

柔性绿色格宾挡墙在市政工程中的应用

马瑶, 马奔, 陆鹏

(西安市政设计研究院有限公司, 陕西 西安 710068)

摘要: 针对柔性绿色格宾挡墙的特点, 指出了目前规范中存在的一些不足, 并提出了基于柔性面板加筋土挡土墙的设计计算方法, 结合算例给出了几点讨论。同时提出与管沟结合的施工工艺, 结合工程实例, 表明该工艺操作性强, 可有效保证施工质量。

关键词: 绿色; 格宾挡墙; 柔性面板; 加筋土挡墙; 市政工程

中图分类号: U417.1+1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)09-0266-04

0 引言

绿色加筋格宾挡墙是一种柔性加筋挡土墙, 是由一系列绿色加筋格宾单元连接而成, 单个结构单元主要由六边形钢丝网面、焊接金属网、金属三角支架、金属支撑杆、生物垫等部件组合而成^[1]。由于其良好的经济性、耐久性、整体性、生态环保性^[2]被广泛的应用于公路、铁路、水利等工程中, 但于市政工程中较少应用。本文通过分析研究, 提出目前规范及相关研究中存在的一些不足, 给出计算步骤, 并通过算例分析其合理性。同时针对市政工程管沟工程较多的特点, 提出其适应的施工工艺。

1 目前存在的不足

1.1 面板分类不全

传统加筋土挡土墙墙面面板可采用金属面板、钢筋混凝土面板或混凝土面板, 其强度等级不宜低于 C20, 厚度不应小于 80 mm^[3]; 墙面宜采用钢筋混凝土预制件^[4]。规范中规定的面板均为刚性面板, 而挡墙设计计算方式与面板有密切关系, 当无面板且加筋坡面与水平面夹角小于 70°时按加筋土路堤设计^[5]; 有面板及无面板但夹角大于 70°时按加筋土挡土墙设计^[4]。

本文中提及的绿色加筋格宾挡墙, 其面板由焊接金属网、三角支架及支撑杆体系组成, 既不属于刚性面板, 但也不同于反包土工合成材料路堤加筋形式^[5], 本次按柔性面板加筋土挡土墙设计。

1.2 破裂面论述

公路行业中, 对于刚性面板加筋土挡土墙简化破裂面目前为 0.3 H 破裂面^[4], 如图 1 所示, 上部平行于墙面, 距离墙面的距离 b_H 为 0.3 H, 下部通过坡脚, 与水平面的夹角为 $45^\circ + \varphi/2 - \alpha/3$ 。

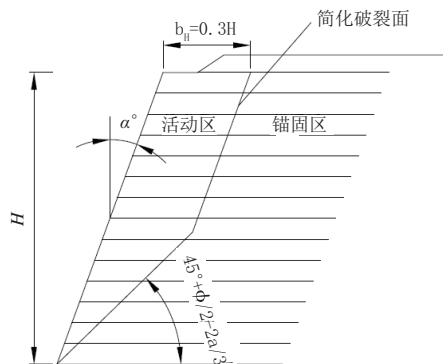


图1 0.3 H 破裂面

由于加筋土挡墙实际破裂面不仅与面板刚度、筋材抗拉模量、筋材延伸率有关, 还与填料类型、加荷方式、施工工艺、筋材长度、填土高度等均有关系, 无法一概而论。而对于柔性面板加筋土挡墙的破裂面, 由于其柔性更大, 破裂面更趋向于朗肯破裂面, 其简化破裂面如图 2 所示, 破裂面与水平面的夹角为 $45^\circ + \varphi/2$, 筋材加长时, 破裂面有远离坡面趋势, 但不会无限远离。本文采用朗肯破裂面计算其内部稳定性。

2 设计计算

设计计算包括内部稳定性及外部稳定性的验算; 加筋土挡墙最为关键的为筋材长度及间距确定。本文提出基于柔性面板的筋材计算长度及间距的方法, 同时进行筋材抗拉强度验算及整体稳定性验算, 而抗滑稳定性、抗倾覆稳定性、地基承载力、地基沉降计算与

收稿日期: 2021-12-16

作者简介: 马瑶(1983—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事道路设计工作。

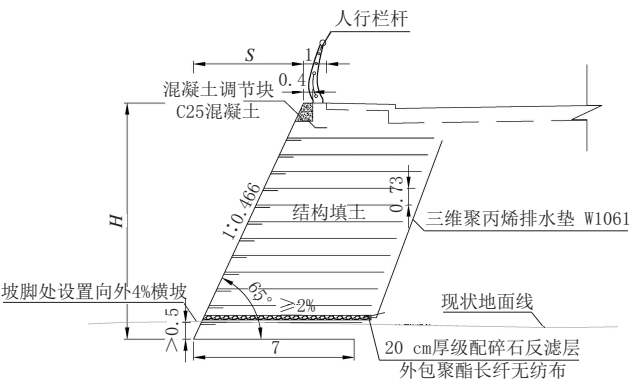


图5 挡墙横断面布置图

算例选用 9.5 m 挡墙进行计算,筋材间距 0.73 m, 填料采用黄土,其容重 $\gamma=19\text{ kN/m}^3$,综合内摩擦角 $\varphi=30^\circ$,修正后地基承载力特征值 $f_a=180\text{ kPa}$, $\tau_{ult}=150\text{ kPa}$, $RF=1.6$, $f_{cs}=0.4$,荷载组合选用组合 II,筋材共 13 层,由基底起至路面标高分别为 1 至 13 层。车辆荷载取值 12 kN/m^2 ,人群荷载取值 3 kN/m^2 ,基底摩擦系数取 0.4。

由公式(1)至(7)计算可得其内部稳定性如表 1 所示。

挡墙的整体稳定性采用理正设计软件试算,当筋材长度取 6 m 时, $K_s=1.193<1.25$,圆弧滑动半径为 11.677 m,不满足整体稳定性要求。当筋材长度取 7 m 时, $K_s=1.278>1.25$,圆弧滑动半径为 11.963 m,圆心基于边坡顶点 D 坐标为 $(-3.922,0.527)$,本次按筋材长度 7 m 布置。

同时,按筋材长度 7 m 计算,抗滑稳定性方程的计算结果为 $207>0$, $K_c=2.6>1.3$;抗倾覆稳定方程的计算结果为 $3595>0$, $K_e=10.93>1.5$;地基承载力的计算结果为 $\sigma=130.5\text{ kPa}<180\text{ kPa}$;均满足规范

要求。本例计算结果筋材长度选用 7 m。

关于计算结果的几点讨论:

一是根据内部稳定性计算,所需筋材长度为变值,1 层筋材最短,13 层最长。

二是筋材所需最长仅 2.7 m 时即可满足内部稳定性计算,远小于整体稳定性验算所需 7 m 长度。

三是即便墙后填料取综合内摩擦角 15° 时,由计算得到其筋材最长长度为 4.023 m,也小于整体稳定性验算所需长度。

四是柔性面板加筋土挡墙计算主要控制指标为整体稳定性,且较长的筋材长度也可有效控制挡墙的侧向稳定位移,同时筋材长度还需满足规范中关于构造的要求。

4 市政工程施工构造措施

4.1 与管沟结合的施工工艺

秦汉大道市政工程设置的绿色加筋格宾挡墙,在筋材范围内有一道电力排管,混凝土包封,外尺寸为 $1.5\times1.55\text{ m}$,位于边坡顶点 D 1.75 m 处,埋深 0.9 m。该电力排管位于锚固区,影响 11、12 层筋材,如图 6 所示。若挡墙与电力排管同步施工,由于排管距离挡墙面板较近,填料压实度难以控制,无法保证其施工质量,影响挡墙安全。

本文提出反挖沟槽的施工工艺,先将填料施工至 13 层筋材高度,然后开挖沟槽至排管设计底标高,开挖过程中需剪断筋材,并尽量较少扰动。排管施工时将筋材浇筑于混凝土中,注意筋材应尽量平整,以保证与混凝土之间的抗拔力,使筋材与排管成为统一整体。施工时应分段进行,减少筋材剪断未浇

表 1 内部稳定性计算表

筋材序号	σ_i/kPa	σ_{Ei}/kPa	$T_i/(kN\cdot m^{-1})$	$T_{pi}/(kN\cdot m^{-1})$	L_{ai}/m	L_{ei}/m	$L_{ai}+L_{ei}/\text{m}$	$\gamma_0\gamma_f T_i/(kN\cdot m^{-1})$
13	13.870	9.375	9.581	19.161	1.727	0.973	2.700	14.084
12	27.740	13.773	14.076	28.151	1.269	0.892	2.160	20.691
11	41.610	18.191	18.591	37.183	1.117	0.811	1.928	27.329
10	55.480	22.627	23.125	46.250	1.042	0.730	1.772	33.994
9	69.350	27.079	27.675	55.350	0.998	0.649	1.646	40.682
8	83.220	31.545	32.239	64.477	0.968	0.567	1.536	47.391
7	97.090	36.022	36.815	73.629	0.948	0.486	1.434	54.117
6	110.960	40.510	41.402	82.803	0.933	0.405	1.338	60.860
5	124.830	45.008	45.998	91.997	0.921	0.324	1.245	67.618
4	138.700	49.515	50.604	101.208	0.912	0.243	1.155	74.388
3	152.570	54.029	55.218	110.435	0.905	0.162	1.067	81.170
2	166.440	58.550	59.838	119.677	0.899	0.081	0.980	87.963
1	180.310	63.078	32.233	64.466	0.447	0	0.447	47.382
K_i		0.333		T_a			93.75/($kN\cdot m^{-1}$)	

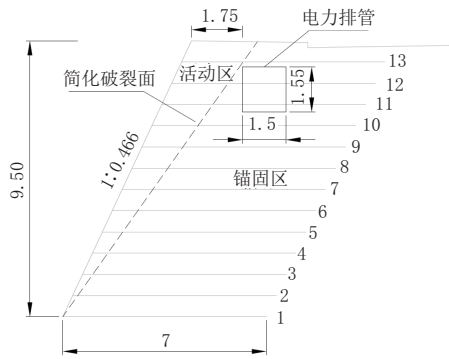


图 6 挡墙横断面布置图(单位:m)

筑的时间。该方法可保证填料压实度,减少电力排管对挡墙的影响,并使之成为挡墙整体的一部分。经实践证明,该方法操作简单,行之有效。

4.2 设置调节块

本例在筋材顶设置混凝土调节块,调节块宽 40 cm,采用 C25 混凝土浇筑,该调节块有如下作用:一是调节挡墙高度。

二是压顶作用,增强筋材整体性,对于最薄弱的顶层筋材反包段来说,防止其破坏。

5 结 论

绿色加筋格宾挡墙属于柔性面板加筋挡土墙,本文提出的基于柔性面板加筋土挡墙设计计算方法及其在市政工程中应用时的施工构造措施,对于今后柔性面板加筋土挡墙的建设均具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 余茂科,唐博.绿色加筋格宾挡墙在龙浦高速中的应用[J].华东公路.2015(1):79-81.
- [2] 杨乃彬,龙浪波.新型绿色加筋格宾挡墙的特点及其应用[J].岩土工程与地下工程.2010(4):98-99.
- [3] 中交第二公路勘察设计研究院有限公司.公路挡土墙设计与施工技术细则[M].北京:人民交通出版社,2008: 69-69.
- [4] JTG D30—2015,公路路基设计规范[S].
- [5] JTG/T D32—2012,公路土工合成材料应用技术规范[S].

(上接第 265 页)

- [5] 孙媛媛,江军.南河特大桥顶升方案关键点分析与设计[J].上海公路,2018(3):57-60.
- [6] 杨慧生.大跨径钢管砼系杆拱桥整体顶升施工技术[J].石家庄铁道大学学报,2018,31(S2):205-208.
- [7] 郅才富.中承式无铰钢管混凝土系杆拱桥的顶升改造关键技术研究[J].黑龙江交通科技,2010,33(2):109-110.
- [8] 李四英.某河下承式钢管混凝土系杆拱桥施工关键技术[J].中外建筑,2016(8):172-174.
- [9] 杨琪,卜川,董功海.钢管混凝土系杆拱桥拱肋施工控制技术探究[J].科技展望,2015,25(19):26.
- [10] 刁再烜,卢肇翔,李巍.下承式钢管混凝土系杆拱桥施工技术[J].黑

- 龙江交通科技,2009,32(5):92-93.
- [11] 陈远勇.限位技术在桥梁调坡顶升中的应用[J].北方交通,2015(11):39-41.
- [12] 孙元.下承式钢管混凝土系杆拱桥施工监控技术研究[D].合肥:合肥工业大学,2014.
- [13] 陈刚.钢管混凝土系杆拱桥施工控制与监控技术[D].南京:东南大学,2018.
- [14] 王祥国.下承式钢管混凝土系杆拱桥施工监控技术浅析[J].黑龙江交通科技,2016,39(11):126-128.
- [15] 王卫.75 米跨下承式钢筋砼系杆拱桥施工技术与监控措施[J].交通世界(建养.机械),2013(10):192-193.