

文章编号: 0451-0712(2006)06-0224-03

中图分类号: U445.543

文献标识码: B

杭州湾跨海大桥高墩深水承台单壁钢吊箱的设计

李彦军, 罗园辉, 程允武

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 511431)

摘要: 介绍杭州湾跨海大桥北航道桥北侧高墩区深水承台单壁钢吊箱围堰的结构设计。

关键词: 杭州湾跨海大桥; 深水承台; 单壁钢吊箱; 围堰; 设计

1 工程概况

杭州湾跨海大桥北航道桥北侧高墩区 B1~B7 墩位于深水区, 海床面平均标高 -12.0 m, 平均水深 15 m。如图 1 所示, 承台采用六边形倒圆角分离式结构, 结构尺寸为 10.25 m × 13.0 m × 3.0 m, 顶面标高 +2.0 m, 底面标高 -1.0 m, 封底厚度为 0.8 m。承台采用单壁钢吊箱围堰方案施工。

2 水文情况

2.1 潮位

杭州湾属强潮河口湾, 潮汐类型为不规则半日浅海潮, 并有明显的日、夜潮不等现象。

根据设计图, 高潮累积频率 10% 的潮位 +3.54 m, 低潮累积频率 90% 的潮位 -2.75 m, 按重现期 20 年的计算条件, 极值高潮位 +5.3 m。

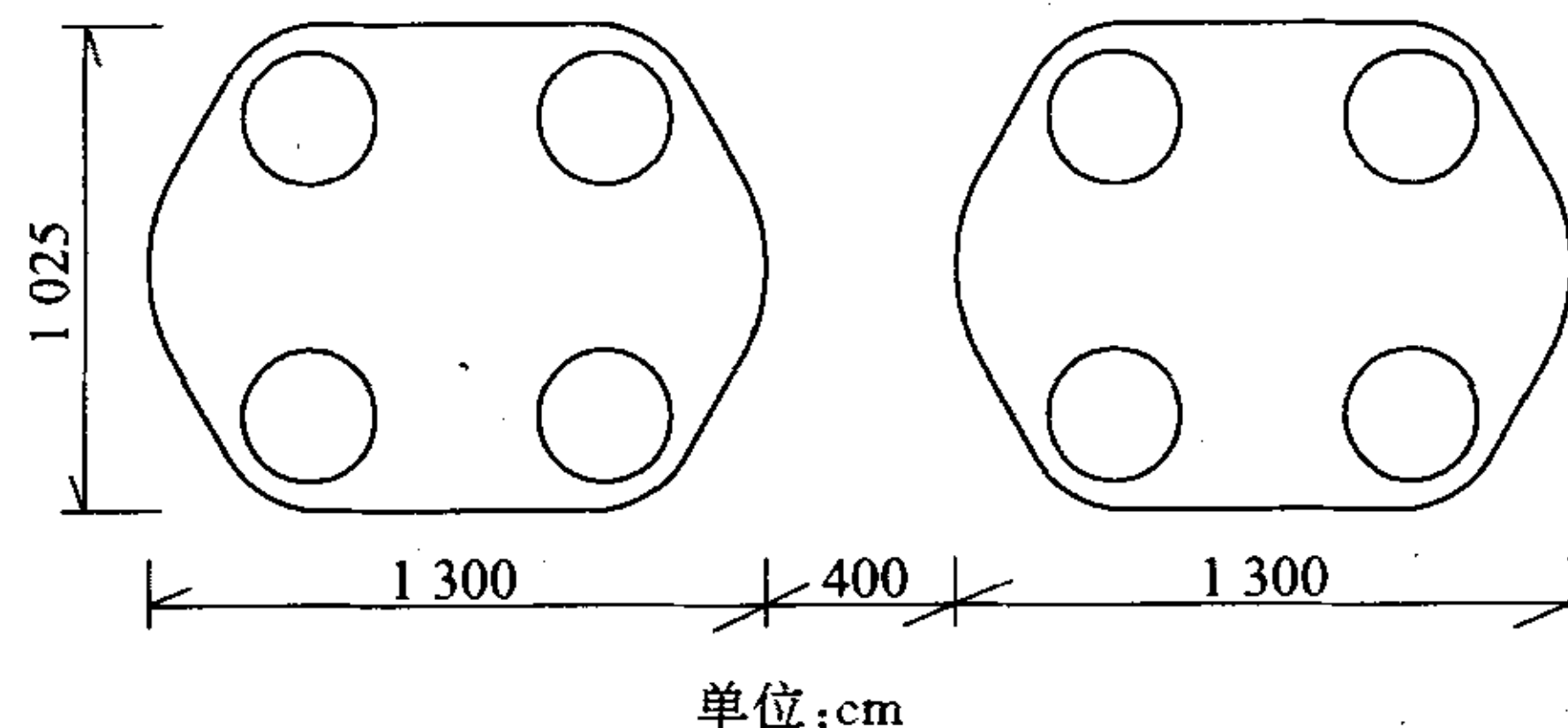


图 1 承台平面布置

2.2 潮流

杭州湾内潮流基本垂直桥轴线方向流动, 为往复流, 按 20 年重现期, 2002 垂线号可能最大流速为 2.81 m/s。

2.3 波浪

全年波高平均 0.2 m。台风所致的最大波高为 3.5 m。平均波高 ≤ 0.5 m 的波浪出现最多。全年

收稿日期: 2006-03-10

温度低了 6.8℃。到目前为止, 承台表层没有裂缝, 由于侧面是永久性模板, 无法观察侧面状况。混凝土强度也超过设计强度, 统计结果见表 4。

表 4 主墩承台混凝土强度统计 MPa

组数	28 d 平均强度	最大值	最小值	标准偏差
84	49.9	52.8	46.4	1.73

用 9 号配合比拌制的混凝土, 混凝土的平均强度也达到 49.9 MPa, 强度也远远超过设计强度。9 号配合比的应用是成功的。

6 结语

大体积海工混凝土配合比的设计与应用, 在采

用高水化热水泥的条件下, 将水泥用量降到较低水平。通过调整配合比中的胶凝材料的比例, 选择高减水率的外加剂, 控制适当的砂率, 采用级配良好的碎石, 是完全可以配制出经济实用、工作性好、抗裂性优良的混凝土, 实现混凝土耐久性。

参考文献:

- [1] 钱晓倩. 混凝土非荷载裂缝控制[R]. 全国第五届建筑材料学科研讨会报告. 2005.
- [2] 赵碧华. 大体积粉煤灰混凝土早期裂缝的施工控制[A]. 全国高强与高性能混凝土及其运用专题研讨会论文集[C]. 2005.

1.5 m以上的波高仅占0.6%。夏季平均波高略高。

3 钢吊箱设计

3.1 构造形式构思

国内深水承台施工,多采用沉井、钢围堰或钢吊箱法。根据本工程水文环境具有水深、流急、潮差大、涌浪高等特点,采用钢吊箱工艺操作简单,材料用量合理并能回收再利用,技术上可行。确定采用钢吊箱施工方案,并对吊箱侧板的单壁、双壁两种方案进行了比较,结合本工程工期、结构特点及施工经验等,本项目钢吊箱侧板采用单壁结构。

钢吊箱围堰分为底板、侧板、内支撑、吊挂系统四大部分。其中,侧板、底板是钢吊箱围堰的主要阻水结构并兼作承台模板。

3.2 设计及施工原则

(1)底板系统设计为可拆除重复利用方式,突显经济;

(2)吊挂系统设于封底混凝土内钢护筒牛腿上,充分利用永久结构,方便承台施工;

(3)侧模与内撑梁相结合设计;

(4)底板首先安装,侧模在低潮位分块拼接;

(5)充分利用潮差大,选在低潮期间水位退出底板时进行干封底。

3.3 设计计算

3.3.1 计算工况

根据钢吊箱围堰施工工作时段及设计受力状态,按以下两个工况进行分析,即封底混凝土施工阶段和封水后承台施工阶段。

3.3.2 水文参数取值

设计高水位: +3.54 m;

设计最大流速: 2.81 m/s;

工作状态波浪起算波要素: $H = 1.5$ m, $T = 5.56$ s。

3.3.3 荷载组合

水平荷载: $\sum H_j = \text{静水压力} + \text{流水压力} + \text{波浪力} + \text{风力}$;

垂直荷载: $\sum G_j = \text{吊箱全部自重} + \text{封底混凝土重} + \text{浮力} + \text{承台混凝土重}$ (承台施工工况计入)。

其中:单位面积上的静水压力按10 kN/m²计,水压随高度按线性分布;波浪力参照直立墙前立波的波浪力计算(参考海港工程设计手册);封底混凝土容重 $\gamma = 24.0$ kN/m³;水的浮力 $\gamma = 10$ kN/m³;封底混凝土与护筒之间的摩阻力取经验值

180 kN/m²;风力影响很小,在此可忽略。

3.3.4 计算内容

综合工况条件分析,对钢吊箱各部分取最不利受力工况进行验算。

(1)底板系统。

主承重梁最不利荷载组合为:封底及承台混凝土自重+吊箱自重-护筒粘结力;二次分配梁及底模荷载按封底混凝土自重+吊箱自重考虑。

(2)侧模。

侧模以承受水和混凝土侧压力为主,最不利受力工况为承台施工阶段,侧板计算包括竖肋、水平加劲肋、面板、竖肋拼接处及焊接的内力、变形及应力计算。

(3)整体稳定验算。

验算在承台施工阶段,吊箱在水平荷载作用下,侧模及内撑梁位移及应力。

(4)抗浮计算。

分两阶段进行计算:第一个阶段是封底混凝土浇筑完成且未初凝,该工况验算减压孔流量满足要求即可;第二个阶段是封底混凝土初凝后套箱内封水进行承台施工,要求吊箱自重+封底混凝土重+粘结力(方向向下)>吊箱最大浮力。

(5)封底混凝土强度验算。

要验算承台混凝土浇筑完毕后,封底混凝土周边悬臂时的拉应力和剪应力,以及中间封底混凝土的拉应力和剪应力。

3.4 钢吊箱结构

3.4.1 底板及吊挂系统

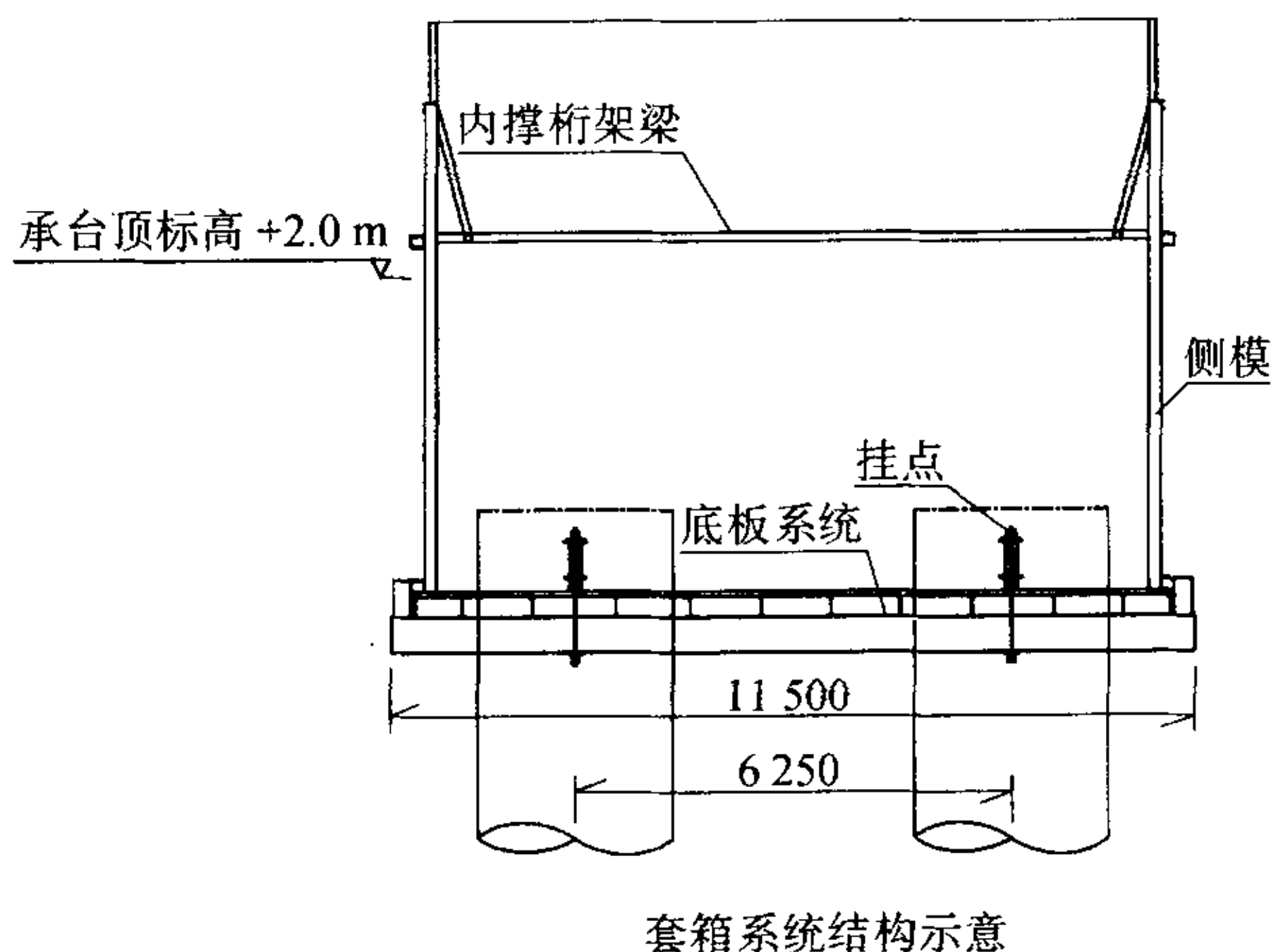
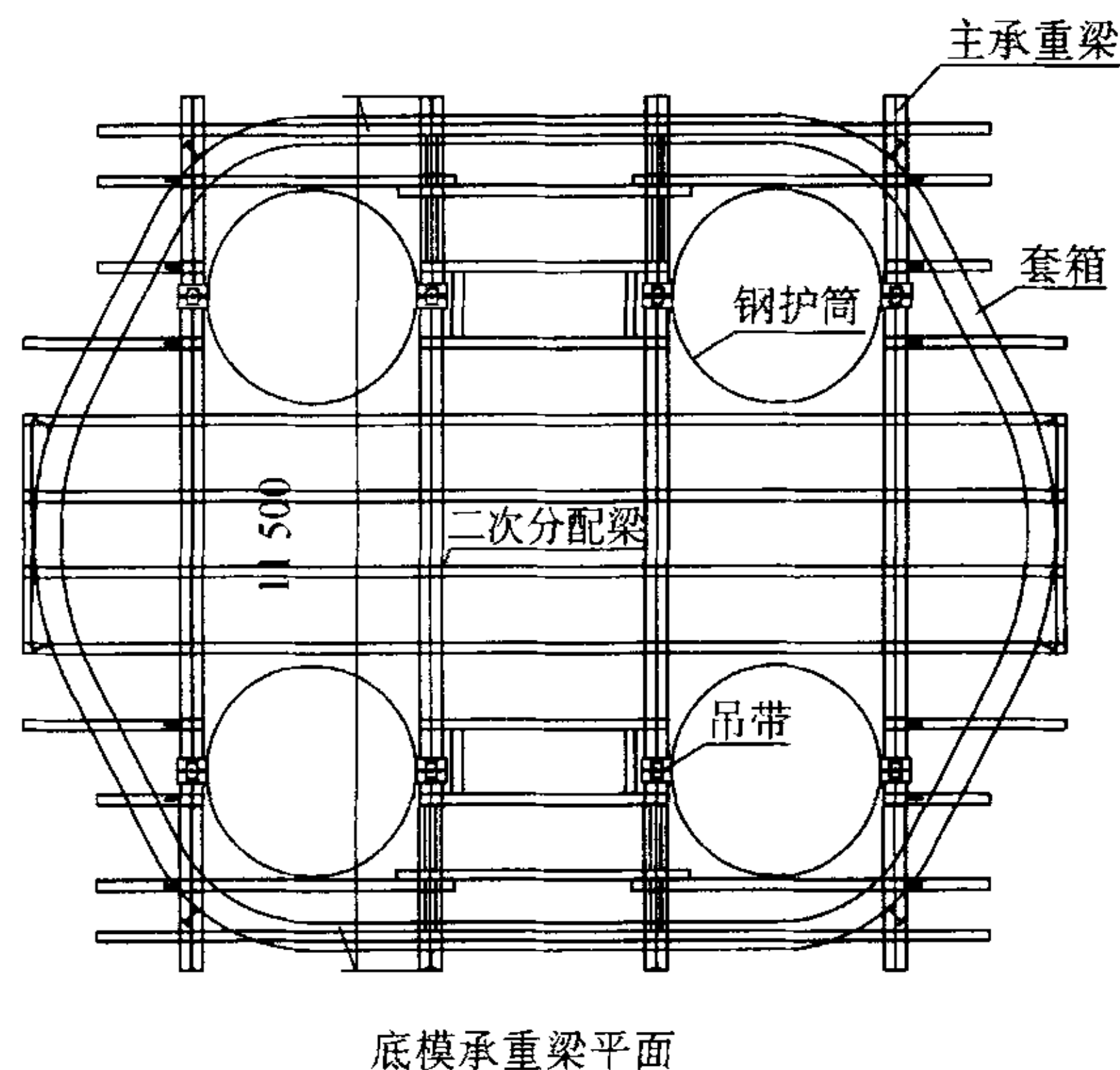
为方便将来底板能全部拆除再利用,底板承重梁采用叠合梁结构,底模采用组合钢模施工,全套底板重约20 t。

如图2所示,底板主承重梁为型钢梁,沿桥纵向护筒边布置4条,单根主梁长11.5 m,主梁中间对称预留2个 $\phi 32$ mm吊杆穿孔,穿孔间距为6.25 m。主梁吊挂采用 $\phi 32$ mm精轧螺纹钢筋;挂点在牛腿顶面标高-1.2 m处。

二次分配梁采用I 25a工字钢,中间4根为通长14.0 m,护筒口位置分配梁断开。

3.4.2 侧模

承台套箱侧模采用单壁结构,单个套箱侧模分为I、II两类共4块模板拼接。顺桥向采用I类模板,模板尺寸为:宽9.52 m×高7.0 m;横桥向采用II类模板,模板尺寸为:宽7.48 m×高7.0 m。



单位:mm

图2 底板及吊挂系统结构

侧模面板采用钢面板,竖向肋采用工字钢,其分布间距为35 cm,直接与面板贴焊。在侧模底部及底部以上4.3 m 位置处用双拼槽钢(弧形段特殊加工)环向包箍。工字钢竖向肋外围用[20 号槽钢围焊2 道。

分块侧模间端头法兰使用角钢,模板连接利用栓接,间隙用5 mm 厚的橡胶皮密封。

3.4.3 套箱内撑与侧模相结合

如图3 所示,内撑系统与侧模结合成整体,侧模安装后无需另加内撑。

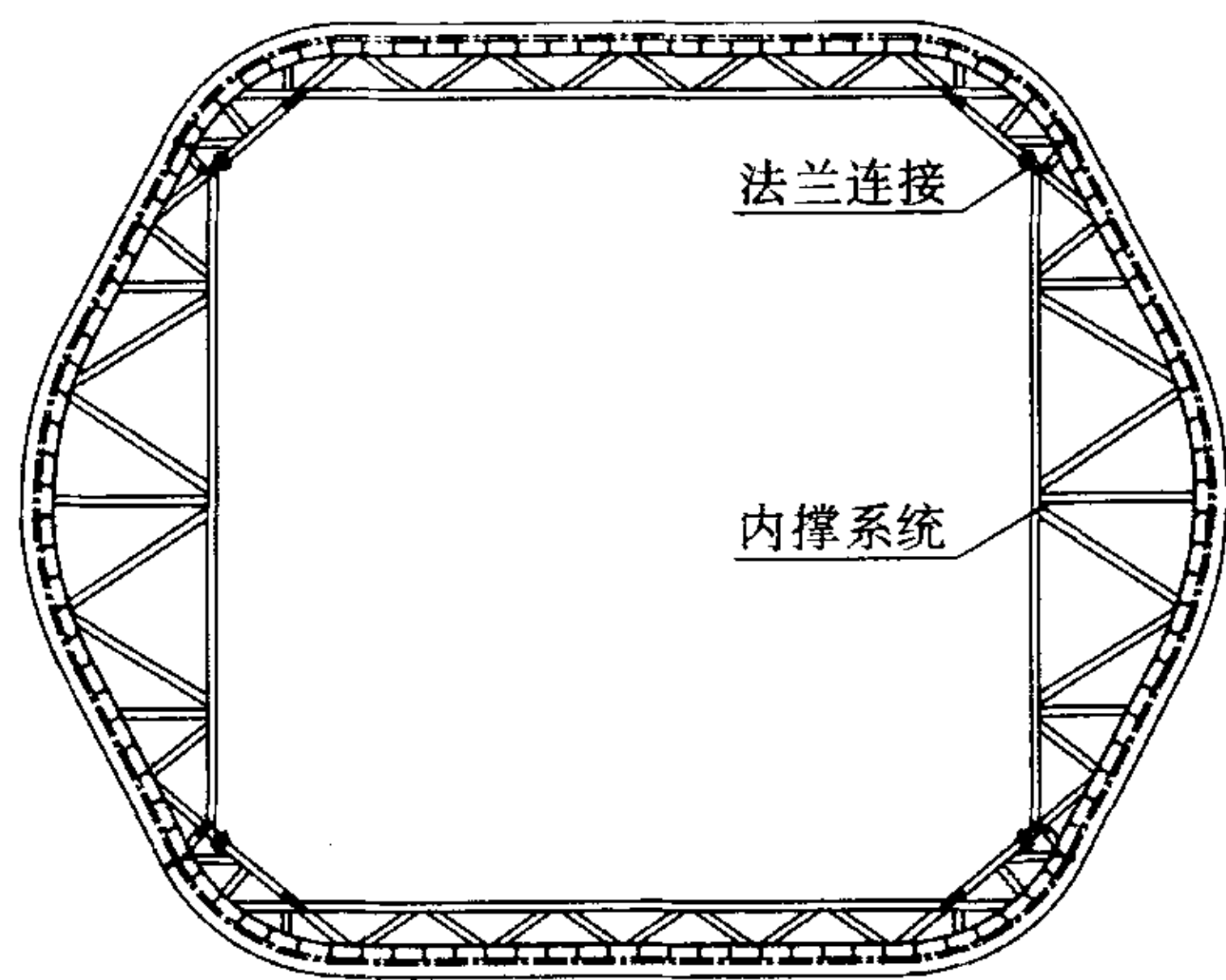


图3 侧模与内撑相结合的平面

内撑布置在标高为+2.5 m 位置,与侧模双拼槽钢横楞对应。内撑设计为桁架结构,外弦利用侧模双拼槽钢围箍,内弦、斜杆均采用双拼小槽钢。内撑架面上铺设钢板网,以作混凝土浇筑作业的操作平台。

4 应用效果

钢吊箱施工时首先施工底板,侧模在低潮位分

块安装,相当方便。

由于采用了可周转利用的底板结构系统,该方案直接为全桥同类承台节约14 套底板。共计节约钢材为:20 t×14=280 t。

由于承台施工是充分利用了杭州湾海域的深水环境、潮差大等条件,选择在低潮位时进行混凝土干封底施工,提高了封底混凝土效果,改善了封底混凝土的外观质量,封底混凝土通过振捣后外观密实,颜色均匀,光洁度好,外观质量与承台混凝土一致。承台施工完毕将底板拆除后,承台底部裸露部分棱角分明,不附带任何施工预埋件,承台整体外观质量得到了很大提高。

5 结语

杭州湾跨海大桥北航道桥北侧高墩区承台钢吊箱围堰施工方案的设计,无论从经济技术的可行性,还是从现场组织施工的结果都取得了成功,确保了承台的施工质量,特别是可重复利用的底板设计极大地降低了成本,该设计方案对同类承台施工提供了新的思路。

参考文献:

- [1] JTJ 041—2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 周水兴,何兆益,邹毅松. 路桥施工计算手册[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 交通部第一航务工程勘察设计院. 海港工程设计手册[M]. 北京:人民交通出版社,2001.