

沉入式混凝土套箱围堰在桥梁承台施工中的应用

贾东章

(兰州市政建设集团有限责任公司, 甘肃兰州 730030)

摘要:该文结合兰州市新城黄河大桥的施工实践,介绍了沉入式混凝土套箱围堰的设计、制作及在深水承台施工中的施工技术与方法。该方法在确保施工安全、加快施工进度、降低施工成本方面具有显著的效果。

关键词:桥梁基础;套箱围堰;承台;承台施工

中图分类号:U443.162 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)02-0056-03

0 前言

沉入式混凝土套箱围堰技术是桥梁基础深基坑支护和封水的施工方法,主要适用于河道宽度有限、水流较急,河床地质以砾石、卵石和砂岩为主的深水基础。其施工工艺简便,设备投入少,可以减小开挖断面,对河道防洪通航影响小,安全有保证,施工成本较低,在黄河上游跨河桥梁的施工中多次应用。

1 工程概况

1.1 设计概况

新城黄河大桥位于兰州市西固区,主要承担国道312线和国道109线的跨河交通任务,也是兰州市西大门的重要枢纽。新建桥梁共五跨,总长320 m,跨度为30 m+30 m+75 m+110 m+75 m,桥宽19 m,为双向4车道。设计荷载标准为城-A级,主桥上部结构为三向预应力钢筋混凝土连续箱梁,下部结构为扁圆形柱式墩,钻孔灌注桩和承台基础,承台为17.5 m×10.5 m。其中主桥1#墩和2#墩位于主河道内。

1.2 水文地质

桥位处水位季节性涨落明显,根据水文资料统计,10~3月为枯水期,4~9月为洪水期,而且由于洪水期上游刘家峡水库放水,每天水位上涨两

次;正常水深1~4 m,洪水期水深6 m。桥址河床处地层的主要岩性从地表向下依次为卵石层、砂质泥岩、砂岩,其中卵石层厚1~3 m,质地坚硬,透水性强,且粒径大小不等,局部含有孤石;砂质泥岩含砂量大,具泥岩结构,上部风化程度严重,遇水易碎和坍塌;砂岩致密坚硬,主要以夹层形式存在于泥岩中。

2 问题的提出及方案的确定

2.1 问题提出

该桥开工时黄河水正处于冬季枯水期,为了钻孔灌注桩施工,施工前先在河道1#、2#墩位处用块石铅丝笼、砂卵石筑岛形成了两个40 m×30 m的钻孔平台,并在平台与两岸之间架设了钢便桥,由此原来宽度为250 m的河道过水断面减至150 m,水位增高,水流阻力变大,而钻孔灌注桩完成时河水进入汛期并随时有上涨的可能。按照设计,承台位于河水最深处的河床卵石层内,从平台顶面至承台底深度达12.4 m。此时施工承台将面临较大的困难,但是如果等待至枯水时期施工,将出现长时期的待工,工程施工要跨越两个冬季,总工期延长1年,工程成本增加。因此在最短的时间内安全地完成承台浇注是全桥施工的关键,必须想尽一切办法解决承台施工的技术问题。

2.2 方案确定

根据河道地质情况、河水流量、流速、现场条件,以承台施工的质量和安全性为前提,拟定了4种方案进行比较:

收稿日期:2006-08-17

作者简介:贾东章(1971-),男,甘肃人,高级工程师,副总工程师,从事道桥施工技术工作。

(5)桁架纵向安装尺寸小,只要有12 m的起步长度即可安装两套菱形挂篮。

(6)菱形挂篮刚度大,弹性变形小,在立模时一次调整标高,避免了施工过程中底模标高的多次调整。

(7)外模板运用了钢框胶合板模板,既减轻了菱形挂篮重量,又提高了外表质量。

参考文献:

- [1] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 王穗平.桥梁构造与施工[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [3] 朱建华.预拌混凝土和预制构件生产质量控制[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [4] 胡兆同,陈万春.桥梁通用构造及简支梁桥[M].北京:人民交通出版社,2001.

(1)采用机械开挖,四周放边坡,并用草袋压设边坡进行防护。该办法一旦能成功施工进度较快,费用较低,但是随着开挖深度增加,平台面积要不断增大,河道过水断面不断减小,水流阻力增加,河水会在卵石的空隙内大量涌入基坑,边坡防护随之变得异常困难,并随时会有冲垮的可能,安全无法保证。

(2)采用钢板桩围堰,能够保证施工安全,但是考虑到平台全是用粒径较大的卵石筑成,并且含有防护块石,钢板桩打入时困难,进度慢、费用高,最后拆除困难。

(3)采用地下连续墙进行边坡支护,即在承台施工前在承台周围做地下连续墙,再开挖基坑封底,该法能安全施工,但是施工设备增加较多,时间长、费用高,且在深水河流中施工缺少施工经验。

(4)采用沉入式混凝土套箱围堰方案,开挖前在平台上沿承台四周预制混凝土套箱,再在箱内挖土,套箱在自重作用下下沉,最后封底,浇注混凝土。该方案安全可靠,施工简单,费用较低,施工进度易于控制。

经多方案比较后确定选用沉入式套箱围堰方案。

3 沉箱的设计和制作

3.1 沉箱设计时考虑的几个问题

(1)结构构造

承台设计尺寸为 $17.5\text{ m} \times 10.5\text{ m}$, 为了防汛要求平台顶标高为 $1\ 556.10\text{ m}$, 承台底标高为 $1\ 544.50\text{ m}$, 另外考虑封底混凝土的厚度, 开挖深度达 12.4 m 。为了防止下沉时出现移位或偏斜而影响承台轴线的准确, 在承台周边与沉箱之间预留 0.45 m 的空间, 因此沉箱设计尺寸为 $20\text{ m} \times 13\text{ m}$, 壁厚为 0.8 m 。由于沉箱长边较长, 为了防止在土压力和水压力作用下沉箱壁板出现变形或破坏, 在沉箱中间设 0.8 m 厚的横隔墙, 横隔墙在下沉到位封底后拆除。在沉箱内角均设 $0.3\text{ m} \times 0.3\text{ m}$ 的倒角。套箱构造见图 1。沉箱分三节制成, 下两节高分别为 5 m , 设计为 C25 钢筋混凝土, 上节高 2.4 m , 设计为水泥砂浆砌筑砖墙。

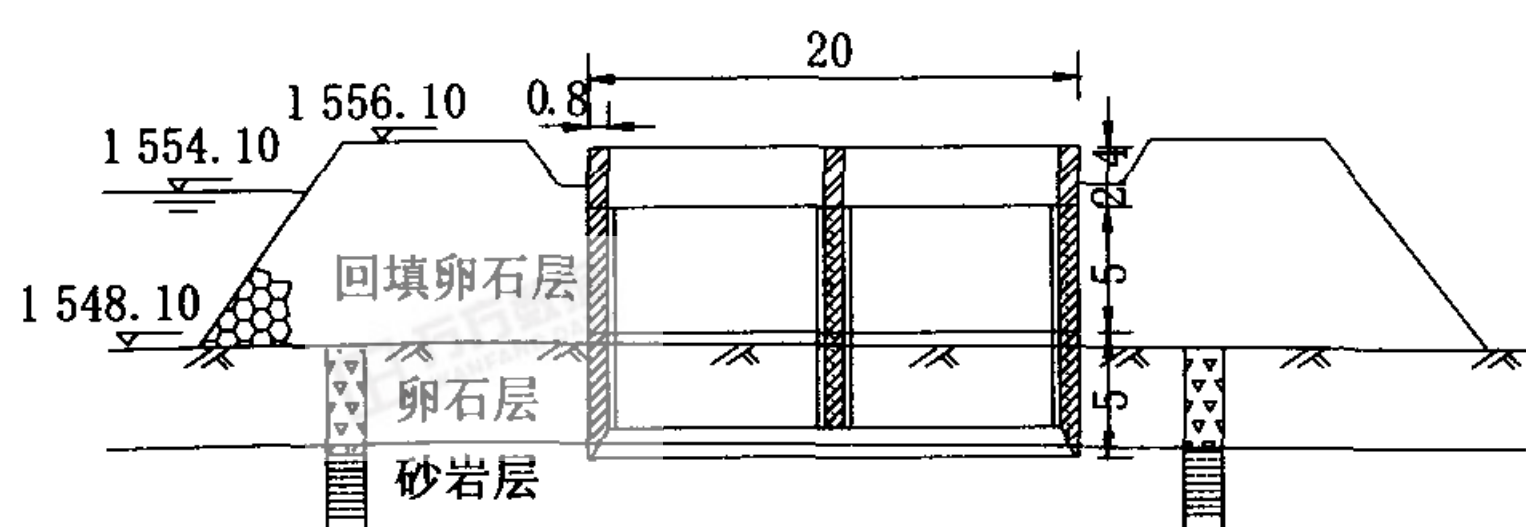


图 1 沉箱构造图

(2)刃脚构造

刃脚设计高为 1.2 m , 底部踏面宽为 12.5 cm 。为增加底部的强度, 减少下沉时卵石对刃脚的磨损, 刃脚底部用 $L125 \times 125 \times 10$ 的角铁包边, 并设加强钢筋。

(3)结构受力验算

为了确保沉箱能够安全下沉, 进行合理的配筋, 按照规范, 要根据沉箱下沉时的受力及荷载, 选择最不利的工况进行以下内容的结构计算:

- 底节竖向挠曲及强度计算;
- 井壁水平方向弯曲应力及变形计算;
- 刃脚向内、向外的挠曲及变形计算。

(4)下沉系数与稳定系数计算

下沉采用人工挖土, 需要不断抽水, 因此下沉方式采用排水下沉, 对下沉系数与稳定系数的计算如下。

$$K_1 = (G - B_1) / T = 1.33 > 1.25$$

$$K_2 = (G - B_1) / (T + R_1 + R_2) = 0.55 < 1$$

式中: G ——沉箱自重

B ——地下水浮力, 当采用排水下沉时为 0

T ——为井壁总摩阻力

R_1 ——刃角踏面及背面的支承力

其中 $R_1 = U_0 (C + N/2) R_f$ 。其中 U_0 为井壁外周长, C 为刃脚踏面宽度, N 为刃脚斜面与井内土壤接触面的水平投影, R_f 为土的极限承载力, $R_f = 500\text{ kN/m}^2$

R_2 ——隔墙下土的承载力, $R_2 = A_e \times R_f$, 其中 A_e 为隔墙下的总支承面积。

3.2 沉箱制作

(1)场地处理

在平台现场制做沉箱前要对顶面松软土、钻孔时的泥浆池及泥浆等进行清除, 换填砂砾石夯实平整。并清除堆放的材料和工具。

(2)刃脚

由于平台顶高出正常水位 2.0 m , 岛体和河床为卵石层, 因此刃脚制作时选用挖土内模。施工时按设计尺寸放线挖槽, 对刃脚踏面和背面土修整夯实, 表面抹 $2\sim 3\text{ cm}$ 砂浆, 再在砂浆表面涂隔离剂, 安装刃脚角钢、钢筋和外模, 浇注混凝土时注意振捣棒不得触及土模。

(3)箱体

箱体模板全用组合钢模, 模板和支撑要具有足够的刚度, 钢筋在内模绑扎后进行, 混凝土用输送泵沿箱壁四周分层对称浇注, 防止混凝土面高低相差悬殊而产生不均匀沉降。

4 沉箱下沉施工

4.1 排水设备及涌水量计算

(1) 涌水量计算

沉箱下沉采用人工开挖,机械配合,排水下沉的方式。沉箱位于无压水流中,周围土质透水性强,涌水量计算如下:

$$Q = F_1 q_1 + F_2 q_2$$

沉箱下沉时的最大涌水量为: $Q = 1\,465\text{ m}^3$

沉箱下沉到位时箱内涌水量为: $Q' = 58.6\text{ m}^3$

式中: F_1 ——沉箱底面积, m^2

q_1 ——沉箱底面每平方米的身渗水量
(m^3/h), $q_1 = 5\text{ m}^3/\text{h}$

F_2 ——沉箱侧面积, m^2

q_2 ——沉箱侧面每平方米的身渗水量
(m^3/h), $q_2 = 5\% q_1$

(2) 抽水设备

根据水泵的性能和开挖时的涌水量,选用8B13和4BA13离心式水泵各8台,分别正常工作6台,备用2台,8B13泵额定流量 $280\text{ m}^3/\text{h}$,扬程13 m,4BA13泵额定流量 $90\text{ m}^3/\text{h}$,扬程13 m,设备总排水量大于涌水量的1.5倍,水泵架设在沉箱上口的槽钢上。

4.2 下沉施工

由于回填料为粒径较大、透水性强的卵石,排水时不会产生流沙现象,因此选用排水挖土下沉施工。挖土由人工进行,出土用龙门吊和电动葫芦吊出土斗,开挖时分层顺序进行,每层约40 cm。挖出刃脚下的土时,注意分段对称开挖,以便沉箱平稳均匀下沉。

第一节下沉至高出平台顶面100 cm时浇筑上节,此前要在刃脚下做适当的回填,并等待1 d时间使沉箱下沉稳定。浇筑时分层对称,防止加重时出现不均匀沉降。

开挖进度每天0.2~0.25 m,如果刃脚下已全部挖空,沉箱还不下沉要认真分析原因,可适当采取外侧开挖或增加压重辅助下沉,但注意四周对称同步进行。

当开挖下沉至砂岩层,发现岩面不平要先进行支垫,用风镐对高出部分凿平,抽出支垫,再分层凿出岩石。

4.3 下沉纠偏方法

沉箱开挖时必须四周对称进行,尽量减少偏斜,并及时观察下沉情况,如发现明显偏斜时要分析造成偏移、倾斜或转动的原因,并采取纠偏措施。纠偏一般采取挖土纠偏法,在下沉较多的一侧

支垫木,在下沉少的一侧挖土,若倾斜量或位移量较大,反复进行几次。由于受河流冲刷或弃土影响使其偏移,可采用增加偏土压纠法或井外辅助开挖法。

4.4 注意事项

(1)箱内除土均应从中间开始,对称、均匀地逐步分层向刃脚推进,不得偏斜取土,防止倾斜移位;

(2)随时掌握土层变化,分析检验土阻力与沉箱质量的关系,选用适当的除土方法和除土量,并注意下沉时的声响,以防翻砂或涌水;

(3)下沉过程中要随时做好井底高程、下沉量、倾斜和移位的测量,及时注意纠偏,认真观测沉箱周围有无沉陷和开裂,以便采取措施;

(4)尽量远离弃土,正常情况下力求四周均匀弃土,防止一侧出现偏压造成倾斜或移位;

(5)箱内要设人员上下的爬梯或提升设备,以便出现停电或其他事故能及时撤离现场;

(6)吊土斗在提升或卸土时要防止掉落石子,并注意不得碰撞水泵。

5 清底与封底

5.1 清底

开挖下沉至设计标高后,要对箱底岩面进行清理,应及时将风化严重的或高出不平的岩层及淤泥等清除。

5.2 排水

当沉箱下沉至设计标高后,沉箱刃脚嵌入砂岩层内,要将刃脚踏面下清理平整,待下沉稳定后,箱内涌水将会大量降低。根据沉箱与承台的平面关系,在空间较大的一角设集水坑,在四周刃脚背面的下侧凿排水槽,沉井壁内侧用编织袋装干拌水泥和砂的混合料压设一圈用于隔水,再在集水坑水集中抽水。(见图2)

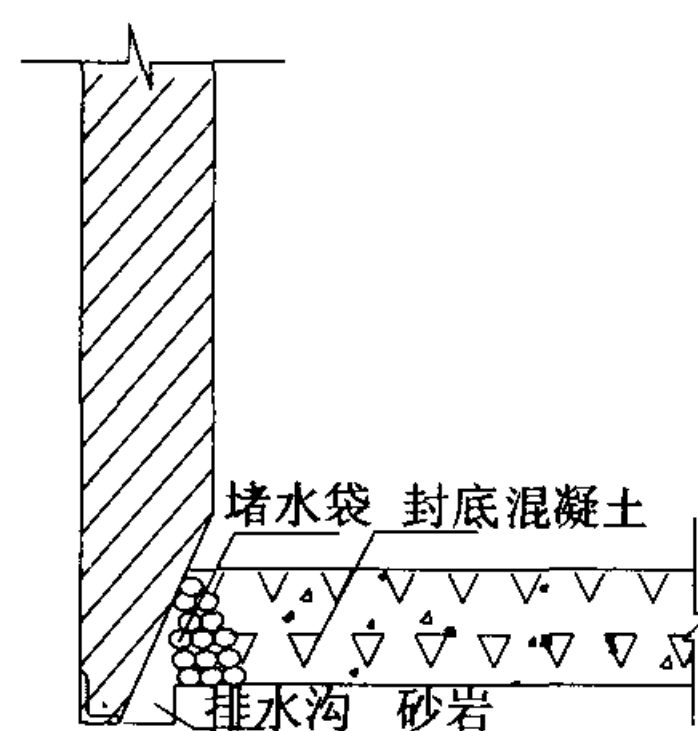


图2 沉箱构造图

5.3 封底混凝土施工

封底混凝土为C25,厚度为80 cm,封底时由于

北方桥梁大体积混凝土冬季施工

于 茜¹, 苏 晔², 侯克君¹

(1. 沈阳市快速干道系统工程建设指挥部, 辽宁沈阳 110013; 2. 沈阳市城建房地产开发有限公司, 辽宁沈阳 110031)

摘 要:沈阳市老道口大桥为独塔单索面斜拉桥, 该文介绍了在该桥主塔基础混凝土冬季施工中如何控制混凝土的入模温度和承台周边环境温度以及如何控制混凝土养护期间的温度梯度的关键点, 并提出了实施中的主要技术措施。

关键词:斜拉桥; 主塔墩承台; 冬季施工; 入模温度; 环境温度; 温度梯度; 技术措施; 沈阳市

中图分类号: U445.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)02-0059-04

1 工程概况

沈阳市老道口大桥为独塔单索面斜拉桥, 采用塔、梁、墩固结体系。主塔墩位于沈山铁路线和沈北联络线之间。主墩承台处地面平均标高为 46.07 m (黄海高程), 承台底面高程为 40.6 m, 高差为 5.47 m。承台尺寸为 25.5 m×16.5 m×4 m, 混凝土总量为 1 683 m³, 强度等级为 C40。承台钢筋用量为 239.48 t, 分为上、中、下三层布置。上下两层为 $\phi 32@100$ 双向布置, 中间一层采用 $\phi 20@200$ 双向布置 (分层浇注时使用) 四侧配构造钢筋, 竖向用 $\phi 20$ 钢筋做支承, 间距 1 m。承台混凝土水化热温升控制设计布置的冷却管, 采用外径为 33 mm 电焊钢管。冷却管上下分四层串联布置, 间距 100 cm, 水平间距 150 cm。冷却水采用水泵强制循环水。由于该斜拉桥受到同步施工中的哈大铁路电气化工程的制约, 为抢时间、赶工期, 主塔墩承台应在 2 月底以前完成, 以便桥梁上部工程施

收稿日期: 2006-11-29

作者简介: 于茜 (1963-), 女, 辽宁沈阳人, 高级工程师, 从事道桥施工作业。

涌水量减少, 箱底渗水经排水沟及集水井排出箱外, 箱内仅存少量渗透清水, 因此封底采用商品混凝土从未设集水井的一侧开始向集水井侧浇筑, 将积水赶至集水井后抽出, 完成全部混凝土浇筑。

6 沉箱围堰施工的特点

(1) 施工设备简单, 施工工艺简便, 防护效果好, 封水容易, 在施工中未发生涌砂、塌落、漏水等现象, 有效地解决了用卵石筑岛后, 承台开挖较深的施工困难。

(2) 施工进度快, 合理组织作业班组和人员进行四班交替作业, 每天能下沉 40 cm, 基本在 1 个月内完成全部下沉工作, 满足了全桥总体进度及安排的需要。

工, 故承台必须进行冬季施工。

2 冬季混凝土施工的关键要点

1#墩承台混凝土的冬季施工要解决以下两个问题: 一是控制混凝土的入模温度和承台周边环境温度, 满足混凝土的冬季施工要求; 二是控制混凝土养护期间的温度梯度, 确保承台混凝土不产生表面裂缝和贯穿裂缝。

2.1 控制混凝土入模温度和承台周边环境温度

混凝土拌和利用施工单位的搅拌站, 距离施工现场 10 km, 搅拌站配备两台拌合塔。90 m³/h 和 60 m³/h 各一台。90 m³/h 塔为暖棚塔, 水用高温蒸汽加温, 砂石料在暖棚内用蒸汽加热; 60 m³/h 塔为露天冷塔。搅拌以 90 m³/h 暖塔为主。60 m³/h 露天冷塔作为备用。如主塔出现故障, 启动冷塔, 其搅拌水用高温蒸汽加温, 砂石料用铲车从主塔暖棚内倒运过来。为防备浇筑过程出现故障以及考虑混凝土接茬质量, 混凝土初凝时间按 10 h 设计施工配比。混凝土运到工地需 45 min, 往返需 90 min。每台罐车运输能力每次 6 m³ 混凝土, 主塔最快每 5 min 搅拌一车, 连续作业需配备 18 台罐车,

(3) 成本低, 安全可靠, 有利于保证质量。

7 体会与建议

(1) 在地质条件为卵石、砂岩的深水河流中采用筑岛钻孔后, 用沉入式混凝土套箱围堰施工的方法有效地解决了承台施工的困难, 进度快、成本低, 证明是可行的。

(2) 采用排水封底, 操作方便, 效果明显, 避免了水下混凝土封底的困难。

(3) 建议沉箱平面形状可根据实际情况采用圆形、扁圆形或矩形, 相应增大断面, 设法用机械挖土或吸泥、空气幕下沉, 减小工人劳动强度。

(4) 在卵石中下沉沉箱摩阻力较大, 下沉系数小, 因此要适当增加壁厚。