

土工格栅加筋土挡墙施工技术在路桥工程中的应用研究

姚鹏飞 赵凯丽

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南省郑州市 450001

摘要: 土工格栅加筋土挡墙施工简便、成本投入低、适应性强等多方面的优势,在现阶段路桥工程建设中得到了广泛应用。为了进一步提升土工格栅加筋土挡墙施工质量,文章先对该技术的工法特点和工艺原理进行了分析,然结合具体工程实例探讨了土工格栅加筋土挡墙施工技术在具体应用中的技术要点,最后对该技术的经济效益和社会效益进行了对比,充分验证了土工格栅加筋土挡墙的经济性和适用性。
关键词: 土工格栅加筋土挡墙; 路桥工程; 技术要点

Application research on construction technology of reinforced earth retaining wall with geogrids in road and bridge engineering

Yao Pengfei Zhao Kaili

China Water and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., LTD., Zhengzhou 450001, China

Abstract: The advantages of simple construction, low cost investment, strong adaptability and so on have been widely used in the construction of road and bridge engineering at the present stage. In order to further improve the construction quality of geogrid-reinforced earth retaining wall, this paper first analyzes the construction method characteristics and process principle of the technology, then discusses the technical points in the concrete application of the construction technology of geogrid-reinforced earth retaining wall combined with concrete engineering examples, and finally compares the economic and social benefits of the technology. The economy and applicability of reinforced earth retaining wall with geogrids are fully verified.

Key words: geogrid-reinforced earth retaining wall; Road and bridge engineering; Technical essentials

引言

加筋土挡墙相比于放坡路基,具有占地少、结构轻盈、造型美观、节省材料、造价低廉、施工简便、能适应地基变形、对基底承载力要求较低等特点,是一种很好的绿色环保节能型挡墙,具有深远的推广意义。

1 土工格栅加筋土挡墙施工技术概述

加筋土结构是由土和筋材共同构成的一种复合结构。在堤坝、路堤等填土工程中铺设土工格栅或土工织物等加筋材料,可以增强土体的抗拉、抗剪强度和整体稳定性。在实际工程应用中,加筋土挡墙是加筋土结构的一种重要表现形式,加筋土挡墙工程也是加筋土工程中一个主要的组成部分。土工格栅加筋土挡墙由基础、土工格栅、填土、混凝土面板等组成^[1],通过土工格栅和填土分层交替铺设并碾压成密实的复合结构,用来承受土体侧压力,其借助筋土之间的摩擦作用来使土体的变形和工程特性得到改善,用以提高土体的稳定。

2 土工格栅加筋土挡墙工法特点

土工格栅加筋挡土墙施工技术在具体应用中具有以下特点:第一,适应性强。加筋土由于自身材料和结构特点,所以能够有效适应填土所造成的地基变形,对挡墙结构稳定性影响较小。第二,造价比较低。与钢筋混凝土、石砌重力挡土墙相比,加筋土挡土墙造价相对较低,同时在工程建设中所用的材料也相对较少。第三,抗震性强。加筋土挡土墙属于半柔性结构,能够有效降低各种振动影响。

第四,占地面积小,造型优美。施工建设中可以垂直砌筑墙面板,整体占地较小,同时还可以结合环境特点进行墙面图案的个性化设计^[2]。由于土工格栅加筋挡土墙具有上述优点,所以在现阶段该技术多用于软土地基堤坝、挡土墙和桥台等软基加筋工程,特别

适用于软弱地基上挡土墙施工,能很好地适应地基的不均匀沉降,减少占地。

3 土工格栅加筋挡土墙的工艺原理分析

土层的抗拉能力及抗剪强度都相对较差,但是在其中设置钢筋后就可以形成土筋复合结构,这样在外力干扰,筋材与土层所形成的结构体就能够通过二者间的摩擦阻力限制土层的位移,从而促进土体结构强度和承载力的提升。土工格栅筋材的设置时,肋和土体承受主应力方向需要保持相同,在格栅与土出现相对位移时,在二者摩擦力以及格栅横杆与土层垂直抵抗力作用下,就可以保持较为稳定的结构形态。

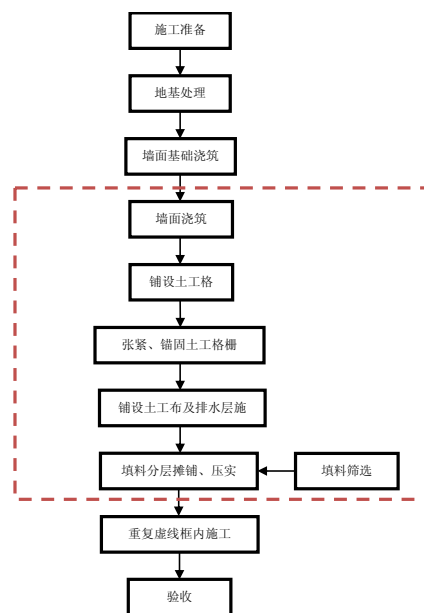


图2 土工格栅加筋挡墙施工工艺示意图

4 土工格栅加筋挡土墙在路桥工程中具体应用分析

某公路项目主线桥梁共计13座,桥台背墙均采用土工格栅加筋挡土墙形式,其中位于城镇进出口两座跨线立交最为典型,背墙结构均属于路基高填方,为此背墙结构形式设计为U型背墙与翼墙组合结构,三侧均设单向拉伸的土工格栅,墙体为现浇钢筋混凝土挡墙。墙高10.6m,土工格栅层高为40cm及50cm两种尺寸,U型墙及侧墙总长约36m,单侧填方约4000m³。

4.1 工艺流程

具体工艺流程如图2所示。

4.2 施工准备

表1 主要材料配置表

序号	名称	单位	数量	备注
1	土工格栅UX1500	m ²	1939	高密度聚乙烯
2	土工格栅UX1700	m ²	1454	高密度聚乙烯
3	土工布200gr/m ²	m ²	367	
4	填料	m ³	812	
5	排水料	m ³	68	
6	PVC排水管4寸	m	21	
7	绑扎带	条	11000	

表2 主要机具设备配置表

序号	名称	规格型号	单位	数量	备注
1	反铲挖机	小松PC360	台	1	摊铺
2	装载机	柳工50	辆	1	转运
3	碾压机	三一重工20T	辆	1	压实
4	小型碾压机		辆	1	边缘部位压实
5	自卸汽车	豪沃17m3	辆	2	转运
6	全站仪	莱卡	个	1	测量放线
7	张拉器		套	2	格栅拉紧

4.3 表层清理

1) 结合具体施工区域的植被和土层情况,清除土层表面的草皮、腐殖土、耕植土,厚度控制在30cm左右。

2) 路基范围内的树木、灌木丛等均应在施工前砍伐或移植清理至路基之外。

3) 清出的表层土应集中堆放在临时用地,场地宜选在路权边界处,用于后期绿化用土。

4.4 地基处理

1) 基坑底平面尺寸一般大于基础外缘30cm。按图纸设计要求,开挖到标高,做好防、排水工作。

2) 挡墙的基础应位于坚实地基上,地基处于软基上,应采用合格的材料进行

换填。本工程基底采用大石换填80cm,上部摊铺河滩料20cm,充分压实平整,保证足够宽度,再铺土工格栅。

4.5 现浇挡土墙施工

1) 挡墙基础采用扩大基础形式,宽度为0.6m,厚度为0.5m,强度为C20的混凝土条形基础,内布置Φ16mm纵横钢筋。

2) 墙面采用厚度为0.2m,强度为C20整体现浇混凝土。由于土工格栅挡墙的受力特点,土工格栅与墙面混凝土就必须采取有效的连结方式。本工程墙面为双层钢筋网,土工格栅与外层钢筋网采用16#扎丝进行连接,有效接触深度达到16cm。同时由于土工格栅的阻隔,浇筑过程中混凝土的骨料不能顺利下落至底部,造成土工

1) 核查设计方案中的标志桩和相关测量资料,进行复测。所有控制桩和标桩都必须做好加固保护,并设置相应的识别标志。结合施工设计方案对导线、中线、水准点、横断面的复测和补测。

2) 按照复核完成后的导线点及水准点进行路基边桩、中桩、结构物基坑界桩并标明开挖边界线和填筑边界线。

3) 计算出开挖、回填量,土工格栅的需求量,并做好格栅的进场检验工作。

4) 做好场地清理、临时截排水工作。

5) 机具和材料准备。如表1和表2所示。

格栅下部出现蜂窝、麻面等质量通病[3]。针对这种现象,实验室进行配合比设计,采用一级配混凝土,保证混凝土强度的同时,减小了骨料直径,保证骨料到达墙体任何部位。

3) 泄水孔采用梅花型布局,相邻泄水孔间的间距控制在2~3m,最下部泄水孔需要超过地面约20cm。泄水孔需要提前进行预埋,在混凝土浇筑振捣时,必须做好对泄水孔位置的保护,避免孔位移动。

4.6 铺设土工格栅

1) 土工格栅下料

土工格栅材料采用高密度聚乙烯土工格栅,材料的标准幅宽为1m,设计下料长度为:设计锚固长度+层铺所需长度+300~500mm富余,采用剪刀进行剪裁。纵向搭接长度在300~900mm,搭接位置用尼龙绳或者单个筋带进行固定。

2) 土工格栅铺设

①应先填土碾压至土工格栅标高处,土工格栅铺设应垂直挡墙方向。

②铺设土工格栅时应展平、伸直,不得重叠、卷曲或折曲,不得与硬质棱角填料直接接触。

③混凝土挡墙形状为U型,三面均安装有土工格栅,在中间回填位置将有三层土工格栅,按照左侧土工格栅→中间土工格栅→右侧土工格栅的顺序进行铺设,相邻土工格栅严禁直接接触,各层土工格栅之间必须至少有70mm厚的填料。

3) 张紧、锚固土工格栅

①张紧

土工格栅平铺完成后,通过格栅张拉工具将土工格栅张紧平顺,无褶皱,满足质量要求。

②锚固

土工格栅锚固可采用 $\phi 8$ 钢筋加工成“U”形,长度为250mm,土工格栅张拉后按照梅花状进行布局,相邻间距为1m,用螺钉固定在格栅横肋受力侧,固定完成后需要对格栅的锚固质量进行检测,确保其在后续施工中不会松脱和褶皱。锚固结束后再有序拆除张拉工具。土工格栅张紧、锚固后应及时进行填料的摊铺碾压施工。

4.7 填料筛选

填料主要采用破碎站生产的base料,按照1:1的比例添加河沙混合而成。混合料含水量适中,石块含量不大于40%,石块粒径不大于40mm,确保填料不会损伤土工格栅。施工前按照规范及设计要求对填料作标准击实试验,并作内摩擦试验。

4.8 填料分层摊铺及压实

填料前应检查土工格栅有无破损,如织物破洞、撕裂,格栅断肋等,如发现有,应立即处理。

1) 分层摊铺

每层压实厚度25cm,松铺30cm左右。采用装载机沿土工格栅边缘卸土,形成临时交通便道,同时填土过于集中对地基结构产生损害。在卸料时也需要做好对土工格栅的保护,卸料最高度最大不能够超过1m,避免局部承载力过大而造成地基沉降;卸料后应立即采用反铲摊铺,避免局部下陷。沿交通便道向两侧对称填筑,尽可能使填土施工面呈现V形^[4]。机具不得在未覆盖填料的土工格栅上行驶。反铲全部摊铺完成后,人工采用铁锹进行精平,直至表面无显著局部凹陷,用水平仪控制每层的松铺厚度,每层填筑均按设计规定做排水横坡。靠近墙体50cm处不摊铺填料。

2) 填料压实

碾压方式如下:①碾压方向为垂直土工格栅受力方向,碾压顺序为:土工格栅中部→尾部→前部。

②碾压组合方式:采用20t重型碾压压机先静压两遍,再振动压三遍,碾压机行走速度不大于2km/h。

③临近坡面2m范围内禁止使用重型碾压压机作业,需要采用小型机械或者人工来进行夯实作业,直至达到既定密实度要求。

④控制填料的最佳含水量,如果含水量过高,必须经过翻晒至含水量合格后才可使用;如果含水量较低,则需要适当洒水。

⑤严禁重型机械在未摊铺土的格栅上行走或者碾压。

4.9 排水层施工

采用铁锹沿着墙体开挖出 0.4×0.3 m的沟槽,与下层排水层之间清理干净,不得有多余填料。沟槽底部铺设一层土工布,土工布搭接按照0.2m施工,下料长度为 $0.4 \times 2 + 0.3 \times 2 + 0.2 = 1.6$ m。土工布底部平整之后填入砂砾石。砂砾石尺寸在30~50mm,保证一定的透水性。待砂砾石全部填入之后,卷起土工布,完全覆盖砂砾石,防止填料中的细小颗粒流入排水层。重复施工过程,直至加筋土挡墙成型,并完成相关附属工程。

4.10 质量控制

第一,铺设土工格栅重的质量控制:1)填土前应检查土工格栅有无破损,如织物破洞、撕裂,格栅断肋等,如发现有,应立即处理。2)尽量采用宽幅的土工合成材料,并使其强度高的方向垂直于路堤轴向方向。3)铺设时,土工合成材料不允许有褶皱,要

尽量张紧,采用u形钉等措施固定。幅与幅之间必须紧密连接;土工格栅受力方向尽量采用整幅,不连接,如必须连接,则应采用连接棒连接,强度不低于材料本身强度或设计容许强度。4)采用加重或u形钉使加筋材料定位,不得因填土而移动。5)铺设多层土工格栅时,其上、下层接缝应交替错开,错开距离宜为50cm。

第二,回填碾压中的质量控制。1)应采用装载机沿土工格栅两侧边缘卸土,以形成运土的交通便道,以绷紧土工格栅和避免集中填土引起地基破坏。2)卸土不能直接卸在土工格栅上面,卸土高度以不大于1m为宜,以防造成局部承载力不足;卸土后应立即摊铺,避免局部下陷。3)形成交通便道后,再由两侧向中心平行于路堤中线对称填筑,宜保持填土施工面呈V形;4)在回填土上,不允许在填土上回行。车辆、机械大小及重量均应限制,使其形成的车辙不宜大于7cm~8cm;

5 技术应用效益分析

(1) 经济效益

以本工程为例,挡墙施工高度10.6m,土工格栅施工21层为例进行计算。重力式挡墙墙体平均厚度至少为0.7m,底板宽度为6m,厚度为1.0m,按挡墙长度36m计算,则需要浇筑混凝土量为 483m^3 ,钢筋量为43t。以混凝土的综合单价2400元/ m^3 ,钢筋综合单价11000元/t考虑,则修筑修筑重力式挡墙的费用为 $483\text{m}^3 \times 2400\text{元}/\text{m}^3 + 43\text{t} \times 11000\text{元}/\text{t} = 163.22$ 万元。而加筋土挡墙需要混凝土 76m^3 ,钢筋量为2t,土工格栅UX1500需要 1939m^2 ,综合单价80元/ m^2 ,土工格栅UX1700需要 1454m^2 ,综合单价115元/ m^2 ,则修筑加筋土挡墙的费用为 $76\text{m}^3 \times 2400\text{元}/\text{m}^3 + 2\text{t} \times 11000\text{元}/\text{t} + 1939\text{m}^2 \times 80\text{元}/\text{m}^2 + 1454\text{m}^2 \times 115\text{元}/\text{m}^2 = 52.67$ 万元。节省的费用为 $163.22 - 52.67 = 110.55$ 万元。仅以玻利维亚MY69公路项目的2个立交桥的加筋土挡墙施工,推行此工法可节约直接费用442.2万元,如果再算上13座主线桥梁,经济效益更加显著。

(2) 社会效益

1)它可以代替混凝土重力式挡墙,并且地基要求低,具有更强的抗震性;

2)所产生的水平推力小,有效保护桥台面板因填土而出现形变位移,保证桥梁结构的整体稳定性,降低因为填料不均匀沉降所产生的桥面形变风险;

3)节省大量砂石、水泥、模板等建筑材料,节省资源,降低生态资源紧缺的压力。

结语

土工格栅加筋土挡墙不仅能够为路桥工程提供有效防护,确保路基及边坡结构的稳固性和安全性,同时还能够降低成本投入,提高路桥工程的环保性。因此在具体施工中需要加强对土工格栅加筋土挡墙施工技术的应用,不断提高施工技术水平和工程质量。

参考文献:

- [1]金嵩涛.加筋土挡墙在高填方填筑施工中的应用[J].河南水利与南水北调,2018,47(1):46-47.
- [2]徐光黎,刘丰收,唐辉明.现代加筋土技术理论与工程应用[M].武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [3]李凤岭.土工格栅在高陡路基应用中的探讨[J].山西交通科技,2021(4):14-16.
- [4]纪溪文.土工格栅加固路堤边坡效果及影响因素分析[J].武汉理工大学学报,2021,43(12):59-63.