

基于体积参数的市政道路桥涵台背回填泡沫轻质土施工技术研究

陈智勇

(秦皇岛市海港区市政设施管护中心, 河北 秦皇岛 066000)

摘要 本文基于体积参数, 对市政道路桥涵台后回填泡沫轻质土施工技术展开探讨。结果证实, 使用泡沫轻质土对公路桥梁台背展开回填, 其容重约为普通土 1/3~1/2, 可减轻台背回填土荷载, 提高路基稳定性。制备水泥浆液过程须连续, 避免局部消泡; 新拌泡沫轻质土采用一种新方式即配管泵送, 泵送中保证管道布置顺直水平, 水平距离不超过 505m, 垂直高度不大于 31m。在泡沫轻质土每层浇筑终凝后, 对土工布洒水进行湿润、养护或用塑料薄膜覆盖, 防止水分扩散速度过快出现收缩开裂。在完成泡沫轻质土桥梁台背回填施工后, 最后一层浇筑层养护强度不低于 0.42MPa, 再进行路面结构层施工。泡沫轻质土使用高压软管泵送施工, 工期短、质量可控。

关键词 泡沫轻质土; 施工技术; 参数; 回填; 市政道路桥涵台背

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0053-04

近年来, 我国的道路交通事业, 特别是高级别的道路交通事业有了很大的发展^[1]。目前, 我国对高级别道路的投资与日俱增, 道路行驶里程也在不断增加。在已经开通的高速公路上, 特别是在高级别的高速公路上, 仍然存在着很多的问题, 比如, 跳车的情况比较常见^[2]。这种现象在一些软基路堤中特别严重, 是公路建设中的常见质量病害^[3]。因此, 公路桥梁的损坏部分需要及时维修和保养, 频繁地进行维修需要耗费大量的财力、人力和物力, 在维修的时候, 需要将整条交通线封闭起来, 从而增加了整体的交通压力^[4]。因此, 本文基于体积参数, 对市政道路桥涵台背回填泡沫轻质土施工技术进行了研究。

1 工程概况

本工程为某市政道路改扩建工程, 起止桩号为 K721+266-K729+811, 整个道路的长度为 10.35km, 路基宽度为 28.75m, 原本的市政道路是一个双向四车道, 它的设计时速是 120km/h, 按照原来道路两边的直接拼接方案, 将其改造成了一个双向六车道, 行驶速度保持不变。按照设计需要, 对本标段 34# 桥墩、大桥两端桥墩、互通桥 2# 桥墩、环线跨线桥 3# 桥墩采用泡沫轻质土进行回填。

2 桥梁台背回填泡沫轻质土施工技术

2.1 地基处理与轻质土路堤、路面结构设计概况

在桥头路段的地基基础上, 由于有很深的软土地基, 所以可以通过水泥搅拌桩来对其进行强化, 在

逐渐变化的基础上, 通过变桩间距来实现过渡, 将所有的搅拌桩都渗透到了淤泥质土层中, 并将其强化到 10.72m, 设置水泥基搅拌桩之间的距离为 1.32~1.51m, 桩的直径为 50.5cm。

图 1 所示为桩-土组合基础上, 水平方向和垂直方向的水泥土混合桩的分布情况。

K725+450 蓄洪区的主排沟, 在桥墩背面采用了发泡轻质土, 其他部分采用了普通土, 如图 2 所示, 在桥墩背面采用了轻质粘土的搭板、结构和路面设计。

在桥梁底部与泡沫轻质土体的连接处设置了一个缓冲区。桥头路堤路面结构设计包括路基、路面结构层、设计荷载。

2.1.1 路基

路基宽为 28.75m, 道路设计方案为: 土路肩 0.75m+硬路肩 2.25m+行车道 2.125m*3+路缘带 0.5m+中央分隔带 2.0m+路缘带 0.5m+行车道 2.125m*3+硬路肩 2.25m+0.75m 土路肩。

2.1.2 路面结构层

道路的构造层从上到下为: 最上层为 4.0cm 的细粒式改性沥青混凝土, 第二层为 8.2cm 的粗粒式沥青混凝土, 第三层为 16.5cm 3.5MPa 的水泥稳定碎石, 第四层为 16.5cm 3.0MPa 的水泥稳定碎石, 最底层为 20.5cm 12.5% 的石灰土。

2.1.3 设计荷载

在设计荷载时, 荷载土柱高度为 0.85m, 常规土的容重为 19.5kN/m³。

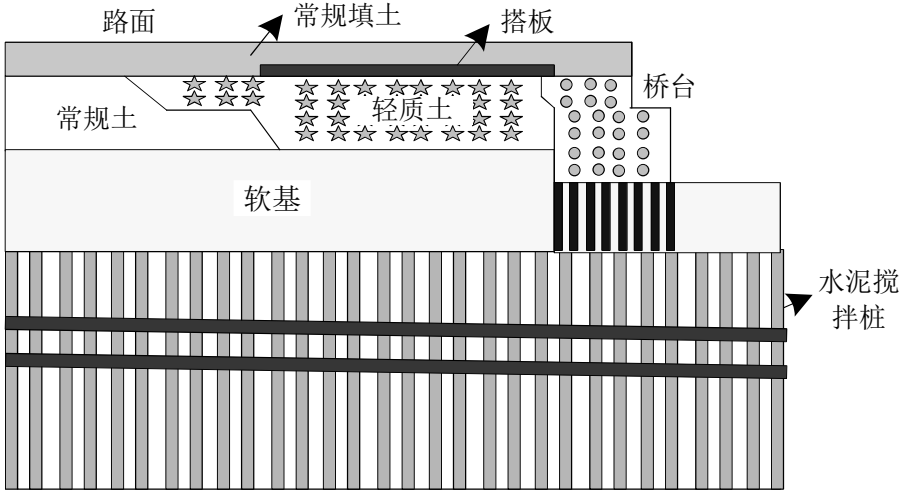


图1 水平方向和垂直方向的水泥土混合桩的分布情况

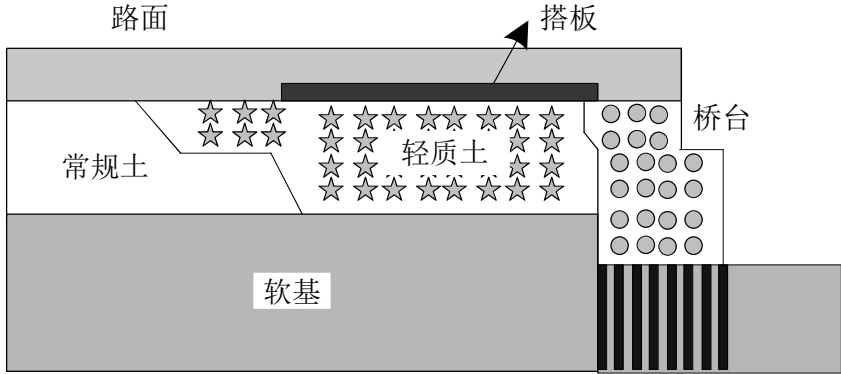


图2 桥墩背面轻质粘土的搭板、结构及路面设计

2.2 发泡轻质土的现场制作和填筑

2.2.1 原料及原料控制

粉煤灰、水泥、发泡剂、水、原料土等是在现场生产制作发泡轻质土过程中使用的主要原料。其中水泥选用河南省豫鹤同力水泥有限公司生产的P.042.5硅酸盐水泥；从桥下游的河中就近进行泵取水；发泡剂选用宁波艾克姆新材料股份有限公司的稳定性好、环保型发泡剂；就近取土点筛取原料土，粒径分布在5.1mm以内，含砂量大于82.5%。泡沫浓度为 $51\text{kg}/\text{m}^3 \pm 5.5\text{kg}/\text{m}^3$ 的发泡剂，在将标准泡沫柱放置1小时后，泡沫群沉降小于5.5mm，其泌水量不能超过25mL。发泡剂泡沫细密，轻质混凝土沉降率在3.1%内，消泡试验湿密度增大率在9.5%内。当温度高于0摄氏度时，泡沫剂不会发生物质的分离。表1列出了轻质混凝土发泡剂材料的各项技术参数。

该项目中，泡沫轻质土选择硅酸盐水泥，对其物

质性质进行检测，按照每50t检测一次的频率对其检测，如表2所示。

该项目所采用一阶飞灰，其性质应满足《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596-2017)相关规定。表3为F类I级粉煤灰的具体性能指标。

本桥梁台背回填项目泡沫轻质混凝土的特性是：在路基顶及路堤回填位置，与其之间的距离应该不超过80.5cm，抗压强度应该不低于0.65，材料湿密度为 $522\sim 565\text{kg}/\text{m}^3$ ，流值应该是152~185mm。路床回填处和路基顶部之间的距离为0~80.5cm，流值为150~180mm，抗压强度应 $\geq 0.8\text{MPa}$ ，材料湿密度为 $562\sim 605\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2.2.2 设备

本项目使用设备主要有水泥发泡机、潜水泵。潜水泵泰安市宇成矿用设备有限公司生产的无堵塞潜水泵，65WQ30-30-7.5，机械设备为河南永泰建筑机械有限公司生产的HKF-20水泥发泡机，表4为HKF-20水

表 1 轻质混凝土发泡剂材料性能指标

性能指标	稀释倍率 /%	发泡倍率 /%	泡沫密度 /%
规范值	41.2±2.1	805±2.5	51±5.5

表 2 水泥性能指标

性能指标	铝酸三钙 /%	硅酸三钙 /%	游离氧化钙 /%	碱含量 /%	比表面积 / (m ² /g)
规范值	6.5-8.5	55.2-60.5	≤ 1.3	≤ 1.1	352±10.5

表 3 F 类 I 级粉煤灰的具体性能指标

性能指标	45 μm 方孔筛筛余细度 /%	需水量 /%	含水量 /%	烧失量 /%	SO ₃ /%	游离 CaO /%	稳定性 /mm
规范值	≤ 12.5	≤ 95.5	≤ 1.5	≤ 5.2	≤ 3.2	≤ 1.1	≤ 5.2

表 4 HKF-20 水泥发泡机参数

型号	输送流量 / (m ³ /h)	水平输送距离 /m	垂直输送距离 /m	整机重量 /kg	整机功率 /kW
HKF-20	20	205	125	1200	16.5

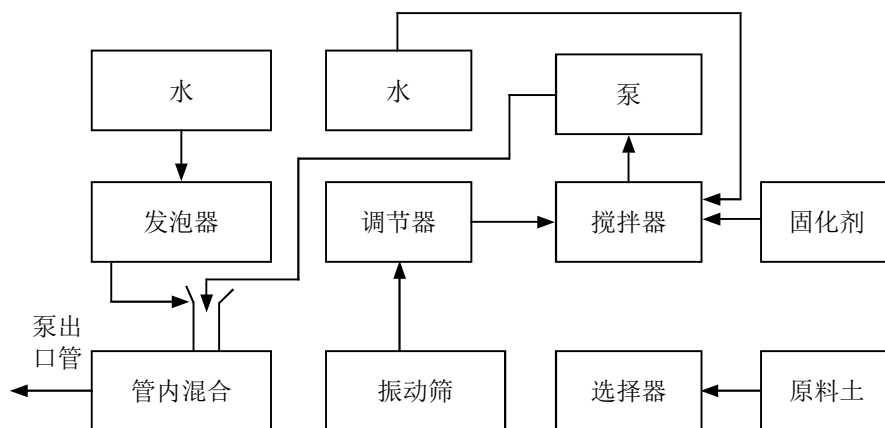


图 3 发泡轻质土现场生产制作流程

泥发泡机参数。

2.2.3 发泡轻质土现场生产制作流程

图 3 是一种发泡轻质土的生产过程，将经过筛选过的土输入到搅拌机中，再将硬化剂，也就是混凝土，按一定比例添加，再加上水，混合均匀，最后输入输送水泵中；将发泡剂和水以 1:42~1:58 的比例进行充分混合，通过混合液将其吸入发泡机发泡，再将其送入输出泵出口管中，在泵出口管中，将水泥原材料、土浆液和气泡进行充分的混合，并将其均匀的泵出，在现场浇筑硬化成型，得到发泡轻质土。

2.3 施工准备

图 4 为泡沫轻质土施工流程图，在桥梁台背回填施工前，按照实际情况、工期要求、生产能力等划分浇筑层、浇筑区域。按照设计对市政道路桥台后的回

填路堤进行挖掘，对施工区地基地部的杂质进行完全清理，并将所述的起泡剂加入水中进行冲淡，并将其加入所述的水冲淡中，再加入所述的压缩空气，经所述的起泡器进行冲淡处理。搅拌站负责对水泥浆液进行集中供应，按照流量标准来称水。水泥浆液的配制要持续进行，要避免局部消泡、初凝，配制好后要将其泵到施工场地，并进行充分的搅拌，保证不产生颗粒，并且要在出料口安装过滤器。在气泡增压后与水泥浆液充分搅拌，从而获得泡沫轻质土。

2.4 基坑清理及模板安装

待建设涵台，在其周边整理平整场地，并将现场的防排水工作做好，防止积水对材料、机械造成不利影响。场所尺寸可满足一套设备及发泡剂、水泥贮存的要求，按台后所需的物料数量来决定。做好施工用水，

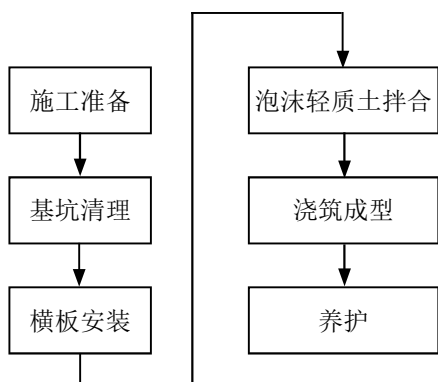


图4 泡沫轻质土施工流程图

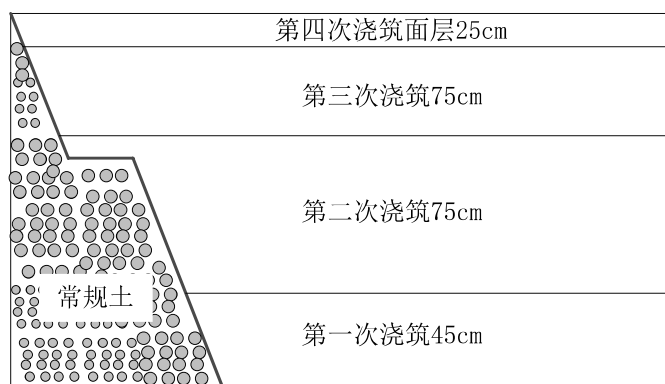


图5 施工方案与步骤

用电,铺路的准备工作。在泡沫混凝土进行施工之前,要将基础防水工作和排水工作做好,在挖掘好了坑槽之后,在最小的地方,在挖掘出来的排水口的宽度应该是大于或小于1m,这样可以防止槽中出现积水。对施工现场基坑底部的杂物和积水进行清除,保证在浇筑混凝土时没有积水和杂物。将基层清洁做好,确保浇筑施工无障碍。在地下水位之下进行混凝土的混凝土,必须采取降雨措施,不能在地基中出现积水的情况下进行。施工前墨线控制水平进行。在轻质泡沫混凝土浇筑时,要采取防渗措施,不能出现穿刺现象。

2.5 泡沫轻质土的浇筑成型

将泡沫轻质土按一定的厚度进行分层浇筑,待上填筑层完成后,再开始浇筑。一般情况下,分层的厚度应该在31.5cm到81.0cm之间。每工作面的间隔时间为14.5h,在填筑浇筑一层泡沫轻质土时,适当控制竖向填筑速度。根据装置供料能力、泡沫轻质土初凝时间、分层厚度等因素来决定,纵向填充的块数为5.5~15.5m,当横向填充的宽度超过15.5m时,应分块。每一次浇筑面积的混凝土层板厚度都要控制在0.3~1.1m之间,保证混凝土层板的初凝能按时完工。当周围气温大于15.5摄氏度时,应将两个浇筑层之间的浇筑期控制在8.5小时至12.5小时之间。在进行浇筑施工时,现场浇筑施工方案具体步骤见图5所示。

2.6 泡沫轻质土的养护

在完成泡沫轻质土的每层浇筑终凝后,对土工布喷洒水分进行湿润、养护或用塑料薄膜进行覆盖,防止水分扩散过快,导致出现收缩开裂^[5]。经常喷洒,使轻质泡沫土壤处于潮湿的条件下,防止过量水分的浸入,脱水。在冬天,不要用喷头来进行混凝土浇筑,用泡沫轻质土浇筑的混凝土浇筑的混凝土,保持7天保温期。在浇筑泡沫轻质土完成并硬化成型后,在没

有达到设计的强度前,要强化对成品的防护,每组试件准干密度平均值要不高于湿密度标准值,每400m³检测一次,单一构筑物单元测试时,至少进行两组试件的抽取。当泡沫轻质土浇筑至设计标高时,用塑料薄膜覆盖并洒水进行养护,浇筑完毕后,用7日时间进行养护。在完成泡沫轻质土桥梁台背回填施工后,在最后一层浇筑层养护强度等于或高于0.42MPa后,对路面结构层进行施工。

3 结语

1. 使用泡沫轻质土回填公路桥梁台背,其容重为普通土1/3~1/2,可使台背回填土荷载得以减轻,从而使地基附加应力减少,改善了地基的稳定性。
2. 制备水泥浆液的过程须连续,局部消泡、初凝要避免;新拌的泡沫轻质土泵送水平距离不能超过505m,垂直高度小于或等于31m。
3. 在完成了泡沫轻质土的每层浇筑终凝之后,要马上对土工布喷洒水分进行湿润、养护或用塑料薄膜进行覆盖。在泡沫轻质土桥梁台背回填施工完成后,最后一层浇筑层养护强度等于或高于0.42MPa后进行路面结构层施工。

参考文献:

- [1] 吴德春. 矿渣泡沫混凝土性能影响试验研究[J]. 福建建筑,2022(02):64-66.
- [2] 邱磊. 泡沫混凝土在路桥施工的应用研究[J]. 工程机械与维修,2022(02):106-107.
- [3] 阳春雄. 新型建筑材料泡沫混凝土的性能及应用[J]. 四川水泥,2021(07):118-119.
- [4] 高亚丽,田春明,等. 聚氨酯填充型泡沫混凝土复合材料的性能研究[J]. 塑料科技,2022,50(01):27-30.
- [5] 余胜,白应华,陈伟. 硫铝酸盐水泥泡沫混凝土的物理性能研究[J]. 新型建筑材料,2019,46(02):98-101.