,两种方法所需要的时间基本一样,整体吊装稍快。

(2)从占用施工现场空间来看,常规方法采用模板拆除并经过面板处理后立即进行安装,占用浮吊甲板空间不大,而整体吊装增加了在浮吊甲板上拼合成整体的工序,大量占用了甲板空间。

(3)从施工的安全上看,由于整体吊装使吊装次数明显减少,增加了施工的安全。但大件吊装及两个单节模板相接时的吊装安全因素仍不可忽视。

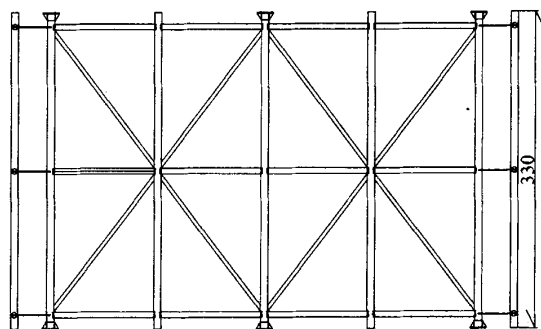
(4)在模板节间拼接缝处理及测量调测方面,常规的模板安装方法较整体吊装方法易于操作。

综合考虑以上因素,在现浇墩身施工中采用了常规的模板安装方法。

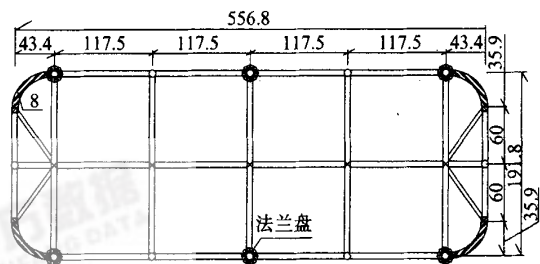
6 海上现浇高墩身钢筋施工工艺

6.1 临时劲性骨架的应用

因墩身分节施工高度较大,一般节段10 m左右,最高节段达到13.5 m,竖向接长钢筋的高度大、重量大,并且海上风力大,投入了临时劲性骨架,作为钢筋绑扎、模板安装时的脚手架、钢筋骨架及模板临时固定的支架。劲性骨架分节制作,每节高度为3.3 m,节间采用法兰盘及夹具连接,按照拟施工墩身的节段高度结合使用,整体安装,整体吊出,当因浮吊高度限制无法整体吊出时,可分节吊出。劲性骨架内设置爬梯及操作平台,其四周设置主筋的定位装置,其结构形式见图6所示。



劲性骨架标准节立面



劲性骨架标准节平面

单位:cm

图6 劲性骨架构造

6.2 常规的钢筋绑扎工艺

按照先绑扎墩身外围的主筋和箍筋,再安装模板,最后完成墩身内架立钢筋绑扎的顺序。墩身外围主筋利用浮吊逐根吊运,以劲性骨架为施工平台逐根接长,单节墩身外围主筋绑扎需要用时1.5 d,长时间占用浮吊,效率低。从施工安全来看,钢筋多次吊运也增多了安全风险。为增加施工安全,加快施工进度,提高浮吊利用率,需要采用特殊方法进行钢筋吊运。

6.3 工艺优化后的钢筋绑扎工艺

为提高浮吊的利用率,加快钢筋绑扎速度,对常规工艺进行了优化,采取主筋与劲性骨架一起吊运至墩位,加固后开始墩身主筋接长、绑扎的特殊方案。其顺序为:主筋临时锁扣在劲性骨架之上→劲性骨架及主筋整体吊到墩顶并做加固→主筋逐根解扣并接长→外围箍筋的绑扎→模板安装→内部架立钢筋绑扎。

具体操作方法:

(1)将墩身主筋吊运至劲性骨架的两侧,然后逐根利用U形扣临时锁扣在劲性骨架之上;

(2)浮吊将劲性骨架及主筋整体起吊安装,并进行加固;

(3)钢筋工进入劲性骨架内的操作平台进行主筋接长;

(4)主筋接长完成后,进行水平箍筋的绑扎;

(5)安装模板;

(6)模板安装完毕后,将劲性骨架整体吊出,当墩身较高无法整体吊出时,将劲性骨架节段连接解除,分节吊出;

(7)进行墩身内部架立钢筋绑扎;

(8)设置钢筋保护层垫块,在施工中采用了定型塑料垫块;

(9)设置温控冷却管、测温管及其他预埋件。

顶节圆弧段墩身施工时,钢筋的绑扎顺序调整为:劲性骨架及主筋整体安装→模板安装→主筋接长→外围水平箍筋绑扎→架立钢筋绑扎→预埋件埋设。

6.4 常规工艺和优化工艺的效果对比

采用主筋与劲性骨架整体吊运的方案后,相对于常规钢筋绑扎方法,减少了主筋吊运次数和时间,只需要利用浮吊 2 h,而主筋接长、绑扎也只需要 0.5 d,因此优化后的工艺可大幅度提高浮吊利用率以及主筋绑扎速度,提高了钢筋绑扎的安全性。

7 海上现浇高墩身施工人员上下通道方案

现浇高墩身施工时,必须提供人员上下的安全通道,可选取的方案如下。

(1)门式架或扣式钢管支架。

采用此类型支架时,可在其结构内设置上下通道,并可用于模板拆除后的养护及修饰工作。但实施时将受到承台上的空间限制,并且支架杆件多而零散,搭设及周转繁琐、速度慢,在搭设过程中本身就存在较多不利于安全的因素,投入大,也不利于防台,因此不宜使用。

(2)电梯方案。

由于海上墩身数量较多,但是高度不是很大,并且墩身上不允许设置任何施工预埋件,若采用其他方式设置电梯,必将增加施工难度,费用高,因此,也不宜使用。

(3)分节整体式钢管支架。

在实施中采用了分节整体式钢管支架,在其结构内部设置转梯通道,解决了人员上下的问题。钢管支架设置于左右幅承台之间,采用与钢筋劲性骨架同样类型的钢管制作,单节高度为 12 m,随墩身模板的接高采用浮吊安装,逐节接高,节间采用法兰盘联结,其底部与承台预埋件联结,设置与墩身模板之间的附着,拉设八字和交错式的抗风缆加固,见图 7 所示。

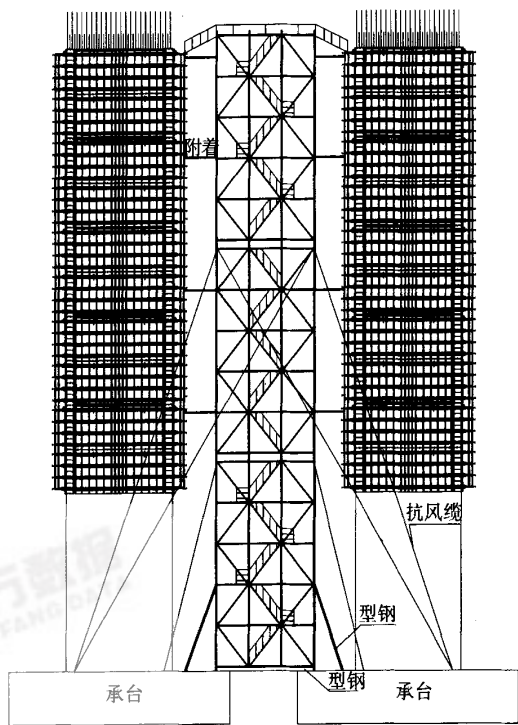


图 7 墩身支架通道示意

为了满足模板拆除后的养护及修饰工作的需要,在墩身四周设置了升降架,以卷扬机作为主要的提升设备,其吊点设置在墩身“基模”上,与墩身接触处使用导向滑轮,见图 8 所示。

8 海上现浇墩身混凝土施工技术要点

墩身采用海工耐久高性能混凝土,拌和船提供,泵送入模,具体施工方法与陆地施工基本一致,下面介绍几个技术要点。

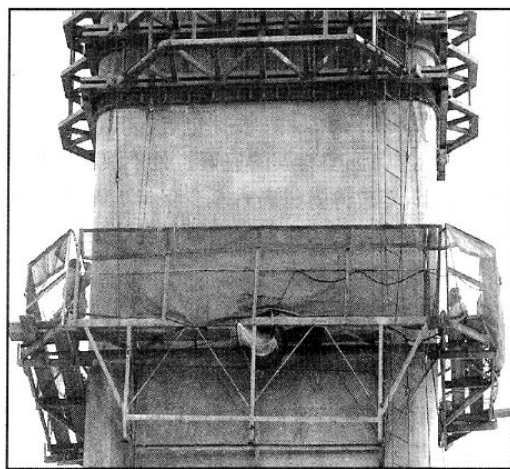
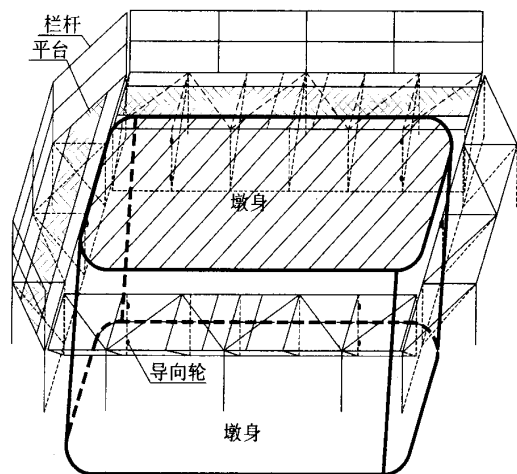


图 8 墩身升降架示意

8.1 “双掺”混凝土配合比的应用

墩身节段混凝土体积大,属大体积混凝土,为减少混凝土水化热,配合比设计采用了“双掺”技术,即降低水泥用量,增大粉煤灰用量,掺入适量矿粉。在墩身 C40 混凝土配合比中,胶凝材料用量为 405 kg,其中水泥占胶凝材料的 40%,粉煤灰占 40%,矿粉占 20%。按照传统的理论,在“双掺”的混凝土中,一般粉煤灰用量应比矿粉少,但考虑到矿粉在水化过程中也会产生热量,并且用量过多会使混凝土的泌水增加,因此增加了粉煤灰用量,减少了矿粉用量。同时,配合比中注重减水剂的缓凝效果,延长混凝土的初凝时间,推迟混凝土内部达到最高温升的时间。

8.2 墩身混凝土浇注过程中的注意事项

(1)混凝土中掺加阻锈剂或聚丙烯纤维时,应延长拌和时间,掺阻锈剂时延长 2.5 min,掺聚丙烯纤维时延长 1 min;

(2)混凝土布料应沿模板周边均匀多点布料;

(3)考虑到海工耐久混凝土粉煤灰掺量占有较大比例,且矿粉保水性差等特点,浇注过程产生的浮浆较常规混凝土多,为克服这一缺点,在保证混凝土可泵性的前提下适当减少用水量;

(4)墩身混凝土浇注完毕后,必须将墩顶冒出的多余水分及时清理,并做二次振捣。

8.3 高温期施工时采取的降低混凝土入模温度措施

(1)选取在夜间低温时段进行混凝土浇注;

(2)用船舱底部的较低温淡水拌和,并在淡水中加入冰块降温;

(3)在拌和船骨料仓上设置遮阳棚,尽可能地避免骨料受到太阳曝晒,还要防止降雨使砂石料含水率变化过大,以便控制混凝土的坍落度;

(4)在运输船上设置料仓遮盖设施,以防止砂石料在运输过程中受到曝晒及雨淋。

8.4 墩身混凝土的养护措施

8.4.1 常温及高温条件下的养护

(1)混凝土浇注完毕,喷洒水雾养护,并覆盖一层塑料薄膜,以防止混凝土表面被风吹失水分而发生干缩裂缝;

(2)终凝后,掀开塑料薄膜进行淡水湿润养护,方法是:在混凝土顶面铺一层毛毯,用淡水将其湿润,淡水由冷却水出口管引出的多孔管来提供,始终保持毛毯湿润。

8.4.2 冬季和气温 5℃ 以下的养护

(1)混凝土浇注完毕,立即覆盖一层塑料薄膜,以防止混凝土表面被风吹失水分而发生干缩裂缝。并在墩身顶部设置帆布密封顶棚,防止外界冷空气在墩顶范围内流通,以对混凝土表面进行保温。同时,在顶棚内设置碘钨灯,为混凝土养护提供热能,保持顶棚内温度大于 5℃,保证养护效果。

(2)终凝后,掀开塑料薄膜,铺设毛毯,并用冷却水(温水)湿润毛毯,碘钨灯持续使用。

(3)因模板圆倒角处散热面积最大,散热最快,因此在圆倒角处的外表面加设聚氨酯硬质泡沫塑料保温层,防止混凝土表面温度降低过快,保持混凝土内外较小的温差,防止混凝土表面出现温度裂缝。

8.4.3 模板拆除后的养护

(1) 常温条件下。

模板拆除后,立即喷洒养护剂养护,根据养护剂的效果,需要时可进行二次喷洒养护剂;待养护剂干凝后,立即用塑料薄膜把墩身包裹、密封,并且在15 d养护期内保证塑料膜的完好。处于浪溅区内的墩身混凝土,养护薄膜包裹后至少保持7周,以防止受海水与浪花的侵袭,确保保温和保湿效果。

(2) 冬季低温条件下。

冬季低温养护与常温条件下的养护方法大致一样,即除喷洒养护剂和包裹塑料薄膜之外,另外在墩身新混凝土表面套裹特制的帆布围筒。还有,模板的拆除应选择在温度较高的时段进行,避免低温对混凝土的影响。

9 海上高墩身施工新材料的应用及效果

9.1 聚丙烯网状纤维的应用及效果

聚丙烯网状纤维广泛应用于高性能混凝土中,以提高混凝土的抗裂性能。

9.1.1 聚丙烯网状纤维的物化性能

碱阻抗:碱防护;

酸和盐阻抗:高;

比重:0.91;

纤维长度:19 mm;

熔点:165~170℃;

燃点:590℃;

拉伸极限伸长率:15%;

抗拉强度:560~770 MPa;

弹性模量:≥3 500 MPa;

吸水性:无;

导电、导热:低;

安全性:无毒材料。

9.1.2 聚丙烯纤维的作用

(1) 抑制混凝土塑性收缩龟裂;

(2) 增强混凝土抗撞击力;

(3) 增强混凝土的坚韧性和延展性;

(4) 减少混凝土的泌水;

(5) 增加混凝土的抗碎力和抗磨损力;

(6) 防止钢筋的腐蚀。

9.1.3 聚丙烯纤维的使用方式

每 m^3 混凝土掺加量一般为0.90 kg,在混凝土拌制的时候掺入,增加1 min拌和时间。

9.1.4 使用效果

在墩身混凝土内掺加聚丙烯纤维,可提高混

土的抗裂性能,有效地抑制收缩裂缝的产生,同时还可提高混凝土的抗渗性能,经过试验,掺加聚丙烯纤维的混凝土抗渗系数比不掺的小,混凝土耐久性更强。

9.2 模板漆的应用及效果

由于在海洋环境中,钢质的模板面板容易被锈蚀,除难以清理耽误工时外,还容易污染墩身混凝土表面,使模板表面锈斑、颜色不均。为解决此难题,投入使用了模板漆对面板进行防腐。

使用模板漆后,有效地保护了模板面板不被锈蚀,解决了混凝土表面产生锈斑、颜色不均的问题,并且其涂刷、清理也较为方便,保护得当,可多次重复使用。经过工程实践证明,如模板漆配合脱模剂使用,效果更佳,可使混凝土表面光洁。但不能有效克服混凝土表面出现“砂线”问题。

9.3 透水模板布的应用及效果

为提高墩身的外观质量,防止“砂线”产生,在现浇墩身施工中使用了从丹麦进口的Formtex透水模板布,透水模板布采用专用黏合剂粘贴在模板面板之上。该模板布具有以下优点:

(1) 大大减少了混凝土表面砂线和裂纹;

(2) 可提高混凝土表面的密实度,并延长混凝土的寿命;

(3) 防腐蚀性能高,能抵抗外来的侵蚀,特别是氯离子的扩散;

(4) 可降低整体成本,使结构物的维修、保养费用都会大幅减少;

(5) 不需要使用脱模剂,方便脱模。

10 需要进一步完善和探讨的问题

(1) 如何进一步完善海工耐久高性能混凝土配合比,以降低混凝土的水化热,增加混凝土的和易性和保水性,提高混凝土的耐久性,防止混凝土产生泌水和浮浆;

(2) 在钢筋施工方面,应进一步探讨钢筋整体吊装方案,以加快施工进度,进一步提高施工的安全;

(3) 进一步优化模板结构及新型材料的应用,在确保模板强度、刚度及稳定性的前提下,减小模板重量;

(4) 在墩身混凝土的温控及养护方面还需再深入探讨,采取有效措施杜绝墩身产生裂缝;

(5) 在外观质量通病的控制方面,应寻求更有效的方法、更价廉的材料(透水模板布价格昂贵(100元/ m^2),而模板漆也需要12.5元/ m^2),达到在确保墩身外观质量的同时,进一步降低工程造价。

文章编号: 0451-0712(2006)03-0045-06

中图分类号: U448.27

文献标识码: B

东海大桥Ⅶ标主桥斜拉桥主塔施工

杨国平, 闫 朔, 党权交

(路桥华东工程有限公司 上海市 200135)

摘 要: 东海大桥Ⅶ标主桥——颗珠山大桥为斜拉桥, 主塔为Ⅱ形钢筋混凝土结构, 采用塔吊配翻模施工, 文中对模板、劲性骨架、主塔施工进行了总结, 可供海上斜拉桥施工参考。

关键词: 东海大桥; 颗珠山大桥; 主塔; 塔吊; 翻模; 施工技术

1 东海大桥Ⅶ标主桥主塔设计概况

近年来, 斜拉桥的施工在我国发展迅速, 施工工艺日趋成熟, 设计与施工都已跨进了世界先进行列, 但海上斜拉桥的施工在我国并不多见。东海大桥作为我国第一座真正意义上的海上桥梁, 在我国桥梁史上具有划时代的意义。

东海大桥Ⅶ标为颗珠山大桥, 颗珠山大桥主桥为斜拉桥, 主塔为Ⅱ形钢筋混凝土结构, 塔柱在承台顶面以上塔高为 100.7 m。下、中塔柱外形有斜率变化, 塔根部尺寸横桥向宽为 5.5 m, 纵桥向宽为 8.5 m; 上塔柱为拉索锚固区, 外形不变, 横桥向宽 4.5 m, 纵桥向宽 6.0 m, 塔内设混凝土牛腿和锚固钢横梁; 塔壁厚为 0.6~1.2 m。左右幅塔柱设三道

横梁, 桥面以下设钢筋混凝土下横梁, 截面为薄壁箱形; 桥面以上设上横梁, 由 3 根 $\phi 1\ 800 \times 30$ 钢管构成。主桥主塔见图 1 所示。

2 垂直运输设备及布置方案的选择

塔吊和电梯是斜拉桥索塔施工垂直运输必不可少的设备, 每个主墩可选择的配置方案有: (1) 一台塔吊一部电梯方案, 布置在两塔之间或是依附于塔柱; (2) 一台塔吊两部电梯方案, 塔吊布置在两塔之间或是依附于塔柱, 两部电梯分别依附于左右幅塔柱; (3) 两台塔吊两部电梯方案, 塔吊和电梯分别依附于左右幅塔柱。

由于每个主墩的Ⅱ形主塔的两个塔柱间距为

收稿日期: 2006-01-18

参考文献:

[1] JTJ214-98, 港口工程荷载规范[S].

[2] JTJ213-98, 海港水文规范[S].

[3] 美国 ANSYS 公司北京办事处. ANSYS 高级分析指南[M]. 1998.

[4] JTJ267-98, 港口工程混凝土设计规范[S].

[5] GBJ146-90, 粉煤灰混凝土应用技术规范[S].

[6] 杭州湾大桥工程指挥部. 杭州湾跨海大桥专用施工技术规范[S]. 2005.

Cast-in-situ Construction of High-rise Pier Body for IV Contract Section of Hangzhou Gulf Crossing Project

HUANG Zeng-cai, WU Jian, DING Ya-jun

(Road & Bridge Southern China Engineering Co., Ltd., Zhongshan 528403, China)

Abstract: Some crucial techniques and technology innovation about cast-in-situ formwork, steel reinforcement and concrete for high-rise pier body are presented on the basis of cast-in-situ work in maritime space of high-rise pier body in IV Contract Section of Hangzhou Gulf Crossing Project.

Key words: maritime bridge; high-rise pier; construction; crucial techniques; technology innovation