

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.06.081

# 改进组合型微型钢管桩在高速公路灾害处治设计中的应用

张 璐, 张耀庭, 陈艳玮

(甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司, 甘肃 兰州 730030)

**摘 要:** 高速公路作为国家或区域内的干线快速通道,是区域物资、人员转移的主要运输通道,保畅通行至关重要,道路病害的处治通常要求做到快速高效,永临结合,最大限度降低对交通的影响。十堰至天水国家高速公路甘肃段徽县(大石碑)至天水公路横岭山段出现路基滑塌后,为快速修复滑塌路段,保畅通行,将多用于临时加固工程的微型钢管桩改良后与永久支护工程相结合,取得了临时保通与耐久畅通的双重功效。

**关键词:** 组合型微型钢管桩;路基滑塌;基桩;群桩;永临结合设计

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)06-0318-03

## 0 引言

微型钢管桩因具有施工方便、快速,在边坡支护、基坑支撑等领域已大量推广使用,但因其容易因腐蚀失效,很少用于永久性支护工程。十堰至天水国家高速公路甘肃段徽县(大石碑)至天水公路2017年5月项目通车后,K643+440~485段出现路基滑塌病害,为快速抢修保畅,设计了改进组合型微型钢管桩基础挡土墙设计,利用微型钢管桩的快速高效,并通过注浆在桩管内外形成保护层,使其具有足够的耐久性,与桩顶承台梁结合作为挡土墙桩基础,提供足够的竖向和横向承载力,达到永临结合、快速高效的抢险救灾。

## 1 概 况

十堰至天水国家高速公路甘肃段徽县(大石碑)至天水公路是“国家高速公路网”福州至银川国家高速公路的横向联络线的重要组成部分,项目位于陕、甘交界处,是甘肃与陕西、四川经济交流与合作的主要纽带和桥梁,也是甘肃省一条重要的东南出口公路,在天水与连霍国家高速公路相连,在陇南通过平凉至武都高速公路与兰州至海口国家高速公路相接,组成区域网格状高速公路网,具有重要政治、经济和国防意义。项目穿过横岭山路段,由于地下

收稿日期: 2020-11-20

作者简介: 张璐(1980—),男,硕士,高级工程师,从事道路桥梁设计工作。

水位高,地基土体强度低等原因,在2016年项目通车后,多处出现路基滑塌、沉降、裂缝等病害现象(见图1)。



图1 路基病害现场照片

2017年8月,十天高速公路K643+440~485段路基左侧路面在连续强降雨后发生滑塌,形成高差1.4m的错台,坡脚挡土墙完全破损,坡脚排水沟因挤压出现断裂、扭曲等变形。

## 2 地质情况及病害原因分析

### 2.1 原设计情况

十天高速公路徽县(大石碑)至天水段路基设计宽度为24.5m,设计时速为80km/h。K643+440~485段路基左侧边坡高10~13m,右侧边坡填方高度为0~1m,路基填土为含砾粉质黏土。路基边坡坡率为路肩向下8m范围内为1:1.5,8m以下到13处为1:1.75,坡面采用预制块铺砌孔窗式护坡防护。

## 2.2 地质情况

十天高速公路 K643+440~485 段布设于陇南市西和县县城向南约 10 km 的横岭山西侧山坡上,经查阅项目原设计地勘资料,地基 0~8 m 为上更新统冲洪积粉质粘土,黄褐色,硬塑—可塑状,土质松散不均,含砂及砾石颗粒;8~15 m 为黄土状粉质粘土,黄褐色,软塑,土质不均匀。15~18 m 为砾砂层与角砾层。地质断面见图 2。

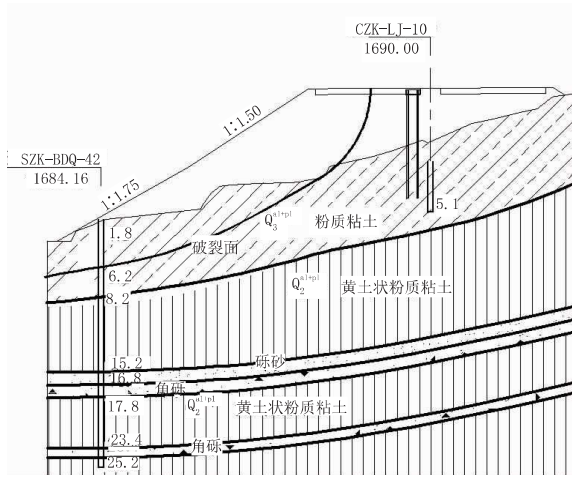


图 2 地质横断面

## 2.3 滑塌原因分析

原地基地形较陡,地表横坡接近 1:2.5,路基填土加载于原地表后,地表土体受到一定的剪应力,在土体干燥状态下,剪应力并未达到土体的抗剪强度,随着持续降雨,地下水位上升致使地基土体饱和,土体抗剪强度下降,受力逐渐达到或超过土体极限强度。路基填土因持续降雨饱和导致重度增大,两因素导致路基出现滑裂,雨水灌入裂隙带促使土体进一步饱和、软化,最终导致路基滑塌破坏。

## 3 处治方案设计

### 3.1 方案研究

由于路基滑塌致使路面整体下沉,坡面防护构造物变形、开裂至完全破坏,路堤土体完全剪切破坏,为重塑土体强度,须挖除滑塌土体重新回填夯实,并完善地下截排水设施。

可行的支挡处治的方法主要有桩板墙、锚杆挡墙、桩基挡墙等,桩板墙造价高且施工周期较长,锚杆挡墙需要将锚杆锚固在岩石、坚硬土等岩土层中,以满足稳定需要,因此本项目采用桩基挡土墙进行支挡防护,考虑到抢险救灾项目永临结合、施工快速便捷的需要,挡土墙基础采用了微型钢管桩设计<sup>[1-4]</sup>。挡土墙采用浆砌片石砌筑。

## 3.2 设计

微型钢管桩施工工艺主要有打入法和钻孔贯入法,考虑到抢险救灾工程永临结合的需要,设计中为避免钢管桩在竖向压力和水平向推力作用下快速锈蚀,引发路基病害的情况出现,须防止钢管桩打入过程中局部防锈涂料因为摩擦而破损。因此本项目设计了钻孔贯入式打眼钢管桩,打入后注浆,使浆液完全包裹钢管内外壁,为确保管壁外混凝土保护层厚度不小于 3 cm 的要求,微型管桩施工钻孔孔径应比贯入钢管外径大 6~10 cm。

根据受力分析和项目区施工经验,设计了钻孔打入钢管并注浆形成组合微型钢管桩,在桩顶浇筑 1.0 m 厚钢筋混凝土承台梁(见图 3),使组合微型钢管桩形成群桩基础共同受力的挡墙基础方案。改进组合型微型钢管桩钻孔不小于 30 cm,钢管外径设计为 20 cm,管壁厚度不小于 6 mm。同时在钢管桩内等边三角形形式布设三根钢筋(见图 4),提高钢管桩的横向支撑力和耐久性。群桩顶部挡土墙设计高度为 3.5~5.5 m,顶宽 1.5~2.0 m。挡土墙采用浆砌片石砌筑。

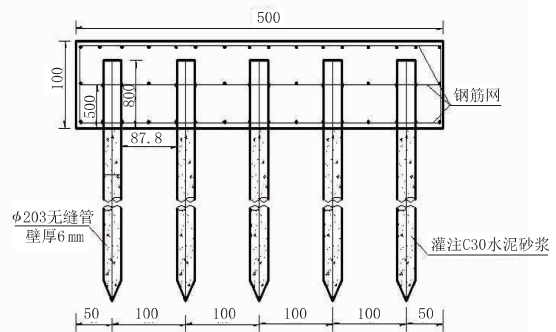


图 3 微型钢管桩与承台梁连接图(单位:cm)

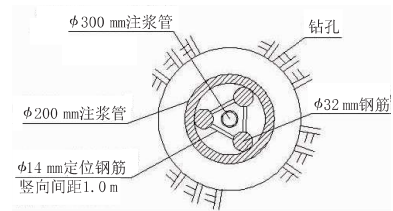


图 4 微型钢管桩断面设计图

根据地质特点,组合微型钢管桩,竖向承载力按摩擦桩设计。为避免挡土墙变形引起路基、路面再次开裂,依据桩基规范,组合微型钢管桩水平向承载力计算时变形按 10 mm 控制。将钢管与管内三角形布置钢筋等代换算为配筋,每根桩综合配筋率均大于 0.65%。

### (1) 单桩竖向向承载力

$$R_a = \frac{1}{2} (u \sum q_{sik} \cdot l_i + p_{sk} \cdot A_p) \quad (1)$$

式中: $R_a$ 为单桩竖向承载力特征值; $U$ 为单桩截面周长; $q_{sik}$ 为各土层桩侧极限侧阻力; $l_i$ 为各土层桩长; $p_{sk}$ 为桩端极限端阻力标准值; $A_p$ 为桩端面积。

(2)项目区抗震烈度为7度,考虑承载效应后,基桩竖向承载力为:

$$R=R_a+\frac{\zeta a}{1.25}\eta_c f_{ak} A_c \quad (2)$$

式中: $R$ 为考虑承台效应后复合基桩竖向承载力特征值; $\zeta a$ 为地基抗震承载力调整系数; $\eta_c$ 为承台效应系数; $f_{ak}$ 为承台下1/2承台宽度且不超过5m深度范围内各层土的地基承载力特征值加权平均值; $A_c$ 为计算基桩对应承台底净面积。

(3)单桩水平向承载力计算

$$R_{ha}=0.75\frac{\alpha^3 \cdot EI}{v_x} X_{0a} \quad (3)$$

式中: $R_{ha}$ 为单桩水平承载力特征值; $\alpha$ 为桩的水平变形系数; $EI$ 为桩身抗弯刚度, $EI=0.85EcI_0$ ;  $E_c$ 为混凝土弹性模量, $I_0$ 为桩身换算截面惯性矩; $I_0=W_0 d_0/2$ ,  $W_0$ 为桩身换算截面受拉边缘的截面模量, $d_0$ 为扣除保护层厚度的桩直径; $X_{0a}$ 为桩顶允许水平位移; $v_x$ 为桩顶水平位移系数。

(4)群桩水平向承载力计算

$$R_a=\eta_h R_{ha} \quad (4)$$

式中: $R_a$ 为考虑群桩效应后,基桩水平承载力特征值; $\eta_h$ 为群桩效应综合系数。

根据挡土墙水平向和竖向承载力计算,组合微型钢管桩设计为5排,排间距为1m,基桩纵向间距设计为1m。由于项目区地下水位高,为防止路基填土底部与挡土墙墙背积水,墙背地表处设置纵向渗沟,路基填土基底铺筑50cm砂砾层与横向渗沟。路基滑塌处治断面设计见图5。

### 3.3 变形观测

该抢险救灾工程施工完成已运营两年,根据运

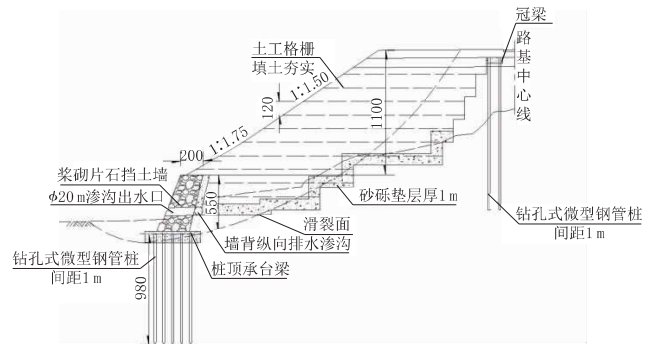


图5 灾害处治横断面设计图

营期间观测,挡土墙与路基没有出现明显的变形迹象,路面没有出现沉降或裂缝痕迹,出露于挡土墙墙面的渗沟管常年有渗水流出,渗水无携带泥沙现象。满足了永临结合处治路基滑塌灾害的目的。

## 4 结语

微型钢管桩作为结构物基础的设计,逐渐得到推广和应用,但钢管在打入具有腐蚀性的土层后,须特别重视其耐久性,本项目通过探索在桩管内外注浆,管内增设钢筋的措施,提高了其耐久性和承载力,满足了竖向和水平向变形设计,为其上部受复杂作用力的挡土墙提供了足够的支撑力。根据设计、观测和研究,改进组合型微型钢管桩在公路边坡抢险救灾方面具有良好的效果。

### 参考文献:

[1] 仇振宇.PC管桩在深层软土地基路桥衔接段基础处理中的应用[J].城市道桥与防洪,2019(6):194-196.  
[2] 刘文峰.微型钢管桩在基坑支护中的应用[C]//第十届深基础工程发展论坛论文集,2012.  
[3] 艾买江·阿那衣提.软土路基公路施工处理技术探讨[J]交通企业管理,2015(8):59-60.  
[4] 刘忠,潘雪艳.山区公路填方路基不均匀沉降特征及其表现形式研究[J].公路交通技术,2008(2):5-8.

# 《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: [cdq@smedi.com](mailto:cdq@smedi.com)