

# 泡沫轻质土在桥头路基治理中应用研究

李国华

(河北路桥建设有限公司, 河北 石家庄 050000)

**摘要:** 阐述了泡沫轻质土的特点;为解决河北省道改扩建工程 S126YH—SG2 标段桥台与路基结合部台背土压力大,易出现桥台倾覆的问题,采用泡沫轻质土对桥头路基进行处治,阐述了处治方法,提出了施工质量控制措施。应用结果表明,采用泡沫轻质土治理桥头路基的效果良好。

**关键词:** 公路;泡沫轻质土;桥头路基处治

**中图分类号:** U416.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2021)02-0056-02

泡沫轻质土又称泡沫砼,它是先把发泡剂通过机械制泡法制成泡沫,然后在泡沫中按一定比例掺加水泥与其他材料形成泡沫浆体,通过泵送系统现浇并经自然养护得到的含有大量封闭气体的轻型填筑材料。该文将它应用于桥头路基处治,研究处治方法及质量控制措施。

## 1 泡沫轻质土的特点

(1) 质量轻。由于泡沫轻质土内分布很多闭合的气泡,气泡膜韧性较强,气泡之间不会出现透水现象,材料的重度可人为控制在  $3\sim 18\text{ kN/m}^3$ 。

(2) 强度可调整。泡沫轻质土可通过控制气泡含有率、水泥掺量和种类对其强度进行调整,其强度可控制在  $0.3\sim 5.0\text{ MPa}$ 。

(3) 流动性好。泡沫轻质土可通过泵送实现长距离运输,其水平输送距离可达  $500\text{ m}$ ,垂直输送距离可达  $100\text{ m}$ 。

(4) 自立性与低弹减振性好。泡沫轻质土的固化剂为水泥,初凝后会固化自立,可实现垂直填筑,不会对挡土结构产生推挤力,用于防护与填筑桥台工程可简化设计。泡沫轻质土的弹性模量低,对冲击载荷具有良好的分散与吸收作用。

(5) 良好的防水性与耐久性。泡沫轻质土中封闭气泡相对独立,整体性好,吸水率低,透水系数小,具有良好的防水性能。泡沫轻质土为水泥类材料,具有与水泥砼等同的耐久性。

(6) 环保性能好。泡沫轻质土使用的发泡剂和水泥不含对环境有害的成分,能避免污染环境;且其中含有大量气泡,导热系数低,抗冻融、隔音、隔热效果好。

(7) 在路基中应用效果良好。用于路基中可实

现路基垂直填土,节省投资、减少拆迁、节省用地,大幅降低填土荷重;施工时不需机械振捣和碾压,通过配管泵送,作业面小,施工工期短;可使填土荷载大幅降低,路基的附加应力减少,路基的侧移与沉降得到抑制,从而提高路堤的稳定性。用于路基和桥梁结合部,可缓解路基与桥台结合部的沉降,使路基结合部与桥台的刚性突变得以缓解,消除填料自身工后沉降,对桥台结构物的推挤作用小。

## 2 泡沫轻质土对桥头路基的治理

### 2.1 工程概况

河北省道改扩建工程 S126YH—SG2 标段,起讫桩号为  $K2+587.629\sim K3+825.629$ ,全长  $1\ 238\text{ m}$ 。地面段设计道路等级为城市主干路,高架段公路等级为一级公路。设计速度,地面段为  $60\text{ km/h}$ ,高架段为  $80\text{ km/h}$ 。道路横断面采用双向六车道四幅路形式,标准横断面布置形式为  $3.0\text{ m}$  人行道 +  $4.5\text{ m}$  非机动车道 +  $7.0\text{ m}$  侧分带 +  $11.5\text{ m}$  机动车道 +  $8\text{ m}$  中分带 +  $11.5\text{ m}$  机动车道 +  $7.0\text{ m}$  侧分带 +  $4.5\text{ m}$  非机动车道 +  $3.0\text{ m}$  人行道,宽度为  $60\text{ m}$ 。地面段上下匝道断面布置形式为  $3.0\text{ m}$  人行道 +  $8.5\text{ m}$  机非混行集散车道 +  $10.0\text{ m}$  侧分带 +  $11.5\text{ m}$  机动车道 +  $8\text{ m}$  中分带 +  $11.5\text{ m}$  机动车道 +  $10.0\text{ m}$  侧分带 +  $8.5\text{ m}$  机非混行集散车道 +  $3.0\text{ m}$  人行道,宽度为  $74\text{ m}$ 。跨河桥设计为三跨变高度钢—砼混合预应力连续箱梁,跨径组合为  $35\text{ m}+130\text{ m}+35\text{ m}$ ,总长  $200\text{ m}$ 。两侧桥台设计为埋置式,台下设 3 根  $1.8\text{ m}$  钻孔灌注桩。

桥台台前设置防洪防汛及检修通道,台前下挖深度较大,无法设置锥形护坡,导致桥台前后土压力不平衡;台背河岸处填土厚度为  $8\text{ m}$ ,对桥台形成侧

向土压力较大。为减小台背土压力,防止桥台倾覆,采用泡沫轻质土作为台背路基回填材料。施工期间的温度为 $15\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,水泥采用32.5硅酸盐水泥,水泥:水=320:195(质量比),气泡含有率70%,湿容重 $5.5\text{ kN/m}^3$ 。泡沫轻质土的性能指标要求见表1,处治方案见图1。

表1 泡沫轻质土的性能指标

距路面底面 距离/m	湿密度/ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	28 d 抗压 强度/MPa
0~0.8	560~600	>1.0
>0.8	520~560	>0.6

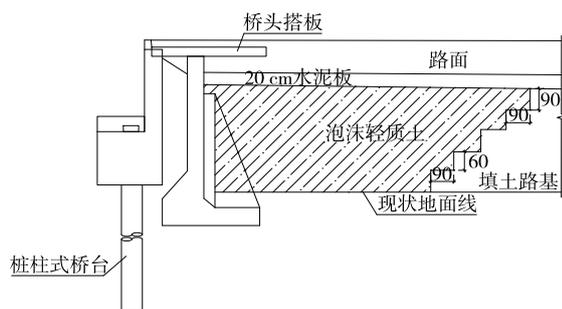


图1 泡沫轻质土处治桥头路基示意图(单位:cm)

## 2.2 处治方法

(1) 泡沫轻质土标高以路床顶部以下20 cm控制,同时确保相邻路段顶部高差 $\leq 0.2\text{ m}$ ,以现有原地面线控制泡沫轻质土底面标高。

(2) 浇筑轻质土施工前,检查填筑区基底,保证基底无积水、无杂物。浇筑完轻质土后,采用水泥板进行纵、横坡调整。

(3) 根据设备产能划分单个浇筑区面积,单个浇筑层浇筑量不超过 $200\text{ m}^3$ ,并保证轻质土能在其初凝时间完成浇筑。

(4) 填土路基段的泡沫轻质土先施工,与路基交界地段顶部预留 $(90\times 90)\text{ cm}$ 台阶,余下部分预留 $(60\times 90)\text{ cm}$ 台阶。

(5) 泡沫轻质土浇筑体距底部上方 $40\sim 60\text{ cm}$ 范围内水平设置一层钢丝网,在其顶部下方 $30\sim 50\text{ cm}$ 范围内水平设置另一层钢丝网。钢丝网边长为 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 或 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ ,由直径 $3\sim 6\text{ mm}$ 钢丝焊接而成。

(6) 单层泡沫轻质土浇筑厚度控制在 $0.5\text{ m}$ ,浇筑时间不超过3 h,且不大于水泥浆的初凝时间;从完成水泥浆制备至泡沫轻质土开始浇筑施工的间隔时间不大于3 h。轻质泡沫土路段基底及包边与一般路基基底处理一致,压实度按不小于90%控制,

并按相关规范要求进行检查。

(7) 为避免刺破防渗土工膜,先清除下承层的尖锐物,再在下承层铺设垫护层的无纺针刺土工布,最后铺设防渗土工膜。横向铺设防渗土工膜,相邻土工膜搭接重叠宽度不低于10 cm。

## 2.3 施工质量控制

为保证泡沫轻质土能满足桥头路基处理要求和泡沫轻质土的施工质量,施工时选择合适的水泥用量和品种,成型时采用低水灰比,并优化养护,加强保水措施。施工质量控制措施如下:

(1) 通过试验合理确定施工配合比,选择最佳水灰比,浇筑前根据工程特点、温度、使用材料等进行适当调整。

(2) 原材料。选用低发热快硬水泥;选用的发泡剂应满足泡沫轻质土所需泡沫量、泡沫稳定性、泡沫泌水率等要求;保证骨料、砂子、水泥的比例合理。

(3) 外加剂。合理选择早强激发剂,增加泡沫轻质土抗压强度;为解决泡沫轻质土吸湿性强、干缩大的缺陷,合理选择复合外加剂。

(4) 泡沫砼拌和控制。为保证泡沫均匀性及泡径大小,合理选择泡沫轻质土发泡机。为保证施工中泡沫轻质土的混泡均匀性和速度,保证泡沫存留率与稳定性,施工中加强搅拌,保证搅拌时间,做到浇筑完泡沫轻质土后泡沫不漂浮。

(5) 温度低于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,采用32.5强度以上等级水泥或加入早强剂以促进初凝速度。为保证单层泡沫轻质土的浇筑厚度不大于1 m,同时避免因浇筑厚度不够出现消泡造成达不到轻质目的的现象,单层浇筑厚度不低于 $0.25\text{ m}$ 。

(6) 浇筑完泡沫轻质土后,不得扰动泡沫轻质土,采取静态养护,冬季、夏季养护时间分别为7~10和5~7 d。高温时,浇筑完泡沫轻质土后采用雾状喷洒的保湿养护;气温低的冬季采用覆盖塑料薄膜加稻草保湿养护;下雨时采用塑料薄膜彩条布覆盖。浇筑完14 d内,严禁人与机械通行。

## 3 结语

该工程桥台路基段采用泡沫轻质土处治后,湿容重、气泡含有率、配合比、抗压强度、路基沉降等均满足规范要求,未出现桥台倾覆现象,表明采用的泡沫轻质土处治方法成功,可供同类工程参考。

随着中国对资源利用、生态节能的日益重视,泡

(下转第60页)

各桩垂直方向位移见图3。以各桩底部为固定点,从图3可看出:各桩从底部向上均有不同程度水平位移,1#~4#桩整个桩身有明显倾斜,5#~7#桩倾斜较小。以各桩顶部中心为圆心,各桩底部中心坐标见图4。

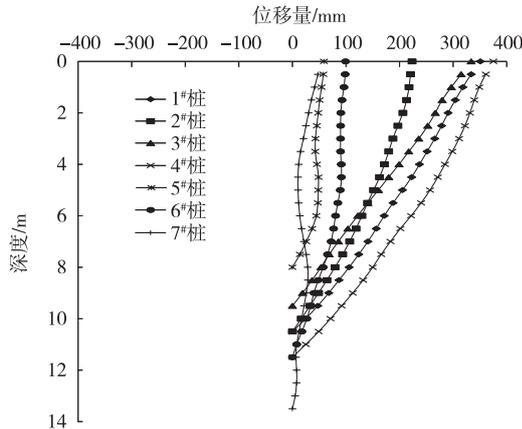


图3 各桩测斜曲线

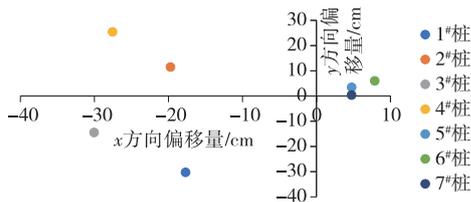


图4 各桩偏移量

所检测7根预制桩沉桩完成后,桩身水平位移量分别为35.06、22.83、33.35、37.51、5.88、9.9、6.14 cm。1#~4#桩有明显倾斜,5#~7#桩倾斜较小且较接近规范要求。所用检测方法可检测出桩身每一点的水平位移,且精度较高,是检测预制管桩桩身垂直度的有效方法。

4 结语

预应力砼管桩的振动式沉桩具有施工简便、施工机械小且移动方便等优点,但缺乏切实可行的振

动法沉桩质量检测评价方法与检测标准。该文提出一种基于测斜原理的管桩垂直度检测方法,并应用于广东省某改扩建项目,对7根振动法沉桩进行桩身垂直度检测,结果表明该方法简单可行,可用于预制管桩桩身垂直度检测。

参考文献:

[1] 刘汉龙,费康,马晓辉,等.振动沉模大直径现浇薄壁管桩技术及其应用(I):开发研制与设计[J].岩土力学,2003,24(2):164-168.

[2] 郑刚,王丽.竖向荷载作用下倾斜桩的荷载传递性状及承载力研究[J].岩土工程学报,2008,30(3):323-330.

[3] 王丽,郑刚.局部倾斜桩竖向承载力的有限元研究[J].岩土力学,2009,30(11):3533-3538.

[4] 吴涛,于林玉.孔斜测试技术在管桩检测中的应用[J].建筑施工,2009,31(4):253-255.

[5] 曹卫平,陆清元,樊文甫,等.竖向荷载作用下斜桩荷载传递性状试验研究[J].岩土力学,2016,37(11):3048-3056.

[6] 曹卫平,樊文甫.水平荷载作用下斜桩承载变形性状数值分析[J].中国公路学报,2017,30(9):34-43.

[7] 任瑞虹.竖向荷载作用下斜桩承载变形特性有限元分析[J].长江科学院院报,2017,34(5):99-102.

[8] 中国建筑科学研究院.建筑桩基技术规范:JGJ 94-2008[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.

[9] 赵平,刘立志,胡君,等.预应力管桩桩身垂直度检测的一种方法[J].资源环境与工程,2009,23(6):818-819.

[10] 顾辰生.预应力混凝土管桩垂直度检测技术[J].中国水运(下半月),2012(7):241-243.

[11] 李国维,胡龙生,王润,等.滑动式测斜仪测试与误差处理方法[J].河海大学学报(自然科学版),2013,41(6):511-517.

收稿日期:2020-08-21

\*\*\*\*\*

(上接第57页)

沫轻质土以其良好性能在路基中应用越来越广泛。泡沫轻质土施工中控制好水泥、外加剂等材料质量、水灰比、配合比,采用合适的发泡剂和施工机械,严格控制施工工序,并做好早期养护,才能保证泡沫轻质土的施工质量和路基的处治效果。

参考文献:

[1] 林广春.泡沫轻质土在路桥衔接处路基处理中的应用

[J].城市道桥与防洪,2019(1):188-190+22.

[2] 杜立平,程海波.泡沫轻质土在盐渍化软土地区桥头路基的应用研究[J].北方交通,2014(8):34-36+40.

[3] 王新岐.软土地区泡沫轻质土处理桥头路基试验研究[J].城市道桥与防洪,2012(10):27-29+6.

[4] 高岭.采用现浇泡沫轻质土填筑处理软土地基段桥头路基的设计研究[J].交通标准化,2011(7):80-82.

收稿日期:2020-07-01