

隔绝辐射、热量板处理冻土路基的技术设计

詹聪聪¹ 赵文俊² 张娅婷³ 董京楠⁴ 陈莹⁵

(1. 西藏大学工学院 西藏 拉萨 10694; 2. 西藏大学工学院 西藏 拉萨 10694;

3. 西藏大学工学院 西藏 拉萨 10694; 4. 西藏大学工学院 西藏 拉萨 10694;

5. 西藏大学理学院 西藏 拉萨 10694)

[摘要]为了治理冻土路基病害,对冻土路基病害成因原因进行分析,基于目前对高原冻土路基处理技术,本文研究的是一种新型高原冻土路基处理方法:集反射、隔绝太阳辐射热量、通风于一体的隔绝辐射热量板(RIV板)对冻土路基的处理技术。

[关键词]冻土路基;反射;隔绝;通风;辐射;热量

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.437

0 引言

集反射、隔绝太阳辐射热量、通风于一体的RIV板对冻土路基的处理技术采取的是将太阳辐射热量进行隔绝及通风效应,避免热量传递到路基中,进而解决冻土路基病害问题。冻土路基病害治理问题对于高原铁路、公路交通建设意义非凡,当前工程施工中于解决冻土路基问题主要解决方法为:遮阳板(棚)、热棒、块石护坡、块石路基、通风路基,但是在某种程度上,这些方法中存在一些治理效果不佳、施工复杂、维修困难等问题。

笔者提出一种集反射、隔绝太阳辐射热量、通风降温于一体的RIV板对冻土路基的处理技术,使得冻土路基冻融问题得到良好的解决,希望对今后冻土路基工程施工时起到帮助作用。

1 冻土对路基的危害

1.1 地基土的冻害机理及影响因素

冻土是指温度等于或低于零摄氏度且含有冰的各类土。冻土按冻结时间可分为季节性冻土和多年冻土。冻土在我国分布广泛,约占国土面积的75%,其中分布在青藏高原、东北大小兴安岭北部,天山等地区的多年冻土占22%左右”。

地面以下一定深度土壤的温度随大气温度变化而变化。当空气温度低于零摄氏度时,土体中的水分因冻结而形成冻土,伴随着土体体积膨胀,发生冻胀现象。在土体周围温度低于零摄氏度时,空气负温传入土体,未冻区土中的水分向已经冻结区域护散、迁移,进而冻结形成冰晶,体积增大,表现为土体体积膨胀。当土层解冻时,土体中聚集的冰晶融化,体积变小,土体颗粒也随之下陷,表现为融陷现象。土的这种随着季节冻胀和融陷的特征,也叫做土的冻胀性日。影响地基土冻胀性的因素有气温、含水率、地下水位和土的种类,其中首要因素是土体周围空气气温,也是土体发生冻胀的决定性因素。

(1) 土体中液态水可分为结合水和非结合水,非结合水又可分为毛细水和重力水,非结合水也是影响地基土冻胀性直接因素。在温度低于水分熔点,且土的含水率超过一定界限,土体发生冻胀现象,称此值为冻胀含水率。随着含水率的增大,土体冻胀率增大,冻胀性表现地也越强烈。

(2) 地下水位与路基高度直接关系路基土体发生冻胀的

程度。当地下水位低于某一深度时,只需考虑土体自身内部含水量对冻胀的影响;当地下水位高于某一深度时,由于毛细水的作用,地下水会不断向冻结区域迁移,大大增强土的冻胀性。此时既要考虑土体自身含水,也要注意地下水的补给影响。

(3) 不同土体发生冻胀的敏感性不同,这与土颗粒粒径、矿物成分等因素有关。研究发现,在形成冻胀现象的颗粒尺寸范围内,土的冻胀性随着颗粒粒径减小、分散性增大而增强。同时,当土中亲水性的矿物成分含量较高时,土颗粒吸水多,造成土的冻胀性也会显著增强^[3]。

1.2 路基冻土主要危害

1.2.1 融陷

融陷一般发生在含水量较大,且常年气温较低的黏性土地段。当路堤基底或路堑边坡上覆盖有较厚一层冻土时,由于施工和运营过程的各种影响,上覆冻土层局部融化后在自重的作用下产生沉陷,造成路基路面的严重变形。

1.2.2 冻胀

冻胀是由于土中水发生冻结形成冰体而引起土体膨胀、地表不均匀隆起的作用。发生冻胀有两个必须的条件:充足的水分补给和补给的通道,这使得土中原有水分冻结的同时,下部未冻结土中的水分迁移并向冻结面聚集。

1.2.3 翻浆

春融温度回升时,路基上层土体首先融化,而下层土体尚未解冻,水分不能向下渗透,聚集在路基土体上部形成自由水。当含水率超过路基土液限含水率时,路基强度减弱,在行车荷载的作用下迅速破坏,形成翻浆

2 集反射、隔绝太阳辐射热量、通风于一体的RIV板设计

2.1 作用机理

冻土融化的主要原因为:夏季的太阳辐射导致土壤、大气、温度升高,致使冻土融化(虽然全球气候变暖也会使土壤和大气温度升高,但它是全球气候使得大气温度恒定地超过了某个数值,造成的大规模冻土融化,使得目前已知的冻土路基处理技术将基本全部失效,故暂不考虑全球气候变暖造成的冻融现象)。RIV板作用机理:当太阳光辐射下来时,首先第一层是轻质的附有超亲水TiO₂薄膜的轻质钢化玻璃,其表面有一层超亲水薄膜,这种薄膜便于清洁,有很大

程度上的自洁能力,避免使用过程中,砂尘、树叶、碎石屑等杂物遮挡住第二层的反光材料,其中轻质钢化玻璃也作为整个结构的结构体系。RIV板第二层采用FCVAD技术制备的铝膜,这种柔性反射材料的可见光反射率和太阳光反射率可达到88%和90%,能将绝大部分太阳辐射反射回去,大大减少传递到路基附件地表的热量,并且具有良好的膜基结合力、耐摩擦和耐老化等性能。RIV板第三层用隔热材料XPS板,其导热系数为0.011,能够很好地隔绝通过铝膜传递来的太阳辐射热量,进而避免太阳辐射热量向路基附件地表进行传递,而且XPS板聚苯乙烯分子结构本身不吸水,板材分子结构稳定,无间隙,解决了其他材料漏水、渗透、结霜、冷凝等问题,且XPS板质地轻、使用方便。且因为RIV板铺设方法为:将RIV板用附有固定钢化玻璃部件的墩台垫起10cm,并将其固定形成沿季风方向的空气流通通道,当残余的极少部分太阳辐射热量穿过第三层隔热XPS板^[4]进入空气流通通道中,在此通道中形成空气对流,流动的空气会将这极少热量带走,从而不会使冻土路基附近的土壤中的土颗粒、水、空气,以及岩石温度升高^[13],进而达到防止冻土路基病害的发生。

2.2 RIV板结构材料的性能介绍

(1) 具有自清洁性的超亲水TiO₂薄膜^[5]:自清洁性是指材料对其表面清洁程度的一种能力,从20世纪末到现在,自清洁技术被广泛应用于窗户玻璃汽车玻璃太阳能电池板纺织品等的自洁中^[3]。

(2) 抗侵蚀钢化玻璃^[5]:机械强度高、热稳定性好、质量轻、抗风压性、寒暑性、冲击性、耐摩擦和耐老化等性能。

(3) FCVAD技术制备的铝膜:具有良好的热稳定性,耐摩擦和耐老化等性能,并且具有良好的膜基结合力,FCVAD技术制备的铝膜可见光反射率和太阳光反射率可达到88%和90%,能将绝大部分太阳辐射反射回去,大大减少传递到路基附件地表的热量,并且具有良好的膜基结合力、耐摩擦和耐老化等性能。

2.3 RIV板结构设计

该研究中采用的RIV板在冻土路基处理过程中的作用像是给冻土路基穿上了一件防止太阳辐射热量传递到冻土路基上的热量隔绝衣。其结构参数计算设计主要包括:超亲水薄膜TiO₂的选择,应有足够好的耐久性、耐酸碱性,保证有足够长的使用寿命,具有良好的热稳定性和耐久性;xps保温板的厚度确定(10至15公分);RIV板垫起形成空气流通通道高度的确定(20至30公分),附有固定钢化玻璃部件的墩台。

3 工程实体施工

3.1 施工准备

新材料的结构设计和加工,新技术、新工艺的质量控制研究。施工所采用的材料要满足设计要求,RIV板的施工工艺应该满足高楼玻璃幕墙的标准,现场施工应该避免破坏钢化玻璃上的具有自清洁性的超亲水TiO₂薄膜,不然会影响钢化

玻璃的清洁,从而影响第二层铝膜反射太阳辐射的效率。

3.2 施工过程

RIV板施工由以下几个工序组成:

(1) 路基和路基附近土体平整:保证RIV板施工现场场地平整,无大型碎石置于场地上,且应选择晴好天气进行场地平整(气温较低时,工人施工困难,且土体冻冻造成场地平整困难)。

(2) 根据设计图纸测量放线定出附有固定钢化玻璃部件的墩台的具体位置:

测量放线出附有固定钢化玻璃部件的墩台的位置,便于后面进行准确固定墩台。

(3) 固定附有固定钢化玻璃部件的墩台:固定附有固定钢化玻璃部件的墩台,保证墩台固定稳定,且后期不会发生较大的位移。

(4) RIV板安装:将定制的附有吸盘RIV板根据测量放线的位置进行安装,其过程中应注意处理好搭接位置,避免太阳辐射因为角度问题照射到路基附近地表,以及避免雨水进入到RIV板底部,从而对RIV板结构造成破坏。在对铁轨轨道进行铺设RIV板时,可以直接将RIV板固定到轨枕上,不需要墩台。

4 结语:需要通过实验和数据论证的问题

(1) 此项技术的造价问题,造价是否比热棒、其他处理技术更经济。

(2) 西藏地区太阳辐射很强,太阳氧化性很强,需做实验证明RIV板的抗氧化性和耐久性,考察是会出现频繁维修这个问题。

(3) 是否能简化施工过程,最大程度降低造价,造价低于片石块时,则可能得到应用。

(4) 查清楚高原冻土铁路线与周围路线距离,保证反射的太阳光不会影响其他交通路线。(高原冻土路段周围很少有其他交通路线。)

参考文献

[1] 马巍,程国栋,吴青柏.多年冻土地区主动冷却地基方法研究[J].冰川冻土,2002(5):183-189.

[2] 黄智伟.具有光催化自清洁性能的TiO₂超疏水涂层的复合设计及耐久性研究[D].武汉:武汉理工大学,2019.

[3] 白永厚,陈泽盟,张耀阳,梁斌.高原冻土地区公路路基回填料优选及施工技术[J].水利水电技术,2021,52(02):154-156.

[4] 郝贡洪,郭鑫,赵呈光,吴日根.冻融循环-紫外辐照复合侵蚀下钢化玻璃表面受风沙冲蚀损伤的力学机理[J].表面技术,2020,9(04):188-197.

[5] 刘辉.季节性冻土区盐渍土路基的施工方法研究[J].低碳世界,2020,10(09):155-156.

作者简介:

(詹聪聪1995,07-男-汉-湖北-硕士-初级-土木水利)