

土体边坡加筋稳定性评价

李淑杰

(河北省石黄高速公路管理处,河北 石家庄 050031)

摘要:土工格栅由于具有强度高、低延伸率、与土体具有良好的接触特性等特点而作为土体加筋的主要材料。在土体中适当位置加入土工格栅等土工合成材料可以有效地减少其竖向沉降和侧向变形。通过非线性有限元分析,研究了在顶部不同荷载工况下,加筋前后土体塑性区大小及分布、水平应力及变形、竖向应力及沉降规律。

关键词:土工格栅;加筋;有限元;评价

中图分类号:TU471 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0300(2009)03-0044-04

土体具有一定的抗压和抗剪强度,其抗拉强度却很低。在土体中掺入或铺设适量的拉筋材料后,可以不同程度地改善土体的强度与变形特征。将拉筋材料埋置在土体中,不仅可以扩散土体的应力,增加土体模量,传递拉应力,限制土体侧向变形,同时还增加土体和其它材料之间的摩阻力,提高土体及有关建筑物的稳定性^[1,2]。因此,在填土中加入抗拉材料,通过摩擦力将拉筋材料的抗拉强度与土体的抗压强度结合起来,加强土体的稳定性,使土体的整体强度得以提高。本文通过非线性有限元分析,研究在顶部不同荷载工况下,加筋前后土体塑性区大小及分布、水平应力及变形、竖向应力及沉降规律,对土体加筋效应进行了分析与评价。

1 计算模型

(1)模型几何尺寸。某路肩式包裹式面板土工格栅加筋土挡墙高度为12.2 m,土工格栅拉筋竖向间距0.5 m,共分两级:上级墙高度为7.5 m,顶部宽度为8.58 m,挡墙墙面坡率为1: 0.25,右侧边坡坡率为1: 1.5;下级墙高度为5.7 m,地基厚度取4.0 m,且自坡脚处向外延伸15.0 m,右侧自坡脚向外部延伸8 m(如图1所示)。

(2)模型网格划分。有限元网格划分算法是基于线条分段,网格划分密度表达了单元沿线段的间隔长度或个数。考虑到模拟施工过程,加入土工格栅并设接触单元,取单元高度为0.25 m,宽度0.25 m,模型中二维实体单元采用四结点单元,一维杆单元采用二结点单元。

(3)计算参数的确定。有限元分析中使用的材料参数是通过室内试验得到的,如表1所示。室内试验以《铁路工程土工试验方法》(TB10102—2004)^[3]和《土工实验方法标准》(GB/T50123—1999)^[4]为标准。

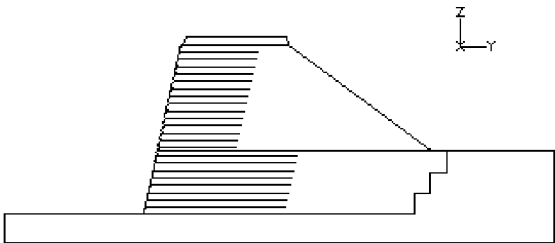


图1 平面弹塑性有限元模型

表1 模型计算材料参数

部位	弹性模量/MPa	泊松比	摩擦角/(°)	渗透系数/(cm·s ⁻¹)	粘聚力/kPa
墙体填料	25	0.3	22	5.0E-7	20
地基土	10	0.3	22	5.0E-7	20
土工格栅	2 515	0	—	—	—

收稿日期:2009-05-31
作者简介:李淑杰 女 1971年出生 高级工程师

(4)施工逐级加载。在常规的应力与变形计算中,假定挡墙自重荷载一次施加,荷载的每一部分都由全结构来承担。实际上,在挡墙逐级施工加荷过程中,施工到某一高度,只有该高度以下已填筑土体来承担这部分荷载,对尚未填筑的上层土体没有任何作用,上层土体不受下层土体的影响。在程序中通过单元生死来实现这一特点,根据实际填筑过程在相应的时间激活相应的土层,只对已填筑的土体划分单元形成网格。

(5)边界条件。挡墙外表面假定为排水边界条件(孔隙水压力为零),地基底部和外侧假定为非排水条件(不扩散边界)。地基底部和外侧的位移在水平和竖直方向均固定为零。

2 荷载工况条件

为了研究土体加筋后的工程效应,选取包裹墙面板土工格栅加筋土挡墙的上半墙进行分析。研究两种荷载工况:①施工完成时仅有挡墙自重作用;②施工完成后,在墙顶面施加均布荷载(其大小能在未加筋土体中形成一个贯通塑性区)。在两种荷载工况条件下,分析土体加筋与不加筋状态对计算结果的影响。

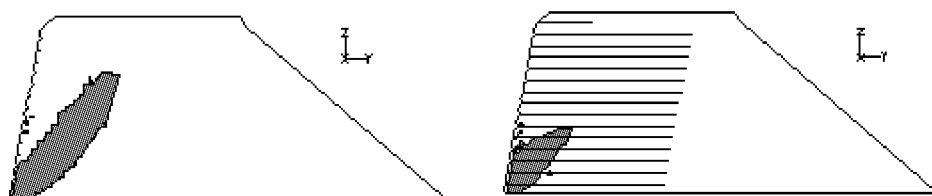


图2 自重作用下土体的塑性区分布

3 加筋对土体塑性区域的影响

图2为当施工完成后,墙顶部尚未施加外部荷载时,土体由于受自重作用,在墙趾处都产生了部分塑性区。加筋后相同位置处亦产生部分塑性区,然而未加筋土体中塑性区范围较加筋土体中塑性区范围要大得多,这说明土工格栅加筋起到了提高土体抗剪强度,限制塑性区发展的作用。

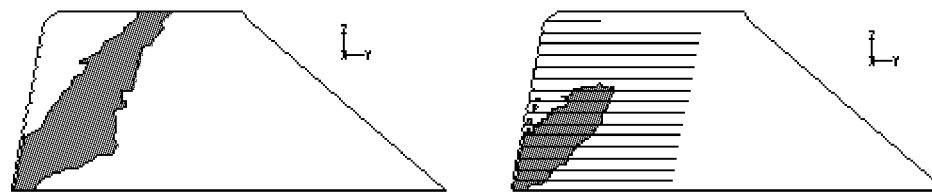


图3 加荷后边坡的塑性区分布

施工完成后,在外部荷载作用下,由图3可见未加筋土体塑性区迅速扩展,延伸至土体顶面,形成一个贯通土体的塑性区,结构发生破坏。而在相同受力条件下,加筋土体塑性区范围仅在一定程度上有所增加,表现出良好的承载效果,这反映出经土工格栅加筋后的土体,土体力学性能增强,承载能力得以提高。

4 加筋对土体水平应力及变形的影响

(1)加筋对土体水平应力的影响。由图4可见,在外部荷载作用下,未加筋土体墙趾处水平应力发生明显的应力集中,且土体已经破坏。而在加筋土体中,加载前后,虽在墙趾处水平应力有所增加,但增长有限。沿墙高方向墙背各处水平土压力变化很小,同时反映出承受侧向土压力的能力得以提高。

(2)加筋对土体水平变形的影响。图5为土体加筋前后墙面水平变形的变化曲线。图中反映出由于土工格栅的加筋作用,限制了土体的侧向变形,明显减小了墙面处由自重及外部荷载作用引起的水平变形。

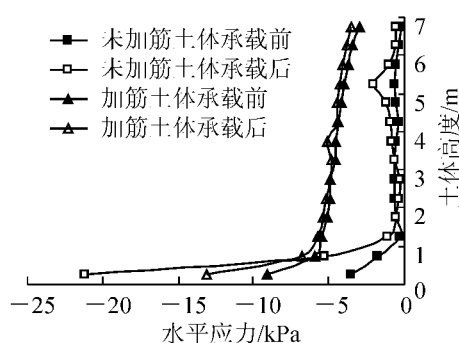


图 4 墙背水平压力沿墙高分布

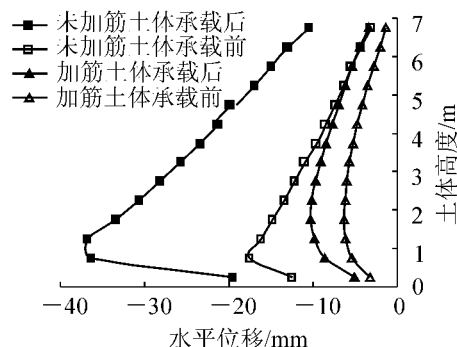


图 5 土体加筋前后墙背水平变形的变化

5 加筋对土体垂直应力及竖向沉降的影响

(1) 加筋对土体垂直应力的影响。由图 6 可见,土体承载前后,加筋与否对挡墙基底垂直应力分布影响不明显,这主要是由于在计算时没有考虑地基刚度的影响缘故。而取墙顶以下 3.5 m 处的水平面观察其垂直应力分布(如图 7),可以看出:未加筋土体,在自重和外部荷载作用下,局部应力增加迅速,垂直应力分布明显不均匀;加筋土体,各部分之间垂直应力过渡平缓,在该水平面上分布较为均匀。

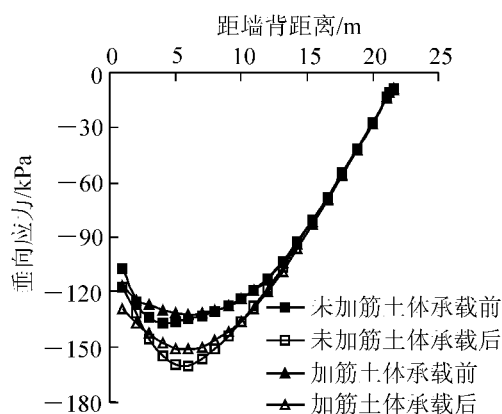


图 6 挡墙底部垂直应力分布

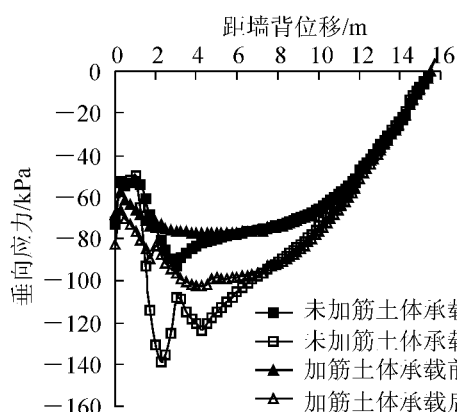


图 7 挡墙中部水平层面垂直应力分布

(2) 加筋对土体竖向沉降的影响。由图 8 所示,土体在自重及外部荷载的作用下,未加筋土体竖向沉降分布集中于靠近墙背处,局部竖向沉降明显。而加筋土体的竖向沉降分布无明显局部集中区域,分布较为对称且均匀。未加筋土体在施加外部荷载后,土体顶面靠近墙背一侧有明显下沉,且沿水平方向各处竖向沉降相差较大;而采用土工格栅加筋后的土体,顶面各处竖向沉降较未加筋时明显减小且比较均匀。这表明采用土工格栅加筋土体能够较好地控制其竖向不均匀沉降。

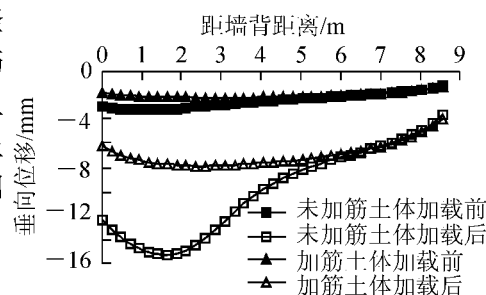


图 8 顶部竖向沉降曲线

6 结语

采用有限元分析技术,研究了在顶部不同荷载工况下,加筋前后土体塑性区大小及分布、水平应力及变形、竖向应力及沉降规律。计算结果表明土体加筋后,土工格栅筋材起到了提高土体抗剪强度、限制塑性区发展,增强土体力学性能的作用,结构体承受侧向土压力的能力得到提高。加筋后不仅明显减小墙面处由自重及外部荷载作用引起的水平变形,而且能减少竖向沉降,特别是能较好地控制竖向不均匀沉降。

(下转第 52 页)

- [8]李瑞生. 长春市深部地下水赋存规律之我见[J]. 吉林地质, 1995, 14(4): 63-68.
- [9]易云华. 粘性土层基坑开挖降水方案设计与施工[J]. 电力勘测, 2001(2): 41-45.
- [10]赵立智, 孙伟光. 长春辉达大厦深基坑护壁及施工降水[J]. 哈尔滨建筑工程学院学报, 1994, 27(6): 82-87.
- [11]中国建筑科学研究院. JGJ120-99 建筑基坑支护技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.

Study on Water Level Subsidence Due to Interferential Well Group Dewatering in Weak Aquifer

Zhao Wenzhong

(Xing-Fen Expressway Preparatory Office of Hebei Province, Shijiazhuang 050090, China)

Abstract: Dewatering is necessary in silty clay and clay bed, which is regarded as water insulation layer, because of the internal special underground water. The dewatering calculation in weak aquifer differs from that in rich aquifer, with a far weaker permeability and, while other conditions being the same, with considerably smaller influence radius. During dewatering in weak aquifer, therefore, there is a large difference between the dynamic water level inside the well and the static water level under excavation bottom. The calculation cannot be accounted for according to the water inflow into each well, and it is uncertain that all wells influence the water depth decreasing. The routine calculation method usually causes larger results. On basis of the underground passage project between south and north square of Changchun Station, the dewatering calculation method for interferential well group in weak aquifer is presented. Accounting for unequal inflow of the wells, the formula is deduced for dewatering depth of interferential well group in weak aquifer based on determination of a number of wells interfering a certain point. Finally, the calculation result is compared and checked with the field survey data.

Key words: weak aquifer; clay; interferential well group; radius of influence

(上接第 46 页)

参 考 文 献

- [1]何光春. 加筋土工程设计与施工[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [2]欧阳仲春. 现代土工加筋技术[M]. 北京: 水利水电出版社, 1993.
- [3]交通部公路科学研究院. JTGE40—2007 公路土工试验规程[S]. 北京: 人民交通出版社, 2007.
- [4]中华人民共和国水利部. GB/T50123—1999 土工实验方法标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 1999.

Evaluation of the Stability of Slope with Reinforced Soil

Li Shujie

(Shi-huang Expressway Construction Management Section in Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: With such good characteristics as high strength, low elongation and good contact with soil, geogrid is used as the main reinforcement material. After placed in the appropriate location in soil, it can effectively reduce the vertical settlement and lateral deformation of soil. According to the non-linear finite element analyses under different load operating conditions at the slope top, the plastic zone size and distribution, the level stress and deformation, the vertical stress and settlement rules are studied and evaluated.

Key words: geogrid; reinforcement; finite element; evaluation