

文章编号: 0451-0712(2005)09-0074-03

中图分类号: U416.223

文献标识码: B

水泥粉煤灰稳定碎石基层结构 抗裂性能研究

梁志林, 胡 东

(河北省张家口市交通局 张家口市 075000)

摘 要: 采用专用的仪器设备, 分别对水泥稳定级配碎石和水泥粉煤灰稳定级配碎石 2 种结构在不同水泥剂量和不同粉煤灰含量时的干燥收缩系数和温度收缩系数进行测定, 并对 2 种结构试验路的裂缝进行观测, 得出了加入适量的粉煤灰不会降低水泥稳定碎石结构抗裂性能的结论。相反, 通过材料的合理组合, 在保证结构强度不变的情况下, 降低水泥的剂量, 改善了结构抗干缩性能, 从而增强了结构的总体抗裂性能。

关键词: 水泥粉煤灰稳定碎石; 基层; 抗裂性; 影响

为了全面地了解水泥粉煤灰稳定碎石混合料的路用性能, 除对水泥粉煤灰稳定级配碎石结构强度进行了大量研究外, 还对其结构的抗裂性能进行了

初步的试验分析。室内试验结果及试验路的检测情况可以证实, 在混合料材料合理组成的情况下, 水泥粉煤灰稳定碎石混合料是一种早强、高强、抗弯拉性

收稿日期: 2005-05-30

4 结语

本文提出的评价方法, 适用于高等级公路采用自动化设备高频率检测条件下评价路面的抗滑性能, 能够保证更真实有效地对高车速路面连续全程抗滑能力的评价和监控。新颁布的公路工程质量检验标准, 以及目前正在大量普及使用的高科技自动化测试设备, 为新的统计评价方法实施提供了有力的保证。

参考文献:

- [1] 交通部公路科学研究所. 高速公路路面自动化检测现场测试规程及评价方法研究报告[R]. 2004.
- [2] JTG F80/1-2004, 公路工程质量检验评定标准(土建部分)[S].
- [3] JTJ 059-95, 公路路基路面现场测试规程[S].
- [4] 盛骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988.

A Study on Evaluating Method of Statistics of Sideway Force Coefficient of Pavements

HE Song, CHANG Cheng-li

(Highway Research Institute of Ministry of Communications, Beijing 100088, China)

Abstract: By validating the distribution characteristic of the SFC sample data measured and according to the specification on the data processing, a new statistics method of evaluating the Sideway Force Coefficient (SFC) is presented in this paper. The method is able to detect the danger section exactly and reflect the skid resistance of a road surface definitely.

Key words: Sideway Force Coefficient (SFC); statistics; evaluation

万方数据

能好、施工操作性强、经济适用的半刚性路面基层材料。但路面结构基层路用性能的好坏,不仅要求其具有较高的强度,还应有良好的整体性。从道路的使用情况看,无论是何种半刚性结构层,也无论是在何种气候环境条件下,都不可避免地产生横向裂缝,这严重影响了道路的使用性能和使用寿命。裂缝使整体的结构层成为块状,结构层整体强度明显下降;裂缝的存在使路面雨水不可避免地进入结构层及路基,水分使路面结构层及路基强度大大降低;同时,裂缝在车辆荷载的冲击作用下,很容易扩展,严重者出现唧浆或坑槽。因此,解决道路裂缝问题是我们道路技术工作者多年来潜心研究的课题,虽有一些成果可减少裂缝率和裂缝的宽度,但效果不是非常明显。因此,我们对水泥粉煤灰稳定碎石基层结构抗裂性能进行了定量的分析和研究。

对于道路表面产生裂缝的原因,大部分学者认为是由于结构失水使体积变小而形成的干缩裂缝,以及环境气温的变化产生的温度裂缝。我们也从这2个方面对该种结构的抗裂性能进行了研究。

1 室内对比试验

在结构强度研究方面,我们采取了水泥稳定碎石与水泥粉煤灰稳定碎石对比试验的方法,对于抗裂性能的研究也采用这种方法。设计配合比:对水泥稳定碎石,水泥含量由3%起,每次递增1%,直到7%,共有5组配合比;对水泥粉煤灰稳定碎石,亦采用3%~7%计5种水泥剂量,但粉煤灰用量采取10%、12%和15%等3种。试验方法是采用长安大学编写的《无机结合料稳定土材料温度收缩试验方法》及《无机结合料稳定土材料干燥收缩试验方法》进行的。该试验方法是由交通部委托长安大学负责编写的,并已通过专家审查,现正要编入规范。该项试验所用设备也是由长安大学开发研制的,设备的性能较为先进。试件的尺寸为 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 400\text{ mm}$,试件密度及含水量为重击压实试验确定的最大干密度(98%)和最佳含水量。温度收缩试验的试件标准养生时间为90 d,干燥收缩试验的试件标准养生时间为7 d,养生期满后测定,测试结果见表1和表2。

表1 半刚性基层温度收缩系数测定结果汇总

结构类型	试验编号	配合比 C:F:S	含水量/%	下列温度(℃)范围内的温度收缩系数(×10 ⁻⁶ m/℃)												平均值 +60~ -30	均值
				+60~ +50	+50~ +40	+40~ +30	+30~ +20	+20~ +10	+10~ 0	0~ -10	-10~ -20	-20~ -30	低温 平均值 0~ -30	高温 平均值 0~ +60			
水泥稳定碎石	1-1	3:0:97	5.8	-32.4	-2.9	-11.1	-3.6	-9.9	-8.3	-10.4	-16.4	-16.1	-12.8	-12.0	-12.3	-12.0	
	2-1	4:0:96	6.0	-75.0	-18.4	-5.0	-4.7	-2.5	-7.6	-16.3	-2.8	-3.5	-7.6	-21.1	-15.1		
	3-1	5:0:95	6.2	+0.8	-5.9	-2.2	-8.3	-9.9	-0.4	-8.7	-19.4	-24.1	-13.2	-5.1	-8.7		
	4-1	6:0:94	6.3	-50.2	-17.4	-6.2	-18.9	-2.2	-6.3	-7.9	-1.1	-0.9	-4.1	-19.0	-12.3		
	5-1	7:0:93	6.4	-49.1	-14.0	-1.7	-1.1	-19.3	-3.7	-3.6	-7.1	-5.6	-5.0	-17.0	-11.7		
水泥粉煤灰稳定碎石	1-2	3:10:87	6.2	-45.3	-11.6	-16.4	-10.7	-1.3	-0.7	-5.8	-8.0	-9.2	-5.9	-17.1	-12.1	-11.3	
	2-2	4:10:86	6.4	-26.4	-27.1	-2.4	-14.1	-7.6	-9.9	-15.6	-7.5	-5.1	-9.5	-15.5	-12.9		
	3-2	5:10:85	6.7	-21.9	-20.6	-3.5	-15.0	-2.4	-0.1	-13.5	-6.7	-5.3	-6.4	-12.7	-9.9		
	4-2	6:10:84	6.9	-25.8	-11.1	-18.6	-3.0	-1.2	-7.1	-7.6	-11.8	-12.5	-9.8	-11.9	-11.0		
	5-2	7:10:83	7.1	-30.8	-22.2	-8.6	-4.6	-9.8	-5.4	-2.3	-0.7	-9.7	-4.5	-15.2	-10.5		
水泥粉煤灰稳定碎石	1-3	3:12:85	6.3	-45.9	-17.9	-0.4	-15.3	-4.6	-2.7	-2.6	-6.4	-10.8	-5.6	-16.8	-11.8	-10.5	
	2-3	4:12:84	6.5	-13.4	-10.9	-11.0	-0.03	-37.9	-8.8	-13.6	+0.3	-12.2	-8.6	-14.6	-11.9		
	3-3	5:12:83	6.8	-30.7	-13.8	-10.3	-7.1	-6.5	-5.2	-2.3	-2.4	-10.2	-5.0	-13.7	-9.8		
	4-3	6:12:82	7.1	-15.5	-12.3	-7.8	-9.8	-3.2	-13.9	-7.9	-4.9	-4.9	-7.9	-9.7	-8.9		
	5-3	7:12:81	7.4	-13.0	-29.5	-12.9	-5.9	-3.4	-4.2	-8.6	-3.8	-8.3	-6.2	-12.9	-10.0		
水泥粉煤灰稳定碎石	1-4	4:15:81	6.4	-45.8	-20.6	+2.8	-7.6	-15.8	-0.4	-7.6	-8.0	-0.9	-4.2	-17.4	-11.5	-11.8	
	2-4	3:15:82	6.6	-44.5	-1.8	-21.6	-15.4	-9.5	-1.9	-18.1	-2.6	-9.2	-8.0	-18.6	-13.8		
	3-4	5:15:80	6.9	-1.2	-10.1	-5.0	-25.6	-11.5	-11.1	-14.9	-13.0	-8.7	-11.9	-10.7	-11.2		
	4-4	6:15:79	7.3	-9.1	-36.6	-10.7	-9.4	-9.2	-3.5	-16.7	-6.0	-3.5	-7.4	-15.0	-11.6		
	5-4	7:15:78	7.6	-8.7	-9.9	-17.2	-7.8	-12.6	-3.5	-14.5	-15.8	-10.1	-11.0	-11.2	-11.1		

注:龄期为90 d。

从温度收缩试验来看,2种结构温度收缩系数似乎都呈现一种凹形曲线,水泥剂量大或小时其温度收缩系数都趋大些,而在水泥剂量为4%~5%时,

形成一个低谷点。如果把2种结构作比较,则差别不是很大,水泥稳定类混合料比水泥粉煤灰稳定类混合料的收缩系数高6%左右。从总体情况看,水泥剂

表2 半刚性基层材料干燥收缩系数测量结果汇总

结构类型	试验编号	配合比C:F:S			平均干缩系数 α
		水泥	粉煤灰	碎石	
水泥 稳定 碎石	1-1	3		97	133.6
	2-1	4		96	146.0
	3-1	5		95	177.0
	4-1	6		94	198.7
	5-1	7		93	252.8
水泥 粉煤灰 稳定 碎石	1-2	3	10	87	223.7
	2-2	4	10	86	174.7
	3-2	5	10	85	167.4
	4-2	6	10	84	319.6
	5-2	7	10	83	200.1
	1-3	3	12	85	68.4
	2-3	4	12	84	153.1
	3-3	5	12	83	178.1
	4-3	6	12	82	230.7
	5-3	7	12	81	164.9
	1-4	3	15	82	152.8
	2-4	4	15	81	344.7
	3-4	5	15	80	222.5
	4-4	6	15	79	275.9
	5-4	7	15	78	216.9

量的大小对温度收缩系数影响不大,掺一定量粉煤灰后结构抗温度收缩性能要好一些。

从干燥收缩试验结果看,纯水泥稳定类混合料随水泥用量增加则收缩系数亦增大,规律性较好。水泥粉煤灰稳定类混合料除个别点之外,也有以上规律。如2种结构比较,则同等水泥含量时纯水泥稳定类混合料的收缩系数大于水泥粉煤灰稳定类混合料。总体看,水泥剂量大小对结构干缩性能有较大影响,粉煤灰掺量的大小对结构干燥收缩影响不大。

2 试验路检测情况

我们对室内结构强度试验以及室内结构抗裂试验结果进行了认真分析后,选定了3种配合比分别铺筑了3段试验路。

第一种:C:S(水泥:碎石)=7:93(对比方案);

第二种:C:F:S(水泥:粉煤灰:碎石)=4:10:86(推荐最佳方案);

第三种:C:F:S(水泥:粉煤灰:碎石)=4:12:84(推荐的比较方案)。

试验段铺筑在河北蔚县境内的一段一级公路上。该道路交通量大,重载车辆多,冬季极端最低气

温为-23℃,夏季最高气温为36℃,温差较大。试验路经过1个冬季后,在第14个月时进行了观测,横向裂缝情况见表3。

表3 横向裂缝实际观测结果与室内干缩、温缩系数测定结果

配合比 C:F:S	平均裂缝 长度 m/km	平均裂缝 宽度 mm/条	平均裂缝 间距 m/条	温缩系数	干缩系数
7:0:93	495	3.25	19.4	11.7	252.8
4:12:86	373	2.14	20.5	11.9	153.1
4:10:84	442	2.32	19.7	12.9	174.7

注:平均每公里裂缝长度=观测路段每条横向裂缝长度总和/公里数;平均裂缝宽度=观测路段每条横向裂缝宽度的总和/裂缝条数;平均裂缝间距=观测路段总长度/裂缝条数;施工时间为2001-05-01~2001-06-07,观测时间为2002-09-10~2002-09-20。

3 试验结果分析

我们知道,路面规则横向裂缝与路基填料、各结构层结构类型、施工时对水的控制、压实、自然气候温差以及大气湿度的变化等因素有关,但在其他因素一致的前提下,基层结构对路表裂缝影响较大。从调查结果来看,2种结构裂缝平均间距基本一样,约20 m/条。但裂缝开裂程度却不尽相同:纯水泥稳定类结构的裂缝平均宽度是水泥粉煤灰稳定类结构的1.4~1.5倍;平均每公里裂缝长度是水泥粉煤灰稳定类结构的1.1~1.3倍。室内试验结果与实际裂缝调查结果是相一致的,温缩系数三者相差不大,主要影响因素是干燥收缩。水泥稳定碎石结构干缩系数是水泥粉煤灰稳定碎石结构的1.5倍左右,这说明水泥粉煤灰稳定碎石结构的抗裂性能要优于水泥稳定碎石结构,粉煤灰对结构的抗裂性能方面不产生影响,影响结构抗裂性能的主要因素是水泥的剂量。因此,在水泥稳定碎石结构中加入适量粉煤灰,在保证结构强度不变的情况下减少2%~3%的水泥用量,可有效增强结构抗裂性能。

参考文献:

- [1] JTJ 057-94,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].
- [2] 长安大学. 无机结合料稳定土材料温度收缩试验方法[Z].
- [3] 长安大学. 无机结合料稳定土材料干燥收缩试验方法[Z].