

高液限土路基的改良设计及施工技术研究

陈志仙

(深圳市市政设计研究院有限公司, 广东 深圳 518029)

摘 要:西双版纳国际旅游度假区 B 地块市政配套工程中,地勘显示建设场地的工程地质以高液限粉质黏土为主,原状土的地基承载力很高,但一旦开挖裸露遇水后迅速成泥状,承载力急剧下降,对路基稳定十分不利,通过掺水泥改良路基土,可以基本达到对下卧高液限土的隔水作用,满足作为路基填土的要求,同时提出高液限粉质黏土的施工工艺及施工注意事项,为其他类似高液限土路基设计及施工提供了借鉴价值。

关键词:高液限土;土体改良;路基处理

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)10-0050-03

0 引言

高液限粉质黏土在我国西南一带地区广泛分布,其天然状态下的原状土地基承载力相对较高,可达到 160 kPa 以上;且干燥状态下抗剪强度也较高,主要取决于土的粘聚力和基质吸力,其中粘聚力高达 45 kPa 以上;同时,还具有液限高,塑限高,孔隙比高,颗粒细(小于 0.074 mm)的特性;但这类土水稳定性差,对水十分敏感,新鲜开挖的土层,裸露遇水后迅速成泥状,具有较大的塑性,地基承载力和抗剪强度急剧下降,不利于路基稳定。此外,高液限土还具有正常工况下水分不易逸出,不易压实的特征。

文献[1-3]对高液限土进行了一定的改良试验研究,并应用与实际工程。《城市道路路基设计规范》(CJJ 194—2013)^[4]中规定:对于填方路基,高液限土不宜直接作为路基填料。当利用挖方路段的高液限土填筑路基时,应进行处治。对于挖方路基,应对路床顶面下 0.8 m 范围内的高液限土进行超挖,并应换填渗水性良好的砂砾,碎石土或采用石灰、水泥等无机结合料进行处治。本文将以西双版纳项目为背景,对该地区的高液限粉质黏土路基进行改良设计,并对施工工艺及施工注意事项进行介绍。

1 工程概况

1.1 项目背景

西双版纳国际旅游度假区 B 地块项目位于于云南省西双版纳傣族自治州,占地 6 km²,距景洪市区

约 3 km,距景洪老机场约 12 km,距新机场约 4 km。项目东西两侧倚靠山体,南临景洪市北环路,西南部与景洪市工业园区一期相邻。本工程涉及市政道路 B1 路、B2 路、C1~C4 路。该地区具有独特的地质条件:几乎为单一的高液限粉质黏土,区别仅在于不同深度的土层颜色不一样,主要有成褐红色、灰褐红色、褐黄色;在少数地区埋深 3 m 以下存在以板岩为主的岩土层。项目场地实际情况见图 1。



图 1 项目现场高液限土路基

1.2 工程地质条件

根据地勘报告显示该区域的地质情况自上而下可归纳为四层:①第四系耕植土及少量填土层:成份以黏性土为主,顶部见植物根,松散,大孔隙,局部见蚁穴,强度低且不均匀,厚 0.3~1.50 m;②为洪积高液限粉质黏土层:褐黄色、灰褐红色,稍湿,坚硬,厚 0.50~9.80 m;③为冲洪积高液限粉质黏土:上部呈褐红色,下部褐黄色~黄褐色,稍湿,可塑到硬塑,厚度在 1.1~31.7 m,④为三叠系上统小定西组粉砂质、泥质板岩,厚度在 3.70~25.80 m。其中②、③层是主要的;①、④层仅分布少量。

收稿日期: 2022-03-18

作者简介: 陈志仙(1990—),男,硕士,工程师,从事岩土工程设计和研究工作。

2 高液限土改良的必要性

西双版纳属于热带季风气候, 常年气候潮湿多雨, 再加上高液限粉质黏土自身高含水率、高液限、高塑限等特点, 造成路基土不宜晾晒, 压实困难, 路用性能差^[5]; 即使等到好天气可以翻晒填土, 势必也会严重影响工期。同时也还造成人员、机械设备长期闲置; 并且该区域范围内, 地层单一, 难以找到好的路基填土材料, 优质土资源匮乏, 从相距甚远的周边城市借土势必会增加工程造价, 且延误工期。

因此, 为缩短工期, 减少造价, 节约资源, 必须对高液限粉质黏土进行改良处治。改良方法主要有三种: 掺砂、掺灰(石灰或水泥)、掺化学溶液(造价高, 且不易控制)。考虑到场地范围内, 砂土和石灰的匮乏, 不易获取价格昂贵, 且该地区的雨水充沛, 假如采用石灰改良, 施工时容易受潮。综合各方面因素考虑, 对西双版纳的高液限土的改良措施最终选用掺水泥进行改良。

3 掺灰(水泥)改良设计方案

在掺灰改良中, 掺灰比是指掺水泥质量与干填土之比。此次设计中掺灰比为 5%~6%, 掺灰改良处理的原理在于采用改良灰土隔离路面水下渗和防止土体内的水分蒸发, 减少外界水和下卧层土体水的交流。

本次设计, 对改良的高液限土在路基中的应用, 主要分以下三种工况:

(1) 场地上覆深厚新填高液限粉质黏土、人工填土的路段。主要是当地附近工程施工时, 将挖除的高液限粉质黏土临时堆弃在本项目的设计道路范围内, 造成该设计道路范围内存在深厚高液限填土层。规范 2^[6]规定: 高液限土不宜直接作为路基填料。设计时按 1:1 坡率先挖除新填的高液限土、杂填土等; 再用基岩风化料等低液限土分层碾压; 最后在路面结构层以下 1 m 范围内, 采用改良灰土进行填筑, 主要是为了封闭顶层路基结构层, 隔离路面水下渗、浸泡路基。设计断面见图 2。

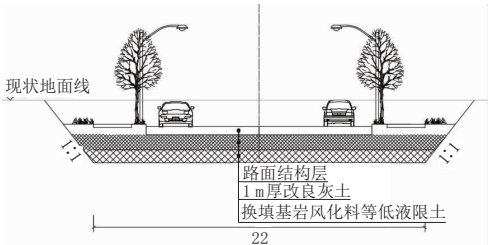


图 2 高液限土路基处理设计横断面图一(单位:m)

(2) 挖方路段。设计时对路床顶面下 1 m 范围内的高液限粉质黏土按 1:1 坡率进行超挖; 再换填 5%~6% 的改良灰土, 主要是为了隔离路面水下渗至路基。设计断面见图 3。

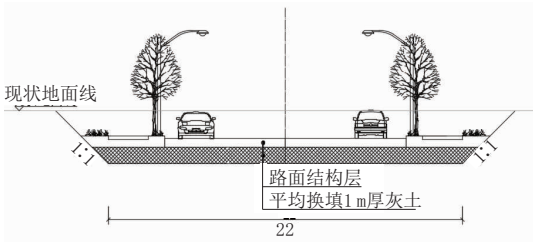


图 3 高液限土路基处理设计横断面图二(单位:m)

(3) 填方路段。设计时考虑到当地优质可利用的回填土资源匮乏, 故选用基岩风化料等低液限土按 1:1.5 坡率分层碾压回填; 最后回填至路面结构层以下 1 m 范围内, 采用改良灰土进行填筑, 主要是为了封闭顶层路基结构层, 达到隔离路面水下渗、浸泡路基的目的。设计断面见图 4。

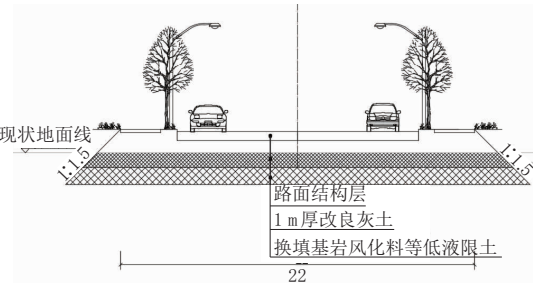


图 4 高液限土路基处理设计横断面图三(单位:m)

4 掺灰(水泥)改良施工工艺

高液限土的掺灰改良填筑施工方法主要有三种: 路拌法、场拌法以及路拌与场拌组合法。设计时考虑到施工的方便, 建议施工单位采用路拌法和场拌法, 本项目采用路拌法, 其施工工艺流程见图 5。

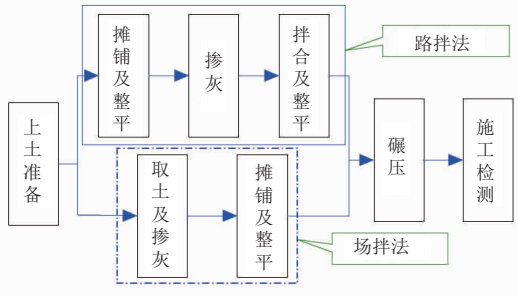


图 5 路拌法施工工艺流程图

(1) 上土准备

主要确定两点: 一是确定填料的松铺厚度, 一般为 30 cm 左右; 二是根据施工现场车辆运载能力, 计算每车摊铺的面积, 用石灰线标明, 以确定填筑时指挥卸料到位。

(2) 摊铺、整平(路拌法)

采用自卸车运输,挖桩机挖装。由专人指挥卸料位置,严格按照方格网大小进行上土,确保各位置填土厚度一致。当填料含水量偏大时,可先进行旋耕、翻晒,直到达到可以碾压的要求,再用推土机进行初平,最后用平地机精平。摊铺时应及时对不均匀处进行调整,可配备手推车,对边缘部位及接缝处进行填补和平整。

(3) 掺灰(路拌法)

在填平的路面,用石灰画出掺灰的方格网。按以下公式计算出每个方格的水泥用量,每格以 100 kg (2 袋)为宜。

$$m = \gamma_d \times S \times H \times n \quad (1)$$

式中: m 为掺灰质量,kg; γ_d 为填土干重度,kg/m³; S 为摊铺面积,m²; H 为摊铺厚度,m; n 为掺灰比,%。

其中掺灰比为 5%~6%,已考率施工用水泥量比理论计算值高出的富余量。

(4) 拌合及整平(路拌法)

采用路拌机进行拌合施工,配合铧犁、旋耕机进行翻拌。一般需拌合 2~3 遍,第一遍拌合时,不应翻拌到底部,防止水泥落到底部,后两遍再翻拌到底,并进入下层 1~2 cm,以利于上下层间结合。拌合时要注意检查调整翻拌深度,特别是边角部位及台背处,确保全部翻透。待拌合填料达到碾压要求后,进行整平,整平时应控制好摊铺厚度。

(5) 取土及掺灰(场拌法)

根据需用的土方填料用量,先将高液限土运至项目的附近空旷的场地,并按以下公式计算出水泥的用量:

$$m = \gamma_d \times V \times n \quad (2)$$

式中: m 为掺灰质量,kg; γ_d 为填土干重度,kg/m³; V 为填土体积,m³; n 为掺灰比,%。

施工时用挖掘机先将高液限土铺一层厚度 50 cm 在地上,再掺铺一层灰,再铺一层土,依次将高液限土和水泥均匀摊完。然后用挖掘机进行翻拌 2~3 次,翻拌时按顺序挖出混合料,再从高位卸出至预定位置,形成锥形状小土堆,反复翻拌 2~3 次可基本达到外观颜色均匀协调一致,如果未为达到效果可增加翻拌的遍数。

(6) 碾压

碾压时遵循“先边后中,先慢后快,先静后振”的原则。

碾压采用静压与振压相结合,压路机选用 18 t 以上的压路机。第一遍先用静压,再采用振压,最后

一遍用静压;碾压速度前两遍以 1.5~1.7 km/h,以后采用 2~2.5 km/h,碾压遍数 4~6 遍为宜,最终需达到压实度要求,且表面平整。对于高液限土压实的最佳含水率应控制在 15.5%~17.2%。

(7) 施工检测

主要包括的检测内容有:压实度检测,表面质量检测,平整度检测,现场 CBR 值检测。

压实度检测,实测值应不小于设计值,标准偏差小于 5%。表面检测时要求平整,无明显轮迹,满足规范的路拱要求。现场检测 CBR 值是属于高液限土填筑质量的辅助检测,检测时需满足《公路路基设计规范》^[6](JTG D30—2015)表 3.2.2 和表 3.3.3 中规定的限值。只有检测的各项指标符合相应规范要求后,方可进行下一步施工。

5 改良高液限粉质黏土填筑时注意事项

(1)高液限粉质黏土的改良填筑,应尽量选在秋冬旱季施工,尤其是西双版纳属于热带季风气候,夏季雨量充沛。施工前还应做好道路两侧排水,及时排除路面临时积水,保证施工过程中和施工后不会出现路基被水浸泡。

(2)开挖后应及时封闭,连续施工,避免新鲜开挖的高液限粉质黏土长时间在空气中曝晒及雨淋,以免不必要的返工。碾压完一层检测合格后马上进行下一层的摊铺,防止停留时间过长水分蒸发而开裂。

(3)掺水泥时可选用矿渣硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥,强度等级可以为 32.5 或 42.5;不可选用早强水泥、快硬水泥,以及已受潮变质的水泥。

(4)如果在施工中突遇降雨,一般宜抢压,用上层土封住下层土。同时对已施工完毕的路段应用帆布或防雨布整体覆盖,待雨过天晴后再打开,局部渗水部位,应进行翻晒或者挖掉重新换填改良灰土。

6 结 语

高液限粉质黏土液限高,原状土干燥状态下强度高,但是开挖扰动后遇水迅速成泥状软化,强度急剧下降,水稳性极差。西双版纳国际旅游度假区全段道路均为这类高液限土,本文提出对高液限土掺水泥改良,可基本达到作为路基填土的要求,同时对深厚杂填土路段、挖方路段和填方路段分别进行路基处理设计,并通过严格的施工工艺控制,使这类高液限粉质黏土能在回填土资源匮乏的西双版纳地区充

(下转第 56 页)



图8 桥下空间应急防汛物资布置效果图

生活休憩环境,可以在高架桥桥下设置绿地,或者塑造景观^[1]。其内容可以是休闲健身,在其中设置必要的休憩设施和园林小品(见图9)。在满足市民多元化活动需求的同时将城市文化与桥梁空间结合在一起,体现自然、充满生机、富有文化艺术气息的公共活动空间场所。

5 结 语

近年来,随着城市发展以及土地集约化利用,城市桥下空间资源的利用问题已越来越引起相关职能部门及领导的重视与关注,成为展示城市形象的特



图9 桥下休闲空间效果图

殊空间。在桥梁规划建设前,应根据桥梁所处地周边的用地规划及城市功能,提前做好桥下空间利用设计,将桥下空间与城市设计融为一体,在保证交通用途功能的前提下,将桥下空间尽可能演变为较为人性化的公共开放空间,从而提升桥下周边市民生活品质,增强城市幸福获得感。

参考文献:

- [1] 谭鑫强.城市高架桥主导空间解析[D].大连:大连理工大学,2009.

(上接第52页)

分被利用。有效的控制工程成本,缩短工期。为富含高液限粉质黏土的西南一带其他类似工程的设计、施工,提供了宝贵的借鉴价值。

参考文献:

- [1] 郑德平.高液限黏土工程特性及改良试验研究[J].路基工程,2022(1):66-71.
[2] 莫秋旭,陈家闯,许会生,等.湛江大道2种高液限土水泥改良试验

研究[J].铁道科学与工程学报,2020,17(7):1728-1733.

- [3] 戴范,刘枫,黄希望,等.一级公路高液限土水泥改良试验研究[J].中外公路,2020,40(1):240-242.
[4] CJJ 194—2013,城市道路路基设计规范[S].
[5] 杨俊.高速公路高液限粘土路基的改良及其施工技术[J].公路,2008(8):140-143.
[6] JTG D30—2015,公路路基设计规范[S].