

填石路基施工技术在江北快速路工程中的应用

谢模红, 李扬

武汉航空港发展集团有限公司, 湖北 武汉 432200

DOI:10.61369/ERA.2025060038

摘要 : 针对江北快速路工程中部分路段存在规划排水通道无法实施、地下水丰富且水位高、堤防压浸台填土质量差及地势低导致施工环境受限等问题, 本研究以汉口至阳逻江北快速路工程为例, 详细介绍了填石路基施工技术在江北快速路工程中的应用。分析发现, 填石路基施工技术在江北快速路工程中的成功应用, 为复杂地质条件下的城市快速路建设提供了典型范例。通过分析, 文章旨在总结填石路基施工技术在工程中的应用经验, 为类似工程提供技术参考, 以推动填石路基施工技术在城市快速路建设中的进一步应用和发展。

关键词 : 江北快速路; 填石路基; 施工技术; 质量控制; 地质水文

Application of Stone-Filled Roadbed Construction Technology in Jiangbei Expressway Project

Xie Mohong, Li Yang

Wuhan Airport Development Group Co., Ltd. Wuhan, Hubei 432200

Abstract : In view of the problems in some sections of the Jiangbei Expressway project, such as the inability to implement planned drainage channels, abundant groundwater and high water levels, poor soil quality of the embankment impregnation platform, and limited construction environment due to low terrain, this study takes the Hankou-Yangluo Jiangbei Expressway project as an example to introduce the application of stone-filled roadbed construction technology in detail. Analysis found that the successful application of stone-filled roadbed construction technology in the Jiangbei Expressway project provides a typical example for the construction of urban expressways under complex geological conditions. Through analysis, the article aims to summarize the application experience of stone-filled roadbed construction technology in this project, provide technical reference for similar projects, and promote the further application and development of stone-filled roadbed construction technology in the construction of urban expressways.

Keywords : Jiangbei Expressway; stone-filled roadbed; construction technology; quality control; geology and hydrology

引言

在城市交通高速发展的背景下, 城市快速路所面对的地质、水文等问题日益严峻且复杂。以高强度、高稳定性和良好渗透性为主要特点的填石路基施工技术已被广泛用于高填方和软土地基的处理中。汉口-阳逻江北快速路工程是我国重要的交通枢纽, 其施工面临着许多路基处理的难点, 常规的地基处理方法难以满足高含水率及高压缩性土的要求, 常常伴随压实难度大、沉降控制难等困难, 而以其高强度、高渗透性和高施工效率的填石路基施工技术成为解决这一问题的核心^[1]。

一、工程概况

汉口-阳逻江北快速路(江岸段-黄陂段)工程是一条以60-80km/h为设计速度的快速路, 其红线规划宽度50-70m。本项目以二七长江大桥与沿线大道的交叉口为起点, 经过八厂联防、朱家河、谯家矶、新河、武湖、花楼街、过沙口村后与在建的新洲区阳逻段连接, 主路总长21.335km, 主路桩号

K0+000 ~ K21+437.254。

“堤路结合”是该项目的核心设计思想, 而谯家矶路段由于受到了国际足球馆的干扰, 因此采取了分离式的路基处理方式, 在左侧公路和谯家矶南路的设计标高中, 路面的构造层要高于原来的地面; 为减小填土工作量, 花楼街路段采取了与压浸台相配合的设计方法, 使设计高程在原有基础标高之上1.5m左右。

在实际建设中, 由于原有的规划红线以外的一些排水设施

无法实施,加之地下水水位较高,局部堤防的压浸台填料不合格,致使路基的质量得不到保证。此次路基整治工程的范围是:谏家砬段设计桩号K5+500~K5+760(整体式路基)、TK0+000~TK3+500段(谏家砬段分离式左半幅)、谏家砬南路,花楼街至沙口村路段的K13+980.3~K20+000段。

工程区地处长江北部的第一级台阶上,地势平坦,地形开阔,底层主要岩性为人工填土、全新统的冲统冲、湖积层等,有些地段还含有淤泥质和粉土。该地区的地下水以上部滞水区和孔隙承压水为主,其上部滞水区具有明显的季节性差异,对路基的建设有重要的影响。

二、填石路基施工技术准备

(一) 材料准备

在填石路基施工技术中,石料的选择是一个非常重要的步骤。本项目中以机制无分化碎石为填充材料,石料强度在30MPa以上、粒径20~100mm、级配较好、碎石含量占总重量60%以上,但应注意不应超过70%。随时路基填料应采用液限不超过50%、塑性指数不超过26的低液限黏性土,以满足路基填筑的需要^[1]。

为了保证石材的品质,施工方制定了一套严谨的原材料检测程序。石材进场前,供货商都要提交一份包含抗压强度,吸水率,粒径分布等指标的品质检测报告。在工地现场采取随机抽检方式,对强度不够、颗粒尺寸偏大或级配不好的石材,禁止在施工中使用。比如,在“花楼街-沙口村”路段,通过取样检验,发现有几块石头大小在100mm以上,施工方立即让供货商将其粉碎处理,直到达到设计标准为止。

(二) 机械设备准备

针对填石路基施工技术的具体施工技术及数量要求,施工方选用了合适的设备,以确保工程的顺利进行及质量控制。该项目采用的机械装备有:挖掘机进行路基基底清理、石料开挖和装卸,选用容积1.2~1.5m³的液压挖掘机,保证开挖的高效稳定。装载机适用于石材的装卸、搬运,选择5t以上的装载机,并与挖掘机协同作业,以提高搬运材料的效率。大型振动压路机是填石路基压实的核心装备,项目选用25t以上的且振动频率为25~35Hz,振幅为1.5~2.0mm的重型振动压路机,实现了对不同填筑厚度及填料颗粒级配的碾压要求。在谏家砬路段,为了保证路基的压实度,在路堤填料上采取了“静态碾压”和“振动压”相结合的方法。采用自卸车运送石材,按路程、工作量选用了20t左右的自卸货车,以确保石材能按时到达工地^[2]。

在工程开始之前,施工方对机器设备进行了调试和试运行,并重点对机器的发动机功率、液压系统、刹车系统等进行了检测,以保证机器的正常运转。并制定了设备的日常维修与维修体系,并由专人负责对其进行检测与维修,以达到延长其使用年限,提升建设效率的目的。

(三) 技术准备

在工程实施之前,施工方组织专家认真审查填石路基的设计方案,并对路基的结构形式、填料要求和排水设计等内容有较深的了解。重点对路基填料的技术要求、地基处理要求、压实度要求等方面进行了检查,并对出现的问题与设计单位进行了沟通处

理。比如,对谏家砬路段分离式路基的施工方进行审查时,发现路基填筑材料的压实规范与工程地质情况不符,经与设计部门联系,对压实要求进行了相应的修改,保证了地基的施工质量。

在此基础上,对施工现场进行了细致的测量放线。利用高精度GPS观测设备及水准仪按图计算出填筑边界、高程、坡度等参数。为了保证工程的精确性,必须在工地上设立永久的测量控制点,并对其进行周期性的复查^[3]。以花楼街路段为例,利用GPS定位仪放样测量出了路基边线、中线,为后续路基的基底处理及回填工程的正确实施奠定了基础。

另外,施工方对现场施工工人进行了技术指导与培训,让他们对填石路基施工技术的施工工艺、质量标准以及施工中的一些安全问题都有了一定的认识。通过实地演示与解释,使工人熟练地掌握摊铺厚度、压实顺序、压实次数等要点。在工程建设中,施工方还安排了专门的工程师到工地上进行指导,并对工程中遇到的一些技术难题进行及时地处理。

三、填石路基施工技术在江北快速路工程中的应用

(一) 地基处理

基地处理是填石路基施工的重要组成部分,对路基的承载力及稳定具有重要的作用。首先,将基地表面的杂物、腐殖土和杂填土等清理干净^[4]。其中,表面杂填土(1ZT)由于其工程性质不佳,不能再使用,必须彻底清理掉。以谏家砬路段K5+600~K5+960路段为例,利用挖土机将厚度为2m左右的表面杂填土全部清理干净,并将其运到指定的弃土场地。

针对地基为淤泥质土(2CO)、粉土(2M)等不良地层的地段,按不同深度、不同厚度采用不同的处治方法。对于淤泥质土,若深度不大,可将淤泥质土开挖后,再进行天然碎石或毛屑填充;若埋深较深,可采取短桩基础或预压法等方法处理。针对花楼街一沙口村这一段,部分路段基地为4~7.5m的淤泥质土,特采用了搅拌桩处理,其中桩长为10~13m,桩径0.6m,桩间距1.0~1.3m,呈正三角形排列,以增加地基的承载力。

当路段原有路面横坡在1:5以上时,采用挖台阶处理,台阶宽不低于2.0m,每级台阶不能超过80cm,台阶底部要有2%~4%的坡度,以加强路基与原地面之间的粘结,避免发生滑动。谏家砬路段左半幅原有的横向坡度比较大,采用了挖台阶的方法,然后进行了基础夯实,有效地保证了基底的平坦和牢固。

(二) 填前碾压

当地基清理完毕后,就要进行预压填料。为了保证基底的压实度达到设计的目的,必须使用重型振动压路机对基底进行压实,至少3次。在堤防区域,基底压实度要大于93%;堤防范围以外的基底的压实强度要大于90%。在碾压施工期间,要经常检测路基基底的平整度及紧实度,对出现的部分疏松、密实不够的部位,应采取回填措施^[5]。例如,在花楼街段,基底清表后,采用25t重型振动压路机进行碾压,经检测,基底压实度均满足设计要求。

(三) 上料

在上料时,用自卸车把石材运到工地,按照填料的填筑厚度、宽度来确定出每车石料的卸料间隔,这可以保证石料在场地内的分布是均衡的。卸料时采取逐步卸料或后退式卸料的方法,

以防止石料聚集、滚动,从而对路基的平整及填料的品质产生不利的影响^[7]。在谿家砭分离式路基左侧,因填土宽度较窄,采取了后退式卸料方法,并安排了工作人员对卸车地点进行指导,以保证碎石能够精确地卸到预定的地点。

(四) 整平

在石料卸载完毕后,用推土机或装载机对路基进行初摊铺和整平,以保证路基填料的基本平整。在此基础上,采用平整机进行了进一步整平,并对回填土的厚度及坡降进行了控制。填石路基每层的填料按碾压机械及石料粒径大小而定,通常为30—50cm^[8]。在花楼街段,由于石料粒径较大,填筑厚度控制在40cm左右,通过平地机整平后,路基表面平整度误差控制在±5cm以内。

(五) 压实与铺筑

压实是填石路基施工的核心环节,直接影响路基的压实度和稳定性。采用重型振动压路机进行压实,压实顺序按照“先静压后振动压、先两侧后中间”的原则进行。初压采用静压1~2遍,速度控制在2~3km/h,使石料初步稳定;然后进行振动压实4~6遍,速度控制在3~4km/h,振动频率和振幅根据石料粒径和填筑厚度进行调整;最后静压1~2遍收光,消除表面轮迹^[9]。

在压实过程中,实时监测压实度和沉降差。采用灌砂法检测压实度,每1000m²至少检测3点,确保压实度符合设计要求;通过沉降差法检测路基的均匀性,相邻测点的沉降差不大于5mm。在谿家砭段整体式路基,经过振动压实6遍后,检测压实度均达到96%以上,沉降差控制在3mm以内,满足设计要求。

(六) 检测

在填石路基施工中,施工方制定了一套完整的质量检验制度,并对路基各项指标进行了检验。除检测压实度、沉降差以外,还检测了路基的平整度,宽度,坡度等指标。平整度由3m直尺测量,其测量结果偏差小于±2cm;使用钢尺检测宽度,其宽度不得低于图纸规定的宽度;坡度的测量是用坡度尺测量的,其测量结果的偏差小于±0.5%。

在花楼街至沙口村段,每填筑一层,及时进行各项指标检测,对于不符合要求的部位,及时进行整改,确保上一层施工质量符合要求后,再进行下一层填筑。通过严格的质量检测,保证了填石路基的施工质量。

(七) 特殊部位处理

1. 桥台与路堤连接部位

桥台与路堤连接部位是填石路基的薄弱环节,容易产生不均

匀沉降,导致“桥头跳车”现象。在江北快速路工程中,对于与谿家砭A和B匝道桥台、沙口立交和港区高架两侧桥台相邻的路基,采用搅拌桩处理。搅拌桩桩长10~15m,桩径0.6m,桩间距1.0~1.2m,正三角形布置。桩身28天无限侧抗压强度不小于1.0MPa,复合地基承载力满足设计要求。同时,在桥台后设置砧搭板,均衡交接处的沉降差异,减少“桥头跳车”现象的发生。

2. 填挖交界部位

在填挖交界处,因基础土性质的不同,极易发生不一致的沉降。在工程建设中,对填挖交界上原有的地表进行了超挖、换填处理,换填厚度不得低于80cm,并以天然碎石或者毛渣作为填料。为了提高路基的整体性能,降低路基的差异变形,减少不均匀沉降,特在填挖交界处设置了三向土工格栅。在谿家砭段南路,填挖交界部位通过超挖换填和设置土工格栅后,路基沉降差控制在10cm以内,满足设计要求。

3. 边坡码砌

为了确保填石路基边坡的稳定,边坡码砌是一项十分必要的工作。施工方采用了高强度、大颗粒的石材进行边坡码砌,码砌石材的厚度在50cm以内,码砌石料要排列整齐且紧密,防止有通缝或重叠码砌的现象出现。在码砌时,对边坡的倾斜度及平面度进行了严格的检查,确保坡面的倾斜度误差不超过±1%,平整度不超过5cm。在花楼街段,边坡码砌完成后,采用植被防护措施,种植草皮和灌木,防止边坡水土流失,提高边坡的稳定性和美观性^[10]。

四、结语

填石路基施工技术在江北快速路工程中的应用,有效解决了工程中存在的规划排水通道无法实施、地下水丰富、堤防压浸台填土质量差及地势低导致的施工难题。随着城市快速路建设的不断发展,填石路基施工技术将在更多复杂地质和水文条件的工程中得到应用。展望未来,随着城市道路向集约化、生态化方向发展,填石路基技术需进一步与智能监测技术(如BIM+GIS融合监测)、再生材料利用(如建筑垃圾破碎再加工)相结合,以实现施工工艺的智能化、低碳化升级。江北快速路的实践表明,科学的技术选型与精细化施工管理是解决复杂路基问题的核心,该经验可为长江经济带类似工程提供重要参考,推动我国城市道路建设技术的创新与发展。

参考文献

- [1] 李雪峰. 公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J]. 居业, 2024, (04): 43-45.
- [2] 饶龙锋. 填石路基施工技术在公路工程中的应用研究[J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(04): 61-62.
- [3] 安子阳. 高填方填石路基基沉降机理及压实工况方案比选研究[J]. 山西交通科技, 2023, (03): 33-36.
- [4] 安桂萍. 公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46(05): 183-185.
- [5] 贾达. 公路施工中填石路基施工技术的应用研究[J]. 四川建材, 2024, 50(10): 174-175+202.
- [6] 杨秀华. 填石路基施工技术在公路工程中的应用[J]. 工程建设与设计, 2022, (23): 180-182.
- [7] 韩胜. 填石路基施工技术在公路工程中的应用[J]. 交通建设与管理, 2022, (03): 142-143+156.
- [8] 李文俊. 山区公路填石路基施工要点及碾压质量测控[J]. 交通世界, 2025, (Z2): 90-92.
- [9] 段剑辉. 公路填石路基施工的关键环节控制及管理工作[J]. 运输经理世界, 2024, (14): 14-16.
- [10] 刘晨颖. 火山熔岩洞区域内的高速公路路基填筑施工技术[J]. 交通世界, 2023, (36): 13-15.