

固镇枢纽的淤泥地基处理

16

王晓光

TV223.22

TV223.23

56-57, 59 (安徽省水利厅水电基建局, 安徽 合肥 230022)

摘要:在淤泥及淤泥质土上施工固镇水利枢纽时,根据各部位地基的软弱程度,采取打振冲碎石桩、混凝土灌注桩、换基,控制加荷速度、减重禁震缓坡,改设计等多种办法进行地基加固处理,取得了经济而安全的效果。

关键词:软弱地基;承载力;振冲碎石桩;混凝土灌注桩

中图分类号:TV233;TU447

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)05-0056-02

浍河(淮河支流)在安徽固镇县城南与蚌—徐公路交汇,河宽逾300m。左岸有一9孔节制闸,闸南是拦河土坝。1994年起,在拦河土坝右端兴建了一座VI-3级船闸,闸室长86m,宽8m,航道底宽20m。在拦河土坝位置兴建了12孔新节制闸,它与加固后的老闸一起,可过排涝流量近 $1000\text{ m}^3/\text{s}$ 。船闸、新节制闸及原9孔节制闸三闸连成一体构成枢纽工程,是一个具有排涝防洪、蓄水灌溉兼航运的综合水利工程。

枢纽工程施工时遇到的最大问题是地基中有很厚极软弱的淤泥。初步设计文件明确指出:新闸闸身位置上部系近期堆积的淤泥质轻、中壤土,厚度达7m。施工虽可清除一部分,但闸槛下仍有2~5m。该土属欠固结土层,结构松软、含水量亦大,呈流塑-软塑状,具有透水性差、压缩性大、承载力低、在短期内不易固结等特性。不经处理不宜作天然地基。

施工时采用振冲碎石桩、混凝土灌注桩、换砂、换土并掺石灰加固基础,还采用了挤淤、压淤、慢加荷载、减小施工荷载及禁震、缓坡等措施,特别是根据各处可承载量改荷载布置“避重就轻”,允许可接受的均匀沉降,将闸底板直接置于自然地基上,取得了经济而可靠的效果。

1 围堰施工

在比较了多个导流方案以后,采用先做船闸,同时以老闸导流,二期工程用船闸导流的经济方案。工程从高程为14.50m的滩地取土筑船闸围堰,但当填筑到2m高时围堰发生坍塌,速度虽然缓慢,但发展严重,致使围堰内坡发展到1:8,外坡达1:12,并伸进河槽。

分析认为,该淤泥抗剪强度极差,采取以下措施:①请勘测人员对该淤泥进行试验;②在内坡作压淤平台,宽40m,把围堰后移10~15m;③限制围堰的上升速度小于 0.5 m/d 。但当筑高到17.50m高程时,外坡又出现滑坡。当时已是5月中旬,到了淮河流域的汛期。于是采取在堤顶后部筑小断面土埂挡水,顶高平设计最高洪水位。6月份开始在堤后船闸翼墙基础打碎石桩,加固后再在堤上增厚加高。

新节制闸筑围堰时,注意到船闸围堰出现的严重坍塌情况,分两期进行:第一期按冬季枯水期设计水位填筑,上下游均筑到16.00m高程,平春季设计水位,待堤身稳定后再加高;第二期根据淤泥挤出的范围,下游围堰后移到防冲槽以下60m处。上游围堰因要与船闸围堰连结,只得仍填在淤泥上。当填筑到16.00m高程时,挤出的淤泥呈流塑状,内坡达1:15。虽然也在内坡筑了压淤平台,以阻止淤泥向闸基滑动,但使上游护坦挖基量加大很多。

补充勘测表明,该地段淤泥层即第二层为极软(流塑状)的淤泥及淤泥质土,呈灰色,属高压缩性土,层厚4.2~7.5m,层底高程7.4~10.4m,静力触探比贯入阻力 p_s 值为170~430kPa,加权平均值243kPa,十字板不排水抗剪强度 c_u 值一般在3.9~21.82kPa范围内,其平均值为10.0kPa,根据野外十字板所测原状土及扰动土强度,计算出淤泥质土灵敏度为1.47~4.84,属中等灵敏度土。

原钻孔揭示的土层自上而下为:第一层为填土,以重粉质壤土为主,土质松软,均一性差,厚度3.5~6m,属高压缩性土层。第三层为粉质粘土夹中粉质壤土,棕黄色,含少量铁锰质,土质较松软,标准贯

作者简介:王晓光(1942—),男,安徽舒城人,高级工程师,从事水利水电工程施工工作。

入试验锤击数为6击,厚度2.3~3.5m,可塑状,属中偏高压缩性土。

2 振冲碎石桩

船闸上游翼墙及铺盖下为原河槽,是该工程最软的地基。根据设计意见,采用碎石桩加固,共打振冲碎石桩382根,桩径0.9m,进尺5174m。桩长以穿透淤泥及淤泥质土层进入中~粉质土层(第三层)为原则。翼墙下采用三角形布置,桩距1.5m,行距1.0m,桩长5~10m。护坦下采用矩形布置,桩距1.5m,行距2.0m,桩长5~8m。

制桩时控制振冲器造孔正常水压400~600kPa,水量200~400L/min。接近孔底时水压为100kPa,水量为200L/min。控制造孔贯入速度1.0~1.5m/min,清孔速度4~5m/min。清孔后泥浆比重宜在1.20左右,留振时间15~20s。振密电流50~55A。

经过对两个单桩复合地基的垂直静载荷试验,表明碎石桩与周围地基形成的复合地基的承载力提高了3~5倍。两试验点的单桩复合地基,按其相对变形 $S/b=0.015$ 考虑,其承载力基本值为106kPa和81kPa。

3 混凝土灌注桩

新节制闸右岸岸墙及相邻的上游圆弧挡土墙下也是老河槽,经研究采用钢筋混凝土灌注桩加固。桩长10m(底板以下长7m为钢筋混凝土,再下长3m为混凝土),直径0.8m,共28根,其中岸墙17根,翼墙11根。

制桩前,填筑施工平台,以使桩机可进场;并打了深试孔桩,以取得控制性数据。制孔时,控制钻进速度1.5~2.5m/h,不断地往孔内注射经沉沙池沉淀后的稀浆,并配以原土造浆护壁、排渣,辅以碎石子护壁;采取循环泥浆清孔,所用泥浆的各项性能指标随钻孔、清孔过程而变。完钻清孔内泥浆指标须达到:比重1.15~1.25;粘度18~22s;含砂率小于或等于4%~8%。灌注时混凝土面的上升速度均大于2m/h,灌注充盈系数为1.02~1.30,无缩径和露筋现象。

为防止震动破坏桩与基础的连结,在保证桩伸入基础的情况下,超浇的柱长用静态破碎剂剥离,不允许放炮或撞击。

4 换基

a. 换砂。新节制闸右岸下游翼墙系浆砌块石,顶高程18.10m,荷载较大,其基础也处于老河槽的淤泥质土上。鉴于其厚度较小(在1.5~2.0m之间),施工时,采用冲塘机将这层淤泥剥去,换填中粗

砂。换砂时,按每层厚30cm铺填,控制其砂在其最佳含水率状态,用平板振捣器振实。

b. 换土(及石灰)。新节制闸上游铺盖下南段亦为淤泥。在填筑围堰时,被压淤泥逸入表层。砌筑铺盖前挖土至设计开挖高程,再向下挖1m深,并当即回填灰土。这种灰土是用石灰和壤土按2:8的比例掺合的,掺进石灰的目的在于吸收一部分水份,且起固结作用,以提高其整体强度。在压实的灰土上按设计图砌筑厚0.3m的干砌块石后,隔日有隆起,使干砌石呈波状表面。于是将砌石厚度由0.3m改为0.5m,由于加厚增重压制了隆起,遂稳定平整。

5 慢加荷载

在施工开始,填筑船闸上游围堰时,就采取了填填停停,放慢加荷载的办法。该工程施工中曾发生过这样的情况:在船闸上游有段翼墙在墙内填土时,因未按慢加荷载的要求施工,填土稍快,结果这段墙顶在分缝处,错位达10cm。因此在淤泥及淤泥质土上,特别是在河槽段,回填土的速度必须控制、放慢进行。

6 减重禁震缓坡

位于两闸间的导航堤,尽管一开始就采取了逐步加荷的方法,总是时有隆起,经历了几个月才稳定下来,为保证其稳定,施工时堤上严禁堆放块石等建材以减少压重,施工中还严禁施工车辆上去,以避免震动而引起坍塌。

船闸上游护坡,在砌好干砌块石数日以后,有波状隆起。只好拆砌石、挖土,放缓边坡;有的甚至几次放缓,直至1:7时才稳定下来。

7 修改设计

初步设计船闸的下闸首与节制闸在同一轴线上,这样船闸闸室全落在老河槽最软弱的淤泥上,当围堰筑至2m高时就严重坍塌。在补做了此地的十字板不排水剪力等试验取得数据后,即将船闸向下游平移86m,使船闸的上闸首与节制闸在同一轴线上。

尽管初步设计文件明确提出“新节制闸闸身位于淤泥质土上,不经处理不宜作天然地基”,但经设计人员认真计算、反复论证认为,其上部近期堆积的淤泥,在原土坝的荷载作用下已达20年,起到了提高其强度的作用;再者,即使沉陷量稍大,应该是均匀的。于是大胆地修改了“新节制闸下地基要处理”的方案,仅作自然地基使用,也就是闸底板做在未经处理的天然地基上。此举为工程节约了大量的资金,取得了很好的经济效益。

(下转第59页)

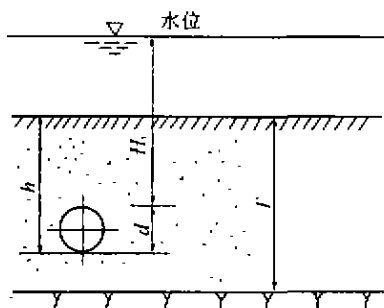


图1 渗管出水量计算示意图

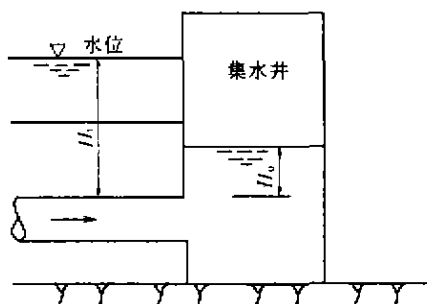


图2 渗管与集水井连接示意图

1.4 人工滤层设计

a. 断面形式. 人工滤层的断面形式为倒梯形断面, 如图3所示.

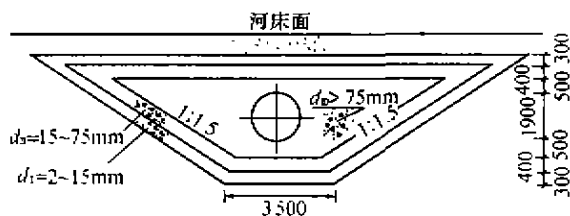


图3 渗管人工滤层断面图

b. 人工滤层底宽的确定. 据有关资料, 人工滤层底宽一般为 $D + 1.5m$ (D 为滤水管外径). 本工程考虑滤水管安装施工等问题, 取滤层底宽为 $3.5m$.

c. 人工滤层上口宽的确定. 根据文献[1]提供的公式:

$$B = \frac{Q}{Lv_g} \quad (2)$$

式中: B 为人工滤层上口宽, m ; v_g 为渗透速度, m/h .

经计算, 本工程 B 为 $15.74m$, 考虑人工滤层施工铺设过程中, 河床砂的边坡稳定问题, 取 B 为 $16.4m$.

d. 人工滤层滤料粒径计算. 根据文献[1]提供的公式进行计算. 与含水层相邻的第一层滤料粒径为

$$d_I = (7 \sim 8) d_i \quad (3)$$

式中 d_i 为含水层的颗粒计算粒径, mm .

第二层人工滤料粒径为

$$d_{II} = (2 \sim 4) d_i \quad (4)$$

因含水层为中粗砂, 取 $d_i = d_{30}$, d_{30} 为小于该粒径的颗粒占总重量 30% 时的颗粒粒径, mm .

本工程采用的第一层滤料粒径为 $2 \sim 15mm$, 第二层滤料粒径为 $15 \sim 75mm$.

2 渗管运行情况

该工程于 1997 年 2 月竣工投入运行, 渗管出水量基本满足工程设计要求, 供水水质经分析测试, 色度小于 15 度, 浑浊度汛期为 5 度, 非汛期为 3 度, 无肉眼可见物, 无嗅无味.

3 渗管设置应注意的几个问题

a. 河床淤塞. 河床淤塞对渗管的取水效果影响极大, 因此, 渗管位置应选择在不易淤积或淤积程度轻的靠近主流河段. 如果选在冲刷强度与淤积速度相等的河床下, 就不需要经常清理河床, 而使渗管取水效果最好.

b. 河床稳定. 渗管应布设在河床比较稳定的河段, 滤水管的埋设深度应考虑汛期洪水对河床冲刷问题, 避免人工滤层遭受破坏, 影响渗管的正常运行.

c. 冬季结冰. 含水层冻结或河床水面大面积结冰, 对渗管的取水效果有一定影响, 因此, 冬季结冰在渗管设计及工程管理运行中应予以考虑.

d. 渗管施工. 渗管在施工过程中应严把质量关, 若人工滤料级配不良, 铺设尺寸不足, 滤水管埋设位置不准确等问题, 均影响渗管的取水效果.

参考文献:

- [1] 戚盛豪, 汪洪秀. 给水排水设计手册[Z]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1986. 208.

(收稿日期: 1999-03-29 编辑: 张志琴)

(上接第 57 页)

8 结 语

固镇枢纽遇到了极软弱的地基, 施工中根据各部位的软弱程度和测试的指标, 采取不同的处理方法, 取得了良好的效果. 安徽省水利质量监督中心站在进行分部工程、隐蔽工程验收时, 评定三闸基础部分 82 个单元工程全部合格, 其中 74 个为优良, 基础及整个工程质量为优良. 通水前后两次测量数字表明: 船闸的闸室、上下闸首及翼墙和新节制闸闸室、墩、墙的沉降量为 $2.6 \sim 11.6cm$, 符合设计要求.

至今固镇枢纽已经运行 3 年多, 不仅经历了多级验收, 还在全部完工后 1 月遇上了强降雨: 1996 年 7 月 15 日闸上最高水位达 $18.96m$, 与闸上校核水位仅差 $0.19m$, 工程各部位安然无恙, 证明工程是安全的. 可见, 固镇枢纽对极软的淤泥地基的多种处理方案是适合的. (收稿日期: 1999-05-18 编辑: 熊水斌)