

DOI:10.3969/j.issn.1004-4701.2018.03.12

复合水泥基—水玻璃双液注浆材料 在土石坝防渗施工中的应用

梁建涌

(江西省吉安市水利水电规划设计院,江西吉安 343000)

摘要:注浆是解决土石坝渗流问题的基本手段,本文结合复合水泥浆和化学浆的优势和劣势,提出了复合水泥基—水玻璃双液注浆材料.通过试验方式确定了浆液的最佳配合比,并对具体的施工方式进行了阐述,为类似工程的防渗施工提供理论支撑.

关键词:复合水泥基—水玻璃双液注浆材料;防渗施工;土石坝

中图分类号:TV15 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2018)03-0203-04

0 引言

随着经济建设的发展,注浆技术在水利工程坝基防渗中得到了广泛的使用.在注浆过程中,注浆材料的选择具有重要意义,如果选择不当,不仅会影响注浆施工的质量,还会大幅抬升施工成本.目前,在水利工程防渗施工过程中主要采用水泥浆和化学浆两种注浆材料.其中,水泥浆成本较低、结石体强度高,但是流动性较差,结石率低;化学浆具有结石率高、易于施工的优势,但是成本较高、易污染,同时耐久性较差^[1].因此,研究开发新型复合水泥基注浆材料,对水利工程水害防治具有重要意义.本文根据不同的坝地质状况,设计了复合水泥基—水玻璃双液注浆材料,具有造价低廉、性能良好、原料广泛且不污染环境的优点,具有较高的推广价值.

近年来,我国的水利工程投资和建设力度不断加大,水利工程大坝的设计标准也不断提高,但是在小型水利工程中仍存在大量的土石坝.这种坝型的坝体主要由土和砂石构成主体部分,由黏土或混凝土构成坝心.在土石坝的施工过程中虽然对压实度进行了必要的控制,但并不能完全避免部分区域存在质量缺陷,在蓄水之后这些部位的渗透作用仍会对土石坝产生一定的负面影响.例如,严重的渗流就会引起管涌,从而对

坝体本身以及穿坝管涵造成明显的不利影响,轻则影响到这些水工建筑物的使用年限,重则影响土石坝的整体稳定性.因此,必须采取有效的措施来解决渗流问题.

大坝的防渗处理措施多种多样,这些防渗措施也各有优缺点,在实际施工中应根据具体工程特点选择合适的防渗处理措施.对土石坝而言,由于压实度相对较高(一般土石坝的压实度不小于0.98),一般不会出现比较严重的渗流问题,因此没有必要采取成本高、施工技术复杂的混凝土防渗墙^[2];由于大坝土的压实度较高,开沟造槽困难,不易采取垂直膜防渗技术^[3].注浆防渗技术近年来获得了较大的发展,其中劈裂注浆适用于处理范围大、问题性质和部位不能准确确定的隐患,因此极为适合土石坝防渗处理.

1 材料试验

1.1 原材料

1.1.1 水泥

复合水泥基—水玻璃双液注浆材料所用的水泥采用的是山水集团有限公司生产的P.042.5普通硅酸盐水泥,其物理力学性能如表1所示.之所以选用普通硅酸盐水泥是由于双液材料的胶凝时间极短,不会产生严重析水现象,同时这种水泥成本较低,具有显著的经济优势^[4].

收稿日期:2017-12-15

作者简介:梁建涌(1979-),男,大学本科,工程师.

表1 P. O42.5 普通硅酸盐水泥物理力学参数

初凝/min	终凝/min	安定性/mm	抗折/MPa	抗压/MPa
155	207	1.57	8.1	47.7

1.1.2 粉煤灰

浆液选用的粉煤灰为二级灰,细度为18%(90 μm筛子),需水量为103%,烧失率为7.3%。加入粉煤灰的目的不仅是为了降低施工成本,其后期的水化作用也会对结石体的后期补强起到重要作用。此外,由于粉煤灰颗粒呈球状且粒径较小,可以有效增加浆液的和易性,增大浆液的流动性^[5]。

1.1.3 钠基膨润土

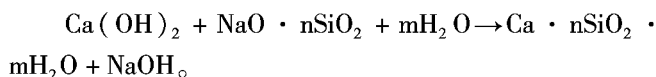
在灌浆材料中加入钠基膨润土的目的是抵消注浆材料的体积干缩,防止由于干缩与原土体之间产生缝隙从而形成渗流通道。另一方面,加入此种材料还有助于改善注浆材料与周围土体之间的亲和性,提高注浆效果。钠基膨润土的理化性能指标如表2所示。

表2 钠基膨润土的理化性能指标

吸水率/%	膨胀容/(ml/g)	胶质价/(ml/g)	粒度/%	水分/%
400~500	45~53	36~43	95	8~9

1.1.4 水玻璃

本试验选用的水玻璃波美度为39(°Bé),水玻璃泥和水泥可以通过化学反应促进水泥浆的快速硬化^[6],其反应原理如下:



1.2 试验方法

在注浆材料确定之后,材料配合比就成为影响注浆效果的主要影响因素。因此,在本次研究中依据相关研究成果和实际施工经验,按照水泥占60%~70%,粉煤灰占25%~35%,膨润土占5%;水玻璃与复合水泥浆的体积比为1:1、1:2、1:3,得到如表3所示的9组试验配合比,对试件按照恒温恒湿条件进行养护,然后进行试件结石体的抗折和抗压强度试验,根据试验结果确定试验材料的最佳配合比。

1.3 结果与讨论

上述9组不同配合比的复合水泥基—水玻璃双液注浆材料进行胶凝时间以及结石体的抗折和抗压强度试验,获得如表4所示的数据。由表4中数据可知,将普通硅酸盐水泥作为浆液的基本材料能够有效保证结

表3 材料试验配合比

配合比编号	水泥/%	粉煤灰/%	膨润土/%	水玻璃水泥浆体积比
A1	60	35	5	1:1
A2	65	30	5	1:1
A3	70	25	5	1:1
B1	60	35	5	1:2
B2	65	30	5	1:2
B3	70	25	5	1:2
C1	60	35	5	1:3
C2	65	30	5	1:3
C3	70	25	5	1:3

石体的强度,提高结石体的抗渗性能;加入一定的水玻璃可以明显缩短浆液的胶凝时间,但是会降低结石体的抗折与抗压强度;添加粉煤灰虽然有助于提高浆液的流动性,易于施工的顺利进行,但是会降低结石体的后期强度,延长浆液的胶凝时间。通过对试验结果的综合分析,选定B2为最佳配合比。

表4 不同配合比浆液试验数据

配合比编号	胶凝时间/s	抗折强度/MPa			抗压强度/MPa		
		3d	7d	28d	3d	7d	28d
A1	141	0.187	0.200	0.280	0.674	0.708	0.817
A2	136	0.191	0.223	0.270	0.636	0.677	0.723
A3	134	0.196	0.223	0.434	0.742	0.804	1.087
B1	87	0.442	0.670	1.161	9.643	9.973	9.820
B2	81	0.327	0.364	1.208	10.010	10.174	12.592
B3	78	0.293	0.317	1.247	10.924	11.170	15.239
C1	63	0.274	0.294	1.208	9.220	10.157	16.077
C2	61	0.476	0.505	1.341	10.417	11.167	17.062
C3	61	0.464	0.505	1.470	10.414	11.222	17.834

2 注浆施工

2.1 施工工艺流程

土石坝复合水泥基—水玻璃双液注浆防渗施工与普通注浆防渗施工工艺类似,其工艺流程如图1所示。

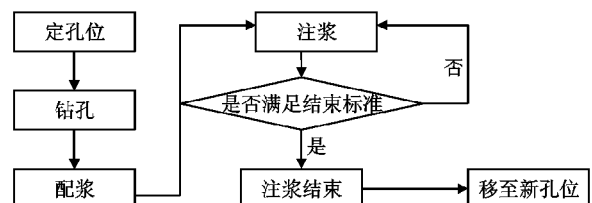


图1 注浆施工流程

2.2 注浆参数和孔位设计

利用复合水泥基—水玻璃浆液进行土石坝防渗双液注浆时采用后退式劈裂注浆模式,注浆管采用直径46 mm的钢花管,管壁厚5 mm,具体的注浆参数如表5所示,注浆孔设计如图2所示。

表5 注浆参数表

序号	名称	参数
1	注浆管间距	1.0 m
2	注浆段长度	6~10 m
3	注浆速度	45~65 L/min
4	注浆终压	0.3 MPa

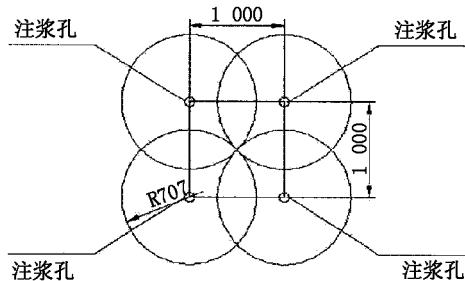


图2 注浆孔设计示意图

2.3 注浆施工方法

2.3.1 钻孔

在灌浆施工前,首先利用测量放线的方式确定注浆孔位。采用工程地质钻机进行钻孔,钻孔的位置偏差不得大于10 cm,钻孔的方向和深度严格按照设计要求进行。在注浆孔钻成之后,需要使用大水流或压缩空气冲洗钻孔,以排除孔内的渣屑。在施工前利用注浆压力80%的压力水进行裂隙的冲洗,直至回水清净。在钻孔过程中利用套管进行孔位定位,钻孔直径为89 mm,在钻进100 mm后放置止浆塞。在钻孔施工过程中要做好记录,并对孔位的土层与地质特征进行描述,并将其作为注浆量判断和调整注浆参数的重要依据。

2.3.2 安装孔口管

孔口管的直径为46 mm,用水泥、水玻璃砂浆进行孔口管的埋设,并在管口安装直径为46 mm的球形闸阀,以封闭钻孔过程中出现的涌水。

2.3.3 注浆作业

注浆系统的示意图如图3所示。在注浆施工过程中,注浆压力要由小到大缓慢提升,直到达到起裂压力,促使坝体产生劈裂。如果孔口压力明显下降或出现负

压时,应该及时调整注浆压力和浆液密度继续注浆。在土石坝劈裂注浆过程中应该坚持“少注多复”的方法,每个注浆孔都需要反复多次注浆,以提高注浆效果^[7]。当然,具体的注浆次数和注浆总量应该依据坝体的渗漏隐患程度以及注浆孔的深度确定。采取分段注浆方式,注浆段长设计为0.60~1.00 m为宜。在自下而上结束上一段注浆后上提注浆芯管,进行下一段注浆,反复循环,直至单孔注浆结束。

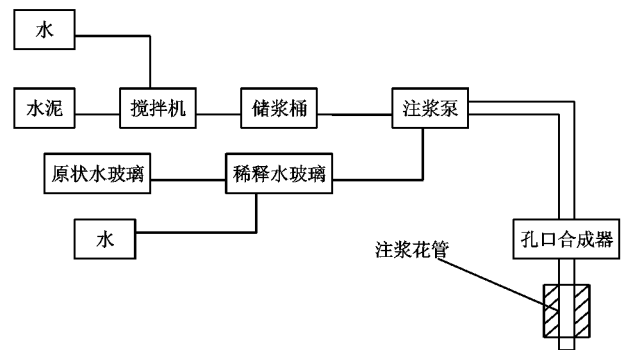


图3 注浆系统示意图

2.3.4 注浆结束标准

根据土石坝注浆工艺特征,注浆结束标准采取定量与定压相结合的原则。具体而言,当注浆压力稳步上升,达到设计的终压标准,注浆量达到设计值的80%以上时,再持续注浆10 min即可终止注浆并封孔。其中,注浆量和注浆压力的计算公式如下:

注浆量计算公式:

$$Q = \pi R^2 L n \alpha \beta \quad (1)$$

式中: Q 为注浆量, m^3 ; R 为注浆扩散半径, m ; L 为注浆长度, m ; n 为地层孔隙率; α 为地层填充系数,一般取0.8; β 为浆液消耗系数,一般取1.1。

注浆最大容许压力计算公式:

$$P_{\max} = \gamma h + \sigma \quad (2)$$

式中: P 为注浆压力,MPa; γ 为地基天然重度, kN/m^3 ; h 为注浆位置以上土柱高度, m ; σ 为土的抗拉强度,kPa。

3 结论

复合水泥基—水玻璃双液注浆材料是在传统水泥浆中加入水玻璃、粉煤灰、膨润土,具有优化浆液理化性能,缩短胶凝时间、提高结石体早期强度等优势。本文通过对不同配合比的浆液进行试验分析,并对注浆工艺

过程进行了探讨,得出了如下结论:

(1)在复合水泥基注浆材料中加入水玻璃,可以明显缩短浆液的胶凝时间,但是加入比例过大则会影响注浆结石体的物理性能。

(2)在浆液中掺入粉煤灰会延长凝结时间、降低结石体的后期物理性能,但是粉煤灰的掺入能够明显改善浆液的流动性,还可以降低施工成本。

(3)复合水泥基—水玻璃双液注浆材料适合土石坝防渗施工,建议采用采用后退式劈裂注浆模式,并注意严格按照施工要求操作,保证施工质量。

参考文献:

- [1] Liu J, Song J, Zhang Z, et al. Influence of the Ground Displacement and Deformation of Soil around a Tunnel Caused by Shield Backfilled Grouting during Construction[J]. Journal of Performance of Constructed Facilities, 2017, 31(3): 94~97.
- [2] 袁剑军. 土石坝防渗墙黏土混凝土材料的工程应用初探[J]. 水利建设与管理, 2013, 33(02): 33~35.
- [3] 庞琼, 王士军, 谷艳昌, 等. 土石坝垂直防渗加固措施综述[J]. 水利水电工程学报, 2014(04): 28~37.
- [4] Du BS, Ma L. Application of comprehensive reinforce technology in soft and crumbly surrounding rock in high stress[J]. Advanced Materials Research, 2012, 39(3): 608~613.
- [5] 李本友, 安雪蕾. 浅析水泥基无机注浆材料的研究发展[J]. 绿色环保建材, 2017(06): 69~70.
- [6] 刘红彬, 唐伟奇, 肖凯璐, 等. 水泥基注浆材料的研究进展[J]. 混凝土, 2016(03): 71~75.
- [7] 袁超鹏, 王胜, 吴秋红. 水泥—水玻璃注浆在围堰防渗漏浆处理中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(10): 68~71.

编辑:张绍付

Application of composite cement base water glass double liquid grouting material in seepage prevention construction of earth rock dams

LIANG Jianyong

(Ji'an Municipal Water Conservancy and Hydropower Planning and Design Institute of Jiangxi Province, Ji'an 343000, China)

Abstract: Grouting is the basic means to solve the seepage problem of earth rock dams. A composite cement base water glass double liquid grouting material is put forward. Combined with the advantages and disadvantages of composite cement slurry and chemical slurry, a composite cement—water glass double—liquid grouting material is proposed. The optimum mixing ratio of the slurry was determined through experiments, and specific construction methods were elaborated to provide theoretical support for the anti-seepage construction of similar projects.

Key words: Composite cement base—water glass double liquid grouting material; Seepage prevention construction; Earth rock dam

翻译:郭庆冰