

高原多年冻土施工及不良地质工程的处理

Plateau Everfrost Construction and Unfavorable Geological Process

李 永

LI Yong

中交一公局三公司青海项目部,青海 海东地区 810600

Qinghai Project Department of the Third Engineering Co. Ltd. of the First Highway Engineering Bureau of CCCC, Haidong Area 810600, Qinghai, China

摘 要 从多年冻土及不良地质的划分入手,结合青藏高原曲麻莱—不冻泉公路的施工,对多年冻土地区路基及不良地质施工的注意事项进行了介绍,同时给出了多年冻土地区路基施工采取的工程措施,为同类工程施工提供了宝贵经验。

Abstract The different kinds of everfrost and unfavorable geology are introduced, the considerations during the everfrost roadbed and unfavorable geology construction are given combined with Qumalai-Budongquan highway of Qinghai-Tibet Plateau; the measures taken in the everfrost roadbed construction are proposed. It provides valuable experience for the similar projects.

关键词 多年冻土;不良地质;处理措施;控制原则

Key words everfrost; unfavorable geology; processing method; control principle

中图分类号:U416.1

文献标识码:B

文章编号:1000-033X(2008)09-0035-03

0 引言

曲麻莱至不冻泉段K460+000~K503+742路线全长43.742 km,是中交一公局修筑的公路中海拔最高的标段(平均海拔4 600 m以上),属于多年冻土施工地段。它地处青藏高原腹地,是青藏高原最寒冷的地区之一,季节具有暖湿、冷干之分,年平均气温-1.6℃~5.4℃,最高气温24.7℃,最低气温达-48.1℃。曲麻莱年降水量为405.5 mm,五道梁地区仅为274.8 mm左右。本路段的修建对促进区域经济发展、完善青南地区公路网、提高当地抗灾保畜能力、维护民族团结、加强三江源地区环境与生态保护具有重要的意义。保护多年冻土地区的冻土不融化是进行各项施工工作的基本原则。因为多年冻土是在特定的气候、水文和地质条件下,经过几千年甚至上万年的综合因素作用而形成的,一旦遭到破坏,将造成无法逆转的严重后果。

1 多年冻土及不良地质的划分

多年冻土是指在天然条件下冻结状态持续3年或3年以上的土层,而冬季冻结、夏季全部融化的土层则称为季节冻

土。在长期荷载的作用下,多年冻土的抗压强度比瞬时荷载作用要小很多,这与含水量及温度有关。冻土中的冰和未冻土的存在,使冻土在长期荷载作用下呈现强烈的流变性。本工程季节冻土、多年冻土分布见表1,不良地质分布见表2。

表1 季节冻土、多年冻土分布

路段冻土类型	桩号	长度/km	工程地质条件	冻土上段/m	最大冻深/m
饱冰多年冻土	K460+000~K466+000	6.000	较差工程地质	1.5~3.3	
季节冻土	K466+000~K468+000	2.000	一般地质		2.57
富冰多冰多年冻土	K468+000~K471+680	3.680	较差工程地质	2.3~2.9	
含土层多冰多年冻土	K471+680~K489+645	20.500	较差工程地质	2.8~4.0	
饱冰富冰多年冻土	K489+645~K503+742	14.097	较差工程地质	2.8~3.6	

表2 不良地质分布

路段冻土类型	不良地段病害	桩号	长度/m
饱冰富冰多年冻土	沼泽湿地	K460+000~K466+000	
含土层饱冰富冰多年冻土	路基翻浆	K475+680~K492+000	
季节冻土	液化地层	K466+710~K466+790	80

多年冻土温度是指温度变化幅度不超过0.1℃的深度土的地温,在实际工作中常将15 m左右深度处的地温作为多年冻土温度。根据多年冻土年平均地温确定冻土低温分

区原则见表3。

表3 多年冻土地区低温分区带

多年冻土温度范围/℃	分布带
>-0.5	极不稳定地带
-0.5~-1.0	不稳定地带
-1.0~-2.0	基本稳定带
<-2.0	稳定带

结合表1~表3可知,曲麻莱—不冻泉路线均为不稳定和极不稳定多年冻土区。

2 多年冻土地区路基及不良地质施工

2.1 路基排水

2.1.1 多年冻土地区路基排水

(1) 在多年冻土地区,良好的排水系统是保证路基稳定的重要措施。路堤基底人为上限大幅度下降、路堤严重下沉绝大多数是排水不良、坡脚积水、地表水下渗所致。

(2) 由于排水系统的修筑会破坏地表的天然覆盖、扩大外界气温的热力影响、引起多年冻土层上限的下降,以致影响到沟渠和路基的稳定,因此排水系统与路基坡脚之间应保持一定的距离。

(3) 在少冰冻土、多冰冻土地段,排水沟与路堤坡脚之间的距离应不小于2 m。富冰、饱冰、含土冰层高含冰量冻土地段应避免修建排水沟、截水沟,宜修建挡水埝。受地形等因素限制,高含冰量冻土地段设计的排水沟、截水沟应充分考虑冻土及冰层的埋藏深度,采用宽浅型断面^[1]。

(4) 在富冰、饱冰冻土地段,排水沟、截水沟、挡水埝内侧边缘至保温护坡道坡脚、埝顶或路堤坡脚(无护道)的距离不得小于5 m,含土冰层地段不得小于10 m。

2.1.2 冻土沼泽地段的路堤

(1) 根据水源特点及补给情况,在路堤的一侧或两侧设置挡土埝或排水沟,将上游水截断,必要时增设桥涵,排除地表积水。

(2) 在塔头草沼泽地段,不挖除基底原有塔头草,采集低填、挖方,将路基拓宽路段的草皮反铺(草根向上)在原有塔头草空隙间,成为基底隔温层,中间沉降比两侧大,该层中间应当加高,并伸出坡脚以外1~2 m。

(3) 冻土上层以上泥炭层的沉降量(含融化下沉、压缩下沉的总沉降量)可按泥炭层厚度的40%计算,或根据试验资料计算。

2.1.3 热融湖(塘)地段路堤

(1) 季节性有水或常年有水的热融湖(塘)的路堤,其水下部分必须以渗水性粗颗粒土填筑,粗颗粒的高度应高出最高水位0.5 m。

(2) 基底有地下冰或松软层时,路堤两侧设置护坡道。

(3) 预留路堤沉降量时,必须结合热融湖(塘)的基底土质、地下冰、上限深度等要素,综合考虑基底的沉降量。

(4) 路堤两侧的水不要排入路堤所通过的热融湖(塘)

中,以免增高热融湖(塘)的水位^[2]。

2.2 多年冻土地区路基施工采取的工程措施

(1) 根据保护多年冻土原则设计的路堑及部分换填的路堤,其施工期应安排在冻结期间。若在融期施工,则应采取分段快速施工的方法,以免冻层因暴露时间过久而遭破坏。

(2) 多年冻土地区地表水无法下渗,容易导致地表潮湿或积水,不但影响路基的稳定,而且关系到施工质量与工效,因此施工前必须做好排水工作。

(3) 在开挖排水沟或取土坑时,必须注意防止由于冻土融化而产生的边坡坍塌及影响路基稳定的现象发生,一般不宜开挖过深,致使地下水露出,冬季形成冰锥,危害路基^[3]。

(4) 路基的防护与加固应考虑保温,对于需保护的冻土,其上均须设置足够厚的保温层,以免在施工过程中引起多年冻土的融化。

(5) 草皮护坡铺砌应上下错缝,彼此钳紧,块与块之间的缝隙用土或碎草皮填塞严密(严禁用石块塞缝),使草皮连成一个整体,以利于坡面草皮成活和防止空气对流,加速保温层的稳定。

3 取料、换填的原则

严格控制取料场的挖掘深度,一般情况下不超过2.5 m,即不超过最大冻深。这样做的主要原因是冻土表面的土层被挖走后下层的冻土会有一部分融化,这时在较高的地下水位的作用下融化了的水会在料场表面形成一个水塘,因为水的保温效果较好,从而避免了冻土进一步融化。从现场实际情况来看,在表层土被挖走后,下部会有0.5~0.8 m左右的冻土融化,但再往下的冻土就基本保持原状,并无融化的迹象。

所有取料场必须远离路基,原则上料场距离路基不得小于500 m,这样开挖后的料场即便出现冻土融化现象,也不会影响路基的稳定。路基施工过程中需要注意的另一方面是换填施工,它一定要遵循以下2个基本原则。

(1) 换填深度一般不得超过0.6 m。这主要是因为多年冻土地区,特别是在合同段内,地下水位较高,冻土上的覆盖土较薄(一般为1.0 m),一旦开挖过深就会因冻土覆盖层消失而造成冻土的大量融化。冻土一旦融化,将会给换填施工带来巨大的困难,同时也无法保证换填的质量。

(2) 保证换填施工在最短的时间内完成。因为冻土表面覆盖土被挖除后,冻土会受到来自外界的温度影响,暴露在外界的时间越长,冻土的融化就越严重。这就要求在施工上必须合理组织,充分利用所有施工力量,做到边开挖边回填、压实,最大限度地降低冻土融化的可能性。

4 多年冻土地区施工的控制原则

楚玛尔河地区地表为分散点状分布草地,植被稀疏,覆

盖率约为5%~10%,亚砂土,中层为河流沉积砂砾,下层为红褐色泥岩,多年冻土上限为2.3 m左右。冻土为整体构造,含冰量小于30%,为富冰多冰多年冻土,属较差多年冻土工程地质地段,富冰深度为3~8 m,海拔为4 551 m。

以保护多年冻土的原则为前提实施作业。对地面排水不畅和地下水水位高、多年冻土上限埋藏浅、含冰量大的路段,核查路基高度是否满足防止翻浆、冻胀、热融及控制热融沉陷的要求。

对浅挖、低填、路堑路段,须选择砂砾填筑路基或基底换填砂砾,截水、排水、疏水等工程措施应满足防止路基翻浆冻胀和控制路基热融沉陷要求。

施工车辆应按施工便道行驶,严禁车辆随意毁坏施工便道以外的草地及戈壁滩硬土层。

构造物基础应埋置在冻土上限以下,构造物基底设置厚度大于50 cm的砂砾隔温层,且铺设宽度应在基础外缘加宽1 m,严禁结构物基础与多年冻土直接接触,隔温层砂砾中粉黏粒(小于0.074 mm)含量小于5%。

按保持冻结原则设计的明挖基础,若多年平均地温不低于-3℃则应于冬季施工,否则可在其他季节施工,但应避免避开高温季节。

施工时严禁地表水流入基坑,要及时排除季节冻层的地下水和冻土本身的融冰水,有必要搭设遮阳棚和防雨棚,施工前做好充分准备,组织快速施工。做好的基础应立即回填封闭,不宜间歇。必须间歇时,应以草袋、棉絮等加以覆盖,防止热量侵入。施工时应在距坑顶10 m之外修排水沟,水沟之水应引于远离坑顶宣泄并及时排除融化水。多年冻土区严禁使用双管涵、不同类型的有压涵洞以及各类浆砌片石涵洞,应使用钢管波纹管涵联结成整体,这样才能有利于稳定和有效预防沉降。

5 多年冻土地区桥梁工程施工

5.1 施工中出现的問題

桥梁工程施工中受多年冻土影响最大的是桩基础的施工。合同段均为水中钻孔灌注桩,桩身长20~24 m,整个桩基础基本在多年冻土范围内,这给施工带来了很多问题。

(1) 在钻进过程中,多年冻土地段地质较坚硬,严重影响了钻进速度,而且时间越长,冻土的融化就越严重。

(2) 多年冻土中含有大量的冰块,在不被破坏的情况下,冰块与周围的土结合为一个整体,基本保持稳定,但钻孔所用的泥浆温度始终在0℃以上,因此会使孔壁周围冻

土内的冰块融化,而整个土层会因此而变得松散,极易发生塌孔现象。

5.2 相应的施工措施

(1) 在钻孔机械的选择上优先选用实心冲击钻,尽量不要使用空心钻。因为实心冲击钻的工作原理是将孔内的土向两侧挤压,这可以使冻土融化后产生的空隙被新的土壤填满,从而使孔壁更加稳定。而空心钻是将孔内的土冲散后掏出,冻土融化后产生的空隙将无法得到补充,进而出现塌孔的现象。

(2) 在钻孔时间的把握上,尽量在冬季进行钻孔施工,此时可采用干孔成孔,即在钻进的过程中保持泥浆淹没钻头3~4 m,上部的泥浆可随着钻孔深度的增加而清除,孔壁暴露在外界温度下很快就会重新冻结,保证了孔壁的稳定。

(3) 在钻孔时泥浆稠度要大,在规定范围内尽量选用较大值,这样有利于孔壁的稳定。

(4) 钻孔时可采用向孔内增加片石的方法,因为片石投入后会被钻头向孔底和两侧孔壁积压,进一步增强了孔壁的稳定。

(5) 成孔后要尽快进行灌注施工,因为成孔后停留的时间越长,冻土融化的程度就越大,产生塌孔的可能性就越大。这就要求施工方要合理组织生产,充分利用手中的人力资源和设备资源,在最短的时间内完成灌注施工,一般要求在成孔后12 h内完成混凝土的灌注。

6 结语

多年冻土地区的钻孔灌注桩施工是桥梁施工的重点和难点,采用何种方法进行施工,使工程又快又安全地完成值得探讨和研究。本文所介绍的方法都是基于传统的施工方法发展而来的,是否有其他更为有效的方法,还有待进一步探究。文章所介绍之经验,为冻土地区施工打下一定的基础,为以后同类工程施工提供参考。

参考文献:

- [1] JTG F10—2006,公路路基施工技术规范[S].
- [2] 交通部第一公路工程总公司.公路施工手册——桥涵[M].北京:人民交通出版社,2005.
- [3] 毛雪松,李 宁,王秉纲,等.考虑相度作用的冻土路基应力与变形分析模型[J].交通运输工程学报,2007,7(1):58-62.

收稿日期:2008-03-17

[责任编辑:谭忠华]