

纵坡道路沥青路面材料设计探究

周海生

上海万广建设发展有限公司, 上海 201100

[摘要]纵坡道路的层内剪应力, 以及层间剪应力水平较平坡路段更大为研究对象, 分析道路坡度对沥青层内剪应力水平, 以及层间剪应力水平的影响, 提出针对性的沥青路面材料设计要求, 并进行设计验证。相应结论为有关工程人员借鉴参考。

[关键词]纵坡路段; 剪应力; 双改性

DOI: 10.33142/ec.v3i7.2333

中图分类号: U416.217

文献标识码: A

Material Design of Asphalt Pavement for Longitudinal Slope Road

ZHOU Haisheng

Shanghai Wanguang Construction Development Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

Abstract: The inner layer shear stress and interlaminar shear stress level of longitudinal slope road are larger than those of flat slope section. The influence of road slope on the level of internal and inter layer shear stress of asphalt pavement is analyzed and the design requirements of asphalt pavement materials are proposed and verified. The corresponding conclusions can be used for reference by engineers.

Keywords: longitudinal slope section; shear stress; double modification

引言

沥青路面设计规范中仅对平坡道路路面永久变形计算做出要求, 而未涉及纵坡道路情形。然而坡面道路产生的永久变形更大, 造成道路永久变形过大的原因主要是沥青层内以及沥青层间剪应力水平较高所致, 为此道路设计时需要针对坡道展开专门的材料设计。

1 纵坡路段沥青路面材料设计

根据路面状况病害调查, 发现坡道路面较平坡路段病害主要是车辙, 以及层间推移。为此, 需要从提高沥青路面抗车辙性, 以及提高层间抗滑移能力。为此, 提出以下标准:

(1) 应选择高模量的沥青混合料抵抗沥青层内产生的剪应力。并且提出斜坡路段的沥青混合料动稳定度最低不应低于 6000 次/mm 的水平。

(2) 沥青层间粘层的抗剪强度, 20℃不低于 1.0MPa, 45℃不低于 0.8MPa。

2 混合料设计

结合某高速公路建设项目, 沥青面层三层结构: 上面层 4cmAC-13C(SBS 改性), 中面层 6cmAC-20C, 下面层 8cmAC-25C。其中存在多个纵坡, 最大纵坡坡度 2.8%。针对斜坡路段抗剪要求较高的特点, 混合料的设计上采取两点措施, 并进行验证:

措施 I: 在中、上面层采用双层改性的方案, 同时对中上面层实施双改性, 即使用 4.5%SBS+8%岩沥青双改性沥青, 提高路面高温稳定性, 提高混合料的抗变形能力, 提高混合料的模量。

表 1 SBS 改性和 SBS+岩沥青双改性能数据

技术指标	SBS 改性沥青	SBS+岩沥青双改性
软化点/℃	82	90℃
5℃延度/cm	36.1	26.8
针入度/0.1mm	48	39

(续表)

技术指标	SBS 改性沥青	SBS+岩沥青双改性
25℃弹性恢复率/%	82	87
60℃动力粘度/Pa. s	11200	13800

从表 1 数据可以看出, SBS+岩沥青双改性能软化点有了明显提升, 改性沥青的高温稳定性更优。60℃动力粘度明显优于 SBS 改性, 说明实施双改性后沥青的抗车辙性能又有了提升。SBS+岩沥青双改性沥青弹性恢复率有所增大, 说明自愈合能力更强, 5℃延度略有下降。

措施 II: 混合料设计方面, 上面层集料选择玄武岩硬质石料, 石灰岩磨细矿粉作为填料, 中下面层采用硬质石灰岩集料, 要求沥青与集料的粘附性达到 5 级以上水平, 优化路面抗变形性能, 同时提高沥青面层的模量。

表 2 中、上面层沥青混合料抗车辙性能指标

混合料名称	上面层			中面层	
	基质沥青	SBS 改性	SBS+岩沥青双改性	SBS 改性	SBS+岩沥青双改性
动稳定度 (次/mm)	1798	5431	8024	6112	8945
累积形变 (mm)	3.128	1.905	1.542	1.414	1.162

从表 2 数据可以看出, 上面层基质沥青的动稳定度在 1798 次/mm, 累积形变在 3.128mm, SBS 改性、SBS 改性+岩沥青双改性沥青混合料的动稳定度分别达到 5431 次·mm⁻¹和 8024 次·mm⁻¹, 累积形变量下降至 1.905mm、1.542mm; 中面层 SBS 改性沥青、SBS 改性+岩沥青双改性沥青混合料的动稳定度分别达到 6112 次·mm⁻¹和 8945 次·mm⁻¹, 累积形变量降至 1.414mm 和 1.162mm。从中可以看出, 采用 SBS+岩沥青双改在抵抗车辙, 以及混合料永久变形方面较 SBS 更优。

并且实施双改性后, 中上面层两种沥青混合料的抗车辙性能均超过了 6000 次·mm⁻¹的设计要求。

表 3 中、上面层沥青混合料 20℃模量

混合料名称	上面层		中面层	
	SBS+岩沥青	SBS 改性	SBS+岩沥青	SBS 改性
动态模量 (MPa)	13800	12300	14500	12800

从表 3 中数据可以看出, 采用 SBS+岩沥青双改性后沥青面层的模量较 SBS 改性增加显著。高模量有助于降低结构层内剪应力水平。

3 高粘粘层油的选择

为增强路面结构的层间黏结力, 层间粘层油, 采用 SBS 改性乳化沥青。改性乳化沥青蒸发残留物技术指标如表 4 所示。

表 4 乳化沥青粘层残留物性能测试

项目名称	技术要求	普通乳化沥青	3.5%SBR 改性	3.5% SBS 改性
蒸发残留物含量/%	>65	65.8	65.7	65.6
针入度/0.01mm	70~100	104	92	84
软化点/℃	>55	42.5	55.5	64
10° C 延度/cm	>50	>100	91	89
10° C 弹性恢复率/%	>65	21	43	68

粘层的好坏直接影响层间抗剪强度水平，粘层的抗剪强度又受到温度的影响，为此选取三种乳化沥青做粘层：普通乳化沥青、传统的 SBR 改性乳化沥青，以及 SBS 高粘改性乳化沥青，并进行比较。对比不同温度条件下三种粘层材料的抗剪强度结果（图 1）可以发现，在层间摩擦力相同、竖向荷载为 0.7MPa 的条件下，SBS 改性乳化沥青在 20° C、45° C、60° C 条件下的层间抗剪强度分别为 1.0MPa、0.85MPa 和 0.57MPa，并且满足层间抗剪强度 20℃不低于 1.0MPa，45℃不低于 0.8MPa 的要求。抗剪效果显著优于 SBR 改性乳化沥青和普通乳化沥青。故而，选择 SBS 高粘改性乳化沥青做粘层。

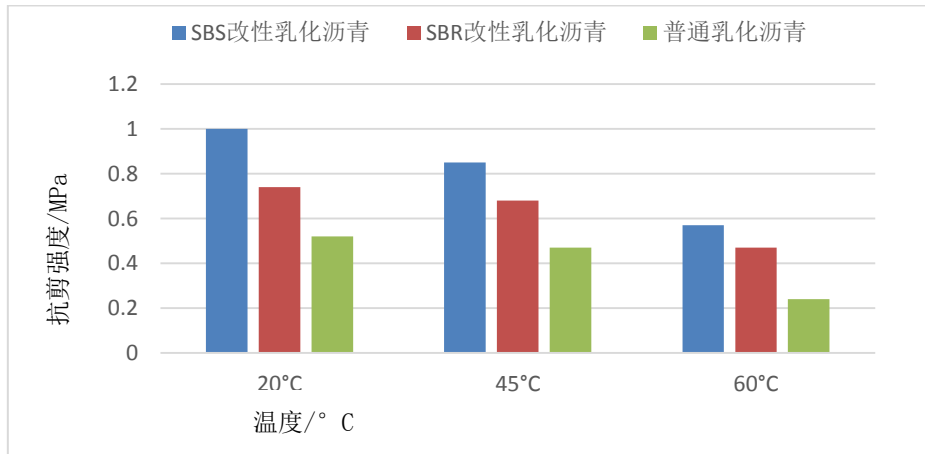


图 1 三种温度条件下三类乳化沥青材料的抗剪强度比较

4 结论

沥青路面的车辙、推移主要与沥青层内和沥青层间的剪应力水平有关，本文以斜坡路段沥青层内剪应力水平，以及对层间剪应力水平均较平坡路段大的这一基本实施，提出针对斜坡路段沥青面层材料设计标准，并由此提出采用 SBS+岩沥青双改性沥青优化材料设计，以满足纵坡道路路面设计，致力于为沥青路面结构的改良与纵坡路段路面使用寿命的提升提供参考价值。

[参考文献]

- [1] 李喜,王选仓,叶宏宇,等. 基于实际工况的沥青路面合理改性匹配关系研究[J]. 公路交通科技,2018,35(11):26-35.
 - [2] 聂汉鼎. 沥青路面层间粘结试验方法比较[J]. 中国公路,2019(2):112-113.
 - [3] 吴帮伟,赵连志,刘黎萍,等. 基于抗车辙性能的沥青路面长大纵坡界定标准[J]. 公路,2018(07):86-91.
 - [4] 赵丽华,杨志浩,许斌,等. 基于透水性能的全透水沥青路面结构设计[J]. 中外公路,2019(04):26-32.
 - [5] 王选仓,孙耀宁,王文强,等. 粘层材料剪切疲劳特性及层间设计方法研究[J]. 材料导报,2018(16):2750-2756.
- 作者简介: 周海生 (1975.4-), 男, 同济大学, 道路与铁道工程专业, 高级工程师, 公司总工。