

山区高填方路基施工方法和控制技术探析

吴凌云

(广东翔飞公路工程监理有限公司, 广东 广州 510445)

摘要:随着经济的发展,我国公路工程建设施工规模也不断扩展,当前我国新建公路工程项目已经逐步向中西部地区转移。我国中西部地区地形特点是多山且山高、谷深、坡陡,施工条件复杂,随着人们对通行舒适性要求的提高,山区公路的建设等级也随之提高,所以我国中西部山区的公路桥隧占比高,高填路基和深挖路堑也就不可避免。山区公路工程项目建设施工经常会出现高填路基问题,和普通的路基相比,高填路基具有沉降量较大、沉降时间较长等多方面特性,因此要求工程项目施工过程中对山区高填路基自然沉降和差异沉降进行全面了解,同时需要提出针对性的控制技术方法来加以解决,这样才能有效保证山区高填路基结构安全性和稳定性,提高山区公路工程项目建设施工质量,为后续类似项目工程开展提供有效参考和借鉴。

关键词:高速公路;山区;高填路基;沉降;控制

中图分类号:U416.1 **文献标识码:**A

公路交通特别是高速公路是我国经济发展的重要基础保障,改革开放四十多年来,我国公路工程项目建设施工规模不断扩大,同时公路工程施工技术也在不断提升。我国中西部山区公路工程项目建设的高填路基不断增多,但是由于偏远山区经常出现一些比较复杂的地形地貌条件,如何保证山区复杂地质条件下公路工程路基结构的安全性和稳定性,是工程施工考虑的重点问题之一。

1 工程概况

本文有效结合我国正在修建的高速公路项目建设案例开展分析和研究。本段高速公路项目工程是G59湖南省官庄至新化高速公路第六合同段,起讫桩号K27+495/ZK27+495~K33+400/ZK33+408.5,全长5.905km,设计通车速度100km/h,公路工程路基宽度26m,道路桥涵设计荷载为公路一级。该标段的高填路基有4处,其中ZK30+459.4~ZK30+727.2填方高度为40.2m,本文着重研究该段高填方。

2 高填路基施工方案和施工准备

2.1 施工前准备

(1)路基填料的鉴定与选择:路基填筑前,项目部实验室对沿线路基土的各种指标(天然含水量、天然密度、液限、塑性指数、筛分及最大干密度、最佳含水量)进行试验,以便确定能否作为填料;本项目页岩风化程度较低,适合的填料较多。基底以上8m范围内优先选用隧道洞渣和中强风化岩填筑^[1]。

(2)场地清理:首先要进行场地的清理,即挖除表层软土,抽水清淤等。然后测量放出路基中心线及边线桩,根据测量标志沿路线两侧挖出纵横向排水沟,放干路线范围内的积水,割除表层植物,待晒干表层土后挖除表层腐殖土。腐殖土先分别集中堆放在路线两侧,今后作为防护种

植用土。

(3)根据清表后地形特点,施作150cm×180cm的渗沟,把原地面水排出线外。

(4)基底压实处理:经场地清理后,均先进行基底压实处理,压实方法是先采用推土机初步整平,来回碾压2~3遍。再采用25t以上的压路机碾压,压实遍数随检测压实度情况确定,要保证压实度不低于90%。

(5)经过监理工程师的同意,选定K30+580~K30+680段作为土方路基试验段,得出施工重要参数如压实遍数、最大干密度、最佳含水量,以及机具、人数的最佳配置方式等。

2.2 施工步骤

2.2.1 路堤填筑施工顺序

填土 平整 碾压 压实度检查 合格后铺筑上一层。

2.2.2 施工方法

(1)测量、放线,分层填土,摊铺整平,及时碾压,及时检测,适时修整边坡。

(2)边坡防护及临时排水措施同步施工。

(3)本次高填路基增加高性能压路机补强措施,从地基顶面开始,每填高2m,进行一次补压,用冲击式压路机对填筑面冲击碾压20遍,当路基纵向长度大于100m时,采取强夯补压措施,点夯击能1200kN·m,满夯击能1000kN·m,从地基顶面至路床底面范围内填高每隔4m,强夯补压一次。如图1所示。

(4)本次ZK30+459.4~ZK30+727.2高填方段在填筑高度至18m时铺填2层土工格栅;当填至路床顶面以下1.2m和路床顶面以下30cm时铺填2层土工格栅。

2.2.3 路堤填筑注意事项

(1)填挖交界和新旧交界时,应将原地面



图1 冲击碾压示意图

挖成台阶施工，台阶宽度不小于2m，高度不小于1m，台阶顶面做成2%~4%的内倾斜坡，填筑时由最低一级分层向上填筑压实。

(2) 土方路基每层松铺厚度不大于30cm。路基每一层摊铺宽度左右两侧分别比设计加宽30cm以上，以保证边坡密实。土方路基用推土机初平，平地机精平，同时做出路拱以利于排水。

(3) 整平后的填土层，由两侧向中心再由中心向两侧顺次碾压，先用压路机自重进行稳压，然后弱振动碾压，最后强振碾压；碾压过程中严格控制行驶速度，保持匀速行驶，前后两次轮迹重叠二分之一轮宽，直至碾压后的路基表面无明显轮迹，即可初步判断为已达到规定的密实度，经检测发现不合格的路段及时补压。

(4) 填料碾压前含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内，当个别地段填料含水量低时，及时洒水补压；含水量大出现“弹簧”或翻浆现象时，挖开晾晒，待含水量适中时，重新填筑碾压。

(5) 不同土质的填料应分层填筑。土方路堤填筑至床顶面最后一层的压实厚度不得小于0.1m。

(6) 填土路堤分几个作业段施工时，两个相邻交接处不在同一时间填筑，则先填段应按1:1坡度分层留台阶；如两个段同时施工，则应分层相互交叠衔接，其搭接长度不得小于2m。

3 高填方路基监测工作目标

第一，以观测结果指导现场施工，控制路基填筑施工速率，合理确认结构物以及路面项目工程施工时间，并且提供施工期间沉降土方量的计量依据，开展信息化施工。

第二，根据实际监测工作结果及时发现其中出现的危险性预兆，并且分析其中产生的危险性原因，有效判断工程施工的安全性。采取必要的工程措施，防止工程破坏事故以及环境安全事故，确保路堤施工的安全和稳定，保证路堤填筑施工质量。

第三，通过监测和数据分析，评价工程技术状况，合理预测沉降量大小，同时验证设计工作参数和设计工作理论，使工后沉降量大小控制在设计容许的范围之内。

4 现场监测工作情况

4.1 现场介绍

本次高填方监测由有资质的第三方执行，根据相关图纸及相应的填方路基规范在需要监测的填方路基上布设监测点，在高填方路基（最大填高 $> 20\text{m}$ ）范围内，从填方路基最低处开始设观测断面，并沿路线方向向两侧布置观测断面，于断面边坡坡口线外2m处处理设位移监测桩，测点埋设稳定后即开始监测。一般来说监测过程持续至路堤填筑工程完成后6个月内或当年雨期结束后3个月无明显位移即可结束。

在ZK30+459.4~ZK30+727.2高填方段，该段填筑高度最高处为40.2m，左侧坡脚ZK30+588.0~ZK30+687.0设置衡重式挡土墙收缩坡脚。挡土墙顶标高172.9m，其上总共有5级边坡，每级坡高8m。2020年4月开始进行坡脚挡土墙施工，并经基底清理，经设置渗沟和底层回填压实后，2020年7月在该段进行路基填筑试验段填筑，2020年11月，该段回填至第二级边坡，第一级边坡浆砌片石拱形骨架防护完成，于2020年11月在该段设置了2个沉降观测点，从2020年11月开始持续观测，记录水平位移和垂直位移数据，后续根据施工进度增加了相应的监测点，每月统计观测数据，该段填方于2021年7月填筑至路基顶^[2]。

4.2 沉降观测数据分析

在观测工作过程中，没有发现该段路基产生开裂、垮塌等情况。目前该段路基的防护工作体系、排水体系基本上已经施工完成，并且已经填筑到标准的设计工作标高。

第三方监控量测数据显示，本次路基填筑段落落在施工过程中和施工结束的3个月内的沉降和位移相对较小，处于稳定范围内，表明该段路堤填筑结构较为稳定。同时也证明该段高填方的施工方法可行。

5 高填路基不均匀沉降控制影响和技术分析

5.1 路基不均匀沉降控制影响

在山区地区路基高填方施工中，必须严格依照公路工程路基设计规范要求中的标准分层填筑。路基填筑时对每层厚度大小进行有效控制，如果路基填筑每层厚度增加，压实设备需要根据实际碾压的次数来满足压实要求。如果不满足压实度要求，待填充到路基设计标高后，路基累计沉降变形量将不可避免地发生较大的变化。在路基反复荷载作用条件下会产生较大的沉降情况。在实际施工中如果现场施工人员责任感不强、施工技术管理工作程度不足、项目工程施工现场存在混乱等各种问题，会直接造成路基基础施工质量下降，造成较大的质量和安全隐患，甚至会出现一些比较大的安全性事故^[3]。具体如下：

第一，路基压实度不足。在高填方路基施工中需要使用标准的压实施工基础设备，需要根据正确的施工规范和施工要求标准来进行压实处理，有效保证公路工程的压制程度符合项目工程的施工标准要求^[4]。

第二，路基填筑材料问题。在高填方路堤施工过程中，需要很多填筑材料，工地现场一般是取挖方材料来填筑，需要对填筑材料进行选择，同一层应选用同一种材料，以保证压实均匀，保证填筑完成后沉降均匀。施工时常出现随挖随填，没有筛选和精心的施工组织，常出现高液限和有机质土等不合格填筑材料参杂其中，造成局部压实不足和沉降不均匀，会造成路基产生沉降问题。

第三，填挖交界施工位置没有按规范要求挖台阶或者台阶不标准问题，很有可能造成施工结合区域位置产生不均匀沉降情况，或者由于新填材料与原有的地面填料结构性质不同，在反复荷载作用下，使路基承载能力不均匀，很有可能在填挖交接位置产生不均匀沉降。

第四，在桥台、涵台、挡土墙等刚性结构与路基衔接处，因施工作业面较局限，难以使用大型压实机械，应在填筑时使用压宿性小的颗粒料透填透水性材料和分层压实，而实际施工时常常没有这样做，造成压实度不足，是形成桥台或沟槽上路面下沉的主要影响因素。

第五，施工过程中没有进行必要的排水工作，在雨天天气环境下由于路基表面的积水量相对较大无法实现自行排放，会造成填筑材料出现软化问题。路基的强度有所下降，同时也会产生路基不均匀沉降。当连续大雨，路基排水不畅积水，路基强度下降较大时，还会产生填筑路基出现塌方、泥石流等安全事故。

5.2 路基沉降控制技术

5.2.1 基底的选择和控制

在山区内部由于地质条件构成比较复杂，在选择高填路基设计路线工作过程中，相关工作人员通过深入勘察和分析，选定相应的设计路线、路基位置作为其中的圆心。采用这种设计方法，高填路基和路基部分可以防止出现一些含水量较大的水系统，或者软土地基条件。如果路基基础条件比较松软，需要通过必要的加固和维护处理，有效保证地基基础强度和稳定度，然后再建造高填充的道路地基。如果在高填路基施工过程中出现比较丰富的地下水系统，需要有效做好地下水的分流和排放处理，要保证基础部分土壤的含水量和强度。除此之外，高填方路基施工过程中需要优先选择一些材质更轻、硬度更高、承载力更大的材料，可以有效控制山区内部高填路基产生的变形和沉降问题概率^[5]。

5.2.2 交界位置路基处理

因为大部分山区地形条件相对比较陡峭，因此在修建高填路基过程中经常会产生一些斜坡问题。为了防止地基结构产生严重的变形或者沉降问题，在针对高填路基差异性沉降工作方面需要进行合理控制，在项目工程实际施工中，可以在斜坡下方开挖一些台阶后压实整平，防滑处理，同时在其上的填筑材料中加入网格状格栅材料，增强填料的整体性，以此来有效保障地基基础结构的稳定性。

5.2.3 减少沉降的措施

高填路堤，尽管在施工过程中控制得当，工后沉降仍然不能小觑。除在常规的分层压实的基础上，本次高填方段采用了每填高2m采用冲击碾压，每填高4m采用重锤夯实的方法，加速土体沉降，减小工后沉降。本次高填方路段在填筑到距路基顶2m时，调入强夯设备，对路基进行强夯处理，进一步加速路基沉降，增加路基稳定性，经强夯处理后，该段路基作为桥梁制梁场使用，在后续的沉降观测中，路基沉降明显变小。

合理的施工组织设计也是减少沉降的重要手段之一，高填路堤作为项目的重要工程，要第一时间开始施工，并尽早完成，这样就增加了施工期自然沉降时间，从而减少运营后的沉降。因为从监控量测的数据来看，填筑完成后沉降速率是逐渐减少的，自然沉降时间越长，路基越稳定。

6 结束语

综上，在山区公路工程建设施工过程中，高填路基是比较常见的形式，但是高填路基施工会出现比较严重的沉降问题，严重影响路基结构的稳定性和承载能力，会造成后续公路工程路面产生裂缝，甚至产生塌陷、断裂情况，造成人们在驾车行驶过程中的舒适性大幅度下降，甚至造成比较严重的交通意外事故。因此，需要针对山区高填路基差异沉降进行深入研究和分析，并且需要提出相应的沉降控制技术方法，有效保证山区高填路基的安全性和稳定性。

参考文献

- [1] 骆传军, 廖桂珠. 公路改扩建工程的路基施工处理[J]. 交通世界(工程技术), 2014(8): 88, 89.
- [2] 陕耀, 陆义, 周顺华. 有轨电车桩板结构路基与道路路基横向差异沉降离心试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2020, 39(5): 1049-1060.
- [3] 郭瑞, 郑波, 黎晨. 隧道下穿松散高填土路堤的沉降规律及其影响范围研究[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(4): 601-608.
- [4] 唐刚祥. 公路路基拓宽差异沉降控制关键技术及工程应用[J]. 建材世界, 2019, 40(1): 62-64.
- [5] 李晓, 纪伦, 钟勇. 新老路基相互作用下山区公路拓宽工程的变形数值模拟[J]. 公路工程, 2018, 43(6): 283-287, 314.