

# 河道堤防钻孔封堵用水泥土浆

张著彬 张 信 熊友平 马永贵  
湖北省水利水电规划勘测设计院 湖北武汉 430000

**摘要:** 随着社会经济的不断发展,呈现出在堤防管理范围内进行工程项目逐年增多的趋势,由于河道管理范围的钻孔封孔工艺较为复杂,传统的泥球封孔容易发生上部堵塞、架空,有时候处理较困难,影响封孔质量。如果钻孔封堵不严,汛期洪水可能沿钻孔产生渗透破。通过试验研究水泥土浆的性能及配合比,采用水泥土浆封孔改善封孔质量。

**关键词:** 封孔; 水泥土浆; 性能; 配合比

## Watercourse dike drilling and sealing of soil-slurry

Zhubin Zhang Xinxiong Zhang Youping Xiong Yonggui Ma  
Hubei Water Resources and Hydropower Planning Survey and Design Institute, Hubei, Wuhan 430000

**Abstract:** With the continuous development of the social economy, there is a growing trend of increasing engineering construction projects within the scope of embankment management. Due to the complexity of drilling and plugging techniques within the river management area, traditional mud ball plugging methods are prone to upper blockages, overhead situations, and sometimes difficult handling, which can affect the quality of plugging. If the drilling and plugging are not properly sealed, floodwater during the flood season may infiltrate and cause seepage failure along the borehole. Through experimental research on the performance and mix proportion of cement-soil slurry, the use of cement-soil slurry for plugging is employed to improve the quality of plugging.

**Keywords:** Seal the hole; Cement slurry; Performance; Mix proportion

### 引言

地质钻孔封堵以不改变原堤基的渗流及稳定等地质条件,且不影响后续的工程施工为目标。对于封堵材料主要是其渗透系数的要求。依据水利水电工程要求一般填筑土料击实后渗透系数不大于 $1 \times 10^{-4}$ cm/s,防渗土料击实后渗透系数不大于 $1 \times 10^{-5}$ cm/s。因此,水泥土浆固化后其渗透系数不大于 $1 \times 10^{-5}$ cm/s,并具有一定的强度。同时,水土浆采用钻机泥浆泵灌封孔的方式,要求水泥土浆应具有一定的工作性,比较理想的水泥土浆浆液应流动性好,可灌性强,无毒、无臭、不污染环境,对人体无害、属于非易燃、易爆品,浆液固化无较大收缩,固化后与土体就有一定的粘聚力。

### 一、材料选择及作用机理

水泥土浆是由水泥、土料、外加剂及水,按照一定比例拌和形成具有一定性能的水泥土浆,固化后既能够与孔周土体紧密结合,又能够满足一定强度和抗渗性要求。水泥土浆配制所需要的材料主要为土料、水泥及外加剂等。本试验选用P·C32.5水泥及工程现场土料为主要材料。添加适当的外加剂来改善水泥土浆的物理及工作性能。其作用理主要为黏土料遇水后颗粒分散开始产生可塑性胶体,吸附水泥颗粒阻止水泥颗粒的沉积,使浆液成为稳定性浆液;另外水化后的胶体可与水泥颗粒结合形成凝物,提高浆液凝固体的内聚力,进而使凝固体的强度和抗渗性提高[1]同时水泥土浆是在自

重压力作用下使浆液在土体孔隙中发生扩散,向土层中渗透,排挤出孔隙中存在的自由水和气体,而基本上不改变土体原有的结构和体积。

### 二、水泥土浆性能指标测试

水泥土浆试验采用交叉试配,测试各个掺配材料对水泥土浆的性能影响。试验按照相同的水泥掺量不同的水固比,研究水泥土浆的稠度及沉降收缩率,研究水泥土浆的工作性能即稠度、黏度等工作性能指标。研究不同水固比的水泥土浆在固化结石后其抗压强度及渗透性。

#### 1.用水量对水泥土浆工作性能的影响

在各材料掺量不变的情况下调整用水量,水固比变化,测试水泥土浆稠度的变化及水泥土浆沉降收缩变化及抗压强度及渗透系数的变化情况。水泥土浆工作性能试验成果详见表3.1-1

表3.1-1 水泥土浆稠度试验

土料类别	水固比	水泥掺量 (%)	膨胀剂掺量 (%)	稠度 (mm)
现场土料 (粉质黏土)	0.45	15	20	54
	0.50			75
	0.55			111
	0.60			132
	0.65			大于140

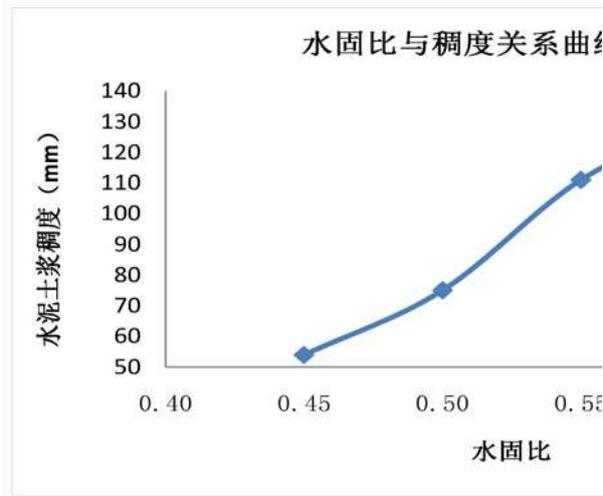


图 3.1 水固比与稠度关系曲线

由试验结果知：在保证水泥土浆中水泥掺量不变，水泥土浆的稠度随水固比的增加而逐渐变大，在水固比由 0.50 到 0.55 时，有一明显变化，此时，水泥土浆的状态也由软塑（膏状）向流动状态转变，在水固比达到 0.65 后已不能适用稠度衡量其工作性能[2]水泥土浆成为可流动状态时，其工作性使用黏度来衡量，其黏度随水固比的增加而减小，即越容易灌注。经现场灌注试验水泥土浆在水固比为大 0.7，黏度不大于 45s 时现场泥浆泵可以灌注。

在保证水泥土浆中水泥掺量不变，水泥土浆的凝结收缩率随水固比的增加而逐渐变大，尤其在水固比由 0.55 到 0.60 时，有一明显巨变，说明水泥土浆在由软塑（膏状）变化到流动状态后，会有一个明显的加剧收缩的变化，在水固比不小于 0.55 时，其收缩较小，在用水量大于 0.6 其凝结收缩明显增加，由此可知，引起水泥土浆凝结收缩的主要因素为用水量，即随着用水量的增大而增大。

在保证水泥土浆中水泥掺量不变，随着水固比的不断增大，其水泥土浆固化结石的抗压强度逐渐降低，渗透系数也随之增大，因此，水固比增大不利于水泥土浆的强度及渗透性。

### 2. 膨胀剂掺量对水泥土浆沉降收缩性的影响

水泥土浆中掺加膨胀剂，测试其膨胀剂对减少水泥土浆沉降收缩起到的作用情况。

由试验结果可见：膨胀剂在水泥土浆中具有一定的抑制沉降收缩的作用，但其随着其掺量的提高对抑制水泥土浆固化沉降收缩作用效果逐渐减少。

### 3. 减水剂对水泥土浆工作性能的影响

水泥土浆中掺加减水剂，测试其减水剂对减少水泥土浆

用水量起到的作用情况。由试验结果可知：减水剂随着其掺量的增加泌水率增大趋于峰值或减小，在改变水泥土浆稠度方面无明显优势[3]

### 4. 水泥土浆物理力学指标

采用黏性土料配制水泥土浆达到灌注浓度时其泥浆水固不低于 0.7，以 0.7 的水固比进行控制。水泥土浆的水泥掺量按照 10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%进行测试。测试结果如下表 3.4-1。

表 3.4-1 水泥土浆物理力学测试成果表

土料类别	水固比	水泥掺量 (%)	膨胀剂掺量 (%)	固化剂 (水玻璃) %	流动度 (s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	无侧限抗压	渗透系数 (cm/s)
现场土料 (粉质黏土)	0.7	10	20	5	44	1.38	184	5.32×10 <sup>-7</sup>
	0.7	15	20	5	42	1.40	291	4.32×10 <sup>-7</sup>
	0.7	20	20	5	41	1.42	328	2.54×10 <sup>-7</sup>
	0.7	25	20	5	41	1.44	367	2.67×10 <sup>-7</sup>
	0.7	30	20	5	40	1.44	385	1.83×10 <sup>-7</sup>
	0.7	35	20	5	40	1.46	683	2.89×10 <sup>-7</sup>
	0.7	40	20	5	38	1.47	906	1.93×10 <sup>-7</sup>
	0.7	50	20	5	38	1.48	1521	1.83×10 <sup>-7</sup>

根据现场钻孔灌注形式，采用室内模拟静水压测试。在室内按照现场土样密度及含水率重塑试样其直径 185mm，高 150mm，在土样中心人工钻取芯样直径 70mm。灌注水泥土浆养护固化 7 天。使用混凝土渗透仪进行加压，观察其土样的渗流情况。经加压测试，压力在 0.06MPa 时，试样整体抬升，水泥土浆与原状土黏结紧密，无水渗出，无脱离现象。试验结束后，拆除试样，水泥土浆固化形成的土柱与黏土贴合紧密，未见明显的缝隙。



照片 3.3-1 水泥石浆静水压试验

### 三、结论

经过试验研究,河道管理范围内钻孔封堵选用黏性土为主要材料,掺配一定比例的水泥(32.5级)或外加剂经拌合制成水泥石浆进行封孔,可以达到钻孔封堵的目的。

水泥石浆配合比制备的水泥石浆在固化后形成结石,其渗透性可以达到不大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 的渗透系数。水泥石浆固化后形成的结石与周围土体的结合良好,在水泥的作用下,水泥石浆结石强度较周围土体的强度偏高,局部增强了土体强度。

对于推荐的水泥石浆配合比,采用黏性土为主要材料进行水泥石浆制备时,泥浆的最小密度不宜小于 $1.41 \text{g/cm}^3$ ,水泥黏土浆水固比不宜小于0.7,粘度在40s左右[4]

通过水泥石浆配合比试验研究,材料的选用对水泥石浆的性能影响有以下几点:

1.用水量是影响水泥石浆性能的最关键的因素,水固比越大水泥石浆的凝结收缩越大且变化趋势明显,其无侧限抗压强度也随之减小。在掺配时尽量减小水固比。

2.随着水泥掺量的增加,相同稠度的水泥石浆用水量随之减少,其无侧限抗压强度明显提高,凝结后脆性增强。

3.膨胀剂对水泥石浆凝结收缩有一定的抑制作用,提高膨润土掺量作用效果有所提高,可添加适当比例的膨胀剂。

4.减水剂在水泥石浆中未见有明显作用效果,这与外加剂本身作用比较复杂相关,在水泥石浆配合比中可适当掺加。

5.水泥掺量高,泥浆硬化后抗压强度很高,相较原状土成为一刚体立柱,不利于其长期的相互作用,推荐水泥掺量在15%~30%之间,使用粉土或黏性土料配置水泥石浆时其水固比建议值为0.70~0.90。

### 参考文献:

- [1] 张贵金, 杨东升, 梁经纬, 等. 黏土水泥复合浆材强度研究[J], 水利水电技术,2015.
- [2] 高钟璞, 等.大坝基础防渗墙[M],中国电力出版社, 2000.
- [3] 王营彩, 代国忠, 史贵才. 有机化膨润土浆材固结体性能研究[J].施工技术,2015年8月第44卷第15期.
- [4] 阮文军, 张恒志.水泥-黏土稳定浆液的试验研究[J].长春工程学院学报,2003.