

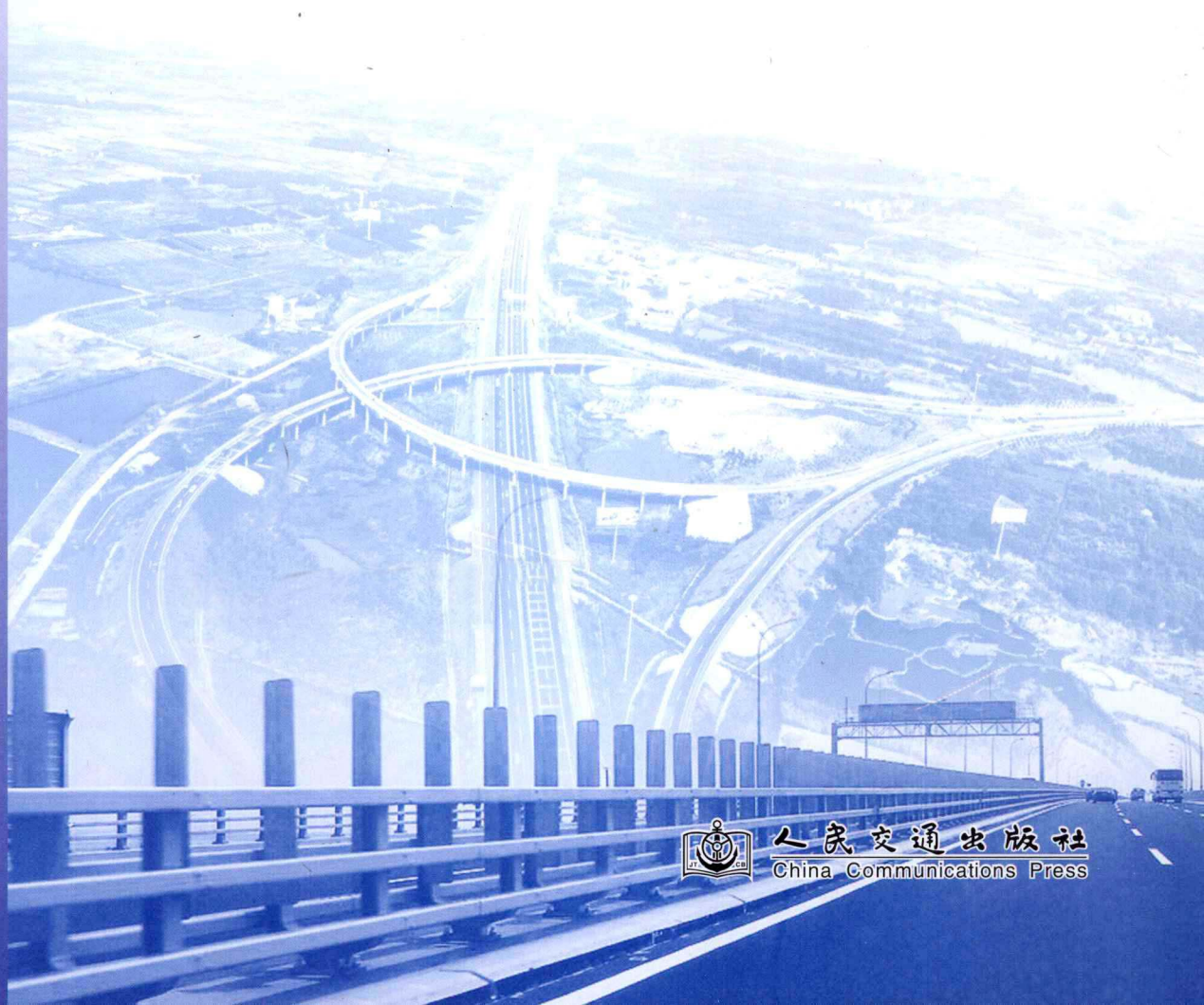
浙江省交通建设行业协会2011年度学术论文集

交通基础设施建设

JIAOTONG JICHU SHESHI JIANSHE YU GUANLI YANJIU

与管理研究

浙江省交通建设行业协会 编著



人民交通出版社
China Communications Press

浙江省交通建设行业协会 2011 年度学术论文集

Jiaotong Jichu Sheshi Jianshe yu Guanli Yanjiu
交通基础设施建设与管理研究

浙江省交通建设行业协会 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为浙江省交通建设行业协会 2011 年度学术论文集。全书共收录 44 篇论文,分三篇,分别是交通施工技术篇、交通工程安全技术篇和企业经营管理篇。本书反映了当前浙江省交通建设行业的整体科技创新能力和技术研究水平。

本书可供交通基础设施建设的相关工程技术人员、管理人员以及大专院校师生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通基础设施建设与管理研究/浙江省交通建设行业协会编著. —北京:人民交通出版社,2012.6

ISBN 978-7-114-09809-3

I. ①交… II. ①浙… III. ①交通运输业—基础设施建设—浙江省—文集 IV. ①F512.755-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 100335 号

浙江省交通建设行业协会 2011 年度学术论文集

书 名: 交通基础设施建设与管理研究

著 作 者: 浙江省交通建设行业协会

责任编辑: 黎小东

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969,59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 13.25

字 数: 387 千

版 次: 2012 年 6 月 第 1 版

印 次: 2012 年 6 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09809-3

定 价: 68.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《交通基础设施建设与管理研究》

编 委 会

主任委员：徐纪平

副主任委员：邵 宏 张松寿

委 员：项柳福 寿 华 吴安宁 刘耿耿 冯康言

赵长军 徐爱军 吴伟荣 戚金明 戚荣林

李 寒 朱国燕 吴文华 陈德根 高雪平

谢广言 李元水 陈林涛 黄 华 方贤飞

朱国锋

目 录

一、交通施工技术

SNS 柔性主动防护系统在已运营公路边坡中的应用	屠贤斌(3)
高墩大跨连续刚构边跨现浇箱梁超高钢筋混凝土立柱支架设计与施工	许百盛 王鼓林(8)
浅析履带起重机吊装钢箱梁施工工艺	倪兴忠(14)
浅覆盖层基础条件下新型桩基施工工艺	王达敏(19)
曲线形断面混凝土箱梁及模板支架系统的施工工艺	金建新 徐 锋 娄建军(23)
三类隧道岩土工程病害研究现状及趋势	陈祥义(27)
单桩承载力预测的 PSO-Logistic 模型	吕锡岭(34)
不等高 V 形墩支架系统设计与分析	金建新 邵建学 赵灵华 蒋 锋 蒋国平(40)
倒拆法拆除双曲拱桥施工工艺研究	朱君敏 孙 敏 周益新(45)
PHC 桩沉桩注意事项及防裂措施	贺菡洵 钱纪藻(49)
浅谈桥梁橡胶支座安装使用过程中异常分析与排除	金立琦 徐 锋 金建新(52)
山岭重丘高边坡破碎岩石滑坡体处理的施工方法	陈德根 沈晓海 陈伟民(56)
上套拱法加固石拱桥拱圈技术及其应用	陈建洪 程 胜 盛晓华 俞孔斌(61)
浅谈路基边坡光面爆破施工技术	焦 岩(66)
松散砂石土边坡注浆造壳防护施工技术	陈德根 倪官康(69)
泡沫混凝土拓宽路基的差异沉降研究	吕锡岭(73)
浅谈空心薄壁高墩大跨度预应力盖梁的施工方法	王鼓林 何 松 康建军 许百盛(80)
大管棚穿越技术在处治隧道冒顶中的应用与研究	王阳松 戚禄军(86)
钢筋混凝土桥面铺装早期裂缝成因及防治技术	娄忠应 周忠辉(91)
浅谈高大体积 U 形桥台混凝土台身料石镶面施工	徐平原(96)
横桥向不等高 V 形墩施工工艺	徐 锋 金立琦 徐兴丽(99)
碗形箱梁支架模板系统设计与施工	徐登票 王海明 周红星(104)
自动喷淋养生工艺在箱梁、T 梁预制工程施工中的应用	徐平原(108)
钢护筒法处理旋挖钻机埋钻事故一例	晏 江 张金龙 王忠伟(111)
数控弯曲机精确加工钢筋技术	陆海峰(115)
公路高填方路段加筋土挡墙施工技术应用和优点分析	徐平原(119)
红胜海塘路基填筑施工与稳定性分析	郑文庚(122)
海上疏港公路路基抛石施工工艺研究	吴明明 郑 强 李 俊(126)

机凿法拆除多跨连续双曲拱桥施工工艺研究	王 焕	徐贤景	李界锋(131)
深水路堤软基处理土工布铺设施施工工艺研究	吴明明	方良斌	俞建辉(135)
小展岭隧道塌方冒顶的处理措施			曹连聪(138)
绳锯切割工艺在衢州东迹大桥维修工程中的应用	王阳松		祝志华(145)
黑石沟特大桥钢管混凝土叠合柱施工技术	王鼓林		何 平(149)
应力释放孔结合丁形钻孔桩在公路工程中的应用	晏 江	童 琪	郭志奇(157)

二、交通工程安全技术

从义乌宾王环岛改造实例看环形交叉口改造	关江峰	徐国权	方冠军(163)
桥梁钢护栏制作安装施工工艺探讨	丁瑞雄		田华群(169)
指路标志客观信息量的度量方法研究	卢 兵	徐国权	张小弟 张 勇(173)
浅谈公路工程施工现场安全标准化管理	项纪贤		何金标(176)
驾驶员对指路标志信息的识别过程研究	卢 兵	徐国权	张小弟 张 勇(179)
公路交通禁令标志设置之我见			于群智(182)
道路交通标志设计的认知分析	吴立纲		王 强(184)

三、企业经营管理

雁荡山至楠溪江风景区公路的建设与认识	周 琪		池艳艳(191)
浅谈当前形势下高速公路工程的成本管理	康健军	余 珊	王鼓林(196)
论施工项目精细化成本管理			何金标(201)

一、交通施工技术

SNS 柔性主动防护系统在已运营公路边坡中的应用

屠贤斌

(宁波交通工程建设集团有限公司 宁波 315000)

摘要:本文以上三高速公路嵊州段为例,主要介绍了如何利用 SNS 柔性主动防护系统对已运营公路风化边坡进行治理。该类边坡的最大特点是整体稳定但局部极不稳定,系统通过柔性网作用到钢丝绳再作用到锚杆,将局部失稳岩体的集中荷载向四周传递以充分发挥整个系统的防护能力。本路段采用 SNS 柔性主动防护系统处治破碎岩质边坡和泥石流边坡,施工方便快捷,防护针对性强,效果明显,可以最大限度地减少对环境和公路运营的影响,安全可靠,而且适用于多种复杂地形,具有较高的推广和应用价值。

关键词:运营公路 柔性防护 边坡 治理

1 引言

在山岭丘陵地区修建的公路,难免遇到边坡失稳的问题。即使在一段时间内边坡可以保持稳定,但也会随着时间推移,在雨水侵蚀、冻融作用、岩体风化等各种因素作用下导致边坡坡面失稳,发生岩石风化剥落、滚石散落等。对于已运营的公路,即使坡面上很小的石块掉落到行车空间,也可能会给车辆造成严重危害,甚至导致车毁人亡。已经运营通车的公路,一旦发现边坡不稳定应立即处理,处理方案必须考虑正常通车的需要。适用合理的防护工程对保证运营公路的正常使用,提高投资效益和社会影响均具有重要意义。

2 工程概况

上三高速公路嵊州段地处山岭重丘区,于 2000 年底建成通车,沿线较多的路段为开山挖方而成,部分边坡坡面在建设期间采用了护面墙、锚喷防护,还有部分边坡由于地质状况、投资因素、当时的技术条件等原因,未采取防护措施。嵊州市地处亚热带季风区,气候温和,四季分明,年平均气温 16.7℃,最高气温 40.3℃,最低气温 -9.5℃,多年平均年降雨量 1405.6mm,雨量分配不均,多集中在 5 月、6 月的梅雨季节和 8 月、9 月的台风季节,故边坡易被风化、受雨水冲刷导致坍塌失稳,危及该高速公路的安全畅通。

据调查,该路段高速公路建成通车后未防护的边坡按风化程度基本有以下两类:

一类为表面风化岩质边坡(图 1),原岩体风化程度轻,整体性较好,但开挖后经过 6~7 年时间的风化、冲刷,坡面存在岩体风化、剥离、滚落等危险。



图 1 表面风化岩质边坡

另一类风化情况很严重,为含碎石泥石边坡(图2、图3),含大量风化破碎玄武岩及夹泥,原始地质条件较差,风化情况很严重,岩体破碎、整体性差,同时存在黏性土夹泥,每逢降雨,夹泥就会被冲蚀流失,进而块石失稳滚落,甚至边坡坍塌。



图2 破碎玄武岩边坡



图3 块石夹泥边坡

此两类边坡没有整体滑坡危险,只是坡面的风化岩石在不利的氣候条件下,如受台风或暴雨袭击时就可能向下滑落,并且由于边坡较高,对高速公路的危害性很大,必须实施坡面防护。若不及时处治任其长期发展,可能导致边坡整体失稳。而且高速公路的车流量大,不仅造成危害的概率大,而且还可能会造成连环追尾恶性事故。另外该高速公路已经开通运营,在边坡上部施工作业难度很大,坡面开挖平整难以实施,建筑材料运输非常困难,施工安全措施要求非常高,施工期间用于保证车辆正常通行所需的辅助工程巨大,难以保证不影响公路的正常运营。

采用SNS柔性主动防护系统治理该类边坡,这种系统建筑材料运输和现场施工对业已通车的高速公路通行影响最小,施工快捷方便,容易实施。系统具有局部受荷、整体作用的效果,其原理是锚杆与柔性金属网连成一个整体,覆盖在坡面上与岩面紧密结合,阻止或限制坡面岩体发生位移,确保坡面稳定并利用表层岩体的自我封闭作用实现长期稳定。为避免小块石滑落,在金属主网之间增设 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 网格的金属小网,从而既能够承受较大的荷载,消除大块石滑落的安全隐患,又能有效防止小块石滚落,针对性强,防护可靠。SNS柔性主动防护系统因其柔性特征能使系统将局部集中荷载向四周均匀传递以充分发挥整个系统的防护能力,从而使系统能承受较大的荷载并降低对单根锚杆的锚固力要求,降低了对坡面的地质要求,在该高速公路上具有良好的适用性。另外,采用原材料为工程普遍应用的钢铁类金属材料,既易于获取又不昂贵,而开放的防护结构与封闭的防护结构相比,材料、施工都更具有经济性。与其他圬工防护工程相比,该防护系统还可以节约为确保施工期间高速公路安全畅通而必须采取的临时防护工程,因而经济性更加明显。

3 SNS 柔性主动防护系统工作原理及施工方法

SNS 柔性主动防护系统是以钢丝绳网通过锚杆连接打入边坡进行固定,形成柔性网紧密覆盖在坡面上,因其柔性特征能使系统将局部集中荷载向四周均匀传递以充分发挥整个系统的防护能力,即局部受载、整体作用,从而使系统能承受较大的荷载并降低单根锚杆的锚固力要求。此外,由于系统的开放性,边坡观察监测直观、简便,且地下水可以自由排泄,避免了由于地下水压力的升高而引起的边坡失稳问题。为防止小石块的散落,在钢丝绳组成的主网之间增加钢丝格栅次网,次网承受的荷载通过钢丝绳网传递至主网。图4为SNS柔性主动防护系统示意图。锚杆的可靠作用以及钢丝绳网的使用寿命是整个系统是否可靠的关键。

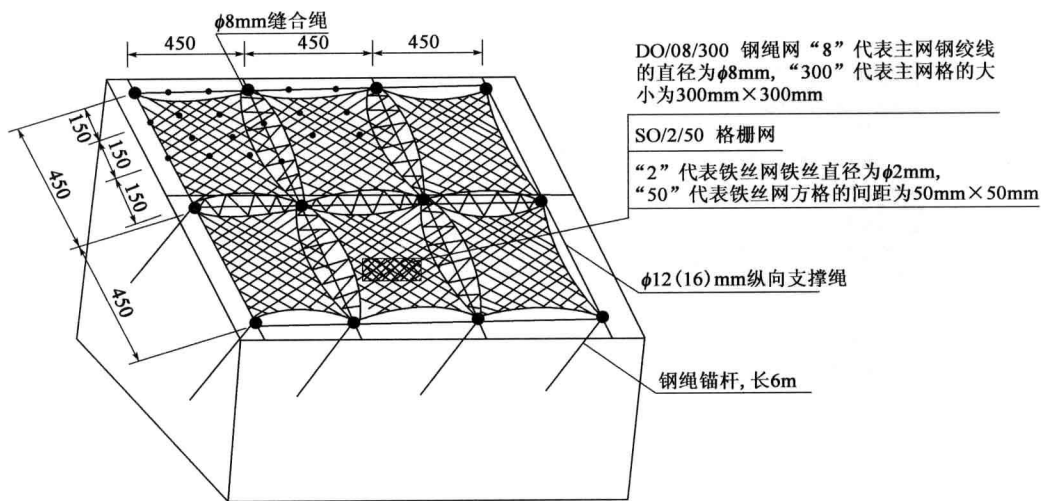


图4 SNS 柔性主动防护系统示意图(尺寸单位:cm)

3.1 锚杆抗拔力的确定

SNS 边坡柔性主动防护系统所需锚杆长度与边坡地质状况有关。本工程因边坡风化较为严重,并且深度较深,设计锚杆长6m,故其抗拔力要求有一定程度的增加,实际施工要求有效锚固长度不小于2m,并严格控制注浆质量。参考《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GB 50086—2001),对岩质边坡与土质边坡设定不同的最低锚杆抗拔力要求如下:

- (1) 岩质边坡锚杆抗拔力大于90kN。
- (2) 土质边坡锚杆抗拔力大于65kN。

3.2 金属网的防腐

系统采用工厂化生产的钢构件,采用技术成熟、性价比良好的热镀锌处理的钢丝绳和钢丝格栅,要求使用寿命达到30~50年。

3.3 施工程序

工厂化生产的金属部件施工安装快速简便,基础工作主要是钻孔埋设锚杆。主要工序如下:

(1) 消除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石。由于浮土及浮石是不可能全部清除的,也无必要完全清除,只要能保证不影响施工安全即可。若有树木,则应截去枝干保留树桩,保留下的树桩将会穿过网孔重新生长出新的枝干。

(2) 放线测量确定锚杆孔位。若标准孔位的岩石体极为松散破碎不利成孔,或标准孔位附近有天然凹坑可以利用时,则可适当调整锚杆位置(一般控制在20cm以内)。锚杆位于低凹部位有利系统与坡面的紧密贴合,以提高防护效果。

- (3) 按设计深度钻凿锚杆孔并清孔。
- (4) 注浆并插入锚杆。由于设计锚杆深度达到 6m , 注入水泥砂浆要求比较高, 施工时必须加以注意。
- (5) 从上向下铺设格栅网, 格栅网之间用钢丝缝合。
- (6) 安装纵横向支撑绳。为保证锚杆水泥砂浆具有一定强度, 一般控制在锚杆注浆的 5d 后进行安装。
- (7) 从上向下铺设钢绳网并拉紧缝合。拉紧钢绳网可以促使系统紧贴坡面, 取得最佳的防护效果。

4 SNS 柔性主动防护系统防护效果

SNS 柔性主动防护系统顺利完工以后, 完全杜绝了大小块石头的滑落、坍塌, 彻底消除了影响高速公路行车安全的不安全因素(图 5)。



图 5 采取 SNS 柔性主动防护后的边坡

该防护系统除对稳定边坡有一定作用外, 同时还能抑制边坡遭受进一步的风化剥蚀, 且对坡面形态特征无特殊要求, 不破坏和改变坡面原有地貌形态和植被生长条件。其开放特征给随后或今后有条件并需要时实施人工坡面绿化保留了必要的条件, 绿色植物能够在其开放的空间自由生长, 植物根系的固土作用与坡面防护系统结为一体, 从而抑制坡面破坏和水土流失, 反过来又保护了地貌和坡面植被, 达到最佳的边坡防护和环境保护效果(图 6)。

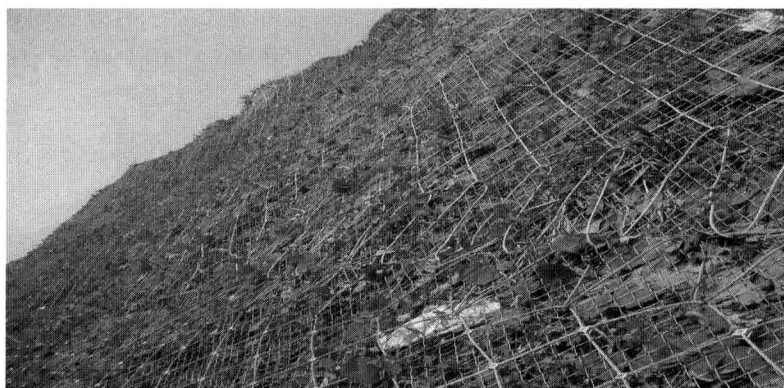


图 6 SNS 柔性主动防护后自然生长出植被的边坡

2005 年夏秋, 浙江受到几次强台风的正面袭击, 采用 SNS 柔性主动防护的该高速公路边坡经受住了严酷的考验。2005 年 9 月 11 日夜, 台风“卡努”登陆浙江正面袭击该高速公路, 台风经过当地时风力达 12 级, 最大 24h 降雨量为 330mm。在 K43 + 150 路段 SNS 系统“天罗地网”罩住了边坡上脱落的原本要滑落到高速公路上去的数块直径为 1.2 ~ 1.5m 的大块石, 避免了车毁人亡恶性事故的发生, 保证了高速公路的正常运营和人民生命财产的安全, SNS 柔性主动防护系统取得了良好的效果(图 7)。

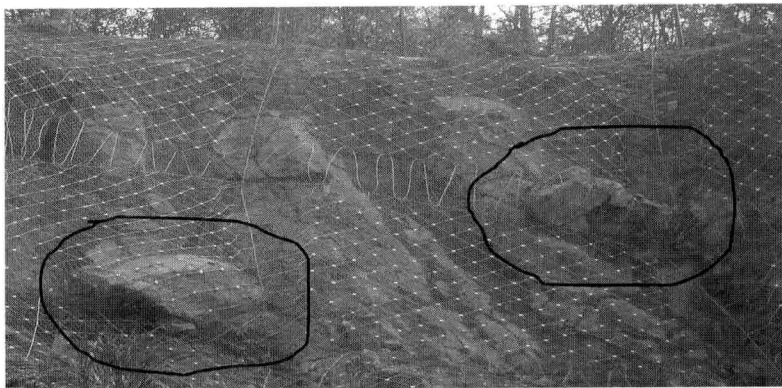


图7 滑落的块石被 SNS 柔性主动防护系统罩住的现场效果

5 SNS 柔性主动防护边坡的巡检

采用 SNS 柔性主动防护后的边坡仍然需要定期巡查,在不利的天气情况下(如暴雨、冻融以及经历近距离爆破、地震后)应加强巡查。对 SNS 网体本身,也要结合边坡巡查进行适当的检查和维护,如金属构件是否完好、隔栅有无破损撕裂、钢丝绳有无断丝等。若网内拦截了大量的泥土碎石、块石,将使防护网长期处于应力紧张状态,长期作用会降低系统防护能力,可以松开防护网及时将碎石、块石破碎消除后再进行拉紧缝合。

6 结语

综上所述,SNS 柔性主动防护系统治理整体稳定但含风化破碎岩质和泥石的边坡以及破损的护面墙和挂网喷浆的边坡效果较好,特别对已经通车运营的公路进行边坡防护更加具有优越性,主要原因是该系统施工简便、用料少,竖向运输主要靠人工辅以畜力,基本不影响公路正常行车运营,经济优越性明显,具有较高的推广和应用价值。

参 考 文 献

- [1] 侯利国,何文选.上三高速公路地质灾害及其处理措施概述[J].公路运输文摘,2002(6).
- [2] 王洲平.浙江省地质灾害现状及防治措施[J].灾害学,2001(04).
- [3] 赵明阶,何光春,王多根.边坡工程处治技术[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [4] 阳友奎,周迎庆,姜瑞琪,等.坡面地质灾害柔性防护的理论与实践[M].北京:科学出版社,2005.
- [5] 殷坤龙,汪洋,唐仲华.降雨对滑坡的作用机理及动态模拟研究[J].地质科技情报,2002(01).

高墩大跨连续刚构边跨现浇箱梁超高钢筋混凝土立柱支架设计与施工

许百盛 王鼓林

(路港集团有限公司 温州 325000)

摘 要:本文主要介绍黑石沟特大桥边跨现浇箱梁超高钢筋混凝土立柱支架方案设计与施工控制,供同类桥型、同条件边跨现浇箱梁施工支架设计与施工时参考。

关键词:边跨现浇箱梁 超高钢筋混凝土立柱支架 设计与施工

1 引言

随着桥梁施工技术发展,我国在高墩、大跨连续刚构桥梁施工技术方面积累了丰富的经验,但在实际施工生产过程中,受施工工期、施工环境、施工安全、自然条件以及其他不可预见因素影响,施工单位的施工方案选择、机械设备投入成为施工中的关键因素。近年来,山区高速公路桥梁多处于崇山峻岭之中,集高墩、大跨于一体,山区间地势陡峭,地形复杂,边跨现浇中基础处理比较困难。按设计搭设满堂支架很困难,同时支架的整体稳定性、安全问题等也受到影响。尤其是自箱梁顶至原地面 40m 以上,同时现浇段大于 8 ~ 10m 时,现浇支架存在相当大的难度,本项目采用钢筋混凝土立柱支架解决了上述困难。

2 工程概况

黑石沟特大桥位于四川省荣经县凰仪乡境内,是雅泸高速公路荣经(老虎石)至汉源(流沙河)段内跨越大型冲沟——黑石沟的一座特大型桥梁。桥梁高度不受水位控制,由路线高程决定,黑石沟沟底距桥面约 190m。主桥上部结构为 55m + 120m + 200m + 105m 连续刚构(图 1),主梁为分幅式单箱单室截面,引桥为 8 × 40m 预应力混凝土简支 T 梁,连续刚构的引孔及雅安岸边跨位于缓和曲线内,中跨及泸沽岸边跨位于直线段,泸沽岸引桥位于半径 1 000m 的圆曲线及缓和曲线内。1 号墩为辅助墩,4 号墩为交界墩。其中 0 ~ 1 号墩边跨现浇段总长 61.02m,另外还有悬臂 14.1m。箱梁高 3.868m,底宽 6.8m,顶板总宽 12.1m,两侧翼缘板悬臂长度均为 2.65m,单幅混凝土总量达 900 m³。边跨现浇段设底板束 B9 ~ B20,顶板束 L1 ~ L11,均为 19φ15.24mm,竖向预应力筋(3φ15.24mm)和横向预应力筋(2φ15.24mm)间距均按 50cm 布置,普通钢筋 244t。

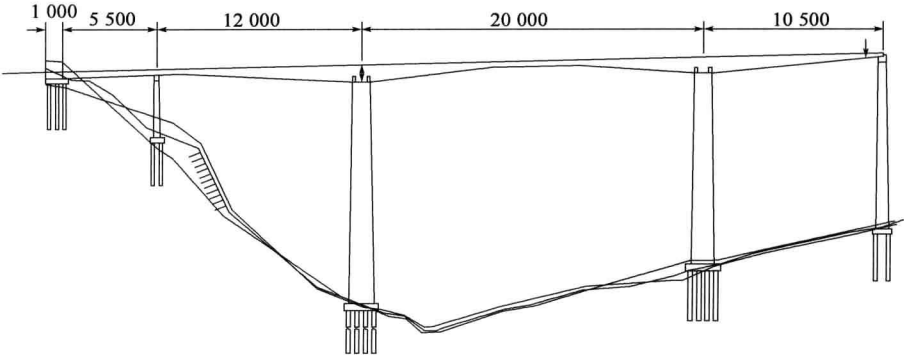


图 1 黑石沟特大桥主桥立面图(尺寸单位:cm)

现浇段拟作支架的地势陡峭,最前端的支架高度为 50m。根据该段对应的地质钻孔编号来看,地面起算 0 ~ 6.5m 为低液塑限黏土;6.5 ~ 10.8m 为块石夹土;10.80 ~ 22.30m 为砂岩,11.30m 以上为强风化,无地下水,基础条件中等。

该桥施工的重难点就是边跨现浇段的施工。现浇段间地势非常陡峭,辅助墩前方在距离墩柱 15m 范围内,原地面距离盖梁顶 50m,边跨现浇段质量 2 700t,长度长,重量重,山区地势陡峭,地形复杂,施工难度大,边墩支架为全线内最高的,在我公司建设史上也是最高最长的,在在建和已建的边跨现浇段中也是极其少见的。

3 边跨现浇支架方案设计

3.1 支架方案比较(表 1)

支架类型比较表			表 1
支 架 类 型	优 点	缺 点	
满堂式碗扣支架	杆件受力分散,杆件应力水平较低,对地基的承载能力要求低,变形小,便于调节拱架立模高程	现浇段支架位于陡坡上,支架基础的处理工作量太大;杆件太多,降低了整个支架系统的可靠度	
万能杆件支架	杆件应力水平较低,能较好适应箱梁的现浇高度	需要杆件数量多,非弹性变形较大;前端支架立柱位于陡坡上,不便处理	
钢管立柱支架	可利用墩柱劲性骨架用钢管,立柱应力水平低,能较好适应箱梁的现浇高度,传力明确,变形小。前端立柱可直接设于辅助墩承台上	钢管立柱的长度较长,需要的数量较多,安装时需采用专用设备,而且对安装要求高,尤其是焊缝方面要求高	
钢筋混凝土立柱支架	立柱应力水平高,能较好适应箱梁的现浇高度,传力明确,变形最小。成本经济,50m 以内的钢筋混凝土墩为常规施工	基本无法回收	

根据表 1 的比较可得:钢筋混凝土立柱支架为比较好的方案(图 2)。

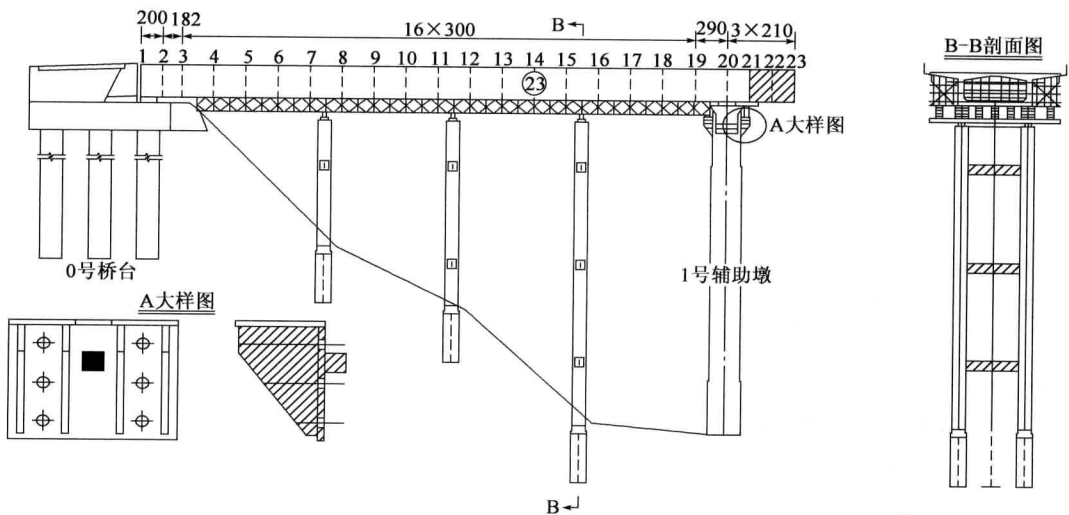


图 2 黑石沟特大桥边跨现浇段钢筋混凝土立柱支架立面图(尺寸单位:cm)

3.2 边跨现浇段支架的布置

根据现场实际地形(边跨现浇段内)在设钢筋混凝土立柱部位采用挖孔桩,桩径 1.5m,孔深 6m,在其上浇筑混凝土立柱。混凝土立柱采用 C30 混凝土,分别布置如下:左幅纵桥向 3 排,横桥向 2 列。右幅纵桥向 2 排,横桥向 2 列。在混凝土支柱上安装砂筒,用 3 根 I56 型钢做横梁,横梁上采用 16 排贝雷片做纵梁,在贝雷纵梁上铺设 I14 型钢(间距为 75cm)做横向分配梁,其上按腹板对应位置 20cm 间距、其余位置 30cm 间距铺设 10cm×10cm 的方木做纵向分配梁,然后再在其上铺竹胶板底模。底模、外模均采用竹胶板。翼缘板处采用满堂支架施工,钢管支架纵向间距为 75cm,横向间距为 90cm。

3.3 边跨现浇段支架的验算

(1) 设计与验算假定及原则

为简化计算,对于连续结构按简支结构计算,且偏于安全,支架结构形式及其构件型号的选用宜结合现场条件尽量采用现有的、可周转的和便于运输的材料,施工简单和便于装拆,节省费用,加快施工进度,确保施工质量。计算取贝雷支架范围内长度 48m,按极限状态设计。

(2) 贝雷梁支架整体受力计算

共计 16 排贝雷梁,共 288 片贝雷标准节。上部荷载、模板的重力、混凝土的重力、施工荷载、贝雷梁自重均视为均布荷载考虑。

箱梁截面如图 3 所示进行划分,按表 2 项目进行计算。

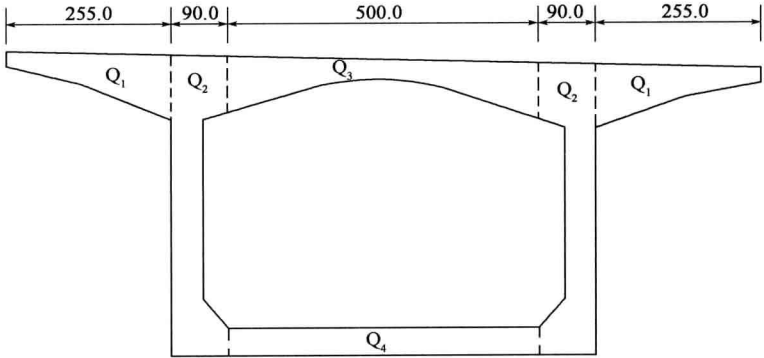


图 3 各截面面积分区图(尺寸单位:cm)

箱梁截面划分计算 表 2

区 域	截面积(m ²)	每延米面积对应的重力(kN)
Q ₁	1.26	32.76
Q ₂	2.47	64.22
Q ₃	2.24	58.24
Q ₄	1.75	45.5
2Q ₁ + 2Q ₂ + Q ₃ + Q ₄	11.45	297.7

(3) 荷载计算(按半幅计算)

混凝土按高配筋计算,重度取 26kN/m³,贝雷梁取 3kN/片,混凝土支架($D48\text{mm}, \delta 3.5\text{mm}$)取 3.84kg/m。混凝土计算方量为 549.6m³;顶板方量为 107.52 m³,底板方量为 84m³,腹板方量为 118.56 m³(单侧),翼缘板方量为 60.48m³(单侧)。

经计算,均布荷载为 404.24kN/m。

(4) 贝雷梁受力分析

贝雷梁为四跨连续梁,其计算简图如图 4 所示。

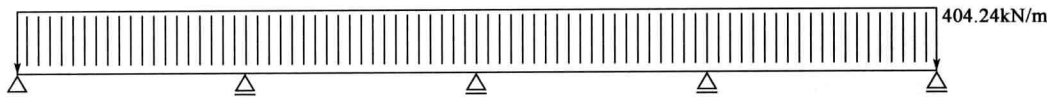


图 4 四跨连续梁计算简图

由图 5 可知,贝雷梁承受的最大弯矩 $M_{\max}$ 、最大剪力 $Q_{\max}$ 、最大支座反力 R 分别为:

$$M_{\max} = 6\,236.85\text{kN} \cdot \text{m} \quad Q_{\max} = 2\,945.18\text{kN} \quad R = 5\,543.87\text{kN}$$

挂座位置支承反力

$$R_0 = 1\,905.7\text{kN}$$

挂座位置均布作用反力

$$R = 1\,905.7/16 = 119.1\text{kN}$$

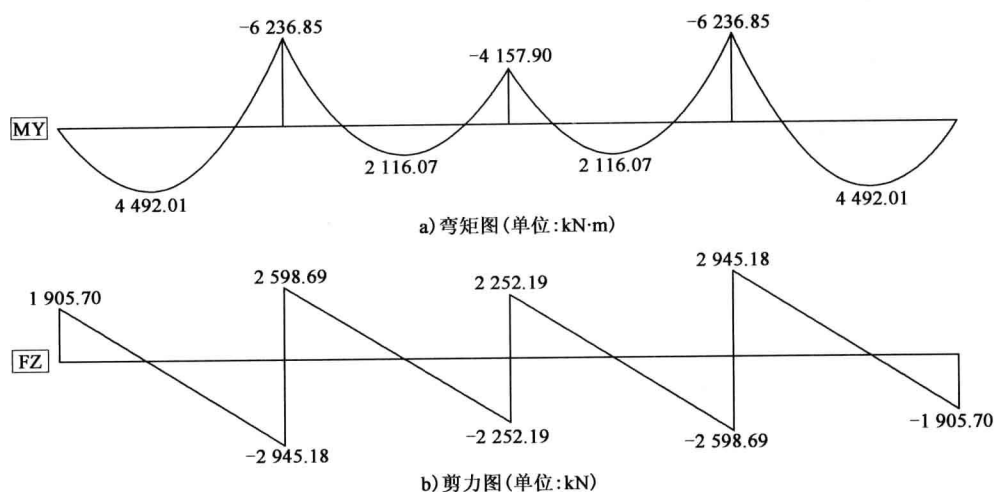


图5 四跨连续梁内力图

则单排贝雷梁受力情况为:

$$M_{\max} = 6236.85 \text{ kN} \cdot \text{m} / 16 = 389.8 \text{ kN} \cdot \text{m} < [M] = 788.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Q_{\max} = 2945.18 \text{ kN} / 16 = 184.1 \text{ kN} < [Q] = 245.2 \text{ kN}$$

不计分配梁自重的单根混凝土立柱最大承重力为:

$$P_1 = 5543.87 \text{ kN} / 3 = 1847.96 \text{ kN}$$

平均每排贝雷梁对分配梁的作用力为: $5543.87 \text{ kN} / 16 = 346.5 \text{ kN}$

贝雷梁位移计算:

单层 16 片贝雷梁的抗弯刚度为 $8416800 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ 。

位移图如图 6 所示。



图6 位移图

由图 6 可知,跨中变形最大,变形量为 $f_{\max} = 6.43 \text{ mm} < 12000/400 = 30 \text{ mm}$ (满足要求)

(5) 钢筋混凝土立柱受力计算

钢筋混凝土立柱直径 1.2m, 截面积 $A = 11304 \text{ cm}^2$ 。通过上述计算,得到混凝土立柱最大受力为 3486.51 kN 。

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{3486.51 \times 10^3}{11304 \times 10^2} = 3.1 \text{ MPa} < [\sigma] = 30 \text{ MPa} \quad (\text{满足要求})$$

(6) 桩基承载力计算

根据该桥位设计的《工程地质勘察报告》可知,在左线 0 号与 1 号墩之间桩基的持力层地质情况为粉沙质泥岩,地层岩石单轴向受压容许承载力 R_a 取较小值为 8.2 MPa ,承载力为中等。根据《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)可知,对于嵌入一般基岩中的柱桩深度不得小于桩径的 1~3 倍。本施工中取 2 倍桩直径进行验算,即嵌岩深度为 3m 进行分析。

根据《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)第 4.3.4 条计算端承柱桩承载力公式,有:

$$[P] = (C_1 A + C_2 U h) R_a$$

式中: $[P]$ ——单桩轴向受压容许承载力(kN);

C_1 、 C_2 ——清孔、岩石破碎程度确定的系数,根据设计图纸,一般情况取 0.5 和 0.04;