

分级帷幕止水技术在某船坞改造中的应用

李玉灿 翟建伟

(中船勘察设计研究院有限公司,上海 200063)

【摘要】 介绍了一种分级帷幕止水技术在动水压力的抛石坝及粗颗粒地层的应用,阐述了分级帷幕止水技术的原理、工艺、施工方法及止水效果,并通过工程实例,对分级帷幕止水技术的级配干粉料的充填技术和三序孔劈裂注浆技术进行了介绍。分级帷幕止水技术是一种通过工程验证的止水技术,宜在相似工况下推广。

【关键词】 分级帷幕;抛石;级配干粉料;劈裂注浆

【中图分类号】 TU 441.33

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2019.06.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Graded Waterproof Curtain Technology in Modification of a Dock

Li Yucan Zhai Jianwei

(China Shipbuilding Industry Institute of the Engineering Investigation and Design Co., Ltd., Shanghai 200063, China)

【Abstract】 Application of graded waterproof curtain technology in riprap dams and coarse-grained strata under dynamic water pressure is introduced, and the principle, technology, construction method and waterproof effect are also presented. Through engineering examples, the filling technology of graded dry powder and the splitting grouting technology of third-sequence holes are introduced in detail. Graded waterproof curtain technology has been proved to be effective by engineering, which is suitable to be applied in practice under similar working conditions.

【Key words】 graded curtain; riprap; graded dry powder; splitting grouting

1 项目概况

广东某造船厂现存一干船坞,使用已超过百年。该船坞紧邻珠江主航道,坞外河道水位受潮汐影响较大。潮汐为半日潮,最高与最低水位落差约为 4 m。前期该干船坞曾由其他单位进行过 2 次水下注浆止水加固,但止水效果不理想,船坞内坞门处漏水仍较严重(见图 1),已严重影响生产,需要进行彻底的维修改造。



图 1 船坞漏水现场

2 原设计方案及实施情况

本船坞经历年代较久,详细的工程资料无法查询,从最近一次船坞改造资料尚可查询到:本船坞坞壁为钢筋混凝土结构,下设单排钻孔灌注桩,整个坞壁为防水结构。

经过分析,船坞漏水主要是船坞底板破损、坞外河水通过破损底板涌入坞内所致。因此,本次对船坞漏水改造,主要思路为在船坞坞口修筑临时防水围堰,使船坞内形成一个整体的止水环境,从而抽干船坞内水量,对船坞底板进行维修。

根据本项目船坞坞口、坞岸位置的勘察报告及本船坞前期历次改造资料,该船坞坞口地层结构表层为河道淤泥沉积层,厚度 6 m,其下为粉质黏土层直至强风化岩石;岸坡位置表层为抛石挤淤层,其下为粉质黏土层(见图 2)。

原设计采用袋装砂吹填围堰+高压旋喷止

水^[1]。即在坞口位置分层设置梯形袋装砂吹填围堰,再在围堰及岸坡位置设置双排高压旋喷桩形成止水帷幕。高压旋喷桩按 $\phi 800@600$ 设置,双排,进入下层粉质黏土层中 ≤ 500 mm,水泥规格为PO42.5,掺量25%,喷浆压力控制在25 MPa。

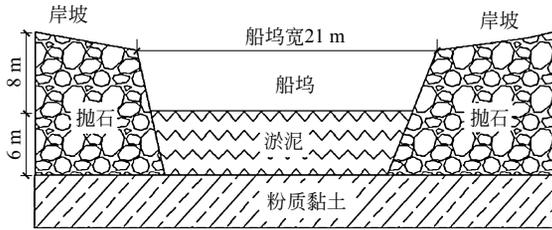


图2 船坞及周边地层结构示意图

在袋装砂围堰施工完毕后,开始采用引孔方法进行高压旋喷止水帷幕施工工作。但施工过程中发现,袋装砂围堰中的引孔有陷落现象,高压旋喷水泥浆存在严重漏浆现象,无法成桩。经分析,出现此种现象的原因为袋装砂为新近吹填土,无充分固结,因此引孔时出现了塌陷现象。出现漏浆现象的原因应为抛石层孔隙较大,另一原因为潮位落差带走了水泥浆液。

后改进了高压旋喷的浆液和施工时机,在水泥浆液中掺加了2%的水玻璃,并在船坞内外水位平衡时进行喷浆作业,但依然存在浆液严重渗漏、无法成桩现象,坝体渗漏严重(见图3、图4)。



图3 有潮位差时管涌现象

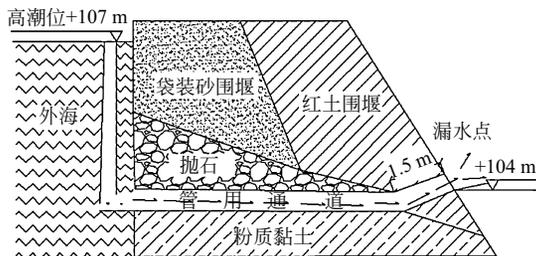


图4 坝体管涌示意图

3 分级帷幕止水技术及实施情况

此种问题出现后,现场暂停施工,并会同设计对

这一突发问题研究解决措施。经分析研究,此问题应为抛石孔隙较大,船坞内外存在动水压力所致。要解决这一问题,应首先填充抛石的孔隙,并选择合理的高压旋喷施工方法。

根据上述原则,进行了设计优化,采用了分级帷幕止水技术。首先采用级配干粉料对抛石孔隙进行填充,形成初级止水帷幕,达到临时止水的目的,级配干粉料选择水泥、黏土、中粗砂、石粉,按1:5:7:5进行配比,采用10 m³螺杆空压机将混合料喷入抛石坝孔隙中,级配干粉混合料采用分段充填,每次喷管(套管)提升高度为0.5~1 m,直至抛石层顶(见图5、图6);然后采用劈裂注浆法形成二级止水帷幕,达到止水的目的。劈裂注浆分为三排,桩径800 mm,间距600 mm,深度至不透水层中不小于500 mm,注浆浆液采用水泥与水玻璃的混合浆液,水泥采用PO42.5规格,掺量25%,水玻璃掺量2%,注浆压力不小于2 MPa,采用三序孔^[2]方式施工。劈裂注浆采用引孔方式施工,先施工外排注浆,待外排初凝后、终凝前再施工内排注浆。

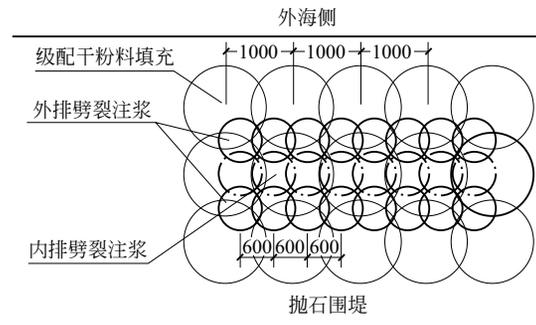


图5 分级帷幕止水平面图(单位:mm)

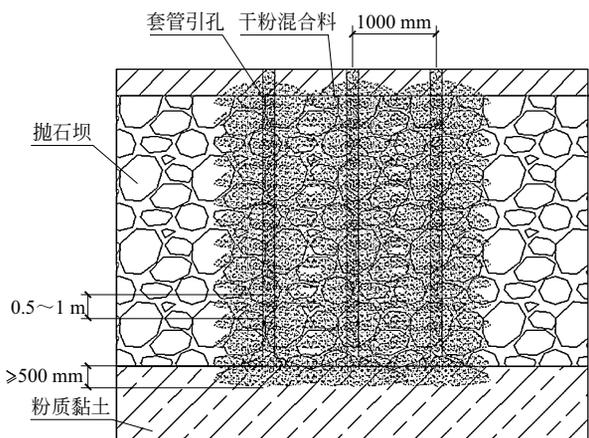


图6 干粉混合料填充断面图

分级帷幕止水技术实施前,由于抛石地基没有形成有效的防渗墙体,船坞内外为贯通状态,船坞内水

位随潮水潮起潮落。分级帷幕止水技术实施后,通过级配干粉料对抛石地基形成了有效充填,初步阻隔了船坞内外的水力联系,然后通过三排劈裂注浆的实施,形成了有效的防渗墙体,使船坞内形成了整体的封闭环境,经水量测量,帷幕形成后,船坞内渗漏量低于 $2\text{ m}^3/\text{d}$,且在整个船坞底板改造期间,渗漏量均未出现变大现象,满足了临时止水帷幕的要求,实现了船坞干作业维修条件,船坞底板维修改造顺利实施。

船坞改造完成后,坞口临时止水帷幕进行了拆除,关闭坞门,船坞内无漏水现象,成功实现了船坞漏水改造(见图7)。



图7 船坞止水效果

(上接第346页)

5 结论

《桩基规范》考虑了桩径影响,其桩轴线上的桩端应力影响系数采用了文献[2]徐志英应力公式(33)。实际上,该式虽然对 z 变量在 $(-\infty, \infty)$ 域上是连续的,但仅适用于桩端底面以下($z > L$),不适用桩端面($z=L$)及桩端面以上($z < L$)。

利用Mindlin深置基础集中力应力解公式,本文考察了《桩基规范》应力影响系数,重新导出了桩轴线上的桩端应力影响系数 I_p 的一般解公式,对 z 变量在桩端面($z=L$)是不连续的,其不连续点为跳跃间断点。一般解适用于桩端面以下($z > L$),也拓展到桩端面($z=L$)及桩端面以上($z < L$)。

由于Mindlin模型设定材料为理想的线弹性体,而土体为弹塑性体,不能抗拉。因此,基于Mindlin模型的桩基应力影响系数计算模型在受拉情况下是不适用的。换言之,桩端应力影响系数 I_p 的一般解,在受拉情况下($z < L$)的计算结果是不可靠的;在受压情况下($z > L$)不影响《桩基规范》的适用性。

参考文献

[1] Mindlin R D. Force at a point in the interior of a semi-

4 结论与建议

(1)对于存在动水压力的抛石坝或其他粗颗粒地层,宜采用分级帷幕(级配干粉料充填+劈裂注浆)进行止水,逐级形成防渗墙体。

(2)分级帷幕止水的劈裂注浆的浆液应根据现场地质情况添加一定比例(2%左右)的水玻璃,并减小水灰比,以缩短水泥浆液的初凝和终凝时间。

(3)劈裂注浆宜设置3排,先施工外排,以初步形成帷幕,减少内排注浆的浆液流失,再施工内排,以最终形成有效的止水帷幕防渗墙体。

参考文献

- [1] 中华人民共和国行业标准. JGJ 120—2012 建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] 中华人民共和国水利行业标准. SL62-2014 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2015.

收稿日期:2019-04-23

Infinitesolid[J]. Physics, 1936, 7:195-202.

- [2] 徐志英. 以明特林(Mindlin)公式为根据的地基中垂直应力的计算公式[J]. 土木工程学报, 1957, 4(4): 485-497.
- [3] 徐志英, 俞仲泉. 深置圆形基础的沉降计算[J]. 土木工程学报, 1958, 5(4): 259-270.
- [4] Geddes J D. Stresses in foundation soils due to vertical subsurface load [J]. Geotechnique, 1966, 16(3): 231-255.
- [5] 刘金砺. 桩基础设计与计算[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1990.
- [6] GB 50007—2002 建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2002.
- [7] JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2008.
- [8] 刘金砺, 高文生, 邱明兵, 等. 建筑桩基技术规范应用手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010.

收稿日期:2019-04-03