

路桥过渡段换填处治技术研究

矫安德

(河南中原高速公路股份有限公司, 河南 郑州 450002)

摘要: 路桥过渡段是道路病害的多发地段,“桥头跳车”作为其直观表现形式,一直是困扰公路建设的难题。针对路桥过渡段换填材料的选择优化问题,利用数值计算方法对其进行分析,得出弹性模量的影响因素要大于重度,实际工程中可采用砂砾进行换填处治的结论。现场监测的结果表明砂砾换填后差异沉降为2 mm,满足道路安全运营要求。

关键词: 道路工程;路桥过渡段;数值模拟;换填;差异沉降

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2012)03—0185—03

Study on Replacing Treatment Method for Bridge-subgrade Transition

JIAO An-de

(He'nan Zhongyuan Expressway Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan 450002, China)

Abstract: The bridge-subgrade transition is the frequently-occurring section of diseases. The bump at the approach abutment, as its intuitional showing form, is the difficult problem for worrying the highway construction. Here, the numerical research is used to analyze the replacement material optimization for bridge-subgrade transition. The result shows that the influencing factor of elastic modulus is more important than weight, so the sand gravel can be used for replacing in the project. The monitoring data indicate that the differential settlement value was 2 mm, which could meet the requirements of road safety operation.

Keywords: highway engineering; bridge-subgrade transition; numerical simulation; replacement; differential settlement

目前我国已建高等级公路桥头跳车病害十分普遍。随着高等级公路建设的加快,桥头跳车带来的潜在危害、经济损失及不良社会影响,已引起公路建设单位和技术人员对此问题的高度重视,并开展了不少研究,提出了很多新方法和新措施^[1-4]。换填处治方法是较为常见的路桥过渡段处理形式,但换填材料的控制指标的研究并不多见。本文针对该方法中换填材料的选择优化问题,依托实际工程,采用数值计算与现场实测相结合的方式进行分析。

堤填土较高(柳沟河一侧最大填土高5.3 m,忠和一侧最大填土高5 m),故路桥衔接处出现不均匀沉降是不可避免的。设计采用换填处治的方法对路桥衔接处进行处理,具体的路桥过渡段的设计图如图1所示。

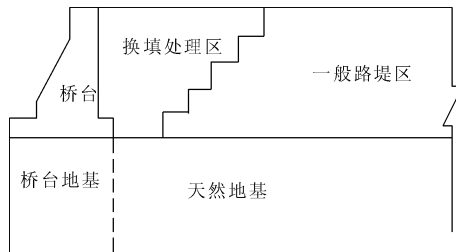


图1 路桥过渡段设计图

1 实际工程仿真分析

1.1 实际工程概述

实际工程位于国道312线兰州柳一忠高速公路AK0+238~AK0+350位置处。桥位附近的地基以新堆积黄土为主,路堤填土为压实黄土,且桥头处路

1.2 数值计算

由于路桥过渡段的计算涉及到弹性体与弹塑性

体之间的相互作用,所以运用计算精度较高的有限差分计算软件 FLAC3D 来进行换填处理效果的计算将更加合理^[5-6],数值计算的网格划分如图 2 所示。路堤、地基以及桥台处地基本构模型选用基于摩尔—库伦屈服准则的理想弹塑性模型,桥台按照弹性模型计算。结合实验与现场勘查设计资料得出数值计算所需的主要参数如表 1 所示。数值计算首先分析换填材料的弹性模量与重度对路堤顶面变形的敏感性程度,确定主要的控制指标参数;换填区只分析弹性模量与重度的单因素影响问题,弹性模量变化值分别为 30 MPa、50 MPa、70 MPa、110 MPa、150 MPa、190 MPa 以及 240 MPa(此时重度为 20 kN/m³),重度的变化值分别为 14 kN/m³、16 kN/m³、18 kN/m³、20 kN/m³、22 kN/m³(此时弹性模量为 30 MPa);其次分析实际不同换填材料的换填效果。

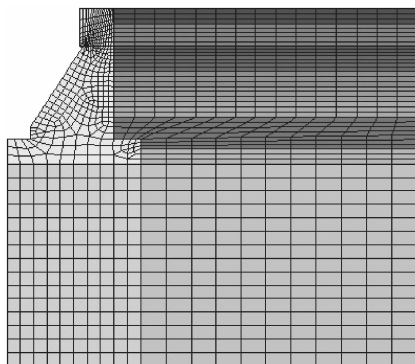


图 2 计算模型

表 1 土体计算参数

材料类型	弹性模量 /MPa	C /kPa	φ /(°)	重度 /(kN·m ⁻³)	泊松比
路堤土	30	35	22	20	0.35
地基土	25	16	30	18	0.40
桥台	30000			24	0.22
桥台地基土	1000	350	30	21	0.25

2 数值计算结果分析

图 3 反映了桥头路堤的压缩变形与换填填料弹性模量之间的关系。从图 3 中可以看出,换填区材料弹性模量对桥台与路堤的差异沉降影响明显。当桥头路基采用一般填料($E = 30$ MPa)时,沉降曲线近似为一直线,桥头与路堤衔接处的沉降差为 2 cm。而换填高弹性模量的填料时,路堤的压缩变形明显减小,当 $E \geq 70$ MPa 时,桥头与路堤的台阶差小于 0.5 cm,满足不产生桥头跳车的台阶高差要求,从而消除了桥头跳车病害。从图 3 中还可以看出,

当 $E \geq 110$ MPa 时,换填材料模量的继续提高对于减小路基压缩变形作用甚微。

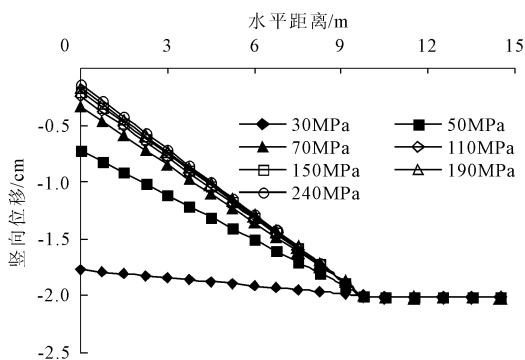


图 3 路堤顶面变形与填料弹性模量的关系

图 4 反映了桥头路堤的压缩变形与换填填料重度之间的关系。图中得出重度的减小对减小桥头跳车有明显的降低作用,但是在材料的弹性模量较低时,重度只有降低到 14 kN/m³ 时,才能达到桥头与路堤的台阶差小于 0.5 cm,此时降低材料重度所起到的效果并不明显。所以,换填材料应以控制材料刚度,即材料的弹性模量为主,在保证一定刚度的条件下降低材料的重度。另外,考虑到桥台附近填料压实的影响和水稳定性时,桥头路堤采用高模量、透水性好的换填材料对于减轻桥头跳车病害更有必要性。

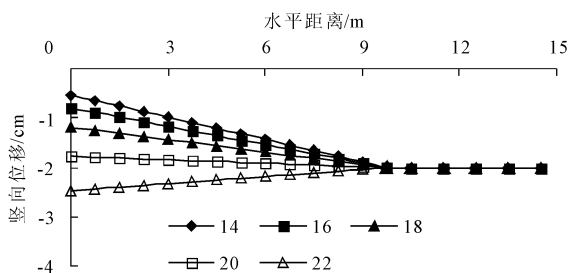


图 4 路堤顶面变形与填料重度的关系

通过上述数值计算结果得出,路堤压实黄土不能够直接填筑在路桥过渡段,需要做进一步的换填处理,设计推荐的换填材料为砂砾或石灰土的换填效果,换填材料的计算参数如表 2 所示^[7]。

表 2 填料计算参数

填料类型	弹性模量 /MPa	C /kPa	φ /(°)	重度 /(kN·m ⁻³)	泊松比
砂砾	100	3	37	22	0.32
石灰土	200	52	33	19	0.30

计算结果如图 5 所示,图 5 反映了桥头路堤的压缩变形与换填填料类型之间的关系。砂砾与石灰

土均能够达到消除桥台跳车的效果,差异沉降小于0.5 cm,相对于石灰土,砂砾填料的造价要小的多,取材也较为方便,所以实际工程中采用以砂砾材料作为路堤土的替代材料,并从安全角度出发对填筑后的桥头路堤进行监测,以此评价换填效果。

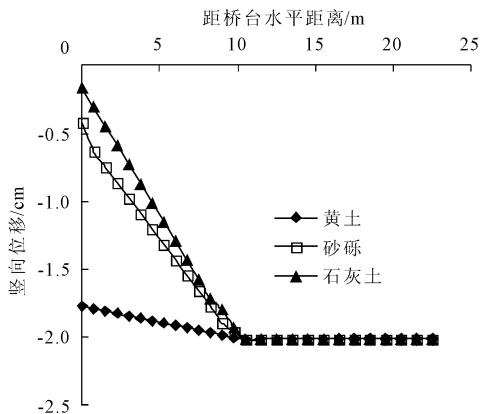


图5 路堤顶面变形与填料类型的关系

3 实际监测结果

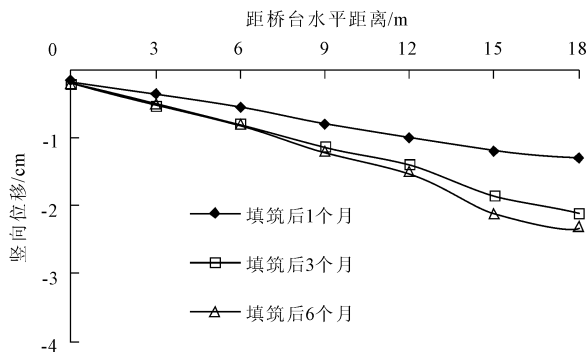


图6 路堤顶面变形的实际监测结果

采用精密水准仪对路桥过渡段的沉降变形进行监测,得出实际监测结果如图6所示,经过实际工程六个月的监测得出路堤沉降变形基本上稳定,桥台一路堤最大差异沉降量为2 mm,达到桥头与路堤的

台阶差小于0.5 cm的要求,表明采用砂砾换填起到了较好的效果。相对于数值计算得出的近似直线的变形分布规律,实际工程变形也较为复杂,但实际监测得出的差异变形结果基本与数值计算的计算结果相同,这也验证了数值计算的可靠性。

4 结论

(1) 桥头路堤换填弹性模量大的填料可以明显减小路堤的压缩变形,同时降低换填材料的重度,更有利于协调其沉降差。换填区材料弹性模量应大于70 MPa,此时桥头与路堤的台阶差小于0.5 cm,满足桥头不产生桥头跳车的台阶高差要求。

(2) 采用砂砾换填处治的实际工程,现场试验的监测结果显示桥头与路堤的台阶差约为2 mm,表明该换填起到了较好的效果。

参考文献:

- [1] 秦禄生.高等级公路桥头跳车成因及处治对策[J].国外公路,1999,19(1):34-38.
- [2] 俞永华,谢永利,杨晓华.桥头搭板受力特性及适应性[J].交通运输工程学报,2006,6(3):51-56.
- [3] 俞永华,谢永利,杨晓华.桥头楔型柔性搭板作用性状的仿真[J].长安大学学报(自然科学版),2004,24(6):29-32.
- [4] 俞永华,谢永利,杨晓华,等.土工格室柔性搭板处治的路桥过渡段差异沉降三维数值分析[J].中国公路学报,2007,20(4):12-18.
- [5] 张军,郑俊杰,马强,等.路桥过渡段路堤加筋现场试验和数值模拟分析[J].华中科技大学学报(自然科学版),2011,39(9):87-91.
- [6] 刘波.FLAC原理、实例与应用指南[M].北京:人民交通出版社,2005:15-19.
- [7] 徐奋强,方庆军,陈艳丽,等.二灰土的压缩特性研究[J].水利与建筑工程学报,2011,9(6):59-61.