

采用横穿集水管法整治石太客运专线路基表层冻害

李荣功¹, 唐世杰²

(1. 北京铁路局石家庄工务段, 河北 石家庄 050000; 2. 黑龙江北方有色建设有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150046)

摘 要:石太客运专线路基大多数位于黄土地段, 开通运营后 2009 年首个冬季发生大量冻害, 其中以路基冻害居多。采用横穿集水管工程措施对路基冻害进行了整治, 取得了较好的整治效果, 提供了可借鉴经验。

关键词:黄土路基; 路基上浮冻害; 横穿集水管; 石太客运专线

中图分类号: U418.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)01-0065-03

Renovation of Frozen Harzard of Subgrade Surface by Cross Water-collecting Pipe for Shijiazhuang - Taiyuan Passenger Dedicated Railway/LI Rong-gong¹, TANG Shi-jie² (1. Shijiazhuang Track Division, Beijing Railway Bureau, Shijiazhuang Hebei 050000, China; 2. Heilongjiang North Nonferrous Metals Construction Co., Ltd., Harbin Heilongjiang 150046, China)

Abstract: Most of the subgrade of Shijiazhuang-Taiyuan passenger dedicated railway is located in loess section. This railway was put into operation in 2009, but a large amount of frozen harzard occurred in the first winter and most was in subgrade. The renovation was made by engineering measure of cross water-collecting pipe with good effect.

Key words: loess subgrade; subgrade uplift frozen harzard; cross water-collecting pipe; Shijiazhuang - Taiyuan passenger dedicated railway

1 工程概况

1.1 黄土路基概况

石太客运专线自石家庄北站至太原站, 正线全长 189.93 km。其中河北省范围 60.15 km, 山西省范围 129.78 km。为双线客运专线, 设计速度 250 km/h。全线路基长度 75.722 km, 占 39.9%; 各类桥梁 94 座 39.612 km, 占 20.8%; 隧道 32 座 74.596 km, 占 39.3%。石太客运专线路基地段大多数位于太行山以西山西境内, 属于黄土地貌, 先后穿过孟县、寿阳、阳曲黄土地区。地区的气候均属于温带大陆性气候, 春季干旱多风, 夏季高温炎热, 秋季凉爽多雨, 冬季寒冷少雪。年最高气温达 30℃以上, 年最低气温 -20℃左右。

1.2 路基冻害概况

路基裸露在自然界中, 因受自重、列车荷载和各种自然因素(水、温度)的作用, 路基的各个部分将产生不易恢复的变形和不能恢复的变形, 由此, 将引起路基标高、边坡坡度、形状的改变。路基在土质、水和温度的不利组合下, 低温季节基床土冻结, 短距离地段内出现不均匀冻胀或左右股道的不均匀冻胀, 导致线路不平顺或方向不良形成路基冻害。

石太客运专线 2009 年 4 月 1 日正式开通运营。

2009 年 11 月 10 日全线遭遇百年一遇暴雪袭击, 最深积雪厚度 600 mm。截止到 2010 年 1 月 10 日全线共发生冻害 133 处。从 133 处冻害现场来看, 主要出现在太行山以西黄土地段涵洞两侧、涵洞顶、路桥过渡段、路堤路堑过渡段、长大路堑内局部地段, 其中尤以涵洞两侧冻害最为明显。

下行 K114+715~730 地段, 2010 年 1 月 3 日发生典型冻害, 冻害地点位于曲线始端 8‰上坡断, 道床底部为一盖板箱涵, 涵洞中心里程为 K114+720, 涵顶填土高度 <1 m, 累计最大冻高 43 mm。

2 路基冻胀上浮病害原因分析

路基土粒之间自由水的稳定是影响路基稳定的主要因素, 它使路基土质软化、流动或受到冲刷, 含水的路基冻季受冻凸起, 进而引起道床、轨道的上浮, 形成冻害。主要出现在太行山以西黄土地段涵洞两侧、涵洞顶、路桥过渡段、路堤路堑过渡段、长大路堑内局部地段。从冻害出现的特征来初步分析产生冻害的原因主要有如下 5 个方面。

(1) 黄土路基含水量大。由于太行山以西路基填料以黄土为主, 黄土颗粒细、含粘粒成分多, 亲水性、保水性强, 透水性差, 致使黄土路基本体较粗粒

收稿日期: 2011-09-02

作者简介: 李荣功(1974-), 男(汉族), 山西孟县人, 北京铁路局石家庄工务段阳北工区工务车间主任, 土木工程专业, 从事铁路桥隧工程施工及维修养护技术工作, 山西省阳泉市开发区康达小区 32-5-12(045000), 994727139@qq.com。

土、粘粒成分含量少的土体含水量较大。

(2)排水系统不完善,路基本体进水。基床表层的级配碎石夯实度不足,有一定的透水性,不能形成密闭层。基床底层改良土密实度不够或没有改良,造成基床底层具有亲水性。遭遇百年一遇的暴雪,加之排水系统不完善,雪水进入路基本体。排水系统不完善主要表现在3方面,一是涵洞两侧八字墙范围内路基边坡为浆砌片石满砌防护,且绝大部分地段未留泄水孔或未按标准设置泄水孔,造成涵洞两侧路基含水量普遍偏高;二是路基两侧电缆槽泄水孔原设于电缆槽底部,原设计理念是电缆槽水由底部泄水孔渗入路基内,然后通过路基边坡泄水孔排出,在2009年大整治中虽然要求间隔50m在电缆槽外侧壁底部开孔,同时封闭底部泄水孔直排电缆槽汇水,但部分地段存在底部泄水孔封闭不严或漏封现象,致使电缆槽中的水继续下渗,造成局部路基含水量偏高;三是路堑内部分地段由于个别泄水孔不通,电缆槽中的水不能及时排入侧沟,造成雨水下渗;另外,也不排除侧沟有局部渗漏现象或局部地下水位偏高现象,致使局部路基含水量偏高。

(3)太行山以西地区季节温差大。夏季达30℃以上,冬季-20℃左右。再加之路基是新建路基,还没有在动荷载的作用下进一步密实沉降,路基还没有基本稳定下来。

(4)路堤内涵洞的存在和路堑内侧沟与电缆槽并存,致使路基临空面大增,受冻面积和范围增大,冻起高度也相应增大。

(5)部分地段施工质量不佳。除上述提到的不设泄水孔或泄水孔不通畅外,此外还表现在以下2个方面:一方面是涵洞两侧路基按设计要求填筑弱冻胀性级配砂砾,通过钻探验证个别处填料含细颗粒和粘粒成分很大的粉粘土确实存在,且土体呈软塑状态;另一方面是个别地段道床中含土量大。不可否认由于资金不到位、工期紧等客观因素,造成施工时没有完全按设计要求填筑料粒,且碾压质量不完全满足要求。

其中造成最典型地段K114+715~730路基冻胀上浮病害的直观原因有:(1)地表水下渗,该段路基地基为湿陷性黄土,拦截、排除地表水的措施不足,从涵洞盖板渗水就可以表明;(2)路肩电缆槽的存在阻止了道床内的水向外排出;(3)箱涵地段与纯粹的路堤地段相比地温低,加之该地段为一风口造成箱涵地段地温更低,致使下渗的地表水在冬季结冰,造成路基的冻胀上浮病害;(4)路堤边坡为满

砌浆砌片石,没有设置泄水孔,不利于道床内的水排出;(5)道床脏污。

3 横穿集水管整治方案

3.1 确定整治方案

冻害的存在,不仅给线路的维修养护工作带来了一定难度,而且对行车安全构成很大威胁。针对造成冻害的原因,线路工区先后采用了预注盐水(2009年冬前根据铁道科学研究院提供的雷达探测结果选取9段含水量大的处所进行了预注盐水工作)处理。但由于注盐量无法按实际需要控制,很容易将冻峰整成冻谷,并且会造成路基翻浆,产生新一轮的破坏。虽然投入了很大的人力物力但效果并不明显。为了彻底解除形成冻害的条件,最后决定采取工程措施对冻害地段进行处理。

3.2 工程措施处理地段的选择

根据石太公司、路局的有关要求,结合133处冻害的现场实际情况,选择K114+715~730为试验段进行工程措施处理。

试验段的现场特征及选取该地段为试验段的原因:(1)涵洞及路涵过渡段;(2)高填方地段,且涵顶填土厚度<1m;(3)该处冻害为路基表层冻害,石太客运专线的多数冻害为此类冻害;(4)边坡排水系统上存在缺陷、不完善。

3.3 工程措施处理的基本思路

结合冻害成因和既有线施工的实际情况,本着坚持“治水、排水、降低路基本体含水量”原则,确定了试验段采用横穿集水管的整治方案,同时对路基防护加固排水设施存在的缺陷和不足一并整治。

3.4 工程措施处理的实施方案

针对K114+715~730表层冻害的成因采取如下整治方案。

3.4.1 涵洞顶横穿集水管

在涵洞出入口端帽石以上自路基面向下1.5m高程线向路基分别上仰4%和6%钻预埋集水管钻孔,水平钻孔横穿集水管,因平行于涵洞轴线,钻孔孔径为42mm,间距为0.5m,两侧交错布置,集水管采用外径40mm,壁厚4mm的不锈钢无缝钢管,在伸入路基内的集水管上半部分,钻 $\varnothing 5$ mm积水孔3排,孔间距为10~15cm,集水管周围及伸入路基的管口均采用透水土工布包裹作为滤层。透水土工布的质量要求:质量400g/m²,厚度 ≥ 2.8 mm;断裂强力 ≥ 20.5 kN/m,断裂伸长率 $\leq 60\%$ (纵向、横向);CBR顶破强力 ≥ 3.5 kN;等效孔径 $O_{90} =$

0.07~0.1 mm;渗透系数 $(1.0 \sim 3.0) \times 10^{-1}$ cm/s;撕破强力 >0.56 kN(纵向、横向)。因涵洞盖板为台阶式布置,为保证钻孔空间位置更利于工程效果,涵洞顶钻孔坡度按4%上仰坡伸入路基至两线中心。

3.4.2 涵洞两侧路涵过渡段横穿集水管

在涵洞两侧钻孔横穿集水管,为保证涵洞顶部路基不积水,涵洞两侧钻孔位置设在路肩面垂直向下2.30 m处,涵洞两侧钻孔坡度6%。其余技术要求同涵洞顶横穿集水管。集水管出水口应伸出路基边坡,将路基内的水引至路基边坡外。

集水管安装如图1所示。

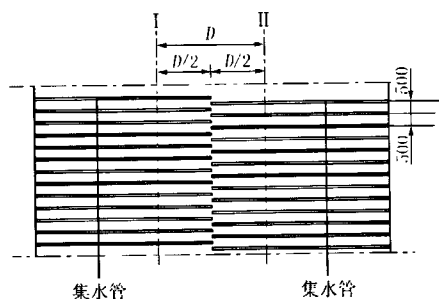


图1 集水管平面布置示意图

3.4.3 增设路堤边坡泄水孔

恢复路堤边坡浆砌片石泄水孔。护坡泄水孔设置:第一排自路肩面向下垂直距离1 m处,其间距为1 m;第二排及以下泄水孔按间距1.5 m呈梅花状布置,泄水孔排水坡度为4%。泄水孔内安设 $\varnothing 80$ mm的PVC管,内侧管头需包裹双层透水土工布反滤层。

3.4.4 涵洞八字墙增设泄水孔

涵洞八字墙设置2排泄水孔,第一排泄水孔距帽石顶面50 cm,第二排距地面50 cm,泄水孔水平间距 ≥ 2 m,排水坡度为4%。泄水孔内安设 $\varnothing 50$ mm的PVC管,内侧管头需包裹双层透水土工布反滤层。

3.4.5 封堵路肩电缆槽渗水孔

对路肩电缆槽底板的渗水孔采用C30混凝土堵塞,厚度同底板厚度。保证电缆槽内的水从侧壁直排边坡外,杜绝下渗路基。同时对电缆槽内侧路肩进行整平顺坡。

3.5 工艺流程

- (1)根据设计要求布置钻孔孔位;
- (2)根据孔位高度及场地条件平整场地并搭设脚手架工作平台;
- (3)安装孔口管;
- (4)安装钻机;
- (5)钻孔除渣清孔;
- (6)集水管钻孔眼包裹透水土工布;
- (7)安装集水管于钻孔内;
- (8)处理管头,恢复浆砌石片,同时在护坡上设置泄水孔;
- (9)在涵洞八字墙设置2排泄水孔。

3.6 施工注意事项

- (1)为保证钻孔位置精确,钻孔时需要使用导向架控制;
- (2)施工前要落实管线位置;
- (3)在涵洞八字墙设置泄水孔时要探明是否有钢筋及钢筋位置;
- (4)施工过程中应加强路基、轨道、接触网支柱变形观测,发现变形过大立即停止施工。

4 整治效果

在2010年10月对石太客运专线K114+715~730路基上浮冻胀病害进行了整治。之后在此地段路肩上、两线间埋设了观测桩,在2010年冬季对该地段的标高进行了定期观测。对观测结果的分析表明,2010年该段冬季最大累计冻起高度为15 mm,较2009年冬季最大累计冻起高度43 mm大为减轻,冻害得到了有效控制,该地段的冻害整治取得了较好的效果。

参考文献:

- [1] 杨广庆. 路基工程[M]. 北京:中国铁道出版社,2008.
- [2] 李向国. 高速铁路技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2008.
- [3] 铁道部劳动和卫生司,铁道部运输局. 线路工[M]. 北京:中国铁道出版社,2004.
- [4] 董富强,王荣彦,苏巧荣. 豫西湿陷性黄土的工程地质特征及基础选型探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3): 35~38.
- [5] 杨银科,薛倩. 湿陷性黄土的工程地质特性评价研究[J]. 山西建筑,2006,32(16): 87~88.