

化学泥浆与黏土泥浆在松散地层防渗墙 施工中联合应用的技术研究

何 国 勤¹， 赵 启 强²， 郑 印²

(1.大唐乡城水电开发有限公司,四川 甘孜 627850;2.中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:以乡城古瓦水电站上游围堰混凝土防渗墙 9#、11# 槽段施工为例,针对砂砾石地层,采用化学泥浆与黏土泥浆固壁,研究、总结了其各自具有的性能及兼容性,阐述了试验数据及应用情况,可供类似工程参考。
关键词:古瓦水电站;混凝土防渗墙;化学泥浆;黏土泥浆;兼容性
中图分类号:TV7;TV52;TV543 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)02-0012-02

1 概 述

我国混凝土防渗墙施工主要使用的固壁泥浆有黏土泥浆、膨润土泥浆和化学泥浆。黏土泥浆具有可就地取材、造价低等优势,适用于砂夹卵石地层;膨润土泥浆具有悬浮、携带钻渣、提高钻进效率等优势,适用于砂层、砾卵石地层;化学泥浆具有用量少、黏度大等优势,适用于易塌孔、易产生沉渣的粉土、粉质黏土及粉砂等地层。

古瓦水电站位于四川省甘孜藏族自治州乡城县境内,大坝上游围堰采用混凝土防渗墙结合帷幕灌浆防渗,地层以砂砾石及孤石为主。围堰防渗墙施工轴线长约 50 m,设计墙顶高程为 3 286 m,防渗墙设计墙厚 80 cm,预估工程量为 1 210 m²。本课题以古瓦水电站上游防渗墙施工为依托进行研究,通过在施工过程中将化学泥浆与黏土泥浆混合使用,解决了在砂砾石层与孤石地层条件下黏土泥浆护壁存在的泥浆制备繁琐、稳定性差、回收率低且难度大、废浆多、易塌孔、处理成本高、孔底沉渣厚、清孔质量较难保证等难题。介绍了课题的研究与应用过程。

2 研究课题

- (1)课题目标。在保证工程施工质量的前提下,寻找最适宜该地层施工的泥浆配比及使用方方法,加快施工进度,降低施工成本。
- (2)研究方法。通过室内对比试验,得出化学泥浆与黏土泥浆的最佳配合比,再进行现场试验,试验后经检验验证该方法的合理性和可靠性,同时对试验中出现的一些问题加以改进和完善。

3 课题的实施及取得的成果

3.1 试验材料的选取

试验选取的化学泥浆为高分子聚合物,呈白色粉状,无毒、无味,对环境无危害。根据不同地层,推荐泥浆粉在水中的添加比例:0.01%~0.1%(表 1)。

表 1 化学泥浆粉使用说明表

地层状况	泥浆粉 /kg·(100 m ³ 水) ⁻¹	漏斗黏度 /s
黏土与页岩	20~60	17~19
淤泥细砂到中砂	30~70	18~22
粗砂、较小的砾石	40~90	20~30
卵石	90~120	30~38

试验直接选取施工现场的黏土配置黏土泥浆。新制黏土泥浆性能指标需满足以下条件:密度为 1.15~1.25 g/cm³、漏斗黏度为 18~25 s、含砂量≤5%。

3.2 化学泥浆和黏土泥浆的室内配比试验及取得的结果

- (1)黏土泥浆基浆配比试验。
配置黏土含量为 10%、15%、20%、25%、50%的黏土泥浆,静置 24 h 后进行性能测试。测试结果见表 2。
试验观察以及对表 2 进行的数据分析:
直接取用施工现场的黏土,该黏土的塑性指数为 25.6,配制的黏土泥浆黏度低,含沙量大,失水量大,搅拌后静置很短的时间即出现了分层现象,随着黏土量的增加,失水量下降明显,初步判断施工现场的黏土无造浆能力。
- (2)化学泥浆基浆配比试验。

表 2 黏土泥浆性能测试结果表

序号	黏土加量 /%	性能指标										
		P / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	T /s	η_A / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	η_P / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	T_0 /Pa	Θ_{10} /Pa	失水量 / $\text{mL} \cdot (30 \text{ min})^{-1}$	泥饼厚度 /mm	pH	胶体率 /%	含砂量 /%
1	10	1.01	16.3	2	1.5	0.5	0	160	2	13	20	3.53
2	15	1.06	17.1	2.5	2	0.5	0	136	5	13	26	5.34
3	20	1.08	17.3	3.5	3	0.5	0	96	8	13	34	6.67
4	25	1.08	17.2	4	3.5	0.5	0	68	8	13	41	8.91
5	50	1.15	27.8	9	7	2	0	56	8	13	46	16.67

试验选取的化学泥浆粉按 0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.1%加量配制各 1 L 泥浆,配制

好的泥浆静置 24 h 后进行性能测试,测试结果见表 3。

表 3 化学泥浆性能测试结果表

序号	W 粉 纯碱		性能指标									
	/g	/g	P / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	T /s	η_A / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	η_P / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	T_0 /Pa	Θ_{10} /Pa	失水量 / $\text{mL} \cdot (30 \text{ min})^{-1}$	泥饼厚度 /mm	pH	胶体率 /%
1	0.2	0.1	1	20.8	2	1.5	0.5	1	完全漏失	无	7	100
2	0.4	0.2	1	25.8	3	2.5	0.5	1	328	无	7.2	100
3	0.6	0.3	1	27.2	3.5	3	0.5	1	240	无	7.4	100
4	0.8	0.4	1	27.2	4.5	3.5	1	1	248	无	7.7	100
5	1	0.5	1	27.4	5	4	1	1	260	无	8	100

通过试验观察和对表 3 的数据进行分析得知:
该试验选用的化学泥浆粉加入清水中能快速水化分散,形成的胶体溶液黏度大、掺量小;随着化学泥浆粉的增加,浆液漏斗黏度增加,表观黏度、塑性黏度和动切力有规律增大。

取配方为水+50%黏土的黏土泥浆与化学泥浆粉含量 0.1%的化学泥浆按照 1:0.4、1:0.6、1:0.8、1:1 的比例混合,配制 4 组混合泥浆,每组 1 L,搅拌 30 min 后进行性能测试,测试结果见表 4。

(3)化学泥浆与黏土泥浆的兼容性试验。

通过试验观察和对表 4 中的数据分析

表 4 黏土泥浆与化学泥浆混合浆液测试结果表

序号	混合比例 /%	性能指标										
		P / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	T /s	η_A / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	η_P / $\text{mPa} \cdot \text{s}$	T_0 /Pa	Θ_{10} /Pa	失水量 / $\text{mL} \cdot (30 \text{ min})^{-1}$	泥饼厚度 /mm	pH	胶体率 /%	含砂量 /%
1	1:0.4	1.09	59.4	30	34	1	1	42	3	12	99	12.01
2	1:0.6	1.05	64.2	32	29	3	1	36	3	12	99	10.02
3	1:0.8	1.02	75.4	24	19	5	1	40	2.5	12	99	9.24
4	1:1	1.01	76.5	20	19	0.5	0	24	2.5	12	99	8.32

得知:

结果。

黏土泥浆和化学泥浆在没有搅拌的情况下出现了明显的分层现象;高速搅拌(30 min)浆液体系稳定后,没有出现分层现象,但混溶后的浆液出现了明显的絮凝;黏土浆性能发生了很大改善,漏斗黏度大幅度增加,表观黏度、塑性黏度和动切力也大幅度增加;失水情况得到了有效控制,下降至 35~40 mL/30 min 左右,PH 值也下降至 12 左右,泥饼厚度减薄至 2~3 mm 且变得更致密。

该试验选用的化学泥浆与采用施工现场的黏土配制的黏土泥浆具有兼容性,同时能极大地改善黏土泥浆的性能。

3.3 化学泥浆与黏土泥浆的现场应用及取得的效果

在施工中选取两个一期槽段进行了对比施工,以 9#槽、11#槽为例,其中 11#槽选用传统的黏土泥浆造孔;9#槽施工时在传统黏土泥浆造

(4)化学泥浆与黏土泥浆的室内配比试验

(下转第 16 页)

可以方便、快速地寻找钻孔,避免钻孔时损伤钢筋,工效高。但其也有不利的方面:一但原设计的灌浆参数需要调整,特别是间排距需要调整时,原来已经埋设好的灌浆钢管将全部或部分报废,起不到预期的作用。

3.2 高空作业电动吊篮技术

竖井工程通常选用直爬梯或旋转楼梯作为施工人员的上下通道,这种方法大量消耗施工人员的体力,影响施工进度。该项目引用高层建筑施工用高空作业电动吊篮技术,经有针对性的技术修改后作为工作人员上下交通的工具,既经济、又安全,真正体现了“以人为本”的施工理念。

3.3 深大调压竖井应用同步灌浆台车技术

对于深大调压竖井施工,采用常规搭设满堂钢管脚手架的方式工程量太大且极不安全,施工耗时太长。同步灌浆操作台车技术在该工程中的应用,使灌浆施工既安全、又快捷,不但满足了竖井水平固结灌浆施工,同时亦可作为闸门槽安装



(上接第 13 页)

孔施工的基础上掺加了千分之一的化学泥浆进行造孔施工,在施工过程中记录了主要施工工时、孔内特殊情况发生的次数及影响程度,检查并测量了槽内泥浆的各项指标。

通过对两个槽段的施工情况进行分析可知:在同样的地层中,配置相同数量的施工机械设备、人员等,9#槽段造孔施工的工效明显优于 11#槽段的施工工效(9#槽段造孔工效为 13.1 m²/d,11#槽段造孔的工效为 10.9 m²/d);添加化学泥浆的槽段在造孔过程中孔内事故发生的几率明显低于纯黏土泥浆造孔的槽段,处理孔内事故的简易程度优于纯黏土泥浆的槽段。在采取添加化学泥浆的措施后,利用其本身可以降低悬浮颗粒物的特性,使得在清孔过程中几乎所有的钻渣已沉淀到孔底,清孔时可一次性清理至合格标准。同时,由于其本身不悬浮钻渣,自然不会发生二次沉淀,因此,只需在清孔过程中适当加入新鲜的化学泥浆浆液即可保持造孔施工过程中泥浆的各项指标。

4 结论及建议

该研究课题通过在古瓦水电站防渗墙中的探讨研究与应用,成功地解决了砂砾石地层条件下

及二期混凝土施工平台,进一步节约了施工成本。但是,该技术在本次应用过程中无论从制作、安装及验收程序上,还是在运行过程中保持同步的要求上均不正规,有待今后使用时提高。

4 结 语

毛尔盖水电站调压井水平固结灌浆工程创新引入并成功应用了滑模预埋水平固结灌浆孔弹簧钢管技术、高空作业吊篮技术以及同步灌浆平台技术等,保证了施工安全、质量及工期,取得了良好的社会、经济效益,得到建设、设计、监理等单位的高度评价,所取得的经验可供类似深大竖井工程灌浆施工借鉴和参考。

作者简介:

- 高永民(1974-),男,四川都江堰人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 侯丽君(1979-),女,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 罗 英(1971-),女,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

黏土泥浆护壁存在的泥浆制备繁琐、稳定性差、回收率低且难度大、废浆多、易塌孔、易漏浆、处理成本高、孔底沉渣多、清孔质量较难保证等难题,确保了工程质量、缩短了施工工期,节约了成本,取得了良好的社会及经济效益。研究成果为中国水电十局在砂砾石地层施工防渗墙方面提供了科学的理论及实践依据,对今后复杂地层的防渗墙施工具有重要的指导意义及推广应用价值。

由于该研究课题针对的是砂砾石地层,对于化学泥浆的使用推广仍具有一定的局限性,因此,其它地层条件若采用化学泥浆必须进行相关的泥浆性能试验以确定采取与否。

参考文献:

[1] 高 强,王 勇,魏玉麟.化学泥浆钻抓成槽施工技术在亚曼苏水电站防渗墙中的应用[J].四川水力发电,2017,36(7):104—106.

作者简介:

- 何国勤(1973-),男,四川成都人,工程师,注册岩土工程师,从事水电工程建设技术与管理工作;
- 赵启强(1975-),男,四川巴中人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;
- 郑 印(1990-),男,河南洛阳人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)