

GCL 复合垂直柔性防渗墙在垃圾填埋场应用 及施工工艺探讨

芦业磊^{1,2}, 姚达^{1,2}, 王金鹏^{1,2}

(1. 江苏省工程勘测研究院有限责任公司, 江苏 扬州 225000;

2. 江苏鸿基水源科技股份有限公司, 江苏 扬州 225000)

摘要: 水泥—膨润土作为柔性防渗墙墙体材料, 在欧美国家已经得到广泛应用。近几年来我国在一些垃圾填埋场、危险废弃物处置中心等工程项目也引进了该项技术, 但是水泥—膨润土和 GCL 防水毯(钠基膨润土防水毯)复合体作为垂直防渗墙的研究及应用国内比较少见, 通过定远县炉桥镇垃圾填埋场 GCL 复合垂直柔性防渗墙工程的施工, 探讨该技术的施工工艺。

关键词: 水泥—膨润土防渗墙; 钠基膨润土防水毯; 垂直柔性防渗墙; GCL 防水毯

中图分类号: TV543+.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2019) 03-0052-04

Discussion on the application and construction technology of GCL composite vertical flexible cut-off wall in landfill site

LU Yelei^{1, 2}, YAO Da^{1, 2}, WANG Jinpeng^{1, 2}

(1. Jiangsu Engineering Surveying Institute Co., Ltd, Yangzhou 225000, Jiangsu;

2. Jiangsu Hongji Water Source Technology Co., Ltd., Yangzhou 225000, Jiangsu Province)

Abstract: As a flexible diaphragm wall material, cement bentonite had been widely used in Europe and America. In recent years, this technology had been introduced into some landfills, hazardous waste disposal centers and other projects in China. However, the research and application of cement bentonite and GCL waterproof blanket (sodium bentonite waterproof blanket) composite as vertical flexible cut-off wall were relatively rare in China. Through the construction of GCL composite vertical flexible cutoff wall in the landfill site of Fuqiao Town, Dingyuan County, the construction technology was discussed.

Key words: cement bentonite cut-off wall; sodium bentonite waterproof blanket; vertical flexible cut-off wall; GCL waterproof blanket

0 引言

定远县炉桥镇垃圾填埋场总占地面积约 11140 m², 填埋场地形较为平整, 周边多为污水塘。

为防止垃圾渗滤液向四周土体扩散, 污染周边土体、地下水及环境, 设计上采用 GCL 复合垂直防渗墙进行围封, 其幕底进入不透水层以下 2 m。GCL 复合垂直柔性防渗墙渗透系数要求达到: $k \leq 1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$,

收稿日期: 2018-08-30

基金项目: 江苏水利科技项目(2016004)

作者简介: 芦业磊(1988—), 男, 本科, 主要从事水利工程现场施工管理工作。

墙体 28 d 无侧限抗压强度 ≥ 0.3 MPa。

1 GCL 复合垂直防渗墙简述

1.1 水泥-膨润土防渗墙

水泥-膨润土防渗墙是近年来迅速发展起来的一种新型柔性防渗墙。墙体材料主要由水泥、钠基膨润土、砂、粉煤灰等掺入一定比例的水搅拌而成,其作用机理是膨润土的主要成分蒙脱石与水泥的水化产物针状钙矾石在无序生长过程中结合在一起,有的钙矾石晶体会穿层而过。蒙脱石含量高的膨润土在水泥砂浆中产生的孔隙较少。蒙脱石层状结构的剥离能有效地填充水泥水化过程中的孔隙。其主要特点有:①因掺有一定量的膨润土,因此具有良好的塑性和抗渗性。极限水力坡降大于 300,从而有效地降低了弹性模量;②减少了墙体水泥用量;③具有良好的韧性,能适应地基的变形;④便于施工,掺入膨润土,使墙体材料具有良好的和易性和扩散度,自流密实性能好;⑤强度不高,通常 28 d 抗压强度为 0.3 ~ 2 MPa;⑥墙体抗渗系数低,能达到 $A \times 10^{-7}$ m/s ($1 < A < 10$)。

1.2 GCL 防水毯

GCL 防水毯即钠基膨润土防水毯(Sodium Bentonite Geosynthetic Clay Line)是一种新型防水材料,它由天然钠基膨润土加上 2 层土工织物包裹,以针刺加固而成^[1]。其防渗漏机理为:膨润土防水毯所选用的钠基粒子膨润土遇水可膨胀 24 倍以上,使其形成均匀的黏性高且滤失量低的胶体系统,在 2 层土工布限制作用下,使膨润土从无序变为有序的膨胀,持续的吸水膨胀结果是让膨润土层自身达到密实,从而具有防水作用^[2]。为方便施工和运输,将膨润土锁在 2 层土工合成材料中间,起保护和加固的作用,使 GCL 防水毯具有一定的整体抗拉伸和穿刺强度。其主要特点有:①密实度高,具有很强的自保水性能;②具有永久的防水性能;③施工简便、工期短,且施工后不需要特别检查,如果发现防水缺陷也容易维修,GCL 防水毯是现有防水材料中施工工期最短的;④不受气温影响,在寒冷气候条件下也不会脆断;⑤绿色环保,膨润土为天然无机材料,对人体无害无毒,对环境没有特别的影响,具有良好的环保性^[3-4]。

1.3 GCL 复合垂直柔性防渗墙防渗能力

水泥-膨润土墙体材料浇筑过程中流动状浆液浸入事先垂直铺设的 GCL 防水毯土工织物里,凝固后实现了 2 种防渗材料的紧密结合。GCL 复合垂直柔性防渗墙结合了水泥-膨润土墙体与 GCL 防水毯共有的高塑性、低渗透性能,加强了对周边环境的保护能力。

2 GCL 复合垂直柔性防渗墙施工

本次防渗墙施工采用 SG35A 型液压抓斗成槽机开槽并进行泥浆护壁,之后在紧贴外侧槽壁铺设 GCL 防水毯,最后进行水泥-膨润土墙体材料的水下导管浇筑,最终形成一道连续的 GCL 复合垂直柔性防渗墙,其施工工艺流程如图 1 所示。本次施工要求 GCL 防水毯+水泥-膨润土复合防渗墙厚度不小于 600 mm,墙顶有效标高为 21.50 m (1985 国家高程基准,下同),墙底标高 12.24 ~ 16.48 m,平均深度 7.22 m。

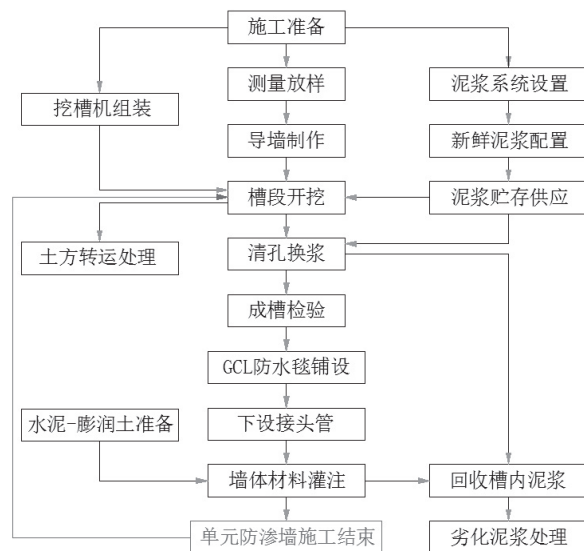


图 1 施工工艺流程图

2.1 导墙制作

导墙设置成“U”型,导墙净宽 650 mm,深 1200 mm,单侧翻边宽 1100 mm,导墙内设 $\phi 12@200$ 单层双向钢筋网片,混凝土厚度 200 mm,混凝土抗压强度标准值为 C25。导墙的作用如下:①给成槽机成槽提供导向,并承受机械的荷载;②储存泥浆和防止槽口土壁坍塌;③作为施工时水平与垂直测量的基准;④为混凝土导管安置、成槽机提供标定;⑤保证垂直防渗墙设计的几何尺寸和形状。

2.2 护壁泥浆制备

护壁泥浆制备流程如图2所示。

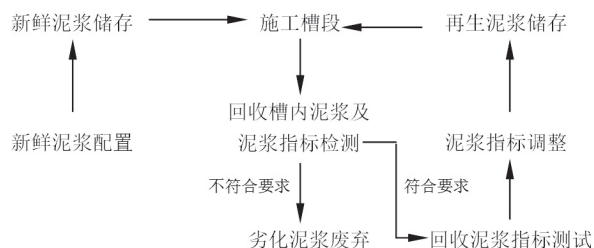


图2 泥浆系统工艺流程图

2.3 成槽挖土

采用液压抓斗成槽机挖槽时,要想做到槽段端部垂直,除抓土挖槽时控制好斗体、斗头的垂直外,关键是要使抓斗在吃土阻力均衡的状态下挖槽。首开槽段的挖掘顺序为:挖好第一抓后,跳开一段距离挖第二抓,然后再抓取两个单孔之间留下一段隔墙,这就能使抓斗在挖每抓时都能做到吃力均衡,保证槽段两端垂直度。后面槽段均采用间隔抓好一抓后回头再抓取之间的隔墙最终形成连续的槽。

2.4 GCL防水毯铺设

用特制装置将GCL防水毯沿槽孔外侧壁下设到槽底,并将其上部固定好,下部设置配重,使之贴紧槽孔外壁垂直悬挂状。槽段中部铺设时,装置端部应与槽孔端部留有0.2 m空间,让GCL防水毯更加贴壁,保证后续的浇筑工作顺利进行,确保墙体质量。相邻两块GCL防水毯重叠搭接宽度不小于45 cm,在防水毯下放时在搭接处涂好密封膏^[4]。

2.5 接头箱下设

在槽段开挖、清孔、GCL防水毯铺设等工序完成后,首开槽在距其两端0.5 m位置设置专用接头箱,连接槽在施工前端距槽孔端部0.5 m设置专用接头箱,接头箱下放位置准确、铅直,在接头箱快要下至槽底并对位准确后采用抛钩下设,上部固定牢靠,做到墙体材料浇筑时接头箱不产生

位移。见图3。

2.6 水泥-膨润土墙体材料灌注施工

将水泥、膨润土以及其他材料按一定比例掺和并搅拌均匀,采用泥浆下直升导管法浇筑,导管开浇顺序为自低处至高处,布置2个浇筑架设备进行双导管同步浇筑。导管距孔底15~25 cm,采用压球满管法开浇。浇筑导管距槽孔端头不大于1.5 m,导管间距不大于3.0 m。当槽底高差大于25 cm时,导管应布置在其控制范围的最低处。浇筑时严格控制槽内拌合料面高差和导管埋深,以防混浆和夹泥。各导管保持均匀进料,槽孔内拌合料面高差不大于0.5 m,导管埋深宜为2.5~6 m。槽内墙体材料上升平均速度不小于2 m/h^[5]。

3 施工关键技术措施

根据本工程设计要求,结合以往垃圾填埋场防渗墙的施工经验,在本工程施工中,主要将以下几点作为本工程关键技术控制点:

3.1 施工前配合比验证

施工前应进行原材料检测及配合比验证。本次防渗体材料中:水泥取用P.O42.5级普通硅酸盐水泥,膨润土采用人工钠基膨润土,掺入适当粉煤灰及粉细砂。材料选定后经检测单位进行试配,留取试样进标养室养护。在28 d龄期时,进行试样抗压强度试验和渗透系数检测。试验结果显示:抗压强度值为0.4~0.7 MPa,渗透系数为 $7.2 \times 10^{-7} \sim 8.7 \times 10^{-7}$ cm/s,均能满足设计要求。

3.2 严格控制膨润土材料质量

在胶凝材料用量和用水量都相同的条件下,不同质量的膨润土对墙体抗压强度和抗渗强度影响存在较大差异。主要表现在膨润土主要成分蒙脱石对墙体抗渗系数的影响,蒙脱石含量低,抗渗系数就会变大,反之则小。膨润土颗粒粗细(目数)对墙体材料防渗性能也有影响,目数须符合膨润土规范要求。膨润土滤失量须保持一定的范

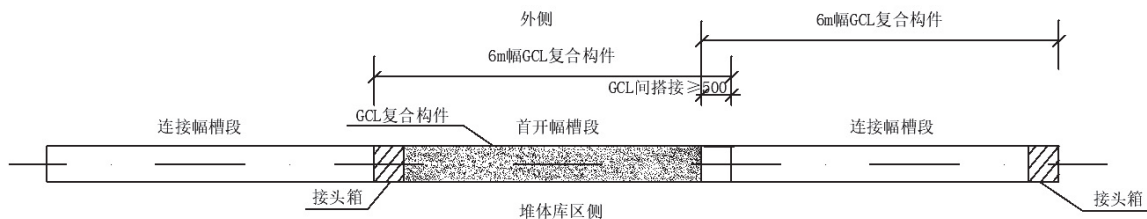


图3 GCL槽段开挖平面图

围,否则会影响拌合物的状态。

3.3 保持槽壁稳定,控制孔内沉渣、泥浆中含砂率达到规范要求

(1)选用优质材料配浆。使用优质钠基膨润土、纯碱、CMC 等配置成护壁泥浆,确保成槽施工的泥浆质量。

(2)泥浆净化设备、工艺改良。为确保泥浆中的含砂量满足规范要求,公司在现场配备泥浆净化系统,用以现场分离施工泥浆中相对较粗的砂粒,进而保证防渗墙的施工质量。

(3)严格按程序清渣,采用泵吸法换浆。

竣工验收采用钻孔取芯试样进行抗压强度及渗透系数试验,对3个槽段进行取芯检测:抗压检测9组,抗渗检测3组;GCL复合构件抗渗检测3组(GCL防水毯包裹墙体芯样进行检测)。检测结果见表1。

通过检测试验得出墙体28 d抗压强度均大于0.3MPa,墙体渗透系数为 $A \times 10^{-7}$ cm/s($1 < A < 10$),GCL复合构件渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s,工程质量符合设计及规范要求^[1]。

5 结语

表1 检测成果表

项目内容	试块抗压 Pa	试块抗渗 cm/s	取芯芯样抗压 MPa	取芯芯样抗渗 cm/s	GCL 复合构件抗渗 cm/s
最大值	1.1	8.3×10^{-7}	0.9	8.4×10^{-7}	4.81×10^{-8}
最小值	0.9	3.8×10^{-7}	0.7	7.6×10^{-7}	2.41×10^{-8}
平均值	0.98	5.8×10^{-7}	0.79	8.06×10^{-7}	3.65×10^{-8}

3.4 防渗墙的接缝质量

严格控制防渗墙接缝的搭接质量,保证防水毯下放质量,同时在连接槽施工完成后,下放防水毯时及时涂抹密封膏,以增强二序墙体接缝处材料结合的牢固程度,满足接缝止水要求^[4]。

采取如下措施来确保地下墙接头防渗效果:

(1)当泥浆中含砂率超过规范要求时,必须进行护壁置换,减少泥浆中含砂量。

(2)控制好防水毯下放质量。用自制的专用防水毯下放机械下放防水毯。防水毯下部平衡的设置好配重块,让防水毯均匀平稳紧贴槽壁缓慢下放。

(3)防渗体浇灌过程中控制^[5]:①控制导管埋度保持在2.5~6 m之间,不允许发生导管拔空现象;②防渗体浇灌过程中,2根导管要基本处于同一高度,2根导管供料速度基本均衡,以保证墙体材料浇灌面的高差满足规范要求;③保证防渗体所需灌注材料的及时供应。

4 工程质量检测

现场留样数量:抗压试块73组,抗渗试块6组。

GCL复合垂直柔性防渗墙对垃圾填埋场渗滤液扩散起到了良好的隔离作用,其复合体防渗系数完全满足设计图纸要求,为防止填埋场生活垃圾污染环境提供多重保险作用。复合体不但可以提高防渗性能,而且能够与周围的土体紧密结合,对工程起到稳定加筋的作用。钠基膨润土防水毯层和自凝泥浆中的膨润土可以有效吸附和隔离有害物质,能够大大降低渗滤液中的有害物质。该工艺施工简单、工程造价低、防渗效果好,不影响场地后续开发建设。

参考文献:

- [1] JG/T 193-2006, 钠基膨润土防水毯[S].
- [2] 谢世平,何顺辉,张健.影响GCL防渗性能因素分析[J].岩土工程学报,2016,38(S1):56-61.
- [3] 周正兵,王钊,王俊奇.GCL——一种新型复合土工材料的特性及应用综述[J].长江科学院院报,2002(01):35-38.
- [4] CECS 457-2016, 钠基膨润土防水毯应用技术规程[S].
- [5] SL 174-2014, 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范[S].