

文章编号:1007-2993(2013)01-0025-04

环保型 EC 隔渗墙新工法及其材料性质研究

徐光大¹ 徐光黎² 李俊杰^{2,3}

(1. (株)计测研究咨询, 日本广岛 812-0007; 2. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 3. 广州市设计院, 广东广州 510620)

【摘要】 随着都市化的进程,城市周边环境的复杂化,基坑数量的增多和深度的增大,基坑地下水控制变得日益重要。介绍日本研发的环保型 EC 墙隔渗帷幕新工法,包括 EC 墙工法概要、优点、应用领域和墙体材料性质。研究表明,该工法具有很好的隔水性能、耐久性好、易施工、不排土、环保等优点;墙体材料渗透系数小于 10^{-8} m/s,止水性极好;在力学性质上,呈现出很好的韧性、不易产生裂缝、变形追随性强的特点。

【关键词】 EC 隔渗墙;粘土;渗透系数;韧性;环保

【中图分类号】 TU 441.33

【文献标识码】 A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2013.01.007

Analysis of Eco-Clay Wall Method and Material Properties

Xu Guangda¹ Xu Guangli² Li Junjie^{2,3}

(1. Keisoku Research Consultant Co. Ltd., Hiroshima 812-0007, Japan; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 3. Design Institute of Guangzhou City, Guangzhou 510620, Guangdong, China)

【Abstract】 It is urgent to develop new sequester seepage wall method to prevent the soil and water pollution problems with the development of urbanization. A new Eco-Clay Wall method, which is developed by Raito Kogyo Co. Ltd., Japan, is introduced herein. The outlines of the new method, characteristics, application and wall material behaviors are described. Compared to the exiting sequester seepage wall methods, it has excellent sequester seepage effect, good service durability, environment-friendly due to the wall is constructed by natural clay material and no dispose soil. The coefficient of permeability of the wall is less than 10^{-8} m/s, which can be considered as an impermeable material. The wall shows large ductility, plastic deformation and no shear fracture failure.

【Key words】 Eco-Clay Wall; sequester seepage; coefficient of permeability; ductility; environment-friendly

0 引言

近年来,随着城镇化的快速进程、大量化学材料的使用、工程建设数量的不断增加,垃圾渗滤液、重金属、挥发性有机化合物等土壤、地下水的污染事件急剧增加。据测算,2010年县城以上生活垃圾总产量约为2.5亿吨。其中,90%以上的生活垃圾采用填埋法处理,但在填埋过程中和填埋封闭后都会伴随含量较高的氨氮、有机物、重金属离子、多种毒性滤液和致癌物质产生^[1]。一旦土工膜的破损、隔渗帷幕的开裂,有害物质就会流出,造成环境的严重污染。

因此,为防止有害流体的渗漏,有必要开发隔渗性能好、耐久性能强的隔渗新技术。日本莱特工业株式会社(Raito Kogyo Co. Ltd)研发的新一代、环保型不排土的粘土 EC 隔渗墙工法具有很多独特的优点。下文就其工法概要、特点及其墙体材料性质作一介绍。

1 EC 隔渗墙工法简介

为防止土壤、地下水等污染源的扩散,以及控制水池、基坑等的渗透变形问题,2003年日本莱特工业株式会社在 RSW 工法、TDR 工法的基础上,开发了环保型 EC 隔渗墙工法。该工法于2007年5月通过了财团法人土木研究中心的建设技术审查认证。

EC 隔渗墙工法,是利用少量粘土浆液切割、搅动土体,喷出粉状的超膨润型粘土,同时进行混合搅拌从而形成隔渗墙的工法。在施工过程中,没有排土产生,是一种止水性能好、环保型的隔渗墙工法^[2]。

按施工方法,EC 隔渗墙工法可分为:等厚式隔渗墙和柱列式隔渗墙两种(见图1)。施工时,首先开挖导沟;然后刀盘(或搅拌钻头)导管到达所定深度;先行切削、搅动;然后喷出粉状粘土并搅拌成型。成型后的 EC 隔渗墙样子见图2。

作者简介:徐光大,1966年生,男,汉族,日本九州大学硕士,日本注册技术士补,混凝土诊断士,供职于日本(株)计测研究咨询。
E-mail: xu1963@cug.edu.cn

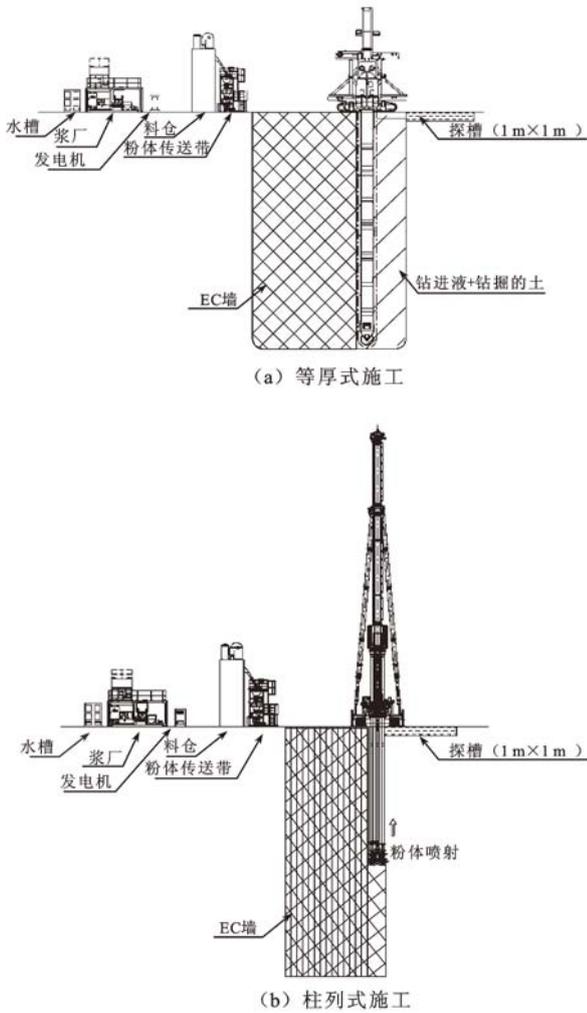


图1 EC隔渗墙施工图



图2 成型后的等厚式EC隔渗墙

2 EC隔渗墙优点及其工程应用

2.1 EC隔渗墙优点

EC隔渗墙使用材料为天然粘土矿物,一般厚度为550mm,墙深一般为13~19m^[2]。与其他隔渗墙工法相比,EC隔渗墙具有如下优点:

1)环保型 施工墙体时不排出泥土,使用的是天然粘土矿物,可极大地减少环境负荷,利于环保。

2)高止水性 建成的等厚式隔渗墙的渗透系数 $k < 1 \times 10^{-9}$ m/s,柱列式地下隔渗墙 $k < 1 \times 10^{-8}$ m/s,

渗透系数极小,止水性能优良。

3)耐久性 墙体采用的是无机的天然粘土矿物,透水试验结果显示长期的止水性能良好。

4)变形协调性 由粘土构成的隔渗墙体,与土兼容协调,变形追随性好,即使是在地震工况下的大变形,也不会产生裂缝,隔渗安全性强。

5)吸附性 粘土矿物墙体本身能够吸附污染物质。

6)经济性 施工过程中不排出泥土,节省泥土、水的处理费用,降低了工程成本。

EC墙工法的缺点是,与其他工法一样,需要大型机械施工作业用地和拌合仓用地。

2.2 EC隔渗墙工程应用

由于环保型EC隔渗墙具有隔水性能好、耐久、环保等的独特优点,在环保工程中具有很好的应用前景。

目前,环保型EC隔渗墙应用最为广泛的实例为垃圾填埋场隔渗帷幕与污染土壤隔渗帷幕(见图3)。图3(a)为生活垃圾或者产业废弃物填埋场应用示例。在填埋场四周,设置EC墙隔渗帷幕,防止垃圾渗滤液流入承压地下水中。图3(b)为防止污染土壤中有害元素的扩散而设置的隔渗帷幕。将污染土壤限制在一定的范围内,同时,利用粘土的吸附性吸收一定量的有害物质。

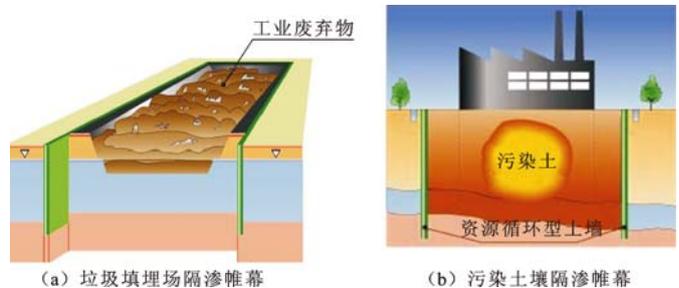


图3 环保型EC隔渗墙应用实例

3 EC隔渗墙材料性质

3.1 墙体止水机理

EC隔渗墙工法由土体与膨润粘土混合搅拌而成的,其中的蒙脱石晶层间可吸收无定量的水分子,具有吸水膨胀的性能,由此充填土中孔隙,形成隔渗墙。

蒙脱石晶间结合力极弱,有较强的活动性,遇水很不稳定,晶层间的距离随吸入的水分子的量而发生变化,吸入的量越大,晶层之间距离越大。当晶间距离增大至失去连接力时,蒙脱石颗粒可分离成更细小的土粒,见图4。利用蒙脱石矿物的较强的亲水性和较大的膨胀性,充填土中孔隙从而形成理想的隔渗墙^[3]。

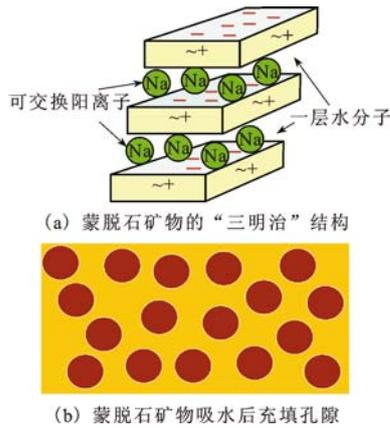


图 4 EC 隔渗墙体材料止水机理示意图

3.2 墙体渗透系数

为研究 EC 隔渗墙体水力性质,进行了各种室内试验。在 1 m^3 土中分别添加 $70、100\text{ kg/m}^3$ 膨润土的 EC 墙体材料,观测其渗透系数,观测结果见图 5。

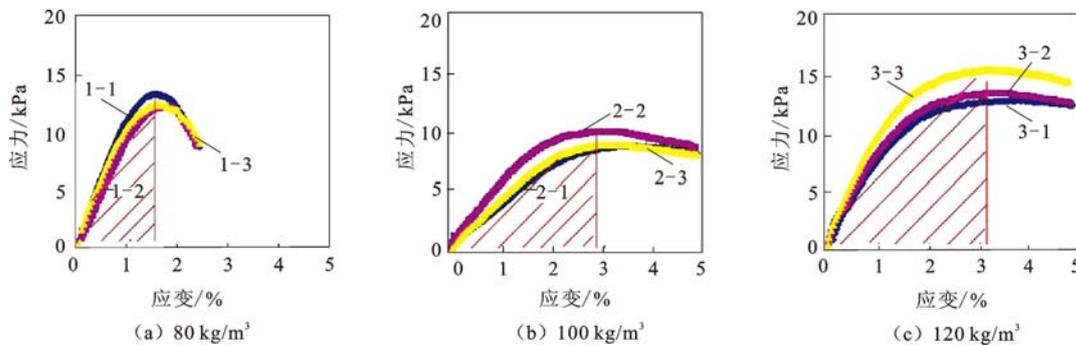


图 5 环保型 EC 隔渗墙的渗透系数随时间变化曲线

3.3 墙体力学变形性质

为验证 EC 隔渗墙体的抗变形的协调性,进行了不同配比的无侧限抗压强度试验(见图 6)。通过测定试样的应力-应变曲线,计算出到达峰值强度时的潜在势能来评价它的力学变形性能。

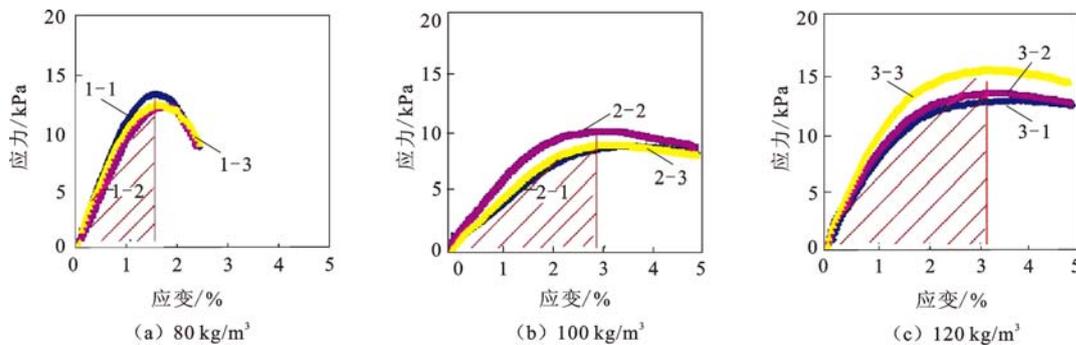


图 6 EC 隔渗墙体应力-应变曲线

图 6 分别为 1 m^3 土中膨润土添加量为 $80、100$ 和 120 kg/m^3 时的试验结果。3 组平行试验对应峰值强度的应变量达到 $15\%、28\%$ 和 32% , 潜在势能大^[4]。此外,将 EC 墙体与水泥土试样破坏形式进行比较(见图 7)。相对水泥土试样的剪切破坏,EC 墙体呈现塑性破坏^[2]。由图可知,EC 墙体材料具有很好的韧性,能够与周围土体协调兼容,变形追随性强。

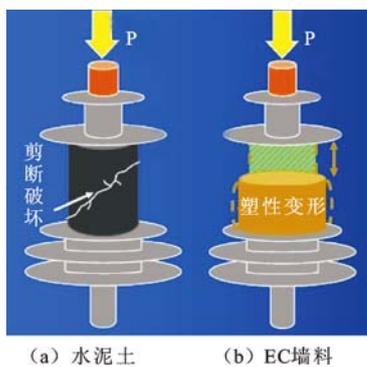


图 7 试样的破坏形式

4 结论

1) EC 隔渗墙工法,是利用大型机械在切割、搅动土体之后,喷出天然的粉状粘土并与土混合搅拌而形成隔渗幕墙,为防止土壤、地下水等污染源的扩散,控制地下水的渗透变形问题提供了一种环保型新工法。

2) 与通常的化学材料隔渗墙工法相比,EC 隔渗墙在施工时,不排出泥土,采用的是天然材料,利于环保。同时,具有高止水性、耐久性、变形协调性等优点。

3) 由于 EC 隔渗墙的独特优点,可作为生活垃圾、产业废弃物填埋场,地下水渗透控制的隔渗帷幕来应用。

4) EC 隔渗墙体材料中的蒙脱石矿物具有较强的亲水性和较大的膨胀性,从微观角度分析了其止水性优良的机理,渗透系数可达 10^{-10} m/s 量级;在力学性质上,表现出很好的韧性,呈现塑性变形特点,不易产生裂缝,变形追随性强。

参 考 文 献

- [1] 彭雪妍,肖浴,张敏,等.垃圾渗滤液生物处理工艺研究进展[J].安全与环境工程,2010,17(6):18-21.
- [2] ライト工業株式会社. ECウォール工法(環境配慮型遮水壁工法). NETIS 登録技術, 2005.
- [3] ライト工業株式会社. ECウォール工法(エコクレイ

ウォール工法). 財団法人土木研究中心建設技術審査証明, 2007.

- [4] 池田,幸一郎. 環境負荷低減遮水壁工法の実用化—EC(エコクレイ)ウォール工法[S]. 平成20年度中国地方建設技術開発交流会(広島県会場), 2008.

收稿日期:2012-09-14

(上接第20页)

第一道内支撑设计轴力报警值分别为:径向支撑4400 kN、角支撑4500 kN、内环支撑9900 kN及外环支撑8900 kN。表3表明,各支撑实测轴力均小于设计报警值。内支撑受力性态基本与计算结果相近。

表4 第二道支撑轴力测量成果表

测点	轴力/kN	测点	轴力/kN	测点	轴力/kN
ZC2-1	2704.36	ZC2-8	1168.05	ZC2-15	3824.38
ZC2-2	3049.57	ZC2-9	1204.15	ZC2-16	5307.79
ZC2-3	3666.96	ZC2-10	1984.65	ZC2-17	4286.06
ZC2-4	2267.73	ZC2-11	4014.61	ZC2-18	7048.45
ZC2-5		ZC2-12	6546.42	ZC2-19	3461.58
ZC2-6	1493.02	ZC2-13	5993.42	ZC2-20	3582.41
ZC2-7	2702.86	ZC2-14	3635.87	ZC2-21	

第二道内支撑设计轴力报警值分别为:径向支撑4500 kN、角支撑7700 kN、内环支撑16000 kN及外环支撑11000 kN。表4表明,各支撑实测轴力均小于设计报警值,内支撑受力性态大小规律与计算结果相似,但是实测轴力比计算值小很多。这与目前内支撑轴力计算方式以及现场实际测试方法有关。

5 结 论

本工程为目前国内软土地基中采用最大圆环形内支撑的建筑基坑之一,且基坑周边环境情况较为复杂,但实施结果表明,圆环钢筋混凝土内支撑体系受力较好、整体刚度好、坑内无支撑空间大,可有效地

避让主体结构,保证主体结构施工进度,同时对保护基坑周边环境起到良好的效果。

该工程成功实施,表明超大混凝土圆环形内支撑应用于类似南京地区的软土地基超大深基坑围护是一种安全的、合理的方案。

参 考 文 献

- [1] 刘国斌,王卫东. 基坑工程手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009:21-25.
- [2] 龚昕,丁文其,赖允瑾,等. 双圆环形支撑体系在基坑工程中的应用[J]. 地下空间与工程学报,2010,6(1):179-183.
- [3] 刘有才,董利华,裘宝华. 大型钢筋混凝土圆环桁架支撑系统应用研究[J]. 施工技术,2006,35(6):66-68.
- [4] 秦立标,陈永康. 深基坑圆环形支撑施工技术运用[J]. 建筑施工,2007,29(9):677-679.
- [5] 余永志,沈国祥,朱良锋. 某大剧院深基坑工程设计与施工[J]. 施工技术,2006,35(11):27-29.
- [6] 湖北频道. 世界最大的环形内支撑基坑“中建三局造”[OL]. 湖北:人民网,2011-11-14.
- [7] 李象范,尹骥,刘有才,等. 超大深基坑钢筋混凝土圆环桁架内支撑设计[J]. 施工技术,2006,35(6):69-72.
- [8] 尹骥,管飞,李象范,等. 直径210m超大圆环支撑基坑设计分析[J]. 岩土工程学报,2006,28(S1):1596-1599.

收稿日期:2012-10-09