

高路堑边坡支护技术研究

张世越 刘晓龙 张振华 何梦璇 郭艺辉

中建一局集团第五建筑有限公司, 北京 100024

[摘要]高路堑边坡由于高度大, 开挖过程中极易形成滑坡、崩塌等地质灾害, 是在设计施工过程中是重要的风险点。文章通过对现场地质条件的分析和稳定性计算, 采用抗滑桩与锚索框架梁相结合的方式, 对场地高路堑边坡进行支护设计, 取得了较好的效果。文章的研究表明, 抗滑桩结合锚索框架梁支护方式可以有效对高路堑边坡进行防护, 值得在今后工程中推广应用。

[关键词]路堑边坡; 抗滑桩; 锚索框架梁

DOI: 10.33142/ec.v4i11.4767

中图分类号: U416.1+4

文献标识码: A

Study on Support Technology of High Cutting Slope

ZHANG Shiyue, LIU Xiaolong, ZHANG Zhenhua, HE Mengxuan, GUO Yihui

China Construction First Group the Fifth Construction Co., Ltd., Beijing, 100024, China

Abstract: Due to the large height of high cutting slope, it is very easy to form geological disasters such as landslide and collapse during excavation, which is an important risk point in the process of design and construction. Based on the analysis of site geological conditions and stability calculation, the support design of high cutting slope is carried out by combining anti slide pile with anchor cable frame beam, and good results are obtained. The research shows that the anti slide pile combined with anchor cable frame beam support can effectively protect the high cutting slope, which is worthy of popularization and application in future projects.

Keywords: cutting slope; anti slide pile; anchor cable frame beam

引言

高速公路的高路堑边坡一直是岩土工程界研究的热点, 由于现有高速公路路堑边坡越来越高, 地质条件越来越复杂, 支护形式也层出不穷, 常见的有重力式挡墙, 锚索抗滑桩等, 但对于复杂的高路堑边坡, 常常一种支护形式不能满足实际条件, 或达到稳定性的要求, 常常需要采取两种或多种组合式支护形式, 这对施工质量的要求和设计分析计算提出了巨大的挑战。边坡变形稳定性问题在岩土工程界广泛受到大家关注, 长期以来, 世界各国的学者对边坡稳定性问题的研究做了许多工作, 总结归纳了许多稳定性分析的方法。各国学者在长期的工程实践中, 不断总结归纳得出不同的防治方法, 其中以抗滑挡墙、锚杆(索)、抗滑桩的运用最为广泛^[1-4]。

本文以某高速公路的高路堑边坡为研究对象, 分析其支护方式, 并通过稳定性计算和实际工程应用, 获取得到其应用效果。

1 工程概况

工程范围: 闽江大桥北桥头至 316 国道连接线工程北起闽江大桥北桥头, 南至南福路, 道路全长约 3.34km; 其中闽江大桥至李侗路段为现状罩面处理 0.81km, 李侗路~终点南福路为新建段 2.53km。

道路边坡按永久边坡治理, 为城市主干道永久边坡, 道路及边坡设计年限为 20 年; 根据《城市道路路基设计规范》(CJJ194-2013) 要求, 挖方路基边坡稳定安全系数应满足《边坡稳定安全系数表》规定的稳定安全系数要求。道路等级(快速路、主干路)稳定安全系数要求: 正常工况下为 1.20~1.30; 非正常工况 I 下为 1.1~1.2; 非正常工况 II 下为 1.05~1.1。

城市路基边坡支挡工程安全等级: 一级(结构重要性系数 1.10)(悬臂式及扶壁式挡土墙为安全等级二级(结构重要性系数 1.0))。抗震设防烈度为 6 度(0.05g)。

2 地层条件

拟建隧道及连接线段属闽西北地层小单元, 根据对沿线地质调查及钻探揭露, 沿线岩土体其分布、厚度及岩性变化较大。本次勘探钻孔揭露深度范围内, 上部覆盖层为杂填土(Q^m)、淤泥质土(Q_4^{al+pl})、粉质粘土(Q_4) (表层常覆有厚约 0.30 米的耕植土(Q^{cm})、残积土(Q^{el}) (表层常覆有厚约 0.30 米的耕植土(Q^{cm}))、下伏为二叠系翠屏山组粉砂岩(P_2^{cp})、震

旦纪龙头组片岩(Z₁)及其风化层。

杂填土:灰褐色,稍湿,松散-密实。主要成分为粘性土,含少量碎石及少量建筑生活垃圾,表层分布10-20cm的混凝土砣块,其下约20cm为堆填碎石,受人工固结,堆填时间约3-5年,均匀性较差,局部表层受人工扰动,呈较松散状态,重型动力触探实测击数为0.50-12.0击。

①淤泥质土:灰褐、黑褐,湿-饱和,主要呈流塑-软塑状态,以粉粒、粘粒为主,含少量腐殖质,主要分布在隧道出口段道路的鱼塘里。

②粉质粘土:灰黄、褐黄色,稍湿-湿,可塑-坚硬,主要成为粘粉粒,含少量中、粗砂,土体粘性强,干剪强度高,韧性较好,具砂感。标准贯入试验实测击数为6.0-27.0击,标准贯入试验修正击数为5.90-2.0击。

③粉砂岩残积黏性土:灰黄、褐黄色,稍湿-湿,可塑-坚硬,主要成分为粘粉粒,含砾石1.4~4.1%,含粗砂11.6~35.6%,含中砂18.3~24.2%,含细砂26.7~40.3%,含粉粘粒8.1~16.3%,干强度中等,韧性中等,具砂感。标准贯入试验实测击数为7.0-27.0击,标准贯入试验修正击数为7.0-25.4击。

④片岩残积黏性土:灰黄、黄褐,稍湿-湿,可塑-硬塑,主要成分为粘粉粒,含砾石2.1~4.8%,含粗砂28.9-33.4%,含中砂12.7-29.2%,含细砂16.2-19.1%,含粉粘粒17.6-34.3%,干强度中等,韧性一般,具砂感。标准贯入试验实测击数为11.0-14.0击,标准贯入试验修正击数:10.20-1.0击。

⑤全风化粉砂岩:黄褐色、灰褐色。粉细砂结构,散体状构造,矿物成份中,除了石英颗粒外其余的基本已风化呈土状物。遇水易软化,崩解,坚硬程度为极软岩,完整程度为极破碎,岩体基本质量等级为V级。标准贯入试验实测击数为32.0-42.0击,标准贯入试验修正击数为25.2~32.4击。

⑥全风化片岩:黄褐色、灰褐色。变晶结构,散体状构造,矿物成分除石英颗粒外其余基本已风化呈土状物,其余性质与全风化粉砂岩相似。标准贯入试验实测击数为33.0~43.0击,标准贯入试验修正击数为26.6~38.0击。

⑦层强风化粉砂岩:根据性质不同,可细分为⑦1砂土状强风化粉砂岩和⑦2碎块状强风化粉砂岩。其中前者标准贯入试验实测击数为51.0-75.0击,标准贯入试验修正击数为36.4-54.3击。

⑧层强风化片岩根据性质不同也可分为可细分为⑧1砂土状强风化片岩和⑧2碎块状强风化片岩。其中前者标准贯入试验实测击数为51.0-65.0击,标准贯入试验修正击数为36.4-54.2击。

⑨中风化粉砂岩:主要呈现青灰、褐灰色,本层场地内大部分地段分布。

⑩中风化片岩:主要呈现青灰、褐灰等。

地下水的分布主要受岩性、构造、地貌和植被等因素的控制和影响,可分为基岩构造裂隙水、基岩及风化层孔隙-裂隙水、第四系冲洪积层孔隙水三大类型:

(1)基岩构造裂隙水:下水沿构造带相互联系沟通,形成网络系统,地下水富集、富水性好,水量大,单孔涌水量较大。

(2)基岩风化层孔隙-裂隙水,本场地呈现出来特征为潜水,局部为微承压水。

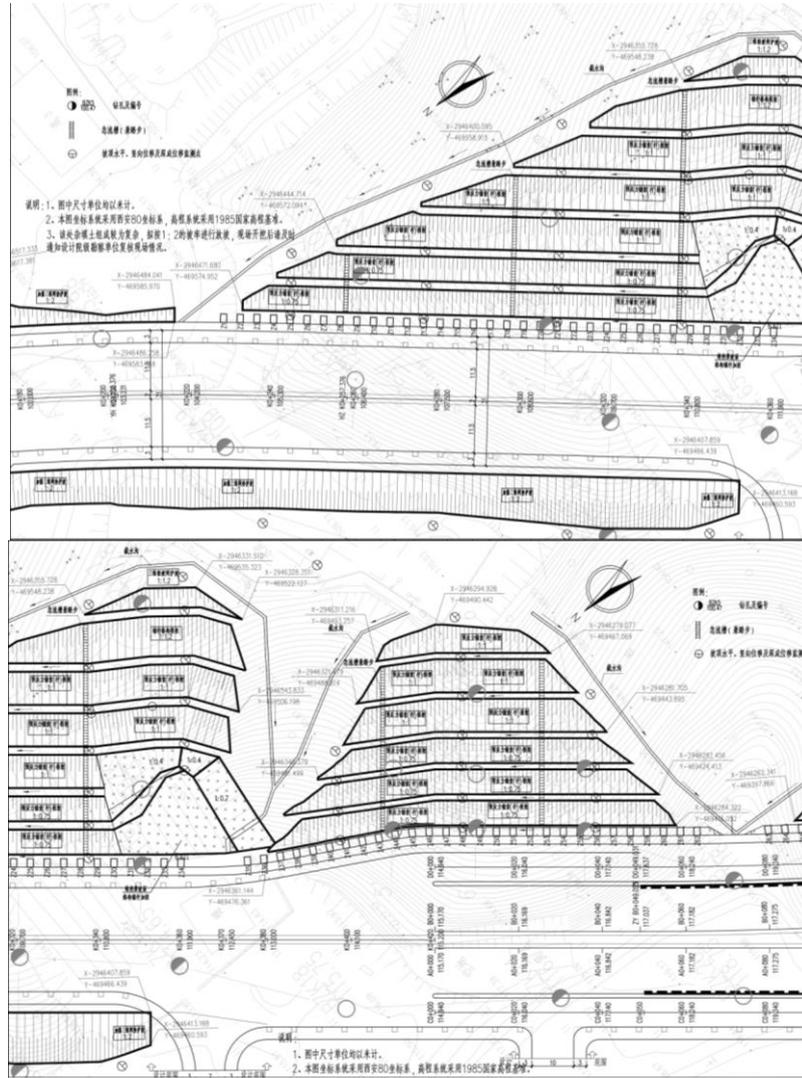
(3)第四系冲洪积层孔隙水。

(4)地下水的补给、迳流及排泄

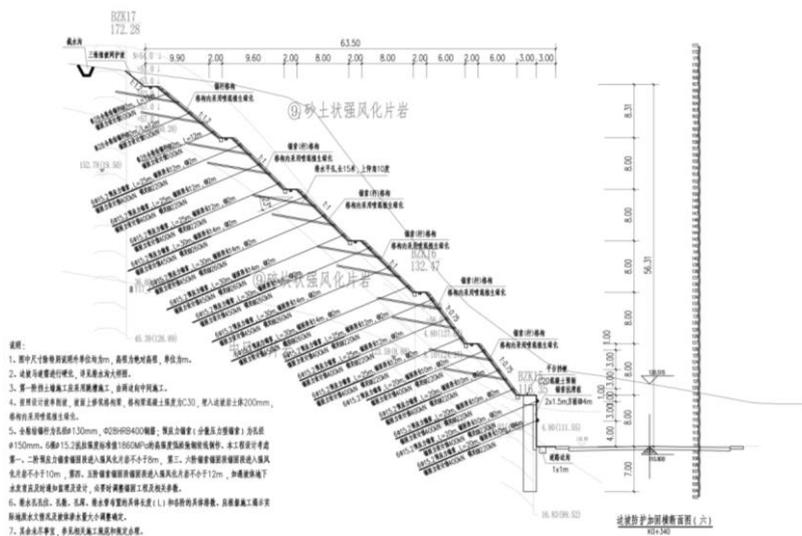
地下水主要赋存和运移于第四纪杂填土、粉质粘土、含碎石粘土中的孔隙潜水及下部基岩风化带的裂隙中。地下水类型主要为孔隙潜水,基岩风化裂隙水(微承压性),富水性及导水性受孔隙、风化裂隙控制,呈弱~中等,主要补给来源为大气降水及相邻含水层侧向补给,受季节控制明显,其旱季时水量贫乏,雨季时水量中等-丰富,水位变化幅度约1.0~2.0m。场地的上层滞水主要赋存于第①杂填土中,该层土质不均,尤其是粘粒含量、充填方式差异较大,使该层的孔隙大小、连通性变化较大,主要接受大气降水的补给,具季节性,枯水、少雨季节无水。

3 设计方案

里程桩号约K0+230~K0+360段因挖方形成的高边坡,最大高度约60m。边坡主要为土、岩混合边坡。自上而下分为8级;里程桩号约K0+370~D0+060段因挖方形成的高边坡,最大高度约54m。边坡主要为土、岩混合边坡。自上而下分为7级;里程桩号约D0+080~D0+190段因挖方形成的高边坡,最大高度约45.5m。边坡主要为土、岩混合边坡。自上而下分为6级;里程桩号约A1+610~A1+710段因挖方形成的高边坡,最大高度约29.4m。边坡主要为土、岩混合边坡。自上而下分为5级。锚杆锚筋材料:HRB400C28钢筋;锚杆倾角:与水平面夹角为23°;孔径:130mm。



平面图



剖面图

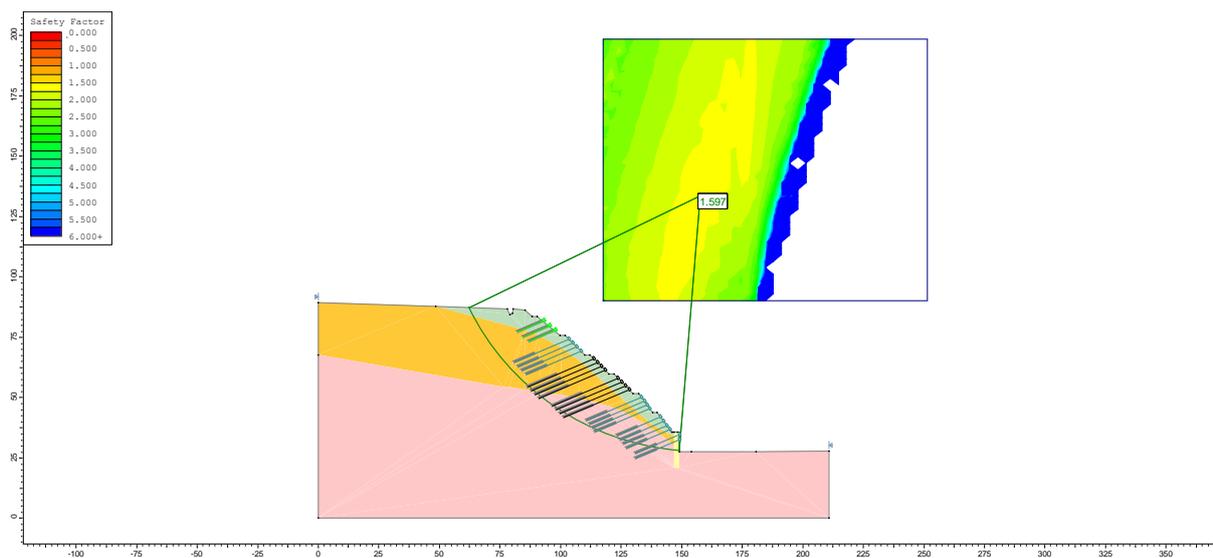
图1 设计方案

4 稳定性计算及实施结果

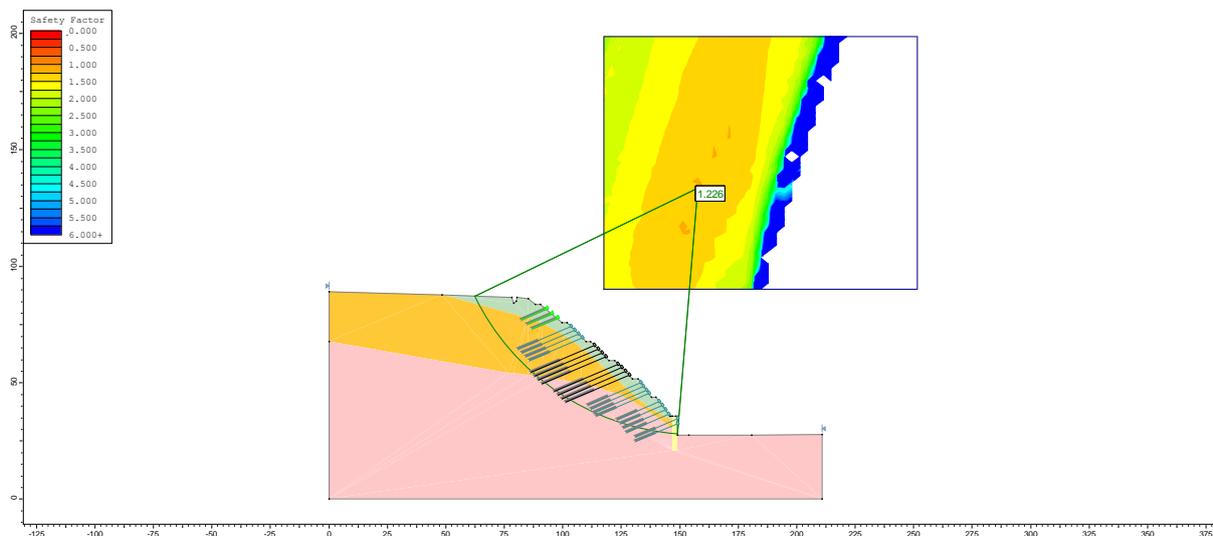
表1 计算参数

岩土层	天然重度 γ (kN/m ³)	饱和重度 γ_{sat} (kN/m ³)	天然快剪		饱和快剪	
			凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)	凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)
①层填土	17.5*	18.0*	8.0*	10.0*	8.0*	8.0*
②层粉质粘土	17.9	18.5*	20.4	14.9	17.3	12.2
③-2 凝灰岩残积粘性土	17.8	18.3	20	22	16	17.6
⑥碎块状强风化凝灰岩	20.0*	20.5*	30.0*	35.0*	25.0*	30.0*
⑦中风化凝灰岩	22.0*	22.5*	32.0*	38.0*	28.0*	32.0*

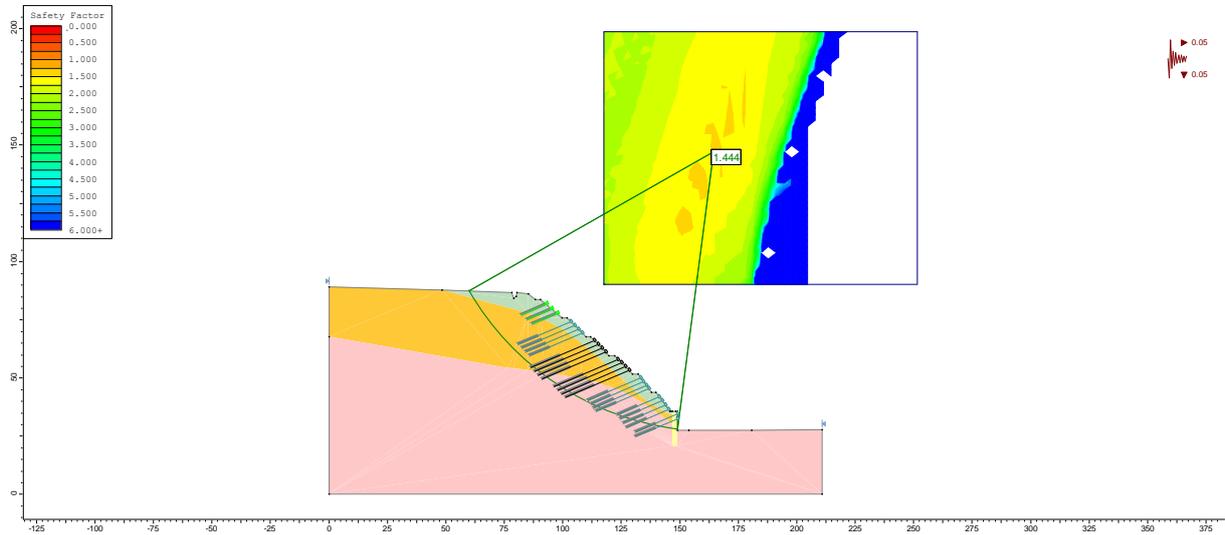
极限平衡法是计算岩土体稳定性中常用的计算方法，可以快速准确的反映边坡的稳定状态。本文利用计算软件 Rockscience 6.0，采用 Bishop 条分法；以边坡典型剖面进行二维计算，参数取为天然快剪、饱和快剪抗剪强度指标，计算边坡的边坡稳定性状态。计算结果如下图所示。



(a) 天然工况



(b) 饱和工况（非正常工况 1）



(c) 地震工况 (非正常工况 2)

图 2 稳定性计算结果

现场效施工效果如下图所示。



图 3 现场竣工完成后效果

5 结论

本文通过利用高路堑边坡的案例进行介绍,对设计方案抗滑桩与锚索框架梁结合方式进行分析,最后利用极限平衡方法进行整体稳定性分析,结果表明,该高挖方边坡在抗滑桩与锚索框架梁结合支护方式下,整体稳定性可以满足规范要求,经过施工,可以达到相关的要求,相关技术值得推广与引用。

[参考文献]

- [1] 秦龙. 暴雨诱发型高路堑边坡失稳机制及支护对策研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2014.
- [2] 温小斌. 高路堑边坡采用抗滑桩桩板墙加锚索进行防护的施工技术[J]. 建设科技, 2016(24): 113-114.
- [3] 乔翔. 高速公路高路堑边坡失稳诱因分析及综合处治技术研究[J]. 公路, 2017(8): 57-61.
- [4] 李文, 刘军. 山区高速公路某高路堑边坡稳定性分析与处治[J]. 湖南交通科技, 2020(2): 38-40.

作者简介: 张世越 (1994.6-) 男, 毕业院校: 东北林业大学; 现就职单位: 中建一局集团第五建筑有限公司。