

高纬度低海拔岛状多年冻土桥梁钻孔桩极限承载力值试验

崔志刚¹ 高洪波¹

摘要：通过在高纬度、低海拔岛状多年冻土浇筑两根直径1.2 m、长度15 m的试验桩，研究人员布设了温度监测系统，依据温度检测结果，在桩基回冻前、后进行了自平衡静载试验。试验结果得出桥梁钻孔摩擦桩在多年冻土中的极限承载力是非多年冻土极限承载力的1.42倍，根据试验研究确定桥梁钻孔摩擦桩在多年冻土中的极限承载力值，可以计算出该地质条件下各冻土层的摩阻力值，可为大兴安岭地区多年冻土条件下桥梁钻孔灌注桩的设计和施工提供理论依据。

关键词：多年冻土；钻孔桩；摩阻力；温度监测；静载试验；极限承载力值

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.4.003

Ultimate Bearing Capacity of Bridge Bored Piles on Island of Permafrost at High Latitude and Low Altitude Area

Cui Zhigang, Gao Hongbo

Abstract: Two test piles with diameter of 1.2 meters, 15 meters long were poured on island of permafrost at the high latitude and low altitude area, and the temperature monitoring system was set on them. According to the temperature test results, the self-balance static load test was carried out on the piles before pile foundation frozen and after. The test result shows that the Ultimate bearing capacity value of borehole friction pile in permafrost is 1.42 times of non-permafrost. According to the value of the ultimate bearing capacity of friction pile in permafrost, the permafrost friction resistance value of each permafrost layer could be calculated on the condition mentioned above. The test results provides the theory basis for the bridge bored piles design and construction in Great Xinganling area.

Key words: permafrost; drilled pile; friction resistance; temperature monitoring; static load test; ultimate bearing capacity value

中俄原油管道漠大线林区伴行公路建设里程422.569 km，其中加格达奇至瓦拉干段299.475 km，采用二级公路设计标准（加格达奇出口9 km采用一级公路标准），水泥混凝土路面，路基宽度12 m，路面宽9 m；瓦拉干至兴安段123.094 km，采用三级公路设计标准，水泥混凝土路面，路基宽度8.5 m，路面宽7 m；全线共设桥涵558座。漠大线林区伴行公路于2011年5月20日开工，于2013年10月30日交工验收。该工程采用EPC总承包方式进行管理，由大庆油田路桥工程有限责任公司和大庆油田工程有限公司组建的联合体进行EPC工程总承包。

中俄原油管道漠大线林区伴行公路67%地段经过高纬度、低海拔岛状多年冻土，然而在《公路桥

涵地基与基础设计规范（JTG D63—2007）》中，只有非多年冻土钻孔桩桩侧土的摩阻力标准值 $q_{ik}^{[1]}$ 。在钻孔桩基础施工中因各土层的多年冻土融化变成非多年冻土，但经过一段时间后桩基础周围土体在冻土地温的作用下逐渐回冻变回多年冻土，桩基础的极限荷载在回冻前、后发生了变化。

1 试验点位置及地质结构

试验桩位置设在中俄原油管道漠大线林区伴行公路第七标段K216+746 km处，灌注两根桩径1.2 m、桩长15 m桥梁钻孔灌注桩，试验桩位置平面如图1所示。

土层地质结构如表1所示。

¹大庆油田路桥工程有限责任公司

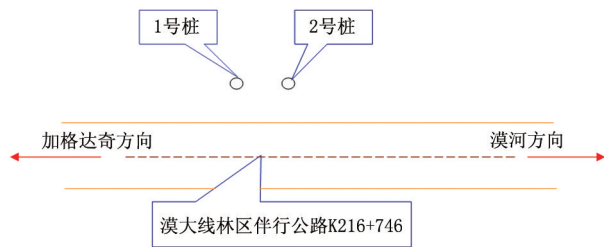


图1 试验桩位置平面

表1 土层地质结构

土层名称	分层厚度/m	土层含水质量分数/%
填土	1.6	6.5
泥碳质土	0.5	12.5
圆砾	1.6	11.4
含细粒上砾	3.2	15.4
黏土质砾	1.0	21.7
混合土块石	1.3	12.2
强风化混灰岩	1.4	
中风化凝灰岩	4.4	

2 冻土的温度测量

分别在试验1号桩、试验2号桩布设了冻土的测温系统,如图2所示。

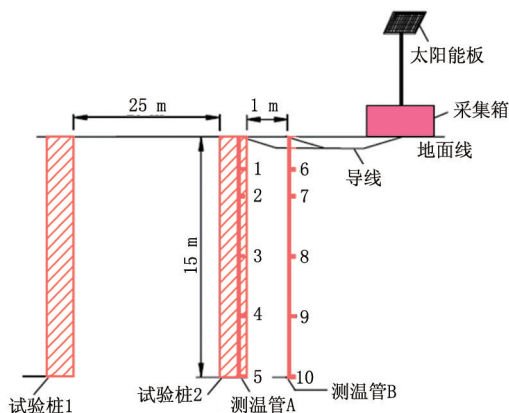


图2 温度测量系统立面图

试验1号桩桩身各土层未回冻前进行桩的静载试验,试验2号桩桩身各土层回冻后,即各冻土层温度回到0~2℃后进行试验桩的静载试验^[2]。

3 静载试验

为了确定冻土层桥梁钻孔摩擦桩极限承载力,需要分别进行试验1号桩回冻前的静载试验和试验2号桩回冻后的静载试验,测出单桩的极限荷载,依据现场条件静载试验采取自平衡静载试验方法。此方法是预先将荷载箱安装在钢筋笼底部,钻孔摩擦桩成桩时荷载箱将桩分成上段桩和下段桩两段,按规范规定预先设定逐级加载数值,荷载箱变位所产生的应力逐级传递到桩身上。当荷载加到一定数值时,桩位移突变或桩位移累积到一定数值

时,即桩基达到破坏荷载,此时的前级荷载为该桩的极限荷载^[3]。表2为回冻前、后试验桩加载与位移。

表2 回冻前后试验桩加载与位移

对比项	加载力/kN	位移/mm
1号桩回冻前	4 668	12.81
	5 334	36.62
2号桩回冻后	6 666	24.98
	7 332	49.69

1号桩、2号桩极限荷载分别为4 668 kN和6 666 kN,桩基回冻后的极限荷载约为回冻前极限荷载的1.42倍。这是因为桩身各土层由非冻结状态变为冻结状态,土层中的水由自由液态变成固态,与土颗粒形成胶结,增加了桩侧摩阻力,从而增加了桩的承载力^[4]。

4 结论

高纬度低海拔岛状多年冻土中桥梁钻孔灌注桩在浇筑完成后,在地温的作用下桩周围的土层又回到多年冻土冻结状态。从桩基回冻后的自平衡静载试验数据得出,桥梁钻孔灌注桩冻土层桩基极限承载力比回冻前非冻土层的桩基承载力增加了1 998 kN,桩基承载力增加了1.42倍。根据桥梁钻孔灌注桩多年冻土层桩基极限承载力,可以计算出该地质条件下各冻土层摩阻力值,这将为大兴安岭地区多年冻土条件下桥梁摩擦钻孔灌注桩的设计和施工提供理论依据。

参考文献

- [1] 章金钊. 高原多年冻土地区桥涵设计与施工研究[J]. 中国铁道科学, 2001, 4 (23): 40-46.
- [2] 汪仁和, 王伟, 陈永锋, 等. 冻土中单桩抗压承载力模型试验研究[J]. 冰川冻土, 2005, 27 (2): 188-193.
- [3] 王建州, 李生生, 周国庆, 等. 冻土上限下移条件下高温冻土桩基承载力分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25 (增2): 4 226-4 232.
- [4] 吴亚平, 郭春香, 潘卫东, 等. 冻土区桩基回冻过程对单桩承载力和桥梁施工的影响分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2004 (24): 4 229-4 233.

作者简介

崔志刚: 工程师, 1983年毕业于黑龙江省交通学校道路与桥梁专业, 大庆油田路桥工程有限责任公司漠大EPC项目经理部总工程师, 0459-5391080, 2603351442@qq.com, 黑龙江省大庆市让胡路区西景街19号, 163453。

收稿日期 2015-12-31

(栏目编辑 李艳秋)