

新型加筋格宾型挡土墙在路基生态支挡工程中的应用研究

吴颖峰

(浙江交通职业技术学院, 浙江 杭州 311112)

摘 要: 新型加筋格宾型挡土墙较传统路基挡土墙具有生态环保、占地少等优点。在该新型挡土墙土压力、筋材长度、结构稳定性等方面计算分析基础上,就工程施工工艺应用进行论述,可为建设生态公路和类似工程提供借鉴。

关键词: 新型加筋格宾;土压力;筋材长度;结构稳定性

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)09-0193-03

0 引言

传统的公路重力式挡土墙具有构造简单,施工方便和就地取材等优点。但这类挡土墙主要以自重来保持整体稳定,同时其体积较大并占用较多土地,也不易开展结构物的工厂化与装配化施工。新型加筋格宾型挡土墙是一种最新的加筋类支挡技术,它是将抗腐蚀耐磨的低碳镀锌网或镀锌铝合金纺织成双绞六边形网孔的网片。其中,组成网片的钢丝是由高温镀锌处理与表层覆盖塑膜加工而成,因此具有良好抗侵蚀能力与耐磨能力,钢丝经加工机械编织成金属网,它综合了传统加筋土挡土墙的拉筋作用与新的格宾固土功能,能有效收缩路基边坡坡脚,减少公路的用地面积。此外,挡土墙采用生态加筋格宾取代面板后,可直接通过绿色植物种子实现在填料上喷播,达到路基边坡长期绿化的目的,为建设绿色公路起到了重要的作用。

新型加筋格宾型挡土墙为无面板类加筋挡墙,属于柔性的结构体^[1],可以适应地基一定范围内的变形,通过反包式土工格栅的加筋锚固作用,约束土体的侧向变形,保证路基的稳定。

1 结构计算

新型加筋格宾挡土墙采用抗拉模量低、延伸率高的筋材,其潜在破裂面简化为图1所示破裂面,破裂面与水平面夹角为 $45^\circ+\varphi/2$ 。

土压力系数按式(1)计算。

收稿日期: 2021-01-07

作者简介: 吴颖峰(1977—),男,硕士,副教授,从事公路工程科研与教学工作。

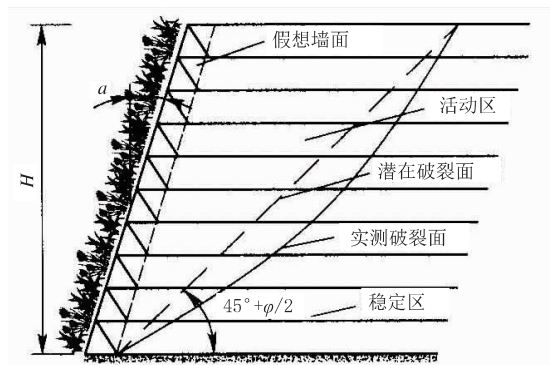


图1 加筋格宾挡土墙的破裂面示意图

$$K_i = K_a \quad (1)$$

式中: K_i 为面板后结构内深度 Z_i 位置的土压力系数; K_a 为面板后主动土压力系数, $K_a = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$

作用于第 i 层假想面板上的水平土压应力按式(2)计算。

$$\sigma_{Ei} = K_i (\sigma_i + \sigma_{fi}) \quad (2)$$

式中: σ_{Ei} 为结构体内深度 Z_i 处作用于假想面板上的水平土压应力,kPa; σ_i 为结构体内深度 Z_i 位置的竖向压应力(永久荷载作用),kPa; σ_{fi} 为结构体内深度 Z_i 处的竖向压应力(车辆荷载、人群荷载作用),kPa。

由抗拔稳定性验算确定筋材的锚固段长度后,筋材总长度按式(3)计算,见图2所示。

$$L_i = L_{ei} + L_{ai} + L_{wi} + L_{bi} \quad (3)$$

式中: L_i 为 Z_i 层深度位置的筋体总长度,m; L_{ei} 为主动区内筋体的长度,m; L_{ai} 为稳定区内筋体的有效锚固长度,m,应不小于2m; L_{wi} 为面墙侧包裹长度,应不小于 $d_i/\cos \alpha$, d_i 为第 i 层加筋体厚度, α 为墙面与竖直线的夹角; L_{bi} 为回折反包部分长度,不宜小于2m。

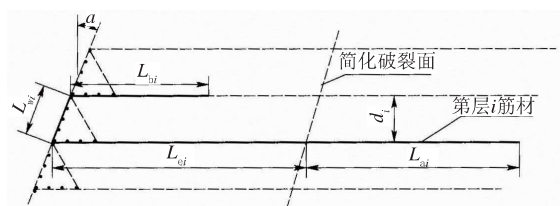


图2 筋材长度计算示意图

筋材有效锚固长度和在主动区长度之和还应满足下列要求:

(1)筋材最小长度宜大于0.8倍墙高,且不小于5 m;当墙高小于3 m时,筋材长度不应小于3 m,且应采用等长筋材。

(2)采用不等长的筋材时,同等长度筋材的墙段高度应大于3 m;相邻不等长筋材的长度差不宜小于1 m。

(3)当墙高大于6 m时,为控制挡土墙变形,宜在挡土墙中下部加设长度不小于2 m的辅筋,辅筋间距不宜大于0.3 m。

为了便于施工作业,不同层次的筋材应按照规定长度的最大值进行作业。

在全墙抗拔稳定性验算中,稳定性系数一般取值为2,按式(4)进行验算。

$$K_b = \frac{\sum T_{pi}}{\sum T_i} \geq 2 \quad (4)$$

式中: K_b 为挡墙的总体抗拔稳定性系数; $\sum T_{pi}$ 为各种类型的筋体材料产生的抗拔力总和,kN; $\sum T_i$ 为各个层次筋体材料承受的水平拉力总和,kN。

此外,还要对挡土墙进行抗滑动性能验算、抗倾覆稳定性验算、地基承载力计算^[2],以确保其稳定性。

土质地基上的挡土墙,凡属下列情况之一者,应进行地基沉降计算:

- (1)软土地基或下卧层有软弱夹层的地基;
- (2)挡土墙地基应力接近地基允许承载力;
- (3)挡土墙基底的地基沉降不符合设计规定的要求。

地基沉降一般应按《公路路基设计规范》(JTG D 30)进行计算^[3]。对于软土地基上的挡土墙,当地基最大沉降量计算值大于设计规定的允许值时,应采用调整挡土墙结构形式、断面尺寸、埋置深度和地基处理等措施,使沉降量满足规范要求。

对于地基而言,其下方也可能会遇到深层滑动情况,应进行结构体与地基滑动稳定验算,计算模型见图3所示,新型加筋格宾型挡土墙整体滑动稳定系数不应小于1.25。

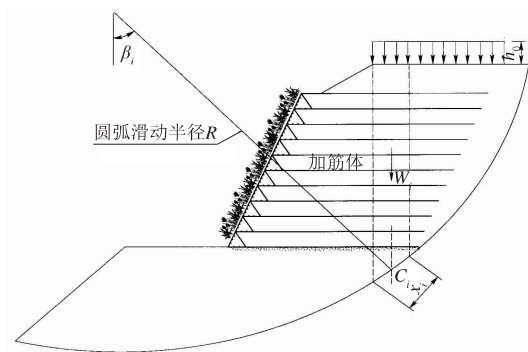


图3 加筋格宾挡土墙整体稳定性计算模型

整体滑动稳定系数 K_s 按式(5)计算。

$$K_s = \frac{\sum (c_i x_i + W_i \cos \beta_i \tan \varphi_i)}{W_i \sin \beta_i} \quad (5)$$

式中: c_i 为黏聚力(第*i*土条),kPa; x_i 为弧长(第*i*土条),m; W_i 为重力(第*i*土条),kN; β_i 为滑动弧法线与竖直线的夹角(第*i*土条),($^\circ$); φ_i 为滑动面位置的内摩擦角(第*i*土条),($^\circ$)。

2 施工应用

某新建高速公路,地形变化大,构造发育,线路跨越地貌单元多,主要有侵蚀剥蚀低山丘陵区及沟谷凹地。项目有一段310 m长的加筋格宾挡土墙,其结构组成由加筋格宾+墙背结构回填+麦克排水垫+土工格栅+喷播绿化构成;新型加筋格宾采用抗侵蚀与耐磨的镀锌网,网面抗拉强度50 kN/m。挡墙面坡比为1:0.466,墙顶设置2 m宽平台,平台要进行防冲刷处理,路基边坡坡度为1:1.5,挡墙底部埋深不小于1 m,挡土墙沿纵向方向顶面为阶梯型,挡土墙布置见图4所示。

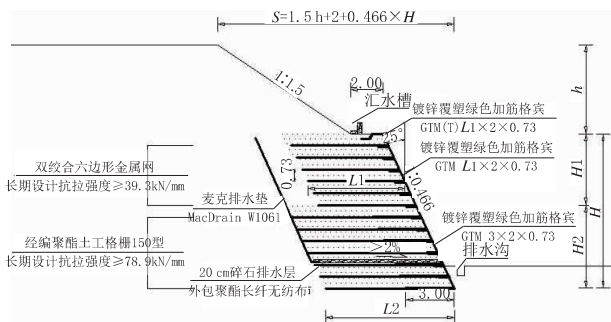


图4 挡墙布置图

2.1 测量放样与地基处理

(1)根据设计图纸基础、基底整平处理;放样结构位置坐标。在实地测量出挡墙脚点、边线等控制点,布置坐标、标高控制点,然后依据挡墙底座宽,进行基础的挖深、放坡测量定位。

(2)挡墙开挖前将场地清理平整,做好排水坡

向,检查在施工红线范围内是否有地下管线、电缆,如有应先排除后,方可进行开挖。

(3)挡墙基槽土石方部份主要采用挖掘机开挖,按设计图纸分段跳槽开挖,按设计要求分层放坡开挖。基底开挖完成后通知监理单位进行验收,同时作好隐蔽检查记录并签证。

(4)对场地进行平整处理,并做好地面排水,向有关部门了解和查阅资料,在施工红线范围内是否有地下管线、电缆、洞穴,如有应先排除后方进行开挖。开挖时,须注意落石,清除上方弧石,碎石夹土低边坡不要陡于 $1:1\sim 1:1.25$ 。开挖时,须注意基坑支护,开挖后应立即施工挡墙及墙背回填,避免基坑坍塌。

2.2 排水垫施工

施工流程:放样出墙体位置→铺设W型排水垫→锚固。

(1)挡墙开挖后清除基坑内杂物,对地基进行承载力试验测试,满足要求的进行施工,承载力不满足要求进行地基回填处理,必须达到承载力满足要求。

(2)挡土墙施工时,结构体墙顶和墙底要做好截排水处理,背部设计W型排水垫,排水垫边缘应至少搭接6cm,并将搭接处用U型钉进行锚固。

(3)麦克垫具有粗糙、平滑两面,沿坡面展开时,应将平滑面接触土体,并沿坡面自上而下铺装。用 $\phi 8$ 钢筋加工制作U型金属锚钉,将麦克垫固定于坡面,镀锌钢丝网通过锚钉固定于坡面,将U型钉间距保持 $1\sim 1.2\text{ m}$ 且与地面齐平,此举可有效提升锚钉的抗拔力,从而可起到稳定边坡的作用。相邻两麦克垫卷要保证不少于6cm宽度的重叠,并将重叠部分锚固。锚固沟对于易侵蚀土壤开挖一个距坡缘长 $0.6\sim 1\text{ m}$ 、深 0.3 m 、宽 1 m 的沟槽,紧贴沟底将垫卷固定。

2.3 土工格栅施工

上述施工完成后,按设计要求开始土工格栅的施工。格栅进行搭设搭接宽度不小于设计要求,且要求高端压在低端上。并在土工格栅的接头上每隔 1.0 m 用U形钉固定一处。

(1)铺土工格栅前,将铺设面层做成向两侧 $\geq 2\%$ 的排水坡并压实平整,再人工铺设 20 cm 厚碎石排水层,外包聚酯长纤无纺布,碾压密实,清除可能刺破土工格栅的尖锐杂物和碎石,铺设时理顺,拉直、绷紧,无褶皱和破损。

(2)土工格栅运到工地后,按规定存放,对其主

要性能指标进行抽样检测,一般要求每批不少于一次。

(3)回填土层时,填土施工顺序一般为先边后中,同时要尽量不推挤砂土。回填土压实不同于一般的结构体,应注意轻型与重型压路机组合使用,即先由轻型压路机沿纵向由两侧逐步向中间压实,待碾压3次后,再用重型压路机压实至设计要求的压实度。

(4)土工格栅需分层施工,将格栅拉平后用防锈钢钉固定。为避免土工格栅铺设后受阳光直接曝晒时间过长,应在铺设完成后迅速回填土。

2.4 新型加筋格宾体与回填土施工

加筋格宾体一般由镀锌钢丝网、金属网、结构支架、结构支撑杆组合而成。将新型加筋格宾构件按设计要求放置完成,相邻构件的边缘使用绞合法进行连接,按 15 cm 左右单圈绕结—双圈扣紧绞合。相邻单元拉筋带之间采用点绑扎连接,间距取值一般不超过 0.5 m ,将筋带网面全部展开,每隔 1 m 在边缘用钢筋固定。

墙背拉筋锚固段填料宜采用具有一定级配、透水性好的砂类土或砾石土,土中的粗颗粒不应含有在压实过程中可能破坏拉筋的带尖锐棱角的颗粒。

拉筋应按设计位置水平铺设在经过整平、压实的土层上,单根拉筋应垂直于挡墙面板,多根拉筋应按设计扇形铺设。拉筋应理顺,放平拉直,不可弯折、扭曲,不能与硬质、棱角填料直接接触。墙面板安装应根据高度和填料情况设置适当的倾斜($1:0.02\sim 1:0.05$),安装完成的面板不得向外倾斜。拉筋与面板之间的连接应牢固,连接部位强度应不低于拉筋强度。

墙背回填土应采用设计要求的填料,不应含各类杂物或垃圾,其化学及电学性能应符合筋带的防腐和耐久性要求,严禁采用腐殖性土、结冰块体、膨胀土、软质淤泥和高液限黏土等不良填料。填料摊铺、碾压应从拉筋中部开始平行于墙面进行,不能沿着拉筋方向碾压。摊铺、碾压方向应先向拉筋尾部,再向墙面方向作业。根据拉筋间的距离、碾压机械和密实度要求,经试验确定路基分层施工厚度、碾压遍数。应分层填筑分层压实,各层形成平顺表面,顶层路拱合适。为防止结构体被碾压破坏,在靠近墙面板处应使用小型机具或人工夯实,并严禁车辆与机械设备在未经压实的填料上通行。

(下转第198页)



图3 黏层油洒布

4.3 超薄罩面摊铺

超薄罩面摊铺采用传统摊铺机,半封闭施工,两台摊铺机一前一后并排推进,半幅路一次性摊铺完成,如图4所示。摊铺过程中需要将摊铺温度严格控制在 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$ 之间。施工过程尽量减少人工操作,保证工作面的完整性。



图4 超薄罩面摊铺

4.4 超薄罩面碾压

超薄罩面碾压采用双钢轮压路机,采用紧跟快压的方式,静压两遍。碾压过程中严禁开启震动,以免表面集料被压碎。超薄罩面适宜的碾压温度为 $150\sim 160^{\circ}\text{C}$ 。

4.5 开放交通

超薄罩面碾压完成后,待路面温度降低至 50°C 以下,即可开放交通。一般情况下,碾压后1h即可开放交通。

4.6 改造效果

原水泥路面改造耗时1d,一共完成 $19\,854\text{ m}^2$ 的

超薄罩面加铺,平均加铺厚度为 1.8 cm ,节省60%以上材料,大幅提高改造效率。改造完成的路面平整度提升,路面行驶舒适性增加,具有静音效果。改造后的路面效果如图5所示。



图5 超薄罩面应用效果

5 结语

本文依托水泥路面加铺超薄罩面应用实践,总结了超薄罩面实施流程和技术特点,得出以下结论:

(1)超薄罩面用作水泥路面升级改造,具有时效快、节省材料、改造效果好、路面静音,以及不产生固体废弃物等特点,可以在短时间内完成大面积的水泥路面改造。

(2)超薄罩面加铺前,需要对原路面进行处理,包括灌缝、板块破损修复、高差找平、窞井抬升,以及路面标志标线清除等工作。

(3)超薄罩面采用高黏特种改性沥青作为胶结料,混合料采用开级配方案,具有优异的路用性能。

(4)超薄罩面黏层油采用分步喷洒方案,采用传统的沥青施工工艺与碾压工艺,施工快速,有利于大面积推广使用。

参考文献:

- [1] 陈名旺,李本亮,何创,等. 新型 1.2 cm 超薄罩面用于隧道水泥加铺的实践与评价[C]//中国公路学会养护与管理分会第九届学术年会,2019.
- [2] 胡志涛,牛晓霞. Novachip超薄磨耗层在高速公路沥青路面预防性养护工程中的应用[J]. 广东公路交通,2009(3):5-8.
- [3] 倪慈云,胡跃苏,朱震海. 超薄磨耗层在高速公路养护中的应用研究[J]. 公路交通科技:应用技术版,2011(5):15-17,20.

(上接第195页)

3 结语

新型加筋格宾型挡土墙属于柔性生态加筋类挡土墙,它既起到支挡路基填土作用,又有生态绿化功能,并能节约用地。将来还需在挡土墙新材料研究与施工工艺优化方面作进一步研究,在路基生态支挡

方面全面推广新型加筋格宾型挡墙技术。

参考文献:

- [1] 权改芳. 生态挡土墙在工程中的应用展望[J]. 交通节能与环保. 2018.14(2):76-77,80.
- [2] 黄晓明. 路基路面工程[第6版][M]. 北京:人民交通出版社. 2019.
- [3] JTG D30—2015,公路路基设计规范[S].