

微型桩复合结构在滑坡整治中的应用

董文 王 新

(铁道第四勘察设计院地路处, 湖北武汉 430063)

【摘 要】 介绍了某滑坡的成因及微型桩复合结构在该处滑坡整治中的设计、施工、现场测试情况。

【关键词】 微型桩; 滑坡; 整治

【中图分类号】 TU 432

Application of Micropiling Compound Structure in a Landslide Treatment Engineering

Ding Guangwen Wangxin

(The Forth Survey and Design Institute of the Railway, Hubei Wuhan 430063 China)

【Abstract】 The forming mechanism of a landslide and the design, construction and site test of micropiling compound structure in the landslide treatment engineering are introduced.

【Key Words】 micropiling; landslide; treatment

0 引言

微型桩指直径 $\phi < 300$ mm 的插入桩或灌注桩^[1], 其桩径较小, 可以达到很大的深度, 穿过各种岩石和障碍物, 甚至可以做到任何斜度。由于长细比很大, 其荷载的传递几乎完全是桩身的摩擦力, 底部不需任何扩孔; 因其配筋量很大, 可支承受拉和受压的轴向荷载, 也可承受弯曲应力, 而位移很小。施工时震动、地面扰动和噪音小, 既能用于地下水位以上, 也能用于地下水位以下, 并能在困难的条件下进行安设。在场地狭窄、出入困难、环境和工作条件较差的情况下, 显示出明显的优点。其应用 20 世纪 50 年代始于意大利, 之后传入美国等。20 世纪 80 年代以后迅速发展。在地基加固、深基坑开挖支护、地面沉陷修复、铁路路堤及路基加固以及边坡稳定加固等方面都得到了成功应用。国内近几年在地基处理、基坑支护等方面得到了应用, 但在处理滑坡的研究与应用方面还不多见。

笔者在收集分析国内外有关微型桩运用资料的基础上, 进行了微型桩处理滑坡的加固机理、设计计算方法、滑体物理力学参数的选取、桩体可靠性评价方法等研究, 总结出微型桩处理滑坡的一套设计方法^[2], 并在鹰厦铁路 K113+344~+440 段路基工点病害整治工程中进行了应用, 同时进行了桩体内力的现场测试验证, 取得了较好的效果。

1 病害概况

鹰厦铁路 K113+344~+440 段路基以路堑形式通过, 右侧边坡高达 46 m, 坡脚设挡墙, 墙高 4~5 m。挡墙以上主要为拱型骨架浆砌片石护坡, 坡率 1:1.25~1:1.4。该工点自铁路修建以来, 多次发生坍塌、错动, 并经过多次处理, 但并未得到根治。在 2002 年 6 月长时间的特大暴雨作用下, 边坡失稳, 形成了滑坡, 造成下部挡墙和边坡防护工程的变形、破坏。

2 病害成因分析

根据野外工程地质调查得到的边坡和挡护工程的破坏特征并结合勘探成果进行分析, 弱风化熔岩顶部 4.8~14.35 m 厚的熔岩强风化体在水的作用下, 沿着弱风化带内多处夹有的软塑状黏性土薄层, 特别是沿着熔岩弱风化层顶面的软塑状黏性土薄层形成了滑动带, 且正处于滑动变形阶段, 已基本上形成了滑坡的空间特征, 属于较典型的中层推移式滑坡, 滑坡前沿舌部为挡墙的中上部。

由于斜坡岩土体在地质构造下节理、裂隙贯通发育, 长期的气候变化等因素, 加剧了岩体沿构造裂隙面风化, 2002 年 6 月特大雨量的下渗, 使得地下水动力和静压力作用加强, 造成软弱夹层软化, 抗剪切强度大幅降低, 引发斜坡的滑动变形。

3 整治方案设计方法

病害成因分析表明,该斜坡变形已具备了滑坡的基本特征。边坡岩土体内已形成贯通的滑面,并处于滑动阶段。如果外界客观条件发生变化,不利因素交错发生,将会造成滑体急剧滑动,危及铁路行车安全,并增加整治工作的难度和投资。

根据工点实际,总的整治原则是综合整治,安全可靠、一次根治、不留隐患。经对明洞、抗滑桩、预应力锚索及微型桩等整治方案,综合分析比较和专家审查,选用微型桩+预应力锚索复合结构技术进行病害整治。

其设计计算按以下步骤进行^{2,3}:

1)计算滑坡推力。

2)计算相邻桩间土体塑性变形的稳定性,确定微型桩横向间距:

计算微型桩之间土体塑性变形的稳定性是通过比较水平推力和极限抗力而得到,另外还考虑桩后拱圈土体的平衡条件。抗力是由两根相邻微型桩的锚固效应提供的。

3)计算结构的抗滑稳定性,确定微型桩的总数:

对结构上的水平推力与结构体抗滑力的水平分量进行比较。

4)复合截面的结构分析,确定微型桩的排距:

分析中假设微型桩结构作为一个整体共同作用,把整体结构作为一个柔性挡墙来考虑,计算复合截面中每一部分的最大正应力,并与其容许值进行比较。

5)计算微型桩锚固长度和钢筋与锁口梁的粘接长度,确定微型桩桩长:

通过有关计算,确定病害整治方案为:微型桩群+预应力锚索组合方案。工点设八组微型桩群。桩群中至中距离为8m,每组桩群设40根桩径 $\phi 0.13$ m的微型桩;分5排,纵向间距0.5m、横向间距0.43m,呈梅花型布置。中间一排为竖直桩,其余4排分别以 2° 、 4° 的角度倾斜,单根桩长18.0~21.0m,每根桩内布置3根 $\phi 28$ 的II级钢筋。在边坡一级平台处设桩顶压顶梁,长4.05m、宽2.3m、厚1.2m,于每个压顶梁上设2根预应力锚索,锚索倾角 15° ,设计拉力600kN。其布置见图1图2。

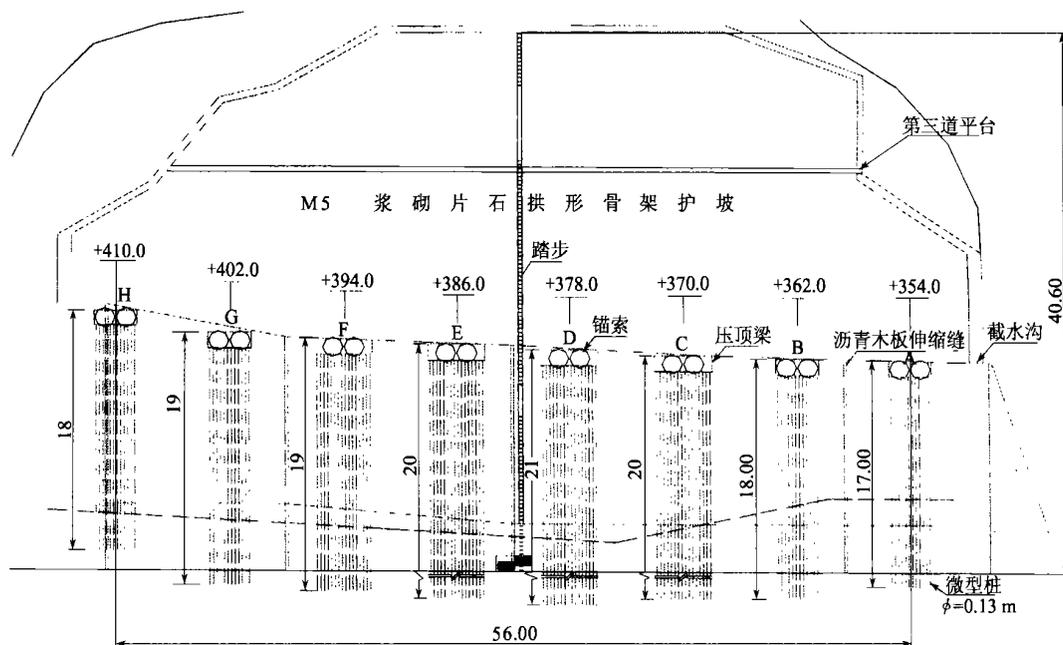


图1 堑坡整治正面图

4 施工情况

病害整治施工时,先施工微型桩及压顶梁,在压顶梁混凝土强度达到70%以上时,再进行预应力锚索张拉施工。

微型桩施工时,应间隔进行,采用冲击钻机,对准桩位后固定工作台架进行造孔,成孔完毕,放入钢

筋笼,之后采用孔底返浆法注浆。孔口溢出的浆液浓度与搅拌筒内浆液浓度基本相同时,停止注浆。注浆材料为M30水泥砂浆液,水灰质量比0.7~1.0:1。

预应力锚索张拉分两次进行,第一次张拉按五级张拉(即锚索设计吨位的25%、50%、75%、100%、110%)。前四级稳定时间5min。后一级稳定时间

15 min。第一次张拉锁定后 6~10 d 再进行一次补偿张拉, 以补偿锚索的松弛和地层徐变等因素造成

的预应力损失。

路堑整治后剖面图见图 3。

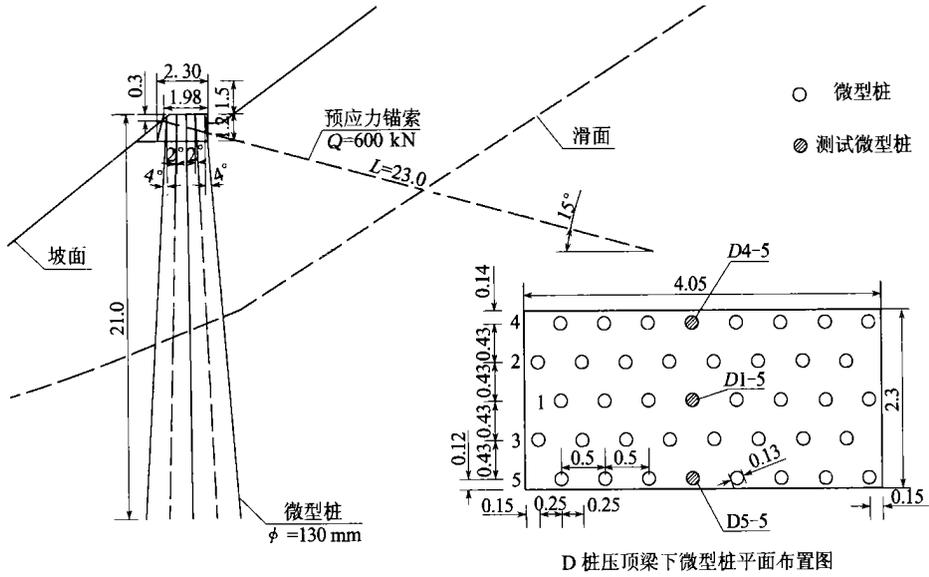


图 2 微型桩布置图

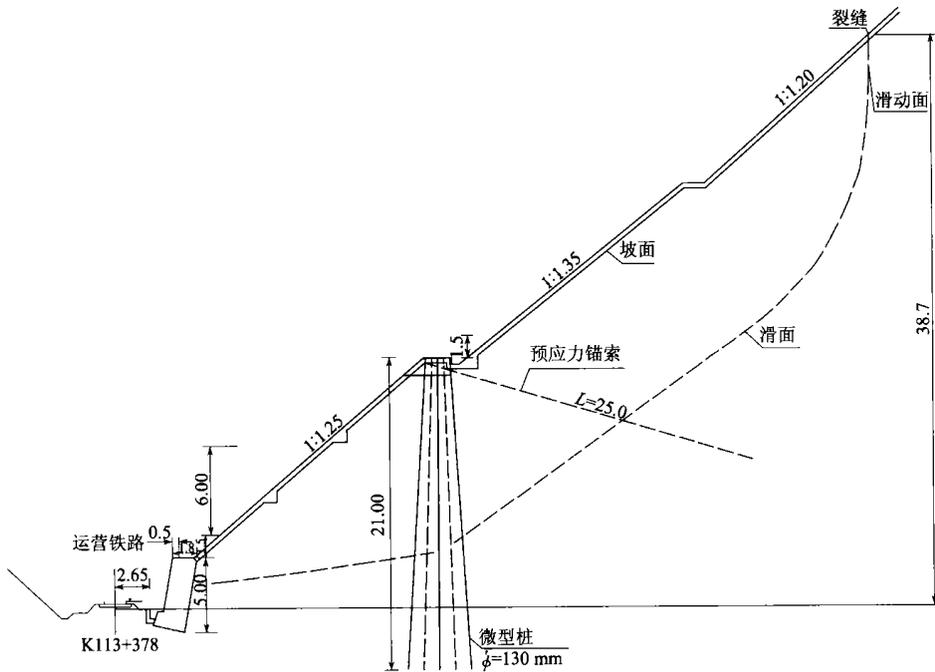


图 3 路堑整治后剖面图

5 现场测试

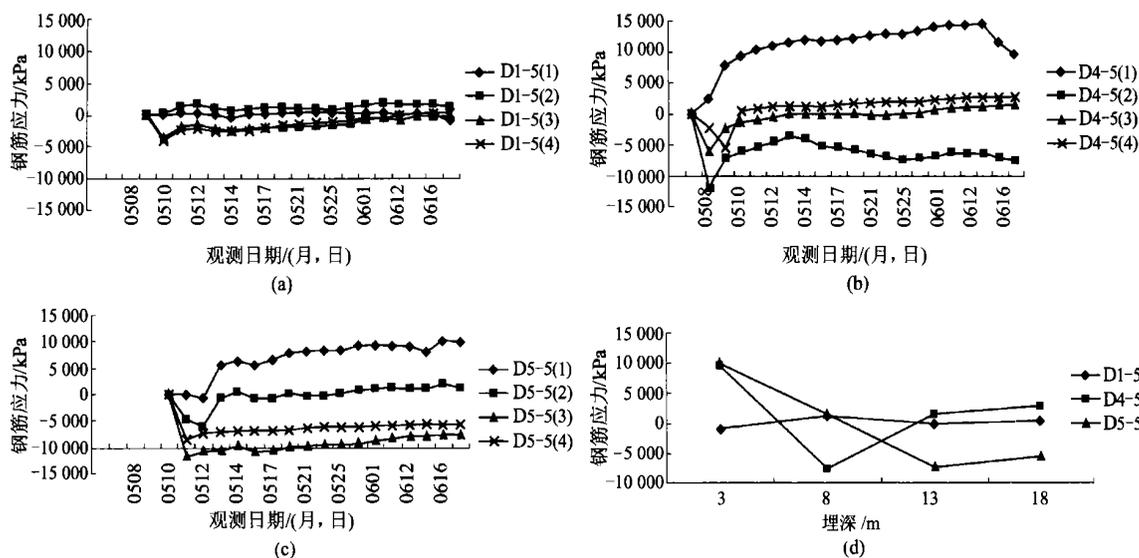
为检验整治效果, 探讨微型桩处理滑坡的加固机理、设计理论和设计计算方法, 指导类似工程结构的设计施工, 进一步完善加固方案, 保证加固效果, 降低工程造价, 推动微型桩这一新技术的运用, 丰富处理滑坡的技术措施。在该工点施工时进行了实际工程结构受力测试。现场测试内容为: ①微型桩的内力观测; ②锚索所受拉力观测; ③微型桩桩顶水平

位移观测等。

测试时采用振弦式钢筋应力计, 测试钢筋内力; 采用振弦式锚索测力计测试锚索拉力; 采用 J2 经纬仪进行观测微型桩桩顶水平位移。

目前, 该工点的施工工作已经完成, 现场测试 D 组群桩第 5 横排微型桩内力变化见图 4。图中 D1-5、D4-5、D5-5 分别为横截面中部、内侧(靠近山体)、外侧(靠近铁路)的微型桩, 扩号内数字 1、2、3、4 分

别表示埋深 3 m、8 m、13 m、18 m 测点。



(a) 钢筋应力随深度变化曲线 (b) 钢筋应力随深度变化曲线 (c) 钢筋应力随深度变化曲线 (d) 钢筋应力随深度变化曲线

图 4 D 桩内力测试结果图

图 4 中可见桩体内力一般随时间增长而增加, 其随深度的变化较大, 桩体上部内侧 [D4-5(1)]、外侧 [D5-5(1)] 均为拉应力, 滑面 (埋深 13 m) 及以下桩体轴线内力 [D1-5(3)、D1-5(4)] 接近于 0, 内侧 [D4-5(3)、D4-5(4)] 受拉, 外侧 [D5-5(3)、D5-5(4)] 受压。总之, 应力值均较小, 一般不超过 15 MPa, 桩体性能稳定。

6 结论

本工程竣工后, 经观测, 边坡稳定性好, 桩体性能稳定, 使用情况正常。这说明采用微型桩, 结合预应力锚索技术治理滑坡工程是成功的, 达到了预明的目的和效果。其施工设备简单、轻便, 不受场地和空间限制, 施工时震动、地面扰动和噪音小, 在环境和工作条件较差的情况下, 具有明显的优势, 是处理滑坡的有效措施。

铁四院叶春林、徐正东、袁建国、戴颖等同志参加了该工点病害整治的勘察、设计、施工、现场测试工作, 同时铁四院杜兴国高工、上海铁路局邵武工务段的有关领导和技术人员对相关工作给予了大力支持和帮助, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 Han Juran, Aomar Benslimane. Slope stabilization by micropile reinforcement. Landslides. 1996. 1715~1726
- 2 丁光文. 微型桩处理滑坡的设计方法. 西部探矿工程. 2001, 13(4): 15~17
- 3 Cantoni R. A design method for reticulated micropile structures in sliding slopes. GROUND ENGINEERING. 1989. 41~45

收稿日期: 2003-08-07