

Research on Strategies for Freezing Damage of Railway Seasonal Roadbed

Shengwei Su

Shenyang Railway Survey Design Consulting Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110013, China

Abstract

As a means of transportation for the general public, ensuring the safe operation of railways is an important task now. Considering that seasonal roadbed freezing damage will threaten the safety of railways, in order to minimize the impact of freezing damage on railway operation, the thesis conducts an in-depth study on seasonal railway roadbed freezing damage, introduce the characteristics of railway seasonal roadbed freezing damage, the location and cause of freezing damage, and then propose effective treatment methods for seasonal roadbed freezing damage to improve the safety of railway operation.

Keywords

railway; roadbed; seasonal; freezing damage; remediation

铁路季节性路基冻害整治的策略探究

苏圣伟

沈阳铁道勘察设计院有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110013

摘要

铁路作为大众日常使用的交通工具, 确保其安全运行是当下的重要任务。考虑到季节性路基冻害会威胁到铁路安全行驶, 为了把冻害对铁路运行造成的影响降至最低, 论文围绕铁路季节性路基冻害进行深入探究, 介绍铁路季节性路基冻害的特征、冻害发生的位置及成因, 进而提出季节性路基冻害的有效处理方式, 以提高铁路运行的安全性。

关键词

铁路; 路基; 季节性; 冻害; 整治

1 引言

在中国经济高速发展下, 铁路对于经济贸易往来、大众出行皆有着不可忽视的作用, 因此需加强铁路建设, 以铁路基础设施的完善推动地方经济发展。近年来, 随着建设的推进及既有线路的养护进行, 季节性气候因素造成铁路路基冻害的情况屡见不止, 导致铁路运行效率下降, 存在极大的安全隐患。为了解决此项问题, 提高其运行的安全程度, 论文对冻害情况及整治策略进行了分析。

2 铁路季节性路基冻害的特征

2.1 冻胀

冻胀是土体受到冻结的影响, 导致土的体积不断膨胀变大, 其属于路基冻害的常见形式。冻胀现象出现后会迫害土体形状, 致使路基发生不同程度的形变, 土体内部的水分受到温度影响, 结冰的体积会逐渐增大, 而内部空间有限, 在

土壤内部的水体结冰膨胀后, 路基便会隆起, 出现不均匀现象, 路基冻胀后会破坏铁路上部道床结构, 传导至轨道发生形变, 容易埋下安全隐患^[1]。

2.2 融沉

融沉是季节性冻土融化的过程, 冰膜与冰晶受到温度的影响融化成水, 土层在此过程中会受上层负荷力与重力的作用, 致使路基基床因为荷载无法平衡, 出现不同程度的沉降。路基在季节性冻土融化期间受到外部环境因素的干扰, 导致土体各方向受力不均, 在路基表面出现不同程度的沉降。频繁出现融沉主要与此区域易受地表水及地下水浮动作用无法平衡有关, 一旦路基填料或本身地层存在问题, 设计阶段没有及时处理, 将会埋下安全隐患^[2]。

2.3 翻浆冒泥

在既有铁路线上, 季节性冻土地区因为受到气候环境及

粘性土等特殊路基土质影响, 冻结的时间会相对变长, 解冻速度相对缓慢。与此同时, 大量积雪会随着温度回升而融化, 融化后的雪水渗入路基下方, 在未解冻层与解冻层间出现自由水, 如果水分不能及时排出, 会因为自由水的作用导致路基变软, 进而出现翻浆冒泥的现象。

3 铁路季节性路基冻害发生的位置及成因

3.1 表层冻害

季节性冻土内部水体结冰后, 其受膨胀力的作用将隆起一定的高度, 表层冻害主要表现为路肩出现纵向开裂与变形, 大幅度削弱基床表层土体强度, 道碴在此过程中发生沉降, 铁路轨道受到路基影响出现纵向高低形变。同时, 路基表层冻害出现后坡面开裂与变形, 整体土体结构发生变化后, 其自身的强度也会相继下降。

导致路基表层病害出现的原因包括基床填料不满足要求、非均匀质土、气候条件对土的冻结等, 这三方面因素都是引发路基发生表层冻害的原因。首先, 基床填料不满足要求会影响到基床自身的强度, 路基表面的铁轨受到列车荷载作用, 会因为其下基床的承重能力不同, 从而导致基床面发生不均匀沉降, 在此状态下基床内部水分难以快速、完全排出, 在自由水进入基床后, 水体容量逐渐扩大, 当土层含水量达到或者超过起始冻胀含水量时, 基床内部的水体便会结冰, 土体受到压迫自身体积相应增大, 与此同时水分会继续补给冰结封面, 进而形成冻害^[9]。其次, 路基表层为非均匀质土, 因为土层的夯填密实度与厚度不同, 填料的层次、结构等条件也存在较大差异, 导致土体冻胀量各异, 最终形成坡面冻害。最后, 土体冻害会受到日照、地形、植被覆盖、地质等因素的干预存在较大的差别, 一旦土体发生冻结后, 容易受到冻结速率与表层土温、水分冻胀量与迁移聚流量差异的影响, 发生冻害。

3.2 深层冻害

深度冻害只存在于极度严寒地区, 土壤冻结深度极大, 路基冻害常出现于冬季的后半期。路基出现深层冻害后会因为冻害量过大, 使铁路既有线路的平顺程度大受影响, 冻害直至冻期末才会停止。

深层冻害出现与地下水有关, 如果路基下部没有地下水, 即便土质存在差异, 但由于下部处于脱水现状, 也不会形成大量的冻胀。一般处理深层冻害需结合实际情况进行科学的管控, 灵活的选择中断运营或是限速行驶的方式, 降低铁路

运行的危险程度。

4 处理季节性铁路路基冻害的有效方式

土体冻结会受到温度、水分补给、土体自身性质等多方面因素的影响, 同时不同土质动荡系数存在一定的差异, 为了尽可能地减少铁路季节性路基冻害的出现, 必须结合实际情况, 灵活的选择路基冻害整治方式, 论文考虑了传统冻害整治措施, 同时结合中国丹大快速铁路路基冻害整治时提出的新型整治方案, 将铁路季节性路基冻害的处理方法归纳如下。

4.1 换填法

换填法主要是对冻害严重的地段强行挖除该部位的冻害性土质, 更换合格的路基填料, 完成冻害整治工作。此方法可根本性解决冻胀问题, 但对于铁路既有线路基无法中断运营或天窗时间有限的情况下, 难以实施。

4.2 抬道法

抬道法适合应用在路基低矮的区域, 其处理原理是通过 A 组非冻胀填料填筑路基基床, 从而提升路基高度, 避免路基基床范围内出现冻胀, 保障基床安全, 从而达到防冻害效果, 如图 1 所示。



图 1 压实后的 A 组非冻胀填料

4.3 物理改良法

物理改良法作用原理是在盐体作用下有效地改变土壤冻胀性, 注盐后土体中水分的迁移受到明显的抑制, 并且注盐能导致水分冰点降低, 从而可以减缓或减少土体冻胀。注盐量应本着“宁少勿多”的原则, 以免用盐量过大, 土体强度降低。此法可利用铁路天窗时间实施, 无须中断运营。

4.4 注浆法

根据具体情况, 对基床范围内注射化学快速凝固浆液或普通水泥浆液, 以达到固化目的, 具体做法如下: 沿纵向每两个轨枕之间设置一排注浆孔, 每排 4 个孔, 注浆深度根据各个工点的冻胀层位来确定; 注浆材料为高聚物材料化学

浆液或普通水泥浆液,基本要求为粘度 20~100mPa.s,密度 1.0~1.3g/ml,收缩率不大于 1%,固砂体强度大于 2MPa,凝胶时间根据天窗时间和施工情况调整。此法可利用铁路天窗时间实施,无须中断运营,如图 2、图 3 所示。

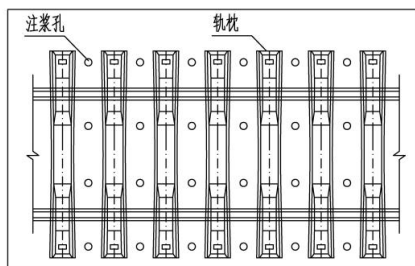


图 2 钻孔注浆平面示意图

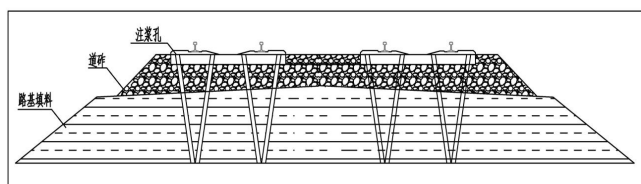


图 3 钻孔注浆横断示意图

4.5 保温法

保温法一般适用于涵洞顶部路基防冻胀,在涵洞顶及两侧与路基相连的边墙顶部 0.7m 范围内铺设气凝胶毡。用钻在固定点位置表面钻孔,然后将事先准备好的木塞楔入。固定点位置应根据现场实际情况进行调整,如图 4 所示。

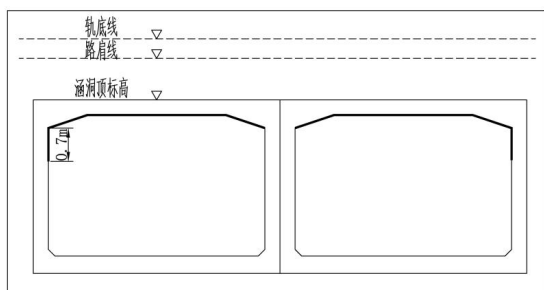


图 4 气凝胶毡铺设示意图

4.6 渗水盲管方案

对冻胀段落采用设泄水孔的方式进行整治,沿横断面方向增加 $\phi 100\text{mm}$ 渗水盲管作为泄水孔。盲管施工时应先进行钻孔。从路基两侧钻孔设置盲管,纵向间距 1.0m,并交错布置于冻胀段落处。

4.7 钢圆管置换方案

采用非开挖技术(顶进作业)在运营条件下天窗时间对产生冻害的路基填料进行掏挖,并置换为非冻胀性填料,达

到降低或消除冻害的目的。根据填料置换的厚度、路基稳定性和工效等要求,采用 200~508mm 直径的热镀锌 Q235-B 钢管,钢管厚度不应小于 10mm,钢管内采用 C35 防水混凝土进行回填。本方法施工案例甚少,目前只应用于秦沈线铁路冻害处理中,尚无成熟完备的设计及施工经验,但可通过现场试验段探索不断完善方案,为不中断运营的既有铁路线冻害整治提供新的解决问题思路,如图 5 所示。

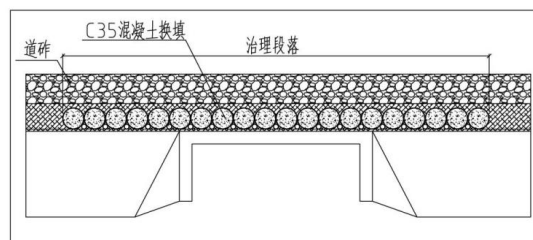


图 5 钢圆管置换方案示意图

4.8 渗水盲沟方案

考虑到深层冻害多为地下水位高导致,因此降低地下水位是必要性前提条件,应尽可能地减少水分的渗透并使土体维持在干燥状态。通过铺设渗水盲沟,可有效降低地下水位,完成深层病害处理工作。

上述措施均能对铁路季节性路基冻害产生良好的整治效果,关键在于要提前分析冻害的成因,因材施教,方能达到理想目的。通过丹大、秦沈等时速 200km/h 以下铁路路基冻害处理实践,证明上述方案可行,能满足质量要求。

5 结语

在铁路路基冻害整治过程中,必须考虑项目所处位置及气候条件,并对相关影响因素进行细致分析,在此基础上选择针对性强的冻害整治方法。此外,还应结合现场施工条件考虑方案的可操作性、经济性等因素,将整治方案予以完善。通过精研施作,科学管控,完成铁路路基季节性冻害处理工作,以此提升铁路路基的整体质量,确保铁路运行安全。

参考文献

[1] 李尚飞. 大西高速铁路季节性冻土区路基冻害成因及整治措施 [J]. 中国铁路, 2017(09):109-112.
 [2] 耿殿魁. 季节性冻土地区铁路路基冻害及整治措施研究 [J]. 路基工程, 2014(01):206-209.
 [3] 韩春良. 季节性冻土地区铁路路基冻害分类及综合整治 [J]. 科技视界, 2013(33):297+383.