

白沙土路基填料路拌掺灰改良处理技术研究

谭坤¹, 潘进林², 王志雄²

(1.长沙县交通运输局, 湖南 长沙 410100; 2.中铁五局集团有限公司, 湖南 长沙 410007)

摘要:以长沙县北部干线公路 S319(开慧—黄兴大道北延段)路基工程为依托,通过土工试验分析了白沙土的物理特性和参数指标,并设置试验段对不同掺灰配比路拌改良方案进行对比,得出该工程最优白沙土掺灰改良方案为掺 5% 水泥改良 30 cm 厚上路床;介绍了白沙土路基填料路拌掺灰改良施工质量控制要点。

关键词:公路;路基;白沙土;填料路拌;改良技术

中图分类号:U416.1

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)03-0066-03

白沙土属全风化花岗岩,广泛分布在长沙县北部及周边地区。白沙土用作路床填料时板结能力较差、承载能力较小、液限和塑限较高、水稳定性较差,一般很难满足设计及规范要求,需掺入石灰或水泥进行改良。长沙县北部干线公路 S319(开慧—黄兴大道北延段)路基施工中无经济、合理的路床换土填筑土源,综合考虑周边材料供应情况、南方多雨气候条件、施工可操作性和经济合理性原则,对不同掺灰比例的白沙土路拌改良方案进行比选,确定最优处理方案。

1 项目特征

长沙县 S319 是湖南省规划省道和长沙县干线公路网的重要组成部分,途径开慧、福临、白沙 3 个乡镇。采用二级公路标准设计,全长 9.007 km。设计速度 60 km/h,双向两车道,路基宽度 10.0 m,桥涵汽车荷载为公路—I 级。挖方 34 万 m³,填方 21 万 m³,填、挖方段均为白沙土(见图 1)。调查显示,路基两侧 1 km 范围为白沙土。土质板结能力较差、承载能力较小、液限和塑限较高、水稳定性较差,导致路床按规范施工后达不到路基交验要求。为此,通过比选不同掺灰比例的白沙土改良试验段的技术指标,找出经济合理、施工可操作性强、质量合

格的掺灰改良方案。



图 1 长沙县 S319 的白沙土

2 原状白沙土的物理特性和指标参数

对该工程 K0+830、K4+760、K5+830、K7+160 原状白沙土取样进行室内试验,分析其物理特性和指标参数。

(1) 天然含水率试验。采用烘干法测试各取土场土样的天然含水率,试验结果见表 1。

表 1 原状白沙土天然含水率试验结果

桩号	含水率/%	桩号	含水率/%
K0+830	19.5	K5+830	23.1
K4+760	21.6	K7+160	19.9

(2) 筛分试验。根据 JTG E40—2007《公路土工试验规程》对各取土场土样进行筛分试验,结果见表 2。根据颗粒级配,土样定义为含细粒土砂。

表 2 原状白沙土筛分试验结果

桩号	通过下列筛孔(mm)的质量百分比/%											砾粒含	砂粒含	细粒含
	200	60	40	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.075	量/%	量/%	量/%
K0+830	100	100	100	95.9	87.4	76.2	61.3	44.2	31.1	21.5	12.0	38.7	49.3	12.0
K4+760	100	100	100	100.0	100.0	87.5	68.7	53.1	39.4	25.4	14.5	31.3	54.2	14.5
K5+830	100	100	100	100.0	93.1	84.9	62.4	48.0	36.7	21.7	12.7	37.6	49.7	12.7
K7+160	100	100	100	95.5	87.1	75.7	60.9	43.2	30.3	20.7	11.4	39.1	49.5	11.4

(3) 液、塑限试验。采用液、塑限联合测定仪对各取土场土样进行液、塑限试验,结果见表 3。根据试验结果,土样定义为低液限土,但液限较高。

表 3 原状白沙土液、塑限试验结果

桩号	液限/%	塑限/%	塑性指数
K0+830	44	28	16
K4+760	42	29	13
K5+830	44	28	16
K7+160	45	27	18

(4) 击实试验。采用标准重型Ⅱ-2 击实法对各取土场土样进行击实试验,土样制备采用干土法,试验结果见表 4。

表 4 原状白沙土击实试验结果

桩号	最佳含水率/%	最大干密度/(g·cm ⁻³)
K0+830	12.1	1.86
K4+760	12.2	1.90
K5+830	10.9	1.88
K7+160	12.0	1.84

(5) CBR 试验。对各取土场土样进行 CBR 试验,结果见表 5。

表 5 原状白沙土 CBR 试验结果

桩号	各压实度(%)下的 CBR 值					平均膨胀率/%
	100	98	95	94	92	
K0+830	—	—	4.8	4.1	3.2	1.37
K4+760	—	—	5.1	4.2	3.6	1.37
K5+830	—	—	4.7	4.0	3.1	1.43
K7+160	—	—	5.0	4.4	3.4	1.39

该项目上路床强度控制标准为 CBR 值为 6。根据室内土工试验结果,其路基填料土的 CBR 强度基本不符合上路床填土要求,土的天然含水率大都远大于最佳含水率,且路基两侧 10 km 范围均为白沙土,如采取借土换填的方法明显不经济,利用原挖方或附近土源掺灰改良施工为最佳选择。根据相关研究成果,在保证质量的前提下,掺灰路拌改良经济效益明显高于厂拌掺灰改良。为保证路基上路床填筑质量,提高经济效益,采用掺灰路拌改良施工工艺进行路基上路床填筑。

3 掺灰配比方案

设置 6 个试验段,各试验段均采用长度 100 m、宽度 12 m、厚度 30 cm 的已填筑上路床作为载体,但掺灰材料和掺配比例不同,通过不同掺灰配比试

验段指标参数对比找出最优掺灰配比方案。其中:试验段 1 掺入 3% 石灰;试验段 2 掺入 4% 石灰;试验段 3 掺入 5% 石灰;试验段 4 掺入 3% 水泥;试验段 5 掺入 4% 水泥;试验段 6 掺入 5% 水泥。各试验段检测结果见表 6~7。

表 6 各掺灰改良试验段压实度对比

试验段	改良方案	压实度/%			
		1 [#] 检测点	2 [#] 检测点	平均值	标准差
试验段 1	掺 3% 石灰	89.4	89.5	89.5	0.07
试验段 2	掺 4% 石灰	97.7	93.2	95.5	3.18
试验段 3	掺 5% 石灰	98.2	95.2	96.7	2.12
试验段 4	掺 3% 水泥	89.6	89.4	89.5	0.14
试验段 5	掺 4% 水泥	95.2	95.4	95.3	0.14
试验段 6	掺 5% 水泥	96.9	97.0	97.0	0.07

注:规范要求压实度≥95%。

表 7 各掺灰改良试验段弯沉对比

试验段	改良方案	检测点数	弯沉值/(0.01 mm)		
			平均值	标准差	代表值
试验段 1	掺 3% 石灰	15	311.2	47	388.5
试验段 2	掺 4% 石灰	15	267.4	41	334.8
试验段 3	掺 5% 石灰	15	205.5	21	240.1
试验段 4	掺 3% 水泥	15	307.8	29	355.5
试验段 5	掺 4% 水泥	15	206.9	20	239.8
试验段 6	掺 5% 水泥	15	168.7	14	191.7

注:设计弯沉值为 237.4 (0.01 mm)。

由表 6、表 7 可知:试验段 1 掺入 3% 石灰路拌改良 30 cm 厚上路床,因掺灰比例小,压实度和弯沉均不满足要求;试验段 2 掺入 4% 石灰路拌改良 30 cm 厚上路床,压实度满足要求,但弯沉平均值偏大且不满足要求;试验段 3 掺入 5% 石灰路拌改良 30 cm 厚上路床,掺灰比例较高,压实度满足要求,但代表弯沉值不满足要求;试验段 4 掺入 3% 水泥路拌改良 30 cm 厚上路床,压实度和弯沉均不满足要求;试验段 5 掺入 4% 水泥路拌改良 30 cm 厚上路床,压实度满足要求,但代表弯沉值不满足要求;试验段 6 掺入 5% 水泥路拌改良 30 cm 厚上路床,压实度平均值为 97%,弯沉平均值为 168.7 (0.01 mm),代表弯沉值为 191.7 (0.01 mm),均满足要求。对比分析 6 个试验段的检测指标参数,掺入 5% 水泥改良方案能满足设计及规范要求。综合考虑纯石灰改良易鼓包、强度起来较慢及南方雨季水泥改良能快速施工且质量易保证、该项目周边水泥材料供应充足的特点,采用掺入 5% 水泥路拌改良 30 cm 厚上路

床的施工方案。图2为改良效果。

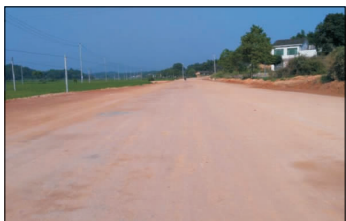


图2 掺入5%水泥路拌改良30 cm厚上路床的效果

4 白沙土路拌改良施工质量控制节点

白沙土掺灰路拌改良施工工艺是在已基本填筑完成的路基顶面撒布掺灰,采用路拌机进行搅拌改良。掺灰路拌改良的主要机械设备包括路拌机和压路机。压路机沿用路基填筑机械,采用22 t徐工振动双轮压路机;路拌机型号为徐工WB21,拌和宽度2 100 mm,拌和深度400 mm。掺灰路拌改良施工工艺流程为路基填筑就位→撒布掺灰→路拌机拌和→碾压整平→检测验收,其中撒布掺灰、路拌机拌和、机械碾压等是保证施工质量的关键控制节点。

4.1 路基填筑就位

从合适土源开挖白沙土并运送至指定路基区域,摊铺并按规范要求整平压实。对白沙土路基进行上路床填筑时,压实整平后的上路床顶控制标高比设计标高低2~3 cm,为掺灰路拌改良施工预留适当的控制空间。

4.2 撒布掺灰

撒布掺灰的主要材料根据试验段结论确定,如掺入5%石灰或5%水泥等。根据试验确定的掺灰材料比例和改良厚度计算每平方米灰料用量,如灰料为袋装,则按计算用量和间距人工摆放袋装灰料;如灰料为散装,则按计算用量画方格网,灰料卸载时严格控制每个方格网的用量。将卸载成堆或袋装摆放的灰料用铁锹和钉耙人工均匀撒布,不留死角。灰料袋集中清理,不得留在现场,以防灰料袋缠到正在作业的路拌机齿轮上,也不得焚烧灰料袋。

4.3 路拌机拌和

路拌机的主要作用是将已碾压成型的上路床土翻松,与撒布的灰料拌和均匀。为保证拌和深度30 cm,路拌机速度不宜过快,控制在3 km/h左右。路拌机不得随意变道、掉头,相邻两幅的重叠宽度宜为20~30 cm。

4.4 碾压整平

压实流程为静压1遍(初压)→平地机整平→

振压6遍(复压)→静压1遍(终压)整形。碾压按先低后高的原则进行,相邻两幅轮迹搭接宽度控制在20~30 cm。压路机的碾压速度,初压控制在1.5~1.7 km/h,其他环节控制在2.0~4.0 km/h。压路机不得在已完成或正在碾压的地段掉头和急刹车。

4.5 检测验收

掺灰路拌改良成型后覆盖土工布养生,并及时按规范要求检测各项指标。压实度采用灌砂法检测,二级公路压实度不得小于95%。弯沉检测采用贝克曼梁法,弯沉测试车采用双轴、后轴双侧四轮(后轴100 kN的BZZ-100型)标准车,弯沉值计算考虑温度和季节修正系数。

5 结语

白沙土填筑路基强度和稳定性均不能满足规范和设计要求,且在地表水作用下易软化、失去承载力。该文通过对白沙土进行物理试验分析,采取不同比例掺灰方案铺筑试验段进行对比,确定采用掺入5%水泥路拌改良30 cm上路床的方案对长沙县S319路基进行处理。白沙土路拌改良能改善白沙土粘结性不好、不易压实等缺陷,提高白沙土的强度和稳定性及路基弯沉和压实度,且其可操作性强,能缩短路基交验工期,节省管理费用的同时保证路基交验质量。

参考文献:

- [1] 黄国良.全风化花岗岩的工程特性及工程措施[J].科技视界,2015(15).
- [2] 余自立,刘奔江.高液限花岗岩残积土及水泥稳定土填料的研究[J].路基工程,2006(2).
- [3] JTG E40—2007,公路土工试验规程[S].
- [4] JTG F10—2006,公路路基施工技术规范[S].
- [5] JTG F80/1—2004,公路工程质量检验评定标准[S].
- [6] 冯雷.水位骤降条件下粉质黏土路堤边坡稳定性及处治方案研究[J].公路与汽运,2017(3).
- [7] 曹为,张锐,刘龙武.海南高液限红黏土直接填筑路堤试验研究[J].公路与汽运,2012(4).
- [8] 董兵.公路膨胀土的危害及石灰土处置方法探析[J].智能城市,2017(9).
- [9] 阮志新.石灰处治膨胀土用于高速公路路基填料的室内试验研究[J].公路交通科技:应用技术版,2012(1).

收稿日期:2018-11-21