

③ 10-13

第17卷 第1期

1999年2月

青海大学学报(自然科学版)

Journal of Qinghai University

Vol.17 No.1

Feb.1999

青藏高原多年冻土区的成因 及对工程建设的影响

周向阳

TU445

(青海大学水电系 西宁 810016)

摘要 对青藏高原多年冻土区的成因,不同冻土地貌类型进行了阐述,分析了由此而对工程建筑物、道路修建工程所产生的负面影响。

关键词 青藏高原 冻土 成因类型 工程影响

地貌

我国青南——藏北高原,地势高亢,平均海拔在4 000m以上,气候干寒,年平均气温 -2°C ~ -7°C ,年平均降水量200mm—400mm,年蒸发量1 300mm~1 700mm,虽处中低纬度区,由于气候垂直分带的规律,形成了与我国东部同纬度地区截然不同的气候环境,发育着大面积的多年冻土。其片状分布的多年冻土面积达1 470 000 km^2 ,约占高原总面积的56.8%。

在青藏公路的格尔木至安多段,自北向南横跨青南藏北高原。此路线穿越了不同的构造带和地貌单元,分布着宽达560km的多年冻土区。由于该地区高原地势的不断隆升,导致气候具有明显的垂直分带现象。在冰缘气候条件下,海拔4 350m以上地带,普遍分布中纬度高海拔型的多年冻土及存在各种类型的冻融物理地质现象。

在冻土分布地区,冻胀、热融沉陷,冰锥、冰丘、热融滑塌等不良物理地质现象的发生、发展,对工程建筑物、道路修建有着至关重要的影响。因此,对该地区多年冻土成因及对工程建设影响的研究,有着十分重要的实际意义。

1 多年冻土的形成原因

青藏高原多年冻土的形成,不同于极地高纬度区的冻土成因,其形成是一种很复杂的自然现象,是多因素长期共同作用的结果。

1.1 晚近构造活动因素

在第三纪渐新世,地球造山运动的活跃,使青藏高原逐步抬升,时至今日仍然处于上升之中。高原上升,则导致其气候垂直带的不断变化。不同时期,由于高原的绝对高程不同,对多年冻土形成和保存的影响程度也不同,如布曲冰期的堆积物曾受过湿热风化作用而呈红色,它除说明布曲——扎加藏布间冰期气候较湿热而外,还证明在扎加藏布冰期以前,青藏高原虽已达2 000m左右的高度,但在气候条件上,仍主要受气候水平分带的控制。以后随着上升幅度及绝对高程的增大,引起了气候条件在更大程度上受垂直分带的影响。到现在,青藏高原大部分地区平均气温都在 0°C 以下,寒冷的气候条件已成为多年冻土形成、保存甚至发展的主导因素^[1]。

收稿日期:1998-11-14

1.2 气候变迁因素

第四纪以来,由于全球性的气候变迁,使青藏高原的气候也发生了很大变化。据地质古生物法的研究结果表明,至少有四次以上冰期和三次以上间冰期气候相间出现。冰期来临时,气温均会降低,多年冻土是寒冷气候的产物。因此在各冰期气候条件下,青藏高原无疑会形成多年冻土。在间冰期时,由于气温增高,可使多年冻土融化。根据我国气候变迁特征,对多年冻土影响最大的应属我国第一个温暖期(半坡温暖期)。当时的平均气温比现在高 2°C ,这个温暖期在青藏高原也存在。在此温暖期前的冰期中所形成的多年冻土,不可避免地会大量消融,仅在高山和其它一些适宜地区得以残留,从而变成“岛”状多年冻土。第一个温暖期过后,世界和我国气候变化的总趋势是:温暖时期越来越短,温暖强度越来越小;而寒冷时期越来越长,寒冷强度越来越大。在这种气候变冷的总趋势中,必然会使多年冻土得到相应的发展。温暖期后新形成的冻土与原来遭到消融多年的冻土相衔接,使其厚度及面积逐步增大,从而形成了现代高原多年冻土的面貌^[1]。

2 多年冻土区冻融物理地质现象的主要类型

由于全球性气候的变迁,冰期、间冰期的交替出现,导致地下水和土的冻融作用而产生各种物理地质现象,由此形成了青藏高原独特的冻土地貌。

按其成因和形态特征,可将冻融物理地质作用所产生的地貌现象分为如下主要类型:厚层地下冰;冰椎;冰丘;热融滑坍;冻土草沼及石环,石玫瑰等。这些冻融现象及所形成的不稳定地段,为高原建筑物及道路、桥梁等工程的修建带来不同程度的危害。

3 不同类型的冻土地貌对工程建设的影响

3.1 厚层地下冰及其影响

冻土层中,凡厚度大于 0.3m 的冰层称厚层地下冰,多呈网脉状,透镜状及小面积层状冰分布。厚层地下冰主要是重力水冻结迁移的结果。埋藏较浅的地下冰在人为活动的影响下,特别是采暖建筑物下,容易形成融化盘,造成建筑物的不均匀融沉,导致建筑物变形,出现裂缝。在此条件下修筑公路,则可能出现道路翻浆、塌陷、鼓胀,导致公路路面起伏不平。因此在厚层地下冰分布地区,修建工程必须对此予以充分的重视。埋藏较深的地下冰较为稳定,其上建筑物则安全系数较高。

3.2 冰椎及其影响

青藏高原上的冰椎一般规模较小,单个冰椎面积仅数十平方米至数百平方米,厚 3m 以下。按其成因可分为:冻土层下水冰椎;冻土层上水冰椎及河(湖)冰椎。

冻土层下水冰椎是由于冻土层下水径断裂通道上升成泉,在负温季节结成为冰椎。地貌上多分布于山麓、垭口和沟口地带,位置比较固定,水温较高,流量较大的上升泉漫溢较远,负温季节形成冰幔。

青藏高原上的河(湖)冰椎相当普遍。南起西藏安多捷布曲,北至昆仑河之间的大河、大湖岸边浅滩,都有分布。此种冰椎是由于河(湖)冰在冷的季节自上而下冻结时,使其下部水承压由冰裂缝中上升溢出,逐渐冻结而成。一般为椎形不显著的较大面积的隆起,厚仅 $1\sim 2\text{m}$ 。冻土层上水冰椎并不是多年冻土地区的特殊产物,但青藏高原由于气候严寒而特别发育。在山

麓冰水——洪积扇前缘,冻土层上水以泉的形式溢出,在冬季形成冰堆。规模与泉水流量大小有关。规模大者浸溢路面,阻塞公路,严重者破坏路基,影响汽车通行,暖季融化后,造成公路翻浆,影响公路的正常运行。河冰堆发育地区,会使桥基及护岸工程发生胀裂、变形,甚至遭受破坏,引起护岸坍塌等。

3.3 冰丘及其影响

冰丘在青藏高原上分布也较普遍,其规模大小不等,形态多种多样。按其营力作用方式,可分为冻土层下水冰丘;冻土层上水冻胀丘。

一般形成冻土层下水冰丘的条件为:a 有穿过多年冻土层的晚近时期的活动断裂,且具有沟通冻土层下水的导水作用;b 具有较高承压水头的冻土层下水;c 地表浅部有隔水性和冻胀性较强的粘土或粉砂质粘土。

冻土层上水形成的冻胀丘,一般规模不大,外貌不明显,多发育于粘性土或泥炭土分布地段。丘顶冻胀裂缝十分发育。其成因是由于表层粘性土或冻土层局部阻挡冻土层上水,经冻结后顶托上拱而成。多数冻土层上水冰丘为一年生冰丘,冬季发生,暖季消融。

一般较小型冻胀丘对工程建设危害较小,冰丘则对工程建设危害甚大,可出现建筑物地基胀缩裂隙、碎化,道路路基翻浆等危害工程现象,应采取绕避的方法进行施工。

3.4 热融坍塌及影响

在多年冻土区不同成因的原始负地形积水后,破坏了多年冻土的热平衡,致使冻土或地下冰部分融化,加深或扩大了负地形,逐步形成热融湖塘。未积水或积水干枯称为热融沉陷,亦称热(融)喀斯特。

热融沉陷是地下冰融化下沉所形成。亦往往是冰丘发育的最后消亡阶段。陷坑的大小深度视冰丘冰的融化深度和范围而定。在暖季气温高,降水多的年份,热融坍塌、滑坍作用盛行,发展速度明显增快,其形态特征和发展如附表所示。

附表 热融滑坍类型特征简表

类型	形态	坡度	滑坍破裂壁高度(m)
牵引式	长条形	前缘 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 后缘 15°	1.0~2.5
	支岔形	$5^{\circ} \sim 10^{\circ}$	约 2.5
沉陷式	圈椅形	约 5°	约 <1

沉陷式滑坍形成于横坡较小(约 $<5^{\circ}$)的山坡上,并通常处于热融滑坍的形成初期。滑坍面积仅数百平方米,后缘破裂壁仅 0.3m ~ 0.5m 厚,破裂壁以外裂隙很多,对工程的建设存在许多隐患,有一定的危害,一般修建挡土墙及护坡可以防治。

高原上大部分热融湖塘可能是第四纪全新世以来近代温暖期的产物,目前大部分处于相对稳定阶段^[2]。其发生、发展与退化速度是比较缓慢的,因此,在短期内对工程建设的危害是较小的。但道路工程在穿过密集的热融湖塘区时,亦应注意回填土在边岸地带的均匀沉陷,确保工程的安全运行。

4 结语

青藏高原由于其所处的中低纬、高海拔地区的特点,所形成的多年冻土厚度小于极地,但面积大于东北大兴安岭地区。由于气候垂直分带规律所产生的冰缘气候及全球性气候变化趋

于寒冷的总趋势,是多年冻土形成的主导因素。通过对高原冻土的研究,为今后在冻土区的工程、建筑物建成后,使用过程中出现的某些工程地质现象,如道路翻浆、沉陷;房屋地基的冻胀融沉;桥梁、桥基的变形;水库坝基边坡滑塌等地质危害的预防,将起到积极的作用^[3]。

参 考 文 献

- 1 张治安.青藏高原的多年冻土.青藏高原地质文集.北京:地质出版社,1982.91~93
- 2 胡海涛,任国林,孙存煜.青南—藏北高原多年冻土区近代冻融物理地质现象的类型及其特征.青藏高原地质文集.北京:地质出版社,1982.104~109
- 3 宋克强主编.水文地质及工程地质学.西安:陕西科学技术出版社,1991.180~187

The Formative Reason of Permafrost Region on Qinghai Xizang Plateau and Their Influence on Construction

Zhou Xiangyang

(Hydroelectric Department of Qinghai University, Xining 810016)

Abstract The paper expounds the formative reason of permafrost region, landform, relief on Qinghai Xizang Plateau, To analysis their bed Influence on route and Construction.

Key words Qinghai Xizang Plateau, Permafrost region, Formative reason, Construction, Influence

(责任编辑 王宝通)

(上接第 9 页)

The Experimental Research of the Permeating Characteristic of Saturated Cohesive Soil

Dong Yining

(Hydroelectric Department of Qinghai University, Xining 810016)

Abstract According to the result of seepage experiment in saturated cohesive soil, the permeating characteristic of saturated cohesive soil in different compression states were analyzed.

Key words Saturated cohesive soil, Permeability, Experiment

(责任编辑 王宝通)