

泡沫轻质土工艺在高速公路改扩建工程中的运用

唐磊

(山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250013)

【摘要】泡沫轻质土作为一种新兴的人工建筑材料,可用于公路改扩建施工,并可减少软基处理成本和新旧道路沉降差异。本篇文章重点分析了泡沫轻质土在公路改扩建施工中的运用,旨在为公路改扩建工程的施工提供一些技术和理论参考。

【关键词】道路工程;高速公路改扩建;泡沫轻质土;施工技术

引言:

新型泡沫轻量化涂料具备轻自硬结构、施工简单、节约环保等优势。在高速公路的改扩建施工中,用泡沫轻量化土作为传统的道路施工建筑材料,既能够大大提高施工质量,实现了节约环保的目的,又能够有效增强了道路施工的稳定性,从而降低了施工后沉降,节省了施工成本。

一、泡沫轻质土的材料组成分析

(一) 原料土(基质土)

原料土可为沙质土、粉土、黏性土或工程废弃土,为达到与固化剂、气泡的均匀混合,并确保泡沫轻质土的流动性,原料土颗粒直径宜小于5mm,否则应进行解泥及必要的筛分处理。泡沫轻质土用于软基上高速公路扩建工程的受力与变形特性分析。

(二) 发泡剂

发泡剂的质量会直接影响泡沫轻质土的质量。高速公路用发泡剂对稳定性要求极高,要求在一次性填筑高度较大时,无破灭和受压变形现象。实验室制备泡沫轻质土的发泡方式通常为机械高速搅拌,搅拌时间约为5min,现也有实验室用小型自动发泡机械。基本情况是泡沫现搅现用,所制得的泡沫大小均匀、泡径较小、稳定性好。但在高速公路现浇填筑工程中,普遍应用的泡沫轻质土发泡方式为压缩气体发泡。

(三) 胶结材料(固化剂)

胶结材料分为主剂和辅剂两种。主剂主要起固结、加强土体骨架的作用。主剂以水泥类为主,常用的有火山灰硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、高炉矿渣水泥等,这些材料加入土中后与水发生水化作用,其产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与黏土颗粒发生离子交换形成固化物,达到加固土体骨架的作用。其中,高炉矿渣水泥的效果更佳,更易达到设计单轴抗压强度。辅剂是指石膏粉、硅粉等辅助材料,其添加的主要目的在于催化、早凝,同时能减少主剂的用量,降低造价。

二、泡沫轻质土壤的优点

(一) 自我优势

1. 轻便可调。轻质泡沫土在浇筑混凝土时,会出现大量未封闭的泡沫孔。通过增加泡沫的数量可以达到高温。细粒土壤的相对重量损失通常小于或大于20%。适用于软弱地层体系中各种土工结构的密实充填。可用于保证混凝土结构强度的长期稳定。泡沫轻质土的相对重量分布和黏结强度可根据不同的实际需要,通过合理灵活的调整配合比系数来改变,以保证满足不同结构的施工作业场景应用的具体需要。轻质泡沫土的比重值和冲击强度值的可调范围一般分别定义为5-12kN/m³和0.3-13MPa。

2. 流动性好。在混凝土管道的泵送施工过程中,轻质泡沫土可自动流向用户指定的位置,效率高,占地面积要求低,运行良好。采用高强轻质泡沫土碎石作为路基混凝土的新型填充材料,完全消除了混凝土浇筑、固化后的机械和压实环节,提高了路面施工的整体效率。此外,轻质泡沫土采用连续浇筑,无具体养护措施。

3. 环保。广泛应用于泡沫轻质土时,有许多形式的可再生物质资源可用。国内外许多重要的工业废渣,包括工业粉煤灰废渣,在经济应用上逐渐取得了良好稳定的生态效果,具有重要的应用价值。此外,轻质泡沫土也是一种良好的无机环境材料,长期用于高速路基的设计和施工,不会造成重大的环境生态破坏和严重的水污染。既要综合考虑路基建设和公路系统质量的改善,又要综合考虑生态环境效益。除上述特性外,轻质泡沫土砌体还应具有许多与传统普通水泥混凝土体系相似的特殊优良力学特性,如耐高温热、耐强静水破坏等。

(二) 建设优势

1. 施工方便,耐久性好,固化后自立。泡沫轻质土属于水泥原料,与高分子原料相比具有耐久性、耐热

性、耐水性等优点。生产过程由计算机自动控制,采用水泥作为固化剂。取料方便,施工方便。在施工过程中,泡沫轻质土由搅拌站生产和运输。它不需要大型机械设备来振动或压缩。它有一个小的工作表面,可以在一个狭窄的空间工作。同时轻质泡沫土在施工过程中具有自流平特性,不需要人工找平,施工速度快,工期短。一般在施工完成后 4-8h 内固化。凝固后,可以独立站立。可实现垂直填筑,无坡度下降,可减少永久占地。

2. 施工简单,工期短,节约施工成本。与一般路基填土相比,轻质泡沫土施工准备时间短,可节省复合地基处理施工时间。它的施工过程是通过管道泵送完成的,不能维修或修补施工路面。同时,它可以每天连续施工,节省施工成本。

3. 地基要求低,工后沉降小。泡沫轻质土对原有基础承载力要求较低。由于其比重小、自重轻,可大大降低填土荷载,可应用于普通土壤地基和湿土地基。其中,软土地基置换填筑效果明显,能显著降低地基应力,有效控制工后沉降。

三、改扩建工程泡沫轻质土的施工工艺与技术

(一) 泡沫轻质土施工工艺

泡沫型轻质路堤填筑的施工流程大致分为:施工准备、辅助工程施工、计量搅拌、混合泵输送、过程管理、现场施工、水分养护。

(二) 泡沫轻质土施工技术

1. 开挖找平及工作面清理。根据施工布置图,按设计要求开挖原路基基坑,在轻质土施工范围内做好临时排水系统和临时防护。水泵是用来接雨水积累水的。其原理是基坑内无积水。最后铺设 10cm 厚的碎石垫层,使原开挖面平整,压实压路机,提供所有施工工作面。

2. 发泡、混合、搅拌。水泥与水充分混合成浆体后,将发泡装置产生的气泡加入浆体中。确保膏体混合均匀,尽可能快地混合,消除超过发泡时间的气泡。

3. 泡沫轻质土的运输。轻型土壤输送系统通常也选择使用混凝土管道泵送系统进行运输,或使用管道系统进行直接加压混凝土泵送。 n 混凝土直接通过混凝土管输送或直接通过水泥管输送,用于混凝土泵送系统,轻泡沫土输送过程中形成的混凝土中悬浮气泡可被水泥拌和机消解,水泡消耗最少。但是,如果直接用水泥搅拌或专用水泥混凝土斗泵机、专用水泥混凝土斗泵车输送混凝土水泥,由于水泥混凝土在流动过程中受到剧烈的振动冲击和振动,气泡和水无法被混凝土破碎机正常消化,含水率和泥含量也会随之发生异常变化。因此,流动性可能会大幅减少。采用管道泵送。从的角度为输送管道结构泡沫轻质土材料在中国的最大安全距离限制管道输送泡沫原料粒子在管

道一般设定在 800 米每秒,考虑能源和损失,如分离的物质粒子,气泡的稳定性和破坏。

4. 放置、铺设、维护。泡沫型轻质水泥路堤沉降缝,大约每隔十到十五年设置一次,长度约一厘米。连接点填充混凝土沥青木。防洪堤与顶面及纵断面之间应尽量以阶梯式结合,一般阶梯状宽度为 1-5cm。堤岸底面沿着堤坝的纵向方向和堤岸横向方向均呈水平平面,因此有利于浇筑。而轻质泡沫混凝土所产生的泡沫有高度的独立性、细度和碎片化。为了防止水泥泡沫的溶解效应和与水泥材料的混凝土离析,在浇筑时应尽量避免对建筑物产生过大的强烈震动,并尽量控制浇注厚度。根据国外施工管理经验,单浇次混凝土最大厚度不应超过 1m,最小混凝土不应小于 0.25m。同时,应避免在高温和雨天施工。

四、泡沫轻土法的应用

(一) 路基加宽

道路运行一段时间后,新旧路基面层沉降率会出现较大差异。这种路面环境是由于公路新旧路面沉降变化速率不同而造成的,在公路新旧路面交替时可能会引起路面局部开裂。为了彻底避免老高速公路路面严重开裂缺陷直接造成路面施工安全缺陷,在新建公路的拓宽施工进行过程中,宜选择高强度轻质泡沫土作为新建公路拓宽路面时的主铺装层填充物。这种新型的轻质发泡黏土材料可以共同产生如下效应:首先,在道路改造工程中面临的土质体属于软土地基时,填充轻质发泡黏土将有效减轻道路负荷。同时可以有效减少新旧道路的沉降差异,不至于对道路两侧结构产生更严重的损害。公路养护费用可以降低。管道泵填充料是泡沫轻质土的常用应用方法。该方法操作简单,占地面积小,施工过程中对交通影响不大。该方法不需要压实作业,施工周期短,经济性好。

(二) 跨接问题

据不完全统计,桥梁病害跳桥工程造价支出占公路病害防治费用支出的 60% 以上,同期在中国的维修管理工程。桥涵过渡段引起的沉降差的连续变化过程和刚柔结构的突然变化可能是桥涵跳头的主要动力形成和原因。因此,解决桥头跳车问题的关键理论关键问题之一是,桥梁过渡段的沉降处理必须首先按照正常桥面沉降变化规律达到连续沉降和均匀沉降。

在桥梁过渡段设计中合理使用泡沫轻质土材料,可以在短时间内进一步或显著降低桥梁不完整地基结构的应力不均匀和沉降。它的主要优点如下:1. 泡沫轻质土的抗弯刚度介于高强水泥混凝土体系和其他优质工程土体系之间。如果在路基断面与大型桥涵连接处使用该材料,可同时大大降低其抗弯刚度和软弯值的急剧变化。2. 能部分或几乎完全减少路基材料结构

本身引起的路基完工后的沉降；3. 由于泡沫轻质土材料的物理特性，其结构稳定性可以显著减少侧向加载由填土，也有一定的影响减少软地基的附加应力，减少软基的沉降或侧向位移和路堤的稳定性。

（三）陡坡段填筑

在新旧公路改造设计与施工方案的相互比较评价与标准选择方面，资源与环境保护问题越来越受到重视。在陡峭、崎岖的山区等地形复杂地区，对现有道路进行大面积开发建设，容易对该地区原有资源和生态环境系统造成局部破坏。在高速公路陡坡段，采用局部对现有堤岸的泡沫轻量化混凝土回填，能够逐步改变许多不利原堤岸保存的自然环境条件，主要将表现为如下若干有利方面：第一，能够减轻堤岸填筑材料压力，降低堤岸混凝土体和本身的侧剪滑动位移，增强原堤岸本身的总体抗滑稳定能力；首先，通过保存原始的天然地形地貌，尽量减少对其自然环境功能的损害。最后，轻质泡沫土可以垂直填筑，简化挡土结构，方便施工，节约土地资源，保护原始生态环境。

（四）路基加固

荷载的计算也可以准确计算出填筑路基后所需轻质泡沫地基的最大承载力，确定合适的泡沫软土地基填筑层高度系数和地基抗压强度。上述的初步测算，也就能基本确定新填土地基始终保持在非超塑性固结状态。另外，泡沫轻土基的主要基础施工控制方法，在施工制造及工艺设计中的操作上较为简便，可以在短时有有效减少工程基础施工的附加基础应力。从而降低了软土地基施工过程中可能产生的局部沉降问题，使公路基础结构更为坚实稳健。

五、容易发生的问题和措施

一是湿密度指数和湿流量值指数长期不稳定，这是问题所在。这里我们需要每年至少进行几次混合试验，确定最合适的湿密度系数和湿流量值。必要时继续浇注混凝土浇筑停止后，该指数的混凝土和检测的频率应该逐渐增加，直到湿倒指数密度和混凝土的流动值基本上可以满足检测要求。第二个常见的问题是混凝土施工中使用的模板没有固定好，导致在注浆过程中出现注浆渗漏。此时，有必要对模板进行加固，确保底部没有浆液渗漏。然后，在安装好悬臂盾构后，要有足够厚的挂钩，使浇筑后很少有漏水现象，这直接影响到整个工程的结构质量效果和施工外观。此时，相关设计单位的安装工作设计人员需要确保在准备安装挡土墙面板时，要及时做好现场安装等工作，以后不会出现漏水、接缝等问题。安装后再做一个挂钩，使面板接缝足够平整。最后，在雨季进行滑坡施工时，边坡易受流水侵蚀。施工单位有时需要采取临时的防水、排水措施，防止萌芽阶段的事故发生。应尽量设

置临时排水沟设施，以避免坡面积水冲刷造成的其他负面影响。

六、社会和环境效益分析

第一，当使用泡沫轻质土泥浆和其他材料作为建筑的主要填充材料的高速、重载路基部分，所有的材料都可以挖掘，水平和垂直方向上，小空间损失在施工期间和挖掘，噪音小，正常驾驶交通的高速公路，施工操作安全方便，施工周期短。细小的施工可以完成现有公路基础设施的改造、修理、加固和扩建，对现有公路建筑物和相邻公路的质量影响很小，避免了由于施工时间过长而导致的公路地段对现有公路建筑物的快速拆除，减少原有公路在土地资源管理中产生的重复土地浪费。第二，在使用泡沫轻质土材料进行城市路基的建设和拓宽时，无需特别考虑地形坡度，减少了城市土石工程的拆除开挖等工程量，使合理开发最大化，扩大和节约了原有耕地面积，以维护和提升城市的生态自然环境。在主观上和一定程度上增加了对稀缺优质土地资源的有效集约利用率，从而减少或增加了对地下设施项目经营管理人员的维护和施工经营成本，从而产生了很好的经济社会效益和环境效益。

第三，利用了泡沫轻量化土材自身的高强度和轻量化结构技术等优点，降低了路基预填路面横向荷载的影响系数和混凝土路面软基的附加应力。同时，对于改善路面，减小路面软基的侧向沉降力，或减小道路边坡轴向的侧向位移，提高路面轴向横向的稳定性和性能，都能起到积极有效的技术促进作用整个堤岸。从一个较好的基础问题出发，有效地解决了新旧路堤的差异沉降和桥头跳跃问题。第四，泡沫轻质涂料沥青的广泛开发和使用，将有效地、大幅度地减少现有沥青水泥材料的实际生产和使用，降低现有市政公路基础设施拆除、扩建和改造所需的巨大工程成本，并具有相当高的潜在工程安全和环境治理功能效益和重大的综合经济实用性。

总之，泡沫轻质土在公路改扩建工程中的应用，有效缓解了差动沉降和桥梁跳跃问题，大大降低了公路改扩建工程的成本投资，提高了公路运营能力；缩短工期，对原有路基扰动小，有利于生态平衡，具有较好的社会效益。

参考文献：

- [1] 张格. 泡沫轻质土工艺在高速公路改扩建工程中的运用 [J]. 交通世界, 2021(32):111-112.
- [2] 智强. 泡沫轻质土在高速公路改扩建工程中的应用分析 [J]. 居舍, 2021(31):43-45.
- [3] 王建军. 浅谈泡沫轻质土在高速公路改扩建工程中的应用 [J]. 居舍, 2020(01):37-38.