

浅谈膨胀土填筑湿法压实施工技术控制研究

胡艳丽^{1,2}

1. 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司 安徽 合肥 230088

2. 安徽省七星工程测试有限公司 安徽 合肥 230088

摘要: 本文依托G40沪陕高速公路合肥至大顾店段改扩建工程下路堤4%石灰改善土变更为素土填筑设计,采用单向土工格栅进行边坡包边处理,膨胀土下路堤结构层基底采用石灰改良土做封层,顶部上路堤和路床采用石灰改良土填筑。膨胀土采用湿法击实试验确定最大干密度和最佳含水率,通过试铺确定摊铺碾压组合设备、碾压遍数,以达到膨胀土在湿法压实条件下直接填筑的最佳技术应用效果。

关键词: 下路堤;膨胀土;湿法压实;边坡包边

素土填筑湿法压实土质分为两种,分别为膨胀土和高含水率底液限粘土,本次试验主要以膨胀土为例展开研究。膨胀土承载力一般较高,但具有遇水膨胀、失水收缩的特点,易对工程产生破坏。所以设计采取边坡包边、加筋、基底封层等处理措施后用于路堤填筑,施工中采用湿法重型击实试验确定压实控制参数,保证路基膨胀土湿法压实填筑质量。

1 膨胀土室内试验

本次试验膨胀土土源为沪陕高速公路合肥至大顾店段改扩建工程K644+500取土场和K678+400取土场,取土深度均为原地表以下3-5m范围。对该土场土样进行颗粒分析、液塑限试验、自由膨胀率试验、膨胀土承载比(EBR)试验等,并依据《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)中膨胀土判别分类标准进行判别。具体结果详见表1

表1 膨胀土试验检测结果汇总

取样位置	天然含水率 (%)	细粒 (%)	液限 W_L (%)	塑限 W_P (%)	塑性指数 I_P	自由膨胀率 (%)	土质判别	EBR (%)
K644+500	22.1	98.6	55	24	31	61	中膨胀土 ^[1]	3.4
K678+400	24.1	97.3	50	25	25	59	弱膨胀土 ^[1]	3.6

通过膨胀土各项室内试验结果分析,K644+500右幅取土场膨胀土承载比(EBR)为3.4%、稠度为1.06,分别符合膨胀土承载比的EBR值不小于3%和膨胀土的稠度满足大于等于1.00小于等于1.30的技术要求。因此,该处膨胀土强度符合要求,具备可压实性。若膨胀土稠度和承载比不满足要求,则不能采用湿法压实用于路堤填筑,因为膨胀土在稠度大于1.30的状态下压实,较低的含水率和较大的干密度,会使膨胀土从大气中吸水并产生较大的膨胀因素,经若干年随着含水率的逐渐增大,路堤会产生膨胀变形,导致路面产生严重破坏。

2 压实参数确定

在开展膨胀土试验段前通过试铺、检测,确定试验段摊铺压实设备、压实顺序和压实遍数等,试铺段选择位置为K648+340-K648+460右幅,土源为K644+500右幅取土场,取土深度原地表以下3-5m范围,土质为中膨胀土,湿法击实最大干密度 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、最佳含水率19.3%。现场压实机具组合方式为原状土摊铺后大颗粒旋耕破

碎、整平,土含水率接近塑限时开始碾压,碾压设备采用光轮式压路机,碾压顺序为静压1遍、弱振1遍、强振4遍、弱振1遍、静压1遍。



图1 整平碾压



图2 压实度检测

该素土填筑湿法压实试验段压实度检测从强振第2遍开始检测,至强振第4遍,最后1遍静压之后检测,每遍共检测3处。根据试验检测数据分析,光轮压路机碾压强振第2遍压实度平均值95.8%,符合94区压实度技术要求(技术要求大于等于94%),强振第3遍压实度检测结果最大,强振第4遍压实度开始下降。具体检测结果详见表2、图3

表2 K648+340-K648+460右幅素土填筑压实度检测^[3]结果汇总表

检测位置/编号	压实遍数	检测厚度 (cm)	试样湿密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	试样干密度 (g/cm ³)	湿法标准密度 (g/cm ³)	压实度 (%)	平均压实度 (%)
A处1-1	强振第2遍	14.0	1.945	22.9	1.583	1.65	95.9	95.8
B处1-2		17.0	1.918	22.6	1.564	1.65	94.8	
C处1-3		15.5	1.947	22.1	1.595	1.65	96.6	
A处2-1	强振第3遍	15.0	1.937	22.0	1.588	1.65	96.2	98.3
B处2-2		17.0	1.949	19.4	1.632	1.65	98.9	
C处2-3		15.0	1.996	21.2	1.647	1.65	99.8	
A处3-1	强振第4遍	14.0	1.877	20.7	1.555	1.65	94.2	95.4
B处3-2		15.0	1.888	17.8	1.603	1.65	97.1	
C处3-3		15.5	1.903	21.4	1.568	1.65	95.0	
A处4-1	最后静压1遍	14.5	1.864	21.4	1.535	1.65	93.1	94.6
B处4-2		16.0	1.927	21.6	1.585	1.65	96.0	
C处4-3		15.5	1.857	19.0	1.561	1.65	94.6	

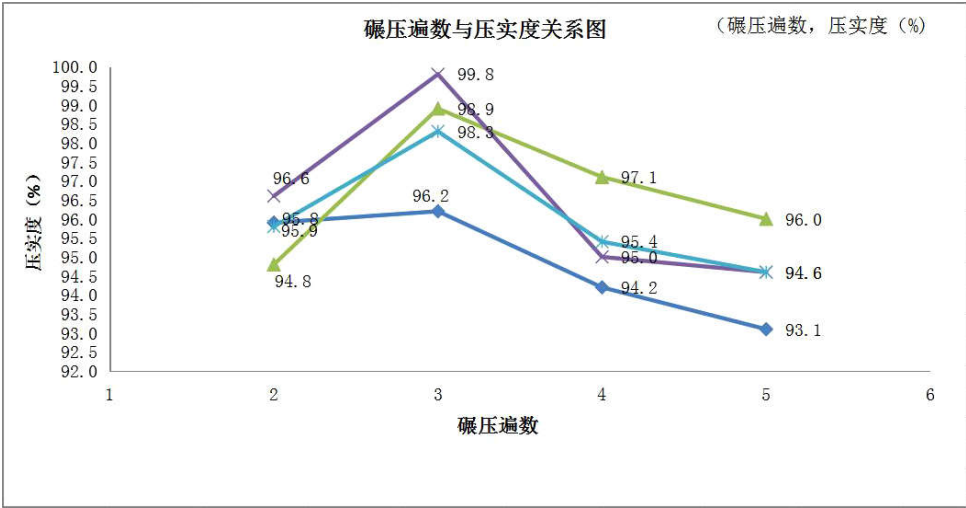


图3 碾压遍数与压实度关系趋势

3 试验段施工技术控制

3.1 施工准备

3.1.1 位置选定。试验段长度不少于100m，桩号为K677+160-K677+325左幅，土源为K678+400取土场，该土场经检测为弱膨胀土，湿法击实试验最大干密度1.77g/cm³，最佳含水率18.4%。

3.1.2 摊铺压实设备准备。1台单光轮压路机、4台自卸卡车、1台推土机、1台平地机、1台挖掘机。

3.1.3 材料准备。单项塑料土工格栅，型号为TDGD-50（长*宽100m*3m），材质为聚丙烯PP材料，纵向抗拉强度50kN/m，最大伸长率10%；连接棒；U形钉等。

3.2 施工过程技术控制

在开展膨胀土填筑施工前，先进行了路堤底部用4%石灰改良土加土工格室作封底封层，厚度60cm。改扩建施工过程中，若新老路基结合部出现渗水，建议在渗水

处沿纵向设置塑料盲沟，每50m设置1个横向塑料盲沟，根据渗水量和实际需要，可适当加密设置盲沟，纵横向盲沟底部应设置防水土工布。本次试验路段新老路基结合部无渗水现象，无需设置纵、横向盲沟。

膨胀土下路堤填筑施工过程控制处理如下：

3.2.1 土工格栅从基底顶面开始铺设，主受力方向沿路基横向布置，采用U形钉将其固定于土层之上。相邻土工格栅搭接宽度不应小于0.1m，搭接处应用U形钉固定；张拉铺设的土工格栅应表面平整、无松软隆起；铺设位置正确；连接可靠、锚固牢固；坡面应平整、无局部松散^[4]。

3.2.2 土工格栅铺设后摊铺膨胀土填料，装载车倒车方式将填料卸在土工格栅上，推平铺满后碾压。现场实际控制膨胀土松铺厚度不大于0.3m，膨胀土土块直径不大于0.1m。如图4、图5所示



图4 土工格栅铺设



图5 素土层碾压

3.2.3 单光轮振动压路机静压和弱振,然后强振,最后静压,分三层进行压实,压实度

按湿法重型击实标准93%控制。

3.2.4 填筑压实后,按设计坡率开始修坡,将前一层预留的反包土工格栅段沿修好的边坡向上反包并初张,组织人工将下层土工格栅的端部与上层土工格栅的适当位置用连接棒连接,连接拉紧后用U形钉锚固稳定。土工格栅应从基底逐层反包至上路堤底面,在上路堤底面

处格栅应进行满铺,每层反包厚度为60cm。如图6、图7所示



图6 修坡处理



图7 边坡包边

3.3 施工过程压实检测分析

按湿法重型击实标准进行膨胀土填筑每层压实控制,压实度技术控制标准为93%控制,试验段每三层包边一次,共计包边两次,每层厚度控制20cm,共计填筑素土6层,经检测每层压实度均合格。具体检测结果详见表3

表3 K677+160-K677+325左幅素土填筑压实度检测结果汇总表

桩号	压实层	厚度 (cm)	压实度 (%)	技术要求 (%)	结果判定
K677+160-K677+325 左幅下路堤	下路堤第1层	20.5	94.7	93	合格
	下路堤第2层	20.4	95.1		合格
	下路堤第3层	20.0	94.9		合格
	下路堤第4层	19.7	95.2		合格
	下路堤第5层	20.5	94.6		合格
	下路堤第6层	20.1	94.3		合格

加筋包边处治膨胀土填方下路堤填筑完毕后,上路堤采用4%石灰改良土进行填筑,压实度按干法重型击实标准,按照94%压实标准进行控制;路床采用6%石灰改良土填筑,分六层压实,压实度按干法重型击实标准96%进行控制^[5]。

4 膨胀土填筑施工质量控制注意事项

膨胀土填方路基每层应表面平整,无松软起皮,无开裂现象,无明显碾压轮迹。路拱满足设计要求,排水良好。松铺层遇雨时,应铲除松铺料^[2],换新料后重新进行摊铺和碾压。压实层遇雨时,若无积水,适当晾晒后可进行下一层填筑施工;若发现积水,应将积水区域的膨胀土层铲除,换新料重新进行摊铺和碾压,压实度应采用灌砂法或环刀法进行检测。在膨胀土边坡加筋土工格栅采购时,应从每批产品中随机抽取五卷,对光老化、单位面积质量、条带拉伸强度、延伸率进行检验。

5 结束语

改扩建工程中,填方所用土质为膨胀土,按照常规压实度控制技术难以达到压实度的要求,直接利用,若

干年后担心会造成因路基不均匀变形,导致新老路结合部位路面的破坏。通过本项目《G40沪陕高速公路合肥至大顾店段改扩建工程下路堤4%石灰改善土变更为素体填筑设计说明》、膨胀土湿法压实试铺论证及试验段施工试验检测等总结得出,膨胀土湿法压实施工路段经过底部石灰土封底隔水、顶部石灰土封闭、坡面包边封闭等措施,将膨胀土路堤施工结构层控制在湿度一定的范围变化,保持足够的强度,整体稳定性好,具有可操作性和可实施性。

参考文献

- [1]JTG/T 3610-2019.《公路路基施工技术规范》[S].
- [2]JTG D30-2015.《公路路基设计规范》[S].
- [3]JTG 3430-2020.《公路土工试验规程》[S].
- [4]JTG/T D32-2012.《公路土工合成材料应用技术规范》[S].
- [5]《G40沪陕高速公路合肥至大顾店段改扩建工程下路堤4%石灰改善土变更为素体填筑设计说明》