

注浆加固技术在高速公路路基施工中的应用分析

钱磊

(江苏苏通大桥有限责任公司 226001)

摘要: 高速公路作为推进我国经济社会发展的核心力量,在我国国民经济发展中占据重要地位。随着我国社会经济水平的整体提升,我国各个地区的高速公路交通压力明显增大。尤其是早期建造的高速公路,其设计通行能力已然无法满足当前高速交通通行量的实际需求。因此,加强对高速公路的改建扩建,已经成为当前各地区提升高速通行能力的重要举措。本文主要以 A 高速公路 K70+511 至 K176+000 扩建工程为研究背景,首先简要分析地聚合物注浆加固技术的特点,重点对注浆加固技术在高速公路路基施工中的有效应用路径进行探究。

关键词: 注浆加固技术;高速公路;路基施工;应用分析

前言: 在高速公路路基施工环节中,合理设计施工技术手段,加强对施工质量的有效控制,不仅能够有效避免由于路基沉降而导致高速公路路面产生路面裂缝、车辙变形、路面波浪沉降等问题,同时还能够有效降低高速公路的后期维护养护成本。地聚合物注浆加固技术作为当前高速公路路基施工中应用较为广泛的施工技术之一,其不仅具有施工效率高、成本低等优势特点,同时能够有效解决路基沉降问题。因此,加强地聚合物注浆加固技术的研究与应用,是提升我国高速公路整体工程质量的重要途径。

1、工程概况

A 高速公路 K70+511 至 K176+000 路段于 2012 年建成通车,为了满足该地区高速公路车辆通行需求,于 2021 年计划开展扩建工程项目,将原有的双向四车道拓展为双向六车道。该路段路基土质为黏性土与粉质黏土,受各种因素的影响,当前该路段路基压实度较低,且平均含水量远超出路基标准含水量,孔隙率较大,路基土体的整体强度较低,目前该路段原有路面已经出现严重的块裂、车辙变形等质量问题。为了有效降低高速公路扩建成本,在该工程中,主要采取保留原有路基的前提下,通过对原有路基进行加固处理后,在原有路基上进行扩建施工。因此,在该扩建工程项目中,原有路基加固施工主要以地聚合物注浆加固技术为主,同时为了保障整体施工质量,相关技术人员结合施工路段原有路基所出现的质量问题,通过对施工现场的土质进行勘察采样,重点分析路基土体自身的物理性质与化学性质,最终确定以水泥浆为注浆材料,以水玻璃与氯化钙溶液为助剂,采取压力注浆方式对软土路基进行注浆加固,以达到提高地基强度、降低渗透性、改善地物物理力学性能等质量要求。

2、注浆加固技术的基本原理

注浆加固技术的施工流程主要如下:首先对施工路基进行钻孔,随后通过对浆液的加压将其灌入钻孔当中,浆液凝固后可与路基原本结构融为一体,从而形成复合式路基结构。该技术能够有效提升路基的整体承载能力与结构强度,同时能够有效避免由于路基回填土体产生压缩变形导致的路基沉降问题。与此同时,注浆加固技术能够有效让路基内部多余的水和空气在压力的作用下排出后,用浆液将路基土体内部的空隙全部填满,进而降低路基土体内的孔隙率与渗水率。因此,注浆加固技术不仅能够有效降低路基施工成本,同时能够有效保障路基施工整体质量。

3、地聚合物注浆加固技术的特点

注浆加固技术又被称之为注浆法,该技术手段主要是借助气动、液压等技术原理,将浆液注入天然或人为地裂缝或者孔隙当中,以此来实现对某种介质的加固。随着该技术的不断发展与改进,相关技术研究人员能够根据工程施工的实际需求,通过对介质的物理性质、化学性质进行分析,合理选择不同的浆液进行施工作业^[1]。具体如表 1 所示,地聚合物注浆材料作为

当前道路工程地基施工中较为常见的施工材料,其与普通的水泥注浆相比,不仅具有较强的抗压强度,同时其所需养护时间仅需 8 小时,而传统普通水泥注浆的养护时间需要 3 天以上,具有较高施工效率。因此,注浆加固技术已经逐渐成为当前我国道路工程路基施工中重要技术^[2]。与此同时,在路基工程施工中,合理应用地聚合物注浆加固技术,不仅能够有效保障路基的承载力与耐久性,同时能够有效降低路基的渗水性,提高地基的抗冲刷能力,并且该项技术的技术难度较低,需要养护时间较短,同时具备整体造价成本较低的优势特点,是当前我国高速公路路基工程施工中广泛应用的技术手段之一。

表 1 地聚合物注浆及水泥注浆效果比较表

材料名称		抗压强度/MPa		
		1d	7d	28d
普通水泥注浆		0/MPa	1.8/MPa	3.6/MPa
地聚合物 注浆	路基加固用	0/MPa	≥ 2.47MPa	≥4.2MPa
	基层加固	普通型 ≥5.0MPa	≥20MPa	≥30MPa
	用	早强型 ≥20MPa	≥25MPa	≥30MPa

4、注浆加固技术在高速公路路基施工中的有效应用路径

4.1 浆液配置与储存

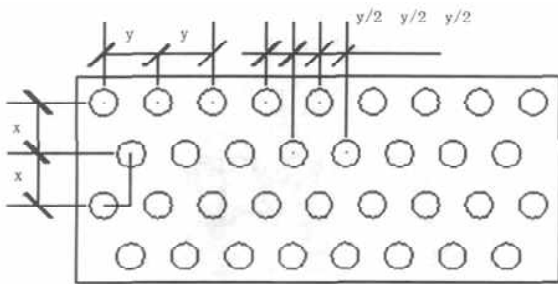
浆液作为路基加固材料,浆液的原材料质量将会对路基整体注浆加固效果造成一定的影响。因此,在进行浆液配置之前,首先应当根据高速公路路基施工对地聚合物注浆材料的技术标准(如表 2),对在原材料质量进行有效控制。确保其符合工程施工标准后,准备进行浆液配置作业^[3]。在该工程项目中,根据相关技术人员所给出的浆液性能实验结果,该工程注浆所用浆液配比为水泥浆;水玻璃:50%氯化钙溶液=1:0.025:0.002,水泥强度设计为 32.5,水泥浆水灰比例为 1:1。在制浆过程中,首先根据制浆配比在制浆罐中标记静止水位,然后加水至静止水位后,再加入水泥,禁止水与水泥同时加入,同时应当确保水泥浆液的搅拌时间,在水泥浆液搅拌三分钟后,加入 50%氯化钙溶液,然后充分搅拌 30 秒,再将水玻璃溶液加入浆液中,并继续搅拌 30 秒。在浆液制备完成之后,在施工现成对浆液的初凝时间与终凝时间进行测定,确保浆液从配置到用完的时间不能超出浆液的初凝时间。在浆液制备完成之后,将其灌入专业储浆罐中进行储存,同时为了防止浆液出现沉淀析水现象的出现,应当对浆液进行二次搅拌。

表 2 地聚合物注浆材料技术标准

项目	流动性 (s)	初凝时间 (min)	终凝时间 (min)	泌水率 (%)	膨胀率 (%)	抗压强度		
						3d	7d	28d
指标	≤ 20.0	≤180	≤240	0	≥0.01	≥ 5.0MPa	≥ 10.0MPa	≥ 15.0MPa

4.2 注浆孔位放样与钻孔施工

在分布注浆孔位置过程中,首先应当针对相邻注浆孔的加固范围,合理确定注浆孔的位置,以此来确保被加固土体在平面范围以及深度范围内形成一个加固主体。与此同时,为了避免串孔问题的出现,注浆孔的分布距离不宜过近,并且应当确保注浆孔能够合理设置在路基较为薄弱的位置。在上述工程项目中,相关技术人员主要将注浆孔设置在车道轮迹带的位置,每个注浆孔之间的距离(图1中 $y=2\text{m}$)设置为2米,每排注浆孔以上下错落的梅花型进行分布(如图1),排间距离(图1中 $x=1.75\text{m}$)设置为1.75米。为保障注浆施工的整体质量,在钻孔放样过程中,应避免由于孔位遗漏问题的出现。因此,相关施工人员应当根据相关施工设计方案,对孔位进行放样标记,并对每个注浆孔空位进行编号,在孔位放样完成后,相关技术人员应当对孔位放样质量进行检查,确保其符合设计方案之后方能够组织开展钻孔作业。钻孔作业可以选择气钻、回转钻等钻孔技术进行钻孔作业,但在钻孔过程中,应避免加水作业,同时应对钻孔的孔位、孔深、土层变化等信息内容进行详细记录,一旦出现问题及时采取相应的处理措施进行处理,在该工程项目中,设计注浆深度为3米^[4]。在钻孔作业结束后,相关施工人员应当对成孔进行全面检查,确保其符合相关施工标准之后,方能够进行后续的注浆作业。



(图1 孔位梅花分布法)

4.3 注浆压力与质量控制

在具体施工过程中,注浆压力是保障其整体施工质量的核心要素之一,注浆压力过高,将有可能导致土层上移,进而导致路面出现隆起。因此,在应用注浆加固技术过程中,应当根据施工路段路基的实际地质条件,严格控制注浆压力与注浆速度,以此来保障施工路段的整体施工质量^[5]。注浆压力应当根据地基土层的性质以及埋深来确定。根据以往的施工经验而言,在砂土中的注浆压力设定应当为0.2~0.5MPa,在黏性土中的注浆压力应当控制在0.2~0.3MPa。该路段的路基土主要以黏性土与粉质黏土为主。因此,其注浆压力设置在0.2MPa。与此同时,在开展注浆施工过程中,为了避免串孔问题的出现,应当采取“先外后内、隔一注一”的原则开展注浆作业,同时应当将注浆速度控制在10L/min~60L/min,并且对路面高程变化进行实时监测,避免出现路面隆起的状况^[6]。另一方面,在注浆过程中,应当确保注浆作业的连续性,同时合理控制注浆时间,确保在浆液初凝时间内完成注浆作业,并且当注浆压力达到最大注浆压力的2倍时,浆液仍然注不进去,应当及时结束注浆,或者当注浆量超过注浆孔容量的75%时,仍然可以持续注浆且没有发生漏浆现象,相关施工作业人员应当及时停止注浆,并与相关设计单位取得联系,共同寻找出现问题的原因^[7]。当出现冒浆、漏浆问题时,应当对漏浆位置或者孔口进行及时封堵,并停止注浆,待一个小时之后,再次开始注浆作业。在完成注浆施工之后,对空管进行封堵作业,同时拔出注浆管。

4.4 注浆效果评价分析

在注浆施工结束后,为了保障该高速公路工程路基施工的整体质量,本工程主要采取落锤式弯沉仪(FWD)对施工路段的注浆效果进行检测^[8]。该种检测方法首先不会对测试路面造成

破损,同时其还具备测量速度较快,测量精准度高等优势特点。FWD主要包含两个部分,其一为位移传感器,其二为数据采集系统。在具体检测过程中,将一定质量的重锤通过液压装置将其上升至固定高度后,让重锤自由下落至地面的承载板上,然后由相应的传感器将所检测到的数据回传至系统当中,通过系统对采集数据的分析来判定路面的承载能力^[9]。在A高速公路K70+511至K176+000路段的行车道内外两侧、超车道内外两侧以及应急车道设置弯沉检测点,检测频率为3米一个,共设置1667个检测点,其具体数据对比如表3。如表3所示,该路段在注浆后,弯沉平均值以及代表值都出现明显下降,进而说明该高速公路路段的实际承载能力得到大幅度提升。

表3 A高速公路K70+511至K176+000路段弯沉检测对比

起讫桩号	注浆前弯沉	注浆前弯沉	注浆后弯沉	注浆后弯沉
	平均值 (0.01mm)	代表值 (0.01mm)	平均值 (0.01mm)	代表值 (0.01mm)
K70+511— K176+000 应急 车道	20.85	27.04	12.23	17.12
K70+511— K176+000 行车 道外侧	16.02	24.54	13.23	20.80
K70+511— K176+000 行车 道内侧	15.42	21.72	12.33	16.78
K70+511— K176+000 超车 道外侧	15.78	20.76	11.65	16.14
K70+511— K176+000 超车 道内侧	15.12	18.9	10.13	13.83

结束语:总而言之,随着当前我国交通运输压力不断增大,提升高速公路通行能力成为当前我国大部分地区面临的重要问题,高速公路扩建已然成为各个地区提升高速通行能力的重要途径。注浆加固技术在高速公路路基施工中的有效应用,不仅能够有效降低高速公路扩建成本,同时能够有效提升高速公路路基的整体承载能力,全面提升高速公路的耐久度,为高速公路安全行车提供有力保障。

参考文献:

- [1]高晓杰,李召峰,林久卿,宋云龙,青尚杰,崔向东,彭晓光.滨海潮汐岩溶地表软土注浆技术研究与应用[J].浙江大学学报(工学版),2023,57(03):552-561.
- [2]高恒.高速公路隧道注浆加固施工技术[J].工程机械与维修,2023(02):77-79.
- [3]蔡晓军.高速公路桥台台背注浆加固施工技术要点分析[J].四川建材,2023,49(02):135-136.
- [4]高益杞.高速公路路基沉降化学灌浆加固调平技术的应用[J].交通世界,2022(33):83-85.
- [5]刘延敏.注浆加固技术在公路路基加固中的应用[J].交通世界,2022(21):159-161.
- [6]秘文辉.钢花管注浆加固技术在软土路基裂缝及涵洞沉降病害中的应用[J].四川水泥,2022(05):229-232.
- [7]李博.注浆加固处理技术在高速公路路基施工中的应用[J].交通世界,2022(07):112-113+116.
- [8]刘春来.高速公路路基沉降原因及注浆施工技术的应用[J].交通世界,2022(Z2):101-102.
- [9]李有义,李珂.高速公路路基沉降中注浆加固技术分析[J].黑龙江交通科技,2020,43(02):66-67.