

地震多发地区道路防水损害路面维养材料研究

谢远新^{1,2}, 王 泽³, 罗忠贤⁴, 王文奇^{3,4}, 王宠惠⁵

(1. 重庆大学土木工程学院, 重庆 400030; 2. 重庆鹏方路面工程技术研究院, 重庆 400026;
3. 西华大学建筑与土木工程学院, 成都 610039; 4. 西南交通大学土木工程学院, 成都 610039;
5. 长安大学公路学院, 西安 710064)

摘 要:为解决地震造成路面开裂形成水下渗,对路面、基层及路基水损害的问题,主要通过灌缝的方式对路面开裂给予修补。文章阐述了磷矿粉乳化沥青灌缝料的制作、施工工艺和性能,其粘结强度路用性能比较优良,满足水泥混凝土路面用沥青灌缝材料的要求。该灌缝料造价低,并且存储、运输和施工方便。

关键词:水损害;灌缝料;水泥混凝土路面;地震

中图分类号:U414.75

文献标志码:A

引 言

我国是地震多发国家,大陆地区平均每年发生 5 级以上地震 20 次,6 级以上地震 4 次,7 级以上地震每三年发生 2 次。我国有 41% 的国土位于地震基本烈度 7 度或 7 度以上地区,6 度及 6 度以上地区占国土面积的 79%。

地震造成的路面病害主要表现为路面沉陷、拉张开裂、隆起及挤压破碎变形等,变形破坏形式多样,集中分布在较高的填方、半填挖路段^[1]。地震造成了大量裂缝和开裂,比如芦山地震中,沿龙门乡青龙村龙门新街,在二段 21 号附近,街道东北侧步行道路面出现拱曲变形^[2]。步行道路面上的脆性破裂延伸贯穿柏油路面,其力学性质为张性地裂缝^[2]。又如在汶川地震中,统计表明路基沉陷、开裂及掩埋三类震害最多^[3],这些震害都造成了路面开裂。隧道内路面也会开裂,在汶川地震中,烧火坪隧道和白云顶隧道路面开裂(裂缝清晰,有一定走向)分别为 14.05% 和 14.81%^[3]。

路面开裂容易造成水下渗,进而对路面及基层、路

基水损害,水是造成路面等结构损坏的重要原因。需要对地震造成的路面裂缝及时进行修补。

对公路沿线的崩塌、滑坡、泥石流等地震次生灾害的防治会持续很长的一段时间^[4]。余震对路面造成的灾害是局部的,对路面综合强度没有太大影响^[4]。因此,维修养护路面要注意:(1)以局部处治为主,不再大面积重新铺筑路面;(2)对纵横向裂缝和车流量较少的地方,以灌缝为主^[4]。

本文分析地震多发地区的道路维修养护材料的要求,研究防水损害的水泥路面维修养护用磷矿粉乳化沥青灌缝料的性能及其制备和施工工艺。

1 地震多发地区道路维修养护面临的问题及对策

汶川地震后对都汶公路进行了全面的恢复与重建工作,汶川地震一周年后该路段才初步恢复通车能力^[4]。

地震发生后新建和改建的道路面临着持续余震不断造成的路面开裂,同时灾后重建带来的大量重载交通

收稿日期:2014-12-09

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(51308476);西华大学重点科研基金项目(THJ10-03);西华大学科研项目(14206106)

作者简介:谢远新(1980-),男,黑龙江绥化人,高级工程师,博士生,主要从事道路材料与道路长期性能方面的研究,(E-mail)hit03@126.com

容易造成路面病害。地震导致路面产生裂缝,次生灾害的落石也会砸坏路面结构,对道路保通有一定的影响。因此地震多发地区的道路维修养护任务很重。

沿接缝、裂缝渗入到路面结构内的自由水是造成水泥混凝土路面水损害的主要原因^[5]。渗入路基的水还会导致路基土的沉陷、边坡失稳等病害^[6]。

当路面出现裂缝以后,如果不及时地进行裂缝的修补,容易造成雨水或者其他水沿着裂缝进入沥青路面而造成沥青路面结构的承载能力下降;水进入路基,造成路基的破坏,导致沥青路面的损坏速度加快^[7]。为了避免路面的裂缝造成沥青路面的进一步损坏,必须结合裂缝的情况做好路面的裂缝修补工作,以确保路面使用功能的正常发挥^[7]。对于地震多发地区的水泥路面,及时有效的裂缝修补对于减少水损害至关重要。

由于地震造成的大部分裂缝宽度较大,应该采用适合宽度 12 mm 以上裂缝的灌缝技术。同时由于部分地震多发地区社会和经济水平有限,要注意维修养护材料的经济性。

2 防水损害的路面材料研发与检测

由于地震多发地区很多路面养护材料运输不方便,能够长时间常温存储、力学强度良好、经济适用与水泥路面的乳化沥青材料是一个非常好的选择。

2.1 裂缝修补材料的研发

(1) 试验设备及原材料

主要试验设备:乳化沥青乳化机(德国 Raschig 公司)、电子万能试验机(长春科新试验仪器)等。

原材料:

沥青:采用中石油高富 70 号沥青。

乳化剂:美国维什伟克公司生产的 MQ3 型和 MQK-1D 型沥青乳化剂、法国罗地亚精细化学公司生产销售 CL90 型沥青乳化剂,三种均为阳离子慢裂快凝型乳化剂。

改性胶乳:丁苯胶乳为美国维实维克公司生产的 PC1468 阳离子 SBR 胶乳。氯丁胶乳为重庆长寿化工生产的 CRL-50LK 型 CR 胶乳。

填充料:四川攀枝花鸿烨化工有限公司生产的硅藻土、浙江丰虹粘土化工有限公司生产的 DK-3 型蒙脱土和贵阳国华天成磷业有限公司生产的水淬磷矿渣。

助剂:选用重庆北碚化学试剂厂生产聚乙烯醇(1799±50)作为乳化沥青稳定剂,盐酸为酸碱调节剂。

(2) 裂缝修补材料设计试验

①弹性恢复率试验

弹性恢复率试验测定拌和均匀后破乳并经脱水后得到混合料残留物的弹性恢复能力。试验结果见表 1。

表 1 弹性恢复率试验检测结果

磷矿粉用量比例	0%	18%	20%	22%	24%
弹性恢复率/%	65%	41.7%	35%	24.5%	15%

结果表明,磷矿粉用量增大,将导致弹性恢复率明显降低。材料的弹性恢复能力来源于沥青胶质的粘弹性,磷矿粉与乳化沥青拌合后,作为沥青胶质连续相中的分散介质,填料的加入将导致材料整体的弹性恢复率下降。

②粘结强度试验

用于检验灌缝料与水泥混凝土界面粘结能力。试验按照规范 JTJ740-2009《路面橡胶沥青灌缝胶》低温拉升试验的要求测试常温状态下磷矿粉改性乳化沥青灌缝料与水泥混凝土的界面粘结力。试验结果见表 2。

表 2 粘结强度试验检测结果

磷矿粉用量比例	0%	18%	20%	22%	24%
界面粘结强度/MPa	0.34	0.27	0.24	0.20	0.14

结果表明,随着磷矿粉用量的增加,灌缝料与水泥混凝土的界面粘结强度逐渐减小,灌缝料的粘结性能主要来源于改性乳化沥青中的沥青和胶乳成份,磷矿粉用量增大,改性乳化沥青相对减少,粘结性能下降。

③老化性能检测

针入度是测定沥青胶结料粘度的一种方法,沥青在老化前后针入度会减小,不同的老化程度,针入度值减小的程度也不同,老化越严重,残留针入度比越小。本研究采用残留针入度比评价沥青老化性能。

沥青旋转薄膜加热试验检测磷矿粉乳化沥青灌缝料经加热老化后针入度的变化。试验结果见表 3。

表 3 针入度及老化性能检测结果

检测性能	改性 乳化 沥青	16% 掺量 磷矿粉	18% 掺量 磷矿粉	20% 掺量 磷矿粉	22% 掺量 磷矿粉
针入度/0.1 mm	63.6	43.0	40.2	37.9	36.9
老化后残留针入度/0.1 mm	57.5	39.2	37.0	35.4	34.9
残留针入度比	0.904	0.912	0.919	0.934	0.944

结果表明随着磷矿粉的掺入,老化前后的沥青的针入度都有所降低,这主要是因为,掺入磷矿粉以后,微粉分散到沥青基体中,由于颗粒的阻碍作用,而使沥青的针入度降低。同时磷矿粉可以减少沥青老化对针入度的降低。试验结果残留针入度较大,原因是磷矿粉粒径细小并具有很大的比表面积,分散于沥青中以后,与热氧老化过程中产生的游离基发生吸附作用,从而有效地阻止沥青老化的链式反应,使老化进程受到抑制。

综上,在保证灌缝料易于与乳化沥青拌合、弹性恢复率和粘结强度较高的前提下,应选择较高的磷矿粉用量,首先能提高灌缝料的耐高温性能与耐老化性能,又能降低成本。最终择20%的掺量磷矿粉作为填充料配方。

2.2 缝修补材料的检测

经过大量平行对比试验与分析,确定水泥路面裂缝修补材料的组成与配合比方案。

(1) 试验确定配方和生产方法

选用中石油高富70#沥青、CL-90型沥青乳化剂和0.2%聚乙烯醇生产65%固含量乳化沥青,然后外掺9% SBR胶乳和2% CR胶乳进行改性。所得改性乳化沥青与20%的磷矿粉进行混合搅拌均匀得到最后磷矿粉乳化沥青灌缝料。

(2) 试验检测数据

规范JTT589-2004《水泥混凝土路面用沥青灌缝材料》规定聚(氨)脂类、聚硫类、氯丁橡胶类和乳化沥青橡胶类等材料为通用类常温施工式密封料,结合本研究性能检测试验,相关数据对比见表4。

表4 灌缝材性能综合对比

性能参数	低弹性型通用类 常温施工式密封料	磷矿粉增强型乳 化沥青灌缝材料
针入度/0.1 mm	<50	37.9
弹性恢复率%	30-70	35
与混凝土粘结 强度要求/MPa	≥0.2	0.24
表干时间/h	≤3	0.5
实干时间/h	6-24 h	12 h

本文研发的磷矿粉乳化沥青灌缝料其粘结强度、弹塑性、抗老化性能和路用性能比较优良,满足水泥混凝土路面用沥青灌缝材料的要求。制备出的乳化沥青灌缝料能使水分较快被挤出,从而快速形成强度。同时造价上也有一定的市场竞争力,常温下长时间的存储、运输和施工也方便。

2.3 裂缝修补材料的生产和使用

(1) 灌缝料的生产

在乳化剂水溶液中加入稳定剂聚乙烯醇,混合均匀后,再与熔融沥青共同进入乳化机种进行乳化生产得到乳化沥青,然后进行外掺胶乳改性得到改性乳化沥青。此种工艺具有生产效率高、操作方便、储存稳定性好等优点。

工业生产得到的磷矿粉末需进行预处理,通过水洗法除去水淬磷矿粉中含有的杂质包括密度较小的碳粉和大于0.075 mm的粗粒径矿粉,最后干燥得到处理后的磷矿粉。

乳化沥青作为液相基料置于带有匀速搅拌的容器

中,保持500~1000 r/min的速度下缓慢加入磷矿粉,加料拌合完毕即得乳化沥青灌缝料。外观呈均质的棕色粘稠状流体。

(2) 施工工艺

①切缝和表面粗糙处理,不规则的裂缝可以选用切缝机进行切缝处理。切割过程中采用不等厚锯片一次切出,可以得到较粗糙的表面,提高灌缝材料与裂缝表面的粘结性能。

②使用便携式清缝机对裂缝内部进行清理和干燥,去除砂石、灰尘以及积水保证灌缝料与缝槽的粘结。

③如果裂缝较深需敷设石屑或细沙,确保密封胶不至流入缝底。

④液料乳化沥青和磷矿粉填充料按配比充分混合拌匀配制灌缝料,灌注至压力灌枪中,使用压力灌枪灌注灌缝料,注意灌注过程需迅速准确。最后灌缝料高度需高于板面2~3 mm,呈骑缝状。

⑤待30~60 min后灌缝料达到表干失粘,可方开放交通。

⑥加强养护,灌缝材料如有流失或损坏,应及时补充或更换。

3 结论

(1)地震造成路面开裂,造成水下渗,进而对路面和路基水损害。为了减少乃至杜绝水沿着裂缝下渗,需要对路面开裂及时给予灌缝修补。

(2)通过大量的试验研究,研制出适合水泥路面裂缝修复用的磷矿粉乳化沥青灌缝料,其粘结强度、弹塑性、抗老化性能等路用性能比较优良,满足水泥混凝土路面用沥青灌缝材料的要求。经该材料灌缝处理后,能减轻路面的水损害。

(3)磷矿粉乳化沥青灌缝料方便存储、运输和施工,成本也具有一定的市场竞争力。

(4)总结了磷矿粉乳化沥青灌缝料的制备工艺和施工工艺,有一定应用和参考价值。

参考文献:

- [1] 王忠华,李曙平.汶川地震重灾区公路路基路面震害成因及恢复重建建议[J].中外公路,2010,30(5):55-59.
- [2] 韩竹军,任治坤,王虎.芦山县龙门乡芦山“4·20”7.0级强烈地震地表破裂迹象与讨论[J].地震地质,2013,35(2):388-396.

(下转第85页)