

文章编号: 0451-0712(2006)01-0185-04

中图分类号: TU528.042; U418.6

文献标识码: B

Sc 水泥改性剂在公路养护中的应用

孙全胜^{1,2}, 张铭光³

(1. 东北林业大学 哈尔滨市 150040; 2. 北京工业大学 北京市 100022; 3. 苏州混凝土水泥制品研究院 苏州市 215004)

摘 要: 掺加 Sc 水泥改性剂制作聚合物水泥净浆、砂浆、混凝土、补偿收缩混凝土和钢纤维混凝土可用于混凝土路面的薄层罩面维修、抗滑层修复、界面粘结处理、坑洼修补、桥头错台补平、桥面铺装层修补、桥涵钢筋保护层修补、裂缝修补和应力集中部位的增强。

关键词: 水泥改性剂; 混凝土; 道路; 修补; 养护; 聚合物

Sc 水泥改性剂是多种水性聚合物的共混物, 它对多种水泥有良好的适应性, 把它掺入不同的水泥混合料中可制成聚合物水泥净浆、砂浆、混凝土、补偿收缩混凝土和钢纤维混凝土, 这种聚合物水泥复合材料具有优越的粘结强度、抗折强度、耐磨性、抗冲击性和耐久性, 早期强度发展快, 使用方便, 在道路养护中有着广泛的用途。

1 Sc 水泥改性剂的主要性能

1.1 粘合强度

改性剂配制的界面处理剂处理八字抗拉粘合强度: 3.8 MPa (新砂浆体破坏)。

改性剂水泥砂浆八字试件的抗拉粘合强度: 4.3 MPa (原砂浆体破坏)。

改性剂水泥混凝土与水泥混凝土的界面剪切粘合强度: 3.4 MPa。

1.2 掺 Sc 水泥改性剂砂浆的力学强度

掺 Sc 水泥改性剂砂浆的力学强度见表 1 所示。

表 1 掺 Sc 水泥改性剂砂浆的力学强度

水泥 S/C	掺量 Sc/C	3 d 强度/MPa		28 d 强度/MPa		1 a 强度/MPa		3 a 强度/MPa	
		抗折	抗压	抗折	抗压	抗折	抗压	抗折	抗压
S/C=3	0.5	5.1	18.0	7.8	40.6	12.4	47.8	13.5	56.2
	0	2.3	10.9	5.2	31.5	5.4	38.8	11.0	51.8
S/C=2.5	0.45	6.4	28.0	9.8	49.9	12.1	56.8	14.9	67.7
	0	3.3	14.2	7.5	45.2	8.7	48.4	13.1	58.1

收稿日期: 2005-06-15

液中的环氧树脂含量不高, 目前产品多应用于建筑外墙涂料、地坪的生产。通过试验, 在提高乳液中环氧树脂含量的基础上, 拓展了水性环氧树脂的应用范围, 使其成为公路养护的又一新材料。环氧树脂经水化后用途很广, 在工程应用中的各种特性还有待进一步的研究和开发。

参考文献:

[1] 刘小平. 环氧树脂涂料的水性化技术[J]. 涂料工业,

2000, (10).

[2] 钱立强. 快干型双组分水性环氧树脂涂料的研究[J]. 涂料工业, 1999, (11).

[3] 周天寿, 沈志明, 王宝根. 水性环氧及其在建筑中的应用[J]. 新型建筑材料, 2001, (5).

[4] Alex Wegmann. Novel Waterborne Epoxy Resin Emulsion[J]. Journal Of Coating Technology, 1993, 65.

[5] 白湘云, 等. uV 固化水性环氧丙烯酸树脂的研究[J]. 信息记录材料, 2000, (3).

1.3 掺 Sc 水泥改性剂混凝土的力学强度

Sc 水泥改性剂不同掺量时水泥混凝土的性能见表 2 所示。

表 2 Sc 水泥改性剂不同掺量时混凝土的性能

Sc 水泥改性剂掺量/%	抗压强度 MPa		界面粘结强度 MPa		极限抗弯强度 MPa	
	3 d	28 d	3 d	28 d	3 d	28 d
0	35.0	46.0	1.31	1.48	2.7	5.6
10	36.1	49.2	1.66	2.40	3.1	6.1
20	39.3	53.4	2.68	3.41	3.7	7.4
30	38.2	54.3	2.90	4.16	3.4	6.7

1.4 掺 Sc 水泥改性剂后的其他性能

Sc 水泥改性剂不同掺量时水泥混凝土的其他性能和其他混凝土材料的对比见表 3 所示。

表 3 不同混凝土材料的耐久性能

混凝土种类	疲劳次数($\times 10^4$) (应力比 0.65)	冻融循环次数	磨耗量/g
普通混凝土	2.5	220	18.5
聚合物水泥混凝土	152.75	570	12.1
钢纤维混凝土	149.50	540	12.4
钢纤维聚合物水泥混凝土	≥ 200	630	11.4

2 薄层罩面维修

水泥混凝土路面表面磨损、露石、脱皮是水泥混凝土道路比较普遍的路面破坏形式之一。这种路面病害只影响路面平整度和摩擦系数而不影响道路通车,大多数表面破损不进行维修,但这些病害会进一步发展,坑洼、积水、基层软化、板块碎裂等将会随之发生,以至于发展到必须以费时费钱的更换水泥混凝土板块,进行较大规模的维修才能恢复道路使用功能。路面罩面是对水泥混凝土路面表层破坏进行维修的一种方法,维修费低,能有效恢复使用功能,使病害不进一步发展,为水泥混凝土道路路面表面功能恢复的养护工作内容。对于水泥混凝土路面板较大范围的磨损和露骨一般铺设沥青混凝土磨耗层。但沥青混凝土罩面既影响道路美观,使用寿命也不能令人满意,限制了沥青混凝土罩面维修的发展。Sc 水泥改性剂的研制成功,并经过近 10 年的罩面实践和技术发展,其技术已趋于成熟,使薄层白色罩面成为现实。使用 Sc 水泥改性剂配制罩面砂浆,可根据路面表层破坏程度的不同,采取薄层或超薄层修补恢复道路功能,维修施工便捷,成本也不高。

2.1 薄层罩面

对表层破坏较严重的水泥混凝土路面,罩面层厚度需达 10 mm 以上才能恢复路面平整度和使用功能,需采用薄层罩面修补,罩面层厚度为 8~35 mm。罩面层厚度 8~20 mm 时,用水泥改性剂配制的罩面砂浆修补;大于 20 mm 时,用罩面细石混凝土修补。对修补用的罩面砂浆和细石混凝土用膨胀剂进行收缩补偿,水泥改性剂配制的界面处理剂进行辅助粘结。薄层罩面修补经过近 10 年的发展,罩面范围进一步扩大,施工技术也得到了进一步的完善,罩面层外观质量好,几乎无修补痕迹,与相邻水泥混凝土板无明显的色差,很多薄层罩面已经受 5 年以上的行车考验。

薄层罩面施工工艺流程:高压水清洗路面→晾干或吹干→涂刷界面处理剂→铺罩面砂浆或细石混凝土→振捣、抹光、压纹→养护→开放交通。

参考配合比如下。

罩面砂浆:水泥:砂:改性剂:膨胀剂:(早强剂):水=1:2.5~3.3:0.25~0.35:0.08~0.12:(0.01):0.25~0.10

罩面细石混凝土:水泥:砂:细石:改性剂:膨胀剂:(早强剂):水=400:550~600:1 150~1 050:80~120:32~48:(4):120~100

薄层罩面施工要求较高,维修速度较慢,一般为 10~20 m²/h;养护一般需 2~5 d;维修成本也较高,一般为 15~35 元/m²。

2.2 超薄层罩面

对表层破坏不太严重的水泥混凝土路面,可采用超薄层罩面进行维修。罩面层厚度 3~8 mm。超薄层罩面在于阻止路面表层破坏进一步发展,恢复路面的使用性能,而不追求修补区与相邻水泥混凝土面层在外观上的一致。超薄层罩面施工便捷,用于冰雪地区盐剥蚀的罩面维修工程已经过 2 个冬季的使用考验,效果良好。

超薄层罩面施工工艺流程:高压水清洗路面→晾干或吹干→涂刷界面处理剂→刮铺罩面砂浆+(压防滑纹)→薄膜养护→开放交通。

罩面砂浆参考配合比:水泥:砂:改性剂:早强剂:水=1:2.5~3.3:0.35~0.45:0.01~0.02:0.10~0

超薄层罩面施工方便,施工速度快,维修成本低。若机械配套齐全,施工速度可达 30~50 m²/h;罩

面厚度为3~8 mm,罩面材料成本为6~10 元/m²;养护时间一般为1~3 d。

2.3 净浆罩面

对于由于砂浆层太薄引起磨光露石而抗滑刻槽仍良好的水泥混凝土路面,可采用净浆罩面进行修补,重做耐磨层并恢复路面外观。净浆罩面厚度小于2 mm。近年来,随着对修筑水泥混凝土路面平整度的重视,砂浆层的厚度有减薄的现象,磨光露石的病害逐渐增多,净浆罩面得到了发展,罩面面积迅速增大,净浆罩面在高速公路上已经受3年以上的行车考验,起到了恢复磨损层和外观的作用。

净浆罩面工艺流程:高压水清洗路面→晾干或吹干→满刮罩面净浆→刮除防滑刻槽内净浆→薄膜养护→开放交通。

罩面净浆参考配合比:水泥:白水泥:改性剂=1:0.6~1.5:0.35~0.7

3 其他养护作业

3.1 抗滑层修复

水泥混凝土路面磨光会导致抗滑性下降,易引起车祸。尤其在高等级公路上,因抗滑性不良导致车祸现象有增多的趋势,保持路面良好的抗滑性是保证行车安全的重要措施之一。抗滑性保养长期不受重视,技术措施没能得到很好的发展,现有的保养措施主要是采用刚性刻槽的方法。由于表层磨损同时引起平整度的降低,加大刻槽深度,会对表层水泥混凝土产生二次破坏,将使水泥混凝土表面加速破坏,刚性刻槽作为抗滑性保养措施不能令人满意。我们采用Sc 水泥改性剂拌制水泥净浆再撒粗砂进行防滑层修补取得了良好的效果。这种方法既对水泥混凝土表面有良好的保护作用,又能大幅度提高表面的抗滑能力,维修施工简单,速度快,成本略高于刚性刻槽,是一种水泥混凝土路面抗滑养护的实用措施。

修复工艺流程:高压水清洗路面→晾干或吹干→满刮净浆→撒粗砂→压、搓、抹粗砂→薄膜养护→开放交通。

净浆参考配合比:水泥:改性剂:水=1:0.25~0.35:0.01~4

3.2 界面粘结处理

提高新旧水泥混凝土界面、水泥混凝土冷施工接缝的粘结性和受力状态需进行界面粘结处理,由水泥改性剂配制的界面处理剂其粘结强度与新水泥

混凝土强度同步发展,粘结界面的整体性好、抗变形能力强,界面处理简单、便捷。

界面处理剂:Sc 水泥改性剂:水泥=1:1(重量比)。

用带搅拌头的冲击钻在桶内搅拌成粘稠状浆体即成界面处理剂。

待粘结面潮而无积水时,涂刷界面处理剂浆体,涂刷均匀,并在界面处理剂表面完全干前铺新水泥混凝土(砂浆),应边刷边铺。若施工衔接无法做到,可在界面处理剂表面涂厚质水泥净浆,但新水泥混凝土铺设必须在水泥净浆初凝前进行,且界面附近水泥混凝土必须充分振捣。

3.3 坑洼修补

对较多坑洼连成片的路面板应先将其切割成与路中心平行或垂直的长方形后用聚合物水泥砂浆或水泥混凝土进行薄层罩面的方法修补;对个别坑洞,清除洞内杂物,清洗后直接用聚合物水泥砂浆或水泥混凝土填充,密实平整即可。

聚合物水泥砂浆中水泥改性剂的掺量为30%~40%,聚合物水泥混凝土中水泥改性剂的掺量为25%~35%。

3.4 桥头错台补平修补

桥头错台采用罩面技术进行补平修补是一种简便有效的方法。当错台程度不大时。可采用超薄层罩面补平;当错台程度较大时应采用普通薄层罩面补平。补平修补时需注意接缝对应切缝并消除连接处的应力集中。在连接处切浅缝、清除少量表层水泥混凝土使修补材料与原水泥混凝土接触处由锐角变成钝角,从而消除应力集中。

3.5 桥涵铺装层修补

桥涵铺装层的修补一直是公路养护部门的一件重要工作,尤其是早期修筑的一些小桥涵,由于施工时标高控制不严,致使有的桥涵铺装层厚度只有4~7 cm,不仅损坏严重,而且维修后再次破坏,维修周期短,成了道路养护中的一个维修难点。桥涵铺装层的修补既妨碍交通安全,又给公路养护部门造成沉重的经济负担。其维修失效的原因是由于桥面铺装层混凝土的受力情况复杂,振动大,且承受较大的冲击应力,使普通钢筋混凝土不能满足桥面铺装层材料的要求。因此,钢纤维混凝土便在桥面维修中得到了应用,但对桥面铺装层小于6~7 cm时,即使使用钢纤维混凝土也时常破坏,不能满足使用要求,掺加Sc 水泥改性剂,使聚合物和钢纤维协同增韧,可进

一步增加修补材料的抗冲击性和变形能力,是桥面铺装层较薄时的理想维修材料,最薄可至 3~4 cm 的桥面铺装层维修。

修补工艺流程:破损铺装层检查→铺装层清理→(梁板支座垫实)→(裂缝补强)→(梁板连系筋安装)→钢筋网定位→(界面处理)→浇注修补水泥混凝土→捣实、抹平、压纹→养护→切缝、填缝或做无缝伸缩缝→开放交通。

配合比参数为:水泥用量 380~400 kg/m³;砂率 0.32~0.35,掺钢纤维时砂率 0.40~0.45;钢纤维掺量 0.8%~1.0%;聚合物掺量 20%~30%;膨胀剂掺量 8%~10% (外掺法)。聚合物水泥混凝土的坍落度为 2~4 cm,钢纤维聚合物水泥混凝土的坍落度为 0.5~1 cm。

养护时间一般为 2~5 d,用快硬水泥时为 24~36 h。维修材料费为 900~1 500 元/m³ 水泥混凝土。

3.6 桥涵钢筋保护层修补和抗腐防护

桥涵在使用中受到冲撞破坏、冻融破坏、盐碱地干湿循环腐蚀破坏、除冰盐腐蚀破坏、海水腐蚀破坏等破坏或原钢筋保护层厚度不足、承载能力不足时需要进行维修,聚合物水泥砂浆(混凝土)优良的粘结性、耐久性、耐腐蚀性是此类修补的理想材料。用于修补钢筋保护层混凝土的聚合物水泥砂浆(混凝土)的水泥改性剂的掺量一般为 25%~40%。

用水泥改性剂拌制的罩面净浆致密不透水、抗腐蚀性好,刮涂于腐蚀环境中水泥混凝土构件、水工混凝土、钢筋混凝土表面是一种良好的表面防护手段,施工简便快速。罩面净浆的参考配合比为:水泥改性剂:水泥=1:0.4~0.5 (重量比)。

3.7 裂缝修补

水泥混凝土道路裂缝在日常道路养护中常常采用局部修补的方法,但维修效果一般不能令人满意,如在养护规范中推荐使用的钹钉条带罩面修补,恢复水泥混凝土的整板功能,但修补区的面层反射裂

缝经常发生,主要原因就在于修补材料的抗冲击和变形能力不能满足要求。掺加水泥改性剂制作补偿收缩和微膨胀聚合物钢纤维混凝土可大大减少反射裂缝的产生,提高修补区的使用寿命。补偿收缩和微膨胀聚合物钢纤维混凝土中水泥改性剂掺量 25%~35%,钢纤维掺量 0.8%~1.2%,膨胀剂掺量 8%~12%,水泥用量不小于 400 kg/m³。

3.8 应力集中部位的增强

路桥交接部位、桥梁伸缩缝边缘、胀缝边缘、城市街道窨井边缘等应力集中部位是道路最易破坏的位置。在新修和维修中掺加水泥改性剂,不改变原有施工工艺,以聚合物水泥混凝土和钢纤维聚合物水泥混凝土代替普通水泥混凝土,形成抗冲击过渡区,从而以较小的投入,大大减小日常养护工作和费用,提高易损部位的使用寿命。水泥改性剂掺量一般为 20%~35%。

4 小结

Sc 水泥改性剂是专用于水泥砂浆(混凝土)的聚合物,由它配制的界面处理剂对旧水泥混凝土表面无特殊要求,不凿毛同样能获得足够的粘结强度。用它对水泥混凝土进行表面防护和破损修复,工艺简单、施工方便、成本低,且可控制外观颜色,正成为道路养护的一种常用材料。

参考文献:

- [1] 张铭光,孙全胜. 水泥混凝土路面盐剥蚀的罩面修复[J]. 公路,2003,(4).
- [2] 买淑方. 混凝土聚合物复合材料及其应用[M]. 北京:科学技术文献出版社,1996.
- [3] JTJ073-96,公路养护技术规范[S].
- [4] 张铭光. 水泥混凝土路面表层的罩面修复[J]. 公路,1993,(10).
- [5] 美国国家科学院,编著. 水泥混凝土公路技术—实践与展望[M]. 北京:人民交通出版社,2002.

湖南常张高速公路通车

2005 年 12 月 26 日,湖南常(德)张(家界)高速公路建成通车,从长沙至张家界的行车时间由原来的 6 个多小时缩短到了 3 h 左右。湖南高速公路的通车里程达到 1 406 km。常(德)张(家界)高速公路起自檀树坪,与长(沙)常(德)高速公路终点相接,穿越常德、张家界两市,止于张家界永定区的澧水大桥,主线长 160.78 km、连接线长 8.956 km,双向四车道,总投资 68.74 亿元。常张高速公路工程艰巨,建设大中小桥梁 80 座,总长 26.97 km,占全线总长的 15%。常张高速公路的建成通车在湖南省西北部形成了一条东西方向的公路主骨架,与已经通车的长(沙)常(德)高速公路连成了一条黄金通道,和 207 国道、319 国道、1801 省道以及县乡公路等连接成一个公路网系统,极大地增强了湖南省湘东与湘西北区域的联系。