

格宾挡墙生态护岸设计及优化

吴德忠¹, 陈起红², 高银阳²

(1. 余姚市水利局, 浙江 余姚 315400; 2. 余姚市江河水利建筑设计有限公司, 浙江 余姚 315400)

摘要:为解决硬质挡墙护岸对河湖自然条件、生态系统和水体造成较大影响的问题,余姚市横河埭江、陆埠洋溪河工程中引入了格宾挡墙生态护岸。介绍了生态护岸的概念,以及格宾挡墙生态护岸的设计重点,并对其进行优化设计和结构可靠度分析,结果表明格宾挡墙生态护岸具有透水性、多孔性、耐久性、柔韧性并且造价低。

关键词:格宾挡墙;生态护岸;结构设计;可靠度分析

中图分类号:TV861

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2013)S1-0074-02

在现代河道整治工程中,生态型护岸应用越来越普遍。生态型护岸是指采用植物材料和人工材料、具有透水性和多孔性、能够提供植物生长和鱼类产卵条件的护岸。以往河道整治中采用硬质型护岸形式较多,虽然保证了防洪排涝的安全性以及河道岸坡结构的稳定性,但硬质挡墙护岸对河、湖的自然条件、生态系统和水体造成了较大影响^[1]。格宾挡墙是一种新型生态格网结构,近年来成功应用于水利工程护岸中,较好地实现了水利工程与生态环境的有机结合。在余姚市横河埭江、陆埠洋溪河工程中采用了格宾挡墙护岸,结果表明格宾挡墙生态护岸具有透水性、多孔性、耐久性、柔韧性,且造价低廉,具有广阔的应用前景。

1 格宾挡墙护岸设计

格宾是单词 gabion 的音译,原意是“金属框”,源于欧洲,已有 100 多年历史。格宾挡墙是将抗腐耐磨高强的低碳高镀锌钢丝或铝锌合金镀层钢丝由机械编织成六边形网目的网箱,内装入块石等填充料后连接成一体的结构。格宾挡墙的特点是能够紧密结合成一体,具有延展性、透水性、多孔性,其为柔性结构,故适应变形能力强、抗压强度高,融入了生态理念。

1.1 剖面设计

在生态护岸设计中,首先需满足水文及水力学特征;其次要满足岸坡的稳定性和安全性;最后是生态性、景观性和亲水性要求^[2-3]。格宾作为一种环保

生态技术,在水利、交通、市政工程上有着广泛的应用。格宾挡墙护岸有重力式、护坡式等多种断面形式,以重力式为主,坡度一般为 1 : 0.25 ~ 1 : 0.5。设计要求格宾网箱内填块石尺寸是网目的 1.5 ~ 2 倍,大小以不溢出网目为准。挡墙孔隙率一般取 0.3 ~ 0.4,密度一般取 1 750 kg/m³。格宾挡墙后需回填塘渣,密实度大于 0.9。余姚市横河埭江和陆埠洋溪河护岸工程格宾挡墙设计断面分别见图 1 和图 2。建成后的效果图如图 3 所示。

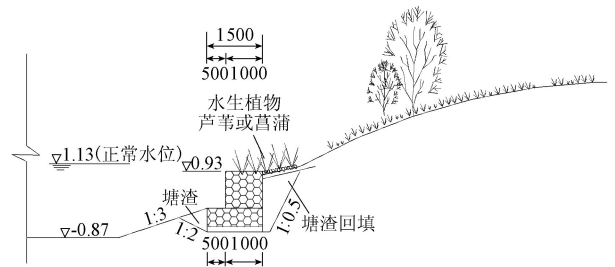


图1 横河埭江格宾挡墙护岸剖面
(单位:高程 m,尺寸 mm)

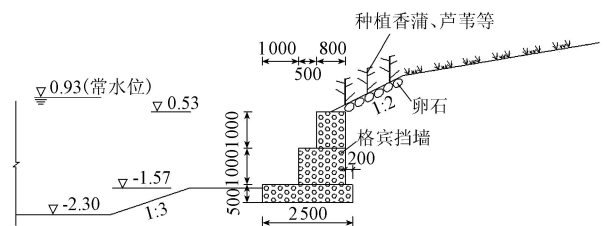


图2 洋河格宾挡墙护岸剖面
(单位:高程 m,尺寸 mm)

从实际应用效果看,格宾挡墙护岸水生植物适

作者简介:吴德忠(1968—),男,浙江余姚人,工程师,主要从事水利工程管理工作。E-mail:sljwd@126.com



图3 格宾挡墙护岸河段生态景观

生态性比较好,鱼类活动明显优于其他砌石护岸,估计与砌石护岸使用混凝土对水质有影响有关。

1.2 结构设计

1.2.1 堤防整体滑动计算

采用瑞典圆弧滑动条分法计算^[3],计算公式如下:

$$K = \frac{\sum (C_i L_i + W_i \cos \alpha_i \tan \varphi_i)}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (1)$$

式中: K 为土坡稳定安全系数; C_i 为土条底部滑弧面上土的抗剪强度; L_i 为土条底部弧长; W_i 为土条重; α_i 为土条底部圆弧中点和圆心点的连线与通过圆心点的铅直线间的夹角; φ_i 为摩擦角。

在稳定分析前,还需进行渗流分析,由于采用离散材料,挡墙护岸前后水位是一样的。

1.2.2 挡墙抗滑计算

抗滑稳定安全系数按式(2)计算:

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P} \quad (2)$$

式中: K_c 为抗滑稳定安全系数; f 为底板与堤基间摩擦因数; $\sum W$ 为作用于墙体上的全部垂直力的总和; $\sum P$ 为作用于墙体上的全部水平力的总和。

1.2.3 挡墙抗倾计算

抗倾稳定安全系数按式(3)计算:

$$K_o = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \quad (3)$$

式中: K_o 为抗倾稳定安全系数; $\sum M_v$ 为抗倾覆力矩; $\sum M_H$ 为倾覆力矩。

1.2.4 地基容许承载力计算

护岸基底压应力极值按式(4)计算:

$$\begin{cases} \sigma_{\max} = \frac{\sum G}{A} + \frac{\sum M}{\sum W} \\ \sigma_{\min} = \frac{\sum G}{A} - \frac{\sum M}{\sum W} \end{cases} \quad (4)$$

式中: σ_{\max} 、 σ_{\min} 分别为基底的极大和极小压应力; A 为底板面积; $\sum M$ 为荷载对底板形心轴的力矩; $\sum W$ 为底板的截面系数。

1.2.5 沉降量计算

堤防基础沉降按式(5)计算:

$$S = m \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \quad (5)$$

式中: S 为最终沉降量; m 为修正系数,一般堤基采用1.0,对于软土地基可采用1.3~1.6; n 为压缩层范围的土层数; e_{1i} 为第*i*土层在平均自重应力作用下的孔隙比; e_{2i} 为第*i*土层在平均自重应力和平均附加应力共同作用下的孔隙比; h_i 为第*i*层土的厚度。

堤基压缩层计算厚度一般取至该地基土的附加应力为自重应力的1/5处,对于软黏土,取至附加应力为自重应力的1/10处。挡墙本身应力验算时,分析护岸本身所受应力不得超过护岸的容许应力^[4]。

1.3 配套景观设计

按照“环境与文化结合、因地制宜”的原则,设计时充分考虑沿河景观与临近区域的互动关系,在加强护岸安全设计后再配以景观绿化设计。绿化设计要求乔木、灌木、草皮相结合,以绿为主,绿中求美。适于水边种植的乔木有垂柳、香樟、乌桕、水松,灌木有迎春、樱花、月季,地被植物有鸢尾、大吴风草等,绿化植物还包括水生植物,如荷花、睡莲、千屈菜、菖蒲等。再设计一些河埠头、亲水平台、走廊等,使自然景观与人工景观相结合,整个滨水带景观丰富多彩。

2 格宾挡墙护岸的优化及可靠度分析

2.1 格宾挡墙护岸的优化

由于在生态性和地基适应性方面具有显著优点,格宾挡墙护岸应用日益广泛。为提高格宾挡墙护岸的安全性并控制投资,有必要对格宾挡墙进行优化设计。

优化目标函数有多种,如尽量使设计剖面面积最小、尽量与地基处理等因素统一考虑、尽量使总造价最小等。

优化设计变量是确定结构设计方案的一组参数,如截面和形体方面的几何参数、建筑材料力学物理参数、地基(人工处理)物理力学参数等。优化设计变量中不参与优化的为预定参数;参与优化的为设计变量(决策变量),如上下游坡度、剖面形状控制点坐标值、强度(允许应力)、沉降变形、地基承载力、前趾与后踵应力比等。约束条件有几何约束、性态约束和变量非负约束。(下转第100页)

◇ 10月31日 □ 11月2日 ○ 11月4日 ◆ 11月6日
 △ 11月12日 + 11月18日 * 11月24日 × 12月2日
 ▲ 12月8日 ● 12月16日

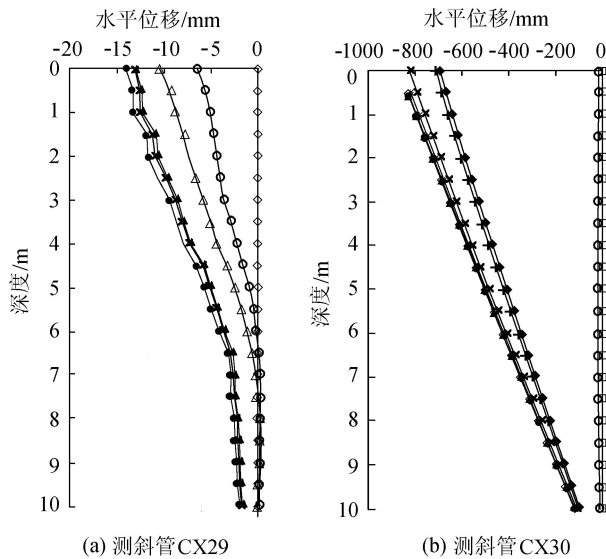


图2 深层水平位移随时间的变化曲线

最终趋于稳定状态,符合基坑开挖对周边环境影响的—般规律,围护结构体系安全可靠,基坑基本稳定,周边环境比较安全。

b. 基坑开挖过程采取“即挖即撑、即撑即加力”,充分利用时空效应,对围护结构自身的变形起到很好的约束。但基坑开挖太快,支护不及时的情

况会导致围护结构两侧的土压力差迅速增大,使围护墙体发生变形,地表沉降与深层水平位移过大而发生坍塌现象。建议今后同类基坑工程在开挖时采取分层开挖的工艺,一次性开挖长度不宜过长。

c. 目前对基坑周边地表沉降和土体位移的研究主要集中在分析沉降的分布形式、范围及沉降的最大值,而对于保护周边环境更重要的差异沉降有待进一步的深入研究。

参考文献:

[1] 刘建航,侯学渊. 基坑工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
 [2] 龚晓南. 关于基坑工程的几点思考[J]. 土木工程学报, 2005,38(9): 99-102.
 [3] 任建喜,高立新,刘杰,等. 深基坑变形规律现场监测[J]. 西安科技大学学报,2008,28(3): 445-449.
 [4] 凌坤. 深基坑开挖监测点的布设[J]. 军工勘察,1995(2): 51-53.
 [5] 王洋谈. 基坑监测项目中监控报警值的确定[J]. 建筑安全,2002(6): 34-35.
 [6] 侯学渊,陈永福. 深基坑开挖引起周围地基土沉陷的计算[J]. 岩土工程师,1989,1(1): 1-13.
 [7] 周健华. 南京河西地区基坑施工对周边环境的影响及防治措施[D]. 南京:南京大学,2012.

(收稿日期:2012-12-16 编辑:骆超)

(上接第75页)

优化的求解方法:当目标函数可用线性函数表达时,按线性规划方法求解(如单纯形法);当目标函数为非线性函数时,可采用罚函数方法、逐步线性化方法以及比较常用的复合形方法求解;当优化目标不能用函数表达时,可用群智能方法如遗传算法、粒子群算法等求解。

优化的结构重分析:优先采用离散元。设有隔墙、墩和基础底板情况下,还应考虑采用离散元与有限元相结合的数值计算方法。

2.2 可靠度分析

格宾挡墙护岸一般高度较小。对于高度较高且比较重要的格宾构筑物和建筑物,为确保安全,应进行结构可靠度分析。采用目前常用的有JC法等,可以对结构可靠度的概率作出判断,如要掌握各细部可靠度,可应用影响系数法以及随机有限元等方法做进一步分析。

3 结语

本文重点介绍了格宾挡墙护岸的剖面设计、结构设计以及配套景观设计,并对格宾挡墙护岸进行

了优化和结构可靠度分析,结果表明格宾挡墙生态护岸具有透水性、多孔性、耐久性、柔韧性,且造价低,其具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] SL431—2008 城市水系规划导则[S].
 [2] 董哲仁,孙东亚. 生态水利工程原理与技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007.
 [3] 朱伯芳. 有限单元法原理与应用[M]. 2版. 北京:中国水利水电出版社,1998.
 [4] 薛履中. 工程最优化技术[M]. 天津:天津大学出版社,1989.

(收稿日期:2012-12-16 编辑:骆超)

