

格栅砌块挡墙在山区河道治理工程中的应用研究

鄢永辉

宁国市水利局, 安徽 宁国 242300

[摘要]因山区河道洪水具有水位和流量变化大, 汛期水流湍急但持续时间短的特点。传统治理方式为采用硬质挡墙及护岸, 不满足生态环境的可持续发展趋势, 文中结合水阳江某治理工程中堤防采用的格栅砌块挡墙护岸进行技术经济分析。格栅砌块挡墙具有生态环保, 可以通过预制化装配生产, 施工速度快, 工程投资比传统硬质护岸低等特点, 在山区河道中应用可以满足河道抗冲及安全稳定性要求, 具有诸多优点。研究成果供同类项目参考。

[关键词]格栅砌块挡墙; 生态护岸; 工程应用

DOI: 10.33142/hst.v5i2.5996

中图分类号: TV86

文献标识码: A

Application of Grid Block Retaining Wall in River Regulation Engineering In Mountainous Area

YAN Yonghui

Ningguo Water Resources Bureau, Ningguo, Anhui, 242300, China

Abstract: River flood in mountainous areas has the characteristics of large changes in water level and flow, rapid flow in flood season but short duration. The traditional treatment method is to adopt hard retaining wall and revetment, which does not meet the sustainable development trend of ecological environment. This paper makes a technical and economic analysis combined with the grid block retaining wall revetment used in the embankment of a treatment project of Shuiyang river. The grid block retaining wall has the characteristics of ecological and environmental protection, can be produced by prefabricated assembly, fast construction speed and lower engineering investment than the traditional hard revetment. Its application in mountainous rivers can meet the requirements of river erosion resistance, safety and stability, and has many advantages. The research results can be used as a reference for similar projects.

Keywords: grid block retaining wall; ecological revetment; engineering application

1 背景

传统山区河道因水流流速大, 河道护岸结构通常采用硬质混凝土护岸或者砌石砼护岸, 但其具有很多缺点: 护岸硬化后, 使得河道糙率变小, 增大了水流流速和水动能, 使河道的冲刷和下切更严重, 原有堤防和河岸垮塌更为严重。它破坏了河岸生物赖以生存的基础, 阻止了河道与河畔植被的水气循环, 使很多植物丧失了生存空间, 河岸带生态功能退化。同时硬质钢筋砼结构自然资源消耗大, 总体成本高, 施工工期长, 外观上较为单调生硬, 与周边的景观不协调, 与生态环境的可持续发展趋势相违背。近年来越来越多的城区景观河道采用了一些生态护岸, 本文结合水阳江某治理工程中采用的格栅砌块挡墙护岸进行经济技术分析。

2 工程概况

本工程位于水阳江中游, 水阳江为长江右岸一级支流, 流域面积 10385km², 干流长 273km。工程区堤防段常年水位在 40~41.5m 之间, 堤防防洪标准按照 20 年一遇设计, 设计洪水水位为 44.1~44.9m。现状堤防高程不能满足防洪设防标准, 需要对现状堤防进行加高处理。因堤后为集镇村, 且距离现状堤防较近, 采用斜坡式堤防征拆迁工作量大, 需要采用直立式堤身结构。因此采用传统钢筋挡墙与

格栅砌块挡墙进行了比较, 最终选用了格栅砌块挡墙。

2.1 格栅砌块挡墙

格栅砌块挡墙主要由加筋材料、面层系统和回填材料三部分组成。

①加筋材料

本工程加筋材料采用土工合成材料——土工格栅。筋带竖向向分成三段, 上长下短, 最上层格栅设计长度 6m, 最底层 2m。层间竖向间距 0.4m。在加筋土结构系统中采用的加筋材料, 按其几何形状可分为条带式加筋(包括钢带、聚合物加筋带、混凝土板条等)、网眼型宽幅加筋(包括土工网格、土工格栅或钢筋网)和非网眼型宽幅加筋(主要为土工布)三种类型。土工格栅具有变形模量大、抗拉强度高、韧性好、重量轻、耐腐蚀、抗老化、与土颗粒之间的相互作用强以及能在较短时间内发挥加筋作用等优点。

②面层系统

本工程采用的墙面为预制空心生态砌块。它对结构的稳定也起到了一定的作用, 可保护回填土, 防止其滑塌和侵蚀; 在某种情况下, 也能提供排水通道。面层系统是阻止两层加筋材料之间土的表面剥落而使用的, 是格栅砌块挡墙中唯一的可视部分, 对美观影响很大。空心生态砌块, 外立面有凹凸感, 预制方便。

本工程挡墙墙身总高度 4.0m。墙面生态砌块间通过玻纤尼龙锚固棒联结。一方面提高墙体的整体质量,另一方面可以嵌固土工格栅,防止墙后土体碾压时把格栅从块体间拉出。墙后采用 30cm 厚碎石和土工布,可以有效防止水土流失,挡墙底采用钢筋砼基础。墙后土工格栅与土体分层碾压铺设,通过土工格栅筋带的抗拉强度和土体的摩擦力来提高土体抗剪强度,整个堤防相当于一个重力式挡墙。生态砌块的孔洞中填充碎石,同时回填适合植物生长的土体以利于种植植物,建成后堤防面绿色环保,景观效果好。

③ 回填材料

为了墙后填筑土体的质量及排水特性,本工程选用当地丰富的含砂砾石土。

对于格栅砌块挡墙,为了保证其耐久性、良好的排水性能、施工方便以及良好的筋土相互作用,采用了级配良好的粗粒土。由于筋材和填土之间的摩擦力对格栅砌块挡墙的稳定起着重要作用,要求尽量选用具有良好摩擦特性的材料。一般不推荐使用黏性土作为填料,一是因为黏性土的内摩擦角较小,二是它的低渗透性往往会存在超孔隙水压力,降低加筋土工程的安全度。含砂砾石土有排水方便的优点,而且料土在装卸、填土和压实过程中也有显著的优点。

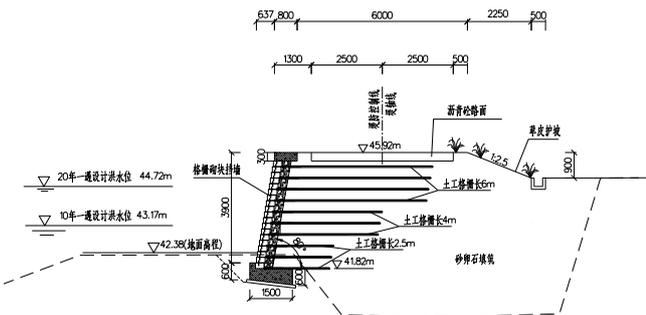


图1 格栅砌块挡墙设计断面图

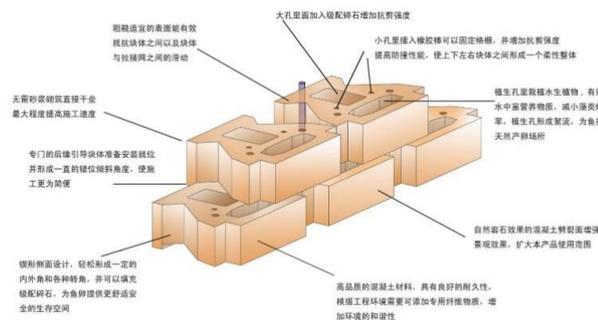


图2 格栅砌块结构示意图

2.2 钢筋砼防洪墙堤身方案

在现状地面高程新建 C30 钢筋砼挡墙,挡墙总高 4.6m,其中挡土净高度 3.5m,上部超高 1.2m。挡墙下部与现状道路相连,基础埋置深度 0.5m。挡墙底设置 C20 素砼垫

层,厚度 0.1m。堤防加高后设计堤顶宽 9m,其中 5m 宽沥青砼路面,两侧各布置 2m 绿化草皮。挡墙内坡采用 1:2.5 斜坡与现状地面相接,坡脚设置排水沟。

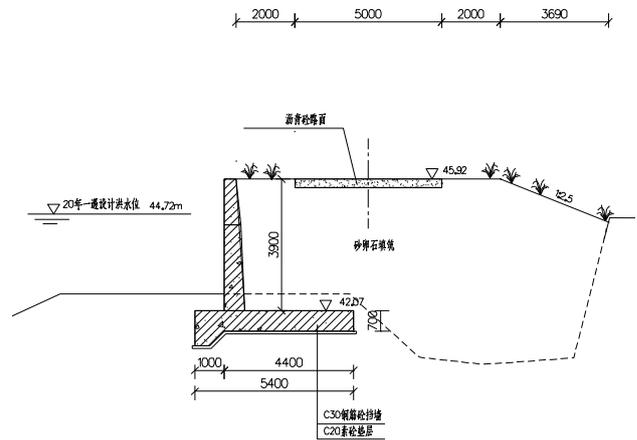


图3 钢筋砼防洪墙设计断面图

经过堤防功能性比较,两种护岸均能满足堤防稳定和防洪功能要求,考虑到本段堤防位于集镇村段,对景观和护岸生态性要求高,且经济性比较方案一比方案二投资少,因此采用格栅砌块挡墙方案。该护岸有很多优点:

(1) 直立堤身,满足堤防使用功能。工程区位于集镇村段,对景观要求高,直立堤身可以减小工程占地,减少征拆迁量。同时墙身采用高的密实度和强度,超低吸水性、抗腐蚀性生态砌块,中间通过高强度嵌固棒连接成整体能维持岸坡稳定,防止冲刷坡坏,避免岸坡坍塌,满足堤防使用要求。

(2) 生态环保。生态砌块为空心砌块,中间可以填充土壤,种植景观植物,保土效益和绿化效果非常显著。整个墙体排水通畅,使水能通过墙体和土壤通畅地进行物质交换和生物循环,达到自洁、净化、自然生态的效果,有利于动植物的生存和景观绿化。建立良好的生态系统,发挥城市河流生态系统在景观中的作用,将美学融到城市河道生态治理之中,能有效改善人居环境满足生态平衡要求。

(3) 施工简易快速。砌块为预制结构,现场装配,施工速度快,环境污染小,对施工条件和劳工专业技术要求低,耗材少,工期短。

(4) 性价比高。施工便捷,拆卸方便,产品可重复利用,后期维护力度小,占地少,经久耐用。工程投资比传统硬质护岸结构可以减少 20%~50%,具有良好的经济效益和社会效益。

3 格栅砌块挡墙的计算

加筋土结构的设计方法普遍采用极限平衡分析方法。该方法是对加筋土结构进行稳定性验算,即分析计算结构整体结构内、外部稳定破坏所需的加筋材料强度及应力分配。外部稳定性设计分析是将加筋土体视为具较高强度的

复合主体,再依据传统支挡结构外部稳定性设计分析方法验算结构沿基底的水平滑动、沿墙趾的倾覆、地基承载力及沿地基的深层圆弧滑动稳定等。内部稳定性分析时根据潜在破裂面,将加筋土体划分为非锚固区和锚固区,非锚固区筋材传递拉力,锚固区的筋材承担锚固力。计算可能的破裂面有多种形式,然后采用经验性公式计算侧向土压力分布状况,再计算不同深度处平衡该侧向土压力所需的加筋材料的强度及应力分配。

3.1 结构稳定及筋带长度设计计算

墙体与回填土经过拉接网片形成整体来承担土压力的作用,相当于一个加筋重力式挡土墙。本次主要外部稳定计算为整体稳定验算,抗滑移稳定验算;内部稳定验算为筋带抗拔验算。通过计算一是验证挡墙的整体安全性,二是通过计算比较不同长度、厚度筋带对结构稳定影响,选择合适的筋带长度。本文中选取6m长和4m长加筋带进行技术分析,计算采用理正岩土挡土墙设计软件,结果如下:

设计条件:挡墙高度4.0m。方案一采用顶层格栅长度6m,第二层4m,第三层2m,层间间距0.4m,筋带宽0.04m,水平间距0.1m,筋带厚度选用2mm筋带。方案二采用顶层格栅长度4m,第二层3m,第三层2m,层间间距0.4m,筋带宽0.04m,水平间距0.08m,筋带厚度选用5mm筋带。

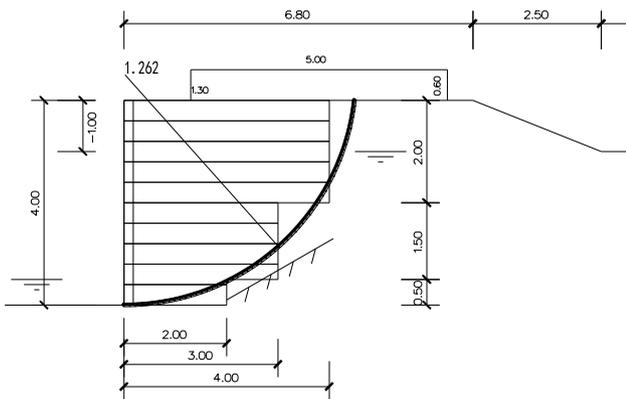


图3 4m长筋带稳定计算图

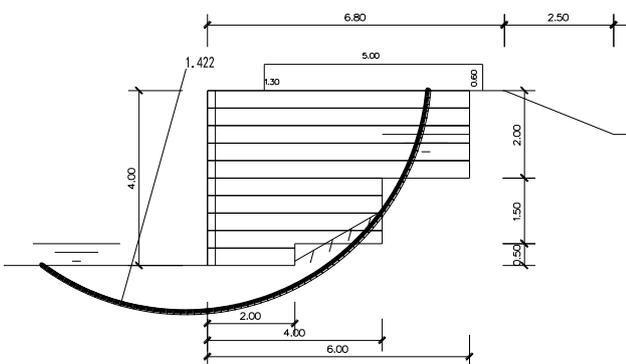


图4 6m长筋带稳定计算图

表1 4m、6m筋带方案计算成果比较表

方案	筋带上层长度(m)	筋带厚度(mm)	筋带宽(m)	筋带水平间距(m)	筋带抗拉强度(kN/m)	抗拔稳定系数	整体稳定安全系数	滑移稳定系数
1	6	2	0.04	0.1	50	2.631	1.422	1.433
2	4	5	0.04	0.08	50	2.224	1.262	1.020

从以上计算成果可以看出挡墙的整体稳定与筋带长短及布置方式有较大关系,编号2(4m长)筋带采用厚而密的布置方式,圆弧滑裂面半径为4.5m,滑裂面位于沿筋带的末端;编号1(6m长)筋带采用薄而疏的布置方式,圆弧滑裂面半径为5.57m,滑裂面位于4m长筋带的末端,顶层6m长筋带截断了圆弧滑裂面,有效提高了挡墙的安全系数。从比较表看出方案1使结构整体稳定系数增加了13%,抗滑移稳定系数增加40%。挡墙稳定明显提高。因此本工程采用了编号1的筋带布置方式,设计筋带抗拉强度50kN/m。

3.2 砌块抗冲性能研究

格栅砌块挡墙在山区河道中应用尤其要考虑砌块的抗冲性能。在汛期,河道流速大,通过计算需要选择合理的砌块大小,保证汛期结构的安全稳定,在水流作用下,防护工程护岸块石稳定的抗冲粒径可按照下列公式计算:

$$d = V^2 / (C^2 * 2g * \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}); \quad W = \frac{\pi}{6} \gamma_s d^3$$

其中d—折算粒径(m),按照球形计算。

W—石块重量(kN);

V—水流流速(m/s);

C—石块的稳定系数;

γ_s —石块的容重(kN/m³);

γ —水的容重。

当河道流速达到2.0m/s时,计算折算粒径为0.173m,护岸重量W=4.877kg,设计生态砌块规格尺寸为0.2*0.305*0.15m,格栅砌块通过锚固棒联结后,形成一个整体面,三个砌块联结在一起就能满足重量要求。当河道流速较大时,可以选择尺寸重量较大的生态砌块。

同时砌块面板要满足面板整体稳定厚度要求,按照下式计算:

$$T = \eta H \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_b - \gamma} * \frac{L}{B}} / m$$

其中:t—混凝土面板厚度(m);

η —系数,开缝板取0.075(m);

H—计算波高,取H_{1/5}(m);

γ_b —板的容重(kN/m³);

L—计算波长(m);

B—沿斜坡方向计算(垂直于水边线)护面板长度(m)。

经计算护岸厚度为0.30m,生态砌块厚度为0.305m,满足要求。

3.3 工程经济性比较

本工程的护岸型式可采用钢筋砼挡墙与格栅砌块挡墙,工程初设阶段对其进行了经济性比较,两者的工程概算分析如下:

表 2 不同护岸工程概算比较表

方案	项目	单价(元/m ³)	数量 (m ³ /m ²)	工程概算(万元)
一,钢筋砼方案	C30 钢筋砼挡墙	956.22	2538.9	261.9
	钢筋	6750.0	246.5	166.39
合计				428.29
二,格栅砌块挡墙	格栅砌块挡墙	859.03	875.22	75.18
	格栅	30	37577.93	112.73
	300 厚级配碎石	302.62	1386.97	41.97
	C30 钢筋砼底板	865.96	519.26	44.97
	钢筋	6750.0	48.2	32.54
合计				307.39

从上表中可以看出,本工程直立护岸采用格栅砌块挡土墙比采用钢筋砼硬质挡墙费用低,若不考虑挡墙填料,嵌固棒及附属结构费用,前者比后者工程概算低 28.2%。

4 结论

土体具有一定的抗压强度和抗剪强度,但抗拉强度却很低。在土体中掺人或铺设适量的拉筋材料后,可以不同程度地改善土体的强度与变形特征。将拉筋材料埋置在土体中,可以扩散土体的应力、增加土体模量、传递拉应力、限制土体侧向变形,同时还能增加土体和其他材料之间的摩擦力,提高土体及有关结构物的稳定性。因此,在填土中加入抗拉材料,通过摩擦力将拉筋材料的抗拉强度与土体的抗压强度结合起来,增强土体的稳定性,使土体的整

体强度得以提高。加筋土结构应用广泛,如在软土路基的基底铺设单层或多层高强度的土工织物或土工格栅来约束浅层软土地基的侧向变形,提高路基的抗滑稳定性;在复合地基表面,利用土工合成材料和砂、碎石等组成加筋垫层,以传递和调整基底应力分布,减少不均匀沉降;在路基边坡内加入筋材,以增强边坡的稳定,防止边坡溜坍等。

本文采用的直立式格栅砌块挡墙即为一种常用的加筋土结构。不仅满足挡土墙的使用功能,更重要的是与周围环境相协调,可在坡脚至坡顶依次种植一系列护岸植物,形成多层次生态防护,构成了完善的生态护岸系统,通过植物与土木工程相结合,减轻坡面的不稳定性及侵蚀。砌块利用了自身的粗糙界面以及大空腔,保证了动植物的生存繁衍,为恢复生态平衡提供了支撑。既能有效地控制土壤侵蚀流失,又能美化河岸景观,兼顾生态修复和景观营造功能。该结构特别适合在城市河流生态修复与治理工程中应用。

(1) 山区河道汛期水流急,流速大,本工程采用的格栅砌块直立护岸能满足工程的防洪实用性和景观性需要。

(2) 格栅砌块挡墙的立面采用预制生态砌块,砌块为预制装配结构,施工速度快,污染小,适应水利工程预制装配生产的需要。

(3) 格栅砌块挡墙造型美观,墙面可以种植藤蔓植物,作为城市生态护岸具有很好的社会效益。

(4) 格栅砌块挡墙相比传统的重力式钢筋砼挡墙其混凝土、钢筋工程造价较低,具有较大的经济优势。

[参考文献]

- [1]王吉连,李陆平,袁沛金.土工格栅加筋土挡墙在关山二路立交工程中的应用[M].湖北:世界桥梁,2016.
 - [2]张震,郭小鹏.土工格栅和土工织物加筋地基研究综述[M].四川:路基工程,2021.
- 作者简介:鄢永辉(1972.11-)男,毕业院校:河海大学;现就职单位:宁国市水利局。