

多年冻土地区公路路基稳定性技术问题与对策

李尚霖

青海省交通规划设计研究院有限公司 青海西宁 810000

摘要: 以对多年冻土地区公路路基稳定性技术问题当场评测材料为根据, 论述了高低温试验多年的冻土地区、沥青道路冻土路基下地温遍布及转变全过程, 明确提出了冻土路基的可靠性与多年冻土年平均地温的关联。表明了多年冻土地区道路路基温度场的现场实验科学研究, 及其在严寒地区公路建设中的意义和必要性。

关键词: 道路工程; 冻土路基; 地温遍布; 解决措施

Technical Problems and Countermeasures of Highway Subgrade Stability in Permafrost Area

Shanglin Li

Qinghai Transportation Planning and Design Research Institute Co., Ltd. Qinghai Xining 810000

Abstract: Based on the spot evaluation materials of the technical problems of highway subgrade in permafrost area, the paper discusses the whole ground temperature of the frozen soil subgrade for many years, and the reliability of permafrost subgrade and the average permafrost annual ground temperature are clearly proposed. The field experiment and scientific research of road subgrade temperature field in permafrost area, and its significance and necessity in highway construction in severe cold area are shown.

Keywords: road engineering; frozen soil subgrade; ground temperature throughout; solutions

引言:

高原地区多年冻土问题造成的路基塌陷问题80%以上的道路路基塌陷是路基下多年冻土受热融化造成的。在多年冻土区修路后, 更改了地表与空气间的传热标准, 多年冻土地温再次更改了热力循环过程。把握这一流程的变化趋势, 维护多年冻土的融化是确保冻土路基平稳的前提条件。自1973年青藏公路科学组到青藏公路可可西里山区创建第一个道路地温转变检测实验场至今, 高原地区多年冻土地区道路路基温度场的现场实验科学研究经历了26年。这26年来, 青藏公路科学组依次建立为三期, 各期科学组自始至终把路基温度场现场实验科学研究作为关键研究, 开展持续、细腻、深层次的科学研究。

1 青藏公路冻土路基中地温遍布情况

冻土温度遍布情况是本地天气自然环境标准与路基构造、地面原材料、路基内部结构水分情况等各种要素反映的物质, 对那些要素的依靠和敏感度较强, 因而路段上端的微小转变会造成路基温度的较大转变。尤其是持续高温多年冻土区, 这种情况更加显著。对于青藏公

路下路基冻土持续多年的地质构造实际情况来看, 依据现阶段冻土路基平稳情况与地温的关联, 青藏高原多年冻土地区道路路基温度遍布情况和转变全过程, 将多年冻土区路基地温遍布情况分成高温和低温区。

低温区: 多年冻土年平均地温低于 -1.5°C 的地区。这种地区一般分散在青藏公路周边的山区丘陵地区。

高温: 多年冻土年平均地温高过 -1.5°C 的地区。这种地区一般分散在青藏公路贯穿的谷地、平原、山区地带低洼地区及岛状多年冻土附近地区。伴随着研究成果, 研究方向、研究方式的不断创新, 对冻土路基温度转变全过程的认知慢慢加重, 得到了青藏公路一系列冻土路基问题的产生、发展趋势流程与路基内部结构温度转变全过程的内部紧密关联, 在各种各样的冻土自然环境情况下路基底端提温速率、融化速率、冻融循环指数值等关键主要参数为青藏公路冻土路基稳定性治理给予了有利的科学论证, 与此同时也为青藏公路治理工程项目中冻土路基的稳定度和结构设计优化打下了扎实的理论基础。

1.1 超低温多年冻土地区路基温度场遍布情况

超低温多年冻土一般坐落于青藏公路沿途山地丘陵地形区, 选用拉高路基的常见冻土维护方式, 设计施工后, 路面经营稳定, 路基平稳。这种地区路基底端与多年冻土处在联接情况, 年均值地温为 -1.5°C , 目前路基相对高度一般为 $2.0\sim 2.5\text{m}$, 路人限制为 $2.5\sim 4.5\text{m}$ 。在天然路面和地面下 0.5m 处, 一年中最低路基温度在1~2月, 最高温度在7~8月。温度转变受环境空气转变和高纬度影响, 路基的最低温度与天然地温差别并不大, 路基最低温度和天然地温的温度保持在 -12°C 上下, 因而在同样温度的自然环境下, 路基温度和天然路面表面, 对负温的反应过程差别并不大, 但最高温度差别比较大, 路中、路肩年最高地温是冻土路基和天然地面温度的3倍。 0.5m 深地温的年均温差值分别为路中 23°C 、路肩 21°C 、天然路面 16°C 上下。以上数据说明, 多年冻土上端建造的路面, 因为空气与地表的传热标准, 尤其是地面遭受的短波辐射和蒸发热量, 路基与自然路面中间具有很大差别, 路基内部结构地温比天然地温高得多。

冻融循环指数值不但象征着该地区温度的多少, 并且是分辨多年冻土区是不是处在冻土温度是否平稳、是否融化情况的主要指标。冻土中表层内冻结与融化指数和深层冻土的联系, 在超低温多年冻土地区路基下多年冻土现浇板周边, 每一年冻结指数超过融化指数, 证实这种地区沥青道路下多年冻土依然有着较好的冻结环境。

多年冻土与上端路面活动层中间的导热和热力循环是一个比较复杂的过程。当地面温度小于地下温度时, 砂土里面产生正梯度方向(热气往上), 活动层会进行放热反应情况, 地温随发热量向外释放而逐渐降低。当上端地温高过底下温度时, 砂土里面产生负梯度方向(热气方位往下传播), 活动层进到吸热反应情况, 地温也相对应升高。冻结、融化指数尺寸的实质含意是热量和太阳能累积的温度高低。路基温度场科学研究中最引人关注的是路基下边多年冻土现浇板周边地温的转变状况, 在相对应深层范畴内, 年冻结指数超过融化指数, 才可以平稳多年冻土。

1.2 持续多年冻土地区路基温度场遍布情况

多年冻土一般坐落于青藏公路贯穿的高原、山区地带凹痕和谷地等地区。如今的路面路基相对高度通常在 $2.5\sim 3.0\text{m}$ 上下。年平均地温在 $-0.3\sim -1.5^{\circ}\text{C}$ 中间, 天然路面限制一般为 $2.0\sim 3.5\text{m}$, 路人限制为 $5.0\sim 6.5\text{m}$ 。这包括多年冻土、边沿、顺坡产生的高填方路等独特地区的材料。因为路基下边 $4\sim 6.5\text{m}$ 处集聚很多冻结层融化的水, 且每一年持续补给都会有转变, 这种地区路基底端地温逐渐上升, 抑止了这一深层减温和回冻, 多年冻土发生不联接状况。冻土地质构造极端地区, 路基地基沉降形变比较大。根据地温变化情况说明, 天然地基下不

会有融化隔层, 但路基和路肩地温材料说明多年冻土相对不稳定。冬天冻结期地温在活动层上端有正温到负温的转化测量过程, 多年冻土现浇板周边仅有正温和负温中间的转变, 证实这里建立了很多年不冻结的融化隔层。青藏公路很多年来超越冻土南北方界限、岛状冻土和持续低温冻土地区, 因为纯天然路面第二年年均值地温已呈现显著吸热反应型特征, 冻土自身已处在衰退情况, 冻土年平均地温相对性较高, 冻土融结的状况十分敏感, 尤其是对振荡比较敏感, 在这种地区修筑公路, 对冻土自然环境标准危害比较大, 表明路基下边多年冻土进一步衰退加重, 冻土路基发生了很大的地基沉降形变。此外, 因为高温和超低温区地温的不一样, 路基下超低温区冬天冻结深度超过夏天冻结深度, 冬天冻结深度反倒低于夏天冻结深度。受这种不益于冻土生长冻结的原因危害, 在持续低温多年冻土地区, 冻土路基下产生与多年冻土联络, 很多年处在融化的情况, 且地温仍在持续增长, 多年冻土层厚度逐渐降低, 给这种地区冻土路基的平稳性造成较大危害

2 多年冻土路基地温转变历程及路基可靠性

多年冻土路基地温情况在超低温区和高温地区明显不一样, 路基可靠性也不尽相同。依据风火山冻土路基多年冻土现浇板周边地温随本年度转变过程, 路基多年冻土现浇板基础埋深 3.5m 上下, 近4年以来不但没有降低, 反而略微升高。这里的纯天然路面限制为 1.3m 上下, 路基相对高度为 2.7m 。提高路基维护冻土后, 路基下人为因素限制比原纯天然路面限制高出 40cm , 与原沙砾地面下限制对比, 提高量在 1m 以上。这说明, 在这种地区根据拉高路基来维护冻土, 保证路基平稳性是可以实施的。持续高温冻土区, 3m 上下高的路基, 沥青道路下 0.5m , 夏天最高温度达 18°C 上下, 融深 6m 左右, 冬天最少温度 -11°C 上下, 冻深 4m 左右。高温地温随本年度在 $4\sim 6\text{m}$ 范畴内转变, 夏天随上端地温上升而升高; 冬季降低到 0°C 上下得话, 就不容易再降低了, 这一温度会连续 $6\sim 7$ 个月。换句话说, 因为上端没有非常稳定的冷源来进行冻结期的改变过程, 会产生融化隔层。这类融化隔层的存有, 会造成冻土路基下的排水管道被融化的冻土压制, 与此同时多年冻土隔层面每一年以一定的融化速率降低, 造成持续高温多年冻土地区路基的不均衡地基沉降形变。在这种持续高温冻土区, 利用纯粹加宽路基的方式没法处理路基平稳问题。更独特的是选用多年冻土维护的路基结构形式, 促使路基中的吸热反应, 地温不会再逐渐上升, 可以说成是路基平稳的总体目标。

3 多年冻土道路路基防护措施

为研究多年冻土道路路基因融化而造成的地面塌陷, 其产生因素比较复杂, 之前研究的防护措施获得了一定

实际效果,但对修建路基工艺和路基塌陷产生的原理了解还远远不够,采用一定的路基防护保养对策却达不上理想化的实际效果和现状。因而,仅有对路基塌陷危害开展归类、剖析、路面塌陷原理总结、采用系统性的外理方式,才算是彻底消除反复处治问题、增加公路使用期限的重要途径。

(1) 坑槽开挖

在修复路面的一部分损坏以前,请将破损的地方打槽成型。最先,明确路面破损地方的界限和层深深度,依照“圆洞方补”的标准,制作线路,即与行车方位基本上平行或竖直的打槽修复线(方形或长方形)。每边最少应进到完好路面的10cm处,路面疏松、粉碎边料结构加固一部分成形的洞槽壁面应尽可能保证与路面平行竖直。对孔槽路面损坏的孔开展打槽解决时,除去孔里疏松的壁面原材料,与此同时挖出来孔里疏松的碎渣、旧原材料、废弃物,外露牢固齐整的孔槽壁面和平稳整平的孔槽底边,这不仅便于冷补混合料的摊铺及用量的确定,也有利于提高冷补混合料与坑槽壁面材料间的粘附能力。特别是坑槽壁面与路平面垂直,不仅有利于冷补混合料与原有路面的充分粘附,同时还可大大提高冷补混合料的压实效果,从而获得更好的修补效果。进行开槽前,按激光切割修复轮廓,激光切割整洁的缝隙,用粉碎机将孔槽体的旧原材料疏松、粉碎。

(2) 深基坑清理

未清洗的坑壁面、底边与冷沥青混合料粘附能力显著降低,坑壁面接缝处损坏,如果冷沥青混合料掉下来,非常容易造成坑槽再度损坏。为改进冷沥青混合料、坑槽壁面与底边的粘合力,除去坑槽疏松颗粒物以及其它残余物,对坑槽壁面与底边开展凿孔,有益于减少摩擦力,使铺装的冷沥青混合料与原路面融合更坚固。深基坑清理一般用手工工具清扫。深基坑内及周边砂砾石、废料应清理整洁,深基坑内不能有泥浆、雨雪和冰块等废弃物。对于高速公路、市政工程的修补,被修补的洞穴、沟槽应有整齐的切边,废渣的清除要见到固体坚固面为止。

(3) 粘合层的施胶

由此可见,用粉碎机和数控刀片对沥青坑损坏一部分开展打槽成型后,坑壁面和底边有外露的地基表层。这时,立即填充冷沥青混合料,坑壁面与底边粘接原材料不够时,冷沥青混合料与原路面原材料粘附性不够,产生非常明显的壁面空隙,修复路面的防水性减少。因而,在坑槽铺装冷沥青混合物质以前,务必在坑槽的壁面和底边匀称喷撒粘接原材料(热沥青或专用型液态粘接原材料),使外露坑槽体表面的石料被完全浸润,使冷沥青混合物质具备与原路面原材料高度粘附的实际效果

凹痕槽壁面粘附可以应用乳化沥青、改良性材料乳化沥青或液态化沥青。

(4) 深基坑压实

在对坑槽进行压实时,要先压实坑槽边沿,再慢慢向中心挪动压实。每一次都必须重合一定的间距开展压实。最终的压实实际效果是在中间画弧,这样更容易压实修复后的混合物质。也有利于将坑槽体冷沥青混合料压实至四周,压在修复路面的坑槽壁面上,避免坑槽边沿冷沥青混合料掉入坑外。

冷沥青混合料压实可依据地方自然环境选用最好压实方式。常见的压实方式如下所示:

①人力压实。修复总面积较小时,通常选用该方式,人力压实专用工具关键为铁铲背或厚底铝压板。

②震动平板夯实。振动压实是一种良好的压实方式。压实的混合物质往往较为密切,是由于导入的震动压力使混合物质颗粒中间造成相对速度而减少的压实摩擦力,同时在垂直压力的作用下使裹覆了沥青薄膜的矿料颗粒相互嵌挤而又重新排列,并将混合料空隙中的空气排出,从而使材料变得更加密实。该办法对小面积维护保养更有利。

③用振动压路机压实。大规模维修时,用振动压路机碾压。压实实际效果更好。

(5) 清理

压实进行后,可在表层匀称喷撒石灰粉或细沙,用清洁工具反复清理,使细微的原材料铺满表层空隙。回收利用深基坑周边残余的冷沥青混合料,与此同时清理原来路面。

4 结语

通过现场地温温度场的实验研究,可以深刻认识多年冻土对道路路基基本建设的危害和影响水平。依据多年冻土路基下土壤温度情况以及对路基可靠性的危害水平,将多年冻土路基分成持续高温和超低温的多年冻土段,融合多年冻土种类和工程地质的标准,综合考核冻土层路基可靠性的根据和塌陷危害。多年实体施工工地的观察和科研成果说明,在持续多年的冻土区中,选用简易加高路基的方式无法确保路基的可靠性,而在超低温多年冻土区,一般选用加高路基的办法维护多年冻土,达到冻土层路基可靠性的规定。

参考文献:

- [1]武民,喻文学.高原多年冻土道路工程研究报告集.西安公路学院学报,1986.
- [2]吴紫汪,程国栋,朱林楠,等.冻土路基工程.兰州:兰州大学出版社,1988.
- [3]徐学祖,邓友生.冻土中水分迁移的实验研究.北京:科学出版社,1991.