

高压喷射灌浆防渗加固技术 在温泉水库坝基防渗处理中的应用

白云

(青海省水利水电勘测设计研究院, 西宁 810008)

【摘要】 高压喷射灌浆防渗加固技术在温泉水库坝基防渗处理中选用,质量可靠,经济合理,为施工赢得了时间。

【关键词】 高压喷射灌浆 防渗加固 坝基防渗

【Abstract】 The high-pressure jet-grouting antiseepage and reinforcement technique to treat dam foundation is reliable in quality and reasonable in economy at the Hot Spring Reservoir. It buys time for construction.

【Key words】 high-pressure jet-grouting antiseepage and reinforcement antiseepage of dam foundation

0 引言

青海省格尔木市温泉水库设计坝型为土工膜防渗砂砾石面板坝,坝高 17.5m,坝长 866m,坝顶高程 3960.8m,总库容 2.55 亿 m^3 ,为迄今建在世界屋脊上库容最大的高原水库。

对于坝基砂砾卵石层防渗处理方案,原设计桩号 0+570~0+892 采用塑混凝土防渗墙施工;0+050~0+570 采用泥浆槽。由于开挖方量大,施工速度慢,工期保证不了等原因,决定改用山东省水利科学研究所开发研究的高压喷射灌浆防渗加固新技术,替代塑混凝土和泥浆槽施工方案。

高压喷射灌浆防渗加固技术是应用于构筑地下防渗墙体,修补地下构筑物,加固软弱地基的一项新技术。该项技术 1985 年通过水电部鉴定。

所谓高压喷射灌浆就是利用钻机把带有喷嘴的灌浆管钻进至土层的预定位置后,以高压设备使浆液或水成为 20MPa 左右的高压流从喷嘴中喷射出来,冲击破坏土体。当能量大、速度快和呈脉动状的喷射流的动压超过土体结构强度时,土粒便从土体剥落下来,

一部分细小的土粒随浆液冒出水面,其余土粒在喷射流的冲击力,离心力和重力等作用下,与浆液搅拌混合,并按一定的浆土比例和质量大小有规律地重新排列。浆液凝固后,便在土中形成一个固结体。温泉水库坝基防渗采用定向喷射形式,定喷时,喷嘴一面喷射一面提升,喷射的方向固定不变,固结体形如壁状,按序列顺次施工形成单体板墙,单板连接构成连续的隔水帷幕。

1 地质概况

温泉水库处于昆仑—秦岭纬向构造体系与青藏滇“歹”字型头部两大构造体系的交接部位,经受过多次大的地壳运动,新构造活动剧烈,差异性升降显著,经青海地震研究所鉴定,坝区地震基本烈度为 8 度。在坝区沟谷 870m 宽范围内,覆盖层厚约 157m,自下而上为第四系冰水沉积,湖相沉积和冲洪积沉积。冰水沉积层厚 135m,顶部高程为 3930m 左右,其上部为一层冲洪积含砾粘土、粉质粘土,厚 5m 左右,连续分布整个库区,并自下游向库区逐渐变厚,成为库区的天然防渗铺盖层,也是水库坝基的相对不透水层。该层上部至地表成因较复杂的湖相和冲洪积沉积物

作者简介:白云,男,工程师。1988年毕业于河北地质学院水文地质与工程地质系,主要从事水利水电工程地质勘察及地基基础工程施工工作。

为透水性良好易液化的砂砾石和淤泥质粉细砂层,厚6~18.5m。为本工程重点防渗处理的地层。

2 施工工艺参数的选择及施工工序

2.1 施工工艺参数的选择

高喷灌浆技术是一项新技术,被喷射地层条件多有差异,同时对喷射凝结体的要求也不尽相同,故先进行了高喷灌浆围井试验,以论证该技术的可行性,并提供适合本工程地质条件的喷灌施工参数。考虑到所形成的固结体物理力学性质指标、整体连续性、优化施工参数、节约投资、降低造价等诸多因素,所选择的施工参数见表1。

表1 施工参数值表

	项目	设计选取参数
高压泵	高压水压力	$P \geq 36 \text{MPa}$
	高压水流量	$Q = 75 \text{L/min}$
空压机	高压气压力	$P \geq 0.7 \sim 0.8 \text{MPa}$
	高压气流量	$Q = 70 \sim 100 \text{m}^3/\text{h}$
浆液	浆流量	$Q = 80 \text{L/min}$
	浆液比重 返浆比重	$r \geq 1.60$ $r_{返} \geq 1.30$
其它	摆动角	$\alpha = 25^\circ \sim 30^\circ$ 折线与轴线夹角 25°
	提速	
	孔距	2m
	连接方式 墙体厚度 深度	小折线型连接 $\geq 25 \text{cm}$ 板墙插入相对不透水层 1.5m, 终喷深度距地表 0.5m

2.2 施工工序

高喷灌浆施工工序主要分为两大部分。第一部分是造孔,主要工序是放线布孔→钻机就位→钻机调平→钻孔→封堵漏浆通道→终孔。第二部分是灌浆,主要工序是高喷台车就位→地面试喷→下喷射管→输浆→定向→喷射提升→回浆→终喷→回灌→管路冲洗→高喷台车迁移。

3 质量检测

该工程施工时间历时6个多月,共完成工程量:防渗墙轴线长750m(桩号0+100~0+850)造孔418个,平均深度9.2m,进尺5472.4m,防渗墙面积8449m²,共耗用水泥1718t。

高压喷射灌浆防渗加固施工属地下隐蔽

性施工,使用于温泉水库其主要目的是防渗。质量检测主要侧重于帷幕自身的完整性、连续性和渗透系数的测取。

(1)大开挖检测:施工结束后,沿帷幕轴线方向桩号0+057~0+690段,近600余米大开挖,开挖深度平均1~2m,个别地段3.5m。通过开挖揭示,看到墙的外表形体很好且连续,无间断现象,墙体最大厚度60cm,最小厚度20cm。上部粉细砂层凝结体表面平滑,坚硬干燥,射流状条纹清晰可辨,下部砾卵石含量高,透水性良好的地层中,凝结体连续,均匀,坚硬干燥,表面附着的砾卵石牢固,连接密实。说明墙体的完整性、连续性符合设计要求。

(2)围井注水试验:围井注水试验是检测帷幕防渗效果和测取渗透系数的有效手段。工程中共施工3组围井,分别在0+135,0+749,0+851桩号处,其中0+135处(A号)围井兼有选择、确定整个工程的施工工艺参数的作用。A号围井为正方形(见图1),边长(孔距)2m,其中一边与防渗帷幕公用(39#孔),可真实的反映帷幕的渗透系数,其余2个围井为三角形(见图2)。试验结果表明A号围井室内试验渗透系数为 $n \times 10^{-7} \sim 10^{-8}$ cm/s,另外2个围井现场常水头注水试验渗

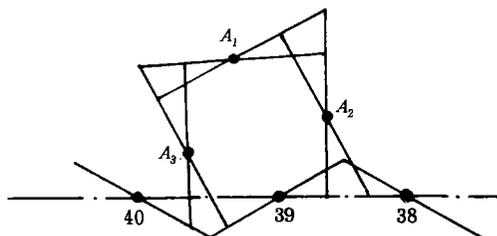


图1 A号围井示意图

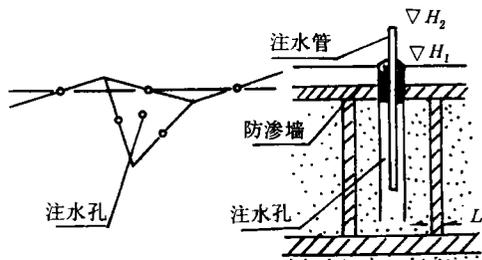


图2 围井注水试验示意图

深圳湾近岸软土静力触探与十字板剪切 试验成果相关分析

吴占寿 刘琼玲

(深圳市水利规划设计院, 深圳 518001)

【摘要】深圳湾近岸软土包括淤泥和淤泥质土,几个水利工程对它们所作的原位静力触探和十字板剪切试验成果表明,其比贯入阻力 P_s 值与不排水抗剪强度 C_u 值存在线性相关关系 $C_u = 0.0433P_s + 0.0014$ 。

【关键词】深圳湾近岸软土 比贯入阻力 P_s 不排水抗剪强度 C_u 线性相关

【Abstract】The soft soil includes the sludge and mucky soil at Shenzhen Bight. The static sounding in situ and the results of vane shearing test show that linear correlative relationship $C_u = 0.0433P_s + 0.0014$ exists between its specific penetration resistance P_s and undrainage shearing strength C_u based on a few projects of water conservation.

【Key words】soft soil at Shenzhen Bight specific penetration resistance P_s undrainage shearing strength linear correlation

0 引言

深圳湾是伶仃洋的一个内湾,自湾顶至湾口长约16km,宽约6km。深圳近岸各条河流的汇入口位于滨海地带,地形坡度极为平缓,同时,因受海水、海潮的顶托作用,水流流速减慢,其挟带的细颗粒大量沉积,形成了巨厚(深圳河口钻孔中最大厚度18m,平均8.51m)的淤泥与淤泥质土层。两者混合存在,本文将它们统称为软土。

近年来,我们承担了出口位于深圳湾近岸多条河流的地质勘察工作。统计这几个工

程软土室内试验成果,其主要物理力学性质指标平均值为:天然含水量 $W = 57.2\%$,天然密度 $\rho = 16.2\text{kN/m}^3$,干密度 $\rho_d = 10.0\text{kN/m}^3$,孔隙比 $e = 1.614$,塑限 $W_p = 31.6\%$,液限 $W_L = 53.9\%$,塑性指数 $I_p = 22.3$,液性指数 $I_L = 1.283$,压缩系数 $a_{1-2} = 1.343\text{MPa}^{-1}$,压缩模量 $E_{s1-2} = 2.14\text{MPa}$,凝聚力 $c = 11\text{kPa}$,内摩擦角 $\varphi = 7.5^\circ$,粘粒含量为45.8%,渗透系数 $K = 10^{-6} \sim 10^{-8}\text{cm/s}$ 。

由于几条河的下河段及河口软土分布广、厚度大,为查明其具体分布情况和物理

作者简介:吴占寿,男,1986年毕业于于海大学工程地质与水文地质专业。1991年毕业于武汉水利电力大学岩土工程专业,获硕士学位。现在主要从事工程勘察及软土地基处理的研究工作。

透系数均为 $n \times 10^{-9}\text{cm/s}$ (见表2)。

表2 围井注水试验成果表

井号	位置(桩号)	试验水头/cm	渗透系数 $K/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
A#	0+135	室内试验	$1.5 \times 10^{-7} \sim 1.4 \times 10^{-8}$
1#	0+749	600	(平均) 5.7×10^{-9}
2#	0+851	866	(平均) 7×10^{-9}

4 结语

(1)实践证明,温泉水库坝基防渗加固处理方案采用高压喷射灌浆防渗加固技术替代

原泥浆槽防渗及塑性混凝土防渗墙施工方法是正确的,质量可靠,经济合理。

(2)对高喷灌浆防渗板墙现场开挖、取样、室内试验以及围井注水试验检测,质量达到了设计要求。

(3)该技术有设备简单,适用性广,技术效果好,施工速度快,造价低等优点。

(4)在质量检测方面,还应辅之帷幕内外动态水位观测,抽水实验,钻探取芯等手段。

收稿日期:1998-04-11