

公路路基沉降处理措施中压力注浆技术的应用

王斐

642127197508151212

【摘要】本论文就公路路基后期运营过程中产生沉陷病害，通过工程实践详细阐述了采用压力注浆加固技术，改良土体结构，从而提高路基强度和整体的承载力，防止或减少路基不均匀沉降。对施工工法、过程质量控制加以提炼和归纳，希望通过经验不断的积累和方法的改进，能够在以后的工作中更好的加以应用。

【关键词】公路路基；路基沉陷；压力注浆；应用技术

引言

公路路基施工完成后，在填筑材料自重、行车荷载及自然因素的作用下，会产生变形，有弹性变形和非弹性变形。非弹性变形大多不能恢复，发展到一定程度，将会产生路基病害，严重的影响路基的稳定，危及路基及各部分的完整性，甚至丧失使用功能。路基的沉陷一方面于路基施工过程中机械选型、填筑材料、含水量、施工方法及工后长时间的沉降等有关；另一方面于路基原地面以下承载力不足产生的非弹性沉陷有关。产生路基沉陷的主要原因：(1)路基填料选择不合适，(2)填筑方法不符合技术要求。(3)压实度不满足要求。(4)季节交替春融冬冻土体发生温度变化膨胀、收缩产生破坏。(5)原地面比较软弱，在填筑路基前没能处治或处治不当。上述路基沉陷病害的形成在工后养护和维修过程中，一方面要考虑最大程度减少对交通正常通行的影响，另一方面又要工法成熟、能快速施工，短期完工，效果需显而易见，同时保证工程质量。因此，在施工过程中对工法的选择应该是我们更多考量的一个方面。压力注浆技术在工程领域里应用也比较广泛，近年来在公路路基沉降施工过程中利用压力注浆的方法和措施进行加固取得了不错的效果，希望通过本文抛砖引玉将该工法推广给大家，总结分析和大家一起学习。

1 路基沉陷注浆处理技术适用范围

(1)适用于路基出现较大纵缝和路基沉降，需要对其加固从而解决裂缝的再扩大和路基继续沉降的公路路基工程。(2)适用于地下水渗流活跃，对路基成型后沉降控制要求比较高的路基工程。(3)桥涵台背因填筑时原地基承载力低，长期车辆荷载作用下自然整体下沉；填筑时碾压不密实或小型机具夯实不力造成的路基沉降，需要提高地基承载力的加固工程。(4)路基

边坡失稳需要加固用于阻止滑坡发生的工程。(5)适用于含砂土、砂砾土、粉土、粘性土、等地基加固工程。

2 注浆法的施工工艺

用注浆压力向路基土颗粒的孔隙、土层的介入面或地层的裂隙注入胶结性的浆液材料以填实、渗透和挤压密实的方法，排除土颗粒间的多余孔隙以及岩土裂隙中水分和气体。并填充其位置，然后凝结硬化后即可改善路基的力学性质，也可以降低地基的渗透性能，提高路基整体强度、不均匀沉降和承载能力。注浆施工过程称为注浆施工法。按照注浆形态的分类：(1)填充注浆：用于（破坏和开挖施工成本大不经济的）地基土内较大的孔隙、空洞的注浆，还可以对含有碎卵石、砂砾层、结构物基础松散破碎层、隧道回填注浆等。(2)割裂注浆或脉状注浆：把注浆材料注入到粘性土中，渗透到地基内的浆液把地基土局部剪切断，由注浆材料固结后形成骨架的注浆，同时切断减少路基外或地下水分上行渗透进入路堤的通道。(3)渗透注浆：地基土颗粒排序保持稳定的情况不被改变，浆液填塞土颗粒间的孔隙并与土体凝结，同时挤压排除多余的自由水和气体。如沙质土的注浆机理大都属于这种注浆。(4)界面注浆：不同的两种基层和土层水平状态下，不论是渗透注浆还是割裂注浆，其浆液都首先进入层间界面的裂缝中，形成板状固结体的注浆。

3 注浆材料要求

注浆材料种类较多，在公路路基建设中既经济又实用，水泥是最佳的注浆材料：(1)浆液流动性好，容易注入到土层；(2)浆液稳定性好，能短时间内凝固，凝固后透水性低，具有稳定的固结强度；(3)材料来源丰富，价格经济，注浆工艺简单等优点。也可根据施

工现场土的试验检测结果,对路基填筑材料中含水量大或材料加固强度要求高的路基,可以通过试验在水泥中掺入适量的外加剂,保持浆液的均匀稳定性、流动性、可注性,达到速凝、防腐、抗渗、抗冻、强度高、堵漏等效果。

4 路基工程案例

4.1 说明

随着国家经济建设水平不断提升,宁夏平原上公路建设的里程不断刷新。有幸参与了福银高速、定武高速、同沿高速等公路路基注浆法的施工管理。针对本工法实施进行梳理总结,希望能够在以后的类似工程施工中更好的发挥作用。以定武高速公路2014年养护大修工程填方路段实际案例来说明。本路段历经多年运行,多处桥涵出现了不同程度的桥头跳车、台背路基整体沿路线方向出现长度不等沉降病害,部分路段有连续或间断的纵缝,裂缝宽度达到1cm~3cm,并且行车道部位部分有沉陷,根据勘察设计最终采用压力注浆的方法进行处理。注浆地段路面结构为:20cm 沥青混凝土面层、58cm 水泥稳定碎石基层、80cm 的砂砾垫层和填土路基。路基填土以细中砂土、粉土为主。

4.2 工法应用

根据工程设计文件地质报告符合注浆法的处理技术,设计文件中要求先把原沥青混凝土及损坏的水稳碎石基层铣刨后再进行压力注浆的处理。后经设计同意先进行原有方案的分析改进。在不铣刨沥青混凝土结构层和水稳碎石基层的前提下,在路面布点。公路路面开阔平整选用开山140型潜孔履带钻机配合空压机进行干钻,在土基中另行制作专用钻头提高成孔速度。成孔率高、速度快,不破坏原路面提高注浆时路基整体的密封性。有利于注浆时避免跑浆、漏浆、漏气、注浆压力达不到设计要求等现象;有利于现场安全环保文明施工的要求。可见方案改进后注浆成果显著。

4.2.1 通过试钻注浆对钻孔注浆设备进行选择拟投入本项目的主要设备清单。

表 1 拟投入本项目的主要设备清单

序号	设备名称	型号	主要参数	数量
1	履带式潜孔钻机	KS140	/	2台
2	搅拌机	LZC700	6kw	2台
3	空压机	/	7-13	2台
4	注浆机	BW-150	10kw	1-2台
5	搅浆罐	Lzc200	/	1个
6	花管制作机	45型	/	1台

4.2.2 设计材料性能要求

(1) 水泥:采用赛马水泥厂生产的袋装PC42.5普通硅酸盐水泥掺粉煤灰,水泥粉煤灰中的水泥:粉煤灰

=1:1.

(2) 水:饮用水或天然洁净水。

(3) 水泥粉煤灰浆的配合比为水:料=1:(0.8~1),各种材料以质量计精确至±1%。

(4) 注浆量就是路基中压力注入饱和水泥浆液的体积。

表 2 拟投入本项目的主要材料清单

序号	材料名称	规格型号	估计数量	单位
1	无缝花管	42		mm
2	水泥	P.O.42.5		吨
3	一级粉煤灰	/		吨

4.2.3 注浆加固以浆液渗透辐射半径100cm,对于连续或间断的独立裂缝沿裂缝每2m布点,对于桥涵台背及大面积沉降注浆点的布设以沿路线方向为2m横向0.75间距梅花桩型排行错位布设。横向及纵向间距,钻孔位置及高程偏差不大于5cm。

4.2.4 钻孔

(1) 钻机就位精确、钻杆用水平仪随时校核保持孔深垂直度,孔位、孔径及孔深偏差等均控制在规范允许范围内,并符合设计要求。

(2) 钻孔孔径为60mm,应保证注浆花管顺利下到孔底标高,钻孔采用风压附带冲击回旋钻进成孔。

(3) 钻孔按原设计高程深入原地表50cm。利于对路基原地表也进行注浆改良处理。

4.2.5 下管及封口

(1) 为更好地保证施工质量,本项目采用高压无缝钢管;

(2) 制作的花管直径42mm以三排纵向梅花孔布置,孔径8mm;花管上部40-50cm不打孔,下部20cm加工成锥形做封闭处理;

(3) 检测成孔深度、孔径符合设计要求;

(4) 将花管下入孔中并保持垂直;采用水泥砂浆封闭花管与上部孔外壁(间隙)40cm~50cm;

(5) 花管上口控制阀连接注浆管;

(6) 装好注浆管后开始进行配浆、注浆。

4.2.6 注浆

(1) 孔壁封口砂浆凝固后可进行注浆施工;对于桥涵台背及大面积沉降注浆采用先外排帷幕注浆完成注浆断面外围封闭区域,避免后续注浆时注浆压力外泄浆液外漏,同时截断和减少路堤外及地下渗透水流的侵蚀。然后依次排列单桩间隔、先深后浅最后注中间排的顺序分时分段的原则注浆。对于连续或间断的独立裂缝相邻孔不得同时注浆,间隔分时分段注浆,直到排除空气浆液充满裂缝溢出相邻注浆口为止。

(2) 注浆应使用专用注浆机,注浆时压力采用

0.4 ~ 0.6Mpa, 注浆过程中应时刻观察路面及路基边坡的情况, 当水泥浆液从孔口、周边及其他地方冒出, 应暂时停止当前孔位注浆待初凝后, 根据现场情况确定处理方案, 完善封堵后注浆, 达到预计注浆量或出现冒浆时提升。

(3) 当压力达到设计值时, 应禁止提升压力注浆。注浆过程中严格控制注浆压力和注浆量, 防止因注浆压力过大路面隆起或溢浆冒浆现象。

(4) 如果注浆完成后出现注浆孔浆液自然下沉需二次补浆, 待 24 小时后固结检查是否有异常空洞, 没有则用砂浆 (M10#) 填筑深度 15cm 与原地面水平封口。

(5) 注浆结束的标准: 1. 超过设计要求的逐一注浆量; 2. 超过设计压力值或压力值稳定持恒设计值 15 分钟后急剧降压; 3. 孔口溢浆后无法继续正常注入浆液;

(6) 注浆完成后 7 天养护保证注浆加固后强度的增长, 禁止通行重型车辆, 防止重力对水泥固结体的破坏, 另一方面由于水泥浆液渗透土体二次荷载造成路基的沉降。

(7) 对完成注浆处理的沥青混凝土路面面层或基层进行铣刨, 摊铺修复, 恢复交通。

4.2.7 注浆加固检测

注浆完成后, 检测方法目前主要钻孔取芯法, 对注浆断面进行取芯, 可以直观的查验加固后路基土体质量的改变。通过前后取样干密度试验对比、 γ 射线密度法、弹性波法、室内试验法在此不再一一叙述。

表 3 注浆路基质量检验标准

项目	序号	检查项目	主要参数	检查方法
主控项目	1	原材水泥称量误差	设计要求 <3%	抽样送检
主控项目	2	原材粉煤灰称量误差	设计要求 <3%	抽样送检
主控项目	3	注浆结构强度地基承载力	设计要求	取样检验规定方法
一般项目	4	注浆孔位	设计要求	全数钢尺量
一般项目	5	注浆孔深	设计要求	全数量测注浆管长度
一般项目	6	注浆压力	设计要求	全数检查压力读数

4.2.8 施工记录

施工全过程逐孔记录, 钻孔地质情况, 孔距、孔深、孔径及钻孔异常情况。注浆起止时间、注浆压力、流量、配合比、材料用量等及注浆过程中的异常情况。根据注浆流量记录仪等整理施工资料。

4.2.9 注浆过程注意施工范围内浆液污染物收集, 及时清理集中拉运至垃圾场掩埋, 注重保护环境, 不污染农田、水土。

4.3 注浆成效

在注浆凝结 28 天后, 对注浆断面进行钻芯取样, 土体中整体已出现不同程度结板, 浆液辐射渗透路基土松散层半径较大, 裂隙中充满水泥粉煤灰干浆均匀密实, 对注浆前后土体密度试验进行对比分析, 注浆后干密度相对较高。后期观测, 沉降不明显。说明注浆处理路基沉降病害效果比较明显。

5 结束语

借用一句名言, 实践是检验真理的最好办法! 通过本工法在宁夏区域公路路基加固施工上的应用, 基本形成了完整的施工工艺。也可在市政道路路基加固施工上进行应用。施工中机械选型合适、机动灵活、操作简单; 料源丰富; 技术先进, 工法成熟, 施工质量容易得到保证。交通通行影响小、施工速度快, 短期完工, 效果显而易见, 适用范围广, 社会效益及经济效益显著。但是目前简单快捷的检测方法和手段还不够完善, 有待提高。希望好的工法在推广过程中让我们不断的创新和提升, 认知有限, 敬请各位良师益友批评指正。

【参考文献】

- [1] 杜嘉鸿, 秦明武, 肖荣久. 国外化学注浆教程 [M]. 1987:39-113.
- [2] [美] H.F 温特科恩, 方晓阳. 基础工程手册 [M]. 1998:461-477.
- [3] 交通运输部职业资格中心. 公路工程目标与质量控制. 2020.7:68-116.