

特大路基边坡滑塌综合治理

文/吉林省高等级公路建设局 关立东 林志明 李德阳

近年来,路基边坡因多种原因出现地质灾害的现象频频发生,如何保证边坡稳定、减少地质灾害的发生是一直被广泛关注的问题。本文通过工程实践,对特大边坡出现滑塌而引起的一系列问题进行了深入的分析与研究,找出发生地质灾害的成因并进行综合治理。

鹤岗至大连高速公路是国家“7918”高速公路网的组成部分,是9条南北纵线中的第一纵,该公路跨黑龙江、吉林、辽宁三省,是东北地区东部的重要通道,通丹高速公路(通化至新开岭段)就是其中的一部分。该公路为吉林省在建的高速公路项目,线路起于吉林省通化市二密镇,通过二密互通立交与通梅一级公路相连;止于新开岭,与鹤大高速辽宁境内的路段顺接,路线全长52公里,是吉林省公路“十一五”的重点建设项目。

该高速公路在建设期间所发生的挖方路基边坡滑塌现象,是目前吉林省高速公路建设史上最大的滑坡处置工程,该滑坡地段长,边坡高度大、地质条件差、综合治理困难。在滑坡处治过程中,如何在保证施工人员安全的条件下来控制施工的质量及进度,不论从施工还是管理等方面,对我们来说都面临着严峻的挑战。

边坡滑塌概述

通丹高速公路(通化至新开岭段)路基K377+225~K377+530段挖方工程,左侧设计分二至三级边坡开挖,边坡坡率设计为1:1,每级边坡控制高度8米,最大挖深约21米。当该段路基边坡开挖至二级边坡位置时,坡面局部出现裂缝,最大裂缝长度11米,宽度0.03米,由于当时边坡仍处于稳定状态,在后期一级边坡开挖的施工中,将一、二级边坡坡率更改为1:1.5、三级边坡坡率更改为1:1.75后,重新进行边坡的刷坡工作,并挖至路基设计顶面高程位置时终止。

在经过一个冻融循环、山上积雪逐渐融化后,该挖方段路基边坡的坡面及距坡口上方10米范围内出现了多处裂缝,裂缝的纵向长度约150米,横向最宽位置处达到1米,裂缝位置距路基顶面高度21~30米。通过日常的监控量测,加之近日来降雨量的增多,发现该滑坡发展的速度很快,坡顶上方又新出现了多处裂缝,最远处的裂缝距离坡口顶面130米,纵向裂缝长度210米,裂缝位

置的高度距路基顶面31~40米,坡顶最宽的裂缝达到3米以上,通过量测的数据表明,该山体已经整体发生了位移,路基顶面因受压力起伏较大,且随着时间的增长,位移仍在继续。

边坡滑塌处治过程

路基边坡发生滑塌后,施工单位立刻采取了有针对性的补救措施。鉴于该段边坡仍未稳定,故利用隧道弃渣对该段路基顶面实施全断面的反压工作(反压高度控制在5米),经反压后的边坡及路基暂时保持了稳定状态。

同时,施工人员还在坡顶最远处的裂缝上方设置临时截水设施,并在裂缝处填塞粘土进行夯实后,在其顶面用防水塑料布进行苫盖,尽量避免地表水直接进入裂缝造成边坡失稳;另外,路基两侧边沟下排水盲沟也马上开始组织实施,并在已见的边坡出水点位置处补打仰斜式排水孔,及时排除边坡内存留的积水。为进一步掌握滑坡的发展状况和趋势,还在路基及边坡等处布设监控量测点,加强监控量测工作,及掌握边坡滑塌发展的趋势。

为了进一步查明该路基边坡滑坡体的工程地质条件,分析评价产生滑坡的主要因素,为设计提供可靠的地质资料及处理意见,经主管部门研究决定,沿滑塌面设五个地质剖面进行全面地质勘查工作(包括地形测量、地质测绘、裂缝调查、钻探并完成孔内声波测井、高密度电剖等工作),对岩石和软弱夹层取样进行试验工作,待地勘工作完成并提交初步资料后,再邀请专家会同相关单位一并确定具体的工程处治方案。

滑坡成因分析

滑坡工程区山体雄厚,山顶高出路基顶面242米,地形上出现中部平缓,上、下部相对较陡,有利于发育滑坡的地貌形态。该山体岩层走向基本平行山坡,倾向坡外,岩层内还有较多的软弱夹层,基本顺层分部,上层地下水水位较高,抗剪强度低,易形成滑坡。

另据地质勘查资料表明,该滑坡区基岩为上白垩系三棵榆树组的一套火山岩系,整个山体由火山喷发和沉积而成,属于古滑坡体,坡体起坡线以上的覆盖层岩性



为碎石混合土，触探表明呈中密状态，在土体裂缝内发现碎块石与土体之间有架空现象，因雨水较大使地表水入渗而形成通道。当边坡开挖揭露边坡上的碎石土后，风化破碎岩石随地表水一起进行蠕滑，致使堆积碎块石局部夹土，造成结构松散。加之高速公路开挖路基，使岩体内的软弱夹层因其抗剪强度低被牵引，使整个山体失去支撑而造成滑坡现象的发生，目前该滑坡体仍处于挤压—初滑阶段。

滑坡面的确定

依据物探提供的滑坡平面图，上部界限的北侧与物探资料基本保持一致，由于路基开挖引起牵引式滑坡，下部界限在边坡坡脚附件，根据地质剖面RQD资料显示，可见紫红色角砾凝灰岩比较完整，RQD值较高（多为50%~80%），但其上覆地层岩体较破碎，RQD值较小（大多数为0%），两者存在一个明显的界限，其深度一般在20米左右，故可推断紫红色角砾凝灰岩以上岩体为蠕滑体，且浅肉红色凝灰质砂岩为此蠕滑体的底边界，可认为该滑坡体由多个滑动面构成，其最低的滑动面是底部的完整基岩与上部松散层的接触界面。

滑坡处治方案

随着地质勘探工作结束并形成的最终结果，经有关部门及专家组论证后，将滑坡体划分为两个区域，分别对滑坡I区和II区采取不同的治理措施。

I区采取一级边坡平台处设置单排抗滑桩（共计25根，桩长分21米和24米两种），桩头并排设置两根锚索。抗滑桩采用2.5米×3.5米矩形截面，桩间距7米，桩间设置横系梁连接，系梁采用1米×2米高矩形截面，每4根桩设置为1联，联间设2cm沉降缝，缝内采用浸沥青模板填充，桩底嵌固于弱风化紫红色角砾凝灰岩层中，嵌固深度不小于8米。锚索采用12φs15.24高强度低松弛预应力钢绞线，采用压力分散型锚索，入射角30度，锚索锚固于弱风化紫红色角砾凝灰岩层中，锚固长度不小于9米。

II区采取一级和二级边坡坡面设置框架梁锚索，每级坡面布设2排（锚索长度31~38米），纵向间距5米，

框架梁采用40cm×60cm矩形截面，框架由四根横梁和四根竖肋组成一组，一组长度10米，施工时一次浇筑而成，相邻两组之间预留2cm宽伸缩缝，缝内采用浸沥青模板填充。锚索采用8φs15.24高强度低松弛预应力钢绞线，入射角30度，锚固长度不小于9米。

滑坡区I区一级和二级边坡坡面调整为叠拱防护，三级以上边坡采用植物防护；滑坡II区一级和二级边坡坡面采用锚索框架梁，框架梁内设土工格栅，三级以上边坡采用植物防护。

滑坡处治重点、难点控制

抗滑桩的施工中，设计断面尺寸2.5米×3.5米，实际开挖尺寸达到3.1×4.1米（含60cm混凝土护壁），开挖面积过大，加之滑坡体内土质较差，含泥夹层较多、孤石较大，风机钻眼时经常卡钻，爆破施工只能用小炮频繁进行爆破作业，既耽误了工期，又对山体扰动大，极易发生塌孔，对施工人员造成安全隐患。

根据整体工期要求及安全性考虑，该滑坡的处治工作必须在春融前全部施工结束，否则危及边坡安全，有可能再次发生滑坡的危险，随着天气的变化，这就要求该滑坡地段的处治工作必须要进行1个月雨季和3个月的冬季施工，该期间不仅施工效率低下，施工人员操作困难，存在极大的安全隐患。

因抗滑桩施工不同于其他工程作业，在挖桩时，施工人员作业面小，四周置身于山体之中，加之山体岩石破碎，随时都有塌孔的发生，这就需要对施工人员的身体及心理素质都要有一个良好的状态，因此各级主管部门及施工单位在该滑坡处治工程的日常管理及施工中，全部本着“安全第一”的原则，一切以保证人员安全为出发点，加大安全设施的投入，对每位下井挖桩的人员都要进行身体体检及相应的疾病检测，不符合条件的禁止进场施工。施工单位每日开工前，都会将监控量测人员反馈的滑坡信息传达给现场的安全监督人员，同时专业人员也要进行开工前的设备检查、洞内氧气含量检测、召开班前安全会议、了解人员施工精神面貌等工作无异常后，方可进入正常的施工环节。