

文章编号:1673-9469(2012)03-0030-03

沥青混凝土配合比设计的正交法应用

慈平

(中国铁道科学研究院 深圳研究设计院,广东 深圳 518034)

摘要:在进行沥青混凝土配合比设计时,可采取正交设计的方法。结果表明,正交法以九个试验组即可找出满足设计要求的参数指标,并通过方差分析和极差分析可以找出显著的影响因素以及验证本次试验的水平。

关键词:浇筑式沥青混凝土;正交设计;配合比设计;方差分析;极差分析

中图分类号:TU416

文献标识码:A

The application of orthogonal experimental design in cast asphalt concrete construction mix design

CI Ping

(Shen Zhen Research and Design Institute, China Academy of Railway Sciences, Guangdong Shengzheng 518034, China)

Abstract: The method of orthogonal design can be used in asphalt concrete mix design. The results show that the orthogonal experimental design can be achieved with the number of nine test groups to identify indicators to meet the design requirements when the cast asphalt concrete mix design is carried out and the significant influence factors and the level of this test can be found by analysis of variance and range analysis

Key words: cast asphalt concrete; orthogonal design; mix proportion design; analysis of variance; range analysis

利用沥青混凝土作为工程结构的防渗体是解决渗透的一种较好的方法^[1]。目前在各类工程中主要有碾压式沥青混凝土和浇筑式沥青混凝土两种施工工艺,碾压式沥青混凝土应用较为成熟,但不足之处在于施工受环境温度的影响;浇筑式沥青混凝土是在高温状态下(约160℃~180℃)进行拌合^[2],混合料摊铺时流动性大,依靠自身的流动性摊铺成型,无须碾压,沥青、矿粉含量较大,孔隙率小于1%,基本上不透水,耐腐蚀性强,耐冰冻破坏能力强,低温时不易产生裂纹,施工时无需碾压,可以在低温环境下进行施工^[3],是一种耐久性较强的沥青混合物。合理地选择配合比参数和正确地进行配合比设计是应用浇筑式混凝土的一个重要前提,本文通过正交设计的方法对某浇筑式

沥青混凝土进行了配合比试验。

1 正交设计法

在进行浇筑式沥青混凝土配合比设计时,由于影响配合比设计的因素较多、量测数据离散、试验工作繁重,如果试验安排的不科学,往往做了大量试验还得不到预期的效果,劳而无功。而正交设计正是一种研究多因素多水平的数学方法^[4],它是根据正交性从全面试验中挑选出部分有代表性的点进行试验,这些有代表性的点具备了“均匀分散,齐整可比”的特点。因此,正交试验设计法是设计的主要方法,是一种高效率、快速、经济的实验设计方法。

2 正交试验设计

2.1 影响因素

影响浇筑式沥青混凝土性能的因素主要有矿料级配、填料用量和沥青用量。良好的矿料级配,应该使矿料的孔隙率最小,又具有结构沥青能充分裹覆骨料的表面积,以保证矿料颗粒之间处于最紧密的状态,并为矿料与沥青之间交互作用创造良好条件,从而依此配制的沥青混凝土能最大限度地发挥其结构强度的效能,综合技术性能优良;填料不仅可以在矿料中起到填充密实作用,而且对沥青混凝土的力学性能、流变性能以及感温性等方面产生重要的影响作用,当填料品质已控制的情况下,填料用量会直接影响到沥青混凝土的强度性能、变形性能、耐久性及施工和易性,因此确定最佳的填料用量是沥青混凝土配合比设计的一个技术关键;沥青用量(或称油石比)指沥青材料质量与矿料总质量的比率,沥青混凝土配合比设计的重要内容之一就是确定最适宜的沥青用量,使沥青既能充分裹覆矿料颗粒,又不致有过多的自由沥青。

2.2 参数选择

表1 因素水平表
Tab.1 Level of factor

水平	因素		
	沥青用量/%	矿料级配指数	填料用量/%
1	0.34	15	6.3
2	0.38	13	6.6
3	0.42	11	6.9

表2 正交试验表
Tab.2 Orthogonal experiment table

试验组号	因素				孔隙率/%	流值/mm	稳定度/kN
	A列	B列	C列	空列			
1	1	1	1	1	1.81	3.44	14.39
2	1	2	2	2	1.95	3.72	13.11
3	1	3	3	3	2.19	3.41	13.3
4	2	1	2	3	1.78	4.3	10.99
5	2	2	3	1	1.72	4.89	11.87
6	2	3	1	2	1.48	3.99	13.19
7	3	1	3	2	1.06	5.44	10.68
8	3	2	1	3	1.08	4.16	12.67
9	3	3	2	1	1.22	3.88	13.12

针对三因素、三水平的常规试验组数为27组。本次试验方案采用正交设计的方法^[5-6],选用L₉(3⁴)正交表来安排实验方案,选择三种不同的油石比、三种不同的填料用量以及三种骨料级配指数,共组成9种配合比进行试验,研究各因素在马歇尔试验中对沥青混凝土的孔隙率、稳定度和流值的影响,试验用因素水平见表1,正交试验表见表2。

2.3 正交分析

上述9组配合比以马歇尔试验测定的孔隙率、稳定度及流值等技术指标为考核指标^[7],分别进行极差分析和方差分析,以揭示各因素对考核指标的影响规律,并依此作为选择该沥青混凝土最佳配合比的依据。

由表2及图1进行极差分析可得出:以孔隙率为考核指标,级配指数的影响较大,随着级配指数的递增,孔隙率递减,沥青用量对其影响甚小,沥青用量增至6.6%以后,孔隙率稍有增大且呈现稳定趋势。填料用量在试验水平范围内取值,几乎对孔隙率无影响。

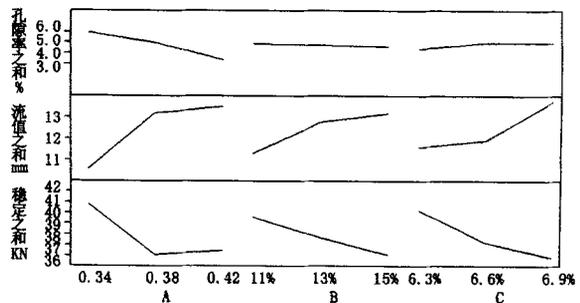


图1 各因素影响关系

Fig.1 The relationship of different influence factor

以流值为考核指标,各因素对其影响程度由大到小的次序是,级配指数→沥青用量→填料用量,随着各因素水平递增,流值都呈递增趋势;这种趋势对级配指数、填料用量两因素呈渐近平稳之势,而对沥青用量因素呈逐渐加剧之势。

以稳定度为考核指标,各因素对其影响程度的排序仍然是级配指数→沥青用量→填料用量,随着各因素水平值递增,稳定度都呈递减趋势,这种趋势对级配指数、沥青用量两因素呈渐近平稳之势。

方差分析结果见表3、表4、表5。由方差分析得出各因素对孔隙率、流值、稳定度三项技术性能的影响大小排序,级配指数→沥青用量→填料用量,这与极差分析的结果相一致。

级配指数对孔隙率的影响显著,随着级配指数

表3 孔隙率方差分析表

Tab.3 The table of variance analysis of porosity

方差来源	变动平方和 S	自由度 v	方差 V	F	显著性	临界值
级配指数	1.14	2	0.57	21.80	显著	$F_{0.05}(2,2) = 99.0$
填料用量	0.01	2	0	0.19	不显著	$F_{0.05}(2,2) = 19.0$
沥青用量	0.08	2	0.04	1.48	不显著	$F_{0.10}(2,2) = 9.0$
误差	0.05	2	0.03			$F_{0.20}(2,2) = 4.0$
总和	1.28	8				

试验误差 = 0.16 实验成果的离差系数 = 10.1%

表4 流值方差分析表

Tab.4 The table of variance analysis of flow estimate

方差来源	变动平方和 S	自由度 v	方差 V	F	显著性	临界值
级配指数	1.71	2	0.85	3.78	不显著	$F_{0.05}(2,2) = 99.0$
填料用量	0.67	2	0.33	1.28	不显著	$F_{0.05}(2,2) = 19.0$
沥青用量	0.90	2	0.45	1.39	不显著	$F_{0.10}(2,2) = 9.0$
误差	0.29	2	0.15			$F_{0.20}(2,2) = 4.0$
总和	3.57	8				

试验误差 = 0.38mm 实验成果的离差系数 = 9.2%

表5 稳定度方差分析表

Tab.5 The table of variance analysis of stability

方差来源	变动平方和 S	自由度 v	方差 V	F	显著性	临界值
级配指数	4.61	2	2.3	3.57	不显著	$F_{0.05}(2,2) = 99.0$
填料用量	2.11	2	1.1	1.63	不显著	$F_{0.05}(2,2) = 19.0$
沥青用量	3.38	2	1.69	2.62	不显著	$F_{0.10}(2,2) = 9.0$
误差	1.29	2	0.65			$F_{0.20}(2,2) = 4.0$
总和	11.39	8				

试验误差 = 0.80kN 实验成果的离差系数 = 6.4%

的递增,孔隙率递减,对流值、稳定度的影响不显著,且影响程度相近。

沥青用量、填料用量对孔隙率、流值及稳定度三项性能的影响不显著,虽然如此,各性能受两因素影响的次序当是:稳定度→流值→孔隙率,二者对流值的影响程度相差无几。

3 结论

1)由方差分析的观点,在配合比参数的选取上只需对显著的因素选择最优水平就行,不显著的因素,原则上可选在实验范围内的任意一个水平。对孔隙率而言,级配指数是有显著影响的因素,为使孔隙率达到较小值,其取0.42是最优水平,而沥青用量和填料用量的取值对孔隙率的影响甚微。

2)从极差分析可见,为使沥青混凝土的流值达到设计的要求,沥青用量应稍高于6.9%;同时填料用量也应稍高于15%,这样既有助于流值的提高,也可得证沥青混凝土中有足够的结构沥青

数量,以使稳定度不致于因沥青用量的增加而降低过多,仍能满足稳定度设计值的要求。

参考文献:

- [1] 祁世京,关志诚.土石坝浇筑式沥青混凝土防渗结构设计研究综合报告[R].水利部东北勘测设计研究院,1999,10.
- [2] SL501-2010,土石坝沥青混凝土面板和心墙设计规范[S].
- [3] 崔金铁.土石坝浇筑式沥青混凝土心墙设计与施工技术[D].大连:大连理工大学,2002.
- [4] 卢瑞珍.混凝土试验设计与质量管理[M].上海:上海交通大学出版社,1985.
- [5] 蔡正泳,王足献.正交设计在混凝土中得应用[M].北京:中国建筑工业出版社,1985.
- [6] DL/T5144-2001,水工混凝土试验规程[S].
- [7] DL/T5362-2006,水工沥青混凝土试验规程[S].

(责任编辑 刘存英)