

Research on Local Cold Regeneration Technology and Engineering Application of Anti-sulfate Cement

Lei Qu¹ Zhongyan Chen² Sanyuan Lu³ Jian Xu⁴ Longzhen Tan⁴

1. Xinjiang Production and Construction Corps Highway Science and Technology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China
2. Transportation Development Center, Sixth Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Wujiaqu, Xinjiang, 831300, China
3. Shihezi Highway Maintenance Department, Shihezi, Xinjiang, 832100, China
4. School of Civil Engineering, Xi'an University of Construction Science and Technology, Xi'an, Shaanxi, 710055, China

Abstract

Through indoor test, the basic performance and strength index of anti-sulfate cement mixture are obtained. The research results show that when the milling material does not meet the grading requirements, the aggregate can be changed to meet the specification requirements; the optimal amount of anti-sulfate cement in the construction is 4%, the engineering application of on-site sulfate cement cold regeneration technology is good in Xinjiang, China, with better promotion prospect and practical value.

Keywords

anti-sulfate cement; local cold regeneration technology; mixture; engineering application

抗硫酸盐水泥就地冷再生技术及工程应用研究

屈磊¹ 陈忠燕² 陆三元³ 许健⁴ 谭龙贞⁴

1. 新疆生产建设兵团公路科学技术有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000
2. 新疆生产建设兵团第六师交通运输事业发展中心, 中国·新疆 五家渠 831300
3. 石河子公路养护处, 中国·新疆 石河子 832100
4. 西安建筑科技大学土木工程学院, 中国·陕西 西安 710055

摘要

通过室内试验, 得到抗硫酸盐水泥混合料的基本性能和强度指标。研究表明, 铣刨料不满足级配要求时, 可通过人为添加骨料的方式, 改变其级配以达到规范要求; 该工程施工中的抗硫酸盐水泥最优掺量为4%, 抗硫酸盐水泥就地冷再生技术的工程应用在中国新疆地区效果好, 拥有更好的推广前景及实用价值。

关键词

抗硫酸盐水泥; 就地冷再生技术; 混合料; 工程应用

1 引言

新疆是中国盐碱土面积最大, 含盐量高达 3%~15%。

正是由于新疆气候昼夜温差大以及盐渍土含盐量高, 采用换填、铺设土工布和土工格栅等方法处理后仍会存在翻浆现象, 致使公路病害治理难度加大, 养护成本逐年上升。在新疆地区的道路维修养护治理过程中寻找一种确切可行的解决方案是十分有必要的。论文拟采用抗硫酸盐水泥和就地冷再生技术相结合方式来维修和治理公路病害问题, 这一方法

施工工艺简单方便, 节约工程成本, 能够相对较好地解决新疆公路病害问题, 这对新疆的公路病害治理具有重要意义。

2 就地冷再生技术

就地冷再生是利用现有的路面材料, 并掺入一些新骨料, 按照一定的比重掺入定量的添加剂(包含水), 保持原始环境温度不变, 持续完成混合料的铣刨、破碎、摊铺以及碾压等多个作业过程, 是道路养护维护中常用的方法。冷再生技术很大程度的利用道路维修养护过程中产生的路面回收料, 很大程度地解决对环境污染的问题。冷再生工艺不仅使路面结构强度得到进一步提高, 而且利用了原来的路面材料, 从环保和造价方面都充分地证明冷再生工艺的先进性和可行性。图 1 为冷再生技术的施工流程。

【作者简介】屈磊(1980-), 男, 中国新疆乌鲁木齐人, 硕士, 高级工程师, 从事道路与桥梁建设、养护工程以及相关技术应用等研究。

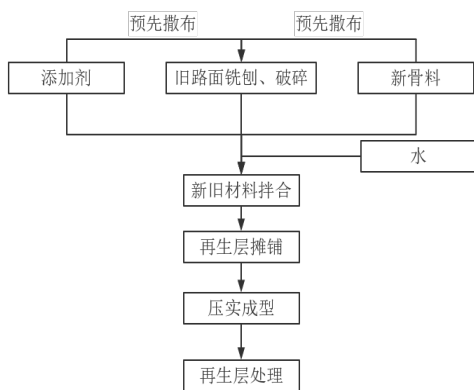


图 1 就地冷再生技术施工流程

3 抗硫酸盐水泥性能试验

就地冷再生技术对于盐碱化严重的新疆地区仍然存在一些不足,因此添加抗硫酸盐水泥配合该技术对新疆路面进行处理。就地冷再生技术成本低,抗硫酸盐水泥成本比普通水泥成本要高,因此二者可以结合互补,既起到节能环保的作用,又可以从根本上解决盐渍土病害问题。

抗硫酸盐水泥可以有效抵抗硫酸盐类化合物的侵蚀,具有水化热低、抗渗性强、抗盐蚀、外加剂适应性和工作性好等特点。新疆昼夜温差大,盐渍土分布广泛,而矿渣硅酸盐水泥不具备良好的耐热性和抗冻性,而粉煤灰和复合硅酸盐水泥不具备抵抗盐渍土侵蚀的能力,因此抗硫酸盐水泥在处理新疆盐渍土病害这一方面,比起矿渣、粉煤灰和普通硅酸盐水泥有着更大的优势和使用性^[1]。

本试验将普通硅酸盐水泥试验设为参照组,用于和抗硫酸水泥试验进行对比。抗硫酸盐水泥与普通硅酸盐水泥的最明显区别就是铝酸三钙(C_3A)含量受限。铝酸三钙(C_3A)本身及其水化产物易于被硫酸盐侵蚀,此外,氢氧化钙也易与硫酸盐发生化学反应而被侵蚀。因此,抗硫酸盐水泥必须具备的基本能力就是能够抵抗硫酸盐类化合物的侵蚀。通过对两种水泥进行基本指标的对比试验,获取下述结果,见表 1。

表 1 基本性能指标试验结果对比

检测项目	标准要求	普通硅酸盐水泥	抗硫酸盐水泥
初凝时间 (min)	≥ 45	211	198
终凝时间 (min)	≤ 600	277	252
安定性	合格	合格	合格
抗折强度 3d (MPa)	≥ 3	5.1	5.6
抗压强度 3d (MPa)	≥ 15	29.4	26.5

从表 1 中可看出:①基于凝结时间检测,抗硫酸盐水泥较普通水泥整体凝结时间更短。其抗硫酸盐水泥初凝时间

更短,因此在使用抗硫酸盐水泥时要严格控制水泥的运输和浇筑时间,不要因为水泥过早地凝结影响正常施工过程;抗硫酸盐水泥终凝时间更短,说明在水泥浇筑完成之后,能够更快的达到终凝状态,使路面强度增加,对后续的施工起到帮助作用。

②基于安定性检测,可以得出两种水泥安定性均符合要求,都可在工程上使用。

③基于胶砂强度检测,抗硫酸盐水泥较普通水泥 3d 抗折强度高 0.5MPa,但较其 3d 抗压强度低 2.9MPa。抗硫酸盐水泥在强度方面并不具备优势,因此基于砂浆强度略低因素,抗硫酸盐硅酸盐水泥并不适合在重型车辆通过的道路上使用。而论文的依托工程属于四级公路,该公路为典型盐渍土路段,且没有重型车辆通过,因此可以在试验路段采用抗硫酸盐水泥进行研究试验^[2]。

4 抗硫酸盐水泥对混合料强度的影响

4.1 原材料

冷再生技术一大优势就是很大程度上节约了材料的成本,因为其原基层铣刨料就是就地冷再生技术的主要原材料。但通过原路面混合料级配通过实验分析,发现原料级配不均,粗集料占比少,级配不满足路用性能要求。根据《公路路面基层施工技术细则》要求对混合料进行级配调整,主要调整粒径大于 19mm 的粗集料的占比,使其达到规范要求的 17% 的级配。通过人工添加 19~37.5mm 骨料,可使级配满足规范要求,如表 2 所示。

表 2 混合料级对比

筛孔 (mm)	37.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
规范上限	100	94	83	72	50	36	19	7
1	100	100	97.1	82.8	47.9	34.1	15.9	4.9
2	99.5	85.2	78.3	66.4	45.7	32.4	14.1	3.4

注: 1 为原路面混合料通过率; 2 为调整后路面混合料通过率。

4.2 抗压强度试验

本试验取上述抗硫酸盐水泥,采用水泥掺量为 3.0%~5.0%,梯度为 0.5%,共五组试验的单因素实验方法。采用重型击实试验,确定不同含量抗硫酸盐水泥下,混合料最佳含水率和最大干密度,结果如表 3 所示,进一步依据确定的密度和含水量制备试件。试件完成后,测定其 7d 抗压强度,结果如表 4 所示。结果表明,混合料的干密度和含水量随着水泥用量的增加小幅度增加;抗压强度亦随水泥用量增加呈上升趋势,且都满足规范值的要求。水泥的增加其强度也明显增加,但抗硫酸盐水泥的成本较高,可根据实际工程强度需要选择其配合比。

表 3 重型击实试验

水泥量 (%)	水泥(g)	混合料(g)	水(g)	干密度 (g/cm ³)	含水量 (%)
3.0	154.0	4956	194.0	2.346	3.8
3.5	179.3	4943	200.0	2.350	3.9
4.0	204.9	4917	205.0	2.355	4.0
4.5	231.1	4905	211.0	2.359	4.1
5.0	256.9	4880	215.8	2.364	4.2

表 4 7d 无侧限抗压强度

水泥用量	Rc (平均值)	Cv (偏差系数)	Rd (1-ZaCv)	规范值 (MPa)
3.0%	2.8	6.13	2.5	≥ 2.5
3.5%	3.4	7.05	3.0	≥ 2.5
4.0%	4.7	10.15	3.9	≥ 2.5
4.5%	5.1	5.38	4.7	≥ 2.5
5.0%	6.3	9.79	5.3	≥ 2.5

5 工程应用

新疆兵团垦区公路 K13+000~K17+000 为本研究具体实施工程,该试验段采用就地冷再生加抗硫酸盐水泥处理方式,而 K17+000~K23+000 为普通路段,采用就地冷再生加普通硅酸盐水泥处理方式。根据上述试验结果及公路实际情况,确定抗硫酸盐水泥掺量 4%,混合料最大干密度 2.355g/cm³,最佳含水量 4%。在试验路段采取该配合比,利用该技术对路面进行处理。

本试验段通过利用中国先进的“农村公路检评一体化装备 CiCS IV”车载系统检测车进行检测,该检测系统是中国目前较为常用和精准的检测系统,如图 2 所示。该系统主要作用是通过对路面病害图像的收集进行数据分析处理和通过对断面高程采集进行平整度检测两大功能。该试验路段除去该检测系统外,还应对路基状况进行人工调查,并进行信息收集和数据分析。



图 2 CiCS IV 检测车

在检测过程中还需用到水准仪、手持激光测距仪、手持 GPS、数显游标卡尺、手持放大镜、铅直仪检测尺、钢卷尺、等常规的工具与设备进行裂缝长度测量。基于车载系统的检测数据和人工调查的数据,得到一系列反映公路指标的数

据,对这些数据进行评定与结果统计分析。数据如表 5 所示,公路、路面和路基技术状况指数(MQI、PQI、SCI)和路面损坏状况和行驶质量指数(PCI、RQI)。

表 5 公路性能检测结果

路段类型	评价指标	优良路率(%)	次差路率(%)
试验路段	MQI	82.35	4.25
	PQI	60.58	14.47
	SCI	100.00	0
	PCI	81.12	8.63
	RQI	91.46	3.25
普通路段	MQI	72.96	7.69
	PQI	51.35	18.36
	SCI	100.00	0
	PCI	72.67	15.56
	RQI	85.05	5.68

对比表 5,对于路段整体状况,抗硫酸盐水泥处理的试验路段比普通硅酸盐水泥处理的普通路段更优。其中路基状况指标 SCI 的优良路率达到了百分之百。采用抗硫酸盐水泥的试验路段,其 MQI 和 PQI 两项指标的优良路率要比采用普通硅酸盐水泥的普通路段的优良路率要高;且对于次差路率,试验路段要比普通路段要低。试验路段的 PCI 要比普通路段低,试验路段的行驶质量指数 RQI 比普通路段要高^[3]。

由此可以得出,采用抗硫酸盐水泥处理的试验路段,其使用性能、损坏状况以及行驶质量都要比普通路段要好,因此抗硫酸盐水泥处理新疆盐渍土地区路基路面工程病害的路用效果具有优越性能。

6 结语

论文以新疆兵团垦区公路 K13+000~K17+000 段为依托工程,以垦区旧公路工程病害路段为试验对象,研究抗硫酸盐水泥就地冷再生技术的应用效果。研究表明,铣刨料不满足级配要求时,可通过人为添加骨料的方式,改变其级配以达到规范要求;当抗硫酸盐水泥掺量为 4% 时,该配合比在最大限度节约水泥的同时,满足公路的性能要求;与 K17+000~K23+000 普通路段的公路性能对比,试验段工程应用效果明显更优,说明抗硫酸盐水泥冷再生技术在新疆盐渍土地区的适用性更强,更具有推广价值。

参考文献

- [1] 吴祥.抗硫酸盐水泥在盐渍土病害路段中的应用[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2021.
- [2] 金鑫.水稳铣刨料制备可控性低强度材料试验研究[D].淄博:山东理工大学,2020.
- [3] 史公初.铜冶炼渣氧压硫酸浸出铜、分离铁的研究[D].昆明:昆明理工大学,2020.