

荣勋挡墙技术在丽水城市内河中的应用

支向军 刘冠男 杨 艺 陈东海

(浙江省钱塘江管理局勘测设计院, 浙江 杭州 310016)

摘要:为解决河道挡墙生态化、人性化等问题,结合浙江省丽水市城区河道,选用荣勋挡墙技术,使工程很好地实现了生态化、绿化、人性化等建设要求,并取得了水下挡墙应用土工格栅加筋的经验,体现了安全可靠、施工简便、降低投资等优越性,值得推广应用。

关键词:河道挡墙工程 荣勋挡墙 河道整治 城区河道

中图分类号: TV8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-764X(2008)S1-0120-04

丽水市是全国第一个生态地区,生态化是河道整治的重要内容。海潮河为丽水市城区内河体系的组成部分,位于城区的长度约 1.5 km。原设计河岸为复式断面,上级挡墙为干砌块石,下级挡墙为重力实体钢筋混凝土结构,无法满足绿化、休闲、水环境、景观所必需的生态化、人性化等要求。由于工程已经开工,为了不至于改动太大,对海潮河的出口段进行优化,保留下级挡墙下部的钢筋混凝土,在钢筋混凝土的上部改用荣勋挡墙技术。

在河道挡墙工程中,很少使用加筋土挡墙,更少使用土工格栅作为挡墙的加筋材料。该出口段荣勋挡墙高 2 m,长度为 250 m,加筋材料为拉伸土工格栅。工程于 2006 年 9 月底完工,浙江省水利水电质量监督检验站对荣勋挡墙进行了为期 1 a 的水平位移检测,最大水平位移只有 3 mm,证明挡墙安全稳定。

1 工程地质资料

以钻孔揭露的第②层、第③层地层作为持力地基。

②-1 层粉质黏土:可硬可塑,局部软塑,层厚为 0.30~7.80 m,中等偏高压缩性土;②-2 层黏质粉土:很湿,弱~软韧性,层厚为 0.30~3.30 m,主要分布在场区东南侧,中等偏高压缩性土;②-3 层细砂:基本无干强度,层厚为 0.30~1.70 m,中等压缩性土;③层卵砾石层:含卵石,粒径为 2~8 cm 的颗粒质量分数一般大于 30%,强度高,层厚较大,局部缺失,属低压缩性土层;③层粉质黏土:软可~可塑,中硬韧性,层厚为 0.40~2.30 m,中等偏高压缩性土。

该地区地震基本烈度为Ⅴ度,设计地震分组为第一组。根据土层及力学性能情况,该场地土属中软~中硬场地土,建筑场地类别为Ⅰ~Ⅱ类,场地土特征周期值为 0.25~0.35 s,工程区属抗震不利地段。

2 挡墙分析比较和荣勋挡墙

2.1 传统挡墙技术分析

传统挡土墙主要有浆砌或干砌块石挡土墙、钢筋混凝土现浇挡土墙等,近年采用加筋土挡土墙、石笼挡土墙,从生态化和人性化等方面分析,这些挡土墙的综合功能较弱。

a. 浆砌块石挡土墙、钢筋混凝土现浇挡土墙体完全隔断了水、岸的连通,破坏了河道水生植、动物的生态环境,墙体自身不能提供便于攀爬的结构,不便于亲水活动和攀爬自救,属于非人性化挡墙。

b. 干砌块石挡土墙一般在 1.5 m 以下,可用范围极为有限。虽然基本满足水、岸“沟通”的要求,可由于块石之间的缝隙泥土稀少,除了苔、藻等植物外,更多植物难以在其缝隙生长,垂直绿化的实际效果更不尽如人意。干砌块石之间所形成的缝隙水生态功能有限。

c. 石笼挡墙历史悠久,但石笼挡墙中的网或笼外露,容易被腐蚀、老化或被人为破坏,笼内松散的石头容易掉出笼外而导致挡土墙坍塌,因此已很少使用。近几年有一种称为格宾(gabion)的挡土墙,实际上与石笼挡墙没有本质上的区别,格宾挡土墙主要强调采用成型的箱式网格。格宾挡墙和石笼挡墙其生态化方面等同于干砌块石挡墙,人性化方面比

干砌块石挡墙优越一些。但金属、合金网格的切断端部非常尖锐,亲水活动和攀爬自救的人容易被伤害。

d. 采用面板和筋带的加筋土挡土墙没有生态化功能。来自于美国的 Anchor 钻石型砌块挡土墙,其干垒施工虽然使水、岸沟通,但生态化、立面绿化、人性化等问题都没有综合解决。目前中国市场上包括钻石型挡土墙在内的干垒混凝土砌块挡土墙必须采用纤维编织的土工格栅作为加筋材料,其破坏形式属于柔性筋式,且规范要求计算割破、刺破、顶破等影响系数,需要布置的纤维土工格栅层数多、长度长、不够经济,而且要求回填土中尽量不含尖锐的石子,限制了用于回填的土的范围,而纤维土工格栅中的玻纤土工格栅显示刚性,许多研究成果指出禁止用于加筋土挡土墙^[1]。

综上所述,这些挡墙都不符合该工程绿化、休闲、水环境所需要的综合功能要求。

2.2 荣勋挡墙技术原理

荣勋挡墙技术^[2]由汪荣勋先生发明,荣勋挡墙是采用荣勋挡排砌块干垒砌筑的具有独特性能的挡土墙,其主要技术原理是:在荣勋挡墙上任意考察上下三层荣勋挡排砌块,最下层砌块的脊顶部高于最上层砌块的底部,符合专利(ZL200410071516.1、ZL200420073890.0)技术原理中的最优方案,其墙体的竖缝具有优良的自挡土功能,并由此可以实现多功能^[3]。

2.3 荣勋挡墙技术的最主要功能

a. 自挡土结构:自我挡土、自我反滤,一般无需反滤措施。

b. 自排水结构:自我排水迅速,把墙背的剩余水压力降低为零,提高抗灾能力,不设排水孔。

c. 自定位结构:搭积木式干砌,自我下滑定位,施工简便迅速。

d. 自卡锁结构:上下左右自我卡锁、整体连锁,提高了安全稳定性能。

e. 柔性自适应结构:柔性结构,适应变形,释放、消减土压力,不设变形缝。

f. 生态化结构:挡墙三维互通,为水生物提供良好的生息环境,见图 1(a)。

g. 人性化结构:生态孔、脊顶结构,便于踩攀,是人性化的自救“生路”,见图 1(b)。

h. 垂直绿化结构:生态孔为植物提供良好的生长环境,可以实现挡墙立面花园化。

i. 景观化结构:可以形成彩色挡墙、灯光挡墙。

j. 耐污结构:溢水反滤,水从墙背下部排出,墙面耐污。



图 1(a)生态孔



图 1(b)自救生路

图 1 荣勋挡墙

k. 消浪结构:生态孔的曲折结构,具有优越的消浪效果。

l. 加筋卡锚结构:土工格栅通过阻尼结和 3 个转弯与荣勋挡排砌块形成卡锚结构,连接更加可靠。

m. 实心砌块:与空心的钻石型砌块等比较,搬运不易破损,挡土墙更加牢固。

经过分析比较,荣勋挡墙技术比其他挡墙技术具有更多的先进功能,因此,笔者选用了荣勋挡墙技术。

3 荣勋挡墙的设计

河道挡墙墙顶高程为 48.00 m、墙底高程为 44.80~45.10 m,荣勋挡墙迎水面仰斜 10°,选用荣勋挡排砌块型号为 RXP-280-10,应用加筋土挡墙理论计算加筋材料。荣勋挡墙设置 10~12 cm 的生态孔,砌体密度 $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ 、浮重度 $\gamma' = 11.7 \text{ kN/m}^3$ 。

被挡土取用粉质黏土,含水量 $\omega = 23\%$,湿密度 $\rho = 1920 \text{ kg/m}^3$,饱和密度 $\rho_{\text{sat}} = 1970 \text{ kg/m}^3$,浮重度 $\gamma' = 9.91 \text{ kN/m}^3$,摩擦角 $\varphi = 20^\circ$,被挡土与加筋土之间的摩擦角 $\varphi_b = 20^\circ$,摩擦系数 $f = 0.36$ 。

加筋土压实密度 $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$,浮重度 $\gamma' = 12.0 \text{ kN/m}^3$,饱和密度 $\rho_{\text{sat}} = 2180 \text{ kg/m}^3$,内摩擦角 $\varphi_f = 35^\circ$,加筋土与土工格栅之间摩擦系数取 $f = 0.40$,加筋土与砌体背后的摩擦角取用 $2/3\varphi_f = 23.30^\circ$ 。

根据外部稳定、内部稳定和整体稳定计算以及地基承载力校核确定荣勋挡墙的结构为:在墙顶下 1 m 处设置一层土工格栅,入土长度为 250 cm;在墙顶下 1.8 m 处设置一层土工格栅,入土长度为 300 cm。采用土工格栅型号为 TGSG50-50,极限抗拉力 $T_s = 50 \text{ kN/m}$,要求不得使用纤维编织的土工格栅。经过概算造价对比,修改的荣勋挡墙方案比原设计方案降低造价约 10%,见图 2。

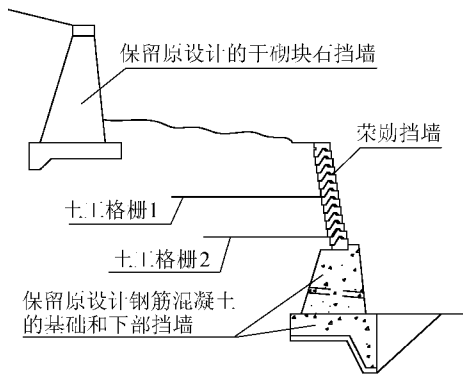


图2 丽水海潮河荣勋挡墙

使用 SL/T225—98《土工合成材料应用技术规范》时需要注意 2 点:①规范中的加筋土挡墙为垂直挡墙,该工程设计的荣勋挡墙迎水面倾斜 10° ,荣勋挡墙设计导则^[4]提出应根据加筋土挡墙的基本理论计算仰斜 10° 时的土压力系数。②规范中的加筋土挡墙的加筋材料实际上指的是筋带,不是土工格栅,没有加筋土与土工格栅之间的摩擦系数。根据《荣勋挡墙的设计和施工技术》^[5],按照 JTJ/T019—98《公路土工合成材料应用技术规范》,加筋土与土工格栅之间摩擦系数 $f = 0.63$,该设计取 $f = 0.40$ 偏于安全。

4 荣勋挡墙的施工

4.1 荣勋挡排砌块安装

a. 荣勋底砌块安装时用水泥砂浆找平,安装的底砌块沿挡墙长度方向和内外方向都要水平,不宜外侧低于内侧^[4]。该工程的底砌块位于河床之上,靠紧砌筑,在以脊顶为界的后侧竖缝用水泥砂浆勾缝,防止墙后土流失。

b. 荣勋主砌块安装按生态孔宽度 10 ~ 12 cm 控制,砌块顶面必须清理干净;在面向挡土区的一侧,上下 2 层 RXP 砌块的基准斜面须靠紧;必须使用强度水泥砂浆调整水平误差和标高,水泥砂浆厚度不宜超过 6 mm,同时必须保持自挡土高度,不得使用石子、木片、铁片等小件材料支垫。

c. 荣勋顶砌块安装一般采用砂浆砌筑,目的是通过砂浆来调整标高,确保其标高满足设计要求,但砂浆厚度不能大于 6 mm,同时必须保持自挡土高

度,砌块之间墙背侧的竖缝须用砂浆勾缝填塞,起挡土作用。

施工中要注意,荣勋挡墙端部与其他结构相接处的竖缝,须用砂浆填塞,以确保相接处的墙后土不会流失。

4.2 土工格栅施工

选择单向拉伸土工格栅,垂直于挡墙方向为主受力方向,在这个方向一般不得连接或搭接,必须连接时,应采用荣勋结技术。土工格栅前端必须形成荣勋结卡于上下砌块的孔中,使土工格栅被锚卡于砌体中;土工格栅一般是水平铺设,最好是自砌块背后起至土工格栅尾部由低向高倾斜 5° 斜铺;土工格栅应拉直绷紧、不得起皱,可用泥土压住土工格栅尾部,使其保持绷紧状态。

4.3 回填土施工

该工程采用的回填土为塘渣,施工必须按规范要求严格控制压实度,保证回填土的内摩擦角满足设计要求。

填土和压实机具不要挤碰荣勋挡排砌块砌体,宜采用倒退法填土。应注意保护土工格栅,不得直接压在土工格栅上,不得使用羊足碾,避免土工格栅起皱、移动、割断和损坏。卸土和铺土机具与荣勋挡排砌块背后的距离不宜小于 1.5 m,一般在荣勋挡排砌块背后 1 m 范围以内不得使用大型碾压机,应采用蛙式夯、平板振动器等小型机具或人工夯。

回填土应考虑预加沉降量,填料表面高度应适当高于挡墙顶设计高度,以便使填料高度自然沉降后与设计高度相近。在土体回填和压实过程中,土工格栅拉平绷紧后,宜先在距 RXP 砌块最远端填少许土用以压住土工格栅。

5 工程效果和优点

该工程于 2006 年 9 月砌筑完工,见图 3。荣勋挡墙在施工过程中和完工一年后,已体现出很好的效果。



图3 丽水海潮河尾段荣勋挡墙(砌筑完工时)

5.1 施工方面

施工现浇混凝土挡墙、浆砌块石挡墙需要脚手架,施工现浇混凝土挡墙需要大量模板,墙体转弯处

放样和立模板的技术要求较高。

荣勋挡墙“搭积木式”施工,简单方便,无需技术工人,荣勋挡排砌块砌体全部作业可以在填土一侧完成,工作面小,施工速度迅速,每延米挡墙是块石挡墙的5倍,劳动强度是块石挡墙的1/5,大大节约了劳动力、缩短了工期、降低了劳动强度。

5.2 施工质量

荣勋挡排砌块是工业化产品,并且砌体是外露结构,施工中不能偷工减料,有利于保证施工质量。

5.3 多功能效果

荣勋挡墙河道中,水生动物出入于生态孔中,密度明显高于现浇混凝土挡墙和浆砌块石挡墙的河道,生态孔中野生植物已在自然生长,生态、绿化效果优于干砌块石挡墙。荣勋挡墙攀爬方便,可以上下河道实施亲水活动,万一有人不慎落水,也可以沿荣勋挡墙攀爬自救。该工程很好地满足了绿化、休闲、水环境、景观等多功能需要。

5.4 造价低

与其他挡墙的河段相比,荣勋挡墙的河段实际造价较小,可降低造价10%。

6 结 语

a. 海潮河尾段的荣勋挡墙实现了绿化、休闲、

(上接第116页)而是为了使垫层满足阻渗及抗渗性要求,粒径小于5mm的颗粒质量分数是垫层设计的核心要求,尤其是粒径小于0.1mm的颗粒质量分数的要求在垫层设计中非常重要。

d. 垫层料应能对渠基土起到反滤保护作用,以防止淤堵垫层,造成垫层抗冻作用的失效。

e. 渠道垫层的设计要求与面板坝垫层有诸多不同之处,基于渠道的低水位、动水条件、断面小等情况下的垫层设计是一个值得研究的课题。从实际应用情况可以看出,渠道垫层的要求比面板坝垫层宽泛得多。

参考文献:

[1] 张展羽,吴玉柏.渠系改造[M].北京:中国水利水电出版社,2004:264-266.
[2] 蒋国澄,傅志安,凤家骥.混凝土面板坝工程[M].湖北:湖北科学技术出版社,1996:78-105.
[3] 金正浩,党连文,于振全,等.寒冷地区混凝土面板坝设计与施工[M].北京:中国水利水电出版社,1998:33-35.
[4] 宋永杰,袁辉.黑泉混凝土砂砾石坝设计[J].西北水电,1997(1):41-43.

水环境、景观等多种功能,是生态丽水建设中打造河道挡墙生态的成功实践,荣勋挡墙还体现了施工便捷、节省造价等许多优点,较之现有其他挡墙技术有明显的优越性,河道整治值得推广应用。

b. 荣勋挡墙一年的观测结果表明,挡墙安全可靠,说明设计是正确的。建议继续进行位移和沉降监测,为推广应用荣勋挡墙积累更多经验。

c. 在流速较大或有船形波冲刷的河道上,应采用荣勋挡墙中的进一步反滤保土方案,基脚设计要考虑防冲刷要求。

参考文献:

[1] 张庆明.土工格栅加筋设计强度的确定[C]//全国土工合成材料应用技术规范与产品质量研讨会论文集,http://www.cnhydro.com/hc/jswk/2004-01-08-06.htm.
[2] 汪荣勋.荣勋挡排砌块(RXP)及其挡土墙[J].建筑砌块与砌块建筑,2005(5):51-55.
[3] 章晓桦,孙从炎,汪荣勋.生态柔性挡墙现场检测及其结果分析[J].新型建筑材料,2005(11):50-52.
[4] 汪荣勋.荣勋生态挡墙设计和施工技术导则[J].深圳水务科技,2005.
[5] 汪荣勋.荣勋挡墙设计和施工技术[J].新型建筑材料,2005(12):12-14.

(收稿日期:2007-00-00 编辑:方宇彤)

[5] 杨得勇,雍莉.混凝土面板坝砂砾石垫层料过渡料渗流及渗透稳定性试验研究[J].西北水电,2005(1):47-50.

[6] 宋永杰.黑泉面板坝垫层设计[J].西北水电,1998(4):6-9.

(收稿日期:2007-10-10 编辑:方宇彤)

(上接第89页)

5 结 语

水布垭右岸防淘墙护岸工程量大,地质条件差,施工难度大,施工单位相互之间干扰大,通过采取有效的组织管理,不断地改进施工方案和施工技术措施,能确保工程顺利实施,实践证明其设计施工方案是可行的,尤其所采用的混凝土施工方案对今后类似工程施工具有很好的借鉴意义。

参考文献:

[1] 徐瑞春.水布垭水利枢纽可行性研究:第三篇工程地质[R].武汉:水利部长江水利委员会清江地质大队,1998.
[2] 张建辉.湖北清江水布垭水电站防淘墙施工专题研究[R].武汉:水利部长江水利委员会长江勘测规划设计研究院,2005.

(收稿日期:2007-11-23 编辑:高建群)