

排水性沥青路面排水性能与排水设施设计探究

代伟红

(云南省公路工程监理咨询有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要:当前我国交通多采用排水性沥青路面,为保障设计的科学性与有效性,需对排水性沥青路面排水性能进行分析,并依据相关结果探究排水设施的设计。本文利用三维渗流有限元分析方式对短时邻近将于强度等级划分标准,对排水性沥青路面的排水性能进行分析,以期为此类问题提供参考借鉴。

关键词:排水性沥青路面;排水性能分析;排水设施设计

中图分类号:U416.217

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)31-0088-03

1 排水性沥青路面排水性能分析

1.1 排水性沥青路面排水性能概述

在查阅相关研究资料后可知,当前国内外文献对排水性沥青路面排水性能分析的研究内容并不丰富。有学者在研究时,主要对排水性沥青路面的渗流情况进行探究,其在早期提出构建排水模型,探究渗流情况。后期也有学者在此基础上,利用现场所测量的实际水位曲线,以及数值展开模拟分析,探究排水性沥青路面的水力学特性。但该类研究时,对各参数的关系并未展开分析。另外,查阅国内相关研究文献可知,有学者依据远渐变流理论以及 Darcy 定律,构建排水面层渗流运动模型,并利用相关公式对排水性沥青路面排水层的最大潜水厚度数值解进行相应计算^[1]。

现阶段,从我国学者在对排水性沥青路面排水性能的分析可知,其均是以一维渗流理论作为基础,对边界条件进行优化、完善与修正^[2]。但当前在排水性沥青路面铺路后,降水后期在排水性沥青路面结构层内部的渗流,为三维渗流过程,若依旧选择使用一元渐变流原理,构建渗流运动模型,无法将雨水在排水性沥青路面排水层的内部渗流过程进行真实反应。有学者在排水性沥青路面渗流情况进行模拟时,其利用三维渗流软件,结合一元渐变流理论公式,对渗流流量及室内试验值开展对比,发现模型所计算得出的渗流流量结果,远比实际测试结果更小,且低于数值模拟计算结果。分析原因,可能是由于构建模型时,所设置的假设条件,和实际的情况存在较为显著的差异。因此,在构建理论模型时需对计算条件进行优化,从而保障所构建的理

论模型与实际结果更接近。

基于此,本次研究在分析时使用三维有限元渗流分析软件,对排水性沥青路面面层结果内部雨水的渗流情况进行模拟,计算不同情况下排水性沥青路面临界降水强度,分析排水性沥青路面的排水性能,并基于此设计排水性沥青路面排水设施。

1.2 计算参数及计算模型的确定

1.2.1 面层材料的渗透系数

渗透系数是目前对材料透水性能进行衡量的一项重要指标,也是当前对排水性沥青路面透水能力进行评价的一项关键性指标。一般情况下,渗透系数可利用室内试验所检测获取。有学者利用相关方式,对排水性沥青混合料横向与竖向的渗透系数关系进行测试,发现相同级别所组成的排水性沥青混合料横向、竖向渗透系数相差最大在 20%之内,一致性较佳。

基于此,本次研究分析渗透系数对排水性沥青排水能力影响时,横向渗透系数的取值分别为 0.08cm/s、0.12cm/s、0.16cm/s、0.20cm/s,竖向渗透系数与横向系数选取值一致。

1.2.2 路面的几何参数与渗流计算模型

在我国排水性沥青路面使用时间较长,长达 10 年,但对其却缺少相关规范,在进行排水性沥青设计时,其主要借鉴国外的相关经验,或根据工程队自身的建筑经验所开展的。目前我国排水性沥青路面排水的表层厚度为 4~5cm,其下方则为不透水层。在设计路面横坡坡度时,相关规范所提出的推荐值为 2%,若该地区为强降雨区域,则可适当提高坡度。

本次研究过程中,为提升便利性,路面的纵坡坡度设置为 0,排水方式为单坡面、边缘排水方式,分析排水层沥青路面的排水能力。而排水路径的长度则分别选取 3.75m 和 7.5m。表 1 为排水性沥青路面参数计算值。

1.3 有限元模型

进行三维渗流模型构建的时候,其相关指标数据选择见表 1。随后为保障实验模型的科学性,本次研究将路面模型的长度设定在 40m,详见图 1。

表 1 排水性沥青路面参数计算值

路面设计参数	计算值
渗透系数 $K/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$	0.08, 0.12, 0.16, 0.20
厚度 h/cm	4.5, 6
宽度 L/m	3.75, 7.5
横坡坡度 $i/\%$	0, 1, 2, 3, 4

1.4 排水能力分析

目前在对降雨量进行衡量时,一般会选择使用降雨强度以及降雨历时两项指标。其中降雨强度是指,在

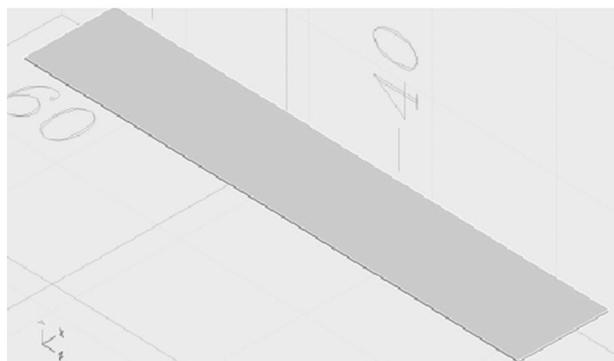


图 1 排水性沥青路面的三维有限元模型

单位时间内,该地区的降水量;而降水历时则是指在开始降水之后,一直到降水结束后,该区间所需要的时间。就传统的相关经验可知,一般强降水后,最看会导致排水性沥青路面发生径流。而由于强降雨存在一定的时效性,因此本次研究主要选择短期邻近的降雨强度标准,对排水性沥青路面的排水能力进行相关评价,详见表 2。

表 2 短时临近降雨强度等级划分标准

降雨强度等级	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
渗透系数 $K/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$	0~1.5	1.6~3.5	3.6~7.9	8.0~19.9	20.0~49.9	50.0
厚度 h/cm	<0.43	0.44~0.97	0.98~2.22	2.23~5.56	5.57~13.8	≥13.9

就有限元的计算结果可知,当排水性沥青路面的宽度为 3.75m 时,排水层的渗透系数是超过 0.12cm/s 的;而在路面坡度大于 1 的情况下,能够保障在中雨的状态下,排水性沥青路面不会出现水膜。面层厚度在 5~6cm 时,横坡坡度值为 3%~5%之间,面层材料具有较强的空隙率时,甚至能够应对大雨,甚至暴雨。当排水性沥青路面排水长度在不断提升之后,排水能力则会有所降低。特别是对于单向四车道路面,其中半副路面排水长度能够达到 7.5m。但就本次的研究结果可知,在进行科学合适的设计后,依旧能够保障排水性沥青路面应对中雨或大雨气候。

就上文研究的计算结果可知,当前为提升排水性沥青路面的排水能力,可从排水层的厚度、路面宽度、横坡坡度以及渗透系数等方面实施相应措施,达到相应的目的。所以现阶段,为保障排水性沥青路面的排水能力效果较佳,在对道路开展设计时,可优化路面结构与面层的材料。例如若为双向六/八车道,其车道具备较大的宽度,因此可选择使用双坡面排水方式,可以实现排水长度的减少。而若该地区为暴雨量大的情况,可使用较大的横坡坡度,例如 3%~4%;或提升排水层的厚度,例如 5~6cm。除此之外,对排水层沥青混合料的空隙率进行提高,也能进一步提升路面的排水能力。一般情况下,排水层沥青混合料其空隙率为 15%左右,但

若该空隙率出现提升之后,在动水的压力下,冲刷作用较为显著,从而导致排水沥青路面出现沥青以及集料剥落情况,发生水损害等问题。由此可知,为保障排水性沥青路面的耐久性,不可一味将排水沥青混合料的空隙率进行提升,而需做好相关研究后,设计科学的排水设计。

2 排水性沥青路面排水设施设计探究

2.1 路面坡度设计

在进行排水沥青路面坡度设计时,应加强重视。路面横向坡度,是当前路面降雨以及融雪排水的一种必要的断面形式。现阶段我国高等级公路正常路段的沥青路面,其横坡一般选择的为直线形式,但部分路段为保障车辆行驶的平稳性,会选择设计为路拱形式,甚至部分会选择采取折线,以及抛物线形式。其中横坡主要选择使用的为 2%,就验收标准可知,对横坡进行施工时,横坡度偏差可在±0.3%之内。但对于部分多雨地区,或考虑当地排水沥青路面的构造深度的需求,2%的排水横坡度数较小,可在适当的范围内,对其度数进行提升。而当该地区过渡段较小,或超高的情况下,合成纵坡应在 2.2%以上,包括 2.2%。排水沥青路面其主要为排水层排水,仅需要考虑当地会存在特大暴雨,等相关异常天气情况下,才能允许存在径流。因此排水沥青路面必须保障合成坡度能够满足相关要求。

2.2 路肩排水设计

降雨后,在排水层汇集的雨水需经过路肩,随后才能向排水沟排水,随后汇集在集水管处,经过横向排水管,再排出路基部分。类似与排水性路面的雨水回击方式,但该种方式,无法与密级配沥青路面相似,雨水需要经过外侧的平陆缘石,以及在实施绿化值周的土路肩,在纵向边坡汇集,最后排出路基之外。

为保障排水性沥青路面雨水能够进入基层中,并在其铺设具备自粘性的改良沥青防水卷材。与此同时,为避免路测排水性沥青混凝土加厚段,和中间正常的密级配沥青混凝土纵向构建,从而形成反射峰。使其和路面中下面层间纵向接缝,实现错缝布置。利用改性沥青玻纤格栅实施局部性加固^[9]。

由上述实验可知,在排水层内,雨水的渗透能力与渗透长度具有相关性,当路肩宽度越小的情况下,在排水层内雨水的渗透路径则越短。图2为路肩的三种布置方式。其中图2a为一种路肩布置方式,即在排水层中雨水在排出后,会存在一段自由流动的长度,其特点便是铺装形式较为简单,且保障渗水速度较快的同时,实现成本的节约。

图2b则为另一种布置方式。该方式下路肩形式的排水长度会比图2a的长度更长。所以相比而言,排水表层的排水效果更差,并且排水表层会与排水沟位置的部分,需要进行相应的加固措施,避免出现大粒径集料脱落。由此可知,图2b该种布置方式的主要特征,便是能够为车辆提供更宽的行车宽度。

图2c是第三种路肩设置方式。该方式下,其排水长度会长于上述两种形式,因此排水能力更差。排水沟由原本的明沟,转变为暗沟,渗透后径流而来的雨水,会通过覆盖在边沟上的排水表层材料,随后才会下渗到排水沟之内。该种结构更适合在降水量并不是较大,且用地比较紧张的地区,能够避免存在铺设排水石层的麻烦。

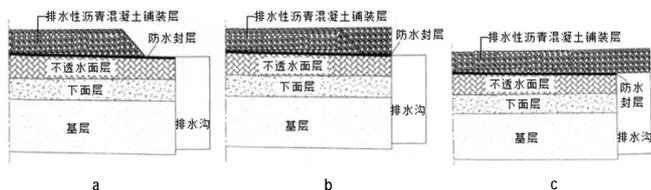


图2 路肩排水方式

2.3 管位的确定

当前在进行排水管道设计时,最为重要的部分,便是设计人员分析城市道路的实际情况,保障管道设计

时,与其更为合适。除了要考虑管线数量之外,还应分析道路宽度等因素,还需要考虑的城市中实际的情况。例如在慢车道下方,可设置相关排水管道,保障管道坡度与深度符合其应有的数据。但若道路的宽度在40m之上,为保障能够对污水进行收集,则应在道路两边设置管道,在设置时,管道对口间隙应满足表4/5的要求^[9]。

表3 管道对口间隙规定

管径/mm	对口间隙	曲线偏转角度/(°)
400-700	20	1.5
800-1400	20	1.0

表4 管道接口类型及管径

接口类型	管径/mm	纵向间隙
平口、企口	<600	1.0-5.0
	≥700	7.0-1.5
承插式甲型口	500-600	3.5-5.0
承插式乙型口	300-1500	5.0-1.5

若当前排水管道未存在一定压力,则可选择较少的金属管道。但就现阶段的情况分析,若管道承受压力较高,或渗漏要求较高的情况下,必须采取金属管材。因此工作人员在对管道进行设计时,应依据实际的情况进行分析,选择最佳的排水管材。

3 结语

通过研究结果可知,为提高排水性沥青路面排水能力,应提升路面横坡坡度,排水厚度以及排水层材料的渗透系数。所以在后期进行排水设施设计时,应对路面坡度、路肩排水、超高段路面排水以及中央分隔带排水进行重视,做好相关措施。

参考文献

- [1] 李松斌,徐科,温俊涛,等.高温多雨区排水沥青路面设计及施工关键技术研究[J].公路,2021,66(7):88-94.
- [2] 贺果蒙,夏永,徐金玉.潮湿多雨地区沥青路面层间结构改善研究[J].合成材料老化与应用,2021,50(5):37-40.
- [3] 张海涛,孙俊锋,刘作强,等.基于力学性能和各向异性的排水性沥青磨耗层优化[J].科学技术与工程,2021,21(14):5997-6003.
- [4] 王慧,王彝乾,李俊,等.石灰岩排水沥青路面路用性能及其抗滑持久性研究[J].中外公路,2021,41(6):73-76.

收稿日期:2022-06-11

作者简介:代伟红(1984—),女,汉族,云南禄丰人,本科,工程师,主要从事公路工程竣工档案咨询工作。