

文章编号: 0451—0712(2005)06—0083—03

中图分类号: U414. 103

文献标识码: B

红粘土试验及在路基填筑中的应用

孙向楠, 薛伟

(葛洲坝集团第五工程有限公司 宜昌市 443002)

摘要: 根据贵阳~新寨高等级公路第三合同段红粘土特性与试验结果, 进行填筑试验段施工, 分析试验过程和结果, 确定合理的施工参数指导红粘土用于路基90区填筑施工。

关键词: 红粘土; 试验; 最佳含水量; 路基填筑

贵阳~新寨高等级公路第三合同段地处东亚中生代造山带与阿尔卑斯—特提斯新生代造山带之间的上升地壳区, 属贵州高原中部岩溶中低山地地貌类型, 山高谷深, 地形破碎。路段地质构造位于川黔南北向构造带的南端, 沿线地质主要为第四系, 中生代三迭系, 以及古生代三叠、石炭、泥盆系。第四系又以残坡积红粘土、亚粘土为主。

红粘土是指碳酸岩系出露的岩石, 经过长期红土化作用, 形成并覆盖于基岩上的棕红、褐黄等颜色的一种性状特殊的高塑性粘土。红粘土主要特征是天然含水量较高, 液限一般大于50, 上硬下软, 具有明显的收缩性, 裂隙发育, 经坡、洪积再搬运后仍保留红粘土的基本特征, 液限大于45 小于50 的土又称为次生红粘土。我国的红粘土分布较广, 以云南省、贵州省、广西壮族自治区等省或自治区最为典型。

1 红粘土填筑试验

为保证合同段内一定数量的红粘土能够有效地用于路基90区填筑施工, 并保证工程质量, 工程前期选定了路基填筑试验段, 进行用于路基90区填筑的红粘土材料的压实试验, 确定合理、经济的施工参数、设备组合以及正确的压实方法等以指导施工。

1. 1 试验区域及设备

填筑试验段: K40+710~K40+770 段路基右半幅, 长度60 m, 宽度约17 m。

取土位置: K41+000~K41+150 段挖方路基。

碾压机具: 英格索兰SD—100、SD—175 型振动碾。

1. 2 试验依据

招标文件《技术规范》、《公路土工试验规程》(JTJ 051—93)、《公路路基路面现场测试规程》(JTJ 059—95)以及试验段施工作业指导书。

1. 3 土料试验成果

土料试验结果见表1~表5。

表1 取土场物性试验成果

取样位置	颜色	天然含水量	液限	塑限	塑性指数	含水比	状态
		%	%	%			
K41+050	黄色	29. 2	47. 0	27. 6	19. 4	0. 62	硬塑
K41+120	褐黄色	31. 3	50. 5	29. 8	20. 5	0. 62	硬塑

表2 取土场击实试验成果

取样位置	轻型湿法		轻型干法		重型干法	
	最大干密度	最佳含水量	最大干密度	最佳含水量	最大干密度	最佳含水量
	g/cm ³	%	g/cm ³	%	g/cm ³	%
K41+120	1. 57	25. 2	1. 57	23. 2	1. 74	18. 9

表3 试验路段物性试验成果

取样位置	颜色	天然含水量	液限	塑限	塑性指数	含水比	状态
		%	%	%			
K40+730	黄色	27. 9	45. 0	26. 1	18. 7	0. 61	硬塑
K40+760	红黄色	31. 6	50. 8	29. 4	21. 4	0. 62	硬塑

1. 4 试验过程

试验段填筑施工作业于1998年8月1日开始至同年8月8日结束, 基底处理后共填筑4层, 土料填

表 4 >0.074 mm 颗粒组成级配

桩号	值别	粒径(mm)与百分数/%							
		20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.074
K40+750 上	留筛	0.7	5.7	8.2	12.8	4.0	5.6	3.8	2.6
	累计	0.7	6.4	14.6	27.4	31.4	37.0	40.8	43.4
K40+750 下	留筛		1.8	2.3	5.9	3.2	5.2	3.7	2.4
	累计		1.8	4.1	10.0	13.2	18.4	22.1	24.5
K41+050	留筛	6.3	10.1	7.9	7.3	3.0	4.0	4.3	3.4
	累计	6.3	16.4	24.3	31.6	34.6	38.6	42.9	46.3

表 5 碾压控制参数

最大干密度/(g/cm ³)	试验室最佳含水量/%	施工控制允许最大含水量/%
1.74	21	25

筑层松铺厚度均控制在30 cm。试验前将基底表土清理干净,翻松、晾晒后压实。每层填筑施工时采用自卸车运料,按照控制层厚采用网格法堆料,推土机摊平土料翻晒后振动碾压。压实完毕后,现场检测压实度。施工流程为:进料、打石灰网格、控制松铺厚度;粗平、翻晒、精平、静压、带振碾压。

1.5 试验结果记录

试验结果记录见表 6 和表 7。

表 6 碾压过程记录

时间 月/日	层 次	碾压顺序					历时 (时:分)	碾压 机具	层厚 cm	面积 m×m
		静碾	弱碾	强振	弱振	静振				
8/2	基 层	1	1	2	1	1	1:30	SD—175		60×17
		1	1	2	1	1	1:12	SD—100		补压
8/3	层 一	1	1	2	1	1	1:33	SD—100	30	60×17
8/5	层 二	1	1	4	1	1	1:51	SD—100	30	60×17
8/6	层 三	1	1	2	0	1	1:17	SD—175	30	60×17
8/8	层 四	1	1	3	1	1	1:35	SD—175	30	60×17

1.6 试验结果与分析

(1)原定压实试验层厚为25 cm、30 cm 这2 种组合,试验从 30 cm 层厚开始。试验结果表明,试验段填筑所采用的2 种机型(SD—100、SD—175 型)按照 30 cm层厚控制时,均能在经济碾压遍数范围内满足压实度需求,故而取消 25 cm 层厚的压实试验。

(2)为保证压实能充分而又恰到好处地作用于填筑土料,压实试验选取的振动碾行走速度控制在:强振时 3km/h 左右;弱振及静碾时 4.5km/h 左

表 7 现场压实度检测记录

时间 月/日	层次	检测方法	检测 点数	湿密度 g/cm ³	含水量 /%	压实度 /%
8/2	基 层	挖坑 灌砂法	2	1.98	18.0	96.4
				2.02	24.0	93.7
8/3	第 一 层	挖坑 灌砂法	5	1.93	23.1	90.1
				1.98	23.5	92.0
				1.96	21.5	93.0
				1.95	22.1	92.6
				1.97	23.3	90.8
8/5	第 二 层	挖坑 灌砂法	4	2.05	26.9	92.8
				1.99	29.0	88.0
				2.07	26.0	94.0
				2.01	27.3	91.6
8/6	第 三 层	挖坑 灌砂法	4	2.03	23.6	94.4
				1.94	22.0	91.2
				1.95	22.1	92.1
				2.00	23.5	93.5
8/8	第 四 层	挖坑 灌砂法	5	2.07	28.9	92.3
				2.00	26.2	91.1
				1.97	27.8	88.6
				1.95	24.2	90.2
				1.99	26.8	90.6

右。试验表明,2 种机型在控制速度下均能取得较好的碾压效果。

(3)SD—175 机型为液压无级变频,频率范围为 20.4~30.4 Hz。由于本次试验为红粘土试验,本合同段红粘土为含砾红粘土,比较适宜的振动频率为 20.4~25 Hz,本次试验取值为 22 Hz。

(4)根据试验成果可以看出,填筑土料的含水量是控制碾压后压实度的关键。本次共对 4 个层进行了试验,层一平均含水量为22.7%,在SD—100 重振 2 遍的碾压组合下,平均压实度为 91.7%;层二平均含水量为 27.3%,在SD—100 重振 4 遍的碾压组合下,平均压实度为 91.6%;层三平均含水量 22.8%,在SD—175 重振 2 遍的碾压组合下,平均压实度为 92.8%;层四平均含水量为26.8%,在SD—175 重振 3 遍的碾压组合下,平均压实度为 90.6%。对上面数字进行分析可知,层一到层二,由于含水量从22.7%升到 27.3%,虽然压实能几乎增加 1 倍,但压实度并未增长;层三到层四,含水量从 22.8%升到 26.8%,压实能增加一半,但压实度反而有所下降。因此,可以得出结论:为达到相同的压实度,较低的含水量需较少的压实能,较高的含水量需较高的压实能;含水量增加时,随压实能的增加,压实度的增加呈下降趋势(这也说明:为达到规定的压实度,必须控制填土料的含水量),当含水量过高时,通过增加压实能并

不一定能达到规定的压实度。

(5)当含水量在27%以下时,填筑土料可以通过增加碾压遍数来达到规定的压实度;当土料的含水量超过27%时,即使过多地增加碾压遍数也不能保证得到规定的压实度,反而会造成土体强度下降,是一种不经济和不科学的方法。红粘土含水量虽高,但土的自由水不多。含水量由吸着水(或称结合水)、薄膜水和自由水组成。吸着水是红粘土具高含水量的关键,它由土颗粒静电效应吸附,与土颗粒等效参与力学作用,只有在 $\geq 105^{\circ}\text{C}$ 时析出,故称惰性水。土的含水量一方面较大,但由惰性水控制;另一方面又忌过多丧失自由水。所以,含水量的过多降低也会对工程不利。

试验初步肯定了土工试验提出的施工最佳含水量为21%,施工控制最大含水量根据试验结果可调整至25%。

(6)根据试验成果可以确定:当含水量在21.5%~25%时,SD—100、SD—175 在重振2遍的碾压组合下均能达到规定的压实度(90%);当含水量在25%~27%时,SD—100 采用重振4遍的碾压组合、SD—175 采用重振3遍的碾压组合可达到规定的压实度。

(7)本次试验段取土场的土料天然含水量在27.5%~31.3%之间,均超过施工控制最大含水量,不能直接用于填筑碾压,在试验过程中均进行了翻晒。通过翻晒试验,可以确定:晴天翻晒12 h、阴天翻晒24 h(8、9月份),翻松后土的含水量可以降至21%~24%之间;晴天翻晒6 h、阴天翻晒12 h(8、9月份),翻松后土的含水量可降至24%~27%之间。贵新公路第三合同段红粘土的天然含水量一般在26%~32%之间,故原状土在施工前,一般必须在取土场采取翻晒措施以确保碾压效果。为了达到经济碾压,土料含水量尽量控制在21%~25%之间。

2 路基填筑施工

通过以上试验路段的各项指标检测,确定了合理、经济的施工参数,给红粘土用于填筑90区路基提出了指导性的意见。

英格索兰SD—100型振动压路机,激振力11.9~23.8 t,振幅1.70 mm/0.85 mm,为保证施工质量,实际施工采用的有效碾压参数为:静压1遍→弱振1遍→强振4遍→弱振1遍→静压1遍;SD—175型压路机激振力16.1 t~32.2 t,振幅1.65 mm/

0.82 mm,碾压遍数为:静压1遍→弱振1遍→强振3遍→弱振1遍→静压1遍。压路机往返1次称1遍。强振行进速度控制为3 km/h,弱振及静碾行进速度控制为4.5 km/h。松土摊铺后平整厚度为30 cm。

正确、合理解决红粘土含水量的降低问题,乃是红粘土填料大面积应用并加快施工进度之关键所在。为降低土料的天然含水量,施工中首先在取料点采用反铲及带松土器的推土机对土料进行2次翻松晾晒,有条件的施工部位优先采用了带松土器的推土机进行大面积的土料翻松,以确保土料保质保量供应。翻松及取土的最佳方式为薄层翻松晾晒、推土机积土,反铲或装载机取土,一次取土层厚度控制在1 m~1.5 m之间。反铲挖土时切忌在一个部位深挖取土,以避免由于运送至填料场的土料含水量超标,增加碾压现场翻晒程序,这将严重影响碾压填筑生产率。

运送至填筑部位的土料也采用薄层翻松晾晒处理后,使土料达到或接近最佳含水量后再进行碾压施工。

3 结语

红粘土在天然状态时是密实的,存在先期固结压力,降雨后的渗透距离极其有限。施工时采用晾晒、随挖随摊铺碾压,含水量降低较少,则施工难度较小;但若开挖、搬运、堆置10 d甚至几个星期后应用,施工难度将增大。

对红粘土击实或碾压,均要求做功的单位比冲量大,即碾压机具的质量大、激振力强,而不能依赖于增加碾压遍数来达到多做功之目的。所以,路基填筑工程的碾压机具要求为重型,而碾压遍数宜少,过多碾压将导致填土反复剪切出现橡皮薄层。

贵新公路第三合同段部分段落成功地采用了含水量较大的红粘土填筑90区路基,取得了良好的效果,避免了大量的借方,节约了工程投资,且工程质量良好。自2001年1月份通车以来,经详细检查,没有发现路基不均匀沉降等质量问题,使用情况良好。

参考文献:

- [1] JTJ 033—95,公路路基施工技术规范[S].
- [2] JTJ 051—93,公路土工试验规程[S].
- [3] JTJ 059—95,公路路基路面现场测试规程[S].
- [4] 公路设计手册—路基(第二版)[M]. 人民交通出版社, 1997.

文章编号: 0451-0712(2005)06-0086-06

中图分类号: U418.52

文献标识码: B

缓倾角层状边坡变形破坏机制及整治措施

冯学钢

(四川省交通厅公路水运质量监督站 成都市 610059)

摘 要: 以国道 108 线广(元)南段公路缓倾角层状边坡的变形和失稳破坏为典型结构,在滑坡区岩体结构、水文地质条件、岩体水力学特征、滑坡形态特征和滑坡运动学特征等综合分析基础上,重点讨论了滑坡变形破坏的模式及产生的主要控制因素,并对滑坡进行了稳定性综合评价。在此基础上,对不同整治措施的技术可行性及经济指标进行比较分析,提出了经济、合理、有效的整治方案。

关键词: 缓倾角层状边坡; 变形破坏机制; 稳定性评价; 整治措施

公路建设是在地质体上进行的人类工程活动,在建设过程中,由于忽视或未重视边坡地质体及地质环境的分析与评价,常引发一系列的边坡变形或边坡滑动等地质灾害问题。例如四川省境内的高速公路及重点公路建设过程中,国道 108 线西昌段、成雅高速公路、318 国道的二郎山隧道进出口引道段、国道 107 线岳阳市四方岭段以及川藏公路等,均不同程度地出现了边坡(滑坡)地质灾害或产生了边坡失稳的问题,从而严重影响了工程建设及运营的正常运行,也使得对公路边坡的加固或整治费用远高于修建道路的费用。

国道 108 线广(元)南段公路通过地段大多为低山丘陵红层分布区,建设中遇到了公路路基高填深挖等一些特殊工程地质问题。由于该段路线长、跨越地质、地貌单元较多,从勘察设计到施工的周期短,未能全面地认识沿线的路基工程地质条件,也未能及时地发现和解决存在的工程地质问题。沿途的路线边坡虽在路基开挖期间进行了一定程度的处理,

但在工程建设过程中仍有多处边坡发生坍塌、滑动和崩落,严重影响了已通车路段的行车安全和公路正常使用,阻碍了当时正在施工路段的路面铺筑和交通工程设施等工程的施工。

广南段公路路线基本沿着构造线方向展布,使得路堑边坡有一侧构成顺层坡。尽管这些顺层边坡倾角很小,一般均在 10 余度,但在施工过程中多处发生变形或者滑动破坏,不仅造成巨大的经济损失,而且延误了工期。施工中采取了一些加固措施但效果不佳,其主要原因是对工程边坡的地质条件认识不足,尚未查清边坡变形破坏的主控因素和变形破坏机制,因此,治理措施具有盲目性,不能达到治理的目的,甚至造成大的浪费。

本文在对边坡岩体工程地质特征和岩体力学条件进行充分调查分析、对缓倾角层状边坡的变形破坏机制进行研究和稳定性评价的基础上,提出了较为合理的边坡整治、支护方案,通过实施后的工程验证说明,方案是合理有效的。

收稿日期: 2005-04-22

Test of Red Clay and Its Application to Embankment Fill

SUN Xiang-nan, XUE Wei

(Gezhouba Group's No. 5 Engineering Co. Ltd., Yichang 443002, China)

Abstract: According to the characteristics and test results of the red clay in Guiyang—Xinzhai Expressway, the construction of backfill test section is carried out. Through analyzing the process and results of tests, the optimum constructive parameters are determined that instruct the red clay to be used for embankment construction in the 90th area of the road bed.

Key words: red clay; test; optimum water content; embankment fill