

文章编号: 1005-0523(2010)04-0008-04

填土速率对软土路基变形影响的数值分析

左 威, 涂文靖

(华东交通大学 道桥与岩土工程研究所, 江西 南昌 330013)

摘要: 基于 plaxis 软件针对新建彭湖高速 K41+200 软土路堤建立有限元分析模型, 并开展有限元数值计算。通过分析不同填土速率、不同填土间隔时间工况下该断面的稳定与变形情况, 得出该断面施工中与工后的沉降变化, 并比较在不同填筑速率下施工过程以及工后的沉降变化, 论证填土速率对路基施工质量的影响。

关 键 词: 填土速率; 软土路基; 施工质量; 稳定性; 沉降变形

中图分类号: TU 472 **文献标识码:** A

1 K41+200 断面所在地质条件

彭湖高速公路是国家规划建设的长江南岸高速公路通道在江西境内的重要组成部分, 是江西省高速公路路网规划中地方加密高速线的重要组成部分, 该工程位于赣江与长江交汇地带的鄱阳湖冲洪积平原。区内发育有厚度不等的软土, 呈现明显的层状结构, 常夹杂有各成份的透镜体(淤泥、细粉砂等)。

地层结构复杂, 地基强度小, 强度变化大。沿线软土具有高含水量、高液限、低密度、低强度、高压缩性、低透水性, 高灵敏度的特点。K41+200 路基顶面宽 24.5 m, 坡度为 1:1.5; 填土为低液限粉质粘土, 中心填方 7.2 m; 路基底部第一层为淤泥, 第二层为粘土, 软土下是一密实砂土层。具体尺度及土层分布, 水位线在位于地基面, 见图 1^[1]。

2 软土路基稳定、变形性有限单元法分析

2.1 分析原理

彭湖高速为 2 年建成高速, 在计算时将路基施工时间视为 365 d, 路堤填筑完成后剩余时间用于静置预压, 采用 Mohr-Coulomb 材料类型, 利用 plaxis 软件的冻结功能实现分层填筑逐级加荷, 模拟的工况为: (1) 采用的填土速率分别为 0.4, 0.8, 1.2 m·d⁻¹, 每填筑层中间时间间隔为 15 d; (2) 采用 0.4 m·d⁻¹ 填土速率, 每层时间间隔分别为 3, 7, 15, 20 d。

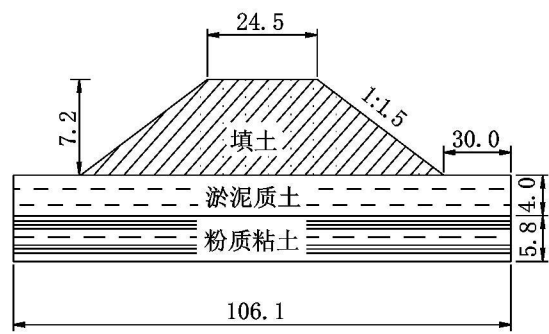


图 1 K41+200 断面土层分布与计算图(m)

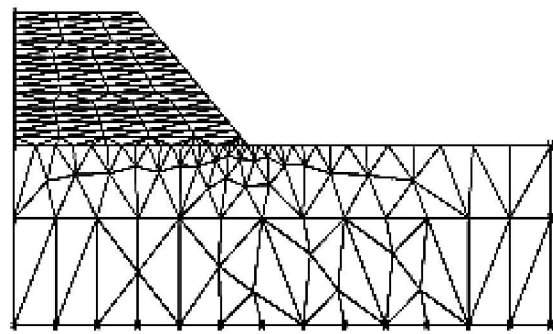


图 2 K41+200 有限元计算模型图

收稿日期: 2010-04-21

基金项目: 江西省交通运输厅科技基金(2009c0002)

作者简介: 左 威(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为路基与边坡方向。

2.2 计算模型的建立^[2-4]

计算时由于该路基断面为轴对称,几何模型以其右侧作为分析,有限元分析采用 6 节点三角单元,程序根据边界条件自动划分单元,共 559 个节点,632 个单元。根据图 1,地基计算深度取 9.8 m,计算宽度取 53.05 m。假设砂土层不出现变形,该层用一固定边界代替。该有限元计算模型的边界条件定义通过 plaxis 给出的标准固定边界来完成(底部限制位移,两侧限制水平位移),一般水位线位移 地基面,具体见图 2,计算参数见表 1。

表 1 K41+200 有限元计算参数一览表

参 数	名 称	填 土	淤 泥 质 土	粉 质 粘 土
容重/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$	γ_{unsat}	17.542	14.896	17.322
饱和容重/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$	γ_{sat}	19.863	17.021	20.127
水平渗透系数/ $\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$	K_x	0.01	0.05	0.01
竖向渗透系数/ $\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$	K_y	0.01	0.05	0.01
弹性模量/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	E_{ref}	4 500	2 000	6 000
泊松比	ν	0.2	0.35	0.3
粘聚力/ $\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	C_{ref}	37.2	12.3	20
内摩擦角/ $^{\circ}$	Φ	25.2	13.4	16.5

2.3 计算成果分析^[5-6]

(1) 填土速率与变形的关系。根据计算及以往经验,路基中心线地面沉降最大为路基地面中点,而最大侧向位移发生在坡脚。采用相同的时间间隔 15 d,在填土速率分别为 $0.4, 0.8, 1.2 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$,其路基中心沉降和坡脚侧向位移如图 3,图 4 所示。

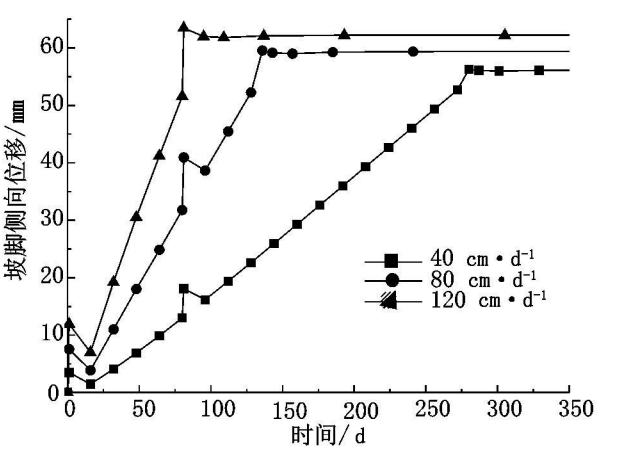
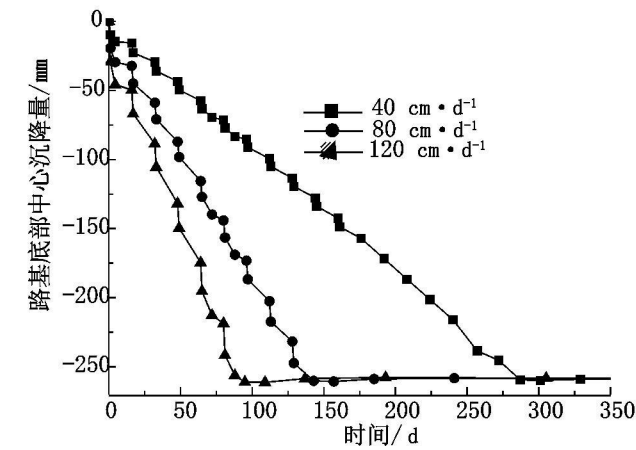


图 3 三种填土速率路基中心沉降随时间变化图

图 4 三种填土速率路基坡脚侧向位移随时间变化图

可知,分级填土厚度不同对于工后路基沉降与侧向变形影响不大。分层填筑厚度对路基变形的影响主要集中在填土时期,而对于分层填土的固结后期,由于预压,弥补了施工过程中填土应力调整时间,影响并不大。填筑速率为 $1.2 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ 最先到达稳定而且其工后沉降还略小于 $40 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$,而工后的坡脚水平位移仅比 $40 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$ 的大 3 cm。对于整个路基的施工质量,三种填土速率的路基工后变形量相差并不大,此时就应该考虑施工过程中的变形速率。根据现有路基施工技术规范,路堤中心线地面沉降速率每昼夜应不大于 $10 \sim 15 \text{ mm}$,坡脚水平位移速率应不大于 5 mm ^[7]。从图 3,图 4 中明显可见,在填土速率为 $0.8, 1.2 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ 的施工过程中,其各层填土施工过程中,横向、竖向变形速率都超了规定值,随着单层填筑厚度的增加,变形速率也增大。

(2) 填土时间间隔与变形的关系。采用规范的 $0.4 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ 的填土速率,每层时间间隔分别为 3, 7, 15, 20 d,其路基中心沉降和坡脚侧向位移如图 5,图 6 所示。

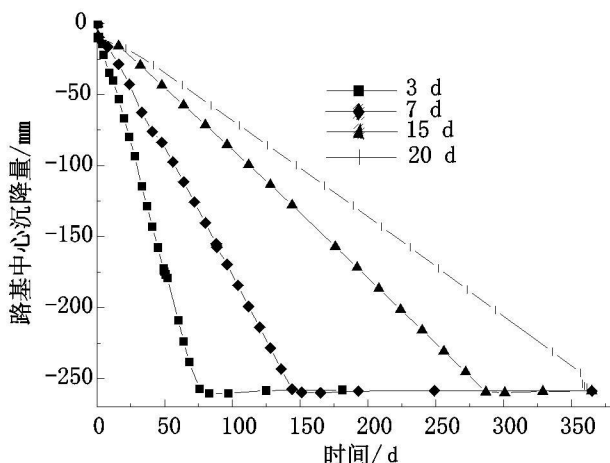


图5 4种填土时间间隔路基中心沉降随时间变化图

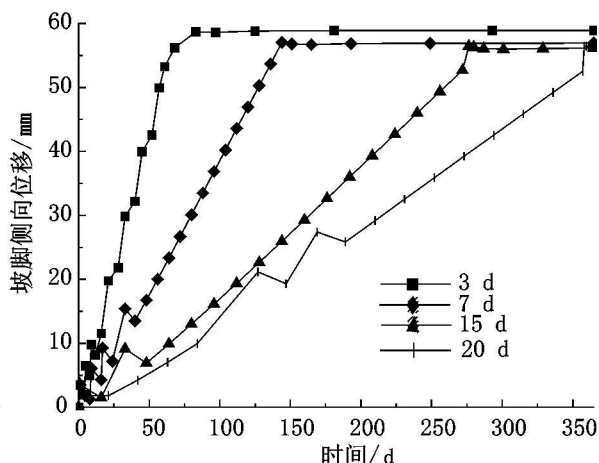


图6 4种填土时间间隔路基坡脚侧向位移随时间变化图

路基施工速度不仅与单层填筑厚度有关,每两层填筑之间的时间间隔也是一个决定因素。单层固结的时间,对整个路基施工的质量也有很大影响。固结后期,它与单层填土厚度的变形状况一样,工后变形相近^[8]。图中可见,随着时间间隔的增大,竖向、横向的变形速率明显减缓,3,7 d的单层固结时间间隔,路基的变形速率已经超过了规范值,难以确保施工质量。如遇恶劣气候条件必将出现,如连续降雨等,水分入渗,孔隙水压上升,沉降速率将进一步增大,在高填方路段滑坡等路基灾害更易发生。

3 结论

(1) 利用有限元软件plaxis的几何状态激活功能模拟了路基的不同分层、不同时间间隔施工,得出:不同填土速率对软土地基的工后总沉降影响不大,其影响主要发生在填土初期地基的变形。填土速率大,沉降主要发生在填土阶段,且后面有较长的预压期,所以工后沉降会相对减小,但施工过程中填土地基变形速率也较大;填土速率小,沉降速率小,填土时间长,后面预压期短,相反工后沉降大。

(2) 现场施工应严格控制,因时因地制宜制定合理的填筑速度。填土施工过程中若碾压达到规定压实度标准并满足,可合理增大松铺层厚度,缩短填土期,预压期延长,固结度增大,工后沉降减小,工程效果就越好。填土施工控制必须严格按照现场条件,保守了会延误工期,造成人力、物力的浪费;反之会使地基失稳,发生工程事故。为确保工后沉降满足使用要求,必须保证路基有足够的预压时间,这就要求,在满足路堤稳定和确保施工质量的前提下,填筑施工应尽可能早的完成,便可缩短路堤的总工期。这对于高速公路提早投入运行会产生更高的经济效益和投资回报有重大意义。

参考文献:

- [1] 郑明新,马国正,赵升,等.彭湖高速公路路基施工沉降观测与变形规律研究阶段报告[R].九江:江西省交通厅彭泽至湖口新建高速公路项目办公室,2009:9.
- [2] 顾尉慈.渗透系数变化对固结孔隙压力的影响[J].水力发电学报,1993,13(3):61-67.
- [3] 曾国熙,龚晓南.软土地基固结有限元法分析[J].浙江大学学报,1983,17(1):7-10.
- [4] 郭志川.地基沉降的随机有限元法和可靠度计算[J].土木工程学报,2001,34(5):62-67.
- [5] 杨涛,殷宗泽.复合地基沉降的复合本构有限元[J].岩土力学,1998,19(2):19-25.
- [6] 付魏,张冬青,张冬青,等.公路路基填土沉降特性分析[J].世界地质,2003,22(3):294-297.
- [7] JTG F10—2006公路软土地基路堤设计与施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2004.
- [8] 李豪.真空-堆载联合预压加固软基简化计算方法[J].岩土工程学报,2003,25(1):58-62.
- [9] 钱家欢,殷宗泽.土工原理与计算[M].第2版,水利水电出版社,1994.

Numerical Analysis on the Influence of Filling Speed
on the Soft Soil Embankment Distortion

Zuo Wei,Tu Wenjing

(Institute of Road Bridge and Geotechnical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract:Based on plaxis software,FEM model for new building Peng-hu highway K41+200 soft soil subgrade is established.Through analyzing stability and deformation of the case in the condition of different filling speed and intervals,the paper shows the settlement changes before and after construction,and compares the settlement changes with different filling speed to verify the influence of filling speed on the quality of embankment construction.

Key words:filling speed;soft soil embankment;quality of construction;stability;settlement and distortion

(责任编辑 王全金)

(上接第 17 页)

A Research on Dynamic Rheology Properties of Buton Rock
Asphalt Modified Asphalt Binder at High Temperature

Lv Tianhua,Zhang Yi

(The Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education,Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract:Dynamic rheology properties of Buton rock asphalt modified asphalt binder at high temperature are studied by means of dynamic shear rheometer.Results show that the temperature sensibility of BRA modified asphalt binder becomes lower and lower as the content of BRA increases;that the PG classification of BRA modified asphalt is higher than that of base asphalt when the admixture ratio of BRA reaches 20%;that the rutting factor of BRA modified asphalt cement is close to that of SBS modified asphalt cement,when the admixture ratio of BRA reaches 40%.The relationship between rutting factor and results of wheel track test shows that increase in asphalt content of asphalt mixtures can improve the dynamic stability and rutting factor is suitable to evaluate BRA high temperature properties.

Key words:road engineering;BRA modified asphalt binder;rheology performance at high temperature;DSR;PG classification

(责任编辑 王全金)