

# 橡胶坝含砾粗砂地基翻压处理施工实践

上官振鑫, 朱旺发, 宋珂欣

(临沂水总建设集团有限公司, 山东 临沂 276000)

**【摘要】**目前, 软弱地基处理技术已日趋成熟, 对浅层可液化的土层, 可通过表层振动夯实、换填等方法进行治理; 对于深层可液化的土层, 可采用振冲、强夯、围封、设置砂石桩加强堤基排水等措施进行治理。文章通过分析软弱砂砾地基的物理力学性能, 提出翻压的处理方法, 可有效解决河堤基础承载力不足、地震液化、不均匀沉降、渗透破坏等问题。

**【关键词】** 龙王河橡胶坝; 地基翻压; 基础处理; 基坑开挖

**【中图分类号】** TV644

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1009-6159(2025)-04-0013-03

## Construction Practice of the Turning and Pressing Treatment of the Gravelly Coarse Sand Foundation of the Rubber Dam

SHANGGUAN Zhenxin, ZHU Wangfa, SONG Kexin

(Linyi Shuizong Construction Group Co., LTD., Linyi, Shandong 276000, China)

**Abstract:** The technology for treating soft foundations has become increasingly mature. For shallow liquefiable soil layers, treatment methods such as surface vibration compaction and replacement can be adopted; for deep liquefiable soil layers, measures such as vibroflotation, dynamic compaction, enclosure, and the installation of sand and gravel piles to strengthen the foundation drainage can be used. This article intends to analyze the physical and mechanical properties of the soft gravel foundation and propose the treatment method of turning and pressing, which can effectively solve the problems such as insufficient bearing capacity of the river embankment foundation, seismic liquefaction, uneven settlement, and seepage failure.

**Key words:** Longwang River rubber dam; Foundation turning and pressing; Foundation treatment; Foundation pit excavation

龙王河橡胶坝总宽度 123.40 m, 建成后正常蓄水位 39.50 m, 一次蓄水量 51 万  $m^3$ , 上游回水长度 2.4 km。由于坝基下伏强透水性的含砾粗砂, 上下游贯通, 形成了渗漏通道, 渗漏形式为单层透水结构。左右坝肩存在强透水性的含砾粗砂, 上下游贯通, 存在绕渗问题, 高水位时, 存在渗透变形可能。由地质报告可知, 坝基坐落于含砾粗砂上, 下部为全风化变粒岩和强风化变粒岩。文章通过科学优化施工方案, 针对含砾粗砂基础翻压处理展开论述。

## 1 方案分析

### 1.1 地层岩性

龙王河在该处主要地貌为主河床、漫滩, 钻

探深度范围内揭露地层自上而下:

[A]层填土( $Q_s$ ): 土质为砂质壤土, 含砾粗砂或风化层。在左、右岸浅层均有出露, 发现厚度 0.30~2.00 m, 底部标高 36.29~39.60 m。

①层含砾粗砂( $Q_{4alp}$ ): 棕黄色, 疏松—略紧, 微湿润—饱和, 石英长石, 夹小卵石, 砂性好, 粒度中等, 研磨良好。广泛发育, 其厚度为 3.00~6.30 m, 底部为 31.95~35.24 m。

②层细砾( $Q_{3alp}$ ): 浅黄色, 饱和度中密, 夹杂小卵石, 石英长石, 粒度中等, 磨圆度中等, 石英长石。在右岸底段, 发现厚度 0.90~2.60 m, 底板高程 31.98~33.70 m。

收稿日期: 2025-01-19

作者简介: 上官振鑫(1994—), 男, 助理工程师

③层含砾壤土(Qeld):棕黄色,硬质塑砾石,含15%~25%的砾石,以石英为主,粒径一般为1~3 cm左右,夹有风化岩屑和铁锰结核,断面微光滑,干韧度中等。在右岸底段,发现厚度1.20~3.20 m,底层标高30.50~31.19 m。

## 1.2 水文地质条件

该区域内的地下水为疏松孔隙水,分布在①层含砾粗砂和②层细砾中,具有较强的渗透性,主要受到地表水、侧向径流和大气降水的补给,并通过人工进行开采和向下游排放。与河水呈互补关系,为潜水,漫滩水位埋深0.06~3.80 m,稳定水位高程35.97~36.12 m,地下水补给河水。

坝基①层含砾粗砂;②层细砾为相对透水层;③层含砾壤土、变粒岩为相对隔水层。

## 1.3 工程地质评价

### 1.3.1 液化

工程区基本地震动峰值加速度为0.15 g,液化判别标贯锤击数基准值取10,地震动加速度反应谱特征周期0.45 s,根据标贯试验锤击数复判法:①层含砾粗砂判定为液化土;②层细砾地层年代可追溯到第四纪晚更新世,因此判定其为不液化土。

### 1.3.2 渗漏

场地①层含砾粗砂渗透变形等级划分为流土,②层细砾渗透变形等级划分为过渡型。

渗透层渗漏量计算:

$$Q=KBHT/(2b+T) \quad (1)$$

式中: $Q$ 为坝基渗漏量, $m^3/d$ ;  $K$ 为渗透系数, $m/d$ ;  $B$ 为渗流宽度(坝长), $m$ ;  $H$ 为坝上、下游水头差,即 $H=H_1-H_2$ , $m$ ;  $T$ 为透水层厚度, $m$ ;  $2b$ 为坝底宽度,即坝下渗流长度, $m$ 。

通过对坝体渗漏量的分析,确定了坝体的渗漏量为 $1\ 015\ m^3/d$ ,年渗漏量为37万 $m^3$ ,属于中度渗漏量。

## 1.4 工程地质处理

考虑到高水位时,坝体存在渗透变形可能,应采取截渗措施。根据场地岩土条件,可采用混凝土防渗墙截渗配合建基面下翻压处理。左右坝肩存在强透水性的①层含砾粗砂、②层细砾,上、下游贯通,存在绕渗、渗透变形可能,采取截渗措施,根据场地岩土条件,可采用混凝土防渗墙处理。因此,在底板清底标高附近,采用混凝土防渗

隔离墙,阻断其与上、下游的渗水通道。

根据场地性质判断,该场地土壤属于中等松软,经翻压后可视为中硬地基,覆盖层不超过3 m,地震动反应谱特征周期取0.35 s。场址5 km范围内无活动断裂,地震基本烈度为Ⅶ度,地段类别可按抗震一般地段考虑。

橡胶坝建基面高程为34.00 m,基础坐落于①层含砾粗砂;①层含砾粗砂存在液化、渗漏及渗透稳定问题,不能满足建基要求,采取抗震加固及防渗处理;建基面下①层含砾粗砂厚度不大,可采取翻压处理。

1)橡胶坝基础处理。坝基础位于含砾粗砂上,下部是全风化变粒岩和强风化变粒岩,对橡胶坝底板上、下游2 m内及岸墙基础轮廓线外1 m范围内的含砾粗砂采取翻压处理,相对密度不小于0.8。

2)垂直截渗。坝基下伏强透水性的①层含砾粗砂,上、下游贯通,存在渗漏问题,铺盖前端齿墙入相对不透水层0.50 m。

3)侧向截渗。左右坝肩存在强透水性的①层含砾粗砂,上、下游贯通,存在绕渗问题。在橡胶坝铺盖段两岸进行侧向截渗,左岸截渗至泵室,右岸截渗至防汛路,下部防渗墙其底部入相对不透水层0.50 m,上部设置C30钢筋混凝土刺墙。

截渗墙及铺盖齿墙深入基岩0.50 m;截渗墙与刺墙、岸墙连接缝处外部采用低渗透性的壤土回填,厚度不小于2.0 m,两边宽度大于2.0 m,压实度大于0.94;截渗墙、刺墙与泵室连接处采用黏性土壤连接。

## 2 地基翻压处理

### 2.1 施工流程

施工准备→表土清除→基础翻压开挖→基面清理→基面验收→基础翻压分层回填→检测、验收合格→转入下一施工段。

### 2.2 地基翻压处理

基础翻压施工前,首先进行表土清除。基础翻压料开挖:按照平行、流水作业的原则组织施工,分段长度为2.0 m,翻压开挖深度按照0.3 m进行控制。根据设计要求,翻压回填尽量利用翻压开挖土方,因此开挖的土料可以就近堆放,以不影响翻压开挖施工为准。翻压过程中,使用 $1\ m^3$ 的挖

掘机,配 74 kW 的推土机,并保留 0.2 m 的保护层,通过人工开挖和修坡,清除基面浮土,验收后,再喷洒水一次。回填施工前,先进行碾压试验,无黏性土(如砂土)的相对压实度不低于 0.75,土的压实度不低于 0.94,而含砾粗砂的碾压压实度不低于 0.80。试验结束后,根据测试结果,结合实际情况,确定相应的施工和碾压工艺。翻压回填时,将开挖料用于翻压回填,对不足的土料进行内部运输,由低处起,横向分层,层层碾压。根据设计要求和碾压试验结果,控制翻填回填土的干密度和含水量。

### 2.3 换填垫层承载力检测

按照设计要求,翻压后,翻压层的承载力应在 180 kPa 以上。基础处理后,对其进行承载力测试,以保证满足设计承载力的要求。为此,本项目委托临沂正平质量检测有限公司开展了重型

动力触探检测试验。

#### 2.3.1 试验设备

重型动力触探仪 [落锤重量  $m=(53.5+0.2)$ kg,自由下落距离  $H=(76+2)$ cm,触探棒直径 42.5 mm,探针直径 74 mm,截面积 43.0 cm<sup>2</sup>,圆锥角 60°],钢卷尺。

#### 2.3.2 试验要点

采用轻型钻具钻至试验土层的标高,再连续贯入地层进行触探。让穿心锤自由下落,在土层中垂直插入触探棒,每 10 cm 深度处记录锤击数 N63.5。

#### 2.3.3 检测依据

根据《建筑地基检测技术规范》(JGJ340-2015),选取底板 10 个测点,按标准计算,坝体基础承载力标准值为 180 kPa 以上,符合设计要求,具体见表 1、表 2。

表 1 重型动力触探试验推定地基承载力特征值 fak(kPa)

N63.5(击数)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一般黏性土	120	150	180	210	240	265	290	320	350	375	400
中砂、粗砂土	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480
粉砂、细砂土	-	75	100	125	150	175	200	225	250	-	-

表 2 动力触探重型试验结果统计汇总表

序号	锤击数			承载力/kPa			规定值 /kPa	备注
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值		
1	10	5	7	≥400	≥200	≥300	≥180	坝底板
2	8	5	6	≥320	≥200	≥260	≥180	坝底板
3	9	5	7	≥360	≥200	≥280	≥180	坝底板
4	9	5	7	≥360	≥200	≥280	≥180	坝底板
5	7	5	6	≥280	≥200	≥240	≥180	坝底板
6	8	6	7	≥320	≥240	≥280	≥180	坝底板
7	10	5	7	≥400	≥200	≥300	≥180	坝底板
8	9	6	7	≥360	≥240	≥300	≥180	坝底板
9	8	5	7	≥320	≥200	≥260	≥180	坝底板
10	8	5	6	≥320	≥200	≥260	≥180	坝底板

### 2.4 施工注意事项

基坑开挖,坝体上、下游需要进行封闭式围堰施工,围堰采用河床和边滩开挖等材料,填筑材料为①层含砾粗砂,渗透性好,稳定性差,存在渗漏和抗滑稳定的问题,应采取可靠的防渗和防冲措施,采用土工膜贴坡防护,围堰迎水面坡比按 1:3.0,背水面坡比按 1:2.5 计算。根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》,该项目属于超过一定规模的危险性较大的单项工程,边坡

开挖最大深度约为 6.5 m,且施工现场附近无已有建筑物和道路,按现场地质情况,可能造成的工程风险较低。深基坑边墙为①层含砾砂和粗砂,其稳定性不高,在能满足放坡条件的情况下,应该采取放坡减载的方法。必要时应视开挖深度及规模,选择合适、有效的支护方法,例如,采取分段施工或者在基坑内设置临时加固支撑等施工支护措施。施工期间,应尽可能避免雨季施工,同时,为保证工程的正常进(下转第 22 页)