

水泥砼桥面与沥青铺装层间界面特性研究

彭官友

(湖南路桥建设集团有限责任公司, 湖南 长沙 410004)

摘要: 水泥砼桥面与沥青铺装层的层间结合性能直接影响桥面沥青铺装层的使用寿命。文中采用室内剪切试验和拉拔试验分析桥面粘结层材料的性能, 结果显示抗剪强度与粘结强度随温度变化而改变, 温度升高时抗剪强度和粘结强度降低。

关键词: 桥梁; 桥面; 沥青铺装层; 界面特性; 剪切试验; 拉拔试验

中图分类号: U448.33

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)06-0116-03

沥青砼铺装层结构中, 粘结层起粘结、抵抗车辆产生的水平推力等作用。防水粘结材料是为防止雨水进入桥面, 雨水、雪水等渗入桥体对桥梁产生破坏而设置的材料层, 对其强度和防水性能有较高要求, 还要求其具有较好的耐热耐寒和抗裂性能, 以抵抗温度变化引起的变形。文中以某水泥砼桥面为例, 通过室内拉拔试验和剪切试验, 探究桥面与沥青铺装层间界面特性。

1 试件成型

成型室内拉拔试验和剪切试验复合试件, 水泥砼采用强度等级为 42.5 MPa 的水泥; 沥青混合料为热拌 AC-16 I 型, 油石比 4.2%; 粘结层采用桥面层间专用防水粘结涂料。

1.1 复合试件成型

成型直径 \times 高度 $=$ (10 \times 10) cm 圆柱形复合试件, 其由水泥砼浇筑成型, 成型后取出试件, 从中间截断制成高为 5 cm 的试件, 在截面处涂抹防水粘结材料, 再放入浇筑试模, 填充热拌沥青混合料至高度为 10 cm, 静压成型得到图 1(a) 所示复合试件。

1.2 剪切试件成型

将前期得到的复合试件放入剪切试模制成剪切试件, 采用水泥砂浆浇筑, 浇筑方法与复合试件相同。分 2 次浇筑, 每次浇筑容量为试件的 1/2, 第一次浇筑完成后养生 1 d, 再继续浇筑直至成型。成型后试件见图 1(b)。

2 界面特性室内试验与分析

2.1 室内剪切与拉拔试验

室内剪切与拉拔试验采用便携式剪切仪 45-D0548, 其由上下端盖组成, 试验时试件放于两端盖



(a) 复合试件

(b) 剪切试件

图 1 室内试验试件

之间, 上下端盖分别与水平和竖直加载泵相连, 通过压力泵施加水平剪切力和竖直拉力, 施加的最大荷载为 50 kN。垂直加载泵系统配有压力维持器, 剪切变形时可维持竖直方向压力恒定(见图 2)。复合试件发生剪切破坏时的水平力即为抗剪强度。施加竖直方向载荷对复合试件进行拉拔试验, 分析混合集料与水泥砼间的结合状况。

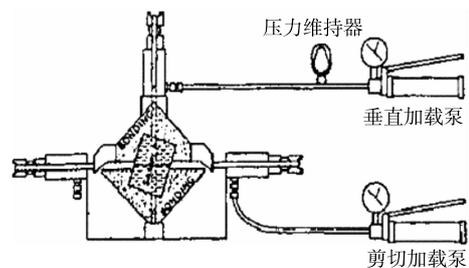


图 2 室内剪切试验装置

2.2 结果分析

试验温度为 $-20\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, 设置温度梯度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 共进行 11 组试验, 每组试验前试件在设定试验温度下保温 4 h。每组取 3 个试件进行试验, 取试验结果的平均值作为剪切强度与拉拔强度最终结果。剪切试验时, 保持竖直载荷 5.7 kN 恒定不变。试验

结果见表1。

表1 室内试验结果

试验温度/℃	拉拔强度/MPa	剪切强度/MPa	试验温度/℃	拉拔强度/MPa	剪切强度/MPa
-20	1.09	3.57	40	0.16	0.94
-10	0.97	2.74	50	0.12	0.77
0	0.82	2.39	60	0.04	0.68
10	0.62	2.03	70	*	0.51
20	0.52	1.59	80	*	0.41
30	0.27	1.18			

注: * 表示试件防水粘结层已软化,几乎没有粘结强度。

根据表1可得到防水粘结层拉拔强度与剪切强度随温度的变化规律(见图3)及拉拔强度与剪切强度的关系(见图4)。

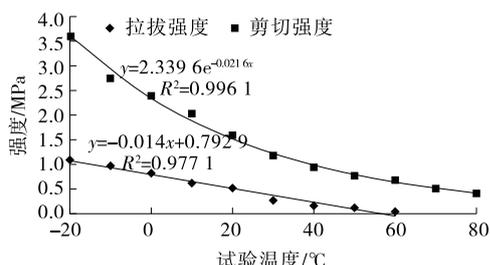


图3 防水粘结层强度随温度的变化

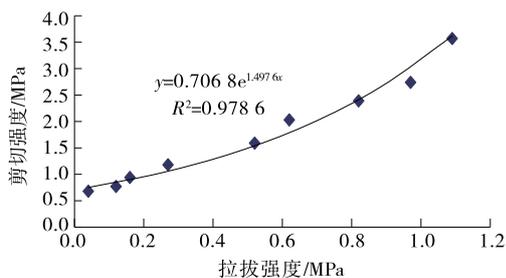


图4 防水粘结层剪切强度与拉拔强度的关系

由图3、图4可知:1) 随着温度的升高,防水粘结层强度与剪切强度均出现下降趋势。-20~30℃时的剪切强度与拉拔强度下降幅度大于30~80℃时,说明-20~30℃时温度对强度的影响更明显。温度大于60℃时,拉拔强度为零,试件防水粘结层已软化,几乎没有粘结强度。2) 对比60℃与-20℃下的强度,60℃时的剪切强度约为-20℃时的20%,60℃时的拉拔强度约为-20℃时的4%,剪切强度对温度更敏感。剪切强度与拉拔强度试验在一定程度上反映了复合试件层间结合能力与温度的关系。

3 界面特性现场拉拔试验与分析

3.1 测试系统

采用图5所示QLP-1桥面铺装层拉拔试验系统,其原理与便携式剪切仪45-D0548相同,由拉钩施加拉拔载荷,测量不同防水粘结层强度与温度的关系。

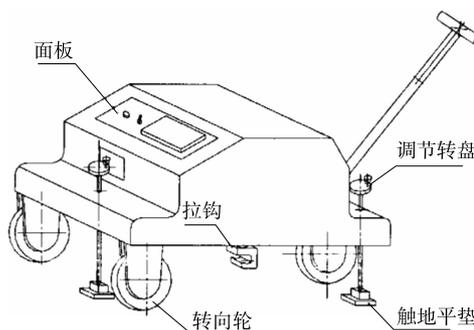


图5 QLP-1桥面铺装层拉拔试验系统

3.2 粘结层与水泥砼桥面粘结性能测试

将防水粘结材料涂抹在水泥砼表面,养生12h后,将直径为5cm的金属粘头固定于粘结层表面,使用QLP-1桥面铺装层拉拔试验系统对其施加载荷直至试件拉断。表2为4种防水粘结材料在不同温度下的粘结强度。

表2 不同防水粘结材料现场粘结强度测试结果

材料	测试温度/℃	粘结强度/MPa	材料	测试温度/℃	粘结强度/MPa	
材料1	20	1.10	材料3	20	1.04	
	25	1.01		25	0.99	
	28	0.98		30	0.92	
	32	0.95		35	0.88	
	35	0.93		材料4	32	0.96
材料2	34	0.94	材料4			
	38	0.90				

根据表2得出图6所示材料1、材料3粘结强度随温度的变化规律。

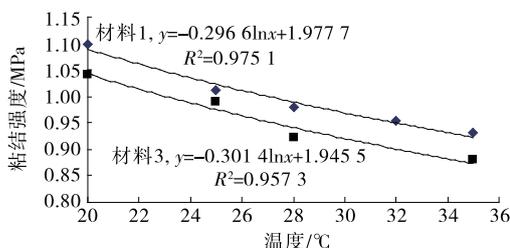


图6 两种材料粘结强度的变化规律

从表2可看出:无论是材料1还是材料4,其表面粘结强度都会受到温度的影响,随温度的增大而降低,应根据现场实际拉拔强度选择合适温度。根据表2,使用线性回归的对数方程进行曲线拟合,预测不同温度下防水粘结材料的粘结强度。材料1粘结强度与温度的关系见式(1),材料2粘结强度与温度的关系见式(2),材料3粘结强度与温度的关系见式(3)。

$$y = -0.296 6 \ln t + 1.977 7 \quad (1)$$

$$y = -0.314 7 \ln t + 2.047 7 \quad (2)$$

$$y = -0.301 4 \ln t + 1.945 5 \quad (3)$$

式中: y 为粘结强度(MPa); t 为温度($^{\circ}\text{C}$)。

根据以上拟合公式,得到4种材料在32 $^{\circ}\text{C}$ 条件下的粘结强度(见表3)。

表3 32 $^{\circ}\text{C}$ 条件下不同材料的粘结强度对比

材料	强度/MPa	材料	强度/MPa
材料1	0.94	材料3	0.90
材料2	0.95	材料4	0.96

从表3可看出:温度为32 $^{\circ}\text{C}$ 时,材料1、2、4的粘结强度相差不大,其中材料4的粘结强度最大,为0.96 MPa,材料1的粘结强度最小,为0.94 MPa;4种材料中,材料3的粘结强度最小。

对比表1和表2,表2中拉拔试验结果略大于表1中试验结果,即现场拉拔强度略大于室内拉拔强度。主要原因是现场试验时因环境复杂未对复合试件进行环切,试件四周水泥砧的剪切强度也计入防水粘结材料的拉拔强度,导致试验结果偏高。因此,在进行复合试件室外拉拔强度试验时,需注意试件表面四周的环切处理。

3.3 沥青砼层与桥面板间的粘结强度测试

沥青砼铺装层施工并养生后,在使用粘结材料1的桥面上进行现场拉拔试验。首先用钻机对砧桥面进行钻孔,钻穿上部沥青砼铺装层直至露出桥面板,此时沥青砼层与周围铺装完全分离。然后将QLP-1桥面铺装层拉拔试验系统的金属粘头固定在沥青砼表面进行现场拉拔试验,控制金属粘头拉拔速度为10 mm/min,记录芯样拉断时的拉拔强度。共进行4组试验,结果见表4。

表4 15 $^{\circ}\text{C}$ 条件下沥青砼与桥面板间的拉拔强度

试件编号	拉拔强度/MPa	试件编号	拉拔强度/MPa
1	0.524	3	0.517
2	0.528	4	0.533

由表4可知:沥青砼与桥面板间的平均拉拔强度为0.526 MPa。根据表1,温度为10 $^{\circ}\text{C}$ 时,室内拉拔强度为0.62 MPa;温度为20 $^{\circ}\text{C}$ 时,室内拉拔强度为0.52 MPa;15 $^{\circ}\text{C}$ 时的拉拔强度处于两者之间。根据表3,32 $^{\circ}\text{C}$ 时各材料的拉拔强度均大于0.9 MPa,远大于0.526 MPa。对比表1、表3、表4,钻孔状况下拉拔强度和室内拉拔强度相差不大,一般情况下可采用室内拉拔试验评价现场摊铺的沥青混合料和桥面板的粘粘状况,进而计算其剪切强度,评价防水粘结层是否符合剪切强度要求。

4 结论

(1) 防水粘结材料的剪切强度和拉拔强度随温度增大而降低。

(2) 室外拉拔强度大于室内拉拔强度,要评价沥青混合料与粘结层的粘结强度需进行试验修正。

(3) 相同温度条件下,可借鉴室内拉拔试验评价工地摊铺的沥青混合料和桥面板的粘粘状况,进而计算剪切强度,防止发生剪切破坏。

参考文献:

- [1] 梁志标,何惠红.桥面铺装过早损坏的原因分析及处治对策[J].中南公路工程,1997,22(2).
- [2] 姜庆林,邢玉栋,姜晓武,等.高速公路桥面沥青混凝土铺装[J].东北公路,2002(1).
- [3] 赵满,梅琪,赵庭耀.混凝土桥面铺装设计与施工[J].东北公路,2000(3).
- [4] 张占军,胡长顺,王秉纲.水泥混凝土桥面沥青混凝土铺装结构设计方法研究[J].中国公路学报,2001,14(1).
- [5] 张占军.混凝土桥桥面防水系统性能及设计方法研究[D].西安:长安大学,2004.
- [6] 裴建中.桥面柔性防水材料技术性能研究[D].西安:长安大学,2001.
- [7] 吴浩,胡长顺,王秉纲,等.水泥混凝土桥柔性防水材料性能及其工程应用技术研究[R].西安:长安大学,2003.
- [8] JT/T 535-2004,路桥用水性沥青基防水涂料[S].
- [9] 郝树伟,张旭.硅烷偶联剂对桥面防水粘结层性能改善的试验研究[J].河北交通职业技术学院学报,2011,8(4).
- [10] 王科,于明明,李小建.橡胶沥青碎石封层设计及性能试验研究[J].交通标准化,2011(24).