

文章编号:1001-5132(2009)03-0404-04

钢花管注浆法在高速公路路基处治中的应用

成万更

(浙江恒立交通工程有限公司, 浙江 宁波 315192)

摘要: 针对某高速公路拼宽工程中新旧路基结合处产生纵向裂缝的问题, 详细介绍了钢花管注浆在处理该问题中的应用, 在实际工程中采用动力触探试验方法对注浆和未注浆区域进行了对比检测, 发现钢花管注浆加固路基达到了预期的效果。

关键词: 高速公路; 路基加固; 钢花管注浆; 动力触探

中图分类号: TU753

文献标识码: A

随着经济的不断发展, 沿海地区的高速公路也在快速延伸, 而高填土路基在沿海高速路基中是最为普遍的^[1]。宁波作为一个典型的沿海城市, 公路地基以软土地基为主, 在这种地基上建造高速公路病害发生较为普遍, 路基产生纵向深度裂缝就是其病害的一种。对裂缝的治理方法很多, 如换土复填法、固化剂法、粉喷桩法和注浆法等。其中, 注浆是目前比较理想的一种路基病害处理方法, 与其他方法相比较, 注浆几乎无土方工作量, 不破坏路基, 工程费用较低, 施工速度快, 施工期间不需中断交通, 因此注浆法近年来得到了广泛的应用。而钢花管注浆作为注浆的一种施工工艺开始在高速公路中应用, 并取得了良好的加固效果^[2]。作者根据工程实例对钢花管注浆施工工艺进行了分析和总结, 以备相关工程技术人员参考。

1 工程概况

1.1 工程基本情况

已建成通车十多年的某高速公路位于宁波市

某区段新建互通立交出口, 部分匝道路段对原高速主线进行了拼宽作为变速车道, 立交设计范围内原高速公路由现有的双向4车道扩建为双向8车道。该路段路基高度达5.0 m以上, 原主线路基宽度为26.0 m, 行车道4×3.75 m, 右侧硬路肩2×2.5 m, 土路肩2×0.75 m, 中间带4.5 m。经过调查发现路基填料为碎石土, 地基条件为软土地基, 新拼宽路段对软基进行了搅拌桩处理。拼宽工程完成后不久即发现原高速路面陆续产生了纵向裂缝, 裂缝位于原公路路面的外侧行车道内, 距新旧路面的拼接位置大约2.3 m, 缝宽达1~2 cm, 裂缝总长大约700 m。

1.2 裂缝成因分析

裂缝出现后, 业主立即组织专家和设计施工单位的相关人员对现场进行实地考察, 并查阅了相关资料, 经讨论认为裂缝的成因有施工和技术等多方面原因, 主要是在互通立交施工过程中, 施工单位对原公路主线路基边坡开挖台阶后, 形成了陡立的边坡, 造成路基高达5.0 m以上, 且未能及时进行临时支挡防护和进行交通管制, 加之该

高速路段交通量大, 并多以大型集装箱货运车为主, 长时间的外力(行车荷载)作用, 对原路基造成了不利影响。同时, 新拼宽道路的路基虽然经过水泥搅拌桩的处理, 但是较高的路基填筑高度造成的填土层自身压缩变形和搅拌桩复合地基的工后沉降等因素, 都可能影响原有路基的承载力而导致裂缝的产生。

2 治理设计

2.1 设计原则

为了确保安全, 需对出现纵向裂缝病害的高速公路路基进行处治。由于工期和费用等原因, 在有限的勘察观测资料的前提下, 设计原则上认定路基是稳定的, 主要对路基碎石土层进行加固。

2.2 设计方案选择

因该高速公路有5m左右的碎石填土, 选择一种合适的加固手段较为重要。目前常用的处理方法有以下几种:

(1) 水泥搅拌桩: 在碎石土层中难以穿透, 因此难以施工。

(2) 高压旋喷桩: 容易使路面大幅度起拱, 对后续通行车较为不利, 且工程造价高。

(3) 注浆: 该工法能穿透碎石土层施工, 且施工对路面破坏较小, 造价也较低。

经过综合对比认为该工程拟采用注浆对路段纵向裂缝进行治理。

注浆工艺较为常用的有袖阀管注浆和钢花管注浆, 这2种注浆工艺各有特点。

(1) 袖阀管注浆: 用钻机成孔后插入袖阀管, 灌注套壳料, 等套壳料养护到一定的强度后, 插入注浆芯管进行分层劈裂注浆, 该工艺适用于在软土层中注浆^[3]。

(2) 钢花管注浆: 用钻机成孔后, 插入表面开有注浆孔的钢花管, 插入注浆芯管进行注浆; 注浆完成后的钢管如不拔出, 可以起到加筋体的作用,

提高地基的承载力和抗滑移能力。

袖阀管注浆最主要的特点是用一定的注浆压力劈裂土层, 使浆液在土层中形成脉状结石体, 从而达到加固土体的作用。而在碎石填土层中存在着较多的孔隙, 注浆主要起的是充填孔隙的作用, 在较小压力条件下, 浆液就能顺着孔隙流动, 达到充填碎石土层孔隙的效果。综合对比考虑2种注浆工艺, 以及施工工期等因素(袖阀管注浆需要套壳料养护时间), 采用钢花管注浆法较为合适。

3 注浆处理设计

3.1 注浆材料及配比参数

42.5 级普通硅酸盐水泥, 水灰比 $W/C=0.8:1$; 外加剂(速凝剂): 水玻璃 $Be'=10$ 左右; 模数为 3.2 左右; 水玻璃与水泥浆液的体积比为 10%~15%, 现场根据具体情况可进行适当调整(波美度 $Be'=10$ 左右的水玻璃可采用出厂 $Be'=38$ 左右的水玻璃兑水 4 倍获得)。

3.2 注浆孔扩散半径及注浆孔布置

注浆孔扩散半径为 1.0 m, 采用孔距 2 m, 排距 1.8 m, 梅花型布置。

3.3 注浆压力

根据相关计算和工程实践, 碎石土注浆的压力相对较低, 一般注浆时正常压力也不会超过 1.0 MPa。实际注浆过程中注浆设备的泵压是跳动的, 其值一般介于 0.3~0.8 MPa 之间。因此, 选择合适的注浆泵后, 注浆在实际操作中并不需调整注浆压力, 而是控制浆液的注入率, 并记录注浆压力的变化。当压力发生突变时, 应及时检查是否发生异常情况或停止注浆。

3.4 注浆范围、深度及注浆次序

注浆范围为裂缝左侧 2.7 m 处至裂缝右侧 2.7 m 处, 总宽为 5.4 m。

设计注浆深度为 6 m, 需进入原地面以下 1 m。为有利于浆液向新填路基方向扩散并防止路面起

拱,施工时先施工老路基一侧最外排的孔,并依次向新填路基方向推进,每排孔施工时分一序和二序间隔跳注。

3.5 注浆量

因碎石地层的空隙率变化较大,而随着注浆施工的进行,后注浆的孔(包括每排上的二序孔或后排的孔)的注入率都可能降低,为保证足够的注入率,但又不能出现路基拱起等破坏现象,可采用以下原则控制注浆量:

(1) 以本注浆孔出现不可封堵的溢浆或相邻孔出现冒浆现象作为终止注浆的标准。

(2) 每孔注入水泥量原则上不少于 1 200 kg,为保障浆液的流动性,在此之前不添加速凝剂。每孔注入水泥超过 1 200 kg 后,如未出现上述终止注浆标准,则开始添加速凝剂并尽可能多注,直至出现终止注浆标准。

4 施工流程

钢花管注浆法主要施工步骤可分为 4 步,即成孔、钢花管制作、下钢花管、注浆。

成孔:采用 QCW54 型无阀式风动潜孔冲击器成孔,钻孔直径约为 65~70 mm,钻孔深度应大于 6 m。

钢花管制作:花管采用 $\phi 48 \times 3.25$ mm 钢管制作,端部焊接锥尖头,尾部采用螺口与三通连接。花管壁上通常每间隔 500 mm 开设 4 个直径为 8 mm 的出浆口。

下钢花管:用风动潜孔锤成孔后插入钢花管,如遇塌孔现象,用振动锤保证注浆钢管插入 6 m。

注浆:采用钢花管单管双液注浆方法,水泥和水玻璃分别泵送后在孔口处通过三通混合后注入。

5 钢花管注浆质量检测

注浆工法属于大体积土体的加固方法,一般

不宜采用取土等室内试验方法评价注浆效果^[4]。工程通过 $N_{63.5}$ 重型动力触探对注浆和未注浆区域进行对比试验。注浆区域 $N_{63.5}$ 重型动力触探检测数不少于注浆孔数的 2%,随机取 19 个孔,未注浆区域随机取 4 个孔。图 1 为注浆和未注浆区域锤击数随深度变化的曲线。根据文献[5],通过平均锤击数换算碎石土的地基承载力,结果见表 1。

经过检测注浆区域比未注浆区域承载力提高了 154%,表明钢花管注浆加固效果显著,达到了设计要求。

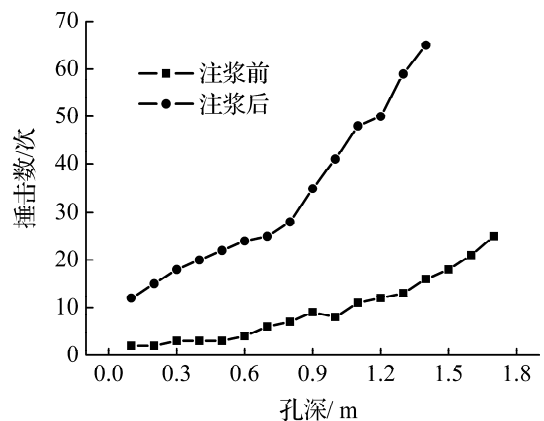


图 1 注浆区域和未注浆区域锤击数随深度变化曲线

表 1 标贯试验的分析结果

试验区	检测孔数	孔深范围/m	单孔平均杆长校正锤击数/次	单孔平均承载力/kPa
未注浆区	4	0~1.7	9.58	383.2
注浆区	19	0~1.5	36.00	976.0

6 结语

根据工程地质条件,采用了钢花管注浆的方法,使得土体强度在注浆后有了较大的提高,土体与凝结体结合在一起,具有“加筋土”的优点,增强了整体抗滑和抗压能力。钢花管注浆加固处理实施后,该拼宽段路面已经通车运行 4 个月,目前尚未再出现裂缝,表明钢花管注浆加固处理达到了预期的效果。

参考文献:

- [1] 成尚锋, 张海燕. 钢花管注浆技术在填方路基病害处治中的应用[J]. 中外公路, 2007(8):36-39.
- [2] 李广平, 宿文姬. 钢花管注浆在高速公路填方路基缺陷治理中的应用[J]. 城市勘测, 2006(6):67-69.
- [3] 刘长生. 袖阀管注浆法在公路路基病害处治中的应用[J]. 山西建筑, 2008(5):308-309.
- [4] 赵得安, 马周全, 陈志敏, 等. 黄土路基注浆加固的动力触探效果评价[C]//第九届全国岩石力学与工程学术大会论文集. 北京: 科学出版社, 2006:99-102.
- [5] 常士骠, 张苏民. 工程地质手册[M]. 4版. 北京: 中国工业建筑出版社, 2007.

Treatment of Roadbed Defects of Expressway Using Perforated Steel Pipe Grouting Technique

CHENG Wan-geng

(Zhejiang Hengli Communications Engineering Co., Ltd., Ningbo 315192, China)

Abstract: Based on the case study of an expressway widening project, which tackles the problem with lengthways fissures emerged along the connecting lines between new and old roadbeds, this paper introduces the grouting technique using perforated steel pipe that is applied in the project. By comparing the treatment results for grouted area and non-grouted area using the dynamic probe method, it is concluded that roadbed reinforcement by means of perforated steel pipe grouting fully measures up to desired technical standards, and the result may serve as a reference for relevant engineering applications.

Key words: expressway; roadbed reinforcement; perforated steel pipe grouting; dynamic probe

CLC number: TU753

Document code: A

(责任编辑 史小丽)