

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.07.084

泡沫轻质土及其在改扩建工程中的应用分析

李剑超

(广西北部湾投资集团有限公司, 广西 南宁 530001)

摘 要:以广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程采用泡沫轻质土进行填筑施工为例,详细论述了泡沫轻质土的结构与性能指标,明确了泡沫轻质土的施工技术要点及其应用优势,以期类似项目提供有价值的参考。
关键词:泡沫轻质土;结构;特性;改扩建工程;施工工艺
中图分类号: U416.1+1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2021)07-0318-03

0 引 言

基于我国社会经济的快速发展,公路交通网络日益完善。在进行软基处理,尤其是改扩建工程中两侧或单侧拓宽路基处理时,往往施工工期长、占地面积大,且极易出现新旧路基沉降差异较大的问题,从而影响后期公路运行。在此背景下,泡沫轻质土凭借自身优良的性能逐渐得到了诸多施工单位的青睐^[1]。

泡沫轻质土的特点是质轻、自密实,因此运输和施工均较为便利。泡沫轻质土无需机械碾压振捣,对施工场地面积、机械设备等均无硬性要求,可满足不同工程项目施工需求。本文以广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程为例,对泡沫轻质土的工程实际运用展开分析。

1 项目背景

本项目为起迄桩号 K0+080~K17+600 的施工标段。该标段起点位于钦州市黄屋屯镇卜家互通附近,路线呈南北走向,自起点向南沿钦防高速横跨西江、冲仑江之后直至终点茅岭互通附近,总里程 17.5 km,改 4 车道为 8 车道,其中 K4+300~K6+000 为单侧加宽右幅新建。

本项目 K13+888~K14+025 段左幅、K14+050~K14+275 段右幅填方征地红线紧靠当地村民房屋,常用的路基填筑施工方法在进行机械碾压时有可能导致房屋开裂或坍塌。为减少路基填方施工对周边房屋造成的影响,采用轻质泡沫土填筑以上 2 段路

基,使填方坡脚线往路基中线收缩,做到不占用房屋并减少因机械碾压施工导致的房屋开裂或坍塌风险。

2 泡沫轻质土结构与性能指标分析

2.1 泡沫轻质土结构

泡沫轻质土是将发泡剂水溶液制作为泡沫,并与水泥、集料、水等混合搅拌而成^[2],具体制作流程见图 1。

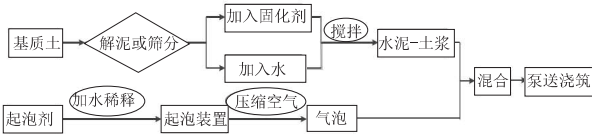


图 1 泡沫轻质土制作流程

泡沫轻质土的结构见图 2。由图 2 可知,泡沫轻质土的结构主要有:

- (1)基质土。包括砂质土、粉土、黏性土、工程废弃土,颗粒直径应控制在 5 mm 以内,确保混合均匀性。
- (2)气泡。包括化学气泡和物理气泡 2 种。前者主要是使用引气剂,通过水化反应生成的气泡;后者主要是使用起泡剂搅拌生成的气泡。同时,为保证气泡稳定性,可采取掺入稳泡剂、控制泡沫轻质土凝结时间等方法。
- (3)固化剂。此为胶凝材料,主剂以水泥为主,具有加固土体骨架的作用;辅剂主要有石膏粉、硅粉等,具有催化、早凝等作用。

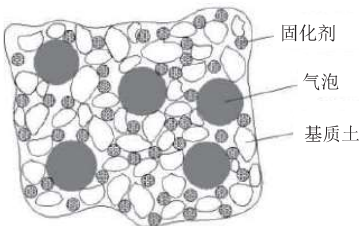


图 2 泡沫轻质土的结构

收稿日期: 2020-12-01
作者简介: 李剑超(1985—),男,本科,工程师,主要从事公路工程建设项目管理。

2.2 泡沫轻质土性能指标

泡沫轻质土具有明显轻质性,其密度可根据工程实际需要进行调整,常用范围 500 ~ 1 300 kg/m³。工程应用中,泡沫轻质土单层浇筑厚度以 1 m 以内为宜,否则极易导致其底部压缩变形。另外,通过控制配合比,可实现对泡沫轻质土强度的调整。本项目泡沫轻质土最小强度等级为:泡沫轻质土厚 0.8 m 时,其表层 CF 值为 1.0、底层 CF 值为 0.8,具体性能指标见表 1。

路面地面以下 深度 /m	最小强度等级 /MPa		最小容重等级 /(kN·m ⁻³)
	高速公路、一级公路	其他公路	
0~0.8	≥0.8	≥0.6	5
0.8~1.5	≥0.5	≥0.4	4
>1.5	≥0.4	≥0.4	4

3 改扩建工程中泡沫轻质土施工技术要点分析

广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程路基填筑施工时,泡沫轻质土的应用具有一定特殊性,其无需碾压振动,做好模板施工与浇筑养护工作即可。

本项目计划施工工期为 20 d,2019 年 6 月 15 开始施工,2019 年 7 月 5 日完工。泡沫轻质混凝土施工队 1 个班组 6 人,模板 2 套,HZS150 水泥混凝土拌合站 1 套,玉柴 6112 型发电机组 1 台(150 kW),混凝土搅拌运输车(10 m³)4 台。

具体施工计划如下:

- (1)2019-06-15:场地平整、台阶开挖。
- (2)2019-06-16:回填垫层碎石。
- (3)2019-06-17 ~ 2019-06-21:第 1 次浇筑。
- (4)2019-06-22 ~ 2019-06-26:第 2 层浇筑。
- (5)2019-06-26 ~ 2019-06-30:第 3 层浇筑。
- (6)2019-07-01 ~ 2019-07-05:第 4 层浇筑。

本项目泡沫轻质土施工流程见图 3。

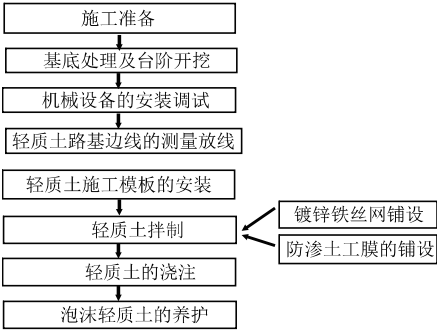


图 3 泡沫轻质土施工流程图

具体施工要点如下:

- (1)基槽开挖及降水。开挖前,路基外侧施作降

水井,泡沫轻质土路基基坑四周挖排水沟、集水井。根据设计的宽度、高度对原有路基进行开挖台阶处理,台阶宽度不小于 2 m,并往内侧倾斜 3%。

(2)垫层施工。基槽开挖或基底处理满足要求后换填厚 40 cm 的碎石垫层,碎石级配要求满足设计图及相关施工规范要求。

(3)模板安装。泡沫轻质土外侧使用预制混凝土挡板作为模板,采用型钢作为模板支撑,浇筑完成后,混凝土挡板作为永久外侧防护,提高泡沫轻质土耐久性。

(4)泡沫轻质土施工。本项目严格按试验配合比备料,根据所用自来水和发泡剂进行的室内试验结果,施工时拟采用的配合比见表 2(最终采用的配合比以施工现场所用材料经过试配以及监理见证批准的配合比为准)。采用配管泵送施工方法,浇筑时出料口与浇注面高差不大于 1 m。

强度等级	设计强度 /MPa	材料用量			湿容重 / (kg·m ⁻³)
		水泥 / (kg·m ⁻³)	水 / (kg·m ⁻³)	气泡群 / (L·m ⁻³)	
CF0.8	≥0.8	350	215	672.1	5.99
CF1.0	≥1.0	400	230	641.0	6.62

(5)变形缝设置。填筑轻质土的长度超过 10 m 时,每 10 m 设 1 道沉降缝,缝宽 2 cm,填充聚苯乙烯板(见图 4)。



图 4 现场施工图

(6)铺设钢丝网。按照设计要求,泡沫轻质土浇筑体在距底部 1 m 及距顶部 1 m 处各设置 1 层 φ2.5 mm@2.5 × 2.5 cm 镀锌铁丝网;当填筑高度大于 5 m 时,在中部增设 1 层 φ2.5 mm@2.5 × 2.5 cm 镀锌铁丝网。搭接长度不小于 20 cm。

(7)铺设 HDPE 防渗土工膜。按照设计要求,泡沫轻质土浇筑体在距底部 1 m 及距顶部 1 m 处各设置 1 层 HDPE 防渗土工膜,相邻土工膜搭接不小于 5 cm。HDPE 防渗土工膜技术指标见表 3。

表3 HDPE 防渗土工膜技术指标

项目	指标
厚度/mm	$\geq 0.3, < 0.6$
幅度/m	≥ 3.0
纵横拉伸强度/MPa	≥ 17
纵横断裂伸长率/%	≥ 450
直角撕裂强度/(N·mm)	≥ 80
搭接宽度/cm	≥ 5.0
搭接方式	热焊

(8)防撞墙钢筋预埋。待泡沫轻质土浇筑到顶部时,进行防撞墙钢筋预埋,防撞墙按照本项目挡墙防撞墙进行施工。

(9)泡沫轻质土养护。泡沫轻质土覆盖养护应超过7d,7d前严禁人员行走、堆积物品。

4 泡沫轻质土在改扩建工程中的应用优势

根据以上分析可知,泡沫轻质土具有质轻、强度高、耐久性好等诸多优势,在道路加宽扩建、路面基层及软基换填、桥台背填筑、机场道面垫层、滑坡路段填筑中均可获得较好的应用效果^[5]。与传统软基处理方法相比,泡沫轻质土的处理效果更佳。

4.1 传统软基处理存在的问题

在改扩建工程项目实施中,传统软基处理方法往往面临着以下问题:

(1)需进行新的征地。

(2)软基路堤两侧或单侧拼接加宽后,新旧路基下地基固结差异及传统拓宽填料的受荷压缩,使其极易出现沉降差异,导致路面破坏。

(3)路基拓宽施工时,软土地基处理对作业空间要求较大,且存在施工扰动情况;工期相对较长,对交通影响较大。

上述问题直接导致改扩建工程实施存在诸多限制,且征地范围的扩大、施工工期的延长,导致相应的项目成本大大增加,在经济效益方面略显不足。

4.2 泡沫轻质土运用优势

在道路改扩建工程中,应用泡沫轻质土可将拓宽处理对象从软基转变为路堤,降低了软基附加应

力,有利于简化软基施工,尤其对于路堤填筑高度较大(大于3m)或施工作业面狭窄的路段,泡沫轻质土路堤加宽方法更能体现其优越性^[6],主要优点如下:

(1)泡沫轻质土固化后,可实现垂直填筑,有利于节省用地,减少征地拆迁。

(2)泡沫轻质土质轻,可有效减少填土载荷,减少拓宽路基软基处理费用,减少新老路基差异沉降。

(3)泡沫轻质土自密实,无需振捣,可采取管道泵送施工方法,作业面相对较小,施工干扰小。

(4)泡沫轻质土施工工期短,对交通影响小。

本次改扩建施工中,K13+888~K14+025段左幅及K14+050~K14+275段右幅采用泡沫轻质土施工方法,减少了路基施工对周边的影响,保证了路基作业质量与周边安全。

5 结 语

(1)泡沫轻质土质轻、施工便利、施工工期短,在控制地基不均匀沉降、侧移方面表现优异,将其用于道路地基处理、新旧地基搭接处理具有较好效果,尤其是改扩建工程中此材料的应用具有显著优势。

(2)在工程实践中,应结合项目实际情况合理配置泡沫轻质土,控制好各项技术指标,同时规范开展各道工序作业,加强质量检验与管理,确保地基质量满足设计要求。

参考文献:

- [1] 裴友强,张留俊,尹利华.泡沫轻质土的疲劳性能及工程应用研究[J].硅酸盐通报,2019,38(4):217-224.
- [2] 张发如,张留俊,尹利华.泡沫轻质土路基的适用性研究[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(3):45-47.
- [3] 陈忠平,汪建斌,刘吉福,等.泡沫轻质土动力工程特性试验研究[J].公路,2019,64(2):82-85.
- [4] 李硕,杨军宏.泡沫轻质土在高速公路改扩建工程中的应用[J].公路交通科技,2018,35(增刊1):5-10.
- [5] 游乃安.浅谈泡沫轻质土在高速公路改扩建中的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2017(5):8-10.
- [6] 李建宇,王忠杰,杨林,等.泡沫轻质土路基应力应变现场监测及结果[J].筑路机械与施工机械化,2018,35(12):107-111.

(上接第307页)

- [7] 高远富,王仲刚,周凌,等.钢管混凝土叠合柱弹性波CT空洞与脱空缺陷检测分析[J].物探化探计算技术,2014,37(1):89-96.
- [8] 朱文仲,赵志忠.弹性波CT技术几个重要问题的研究[J].工程地球物理学报,2008,2(5):173-180.
- [9] O.Martinez,Mostafa Akhnak,Luis G,etc.Montero De

- Espinosa a small ZD ultrasonic array for NDT applications[J].NDT&E International,2003(36):57-63.
- [10] ASTM C597-97,Standard test method for pulse velocity through-concrete[S].
- [11] CECS21:2000,超声法检测混凝土缺陷技术规程[S].