

文章编号: 0451-0712(2006)12-0193-04

中图分类号: U418.66

文献标识码: B

超细水泥用于水泥 混凝土路面裂缝处理的研究

王道平, 张湘伟, 孙南屏, 张荣辉

(广东工业大学 广州市 510006)

摘 要: 水泥混凝土路面在使用过程中常出现由路面板脱空引起的开裂。本文通过分析水泥混凝土路面板由脱空引起的混凝土裂缝的原因, 采取灌浆技术来解决此类病害, 并阐述了灌浆加固机理。室内试验结果表明, 超细水泥的各项性能较普通水泥优越, 能渗入细微裂缝, 是优良的灌浆材料。将超细水泥应用到实际工程中, 对灌浆实施步骤进行了较详细的介绍与分析, 且最后测试结果比较理想。

关键词: 脱空; 裂缝; 超细水泥; 流动性

水泥混凝土路面是我国公路路面的主要形式之一, 在我国公路网构成中占有较大比重。它具有强度高、刚度大、受温度影响小、使用寿命长等优点。但水泥混凝土路面接缝较多, 对超载较为敏感, 易发生脱空、唧泥、裂缝^[1]等早期病害, 从而导致路面的破损。

随着国民经济的发展, 近年来, 由于交通量剧增、汽车轴载日益重型化或道路设计施工等方面的原因, 路面经常过早出现裂缝。如果路面裂缝修补不及时, 雨水从裂缝处渗入基层, 渗入的水将在板下形成积水(自由水), 积水与基层材料中的细料形成泥浆, 在车辆行驶作用下, 沿面板接缝缝隙处喷溅出来, 形成唧泥。唧泥的出现进一步加剧了板底的脱空, 脱空又加剧裂缝的发展。这样周而复始, 恶性循环, 最终导致路面的损坏。目前, 国内对水泥混凝土路面裂缝早期处理不够重视, 直到裂缝增大到一定程度, 才采取一些补救措施^[2,3]。有些直至完全损坏, 才进行整块换板处理。但这样造价很高, 不经济, 而且打碎的水泥混凝土块无处安置, 影响环境。为了防止裂缝继续扩大, 影响路面的使用性能, 必须采取适当的补救措施。

1 灌缝加固机理及材料选择

在现有水泥混凝土路面设计理论中, 把水泥混凝土板看作是小挠度弹性薄板, 其假定条件是面板

与地基间完全接触(不脱空)。水泥混凝土板是一种准脆性材料, 抗压强度高、抗弯拉性能差。在正常情况下, 面板均匀支承时, 无论荷载作用在什么位置, 应力都较小。而一旦脱空, 板角处由于基础支撑的丧失, 处于悬臂状态, 板内将产生过大的应力、剪力, 水泥混凝土板很快达到受力极限。

水泥混凝土面板灌浆是通过注浆管, 施加一定压力将浆液均匀注入板底空隙、板下基(垫)层、裂缝中, 以充填、渗透、挤密等方式, 赶走板底、基层裂隙中的积水、空气后占据其位置, 经人工控制一段时间后, 浆液将原来的松散颗粒或裂隙胶结为整体, 形成一个良好的“结石体”。灌浆改善了板底原有受力状态, 恢复了板体与地基的连续性, 达到加固基础, 治理病害的目的。

目前在处理水泥混凝土路面脱空板时, 采用板底灌浆^[4,5,6,7]的灌浆材料通常是普通硅酸盐水泥, 且在技术方面有一定的研究, 已取得不错效果, 但同时存在一些问题。若采用普通硅酸盐水泥进行灌浆封缝, 由于有些裂缝细微(小于 0.05 mm), 普通硅酸盐水泥粒径过大, 无法完全填满细微裂缝, 水分仍能够渗入, 在车辆动力荷载作用下, 易引起唧泥, 达不到预期的目的。若采用化学浆液^[8]封缝, 效果是不错, 但是价格很贵, 不经济, 而且有毒性, 对环境易造成不良影响。因此有必要采用一种无毒的、经济的材

料封缝,超细水泥这种新型、无毒、粒径超细的无机材料成为首选。

2 材料性能试验

2.1 原材料

(1)超细水泥(MFC—GM)。广东省江门市中建科技开发有限公司生产,其物理性能及化学成份分别见表1与表2。

表1 MFC-GM 物理性能

	比表面积 cm ² /g	中位粒径 D ₅₀ /μm	最大粒径 D _{max} /μm	毒性
MFC-GM7000	≥7 000	≤10	100	无
MFC-GM8000	≥8 500	≤2	≤20	无

表2 MFC-GM 化学成份 %

烧失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	合计
3.75	20.86	6.63	3.20	58.92	2.47	3.53	99.36

(2)普通硅酸盐水泥。珠江水泥厂生产的珠江牌42.5级普通硅酸盐水泥。

(3)水。自来水,满足水泥混凝土拌和用水技术要求。

(4)砂。中国ISO标准砂。

2.2 灌浆材料性能测试

2.2.1 材料的抗折、抗压强度对比

灌浆材料必须要有一定的抗折、抗压强度,才能满足工程需要。对MFC—GM与普通硅酸盐水泥进行抗折、抗压强度对比试验,采用标准胶砂试件测试。胶砂强度试验材料配比为W(水):C(水泥):S(标准砂)=0.5:1:2.75(质量比),其测试结果分别见图1、图2:

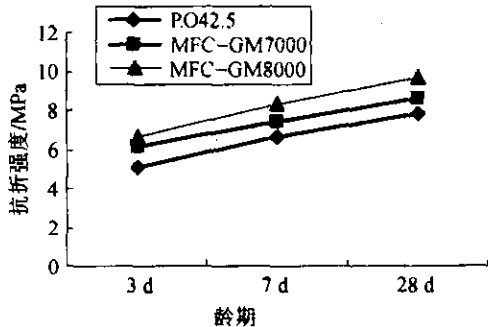


图1 抗折强度对比

由图1、图2可知,在相同的养护条件、相同龄期下,超细水泥的抗折、抗压强度较普通硅酸盐水泥高,能更好地满足工程需要。

2.2.2 浆体的流动性

在进行灌浆时,浆体的流动性是一个很重要的

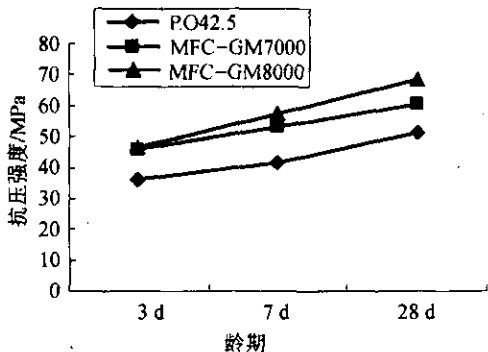


图2 抗压强度对比

评价指标,流动性能越好,灌浆效果越好。MFC-GM浆体与普通硅酸盐水泥浆体相比,其流动性明显提高,其可灌性更佳,且MFC-GM流动性随水灰比增加而显著增大,试验结果见图3。

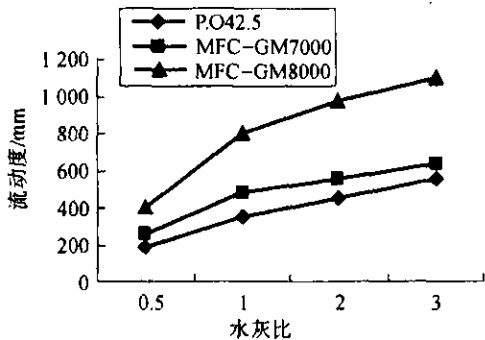


图3 水灰比与浆体流动度关系

2.2.3 净浆渗透性能与水灰比的关系

由于超细水泥是一种新型材料,其相关标准还不成熟,该试验采用的渗透仪仿照基马式渗透仪制造,如图4所示。仪器主要由筒身、渗透板、可动底座组成,筒身为透明玻璃,内直径尺寸为50 mm,高

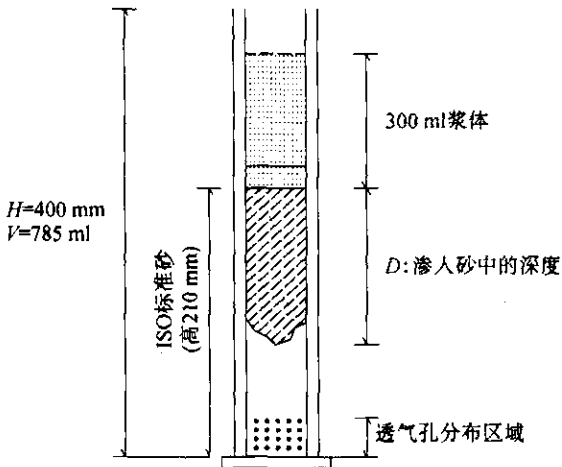


图4 浆体渗透性能测试设备及方法

400 mm, 体积 785 ml; 渗透板高 65 mm, 共 330 个孔, 孔径 3 mm。测试时, 在渗透仪筒内先加入 ISO 标准砂, 再灌入配好的浆体, 在常压下静置 15 min 后, 量取浆体渗入砂中的深度, 以此评价浆体的渗透性能。试验结果如图 5, 由图易见, 在相同水灰比条件下, MFC-GM 的渗透性能大大优于普通水泥。

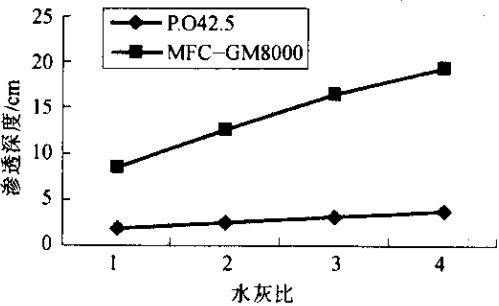


图 5 净浆渗透性能对比

2.2.4 净浆强度与水灰比的关系

灌浆材料的强度会随着水灰比的增大而降低, 因此, 在满足可灌性要求的前提下, 应尽量减小水灰比, 净浆强度与水灰比的关系见表 3。

表 3 不同水灰比下的净浆强度对比

项 目	强度/MPa									
	W/C=0.5		W/C=1.0		W/C=1.5		W/C=2.0		W/C=2.5	
龄 期	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d
P. O42.5	31.0	41.2	10.2	14.3	3.4	8.2	2.4	4.3	1.0	2.4
MFC-GM7000	38.4	48.6	12.0	15.2	4.6	9.2	3.2	5.0	1.6	3.0
MFC-GM8000	62.0	78.6	14.2	21.0	6.6	12.8	4.0	6.8	2.4	4.6

3 现场试验

由室内对比试验可知, MFC-GM 材料粒径小, 各项性能较普通水泥优越, 更有利于灌浆封缝, 故选择其作为工地上的灌浆材料。兼顾灌浆的强度、流动性能以及渗透性能等, 最终选取 $W/C=1.0$ (质量比) 作为工地灌浆的配比。

根据材料热胀冷缩的性质, 冬天气温低时, 裂缝的宽度是最大的, 有利于灌浆封缝, 最终选择灌浆时间为 12 月中旬。

广东韶关翁源 X347 线于 2002 年全线通车 (全长 20 km), 通车后 3 年时间, 路面出现大量裂缝, 有些地方严重破坏, 经全线调查, 选择 K3+500~K4+300 段作为试验路段。试验步骤简述如下。

3.1 检测

利用贝克曼梁路面弯沉仪进行弯沉差检测, 有些路面板差异弯沉达到 0.1 mm, 根据交通部《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1-2001) (以下简称《规范》), 认为板底可能出现脱空现象。

3.2 钻孔定位

根据裂缝分布情况, 每块水泥混凝土板钻孔数目不一, 沿裂缝布孔, 钻孔间距不宜太大, 且位置距自由边不小于 50~80 cm, 避免浆体从路肩渗出。

3.3 钻孔

用风镐按标定位置钻孔, 深度到路基顶面, 能刚好钻到脱空处最好。

3.4 清缝

用压缩空气把孔与裂缝里的灰尘、杂物等吹出, 以免影响灌浆质量。

3.5 配浆

将 MFC-GM8000 材料按水灰比 1:1 配置, 并不时搅拌, 以防沉淀。

3.6 灌浆

采用 JZB-2 型挤压式注浆机, 压力一般控制在 0.2~0.6 MPa, 保持压力稳定, 当浆体从面层裂缝中渗出, 再略降低压力, 直至洁净的水流出 (水泥颗粒已沉淀)。灌浆过程中溢浆的孔及时封堵, 防止压力过度散失。灌浆完后, 不要立即拔出灌浆头, 当注浆管中压力达到 0.2 MPa 时, 再缓慢拔出, 防止浆体回流。

3.7 交通管制

灌浆完成后的路面板, 严禁车辆通行, 待浆体强度达到 3 MPa 以上时才能允许通行, 一般养护时间为 7 d。

3.8 检验

试验路段养护期满后, 再次测量路面板的弯沉值, 均达到《规范》要求, 且路面板上灌浆处理前能用肉眼明显观察到的裂缝已被填充, 能有效防止水分的渗入, 可见灌浆封缝效果已经达到。

4 结论

室内试验表明超细水泥作为灌浆材料完全符合各项指标要求, 由于其颗粒已超细化 (达到次纳米级), 能渗入普通水泥无法进入的细微裂缝, 其抗折、抗压强度较同龄期普通水泥高, 更重要的是超细水泥的流动可灌性优越, 渗透能力更强, 适用于灌浆, 其综合性能是普通硅酸盐水泥所无法比拟的。

2007 年度《公路》月刊广告征订

《公路》月刊于1956年9月创刊。是我国公路行业出版最早的综合技术类科学技术期刊；全国中文核心期刊。《公路》杂志由交通部主管，由中交公路规划设计院主办，由《公路》杂志社出版。《公路》杂志1996年获第二届全国优秀科技期刊三等奖；2001年评为双效期刊；2005年荣获第三届全国期刊奖百种重点期刊。

经过为读者服务的50年，《公路》月刊形成了自己鲜明的特点，“坚持科技第一”、“热忱为读者服务”是我们的一贯方针。《公路》月刊目前月发行量约2万份，拥有稳定的读者群，并深得读者们的信任与厚爱。

为做好2007年度《公路》杂志的广告计划，并及早着手设计和制作，《公路》月刊已经开始征订2007年度广告。请有意通过《公路》月刊向大众宣传自己产品的商家及在市场经济大潮中树立企业形象的设计、科研、施工、管理等单位，尽快与本刊联系，索要“广告刊登须知”及“价目表”。

为加强广告安排的计划性，本刊将按照收到征订合约的先后次序，安排广告刊出位置与时间的优先权，请及早与我们联系。

广告联系人：王 晔 010—65259164, 65279988 转 1801

谭昌富 010—65259168, 65279988 转 1802

谢跃庆 010—65125565, 65279988 转 1816

地址：北京市东四前炒面胡同33号(100010)

E-mail: advt@chn-highway.com

《公路》杂志社

参考文献：

- | | |
|--|--|
| [1] Stuart Arnold, Paul Fleming, Simon Austin, Peter Robins. A test method and deterioration model for joints and cracks in concrete slabs[J]. Cement and Concrete Research, 2005, 35. | [5] 杜立峰, 屈彦玲. 旧水泥混凝土路面压浆补强施工[J]. 石家庄铁道学院学报, 2003, 16(7). |
| [2] 吴英俊. 用沥青罩面改造旧水泥混凝土路面技术[J]. 公路, 2001, (3). | [6] 毛建国, 裴辉. 灌浆技术在旧水泥混凝土路面改造中的应用[J]. 交通科技, 2004, (5). |
| [3] 罗立峰, 周建春, 郑国梁. 水泥混凝土路面维修方案的研究[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 1999, 27(6). | [7] 刘治平, 张良. 灌浆技术处治旧水泥混凝土路面应用探讨[J]. 黑龙江交通科技, 2005, (10). |
| [4] 张端良, 刘朝晖, 黄云涌, 赵清华, 王云. 旧水泥混凝土 | [8] 冼安如, 何泳生, 叶林宏, 杨玉芹. 高渗透性环氧化灌浆材及其在混凝土裂缝处理中的应用[J]. 广州化学, 2002, 27. |

A Study on Technology for Crack Treatment of Cement Concrete Pavement with Micro-Fine Cement

WANG Dao-ping, ZHANG Xiang-wei, SUN Nan-ping, ZHANG Rong-hui

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Cracks of cement concrete pavement caused by hollowing always take place during the utility of cement concrete slabs. The reasons of such cracks of cement concrete are analyzed, and grouting is a good way to solve the problem. The mechanism of grouting is explained. The laboratory experiments indicate that micro-fine cement has excellent workability compared with normal cement and is a good grouting material. The steps in actual project for grouting are introduced and analyzed in detaile. The last test result is satisfied.

Key words: hollow; cracks; micro-fine cement; fluidity