

DOI :10.3880/j. issn. 1006-7647. 2009. 02. 014

双板振动沉模防渗墙的质量分析与控制

任红云¹,刘海军²,彭国强³

(1. 河海大学水利水电工程学院,江苏 南京 210098 ;2. 山东水利工程总公司,山东 济南 250014 ;
3. 山东华水工程有限公司,山东 济南 250013)

摘要 :介绍了双板振动沉模的基本原理和施工工艺。从连续性、完整性、均匀性和结合性 4 个方面分析了影响双板振动沉模防渗墙墙体质量的原因,提出了相应的控制措施。连续性控制措施、完整性控制措施、均匀性控制措施和结合性控制措施,形成了一套完整的技术质量控制体系。同时还介绍了适合双板振动沉模防渗墙质量检验的方法,包括外观检查、渗水试验和取样检测,通过对防渗墙进行全面检验,可及早发现工程隐患,便于采取进一步的补救措施。

关键词 双板振动沉模 防渗质量 质量控制 质量检验

中图分类号 :TU753.3 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2009)02-0052-04

The quality analysis and control of cutoff wall of double-plate vibration sinking-mold //REN Hong-yun¹, LIU Hai-jun², PENG Guo-qiang³ (1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China ; 2. Shandong Hydraulic Engineering Company, Ji'nan 250014, China ; 3. Shandong Huashui Engineering Company Limited, Ji'nan 250013, China)

Abstract :The basic principle and construction technology of double-plate vibration sinking-mold are introduced. In order to improve the construction technique and the anti-seepage ability of the cutoff wall, a systemic analysis is carried out on various aspects concerning the quality of the vibration sinking double mold cutoff wall. Four factors affecting the cutoff wall quality are analyzed, including continuity, integrity, homogeneity and associativity. Corresponding effective control measures are put forward, including continuity control measures, integrity control measures, homogeneity control measures and associativity control measures. A quality control system is developed. Meanwhile, the quality test methods of the double-plate vibration sinking -mold cutoff wall are proposed, including visual examination, seepage testing and sample inspection. By comprehensive inspection, hidden engineering dangers can be discovered in advance, so that prevention measures can be adopted.

Key words :double-plate vibration sinking-mold ; anti-leakage quality ; quality control ; quality test

振动沉模防渗板墙技术是近年发展起来的一项新技术,其主要特点是质量可靠、技术先进、工效高、造价低、工艺简单、易于操作、设备性能稳定等,在水库等工程除险加固工程中具有广泛的应用空间和发展前景。

本文简单介绍了振动沉模的基本原理和施工工艺。为了完善施工工艺,提高防渗墙的质量,对影响双板振动沉模成墙质量的各环节进行了系统分析和试验研究,着重分析了影响双板振动沉模防渗墙墙体质量的原因,并提出了相应的控制措施,形成了一套完整的技术质量控制体系。

1 振动沉模简介

振动沉模防渗板墙技术是利用强力振动原理将

空腹板沉入土中,向空腹内注满浆液,边振动边拔模,浆液留于槽孔中形成单块板墙,再将单块板墙连接起来,即形成连续的防渗板墙。

振动沉模防渗板墙施工成套设备主要由桩机、制浆输浆系统和动力机组成,在这些设备的各个系统中,可根据不同的施工条件选用不同的主机或辅机,以保证工程施工的正常进行^[1]。

该项技术主要用于在砂、砂性土、黏性土、淤泥质土及砂砾石等地层中建造防渗墙^[2],造墙深度可达 20 m,一般厚度为 8 ~ 25 cm,最厚可达 30 cm。

2 施工程序

振动沉模的施工程序如下:

a. 模板就位。先将桩机调平,使立柱垂直,再

作者简介 任红云(1980—),女,河南偃师人,博士研究生,从事水工结构研究。E-mail :renhongyun@hhu.edu.cn

将 A 模板对准孔位,靠振动体系的自重落下,检测调整模板的垂直度,使其达到规程要求。

b. 振动沉模。①启动振锤,先将 A 模板沿施工轴线沉入地层,达到设计深度。A 模板为先导模板,有起始、定位、导向作用,故其垂直倾斜度要求小于 0.03%~0.05%。②将 B 模板沿施工轴线紧靠 A 模板前沿沉入地层中,达到设计深度。B 模板为前接模板,起到延长板墙长度的作用。

c. 灌浆拔模。向 A 模板腹内灌满浆液,然后边振动、边拔升、边灌注,直至将 A 模板拔出地面,浆液留于槽孔内,形成密实的单板墙体。

d. 再沉 A 模。将 A 模板拔出地面后,移至 B 模板前沿沉模,此时 B 模板起到定位、导向作用,而 A 模板为前接模板,起到加长板墙的作用,A,B 两模板的定位、导向作用互换。

重复第 a 至第 d 道工序,连续不断地施工,即可形成一道竖直连续的整体板墙(图 1)。

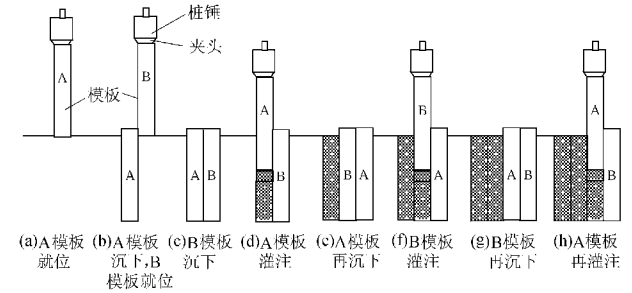


图 1 施工工序示意图

3 墙体质量问题分析

判断振动沉模防渗墙体质量的好坏需要从以下 4 个方面进行综合分析：①墙体的连续性；②墙体的完整性；③墙体的均匀性；④墙体与槽壁结合的紧密程度,简称结合性。

3.1 连续性

墙体连续性是指水平向板间连续的程度,对于振动沉模,一是看板间是否存在开叉不连续现象,二是观察板间接缝处是否存在夹泥现象。

a. 接缝开叉。振动沉模防渗墙体是由板连接而成。当出现振动沉模机架偏斜、地基松散、机座不平、立轴不直、振动夹头与振板偏心、地层不均等现象,都有可能使沉入地层的模板倾斜、板间开叉,导致板墙不连续。

b. 接缝夹泥。成墙后开挖检查发现,有的板墙在板间连接处有夹泥现象,这种夹泥有一定的分布规律,如图 2、图 3 所示,泥块发生在沉模前进方向的一侧,位置在地下水位附近,地质条件分布有黏性土层。经分析发现,在沉模振动挤压作用下,土内孔

隙水压力增加,在模板与土体摩擦时形成泥浆,加上润滑水泥浆上升的共同作用,形成较高势能的泥浆,高于四周的地下水位,绕过后面的模板,从模板边沿进入刚浇注的浆液内,形成板间夹泥。注入的泥浆势能越高,浇注板墙的浆液材料密度越小,注入泥浆越多,则夹泥越大,反之则小。如果两者势能平衡,则不会注入泥浆,板间就不会夹泥。

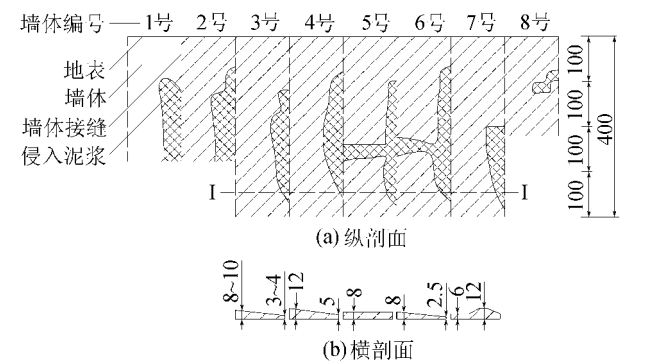


图 2 高能泥浆侵入砂浆墙体示意图(单位:cm)

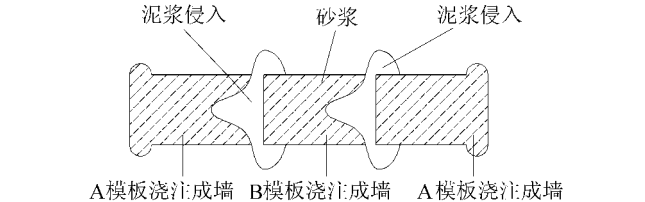


图 3 高能泥浆侵入砂浆槽横断面示意图

3.2 完整性

墙体的完整性主要是指竖向的墙板完整程度,包括墙体内外有无夹泥、缩颈、断板、沉渣等缺陷。

a. 夹泥。模板提升时,当遇到黏性土层,板侧常粘有泥块,提出地面时,在振动作用下,泥块自行脱落,落入邻近已浇注好的槽坑浆体内,形成板内夹泥的板墙。

b. 缩颈。振动沉模在提板进行浆液浇注时,当遇到松软地层,槽壁侧向压力大,而浆液不能及时注入模板提升面下的空腔,槽孔会产生缩颈;当浆液密度小于槽壁土天然密度时,也会产生缩颈;当提板速度过快,浆液不能注入提板面下的空腔,空腔内会产生负压,使槽孔缩颈更为明显。

c. 断板。当振动模板提升过快、地基漏浆严重、槽壁失稳、浆料不能及时灌浆时,都可能因缺浆造成断板。

d. 沉渣。采用开挖置换施工工艺时,槽底会产生沉渣,影响墙体防渗质量。

3.3 均匀性

墙体的均匀性是指板面与板间密度和强度的均匀性。

a. 板身的不均匀性。在槽孔内浇注浆液材料,

不同程度地存在分液现象,造成板面密度和强度的不均匀。

b. 板间不均匀性。由于各板浇注时间不同,因此会在板间产生分液现象,使板间接缝处的密度和强度与板的密度和强度出现不均匀现象,一般接缝处的强度低于板的强度。

3.4 结合性

墙体的结合性是指墙体与槽壁之间的结合状态。

a. 搅动影响。建造防渗墙时,势必对槽壁介质产生影响,由于采用的施工工艺不同,对其产生的影响也不尽相同。有的产生搅动松散作用,有的产生挤压加密作用,有的产生充填加固作用等。

b. 结合形式。由于施工工艺不同,墙体与槽壁的结合形式各不相同。有的墙体与槽壁直接紧密结合,有的墙体和介质间夹有泥浆,形成一种松软接触。

c. 槽孔变形。槽孔变形是指成型槽孔尺寸与设计不同,同施工工艺所形成的槽孔尺寸是不同的,有的槽孔缩小,有的槽孔扩大。

4 成墙质量控制体系

针对成墙质量存在的问题,应采用相对应的控制防护措施。经反复研究,在双模板工艺上逐渐形成了一套完整的质量控制防护体系。

4.1 连续性控制措施

a. 开叉控制措施 ①加大底座承载面积。桩机荷载比较大,为适应一般松软地基承载要求,加大底盘铺轨面积,保证在地基承载力较低的情况下正常工作时机座不发生偏斜。②加固地基。在遇到地基承载力较低的地质条件时,先对地基进行加固,防止在施工中机座发生偏斜。③控制设备作用重心。在机架设计时,为防止设备重心偏移造成机架偏斜,将设备重心设置在机架中心部位的转盘上。④调整桩机。调试桩机底座水平,使立杆与滑道竖直,及时注意纠偏,在振动沉模时,始终保持模板沿滑道做竖向运动。⑤控制模板。为保证模板的竖直度,在模板的两端要进行约束控制,夹头是模板控制的起点,夹头必须夹住板头的重心点,不能松动。板头与水平面垂直,并装有微调手动约束装置,控制板头定向。⑥导向控制。为确保模板间连接可靠,防止模板在地层不均条件影响下发生偏斜,在模板两侧设置导向和联结装置,使双模板沿导向槽做平行运动,保证沉模板板相扣,不发生开叉。模板两侧采用润滑措施,减少沉模阻力,加快了沉模速度,保证板面平整,板

厚均匀。严格掌握两模板间的紧密结合,使前后槽孔浇注的浆液初凝前在强力振动作用下即相互溶混为一个紧密的整体。⑦预警信号。当双模板工作顺利时,证明模板互相平行运动,无偏斜现象;当两板之间工作不顺利,摩擦阻力增大,甚至双板一块起落,预示模板发生了歪斜,模板将自行停止工作,需要进行纠偏处理。

b. 板间缝夹泥控制措施:在查明夹泥成因后,为防护模板振动时形成的高势位泥浆流入浆槽,需事先在靠近沉模板浆槽处设置护板,挡住泥浆流入,防止板缝产生夹泥。

采取上述控制防护措施之后,可以防止板间开叉和板间夹缝泥现象,确保板墙的连续性。

4.2 完整性控制措施

a. 板内夹泥控制措施:在模板下沉过程中,板侧容易粘上泥块,而在提拔模板时,在振动作用下,粘在板侧的泥块容易掉进邻近的浆槽里,从而形成板内夹泥。为防止泥块掉进浆槽,可在浆槽上设置防护措施,也可在新灌注砂浆的单元中沿模板壁沉入护板后,再沉下一块模板,以防止提拔模板时有土块掉入已灌注砂浆的槽孔中而影响墙体质量。如果板内夹泥严重,经检验不符合设计标准,可采用高压摆喷方案进行补强处理^[3]。

b. 槽板缩颈控制措施:虽然模板有护壁作用,但当遇到侧压力大的松软土层,而浇注的浆液密度较小时,浇注浆体容易发生变形缩颈现象。为避免发生变形缩颈,首先要测定天然土的密度和侧压力系数,计算软土的侧压力,然后严格按照要求制备浇注浆液。浆液搅拌及输送质量的好坏直接关系到墙体质量,在制备浆液时应随时对搅拌时间、拌合物的比重进行控制,并对每槽浆液的比重进行检测,严格掌握灌注浆体的配比和均匀性,保证浆体有足够充盈量,使其足够抵抗天然土侧向压力的影响,这样板墙的浆体不会产生侧向压缩变形,保证板墙不会缩颈^[4]。

c. 槽板断板控制措施:浆量不足不仅会导致浆液不能及时注满提板内空腔,还会导致拔模时出现断浆现象,以致发生断板,因此制浆量要满足一个槽孔的浆量储备,保持模板内一定高度的浆液面,绝不能出现脱空现象。拔模时由于提速过快而产生负压时,板墙浆体也会发生缩颈断板。因此要控制模板的提升速度,保持其速度均匀,且与浇注速度相适应,始终保持槽板内的浆液面高于槽孔空腔,一般应控制在 $1 \sim 2 \text{ m/min}$ 以内,以防止发生板墙缩颈及断板等质量事故,确保浆液连续浇注到设计墙顶。由

于坝身存在很多漏水通道或堤内存在动物洞穴等原因,振动沉模施工时会产生漏浆现象,此时要停止模板提升,直到浆液注满空洞,再继续拔模。对漏水通道进行注浆时,要时刻保证有充足的浆量。注浆施工应该连续进行,尽量减少中断。如遇到意外事件致使浇筑工作不能正常进行时,须对该孔段进行复灌处理。在浆液初凝阶段,需对模板进行往复的振动,防止发生“锈板”事故;当浆液达到一定强度后,将模板提出施工平台,并在模板与浆液的接触侧面焊接 2~5 cm 的刚性构件,然后将模板沉入设计高程。在模板运行过程中,刚性构件与板墙面摩擦形成“凹”形止水槽,浇筑浆液后使板体之间连续,达到预期的防渗效果^[5]。

d. 孔底沉渣控制措施:采用模板造模,不需进行槽孔开挖,直接从模板内注浆,孔底不会产生沉渣。

4.3 均匀性控制措施

a. 板内振动均匀加密。浆液在浇注时,模板提升振动,使浆液振动均匀加密,提高浇注质量。

b. 板间接缝振动均匀加密。由于振动作用,在板间连接处,浆液受到振动均匀搅拌,无接缝发生,接连处的浇注质量得以提高。

4.4 结合性控制措施

a. 模板固壁无夹泥。采用模板造孔固壁,既可防止槽壁坍塌,又可保证槽壁无夹泥,提高了墙体和槽壁间的结合力。

b. 振动挤压加固槽壁。采用模板振动挤压造槽,使槽壁土层加密,同时能消除砂土液化,增强土体强度。

c. 振动挤压增加墙体厚度。经模板的振动挤压,槽孔的宽度一般都大于设计模板的厚度,使得浇注的浆体厚度大于设计模板厚度,一般将增加 10%~30%。

d. H 形模板增强板间强度。模板为 H 形,板的两侧比板宽,接缝处形成的墙体比板墙厚,加上接缝处的均匀搅拌,提高了接缝强度,因其厚度增加,其强度相应增加。

5 防渗墙质量检验方法

由于防渗墙属隐蔽工程,其质量检验必须有可靠的方法。成墙质量可以通过外观检查、渗水试验和取样检测 3 个方面进行检验^[5-9]。

5.1 外观检查

工程竣工后,可以通过开挖探坑进行外观检验,

看墙顶高程和墙体厚度是否达到设计要求,墙体是否密实、完整、连续、光滑,是否无空洞、无夹泥、无蜂窝、无麻面现象,接头是否连接紧密、连续完好,是否发现纵、横向开叉。如果均满足设计要求,说明成墙质量良好。

5.2 渗水试验

渗水试验采取探坑或围井注水试验方式,连续注水 24 h 以上,检查墙面是否有渗透、冒潮现象,如果没有渗透、冒潮现象,则表明墙体防渗效果良好。

5.3 取样检测

在开挖探坑或围井时,现场随机分别留取抗压和抗渗试样若干组,进行室内试验,检测抗压强度、弹性模量、渗透系数和抗渗比降等指标是否满足设计要求。

6 结 语

介绍了一套比较完整的质量控制防护体系和全面的防渗墙质量检验方法,解决了双板振动沉模防渗墙体的连续性、完整性、均匀性等问题,同时加固槽壁土体的密度和强度,消除槽壁夹泥和孔底沉渣现象,提高防渗墙的整体质量和防渗能力。

参考文献:

- [1] 白永年. 中国堤坝防渗加固新技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001: 103-116.
- [2] 潘维宗, 白永年, 张灿峰, 等. 振动沉模防渗板墙新技术的试验[J]. 水利水电科技进展, 2002, 22(4): 38-40.
- [3] 刘冬艳, 刘勇, 王传国, 等. 洋口外闸振动沉模防渗墙缺陷及处理[J]. 江苏水利, 2004(11): 14.
- [4] 许澄跃. 振动沉模防渗板墙技术在堤围达标加固中的应用[J]. 广东水利水电, 2007(3): 49-51.
- [5] 韩伟, 杨伟, 李江林, 等. 新型振动沉模防渗板墙技术在双杨树水库除险加固工程中的应用[C]//夏可风. 2004 水利水电地基与基础工程技术——中国水利学会地基与基础工程专业委员会 2004 年学术会议论文集. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2004: 367-371.
- [6] 王军强, 夏可风. 振动沉模防渗板墙在粉细砂层中的应用[J]. 贵州水力发电, 2005, 19(5): 47-49.
- [7] 任大春, 方宗明, 张伟, 等. 振动沉模挤压注浆薄防渗墙施工技术及其适用性研究[J]. 长江科学院院报, 2004, 21(6): 51-52.
- [8] 沈建北, 刘晓敏. 振动沉模技术在双杨树水库除险加固工程中的应用[J]. 吉林水利, 2006(6): 8-9.
- [9] 李兴兵, 王正宏. 振动沉模防渗板墙技术在基础防渗工程中的应用[J]. 西部探矿工程, 2006, 18(4): 55-57.

(收稿日期: 2008-04-03 编辑: 方宇彤)