

Application of Compaction Grouting in Settlement of High Fill Subgrade of Municipal Road

Xiaoyong Yang

Beijing International Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100073, China

Abstract

This paper briefly introduces the basic situation of the project, the analysis of the reasons for the settlement of the roadbed, the working principle of the compaction grouting method, the construction process and precautions of the compaction grouting method, and through the standard test after the grouting treatment, the actual development after verification of digging and other measures, the compaction grouting treatment has achieved the expected effect and the shortcomings in the construction process.

Keywords

high fill; road subgrade; settlement; compaction grouting

压密注浆在市政道路高填方路基沉降中的应用

杨小勇

北京国际建设集团有限公司, 中国·北京 100073

摘要

论文简要介绍了项目基本情况, 路基沉降的原因分析, 压密注浆法的工作原理, 压密注浆法的施工流程及注意事项, 并通过注浆处理后的标贯试验、实际开挖等措施验证后, 压密注浆处理取得了预期的效果以及施工过程中的不足等。

关键词

高填方; 道路路基; 沉降; 压密注浆

1 引言

目前中国正处于快速发展的阶段, 大型基础设施的建造如同雨后春笋般出现, 并且基础设施建设关系到民生问题, 如道路工程、桥梁工程、地下交通工程等, 涉及的体量大、任务紧、造价高等, 因此我们建筑施工人员必须提高企业、个人的专业技术水平, 不断加强业务知识的学习、只有这样我们才能够管理好项目, 保质保量地完成各项建设任务, 但是实际施工过程中也会出现各种各样的施工问题, 因此笔者通过实际施工的一个案例, 着重介绍高填方路基沉降处理的方法——压密注浆法, 压密注浆法在处理市政道路施工过程中主要是利用注浆的方法加固土层, 提高地基的承载力、减小沉降和不均匀沉降, 在处理管线沉降方面也可以采用本方案, 尤其在道路通车后, 不能断路的情况下, 比较适合注浆的方法^[1]。

2 工程概况

2.1 工程简介

本项目规划为城市支路, 设计车速为 30km/h, 红线宽

度为 20m, 道路设计长度 310m。标准横断面采用一幅路形式, 双向二车道, 机非混行, 车行道宽 12m, 人行道宽 4m, 含 1.5m 连续绿化设施带。车行道横断面具具体布置如下: 2.5m(非机动车道) + 3.5m(机动车道) + 3.5m(机动车道) + 2.5m(非机动车道) 共计 12m。

本项目规划管线有污水、雨水、中水、上水等管线, 其中新建路面以下包括规划冷热同沟, 深度距离路面最深处 6m 左右, 因此道路土方回填为高填方施工, 根据“先地下、后地上”“先深后浅”的施工原则, 本项目冷热同沟施工单位结构施工完成日期为 2019 年 9 月份, 然后进行土方回填施工, 结束日期为 2019 年 10 月份, 场地移交后, 某单位进行道路规划管线及道路结构施工, 2020 年 1 月份完成相关工作内容, 2020 年 3 月份周边小区居民陆续入住, 2020 年 10 月份路面连续均出现不均匀沉降, 道路交叉口处最大沉降量为 20cm, 由于严重影响周边居民出行, 某单位会同建设单位及相关设计单位等根据工程具体原因以及居民出行等需求, 2020 年 11 月最终确定采用分幅、分段进行压密注浆加固地下土体强度, 以确保沉降不再发展, 待沉降观测趋于稳定后, 进行道路结构施工。

2.2 沉降原因分析

经过对路基沉降进行细致的分析, 该项目认为造成沉

【作者简介】杨小勇(1981-), 男, 中国北京人, 国家注册一级建造师, 从事市政道路与桥梁技术研究。

降的原因有如下几方面的原因。

2.2.1 路基为高填方施工且未进行足够时间的沉降即进行道路结构施工

由于周边安置房施工导致道路场地移交比较晚,安置房交房时间为2020年3月,道路下冷热同沟施工单位2019年10月完成土方回填工作,某单位随即进行地下道路规划管线及道路结构施工,由于土方处回填最深处达到6m左右,土方回填后未进行预沉降、未经过雨季的洗礼,施工单位回填土不规范等原因,因此导致来年雨季后道路产生沉降。

2.2.2 由于周边场地狭窄,道路交叉口土方回填专项方案针对性不强

由于场地狭小,土方回填运输马道位于道路北侧交叉路口处,此处回填深度达到6m左右,施工单位对该薄弱部位土方回填施工方案编制不明确,没有制定针对性的处理措施等,还有该部位土方回填厚度不满足规范要求,土方整体回填后,该部位未进行反挖处理,虽然上部土体压实度符合要求,但是底部土方比较松散,因此雨季雨水逐渐渗透到土体底部导致土方下沉,最终导致道路沉降^[1]。

3 处理方案

由于周边规划道路雨水管线未实施,导致本条道路雨水管线没有下游进行排水,因此雨季需采取水泵及时排出道路积水,做到降水期间道路不积水。

本道路为周边居民出行的唯一道路,周边居民人数多、车辆多以及装修社会车辆进场频繁,需制定交通导行方案,采用半幅施工,半幅通行的原则,加固方案本着可行性、经济性、实用性的原则,最终采用压密注浆加固土层的方案。为了保证居民的出行,该工程施工正处于11月份进行施工,因此需对浆液进行防寒、保温措施。

4 注浆加固法的作用机理及施工控制

4.1 注浆的分类及原理

注浆方法分为静压注浆和高压喷射注浆法。

压密注浆法即浆液在一定压力下,先对原有地层空隙、裂隙进行填充,后随压力注浆使用的浆液,沿土体最小主应力面进行劈裂,浆液进一步扩散和延伸,最终形成板状和树根状浆脉,与原状土形成符合地基。该工艺能提高承载力,又有施工速度快、造价较低的特点。

4.2 注浆加固法的施工控制

4.2.1 施工参数

根据注浆试验基础上,按如下施工参数进行施工:

①注浆的深度一般根据土层构造和上部荷载分布来确定加固的地基土层,以地基土自重应力和附加应力满足强度和变形要求为原则。注浆孔间距影响因素比较多,如孔隙大

小、渗透系数、压浆力等,特别是在土层深度,渗透系数是不均匀的,孔隙率也不一样,加固后要求整个土体由浆液包裹,因此注浆孔距以相邻注浆孔浆液部分重叠为宜,以浆液的扩散半径为间距。

按照球形扩散理论,估算扩散半径公式为:

$$r = 0.623 \sqrt[3]{\frac{Qt}{n}} \quad (\text{cm})$$

其中, n 为土层孔隙率; Q 为注浆量; t 为 60s。

估算得 r 约为 100cm。

注浆范围为机动车道内注浆孔内间距为 1.5m×1.5m,布置注浆孔需要注意地下水雨、污水、上水等管线,避免造成破坏,计划注浆深度约为 5m 左右,由于路面以下冷热同沟顶板深度距离路面约为 6m 左右,实际施工深度需根据现场情况随时调整,避免破坏顶板结构。

②注浆压力: 路基土体中以 0.2~0.4MPa 为限。

③注浆流量: 7~80L/min

④注浆材料: 采用 425 号普通水泥,水灰比 0.8 : 1,为改善浆液性能及节约水泥,该工程掺加粉煤灰,为水泥重的 30%。

4.2.2 施工工艺

工艺流程: 定位→钻孔→安装注浆管→压浆→提管→注浆→拔管。

①钻孔: 先按设计放样布孔,孔位偏差≤5cm,根据工程地质条件,在设备选择上采用锤击钻进行钻孔,孔径 75mm。

②下注浆管、制浆及注浆: 将 Φ42 注浆管下入孔内,离孔底不大于 30cm,在孔口进行封闭,制浆采用双层立式搅浆机,按水、灰、粉煤灰比 0.8 : 1 : 0.3 搅拌混合浆液,用注浆泵进行注浆施工,在泵送前,混合浆液应进行过滤。注浆自下而上,每米一段提注浆管,逐点注浆。

③注浆注意事项: 当注浆孔边有水泥浆冒出,应用水玻璃或水泥袋堵住,待应力消失,继续注浆。冒浆(串浆)严重时应停注,待水泥浆稳定后在注至设计水泥用量。注浆完成后用水泥袋将孔堵实防止冒浆,7天后将水泥袋清除干净^[1]。

4.2.3 施工质量检测与评价

根据规范要求,本次质量检测采用标准贯入试验检测及开挖探坑直观检测两种方法。

①标贯试验。在工程施工前对原状土体进行标准贯入试验,工程完工后 14 天在原做试验附近进行标贯检测,前后试验数据见表 1。

第一点位于道路南侧起点中心、第二点位于道路中心处,第三点位于道路北侧交叉路口中心。

表 1 标贯前后试验数据

深度	击数								
	第一点			第二点			第三点		
	工前	工后	提高	工前	工后	提高	工前	工后	提高
0.065~0.95m	8	9	1	9	18	9	7	25	18
3.20~3.50m	4	32	28	8	35	27	8	40	32
6.20~6.25m	4	28	24	8	35	27	9	42	33

根据设计要求，平台标贯试验从加固表面以下 50cm 开始至 1m 以下每 30cm 超过 8 击即合格。上述数据说明，工后地基承载力及地基土密实度较原状土有较大提高，达到了加固的目的。

②探坑检测。为便于检测加固的实际效果，在道路北侧交叉路口处选择原来下沉最为严重的地方开挖一处探坑进行检测。

从开挖过程及开挖后的结果来看，开挖过程中机械开挖比较困难，与原来有很大改善，并且开挖后看到板状浆脉相互交叉，自由延伸，发现最长浆脉延伸 3m，最大板厚接近 22cm，原来冷热同沟的回填土孔隙已经基本被水泥浆填满，并且在经历过一个雨季的洗礼后，路面恢复后完全达到规范及图纸要求。

3.3 最终效果评价

该工程经过标贯试验及实际验证后，达到了预期的效果，业主、监理及周边居民对该加固方案、加固后的实际效果做出了很高的评价，虽然 2021 年雨季雨水量大，而且频繁，该路面雨后无积水、路面及人行道平整度等指标均

达到设计要求。

4.2.4 施工总结

通过施工发现的一些问题，个人总结施工过程中需要注意如下事项：

①注浆配合比、注浆压力严重影响注浆效果，因此施工前要进行注浆试验，确定最佳配合比及注浆压力。

②为了更好地控制工程质量，需要加强过程前后的质量控制，尤其控制隐蔽工程质量，制定周密的质量管理制度，做好现场隐蔽工程质量验收等。

③由于注浆工程容易对周边环境及地下造成污染，因此施工过程中需对地下水、地下管线等做好保护措施，严密观察地下及周边情况，保证安全保护、文明施工要求。

④由于本工程紧张，施工开工日期为 11 月初，当年冬天气温较低，为了保证工程质量，施工现场做好保温措施，如岩棉被、保温棚、电暖气等。但是施工现场需安排专人做好消防保卫措施，制定消防专项方案、专人负责看护等，保证施工现场安全用电、消防保卫安全等，防止火灾、触电事故的发生。

参考文献

[1] 陈少华.市政道路工程中水泥稳定碎石施工技术的应用研究[J].建材与装饰,2016(10):262-263.

[2] 张钟予.浅析沥青道路施工技术在道路工程中的应用[J].建材与装饰,2018(15):284-285.

[3] 赵国擎,王晓勇.阿恰枢纽工程的施工与质量管理[J].技术监督,2018(3):78.