

# 浅谈季节冻胀对桥台稳定性的影响

## The Influence of Seasonal Frost Heaving on Abutment Stability

贾旭东

Xudong Jia

中交第二公路勘察设计研究院有限公司  
中国·重庆 430000  
CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd.,  
Chongqing, 430000, China

**【摘要】**随着国家“一带一路”倡议的推进,公路网络建设将向纵深发展。论文针对冻胀对桥台稳定性的问题提出几点建议,如桥梁结构混凝土耐久性、冻胀力对桥台的影响等,以供参考。

**【Abstract】**With the promotion of national "One Belt and One Road" initiative, highway network construction will develop in depth. This paper puts forward some suggestions on the stability of bridge abutment by frost heave, such as the influence of concrete durability and frost heave force on bridge abutment.

**【关键词】**稳定性;耐久性;冻胀力

**【Keywords】**stability; durability; frost heaving force

**【DOI】**10.36012/etr.v2i2.1081

## 1 引言

国道 109 线那曲至拉萨公路改建工程处于西藏自治区那曲市境内高海拔高烈度区,地处青藏高原,冬季积雪期较长、气温较低,生态环境脆弱、自然灾害频发,区域内广泛分布季节性冻土及多年冻土,桥台的稳定性将会受到季节冻胀的影响,甚至会造成桥台发生破坏。

## 2 季节性冻胀的影响及问题

冻土是各类特殊地基土中最差的一类,具有温度低、固液变化等特殊工程地质性质,其中季节性冻土地表层冬季冻结、夏季融化,其冻融循环作用导致了力学性质的劣化,因此,在季节性冻土地区构筑公路更容易出现冻害,严重影响冻土区道路的稳定性和安全通行。因此,桥台必须考虑抗冻胀的技术问题,目前该区尚无成熟的桥台抗冻胀的措施。现阶段也是提高混凝土等级和添加外加剂对混凝土耐久性的延续。

## 3 季节冻胀对混凝土耐久性的影响

### 3.1 混凝土的耐久性

混凝土桥台结构的耐久性主要体现在混凝土材料的自定义和所处的环境,设置标准化实验室就是需要根据环境来适当调整混凝土的强度,施工时必须采取首件制度来控制混凝土的耐久性,与结构参数的拟定、施工养护、水化热所使用的添加剂的有关。桥梁结构设计,按规范标准可适当加大混

凝土保护层的厚度,防止混凝土保护层引起钢筋钝化膜破坏;混凝土结构的破坏,首先在混凝土中出现裂缝,保证裂缝宽度满足设计规范。保护层控制就是为了结构受力而给予的富余度,如果裂缝超过预期值则会增加混凝土渗透性,特别是在季节性冻土区域,由于周边降雪、冰川的融化,常年局部地下水位较高,大多数桥台位置都处于冻融循环的范畴。水也是季节性冻土的关键所在,它能造成侵蚀破坏作用极具升级,混凝土寿命随之减少。当混凝土开裂后,侵蚀速度将成正比的速度进行蔓延,进一步恶化至暴露钢筋。控制混凝土的裂缝,除按规范要求外,控制正常使用极限状态的工作裂缝,采取构造措施,加强构造配筋,如在保护层富余度足够的情况下,增设防裂钢筋网,以组织开裂显现的出现,在施工现场也应控制好混凝土施工质量,减少施工工序和施工缝避免出现非工作裂缝。

混凝土的耐久性主要取决于混凝土的材料组成,控制混凝土耐久性的主要几项指标为:最大水灰比、最小水泥用量、混凝土最低使用强度等级、最大氯离子含量和碱含量,认真做好实验室标定。另外从施工角度增强混凝土密实度,振捣工作尤其重要,这样才能有效地控制混凝土开裂,阻止水的入侵。

### 3.2 提高混凝土耐久性的建议

在特定环境情况下,设计上应明确预制构件用混凝土坍落度:( $6\pm 2$ )cm;泵送混凝土坍落度:( $14\pm 2$ )cm,同时要求混凝土拌合物具有良好的坍落度、均匀性、保水性。混凝土强度等

级不仅需满足设计规范要求,还需有一定的富余度。在高寒,抗冻地区易采用抗渗等级 $\geq W8$ ;抗冻等级 $\geq F250$ 。控制混凝土中钢筋的保护层厚度,钢筋混凝土结构可通过增大配筋率、增大截面尺寸等措施限制裂缝宽度。提高混凝土材料抗氯离子渗透的根本方法是采用高性能混凝土。施工上应提高混凝土养护质量,确保混凝土成型后的强度。

## 4 冻胀对桥台的影响

### 4.1 冻胀对桥台桩基的影响

本项目全线位于季节性冻土地区,最大冻土深度为2.98m,标准冻土深度为2.14m。桥台均采用桩基础,为了控制桩基周边的环境因素,桩基顶部标准冻深范围设置钢护筒,以防止季冻土冻融对产生的负摩阻力、上拔力及水平冻胀力。季节性冻土段落应根据现场地质资料,参考JTG D30—2015《公路路基设计规范》确定地基土冻胀级别,根据不同的土质,是否考虑需要对周边具有冻土性质的进行换填,以改变外在环境对桩基的影响,同时做好隔水隔温措施。为防止季冻土冻融产生的负摩阻力、上拔力及水平冻胀力,同时应大于桩基所在位置的冲刷深度及冻胀深度,为了更好地控制不利因素,建议在设计计算的基础上,加大一个等级的桩基截面面积,以消除不利因素。并且施工时注意预埋的检测管基检测完后,建议取走桩基检测管中积水,避免从内部进行冻胀,影响桩基的质量。因此,在季节性冻土区域内设定桩的长度时,必须考虑冻胀层桩的切向冻胀力,防止桥梁桩基由于埋置深度过浅、抗拔力不足而被拔起。

为了研究在季冻土及多年冻土环境下修建工程,完成“一带一路”的使命,克服及解决有关设计、施工中的技术难题,从1965年开始,中铁西北科学研究院冻土科研工作者对青藏公路开展了详细的外业调查,并收集相关基础数据进行解析。1966年公路改建之时,选取不同取土场的填料样品,建设了三座公路涵洞和一座桥作为试验现场。在格拉军用输油管线工程与青藏铁路前期工程中,建设了三个桩基试验现场,研究在不同填筑材料、温度、冻深条件下,桥涵基础所选用的基础类型、特殊路基处理方式及桥涵基础埋置深度;并在施工环境下确定施工工艺和施工工序。确定了冻土区域内钻孔灌注桩的施工工艺、灌装混凝土耐久性的控制、冻融循环次数及简化计算方法。根据研究成果表明,冻胀力会直接引起浅埋桩基上拔的风险,采用钢护筒、换填非冻胀性材料及做好排水措施隔绝冻土层。也一并解决了冻融循环对混凝土的破坏。

### 4.2 水平冻胀力及桥台变形现状

季节冻土区的支护结构,常常墙后回填填料的冻融过程

中产生变形和破坏。其主要原因为台后填料过细且排水泄水孔实施不到位。桥台台背回填同样如此,都会由于所填土体对结构物产生水平冻胀力,西藏调研时发现有很多桥台因台后水平冻胀力发生水平位移及混凝土保护层脱落暴露出钢筋骨架,以致结构遭到破坏<sup>[1]</sup>。

20世纪70年代,丁静康<sup>[2]</sup>在风火山通过“L”型钢筋混凝土挡土墙试验和层叠式模型挡土墙实验,通过实验分析发现水平冻胀力的大小与填料的粒度成分、截面面积、含水量、温度条件以及构造物变形等有关。得出了水平冻胀力沿墙背的分布规律。

### 4.3 桥台台后排水的重要性

土是由固体颗粒、水和气体三部分组成的三相体系,在冻融循环过程中,由于高寒地区昼夜温差较大,土体中的水会发生物理变化,固液反复变换。由于水与冰的密度不同,固态冰的体积比等质量液态水的体积大,变换过程中会对周围的土颗粒产生挤压,这将会破坏土颗粒之间的胶结,使土颗粒发生位移及破坏变形,同时也会改变孔隙率。特别是,冻融循环过程中除了水分的变化,还伴随有水分的流失。水分流失使土体的孔隙率急剧缩小,从而导致土体失陷等情况,使得冻融循环对土结构性的影响变得更加复杂。所以不仅需要保证桥台台后填土的质量和体积,还得重视桥台处排水设计,必须引排路基边沟水、桥面水至桥台以外,避免直接冲刷桥台处坡面,影响桥台稳定<sup>[3]</sup>。

## 5 结语

综上所述,国际学者在青藏高海拔冻土区域取得一系列研究成果,但在冻土区桥梁墩台变形特性及变形机理方面的科研试验、设置站点观测还较少,主要还是人类克服缺氧环境的不适应,带了工作阻碍。目前,中国冻土区结构物设计规范中水平冻胀力都是根据挡土墙的计算方式来确定。对于桥台来说,其受力形式还是与挡土墙有一定的差距,特别是体现在活载的加载上。所以在设计、施工方面还需要加大更多的投入来克服冻土问题,增加科研课题及实验数据进行更好的技术支撑,为后期建设做好铺垫工作。

### 参考文献

- [1]刘建坤,曾巧玲,侯永峰.路基工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [2]丁靖康,类安金.水平冻胀力的现场测定方法[J].冰川冻土,1980(SI).
- [3]周幼吾,郭东信.中国多年冻土的主要特征[J].冰川冻土,1982,4(1):1-7.