

# 复合支护方案在敦化至延吉高速公路 某边坡施工中的应用

蔺刚<sup>1</sup>, 杨宝庆<sup>1</sup>, 常丽<sup>2</sup>

(1. 吉林大学应用技术学院, 吉林 长春 130022; 2. 中国市政工程东北设计研究院, 吉林 长春 130021)

**摘要:**抗滑桩+压力分散型预应力锚索+框架梁的复合支护系统对高危边坡治理,既达到治理的目的同时又能防护病害的进一步发生,且能和坡面柔性防护有机结合在一起,效果可靠美观。结合工程实例,介绍了这种复合支护技术的设计方法与施工技术。

**关键词:**抗滑桩;锚索;框架梁;复合支护;边坡治理

**中图分类号:**U416.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)10-0040-02

## 1 工程和地质条件

本工程位于吉林省敦化至延吉高速公路 K115+500~K116+000 标段,该处垭口地层岩性在 K115+845 处发生变化,左侧主要为白垩系下统大砬子组 K<sub>1d</sub> 砂岩层,右侧主要为白垩系中统龙井组 K<sub>2l</sub> 泥岩层。其中 0.0~6.0 m 为全风化含砾泥岩,遇水易软化,易风化失水失稳;6.0~11.0 m 为强风化泥质粉砂岩,含水;11.0~15.0 m 为弱风化中砂岩;15.0 m 以后基本为完整基岩层,左侧为砂岩夹有小砾石,右侧为泥岩。现场工程地质调查与大量物理化学及力学实验表明:该垭口岩土体是一强风化、强膨胀特性的软岩,易发生滑坡地质灾害。

该公路的邻近路堑边坡 K182+465~792 标段原设计自然放坡,在开挖施工中,在边坡上部和侧面均发生了大面积滑动,最大裂隙深度约为 6.0 m,宽度由 0.4 m 渐变为 1.1 m 左右。沿线路方向有最大裂隙长约 4.0 m、深度达 0.4 m 多处裂缝。

## 2 治理方案

本着节省造价和工期、保障工程质量的科学态度和原则,此工程采用治理预防滑坡等事故在前措施。我们运用“边坡工程稳定性 MSARMA 分析设计系统”进行了稳定性验算,优化了开挖方案;同时,通过稳定性计算和运用 FLAC 进行了数值模拟分析,结合现场勘测和延吉盆地几处滑坡工程实例,兼顾整个合同段土石方综合调配因素和边坡绿化要求,确定采用锚管桩+锚索+框架梁复合支护方案

对开挖边坡进行加固。

## 3 复合支护施工技术

施工工艺流程为:锚管桩施工→土石方开挖→锚索成孔→锚索制作和安放→锚头锁紧→砼封锚头→填挖土→钢筋笼制作、就位、连接、固定→框架梁砌筑→下一级锚管桩施工。

### 3.1 锚管桩施工

开挖前,在开挖线外,紧邻开挖线预先钻入 4 排锚管桩,锚管桩采用  $\varnothing 60$  mm 侧壁带孔钢管,桩长 6.0 m,排距、间距均为 1.5 m,间隔设置,然后压力灌浆,水泥浆的水灰比为 0.4~0.6,待浆体强度达到 70% 后,开挖边坡 1.5 m,再钻入一排锚管桩,钻一排挖一排,待锚索框架梁支护完毕,方可进行下一级边坡开挖,当开挖至坡底,立即钻入 4 排锚管桩防止底部进一步发生灾害。

### 3.2 锚索的施工

#### 3.2.1 锚索结构(见图 1)

#### 3.2.2 锚索设计参数

(1)锚索为无粘结压力分散型岩石锚索,分 3 个单元承受施加的预应力 600 kN。

(2)锚索单根直径 15.24 mm,拉应力为 1860 MPa,按不同长度分别为 2、4、6 根,最后在锚头部分以 OVM 型 6 孔锚具锁定,其锁定力为 600 kN。

(3)锚索孔径为 120 mm,倾角分别为 15°和 30°。下锚具外径为 90 mm,支撑架间距为 1.5~2.0 m 均布,其外径为 90 mm。

收稿日期:2005-12-08; 改回日期:2006-09-13

作者简介:蔺刚(1970-),男(汉族),吉林舒兰人,吉林大学教师,探矿工程专业,博士在读,从事钻探专业相关理论研究、科研和教学工作,吉林省长春市亚泰大街 4022 号,(0431)8621738、13394489730,fortell2002@yahoo.com.cn。

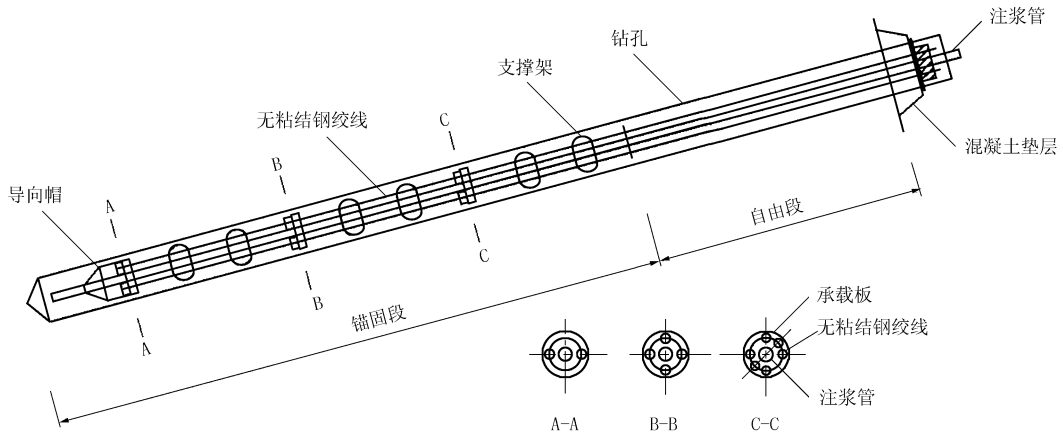


图 1 锚索结构设计示意图

(4) 锚索总长度分别为 18、25、21、15 m 分 6 排布置,排间距分别为 3.0、4.5 m 分左右两侧共计 686 根。

### 3.2.3 成孔设备及成孔方法

(1) 依据地层条件和锚索直径、深度、倾角等的设计要求,采用 YG-80 型全液压力头驱动钻机。

(2) 由于地层易软化和失水,属水敏性,塌孔,

故采用无冲洗液的风动潜孔锤冲击回转钻进方法和长螺旋钻进,必要时,采用长螺旋钻进以保证强风化地层的孔壁的稳定。

### 3.3 框架梁的施工

框架梁施工主要是焊接绑扎钢筋笼和圬工砌体,由甲方承包给其他单位进行,这里不再赘述。

### 3.4 完工后效果(见图 2)

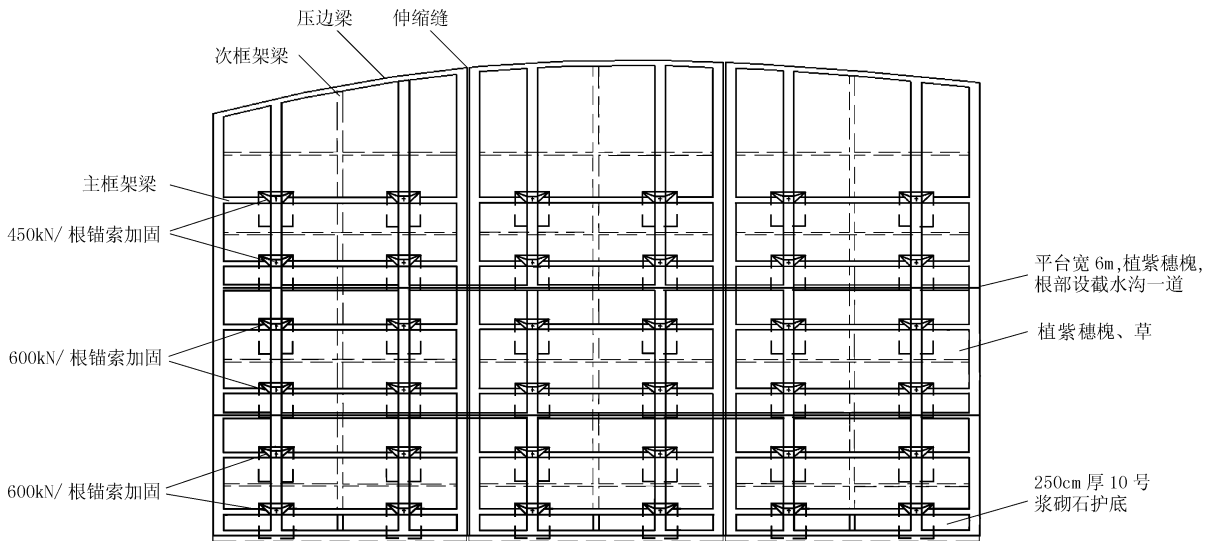


图 2 边坡施工完后正视图示意图

## 4 监控量测

为了边坡在施工、运营阶段的安全,我们对边坡进行了监控量测,主要检测内容包括:(1)地表变形量测;(2)边坡表面裂缝量测;(3)锚索内力量测;(4)孔隙水压力(渗流)监测;(5)边坡深部位移量测。

## 5 几点施工经验

(1) 施工严格按照自上而下,开挖一级加固一

级的原则进行,切忌从上而下一挖到底,延误边坡加固时机,造成更大灾害和损失。

(2) 为保证钻孔倾角,开孔时,只冲击不回转钻进 200~300 mm 后再正常钻进。

(3) 由于钻孔风化、破碎、松散,钻进时要随钻观察孔口上返气流中岩粉返出情况,若岩粉上返量小时,应每钻进 0.5~0.8 m 提钻 0.1~0.2 m,强吹排渣,以免卡埋钻具;若岩粉排出效果较好时可适当延长钻进长度再排粉;终孔时,提离孔底 0.1 m,强

(2)单桩竖向抗压静载试验,实测结果单桩竖向极限承载力均达到或超过设计的要求值 24000 kN。

(3)基桩低应变动力检测,抽 40 根基桩进行桩身完整性实测,其中 38 根为 I 类桩、2 根为 II 类桩。

(4)桩身取心结果,钻心法检测 6 根桩,检测结果是:桩身完整性项目,4 根为 I 类桩、2 根为 II 类桩;桩身抗压强度代表值均超过设计值;桩底沉渣情况,4 根桩底无沉渣,2 根桩底沉渣分别为 2 cm 和 5 cm。

## 6 结论和建议

在桩机选择方面,如何以最优的办法解决好技术和经济两个方面的问题,笔者认为,首先要正确地认识工程桩正式施工之前的试验桩的目的,试验桩应该是为设计人员提供验证理论的计算结果,同时也为工程桩的施工提供指导依据;其二,不要一味地要求用最先进的、大型的桩机设备,应该以经济适用为原则;其三,要客观地、实事求是地用发展的观点来考虑问题,施工技术难度的增加必然要增加经济的投入,即单价也应该随施工技术难度的增加而相应调整,从而确保工程的顺利进行。

由于该主楼的桩基是满堂桩,若其中有的桩达不到设计要求,再进行补桩也无位置可补,因此为了保证每根桩承载力都能达到设计要求,最为关键的是桩尖要进入设计所要求的持力层深度。虽然工程

设计时有了设计所需的《岩土工程勘察报告》,但因钻孔数量有限,不能准确地反映每根桩的实际情况。我们进一步采取了桩施工之前在每根桩位上预先用钻机探明持力层的岩面深度,并建立标本样品,来确定该桩的施工深度。

这样做应该可以说是万无一失了,然而还是存在问题:在预先钻探所确定的桩深处由砂石泵的反循环取出的渣样,与标本样品不符,有的是岩性不一,有的是风化程度不一。估计原因有 3 个:一是本身持力层由 2 种岩性构成的,即在花岗岩中有辉绿岩的岩脉存在;二是预先钻探的钻杆发生偏钻,钻出桩径范围;三是桩位处刚好处于岩层的裂隙处。

故笔者建议:大吨位大口径的桩每根都要进行施工前的预钻探,以便较为准确地确定所施工桩深度是否达到设计所要求的持力层深度。

各种手册提供的桩机参数选择,如钻压、冲击钻头质量的公式,相互之间出入较大,且失去指导意义。从本工程实践的结果来看,冲击钻头的质量选用 3 t,比理论计算多了 1.2 t;牙轮钻头的钻压最后调整为 80 kN,比理论计算多了 40 kN。这样选择冲击钻头质量和牙轮钻头的钻压,在后续的 2 个相类似的桩基工程实践中得到证实,是适用的。

选择钻孔桩机时,关键是要考虑桩机的转盘扭矩;而选择冲击桩机时,重要的是要考虑桩机的冲击能量。

(上接第 41 页)

吹 2~3 min 清孔利于下锚索。

(4)做好锚索的防腐相关工作。

(5)对个别孔位塌孔卡钻严重或反复透孔下锚仍遇阻地段,可以采用灌浆护壁,更为严重的可掺加水玻璃,间断灌浆。

(6)如有条件,在第(3)条所述复杂地层情况下最好采用跟管钻进方法。

## 6 结语

采用上述复合支护方案和监测手段施工过程中及施工验收后直至目前该边坡已经投入使用半年

多,各项量测指标均达到安全要求,表面变形较小,没有发生局部滑坡现象。事实证明,延吉盆地的边坡施工及滑坡处理采用该方案是正确的。

## 参考文献:

- [1] 苏自约,闫莫名,徐祯祥. 岩土锚固技术与工程应用[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 程良奎,范景伦,等. 岩土锚固[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [3] 编写委员会. 岩土工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1994.
- [4] 冯顺剑,松散体高边坡施工监控量测与治理[J]. 山西建筑,2006,(12).