

# 超薄水泥砼路面面层配合比设计研究

黄建胜

(岳阳市公路桥梁基建总公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘要:** 水泥砼路面采用超薄面层进行维修时,重点是超薄砼配合比设计,其性能直接影响结构的耐久性。文中主要通过研究掺入了聚合物和钢纤维的砼的力学性能和路用性能分析,得出用于试验路的超薄水泥砼配合比。

**关键词:** 公路;超薄水泥砼路面;配合比;聚合物;路用性能

中图分类号:U416.2

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2017)04-0059-02

由于软土地基材料的作用,在一些桥头及高填方区段,路基在施工后会发生沉降,这种沉降大多数情况下不会对路面结构产生严重破坏,但会对驾驶的舒适性和安全性带来影响,也给公路日常养护带来一些问题。

在中国,水泥砼路面小范围破坏后的维修大多采用沥青罩面层,这种方法不但不美观,也会大幅增加项目成本。而利用超薄面层对砼路面进行加铺处理,可最大限度地减少路面维修对交通的影响,使砼路面结构更稳定,资源利用更合理,具有很好的经济及社会效益。该文以某水泥砼试验段为例,对路面表面进行清理,然后浇筑超薄水泥砼路面面层,面层厚度最小值为 10 cm,最大值为原始路面沉降值的最大值,以保持标高并实现快速通车。

## 1 超薄水泥砼面层

目前广泛采用的沥青路面维修技术为在原路面上浇筑水泥砼层(白色罩面层),通常其厚度和接缝间距较大,存在厚度大、资源消耗高、养护技术难度大等不足。超薄水泥砼面层可克服上述不足,它是一种厚度为 50~100 mm、接缝距离较小(一般为 0.6~1.8 m)的水泥砼路面面层,大多浇筑于原有沥青路面而形成路面结构。该面层通过使用掺有纤维网加筋的砼降低层厚和材料用量,缩小成本;降低路面板内的荷载应力,满足路面各项力学性能要求,方便后期养护;在配合比设计过程中加入外加剂制成早强砼,大大减少施工时间,使交通快速通畅;使砼材料的优点得到充分发挥,解决因车辆频繁制动或启动造成沥青路面剪切破坏的问题。这种面层节约资源,是低交通量、轻载重公路路面维修养护的一种有效技术方案。

## 2 原材料

(1) 水泥。水泥的性能直接影响水泥砼路面的力学性能及路用性能,对路面功能有较大影响,需满足 JTG F30—2003《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的要求。

(2) 集料。集料在砼中所占比例最多,其中粗集料在普通砼中的质量比大致为一半,粗集料在很大程度上决定砼的功能;同时集料的质量反映砼的最高抗压强度及弹性模量,可依据体积分数和对应的弹性模量计算得到。集料具有骨架密实结构,在体积上占据了砼的大部分空间。粗、细集料的技术指标见表 1、表 2,其中粗集料满足 JTG F30—2003 中 I 级的要求。

表 1 粗集料的技术指标

项目	技术要求	试验结果
压碎值/%	<10	0.28
针片状含量/%	<5	4.1
含泥量/%	<0.5	0.33
泥块含量/%	<0	0
表观密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	>2 500	2 670
松散堆积密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	>1 350	1 480
空隙率/%	<47	34.90

表 2 细集料的技术指标

项目	技术要求	试验结果
含泥量/%	<1	0.50
泥块含量/%	<0	0
空隙率/%	<47	42
表观密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	>2 500	2 570
松散堆积密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	>1 350	1 502
细度模数(中砂)	2.3~3.0	2.758

(3) 聚合物。目前中国公路工程中应用广泛的聚合物有聚丙烯酸醋、氯丁胶乳和丁苯胶乳等。经过市场调研,选择SD聚合物,其性能指标满足JTGF30—2003《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的要求。

(4) 水。对工程用水,应除去含有油、酸、碱、盐类、有机物等可能影响砼性能的物质。饮用水可作为砼搅拌和养护用水。若采用非饮用水,应按表3的要求对其进行检验。

表3 水的质量要求

项目	允许值
pH值	>4
硫酸盐(SO <sub>3</sub> )含量/(mg·mm <sup>-3</sup> )	≤0.002 7
盐类含量/(mg·mm <sup>-3</sup> )	≤0.005
杂质	不含影响砼性能的物质

(5) 微膨胀剂。随着聚合物掺量的增多,聚合物改性水泥砼的收缩增大,路面修补后,新旧砼之间的粘结性能可能降低,此时在聚合物改性水泥砼中加入适量微膨胀剂可有效减缓收缩变形。该项目选用硫铝酸盐微膨胀剂,其相对密度约2.85。

(6) 消泡剂。聚合物加入砼的过程中容易带气泡,应加入适量消泡剂去除气泡。但消泡剂和聚合物均为表面活性物质,为使消泡效果最佳,对于不同的聚合物应选择不同的消泡剂。

### 3 配合比设计

砼配合比设计大多采用经验公式及假设密度,可能与实际情况不符,需经过多次调整才能确定最佳配合比。对于路用水泥砼,要求其抗压和抗折强度高、耐久性好。现阶段,大多使用以抗压强度为标准的设计方法。但对于高等级公路和市政道路砼路面板厚计算,抗折强度是最主要的技术指标。

#### 3.1 普通砼配合比设计

传统砼的配合比设计法是经过前人长时间积累及大量试验研究后得出的,根据经验得出水泥、砂与石子之间的比例关系,用容器体积进行计量并将各组材料倾倒入搅拌机进行配比。这种配比方法在砼配合比设计中适用性非常广泛,也便于施工。

当水泥、砂、石子的比例分别为1:2:4和1:4:8时,推算出水泥浆与砂石的体积比为1:6~1:12。掺入等量的水进行拌和时,当比例达到1:2:4时水泥的浓度最高,相应的强度也比1:3:6、

1:4:8时的高。这种配合比设计方法十分简便,但不能精确了解水分的加入量,其可确保低等级道路的施工质量,但难以达到高等级道路砼的质量要求,有待改进。

#### 3.2 超薄砼路面配合比设计

##### 3.2.1 水灰比的确定

用已知的设计弯拉强度得到试配弯拉强度,随后依据试验所得抗折强度计算普通砼的水灰比。

##### 3.2.2 外加剂用量

依据外加剂材料的性质得到不同材料用量。在工程实践中,根据规范,依照工程量及投资力度确定外加材料的用量。在超薄砼面层设计中,在满足结构强度和整体稳定性的基础上可适当减少外掺材料用量,以降低项目成本。

##### 3.2.3 单位用水量

依据现场试验或砼坍落度决定单位用水量。1) 如果加入外加剂,需考虑其对单位用水量和水灰比的影响。为使超薄水泥砼具有快速硬化和早强的功能,在确定超薄水泥砼单位用水量时还需考虑外加剂对砼的影响。2) 如果加入粉煤灰,则需满足规范中粉煤灰超量取代法的标准。

##### 3.2.4 单位水泥用量

依据式(1)计算超薄砼的单位水泥用量 $C_0$ ,将计算得到的单位水泥用量与满足耐久性要求的最小水泥用量进行对比,取两者中的最大值。

$$C_0 = (C/W)W_0 \quad (1)$$

式中: $C/W$ 为灰水比; $W_0$ 为单位水用量。

##### 3.2.5 砂率

超薄砼砂率 $S_{pf}$ 按下式计算:

$$S_{pf} = S_p + 10\rho_f$$

式中: $S_p$ 为普通砼的砂率; $\rho_f$ 为外掺纤维用量(%)。

##### 3.2.6 砂石料用量

砂石用量可采用密度法和体积法确定。依据密度确定砂石用量的计算公式为:

$$C_0 + F_0 + W_0 + S_0 + G_0 = \gamma_{fc}$$

$$S_{pf} = S_0 / (S_0 + G_0) \times 100\%$$

式中: $C_0$ 、 $F_0$ 、 $W_0$ 、 $S_0$ 、 $G_0$ 分别为超薄砼中水泥、外掺材料、水、砂和石子的单方用量(kg/m<sup>3</sup>); $\gamma_{fc}$ 为超薄砼的假定密度。

依据体积确定砂石用量的计算公式为:

$$C_0/\gamma_c + F_0/\gamma_f + W_0/\gamma_w + S_0/\gamma_s + G_0/\gamma_g + 10a = 1\ 000$$

(下转第63页)

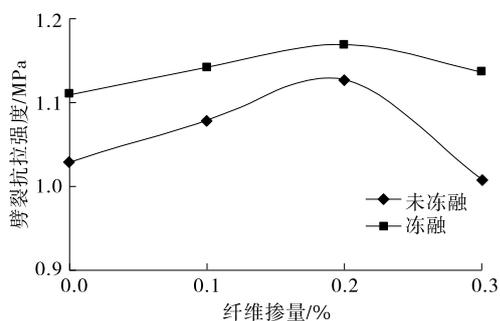


图2 未冻融与冻融后试件的劈裂抗拉强度

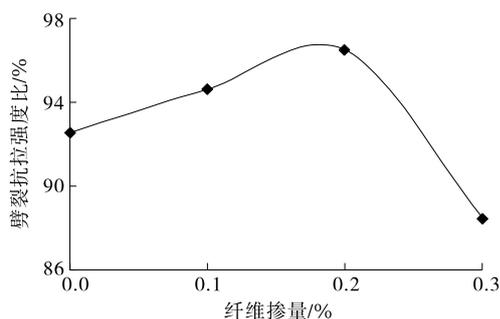


图3 冻融循环试验后试件劈裂抗拉强度比

这是因为玻璃纤维掺量过高时,多余的玻璃纤维并不与沥青相连,而是其自身混乱缠绕,会降低沥青混合料之间的连接与整体性,从而降低沥青混合料的水稳定性。当玻璃纤维掺量为0.2%时,混合料的水稳定较好。

\*\*\*\*\*  
(上接第60页)

式中: $\gamma_c$ 、 $\gamma_f$ 、 $\gamma_w$ 、 $\gamma_s$ 、 $\gamma_g$  分别为超薄砼中水泥、外掺材料、水、砂和石子的(实测)表观密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ ); $a$ 为超薄砼的含气量(%)。

### 4 结语

路基沉陷会直接导致砼路面沉陷,并进一步导致路面平整度下降,使高速公路的驾驶舒适性及稳定性大幅下降,而传统的路面维修养护方法耗时费力,阻碍交通。超薄水泥砼路面面层具有成本低、施工简便、便于及时恢复交通的优点,因而其应用前景广阔。但超薄层砼修复技术需在路基沉降不会继续扩展的情况下进行,否则由于沉降继续进行,需再次进行修复。该文对超薄水泥砼配合比设计进行了简化,基于普通砼配合比设计方法,加入改性外加剂提高砼的使用功能。对于高等级道路,必要时需通过正交试验筛选砼配合比设计方法。

### 3 结论

- (1) 掺加玻璃纤维后,沥青混合料的动稳定度增大,高温稳定性改善,弯拉强度无明显变化。玻璃纤维掺量为0.3%时,沥青混合料的水稳定性变差。
- (2) 玻璃纤维掺量为0.2%时,水稳定性和低温性能良好。继续增大掺量,过多的玻璃纤维会影响沥青结构,不利于提高路用性能。玻璃纤维最佳掺量为0.2%。

### 参考文献:

- [1] 葛折圣,黄晓明.沥青混合料应变疲劳性能的试验研究[J].交通运输工程学报,2002,2(1).
- [2] 贾志清,刘世清.用弯曲试验评价沥青混合料的低温抗裂性能[J].西部交通科技,2006(2).
- [3] 杨振才,武慧娟.改性沥青及纤维增强沥青混合料应力松弛性能试验研究[J].交通标准化,2003(11).
- [4] 樊统江,成然,徐栋良.沥青混合料水损害的室内试验分析[J].西部交通科技,2010(4).
- [5] 吕伟民.沥青混合料设计原理与方法[M].上海:同济大学出版社,2006.
- [6] JTG E20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

收稿日期:2017-03-13

### 参考文献:

- [1] JTG E42-2005,公路工程集料试验规程[S].
- [2] JTG E30-2005,公路工程水泥及水泥混凝土试验规程[S].
- [3] JTG D40-2002,公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [4] JTG B01-2003,公路工程技术标准[S].
- [5] 邢积华,李艳阳,戴以宪.路面水泥混凝土配合比设计方法[J].工程技术与管理,2006,28(9).
- [6] 马磊,胡长顺,路学敏,等.超薄水泥混凝土路面研究进展[J].中外公路,2002,22(6).
- [7] 许贤敏.混凝土路面罩面层的性能[M].国外公路,2000,20(2).
- [8] 柯杰平,朱英朝.超薄水泥混凝土路面的几点构思[J].西部探矿工程,2004,10(9).
- [9] 谢勇成.水泥混凝土路面超薄层快速修补技术[J].公路,2000(7).

收稿日期:2016-06-27