

文章编号:1001-4179(2015)13-0042-03

固结灌浆钻孔桩墙在滑坡抢险工程中的应用

——以三峡库区巴东县将军岭滑坡治理工程为例

齐振宇¹, 苏爱军¹, 吴柳东², 霍欣²

(1. 中国地质大学(武汉) 教育部长江三峡库区地质灾害研究中心, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质大学(武汉) 工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:抗滑桩是滑坡治理的主要工程措施,从抗滑桩开始施工到产生抗滑效果往往需要数月时间。对处于蠕变阶段的滑坡尤其是应急抢险工程,在施工期间因抗滑桩开挖导致滑坡失稳破坏的风险极大。针对这一问题,通过采用双排钻孔灌注桩、桩顶钢桁架及桩间高压固结灌浆形成固结灌浆钻孔桩墙,能最大限度地减小土石方开挖、降低施工期间由于开挖引起失稳破坏的风险;另外在桩间采用固结灌浆技术减小桩土强度差,提高其整体刚度,使空间受力更加合理,避免了钻孔桩可能因局部弯矩、剪力过大产生压杆失稳破坏和剪断破坏。与传统抗滑桩相比,该技术为应急抢险工程赢得了宝贵的时间并且经济上更加合理。目前,该技术在三峡库区巴东县将军岭滑坡局部应急抢险工程中成功运用并取得了良好的治理效果。

关键词:固结灌浆; 钻孔灌注桩; 钢桁架; 滑坡; 抗滑桩

中图分类号:P642

文献标志码:A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.13.011

我国约70%的国土面积为山区,是世界上滑坡灾害比较严重的国家。滑坡对人民生命财产安全构成了严重威胁,目前治理滑坡的方法主要有:① 支挡工程(挡墙、抗滑桩、锚杆等);② 排水工程(地表截水沟、树枝状排水沟、盲沟、集水井等);③ 减荷反压;④ 土质改良(焙烧法、电渗法、化学灌浆法等);⑤ 防御绕避;⑥ 综合治理^[1-2]。当挡墙、排水、减荷反压等措施不足以应对推力较大的滑坡时,抗滑桩往往成为行之有效的方法。但是,抗滑桩在施工过程中往往需要开挖大量土方、石方,有时还需分批次开挖,这对于应急抢险工程而言,增加了施工过程中滑坡失稳破坏的风险而且浪费了大量宝贵的时间。因此,选择一种支护快速、经济合理的方法迫在眉睫。本文针对上述问题,基于三峡库区巴东县将军岭滑移变形地质勘察资料,综合考虑桩土共同协同作用,提出双排钻孔灌注桩、桩顶钢桁架及桩间高压固结灌浆的新技术并在抢险工程中成功运用。以下对这项新技术的原理和方法作一简要介绍,以供同行参考。

1 抢险工程概况

将军岭滑坡位于巴东县溪丘湾乡将军岭村二组,滑坡长约430 m,前缘宽约280 m,后缘宽约120 m,面积6.5万m²,体积104万m³,斜坡总体倾向N25°W,平均坡度25°。平面形态呈瓶口状,前缘高程780 m,后缘高程870 m,总体地势南高北低(图1)。

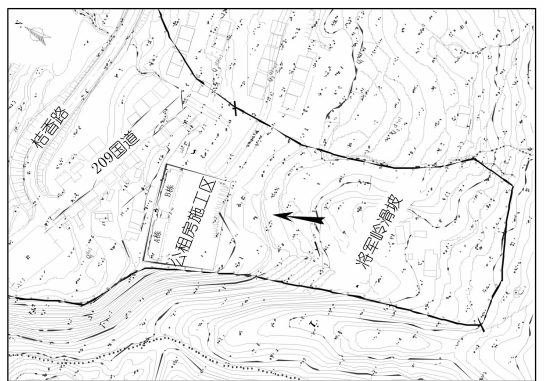


图1 滑移变形体地形示意

收稿日期:2015-04-28

作者简介:齐振宇,男,硕士研究生,主要从事地质灾害防治方面的研究。E-mail:569268977@qq.com

滑坡地层主要由三叠系中统巴东组第三段(T_2b^3)泥灰岩和第四系松散滑坡堆积体(Q_4^{del})组成。第四系松散滑坡堆积体主要由碎石土、碎块石土和含碳质粉质黏土夹碎石的滑带土组成。

巴东县公租房建设项目(溪丘湾生态经济园)工程位于 209 国道(路面黄海高程 812 m)南侧 45~105 m 处,已建有 A、B 栋公租房。该场地为一近东西方位的填筑土平台,台面黄海高程 818 m,其前缘建有 6 m 高的浆砌块石挡土墙。平台西北边填筑土较厚,原始地形为一呈北北西延伸的斜向谷坡,坡面缓倾,沟谷较宽缓,纵向沟坡在 209 国道以上较缓,以下较陡。2013 年 9 月 21 日,在溪丘生态经济园场平过程中,于 209 国道北侧大面积开挖土石方形成高陡临空面,导致将军岭滑移变形体 209 国道南侧坡体地面、房屋拉裂变形,并逐步向坡后延伸发展,致 A、B 栋公租房地面、房屋、挡土墙拉裂、沉降变形。同年 9 月 26 日开始进行变形观测,房屋墙壁拉裂持续发展,西北角横梁已出现局部裂缝。房屋整体向北偏西倾斜,偏斜角约 0.25° ,房顶最大水平偏移约 10 cm。通过变形观测分析,A、B 两栋公租房变形仍有加剧的趋势。

2 变形机理分析

影响工程区稳定性的主要因素是受降水补给的第四系松散岩类孔隙水,其水位埋深随降水强度变化而变化。集水井开挖揭露显示,209 国道南侧藕塘附近地下水水位埋深约 5 m,A 栋公租房南侧地下水位埋深约 8 m。

综合考虑滑坡拉裂缝位置、工程施工情况并结合地下水位和地层岩性等因素,分析认为,滑坡形成的原因如下:① 组成滑坡的碎石土、碎块石土结构松散,孔隙度大,透水性好;滑带含碳质粉质黏土夹碎石,透水性较差;加之 9 月持续的大到暴雨通过碎石土、碎块石土渗入滑带土中,致地下水位线上升,碎石土、碎块石土重度增加,滑带土饱水,抗剪强度降低。② 209 国道北侧大面积开挖形成高陡临空面,使地下水位线局部降低,地下水渗透压力急剧增加,致使局部发生滑动破坏,从而使上部土体失去支撑逐渐向后破坏导致后缘土体临空。③ 地下水位线又局部降低,地下水渗透压力增加,进一步向后发生滑动破坏,如此持续反复向后传递破坏直至 A、B 两栋公租房以南 6.0 m 处。

选取滑坡典型剖面,针对旱季及雨季不同地下水位分别进行了稳定性计算,计算结果表明,旱季和雨季稳定性系数分别为 0.960 5 和 0.817 3,均处于欠稳定状态,采取治理措施迫在眉睫。

3 抢险方案比较

3.1 削坡、减载和压脚方案

对于主滑段和牵引段较陡的滑坡,通过削减滑坡区的物质、增加阻滑区的物质,或通过削方减缓边坡的总坡度,是一种技术上简单易行、治理效果好的防治方案^[3-4]。但将军岭滑移变形体主滑段、牵引段较平缓,前缘已产生大量裂缝且房屋变形开裂严重,选择一种针对公租房变形开裂现状的抢险措施显得尤为重要。另外,该滑移变形体规模大,削方、减载和压脚方案不经济。因此,该方案不适合作为抢险加固措施。

3.2 支挡、加固方案

在滑坡底脚修建挡墙或在滑坡中前部布设若干排锚索也是常用的方法。将军岭滑移变形体规模大,挡墙由于受到高度及工程量的限制,对滑坡体稳定系数的提高往往不大。鉴于公租房前缘地形平缓、无临空面、滑体厚度较大,采用锚索锚固方案治理效果不理想。因此,采用支挡、加固方案进行抢险治理无论从技术上还是经济上显然不尽合理。

3.3 抗滑桩方案

抗滑桩作为一种整治边坡、提高滑坡稳定性的措施,与其他治理方案相比,有抗滑能力强、能进一步核实地质条件的优点,现已被广泛应用于边坡工程中^[5]。但抗滑桩在施工过程中需要大量开挖土石方,对于本次应急抢险工程而言,这有可能加剧公租房变形开裂的程度并引发更大规模的滑动;另外,雨季即将来临,抗滑桩施工周期长,对于本次应急抢险工程而言时间上不允许。

4 固结灌浆钻孔桩墙技术

针对本次抢险工程的特点,本文提出了固结灌浆钻孔桩墙技术。固结灌浆钻孔桩墙采用在钻孔灌注桩内置工字钢、桩顶钢桁架进行连接和桩间高压固结灌浆的方式,使两排钻孔灌注桩和桩间水泥浆固结体联结为一体,共同组成固结灌浆钻孔桩墙,其具体结构见图 2。

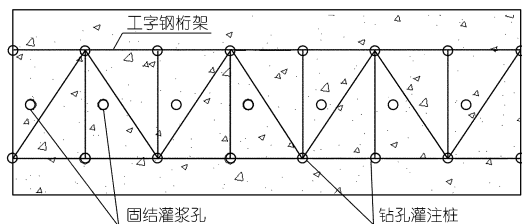


图 2 固结灌浆钻孔桩墙平面结构示意图

4.1 抢险实施方式

在 A、B 两栋公租房挡土墙北侧 0.80 m 处布设两排钻孔灌注桩,水平间距 1.0 m,排距 1.5 m,桩径 150 mm,桩长 23 ~ 25 m,如图 3 所示。钻孔灌注桩采用机械跟管钻进成孔,成孔完成后在套管内插入 10 号热轧普通工字钢,工字钢伸出地面 0.35 m,并灌注 M30 砂浆。钻孔应采取可靠的防斜措施,保证孔向准确,孔底偏差值不得大于 1.0%。灌浆钻孔终孔后孔内残留岩芯和沉淀物不应超过 20 cm。

在钻孔灌注桩桩顶布设由 10 号热轧普通工字钢组成的工字钢桁架,桁架节点采用 10 mm 厚钢板和 M20 螺栓机械连接。钢板螺栓孔的直径允许偏差为 0 ~ 1.0 mm,圆度允许偏差为 2.0 mm,孔距允许偏差为 ± 1.0 mm,当螺栓孔的偏差超过上述允许值时,允许采用与母材材质相匹配的焊条补焊后重新制孔,严禁采用钢块填塞。

工字钢桁架施工完成后在其顶部浇筑宽 2.5 m,厚 0.6 m 的混凝土盖重板。待混凝土盖板达到设计强度后在两排钻孔灌注桩桩间进行高压固结灌浆。为保证地下水下泄,每隔 5 个固结灌浆孔留出水平间距 3 m。固结灌浆采用机械跟管钻进成孔、自下而上分段灌浆,孔间距 1.0 m,孔径 150 mm,孔深 17 ~ 19 m。基岩层拟采用 0.8 MPa 的灌浆压力灌注水灰比为 1:1 的水泥浆,覆盖层拟采用 0.5 MPa 的灌浆压力灌注水灰比为 0.5:1 的水泥浆,具体根据现场情况调试确定。灌浆结束后将灌浆管插入孔底,压入 M30 砂浆封孔。

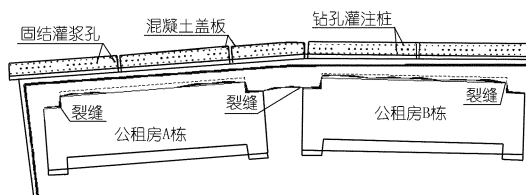


图3 抢险工程平面布置示意

4.2 抢险效果及技术特点

固结灌浆钻孔桩墙施工结束后,A、B 两栋公租房的监测资料显示:公路及民房变形区(公路路面、房屋室内及屋周围地面、菜地)一系列与挡土墙走向斜交的拉张裂缝、吊坎、两栋屋后地面贯通的拉张裂缝、房屋纵墙指示墙体沉降的弧形拉张裂缝、横墙上多条横向裂缝均未进一步开裂变形。整个边坡的变形均控制在安全范围内,抢险工程取得了良好效果。与其他措施相比,固结灌浆钻孔桩墙具有如下优点。

(1) 首先解决了应急抢险工程短时间内对滑坡及拟建建筑物支护的问题,满足了抗滑工程的要求;与普通抗滑桩相比缩短了工期,为下一步滑坡抗滑工程的

开展赢得了宝贵的时间。

(2) 采用两排钻孔灌注桩及桩顶钢桁架协同作用形成类似门型桩结构^[6],不但具有较大的侧向刚度,能够有效地限制支护结构的变形,而且能承受较大的滑坡推力,空间受力更加合理,弯矩、剪力得到有效减小。

(3) 紧邻挡土侧的一排钻孔灌注桩在滑坡推力作用下主要抗拉,另一侧钻孔灌注桩主要抗压。通过在钻孔灌注桩桩间进行高压固结灌浆形成水泥浆固结体,有效减小了钻孔桩与桩间土的强度差距,不但增大了钻孔灌注桩、钢桁架和水泥浆固结体的整体刚度,而且避免了两排钻孔灌注桩在滑坡推力作用下产生压杆失稳破坏和剪断破坏。

5 结语

(1) 将军岭滑移变形体前缘 A、B 两栋公租房必须采取抢险措施予以加固,否则任由滑坡进一步变形破坏,公租房有倾斜倒塌的风险并引发更大规模的滑坡,严重威胁附近居民的生命财产安全。

(2) 本文提出的固结灌浆钻孔桩墙已施工完成并得到检验,在技术上是可行的,可推广应用于其他抢险工程。

(3) 由于将军岭滑坡系一大型滑坡,固结灌浆钻孔桩墙虽能提高其整体稳定性,但不能完全根治滑坡。建议后续应该加强监测并采取完善的排水系统和抗滑桩等综合措施进行治理,从而确保其整体长久安全稳定。

(4) 对固结灌浆钻孔桩墙中,钻孔灌注桩及桩间水泥浆固结体联合承载的规律还不清楚,有待进一步探索。

参考文献:

- [1] 王恭先. 滑坡防治中的关键技术及其处理方法[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, (21): 20 - 29.
- [2] 喻和平, 田斌. 滑坡防治措施的现状和发展[J]. 甘肃工业大学学报, 2003, (2): 104 - 107.
- [3] 宋东日, 任伟中, 沈波, 等. 牵引式滑坡的破坏机制及其加固措施探讨——以某高速公路牵引式滑坡为例[J]. 岩土力学, 2013 (12): 3587 - 3593.
- [4] 袁从华, 童志怡, 卢海峰. 牵引式滑坡特征及主被动加固比较分析[J]. 岩土力学, 2008, (10): 2853 - 2858.
- [5] 刘新荣, 梁宁慧, 黄金国, 等. 抗滑桩在边坡工程中的研究进展及应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, (1): 56 - 62.
- [6] 钱同辉, 唐辉明. 双排门式抗滑桩的空间计算模型[J]. 岩土力学, 2009, (4): 137 - 1141.

(编辑: 徐诗银)

(下转第 81 页)

基体形成良好的粘结作用,从而改善混凝土基体性能。

6 结 语

(1) 玄武岩纤维掺量的增加,明显改善了水泥混凝土的力学性能,提高了 BFRC 的抗压、抗拉、抗折强度,并有效地改善了水泥混凝土的抗冻融性能和干缩变形性能。

(2) 利用预处理纤维掺入法制备工艺,玄武岩纤维的掺入对混凝土的内部结构产生了较大影响,其力学性能明显高于直接掺入法制备工艺所制作的试件,并且便于规模性施工操作,有利于推广应用。

玄武岩纤维作为一种新型的混凝土增强材料,可使混凝土具有优良的力学性能和耐久性,有效防止混凝土因早期干缩引起的裂缝,增强混凝土的抗渗、抗冻和抗裂性能,并具有良好的技术经济效益。

将玄武岩纤维的高抗拉强度、高弹模、高耐腐蚀性、低成本等特性与高性能混凝土的高工作性和高强度相结合,配制出性能更加优越的新型纤维混凝土材料,将是玄武岩纤维混凝土结构研究的一个很好方向,其研究成果可应用于道路、桥梁、建筑结构、岩土工程及地下工程等领域,应用前景十分广阔。

参考文献:

[1] 鲁畅. 玄武岩纤维混凝土路用性能与应用研究[D]. 开封: 河南大学, 2012.
[2] 方坤河, 陈昌礼. III级粉煤灰应用于碾压混凝土坝的可行性分析[J]. 人民长江, 2012, (5): 24-26.
[3] 莫海涛, 吴永根, 吴琳琳. 双掺钢纤维和玄武岩纤维混凝土试验研究[J]. 四川建筑科学研究, 2009, (6): 197-198.
[4] 孙潇潇. 玄武岩纤维贫混凝土基层材料与工程应用研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2012.

(编辑: 胡旭东)

Research on physical and mechanical properties of basalt fiber reinforced concrete

YANG Rui¹, WANG Zhao²

(1. College of Construction Management, Jiangsu Jianzhu Institute, Xuzhou 221116, China; 2. College of Architecture Engineering, Jiangsu Jianzhu Institute, Xuzhou 221116, China)

Abstract: The basalt fiber, a new inorganic fiber material, can significantly improve the mechanical properties of concrete. In combination with the previous research results, the mix proportion design, compressive strength, flexural strength, tensile strength, frost resistance, dry-shrinkage performance and durability were studied through a series of experiments by changing the mixing amount of basalt fiber. Meanwhile, the influence of different basalt fiber preparation technology on concrete material performance was also discussed. The research results can provide theoretical basis for the engineering application of basalt fiber reinforced concrete.

Key words: mechanical property; mixing amount; preparation technology; basalt fiber

(上接第 44 页)

Application of consolidation grouting bored pile wall in emergency treatment of landslide: case of treatment of Jiangjunling slide in Badong County, Three Gorges Reservoir area

QI Zhenyu¹, SU Aijun¹, WU Liudong², HUO Xin²

(1. Three Gorges Research Center for Geo-hazards, Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Anti-slide pile is a major structural measure in land sliding treatment. However, it requires several months from its construction to the anti-slide starting to work. For the landslides in the creep stage, especially the landslide requiring emergent treatment, the risk of destabilization during construction is large. To solve this problem, the consolidation grouting bored pile wall made up of two rows of bored piles, the steel truss on the top of the piles and the high pressure consolidation grouting between the piles can be adopted, which can reduce the earth and rock excavation at utmost, reduce unstable risk caused by excavation; in addition, the consolidation grouting can reduce the strength difference of the pile and soil, improve the integral rigidity and make the spatial stress more reasonable to avoid the destabilization or shear failure of piles due to large local bending moment and shear stress. Compared with the traditional anti-slide pile, this technology can win precious time for emergency treatment project and it is more reasonable economically. It has been applied in the emergency treatment project of Jiangjunling landslide, Badong County in Three Gorges Reservoir Area and good effect has been achieved.

Key words: consolidation grouting; bored pile; steel truss; landslide; anti-slide pile