

水下边坡防护设计与施工

李建红

(徐州市市政设计院有限公司, 江苏 徐州 221002)

摘 要:实际工程中常遇到需要水下边坡防护的问题,为此,介绍两种新型的边坡防护方法——模袋混凝土边坡防护和铰接式水工垫防护。模袋混凝土技术采用织物模袋做软模具,通过混凝土泵将砂浆或混凝土充灌进模袋成型,起到护坡、护底、防渗等作用。铰接式水工垫是采用高性能、绿色混凝土制成形状一致的块体,块体之间通过特殊的连接形成一个整体,来抵抗水流的冲刷,块体之间允许适当的位移和变形,从而使该种铺面维护系统具有高度的地形适应性。

关键词:水下边坡防护;设计与施工;模袋混凝土;铰接式水工垫

中图分类号:U416.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01-0108-04

0 前言

在新颁布的《公路路基设计规范》(JTGD30—2004)第5.3.1条中规定“沿河地段路基当受水流冲刷时,应根据河流特性、水流性质、河道地貌、地质等因素,结合路基位置,选用适宜的防护工程、导流或改河工程”。在实际工程中我们经常遇到这样的问题:路线经过河流、鱼塘、湖泊等地段,水面较宽,水深较深,边坡受水流的冲刷、淘蚀需进行防护,而水位无下降的余地,此时如何进行边坡的防护与设计值得我们仔细考虑。在此,介绍两种新型的边坡防护方法——模袋混凝土边坡防护和铰接式水工垫防护,分别见图1、图2。



图1 模袋混凝土护坡

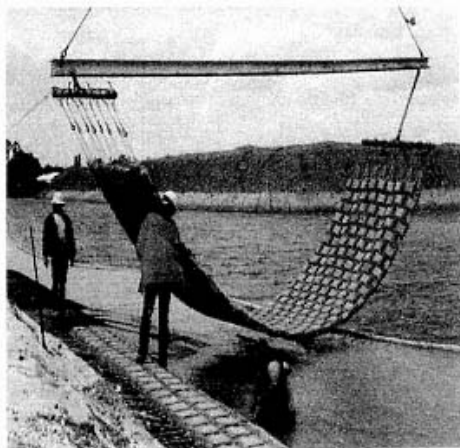


图2 铰接式水工垫护坡

2 工程实例

2.1 工程简介

徐州市一景区环湖道路因改造需要,需大面积回填土基,湖面常水位为30.80m,湖底标高为29.00m,湖面最大风速为20m/s,风区长度为2km,道路标高为32.50~33.00m,现已进行完路基回填和绿化回填,其中绿化回填为松土自然回填,未夯实,地质情况如下:

1. 层素填土:层底标高为28.70~29.82m;
2. 层淤泥(软粘土):层底标高为26.50~27.80m;
3. 层粘土:层底标高为23.60~24.92m;
4. 层粘土:各勘探孔均未穿透。

2.2 工程方案

根据以上情况,初定了四种方案:浆砌片石护坡方案、悬臂板桩墙方案、模袋混凝土方案、铰接式水

收稿日期:2005-11-09

作者简介:李建红(1976-),男,湖北红安人,工程师,从事桥梁设计工作。

工垫方案。各方案简述如下:

2.2.1 浆砌片石护坡方案

由于景区不能放水,本方案采用筑土围堰,土围堰在石砌工程结束后需拆除,顶宽按5 m考虑(保证挖掘机和汽车能作业),内坡按1:2考虑,外坡按1:3考虑,围堰顶比常水位高出0.80 m,护坡顶部标高为31.30 m(高出常水位0.50 m),底部标高为27.20 m。护坡结构为10 cm碎石垫层+30 cm M7.5浆砌片石,边坡坡度为1:1.5,每延米造价如表1所示。

表1 浆砌片石护坡每延米造价估算表

方案	内 容	数 量	单价(元)	造价(元)
浆砌	浆砌片石(m ³)	2.45	150	367.50
	碎石垫层(m ³)	0.35	50	17.50
	筑坝围堰(m ³)	29.90	25	747.50
片石	抽水(m ³)	8.70	0.70	6.10
护坡	挖除土围堰(m ³)	29.90	13	388.70
	外运围堰土体(m ³)	29.90	10	299.00
合 计				1826.30

2.2.2 悬臂板桩墙方案

初定桩顶标高为30.80 m(与湖面常水位齐平),取淤泥底部标高为27.20 m,则淤泥底部以上桩长为3.6 m,根据经验值及现场土层情况,桩应进入粘土层5.4 m,合计桩长为9 m(湖底以下长度为7.2 m),勘察报告中建议桩长为8.0 m(湖底以下长度),最终取桩长9 m,断面为30 cm×30 cm,预制钢筋混凝土桩,每延米造价见表2所示。

表2 悬臂板桩墙每延米造价估算表

方案	内 容	数 量	单价(元)	造价(元)
悬臂板桩	预制钢筋混凝土桩(m ³)	2.70	600	1620
	打桩费用(每根)	24	10	240
合 计				1860

若为追求美观,在桩迎水面装饰成树皮状,造价将更高,估计超过2000元/延米。另外,由于现场填土为自然堆放,打桩机进场、打桩、移动都非常困难,且30 cm的方桩顶面要求在一条线上,很难定位,完工后桩与桩之间难免会有空隙,若不采取其它处理措施,挡土效果不是很好,对水质影响比较大。

表5 方案比选表

方 案	每延米造价 (元)	外观效果	施工条件	工 期	环保性
浆砌片石	1826	一般	需筑土围堰,适合干燥的环境	工期长,受季节影响比较大	不利于生态平衡的建立
悬臂板桩墙	2000	好	机械进场、打桩、移动困难	预制桩时间较长(至少一个月),打桩时间较长	挡土效果不是很好,不利于生态平衡的建立
模袋混凝土	952	一般	适合水下施工,但需要专业队伍和设备	工期较短	不利于生态平衡的建立
铰接式水工垫	768	较好	适合水下施工,具有较强的适应性	备齐材料,几天即可完工	有利于形成自然的水生态系统

2.2.3 模袋混凝土方案

护坡部分采用15 cm厚模袋混凝土,顶部标高为31.30 m(高出常水位0.50 m),底部标高为29.00 m,外抛2 m宽60 cm厚的毛石,边坡坡度为1:2,每延米造价见表3所示。

表3 模袋混凝土每延米造价估算表

方案	内 容	数 量	单价(元)	造价(元)
模袋混凝土	模袋混凝土(m ²)	7.0	130	910.00
	抛毛石(m ³)	1.2	35	42.00
合 计				952.00

2.2.4 铰接式水工垫方案

护坡采用透水土工布+10 cm铰接式开孔水工砖,顶部标高为31.30 m(高出常水位0.50 m),底部标高为29.00 m,砖的尺寸为30 cm×40 cm,中间开孔,内填级配碎石,块与块之间一方面通过尺寸铰接在一起,另一方面通过镀锌钢丝连成整体,边坡坡度为1:2,护坡顶部、底部各延伸0.90 m,每延米造价见表4所示。

表4 铰接式水工垫每延米造价估算表

方案	内 容	数 量	单价(元)	造价(元)
铰接式水工垫	水工砖(m ²)	7.2	90	648.00
	透水土工布(m ²)	11.00	10	110.00
	级配碎石(m ³)	0.12	80	9.60
合 计				767.60

注:四种方案表中价格均为当地材料价格,包括施工费用及各种配件费用。

2.3 方案比选

根据工程现场施工条件,综合工期、造价、环保等因素,方案比选见表5所示。

经比较论证,模袋混凝土与铰接式水工垫方案从造价、工期、现场条件来看均适合该工程,但从环保及施工方便性来看,铰接式水工垫方案要优于模袋混凝土方案,最终选用铰接式水工垫方案。

3 模袋混凝土护坡

3.1 模袋混凝土简介

模袋混凝土技术是我国20世纪80年代初从国

外引进的一项现浇混凝土新技术,它采用织物模袋做软模具,通过混凝土泵将砂浆或混凝土充灌进模袋成型,起到护坡、护底、防渗等作用。它具有整体性好、耐久性好、地形适应性强、施工速度快、省工省时,并可以在水下铺设、充灌、施工等特点,经逐步摸索和探讨,现在水库、河渠、海堤、港湾等工程应用发展较快,但在道路边坡防护上应用较少。

3.2 模袋混凝土的施工

3.2.1 坡面整理

将水下部分土体用加长臂挖掘机顺坡方向铲挖整坡,挖机伸长最长一般可以达到13 m。挖掘机无法达到的,采用水下泥泵泵施工,机械整坡结束后,再用潜水员在水下进行局部修整,做到无明显凸凹,无杂物,平顺过渡,无突变。

3.2.2 施工准备

施工准备包括模袋原材料的选择以及模袋的缝制。模袋为双层织物袋,技术要求应满足《公路土工合成材料应用技术规范》(JTJ/T 019-98)表6.3.3-1要求,模袋缝制时应方便施工,注意预留混凝土灌入口。

3.2.3 模袋定位

先将模袋全部展开,仔细检查有无破损→将模袋所有注入口扎紧→在离岸顶1.5~2.0 m处打定位桩→模袋铺展、压稳,模袋铺设时应安排潜水员在水下同步跟踪模测检查,模袋搭接长度应满足要求。

3.2.4 准备混凝土材料

混凝土材料为水泥、黄砂、石子、外加剂、粉煤灰。水泥采用425#普通袋装水泥,黄砂采用级配良好的天然中粗砂,细度模数控制在2.5~2.8之间,石子最大骨料粒径与输送管径之比不宜大于1:3,外加剂质量必须符合国家现行的《混凝土泵送剂》标准要求,粉煤灰选用符合要求的一级粉煤灰。

3.2.5 混凝土的制作

根据水泥品种、标号、骨料、混凝土强度、施工规范的要求进行综合考虑,在实验室优化组合先进行不同的混凝土配合比设计。泵送混凝土水泥用量较大,混凝土的收缩比普通混凝土的收缩相对较大,在施工过程中必须严格控制泵送混凝土的配合比,尽可能缩短泵送混凝土的长度,并选择合适的泵送混凝土外加剂,以减少泵送混凝土的单位用水量,从而减少混凝土的收缩变形,保证外观质量。

3.2.6 混凝土的输送

基本工序为:接好输送管→开机调试→过水(对拌和机、混凝土泵、输送管过水一遍)→过浆(压送水

泥砂浆一遍)→拌制混凝土→向模袋内灌注混凝土→养护。灌注时应控制好速度,一般在20~25 m³/h,出口压力以0.2~0.3 MPa为宜。每块模袋按照“先下后上、先左右后中间、先上游后下游”的原则进行灌注,以防模袋在灌注过程中产生偏斜或移位。当模袋内混凝土灌注接近饱满时,应暂停5~10 min,待模袋中的水分析出后,再灌注饱满。

3.2.7 锚固

灌注混凝土后,在模袋坡顶、坡脚位置,应及时进行锚固沟回填覆盖和压脚棱体施工。

3.2.8 整理、养护

取出模袋下端的钢筋,拆除有关附属构件。水面以上的模袋混凝土浇灌完毕均进行及时养护,保持7 d之内表面湿润。

3.3 存在问题

模袋混凝土在应用中存在如下问题:(1)施工机械设备问题直接影响工程正常施工和进度;(2)充灌材料必须满足施工设计要求,否则影响正常充灌施工的进度和质量;(3)织物模袋质量与工程质量有着密切的关系,在工程应用时,必须首先通过小块模袋的充灌试验来确定模袋的具体型号和尺寸,保证工程正常使用。今后应在现有施工工艺基础上,针对以上存在的有关问题,最大限度地发挥施工机械化和水下施工优势,加快施工进度,降低工程成本,减轻工作强度,充分发挥新技术优势,满足工程设计和生产需要,提高模袋混凝土技术经济效益和社会效益。

4 铰接式土工垫护坡

4.1 铰接式土工垫简介

铰接式土工垫是采用高性能、绿色混凝土制成形状一致的块体,块体之间通过特殊的连接形成一个整体,来抵抗水流的冲刷,块体之间允许适当的位移和变形,从而使该种铺面维护系统具有高度的地形适应性,使护坡系统能够适应地形和地貌的变化,避免传统圬工护坡采用的单一断面形状,从而实现河流改造的多样性。铰接式土工垫具有如下优点。

4.1.1 机械吊装、整体铺设、方便快捷

在厂家或工地将土工砖用涤纶绳、镀锌或不锈钢索连接成整体,在工地现场可直接将土工垫铺设在已修整好的边坡上,施工过程非常简便,需要的设备较少。

4.1.2 柔性护垫、环境适应性强

对边坡要求不高,护垫可随着边坡的改变适当

变形,铺设时可整体吊装。

4.1.3 抗流体冲击

可抵抗流体冲击,当水流流速较小时可采用开孔型土工垫,里面铺碎石;若流速较大,可采用封闭砖或加厚砖的尺寸。

4.1.4 无须排水、可直接水下施工

可以水下作业、不必排水,当然若边坡高度较高,吊装设备受限制,采用此工艺较困难。

4.1.5 节省人力、施工速度快

可以节省圬工工程所需的大量人力,只要备齐材料,机械进场后,可直接施工,且没有养护期。

4.1.6 环保产品

环保是该材料一个非常大的优点,在欧美已经提出“自然设计方法”,日、韩等国提出“与自然亲近的治河工程”理念,我国台湾也正开发“生态工法”技术。

用石材和水泥建造河床会带来的危害主要有:

(1) 石材、水泥硬化的河道没有泥层,水中难以生长具有净水功能的植物、微生物、鱼和其它水生生物,河水失去自净能力,水质会越来越差;

(2) 硬化河道阻止河水下渗,破坏地下水的补给,使城市缺水问题更趋严重;

(3) 硬化、统一断面结构的河道中水流速度快,这会加重水资源从地表流走;

利用天然材料(如卵石)、合成材料(如纤维)为载体,在其表面形成一种特殊的生物膜,可为微生物提供较大的附着表面,有利于加强对污染物的降解作用。这些微生物吞噬污染物分解为二氧化碳和

水,用培育的植物、动物或培养、接种的微生物的生命活动,对水中污染物进行转移、转化及降解作用,从而使水体得到净化的技术,此外还可利用土壤—植物系统的吸附、过滤及净化作用和自我调控功能,达到对水的净化。

4.2 铰接式土工垫的施工

4.2.1 准备场地

铺设铰接式土工垫之前将水下部分土体用加长臂挖掘机顺坡方向铲挖整坡,做到无明显凸凹,无杂物,平顺过渡,无突变。

4.2.2 铺设土工布

土工布在铰接式土工垫子四边都要伸出至少30 cm。

4.2.3 铺铰接式土工垫

为提高施工精度和速度,最好在生产厂或就地把铰接式土工垫混凝土块用镀锌钢丝连接成整体,并利用起重机和专用展延栅一次性安装到已准备好的护坡上。

4.2.4 填缝

土工垫块铺设好后在空隙内填满级配碎石。

5 结束语

水下边坡的防护受现场条件、天气、施工机械、施工工艺、工期、造价等多方面的限制,在确定方案之前一定要进行充分的讨论和比选,确定最佳方案,另外要大胆采用新材料、新技术、新产品,模袋混凝土护坡和铰接式土工垫是近期出现的新工艺、新产品,各地可结合实际情况有选择性地选用。

我国青藏铁路建设解决三大世界难题

青藏铁路建设面临世界性三大难题,即多年冻土、生态环保、高寒缺氧等问题。青藏铁路自开工建设以来,建设者高度重视青藏铁路冻土攻关难题,先后安排了上亿元科研经费用于冻土研究。我国科学家采取了以桥代路、片石通风路基、通风管路基、碎石和片石护坡等冻土层保护措施。目前,这些措施十分有效,冻土攻关取得重要进展。

青藏铁路还是目前我国环保投入最多的铁路建设项目,从而将工程对高原生态环境的影响减小到最低程度。铁路沿线专门设置了33处通道供野生动物迁徙穿行。如今藏羚羊、野牦牛等野生动物依然自由地奔跑在藏北草原上。青藏铁路是世界级的生态铁路,11亿元的环保投资是目前我国环保投入最多的铁路建设项目。

青藏铁路建设创造了世界海拔最高的车站,以及世界海拔最高、最长的高原永久冻土隧道等多项世界新纪录。

青藏铁路将于2006年7月试运行。今后五年,国家还将建设拉萨到日喀则、林芝等地的青藏铁路延伸工程。