

Design and Application of Double-wall Steel Ccofferdam under Complex Geological Conditions

Tiancong Su

Shenyang University, Shenyang, Liaoning, 110044, China

Abstract

With the vigorous planning of China's railway and highway projects, the line design standard is increasing, the curve radius is increasing, and most of the piers crossing rivers will be in the water. Combined with the construction experience of double wall steel boxed cofferdam across Yuandang Lake 30#, 31# pier in FenHu section of Qingpu super large bridge of Shanghai Suhu railway, this paper introduces the construction technology of double wall steel boxed cofferdam and the control measures in key processes such as anti flowing soil, anti piping and anti uplift, which can be used as a reference for similar construction tools in the future.

Keywords

complex geological conditions; steel sleeve box cofferdam; water construction technology

复杂地质条件下的双壁钢套箱围堰设计及应用

苏天聪

沈阳大学, 中国·辽宁 沈阳 110044

摘 要

随着中国铁路、公路工程的大力规划,使线路设计标准日益提高,曲线半径增大,大部分跨江跨河的桥墩将处于水中。论文结合沪苏湖铁路青浦特大桥汾湖段跨元荡湖30#、31#墩双壁钢套箱围堰施工经验,介绍了双壁钢套箱围堰技术施工工艺以及在抗流土、抗管涌、抗隆起等关键工序控制措施,对以后类似施工具有借鉴作用。

关键词

复杂地质条件;钢套箱围堰;水上施工技术

1 引言

在中国桥梁建设初期,气压沉箱法是我们进行桥梁水上施工的主要方法,随着国家经济和科学技术的进步,水上承台增加了各种各具特色的施工方法,如单(双)壁钢围堰、钢套箱围堰、筑岛明挖等。论文通过沪苏湖铁路跨元荡湖双壁钢套箱围堰施工经验简要介绍双臂钢套箱围堰在复杂地质条件下的施工,为今后的水上承台施工提供参考。

2 工程概况

新建上海经苏州至湖州铁路为设计时 350km/h 的双线高速铁路,线路在青浦特大桥(金泽桥段)228#号墩—青浦特大桥(汾湖桥段)98#号墩处跨越元荡湖。跨越长度 5.4km,元荡湖内墩台身共计 130 个,桩基共计 1062 根,平均水深 2~5m 不等,为沪苏湖铁路重难点工程,且青浦特大桥汾湖段 30#、31# 因地方取土施工原因造成淤泥深度 35m

左右,土层非常软弱。

3 方案比选

因在元荡湖钢栈桥施工过程中,发现此段落现场地质与设计差异较大,项目对该段进行地质勘探,并针对实际地质情况进行了方案比选。

方案一:拉森 VI 型钢板桩围堰。

拉森钢板桩相较其余围堰形式具有经济性高、施工效率高、施工可行性高等优势,但经检算受淤泥层影响,使用钢板桩整体强度较差,稳定性不足,不能满足围护要求。

方案二:单(双)壁钢围堰。

单(双)壁钢围使用范围围较广,运用于土质、石质、砂层的水中承台施工,对施工平台要求高,一般情况下适用于水深较深的承台施工,最深可达 50m,但水深小于 10m 则经济性差。

方案三:双壁钢套箱围堰。

双壁钢套箱围堰适用于水深小于 10m 的大河流中的深水基础,能承受较大水压,是通过施工桩基础的钢护筒,在护筒以上一定高度预埋牛腿制作钢套箱模板,下沉钢套箱水

【作者简介】苏天聪(1999—),男,中国山东泰安人,在读硕士,从事土木水利研究。

下封底形成无水、间距的围堰形式。

依据现场实际地质及水文情况,考虑经济性、适用性、安全性,经研讨,项目使用的双壁钢套箱围堰进行施工。

4 施工方法

4.1 围堰结构设计及检算验证

4.1.1 围堰结构形式

沪苏湖铁路汾湖段跨元荡湖 30#、31# 墩基坑承台尺寸为 $5.2\text{m} \times 10.2\text{m}$, 深 6.5m (封底混凝土底到水面), 施工采用双壁钢套箱围堰进行施工, 围堰顶面标高为 2.17m , 水面标高 1.67m , 一般冲刷线高程 0.35m 。围堰封底砼标号

为水下 C30, 封底厚度为 1.5m , 围堰底面标高为 -5.13m 。双壁钢围堰内壁尺寸为 $5.512\text{m} \times 10.812\text{m}$, 外壁尺寸为 $8.524\text{m} \times 13.824\text{m}$, 双壁间距 1.5m , 高 7.3m , 竖向设置一道 $\Phi 529 \times 10$ 钢支撑, 包括四道斜撑和一道对撑, 距离桩顶 1.1m , 双壁钢套箱围堰平面图详见图 1, 剖面图详见图 2。

4.1.2 围堰结构检算

施工前, 项目在现有地质条件下依据各类地基基础规范、钢结构规范对双壁钢套箱围堰结构形式进行了验证, 主要验证围堰整体下沉稳定性、抗倾覆、抗滑移、抗流土、抗管涌、抗隆起稳定性。地层参数取值如表 1 所示, 安全系数计算结果如表 2 所示。

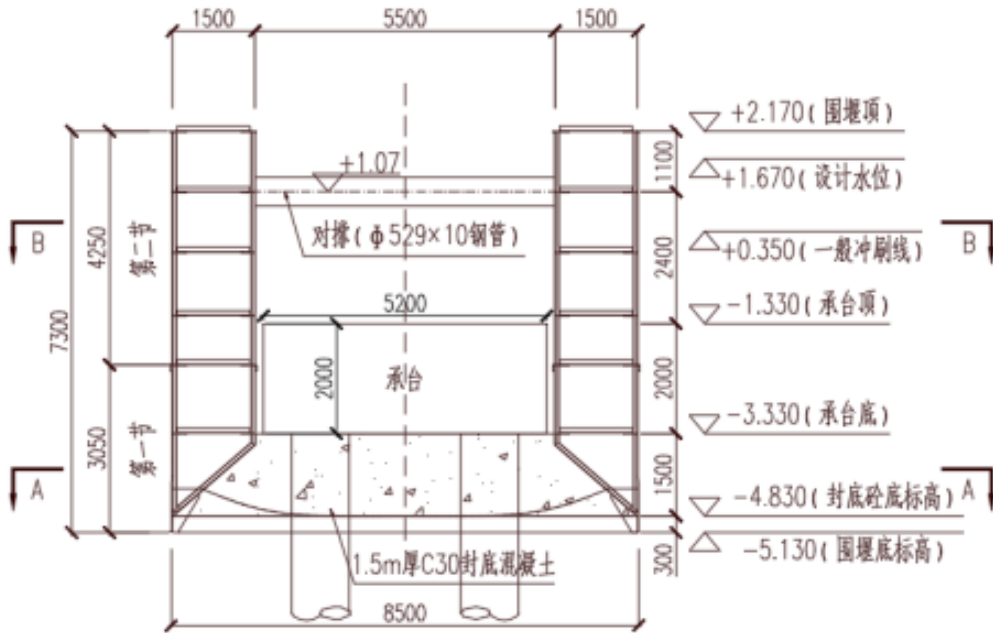


图 1 双壁钢套箱围堰平面图

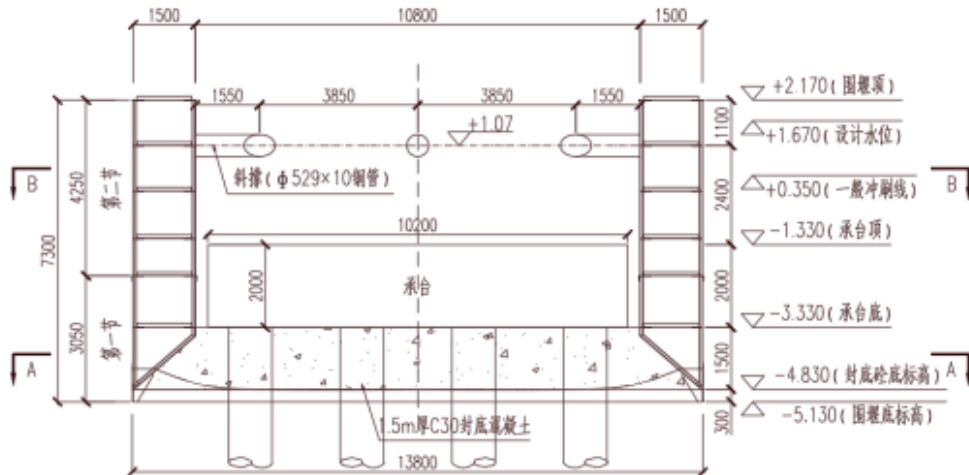


图 2 双壁钢套箱围堰剖面图

表 1 双壁钢围堰地层参数取值

序号	土层名称	厚度 (m)	重度 γ (kN/m ³)	水下粘聚力 c (kPa)	水下内摩擦角 ϕ (°)	水平抗力系数的比例系数 m (kN/m ⁴)
1	水	1.32	10.0	/	/	/
2	淤泥 $\sigma_0=40\text{kPa}$	16.6	13.8	10.00	6.00	1.12
3	淤泥质粉质黏土 $\sigma_0=60\text{kPa}$	12.9	18.0	16.00	12.00	3.28
4	粉质黏土 $\sigma_0=120\text{kPa}$	6.5	18.8	18.48	6.06	1.98
5	粉土 $\sigma_0=120\text{kPa}$	2.2	19.1	24.81	6.27	2.64
6	粉砂 $\sigma_0=150\text{kPa}$	5.3	19.0	6.00	34.00	20.32

表 2 双壁钢套箱围堰安全系数检算

0			
抗下沉稳定性验算	0.84	1.00	安全
整体抗倾覆稳定性验算	59.59	1.5	安全
局部抗倾覆稳定性验算	1.284	1.25	安全
抗滑移稳定性验算	3.3	1.3	安全
抗渗流稳定性验算	3.055	1.60	安全
墙底抗隆起稳定性验算	1.837	1.80	安全
围堰总体抗浮验算	2.497	1.15	安全

根据受力计算,钢套箱钢构件外壁板最大应力峰值为 17.44MPa,内壁板最大应力峰值为 17.41MPa,水平环板最大应力值为 6.64MPa,隔舱板最大应力为 12.67MPa。最大应力分布在内外壁板入水部位、水平环板及隔舱板与壁板接触部位。竖向次梁与水平斜撑杆最大应力分别为 102.57MPa 和 3.57MPa。钢围堰各构件最大应力均小于 Q235B 钢材所允许的抗压、抗拉及抗弯强度 215MPa,各构件应力计算云得出以下结论:双壁钢围堰支护体系的抗上浮、抗下沉、抗渗流、抗倾覆、抗滑移、墙底抗隆起安全系数计算值及封底混凝土厚度均符合规范中对一级围堰的安全要求,且具有一定安全余量,能够保证围堰施工期间的安全,双壁钢围堰各构件最大应力均小于钢围堰材料 Q235B 允许的抗弯强度限值,双壁钢围堰变形及强度满足验算要求。

现场依此双壁钢套箱结构进行了施工。

4.2 双壁钢套箱围堰施工流程

双壁钢套箱围堰施工流程见图 3。

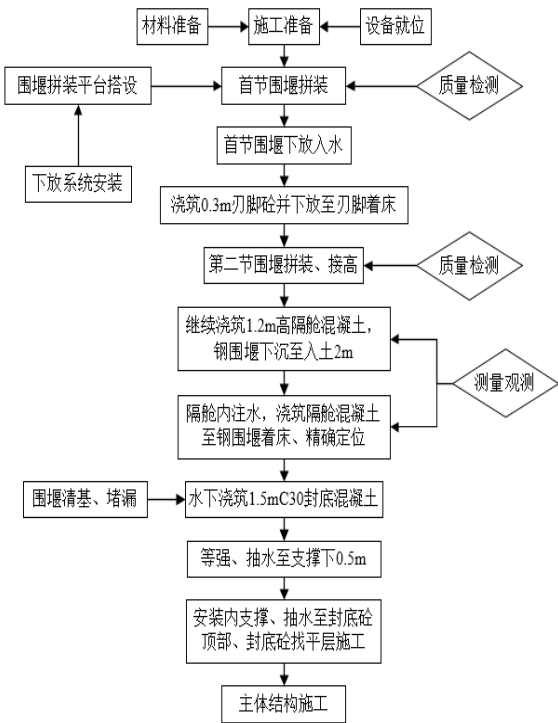


图 3 双壁钢套箱施工流程图

①先利用桩基钢护筒及钻孔平台设围堰拼装平台。在拼装平台上拼装首节钢围堰,拼装完成后,利用同步连续千斤顶将围堰下放至水中,然后对称浇筑刃脚混凝土,围堰刃脚着床。

②对称拼装第二节围堰,拼装完成后,浇筑 1.2m 隔仓混凝土,注水下沉,继续浇筑 2.5m 隔仓混凝土,直至围堰着床。

③围堰着床以后,派潜水员对围堰刃角四周进行探摸,对存在漏洞的地方抛填碎石进行堵漏。

④利用钢护筒搭设封底施工平台,分两次进行封底施工,第 1 次水下浇筑 1.3m 厚 C30 混凝土。

⑤围堰内抽水至支撑下 0.5m,安装内支撑。

⑥继续抽水,待围堰内水抽干水以后再在其上浇筑 20cm 厚调平层。封底混凝土浇筑完成并达到设计及规范要求后,进行大体积承台钢筋及混凝土施工,封底混凝土施工过程中保证围堰内外的水位平衡。

⑦主墩承台、加台各为一次性浇筑,采取优化配合比、控制混凝土入模温度等降温措施确保大体积承台混凝土的施工质量。

5 施工过程中控制措施及问题处理

5.1 施工过程控制措施

①下沉过程中,应随时掌握土层情况,做好下沉记录,分析和检验土的阻力与围堰重力的关系,积极调整下沉方法及细节。

②由于自重偏轻下沉困难时,可采用井外高压射水、降低内部水位等方法下沉,在结构受力容许的条件下,亦可采用压重的方法。

③下沉时应随时注意倾斜,保持竖直下沉,至少每下沉 1m 检查一次。围堰入土深度尚未超过其平面最小尺寸的 1.5~2 倍时,最容易出现倾斜,应及时注意调整。

④至设计标高以上 2m 左右时,应适当放慢下沉速度并控制围堰内除土量和除土位置,以使围堰平稳下沉,正确

就位。

5.2 问题处理

纠正倾斜和位移时可按以下方法处理:

①纠偏前,应分析原因,然后采取相应措施。如有障碍物应首先排除。

②调整倾斜时,一般可采取除土、压重、顶部施加水平力或刃脚下支垫等方法进行。

③调整位移时,可先除土,使围堰底面中心向墩位设计中心倾斜,然后在对侧除土,使围堰恢复竖直,如此反复进行,使围堰逐步移近设计中心。

④调整扭转,可在一对角线两角除土,在另外两角填土,借助于刃脚下不相等的土压力所形成的扭矩,使围堰在下沉过程中逐步纠正其扭转角度。

6 结语

青浦特大桥汾湖桥段跨越 5.4km 的元荡湖,且施工部位 35m 的淤泥等复杂地质对施工造成极大阻碍,通过对各类围堰形式的对比分析,确定了现场双壁钢套箱围堰施工措施,并对该围堰形式进行各种位移、应力检算,确定理论依据后进行了施工,施工过程中针对双壁钢套箱围堰施工明晰了控制要点及问题处理措施,顺利完成 30#、31# 墩承台施工,保障了后续工程的正常开展。

目前随着建筑技术的不断发展,建筑规模不断扩大,多有铁路、公路跨河跨江,水上施工越来越多,本工程的顺利实施,为其他类似工程的施工提供选择及设计思路,在成本管控、安全保障、提高工效等方面的社会效益突出,意义重大。

参考文献

- [1] 银代国.系杆拱分段拼接定位施工技术[J].中华建设,2015(7):124-125.
- [2] 张勇明.水中无底钢套箱围堰承台施工[J].广东科技,2008(16):216-217.
- [3] 魏伟.大型桥梁工程主墩钢套箱围堰施工技术的探讨[J].江西建材,2014(7):168-169.