

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.04.040

长江边高渗透性土层深基坑开挖防渗处理

沈小立

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:以海港引河南闸站工程为例,对基坑开挖过程中透水性土层的防渗处理进行研究。经比选,闸站基坑采用放坡开挖+搅拌桩围封的方案。运用有限元软件,分析不同搅拌桩长度下基坑边坡的出口水力坡降。结果表明,截渗桩穿越中等透水性层,桩底进入相对不透水层进行围封时,基坑边坡出口水力坡降满足规范要求,无逸流出口。同时,基坑施工中应布置相应降水井及监测点,保证基坑防渗安全。

关键词: 基坑; 防渗; 透水性土层; 降水

中图分类号: TV5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)04-0149-03

0 引言

海港引河南闸站项目位于南通市崇川区海港引河与长江连通处,为有效缩短与长江的连接段长度、节省工程投资,同时兼顾施工期江堤的安全,控制防汛风险和施工难度,选定于距现状江堤约50 m处新建闸站。本工程的主要功能为防洪排涝、区域引调水和改善水环境。设计规模:泵站双向引水排涝流量 $48\text{ m}^3/\text{s}$,采用3台单机流量 $16\text{ m}^3/\text{s}$ 的竖井贯流泵;水闸净宽16 m,采用单孔上卧式弧形门。

1 工程总体布置

工程采用泵闸合建的方式,泵站位于水闸单侧的不对称布置方案。考虑管理方便,泵站布置在北侧,水闸布置在南侧。泵站及水闸底板设置永久分缝。泵站从内河侧至外河侧总体布置为:8 m 防冲槽+30 m 内河海漫段+24 m 内河进、出水池+38 m 站身+24 m 外河进、出水池+60 m 外河海漫段+8 m 防冲槽,与新建江堤采用翼墙顺坡衔接。水闸从内河侧至外河侧总体布置为:8 m 防冲槽+54 m 内河海漫段+38 m 长闸首+16 m 外河消力池+68 m 外河海漫段+8 m 防冲槽。

闸站两侧分别采用翼墙与新建大堤、现状河道堤防顺坡衔接(见图1)。

2 土层渗透性

根据工程详勘报告,拟建场地不良地质及特殊性岩土主要有软土、流砂等。拟建闸站位置典型钻孔

收稿日期: 2022-06-29

作者简介: 沈小立(1988—),女,本科,工程师,从事水利设计工作。



图1 泵闸总体布置剖面图及各土层渗透系数分别见图2、表1。

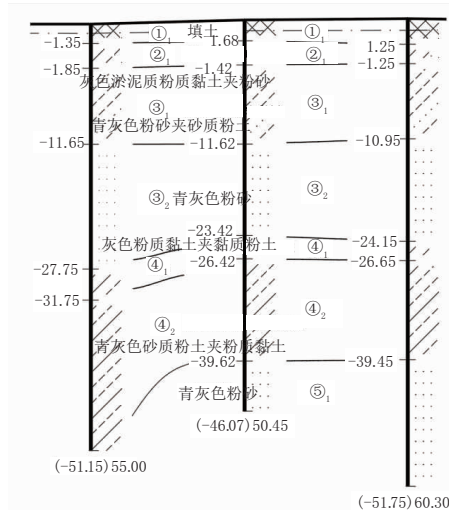


图2 勘探孔剖面图

由图表可知:本工程场地地基土渗透性较强,施工过程中需注意基坑的防渗处理。

3 基坑设计

泵闸主体距离现状堤顶的距离约33 m。拟建泵

表 1 渗透系数及渗透性分级一览表

层序	土层名称	渗透系数 $K/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$	渗透性级别
② ₁	淤泥质粉质黏土夹粉砂	1.0×10^{-5}	弱透水性
② ₂	粉质黏土夹粉砂	2.0×10^{-5}	弱透水性
③ ₁	粉砂夹砂质粉土	1.0×10^{-3}	中等透水性
③ ₂	粉砂	5.0×10^{-3}	中等透水性
③ _{2n}	砂质粉土	8.0×10^{-4}	中等透水性
④ ₁	粉质黏土夹黏质粉土	3.0×10^{-5}	弱透水性
④ ₂	砂质粉土夹粉质黏土	2.00×10^{-4}	中等透水性
⑤ ₁	粉砂	5.0×10^{-3}	中等透水性

闸位置现状为废弃码头,施工场地较为平整,周边地坪标高约 4.0 m。泵闸主体结构处为实地开挖,并新开河道连接现状海港引河。主体基坑围护周边无其他建筑和管线需要保护。

由于场地周边较为开阔且无建筑和管线需保护(见图 3),因此不推荐采用板式支护体系。根据现场基坑的特点及结合当地常规类似基坑围护处理方式^[1],考虑采用直接放坡开挖方案。鉴于开挖深度较大,水闸侧采用两级放坡的大开挖方案,泵站侧采用三级放坡的大开挖方案。场地标高约 4.0 m,放坡开挖至 0.20 m/-3.80 m,坡度 1:2.5。在 0.20 m/-3.80 m 处设置 3.0 m 宽平台。0.20 m/-3.80 m 平台采用 1:2.5 坡度继续放坡至基坑坑底,泵站侧基坑坑底标高 -9.3 m,水闸侧基坑坑底标高 -3.6 m,开挖范围内主要涉及土层为②₁层及③₁层。坡顶和坡脚 1.0 m 距离外设置砖砌截水沟。坡面铺设 100 mm 厚喷射混凝土保护,内挂直径 6 mm 钢筋网,钢筋间距 250 mm × 250 mm。

同时考虑到泵房与闸室之间有一定的高差,最大高差为 5.7 m,在此区域内设置水泥搅拌桩重力式临时支挡结构,水泥搅拌桩厚度为 4.45 m,长度为 12.0 m。基坑支护断面图见图 4。

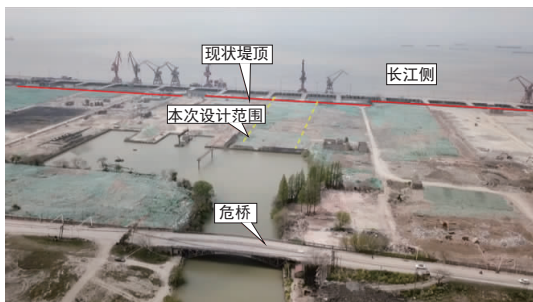


图 3 基坑围护周边环境

4 防渗方案

4.1 渗流计算

本次选取泵站侧断面进行渗流计算,采用 Auto-

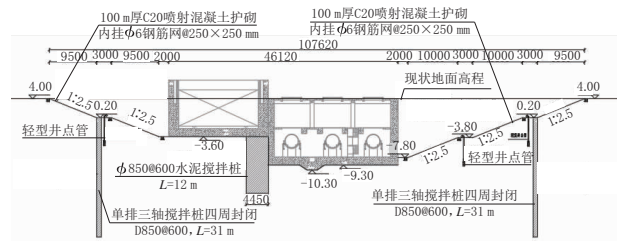


图 4 基坑支护断面图

bank7.7 软件计算基坑的渗流稳定性。本次渗流计算取最不利状况进行,即江堤侧边坡遭遇 20 a 一遇洪水水位 4.92 m,基坑侧水位为基坑底以下 0.5 m 进行计算。开挖边坡从上至下土层依次为①填土层(层底高程 -1.25 m,下同)、②₁淤泥质粉质黏土夹粉砂(-2.75 m)、③₁粉砂夹砂质粉土(-12.95 m)、③₂粉砂(-26.45 m)、④₁粉质黏土夹黏质粉土(-35.45 m)、④₂砂质粉土夹粉质黏土(-39.95 m)。

(1)天然状况渗流计算。

江堤侧渗流逸出处最大水力坡降为 1.37(见图 5、图 6)。根据地勘报告,允许渗流坡降为 0.15,不满足渗透稳定的要求。

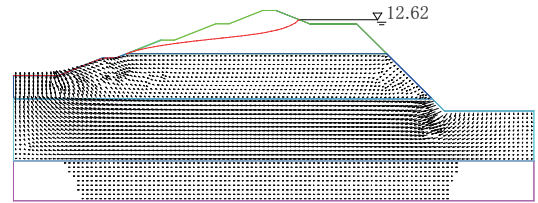


图 5 流速矢量图

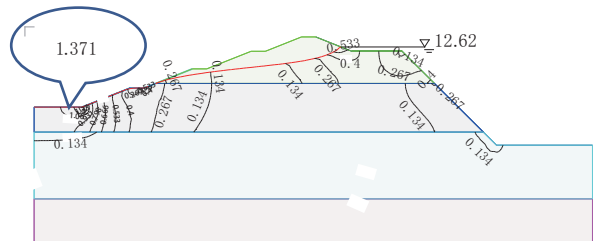


图 6 水力坡降等值线图

(2)搅拌桩长 25 m,打入③₂粉砂层 14 m。

对搅拌桩桩长 25 m,打入③₂粉砂层 14 m 情况进行计算,江堤侧渗流逸出处最大水力坡降为 1.19(见图 7、图 8),不满足渗透稳定的要求。

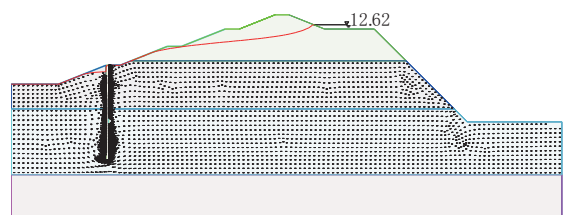


图 7 流速矢量图

(3)搅拌桩围封后渗流计算。

③₂粉砂层为中透土层,层底高程 -26.45 m,④₁

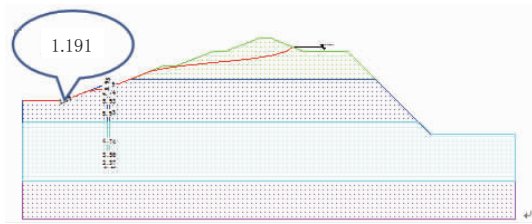


图8 水力坡降等值线图

粉质黏土夹黏质粉土层为弱透水层,层底高程-35.45 m。本次采用D850@600单排三轴搅拌桩打入④₁层,桩长31 m,桩底标高-27 m。搅拌桩围封之后无渗流逸出口,满足规范要求,计算结果见图9、图10。

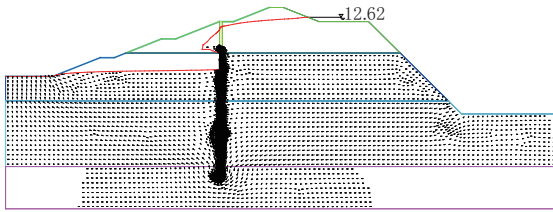


图9 流速矢量图

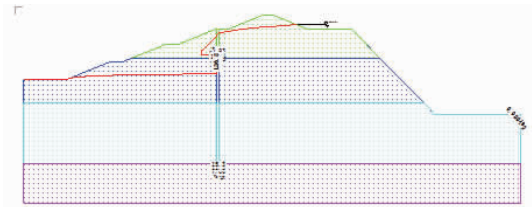


图10 水力坡降等值线图

4.2 降水

基坑的截渗与降水密不可分,根据上述截渗方案进行管井布置。按潜水非完整井^[2]、降低基坑地下水位至底板以下0.5 m计算。本次管井底高程-20.0 m,位于③₂粉砂层,按潜水非完整井计算,泵闸主基坑面积8 545 m²。

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln(1 + \frac{R}{r_0}) + \frac{h_m - l}{l} \ln(1 + 0.2 \frac{h_m}{r_0})}$$

$$h_m = \frac{H + h}{h}$$

式中: H 为潜水含水层厚度; h 为降水后基坑内的水位高度; s_d 为基坑地下水水位的设计降深; k 为渗透系数; R 为降水影响半径 $R=2s_d\sqrt{kH}$; r_0 为坑等效半径 $r_0=\sqrt{\frac{A}{\pi}}$; l 为滤器进水部分的长度。

本工程中泵闸主基坑面积8 545 m²,管井底高程为-20.0 m时, $Q=2\ 745\text{ m}^3$ 。管井的单井设计出水能力 $q_0=120\pi r_s l^3\sqrt{k} = 245\text{ m}^3/\text{s}$ 。所需降水井数量 $n=1.1\frac{Q}{q} \approx 13$ 。在实际施工过程中,施工单位严格按照设计要求进行围封搅拌桩及降水井的布置。在降水井运行1个月之后,水位能满足设计要求。同时,基坑外土体未出现明显的沉降。由此可见,搅拌桩深入④₁粉质黏土夹黏质粉土层,可有效截断周边地下水。

5 结论与建议

透水性土层的处理是基坑工程防渗的重点和难点,本文以海港引河南闸站为例,采用有限元方法分析不同方案下的基坑边坡水力坡降,根据计算结果可知:

- (1)边坡、地基土含透水性土层的基坑开挖防渗处理采用围封搅拌桩+管井降水方案可行。搅拌桩伸入相对不透水层,基坑范围内采取相应降水措施时,基坑工程地下水位能满足设计要求,同时周边土体不会产生明显沉降。
- (2)施工过程中应按照《建筑基坑工程监测技术规范》加强对基坑相关项目的监测,保证基坑安全。

参考文献:

[1] 周广平.加强排涝站深基坑防渗围封设计研究[J].水利建设,2015(5):241-242.
[2] JGJ 120—2012,建筑基坑支护技术规程[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com