

沥青砼路面基层及面层模量参数分析研究

邓志军

(郴州市财政事务中心, 湖南 郴州 423000)

摘要: 因汽车超载、超速等问题, 沥青砼早期损害成为路面结构养护运营的关键。文中以一种半刚性基层沥青砼路面结构为对象, 利用层状弹性体系理论建立 ANSYS 有限元模型, 对比分析其在标准轴载作用下面层及基层模量参数变化时的应力及变形等受力性能。结果表明, 随着面层模量的增大, 半刚性沥青砼路面结构的竖向位移、最大应力减小, 最大剪应力增大; 随着基层模量的增大, 半刚性沥青砼路面结构的竖向位移及最大剪应力减小, 最大应力先增大后减小。

关键词: 公路; 沥青砼路面; 基础模量; 面层模量; 参数分析

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)04-0053-03

半刚性基层沥青砼路面是中国高等级公路的典型路面结构形式。随着经济的发展, 交通量及轴重增大, 对路面结构和施工水平提出了更高要求。目前, 沥青砼路面普遍存在的技术和质量难题主要是耐久性及早期破坏较严重, 其病害多表现为裂缝。而半刚性基层沥青砼路面结构中基层及面层的弹性模量对结构影响较显著。该文通过 ANSYS 建立半刚性基层沥青砼路面结构有限元模型, 分析在标准轴载作用下不同面层及基层弹性模量参数对结构受力及变形的影响效应, 为沥青砼路面设计及施工提供依据。

1 路面结构参数及加载方式

目前, 多使用层状弹性理论体系模拟沥青路面结构, 该体系广泛应用于圆形荷载作用下层状弹性体内应力与位移研究。采用 4 层路面结构体系(各结构层的材料性能及厚度见表 1), 以半刚性基层沥青砼路面结构为研究对象, 对路面结构面层及基层模量的敏感性进行对比分析。

表 1 计算路面结构

结构层	层厚/cm	模量/MPa	泊松比
面层	18.0	1 400	0.25
基层	25.0	1 500	0.25
底基层	37.5	600	0.25
土基	—	60	0.25

根据《公路沥青路面设计规范》, 取双圆垂直均布荷载, 当量圆直径为 10.65 cm, 圆心间距为 31.95 cm。在路表相应位置施加荷载, 垂直荷载取标准轴载 BZZ-100, 荷载集度为 0.707 MPa, 单轮传压面当量圆直径 $d=21.3$ cm, 两轮中心距为 1.5d。

2 沥青砼路面有限元模型建立

采用有限元软件 ANSYS 建立半刚性基层沥青砼路面有限元模型, 局部尺寸为 4.5 m×5 m, 采用四节点等参数单元(见图 1)。

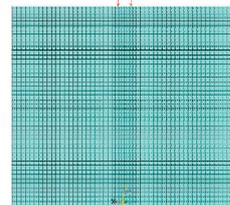


图 1 结构有限元模型

为使模拟结果贴近实际工程, 对边界条件作如下假设: 模型中 x 方向为横向位移, y 方向为竖向位移; 底部约束 y 方向位移, 上表面自由。对材料特性及结构特性作如下假定: 1) 各层材料均符合连续、完全弹性、均质、各向同性等规定, 且位移与变形满足小变形假定的要求; 2) 底层的水平和竖直方向均为无穷大, 其他层厚度均有限, 水平方向假定为无穷大; 3) 各层水平方向无限远处及竖直方向无限深处的应力、形变与位移均为零; 4) 层间接触情况为位移完全连续或层间仅竖向应力和位移连续而无摩阻力; 5) 不计自重。

基于前述假设及荷载选取, 采用有限元软件分析路面结构在不同面层和基层模量下的应力及位移变化情况。

3 计算结果分析

利用表 1 中路面各层结构参数和 ANSYS 计算

模型进行结构受力分析,得到路面结构变形及应力(见图2、图3),研究半刚性基层沥青砼路面面层及基层模量参数变化时应力及位移的变化情况。

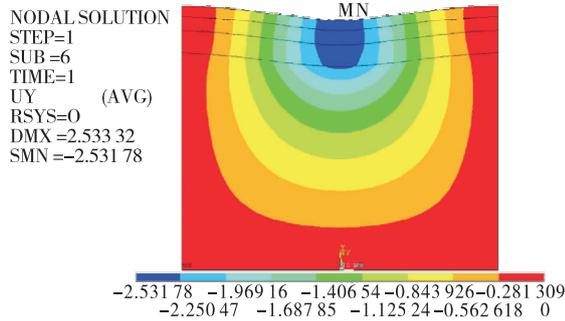


图2 路面结构竖向位移(单位:m)

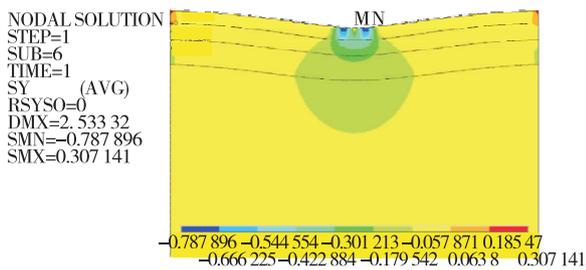


图3 路面结构y方向应力(单位:MPa)

3.1 不同面层模量下路面结构受力性能

分别考虑面层模量为1 400、2 800、4 200 MPa 3种情况,采用ANSYS有限元模型对半刚性基层沥青砼路面结构应力及变形进行计算分析,计算结果见表2和图4~6。

由表2、图4~6可知:随着面层模量的增大,半

表2 面层模量对半刚性基层沥青砼路面结构受力性能的影响

面层模量/ MPa	最大竖向 位移/mm	最大应力/ MPa	最大剪应力/ MPa
1 400	0.052	0.207	0.255
2 800	0.050	0.123	0.332
4 200	0.049	0.086	0.388

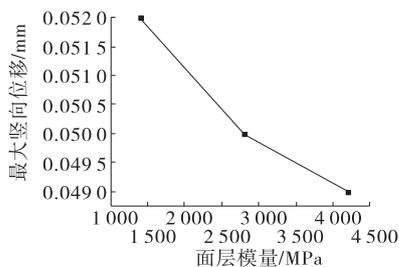


图4 面层模量对半刚性基层沥青砼路面结构竖向变形的影响

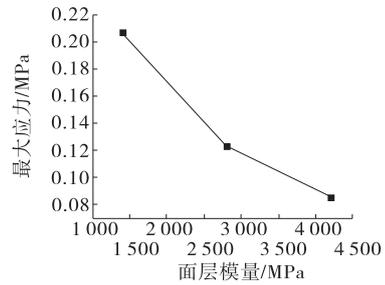


图5 面层模量对半刚性基层沥青砼路面结构最大应力的影响

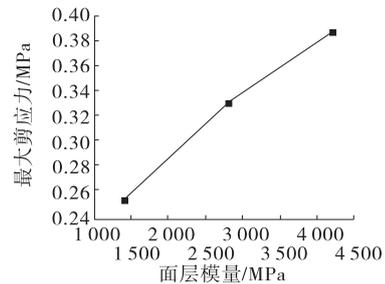


图6 面层模量对半刚性基层沥青砼路面结构最大剪应力的影响

刚性基层沥青砼路面结构的竖向位移和最大应力逐渐减小,最大剪应力逐渐增大;模量增至一定程度后,随着模量的继续增大,其对结构变形、最大应力及最大剪应力的影响减小。

3.2 不同基层模量参数下路面结构受力性能

分别考虑基层模量为700、1 500、2 500、3 500 MPa 4种情况,计算半刚性基层沥青砼路面结构应力及变形,结果见表3和图7~9。

表3 基层模量对半刚性基层沥青砼路面结构受力性能的影响

基层模量 /MPa	最大竖向 位移/mm	最大应力/ MPa	最大剪应力/ MPa
700	0.053	0.019 5	0.262
1 500	0.052	0.020 7	0.255
2 500	0.051	0.020 5	0.247
3 500	0.051	0.019 9	0.240

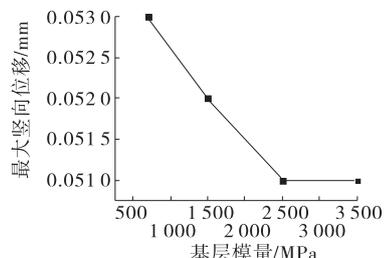


图7 基层模量对半刚性基层沥青砼路面结构竖向变形的影响

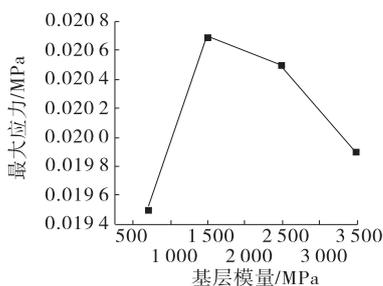


图8 基层模量对半刚性基层沥青砼路面结构最大应力的影响

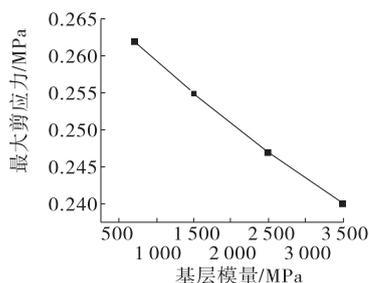


图9 基层模量对半刚性基层沥青砼路面结构最大剪应力的影响

由表3、图7~9可知:随着基层模量的增大,半刚性基层沥青砼路面结构的竖向位移和最大剪应力逐渐减小;模量增至一定程度后,随着模量继续增大,其对结构变形及最大剪应力的影响减小;随着基层模量的增大,最大应力先增大后减小。

4 结论

(1) 随着面层模量的增大,半刚性基层沥青砼路面结构的竖向位移、最大应力减小,最大剪应力增大;随着基层模量的增大,半刚性基层沥青砼路面结构的竖向位移及最大剪应力减小,最大应力先增大后减小。

(2) 随着基层模量的增加,半刚性基层沥青砼路面结构的竖向变形减小,一定程度上可通过减小面层厚度进行路面结构变形控制;随着基层模型的增大,结构的抗剪性能提高,在面层模量不变的情况下,增加半刚性基层沥青砼路面结构的基层模量能

大幅度降低基层受拉开裂风险。

参考文献:

[1] 时小梅. ANSYS 沥青混凝土路面结构力学分析[J]. 低温建筑技术, 2009, 31(8): 66-67.

[2] 郑全. 不同荷载作用下半刚性基层弯沉验收标准研究[J]. 公路与汽运, 2017(3): 84-86+90.

[3] 蔺彪. 重载交通对混合式基层沥青路面结构力学响应研究[J]. 公路工程, 2019, 44(6): 130-134.

[4] 宋金华, 刘志蕾. 级配再生沥青混合料基层与级配碎石基层路面结构力学对比分析[J]. 路基工程, 2015(4): 125-129.

[5] 黄慧, 胡省, 张洪刚, 等. 不同沥青路面结构反射裂缝产生与扩展影响因素分析[J]. 公路与汽运, 2017(2): 114-117.

[6] 刘富强. 半刚性基层沥青路面基-面层层间剪应力对面层畸变能的影响[J]. 兰州工业学院学报, 2016, 23(3): 10-13+35.

[7] 潘勤学, 郑健龙. 考虑拉压模量不同的沥青路面力学计算方法与分析[J]. 土木工程学报, 2020, 53(1): 110-117.

[8] 解帅. 车辆动荷载与沥青路面力学响应研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2015.

[9] 何志勇, 邓习树, 李自光. 高等级沥青砼路面施工机群的总体配备[J]. 公路与汽运, 2002(5): 54-56.

[10] 鲍磊, 于玲, 王文彪, 等. 不同轴载和模量下沥青路面面层的力学响应研究[J]. 北方交通, 2018(12): 55-57+6.

[11] 赵清华, 李红卫. 长永高速公路水泥混凝土路面加铺沥青混合料的施工[J]. 公路与汽运, 2002(2): 24-26.

[12] 刘英伟. 基于层状弹性体系理论的沥青路面结构分析[D]. 长春: 吉林大学, 2007.

[13] 张书文. 复合式基层沥青路面的力学响应分析[J]. 公路与汽运, 2010(4): 74-77.

[14] 刘英伟. 基于层状弹性体系理论的沥青路面结构力学响应研究[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(1): 278-279.

收稿日期: 2020-04-12

(上接第 52 页)

公式, 为路线设计提供参考。

参考文献:

[1] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司. 公路路线设计规范: JTG D20-2017[S]. 北京: 人民交通出版社股

份有限公司, 2017.

[2] 中交第一公路勘察设计研究院. 公路路线设计规范: JTG D20-2006[S]. 北京: 人民交通出版社, 2006.

[3] 交通部第一公路勘察设计研究院. 公路路线设计规范: JTJ 011-1994[S]. 北京: 人民交通出版社, 1994.

收稿日期: 2019-11-11