

引江济淮菜子湖湖区 航道工程软地基处理研究

邵鹏飞, 刘华, 向征平

(长江宜昌航道工程局, 湖北 宜昌 443001)

摘要: 本文以引江济淮(安徽段)菜子湖湖区航道工程为依托, 针对湖区圩堤填筑与圩堤堤顶道路工程施工中软土地基现状, 分析了软土地基对圩堤建筑物的不利影响, 提出了对圩堤软土地基的处理方法, 并以此方法成功指导本工程施工作业, 对类似工况条件下软土地基处理有一定的借鉴或指导作用。

关键词: 引江济淮; 软土地基; 处理方法; 研究

中图分类号: U615

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 02—0096—03

圩堤地基是圩堤土体填筑及堤顶道路建设的基础, 在一定程度上决定着整个圩堤恢复工程及堤顶道路的质量。如何对圩堤软土地基进行处理, 改善地基土的工程特性, 达到满足圩堤建筑物对地基稳定和变形的要求, 是关系到圩堤整体稳定性和安全性的课题。笔者为参与此工程施工的管理者, 围绕如何改善地基土的变形特性和渗透性, 提高地基土的抗剪强度和抗液化能力, 探索和研究如何消除不良地基对圩堤不利影响的课题, 并用以指导圩堤施工, 给圩堤、公路在软土地基状态下施工以借鉴和帮助。

1 工程概况

引江济淮工程由长江下游上段引水, 向淮河中游地区补水, 是一项以城乡供水和发展江淮航运为主, 结合灌溉补水和改善巢湖及淮河水生态环境等综合利用的大型跨区域调水工程, 是集供水、航运、生态等效益的一项水资源综合利用工程。引江流量 $300\text{m}^3/\text{s}$, 入淮流量 $280\text{m}^3/\text{s}$ 。输水干线长 723km, 自南向北可划分为引江济巢、江淮沟通、江水北送三大工程段落, 共设八大节制枢纽。

引江济淮工程是国务院批复的《全国水资源综合规划(2010—2030)》及其附件《长江流域及西南诸河水资源综合规划》和《淮河流域及山东半岛水资源综合规划》等规划均列为流域重大水资源配置工程; 引江济淮工程也是国务院批复的《长江流域综合规划》和《淮河流域综合规划》中列入的长江流域南水北调主要线路之一, 2013年9月, 交通运输部与上海、江苏、安徽等省(市)签署的《长江水运发展若干重点工作合力推进协议》中明确提出将引江济淮作为部省合力推进的重点建设航道项目: 结合引江济淮工程, 协调拓展通航功能, 推进通航设施建设, 进一步优化完善区域航道网络布局。该

工程是解决淮河中游水资源短缺、支撑淮河流域和中原经济区发展的重要战略水源工程, 也是促进区域协调发展的重要水运通道之一。工程建设符合国家相关产业政策, 是《产业结构调整指导目录》(2011年本)中鼓励类水利项目。

工程实施后向安徽省的巢湖周边、沿淮及淮北地区和河南省东南部的周口、商丘部分地区城乡生活及工业生产供水, 保障 5117 万人饮水安全和煤炭、火电等重要行业用水安全, 结合改善巢湖周边、沿淮及淮北地区等输水沿线地区的农业灌溉补水条件, 退还长期被挤占的农业灌溉用水。结合引江济淮工程的实施, 沟通江淮水系, 构建淮河水系第二条航运入江主通道, 实现淮河航道网与长江航道网互联互通, 促进长江经济带与中原经济区的协调发展。

长江宜昌航道工程局有幸参与引江济淮工程(安徽段)引江济巢段菜巢线 C002(菜子湖湖区航道)标施工。此工程起点接长河河渠段 K10+850, 终点接孔城河河渠段 K38+000。湖区航道桩号为 K10+850~K37+977, 总长 27.127km, 最低通航水位 8.1m, 设计河底高程 4.9m, 菜子湖 15 年一遇水位 13.0m。该工程主要内容为: 疏浚工程、抛泥区工程、圩堤恢复工程、道路工程、环保、水保等其他工程等。

2 工程地质

2.1 地层分布及特征

根据现场勘探野外编录资料, 结合现场调查、原位测试和室内土工试验成果, 在勘探深度范围内揭露的地层主要为第四系全新统冲积物(Q4al)、第四系中更新统冲洪积物(Q2al+pl), 下伏基岩为侏罗纪石英正长岩(J)。现将本次勘探揭露的地层按其地质时代、成因类型、埋藏深度以及岩土的工程地质特征, 自上而

下叙述如下：

①层素填土 (Q4 ml)：灰黄色、灰褐色，松散，表层含植物根茎系。该层主要分布于拟建场区圩堤上，揭露厚度 0.50 ~ 5.00m，层顶高程 7.80 ~ 13.50m。

②层粉质黏土 (Q4 al)：灰黄色、黄褐色，软塑 ~ 可塑状态，局部偏流塑，表层含植物根茎系，局部夹粉细砂。该层分布于大部分场地，揭露厚度 0.30 ~ 4.00m，层顶高程 5.90 ~ 10.30m。

③层淤泥质粉质黏土 (Q4 al)：青灰色、灰黑色，流塑，局部夹砂。该层分布于整个场地，揭露厚度 1.70 ~ 10.40m，层顶高程 3.70 ~ 9.10m。

③₁层粉砂：青灰色、灰黑色，饱和，稍密状态，局部夹淤泥质粉质黏土。该层零星分布，揭露厚度 0.80 ~ 4.00m，层顶高程 2.15 ~ 3.50m。

④层粉质黏土 (Q4 al)：灰黄色、灰褐色，可塑，局部偏硬，含铁锰氧化物。揭露厚度 1.30 ~ 8.00m，层顶高程 -3.50 ~ 4.40m。

⑤层粗砂 (Q3 al)：灰黄色、灰褐色，中密 ~ 密实，夹黏性土，局部含少量砾卵石。揭露厚度 0.10 ~ 8.00m，层顶高程 -7.10 ~ 1.50m。

⑥₁层强风化泥质砂岩 (K)：紫红色，泥砂质结

构，中厚层构造，呈胶结砂状、黏土状，节理、裂隙发育，岩性软，手捏易碎，取芯率较高，局部夹强风化砂质泥岩。揭露厚度 0.70 ~ 9.10m，层顶高程 -8.20 ~ -1.20m。

⑥₂层中风化泥质砂岩 (K)：紫红色，泥砂质结构，厚层构造，岩芯呈柱状，节理、裂隙较发育，完整性好，手捏难碎，取芯率高，局部为砂质泥岩。揭露厚度 0.50 ~ 3.00m，层顶高程 -9.80 ~ -1.00m。

2.2 陆域开挖的岩土施工分级

根据《水运工程岩土勘察规范》(JTS133-1-2013)、《内河航运水工建筑工程定额》(JTS275-5-2014)，对拟开挖岩土的工程等级进行确定，见下表 1，陆域开挖的岩土施工分级。

2.3 各土层物理力学指标

有关圩堤恢复工程中圩堤填筑土体验算需要的岩土层力学指标通过室内试验及野外标贯指标综合确定 (见表 2)。

3 软地基处理工程—圩堤恢复工程结构

圩堤恢复工程总长 4.0km，主要工程内容包括挖方、填筑土堤、堤后填塘、护岸工程等。其圩堤结构见图 1 和图 2。

表 1 陆域开挖的岩土施工分级

层序	岩土类别	岩土施工级别	标贯击数 (N)	液性指数 I
①层素填土	普通土	II	/	/
②层粉质黏土	普通土	II	7.4	0.90
③层淤泥质粉质黏土	松土	I	2.9	1.70

表 2 各土层物理力学指标表

	直剪				重力密度	压缩系数	压缩模量
	内摩擦角 φ_q (度) (快剪)	粘聚力 C (kPa) (快剪)	内摩擦角 φ_c (度) (固快)	粘聚 C _c (kPa) (固快)	γ (kN/m ³)	a (1/MPa)	E _s (MPa)
①层素填土	*10.0	*18.0	*12.0	*23.0	18.9	0.373	5.05
②层粉质黏土	10.2	17.7	9.1	17.8	18.2	0.530	4.77
③层淤泥质粉质黏土	8.9	10.3	7.4	16.2	17.4	0.637	4.17
③ ₁ 粉砂	*25.0	*6.0	/	/	*19.0	/	*E ₀ =8.00
④层粉质黏土	16.0	30.7	17.6	37.2	19.5	0.196	9.80
⑤层粗砂	*40.0	/	/	/	*20.5	/	*E ₀ =25.00

注：此表为物理力学指标统计值结合规范与实践经验而综合的数值，(*)的取值为建议值，表中指标是根据整个场地综合考虑所得。E₀为变形模量。

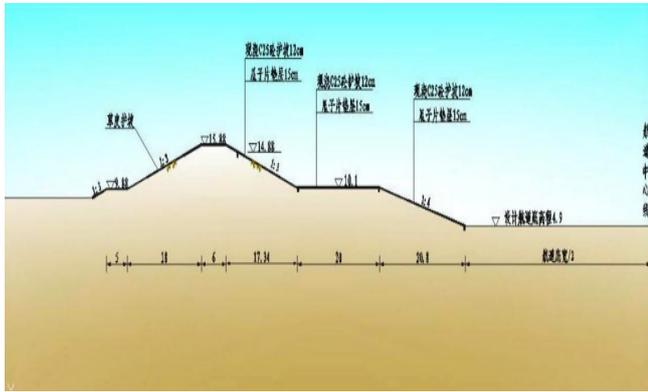


图1 新建圩堤护岸结构图(一)

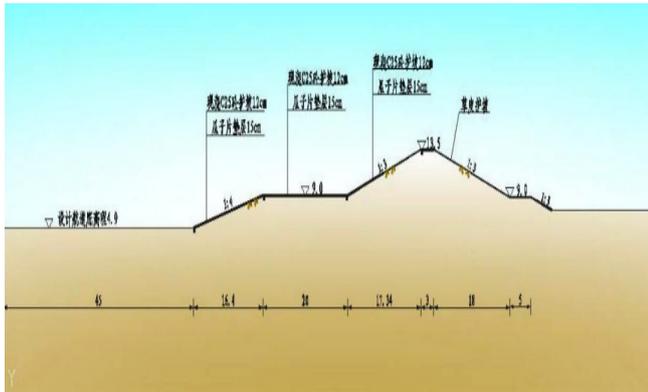


图2 新建圩堤护岸结构图(二)

本项目4km新建圩堤工程,左岸新建圩堤(对应航道桩号K10+850~K11+850)防洪标准近期采用20年一遇,相应堤防等级为4级;其余段新建圩堤均按等外圩堤标准设计。

本工程为压实土堤,堤高度在6m左右,考虑堤基土层土质因素,取50cm。其取土区为此工程抛泥区。地质情况与圩堤区地质结构相同。

4 圩堤填筑软土地基处理方案

由表1可知,③层淤泥质粉质黏土标准贯击数为2.9,小于4;由表2-2可知,土层各项指标看,属于正常固结图范围,但①层素填土、④层粉质黏土压缩系数分别为0.373、0.196MPa,属于软土地基(正常固结土0.5~1.5MPa)。

菜子湖施工区在2020年夏天遭遇百年一遇特大洪水,持续时间长。地表和地表以下土层均为饱和土。具有抗剪强度低,压缩性能高、天然含水量大等特点。

4.1 软土地基对圩堤建筑物的不利影响

4.1.1 饱和土对圩堤的影响

圩堤施工范围内的地基长期在菜子湖护底,假如不采取措施,在圩堤堤身填筑荷载作用下,圩堤将出现不均匀沉降,导致圩堤地面开裂。

4.1.2 剪切力对圩堤的影响

圩堤因软土地基,导致圩堤边坡出现土体隆起状态。另外,土体出现沉降时,会导致圩堤整体滑动。

4.2 对圩堤软土地基处理方案

4.2.1 地表排水、清淤

针对圩堤施工区现状,圩堤地基长期在菜子湖湖区水下,在施工区首先排水,其设备采用10台QY260-8-7.5油浸式潜水电泵,沿旧围堰将圩堤地基范围水排放到菜子湖,再利用泥浆泵将圩堤地基表层淤泥清除。

4.2.2 碾压、开挖沟槽、回填砂砾

待地基能承载履带式压路机时,利用机械设备对圩堤地基进行碾压;利用挖掘机沿圩堤中心线开挖0.5×0.5m(宽×深)的沟槽,沟槽间距10m;再在沟槽中回填砂砾,形成盲沟。

机理:通过排水,降低地表土体含水量;通过碾压,降低软体土体的压缩性,提高软体地基的强度;而沟槽内的砂砾为透水性好的材料,使沟槽起到盲沟的作用,改变软土地基的土体特性。

经过施工实践,对圩堤地基采取的这些措施,经过对地基土体的实验检测,土体的特性:如粘聚力、重力密度、压缩系数和压缩模量等都在正常固结土范围内。根据菜子湖工程圩堤填筑工况,采取的改善软土地基的措施正确,可以给湖区、河流上修筑圩堤、公路提供借鉴和帮助。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利行业标准.《堤防工程施工规范》(SL260-2014).中国水利水电出版社,2014.
- [2] 中国建筑科学研究院.《建筑地基基础设计规范》.北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [3] 交通部第一公路勘察设计院.《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》.北京:人民交通出版社,1996.
- [4] 殷宗泽、龚晓南,《地基处理工程实例》.中国水利水电出版社,2000.
- [5] 翁春旭,处理软土地基排水固结法的技术经济分析.2000.