

文章编号 :1002-0268 (2006) 07-0035-03

路堤填料 C 、 ϕ 值对互锚式薄壁挡土墙的影响

李厚民¹, 熊健民¹, 周昌栋², 余天庆¹

(1. 湖北工业大学 力学教研室, 湖北 武汉 430068; 2. 宜昌市交通局, 湖北 宜昌 443000)

摘要: 针对不同地域 3 种可能的填料进行了有限元分析, 总结出填料的 C 、 ϕ 值对拉筋拉力、拉筋应力、侧向土压力、地基土压力、侧向位移等指标的影响。其中 C 、 ϕ 值的变化对拉筋的拉力及应力基本没有影响, 对侧向位移影响不大; 但对路堤下部的侧向土压力有较大影响, 粘聚力小的土体侧向土压力较大, 而路堤上部的侧向土压力不随填料的变化而变化; 地基土压力随填料的 C 、 ϕ 值有较大变化, 粘聚力小的土体地基土压力较大。

关键词: 挡土墙; 互锚; 填料; 有限元分析

中图分类号: V417.1*1

文献标识码: A

Variation Rules on the Mutual Anchoring Thin Retaining Wall by Different Fill Materials

LI Hou-min¹, XIONG Jian-min¹, ZHOU Chang-dong², YU Tian-qing¹

(1. Staff Room on Mechanics, Hubei Polytechnic University, Hubei Wuhan 430068, China;

2. Yichang City Communications Bureau, Hubei Yichang 443000, China)

Abstract: Based on the finite element analysis for the three filling materials from different areas, the effect of the index of C , ϕ on the tensile strength of the tensile bar, the stress of tensile bar, lateral earth pressure, subgrade soil pressure and lateral displacement are presented. variation of C , ϕ index filling materials will have little influence on the strength and stress of tensile bar hardly, and will have influence on lateral displacement with small impact on lateral earth pressure lower at the part of the embankment as the C of the material is smaller then the lateral earth pressure will get bigger. The greater variation of C of filling material, will have influence on subgrade soil pressure, the smaller the C the greater the subgrade soil pressure.

Key words: earth retaining wall; mutual anchoring; filling materials; finite element analysis

0 概述

互锚式薄壁挡土墙由钢筋混凝土面板、拉筋(钢筋)和填料(可以是就地取材的土或石料)共同组成, 路堤两侧相应的面板之间用拉筋对拉锚固以达到自平衡, 参见图 1。面板为多边形混凝土预制板, 双向配筋, 内侧设 4 个或更多拉环, 周圈设搭接槽口, 便于相互锚合, 增强稳定性。

互锚式薄壁挡土墙是对传统的各种挡土墙如重力式挡土墙、扶壁式挡土墙、锚杆式挡土墙、加筋

土式挡土墙等^[1]的一种有效补充, 它可显著减少土石填方量, 节约耕地, 加快施工进度, 提高路基的稳定性和耐久性。随着我国西部大开发战略的实施和交通运输事业的发展, 在山区修建的高等级公路将越来越多, 这种新型挡土墙结构的推广将会产生良好的社会效益和经济效益。

某山区公路在改建工程中采用了互锚式薄壁挡土墙技术。本文作者在现场实测的基础上, 采用通用有限元软件 ANSYS 进行了有限元仿真分析, 计算结果表明, 分析方法正确, 计算结果合理, 与实测

收稿日期: 2005-03-30

作者简介: 李厚民 (1971-), 男, 湖北宜城人, 副教授, 研究方向为结构强度及安全. (lihoumin2000@163.com)

吻合良好^[2]。

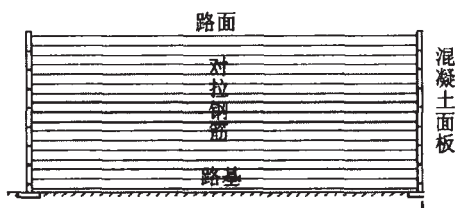


图 1 双面直立式高路堤横断面示意图

Fig.1 Sketch of mutual anchoring thin retaining wall

在互锚式薄壁挡土墙结构设计时，除了拉筋的强度、侧向位移、面板和条形基础的强度、侧向土压力、地基土压力等因素需要考虑之外，由于路堤的使用年限较长，拉筋锈蚀、地基的沉降也需要考虑。课题组在实验室模拟现场腐蚀环境，采用多个配方进行拉筋的腐蚀试验，最终选择以环氧树脂为主、添加固化剂和填料，对拉筋进行处理，使拉筋具有良好的防锈蚀能力。关于地基的沉降，我们一直在进行现场观测，截至目前，一直处于许可范围之内。这两方面的内容另有专文叙述。

为了更深入地了解互锚式薄壁挡土墙结构，充分考虑其不同地区应用中需注意的问题，本文从路堤填料的 C 、 Φ 值的角度出发，分析其对路堤结构可能造成的影响，以为以后的工程设计、结构优化以及推广应用提供可靠的理论依据。

1 C 、 Φ 值对路堤结构力学特性的影响

路堤结构的施工需大量的填料，所以多是就地取材，不同的施工路段，其 C 、 Φ 值变化较大。填料 C 、 Φ 值的变化对路堤结构力学特性的影响也是不容忽视的^[3,4]。为了了解填料的 C 、 Φ 值对路堤结构的影响，本文选择 3 种填料进行有限元分析，如表 1 所示。

表 1 3 种方案的 C 、 Φ 值

Tab.1 C 、 Φ value of the three banking material

方案	C/kPa	$\Phi/(\text{^\circ})$
1	14	22
2	28	18
3	35	15

表 1 选取 3 种不同的土体作为填料进行分析，简称为方案 1、方案 2、方案 3。计算时考虑最危险的情况，即考虑自重和荷载共同作用，同时假设地基的 C 、 Φ 值与填料一致。计算结果分析如下。

1.1 拉筋的拉力和应力

拉筋对于互锚式薄壁挡土墙结构的安全至关重要。土体和混凝土面板的自平衡需要拉筋来维持，

一旦拉筋断裂，整个路堤结构将迅速垮塌。为了节约钢筋，路堤中共采用了 3 种直径的拉筋，底部 2 层直径为 12 mm，中间 7 层直径为 10 mm，顶部 15 层直径为 8 mm。3 种 C 、 Φ 值的填料所对应的拉筋拉力和拉筋应力如图 2、图 3 所示。

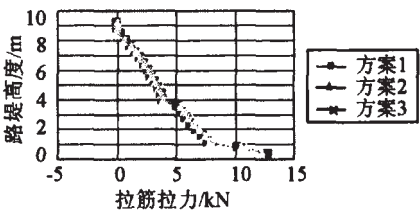


图 2 拉筋拉力

Fig.2 Load of tensive bar

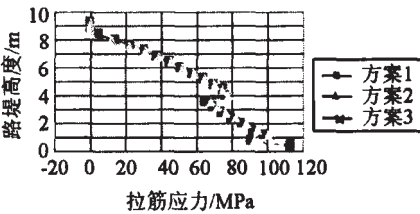


图 3 拉筋应力

Fig.3 Stress of tensive bar

由图 2、图 3 可以看出，拉筋的拉力随着距路面深度的增加而增加，通过比较 0.8 m 和 1 m、3.8 m 和 4 m 处的拉筋拉力和拉筋应力，可以看出，较粗的拉筋可以承受较大的拉力，但由于其横截面面积较大，所以其应力有所降低。比较 3 种方案所对应的曲线可知，填料 C 、 Φ 值的变化对拉筋的拉力及拉筋的应力基本没有影响。

1.2 侧向土压力和地基土压力

在自重和上部荷载的作用下，路堤土体将向下沉降，这将对地基产生地基土压力。在向下沉降的同时，土体向外部膨胀，由于混凝土面板限制了其自由膨胀，所以就产生了侧向土压力。3 种方案的侧向土压力如图 4 所示，地基土压力如图 5 所示。

侧向土压力总体上随着距路面深度的增加而增加，这与土力学常识一致。由图 4 可看出，路堤上部的侧向土压力基本是线性变化，下部 4 m 范围内呈现一种波动变化，不同 C 、 Φ 值的填料，其产生的影响主要集中在下部 4 m，粘聚力小的土体侧向土压力较大。最下层的侧向土压力有变小的趋势，主要原因是受了安装混凝土面板的条形基础的影响。同样也是受条形基础的影响，地基土压力在面板附近也呈现一种波动状态，远离面板的基本比较平稳。由图 5 可见，粘聚力小的土体地基土压力较大。

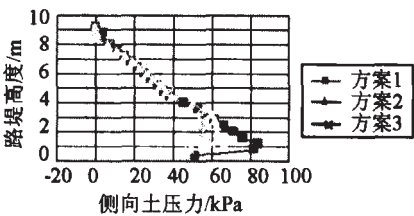


图 4 侧向土压力
Fig.4 Lateral earth pressure

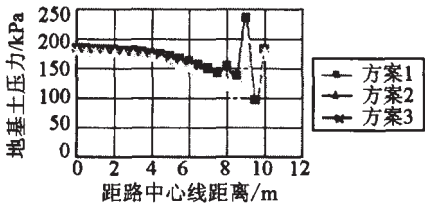


图 5 地基土压力
Fig.5 Groundsill pressure

1.3 侧向位移

路堤的侧向位移如图 6 所示。由图中可以看出，路堤的侧向位移基本是线性变化，侧向位移很小，由于自重和载荷的作用，上面一部分有内倾现象。路堤的上面向内倾斜 2~4 mm，下面向外膨胀 8~10 mm，对 10 m 高 21 m 宽的土木结构，满足工程需

求。况且，在分层填筑过程中，通过调整，可以消除或减小路堤上层内倾现象。同时，由图中还可以看出， C 、 Φ 值的变化对侧向位移基本没有影响，3 种填料的侧向位移曲线基本重合。

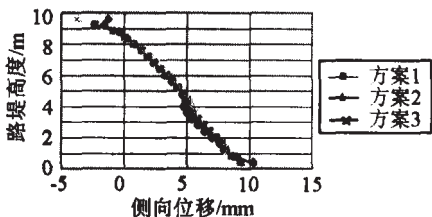


图 6 侧向位移
Fig.6 Lateral displacement of wall

1.4 混凝土面板及条形基础的强度问题

在分析时，我们还需要考虑面板和条形基础的强度问题。由于篇幅限制，这里不详细给出各种情况的应力云图，只将 3 种填料情况下混凝土面板和条形基础中最大应力和最小应力列表显示如表 2 所示。

计算结果显示，3 种填料情况下，混凝土面板的最大拉应力为 0.537 MPa，最大压应力为 7.24 MPa，均小于 C25 混凝土的许用值，面板足够安全。计算出支座的应力更小，不存在强度破坏问题。但就 3 种填料之间相比而言，粘聚力小的土体，其混凝土

表 2 3 种填料情况下混凝土面板和条形基础中最大应力和最小应力
Tab.2 Maximum and minimum stress of the wall and the base in three projects

方案	混凝土面板						条形基础					
	S_x /MPa		S_y /MPa		S_{xy} /kPa		S_x /MPa		S_y /MPa		S_{xy} /kPa	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
1	0.304	-2.54	0.537	-5.14	81.9	3.79	0.462	-0.72	0.225	-1.66	267	-139
2	0.359	-3.08	-0.017	-6.63	78.2	12.8	0.576	-0.79	0.276	-2.15	348	-186
3	0.442	-3.30	-0.052	-7.24	75.2	16.0	0.615	-0.81	0.298	-2.34	380	-214

面板及条形基础的应力均小一些，其强度更趋安全。

2 结论

- (1) 选定的 3 种填料，其 C 、 Φ 值的变化对拉筋的拉力及应力基本没有影响，对侧向位移影响不大。
- (2) 填料不同，路堤下部的侧向土压力变化较大，粘聚力小的土体侧向土压力较大，而路堤上部的侧向土压力不随着填料的变化而变化，基本保持线性规律。
- (3) 地基土压力随填料的 C 、 Φ 值有较大变化，尤其是在条形基础附近。粘聚力小的土体地基土压力较大，所以施工时可考虑事先进行地基处理。
- (4) 通过分析填料 C 、 Φ 值的变化对路堤结构的

影响，可知，该挡土墙结构可以推广应用于多种工况的高填方路堤实际工程。

参考文献：

[1] 朱彦鹏. 特种结构 [M]. 武昌: 武汉工业大学出版社, 2000.
[2] 李厚民, 余天庆. 互锚式薄壁挡土墙的有限元分析 [J]. 固体力学学报, 2004, 25: 93-97.
[3] 殷宗泽. 土工数值计算 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1991.
[4] 黄文熙. 土的工程性质 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1983.
[5] JTJ071-98, 公路工程质量检验评定标准[S].
[6] GBJ10-89, 混凝土结构设计规范[S].
[7] 於永和. 填石路堤施工工艺与质量控制 [J]. 广西交通科技, 2002 (1): 30-32.
[8] 刘涛, 杨凤鹏. 精通 ANSYS[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.